

第一章 絮论

第一节 绿洲 亟待加强研究的领域

干旱地区的持续发展与生态环境问题是当代各有关国家政府与广大科技工作者最关心的热点问题之一。这是因为这里曾是人类文明重要的发源地之一；这里的土地总面积占全球陆地总面积的近 $1/3$ 达 $4\ 774$ 万 km^2 这里养育与生活着世界 10% 的人口，而且是今后经济发展潜力最大的区域之

干旱地区的发展及其持续的主要任务是绿洲的建设与荒漠的防治。过去人类对荒漠化危害及其防治给予了特别的重视。联合国环境总署主任 M. Tolba 曾说：“尽管我们正在作出不懈的努力 荒漠化的进展不断在加速，每年要损失几百万公顷的可耕地。”目前全世界荒漠化面积平均以 $5\sim7$ 万 km^2/a 的速度在扩大 直接损失达 420 亿美元，“全世界有近 100 个国家的 9 亿人口受到荒漠化的危害”。这就迫使国际社会不得不深切地关注世界范围内荒漠化的发展。1974 年在联合国成立环境总署；1977 年 8 月在肯尼亚首都内罗毕召开联合国荒漠化问题会议，首次讨论全球范围内的荒漠化问题及其对策；1992 年在巴西里约热内卢召开了有各国政府首脑参加的世界环境发展大会，荒漠化问题被列为最重要的优先采取行动的领域而为世人所关注。此后，联合国大会又通过了 47/188 号决议 成立了《联合国关于在发生严重干旱和 / 或沙漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化公约》谈判委员会。公约谈判历经五次会议 于 1994 年 6 月完成 同年 10 月 14~15 日在巴黎正式签字，我国亦是签字国成员。这是一个防治荒漠化的全球性的公约，对国际社会的荒漠化防治起到了重要的推动作用。

中国干旱区面积（含半干旱区）占全国总土地面积的 52.5% 。即使把受高寒因素制约的青藏高原干旱、半干旱地区除外，全国干旱、半干旱地区总面积仍达 455 万 km^2 占全国总土地面积的 $47\%^{[1]}$ 。这一广阔的地域拥有我国 70% 以上的煤炭资源^[2]、一半以上的石油资源 有色金属中铂、镍及稀土金属等均居全国首位 铁、铜、银等也占有重要地位，一些化工原料（如钾盐、石盐、天然碱、芒硝等）也居全国前列。中国干旱地区拥有全国最广阔的草场 占全国草场总面积的 $60\%^{[3]}$ 拥有最丰富的宜农后备土地资源 约占全国宜农荒地资源的 $62.5\%^{[4]}$ ；该区太阳总辐射量高，达 $586\sim670$

$\text{kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})^{1.5}$ ，极有利于绿色植物的光合作用；且西北地区位于欧亚大陆桥的必经路段，具有广阔的经济发展前景。正因如此，本世纪末与下世纪初，我国西北干旱地区一个规模宏大的经济建设高潮正在到来。

基于此，近几十年来，中国围绕着西北及内蒙古西部地区以沙漠治理为中心，开展了规模巨大的干旱地区的土地整治与生态环境建设工程：50年代末开始的大范围的沙漠治理工程与沙漠治理研究；70年代后期开展的“三北（西北、华北、东北）防护林体系工程的建设”波及了全国551个县（市），在406.9万 km^2 的土地上开展了规模空前的绿色长城生态建设；90年代国家又实施了“沙漠治理工程”，自50年代开始的新疆、内蒙古、青海等地的生产建设兵团改造沙漠为绿洲，对西北地区的生产建设与经济繁荣起到了重要的推动作用。现在，中国又将全国治理沙漠工程规划列入《中国21世纪议程》并成立了有关的领导机构与办事机构，掌握信息，监测荒漠化动态，为防止荒漠化的扩大做着最切实有效的工作。

荒漠化的遏制与防治，实质上是与绿洲化的加强紧密联系在一起的。应当指出，自干旱地区形成以来，一直就存在着两个本质对立、相互消长的过程，即荒漠化过程与绿洲化过程。任何绿洲化过程的强化，都意味着荒漠化过程的削弱。因此，有意识地加快干旱地区的绿洲化过程、强化绿洲建设，其本质就是防治荒漠化的最根本最积极的措施。

干旱地区人类的发展基本依托于绿洲，防治荒漠的根本目的在于建设绿洲。遗憾的是，近几十年来人们把注意力较多地集中于荒漠化及其过程本身，这是事物极为消极的方面，而对与之相对立的积极方面——绿洲化过程却没有从理论研究与实践总结上给以应有的重视，这势必影响绿洲建设与干旱区的经济发展。而绿洲，正是几千年来干旱地区的人民赖以生存的最重要的物质基础，也是现在乃至将来人们在干旱地区继续生存与持续发展的物质基础。因此，加强绿洲化过程与绿洲建设的理论与实践研究，是一项紧迫而又具有深远意义的大事。

第二节 绿洲对中国社会经济发展的历史性贡献

干旱地区为人类的社会进步与发展曾经做出过光辉的贡献，是人类文明的发源地之一。北非古埃及的金字塔及尼罗河流域与西亚两河流域（底格里斯河、幼发拉底河流域）的绿洲文明就是证明，我国丝绸之路的存在也是最好的证明。

中国干旱地区绿洲的开发与利用甚早，绿洲在我国社会与经济发展、中华民族的形成与壮大、沟通东西方文化与物质交流以及巩固与保卫国家安全等方面都有着不可磨灭的历史性贡献。

1 天然绿洲——干旱地区孕育人类起源的摇篮，绿洲文明与文化的发源地

干旱地区天然绿洲的存在，为人类的祖先提供了最原始的栖息场所与生存条件，也创造了人类最初的文明。考古资料表明^[5-7] 地处鄂尔多斯南部的萨拉乌素沿河地区 由于河道低洼、水源丰富、水草丰美、小气候条件适宜 不仅吸引了大量的动物聚集(如诺氏象、王氏水牛、披毛犀、鹿、马等)同时也为‘河套人’的生存创造了条件。从发现的‘河套人’化石及石器看 他们在数万年前就已在此聚居并狩猎与采集了。这也是我国在沙漠地区发现的最早的(旧石器时代晚期)人类活动遗迹之一。

大致与此同时期或稍晚一点的还有宁夏灵武县的水洞沟文化遗迹与呼和浩特市东郊大窑村、前乃莫板村的石器制造场遗址。这表明干旱、半干旱区早在 2~3 万年以前就已有了人类的生存与活动，并创造了古老的文化。

随着时间的推移，干旱荒漠地区人类的活动就更为普遍了。例如，在新疆克里雅河流域的上游发现有 8 000 多年前中石器时代人类活动的遗迹(黑色硅质打制成的侧刃刮削器、手刃刮器和尖状器)新疆其他各地 如哈密的三道岭、吐鲁番的雅尔湖、乌鲁木齐附近的柴窝堡以及天山南北麓的木垒、吉木萨尔、奇台、库车、巴楚 昆仑山北麓的皮山、于阗、博斯腾湖沿岸等地，也都有中石器时代人类活动的遗迹^[5]。

甘肃河西走廊发掘有新石器时代的大湾、马家窑、马厂、齐家、沙井子、火烧沟等文化遗址。以上不同时期的古人类活动遗址有一个共同点，那就是紧紧依靠天然绿洲，依赖生存于天然绿洲上的动、植物资源来生存，逐水草而居 先是狩猎、捕鱼、采集为主 逐步过渡到游牧与农耕 并形成特有的绿洲文明。绿洲为人类的生存与繁衍做出了最早的贡献。

绿洲光照充足、水源丰富、植物茂密、动物种群多样的优越自然条件 为人类的繁衍提供了基本的生存条件。随着天然绿洲为人类所进驻，这些绿洲最早的居民得以繁衍和壮大，并形成了自己所特有的生活习惯、生产与生活传统，最终形成自己的民族传统与文化传统，这也是绿洲所特有的文明。

据考证 我国西北部地区 特别是古称所谓‘西域’的地区 最早的居民是伊塞顿人(也称“塞人”)甘肃、青海一带多为羌人 羌人后来也向西转移进入天山南北地区，以后才是匈奴人、大月氏人、鲜卑人、汉人等民族的进入。事实上 早在 4 000~5 000 年前，我国西部地区就已经开始了最早的居民间的交流了。人员的移动，促进了西部物质与文化的交流。绿洲在辽阔的荒漠地区具有相对的封闭性与独立性，绿洲为浩瀚的戈壁、沙漠所隔离，因此当历史发展到需要建立政权来加以统治和管理的时候，西域地区就建立了众多的彼此独立的小国 如龟兹国、焉耆国、精绝国、且末国、于弥国、姑墨国、疏勒国、于阗国、莎车国、朱俱波国、危须凡国、尉犁国、楼兰国、车师国、

乌孙国、高昌国、鄯善国等。一个国家就是一个绿洲，绿洲孕育了这些古国，并促进了绿洲古国的文明与发展，同时也为后来与东方各民族的交流与发展、为形成伟大的中华民族大家庭奠定了重要基础。

2 中国历史时期绿洲的发展与丝绸之路——绿洲之路

2.1 中国历史时期绿洲的发展

丝绸之路是古代中国通向世界之路，是东西方物质与文化交流之路。东、西、南、北通过丝绸之路相互交流，达到彼此的融洽和发展。特别是以黄河流域为主体的汉民族与古西域各绿洲古国少数民族间的交流与融合，促成了后来中华民族的形成与区域的发展，有着巨大的意义。而这一切的形成与发展又都是以绿洲为基础的，没有自河西走廊向天山南北延伸的串串绿洲，就没有丝绸之路，也就没有丝绸之路的文明与发展，因此可以认为，丝绸之路即是绿洲之路^[12]。当蔚蓝色的大海与天空还没有为人类所开发利用的时候，陆地就是人类交往的惟一通途，哪怕是荒原万里、戈壁与沙漠层层阻隔，也阻挡不住人类的交流与往来。据《穆天子传》记载，早在公元前989年，周穆王带着大量的丝织品，经山西、内蒙古，沿黄河到甘肃，过青海越昆仑山入新疆，翻越丛岭到中亚伊朗高原，开始了官方的第一次西行。这虽有一定的传说色彩，但早在3000多年前东西方已开始了物质交流则是事实。

到了西汉时期（公元前138年）由于军事与外交的需要，汉武帝正式派遣特使张骞出使西域，探寻通向西域诸国的道路。这一历史性的出访，虽然经历了重重困难，但最终打开了通往西部世界的大门，了解了除中国以外的外部世界，进行了大规模的东西方文化与物质交流，这对中国后来的农牧业发展与文化交流起到了重要的推进与扩展作用。这一为张骞所开创的与西部诸国的交往，至东汉（公元73年）时又为窦固、班超等所加强，并把汉王朝的政治势力扩大到了天山南北（直抵丛岭、帕米尔高原），保证了汉王朝与西域之间交流的畅通以及政治、军事、文化影响的不断加强。在此期间，汉王朝为了政治与军事的需要，不仅强化了黄河以北河西走廊及西域的政治建制，如设置朔方五原郡（公元前127年）、武威郡（公元前115年）、张掖郡（公元前111年）、酒泉郡、敦煌郡等行政区域，还任命西域都护、戊己校尉等官职，专门管理有关西域的事务。与此同时，还在许多地区移民、驻军屯垦。例如，属朔方五原郡的窳浑县（公元前127年设）、临戎县（公元前124年设）、三封县（公元前120年设）等地区均属现乌兰布和沙漠北部，移民驻军屯垦戍边，大兴水利修渠造田，当时这里已成为“边谷米”的主要产区。公元前101年，汉武帝又在乌垒（新疆轮台东南）、乌孙（新疆伊犁）、车师前王庭（吐鲁番）等地屯田，引水灌溉，兴建绿洲。后来，在桑弘羊（公元前89年）建议下，一再扩大规模，并在渠犁（库尔勒西南）、焉耆、姑墨（阿克苏）、龟兹、伊循（米兰）

楼兰 罗布泊西北岸 筹地引用当地水源 扩大耕地 兴建绿洲 并把内地的打井技术、耕作技术与优良作物引入西域，改变了当地单一游牧业局面，开始有了农业（种植业）

东汉时 在班超的推动下 荒地的开垦范围又拓展到伊吾（哈密）柳中（新疆鄯善县的鲁克沁）金满城（新疆吉木萨尔县北护堡子）高昌（吐鲁番县的阿斯塔那）疏勒（喀什）于阗（和田）精绝（新疆民丰县北）筹地。

据史载 汉太初三年（公元前 102 年）徐自力等出五原 筑城开垦于居延弱水一带。东汉安帝时，居延地区居民已近 5 000 人。公元 195 年 居延县的行政建制已由县改为西海郡。由此可见 当时居延地区的政治、经济、军事地位日益重要。

随着河西走廊以西绿洲范围的不断扩展、丝绸之路上贸易的加强和农业（种植业）的不断渗入 汉民族亦由东向西不断转移 这就使当时汉王朝及其以后不同时期的政治、军事力量不断向西扩展；而军事、政治力量的西进，又必然对西域各地的经济、文化产生深刻影响，并进一步促使以种植业为主体的农业不断加强，绿洲范围进一步扩大，丝绸古道的贸易亦日益昌盛。这种影响自魏、晋开始 至唐朝达到了极至。

晋、隋期间，由于晋、隋王朝国力较弱，北方的一些游牧民族得到壮大，尤其是突厥人的影响波及黄河以北，这也阻碍了丝绸古道的畅通。唐初，唐王朝为扭转这种状况，经充分准备后，于公元 629 年击溃突厥 重新控制了丝绸古道及其沿线绿洲；接着于公元 637 年又一举战败吐谷浑；后又远征高昌国 将高昌国改为大唐西州。至此 唐王朝的影响蒸蒸日上 丝绸之路商贸往来繁忙。这又促进了当地绿洲的进一步扩大，绿洲在维持丝绸之路的畅通及当地各族人民生活的需要等方面的作用日显重要。因而，东起阴山以南的黄河两岸、河西走廊，西至天山南北及昆仑山北麓的广大地区，绿洲的规模都得到了空前的拓展。

位于毛乌素沙地南沿的夏州 统万城 历来是北方重镇。据《新唐书·地理志》载：“贞元七年（公元 791 年）开延化渠，引乌水入库狄泽，溉田二百顷。”乌水即现在的纳林河。当地从纳林河、无定河引水造田已能保证一方的需要了。

河西走廊由于历来重视绿洲开发，至唐代已成为“农桑繁盛，士民殷富”的区域，《资治通鉴》称“天下称富庶者莫如陇右”。甘州刺史李汉通置屯开垦 成绩显著，“数年丰稔 乃至一匹绢粟数十斛 积军粮支数十年”。天宝八年（公元 749 年）唐王朝从河西地区收购粮食达三十七万一千余石 占当年全国和籴总数的 32% 以上，由此可见河西走廊绿洲灌溉农业对当时国家的重要贡献^[4]。

唐王朝在新疆屯田范围广泛，已大范围地由南疆延伸到了北疆，且以庭州（吉木萨尔）为中心 向伊吾、轮台（乌鲁木齐）、青海、石河子 筹地扩展。南疆则以龟兹、库车 为中心 向西州（吐鲁番地区）、焉耆、乌垒、疏勒、于阗等

地扩展。参与屯垦的军民多达 5~6 万人之众，屯垦成效显著。《旧唐书·郭虔瑾传》载：以张孝嵩为安西副都护时，由于“务农重战，安西府库遂为充实”^[9]。

唐王朝绿洲的开发虽取得了历史性的巨大成绩，但唐末以后，由于全国分裂割据，战事频仍，致使宋王朝建立以后国力衰弱。且宋朝以后，政治、经济中心转向东南，政府已无力顾及黄河中、上游及西北广大干旱地区的屯垦开发。这些地区的重要性已明显减弱。因此，在一个相当长的时间里，绿洲开发与屯垦基本处于停滞状态，原先开垦的绿洲部分地区也有荒芜现象。

元朝是一个规模空前的大帝国，横跨欧、亚两洲。这种特定的历史条件，仿佛把东西方之间的空间距离一下子缩短了。东西方之间的往来也不再局限于万水千山的陆路交通了，此时航海业也取得了较大的发展，以泉州为中心的对外海上运输渐渐兴起。因此，西北干旱地区的绿洲开发，除个别地区（如新疆天山以北别失巴里地区还设有元帅府，维持万人以上的军垦规模）外，其他地区都受当时全国政治大环境的影响，都有不同程度的萎缩。

明朝国力较弱，且对西域开发态度消极。加之明永乐、宣德年间（公元 1403~1435 年），郑和在宋、元航海发展的基础上，七下西洋，率庞大船队远航亚、欧、非洲，为丝绸与瓷器打开了海上通道。这样以来，过戈壁、越沙漠、翻丛岭的陆上艰途就更处于消寂状态了，而由丝绸之路所激发起来的绿洲热也就相应地处于冷却之中。

清王朝的建立结束了明末的混乱局面，并且清王朝接受前朝灭亡的某些教训，实行减轻赋税、奖励开荒政策，人口亦开始激增。到清乾隆二十九年（公元 1764 年），全国人口总数已突破 2 亿（达 2.06 亿），这样以来，必须增加耕地才能满足全国人口对粮食的需求。至乾隆三十一年（公元 1766 年），新垦土地已近 2 亿亩^①，其主要垦区就包括内蒙古河套（含毛乌素沙地）及新疆广大地区。这一时期是历代垦荒规模最大的时期。位于陕北与鄂尔多斯南部的毛乌素沙地，曾经是“沃野千里”、“水草丰美”之地，自然也就成为待垦对象。然而这里又是蒙古族人的牧地，据《榆林府志》记载：“康熙三十六年（公元 1697 年），贝勒松拉普奏请与内地民人合伙种地，蒙恩准行，此即开垦之始也”。至此，汉人与蒙人在长城南北开始了大规模的合伙种地。蒙人出地，汉人出力，构成了所谓的“伙盘地”。起初种地尚不允许出界（长城外）。据《榆林府志》载，后于“乾隆八年（公元 1743 年）各族贝子以民人种地越出界外，游牧窄狭等情呈报，因特命尚书班第、总督庆复前旨榆林，定义永远章程，有于旧界外稍出二三十里，仍照旧耕种”。既然出边耕种的禁令已解除，这种“伙盘地”式的垦荒就愈加兴旺起来，这就促成了毛乌素地区历史上的第一次大垦荒^[10]。

新疆是清王朝扩大耕地的主要地区，清王朝统治时期也是新疆历代屯

① 苗为传统土地面积单位，1 公顷 = 15 苗。

垦规模最大的时期。主要垦区北疆有巴里坤、木垒、奇台、吉木萨尔、阜康、乌鲁木齐、昌吉、呼图壁、玛纳斯、库尔喀喇乌素、晶河、伊犁、塔尔巴哈台和阿勒泰 14 个垦区，南疆有哈密、吐鲁番、喀喇沙尔、库车、阿克苏、乌什、巴尔楚克、喀什噶尔、叶尔羌及和田 10 个垦区。参与屯垦的军民多达 48 万人，屯垦面积达 300 万亩以上^[9]。

赵松乔依据史料推算，西北地区（含内蒙古西部地区），1685～1766 年，耕地由 1 030 万亩猛增至 3 510 万亩，净增 2 480 万亩。但 1840 年后，清王朝日渐衰败，无力顾及屯垦事业，因此各地的屯垦流于自发。不过迫于人口不断增加的压力，开荒屯垦一直在各地以不同的规模延续着。

2.2 丝绸之路——绿洲之路的历史贡献

绿洲的存在与开发，对中国历代的发展做出了极为重要的贡献，尤其是当绿洲的开发与丝绸之路紧密联系在一起的时候，这种贡献就更为伟大。事实上，它们之间的关系是不可分的，这是因为这一条沿着绿洲延伸的古道，其上洒满了我们中华民族先人的血与泪，谱写了很多成功与苦难交织在一起的历史诗篇。正是这一部部光辉的历史篇章，才构成了数千年光辉灿烂的中国历史，才铸成了中华民族的传统与灵魂。中国的绿洲与绿洲文化，像中国古老的黄土地一样，哺育了中华民族的成长，孕育了中华民族的文化与传统。这种影响具体表现在如下几个方面：

2.2.1 奠定了中华民族的构成与中国国土构成的基础

中华民族是一个由 56 个民族组成的大家庭，虽然各族人口数量不一、分布面积大小不同，但都是经历了千百年风风雨雨的历史事件而融合在一起的大家庭里的成员。其中不少就是受丝绸之路之惠、生活于绿洲的民族，如维吾尔族、哈萨克族、蒙古族、回族、藏族等。如果没有丝绸之路的千百年的血肉联系，就不可能有今天这样一个屹立在世界东方的由多民族组成的疆域如此辽阔的大国！

2.2.2 奠定了西北地区耕地布局的轮廓与农业组成

经历近 2 000 年的持续屯垦，包括内蒙古西部地区在内的西北绿洲，耕地总面积大致维持在 3 000～4 000 万亩。尽管有些地方由于战争或政治行政中心的转移，或灌溉水源的枯竭，或河流改道，或土地沙漠化、盐碱化等，使原屯垦绿洲规模缩小，分布范围会有不同程度的变化，但西北及内蒙古西部地区绿洲总的分布格局，正是近 2 000 多年来经历代先民们努力开发而奠定的。这些不同地域分布的片片绿洲，不仅养育了不同朝代、不同民族的先民，而且这些充满生机的绿洲，仍旧为现代各族人民的生存与繁衍带来希望，并且这种希望也激励这里的人民正努力建设着美好的未来。

千百年来所奠定的农业模式，随着历史的演变，虽也有不少变化，特别

赵松乔：《我国耕地资源的地理分布和合理开发利用》，1983 年。

是耕作方式与手段有了极大的改进，但其作物组成、农时安排及农、牧、果、林、渔的基本结构，变化不大。虽然随着时代的前进，人们的需求会有所变化，农、牧、果、林、渔的总体构成比例会经常调整，但需求的总体方向是由绿洲主导的。

2.2.3 维护与保卫祖国西部的边防

我国西北部地区社会经济的发展与屯垦关系密切，屯垦大多分布在边防地区。古代一些紧邻边疆地域的民族，如匈奴、突厥族等，常侵入中原地域。为保卫边防，也为减轻内地对边防军粮食需要的长途运输的压力，选择有利地段，就地军垦。一般是军垦与民垦相结合（有时个别地方还有犯垦），亦军亦民。和平时期是民从事农业生产，战时拿起武器就是军直接出征参战，保卫边防。这一传统直到21世纪的今天仍具有重要意义。

2.2.4 促进东西方文化交流，留下了丰富灿烂的文化遗产

发源于黄河流域黄土地上的汉族先民，历经数千年繁衍生息，有着极其深厚的文化艺术积淀。然而西北干旱区域由于雪山与浩瀚的沙漠阻隔，千年古老文化难以传播，一切都是自生自息、保守封闭的。古代勇于探索的先民们沿着由雪山冰河倾泻流水而浇灌成的片片绿洲向西域前进。正如《丝路文化·沙漠卷》所描述的那样：“这死亡之海边缘的一个个生命绿洲便成为铺架丝路长桥的基石，使得丝绸之路得以跨过死亡之海，将东方与西方两个世界的生命活力彼此传递，结果，这些生命绿洲便成为文化与文明传播的载体。”

这样一种传播，在河西走廊、天山南北都留下了累累硕果，现在人们所赞美的敦煌石窟、克孜尔千佛洞（新疆库车县）、伯孜克里克千佛洞（吐鲁番）克孜尔尕哈千佛洞（库车县）等都是当时文化与艺术传播的佐证。从中我们可以看到绘画、雕塑艺术东西方相互影响与渗透的痕迹，并且正是这种东西方的结合才创造出了许多光彩夺目的艺术佳作。

丝绸之路对音乐艺术的影响也是极为深刻的。如乐器竖箜篌、琵琶、胡琴、五弦、横笛、筚篥、都县鼓、翔鼓、铜钹、贝等均来自波斯、印度和埃及，通过龟兹、于阗传播而进入中原。直到今天，龟兹舞与龟兹舞曲仍是国民乐的保留节目。许多著名的唐乐如《秦王破阵乐》等都融合了当时西域音乐的风韵。

此外，通过僧侣的传播，中国学者还接受了印度的天文学、数学以及医疗知识等。需要强调的是，随着东西方文化的交流，伴随而来的是宗教的传播和兴盛。这里特别值得一提的是，玄奘历经19年的艰辛，沿着丝绸之路西北行，翻越千山万水，从天竺（印度）取回了大量经卷，其中包括长达600卷的号称“镇国之典，人天大宝”的《大般若经》。经玄奘亲自翻译的佛典75部，计1335卷。在中国佛教史上，他译经最多、译文最精、译义最切，对中西方文化的交流做出了不朽的贡献。

除佛教外，伊斯兰教的传播也经丝绸之路，由阿拉伯商人传入中国。唐

都长安胡商 阿拉伯商人 运集 清真寺到处可见 这都为伊斯兰教的传播创造了条件，这也正是今日西北地区信奉伊斯兰教人数众多的历史根源。

几千年来，丝绸之路上的“文化交流是一个民族凭借其全部生命力与其他各个民族进行竞争时必须要采取的手段。古代中国人终于在死亡之海的边缘开辟出一块又一块包括自身文化因素在内的生命绿洲，而且将这样的绿洲不断向外推进，这是一个值得后人深刻领会并且发扬光大的传统。丝绸之路上的文化交流不但影响着现在，而且可以指示未来”^[12]。

2.2.5 促进东西方物资交流与生产发展

像文化交流一样，随着东西方贸易的发展，不仅中国的丝绸、纸张等运达波斯、印度、土耳其、罗马乃至整个欧洲 通过这种物资交流 西方对中国有所了解，而且也正是通过频繁的贸易往来，才使得当时西方的许多物产被引入中华大地，为中华民族所接受，现在已成为人们日常生活不可缺少的许多蔬菜就来自当时的西域（及波斯、印度、埃及等地）如胡豆（蚕豆、豌豆）、胡瓜（黄瓜）、西瓜、胡萝卜、莴苣、芹菜、胡蒜（大蒜）、胡荽（芫荽 即香菜）、胡桃（核桃）、胡麻（芝麻）、葡萄、石榴、胡椒、生姜、菠菜等 这些作物大大丰富了中国的农作物与蔬菜品种，满足了人们生活的需要。

当然，除上述常见作物外，也还有当时中国内地难以见到的一些珍稀动物与珍品。动物有封牛、大象、大狗、沐猴、狮子、犀牛、象犀、安息雀等 珍稀物品有琥珀、璧流离、于阗玉、大秦夜光杯、明月珠、珊瑚、朱丹、青碧等。尤其是大宛马与乌孙马被誉为“天马”为汉武帝所喜爱。为了饲养好这些优良马匹 连马的优良饲草料——苜蓿也是从西域引进的。

中国当时是生产水平最高的国家。东西方往来，将中国内地的冶金技术 特别是铁器制作与加工、造纸、印刷、桑蚕养殖、丝绸制作、金银器加工、火药、制陶等技术都传播到了西方。打井技术对天山南北的绿洲发展起到了重要作用。据王国维的《西域井渠考》论证 新疆地区的坎儿井皆是汉代“井渠法”的产物。这是汉武帝在陕西关中开龙首渠 因渠岸易崩塌 改用“井下相通引水”之法。这种办法沿着丝绸之路而西传 在吐鲁番地区 结合当地自然条件而广泛推广，这无疑对促进当地的生产具有巨大作用^[13]。

3 亚欧大陆桥的基石，当代绿洲的新使命与希望

近代以来 我国人口猛增 从清乾隆六年(公元 1741 年)到 1949 年 我国人口由 1.43 亿增加到 5.40 亿 在 208 年中增加 277% 这给历届政府以巨大的压力。因此，垦荒几乎成了一项基本国策。西北地区正是在这一背景下 农垦耕地也由 3 510 万亩迅速扩大到 14 410 万亩 但种植水平低下 单产不高，效益不好。

解放后 由于在 50~70 年代对人口控制失调，致使在短短的 30 年里人口翻了一番，这就使本来已沉重的耕地负担更加沉重了。为解决这一问题，

在提高原有耕地单产的同时，还必须尽可能地扩大耕地。据石玉林等调查研究^[4] 全国可垦宜农荒地已经不多 仅有 53 053 万亩 而其中的 34 715 万亩（占 65.4%）的待垦荒地又都分布在内蒙古、宁夏、甘肃、新疆等西北干旱地区。这就是说，西北干旱区新绿洲的建设对缓和与解决全国人民的吃饭、穿衣问题，起着至关重要的作用。这正是新的历史时期绿洲建设的光荣使命，是几千年来绿洲对中华民族巨大贡献的延续与发展。

西北地区矿产资源极为丰富，拥有全国 70% 以上的能源资源 煤炭、石油储量丰富，仅神府—东胜煤田已查明的储量就达 2 000 亿 t 以上 远景储量可望达 10 000 亿 t，世界罕见。全国现有三大资源综合利用中心，而西北干旱区就拥有两个——包头与金昌。西北地区有色、稀土、稀有金属储量丰富 如铜、镍、钴、银、铂、镧、铌等均居全国前列。随着我国开发建设的逐步西移 在 21 世纪，西北干旱地区建设的高潮必将到来，一批新兴的工业厂矿与城镇将雨后春笋般地出现在广阔的西北大地，一批批的建设者（工人、科学技术人员、商业服务人员等）也将涌入西北。所有这一切都需要有强大的农业作为后盾 需要有充足的粮食、油料、蔬菜、肉类、禽蛋、鱼虾满足这些人员不断增长的需要。这就需要绿洲，需要充满生机与活力的绿洲来生产这些人类生活的必需品。而我国干旱区农业资源充足，物产丰富。如长绒棉质冠全国 近年来发展迅速 粮食作物 如小麦、水稻 其产量高、质量佳 具有特色的哈密瓜、葡萄等名优产品，更是誉满全国，这就完全可以保证社会不断增长的需求。从大局而言，没有绿洲的保证与支持，西北其他一切建设都将难以进行。所以绿洲的存在以及它无与伦比的不可替代的作用，与这些工业成就和城市的繁荣同样闪耀着光辉！

随着我国经济实力的增强和对外开放力度的加大，一条起自我国东海岸连云港 穿越黄土高原、河西走廊、新疆的沙漠与绿洲 直至欧洲荷兰的鹿特丹港 全长 10 800 km，以陆路沟通太平洋与大西洋的亚欧大陆桥正在形成 以这一条主道为轴线向外辐射 构成一个巨大的网络 这就是现代的“丝绸之路”。这是一条比古代丝绸之路含义更广泛、更深刻 其经济与政治影响更为深远的“丝绸之路”。但有一点它们又是共同的 那就是都需要绿洲的支撑。在古代 没有绿洲的支持 就不会有丝路的辉煌 而现在 亚欧大陆桥穿越我国 2 000 多 km 的干旱地区，如果没有沿途绿洲的供给与维护，同样这一跨越亚欧的桥梁就无法铺通。实际上，分布于我国广大干旱区的每一块绿洲 都是这一大陆桥的基石。我国的绿洲 无论是过去、现在 还是将来 都将肩负着这一重大的历史使命。

不过，随着时代的前进，绿洲已经发生了深刻的变化，这种变化仍将继续深化，这就是从一种完全自然状态的绿洲，向现代的、由高新技术所武装、并维持着良好生态环境的现代绿洲过渡。现代人类的目标是，将绿洲建设成为水资源利用最节约、土地资源利用最合理、太阳能资源利用最充分，因而产出最大、效益最高、环境最好、持续发展的新绿洲。只有这样 才能更好地

完成历史所赋予绿洲建设的重大使命。

第三节 中国绿洲研究的现状与展望

1 中国绿洲研究现状

绿洲是与荒漠并存的，天然绿洲的存在可以说与荒漠存在的历史一样久远。从天然绿洲开始养育我们人类祖先的那一天起，人类实际上就在关注与研究绿洲了，其目的是为了更好地利用绿洲。当然，随着生产力水平与科学技术的不断提高，这种研究亦逐步加深，这一过程完全是一种自发的、孤立进行的。其结果可能会解决某一两个生产中的实际问题，但远远不能深刻认识绿洲的本质与作用，更不能上升到科学的高度。

随着科学的进步与发展，也基于生产实践的需要，某些学科不得不从自身的特点出发，运用专业手段与方法，从一个侧面对绿洲进行较深入的研究。例如，水文与水文地质学家已注意到干旱区山前或河流的一些地表水与地下水的特殊运动规律，自然地理学家已经注意到荒漠地带一些特殊的非荒漠地段出现的特征与规律，历史地理学家已经从考古发掘了解到古绿洲的兴衰变化，等等。当然，这些研究也依然是孤立进行的。但这些研究已摆脱了自发与盲目的阶段，它是一种有目的有计划的科学思维与实践活动，因而具有深刻的科学性。这种研究，近代以来一直在继续中。

随着干旱区开发的重要性日益被人们所认识，人们便深刻地认识到干旱区的开发实际上就是绿洲的开发，没有绿洲，就不可能对整个干旱区加以开发和建设^[11]。绿洲是干旱区发展的基石 是人们生存的希望所在。而已消失或正在衰退的绿洲又给人们以教训或启迪。因此，如何充分而合理地利用绿洲资源，用科学的方法对绿洲加以利用、改造与管理，就成为一个亟待解决的问题。这就要求人们以一种全新的和全面综合的观点去研究绿洲。实际上，绿洲本身就是一个自然与社会经济相结合的综合体。它们组成的各要素既相互联系，又相互制约。绿洲本身就是一个独特的研究对象，因此也就应有一门独特而综合的学科去研究它，这就是绿洲学。遗憾的是，尽管人类利用绿洲的历史已长达数千年，但直至今日，无论是国内还是国外，还没有把这一学科建立起来。人们都在探索，都在努力促进这一学科的建立，可以说中国的学者在这方面做的工作更多一些。

中国学者把绿洲作为一个特定的研究对象而加以论述，始于 20 世纪 40 年代地质学家黄汲清的《吐鲁番绿洲》和地理学家周立三的《哈密——一个典型的沙漠沃洲》，有关专家对吐鲁番绿洲和哈密绿洲进行了较系统的考察与分析。50 年代后期，随着国家对沙漠治理事业的重视，中国科学院成立

了治沙队，组织了数以千人计的科学考察队伍，深入到全国各沙漠、沙地腹地，进行了摸清本底、面上调查与定位研究相结合的开发利用考察^[14]。当时虽然主要研究的对象是沙质荒漠与沙地，但与此同时也对沙漠地区的绿洲，特别是对绿洲地区的水系变化、水文地质条件、植被与土壤条件以及古绿洲的兴衰变化过程等进行了较系统的研究，取得了较丰硕的成果，对推动沙漠地区的开发利用起到了重要作用。

但直接进行绿洲建设 改造沙漠 利用当地水、土、光、热资源变沙漠为绿洲的行动 当推 50年代开始、60年代后迅速发展的生产建设兵团对绿洲的开发，特别是新疆、内蒙古等地的生产建设兵团改造沙漠、建设绿洲的成就尤为出色 为新疆、甘肃、内蒙古地区绿洲面积的扩大奠定了基础。由于生产中的许多问题需要解决，这就在很大程度上促进了绿洲的研究，特别是绿洲土壤改良与水利建设等方面取得了很多经验，为后来绿洲理论的发展奠定了坚实的基础。

从 80 年代起，我国的绿洲研究进入了一个崭新的时期，开展了多项综合研究 硕果累累。有关绿洲或与绿洲有关的生态环境、自然资源、经济发展等方面的论文，在不同的刊物上频频发表，数以百计。为国家科学基金所资助的与绿洲有关的项目也开始列入研究计划，如黄盛璋的《绿洲经济开发与环境变迁研究》(1987~1992)、韩德麟的《绿洲动力学模型与承载力研究——以玛纳斯、石河子绿洲为例》(1990~1992)、钱云的《绿洲土地资源开发优化模式研究——以伊犁河谷绿洲为例》(1990~1994)。上述项目的完成，无疑深化了绿洲理论的研究。与此同时，一些由地方支持的研究项目也在积极进行中 如陈华等的《论绿洲经济——干旱地区的生态经济》、陈华和殷晴主编的《和田绿洲研究》、孙金铸的《河套平原自然条件及其改造》。陈仲全、詹启仁等主持的甘肃河西走廊的绿洲研究，经 10 余年的努力 也出版了《甘肃绿洲》(1994) 它对甘肃武威、张掖和酒泉等绿洲的结构、功能和沙漠化的调控等方面进行了概括和总结^[8]。张林源、王乃昂等出版了《中国的沙漠和绿洲》(1994)^[3]，对我国绿洲的一些特征进行了论述。中国科学院新疆地理研究所为庆祝建所 30 周年 出版了《干旱区资源环境与绿洲研究》(1995)。刘甲金等的《绿洲经济论》(1995) 是一部绿洲经济学专著 对发展绿洲经济提出了有益见解。这一阶段，可以说几乎遍及全国的所有绿洲，都有较全面的或某一方面的科学论述，这些成果不仅是以往研究的总结，而且也为绿洲的生产建设指明了方向。

在科研项目广泛开展、研究成果不断问世的背景下，1994 年在新疆乌鲁木齐市召开了由中国科学院新疆地理研究所主持的“绿洲学术讨论会”，交流成果，探讨绿洲理论的发展。特别值得提出的是，1995 年夏在呼和浩特市召开了由中国自然资源学会干旱地区研究委员会主持的“绿洲建设的论与实践学术研讨会”，这是一次全国性的以绿洲为主题的学术研讨会。会议期间 著名地理学家赵松乔教授及汪久文、申元村、韩德麟、陈仲全、钱云、

梅成瑞等教授也都发表了具有深刻思想性的意见，并出版了《绿洲建设的理论与实践》文集。这次会议无疑具有里程碑的意义，它表明我国绿洲的研究已进入到一个新的阶段，科学而系统的绿洲学理论正在形成，这些理论将指导今后绿洲的研究与生产实践。

自 80 年代以来，在不断广泛深入的绿洲研究促进下，我国一些学者对发展绿洲学理论提出了一系列重要的观点，这些观点的形成对绿洲学及绿洲建设有着极为重要的意义。历史地理学家黄盛璋多年从事绿洲历史地理研究，考察新疆绿洲后，于 1981 年秋建议加强绿洲研究，并首次提出创建“绿洲学”期望将分散的绿洲研究加以概括并系统化，形成一个完整的理论体系^[1]。这一倡议虽未付诸实施，但为绿洲研究提出了更高的要求，有助于促进绿洲理论的深入研究。1984 年自然地理学家赵松乔在“干旱、半干旱地区自然资源合理开发、利用、治理、保护学术讨论会”上宣读了论文《西北干旱区地理环境的形成和演变》，在论文中首次提出“绿洲化”的概念，并将绿洲化与荒漠化相对应。他认为，人类活动的影响‘主要表现在两个方面：一方面是各族人民通过……农牧业措施，变荒漠为农田和牧场，这就是绿洲化或‘反荒漠化’(De-desertification)；另一方面由于……土地利用很不合理，特别是滥垦、滥牧、滥樵破坏了天然植被，使原来就脆弱易变的荒漠和草原生态系统朝不利方向变化……沙漠不断扩大，这就是荒漠化(Desertification)。这两方面在西北干旱区各历史阶段和各自然区交互消长’”。绿洲化概念的提出，纠正了仅强调干旱地区“荒漠化”的片面性，指出了人类的主观能动性，正确而全面地勾勒了事物本来就存在的两个方面，因而具有重要的理论与实践意义。1993 年夏在银川市召开了由中国自然资源学会主持的“干旱区环境整治与资源合理利用国际学术研讨会”。会上，自然地理学家汪久文作了加强绿洲研究的专题发言。他明确指出，“绿洲化过程与荒漠化过程是干旱区最基本的两个地理过程”，“而人们赖以生存和寄予希望的恰恰是绿洲化过程。因此，研究和强化绿洲化过程是我们这一代干旱区研究者的历史使命”并强调，“重视和加强对绿洲及绿洲化过程的研究，有着比荒漠化研究对人类的生存更积极、更直接的作用”。这一观点得到了联合国环境总署高级顾问美国著名学者 H. E. 巨格尼(H. E. Dregne) 教授和联合国荒漠化处处长 T. 丹霍夫(T. Darnhofer) 教授等与会者的积极支持。在这次重要的国际会议上首次明确地提出“绿洲化过程”的概念，并将它与荒漠化过程相提并论，这无疑从理论上把绿洲及绿洲化过程上升到一个新的高度。80~90 年代绿洲研究的一个重要趋势是，逐渐从单一学科的研究过渡到多学科的综合性研究，从历史地理的绿洲变迁转向现代绿洲环境的演变，从单纯的自然条件分析发展为绿洲经济结构、功能的分析研究，并将系统分析、遥感手段等新技术、新方法引入绿洲研究。所有这一切都大大拓宽了绿洲研究的领域，使研究成果更可靠、更全面，因而也具有更高的理论性与实践的指导意义。

2 绿洲研究的展望

数千年绿洲的兴衰变化，近几百年人类对绿洲改造、利用的经验与教训，以及近几十年来科学工作者对绿洲的研究与探索，使人们已认识到绿洲是干旱区人类赖以生存的物质基础和未来文明建设的主要依托这一真理。绿洲是一个复杂的复合系统，人们要更好地利用它，就必须运用多学科、多种手段和高新技术，从不同的角度对绿洲进行深入、系统的研究，这样才能将绿洲的生产水平与理论研究提高到一个全新的水平，把绿洲建设成为持续高效、和谐与稳定的绿洲。

为了实现这一目标，加强下列各方面的研究是十分必要的。

2.1 加强绿洲形成的自然条件分析

绿洲的形成与出现不是偶然的，是它自身条件所决定的。这些条件除气候因素（必须具备一定的温度与光照）外，主要有地貌、水文与水文地质、土壤、植被及这些因素相互作用而形成的绿洲自然综合体。只有深入地分析这些条件，才有可能认识绿洲利用、改造或扩大现有的绿洲，或在没有绿洲的地方确定是否具备建设人工绿洲的可能。人工绿洲的建立是当代改造沙漠的一种重要方式，也是绿洲化的重要内容。而决定人工绿洲建立的关键性因素是水土源与引水开垦条件。

2.2 绿洲的形成过程、演变及人类对绿洲发展过程的影响研究

认识与掌握绿洲的形成过程及演变趋势，是为了更好地改造与利用绿洲，使其朝着有利于人类的生态环境的方向发展。特别是在人类大范围长时期对绿洲施加影响的情况下，绿洲的发展与演变趋势，对绿洲的持续发展与利用尤为重要。这就需要根据不同类型绿洲的特征、演变规律，建立一整套监测与调控指标，密切注视其变化动态，避免环境恶化，最大限度地减少人类利用的消极作用，杜绝人为荒漠化的可能，以利于绿洲的永续利用。

2.3 绿洲生态结构的研究及防护系统优化模式的建设

绿洲的生态结构实质上就是维护绿洲良好生态环境的防护体系的组成与空间结构。这里包括林、草、农作物的用地比例及不同成分的生态互补功能，林带内部的成分与布局结构，草地与农地的镶嵌体系，绿洲与外缘荒漠过渡带的生态保护与建设等。

绿洲中各种不同的绿色植物（乔、灌、草）其生态功能存在着明显的互补性。合理的布局构成，有利于形成一个生态功能良好的绿洲，这也是绿洲能持续发展的前提。所以，根据不同绿洲的特征，探求一种最佳的生态优化结构模式是非常重要的。

2.4 绿洲产业结构及其优化模式的建立

绿洲产业结构的合理性是绿洲效益和绿洲能否持续发展的基础。绿洲产业结构应依据其区位特征、资源结构及社会经济需求来决定，同时还应依据供求关系准则适时进行产业结构的调整。这里的资源包括气候、水、土、生物及矿产资源。因地制宜，选择适合于发挥绿洲资源优势的产业是确定绿洲产业结构的重要原则。此外，当然还要考虑市场原则与生态原则。

绿洲产业结构包括基础产业和发展产业两大体系，通常包括农、林（含果业）、牧、副、渔、农、工（含加工、矿业）、商（含服务业），有条件的地区还应包括旅游业。这里有一个完整的产业体系，包含着第一产业、第二产业及第三产业全部在内的多层次、多方面、互补性极强的产业系统。其特征是就地取材、互为原料、就地加工、实现增值。但这一系统并不是封闭的，其工业设备、能源补给（电力、煤、石油等）与产品销售均需外延至其他地区。

如何因地制宜地选择一个合理的产业结构模式，是需要认真探索并加以解决的课题。

2.5 绿洲城镇的特征、功能与合理布局

绿洲中的城市与集镇是绿洲的重要组成部分。这些城镇依托绿洲而产生，依托绿洲而发展。城镇的类型、特征及功能与绿洲具有密切关系。绿洲生产的粮食、蔬菜、水果、肉蛋等通过城镇集散、加工，同时城镇又是绿洲生活用品、工业设备、电力能源的补给地。绿洲与城镇不仅存在着物质上的互调、互补，同时在某些情况下，城镇又是整个绿洲的管理指挥中心、市场窗口与文化技术中心。城镇为绿洲提供科学技术与文化教育服务，为绿洲提供各种信息。因此，绿洲与绿洲中的城市、集镇是一种衰荣共生、不可分割的融合关系。

工矿区与绿洲是一种特殊的结合形式。基于矿产资源的存在而发展起来的工矿区，本身似乎不是绿洲的组成部分，但它也同样需要绿洲的补给与供应，这样方能保证矿区工人生活的需要。矿区本身也应根据自身条件的许可，积极发展林业、果树与蔬菜，绿化、美化环境，统一规划，建立必要的绿片与绿点。同时，矿区的经济发展又可为绿洲现代化农业的建设提供资金。事实上，矿区与绿洲同样是一个不可分割的整体。

但绿洲中的城市与集镇如何布局？大、中城市与集镇如何分工，取长补短，形成一个更有效的网络？其答案不是统一的模式，因为不同的地区会有不同的特色。这就需要根据经济的发展情况、民族与地区的特征进行研究，寻求最佳的布局与发展途径。

2.6 绿洲能量流与物质流的平衡研究

要建设一个高产出、高效益而又能维持良好生态平衡与持续稳定的绿

洲，就必须维持高水平的能量流与物质流的良好平衡。否则，人类对绿洲只能是一种攫取，其最终结果必然是人为荒漠化。

能量是通过绿色植物转化而获取的，而绿色植物产量的高低却决定于人们对农田、牧场的投入。准确地说，取决于对农田、牧场养分与水分条件的保障。只有具备良好的养分与水分条件，才能确保绿洲的高产出、高效益。尤其是水分，在干旱地区这是决定性的因素，即使是提高土壤的养分（施加化肥与有机肥），也必须有一定的土壤水分条件，养分才能转化并被植物所吸收。所以，建立一个良好的绿洲水分平衡系统，对确保绿洲的高效益与生态平衡是十分重要的。但如何因地制宜、因作物制宜，建立起这样一种良好的水分与养分平衡关系呢？这是一个非常值得探索与试验的课题。

2.7 绿洲高科技、高技术的应用研究

现代绿洲的特征之一，就是高新科学技术及其成果广泛应用于生产实践，并在管理上采用先进技术。如调控温度、保证空气湿度的温室、大棚、地膜的应用，以及制作大棚、温室的材料日新月异的更新，为节约灌溉用水而采用的管道灌溉、喷灌、滴灌与渗灌。尤其是滴灌与渗灌能大量节约灌溉用水，节省中耕管理的劳务支出，且可使产量大幅度提高，效益明显增加。灌溉走向自动调控是现代绿洲近期即可实现的目标。诸如无土栽培、太阳能、风能的利用，新品种的不断引进与培育等，都会不断地丰富现代绿洲的科技内容。

新技术在绿洲生产与管理的各个方面的不断应用，不仅提高了绿洲的生产水平与管理水平，而且还能在大范围上改善绿洲的生态环境。随着科学技术的不断进步，这一趋势将不断加强，其前途不可估量。

2.8 加强绿洲灾害的防治

中国是自然灾害种类多、发灾率高、受灾面广的国家，而西北干旱区又是全国重灾区之一。防灾减灾是巩固绿洲建设、保护绿洲劳动成果的重要环节，是一项必须长期为之奋斗的重要工作。

地处干旱地区的绿洲的自然灾害主要有冻害、冰雹、沙暴（风沙）、干旱、暴雨洪涝、荒漠化（沙化、盐碱化、水土流失）、病虫害等。其中尤以沙暴、冰雹、冻害、盐碱化等更为常见，发灾频率高，受灾面广。

如何结合干旱地区绿洲的特殊情况，因时因地制宜，制定一系列防灾、减灾的措施与步骤，逐步加强对灾情发生的预测、监控，使灾情减少到最低限度，也是未来绿洲建设的方向。随着科学技术的进步和各种先进技术的应用，通过一代又一代科学技术工作者的探索与努力，干旱地区的绿洲完全可以实现经济效益高、组成绿洲的各要素关系协调和谐、环境质量高而稳定，并且整个绿洲可以根据人们的需要进行设计与调控，实现管理自动化的目标。那样，在浩瀚大漠中的片片绿洲，将像光彩夺目的巨大明星镶嵌在中华

大地上。

主要参考文献

- [1] 赵松乔等. 中国的干旱区. 北京 科学出版社 ,1990
- [2] 汪久文. 当前中国干旱、半干旱区整治与开发中的若干问题. 干旱区资源与环境 ,1993(4)
- [3] 张林源等. 中国的沙漠和绿洲. 兰州 :甘肃教育出版社 ,1994
- [4] 石玉林等. 中国宜农荒地资源. 北京 :北京科学技术出版社 ,1985
- [5] 贾兰坡中国大陆上的远古居民. 天津 :天津人民出版社 ,1978
- [6] 贾兰坡. 河套人及其文化. 历史教学 ,1951(3)
- [7] 汪字平. 内蒙伊克昭盟乌审旗萨拉乌苏河滴哨湾人骨化石的发现. 文物参考资料 ,1956(8)
- [8] 陈仲全等. 甘肃绿洲. 北京 :中国林业出版社 ,1995
- [9] 方英楷. 新疆屯垦史. 乌鲁木齐 :新疆青少年出版社 ,1989
- [10] 王希隆. 清代西北屯田研究. 兰州 :兰州大学出版社 ,1990
- [11] 黄盛璋. 论绿洲研究与绿洲学. 中国历史地理论丛 ,1990(2)
- [12] 黄新亚. 丝路文化 · 沙漠卷. 杭州 :浙江人民出版社 ,1995
- [13] 徐伯夫. 古代新疆与祖国内地商业往来. 见 新疆历史论文续集 ,乌鲁木齐 .新疆人民出版社 , 1982
- [14] 朱震达等. 中国土地沙质荒漠化. 北京 科学出版社 ,1994

第二章 中国干旱区域及其基本地理过程

绿洲是在干旱区域形成的一种地理过程与结果。掌握干旱区的成因及地域分布，对于认识绿洲具有重要意义。

第一节 中国干旱区与区域分异

1 干旱的成因与地球上的干旱区

干旱区域的概念首先出现在气候学上，是指蒸发量大于降水量并因而干旱缺水的区域。依据《联合国防治荒漠化公约》，“干旱、半干旱和亚湿润干旱地区”是指年降水量与潜在蒸发散量之比在 $0.05\sim0.65$ 的地区。在中国综合自然区划中是指干燥度 >1.5 的区域，其中干燥度 $1.5\sim2.0$ 为半干旱区， $2.0\sim4.0$ 为干旱区， >4.0 为极干旱区。与气候学上的干旱概念相对应，中国综合自然区划中半干旱是指干草原、干旱指荒漠草原、极端干旱指荒漠的景观区域^[1]。造成上述区域干旱的成因主要是大气环流、海陆分布以及大地貌格局的共同作用。太阳辐射在地球表面是不均衡分布的，球形的地球决定了它接受的太阳辐射能由赤道向极地减少，倾斜的地球绕太阳公转又产生热量的季节变化。这种热力差异，在地表便产生全球性气压、风带及其季节位移，导致气候类型及地理景观随纬度更替的趋向，这被统称为纬度地带性。另外，海陆分布，尤其是大陆度的差异，导致同一纬度内热量、温度的陆海差异和风带、风向的变化，形成水汽状况随距海洋远近的不同而变化和降水量向内陆减少以及风向的季节变化。大陆内部高山、盆地的地貌格局对太阳辐射和大气环流的水汽的阻滞，亦对气候起着调整和分异的作用。基于上述因素的作用，首先可以以赤道为中心，向南北两极依次划分出赤道带、热带、温带、寒带。上述温度带内水分状况的干湿差异在北半球表现得最为明显，南半球则由于大陆面积不广而表现不突出。海洋水汽输往大陆腹地的基本动力是大气环流。如果环流系统是由海洋吹向大陆的，则能够将水汽吹向大陆，带来降雨；如果环流系统是由大陆吹向海洋的，则空气干

^[1]《联合国防治荒漠化公约》中国执行委员会秘书处：联合国关于在发生严重干旱和荒漠化的国家／特别是在非洲防治荒漠化的公约，1996。

燥蒸发增加导致干旱。北半球环流形势的冬夏分布模式如图 2.1^[2]。上述模式格局下，北半球温带干旱、半干旱区域分布于中国西北部、蒙古高原、中亚内陆直至黑海南北侧，在北美大陆分布于美国的中西部。亚热带干旱区域分布于欧亚大陆的伊朗高原、北美大陆的美国西南部。热带干旱、半干旱区域分布于欧亚大陆的阿拉伯半岛、北美洲的墨西哥、北非的撒哈拉沙漠。南半球干旱、半干旱区域面积较小，主要分布于澳大利亚中西部、非洲西南角、南美洲西海岸等地（图 2.1）。干旱的结果是地表形成荒漠景观，分布最为普遍的景观类型是砂质荒漠（沙漠）、戈壁和盐渍滩地。沙漠上生长的是旱生沙生植被。依据植被覆盖度及固沙程度，沙漠又可进一步划分为固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘。戈壁是极端干旱气候条件的产物，是地表覆盖砂砾层，只能生长旱生灌木的景观类型。依据地表砾砂堆积的差异，戈壁常又划分出砾质戈壁和沙砾戈壁。盐渍滩地景观以地表积盐、生长盐生植被为特征，分布于干旱区的低洼处。不经洗盐脱盐，盐渍滩地难以利用。依据盐分含量及危害程度，盐渍滩地划分出盐漠、重盐碱、中盐碱、轻盐碱等滩地类型。

沙质荒漠化土地（沙漠）是干旱区分布最广的土地类型。全世界沙漠的面积大约 700 万 km²，约占干旱区总面积的 23%。其中最大的沙漠是北非的撒哈拉沙漠，它南北宽 1 700 km，东西长 5 290 km，总面积约 180 万 km²。亚洲的沙漠面积广大，约为 250 万 km²。其中，阿拉伯半岛有 79.5 万 km²，中国西北地区的沙漠约计 60 万 km²，其中塔克拉玛干沙漠为 33.76 万 km²，居世界第二位；印度的巴塔尔沙漠面积约计 26 万 km²，伊朗荒漠约 5 万 km²，蒙古荒漠约 52 万 km²，以戈壁为主，沙漠只有 1.5 万 km²。苏联中亚、哈萨克斯坦至里海北岸地带，亦是沙漠分布面积广大的地区，沙漠面积约计 83 万 km²。美洲大陆沙漠面积较小，主要分布于美国中西部和墨西哥北部，其中美国中西部沙漠面积约 100 万 km²，墨西哥北部沙漠面积约 17 万 km²。南半球的沙漠面积较小，较为显著的为澳大利亚中西部的沙漠，面积约 105 万 km²。南美洲则是各大洲中沙漠面积最小的一个洲，面积合计约 10 余万 km²^[3]。

2 中国干旱区的形成条件及划分指标

中国干旱区面积辽阔，集中分布于我国的西北，是气候干燥（降水小于蒸发）农耕需要灌溉、自然地理景观属荒漠或半荒漠的区域。这一区域包含了中国综合自然区划中的西北干旱区和青藏高原北部高寒干旱区。前者面积约 280 余万 km²，占国土面积的 29.3%，后者面积约 220 余万 km²，占国土面积的 23.2%。两者合计占国土面积的 52.5%^[4]。干旱区的范围与中国防治荒漠化协调小组办公室的相应数字基本一致。

中国干旱区的形成，是与地理位置、大气环流系统、大区域地貌特征相

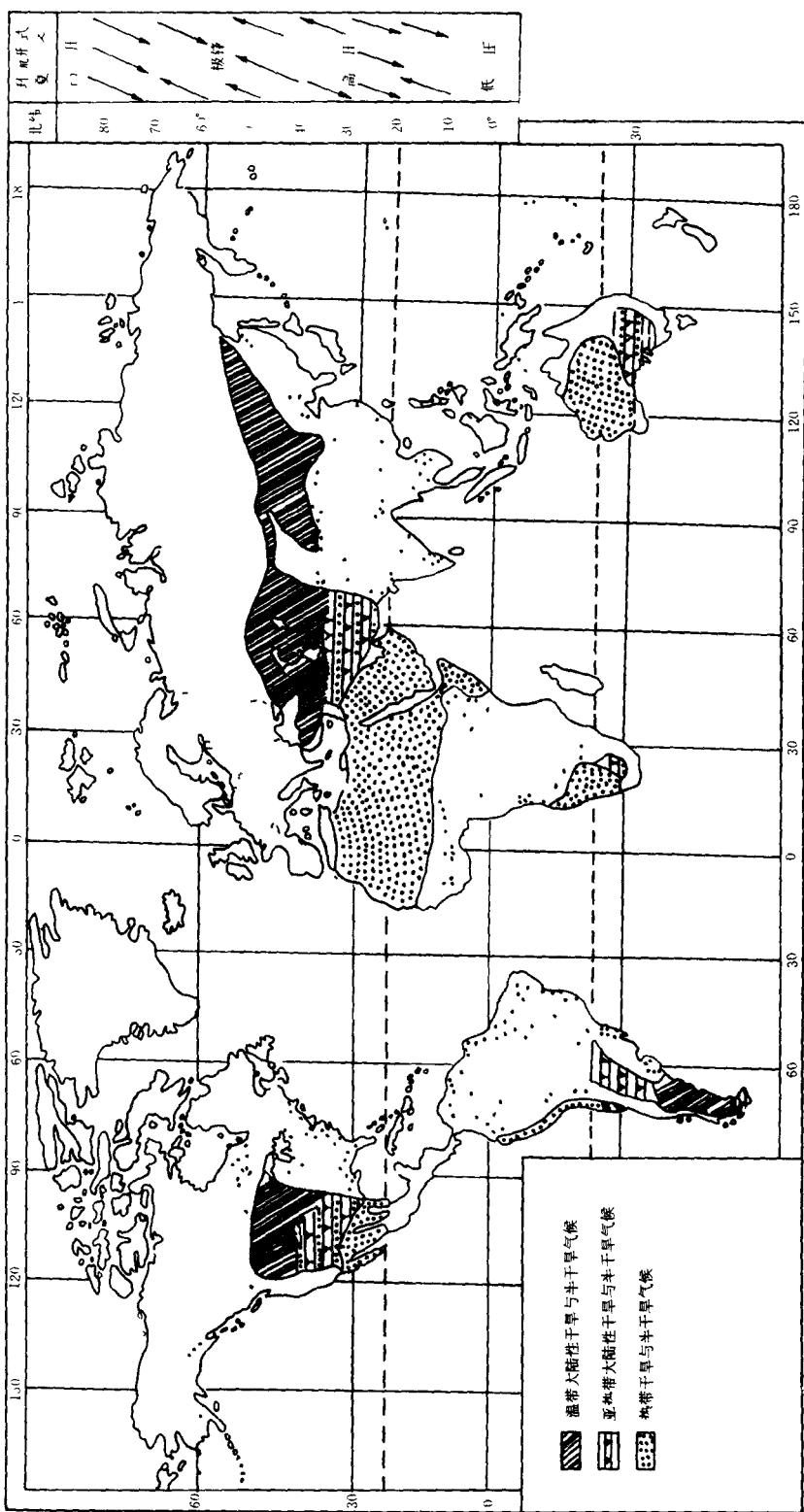


图 2.1 北半球环流及世界气候类型分布

联系的。

2.1 中国干旱区的形成条件

2.1.1 位居欧亚大陆中心，水汽来源匮乏，降水稀少，成为欧亚大陆的干旱中心

一般而言，降水是区域水分的主要来源，降水量多的区域，往往是湿润的区域。我国西北地区降水稀少，年降水量在 200mm 以下 新疆吐鲁番盆地的艾丁湖、塔里木盆地南缘的且末、青海柴达木盆地的冷湖等地，年降水量仅 10 多 mm 甚至多年滴雨不下 成为欧亚大陆的旱极。这些区域之所以成为降水稀少的中心，主要是由地理位置决定的。通常情况下，降水的水汽来自热带、亚热带的海洋，海洋蒸发聚集的水汽吹向大陆，沿途因冷却而凝结成水珠 形成降水。因此 离海越远 降水就越少。我国西北干旱区 位于欧亚大陆的腹地，四周距海洋均极遥远。欧亚大陆是世界上最大的陆块，陆地面积 5 408 万 km^2 是非洲大陆的 1.85 倍、北美大陆的 2.25 倍、南美大陆的 3.04 倍^[5]。以我国西北新疆的哈密为例，它东距太平洋最近距离为 3 400 km 西距大西洋 7 400km 北距北冰洋 3 500km 南距印度洋 2 400km 无论哪个海洋输送的水汽，经过远途运行损失，到达本区均已成强弩之末，降水也就非常稀少了。我国西北干旱区域，水汽来源主要有三个：一为东部太平洋水汽。在季风气候作用下，水汽主要随夏季海洋气团自东及东南吹向本区 沿途经过燕山、太行山、秦岭、吕梁山、黄龙山、六盘山、贺兰山的层层阻隔，影响区域通常只可达河西走廊东段，偶尔可达甘新边界。二为西部大西洋和北冰洋水汽。其中大西洋水汽在中纬西风带大气环流系统影响下，经过 7 000 余 km 的远行，仍可到达新疆西部，是新疆西部山地及天山的主要降水水汽来源；北冰洋水汽则差不多只能波及阿尔泰山及准噶尔盆地。三为南部印度洋与孟加拉湾西南季风水汽。虽然西南季风的气团最大垂直厚度可达 7 000m 但要翻越海拔 8 000 多 m 高的喜马拉雅山以及平均海拔 4 000 多 m 高的西藏高原及其上面更高的高山，是很困难的；也只有海洋强风暴爆发时，水汽才能到达柴达木盆地的东南边缘，带来稀少的降水。上述三个水汽气流难以到达的地方是新疆吐鲁番盆地—塔里木盆地东南缘（且末）—柴达木盆地西部 冷湖 连线围成的区域 这一区域也成为最干旱的区域。其中，吐鲁番盆地的托克逊多年平均降水量仅 3.9mm 且末为 16.4mm 冷湖为 17.6mm 以该最干旱区域为中心 向东、向西、向北雨量逐渐增加。向东至河西走廊的敦煌增为 29.4mm 民勤为 110.2mm，黄河河套平原的银川为 205.4mm 向西至喀什为 61.3mm 向北至伊犁约为 300mm，额尔齐斯—乌伦河流域的阿勒泰为 191.5mm。随着降水量的增加，绿洲农业愈益发达。研究降水与干旱区域的关系，是研究绿洲形成、发展及进行绿洲建设的最基本的内容。

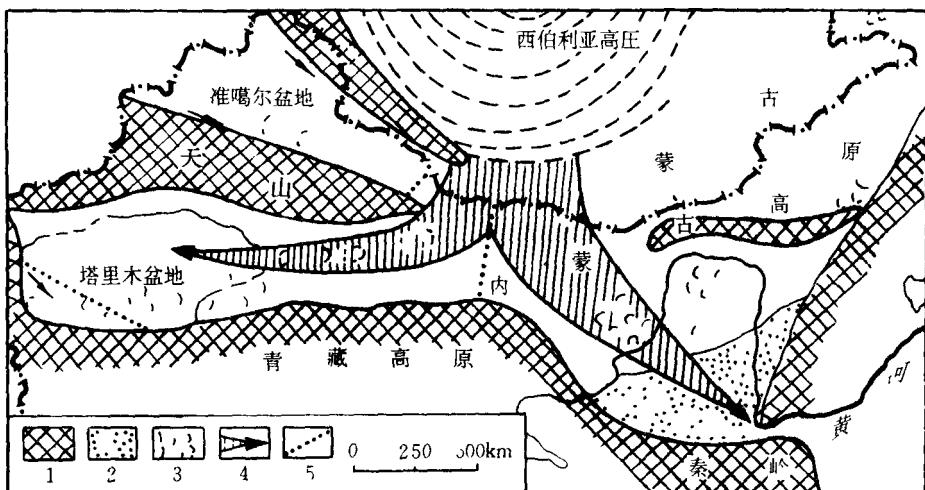
2.1.2 西风带环流系统加剧了本区干旱

我国干旱区在地理纬度上主要位于 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ ，温度地带上属于温带，行星风系上属于西风带范围，高空常年盛行西风。西风环流从欧亚大陆西端北海一带进入大陆，空气中富含从大西洋蒸发的水汽。水汽向东运行进入欧亚大陆后因上升凝结形成雨滴降落。例如夏天的北海平均气温约 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ ，蒸发水汽进入大气后，每上升 100m ，温度下降约 0.5°C 在海拔 $3\,000\text{ m}$ 的高空中气温约为 0°C ，这时便可凝结成雨滴，形成降水。水汽在向东运行中不断损失到我国新疆一带大体已运行了 $7\,000$ 余 km 空气所含水汽量已甚少，降水亦便甚微了。由此可见，我国干旱区所处欧亚大陆腹地的位置及行星风系上的温带纬度，均是造成该区降水稀少、引发干旱的基本原因。

2.1.3 高原地貌和青藏高原隆升加剧了季风的形成和干旱程度

我国西北区域干旱环境的形成和发展，与地质构造和地貌格局关系极为密切，现代地貌格局的形成，更直接导致季风系统的出现和干旱的加剧。有关地史研究成果表明，我国西北干旱区域，从白垩纪（距今约 $1.35\sim 0.7$ 亿年）开始至早第三纪（距今约 $7\,000\sim 2\,500$ 万年）即已形成干旱的气候环境。但造成干旱的原因与现代不同。当时，西北大陆已隆升，特提斯海已向印度洋后退，欧亚大陆已连成一片，处于行星风系的东北信风控制之下，与长江中下游流域连结成亚热带干旱气候带，自然景观为亚热带稀树草原。这时尚属于半干旱气候环境。但从晚第三纪开始（距今约 $2\,500$ 万年）喜马拉雅造山运动使青藏高原开始大面积强烈隆升，海拔迅速从 $1\,000\text{m}$ 左右上升到第四纪中更新世时（距今约 100 万年）的 $3\,000\text{m}$ 以上。晚更新世至全新世初期（距今约 1 万年）青藏高原及其周围山岭继续抬升，高原面的平均海拔高度已达 $4\,000\text{m}$ ，山原整体面貌已与现代地貌格局相仿。青藏高原的隆起，改变了我国大陆的环流系统，一方面使原来存在于大陆中心的冬季弱高压得到加强；一方面将弱高压中心（ 30°N 拉萨附近）向北移至现今西伯利亚—蒙古区域（大约在 $55^{\circ}\text{N}、90^{\circ}\text{E}$ 附近）成为冬季高压中心并向周围吹拂。这样，便形成大陆性季风气候。受这一气候类型影响的区域，冬季不仅干燥而且寒冷。冬季风在向南吹向我国北方疆域时受到青藏高原顶托，约在 97°E 附近形成西北风和东北风的分野。前者吹向东南，笼罩我国东南半壁；后者吹向西南，直到塔克拉玛干沙漠西南部尼雅河附近，又为西北风所取代（图 2.2）^[6]。此时，整个西北及青藏高原北部干冷少雨，且大风加速了地面蒸发，成为中国干旱区最干旱的季节，亦是沙漠化过程发生的主要季节。到了夏半年，太阳直射点移至北半球，我国北方内陆太阳辐射强烈，地面迅速升温形成低气压而东部海洋升温慢，出现海洋高压，风从海洋吹向内陆，并由此带来水汽和降水，使干旱过程得到减弱。这种大陆性气候和海洋性气候分野的特点，亦即季风气候的特点，在我国表现得最为突出。但由于距海愈来愈远以及重重山岭的阻拦，海洋季风的影响从东向西减弱，从而使

我国西北内陆成为干旱区域。



1. 高山地区 ;2. 风成黄土 ;3. 沙漠 ;4. 主要风向 ;5. 主要风向的分界线

图 2.2 中国干旱区冬半年主要风向示意图

2.2 中国干旱区的划分指标

地学意义上的干旱区是一个综合概念。我国学者尤其是气候学家对干旱区的认识，首先着眼于干旱气候的成因及类型划分，并进行干旱区划；但不同领域对干旱的认识仍有很大不同。有不少学者着眼于农业生产意义，对农耕业、畜牧业、林业进行干旱程度评价，划分不同的干旱农业类型。从综合地理出发，我国的自然地理学家以自然地带为基础，从自然综合体的形成和分异出发，依据自然景观的区位、地貌特征、植被、土壤以及农林牧业生产上的不同，划分出不同的干旱景观类型，并相应进行自然地带的论证。上述领域的研究，虽然在类型划分、空间定界和成因探索上可能存在差异，但各家在探索符合客观实际的干旱划分指标上其目标却是共同的。

2.2.1 气候学意义上的干旱及其划分指标

气候指标是用来表示气候特征的一种量度形式。当要表示的气候特征是单要素时，常采用单要素指标，如降水量、地温、气温等；当要表示的气候特征是综合特征时，往往采用综合因素指标，如湿润度、干燥度等。气候指标通常以气候资料为基本数据，依据研究对象的需要对数据进行分析归纳，得出相应的特征值，用于气候分类。

干旱区的研究，紧紧围绕水分状况拟定气候指标，着重从降水和蒸散量进行平衡，依据水分亏盈程度确定干旱程度，进而划分不同的干旱类型。表征水分条件的主要指标通常有年降水量，季降水量，月降水量，旬降水量，降水变率，蒸发量，蒸散量，空气相对湿度，土壤湿度等。从作物或植物品种生育期需水条件出发，亦有相应的特定时段水分指标的研究。我国目前常用

的反映干湿状况的指标大致可归为三类。

2. 2. 1. 1 降水要素指标

降水是地表水分的主要来源，降水量多通常说明该区域较为湿润。我国的降水量具有从东南向西北递减的规律，与干旱程度的加剧相吻合，表现出干湿界线与年降水量等值线相关的特点。经过耦合分析，从东南向西北大致具有如下规律：900mm 年降水量等值线是湿润与半湿润区域的分界线；400mm 年降水量等值线是半湿润与半干旱区域的分界线；200mm 年降水量等值线是半干旱区与干旱区的分界线^[7]。上述 400mm 与 200mm 年降水量等值线之间的区域，降水少于蒸发，水分条件出现亏大于盈，旱作农业不稳定，气候属半干旱类型。年降水量小于 200mm 的区域，蒸发量远远超过降水量 属干旱、极干旱类型 进行农业生产时 需要灌溉 为不灌溉不能从事农耕业生产的区域。我国 400mm 年降水量等值线的走向，大致沿大兴安岭西麓经赤峰—呼和浩特—榆林—兰州，沿内蒙古高原和鄂尔多斯高原的南缘，直至甘肃的景泰而止于乌鞘岭北麓。200mm 年降水量等值线的走向，大致为二连浩特—狼山西段—乌兰布和沙漠东南缘—贺兰山东麓—乌鞘岭北麓以北。

2. 2. 1. 2 干燥度指标

干燥度 亦即干燥程度 通常可以反映一个区域的干湿状况。影响干湿状况的气候因素虽然很多，但归纳起来，主要为大气降水量和蒸发散量的对比状况。因此，干燥度 (K) 通常用蒸发力 E_0 与降水量 (P) 的比值来表示 即

$$K = E_0/P$$

到目前为止，有关学者所提出来的干燥度的表达形式与计算方法至少有几十种之多^[8] 其中被较为广泛引用的主要有以下两种：

(1) 布德科辐射干燥指数

苏联著名气象学家布德科在计算蒸发力 E_0 的量值时认为，在土壤水分足够湿润时，其年蒸发力基本上决定于辐射值 R_0 的量值。这时蒸发力 E_0 可采用下式计算。

$$E_0 = R_0/L$$

式中 E_0 为蒸发力 R_0 为净辐射量； L 为蒸发潜力。

经转换，干燥指数便可用下式表示：

$$K = R_0/LP$$

由于布德科的干燥指数是在水源充足、土壤足够湿润条件下推导的，因而该运算结果较符合水源充足的绿洲区域实际，适宜于大型灌溉绿洲。

(2) 张宝堃等的干燥度 (K)

张宝堃等在 20 世纪 50 年代末进行我国气候区划研究时^[9] 应用水热转换关系原理，首次将 T. T. 谢良尼诺夫的水热系数变换形式应用于我国，并把原式中的系数 0.1 改为 0.16。系数 0.16 的确定是以我国秦岭—淮河一带的蒸发力等于降水量为假设条件，并对照我国自然景观分异特点而确

定的。该公式为

$$K = E/r = 0.16 \sum t/r \text{ ①}$$

式中 : K 为干燥度 ; E 为可能蒸发量 ; $\sum t$ 为日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温 ; r 为 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的降水量。

在我国 , 秦岭—淮河线反映了可能蒸发量与降水量大致相等的实际。此线以南 干燥度小于 1 即可能蒸发量小于降水量 气候湿润 旱作农业一般不需灌溉 此线以北 干燥度大于 1 即可能蒸发量大于降水量 防止干旱是农业上的重要任务。干燥度 2.0 的等值线与年降水量 200mm 等值线相当 , 是半干旱与干旱的界线。干燥度大于 2.0 的区域 , 地理过程和资源环境特点与湿润区域完全不同 , 是不灌溉不能从事旱作农业的区域 , 亦是绿洲研究的基本范畴。

2.2.1.3 湿润度指标

湿润度亦是我国气候学家通常用来表示一个区域湿润状况的指标 , 它与干燥度的含义相反 , 表示的是降水量和蒸发力之间的关系。其中较为常用的有如下几种指标 :

(1) 伊凡诺夫湿润指数 (K_{11}')

伊凡诺夫提出用年降水总量与可能月蒸发力的年总量之比求取湿润指数 K_{11}' 值的观点。公式为

$$K_{11}' = P / \sum E_0$$

式中 : K_{11}' 为湿润系数 ; P 为年降水总量 ; $\sum E_0$ 为月可能蒸发力的年总量。

1954 年提出的 E_0 的计算式为

$$E_0 = 0.0018(25+t)^2(100-a)$$

式中 : t 为平均气温 ; a 为相对湿度。

$$\text{则 } K_{11}' = P / \sum E_0 = P / 0.0018(25+t)^2(100-a)$$

伊凡诺夫得出的湿润系数的意义见表 2.1。

表 2.1 伊凡诺夫湿润系数指标意义

湿润程度	自然景观	K_{11}'
过湿地带	潮湿森林	1.50
足够湿润地带	足够湿润森林	1.50~1.00
中等湿润地带	森林草原	1.00~0.60
湿润不足地带	草原	0.60~0.30
缺乏湿润地带	半荒漠	0.30~0.13
无湿润地带	荒漠	0.13~0.00

伊凡诺夫湿润指数在区域研究上的应用效果 , 湿润、半湿润区域较好 ; 而在干旱区域 , 尤其是我国西北干旱区域 , 由于平均气温 t 较东部湿润区域

严格讲 , $\sum t/r$ 表示求和不规范 但考虑到这种表示方法已被本专业认可 且含义明确 因而仍采用 (下同)

变化大 K_{11}' 值的应用效果较差。然而，如果是进行宏观区域的对比研究，伊凡诺夫湿润指数仍不失其应用意义。

(2) 沙斯科湿润指数 K_{11}')

Д. И. 沙斯科根据日平均空气湿度饱和差与蒸发力的关系，提出如下公式。

$$K_{11}' = P / \sum d$$

式中 P 为年降水量； $\sum d$ 为日平均空气湿度饱和差的年总量。

根据沙斯科的研究成果，当 K_{11}' 为 0.25~0.45 时 降水量与蒸发力相平衡 水分供应条件较好 当 $K_{11}' > 0.45$ 时 降水量大于蒸发力 水分稍多，对作物产量会形成不良影响；当 $K_{11}' > 0.6$ 时 降水量大大超过蒸发力 出现过湿 对农业生产极为不利 当 $K_{11}' < 0.25$ 时 水分供应不足 旱作农业不够稳定 当 $K_{11}' < 0.15$ 时 水分极为不足 没有灌溉就没有农业。 $K_{11}' < 0.15$ 的区域，是荒漠与绿洲研究的重点区域。

沙斯科的计算公式，是据日平均空气湿度饱和差年总量推导的，因而工作量较大。但所用数据来源于日值累计值，因而该公式较接近实际，应用效果较好。

(3) 么枕生湿润指数 K')

我国气候学家么枕生认为，我国是季风气候十分显著的国家，从农业水分资源角度，应考虑日平均气温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 时期的水分收入与支出。因此他认为，用 $\geq 0^\circ\text{C}$ 期间的积温和降水求算湿润指数具有较大意义。他采用的公式为

$$K' = P / 0.1 \sum_{t > 0^\circ\text{C}} t$$

式中 K' 为湿润指数； $\sum t$ 为日平均气温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 时期的活动积温 P 为日平均气温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的时期的降水量，0.1 为恒定系数。

么枕生的 K' 值所对应的气候类型为： $K' < 1$ 为干性气候，其中 $K' = 1.0 \sim 0.3$ 为半干旱气候，景观为草原； $K' < 0.3$ 为干旱气候，景观为荒漠； $K' > 1$ 为湿润气候（含半湿润气候）。

由于农作物品种大多在 5°C 时才进入萌发状态， $> 10^\circ\text{C}$ 时进入蓬勃生长状态 么枕生以 0°C 定界的湿润指数，在应用上具有一定的局限性。

应该指出，气候学意义上的降水要素指标、干燥度指标以及湿润度指标，都不是很完善的指标。由于气候要素的量值在时间上、空间上和地域上是变化的，要素与干湿的关系又往往具有复杂性，因而气候要素指标应用在农业和自然生态景观研究上，仍然具有较大的局限性。例如，干燥度指标应用于西北干旱区时，有的地方年降水量只有十几毫米，蒸发力却高达上千毫米，干燥度值为几十 显然是夸大了。其实 气候降水与蒸发力并不是影响农业生产的全部要素，农业生产还与土壤水分状况有更为直接的关系。就西北干旱区而言，绿洲农业用水主要靠高山雪水，收成丰歉与降水多寡关系较

小 气温高、蒸发力大 反而有利于高山积雪的融化 增加灌溉水量 带来丰收。因此，干燥度愈大，在有冰雪水源的地方，有可能得到更为富足的水源。因而，有的学者便从农业意义上研究干旱指标。

2.2.2 农业意义上的干旱指标

我国是一个农耕业历史有8 000 年的国家^[10]，农业是我国历史长河中的立国之业。从农业生产角度研究我国的干湿状况、划分干旱指标，是我国农业气候学家和地理学家的主要研究方向。在这一研究领域中，影响力较大的有中国自然区划委员会 50 年代的干燥度指数和 H. L. 彭曼的综合法指标。

2.2.2.1 中国自然区划委员会干燥度指数

20 世纪 50 年代 我国曾集中了全国地理、地质、测绘、气象等领域的大量科学家，在中国科学院自然区划工作委员会领导下，开展了规模宏大的中国自然区划工作。中国综合区划集中了各部门的综合优点，从农业布局和自然环境分异角度，对我国的地理环境进行综合区划，完成了中国综合自然区划图。这一区划方案，对于指导我国农业的合理布局、认识我国干旱区域特点和绿洲形成演替条件，发挥了重要作用。其划分指标的公式为

$$K = 0.16 \sum_{t \geq 10^{\circ}\text{C}} t/r$$

式中： K 为干燥指数； $\sum_{t \geq 10^{\circ}\text{C}} t$ 为气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温； r 为 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的降水量 以 mm 为单位；0.16 为常数。

这一指数计算公式，既考虑了农业需水的主要来源——降水量的多少，又考虑了农业生长季节($t \geq 10^{\circ}\text{C}$ 的期间)的温度状况。一般而言 温度高低与耗水 作物蒸腾与田间蒸发 量有良好的正相关关系 因此 $t \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温能较好地反映农业耗水状况。0.16 是从我国季风气候条件出发，经过大量经验总结而得出的反映降水、温度与蒸发关系的常数。我国是雨热同季、二者耦合关系良好的区域 根据 $t \geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间降水与温度关系确定的干燥度能较好地反映农业生产及自然地理区域间的差异，因而这一干燥度指数被广泛应用。

按照中国综合自然区划的干燥度指标，农业生产与自然地理地域分异的关系如表 2.2。

表 2.2 干燥度及其农业意义

干燥度(K)	自然地理特征	农业生产上的意义
<1.00	湿润环境,森林	很湿润,平地注意排水
1.00~1.50	半湿润环境,森林草原、草甸草原	湿润,旱作一般不用灌溉
1.50~2.00	半干旱,干草原	旱作产量不够稳定,产量低
2.00~4.00	干旱,荒漠草原	旱作极不保收,产量很低
>4.00	极干旱,荒漠	不灌溉不能从事农业

上述干燥度指标，在荒漠与绿洲研究中的意义有以下几个方面：为绿洲的形成和绿洲的建设奠定了起源基础，就是说，绿洲只能形成于干旱荒漠及荒漠草原地域，不灌溉不能从事农业是绿洲的基本定界；为绿洲的研究范围确定了地域界线，这就是绿洲研究只局限于干燥度 >4.00 的极干旱区域和干燥度 $2.00\sim3.90$ 的干旱区域；为绿洲的地域分类提供了理论依据，这就是人们将干燥度 >4.00 的区域绿洲称为绿洲、将干燥度 $2.00\sim3.90$ 的区域绿洲称为次绿洲（准绿洲）的依据；④为地理过程及其调控研究指明了方向，这就是说，干旱区域存在着荒漠化过程和绿洲化过程，防治荒漠化、建设新绿洲是摆在我们面前的最基本的任务和最重要的研究方向。

2.2.2.2 彭曼综合法指标

彭曼依据降水与蒸发决定干湿状况的基本原理，重点研究了如何确定和计算蒸发力问题。他综合考虑了影响蒸发力的空气温度、湿度、风速、日照时数、辐射、地面状况等诸多因素 提出了计算蒸发力的综合求算法。这一方法，经一些国家在农业和水文上的应用，也包括我国的应用在内，证明具有良好效果。彭曼计算蒸发力的公式为

$$E_0 = \frac{\Delta R + rE_a}{\Delta + r}$$

式中： E_0 为蒸发力 (mm/d)，反映的是水面状态下的蒸发力； Δ 为饱和水汽压在平均气温 (T_a) 时的斜率 $\left(\frac{dE_s}{dT_a}\right)$ ； R 为净辐射量 (换算为蒸发量单位，mm/d)； r 为干湿表方程中的常数，等于 0.486； E_a 为干燥能力 (mm/d)。

上述各分量的计算公式分述如下：

$$\Delta = \frac{e_a}{273 + T_a} \left(\frac{6463}{273 + T_a} - 3.972 \right)$$

由于蒸发面的温度 T_s 和饱和水汽压 e_s 的观测资料很少，彭曼用 T_a 及相应的饱和水汽压 e_a 分别代替 T_s 和 e_s 。

$$R = R_s - R_n$$

$$= Q_s (1 - \alpha) (0.18 + 0.55S_1) - \delta T^4 (0.56 - 0.092 \sqrt{e_d}) (0.10 + 0.90S_1)$$

式中： Q_s 为太阳辐射的理论最大值 (换算为蒸发量单位，mm/d)； R_s 和 R_n 分别为短波入射辐射和长波射出辐射； α 为反射率 (水面取 0.05 湿润裸土取 0.10 新鲜绿色植被取 0.20)； S_1 为日照百分率； δT^4 为气温 T 时的理论黑体辐射 (换算为蒸发量单位 mm/d) 其中 δ 为斯蒂芬—玻尔兹曼常数； e_d 为水汽压 (mmHg)。

$$E_a = 0.35 \left(1 + \frac{u_2}{100} \right) (e_a - e_d)$$

式中 u_2 为 2m 高度的风速 (mile/d, 1 mile = 1609.3m)； $(e_a - e_d)$ 为百叶箱高度的饱和差 (mmHg)。

利用彭曼公式计算出蒸发力后，则可以依据降水量求取干燥度。干燥度指数在农业和自然地理分异中的应用上面已有所述。

2.2.2.3 旱作效益风险度指标 (F_a)

绿洲作为干旱区域的特殊地域综合体，在农业生产意义上，通常是不灌溉不能从事农(耕)业的概念。因此从旱作的投入与产出效益出发可以进行旱作效益风险性投资评价研究，并依此建立风险性指标。在不灌溉条件下投入(种子、肥料、动力等)大于产出(粮食、油料、瓜果、秸秆、枝叶等)则风险度大；投入小于产出，则风险度小。风险度指标表示公式为

$$F_a = F_e / F_p$$

式中： F_a 为效益风险系数； F_e 为投入标准化系数； F_p 为产出标准化系数。

(1) F_e 标准化处理

农业投入涉及种子、化肥、农药、中耕、除草、收割、劳动力、畜力及机械投入等，因此要把这些投入按统一计量标准进行归一化处理。归一化单位可以取产值为元/ hm^2 投入能为 J/hm^2 等；

(2) F_p 标准化处理

F_p 为产出效益，需要将作物产量及秸秆等产出物转化为产值(元/ hm^2)，或转化为能量(J/hm^2)。

天然状态下农耕风险性指标 F_a 与干旱程度有密切关系(表 2.3)。

表 2.3 旱作效益风险度关系表

F_a	干旱类型	农业生产上的意义
>1.00	极干旱，荒漠	不灌溉不能旱作
$1.00 \sim 0.70$	干旱，荒漠草原	旱作极不稳定，产量低
$0.70 \sim 0.40$	半干旱，草原	旱作产量较低，稳定性较差
$0.40 \sim 0.25$	半湿润，森林草原	旱作基本稳定，产量较高
<0.25	湿润，森林、草甸	旱作稳定，产量高

2.2.3 自然地理景观综合指数 (F_c)

自然地理各组成要素在地表不同地段的相互作用，便产生性质不同、景观各异的自然综合体，它具有综合特征。依据自然综合体的景观差异评定其环境属性，是近年来土地科学研究的重要课题。在干旱区域，反映地域干旱特征的自然综合体类型主要有戈壁、沙漠、盐碱及由荒漠植被、荒漠土壤组成的荒漠土地类型。采用荒漠类型的数量结构分析方法，确定一定区域干旱程度和干旱指数，藉以分析绿洲形成演化的环境背景，可以为干旱区域进行防治荒漠化、促进绿洲化过程的调控提供依据，因而景观综合指数具有重要价值。其公式可表达为

$$F_c = (F_d + F_g + F_s) / S$$

式中： F_c 为景观综合指数，其值在 0~1； F_d 为沙漠面积，主要指流动沙地和

半流动沙地面积 ; F_g 为戈壁面积 ; F_s 为盐渍化土地面积 , 主要指重、中、轻盐渍土地面积 ; S 为土地总面积。

景观综合指数在农业上的意义如表 2.4 所示。

表 2.4 景观综合指数的农业意义

F_c	干旱类型	农业生产上的意义
>0.5	严重干旱,荒漠	不灌溉不能从事农业
$0.5 \sim 0.3$	干旱,草原化荒漠、半荒漠	旱作极不稳定,产量很低
$0.3 \sim 0.1$	半干旱,草原	旱作稳定性较差,产量波动大
<0.1	半湿润、湿润,森林、草甸	旱作能获得稳定,产量亦高

3 中国干旱区

在诸多干旱因素的综合作用下 , 我国的干旱区域主要形成于西北区域和青藏高原的北部和西北部。以绿洲为研究对象的区域研究 , 仍然应该着眼于地域综合体的区域分异及其地域结构特征 , 进行相应的区域划分 (地域区划) 我国干旱区域在演替长河中 逐步分异出各具特色、级别层次高低有别的地域类型 , 据此可将其划分出不同的区域单位。

过去 , 我国对干旱地区的区划研究 , 大多以西北干旱区为地域单元 , 在论述上或包容于全国性的区划研究 , 或包容于各省区的综合研究。以西北干旱区和青藏高寒干旱区融合起来进行整体区划研究的尚不多见。

3.1 分区原则

任何意义上的分区研究 , 其方法都是按一定的原则和指标 , 依据区域特征相似性和差异性进行的。所划分的区域单位 , 内部应是相似性最大、差异性最小 , 因而其发生规律和利用改良措施最为一致。为认识绿洲发生发展规律 , 为绿洲建设服务的干旱区区划应该依其地域空间上的差异确定其划分原则。

3.1.1 景观综合分析和主导因素相结合的原则

任何区域在性质上都具有区域整体性和综合性的特点。在人们的认知上 , 这种整体综合性被称为地理景观 , 在学科术语上被称为自然综合体。因此 , 景观是一种能反映地域特征的综合概念 , 其整体特征是其组成要素地貌、气候、水文、植被、土壤以及人类活动相互作用的结果。一定区域景观格局是相同的 , 而不同区域间景观格局是不同的。根据景观综合格局的差异 , 可以将中国干旱区划分出不同的区域单位。当然 , 各地理要素在区划单位上所起的作用有所不同 , 往往是其中一两个要素起着决定和主导作用 , 所以在分区时还要考虑主导因素原则。一般而言 气候主要是水分和温度 和地貌在反映地域特征上起着检验即 “ 镜子 ” 的作用 , 可以从这些因素分析中去寻

找一个或几个起主导作用的因素。这样做，也便于对区域质量和数量进行检验并进行界线的划定。

3.1.2 多级划分的原则

由于区划分类单位的相似性和差异性是相对的，也由于地域系统具有尺度分异规律，因此区划系统应是多级的，划分出来的区划单位从高级至低级其地域内部相似性逐级增大、差异性逐渐减小。但是，为了便于应用和避免繁琐 区划分级又不宜过细 不宜无限度地划分。就干旱区而言 从认识绿洲分异规律而言，一般分两三级便能满足应用之需了。本书按三级划分，第一级为干旱区，第二级为干旱地区，第三级为干旱亚地区。

3.1.3 为绿洲生产和发展服务的原则

任何学科的研究，其目的都是为了应用。干旱区域的划分，首先是为了认识绿洲发生发展的地理环境，了解不同区域的基本地理特征；其次是为了掌握绿洲发生机制、发展规律；第三是为了掌握绿洲资源，为因区制宜制定绿洲发展规划和干旱区域的可持续发展设计服务。

3.2 干旱区划

为什么要对我国干旱区域进行等级的区域划分呢？这是由于地域本身有其客观差异。划分不同区域类型的主要依据是：① 地域辽阔。我国干旱区域包括大兴安岭以西 燕山—吕梁山—秦岭以北 以及青藏高原北部等广大区域 面积合计约 500 余万 km² 占国土面积的 52.1%。在这广阔的地域上，地理环境具有显著变化，绿洲的发生发展具有强烈的地域分异，因而必须进行分区，以反映其客观实际。② 干旱程度分异显著，具有从东至西由半干旱→干旱→极干旱的强烈分化，在绿洲特性、绿洲结构及其功能上得到充分的反映。③ 人类活动影响明显，干旱区区划有利于因区制宜制定绿洲区域发展规划。

考虑到中国地势结构和自然环境的最主要差异，同时考虑到目前最广泛采用和最被认可的中国自然区划方案，中国干旱区划，首先从第一级大区上划分出西北干旱区和青藏高原干旱区 然后在其下按“地区”命名 以干旱程度划分为半干旱地区、干旱地区和极干旱地区等第二级区划单位；其下按温度类型差异划分出暖温带、温带、亚寒带等第三级区划单位。这一区划系统无疑与以往的全国综合自然区划系统有所不同。自然区划系统是在三大自然区下按温度差异划分自然地区，然后再按水分条件划分自然区和自然地带。而干旱区的区域划分，由于突出的是干旱类型，同时也是只反映干旱区本身的分异，不像全国综合自然区划那样要反映引起南北分异的温度的作用，所以在分级差别上，干旱区首先考虑干旱程度，而后才考虑温度地域分异 其分区系统如表 2.5。

表 2.5 中国干旱区分区系统

大 区	地 区	亚 地 区
1. 西北干旱区	1.1 内西北(贺兰山以东)半干旱地区	1. 1. 1 西辽河温带干草原亚区 1. 1. 2 内蒙古高原温带干草原、荒漠草原亚区 1. 1. 3 鄂尔多斯高原温带干草原、荒漠草原亚区 1. 1. 4 黄土高原北部温带干草原亚区
	1.2 外西北(贺兰山以西)干旱极干旱地区	1. 2. 1 阿拉善高原温带荒漠亚区 1. 2. 2 准噶尔盆地温带荒漠亚区 1. 2. 3 阿尔泰山温带山地草原及山地森林亚区 1. 2. 4 天山山地温带山地草原及山地森林亚区 1. 2. 5 塔里木盆地暖温带荒漠亚区
2. 青藏高原干旱区	2.1 羌塘高原高寒半干旱地区	2. 1. 1 羌塘高原、青南山地高寒(温)带草原亚区
	2.2 藏北山地与柴达木盆地干旱极干旱地区	2. 2. 1 柴达木盆地温带荒漠亚区 2. 2. 2 阿里—昆仑山高寒带荒漠亚区

注根据《中国自然地理总论》整理，科学出版社，1985年版修订。

第二节 荒漠化过程

干旱地区从形成之初就存在着两个既相互依存又互相对立的地理过程，即荒漠化过程与绿洲化过程。绿洲化过程总是与荒漠化过程相伴而生、相对立而存在，是荒漠化过程在局部地域的一种逆转。因此，要深入理解绿洲的产生与绿洲化过程，首先对荒漠的形成与荒漠化过程本身进行了解是必要的。

1 中国干旱地区形成的基本过程

我国现代干旱地区（含半干旱地区）面积广阔，主要分布于包括内蒙古中、西部地区在内的西北六个省区。在这广阔的地区，地理过程主要为荒漠化所控制。

如此辽阔的干旱地区，其形成和演变经历了一个漫长的古地理过程^[1]。第三纪初，我国北方尚为行星风系环流所控制，气候属亚热带，地域广阔，内部差异不甚显著。但始新世初期后，板块活动使燕山运动之后长期处于相对稳定的中国大陆及延伸于西部地区的古地中海开始活动，和缓的拱曲运动普遍出现，并逐渐增强，发展成为闻名于世的喜马拉雅造山运动（以下称喜山运动）。喜山运动的逐渐加强，特别是渐新世后期强烈的拱曲褶皱和断裂，并伴有大面积的玄武岩喷发，使地中海与中亚浅海不断抬升并逐

渐消失，最终使我国西藏地区与印度次大陆缝合，欧亚大陆扩大，大陆性气候渐强，大陆与海洋之间水热的对比关系发生了本质的变化，以致原有的行星风系环流逐渐为季风环流所取代，使中国大陆特别是北方大陆的气候与景观特征产生了很大的变化。青藏高原的连续隆起与喜马拉雅山脉的形成，大大强化了季风环流，加之随后两次冰期的到来，最终根本性地改变了中国大陆尤其是北方大陆的水热气候特征，从而使我国北方地区进入一个以干旱为特征的地理环境新时期。这一过程大致可以分为以下三个时期。

1.1 森林化过程时期——早第三纪湿润期

这一过程更早可推至中生代的中后期，但本文主要侧重于第三纪以来的地理过程的变化。因此，在新生代本过程主要指早第三纪这一地质历史时期。

早第三纪初期的我国北方大陆，由于白垩纪后期以来地壳构造运动相对转弱，地表剥蚀夷平作用成为主要的外营力，地势趋于平坦，古地中海——特提斯海仍占据我国西南广大地区。大气环流受行星风系控制，平缓而稳定，气候分带不甚明显。在热带地区，大气增温形成强烈而活跃的暖气团，沿子午线方向向北延伸到极地，导致极地气温增高。因此，当时极地并无冰帽存在，北极海并无结冰，即使 60°N 附近，海水温度也大多超过 15°C 。因此，当时我国北方冬季并无寒冷气团的侵袭，全年保持暖热而湿润的气候。在这种气候条件下，降水丰沛，热量充足，林木葱郁，生物繁盛，大地呈现一派生机盎然的景象。

与中生代相比，早第三纪的植物区系虽然有了很大的变化，但仍有一些有亲缘关系的种类残留下来，广泛分布于我国北方地区，如裸子植物中的松科、柏科、杉科、罗汉松科、麻黄属等，被子植物中的山毛榉科、杨柳科、胡桃科、桦木科、山龙眼科、漆树科、桑科、杨梅科、芸香科等，以及蕨类植物莎草蕨、桫椤属、紫萁属、石松科等。

但自始新世后，早第三纪气候渐有变化，分异加大，虽然高纬地区温度有所下降，但地处中纬度的我国广大北方地区，仍然处于亚热带的气候环境，植被类型基本上属北亚热带落叶阔叶—针叶林，并含有相当数量的常绿阔叶林。山地植被通常为红杉、水杉、雪松、柳杉、银杏、油杉和铁杉等，丘陵与低平地区基本为水青冈、胡桃、杨梅、山核桃、山毛榉、桦、榆以及一些常绿植物（如黄杨、黄杞、樟等）林下常有蕨类的紫萁及层间植物海金沙等。只是到了早第三纪后期渐新世，气温进一步降低，森林中适应寒冷气候的云杉、冷杉、落叶松、金钱松等成分才逐步增多。但低山和平地一带，仍然分布有铁杉、银杏、山核桃、栗、榆等，常绿树已少见。此时植被已向暖温带落叶阔叶林方向演变。

与中生代相比较，早第三纪的动物界有重大的变异。其根本点在于中生代兴盛一时的爬行动物为哺乳类所取代，如称霸于中生代的恐龙几乎是突

然消失，只有少数个体较小的鳄鱼、龟、蛇、蜥蜴等爬行类遗留下来。这种变化的原因，除某些偶然因素外，与第三纪早期生态环境的变化有重要关系。哺乳类动物自然填补了爬行类所腾空的新环境。早第三纪在我国北方常见的动物主要有哺乳类的古老三齿兽、古老脊齿兽、灵长目的狐猴、食肉目的鬣齿兽以及古老的奇蹄类与偶蹄类动物，如内蒙古一带出现的钝甲目中的冠齿兽、与猪相似的原始偶蹄类—石炭兽、食肉类的安特鲁兽、恐角兽、内蒙古戈壁兽以及森林中栖息的原始古马、真板犀、原始犀牛、俾罗支兽等。在早第三纪动物的演化中，随着环境的变化，古老的哺乳类、有蹄类已渐为新的奇蹄类、偶蹄类、长鼻类种群所代替，并且啮齿类、灵长类至渐新世有新的发展。

纵观早第三纪我国北方的地理过程与地理特征，可概括为以下几点：自白垩纪晚期以来，地壳构造运动相对平稳，地表经长期剥蚀夷平，呈准平原状态。②气候主要为行星风系环流所控制，北部多受西风环流影响，湿润多雨；但南部夏季为亚热带高压所占据；西北地区盛行东北信风，相对干燥温凉。全境除西北地区（新疆、柴达木盆地、甘肃西部）为亚热带稀树草原外，其他地区均属森林环境。植被类型主要包括亚热带针阔混交林、混有较多亚热带成分的暖温带针阔混交林。整个生态环境温暖而潮湿，土壤富含有机质，植被良好，水土流失现象微弱，河流遍布，河谷宽阔而平坦，流水清澈。

岩石风化作用旺盛，风化壳深厚，土壤的物质淋溶过程明显，地表可溶性盐大多被淋洗，富铁质化。由于所处环境温度较高，地壳物质氧化作用强烈，因此大多呈红色或红棕色。

由此可见，早第三纪我国的北方并无干旱，土地基本上处于一种生态环境相当良好的森林化过程时期。但其变化趋势是逐渐趋于温凉而干旱，这种趋势至晚第三纪就更明显了。

1.2 草原化过程时期——晚第三纪与早更新世半干旱期

早第三纪渐新世后开始的最重要的地理事件是喜马拉雅运动以比以前更广阔、更剧烈的气势进行着。古地中海大幅度抬升而成为高原与高山——青藏高原与喜马拉雅山，早期被夷平的地面再度抬起，并伴有大量的断裂，玄武岩、安山岩喷出，覆盖于古老地面。到第三纪末和第四纪初期，青藏高原剧烈隆起，天山、昆仑山、祁连山断块强烈上升，而塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、阿拉善高原相对陷落，接受沉积。

喜马拉雅山与青藏高原逐渐隆起的过程，实际上就是一个逐渐改造我国气候条件、土地特征演变与生态环境变化的过程，尤其是这一过程加速了我国北方地区的干旱过程。

(1) 古地中海的退出，不仅使我国西部地区完全成为陆地，而且使南亚大陆与欧亚大陆联成一片，大大扩大了欧亚大陆的面积，使其更为辽阔。这在很大程度上改变了海、陆间的水热对比关系，使我国西部及北部地区成为

地球上最大的陆地的腹地，大陆性气候必然会明显加强。这种大范围内下垫面性质的变化也将导致整个大气环流的变化。

(2) 青藏高原大幅度崛起，改变了早第三纪的行星风系，并诱发形成了崭新的季风环流，这一环流成为控制我国当今气候的主导因子。渐新世后，喜山运动虽使古地中海变为陆地，但直至上新世时，青藏高原并不高耸，当时海拔高度也仅1 000m左右。直至上新世末与第四纪初，青藏高原与帕米尔高原才大幅度隆起。至早更新世时，其南部边缘高山海拔已达3 000~4 000m，高原面也可达2 000~3 000m。而当时的帕米尔高原可能要高于喜马拉雅山^[12]。这些高山及不断隆起的庞大高原的主体，不可避免地阻碍当时正在盛行的西风环流与越过南亚的暖气团，这种阻碍作用随着高原主体的不断抬高而增强。与此同时，青藏高原的出现，诱发和导致了印度洋西南季风环流的形成。由于西南季风是一个比较深厚的天气系统（厚达6 000m左右），当时的青藏高原及喜马拉雅山尚不能完全阻挡上层气流的翻越，因而使包括柴达木盆地在内的高原陆地尚可受到雨泽之惠，形成一系列的湖盆与河网。另外，当时西伯利亚上空反气旋源地的平流作用，强化了反气旋的发生场，从而也诱发并加强了西伯利亚冬季风的作用。西伯利亚冬季风是一个相当薄的天气系统，大致厚2 000~3 000m，因此很难爬上青藏高原，而受阻于青藏高原北部边缘的山地，如祁连山、阿尔金山等，并被迫偏向东南横越我国东部地区为太平洋低压所吸引实现季节性水热交换。这一交换形势的出现，奠定了我国当时直至现代大气环流与气候的基本格局，加大了东、西部水热条件尤其是水分条件的分异，进而宣告了我国大陆西北干旱、半干旱地区的初步形成。

基于上述地理环境的变化及其影响，我国北方大陆性气候比过去明显加强，气候干燥，加之晚第三纪在世界范围内气温逐步下降，这就引起了生物界的明显变化。这种变化最显著的特征就是落叶阔叶林与针叶林逐渐为暖温带疏林草原（或森林草原）温带草原所代替。在乔木中杉科、柏科大为减少，针叶林以松为主，落叶阔叶林则以榆、桦、杨树等耐温凉植物为主。重要的是，由于地理环境的深刻影响，被子植物尤其是双子叶草本植物在长期的演化中，表现了良好的适应性与可塑性，逐步成为植物群落中的主要成分；特别是禾本科的针茅属，从渐新世就已开始出现，在晚第三纪又有所发展。一个有针茅属参与并同时拥有菊科、百合科、豆科、藜科等草本植物的草原景观，在晚第三纪后期已经形成了。

草原植被之所以能更好地适应干旱和寒冷的环境，是因为：① 草原植物尤其是禾本科植物根系繁茂，地下部分与地上部分的生物量相近，通过发达的根系吸取上层土壤中的水分，以满足植株地上部分蒸腾之需要，水分消耗处于平衡状态；而乔木的生长正好与草原植物相反，地上部分生物量多，水分消耗多，在干旱环境下，植株对水分的需要难以满足。草原植物生活周期短，能忍受严寒的袭击，而树木却不然。草本植物的种子易于散

布和传播，有利于繁殖。

根据地理环境演变趋势及水热条件的分异物证，晚第三纪时我国北方干旱、半干旱区大致可分为以下三个区域：

(1) 温带半干旱草原区。其范围主要包括大兴安岭以西、阴山以北的地区，中新世植物以针叶树和草本植物为主。针叶树中主要是松树，阔叶树有桦、山毛榉、赤杨等。草本植物有菊科、百合科、豆科、藜科、蒺藜科、禾本科等，主要分布在低处。

(2) 暖温带森林草原与干草原区。其范围包括宁夏、甘肃、陕西、山西及内蒙古中西部的大青山、乌拉山以南地区。该区气候温暖，夏季风影响明显，河湖相沉积物相当发育。在张北、集宁、凉城一带中新统喷出玄武岩分布相当普遍。由于气候温暖，加之侵蚀堆积的早第三纪风化物均为红色，故晚第三纪沉积物也多呈红色。

本区属森林景观。但随着时间的推移，环境愈趋干旱，正逐步向干草原过渡。广泛分布有针叶林及落叶阔叶林，林下及林间有大量菊科、百合科、藜科、禾本科及蕨类植物出现。山地植被以针叶林为主，如松、云杉、冷杉等。

(3) 暖温带荒漠草原区。该区主要包括新疆及甘肃河西走廊的西段。本区气候温暖，但降水较少，因此自然环境显示了荒漠草原的特征。在低平地，植物群落以禾本科、菊科、豆科、百合科、藜科等为主要组成。但山地较湿润，有大面积森林分布，主要树种为柳、榆、桦、杨、桦树等。较高山地有云杉、冷杉分布。

天山西部与北部较湿润，有胡桃与苹果林分布。南疆沿河一带尚保存有一些亚热带区系成分，但至上新世、早更新世因气候变冷，而逐渐为胡杨所代替。

为了适应草原化的地理环境，动物群也显示了明显的变化。不少动物种不能适应新的环境而趋于灭绝，而为另一些新的种取而代之。总的的趋势是，大型化的动物种难以适应渐趋干旱而寒冷的环境，如巨大的俾罗支兽几乎全部绝种，爬行类和两栖类也明显减少；一些食草类动物却得到了繁殖的条件，变得兴旺起来，如三趾马、长颈鹿、羚羊、骆驼、牛科等。小型食草类动物（如啮齿类等）也渐丰富。

根据发掘的化石，活跃于我国北方半湿润、半干旱的森林草原—草原—荒漠草原地区的动物主要有：中世纪动物群的谷氏棱齿象、土耳其轮齿象、戈壁锯齿兽、古猫亚科、通古尔鬣狗、内蒙古犬、内蒙古猪、葛氏双角鹿、汤氏皇冠鹿和戈壁安琪马。晚中新世主要为三趾马动物群，包括三趾马、犀牛、骆驼、剑齿象科、鬣狗科、猫科、犬科、鸵鸟、长颈鹿、羚羊和牛科等。上新世动物除三趾马外，还有剑齿象、孔齿象、剑齿虎、无角犀牛、原始鼬鼠、长颈鹿、羚羊、原始獾和中国獾等。

第四纪后，哺乳动物得到发展，且多表现为草原性动物特征，如野牛、三门马、步氏角鹿等。啮齿类动物相当繁盛，如鼠兔、小姬鼠等大量出现。

1.3 荒漠化过程时期——中更新世以后干旱期

如果说自第三纪以来喜马拉雅运动是影响我国自地质构造至地理环境变化的重大地理事件的话，那么自第四纪以来所出现的冰期与间冰期这种具有轮回变化的大气候变化就是这一时期最重要的地理事件了。后一事件的出现，无疑强化了从第三纪开始的我国北方气候逐渐变得干冷的基本趋势。虽然这种趋势自早更新世已经开始，但自中更新世以后，我国北方地区地理环境的干旱特征，比以往任何时候都更突出、更鲜明了^[13]。因此我们认为，中更新世以后，我国北方地区便进入以荒漠化为主要特征的干旱时期。

由第三纪渐新世开始加强的喜马拉雅运动至第四纪以后更加剧烈地进行着，尤其是早更新世末期强烈的构造运动，使青藏高原大幅度隆起，青藏高原平均海拔高度超过3 000m，现代高原的基本轮廓已经完成。地处高原南部边缘的喜马拉雅山更为高耸挺拔，其高度此时足以阻挡南部湿润气流的北上，因此使深处大陆内部的我国西北地区更趋干旱^[14]。

迅速隆起的高原及西部大山，扩展和加剧了中更新世冰期的规模和强度，其明显特征是出现巨大的山谷冰川与山麓冰川，使当时气候干而冷的特征尤为突出。

虽然第四纪以来气候变化显示了冷干与温湿交替多旋回的变化特征，但总的的趋势是冷干的出现愈来愈频繁，持续时间愈来愈长，冷干程度愈趋严重。正基于此，荒漠化过程是这一地质历史时期总的趋势与特征^[15]。

例如，内蒙古中部地区中更新世初期虽然气候较暖湿一点，但随之因受两次大冰期（相当于民德、里斯期）活动的深刻影响，气候干燥，阴山山地较高处或背阴山坡出现永冻现象，植被以荒漠草原与荒漠为主，主要建群种属为蒿属、藜科、禾本科等。阴山以北地区大部分属于寒冷荒漠性质，外营力以剥蚀风化为主，沙砾质洪积物堆积普遍，风蚀强烈，细土被吹扬并成为砾石黄土的物质来源，地面裸露，河流干涸^[16]。

晚更新世前期为间冰期，气候转暖且湿润。本区自然景观大体又恢复为干草原与荒漠草原，在山地局部地方较高处的阴坡有以云杉、冷杉、松等为主要成分的森林。低洼处河流、湖泊发育普遍，河湖相沉积物（如萨拉乌素系）广泛分布且以细沙为主，如鄂尔多斯南部与北部、锡林郭勒中部。这些沉积物为稍后的荒漠化的广泛发展提供了物质基础^[16]。

晚更新世后期经历了第四纪以来最后一次范围广阔的冰期——玉木冰期。由于冰期气候寒冷，海水大量被冻结于两极及大陆山地，海水退缩，大陆海岸线向深海推移。据海洋勘探证明，晚更新世冰期最盛时期海平面下降到低于现今海平面120~160m。由于水面缩小且东移，陆地面积迅速扩大，内蒙古中部地区距离海洋更加遥远，东南季风难以抵达，整个内蒙古乃至整个中国北部地区几乎都经历了一次范围空前广大、程度极其深刻的荒漠化时期。这一荒漠化时期可以看做是我国北方地区荒漠化最具代表性的阶段。

现以内蒙古为例来说明这一时期的地理过程。据研究 晚更新世后期的荒漠化时期，内蒙古中部地区 1月均温大致在 $-35\text{--}25^{\circ}\text{C}$ 比现代要低 $2\text{--}9^{\circ}\text{C}$ 。年均温大体在 0°C 以下 北部地区为 -10°C 左右。内蒙古中部地区年降水量大体在 $50\text{--}150\text{mm}$ 仅相当于现代年降水量的 $30\%\text{--}40\%$ 。由此可见，正处冰期的晚更新世的气候完全属于典型的荒漠气候，其降水量虽与现代阿拉善地区大体相同，但其热量却远远低于现代的阿拉善地区。由此可见，就景观特征而言，当时这一地区似应比现代阿拉善地区还要荒凉，地面裸露 物理风化强烈 风蚀作用显著 沙砾遍布。应该认为 阴山南北最早的一些风积沙地 赘如浑善达克、毛乌素、库布齐等沙地 都主要形成于这一时期。而分布于沙漠外围的黄土分布区的马兰黄土，正是此荒漠化时期的“副产品”^[17]。晚更新世后期在内蒙古高原北部邻近边境一带地区，由于气温低、接近北方冻土带，出现永冻现象；内蒙古高平原地面流水侵蚀作用微弱，几乎完全为干旱剥蚀作用所代替，地面细粒物质被吹扬风蚀，基岩裸露，沙砾四起。

由于晚更新世后期黄河水位下降，早期沉积的冲积—湖积物为强劲的西北风所搬运，于是形成沿黄河走向分布的大面积风积沙带，大体覆盖于黄河二、三级阶地之上 这即是最早的库布齐沙漠^[18]。

鄂尔多斯毛乌素洼地沉积有深厚的河湖相沉积物，即所谓萨拉乌素系，其上层经历吹蚀与堆积，这即是毛乌素沙地风积沙的主要来源^[19]。

阴山南麓的土默川一带，晚更新世早期流水还相当活跃，河网密布，湖泊、沼泽到处可见。但在后期 随着整个气候条件的变迁 这一带也在很大程度上干旱了，土壤盐渍化明显。

我国内陆西北干旱区，在中更新世后，由于青藏高原隔绝了它与印度洋西南季风的联系，太平洋东南季风又难以到达，几乎完全处于一种封闭状态，因此荒漠化程度尤甚。但分布于西部地区的一系列大山，如祁连山、天山、昆仑山等 因受喜山运动的深刻影响 上升显著 普遍发育有丰富而巨大的冰川，因此在山地沟谷与山麓地带堆积有深厚的冰碛石层与冰水沉积物，如祁连山山麓—河西走廊酒泉砾石层就厚达 150m 以上。一些盆地受山体抬升的影响，也相继抬升，如柴达木盆地就是一个构造抬升的盆地。盆地抬升后河流萎缩 湖泊、沼泽面积减少 风蚀与风积作用强盛 各种类型的沙丘遍布；湖泊多成为区域性的积盐中心，化学沉积普遍^[20]。

晚更新世时，西北内陆干旱进一步发展，到处是一派典型的荒漠景观。河西走廊、天山南北山麓地带戈壁遍布 新月形沙丘、沙土链、沙垄、金字塔形沙丘广布于古湖积—冲积物之上。一些未经风蚀的冲积—湖积物所构成的原始地面 经风蚀破坏后 常以岛状、残墩状等风蚀地形存在。湖泊或冲积—洪积扇前缘的湖沼化学沉积，如石膏、芒硝等沉积普遍。一些裸露的山地剥蚀作用强烈 残积物十分发育 多呈岩屑状^[20]。

塔里木盆地丰富的河、湖相沉积物在第四纪初已开始形成风积沙丘，至

晚更新世已发展成为浩瀚的塔克拉玛干沙漠了，东北与中心部分高达 50m 以上的复合型大沙丘链分布普遍。此时的准噶尔盆地沙漠也极力扩展。

从植被来说 内蒙古贺兰山以东地区 中、晚更新世植被以典型草原、荒漠草原与荒漠为主。冰期到来 植被中荒漠成分明显增加 间冰期时 针茅与禾草草原成分加大，低洼处常有沼泽、草甸及盐生植被，主要成分为菊科蒿属、藜科猪毛菜属、碱蓬属、盐爪爪属、梭梭属、百合科葱属、豆科锦鸡儿属、禾本科针茅属、柽柳科、麻黄科等。

阿拉善地区，植被以荒漠为主，占优势的植被为猪毛菜、琵琶柴等植物群系 具有代表性的植物种有琵琶柴、绵刺、泡泡刺、猪毛菜、短叶假木贼、梭梭、霸王等。沙地植被以蒙古沙拐枣、白沙蒿等占优势，低洼处也有盐生植被，如盐爪爪等，禾本科芨芨草等在盐化土地上可生长。

北疆准噶尔盆地的植被主要为灌木荒漠，建群种以琵琶柴、铁线莲、白梭梭、黑梭梭和麻黄等为主 低洼和平地较温湿处生长有芨芨草、芦苇等 山前洪积扇前缘常有榆树疏林，沿河道有胡杨疏林分布^[21]。

南疆塔里木盆地属极端干旱环境，植被为典型荒漠，主要种属有琵琶柴、合头草、白刺、无叶假木贼、膜果麻黄等。洪积扇边缘或河漫滩上为草甸群丛，但种属组成极有限；温带典型的广生性植物种——芦苇分布极为广泛 盐生植物分布普遍 主要有圆叶盐爪爪、盐穗木、柽柳等。河流沿岸及河滩常有胡杨及灰杨生长。

气候的逐渐干旱使荒漠化程度不断加剧，我国北方动物群也有很大变化。晚更新世前期以萨拉乌素动物群为代表，主要有王氏水牛、河套大角鹿、披毛犀、野驴、野马、野猪、蒙古鹿、普氏羚羊及多种啮齿类 属草原群落 这大概与萨拉乌素当时处于一种水草丰盛的湖群环境有关。但晚更新世后期，荒漠化急剧发展，有一些动物种类渐渐消失（如晚更新世后期原在萨拉乌素生存的哺乳类竟有 33.3% 已绝迹），一些类群也迁徙离开了当地 得以继续生存繁殖的仅为一些较适应干旱环境的动物，如野驴、双峰驼、鸵鸟、刺猬、五趾跳鼠、子午沙鼠等。

随着最后一次冰期的逐渐消失，除高山和高纬地区外，永久冻土渐渐消融 气温上升转暖 海面上升 东部季风区降水增多。一些早期的沙漠渐被固定 如内蒙古东部的科尔沁沙地、浑善达克沙地、毛乌素沙地等 植被都得到了较好的恢复，禾本科在内蒙古中东部地区逐渐成为植被的主要成分，贺兰山以东基本为草原所代替，大体显示了现代的自然景观特色^[22]。

1. 4 干旱地区的形成与荒漠化过程对现代环境特征的影响

现代干旱地区的存在与荒漠化过程是古地理过程的延续和发展。虽然在一些方面发生了不同程度的变化，但从区域地理的总体特征看，却是与历史过程一脉相承的。古地理过程为现代地理过程提供了发生学上的依据。从我国干旱区看，古地理过程对现代环境特征的影响主要有以下几个方面：

(1) 古地理过程的进行，为现代地貌特征奠定了基本轮廓。祁连山、天山、昆仑山受喜马拉雅运动抬升 成为高峻的大山 而塔里木盆地、准噶尔盆地、河西走廊却相对下陷 接受沉积。阴山以北与鄂尔多斯高原、阿拉善高原被长期剥蚀夷平，呈明显的准平原化高原。古老的阴山断块抬升，成为高度大体一致的侵蚀—剥蚀中山。银川平原、河套—呼和浩特平原均在断陷基础上接受深厚沉积而成为辽阔的平原^[23]

(2) 第四纪以来所形成的季风环流格局，成为控制本区气候的主要因素。现代土地干旱、降水量少、气候温和、径流稀少和地面蒸发量大等特征，基本上是古气候特征的延续^[24]

(3) 土地单位面积生物产量低。由于长期受干旱环境的深刻影响，植被类型较少，覆盖度很低，尤其是贺兰山以西，现代的荒漠特征与晚更新世后期保持了明显的一致性。仅内蒙古中、东部地区 受现代东南季风的影响 稍趋湿润 植被以草原为主 种群明显较西部丰富。但总体上看 单位面积的生物产量较低。

(4) 土地特征明显受古地理过程的深刻影响。土地本身不可避免地打上了古地理过程的烙印。这主要表现在土地的一些基本特征上，如土壤中含C、N量较低，钙化现象十分突出，盐渍化普遍，地面组成物质粗粒化明显等。这些不仅是现代地理过程的产物，同时也是现代地理过程与古地理过程共同作用的结果。

(5) 荒漠化过程为绿洲化与绿洲的形成作了准备，为人类对绿洲的开发提供了物质基础。从总体而论，自第三纪晚期以来，中国北方的荒漠化愈趋严重。但地貌的分异导致数量不多的降水在广大干旱地区分配不均衡，这就使某些局部地段水分较为充分；尤其是中国西部多大山，海拔均在5 000m以上，分布有数量巨大的高山冰川，这就成为西部广大地区的季节性水源，也是西北各大内流河流的水量补给来源。这为干旱地区绿洲化与绿洲的存在提供了最重要的水源保证，从而形成了我国最早的沿塔里木河、孔雀河、和田河、疏勒河、石羊河、额济纳河、黄河、居延海、博斯腾湖、乌梁素海等河湖分布的原始天然绿洲，为我国西部干旱地区人类的活动提供了有利条件，为西北干旱地区的人民一代又一代地生存与繁衍作了准备。

2 荒漠化过程及其基本特征

荒漠化过程是干旱地区最主要的一种地理过程。由于它对环境的影响极其深刻而广泛 因而历来为人们所重视 尤其是本世纪 70 年代内华罗世界荒漠化会议(UNCOD,1977)以后，在世界范围内展开了对荒漠化问题系统而深入的研究，这无疑提高了人们对荒漠化的危害及其防治的认识。基于荒漠化问题的严重性 在 1992 年 6 月的联合国环境与发展大会上荒漠化被列入《21 世纪议程》 并且各成员国于 1994 年 10 月在巴黎签署《荒漠化防

治国际公约》。荒漠化作为全球重要的环境问题正为世界各国所重视。

2.1 荒漠化的概念

在中国较长的时间里，荒漠化(Desertification)被部分学者理解为沙漠化，1977年以前常将其理解为“沙丘入侵”。直到1977年联合国荒漠化问题会议才对它的含义有了突破，进一步把人为活动与各种营力过程对土地生产力造成的损害与环境退化联系起来，从而认为“荒漠化乃是土地生产潜力衰退与破坏，最终导致出现类似荒漠景观的生态系统退化过程”。1992年2月联合国环境总署在内华罗召开的荒漠化评估会议上，分析总结了自70年代以来土地荒漠化的现状与趋势，对荒漠化有了更进一步的理解，明确“荒漠化即由于人类不合理的活动所造成的干旱半干旱及具有干旱的半湿润地区的土地退化”。在1992年联合国环境与发展大会上又补充为“荒漠化是各种因素所造成的干旱半干旱和具有干旱的半湿润地区的土地退化，其中包括气候变化和人类活动”。联合国环境与发展大会对荒漠化概念的这一补充，具有极为重要的意义。因为在此之前人们把荒漠化仅限于“人类不合理的活动所造成的‘土地退化’”，而这一补充则强调荒漠化是“各种因素所造成的”，这就包括荒漠化形成的大背景——气候因素的变化，这是自然变化的结果。因此，这一概念比以前更准确、更全面，因而更能反映事物的本质。

这里对荒漠化含义的理解，需要强调以下几点：

(1) 导致荒漠化的因素既包括人类活动所带来的负面影响，又包括大气候趋于干旱的总趋势，是一种自然因素与人为因素的综合作用。当然，也不排除在有些地方某种因素对荒漠化的形成起着更显著的作用。

(2) 荒漠化主要是指干旱地区的土地退化，或更扩大些，还包括半干旱地区与半湿润易旱地区的土地退化。总之，荒漠化是一种严重缺水的大背景下的土地退化。有些人把湿润地区的土地退化也包含在荒漠化的概念之内，这显然是不妥当的，因为这两种土地退化的原因、过程与治理手段都不相同。如果把湿润地区的土地退化也可理解为荒漠化，那就无异于说：地球上任何地区的土地都是荒漠化。这实际上等于否定了荒漠化的特殊性，也就否定了荒漠化本身。

(3) 荒漠化是一种含义广泛，类型多样的土地退化。其范围包括热力作用下的剥蚀风化、风力作用下的土壤侵蚀(风蚀、地表砾质化和沙质化、片状流沙的堆积与移动及沙丘形态的变化与发展)、土壤盐渍化、碱化、地表流水侵蚀(地表水土流失、地表裸露、沟谷切割等)。其本质是土地肥力明显递减，土地生产潜力衰退，单位面积上的生物产量降低，环境及生态系统遭受破坏。

2.2 荒漠化过程及其类型特征

荒漠化过程是干旱、半干旱、半湿润地区，在包括人为因素在内的多种动力因素作用下的土地退化过程。而人为因素导致的土地退化通常指不合理地利用上述地区的自然资源 导致水、土、生物资源的破坏 环境恶化 致使土地退化。荒漠化的本质特征是土地单位面积生物产量低（或正在不断降低），土壤有机质累积少，地面物质活动性强，生态环境极其不稳定与脆弱。形成上述特征的具体过程大致有以下几种类型：

2.2.1 剥蚀风化过程

剥蚀风化过程是一种物理风化过程。在干旱环境下，裸露于地表的基岩在阳光直接照射而受热情况下，由于组成基岩的各种矿物成分的比热不同，热胀冷缩反应各异，且岩石表面与岩体内部受热情况也不一样，因而造成了岩体内外、各矿物成分之间的反差与矛盾 导致岩体破裂。日久天长 岩体终成岩屑 风化破碎 就地残积、坡积 或为季节性洪水所搬运 以洪积物的形式堆积于较低洼处。剥蚀风化的产物一般分选、层理较差 石砾多带棱角 其化学成分无明显变化。这是干旱荒漠、半荒漠地区最常见的一种自然过程。

2.2.2 风蚀过程

风蚀过程是指在干旱、半干旱(半湿润)条件下风对地面物质的吹蚀、搬运与堆积的整个过程。

2.2.2.1 吹蚀过程

这是狭义的风蚀，指风与风沙流对地表物质的吹蚀和磨蚀作用。影响风蚀作用及其过程的因素主要为近地面（离地面 1m 高处）风力(风速)的大小、风沙的含量、地面粗糙度、土壤性质及顺风向的地面长度等。

风蚀的长期作用，最终会形成各种风蚀地貌。其中分布面积最广的就是砾质荒漠（戈壁），而散布于戈壁表面的通常是经风沙长期磨蚀而形成的风棱石。其余常见的风蚀地貌还有山坡岩壁上的风蚀石窝、风蚀蘑菇、风蚀柱、风蚀残丘等，规模较大的风蚀地貌还有风蚀谷、风蚀洼地等。

2.2.2.2 搬运过程

搬运过程就是风力把风蚀物质搬离原地的过程，即在风力作用下地表组成物质以表层蠕移、跃移与悬浮的形式产生位移。这种携有风蚀物质的运动气流，称为风沙流。据研究，在我国沙漠地区，一般干燥裸露的沙质地面，风力要使沙子起动并形成风沙流，离地面 2m 高处的风速需达 5m/s 以上才有可能。

风力对沙粒的搬运有其特殊的结构(风沙流结构)研究结果表明 绝大部分的沙量(90%以上)是在离地面 30cm 高度内通过的，尤其集中在近地面 10cm 以内(60%~80%)。

2.2.2.3 堆积过程

当使地面物质（以沙粒为主）产生搬运的风力减小时，所搬运的物质将

不可避免地以不同形态产生堆积。最常见的风积地貌是各种形态的沙丘，如新月形沙丘、沙丘链、格状沙丘、蜂窝状沙丘、沙垄、金字塔形沙丘、穹状沙丘等，以及不同沙丘上都可见到的沙波纹、沙脊等。

黄土是被风力以悬浮形式搬运最远的堆积物。我国广布于陕、甘、宁地区的黄土高原就是一个相当长的地质时期风蚀—搬运—风积的特殊产物，也是一个时期荒漠化的明显标志。

风蚀过程的结果必然导致土地的沙漠化甚至戈壁化(砾漠化)使一些地段被侵蚀，一些地段有堆积 土壤肥力减退 土地生产力迅速降低 人民生活贫困化。

2.2.3 盐渍化过程

盐渍化(含碱化)是荒漠化的重要特征之一 普遍发生在干旱、半干旱地区，尤其是地下水位较高的地段表现更为典型。这是一种因土壤含有过多的可溶性盐类或代换性 Na^+ 而导致土壤性质恶化的过程，它使土壤肥力减退，土地退化，生产力降低。干旱地区，导致土地盐渍化的主要途径是：

(1) 地下潜水位较高，矿质化地下水借毛管上升作用升至地表，水分蒸发后 可溶性盐累积于表层 以至于影响植物正常生长 造成盐渍化。这种盐渍化与地下水位高低、土壤质地、地下水矿化度与土壤水分蒸发强度有关。

(2) 由季节性降水或山洪形成广泛的地表径流，径流经过的地段所含的可溶性盐类逐渐为水分所溶解，并被携带至山前平原或地形较低洼处。当水分蒸发后 盐分逐渐浓缩析出 残留在土壤上部 导致盐渍化。

(3) 残余 原生 盐渍化。当富含盐分的基岩(主要是沉积岩)经长期风化成为母质后，原基岩中的盐分就转入土壤中，使土壤成为盐渍化土壤。这种类型的盐渍化只能在气候变干、地面淋溶作用很弱的情况下才可发生。地下水对盐分的累积不起任何作用，这在我国新疆噶顺戈壁东南部与准噶尔北部第三纪地层构成的剥蚀残丘和高地均可见到。残余盐渍化的发生还有一种情况：在古老冲积平原上，原先在地下水作用下盐分在土壤中的一定部位聚积，后由于河流或湖泊的变迁，侵蚀基准面下降，以致完全脱离地下水的影响，原形成于土壤中的含盐层就成为一种残余盐渍化的形式了。在极端干旱区，还有一种特殊的盐渍化途径：由于气候极其干旱(年降水量一般小于 50mm)，地面母质经风化后，可溶性盐淋溶极其微弱，通常在地表以下 10 ~ 20cm 处聚积，经长时期的弱淋溶聚积作用，其可溶性盐含量可由 1%~2% 升到 20%~30% 甚至 40% 并可成为坚硬的盐盘。这种类型的盐渍化除与母质(基岩)成分有关外 还与气候有关 气候越干旱 其含盐量愈高。

(4) 生物盐渍化。在干草原及荒漠区 深根性或喜盐 耐盐 植物 从土壤深处及地下水中吸取水分和盐分。当植物死亡后，有机体分解又使盐分回归到土壤中，使土层上部聚积盐分，导致盐渍化。

(5) 次生盐渍化。由于不合理的灌溉及渠道的渗漏，在灌水量过多和排水不良的情况下 地下水位迅速升高。地下水离地面愈近 蒸发愈强烈 盐分

则迅速聚积于土表，导致不同程度的次生盐渍化。次生盐渍化是绿洲灌区主要的危害之一。

由上可知，影响干旱区盐渍化过程的因素主要是气候、地下水的埋深与矿化度、地形、母质（或基岩）的成分、土壤的机械组成等。气候愈干燥、地下水埋深愈浅、矿化度愈大、地形愈低洼、母质含盐分愈多、土壤机械组成愈细，盐渍化程度通常愈高。

2.2.4 钙化过程

钙化过程是指在干旱、半干旱地区， CaCO_3 与 CaSO_4 在土壤上层中一定部位聚积的过程。 CaCO_3 与 CaSO_4 在土层中的积聚是气候干旱的结果，也是荒漠化程度的一种标志。 CaCO_3 的积聚，在半干旱地区表现得尤为突出。土体中的 CaCO_3 在一定强度的降水条件下表现出不彻底的淋溶现象，上部土层中的 CaCO_3 为雨水淋溶至表层下 30~70cm 处以斑块状、菌丝状、结核状等形式淀积，其含量一般在 5%~6% 至 30%~40%。气候愈湿润、降水量愈多，其淀积部位愈深、含量愈少；随着气候干燥度的增大和降水量的减少，淀积部位逐步上移，直至典型荒漠区显示出 CaCO_3 的表聚现象。而 CaSO_4 在半干旱地区土层中无明显积聚。但随着干旱程度的增加， CaSO_4 起初是以粒状、斑点状在土层较下部出现。干旱程度愈高，其积聚部位也愈高。在年降水量不足 100mm 的典型荒漠区， CaSO_4 则以蜂窝状、纤维状结晶体在土层 20~50 甚至 60cm 处成层出现，含量一般在 5%~6% 至 20%~30%。在年降水量不足 50mm 的极端干旱区， CaSO_4 可以在地表以下不足 10cm 的土层中出现，显示了极端荒漠化的特征。

CaCO_3 与 CaSO_4 在土体中不同部位不同程度的积累，都使土壤性质变坏，除使土壤 pH 偏高外，还使土壤物理性质变差。其主要表现为：土壤板结、淀积层坚实，对植物根系发育极为不利，土壤渗透性能差，不仅导致土体干燥、含水量低，也易于造成水土流失，使土地生产力水平降低。

2.2.5 侵蚀过程

这里的侵蚀过程是指流水侵蚀过程。干旱地区降水虽少，但比较集中，多以阵雨、暴雨形式降落，对地面仍然会产生不同形式的侵蚀破坏，造成水土流失。

干旱区的流水侵蚀，主要包括溅蚀、坡面冲刷、沟壑侵蚀与河流的侵蚀等。溅蚀是雨滴对干燥地面的激溅，可使地面泥沙松动，为泥沙的流失作了最初的准备。当降雨达到一定强度时，将产生坡面水流，对已松动的土粒进行坡面冲刷。这种含有一定数量泥沙的水流，当遇到某种障碍物（如石块、草丛等）就会分异兼并，产生许多小股流。小股流持续侵蚀的结果是形成最初的浅沟，然后浅沟进一步发展为切沟、冲沟，使地面破碎、泥土流失。干旱山区由于多暴雨，常形成泥石流，即携有大量泥沙、石块等固体物质的山洪突然爆发，凶猛异常，具有相当大的破坏性。侵蚀过程的结果是使一些低平的地段产生堆积。洪积物（如洪积扇、洪积裙、山前洪积平原）是干旱地区最常

见的流水沉积物，尤其是丘陵山区山前地段最为普遍。干旱地区的河流无论就数量、长度还是就水量而论均偏小。但由于我国干旱地区多高山且普遍发育有数量众多的山地冰川（这是珍贵的固体水源）。随着每年春夏的增温，冰雪融化形成径流，流出山地，发育为冰水补给的河流，如石羊河、疏勒河、黑河、叶尔羌河、孔雀河、克里雅河、策勒河、木札尔特河等数百条河流。这些河流不仅为当地补给了较充足的水源，而且通过这些河流的侵蚀、搬运与沉积，形成较广阔的冲积平原，为绿洲的形成与发展奠定了重要的基础。

第三节 绿洲化过程

1 绿洲、绿洲化与绿洲化过程的概念

绿洲、绿洲化与绿洲化过程是绿洲系统的一组既相互密切联系，又彼此独具含义的概念^[27]。

1.1 绿洲的概念

绿洲常常又被人们称为沃洲或沃野、绿岛、泽园、盆原。新疆维吾尔族称之为“博斯坦”。英语 Oasis（绿洲）源于希腊语，古希腊人将利比亚沙漠中特别肥沃、富裕可供“住”（Oweh），“喝”（Saa，科普特语）的地方称为 Oasis（复数 Oases）。

《辞海》将绿洲定义为“荒漠中水草丰美，树木滋生，宜于人居住的地方”并说明绿洲“一般见于河流两岸，泉井附近以及受高山冰雪融水灌注的山麓地带”（上海辞书出版社，1989）。《地理学辞典》也阐明绿洲为“荒漠中水源丰富，可供灌溉，土壤肥沃的地方”并进一步说明绿洲“分布在大河附近，洪积扇边缘地带，井泉附近及高山冰雪融水灌注的山麓地带，呈带状、点状分布。绿洲上植物生长良好，与周围戈壁、沙漠景观截然不同，犹如沙漠中绿色的岛屿，故名”（上海辞书出版社，1983）。《环境科学大辞典》也表述了与《地理学辞典》大致相同的论点。《简明大不列颠百科全书》认为：“绿洲是沙漠的沃土，终年水源不断。绿洲大小不一……有天然水或灌溉的土地。绿洲的水源大多来自地下；泉水和井水由沙岩含水层补给，其受水区域可能远在800公里以外。”

我国学者近些年来在系统研究的基础上也对绿洲进行了论述与概括。如张林源认为：“绿洲是一种独特的地理景观，指在干旱荒漠中有水源，适于植物生长和人类居住，可供人类进行农牧业和工业生产等社会经济活动的地区。”（《中国的沙漠和绿洲》，1994）。陈隆亨认为：“绿洲是荒漠中水草丰美或农业发达、人类社会繁荣的地方。”他指出，绿洲必须具备三点：① 在荒

漠(包括半荒漠)地区;②有水源条件;③生长繁茂的中生、湿生或水生植物或有人类聚居从事农业、工业生产与社会活动。韩德麟将绿洲定义为“荒原中有稳定的水源可供植物良好生长或人类聚集、繁衍的生态地理区域”(《关于绿洲若干问题的认识》,1955)。

上述诸家对绿洲的理解,尽管表述措辞各异,但都强调了如下几点:在干旱地区(或荒漠、半荒漠地区);②有稳定的灌溉水源;③适合于植物(或作物)良好生长;④有人类从事农业、工业或社会活动的条件。

根据现代研究者对绿洲的系统研究以及绿洲建设的实践,我们的理解是:绿洲是干旱地区具有稳定水源对土地的滋润或灌溉,适于植物(或作物)良好生长,单位面积生物产量高,土壤肥力具有增强的趋势,适于人类从事各种生产及社会活动的明显区别于周围荒漠环境的独特地域。

这里需要强调说明以下几点:

(1) 绿洲必须具有稳定的水源补给。没有稳定的水源就不可能有绿洲,因此绿洲总是和河流、湖泊、泉水联系在一起的。这些水流可以对绿洲进行灌溉或以地下水的形式浸润绿洲土地使生物尤其是植物的生长能得到水源保障。

(2) 绿洲土地必须具有较高的生物产量,与四周荒漠(半荒漠)相比较,应高出十几倍、几十倍甚至更多。因此,绿洲土壤中的有机质处在累积之中,表现为正增长,绿洲土地肥力具有逐步提高的趋势,这与荒漠化的负增长形成鲜明的对比,这也正是绿洲的本质特征。

(3) 从景观生态上看,绿洲林草繁茂,生机盎然,植被盖度一般在30%以上与四周的荒漠、半荒漠有着明显的界线。这中间不存在逐渐过渡而是一种近似的突变。因此绿洲从空间看是鲜明的界线明显。因此绿洲只能发育在干旱地区,是干旱地区特有的产物,但范围大小不等。

(4) 由于绿洲具有生态环境上的良好特性,具有水、土、气等资源的组合优势,对生命系统有较高的承载能力,因此为人类提供了较理想的生活空间。在其上人类可以从事各种生产活动与社会活动利用绿洲资源繁衍后代,创造绿洲的精神与物质文明。

1.2 绿洲化

绿洲化与荒漠化相对立。在干旱地区,能导致环境改善、土地生物过程加强、生物产量增加的自然或人为过程均属绿洲化(或绿洲化范畴)。因此,绿洲化的结果是环境趋于改善植被盖度增大生物量(包括土壤微生物)增多生物种群趋于丰富多样土地肥力递增。这对于荒漠化的土地退化、肥力递减恰恰是一种逆转。

绿洲化所表明的只是一种趋势、一种方向,具有绿洲化的地域只表明一种环境的改善,而不表明绿洲的发展水平。绿洲是绿洲化的结果,但具有绿洲化的地域(或地段)不一定就能被称为绿洲。

气候阶段性或周期性地变得湿润、地表或地下径流的丰富都有可能导致区域性的绿洲化过程的出现，从而使某一地段自然植被盖度增大、种群增多、环境改善。人类的生产活动如引水开渠、造林种草甚至飞播造林等都是促进绿洲化十分有效的措施。绿洲化的增强，是遏制荒漠化与改造沙漠最有效的措施与途径。

1.3 绿洲化过程

绿洲化过程与荒漠化过程是一对根本对立的基本地理过程。绿洲化过程指以具有稳定水源为基本条件，以强化生物过程、提高单位面积生物产量与土地生产力为中心的所有自然因素与人为因素综合作用的整体过程。绿洲化过程的结果是导致绿洲的发生、发展和稳定。这一过程通常又包括草甸化过程、沼泽化过程与土地熟化过程等。

2 绿洲化过程及其类型特征

2.1 绿洲化过程的基本特征

绿洲化过程是干旱地区的基本过程之一，其结果是在浩瀚的荒漠中出现绿洲，为人类及其他生物提供栖息之地，给人类带来希望与文明。绿洲化过程具有以下基本特征：

2.1.1 过程发生的局部性

由于绿洲化过程是在干旱区荒漠化过程的大背景下进行的，因而其规模、范围都远小于荒漠化过程，空间上只发生于局部地域。虽然与荒漠化过程存在本质的区别，但绿洲化过程毕竟依托于荒漠化过程而存在，因而绿洲化过程相对于荒漠化过程而言，只能认为是在特定条件下局部地域的一种逆变（图 2.3）。

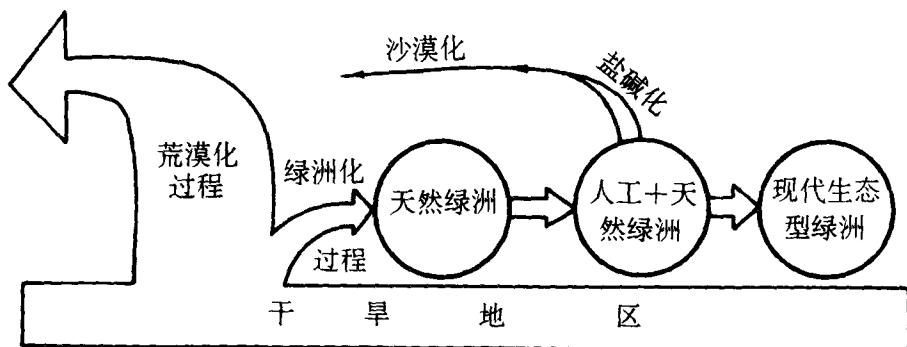


图 2.3 荒漠化过程与绿洲化过程关系示意图

2.1.2 不稳定性 脆弱性 显著

绿洲化过程具有较大的不稳定性。决定绿洲化过程存在的关键性因素（首要因素是水源的保证程度和土地条件的适宜程度。在干旱荒漠地区最容易变化的因素就是水源的保证程度，即使水源未变，若对水资源利用不当也容易导致盐渍化。其次是水、土、气条件容易发生变化 因而生态环境脆弱 容易发生荒漠化。当人类介入后 绿洲化与荒漠化二者如何演变 在很大程度上决定于人类对自然规律的认识与调控。

2.1.3 可控性逐步增强

当人类懂得利用天然绿洲以后，就总是按照人类自身的需要来利用与改造绿洲，使其更好地满足人类的生活与生产的需要。特别是随着科学技术水平的不断提高，人们对绿洲的改造与利用就带有明确的方向性与目的性，采取的各种步骤与措施也更符合自然规律与法则，因而其结果更为良好。按照人类的需要，不断增强绿洲的可调控性，是绿洲建设的主要方向。

2.1.4 高效性突出

尽管绿洲在生态环境上存在着明显的脆弱性，但由于绿洲本身具有光、热、水、土诸因素的组合优势 因而绿洲土地具有较高的生产力。加上人类对绿洲的水、肥、光、温等因素进行合理的调控 绿洲的生产潜力便能不断地得到发挥，单位土地面积的生物产量便会不断提高，实现绿洲生产的高效性。随着人们对绿洲调控能力的增强，其效率还将不断提高。

2.2 绿洲化的主要过程

绿洲化过程是在水源充分保证的条件下，生物（主要是植物）得以繁茂生长 土壤有机质不断累积 土地肥力 或潜在肥力 逐步提高的过程。这一过程具体包括如下几方面：

2.2.1 沼泽化过程

沼泽化过程是绿洲化过程的组成部分之一。干旱区河流两岸、河网密布区、湖泊边缘、山前洪积扇前缘及山间低洼地段经常有长年积水的水域或潮湿地段 水源充足 经常为水体淹没 水深多在 0.5~3.0m 加上干旱地区充分的光照与较温暖的气候条件，极适宜于喜湿及水生植物的生长。植被以莎草科、禾本科植物为主 主要建群种有芦苇、香蒲、荆三棱、各种苔草以及常见种牛毛毡、稗、水毛茛、毛茛、酸模、水麦冬、异形莎草等。

在具有盐分积累的盐沼中还有盐角草、翅花碱蓬、矮盐千屈菜等。在稳定的淡水条件下，水体中还生长有若干种沉水植物，如金鱼藻、轧叶狐尾藻、狸藻和眼子菜等。漂浮植物有浮萍、品藻。

由于沼泽区地势低洼，地下水常使土壤过湿。如若土壤积水期较长，则会使土体通气性变差，微生物活动减弱，植物有机残体分解缓慢，有机质在土体中逐渐积累，植物灰分元素逐渐减少。在滞水的湖泊环境中，有机残体落至湖底 形成泥炭 使水域变浅、变小 其上出现苔属植物 最终使湖泊

失。

沼泽化的形成过程，会使土体剖面上部有机质含量逐渐增多，形成厚薄不一的泥炭层或腐殖质层。剖面下部则由于水多氧少，大量有机质在分解过程中产生较多的还原性物质，使下层土体长期处于还原状态，进行着潜育化过程，因此通常在泥炭层或腐殖质层下可见到一个蓝灰色或青灰色的潜育层。这层的特点是，具有明显的还原作用，在还原性较强的情况下潜育层中高价铁转化为亚铁，土体呈蓝灰色或青灰色。由于沼泽环境有机质较多，在嫌气分解条件下，还原性物质增多，铁、锰被还原并以离子或络合物状态淋失，使潜育层中活性铁含量减少，土壤阳离子代换量低，因而缓冲能力也较低。

沼泽化过程在自然条件变化或在人为干预下可以产生脱沼泽过程。其主要引发因素是水源减少，土体逐渐变干，或人为进行排水。在脱沼泽过程中随着地下水位下降表层土壤通气状况改善氧化作用增强土壤颜色也由青灰转为灰黄至黄棕，好气性微生物活动加强，从而促进有机质的分解和养分的转化，使潜在肥力得以充分发挥。人为耕种熟化过程将加速脱沼泽过程的进行，并更好地使潜在肥力转变为生产肥力，这一点在干旱地区表现得更为突出和重要。

2.2.2 草甸化过程

草甸化过程是干旱地区绿洲化过程中一个十分重要的过程，它所形成的天然绿洲面积最广、土地肥力最高、最易于为人类改造利用。草甸化过程发生的环境与沼泽化过程有相似之处，即主要分布在河流两岸河漫滩、湖泊边缘、山前扇缘地下水溢出带、山间低洼地等。但二者也存在明显的不同草甸化过程不存在长期的地面积水，只表现为季节性的浸润，土体较为湿润。

草甸化过程的基本条件是地下水位较高，埋深多在1~3m土层下部直接受地下水浸润。正因如此，地面植被茂盛，盖度多在30%~70%根茎植物发达种群较丰富。主要建群种有芦苇、苔草、匍匐冰草、拂子茅、假佛子茅、马蔺、苦豆子、赖草和黄花苜蓿等。具有轻度盐化的草甸其建群种还有芨芨草、小獐茅和甘草等。常见的杂类草还有蒲公英、草木樨、细叶牛角花、偃麦草、毛茛、大车前、酸模、苦马豆、厚叶风毛菊、鹅绒藜陵菜、海乳草和醉马草等。

内蒙古西部、甘肃河西走廊及新疆等地草甸化过程还常有一些特有的乔灌木成分加入主要植物种有胡杨、灰杨、尖果沙枣、多枝柽柳、长穗柽柳和短穗柽柳等。草甸化过程最积极的结果是，由于植被茂盛、植物种类丰富，且多为根茎植物，根系深，土层有机质来源丰富。随着植物残体受土壤微生物的作用，土壤腐殖质不断积累，土壤上部30cm腐殖质含量通常为1%~2%多者可达3%~4%与荒漠化土壤相比较其含量高出数倍以上显示了较好的土壤肥力。

由于草甸化过程具有干湿交替的季节性变化特点，因此在土体深层也

交替地进行着氧化与还原反应，表现在土壤剖面特征上即呈棕色或黄棕色，有明显的锈斑及铁锰结核。这种土壤水分的变化，也使整个土壤剖面分成三部分：上部为易变层，下部为稳定的湿润层，中部为过渡层。但从总体上看，草甸化过程所控制的土壤通常均较湿润，其含水量一般都大于或接近于田间持水量。

干旱地区的草甸化过程，尤其是典型荒漠地区的草甸化过程，或多或少地都受荒漠化过程的影响，即在地面强烈蒸发和地下水位较高的环境下，地表常表现出不同程度的积盐现象，具有一定程度的盐渍化。其盐渍化程度因地下水矿化度大小、地下水位高低及季节性洪水或河湖水淹没淋洗程度的不同而不同。一般论，我国干旱地区自东向西盐渍化逐渐加重，0~30cm土层含盐量由不足0.3%增至1%以上。土壤呈碱性反应，富含碳酸盐类。

地表水或地下水埋深发生变化，如河流改道或潜水位明显下降，都将导致草甸化过程的减弱甚至消失，取而代之的将是荒漠化过程的加强，土地肥力减退 地面植物为耐旱植物所取代 盖度减小 生物产量降低 土地承载能力明显减小，最终将导致绿洲的消失。

2.2.3 土地熟化过程

熟化过程是指在天然绿洲或荒漠土地上，经人类有目的性的灌溉、种植、施肥及耕作管理后，土地肥力大为提高，单位面积土地的生物产量明显增加 水、土、气、热要素更为协调的过程。熟化过程是绿洲化过程中最具有积极意义的过程，它将为人们展示建设绿洲的美好前景，是绿洲化过程的最高阶段。

2.2.3.1 灌溉

灌溉是合理调节土壤水分，满足绿色植物（作物）对水分需要的最积极的措施。土壤水分是土壤肥力诸因素中最活跃、最易变化的因素，也是干旱地区土地最缺乏的因素，因此是制约干旱区土地生产力与土壤肥力最重要的因素。在土壤水、肥、气、热四大肥力因素中 水分状况不仅决定满足植物需水要求的程度，同时还影响土壤空气、温度与养分的存在状态与吸收的强度。因此 控制与调节水分状况 是增强土壤肥力的重要措施 也是土地熟化过程的重要组成部分。

人为的灌溉是根据植物（作物）生长对水分的需求、土壤水分的干湿状况及季节变化来确定灌溉的时间与数量的。随着科学技术水平的不断提高和灌溉方式的不断改进，灌溉将趋于合理，效率不断提高，灌溉水也将更节约。当代人们通常应用的灌溉方式有如下六种：

(1) 大水漫灌。这是一种传统的正被淘汰的灌溉方式。其特征是通过不配套的灌溉渠系将水直接引入不甚平整的大块土地。结果是同一块被灌土地接受的灌溉水量很不一致，有的地块可能尚未浇上或灌水不足，而有的地块又严重超量，造成水资源浪费，并导致局部盐渍化。大水漫灌的土地生产力偏低，长期如此，将导致土地盐渍荒漠化。历史上不少的绿洲就是在这种

不合理的灌溉条件下逐步被废弃的。

(2) 畦灌。这是目前普遍应用的一种有效灌溉方式。其方法是将土地按地势起畦，畦长以30~40m为宜，每畦内地面充分整平。以小水量逐渐灌入，水分垂直向下充分湿润，其湿润的深度及分布状况和土壤的种类、质地、结构、层次分布及胶结情况有密切关系。这种灌溉方式灌水均匀，每次灌水量少，以小畦勤浇为主。

(3) 管道灌溉。管道灌溉是在渠灌的基础上，以不同粗细的管道建立起灌溉网络。主管与支管多采用固定式并埋入地表以下土层中与道路、林网相结合。灌溉管道也可直接与地下水井对接。管道可采用移动式软管，可根据需要延长、移动。

管道灌溉在一般情况下既经济实用，又可避免渠灌沿途水资源的渗漏与浪费，节约灌溉用水。在干旱区，管道灌溉是一种适合于当前经济水平的易于推广的灌溉方式。

(4) 喷灌。喷灌是利用机械装置把水喷射成细小雨滴，降落在地面，逐渐渗入土层的一种灌溉方式。喷灌的灌溉水量可根据延续时间的长短来调控。这种灌溉方式可免除修建渠道的劳务。由于喷灌是水滴逐渐渗入土层，避免了地面过多积水、形成径流以致使土壤养分流失，同时也避免了水资源的浪费。根据各地试验结果，大田作物使用喷灌比畦灌要节省灌溉水50%，增产10%~20%，经济作物效果更显著。

喷灌与畦灌相比较，两者虽然都是从地面补给土壤水分，但由于畦灌要保持一段时间的地表积水层，近地表层水分呈饱和状态，这无疑加大了水分的蒸发、降低了地表温度并恶化了近地表层的土壤通气状况，使土壤水、肥、气、热状况在一段时间内不协调。水分下渗后由于地表土壤结构被破坏从而又导致地面板结，对幼苗期的作物尤其不利。而喷灌，上述缺陷都可避免或减少。不过喷灌在干旱区应选择风小时进行避免大风对水滴的吹扬以免造成水资源浪费。

(5) 滴灌。滴灌是一种先进的灌溉方式。它是利用一定的动力系统及不同粗细的管道系统，将水输送到需要灌溉的地面，然后利用毛发细管（或罗纹滴头）将水流压力减小至零，成为无压水滴，均匀而平稳地一滴一滴地滴入土壤，从而达到缓慢而均匀地湿润土壤的目的。滴灌之所以被认为是一种先进的灌溉方式，是由于它具有以下优点：

省水：滴灌不仅避免了长途输水过程中的渗漏、蒸发与流失，而且避免了过多灌溉而形成的重力水，几乎减少了所有不必要的水资源浪费。与地面灌溉比较，可以节省水资源70%~80%，这对于干旱地区无疑具有重要意义。

省肥、省地：由于输水系统都铺设在地下，不影响地面种植与耕作管理，因而大大地节省了耕地。又由于可溶性化肥多溶于灌溉水中，逐渐滴入作物根系层，最有效地提高了肥效，因而也节约了化肥。

节约劳力：滴灌水滴直接渗进根系土壤深层，植株间与行间土壤较为干燥，明显的抑制了田间杂草的生长与繁殖，因而也减少了土地平整与中耕锄草的劳务，节省了劳动力。

增产：由于滴灌为作物生长创造了一个良好的生态环境，使土壤中水、肥、气、热调节到一个较佳状态 因而增产效益明显。与地面灌溉相比，一般粮食作物可增产 30%左右，水果增产 20%~40% 蔬菜增产 100%~200%

由于上述优点，滴灌是一种值得推广的灌溉方式。当然，目前也还存在一些值得改进的地方，主要缺点是滴头容易堵塞，需要经常检查与清理，对水质要求较高 需要过滤。另外，一次性投资也较大 因而目前还不能为广大农村所接受。尽管如此，随着我国经济的发展，滴灌肯定将是一种极有前途的灌溉方式。

(6) 渗灌(地下灌溉) 渗灌 也称地下灌溉 是借助地下的管道系统使灌溉水在土壤毛管作用下自下而上浸润作物根系分布区的灌水方法。

渗灌系统可分为输水管道与渗水管道两部分。输水管道的作用是连接水源，并将灌溉水输送至田间的渗水管道。输水管道部分可以建成明渠。渗水管道的作用在于通过管道上部的小孔，使管道中的水渗入土壤。渗水管道都是暗管。渗水管道种类很多 结构也不同 如专门烧制的多孔瓦管、多孔水泥管、竹管及波纹塑料管等，一般多用瓦管。

渗灌具有灌水质量好，避免地面蒸发，节省灌溉水量及不占用耕地等优点，由于地面较为干燥，也减少了田间杂草的滋生。但渗灌一次性建设的投资较高 施工比较麻烦 管理与维修困难 由于地面较干燥 对种子的出苗也不利，因此目前推广尚有一定困难。

2. 2. 3. 2 种植

种植是绿洲土地熟化过程中重要的一环，是人类有目的性地增强绿洲化、提高植被覆盖率或获取某种农作物而采取的一种措施。种植植物包括农作物、林木(含经济林木)和草类。种植种类的选择主要依据自然条件的特征与人类生活的实际需要。农作物主要是一年生的粮、棉、油及蔬菜等 这是人类生活需要的最重要的物质，一般都安排在土地肥力好、具有灌溉条件的绿洲中，选用优良品种，精耕细作，保证产量，从而保证人类生活的基本需要。林木是绿洲种植中不可缺少的成分，是构成绿洲防护系统的主体。没有良好而完整的防护林系统，就不可能有生态效益良好的绿洲。另外，经济林木的建立不仅能保证土地的经济效益，同时也具有改善与美化环境的生态功能。人工草场的建立，不仅改善与丰富了畜牧业的饲草料来源，增加了植被覆盖率，而且还是环境建设的重要组成部分。

不论哪一种类型的种植措施，都将使土壤有机质增多，使土壤中养分元素相对富集于土体上层，改善土壤结构，提高土壤肥力，使土地逐步熟化。

2.2.3.3 施肥

施肥是根据土壤肥力的状况与作物实际生长的需要，人为采取一定措施，对土壤养分给予外部补充的一种手段。具体措施是对土壤施以不同数量的有机肥料、人工合成化肥，或灌以含有营养元素的溶液，使土壤肥力得以提高。

土壤有机肥是最佳的肥料，多作为底肥施入。虽然其肥效慢，但肥效长，营养全面，且有助于改善土壤结构，是最重要的肥料。有机肥常为绿肥或经过熟化处理的牛、羊、猪粪等。人工合成的化学肥料主要是N、P、K元素的化合物如尿素、碳酸氢铵等。这类肥料虽肥效快，但不持久，多用于田间追肥。化学肥料易造成土壤板结，导致土壤物理性质的劣变。

2.2.3.4 耕作管理

耕作管理是在种植植物（包括经济林木、饲草料等）的土地上，人为地采取耕、耙、锄草、整地等一系列管理措施，达到改善土壤结构，调节土壤水分、空气、热量状况，以及提高单位面积作物产量的目的。耕作管理是绿洲土地灌溉、施肥等措施的重要补充。只有通过适当的耕作管理，才能适时地将土地的肥力状况（水、肥、气、热）调节到一种比较理想的程度，使土地得以持续利用，保证人们对作物、林木、饲草料等方面的需求。

总之，熟化过程是干旱地区绿洲土地肥力得以提高，维持土地持续利用的基本过程。当然，人们对土地自然规律的掌握，是绿洲土地熟化过程的基本保证。相反，如果人们在生产过程中违背土地自然规律，将会导致绿洲化过程的削弱，走向绿洲化的反面，导致荒漠化。

第四节 人类活动对干旱区地理过程的影响

干旱区为两个既相互对立又彼此制约的地理过程所控制，这就是荒漠化过程与绿洲化过程。一个地区荒漠化过程的削弱，就意味着该地区绿洲化过程的加强；反之亦反。一般地讲，影响这种过程变化的因素主要是自然因素，大气候的变化是构成大范围荒漠化或绿洲化变化的基础。但人类活动的介入，常常会在一个较小的区域内诱发某种过程的加强或削弱；尤其是当人类频繁而深刻的经济社会活动大规模展开后，这种因素的活跃性与深刻性就表现得更为突出了。

长期以来，干旱区就存在着人类的活动。人类为了生存，总是在不断地对周围的环境（包括自然资源）加以改造与利用。这种改造与利用的强度随人口数量的不断增加和生产与生活方式的不断变更而加剧。人类对环境影响的深刻性总是从两方面来显示的：荒漠化过程的加强或绿洲化过程的加强。

当然，人类在与自然环境相处并利用自然环境的过程中，不仅改造了环

境，同时也教育与改造了人类自身。总结其经验与教训，将有利于人类在与自然相处过程中更好地把握自己，有利于绿洲化过程的加强及荒漠化过程的削弱。

1 人为荒漠化原因及历史教训

人类在与自然相处的漫长过程中正确地认识自己的行为并加以必要的约束，是经历了一个漫长的历史过程的，并为此付出了沉重的代价。事实上，许多地区的荒漠化（或沙漠化）都是在不同历史背景下由人为因素所导致的。人口因素主要归咎于人口急剧增多，以致在不同区域滥垦、滥牧、乱樵、乱挖（药材）使植被破坏、水源枯竭，甚至因战事等因素使沙漠化加剧。盐渍化趋于严重，土地因肥力急剧降低而失去再生产的能力。据朱震达等研究与统计^[25]，在中国北方沙漠化面积中，最主要的是过度樵柴、过度放牧与过度农垦（表 2.6）。

表 2.6 中国北方地区沙漠化土地的成因类型及其面积

沙漠化土地成因类型	面积($\times 10^4 \text{km}^2$)	占沙漠化土地的比例(%)
以草原过度农垦为主	4.47	25.40
以草原过度放牧为主	4.99	28.30
以过度樵柴为主	5.60	31.80
以工矿交通城市建设破坏植被为主	0.13	0.70
以水资源利用不当为主	1.47	8.30
以风力作用下沙丘前移为主	0.94	5.50

注引自朱震达等的《中国的沙漠化及其治理》。

1.1 人口剧增 过度开垦

人口的急剧增加，特别是 1949 年解放后我国人口政策失误，致使人口迅速增加，这是导致北方各地大规模开垦土地的主要原因。例如，1949 年内蒙古的一些地方（如赤峰市）人口密度为 $10 \sim 15 \text{人}/\text{km}^2$ 而至 1980 年前后就已接近 $40 \text{人}/\text{km}^2$ 。西北各省区情况也都大体如此，与解放初期 1949 年比较，短短的 40 年里人口均剧增 1~2 倍甚至更多（表 2.7）。

人口压力增大和土地生产水平不高，必然导致一味追求扩大耕地面积的倾向，以解决粮食的不足。50 年代以后，随着全国城镇、工矿与交通建设的发展，原有耕地不断被侵占，这就加速了各地荒地的垦殖，尤其是北方干旱、半干旱地区宜农荒地开垦的速度更快。在某些牧区，甚至提出“牧民不吃亏心粮”号召牧民开垦草场，改草为粮。在这种背景下，不少干旱、半干旱地区，以破坏原有植被与草场为代价发展粮食生产，在没有灌溉保证的前提下

表 2.7 西北各省区近代人口增长情况(单位 万人)

年代(年)	甘 肃	宁 夏	青 海	内 蒙 古	新 疆	合 计
1890	383.5	38.5	105.9	145.1	145.8	818.8
1911	385.3	38.9	103.4	154.6	208.5	890.7
1936	599.5	84.2	135.1	318.9	443.3	1 581.0
1949	968.4	122.9	147.6	608.1	433.3	2 280.3
1964	1 290.0	214.9	214.6	1 253.7	727.0	3 700.2
1982	1 974.9	393.0	389.6	1 927.4	1 308.1	5 993.0
1990	2 229.9	465.7	445.7	2 145.7	1 515.6	6 802.6
1890~1949 增长(%)	153.5	219.2	39.4	319.1	197.2	178.5
1949~1990 增长(%)	130.3	278.9	202.0	252.9	249.8	198.3

注·引自董王祥等的《沙漠化若干问题研究》^[26]。

盲目开垦。这必然使土地荒漠化，原有固定的沙地活化，耕地经吹蚀后地面沙质化甚至砾质化。例如，内蒙古商都县西井子乡、四子王旗白彦花乡都如此。地面被强烈风蚀 灌丛、沙堆、流沙遍布 经风蚀而沙漠化的土地占该地区面积的一半；科左后旗朝鲁吐乡的 170 万亩土地，几乎全部被开垦耕种 1~3 遍，沙漠化面积从 50 年代初的 13.7% 迅速增至 70 年代末期的 30.8%。

应该指出，人口数量的增多与土地荒漠化虽有密切的联系，但这种联系不是一种简单的必然关系，还与人口的素质、文化与科学技术水平的高低有很大关系。高素质、高文化的人口 对大自然的规律有深刻的认识与把握 他们能依据自然规律去利用与改造自然，推进绿洲化，提高土地对人口的承载能力 就有可能避免资源浪费。事实上，干旱区土地对人口的承载力 从总体上讲总是要不断提高的。这种提高，就依赖于掌握了科学技术、能充分利用自然规律与自然法则的人群。

1.2 盲目追求牲畜头数，过度放牧

畜牧业是干旱、半干旱地区的重要产业。但长期以来 各地区并不重视畜牧业的质量与效益，片面追求牲畜头数，以致造成单位面积草场负担过重 草场退化 荒漠化加重。例如 内蒙古锡林郭勒盟西乌珠穆沁旗 50 年代每平方千米草场仅承载 9.6 头家畜 但至 60 年代末就已达 69.8 头 几乎每 3~4 年就翻一番。90 年代初科左后旗平均每只绵羊单位仅占草场 3.9 亩，奈曼旗 2.8 亩。一些旗 县 城镇与乡接壤的地区 每只绵羊单位所占的草场更少 一般不足 0.5 亩，如奈曼旗章古台乡与科左后旗朝鲁吐乡毗连的地区，每只绵羊单位所占的草场仅 0.14 亩。这样 由于草场负担过重 必然导致草场退化 植被衰退 沙质荒漠化普遍发展^[27]。

从全国看，情况大致一样。内蒙古与西北各省（区）50~90年代的40年里，牲畜头数成倍增长，远远超过草场对牲畜合理的承载量（表2.8）其中尤以内蒙古与新疆为甚（图2.4）。

表2.8 内蒙古、西北地区草场1950~1990年载畜情况（单位：万只羊单位）

项目	内蒙古	甘肃	宁夏	青海	新疆
1950年载畜量	2 447.30	1 746.46	292.43	1 851.461	2 309.41
1955年载畜量	4 658.90	2 435.77	491.87	2 728.24	3 238.83
1959年载畜量	5 189.20	2 222.78	472.36	1 817.00	3 307.12
1969年载畜量	6 431.60	2 580.73	566.36	3 713.80	3 897.63
1979年载畜量	6 800.00	2 975.53	597.19	4 379.18	4 350.47
1990年载畜量	6 460.14	3 563.34	689.25	4 669.80	5 609.60
合理载畜量	4 837.00	1 511.84	288.47	3 625.45	3 621.78
90年代超载率（%）	33.56	135.70	138.93	28.81	54.89
退化草场占可利用草场的比例（%）	41.0	44.0	97.0	20.0	19.0

注：资料引自董王祥等的《沙漠化若干问题研究》。

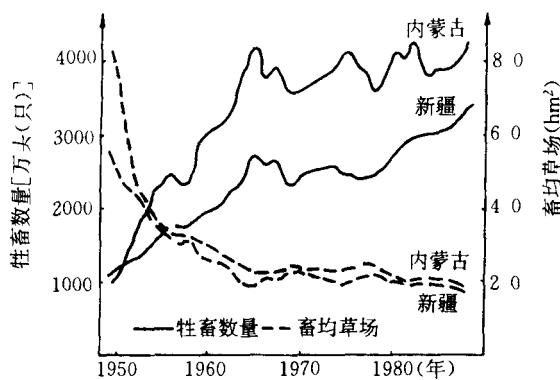


图2.4 内蒙古、新疆牧畜数量与畜均草场面积的变化

1.3 以破坏环境为代价发展交通、工矿

近些年来 我国干旱区经地质勘探查明 储有丰富的石油、天然气、煤炭与有色金属等矿产资源，如塔里木盆地的石油、鄂尔多斯地区的煤炭等。随着这些地区矿产资源的开发利用，不仅需要移民以及新建城镇居民点、工厂与矿山 而且围绕矿山、城镇 还要修建公路、铁路网络。所有这些建设项目，都是以破坏该地区植被与环境为代价的。如神木—东胜煤田的活鸡兔、柠条塔等煤矿，其剥采比为(7.49~8.22):1 这些煤矿年生产能力大致在750~1 500万t 剥采土方可高达5 000~12 000万m³以上，这无疑将造成植

被破坏、水土流失加大、土地退化与荒漠化加重。内蒙古准噶尔黑黛沟煤田，因采煤直接破坏的地面和废土排弃场所占土地面积达 30 km^2 。据野外风洞实测，这种被破坏的地面年风蚀量可达 $32\ 500\text{ t/km}^2$ 比未破坏的地面风蚀量大近 10 倍。正因如此，该矿区沙漠化土地年增长率为 3.5%。据地质部门资料，内蒙古地下有煤储藏的土地达 7 万 km^2 若不采取相应措施 这些矿区因环境破坏而造成的荒漠化加重的地面就将达 $20\sim30\text{ 万 km}^2$ 其后果不堪设想。公路、铁路的修建 如不采取预防措施 其影响也不可低估。以目前我国施工水平估算 每修 1km 干线公路，约需移动土石方 5.0 万 m^3 每修 1km 里铁路 约需移动土石方 10.0 万 m^3 ，其中用于填方和堆积的部分约占 40%~60% 而其余的 60%~40% 将被吹蚀与流失^[26]。

因此，工矿与交通建设必须与保护环境同步进行。对遭受破坏的地面，应加大人工植被建设的力度，增强绿洲化，维护生态的良性循环。

1.4 滥伐树木、滥挖药材 破坏植被

干旱地区燃料紧缺，尤其是近代以来干旱、半干旱地区因交通不便，经济落后，人民生活贫困，无力购买煤炭、石油或利用天然气、太阳能与风能，除农区利用秸秆与牧区利用牛羊粪以外，就只有靠就地樵采乔灌木或草类作为燃料。例如，青海农村非商品能源占整个能源消耗的 77.08%，其他地区也都在 70% 上下。这就使天然植被遭到严重破坏。例如 柴达木盆地 1954~1984 年 累计樵采梭梭、柽柳、锦鸡儿、圆柏、白刺、沙棘等沙生植物达 65~70 万 kg 因樵采而破坏植被的面积达 133 万 hm^2 。通往格尔木市的公路在其东西长达 240km、南北宽 25~35km 的范围内，天然植被几乎被挖光。新疆南疆天然胡杨林在 1958~1980 年也减少了 17.4 万 hm^2 北疆梭梭面积大范围减小。内蒙古额济纳旗每年因樵采而毁坏的树林达 1 000 hm^2 以上。至于挖沙蒿现象 几乎遍及鄂尔多斯、哲里木盟、巴彦淖尔等地区。天然植被的破坏，加剧了生态失衡；尤其是干旱区绿洲的外缘，形成了明显的植被“断裂带”严重地威胁着绿洲的生态平衡与农牧业生产的稳定。干旱地区盛产甘草、麻黄、苁蓉、锁阳等中药材。为了获取短期经济利益，人们对这些有药用价值的植物基本上采取了毁灭性的挖掘。据张国荣推算，50 年代初我国甘草贮量约为 200~250 万 t 至 90 年代初已下降到不足 50 万 t。宁夏为甘草盛产区，而现在甘草蕴藏量已不足 50 年代的 1/5。对药材的过度挖掘 不仅严重地破坏了植被 而且使土层疏松 坑洼地遍布 形成严重的风蚀与沙漠化。不论是樵采还是挖掘药材所造成的生态环境恶化，一般情况下都极难恢复，严重地削弱了土地的生产能力，导致荒漠化加剧。

1.5 水资源利用不合理，绿洲衰退

绿洲的形成与发展，离不开地表水和地下水的浸润。但若水资源的利用不合理，必然导致水分的不平衡，甚至使水资源过早枯竭，地表严重盐渍化，

生态平衡破坏，最终走向荒漠化。绿洲水资源利用存在的问题通常有以下几个方面：

(1) 全流域水资源的利用缺乏合理的全面规划，上游水资源丰富，随意截流 超量灌溉 不考虑或不充分考虑中、下游用水的需要 迫使下游大量开采地下水。由于下游地下水得不到充分的水源补给，在超量使用的情况下，地下水位不断降低，乃至最后枯竭，进而使绿洲化过程衰退、绿洲消失。

(2) 有些绿洲，完全依靠开采地下水进行灌溉，其开采量又大大超过每年可用于补给地下水的动储量。其结果是，地下水静储量不断减少乃至完全枯竭 绿洲消失。

(3) 有些绿洲灌溉水源充足，但用水不当，灌溉量过大，使灌区地下水位大范围上升，以致都在临界深度以上。土壤毛细管水可以源源不断地通过地面蒸发而散失，而水溶性盐类累积于地表，使土壤严重盐渍化，最终使土地失去生产能力，绿洲化过程被严重削弱，荒漠化过程加强。

全流域不能科学规划 水资源利用不充分、不合理。究其原因 除人们对不同地区水盐运动规律缺乏科学认识，经济实力薄弱，不能建设最先进的灌溉设施来充分利用水资源外，也与一些地区隶属于不同的行政区域有关。它们虽都地处同一流域，但由于地方主义表现较为严重，彼此无法做到统筹安排、上下游兼顾。这种实例在甘肃、内蒙古、新疆尤为突出 给绿洲建设造成严重危害。

民勤绿洲是生态环境恶化，面临大范围荒漠化的典型例证。民勤绿洲位于甘肃河西走廊东段向北延伸的区域，地处石羊河下游，全绿洲有耕地 7.144 万 hm^2 养育着全县 24 万余人。但自 50 年代以来 由于全流域缺乏统一规划，致使祁连山冰雪融水与山区降水所形成的优质淡水资源过多地消耗在山前冷凉灌区和石羊河上中游地段（武威绿洲），上游绿洲面积不断扩大。由石羊河进入民勤绿洲的年径流量，由 50 年代的 5.460 亿 m^3 逐渐减至 60 年代的 4.485 亿 m^3 、70 年代的 3.226 亿 m^3 、80 年代的 2.217 亿 m^3 年递减率为 2%。长此以往，民勤绿洲的存在时日也就屈指可数了^[28]。

内蒙古阿拉善额济纳绿洲与民勤绿洲的命运几乎完全相同。这是一块具有悠久历史，在古代和现代国防上都具有重要意义的绿洲，它也面临因水源枯竭而面积不断缩小、植被衰退、土地盐碱化、荒漠化 以致最终消失在浩瀚的大漠中的厄运。由于军事的需要，也由于额济纳河水的滋润，该绿洲远在公元前 1 世纪就因土地和水草肥美而被开垦。在东汉安帝时这里设居延城 人口已近 5 000 人。虽经 2 000 年的历史变迁 发源于祁连山区、经河西走廊（称黑河）入内蒙古的额济纳河（又称弱水）始终哺育着这一方土地，沿岸生长着茂盛的胡杨林，直至 20 世纪 50 年代末期 额济纳河两岸胡杨林仍有 3 万亩，若加上柽柳林、沙枣林等，仅绿洲有林地面积就达 64 万余亩。但由于额济纳河上、中游（甘肃境内的黑河流域）大面积开垦土地、修建水库、拦截地表与地下径流，大量地减少了进入额济纳河的径流量。长期以来，

从黑河流入该河的年径流量基本稳定在 $8\sim12$ 亿 m^3 最少也不低于 8 亿 m^3 。但随着河西张掖地区土地的大量开垦，水量逐年减少，至 80 年代初已减少至不足 4 亿 m^3 而进入 90 年代后，从黑河下泄的水量已不足 2 亿 m^3 了其下泄时间多为不用水的秋、冬季。这样不仅地面无水灌溉 地下水也大幅度下降，以致造成胡杨林严重老化，林相残破，枯立木、枯倒木随处可见。50 年代水深尚可达数米的居延海也已完全干涸，土壤大面积盐渍化，生态环境日趋恶劣 给当地的农、牧、林业生产与居民生活造成严重困难 历经数千年生机勃勃的居延绿洲与额济纳绿洲终将面临衰竭与消亡。

新疆塔里木河是我国最长的一条内陆河，全长 2 200km，干流段也长达 1 280km。沿途滋润着众多的绿洲 不仅沿岸分布有大面积的胡杨、灰杨、沙枣林，同时也养育着马鹿等野生动物，生长着药用植物甘草及野生纤维植物罗布麻等。该河末端可达罗布泊，并使罗布泊水域面积最大时达到 5 000 多 km^2 。由于 20 世纪 50 年代以后，沿塔里木河特别是上、中游地段大规模开垦土地，截流引水灌溉，使塔里木河径流量明显减少。1962 年罗布泊水域面积仍有 $660 km^2$ 只是到了 70 年代初才真正干涸 湖盆形成了 30~70cm 厚的盐壳。一个面积多达数千平方千米的湖泊终因人类干扰、断其水源而被荒漠所吞没。

塔里木河上、中游水量的超量利用，导致下游干涸。湖泊的消失给塔里木河流域生态环境带来了极大的影响，严重地削弱了中、下游地区的绿洲化过程，导致盐渍化过程加强，塔里木河水矿化度明显增加，地下水矿化度增加 地面植被破坏 胡杨林大片衰退、死亡 大范围地域生态环境陷于恶性循环之中。例如，南疆胡杨林原本沿塔里木河呈一条长几百米到几千米的天然绿色屏障 起着良好的防风固沙、稳定河岸、调节气候的作用。位于孔雀河下游三角洲上的楼兰地区，在全盛时森林覆盖率可达 40% 到 18 世纪 塔里木河也仍是“胡桐丛生 结成林青”(《西域水道记》)；19 世纪末 斯文·赫定沿河考察时 这里也仍是“向荣的森林”、“深邃的丛林中不时有马鹿、野猪、黄羊出没”(《亚洲腹地旅行记》)。然而，至 20 世纪 50 年代大规模开垦以后，胡杨林面积迅速减少。据新疆林业厅调查资料，与 1958 年相比较，1979 年林地面积减少了 49.9%，蓄积量减少了 59.6%，严重地破坏了塔里木河流域的生态平衡，使荒漠化面积迅速扩展^[30]。

1.6 战争破坏与政治中心转移导致绿洲衰退

分布于河西走廊与南疆塔里木河流域的古绿洲，因战争破坏或经济、政治中心的转移而衰退，其中古高昌绿洲可算是突出的一例。

高昌绿洲建于汉，盛于唐。高昌城是古代西域著名的商贸中心，从西汉以后一直是吐鲁番的政治、经济、文化中心 是丝绸之路上的重要城镇。其四周绿洲盛产棉花、葡萄、名马等 物产十分丰富。至元初 由于蒙古族统治集团内部矛盾波及当时的高昌王国，反忽必烈势力的海都、卜恩区等于公元

1275 年率兵 12 万围攻高昌，战争持续半年之久，高昌王战死，海都等叛军攻入高昌城大肆屠杀，高昌居民只得四散逃亡，田园荒芜，一座繁荣的国际性贸易城市及其四周绿洲就这样毁于战争，现在只有残垣断壁在诉说着高昌繁荣的过去^[31]。

战争对绿洲的破坏，常常是通过损坏水利设施来体现的。因为断其灌溉水源就使居民无法生存 最终导致绿洲荒漠化。例如 安西东南的锁阳城在唐代是一片著名的绿洲，它位于昌马河洪积扇西南部一条主要河流的下游，据现代航片估算，当时绿洲面积可达 50 万亩。正是由于唐代中期战争的需要 堵坝改流 迫使河流改道 灌溉水源断绝 最终导致绿洲荒漠化。

2 人为绿洲化过程增强的途径

虽然在人类利用自然资源、改造自然环境的漫长过程中，由于对自然规律认识不足及历史局限性，做了许多违背自然规律与法则的事，因而在一些地区导致绿洲化过程的削弱，使土地生产力衰退，以致最终荒漠化，但是也正是这些教训教育了人们，使人们懂得了如何遵循自然规律，保护自然资源与环境，巩固和发展绿洲。

2.1 干旱区合理利用水资源必须立足于全流域的合理规划，统筹安排

水资源利用，必须全流域合理规划与统筹安排，这一观点虽然为人们所共识，但真正执行起来却相当困难。其原因是，一条河流通常要流经若干个行政区域，而每个行政区域都首先考虑本区域的利益，本位主义是全流域统筹安排的最大障碍。所以真正要做到全流域统筹规划，必须站在全流域利益的高度，从环境保护与建设的角度去看问题、解决问题。

所谓全流域利益的高度是指不以牺牲一个区域的利益去片面换取另一个区域的利益。必须依据经济学原则，在同等条件下，水资源应优先用在经济潜力与效益最大的地区，同时也应充分考虑民族地域发展经济的需要，以及国防建设、生态建设的需要 上、中、下游全面发展 合理分配与利用水资源。

为了切实做到这一点，还应有一个权威的由更高一级政府部门与专家共同组成的仲裁机构，依据国家有关的法律与规定，监管水资源的开发利用、规划和保护等工作 具有强制执行的手段。否则 要做到全流域合理分配与利用水资源，确保不同地域绿洲的建设与发展，就将是一句空话。

2.2 建立节水型的绿洲农业是确保绿洲持续发展的必由之路

在一个相当长的历史时期，人们都是以大水漫灌的方式来发展绿洲农业的，每亩灌溉水量高达 1 000~2 000m³。其结果不仅浪费了宝贵的水资源，同时也导致地下水位抬高，引发土壤盐渍化，以致不得不被迫弃耕转他，

土地不能持续利用。

节水型的绿洲农业是以确保绿洲作物及林木生长的需要为前提的，通过不同措施达到最大限度地节省灌溉用水之目的，提高水资源的重复利用率，使有限的水资源产生最大的经济效益与生态效益。

采用不同的措施，是指变传统的地面畦灌为管道灌溉、喷灌、滴灌与渗灌等先进灌溉方式。一般说，这些灌溉方式比传统的漫灌、畦灌要节约用水50%~70%。只有这样，才能实现绿洲灌溉的高度技术化，为绿洲灌溉的自动化铺设通途。

当然，这是一个逐步发展的过程。实现绿洲灌溉的节水目的是需要一定的经济基础与财物投入的。为此我们可以逐步过渡逐步积累可从财力投入较少的管道灌溉开始。随着经济的发展，灌溉材料与设备的生产也将会有所发展，成本也会进一步降低，从而为节水农业的发展创造条件。

为节约水资源所付出的一切努力，包括为节约水资源所支付的多方面的投入，都将被证明是最有远见、最有价值的，绿洲经济与生态建设的发展将会加倍地回报这一切。

2.3 生态农业是绿洲农业的归宿

绿洲的建设与发展，其核心是绿洲农业。几百年来的实践证明，绿洲农业的发展必须走生态农业的道路。所谓绿洲生态农业，就是充分利用绿洲地区的光、温、水、土及有机资源，合理而协调地发展农、林、牧、副、渔业，充分实现多业间的资源互补互用，最大限度地减少资源浪费，确保绿洲土地的养分与水分的良好运移，形成一个有利于绿洲大农业持续、稳定、高效发展的环境。

在绿洲范围内单打一地发展某种产业，将造成资源的极大浪费。必须利用多种产业间资源互补的关系，如种植业的秸秆、糠谷可以用来发展养殖业，而养殖业所产生的粪便及废料又可用于制造沼气，解决绿洲内的燃料，沼气渣又是经过杀虫与发酵处理的上好肥料，用于补充和维持土壤养分的平衡。当然，这种模式可以因地制宜，多种多样。但总的目标是充分利用多种资源，形成一个有利于持续发展的绿洲生态农业体系，而这正是绿洲农业的最终归宿。

2.4 建立一个以防护林体系为核心的防护系统是改善绿洲生态环境的必要保障

绿洲是相对于广大荒漠而存在的，它无时不受到外围荒漠环境的干扰和影响 特别是风沙的危害 吹蚀土地 沙割幼苗 加速土壤水分的蒸发与地表盐渍化 严重时风沙蔽日、暗无天日 以致播种后的土地颗粒无收。各地科研资料与生产实践证明 绿洲内建立一个以乔木林为主体 乔、灌、草相结合的配置合理的绿洲防护林系统，是抗御荒漠逆境、避免绿洲内土壤侵蚀与沙

化、调节田间温度与湿度最有效的措施。绿洲林业的首要职能是生态效益中的防护性功能，林带的配置应以绿洲防护需要为依据，林木本身生产功能是第二位的。因此，防护林的营造与建设，是绿洲林业建设的主要部分。

根据我国干旱地区防护林建设的经验，绿洲防护林应以窄林带、小网格为主，林带（林网）所占面积大体以占绿洲面积的10%左右为宜。林带（林网）的树木组成以乔木为主干，辅以灌、草。除主带可采用适应性强、防护功能好的乡土树种外，其他辅助林带（网）可配以经济林木，以提高土地的经济效益。绿洲林网的配置可与灌渠、道路的建设相结合，走向一致，这样有助于林带本身的管理与维护。林带的外观实际上构成了绿洲的第一外貌，应予以重视。在可能的情况下，应考虑树种的多样性，这样不仅可丰富绿洲的外貌形象，也可减轻林木病虫害的侵袭与危害。

建立配置合理的绿洲防护林体系，是形成绿洲生态环境、改善绿洲内部水热状况的重要措施，有利于作物的萌发与生长。一般说，绿洲内部的生长期比绿洲外要长10~20d。绿洲内草业既是绿洲防护系统中的重要组成部分，也是绿洲生态大农业的重要产业组成。在一些不甚平整的沙地或缺乏灌溉的地段，可选取适宜的草类，在有条件的情况下，适当给予辅助性灌溉。这些草类是防护林的必要补充，特别是绿洲外围，采用人工种植草场是避免绿洲与外围荒漠形成植被“断裂”的重要措施。

2.5 多种经营、综合发展、多种经济成分组成的生态大农业是绿洲经济的基础

利用绿洲自身的资源优势，多种经营，综合发展农、林、蔬、草、牧、副、渔业，是建设绿洲生态大农业的经济基础。绿洲经济首先是大农业经济，离开农业的发展，就谈不上绿洲的建设与发展。一个合理的产业结构，要使各种产业相互依存，资源互补、互用，这是绿洲得以发展的必要条件。

合理利用土地是绿洲生态大农业发展的前提。用于各业（主要是农、林、果、草业）的土地应有一个合适的比例。这一比例的确定应考虑不同绿洲所处的地理位置、区位特征、交通条件、民族习惯、自然条件与技术条件的优势等，不能一概而论。例如，大、中城市附近，可以城市为依托，经济果林、蔬菜作物的比重可适当提高；交通条件较差的边远地区，牧业（草业）用地的比重可加大。总之，只有因地制宜地确定产业方向与用地比例，才能收到预期效果。

不过，不论在哪个地区，10%的防护林用地必须保证。同时，草业用地也必须有相应的比例。因为一定数量的草业用地，是发展畜牧业的必备条件，而畜牧业的发展不仅可为改善人们生活提供必要的条件，同时也是建立生态农业、保证有机肥料的供应、创建绿色食品的重要物质基础。

主要参考文献

- [1] 中国科学院自然区划委员会. 中国综合自然区划. 北京: 科学出版社, 1959
- [2] 吉林师范大学等. 世界自然地理. 北京: 人民教育出版社, 1980
- [3] Edwin D. McKee (美). 世界沙海的研究. 赵兴梁译. 银川: 宁夏人民出版社, 1993
- [4] 赵松乔等. 中国自然地理·总论. 北京: 科学出版社, 1985
- [5] *The Encyclopedia of Geomorphology*. U.S.A. 见 李汝燊编. 自然地理统计资料(新编第二版). 北京: 商务印书馆, 1984
- [6] 赵松乔. 中国干旱地区自然地理. 北京: 科学出版社, 1985
- [7] 赵松乔等. 中国的干旱区. 北京: 科学出版社, 1990
- [8] 陈仲全 何友松. 干旱气候. 兰州: 甘肃教育出版社, 1991
- [9] 张宝堃等. 中国气候区划(初稿). 北京: 科学出版社, 1959
- [10] 赵松乔. 中国农业(种植业)的历史发展和地理分布. 地理研究, 1991(1)
- [11] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理(古地理). 北京: 科学出版社, 1984
- [12] 李吉均等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨. 中国科学, 1979(3)
- [13] 张林源. 青藏高原上升对我国第四纪环境演变的影响. 见: 兰州大学参加第三届全国第四纪学术会议论文集.
- [14] 郭旭东. 中国西藏南部珠穆朗玛地区第四纪气候变迁. 地质科学, 1974(1)
- [15] 张家诚等. 气候变迁及其原因. 北京: 科学出版社, 1976
- [16] 汪久文. 内蒙古中部地区土地形成的古地理过程. 内蒙古林学院学报, 1982(4)
- [17] 张兰生. 我国晚更新世最后冰期气候复原. 北京师范大学学报(自然科学版), 1980(1)
- [18] 董光荣等. 毛乌素沙漠的形成、演变和成因问题. 中国科学(B), 1988(6)
- [19] 董光荣等. 鄂尔多斯高原第四纪古风成沙的发现及其意义. 科学通报, 1983(16)
- [20] 任振球 张素琴 李松琴. 干旱沙漠化的成因探讨. 大自然探索, 1987
- [21] 文启忠等. 北疆地区晚更新世以来的气候环境变迁. 科学通报, 1988(10)
- [22] 崔之久等. 论我国北方晚更新世冰缘环境. 中国第四纪研究, 1985(2)
- [23] 周廷儒. 古地理学. 北京: 北京师范大学出版社, 1982
- [24] 段万侗 浦庆余 吴锡造. 我国第四纪气候变迁的初步研究. 见: 全国气候变化学术讨论会文集. 北京科学出版社, 1987
- [25] 朱震达等. 中国的沙漠化及其治理. 北京: 科学出版社, 1989
- [26] 董王祥等. 沙漠化若干问题研究. 西安: 西安地图出版社, 1995
- [27] 汪久文. 论绿洲、绿洲化过程与绿洲建设. 干旱区资源与环境, 1995(3)
- [28] 刘亚传等. 干旱区咸水资源利用与环境. 兰州: 甘肃科技出版社, 1992
- [29] 陈隆亨 曲耀光. 河西地区水土资源及其合理开发利用. 北京: 科学出版社, 1992
- [30] 樊自立. 新疆土地开发对生态与环境的影响及对策研究. 北京: 气象出版社, 1996
- [31] 黄新亚. 丝路文化·沙漠卷. 杭州: 浙江人民出版社, 1995

第三章 绿洲地域系统

绿洲作为荒漠内部地域分异的产物，除了其所在纬度位置和海拔高度固有的光热条件必须满足植物（包括农作物）生长的需求外，水和土也是两个不可缺少的物质基础。一方面，由于荒漠盆地和平原是径流散失区，本身不可能产生地表径流；另一方面，就地风化物在绝大多数情况下只能是岩屑和沙而不可能是土状物质。因此地表水、浅层地下水和土状物质都必然以相邻山地为供给源。从山地进入平原的河流就成为这些物质最主要的供给渠道。河水、泉水、浅层地下水及细粒沉积物的结合使一些地段植物生长繁茂、成土作用加速形成天然绿洲。这表明荒漠内的绿洲与干旱区山地有着依存关系，两者实际上构成了一个统一的地域系统。

第一节 干旱区山地

1 概述^[1]

中国绝大部分绿洲的形成都与干旱区的山地有关。如果没有这些山地存在从准噶尔、塔里木到贺兰山的广大地域就很难发育绿洲。因此研究干旱区山地对绿洲形成的作用是十分必要的。

1.1 阿尔泰山地

阿尔泰山位于我国干旱区西北部和哈萨克斯坦、俄罗斯、蒙古境内呈北西—南东走向，长度超过2 000km是亚洲中部巨大山系之一。我国只占有其中段南坡约500余km。地质构造上这里是加里东运动形成的复杂褶皱带，华力西末期成为高大的山地，中生代长期遭到剥蚀、夷平。喜马拉雅运动期间沿老构造线断块上升，基底褶皱也很强烈，形成典型的断块山地。山脊平均海拔在3 000m以上，最高峰友谊峰海拔4 374m。山脊线自西北向东南倾斜，山幅也在同一方向上逐渐变窄。山地保存有六级夷平面，海拔分别为3 500～3 600m、3 000m、2 700～2 800m、2 400～2 500m、2 000m和1 500～1 600m。山坡阶状结构明显。高山带发育多年积雪和冰川，中山带地表切割强烈，切割深度可达1 500m。低山带干燥剥蚀作用活跃，地势渐趋平缓。

1.2 准噶尔西部山地

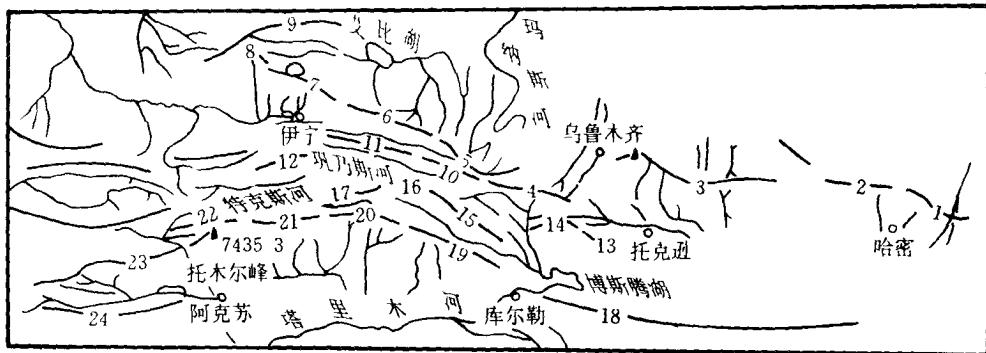
这里也是一个古生代褶皱带，华力西运动中褶皱上升，中生代局部下陷接受陆相沉积，喜马拉雅运动中因古构造复活再次上升。山地位于准噶尔盆地西部、额尔齐斯河谷地以南和阿拉山口以北，由萨乌尔山、谢米斯太山、塔尔巴哈台山、乌尔嘎萨尔山、扎依尔山、玛立山和巴尔雷克山等海拔不高、具有多级夷平面的断块山地和谷地组成。北部诸山呈东西走向，南部诸山脉呈北东东—南西西走向。最高峰萨乌尔山穆斯套峰海拔3 816m，海拔3 000～3 200m和2 200～2 800m间有两级夷平面。塔尔巴哈台山主峰海拔仅2 598m，除山顶面外还有2 200～2 400m、2 000m、1 600m和1 000～1 200m四级夷平面。从成因上说虽然多数山脉为断块山，但地貌特征更接近山原和台原。两翼不对称和拥有多级夷平面是所有山脉的共同特征。巴尔雷克山西坡广泛覆盖着黄土状物质。

1.3 天山山地

天山是在古生代褶皱基础上经历了复杂的地质演变过程而形成的巨大山系。该地区华力西运动后长期遭受剥蚀，至三叠纪基本上已被夷平，燕山运动中发生新的褶皱、断裂和局部凹陷，喜马拉雅运动和新构造运动中大幅度抬升，形成高大雄伟的山地。天山山系是亚洲中部最大的山系之一，长达2 500km，在我国境内部分长1 700km，呈东西向横贯新疆中部，西段宽250～350km，向东逐渐变窄，最东端仅70km。山脊平均海拔4 500～5 000m，最高峰托木尔峰海拔7 435m。整个山系由20余条平行山脉及巨大构造纵谷与断块陷落盆地组成（图3.1），依据其地质地貌特征及山脉组合状况，天山山地常被分为北天山、中天山、南天山和东天山四个部分。北天山是天山山系的古老骨架，大部属加里东褶皱带，由阿拉套山、别珍套山、婆罗科努山、科古琴山和伊连哈比尔尕山等组成，长600km，宽35～50km，平均海拔接近4 500m，最高峰海拔5 500m。中天山是准噶尔与塔里木两大盆地的分水岭，主要分布于伊犁河与开都河上游谷地之间，由阿拉喀文山、阿拉善山、安迪尔山、伊什格力克山、那拉特山、艾尔温根山、萨阿尔明山和波尔托乌拉山等组成，海拔通常不超过4 000m，宽50～60km。南天山由科克沙勒、柯克沙尔山、柯坪山、哈尔克（哈雷克套）山、帖尔斯克山、科克铁克山和库鲁克山等组成，其西段是我国境内天山海拔最高的山段。东天山西起乌鲁木齐附近，东至伊吾附近，长670km，宽70～80km，包括博格达山、巴里坤山和哈尔里克山等，以博格达山最高，主峰海拔5 445m，其他山脉平均海拔约4 000m。

1.4 帕米尔—昆仑山地

帕米尔通常被称为高原、山原或山结，位于背向而流的河流——克孜勒



1. 哈尔里克山 ;2. 巴里坤山 ;3. 博格达山 ;4. 天格尔山 ;5. 伊连哈比尔尕山 ;6. 婆罗科努山 ;7. 科古琴山 ;8. 别珍套山 ;9. 阿拉套山 ;10. 安迪尔山 ;11. 阿拉善山 ;12. 阿拉喀文山 ;13. 哈依都山 ;14. 霍然达山 ;15. 艾尔温根山 ;16. 那拉特山 ;17. 伊什格力克山 ;18. 库鲁克山 ;19. 科克铁克山 ;20. 帖尔斯克山 ;21. 哈尔克山 ;22. 托木尔峰 ;23. 天山南脉 (科克沙勒山) ;24. 柯坪山

图 3.1 天山山脉略图 (据赵松乔等的《中国的干旱区》)

河及喷赤河、叶尔羌河河间地带，东部属我国，西部主要在塔吉克斯坦境内。帕米尔是连结天山和昆仑山的地貌环节，由一系列高大山脉、穹形山峰、多级夷平面和许多山间盆地组成，平均海拔 4 000~5 000m。最高峰公格尔山海拔 7 719m。中央为结晶带，两翼为华力西褶皱带。喜马拉雅运动中再次大幅度隆起。

昆仑山是青藏高原北部边缘山系，位于塔里木—柴达木盆地以南，自然特征深受干旱区影响，故我们仍视之为干旱区山地。地质构造上昆仑山是一个晚古生代褶皱带，华力西期、燕山期、喜马拉雅期和新构造运动中都受到强烈影响，仅喜马拉雅运动以来隆升幅度就超过 4 000m。在毗邻塔里木盆地的这一部分，西部受北西向断裂控制，东部受北东向断裂控制，因而山系先呈北西—南东走向，后转北东—南西走向，呈一个南凸弧形，在车尔臣河上游谷地以东，再次转为北西—南东走向。故整个山系形为倾倒的“S”形。昆仑山系绵长 2 500km，平均海拔 5 500~6 000m，是亚洲最宏伟的山系之一。最高山段位于 75°E、81°E、87°E 和 92°E 附近，那里不仅山脊线海拔超过 6 000m，而且有许多山峰接近或超出 7 000m。山地两翼显著不对称，北坡长而南坡短。夷平面不明显，山地内部也缺少构造盆地。通常把昆仑山分为三段：西昆仑山、中昆仑山和东昆仑山。西昆仑自帕米尔边缘到玉龙喀什河源区，长 600km 宽 150km，由三列北西—南东走向的平行山脉组成。中昆仑自玉龙喀什河源到喀拉米兰山口，长约 600km 宽 200km 以上，由北东—南西走向的喀什塔什、乌斯腾塔格和托古兹达坂山等组成。喀拉米兰山口以东为东昆仑山，由北西—南东走向的祁漫塔格—布尔汗布达—阿尼玛卿、阿尔格山—巴颜喀拉山和可可西里山组成，长 1 300km，由西向东山幅渐趋展宽，山间盆地、谷地发育，东端已伸入青藏高原内部。

1.5 阿尔金—祁连山地

阿尔金山是新疆、甘肃、青海三省区的界山 祁连山是甘肃、青海两省的界山，两者均为青藏高原北部的边缘山系。阿尔金山为北东东—南西西走向 由苏拉穆宁山、卡拉瓦山、尤苏巴勒(攸苏普阿勒克)山、阿哈提山、金雁山、安极尔山和安南坝山等雁行状排列的山脉组成。它长 700km 山脊平均海拔 4 000~4 500m 最高峰超过 6 000m。祁连山是一个早古生代褶皱带，呈北西西—南东东走向，长 800km 宽 200~400km 平均海拔 4 000~4 500m 最高峰 5 808m 西段包括七列平行山脉 中段和东段分别有六列和三列平行山脉。西段的鹰嘴山、中段的走廊南山和东段的冷龙岭邻近河西走廊；中段的疏勒南山平均海拔超过 5 000m，是整个山系最高大的山脉和最大的冰川作用中心。

1.6 贺兰山地

贺兰山是我国干旱区与半干旱区、荒漠与荒漠草原的界山和内外流域的分水岭。贺兰山所在地区本是中朝准地台上的一个凹陷区，沉积了自震旦纪至中生代的完整的地层。燕山运动中这里褶皱断裂隆起，喜马拉雅期继续隆升。山地呈北北东—南南西走向 北起巴音敖包 南至马夫夹子 长 200余 km 宽 20~60km。其北段较宽 但海拔一般不超过 2 000m 中段为山脉主体 海拔 2 000~3 000m 主峰敖包圪达 3 556m 南段低矮。

2 干旱区山地自然特征^[1]

要对干旱区山地自然景观的特征作一番完备而准确的表述是困难的。但是其显著的、也是对绿洲的发展有着巨大的影响之处，不外乎地质构造复杂和地貌类型多样 气温因“趋冷”而偏低 降水量因“趋湿”而偏多 垂直景观分异明显，以及这类山地作为一个整体常常成为自然区域的分界线五个方面。

2.1 地质构造复杂，地貌类型多样化

依据板块构造学说，我国干旱区山地的绝大多数为古生代板块俯冲带、缝合带或深断裂带。按照槽台学说，这些山地分别是加里东期和华力西期褶皱系。前者如祁连山 后者如阿尔泰山、准噶尔西部山地、天山、昆仑山等。总而言之，这些山地都是活跃、强烈而频繁的地壳构造变动的产物，与古板块内部相对稳定，地貌多为盆地、平原和丘陵迥然有别。复杂的地质构造的地貌表现是，形成了山体高大、山幅宽广且长达数百至上千千米的巨大山系。冰雪作用活跃于高山，塑造了一整套完备的山岳冰川地貌。紧随其下，冰缘作用创造了石河、石带、石环、融冻泥流、冻胀丘等一系列地貌形态。流水作

用称雄于中山带，导致各类水蚀地貌发育。干燥剥蚀作用、风沙作用和粉尘堆积作用盛行于低山带，也形成了相应的地貌类型。

我们特别注意的是地貌复杂化促使气候条件和全部自然地理条件的复杂化。其最终结果是导致山地景观特征完全不同于盆地和平原，并通过物质输入，推动荒漠盆地和平原内部自然界的地域分异，形成人类得以繁衍生息的绿洲。

2.2 气温普遍低于盆地平原

大气层主要不是通过太阳辐射而是通过地面长波辐射获得热量，并用于自身增温的，因此海拔愈高气温愈低。我国干旱区山地大多有足够的高度充分表现气温的垂直变化。大致为 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 的气温垂直递减率决定山地海拔每升高 1 000m 年均温将降低 6.5°C 。与此相关的各种温度特征值，如最冷月均温、最热月均温、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及其持续期、气温年较差、日较差、各级热日数和寒冷日数等等都将相应发生变化。而总的特点是愈高愈趋冷，高山和中山带的热量状况与荒漠盆地平原差别悬殊。

阿尔泰山除山麓地区外，年平均温度皆低于 0°C 。青河、富蕴两地冬季长达 240d。天山山系北翼诸山脉由于冬季逆温层的影响，喀拉乌成山北坡年均温 0°C 等值线大致通过海拔 2 900m 等高线。天山站 3 539m 年均温仅为 -5.3°C 。博格达山北坡年均温 0°C 等值线分布于 2 400~2 600m 高度，3 600m 处年均温只有 -6.0°C ，3 900~4 000m 处进一步降至 -9.0°C 。后两者分别与冰川末端和雪线的温度状况相当；博格达山南坡年均温 0°C 、 -6.0°C 和 -9.0°C 等值线分别位于 2 700m、3 800m 和 4 100m 高度。昆仑山北坡年均温 0°C 等值线位于 4 000m 高度，而 5 200m 以上即使最热月平均温度亦为负值。穆尔扎耶夫早年曾依据其雪线位置和冰川面积推测，帕米尔和西昆仑山 5 500m 高度上年均温为 -11.2°C ，7 月均温为 -2.0°C ，1 月均温为 -20.4°C ；而在 6 000m 高度上，这些数字相应减为 -13.5°C 、 -5.0°C 和 -22.0°C 。阿尔金山和祁连山年均温 0°C 等值线大致通过 2 700~3 300m 高度， -10°C 等值线通过 4 100~4 700m 高度。这就表明，干旱区山地的高山带经常甚至终年处于负温，以致终年积雪，冰川和冻土成为派生的自然地理要素。

2.3 年降水量不同程度地高于盆地平原

山地年降水量在一定高度范围内随海拔升高而增加，这是所有山地降水量空间分布的普遍规律。尽管干旱区降水的垂直梯度远比东部季风区小，通常只有 $5\sim20\text{mm}/100\text{m}$ ，但山地平均降水量仍成倍高于盆地平原，从而表现出趋向湿润的特点。因此常被称为瀚漠中的“湿岛”。

阿尔泰山山麓带年降水量约在 200mm 上下，海拔 1 000~1 500m 增至 350mm。天山山地年降水量达 450mm，高山带西、中、东段分别为 1 000mm、

600~700mm 和 600mm。东帕米尔高山带局部地区 如维他克河、库山河流域年降水量可达 730~920mm 。昆仑山地大部分属于少雨区。施拉金维特早年根据短期观测指出，西昆仑年降水量仅有 61~183mm。但我国学者依据叶尔羌河、克里雅河源高山带的植被特征和冰川积累状况认为，其年降水量仍应在 450mm 上下，其中的玉龙喀什河源区达 600mm 桑珠河源区高达 900mm。阿尔金山夹在塔里木与柴达木两个盆地极干旱的部分之间，被一些学者称为“干山”但实际上并非一干到底 高山冰川带年降水量当不少于 400mm。东祁连山的冷龙岭、大通河谷地上游和大坂山一带，是一个著名的多雨中心，年降水量普遍在 500mm 以上，自此向西至青海湖盆地（海拔 3 200m）减至 300~400mm，再向西至哈拉湖盆地（海拔 4 100m）又减至 300mm 左右。西祁连山的哈尔腾河谷地与党河谷地等山间谷地，年降水量便不足 250mm。20 世纪 70 年代，中国科学院冰雪利用研究队曾在祁连山地进行大量的冰川雪层纯积累量和降水量垂直梯度观测。结果表明，整个祁连山高山带的年降水量都远比以前估计的大得多，如冷龙岭海拔 4 200m 以上地区可达 800mm 疏勒南山主峰南坡 5 200m 高度处可达 650~800mm。贺兰山山幅狭窄，山体也不高大，但高山带年降水量比其东侧的宁夏河套平原高 1 倍 达到 400mm。

2.4 垂直景观带发育，带谱结构具大陆性特点

趋冷和趋湿决定了山地的水热组合状况因海拔高度而异，从而形成不同的气候垂直带、地貌垂直带、植被垂直带直到景观垂直带。通常情况下 山地下部的水热状况与盆地平原相差较小，为山地荒漠带或山地荒漠草原带；往上降水量渐多，形成山地草原带。中山水热组合较协调，出现山地森林或森林草原。山地上部气温更低，不适宜乔木生长，形成高山灌丛草甸或高山草原；最上部超出雪线，形成高山冰雪带。各山地景观垂直带可能有比较显著的差别，不够高的山地如准噶尔西部山地、走廊北山和贺兰山等，很少发育或完全不发育现代冰川。较为干燥的山地，如昆仑山、阿尔金山和走廊北山等，未形成森林带。但其共同点仍然十分突出，这就是垂直带谱结构均显示出大陆性特征，即以暖温带和温带荒漠带为其基带。同时，山地植物群落类型、区系成分、种属数和生物多样性都远较荒漠盆地和平原丰富。表 3.1 显示了我国干旱区山地的垂直带谱结构。

2.5 干旱区山地的自然地域分异作用

我国干旱区山地对自然界的地域分异有着巨大的影响，因而常常成为不同级别的地带性区域间和非地带性区域间的分界线。东西走向的山地，如天山、阴山等，由于对纬度地带性分异具有强化作用而成为地带性区域的界线。近南北走向的山地 如贺兰山等 作为湿润气流深入内陆的屏障 又往往成为非地带性区域的界线。某些两翼不对称的山地，如昆仑山、阿尔金山一

表 3.1 西北干旱区山地垂直带(单位:m)

垂直带	阿尔泰山 南坡	博格达山 北坡	托木尔峰 南坡	中昆仑山 北坡	阿尔金山 北坡	东祁连山 北坡	西秦岭 北坡	岷山摩天岭 北坡
高山冰雪带	>3 500	>3 900	>4 300	>5 000	>5 500	>4 200	—	—
高山稀疏植被带	—	3 200~3 900	3 600~4 300	4 200~5 000	4 000~5 500	3 900~4 200	—	—
高山草原带	3 000~3 500	—	—	—	—	—	—	—
高寒草甸带	—	—	—	3 800~4 200	—	—	—	—
高寒草原带	—	—	—	3 600~3 800	3 600~4 000	—	—	—
高山草甸带	2 600~3 000	2 900~3 200	2 900~3 600	—	—	3 400~3 900	>3 300	>3 450
亚高山草甸带	—	2 700~2 900	2 600~2 900	—	—	—	—	—
亚高山灌丛带	2 400~2 600	—	—	—	—	—	—	—
山地针叶林带	1 200~2 400	1 650~2 700	2 400~3 100	—	—	—	2 400~3 300	2 900~3 450
针阔叶混交林带	—	—	—	—	—	2 500~3 400	—	2 100~2 900
落叶阔叶林带	—	—	—	—	—	—	1 200~2 600	1 600~2 100
常绿落叶阔叶混交林带	—	—	—	—	—	—	—	900~1 600
常绿阔叶林带	—	—	—	—	—	—	—	<900
山地草原带	700~1 500	1 300~1 800	2 200~2 600	3 200~3 600	—	—	—	—
山地荒漠草原带	500~700	800~1 300	1 900~2 200	3 000~3 200	3 200~3 600	1 900~2 500	—	—
荒漠带	—	<800	<1 900	<3 000	<3 200	—	—	—

祁连山，则是西北干旱区和青藏高原区这类高级自然区域的界线。

东西走向山脉的南坡，自南向北海拔升高，纬度亦增高，双重因素影响下的气温递降强化了地带性热量分异。北坡海拔自南向北降低，气温垂直变化可以削弱甚至抵消纬度变化；当高差悬殊而水平距离很短时，还可以形成气温南低北高的所谓热量倒置现象。两相对照，南坡热量特征量等值线更为密集，更有可能达到某个特定临界值从而成为两个自然带、地带或亚地带的界线。分隔塔里木和准噶尔两大盆地的天山山地，就是我国西部暖温带与温带的分界线。

我国干旱区东部边缘近南北走向的贺兰山，其东坡为东亚季风尾闾迎风坡，降水量的垂直递增掩盖了自东南向西北水平方向上递减的趋势，山地上部达到 400mm 西麓又迅速降至 150mm 上下，以致此山脉成为东部季风区与西北干旱区的分界线，充分显示了它在非地带性地域分异中的重要作用。

昆仑—阿尔金—祁连山地，北侧面对干旱盆地平原，高度差别悬殊，南侧向青藏高原逐渐过渡，两翼呈明显不对称状态。多数学者认为，这一山脉是青藏高原区与西北干旱区的界山。

3 干旱区山地与天然绿洲发育的关系

干旱区山地对荒漠绿洲形成的作用主要表现在两个方面：一是作为侵蚀区向盆地平原提供极为丰富的细粒土状物质即绿洲土壤的成土母质，二

是向盆地平原输送地表水和地下水。土与水的结合有利于植物生长，导致天然绿洲的发育。

3.1 提供细粒土状物质

黄土和黄土状物质是我国荒漠绿洲土状物质的重要来源之一，但原生黄土并非来源于山地。我国黄土 72%以上分布于黄土高原及其毗邻地区，干旱区的准噶尔西部山地、天山两侧山前带、昆仑—阿尔金—祁连山北侧山前带和河西走廊也是黄土分布区，且其黄土成为绿洲成土母质之一。

据研究，准噶尔盆地黄土面积共有 $15\ 840\text{km}^2$ 黄土状岩石则达 $91\ 840\text{km}^2$ 。其中的准噶尔西部山地及其以南的库普河谷地一带黄土分布较广，天山特别是其北麓山前带黄土呈带状广泛分布。塔里木盆地黄土面积共计 $34\ 400\text{km}^2$ 黄土状岩石 $51\ 000\text{km}^2$ ，主要分布于盆地西部和西南部昆仑山北麓英吉沙、皮山克里阳一带及天山南麓哈奇布拉至阿拉沟间。多数地区黄土覆盖在山麓面和洪积倾斜平原上，个别地方分布高度可达海拔 4 000m，并直接掩覆于古冰碛之上。柴达木盆地内的黄土分布于昆仑山北坡和盆地东部的日月山地海拔 $2\ 900\sim3\ 400\text{m}$ 的地区，山顶、山脊、山坡和低缓的山前丘陵等不同地貌部位均有分布。其厚度由西向东递减，希里沟以北厚度最大近 20m 脱土山为 15m 香日德为 10m 察汗乌苏仅 5m 左右。河西走廊的黄土主要分布于酒泉以东至乌鞘岭间，以张掖盆地东部之民乐一带和武威盆地面积最广且呈片状分布，多掩覆于玉门砾石层和酒泉砾石层之上。整个走廊黄土面积约 $1\ 200\text{km}^2$ ，黄土状岩石则达 $15\ 520\text{km}^2$ （刘东生等，1985）。

需要特别指出，原生黄土和黄土状物质广泛分布于多种地貌类型上。其中的正地貌如山前丘陵、垅岗、高阶地、风蚀残丘、抬升后又遭受切割的古洪积扇顶等由于没有适宜的水资源相配合 不大可能发育天然绿洲。但是它们经过再侵蚀和再堆积，可以与来自山地的细粒土状物质一起组成洪积、冲积和湖积地貌。因此，干旱区山地河流的洪积—冲积作用，是荒漠盆地平原内土状物质的又一个重要来源，且其水土条件的匹配远优于原生黄土。洪积—冲积、湖积土状物质的分布与洪积扇特别是扇缘低地、扇间洼地、冲积平原、干三角洲、湖积平原等地貌类型有着密切的关系。

洪积扇主要是干旱区山地河流（包括季节性河流）在洪汛期通过强烈的侵蚀—搬运—堆积作用形成的由砾石、砂和土状物质构成的微倾斜扇形地。洪积扇分布于荒漠盆地平原边缘的山麓带，平面形态呈扇状，自扇顶至扇缘距离数千米至数十千米，宽度最大的可超过 100km 。若干洪积扇“并连”即组成规模巨大、延伸数百甚至上千千米的洪积倾斜平原。通常情况下，由于流水的分选作用，扇顶物质颗粒比较粗大，扇缘低地和扇间洼地则以土状物质为主。我国三大干旱盆地边缘及河西走廊两侧随处可见这类例证。但因我国干旱区山地外缘及荒漠盆地平原在第四纪晚期不同程度地被黄土覆

盖，原生及次生黄土均可能广泛堆积于部分洪积扇表面，高台以东的河西走廊南侧即属此类情况。

冲积平原是由河流携带的细粒物质堆积而成的。干旱区河流一般比较短小，径流量也不丰富，加之进入盆地平原后河道散乱易变迁，因而所形成的冲积平原其规模通常不大，大者也不过宽 $1\sim 20\text{km}$ ，长数十至数百千米。北疆各内陆河如乌伦古河、博尔塔拉河、奎屯河、玛纳斯河等所形成的冲积平原狭窄而短小；也有些较大河流如额尔齐斯河、伊犁河，则是流出我国国境后冲积平原才得到充分的发育。南疆冲积平原规模比北疆大，叶尔羌河、阿克苏河、塔里木河等径流量相对充沛的河流都有广阔的冲积平原；而和田河、克里雅河、车尔臣河等中等水量的河流冲积平原不仅狭窄且其中的许多地段已不同程度地沙化。

河西走廊—阿拉善高原诸河只有疏勒河、黑河(弱水)石羊河下游冲积平原发育较好。疏勒河北出祁连山，并形成面积达 3300km^2 的巨大冲积扇后在 97°E 附近折向西流直到罗布泊洼地，冲积平原长达 450km 但其西段已基本上沙化。黑河—弱水冲积平原先是在走廊内由东向西延伸，进入阿拉善高原后转为南北向直抵居延海盆地。石羊河冲积平原自武威市以北伸入巴丹吉林与腾格里两大沙漠间，直达民勤盆地。为数众多的小河流，基本上没有冲积平原。

宁夏河套平原与干旱区山地没有直接联系。源自青海南部高原的黄河，流经黄土高原西部时裹挟大量泥沙，充填位于阿拉善与鄂尔多斯两个地块间的断陷带，使这个干旱区与半干旱区的过渡带形成了河流冲积平原。

干三角洲通常是内陆河流注入荒漠盆地后因河道分汊、摆动而形成的一类堆积地貌。由于距山麓较远，组成物质比洪积扇更细，地表坡度也更平缓。其平面形态近似河流入海入湖时形成的三角洲，但因其并不濒临水域，故称干三角洲。现代干三角洲常常分布于古老冲积平原下部和年轻冲积平原上部。有的支流在汇入干流前，如具备适宜的地貌条件，也可形成干三角洲，且其前缘因受干流地表水和地下水顶托，常出现沼泽化现象。新疆的乌伦古河、阿克苏河、渭干河、开都河、克孜勒河、叶尔羌河和内蒙古的弱水都发育有干三角洲，其中以喀什干三角洲和莎车干三角洲最具知名度。

3.2 输送地表水和浅层地下水

如果说干旱区山地通过河流向盆地平原提供大量细粒土状物质的情况曾或多或少地被忽视，那么这些河流向盆地平原输送地表水及其转化物——浅层地下水的事实却是十分触目，因而尽人皆知。对于我国荒漠盆地而言，地表水和浅层地下水具有同源性，即同以山区为源地，且可以频繁地互相转化、互相补给。地表水入渗、伏流以泉水形式重现并再次进入河床就是这种互相转化和补给的一般模式。

荒漠盆地平原的年蒸发能力与年降水量之比即为干旱指数。干旱指数

小则 5~7 大则 50~60。降水量全部消耗于蒸发和渗漏，因此其本身不产生径流，还损耗来自山地的径流，这类地区被称为径流散失区。但山地完全是另一类情况，新疆水文总站计算结果显示^[2]，阿尔泰山地的布尔津河与克兰河流域年径流深分别达 526mm 和 385mm，准噶尔西部山地之马拉苏河流域为 427mm 天山北坡哈什河与乌鲁木齐河流域分别为 630mm 和 255mm 其余各河多在 300~400mm；天山南坡木扎提河和昆马力克河流域分别为 520mm 和 355mm 帕米尔高原约 300~400mm 西昆仑山地为 180~270mm。青甘两省水文部门的资料则表明，东昆仑山和阿尔金山山地径流深约在 50~100mm 郊连山地一般为 100~200mm 但个别地区较大 如祁连山冷龙岭、达坂山可达 350~400mm。

丰富的山区径流通过 700 余条大小河流源源不断地将水输送到荒漠盆地平原，成为荒漠盆地平原的一笔巨大的宝贵财富。其中，新疆全区除 91 亿 m^3 从国外流入的客水外 570 条河流年自产径流量达 793 亿 m^3 。主要河流（表 3.2）依靠降水和季节积雪融水补给；冰川融水补给也占一定比例，而尤以昆仑山地诸河为最高。径流的季节分配不均匀，一般夏季（6~8 月）占 50%~70% 春秋两季均占 10%~20% 冬季约占 10%。布尔津河冬季径流

表 3.2 新疆主要河流一览表

河 流	站 名	集水面积(km^2)	长 度(km)	平均流量(m^3/s)	年径流量($\times 10^8 m^3$)	发源山地	进入盆地
额尔齐斯河	布 尔 津	24 246	490	99.8	31.5	阿尔泰山	准噶尔
布 尔 津 河	群 库 勒	8 422	206	138.0	43.5	阿尔泰山	准噶尔
哈 巴 河	克 拉 他 什	6 111	165	69.1	21.8	阿尔泰山	准噶尔
乌伦古河	二 台	18 375	382	31.6	10.0	阿尔泰山	准噶尔
伊 犁 河	雅 马 渡	49 186	476	373.0	118.0	天 山	伊犁谷地
特克斯河	卡 甫 其 海	27 402	388	252.0	79.4	天 山	伊犁谷地
巩乃斯河	则 克 台	4 123	170	45.6	14.4	天 山	伊犁谷地
哈 什 河	托 海	8 656	292	123.0	38.7	天 山	伊犁谷地
玛纳斯河	红 山 嘴	5 156	190	40.5	12.8	天 山	准噶尔
开都河	大 山 口	19 071	530	107.0	33.8	天 山	塔里木
渭 干 河	千 佛 洞	16 784	294	69.1	21.8	天 山	塔里木
阿克苏河	西 大 桥	43 123	532	18.2	57.6	天 山	塔里木
塔里木河	阿 拉 尔	—	—	160.0	50.3	昆仑帕米尔	塔里木
克 孜 河	卡 拉 贝 利	13 700	213	63.9	20.2	帕 米 尔	塔里木
盖 孜 河	克 勒 克	9 753	151	31.2	9.9	帕 米 尔	塔里木
叶尔羌河	卡 群	50 248	528	205.0	64.5	喀喇昆仑山	塔里木
喀龙喀什河	乌 鲁 瓦 提	19 983	509	69.6	21.9	昆 仑 山	塔里木
王龙喀什河	同 古 孜 洛 克	14 575	325	73.3	23.1	昆 仑 山	塔里木
车尔臣河	且 末	26 822	496	17.2	5.4	昆仑-阿尔金山	塔里木

仅占全年的 3.4% 玉龙喀什河只占 2.6% 二者是冬季水量特少的两个例子。径流的年际变化幅度很小。通常情况下，最丰水年径流量不超过正常年份的 2 倍，最枯水年不低于正常年份的 50%。地表径流的地区分布极不平衡。人们注意到奇台—策勒一线以西地表径流占全疆的 93% 该线以东面积虽与前者相差无几，地表径流却仅占 3% 而这显然与山地面积有限、海拔不够高和降水量偏少有关。

祁连山地共有 50 余条河流北注河西走廊，较之新疆各山地河流，其流域面积、长度和年径流量均普遍偏小。这些河流曾经分属疏勒河、黑河（弱水）石羊河三个内陆水系。近半个世纪以来，许多支流不再有地表水注入干流，形成了更小的独立水系。目前，黑河（弱水）东大河和石羊河尚有少许水量通过河西走廊注入阿拉善高原（表 3.3）。各河流均以降水和冰川融水为主要补给来源，自西而东冰川融水补给比重由接近 50% 递减至 3.4%，降水补给比重则在同一方向上递增。据中国科学院兰州沙漠研究所河西水土资源考察队资料，由祁连山地进入河西走廊的年平均地表径流共达 69.6 亿 m^3 ，其中进入走廊西段安西敦煌盆地的为 16.2 亿 m^3 ，中段酒泉张掖盆地为 37.3 亿 m^3 ，东段武威盆地为 15.8 亿 m^3 。

表 3.3 祁连山地北坡主要河流径流特征

河 流	站 名	流域面积(km^2)	长 度(km)	平均流量(m^3/s)	年径流量($\times 10^8 m^3$)	进入盆地
党 河	沙枣园	16 958	278.0	9.3	2.92	安西敦煌盆地
疏勒河	昌马堡	10 961	344.0	26.4	8.32	安西敦煌盆地
犁园河	犁园堡	839	—	5.0	1.58	酒泉张掖盆地
讨赖河	冰 沟	10 009	224.0	20.7	6.53	酒泉张掖盆地
黑 河	莺落峡	10 009	303.0	49.8	15.71	居延海盆地
石羊河	香家湾	14 085	—	16.4	5.17	武威民勤盆地
东大河	沙沟寺	1 545	52.2	10.0	3.14	武威民勤盆地
西营河	四沟嘴	1 455	73.5	12.6	3.97	武威民勤盆地

东昆仑山北翼和祁连山南翼向柴达木盆地输送地表水。由于柴达木盆地没有统一的汇水中心，河流分别注入次级盆地（即大盆地中的小盆地），但在总体上这些河流仍然环绕盆地呈向心式格局。封闭的地形决定了水系的内流性，集水面积的局限导致河流一般较短小。径流主要依靠山岳冰川融水和山区降水补给，因而其地理分布并不取决于盆地内的年降水量的分布。暖季冰川消融与季风降水的大致同步，造成夏季径流占全年较大比重，冬季水量极小并因低温而结冰。

据近年调查 祁连山、昆仑山共有 43 条常年性河流注入柴达木盆地。虽然中国科学院青甘综合考察队、治沙队、青海水文总站、青海水电勘测设计院等单位关于进入此盆地的年径流总量计算结果不一致，但多在 46~47 亿 m^3 相差并不悬殊 目前一般采用 46.41 亿 m^3 的数字。主要河流径流量如表 3.4 所示。

表 3.4 祁连山、昆仑山注入柴达木盆地的主要河流

河 流	站 名	集水面积(km^2)	长 度(km)	平均流量(m^3/s)	年径流量($\times 10^8 m^3$)
那棱格勒河	那棱格勒	21 898	440	32.8	10.34
格尔木河	格 尔 木	18 648	284	24.6	7.75
柴达木河	香 日 德	12 339	220	11.7	4.63
哈尔腾河	花 海 子	5 967	—	—	2.68
巴音河	德 令 哈	7 281	223	10.6	3.34
诺木洪河	诺 木 洪	3 773	123	4.9	1.56
鱼卡河	马 海	2 352	106	2.9	0.90
塔塔棱河	小 柴 旦	4 771	154	3.8	1.20
察汗乌苏河	察汗乌苏	4 437	123	5.1	1.60
铁木里克河	阿 拉 尔	14 350	300	3.3	1.04
乌图美仁河	乌图美仁	6 218	154	3.2	1.01

综上所述可知 我国干旱区山地向准噶尔、塔里木、河西—阿拉善、柴达木等盆地输送的年平均地表水量约 956 亿 m^3 。这个数字虽只及长江年径流量的 1/10 却相当于黄河水量的 1.7 倍。黄河水孕育了我国北方 75 万 km^2 广大黄土地的农业和工业文明，干旱区山地径流则孕育了大西北辉煌的绿洲文明。

正如我们反复强调的，来自山地的土与水是导致荒漠内部地域分异、发育天然绿洲的两个物质基础。因此，我国的所有绿洲总是与某一条或几条河流从而也与该河流所在的山地有着依存关系。由此可以断言，没有准噶尔西部山地、额敏河及其众多支流，就不会有塔城—额敏绿洲；没有天山山地和玛纳斯河，就不会有石河子—玛纳斯绿洲；没有帕米尔—昆仑山和克孜河、叶尔羌河 也不会有喀什、英吉沙、莎车和叶城绿洲 没有祁连山及其北注河流，同样不会有河西走廊绿洲群。

3.3 构建荒漠背景下的特殊生境导致局地绿洲化

由山地河流携带到荒漠盆地平原的土状物质还具有许多特殊性质，对天然绿洲的形成至关重要。第一，本来主要应由干旱气候条件下的物理风化作用经过漫长的时间完成的地表物质细粒化过程，已由河流搬运作用中的碰撞、摩擦、分选完成。土状物质作为现成之物 加速了成土作用。第二 这

类土状物质包含大量的被侵蚀的山地土壤，因而含有丰富的有机质和矿物营养成分。也就是说，它已具备土壤的某些特性，不再是一般的成土母质，成土过程无需从零开始。第三，堆积的成因决定了这类土状物质层既易于获得地表水，其地下水位通常也不深，甚至本身就是含水层。第四，由于相对湿润，地表遭受风蚀的程度明显较轻，成土作用得以持续进行。这与荒漠低山、丘陵、垄岗等正地貌上的风化物和黄土被风力吹扬、成土过程时断时续、土壤发育长期处于原始状态相比较，情况自然好得多。

平地上土质富土富水的特有优势与荒漠区共有的光热优势相结合，构建了一种特殊的生境。在这样的生境中，尽管干旱少雨、蒸发力极强、相对湿度极低等情况与广大荒漠无异，但植物依靠相对潮湿且不乏营养成分的土壤或土状物质得以生长。一些典型地貌类型或地貌部位如河漫滩、扇缘低地、扇间洼地和湖滨低地等发育了草甸。不是旱生植物而是中生植物在群落中占据重要位置。水量较充沛的常年性河流沿岸生长了以胡杨、沙枣为主的荒漠河岸林，并远远伸向荒漠深处。植物加速土壤形成，改变大气下垫面进而创造了自身的以温度变幅和风速减小、平均气温降低、相对湿度增大为特征的小气候。于是，荒漠内部一种新的景观类型——天然绿洲得以形成。

荒漠中地势的起伏、坡向的不同导致热量和水分重新分配，群落及其覆盖度都可发生一定程度的变化。沙砾质干沟和洼地便于暂时聚集雨水，其植被也往往有别于缓丘和岗地。但这些都是属于量变范畴的地域分异。绿洲植物种类显著比周围荒漠丰富，群落类型也与之迥异，覆盖度大大提高，第一生产力更是成倍超过后者；更为重要的是，最便于通过垦殖进行农业开发。

4 地域屏障及其分隔作用

我国干旱区山地大多呈近东西走向，其中山体高大、绵亘上千千米的山地，对北方冷气流的南下显然起着屏障作用。当其两翼比较对称时，南坡海拔自南向北升高，气温垂直递减将强化其温度随纬度升高而发生的递减。北坡海拔自南向北降低，气温随高度降低而升高则将削弱甚至抵消其向高纬方向的变化，从而在荒漠盆地平原的南部边缘造成气温南低北高的热量倒置现象。这种现象也出现在干旱区南部各大山系，如昆仑—阿尔金—祁连山北麓。仅以河西走廊而论，敦煌与肃北、酒泉与玉门、张掖与民乐、武威与古浪等，都是偏北城市比偏南城市气温高 $3\sim5^{\circ}\text{C}$ 。在开发新绿洲时，这一特点应该考虑。地域间隔作用使所有近东西走向的高大山系都成为高级自然区域间的界山。例如，天山山地分隔了准噶尔盆地和塔里木盆地，同时也是我国最西部温带与暖温带的分界；北山山地是河西走廊西端温带与暖温带的分界，昆仑—阿尔金—祁连山则是西北干旱区与青藏高原的分界。

近南北走向的贺兰山，东坡为东亚季风迎风坡，其降水量高出银川平原

近 1 倍 西坡年降水量锐减至 220mm 以下，因而贺兰山成为干旱区与半干旱区的分界。

第二节 绿洲系统与盆地地域系统

1 绿洲系统

作为荒漠内部地域分异产物，并愈来愈受到人类活动深刻影响的绿洲是一个复杂的系统，这一点早已成为学术界的共识。通常认为，绿洲系统由自然地理和人文地理两个子系统构成。前者包括自然地理环境的无机要素、有机要素及其相互作用派生的土壤 后者包括人类、经济、社会等因素^[3]。也有一些学者简化层次，认为绿洲系统由自然资源、人力资源、社会经济和环境容量四个子系统构成。自然资源子系统实际上是指绿洲自然地理要素的全部；人力资源子系统包括体现人力资源数量与质量的要素，如人口、科技、教育、民族与宗教信仰等；社会经济、环境容量子系统则既指绿洲环境对污染物的容纳能力，又指其对人类生产活动强度的容纳能力^[4]。

另有一些学者在阐述绿洲系统的结构时，将其划分了四个子系统，即人口与社会子系统、经济子系统、自然资源子系统和生态环境子系统。人口与社会子系统包括人口数量、出生率、死亡率、增长率、年龄结构、劳动力数量、质量及结构、文化教育水平、医疗条件及流动人口、城镇人口等；总而言之，几乎涵盖了人口学研究的所有主要方面。经济子系统包括物质生产、信息生产、流通服务及行政管理 第一、二、三产业结构自然包容在物质生产项目之内。自然资源子系统包括再生资源、非再生资源；而再生资源中又分生物资源与非生物资源，非再生资源则主要指矿产资源。生态环境子系统包括植被覆盖度、植物种属、自然灾害、次生盐渍化和环境自净能力等内容^[5]。

还有的学者把绿洲结构划分为三种模型，即自然与人文集合模型，自然、经济与社会集合模型 人口、资源、环境与发展集合模型。但同时又认同它包含自然地理和人文地理两个子系统^[6]。

综上所述可见，尽管人们对绿洲系统结构的认识尚有或多或少的差别，但把绿洲视为系统却是一致的。这些研究深化了对绿洲形成、特征、运行机制和演变规律的认识，对我国绿洲学的发展起到重要的推动作用。问题是系统作为一个整体从属于何种高级的地域系统，却很少被涉及。因此，在更高的组织水平上的绿洲系统研究，就成为一个新课题。

2 盆地地域系统

荒漠盆地是一个复杂的地域系统。这个系统的组成“要素”特征均保持

着相对一致性。例如，地貌外营力以干燥剥蚀作用和风沙作用为主，地貌类型以风蚀风积地貌、洪积冲积地貌居优势；降水量普遍低于 200mm 各地只是在十旱背景下略有差异；地带性植被为荒漠和荒漠草原，即使隐域性植被如盐生草甸、盐沼泽和河岸林，也仅为荒漠半荒漠区所特有，以棕漠土、灰棕漠土和风沙土为代表的旱成土，更是荒漠盆地中的典型土壤类型。

但是，荒漠盆地地域系统的组成“部分”相互差异却十分明显。例如，准噶尔盆地内，客观上至少存在以下几个部分，即次级自然地理单元：阿尔泰山麓山前平原，额尔齐斯河冲积平原，额尔齐斯—乌伦古河河间地，古尔班通古特沙漠，精河—玛纳斯—昌吉平原，阜康—奇台—木垒平原。塔里木盆地内则有阿克苏—新和平原、库车—库尔勒平原、喀什—莎车三角洲平原、昆仑山北麓山前平原、罗布泊洼地和塔克拉玛干沙漠等部分。柴达木盆地也包括北柴达木山地盆地、西柴达木风蚀区、中部盐湖沙漠、南部山前平原和东柴达木荒漠草原等部分。

在这一些部分之下，当然还可以进一步划分出更小的部分。例如，准噶尔、塔里木两盆地就有荒草地、盐碱地、沼泽地、沙地、裸土地、裸岩石砾地、耕地、园地和牧草地等土地利用类型。河西走廊则有低山丘陵、土质平地、盐土平地、戈壁、沙漠、绿洲、水域、盐池、硝池和干河谷等土地类型^[7]。它们在空间上的不连续性和可重复性，虽然表明其不具区域性而是有类型的特点，但毫无疑问，它们仍然是盆地内地域分异的产物。

分析荒漠盆地内部地域系统的特征，我们很易于发现：其形成既有地质构造（包括岩性）的原因，也有外营力和地表组成物质的原因；②各次级地域系统在宏观气候特征上没有本质差别，热量条件和降水量都比较近似；绿洲只是某些地域系统中由于地表组成物质细和水文条件优越而形成的土壤条件的变化（如被风蚀或被流沙掩埋），水文条件的变化（如河道变迁、地下水位降低等）都将造成绿洲系统的相应变化。而绿洲的水源，无论是地表水还是地下水，都来自盆地边缘山地。因此，绿洲是整个盆地地域系统中与山地关系最密切和最直接的地域系统。

3 山地—盆地地域系统

在绿洲区，作为自然地理环境关键要素之一的水来自山地。因此，绿洲存亡在很大程度上系于山地，绿洲及其所在荒漠盆地与周边山地由此共同组成更高级的地域系统。在我国综合自然区划中不乏这样的例证，如阿尔泰山、天山及其相邻盆地同属西北干旱区；柴达木盆地及其周边山地同属青海北部山地盆地区；柯坪、拜城、焉耆、吐鲁番、哈密诸盆地及其周边山地同属天山南坡山区等等。尽管昆仑—阿尔金—祁连山被划入青藏高原区，但它们

与相关荒漠盆地中绿洲的依存关系仍然是世人所公认的。

我国干旱区主要的山地—盆地绿洲地域系统有以下几类：

3.1 内流荒漠区山地—盆地绿洲地域系统

这类系统包括阿尔泰山—准噶尔盆地中北部乌伦古河流域绿洲地域系统，准噶尔西部山地—山间盆地绿洲地域系统，北天山—准噶尔盆地绿洲地域系统，南天山—塔里木盆地北部绿洲地域系统，南天山及山间盆地绿洲地域系统，东帕米尔高原—塔里木盆地西部绿洲地域系统，喀喇昆仑和西昆仑山—塔里木盆地南缘绿洲地域系统，西祁连山—安西敦煌盆地绿洲地域系统，中祁连山—酒泉张掖盆地及额济纳绿洲地域系统，南祁连山—北柴达木盆地绿洲地域系统，东昆仑山—柴达木盆地南部绿洲地域系统等。

内流荒漠区山地—盆地内，水分、盐分和固体悬移与推移物质从山地输入盆地。水分除部分可通过河、湖、沼泽、地面蒸发与植物蒸腾返回大气层外，其余均可积存于盆地。固体物质广泛堆积。盐分大量积累在盆地内，使之成为一种积盐环境，使全局性土壤含盐量偏高，局部出现盐渍化、盐生草甸、盐湖乃至盐漠。

内流荒漠区山地—盆地绿洲地域系统面积辽阔，纬向热量差异显著，盆地海拔高的达2675~3300m，低的竟在海平面以下，因而分属不同的热量带或垂直带。例如准噶尔盆地属温带，塔里木盆地属暖温带，吐鲁番盆地是暖温带内的一个北亚热带岛，而柴达木盆地热量条件只及寒温带水平。热量特征的悬殊差异必然导致地带性植物种属、区系成分不同，作物种类及其熟制也相应不同。

3.2 内流半荒漠区山地—盆地绿洲地域系统

这类系统主要包括中天山—伊犁河冲积平原绿洲地域系统，东祁连山—武威盆地绿洲地域系统，南祁连山—德令哈盆地绿洲地域系统，布尔汗布达山—东柴达木盆地绿洲地域系统，鄂拉山—共和盆地绿洲地域系统等。除柴达木盆地保持内流环境的历史相对较悠久外，武威盆地、共和盆地都曾经是黄河流域的一部分，只是在最近地质历史时期才因河流萎缩而成为内流区。

内流半荒漠区多位于我国干旱区边缘，年降水量略多于内流荒漠区，地带性植被为荒漠草原，少数地区因海拔较高可进行旱作。武威盆地、共和盆地尤其是东柴达木盆地，热量条件普遍不及吐鲁番、塔里木、安西敦煌盆地优越，或属温带、或属寒温带。盐分积累程度低于荒漠区，部分半荒漠盆地平原（如武威盆地、伊犁河平原）还可向下游排洗盐分，因此通常不发育盐湖、盐沼泽，土壤盐渍化程度也相对较轻。由于具有近水源优势，一些地区近年来绿洲面积扩展很快（如武威盆地），这对下游民勤绿洲产生不利影响。

3.3 外流半荒漠区山地—盆地绿洲地域系统

这类系统主要指阿尔泰山—额尔齐斯河平原绿洲地域系统，黄河上游山地—陇中北部平原—河套平原绿洲地域系统。额尔齐斯河平原绿洲的形成完全决定于阿尔泰山南坡诸河地表水、地下水供给及细粒冲积物质作为含水层的存在。山地与平原绿洲的依存关系非常明确。宁夏平原及河套平原的细粒土状物质主要来自黄土高原西部的大夏河、洮河、湟水、庄浪河、祖厉河和清水河流域；水则来自黄河上游干流及其所有支流，因此它与黄河源区及上游各山地均有联系。这一地区是我国黄河流域中纬度最高的区域，年均温 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ ， $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温通常不足 3000°C ，年降水量 $140\sim 210\text{mm}$ ，处于我国干旱区东部边缘。相对于内流区而言，该区区域性积盐过程较弱。在外流环境下，没有盐湖、盐沼泽发育，但灌溉农田和局部积水洼地的次生盐渍化现象仍较显著。

陇中北部景泰、靖远一带黄土高原区，虽临近黄河，却几乎没有任何常年性河流注入黄河干流。地面除个别孤立石质山地如大峁槐山（3 017m）、水泉尖山（2 280m）等海拔较高外，海拔均不足1 500m，仅有微弱起伏的黄土滩地。年均温 8°C 上下，年降水量 $200\sim 300\text{mm}$ ，地带性植被为荒漠草原。近30年来通过电力提水，开辟了大片灌溉耕地，我们称之为准绿洲。实际上，我国干旱区东部边缘外流区绿洲都具有与之类似的性质。

主要参考文献

- [1] 陈传康 伍光和等. 综合自然地理学. 北京: 高等教育出版社, 1993
- [2] 黄文房等. 绿洲发展与生态环境建设. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1998
- [3] 中国科学院新疆地理研究所. 干旱区资源环境与绿洲研究. 北京: 科学出版社, 1995
- [4] 王永兴等. 绿洲地域系统及其演变规律的初步研究. 干旱区地理, 1999(1)
- [5] 钱云等. 新疆绿洲. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1999
- [6] 陈仲全等. 甘肃绿洲. 北京: 中国林业出版社, 1995
- [7] 陈隆亨等. 河西地区水土资源及其开发利用. 北京: 科学出版社, 1992

第四章 中国绿洲类型、特征及演替

第一节 绿洲形成的条件

绿洲是荒漠、半荒漠地区在一定条件下形成的自然综合体。绿洲与荒漠相伴而存在，没有荒漠与半荒漠也就没有绿洲。因此，认为绿洲是一种隐域性的地理景观类型是不妥当的。干旱地区受荒漠化过程所控制，表现为土地干旱，生物过程微弱，土地生产力低下。但干旱地区的水热过程像地球其他地区一样表现了极大的不平衡性。特别是在我国西部干旱地区海拔4 000～5 000m以上的高大山体众多形成了明显的垂直地带分异性。5 000m以上的山体储存有大量的固态水体（积雪与冰川），随着一年四季气候的变更，冰雪消融，不仅为广大西北干旱地区提供了局部改变干旱状况的稳定水源，同时也为改变西部地区地表沉积物特征及地貌特征起着重要作用，成为内陆冲积平原、三角洲、山前洪积平原及细粒沉积物的主要塑造者与携带者，对我国西部地区绿洲的形成与发展起着关键的作用。

绿洲的形成应具有以下几方面的条件。

1 稳定而丰富的水源

具有稳定而丰富的水源用以灌溉或浸润土地，是绿洲形成的首要条件。没有较丰富而稳定的水源，绿色植物（或作物）就无法维持其生命全过程中对水分较高的需要，当然也就谈不上形成稳定的绿洲。

绿洲水源的补给主要有以下来源：

1.1 河流径流的补给

河流径流水源补给是绿洲最重要的水分来源，尤其是对河流两岸天然绿洲的浸润或季节性的淹没以及人工绿洲建立后有计划、有目的灌溉，都具有重要意义。如塔里木河、孔雀河、克里雅河、疏勒河、黑河等均属此。

这类河流多由高山（如祁连山、天山、昆仑山等）冰雪融水补给，水质优良，矿化度低，一般均小于1.0g/L，多属 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+} (\text{Na}^+)$ 型水。但随着河流向荒漠深处延伸，其河水矿化度逐步升高，水质变差（表4.1）。

表 4.1 西北内陆河河水矿化度与水化学类型

河流名称		矿化度(g/L)	水化学类型
石羊河	上游	0.50~0.75	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$
	下游(红崖水库)	0.75~1.20	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$
黑河	上游	0.16~0.30	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$
	中游(正义峡)	0.58~0.74	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}$
疏勒河	上游(党河)	0.40~0.50	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Ca}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Na}^+$
	下游(安西水库)	2.80~3.00	$\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{Cl}^- \cdot \text{Na}^+$
塔里木河	上游(阿拉尔)	0.40~0.50	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$
	中游(新渠满)	0.60~0.70	$\text{HCO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}, \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Na}^+$
	下游(卡拉站)	0.80~0.90	$\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{HCO}_3^- \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Ca}^{2+}, \text{Cl}^- \cdot \text{Na}^+$

水质还随着绿洲开发时间的长短，水资源利用方式的不同而变化。一般说，绿洲开发的时间越长，土壤次生盐渍化越严重。水源若用来改造盐渍化土壤(如洗盐、压盐)然后又将渗出的灌溉水排入河道，这无疑将使河水矿化度明显增高，水质变劣。例如，塔里木河阿拉尔站水质监测资料表明，1991年全年水质矿化度为3.10g/L，比1976~1977年河水矿化度高出40%(表4.2)。

表 4.2 塔里木河阿拉尔站 1976~1977与 1991年河水矿化度比较(单位:g/L)

月份(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
年份(年)													
1976~1977	0.75	0.54	2.57	4.86	5.46	0.44	0.64	0.53	1.44	3.50	2.47	0.89	2.01
1991	1.21	2.73	2.24	5.76	4.57	1.85	3.40	1.12	5.99	1.98	5.64	2.87	3.28

河流径流量季节性的变化也影响水质的变化。每年雨季或夏季高山冰雪消融量加大时，河水流量也随着加大，这就使河水矿化度减小，水质改善。

绿洲水源水质的变化，将影响土壤盐分的聚集与淋洗过程，从长远看，也将影响绿洲土地生产力的高低。

1.2 地下水的补给

地下水历来是绿洲水源重要的组成部分。在我国干旱地区，地下水的补给来源主要为地表径流的渗入与山区潜流的渗入。大气降水仅在年降水量超过200mm以上的地区由于受局部地形如盆地影响才对补给地下水有一定意义。

我国西北干旱地区地表径流大多来自海拔3000~5000m甚至更高的高大山体。山前一般都有一相当宽阔的松散砂砾带，渗透性能良好。当径流流出山口通过这一沙砾带后，其中不少于50%的地表径流下渗，以潜流形

式流向下游低洼处，或以泉水形式回归地表径流。据李宝兴（1982）的资料，河西走廊地区的径流出山后第一循环带（南盆地）每年约有 41.1 亿 m^3 的地表径流渗漏转化为地下水，占地表径流总量的 62.9%。另据甘肃省地质局统计 河西走廊地区在 300m 深度内含水层地下淡水总储存量达 700 亿 m^3 以上。可见，地下水的充分利用，是维持绿洲对水分需求的重要途径。

事实上，我国干旱地区绿洲建设有利用地下水的悠久历史。例如，新疆坎儿井的出现 就是 2 000 多年前西域各族人民改造自然、建设绿洲的智慧的结晶，坎儿井对新疆地区绿洲的维持与发展曾起过重要作用。

现代干旱区绿洲的建设与农业发展均与地下水有着密切的关系。例如，石羊河下游的民勤绿洲，由于上游地表径流被堵截，多年来只能依靠抽取地下水进行灌溉。因此，地下水水量与水质的变化将决定一些绿洲的命运。

1.3 泉水的补给

泉水是我国干旱地区地表径流的重要组成部分。由于我国西北地区多高大山系，山前都有巨大的洪积扇或洪积平原，其扇缘带也正是泉水的溢出带。例如 河西走廊重要的泉水溢出带就有武威盆地中部东大河、西营河、金塔河、杂木河和黄羊河洪积扇扇缘及石羊河沿岸，张掖盆地北部黑河、梨园河洪积扇扇缘及张掖至高台间的黑河沿岸，酒泉盆地西部北大河洪积扇扇缘及清水河、临水河沿岸，玉门一踏实盆地的昌马洪积扇扇缘。上述泉水溢出带的泉水涌出量占河西走廊泉水总量的 86.3% 达 19.27 亿 m^3 。

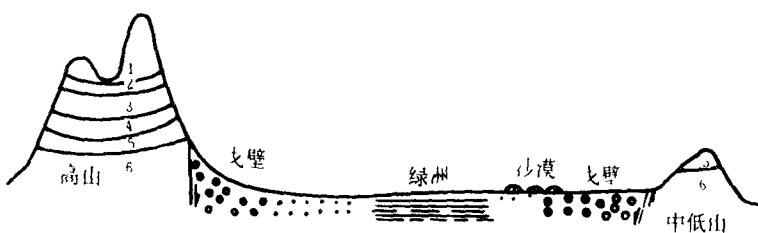
新疆天山南北与昆仑山以北的山前泉水溢出带与河西走廊相似。每一泉水涌出点 或溢出带 都孕育了一片绿洲 成为荒漠地区生命的摇篮。由此可见，由于我国西部地区特殊的气候与地貌条件，泉水成为我国绿洲形成与水源补给的重要因素。

2 地势平坦且土层较深厚

地势平坦且细质土层较深厚是绿洲赖以存在的基础。所谓地势平坦，一般指地面坡度不超过 3° 极限不超过 7° 否则 地面灌溉就很困难 或必须辅以巨大的工程措施。土层指包括林木在内的植物根系层（80~100cm 以上）土壤 质地要细一些，一般以粘土、壤土、沙壤土、细沙土为主 其中尤以壤土与沙壤土为最优。这样的土层有助于植物根系的生长及土壤养分元素的补给。

我国绿洲的形成，不论是黄河上、中游的河套（包括西套、后套与前套）绿洲 还是河西走廊的武威、张掖、酒泉、敦煌绿洲 以及天山南北的石河子、奎屯、沙湾、玛纳斯、昌吉、米泉、吉木尔、库尔勒、尉犁、轮台、库车、阿克苏、乌什等绿洲，无不与大山以及巨大的山前洪积扇相联系。只有有巨大的山系，才能形成广阔的山前洪积扇以及扇缘的细土平原。例如，黄河上游的阴

山山系(大青山、乌拉山、狼山)形成了土默川前套与巴彦淖尔后套平原，贺兰山东侧形成了银川平原，祁连山北侧形成了武威、张掖、酒泉等河西走廊平原，以及天山南北昆仑山北麓形成了山前洪积平原。这些平原都是由于地表径流从山地携带的大量的沉积物至山前沉积而成。一般较大的砾石在近出山口处就地沉积形成洪积扇，其洪积扇坡度较陡、渗透性能强。细粒物质被径流携带至洪积扇前缘沉积，形成了土层较为深厚的洪积扇扇缘细土带。这一部位也正是地下水的溢出带，土壤水分条件好，因而为最早的天然绿洲的形成创造了必要的条件(图 4.1)。



1. 冰雪带；2. 高山草甸带；3. 山地森林带；4. 山地草原带；5. 山地荒漠草原带；6. 荒漠带

图 4.1 绿洲分布空间结构示意图

从绿洲形成的土壤基础条件及人类利用状况看，绿洲土壤条件大致可分三种情况，其土壤的肥力状况、生产潜力均有较大差异。

2.1 自然绿洲形成的土壤条件

自然绿洲是在人类尚未充分利用以前，由于自身水土条件好，其生物种类丰富，植被较茂密，多生长喜湿的草甸、沼泽类中生—水生植物。局部地方，如新疆塔里木河、叶尔羌河及内蒙古额济纳河沿岸地段，尚有高大的胡杨、灰杨及红柳生长，其下可见有枯枝落叶层存在。土壤类型多以草甸土、盐化草甸土、林灌草甸土、沼泽土为主，土壤质细，以壤土—沙壤土为主，土壤有机质含量多在 1%~3%，土壤呈碱性反应。由于土体水分蒸发旺盛，一般土壤可溶性盐类含量偏高，0~30cm 土层内平均为 0.5%~1.0% (表 4.3)。

表 4.3 自然绿洲形成的土壤条件(0~30cm)

土壤类型	有机质(%)	pH	CaCO ₃ (%)	CaSO ₄ (%)	易溶性盐(%)
草甸土	0.5~2.5	8.2~9.2	8.0~22.0	0.05~0.15	0.05~0.50
林灌草甸土	0.8~1.5	8.1~8.6	8.0~15.0	0.10~0.45	0.20~1.50
盐化草甸土	0.3~1.0	8.3~9.5	12.0~20.0	0.12~0.60	0.50~2.00
沼泽土	2.0~6.0	7.5~8.2	8.0~15.0	0.05~0.50	0.50~2.50

2.2 人工绿洲形成的土壤条件

形成人工绿洲的原始自然景观是荒漠，而不是绿洲。但由于土地平坦，

土层深厚，重要的是具备从别处引水或就地打深井取水进行灌溉的条件，可以按人们的要求进行设计、开垦建设，因而建成了不同规模的人工绿洲，可为社会生产各种农、林、牧及其加工产品。这种引水灌溉的人工绿洲面积广大，自东向西其主要土壤类型一般为粉沙—壤质的灰钙土、棕钙土、灰棕漠土与棕漠土等。

灰钙土、棕钙土、灰棕漠土与棕漠土均属典型的地带性土壤，具有明显的荒漠与半荒漠土壤特征。其共同特点是土壤有机质少，灰钙土与棕钙土一般不超过 1.0%~2.0%，灰漠土、灰棕漠土与棕漠土分别在 1.5%、0.5% 与 0.35% 以下，呈碱性反应， CaCO_3 与 CaSO_4 含量均高，多者可达 30% 以上，可溶性盐分含量较高（表 4.4）。但这类土壤富含矿物质养分，只要有灌溉条件，土地就具有较高的生产潜力，是建设人工绿洲的重要后备土地资源。

表 4.4 人工绿洲灌溉前土壤类型的特征与条件

土壤类型	有机质(%)	pH	CaCO_3 (%)	CaSO_4 (%)	易溶性盐(%)
棕钙土	1.0~2.0	8.0~9.0	5.0~20.0	0.05~2.50	0.05~1.50
灰钙土	0.5~2.5	8.4~9.5	12.0~25.0	0.05~3.00	0.04~1.20
灰漠土	0.5~1.0	8.5~9.5	3.0~9.5	0.40~7.50	0.30~1.50
灰棕漠土	0.3~0.5	8.5~9.5	2.5~9.5	0.50~8.00	0.50~1.60
棕漠土	<0.3	8.0~8.5	3.5~8.0	0.50~32.00	0.50~7.50

2.3 绿洲土壤的形成促进绿洲的持续发展

地带性荒漠土壤或非地带性的沼泽土、盐化草甸土等土壤，在绿洲灌溉、耕作与种植等人为因素的积极干预下，原有土壤性质都会发生明显变化。随着熟化程度的提高，绿洲的持续发展便更具稳定性。绿洲土壤熟化程度与土地肥力的增高，主要表现在以下几方面：

(1) 通过灌溉淤积，逐渐形成一厚达 15~50cm 的灌淤层，颗粒以粉砂为主，占 60%~70%，粘粒占 10%~15%，细砂占 10%~20%。特别是银川平原与内蒙古后套平原，接受大量黄河河水淤积的物质，河水与淤积物质营养成分较为丰富，不仅逐渐形成了一个较为适宜的耕作层，同时也补充了土壤养分的不足。

(2) 由于不断地接受矿化度较低的灌溉水，原土壤中的可溶性盐，特别是原已盐渍化的土壤，在充分灌溉下，一般土壤可溶性盐分都大量淋失或淋洗至地表以下 3~4m 或更深处。若有较完善的排水系统，基本可使盐渍化土壤脱盐。土壤中石膏 (CaSO_4) 在长期灌溉淋溶下也基本淋失，使石膏含量降低，但石灰 CaCO_3 含量降低较慢。

(3) 绿洲土壤在灌溉种植收获后，都留有大量的根茬和残落物。新疆试验资料表明，小麦所残留的根茬量达 1 500~2 250kg/ hm^2 ，种植苜蓿 4 年

后仅根茬和残落物就有 $22\ 500\text{kg}/\text{hm}^2$ ，再加上在种植过程中施用有机肥，这就使绿洲土壤不仅有较为适宜的水分与热量条件，而且有机质来源丰富，为土壤微生物与土壤动物提供了较好的生存条件，使绿洲土壤微生物群体组合丰富多样，加速了绿洲土壤物质的转化，对绿洲生产能力的提高与持续发展起着重要的促进作用。

3 充足的光照与较适宜的温度条件

绿洲的形成固然离不开较丰富的水分条件与平坦而深厚的土层，但也需要有较充足的光照与温度条件。特别是温度条件，是形成绿洲、提高绿洲生产力与经济效益的重要因素。高寒干旱地区，即使有某种水源补给，由于温度条件的限制，高等绿色植物也难以生长，不能形成具有相当规模的生产力与经济效益，因此寒漠中是不能形成绿洲的。

我国除青藏高原地区的寒漠外，广布于新疆、甘肃河西走廊、内蒙古西部及宁夏黄河沿岸一带的干旱地区，光温条件均好。特别是河西走廊、新疆塔里木盆地及内蒙古西部地区，光照十分丰富，全年太阳总辐射量均在 586kJ/cm^2 以上，多者可达 670kJ/cm^2 以上，为绿色植物的光合作用及绿洲形成创造了重要条件。

从热量条件看，我国内蒙古西部及西北广大干旱地区，日均温稳定 $\geqslant 5^\circ\text{C}$ 的生长季一般都在 $180\sim 210\text{d}$ 甚至更长，南疆及河西走廊西端均超过 240d （图4.2）。即使是日均温 $\geqslant 10^\circ\text{C}$ 的暖季，也都在 $140\sim 160\text{d}$ 。南疆塔里

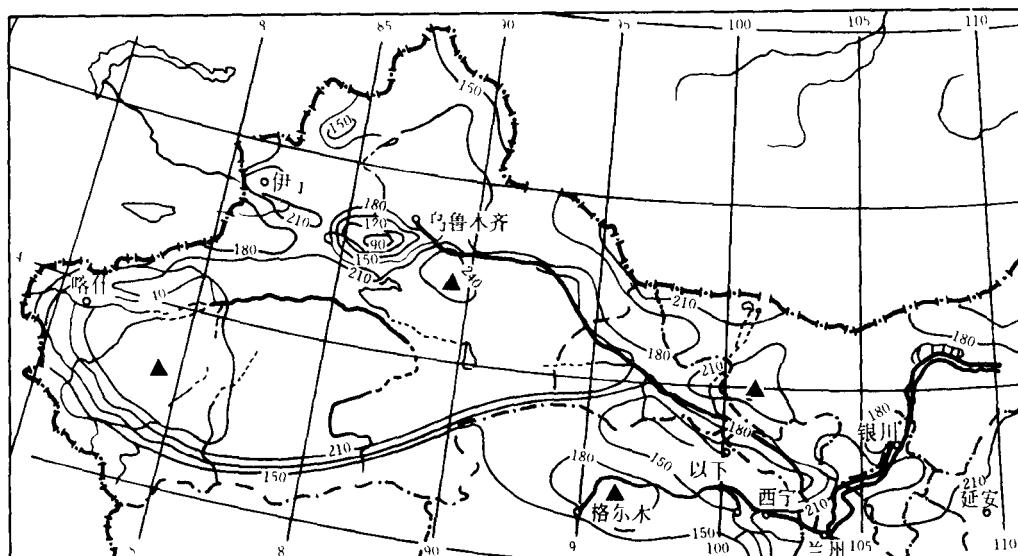


图 4.2 西北及内蒙古西部干旱区日均温 $\geqslant 5^\circ\text{C}$ 生长季平均日数分布图

木盆地甚至可达 200d 以上(图 4.3)。这完全能满足一般农作物(水稻、麦、玉米、土豆、甜菜等)及经济林木(果树、葡萄、瓜类等)的生长为绿洲经济的持续发展奠定了基础。

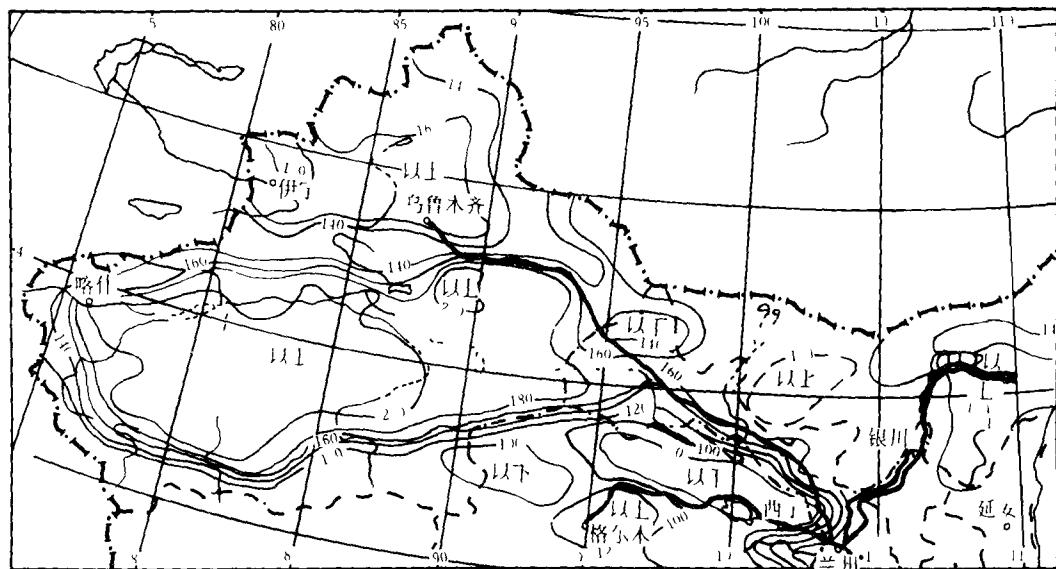


图 4.3 西北及内蒙古西部干旱区日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 暖季平均日数分布图

第二节 绿洲类型的划分

不少学者如樊自立、韩德麟、张林源、汪久文等都对绿洲的分类进行过较深入的研究，也都提出了自己的分类系统。虽然诸家对类型的划分不尽相同，但也大体比较接近，主要都依据绿洲的成因、灌溉水的来源、地貌部位、人类影响的强度、发展的历史及绿洲的功能等诸方面进行。

从方法上看，大体分两大类型：一类为单因素划分，即仅依据某一因素单原则进行分类；另一类为多因素划分，依据多因素、多层次进行综合分类。

1 绿洲单因素分类

1.1 按人类活动影响程度分

按人类活动影响程度可把绿洲分为如下三类：

1.1.1 天然绿洲

天然绿洲指完全凭借天然的条件而形成的绿洲。它基本没有受到人类

的干扰，保持着天然的植被与地貌形态。这种绿洲多在沿河两岸、湖滨或泉水出露处形成。目前，完全的天然绿洲已经很难见到。

1. 1. 2 半人工绿洲

这类绿洲指在天然绿洲的基础上，为人类所利用，并且人类按需要施以不同程度的改造（如修渠、造林、种植等）使原天然绿洲的面貌发生了较深刻的改变。它与人类生产活动紧密联系。这种绿洲广泛分布于新疆天山南北、河西走廊及黄河上游沿岸。

1. 1. 3 人工绿洲

人工绿洲指原来属荒漠，完全是根据人类的需要，从别处引水或开发地下水，根据统一规划进行灌溉、施肥及农、林、牧业生产活动，使荒漠变为绿洲。这种绿洲广泛分布于天山南北麓的莫索湾、塔里木河流域、黄河流域上游，多为原绿洲向荒漠的延展部分。

1. 2 按绿洲形成的时期或阶段分

按绿洲形成的时期或阶段可把绿洲分为如下三类：

1. 2. 1 古绿洲

最早的古绿洲可追溯到西汉时期或更早，到唐朝河西走廊及新疆天山南北绿洲已广泛分布，多在河流两岸或尾端。但这些古绿洲多已变迁，或位置有所移动，或早已重新沦为荒漠（戈壁、沙漠、风蚀地与盐碱滩）如著名的楼兰古城及尼雅、喀拉墩、丹丹乌力克以及北疆的桥子古城、吉木萨尔的北庭古城、内蒙古的额济纳黑城子等。

1. 2. 2 旧绿洲

大体将解放前就已存在的绿洲称旧绿洲或“旧灌区”。这类绿洲分布在河谷低阶地、大河三角洲、洪积—冲积扇中下部。这里水源丰富，灌溉条件优越，是主要绿洲的所在地，为干旱区的繁荣与发展做过重要贡献，如新疆的阿克苏绿洲、和田绿洲、巴楚绿洲、麦盖提绿洲、玛纳斯绿洲、奇台绿洲，甘肃的武威绿洲、民勤绿洲、敦煌绿洲等。

1. 2. 3 新绿洲

通常将解放后（20世纪50年代后）开垦建设的绿洲称为新绿洲。新绿洲大部分为人工绿洲，主要分布在南疆叶尔羌河中下游平原，塔里木河干流上游及下游平原，北疆的玛纳斯河、奎屯河流域，甘肃的石羊河、黑河中游一带。新绿洲均为现今粮、棉、瓜果主要产区。

. 3 按水源补给来源分

按水源补给来源可把绿洲分为如下两类：

1. 3. 1 内流型绿洲

这是我国绿洲的主体部分，主要分布在新疆、甘肃河西走廊、青海柴达木等地区。其水源补给完全来源于依靠高山冰雪消融补给的内陆性大小河

流。这些地区大规模发展绿洲常常受到水源的限制。

1.3.2 外流型绿洲

外流型绿洲主要分布于黄河上游的大小冲积平原，如宁夏的银川平原（西套）、中卫平原、内蒙古的河套平原（后套），其水源相对丰富，土地较辽阔，是我国农业潜力较大的区域。

1.4 按绿洲所在的地貌部位分

按所在的地貌部位可把绿洲分为如下六类：

1.4.1 扇缘地绿洲

这类绿洲主要分布在山前洪水出山口所形成的洪积扇前缘。沉积物颗粒较细，多以沙壤质为主；地形较平坦，坡度大多在 $3\sim7^\circ$ 。水源丰富，有些地方还有地下泉水出露，水质好。地下水提取较容易，灌溉便利。自然条件优越。这类绿洲在我国分布广泛，如甘肃河西走廊的武威、张掖、酒泉、敦煌，新疆的喀什、和田、阿克苏、库尔勒、玛纳斯、乌鲁木齐等绿洲均属此类。

1.4.2 河谷绿洲

这类绿洲分布在山间谷地与河谷内的河漫滩、阶地上。一般面积都不大，沿河谷两岸分布，灌溉水源丰富。但由于河流旁蚀作用或洪水侵蚀与堆积，低阶地地面稳定性差。部位较高的阶地由于条件较好可以建成基本农田。

1.4.3 冲积平原绿洲

这类绿洲多形成于水量较大的内陆河两岸的阶地上或外流河（如黄河）的上游冲积平原。这类绿洲地势平坦，土层深厚，土质多以沙壤质、壤质或粘质为主。河流流水缓慢，灌溉方便，但地下水埋深浅，地面常呈盐渍化，且排水、排盐困难。如内蒙古河套、塔里木河中下游流域及黑河、疏勒河沿岸绿洲均属此类。这类绿洲是开垦建设的重点区域，具有良好的开发前景，可以建设成综合性的多功能绿洲。绿洲中的城镇也多分布于此类绿洲。

1.4.4 三角洲绿洲

三角洲绿洲系指一些大、中型内陆河尾闾的三角洲地区。这里地势平坦，引水方便；但处于河流末端，水源易受上、中游人类活动影响而不稳定。如河西走廊石羊河下游的民勤绿洲、北大河下游的金塔绿洲、黑河下游额济纳的居延绿洲、新疆孔雀河下游罗布泊的古楼兰绿洲均属此类。由于水源的变化，三角洲绿洲常常面临变迁或衰弱、消亡。但如果水源有保证，分布在三角洲上的绿洲是具有重要意义的。例如新疆库尔勒绿洲、阿克苏绿洲等，规模都较宏大，地表水、地下水均较丰富，已成为南疆的重要农业基地。

1.4.5 干三角洲绿洲

干三角洲绿洲主要指分布在中、小河流散流形成的干三角洲背脊部的绿洲。耕地常沿河道或渠道两旁呈树枝状分布，如北疆的玛纳斯北五岔和老沙湾、奇台的桥子，南疆的岳普湖和伽师等绿洲。这里由于地势平缓，地下

径流不畅 地下水位较高 易于引起土壤盐渍化 且改良条件较差。在干三角洲上，还分布有许多古代绿洲，如尼雅河干三角洲上的尼雅遗址，克里雅河下游干三角洲上的喀拉墩、马坚里克等，这些绿洲均因上游开发、河水减少而被遗弃。

1. 4. 6 湖滨三角洲绿洲

大小湖泊的边缘地带地势低平，水分条件良好，可为绿洲形成提供必要的物质与环境基础。尤其是河流流入湖泊的三角洲地带，其沉积物颗粒较细，地下水排泄不畅，一般土壤盐渍化较普遍，如福海与焉耆绿洲就分布在博斯腾湖滨三角洲上。这里除原有旧绿洲外，又拓展了许多新绿洲，新老绿洲交错分布。

1. 5 按热量气候带分

热量气候带是决定不同地区土地生物产量的一个重要因素。从世界范围看 绿洲可分布在热带、亚热带、暖温带与温带等不同气候带 但我国荒漠与绿洲主要分布在暖温带与温带。

1. 5. 1 暖温带绿洲

它指暖季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温大于 $3\,500^{\circ}\text{C}$ 的绿洲，主要分布于新疆天山以南塔里木盆地、吐鲁番盆地、河西走廊西段敦煌一带。这里降水极少 仅有 50mm 左右 但热量充足 光照充分 有利于棉花、瓜果等经济作物生长 在灌溉有保证的条件下，土地生产潜力大。

1. 5. 2 温带绿洲

它指暖季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 $2\,500\sim 3\,500^{\circ}\text{C}$ 的绿洲 主要分布在新疆天山以北准噶尔盆地、河西走廊东段和中段及黄河流域的银川平原与内蒙古河套平原等。这里降水量多在 $100\sim 250\text{mm}$ 光照充足 热量也基本能满足各种农、林、牧业作物生长的需要。

1. 6 按绿洲的功能分

绿洲都具有一定的社会与经济功能。依其功能特征可把绿洲分为以下四类：

1. 6. 1 农业绿洲

农业绿洲指以农业生产为主要功能的绿洲，由农田、果园、人工林带（网）、片林、灌溉渠网、道路等组成。这类绿洲多分布于沿河、湖滨及山前洪积扇下部，是当地农业的主要生产基地，如河西走廊绿洲、吐鲁番绿洲。

1. 6. 2 牧业绿洲

牧业绿洲指以牧业生产为主要功能的绿洲。这类绿洲多为成片的人工饲草料基地或尚未很好开发的以放牧为主的天然绿洲。牧业绿洲多与农业绿洲镶嵌分布，很少有大片孤立的牧业绿洲存在。

1.6.3 城镇绿洲

城镇绿洲常与大范围的农、牧业绿洲相依托而存在，从空间布局上与农牧业绿洲相连，成为农业或牧业绿洲的经济、文化或政治中心，如武威、张掖、石河子、库尔勒等城镇。城镇绿洲除建筑物、道路等外 应以园林绿化为主 追求绿化、美化与人们生活的和谐结合。

1.6.4 工矿绿洲

工矿绿洲多分布在特定的工业矿区或重要道路站址。虽这些区域本身并不具备发展农、林的条件，但为促进工业矿区的发展、改善人们的居住环境而建立起完全人工化的绿色工程。著名的荒漠工矿绿洲有克拉玛依、独山子、金川、玉门、格尔木、嘉峪关等绿洲。

2 绿洲多因素综合分类

2.1 分类原则

单因素绿洲分类虽简单易行，但过于片面，难以客观地反映不同绿洲的特征，也不利于人类的综合利用。为此，有必要依据多因素综合性进行分类，这样可以将单因素分类的优点融合在一个统一的分类系统之中。在分类中，主要依据以下原则：

- (1) 人为因素对绿洲发展演变影响的程度；
- (2) 绿洲所处的地理位置与气候特征，特别是热量与温度特征；
- (3) 绿洲发生的地貌部位与环境特征；
- (4) 绿洲的经济利用方向；
- (5) 绿洲的演变与发展阶段。

2.2 类别的划分

在充分考虑上述原则的基础上，绿洲可按三级分类进行划分。

2.2.1 第一级分类

按所属的热量气候类型可把绿洲分为如下三类：

I 暖温型绿洲

我国热带、亚热带无荒漠。最温暖的荒漠与绿洲分布在暖温带，其暖季(日均温大于 10°C 积温需要 $3\,500^{\circ}\text{C}$ 以上 即 $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温大于 $3\,500^{\circ}\text{C}$)。属此类型的绿洲主要包括塔里木河中下游(库尔勒、库车、阿克苏、喀什等)、吐鲁番—哈密盆地(都善、托克逊等)、敦煌(党河、疏勒河流域)和田地区(民丰、于田、皮山、叶城等)、额济纳河下游、石河子—莫索湾地区等。

II 中温型绿洲

中温型绿洲在我国分布面积最广阔。其暖季 $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2\,500 \sim 3\,500^{\circ}\text{C}$ ，基本上能满足一年一季作物的生长。此类绿洲主要包括内蒙古河

套平原 银川—中卫平原 甘肃河西武威、张掖、高台、民勤、酒泉绿洲 新疆准噶尔盆地东部，内蒙古鄂尔多斯西部及阿拉善东部等地区。

Ⅲ 寒温型绿洲

寒温型绿洲主要指海拔 3 000m 以上的属寒温带气候特征的绿洲。这里气温偏低 暖季 $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温小于 $2 500^{\circ}\text{C}$ 。对喜温作物、瓜果生长而言气温偏低，只能保证喜温凉作物一年一季的收获。此类绿洲有青海的共和盆地（共和、贵南等）柴达木盆地 格尔木、德令哈、大柴旦 等。

2. 2. 2 第二级分类

第二级类型划分是在上述热量气候带范围内，依据人为因素影响的程度及绿洲的发展阶段把绿洲续分为如下四大类：

1. 天然绿洲

它指基本上未受人为因素的影响，未经任何破坏与改造的绿洲；即使利用，也只是一种较为原始的轻度放牧，天然绿洲的生态系统得以较好的保存。

2. 半人工绿洲

这类绿洲已为人类较充分的利用，人为因素已较深刻地影响到绿洲的原始面貌，特别是灌溉系统已初步建立，与人类的社会、经济生活有着密切的联系，绿洲已成为一种由天然与人为因素共同建立的复合生态系统。

3. 人工绿洲

这里的人工绿洲既包括原本属荒漠，完全靠人为因素引来水源得以灌溉后才建成的绿洲；也包括原来虽属天然绿洲，但人类根据社会生活与生产的需要，对天然绿洲进行了较彻底的改造，建立了一系列较为完整的灌溉、防护与生产系统，像这样一种与原天然绿洲有着本质区别的复杂绿洲系统，也应视为人工绿洲。

4. 可控性生态绿洲

这是一种根据生态学原则，充分而合理地利用自然资源尤其是水、土与生物资源，完全由人为设计和调控的全新型的绿洲。这里各生态要素处于一种和谐的状态 光、温、水等资源基本上可以人为调控，有的甚至可以自动控制。水资源利用充分 利用率可高达 80% 以上。光能转化率高。单位土地面积上的生物产量高。绿洲本身的物质与能量就地转化程度高，资源利用互补性强。各种成分的产业结构合理，绿洲与绿洲外围过渡协调。因此，可控性生态绿洲基本达到和谐、稳定、高产出与可持续发展的要求。

当然，这是一种需要人们去努力创建的绿洲，是一种未来型绿洲。随着科学的发展，运用高科技与自动控制以及设施农业的手段，绿洲的可调控性、环境和谐以及稳定的高产出是完全可以实现的。

2. 2. 3 第三级分类

第三级分类是在第二级四大类型的基础上，依据绿洲发生的地貌部位、环境特征及绿洲的利用方向进行续分。其系统如下：

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. 天然绿洲 | 2. 半人工绿洲 |
| 1(1) 天然河谷绿洲 | 2(1) 河谷绿洲 |
| 1(2) 天然扇缘绿洲 | 2(2) 扇缘绿洲 |
| 1(3) 天然湖滨绿洲 | 2(3) 湖滨绿洲 |
| 1(4) 天然三角洲绿洲 | 2(4) 三角洲绿洲 |
| 3. 人工绿洲 | 4. 可控性生态绿洲 |
| 3(1) 农业绿洲 | 4(1) 农业生态绿洲 |
| 3(2) 牧业绿洲 | 4(2) 牧业生态绿洲 |
| 3(3) 城镇绿洲 | 4(3) 城镇生态绿洲 |
| 3(4) 工矿绿洲 | 4(4) 工矿生态绿洲 |

以上分类系统 可归纳为表 4.5。

表 4.5 绿洲分类系统

一级分类 (热量气候型绿洲)	二级分类 (人为因素影响程度)	三级分类 (地貌部位)			
I 暖温型绿洲	I 1 天然绿洲	I 1(1) 天然河谷绿洲	I 1(2) 天然扇缘绿洲	I 1(3) 天然湖滨绿洲	I 1(4) 天然三角洲绿洲
	I 2 半人工绿洲	I 2(1) 河谷绿洲	I 2(2) 扇缘绿洲	I 2(3) 湖滨绿洲	I 2(4) 三角洲绿洲
	I 3 人工绿洲	I 3(1) 农业绿洲	I 3(2) 牧业绿洲	I 3(3) 城镇绿洲	I 3(4) 工矿绿洲
	I 4 可控性生态绿洲	I 4(1) 农业生态绿洲	I 4(2) 牧业生态绿洲	I 4(3) 城镇生态绿洲	I 4(4) 工矿生态绿洲
II 中温型绿洲	II 1 天然绿洲	II 1(1) 天然河谷绿洲	II 1(2) 天然扇缘绿洲	II 1(3) 天然湖滨绿洲	II 1(4) 天然三角洲绿洲
	II 2 半人工绿洲	II 2(1) 河谷绿洲	II 2(2) 扇缘绿洲	II 2(3) 湖滨绿洲	II 2(4) 三角洲绿洲
	II 3 人工绿洲	II 3(1) 农业绿洲	II 3(2) 牧业绿洲	II 3(3) 城镇绿洲	II 3(4) 工矿绿洲
	II 4 可控性生态绿洲	II 4(1) 农业生态绿洲	II 4(2) 牧业生态绿洲	II 4(3) 城镇生态绿洲	II 4(4) 工矿生态绿洲
III 寒温型绿洲	III 1 天然绿洲	III 1(1) 天然河谷绿洲	III 1(2) 天然扇缘绿洲	III 1(3) 天然湖滨绿洲	III 1(4) 天然三角洲绿洲
	III 2 半人工绿洲	III 2(1) 河谷绿洲	III 2(2) 扇缘绿洲	III 2(3) 湖滨绿洲	III 2(4) 三角洲绿洲
	III 3 人工绿洲	III 3(1) 农业绿洲	III 3(2) 牧业绿洲	III 3(3) 城镇绿洲	III 3(4) 工矿绿洲
	III 4 可控性生态绿洲	III 4(1) 农业生态绿洲	III 4(2) 牧业生态绿洲	III 4(3) 城镇生态绿洲	III 4(4) 工矿生态绿洲

此外，还有一种情况应特别提及，即一些零散分布的小面积的绿点与绿片，虽然面积仅有几十平方米、几亩、几十亩，它们可以散布于各种地貌部位 如山间盆地、河谷两岸阶地、湖滨、泉水出露地、井边、住宅地附近等，但

其功能与作用却与绿洲完全一致，因此应该纳入绿洲范畴。正是这些面积较小的绿点与绿片弥补了人们生活的需要，是绿洲的一个重要补充。

第三节 中国绿洲分布特征

在影响绿洲形成的诸因素中，决定性的因素是水土条件，尤其是水分条件。地表水或地下水的存在形式、数量及其分布 细土带的形成、分布及面积在很大程度上也就决定了绿洲的分布、面积与绿洲的发生、演变过程。纵观我国绿洲的分布，大致有如下特征。

1 基本上分布在西北温带干旱地区

我国国土面积虽然辽阔，但是受季风气候及青藏高原的影响，真正孕育绿洲的干旱地区，主要包括内蒙古西部地区在内的西北地区，尤其是甘肃河西走廊以西的荒漠与半荒漠区。这一区域均属温带干旱地区，其热量与湿润度在地域上有较明显的分异。大体自东向西热量递增，暖季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温从河西走廊的 $2\,500^{\circ}\text{C}$ 增至新疆塔里木盆地的 $4\,500^{\circ}\text{C}$ 以上。但柴达木盆地因受青藏高原垂直带的影响（海拔 $3\,000\text{m}$ 以上）积温偏低 大多不足 $1\,500^{\circ}\text{C}$ 外。其余地区，热量均较丰富，完全可以满足一年一季作物生长的需要。

根据暖季积温的多少，我国绿洲大致又分布在以下温带的三种不同热量地域（图 4.4）。

暖温型温带

暖温型温带光照充足 热量丰富 暖季积温均大于 $3\,500^{\circ}\text{C}$ 。这一区域包括新疆天山以南塔里木盆地、吐鲁番盆地、北疆乌鲁木齐以西至克拉玛依地区，甘肃河西走廊安西至敦煌地区，内蒙古阿拉善西部额济纳地区。主要绿洲有库尔勒绿洲、库车绿洲、阿克苏绿洲、喀什绿洲、莎车绿洲、哈密绿洲、鄯善绿洲、吐鲁番绿洲、酒泉绿洲和额济纳绿洲等。

中温型温带

中温型温带光照充足 热量较为丰富 暖季积温为 $3\,500\sim 2\,500^{\circ}\text{C}$ 。这一区域包括新疆北部塔城、伊宁及准噶尔盆地东北部大部分地区，甘肃河西走廊东段、中段及宁夏中卫、银川地区 内蒙古巴彦淖尔盟黄河灌区、伊克昭盟北部黄河灌区及阿拉善左旗、右旗。主要绿洲有塔城绿洲、伊宁绿洲、张掖绿洲、武威绿洲、民勤绿洲、中卫绿洲、银川绿洲、后套绿洲和前套绿洲等。

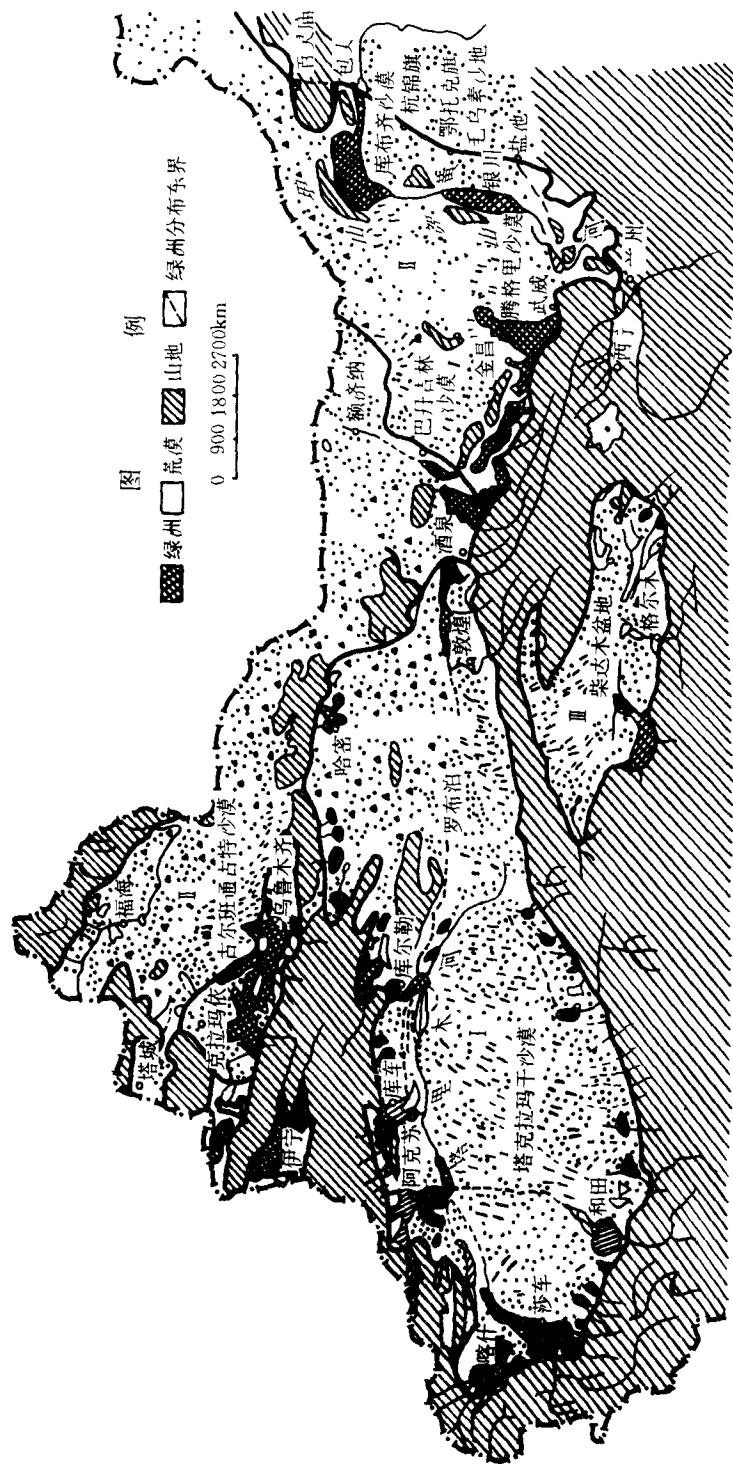


图 4.4 我国不同热量带绿洲分布略图

1.3 寒温型温带

寒温型温带地区主要指青藏高原北部的柴达木地区。此区由于海拔高，暖季积温不足2500℃。主要绿洲有大格勒绿洲、德令哈绿洲、格尔木绿洲、夏日哈绿洲、查查香卡绿洲、香日德绿洲、乌图美仁绿洲和赛什克绿洲等。

以上温带三种不同热量型绿洲分布的面积如表4.6。

表4.6 中国温带不同热量型地区绿洲分布面积(单位km²)

地区 热量型	宁夏	内蒙古	新疆	甘肃	青海	小计
暖温型	2 400	8 720	21 719	7 335	—	40 174
中温型	—	30	36 981	3 613	—	40 624
寒温型	—	—	—	—	5 621	5 621
合计	2 400	8 750	58 700	10 948	5 621	86 419

从上表可知，我国绿洲绝大部分分布在热量较丰富的暖温型与中温型地区占绿洲总面积的93.5%，暖温型与中温型面积大体相当。

2 以盆地绿洲为主体的内陆流域绿洲是我国绿洲分布的主要特色

我国绿洲面积较广阔，分布范围广范，且以内陆流域为主。绿洲赖以生存的内流型河流多发源于四周山地，消失于盆地内部的沙漠、戈壁，即使是长达2300余km的塔里木河也是如此。因此，绿洲主要散布于我国西北干旱地区的盆地之中。例如塔里木盆地主要有库尔勒绿洲、库车绿洲、尉犁绿洲、焉耆绿洲、喀什绿洲、莎车绿洲、皮山绿洲、于田绿洲、和田绿洲、且末绿洲、若羌绿洲和铁干里克绿洲等；吐鲁番—哈密盆地主要有吐鲁番绿洲、托克逊绿洲、鄯善绿洲和哈密绿洲等；柴达木—共和盆地主要有德令哈绿洲、格尔木绿洲、夏日哈绿洲、香日德绿洲、诺木洪绿洲、大格勒绿洲、查查香卡绿洲、赛什克绿洲、沙珠玉绿洲、英吉尔绿洲和哇玉香卡绿洲等。河西走廊主要有民勤绿洲、武威绿洲、张掖绿洲、酒泉绿洲、玉门绿洲、高台绿洲、金塔绿洲、安西绿洲和敦煌绿洲等。

以上述盆地绿洲为主体的我国内陆流域绿洲，占全国绿洲总面积的93%；而以黄河流域为主的外流型绿洲，包括著名的内蒙古河套绿洲、银川绿洲和中卫绿洲等，仅占绿洲总面积的7%。正是这占全国绿洲总面积93%的绿洲，养育了全国4%以上的人口，促进了数千年西域的文明与社会发展而且还将支持未来21世纪我国西部地区的经济建设与社会发展。

3 我国绿洲几乎都以高大山系为依托

我国干旱地区的绿洲，不论是内流型或外流型，几乎都在不同程度上依

托于高大的山系而存在。这些山系由于山体高大，受垂直带影响，山地降水普遍增多，且多以固态水——冰、雪形式而存在。每年夏季冰雪消融，融水源源不断地流向山麓。山地洪水携带大量固体风化碎屑物，出山后沉积于山麓地带，最终形成广布于山麓地带的倾斜平原，这就构成了我国绿洲形成的最重要的物质来源，如天山南北及昆仑山麓的绿洲分布就是如此（图 4.5 和 4.6）。

不仅属内陆流域的昆仑山北麓绿洲、祁连山北麓河西走廊绿洲如此，而且外流型的银川绿洲，其物质来源除黄河沉积物外，在很大程度上也受其西侧贺兰山东麓山前洪积物来源的影响。内蒙古河套绿洲也像银川绿洲一样，除黄河沉积物外，还受到其北侧阴山山系（狼山—乌拉山段）山前洪积物的深刻影响。由此可见，我国主要绿洲几乎都无一例外地在不同程度上依托于高大山系，这些山地不仅长期为绿洲提供灌溉水源，也为其奠定了可供灌溉的平坦的细土平原，这是我国绿洲的物质基础，也是绿洲空间分布上的一个重要特征。

第四节 绿洲的发展阶段及发展趋势

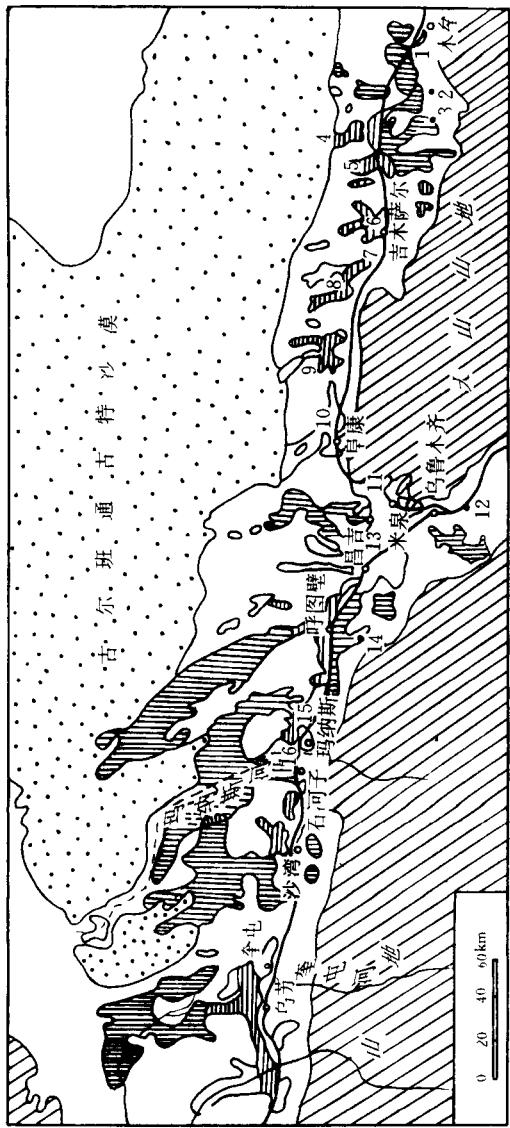
荒漠环境下某些土层较厚、地势平坦的局部地段获得了较充足的水分条件后（地面灌溉或地下潜流），就将出现绿洲化过程，以致最后形成绿洲。这些绿洲又将随其形成条件稳定性的增强或减弱而发生变化。当其形成条件逐步消失的时候，绿洲化过程就会逐渐减弱，直至绿洲最终消失。特别是当人类开始利用绿洲后，其影响的深度、范围与速度都得到了极大的加强。这种影响的结果，始终都存在着两种方向相反、性质截然不同的过程：绿洲化过程加强 绿洲得以持续发展 绿洲化过程削弱 最终回归荒漠化 使人类自身的生存条件恶化。

1 绿洲的发展及其阶段

绿洲的发展 除在自然状态下水、土、光、温等条件得到补充与延续 使绿洲的功能得以充分发挥外，人类的介入和对绿洲的利用也使绿洲得以迅速发展与变化。但这种介入与影响在很大程度上受到人类自身的生产水平、社会政治环境的需要及科学技术水平的制约。根据我国实际情况，绿洲的发展大体经历了以下不同的发展阶段：

1.1 原始绿洲阶段

原始绿洲基本上保留了天然绿洲的面貌。人类虽对其有利用，但都处于原始阶段，仅限于最早居留于绿洲的原始部落居民的狩猎或捕鱼活动，居民



1. 新户古城；2. 英格堡古城；3. 麻沟梁古城；4. 桥子古城；5. 奇台古城；6. 北庭古城；7. 从河古城；8. 八家城古城；9. 北庄子古城；10. 六远湖古城；11. 下沙河古城；12. 乌拉泊古城；13. 昌吉古城；14. 阿苇滩古城；15. 塔西河古城；16. 玛纳斯古城

图 4.5 天山北麓绿洲分布

(引自宋有陈、樊自立等的《中国塔里木河水资源与生态问题研究》)

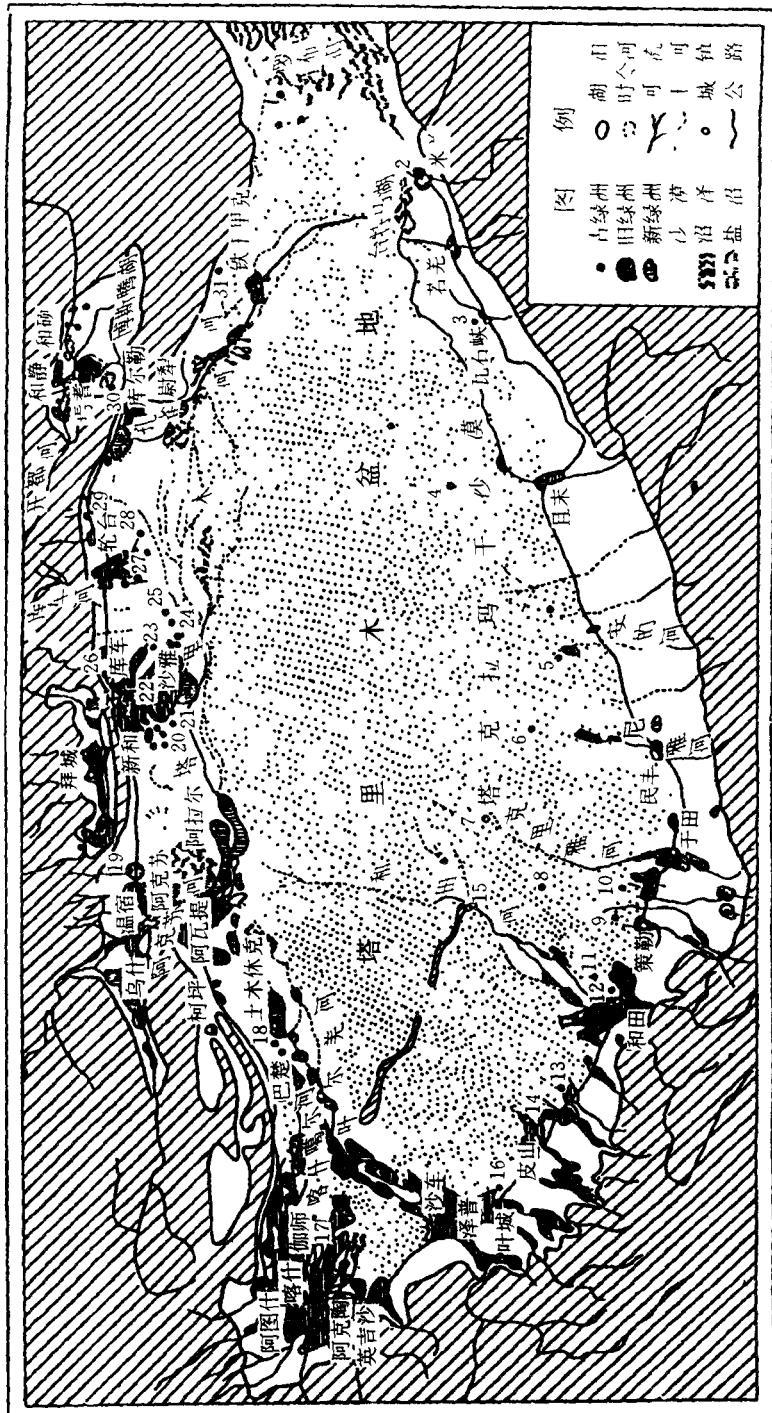


图 4.6 塔里木盆地绿洲分布变化图

1. 楼兰；2. 米兰；3. 瓦石峡古城；4. 古且末；5. 安的尔古城；6. 尼雅(汉精绝)；7. 喀拉墩；8. 丹丹乌里克；9. 乌宗塔提；10. 老达莫沟；11. 布盖威里克；12. 约特干；13. 藏桂遗址；14. 古皮山遗址；15. 马扎塔格遗址；16. 可汉城；17. 达曼城；18. 托乎沙赖；19. 喀拉玉尔滚；20. 大望库木，21. 通古孜巴什；22. 羊达克沁；23. 羊达克萨尔；24. 穆萨尔；25. 干什加提；26. 皮加克；27. 黑太太；28. 着果特；29. 野云沟；30. 紫泥泉子；31. 萍盘

数量有限，生产活动规模小、水平低，不足以对绿洲的生态结构产生深刻影响。

据考古研究 我国新疆、甘肃、内蒙古、宁夏等地 早在新石器时代就有人类活动，人类依赖于原始绿洲得天独厚的生物资源及水资源得以生存与繁衍。例如，据考古研究，南疆克里雅河上游石器时代的文化距今已 8 000 余年；甘肃河西走廊已发现新石器遗址近 20 处，它们分别属于新石器晚期的马家窑文化、齐家文化与较晚一些的沙井文化。古人类都选择山前洪积扇或河流阶地离水源近、地势较高又无洪水之虞的绿洲，依靠绿洲、河流及较丰富的生物资源进行捕猎和采集，以维持生存。此时的农业生产活动尚很原始，仅能利用石锄、石铲等原始工具进行低水平的耕作种植。养殖活动尚处于游牧状态，逐水草而居，逐水草而牧，整个人类生活表现了对大自然的完全依赖。

1. 2 古绿洲阶段

从原始绿洲过渡到古绿洲，经历了长达数千年的漫长岁月。在这一过程中发生了一个根本性的变化，即人类社会由无所定居的狩猎为主的原始低级生产阶段发展到以灌溉为主要措施的种植农业阶段。这在生产方式与生产水平上都是一个质的飞跃，因而对天然绿洲的影响也是极其深刻的。这表明当时绿洲的居民已开始根据自己所拥有的知识与生产手段来定向改造绿洲了。尤其是自西汉王朝建立以后，内地与西域的军事、商贸与文化交流得到重视，“丝绸之路”开通以后，内地的生产方式与经验传入河西走廊、天山南北，这种影响就更为全面、深刻了。

这个时期古绿洲的发展有以下明显的特征：

1. 2. 1 由单纯的以人就水发展到以水就人

干旱地区的农业发展过程中普遍都经历了由单纯的以人就水发展到以水就人的阶段。由于当时生产技术水平低，生产工具原始，种植农业在最初阶段只能是哪里的水土条件好，人就到哪里去种，利用天然的水源就地引水灌溉。这在魏、晋以前的河西走廊、新疆天山南北均如此。例如 塔里木盆地南缘的尼雅、丹丹乌里克、老达玛沟及孔雀河下游的楼兰古绿洲，地势平坦，水网发育，人工稍加疏导，就可引水灌溉。且植被也因水分条件好而生长茂密，可作四季草场利用。当地牧业的发展也具备基本条件。在尼雅、喀拉墩等遗址发掘有大量的动物碎骨，这就说明当地的先民们除食用粮食外，还食用大量肉食。尼雅河下游的尼雅遗址，是古代的精绝国的遗址。19世纪末 斯但因等曾三次来此发掘，在这里发现古代的渠道、水池等灌溉设施及小麦、青裸、糜谷、干羊肉、羊蹄、雁爪等农牧业产品。但当生产水平有了提高，特别是先进的生产工具自内地及中东引进后，单纯地靠以人就水发展农牧业生产就不能完全满足需要了。

自汉朝以后 冶铁技术传入河西走廊、新疆等地。《水经注·河水篇》记

载当时公元5~6世纪的库车“山有铁能铸冶”。该县东北阿艾山发现有冶铁遗址出土有小块铁渣、矿石与陶领(鼓风管道)。在尼雅也发现有冶铁遗址，遗址有烧结铁矿、矿渣、残铁铲等。克孜尔千佛洞第175窟的两幅西晋壁瓦画上就有二牛抬杠的犁耕图，图上有宽大的铁犁铧、铁锄等，这说明当时这里的农耕技术与生产工具已有很大的改进与提高。因此，就有可能建设较大的水利工程与较大的水利设施，把水源从远处引到生产与生活需要的居民点附近，逐步做到以水就人，从而对绿洲的演变施加更加深刻的影响。

如米兰遗址，这里在汉唐时是重要的屯田基地。它保存有十分完整的古代灌溉渠道系统。引米兰河水，干渠上设有总闸和分水闸，两侧有7条支渠，依地形脊岭分布，采用双向灌溉集中分水方式，使每一块地都能浇上水。

黄文弼在《塔里木盆地考古记》中也记载今沙雅县东有“长达三百华里之古渠”当地维族人称“汉人渠”(“黑太也拉克”)灌溉着阿克沁、满玛克沁、黑人沁等古域。而这一带正是汉唐时的重要屯田所在。

至于新疆的坎儿井更是内地的打井技术与当地自然条件完美结合的结晶，对当地从远处引水灌溉绿洲，起到了积极的推动作用。

1.2.2 军事需要与国防建设推动了绿洲的发展

自西汉以后，汉、唐等王朝为了扩大疆域，确保甘肃河西走廊以西的广大西域地区的军事需要，历来都从内地迁移大量的居民至西域及有条件的绿洲从事垦殖；有些地方干脆就由军队直接从事军垦，即所谓“寓兵于农”。如西汉时所谓西域36国实际上就是36个较大的绿洲。其中龟兹国(包括库车、沙雅、新和)是当时最大的绿洲之一，有居民6970户，人口81300人，而当地却拥有军事人员125000人。这些军事人员在和平时期都坚持驻军戍边，军事与农业生产相结合，避免军粮的长途运输。

《水经注·河水篇》记载：“敦煌索励……将酒泉、敦煌兵各千人至楼兰屯田，起白尾、召鄯善、焉耆、龟兹兵共千人，横断注宾河，灌浸沃野，河断之日，水奋势激，彼凌冒堤……大战三日，水势乃涸，胡人称神。大田三年积粟百万，威服外国。”这一段生动的记载形象地描述了当时的军民参加的水利工程建设，并取得了丰收、增强了军威国力的盛况。

将绿洲建设与军事国防建设融为一体，一直是我国西部绿洲建设的一大特色，也是一个保持到后代的重要传统。

1.2.3 以种植农业为主，农、牧、林、果多种经营已经出现萌芽

以种植粮食、油料作物为主的种植农业无疑是古绿洲最重要的支柱产业。但考古发现及史料记载均表明，从汉唐以来西部绿洲已不再是单一的种植农业。牧业除牛、马、羊等传统经营畜种外，还有猪及家禽类的饲养。林业除乡土树种(杨、柳等)外，已经培育果苗，经营果园，栽植着桃、杏、桑、沙枣、石榴、梨、葡萄、核桃、枣、甜瓜等。而其中有些重要的果树品种(如葡萄、石榴等)通过在绿洲的栽培繁殖而传播到内地。因此，古绿洲的产业结构已经

是单一的种植农业，而是具备了多种经济成分的萌芽。

1. 2. 4 注重交通要道上的绿洲发展

自汉唐以来的历代王朝，都十分注重通往西域各地交通要道上的绿洲建设。这些通往西域地区大漠戈壁上的片片绿洲，实际上也是当时与西域交流的重要“驿站”。正是这些绿洲才保证了内地政治、军事、文化中心的地位及有关人员与西域往来所需物资的补给。例如，公元 11 年就在河西走廊先后设置了武威、酒泉、张掖、敦煌等郡，在主要交通线上开垦了灌溉农业区。据《汉书·地理志》载：“河西四郡有户六万二千余 人口二十八万余人。”若加上屯田的士卒，当时河西人口约 40 万左右。就当时而言 这已算得上人口众多了。汉光武帝评价河西地区是个“ 兵马精强 金库有蓄 民庶殷富 ”之地。《资治通鉴》也曾提到当时“ 天下称富庶者莫如陇右(河西走廊)”。唐甘州刺史李汉通置屯开垦，“ 数年丰稔 乃至一匹绢粟数十 积军粮支数十年 ”。天宝八年(公元 749 年)唐王朝从河西收购了“ 三十七万一千余石粮食 ”占当年全国收购总数的 32% 以上。由此可见 沿交通要道上的绿洲开发 对巩固当时各代王朝的政局，补给前方物资需求，保证通往西域的桥梁——河西走廊的畅通起到了重要作用。

1. 3 旧绿洲 老绿洲 阶段

旧绿洲又称老绿洲。它与古绿洲没有一个明确的分界年限，一般都将清王朝以后 特别是 1884 年新疆正式建省至 1949 年中华人民共和国建立的这一段时间发展开垦出来的绿洲称为旧(老)绿洲。

这一段时间，中国人口的发展较之历史上任何一个时期都要快得多。例如，自西汉至清康熙年间的 1 600 多年，人口始终保持在 5 000~6 000 万；而自乾隆年间至 1949 年的 200 多年中 人口却迅速增加到 5 亿。面对这种人口猛增的局面，清王朝采取的措施之一就是奖励开荒垦殖，给垦荒者以种子、牛具。除军垦外 还大力鼓励、刺激民垦。正是在这一背景下 鄂尔多斯、河套地区、河西走廊、新疆天山南北广大地区都掀起了一次垦荒屯田的高潮，尤其是北疆规模最大。例如，到清末乌鲁木齐灌区已修建干渠 44 条 支渠 66 条 灌溉面积达 1.24 万 hm^2 到解放前夕已扩大到 7.75 万 hm^2 。玛纳斯河是天山北麓最大的河流，清朝前期该河流域耕地面积仅有 0.95 万 hm^2 到清末已扩大到 1.63 万 hm^2 至解放前夕已达 4.0 万 hm^2 。伊犁地区也成了屯垦的重点地区，18 世纪中期屯垦农田达 1.8 万 hm^2 ，100 年后又掀起了一次屯垦高潮，开垦荒地达 2.58 万 hm^2 清末达 4.5 万 hm^2 ，至解放前夕已高达 18.3 万 hm^2 。

从上述可知，旧绿洲阶段是绿洲面积迅速扩大的一个阶段，也是天然绿洲迅速演变为人工、半人工绿洲的一个阶段。在这一阶段，人为因素对绿洲的演变与发展产生了深刻的影响。

旧绿洲较多地保留了古绿洲的一些特征，如在绿洲的开发中军屯仍占

有很大的比例，牧业仍占有重要地位，有不少绿洲仍保持着半农半牧的特色。但种植农业的分量更重了，多种经营较之古绿洲更显得重要了。

由于水对绿洲发展及种植业的重要性日渐为人们所认识，因此在同一流域上、中、下游为水量分配而导致民事冲突的事件也多起来了。例如 武威县与民勤县曾因石羊河中、下游用水问题多次发生争讼案件，在《镇番（民勤）县志》中就特编“水案”一章 记载了官方规定的民勤县与武威县的用水比例。这种同一流域上、中、下游用水的矛盾自此成为绿洲发展中经常难以调和的问题。

1.4 新绿洲阶段

1949年中华人民共和国成立以后开垦建设起来的绿洲称为新绿洲。解放后，随着西北人口的增加，内蒙古及西北地区社会主义建设事业的发展，西北地区能源工业（石油、煤炭 及化工、冶金、交通运输事业的发展）客观建设的需要对绿洲提出了更高的要求。尤其是70年代以后，有条件的干旱地区 如新疆北疆玛纳斯河流域、沙湾地区 南疆塔里木河流域 库尔勒、尉犁、铁干里克、卡拉等地区），叶尔羌河流域及内蒙古河套、乌兰布和沙漠地区，都建立了大规模的生产建设兵团，开垦了大量荒地，引水灌溉，营造防护林，使昔日沙漠荒原生机盎然。虽然开发建设在某些地区给生态环境带来了一定的破坏 但从总体上讲 自解放至 70年代生产建设兵团对干旱荒漠地区的开发与绿洲建设是建立了不朽的功勋的，这为以后绿洲的进一步开发与建设奠定了良好的基础。

从张林源等对几个主要绿洲耕地面积的统计资料可以看出，自解放初（40年代末 至 20世纪 80年代后期的近 40年的时间里，我国绿洲耕地开发的面积已远远超过此前历史时期的总面积（表 4.7）

表 4.7 20世纪 40年代末至 80年代末几个典型绿洲耕地变化状况

绿洲所在地区	1949 年以前的耕地($\times 10^4$ 亩)	1985~1988 年的耕地($\times 10^4$ 亩)	增长率(%)
喀什噶尔与叶尔羌河流域	1949 年 480	1985 年 735	53.1
库车—沙雅地区	1949 年 126	1988 年 180	42.9
玛纳斯地区	17 世纪 4	1988 年 435	10 775.0
吉昌地区	19 世纪 100.5	1987 年 600	497.0
河西走廊地区	1949 年 540	1987 年 1 020	88.9

注资料引自张林源等的《中国的沙漠和绿洲》。

上表清楚地说明，自中华人民共和国成立至 20世纪 80年代后期的 40年时间里，我国干旱地区的绿洲有了比任何一个历史时期都更快速的增长；而且随着国家建设重点自东向西的转移，欧亚大陆桥的联通，科学技术水平的提高，特别是节约用水灌溉技术的迅速提高与普及，可以预计，包括内蒙古西部地区在内的大西北干旱地区的开发与绿洲建设，将迎来一个新的更壮阔的高潮。新绿洲的开发与建设有着明显的特征：

(1) 新绿洲的开发与建设，基本上是先勘测规划，然后按设计逐步实施的 经营方向、目标较明确 因此基本上避免了盲目性。

(2) 新绿洲的建设基本上做到了林、渠、路、电配套 布局大体合理 在一定程度上避免了对生态环境的严重破坏。

(3) 由于新绿洲建设大多为政府有计划、有组织的建设行动，因此有能力引进一些较先进的设施与技术，如大型的农业机械设备、灌溉设备及优良品种与先进的种植技术，这些都为绿洲的进一步发展奠定了基础。

(4) 多种经营比旧绿洲阶段有了新的发展 人们对农、林、牧、果、副、渔等多种经营思想也有了新的认识，对传统的单一种植业旧农业思想有了一定程度的突破，经济效益、生态效益与社会效益全面考虑、统筹兼顾的认识也有相当程度的提高。特别是 20 世纪 80 年代以后 在追求经济效益的同时，必须兼顾社会与生态效益的思想更深入、更明确了。

(5) 新绿洲开垦中的一个重要特征是以水就地。就是说，有些垦区，土地虽平整、土层也深厚，但原本无灌溉水源；在这种情况下，利用修建水库、开渠从异地引水灌溉。例如，新疆自 20 世纪 50 年代以来兴修大、中型水库 189 座 总库容达 31.9 亿 m^3 ，这无疑对调节当地不同地区的绿洲用水起着重要作用。论证中的宁夏黄河黑山峡大柳树水利枢纽工程更是一个浩大的远距离大规模调水工程，远景规划可灌溉近 6 000 万亩土地 使宁夏、内蒙古西部伊克昭盟与阿拉善盟的大片荒凉的土地得以灌溉，并逐步使其变为绿洲。这也表明了新绿洲以水就地的开垦阶段，是一个更重要的阶段，它意味着绿洲建设更迅速的发展。

2 当代绿洲发展的基本趋势

随着我国社会主义建设对中、西部地区的加强和科学技术水平的日益提高，绿洲化过程与绿洲建设将进入一个以节约用水与生物工程为中心的崭新阶段。这一阶段的到来，将大幅度提高绿洲单位面积的生物产量与经济效益，大幅度改善绿洲及其周围地区的生态环境，各种自然资源与社会资源都将得到合理而充分的利用。

2.1 节约用水将成为绿洲建设的核心

水源保证是绿洲赖以存在与发展的关键。但从总体讲，干旱地区水资源是贫乏的。在绿洲农业灌溉实际用水中，其单位面积的灌溉数额往往过大，造成严重浪费。例如，全国平均实际灌溉额为 $8\ 745m^3/hm^2$ 每亩为 $583m^3/亩$ 而干旱地区(新疆、甘肃、内蒙古、青海等)当前的实际灌溉额都远高于全国平均水平 高达 $15\ 000m^3/hm^2$ ($1\ 000m^3/亩$ 左右)。如新疆全区平均灌溉额就已达到 $14\ 100m^3/hm^2$ ($940m^3/亩$)最高的已达到 $21\ 240m^3/hm^2$ ($1\ 416m^3/亩$)比全国平均灌溉额高出 142.9% 足见水资源浪费是多么严

重。

为了保证原有绿洲以及新建绿洲的用水量，就必须扩大水源与节约现有灌溉用水量。扩大水源的途径之一是适量合理地利用地下水。地下水历来是绿洲用水的重要补给来源，但在开采时应注意开采量要与补给来源保持平衡。否则将会引起地下水的枯竭，导致绿洲的衰退与消失。另一重要的灌溉水源是异地远距离引水、调水。国家有关部门正酝酿远距离跨流域引水工程，从长江上游支流将丰富的水量调入黄河上游或另辟的渠道，流向西部干旱地区。随着国家经济实力的增强和科技水平的提高，这种跨流域、跨省际的大规模调水、引水工程将势在必行，它具有长远的经济、生态与社会意义。

除扩大灌溉水来源外，更现实、更重要的措施是节约、用好现有绿洲的灌溉水，改变以往严重浪费水资源的状况。

节约用水应根据当地的自然、社会条件和经济实力量力而行，逐步提高绿洲灌溉水的利用率与节约用水的技术水平。现阶段采用的节水措施及其发展趋势有：①修建防渗渠；发展管道（包括可移动软管）灌溉；③因地制宜地应用喷灌（包括多种微喷）；④逐步推广和普及滴灌；⑤在有条件的地方应用渗灌等。

灌溉设施的选用一定要根据作物品种的需要与土地条件（土质、地形等）。事实将证明，节水灌溉的所有投入都是非常值得的。

随着科技水平与经济实力的提高，灌溉将会走向自动化，即根据土地最佳湿度的需要，自动开启或关闭送水阀门。这样既不造成水资源的浪费，又使作物得到最适宜的水分供给，从而提高水资源与土地资源的经济效益与生态效益。

2.2 引进、选育优良品种是未来发展绿洲农业的关键环节

未来的绿洲农业应是高质量的农业。所谓高质量就是指农产品（包括经济作物、瓜果、蔬菜及牧业产品）的高品质与高数量两个相互联系的方面。当数量达到一定要求以后，实际上市场上的竞争主要就是品质的竞争。没有优良品质的农、牧产品，就不可能赢得市场，也就谈不上经济效益的提高。因此未来绿洲农业的发展应是高科技应用的结果应与科学技术相结合努力引进、选育出最适宜于干旱地区（抗盐碱、耐干旱）的新品种。特别要注意运用生物科学的最新技术，如基因工程等技术，这样才有可能在有限的土地与水资源等条件下，最大程度地提高产品的质量与数量，满足市场，进而也满足人类不断增长的需要。

2.3 发展多种经营，产业结构趋于多元化，绿洲经济稳定

古绿洲、老绿洲阶段除农、牧业外虽也有多种经营的萌芽但基本上仍属于单纯的农牧业经济，产业结构单一，经济极不稳定，容易受自然灾害

及其他一些因素所左右。从 20 世纪 80 年代以来，在我国绿洲产业结构中，就已出现了多种经营明显增强的趋势。除种植业外，出现了大量以种植业产品为原料的加工工业 如粮食加工、油料加工、制糖业(甜菜加工)养殖业及其产品加工业、瓜果保鲜与加工 以及机械维修与制造、交通运输业等 在有条件的地方还发展了旅游业及旅游工艺品加工业。并且还利用当地的物产优势 发展第三产业 宣传特色产品 扩大贸易市场 搞诸如“蜜瓜节”“葡萄节”等经贸会，逐步形成有影响的地方名牌产品，从而带动整个绿洲经济的发展。

绿洲产业愈趋于多样化，其结构愈复杂，绿洲经济就愈稳定，愈利于绿洲经济的持续发展。随着绿洲建设的加强，这一过程还将继续深化。

城镇工业绿洲，虽以其工矿业为主导，但也应加强以满足当地人口日常需要的副食、农业产品的生产 应加强园林、绿化事业与旅游业 满足调节当地生态环境与人们假日休闲的需要，使单一的工矿业趋向多元化。

2.4 建立生态农业系统是绿洲农业的方向

生态农业是绿洲农业的归宿。只有建立起完整的绿洲生态农业系统，才能充分而合理地利用光、温、水、土及各种生物资源 使不同资源得以互补利用，物质与能量获得高转化率，使绿洲达到和谐、稳定与高产出并得以持续发展。建立绿洲生态农业系统，必须具备以下的基本条件：

(1) 建立一个高效节水型的可调控的灌溉系统。以何种灌溉方式节约用水，应根据不同的地形、土质与气候条件，也要视不同的作物而有所区别。这种灌溉系统应能实现人为调控，甚至自动灌溉。

(2) 具有一个有效的防护林系统。防护林的结构、树种的选择应因地制宜，多种多样。防护林带(网)的建立有助于调节荒漠地区的局部气候条件，尤其是林带(网)内的风(沙)温度与湿度的调节 可降低风速、减少水分损失，创造一个较适宜于人类生存与作物生长的小气候环境。

(3) 具有一个合理的产业结构系统。在这一产业结构系统中应充分体现多元化特征 实现资源互补、充分利用 农、林、牧、果、副、渔多业结合 农、工、商并举。因地制宜 根据绿洲的资源特征与市场需求 分清主次 创造拳头产品，形成市场优势与经济优势。

(4) 充分突出畜牧业在生态农业系统中的纽带作用。现代化的畜牧业在绿洲生态系统中具有其他产业所无法替代的纽带作用。它在绿洲生态农业系统物质与能量转化中起着关键作用。它不仅完成草类、饲料→肉类的转化 也有助于有机物→无机物的转化，使能量得以充分利用，养分元素得以还田，减少资源浪费与各种有害农药、化肥的污染，维持生态环境的良性平衡，创造丰富的绿色产品。

(5) 注意调节生态环境与资源利用中的三种平衡。

灌溉水源的补给与灌溉量之间的平衡：有多少水，灌多少地，量水

地。在利用地下水时，尤其要注意地下水动储量与灌溉量之间的平衡，否则将导致地下水枯竭与绿洲的消失。

土壤养分的补给与作物对土壤养分摄取量之间的平衡：对土地的利用必须用养结合，注意对土壤的施肥与培肥，否则将难以维持土地的高产量与高效益。

畜牧、养殖业的发展必须与草业的发展平衡：畜、草平衡是发展畜牧业的物质基础，充分发展畜牧业也是生态农业的重要环节。草多、畜多、肥多，才能保证土地肥力的不断提高，防止土壤风蚀与荒漠化。

以上三种平衡三个环节是相互联系、互为补充的，在建立现代绿洲生态农业中都是不可或缺的重要环节。

第五节 绿洲的演替与变化

绿洲像其他事物一样，有着自己的形成与演变规律。认识与总结这些演变规律与特征，对维持绿洲良好的生态平衡及持续而稳定的发展有着重要意义。

1 绿洲演变的自然因素

因自然原因导致绿洲衰退乃至消亡的因素有以下几个方面：

1.1 河流改道

长期的下切、旁蚀或淤积等作用，河道水流常偏离原来的流向，而原河道渐渐干涸，使绿洲得以灌溉的水源无保证，绿洲逐渐走向衰退甚至消失。这种情况在新疆塔里木盆地常可见到。因为此处河流发源于昆仑山山麓或天山南麓，河流泥沙含量高，如塔里木河含沙量达 $1.25\sim13.5\text{kg/m}^3$ 洪水期更高。河流中、下游地段由于泥沙在河床中堆积 河床壅高 迫使河流改道变迁，原绿洲失去稳定的灌溉水源，导致绿洲消失。历史上著名的孔雀河下游的古楼兰、米兰河上的米兰，都是由于河流改道而废弃的。

1.2 气候波动与变化

气候的波动与变化，是影响绿洲变化的一个更为宏观的因素。我国干旱区长期以来都存在不同幅度的气候干和湿、冷和暖之间的变化。每一次变化都使存在于高山之上的冰雪积累与消融相应地发生变化，从而也引起由冰雪消融补给的地表径流量的变化，最终将影响绿洲化过程的强度。

如我国罗布泊流域的楼兰古城的消失，美国学者丁顿就认为是中亚气候持续变干所致。我国地理学家周廷儒也认为，气候寒冷期，高山冰川消融

减慢 水系缩短 湖泊退缩 而暖期 高山冰雪消融加快 水系扩展 湖泊扩大。古楼兰绿洲的衰落就受到气候变化的影响。

这种绿洲随气候变化而演变的事例，在新疆不同的历史时期中反复出现。如我国南疆古代著名的米兰、尼雅等绿洲，在公元3世纪前曾经历了一个繁荣时期，但3~6世纪由于气候变干而荒废；而唐代后随着大气候变暖、河流水量增加而又再次繁盛；至9世纪再次被废弃。因此，气候的波动性在很大程度上影响着绿洲的兴衰变化。

1.3 风沙活动与沙漠扩展

由于气候变干 降水减少 植被稀疏 风沙活动趋于频繁 造成绿洲内的风蚀与风积沙的堆积压埋，沙漠不断扩展。这在塔里木盆地东北部和塔克拉玛干沙漠南缘最为突出。这一地区，年大风日达8(和田)~36.5(若羌)d，沙暴日24.5且末~35.4(皮山)d，风蚀十分强烈。如楼兰古城自废弃到现在的1660年里，其附近已被风蚀成深达4~8m的大槽沟。类似的情况在塔克拉玛干沙漠周边几乎到处可见。《大唐西域记》中所讲被沙掩埋的“葛劳落迦城”就是现今克里雅河下游干三角洲上部的喀拉墩(遗址)

1.4 土地盐渍化严重

在干旱荒漠区，土地盐渍化总是伴随土壤水分充分湿润而存在。因此，绿洲内排水不良，地下水位偏高，在气候干旱、蒸发强烈的特定荒漠条件下，土壤极易盐渍化。特别是一些河流的中、下游地段或湖泊边缘 地势低洼 有着积盐的有利条件，如额济纳河下游、居延海沿岸一带，迪那河三角洲外面的黑太克尔、着果特等 渭干河三角洲外面的羊达克沁、于什加提、通古孜巴什等。盐渍化的结果，只能使绿洲衰退甚至废弃。据考察，新疆焉耆与轮台一带的古代屯田之所以废弃，主要原因就是盐渍化过重。

2 绿洲演变的人为因素

人为因素对绿洲演变的影响，历来存在着两种性质与方向相反的过程：一是强化绿洲化过程，使绿洲得以发展，绿洲的生产潜力得以发挥，单位面积上的生物产量逐步提高，绿洲的各环境要素处于一种和谐、稳定的状态，绿洲将持续稳定的发展；另一是削弱绿洲化过程，土地肥力减弱，生物产量不断降低 环境恶化 荒漠化过程不断增强。

不论何种性质的影响，都将导致绿洲的性质与功能的增强或减弱，从而也导致绿洲本身的演替变化。

2.1 人为积极影响的途径

(1) 保证并有效地调控绿洲的灌溉水源。水是绿洲赖以生存的支柱。通

过人为努力，包括远距离调水、竖井引水以及合理而节约地利用各种水资源，建立完整的灌溉系统，使绿洲及人类生活能及时地得到供水保证，维持绿洲的高效、和谐与稳定。

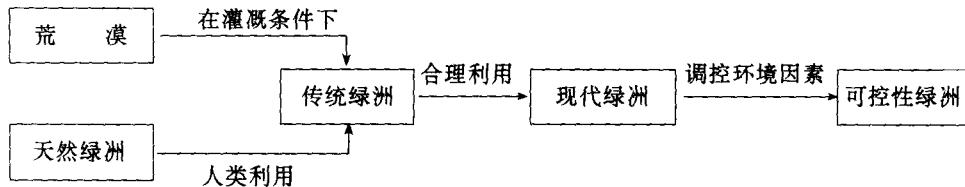
(2) 耕作管理与施肥，使绿洲土地肥力不断提高。通过人为的耕作管理与施肥 特别是施用有机肥料 调节与改善土壤水、肥、气、热状况 使土壤肥力不断提高，从而强化绿洲化过程。

(3) 建立乔、灌、草相结合的防护林体系。通过建立防护林体系 调节绿洲小气候 改善绿洲内部的温差、湿度、风速、土壤水分蒸发强度与土壤侵蚀状况，使绿洲内有一个和谐、稳定的生态环境，有利于绿色植物生长发育与人类生活。

(4) 采用各种辅助设施。如铺设薄膜 建立大棚、人工气候室、大型温室等 对各环境因素进行有效的调控 使光、温、水、土等资源得到最充分的利用，产生最大的经济与社会效益。

通过以上积极的措施与正确的途径，使荒漠变为绿洲，使传统绿洲变成现代化绿洲，经过努力还将进一步发展为可控性生态绿洲，人类的智慧与改造环境的能力将得到空前的发挥。

这种人为因素对绿洲演变的积极影响，可用下图表示。



2.2 人为消极影响的途径

但是，如果人类对绿洲与绿洲的各种资源利用得不合理，甚至采取掠夺式的开采与利用，势必会对绿洲产生极为消极的影响，即资源的枯竭与生态环境的恶化。其结果将不可避免地导致绿洲化过程减弱，绿洲最终趋于荒漠化。这些不合理的掠夺性的利用主要表现在以下几方面：

(1) 对水资源掠夺式的开采利用。对水资源的利用完全不考虑需要与资源量之间的平衡，特别是对地下水过度超采，使地下水位迅速下降乃至最终枯竭，导致绿洲消失。即使可供灌溉的水量有保证，大水漫灌也会使土地迅速盐渍化，从而使绿洲失去可持续生产的能力。

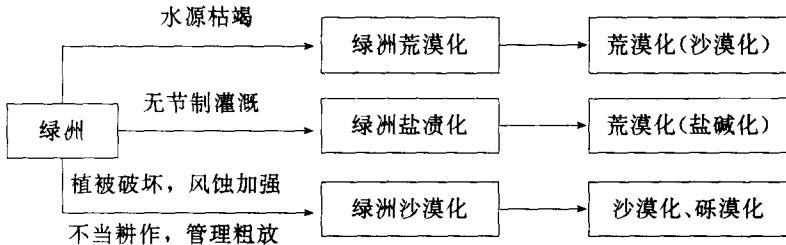
(2) 对生物资源超负荷利用，破坏植被。对原植被或草场超负荷过牧或樵采、挖药材等，导致原有植被大面积破坏，绿洲化过程衰退，荒漠化加重。

(3) 人类活动的特殊因素的消极影响。这些特殊因素包括战争、政治中心的转移、某种工程建设的需要。它们可使绿洲的水源改道、中心城市转移、河流上游断流，从而使绿洲衰退与消失。

(4) 人类不适当的耕作与开垦。人类的生产种植水平低下、管理粗放

灌溉不合理、土地不施肥，从而导致土地生产力下降、土壤风蚀沙漠化日趋严重、绿洲消失。

上述人为因素对绿洲的消极影响，可以下图表示。



当然，随着科学技术的不断进步，人类对绿洲的认识与管理水平不断深化，生产水平不断提高，人类对绿洲的消极影响将会减少到最低的限度，把绿洲建设成为具有高效、和谐而稳定的现代农业这一目标终将实现。

主要参考文献

- [1] 方英楷新疆屯垦史. 乌鲁木齐：新疆青少年出版社 ,1989
- [2] 王希隆. 清代屯垦研究. 兰州 : 兰州大学出版社 ,1990
- [3] 张林源 , 王乃昂中国的沙漠和绿洲 ,兰州 : 甘肃教育出版社 ,1994
- [4] 汪久文.论绿洲、绿洲化过程与绿洲建设. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [5] 韩德麟.关于绿洲若干问题的认识. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [6] 申元村.绿洲形成的条件与良性演替调控研究. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [7] 陈隆亨. 荒漠绿洲的形成条件和过程. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [8] 周宏飞. 新疆发展绿洲节水灌溉农业途径的探讨. 见：干旱区资源环境与绿洲研究 .北京 .科学出版社 ,1995
- [9] 冯亚斌. 商议干旱区绿洲的形成演变与合理开发利用 .见：干旱区资源环境与绿洲研究. 北京 科学出版社 ,1995
- [10] 樊自立. 新疆土地开发对生态环境的影响对策研究. 北京 : 气象出版社 ,1996
- [11] 朱震达等. 中国北方地区沙漠化过程及其治理区划北京 : 中国林业出版社 , 1981
- [12] 樊自立. 人类活动影响下的新疆生态与环境的一些变化. 生态学报 ,1985(4)
- [13] 陈仲全等. 甘肃绿洲 .北京 中国林业出版社 ,1995
- [14] 张林源 王乃昂.绿洲的发生类型及时空演变. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [15] 樊自立. 塔里木盆地绿洲形成与演变. 地理学报 ,1993(5)
- [16] 高华君. 我国绿洲的分布与类型. 干旱区地理 1987(4)
- [17] 孙宏义等. 沙波头地段沙漠绿洲化进程的研究. 干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [18] 周兴佳等. 新疆克里雅河绿洲形成、演变与综合治理. 干旱区资源与环境 ,1995(3)

第五章 绿洲的结构与功能

第一节 绿洲系统及其结构与功能

1 绿洲系统及其一般特征

1.1 绿洲系统

在全球陆地系统中，干旱区、半干旱区系统占有重要地位。在干旱、半干旱区系统中，绿洲系统又独具特色。从系统和生态环境的角度，通常可把我国的干旱、半干旱地理系统划分为山地系统、平原荒漠系统和绿洲系统三个子系统（图 5.1）。绿洲系统与山地系统、平原荒漠系统之间存在着物质、能量交换与信息传递的密切联系。但它们之间也存在明显的差异。表 5.1 所示的绿洲系统既包括人工绿洲，也包括天然绿洲。我们在下面讨论绿洲系统时主要是针对人工绿洲系统。

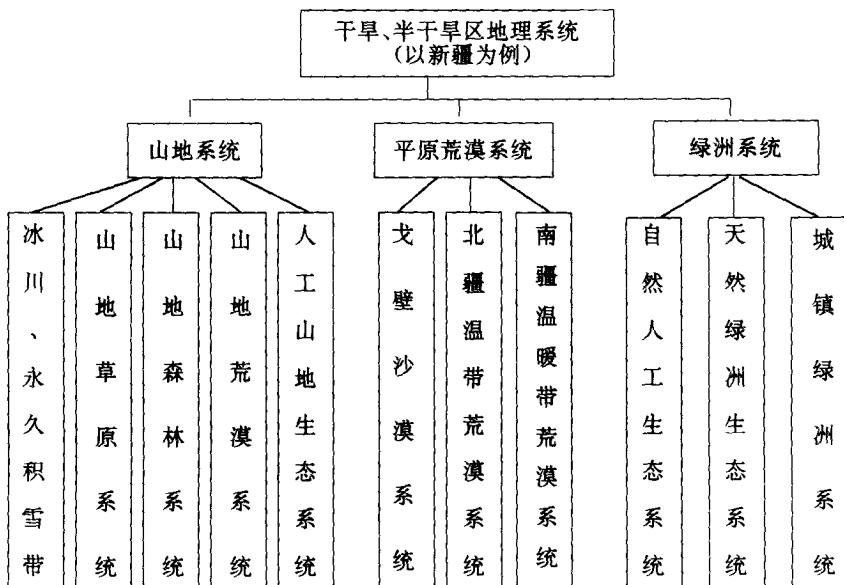


图 5.1 干旱、半干旱区地理系统的划分

表 5.1 干旱区三大地理系统的比照

项 目	山地系统	平原荒漠系统	绿洲系统
面 积 与 分 布	以天山、阿尔泰山、昆仑—阿尔金山为主要山地，面积约 $56.25 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占新疆土地面积的 33.8%	分布在古尔班通古特、塔克拉玛干沙漠及大小绿洲外围，面积 $90.88 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 54.6%	分布在塔里木和准噶尔两大盆地周缘、山前倾斜平原、河流冲积平原及山间谷地，多被荒漠隔离，面积 $19.36 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占 11.6%
资 源 与 生 态 环 境	冰雪资源与降水丰富，年降水 $150 \sim 1000 \text{ mm}$ ，产流区被誉为干旱区的“湿岛”；草原资源丰富多样，林草组合较好；山地生态系统多样，生态因子相对较稳定	无地表径流或为地表径流散失区，年降水 $20 \sim 80 \text{ mm}$ ；荒漠植被资源尤为可贵；地下资源（油气）有开发潜力；以自然生态系统为主体，生态环境很脆弱	为径流消耗区，年降水多在 150 mm 以下；农业自然资源（气候、水、土）组合较佳；社会、经济、信息资源丰富；人工生态系统多样，以农田绿洲生态系统为主体，生态环境较脆弱
人 类 活 动	长期受人类活动干预，但程度不一；有少量人口居住，作季节性开发（包括季节性放牧）	人类活动干预增多，时有考察、探险、勘探和季节放牧活动，沙漠深处为“无人区”	有人类常年活动，且频繁、连续；人口集中聚居；开发深度、广度加大
土 地 利 用 与 经 济 发 展	以放牧和采伐利用为主，低山丘陵区有少量农耕，除经营林牧业外，还有少量矿产开采，生产规模较小	以草场放牧为主；有矿产开采，油气开发方兴未艾，生产规模将不断扩大；沙产业将兴起	土地开发利用程度高，农业土地利用类型多，并具有多种多样的经济类型；绿洲经济（以绿洲农业为主）颇具特色，生产规模扩大，产业结构调整幅度大
国 土 整 治 与 灾 害 防 治	对林地应适度采伐，积极更新；适度放牧，合理利用草场；防治山区土地侵蚀，防治雪崩、风雪流、滑坡、泥石流	重点保护柽柳、梭梭、沙拐枣、灰杨、胡杨林等荒漠林、河谷林；重点设防荒漠与绿洲的过渡带，加强防治风沙灾害和荒漠草场的干旱、虫鼠害	加强生态防护林建设，防治土壤退化、平原湖泊盐化；重点防治次生盐渍化、沙漠化、沼泽化，解决好农村能源；还要防治春旱、夏洪、干热风、霜冻、沙暴、冰雹和作物虫害
系 统 开 放 程 度	较封闭	基本封闭	较开放，或半封闭

人工绿洲系统（以下简称“绿洲系统”）虽面积较小，但却是干旱区人类活动的集聚地、人类生存发展的主要空间和根据地、干旱区社会财富的聚集地、开发资金的主要投放场所、自然资源的主要加工地、水资源的开发集散地，同时也是其他各类生产和生活物资的集散地。绿洲系统在干旱区地理系统中的地位与作用还表现在：三大系统都存在着有机、无机和生命的共存与相互转化，但绿洲系统中物质流、能流、信息流最频繁，关系最复杂，变化最快、幅度最大；山地系统与平原荒漠系统中的大量物质、能量被绿洲系统所吸收转化，绿洲系统的发展演变直接影响到山地系统和平原荒漠系统的运行，有时甚至起着决定性的作用或主导作用，原因在于绿洲系统中有人这个最积极、最活跃的主宰因素。然而，绿洲系统也必须依赖于山地系统和平原荒漠系统，要以山地系统为依托，以平原荒漠系统为屏障和后备基地。

1.2 绿洲系统的基本特征

1.2.1 复合性——自然、社会与经济组成的人工复合系统

人工绿洲是人类长期开发、经营、塑造的产物。绿洲就成为自然生态、人口、社会经济组成的复合系统。人类活动在系统中起着主导作用，处于核心地位。人类的开发、改造活动由简单到复杂，由低级到高级，由单向到多向，由小规模到大规模，绿洲的扩大、演变甚至衰败，几乎均主要由人类活动所支配、所主宰。其中人口的增长，劳动力的迁徙，重大基础设施和建设项目（包括生态建设的布局、资金投向、市场开拓、产业政策和社会安定等）对绿洲系统的反馈作用十分明显。绿洲系统是个可控系统。

1.2.2 高效性——干旱区资源组合最佳的系统

绿洲系统之所以成为干旱地区地理系统中最富活力和生产力的系统，正是因为该系统内水、土、气候等自然资源组合最和谐、人口、技术、装备（含基础设施）等社会经济资源配置最齐全和最优良。由此孕育、发展了绿洲农业、绿洲牧业、绿洲城镇和绿洲工矿。促使资源的优化组合，关键在于人类对自然条件、自然资源的最佳选择及坚持不懈的开发、利用、改造、整治与保护，还在于人类对生产要素的合理配置。

1.2.3 惟水性——水环境系统是关键子系统

绿洲系统是干旱区水资源的主要消耗系统。例如，新疆出山口的地表水为884亿m³，平原地区散失（包括入湖水量）达647m³，其中绿洲区域消耗450亿m³，占平原区总消耗量的70%。从现阶段看，每平方千米绿洲需耗水约63.2万m³（包括地下水），平均每公顷绿洲需耗水6318m³。可见，水资源在绿洲生态系统中占有核心地位，是维系绿洲的命脉，是绿洲盛衰的主要影响因素。绿洲水资源是通过调节、灌排工程及其管理发挥作用的。其作用主要表现为：一是可利用的水资源量（包括地表水、地下水）基本决定着绿洲的规模和承载力；二是水资源的开发程度和利用管理水平决定着生产发展的广度，影响着经济效益；三是水资源的供需分配对绿洲生态系统结构及其功能的发挥、经济结构及土地利用方向的调整也往往起着决定作用。

1.2.4 开放性——封闭、半封闭向开放型过渡的系统

从生态角度看，绿洲系统与自然界发生的物质和能量交换呈现出外向型特征。但绿洲是一个有明确边界的系统。在绿洲建设初期，社会生产力方式比较落后，绿洲散小，相互分割，交通不便，加之受落后商品经济的束缚，绿洲系统长期处于自给自足的封闭、半封闭状态。随着社会和科技的进步，绿洲生产力获得解放，人类对绿洲的调控能力及绿洲自我发展能力不断提高，绿洲系统对外界的依赖性增大，开放程度相应提高。全面开放型的绿洲系统不仅使系统本身更具活力，而且其产出能力和输出水平也大幅度提高。

1.2.5 脆变性——不稳定的动力系统

绿洲系统受干旱区自然和人文因素的双重影响，非生物过程、生物过程和人文过程相互迭加，因而显得富有生机和活力。争取系统向有序化方向发展是人类生存和发展所追求的目标。但由于受水资源调配、建设工程布局、劳动力调度、财力分配、市场变动及自然灾害等动力因素的制约，绿洲系统显得不稳定，再加上其他自然和人文的不确定因素，使其处于活化、变动状态。稳定是相对的、暂时的 不稳定却是绝对的、长期的。特别是绿洲外围多被荒漠戈壁所包围 本身又是由荒漠、草甸、沼泽系统演变而来 因而生态环境是脆弱的、易变的。

2 绿洲系统的结构与功能

2.1 结构

绿洲系统可分为自然、社会、经济三个亚系统，各个亚系统又可分为不同层次的子系统。这些不同层次的系统内各组分之间存在着相生相克的复杂关系。

自然系统以物理结构和生物结构为主线，其中包括大气、气候、土环境、水环境、自然景观和植物、动物、微生物及人工设施。

社会系统以人口系统为中心 包括基本人口、服务人口、抚育人口、流动人口等。

经济系统以资源(能源、物质、信息、资金)为核心 由农业、工业、建筑、交通、贸易、金融、科教、信息等子系统所组成。各子系统又可细分。例如 农业可分为种植业、林业、草业、牧业、渔业 工业可分为电力、冶金、机械、石油、化工、食品、纺织等 交通可分为公路、铁路、航空、管道等 建筑包括基建、勘探与城乡建设 贸易包括商业、外贸、饮食、服务、旅游 金融包括银行、保险、信托 信息包含电信、新闻、情报、出版等(图 5.2)。

绿洲系统内部各组分之间，通过物质、能量和信息流，进行相互渗透和相互作用，存在着复杂的反馈机制。在自然生态与经济、自然生态与社会及经济与社会三组相互反馈作用中，盲目自然状态将趋向增熵、无序与退化状态 —— 即非绿洲化；合理开发和调控将趋向负熵、有序与进化状态 —— 即绿洲化。同时 绿洲系统与外部各环境条件之间 也进行着物质、能量和信息的相互渗透和相互作用。在反馈作用中，孤立、封闭和自流将使绿洲趋向增熵、无序与退化；坚持开放与调节可使绿洲趋于负熵、有序与进化。至于绿洲的总熵变化，可从其经济和环境效益的变化去衡量。人类必须通过有效的科学途径与政策措施，才能把绿洲建设成为干旱区高效益的生态经济区。

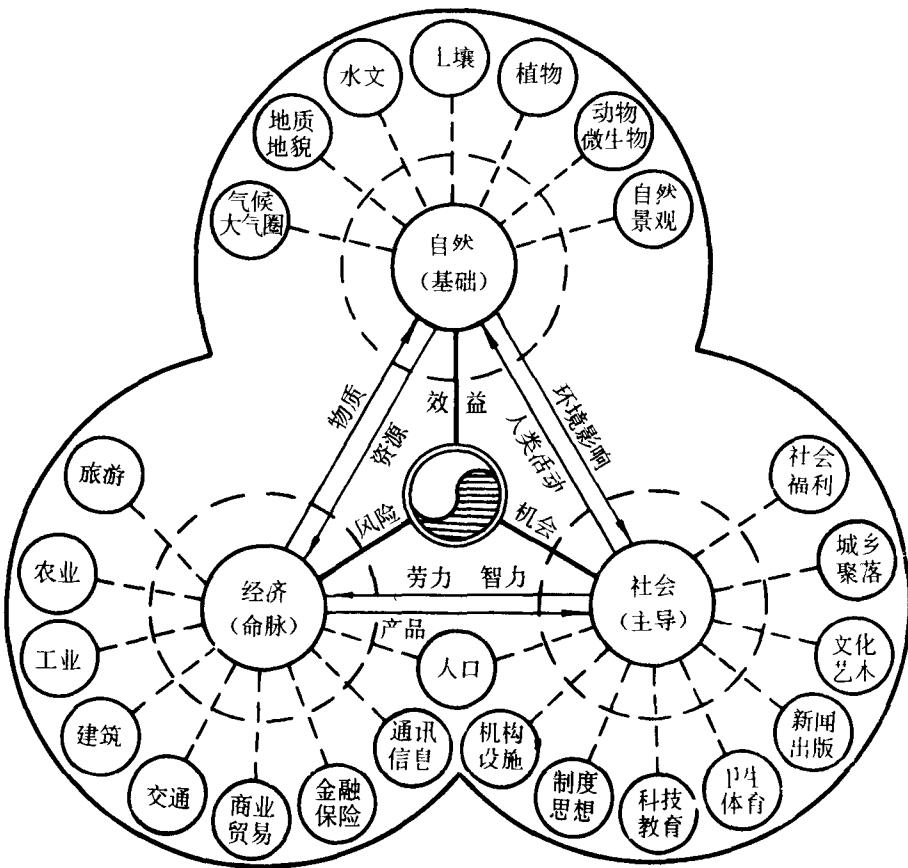


图 5.2 绿洲系统的结构与功能示意图

2.2 功能

系统的功能取决于系统结构。绿洲系统的功能主要有生产、生活、还原功能和自然净化功能、人工调节功能。

2.2.1 生产功能

绿洲系统的生命力就在于生产。有目的地组织生产和追求最大产量，为社会提供丰富的物质和信息产品，正是绿洲系统与山地系统、荒漠系统的显著差别之一。绿洲系统的生产可分为初级生产(绿洲大农业、采矿等)次级生产(制造、加工、建筑业等)流通服务(财政、金融、保险、医疗卫生、商业、服务业、交通、通信、旅游业及行政管理等第三产业)和信息生产(科技、文化、艺术、教育、新闻、出版等)上述生产功能尽管在城市系统与农村系统中表现强度和水平不一，但与山地系统、荒漠系统相比，却显示出空间利用效率高、能流、物流密集、系统输入、输出量大、主要消耗不可再生性能源且利用率低、系统总生产量一般大于自我消费量，“食物链”基本呈网状、城市系

统呈线状 的特点。

2.2.2 生活功能

生存、发展和不断提高生活水平是绿洲系统中人类的基本需求。随着社会的进步和时代的发展，这种生活需求将由基本的物质、能量和空间需求扩展到更丰富的精神、信息和时间的需求。而绿洲系统本身具有为绿洲主人提供方便的生活条件和理想的栖息环境的功能与潜力，包括满足城乡居民必需的食物、淡水、衣着、燃料、动力、供应及住房、交通、教育、医疗等基本需求 还包括对高档消费品、高层次文化信息和精神、家务劳动社会化、增加闲暇时间和拓宽活动空间等丰富多彩的生活环境的发展需求。

2.2.3 还原功能

干旱区人类在有限的绿洲空间内，通过高频率的生产及生活活动，从很大程度上改变了本地的地质、地貌、水文、气候、动植物区系等原来的面貌，改变了原天然生态系统的自然平衡。为使绿洲系统与外界环境协调一致，保持绿洲内自然生态和人工生态的平衡和稳定，必须使绿洲具备减缓和消除自身运行发展给自然造成的影响的能力，并在自然界及人工生态环境发生不良变化时，能尽快有效地恢复到原状。这只能由绿洲系统的还原功能来实现。绿洲区域之所以能获得普遍的良性发展，正是这种功能作用的结果。

2.2.4 自然净化功能

绿洲系统中聚集的人类活动所产生的代谢物将给自然环境带来污染。受污染的环境贯穿于一系列物理、化学、生物和生物化学等过程，通常都能在一定时间内自动恢复到原来状态，这就是绿洲系统的自然净化功能。这一功能包括水体的自净功能、大气的扩散功能、土地的处理功能和植物的吸附功能等。但各种自然因子的自净功能毕竟是有限的，如果废水中污染物超过其环境容量 大气中污染物超过大气扩散稀释能力 土壤系统‘三废’物质数量超过土壤的迁移转化能力，则会产生水体、空气和土壤污染，这就要通过外部力量——人工治理来解决。

2.2.5 人工调节功能

人工调节功能是绿洲系统运行中由人类策划导演的基本功能。因绿洲系统的自然净化功能是脆弱而有限的，一旦污染超过其自然净化功能，就需要通过人工调节和治理来解决。此外，多数还原功能也都要靠人类来催化和调节。人工调节活动主要包括绿洲发展总体规划（特别是国土整治规划、生态建设规划）行政决策指令 政策与法律的颁布实施 资源保护节约措施 绿洲生态环境的监测与保护，绿洲疫病和灾害防治等。

第二节 绿洲的资源结构与承载力

1 绿洲资源类型及结构

1.1 绿洲资源类型

人工绿洲的形成主要是人类活动对绿洲所在区域的资源进行开发利用进而形成人工生态景观与人文资源的结果。其中水、土、光、热资源的有效组合开发是形成农业绿洲最基本的条件，某些矿产资源（石油、天然气、煤铁、有色金属、盐矿等）的勘探开发则是形成工矿型城镇绿洲的主导因素。

绿洲资源可分为自然资源与人文资源（或社会经济资源）两大类。自然资源是先天性或固有或引入的资源，是绿洲形成、发展的基础性资源；人文资源是后天性的，包括社会的和经济的全部内容，是促进绿洲发展、演替的资源。绿洲自然资源总是人类开采、开发、加工、利用的对象且无不打上人工的烙印，甚至连气候因素也会受到人类活动的干扰和影响。但不论受人类干预多大多深它的本质属性依然是自然资源如水、土、气候、生物、矿产等资源都如此。尽管家畜、家禽、水产、林园、果木、作物等全由人工种植或饲养但都改变不了它们的自然属性仍应划归“自然资源”。人文资源也可称之为社会经济资源如人口、基础设施、厂房设备、资金、产业产品、科学技术和市场、信息等（见表 5.2）。

1.2 绿洲资源结构

分析评价绿洲资源是合理开发利用资源的重要前提。而评价资源结构又是评价资源的基本内容，一般从资源的组合角度和单项资源角度进行结构评价。

1.2.1 资源的组合结构

绿洲自然地理系统结构甚为复杂，资源的总体结构也相当复杂，很难定量地对系统结构加以分析。特别是自然资源，由于各类资源的性状区别很大，更难以建立起一种用于组合结构评价的定量分析模式。然而，组合结构评价却愈益受到人们的关注和重视。

水、土、光、热资源的组合优势成为农业绿洲形成和发展的必要条件。但资源组合条件的评价只能建立在对单项资源的系统调查及资源之间对比分析基础之上。对农业绿洲来说，总的评价结果应该是具有农业自然资源组合优势。但假如对不同区域的农业绿洲作横向对比研究，就会发现各个绿洲资源总体组合上会表现出一定的差异性（见表 5.3）。

表 5.2 绿洲资源的分类

一级	二级	三 级	四 级	五 级
绿 洲 资 源	自然 资源	水	地 表 水	河 水、湖 水、泉 水、库 塘 水
			地 下 水	地 下 淡 水、地 下 咸 水
		土 地	已 利 用 土 地 后 备 土 地	耕 地、林 地、居 民 城 镇 用 地、水 域 等 宜 农 荒 地、中 低 产 田 等
		气 候	风 能 光 热	日 照、热 量(气 温、无 霜 期 等)
		生 物	动 物 植 物 微 生 物	家 禽 家 畜、水 生 动 物、野 生 动 物 森 林(含 果 园)、农 作 物、牧 草 —
	人 文 资 源 (社 会 经 济 资 源)	矿 产	金 属 矿 产	一 般 从 区 外 调 入
			非 金 属 矿 产	化 工 原 料、建 材 原 料 与 石 油、天 然 气
		人 口	人 力 资 源、智 力 资 源	各 种 劳 动 力、各 层 次 各 专 业 人 才
		经 济	农 业、工 业、交 通 运 输、通 讯 初 级 产 品、深 加 工 产 品	基 础 设 施、厂 房 设 备、飞 机、汽 车 等 农 业、工 业、手 工 业 等 产 品
	无 形 资 源	其 他 不 动 产	庭 院 聚 落、楼 堂 馆 所 等	—
		人 工 特 色 景 观	名 胜 古 迹、城 市 雕 塑 等	—
		科 教 文 化	知 识、成 果、文 化、艺 术	—
		资 金	金 融、货 币	—
		市 场	商 务、劳 务、人 才、科 技、市 场	—
		信 息	观 念、政 策、管 理 等	—

表 5.3 典型绿洲自然资源组合的总体评价

资源类型 绿 洲	地貌条件	光照热量	水 资 源	土壤后备土地	生物	总体组合评价
和田河绿洲	较优	较优	较优	良	优	较优
吐鲁番~哈密盆地绿洲	较优	优	稍差	良	良	良
天山北麓东段绿洲	良~较优	良	稍差	良	稍差	良
阿勒泰绿洲	良	稍差	优	良	稍差	良
伊犁河谷绿洲	较优	良	优	优	较优	优
石羊河绿洲	较优	良	稍差	良	稍差	良

注评价等级分为优、较优、良、稍差、差五等。

为搞好资源组合评价，必须设计好单项资源的全面标准，然后才能给出光热、水、土、生物等单项资源的最后评价等级。这在实际操作中是可以实现的。如“光热”资源可以用太阳辐射量、日照时数、日照百分率、年均温、1月均温、7月均温、气温年较差、无霜期、积温等指标作出综合评价，“生物”资源可以按农田防护林占耕地的比例或人工林、园地等面积占绿洲的比例来衡量等等。

1.2.2 单项资源结构

分析单项绿洲资源结构，对绿洲的开发建设有重要指导意义。由于资源类型不同 各项资源的结构内涵也完全不同。如“热量”资源中温度就有年均温、1月均温、7月均温等 积温有 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 等。水土资源是绿洲特别是农业绿洲发育的最基本的条件，以下作重点分析。

1.2.2.1 绿洲水资源结构

可以从不同角度来考察绿洲水资源结构。例如，按来源可把水资源分为冰川水、降水、地表水、地下水。因平原降水对绿洲形成意义不大 冰川与多年积雪及山区降水都将在出山口后作为地表水、地下水出现，因此一般只分析可利用和可开采的地表水、地下水的资源量结构以及地表水、地下水可开发潜力的资源结构。表 5.4 和 5.5 所反映的是新疆各地州的水资源结构状况。由表可以看出：① 新疆平原绿洲地带的水资源总量中，地表水量和地下水量之比大致为 3：1 其中吐鲁番—哈密盆地绿洲大致为 1：1。② 从各地州水资源开发潜力结构来看 全疆平原绿洲地带的地表水、地下水开发潜力结构大致为 6：4。其中克拉玛依地区、奎屯和阿克苏地区、哈密地区的开发潜力主要表现为地下水，地下水开发量分别占总开发量的 99.7%、99.6% 和 80% 阿勒泰、石河子垦区、博尔塔拉州的水资源开发潜力主要表现为地表水，其开发量分别占总开发量的 89.7%、78.9% 和 77.8%。

表 5.4 新疆各地州 水资源总量结构

地(州)	地 表 水		地 下 水		水 资 源 总 量 ($\times 10^8\text{m}^3$)
	资源量($\times 10^8\text{m}^3$)	占总量的比例(%)	可开采量($\times 10^8\text{m}^3$)	占总量的比例(%)	
全疆	730.92	74.4	252.00	25.6	982.92
乌鲁木齐市	9.04	67.4	4.38	32.6	13.42
克拉玛依、奎屯	16.70	79.0	4.43	21.0	21.13
石河子市	21.20	85.1	3.72	14.9	24.92
吐鲁番地区	7.62	48.1	8.22	51.9	15.84
哈密地区	10.10	54.7	8.37	45.3	18.47
昌吉州	40.30	72.7	15.12	27.3	55.42
伊犁地区	100.00	79.1	26.36	20.9	126.36
塔城地区	60.50	75.5	19.60	24.5	80.10
阿勒泰地区	96.61	92.4	7.94	7.6	104.55
博尔塔拉州	27.51	83.0	5.64	17.0	33.15
巴音郭楞州	63.61	76.1	19.94	23.9	83.55
阿克苏地区	89.13	64.2	49.26	35.8	138.39
喀什地区	156.06	73.4	56.34	26.6	212.40
和田地区	69.44	75.4	22.68	24.6	92.12

注资料来源于《新疆农业综合开发总体规划》的水资源专题(1998)。

表 5.5 新疆各地州水资源开发潜力结构

地(州)	地表水		地下水		总开发潜力 ($\times 10^8 m^3$)
	可开发潜力($\times 10^8 m^3$)	占总量的比例(%)	可开发潜力($\times 10^8 m^3$)	占总量的比例(%)	
全疆	320.17	58.5	221.79	41.5	541.96
乌鲁木齐市	2.41	40.3	3.57	59.7	5.98
克拉玛依、奎屯	0.01	0.3	3.46	99.7	3.47
石河子市	7.23	78.9	1.94	21.1	9.17
吐鲁番地区	0.40	20.0	1.60	80.0	2.00
哈密地区	5.03	48.1	5.42	51.9	10.45
昌吉州	16.25	75.2	5.36	24.8	21.61
伊犁地区	56.02	68.4	25.89	31.6	81.91
塔城地区	30.98	66.0	15.95	34.0	46.93
阿勒泰地区	66.82	89.7	7.65	10.3	74.47
博尔塔拉州	17.50	77.8	4.98	22.2	22.48
巴音郭楞州	35.68	48.0	19.09	52.0	54.77
阿克苏地区	0.19	0.4	48.86	99.6	49.05
喀什地区	50.39	47.6	55.59	52.4	105.98
和田地区	31.26	58.2	22.43	41.8	53.69

注：资料来源于《新疆农业综合开发总体规划》的水资源专题（1998）。

1.2.2.2 绿洲土地资源结构^[2]

分析绿洲土地资源结构可从两个角度入手：一是就绿洲系统内的土地按类型、数量、质量作结构分析；二是就绿洲内外土地统一考虑作结构分析。就绿洲内部来说，可重点剖析农地（耕地）、林地、居民工矿用地、水域与夹荒地、撂荒地等土地结构；耕地又可划分为高产农田和中低产田，或划分为一、二、三等地（表 5.6 和 5.7）。

表 5.6 新疆各大区高、中、低产田比例

地 区	高产田(%)	中产田(%)	低产田(%)	耕地总面积($\times 10^4$ 亩)
南疆绿洲片区	40.41	53.91	5.68	1 868.29
东疆绿洲片区	0.21	50.66	49.13	167.81
北疆绿洲片区	34.23	33.40	32.37	2 656.29
全 疆	35.49	42.23	22.28	4 692.39

注：按正常年份的 1995 年粮食、棉花单产划分，耕地总数按统计数字。

表 5.7 新疆各大区耕地分等面积及其比例

地 区	耕 地 总 面 积	一等地		二等地		三等地	
		面 积 ($\times 10^4$ 亩)	比 例 (%)	面 积 ($\times 10^4$ 亩)	比 例 (%)	面 积 ($\times 10^4$ 亩)	比 例 (%)
南疆绿洲片区	2 406.74	212.56	8.83	1 549.58	64.38	644.60	26.79
东疆绿洲片区	246.17	47.80	19.42	103.11	41.88	95.26	38.70
北疆绿洲片区	3 383.66	393.07	11.62	1 341.56	39.65	1 649.03	48.73
全 疆	6 036.57	653.43	10.82	2 994.25	49.60	2 388.89	39.58

注：资料来源于《新疆农业综合开发总体规划》。

绿洲是个开放的系统，绿洲的开发与扩张还必须依托绿洲外围的土地

资源。因而分析绿洲土地资源时往往不局限于现有绿洲内的土地，而将眼光扩大到绿洲所在的整个行政区划范围特别是绿洲外围的土地资源。对绿洲土地开发来说除了深度开发(针对绿洲内中低产田)还有广度开发。广度开发有两个对象：一是绿洲内的荒地、撂荒地；二是绿洲外围的宜农地。因此，评价绿洲外围的宜农地后备资源，揭示后备土地资源的等级结构显得更为重要。以新疆为例表5.8所反映的是新疆绿洲区后备宜农土地资源的等级结构。由表可以看出，伊犁、阿勒泰、塔城三地区的一等地比重相对较高，二等地的比重也相对较高，二者可作为广度开发的重点对象。

表5.8 新疆平原绿洲区后备宜农土地资源等级结构

地(州)	合计 ($\times 10^4$ 亩)	一等地		二等地		三等地	
		面积 ($\times 10^4$ 亩)	比例(%)	面积 ($\times 10^4$ 亩)	比例(%)	面积 ($\times 10^4$ 亩)	比例(%)
全 疆	13 255.91	771.32	5.8	7 340.43	55.4	5 144.16	38.8
乌 鲁木齐市	123.73	—	—	123.73	100	—	—
克 拉玛依	433.86	—	—	425.96	98.2	7.90	1.8
吐 鲁番	56.81	—	—	8.57	15.1	48.24	84.9
哈 密	572.84	2.74	0.5	389.91	68.0	180.19	31.5
昌 吉	1 846.49	35.41	1.9	163.84	8.9	1 647.24	89.2
伊 犁	609.24	261.74	43.0	347.50	57.0	—	—
塔 城	1 597.02	190.51	11.9	1 184.25	74.2	222.26	13.9
阿 勒 泰	1 537.76	240.45	15.7	1 239.87	80.6	57.44	3.7
博 尔 塔 拉	655.85	13.50	2.0	538.22	82.1	104.13	15.9
巴 音 鄂 楼	2 917.21	19.85	0.7	1 262.49	43.3	1 634.87	56.0
阿 克 苏	1 252.32	3.99	0.4	693.13	55.3	555.20	44.3
克孜 勒 苏	156.46	—	—	31.18	19.9	125.28	80.1
喀 什	908.16	—	—	488.35	53.8	419.81	46.2
和 田	588.16	3.13	0.5	443.43	75.4	141.60	24.1

注：资料来源于《新疆后备宜农土地资源及开发利用规划》专题。

2 绿洲资源潜力与人口承载力

当今世界 资源、环境和人口三者之间的矛盾日益突出 资源短缺、生态环境恶化、粮食危机、人口压力过大等问题日趋严重。我国的上述问题更为突出。干旱区尽管资源开发潜力较大，但资源的人口承载力也是有限的，特别是适合于人类生存的绿洲资源的承载力更是有限。这个问题是不可回避的。

一般所说的承载力多指土地的人口承载力。土地的人口承载力是当今世界人们极为关注的热门研究课题之一，也是“人地关系”研究的重要内容。尽管各类专家和学者采用“土地承载力”、“土地资源承载能力”、“土地人口承载力”、“土地资源人口承载潜力”等不同的表达术语，但基本内涵大致相

同，一是离不开“土地潜力”，二是离不开“人口承载力”，我们不妨将其统称为“土地人口承载力”(Population-Supporting Capacity of Land)^[1]。

众所周知，土地资源是人类进行食物性生产的物质基础，是人类为了生存而开发利用的最基本的自然资源。70年代联合国教科文组织(UNESCO)曾提出“资源承载力”的概念，认为“一个国家或地区的资源承载力是指在可以预见到的时期内，利用该地的资源智力和技术等条件，在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件下能持续供养的人口数量”。我国通常把“土地人口承载力”理解为“在一定的生产条件下，土地资源的生产能力和一定生活水平下所能持续承载的人口数量”，并强调研究不同时期土地资源生产能力与人口适宜规模承载量的动态关系。也就是说，土地人口承载力指的是一个国家或地区，在可预见的时间尺度里，以人们同预期的社会经济、文化教育、科学技术发展水平相适应的物质生活水平为依据，利用其自身的土地资源所能持续稳定供养的人口数量。上述所指的土地生产能力的实质是土地生态系统中的生物总生产能力，即在一定生产条件下能够持续生产出人类所需要的植物产品和动物产品的内在能力。土地生产能力既包括土地的初始生产能力即土地的自然生产能力，又包括人为作用（施加了人工投入）下的土地生产力。对绿洲中已开发利用的土地来说，以上两种土地生产能力实质上已有机地融合在一起。土地的自然生产能力是可以衰减的，土地的人为作用下的生产能力随着科学技术的进步和人类的投入能力的追加又是可以不断提高的。我们要特别注意把握这种辩证关系，按“资源—资源生态—资源经济”的思路，用“系统工程”的方法，进行综合分析研究（见图5.3）^[1]。

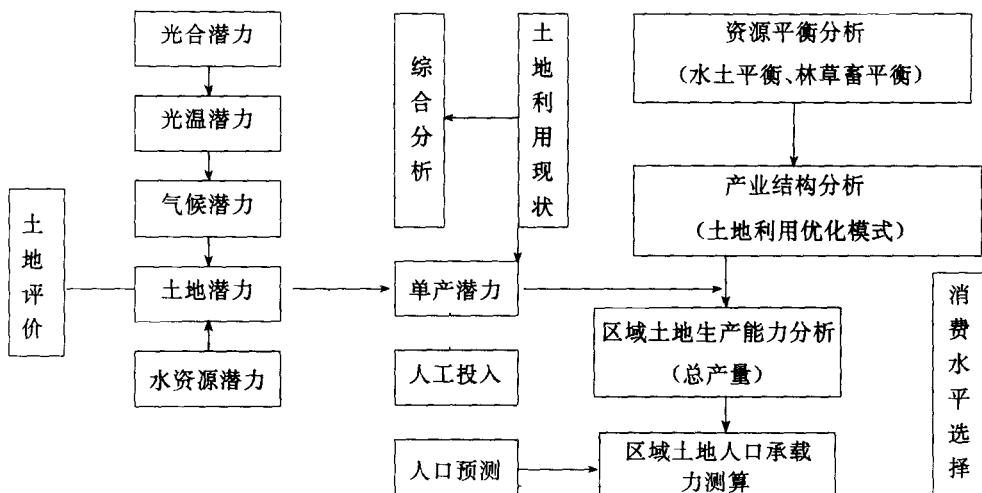


图 5.3 绿洲区域土地人口承载力综合分析研究框图

计算土地人口承载力通常有三种方法，其一是“资源法”，即通过区域资源总量与资源的人均占有适度消耗（需求）量的比例来获取；其二是“环境法”，即通过区域环境自净能力与人均实际排污治污能力之间的平衡关系来

计算其三是“生产法”即通过区域的土地物质生产能力与一定水平的人均消费标准的对比关系来求得。目前国内外普遍采用的主要方法是“生产法”^[3]。其公式为

$$P=Y/L$$

式中 P 为区域土地可承载的人口数量 Y 为该区域土地可提供的食物产出量 L 为区域人均食物消费水准。 Y 的计算式为

$$Y=Y_1S_1+Y_2S_2+\dots+Y_nS_n$$

式中 Y_1 和 S_1 分别为一等土地的单位面积产量与实际面积； Y_2 和 S_2 为二等土地的单位面积产量和实际面积；其余类推。这一计算方法既考虑了区域内土地资源的数量和质量，又考虑了人工投入水平和管理等社会经济因素，还考虑了未来在较高生产投入条件下的不同等级土地的食物产量。因而它也适用于绿洲土地人口承载力的计算。

当然，在具体测算时往往分别分析研究耕地人口承载力和草地人口承载力。耕地人口承载力的计算公式为

$$P_s=\frac{Y_1S_1+Y_2S_2+\dots+Y_nS_n}{CL}$$

式中 Y_1, Y_2, \dots, Y_n 分别为现今或未来预测期内所拥有的绿洲内一等、二等…… n 等耕地的单位面积粮食产量 S_1, S_2, \dots, S_n 分别为一等、二等…… n 等耕地的面积 (hm^2 或亩)； CL 为人均粮食消费水准 ($kg / 人$) 在实际操作过程中，要考虑人们经济收入水平和消费结构模式的差异。

草地人口承载力的计算对干旱区有重要意义。这不仅因为干旱、半干旱区存在着广大的草地资源及草原畜牧业，而且还因为为了推行农牧结合，促进牧区人口的定居、半定居，提倡农区畜牧业与草原畜牧业的结合，已开始重视在绿洲内建设人工草料地，绿洲草地在绿洲用地中的比例将不断提高。

草地人口承载力的计算公式为

$$\text{草地人口承载力} = \frac{\text{草地食物产出售量}}{\text{草地牧区人均食物消费水平}}$$

通过对某一绿洲区域土地（耕地、草地等）人口承载力和预期实际人口数量的预测，可得出一个人口承载比或承载差，即现在或可预见的未来的某一时期实际预测人口数量与理论土地人口承载力之间的比值或差值。即

$$S_d=P-P_s$$

$$S_r=\frac{P}{P_s}$$

式中 S_d 为承载差 P 为人口预测值 P_s 为土地人口承载力 S_r 为承载比。

从 S_d 和 S_r 值可得出区域的三种基本承载类型，即超载 ($S_r > 1, S_d > 0$)，满载 ($S_r = 1, S_d = 0$) 和欠载 ($S_r < 1, S_d < 0$)。超载意味着人口过饱和 满载意味着人口已饱和；欠载意味着人口未饱和，区域人地关系呈良性状态^[1]。

按照以上思路，以新疆为例，计算出新疆2020年各区域（地域）土地人口承载力（表5.9）状况。在计算新疆各地域2020年土地人口承载力中，年

人均粮食消费水平借用了世界银行组织确定的 500kg 富裕型标准。

表 5.9 新疆各地域土地人口承载力(2020)

项 目 地 域	耕地人口承载力				草地人口承载力		土地人口 承载力 ($\times 10^4$ 人)
	耕地自然 生产潜力 ($\times 10^4$ kg)	宜农荒地自 然生产潜力 ($\times 10^4$ kg)	自然生 产潜力小计 ($\times 10^4$ kg)	承载能力 ($\times 10^4$ 人)	产肉量 ($\times 10^4$ kg)	承载能力 ($\times 10^4$ 人)	
伊犁河谷区	372 619 80	4 661 47	377 281 27	754 56	14 070	39 14	793 70
准噶尔盆地 北部区	324 230 89	168 568 62	492 799 51	985 60	13 290	36 97	1 022 57
准噶尔盆地 南部区	700 548.03	221 790 69	922 338 72	1 844.68	24 060	66.93	1 911 61
吐哈盆地区	95 976 34	44 147 51	140 123 85	280 25	3 549	9 87	290.12
塔里木盆地 北部区	482 254 38	525 011 42	1 007 265.80	2 014 53	16 100	44.79	2 059.32
塔里木盆地 西部区	395 680 68	86 788 54	482 469 22	964 94	10 310	28.68	993 62
塔里木盆地 南部区	159 446 68	49 836 51	209 283 19	418 57	4 359	12 13	430 0
全疆合计	2 530 756.80	1 100 804 76	3 631 561 56	7 263 13	85 738	238 51	7 501.64

注资料由中科院新疆生态与地理所的沈王凌等人测算。

测算标准为 产肉量按 12 753kJ/kg , 中等体力劳动者人均需要热量按 12 559kJ/d 计算。最后测算出的是假设的封闭型农业生产状态下新疆人口的理论最大值。如果考虑到工业、城镇和生态需求量的增值因素和适度农业规模、优良农业生态环境的要求，这个理论值还需要作进一步订正计算。但 7 501.64 万人毕竟还是一个值得参考和借鉴的承载力数据。

第三节 绿洲土地利用结构与生产功能

1 绿洲土地利用的一般特征

1.1 农业绿洲占主导地位

对干旱地区来说，最广泛最悠久的经济活动可算是畜牧业了。但干旱地区荒漠绿洲的土地利用，说到底主要是水土资源的综合开发与合理利用问题。灌溉作为一门农业基本技术，在干旱区的历史也可追溯到史前时期，那时就出现了灌溉农业。众所周知，长期以来干旱区人民通过精巧的技术和辛勤的劳动将冲积扇上的季节径流和季节洪水引来，养育半年或全年的灌溉农业。此外 坎儿井灌溉作为另一种灌溉技术 在北非和亚洲的伊朗、中国新疆等地灌溉农业中也广泛采用。还有引外源河水来发展灌溉农业的绿洲。现代更出现了喷灌、滴灌、膜上灌等最新灌溉技术，使绿洲农业的更大发展成

为可能。总之，灌溉农业已成为绿洲地区最广泛的经济活动，农业土地利用已成为绿洲地区主要用地类型。

在中国西北干旱区 新疆绿洲最具典型。据初步调查 在新疆 1.06亿亩人工绿洲中 耕地(含人工草地)达 0.66多亿亩 占 62.3% 如果将与农业耕地有关的人工林地、园地、居住地、水库、人工渠算在内 则农业利用土地可占到 90%以上。中国其他地区的绿洲情况亦与此相仿。

1.2 土地利用类型的同构性与不同绿洲的差异性并存

绿洲自然条件具有多样性，因而绿洲土地利用亦呈现多样性特点，主要模式有农业(农村)绿洲、城镇绿洲与工矿绿洲 并且都各有特色。同种绿洲(如农业绿洲)的土地利用类似 具有明显的同构性。绿洲土地利用类型一般均由耕地、园地、人工林地、人工草地、居民用地、工矿用地、交通用地、水域用地及其他用地等构成。作为农业绿洲 为了防风固沙、保护农田 还要大力植树造林，人工林地和园地一般占绿洲面积的 5%~15%。与农业绿洲不同，工矿型绿洲与城镇绿洲在用地上的共同特点是以居民和工矿用地为主体 其比例一般可达 70%以上；交通用地所占比例也相对较高，可达 5%以上 防护林(含园地)比例略低，一般在 2%左右。

1.3 土地利用的干旱区特色明显

绿洲存在于干旱区，因而其土地利用有别于其他区域。其特色表现在如下方面 被荒漠所包围 易受风蚀沙化影响 水源不靠天然降水 而主要依赖人工水利设施 蒸发强烈 水资源宝贵、紧缺 光热资源较丰富 有利于作物的光合作用和糖分的积累，适宜于发展具有干旱区特色的瓜果、园艺作物和特种经济作物；人工林特别是农田防护林发达，粮林间作、果林间作较为普遍；与荒漠的交接处多由渠道和林带作为隔离带，边际界线明显；水域面积主要由平原水库、水渠及河流水面组成，水库多为中、小型水库，渠道的干、支、斗、农渠俱全 以斗、农渠为主 渠系有效利用系数不高 如新疆平均只有 0.51 其中地方系统为 0.45。

1.4 绿洲面积比例小，经济产出效益不高

以农业绿洲面积计，我国绿洲仅占干旱区面积的 4.26%。其中北疆地区较高 可达 8.2% 南疆地区只占 3.3% 东疆地区仅有 1.9% 河西地区占 8.4%，柴达木盆地占 3.4%。

由于绿洲所在区域的生产条件与经济基础较差，经营较粗放，经济结构层次低 第二、三产业相对比较落后 加之人口素质也相对较低 因而土地利用的经济效益不高。例如，包括工矿企业与绿洲畜牧业经济在内，1996 年新疆绿洲的产值密度(即每平方千米绿洲所拥有的国内生产总值)仅为 128.58 万元/km²，甘肃河西绿洲的产值密度为 105 万元/km²，宁夏黄河灌

区平原绿洲的产值密度为 187.86 万元/km²。如按人均产值计算 新疆绿洲为 5 167 元 / 人 河西绿洲为 4 289 元 / 人 宁夏绿洲为 5 353 元 / 人。

1.5 绿洲规模不断扩大，利用类型较为稳定

绿洲规模与水资源的有效利用关系密切。近 50 年间 随着生产力水平的提高，水库渠系建设不断完善与发展，灌溉绿洲因而不断扩大。 50 年代初，新疆的人工绿洲面积大约为 1.66 万 km² 到 1978 年扩展到大约 5 万 km² 到 90 年代中期绿洲规模扩大到 7.1 万 km²，90 年代中期比 50 年代初扩大了 3.3 倍^[4]。甘肃河西绿洲解放初约为 5 500km² 到 90 年代中期扩大到 1.8 万多 km² 扩大了 2.3 倍。相反 绿洲土地利用类型却相对稳定 大致仍维持在粮食作物占 70%、经济作物占 20%~30% 的水平。

2 绿洲土地利用结构

2.1 影响绿洲土地利用结构的因素

影响干旱区绿洲土地利用结构的因素很多，主要可分为自然因素（生态环境制约）、人文因素（开发历史与基础、利用水平与技术、人口结构与素质、社会需求与政策）和自然、人文的叠加因素（不同绿洲类型）。

2.1.1 不同绿洲类型对土地利用结构的要求

这里说的不同绿洲类型主要是从人类需求角度出发对绿洲提出的功能取向。例如，以生产农产品、解决和满足人类生活基本需求为主导功能的农业绿洲是以农田（耕地）、防护林和园林、水利设施等用地为特色 城镇绿洲是以居住、工厂、商业、交通用地和园林绿地为主要特色 工矿绿洲趋向于矿产地 其基本功能是对特定矿产资源的开采、冶炼、加工 因而工矿用地、居民住宅用地、交通用地成为主导类型。

2.1.2 生态环境对土地利用结构的制约

绿洲产生于干旱区，因而其土地利用结构受干旱区生态环境的严重制约，其中最主要的是风沙危害。我国的沙漠主要集中在西北地区，如塔克拉玛干沙漠面积约 33.76 万 km² 其中流动沙丘占 82% 风沙危害严重。柴达木盆地是我国沙漠分布最高的地区之一，沙丘广布，风蚀地貌广泛发育。西北地区春季还多大风，且有时还伴生沙尘暴。此外，夏季还时常出现干热风，塔里木盆地、吐鲁番盆地、河西走廊均可发生这种现象。从上可见 绿洲存在于严酷的环境之中。为了提高绿洲的防风抗灾能力，就必须安排足够的生态用水，加强生态建设，建立有效的防护林体系特别是农田防护林体系和防沙治沙林体系。

2.1.3 开发历史与发展基础的影响

河西走廊、银川平原、南疆等地区 开发历史悠久 农业较为发达 因而

土地利用以种植业为主。而一些开发较晚的绿洲，农耕规模相对较小。像新疆地区秦汉时期基本为牧场，古籍称之为“行帐诸国”（即“行国”）农耕规模便相对较小；农业土地利用中人工草地的面积较大，达220万亩，可占全疆的72%，其中伊犁地区人工草地可占绿洲面积的8.8%。阿勒泰地区可达14.1%。

2.1.4 科技水平对土地利用结构的影响

绿洲土地利用过程是一个由粗放向集约、由低级向高级、由单一向综合方向发展的过程。随着人类社会的发展和科学技术的进步，某些新的生产方式、开发技术、耕作制度、经营模式相继出现并推广，为土地利用结构渐趋合理不断注入新的生机。古代西域屯田，多从内地引进先进的生产技术。在楼兰遗址发掘的汉文木简中，就常有关于铁工具和犁耕的记载。铁工具中犁、锸、锯、斧多系胡铁，当地铁矿采炼而成。冶铁技术主要来自中原，有“颇得汉巧”的记载，表明汉晋时期当地冶铁技术已有相当发展，并已出现铁铧犁，为大面积垦殖创造了条件。另据《水经注》载：敦煌索励率兵数千在楼兰屯田，大兴水利，筑坝横断注滨河，“灌浸沃野”。据对距今若羌县东73km的米兰灌溉遗迹的考证，当时引水达到双向灌溉、集中分水，这充分反映当时垦区水利建设已经达到较高的水平。现代生产技术的进步特别是各种现代农业机械的推广应用，进一步解放了生产力，同时为土地开发、整理、利用结构的调整创造了条件。

2.1.5 人口结构与素质对土地利用结构的影响

由于土地是人类取得生产和生活物质的主要对象，因此人类的活动与土地利用状况有直接关系，这种关系主要又取决于人口结构与人口素质。人口结构主要指劳动力结构、民族结构、年龄结构；人口素质指人口的文化、技术与观念的综合素养。这些因素对土地利用的影响表现如表5.10。

表5.10 人口因素对土地利用的影响

因 素		影响的内容和程度
人 口 结 构	劳 动 力 结 构	往往对应于不同的土地利用结构、不同的劳动力构成及文化素质，劳动力结构的调整变化亦会导致土地利用结构的变化。城乡劳动力、农林牧副渔劳动力、三大产业劳动力结构的形成是历史演替过程的结果
	民 族 结 构	主要指汉族和少数民族的结构，少数民族中还要看少数民族劳动就业习惯；多民族的融合、相处，可在土地利用活动中互相取长补短或作合理的分工
	年 龄 结 构	要分析各年龄组人口占总人口的比例。年龄结构是呈年轻型还是成年型，反映了劳动力资源的增长趋势，对未来社会、经济发展和土地利用具有决定性的影响
人 口 素 质	文 化 水 平	人口的文化水平和技术素质是集约经营、推广实施新技术的必备条件。广种薄收、粗放经营与较低的文化素质相伴相随。提高文化水平是提高土地生产潜力的关键
	思 想 观 念	陈旧思想和封闭落后的观念是制约区域发展的障碍。建立富于开拓、创新和开放的思想观念是打破守旧、开创绿洲土地利用合理结构的重要前提

2.1.6 社会需求与政策对土地利用结构的影响

从国家整体高度上考虑，我国宏观经济对西北干旱地区的社会经济发展提出了战略要求。相应地，各级行政区域也都提出了各自的经济发展战略目标或阶段目标。经济发展战略目标的实现必须要有相应的土地利用结构和生产水平来支撑。因此，土地利用结构必须要随社会的变化而调整，如新疆 90 年代实施的以“一黑(石油和天然气)一白(棉花)”为重点的优势资源转化战略对土地利用安排与调整影响很大。国家对新疆的特大棉花基地、重要糖料、瓜果、畜产品生产基地建设寄予厚望，因而对绿洲土地利用的广度、深度都应作出相应的调整。此外，未来消费结构和社会需求的变化也可能引起土地利用结构的重大变化。据中国科学院国情分析研究小组预测，未来我国食品消费比例下降幅度较大，衣着、房租和燃料消费支出稍有下降，而交通、通讯与其他消费支出比例有较大幅度上升，且城乡居民消费结构的差异日趋变小。这一变化趋势将会对土地利用结构产生重大影响。

政策是为社会发展服务的，它的导向作用与市场导向作用同样重要。一个封闭、半封闭的绿洲区域系统要完成向开放型转变，除了变革观念、更新意识外，还必须要在政策体系上制定相应配套的政策和制度。

2.2 绿洲土地利用结构现状

2.2.1 土地利用现状分类^[5]

绿洲所在区域的土地利用类型与其他区域不仅有许多共性，也有自己的特色。例如，它们的基本利用类型是一致的，只有类型结构有所区别。如干旱区的林地面积相对较少，草地类型相对较多、面积也较大。在未利用地中，绿洲区域的表现形式别具区域特色，沙漠、戈壁、盐碱地及裸土、裸岩地都占有相当比例。

根据土地利用类型划分原则，充分吸取国内外的经验，并结合干旱区的特点，可对土地利用类型采取三级分类。以新疆为例，划分为 10 个一级类型，35 个二级类型，其下进一步划分若干三级类型。

根据国民经济各部门的用地特点，突出大农业用地，并结合土地覆盖特征，可把土地利用类型划分为耕地、园地、林地、草地、水域和湿地、城镇居民点用地、工矿用地、交通用地、特殊用地和暂未利用地 10 个大类。

2.2.1.1 耕地

耕地一般指用于种植农作物的土地，主要分布在山前冲洪积扇中、下部，大小河流冲积平原及三角洲，以及一些山间盆地。它包括水田、水浇地、旱地、菜地和未满三年的轮歇地(休闲地)。水田、水浇地都是绿洲内的耕地。旱地(俗称“闯田”)是靠雨雪耕种的季节性较强的农用地，包括利用洪水灌溉的部分用地。

2.2.1.2 园地

园地是指以生产鲜果为主的乔、灌木园林地。在绿洲农区，主要栽培一

些葡萄、苹果、梨、杏、桃、枸杞以及啤酒花等，一般经营分散，规模不大，多以自食和当地销售为主。

2.2.1.3 林地

按自然地理特征和生长条件林地可分为山区林地和平原林地两类。在平原地区河流两岸分布着以胡杨、杨、榆、柳等树种为主的落叶阔叶林，在绿洲农区多种植新疆杨、榆、柳、沙枣等树种。灌木林地多分布在山前丘陵地带和固定、半固定沙丘区，以柽柳、梭梭、铃铛刺等为主。在平原绿洲区内还有木本的人工经济林，如核桃、沙枣、红枣、巴旦杏、无花果等。

2.2.1.4 草地

草地通常指可食性牧草覆盖度在 5%以上的牧草地，包括天然草场和人工草场。人工草场分深度开发的人工草料地和浅度开发的改良草场。人工草地实际上是按耕地要求开发建设的以牧业利用为主导的“牧田”，概念上与“农田（耕地）相对应。人工草地以人工栽培各种牧草、饲料作物和灌木为特色。改良草场一般是指在天然草场上围栏、或引水灌溉、或利用飞播等方式补种牧草而形成的草地。其他均为天然草地，包括山区草地和平原地区的荒漠草地等。

2.2.1.5 水域和湿地

水域和湿地指河流、湖泊、渠道、水库、沼泽芦苇地和冰川、永久积雪区等长期或季节性积水、流水的地区。在绿洲平原地区它主要指大中小型平原水库、灌排渠系用地。

2.2.1.6 城镇居民点用地

城镇居民点用地主要指占地面积较大的城镇用地和较为分散的农村居民点、牧区居民点用地等。

2.2.1.7 工矿用地

工矿用地指独立于城镇的工矿区，如克拉玛依市的独山子矿区用地、乌鲁木齐市的南山阿拉沟矿区用地、哈密地区的三道岭和雅满苏等矿产用地以及阿勒泰地区的可可托海矿区用地等。

2.2.1.8 交通用地

交通用地主要指铁路、公路、农村大道和飞机场用地等。石油管道等一般铺设在地下，虽不在地面表露，但实际也占用土地。

2.2.1.9 特殊用地

特殊用地一般指自然保护区和重要旅游景点、景区用地，同时还包括部分军事、航天用地等特殊用地。

2.2.1.10 暂未利用地

暂未利用地为目前条件下尚无法利用的土地，包括大片的沙地（天然植被覆盖度在 5%以下的沙质土地）、沙漠（地表无植被或植被稀疏的风沙地）、戈壁（植被覆盖度在 5%以下的以覆盖碎砾石为主）、盐碱地（地表聚盐，耐盐植物覆盖度低于 5%）、裸露地（指岩石或土层裸露，植物覆盖度在

5%以下)以及弃耕多年天然植被尚未或难以恢复的弃耕地。

2.2.2 不同绿洲的土地利用结构

2.2.2.1 内流区、外流区绿洲土地利用状况比较

前已述及，干旱区土地利用结构受多种因素制约，而且是在漫长的历史时期逐步积累、发展的结果。从初步研究的结果来看 我国内流区荒漠、半荒漠区绿洲与外流区半荒漠区绿洲的土地利用状况既表现出一定的同构性，也表现出明显的差异性。例如，从土地利用系数来看，外流区比内流区要明显偏高。在新疆，北疆土地利用系数不到 30% 南疆不到 20% 甘肃河西地区不到 40%；而处在外流区的河套平原(后套平原与银川平原)利用系数可达 71%~87%。究其原因 除了河套平原农业开发历史悠久外 主要还是因为可以借助外流河——黄河引水灌溉，水量有保证。银川平原引黄灌区是我国现存的古老大灌区之一，每年可引黄河水 40 亿 m³ 平均每亩拥有水资源 327m³ 内蒙古后套平原每年可引黄河干流水 53.6 亿 m³ 加上山洪等水源 20.7 亿 m³ 共拥有水资源 74.3 亿 m³ 平均每亩拥有水资源 390m³。河西走廊绿洲所在的平原区土地面积 12.2km² 折合 1.83 万亩)祁连山区降水较多 形成 50 余条大小河流，每年能向走廊平原区输送 70.1 亿 m³ 地表水资源 平均每亩拥有水资源 38.3m³。新疆地域广大 在 166 万多 km² 的国土上发育了 570 多条大小河流，每年可形成 884 亿 m³ 地表水，扣除流出国境和外省及羌塘地区无法利用的水量，再加上地下水可开采量 85 亿 m³ 全疆水资源总量 包括地表水 793 亿 m³ 和地下水 85 亿 m³ 共计 878 亿 m³ 全疆平均每亩只拥有 35.3m³ 的水资源；如果扣除山区，仅按平原地区分摊，每亩也只拥有水资源 57.2m³ 可见，水是干旱区土地利用的主要限制因素。

从绿洲的垦殖指数来看，内流区与外流区的绿洲并没有明显的差异。相比较，处在内陆腹地的新疆各地和甘肃河西走廊的绿洲垦殖指数比较高，南疆可达 0.50 北疆达到 0.71。新疆与河西走廊绿洲的农业土地利用特色更为明显 农、林、草业用地合占绿洲用地的 50% 以上 南疆达到 74% 北疆将近 80%(见表 5.11)。

2.2.2.2 干旱地区土地利用与绿洲土地利用结构的对比

绿洲是干旱区人类的集聚地，是人类开发利用土地资源的精华所在。绿洲土地利用是人类集约经营的主要活动，是社会文明进步的主要体现和集中表现。人类在干旱区活动的广度是相当大的 山区、平原 无不留下人类的足迹。特别是牧业活动、矿产开发利用与旅游探险等几乎可深入到每个角落。但真正算得上人类投入和有效利用的土地并不多，在新疆尚有 60% 的土地并未得到有效利用。可以说，只有绿洲系统才更适宜于人类的生产、生活与繁衍，因而人类总是把营造绿洲、开展多姿多彩的绿洲土地利用活动作为持久的目标和主导行为。久而久之，人类活动在绿洲土地利用中得到深刻的反映。

表 5.11 中国典型绿洲土地利用状况对比

区域	内流荒漠、半荒漠区绿洲					外流半荒漠区绿洲	
	南疆	北疆	河西走廊	柴达木盆地	阿拉善高原	银川平原	后套平原
自然要素	冲积平原	山前冲积扇平原	冲积倾斜平原	山间盆地洪积扇	干燥剥蚀低山丘陵	断陷冲积平原	断陷冲积平原
	1 000~1 400	100~600	1 000~1 500	2 700~3 200	1 000~1 500	1 100~1 300	1 000~1 200
	8~11	4~8	5~10	1~5	8~9	8~9	3~6
	≥10℃积温(℃)	3 300~4 300	2 600~3 300	3 000~3 500	950~2 000	3 600	3 150~3 400
	无霜期(d)	185~250	150~170	140~210	190~220	230	130~200
	年降水量(mm)	50~100,且末、若羌20	100~300	50~200	东部大于150,西部小于100	50以下	150~300
	主要水系	塔里木河及其三大源流为主	天山北麓小河、伊犁河等	石羊河、黑河、疏勒河等	格尔木河、柴达木河等	弱水(黄河下游)东河、西河	黄河
	主要生态环境问题	干旱、风沙、沙尘暴、盐渍化	季节性冻害、土壤侵蚀、土层风蚀、沙化	土质较差、盐渍化、风蚀	干旱、风蚀、风沙、盐渍化	干旱缺水、风蚀流沙	盐渍化、沙化、工业污染
	开发历史	丝绸之路,农业历史悠久	历史上游为清、朝屯垦,后大规模开发	古丝绸之路,较早,一直为西北商品粮基地	人类活动早,种植业始于18世纪,大规模垦殖为20世纪50年代	汉朝大举屯垦,为当时西北主要粮食基地	垦殖历史悠久,以“塞南”称誉西北
人文要素	农业经济	种植为主,还有瓜果业	以棉花为主,兼有粮、食和畜牧业	西北是最大的商品粮基地	以小麦为主的小麦灌区闻名全国	以牧为主,少量种植	盛产稻麦,适于春谷、糜豆和玉米,全国商品粮基地
	土地利用系数	0.182	0.290	0.382	0.578	—	0.872
	绿洲垦殖指数	0.50	0.71	0.36	—	—	0.27
	土地垦殖指数(%)	2.5	5.8	3.4	—	—	6.3
	农、林、草用地合占绿洲比例(%)	73.9	79.9	51.5	—	—	36.8
	人均国内生产总值(元/人)	3 528	7 502	4 289	9 119	—	5 353

注 .① 土地利用系数是指已利用土地占整个国土面积的比例； 绿洲垦殖指数是指绿洲内耕地面积占整个绿洲面积的比例 ③ 土地垦殖指数是指垦殖的全部耕地占国土面积的比例。

可以看出，干旱区人类的活动及其对土地的作用面向两个层面：一个是广义的干旱区地域，将活动的烙印打在人类自身所能涉及的空间——即除绿洲以外的山地系统、荒漠系统；还有一个就是分散、狭窄的富于生机的绿洲地带。前者的土地利用多表现为粗放的、短暂的、季节性的或流动的，后者的多表现为集约的、持续的、周而复始的、延伸扩展的。以区域为整体和以绿洲为主体的土地利用结构（见表 5.12）还有以下的不同。

(1) 从农业土地利用来看，绿洲系统中耕地、园地、林地占有举足轻重的地位，特别是耕地在干旱区占有绝对比重。新疆的水田、水浇地都分布在绿洲内，可占耕地的 95% 以上；园地基本集中在绿洲内；人工林地也主要在绿洲内。耕地、园地、林地三者用地合占绿洲土地的 63.6%，北疆某些绿洲可占 76% 以上（如玛纳斯和伊犁分别占 78.2% 和 76.8%）。河西绿洲也基本如此，耕地、园地、林地三者用地合占绿洲土地的 54.1%。

受历史上游牧民族的影响和干旱区季节草场的存在，放牧活动主要在绿洲外围进行，因而草地的土地利用主要在山地、荒漠草场开展。所以草地在绿洲内的土地利用比例目前尚很低，新疆绿洲只占 2.88%，河西走廊绿洲只占 1.97%。而从整个干旱地域土地利用构成来说，新疆草地利用可占 30.3%，河西走廊地区草地利用可占 29.2%。

(2) 居民点工矿用地主要集中在绿洲内。新疆人工绿洲内城乡居民点
表 5.12 干旱区域土地利用与绿洲土地利用结构比较

区域 类型	新疆				河西(甘肃)			
	全疆土地利用		人工绿洲土地利用		河西地区土地利用		河西绿洲土地利用	
	面积 ($\times 10^4$ 亩)	比例(%)						
土地总面积	247 665.56	100	10 641.19	100	41 112.68	100	2 717.00	100
耕地	5 761.58	2.32	6 298.88	59.20	1 409.51	3.43	989.26	36.41
园地	202.98	0.08	240.30	2.26	10.95	0.03	10.96	0.40
林地	9 998.64	4.04	1 294.68	12.17	1 210.42	2.94	480.74	17.69
草地	75 055.83	30.30	306.97	2.88	12 010.88	29.22	53.51	1.97
居民点和工矿用地	1 006.50	0.40	1 300.63	12.22	586.96	1.43	586.96	21.60
交通用地	316.12	0.13	324.66	3.05	72.15	0.18	58.00	2.14
水域	6 755.72	2.73	874.98	8.22	294.61	0.72	220.00	8.10
未利用地	148 621.16	60.00	—	—	25 388.44	61.75	317.57	11.69

注 ① 新疆资料来自新疆维吾尔自治区土管局土地详查办公室；甘肃河西资料来自甘肃省计委的《甘肃河西经济区国土综合开发整治研究》（兰州大学出版社，1996）。② 河西绿洲面积引用马鸿良量测的 18 113.332 的数据，其中林地为有林地、疏林地之和，水域用地按全地区水域总面积的 75% 折算，交通用地按交通用地的 80% 折算，未利用地是反推出来的。

和各类工矿用地达 1 300 多万亩，占绿洲土地利用面积的 12.22%。河西地区绿洲的居民点和工矿用地高达 21.6%。限于资料，柴达木盆地绿洲尚无确切定量数据，但像芒崖、大柴旦和冷湖等工矿型绿洲，其居民点和工矿用地的比例可能比上述高。新疆克拉玛依市的独山子矿区（镇）的居民点和工矿用地占到 72.7%。

(3) 从交通用地看，绿洲外围主要分布大的国道、省道公路，道路较为稀疏而绿洲内各种交通道路四通八达 形成了网络 便于城乡联系 因此交通用地也主要集中在绿洲系统内。新疆绿洲中交通用地可占绿洲用地的 3.1%，河西走廊绿洲内交通用地也占到 2.1% 独山子矿区的交通用地更高达 13.9%。

(4) 从水域用地看，绿洲生态系统、生产系统的维持主要依赖于输水、储水、供水、排水网络。平原水库较多 灌区内干、支、斗、农各级渠道稠密 排水系统基本配套。例如，新疆有大小水库 482 座，绝大部分坐落在绿洲平原区 水面约达 1 698km² 建有各类引水渠道总长 30.5 万 km 排水渠道总长 8.9 万 km；绿洲水域用地可占绿洲全部用地的 8.2%。甘肃河西地区情况类似 河西绿洲的水域面积(水库、渠道等)占绿洲全部用地的 8.1%。而对整个新疆、河西地区来说，水域用地只占全区域用地的 2.7% 和 0.7%.

2.2.2.3 不同绿洲类型的土地利用结构对比

我国人工绿洲按社会经济功能和建设方向所划分的农业（农村）绿洲、城镇绿洲与工矿绿洲虽有一般绿洲的共性，也存在明显的不同，这种差异在绿洲土地利用方面表现得更为突出。这三类绿洲在土地利用方面所表现的差异可从下表（表 5.13）中反映。总体看来 农业（农村）绿洲对自然资源的综合要求较高、较严格，城镇绿洲次之，工矿绿洲不太严格。从土地利用的

表 5.13 三种类型绿洲对土地利用的要求与反映

内 容		城镇绿洲	工矿绿洲	农业(农村)绿洲
地貌	类型	较严格	不严格	严 格
	地势(坡度)	有一定要求	无明显要求	严格,一般<3°
土壤质地		要求较高	要求不高	要求高
水 资 源		基本满足	满足或基本满足	充分满足
对资源总体需求		总体组合要好,但不过于挑剔	趋向于矿产资源对水与排污有要求	光热、水、土、生物等资源组合佳
特色土地利用		居民、工矿用地为主导,交通用地极为重要	交通与工矿特需用地为主	耕地、园地、林地等农业用地及水域用地为主体
土地利用分类程度		复 杂	较简单	较复杂
土地利用水平		高	较 高	相对较低
主导产业		第二、第三产业占优势	第二产业占优势	第一产业占优势

结构层次看，城镇绿洲、农业绿洲较复杂，工矿绿洲简单些。从土地利用的最终水平(产值密度)看，城镇绿洲与工矿绿洲明显高于农业(农村)绿洲。各类绿洲所经营的产业主体地位也有明显的不同。认识和掌握这些规律性东西，有助于我们在开展土地利用上采取不同的目标、方式和措施。

农业(农村)绿洲的土地利用结构在不同的地域的表现大同小异。从表5.14可以看出，新疆农业绿洲非常典型。无论是南疆还是北疆的绿洲，耕地都占有相当的比例，和田为30%，阿克苏为59%，东疆吐鲁番绿洲为45%，伊犁河谷绿洲达到69%，天山北麓玛纳斯绿洲达76%。和田地区的人工林地和园地合占绿洲土地利用的48%，可以说是农业绿洲中林地、园地比例最高的。其主要原因有二：一是该绿洲地处塔克拉玛干沙漠南缘，风沙危害较重，必须要有强大的农田防护林和绿洲边缘防风基干林作屏障，否则农业绿洲的稳定性难以维持；二是当地人民有种植水果、发展园艺的传统习惯，而且发展园艺不仅是满足当地人民自食的需要，也有改善生态环境、防风治沙的效应。吐鲁番绿洲的人民更有发展园艺、栽种葡萄的优良传统。该地是我国无核白葡萄的主要产区，葡萄可用于制罐头、鲜食、酿酒、制汁。目前葡萄园面积已发展到21万亩，并且还有进一步扩种的态势。所以吐鲁番绿洲的园地面积占绿洲面积的15%，可以说是我国绿洲中园地比例最大的。北疆绿洲的林地、园地比例偏低，一般只有2%~8%。究其原因除了开发历史短、传统习惯影响外，还有种树栽果园的自然条件也不如南疆和东疆优越。伊犁河谷绿洲的人工草地比例为8.8%，是相当高的。这与当地长期推行农牧并举、农牧结合的发展方针有很大关系。

表5.14 农业(农村)绿洲土地利用结构(%)

绿州区 类 型	和田绿洲	阿克苏河流域绿洲	吐鲁番绿洲	玛纳斯绿洲	伊犁河谷绿洲	武威地区	张掖地区	酒泉地区
耕 地	29.53	59.13	45.23	76.48	68.77	12.35	7.04	0.79
园 地	2.95	3.62	15.06	0.70	1.69	0.04	0.07	0.01
林 地	45.55	14.47	0.58	1.14	6.36	8.61	7.28	1.10
草 地	1.00	0.72	0.10	0.42	8.76	32.06	50.77	24.41
居民点和 工矿用地	9.17	7.60	18.32	8.30	9.33	1.45	0.71	1.57
水 域	8.33	11.85	13.03	10.13	3.18	1.14	0.93	0.58
交通用地	3.47	2.61	7.68	2.83	1.91	0.42	0.31	0.08
未利用地	—	—	—	—	—	43.93	32.89	71.46

注：新疆均为绿洲内(即人工绿洲)土地利用结构；河西三地区是包括绿洲内和绿洲外的整个河西地区土地利用结构。

城镇是绿洲的政治、经济、文化、商业和交通中心。城镇绿洲的发育要比农业绿洲更好更快。但城镇绿洲主要体现在建设用地上，所以居民点和工矿

用地比例较高，如乌鲁木齐可达 78.6% 奎屯市占到 18.7% 石河子市占到 12.7% 伊宁市达到 8.8%。河西绿洲的金昌市和嘉峪关市，如果扣除绿洲以外的未利用地和天然草地、荒漠灌木林地，那么金昌市的居民点和工矿用地可占 9.6%，嘉峪关市的居民点和工矿用地可占 12.5%。城镇绿洲的交通用地也占有相当的比例（表 5.15）。

表 5.15 城镇绿洲土地利用结构（%）

城市 类 型	乌鲁 木齐 市	石 河子 市	金 昌 市	嘉 峪 关 市	伊 宁 市
耕 地	11.45	65.79	11.30	3.29	28.94
园 地	0.63	0.88	0.02	0.08	2.28
林 地	1.01	0.70	0.48	4.03	3.17
草 地	0.01	0.27	12.75	34.85	47.74
居民点和工矿用地	78.63	12.69	1.56	2.42	8.81
水 域	2.97	17.40	0.70	1.00	3.57
交通用地	5.30	2.27	0.59	2.32	0.99
未利用地	—	—	72.60	52.01	4.50

注：乌鲁木齐、石河子市为人工绿洲内土地利用结构；金昌、嘉峪关市和伊宁市还包括绿洲外市辖区的土地利用部分。

工矿绿洲的土地利用主要是围绕矿产资源的开发建设职工生活设施安排而展开的。许多纯工矿绿洲，很少有耕地，只有少量菜地和园地。克拉玛依市的白碱滩区和乌尔禾区都是以石油、天然气勘探开发为主的地区，其居民点和工矿用地可分别占到该区土地利用面积（人工绿洲）的 44.3% 和 17.2%，交通用地分别占 8.5% 和 12.3%。

2.3 绿洲土地利用结构调整与优化

2.3.1 土地利用结构调整的原则

干旱区的绿洲土地利用结构虽然存在一定的相似性，但实际上土地利用格局仍存在较大的差异。这除了受环境性质、人口因素、开发历史和地方政策等因素影响外，也同人类为发展经济，不遗余力地不断优化土地利用结构，并相应采取各种有效的政策和措施有关。总结以往调整的实践，大体可以归纳出如下几个原则：

2.3.1.1 资源导向原则

以绿洲系统内的优势资源数量、质量、时空分布、开发难易程度及绿洲所在的行政区域范围内的整个资源的禀赋程度及组合状况作为土地利用结构调整的基本依据。水、土、光、热资源优化组合好的地区宜着重发展绿洲农业土地利用，有石油、天然气等矿产资源优势的侧重辟建工矿用地，营造新的工矿绿洲。

2.3.1.2 市场导向原则

根据市场经济的要求，土地也应作为一种适度开放的资源进入市场，根据市场需求来安排土地利用。这是一种长期的发展趋势。尤其是我国西北干旱区相对比较闭塞、绿洲较为分散、社会经济比较滞后，更应按市场需求预测来安排土地利用，调整土地利用结构。

2.3.1.3 投入导向原则

土地利用结构的优化和利用水平的提高，说到底是要通过人力、智力、物力和财力的投入而实现的。其中资金的投入是一个综合性指标因素，要根据国家资金、地方资金（包括贷款资金）、集体与个体自筹资金及外来资金（包括无偿、有偿部分）的到位情况加以合理配置以引导土地利用结构的调整。

2.3.1.4 效益导向原则

土地利用作为一种最广泛的人类经济活动，总是以满足人类生存发展作为最大需求，从而必须追求效益。这里的效益是指社会效益、经济效益与生态效益。遵循效益优先的原则，在贫困的干旱区首先应强调经济效益最佳原则，但不能损害长远生态效益。同时，不同的土地利用会产生不同的经济效益，这就要求兼顾社会各方面的利益以及国民经济各部门发展的要求。

2.3.1.5 政策导向原则

政策因素对土地利用变化具有导向性作用。政策是根据社会需求、市场规律、效益原则和区域发展目标及土地开发利用中存在的突出问题而制定的，是一项针对性、引导性很强的措施。政策可分为保护性政策、优惠性激励性政策、限制性政策。政策可以引导人力、物力和财力的投入方向、规模与结构，其本身也需要在实践中不断加以调整和完善。

2.3.2 土地利用结构的优化

2.3.2.1 土地利用目标、方向的确定

土地利用战略目标和方向的确定是编制土地利用总体规划的根本任务之一。要根据所在区域国民经济社会发展的长远目标要求，通过对土地利用现状、潜力和国民经济各部门对土地需要量的预测来制定土地利用的总体目标、方向和任务。

绿洲土地利用战略是对以绿洲系统为主体的土地资源合理开发、利用、保护与整治所作的总体的、长期的宏观决策，是远景的、宏观的土地利用结构与布局的蓝图。要针对当地人口、耕地、土地类型特点、水土后备资源潜力、土地利用现状和整个自然、社会经济条件、国民经济发展规划等情况以及提高人民生活水准的要求，提出科学合理、切实可行的土地利用发展战略。因地制宜地调整用地结构与布局。在土地利用战略目标、方向、任务、重点和布局确定之后，还需进一步研究为实现目标可能采取的途径、步骤、政策与措施。

在确定绿洲土地利用战略目标和方向时应很好地把握以下几个问题：

- (1) 水土资源潜力和土地利用历史与现状；
- (2) 经济、社会发展趋势及其对土地利用的影响；
- (3) 绿洲所在区域的战略目标与更高一级区域战略目标的衔接；
- (4) 绿洲农业与绿洲城镇、绿洲工矿发展的相互分工与促进；
- (5) 土地开发利用中大农业用地协调安排、基本农田（高产、稳产农田）保护、名特优稀产品生产、创汇农业基地的建设；
- (6) 山地、荒漠、绿洲三大系统土地利用关系的协调及绿洲土地利用的可持续发展。

2.3.2.2 土地利用层次结构的优化及动态调整

绿洲土地利用结构优化要同时体现自上而下、自下而上的各个层次的结构优化。但在实践上，常常是在某一个层面上看起来是优化了，而在下一层面上却是不合理的，反过来会影响上一层次的实质上的土地利用优化效果。例如，某一绿洲的农用土地比例优化为 80% 但接着就有一个如何优化安排这 80% 的土地利用问题 即下一层次的土地利用结构 主要指耕地、人工草地、林地、园地、水域、交通用地和居民点用地及其他特殊用地。紧接着，在耕地里还要安排好粮食、经济作物、其他作物；在林地中要安排好农田防护林、用材林、经济林、薪炭林“四旁”林和大型生态用地等。各个层次结构

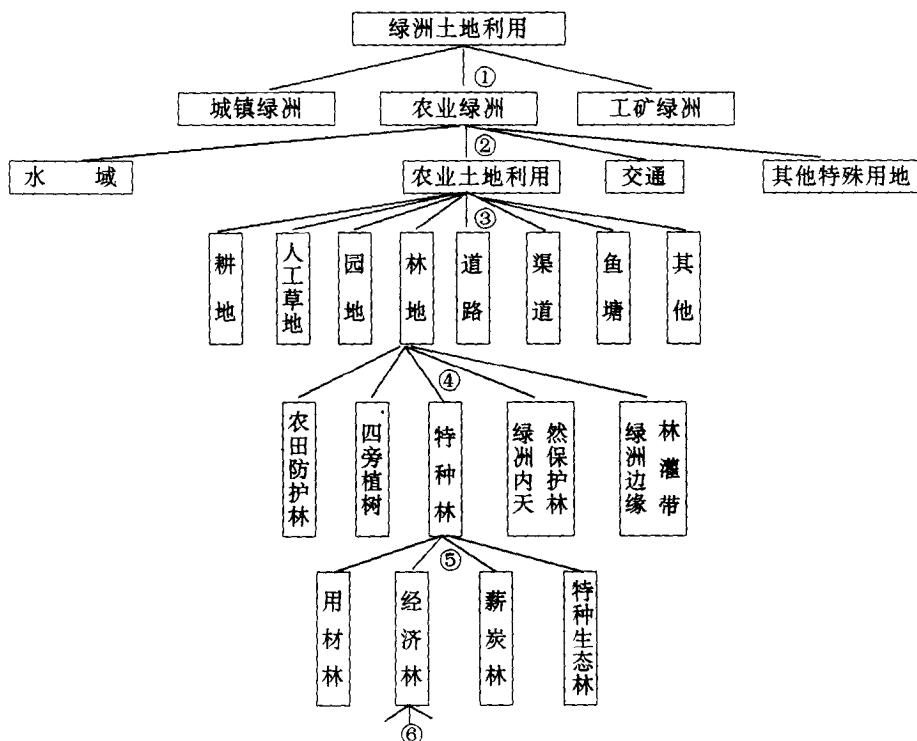


图 5.4 绿洲土地利用的结构层次

安排得越细、越合理 总体土地利用结构优化的程度就越高。当然 各个层次的结构优化也是一项系统工程，而且并非一成不变，是一种动态的优化，需在优化原理和因地制宜的原则指导下不断地在实践中总结提高。动态的优化至少有两层含义：一是要对已经发生的土地利用的优化度不失时机地作出分析评价，指出利弊得失和调整措施；二是要充分、深刻地剖析土地利用的层次结构（图 5.4），要在不同层次上分轻重缓急、先主后次地作出调整。动态的优化才是富于生命的可持续利用的最佳优化。

2.3.3 绿洲土地利用结构优化的考评

绿洲土地利用结构的动态优化需要有一种尺度，这就要通过考评来度量。考评土地利用结构的优化度是较为复杂的系统工程，这里只能给出一些框架思路，实际操作时要作专门的设计。其中一是要建立对绿洲土地开发、利用、治理、保护的监测系统 二是要建立土地良化与退化的信息库。考评要从以下三个方面入手：

(1) 绿洲土地资源的综合评价。① 土地适宜性分类；② 土地限制性分析；③ 土地生产潜力评价 ④ 气候资源与气象灾害的分区分片评价； 水土的时空配置及组合度；⑥ 土地退化的时空表现。

(2) 绿洲土地利用结构层次剖析。在划清本片绿洲土地利用一级类型（见图 5.4）的基础上，提出二级、三级……利用类型的合理结构。

在对绿洲土地利用层次结构作出最大限度分解的基础上，运用土地资源综合评价结果，对各层次不同土地利用类型作出适宜的定性考评。考评结果分为最适宜、适宜、较适宜、不适宜、很不适宜五个等级。

客观评价那些对土地要求不严格、不挑剔的利用类型是否占用了优、良级农用地；分析某些土地利用是否占用了其他类型土地，程度如何。

(3) 土地利用综合效益的评估。这项工作主要包括三个方面：

社会效益评估：评估内容包括土地利用是否最大限度地满足了社会需求，是否吸纳了不同年龄、文化层次的劳动者，是否有利于社会稳定等等。

经济效益评估：既要计算出单位绿洲土地的总体利用经济效益，又要计算出每类土地利用的现实经济效益，并作出横向、纵向的比较。

生态环境效益评估：要考察土地利用率，对绿洲生态环境的改善与恶化问题作出总体评估。重点分析绿洲土地的浪费程度及退化土地的治理效果，某种土地利用对生态环境造成的危害，求出其生态损失。还要评估水资源的浪费程度及生态需水的供给度等。

3 绿洲土地生产功能

3.1 绿洲土地的产出效益

绿洲土地的产出效益是一个宏观的综合概念，是指在绿洲范围内的所

有土地上，通过初级生产、次级生产、流通服务及信息生产所获得的综合效益，也就是绿洲生产的总效益或绿洲生产的总功能。

为了表示绿洲土地生产的总效益（总功能），我们可依据绿洲的主要生产活动，选择以下指标（表 5.16）来体现：一是国内生产总值或人均国内生产总值。这是一个综合性指标，它反映了绿洲系统中第一、二、三产业的生产能力与水平；二是人均农业总产值、人均工业总产值指标，这类指标既可反映农业绿洲、城镇绿洲和工矿绿洲不同的生产水平，又可反映各不同类型绿洲的经济发育阶段、发展程度；三是财政自给率和外贸依存度，这一指标既可反映经济运行的状态，又可体现绿洲系统的开放度，其中外贸依存度（外贸进出口总额占国内生产总值的比值）还是衡量某个区域开放程度的主要指标；四是产值密度，也就是每平方千米的土地上所产出的国内生产总值，它也是衡量土地生产效率和功能的一个有显示度的指标。

表 5.16 土地利用的产出效益对比（1996）

		人均国内 生产总值 (元/人)	人均农业 总产值 (元/人)	人均工业 总产值 (元/人)	外贸依存度	财政自 给 率 (%)	产值密度($\times 10^4$ 元/km 2)	
							全省区 (地区)	绿 洲
省 区 比 较	新疆	5 167	2 551	3 759	0.127	42.05	5.49	128.58
	甘肃	2 966	1 351	2 685	0.060	47.69	15.72	105.37
	青海	3 748	1 150	2 767	0.100	42.10	2.68	62.67
	宁夏	3 715	1 327	3 380	0.100	42.95	37.38	187.86
	内蒙古	4 265	2 017	2 780	0.105	73.78	83.24	—
五省区		4 034	1 816	3 013	0.089	43.42	9.97	—
全 国		5 539	1 914	5 315	0.354	64.75	70.62	—

注。资料来源于新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古统计年鉴(1997)；青海柴达木绿洲的产值密度是按3%的绿洲比重面积推算的。

还需指出，在考察绿洲生产功能——产出效益时，应把眼光放在绿洲和绿洲以外的全部生产领域。之所以这样，是因为人们不仅以绿洲作为主要生产加工地，同时也以绿洲为根据地，不断地向绿洲以外系统开拓和索取财富。因此将指标的计算放在一个以绿洲为主体并包括绿洲所能管辖、辐射、触及的全部国土的大尺度里，比较符合实际。当然，为了表示绿洲自身系统的真实生产功能，也有必要计算出绿洲内的产出效益，包括绿洲产值密度，以衡量绿洲土地利用经营的不同效果。

如以绿洲产值密度作比较，西北干旱区中，以宁夏河套平原绿洲的产值密度最大（达到188万元/km 2 ）其次为新疆（129万元/km 2 ）和甘肃河西绿洲（105万元/km 2 ）。青海柴达木最小（只有63万元/km 2 ）。此外还可以明显看出以绿洲土地为单位的人力、资金、技术的密集及集约化程度高，绿洲产值密度比整个区域（省区、地区）的产值密度高得多，如新疆和青海均高出

22倍 甘肃与宁夏分别高出5倍和4倍。

与全国平均水平相比，我国干旱区土地生产水平明显偏低，如人均国内生产总值低27个百分点，人均工业总产值要低43个百分点，外贸依存度（开放度）低近27个百分点，产值密度更低于全国平均值86个百分点^[7]。

3.2 绿洲土地的农业生产能力

西北干旱区五个省区中，新疆全境均属干旱区，内蒙古后套平原、宁夏银川平原、甘肃河西走廊平原及青海柴达木盆地干旱绿洲区面积虽然仅占相应省区面积的小部分，但其产值占有相当大的比例。因此，以五省区的农业生产能力作为绿洲土地生产能力，有其一定的代表性，具有一定的参照价值。表5.17所反映的指标表明，这五省区土地面积占全国的42.4%，但大多数农业生产指标只有全国的5%~10%，与其广大的土地面积极不相称。其中水产品产量仅占全国的0.4%。只有棉花产量稍高，占到全国的23.2%，其中新疆棉花产量就占全国的22.6%。如果仅以绿洲面积计算农产品的产量占全国的比例会高些，但从总体上看仍明显落后于我国中东部地区省份。

表5.17 西北干旱区各省区主要农业生产指标(1996)

项目 省区	内蒙古	宁夏	甘肃	青海	新疆	五省区占 全国比例(%)
农林牧渔业总产值 (当年价, ×10 ⁸ 元)	465.33	69.17	328.12	56.16	430.96	5.8
谷物产量(×10 ⁴ t)	1 301.7	25.6	690.8	97.1	789.7	6.9
棉花产量(×10 ⁴ t)	—	—	2.6	—	95.0	23.2
油料产量(×10 ⁴ t)	81.4	7.9	43.1	16.8	31.0	8.2
糖料产量(×10 ⁴ t)	32.07	46.5	119.1	—	354.5	10.1
猪羊肉产量(×10 ⁴ t)	92.1	11.0	62.8	18.5	52.5	5.0
水产品产量(×10 ⁴ t)	5.3	2.0	0.8	0.2	4.8	0.4
土地总面积(km ²)	118.30	5.18	45.44	72.23	166.04	42.4

注资料来源于相应省(区)的统计年鉴(1997)。

从个别作物来看，绿洲农业土地利用的增产潜力与经济效益还是十分显著的。例如新疆的棉花、玉米、甜菜和瓜果等的种植都取得了高产效果。

3.2.1 棉花

棉花是新疆绿洲农区的一大优势作物，90年代以来得到迅速发展，1994年新疆已跃居为全国第一产棉大省，其单产、总产、调出量和人均占有量均居全国第一位。1997年全疆棉花种植面积达1326万亩，棉花总产达115万t，人均67.5kg。棉花单产达到87kg/亩，南疆少数棉区达100kg/亩以上，小区棉花达到200kg/亩的单产水平。这主要是因为新疆具有得天独厚

的良好自然条件，同时还采用了宽膜植棉等栽培技术。据1990~1995年统计资料，新疆陆地棉的平均品级为1.85级 绒长29.51mm。由于综合防治虫害技术的普及，农药使用量大为降低，生产成本大为下降，使新疆植棉经济效益优于其他产棉省区。据统计，1995年棉花单位面积纯收益和成本收益率，新疆比国内其他主要产棉省区高40%上下。与其他作物相比 棉花单位面积纯收益 不含副产品 约为小麦的3.6倍、玉米的2.6倍、油料作物的3.8倍、甜菜的1.7倍。80年代以来 棉区农民的纯收入大幅度提高 已从1980年的200.8元增加到1995年的1136.4元，其中棉花生产的贡献率约占35%。产棉大区的南疆阿克苏、喀什等地区，农民从棉花获得的收入可占总收入的50%~75%。今后在棉花生产中 应注意控制种植比例 防治病虫害和提高管理水平。

3.2.2 玉米

玉米是新疆绿洲仅次于小麦的第二大粮食作物。其特点是植株高大，光合效率高 具有杂交作物优势 且生长快 生长期短 单产高 增产潜力大。玉米又是发展畜牧业的优质饲料，在饲料工业生产中占有重要地位。新疆玉米单产水平高于全国和世界玉米平均单产水平。新疆于1986年开始进行玉米覆膜栽培试验、示范 逐步推广 取得明显效益。在绿洲平原地区地膜玉米最高单产可达1300kg/亩。1989年新疆地膜玉米面积已发展到15~20万亩，1999年发展到30万亩 平均单产达到700~800kg/亩 比普通玉米增产200~300kg/亩。巴音郭楞州和硕县的清水河农场对SC-704品种进行宽膜、窄膜比较试验，在相同条件下，宽膜玉米单产达到1276kg/亩 比窄膜玉米增产161kg/亩 比不铺膜的普通玉米增产490kg/亩 增产幅度分别达到14.4% 和 62.3%。

3.2.3 甜菜

甜菜是新疆具有优势的重要经济作物，80%以上分布在北疆地区。1994年新疆甜菜总产已达到299.2万t 平均单产2.6t/亩。1997年种植138.8万亩 单产2.8t/亩 总产达到388.71万t 产糖28.4万t 糖产量超过黑龙江，成为我国最大的甜菜糖生产省份。目前甜菜糖料生产基地建设已被列为新疆五大农业基地建设之一。但甜菜生产也面临着众多问题 如粮、棉、糖争水争地矛盾日益突出 病、虫、草三害加剧 含糖量呈下降趋势 如60年代每7kg甜菜产1kg糖，80年代8kg出1kg糖 最近几年9~10kg甜菜产1kg糖）。今后需加强推广新的甜菜栽培技术。1992年开始推广地膜甜菜栽培，其增产效果显著。据昌吉市农技站1995年对比试验结果，露地甜菜平均单产3.9t/亩，窄膜甜菜平均单产达4.7t/亩，宽膜甜菜平均单产达到5.3t/亩 宽膜比露地增产35.9%。

3.2.4 特产瓜果

新疆瓜果园艺生产条件优越，历史悠久。由于新疆生态优势明显，昼夜温差大，平均日较差12~16℃ 为全国少有 光合有效辐射比全国其他省区

高 $21\sim42\text{kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 因而瓜果含糖量高、着色好、口感好。干旱区有近 500 个瓜果名优特稀品种，其中哈密瓜、香梨、葡萄、优质加工杏、石榴、酸梅、无花果、红枣、巴旦杏、薄皮核桃等已形成生产和商品优势 年外调量已超过 12 万 t 市场覆盖全国 20 多个省区及日本、新加坡等国家和澳门、台湾、香港等地区。1995 年新疆果树面积已有 230 万亩 其中南疆 包括吐鲁番、哈密 果树面积占到 91.5%（其中葡萄占 46.5% 杏占 97.4%）。果园的亩均产值一般可达 4 000 元，最高可达上万元，投入产出比为 1 : 5,1 亩果园的经济效益相当于 4 亩棉花。吐鲁番地区的鄯善县沙坎村以哈密瓜为主导产业 种瓜的农户年收入高达数万元 该村成为远近闻名的“种瓜村”。巴音郭楞州的沙依东园艺场仅靠 1.8 万亩香梨生产，年收入就达 2 849 万元，占全场农业年产值的 93%。吐鲁番地区 20 万亩的葡萄基地，1995 年葡萄产值高达 5.1 亿元 占当地农业总产值的 58.5% 成为人均收入的主要来源。

第四节 绿洲防护林结构与绿洲稳定性研究

1 绿洲防护林结构

1.1 绿洲面临的基本生态环境问题

1.1.1 土地沙化 风沙危害加重

由于绿洲处在干旱荒漠特别是沙漠包围之中或被沙漠所分隔，风沙危害成为绿洲面临的最大危害。例如 新疆 87 个县市中，有沙漠分布和遭受风沙危害的就有 53 个，沙漠和沙漠化土地总面积达到 42 28 万 km^2 其中近代形成的沙漠化土地为 3.05 万 km^2 占全国沙漠化土地面积的 17.3%。在高空西风带和地方性环流的综合作用下，绿洲所在区一般多大风和干热风天气。例如 平均每年 ≥8 级的风一般地区为 10~30d，一些风口地和河谷地带可达百日以上。当强大冷高压入侵时，瞬时风速极值可达 40m/s 以上。在南疆特别是塔克拉玛干沙漠南缘 还普遍出现沙尘暴（或称“黑风暴”）年平均沙尘暴日数为 18~33d 最多年份达 59d，且发生沙尘暴的天数有增加的趋势。风沙频发季节为每年 3~6 月的较干旱季节，此时各类林带的防护作用还不能有效发挥，因而风沙对绿洲和绿洲农业的威胁较大。除塔里木盆地南缘外 塔里木河下游、准噶尔盆地 古尔班通古特沙漠 南缘及甘肃河西地区都是风沙的主要危害区。

1.1.2 盐渍化危害重而难治

绿洲面临的第二大危害是土壤次生盐渍化，这种危害的普遍程度甚至超过沙化。这是由于绿洲农区处在内陆，通过地表水与地下径流输送来的大

量盐分在平原农区土壤中聚积；大水漫灌和强烈蒸发，使土壤积盐过程加剧；即便采取开挖排水渠和压碱等措施，盐分仍在盆地中聚积，有些低洼地带排盐更为困难。总之，绿洲土壤的次生盐渍化有扩大的趋势，虽经工程与生物等多种手段整治，效果仍不够显著，它成为绿洲农业土壤增产的最大制约因素。例如，60年代新疆绿洲耕地的次生盐渍化面积只有66.7万hm²到了80年代已发展到百万公顷，至今已达到130万hm²以上，约占新疆耕地面积的1/3。遭受盐渍化侵害的耕地，土壤退化和肥力下降成为中低产田的主要成因。加上次生沼泽化，现有近50%的耕地属于低产田。

1.1.3 绿洲外围植被退化明显

在绿洲与荒漠之间即绿洲外围区（或绿洲界外区）普遍存在一过渡带。这一过渡带宽十几到几十千米，往往是一个由荒漠灌木林与荒漠草场组成的灌草带，对防止风蚀、阻截流沙、维护绿洲有重要作用。但由于受人为不合理的干预，特别是过牧、樵采，这一过渡带植被普遍遭受严重破坏，生境极度退化。特别是樵伐，其主要对象是较高大的梭梭、柽柳等灌木，有的是连根采挖。破坏最严重的是贴近绿洲3~6m范围，结果使本来就稀疏的荒漠植被覆盖度进一步下降。例如，天山北麓玛纳斯河流域的莫索湾垦区在垦前原为天然绿洲（荒漠林）垦后绿洲外围的植被覆盖度由20%降至3%以下，植物种类由106种降至65种。同时，樵采使自然植被的恢复更新十分困难，致使原来的固定沙丘重新活化，流沙重起，威胁绿洲的生存。

1.1.4 工业污染与农化污染及水土流失等不同程度发生

一些处在工矿与城镇绿洲下游的农业绿洲及湖泊—水库绿洲受工业污染日渐明显。例如，石河子垦区的石河子市的纺织印染、造纸和制糖等行业的工业废水可占全市废水的50%~60%。这些污水对下游的蘑菇湖水库造成污染，1995年污水入库总量达2450万t，使库水富营养化，CODMN浓度可达14.06mg/L。与此同时，污灌、过量使用农药和地膜及不合理使用化肥，也使农业环境污染加重，特别是使土壤质地变劣，使地下水和蔬菜、瓜果、饲料中硝酸盐富集，并使作物减产。

部分绿洲的水土流失也较严重。特别是处于山前地带的绿洲，每逢暴雨或大水漫灌，地表径流挟带大量细土向下游排泄，造成水土流失。

1.2 防护林结构体系

配置合理、结构完善的防护林体系是绿洲生态系统的重要组成部分，也是人工生态绿洲的基本特色之所在。绿洲防护林体系一般按防护的具体对象可分为农田防护林、特殊（专用）防护林、多用防护林与绿洲外围防护林（见表5.18）。其中，农田防护林是农业绿洲防护林的主体，是必备的和基本的防护林体系；特殊（专用）防护林是复合型人工绿洲重要的不可或缺的辅助体系；多用防护林体系是根据不同绿洲的特点所设置的一种以某功能为主兼顾其他功能的防护体系；绿洲外围防护林体系是以防护荒漠系统和防

止荒漠化向绿洲推进为主要目的的一种由人工和自然两部分组成的防护体系^[8]

表 5.18 绿洲防护林体系结构

一级	二级	三级	说 明
绿 洲 防 护 林	农田防护林		按绿洲条田(耕地)配置,以防风治沙、改善农区生态、保护作物良好生长为主要目的
	特殊(专用)防护林	护路林	以保护绿洲内重要交通干线为目的
		护渠林	以保护和美化各类渠道为目的
		护村(户)林	以营造乡村(村庄)和农(牧)户住宅区优良环境和发展庭院经济为主要目的
	生态防护林		以防治特殊生态环境问题(如盐碱、沼泽、污染等)为目的
		城镇(工矿)防护林	在城镇绿洲、工矿绿洲配置的防护林,以改善城镇、工矿绿洲环境为目的
	多用防护林	薪炭(养畜)林	具有解决燃料和绿洲饲草料、防护等多种用途
		经济(果园)林	以产果实、用材等为主要用途的经济林木,并兼具绿洲的防护等功能
		河谷防护林	在绿洲体系内由人工保护的河谷林或河谷次生林,具有防护、用材、放牧、旅游等多种用途
	绿洲外围防护林	风沙防护人工林	是绿洲与荒漠间第一道人工屏障,主防风沙入侵
		荒漠防护天然林	为人工有效保护下的绿洲外围的天然灌草带

2 防护林功能——生态经济效益

与荒漠相比,绿洲由于有自身独特的防护林体系,加之人类的投入强度较大、经营管理水平较高,因而具有显著的生态经济效益,这是荒漠系统无法比拟的。人类在干旱区的长期开发建设中逐渐认识到,处在荒漠地区的绿洲系统必须获得经济和生态效益的最佳统一和有序发展才能维持,讲究生态效益是保护经济效益的重要前提。生态效益的负效应会导致经济效益的逆向运转。植草营林,建立完整的绿洲防护林体系,将增加绿洲系统的抗逆性,达到防风固沙、改善生态条件、提高绿洲系统环境质量的目的。绿洲防护林的基本功能是保障和提高绿洲有效能量(光能、热能转化为生物能)使有害能量(大风、高温)被削弱到最低程度,使绿洲内局地气候得到改善,从而获得最佳的生态经济效益^[8]。

绿洲防护林体系是农田防护林的主导系统,在以其他各种防护林为必要辅助系统的综合作用下,可取得整体性效益,具体表现为降低风速、抵御干热风与黑风暴、调节气温、改善水文效应及提高农作物产量等方面。

2.1 降低风速 抗御沙尘暴与流沙的侵袭

绿洲防护林的生态屏障作用首先表现为降低风速。农田防护林及其他防护林体系的营造，可使整个绿洲的低层空间形成纵横交错、高低相间、凹凸不平的下垫面，使绿洲系统内的下垫面粗糙度明显增加，改变了近地层的湍流交换和气流结构，增加下垫面对运动气流的摩擦力并消耗气流的大量动能，从而降低低层空间的风速。

新疆绿洲广泛采用4~6行的窄林带构成的护田林网 通过缩小主带间距来提高其抗风抗灾能力。研究表明，不同主带间距的林网降低风速效应明显不同。如主带间距与树高之比(m/H)为 $70/10$ 时，平均可降低风速52.8%；主带间距与树高之比为 $175/21.8$ 时，平均可降低风速38.4%；当主带间距与树高之比为 $400/35$ 时 可平均降低风速25%。因此，在风沙危害较重的地区和绿洲边缘，主带间距一般在 $14\sim20H$ 在风沙危害较轻的地区和绿洲内部，主带间距在 $24\sim30H$ ，以形成小网格的护田林网系统效益较佳^[8]。

和田地区位于新疆塔克拉玛干大沙漠南缘，绿洲沿各河流呈条块状零星分布 北部受沙漠包围 南端与荒漠戈壁相连 受风沙、干热风、沙尘暴影响极大。防护林在这里发挥了重要作用。特别是对下垫面粗糙度的增加、湍流交换系数的减少、风速的降低和沙尘暴天数的减少，都有明显效果。根据和田地区农田防护林体系防护效益的调查，对砾石戈壁、绿洲前沿麦地和绿洲内部麦地的观测表明，防护林的防护作用是明显的（见表 5.19,5.20 和图 5.5）。

表 5.19 防护林体系防风观测汇总表（和田县）

地 点 要 素	观 测 高 度 (m)						粗 糙 度	湍 流 交 换 系 数	备 注
		0.2	0.5	1.0	1.5	2.0			
飞机场西侧戈壁 (对照点)	风速(m/s)	8.31	9.28	10.66	10.81	11.86	0.090 78	0.115 7	风 向 SSE
	为对照年的百分率(%)	100	100	100	100	100	100	100	
绿洲前沿麦地	风速(m/s)	3.43	4.06	5.55	—	7.49	2.8589	0.081 1	风 向 SSE
	为对照年的百分率(%)	41.2	43.6	52.0	—	63.1	3.149.2	70.1	
绿洲内部麦地	风速(m/s)	2.41	2.75	3.42	4.20	4.98	2.308	—	—
	为对照年的百分率(%)	29.0	29.6	32.0	38.8	41.9	2.542.9	—	

表 5.20 和田地区林业发展不同阶段的风速变化对比表

要素 地 点	风速(m/s)			沙尘暴天数(d)		
	1976~1980 年平均	1981~1985 年平均	差值	1976~1980 年平均	1981~1985 年平均	差值
和田(林网化较早)	2.18	1.76	-0.42	32.8	28.6	-4.2
皮山(林网化较迟)	1.30	1.42	+0.12	19.8	19.8	0
民丰(林网化较迟)	1.68	1.58	-0.10	34.8	49.6	+14.8
策勒(林网化较迟)	1.86	1.74	-0.12	20.0	28.0	+8.0
和田机场(无林网)	—	2.91	—	—	—	—

注：差值为后 5 年平均值减前 5 年平均值。

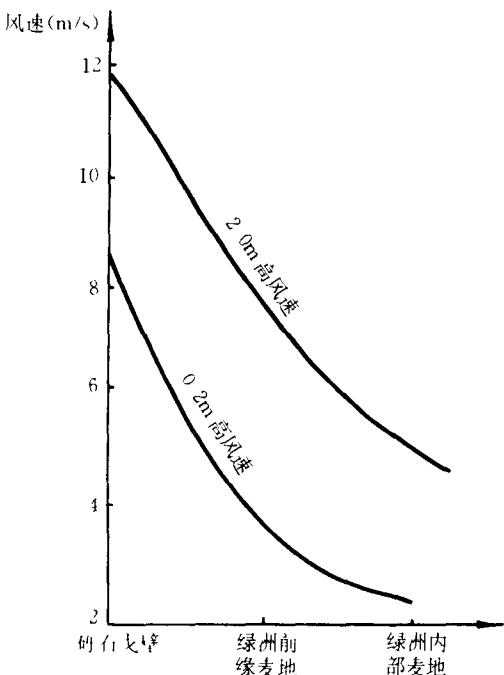


图 5.5 防护林体系的防风效益

2.2 调节气温

绿洲防护林除降低风速外，还可降低低层空间热量的水平和垂直交换量，同时借助林冠直接反射、吸收太阳辐射及林木在生长季的蒸腾、光合作用可消耗大量热量使气温得到调节。仍以和田地区绿洲为例由于不同年代防护林体系的发展程度不同，而使绿洲气温出现差异：80年代以前（1961~1980年），和田地区各片绿洲气温变化的相关系数在0.84以上，但从“三北”防护林建设工程实施后，和田市、民丰县、策勒县绿洲林业发展速度存在显著差异，致使1981~1985年它们之间的气温变化相关系数由原来的0.84

降低到 0.5 以下 和田市 7 月平均气温和平均最高气温后 5 年(1981~1985 年)比前 5 年(1976~1980 年)分别降低 0.72 ℃ 和 1.04 ℃ ,1 月平均气温和平均最低气温分别提高 1.38 ℃ 和 1.28 ℃ 。以上表明，在完整的防护林体系防护下，一般可使绿洲冬季增温、夏季降温，效益明显（表 5.21）而且不同部位、不同观测高度 即不同林木、植被条件下 对气温的影响也有不同表现（表 5.22）。

表 5.21 农田防护林体系对气温的影响（以和田绿洲为例）

要素 地点 年限(年)	1月平均气温(℃)			1月平均最低气温(℃)			7月平均气温(℃)			7月平均最高气温(℃)			≥35℃天数(d)	
	和田	民丰	机场	和田	民丰	机场	和田	民丰	机场	和田	民丰	机场	和田	民丰
1976~1980 平均	-6.12	-7.42	-	-10.56	-13.58	-	26.38	24.88	-	33.84	33.36	-	24.0	22.8
1981 年~1985 平均	-4.74	-6.54	-5.62	-9.28	-13.22	12.46	25.66	25.00	26.16	32.80	33.10	33.38	19.6	26.4
差 值	+1.38	+0.88	-	+1.28	+0.36	-	-0.72	+0.12	-	-1.04	-0.26	-	-4.4	+3.6

注民丰防护林体系较差。

表 5.22 农田防护林网对气温的影响（以和田县绿洲为例）

地点	温度	不同观测高度的气温(℃)					
		0.2m	0.5m	1.5m	2.0m	1.5m 最高气温	1.5m 最低气温
流动沙丘 (对照点)	温 度	23.2	23.1	22.5	22.7	30.9	15.0
	与对照点差值	0	0	0	0	0	0
绿洲前沿 沙棘林	温 度	21.4	21.4	21.5	21.4	31.2	13.2
	与对照点差值	-1.8	-1.7	-1.0	-1.3	+0.3	-1.8
绿洲前沿 小麦田	温 度	20.0	20.1	20.3	20.5	-	-
	与对照点差值	-3.2	-3.0	-2.2	-2.2	-	-
绿洲内部 小麦田	温 度	19.0	19.2	19.9	20.3	29.8	12.6
	与对照点差值	-4.2	-3.9	-2.6	-2.4	-1.1	-2.4

2.3 水文效应

绿洲林网有利于改善农田水文状况。在农田林网防护下，林网内土壤蒸发和作物蒸腾都受到一定的抑制。林网内的蒸发一般取决于风速、湍流交换、空气的温度和湿度，而防护林恰恰可使这些因素向不利于水分蒸发的方向改变 从而达到抑制蒸发的目的。据和田 5 月 10~12 日 3 天小气候观测资料，通过运算得出，不同下垫面的蒸发力有较大不同，绿洲防护林防护下的麦田与对照点（绿洲外围流动沙丘）相比，3 天平均水汽压（1.5m 高处）由 8.4Pa 提高到 11.4Pa 增加了 3Pa；3 天总蒸发量从 22.3mm 减到 9.3mm，减少了 13mm^[6]。

绿洲中林带的排水作用也较显著。玛纳斯河流域的安集海垦区地势低

洼 次生盐渍化较重。栽植以杨、柳为主的 9~12 行林带后，生物排水的有效影响距离可达 100~125m 其中 75~100m 范围内效果显著。在有效范围内农田地下水位一般可降低 20~70cm，最大可达 70~200cm 并且耕层土壤的积盐速度减缓。南疆喀什噶尔河流域的疏勒河羊大曼乡第四居民村，将 446.7hm² 耕地规划建成 96 块小条田，四周栽上 1~2 行的沙枣林带 结果测定 3~5 年的 2 行林带在一侧 30m 的范围内可降低地下水位 5~14.5cm；6~7 年后 田间地下水位由 1m 降到 2m 左右，农田盐斑面积由原来占 50% 降到 20%^[8]。

2.4 防御干热风

干热风是绿洲农业面临的一种气象灾害。这种灾害天气以高温、低湿并伴有一定风速的风为其特征，多发生在春夏之间，严重影响小麦产量，并危害棉花、玉米、瓜果等作物。按和田地区拟定的干热风指标是 日最高气温 > 30℃ 的持续时间在 5h 以上，14 时空气相对湿度 <30%，风速达 2.0m/s 以上 或最大风速 > 10m/s 持续 2h 以上。干热风一般由干旱、高温和大风三方面决定。但在绿洲内，由于受惠于防护林，干热风危害明显减弱。在绿洲外围流沙地上本已达到标准的干热风，进入绿洲前沿小麦地里强度大为减弱 进入绿洲内部小麦田里则变为非干热风(表 5.23)。其中 农田防护林体系在防御干热风中起着主导作用，尤其对旱风型干热风的防护效果最为突出^[6]。

表 5.23 和田绿洲农田防护林体系对干热风的影响

指标	时间 地点	5月12日				5月28日		
		绿洲外流沙地 (对照点)	沙棘林地	绿洲前沿 小麦地	绿洲内部 小麦地	绿洲戈壁 (对照点)	绿洲前沿 小麦地	绿洲内部 小麦地
日最高气温(℃)		32.5	32.5	—	29.8	28.2	28.8	29.6
最小相对湿度(%)		10	15	24	38	21	29	35
饱和度(%)		38.4	33.7	30.9	27.6	27.2	23.1	20.1
最大风速(m/s)		5.5	2.8	4.4	2.2	13.2	8.7	5.5
I 值		219.8	115.7	140.5	76.9	296.0	164.2	91.7

2.5 提高农作物和其他农林产品产量

农田绿洲防护林是通过调节气温、降低风速、降低干热风和沙尘暴的危害来改善绿洲生态环境、提高农作物的产量的。南疆叶尔羌河、喀什噶尔河流域的绿洲农区，在农田防护林网的良好庇护下，风沙灾害严重的地区或年份 小麦也可增产 45%~117.6%；风沙灾害较轻的地区或年份，小麦可增产 16%~29% 棉花增产 24% 盐渍化地区 小麦增产 22.3%~47.9%^[6]。

天山北麓昌吉回族自治州昌吉、阜康、吉木萨尔、呼图壁四个县市的观测研究表明，不同模式、不同林网化程度的农田林网，其生态经济效果是不

同的。林网化程度达 100% 和 75% 的绿洲的小麦产量比对照点 林网密度 < 10% 平均提高 19.1% 和 10.3%。防护用材林的林网与林粮间作的日平均气温均保持在小麦灌浆成熟期的最佳温度范围内，林网内或间作区日平均气温降低 1.1℃ 或 1.3℃。林网内或林粮间作的小麦增产 10.6% 或 11.4%。防护用材林中的群众杨、少先队杨、八里庄杨和俄罗斯杨的直接木材经济效益比乡土树种箭杆杨分别提高 72.6%、39%、56.6% 和 30.9%^[8]。

南疆和田地区推行混农林业，经济效益显著。主要表现在以下几个方面：

2.5.1 桑农混作

在 C 带两侧栽植桑树，当桑树长到 12~14 年时 由于根系的影响 可使 2.3m 范围内的 0~40cm 土层速效磷减少 38.2% 由于树木遮荫 可使桑树两侧 1m 范围内的小麦减产 8%~17.4% 棉花减产 3.7~6.2%。但每公顷投入 74.2 元的桑苗，3~4 年即可收回全部投资；12~14 年 每公顷产桑叶 3 122kg、薪炭 1 158kg、桑皮 422kg、产茧 166kg，扣除成本 年产值 1 452 元，经济效益较单一种粮提高 35% 较单一植棉提高 17%。

2.5.2 枣农混作

枣农混作有建园式（以园为主 枣农复合经营 行距 8.5m 株距 4.5m）和大田式（以农为主 农枣复合经营 行距 16m 株距 3m）两种配置形式。枣农混作对枣树两侧小麦产量的影响范围为冠径的 0.55 倍 树高的 0.37 倍，两侧小麦平均减产 16.3%~33.4% 对棉花产量的影响范围为冠径的 1.65 倍 树高的 0.81 倍 两侧棉花减产 18.65%~21.60%。但建园式枣、粮、菜混作 投入产出比为 1 : 5.7 较平作增值 6 770 元/hm² 大田式枣、棉混作 投入产出比为 1 : 5.5 较单一植棉增值 1 880 元/hm²。

2.5.3 葡萄长廊

葡萄长廊为和田创建的新型混农林模式。在田间机耕道一侧占用 3~3.5m 的农田栽植葡萄 在 4.7~5.4m 的路面上空搭架 架高 3~3.5m。盛果期，生态效益明显，经济效益显著。葡萄长廊 3 年始果，4~5 年进入盛果期，平均每千米产葡萄 23t，1 年即可收回全部投资。全地区 1992 年 1 304.7km 葡萄长廊全部进入盛果期，年纯收入达 1 300 余万元。

此外，护田林带还可提供大量木材和其他林副产品。叶尔羌河绿洲营林水平较高的莎车县，全县人工林保存面积 2.18 万 hm² 活立木蓄积量 148 万 m³，以新疆杨为主，年更新间伐木材近 3 万 m³ 自给有余。新疆杨 15 年更新时 每投资 1 元 年均纯收入 6.9 元 最高可达 10.96 元。林业收入对该县农村经济发展起了重要的支持作用。

3 绿洲稳定性研究

3.1 绿洲稳定性内涵

3.1.1 绿洲稳定性问题的提出

绿洲稳定性是针对绿洲的非稳定性而提出的。绿洲的非稳定性问题是干旱区人类通过绿洲的历史演变而带来的沉痛代价所获得的一种认识上的飞跃，而且有时是一代又一代人的亲身感受或亲眼目睹的事实。塔里木盆地南缘数十个古绿洲、古城镇的湮没与衰亡 古楼兰的消失 人们念念不忘。在现代绿洲营造中，人们在庆幸成功的同时，又对部分曾短暂辉煌过的绿洲的衰败而感到吃惊。塔里木河下游大片人工绿洲、天然绿洲的衰退与石羊河流域民勤绿洲的衰败 已有 74 万亩人工沙枣林和梭梭林衰败死亡，近 20 年来有 40 万亩农田弃耕 风蚀沙地变为沙漠 又给人们以沉重的启示。天然绿洲的缩减，人工绿洲的扩大，以人工绿洲取代部分天然绿洲或荒漠，这是绿洲扩张和变迁中的比较正常的演化趋势，非但不足为怪，而且是人类改造自然的成功之举。但是假如人类以高投入和血汗营建的人工绿洲，几代、十几代甚至几十代人长期辛勤营造和赖以生存的绿洲在短短几年或几十年里发生衰败或萎缩，却是不可思议、不容轻视的。这种绿洲的非正常演变和衰败性变化，是人类利用、改造自然的败绩，到头来必然威胁人类自身的生存与发展。

造成人工绿洲的衰退、萎缩或消亡，往往有多种因素，但不外乎自然因素的急剧发作，社会人文因素的剧烈变异，或自然与人文因素的迭加共振。绿洲的非稳定性发展当然不是人类所期望的，寻求其原因又不是根本目的，关键是要搞清绿洲的稳定性原理，创造稳定性条件，采取稳定性措施。这样人类在面对脆弱的干旱区绿洲生态环境时，才能采取自觉的、理智的、科学的干预行为，在绿洲化建设中始终处于进取的态势，立于不败之地。

3.1.2 绿洲稳定性内涵

对绿洲的稳定性可以从不同的角度和出发点加以审视与考察。从社会学角度看，社会的长治久安和人民的安居乐业是绿洲稳定的主要内涵；从经济学角度看，合理的经济结构及其健康协调的发展是绿洲稳定的基本保证；从自然角度看，优化组合的资源、和谐稳定的生态正是绿洲稳定的主要标志 从人地关系论看 人口—资源—环境—经济发展系统（即 PRED 系统）的优化调控才是绿洲稳定的基本内涵。

然而，我们讨论的绿洲稳定与不稳定是指绿洲的兴衰存亡而言。历史上因战乱或瘟疫而使绿洲或城镇沦为废墟的事例并非个别，但毕竟属偶然、突发性事件，更多、更常见的是绿洲土地资源的退化。而导致绿洲土地退化的根本原因是绿洲生态平衡的破坏。绿洲的荒漠化类型通常可分为以下六种：

干旱型——由缺水或无水而使绿洲内某些土地不能确保作物和林木的正常生长 ;② 风沙型——风沙的侵蚀 , 使原有绿洲耕作土壤退化为风沙土或沙漠而无法耕种、利用 ;③ 盐渍型——因大水漫灌、有灌无排或排水不畅而使地下水位抬升 耕作层积盐加剧而无法耕种 或原有植被衰败、退化 ;沼泽型——因地表积水过多而使土壤沼泽化而被迫弃耕 ; ⑤ 瘦薄型——因原有耕作土层薄、肥力低 , 加之长年水土流失和重用轻养 , 使土壤更加瘦薄 , 生产力极度低下 ;⑥ 污染型——现代工业三废污染或农业化学污染使局部耕地、水体受污染而无法利用。以上土地的退化说到底都是生态系统、生态平衡的破坏与失衡 , 这才是绿洲不稳定和绿洲系统衰变的质的表现。总之 , 在整个变化过程中 , 有一个从量到质的转变 , 当某种退化因素达到一定的量或度后 , 原有的生态平衡即被打破 , 绿洲的衰败随之发生^[9]。

从绿洲系统来看 在自然、社会、经济各子系统的各组元之间 始终存在着物质、能量和信息的相互渗透和作用 , 存在着复杂的反馈机制。盲目自然状态将趋向增熵、无序与退化状态 —— 即荒漠化 ; 合理开发与调控将趋向负熵、有序与进化状态 —— 即绿洲化。综上可见 , 绿洲的稳定性主要是指绿洲生态系统的稳定性 是确保绿洲生态系统的能流、物流、人流、信息流处于良性循环 , 绿洲生命体的生存环境不断优化 , 绿洲系统功能处在持续稳定发展中的一种绿洲化状态。由于稳定性的基本表征就是系统的良性循环和持续发展 , 因而绿洲稳定性的本质含义或深层次内涵就是绿洲系统的可持续发展。

3.2 绿洲稳定性指标

既然绿洲的稳定性在很大程度上就是绿洲生态系统的稳定性 , 那么绿洲稳定性指标就是绿洲生态系统的稳定性指标 , 就是绿洲生态系统持续发展的一种量化指标。

绿洲生态系统的主体是绿洲农业生态系统。决定绿洲农业生态系统稳定性关键因子是水。也就是说 , 水是绿洲生态系统持续发展的主要和必备条件 , 特别是水量的输入规模、时空与部门分配是绿洲适度规模与空间形态的决定因素。在较稳定的一定规模水资源支撑下的适度绿洲面积是绿洲稳定的基本保证。从这个意义上讲 , 绿洲的稳定性指标就是适度绿洲规模与绿洲需水量之间的一种定量关系^[10]。这种关系可表示为

$$O_A = \frac{W_m \cdot W_{ue}}{W_{pe}}$$

式中 : O_A 为绿洲规模(面积); W_m 为输入绿洲的水资源量 , 包括地表水输入量和地下水开采量; W_{ue} 为水的利用系数(以渠系利用系数为代表); W_{pe} 为单位面积绿洲需水量(用 m^3/km^2 或 m^3/hm^2 表示)是单位面积农田生态系统需水量、居民和城镇用地系统需水量、工业用地需水量、防护林系统需水量及其他绿洲用地需水量等的加权平均值。

上式的关键是给出单位面积绿洲的需水量。该需水量与以下因素有直接或间接的关系：①不同历史时期的不同开发利用水平；②不同土地利用结构（不同绿洲类型的用地结构）；③不同地域的利用水平差异。例如粗放经营时期大水漫灌与集约经营阶段的节水新技术的应用，其单位面积耗水量有很大差异；在同一绿洲不同土地利用类型的耗水量也有很大差别；不同地域因气候、地形、土壤等条件的差异，同一利用类型的土地耗水量也会有所不同。

为计算单位面积绿洲的需水量，首先需划分出三种类型的绿洲（即农业绿洲、城镇绿洲、工矿型绿洲）并针对不同地域的同类型绿洲提出最佳的用地结构，继而给出每种用地类型的适度需水量。这样，便可得出现阶段该类绿洲单位面积的理想需水量。即

$$W_{pv} = W_1 \cdot S_1 + W_2 \cdot S_2 + W_3 \cdot S_3 + W_4 \cdot S_4 + W_5 \cdot S_5$$

亦即：绿洲单位面积需水量（理想值）=单位面积农田需水量×农田结构系数+居民工矿用地需水量×结构系数+防护林和园地需水量×结构系数+水利设施用地需水量×结构系数+其他用地需水量×结构系数。

由已知的输入绿洲的实际水量($W_m \cdot W_u$)和绿洲单位面积的理想需水量 W_{pv} ，就可计算出绿洲的理论面积，即适度绿洲规模(O_A)。用适度绿洲面积（规模）与现有实际绿洲面积或绿洲规模 O_a 相比较即可得出

$$O_A - O_a = N_0$$

N_0 为 O_A 与 O_a 的差值。

(1) 当 $N_0 = 0$ 时，表明绿洲的理论面积（适度规模）与绿洲的实际面积相吻合，说明现状的绿洲从面积上看发育是合理的，基本状态是稳定的。

(2) 当 $N_0 > 0$ 时，表明绿洲的适度规模（理想面积）大于现有绿洲的实际面积，说明现状的绿洲从面积上看发育还有潜力，发育基本合理，基本状态原则上是稳定的。

(3) 当 $N_0 < 0$ 时，表明现有绿洲的实际面积已超过适度绿洲面积，发育基本不合理 状态不够稳定 负值的绝对值愈大 表明发育愈不合理 状态愈不稳定。

诚然 由于 W_{pv} 是一个理想需水量 涉及因素较多、较复杂 设计需水量时未必十分理想。且输入绿洲的实际水量($W_m \cdot W_u$) 并没有考虑季节性需水量和供水量之间的矛盾，而是假定能满足输水要求，因此 O_A 的计算结果并不十分理想。只有当输入绿洲的实际水量比较精确、理想需水量比较理想时，适度绿洲规模值才更为可靠。但用此方法推算的结果毕竟可以作为衡量绿洲稳定性指标的一个理论背景值。今后在实际操作过程中应不断予以完善。

3.3 绿洲稳定性条件与措施

维护绿洲稳定性是一项系统工程。维护绿洲稳定性，要以绿洲生态系统

的管理为纽带，以水资源的合理开发与有效管理为核心，以绿洲农田的保护及有效防护林体系的建设为主体，以寻求优化的绿洲开发一发展模式为途径 以绿洲—荒漠过渡带的植被为重要屏障。

3. 3. 1 建立有效的防护林体系

建立有效的防护林体系应从绿洲外围到绿洲内部，根据不同部位的生境和需求 层层设防 构成一个网、片、带和乔、灌、草相结合的防护林体系。绿洲外围一般需建立灌草带或营造防风固沙林；在绿洲边缘营造大型基干防风防沙林带 绿洲内部则需营造‘窄林带、小网格、乔灌草相结合’的护田林网。林网内一般实行农林混作 并开展“四旁”植树 同时在绿洲内的小片夹荒地、河滩地和盐碱下潮地等营造小片经济林、用材林或成片薪炭养畜林^[8]。

绿洲外围灌草带具有防风阻沙、控制沙源的功能。其防风阻沙作用的大小与植被组成、盖度、宽度等因素相关。研究表明 在风蚀区 植被盖度达到65% 以上时，表土即可免于风蚀。在新疆，绿洲边缘多营造大型基干防风沙林带 树种多采用胡杨、新疆杨、白榆和沙枣等高大的抗风沙乔木树种 林带宽度多在 20~30m 甚至以上。至于绿洲内部的农田林网，广泛采用 4~6 行的窄林带构成的护田林网。研究表明，护田林网防护作用的大小取决于合理的主带间距。风沙危害严重地区，主带间距一般在 14~20H 风沙危害较轻地区 主带间距以 24~30H 为宜。

3. 3. 2 保护与恢复荒漠—绿洲过渡带植被

绿洲外缘（即荒漠—绿洲过渡带）是沙漠化的主要策源地之一。保护好这一过渡带，它可以成为绿洲生态的重要屏障，成为“人进沙退”的保护带；保护不好 它又可成为吞噬绿洲的源区 造成“沙进入退”。众所周知 人类在扩展绿洲的同时，也不时地向外围施加活动，特别是过度放牧和樵伐，会导致绿洲外环带生境的退化。其波及范围常达绿洲边界 10~40km，甚至达 60km 其中紧邻绿洲的 3~6km 界外区为严重破坏区，黄培祐先生称之为“生态断裂带或生态裂谷”其生态十分脆弱 这在塔里木盆地南缘和准噶尔盆地南缘甚为典型，特别是塔南地区众多小绿洲正处在沙漠包围之中。为此，除了首先加强绿洲内部以林网化建设为主的风沙综合治理，以及加快“三北”防护林体系建设外 还要坚持“安内必须安外”的防护原则。要利用胡杨林、梭梭林和红柳林等荒漠植被优胜种的天然更新能力，通过封育恢复其生产力。例如 准噶尔盆地边缘的阜康绿洲外缘带 经人工封育 8~10 年 梭梭等植被盖度可从原有的 2%~5% 增至 20%~30% 从而恢复其绿洲屏障作用。假如增加投入 大力引进新科技、新手段（如草方格等机械沙障）还可提高恢复能力和防沙效益。要坚持以林为主 林、牧、农相结合 多渠道投入，共建绿洲外缘。在生态用水方面 要充分利用自然降水和夏洪、冬闲水 有条件的地区还可提取地下水，以促进衰败林的复苏和天然树种的更新^[1]。

3.3.3 处理好生态用水与绿洲开发建设用水的关系

维系人工绿洲系统是通过维系绿洲内以生产者（人）为主体的社会系统、以资源开发与生产经营为主导的经济系统和以绿洲各类生态为核心的自然系统来实现的。水是维护、改善和建设绿洲的生命线。从水的角度讲，关键是安排好生态用水与绿洲开发建设用水，即处理好自然生态系统与人工经济系统的关系。这是人工绿洲系统中的一对基本关系，矛盾的主要方面往往表现为生态用水。

生态用水又可称为环境用水或生态环境用水，是指对绿洲景观的生存与发展及人类生存环境的维护与改造起支撑作用的系统所消耗的水分。尽管生态用水在整个绿洲系统用水中占的比例不大，但若安排不足或分配不当，都会导致整个绿洲生态系统的衰败^[10]。可见 生态用水在干旱区具有特殊意义。

就绿洲而言，生态用水有广义和狭义之分。狭义而言，它是指人工绿洲内部以维系绿洲生态系统良性循环为基本要求的各类生态环境用水；广义而言，除了满足绿洲内部生态系统外，还要兼顾绿洲外围过渡带的荒漠生态系统和包括河谷林、河岸荒漠林、低地草甸及重点湖泊在内的天然绿洲生态用水^[10]。

人工绿洲不是一个孤立的系统，它与外围的荒漠系统、天然绿洲系统有着天然的联系，因而必须从宏观和广义的视角来安排生态用水。这样可把生态用水分解为以下两大类八个亚类（表 5.24）。其中 I.1、I.2 和 I.5 是刚性生态用水 须首先安排 重点保证 经过论证 符合生态保护原则的部分天然绿洲属确保之列，其用水也应作为次刚性生态用水，予以重点安排；其他为弹性生态用水，有条件时尽量安排。

表 5.24 绿洲生态用水的分类

类	亚类
I 人工绿洲生态用水	I.1 护田林网用水
	I.2 乔灌草防沙防蚀带用水
	I.3 “四旁”植树用水
	I.4 园林与用材林、薪炭林、特用林等用水
	I.5 城市生态用水
	I.6 平原库、塘生态用水
II 绿洲外围生态用水	II.1 荒漠系统生态用水
	II.2 天然绿洲生态用水

3.3.4 保护耕地和有效防治绿洲土地退化

绿洲的退化在很大程度上表现为绿洲土地退化。绿洲化在本质上也体现为以土地质量持续稳定和变好为表征的绿洲生态系统的优化。绿洲特别是农业绿洲的生产功能基本上取决于土地（尤其是耕地）的生产功能。总之，必须高度认识绿洲土地与绿洲耕地在绿洲系统中的重要地位。

我国绿洲土地的退化是明显的，同样表现为土地沙化、土地盐渍化、土壤污染、土壤侵蚀、土壤性质恶化和耕地的非农业占用。

我国提出了“十分珍惜和合理利用每寸土地，切实保护耕地”的基本国策。但耕地减少、土地退化的形势仍十分严峻，干旱区也不例外。例如新疆人均耕地2.8亩，高于全国平均水平，但耕地质量差、复种指数和产出率低，且普遍受到干旱、盐碱、风沙和瘠薄的危害，中低产田可占耕地总面积的一半以上。

防治绿洲土地退化，首先要积极推進土地整治，按土地利用总体规划要求，通过对田、水、路、林、村进行综合整治，搞好土地建设，提高耕地质量，增加有效耕地面积，改善绿洲农业生产条件和环境。具体任务和要求包括：合理开发荒地，实现耕地总量的动态增加，坚决制止毁林开荒和盲目的毁草开荒。②切实搞好农田整理。要推行‘犁到边、耙到边、种到边、管到边、收到边’的五边经验，采取拉线修边、深挖碱斑及改明排为暗排、改渠灌为地下管道灌等措施，以增加有效耕地面积。要大搞农田基本建设，提高灌溉保证率。

整理农村居民点。应严格安排人均居民点用地，尽量控制在国家人均用地100m²的标准内。要搞好居民点布局，鼓励发展庭院生态经济。严格控制农业结构调整占用耕地。这是绿洲耕地减少的一个大口子。要鼓励开发弃耕地、夹荒地发展林果业，利用自然沟、坑发展水产业。⑤切实保护基本农田。基本农田要按规划划定，并制定相应的保护制度。此外，要严格控制各类建设用地规模、复垦废弃耕地。

绿洲垦区土壤重用轻养，肥力衰退现象相当普遍。培肥改土，增进地力是个长期的战略性任务。目前已积累许多有效经验和对策：①用地养地相结合，扩大肥源，增加土壤有机质。其具体措施有农牧结合，增施厩肥，扩种绿肥植物和苜蓿，使其面积占到耕地面积的15%～20%。大力推广秸秆还田，使秸秆还田面积能占到耕地的50%。采用综合措施，防治土壤次生盐渍化。这项工作包括管理灌溉，完善排水系统，降低地下水位，建设生物排水工程，有条件的地区实行喷灌洗盐、脱盐；水源充足并有排水出路的实行种稻洗盐，增施有机肥，巩固脱盐改土效果。合理耕作，防止返盐积盐，适度施用化学改良剂，改良苏打碱土等。加强灌溉管理，推广节水灌溉技术，搞好水土平衡。建立垦区土壤肥力、肥料效应及水盐运移的监测预报网络，为培肥改土提供科学依据。

3.3.5 寻求高效开发、集约经营的发展模式

绿洲的稳定必须建立在绿洲建设发展的基础上。稳定有利于发展，但发展并非稳定的直接结果。稳定是过程，是状态，是手段，但决不是为稳定而稳定，而发展才是目的。也就是说，基于绿洲系统稳定的社会经济持续发展才是干旱区人类追求的基本目标。寻求和实现这种发展，归根结底是建立一种高效开发、集约经营的发展模式。

通过对比发现，绿洲人工生态系统比荒漠自然系统具有高投入和高产

出的比较优势。这种高效的绿洲人工生态系统正是通过高效开发与集约经营而获得的。

绿洲的高效开发主要指以水土资源为主导的绿洲自然资源的高效开发。实行高效开发要抓住四个基本环节：一是安排好、用好、管好开发资金，把有限的资金用到刀刃上，使资金发挥最大效益，这是资金投入关；二是搞好工程开发项目的立项、实施、验收，确保工程优质，这是项目建设关；三是抓好护理和管理，确保工程有效运行，充分发挥工程的效益，这是工程运行关；四是在开发过程中还必须处理好行业、部门之间的关系，如生态、环境与经济之间的协调、农林牧之间的协调等，这是部门（区域）协调关。

水土资源的高效开发还要重视因地制宜，优化配置。水资源开发应兼顾上、中、下游的利益，实行地表水、地下水联合调度，解决好各部门需水的分配，特别是安排好生产生活用水与生态用水的比例。土地开发要坚持土地评价制度和水利先导、以水定地的原则，宜农则农、宜牧则牧、宜林则林，对多宜性后备土地要安排好农、林、牧各类用地的比例。

一定要努力实现绿洲农业增长方式的转变，从粗放经营走向集约经营，走农业集约化道路。当然，这种经营方式的转变是一个渐进的过程。要把握好集约经营的适合度或合理集约度，既要使增量投入能被土地等农业自然资源所承受而不致流失浪费，又要保证农业高产、优质、高效和持续发展的良好环境。集约型经营方式具有高的投入产出水平，其中包含资源的合理开发和有效利用，适度的规模经营水平，高科技的技术投入、物质投入及良好的农业生产环境。可见，绿洲生态持续农业的发展模式便是集约型农业经济增长方式的最佳模式。

3.3.6 搞好稳定性系统设计，加强绿洲生态系统管理

绿洲稳定性系统设计的前提是对绿洲稳定性状态作出评价，评价的前提是绿洲生态—环境系统的监测。如果未建立监测系统，也可通过适时调整评估来弥补。稳定性系统设计要针对绿洲生态环境中存在的主要症状和问题，并根据财力、人力、物力状况按轻重缓急作出重建、修复、治理、改造等设计方案。绿洲稳定性系统设计的主要内容如图 5.6 所示。当然，针对不同类型的绿洲，应提出各有侧重的绿洲稳定性评价体系、考核指标与设计内容。

绿洲生态系统是干旱区独有的一种景观生态系统。绿洲生态系统的稳定与非稳定都表现出一种独特的生态过程。这种生态过程及其机理的揭示和认识是设计和管理可持续利用的绿洲生态系统的科学基础。在按照绿洲稳定性系统设计方案逐步实施补救、完善、保护、建设的基础上，绿洲人工生态系统的结构与功能将在很大程度上得以改善。要不断完善并维持这种优化了的绿洲生态系统，还必须加强绿洲生态系统的管理。

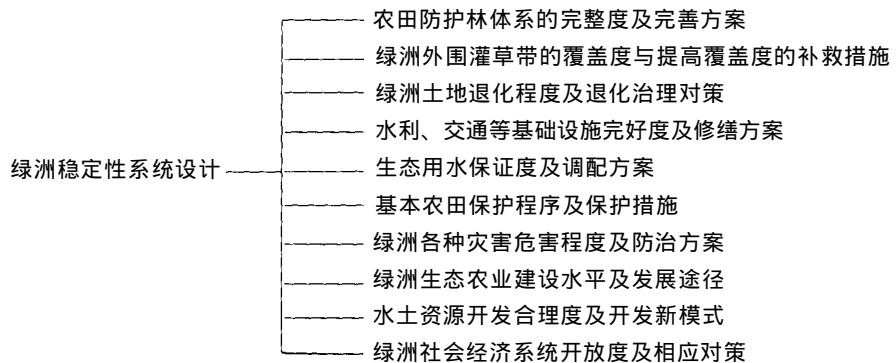


图 5.6 绿洲稳定性系统设计主要内容

主要参考文献

- [1] 韩德麟等. 绿洲动力学模型与承载力研究. 干旱区地理 ,1992(增刊)
- [2] 全石琳等. 土地资源学 ,开封 :河南大学出版社 ,1996
- [3] 申元村 . 土地人口承载力研究理论与方法探讨. 自然资源 ,1990(1)
- [4] 殷晴 . 新疆经济开发史研究. 乌鲁木齐 :新疆人民出版社 ,1992
- [5] 吴传钧. 中国经济地理. 北京 科学出版社 ,1998
- [6] 徐德炎 . 和田地区农田防护林体系防护效益的调查报告 . 新疆环境保护 ,1994(4).
- [7] 汪一鸣 . 不发达地区国土开发整治研究. 银川 :宁夏人民出版社 ,1994
- [8] 刘钰华等. 新疆绿洲防护林体系 . 新疆环境保护 ,1994(4)
- [9] 李小明 张希明. 塔克拉玛干沙漠南缘绿洲生态系统 . 干旱区研究 ,1995(4)
- [10] 贾宝全等 . 干旱区生态用水的概念和分类 . 干旱区地理 ,1998(2)
- [11] 梁远强试论绿洲外缘沙漠化的治理 . 新疆环境保护 ,1994(4)
- [12] 文华等 . 和田的混农林业 . 新疆环境保护 1994(4).

第六章 绿洲经济与绿洲文化

第一节 绿洲经济与绿洲产业

1 绿洲经济

1.1 干旱区经济的核心是绿洲经济

在中国西北典型的干旱地区，独特的地缘、地貌、气候、矿产和水土条件 经过漫长的历史过程 形成了以草原畜牧经济、荒漠工矿经济、绿洲经济 及旅游经济为主体的经济结构。草原畜牧经济是以山地—平原荒漠草地为 物质基础 以游牧、半游牧为基本生产方式 以畜产品为主导的牧业经济。荒 漠工矿经济是以山麓和荒漠（包括沙漠）地带的矿产资源为开发对象，以采 掘、加工为生产方式 以工矿业为主导的经济 如准噶尔盆地、塔里木盆地及 吐鲁番—哈密盆地腹地中的油气田开发，河西走廊的玉门油田开发，金川地 区的铜镍矿开采冶炼等。绿洲经济则是以人工绿洲为基地，以绿洲系统中的 水、土、光、热资源为开发对象 以垦殖为基本生产方式 以农林牧产品为主 导的经济。旅游经济是以自然、人文特色景观为对象，以旅游线路的流动游 览考察为生产方式，以旅游产品为特征的经济。在上述以资源和景观背景为 特色的各类经济中，绿洲经济是主导经济。因为绿洲是整个干旱地区的生命 线，是干旱、半干旱地区人类生产和生活的主要场所和基地，不足土地面积 5% 的绿洲却集中了干旱地区 95% 以上的人口和财富。绿洲经济是干旱区 经济的基础和主体，人类向荒漠地带的开拓和向山区的进军都要依托于绿 洲和绿洲经济，寻求持续生存发展的大本营也依然是绿洲。

1.2 绿洲经济的特点

与其他地域类型的区域经济相比，绿洲经济是一种富有特色的经济。其 表现如下：

1.2.1 干旱区域特色显著

产生和发展于干旱区的绿洲经济自然具有干旱区域特色。例如，新疆属 北温带内陆干旱气候区，平原绿洲区一般光热资源丰富，太阳辐射量比我国

同纬度的华北、东北地区多 $65\sim88\text{kJ/a}$ 高出长江流域中下游 $132\sim219\text{ kJ/a}$ 年日照时数 $2550\sim3500\text{h}$ 是我国日照日数最多的地区之一 特别适宜于喜光及长日照作物的生长发育；昼夜温差大，一般为 12°C 左右 最高可达 20°C 有利于植物光合作用 合成有机物质 及营养物质特别是糖分的积累。这种气候资源优势加上水土优良组合等条件，除能使多种粮食作物生长外 还特别适宜棉花、甜菜、啤酒花、薰衣草及哈密瓜、葡萄等多种瓜果园艺作物及中药材的种植。新疆是我国惟一的长绒棉基地，其棉花品质可与埃及长绒棉媲美。新疆素称“瓜果之乡”瓜果业在绿洲农业中占有重要地位。瓜果品种十分丰富 约有 500 种 其中甜瓜品种 101 种、西瓜品种 36 种。吐鲁番的无核白葡萄、库尔勒的香梨、伊犁的苹果、库车的小白杏、喀什的甜樱桃、阿图什的无花果、莎车的巴旦杏、叶城的大籽石榴、和田的红葡萄和黄肉桃、阿克苏的木纳格葡萄和薄皮核桃、鄯善和伽师的甜瓜、哈密的大枣 以及安息的茴香、红花、枸杞等 都产于绿洲 享誉海内外。但绿洲经济特别是绿洲农业还易受到干旱、风沙、尘暴、盐碱等的危害。

1. 2. 2 以绿洲农业为主体

绿洲农业是干旱地区最具特色的经济部门，更是绿洲经济的主体。绿洲农业的特点是“非灌不植”“地尽水耕”即属于灌溉农业；没有灌溉就没有农业”绿洲是平原地带光、热、水、土和生物资源组合最佳的地段。绿洲农业的规模一般取决于引灌的水量（包括地表水和地下水）和宜农土地的多少。从绿洲农业的整体规模（土地利用规模、用水量规模、人口构成与劳动力投入规模 和经济效益 产值及其占绿洲经济总产值的比例 来看 绿洲农业在绿洲经济中均占首要地位，成为现阶段绿洲经济的第一产业。例如，新疆 1949 年农业总产值占到工农业总产值的 80.8% 解放后 虽然工业得到迅速发展，但农业总产值在工农业总产值中占主体地位的状况一直延续到 70 年代中期 到了 90 年代，农业总产值仍占到工农业总产值的 35%~40%，伊犁、吐鲁番和南疆五地州的农业总产值仍占工农业总产值的 50% 以上。此外，工业产值中以农牧产品为原料的加工业的产值占工业产值的 40%，其中以农产品为原料的轻工业产值占全部轻工业产值的 90%。从人口构成看，新疆农业人口占总人口的 70% 农业劳动力占社会劳动力的 60% 以上。从土地利用看 各类农业用地 耕地、牧地、林地、园地等 面积占全疆土地总面积的 40% 以上，绿洲农业用地可占绿洲土地的 80% 以上。

1. 2. 3 具有浓郁的民族经济色彩

中国绿洲所在地是多民族分布区。西北干旱区，除汉族外，还分布着维吾尔、哈萨克、回、蒙古、满、柯尔克孜、锡伯、塔吉克、乌孜别克、达斡尔、塔塔尔、藏等几十个少数民族。在漫长的历史时期里，汉族与各少数民族相处相融，一方面发展了多样化的文化，另一方面也营造了多元化的绿洲经济。例如，在新疆形成了以牧为主逐渐向农牧并举转变的北疆经济及以农为主兼营畜牧业的南疆经济。提起新疆的贸易经济，长期以来人们总是把它与马

匹、毡布、毛纺织品、玉器、珠宝、葡萄等产品联系在一起。从西北干旱区各省区来看，已形成了各自的名优特产品和特色旅游景观及风味食品（表 6.1），体现了较浓郁的民族色彩。

表 6.1 西北干旱区五省区民族特色经济

省(区)	特色旅游景观	名特产品	风味美食
新疆	乌鲁木齐风光，“火洲”吐鲁番，葡萄沟，高昌交河古城，坎儿井，哈密王墓，博斯腾湖，罗布泊，克孜尔千佛洞，喀什名胜（艾提尕清真寺、香妃墓等），丝绸之路	瓜果有吐鲁番无核葡萄、鄯善哈密瓜、库尔勒香梨、阿克苏薄皮核桃、阿图什无花果、叶城大籽石榴、库车白杏、精河枸杞等，盛产马鹿茸、甘草、贝母、党参、红花、罗布麻等，维吾尔族铜器、钢雕、地毯、玉雕、民族首饰、民族乐器	烤全羊（维吾尔族招待贵宾的名菜）、手抓肉、烤羊肉串、烤鱼、薄皮包子、抓饭、凉皮、油馕、油塔子、奶菜，地方名酒有伊力特曲、奎屯特曲、三台老窖、吐鲁番果酒、鄯善葡萄酒
甘肃	兰州名胜，敦煌莫高窟，鸣沙山，月牙泉，玉门关遗址，嘉峪关，酒泉，张掖大佛寺，武威风物（大云寺铜钟等），天水麦积山石窟，平凉崆峒山	首推兰州白兰瓜，还有百合、冬果梨、西瓜、大扁杏、黑木耳、发菜、水烟、当归、党参、黄芪、天麻、杜仲等名贵中药材，传统手工艺品有酒泉夜光杯、嘉峪关石砚、天水雕漆、临洮仿古地毯、华亭安口陶瓷、黄河卵石雕等	名菜有烤小猪、百花全鸡、炸羊尾、雪山驼掌、清炖全羊、百花沙鸡，风味小吃有手拉清汤牛面、千层牛肉饼、浆水面、高三酱肉、高担酿皮、酿百合、水晶饼、拔丝洋芋等，名酒有西凉大曲（凉州皇马台）、金徽酒、肃北马奶酒等
青海	西宁名胜，青海湖，吐谷浑伏俟城，龙羊峡，瞿昙寺，五屯寺，柳湾墓地，文成公主庙，茶卡盐湖，察尔汗盐湖，冷湖南八仙雅丹，察尔汗盐桥等	以冬虫夏草、旱獭皮、黑紫羔皮、麝香、鹿茸、枸杞、发菜、地毯等最为有名，还有青海湖裸鲤、长把梨、冬果梨、酥木梨、甜梨，著名手工艺品有绒毛画、金钟瓷缸、彩色笔筒等，还有银器、藏刀	西宁涮羊肉、马杂碎、果洛牛肉干、湟源陈醋，还有尕面片、鸡丝拉面、馓子等，藏族主食有酥油糌粑、酸奶子、青稞炒面等
宁夏	西夏王陵风景名胜区，海宝塔，玉皇阁，武当山庙，同心清真大寺，贺兰山小口子风景区，青铜峡，一百零八塔，六盘山，沙坡头等	特色“五色宝”——枸杞（红）、甘草（黄）、贺兰石（兰）、滩羊皮（白）、发菜（黑），“五朵金花”——向日葵、红花、黄花菜、玫瑰、啤酒花，还有黄河鲤鱼、鸽子鱼、暖泉西瓜、芦花台苹果，传统工艺品以贺兰石刻、石嘴山民族瓷器最为著名	银川清真奶油糕点、牛羊肉酥、手抓羊肉、清蒸羊羔肉、马三白水鸡及各种回族小吃
内蒙古	“青城”呼和浩特，昭君墓，五当召，吴岱召，成吉思汗陵和百灵庙	皮毛产品为主要特产，如仿古地毯、驼毛、羊羔皮等，发菜、口蘑、党参、黄芪、牛黄、大蓉、甘草等也很著名	烤全羊、烤羊腿、手抓肉、涮羊肉，风味名食有奶皮子、奶豆腐、奶酪、奶果子、油旋，名酒有马奶酒、昭君酒等

1.2.4 经济规模小，集约化水平与效益低

绿洲经济规模小，是由绿洲分散狭小的特征所决定的。绿洲散布在茫茫沙海之中，被沙漠戈壁所分隔，难以形成规模效益。根据《汉书·西域传》记载，早在2000多年前，在现在的南疆地区，就有大大小小绿洲36个（即所谓“西域三十六国”^[1]）。到了现代，绿洲虽有较大扩展，但分散性的分布格局仍然存在。例如塔里木盆地南缘的民丰县由4片绿洲构成，皮山县由10片稍大的绿洲组成，加上小绿洲多达50多片。据调查，新疆面积在2万亩以上的绿洲指人工绿洲，就有200多片，分散在塔里木盆地周缘、天山北麓和吐鲁番盆地、伊犁谷地、塔城额敏盆地、焉耆盆地及额尔齐斯河—乌伦古河河间平原。小片绿洲面积仅数十亩或百十亩，仅仅分布有一个乡或一个自然村甚至一个小生产点或一家农户；大片绿洲可达几十万亩、上百万亩甚至数百万亩，往往成为地州或县（市）的经济中心。绿洲间的距离近则数千米，远则达100~200km。绿洲在地域上的分散性，势必造成生产力布局的分散，加之相对落后的生产经营方式，投入少，技术含量低，管理水平差，因而绿洲经济效益普遍较差。例如，新疆虽是资源大省，但1995年除棉花产量居全国第1位外，国内生产总值居全国第22位，农业总产值居第18位，工业总产值居第24位，粮食总产量居第22位，牛羊猪肉总产量居第23位，农牧民人均纯收入居第24位。“天下黄河富宁夏”但“富饶的塞上江南”仅指北部川区，是西北重要的粮糖商品基地。宁夏的总体经济效益显著低于全国平均水平，1995年人均国内生产总值相当于全国平均值的69.1%，居各省级区第22位。与上年相比，人均第一产业增加值为696元，相当于全国的69.9%；人均第二产业增加值为1459元，相当于全国的62.4%；人均第三产业增加值为1185元，相当于全国的78.9%。

新疆的现代工业已有一定基础，但目前用现代先进技术和设备装备的企业很少，大型企业也只有45个，中小型企业个数占企业总数的99.1%。不少企业工艺设备落后，加之工人素质欠佳，使许多优质原料被用于生产低档甚至劣质产品，效益普遍较低。工业总产值指标在全国的位次很靠后，增长速度与全国其他地区尤其是沿海地区的差距逐渐扩大。1996年新疆工业总产值（指乡及乡以上工业总产值）只占全国的1%。至于乡镇工业、乡镇企业的发展规模更小，全疆乡镇企业总产值往往不及沿海一个地区或一个县（市），全疆各县市不及内地一个乡（镇）。全疆乡办工业产值只有26亿元，仅占全国乡办工业总产值的0.16%。按产值密度（单位面积的工农业总产值）计算，全国平均为921.7万元/km²，新疆仅为6.42万元/km²，只及全国平均数的0.70%。

1.2.5 由封闭、半封闭型向开放型、外向型转变

由于内流区绿洲地处亚欧大陆腹地，交通不便，运输线又长，因而长期处于封闭、半封闭状态。这种状况在1950年以后逐渐得到改善。80年代随着改革开发步子的加快，新疆绿洲经济的开放程度也不断提高。除了区内各

地州、县市之间及南北疆之间、行业部门之间的联系有所加强外，更重要的是扩大了与内地和沿海的交流与合作，扩大了国际贸易和对外开放，形成了内联外引、东联西出、全方位开放的态势。以棉花为例，1978～1991年14年累计调出棉花84.54万t（占同期棉花产量的26.8%）比前30年累计外调48.07万t增长76%。近几年新疆的对外经济与易货贸易发展迅速。进入90年代以来，全疆外贸进出口总额1990～1993年平均以74.1%的速度增长，三棉制品（棉花、棉纱、棉布）和羊毛衫成为大宗出口商品。1980～1992年的13年间累计出口棉花55.71万t，棉纱33.44万t，棉布17 028万m。1988～1992年三棉制品占实际出口总额的40%～60%，其中仅棉花就占36.2%，成为出口创汇的拳头产品。三棉制品都源自绿洲农业。由上可见，绿洲经济的外向型特色已比较明显，这也是新疆发展“两高一优”绿洲农业的结果。1993年新疆的易货贸易进出口总额为5.77亿美元，占外贸进出口总额的63.3%，这主要是新疆对外开放、与中亚诸国扩大贸易的结果。1992年以来新疆还成功举办了“乌鲁木齐边境地方经济贸易洽谈会”，大会成交额每年均在20亿美元上下，使外引内联取得丰硕成果。此外，中外合资、合作和外资独资经济也有了快速发展，这对引进资金和技术、促进外向型经济的发展具有重要作用。如1995和1996年新疆和外商共签订合同215个，合同金额为60 145万美元，实际引入外资81 267万美元。经济技术协作也很有成效，仅1996年就执行合同535个，吸纳资金40.78亿元，其中区外资金26.91亿元，占66%。

1.3 绿洲生态经济

发展绿洲生态经济是绿洲可持续发展的重要选择。绿洲生态经济是从生态系统思想出发，按照生态学原理、经济学原理和生态经济学原理，运用现代科学技术成果和现代管理手段以及传统绿洲经济的成熟经验建立起来的以期获得较高经济效益、生态效益和社会效益的新型绿洲经济发展模式。也就是说，人们在干旱区经济活动中，运用绿洲生态系统平衡的规律及经济发展规律，合理安排经济活动，使人在劳动过程中和生态系统之间建立合理有效的物质、能量和信息转换关系，从而实现人工生态系统相对的动态平衡与高效产出，其实质也是人口、资源、经济和生态环境在绿洲系统中协调发展的反映。

1.3.1 绿洲生态经济类型

生态经济是人类在长期生产实践中运用生态规律不断顺应和改造自然条件的产物。不同的生态环境形成不同的生态经济。绿洲生态经济是在干旱环境和荒漠生态条件下通过人类长期摸索和经营而逐步形成和完善的。

绿洲处于干旱、半干旱温带气候条件下，夏季水热同期，生态系统内物质、能量交换最频繁最活跃；而冬季寒冷缺水，动植物与微生物的生命过程受到抑制，基本处于“休眠”状态。这种春温、夏炎、秋凉、冬寒的节律性变温

对生态系统功能机制产生重大影响，故绿洲生态经济与我国亚热带、热带地区的“桑基渔塘”、“蔗基渔塘”式生态经济有显著差异。绿洲生态经济的主要特色在于，它是一种在荒漠景观和天然绿洲基础上营造的人工或半人工生态系统，该系统处于良性的物质、能量转换及信息传输、经济协调发展状态。其基本模式是：以农林草牧渔多种经营的绿洲农村经济为主体，以人工及半人工的森林草地为生态调节器，以渠井和平原水库为水分输送调节器，以农田、村落及城镇为生产消费运转器，寻求生态和经济的高效发展（图 6.1）。

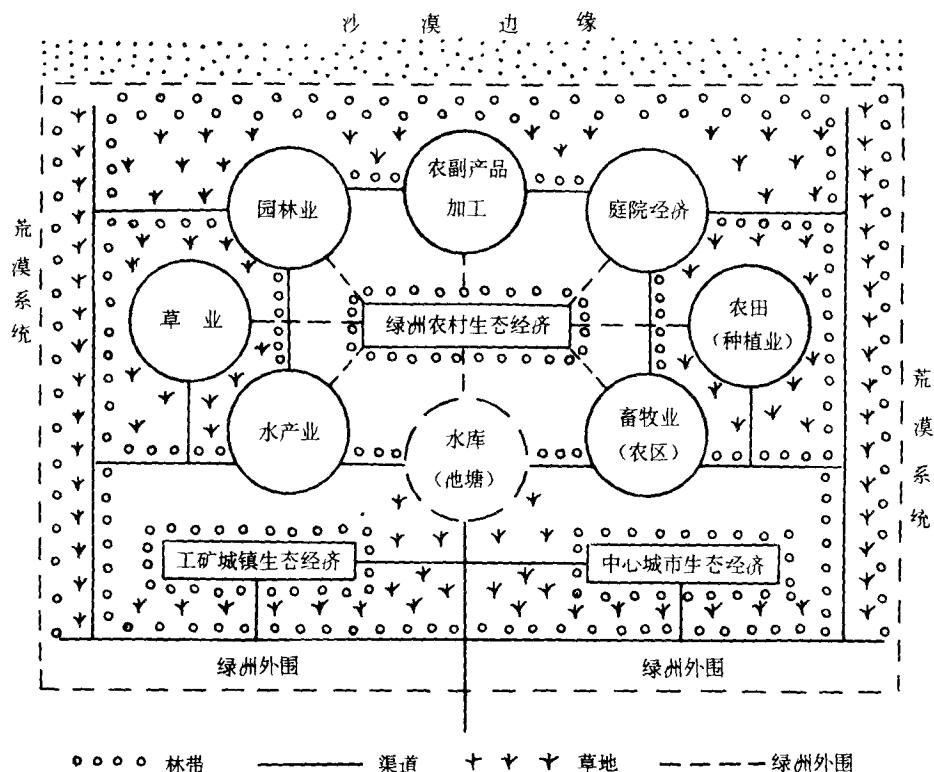


图 6.1 绿洲生态经济宏观模式

绿洲生态经济类型的划分对建设和保护绿洲有深远意义。其划分的主要依据是：① 具有相对独立的生态类型及其独特功能；② 具有主导产业或优势经济部门，并有专门的生产经营和管理方式；③ 有一定空间规模和特定的利用保护价值；④ 可采取相同的保护措施和建设途径。据此，以新疆为例，可将新疆绿洲生态经济按三级类型划分：一级类型体现着农村生态经济和城镇生态经济两大分化，二级类型 6 个，三级类型 18 个（表 6.2）。

1.3.2 绿洲生态农业的建设

在绿洲生态经济中，分布最广泛、规模最大的要数绿洲农村生态经济。绿洲农村生态经济又以农田村落生态经济为主体。农田生态经济、园艺生态经济、庭院及农副加工生态经济、农田林和特种林生态经济、人工草地生态

经济、平原水库及人工渔塘生态经济等组成的大农业生态经济又可俗称为“绿洲生态农业”。建设稳定、高效的绿洲生态农业是建设绿洲生态经济的中心任务。

表 6.2 绿洲生态经济类型划分

类型分级			类型含义与说明
级	二级	三级	
I 绿洲农村生态经济	I 1 农田村落生态经济	I 1 1 农田生态经济	以网格条田式种植业为主体
		I 1 2 园艺生态经济	以果园或园田间作为特色
		I 1 3 庭院生态经济	村落、农(牧)户为单位,多种经营的庭院
		I 1 4 农副加工生态经济	生态保护下以农副产品加工为主(含乡镇企业)
	I 2 森林生态经济	I 2 1 农田林生态经济	以维护农田稳定为主,兼作用材、放牧和薪炭
		I 2.2 特种林生态经济	为特殊需求而培育的树种
		I 2 3 河谷林生态经济	生长于河谷的森林,如胡杨林等
		I 2 4 荒漠林生态经济	绿洲内或绿洲边缘保存的荒漠固沙林
	I 3 草原生态经济	I 3 1 人工草地生态经济	按农田要求,有灌溉保证,以种草和饲料为主
		I 3 2 天然草原生态经济	绿洲内夹荒草地或草滩
		I 4 1 平原水库生态经济	以蓄水灌溉为主要功能,可发展水产业
		I 4.2 平原湖泊生态经济	绿洲内或盆地内的湖泊
II 绿洲城镇生态经济	I 4 3 人工渔塘生态经济	I 4 3 人工渔塘生态经济	人工开挖的以养殖鱼类为主的池塘
		I 4 4 沼泽芦苇地生态经济	绿洲扇缘、坑塘、河滩地带的芦苇沼泽
		I 1 1 城区生态经济	区域中心城市(含县城)的核心规划建设区
		I 1.2 城郊生态经济	以生产蔬菜,乳肉等副食为主,向城区输送
	I 2 工矿城镇生态经济	I 2 1 开采加工区生态经济	工矿业城镇中以开采加工为主的生产区
		I 2 2 生活服务区生态经济	工矿业城镇中以居住、文化教育、娱乐为主

根据干旱区特色发展绿洲生态农业是摆在我们面前的一个长期的战略性任务,必须从战略高度并按系统工程设计要求搞好规划、设计及其实施工。建设初期应重点抓好以下几个方面:

1.3.2.1 发展深层次有机农业,加强大农业内部的互济互补

要从大农业观点出发,坚持农业的综合开发经营。通过加强大农业内部各业的互相联系,互相促进,实行农林草牧渔相结合,以农养牧,以牧促农,以林护农,以农助林,以林护草,以草补畜,以渔济农。要在多种经营、全面发展的基础上实行种养加一条龙,开展农副产品综合利用,并注重向深层次的有机农业发展,注重农业本身废料的多级利用和循环利用,科学使用化肥、农药和除草剂。应把这些作为绿洲生态农业建设的重点。奇台农业试验站在这方面提供了很好的经验。该站除实行农牧工副结合、发展多种经营外,还给每户农工拨 1 亩地 用于搞养殖、种树、种葡萄等(图 6.2)。

1.3.2.2 走农业土地利用的高效集约型道路

充分发挥绿洲农区内水、土、光、热与生物资源的组合优势,大力发展土

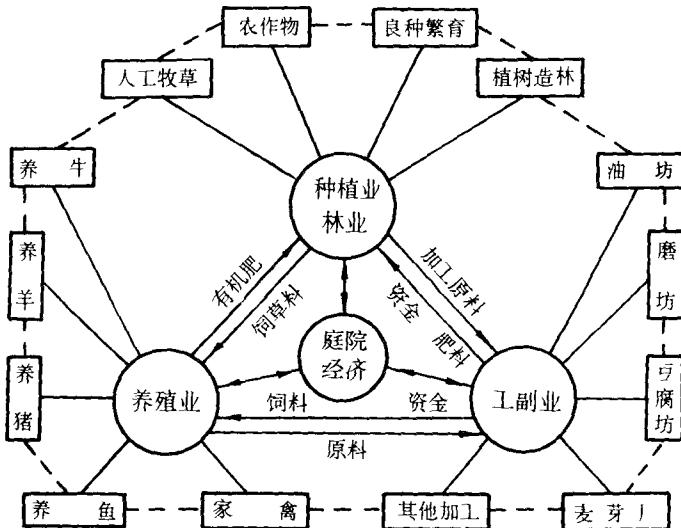


图 6.2 奇台农业试验站绿洲生态农业经济联系图

地利用的集约高效型、知识技术密集型和劳力集约型农业。绿洲生态农业应有利于绿洲农业自然资源在系统内的物质循环和能量转化，除应着重发展粮食作物和园艺作物外，还应大力植树种草，发展立体农业（如林灌草配置 双层草场）土地利用的集约经营 关键在于实现劳动密集型向知识技术密集型的转变 发展节水农业、精细农业。例如 南疆和田地区人均耕地只有 1.7 亩(新疆平均 3.1 亩)在全疆各地(州)中居倒数第三位。但在土地利用上坚持条田林网化，大力开展农田防护林，在农区条田内实行粮桑配置、园粮间作，沿田间道路构建葡萄长廊，提高了土地利用率，经济效益和生态效益十分显著。自 80 年代初起就搞园粮间作 至今已发展‘立体农业’基本农田 4 000 hm^2 ，其中葡萄占 1/3 每公顷年收入 9 000 多元。

1.3.2.3 发展生态村落、生态庭院经济

要把发展生态村落、生态庭院经济，建造以农户为基本单元的庭院生态系统作为绿洲生态农业的重要补充。建立生态村落的基本方法是把部分养殖业、园艺种植业、农业主副产品加工转化等放到庭院生态经济系统中进行。如玛纳斯河流域沙湾县乌拉乌苏乡 以庭院为单元 组织农户种蔬菜、植果园、育甘薯秧、养鸡兔等 平均每年每公顷的庭院经济收入达 4.5~7.5 万元。庭院生产用地(每户平均 0.047 hm^2)只占耕地的 3.3% 但收入却占农户总收入的 15% 高者占 1/3 甚至更多 商品率达 90%。同时 生态村落、生态庭院经济还改善了小气候，美化了环境。该乡李家坪村一农户有宅基地 0.13 hm^2 利用 0.11 hm^2 栽植桃园， 0.02 hm^2 种菜(以菜苗为主)菜园、果园均获得可观收益，菜苗远销奎屯、奇台、乌鲁木齐，仅菜地年收入就达 3 000~4 000 元。该村另一农户有庭院 0.08 hm^2 ，冬季农闲时利用庭院舍饲，可育羊 70~80 只 获净收入 3 000~4 000 元 另得圈肥 $70\sim80\text{ m}^3$ 。

1.3.3 绿洲生态经济区域的划分

生态经济系统是人类在自然生态系统基础上，通过经济活动对自然资源和生态环境加以利用和改造而形成的人工复合系统。不同的生态环境、资源条件及相适应的经济结构、技术水平和经营方式等多种因素的综合作用，将形成不同的生态经济系统类型，并在分布区域上产生差异。这种生态经济系统的地域分异便为生态经济区划提供了客观依据。为了因地制宜地发挥区域自然优势，促使自然生态系统与资源开发利用更趋协调，经济环境的宏观效益更佳，就有必要进行生态经济区划。

生态经济区划所划分的各生态经济区必须体现下列功能和效益：

- (1) 有利于区域地貌、气候、水、土和植被等资源组合优势的发挥；
- (2) 有助于新型的人工生态系统的建立、完善和有序运行；
- (3) 有利于形成独具特色的经济类型和协调发展的产业结构；
- (4) 有利于生态环境效益和经济效益的统一；
- (5) 生态环境建设方向和整治途径相一致，有利于实行统一的科学管理。

开展生态经济区划，既可从一个流域或一片完整的绿洲角度出发，也可按县市来划分。从绿洲系统来说，把绿洲内部划分为不同类型的生态经济区有利于绿洲系统内经济环境的协调和生态建设。县（市）是我国国民经济建设的基本行政单位，按县市来划分生态经济区，有助于行政管辖区内重大建设项目的统筹安排、资源环境的统一开发治理，也便于协调管理。所以，县域生态经济区划的编制更有现实意义。但对于一个包含数个县（市）的大流域、大绿洲系统来说，进行生态经济区划，对协调全局性生态经济建设规划及其实施是很有必要的，特别有利于总体部署生态农业工程，实施生态营林、生态植草、生态建厂。

生态经济区的命名可采用“地貌类型—主导产业或优势经济部门—生态类型”的方法。例如可以把伊犁谷地的伊宁县划分为“北山草牧林自然生态经济区”、“北山沟林草果木半人工生态经济区”、“平原种养加人工生态经济区”和“河漫滩渔牧林半人工生态经济区”四个生态经济区。

1.3.4 生态经济系统的优化调控

划分生态经济区只是手段，其目的在于通过对生态经济区进行人地关系地域系统的优化调控，以求资源开发、经济发展和生态环境的协调与和谐，从而达到生态效益、经济效益与社会效益最佳。

干旱区脆弱的生态环境已从正反两面证明，绿洲经济必须置于良好的生态系统中，经济的发展与演变决不能以牺牲环境为代价，而应求得经济与环境的统一。只有这样，绿洲经济才能永续发展、持久兴旺。这里就有一个优化调控的问题。

区域生态经济系统是一个开放的复杂巨系统，系统中既有一些较确定的要素，也包含着较多不确定的因素。优化调控中可试用系统动力学的方

法，但单纯依靠这种方法也不能十分有效地解决问题。最好是运用钱学森提出的从定性到定量的综合集成方法，即科学理论、先进技术和人的经验知识相结合 多学科相结合 宏观调控与微观调节相结合 使各种数据、信息与计算机技术及专家群体有机结合起来。

绿洲生态经济系统虽可划分为不同的生态经济区，但各个生态经济区不是孤立存在的，彼此之间有着紧密的联系和反馈关系。优化调控要自上而下、自下而上双向进行 以宏观调控微观 以微观调控宏观。

为了实现从定性到定量的综合集成，必须调查和分析生态经济系统动态变化及其重要的参数和变量。其中，经济方面的数据相对容易获得，而生态环境方面的某些数据需通过动态监测来获得。生态环境涉及很多方面，如资源开发特别是水土资源开发及其部门供需分配比例，人工生态各组成要素、结构的变动、演化过程和趋势，绿洲防护林的有效覆盖率及农田防护林的防护效果，人类主要开发活动对生态环境的影响及次生盐渍化、沼泽化和沙化的发生、发展规律，绿洲及其外围荒漠生态景观的变化趋势，地貌类型与景观生态类型之间的对应关系，各种生态景观之间的关系，等等。

生态经济系统的优化调控最终是求得系统整体效益最佳。而系统效益基本上取决于人类对生态经济系统的投入组合。这里的投入既包括人力、物力、资金等有形投入 也包含政策、科技、管理、信息在内的无形投入。这些投入的分配组合关系是否协调是优化调控中所需解决的深层次问题。

2 绿洲产业

2.1 绿洲产业的历史演化

产业的发展及结构的变化，是和人类生产活动、文明进步紧密联系的。产业结构的变化是一个渐进的历史过程。引起产业结构变化的最初的因素是一般分工，如从渔猎到养畜，从牧业中分离出种植业，又从农业中分离出手工业，在手工业的基础上形成近代工业。由于人类分工的细密和扩大，产业结构又逐步发展，出现多种产业部门，经历了从简单到复杂的过程。绿洲产业的发展和变化也是如此。

根据考古资料^[2~4] 新疆在距今 6 000~7 000 年前就有人类活动。例如 哈密的三道岭、七角井 吐鲁番的雅尔湖、阿斯塔那 乌鲁木齐的柴窝堡以及南山矿区的鱼儿沟、阿拉沟，博湖县的博斯腾湖沿岸，天山北麓的奇台、吉木萨尔、木垒 天山南麓的库车、巴楚、柯坪、阿克苏 昆仑山北麓的皮山、于田、民丰、且末等等均有以旧石器为特征的遗址。它们多分布在河流两岸和湖泊周围，反映了当时人们以狩猎、捕鱼、游牧为主的生产活动。在距今 3 000 年前，新疆经济发生了显著变化。从古遗址可看出，北疆广大地区是以畜牧业为主 兼营狩猎 南疆有相当一部分以种植业(农)为主 以畜牧业为

辅。以农为主的遗址除了塔里木盆地周边有广泛分布外 在巴里坤、哈密、吐鲁番和伊犁盆地也有发现。

在甘肃河西地区已发现近 20 处新石器时期的遗址，分属于新石器晚期的马家窑文化、齐家文化和青铜器时代的沙井子文化。河西地区由渔猎游牧社会进入农业社会已有 2 000 多年的历史 石羊河、黑河和疏勒河的下游两岸和湖泊周围孕育了早期的绿洲农业。“丝绸之路”的开通，促进了沿途饮食、客栈与商品交换的发展 推进了绿洲经济的分化 农业、手工业、商业逐渐分立并相继发展。

宁夏的暖泉遗址也有 7 000 多年的历史。2 000 多年前的汉代 宁夏平原引黄灌区已呈现“沃野千里，谷稼殷积……牛马衔尾，群羊塞道”的景象。

总之，绿洲产业的演化和经济发展与绿洲的形成演变具有同步相关性。随着绿洲规模的扩大、绿洲分布范围的扩散以及绿洲内部结构功能的日趋复杂和增强 绿洲产业也不断分化、壮大、丰富和发展。从考古和历史地理研究可以看出 绿洲产业 经济 演化轨迹大致是 渔猎→以游牧为主→畜牧业与农业结合或各有侧重→园艺兴起→农牧业与手工业、商业的分离与发展→大农业发展、完善→工业兴起→门类较齐全的现代绿洲经济。从新疆绿洲经济的历史演化还可看出，绿洲经济从原始、初级到中高级层次的演替，与人口发展、文化和技术的进步、生产工具的改进、商品经济的发展均有一定的对应与依存关系。从区域发展的地域过程来看，绿洲与绿洲产业的“离散”阶段经历了数千年的漫长时期，“极化”阶段与目前正在过渡的“扩散”阶段的历程相对较短，“成熟”阶段将在 21 世纪出现（表 6.3）。

2.2 绿洲产业的现状

2.2.1 产业结构的演化

当今，在产业研究中，多用产业增加值所占国内生产总值的比例来分析第一、二、三产业的结构 同时还分析三次产业的就业结构。

根据西方经济学家克拉克、库茨涅兹、霍夫曼等人对产业结构转换规律理论的一般论证，产业结构的一般变化规律是：① 随着经济的发展和人均国民收入水平的提高，劳动力首先从第一产业向第二产业转移，继而向第三产业转移； 随着经济的进一步发展，第一、二、三产业所实现的国民收入的比例关系发生了变化 表现为农业部门 即第一产业 不断下降 工业部门（第二产业 不断上升 服务部门 第三产业 的劳动力就业比例不断上升； 随着工业化的过程，工业结构由以轻工业为中心向以重工业为中心转变，重工业结构由以原材料为中心向加工、组装工业为中心的“高加工度化”转变，继而进一步表现出“技术集约化”的趋势。这一理论概括可为我们分析产业结构现状提供重要指导与借鉴。

首先，应认识发达国家产业结构演进的一般规律。发达国家的工业化进程大致经历了四个阶段 第一阶段是“早期工业化阶段”产业结构以传统产

表 6.3 绿洲经济发展演变过程及对应关系（以新疆为例）

	离 散	极 化	扩 散	成 熟
地域 过程	自然经济,生产规模小,劳动密集,农业是主体,自然资源导向明显,区域各节点分工不明显	资源密集,劳动密集,形成中心城市,工业化起步	资金密集,工业化深度加工,生产力“轴”化趋势明显,产业逐步向外扩散转移	社会信息化,产业结构高技术化,空间结构网络化
人口 居住	18世纪末11.8万→19世纪中叶27.8万→1949年433.3万→1990年1498.72万,散民(随畜逐水草→逐水草而居)→定居和半定居→定居			
商品 交换	封闭、低层次自给→半封闭、初级交换→“丝绸之路”出现、兴盛、繁荣,金属货币流通→与内地商贸联系活跃,出现一批商业市镇→半开放、开放商品经济,贸易发展→全方位开放市场,经济发育完善			
技术 装备	石器(新石器)、陶器、骨器→彩陶、红陶,开始金属铜的冶炼,金石并用,陶器为生活中主要用具,石斧、石锄、石镰等磨制石器→玉器制造、铁器的生产与应用→钢铁、多种合金、建筑材料向更新发展,塑料制品,现代机器,微机与自动化			
产业	距今3000年左右·北疆以牧为主,兼营狩猎;南疆以农为主,以牧为辅。湖畔河边还有鱼猎,手工业与粗纺织出现 两汉·以定居农业为主,畜牧业占有相当比例,农畜产品丰富,盛产瓜果、药材,酿酒业兴起,手工业从农业中分离 唐·农产品丰富,园艺发达,纺织手工业明显发展,农业与家庭手工业结合 清·屯垦再度兴起,北疆出现农业开发,畜牧业发展,兴办工厂 解放后:经济迅速恢复,产业结构完善,工业比例显著增加,现代工业兴起,第三产业(包括旅游业)发展,大农业结构不断调整和优化			
绿洲	河流、湖泊之畔以天然绿洲为依托→开渠打井,引水溉田,绿洲扩大,并时有消亡→绿洲增多,面积增大,天然绿洲与荒漠被改造→人类活动广度和深度增加,继续改造荒漠,并向沙漠进军(各种绿洲出现,绿洲化加强)			

主要是农牧业为中心发展到以工业劳动密集型的轻纺工业为主为中心 第二阶段是“重化工阶段”产业结构以轻纺工业为中心发展到以重工业为中心 电力、钢铁、机械制造等资金密集型产业开始起主导作用 工业基础设施完善 第三阶段是“高加工度化阶段”产业结构转移到以机械、电子等加工工业为中心 第四阶段便是“技术知识集约化”阶段。从发达国家经济发展历史看,都是在第一产业有了相当发展后才迅速发展第二产业和第三产业。第三产业增加值占国内生产总值的比例成为国民经济发达程度的重要标志。例如1994年美国第一、二、三产业的国内生产总值构成比例为2:27:71 日本为2.2:40.2:57.6。

其次 从我国三次产业结构情况看 东、中、西部有明显差异。东部地区经济比较发达,因而经济结构高级化进程较快;中部地区次之;西部地区较缓慢。例如 第一产业比例 西部比东部高10.8个百分点 第二产业低7.5个百分点(表6.4)。

陕、甘、宁、青、新五省区处在西部地区 其中甘、宁、青、新四省区是绿洲

表 6.4 1996 年我国东、中、西部地区三次产业构成(单位:%)

	东部	中部	西部
第一产业	16.3	25.6	27.1
第二产业	48.8	44.8	41.3
第三产业	34.9	29.6	31.6

的主要分布区，绿洲经济占有特别重要的地位。现以这四省区的三次产业结构作为绿洲产业的结构态势，并与东部沿海粤、苏、浙、鲁四省作比较，可看出除了第三产业的构成差异不大外，第一产业与第二产业都显示出东部省区已跨入工业化加速发展的中后期阶段，而西部省区尚处在工业化初期阶段或向重化工演进阶段（表 6.5）。

表 6.5 1995 年东西部部分省区三次产业构成比较(单位:%)

省 区	第一产业	第二产业	第三产业
广 东	16.4	50.4	33.2
江 苏	16.6	53.9	29.5
山 东	20.0	49.1	30.9
浙 江	16.6	52.1	31.3
陕 西	22.3	41.2	36.5
甘 肃	23.0	44.1	32.9
宁 夏	22.3	41.7	36.0
青 海	22.9	42.2	34.9
新 疆	27.9	39.4	32.7

三次产业的劳动就业结构与科学技术进步及劳动生产率的提高关系密切，一般反映为直接从事第一产业的劳动力日益减少，从事第二产业的劳动力不断下降，从事第三产业的劳动力稳步增长。例如，世界经济发达国家第一产业劳动力构成在 10%以下 第二产业在 20%左右 第三产业在 70%左右。我国三次产业的产值结构已进入工业化较高阶段，但就业结构和城市化水平却严重滞后于产值结构，这说明我国进入工业化中期阶段的产业结构调整尚未最后完成，产业结构高级化的潜能仍处于酝酿阶段。我国西部地区尚处在工业化初级阶段，其工业结构正从资源加工型产业和劳动集约型工业为主缓慢地向资金密集型的重化工阶段演进。例如，新疆正处在以农业、畜牧业为中心的传统产业和以劳动密集型轻纺工业早期工业化阶段向以轻纺工业和重工业为中心的“重化工阶段”演进阶段。甘肃、宁夏、青海等省区的第一、二、三产业的发展与就业人口结构都反映出这种态势（表 6.6）。

表 6.6 1995 年我国东西部部分省区三次产业就业构成(单位:%)

省 区	第一产业	第二产业	第三产业
广 东	37.5	28.6	33.9
江 苏	41.7	33.8	24.5
山 东	54.4	25.1	20.5
浙 江	42.7	31.4	25.9
陕 西	59.5	19.3	21.2
甘 肃	58.4	17.5	24.1
宁 夏	58.9	19.2	21.9
青 海	59.8	18.2	22.0
新 疆	56.9	18.8	24.3

我国西北各省区产业结构层次比较低，除了第一、二、三产业的结构相对较均衡外，绿洲农村产业结构仍是以农业为主体。例如，1996年新疆以绿洲农业为主导的农业总产值占农村经济总产值的71.9%，工业、建筑业、运输业等非农业总产值占农村经济总产值的28.1%。此外，在农业生产结构中又以种植业为主体。例如，1996年新疆种植业、畜牧业、林业和渔业总产值占农业总产值的比例分别为77.5%、20.3%、1.5%和0.7%，其中种植业（绿洲农业）占农业的比例比全国平均水平要高出近20个百分点。

2.2.2 不同绿洲的产业结构

分析新疆、河西、柴达木、河套等地绿洲的产业结构现状（表6.7和6.8），可以摸索到以下规律：

表 6.7 新疆各地区国内生产总值与构成（1996）

地州(市)	国内生产总值 (×10 ⁴ 元)	产业构成(%)			人均国内生产总值 (元)
		第一产业	第二产业	第三产业	
乌鲁木齐市	2 007 266	2.0	37.6	60.4	12 165
克拉玛依市	785 298	0.9	78.7	20.4	33 149
石河子市	161 937	15.8	32.4	51.8	6 530
吐鲁番地区	407 012	16.9	60.4	22.7	8 040
哈密地区	235 986	23.7	34.5	41.8	5 221
昌吉州	891 652	39.2	34.4	26.4	5 935
奎屯市	86 677	5.0	50.2	44.8	8 720
伊犁地区	576 010	51.5	23.3	25.2	2 880
塔城地区	565 088	48.2	25.0	26.8	4 592
阿勒泰地区	219 806	41.9	24.0	34.1	4 053
博尔塔拉州	178 446	51.2	18.8	30.0	4 642
巴音郭楞州	815 033	23.8	51.2	25.0	8 479
阿克苏地区	721 884	48.7	22.0	29.3	3 779
克孜勒苏州	55 923	45.7	16.1	38.2	1 358
喀什地区	643 345	60.2	11.9	27.9	2 067
和田地区	253 583	65.9	13.3	20.8	1 663
合 计	9 120 000	27.3	37.0	35.7	5 167

注资料来源于《新疆统计年鉴(1997)》。

表 6.8 河西、银川、柴达木绿洲国内生产总值与构成(1996)

地(县市)	国内生产总值 ($\times 10^4$ 元)	产业构成(%)			人均国内生产总值 (元)	
		第一产业	第二产业	第三产业		
甘肃河西绿洲	嘉峪关市	139 685	4.6	72.2	23.2	11 025
	金昌市	323 096	16.7	69.2	14.1	7 636
	酒泉地区	539 342	25.2	46.4	28.4	6 086
	张掖地区	501 354	49.6	26.0	24.4	4 085
	武威地区	405 156	44.3	24.3	31.4	2 260
	合计	1 908 633	32.7	42.1	25.2	4 289
宁夏银川平原绿洲	银川市	528 582	6.3	50.3	43.4	9 463
	永宁县	72 564	47.3	27.5	25.2	4 056
	贺兰县	70 920	47.3	28.0	24.7	4 100
	石嘴山市	246 399	0.9	69.2	29.9	7 742
	平罗县	79 255	45.3	31.3	23.4	3 091
	惠农县	26 761	49.3	35.4	15.3	3 760
	吴忠市	125 607	25.2	44.8	14.0	4 332
	青铜峡市	151 959	22.7	54.7	22.6	6 471
	中卫县	88 221	34.1	27.4	38.5	2 783
	中宁县	54 828	56.9	18.3	24.8	2 467
	灵武市	88 603	34.3	44.4	21.3	3 616
	合计	1 533 699	20.2	47.2	32.6	5 353
柴达木盆地绿洲	格尔木市	91 167	4.0	58.7	37.3	10 766
	德令哈市	23 736	24.3	26.2	49.5	4 719
	天峻县	7 921	63.7	13.0	23.3	4 684
	合计	280 679	11.1	52.4	36.5	9 119

注柴达木盆地的资料以海西州所属格尔木市、德令哈市和海北州天峻县为统计单元。

(1) 农业绿洲的第一产业比例大，人均国内生产总值相对较低。南疆的阿克苏、克孜勒苏、喀什、和田四地州和北疆的伊犁、塔城、阿勒泰、博尔塔拉四地州均以农业绿洲为主体，其第一产业比例可达到 40%~60%，和田绿

洲高达 66%。第一产业的产出率偏低 影响整个国内生产总值 因而这些地州的人均国内生产总值只有 1 500~4 500 元，南疆和田地区与克孜勒苏州分别只有 1 663 元和 1 358 元。甘肃河西与宁夏河套 银川 平原情况也大体如此。河西的张掖、武威地区与银川平原的永宁、贺兰、平罗、惠农及中宁 第一产业比重为 44%~57% 体现了浓郁的农业绿洲特色 人均国内生产总值偏低 (2 200~4 000 元) 只及工业绿洲的 1/2~1/4。

(2) 城镇绿洲与工矿绿洲的产业效益高，第二、三产业比例大，人均国内生产总值也高。新疆乌鲁木齐和克拉玛依是城市绿洲与工矿绿洲的典型代表。乌鲁木齐是新疆首府 市内煤炭、电力、石化、钢铁、机械、电子、化工、建材、纺织、食品、皮革等工业颇具规模 第二、三产业的比例分别为 37.6% 和 60.4%，人均国内生产总值达 1.2 万元。克拉玛依是解放后崛起的新型石油工矿城市，第二产业的比例高达 78.7% 是干旱区各类绿洲中比例最大的，人均国内生产总值达到 3.3 万元，是各区域绿洲中最高的。吐鲁番地区的农产品加工与矿产开发很有特色，第二产业的比例为 60.4% 加之园艺果品生产效益好，人均国内生产总值达到 8 040 元。巴音郭楞州虽以农业绿洲为主体，但有南疆最大的工业城市库尔勒为依托，现已拥有纺织、食品、制糖、造纸、皮革、能源、建材、机构等工业部门 且已成为南疆石油与石油化工基地，因而第二产业的比例达 51.2% 人均国内生产总值达 8 479 元 为南疆其他地州的 2~5 倍。此外 工业基础较好的石河子市、哈密地区、昌吉州的第二产业比例已达 33.3%，人均国内生产总值达 5 000~6 500 元 ,比其他农业绿洲要高出 0.5~1 倍。

河西地区的嘉峪关市、金昌市也是典型的城市绿洲，第二产业的比例分别为 72.2% 和 69.2% 人均国内生产总值 0.76~1.10 万元。酒泉地区有酒泉钢铁厂等大型企业，因而第二产业的比例也较高，为 46.4% 人均国内生产总值为 0.61 万元。银川市、石嘴山市和青铜峡市都是宁夏河套平原的典型绿洲城市，第二产业的比例分别为 50.3%、69.2% 和 54.7% 人均国内生产总值达 0.65~0.95 万元。

柴达木盆地海拔较高，积温偏低，只有盆地东部相对适宜于农业发展。但该盆地富集着巨量的钠、钾、锂、镁、硼等盐类资源 是发展盐化工的理想基地。氯化钠总储量为 533.4 亿 t 占全国总储量的 56%。此外 大、小柴旦湖和察尔汗等地还盛产硼。冷湖、茫崖、大柴旦等成为盆地中著名的工业绿洲。格尔木市是重要的交通城市，除农牧业外，也有一定基础的工业。所以海西州所在的柴达木盆地绿洲区的第二产业的比例达 52.4% 人均国内生产总值 0.91 万元。格尔木市第二产业比例大，为 58.7% 人均国内生产总值高达 1.1 万元。

2.3 绿洲农业产业化建设

绿洲农业是独具特色和发展潜力巨大的产业，但至今没有发挥出应有

的综合效益。一些名优特农产品没有形成规模，形不成批量，在市场竞争中处于劣势，乡镇企业又发展滞后，影响农民增收和农业资金的积累与投入。绿洲农业的出路在于，优化农林牧产业结构，完善农业生产，走农业产业化道路。

绿洲的发展，尤其是农村绿洲的发展，必须走农业产业化道路，实现产业化目标 必须体现规模化、系列化、专业化、商品化生产的特色 应把农业生产过程的产前、产中、产后诸环节连结为完整的系统，形成种养加、产供销、农工商、农科教一体化的经济运行体系。可以通过“市场—农场(企业)—农户”或“公司—基地—农户”等组织形式 把分散的农户、地块连接起来 形成新型的经营机制，建立起具有本地优势的产业群和产业链，建立社会化服务体系，推广重大农业技术，推进农业向区域化、集约化、科学化迈进和发展，这是我国绿洲农业发展的必由之路。

我国东部沿海省区在农业产业化建设方面已积累了宝贵的经验。例如，1995～1996年山东省就形成了许多面向全国的瓜果蔬菜等农产品基地；莱芜市发展了集姜、葱、蒜规模化种植、加工与销售的全国性辣菜生产基地 京九铁路沿线的菏泽、聊城、济宁、德州四个地区已成为中国最大的猪、牛、羊产销基地；莱芜市农村仅用3年时间 就发展了18家出口蔬菜加工企业，8万户农民为这些企业种芋头、菜花等几十种蔬菜，向韩国、日本等东亚国家出口，1996年出口蔬菜9.6万t 创汇1.08亿美元，农民人均年收入由此增加1000多元。

绿洲农业区域应充分发挥本地的资源优势，加快资源转化。各地州、各县市甚至各乡镇都应确立产业化经营战略，“贸”字当头，努力培育自成体系、各具特色的农业产业化体系，形成自己的农业主导部门和特色产品。例如，新疆的棉花、甜菜，河西地区的粮食基地建设都具有全国性意义。新疆、内蒙古河套平原、宁夏银川平原具有建设畜产品基地的优势。新疆还拥有建设较大规模瓜果、干瓜和特种经济林生产基地的条件，很有希望形成名优瓜果生产、品种培育、贮藏保鲜、加工、储运、销售一条龙 面向全国的瓜果批发市场，真正将资源优势转化为经济优势。位于欧亚大陆桥沿线我国最西端的精河县“八五”(1991～1995年)时期就大规模种植枸杞经济林，至1996年全县已种植6.2万亩 占全县耕地面积的20% 年产枸杞3031t 产值占全县农业总产值的30% 农民人均纯收入达2023元，接近东部省区水平。

为实现绿洲农业产业化，还必须大力发展乡镇企业。要搞农业产业化，就要不断调整农村产业结构，着力发展第二、三产业。如果没有农产品的加工、销售、储运等乡镇企业的发展 产业化发展是不健全、不可靠的。

第二节 绿洲的民族与文化

1 绿洲的民族

1.1 绿洲的民族构成及地区分布

1.1.1 民族构成

我国具有绿洲景观的新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古五个省区是多民族聚居的区域，少数民族占有较大的比例，这是历史长期发展的结果。这些省区除了汉族外，主要少数民族有回族、维吾尔族、蒙古族、哈萨克族、柯尔克孜族、塔吉克族、乌孜别克族、藏族、满族、达斡尔族、俄罗斯族等。而且这些省区也是我国民族自治的重要地区，宁夏、内蒙古和新疆为自治区，新疆、青海和甘肃分别有自治州5个、6个和2个，青海、甘肃、新疆和内蒙古分别有自治县（旗）7个、7个、6个和3个（表6.9）^[7]。

表6.9 中国西北干旱区少数民族自治地方分布表（1990）

省（区）	自治州	成立时间	首府驻地	面积 (×10 ⁴ km ²)	年末总人口 (×10 ⁴ 人)	主要少数民族
新疆维吾尔自治区	巴音郭楞蒙古州	1954.6.23	库尔勒市	48.00	84.48	蒙古、维吾尔、哈萨克、回、藏
	博尔塔拉蒙古州	1954.7.13	博乐市	2.70	32.36	蒙古、哈萨克、维吾尔、回
	克孜勒苏柯尔克孜州	1954.7.14	阿图什市	7.09	37.62	柯尔克孜、维吾尔
	昌吉回族自治州	1954.7.15	昌吉市	9.22	127.69	回、哈萨克、维吾尔、蒙古、乌孜别克
	伊犁哈萨克州	1954.11.27	伊宁市	35.00	353.02	哈萨克、维吾尔、蒙古、回、俄罗斯
甘肃省	甘南藏族自治州	1953.10.1	夏河县	3.87	58.24	藏、回
	临夏回族自治州	1956.11.19	临夏市	0.80	162.46	回、东乡、保安、撒拉
青海省	玉树藏族自治州	1951.12.25	玉树县	19.78	22.83	藏
	海南藏族自治州	1953.12.6	共和县	4.58	36.30	藏、回、蒙古、土
	黄南藏族自治州	1953.12.22	同仁县	1.79	18.29	藏、蒙古、回、土
	海北藏族自治州	1953.12.31	门源县	4.49	25.95	藏、蒙古、回
	果洛藏族自治州	1954.1.1	玛沁县	7.57	12.04	藏
	海西蒙古族藏族自治州	1954.1.25	德令哈市	32.09	31.37	蒙古、藏、回、土、撒拉
宁夏回族自治区		1958.10.25	银川市	6.64	465.68	回、满、蒙古
内蒙古自治区		1947.5.1	呼和浩特市	118.30	2149.34	蒙古、满、回、达斡尔、鄂伦春、鄂温克、朝鲜

1990年五省区总人口达6 778.58万人，占全国总人口的6%，而民族自治地方人口达4 670万人，占全国民族自治地方总人口的30%。其中少数民族人口达1 798.4万人，占民族自治地方少数民族总人口的26.1%。五省区少数民族总人口1 889.9万人，占全国少数民族总人口的20.7%。

从民族构成来看，这几个省区少数民族的比例是比较高的。1996年五省区汉族人口5 311.47万人，占五省区总人口的71.9%，少数民族人口达2 078.16万人，占总人口的28.1%。其中新疆少数民族人口占总人口的61.9%，仅次于西藏、青海、宁夏分别占42.8%和34.3%（表6.10）。

表 6.10 西北五省区干旱区绿洲地带民族构成（1996）

民族 项 目		省 区 合 计	内 蒙 古	宁 夏	甘 肃	青 海	新 疆
汉 族	人口（×10 ⁴ 人）	5 311.47	1 820.09	342.48	2 226.32	279.30	643.28
	所占比例（%）	71.9	81.1	65.7	91.7	57.2	38.1
少 数 族 民	人口（×10 ⁴ 人）	2 078.16	422.91	178.73	201.51	209.00	1 046.01
	所占比例（%）	28.1	18.9	34.3	8.3	42.8	61.9
总 人 口（×10 ⁴ 人）		7 389.63	2 243.00	521.21	2 427.83	488.30	1 689.29

注 ① 资料来源于内蒙古、宁夏、甘肃、青海、新疆统计年鉴（1997），其中甘肃省哈萨克族人口及其比例按1990年结构推算。

新疆是我国民族聚集荟萃之地。全疆有47个民族，其中主要有维吾尔、汉、哈萨克、回、蒙古、柯尔克孜、塔吉克、锡伯、满、乌孜别克、达斡尔、俄罗斯、塔塔尔13个。他们在近50年来随着总人口的增长，民族人口的结构比例也发生着相应的变化（表6.11）。其中汉族人口比重增长快；维吾尔族人口比重虽有所下降，但人口绝对值有较大增长；回族与哈萨克结构比例趋于提高；其他民族基本趋于稳定发展状态。

表 6.11 新疆代表年份人口增长与民族构成

年份(年)	总人口 (×10 ⁴ 人)	民族构成(%)								
		维吾尔	汉	哈萨克	回	蒙古	柯尔克孜	锡伯	塔吉克	其他
1949	433	75.9	6.7	10.2	2.8	1.2	1.5	0.2	0.3	1.2
1965	789	52.1	35.0	6.6	3.6	0.9	0.9	0.2	0.2	0.5
1978	1 233	45.1	41.6	6.7	4.3	0.9	0.8	0.2	0.2	0.2
1980	1 283	44.9	41.4	6.8	4.4	0.9	0.8	0.2	0.2	0.4
1985	1 361	46.2	39.3	7.2	4.4	0.9	0.9	0.2	0.2	0.7
1990	1 529	47.4	37.6	7.5	4.5	0.9	0.9	0.2	0.2	0.8
1995	1 661	47.0	38.0	7.5	4.5	0.9	1.0	0.2	0.2	0.7
1996	1 689	46.9	38.1	7.4	4.5	0.9	1.0	0.2	0.2	0.8

1.1.2 民族分布

我国西北干旱、半干旱区，绝大多数民族集中分布在绿洲平原地带，少数分布在山区，这是人口与民族分布的总格局。例如，新疆各民族的人口主要分布在塔里木盆地周缘的山前冲洪积扇中下部、河流冲积平原地带、准噶尔盆地周围以及吐鲁番盆地、焉耆盆地、伊犁谷地、塔城（额敏）盆地等部分；青海绿洲的人口主要分布在柴达木盆地周围的河流冲积平原；河西走廊各主要河流的中下游平原和宁夏河套平原也是人口主要分布区^[7]。

新疆民族的分布态势与全国范围的大杂居、小聚居格式基本相同，维吾尔族主要居住在南疆，哈萨克族在北疆，汉、回、蒙古、柯尔克孜等民族杂居其中。

维吾尔族是新疆的主体民族，1996年有人口791.60万人，占全疆总人口的46.9%。它主要分布在南疆的喀什、和田、阿克苏及东疆的吐鲁番、哈密等地。此外还有一部分散居于伊犁、塔城、博尔塔拉、昌吉、克孜勒苏、巴音郭楞、乌鲁木齐等地。其中南疆五地州就聚居着635.52万人，维吾尔族人口占全疆维吾尔人口的80%；和田地区维吾尔族人口占总人口的97%，喀什地区占89%，阿克苏地区占76%。

哈萨克族主要分布在北疆伊犁哈萨克自治州所属的伊犁、阿勒泰、塔城三个地区以及昌吉州的木垒、哈密地区的巴里坤两个哈萨克自治县，在乌鲁木齐、博尔塔拉等市（州）也有一部分。1996年有人口125.85万人，占全疆总人口的7.4%。其中上述三地两自治县的哈萨克族人口就达101.4万人，占哈萨克总人口的80.6%。伊犁地区哈萨克人口最多，达46.3万人，占全地区总人口的23%。

汉族散居在全疆各地，尤以北疆为多。相对而言，汉族主要分布于乌鲁木齐、石河子、奎屯、克拉玛依等市和昌吉、伊犁、塔城、阿勒泰、博尔塔拉、哈密、吐鲁番及南疆巴音郭楞、阿克苏、喀什等地州的农垦团场、工矿区。1996年汉族有643.28万人，占全疆总人口的38.1%。其中北疆522.7万人，占全疆汉族人口的81.3%，南疆和东疆各占12.0%和6.7%。

回族1996年有人口76.02万人，占全疆总人口的4.5%，主要聚居在伊犁地区、昌吉回族自治州和巴音郭楞州的焉耆回族自治县。这三地共有回族人口39.7万人，占全疆回族人口的52%。此外塔城、阿勒泰、哈密、吐鲁番、阿克苏、喀什、博尔塔拉、乌鲁木齐、石河子等地也有一部分。

柯尔克孜族1996年有人口16.05万人，占全疆人口的1%，主要聚居在南疆克孜勒苏柯尔克孜自治州境内，有12.4万人，占77.3%。另外在伊犁、塔城、喀什、阿克苏等地也有零星分布。

蒙古族1996年有人口15.54万，占全疆人口的0.9%，主要聚居在巴音郭楞蒙古自治州、博尔塔拉蒙古自治州和塔城地区的和布克赛尔蒙古自治县，两州一县拥有蒙古人8.6万人，占全疆蒙古族总人口的55.3%。另

外 在伊犁、塔城、阿勒泰、哈密、昌吉、乌鲁木齐、克拉玛依等地也有一部分。

锡伯族 1996 年有人口 3.89 万人，只占全疆人口的 0.2%，主要聚居在伊犁地区察布查尔锡伯自治县（有 2.1 万人），此外，霍城、巩留、伊宁、新源、特克斯、尼勒克、塔城、乌鲁木齐、克拉玛依等地也有少量分布。

塔吉克族 1996 年有人口 3.89 万人 占全疆总人口的 0.2% 主要聚居在喀什地区塔什库尔干塔吉克自治县境内（有 2.4 万人），此外，在阿克陶、莎车、泽普、叶城、皮山等地也有零星分布。

满族 1996 年有人口 2.06 万人 散居在全疆各地 以伊犁、昌吉、巴音郭楞、哈密、乌鲁木齐、克拉玛依、石河子等地相对较为集中。

乌孜别克族 1996 年有人口 1.35 万人，聚居在木垒哈萨克自治县的大南沟乌孜别克族乡 其余散居在天山南北的城镇乡村 以伊宁、喀什、乌鲁木齐、莎车、叶城、奇台、吉木萨尔、特克斯、新源及昭苏等地较集中。

俄罗斯族 1996 年有人口 9 206 人 散居在伊犁、塔城、阿勒泰、乌鲁木齐、昌吉、克拉玛依、石河子等地。

达斡尔族 1996 年有人口 6 386 人，主要聚居在塔城市的阿西尔达斡尔族乡 在霍城、乌鲁木齐也有少量分布。

塔塔尔族 1996 年有人口 4 700 人 大多分布在伊犁、塔城、阿勒泰、乌鲁木齐、奇台、吉木萨尔等地，以奇台县的大泉塔塔尔族乡最为集中。

1.2 绿洲民族宗教与宗教文化影响

我国西北绿洲区域是古丝绸之路的过往地与波及区，宗教文化受此影响十分深刻。各民族的语言文化、宗教文化与民族文化既有不同特点，又带有某种融合和相互影响的成分^[6 9]。

宗教是一种社会历史现象 反映一种社会意识形态 并对政治、经济、社会、文化各个方面产生深刻影响。宗教文化是一种综合性的文化，是特殊历史文化的载体。我国是一个多民族国家，又是一个宗教信仰自由的国家，这在干旱绿洲地区更有所体现。几十个不同的民族，在长期的历史发展过程中形成了伊斯兰教、佛教、基督教、道教等多元化的宗教信仰。有的民族只信奉一种教，而有些民族则信仰两三种教。由于西北地域广阔、少数民族居住分散、交通闭塞等 这里始终形成不了一个统一的教派。回、维吾尔、蒙古等 10 多个少数民族几乎是全民信教，宗教生活渗透到生产、生活的各个方面，许多重要的社会活动也有浓郁的宗教色彩，影响面既广泛又深刻。例如，信奉伊斯兰教的民族，一个人出生时要洗礼，进入成年时要割礼，结婚时要在礼拜寺举行宗教仪式的婚礼，人死时还要举行隆重的穆斯林葬礼。我国西北绿洲区域的维吾尔、哈萨克、回、柯尔克孜、乌孜别克、塔塔尔、塔吉克等民族都信仰伊斯兰教，且基本上是全民信仰。其他民族也都有各自的信仰，如蒙古、锡伯、满、达斡尔等民族基本信奉或部分信仰藏传佛教。不同宗教的文化影响有不同的表现（表 6.12）。

表 6.12 西北绿洲地区民族宗教文化概况 (1996)

少数民族	人口 ($\times 10^4$ 人)	地区分布	语系、语族、 语言、文字	宗教	宗教文化影响
维吾尔 (“团结、联合”之意)	791	大多聚集在南疆四地区,其余散居在新疆各地	阿尔泰语系,突厥语族	普遍信仰伊斯兰教,历史上曾信仰萨满教、摩尼教,又信奉过祆教、景教、佛教,15世纪伊斯兰教占统治地位	伊斯兰教对维吾尔族的经济、政治、文化和生活习俗均产生深远影响。解放前,维吾尔族内教权势力强大,宗教势力与政权势力勾结,清真寺成为宗教活动的中心,寺院很多。重视经文教育,主要教科书为《古兰经》。绝对禁止伊斯兰教徒与非伊斯兰教徒之间的婚配。以往维族人民宗教负担沉重,捐税要夺走劳动人民很大一部分财富
哈萨克 (古代乌孙、突厥、契丹的一部分和后来蒙古人的一部部分在长期相处融合中发展而成)	130	主要分布在新疆北部伊犁哈萨克自治州、木垒哈萨克自治县等,还有一部分在甘肃阿克塞、青海的海西等地	阿尔泰语系,突厥语族	信奉伊斯兰教,一天五次以户为单位举行礼拜。曾信奉过萨满教、摩尼教、佛教,蒙古统治时还信奉过基督教。保留有拜火、拜月、拜牛札等活动	主要从事畜牧业,长期处于游牧。解放前基本属游牧封建社会,保留有部落制残余。宗法封建制度严重阻碍了哈族社会的发展。信奉鬼神,信仰寄托于“天”、“神”、“上帝”身上。这种信仰以巨大的后带性顽强地保留在社会生活各方面。没有礼拜寺,但有宗教捐款。宗教在精神上牢牢束缚着人民的思想,宗教意识也渗透到叼羊这种文娱活动中,宗教思想使哈萨克族在生产、生活中有不少禁忌,并演变为风俗习惯
柯尔克孜	16	主要聚居在新疆南部克孜勒苏州,少数散居在北疆额敏县等地	阿尔泰语系,突厥语族。南疆柯尔克孜人兼用维文,北疆多兼用哈萨克文。一般使用柯尔克孜语	南疆柯族信奉伊斯兰教,北疆部分柯族信奉喇嘛教和萨满教	主要从事畜牧业,部分经营农业,带有部落制残余。该民族发源于叶尼塞河上游地区,逐渐向天山地区迁徙。17世纪后广泛在柯族中传播伊斯兰教,《玛纳斯》这部柯尔克孜民间史诗即产生于这一时期(17世纪和18世纪前半叶)。也承受多种宗教税。可与外族通婚,结婚也请阿訇诵经祈祷。重视丧礼。禁食猪、驴、骡等牲畜肉,餐具中不能剩余食物
塔吉克	4	主要分布在新疆西南部。62%聚居在塔什库尔干;此外,莎车、泽普、叶城和皮山县也有分布	印欧语系、伊朗语族,使用塔吉克语,普遍使用维文	普遍信仰伊斯兰教	以经营畜牧业为主,兼营农业。宗教首领“依禅”自称是“圣人”的后裔,职位世袭。宗教对政治、经济、文化和日常生活均有十分深刻的影响。过去几个大依禅占有良田百顷,靠教徒无偿劳动耕耘而收获。宗教负担名目繁多,如过库尔班节,各家所宰羊的羊皮都要送给“阿姆兰”(主持宗教活动的人)。婚姻、丧葬、节日也染上浓重的宗教色彩。如人死全村吊唁,由宗教人士主持丧葬礼拜,死者家属要给依禅送礼、马匹等礼物;出殡之日,全村停止劳动;葬后3天、7天、40天、周年都要念经。有许多禁忌,如忌用脚踢羊等

续表 6.12

少数民族	人口 ($\times 10^4$ 人)	地区分布	语系、语族、 语言、文字	宗教	宗教文化影响
乌孜别克 (名称原自 14世纪蒙古 帝国四大汗国之 一的钦察汗国的乌 孜别克汗)	1.4	散居在新疆境内，大部分在城镇，少量在农村。伊宁最多，其次为塔城、喀什、莎车、叶城和乌鲁木齐等地	突厥语族，卡尔鲁克语支，现基本使用维吾尔语文字，使用乌孜别克语文	信仰伊斯兰教，其宗教封建特权对人们生活、家庭进行全面干预	18世纪越来越多的乌孜别克族人定居新疆。从事宗教职业者有阿訇、毛拉、卡孜、阿拉木、伊玛目、买曾等。宗教活动以清真寺为中心，老百姓宗教负担异常沉重。解放前，宗教上层分子利用土地、房屋、商店来剥削劳动人民，劳动人民还要交“乌宗尔”粮、“扎卡提”税等各种宗教税。长期以来，青少年接受宗教教育，宗教学校专门培养阿訇。有开斋节和古尔班节两大宗教节日。饮食禁忌多，如禁酒及禁食猪、狗、驴、骡等。
塔塔尔 (历史上译音为“达旦”、“鞑靼”)	0.47	19世纪20~30年代陆续从苏联的喀山、斋桑等地迁来。主要居住在伊宁、塔城、乌鲁木齐，布尔津、哈巴河、奇台也有散居	阿尔泰语系，突厥语族。虽有自己的文字，但以维、哈语为日常用语，采用维、哈文	信仰伊斯兰教。每天要做5次“乃玛子”，每年封斋1个月	解放前经营商业、畜牧业，与维、哈长期杂居。在居住地建礼拜寺。其教义和宗教活动与伊斯兰教大致相同。朝觐麦加圣地被认为是教徒最光荣的事，朝觐回来的人就叫“阿吉”（少数有钱人）。宗教捐税多，如吾宗尔、扎卡提、黄提尔等，婚丧、节日还要交“赛迪开”宗教税等。订婚、结婚、遗产继承、买卖契约都得经过宗教法庭准许，解放后这些都已被废除
俄罗斯	0.92	18世纪前后从沙俄迁入我国，散居在伊犁、塔城、阿勒泰、乌鲁木齐等	印欧语系，斯拉夫语族，用俄罗斯语言，使用俄文	大多信仰东正教（也称希腊正教，为基督教三大教派之一，与天主教、新教并称）	18世纪后，随俄罗斯族不断进入我国，东正教势力不断发展。十月革命后，东正教在伊宁、绥远、塔城、乌鲁木齐等地新建了一批教堂。1931年新疆东正教徒约有1万多人
锡伯	3.9	50%分布在伊犁察布查尔、霍城、巩留县，50%散居在东北	阿尔泰语系，满—通古斯语族满语支。自己的文字早已失传，许多人会讲维、哈、俄、汉等多种语言	信仰多神，如苗神、土地神、龙王、虫王等，也属自然崇拜，但信仰喇嘛教，但为数不多	锡伯族原为东北呼伦贝尔地区的一个狩猎部族。古代锡伯族供奉神灵，主要有“喜利妈妈”和“海尔堪”。历史上经历了3次大迁徙。第2次（1764年农历四月十八日）迁徙是因为清政府抽调锡伯官兵1016名，连同家属3164人，迁移至新疆伊犁一带驻防。该民族把四月十八日西迁日作为节日来过，并加以神化，称作“娘娘会”，凡过旧历年，1个月内不做饭、不生产
东乡 (由13世纪西征蒙古人与当地汉、回、藏等族人民长期共处相融而成，称“蒙古回回”)	约30	主要聚居在甘肃临夏州回族自治县境内。50%聚居在东乡族自治县，其余散居在定西、康乐、临夏、兰州、和政等地	阿尔泰语系，蒙古语族。大多兼通汉语，通用汉文；也有不少人会阿拉伯文	普遍信仰伊斯兰教中逊尼派的哈乃斐派	以农业为主，兼营畜牧业。有老教、新教两个派系。新教在甘肃、宁夏、青海广泛传播。新教与老教之间经常发生冲突与斗争，造成隔阂与矛盾。每个村庄都有清真寺

续表 6.12

少数民族	人口 ($\times 10^4$ 人)	地区分布	语系、语族、 语言、文字	宗教	宗教文化影响
撒 拉 (撒拉回)	—	主要聚居于青海省东部的循化撒拉族自治县，其余散居在青海、甘肃、新疆一些地方	阿尔泰语系，突厥语族，无本民族文字，通用汉语文	信仰伊斯兰教，宗教意识强，“舍命不舍教”	与藏民通婚，受藏民风俗影响。清真寺聚敛了大量财物，占有大量土地。寺院放高利贷，征收各种宗教税。沉重的宗教负担是撒拉族人民解放前贫穷落后的重要原因之一
保 安	1	主要分布在甘肃省临夏的大河家、刘集一带	阿尔泰语系，蒙古语族，通用汉文	信仰伊斯兰教，有新教、老教两个教派	明朝万历年间在青海省同仁县境内设置保安营，修建保安城。保安族是元明时期一批蒙古人在此驻军垦牧，同周围的回、汉、藏、土等民族长期交往逐步形成的一个民族。封建政治与宗教紧密结合，宗教捐税平均占教徒总收入的20%~30%
土 族	18	聚居在青海省互助土族自治县，其余散居在青海的民和、互助、乐都和甘肃天祝等地	阿尔泰语系，蒙古语族，通用汉文	信奉喇嘛教的格鲁派(即黄教)	宗教习俗与藏族相似。土族人为“藏化了的蒙古人”、“汉化了的蒙古人”。主要从事农业生产。每村都有喇嘛庙，禁忌多。宗教信仰与封建政治有密切联系。土族人一家中“有二子必命一子为僧”，使很多青年男子脱离劳动生产，严重阻碍了土族地区经济和社会的发展
裕 固 (古代河西回鹘后裔)	1	分布在甘肃省河西一带，主要聚居在肃南裕固族自治县和酒泉县黄泥堡等地区	阿尔泰语系，突厥语族，使用“尧乎尔”语	信仰喇嘛教格鲁派(黄教)，祖先信仰萨满教、摩尼教、佛教	与蒙、汉长期相处而成。主要从事畜牧业，兼营农业。蕴含有部落组织的遗迹。每年向牧民强派布施。每年有放会这一宗教活动，消耗大量财物，是贫苦牧民的沉重经济负担。主要禁忌有六月、腊月不动土，不做泥活，平时不随便打井掏泉，初一、十五不出卖牲畜……这些对生产发展及日常生活都带来不良影响
蒙 古	—	主要分布在内蒙古河套平原及新疆、青海、甘肃、宁夏等地	阿尔泰语系，蒙古语族，蒙古文字创制于公元13~14世纪	主要信奉喇嘛教，也有少数信仰天主教、伊斯兰教以及佛教、道教和原始宗教的祖先崇拜等	喇嘛教的普遍传播，阻碍了社会发展，使大量财物消耗在宗教上，同时又排斥外部文化的传入。但客观上开拓了蒙古族人民在天文、历史、医学、艺术、宗教哲学等知识领域
达 鞑 尔	约 0.7	聚居在内蒙古莫力达瓦达斡尔自治旗和新疆塔城布阿西达尔达斡尔乡	阿尔泰语系，蒙古语族，多数人使用汉语文，少数组会蒙文	曾主要信奉萨满教，后信喇嘛教和供奉汉族的某些神祇	解放前以经营农业为主，兼营畜牧业。宗教信仰占统治地位，灵魂不死的观念和神灵主宰的观念束缚着人们的思维。解放后，许多宗教观念和仪式逐渐弱化甚至消失
汉	约 1 500	散居在干旱区各省区的城镇、工矿区和农村	汉藏语系，通用汉语、汉文	少数人信奉佛教、基督教、天主教	中国的主体民族，也是西北绿洲省区的主体民族。有4 000年文字可查的历史。农业、手工业发达。在长期历史进程中与各兄弟民族发展了政治经济联系和文化交流，吸取了他们的优秀传统

佛教是中国传统文化的一部分，对我国绿洲文化的影响甚为深远。佛教起源于印度，大约在公元前后传入我国。大约公元前1世纪传入西域。公元3世纪至公元8~9世纪，佛教在西域特别是天山以南地区盛行。当时天山以南的高昌、焉耆、龟兹、于田、疏勒各古国都是佛教活动中心。后来随着伊斯兰教在中亚的传播，佛教才有所衰落。

伊斯兰教也是世界三大宗教之一，由公元7世纪初阿拉伯半岛麦加人穆罕默德所创立。信奉和崇拜真主安拉，《古兰经》是其著名的经典。我国西北地区紧靠中亚，随着丝绸之路的开通，伊斯兰教很快传入我国。但伊斯兰教传入中亚是伴随阿拉伯人入侵中亚而发生的。大致从10世纪上半叶伊斯兰教开始传入新疆，并先在中亚西部、中部的突厥人中传播。随着伊斯兰教信仰的盛行，阿拉伯文字和语言也在教徒中得到传播，从而为突厥文字兴盛揭开了序幕。

也是三大宗教之一的基督教形成于公元1~2世纪的罗马帝国，中世纪成为欧洲封建社会的主要精神支柱。1054年基督教分裂成“正教”（即东正教）“公教”（即天主教）。16世纪西部教会又产生一些新宗派称为“新教”，后又不断分化。基督教的一些派别曾于唐、元先后传入我国。景教大约在公元6世纪即传入西域。

其他还有些地域性的宗教也都曾传入西域并传播（见表6.13）。

表 6.13 新疆宗教传入与传播情况一览表

宗教(包括教派)名称		产生或传入的时间	传播情况
原始宗教	早期自然崇拜、图腾崇拜、祖先崇拜	产生于新石器时代(公元前6000年)	为阿尔泰系诸民族所信奉，至今尚存残余影响
	晚期萨满教	—	
地域性宗教	祆教(琐罗亚斯德教)	公元前4世纪传入	公元10世纪后灭亡
	道教	公元5世纪传入	主要为汉民族信奉
	摩尼教	公元6世纪传入	公元15世纪后灭亡
世界宗教	佛教	西域佛教	公元前1世纪传入
		藏传佛教(喇嘛教)	公元13世纪后期开始传播
	中土佛教	公元17世纪中叶后传播	主要为汉族所信仰
基督教	基督教	景教(聂斯托里教)	公元6世纪传入
		天主教	公元12世纪后传入
		东正教	公元18世纪后期传入
		新教	公元19世纪末传入
伊斯兰教	逊尼派	公元10世纪上前半叶传入	为维、哈、回、柯、乌、塔塔尔等族所信仰
	什叶派	公元11世纪传入	主要为塔吉克族所信仰

2 绿洲文化及其建设

2.1 绿洲文化特色

2.1.1 多个地域文化的交叉——中西文化交汇

我国干旱区绿洲地处亚欧大陆腹地和丝绸之路要冲，特殊的地缘区位造就了多种地域文化特别是中西文化的交汇^[9]。例如 新疆与甘肃河西地区正处于中西交通的要冲，是陆上丝绸之路的枢纽地带，有条件成为世界四大文化中原华夏文化、南亚印度文化、希腊—罗马文化和阿拉伯—波斯文化的融合交汇之地 又是汉藏语系(羌人、汉人)印欧语系(塞人、龟兹人等)和阿尔泰语系(匈奴人、乌孙人)的融合之地 因而这里的文化传统带有明显的混成色彩。汉代开通的古丝绸之路，自然成为古代东西方经济、文化交流的大动脉 并有效地运行了 15 个世纪。地处丝绸之路中段的新疆，始终发挥着中西文化的吸纳、传输作用 既迎来东西南北风 经受多种异质文化的冲击 又将这些文化经过自身的加工改造，传输到四面八方。所以亚洲内陆腹地绿洲系统自古以来就置身于世界几大文明的包围之中，除本土文化（农耕文化与草原牧区文化）外 还吸收了多种民族、多种语言、多种文化的传统 从而逐步形成了文化的包容性，或者说绿洲文化具有较广的宽容性（图 6.3）。

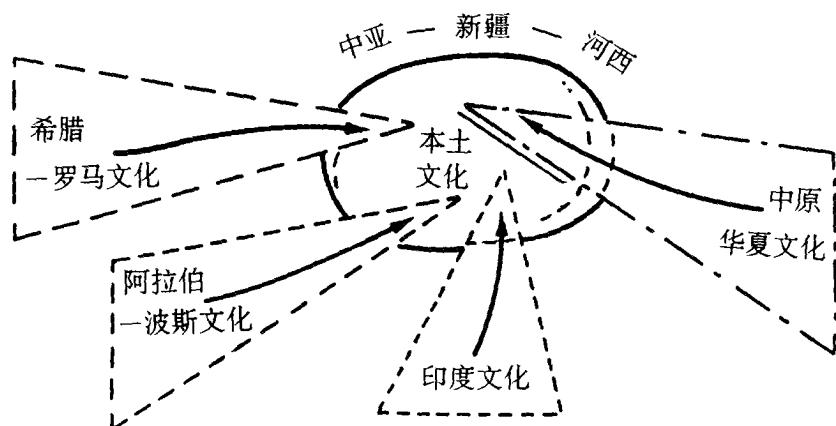


图 6.3 中西文化的交汇

2.1.2 多民族文化的交融

天山南北农区文化和牧区文化长期并存交往，融合发展形成了新疆自己的历史文化。农业文化表现为分散、保守，能牢固地保存自身传统的生活方式和文化内涵。牧区（“行国”）文化的主人俗称“马背上的民族”长期艰苦流动的草原生活造就了他们勇武强悍、流动善战的特点。其中，游牧民族中的乌孙、匈奴、突厥、契丹、蒙古等都在这里建立过地域辽阔、势力强盛的政

权。并以此为基地，向天山以南农区进行过侵扰或征服。历史上的塞、突厥、回鹘、契丹、蒙古等民族在进入天山以南后受当地民族文化的影响，都逐渐改变了原有的生活方式和文化传统。另外，多种民族的多种宗教如萨满教、佛教、祆教、景教、摩尼教、喇嘛教（藏传佛教）、道教、儒教以及伊斯兰教等，既有从中国内地传入的也有从西方或中亚、西亚、南亚传入的。在历史上它们长期并存、互相吸收、互相影响。与此同时，印欧语系的塞语、龟兹一焉耆语（又称吐火罗语）、阿尔泰语系和古匈奴语等多种语言也能长期并存和发展。像南北朝以后，仅吐鲁番就有古突厥文、粟特文、汉文、叙利亚文、梵文、希腊文等 16 种文字通行，经唐、宋、元、明、清，又发展了维吾尔、汉、蒙古、满、哈萨克、柯尔克孜等民族语言文字，且在各民族语言中吸收或借用其他民族语言的词汇的现象相当普遍。另外，多种音乐、舞蹈、绘画、雕刻等文化艺术也长期并存和发展^[9,10]。

2.1.3 古丝路文化的积淀

汉代以后，丝路历代相袭，至明代海路开辟前，丝绸之路一直是沟通东西政治、经济、文化往来的主要桥梁。丝绸之路从长安出发，经河西走廊后分南、中、北三线。南线依昆仑山北麓西进，中线途经哈密（沿天山南），沿绿洲而西行；北线则经巴里坤草原，顺天山北坡西走。向西跨越帕米尔高原后进入中亚、南亚和西亚，最后到达欧洲各地。这条丝路不仅活跃着东西方的贸易活动，而且也促进了多种音乐、舞蹈、绘画、雕刻等文化艺术的长期并存和发展。这些文化艺术品作为历史遗产有大量留存于世，如敦煌莫高窟、拜城的克孜尔千佛洞、库车的库木吐拉千佛洞和吐鲁番的帕孜克里克千佛洞，动听悦耳的龟兹乐、于阗乐、高昌乐、疏勒乐等西域乐曲及维吾尔族的木卡姆乐曲、赛乃姆、买西热甫舞蹈，哈萨克族的阿肯弹唱、赛马、叼羊、姑娘追等运动，柯尔克孜族的擀毡舞、挤奶舞，蒙古族的毕舞、摔跤，回族的花儿演唱，锡伯族的射箭运动，塔吉克族的那艺吹奏等等（表 6.14）。此外，还有许多著名的清真大寺，如新疆喀什艾提尕清真寺、宁夏银川南关大清真寺。还有古城镇绿洲的遗址。古西夏国历代帝王陵园被誉为“东方金字塔”，其出土文物成为研究西夏经济文化与汉文化关系的重要依据。丝路沿线各民族的民俗文化，包括住房、饮食、服饰、交通、节庆、婚丧嫁娶、礼仪祭礼、禁忌等，更是璀璨多姿^[11]。

2.2 绿洲民族传统文化与现代文化

前面已简述了绿洲各民族传统文化形成的背景和条件。绿洲各民族的文化传统既与定居的农耕生产和逐水草而游牧的这种本地传统生产活动形成相联系，又与世界四大文化遗产的交汇碰撞所形成的混成（或集成）色彩有关，如古代西域绿洲很多城郭主要是以绿洲农业为依托。特殊的地理环境造就了传统的绿洲农业经济，这种经济所反映出的生产单元的分散性、自然经济的单一性、社会经济系统的相对封闭性及生产消费的自给自足性，对铸

表 6.14 丝路中段历史文化遗产代表作

作品名	类型	诞生时代	作者	评价
《突厥语大词典》	大型工具书	公元 11 世纪	马合木提(维吾尔语)	—
《福乐智慧》	叙事长诗	喀喇汗王朝	玉素甫·哈斯·哈吉甫	全书 85 章、13 900 行，学术和思想价值很高
《十二木卡姆》	音乐巨作	公元 16 世纪	沙的阿曼尼莎汗王妃(叶尔羌)	共 170 余首曲牌、72 首乐曲，是“维吾尔音乐之母”、“东方音乐的明珠”
《江格尔》	叙事长诗		卫拉特(蒙古族)	具有很高的文学、历史价值，为研究蒙古族历史和文化提供了极丰富的资料
《萨里哈—萨曼》 《阿尔卡勒》	民间长诗		哈萨克族	—
《玛纳斯》	史诗 (民间文学)	公元 13 ~ 17 世纪	柯尔克孜人民口耳相传	是一部不朽的民间巨著，为我国三大史诗之一，具有重要的历史、文学价值
康家石门子岩画	绝壁石刻 (呼图壁县)	公元前 3 世纪以前	塞人 (新疆北部地区)	珍贵的历史文化遗址，是研究 3 000 年前历史、宗教、艺术的重要殿堂
敦煌莫高窟等	石窟艺术	前秦建元二年至唐代武则天时	乐僔法师为创始者	世界现存最伟大的佛教艺术宝库，有“人类文化珍藏”、“形象历史博物馆”、“世界画廊”之称
克孜尔千佛洞 (拜城县东 50km)	石窟艺术	凿建于东汉以后至宋元时期	龟兹王国人	我国西部最大的佛教文化遗址

就民族和地域的传统观念和文化心理具有决定性的影响。但必须指出，这种绿洲农业在相当程度上是建立在内地移民文化基础上的农业，带有鲜明的文化传播的烙印。也就是说，绿洲经济与绿洲文化的发展与从我国沿海地区、中原地区引入的相对先进的技术、观念及新的精神文化形态有必然联系。

绿洲民族传统文化是具有丰富深刻内涵的。古今绿洲农耕经济以“趋附自然 适应生态”为其传统特征。在古往今来的绿洲农业经济中 拓荒、治水、改土、造林、治沙等生产活动从未间断。草原文化以“顺乎自然”为其传统特征 在维护生态平衡方面显得被动。此外 在四大文明的交汇过程中 从整体上看来，对外来异质文化的吸纳趋向要大于排他趋向，如对中原儒家文化中的“仁”“孝”“大一统”等观念和“天人和谐”思想的吸收 对印度佛教文化和阿拉伯伊斯兰文化的吸纳。当然，这种吸纳与植入、交互过程是个漫长的渐进而趋于平和的过程。总之，西域绿洲文化所反映的民族传统文化已经是本土古老文化、中原华夏文化和外来异质文化长期磨合而形成的一种具有多种色彩的混合文化，既留下了经改造可以溶铸成现代文明的精华，又留有阻碍现代化进程的糟粕。正如马克思在论及伊斯兰教时所指出的两个致命

弱点那样：一个是排斥异教徒，在他们之间“造成一种经常互相敌视的态度和为此而进行的圣战”；另一个是“内部源于顽固的守旧和要求革新而发生的周期性冲突”。正确解决传统文化与现代化之间的关系问题，是所有发展中国家和地区谋求民族与社会发展所面临的重大课题。寻求传统文化与现代化的结合点，促进传统文化与现代文化的接轨是研究这一课题的关键。两者是会有矛盾和冲突的，而且随着城市发展和对外开放的深化，这一矛盾还会变得更加突出。改革便是前进，也是解决两者结合的能动因素。对绿洲文化区域来说，观念更新和移风易俗显得更为重要。这方面的工作概括起来有：

- (1) 破除封闭观念，树立大系统、大开放观念，将绿洲区域经济和利益纳入全省(区)全国乃至国际全球化系统中去设计、定位以求发展；
- (2) 改造传统分散性，克服地方主义、本位主义、局部利益和短期效益的行为 树立全流域、全省(区)全国一盘棋的全局观念；
- (3) 树立市场经济、商品经济、外向经济观念和拳头产品“精品”竞争意识，尽快将资源优势转化为生产优势、经济优势和产品市场优势；
- (4) 破除落后的小生产方式制约下形成的慢节奏、低效率和繁杂礼俗的陋习，树立起全新的信息观念、效益观念，创设现代管理模式；
- (5) 加强新文化、新思想和新技术的传播、学习和吸收，促进现代社会中西新文化在绿洲区域的相互渗透和交融，不断吸纳新的思维、新的审美观念和伦理道德观念。

改革开放以来，我国西北绿洲区域所在的各省区根据中央制定的路线、方针、政策 结合本地区和民族特点 成功地进行了一系列重大改革 有力地推进了现代化建设进程。在寻求各民族、各地区传统观念同现代文化的契合点及扩大开放、深化改革过程中还要认真调查研究，一切从实际出发，大力宣传国家的民族政策。在涉及民族敏感问题时要持十分慎重的态度，特别是要认真研究宗教的思想和观念，研究宗教群众的心理和行为模式，积极依靠民族宗教进步人士进行引导。要承认东西部之间、区域之间、各民族之间历史发展进程的不平衡性，承认差异，处理好稳定与发展的关系，以稳定促发展，以发展求稳定。同时要适时制定相应的照顾民族地区的政策，尤其是充分利用中央给予的优惠倾斜政策。

2.3 加强文化建设是绿洲化建设的重要基础工程

绿洲建设主要靠绿洲的主人——绿洲人民来建设。绿洲主人的文化素质如何将直接关系到绿洲建设的质量和水平，而加强绿洲文化建设正是提高绿洲人口总体素质的基础工程和必由之路。提高绿洲人口的文化素质是一项系统工程，需要社会方方面面紧密配合，协同进行。

人口素质是指活的人体所具有的体力、智力及其所能持续发挥的一种能力。具体说，人口素质泛指人口的身体素质和文化素质。身体素质是人口

素质的基础，而文化素质是人口素质的核心，绿洲文化建设的根本任务就是提高绿洲人口的文化素质。应该看到，我国西北干旱区绿洲人口素质自新中国成立 50 多年来已有很大提高。但由于人口增长过快、生产力水平过低 加之其他人为因素，人口素质的提高受到限制。当前，无论人口身体素质还是文化素质都适应不了绿洲现代化建设的需要。

以新疆为例，根据第四次人口普查 1990 年 资料 6 岁及其以上的人口中 文盲、半文盲占 19%，中小学文化程度人口占 67% 表明低文化素质的人口比例过大。全疆 16 个地、州、市中文盲、半文盲人口地区分布极不均匀，文盲率最高的和田地区高达 30.6%。无疑，城镇各种文化程度人口的构成已达到较高水平，而占新疆总人口 67.5% 的农村人口的文化素质还比较低。新疆尚有 2.5% 的学龄儿童未能入学，即有 3.6 万多名学龄儿童未能入学 其中 91.8% 在农村。在农村边远贫困地区 由于宗教民俗、文化历史传统等因素的影响，妇女的社会地位和文化教育水平更低。全疆 198.11 万 15 岁 及其以上的文盲、半文盲人口中，女性占 58% 文盲、半文盲人口占同龄人口的比例 女性为 23.55% 高于男性 7.57 个百分点。从女性人口文化构成来看，中小学文化程度的人口占 82.56%，其中小学文化程度的人口就占一半以上。此外，从产业结构中的就业人口文化素质来看，从事第一产业的有文化的人口所占比例最低，只有 76.96%；在 126.35 万文盲人口中，有 91.36% 集中在第一产业中。由此可见 新疆农业劳动人口所占比例较大 劳动者的文化素质也较低。目前，新疆 3 个农业人口养活 1 个非农业人口 与发达省区有一定差距，与发达国家差距更大。根据 1991 年农村住户抽样调查，农村居民人均纯收入的高低与劳动力文化素质高低有直接关系。文盲、半文盲劳动力家庭的人均纯收入仅为高文化程度劳动力家庭的人均纯收入的 1/3 略多一点。以上是新疆的情况^[13] 河西走廊、青海柴达木盆地、宁夏河套平原的人口文化素质也有类似甚至更糟的情况。

为此，一个迫切的长远的任务是加强绿洲文化建设，把文化建设作为绿洲化建设的一项基础工程来抓。当然，文化建设要跟踪服务于经济建设。当前文化建设这项基础工程主要应包括以下三方面内容：

(1) 普遍提高绿洲人口文化素质的“文化脱贫工程”。这项工程主要是通过发展各种形式、各种层次的教育，普遍提高绿洲人口的文化知识水平，大大减少文盲、半文盲的比例，继而向高文化层次的水准逐步推进。先是扫盲，再是从普及初中到普及高中，最后争取提高大学文化的学历结构。特别是在边远地区，农业或农村领域应作为文化脱贫工程的战略重点。

(2) 全面繁荣绿洲文化事业的“文化兴旺工程”。文化脱贫工程的实施会推动绿洲产业的发展和绿洲居民收入水平的提高，为绿洲建设增添造血功能。但绿洲更大的发展更依赖于全面振兴现代文化事业的“文化兴旺工程”。这一工程包括语言文字的革新、重大文学作品的创作 音乐、舞蹈、绘画、雕刻、电影、电视等传统文化与现代文化艺术事业的“百花齐放”。要发扬

西部绿洲地区多民族文化艺术并存、融合、荟萃的优良传统，创造出更多更优秀的文化作品，培养大批新时代的文化人。

(3) 独具西部边塞和绿洲风情特色的“文化精品工程”。改革开放的时代、繁荣昌盛的经济、勤劳聪慧的人民、多彩多姿的风情、兼容并蓄的传统和推陈出新的开拓，必将给博大精深的作品的生产提供良田沃土。对此，还应实施“文化精品工程”动员、组织、鼓舞、激励人们去创作不愧于伟大时代的不朽传世佳作、撼世精品。历史上各族人民曾创造出西部灿烂的古绿洲文化，现代人民理应创造出更加璀璨的新绿洲文明。

第三节 绿洲的兴衰与绿洲历史

1 影响绿洲兴衰的因素

1.1 绿洲兴衰的内涵与模式

无论是翻开古老绿洲的成长历史、揭示古城镇绿洲的湮灭原因，还是评估现代绿洲的成败得失，我们都会看到，绿洲的营造、变化过程是兴衰过程，绿洲的历史是一部兴衰的历史。

绿洲兴衰意味着什么 历史告诉人们：“兴”表示绿洲的繁荣进步 绿洲生产功能的有效释放 绿洲生态系统的持续发展，“衰”表示绿洲的萎缩、退化，绿洲功能的衰减乃至丧失，绿洲生态系统的恶化和崩溃。

绿洲之“兴旺”是人们所追求和希望的，但这并不由绿洲人民的良好愿望所决定。绿洲的兴旺必须建立在良好的自然与人文环境基础上，如可靠的水源、正常的气候、稳定的社会、贤明的治理、技术的进步和人口的适度增长等。

至于绿洲的“衰败”往往也是自然因素与人为因素迭加、共同作用的结果。有时某个单一因素 如天然灾变、人为战争 的突然降临可毁灭一个城堡或一片绿洲 但这毕竟是偶然的个例。正常的‘衰变’是一个以自然因素为主导或以人为因素为主导多年长期影响的、由量变到质变的退化过程。绿洲衰败的普遍模式如图 6.4 所示。

1.2 水文条件变化是绿洲兴衰存亡的基本因素

水是绿洲的生命，是绿洲形成、演变的首要制约因素和最敏感的条件。一方面，一定量的能够周期性供给的水资源是绿洲存在、发展的基础，甚至也决定着绿洲的方位、形态与规模；另一方面，这种稳定性供给水源发生较大程度或根本性变化时，便会导致绿洲生命系统乃至整个生态系统的衰变。

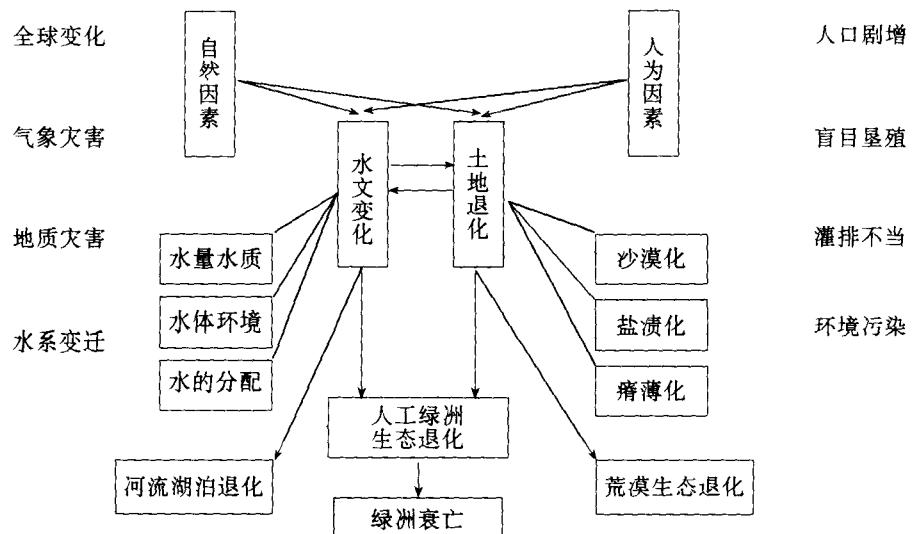


图 6.4 绿洲衰败的一般模式

也就是说，水可以促使绿洲的形成、巩固和扩大，反过来水又是扼杀绿洲的元凶、葬送绿洲的杀手。

对绿洲来说，水文条件的变化是指水量的增减，水量分配的改变，水质的变化及水体环境的变化。导致这种变化的原因既有纯自然的因素，也有纯人文的因素，还有自然与人文因素的综合。这种因水文条件变化而引起的绿洲兴衰存亡的例子古往今来举不胜举，下面仅剖析若干典型案例。

1.2.1 水量分配的变化——塔里木河下游绿洲走廊的危机（案例一）

塔里木河是我国最大的内陆河，全长约 2 300km，其干流从阿克苏河、叶尔羌河和和田河汇合处肖夹克至台特马湖，长 1 321km。塔里木河干流属干旱区无支流汇入的纯耗散性河流，水量全由上述三河补给。三源多年平均径流量为 $178.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，总的变化趋势平稳。但由于源流区域绿洲农田灌溉面积 90 年代比 50 年代扩大 2.1 倍，引水量也增加 1 倍以上，致使干流上游的阿拉尔水量已由 1957~1964 年的 51.08亿 m^3 减少到 1985~1993 年的 38.37亿 m^3 ，减少了 24.9%。同时，人们在干流上、中游大肆掘口引水，沿岸各农牧业单位共挖大小引水口 137 个，每到汛期，洪水通过这些引水口四处漫流，致使两岸洼地变成沼泽或积水池，无效的蒸发渗漏消耗达 9亿 m^3 左右。这样，下游（卡拉）的水量由 1957~1964 年的 12.63亿 m^3 减少到 1985~1994 年的 3.52亿 m^3 。水量减少又导致干流河水矿化度提高，即使在洪水期矿化度也高达 3.48g/L ，全年有 3 个月超过 5g/L ，成为一条微咸河或咸水河。水量减少亦使下游以阿拉干图幅为例，沙漠化土地由 1959 年的 1371.22km^2 增加到 1992 年的 1487.26km^2 ，增加了 116.04km^2 ，沙漠化土地面积年递增率达到 0.25%。干流下游 80 年代比 50 年代来水锐减 80%，英苏至台特马湖 266km 的河道已断流 20 年，大西海子水库至英苏河

段地下水位已降至 5~10m，阿拉干以下地下水位下降了 10m 左右 地下水矿化度现在比 70 年代增加了 1~5g/L。所谓塔里木河下游绿色走廊是指卡拉至台特马湖的主河道（长约 428km）两侧面积达 4 240km² 的绿色植被走廊，走廊东侧为库鲁克沙漠，西侧为塔克拉玛干沙漠。现在英苏以下植被衰败 风蚀加强 沙丘扩展 生态环境恶化。阿拉干至台特马湖走廊宽度已大为收缩，两大沙漠之间最宽相隔 2~4km，窄处仅 1~2km，大有合拢态势。这种情况对农业绿洲的影响也十分明显，卡拉水文站的水量已由 50 年代的 14.8 亿 m³ 减少到 90 年代的 2.4 亿 m³。缺水已使卡拉一铁克里克绿洲灌区的四个团场的垦殖面积由 60 年代的 2.67 万 hm² 被迫弃耕减少到 1994 年的 1.67 万 hm²，使垦区团场粮食不能自给，需从外地调入，并且土壤盐碱化加重 部分林带死亡（图 6.5）^[16]。

1.2.2 超采地下水——河西走廊民勤绿洲沙漠化的启示（案例二）

河西走廊东段的石羊河流域是我国西北干旱区水资源开发利用程度最高、也是生态环境恶化最严重的流域之一。源于祁连山的古浪河、柳条河、黄羊河、杂木河、金塔河（南营河）、西营河、东大河、西大河等河汇聚于武威城北后始称石羊河，它孕育了著名的武威—民勤绿洲。至 1949 年 全流域已形成 200 万亩的有效灌溉面积，保灌面积 58 万亩。但由于绿洲南北用水矛盾加剧，民勤绿洲昔日那种“水族孳生，泽梁沮而多鱼”的景象早已不复存在，且现在仍处于衰败过程中。

民勤绿洲位于石羊河流域下游，被腾格里和巴丹吉林大沙漠所包围。解放后近 50 年 武威盆地开发规模剧增 引水量与耗水量也大增 致使汇入民勤盆地的地表水、泉水量剧减。据统计 目前整个石羊河流域耕地面积（水浇地）已达到 450.6 万亩，1996 年总人口达 222.4 万人，绿洲人口密度达到 320 人/km²。而武威盆地泉水出露量已由 50 年代的 7.3 亿 m³ 减到 90 年代的 2.8 亿 m³。通过红崖山流入民勤盆地的石羊河水量已由 50 年代的 5.46 亿 m³ 减至 80 年代的 2.22 亿 m³，90 年代更减少到 1.48 亿 m³。民勤绿洲为补充地表水源之不足 从 70 年代初开始开采地下水 开采规模不断扩大 到 90 年代初年采地下水 6.21 亿 m³ 年超采 3.91 亿 m³。超采使地下水位普遍下降 4~17m，形成三个大型地下水漏斗，总面积近 1 000km² 北部湖区地下水矿化度由采前的 1g/L 上升至 3.5g/L。结果导致土地旱化、防风固沙植被衰败 使 110 万亩固沙植被 70% 衰败，绿洲外围植被覆盖度由 50 年代的 44% 降至目前的 15% 以下 绿洲北部湖区 20 年来因风蚀沙化已弃耕 40 万亩。这个教训是十分沉重而深刻的，它应该给我们震惊的启示^[4,17]。

1.2.3 河水断流、改道——古楼兰衰亡之谜（案例三）

楼兰是一个富于传奇色彩的西域古国。在我国《史记》和《汉书》等古籍里曾多次记载它，但东汉以后却隐没于史籍记载。按《史记·匈奴列传》所载，楼兰至少在公元前 176 年前就役属于匈奴的统治。《史记·大宛列传》载：“楼兰、姑师邑有城郭 临盐泽（即今罗布泊）”这个“城郭之国”楼兰诞生

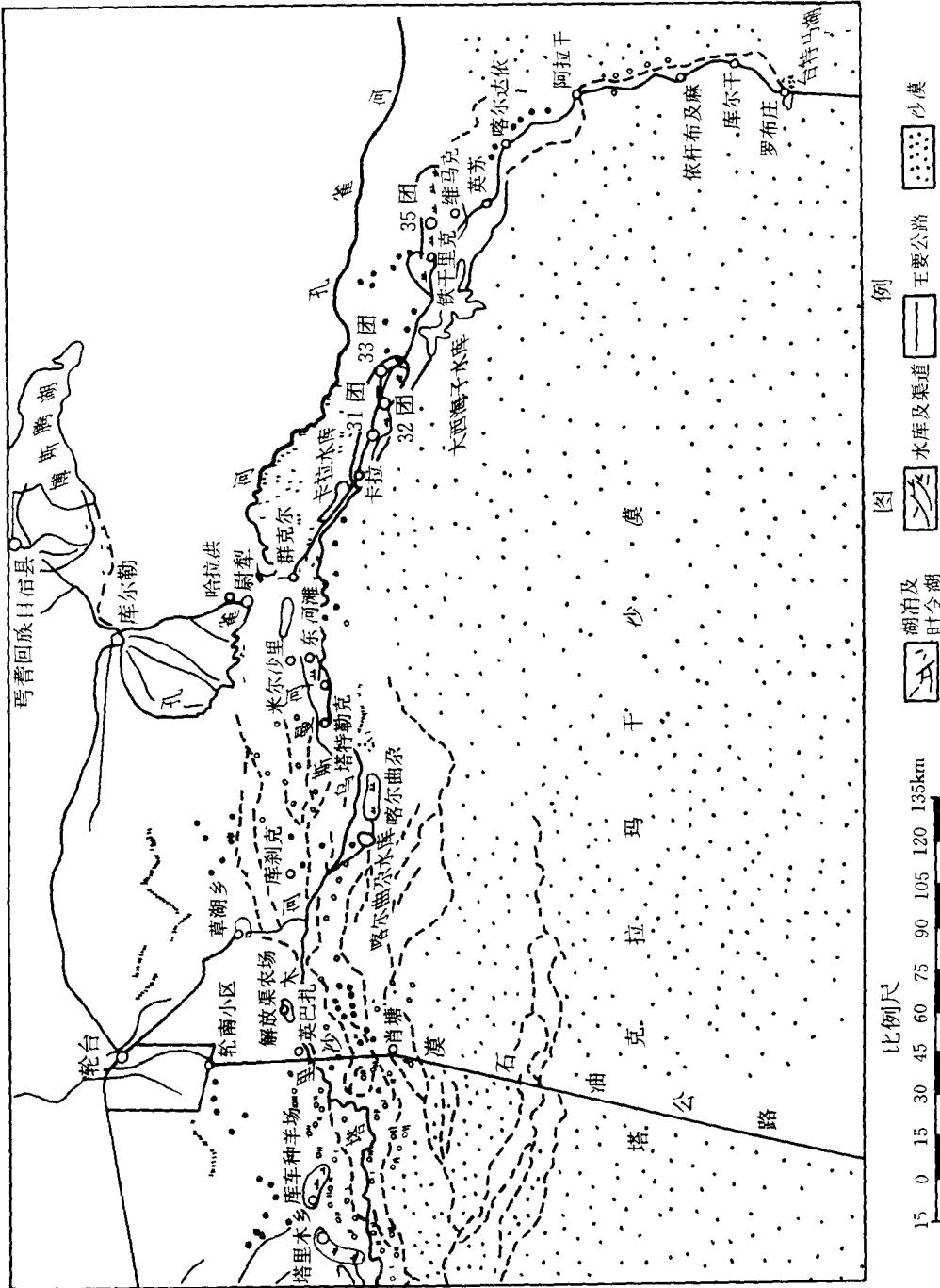


图 6.5 塔里木河干流下游形势图

在罗布泊西北角的孔雀河 古称库姆河或沙河 三角洲 扼中西陆路交通之咽喉 战略地位十分重要^[5]

从该地残存的遗迹及考古发掘发现，在孔雀河下游两岸和罗布泊西岸，分布着 10 多处新石器文化点，表明楼兰遗址这一带自古就存在以狩猎经济为主的人类活动 并逐渐地染有中原文化的色彩。《汉书·西域传》记载：“鄯善国 本名楼兰 王治于泥城。”西汉元凤四年(公元前 77 年)楼兰更名为鄯善并南迁，之后一直是西汉王朝屯兵戍守的重镇，并作为古丝路中道的重要一站，担负着送迎汉使的任务。经罗布泊综合科学考察队复原并实测，古楼兰城略呈正方形，总面积达 10.8 万 m²。这个城市建制形成于曹魏西晋时期 此期也是楼兰城的繁荣时期 来往使者、商旅络绎不绝。这个楼兰城郭何时废弃，史书无明确记载。1900 年瑞典人斯文赫定来此考察 其维吾尔族向导首先发现这个古城遗址，在此发掘出大批文物。文物反映的最晚年代为东晋元帝建武十四年(公元 330 年)证明楼兰废弃于公元 4~6 世纪。关于废弃的原因 有异族入侵说、丝路改道说、气候变迁说、河流改道说 但最有说服力和最主要的原因是河流改道、水源断绝。当然，楼兰的废弃经历一较长的历史过程^[14]。楼兰衰亡之谜尚待进一步揭示。

1.3 人文环境因素对绿洲兴衰的作用

1.3.1 社会稳定性与社会突变因素

存在于荒漠又被荒漠所分隔的绿洲，其生态系统脆弱，极需要良好的人文环境来庇护和护理。但社会因素往往多变，绿洲因此历经了无数的历史沧桑。

西域绿洲诸国长期动乱 社会安定时期较短暂。例如 魏晋以后 我国中原战乱波及西域 绿洲城国亦兼并不已。公元 5 世纪后 北魏、柔然、高车、突厥以及后来兴起的突厥争夺西域，连年战祸曾使天山南北社会经济各方面遭受重大损失。直到公元 7 世纪唐统一西域后 局势平稳 生产秩序得以恢复，才在丝路南道沿线出现一些新的屯戍之所和新的聚落。但安定环境并未延续多久。唐天宝十四年(公元 755)安史之乱，西域吐蕃贵族势力卷土重来 乘机进占昆仑北麓。长期的战乱 使民不聊生 耕地荒芜 今策勒东北的裂射(丹丹乌里克遗址) 诸地复遭废弃，整个塔里木盆地南缘绿洲衰败。10 世纪下半叶至 11 世纪，喀喇汗王朝为传播伊斯兰教进行了长达 40 年的宗教战争 西起英吉沙、东至民丰 无不留下战火的创伤 许多良田沃野被淹没于瀚海沙丘之下。之后 西辽、蒙古的铁蹄又相继践踏此地 战乱不止 使水利设施失修、人民逃亡、人口锐减、土地荒芜、牧业凋零 特别是天山以北地区“千里空虚 渺无人烟”。准噶尔原有 20 余万户、60 余万人 因战争伤亡及瘟疫流行，幸存者仅六七万人。但经过 100 余年的恢复发展，特别是乾隆二十四年(公元 1759 年)清统一新疆后，在天山南北展开了全面的经济开发，清政府采取移民戍边等一系列措施。到清末人口逾 200 万人，册报耕地

1 080 万亩，绿洲生态面貌大为改观，其发展水平超过历史上的任何时期^[12]

高昌古城是新疆历史名城，历史上曾是丝绸之路的重要商业都会和古西域的政治和军事中心。公元前 104 年，汉武帝令大将军李广率兵远征大宛时 路经今吐鲁番木头沟畔 屯驻筑城为“高昌壁”。公元 3 世纪这里成为戊己校尉的治所。公元 327 年 这里设置“高昌郡”。公元 5 世纪中叶至公元 7 世纪中叶，高昌王国独霸一时。后唐朝统一高昌，高昌成为西州都督府所在地。公元 840~1275 年高昌成为回鹘汗国率部的都城，该时期也是高昌繁华昌盛的高峰期。公元 1275 年 元海都等率土卒 12 万人围攻高昌都城 持续半年之久 具有约 1 400 年历史的高昌城最终毁于战火^[10]

吐鲁番的交河故城最早出现在距今 2 300 多年前的战国。《汉书·西域传》记载：“车师前国王治交河城。河水分流城下 故号交河。”公元 5 世纪中叶，交河曾作为车师国的首都；高昌王国时期曾为军事重镇；唐朝及高昌回鹘王国，仍是屯驻重兵的要地。从公元前 108 年至公元前 60 年的近 50 年中，西汉王朝与匈奴右部在交河地区有过五次大的角逐，即所谓“五争车师”且双方都注重在此开展屯田垦殖、充实粮秣。公元 640 年 唐平定高昌，交河一度成为唐在西域的最高军政机构——安西都护府的驻地。唐天宝元年(公元 742 年)改交河为“交河郡”乾元元年(公元 758 年)又改称西州。这样一座兵家必争、声威赫赫的军事重镇 在经历了一千六七百年后 最后于 14 世纪中叶毁灭于战乱^[10]

1.3.2 人口迁徙与移民屯垦

我国西北绿洲区域是人口迁徙最频繁的地区。自有文字记载的历史以来，我国中原和其他地区的汉族及北方草原的游牧民族曾不间断地大批向西部迁徙 其中有匈奴、突厥、回鹘、契丹(西辽)蒙古、乃蛮、蔑儿乞、瓦刺、乞儿吉思等。汉族人移入西域 或屯垦、或戍边 或为官、或经商 几乎历朝历代都有。后来 回、满、锡伯、索伦、达斡尔等民族也成批地移入西域。众多迁徙的民族 特别是屯垦戍边移民 对西域地区政治、经济、文化发展有巨大的促进作用。他们与当地人民共同相处 相互影响 相互促进 相互融合 形成多民族聚居的绿洲居民，子子孙孙繁衍不息，一代又一代地开发和建设绿洲。同时，在各个历史时期也有不少新疆少数民族向内地迁移流动。现以我国内地民族迁入西域（新疆）为例，按不同历史时期及不同民族作一系统表述(见表 6.15)^[11]。新中国成立后，新疆成为中国人口迁入量最大的省区之一。这是由于解放后特别是 50~60 年代，新疆的经济处于大规模开发建设初期，需要大量劳动力，而当地远远满足不了。于是由国家计划移民和自发迁移构成了一股强大的人口迁移流。1949~1991 年 出现了两次 第一次为 1949~1961 年 第二次为 1964~1980 年 人口迁入高潮。在这 42 年中 新疆总人口由 433.34 万人增至 1 528.02 万人 净增人口 1 094.68 万人 在净增人口中，净迁移人口为 263.06 万人 占同期净增人口数的 24.03%^[13]。迁

表 6.15 我国内地民族迁入西域(新疆)的活动

时期	民族 (部族 部落)	主要迁移活动	政治、经济、文化影响
① 西汉 ↓ 魏晋 ↓ 南北朝 ↓ 隋朝	匈奴	西迁始于公元前 176 年, 大规模西征, 攻灭月氏, 吞并乌孙, 占领河西走廊与新疆东部。较大规模西迁有 4 批, 公元前 60 年及其以前 2 批, 东汉 2 批	寄居在乌孙国境内, 融入乌孙人中
	羌族	西迁始于战国, 羌人源于江淮、荆州一带的三苗部落, 商朝时迁居陕甘宁, 汉武帝时河西羌人一再西迁至西域, 直至新疆南部	在西域建立有若羌、西夜、子合、蒲犁等小国。羌族成为我国最早西迁新疆之民族。传说“西王母”即为羌族女首领
	汉族	中原人西迁始于公元前 3500 年前后, 据《穆天山传》记载, 早在太公时期就有一支周族西迁葱岭以北。公元前 2 世纪末, 汉朝细君公主、解忧公主远嫁乌孙王, 曾随带一批陪从人员及工匠。公元前 105 年(西汉元封六年)之前, 西汉政府曾派人在轮台、渠犁、伊循、楼兰、交河等地屯田, 人数有 27 000 多人。西晋时, 在楼兰、高昌屯田汉人也有 2 000 多人, 秦陇的百姓也大量西迁。公元 5 世纪中叶, 安置了敦煌来的万余户汉人在高昌各地屯田。隋军在伊吾、鄯善、且末等地进行屯田。隋末唐初, 突厥兴起, 有 8 万多汉人被掠, 其中不少被迫留居于西域	距今 3 500 年, 一支周族人在葱岭以北建立了“赤乌国”。华夏民族的西迁往往与中央王朝对西域实行不同程度的行政管辖与军政统治相伴, 特别是历朝各代的屯田, 对促进西域农业生产和社会进步有重大作用
	吐谷浑	吐谷浑人原为鲜卑族, 公元 455 年从甘肃一带向西转移, 占据罗布泊周围广大地区, 唐天宝年间扩散到天山南北	7 世纪时, 吐谷浑人成为罗布泊周围的主体居民; 宋元时期逐渐融入吐蕃和黄头回纥、高昌回纥之中
	突厥	原为生活在叶尼塞河上游的铁勒部落联盟中的一支, 公元 5 世纪占据高昌等地, 后为柔然(蒙古草原兴起的游牧政权)所统治, 被迫迁往阿尔泰山南麓	
② 唐 ↓ 五代 ↓ 宋 ↓ 辽 ↓ 金	回纥 (维吾尔族)	唐贞元四年(公元 788 年)改译为回鹘。原居色楞格河流域, 后渐南迁到鄂尔浑河流域。公元 7 世纪始迁至新疆。公元 651 年, 唐在平定西突厥阿史那贺鲁叛乱时, 就曾联合回纥骑兵 5 万人。公元 9 世纪初, 天山南北大部分成了回纥汗国领地, 当时有大批回纥人迁往西域。公元 840 年左右, 又分两支西迁: 一支迁安西, 建高昌回鹘王国; 一支远徙葱岭西, 建喀喇汗王朝	
	汉族	唐时, 主要通过驻军屯田、移民、遣犯屯田使新疆汉人大量增多。除军屯外, 还有大批贫苦农民、犯人及其家属被遣送西域屯田。西辽统治西域时, 汉族人广泛分布于阿尔泰、伊犁、博尔塔拉及中亚一带。西辽后期, 汉族人融合到回鹘族之中	相当数量的汉族居民与当地少数民族共同生活、劳动, 繁衍于此。刘禹锡的《西使记》说, “过李罗城……西南行, 有关曰铁木儿纤寮, 守关者皆汉民”, “至阿里麻里城……回纥与汉民杂居”。汉族人李世昌还做过西辽郡王
	吐蕃 (藏族)	吐蕃是战国时西北地区部分羌人的后裔, 是今天藏族的祖先。公元 7 世纪初建立奴隶制吐蕃国; 公元 663 年(唐龙朔三年)开始进入西域; 公元 791 年(贞元七年)控制西域, 且天山以南许多吐蕃平民迁入	曾派大军长期驻扎, 占领天山以南地区。迁入的吐蕃平民从事放牧农耕, 与当地居民杂居并融合
	黠戛斯 (柯尔克孜族)	唐代对柯尔克孜族的称谓。6 世纪 80 年代, 被突厥人征服的黠戛斯人因随从作战而随之西迁; 公元 748 年(天宝七年)随回纥向天山一带扩展, 并西迁; 公元 840 年(唐开成五年)重新崛起	
	契丹	又称“哈喇契丹”。公元 1124 年(辽保大四年), 濒于灭亡的辽朝宗室耶律大石率部分契丹戍军西行至西域, 1131 年称帝建“西辽”。西辽契丹人都留在西域, 人数可观, 仅公元 1041~1042 年就有 1 600 帐契丹人迁到哈拉汗王朝境内	

续表 6.15

时期	民族 (部族、部落)	主要迁移活动	政治、经济、文化影响
	蒙古	元代之前始迁新疆。13世纪初,天山南北为蒙古所辖。在蒙古统治期间及其以后,大量蒙古人尤其天山以南的蒙古人融合于当地民族之中。公元1399年(明建文元年),瓦剌(西蒙古各部总称)正式建国,领地开始伸展到西域,15世纪50年代大规模西迁	16世纪后期,瓦剌后人称卫拉特蒙古,共分和硕特、准噶尔、土尔扈特、杜尔伯特4部,共计20多万户、60多万人。公元1635年(明崇祯八年),准噶尔部统一了今新疆北部地区
	汉族	元代成吉思汗西征时,军中就有汉族人;明代,随瓦剌西迁至西域,清代,汉人又大规模进入新疆。公元1716年(康熙五十五年)清军开始在东疆进行屯垦,18世纪中叶,大规模屯垦(军屯、居屯)。公元1761~1780年,清政府组织16批共5万多甘肃人迁至新疆东部和北部。光绪年间,清廷还允许南疆屯兵带眷屯垦。公元1875~1877年,平定阿古柏、收复伊犁,四五万进疆部队大多留下屯垦和担任公务(以湘人为多,还有鄂及川、豫、苏、浙、赣、皖等省之人)。平津小商也随军入疆,以天津杨柳青为多,大多定居新疆从事商务。之后不断有汉人来疆,至清末,新疆汉族人已达十几万人,其中也有不少犯屯之汉人	—
	回族	经明清两代,回民已渐成一个民族共同体。回民迁疆,以陕、甘、宁、青为多,滇、豫、鲁次之。公元1758年,从河西迁往乌鲁木齐的回民就有500多户。公元1779年又由云南迁入劳工603名,多为回民。清同治年间,回民起义失败后的残部有约6000人散居于天山南北,平定阿古柏的清军中也有5000多回民被遣散屯田。公元1895年(光绪二十一年),反清失败的青海各地回族拖家带口逃难、流散来新疆	—
(3) 元 ↓ 明 ↓ 清	满族	清在平定准噶尔部后,大规模遣兵镇守新疆,并决定检送兵丁携眷永驻,且屯且防,于是清廷陆续从各地抽调八旗、绿营、锡伯营、索伦营、察哈尔营等官兵,眷属约18400人,分驻天山南北。公元1763年又调达斡尔部到新疆。满族人作为清军主力,参加了平定准噶尔部的叛乱;乾隆中期,满人大规模定居新疆。公元1764~1774年的10年中,先后从凉州、庄浪、安西、宁夏、热河等处抽调满洲八旗兵丁来疆,连同家眷共计11500多人,分别驻防于伊犁、乌鲁木齐、古城、巴里坤等地	加强了伊犁地区的军事防护
	锡伯	公元1763年从沈阳征调锡伯族男女老少共4030人,于翌年7月抵达伊犁河南岸察布查尔一带驻防	加强了伊犁地区的军事防护
	察哈尔	察哈尔蒙古部落于公元1754年(乾隆十九年)随清军西出嘉峪关,至巴里坤,翌年沿天山北路抵伊犁。公元1763~1764年共1837户,从河北张家口又分批次迁至新疆,最后迁至博尔塔拉驻防	加强了伊犁地区的军事防护
	索伦	公元1763年,索伦人(黑龙江土著之民)987名官兵奉清政府之命携眷驻防霍尔果斯	加强了伊犁地区的军事防护
	达斡尔	公元1763年,清廷征调达斡尔人300多户、600多人从东北入疆,翌年驻防于伊犁河北岸	加强了伊犁地区的军事防护
	克列等	克列、乃蛮、篾儿乞惕、弘吉刺惕、扎刺亦儿等部为古游牧部落,多居叶尼塞河流域,13世纪初被成吉思汗征服后,多数人被迫西迁,成为今哈萨克族的重要组成部分	加强了伊犁地区的军事防护
	吉尔吉思 (布鲁博)	从汉至清2000多年中,作为柯尔克孜族的主体一直繁衍、生息在叶尼塞河上游,最后在沙俄入侵下离乡背井,向西迁徙到伊塞克湖等地区	加强了伊犁地区的军事防护

续表 6.15

时期	民族 (部族、部落)	主要迁移活动	政治、经济、文化影响
④ 中华民国时期	汉 族	这一时期,由内地移入新疆的主要为汉族人和回族人,使新疆人口突破300万人。杨增新统治新疆时期(共17年),因谋官、经商、投奔乡亲,从陕、甘、晋等省迁入新疆的汉族人约有十几万人。金树仁统治期,大量汉族人从闹灾荒的甘肃、陕西、宁夏涌入新疆。1931~1933年,苏联将东北抗日义勇军2万人经西伯利亚送至新疆,同时数千名汉族华侨也由苏联移入新疆。盛世才时期,新疆作为抗日大后方,又有许多汉人移入。如1938年远东1万多汉族华侨被送来疆;1943年,国民党有7个团2个师入新;1944年春,国民党29集团军军部及所属3个师调到新疆;1949年新疆和平解放时,陶峙岳率10万官兵(大多为汉族)起义,基本留在新疆	—
	回 族	杨增新时期,陕、甘、宁省区因战乱、天灾,数万回民“相率西行”,进入新疆。金树仁时期,甘肃、宁夏的大地震及新老教派之争,又使数万回民逃奔新疆。盛世才时期,又有成千上万回族难民入疆。国民党骑五军马呈祥又率6000多骑兵入疆,其中20%为回族人,少数为撒拉族、蒙古族人,新疆和平解放后大多留在北疆地区	—

注资料主要根据段银等主编的《新疆与内地关系史》整理。

入人口主要来源于四川、河南、甘肃、江苏、陕西、山东、安徽、浙江等省。迁入人口类型主体有解放军就地转业安置人员、支边青壮年、自流支边迁移人员以及随迁人口等。大量移民,不但对新疆人口总量增加和人口类型转变产生巨大影响,而且对发展新疆工农业生产、繁荣经济、充实边疆、巩固边防、促进社会稳定发挥了重大作用。

1.3.3 人口增长对绿洲兴衰的双重作用

人口是构成绿洲系统的主导成分。没有人口或缺少一定数量的人口,绿洲系统的发展与维持是不可设想的。前已述及,社会动乱和战火频仍,往往导致绿洲居民大批死亡和离乡背井,于是人口锐减,土地荒芜,生产停滞,绿洲随之衰败。在社会动乱停止而相对稳定发展期,生产恢复和绿洲的繁荣对人口增加提出了迫切需求,人口往往得到迅速增长。但当人口过度增长,而绿洲规模、耕地规模、绿洲生产力及整个经济发展满足不了人口的需求时,就会增加土地压力、生态压力,最终对绿洲系统造成巨大威胁。可见,人口的增长对社会经济和绿洲系统的发展具有正反两方面的作用。

2 绿洲兴衰历史

2.1 古绿洲城郭的衰亡记录

古绿洲城郭的兴衰就是一部绿洲兴衰史。很多古绿洲城郭的兴衰情况可从有关史籍上找到零星记载,再加上考古发掘,就可以大致摸到它们存亡兴衰的轨迹。我国西域地区保存的古城遗址极多,这对了解古代历史和社会经济面貌特别是绿洲兴衰史极为重要。研究古绿洲城郭的兴衰,不仅可以回

顾和重温历史，更重要的是可以从中获得有益的启示，吸取重要的教训，以史为鉴，为今后的绿洲建设提供依据和借鉴。

表 6.16 塔里木盆地南缘古绿洲城国兴衰简录

古绿洲城国名称	依托的河流(位置)	绿洲存在时的古文献描述	古城镇代表	废弃年代	废弃原因	环境现状
于阗国 (汉)	和田河两支流：玉龙喀什河(23.1亿m ³)，喀拉喀什河(21.9亿m ³)，位居中下游	大约于公元前3世纪前后建都立国。位于丝绸之路南线要冲，水草丰美，“其国丰乐，人民殷盛……”(法显和尚，公元400年左右)，“宜稼，多众果”(《大唐西域记》卷12)	约特干	公元9世纪	战争(?)	现代绿洲
			麻扎塔格古戍堡	公元11~12世纪	战争(宗教)	风蚀地
			阿克斯皮尔	公元13世纪	河流改道	流动沙丘
			巴勒马斯遗址	公元13世纪	不明	流动沙丘
皮山国 (汉)	有皮山河、桑株河、杜瓦河、卡拉苏河和波斯干河等，年径流量7亿m ³	《汉书·西域传》载：“王治皮山城，去长安万五千公里。户五百，口三千五百九，胜兵五百人（指平原地区）。”其辖境迢广，南面直接与天竺国即印度接壤	阿孜吾加木	公元3世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			克孜勒塔木	公元3世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			玉吉米力克	公元3世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			阿塞胡加	公元9世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			布特勒克	公元10世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			牙阿其乌依里克	公元13世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
			额期买立克	公元15世纪	河流改道	为风蚀地和流动沙丘
渠勒国 (汉)	克里雅河(7亿m ³)、努尔河(1.7亿m ³)、策勒河(1.2亿m ³)和乌鲁克萨依河(0.8亿m ³)等	弥国在克里雅河(唐为尉摩州)之西侧，“东北与龟兹、西北与姑墨接”，汉代有3340户、2.4万人，14世纪后退出历史舞台。渠勒国位于弥国之南现策勒努尔山区半农半牧带，有310户、2170人，“渠勒国，王治建都城……”	喀拉墩(卡尔墩)	公元5世纪前后	河流向东改道	风蚀地与半固定沙丘
			丹丹乌里克	公元8世纪后	河流断流与改道	风蚀流沙地
			黑哈斯	公元8世纪	战争(?)	绿洲
			哈得里克古地	公元9世纪	不明	风蚀半固定沙丘
			乌曾塔提、吴六杂提	公元11~14世纪	河流断流	风蚀半固定沙丘
			特特尔格拉木	公元11世纪	河流断流	风蚀半固定沙丘
			卡拉沁古城	公元15世纪	河流断流	“城墙半没沙中”
			老达摩沟	19世纪70年代	断流、黑风暴	风蚀半固定沙丘

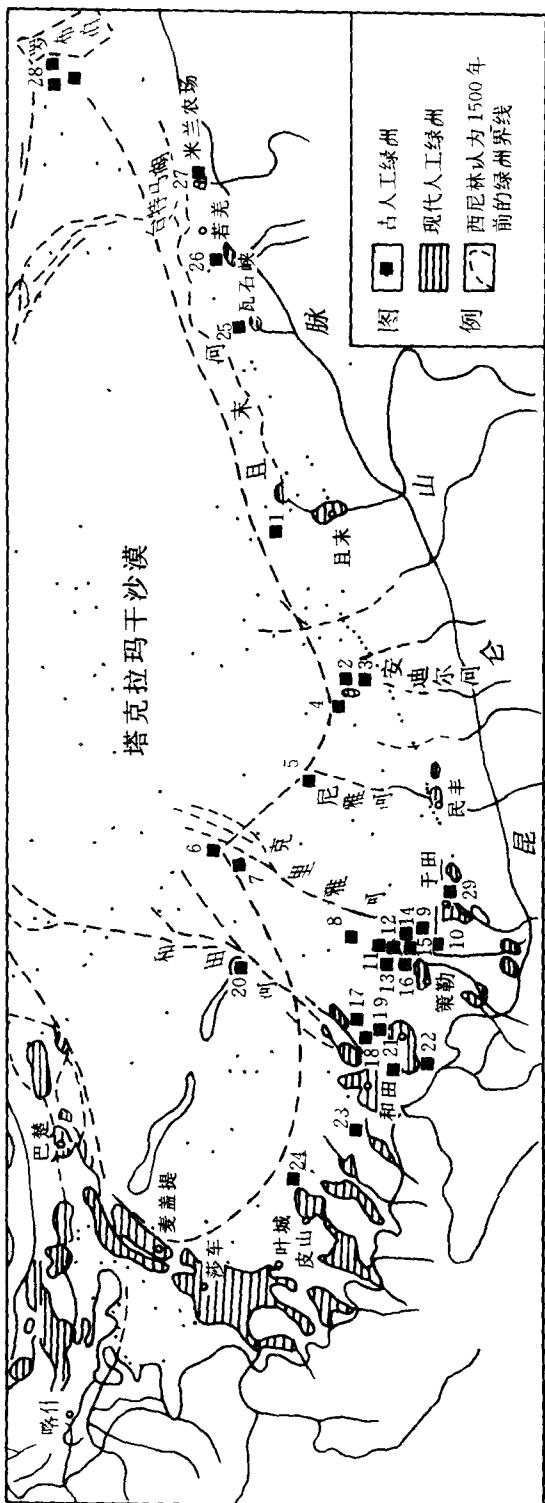
续表 6.16

古绿洲 城国名称	依托的河流 (位置)	绿洲存在时 的古文献描述	古城镇代表	废弃年代	废弃原因	环境现状
精绝国 戊卢国 (汉)	尼雅河(约 2 亿 m^3), 其其汗河 (0.7 亿 m^3)	“王治精绝城,去长安八千八百二十里,户四百八十,口三千三百六十,胜兵五百人……南至卢国,西通于弥”,以农为主,有发达的果园。戊卢国有 240 户、1 610 人	精绝国故址 (尼雅古址)	公元 4~5 世纪	河流断流 (过度开发)	风蚀流沙地
			尼壤城(唐)	公元 8 世纪	河流断流	风蚀流沙地
楼兰国 鄯善国 (汉晋)	孔雀河下游,塔里木河下游,米兰河中游,若羌河中游	《汉书·西域传》称:“本名楼兰,王治抒泥城(都城在今若羌县)去阳关千六百里。户千五百七十,口万四千一百,胜兵二千九百十二人……地沙卤,少田,寄田仰谷旁国,国出王……民随畜牧,逐水草,有驴马……”东有“三沙”(库姆塔格沙漠)	楼兰	公元 4 世纪	河流改道缺水	风蚀地
			海头	公元 5 世纪	河流改道	风蚀地和风沙土
			伊循	公元 5 世纪	风蚀流沙地	部分绿洲在
			抒泥	公元 5 世纪	战争	绿洲
且末国 (西汉)	且末河下游 (北流古河道)	《汉书·西域记》称:“且末国,王治且末城,户二百三十,口千六百一十,胜兵三百二十人。”后为鄯善兼并	且末古城	公元 7 世纪	河流向东改造(公元 635 年,唐军与吐谷浑大战于此)	流动沙丘和风蚀地
货逻故国 (唐)	安迪尔河下游	(?)	阿克可西卡古城堡	公元 7 世纪	河流改道	流动沙丘和风蚀地
			提英木	公元 15 世纪	河流改道	流动沙丘和风蚀地
			达乌孜勒克	公元 15 世纪	河流改道	流动沙丘和风蚀地

注:引自李世全的《塔里木盆地南缘绿洲形成及其演变——以于国绿洲为例》硕士论文,1997。

塔里木盆地南缘,呈条带状或散点状分布着许多规模不等、形态各异的绿洲。近代和现代,这些绿洲一直受到来自自然与人为因素的双重影响和干扰,有的绿洲趋向扩张,绿洲化状态不断好转;但也有些绿洲趋于退化和收缩重演着‘沙进人退’的悲剧。由于这里位于古丝绸之路南道和塔克拉玛干沙漠南缘,古城遗址特别多,而且大多已湮没于沙漠之中,有的甚至离现代绿洲有 100~200km(表 6.16 图 6.6)。

还有一个河西地区,是古丝绸之路东段的必经要冲。河西走廊已有



1. 且末古城；2. 安的尔古城；3. 提英木；4. 达乌孜勒克；5. 尼雅古址；6. 喀拉墩古城；7. 马坚勒克古址；8. 丹丹乌里克古址；9. 罗布哈斯古址；10. 哈密里克；11. 乌宗塔提；12. 卡拉沁古址；13. 吴六杂提；14. 特特尔格拉木；15. 老达莫沟；16. 力济阿特麻扎；17. 热瓦克古址；18. 布盖威里克；19. 阿克斯皮尔；20. 麻扎塔格古戍堡；21. 约特干；22. 麦里克阿瓦提；23. 糜桂古址；24. 皮山古城；25. 瓦石峡古城；26. 若羌古城；27. 米兰古城；28. 楼兰古城

图 6.6 塔里木盆地南缘古绿洲分布示意图

2 000 多年农业开发历史，也是一个悠久的灌溉绿洲分布区。从西汉武帝元狩二年（公元前 121 年）前后开始至今，历尽沧桑变化。该区存在许多古绿洲遗址，它们都曾盛极一时，而又先后废弃，沦为戈壁沙漠。这些古绿洲的废弃年代和原因有的清楚，有的不明。研究它们的兴衰存亡同样具有重要的学术价值和现实意义。曲耀光等人对此作过较为系统的分析，其兴衰状况如表 6.17 和图 6.7 所示^[8]。

表 6.17 河西走廊地区典型古绿洲城郭兴衰简录

古绿洲名称	绿洲兴盛时代	所在位置 依托水系	有关描述	古遗址代表	废弃年代	废弃原因	环境现状
骆驼城	汉、唐	位于张掖地区高台县西北侧，黑河支流摆浪河下游（南岸）	遗址呈正方形，边长约 300m，城墙高 8m，城内分宫城、皇城和外部三重。在摆浪河北岸为古代农业垦殖区	表是县（汉）遗址	唐后	下游水源断绝（上中游垦殖扩大，引水过多，加之战争原因）	风蚀地（流沙厚度 0.5~1.0 m）
若峪城 (锁阳城)	汉唐至明	安西县城东南约 60km（昌马洪积扇中下部西侧）。疏勒河流域有泉水出露	故城南北长约 470m，东西宽 430m，城高 10m 以上。城分内外两部分。遗址基本轮廓保存完好	冥安县（汉）遗址（隋为常乐县，唐为晋昌县）	明后	战争，河流改道（昌马河支流改道）	荒漠（戈壁）
居延	汉唐宋元	额济纳河东支（纳林河）东岸古三角洲。尚有余水汇于居延泽	公元前 102 年（汉武帝太初三年），强弩都尉路博德在此建居延边塞，并在弱水东岸进行军屯、民屯；北宋时又垦殖；元代曾修输水干渠	K688 城遗址、K710 城遗址、西夏威福军遗址	元末明初	战争（公元 1368 年，明将冯胜攻打黑城时在上游筑坝，强行使河流改道）	风蚀沙丘
西城驿	唐至明	黑河流域古河床	(?)	(?)	明后	河流改道（水源断绝）	
兀勒城	汉	敦煌南湖	(?)	(?)	(?)	水源断绝	风蚀地
草沟井城、 新城子	(?)	酒泉马营河下游	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
许三湾	(?)	高台摆浪河下游	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
高沟堡、 大墩营	(?)	武威洪水河下游	(?)	(?)	(?)	水源断绝	风蚀地
三角城、 连城	汉至唐	民勤县西沙窝（石羊河下游大西河）	(?)	(?)	(?)	河流改道、战争	风蚀流沙地

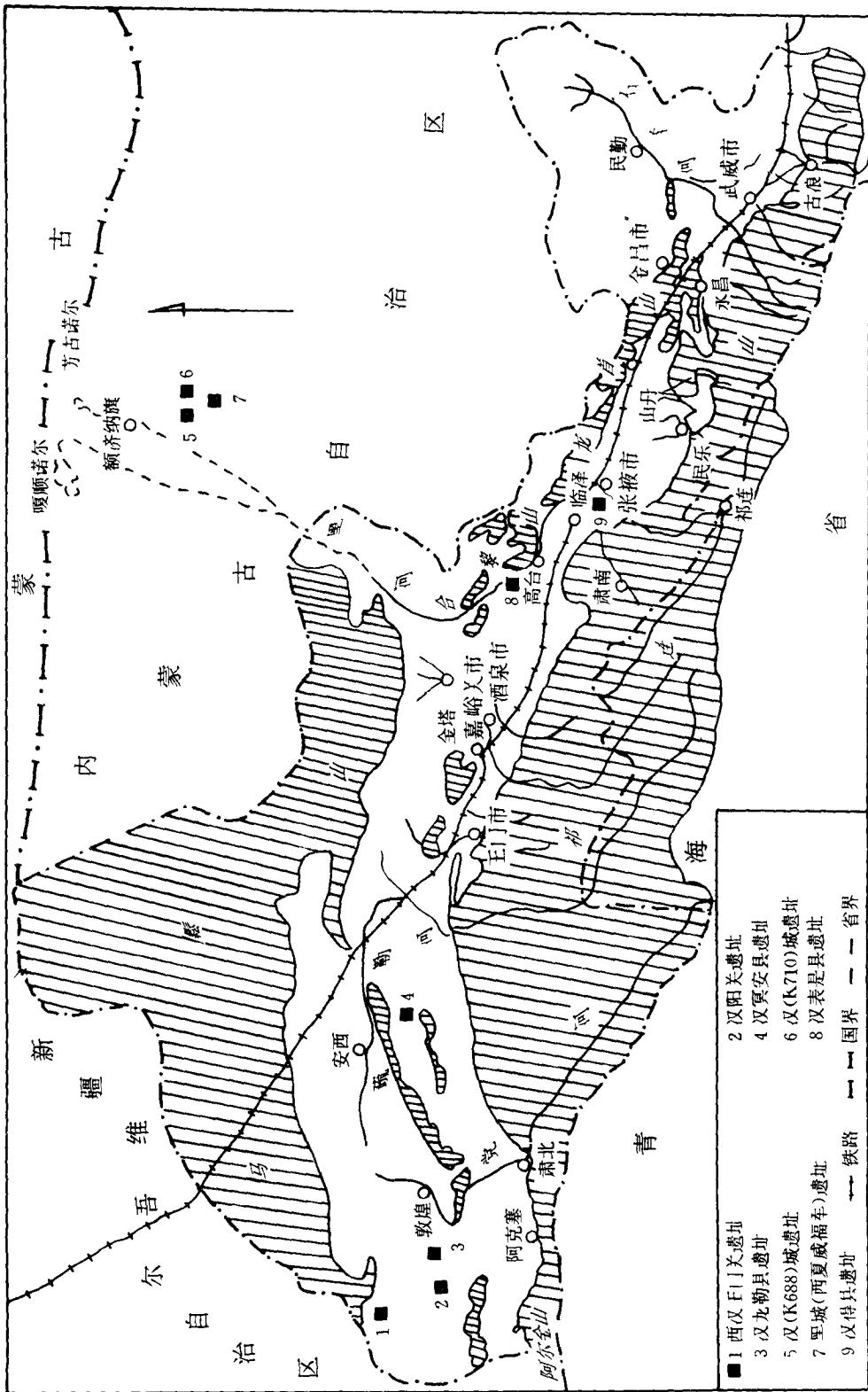


图 6.7 河西走廊地区古绿洲分布略图

2.2 绿洲开发历史的回顾与启迪

中国西部地区的开发，实际上是围绕绿洲的开发。绿洲的演变过程是一部兴衰史更是一部开发史。绿洲的兴盛正是建立在持续、有效的开发上。当开发节奏放慢、规模缩小甚至停滞时，绿洲的萎缩、衰败也就随之发生。

2.2.1 绿洲开发的经验

新疆、河西地区、宁夏平原的开发历史，有许多值得借鉴和富有启发的经验与教训。

第一 统一安定、有效管辖和适宜政策 是开发绿洲、促进绿洲地区发展的重要前提。公元前 60 年西汉中央政权实施对西域地区的统一管辖，唐朝、元朝也实施对西域的有效统治，清朝乾隆二十二年恢复了对新疆的统一治理。每当统一时期，中央政权都采取相应的移民和发展生产的政策和措施，绿洲得以休养生息，很快恢复和加快生产。当统一安定的环境被打破，割据分治 战争纷乱 往往造成绿洲开发的萎缩、萧条。古绿洲城国的消亡 除与河流改道、断流或水量剧减的水文因素有关外 便源于战争、疫病等因素。前面提到的河西峪城 吐鲁番交河 高昌故城 塔里木盆地南缘的伊循、扞泥、麻扎塔格古戍堡、丹丹乌力克古绿洲都是毁于战争，现均已被流沙掩埋。

第二，绿洲地区的开发史体现了多民族的交流融合，团结奋进，并且始终浸透着华夏民族的智慧与血汗。西域自古以来就是一个多民族聚居的地区。这些民族，或原居于此、或由外地迁入。现在形成的许多民族都是历史上各民族多向迁徙、同化、融合的产物 成为中华民族的成员。例如 汉时车师前国（今吐鲁番）一带位居险要的交通要冲，是汉匈常争之地，当时人口少。东汉以后 大量移民进入 这里便成为由汉人、车师人、高车人组成的多民族融合相处的高昌王国，谱写了一段有声有色的历史。至唐天宝年间人口增至 4.9 万余人，而当时人均耕地只有 2 亩左右，表明耕作水平是比较高的。大量吐鲁番文书证实，当时中原一带先进的铁器工具和耕作技术已随汉族移民在此广泛传播应用，各朝代各地区在这方面都有不同程度的体现。从新疆正式归属中国历代王朝到新中国成立的 2 000 多年时间里，新疆与内地在铁器、农耕、灌溉、作物品种、牲畜品种等多方面进行相互交流和促进，且随着时间的推移，愈来愈广泛、深入和密切，从而有力地促进了新疆的开发与建设。

第三，人类开发活动所带来的绿洲环境演变的负面影响值得高度重视。人类开发活动对我国干旱区生态环境特别是绿洲环境的影响是长远而深刻的。这种影响有两种结果：一种是成功的开发 健康的演化 另一种便是盲目的开发所导致的绿洲生态的恶化。从古到今，这样的先例比比皆是。那些绿洲城镇的废弃 大多是缘于水文因素(河流改道、水量剧减或枯竭)而造成水文条件的改变却有两方面的原因：一是自然原因，气候较大幅度的变化，加之河流侵蚀和淤积，造成河流改道；二是在自然因素作用下又加上人类在

河流上游或中上游的过度开发、过量引用河水。塔里木盆地南缘、罗布泊地区(孔雀河流域及河西地区，特别是石羊河、黑河流域)均有类似情况发生。值得强调的是到了现代，随着人口剧增和开发装备条件的大大改善，人类开发的广度与深度比以往任何年代都要广和强得多，稍有不慎，就更易导致绿洲及其外围、流域下游生态环境的恶化，这是应当竭力避免的。

第四 观念、政策、交通、通信、市场、资金、技术、信息等是搞好现代绿洲开发的重要因素。当今的开发与以往相比，尽管开发对象大体相同，但开发目标、手段、方式、途径及环境条件已有很大不同。现代开发需要有开放的观念、优惠的政策、方便的交通和通信、完善的市场、必需的资金、先进的技术和丰富快捷的信息以及严密有效的管理。

2.2.2 主要绿洲的开发历史及其启迪

新疆、河西、宁夏三地绿洲是我国绿洲的主体，了解其开发历史并从中得到启迪，对建设现代绿洲具有重要意义。

2.2.2.1 新疆地区^[6]

新疆古称西域 在先秦的汉文古籍如《山海经》、《穆天子传》、《逸周书》中都有关于西域山川地形、物产矿藏、部落社会以及中原与西域的经济文化联系的零星记述。新疆处在典型内陆干旱区，也是发育典型绿洲的主要场所。

从考古发现来看，新石器时代的文化遗址在全疆各地均有分布，如哈密的三道岭、七角井 乌鲁木齐的柴窝堡 吐鲁番的阿斯塔那、雅尔湖、辛格尔，博斯腾湖沿岸 昆仑山 喀喇昆仑山北麓的且末、民丰、于阗、皮山 天山南麓的库车、巴楚、柯坪 天山北麓的木垒、吉木萨尔、奇台 以及伊犁河谷等地都发现有以新石器为特征的遗址。这些遗址表明，当时人们是以狩猎和游牧为主，频于迁徙。而且这些遗址与甘肃、青海、宁夏、内蒙古等省区的同类遗址是连成一片的，说明在原始社会时期，新疆与这些地区已存在一定的联系。另从疏附、阿克苏发现的以磨制较大石器为特征的新石器文化来看，当时经济生活以农业为主。从伊吾到奇台等地发现的以彩陶器为特征的新石器文化，说明当时已有牧业和早期农业经济。

大约公元前 1000 年左右，北疆草原地带生活着乌孙各部的游牧民族，“不田作种树 随畜逐水草”(《汉书·乌孙传》)。在南疆各地 远古居民逐渐从游牧生活转变为农业定居 形成许多绿洲城国，“自且末以往皆种五谷 土地草木 畜产作兵 略与汉同”，大率土著 有城郭田畜(《汉书·西域传》)，表明这些绿洲城国实行农牧并重。

公元前 138 年(汉武帝建元三年)汉武帝派张骞出使西域 公元前 119 年(武帝元狩四年)张骞再度出使西域。后又有班超出使西域 公元 91 年(任西域都护府) 公元前 101 年(武帝太初四年)立西域校尉。公元前 60 年(宣帝神爵二年)在乌垒城(今轮台县境)设立西域都护府 统辖天山南北 并实行屯垦戍边、维护东西交通的基本国策。垦殖始以轮台、渠犁为中心 远布

天山南北 规模日渐扩大 后重点又转移到车师(吐鲁番)按人口测算 当时天山南北垦殖规模已达 200 万亩左右。东汉时屯垦时断时续。魏晋时期 西域都护府治所由东汉的库车县境迁至罗布泊西侧的海头(今楼兰废墟)。在楼兰垦区还设有水曹，专管河渠灌溉事宜。其他各地民间垦殖事业蓬勃展开 塔里木盆地西南莎车、疏勒‘田地肥广 草牧饶衍’ 粮食已能自足。天山北麓‘庐帐居、逐水草’的游牧部落也‘颇田作’农事有了令人注目的发展。

公元 6 世纪南北朝时 西域大部分为西突厥汗国游牧地。在塔里木盆地北缘 农业生产成为主导经济 史称于阗等地‘土宜五谷并桑麻’。

隋朝统一全国为唐朝统一西域奠定了基础。隋朝在西域设有伊吾(在今哈密)鄯善(在今若羌)且末(在今且末)三郡 并曾在高昌设西域校尉 处理西域军政事务。

公元 7 世纪唐王朝统一中原后，又恢复了对西域的统辖，并在天山南北进行大规模屯田 以充军粮。当时把西域划入陇右道 其地域东起哈密 西抵咸海 北至阿尔泰山 南到昆仑山。当时西域东部实行州、县、乡、里制 和中原地区行政区划一致。当时将西域划为四州，这四州是指伊州(今哈密地区)西州(今吐鲁番地区)庭州(天山北麓东段)沙州(辖且末至敦煌地区)。从玄奘西行沿途所见所闻看来，当时塔里木盆地诸绿洲城国已有发达的灌溉农业，园艺业已具特色，畜牧业仍系重要产业。当时农作物以粟为主，荞麦次之，且绿豆、小豆、胡麻种植颇多。公元 8 世纪天宝年间 塔里木人口比贞观年间已有较大增长。

13 世纪，元朝统辖新疆地区后，为解决粮食问题，亦曾于别失八里(吉木萨尔)阿里麻里(霍城)于阗、高昌等地进行屯垦 但规模有限 效益不明显。一向以畜牧业著称的北疆地区 行水灌溉 农业已有相当发展。《长春真人西游记》中称 阿里麻城一带“农者亦决渠灌田”。《西使记》则指出享罗城(今博乐城境内)所种皆麦稻”。

明代，新疆处于封建割据局面：中央政权直接统治哈密卫(今哈密盆地)准噶尔盆地东、北部为瓦刺势力所据 西、南部为哈萨克及柯尔克孜游牧地；吐鲁番及塔里木盆地均由察合台后裔所据。明中期以后，明廷在西北的有效控制疆域仅至嘉峪关一线。15 世纪末 哥伦布发现美洲 之后海上商路开通，新疆地区在中西交通上的地位相对降低，但与内地的商贸联系仍很活跃 境内贸易有所发展。当时的叶尔羌‘商贾如鲫、百货交汇’屹然为著名商场”喀什噶尔、阿克苏、吐鲁番、哈密也都是重要的商业都镇。

清朝逐步统一全国后，西部的有效管理疆域又恢复到今巴尔喀什湖、楚河、塔拉斯河流域、帕米尔高原。清初(17 世纪 40 年代)天山以北为卫拉特(明称瓦刺)四部落游牧地 其中准噶尔部或绰罗斯 在伊犁地区 士尔扈特部在塔城地区，杜尔伯特部在额尔齐斯河流域，和硕特部在东天山北麓。以后准噶尔部强大，逐步兼并了其他三部，并占领天山以南。

康、雍、乾三朝，西师屡出。清乾隆二十二年(1757 年)准噶尔部被平

定，接着南疆亦入清版图，天山南北进入了新的历史时期。但经过战争及疫病袭击，人口受损、经济不振，屯垦农业、增加人口势在必行。乾隆二十一年（1756年）清军已在哈密之塔尔纳沁实行兵屯，而后又有“犯屯”、“户屯”招募回民的“回屯”及伊犁驻守的“旗屯”等，并逐渐推广。随着新疆的统一，清朝实行军事统治的军府制，伊犁将军府统辖天山南北、中亚及哈萨克各部，在天山北麓实行州县制，如迪化（乌鲁木齐）、直隶州、镇西（巴里坤）府，其余均设县。1884年新疆正式建省，省府设在迪化，各地普设州县，至1902年共设4道、6府、11厅、3州、23个县和分县。由于清朝治理新疆后采取了一系列有效的屯垦措施，使南北疆社会经济特别是北疆的农垦事业得到了显著发展，乌鲁木齐、伊犁等一批绿洲城镇应运而生。这对抵御外侵、巩固边防起了决定性的作用。到清末《新疆图志·赋税志》记宣统三年（1911年）清丈地亩确数，共熟地10 554 705亩。

2.2.2.2 河西地区

据众多新石器遗址的考古发现，河西人类活动已有5 000年历史^[15]。石羊河下游民勤地区的“沙井子文化”代表着当地古人类的文明。

距今2 000年前，河西地区由渔猎游牧社会进入农业社会，出现较发达的灌溉农业，成为“民庶殷富”之地。2 000年前这里为匈奴领地，“以畜牧为主，尽河西水草之美，竭力繁殖牲畜”。汉武帝元狩二年（公元前121年）派骠骑将军霍去病“将万骑出陇西”，二度出击，迫使匈奴退出河西地区，遂采取军屯、移民、设郡、盐铁专卖等四项措施，大举开发河西。大规模屯垦、移民，使河西人口大增。大量先进的水利技术、生产工具和农业生产技术的引入，促进了灌溉农业的发展。公元前111年，河西先后建置武威、酒泉、张掖、敦煌四郡，设35个县。据《汉书·地理志》记载，西汉时河西四郡已有居民61 270户，280 211人，凉州（今武威）成为河西最富庶繁华之地。

隋唐时期是河西地区又一个大发展时期。公元609年，隋炀帝西巡，曾在甘州（张掖）召见西域27国使者，开展政治、经济、文化交流，盛况空前。唐初推行均田制，并在凉州、甘州等地继续屯田，兴修水利，使黑河流域土地得到大举开发，稻粟丰收，粮食富足，可调粮接济内地。唐天宝初年，凉州人口达137 493人，比西汉末年增加近1倍。唐安史之乱后，河西地区逐渐衰落；公元1035年被西夏所占，农业退缩，牧业重兴。

元末战乱频仍，人民流徙，田地荒芜，河西人户大减。明、清十分重视开发河西走廊，重点移民屯垦。明廷在全国招抚流民，组织军垦，奖励垦荒，减免诸税，社会经济明显好转。明末清初，因政治腐败、重税、天灾及战乱频仍，人口大批逃亡散失。康熙五十一年（1712年），清廷公布“滋生人丁、永不加赋”政策。雍正时又实行“摊丁入亩”政策，赈灾免赋，鼓励垦荒，兴修水利。至乾隆年间已出现明显的繁荣景象。1862年（同治元年），同治事变爆发，加之吏治腐败及战争、饥馑、瘟疫等原因，给社会经济带来严重破坏。后来左宗

棠采取一系列恢复措施，到 20 世纪初该地区重新进入一个缓慢的恢复发展时期。通过明清两代的经营 已建成有“金张掖”“银武威”之称的富庶之地。清光绪年间，河西走廊农田面积已达 350 万亩 人口超过 85 万人。

民国时期，农垦事业停滞不前。 1927 年大地震，后又连年灾荒。截至 1949 年 河西走廊人口为 170 万人 耕地面积 670 万亩(其中灌溉面积 497 万亩)

解放后 50 年来 河西地区进入了历史大发展时期 工农业都有巨大发展 耕地扩大到 1 400 多万亩，成为甘肃重要的商品粮基地。但大规模的开发也不可能避免地造成相应的环境生态问题。

2.2.2.3 宁夏平原

宁夏 河套 平原 古属雍州 秦汉时为北地郡 汉武帝元狩二年(公元前 121 年) 置朔方郡 唐隶关内道。公元 1038 年 李元昊称帝兴州。党项族在此建立了以兴庆府(今银川)为京都的大夏国 历时 200 年。后元灭夏 置宁夏郡，隶甘肃行中书省。明初，设宁夏府，隶陕西行都司。明洪武九年(1376 年)置卫。清雍正三年(1725 年)改卫为府 领一州六县。后几经变弃 民国初年改朔方道，后复旧称宁夏。

宁夏在 2 000 多年前的汉代已出现“沃野千里 谷稼殷积 盐产富饶 牛马衔尾 群羊塞道”的繁荣景象。秦始皇时 即在此屯兵移民 引黄灌溉。其后的王朝相继开挖了秦渠、汉渠、汉延渠、唐徕渠等古老灌溉设施。唐代这里以“贺兰山下果园成 塞北江南旧有名”而名扬天下。西夏时出现一段较长的社会经济稳定繁荣时期 创造了灿烂的西夏文化。元灭夏时 由于战争 宁夏人口大幅度减少，河套地区社会经济发展较为缓慢。明初至弘治(不足 150 年)宁夏人口及社会经济处于缓慢上升期。明初 宁夏农业全部隶于军事屯垦 军士或“军余”成为主要生产者。但屯政败坏 影响了屯垦经济的发展。水利设施经历代增修，明时已初步形成网络。弘治(公元 1488 年)至明末的 150 余年 人口与社会经济处在滞缓时期。明末 宁夏人口不足 6 万人。1644(清顺治元年)~1780 年(乾隆四十五年)经一个半世纪的休养生息，宁夏人口大增 水利、畜牧、商贸俱兴。1780 年宁夏人口已突破百万大关。清代，宁夏府属地区列为水利开发重心，康雍时期又修建了大清、惠农、昌润三渠，使河套黄河水利规模与效益达到汉唐以来最高水平。渠成之后，百姓“争先趋附 辟田园 葸庐舍 犁云遍野 麦浪盈畴”。清初至乾嘉时期人口与经济达到封建社会时期的高峰，灌田已达 210 万亩。清末和民国时期，由于军阀混战 社会动乱 绿洲农田基本维持在 90 余万亩的水平。

中华人民共和国成立之后，由于实行了正确的民族政策和开发建设战略，绿洲经济得到了巨大发展，不仅修复完善了原有灌渠系统，还新建了诸如青铜峡等水利工程。至 90 年代初，宁夏河套灌区绿洲灌溉面积已达 520 万亩 人口 290 余万人，呈现出一派欣欣向荣的景象。

主要参考文献

- [1] 杨利普.新疆维吾尔自治区地理.乌鲁木齐：新疆人民出版社 ,1987
- [2] 王致中 魏丽英.明清西北社会经济史研究.西安：三秦出版社 ,1989
- [3] 段晴.新疆经济开发史研究.乌鲁木齐新疆人民出版社 , 1992
- [4] 苏北海.西域历史地理.乌鲁木齐：新疆大学出版社 ,1988
- [5] 于维城.新疆建制沿革与地名研究.乌鲁木齐：新疆人民出版社 ,1986
- [6] 贾合甫·米尔扎汗 魏萼.新疆民族经济发展研究.乌鲁木齐：新疆人民出版社 ,1997
- [7] 李志华中国民族地理（中国地理丛书）.上海：上海教育出版社 ,1997
- [8] 吴传钧.中国经济地理.北京 科学出版社 ,1998
- [9] 覃光广等.中国少数民族宗教概览.北京：中央民族学院出版社 ,1988
- [10] 许海生.新疆古代民族文化论文集.乌鲁木齐：新疆大学出版社 ,1988
- [11] 段锟 李德华 刘星.新疆与内地关系史.乌鲁木齐：新疆人民出版社 ,1992
- [12] 刘甲金等.新疆区域社会人文研究.新疆社会科学院经济研究所编 , 1993
- [13] 丘远尧.跨世纪的中国人口（新疆卷）.北京：中国统计出版社 ,1994
- [14] 张林源 王乃昂.中国沙漠和绿洲.兰州：甘肃科学技术出版社 ,1998
- [15] 伍光和 江存远.甘肃综合自然区划.兰州 甘肃科学技术出版社 ,1998
- [16] 樊自立.塔里木河流域资源环境及可持续发展.北京 科学出版社 ,1998
- [17] 陈隆亨 曲耀光等.河西地区水资源及其合理开发利用.北京 科学出版社 ,1992

第七章 绿洲发展规划与可持续发展

谋求社会经济的发展并实现其可持续，是人类长期为之奋斗的目标。在新世纪伊始，回顾人类走过的漫长历程，可以毫不夸张地说，20世纪取得的发展成就是空前的。可以说，人类已经跨入了现代文明的辉煌殿堂。然而，当人类在总结一个世纪来的辉煌成就时，却理智地发现，人类正面临着是否能持续发展甚或倒退的严重挑战。在跨入21世纪的时刻，有识之士已经认识到，从时代发展角度，用知识创新思维，必须搞好发展规划设计并进行可持续发展研究，以指导和规范人类的未来行动，这是人类谋求21世纪持续发展的基本选择。

绿洲是干旱区社会经济发展的基本依托，绿洲土地上，由于光、温、水、土资源匹配协调良好，农业生产潜力高，因而长期以来成为干旱区人类进行农业生产的主要对象和生活居住的主要场所，并成为干旱区矿产资源开发和城市发展的主要物质供应基地。可以说，没有绿洲的发展，就没有干旱区的发展；没有绿洲的稳定与持续，就没有干旱区社会经济的稳定与持续。搞好绿洲发展设计并进行绿洲可持续发展研究，是人类跨入21世纪面临的有关干旱区域研究的最重要的课题。

第一节 绿洲发展规划

“规划”按《辞海》意解为对未来行为作出“打算、计划”的意思^[1] 广泛用于社会的每个领域、部门和行业 因而是个泛词。依据规划对象、性质、目的和时段、空间尺度 规划的内容会有千差万别。然而不论何种规划 都具有遵循规划对象的发生发展规律，依据不同时段的发展水平、问题、优势与转化条件分析，将规划对象的发展水平从低级推向高级、发展规模从小推向大、发展速度从慢速推向快速的共同特点。因此，规划具有促进生产力发展，实现科学决策、知识创新和加快科技成果转化的功能，是发展研究的主要内容。

1 绿洲发展规划研究概况

绿洲发展规划是干旱区发展研究的核心。长期以来，围绕绿洲的发展问题，我国自然资源与国土开发研究学者，从资源的质量、数量及其地域分布

调查分析入手，通过资源优势向经济优势对应转换分析，进行过大量的规划研究工作，为绿洲资源的合理开发和社会经济发展做出了卓越贡献。经济和城市等区域发展研究学者，从生产布局原则出发，应用区域分工理论和区域分工转型理论研究经济综合体的合理布局规划，为干旱区社会经济发展和区域经济的合理布局做出了重大贡献。历史地理学家，包括古丝绸之路研究学者，以绿洲兴衰的史学事实为基础，论证我国绿洲发展的经验与教训，为绿洲发展研究树起了一面值得借鉴的镜子。农业科学家，更是以绿洲农业的发展为对象 研究绿洲的农林牧结构、种植业结构、产品与产值结构 为实现规划的发展目标做出了最直接的贡献。干旱区水资源高效而合理的利用对绿洲的发展具有关键作用，因而水资源合理利用规划历来是绿洲发展规划的重要内容。绿洲其他资源与发展要素的规划，如土壤利用规划、经济作物利用规划、瓜果开发利用规划、名优特产品开发利用规划、草场利用规划、低产田改造利用规划、农田水利规划等，都从不同层次和部门对绿洲发展做出了重要贡献。实践说明，不同等级和不同性质的规划，在促进绿洲生产力发展上都起到了积极作用 实践还说明 绿洲发展规划 不论过去、现在还是未来，都是绿洲发展研究所必需的。

绿洲发展因受社会生产力发展水平制约而具有时代特色，因而一定时期制定的绿洲发展规划，一定要与相应的社会生产力发展水平相适应。一个科学的具有指导意义的绿洲发展规划，其规划起点应是基于当时的社会经济现状及生产力水平。规划所要实现的目标，应该是生产力发展的预测，规划质量的高低和是否能如期达到规划目标，关键在于对生产力发展水平的预测和对科学成果转化的估测，因而绿洲发展规划的设计必须用现代科学技术来指导。

我国绿洲发展规划设计，以往通常融合于区域发展规划和国土整治规划中。80年代我国绿洲研究逐渐得到重视以后，才开始在局部区域进行绿洲发展规划研究。回顾和总结我国国土规划和经济发展规划的历程，大致可以说都是围绕（经济）发展目标而进行的。在刚刚跨入信息时代和知识经济的 21世纪之际，绿洲发展规划无疑应该在规划目标上把发展和持续列为同等重要的地位，使规划跨上新的台阶。

2 绿洲发展规划研究的意义

2.1 史学角度的规划意义

规划在促进社会生产力发展上的作用早已被人类所认识，在生产实践上人类亦广泛应用规划来指导生产活动。在农业生产上，早在 2 500余年前春秋战国时期的《周礼》一书 为便于土地分类利用 将土地划分为山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰五大类 体现了我国早期朴素的规划思想。战国时期 韩

国修建了从今天陕西省泾阳县分泾水东流至三原、富平、蒲城，注入现今河南省洛河的水利工程 用今天的话说为“引泾入洛”工程。隋炀帝时代修建的京杭大运河 全长 1 794km。这些工程都是在周密规划的基础上实施的，都为促进生产力发展做出了重大贡献。对干旱区来说，此类水利工程对于促进绿洲发展无疑起了巨大的作用。例如，宁夏引黄灌区的发展，有汉武帝时期的移民屯戍 引黄灌溉 开发平原 随后有唐朝时期开发的唐渠。北宋时期宁夏黄河灌区一带属西夏和大夏所据。西夏王李元昊建国称帝共 225 年 此期间黄河以北修建有吴王渠（全长 300 多 km）黄河以南修建有李王渠。元、明朝代都在修复旧渠和开辟新渠上有新的成就。清代为扩大灌区开发的需要，又先后新开了大清渠、惠农渠和昌润渠等主要渠道。中华人民共和国成立后，在恢复整修原有灌渠的基础上，又重点建设了青铜峡水利枢纽工程，使宁夏引黄灌区成为绿洲开发的光辉典范。可想而知，如果事先没有周密的规划，要取得如此巨大的历史功绩是不可想象的。又如，甘肃省河西走廊石羊河、黑河、疏勒河流域的绿洲群 其发展都与开发规划联系在一起。石羊河绿洲在公元前 3 年西汉建置宣威县时，便已有人工筑堤防洪、引灌垦荒的工程（在现今民勤县红柳园附近）使石羊河绿洲成为石羊河流域最早的绿洲。黑河的古绿洲在现今居延海一带，汉代时灌溉农业规模很大，因之建置了居延县（今黑城一带），表现出古代劳动人民良好的择水土匹配垦耕的规划才能。只是后来黑河上游开发力度加大，用水量剧增，下游水量不断减少，古绿洲才逐渐衰落 至 1973 年居延海干涸，居延绿洲规模已大为减小。疏勒河沿岸古绿洲主要分布在上游区域，以开发山前冲积扇为主，主要集中今昌马河流域锁阳城至踏实盆地一带。其农垦规模很大，锁阳城因而成为汉代的宴安县城、唐代的晋昌县城、西夏和元代的瓜州城、明代的苦谷城城址。只是到了清代初年，因规划开垦冲积扇北缘柳沟以东的大片荒地，筑高坝将水堵向东南 锁阳城古绿洲才因缺水而荒废。由此可见 规划及其实施的结果 可以完全改变一个区域的面貌。塔里木盆地东北缘楼兰古绿洲是中国最早的古绿洲，位于塔里木河下游，曾经是南疆最发达的区域。后来因大规模开发塔里木河中上游的宜农土地，下游断流，绿洲荒废，这也是流域开发规划引发全流域格局变化的又一实证。在开发地下水方面，清代从中亚地区引进的坎儿井技术，更需依靠地下水资源及地段的周密设计。由此可见，干旱区的绿洲发展规划，是与水资源利用规划与设计联系在一起的，成功的规划可以给绿洲带来巨大的发展效益，规划不周也会带来负面影响。这里规划的科学论证起着最关键的作用。国际上应用规划理论指导实践的成功例证甚多，美国 20 世纪 30 年代实施的田纳西河流域综合开发规划，经过几十年的分段、分期实施，已经使这个原来极为落后的地区变成重要的工农业生产基地和旅游基地 成为发达的区域。因此 搞好干旱区绿洲发展规划 将对干旱区的发展起着积极的作用。

2.2 规划研究的现实意义

面对 21 世纪的干旱区发展，绿洲发展规划具有更为重要的现实意义。1949 年以来，为了国民经济的发展，党中央、国务院一直非常重视规划工作，不仅国民经济有长期的和五年的以及年度规划与计划，而且不同经济区、不同行业和不同企业也分别具有不同时段、不同层次的规划。总结以往的各种规划，不论综合的还是部门的，均具有一定的时代局限性：表现在规划指导思想上往往是过分强调发展而忽视持续；在规划内容上，以往过分重视经济发展而忽视环境的建设，把经济发展速度当做硬指标，把环境建设的任务当做软指标；在规划项目建设中，与经济有关的分属部门都有详细的相应的配套建设规划，但没有环境建设内容；在技术体系上，往往强调单项技术的应用而忽视科学技术的综合组装；在单项规划中，更缺乏综合和全面观念的指导，从而出现单项规划与区域全面规划或与部门整体规划相悖的现象。直到 1992 年里约热内卢世界环境与发展大会后，持续发展问题才成为世界共同关注的问题。用新的时代目光审视以往的规划，不难得出这样的观点：面向 21 世纪的绿洲发展，应该确立发展与持续同等重要的规划观，发展设计上必须树立知识创新和技术进步观，必须寓知识创新和技术进步的成果于规划设计中，以求规划成果既能接近实际又能超前指导，使规划目标一步一步地得以实现。就我国绿洲发展而言，用新的规划设计思路搞好发展规划，其意义更为重大，亦是我们面临的紧迫任务。

我国干旱区目前属于欠发达区域，国民生产总值、人均产值及人均收入水平，与东部沿海区域的差距在拉大。然而，在国土人均占有量上却具有绝对优势，人均能源资源、人均矿产资源、人均耕地面积和人均水资源上均较东部发达区域高。究其落后原因，除了自然环境条件较为严酷外，主要还是在科学水平和科技成果转化、资金投入和吸引区外投资、政策体系及政策执行水平上存在差距。如何变落后为发达，是按常规规划模式制定区域发展计划，采用循序渐进方式追赶发达区域，还是打破常规规划框架，采用高起点、高技术、新途径制定新的规划体系，使区域发展速度快于发达区域，最终赶上或超过发达区域，是摆在绿洲建设者面前最紧迫的抉择。无疑，在时代步伐已走向 21 世纪的时刻，规划者应选择后者。因此对以往的规划进行调整，制定适应新形势的规划，亦是十分必要和迫切的。

区域发展的基本经验是立足本区资源，包括自然资源与社会资源。通过发挥区域资源优势，选择好对口产业化开发途径，应用各种技术手段，实现资源优势向产业优势到经济优势的转变，这是基本经验，其中资源优势是基础。面对未来的绿洲发展，应该从经济和社会发展角度来审视自身的资源。绿洲在我国干旱区是各种功能汇集的区域，在农业自然资源上无疑具有最大优势，以往仅仅视绿洲为生产农产品的基地的认识是远远不够的。由于长期把绿洲定位为农业生产基地，只追求生产供本区发展需要的农副产品，因

而只强调发挥绿洲的农业功能，这无疑使绿洲经济的发展速度放慢了。现在的绿洲贫困局面便根源于定位的单一性和片面性。除农业外，绿洲还有许多其他功能。干旱区的人口几乎都集中于绿洲区域内，城市、工矿亦几乎都依托绿洲而存在。应该把这种依托视为农业经济的生长点，把城市和工矿业的发展纳入绿洲发展规划中，并从城市和工矿业的发展吸取相应的资金和效益。从人口产业角度考虑，绿洲不仅只含第一产业，同时也应包含第二产业和第三产业。在知识经济结构中，科技产业化首先应与农业的高科技应用相结合，农业高科技的成果应用程度愈高，绿洲发展得愈迅速，愈能推动干旱区的发展。我国绿洲分布区与西北干旱区同义，是国家与中亚各国商贸的连接点，与中亚交往的窗口亦在绿洲，因而绿洲在区位上具有特殊的对外商贸功能。因此可能说 绿洲的功能不应仅是农业的功能 而应是集农工贸、产供销、基础产业与高新产业于一体的综合功能体系。只要把绿洲的上述作用与功能定位好，并真正发挥出来，现代化的发达绿洲目标便能够实现，便能快速实现与发达地区同步发展的目标。

我国正处于从计划经济向社会主义市场经济的转变时期。计划经济时代的集权决策，生产关系指导生产布局的理论体系，曾在局部层面上促进了绿洲的开发。例如 50 年代兴建的生产建设兵团和国营农场，体现了计划经济的绿洲发展模式，其农业成绩无疑是显著的。时代在发展，如何才能更快地促进绿洲社会经济的发展？实践证明，必须制定符合自然规律和经济规律的规划。那种生产关系决定论的规划理论，只注重了社会关系的一面，而忽视了自然规律和经济规律内在联系的一面，因而在实现资源环境、人口与社会经济协调发展上存在明显的弊端。社会主义市场经济以发展生产力为基本目标，这也是马克思在《资本论》中阐明的生产力是促进社会前进的观点。用价值法则和市场杠杆去布局生产，把生产关系置于生产力的发展体系中，无疑能更好地处理人与自然、人与技术、人与经济的关系，更能调动人的生产积极性和调控人类自身行为。因此，用生产力决定论设计的新的绿洲发展规划，当比传统规划前进一步。

3 绿洲发展规划的主要内容

绿洲的发展是绿洲研究的核心，是人类行为目标的基本出发点。现代概念的发展规划，其涵盖的内容已很广泛。从系统层次分解，绿洲发展规划应包含四级层面体系 第一层面是发展目标体系 第二层面是产业(项目)结构体系，第三层面是发展政策体系，第四层面是措施实施体系。上述四个层面上，还包含若干组成成分，它们共同构成发展规划的整体体系。

规划的应用目的是十分明确的，因而其发展体系应该体现在发展布局的全部环节上，就是说，通过发展布局的设计来体现规划的全部内容。

第二节 绿洲可持续发展研究

1 可持续发展设计

在人类刚刚跨入 21 世纪的历史时刻，回顾一个世纪来取得的辉煌成就，可以毫不夸张地说，20 世纪是人类历史上的伟大世纪。然而，当人类进一步总结经验和教训时却不难发现，资源与环境利用上存在着严重问题，诸如生态环境恶化、资源消耗过度、土地退化和荒漠化日趋严重、全球气候变暖等一系列重大问题，它们威胁到人类未来的生存与发展。如何维系人类本身的数量发展和生活水准的提高（发展），而同时又有足够的资源来满足这种发展和有良好的自然生态环境来保障这种发展，实现人口（P）—资源（R）—环境（E）—社会经济发展（D）上的持续，便成为 21 世纪最紧迫的问题。实现上述 PRED 持续发展的目标，基本途径是在掌握 P、R、E、D 各自发展规律的基础上，应用结构调控原理和综合技术手段，实现它们间的协调。在人类科学技术空前提高、改造和利用资源环境能力大为发展的现代，如何使人类生产活动和经济活动符合 PRED 协调发展规律，便显得尤其重要。如果人类活动有利于资源再生、环境改善，并实现经济持续增长、社会不断进步，则不仅为当代人提供了良好的生存空间，亦为后代人平等享有利用资源环境的权力提供了基础。因此可以说，可持续发展是近功利益观、社会发展观、伦理道德观的高度统一，是社会公正、区域平衡、代际公平的体现，是人类社会文明进入新发展时期的重要标志。

地球是人类之家，实现全球的可持续发展是摆在整个人类面前的共同任务。为此，1992 年巴西里约热内卢的联合国环境与发展大会上，世界各国首脑一致通过了《里约热内卢环境发展宣言》、《21 世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》三个文件，并签署了《气候变化框架公约》、《生物多样性公约》等公约。1994 年各国政府又正式签署了《共同行动纲领》，把全球的可持续发展列为世界各国政府的共同准则。中国也于 1994 年制定了相应的《中国 21 世纪议程》。

区域可持续发展是全球可持续发展的基础，在全球可持续发展理论指导下，各区域应依据区域特点，制定相应的可持续发展规划。现代区域发展实践证明，一个好的、建立在科学理论指导和有序管理体系下的区域发展规划，对于保证区域持续、快速发展具有决定意义。而搞好区域发展规划设计则是区域发展规划的基础，是区域规划的关键环节。

1.1 发展模式设计

区域可持续发展设计属于高层次科学决策范畴。合理、科学、完备的设计是实现区域可持续发展目标的基本前提和保证，通过规划方案的实施，达到区域社会持续进步、经济持续发展、资源持续利用、环境持续改善并实现区际间的互融互补，乃至全球持续发展。地球的不同区域由于接受太阳辐射、内外营力等方面的差异，分异出众多在资源、环境乃至人类种族上不同的区域，并可以划分出不同的社会经济区和不同的自然环境区。干旱区作为地球表层特定的社会经济—自然区域，具有独特的物质、能量基础，在区域可持续发展上具有相应的发展规律。我国的干旱区，社会发展水平低，经济落后。加快该区社会经济发展步伐，建设具有发展机制和发达实体的区域，是目前最紧迫的任务。区域发展具有不同的模式，一般而言，大致有三个选择：一是自然资源转换发展模式，即利用本区具有的丰富的自然资源，通过与技术体系的结合，开发出具有区域特色的产品，实现资源优势向经济优势的转化，实现社会经济由落后向发达转变的目的。二是智能资源转换模式，即利用本区具有的人才、知识、技术优势设计和生产那些工艺水平高、技术难度大、科技含量高的产品同时将科学技术推向市场参与区际竞争达到智能优势向经济优势转换的目的。这类模式往往是自然资源缺乏而知识技术密集区域的发展模式，例子有国外的日本、国内的上海等。三是综合资源转换开发模式，即兼有上述两种模式资源优势的区域，通过综合开发，实现资源与人才的高度结合，达到区域的高度发展。这一模式适用于既拥有丰富的自然资源又拥有雄厚的人才基础的区域。显然，适用第三种发展模式的区域是最易求得社会经济持续、稳定、协调发展的区域。适用第一种区域发展模式的区域，可以通过发展教育、发展科技，促进并完成向第三种模式区域转变。但不论那种模式，都共同存在着如何确定优势资源和如何合理开发利用资源，如何布局产业结构，采用何种技术体系，如何建立产品生产体系并提高产品竞争能力，如何吸引资金并提高金融抗险能力，以及如何确保可开发资源的数量和质量持续等问题。显然，我国干旱区的发展，由于只在自然资源上具有优势而人才、知识、技术、资金缺乏当前只能选择第一种发展模式即发挥区内能源充足、矿产丰富、草场辽阔等自然资源优势以及劳动力资源丰富、产品成本较低的特点，瞄准东部区域能源、矿产资源对本区依赖程度大及人才多、技术高的区域差异，采取吸收东部人才、技术和资金的东进策略同时利用与俄罗斯、哈萨克斯坦、阿富汗、巴基斯坦、蒙古等国家接壤的区位条件，发展对外贸易，采取扩大对外出口的西出策略，逐步建立起区内具有完整产业体系，区外互补联系紧密的发展与保障体系。这一转换模式可用图 7.1 表示。

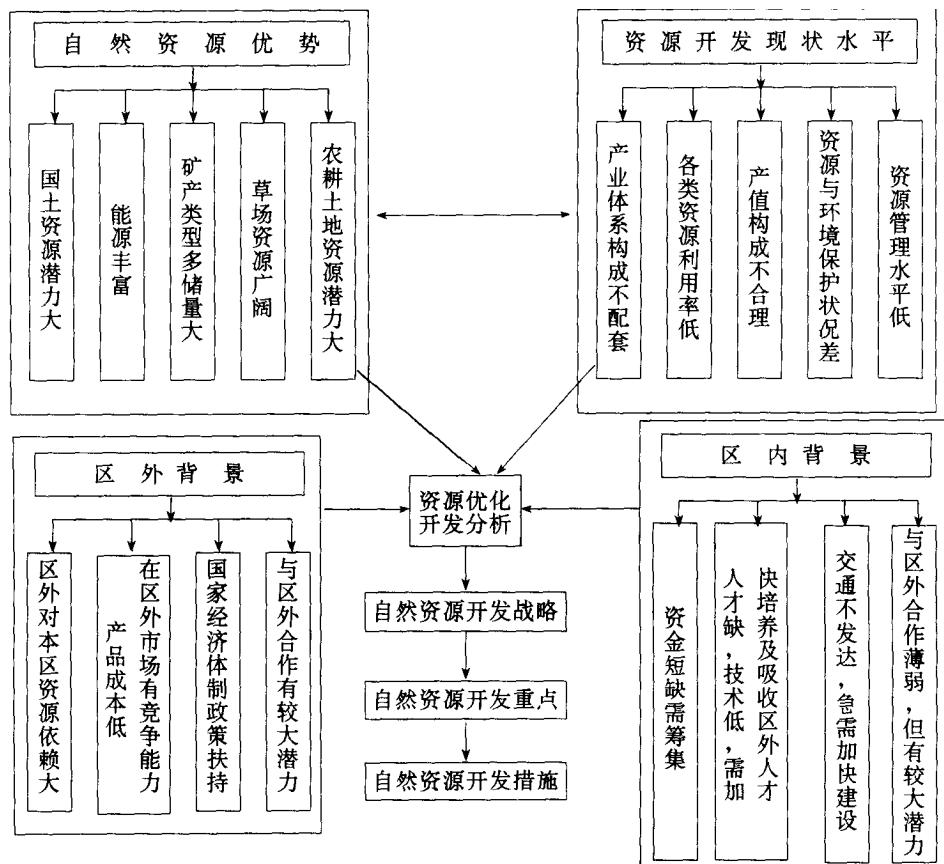


图 7.1 我国西北干旱区自然资源转换开发模式框图

1.2 区域可持续发展原则的设计

1.2.1 PRED 协调发展原则

区域发展具有内在的规律性，发展模式不同，则发展规划设计的原则亦有所不同。在进行区域可持续发展设计时，应充分认识到这是一个涉及面广泛的领域，关键是处理好人口（Population）、资源（Resource）、环境（Environment）、经济发展（Development）四个方面的关系。它们是互相联系、互相制约的。建立相互协调、相互促进的共生关系，是保障区域可持续发展的基本途径。在中国干旱区，生态环境的脆弱性和资源开发间的矛盾十分突出，牺牲资源、环境而盲目追求近利经济发展的教训已屡见不鲜，如盲目扩大耕地的开荒导致风沙危害的教训随处可见，不合理利用水资源而导致盐渍化的事例普遍存在，矿产资源开发破坏生态环境和土地资源的现象亦十分突出。结果是经济快速发展的目标不仅未能实现，反而是生态环境破坏、资源损失的悲剧不断重演。因此，摒弃传统的仅从单一领域去设计发展的思维方法，树立 PRED 整体发展观思想，便成为区域可持续发展的研究核心。这就是当前倡导的 PRED 协调发展模式（图 7.2）。图 7.2 表明区

域可持续发展设计中，社会经济持续发展处于核心地位，追求高经济效益是区域发展研究的基本目标。但要实现社会经济发展目标，必须在资源开发、环境建设、人口数量之间建立动态平衡的协调关系。

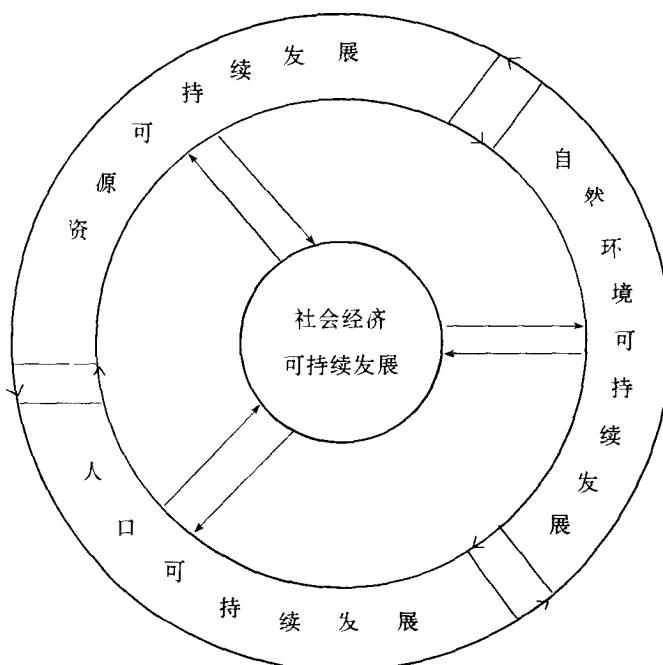


图 7.2 PRED 可持续发展设计框图

1. 2.2 PRED 空间可持续发展原则

着重从空间上，以一定区域为单元，进行发展与持续研究。为了实现区域空间上的发展与持续目标，区域可持续发展在设计上，首先要在全球和大区域的持续发展目标指导下，把特定区域 PRED持续发展研究纳入更大范围乃至全球的 PRED 协调研究中。只有这样才能从全局和高层次上把住等级协调的关口，才能完成与全球的环境及发展战略目标的衔接。这就要求设计者必须掌握全球地理环境分异规律，资源总量、类型及区域分异，掌握研究区域的环境、资源、经济水平在全球格局中的地位、优势和局限 这样才能使设计方案在实施过程中达到空间发展的互补和空间尺度等级上的协调。其次，要以研究区域为整体，在分别研究并掌握资源、环境、人口和经济特点，发展演化过程、现状与问题的基础上，掌握上述四个领域的内在成分与组成要素的结合形式及紧密程度。在掌握上述四个领域的内在成分结构后，便可以进行四个领域间相互作用形式、相互作用强度、相互反馈机理和反馈敏感阈的分析与研究，找出彼此间最为和协、综合效益最大、持续稳定性最持久的结合部位，形成在地域空间上可持续发展的实体。第三，要在技术体系上搞好可持续发展设计，一般而言，这包含了发展体系建设和保障体系建设

设两部分。发展体系设计步骤是 依据区域优势资源 选择适宜技术 通过资源产业化开发论证，建立配套的发展和开发体系。保障体系的设计步骤是：第一步，认识研究区域在生态地域带分异中的区位，如中国干旱区从东部科尔沁、松嫩平原向西至新疆可以划分出温带半干旱干草原生态地带、温带半干旱荒漠草原生态地带、温带干旱草原化荒漠地带和温带—暖温带（塔克拉玛干沙漠 极干旱荒漠地带等生态区。不同生态区 其环境的水热状况、植被生态类型、环境自然结构均有根本差别。明确所在区域的生态区位后，便能有针对性地确定区域生态建设方向和应采取的技术。第二步，要依据研究区内生态景观地段格局状况，运用景观格局与生态系统格局对应原理，进行景观生态的规划设计。第三步，要从措施上制定可持续发展技术体系，如水资源生态用水规划与布局技术、绿洲农业与绿洲生态林业结合技术、盐渍化防治技术等等。

1.2.3 PRED 时序持续原则

这一原则着重从时段尺度上研究区域的可持续目标，是“既满足当代人的需求，又不损害子孙后代满足其需求能力”原则的具体体现。其关键是约束人类开发利用资源的力度和控制破坏自然环境的行为，使资源的开发程度限制在其承载能力之内，使环境容量不因人类活动而降低。在区域发展中，P、R、E、D 四个部分是变化的，它们随不同年份、不同时段（时期）人类对资源的利用强度和保护力度的不均衡性而发生变化。为了维护时段上的 P、R、E、D 平衡协调发展，区域发展的设计及其实施必须搞好下列四个方面的研究，并制定相应时段（时期）的调控管理措施 第一 进行区域资源、环境容量的调查研究，掌握资源类型、质量、数量，分析资源开发潜力和承载能力；研究区域自然环境的基本地理特征，掌握生态环境演替的最良好的结局本底，这是可持续发展设计追求的最高目标。第二，对研究区域进行资源开发利用现状和环境质量的现实调查、分析，摸清资源、环境利用与保护中的问题，并与社会经济发展水平（如社会各业总产量、总产值 分产量、分产值 人均社会产量、产值 等）进行对比分析，了解资源、环境是向可持续发展方向演替还是向不可持续发展方向演替。第三，根据上述两方面的研究结果，重点研究人类活动在区域发展中的行为现实，总结人类在区域资源开发和环境保护建设中的作用程度，制定调控人类行为准则的法规，实施人类行为准则可持续发展规划，使区域发展能随时段的演替而健康发展。第四，要实现区域发展上时序可持续目标，定量回答不同时期 P、R、E、D 变化量值 必须进行技术上的动态监测。采用卫星地面磁带和相片解译，辅以地面实际调查，利用地理信息技术，便能及时掌握区域内 P、R、E、D 的时空变化量值，制定和实施时序协调发展对策。PRED 系统是个动态协调发展系统。对于某一个发展阶段而言，重点是研究各系统的协调问题；对于多个发展时段而言，重点是研究动态持续问题。协调发展研究要解决的焦点问题是 PRED 系统间的相关性和转化机理，以及维系协调目标的调控体系，最终达到 PRED 系

统间和系统内部各要素间和谐一致、配合得当、良性循环。动态可持续性研究要着重解决的是 PRED 系统在不同时期的变化量值、速度、强度及其耦合条件 并最终促进 PRED 体系从简单到复杂、从低级协调到高级协调、从无序向有序的转变。

1. 2. 4 PRED 体系可调控原则

要实现区域可持续发展的目标，关键是要制定一整套可操作的调控技术体系。在PRED体系中，资源是发展目标的物质基础，环境是实现发展目标的保障条件，经济发展和社会发展是人类追求的目标，其中经济发展则起着主导作用。因此，通过调整经济目标来调控人类行为准则，进而实现 PRED 体系的可调控目标，是区域发展研究者、决策者采用的基本方法和基本途径。发展经济是通过产业途径实现的，而产业又是通过开发资源来完成的。从产业角度考虑，经济支柱的产业构成包含了工农业初级产业、加工工业和流通服务行业 即生产、加工、流通体系。这一配套体系愈完善 效益便愈明显。经济的发展将促进社会的发展 促进文化、教育、卫生、福利事业的改善和人文环境的进步。在经济、社会发展中，资源量值变化直接影响到产业开发的成本、投资和产业体系的生存，因此决策者总是跟踪资源的变化来确定产业方向和生产规模，这就构成了资源和产业间的有机联系，实际是资源与经济的联系、发展与持续的联系。综合研究这一发展体系中的生产—加工—流通 资源—产业—人口体系间的转化机制和转化条件，寻找经济与社会发展的协调环节，抓住人口与产业的动态平衡关系，跟踪监测资源、环境的变化量值，便能制定出切实可行的区域可持续发展调控措施，实现可持续发展目标。

1. 3 可持续发展目标的设计

人类历史证明，任何生产活动都期望得到相应的期望值，这就是目标。反映现代文明标志的可持续发展理论，体现了人类伦理道德观、发展持续观和近功利益观的高度统一，是社会进步的表现。这一理论指导下的区域发展规划，首先必须从高层次上搞好发展目标体系设计，其次是必须搞好中层次资源产业开发体系方案设计，使区域产业体系布局、区域利益分配等实现发展及其可持续的目的。

1. 3. 1 规划研究的目标体系

与任何其他规划一样，绿洲发展规划首先要确定的是发展目标。发展目标要体现经济的、社会(福利)的和人口的发展 并要通过规划目标的逐步实现不断把发展水平推向新的台阶。

1. 3. 1. 1 发挥资源潜力，促进经济发展

绿洲发展的首要目标是发展经济。从理论上讲，现实经济是潜在能力开发的结果。绿洲在物能结构上具有巨大的优势。通常情况下，绿洲汇集了干旱区域可利用水资源量的 80%~90%，物质运移上，又往往是洪积冲积堆

积区，细土和养分处于聚集环境，同时还具有光温资源上的地段优势。因而，绿洲成为干旱区农业生产最优越的段域，是农业生产潜力的高值区，具有发展农业生产的良好条件。绿洲平原在地质构造与地貌结构上，又往往具有油气能源储存的良好环境，是能源富集区域。由此可以确定，绿洲区域是物能资源丰富和物能结构匹配良好的区域。物能结构的优势为绿洲的发展提供了良好的资源基础，因此绿洲是干旱区社会发展潜力和自然经济发展潜力最大的区域。确定规划目标，应分析不同绿洲的资源潜力，并选择相应的开发体系去发掘这种潜力，确保经济发展目标的实现。资源开发体系与经济发展目标之间具有密切的相关性。按时段的发展研究，发展规划体系可划分为发展战略研究、发展规划研究和发展计划研究。发展战略研究着重从资源开发角度去论证行业构成，具有长系列、方向性和宏观决策的性质。发展规划研究以重点开发项目为内容，着重论证中长期开发项目的结构体系，是发展战略 行业 规划的设计基础 处于经济开发实体的突出位置 适宜于中期时段的项目安排。发展计划研究以落实规划的年度安排为重点，着重研究产品结构的年度构成和年度调整，具有具体指导生产的功能。一个成功的发展规划体系，应能通过行业建设一项目安排一年度实施的有机运作，最大限度地把发展潜力转化为现实潜力，达到快速发展经济、提高绿洲经济实力的目的。

1.3.1.2 发掘社会潜力，促进社会发展

区域发展的重要目的是促进社会向前发展，实现人类社会的不断进步。诚然，经济发展是社会发展的基础，凡经济发达的区域，社会发展的程度一般均较高，两者具有互相促进的关系。社会的成分很多，凡包括人类群体关系的成分都属于社会研究的内容。归纳起来，一个地区的社会成分主要包括民族、人口、文教、医疗卫生保健和社会福利。人口问题在社会发展中处于主导地位，因而有许多社会发展问题的研究都将其单独突出出来加以研究。

社会发展跟经济发展紧密相连。经济构成的元素，如国民生产总值、社会总产值，一般都作为社会的总收入。为维系社会的正常运转和社会的发展，一般都需从社会经济总收入中拿出一部分资金用于社会发展。经济发展水平越高的区域 用于社会发展的资金便越多 人类享受文教、医疗保健、公共设施和公共福利的程度越高。因此，社会发展水平是区域发展水平和区域综合实力的重要体现。政府行为和区域发展设计决策者的责任，主要是寻求经济与社会如何协调发展和社会组成结构中各成分之间如何进行合理配置。具体办法是，通过社会发展的规划实现经济增长与社会发展相协调，社会发展又以有利于促进经济发展为目的。

不应把社会发展看做完全依赖于经济发展的产物，相反，社会发展还会给经济增长带来支持。社会发展中人口素质的提高，医疗保健给社会带来的体能保障，文教事业发展给经济带来的智能支援，以及社会福利的提高给社会带来的稳定，都能给经济发展创造良好的环境和基础保证。因此，区域发

展规划不仅要重视经济的增长规划，亦要重视社会的发展规划。

与经济发展具备发展潜力一样，社会的发展亦存在自己的发展潜力问题。理论上探讨社会发展潜力在以往的社会发展学研究中提得很少，典型例证亦甚缺乏 因而还处于探索之中。我们认为 社会发展潜力是指社会各组成成分共同构建形成的潜在生产力。如果社会各组成成分间协调良好，能充分发挥积极性，将能有效地促进生产力的发展，无疑此时的潜在社会能力最高，反之则最小。绿洲社会发展潜力，是指绿洲内各社会组成成分内的潜在生产力，各组成成分潜在生产潜力的综合则为综合潜力。显然，社会综合潜力要比社会各组成成分（要素）的潜力大得多。综合潜力不是各组成成分潜力的代数和，依据自然界整体功能大于局部功能之和的原理，社会综合潜力要大于社会组成成分的潜力之和。

分析社会各构成成分中能够促进生产力发展的潜力并寻求适当的方法计算这种潜力，是当前亟待研究的问题。首先，应把社会各构成成分加以分解。基本的构成一般可分为教育系统 科技系统 医疗卫生系统 邮电通讯系统 交通运输系统 社会保险系统等。这些系统中 只是其中一部分才具有促进生产力发展的功能，也只有具有促进生产力发展的这一部分功能才划归于潜力。例如 教育系统中 凡是未加入教育行列的人员 如文盲 则不具有生产潜力，至于文盲中具有劳动力的部分则应归入劳动资本或劳动潜力中去计算。曾经属于文教系统的成分，如大学生，在校时的潜力应归入文教系统的发展潜力；毕业后进入其他系统，如进入科研系统，则应划在科技系统中加以计算。医疗保健系统的社会发展潜力的计算，则可以以医疗系统的专业分类去计算康复病人的社会生产力。其他系统的社会潜力亦应分类去寻求计算的方法。将社会各构成成分的社会潜力综合后的总潜力，则为社会潜力。发掘社会潜力以加快区域发展，是社会发展学研究的核心。其中的关键在于引入竞争机制和规范管理，以期充分调动社会各系统内部全体人员的积极性。就绿洲发展而言，在绿洲内对社会各系统实施择优汰劣、效益竞争和效益管理办法 尤其是对文教、科技实施知识创新、人才效益战略 对行政和行业管理人员实施基本智能和综合管理技能考评管理，对医疗保健行业实施康复百分率与成本最小化策略，对社会保险系统实施自然灾害与社会灾害后生产力恢复重建效益监测策略，对交通运输系统实施生产力布局流通保障度策略，对邮电通讯系统实施信息传输快捷度策略，均是发掘绿洲生产潜力的必要途径。发掘绿洲社会潜力、促进绿洲发展，应该成为干旱区发展的基本途径。

1. 3. 1. 3 发展人类的调控智能，促进人类自身的进步（发展）

促进人类自身的进步应该是绿洲发展规划的重要内容之一。 21世纪的人类发展观，已经摒弃了追求数量的发展尺度，而代之以以提高人口素质（质量）为目标的发展认识。人们已经认识到，只有具备高质量的人口构成，才有高质量的人类社会。这一认识 转变 的过程 应该说是 20世纪末才完

成的，而且是通过深刻的教训才认识到的。20世纪是人口数量膨胀的世纪，这一世纪初世界人口约15亿，而在世纪末便发展到60亿。中国人口，20世纪初约4亿，而世纪末发展到14亿。人口激增给资源、环境带来了不堪负重的后果，使不少区域引发了环境危机、资源危机、经济危机、社会危机，并威胁到世界的安全。绿洲的社会发展，主要取决于人口质量的发展。搞好绿洲人口体系规划，根本任务是确定人口增长目标和智能教育发展目标，以期实现人口与社会、经济、资源、环境的协调发展。

制定绿洲人口增长目标规划的基本步骤是：第一步，依据绿洲资源质量、数量计算人口承载能力，依据环境的基本类型及其抗退化能力计算环境可能容量，以上述二项指标确定人口的限量指标；第二步，以不同时段的经济实力、生活水准为限制目标 确定人口的最高限量 第三步 以不同时段的经济实力和经济增长速度，确定人口增长速度。人口增长速度的检验标准是其增长给经济带来的负担不超过经济增长本身，以满足人们生活水准不断提高的要求。由于经济增长和绿洲经济实力是随时段变化而变化的，且由于环境建设和资源质量、数量的变化亦会随时段的变化而有所变化，所以人口增长的目标规划亦要随上述变化而有所调整。这种调整，应该依据人类能自我约束、自我调控原则，制定不同约束强度的法律法规。

绿洲智能教育发展目标的核心是提高绿洲人口的文化素质和技能素质。智能的实质是认知的才能，如果人类从整体上提高了文化水准和科学技术水平，则可以从根本上提高认识自然规律和应用自然规律于人类发展的水平的能力。绿洲所在的干旱区域之所以落后，实质就在于智能人才的匮乏。以改革开放初期的1982年为例^[2]，西北干旱区和东部沿海区科技人才占全国科技人才的比重之比为5.34/39.83，东部沿海区是西北干旱区的7.5倍 科技人才占本区人口的比例 分别为3.31/10000 和 6.23/10000 东部沿海几乎比西北干旱区多1倍 在校大学生人数 西北干旱区仅为全国在校生人数的5.46% 而东部沿海区为30.50% 中等专业学校在校生人数，西北干旱区占全国在校生人数的8.76% 东部沿海区为23.00% 普通中学生在校生人数占全国的在校生人数的比例，西北干旱区为6.89% 而东部沿海区为24.64%。由此可以说明东部沿海区远较西北干旱绿洲区发达的原因。1990年代中期的1996年^[3] 每万人中拥有科技人才数 西北干旱区为7.19人 东部沿海区为12.92人 后者远高于前者 高校学生人数占全国在校生的比例，西北干旱区1982年为5.46%，1996年为4.91%，下降了0.55个百分点，而东部沿海区同期上升了1.61个百分点；中等专业在校生人数，1996年和1982年相比，西北干旱区下降了3.63个百分点 东部沿海区上升了4.94个百分点；同期内，普通中学在校人数西北干旱区下降了1.0个百分点 东部沿海区基本持平(表7.1)。上述数字雄辩地说明了东部沿海区为什么改革开放以来发展较西北干旱区快，差异的主要原因在于科学技术。

表 7.1 西北干旱区与东部沿海区科技人才比较表

地区 年代 (年)	人口		科技人数			高等学校在校生数		中等专业学校在校生数		普通中学在校生数	
	数量 ($\times 10^4$ 人)	占全国的 比例(%)	数量 ($\times 10^4$ 人)	占全国科 技人数的 比例(%)	占全国人 口的比例 (1/10000)	数量 ($\times 10^4$ 人)	占全国在 校生的比 例(%)	数量 ($\times 10^4$ 人)	占全国在 校生的比 例(%)	数量 ($\times 10^4$ 人)	占全国在 校生的比 例(%)
全国	1982	101 541	100	37 18	100	3.66	3.66	115 40	100	103.90	100
	1996	122 389	100	99 10	100	8.97	8.97	302 11	100	422 78	100
西北 干 旱 区	1982	6 014	5.92	1 99	5.34	0.20	3.31	6 30	5.46	9 10	8.76
	1996	7 472	6.11	5 37	5.42	0.44	7 19	14.85	4.91	21.68	5.13
东 部 沿 海 区	1982	23 792	23.43	14 81	39.83	1.46	6 23	35 20	30.50	23.90	23.00
	1996	27 517	22.48	35 55	35.87	2.90	12.92	97.02	32.11	118.11	27.94
										1 115.70	24.64
										1 376.84	23.99

注.① 西北干旱区以新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古五省区资料为准；东部沿海区选择广东、浙江、江苏、北京、辽宁、黑龙江为代表；资料引自《中国统计年鉴(1997)》和《中国统计年鉴(1983)》。

实施智能教育发展目标是促进绿洲区域发展的根本途径，制定健全的绿洲智能发展规划则是实施这一目标的前提。其基本目标应该是，全面提高绿洲区域整体文化水平和科技发展能力，逐步建成适应绿洲发展的文化科技教育体系。这一体系的基本框架应包括：①扫除文盲，实施绿洲国民文化素养普及教育规划，逐步建成金字塔型的大学、中学、小学教育体系。诚然，扫除文盲需要一个较长的时间才能完成。②建立健全各类专业教育体系，培养能满足绿洲发展需要的各类专业人才。③建立各类科技培训中心，对在职专业人才进行提高培训。

1.3.2 资源产业化开发体系

一个好的可持续发展区域规划及其实施方案，必须从资源产业化方向上充分体现下列三者的高度统一：第一，资源合理利用、综合开发、高效产出 第二 资源利用强度得到控制 损耗量在承载能力内 资源质量得到持续提高，环境得到持续保护；第三，资源开发、环境保护与人类行为高度协调，共同繁荣。上述三个方面又可简略地归纳为高效利益观、持续保障观和人类调控观的统一。

1.3.2.1 资源合理利用、综合开发、高效产出

资源是社会经济发展的物质基础，是人类生存繁衍的基本依托，人类的历史就是利用自然资源的历史。资源大致可以分为水资源、土地资源、气候资源、生物资源、矿产资源五大类。人类利用资源以满足自身的发展过程 曾经经历了简单摄取、被动依附自然资源(元古社会)种植业起源、采用工具(石器)开发利用自然资源(距今4 000~8 000年 奴隶制社会)种植业早期发展、使用青铜器与铁器开发利用自然资源(公元前2 000~公元前400年，相当于奴隶社会晚期和封建社会早期)，传统农业、利用铁制农具和手工业集约劳动开发自然资源(相当于封建社会)现代农业、现代工业(相当于工业革命商品时期)和高技术开发自然资源起步时期(当前)等社会发展阶段。

这表明人类经历了单一利用到综合利用、采用简单工具到精密工具、简单技术到复杂技术、经验科学到高科技的演替过程。从资源利用效率和人类对环境影响史实去总结，则不乏资源开发强度与综合产出效益不相称、共生资源开发与产品品种不相称、初级产品与加工系列产品不相称等问题，造成资源浪费、产品单一、效益低下等弊病。现代科学技术已经发展到可以高效开发自然资源和科学决策资源开发的新时期，这就为资源合理利用、综合开发、高效产出打下了扎实的基础。资源开发利用的设计必须包含如下四个内容：第一 要确定资源种类及优势资源及其质量、数量、分布 为人类利用自然资源摸清家底，为产业合理布局提供决策依据。第二，依据区域内生产力现状水平及可能实现的生产能力，通过对优势资源及其开发条件的论证，选择开发项目和开发区位。第三，依据被开发资源的构成，确定综合开发方向。例如，柴达木盆地达布逊湖钾盐矿藏，不仅含钾高，还含有大量的镁、锂等矿藏，开发方向的选择，则应以综合开发为方针，以避免只利用了钾盐而浪费了锂、镁等矿产。因此 综合开发十分重要。第四 高效益产出 这是区域发展目标的核心。这一目标主要通过低投入低成本设计、实施加工增值技术和高商品率三个途径来实现。无疑，由于资源种类、分布与区域社会经济条件的地区差异，不同区域的资源开发战略和发展模式是不同的。我国荒漠化区域的资源可持续发展目标亦应有自己的特色，亦应选择适合于自身特点的发展目标和模式。

1. 3. 2. 2 资源利用强度得到控制，损耗量在承载能力内，资源质量和数量得到持续提高，环境得到持续保护

这是持续性原则的设计准则，是区域发展保障体系建设的基本设计框架。要实现代际间公平享受发展的权利，必须有资源的持续再生作保证。在科学技术水平空前提高的现代，开发利用资源的能力亦空前提高，其开发能力已远远超过资源再生的能力。过量开发自然资源导致资源质量和数量下降、直接影响人类生存发展的事例，在局部区域已十分普遍，毋宁说为子孙后代提供丰富的资源，就连维系自身的生存条件亦日渐丧失。历史上超量利用资源造成绿洲消亡的事例，如新疆塔里木楼兰古绿洲、甘肃河西走廊锁阳城绿洲、古阳关绿洲、古居延绿洲、民勤西沙窝绿洲的消亡 都是资源利用强度超过资源承载能力造成的恶果。资源与环境虽然在概念上不同，环境的基本含义是由自然地理各要素相互作用形成的包括气象气候、水文、土壤、生物组成的地域空间综合体，其作用是为人类提供生活栖息的空间场所，环境质量的主要标准是人类居住的舒适程度和健康保障程度；然而，资源和环境又具有互相促进、彼此消长的关系，它们在地域上、在功能复合和内涵机制上具有协同性和统一性，环境的改善将有助于资源质量的提高，资源质量的提高又将促进环境的改善和良性循环，两者之间具有协调发展的密切关系。因此，合理、适度开发自然资源、维护生态环境的稳定和建设良好的自然环境 应该成为区域可持续发展设计的基本目标。其设计步骤是 第一步 在查

清自然资源质量、数量基础上估算其开发潜力和承载能力，在掌握环境因子及其演替规律 演替阈值 基础上估算环境容量。第二步 根据区域发展规划和发展项目论证资源开发量，并对环境的影响作出客观评价，前提是资源的开发损耗量必须在资源承载能力内，尤其是对可再生资源的利用更要控制在承载能力内，并且不对环境造成危害。第三步，在技术手段上开展资源替补和环境建设有效性研究。例如，干旱区水资源和水环境是区域开发和生态环境建设的关键因子，首先要掌握水资源的质量、数量及其空间分布状况，与此同时，从维护生态环境稳定出发，论证生态需水量及其区域分配，计算资源承载能力和环境容量 其次依据区域发展规划 确定农业、工业、居民和生态等的用水量，做到水资源承载能力范围内的合理分配用水，以保证资源和环境的持续利用；最后是利用现代科学技术，研究节约用水、发挥水资源效率的途径，达到既满足区域发展需要、又维护持续发展之目的。

1. 3. 2. 3 资源开发、环境保护与人类行为高度协调，共同繁荣

这是人类追求的崇高目标。人类行为主要包括了开发资源和利用环境两大内容，目的是取得最大的经济效益和建立最适宜人类生活栖息的环境。如果人类行为准则符合资源发生、发展规律和环境良性演替规律，无疑会建立资源—环境—经济—人口的协调发展体系。然而 由于资源、环境、经济和人口各个系统均有自身的矛盾运动规律，许多矛盾至今人类仍不清楚，因而要实现上述系统的协调发展，是一项难度极大的课题，亦是人类目前正在探索的全球性课题。完成这一课题的基本途径是：以协调论观点，建立良好的社会各要素的有机结构关系，实现人类社会内部的协调发展；建设能自我发展的具有强抗逆功能的资源环境结构关系，实现自然环境的良性演替和自然资源的永续利用；建立社会经济结构和资源环境结构的和谐共进关系，并解决时序关系的衔接与协调，实现人类与资源、人类与环境的高度协调、共同繁荣的目标。无疑，利用要素结构和成分结构的分析方法与手段，掌握各要素或成分演替序列中最敏感段域，然后通过资源开发数量的调整、环境投资力度的调整、经济结构和人口政策的调整，便能最后建立起健全的可持续发展体系 实现 PRED 共同繁荣的目标。

1. 4 可持续发展的设计思路

可持续发展体现了现代人类的伦理道德观念和追求目标融为一体的精神，是社会文明进步的突出反映。实现这一目标的前提之一就是要有一个科学和可行的区域规划设计思路和设计方案，关键是设计者与决策者必须树立人—地系统观点，把人类行为准则与地球的环境、资源协调起来。约束人类自身活动 实现人—地关系的正常化 是人类跨入 21 世纪的最重要的思维收获。这一思维程序是，通过对资源的开发实现社会经济的发展，通过对环境的保护实现资源的持续，通过人类行为准则的调控达到人类和环境的协调，最终建立起资源开发与环境保护体系。

1.4.1 系统论思维设计

设计依靠思维。区域发展规划设计，是一项源于实践而高于实践的思维成果 必须在纵向上处理好整体 全局 与局部、宏观与微观、综合与部门的关系 才能形成层位关系清楚、上下贯通的结构体系 避免局部代替全局、部门代替综合的弊端。系统论分析思维方法，则是处理各级层位关系的有效方法。这一思维设计，就如同建筑一座高楼大厦如何设计好楼高楼层一样。区域可持续发展研究的定界是区域、发展、可持续三个环节。区域环节上 设计者、决策者、实施者对特定区域的认识 如对中国干旱区的认识 应该从区域系统上明确处在哪一级地域层位，这样才能解决好区域如何发展、如何持续等问题。全球地域系统，第一级可划分出陆地系统和海洋系统；第二级依据太阳辐射与温度分异指标，在陆地系统下进一步划分出赤道带、热带、温带、寒带系统 第三级依据距海远近导致的降水量差异 划分出湿润、亚湿润、半干旱、干旱、极干旱等不同地区系统 其下还可以根据区域内部差异 继续划分出第四级、第五级区域系统。不同的区域 具有不同的区域特性、不同的发展选择和不同的环境保护对策。中国干旱区处于陆地系统中温带半干旱、干旱、极干旱的第三级系统。思维定位明确了，其发展模式的选择和实施对策的设计便有了方向。发展环节上，发展被认为是人类生产活动的出发点。发展包括经济发展和社会发展两个方面。区域发展的设计，在思维方法上亦要有系统论观点。中国干旱区当前的发展模式是自然资源转换开发模式。这一转换模式的设计，第一层面要掌握干旱区资源的种类、数量、质量、分布，包括矿产资源、水资源、土地资源、生物资源和气候资源。第二层面的内容是确定优势资源，通过对第一层面资源的分析，从开发角度选择优势资源。第三层面则要选择开发项目，对具体的资源进行开发论证，包括可行性论证与效益论证。第四层面则要进行基本保证条件的论证，如能源条件、交通条件及金融、政策体系条件等等。可持续环节上，重点是搞好可持续保障体系的设计，搞好自然环境保护与建设的设计。在中国干旱区域，只要生态环境得到改善和保护，则绿洲体系建设就有了保障，可再生资源便有了永续利用的保证，持续发展便可实现。可持续的设计思路是：第一层面是掌握所属区域的生态地理特征，是半干旱草原区域、半干旱荒漠草原区域，还是干旱草原化荒漠区域，抑或极干旱荒漠区域。不同的生态地理区域，环境特点便不同，整治模式和措施亦便有异。第二层面便要依据环境的特点，设计相应的综合整治建设体系，达到质量整体提高、持续稳定之目的。第三层面是设计相应的技术体系，使整治设计与技术体系配套。第四层面则是具体实施方法、措施。例如 就柴达木盆地的设计而言 第一是认识该盆地处于极干旱区域 第二是认识环境建设体系主要应包括生态用水合理配置、荒漠化防护体系建设、绿洲防护林体系建设三个部分；第三是在各部分下设计相应的技术体系，如生态用水的合理配置层位下，其用水技术体系包括盐渍化防治生态用水量分析与技术、防治风沙危害生态用水量分析与技术；第四是在防盐渍化

和防风沙化用水量分析与技术下，设计适合该盆地的具体实施措施。在区域、发展与可持续各自层位系统构建设计基础上，便可进行整体层位的组装，形成完整的设计体系。

1. 4. 2 结构论思维设计

区域发展规划设计，在进行前述层位等级思维设计的同时，还必须应用结构论分析思维方法，对同一层面的各个组成要素或成分进行分析，建立起要素或成分间联系紧密、相互协调、关系复杂的结构体系，从而提高设计功能和抗御退化风险的能力。这一设计思维，就如同一座高楼大厦的各个楼层的内部设计一样重要。区域可持续发展，关键是要处理好 P、R、E、D 的关系。P、R、E、D 可视为区域可持续发展的四个部分，每一部分又都由不同性质的要素所构成。处理好各要素的相互关系即要素调控，是实现 P、R、E、D 各自健康发展的基本途径。

人口 (P) 调控思维设计：人口的数量、质量、分布、历史变迁、民族构成以及发展趋势 对区域发展起着建造、调整、转化作用。PRED 体系演替方向与转化速度，与人类开发利用资源与环境的强度有关，而人口数量增加、质量提高与成分要素良化，则是这一强度的驱动力。近几十年来世界和我国人口均迅速增长，对自然资源和环境的索取空前加剧，有些区域的开发强度已远远超过资源和环境的承载能力。干旱区域更是如此，环境破坏和资源枯竭趋势十分明显。调控人类行为、控制人口数量、提高人口质量、进行智能建设，已成为干旱区域发展与持续设计的关键举措。其设计决策应能大力推进计划生育，减少人口增长，发展教育，增加智能培训力度，调整人口产业构成，建立起能自我调节、自我提高并和资源、环境协调发展的调控机制。

资源 (R) 开发调控思维设计：区域的发展与资源开发利用有直接关系，人类利用自然资源的历史，经历了从简单索取、单一利用到全面索取、综合利用和系列加工的过程。自然资源的种类很多，概括起来有气候、水、土地、生物、矿产等。从是否具有再生功能而言，则土地具有综合再生特征是最基本的资源 生物、气候、水资源都通过土地生产过程发挥着各自的功能。矿产资源则具有不可再生特征。在资源开发利用中，分别搞好土地资源和矿产资源的开发设计，而后统一纳入 PRED 调控设计体系，这是资源开发设计的基本过程。由于土地生产属性是综合的，其功能亦是多方面的，具有为农业、城市、交通、旅游等多目标服务的功能。对土地资源进行开发利用调控设计，一般思路是，进行土地类型研究、掌握土地适宜生产方向→对各类土地进行土地资源利用评价、确定最佳开发利用方向→进行人类对土地需求关系分析、确定土地开发利用类型与开发规模→进行土地利用类型的现状问题分析、寻求提高单位面积产出的途径→综合上述研究成果、进行用地结构的规划调整。这一设计思路 体现了土地自然属性、生产属性、人类需求与经济发展目标相协调的思想。资源的开发利用调控设计 都必须体现开发、保护、管理的思维模式。

自然环境 E) 保护调控思维设计：自然环境的良性发展是保证资源永续利用的基本途径。对自然环境各要素进行单独研究虽然是重要的，但环境效应的整体性、综合性更能反映环境的全貌。因此，对环境保护与建设的设计其思路往往是在熟悉各组成要素(气候、地貌、水文、植被、动物、土壤等)特征的基础上，进行综合整体特征的研究。综合整体特征在地域空间上具有相应的实体——类型综合体(地段综合)和区域综合体。类型综合体是环境各要素在地段分异上的综合表现，具有可重复出现的特点；区域综合体是环境各要素在区域上的综合表现，具有不重复出现的特点。类型综合体在功能上主要是为地段生态设计时进行景观生态建设服务的，是进行典型生态试验示范设计的基本依据；区域综合体反映区域分异规律，是进行生态区划、小流域规划、流域整治、区域环境整治设计的依据。上面的设计思维可以概括为要素结构分析→类型结构分析→区域结构分析→环境建设的思维模式，目标是构建生态要素间、类型地段间、区域共轭间的和谐关系，形成稳健的可持续发展调控体系。

经济发展(D) 调控思维设计：发展经济被视为区域发展的核心，与人类提高生活水准的要求直接相关。它包含了经济发展(速度、规模、阶段)、经济结构、经济效益、机制转变与平衡布局等内容。然而，经济发展只有与生产力水平相适应，与资源持续和环境持续相适应，才能保障经济的高增长和避免衰退的出现。经济发展的调控设计，首先必须从宏观上把握区域总需求与总供给的平衡，必须把人们的物质需求控制在适度增长的范围内；其次必须从资源的种类和分布上确定适于区域发展的产业构成，建成与经济结构相适应的产业体系，达到总需求与总供给的平衡与协调；再次是必须从动态上监测经济各要素和产业各要素的时段变化，并把区外的影响纳入监测之列；最后是适时进行平衡并运用金融、政策、法律等手段进行调节。经济发展调控是十分复杂和更为综合的工作，因而设计和实施都必须在具有高度综合管理人才参与下进行。

1.4.3 协调论思维设计

寻求经济发展和环境的协调，是设计与实施可持续发展的核心。当前人类面临的问题是经济与环境间、资源开发与环境间、社会行为与环境间，存在着既相一致、相协调的一面，更存在着相互冲突、不协调、不相容、不一致的一面。如何变矛盾、冲突为和谐、相融即建立协调体系是区域协调论思维设计的关键。从哲学的观点去认识，PRED体系变化是绝对的，静止是相对的，不平衡是绝对的，均衡是相对的，矛盾是绝对的，和谐是相对的。因此，我们追求的协调应该说是相对的协调，并且这种协调会不断被新的不平衡打破，需要一次又一次地进行调整^[4]。通过不断调整使协调不断完善以求人地系统的良性运转。人类活动、社会经济发展与环境相互作用过程间所发的矛盾是不同的，包括矛盾表现形式、尖锐程度、矛盾范围等的不同，因而它们之间的协调途径亦应不同。不能用同一套办法去解决所有问题，应该设

计出相应的协调类型，包括融合协调、折衷协调、退让协调、补救协调、突变协调等。

融合协调是一种理想的协调机制。当开发活动与环境效益在同一时空内均成为共同效益体现者时，两者的矛盾和利害冲突经过一定的调控达到了相互融合、统一的状态。这种协调是我们追求的协调。生态建设工程、自然保护区建设、灌溉绿洲建设等，均宜采用融合协调的调控设计。

折衷协调是解决资源开发和环境保护之间矛盾的有效方法。当前追求经济效益而牺牲环境的现象广泛存在。在开发活动与环境保护间存在着最大经济效益会给环境带来危害，维护较大环境效益又会限制最大经济效益的获得的情况，难以实现两者最大的目的。而当经济和环境同时作出一定的退让、妥协时，则双方能达到相对协调，既能保持双方一定的效益，又能和谐运转，亦即环境仍保持在承载容量内，而经济又取得相对满意的结果。这种折衷协调的设计，是一种顾全大局、追求总体效益目标的设计，是一种避免某一方为追求自身效益而破坏整体效益的设计，是调控设计者最普遍采用的思维方法。

退让协调适用于环境和经济一方已处于极限，而另一方却有一定余地的情况。例如，当一个区域的开发规模、速度、数量超过环境容量时，PRED 处于不协调状态，为达到持续目标，必须使环境得到恢复。在调控设计时，则必须要求有余地的一方作出必要的效益让步（牺牲）以换取两者的协调，必须要求发展经济的一方放慢开发速度、降低开发规模，使开发控制在环境容量内。这样，虽然未完全发挥近前经济效益的最大优势，但可维护经济的持续和环境的改善。从整体综合和长远利益考虑，这种调控协调是值得的，在决策上是可取的。

补救协调适用于经济活动对环境的破坏不可避免，而又不能通过工程本身来解决的情况。为了不对环境造成破坏，必须采取另外的经济投入来恢复环境质量，以求达到经济和环境的协调。这种协调设计思路较适宜于环境污染严重、需另外投入资金来治理的设计，所以将其称之为补救协调。

自然界存在着突发性的环境灾害，诸如黑风暴、滑坡、泥石流等，它们常对经济和环境的发展带来冲击。对这种突发性灾害，人类还无力制止它的发生，但希望通过调控措施减轻它们对区域发展总协调目标的威胁。这就需要采用突变协调对这类突发性事件进行调控。从设计上讲，突变协调主要包括三个方面：一是研究环境灾害的成因和发生机制，制定相应的减轻灾害发生的对策；二是建立应急的应变体系，将突发灾害减轻到最低限度并避免连锁灾害的发生；三是对被破坏的生态环境进行重建整治，建立起新的经济环境协调体系，重新纳入新的发展轨道。

1.5 可持续发展开发内容的设计

区域的发展是通过资源的开发来完成的。区域发展的历史就是人类利

用资源的历史。人类与资源开发利用的关系大致经历了四个时期：史前人类被动适应自然资源时期，以人类简单索取资源为主；历史早期人类与资源平衡发展时期，以耕作业和手工业开发自然资源为主，资源的再生能力超过人类的开发能力；近代人类与资源非平衡发展时期，以人类开发利用资源的强度超过资源再生能力为特征；当代人类与资源协调发展起步时期，以近20～30年正在兴起的可持续发展理论为标志。可持续发展虽然在理论体系上进行了多方探索，取得了广泛认可，成为各国政府共同的行动纲领和全人类的行为准则，然而在可持续发展理论指导下，如何进行开发体系的设计仍然是亟待解决的问题。区域开发具有很强的区域特点，干旱区的开发，既要在总体设计上符合可持续发展的开发框架，又必须在产业化选择上突出干旱区的特色，只有这样才能建立起符合该区可持续发展的完整体系。这一开发体系，从系统结构看，应包括三个层次，即开发规划总体设计、行业规划设计、调控技术规划设计。

1.5.1 开发规划总体设计

开发规划总体设计包括资源总量、综合开发、发展规划设计，这是区域发展规划设计中最高层次的设计。区域发展速度快慢与是否实现持续，仰赖于是否有一个科学而可行的发展规划设计方案和开发体系。如果区域发展规划符合该区域社会经济发展规律并和资源环境形成配套体系，区域的发展和持续将能得到保证。高层次开发规划总体设计，应该从摸清资源总量入手，而后进行综合开发条件的研究，最后进行发展规划设计。设计中资源与产业转化开发流程是：资源总量与资源开发论证→基础产业开发体系设计→发展产业开发体系设计→社会经济发展水平的实现。其开发设计框图如图7.3，这一框图体现了通过自然资源产业开发途径达到区域发展目标的设计过程。

1.5.2 行业规划设计

行业规划设计包括资源分类、行业开发、持续发展规划设计。行业开发是区域发展的部门组成。行业以创造经济价值为主要目的，能促进区域社会经济的发展，因此行业开发在区域持续发展过程中显得尤为重要。搞好行业开发设计是行业发展的前提。行业开发必须依托资源。中国干旱区域的资源从行业角度划分主要有绿洲农业资源、工业资源两大类，相应的行业体系是农业体系、工业体系。

农业行业开发体系的规划设计，主要应按照农业类型及农业发展阶段，设计相应的阶段性行业（图7.4）。当前干旱区的农业，基本上处于集约农业阶段，行业调整方向是促进行业体系向精细农业转变。

工业行业开发体系的设计，应依据工业资源的区域特点，选好主导工业，建立起以主导工业为行业主体的行业体系。基本设计思路是：①依据世界工业发展四个阶段的演化模式^[5]，确定工业发展不同阶段的主要行业构成（图7.5）；②确定研究区域社会经济属于哪一类地域类型；依据研究

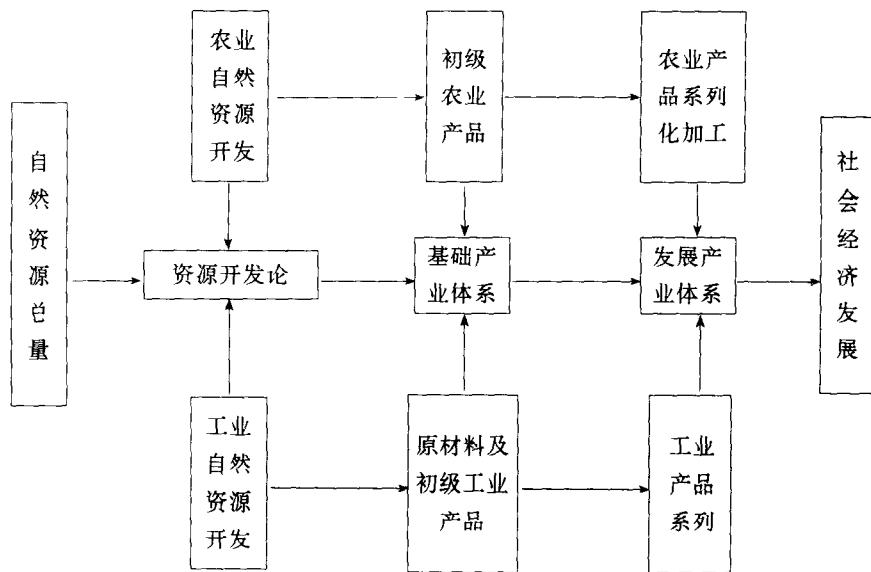


图 7.3 资源开发规划总体设计框图

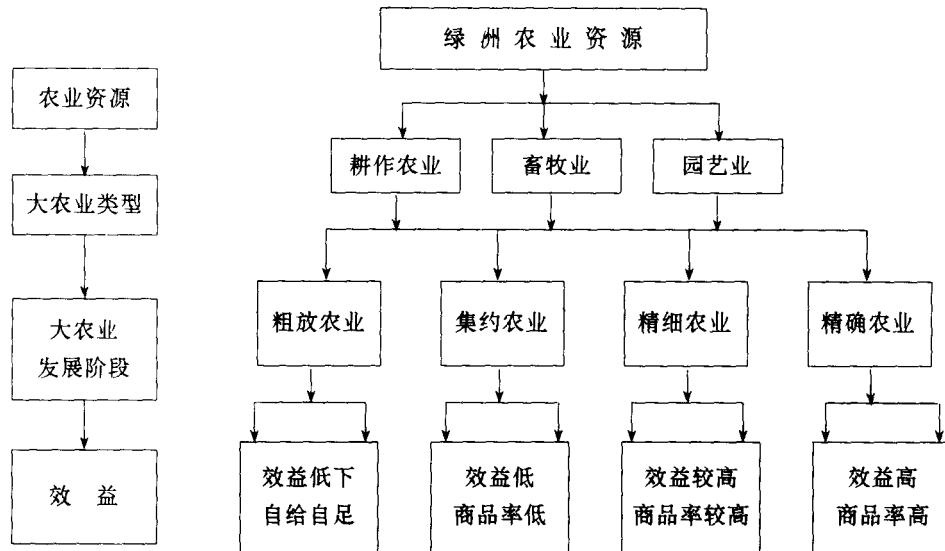


图 7.4 农业行业设计图式

区域所属的区域类型，确定主导行业并实施行业发展规划。当前，中国干旱区域发展阶段基本处于落后与后发展区域两种类型，其主导工业行业的选择则分别为 1+2b 和 1+2a+2b 模式。

1.5.3 调控技术规划设计

调控技术规划设计包括资源监测、资源调控、资源恢复技术设计。中国干旱区的发展，一方面要依靠自然资源的开发来实现，另一方面要靠资源的恢复与再生来保持，使资源具有永续提供开发潜力的能力。实施调控技术，则是保证干旱区持续发展的基本途径。应依据调控目的分别采用不同的技

1	2	3	4	
工业发展阶段及行业类型	基本生活用品	重化工业(a) 矿业开发(b)	耐用家用电器工业(a) 汽车产业(b)	信息工业(a) 高级生活用品工业(b)
区域发展类型		主导工业行业选择模式		
落后地区			1 + 2b	
后发展地区			1 + 2b + 2a	
发展地区			2a + 2b + 3a	
发达地区			3a + 3b + 4b	
过发达地区			3a + 3b + 4a + 4b	

图 7.5 工业行业设计图式

术。其前提工作是制定资源监测技术，对资源消长情况进行监测，掌握资源的质量是否提高，数量是否增加，多样性和结构是否稳定。可以用点面结合技术路线 应用常规调查、遥感调查、信息系统等技术手段进行监测。监测结果应及时输送给资源调控部门，以便实施相应的调控措施。如果资源监测认为资源质量和数量在提高、承载能力在增加，则资源开发力度可加大，对资源开发的数量可以增加；如果监测结果是资源质量在下降、数量在减少，则资源调控方向是减弱资源开发力度。调控技术可以围绕加强管理、加强法制、加强宣传、限量开发、分期封育、资源替代等方面进行设计 共同构成或组装为调控技术体系。资源恢复技术则是利用现代科技手段，培育资源生产潜力 相应地 可以采取增加资金投入力度、加强管护、减轻开发、促进资源再生、进行生态恢复整治、引进品种、提高生物多样性和结构复杂性等方面的新成果与新技术，使衰退了的资源得以恢复，实现资源生产潜力的提高。监测技术、调控技术和恢复技术都是资源调控技术的成员，共同构成区域发展的技术体系。

2 可持续发展效益评估

从可持续发展角度去设计区域发展的产业布局，是一项新的工作。它不等同于以经济发展为目标的发展研究，也不等同于以资源开发为途径的发展研究，而是以综合经济和资源合理匹配、资源与环境耦合发展为目标的发展研究。因而区域的经济发展速度、资源开发强度、环境建设安排都会与单纯从经济、从资源、从环境角度的设计不同，产生的效益会有显著差别。因此，建立区域可持续发展评估体系以评估区域可持续发展设计的效益，不仅是时代发展的需求，亦是区域发展调控的需要。由于区域可持续发展设计体现了资源开发、资源保护、环境建设和智能决策体系的协调关系，因而效益

评估一般也包括了资源开发效益评估、资源保护效益评估、环境经济化效益评估、科技贡献效益评估等内容。通过效益评估，便可确定综合效益最大、持续效益最好的设计方案。

2.1 资源开发效益评估

以经济效益高低来评估资源开发设计方案的优劣，是资源开发效益评估的基本任务，着重阐明资源产业化开发中资金、劳力投入与有效产出之间的对比关系。基本公式为

$$E = \frac{F}{P}$$

式中 E 为经济总效益系数； F 为产出的总产值； P 为投入的总成本。

资源开发效益评估的目标是，回答开发设计的效益期望值是否达到。从投入方面来说，就是要评估物化劳动和活劳动的消耗是否最小，而产出是否最大，并且资源的消耗量是否维系在其承载能力范围内。

选择适宜的评估要素并建立相应的评价指标体系是进行资源开发效益评估的基本途径，其中确定评价要素和选择评价指标尤其重要。评价指标体系主要应包括如下要素和指标：① 资源利用程度和效益指标。它包括资源生产率、单位国民收入的物质耗费量和占用量、单位产品（或产值）能源消耗量、单位资源盈利量等。② 活劳动利用程度及效益指标。它包括劳动力投入量及劳动生产率、劳动力平均纯收入、劳动商品率、劳动产品量等。决定活劳动效益的因素主要是劳动熟练程度、技能和智力高低。资金投入程度及利用效益指标。资源开发需要相应的资金投入，在效益计算中，通常亦把物质和活劳动投入转化为货币来表示。反映资金利用效益的指标有投资回收期、投资收益率、资金利税率或成本利润率、投资周转率等。产业产品类型及产值效益指标。它包括产品类型、产品商品率、产品净产值、产品总产值、产业从业人员纯收入等。在资源承载能力范围内，上述四个方面的效益指标都高，则说明规划方案的设计是可行的、成功的。

2.2 资源保护效益评估

我国是依靠自然资源开发来实现社会经济发展的发展中国家。虽然在资源总量上我国是个资源丰富的国家，但在人均占有量上却是一个资源短缺的国家。例如，我国水资源总量为 2.8 万亿 m^3 居世界第 6 位，而人均占有量仅为世界人均水平的 $1/4$ ；土地总面积为 9.6 亿 hm^2 居世界第 3 位，而人均耕地面积仅及世界人均值的 $1/3$ ；煤炭资源探明储量居世界第 3 位，但人均占有量仅为世界人均水平的 70% ；石油探明储量居世界第 16 位，但人均拥有量仅为世界人均拥有量的 $1/10$ ；煤炭、石油、天然气三种能源资源总和的人均占有量，仅为世界平均值的 $1/3$ ；水能资源理论蕴藏量居世界之首，但人均占有量亦只及世界平均值的 $63\%^{[6]}$ 。正如《中国 21 世纪议程》中

指出的：“目前，我国一些重要的自然资源可持续利用和保护方面正面临着严重挑战。”这就决定了我国自然资源利用总体战略必须实行节约利用与保护并重的方针。

资源保护不仅是解决我国资源人均占有水平低的需要，亦是解决我国资源利用率低、浪费严重的对策。我国由于资源保护上的措施不力和科学技术水平落后，资源利用率较低，浪费亦严重，这无疑加大了我国资源短缺的严重性。因而从可持续发展历史使命出发，制定以节约资源为核心的资源保护策略以提高资源对经济发展的保证程度，是我国资源战略的重要环节。我国干旱区域 虽然在石油、煤炭、天然气以及部分矿产资源（如镍、金、盐矿、稀有金属等）具有优势，人均水资源占有量也超过全国平均水平，是国家发展的重要资源依托；但由于资源保护意识薄弱及法规不健全，加上技术落后 资源开发浪费严重 综合矿藏也未实现综合开发。就全国而言 煤矿开采平均回收率仅为 32%、铜矿为 50%、钨矿为 28% 综合矿藏开发后 有益部分的综合利用率不到 2.5%。全国只有 2% 的矿山达到综合利用 70% 的水平。利用效率上 我国能源有效利用率仅为 33% 而发达国家已超过 50% 甚至达 70%^[7]。我国西北干旱区，资源浪费现象更为严重，利用效率更为低下。例如 我国农业水资源利用 目前仍普遍采用大水漫灌方式 亩均灌水量在 800~1 000m³ 以上 有的甚至达 1 500~2 000m³ 而发达国家 干旱区域的农业灌水量一般为每亩 300~350m³ 以色列仅为 150~200m³。由此可见，树立资源价值观，纠正传统的自然资源没有价值、用之不竭的观点是十分必要的。这就是当代通过资源保护、维护资源再生以实现经济可持续发展目标的观点。资源保护需要包括管理、维护、恢复、重新建造等方面的投入，保护后资源的增值则可以计入潜在产出（效益），其效益评估则是投入与潜在产出之差的评估。其评估公式可表示为

$$E_p = \frac{F}{P_0}$$

式中 E_p 为资源保护取得的效益系数； F 为潜在产出总产值； P_0 为资源保护的总投入成本。

如何评估和计算潜在产出总产值 F 是资源保护效益评估的难点。由于资源开发程度与效益高低的量值不是一个定值，确定资源开发最高量值点（即保护起始点）便显得十分困难。一般而言 允许资源开发最高量值点是资源承载能力的临界点，超过资源承载能力的资源便是需要保护的资源，也就是需要进行资源保护效益评估的基本对象。资源种类很多，每类资源的开发承载能力亦不同。按照资源类型分别求取资源保护效益，将其累加成为区域的整体资源保护效益，是一种较为可行的途径。资源保护投入的成本 P_0 的计算，同样包含了物化劳动和活劳动的消耗两部分。其评价指标应依据投入物质和劳动力的类别而确定，将各种投入的成本累加即可认为是投入的总成本。资源保护效益系数 E_p 值愈大 则说明投入愈小而潜在产出愈高 区域

开发设计方案愈可行。

2.3 环境经济化效益评估

资源和环境是社会经济发展的基础。资源和环境虽然在概念和功能上有所不同，但它们在自然界中是以整体性综合性孪生在一起的，资源是社会文明开发的物质基础，自然环境则是资源供给和资源培育的基础。传统经济学上的自然资源，仅指能被直接开发并形成物质财富的资源，因而忽视环境的资源作用，因而形成只重视资源开发而轻视环境建设的思维观。结果是经济虽然发展了，但自然环境恶化了，这就是西方较为普遍存在的先开发后治理的教训。由此可见，生态环境本身具有经济潜力，具有资源赋值。人类进行生态环境建设，实际上是在促进资源再生和提高资源的利用潜力。开展环境资源化效益评估，则可正确回答环境建设投入的资源经济效益状况，可以为环境建设的投资决策提供科学依据。设计环境的经济效益评估体系是个复杂的问题，目前还没有成熟的方法。其基本评估思路是第一 确定某一环境状态下的资源潜在价值；第二，确定经过一定时段的生态环境建设后的资源潜在价值，得出资源潜在价值增值量；第三，依据一定时段内的生态环境建设投入量，进行环境投入与资源增值对比关系的计算，求取环境经济化系数。其基本公式为

$$E_e = \frac{E_d - E_s}{P_e}$$

式中： E_e 为环境经济化效益系数； E_d 为环境建设投入后的资源潜在价值量； E_s 为环境建设投入前的资源潜在价值量； P_e 为一定时间段内的环境建设投入费用。计算资源潜在价值，因资源类型不同、措施不同而应采取不同的评估方法。环境经济化系数愈大，说明环境建设的成效愈明显。

2.4 科技贡献效益评估

人类文明的历史是一部科学技术进步史。任何科学技术的进步，都可能促进生产力的提高。石器、青铜器、铁器的利用 标志着古代人类文明的科技发展水平 蒸汽机、内燃机、原子能的利用 标志着现代人类的文明与科学技术成就。当前 人类面临着资源短缺、环境恶化、人口膨胀、经济发展不平衡的巨大压力，面临着区域乃至全球可持续发展上的严重挑战。解决这些问题的途径只有一条，那就是依靠科技进步。科技进步解决资源危机的途径可概括为三条：一是积极寻找替代资源，如能源资源上煤炭替代木柴、石油替代煤炭、核能替代石油等；二是开拓新的自然资源；三是提高现有资源的利用率。同样 在解决环境问题、经济发展速度与人口适度发展问题方面 科学技术进步起着关键作用。如何评估科学技术进步的贡献率？目前应用最广的是“余值法”。余值法把经济的发展看做是资本、劳力和科学技术共同作用的结果，扣除资本、劳动力的贡献份额后，其余均可算做是科技进步贡献的份

额。其基本公式可表示为

$$E_{科} = \frac{E_{总} - E_{劳} - E_{资}}{E_{总}}$$

式中 $E_{科}$ 为科技进步投入贡献率 ; $E_{总}$ 为经济增长量 ; $E_{劳}$ 为劳动力投入贡献的增长量 ; $E_{资}$ 为资本投入贡献的增长量。依据上述方法估算 , 我国自改革开放以来 , 科技进步在经济增长中的贡献约为 30%~35% 而发达国家一般在 60%~70% 。由此可见 我国在应用科技成果上仍有很大潜力。特别是西北干旱区域 , 科技力量薄弱 , 经济发展科技贡献含量低 , 应用科技促进区域发展将较东部区域更具潜力 , 科技贡献效益会更大。

第三节 绿洲发展规划实例研究

规划的目的在于应用。通过实施规划方案达到区域发展的成功实例古今中外屡见不鲜 , 但也不乏规划脱离实际、未能促进甚至延误区域发展的史实。究其失败的原因 , 一是规划的目标脱离实际 违背了区域发展规律 指标过高或论而无据 , 无法达到 ; 二是实现规划目标的路线选择失误 , 技术体系不健全 规划难以操作 而使规划落空 三是实施措施不力 管理体系及保障体系不健全 , 而使规划成为欣赏性规划。总结成功与失败的规划实践 , 尤其是研究成功的实例 , 将有利于完善绿洲规划体系、促进绿洲的发展。

我国干旱区地域辽阔 自然环境、资源特点、社会经济状况差异大 因区制宜制定绿洲发展规划和实施措施 , 是规划成功的关键。总结我国绿洲发展建设的成功经验不难发现 , 绿洲发展快而持续的例子都具有如下共同特点 :

有科学性较强的绿洲发展规划 ; ② 规划具有较为可行的资源优势 → 项目(行业)开发 → 经济优势 → 区域发展目标转换条件的技术设计 ; ③ 有阶段性的从低级向高级规划目标转换的实施方案。按我国绿洲区域分异上的绿洲和准绿洲差异 , 选择新疆吐鲁番荒漠绿洲和宁夏盐池半荒漠 (准) 绿洲进行实例分析 , 将会对绿洲发展体系建设有所裨益。

1 吐鲁番荒漠区绿洲发展体系建设

1.1 地域结构

吐鲁番盆地地处我国极干旱荒漠区域新疆维吾尔自治区天山东部。该盆地北部为博格达山 , 南部为觉罗塔山 , 西部为天格尔山和阿拉沟山。北部山脉山脊线海拔 4 300m 左右 , 最高峰博格达峰海拔 5 445m 。西部山脉最高峰天格尔峰海拔 4 558m 山脊平均海拔 4 000m 左右 高大山体上部发育了冰川 , 是盆地主要的水源供应地。南部山地较为低矮 , 海拔 1 000~2 100m ,

其中西段高度多在1 300~2 100m，东段大多在1 000~1 200m。盆地的中部受基底断裂和抬升作用的影响，有一列单斜或背斜形态的低矮状丘陵——火焰山和盐山，将原来完整的盆地分割成两部分，丘陵北面为高盆地，丘陵南面为低盆地。高盆地海拔550~210m，主要为冲积洪积平原，低盆地的最低处为艾丁湖，海拔高度为-154m，为洪冲积和湖积平原。地貌形态使盆地地域结构从周围山地至湖盆具有山地—山前倾斜洪积平原—平坦冲积平原—湖积平原的分异特色。吐鲁番盆地的上述地域结构，对该盆地的物质、能量迁移转化规律产生重大影响：周围山地成为侵蚀区，中部平原成为堆积区。平原遂成为水资源、土壤资源、光温资源及地质能源资源（油气资源）组合优越的区域，成为干旱区绿洲发展之地、资源积聚之地、人类生存与发展依托之地。正是因为盆地在物质、能量结构上的优势，才使吐鲁番盆地成为中国古丝绸之路上的大明珠、近代与现代文明史上的闪光点，是我国重点开发的区域。中华人民共和国成立后的50年间，该盆地不仅在国家级、省（区）级上进行了大量开发、发展、规划论证，更在地区级和县级上进行了大量开发、发展、实践，取得了宝贵的发展规划经验。尤其是80年代初的国土规划实践以及90年代的可持续发展规划研究，使该盆地的发展连跨三个台阶。面临21世纪发展与持续的新形势，该盆地的绿洲发展规划将会把该盆地带进更为辉煌的发展历程。

1.2 自然条件特点与优势资源分析

1.2.1 自然条件特点

吐鲁番盆地面积约5万km²。其中山地面积约占62.6%（3.13万km²），平原面积占37.4%（1.87万km²）。其中洪积戈壁面积占28%（1.42万km²），洪积—冲积平原占9%（0.43万km²），湖积平原占0.5%（251km²）。气候和自然地理景观在山地具有垂直分异和在平原具有成因形态特征。海拔4 000m以上降水以固态降雪为主，发育了极高寒漠；海拔3 000（2 800）~4 000m降水量300~400mm，气候寒冷潮湿，发育了高山草甸、高山草原化草甸；是夏季的主要放牧草场。海拔1 800（2 000）~3 000（2 800）m为中山草甸草原和草原，气温寒凉，降水较少，草原质量较高，是夏秋优良的放牧草场；海拔1 000~1 800m，气候温凉，降水少，干旱明显，植被覆盖度低，发育了荒漠草原，是较差的放牧草场，放牧利用需严格保护；海拔1 000m以下的山地丘陵，气候温和，降水稀少，为干旱荒漠，生产潜力极低，只宜轻度放牧。盆地海拔高度基本在1 000m以下，靠近山地部分气温较高、降水稀少，极端干旱，为洪积为主兼有冲积形成的冲积洪积倾斜平原，砾石、砂砾堆积厚，发育了戈壁，难以利用。紧靠冲积洪积倾斜平原下部为冲积平原，地表组成物质较细，以粉砂、壤土为主，气候温暖，夏季炎热，气温年较差和日较差大，年均气温11~14℃，≥10℃积温约5 400℃（吐鲁番市），太阳辐射值586~628kJ/cm²·a以上，年日照时数

3 000h 以上 无霜期 260d 以上 属暖温带 农作物可一年二熟 宜于暖温带 经济作物棉花、葡萄、瓜果等生长。气候极为干旱，年雨量仅为 6.9~25.2mm 属我国降水最少区 而蒸发却在 2 700mm 以上。气候虽然干旱 但 盆地受中心汇水之惠，共有地表水资源 9.21 亿 m³ 地下水资源 1.42 亿 m³， 合计水资源总量为 10.63 亿 m³ 较丰富的水资源为该盆地绿洲形成、发育 和灌溉绿洲的发展提供了极适宜的自然条件。

1.2.2 资源优势

1.2.2.1 暖温带绿洲农业体系发达，具有发展特色农业产业的条件

吐鲁番盆地农业资源上的优势具有独特性，像吐鲁番盆地那样兼具气温高(暖温带)、极干旱、水源稳定、地下水丰富的绿洲在我国极为缺乏。吐鲁番盆地绿洲极利于发展其他区域难以与之竞争的特、优、名农业产品。独具特色的绿洲农业产品 如无核葡萄、优质瓜果、长绒棉等 都可成为高效益绿洲的主导产业。此外，粮食和农副产品亦有质量优、产量高等竞争能力。适宜发展名、优、特的优质高产土地共有约 129 万亩 其中一等地 13.88 万亩，二等地 38.0 万亩 三等地 48.81 万亩 四等地 28.31 万亩。一、二、三等土地 是耕垦历史长的农地，农业专业化水平高，面积约 100 万亩 能从规模与质量上形成大型农业商品生产基地。

1.2.2.2 能源、盐矿、铁矿等资源丰富 具有建立大型工业基地的条件

截至 1995 年，吐鲁番盆地已探明石油储量 3 亿 t 预测储量 16 亿 t。已 建成年采油生产能力 200 万 t 的油井，1993 年原油产量 115.2 万 t 且仍可 大规模扩大采油生产。煤炭资源储量大、品种全、分布广、发展潜力大 有条件建成输往区外的大型能源、电力基地。铁矿等资源丰富、品位高 仅鄯善南部的铁矿储量就达 3 亿 t 以上，有能力为建成大型冶炼基地提供矿产。盐矿 资源丰富 原盐、芒硝、钾盐、钠盐、硝石储量大，七泉湖、乌宗布拉克、土克台 等地已成为原盐和无机化工基地，且均可进一步发展为综合工业和加工业 生产基地。此外 贵重金属(如黄金)亦有相当发展实力，1993 年黄金产量已 超过 600kg，而且产量仍在逐年上升之中。

1.2.2.3 草场资源广阔，有利于建立区域性畜产品生产基地

吐鲁番盆地草场面积约计 1 152 万亩，占全区土地总面积的 11.36%； 其中可利用的草场面积 1 038 万亩 占全区面积的 10.23%。以前对畜牧业 的资源优势重视不够，对其潜在经济能力估计不足，只是从传统天然放牧畜 牧业角度看待，其产值只占农业总产值的 10%~14% 而没有看到其潜在的 经济价值。用现代绿洲发展理论为指导，利用草场建设及畜牧放养和舍饲 相结合的经营方式，其畜牧产业将会获得几倍于现在的效益。不仅要看到草 场广阔，天然草场改良后承载能力将有大幅度提高的一面，还应看到农业产 品转化为饲料的潜在能力。如果畜牧业从天然放牧转变为农牧结合型产业， 实行放牧与舍饲结合、天然放牧与室内育肥结合，畜牧业的产值将会获得极 大的提高。实际上，这种畜牧业发展模式亦在逐步被认识中，如畜牧业在农

业产值中的比例 1985 年为 10.5%，1990 年为 12.9%，1993 年为 14.0%。近年提高到 15% 以上，只是农牧结合的步伐较慢，产值比例提高不快罢了。建立和发展绿洲型农牧结合畜牧业体系，将会充分利用该盆地的优势资源。

1.2.2.4 旅游资源优势

吐鲁番盆地具有得天独厚的旅游资源，极干旱的平原景观和垂直分布突出的奇特山地为吐鲁番地区塑造出大量风景迷人的景区与景点，加上悠久的古文化和丰富多彩的民族风情，该盆地在综合旅游资源和单项旅游资源上均具有很大优势。古丝绸之路的风采、火焰山的传奇、坎儿井的独特、海拔艾丁湖的奥秘等等，均具有很强的旅游吸引力。旅游产业开发将会成为该盆地的主导产业之一。

1.3 资源产业化开发及绿洲的发展

区域的发展尤其是经济的发展，是通过对资源的产业（行业）化开发实现的。建立健全的资源优化配置开发体系，是干旱区绿洲发展规划最基本的途径，应依据区域发展实际，制定分阶段实施的发展规划。吐鲁番盆地绿洲发展规划，是比较全面系统并按资源产业化途径设计的，主要有 20 世纪 80 年代初开展的国土整治与国土规划和 90 年代开展的区域可持续发展规划。

在国土整治与国土规划方面，吐鲁番盆地着重从绿洲发展角度开展了农林牧综合发展规划、经济发展规划、土地资源合理利用规划、草场资源与畜牧业发展规划、水资源合理开发利用规划等。90 年代制定的可持续发展规划则体现了发展与可持续的时代精神，把资源、环境、人口与社会经济看做是区域发展的组成部分，强调彼此间的协调和整体综合效益的同步发展。通过建立优化产业结构和深化生产体系的科学设计以及规划的逐步实施，吐鲁番盆地绿洲的建设成效显著，80 年代中期和 90 年代绿洲发展明显跨上两个台阶。其产业化发展规划主要围绕如下产业（行业）进行。

1.3.1 优化农业产业结构，实现农业资源优势的效益型转变

规划的设计以农业转化光温优势资源为思路，具体措施是压缩粮食、油料作物播种面积，大力发展暖温带棉花、葡萄、瓜果等特产产业，实现资源优势向经济优势的转变（表 7.2）。从表 7.2 可知，吐鲁番盆地 80 年代前一直以粮食种植为主，粮食作物种植面积占耕种面积的 75% 以上，这抑制了优势作物棉花、哈密瓜和葡萄的发展。经过 80 年代初的调整及 90 年代的完善，作物结构已渐趋合理，棉花、葡萄、果类瓜的种植面积不断扩大，农业生产专业化、商品化水平不断提高，并在经济效益上取得显著成效，种植业总产值 1985 年为 1.63 亿元，1990 提高到 3.77 亿元，1993 年增至 5.1 亿元。这说明了规划在促进区域发展中的重要作用。

1.3.2 健全绿洲工业体系，实现工业资源的效益型转变

社会经济的发展实践证明，无论一个国家或一个地区，其发展大体要经历农业→工业化→后工业化的发展历程。这一发展历程亦是生产力不断发

表 7.2 吐鲁番盆地农作物播种面积变化表 单位 面积为 $\times 10^4$ 亩 比例为 %)

年份(年)		1970	1975	1980	1985	1993
粮 食	面积	67.84	70.71	64.41	48.39	38.89
	比例	78.53	78.47	73.00	64.55	54.45
棉 花	面积	11.97	12.28	16.07	19.27	24.87
	比例	13.86	13.63	18.21	25.70	34.86
长绒棉	面积	5.70	4.88	9.89	9.75	4.59
	比例	6.70	5.42	11.21	13.01	6.43
油 料	面积	2.24	2.44	3.04	1.93	0.25
	比例	2.59	2.71	3.45	2.57	0.28
果类瓜	面积	2.12	2.32	2.34	3.15	3.71
	比例	2.45	2.58	2.65	4.20	5.19
葡 萄	面积	—	4.42	6.82	14.20	18.20
	比例	—	4.90	7.73	18.94	25.48
蔬 菜	面积	1.42	1.77	1.63	—	2.07
	比例	1.64	1.96	1.85	—	2.90

注：引自中国科学院新疆地理研究所编的《新疆典型绿洲经济发展与生态环境建设》，1995。

展、资源产业化不断深化的过程。吐鲁番盆地的发展规划，无疑应该在发展绿洲农业的基础上建立起与区域资源特色相适应的绿洲工业体系。应用工业生产增值原理开发系列工业产品。就吐鲁番盆地而言，行业工业体系主要应包括两大部分：一是对农业初级产品资源进行系列化加工，通过加工增值途径实现农业资源的高效益；二是能源与矿产资源的工业化开发，促进绿洲经济的发展。

1.3.2.1 建立农业产品加工工业体系，增强绿洲的发展实力

吐鲁番盆地的农业在建立粮食、棉花、果类瓜、无核葡萄以及大力发展畜牧—农业结合型初级产品基础上，应依据产品类型和加工增值原理，进一步对初级产品进行精加工系列化的生产，建立农产品系列加工工业体系。这一加工工业体系应以初级产品为原料，以商品生产和高效益为目的。可逐步建立完善的农业产品加工工业体系，主要有棉纺织业及棉制品工业、粮食加工和食品工业、肉类加工及肉产品系列化加工工业、奶类加工及奶产品加工工业、皮革加工及皮革制品加工工业、绒毛产品加工及系列产品工业、果类瓜（如哈密瓜）精制轻型化加工工业、葡萄酒类加工工业，还可进一步在饮料、药材等农业产业加工上开发新的产品。

1.3.2.2 发展能源、有色金属、盐业工业 实现区域经济结构的多元化、综合化

吐鲁番盆地有丰富的石油和天然气资源、煤炭资源、原盐及盐化工资

源、有色矿产金属资源，应该以这些资源为基础建立起相应的产业体系。该盆地的工业生产 80 年代初仍十分薄弱，1980 年工业产值仅为 1.34 亿元。实施资源产业化开发规划后，1985 年产值达到 2.81 亿元，1990 年达到 5.70 亿元，1993 年达到 9.78 亿元。这说明发展规划的重要作用。工业产值占工农业总产值的比例亦由 1978 年的 39.4% 提高到 1993 年的 60.9%^①。上述资源开发工业，虽然有了一定基础，但总产值偏低，人均产值投产比上显示出仍停留在劳动密集型阶段，仍未跨上技术效益的台阶，更未形成结构合理、综合效益高的体系。1990 年前，石油工业落后，与其资源优势地位不相称，仍然以化学（盐化工为主）食品、纺织、煤炭采掘四大工业行业为主要特色，产值占工业产值的 74% 以上。90 年代经过规划结构调整，石油开发得到加强，到 1993 年石油工业产值跃居工业之首，产值占工业产值的 33.4%，而前述四大工业的产值比例下降至 49%，逐步走上行业结构合理、综合发展的轨道。该盆地今后工业发展的方向，一是要在延伸加工链、减少资源浪费上进行布局与建设，二是要在产业组合上实现综合和互补、扩大资源的综合利用广度，从而建立起资源节约而效益又高的工业产业体系。

1.3.2.3 加快旅游资源开发，建立旅游发展产业

吐鲁番盆地旅游资源优势是具有特色旅游景区与景点，有条件建立旅游产业。1980 年前，旅游产业的开发未受到重视，1978 年到该盆地旅游的国外游人仅 425 人。80 年代初实施国土规划，1985 年增至 1.3 万人，1986 年为 1.8 万人，1992 年则上升到 3.0 万人，1995 年后国外游人的数量更为可观。因此，旅游业完全有条件成为该区经济效益高的支柱产业。该盆地应大力挖掘和建设的旅游资源主要有如下方面：荒漠区从干旱荒漠至山地寒漠的自然风光欣赏、荒漠特色景观考察、荒漠公园的建立与开发、沙漠浴、日光浴、沙地越野、沙漠宿营、沙漠静月欣赏、沙漠民俗民风体验、沙漠古迹开发、沙漠古文化研讨、丝绸之路旅游等。与此同时，亦要重视与旅游业配套的手工艺品业、印制业、服务行业的开发。虽然该盆地的旅游资源还未全面开发、效益还未发挥，但经过旅游资源的发展规划设计，今后该行业一定会成为该盆地的重要支柱产业。

2 盐池半荒漠风沙区准绿洲发展体系建设

盐池县位于宁夏回族自治区东部。该县中部和北部属鄂尔多斯高原荒漠草原区，由于风沙广布、沙漠化问题突出，所以人们常称该区为半荒漠风沙区。从明朝起人们就已经在这一区域进行规模性农业开发，绿洲体系业已形成，但发展缓慢，开发中的生态环境问题突出。因此对该区进行绿洲发展体系建设，对准绿洲区的建设具有很大的指导意义。这一建设体系，从三个

方面进行设计：①分析该区资源优势，确定优势开发资源；②选择资源转化为产业的基本途径及产业经济体系建设的方案；③绿洲发展产业体系建设中基本保证条件的创建等。

2.1 自然条件的基本特征及优势资源分析

2.1.1 自然条件的基本特征

该区的范围为 $37^{\circ}\sim38^{\circ}\text{N}$, $106^{\circ}30'\sim107^{\circ}30'\text{E}$ 地势主体结构属鄂尔多斯高原 海拔高程为 $1\ 350\sim1\ 600\text{m}$ 地势由南向北倾斜。区内地形波状起伏，高平原面上广泛发育着风沙地貌，沙丘与覆沙平地面积占 36.9% 荒漠草原高平原比例为 38.2% 在地形相对低洼处则有低洼盐碱滩地 面积比例为 4.4% ；此外亦有小面积高平原草原类型，面积比例仅为 6.7% 居民点、道路等占 13.8% 。这里气候干燥 年降水量为 $250\sim300\text{mm}$ 干燥度 3 以上，年平均风速为 2.8m/s 年大风日数在 25d 以上 是风沙危害严重、生态环境脆弱、容易发生沙漠化危害的区域。因此，其产业设计必须一开始就十分重视环境的保护，贯彻寓生态保护于资源开发之中、资源开发促进生态保护的策略。

2.1.2 资源优势

该区具有丰富的自然资源，从产业建设角度考虑，其优势资源主要有：

2.1.2.1 草场广阔，具有建设以二毛裘皮商品为主的畜牧业基地的条件

在该区 54.7万 hm^2 土地中 草场面积为 42.7万 hm^2 占土地总面积的 78.1% 草场以短花针茅、苦豆子、黑沙蒿、白刺等类型为主 体现了荒漠草原为主要特色的区域特点。天然草场的牲畜承载能力为 51万只羊单位 。草场具有高原型暖温带向温带过渡的特点，昼夜温差大，气候干燥，草群营养成分好，因此草场具有发展二毛裘皮羊的条件。二毛裘皮具有轻暖结实、毛股多弯、花穗美观、富于光泽、皮毛不粘结等特点 在全国毛皮制品中具有独特的竞争能力，在国内外市场上享有盛名。该区是我国滩羊的主要产区，因而在发挥资源优势的区域发展布局中，建设二毛裘皮商品基地与畜产品基地应成为本区的经济发展战略。

2.1.2.2 特产资源种类多，具有发展特色产业的条件

利用本区特色资源，进行系列开发是建立独特区域经济的有效途径。本区特色资源丰富 如医药、油料、糖料、工业原料、种子源、蜜源等 应以此为基础发展特产产业。其中药用植物资源有几十种 如甘草、苦豆子、枸杞、板蓝根、土三七、柴胡、远志、补血草、黄芪、大麻、麻黄、大黄、地肤、小蘖、八角茴香、荆芥、红根子、花椒、泽漆、地锦、冬葵、旱芹、龙胆、益母草、天仙子、列当、党参、红花、苍耳、知母、天门冬、百合、黄精等等。其中天然状态下能够形成大规模生产的有甘草（面积 3.77万 hm^2 自然年产量 $1.5\sim1.8\text{万 t}$ ）苦豆子（面积 10.7万 hm^2 自然年产量 16.05万 t ）。具有栽培发展形成高产出的有板蓝根、麻黄等。甘草在本区虽已开发并建设了相应的制药厂，但规模

小产品处于初级阶段仍可进一步深加工生产甘草精、甘草糖、甘草油等系列产品。此外，加工中甘草茎叶未加利用，亦应通过提纯技术加工开发或加工成羊畜饲料。黄芪、板蓝根、麻黄亦是需要量大、价格高的宜于在本区生长的药用植物，亦应进一步发展人工栽培。栽植3年的黄芪、麻黄和2年的板蓝根其亩产量均可达500kg，亩产值均在2000元以上。如果进行系列化生产其效益仍可数倍增长，应积极加以引导。

该区饮料植物资源丰富，具有含糖量高、生物碱丰富、活性酶具区域特点等优势。通过天然和人工栽植可以形成规模生产的有白刺、沙棘等饮料资源，亦可开发形成饮料产业。如果与其他功能的植物资源实行综合开发，制成综合性饮料如白刺—甘草饮料、沙棘—甘草饮料、白刺—黄芪饮料、沙棘—黄芪饮料等等，不仅品味多样化，而且在功能多元化方面会走出新路子，必能从饮料开发上促进绿洲的发展。此外，发展啤酒花种植业也具有较高的经济回报。

该区油料作物资源十分丰富，不仅在食用油如胡麻、菜籽、向日葵等方面应加以发展，更重要的是可从芳香类工业与民用油上加以发展。如利用黑沙蒿提炼蒿油，利用红花草提炼红花油等，产值均十分可观。

本区蜜源植物资源亦很丰富，向日葵、草木樨、花棒、苜蓿、老瓜头等植物，从春到秋均有各种蜜源花种开花，应适当发展蜂蜜生产，促进绿洲产业的多样化。该区的自然环境为某些物种资源提供了抗退化的环境条件，如本区土豆个大、不退化，黑瓜子仁大、色泽好、产量高等。因此本区具有建设籽种源基地的产业条件。

2.1.2.3 绿洲农耕业发展潜力巨大

依土地资源评价结果，盐池半荒漠风沙区的宜农土地面积有9.142万hm²，约占区域总面积的16.71%。该区因引黄灌溉大柳树水利枢纽工程的兴建，水源供给将会得到保证，从而将成为重要的绿洲农业生产基地。1988年，该区已基本实现了粮食、油料的自给。1995年，第一期农业发展规划的完成为现代农业的建设打下了坚实的基础。

2.2 资源转化为产业的基本途径及产业体系的建设

实践证明，一个区域的发展主要应依靠产业化途径来实现。正确选择产业项目和确定好产业规模至关重要，并应以产业效益作为衡量产业规划的标准。其标准是，产业的生产积累是否大于消费，社会财富的积累是否大于支出。在产业经济不发达的盐池半荒漠风沙区，其产业经济体系的建设应分三个步骤（阶段）进行。

2.2.1 搞好基础产业的建设布局

基础产业是区域发展的主要依托。应该应用资源—产业对应转换原理，建立并健全该区的基础产业体系。具体方法是，依据优势资源的种类、质量、数量、分布分别建立相应的基础产业。其生产的技术体系应打破现在传统

的生产手段 采用现代科学技术 加大能源、物能、智能投入。这些产业包括 畜牧业尤其是滩羊生产、药用植物资源生产、饮料资源生产、油料尤其是特种油料生产、种源生产等等。

2.2.2 搞好发展产业的建设布局

所谓发展产业是指能为本区经济带来高利润、高税收、高效益的产业。应该在第一步骤建设的基础上，重点搞好发展产业的布局。这些发展产业的布局 将带动地方工业、乡镇企业的发展 加速城镇化的进程。这些发展产业包括饲草料加工、畜产品加工与畜产品系列化生产、药材加工与精药品生产、天然植物饮料加工与饮料系列化生产、粮食加工与食品的系列化生产。

上述门类的工业，从产品类型、质量和产值上，现在均还处于低水平上，且生产手段亦还是落后的。例如，1988 年该区社会总产值约 9 600 万元 加工工业产值仅占 23.3%。社会总产值低说明该区经济落后，加工工业产值比例低说明该区经济发展后劲不足。

2.2.2.1 第一期发展规划

该规划 1990 年制定，1991 年实施。通过调整土地利用结构，建设农业高产基地，重点区域建设灌木防护林生态经济体系，加大人工草场建设力度和压缩超载羊只，加快羊只出栏速度，发展区域特色药材及建设特产加工产业，至 1994 年在粮食播种面积减少 16.7%、羊只总数压缩 12.7% 的情况下，粮食总产仍增加 18.5%、单产增加 42.2% 草地生产率提高 2.2 倍、畜产品单产提高 43.05%、羊只出栏率提高 26.10% 农业总产值从规划初（1991 年的 2 100 万元增加到 4 600 万元 人均粮食水平从 250kg 增加到约 300kg，人均纯收入从 300 元增加到 450 元，生态环境恶化局面开始得到控制，资源节约利用而高效产出的设计目标出现雏形，同时还培养了一批科技干部，为持续发展打下了基础。

2.2.2.2 第二期发展规划的设计

在第一期发展规划取得显著成效的基础上，制定了第二期发展规划。其设计的提纲如下：

(1) 攻关基础与面临的问题。通过第一期发展规划的实施，打下了可进一步发展的基础。这包括：① 生态环境恶化开始得到控制；② 农牧业结构有了调整，资源节约利用与有效产出有了起色；③ 建立了具有一定基础的科研攻关场地，科技在攻关中的含量有所提高；④ 取得了实施发展规划设计的较系统的经验。

第二期发展规划的主要任务是巩固第一期的成果，使该区生态与经济建设跨上新台阶。所面临的问题是：① 生态环境没有根本性改变，仍然是区域持续发展的主要制约因素；② 资源节约利用和产业深度开发体系尚未形成；③ 科技在攻关中的含量仍然偏低；④ 区域可持续发展体系，即资源—环境—人口—经济协调发展体系并未真正形成。

(2) 第二期发展规划的主要目标。

总的目标是：建立资源节约利用、资源开发高效产出的产业体系，亦即资源—环境—人口—经济持续发展、协调共进的体系。

近期的目标主要是：建立适应总目标体系发展的基础。具体目标是：①进一步控制土地荒漠化，良化生态环境；建立资源节约利用调控机制；资源深度开发与高效产业体系初步配套；建立持续发展的社会—经济体系；⑤群众生活水平达到小康。

(3) 第二期发展规划的内容、实现途径与对策。

严重退化土地的恢复、重建。重点整治流动与半流动沙丘，以维系绿洲的稳定。可考虑采用灌木篱防沙固沙技术体系和关键段域工程、生物治理相结合的途径。

实施资源节约利用、产品产出高的精细农牧业体系工程，重点按乡镇建立集约化现代农业与牧业试验示范性生产基地，打好绿洲基础产业建设的基础，并为发展产业的建设打下坚实的物质基础。

建设好与基础产业相匹配、相协调的发展产业体系，实施产业深度开发工程。可考虑建立产品深加工系列化生产体系。

建立产业化服务保障体系工程，关键是搞好为农牧业高产服务的网络体系，如良种站、肥料加工、饲料加工、病虫害防治、农牧业技术培训。搞好绿洲城镇化建设。

(4) 主要指标目标。

严重退化土地(流动、半流动沙丘)的30%得到固定；飞播灌木林和定期封育草场达到适宜面积。

建设好农牧业基础产业基地，其生产能力应能达到发展产业的要求，并具有示范推广意义。

建立农产品、畜牧产品、药材系列化深加工及为上述基础产业发展服务的乡镇企业工业体系。

绿洲产值达到小康水平。

(5) 保证条件的建设。

建立强有力的领导班子。由政府及各主管部门、实施单位、有关科研生产单位组成项目领导小组，负责项目的实施。

加强科技决策，增加科技成分，提高科技贡献率。

搞好治理工程、供电工程及农牧业节水工程的配套建设。

2.3 绿洲产业体系建设中基本保证条件的创造

资源优势只为绿洲产业体系建设提供了物质条件，开发途径亦只提供了一条建设道路，能否实现资源优势向经济优势的转变，达到稳定、持续的繁荣，还必须有一整套基本保证条件。有了这些基本条件，才能保证基础产业和发展产业的正常快速运转，实现区域经济的腾飞和社会的发展。这些基本保证条件主要包括以下几方面。

2.3.1 优先搞好交通建设

交通是搞活经济、促进流通的驱动力，交通便利才能吸引项目、资金和人才，才能满足区内外物资的交换。交通已成为区域建设者们必须优先考虑的建设项目。盐池半荒漠风沙区目前的交通状况严重阻碍着区域的开发，截至 1988 年该县只有公路总长度 38.4km，公路密度仅为 $7\text{m}/\text{km}^2$ ，没有国家级和省级公路，只有县级公路 11.4km、乡间级公路 27.0km。虽然 90 年代中期交通建设有了较大发展，但基本状况没根本变化。当前急需完成的工作有：① 北部城关—高沙窝主干公路的改造工作，达到东与陕西延安—西安、西与银川的快速连结；② 南部建设大水坑—冯记沟主干公路，使其北连能源基地马家滩—磁窑堡达银川，这亦是长庆石油和天然气开发所急需的。

2.3.2 加快能源建设

能源是区域资源开发的动力。能源短缺已成为该区发展的基本制约条件。目前该区既没有与大电网联网，又没有自己的具有规模的能源基地。虽然该区有较为丰富的煤炭资源及石油和天然气资源，但电力和动力均严重不足。加快能源建设以保证动力，已成为经济腾飞的首要保证条件之一。加快能源建设的途径有四条：一是与大电网连接，引进电能；二是加快本区能源开发，加快雅几沟等地的煤炭资源开采；三是利用本区长庆油气田资源，借助国家石油工业的发展带动本区开发，搭车致富；四是发展太阳能、沼气的利用，以此作为居民生活用能的补充。

2.3.3 对外来投资项目实行特殊政策

该区经济落后，依靠本区的财力是难以实现开发目的的，必须争取区外援助项目及财力。而实行特殊优惠政策则是争取区外投资的必要途径。当前必须克服的是等待国家上项目、上投资，以及安于现状的守旧观念，改而采取让投资者受益而同时地方亦得利的政策，而最后结果是促进区域的繁荣和振兴。

2.3.4 吸收开发人才，加快智能能力建设

绿洲产业应走高科技的开发途径，因此必须有先进的技术和掌握现代技术及管理的人才。要通过特殊政策来吸收人才，前期主要是吸收高层次决策管理与规划人才，而后是专业科技人才，最后是发展教育、发展培训，提高整体科学技术水平，从而保证资源开发和区域发展的稳定和持续。

主要参考文献

- [1] 辞海编辑委员会. 辞海(缩印本). 上海：上海辞海出版社，1987
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴(1983). 北京：中国统计出版社，1983
- [3] 国家统计局. 中国统计年鉴(1997). 北京：中国统计出版社，1997
- [4] 陈国阶. 经济与环境协调发展的意义与类型. 见：中国地理学会编. 区域可持续发展研究. 北京：中国环境科学出版社，1997

[5] 陈传康.区域持续发展行业开发.见中国地理学会编区域可持续发展研究.北京:中国环境科学出版社,1997

[6] 刘思华等.可持续发展经济学.武汉:湖北人民出版社,1997

第八章 绿洲管理体系的建设

管理科学是调控人类行为准则的一门科学。对世间一切事物进行管理，是自有人类社会以来永恒的话题，是人类为实现有序化运转而选择的一种途径。管理是指人类自觉或不自觉地运用控制论原理，按照人类所认识的社会的、经济的、资源的和环境的规律 实施相应的一套措施 达到事物能正常运转、顺利进行的目的。人类的认识随着社会进步而提高，实施的措施亦会相应转变。在生产力十分低下的史前时期，人类首先以部落的形式管理社会，达到社会的正常运转并实现人类与自然的协调。奴隶制社会，则通过国家的形式 采用活劳动资料 奴隶 私有化途径 实现社会、经济的运转。封建制社会，则在国家形式下，通过土地私有制和自给自足的经济形式，并通过铁器工具和作坊生产维系人类与资源环境的平衡。近代社会，在资本主义制度下，应用市场经济法则，通过知识技术、资源环境、资本财政私有制途径，实现社会经济的有效管理。1949~1979 年 我国则在计划经济体制下 进行规划设计，通过对科学技术、资源环境与财政金融的公有制管理，维系社会经济的运转和人类与自然的协调。由此可见，人类在生存发展长河中，管理一词不论是否提出，都是客观存在的。其内容也由对人类社会本身的管理逐渐扩展为对经济、资源、生态环境等全部领域的管理。

当前，人类正在以知识产业化途径促进社会、经济、资源与环境的可持续发展 就是说 运用科学技术是第一生产力的原理 通过发展科学技术、全面运用科技成果进行资源开发、环境建设及生产力合理布局，达到社会经济的进步与发展。如何发展和应用科学技术？这需要从更高一级层位上进行设计 管理科学便由此而产生。可以说 科学与严密的管理 是促进科学技术进步并有效应用科学技术的根本保证。

绿洲是干旱区气候资源、水资源、土地资源、生物资源与生态环境匹配最和谐的地域单元，生产潜力最高，因而是干旱区域开发建设的重点。区域发展实践经验证明，管理体系是否严密健全，是否有序运转，是决定发展设计规划能否实现的关键。绿洲发展对干旱区发展具有决定性意义，搞好绿洲管理体系建设，则是开发绿洲、建设绿洲、发展绿洲和实现绿洲持续繁荣的关键。

第一节 绿洲管理目标管理体系 设计与运行机制建设

1 绿洲管理的内涵及目标

绿洲管理是一门综合性调控学科，它以绿洲为对象，采用现代管理科学成果 对绿洲的资源、环境、经济、社会实施全方位智能化调控。其目标是建立资源开发布局合理 自然环境结构优良 社会、经济运转有序 产业化进程和区域发展相协调的体系。从管理概念上讲，这一体系不等同于一般理解的政府行为或部门行为，而是集政府、立法和公众行为于一体的社会管理；也不等同于专业部门如农业、环保、林业、水利、企业等部门的管理 而是高于部门管理之上的综合管理，是理顺部门间的矛盾、实现绿洲整体持续发展目标的管理。这种管理摒弃静态的禁锢模式 实行动态跟踪 具有化解矛盾 防止生态危机、经济危机、资源危机和社会危机出现的功能。这种管理强调与区外的联系与合作、强调对外开放，又可视为是全球管理系统的绿洲管理部分。总之 现代的绿洲管理 是体现人类现代思维 实现人类与资源环境平等发展、相互促进，永保绿洲持续稳定地为人类创造财富的管理体系。

2 绿洲综合管理体系设计

绿洲管理目标的实现，其途径在于围绕管理目标进行人类行为准则的调控，其难度无疑是十分巨大的。它要求具有知识层次高、综合分析能力强、组织经验丰富、能制定适合社会经济发展阶段措施的决策人才制定管理体系，并通过体系的实施达到绿洲持续发展之目的。这一体系，在内容上应该包含社会经济有序化管理、资源环境开发保护体系管理、财政金融与政策体系管理、科学技术发展体系管理等项内容(图 8.1)。为了满足不同管理级别的需要 如我国基本的管理级别有国家级、省(区)级、地区级、县级和乡级，在管理层位上应该有所区别，高级管理级别重点在于宏观调控，低级管理级别重点在于微观措施。在同一级别的不同部门 管理范围、权限、领域、问题等方面存在差异，因而各部门(部分)在管理内容、管理形式上应有所侧重。由上述不同级别和不同形式的管理共同构成的管理体系，可以称为绿洲管理层次网络体系。这一网络体系上下级层位联系愈紧密，则愈能促进上下级区域间的有机联系，愈能促进以国家级为整体的区域的发展，愈能提高应付国际风险的能力。同一级别内各不同部门的管理形式内容上的联系愈紧密、结构愈完整，则愈能发挥管理体系的功能与效益，愈能促进区域综合实力的提高和保持区域的持续发展。

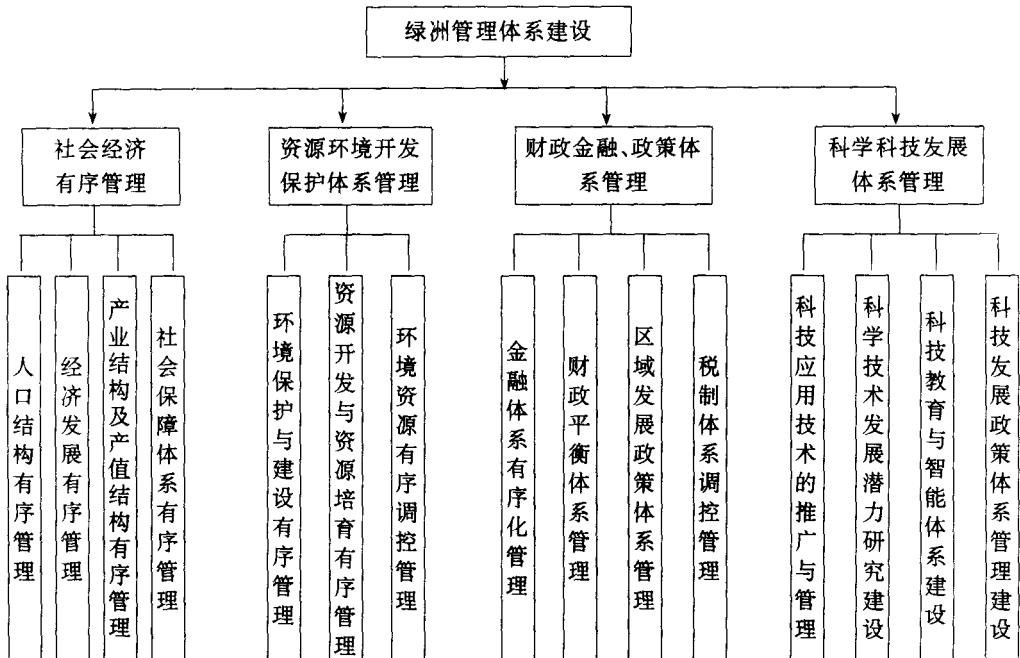


图 8.1 绿洲管理层次网络体系框图

3 绿洲综合管理运行机制建设

绿洲综合管理体系的健全和运转，是建设现代绿洲，实现绿洲稳定、高效和持续发展的关键途径。建立健全和可操作的运行机制，是实施管理设计体系的保证。这一运行机制，主要应包含综合管理决策机构的建设、综合管理协调体系的建设和协调手段的运用等方面。

3.1 综合管理决策机构的建设

综合管理决策是保障绿洲发展高效持续的决策选择。它是指绿洲建设决策过程中，对资源环境、社会与经济进行综合平衡，寻找它们之间协调关系最佳的结合点。它是一种统筹兼顾、科学运筹的管理决策体系，是指导决策者避免决策失误、建立现代绿洲运行机制的行为过程。

人类对综合管理决策重要作用的认识有一个过程。在生产力水平低下、技术手段落后的传统农业和手工工业时期，人类对资源和环境的索取手段还处于较低水平。人类为了获得最大经济利益，总是以最原始的方式掠夺自然资源。这虽造成局部绿洲的退化甚至消亡，但由于技术手段落后，这种衰退是较为缓慢的。而科学技术空前进步的现代，人类获取资源的手段已无以复加，虽然也获得了空前的成就，但其索取量已大大超过资源再生能力和环境容量，已造成土地的普遍退化，引发绿洲水资源严重短缺、盐渍化危害加重、沙漠化面积不断扩展、草场质量衰退和森林线上升，可利用的资源已严

重减少，并威胁到绿洲的维系和生存。人类在回顾 1 个世纪来绿洲开发的辉煌成就的同时，已理智地认识到可持续问题上存在的严重问题，并且把维系绿洲的稳定、持续和高效放在一切事情之上。这无疑是人类认识史上的一个巨大飞跃 是 20 世纪人类思维认识观上的最大成就。有了这一认识基础，便能建立起经济发展不能以牺牲环境和资源的持续为代价，而必须用协调发展观点正确处理资源环境、人口和社会经济关系的观点。处理这一关系的科学，就是综合管理科学。绿洲管理综合决策体系的建设，则是综合管理科学在绿洲建设上的具体表现。因此可以说，综合管理决策体系是 20 世纪 90 年代的时代产物，标志着现代绿洲建设进入了一个新的时期。

绿洲综合管理决策，体现了人类管理绿洲的综合能力，难点在于综合协调关系的处理，关键环节是妥善解决资源 (R)、环境 (E)、人口 (P) 与社会经济发展 (D) 间的矛盾，使人类的管理行为与 P、R、E、D 各自运行规律相协调 建立 P、R、E、D 间的互融互补关系，实现区域的可持续发展目标。为此，则须搞好绿洲综合管理机构建设，其任务是打破部门、行业和区域本位主义的局限，体现全球一区域系统协调发展。在社会经济广泛存在行业的、部门的、地区的各类矛盾的背景下，要实现绿洲管理体系所制定的目标，则必须有一套强有力的组织机构来领导。这一机构必须由管理体系设计的制定者和措施实施的指挥者组成。由于综合管理是一套网络体系，因而不同区域尺度级别上都要设置管理机构。作为探讨，整个干旱区的绿洲综合管理，似应在中央指导下 国家级上建立综合管理指导委员会 各省(区)县设立绿洲综合管理委员会。委员会成员应包括行政长官、高层次设计科学家、环境管理部门专家、行业管理专家。各级委员会 设立首席科学家办公室 由首席科学家进行强有力的指导，其下设立专业协调委员会，协助首席科学家进行资源、环境、经济 行业 和社会发展的调控管理。这种由科学家领导设计并与行政长官相结合的管理模式，将能引导绿洲管理走向科学、有序的轨道。

3.2 综合管理协调体系的建设

协调是绿洲管理的中心环节。可持续发展体系的协调，关键是处理好绿洲管理网络上下级区域间的调控关系和绿洲体系内部各构成成分间的结构关系。上下级间 应着重从体制上 从综合管理指导委员会级别上 理顺国家和省(区)县级综合管理的关系。协调的重点 一是在政策体系上给绿洲的发展制定更优惠的政策 二是在财政 如贷款、上交利税)金融和投资力度上，为绿洲的发展创造更为有利的条件。

从宏观上树立全局指导局部、局部服从全局的大绿洲发展观点，避免局部绿洲效益阻碍全局绿洲效益的发挥。绿洲内部协调体系的建设，应该在绿洲综合管理委员会指导下，采用成分结构关系分析方法，处理 P、R、E、D 发展中出现的矛盾，分析对其他成分影响的程度及可能造成的损失，寻找平衡

的办法、措施和对策，使发展中的不平衡、不协调能随着运行机制的操作而化解，化彼此间的冲突关系为互融互促的协调关系。这一体系的建设途径有以下几个：第一，需要从资源环境协调体系上建立起开发和保护的调控机制。基本方法是：从自然资源结构和自然环境结构分析方法入手，掌握资源类型、质量、数量并确定其资源优势 同时应掌握环境的类型、特征及环境容量；而后用资源和环境相关分析方法，确定资源开发对环境影响的形式、程度和负效益量值；最后从融合协调和折衷协调角度出发，确定资源开发力度和环境建设投资力度，完成资源开发和环境保护协调体系的建设。第二，要从发展产业体系建设角度出发，确定合理的产业构成和产品系列结构体系。其基本方法是：以前述资源环境结构分析为前提条件，确定农林牧业产业构成和产品系列化生产结构，建立合理的产业与产品结构体系。这一体系包括农耕业开发及其产品系列、畜牧业开发及其产品系列、经济作物及果品资源开发及其产品系列、药材及特产资源开发及其产品系列、林业资源开发及其产品系列、渔业资源开发及其产品系列，甚至旅游资源开发及其产品系列。建立合理的产业结构和产品系列结构是协调体系建设的基本内容，它直接关系到经济效益和发展速度。产业结构合理并良好运转，能促进绿洲社会经济快速、稳定地发展。第三 要从消费结构和流通系统出发 建立绿洲正常运转的消费流通体系。前述第一和第二体系的建设，将会大大促进绿洲生产力的发展和产品的多样化、系列化生产，产品的产量亦会有突破性增加。与此相呼应，消费结构和流通结构亦应相应转变，不仅消费类型和消费规模而且消费观念和消费行为将会发生转变，产品的消费流通速度和区际间产品的交换速度亦会加快，绿洲经济流通节奏将在交流形式、速度、规模等方面逐渐向现代化社会转变。绿洲协调体系的建设，则要能及时掌握社会的物质、文化消费构成，用于指导产业和产品的生产，并在产品的供给上建立及时、适量的流通网络体系。搞好绿洲社会经济需求预测及区际市场需求分析，是进行这一协调的基础。第四，要在人才和技术上，建立与协调体系相配套的体系。现代绿洲协调体系的运作必须在现代科学技术指导下进行，因而必须有与之相配套的科学技术和人才体系。其组成包括资源环境调研人才、产业建设与产品设计技术人才、需求分析和流通保障人才。建立合理的人才知识结构，并通过知识产业化途径加以管理，将是实现绿洲基础产业和发展产业结构有序的保证条件。人才配套建设 是实现绿洲高效、持续、稳定发展的关键。

3.3 协调手段的运用

现代绿洲管理机制的运行必须有与之相适应的管理方法相配套。这一方法应走出传统管理方法的门槛，跨进现代管理的领域。在中华人民共和国成立后的相当长一段时期，实行的是社会主义计划经济，其绿洲管理方法是将绿洲的资源、生产和销售纳入国家计划轨道，实行有计划、按比例的生产

管理方式和社会需求集权调节的方法，国家行政主管起着直接的支配作用，政企合一使其基本特征。这种管理方法的弊端是违背自然环境所固有的发生、发展规律和资源—产业的市场经济规律，以传统观念管理者的社会认识、观点去对待资源、环境、经济建设和社会发展中的复杂问题。这种决策模式造成的危害已经为人类所认识。改革开放以来，虽然逐渐吸收了市场经济的管理模式，但在方法上却未能建立起现代绿洲管理的完善体系。依据绿洲发展规律和人类行为准则调控原理，绿洲管理方法首先应该在观念上进行调整，将价值法则贯穿于每一领域，实行综合效益观念法；其次要借助市场经济法则，采用经济手段进行管理调控；第三要采用行政手段进行管理；第四要应用法律手段进行强化管理。

3.3.1 价值法则调控管理

将价值法则列入管理方法进行讨论，是因为在社会经济生活中，价值不仅在观念上，更在实际中起到影响乃至指导人类行为准则的作用。确立价值管理手段 将能起到统管全局、指导局部 起到调控的关键作用 应该贯穿于绿洲建设的一切领域。价值法则要求绿洲建设的设计、部署、实施等一切行为都归为实现价值的一种行为，把利用地域空间范围内的凡涉及环境、资源、人口以及社会文化的行为都归入体现价值的范畴。将环境进行价值化并实行有偿利用与保护政策，将资源开发引入环境保护范畴，将社会进步和社会福利行为纳入价值活动范畴，将绿洲价值整体观、利用观、保护观融为一体，这是使传统绿洲走向现代绿洲的基本思想基础。

3.3.2 经济手段调控管理

采用经济手段管理现代绿洲，是绿洲管理的重要形式。它主要根据绿洲发生、发展规律，运用绿洲经济法则，采取与价值形式相关的经济杠杆手段，对绿洲资源、绿洲环境与绿洲社会全方位进行包括价格、税收、财政、信贷的规范化管理，实现绿洲有序管理、持续发展的目的。

3.3.2.1 价格调控管理

价格调控管理的目标是利用价格的功能实现对绿洲的现代化管理。其基本要求是：依据绿洲生产力发展的客观经济规律，通过经济政策与管理措施 使绿洲资源、环境及行业产品表现为价值 并转化为价格 在市场经济运行机制调控下 建立资源、环境、社会、人口 和经济的合理结构 实现绿洲的可持续发展。价格调控的基本准则是：对资源进行价值化处理，并据市场法则有偿利用自然资源。例如，绿洲用水政策上，目前普遍采用以亩计算灌溉用水的价格体系，实施大水漫灌的传统手段，造成水资源的大量浪费并带来地下水位上升的危害。如果应用价格手段，采用以水量定价的用水政策，对水资源进行按方收费价格化调控，便能改变大水漫灌的落后方式，实施节水灌溉技术，建立起节水高产的现代化绿洲体系。同样，以前实行的传统的无偿利用或低价格利用绿洲土地资源政策，常导致无序开发土地资源的后果，是目前土地沙化和生态环境恶化的根本原因。实行土地有偿使用政策，采

用价格管理措施，将有利于引导农民投资方向，防止滥垦滥伐，有利于农田体系的建设。环境的价格化管理亦很重要，自然环境是孕育资源再生的基础，是具有价值的，而过度干扰自然环境，将导致资源再生能力的衰退和生产潜力的丧失。因此，在环境容量允许范围内开发利用绿洲资源，是绿洲建设管理的基本出发点。而只有将环境纳入价格法则，实施按价格有偿利用环境的措施才能保证绿洲的持续和稳定。在绿洲上过度放牧、滥垦、滥伐、过度用水和进行矿产开发及交通建设、城镇占地的行为，均应该将其对环境带来的影响转化为价格进行管理，对环境进行补偿。对人类生产及生活的有害污染物质，则应按环境保护法实施管理和治理，通过价格进行治理力度的调控。人类社会活动和经济活动如旅游、集会、宗教圣节、集贸、墓葬等都具有影响甚至破坏自然环境的弊端，采用价格管理法则，实施有偿利用措施，将补偿费反馈给环境建设。在以上各项工作的基础上，逐步建立社会与环境相协调的体系，并最终完成绿洲环境、资源、社会和经济协调体系的建设，这是价格调控的最终目的。

3.3.2.2 税收调控管理

应用税收职能完善绿洲管理体系，是绿洲建设的重要组成部分。税收调控管理主要是指运用税收种类、税率的变化来调整绿洲产品的社会分配，以达到建立合理绿洲产品结构和分配结构、强化绿洲 PRED 协调体系运作能力的目的。税收具有法规性质，具有统一性、强制性、稳定性和灵活性等特点，具有经济、法规和行政手段三种管理功能，因而在宏观调控与微观实施上都具有较强的可操作性。其调控功能表现在通过税类、税目、税种的设置，建立与价值法则相协调的资源、环境、社会和经济税收体系，体现绿洲全息管理职能；通过税率的调控，调节绿洲各个部门、各个环节的结构关系，并建立社会产品合理分配格局，实现人类与自然、市场与产品的供求平衡；通过税收的合理分配，如上交国家财政和地方留存比例、反馈环境建设与社会投资比例，建设国家与绿洲区域，以及绿洲境域各部门间、各层次人际间的协调关系。理顺税收体制、建立健全税收监管制度、提高税收法规的执法力度，是绿洲税收调控的最主要方向。

3.3.2.3 财政调控管理

财政调控管理是通过政府行为，利用国家财政收入与投资（支出）杠杆，使绿洲健康发展的一种措施。国家（中央）一般应依据绿洲区域的发展实际确定绿洲区域的财政体制。首先应该从国家整体层次确定中央财政与绿洲区域财政的关系，在绿洲区域发展落后的情况下，中央一般应采取财政倾斜、重点扶持绿洲发展的财政政策。其次是在绿洲区域范围内，从 P、R、E、D 协调发展出发，确定财政收入与财政支出的比例，合理匹配财政。通常应该通过财政管理，依据绿洲发展程度，把国民收入的一部分集中到地方（绿洲）财政中来，同时又必须把财政收入的适当比例投放到流通中去，以此调节经济、社会、资源与环境的关系。从持续发展角度讲，财政支出投放的重点是

态环境建设以及社会福利、交通、环保体系。通常可以采用增加财政投资和补贴的办法，加强生态环境建设，改善生态环境；用绝对或相对减少财政投资和财政补贴的办法，限制那些环境污染的产业；用财政手段调节货币流通量，抑制或刺激社会的总需求和总供给，调控绿洲的开发力度和资金投放方向，达到化解矛盾、实现协调、保障发展之目的。

3.3.2.4 信贷调控管理

信贷作为经济金融体系在绿洲管理中起着重要作用。在绿洲经济的发展及 PRED 体系的运行中，信贷资金的筹措来源、利率及贷款方向、条件、数量起着明显的调控作用。应根据绿洲发展的资金需求和调控方向，在国家（中央）金融政策指导下应用信贷职能、存蓄利率、证券行为广泛筹集资金，拓宽资金筹集渠道。信贷发放的调控应根据绿洲建设方向和关键建设项目确定不同的贷款方向、贷款条件、贷款数量及偿还对策以控制和引导资金流向，达到调节资源开发、生产布局、环境建设、财政平衡、市场供求的关系，实现绿洲管理有序的目标。

3.3.3 行政手段调控管理

绿洲是干旱区域人类生产和生活的核心，绿洲的管理是行政管理的主要对象。行政手段通常指政府机构通过各级行政组织，运用行政方法，包括制定绿洲发展规划发布政策、指令、法令、法规实行行政管理条例等各种形式从上而下、从宏观至微观全方位实施规范配套的行政手段对资源、环境、社会人口与经济实行有序化调控使绿洲建设持续发展。因政府面对着 P、R、E、D 的广泛领域，各领域间又具有复杂的结构关系，因而行政管理往往呈现繁杂的状态。现代绿洲的行政管理，应该调整传统的绿洲管理模式。首先应该在工作重心上将侧重经济建设、发展绿洲经济的领导行为转变为如何实现经济建设与资源、环境、社会协调发展的决策行为；其次是强化政策执行力度，依照国家与地方法规对资源、环境进行法制管理，形成政权、法权相协调的管理体系；第三应密切注视绿洲发展的进程与发展中存在的问题，及时调整绿洲利用与保护结构，防止绿洲建设中的重大失误，通过动态管理的行政手段，实现绿洲发展可持续的目的。

3.3.4 法律手段调控管理

运用国家的和地区的各种法规对绿洲实行规范化、法制化管理，是绿洲建设和绿洲发展必不可少的途径。绿洲的建设涉及自然环境、经济环境、社会环境。为了实现有序化管理，国家制定了土地管理法、水土保持法、森林法、草原法、污染防治法、自然保护区法、水法、矿产资源法、税法、计划生育法、社会治安法等，部分地方还相应制定有地方法规。应用法律和法规对绿洲或绿洲区域进行管理，将提高依法治国的水平，将有助于绿洲管理体系与法制社会接轨。法律和法规的应用，也有利于对违法行为实行强制性约束，以保障绿洲体系协调发展。法律和法规实施条款有明确界定，依法管理绿洲，可以达到规范化管理之目的。规范化管理是现代绿洲管理的重要标志，

因此，正确应用法律和法规管理绿洲，应作为绿洲管理和调控的基本手段。

第二节 绿洲综合管理信息系统^①

1 建立绿洲综合管理信息系统的意义

信息系统 (Information System) 是收集、存储、检索、评估、规划、决策、模拟和预测的一整套信息系统过程和信息应用的总称^[1]。在人类认识自然、利用自然与发展经济的过程中，信息系统显得越来越重要，它正在成为一门信息科学体系。可以预料，随着科技信息的发展，科技信息产业将会很快成为主导产业并将从根本上改变社会的生产方式和生活方式。现代绿洲发展要以现代科学技术为动力，应用信息系统对绿洲进行综合管理，建立绿洲综合管理信息系统 (Oasis Comprehensive Management Information System 即 OCMIS)，将是应用科学技术于绿洲建设的重要环节，将引导传统绿洲管理向现代绿洲管理转变。

应用信息系统对绿洲进行管理，主要是在现代科学思维指导下，应用先进的计算机技术及其分析功能，对绿洲的全部信息（主要是资源及其产业开发信息、环境的质量及其变化演替信息、社会、人口、经济发展对资源、环境的影响与作用信息）作出快速、准确的综合评价，为建设资源节约利用、产业结构合理、环境良性演替、社会经济发展持续的现代绿洲服务体系服务，为引导人类行为走向科学决策的管理轨道服务。

2 绿洲综合管理信息系统的应用

绿洲是干旱区社会经济发展的主要依托地域，实现资源、生态、经济和社会的发展及其持续是绿洲管理的根本目标。要实现这一建设目标，则必须遵照绿洲发生、发展的演替规律，做好人口 (P)、资源 (R)、环境 (E)、经济 (D) 各方面的协调工作。干旱区演替的历史证明，人类在绿洲开发中，有合理利用资源因而社会经济得到同步协调发展的经验，尤其是近 20~30 年中的科学试验，更创造了许多 PRED 共同发展的良好模式。但更有大量实例证明，人类掠夺性利用资源，引发生态环境恶化，造成绿洲生存危机甚至绿洲衰亡。如何防止绿洲退化、促进绿洲发展 是人类长期努力奋斗的目标。经过长期探索，人们终于找到了人与自然长期共存、社会经济与资源环境协调发展的道路 这就是 P、R、E、D 必须共处共存、协调发展、持续利用的道路。

本节张兴有参加编写。

PRED在绿洲地域内是融合在一起相互作用的地域综合体，具有复杂的结构体系和相互作用的复杂过程。如何通过调控人类行为实现PRED的协调和持续，是当今绿洲管理科学上的最大难题。利用计算机信息系统的功能及其科学运作进行绿洲管理，则是实现综合管理的良好途径^[1]。首先 必须了解绿洲 掌握绿洲 PRED 各分维的量值、状态及相互作用与相互依存的关系 建立信息数据库 其次 依据 PRED 各分维的作用过程及矛盾转化机理制定符合实际的调控对策；最后，实施各种管理措施，并通过监测手段达到快速了解这些措施实施后的绿洲演化速度、阶段和结果，做到动态管理，从而实现防止绿洲退化、建设良性发展新绿洲的目的。由此可见，绿洲综合管理系统首先应建立具有能反映 PRED 综合信息资料的信息库；然后，在此基础上建立具有综合分析功能、化解矛盾的综合分析模型；最后，建立决策效益评估系统，以便对实施的对策效益作出评估，达到完善调控对策、实现动态管理之目的。

2.1 设计原则

实现科学有序的综合管理与决策是绿洲管理信息系统设计的根本目的。因此，确定绿洲综合管理与决策中要用到的信息，是系统总体设计的出发点和立足点。从可持续发展的角度讲，绿洲综合管理信息系统的设计，首先是识别有关绿洲的社会经济和资源环境中哪些是关系到决策的问题；而后是进一步收集和分析决策所需要的确切信息，包括信息类型和信息结构层次，从而满足管理者的不同要求。

绿洲综合管理信息系统从内容上要求能充分反映绿洲资源与生态环境及社会经济等各方面的信息，从信息类型上要求能提供统计资料等非空间信息和空间图形信息。因此，绿洲综合管理信息系统设计应考虑以下五个原则：

- (1) 系统的易开发性。OCMIS是一个综合性信息系统 因而 必须对其进行合理的划分 使 OCMIS 的复杂性简化到容易开发的水平。
- (2) 系统的易维护性。当系统的使用环境改变或出现故障时，OCMIS 必须易于维护以适应新的要求。通过系统的模块化，实现局部的变动对系统其他部分的影响最小是设计的基本思路。
- (3) 系统的公用性。系统设计必须能满足预先定义的系统功能，尽量满足各种用户对数据的要求。
- (4) 系统的可扩充性。由于绿洲生态环境和社会经济需求是不断变化的，系统必须能较快地实现未预先定义的功能，满足新的应用要求。
- (5) 保证系统数据的可靠性、有效性、共享性、独立性、完整性和安全性。

根据上述原则，OCMIS的总体结构如图 8.2 所示。该系统是以数据库为核心，以应用程序为目标的星状体系结构系统。系统应用程序所需数据可

以到数据库中去析取，应用程序间的通讯可以通过数据库进行。因此，数据库的设计必须规范化，要实行集中统一管理，系统下可以建立子系统，而相应的子系统应用程序则可以相对独立。这样可以使系统一方面增加应用程序的灵活性，一方面也为系统进一步开发提供有利条件。

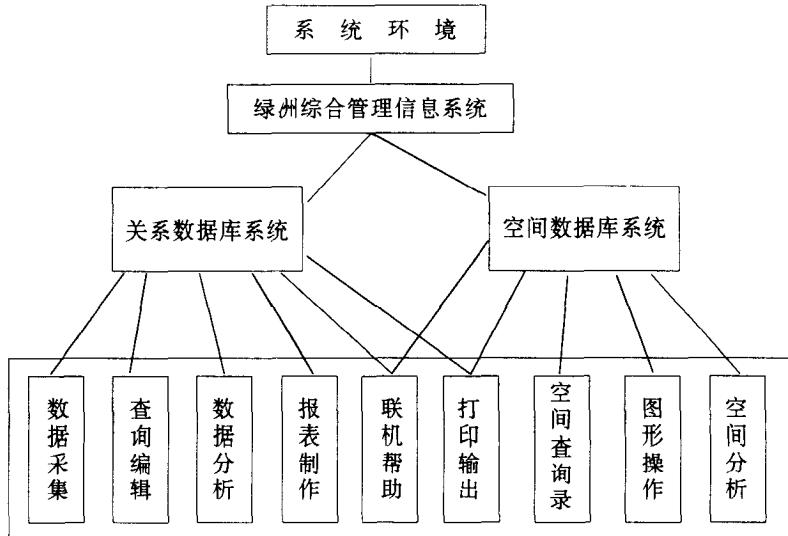


图 8.2 绿洲综合管理信息系统总体结构图

绿洲综合管理信息系统数据库由关系数据库系统和空间数据库系统组成。数据库的建立是管理信息系统建设的基础。关系数据库主要包括与绿洲综合管理有关的自然资源数据库、生态环境数据库和社会经济数据库三大部分。空间数据库主要指由点、线、面组成的空间特征数据，包括行政区划、资源空间分布、生态环境要素的空间分布、水系分布、绿洲的空间形态、城镇道路分布等。由于关系数据模型和空间数据模型差异较大，因而在设计中关系数据库系统和空间数据库系统应先独立设计开发，然后再将二者集成。

依据上述原则设计的系统总体结构，既利于开发和维护 OCMIS 应用功能 又使OCMIS 系统具有相对的稳定性和较高的灵活性。

2.2 系统的功能要求

功能分析也是系统分析的重要组成部分之一。其主要任务是弄清用户对目标系统数据的要求。功能设计所遵循的指导原则是结构化和模块化，将系统设计成相对独立、功能单一的由模块组成的结构^[2]。从绿洲综合管理对数据信息的需求考虑，绿洲综合管理信息系统应具备以下两个主要功能：

2.2.1 数据输入与编辑功能

用户在菜单的提示下，可在屏幕显示格式上对关系表中的数据进行增加、删除和修改操作，实现数据批量装载。按照权限可以向任何一个关系表

中加入数据，实现对数据的编辑。

2.2.2 数据管理功能

(1) 数据批量装载。按照权限，用户在菜单的提示下，可以给任何一个关系表加入相应的数据，从而可以方便地增加从外部数据库或数据文件中获取的数据。

(2) 数据维护。按照权限，用户可以在屏幕显示格式上方便地对关系表中的数据进行增加、删除和修改操作。

(3) 联机数据查询。用户可在屏幕上交互式地查询各种数据，并可以按设计的屏幕格式输出显示。

(4) 报表。用户可在菜单提示下进行操作，获得所需的信息，并以报表形式打印输出。

(5) 统计分析。用户可在菜单提示下进行常用的基本统计计算。计算结果可用屏幕方式显示或打印输出，也可存入文件供进一步使用。

(6) 与应用程序接口。用户可在菜单的提示下按要求生成各种格式的数据文件，提供给应用模型或其他系统，扩展应用空间。

(7) 图形。为用户提供常用的图形。

(8) 数据库系统维护。

3 关系数据库系统

根据关系数据库系统的任务、目标、特点、系统环境及总体结构设计 其开发的主要目的是使用户方便地进行系统分析、系统设计和系统实现及系统应用程序的开发。

3.1 关系数据库系统分析

系统开发和运行环境取决于系统分析能力。考虑到我国目前绿洲管理部门现有的计算机软硬件基础较为薄弱，因而对软硬件作些阐述也许很有必要。

硬件环境 采用与 INTEL * 86 兼容的微机系列，当前可采用机型为奔腾系列、2.5G 以上硬盘、TVGA 显示卡、16M 以上内存。另外，输入和输出设备为 HP 激光打印机 彩色扫描仪 彩色显示器 数字化仪。随着计算机的更新换代，它们可以不断更新。

软件环境：操作系统采用中文 WINDOWS95。此系统是真正的 32 位操作系统 系统功能完备、人机界面友好、计算机网络适应能力较强 易被用户接受。数据库管理系统可自行开发设计，但从系统功能和运行效果以及开发投资来看，应宜采用已商品化的关系模型数据库管理系统软件（FOXPRO 或 DELPHI 等）目前可采用 VISUAL FOXFRO 系统 它是 FOXFPO FOR WINDOWS 的一数据库新产品，它把过程熟悉的、比较费时的过程编码从

开发者手中转移到基本系统过程中，让程序员以“对象”为中心进行模块设计，创建真正的事件驱动程序，并且能支持 OLE 自动化，使数据库管理系统开发更加灵活省时，同时使系统数据的管理功能更强^[3]。

3.2 关系数据库系统设计与系统实现

3.2.1 关系数据库设计

关系数据库设计包括数据库概念设计、逻辑设计和物理设计。

3.2.1.1 数据库概念设计

在开发一个数据库系统的过程中，概念模型设计是关键的一步，其质量的好坏关系到整个数据库系统的成败。数据库概念模型设计是通过系统分析而确定的一个不依赖任何数据库管理系统（DBMS）或硬件环境但能充分反映应用要求的数据模型。它既符合范式的要求，又具有简明性、稳定性、完备性和通用性。

在概念模型设计中，通常应用实体一联系方法（简称 E-R 方法）设计的简化图如图 8.3。

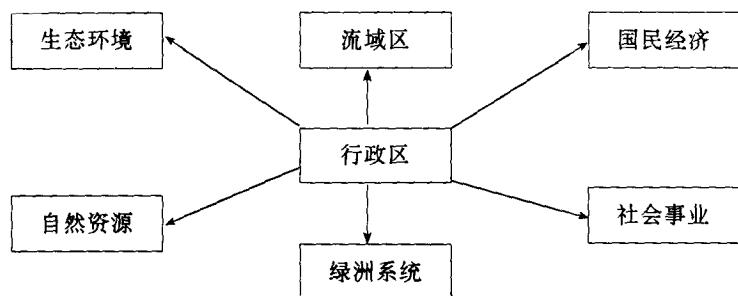


图 8.3 系统实体联系简化图(E-R 方法)

3.2.1.2 逻辑设计（库结构设计方案）

数据库逻辑设计的任务是把概念设计的结果转换成 DBMS 的数据模型，即把 E-R 图转换成关系模型，全部实体类将作为基本关系；实体之间的多对联系，一般通过增加一个关系来实现。确定全部关系后，标识出每个关系的主码和外部码。一个外部码是一个关系中的一个或几个字段，它是另一个关系中的主码；而且一个关系中的外部码值必须同它相关联的另一关系中的主码值相匹配。空间实体的属性数据是基于关系型模型，因此空间数据与属性数据之间可通过空间数据库中的代码和关系数据库中的主码字段相连接。在设计中，空间数据库和基本数据库应采用统一编码系统。

逻辑设计可将绿洲综合管理信息系统的关系数据库划分为基本分区和自然资源、自然生态、环境污染、自然灾害、国民经济、社会事业等六个数据库（表 8.1），对数据库中的各种数据需建立关系表并相应赋予关系代码。

3.2.1.3 物理设计（表设计方案）

物理设计是在给定的计算机系统上设计一个最适合应用环境的物理结

表 8.1 关系数据系统主要数据库及对应关系表

基本分区	行政分区表,流域分区表
自然资源	气候资源状况表,水资源状况表,土地资源状况表,矿产资源状况表,生物资源状况表
自然生态	气候气象特征表,水文特征表,地质地貌特征表,土壤植被特征表,生物多样性特征表
自然灾害	风沙灾害状况表,干旱灾害状况表,洪水灾害状况表,盐碱灾害状况表,生物灾害状况表
环境污染	大气污染状况表,地表水污染状况表,地下水污染状况表,土壤污染状况表
国民经济	绿洲国民生产总值表,绿洲国内生产总值构成项目表,绿洲农业经济指标表,绿洲农产品情况表,绿洲工业主要经济指标表,绿洲工业产品生产销售库存情况表,绿洲财政与金融收支情况表
社会事业	绿洲人口情况表,绿洲社会基本情况表,绿洲就业与生活福利情况表,绿洲文化教育情况表,绿洲邮电事业情况表,绿洲卫生事业情况表,绿洲交通运输情况表

构的过程。所谓数据库的物理结构主要指数据库在物理设备上的存储结构和存取方法。物理设计时应考虑：数据的正确性和一致性，可以建立索引以加快查询速度；为保证数据的惟一性，应设置用户对表的不同操作权限，以确保数据库的安全。因此，数据应确定包含的字段，每个字段的标识符、类型、宽度、小数点位置以及是否允许空值等具体参数。下面列举一些关系表格的主要字段内容。

气候资源特征表 太阳总辐射 日照时数 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 持续日数 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 持续日数 年均气温 各月气温 最高气温最低气温 四季盛行风向 最大风速 大风日数 年无霜期 年霜日数年降水量 月降水量 年降水日数 年蒸发量 月蒸发量 年均湿度 年干燥度 年均风速

水资源特征表：地表水资源 地下水资源 水资源总量 不同频率水资源量（20% . 50% . 75% . 95%）

土地资源特征表：耕地 宜农荒地 潜在宜农荒地 宜林地 宜夏秋放牧地 宜冬春放牧地 不宜牧土地

矿产资源特征表：矿区名称 矿产类型 矿床类型 保有储量 矿床品质 勘查程度 利用程度 开采规模 市场需求

河流水文特征表：河流名称 流域面积 河流长度 年径流深 径流系数 年径流模数 年均流量 各月流量 年最大流量 年最小流量河水矿化度 河水主要离子含量 河水水化学类型 含沙量 输沙量 冰情汛期

3.2.2 关系数据库功能设计与实现

功能设计是在功能分析的基础上，依据具体 DBMS 的特点以及系统所提供的开发环境，将功能分析的结果转换成软件结构设计的方案。在功能设计中应遵循结构化和模块化的原则，具体设计采用自上而下、逐层分解的方法^[2]。

3.2.2.1 人机交互界面

为了方便用户，首先要设计一个面向用户、易于用户学习和掌握的友好界面。系统的人机交互界面对用户执行的每一个操作都有相应的响应，对用户的错误操作在屏幕上亦应显示简单明确的提示。系统运行采用易于理解和操作的菜单驱动方式，对当前无操作对象的菜单项则用灰色显示，避免用户误用。尽量避免使用过于专业的计算机术语，明确各项操作，减少用户键盘输入。

3.2.2.2 编辑窗口

为了有效地对数据进行删除、修改、整编、更新，RDBMS（关系数据库管理系统）中可设计专门的编辑窗口界面给用户，使用户在无需知道数据库管理系统语言的情况下完成对数据的编辑操作。

3.2.2.3 查询窗口

从数据库中检索信息是数据库应用的重要内容。数据库存放数据的目的之一就是供用户查询，使用户随时找到所需数据。查询窗口设计就是为满足用户这一需求的。由于不同的用户有不同的需求，RDBMS 应为用户提供一套功能很强的数据库查询语言，即 SQL 语言。查询窗口可提供查询数据类型或文件，提供查询执行条件，使用户更快更方便地获得所需的数据信息。

3.2.2.4 统计报表分析窗口

关系数据库管理系统应具备数据的统计、报表和分析功能。用户可利用这些功能进行常用的统计分析 如均值、最大值、最小值、中值、方差等。另外，动态数据交换（Dynamic Data Exchange 简称 DDE）是 WINDOWS 提供的另一极为方便灵活的对外程序接口，可通过 DDE 实现关系数据库管理系统与其他软件的动态连接，从而实现程序执行过程中的相互调用和数据的动态交换，可大大增强管理信息系统的功能。例如 FOXPRO 可通过动态连接实现与电子表格 EXCEL 接口，并利用其丰富的图形功能。

3.2.2.5 关系数据库的建立与维护

将原始数据按数据库数据结构要求输入后，还应对数据库关系表进行字段设置合法性检查。数据库建立后需要维护，以确保数据库的安全以及改善数据库的效率。数据库的维护工作主要包括以下几个方面的内容：改善系统的使用性能，及时掌握数据库性能的变化。当系统性能下降到一定程度时，进行必要的干预，特别在录入数据后，要对数据进行管理或重新组织，消除降低系统性能的因素。② 数据库结构设计应广泛征询用户建议和需求，以使数据结构设计合理，从而尽量避免在数据库建成后对数据库结构进行修改，以减少原始数据的丢失。因此，在数据库管理系统的设计中可考虑不提供修改结构的若干功能（如删除结构、合并结构等）。③ 数据库受损后的复原。数据库的安全是极为重要的，对数据库的维护一方面要采取有效的措施防止各种损害数据库的操作；另一方面，必须具备系统受损后的复原手

段。数据库是多层次用户共享的，为了避免由于个别用户的错误操作而引起整个数据库的彻底破坏，必须加强用户管理，合理分配用户的使用权限，建立用户登记表，防止非法使用数据库。

3.2.2.6 帮助功能设计

为了方便用户使用系统，设计了用户帮助系统，提供联机帮助，使用户可以随时获得系统的信息。帮助系统的操作说明，可以帮助用户解决在使用管理信息系统时遇到的问题。

3.3 系统应用程序的开发

关系数据库系统由数据结构、用户界面、查询选项和报表表达等组成，除能够为用户提供各种信息数据外，还能为用户提供特定的功能，可以通过响应代码，建立应用程序。应用程序的起点必须设置主程序。

VISUAL FOXPRO 能向对象提供强大功能和更大灵活性的设计程序，为应用程序提供更多的控制，同时也使创建和维护代码库更为容易。VISUAL FOXPRO是一种面向对象的编程方式，可减少程序编码，使代码更紧凑 同时 也更容易向应用程序中加入代码 更容易组织应用系统。它作为一种可视化的辅助工具，易于设计，可减少不同代码集成的复杂程度，并降低程序维护成本，还易于将程序模块统一，避免维护冲突。

在设计关系数据库系统主应用程序时，应按照模块化构造应用程序的方法进行，每完成一个组件，都要对其进行测试。考虑到每个组件所提供的功能以及与其他组件之间的关系，可用项目管理器统一进行管理。

作为应用程序起点的主程序，可以调用应用程序中的各个功能组件，然后再由这些组件调用应用程序的其余组件。设计中，由主程序调用一个菜单，而应用系统的其余功能特性都将通过菜单来调取。

主程序的构建步骤如下：

(1) 设置应用程序环境。此功能通过调用类库中环境类的 savesets()、dosets()、cleanout()、envchek()、readini()、shutdown() 等方法来实现。

(2) 确定用户初始界面。此功能通过调用类库中应用程序类 it()方法来实现。此方法可调用系统的主菜单，由菜单驱动其他功能。

(3) 建立事件循环。使用 readevents 命令来控制事件循环。系统接受到此命令后开始处理事件，然后用 clearevents 命令停止处理事件。

(4) 应用程序退出，恢复环境。此功能通过调用类库中环境类的 restoresets()、cleanout() 等方法来实现。

4 空间数据库系统

GIS 的空间数据设计和实现可借鉴一般数据概念设计中的 E-R 方法的思想，把与绿洲综合管理有关的地理要素作为绿洲区域中相应的空间实

体。每一类实体在这一共同的空间区域内拥有独特的空间分布特征及所具有的属性，在空间数据库中独占一个层面（ACOVERAGE）。不同层面通过空间数据操作可将空间实体数据和相应的属性数据组合成各类空间信息图，包括自然资源分布系列图、生态环境系列图、水资源及水利工程分布图、土地资源及土地利用分布图、行政区划图、交通网络和城镇分布图、绿洲防护林体系分布图等专题图。

4.1 空间数据分析

空间数据主要由空间特征三要素点、线、面组成。绿洲综合管理中需要的空间数据应依据绿洲研究的需要而选择，主要有河流水体分布、植被分布、防护林分布、资源分布、行政区界和城镇位置、交通线路等空间数据。所有这些空间数据应以层面观念设计，每一层包含不同的空间实体要素。整个空间数据库采用图层（COVERAGES）进行组织。根据要素类型，图层可分为点层、线层和面层。点层主要包括居民点、高程点、水闸、涵洞、渡槽、水井、桥梁、点污染源以及重要的建筑物等。线层包括各类公路、铁路、河流、渠道、区域界线等。面层包括绿洲分布、行政分区、流域分区、居民区、湖泊水库、沙地、盐碱地以及其他专题图（如土壤图、植被图等）。

4.2 空间数据库系统功能分析

(1) 空间数据输入。主要利用数字化仪、扫描仪及其他空间数据格式转换仪，将空间实体的属性输入到文件中。

(2) 空间数据维护。健全空间数据库管理，并设置空间数据的增加、删除和修改功能。

(3) 属性数据维护。对内部属性数据进行维护，同时也可把关系数据库中的数据析取到属性数据库中，供综合分析使用。

(4) 空间数据分析。用户可根据需要对空间数据进行设置、增加、删除或重新对数据进行排序、分析和运算，形成空间特征图。

(5) 空间数据和属性数据综合分析。基本数据和应用程序运行后的结果数据都可作为属性数据。对空间数据和属性数据综合分析和运算后，可得到所需的专题图。

(6) 输出。空间数据综合分析的结果可以通过屏幕、打印机等硬拷贝设备或计算机化的地图文件等形式输出，用户可通过多种方式获得各类空间信息图。

总之，GIS模块应具有建立和维护空间数据库及内部属性数据库、空间数据分析、空间数据和属性数据综合分析功能，应具有从基本数据库中析取外部属性数据以及结果输出等功能。

4.3 运行环境分析

由于空间数据与非空间数据的数据模型差异悬殊，空间数据管理系统需采用适宜的 GIS 软件(PC ARCINFO, ARCVIEW2.0, MAPINFO 等进行管理和分析。系统中空间数据采用矢量模型和栅格模型来表示。矢量模型的基本单位是点、线、面 栅格模型的基本单位是像元。矢量模型数据结构紧凑但复杂，适宜于图形处理和网络分析等；栅格数据模型结构简单但松散，适宜于图像处理和叠加运算等。矢量模型和栅格模型之间可以进行数据转换。

4.4 空间数据库系统的实现

空间数据输入过程是将数据编码转换为计算机可读的形式，并把数据写入 GIS 数据库的过程。数据输入是空间数据库建立的主要瓶颈。在 GIS 中，空间数据输入通常有手工数字化和扫描数字化两种方式，其属性数据通常由键盘输入。在绿洲综合管理信息系统中，与空间数据相对应的属性数据由关系数据库系统输入并进行管理。空间数据和属性数据的连接，是通过特征编码或识别符完成的，同一个空间实体的所有属性数据项均应放在同一个记录中。记录的顺序号或某一特征数据项可作为该记录的识别符或关键字，它和空间图形的识别符一样都是空间数据和属性数据连接的纽带。

5 绿洲综合管理信息系统的实现与维护^[4]

绿洲综合管理信息系统的功能分析、系统目标要求、数据分类及广泛的应用目的 决定了该系统是一个多类型数据(关系数据、空间数据、文本数据等) 集成的系统。各种类型的数据之间具有或多或少、或单一或复杂的联系。关系数据库系统的数据与空间数据库系统的数据可采用内部联系和外部联系两种方式连接。内部联系指数据间是粘连的 (JOINTED) 数据之间在系统内部可以互相调用；外部联系是指数据间在系统内部是分离的，数据间的调用关系是动态连接的 (LINKED)。关系数据库系统模块和空间数据库系统模块是在 VISUAL BASIC 设计的界面上进行集成的 (图 8.4)。

GIS 系统在计算机内部集成后，必须经过一段时间的运行、调试，使系统各个组成部分较稳定，查询、检索方便灵活，系统间既相互独立又相互关联并有较强的可移植性，符合系统设计后才算完成设计要求。

维护是设计工作的检验和继续。在数据库的生命周期中，维护是相当重要和必不可少的一个环节。维护阶段的主要任务是进行数据的收集和扩充工作，确保数据库的安全性和完整性，并可根据管理目标的需要进一步开发新的应用程序等。

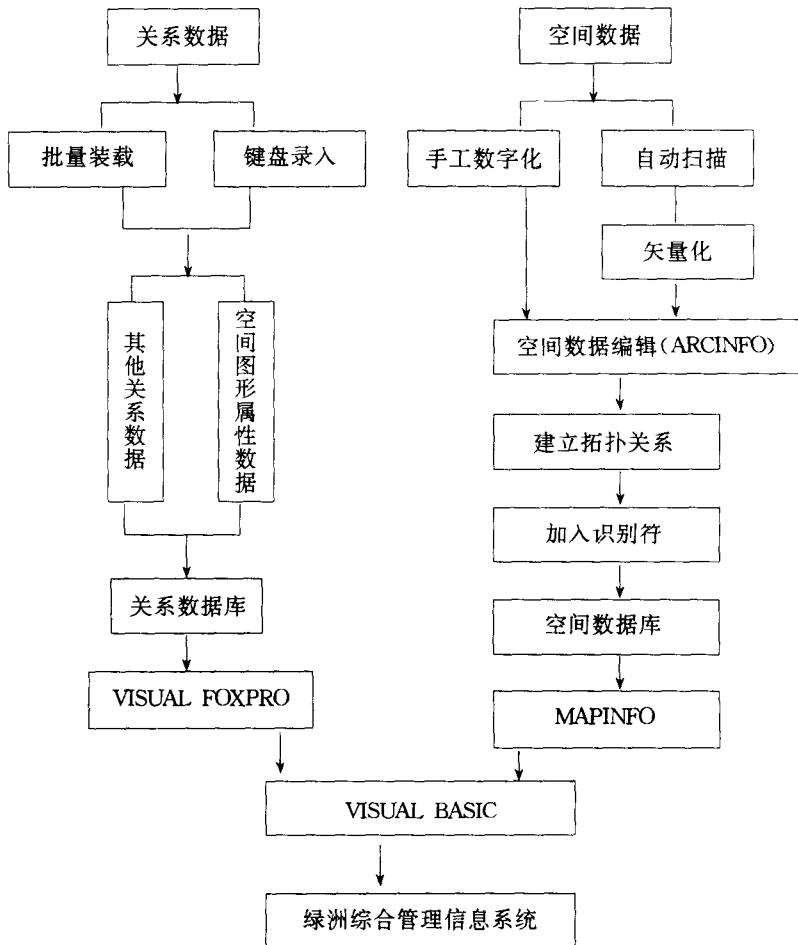


图8.4 系统集成示意图

6 结语

绿洲综合管理信息系统是一个基于关系数据库和空间数据库的数据库集成系统，它具有传统的关系数据库所没有的空间数据处理及空间分析能力，因而它可以更广泛地满足管理者对信息类型和信息表达多样性的需求。绿洲管理综合系统中关系数据库系统的数据与空间数据库系统的数据紧密结合，将空间图形内部属性信息直接存在外部数据库中。用户可以依照数据库属性内容控制图形的显示状态，进行分析与分离处理。这种数据库集成方式很容易与已有的或其他的 MIS(Management Information System) 应用系统整合，因而在应用技术上更能满足绿洲科学管理的要求。

绿洲综合管理信息系统服务于绿洲综合管理与规划，提供有关的绿洲资源环境与社会经济信息，帮助决策者为实现绿洲管理目标——绿洲社会经济和资源环境的协调持续发展进行决策。它是包含收集社会、经济、资源

和生态环境等方面基础信息资料的软件系统，可根据绿洲社会经济发展的规律、绿洲资源和生态环境的特点对基本信息进行加工和整理，通过系统界面，提供开发绿洲资源、发展绿洲经济、保护和改善绿洲生态环境的各种有效信息。随着计算机软硬件技术的发展，绿洲综合管理信息系统在性能上会有很大的改善，技术上的开发难度应会进一步减小。随着绿洲综合管理目标的提高，绿洲综合管理信息系统在结构和内容上亦应有较大的提高，系统在功能上的要求会更高，因此系统设计方面的难度可能会增加，这也是今后努力的方向。

第三节 绿洲管理政策体系和法规体系建设

政策体系和法规体系，在区域发展中起着引导资源开发流向、资金注入投向和人口行业选择的管理功能，因而具有制约产业构成、影响经济发展速度和社会人口发展方向的作用，是国家和地区实现宏观管理最主要的手段和进行中长期调控的最主要途径，因而被认为是政府管理职能最集中的表现。制定适宜于干旱区域特点的资源、环境、社会、经济和科技发展政策体系和法规体系，将对绿洲管理体系的完善和实现绿洲可持续发展目标起到纲举目张的作用。

1 政策体系与法规体系在绿洲建设中的作用

建设现代绿洲是人类面临的历史任务。它要求人类在传统绿洲成就的基础上，应用最新科技成果，对绿洲的资源、劳力、资本进行成本最小化处理，从而获得最高效益，这一过程便是管理。在追求最高效益这一目标的管理过程中，最高级别和最必要的管理途径便是政策和法规体系。一个优秀的管理集团或决策集团，最明智的举措是应用政策和法规体系的实施，去促成资源由草变成金。可见，政策和法规在实现管理目标和区域发展中具有重要作用。

政策和法规体系在促进绿洲发展和建设现代绿洲过程中所以能起到如此重要的作用，是由其功能所决定的。不论是一个国家或一个区域，政策体系总是反映了一定历史时期的生产力水平及建设方向，反映了该时期政府为达到社会经济目标而实施的一系列方针、对策，以及为保证这些方针、政策目标的实施所必须采取的带有强制性的法令、法律和法规。因此 政策、法规因具有最高约束力而具有统管全局的功能。一般而言，不论政策还是法规，因其制定过程中进行了大量论证和吸收了大量实践经验，所以其目标、内容和细节均能体现社会发展和生产力发展的现实和任务，因而在内容上往往能体现科学性，在执行上体现稳定性，在时段上体现连续性，在标准上

体现规范性。它不因部门机构和行政官员的变动而改变，也不会因人而异地改变执行标准。政策和法规的这一特性，将能保证绿洲管理迈着时代步伐前进，并逐步完成传统绿洲管理模式向现代绿洲管理模式的转变。

2 政策体系建设

区域的发展需要政策体系来保证，这是人类的共识。不同发展水平的国家和不同发展阶段的地区 因其自然资源、生态环境、民族人口、生活水准及生产力水平的差异，其发展目标、发展途径和政策措施会有很大不同，这就是迄今现实世界中存在众多国家类型的根本原因。就是同一国家的不同地区 由于区域资源、环境、人口和经济条件的差异 也存在众多发展模式。当今世界的一些发达国家，如美国、英国，从保证其经济持续增长和保持其资源、环境的持续利用目的出发，制定了完整的对内保护性和对外扩充性的政策体系 而欠发达国家 也总是从自身的国情出发 制定相应的政策体系。国家发展实践证明 政策体系越完备 越符合国情 越能促进国家经济、社会的发展，越能承受国际风险与压力。具体到一个国家的某一区域，虽然其政策体系的性质与国家级别不同，但在实施国家政策体系的过程中，亦有因区制宜地制定适宜于本区域发展的补充性政策体系问题。就我国绿洲管理体系而言，因绿洲管理几乎与干旱区发展同义，因而在国家发展政策向西部倾斜的过程中，绿洲管理体系的建设便可以依据国家政策，补充和完善适宜于本身发展的政策体系，以加快现代绿洲的建设步伐。

我国以绿洲分布为主体的西北干旱区域，受政策体系影响，80年代以来与东部沿海区域的相对差距不断拉大。1981~1990年 东部沿海地区受国家开放优惠政策之惠，国民生产总值（GNP）年平均增长率高于全国约1个百分点，90年代继续保持快速增长的势头，从而成为全国经济发展的主要支撑区域。而我国西部区域 含西南、西北地区 经济增长却明显低于东部地区 特别是 1990~1995年这一阶段 东西部差距越来越大 东部地区的国民生产总值年平均增长速度超过 15% 而西部只有约 9%。以国民生产总值总量衡量，1990 年东部地区的 GNP 占全国总量的 53.8%，1991 年上升到 55.1%，1992 年为 57.0%，1993 年上升到 58.3% 平均每年增加 1.5 个百分点 而西部地带的 GNP 总量占全国的份额，1991~1993 年却平均每年下降 0.5 个百分点。以人均 GDP 值统计，1978 年宁夏自治区与东部的辽宁省、广东省对比 差距分别为 323 元和 130 元 到 1991 年这个差距分别扩大到 1 256 元和 1 372 元，1995 年扩大到 3 517 元和 4 527 元^①。由此可见 区域的发展在宏观上受国家政策体系的影响十分明显。为缩小东西部的差异

^① 中国科学院地理研究所《中国区域发展政策目标及“九五”区域政策类型区的划分》课题组的《中国区域发展政策目标与类型区划分》，1996。

和提高国家整体国力，国家已经制定了向西部倾斜的政策。充分应用国家政策，完善西北干旱区域的政策体系，则是西北干旱区域抓住机遇、求得发展的大好时机。而搞好政策体系设计并采取强有力的实施措施，便是当前及今后相当长一段时期内绿洲管理体系建设的重点。

区域发展政策体系建设的作用在于应用政策功能，围绕发展目标，制定有利于本区社会经济发展的行为准则体系。西北干旱区，虽然在自然资源尤其是能源资源、矿产资源、土地资源、草场资源方面具有优势，但在资源合理开发利用与产业合理布局、科技发展水平与发展能力、社会人口结构及合理构成、融资政策与利税制度等管理体制上不完配，加上市场竞争社会意识薄弱、技术进步动力不足，因而形成劳动生产率低下、社会经济发展缓慢的局面。制定适应市场竞争机制的政策体系 通过发展科技、对外开放、寻找合作伙伴等途径，实现快速开发优势资源，缩小城乡差别，提高区域整体实力的政策，将是绿洲政策体系设计与制定的出发点。这一政策体系主要应包括科技发展体系、资源开发与环境保护体系、金融利税经济体系、社会与人口发展体系四个方面。

2.1 科技发展政策体系建设

科技成果的开发及应用在区域发展中的地位与作用，已越来越被人们所认识，国力发展及地域实力的竞争实际上是科技的竞争。建立健全的科技体系，实施能促进绿洲区域快速发展的科技政策，是实现西北干旱区摆脱贫后面貌、达到绿洲发展目标的关键。目前 西北干旱绿洲区域的落后 关键的制约因素在于科学技术文化水平的落后。其主要表现为：科技人员少，从事自然科学技术的人数仅约占干旱区总人口的 0.9‰（我国东部地区约占 3‰），占全国科技总人数的 11% 左右，高校在校学生的人数亦仅为全国的 10.5%，普通中学生的人数占全国的 11%，农业专科在校生人数仅为全国的 8% 中等专科人数占全国的 11.5% 科技研究经费仅约占全国的 10%（我国东部地区则占约 63%）。显然，西北干旱区科技文化水平处于全国的落后地位，且发展基础薄弱。而发达区域，上述各项比例均要高得多。在利用现有科技成果方面，东部的科技成果转化率亦明显高于西部（东部约为 40% 西部约为 30%）。由此可见 应用科技成果、发展科学技术 将是实现西北繁荣的关键。绿洲管理科学体系属于区域性科学体系，应体现区域特点并为区域可持续发展服务。这一体系在内容上应有利于科技创新工程，促进科技成果转化，强化应用基础研究与加强社会知识能力建设等。

2.1.1 科技创新工程体系的建设

科技创新是社会劳动生产力从低级向高级、人类从必然王国向自由王国进化的动力。没有科学技术的进步，就没有社会的进步。促进科学技术进步的工程统称为科技创新工程。建立适宜于绿洲发展的科技创新体系，是绿洲科技发展政策体系建设的基本方向。绿洲科技创新工程，主要应围绕绿洲

发展和建立现代绿洲科技体系来设计。在理论研究上，主要应围绕探讨自然与社会规律，着重研究深层次的绿洲化与荒漠化的形成条件、转化机理和调控技术，荒漠化过程关键阈值与关键因素，生态绿洲与经济绿洲的功能互补过程关键阈值与关键因素，现代绿洲结构稳定性等。应用研究上，主要应围绕发展绿洲和开发绿洲的新方法、新技术、新工艺等方面开展。应着重研究绿洲深度开发的新途径，绿洲产业开发的新领域，沙漠产业化开发的新途径 新材料开发与应用 新工艺开发与应用等。凡是促进绿洲资源、环境、社会、经济发展的科学新思维、技术新成就、工程新材料和新工艺 都是建立现代绿洲体系的科技基础，都应从研究组织、实施途径、人才配备、经费保障、成果推广、效益评估及奖励办法方面制定相应的政策，构成完备的绿洲发展科技政策体系。

2.1.2 科技成果转化体系建设

科技成果转化是将研究成果转化为物质生产的过程，具有把科技研究与生产过程直接联系的功能。科研成果转化率为生产过程的速度与比例，体现了科技贡献率的大小，对社会经济的发展起着关键作用。科技在经济发展增长中的贡献率 发达国家(如美、德、日等国)一般可达 60%~70% 我国仅约 40%左右 西北干旱绿洲区域则在 40% 以下。可见 提高科研成果转化速度，是绿洲发展不可忽视的环节。由转化比例低的现状说明，加快科技成果转化速度，应作为绿洲现代化管理的重要环节。

从政策体系上刺激科技成果转化，对提高科技成果转化的速度、质量及转化率具有巨大的作用。应首先从政策上和立法上鼓励科技转化机构（部门）的成立与信息网络的创建，形成转化推广网络体系；其次应制定鼓励第一线科技人员直接投入科技推广行列的政策，建立研究（实验）—推广应用界面 减少中间环节 加快转化速度 最后应在经济利益分配上 探索研究—推广—生产三个环节间的合理分配，体现效益公平原则，这样才有利于成果的研制、推广、生产。由于绿洲区域经济基础薄弱，从区外直接引进科技成果、着重抓住推广环节，可能是当前及今后相当长一段时间内的主要科技工作，而直接围绕绿洲发展而进行的科研—推广—生产项目，应在引进成果有困难而又十分迫切的领域进行安排。

2.1.3 强化应用基础研究

绿洲的发展依托科技进步，科技进步又需要加强科学研究，这是建设现代绿洲的基本途径。应用科学的研究，无疑会为绿洲经济和社会发展带来直接的效益。然而，应用科学通常要依靠基础研究及应用基础研究成果的开发。没有应用基础研究成果 科技成果推广则会成为无根之木、无源之水。因此，绿洲的发展与建设不能放弃基础理论的研究。相反，为了保持绿洲的持续发展及保持绿洲的发展潜力，必须强化基础理论的研究。从某种意义上讲，基础理论研究的成果具有科学积聚与科学储备性质，谁的科学储备充足，谁就会在未来竞争中成为赢家。基础研究成果一旦转化为应用上的成

果，便会直接为生产条件的改善和生产率的提高注入巨大动力。强化绿洲应用基础研究，首先应在立项上针对绿洲未来发展带有关键性、先导性和全局性的课题；其次应从科研经费上给予保证，并在仪器、设备上给予选购审批、进口关税上的照顾与优惠；第三要给予从事基础研究与应用基础研究的科研一线人员与从事应用研究人员同样的待遇。在市场经济条件下，保持一支精干的应用基础研究队伍是最为紧迫的任务。

2.1.4 强化知识能力建设

知识能力被认为是反映一定区域社会智能整体实力的标志。全社会所有阶层人员的文化基础水平、接受科学技术的能力及应用科技新成果、新技术、新工艺的能力 均是智能基础的反映。只有整体知识能力提高了 才能尽快将绿洲建设引入资源节约、产出高效、生态改善、持续发展之轨道。从政策体系上推崇绿洲全民学知识、学科学、用科学的社会风尚，应该成为科技建设的追求目标。在具体实施中，应该推动级别有高有低、适应不同文化科技水平的文化站和技术推广站及技术培训体系的建立，特别应该开辟农民科技辐射网，强化农民自觉提高文化知识及技能的意识。还应依据不同区域类型与不同阶层的人员构成，开展文化节、科技节活动，促进文化与科学技术的普及。为了有组织的管理智能建设，应该加强和普及绿洲各类知识团体的建设。

2.2 资源开发与环境保护政策体系建设

绿洲的发展通常是依靠资源的开发与产业化途径达到的，而绿洲发展的持续又通常依靠环境的保护与建设来保障。因此，资源开发和环境保护通常被认为是现代绿洲建设最重要和最基本的两大环节，两者具有互为消长和互相促进的关系。环境质量的改善，可以促进资源质量的提高和资源总量的增加。资源总量的增加，意味着环境容量的提高。绿洲所处的干旱区域，由于降水资源短缺和时空分布不均衡、生态环境脆弱和稳定性差，绿洲的发展几乎完全依靠外来水资源的保证来实现，绿洲的稳定则靠生态环境的稳定来维持。因此，制定一套能使资源得到合理开发、生态环境得到保护的政策体系则显得特别重要。

2.2.1 有偿利用自然资源，减少资源浪费

这一政策体系，在资源利用上应包括一系列限制资源浪费的政策。具体措施是制定资源有偿使用政策，如水资源应按用水量多少收费，改变目前农业用水按灌溉面积多少收费的政策。土地资源无偿利用及撂荒弃耕无责任的土地政策，导致滥垦丢荒、破坏资源的后果；樵采山地森林和荒漠灌木无数量限制的政策，导致生态防护体系的减弱；草场资源无偿利用的政策，导致草场利用过度而生产潜力衰退。这些政策均应改变。虽然亦有相应的土地法、水法、森林法和草原法 但在实施中没有地方政策体系与之配套 而使资源浪费现象严重而普遍。

2.2.2 制定相应的资源综合利用政策体系，提高资源的综合利用率，减少资源浪费

在绿洲区域，综合利用政策体系可围绕粮—油—养畜和农—牧综合互补利用、水—土资源匹配利用、水资源重复利用、综合矿产资源综合开发、水库资源的渔—农综合利用等来制定。凡有利于综合利用、节约资源的项目，都要给予政策性鼓励和保护，并在立项、贷款、利税等方面给予扶持。

2.2.3 保护环境，加强生态环境建设

要从环境保护和生态环境建设政策上，限制那些严重污染环境的工业产业和农药施用量大的耕作农业，并收取污染税，促进环境的不断改善。

2.2.4 实施生态建设工程

制定地方性政策法规，实施生态建设优惠政策。在这方面，我国已有许多成效显著的例子，如“三北”防护林建设工程、风沙危害和水土流失严重地段治理工程等。

2.3 金融利税经济政策体系建设

2.3.1 首先要从产业政策上确立可持续产业为投资重点

可持续产业不仅包含工业产业、农业产业、加工产业，而且还应该包括环境保护产业。其可持续的标准是不引起环境的退化和资源的枯竭。凡是污染大于治理、退化超过建设、获近利而有损未来发展的产业，都应在投资上受到限制和在政策上给予处罚。

2.3.2 要在政府财政支出上逐步确立强化生态环境建设的投资政策

政府的主要财政支出应逐步集中到社会公共设施建设上来。应增加生态环境建设投资，加大生态补偿力度，重视发展“绿色产业”。

2.3.3 要从金融贷款、利税政策上加强投资效益和投资风险评估

对绿洲发展风险性小的产业，应加大投资力度，以求得投资回收率高、投资效益大的投资目标。这样才有利于集聚资金发展经济。在利税政策上，则要制定环境保护免税或减税政策；而对于资源浪费大、环境污染严重的产业，要实行限制发展和制定环境补偿的政策。其最终目标是建立资源节约、知识密集、环境不断改善的绿洲经济发展体系。

2.3.4 扩大与区外的经济合作

融资和吸引外资上，制定区域性优惠政策，以期扩大资金来源、弥补绿洲区资金之不足。

2.4 社会与人口发展政策体系建设

促进社会发展、建立合理的人口结构，是建立现代化绿洲体系的基本内容。其目标的实现，主要还是依赖于完备有效的社会与人口政策法规体系。从发展绿洲和维系绿洲长期稳定角度出发，社会与人口发展政策体系应围绕完善的社会服务政策体系，保持绿洲社会的繁荣稳定。另外，社会与人口

发展政策体系建设还包括：加强人口管理，减少人口增长压力；发展文化教育 提高人口素质 改进人口就业 行业 结构 实施人口经济政策等项基本内容。

2. 4. 1 完善社会服务保障体系

保持绿洲社会的繁荣与稳定，其基本依托就是绿洲区域的地方政策。要在社会福利保障、人口基本生活水准、提高风险抗御能力、提高就业机会等方面，制定基于绿洲发展的生存权和发展权的政策体系。只有创建了基本的生存条件和发展条件，绿洲社会才能基本稳定，才能求得绿洲的发展和繁荣。

2. 4. 2 加强绿洲人口管理

加强绿洲人口管理，应该成为市场经济体制下的重要管理内容。其目标是 控制人口的非适度增长 实现人口增长与经济发展的协调。从 50 年代初至 80 年代末，西北区域的人口总数增加了 1 倍 人口年增长率约为 2.5%，同期全国人口平均增长率则为 1.9%。90 年代以来，全国人口自然增长率已经降至 13‰ 左右，而西北干旱绿洲区的人口增长率却仍高达 15‰～20‰。人口的高速增长和经济的低速发展已成为绿洲发展的重要制约因素。因此，要强化人口政策，实施计划生育，减少人口增长的压力。应该在国家基本国策指导下，进一步完善区域性政策法规。刺激人口增长的因素，除传统人口观念外 还有男女差别、养儿防老的守旧意识等。制定男女就业平等政策、加大社会养老保险力度应成为绿洲区域社会政策体系的重要内容。从根本意义上来说，一定区域 包括绿洲区域 其资源承载能力与环境容量是定值 人 类对资源的索取和对环境的利用均应控制在其容量范围内。绿洲的人口管理政策，应该主要依据绿洲资源的承载能力和环境容量确定其人口最高数量 并依此制定人口发展 增长 对策 实施人口资源化政策和策略。这一政策和策略，将能建立起资源—环境—人口的协调关系，实现资源—环境—人口的协调发展。

2. 4. 3 发展文化教育 提高人口素质

人口素质的高低，从一个侧面反映了绿洲现代化发展水平。绿洲的现代化，需要从整体水平上具有众多高文化程度的劳动队伍、掌握新技术的专业人才、善于综合管理的管理干部。整体文化水平结构，如大中专人员的比例、科研机构及其人员的比例、科技贡献率所占份额、文盲率等，体现了绿洲人口素质状况。发展文化教育，如加强普通中学义务教育、增加专业技术学校、提高高等学校招生比例、设立各种专业培训机构，将能为绿洲发展打下文化、技术、管理的基础 将能全面、系统、全方位地提高人口素质。在绿洲区域实施公务员学位任职资格制、事业管理员职称任职资格制和科研技术部门的人员技术职称聘任上岗制。即凡是政府部门的公务员，必须具有学位资格；凡是事业部门的领导及职员，必须具有专业职称才能任职；凡是科学或技术部门 单位 的在职人员 必须持有专业技术职称才能应聘上岗。如果实

施这一政策，将能全面促进全民学文化及钻研专业知识，实现提高全民文化素质的目的。

2.4.4 改进人口行业结构，实施人口经济政策

社会发展与经济发展具有极大的相关性。经济发展速度与经济整体实力提高了，以公益事业、人口数量和质量为特征的社会水平便提高了。因此，发展经济是绿洲现代化的最主要目标。一些经济发展实例证明，区域发展从落后至发达，通常表现出第一产业（第一性生产产业）的产值占国民经济总产值的比例不断下降、就业人员比例不断降低 而第二产业 加工产业 和第三产业（服务行业）的产值占国民经济总产值的比例及从业人员比例不断上升的趋势。就人口就业而言，其行业选择受就业利益驱动，其流向总是从低收入的行业流向高收入的行业，此谓之人口经济。在市场经济条件下，人口经济行为应符合市场经济规律。绿洲现代化建设，则应应用人口经济规律、依据绿洲发展的进程，及时进行人口行业调整，逐步放宽加工行业、服务行业的政策限制，并从户籍管理上放宽城乡管理的限制，最终达到完全依照人口经济规律法则建立合理的行业人口结构的目的。

3 法规体系建设

法律和法规是调控人类行为准则的准绳，是各行各业必须共同遵守的行为规范。利用国家法律法规对绿洲进行管理，是依法治国、建立社会主义法制国家的基本前提，亦是绿洲管理现代化和建设可持续发展绿洲体系的基本途径。绿洲法律法规体系的建设，必须在国家已有法律的框架内，依据绿洲发展的具体条件进一步制定相应的地方法规，以求在国家级宏观指导和区域级微观实施上求得统一，从而建立起完整的绿洲管理法律法规体系。

3.1 绿洲管理法规体系的建设目标

依法治国、建立完备的法律法规体系，是国家发展和社会进步的主要标志。我国正在致力于建立健全的各项法律体系。这对于加速社会主义建设和实现可持续发展，正在起着越来越巨大的作用。绿洲法律管理虽然只是地方管理，但在实现可持续发展目标上仍然是必须依靠的基本手段，仍然有必要建立健全而完备的法律法规体系。这一体系的基本目标是用法律法规手段来指导和规范政府、行业及个人的行为 依法开发绿洲资源、保护环境 以法规范社会行为、经济活动，完成绿洲从经验科学管理向现代科学管理、从粗放管理向集约管理、从封闭管理向开放管理、从无序管理向有序管理的转变，形成人与自然、社会与经济、资源与环境、现代与未来的协调发展体系。最终目标是建成政策体系完备、法律法规健全、执法操作有序、运转时序持续的绿洲法律体系，实现依法治理绿洲、依法发展绿洲。

3.2 绿洲管理法律法规的内容

通过法律法规实现对绿洲的全方位管理，必须从高层次上对社会、经济、资源与环境实施符合可持续发展战略目标的内容设计。内容完善的法律法规，能保障建设现代绿洲发展体系的目标的实现。法律法规的内容，主要应在国家各项法律基础上补充和完善适合绿洲发展的地方性法规，包括完善环境与资源保护立法，加快经济领域的与绿洲可持续发展有关的立法，以及区域开放、吸引外资的法规等。

3.2.1 国家法律的实施与管理

为了国家整体的发展，在宪法基础上国家还制定并实施了事关国家全局的一系列法律法规，包括经济、人口、环境、资源、知识产权等方面法律法规。严格执行国家法规，实施全局指导下的绿洲管理法规体系，将不仅使绿洲区域得保持与国家同步发展之惠，而且可以利用国家向西部倾斜的政策完善本区法规体系，促进绿洲区域的发展。因此，全面实施国家法律体系，充分用好国家对西部区域的优惠政策，应该是绿洲管理决策部门的明智选择。

3.2.2 有偿利用资源法规体系建设

针对绿洲区域滥用资源、超载利用资源，从而引发资源浪费、资源枯竭、生产潜力下降、自然灾害加剧等一系列问题，制定完备的有偿利用资源的法规对策是十分必要的。自然资源是人类赖以生存的物质基础，现代人类的资源观已经提高到资源不仅是为人类造福的开发对象，也是人类持续生存的基本依托，即没有资源的再生便没有人类的未来。人类要持续发展，必须以资源的再生持续为保证，因此资源被视为人类生存的资本。资源资本化、产业化便自然成为市场法则的现实观。资源资本化、市场化的经济价值要求决策管理者应该以市场为导向，把资源的开发利用纳入有偿利用的轨道，实行有偿利用，并制定相应的法律法规体系。资源有偿利用会给人类带来巨大好处。一是资源被视为财产，能使资源得到最合理和充分的利用，使物尽其用、地尽其力。因地制宜利用资源不仅是决策部门、研究部门的事情，更是资源使用、拥有部门或个人自己的事情。有了这样的认识，资源使用的主体便会自觉地更为有效地利用资源，减少浪费，提高利用率。二是资源使用者为了取得更大效益会以产出效益为目标进行精细管理 加大投入 维护资源质量 防止资源 土地 的退化。三是资源拥有者为了维持利用 不得不注重资源的保护，不得不考虑如何去实施可持续发展的各种措施。这样，可持续性便不仅是政府、科研、教学部门的事情，更是资源拥有者或使用者自己的事情。这有利于可持续发展观成为广大群众的自觉认识或自觉行动。由此可见，用法律法规形式实施资源有偿使用，是资源市场化的必然产物，应着力制定和完善。

有偿利用资源需要制定完备的法律法规体系。就绿洲管理体系而言，在

国家农业法、土地法、森林法、草原法、矿产资源法等基本法律基础上，依据绿洲利用与保护实际，补充和完善若干法规是十分重要的。例如，水资源利用中，从有偿利用角度完善水资源管理，限量开采水源，节水减价，超采加价 土地资源有偿开发 按质论价 弃荒违规 森林资源限量开发 超量开采违规 草场资源以草定畜 超载违规 矿产资源综合开发、综合利用等。对违规造成资源浪费和给资源再生带来危害的应视危害程度给予经济上的处罚。将绿洲资源纳入资本轨道并采用市场法则管理绿洲 在观念、体制、法规等方面都还没有完备的体系，需要探索、总结和完善。

3.2.3 强化环境保护，实施环境补偿法规

资源的再生和人类居住环境的改善主要依靠自然环境的良性发展，因而强化环境保护法律法规的实施是环境与发展最核心的内容^[5] 是可持续发展战略最基本的体现。环境保护从整体全局而言，已经有一系列的国家级法律 在控制环境污染、改善环境质量、建立自然保护区、建立防护林体系等方面开展了大量工作，取得了重大成绩。然而，我国绿洲建设仍然受土地荒漠化日益严重、水资源日益短缺、风沙黑风暴有所加强、自然灾害频繁等环境问题的威胁。因而，对绿洲环境进行现代化管理，不仅是时代赋予我们的使命，而且也是绿洲本身发展的需要。然而，绿洲环境建设目前面临着复杂的社会经济问题，其中与资源开发相悖的问题最为突出。现代人类的环境意识已经从环境污染防治升华到自然环境的生态保护和生物多样性的维护。生态环境的建设要以促进资源的再生和经济的发展为目标。为了维护生态环境的稳定与良性发展 我国建设了污染防治、水土保持、防风固沙、改造盐碱中低产田等生态环境工程，成绩是巨大的。然而从总的的趋势看，干旱绿洲区域的生态环境仍在恶化之中，著名的民勤绿洲正在缩小、衰退，居延海绿洲、艾丁湖绿洲正日趋消亡 柴达木盆地的希赛绿洲、尕海绿洲、马海绿洲均在萎缩。有些绿洲 虽然取得了农业高产的成绩 但成本高、效益低 成为高产而贫困的绿洲。究其原因，主要是生态环境建设保护力度不够，生态恶化导致资源质量下降、生产成本增高。因此，资源开发中必须建立环境建设补偿的制度，并以法律形式将其固定下来。围绕环境建设问题制定完整的法规，在资源开发和企业立项时，应对环境影响进行评估并制定相应的补偿办法；应扩大资源开发对环境破坏的补偿范围和确立适宜的补偿量，适当提高补偿费标准 并强化征管环节 对污染产业 应提高超标排污加税标准。除此之外，还应该从绿洲全局和社会整体上，制定绿洲环境保护法、绿洲防护林建设法、绿洲治沙责任法、绿洲水资源开采法、绿洲土地保护法等地方法规，形成绿洲资源利用蕴含环境保护、环境保护为了绿洲发展、绿洲发展带动生态建设的良性关系，从而实现资源—环境—经济—社会良性运转并持续的现代绿洲管理目标。

3.3 加强法规管理，加大执法力度

绿洲管理体系的法律法规，只有切实地得到实施与贯彻，才能保证现代绿洲建设目标的实现。加强法律法规的制定、执法、监督、宣传是法规管理的核心。

3.3.1 加速地方法规的立法进程

地方人民代表大会是地方法律的制定者。因此应强化地方人民代表大会及其专业职能组织的法律功能，针对绿洲建设中的法律法规问题，加速法规的制定，形成针对性强、符合绿洲实际、可操作的区域性法规。可在地区人民代表大会机构内，根据需要设立专业工作委员会，协助立法内容的草拟与修订工作。制定地方法规，实施地方法律，建立法规体系，完成以法治国、依法管理绿洲的任务，应该成为地方人民代表大会最基本的责任。

3.3.2 加大政府及其各职能部门的执法力度

法律法规能否得到完全的实施，是绿洲建设成败的关键。加大政府及其各职能部门的执法力度，是当前及未来绿洲管理的主要工作。一是要强化各级政府领导和各职能部门领导的法律意识，使其掌握法律内容、法规界限、法规标准，做到依法行使行政职能，建设一支懂法、用法的行政领导队伍。二是要建立司法和行政程序密切结合的配套体系。行政程序主要是把政策、法律、法规的实施纳入政府行政工作程序，成为行政长官和职能部门日常管理工作的依据，发挥依法管理的行政职能。而对违法犯法的事件，则要求司法机关通过法律程序严格执法，形成有法可依、严格执法、严格实施的法治格局。三是要不断加强执法人员的自身建设，提高其执法能力，建立一支高素质的执法队伍。

3.3.3 加强法律实施执行的监督

法律法规的实施是在一定社会状况下通过执法队伍实现的。社会实践证明，对执法实施状况进行监督检查，是提高执法质量的必要保证。绿洲政策法律体系的管理，要加强地方人民代表大会的监督职能和地方政协的督察职责，并把工作建立在公众、团体广泛参与的基础之上，逐步形成社会各阶层遵法、守法、护法的绿洲法治格局。

3.3.4 加强绿洲法律法规的宣传教育，提高全社会的法律水平

绿洲管理是全社会的事情，各项地方法律法规的制定、实施、完善，都要通过宣传、培训、教育、典型案例分析等形式进行法治管理，使广大群众成为模范的法治公民。

主要参考文献

- [1] 薛华成. 管理信息系统. 北京：清华大学出版社，1995
- [2] 边馥苓. GIS 地理信息系统原理和方法. 北京：测绘出版社，1996

- [3] 张海藩.软件工程导论.北京,清华大学出版社,1995
- [4] 施伯乐程序员级高级程序员级软件知识北京,清华大学出版社,1996
- [5] 曲格平等.中国环境管理.北京:中国环境科学出版社,1989

第九章 中国绿洲区划研究

尽管我国对于分区研究有悠久的历史，尤其是 20世纪 50年代以来 以综合自然区划和农业区划为推动，各部门和各地区开展了各种类型的区划研究工作，成果甚丰，但以绿洲为对象开展的绿洲区划研究却未进行过。随着人们对绿洲研究的深入以及区划水平的提高，绿洲区划研究已经引起广大学者和政府管理部门的重视。

绿洲零散分布于我国荒漠半荒漠区的不同地域，不连续性的特点给绿洲区划带来困难。我国荒漠半荒漠区地域辽阔，除气候和其他自然要素的特征具有相对一致性从而在整体上有别于湿润半湿润区外，其内部的地域分异仍然十分显著，并支配着绿洲的区域分异，因而可以以干旱区地域系统为控制来制定绿洲区划体系。我国绿洲在地域上的分异具体表现在：① 由于各地纬度和海拔高度不同，各绿洲的热量条件差别悬殊，年平均温度、极端最高和最低温度、各种积温及其持续日数、无霜期、生长期等都有所不同；各绿洲的水源条件及其保证程度不一，因水源变化而受威胁的机会和程度也各不相同；③ 作为区域性外貌特征的地貌，其外营力作用方式和强度有别，不同的侵蚀堆积类型会塑造不同的绿洲格局，风力作用的差异使一些绿洲面临土地沙质荒漠化的威胁，甚或直接受到风力侵害；④ 其他自然地理要素同样存在内部差异，如虽然绝大多数绿洲所在区域都发育荒漠植被和土壤 但植物区系成分、群落类型、土壤类型及其组合特征各异。所有这一切必将影响绿洲开发、建设和保护等一系列问题，尤其是影响绿洲农业产业结构、沙产业发展方向、区域综合治理目标的确定等。因此 非常有必要制定绿洲区划，并在此基础上制定相应的经济和区域规划，以促进绿洲社会、经济、文化的可持续发展。

第一节 绿洲区划的原则、方法和指标体系

1 绿洲区划的概念

绿洲的形成、特点和地理分布是由多种自然地理过程决定的，其中包括细粒土状物质形成、搬运和堆积过程 洪积扇、冲积平原及湖滨平原的发展过程，水资源富集形成过程（包括山区径流形成、地表水—地下水

转化、河道变迁、湖泊扩缩等在内的干旱区水文过程 等。多种自然过程相互作用与区域综合，导致广大地区自然地理过程的分野，形成荒漠化过程和绿洲化过程。荒漠化过程导致自然景观荒漠化的产生，并且使荒漠景观占据了干旱区的广阔空间；绿洲化过程只在局部地段发生，从而形成了荒漠内部的特殊自然综合体——绿洲。因此，绿洲区划在本质上应是一种自然区划。

绿洲的自然系统是天然绿洲。天然绿洲经过千百年来的开发建设，已深深打上了人类活动的烙印：多变的地表水系统已基本被人工灌溉渠道系统取代；以荒漠河岸林、草甸或盐生草甸等为代表的天然植被大部分为栽培植物群落所取代 少部分被开辟为城镇、村落、工厂、道路 防护林带成功地抑制了土地沙化和风蚀。总之，天然绿洲几乎失去了原始面貌，成为现代意义上的人工一天然绿洲甚或人工绿洲，即绿洲由自然地域系统转变为自然—社会—经济复合系统。现代意义上的绿洲已在资源开发、社会经济条件等方面体现区域差异，大到区域发展战略，小到种植业内部的作物构成，都体现出各具特色的区域形象。由此看来，绿洲区划又与一般自然区划有所不同，并与经济区划尤其是农业区划有密切联系，因此我们把绿洲区划定义为具有某些经济区划特点的自然区划。

2 绿洲区划的原则与方法

2.1 区划原则

绿洲区划是一项比较新的工作，实际研究案例极少，因而既没有公认的原则 更缺乏成熟的方法。但是 绿洲区划既然在本质上是一种自然区划 遵循自然区划的普遍原则应是理所当然的。绿洲区划因带有经济区划的某些特点，在确定区域界线时，注意与行政区划界线的协调也很重要。区划的结果 必须是区内联系性最紧、发展方向最为一致 而区间差异显著、开发方向与发展布局均不同。

2.1.1 地域结构统一性原则

绿洲作为干旱区特定的区域系统，有其特定的发生发展规律，具有自己特定的地域结构。地域结构不同，则绿洲综合特征亦不同，因此地域结构统一性原则应该成为绿洲区划的基本原则。地域结构的统一性，通常表现为区域综合特征的组合模式。在干旱区，地域结构首先表现为地带性结构模式，体现为自然区域的分布特征，如南疆暖温带极干旱荒漠区的绿洲、北疆温带极干旱荒漠区的绿洲、河西走廊温带极干旱区的绿洲、柴达木盆地高寒极干旱区的绿洲、河套平原温带干旱区的绿洲，均从属于自然区划的地域结构的分异模式。其次表现为地段分异结构的垂直地域结构特征。同一绿洲区划单位，应该具有自己特定的垂直分异结构。同一垂直地域分异结构，具有相同的形成演替过程，表现为近 1.0~1.2 万年来古地理分化过程和绿洲（包

括古绿洲、老绿洲、新绿洲)景观形成过程的相同性。所以这一原则实际上包含了发生学统一性原则的内容。各个地域的结构特征，将分别在各绿洲区加以讨论和论述。

2.1.2 自然景观和开发方向相对一致性原则

相对一致性是所有区划普遍遵循的原则。保持“区域内”自然景观特征的相对一致性，也就是说划分出来的区域在综合自然景观上是一个独立的区域整体，并且是不可重复的，而与周围的景观区域则具有相异性。由于各个绿洲常常表现出分离格局，这给绿洲区划带来某种困难。分析绿洲间自然景观的异同以及影响绿洲存在的非绿洲(荒漠)作用强度，一般均可分辨出绿洲的区域差异。正如我国冰川、积雪、冻土具有分离特点，可进行冰川区划、积雪区划、冻土区划一样，绿洲亦可根据景观的相对一致性进行区划。然而绿洲区划又与冰川、积雪、冻土区划不同，冰川、积雪、冻土很少受到人类活动的干扰，自然面貌保持较好，而绿洲却是人类活动频繁、开发强度较大的综合实体，因而其区划还应考虑绿洲开发现状，根据区划为生产服务的目的，将自然景观特征最为相同、开发方向最为一致的绿洲划在同一区域单位内。

2.1.3 流域归属和水系控制原则

水资源是绿洲形成和绿洲开发的最基本的保证条件，河流则是干旱区的汇水通道，因而绿洲多依附于河流而展布。河流的流域特征，包括河流水源的形成区、径流区、富集区特征，河流水量、水质的区段特征，对绿洲的形成、规模、分布均起着最直接的作用。相反，不同河流间绿洲的形成演替联系甚小、关系极疏。绿洲对河流水源的依附性，决定了绿洲区划必须依据河流归属和水系家族来划分，这样既能揭示绿洲发生发展规律，又便于进行绿洲建设的水资源调控。

2.1.4 区划等级高低原则

受地理分异规律尺度制约，绿洲的区域分异亦有高低等级之分，因而可以将绿洲区域划分出高、中、低不同级别的区域实体。为反映绿洲宏观特性而进行高层次绿洲规划时，必须采用高级区划单位，所用比例尺要小，适用于省(区)级部门应用；反映微观特性、制定绿洲改造工程设计与措施时，必须采用低级区划单位，所用比例尺要大，适用于乡级基层单位；反映中观尺度特性、制定水土资源匹配开发规划与布局时，必须采用中级区划单位，适用于县(旗)级管理部门应用。一般而言，高级区划单位具有概括性、宏观性，其精度要求采用1:10万～1:50万的比例尺；中级区划单位是高级单位的进一步划分，是认识绿洲区域生态与资源属性、进行绿洲资源开发和生态建设规划的基本单位，其精度要求采用1:5万的比例尺；低级区划单位是绿洲要素特征、改造利用措施、生产管理最一致的区划单位，可直接用于指导生产设计，用1:1万的比例尺为宜。上述三个级别的区划单位，可分别称为绿洲区、绿洲亚区、绿洲小区。当然，在规划与管理中还可根据实际需要，

对各级区划进行详略不同的划分。

2.1.5 综合性与主导因素相结合的原则

绿洲区划属区域综合范畴。区域综合表现为自然地理各要素作用于同一区域所形成的区域特征的综合整体性，也包括人类活动对区域的综合“烙印”。综合整体性特征便由此而成为区划的基本依据。然而，在区域综合特征的构建中，自然因素和人为因素的各个要素所起的作用不是均等的。某些要素往往起着主导作用，并成为绿洲命名的主要成分。具有富水功能的盆地、具有输水功能的河流等均可能成为绿洲形成的主导因素。例如河西走廊绿洲区就是以地貌为主导的原则命名的，又如香日德河流域绿洲小区、格尔木河流域绿洲小区等则是以河流为主导特征命名的，等等。

2.1.6 绿洲区界与特定行政区界一致性原则

鉴于绿洲建设常常由政府部门组织实施，绿洲的可持续发展应依赖于行政管理，保持绿洲区划界线与行政界线的基本一致性是十分必要的。这一原则要求绿洲区界线应尽量与州或县的某一行政界线相一致，亚区界线尽量与县或乡的某一行政界线相协调，小区界线尽量与乡或村的某一行政界线相接近，这样才使得区划更具有实用价值。

2.2 区划方法

绿洲是镶嵌于干旱、极干旱荒漠区的地域综合实体，其不连续零星分布特征给区划带来许多困难。然而正是地域空间的真实特性，说明了区划的可能性和必要性。从实例研究总结，绿洲区划主要有如下方法：

2.2.1 地域结构区划方法

这是中国综合自然区划中区域综合分析的一种方法。按照区域结构构建原理，凡是温度和水分能够组合为独立垂直带谱结构系统的，便可构成自然区。中国干旱区内温度带可划分出暖温带、温带和高寒带，水分湿润程度可划分出干旱、极干旱。据温度和水分状况的区域组合，可将中国干旱区划分为南疆暖温带极干旱区、北疆温带极干旱区、河西走廊温带极干旱区、阿拉善高原温带极干旱区、青海柴达木盆地高寒极干旱区、河套平原温带干旱区等六大地域类型。这六大地域类型，都各自具有特定的垂直带谱结构。例如，南疆的地域结构，从盆地的冲积洪积扇至天山冰川寒漠，可以分出荒漠棕漠土冲积冲积平（缓）地—荒漠棕漠土丘陵—荒漠草原棕钙土低山—草原栗钙土及森林草原黑钙土中山—高寒灌丛草甸亚高山—高寒草甸高山—高寒垫状植被寒漠及永久积雪极高山的带谱结构；河西走廊从走廊平原至祁连山脊的垂直结构为荒漠灰棕荒漠土冲积洪积平（缓）地—荒漠草原灰漠土丘陵—草原栗钙土低山—森林草原黑钙土中山—高寒灌丛草甸亚高山—高寒草甸高山—寒冻寒漠及永久积雪极高山；河套平原至贺兰山的垂直带谱结构为荒漠草原棕钙土冲积洪积平（缓）地—荒漠草原灰钙土丘陵—草原栗钙土低—森林草原黑钙土中山—高寒灌丛草甸亚高山—高山草甸高山。

处于这些不同地域结构内的绿洲，受地域生产潜力制约，具有不同的生产潜力。它直接影响到绿洲发展方向、农业布局乃至作物品种的选择。例如南疆绿洲可以发展优质棉花及暖温带瓜果，而其他区域则不能，而柴达木盆地则只能种植春小麦和油菜。一般而言，地域结构区划方法由于侧重选择地带性分异指标，通常适用于绿洲区的划分。

2.2.2 水系结构区划方法

水源是绿洲形成与生存的基本条件，水系结构则是认识绿洲形成与分布及认识其区域归属的最好方法。因此，采用水系结构分析方法进行绿洲分区，是绿洲区划研究的有效途径。水系结构通常被认为是河流的空间排列格局和河流的区段联系关系，同一河流的干支流体系、上中下游的流域关系，都是水系结构研究的基本内容。从绿洲依附于河流水源而存在的原理出发，将同一水系的绿洲划归为同一绿洲区，最能揭示绿洲存在与分布的本质，亦能提高绿洲区划的科学性。应用这一方法，可以将河西走廊绿洲按疏勒河流域、黑河流域、石羊河流域进行绿洲亚区的划分，柴达木盆地可以按格尔木河、香日德河流域划分出绿洲小区。按照河流区段联系关系，可以将河套绿洲区划分为宁卫平原绿洲亚区、银川平原绿洲亚区、后套平原绿洲亚区。一般情况下，流域结构区划方法，较适合于绿洲亚区和绿洲小区的划分。

2.2.3 区域地貌结构区划方法

这一方法着重从地貌形态成因来研究区域的地表特征，并把地貌划分为不同的类型，如山地、丘陵、盆地、平原等等。与绿洲关系最为密切的区域地貌是盆地。一般而言，盆地具有比周围山地高的温度条件；盆地具有水源汇集功能，具有较丰富的地表水与地下水资源；盆地具有沉积从周围山地迁移来的物质的功能，具有巨厚的冲积物，可以为作物生长提供土壤资源；盆地在地表形态特征上还具有形态单元完整的特征，便于人们识别区域形象。正是由于盆地的上述特征和功能，使盆地具有光温水土资源匹配良好的绿洲形成条件。因此，以盆地为单元进行绿洲区划，是最容易掌握的区划方法。盆地在区域地貌结构中亦有等级高低之别。大盆地如塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、河套盆地等均是地貌高级划分单位，一般应作为绿洲区划的高级单位；中小盆地，如柴达木盆地的希赛盆地，河西走廊的武威盆地、张掖盆地，河套平原的宁卫盆地（平原）、银川盆地（平原）等，一般应作为绿洲区划的中、低级单位。

2.2.4 绿洲指标区划方法

这一方法是对所有单个绿洲均进行指标数量的分析，并将指标最接近的绿洲归纳在同一区域内，从而形成区划体系。这一区划方法常采用的指标有地貌类型及其空间连结性指标，温度指标，水系指标，植被地带性及垂直性分异指标，土壤特征指标，农业作物指标等等。建立指标体系能逐步将绿洲区划推向量化阶段，亦有利于三维空间绿洲体系的建立。这一区域方法，仍有待于探索和深化。

3 绿洲区划的指标体系

依据绿洲区划的原则和区划精度的要求，在进行绿洲区划时，需要对区划的成分或要素作出详略不同的选取，这样方能恰如其分地揭示绿洲分异的尺度变化规律。绿洲区划指标选择是否恰当，关系到绿洲区划的准确性。由此可见，区划指标的科学选取格外重要。经过实例总结，中国绿洲区划的指标体系归纳如下：

3.1 绿洲区 一级区划单位 指标体系的选择

反映绿洲分异的指标应该具有概括性强、宏观显示度突出、有利于人们认识大范围区域分异规律的特性。这些指标的尺度选择一般是：① 大区域温度带指标 包括 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温指标 ($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温大于 3200° 为暖温带, 2000° $\sim 3200^{\circ}$ 为温带, $<2000^{\circ}$ 为寒温带); 干燥度 K 值指标 ($K \leq 1$ 为湿润, $1.0 < K \leq 1.5$ 为半湿润, $1.5 < K \leq 2.0$ 为半干旱, $2.0 < K \leq 4.0$ 为干旱, $K > 4.0$ 为极干旱); ② 区域地貌山文结构指标，其特征体现为山系组合，如南疆绿洲区北为天山山系、南为昆仑山系，柴达木盆地绿洲区北为阿尔金山—祁连山系、南为中东昆仑山系，它们均为山系组合的地貌结构； 地域结构指标，表现为具有垂直带谱结构； ④ 绿洲类型组合，体现为复杂组合，包含了多种绿洲类型、多种社会经济结构、多种发展模式等； ⑤ 一些能显示大区域特殊性的指标亦可以选取，如盐湖特征、盐类分异指标等，均可成为绿洲分区的佐证指标。

3.2 绿洲亚区 二级区划单位 指标体系的选择

绿洲亚区反映了一级绿洲区划单位内由局部地域分异规律引起的区域分异，因而其指标更具有地方特色。绿洲亚区划分的指标主要有：① 垂直带谱的变异。例如 河西走廊的垂直带谱 虽然基带均为荒漠灰棕漠土地带 但在中山带上，东部武威一带为森林草原，而西部酒泉一带却为草原（缺乏森林）又如 柴达木盆地 虽然基带景观均表现为荒漠景观 但东部的基带表现为草原化荒漠，西部为典型荒漠。② 山文结构趋于简单，常以山系为单元。例如 柴达木盆地的绿洲区的山文结构为山系组合 而亚区则为山系 依其具有四个山系的差别可将绿洲划分为四个亚区。又如，河西走廊依其山系分属于阿尔金山、西祁连山、东祁连山系可将绿洲划分为三个亚区。 绿洲群体的结合属于复合组合，不像绿洲区那样呈复杂组合状态。复合组合的重要标志是绿洲的水土气热自然结构趋同，农业发展方向、生产条件、作物布局相似，因而区域发展规划相仿。④ 水资源形成条件和归宿往往相同，其水源往往同属一个山系 归流于同一个盆地（湖泊）

3.3 绿洲小区(三级区划单位)指标体系的选择

这是绿洲区划的基层分区单位，在绿洲亚区下划分。反映绿洲小区的指标是区域性局部性指标，主要有：① 绿洲仅归属于一个较大的流域或小流域的组合，地貌上往往是流域地貌的组合；② 水源同属于一个山脉； 绿洲群体组合上属简单组合，因而其绿洲发育条件、作物品种结构、农业改造措施、生产力水平极为相似；④ 社会经济现状和绿洲区域发展管理上基本一致。

绿洲区划属分区研究范围，是行政管理部门制定区域发展规划和实行科学管理的有效手段，划分出来的区域空间上是不重复的。绿洲小区是分区的最低单位，其下还可以从综合角度继续进行划分，但其划分出的单位已是类型单位了。类型单位与区划单位最大的差别是，前者在空间上是不重复的，而后者在空间上是可以重复的。例如，柴达木盆地的香日德河流域绿洲小区 在地域空间上是独立存在、不可重复出现的。在这一小区内 可以划分出洪积冲积扇缘绿洲、河谷绿洲等类型，这些类型在其他绿洲小区内亦是可以重复出现的。类型研究对提高区划研究的水平和分区界线的确定具有重要意义，而分区研究对于认识全局、宏观决策具有重要价值，它们均是绿洲研究不可缺少和不可替代的内容。

第二节 绿洲区划方案

根据绿洲分区原则及划分指标，中国绿洲区划系统以绿洲区、绿洲亚区、绿洲小区三级系统进行划分。在我国 由于绿洲分区研究较为薄弱 也由于绿洲小区是低级分区。其进一步划分更仰赖于实践的深入，因此中国绿洲区划方案只列出两级系统，第三级系统只在第十三章柴达木盆地绿洲区内作为实证研究列出，意在促进区划研究的深入与完善。

我国的绿洲区划方案如下：

1. 北疆绿洲区

1₁ 额尔齐斯—乌伦古河流域绿洲亚区

1₂ 塔城—克拉玛依绿洲亚区

1₃ 艾比湖流域绿洲亚区

1₄ 天山北麓山前平原西段绿洲亚区

1₅ 天山北麓山前平原东段绿洲亚区

1₆ 伊犁河谷绿洲亚区

2. 南疆绿洲区

2₁ 阿克苏河流域绿洲亚区

2₂ 渭干河流域绿洲亚区

- 2₃ 孔雀河三角洲绿洲亚区
- 2₄ 焉耆盆地绿洲亚区
- 2₅ 吐鲁番—哈密盆地绿洲亚区
- 2₆ 喀什噶尔河三角洲绿洲亚区
- 2 叶尔羌河流域绿洲亚区
- 2₈ 和田河流域绿洲亚区
- 2₉ 东昆仑—阿尔金山山前平原绿洲亚区
- 3. 河西走廊绿洲区
 - 3₁ 敦煌—安西盆地绿洲亚区
 - 3₂ 酒泉—张掖盆地绿洲亚区
 - 3₃ 武威—民勤盆地绿洲亚区
- 4. 柴达木盆地绿洲区
 - 4₁ 盆地东南部河流流域绿洲亚区
 - 4₂ 盆地东北部河流流域绿洲亚区
 - 4₃ 盆地西南部河流流域绿洲亚区
 - 4₄ 盆地西北部河流流域绿洲亚区
- 5. 阿拉善高原绿洲区
 - 5₁ 额济纳河流域绿洲亚区
 - 5₂ 阿右平原绿洲亚区
 - 5₃ 阿左平原绿洲亚区
- 6. 河套平原绿洲区
 - 6₁ 宁卫平原绿洲亚区
 - 6₂ 银川平原绿洲亚区
 - 6₃ 后套平原绿洲亚区

第十章 北疆绿洲区

北疆绿洲区概指新疆天山以北的绿洲（图 10.1）。

天山山系横亘于新疆维吾尔自治区中部，习惯上以天山主山脊线为界，将新疆分为北疆和南疆两部分。因此，不仅阿尔泰山、准噶尔西部山地和准噶尔盆地统属北疆，而且位于内天山的伊犁河谷地也被认为是北疆的一部分。本章讨论的北疆绿洲区即指上述各地的绿洲。

第一节 自然条件与绿洲分布

1 自然条件

1.1 地质基础与地貌特征

北疆在地质构造上分属西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块和塔里木板块（刘德权，1983）。阿尔泰山地为西伯利亚板块之边缘活动带，含一个优地槽和一个冒地槽。准噶尔西部山地与准噶尔盆地属哈萨克斯坦板块之东南缘活动带，包括西准噶尔优地槽、准噶尔中间拗陷和东准噶尔优地槽等三个构造带。天山山地属塔里木板块之北缘活动带，包括北天山优地槽构造带、西天山断陷盆地等次级单元。任纪舜等认为^[1] 北疆地区概属天山—兴安地槽区，包括阿尔泰、准噶尔和天山三个褶皱系。震旦纪至早寒武纪 阿尔泰山大部地区为海洋环境，下古生代为冒地槽 上古生代为优地槽 中—上奥陶统、志留系、泥盆系均厚 6 000m 泥盆纪末结束地槽型沉积。

准噶尔地槽系继承晚元古代大洋环境。震旦纪—寒武纪可能是大洋，即中亚—蒙古大洋的主体。中晚奥陶世艾比湖以北玛立山一带仍为大洋，早古生代还在接受沉积。晚加里东运动中地槽局部褶皱并发生强烈分化。华力西末（C₁ 末）结束地槽型沉积，转变为褶皱带或地台型沉积。华力西旋回后二叠纪时形成大型准噶尔拗陷。中新生代继续发育大中型拗陷及凹陷，并产生了塔城凹陷之类的小型凹陷。燕山运动和喜马拉雅运动使褶皱带异常破碎而呈断块出露。长期以来关于准噶尔盆地存在前寒武纪结晶基底的推测 至今未获证实。

天山地槽系产生于扬子旋回形成的中国地台上，多旋回构造表现得异

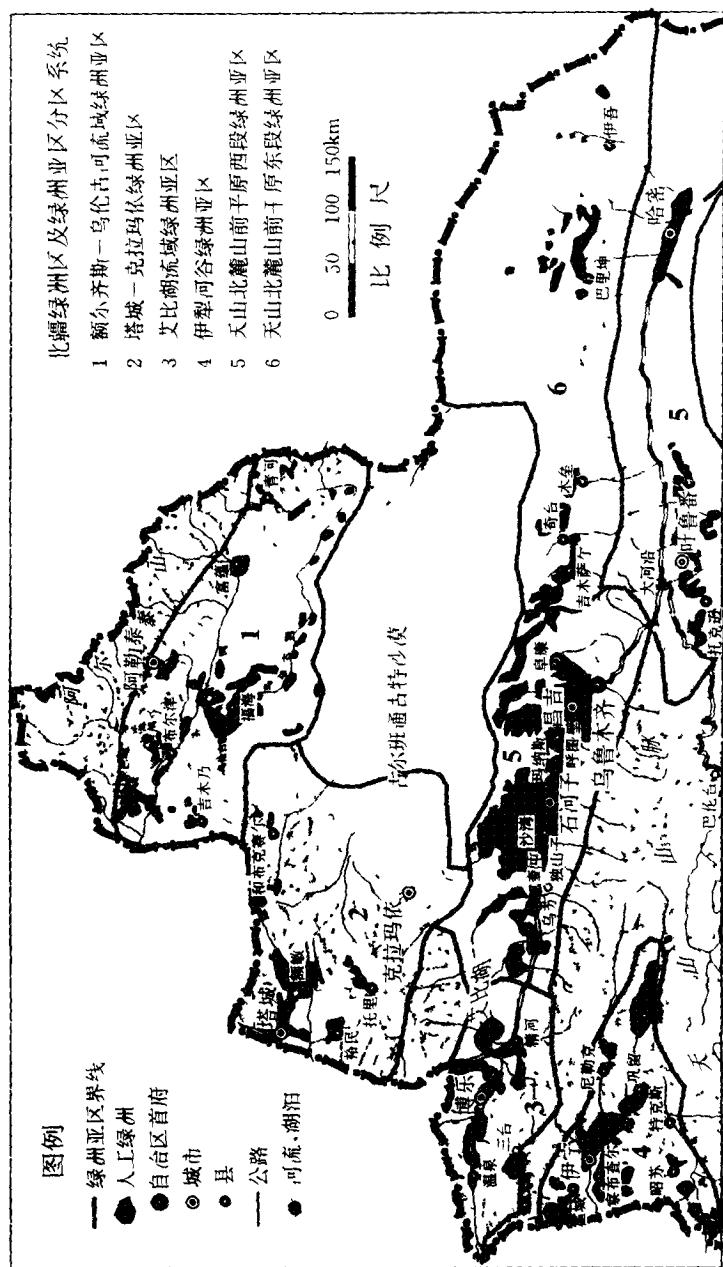


图 10-1 北疆绿洲区及绿洲亚区与人工绿洲分布图

常清楚。晚奥陶世开始出现标准的地槽型沉积，加里东期首次褶皱，早石炭世再次沦为地槽，华力西运动中转化为褶皱带。其后，西段发育了伊犁山间拗陷。燕山和喜马拉雅运动使褶皱带发生断块升降，形成高大山体与深邃山间盆地相间分布的格局。

构造特征决定了北疆地区为阿尔泰山、准噶尔西部山地和天山山地的环绕三角形准噶尔盆地的宏观地貌特点^[2]。天山北麓的盆地底边东西长700km，在乌鲁木齐经线上南北宽450km，面积约18万km²，平均海拔500m左右。以山麓线作为盆底边界，最高处超过1000m而最低处仅为189m。地势自东向西倾斜和自东北向西南倾斜。额尔齐斯—乌伦古河中游区海拔700~1000m，东部一般为600m，乌伦古湖区470m。中部是由第三系和极薄的第四系组成的剥蚀平原，海拔600~800m，三个泉子干谷以南主要是冲积平原，古尔班通古特沙漠即位于其上。西南部的艾比湖低地是盆地的最低处，湖面海拔仅189m。

塔城盆地也是北疆绿洲区的组成部分。这是准噶尔西部山地的一个山间盆地，额敏河自东向西穿过盆地在境外注入阿拉湖。盆地周边为洪积倾斜平原，北部规模远大于南部，因此盆地南北相向倾斜并呈不对称状态。额敏河在其冲积平原上形成曲流并导致沼泽广泛分布。

广义的伊犁河谷地包括巩乃斯—伊犁纵谷、喀什河纵谷和昭苏—特克斯山间盆地。巩乃斯河上游至少有6级洪积物覆盖河流冲积物而形成的复合阶地，低阶地表面也覆有现代洪积物。至新源以西河漫滩变宽，并开始出现曲流。再向西到特克斯河口以下，第三级阶地已变为宽广的冲积平原，河漫滩及一、二级阶地亦变为较广的细土平原，海拔540~780m。

昭苏—特克斯山间盆地是北疆绿洲区地势最高的绿洲之一，海拔1200~1800m，由近东西向的特克斯河冲积平原及其南北两侧洪积倾斜平原组成，西部宽广并发育沼泽，向东逐渐变窄。

1.2 气候与水文特征

北疆地区，主要是盆地平原部分，年太阳总辐射量为5200~5800MJ/m²，淖毛湖等个别地区达6200MJ/m²，总体上说比南疆地区少。辐射平衡值为2000~2200MJ/m²，伊犁谷地和淖毛湖一带可高达2400MJ/m²。日照时数2600~3100h，年平均温度0.2~9.4℃。准噶尔盆地南部约5~8℃，北部则仅有3~5℃。1月北疆平均温度为-18~-15℃，冬季远比南疆寒冷而漫长；7月均温23~26℃，夏季不如南疆炎热，但温度仍略高于我国东部同纬度地区。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温，南部为3000~3960℃，而北部不足3000℃。无霜期75~230d，但大多数地区在140~170d。年降水量准噶尔盆地为100~300mm，南部略多，北部次之，中部最少。准噶尔西部之山间盆地降水量大多在230~280mm，分布较均匀。伊犁河谷地上游是北疆降水量最丰富的地区，平均达330~500mm，但下游仅212~255mm。与我国其他地

区相比较 降水量的季节分配相对均匀 春季占 20%~32% 夏季占 30%~50% 秋季占 15%~30% 冬季占 10%~25%。冬季降水量所占比例之高，是阿拉善(<1%)、河西走廊 (3%~7%) 柴达木 (3%~4%) 筹荒漠绿洲区所远远不及的，并略高于塔里木盆地 (6%~19%)。冬季固体降水不仅对土壤增温保墒具有明显作用，也有助于减轻风沙危害^[3]

北疆地区面积约占全疆的 27%，绿洲水资源主要来自准噶尔盆地周边山地。发源于阿尔泰山南坡、准噶尔西部山地和天山北坡的大小河流，年径流总量达 416 亿 m³ 占全疆地表径流量的 47.06%^[4]。可见 北疆绿洲区与南疆相比较，降水量和来自周边山地的河流径流量均占有优势。区内河流分属额尔齐斯河外流水系、准噶尔盆地内陆水系、额敏河—阿拉湖内陆水系和伊犁河—巴尔喀什湖内陆水系。伊犁河年径流量 170 亿 m³ 独占北疆地表径流量的 40.86% 额尔齐斯河年径流量 119 亿 m³ 占 28.61% 准噶尔各内陆河及额敏河合为 127 亿 m³ 占 30.53%^[4]。

阿尔泰山及准噶尔西部山地各河流以季节性积雪融水为主要补给来源。天山北坡各大中河流以冰雪融水和雨水混合补给为主，即河源区在高山带可获得冰川和多年积雪融水补给，流经中低山带时又可获得季节性积雪融水和夏秋雨水补给。融雪径流形成的春汛对作物生长和野生植物复苏特别有利。伊犁河及其各支流兼有上述两种类型河流的特点，且春汛与夏汛衔接 水量丰富。

1.3 植被与土壤

荒漠植被是北疆盆地平原的主要植被类型^[5]。准噶尔盆地的小乔木、半灌木荒漠植被大约由 500 种植物组成，建群种和优势种基本上为属于古地中海成分的藜科、菊科、十字花科、柽柳科与蒺藜科植物。盆地北部的额尔齐斯河—乌伦古河平原为草原荒漠，以盐生假木贼为建群种并有沙生针茅加入。盆地西部主要是梭梭荒漠 此外还有膜果麻黄、戈壁藜、红砂、短叶假木贼、松叶猪毛菜等亚洲中部类型的灌木、半灌木荒漠。古湖盆地与大河干三角洲为高达 3~4m 的梭梭群系形成的所谓荒漠丛林，其下发育地白蒿、盐柴类植物，并有早春短生植物。盆地中部的古尔班通古特沙漠基本上为固定、半固定沙丘 发育中亚西部类型的沙漠植物 如苦艾蒿、沙蒿、白梭梭、梭梭、红砂和柽柳等，白梭梭分布尤其广泛。沙漠以南的冲积平原上发育以红砂为建群种的小半灌木荒漠，而梭梭则在浅凹地呈片状分布。更向南的洪积扇缘带除个别地方发育芦苇和沼泽草甸植被外，主要是芨芨草草甸、柽柳灌丛、胡杨林和由盐节木、盐穗木、盐爪爪等组成的盐柴类荒漠。盆地最南部，即天山北麓的洪积倾斜平原上部发育以小蓬为主的稀疏荒漠和零星盐生假木贼群落；中部多覆有黄土物质，植被主要为博乐蒿、喀什蒿组成的蒿类荒漠；下部黄土渐厚 地下水位渐浅 原生植被为榆、杨和柽柳 但早已被垦为人工绿洲。

塔城盆地底部主要是蒿类荒漠，建群种有喀什蒿、博乐蒿、地白蒿、亚列氏蒿等。海拔较高处荒漠植被或表现出草原化特征，或过渡为荒漠草原。伊犁谷地底部也以蒿类荒漠为主，与塔城盆地颇相似，海拔增高即转变为草原化荒漠、山地草原乃至山地寒温性针叶林和落叶阔叶林。

由于北疆各盆地平原尤其是准噶尔盆地，植被发育较多地依靠天然降水，而这里降水量略比南疆丰富且季节分配较均匀，因此植被呈非紧缩型分布并成为我国荒漠区惟一的特例，与南疆地区更形成鲜明对比。

北疆温带荒漠的地带性土类为灰漠土，广泛分布于准噶尔盆地南部山前洪积倾斜平原和冲积平原地区。此外，准噶尔盆地东西两侧则有灰棕漠土，伊犁河谷有灰钙土，伊犁谷地与塔城盆地分布有栗钙土，昭苏盆地等地还有黑钙土分布。另外还具有若干类隐域性土壤如风沙土、盐碱土、草甸土等。

2 绿洲及其分布特点

北疆的人类活动历史悠久，众多天然绿洲和荒漠在人类经营下成为人工绿洲。据统计，在1:100万绿洲分布图上，北疆地区共有350多片(块)人工绿洲，面积达 $30\ 635\text{km}^2$ ，约占全疆人工绿洲总面积 $61\ 905\text{km}^2$ 的49.5%。人工绿洲主要分布于四大地区：①天山北麓至古尔班通古特沙漠以南地区，面积为 $15\ 518.5\text{km}^2$ 。其中的石河子、昌吉两块绿洲的发展水平不仅在北疆，而且在全疆也名列前茅。额尔齐斯—乌伦古河两河流域，尤其是两河下游地区，以布尔津、哈巴河两绿洲为最大。③塔城—额敏盆地，以额敏、塔城绿洲为大。和两地人工绿洲面积共约 $7\ 248.4\text{km}^2$ 。④伊犁河谷地，人工绿洲面积为 $7\ 681.5\text{km}^2$ ，以霍城、伊宁、新源三绿洲为最大。显然，天山北麓至古尔班通古特沙漠以南，也就是准噶尔盆地南缘的人工绿洲面积比其余三个地区人工绿洲的总面积还大。

按照新疆的统计口径，人工绿洲包括农业绿洲、城市和工矿绿洲，从用地类型角度分为耕地、园地、人工林地、人工草地、居民点及工矿交通用地等。准噶尔盆地南部耕地($11\ 837\text{km}^2$)、园地(171km^2)与居民点—工矿地($1\ 938\text{km}^2$)均超过其他三大地区相应类型之和，但人工林地与人工草地合计(236km^2)远不及伊犁河谷地(500km^2)、盆地北部(332km^2)与西部地区(653km^2)。

北疆天然绿洲主要包括河谷林、灌木林、草甸及水域，面积约为 $20\ 327\text{km}^2$ ，以准噶尔盆地中北部最多($11\ 762\text{km}^2$)。这主要是由于盆地中北部既有额尔齐斯河、乌伦古河、乌伦古湖和吉力湖等水域和草甸，又有克拉玛依以东、古尔班通古特沙漠以西、和布克赛尔以南和135团场以北断续分

布的灌木林和荒草地。盆地南部天然绿洲面积为 $6\ 045\text{km}^2$ 伊犁河谷地不多，有 $2\ 520\text{km}^2$ 。

北疆绿洲尤其是人工绿洲的分布非常明显地表现了细粒土状物质、地表水与地下水分布的耦合匹配关系。人们习惯于认为“水源分布是决定绿洲布局的关键因素”，但事实上北疆地区最大的三条河流——伊犁河、额尔齐斯河和乌伦古河流域并非同时是北疆最大的绿洲区。伊犁河三大支流特克斯河(径流量为 81.86亿m^3)、巩乃斯河(15.66亿m^3)和喀什河(40.40亿m^3)多年平均径流量共达 137.92亿m^3 ，占北疆径流总量 439亿m^3 的 31.4% ；而天然绿洲和人工绿洲共有 $10\ 201\text{km}^2$ 仅占北疆的 20% 。额尔齐斯河与乌伦古河年径流量共达 130亿m^3 占北疆的 29.61% 而绿洲面积不过 $9\ 739\text{km}^2$ 其中耕地仅 $1\ 553.3\text{km}^2$ ，只占北疆耕地面积($23\ 185\text{km}^2$)的 6.7% 石河子、昌吉两个最大的绿洲所依赖的玛纳斯河、呼图壁、三屯河、头屯河等，径流量并不丰富，但人工绿洲面积却达 $8\ 578.2\text{km}^2$ ，占北疆的 27.22% 这就表明水源并非是决定绿洲规模和分布的惟一关键因素，细粒土状物质起着与水源同样重要的作用。

前已述及，准噶尔盆地黄土面积达 $15\ 840\text{km}^2$ 裸露的类黄土状细粒堆积面积更达 $91\ 480\text{km}^2$ ，其风化、剥蚀产物连同广布于盆地边缘及河湖沿岸的洪积、冲积细粒土状物质，同样既是绿洲形成不可缺少的物质基础，也是决定绿洲分布的关键因素。而与地貌成因类型相联系的水土组合关系及开发利用方式与水平，才是最终决定绿洲形成与分布的关键。

黄土及河湖冲积洪积细粒土状物在新疆有广泛分布(图 10.2 和 10.3)。刘东生曾指出^[6] 黄土广泛分布于北疆西部，包括天山北麓西段、准噶尔西部山地与山间盆地、伊犁河谷地。赵松乔亦曾指出^[7] 晚更新世黄土状物质广布于自温泉至木垒间绵长的天山北麓砾质戈壁以北和沙漠以南地区，伊犁河谷地、塔城—额敏盆地，艾比湖—乌伦古湖湖间地带以及额尔齐斯河下游。上述细粒物质分布区内，地形条件有利于地表水经过或地下水汇聚，因而地下水位较浅处正是天然绿洲和人工绿洲最发达之处，这当然不会是一种偶然现象。

第二节 绿洲亚区

1 额尔齐斯—乌伦古河流域绿洲亚区

该亚区位于北疆绿洲区的最北部，包括阿勒泰、布尔津、富蕴、哈巴河、吉木乃、青河和福海 7 县(市)，以及农垦系统的 181、182、183、185、186、187、188 团场，福海渔场和青河农场。该亚区国土总面积 11.75万 km^2 占

全疆国土面积的 7.1%。

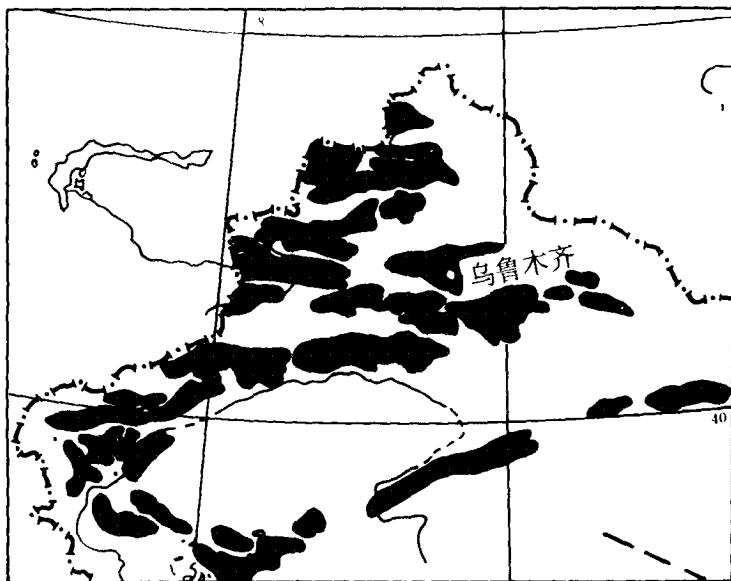


图 10.2 中国黄土分布(局部 据刘东生等 ,1985)

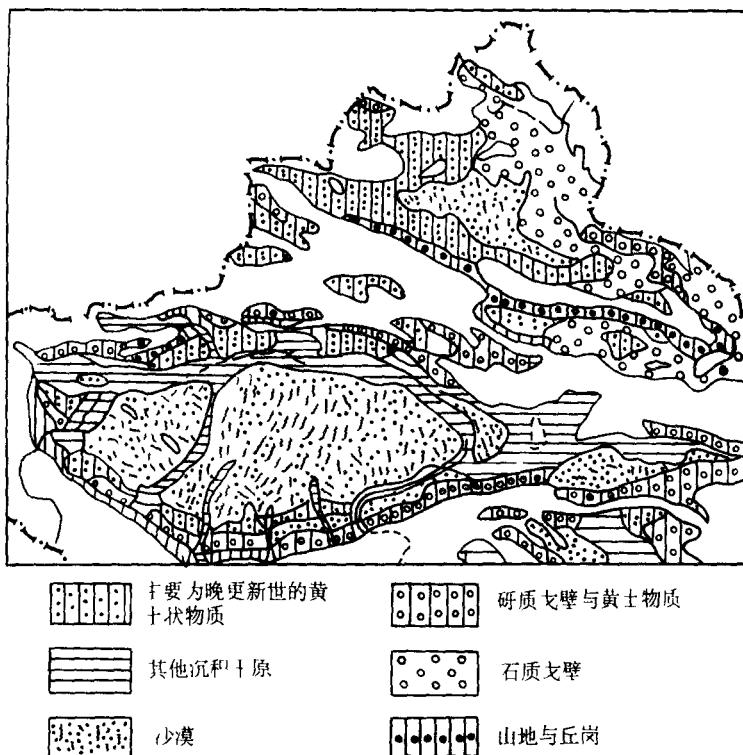


图 10.3 中国黄土分布(局部 据赵松乔等 ,1986)

天然绿洲以水域、灌木林、沼泽和天然草地为主，面积约 6 808 万 km²。水域主要有乌伦古湖、吉力湖、额尔齐斯河、乌伦古河。灌木林分布于哈巴河中下游、额尔齐斯河下游南岸、乌伦古湖—吉力湖湖间地。沼泽分布于克兰河汇入额尔齐斯河地段的萨尔松一带、哈巴河下游、布尔津的土尔盖特、窝依莫克、喀拉库勒等地。天然草地分布于北屯以西额尔齐斯河北岸、额尔齐斯河—乌伦古河河间地及乌伦古河以南。

人工绿洲面积为 2 931.3 km²，占本区国土面积的 2.5%，占全疆绿洲的 4.7%。但 1997 年耕地仅有 15.533 万 hm²（1 553 km²），以几个县城附近和团场所在地面积较大，分布区主要是额尔齐斯河及其北岸支流的冲积平原以及乌伦古河下游冲积平原。30 余块较大的绿洲和无数块小绿洲被沙丘、戈壁等分隔，互不连续。

与额尔齐斯河、乌伦古河堪称丰富的径流量相比较，两个流域人工绿洲面积之小显得与之很不相称。其原因是流域缺乏细粒土状物质，土层普遍较薄，加之以往这里长期是以牧为主。从土的因素具体而言，一是阿尔泰山广泛分布花岗岩等类地层，其风化物多粗沙粒，加之山区各河流洪汛较弱，上游植被良好，含沙量小，致使阿尔泰山南麓冲积洪积扇发育受到限制，规模较小且缺乏细土；二是额尔齐斯河与乌伦古河中下游第四系沉积物很薄，多基岩峡谷并有多级阶地，冲积平原很狭窄；三是自西北方溯河而上的盛行起沙风吹扬的沙粒在两河流域形成的沙丘掩盖了部分细土平地。

额尔齐斯—乌伦古河流域是全疆盆地平原中热量条件最差即最冷的地区，年平均温度多在 2~4°C，青河甚至只有 0.2°C。1 月均温都在 -20°C 以下，可可托海更低至 -28.7°C，为全疆最低值。7 月均温可达 22°C，≥10°C 积温多在 3 000°C 以下，持续日数 120~150d，无霜期一般也只有 150d，而气温 ≤0°C 的日数达 180~216d，≤-20°C 的寒冷日达 70~90d，≤-30°C 的严寒日也有 30~40d。可可托海 1960 年 1 月 21 日曾出现 -51.5°C 的极端最低温，保持全国低温记录达 9 年之久^[3]。

本亚区年降水量 118~210mm，降水的季节分配比较均匀，各季降水量都占全年的 20%~30%。稳定积雪日数为 100~130d，3 月中下旬积雪融化对春播作物和短生植物的生长很有利。

本亚区一般年份风速约在 2.5~4.5 m/s，东部风速略低，而额尔齐斯河谷西段如哈巴河、布尔津、吉木乃可达 4~5 m/s，并以冬春各月风速最大，年大风日数约 30~60d，以春夏为多。

河流湖泊众多，水资源相对丰富是额—乌流域绿洲的一大优势。源自阿尔泰山、呈梳状水系的额尔齐斯河是我国惟一属北冰洋水系的河流，境内干流长 546km，共有大小支流 20 余条，其中年径流总量超过 5 亿 m³ 的有布尔津河、克兰河、哈巴河等 7 条（表 10.1）。各支流流域年平均径流深达 400mm，在新疆河流中较为少见。西段支流水量丰沛，占全流域的 70%，而融雪补给量占径流量的 50%。春汛明显，河水含沙量少，洪水一过即很快变

得清澈。乌伦古河同样发源于阿尔泰山，出山口后曾向西南流至准噶尔盆地南部的古玛纳斯湖；后因陆梁隆起才转向西北，注入乌伦古断陷湖盆。乌伦古河年径流量为 10.5 亿 m^3 但历年最大径流达 20.6 亿 m^3 而最小径流量仅有 2.8 亿 m^3 前者为后者的 7.36 倍。由于灌溉引水和修建水库蓄水，入湖水量已降至 2.0 亿 m^3 左右。

表 10-1 额尔齐斯河 7 条主要支流水文情况

河流名称	库依尔特斯	喀依尔特斯	喀拉额尔齐斯	克兰	布尔津	哈巴	别列则克
河长(km)	100	110	110	170	250	150	90
集水面积(km^2)	2 000	2 400	2 800	1 600	8 400	6 100	1 000
年径流量($\times 10^8 m^3$)	7	7	10	6	44	22	5

乌伦古湖与吉力湖本为乌伦古河终端湖。1959 年两湖面积分别为 827 km^2 与 172 km^2 ，1979 年分别减至 769 km^2 与 170 km^2 。水位下降，湖水矿化度也分别由 3.001g/L 和 0.176g/L 增至 3.804g/L 和 0.408g/L。两湖原有水道沟通，1972 年吉力湖建水坝后，乌伦古河不再经由吉力湖注入乌伦古湖。而吉力湖则通过人工开凿的渠道每年从高出湖面 5m 的额尔齐斯河获得 4~5 亿 m^3 的水量补给，湖面缩小趋势得到缓解。

据估计，1910 年额—乌流域仅有 5~6 万人，1949 年仍不足 10 万人；1997 年增至 56.28 万人，其中 32.14 万人为少数民族人口，以哈萨克族为主，其次为蒙古族、维吾尔族、回族等，非农人口为 22.15 万人。

本区长期为游牧区，现为牧农结合区。20 世纪初开始出现小规模的种植业和采金业。1950 年以后发展速度加快，1950~1997 年耕地从 9 330 hm^2 增至 15.466 万 hm^2 ，增长 15.58 倍。农作物以油料、粮食、甜菜为主。1997 年产油料 4.27 万 t，占全疆的 11.4%，粮食产量达 25.73 万 t，糖料 3.33 万 t。牲畜年末存栏达 328 万头（只），占全疆的 7.8%，年产肉 5.73 万 t，占全疆的 7.6%。水产养殖面积 1.74 万 hm^2 ，水产品产量 5 563t，占全疆的 10.4%。工业方面除采金外，煤炭、有色金属、云母和宝石开采，食品、纺织、农机制造、建材、电力、皮革及印刷业也从无到有并初具规模，工业产值已占工农业总产值的 30% 左右。

交通事业发展也很迅速，目前有 216、217 两条国道干线自北而南连接准噶尔盆地南部的 312 国道，并有东西向公路沟通区内各县市。自治区首府的民航支线一直畅通，额尔齐斯河航运有希望恢复。

生产建设兵团的 9 个团场不仅促进了两河流域工农业发展，团场和农建师驻地还形成了一批新城镇。除 7 个县（市）城外，可可托海已成为矿业城镇。北屯市作为农垦新城，可望成为本区的交通商贸中心。

额尔齐斯河水量丰富，引水济湖已发挥重要作用，将湖水进一步引至克拉玛依和本区南部也有现实可能。邻近的阿尔泰山矿产资源与旅游资源开发潜力巨大，在保护生态环境的前提下可进一步开发利用。

本区沼泽化、盐渍化与土地沙化问题比较突出，必须引起高度重视。由于绿洲普遍实行大水漫灌，而下伏地层多为第三系不透水岩层，因而地下水位不断升高，造成大片土地沼泽化和盐渍化。目前沼泽面积已达 6.67 万 hm^2 ，盐渍化面积也达 5.33 万 hm^2 。两河谷地乔灌木林在 1959~1980 年的 22 年间则由 7.30 hm^2 减至 2.37 万 hm^2 。额尔齐斯河下游的萨拉库姆和恰夏克库姆两块沙地，1940 年前为斑状固定半固定沙丘，现已全部复活成为流动沙丘，并与其以东的塔孜库姆连成一片，沙化面积大致以 $16 \text{km}^2/\text{a}$ 的速度增长，现已达 370km^2 。乌伦古河三角洲 1946 年沙化土地仅 140km^2 ，1970 年代末增至 166km^2 。布尔津阿克铁列克一带流沙复活竟掩埋县油库。总之，本区流沙分布愈来愈广，已严重威胁绿洲安全，必须采取治理措施。

2 塔城—克拉玛依绿洲亚区

塔城—克拉玛依绿洲亚区位于准噶尔西部山地内及其东侧山前平原，行政区划分属塔城地区的塔城、额敏、裕民、托里、和布克赛尔及克拉玛依 6 市(县)并包括新疆生产建设兵团的农七师 136、137、161~170 农十师 184 及团结农场共 14 个团场。绿洲分布于山间盆地、谷地及山前平原，面积共 139.98 万 hm^2 ，其中人工绿洲 52.285 万 hm^2 ，耕地为 26.603 万 hm^2 。1997 年共有 74.59 万人，其中非农人口 40.604 万人，少数民族人口 29.61 万人。

准噶尔西部山地作为古生代褶皱区，其地形轮廓在华力西运动后即已确定。如前所述，主要山脉有萨乌尔山、塔尔巴哈台山、巴尔鲁克山—乌尔嘎萨尔山、谢米斯台山、加依尔山、玛立山、克尔—成吉斯山等断块山、台原和蚀余山丘。绿洲主要分布于塔城盆地、和布克谷地、库普谷地和加依尔山地东麓山前平原一带。

塔城盆地位于塔尔巴哈台山、乌尔嘎萨尔山和巴尔鲁克山间。该盆地形成于中生代，喜马拉雅运动中再次下沉，因而中、新生界地层较厚，地势随额敏河流向自东向西倾斜，西部国界附近最低（海拔约 400m）。盆地内的主要地貌类型为洪积扇联合组成的洪积倾斜平原，北部规模大，南部规模小，相向倾斜会合于额敏河谷，而额敏河在盆地南部由东向西流过，因此盆地很不对称。海拔 600m 以上地表组成物质多为洪积砾石，以下则为亚砂土质平原。同时，盆地边缘带即塔尔巴哈台山南麓和巴尔鲁克山北麓覆有薄层黄土。额敏河以南地势低洼处集中分布有沼泽、苇地、小湖泊和泉水带是盆地天然绿洲的主要分布区。人工绿洲则分布于额敏河北岸支流乌拉斯台河、喀浪赛尔河、阿布都拉河、锡伯特河、麦喀英河及其干流上游流域。额敏河左岸支流哈拉布拉河下游也有小片人工绿洲。

库普谷地位于巴尔鲁克山、加依尔山、玛立山间，是一条北东东—南西西走向的断陷谷地。地表由不同时代的新老沙砾质洪积冲积物质组成，谷地两侧均有断层崖，谷地北部最大宽度可达 30km，谷口一带有黄土状物质，

下伏薄层砾石。绿洲主要分布在托里县城以北。

和布克谷地位于萨乌尔山与谢米斯台山间，呈东西走向，长 200km 宽 20~30km。这是一个地堑型谷地 中新生代沉积分布广泛。谷地随和布克河流向而自西向东倾斜，海拔 2 000~1 300m。北部洪积倾斜平原宽达 20km，上缘和下缘高差可达 500~800m 南部平原窄狭 洪积物很薄，下伏第三系地层时有出露。沼泽地和人工绿洲多分布于和布克河以北并呈小斑块状，面积很小。

克拉玛依一带是准噶尔西部山地东缘的干燥剥蚀低山、丘陵、山麓面以及呈北北东—南南西走向的狭窄带状洪积倾斜平原，而最东部为湖积平原。白杨河流出准噶尔西部山地后出现汊流，冲积扇下部形成苇地，人工绿洲即分布于冲积扇中下部及白克干渠两侧。

准噶尔西部山地年均温仅 0.0~2.5℃，但绿洲所在的山间盆地和谷地可达 3.4~7.0℃，山地东侧的克拉玛依更高达 8.3℃ 是北疆年均温仅次于伊宁的第二个高值区。1 月均温 -16~-12℃ 不如额尔齐斯—乌伦古河流域寒冷；7 月均温 20~25℃，也比两河流域略高。 \geqslant 10℃ 积温为 2 066~3 968℃ 其中以和布克赛尔最低 塔城盆地多在 2 500~2 900℃ 而克拉玛依为北疆最高值分布区。无霜期 140~180d 以克拉玛依最长。塔城极端最高气温为 41.3℃ 极端最低气温为 -39.2℃ 两者相差达 80.5℃ 之多。

山区降水量可达 400~600mm 但塔城盆地仅 230~290mm 处于山地东侧背风面的和布克赛尔和克拉玛依分别只有 135mm 和 101mm。4~7 月和 10~11 月为年内的两个多雨期，但各季降水量既不高于 30% 也不低于 20%.

年平均风速 2.4~3.7m/s 以 4~9 月风速最大。大风日数除克拉玛依达 76d 外 其余多在 40d 上下，但作为塔城盆地与准噶尔盆地通道的老风口一带超过 100d。

准噶尔西部山地是北疆地区不同内陆流域的分水岭。西北半壁即额敏河流域属境外阿拉湖内陆水系；东南半壁分属准噶尔内陆流域之艾里湖水系和艾比湖水系。额敏河年径流量约 14 亿 m³ 是本区径流量最大的河流，自东向西流，在国境外注入阿拉湖。

塔城和额敏一带大规模实行农业开发、建立人工绿洲始于清代。托里、裕民等地的人工绿洲则主要是近 50 年内开拓的。1997 年生产小麦、玉米等粮食 33.88 万 t 棉花 2 907t 还生产油料、甜菜、啤酒花。额敏河支流及白杨河下游完善的灌溉渠系为农业用水提供了充分的保证。不仅塔城盆地各绿洲 而且克拉玛依的乌尔禾、百口泉、小拐等地也都受灌溉之惠。由于降水量相对较多，塔城盆地内海拔较高处还发展了旱作农业。

畜牧业发展也较迅速，早在 20 世纪 90 年代初牲畜存栏数就已超过 309 万头（只）。

本亚区矿产比较丰富，克拉玛依、塔城盆地都有石油和天然气，塔城盆

地还蕴藏煤、金、铬、盐、膨润土等。矿产资源潜在价值达 1 109.3 亿元。

区内除石油工业外 煤炭、电力、水泥、盐化工、建材、酿造、食品、纺织、地毯、造纸、饲料加工、塑料制品、皮革等工业部门都已相继建立。

本亚区有 217、221、222 和 318 等国道连接各县市，各团场和主要绿洲则有地方公路沟通。塔城、克拉玛依还有民航班机通向乌鲁木齐。区内还有公路通往哈萨克斯坦，并利用巴克图口岸广泛开展边境贸易。

本亚区的生态退化与环境污染都很严重。由于黄土及黄土状物质广泛分布于塔城盆地周边低山丘陵和山前平原，且其厚度在盆地北部达 5~55m，在南部达 15~20m，加之植被稀疏，流水侵蚀尤其是春季融雪径流的侵蚀异常强烈，导致沟谷发育，一些地方切割深度达 200m。砍伐森林和开垦草原也加剧了土壤侵蚀，塔城东部阿布都拉河流域一些地方的被伐林地和被垦草地 经历 30 余年即已形成宽 6m、深 11m 的冲沟。塔城、裕民一带 坡度 27° 的坡地也被垦为旱耕地 其土壤侵蚀量达 $66\sim110 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。平坦水浇地灌溉余水造成的土壤侵蚀量也达 $30 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 并可在短时间内形成宽和深近 5m 的冲沟。

环境污染最突出的地区当数本区东部的克拉玛依一带。这里的中上石炭统、二叠系、三叠系、侏罗系和白垩系砂岩、砾岩与泥岩组成的岩层总厚度达 $2\,428\sim6\,985 \text{ m}$ 均为良好生油层 并有克拉玛依、百口泉、乌尔禾、夏子街（夏孜盖）、风城等油田。原油采、输、炼等生产环节的跑、冒、滴、漏和井喷等，每年使 10 万 t 原油和 5 000 万 m^3 天然气进入环境 既浪费资源 又污染大气、土壤和水环境。克拉玛依市采油废水、炼油污水除少部分经处理后回注油田外，大部分外排渗入地下。特殊情况下的事故性排污更难免波及附近绿洲 使粮食、蔬菜、牲畜受损 甚至使农民被迫搬迁。近 20 余年油田范围不断扩大 愈来愈接近绿洲 污染日益严重。“污水靠蒸发、垃圾靠风刮”的局面长期存在，至今仍未彻底改观。白杨河水和百口泉地下水 COD、酚和石油成倍超标 砷、汞、铬等均有检出。这表明随着绿洲城市的发展 尤其是工业绿洲的大量出现，环境问题应得到高度重视。

3 艾比湖流域绿洲亚区

艾比湖流域绿洲亚区位于北疆绿洲区西部的博尔塔拉河谷地和艾比湖盆地，北依阿拉套山和巴尔鲁克山，南至别珍套山和科古琴山，是一个近东西走向的狭长谷地与椭圆形盆地的复合体，其东部（即艾比湖盆地）是准噶尔西部山地与天山山地的分界。该亚区行政区划属博尔塔拉蒙古自治州（博州）之博乐、温泉、精河三县市，并包括农五师的 12 个团场。国土总面积 $24\,934 \text{ km}^2$ 占全疆国土面积的 1.5%。绿洲面积共 $4\,347 \text{ km}^2$ 其中人工绿洲 $1\,624.1 \text{ km}^2$ 占全疆绿洲的 2.6% 占本区国土面积的 6.5%。该亚区有耕地 11.99 万 hm^2 其中地方所属耕地 8.2 万 hm^2 农五师各团场 3.79 万 hm^2 。

按地域分 以博乐市域耕地最多 为 5.53 万 hm^2 温泉县次之 为 3.31 万 hm^2 精河县域最少 仅 3.15 万 hm^2 。该亚区总人口 39.44 万人 绿洲人口密度为 243 人/ km^2 其中非农人口占 31.23% 少数民族人口占 33.62%。

博尔塔拉河谷地呈东西走向，长逾 200km，地势随河流流向自西向东倾斜。西段海拔可达 2 300m 以上 至温泉县城降至 1 353m 至博乐更降至 530m。博尔塔拉河北岸先后有桥鲁停乌苏、查干乌勒民郭勒、库克托木乌苏、穷库克、米里其克、哈日图热格河、保尔德河等支流汇入 因而谷地北侧形成广阔的洪积倾斜平原。南岸仅在温泉县城以东有鄂托克赛尔、大河沿子河(呼苏木齐河)阿恰勒河等汇入。

艾比湖盆地是深陷于准噶尔西部山地与天山山地间的一个北西西—南东东走向的椭圆形盆地，大部分地面海拔在 350m 以下 最低处不足 189m，是一个由砾质戈壁、沙地、盐碱地和沼泽地组成的盆地。艾比湖位于盆地北部 湖面海拔 189m 为北疆海拔最低处。中更新世湖面积曾达 3 000 km^2 。全新世早期面积仍有 1 500 km^2 ，湖面海拔约为 200m。20 世纪初面积在 1 300 km^2 上下。1940 年代末至 1950 年代初缩减为 1 200 km^2 当时湖面海拔为 197.5m。1950 年代中期湖东西长 55km 南北宽 20~30km 面积仍达 1 070 km^2 。1957~1959 年，由于博尔塔拉河、精河和奎屯河流域的大量垦殖造成灌溉用水剧增，入湖水量锐减，湖面积平均每年收缩 100 km^2 ，1977 年湖面缩至 522 km^2 ，1987 年 5 月为 500 km^2 。目前湖长 37km 宽 17.7km 面积变动于 500~600 km^2 。湖东北、东和东南均有大片芦苇、沼泽或盐碱地。盆地北部巴尔鲁克山南麓广布灌木林，成为主要的天然绿洲。我国惟一的白梭梭自然保护区即位于湖盆东北部。

人工绿洲主要分布于温泉县城及 88 团场以东的博尔塔拉河冲积平原、博河各支流下游、艾比湖盆地南部以及属于艾比湖流域但位于南侧山地中的四台谷地和呼苏木齐河谷地。艾比湖沿岸基本上没有人工绿洲。不仅如此，而且由于上游引河水灌溉，造成艾比湖南岸的天然绿洲——芦苇地上的芦苇大面积死亡，附近居民大量挖掘芦根，这更导致土地迅速沙化，部分干涸湖底则形成盐土平原。

博尔塔拉河谷地与艾比湖盆地年总辐射量达 5 379~5 982 MJ/m^2 其中有效辐射为 2 513~2 780 MJ/m^2 日照时数为 2 663~2 874h。光合有效辐射丰富，光温条件配合较好。 ≥ 0 和 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的辐射总量分别达 2 018~2 320 MJ/m^2 和 1 334~1 898 MJ/m^2 。年均温由西向东随海拔降低而逐渐升高，博尔塔拉河谷地西端仅有 1°C 左右，至温泉和博乐分别升至 3.7°C 和 5.8°C，进入艾比湖盆地温度更高，如塔斯尔海(海拔 332.7m)和精河(海拔 320.1m)分别达到 6.9°C 和 7.4°C，而阿拉山口(海拔 282.8m)更升至 8.5°C，成为本区气温记录最高处。气温年较差也循同一方向递增，自温泉的 32.5°C 增加至阿拉山口的 43.0°C。 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温除温泉县境多在 2 400°C 以下外 其余大部分地区均在 3 100~3 962°C 持续日数约为 135~170d。无霜期

124~164d

年降水量的地区差异不大，精河与阿拉山口分别为 97.5mm 和 106.8mm，向西向东随着海拔高度的升高逐渐增至 200mm 以上。如哈日布呼为 248.6mm，安格里格为 201.6mm，博格达尔（温泉县城）为 226.3mm。春、夏降水量比重显著偏高，冬季降水量仅占全年的 5%~13%，这一特点明显有别于额—乌流域及塔城盆地。

年平均风速大、多风和多大风，是本亚区东部阿拉山口至艾比湖沿岸一带的一个非常不利的气候因素。阿拉山口多年平均风速高达 6.0m/s，全年大风日数多达 163.4d，大风连续日数最多可达 19d，风能密度达 690 万 kWh/km²。但是，主要绿洲分布区的博尔塔拉河谷地和精河下游地区年平均风速只有 1.9~2.7m/s，全年大风日数仅有 10~27d，不致造成大害。

诸河流年径流总量为 23.53 亿 m³，平原地下水水资源量为 10.75 亿 m³，减去重复计算量 8.99 亿 m³ 后，水资源总量为 25.29 亿 m³。主要径流形成区在西部和南部山地。有 6 条河流年径流量超过 1 亿 m³，其中以精河为最大，博尔塔拉河次之（表 10.2）。

表 10.2 博州主要河流年径流量

河流名称	站 名	所属县(市)	集水面积(km ²)	径流量(×10 ⁸ m ³)	径流深(mm)
博尔塔拉河	温 泉	温 泉	2 206	3.31	150
鄂托克赛尔河	阿 合 奇	温 泉	938	1.43	153
呼苏木齐河	三 台	精 河	1 103	1.10	100
阿恰勒河	阿 卡 尔	精 河	628	1.36	216
精 河	精河山口	精 河	1 419	4.73	333
哈日图热格河	渠 首	博 乐	229	1.30	566

注：资料来源于博乐水资源勘测大队。

本亚区共发现矿产 39 种，其中石灰岩、大理石、花岗岩和珍珠岩拥有大型矿床，且前三者在新疆占有一定地位。铜、石膏、磷、食盐、高岭土和石墨拥有中型矿床；主要金属矿产只有小型矿、矿点和矿化点。铁矿均为矽卡岩型，以孟木拉勒铁矿为最大，但储量也不过 30 万 t。铜矿以喇嘛苏矿为最大，储量 150 万 t，伴生锌和银。喇嘛萨依铜矿储量 6.31 万 t，位居第二。已知煤矿储量不足 50 万 t。矿业开发前景一般。

艾比湖绿洲以农牧业为主。以 1997 年与 1949 年相比，耕地面积由 1.35 万 hm² 增至 11.99 万 hm²，扩大 7.88 倍。粮食作物播种面积 1949~1992 年间由 1.12 万 hm² 增至 4.97 万 hm²，扩大 3.44 倍。粮食单产由 1 020kg/hm² 增至 4 266kg/hm²，增长 3.18 倍。艾比湖绿洲年产粮食 16.88 万 t。1992 年以后粮食作物有所压缩，经济作物明显扩大。1949 年经济作物仅有 600hm²，而 1997 年仅棉花一项即达 4.32 万 hm²，且超过粮食播种面积。棉花、甜菜和枸杞是本区的三大优势农产品。棉花以优质闻名，年产 3.93 万 t，

是远销日本等地的大宗出口产品。甜菜年产 16 万 t 加工后主要通过边境贸易出口。枸杞在国际市场及沿海地区也颇受青睐。

艾比湖绿洲农田林网化程度达到 60% 防护林保存面积 2 800hm² 耕地农防林覆盖率近 5% 保护耕地 3.4 万 hm²。区内共建中小型水库 4 座 总库容超过 5 500 万 m³ 工程化引水渠 16 座 总引水能力达 157m³/s 干支斗渠总长 5 509km 所有耕地均可保证灌溉。

本亚区畜牧业发展迅速，牲畜存栏数早已超过 100 万头(只)，比 1949 年增加 80 万头(只)其中仅绵羊就增加 60 余万只。这个历史上几乎不养猪的区域，10 年前养猪数量就已超过 4.5 万头。年产肉 1.2 万 t 奶 1.3 万 t。河流、水库和湖泊养鱼业发展也较快，目前年产鲜鱼 500t 左右。

本亚区工业从 1950 年起步，现在共有工业企业 200 余个 涉及电力、盐化工、纺织、食品、饮料、建材、塑料、医药、皮革皮毛、采掘、机械、造纸、化肥等 21 个门类。其中，轻工业占 87.1% 重工业占 12.9% 为典型的轻型结构，尤其是以农产品为原料的轻工业如纺织和食品工业占主导地位。重工业中，主要是制造工业，其次是原料工业和采掘业。

地方和农垦团场都很重视乡镇企业。地方乡镇企业总数已达 4 000 余个 产品品种达 100 余种 如棉纺织品、纸张、帆布、皮革、植物油、微型水泵、塑料制品等。农五师乡镇企业达 800 余个 主要生产钢窗、棉织品、罐头食品等。

半个世纪前本地区仅有 230km 乌鲁木齐—霍城公路过境路段，区内运输主要依靠畜力。而目前 国道、省道、专用线、边防公路、县乡道路及团场公路总里程已达 1 800km 北疆铁路也有 140km 路段经过本区东部 阿拉山口还建成了全疆第二大火车站和最大的公路、铁路边贸口岸。

艾比湖流域目前面临三大生态环境问题。一是风沙危害日益加剧，浮尘日数逐年增多。1960 年代精河浮尘天气不过 0.4d/a 现在已达 44d/a 增长 100 多倍 降尘最多月份达 182t/km²。艾比湖岸沙垄以 16.5m/a 的速度移动 已多次危及北疆铁路。二是湖水位不断下降 导致天然梭梭林、胡杨林和芦苇面积锐减。三是博尔塔拉河谷地水土流失呈加剧趋势，已经影响绿洲经济的发展，必须采取适当措施及早解决。

4 伊犁河谷绿洲亚区

伊犁河谷绿洲亚区位于北疆西南部之中天山山地内，行政区划上属伊犁地区 包括 1 市 8 县及 61~79 团场和拜什敦农场。国土总面积 55 271.6 km² 占全疆国土面积的 3.4%。其中 人工绿洲面积 7 681.5km² 占本区国土面积的 13.9% 占全疆绿洲的 12.4% 耕地 38.59 万 hm²。全区总人口 206.74 万人 其中非农人口占 30.31% 少数民族人口占 67.02% 以哈萨克族为最多。

本亚区包括巩乃斯河谷、伊犁河谷和特克斯—昭苏盆地三个地貌单元。巩乃斯河谷是一条东西向的地堑式纵谷，上游为冰川 U 形谷 底部被河流切割深达 100m 以上，并形成六级阶地。向西逐渐变窄，至新源以西逐渐展宽并发育曲流。宽广的河漫滩多生长芦苇。由于晚第三纪谷地开始断裂下降，两侧河流出口的洪积扇多达六级，新源县城即位于现代洪积扇中部。河流阶地广布黄土物质与砾石组成的洪积物，一、二级阶地多已辟为耕地。

巩乃斯河与特克斯河相汇后称伊犁河。伊犁河谷是一个西宽东窄的楔形谷地，形状颇似一个向西开口的喇叭。谷地北侧的婆罗科努山南麓为覆盖黄土的、由侏罗系砂岩或第三系红层构成的前山带，是主要的旱作区。垅岗带下缘至伊犁河以北，是宽广的洪积冲积黄土平原，第四系沉积物最厚处达 900m 黄土深厚、切割较弱 相当于伊犁河三级阶地。一、二级阶地分别高出河面 3m 和 9~10m，均覆有黄土，并有零星分布的基本上已固定的新月形沙丘。伊犁河各汊流间广泛发育河漫滩及心滩，是本区主要的天然绿洲区。伊犁河南岸平原较窄，主要分布于察布查尔锡伯自治县北部。

昭苏—特克斯山间盆地位于伊犁谷地以南，亦为西宽东窄的楔形。西部是一片由南北两侧洪积—冲积山麓平原与中间的特克斯河冲积平原组成的宽广平原。底部海拔 1 600~1 700m 松散沉积物厚达 400m 高阶地上覆有黄土，低处发育沼泽。这个盆地是本绿洲亚区海拔最高，情况也最为特殊的部分。年辐射总量 5 400MJ/m² 左右 日照时数 2 700~2 900h。年平均温度除昭苏、特克斯和尼勒克三地因海拔高而略低 (3.1~6.0℃) 外 其余概在 7.6~9.4℃。新疆的气候学家解释说，这是因为伊犁河谷北有天山为屏障，北来的冷空气不易侵入，地形东高西低，西侵的冷空气又不易停驻而致^[3] 而另一些人的所谓“地形使冷空气和寒潮便于入侵伊犁河谷”之说，显然不完全正确。正是因为冬季气温显著高于准噶尔盆地，年均温也偏高。≥10℃ 积温为 3 000~3 500℃。年降水量为 200~500mm 但巩乃斯河及喀什河上游均超过 1 000mm。因此 本亚区堪称北疆光、热、水组合优势最突出的地区。但降水季节分配不十分均匀，伊犁河上游冬季降水只占全年的 10%~14% 昭苏—特克斯盆地仅占 4%~5%。喀什河以北和巩留西南的黄土岗坡春旱较严重。

本亚区河流几乎无例外地属伊犁河水系，而伊犁河是全疆水量最多的河流 年径流量达 170 亿 m³，流域平均年径流深近 280mm 为全疆平均径流深 45mm 的 6 倍多。伊犁河发源于中天山，在我国境内长约 500km 向西出境后注入巴尔喀什湖。上游共有三条支流：南支特克斯河为正源，长 388km 发源于汗腾格里峰北坡 向东流经昭苏、特克斯后在巩留、新源、尼勒克三县交界处汇入巩乃斯河。中支巩乃斯河长 170km 自东向西流经和静、新源、尼勒克。北支喀什河长 292km，在巩乃斯河以北与巩乃斯河平行，于雅马渡汇入伊犁河干流。雅马渡以西还有约 30 条较小的支流。特克斯河，巩乃斯河和喀什河径流变差系数 (C_v 值) 分别为 0.12, 0.26 和 0.18 在干旱

区都属变差系数较小的一类。年径流量变化趋势也较稳定，70和90年代虽曾两度出现枯水年，但并不表明径流量持续减少。

伊犁绿洲是新疆的“粮仓、油盆、肉库”。现已开发利用耕地 55.7 万 hm^2 。绿洲耕地集中分布于海拔 600~1 000m 的河谷平原荒漠草原灰钙土区。粮食作物以春小麦、玉米、水稻等为主 年产粮食 141.75 万 t 占全疆的 17.1% 油料以胡麻、油菜为主 年产 9.02 万 t 占全疆的 24% 甜菜 125.5 万 t 占全疆的 24.5% 产肉 11.33 万 t 占全疆的 15.1%。此外 还具有种植啤酒花、薰衣草、烟叶、红花等特种经济作物的优势。本亚区是新疆的主要牧业基地 牲畜数量和质量在自治区均名列前茅 特克斯、尼勒克、昭苏等县畜牧业产值一度占农业总产值的 52%~65%。全区畜牧业产值也占农业总产值的 20%~25%。牲畜构成中 羊占 70% 以上 牛约占 15% 马约占 8.5%。夏季草场退化、产草量下降 春、秋季草场不足 冬季草场严重超载 这是畜牧业面临的难题。1980 年代初开始实行以种植业为基础发展畜牧业的战略 农牧结合 农田养畜 发展养鸡业 均已取得良好成效^[9]。

受山地垂直分异规律作用，本亚区海拔较高、降水较多的半干旱和半湿润地段有旱地约 20 万 hm^2 占耕地面积的 1/4 地貌条件分属于低山、山麓黄土丘陵、冲积洪积平原上部、洪积扇上部及河流高阶地。其中 海拔略低的山地栗钙土带被称为前山旱地，海拔较高的山地黑钙土带则被称为后山旱地。许多旱地是滥垦草场开辟的。由于生长季短，多种植耐寒早熟作物，且经营粗放 除春播、秋收外 基本上不进行施肥、除草一类的田间管理 仅仅以撂荒恢复地力 因此被称为‘游农’而与‘游牧’相对应。旱地垦殖加剧了本区的水土流失 80 年代就有专家呼吁适当压缩。

本亚区工业有毛纺、电力、建材、皮革、食品加工、酿造、煤炭、化工、水泥等企业。公路交通主要依靠 312、218 和 217 干线，民航有伊宁至乌鲁木齐的航班。边境贸易主要通过霍尔果斯、都拉塔和木扎尔特三个口岸进行。

伊犁河谷绿洲宜农、宜牧、宜林地均有潜力可挖 水能、矿产和生物资源也都比较丰富。已建成的一大批水利工程，引水能力达到 640 m^3/s 设计控制灌溉面积远超过现有灌溉面积，且水资源有可靠保证。目前本区经济发展水平不高，仍处于以农业为主的阶段。大农业中畜牧业产值尚偏低。为此，伊犁河谷应加速地表水资源与土地资源的综合开发，农牧业均应扩大规模，形成专业化商品生产 建成畜产品、商品粮、糖料和能源基地。油料、果品及亚麻应培育成优势产业，同时大力发展食品、轻纺、建材等地方工业。此外，伊犁河谷及周边的中天山山地旅游资源丰富，发展旅游业、保护生态环境、抑制水土流失等也都不可放松。

5 天山北麓山前平原西段绿洲亚区

天山北麓山前平原西段绿洲亚区位于北疆绿洲区南部乌苏至阜康间长

约 420km 的带状区域 行政区划归属塔城地区的乌苏市、沙湾县 伊犁哈萨克自治州直辖的奎屯市、石河子市，昌吉回族自治州的玛纳斯、呼图壁、昌吉、米泉、阜康及乌鲁木齐等市县 境内还有分属新疆生产建设兵团农六、农七及农八师的 101~106、121~135、141~144、147~152 等团场。绿洲面积共 1.86 万 km²，其中人工绿洲 9 633km²(96.33 万 hm²) 耕地 66.99 万 hm²。该亚区共有人口 366.48 万人 其中少数民族人口 81.07 万人 非农人口 234.58 万人。这个亚区是新疆维吾尔自治区首府所在，是全疆政治、经济、文化中心和绿洲农业的精华之地。

天山北麓在新构造运动中强烈褶皱隆起，形成了三列与天山平行的狭窄的前山和夹于其间的东西向宽广构造纵谷。三列山脉相对高度分别为 500m, 300m 和 100~200m，南列最高而北列最低。出天山北注的河流在山口普遍下切 200m 以上 并形成 10~13 级阶地 而后多处切断前山带 使之成为顶部浑圆、上覆第四纪地层的断续垄岗，纵谷则堆积了冲积砾石和冰水沉积物。分割前山带的河谷高阶地上均有黄土分布，最厚可达 40m。前山带以北即是广泛的山前平原，海拔多在 450~600m^[2]。平原南部多为洪积砾石带，在西端的乌苏一带宽达 30km 向东至安集海附近减至 2~3km 到玛纳斯河出山口也不过 10km。砾质洪积扇下部和扇间洼地常有泉水出露 并形成宽 1~3km 的沼泽带，1950 年以来的许多水库就建于这一低洼带内。平原北部地表物质多为粉沙和枯土，一般宽 30~50km 地表多干涸古河床，其低阶地生长芦苇，二级阶地生长胡杨、沙枣，是全疆细土平原分布最广的地区之一，也曾是很好的天然绿洲，但现在多已辟为耕地。

玛纳斯河尾闾，不同时期曾发育过艾兰诺尔、玛纳斯湖等湖泊。艾兰诺尔呈椭圆形 长 40km 宽 25km，早已干涸。玛纳斯湖呈北西—南东走向，1950 年代长 70km 宽 15~20km 面积 550km² 也早已干涸。湖积平原部分为盐碱地，部分被流沙侵占。

本亚区年辐射总量约在 5 400MJ/m² 上下 日照时数 2 600~3 100h。年平均温度 5.7~7.6℃，受准噶尔盆地冷湖效应影响，1 月均温普遍低于 -15℃ 而 7 月均温达 23℃~26℃，≥10 积温多在 3 063~3 685℃ 虽然被划为中温带，实际上已具备暖温带的温度条件。年降水量 100~190mm，但邻近天山北麓海拔略高处可超过 200mm 如乌鲁木齐 海拔 917m 即达 276mm。相对于南疆、河西走廊西段和阿拉善高原而言，降水量还算较多。而且冬季降水量普遍占全年的 10%~15% 春季一般占 25%~30% 尤其有利于短生植物生长。

区内主要河流四棵树河、奎屯河、安集海河、清水河、玛纳斯河、塔西河、呼图壁河、三屯河、头屯河、乌鲁木齐河、三工河、四工河、甘河子河、阜康白杨河等 都发源于天山 但山区河段集水面积有限 因而径流量较小 且各自平行注入准噶尔盆地。其中玛纳斯河长 190km 年径流量 12.8 亿 m³ 四棵树河 9.14 亿 m³ 奎屯河 6.29 亿 m³ 乌鲁木齐河 2.36 亿 m³。大小数十条河

流的总径流量超过 50 亿 m^3 ^[4]。在大规模建立人工绿洲前，这些河流大多数能够流入冲积平原，孕育天然绿洲，其中一些河流甚至伸入古尔班通古特沙漠南部形成尾闾湖。后来河水大量用于灌溉，遂致下游断流，沼泽、湖泊干涸，北部沙漠沙生植物衰退，局部沙丘活化，沙漠南侵。

本亚区是新疆地表径流并不丰富而细土平原分布最广的地区，加之是重点开发区，水土开发利用水平较高，因而绿洲连片，规模宏大，是全疆著名绿洲群之一，全疆人工绿洲规模最大的县——沙湾县就在本亚区。作物播种面积 56.24 万 hm^2 ，其中粮食占 4.54%，产量达 143.55 万 t；棉花占 34.22%，产量为 25.29 万 t。

石河子绿洲是开发利用水平较高、机械化耕作程度很高的人工绿洲。1950 年仅有耕地 4 000 hm^2 ，1996 年即达到 22 万 hm^2 。灌区共有 18 个团场，主要分布于莫索湾、下野地和安集海。绿洲内共开凿干、支、斗渠 2 000 条以上，全长近 7 000 km，排水渠 100 余条，总长近 500 km。水工建筑 4 300 座，水库 13 座，总库容达 4.74 亿 m^3 ，电站 4 座。

种植业中，小麦、玉米、棉花、甜菜和油料五种作物居主导地位。其中粮食作物播种面积曾一度占耕作面积的 70% 以上，1995 年降至 35.1%，但因单产增加，总产量并未降低，仍呈上升趋势。棉花播种面积的比例在 20 世纪 90 年代中期已增至 41%，油料和甜菜达到 10.8%。棉花、油料、甜菜三种经济作物产值已超过种植业产值的 2/3。1995 年产粮 20.74 万 t，棉花 7.27 万 t，单位面积产量和人均占有量均超过新疆平均水平，是自治区的粮棉基地^[10]。

畜牧业以农业区舍饲、半舍饲为主体。1960 年代曾达到 30 000~45 000 只羊单位的载畜量。90 年代受价格因素影响，畜牧业曾出现滑坡。1989~1995 年，除猪和山羊略有增长外，其他牲畜数量都有所下降，其中绵羊就减少 12 万只。

工业在石河子绿洲居于重要地位，主要有纺织、造纸、制糖、电力、食品、粮油加工等工业企业。但近年来其产值在新疆的比重有所下降。

乌鲁木齐是本区也是全疆最大的绿洲城市，位于准噶尔盆地南缘的中心点，邻近我国天山东段与西段的结合部，城市西、南、东三面环山，海拔 800~1 000 m，现有人口近 150 万人，是新疆维吾尔自治区政治、经济、文化、交通中心。

1950 年乌鲁木齐城区面积不足 10 km^2 ，人口不过 10 万人，建筑面积只有 137 亿 m^2 ，且除个别二层楼房外，全系土木结构简单平房。目前城市建成区面积已达 140 km^2 ，建筑面积较 1950 年增长 20 余倍。由于市区附近自然资源丰富，尤其是煤炭、池盐、芒硝、含硼卤水、铁矿等均可就近利用，目前已建成煤炭、钢铁、电力、石油化工、化肥、纺织、农机、皮革、建材、有色金属等门类比较齐全的工业体系，工业总产值占新疆的 1/4^[11,12]。乌鲁木齐也是新疆的交通枢纽，兰新铁路和北疆铁路于此交会，312、314、216 国道穿城而

过 铁路、公路均可通南、北疆各地。民航班机除通国内各大城市及自治区内的阿勒泰、克拉玛依、伊宁、库尔勒、喀什等 10 个城市外 已开通 29 条通往其他省区的国内航线及至阿拉木图、伊斯坦布尔和沙迦等 5 条国际航线。此外 还有石油管线通克拉玛依 光缆通兰州、西安。商贸、旅游也逐步兴起。市内现设 13 所高等学校 ,210 余所中学和中等专业学校。乌鲁木齐已成为我国西北重要的中心城市之一。

6 天山北麓山前平原东段绿洲亚区

该亚区主要指天山东段北麓山前平原的绿洲 , 行政区划上归属昌吉回族自治州的吉木萨尔、奇台、木垒三县和哈密地区的巴里坤、依吾二县。境内有红山农场、奇台农场、淖毛湖农场、红旗农场 107~110 团场和两个牧场。绿洲面积 80.94 万 hm^2 其中人工绿洲 38.68 万 hm^2 耕地 21.54 万 hm^2 。全区共有人口 56.04 万人 少数民族人口占 27.94% 非农人口占 23.26%。

绿洲主要分布于博格达山北麓山前平原、巴里坤山间盆地和哈尔里克山北麓。日照时数 2 952~3 257h , 是北疆日照最丰富的地区之一。年均温 1.3~6.7°C , 不同地区年均温相差较大 , 主要是海拔相差较大所致。年降水量 92~304mm 以伊吾最少而木垒最多。无霜期 109~167d 以吉木萨尔最长而巴里坤最短。

由于山体高度向东渐低 , 山幅宽度也渐窄 , 本区缺少较大的河流 , 河流冲积扇及细土平原面积也较小。因此 , 绿洲均呈分散斑状分布 , 最大的一块绿洲位于奇台。

作物播种面积 16.41 万 hm^2 其中粮食作物占 84.19% 。主要粮食作物为小麦、玉米、大麦、豆类、马铃薯等。经济作物主要是甜菜、油料 , 一些地方还生产大蒜 棉花占 1.14% 。畜牧业主要饲养羊、猪、牛、马、驴 巴里坤和伊吾还养骆驼。

工业基础薄弱 ,仅有电力、煤炭、酿酒、食品加工、制糖、造纸、毛纺、皮革、原盐、地毯等小企业。交通方面完全依赖公路连通乌鲁木齐和哈密。边境贸易主要通过老爷庙(巴里坤)乌拉斯台(奇台)口岸与蒙古沟通。

主要参考文献

- [1]任纪舜等. 中国大地构造及其演化. 北京 科学出版社 ,1985
- [2]周廷儒等新疆地貌. 北京 .科学出版社 1978
- [3]李江风.新疆气候.北京 :气象出版社 ,1991
- [4]韩德麟等新疆地理手册. 乌鲁木齐 :新疆人民出版社 ,1993
- [5]吴征镒等. 中国植被. 北京 :科学出版社 ,1983
- [6]刘东生, 黄土与环境北京. 科学出版社 ,1985

- [7] 赵松乔 *Physical Geography of China*. Beijing: Science Press, 1986
- [8] 博州国土整治农业区划委员会. 博尔塔拉国土资源. 乌鲁木齐. 新疆人民出版社, 1995
- [9] 鄢慧兰等伊犁地区土地利用问题. 新疆地理, 1984(4)
- [10] 左恒治石河子垦区绿洲经济发展的初步研究. 见: 干旱区地理集刊第 4 号. 北京: 科学出版社, 1995
- [11] 杨利普. 新疆维吾尔自治区地理. 乌鲁木齐. 新疆人民出版社, 1987
- [12] 乌鲁木齐国土资源编委会. 乌鲁木齐国土资源. 乌鲁木齐. 新疆人民出版社, 1993

第十一章 南疆绿洲区^①

南疆泛指新疆境内天山主山脊以南地区，包括天山南翼、塔里木盆地、帕米尔—昆仑—阿尔金山地（如图 11.1）。南疆绿洲区则指塔里木盆地和天山南翼海拔较低的山间盆地如柯坪盆地、拜城盆地、焉耆盆地、吐鲁番—哈密盆地绿洲组成的区域。

本区绿洲总面积 1 181.79 万 hm^2 （11.82 万 km^2 ）其中人工绿洲为 417.98 万 hm^2 （约 4.18 万 km^2 ）耕地 133.61 万 hm^2 。人工绿洲主要分布于塔里木盆地西部和北部边缘，零星分布于盆地南部边缘和吐鲁番—哈密盆地。天然绿洲则沿叶尔羌河、和田河和塔里木河河谷呈带状分布，民丰、且末境内的尼雅河、安迪尔河、莫勒切河、喀拉米兰河下游也残存小片天然绿洲。显然，南疆绿洲总面积远比北疆（521.29 万 hm^2 ）大，人工绿洲也比北疆（3.06 万 km^2 ）大，但耕地却比北疆（181.18 万 hm^2 ）少，耕地占绿洲总面积的 11.3% 和人工绿洲面积的 31.97%，均低于北疆（18.48% 和 43.03%）。这并不表明南疆绿洲的开发条件和开发程度低于北疆，而很可能说明南疆荒漠河岸林在天然绿洲组成中的重要性。

第一节 自然条件

1 地质环境与封闭盆地地貌

南疆的主体塔里木盆地早在太古代末、元古代初就已形成古陆核。按照板块构造划分，它属于塔里木—中朝地块的一部分，其南北两侧均被晚古生代褶皱带包围。依据槽台学说，它则被称为塔里木地台，经多旋回构造而成，元古代末的扬子旋回末期是其基底的最后固结时期，因而它是一个扬子旋回地台。基底之上覆盖有震旦系—古生界海相沉积和中新生界陆相沉积。华力西运动使这个地台面貌大为改观，由海洋变为陆地。从下第三系地层遍及地台全区而上第三系地层大大加厚看来，塔里木地台于第三纪开始转化为拗陷区^[1]。

早第三纪古特提斯海侵入塔里木西部，晚第三纪海水向西退却，帕米尔

^① 南疆绿洲面积等数字由中国科学院新疆生态与地理所提供。

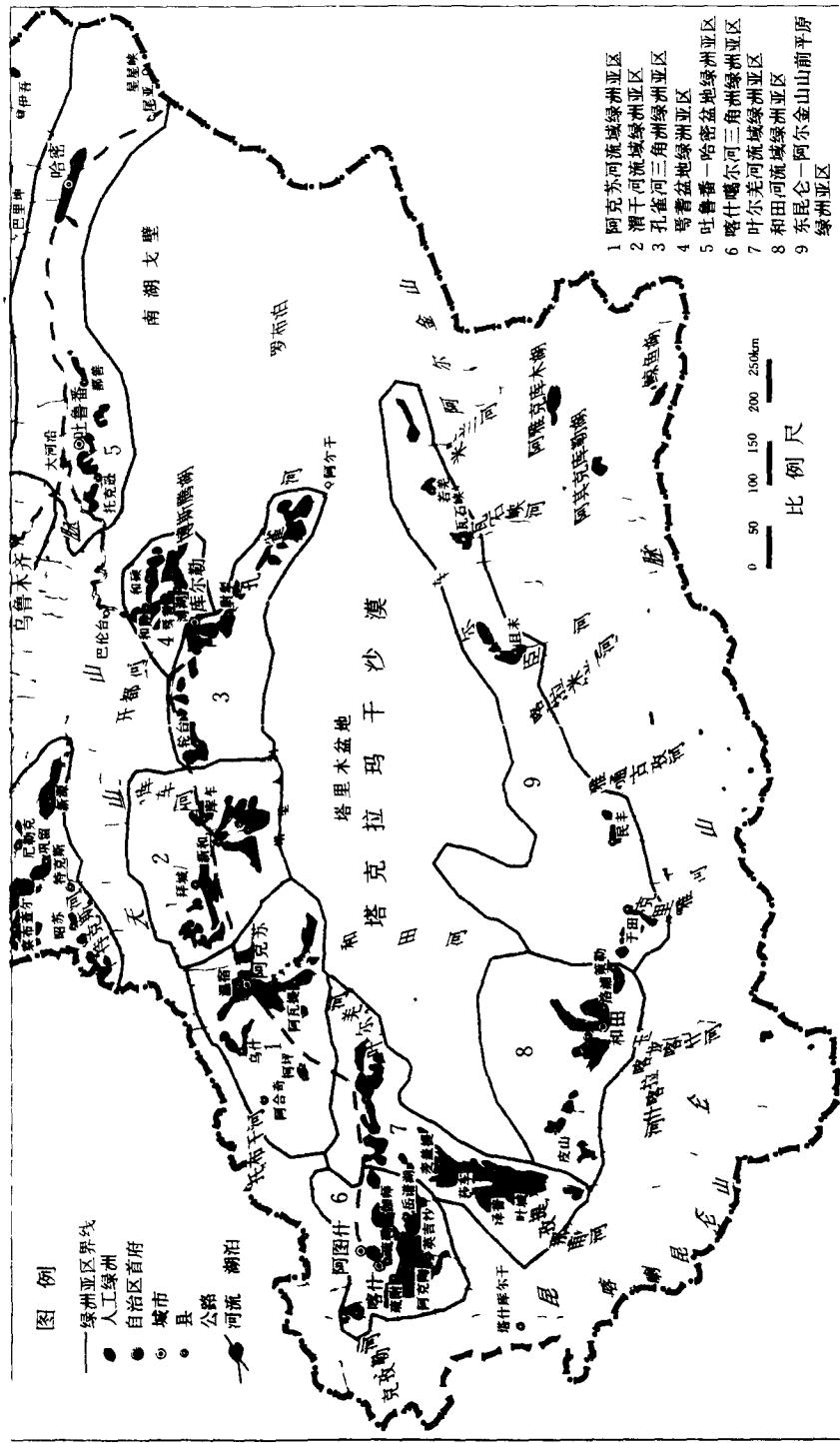


图 11.1 南疆绿洲区及绿洲亚区分布图

高原隆起 天山与昆仑山强烈上升 塔里木遂成为完全封闭的盆地 仅东端有一宽约 70km 的缺口。

塔里木盆地是一个海拔介于 780~1 500m 地势自西部和南部向东北倾斜，周边被洪积倾斜平原环绕，中部被广阔的沙漠占据，北部发育带状冲积平原的菱形盆地。在 $39^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ ，从疏附到罗布泊洼地东缘，东西长达 1 500km 在拜城—于田或新和—民丰剖面上 南北最宽达 550km。盆地西部和南部边缘海拔多在 1 200~1 500m 中部一般在 1 000m 以上，北部边缘地区一般为 1 000~1 100m 塔里木河冲积平原为 900~1 000m 大西海子以东则在 900m 以下，最低处的罗布泊洼地则只有 780m。

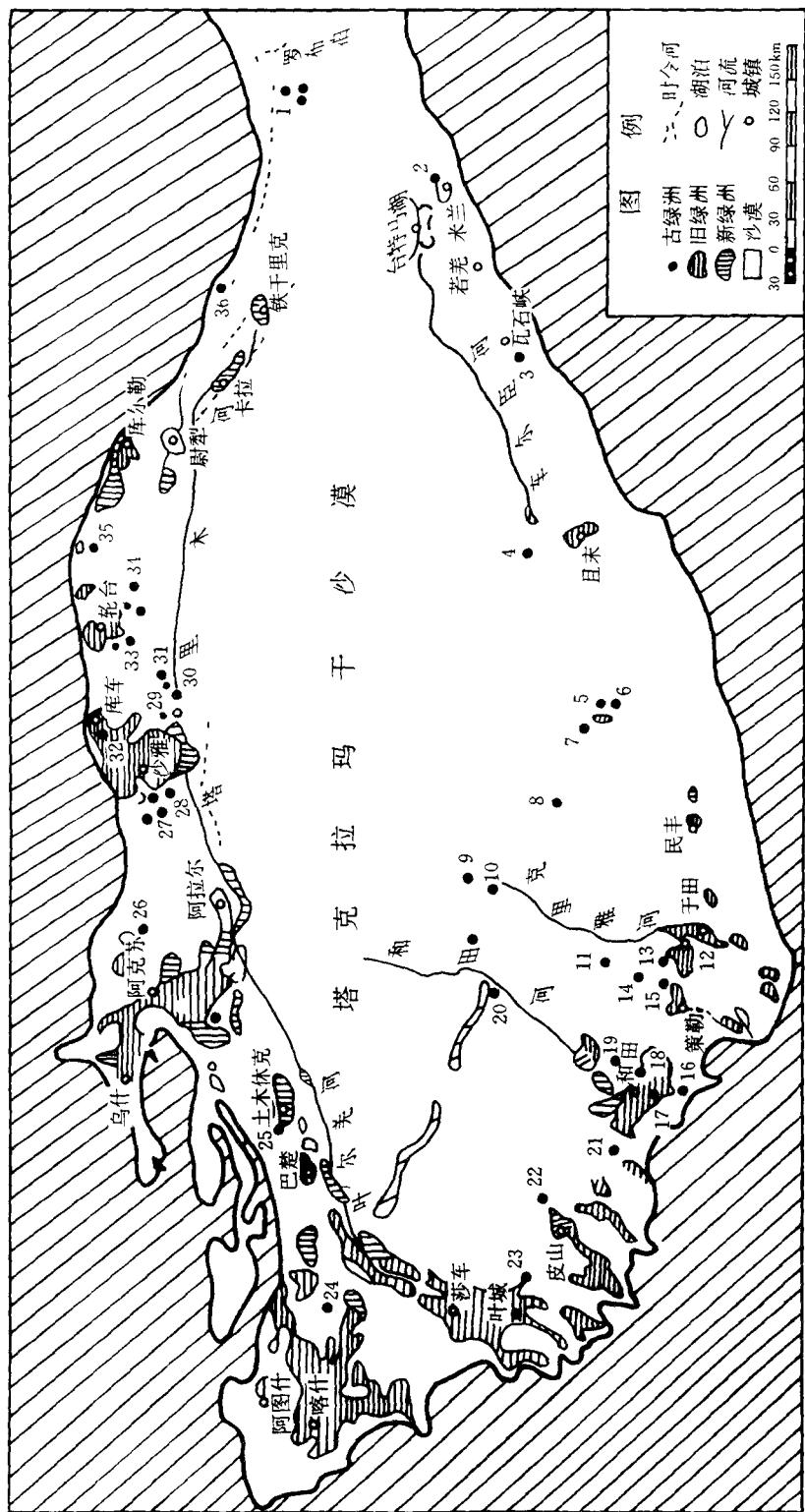
洪积倾斜平原、河流干三角洲和冲积平原以及各类沙丘，是塔里木盆地分布最广的几种地貌类型。洪积倾斜平原大致呈环状分布于盆地边缘。在南部边缘的昆仑山北麓，其宽度可达 30~100km，一些单个洪积扇自扇顶至扇缘长达 80km 第四系地层厚度 180~450m，个别地方加上上新统可能厚达 2 500m。盆地北缘即天山南麓洪积倾斜平原规模较小，主要原因是天山植被发育较好，河流含沙量小且物质颗粒较细，其中有部分物质沉积于天山山间盆地。天山南翼径流量愈向东愈少，径流所携带的固体物质也在同一个方向上递减，因而塔里木盆地北部地势愈向东愈低^[2]。库鲁克塔格山几乎没有径流及其搬运物质入塔里木，因而其南侧的罗布泊洼地就成为塔里木最低的部分。

冲积平原主要沿塔里木河干支流呈带状分布，因而总体上形成树枝状格局。周廷儒早在 20 世纪 50 年代就注意到在整个第四纪中河流的堆积作用在塔里木平原地貌形成中的主导作用。并指出，昆仑山北麓各河如和田河、克里雅河、安迪尔河等 进入塔里木后都曾纵贯这个盆地到达其北部 西部各河如提孜那甫河、叶尔羌河、盖孜河、克孜河、柯克沙尔河、阿克苏河等 贯穿盆地西部、北部边缘，最后在塔里木北部形成统一的宽达 60~80km 的 塔里木河冲积平原。冲积平原及上述洪积倾斜平原下部，正是塔里木的主要 绿洲分布区(图 11.2)

盆地中部被我国最大的沙漠——塔克拉玛干沙漠盘踞，其面积达 33 万 km^2 。沙丘特别高大 类型复杂 且绝大多数为流动沙丘 其南北两侧均掩埋了大片古绿洲。这样 周边山地、洪积倾斜平原、绿洲就大致形成了一种环状 结构，而沙漠则成为环状结构的核心。

2 光热丰富、少雨多风的极干旱气候

塔里木盆地和天山南翼海拔较低的山间盆地光热资源丰富而气候极其 干旱。年总辐射量一般达 $6\ 000\sim 6\ 200\text{MJ/m}^2$ ，个别地区如哈密更高。这个 数字远高于准噶尔盆地，也高于同纬度的我国东部沿海地区。年有效辐射为 $2\ 000\sim 2\ 200\text{MJ/m}^2$ 比北疆普遍高 $300\sim 400\text{MJ/m}^2$ 。辐射平衡除塔里木盆



1. 楼兰；2. 米兰古城；3. 瓦什峡古城；4. 古且末；5. 铁英古城；6. 达乌孜勒克古城；7. 安迪尔古城；8. 尼雅；9. 喀拉墩；10. 马坚里克；11. 丹丹乌里克；12. 黑哈斯古城；13. 旧达玛沟；14. 鲁普塔提；15. 卡纳心古城；16. 买力克阿瓦提；17. 约特干；18. 阿克斯比尔；19. 热瓦克；20. 麻扎塔格古城；21. 糯桂古城；22. 古皮山；23. 拉一晋；24. 达漫城；25. 托乎沙赖；26. 喀拉玉尔滚；27. 大望库木；28. 通古孜巴什；29. 穆心；30. 黑太心；31. 什甲提；32. 皮加克；33. 黑太克尔；34. 着果特；35. 野云沟；36. 营盘（带编号的全为古代绿洲）

图 11.2 塔里木盆地绿洲分布图(引自樊自立, 1993)

地南缘略低外，一般为 $2\ 200\sim2\ 500\text{MJ/m}^2$ ，也比准噶尔盆地高 $300\sim400\text{MJ/m}^2$ 。日照时数塔里木盆地北部为 $2\ 900\sim3\ 100\text{h}$ 南部略少，为 $2\ 600\sim3\ 000\text{h}$ 西南部受扬沙和沙尘暴影响不足 $2\ 600\text{h}$ 。

盆地内南北纬度差异与高度差异所造成的温度差别相互抵消，使塔里木边缘地区年平均温度异乎寻常地一致，基本上在 $10\sim12\text{C}$ 。通常南部边缘绿洲海拔在 $1\ 100\sim1\ 300\text{m}$ 而北部边缘绿洲在 $850\sim1\ 000\text{m}$ 都正好保持这个温度值。吐鲁番盆地海拔特低，年均温则在 14C 以上为南疆最高值区（表11.1）。南疆 $\geqslant0\text{C}$ 积温 $3\ 800\sim4\ 350\text{C}$ 吐鲁番盆地最高可达 $5\ 500\text{C}$ ，已大大超过暖温带指标。

表11.1 南疆各地气候状况

地名	海拔(m)	年均温(℃)	年降水量(mm)	$\geqslant10\text{C}$ 积温(℃)	大风日数(d)
柯坪	1 162	11.4	68	4 351	40
阿克苏	1 103.8	9.8	57	3 803	12
库车	1 099	11.5	63	4 330	20
库尔勒	932	11.3	52	4 274	32
吐鲁番	345	14.1	15.0	5 391.3	26.8
托克逊	1	14.0	6.9	5 337	71.9
尉犁	885	10.6	39	4 176	9
鄯善	378	11.4	25.5	4 513	19.7
哈密	738	9.9	34	4 073	34.6
喀什	1 289	11.7	64	4 194	25
英吉莎	1 298	11.3	65	4 065	11
伽师	1 209	11.7	59	4 218	7
巴楚	1 117	11.6	47	4 308	8
泽普	1 273	11.5	48	4 052	7
莎车	1 231	11.3	46	4 080	11
叶城	1 361	11.2	58	3 965	4
皮山	1 367	11.8	52	—	5
墨玉	1 326	10.2	36	—	1
和田	1 375	12.1	35	4 361	9.1
洛浦	1 348	11.5	36	—	3
策勒	1 336	11.7	36	—	4
于田	1 437	11.5	48	—	2
且末	1 248	10.1	18.4	3 841	16
若羌	888	11.5	17.4	4 356	37

注：资料来源于《新疆地理手册》、《新疆气候》、《新疆地貌概论》。

南疆年降水量多在 $35\sim70\text{mm}$ 明显低于北疆各地其最高值尚不

及北疆的最低值。其中，塔里木盆地西部和北部边缘为 50~70mm 南部边缘普遍不足 50mm 东南部且末、若羌一带只有 20~25mm 吐鲁番盆地更少至 6.9~15mm 托克逊有的年份仅为 0.5mm，是全疆也是全国最干旱的地区。南疆地区 塔里木盆地 降水量自西向东递减的规律与我国大部分地区自东向西递减的方向正好相反，这种情况是由南疆的水汽输送、地形和气流垂直变化差异造成的。具体而言，南疆西端是海拔 4 000m 以上的南天山和帕米尔，西来弱气流很难翻越，强气流越过上述山地进入盆地，多为下沉气流，因而少降水而多大风^[3]。

南疆西部全年盛行西风和西北风，东部则盛行东北风。年平均风速除哈密了墩—十三间房地段正当博格达山与巴里坤山间的风口——七角井下风方可达 4.5~5.5m/s、东部南湖戈壁因地形开阔可达 5m/s、库尔勒可达 2.9 m/s 外 其余各地都在 2m/s 以下。年大风日数塔里木中南部只有 5~10d，西端一隅 10~40d 东部达 40~60d，了墩—十三间房一带和托克逊超过 100d。80%~90% 的大风日出现于春夏两季。

南疆沙尘暴、扬沙和浮尘日数都明显多于北疆。塔里木盆地北部沙尘暴日数年均约为 15d 南部约为 20d 但柯坪达到 38.8d 民丰 35.4d 和田、皮山均超过 30d 叶城、且末超过 24d。沙尘暴虽以 4~8 月最多 但全年各月均可出现。扬沙日数一般为 10~20d 以南部和东部最多，铁干里克和民丰两地均在 73d 以上。扬沙不仅导致塔里木南缘的许多古绿洲被掩埋，近 10 余年来还使流沙逼近洛浦县城，并使公路不得不南移至策勒县城南的台地上。南疆浮尘日数更多，平均每年达 100~200d 为北疆的数十倍。其中 塔里木盆地东北部 50~80d 北部 100d 左右，西部 150~180d 皮山—且末一带 180~200d。浮尘以 3~8 月最多，一般持续 2~5d 也可达 7~10d。作为灾害性天气，浮尘既减弱辐射，又影响作物的光合作用和呼吸作用，确为绿洲农业的一大不利因素。

研究表明，绿洲边缘气象要素的梯度变化十分显著。例如，由绿洲内部向绿洲外部，年平均相对湿度的梯度为 $-1\%/\text{km}$ ，夏季各月平均温度梯度值为 $0.2\sim0.4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 极端最高气温梯度为 $0.5\sim0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 极端最低气温梯度为 $-0.2\sim-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 年平均风速梯度为 $0.2\sim0.3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}/\text{km}$ ^①。这就是说：① 绿洲内部相对湿度远比周边沙漠高。塔里木盆地沙漠中不少地方日平均相对湿度 < 30% 的日数超过 100d 相对湿度为零的情况也并不鲜见 而阿克苏、焉耆、阿瓦提、拜城、麦盖提、泽普等绿洲 尽管年降水量只及北京的 1/10 年平均相对湿度竟达 57%~60% 与北京不相上下 这无疑是绿洲湿岛效应的一个很有说服力的例证。 夏季月均温和极端最高温比沙漠低 极端最低温又比沙漠高 因此绿洲的气温年、日较差都比沙漠小。

孙祥彬的《塔里木盆地的气候特点》，见《中国干旱半干旱地区气候、环境与区域开发研究》（气象出版社，1990）。

绿洲年平均风速远比沙漠小。研究表明，绿洲气候效应的垂直高度为200~300m，较好的低层湿度条件在水分垂直输送中也使大绿洲获得优于戈壁沙漠的云雨条件。

3 内陆水文

塔里木内陆流域面积占全疆的65.1%，而地表径流总量(407.7亿 m^3)却仅占全疆的46.04%，在缺水的新疆，这里无疑是一个尤其缺水的地区，也与北疆面积仅占全疆的3.8%而径流量占13.46%的额尔齐斯河流域和面积占5.64%而径流量占22.96%的伊犁河、额敏河等中亚内陆流域更形成鲜明的对照。塔里木周边的洪积倾斜平原包括绿洲在内以及盆地中部沙漠区，都不是地表径流的形成区而是散失区。地表径流无例外地来自山地河流，而且以山体高大、山间纵谷发育的盆地西部边缘山地如南天山、帕米尔和西昆仑山地的河流水量最丰富，东昆仑山—阿尔金山北麓和东天山南麓河流就少而小了(表11.2)。

表 11.2 南疆的主要河流

河 名	站 名	集水面积($\times 10^4 km^2$)	长度(km)	平均流量(m^3/s)	年径流量($\times 10^8 m^3$)
叶尔羌河	卡群	5.02	528	205.0	64.50
阿克苏河	西大桥	5.20	589	182.0	57.60
开都河	大山口	1.90	530	107.0	33.80
玉龙喀什河	同古孜洛克	1.46	540	73.3	23.58
喀拉喀什河	乌鲁瓦提	1.99	509	69.6	21.90
渭干河	千佛洞	1.66	—	69.1	21.80
克孜河	卡拉贝利	1.37	213	63.9	20.20
木扎提河	阿合布隆	0.29	—	48.4	15.30
盖孜河	克勒克	0.98	151	31.2	9.85
台兰河	台兰	0.13	—	22.6	7.14
车尔臣河	且末	2.68	496	17.2	5.44

注。资料来源于《新疆地理手册》。

塔里木盆地的大多数河流，如由克勒青河、塔什库尔干河和提孜那甫河等组成的叶尔羌河，由喀拉喀什河与玉龙喀什河组成的和田河，由克孜河与盖孜河组成的喀什噶尔河，由托什干河与库马拉克(昆马力克)河等组成的阿克苏河以及渭干河、迪那河、开都河、克里雅河等都曾经是我国最大的内陆河——塔里木河的支流。当时的塔里木河自源头至尾闾湖罗布泊，长度接近2300km，干流段长1500km。1952年建成拉因河口大坝后，改入台特马湖，干流长度仍有1321km。1972年建成大西海子水库后，河流缩到英苏尚有1055km。众多支流先后与干流分离。通常所说的三大源流中阿克

苏河补给干流水量的 75% 和田河 23% 叶尔羌河自 1985 年以后已基本上不再注入干流。目前的塔里木河流域 实际上只包括阿克苏河、和田河、叶尔羌河三河源流及干流流域，其余河流均已成为独立水系。曾经是塔里木河源流之一的克孜河 喀什噶尔河 则早在 20 世纪 30 年代就不再有径流进入塔里木河干流了。

塔里木河的补给来源包括冰川积雪融水、山区降水和地下水，但后者仅占 2.37% 而前两者实际上只是各源流的灌溉余水和回归水。因此 塔里木河径流一方面受各源流（主要是阿克苏河径流变化）的影响，同时也受上游各流域用水状况制约，冰雪融水是造成洪汛的主要原因。而上游各支流汛期颇不一致，所以塔里木汛期长达 5 个月（4~9 月）其间的径流量占全年的 70% 以上。

吐鲁番—哈密盆地几乎没有常年性河流，博格达山、巴里坤山和哈尔里克山南坡河流出山后迅速转化为地下水，再经人工开凿的坎儿井流至绿洲。

4 暖温带荒漠土壤与植被

南疆分布最广的土壤是风沙土，占据了塔里木盆地 75% 以上的面积。这是一类成土作用微弱、成土过程时断时续、发育不成熟，因而剖面极不完整、缺乏明显淀积层和有机质层、处于成土作用初级阶段的土壤。与北疆半固定和固定风沙上占优势的情况相反，南疆风沙土绝大部分还是流动风沙土，主要分布于塔克拉玛干沙漠、库姆塔格沙漠、鄯善以南和东疆的一些较小的沙漠。

棕漠土是南疆的地带性土壤。这是在气候干旱，热量充足，化学风化作用极弱 风沙作用强烈 高等植物作用小 凋落物贫乏而有机质矿化迅速 钙质、石膏等易溶盐大量聚积。地表富砾石等条件下发育的一类荒漠土壤。它主要呈环状分布于昆仑山北麓海拔 2 500m 以下、天山南麓海拔 1 700m 以下的塔里木盆地边缘区，以及孔雀河以北至罗布泊洼地以东的广大地区。成土母质多为沙砾质洪积物或石质坡积—残积物。主要特征为有机质含量少，有孔状结皮 钙质、石膏等易溶盐积累强度大 甚至具有盐盘。比棕漠土海拔略高、或温度略低、或降水略多的地方 则发育灰棕漠土。此类土壤大面积分布于吐鲁番盆地以南和焉耆盆地东南。

绿洲土是荒漠区内经过人工灌溉、耕作与培肥而形成的，是具有深厚灌淤层和熟土层的土壤。其颗粒组成以粉沙为主，剖面呈强石灰反应，易溶盐经淋洗后含量很低，生物积累作用强，因而土壤腐殖质和营养物质积累多。在南疆主要有由棕漠土与盐土演变而成的绿洲白土和由草甸土、沼泽土演变而成的绿洲潮土两类 后者在新疆亦称“下潮地”^[4]

南疆绿洲区所在的荒漠盆地平原，植物区系及种类都比较贫乏。关于塔里木植物区系的起源，历来有迁移论和本地发生论等不同观点。近年有学者

就此问题进行专门研究后认为，塔里木植物区系的来源主要是东亚植物区系，是东亚植物区系向本区发展并在独特环境中蜕变的结果。其中也有一部分是从本地荒漠中发展起来的，一部分则与古地中海植物区系有联系^[5]。高等植物有 200 种左右。

塔里木盆地与吐鲁番—哈密盆地植被都具有环状结构。外环洪积倾斜平原为稀疏灌木、半灌木荒漠，常见种类有泡泡刺、霸王、膜果麻黄、合头草、戈壁藜等。还有盐节木、花花柴、疏叶骆驼刺、黑果枸杞等盐生成分。塔里木西端还有中亚成分的无叶假木贼、展枝假木贼、喀什蒿等。向内为冲积平原荒漠河岸林，主要由胡杨、灰杨、多种柽柳和白刺组成。盆地中还有一些特有品种，如喀什霸王、塔里木沙拐枣、喀什红砂（长柱红砂）和田水柏枝、矮沙冬青、塔克拉玛干柽柳等。但分布范围很小。盆地中心的沙漠植物很少，仅沙漠边缘沙丘下部有柽柳、梭梭、芦苇等。嘎顺戈壁或为植物极稀少的裸地，或为稀疏灌木荒漠。除以泡泡刺占优势外，仅生长膜果麻黄、裸果木、梭梭、短叶假木贼等少数植物^[5]。

第二节 绿洲的形成与演变

1 绿洲的形成与发展

正如我们反复强调的，天然绿洲作为荒漠区内部地域分异的产物，水和土是两个不可或缺的物质基础。而地貌条件决定着水与土的匹配关系，只有在水—土—地貌组合状况良好之处，天然绿洲才得以形成并可能在生产力水平低下的古代较早地被开发为古人工绿洲。所以古绿洲多分布于河流干三角洲、洪积扇缘、冲积平原和河流低阶地上，这并不是一种偶然现象。

南疆黄土覆盖面积为 34 000km²，黄土状岩石为 51 000km²^[6]，分布于塔里木盆地北、西、南边缘和吐鲁番—哈密盆地。黄土和风化后的黄土状物质连同其他细粒冲积物被河流携带到洪积扇缘和冲积平原，使这些地区具备发育天然绿洲的充分条件。樊自立把人工绿洲的发展分为三个阶段^[7]：

(1) 下游简易引水阶段。此阶段始于 3 000 年前。由于河流下游地势平坦，汊流多，水网发育，挖沟引水十分方便，加之草甸植被是良好牧场，胡杨林可作天然屏障，故最早建立了人工绿洲。

(2) 引水移向山前地带阶段。此阶段至早始于 5 世纪末。其主要特点是在河流出山口建坝，修建引水设施，扩大洪积扇绿洲，增加其水源尤其是春水供给。此类绿洲水源有保证而受沙漠威胁程度较小，因此很快取代河流下游的绿洲。

(3) 平原水库调蓄阶段。此阶段主要指 1950 年以来的半个世纪。其特

点是在人口猛增的背景下，利用洪积扇缘洼地和冲积平原低地修建水库，以蓄夏洪和冬闲水，在旧绿洲外围或边缘建设新绿洲。或许有必要特别说明，这类新的人工绿洲既可以天然绿洲为基础，也可在本来缺水的土质平地上一步到位地建成。这类直接在荒漠区土质平地上开辟的人工绿洲是相当一部分新绿洲的基础。

目前塔里木约有 2/3 的地表径流用于绿洲，1/3 为生态用水。绿洲内部环境优化与绿洲外的生态恶化已经形成强烈反差。地表水已无富余，而地下水资源潜力尚比较大。一些专家预计，未来将修建山区水库，取代部分平原水库，使水资源分布趋向合理，同时在节约的前提下开发地下水，新的垦殖活动也应以绿洲内的撂荒地和夹荒地为主。

2 古绿洲的衰亡

古绿洲的衰亡在南疆是一个十分引人瞩目的问题。实际上，绿洲衰亡绝不仅限于古绿洲，旧绿洲甚至新绿洲都在不同程度上面临着同样的威胁。

绿洲衰亡既有自然因素的作用，也有人为活动的影响。前者如：风沙作用使沙丘移动和塔克拉玛干沙漠向南扩展，致使老达玛沟、阿克斯比尔等干三角洲绿洲变为沙漠；强烈的风蚀作用将细粒物质吹扬殆尽，致使米兰古绿洲变为戈壁；盐渍化日益加重，导致渭干河、迪那河下游的一些古绿洲完全荒废，河床淤塞、河流改道，最终造成马坚里克、喀拉墩、楼兰等古绿洲因水源断绝而消失等等。后者如：7世纪后半叶的战乱使丹丹乌里克古绿洲遭到严重破坏；10世纪的宗教战争彻底毁灭了拉普古绿洲；19世纪后期的战争破坏了叶尔羌河水利工程，导致下游绿洲荒芜等；但更为普遍的现象是上游超量取水，引致下游绿洲无水可用，因而离山口愈远的绿洲，愈早陷入困境^[7]。问题的严重性在于，时至今日塔里木河中游仍在无计划垦殖，对下游几个团场新绿洲的安全已构成威胁，古绿洲衰亡的历史有可能在新绿洲重演。一些古绿洲如马坚里克、喀拉墩、麻扎塔格古城等，深入沙漠达 220~250km。如果我们对于发生在 1200~1500 年前的事件感到遥远而陌生，那么面对塔里木南缘沙漠已普遍推进到主要县城和公路干线以南 30~80km 的现实，就不能不引起高度警惕了。

第三节 绿洲亚区

1 阿克苏河流域绿洲亚区

阿克苏河流域绿洲亚区位于塔里木盆地西北部，区域范围包括阿克苏、

ÊÓÓÙÍ ÉÉÉµQÁÍÐÈ², ÉÓÓÈµQÍÙÊ²¹ÈµQ@âÁÌÀ- ï ßÓÍÈµQ@âÆÆ@ùØ
ó ÊÓÓÙ@ÍÄ³Å@QÄ@ç ï ßÓÓÈÝ½ÖRc`" Á½ÓÈÝ½ÖRc°cÍB lá¾Ä@í Ä@í ðÓ
³å »ýÆÛ-¹⁴ç ï ßÓ³Ä@í Ä@í Å@í Ä@í Å@í »ýÆÛ-£-É@³ÑC@í Ä@í „ ö Ö-Ö@µØ@µ@
Ô@ç-Ö@ç-Ö@ç-Ö@ç-Ö@ç-Ö@ç

ՀԱՅԱ-ՀԵՇՈՒՄՈՅ ՕՎԱՐԱԿԱՆ ՊԹՈՒԹՅՈՒՆԻ ԱԼԵԴ-ԹՐԻ Հ-ՖՐԵ-Ց ՕՌՀՅՈՒՅՆ 300km, Վայ Են V ՃՌԻԵՄՉՅԱ-ԹՐԻ ԱԼՅՈ ԵՎՈ ՀԵՇԵՐԸ ԳՈՒՅԻ ԵՐԱԿԱԿԱՆ ԵՎՅՈՒՔ

流域共有地表水资源 76.4 亿 m^3 。其中 托什干河 27.2 亿 m^3 占 35.6% 库马拉克河 45.6 亿 m^3 占 59.7% 其余小河占 4.7%^[8]。冰川融水补给分别占托、库两河和台兰河水量的 12%、32.8% 和 50.7%。地下水与降水也较为重要 以库马拉克河为例 地下水补给比重约占 27% 雨水约占 20%。各河变差系数在 0.12~0.18 表明径流比较稳定。

本亚区还包括克孜河、叶尔羌河、和田河下游各一段以及上游水库至沙黑里克间的塔里木河干流段。尽管各支流水量较丰富，但进入塔里木河阿拉尔站的年均水量仅有 48.7 亿 m^3 其中阿克苏河、和田河和叶尔羌河分别占 72.0%、22.5% 和 5.5% 主要是上游洪水和灌区回归水^[8]。所以 洪水期塔河水量受三大支流影响，其余时段主要受阿克苏来水量影响。阿拉尔站夏季水量占全年的 63.4% 秋季占 19.3% 冬季占 12.5% 而春季仅占 4.8%，变差系数为 0.17。专家预计 未来进入塔里木河的水量只会进一步减少 这对中下游显然十分不利。

新疆水文总站、阿克苏地区水利处和阿克苏水文勘测大队对阿克苏河流域地下水资源量的估算结果分别为 2.89 亿 m^3 、6.35 亿 m^3 和 7.64 亿 m^3 。王树基建议采用 6.35 亿 m^3 这个数字。

为充分利用这个丰水区的水资源，阿克苏河流域早在西汉时代就已开始兴修水利。近 50 年来水利建设的发展尤为迅速，1985 年已有 27 个渠首，总长 13 500km 的灌渠和 2 600 座渠系建筑物，引水能力达 681 m^3/s ，灌溉面积达 26.3 万 hm^2 。目前，作物播种面积达 26.9 万 hm^2 。其中粮食作物约 14.1 万 hm^2 占 52.4% 产粮 60.27 万 t 棉花 12.8 万 hm^2 占 47.6% 产棉 14.32 万 t。粮食作物主要有小麦、玉米、水稻三种。棉花有长绒棉和陆地棉两种。此外 还出产甜菜、油料、蔬菜和瓜果。畜牧业主要饲养羊、牛、驴、马和猪，柯坪还养骆驼。

作为新疆的主要农业区之一，阿克苏河流域的农牧业生产在新疆占有重要地位。南疆在很长时期以来需从北疆调运粮食，但阿克苏河流域人均粮食商品率却高于自治区平均水平。棉花尤其是长绒棉在新疆也占有重要地位，油品也有较大量外调，乌什是自治区油料基地之一。阿克苏河流域绿洲还是新疆重要的果品产区，果园面积和产量均仅次于喀什，阿克苏的纸皮核桃和柯坪的杏都久负盛名。

但是，地方农业耕作粗放，作物结构和布局不当，单产普遍比农一师各团场低。近年经济作物比重虽有所提高 荚蓿、绿肥比例仍很低 影响土壤肥力的恢复和提高。在土地资源开发中，因扩大耕地面积和修建平原水库，也破坏了不少天然绿洲(林地和草场)例如 托什干河与阿克苏河上游沿岸低阶地，原为大牲畜和农村牲畜的良好冬场和天然刈草场 不少地方垦种粮食作物后，由于土层薄、地下水位高和地温低，单产仅 750~1 125kg/ hm^2 不仅生产效率较低，还影响了林牧业的发展^[9]。

根据农业生产中存在的问题，地方主管部门已提出以粮棉为主，相应发

展甜菜、油料，大力发展以农田防护林为主的林业生产，提高森林覆盖率，改善生态环境，恢复发展蚕桑和果树园艺生产，实现多种经营的发展战略，并已收到实效。由于棉花前期需水较少，提高棉田比重可缓解春水不足的矛盾。本亚区北部气候温凉，发展甜菜和油料作物也达到了预期目的。阿克苏河三角洲水热匹配良好，粮食产量逐年稳步上升。新大河沿岸及三角洲下部的棉花生产及三角洲内部低洼地的乳肉兼用牛的发展也较快。

团场耕作集约化程度高，作物结构和布局较合理，单产普遍高于地方，养殖业主要发展猪、禽，对促进农业发展贡献巨大。

和新疆的其他绿洲一样，电力、食品加工、粮油加工、农机、煤炭、建材等工业是本亚区各县市都有的，部分县市则因地制宜发展采矿（柯坪）、轧花（阿瓦提、温宿）纺织（阿克苏）地毯（阿瓦提、乌什）机械和化工（阿克苏）等企业。但一般规模较小，效益不高，产品多供本地及相邻地区。特别是电力工业，阿克苏河流域水力总蕴藏量达 480 万 kW 而已建成的电站多数为装机容量仅 50~1 000kW 的小电站，没有大中型电站。

交通状况的变化特别显著，受益于近年南疆铁路的建成通车，本区对外交通不再单纯依靠公路和很少的民航班机。阿克苏等原有城镇和阿拉尔等新兴城镇发展速度也明显加快。例如，阿克苏市区 1957 年尚只有万余人，1982 年增至 10 万人，现在则已达 15 万人以上；而全市总人口 1982 年仅 34 万人，现在则超过 46 万人。建立了粮油、纺织、食品、建材、机械、化工、煤炭、电力等工业，设立中小学 114 所，医疗卫生机构 72 所。阿拉尔建立了农机修造、农产品加工和食品加工企业，成为周围团场物资集散中心和塔里木河上游垦区中心。

2 渭干河流域绿洲亚区

渭干河流域绿洲亚区位于阿克苏河流域以东，塔里木盆地北部边缘的渭干河及库车河流域，古为龟兹之地，包括拜城、库车、新和、沙雅四县，境内未设团场。全亚区绿洲面积 93.23 万 hm²，其中人工绿洲为 39.50 万 hm²；耕地为 17.88 万 hm²，主要分布于拜城盆地、渭河干三角洲、库车河三角洲以及塔里木河冲积平原的沙黑里克以东至哈达墩一段。人口 85.03 万人，其中非农人口 16.72 万，占 19.66%，少数民族人口 76.82 万人，占 90.34%。

拜城盆地是夹在北部的克孜尔套与南部的却勒塔格（秋里塔格）两山之间呈东西走向的向斜盆地，长 130km，宽 30~40km，海拔 1 200~1 400m。地表覆盖近代冲积洪积物和深厚的第四纪砾质冰水沉积物。木札提河自盆地西北进入，南流至盆地西南，而后沿盆地南缘向东流，故盆地总的地势为自西向东倾斜。与此同时，木札提河及其北岸支流喀木斯浪河、台勒维丘克河、喀拉苏河、黑孜河（克孜勒河）等在盆地北部形成了广阔的洪积倾斜平原。而木札提河南岸几乎无支流注入，洪积扇带很狭窄。因而盆地地势南倾，

呈明显不对称状态。绿洲主要分布于木札提、喀木斯浪、喀拉苏等三角洲上及其下缘的木札提河冲积平原上。

木札提河在克孜尔千佛洞以东向南转折，切穿却勒塔格山形成千佛洞峡谷，出峡后进入塔里木盆地改称渭干河，并在新和东北、沙雅北部和库车西部形成巨大的渭干河三角洲或称库—新—沙三角洲平原。从龙口水文站至塔里木河冲积平原边缘，南北长约 60km，底边宽度也约 60km，面积约 1 700km²^①。由于粗大物质多沉积在拜城盆地，加之河流穿过却勒塔格山时携带大量粘粒，故渭干河三角洲不仅地势平坦，组成物质也普遍较细。若干废弃的辫状河道形成三角洲上的带状低地，其间则为带状垅岗，绿洲即分布于垅岗上，而带状低地则成为干排积盐地。三角洲南缘接近塔里木冲积平原一带，因地下水位较高，多发育为沼泽和盐碱地。

渭干河三角洲东北与库车河三角洲相连，后者长宽均只有 20~30km，面积 300 余 km²，规模比前者小，坡度却比前者略大。齐满以东两个三角洲交接带地势低洼，亦有沼泽发育。

沙黑里克以东至哈达墩以东的一段塔里木河冲积平原，地势低平，曲流发达 河流摆动频繁 因而冲积平原宽达 60km 以上。现代冲积层是良好的含水层，为胡杨林、灌木林和草甸植被发育创造了良好条件，从而使此段冲积平原成为塔里木河绿色走廊的重要组成部分。达热依、期满、巴依孜库勒三水库一带及其以东也发育沼泽，而冲积平原南部则大多被流沙掩覆。

除了拜城盆地因海拔稍高，年均温仅 7.7℃、降水量达 103mm、无霜期略短(165d)而成为一个特例外，渭干河流域绿洲 7 月均温与天山北麓山前平原差别甚小 均在 24~26℃ 而 1 月均温一般在 -8℃ 上下 却比后者高 7~8℃ 主要得益于冬季气温偏高，渭干河流域绿洲年均温比天山北麓高 4~7℃，多在 10.6~11.4℃；≥10℃ 积温 4 000~4 330℃ 也比后者高 500~1 000℃ 无霜期 210~233d 同样为后者所不及。年降水量 57~66mm 却远不及天山北麓各地。

热量充裕而水分不足的缺陷由于地表径流丰富而得到了弥补。渭干河年径流量 21.8 亿 m³ 库车河 3.31 亿 m³ 塔里木入境水量 43.9 亿 m³ 中可利用的为 3 亿 m³ 另有地下水资源 7 亿 m³。由此可见 水资源及人均、单位面积土地占有水量都堪称丰富。

渭干河干支流径流比较稳定，除喀拉苏与黑孜河变差系数稍大(0.19~0.20 外 其余各河都只有 0.11(表 11.3)。冰川融水补给比重各河差异显著，木札提河最高为 55.6%，而黑孜河仅有 7.1%。地下水补给比重在 27.3%~61.6%，以渭干河最高而喀拉苏河最低。雨水及季节雪水补给占 16.2%~59.5% 木札提河最低而喀拉苏河最高(表 11.3 和 11.4)。这种情况恰好反映了干旱区河流补给的一般规律，即流域海拔愈高，冰川补给比重

愈大流域以中高山带为主 降水与季节雪水补给比重大 流域内有较大盆地 则盆地下游地下水补给量增加。

表 11.3 渭干河干支流的年径流量及其特征值

河 名	站 名	流域面积 (km ²)	流域平均高程 (m)	多年平均流量 (m ³ /s)	年径流量 (×10 ⁸ m ³)	变差系数 C _v	年径流深 (mm)	资料年份 (年)
木札提	阿合布隆	2 859	3 720	46.10	14.50	0.11	507	1957~1979
喀木斯浪	卡木鲁克	1 834	3 100	18.30	5.82	0.11	317	1957~1979
台尔维其克	台尔维其克	800	2 310	2.59	0.82	—	102	1959~1964
喀拉苏	喀拉苏	1 114	2 690	6.49	2.04	0.20	183	1957~1979
黑孜	黑孜	3 342	2 200	9.41	2.96	0.19	89	1957~1979
渭干	千佛洞	16 784	—	69.20	21.90	0.11	130	1956~1979

注 据杨川德,1985。

表 11.4 渭干河干支流的补给组成

河 名		渭干河	木札提河	喀木斯浪河	喀拉苏河	黑孜河
站 名		千佛洞	阿合布隆	卡木鲁克	喀拉苏	黑孜
多年平均径流量(×10 ⁸ m ³)		21.9	14.5	5.82	2.04	2.96
所占比重(%)	地下水	61.6	28.2	34.3	27.3	54.7
	冰川融水	20.8	55.6	24.1	13.2	7.1
	雨水及季节雪水	17.6	16.2	41.6	59.5	38.2
冰川面积(km ²)		1 436	1 100	202	35.0	28.8

注 据杨川德,1985。

从径流的季节分配看，枯水期长，春水不足是一个对绿洲非常不利的因素。针对此情况，本区应着力进行农田水利设施的建设。但本区在 1950~1988年却大量开荒，而至今新垦耕地保有率仅略超过 1/5 草场退化、土地沙化和土壤盐渍化却因此而日益加重，这确为一大教训。

本亚区农业以种植小麦、玉米、水稻、油料作物和棉花为主 拜城兼种甜菜 库车、沙雅还种瓜果。1997 年播种面积 17.83 万 hm²。其中 粮食作物 9.81 万 hm² 占 55.02% 产量 46.77 万 t 棉花 6.23 万 hm² 占 34.94% 产量 6.76 万 t 其余作物共占 10.04%。畜牧业主要饲养羊、牛、驴、马四类牲畜 存栏数约 130~150 万头(只)其中以羔皮羊较有特色。

工业门类与新疆各绿洲颇雷同 主要是电力、农机、皮革、粮油加工、轧花、地毯、食品等 拜城还有小型采盐、钢铁和化肥工业。

交通方面的独特之处在于不仅有南疆铁路和 314 公路干线横贯本区，

而且有独山子—库车公路穿越天山、连接南北疆，更有民航班机通自治区首府，对促进经济发展无疑相当有利。

有关专家认为，渭干河流域绿洲今后应稳步发展农业，在继续抓粮、棉的同时大力开发以杏、香梨、葡萄为主的园艺业建设粮、棉、果基地。还要利用本地资源开发煤炭、电力、石油、天然气开采、油气化工、盐化工及食品等工业，把这个绿洲建成南疆能源工业、综合性化工和纺织工业基地，同时发展旅游、商贸等第三产业。具体措施为：通过实施渭干河农业灌溉排水与环境保护等项目改造盐碱地与低产田；调整农业产业结构，开发新的农业支柱产业杜绝塔里木河沿岸“游耕”现象 加强环境治理 促进林牧业发展 加速俄霍布拉克煤矿及坑口电站建设；改造独库公路；绿洲内部实行分区治理 山区、荒漠、绿洲进行统一开发和统一治理等^[10]。

3 孔雀河三角洲绿洲亚区

该亚区位于塔里木盆地东北部，范围包括库尔勒、轮台、尉犁三市县，境内还有农二师的28~35共8个团场。绿洲面积共70.83万hm²，其中人工绿洲53.02万hm²，耕地8.31万hm²。区内共有人口48.81万人，其中非农人口22.67万人，占46.45%，少数民族人口20.72万人，占42.45%。

绿洲主要分布在迪那河三角洲、孔雀河三角洲和哈达墩至阿尔干之间的塔里木河冲积平原。此外，迪那河三角洲以东和孔雀河三角洲以西的霍拉山南麓由塔勒克艾肯河、阳霞河、齐昂勒克、艾希买沟等小河形成的洪积扇前缘也形成了阳霞、策大雅、野云沟等较小的绿洲。

迪那河三角洲位于霍拉山南麓的轮台县西部，南北长50km，东西最宽处约40km，海拔900~1400m，地势南倾。上部组成物质多为沙和砾石，多干涸汊流河谷，地表呈波状起伏；中部细粒物质渐多，地势平坦，主要绿洲及轮台县城都分布于此；下部地势更平坦，因地下水位较高，发育了沼泽和盐碱地。

孔雀河三角洲由新老两个三角洲组成。孔雀河出铁门关峡谷后进入塔里木盆地向南流，最初形成了向南倾斜的老三角洲。后因受西尼尔隆起的影响，河道渐次西移，又形成了哈拉玉宫（喀拉玉尔滚）以西至现代河道间广阔的新三角洲，地势主要向西南倾斜。新老三角洲连为一体，在纵向上长40km以上，底边长度不少于50km。老三角洲上部切割破碎，地势起伏较大，古河道及阶地保存明显，地表组成物质主要为砾石；中下部地表物质较细，但有小沙堆、龟裂地和盐碱地。新三角洲上部由沙、砾石和土状物质组成，地势平缓，为库尔勒绿洲的主要分布区；中下部更趋平坦，土壤盐碱化现象显著，并发育龟裂地和半固定沙丘。农二师28、29和30团场自库尔勒大致沿314线以南修筑“十八团大渠”向西70余km，在孔雀河三角洲以北和西北的霍拉山南麓开辟了大片新绿洲，使孔雀河三角洲的耕地面积扩展

了1倍以上，三个团场的耕地面积已占整个孔雀河灌区耕地的57%。

塔里木河冲积平原哈达墩至阿尔干段，由于地处塔里木盆地拗陷区，地势极平坦，河道南北摆幅达80~120km曲流发育平均河曲率为2.06，最高达3.23^[11]。废弃干河床、牛轭湖、心滩等随处可见。平原南部已被塔克拉玛干沙漠侵占，北部则多被却勒库木(乔勒库姆)沙漠占据，但邻近现代塔里木河道的部分胡杨和灌木林生长良好，河漫滩上水草繁茂，是塔里木河中下游平原仅存的最大天然绿洲。孔雀河—塔里木河河间地多沼泽、草甸和积水洼地。八十桥(群克)以下，塔里木河转向东南，河床切入地表5~6m不复摆动，31~35团场新绿洲即分布于此段塔里木河沿岸。大西海子以下，不再有大的绿洲。

该亚区年均温10.5~11.5℃，≥10℃积温4176~4274℃，无霜期208~233d，年降水量48~59mm，大风日数9~32d。库尔勒不仅大风日数多，且年平均风速也达2.9m/s，也是区内最高的。

孔雀河流域绿洲是塔里木盆地的门户和南疆经济开发的桥头堡^[12]。塔北、塔中油田的开发和南疆铁路的建成通车有力地带动了本区经济的发展，使之成为目前南疆发展最快的地区，1994年国内生产总值已达37.89亿元，人均达8166元。第一、二、三产业比例约为18:55:27。

本亚区农业以种植业为主，作物主要为小麦、玉米、水稻、棉花四类。库尔勒、尉犁还生产蔬菜和瓜果。1997年作物播种面积8.23万hm²。其中粮食作物3.27万hm²，占39.73%，产量17.1万t；棉花4.56万hm²，占55.41%，产量6.83万t。果林业也是本亚区农业的一大支柱产业，目前共有果园1.21万hm²，主产香梨与苹果，果品总产量4.74万t。其中香梨面积3500hm²，产量1.43万t，面积和产量分别占果品产业的28.93%和30.17%。由于草场面积虽大但质量很差，畜牧业较为落后，畜产品不能自给自足。

在南疆各地中，本亚区城市化程度最高，工业门类最齐全也最发达。工业结构以轻工业为主，主要有粮油加工、纺织、机械、电子、煤炭、建材、造纸、食品、农机、轧花、原盐、甘草提炼、蛭石采掘及加工、橡胶、电子等。

特别值得提到的是，随着轮南、吉拉克、桑塔木、解放渠东等油田相继在本亚区境内发现，本区已成为塔里木石油勘探开发的重心所在，油气开采、冶炼及石油化工必将成为本亚区工业的主体^[12]。而本亚区亦将成为地区性成品油供应基地、具有全国意义的天然气供应基地和天然气化工基地。

本亚区不仅有南疆铁路、314国道、乌库公路(216线)和民航专线沟通自治区首府、北疆、南疆北部和祖国内地，还有218线(库尔勒—尉犁—若羌连接315线)通达青海、西藏，514线沙漠公路连通塔中油田及塔里木盆地南缘民丰、和田等地，更有管道用于原油东运。未来的“西气东输”以本亚区为起点，工程完成后，管道运输必将发挥更大的作用。

孔雀河流域绿洲中最大的城市是库尔勒市。这是一个新兴城市，巴音郭

楞蒙古自治州首府。库尔勒市近 50 年来发展速度极快，1949 年仅有 6 000 人，1964 年增至 2.88 万，1976 年增至 7.09 万人，1982 年为 12.36 万人，1994 年底为 27.55 万人，1997 年又增至 31.14 万人，2000 年接近 40 万人。城区地处孔雀河三角洲中上部，地势平坦，坡度仅约 2‰。孔雀河穿城而过，其径流因有博斯腾湖调节而相当稳定，年径流量约 11.1 亿 m³ 相当于乌鲁木齐河的 3.8 倍。地下水资源也相当丰富。坚实的绿洲农业基础，宽广的腹地，丰富的油气资源、旅游资源及便捷的交通等，使库尔勒有可能在不久的将来发展成为新疆仅次于乌鲁木齐的绿洲城市。但目前本市较分散，市区有一些企业对城市造成污染，产业结构与布局不尽合理，需通过规划予以解决。

4 焉耆盆地绿洲亚区

焉耆盆地绿洲亚区包括焉耆、和静、和硕、博湖 4 县及 21~27 团、223 团共 8 个团场的绿洲，但不包括和静县属开都河上游的尤尔都斯盆地。绿洲面积共为 90.20 万 hm²，其中人工绿洲为 19.56 万 hm²，耕地为 7.99 万 hm²。人口约 39.26 万人，其中非农人口为 13.02 万人，占 33.16%，少数民族人口为 17.74 万人，占 45.19%。

焉耆盆地是位于东天山支脉阿拉沟山与库鲁克格山之间的、在喜马拉雅运动中形成的断陷盆地，在哈尔莫墩至克孜尔塔格的北西西方向上，长 140km，南北宽 60km，地势由西北向东南倾斜。盆地边缘海拔 1 200~1 300m，最低处博斯腾湖面 1 048m。博斯腾湖占据盆地中部和东南部，面积为 1 001 km²。

盆地西半壁为开都河三角洲，东半壁为半环状洪积倾斜平原及博斯腾湖。开都河三角洲由古代三角洲、近代三角洲和现代三角洲三部分组成。古代三角洲位于西南，周廷儒先生认为它可能形成于更新世初期，主要由粗、细沙夹砾石透镜体组成，其上的河谷切割深度可达 40~60m。近代三角洲位于古代三角洲以北，由亚沙土与粉沙组成，地势平坦，坡度仅为 0.1‰。其上多汊流干河床，现多用于开渠引水，其边缘部分物质细小、土层厚、地下水位高，发育柽柳沙包，但因地表含盐高，很难用于农业开发。现代三角洲位于包尔海乡以东解放渠与扬水干渠包围的地段，长约 25~30km，地势更平、汊流更多。半个世纪前其东端多呈鸟足状伸入博斯腾湖，后因湖面下降，水下三角洲出露，轮廓略显平滑。其前缘多芦苇沼泽及泻湖式小湖塘，如查干诺尔、达乌逊诺尔、再格森诺尔等，总数达 20 余个。开都河三角洲是焉耆盆地最主要的绿洲分布区。

由第四系洪积物组成的洪积倾斜平原呈半环状占据了焉耆盆地外围。北部因山体高大，并发育了清水河、曲惠河、努雀肯郭勒河、郭达西哈沟等短小河流，洪积物来源充足，倾斜平原宽达 5~15km。在和硕县城以东至乌什

塔拉间，倾斜平原近乎直逼博斯腾湖滨，其前缘即苏哈特—曲惠—乌什塔拉一线以南形成沼泽和盐碱地。南部因库鲁克塔格山低矮且未发育常年性河流，倾斜平原很窄，坡度亦较大，地表多为沙砾物质。

由于海拔略高于塔里木河干流流域，焉耆盆地气温略低，降水量稍多。年均温 $8.2\sim8.7^{\circ}\text{C}$ ， $\geq10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3400\sim3600^{\circ}\text{C}$ ，大风日数 $10\sim20\text{d}$ ，无霜期 $170\sim180\text{d}$ ，年降水量 $70\sim80\text{mm}$ 。热量条件的变化并未影响粮食生产，有利于甜菜而不利于棉花种植。

开都河是焉耆盆地惟一较大的河流和塔里木盆地北部第二大河，年径流量 33.8亿m^3 。加上其余小河，焉耆盆地共有地表水资源 39.5亿m^3 。1950年代，鉴于博斯腾湖及其周边芦苇沼泽年蒸发蒸腾水量高达 16亿m^3 而且湖泊水位高，导致开都河三角洲排水困难、土壤次生盐渍化严重等。为了解决这些问题，曾经有过降低湖水位的设想。例如曾设想让开都河改道，不通过博斯腾湖而由塔什店附近直接注入孔雀河，幸未变成现实。博斯腾湖平水期入湖水量为 38亿m^3 左右，而 $1974\sim1984$ 年只有 30亿m^3 。另外，开都河三角洲灌溉引水量逐年增加，如 1950 年仅 3亿m^3 ， 1981 年已达 16.5亿m^3 。自然与人为双重因素造成的入湖水量锐减，导致湖面萎缩，水量减少，矿化度升高，水产资源也受到威胁。因而有的专家指出，焉耆盆地农业开发规模已超过环境容量^[12]，非但不宜再大垦荒地，而且应通过节水压缩灌溉水量，加速湖水循环，促使其返淡。

焉耆盆地经济以农业为主，在农业中种植业又居主导地位。 1997 年作物播种面积为 8.61万hm^2 。其中粮食作物如小麦、玉米、水稻等共有 4.46万hm^2 ，占 51.80% ；产量 25.26万t ；甜菜 1万hm^2 ；油料 9000hm^2 ；而棉花仅 4040hm^2 ，占 4.69% ；产量仅 5000t 。较之前述各亚区，棉花比重明显偏低，这是受热量条件制约所致。

畜牧业以养羊、牛、猪、马为主，目前牲畜存栏数约 135 万头（只），但大部分不在绿洲内而在山区。博斯腾湖及周边小湖每年约产鱼 2200t 。

如果地方与团场能够充分协调，实现对博斯腾湖的治理，改变土壤盐渍化和草场退化严重等现状，焉耆盆地绿洲完全有条件建设成为粮、糖、肉类和水产品生产基地。

本亚区工业只有电力、农机、制糖、粮油加工、食品、石棉、水泥、制砖、皮革、造纸、原盐等部门，以农产品加工为主体， 1990 年代中期产值在 4 亿元上下。近年博斯腾湖区发现了石油，未来石油工业将有所发展。

5 吐鲁番—哈密盆地绿洲亚区

吐鲁番—哈密盆地绿洲亚区位于南疆东部、天山南麓，行政区划上包括吐鲁番、托克逊、鄯善、哈密 4 县市，境内有 221 团、红星 $1\sim4$ 场及黄田、火箭、柳树泉、红星 2 牧场共 9 个团场。绿洲面积 76.34万hm^2 ，其中人工绿洲

33.17万 hm^2 耕地 7.08 万 hm^2 。共有人口 87.33 万人 其中非农人口 32.05 万人 占 36.70% 少数民族人口 51.96 万人 占 59.50%。

吐鲁番—哈密盆地是天山山地内最大的山间盆地，东西长约 700km，南北宽约 100km。博格达山、巴里坤山、喀尔里克山屹立于北觉罗塔格山、库鲁克塔格山盘踞于南。盆地南北两侧都以大断裂与山地分界。该盆地二叠纪末已具雏形，西部沉降中心大致在火焰山一带，褶皱基底埋深超过 4 600m 东部沉降中心在五堡至艾力克一线 基底埋深约 3 600m。北东向的墩隆起将此盆地分为两部分，即西部的长期处于沉陷状态的吐鲁番盆地和东部的具有震荡运动特点而第四纪以来转呈上升状态的哈密盆地^[13]。

吐鲁番盆地位于博格达山与觉罗塔格山间。由于喜马拉雅运动的影响，盆地中部的第三系形成一系列东西向的博格达南麓前山带，如盐山（吐斯塔格）火焰山 从而将此盆地一分为二 即北部博格达山与盐山、火焰山之间的向斜谷地和南部火焰山与觉罗塔格山之间的低盆地。前者南北宽约 30~40km，海拔 200~1 000m 地势自北向南倾斜 主要地貌类型为洪积倾斜平原。上部为老洪积平原，下部较新 前缘带物质细小 为鄯善、鲁克沁等绿洲所在。后者大部分位于海平面以下，由边缘的洪积扇带和若干小河流的三角洲细土平原组成，西部则主要是阿拉沟—白杨河三角洲。这是吐鲁番盆地主要的绿洲分布区。盆地最低处即是著名的艾丁湖，湖面海拔 -155m 是我国陆地海拔最低点。盆地东部为鄯善库木塔格沙漠，遍布高 10~20m 的新月形沙丘和沙垅。

哈密盆地位于北面的巴里坤山、喀尔里克山与南面的嘎顺戈壁之间，北部边缘海拔可达 1 800m 盆地底部多在 200m 以下，而最低处疏勒诺尔仅有 81m。地势由东北向西南倾斜。北部为宽约 30km 的砾质洪积倾斜平原 其下部地势平缓且组成物质较细，哈密绿洲即分布于此。哈密城以东发育沙丘和灌丛沙堆。盆地东部和南部则是主要由第三系组成的剥蚀平原。

吐哈盆地显然是全疆热量条件最好而降水量最少的地方。年均温 9.9 ~14.1°C，≥10°C 积温 4 100~5 500°C 年降水量 6.9~25.5mm 年大风日数 20~71.9d，但哈密西部十三间房一带可超过 100d。盆地春季增温迅速，夏季炎热漫长。吐鲁番民航机场 1965 年 7 月曾观测到 48.9°C 的极端最高气温，1975 年 7 月 13 日托克逊极端最高气温达 48°C 而 1986 年 7 月 23 日吐鲁番也出现过 47.7 的极端最高温。

本亚区地表径流十分贫乏。吐鲁番盆地的阿拉沟、白杨河、大河沿河、塔尔朗河、柯柯亚河等 9 条河流年径流量总计不过 7.03 亿 m^3 加上其他小河的 2.17 亿 m^3 总计也只有 9.20 亿 m^3 。而其中除阿拉沟和白杨河分别为 1.15 亿 m^3 和 1.14 亿 m^3 外 其余都在 1 亿 m^3 以下。哈密盆地因北部山体不高，河流更为短小，是全疆年径流深值最低的地区。为减少河水出山后的蒸发和渗漏损失，本区很早就通过开凿坎儿井把水引向灌区。吐鲁番的坎儿井在 1950 年代中后期最多时达到 1 200 余条 目前仍有 1 100 余条。哈密也

有 500 余条。这类由竖井与地下暗渠组合而成的坎儿井不仅保证了吐鲁番—哈密盆地绿洲的灌溉，也成为当地的一道独特的风景线。

本亚区作物播种面积 7.86 万 hm^2 。其中，粮食作物 3.82 万 hm^2 占 48.60% 产量 14.98 万 t 棉花 3.14 万 hm^2 占 39.95% 产量 3.62 万 t。粮食作物以小麦、玉米和白高粱为主，棉花多为长绒棉。但真正著名的农产品是葡萄和哈密瓜。

除电力、煤炭、农机、轧花、粮油加工等几乎每个绿洲都不可缺少的工业部门外 吐鲁番—哈密盆地绿洲亚区的工业还具有一些特点，即瓜果加工、酿酒业比较发达 盐化工、石油化工、机械、冶金、采掘业也发展很快。哈密煤炭储量大而且质量好 雅满苏附近有铁、钛、钒矿 因此带动了钢铁、煤炭和机械工业的发展。

本亚区是新疆的东大门，陆空交通都很方便。吐鲁番有坎儿井、葡萄沟、高昌古城、交河古城，哈密有白石头风景区，还有沁城白山岩画、南湖硅化木、回王坟、石油新城等旅游资源 发展旅游业的条件良好。

6 喀什噶尔河三角洲绿洲亚区

喀什噶尔河三角洲绿洲亚区位于南疆西端的南天山、帕米尔和西昆仑山三面环抱之中 行政区划上归属喀什、疏勒、疏附、伽师、岳普湖、英吉沙、阿克陶、乌恰、阿图什 9 县市，境内还有 41、42 团及东风农场、伽师总场、托云牧场 5 个团场。绿洲面积 155.6 万 hm^2 其中人工绿洲 69.99 万 hm^2 耕地 21.17 万 hm^2 。人口 188.55 万人 其中非农人口 40.31 万人 占 21.38%；少数民族人口 176.20 万人 占 93.45%。

在构造上本区是一个山前拗陷区，早第三纪时为古地中海海湾。海水西退后 大量洪积冲积物质堆积于此 形成了广大的三角洲平原。但是 并非只有一条河流的沉积物对此三角洲的形成有贡献，如克孜河与盖孜河间的一些小河流出山后形成了乌帕尔洪积倾斜平原，依格孜也尔河、其木干萨依河等形成了英吉沙洪积倾斜平原。这些洪积扇多为砾质，且发育沙丘，但其前缘的细土平地皆分布有绿洲，并成为喀什噶尔河三角洲绿洲的组成部分。当然，绿洲的主体仍然分布在克孜河三角洲和盖孜河—库山河三角洲。

克孜河在乌恰境内即形成了小片绿洲。河流在乌恰东部进入塔里木盆地后分汊众多且迁徙频繁，发育了宽广的三角洲。在同一剖面上经常发现沙质和沙壤质河床沉积与壤土—粘土质河间沉积互层的现象。三角洲中部河网虽密集但河床下切很浅，形成了南疆最老的灌区。三角洲边缘一些较大的汊流呈指状向东延伸，几乎与叶尔羌河三角洲相连。三角洲北部沿克孜河干流形成了宽 15~20km、夹于南疆铁路与科克铁提沙漠间的带状冲积平原。此平原愈向东愈窄，到玉代克力克以东现已没有常年性径流，地表盐渍化严重 发育流动沙丘、柽柳沙堆和风蚀残丘。

盖孜河—库山河三角洲也是喀什三角洲的一部分，位于克孜河三角洲以南 地表多砾石并发育小沙丘。但其扇缘为细土平原 常有泉水出露 有小湖泊、沼泽或草甸。

喀什噶尔河三角洲曾经是南疆三个最大的天然绿洲之一，现在则是南疆第二大人工绿洲所在。海拔 1 200~1 400m 年均温 11~13℃，≥10℃积温 4 000~4 220℃ 年降水量 50~78mm 年大风 日数 7~25d 无霜期 208~258d。乌恰因地处山区 年均温仅 6.9℃ 降水量 161mm 无霜期仅 148d 为本区的一个特例。

克孜河、盖孜河、库山河是注入这个三角洲最大的三条河流，年径流量分别为 20.2 亿 m³、9.9 亿 m³ 和 6.3 亿 m³ 共达 36.4 亿 m³ 加上若干小河 估计总径流量可达 40 亿 m³。三角洲中下部平坦的地形、深厚的土层、充足的热量，加上丰沛的水资源，使这个地区绿洲农业兴旺。1997 年作物播种面积 25.08 万 hm²。其中 粮食作物 14.98 万 hm² 占 59.73% 产量 69.82 万 t 棉花 8.02 万 hm² 占 31.98% 产量 7.944 万 t。显然 粮食与棉花在种植业中占有优势地位。粮食作物主要是小麦、玉米和水稻 棉花、油料作物除个别县外其余均有种植。畜牧业主要养羊、牛、驴。工业除电力、煤炭、农机、轧花、粮油加工及食品加工各县都有外，阿克陶的有色金属开采，喀什的纺织、机械、化工、地毯、皮革 疏附的制砖、印刷、采盐 疏勒的造纸 阿图什的采盐制盐等稍有地方特色。

由于偏处塔里木盆地最西端，尽管早有公路和民航连接自治区首府，但路途遥远，交通不便，长期以来交通给本区经济发展带来不利影响。南疆铁路通车后 交通状况已大有改善 从而促进了农业、工业、第三产业尤其是旅游业的发展。

7 叶尔羌河流域绿洲亚区

叶尔羌河流域绿洲亚区位于塔里木盆地西端偏南 西邻喀什三角洲 东接塔克拉玛干沙漠 行政区划分属莎车、叶城、泽普、麦盖提、巴楚 5 县 境内还有 43~45 团、48~53 团以及莎车农场、其克里克农场、叶城牧场共 12 个团场。绿洲面积 155.9 万 hm² 其中人工绿洲面积 82.37 万 hm² 耕地 27.45 万 hm² 两者均列南疆绿洲第 1 位。人口 174.32 万人 其中非农人口 30.2 万人，占总人口的 17.32%；少数民族人口 164.33 万人，占总人口的 94.27%。

这个绿洲是一个由叶尔羌河及其支流提孜拉甫河等北出昆仑山后形成的西南—东北向的狭长带状冲积平原。在昆仑山北麓洪积倾斜平原下部，叶尔羌河、提孜拉甫河、柯克亚吾斯塘河、英阿阿特吾斯塘河形成了彼此相连的莎车三角洲和叶城三角洲，海拔 1 200~1 400m 地势平缓微向北倾斜，地表组成物质细小，辫状水系发育。向北各支流陆续汇入干流，逐渐形成宽

广的冲积平原，地势更趋低平，废弃古河道和平原上的洼地多积水成湖或发育沼泽。向北进入巴楚境内后，叶尔羌河与喀什噶尔河平行流向东北，两河间地带密布 1950 年代以来开辟的新绿洲。尽管叶尔羌河在这里已不是常年有水，沿岸仍发育了以胡杨林、芦苇沼泽和草甸为代表的天然绿洲。

本亚区年均温 $11.3\sim11.7^{\circ}\text{C}$, $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\,000\sim4\,300^{\circ}\text{C}$ 无霜期 212 ~227d 年降水量 $42\sim58\text{mm}$ 年大风日数 $4\sim11\text{d}$ 热量丰富而降水奇缺。但叶尔羌河年径流量达 64.5 亿 m^3 提孜拉甫河亦达 7.71 万 m^3 地表径流足以保证灌溉，余水还积存于数十个水库中供春灌。

本亚区作物播种面积 32.96 万 hm^2 。其中 粮食作物 15.89 万 hm^2 占 48.21% , 产量 83.44 万 t 棉花 14.64 万 hm^2 占 44.42% 产量 55.89 万 t 。本区是全疆产棉最多的绿洲。瓜果、园艺有很好的基础 莎车、泽普还发展了蚕桑。

本亚区工业与其他绿洲非常雷同，规模小、效益差的特点也颇相似。除煤炭、电力、轧花及粮油、食品加工业外 巴楚有采盐 麦盖提有皮革 莎车有印刷 泽普有石油化工、制砖 叶城有地毯编制等。

本亚区交通位置十分重要，除西北至喀什、北到阿克苏外，还是南疆西部、南部通青海的要冲和新藏公路 219 线的咽喉所在。新藏公路正是从叶城的柯克亚吾斯塘河谷进入提孜拉甫河和叶尔羌河源区伸向青藏高原的。

8 和田河流域绿洲亚区

本亚区位于南疆南部，包括和田市、和田县、皮山、洛浦、墨玉等 5 市县以及 47 团、皮山农场 2 个团场。绿洲面积 89.32 万 hm^2 ，其中人工绿洲 40.68 万 hm^2 耕地 11.68 万 hm^2 。人口 117.72 万人 其中非农人口 16.22 万人 占 13.78% 少数民族人口 114.09 万人 占 96.92% 本区是全疆少数民族人口比重最高的地区。

和田古称于阗，汉时属西域都护府，唐代为西域四大军镇之一，绿洲开发历史悠久。主要绿洲分布于和田河冲积平原及皮山至洛浦间昆仑山北麓洪积倾斜平原下部，包括皮山康阿孜河、桑株河、波斯喀河、杜瓦河、和田喀拉喀什河、玉龙喀什河及洛浦境内若干小河洪积扇前缘海拔 $1\,300\sim1\,400$ m 的细土平原带，而尤其集中于喀拉喀什河与玉龙喀什河出山口地区、两河河间带及汇流后的和田河沿岸。汇流后的和田河自南向北穿过塔克拉玛干沙漠抵达塔里木盆地北部，沿岸地势低平，发育了与塔里木河干流同样重要的天然绿洲——胡杨林、灌木林和沼泽、草甸。

本亚区年均温 $11.3\sim12.3^{\circ}\text{C}$, 1 月均温 $-6.1\sim-5.4^{\circ}\text{C}$, 7 月均温 25°C 以下， $\geqslant 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\,200\sim4\,360^{\circ}\text{C}$ 无霜期 201~229d 热量条件可保证作物一年两熟。年降水量 $34\sim47\text{mm}$, 年大风日数 $1\sim9\text{d}$ 但沙尘暴天气日数一般超过 30d , 浮尘日数更达 200d 以上。

喀拉喀什河与玉龙喀什河年径流量分别达 23.58 亿 m^3 和 21.9 亿 m^3 ^① 两者合计 45.48 亿 m^3 加上桑株河 (2.54 亿 m^3) 等较小河流 地表水总量将在 50 亿 m^3 以上，不可谓不丰富。但夏季径流量占全年的 74%~80% 而春季径流量仅占 5.5%~8.7%。夏洪危害与春灌水不足成为绿洲农业的两大不利因素。

本亚区农业照例以种植业为主。作物播种面积 14.32 万 hm^2 。其中 粮食作物 10.08 万 hm^2 占 70.39% 产量 51.81 万 t 棉花 3.03 万 hm^2 占 21.16% 产量 3.63 万 t。此外 油料、瓜果也较普遍 洛浦等地还种桑养蚕，和田因此发展了丝织业。

本亚区工业仅有电力、农机、轧花、粮油等为数很少的门类。仅和田的丝织和玉石加工略具地区特色。工业发展滞后的原因之一是本区缺少能源矿产。喀拉喀什河水力理论蕴藏量达 148.4 万 kW 玉龙喀什河亦达 117.63 万 kW 皮山境内 5 条小河还有 20.22 万 kW。有关部门认为 可建 11 座水电站 开发 24.83 万 kW 年发电量 11.92 亿 kWh 但目前未成为现实。能源贫乏招致天然植被破坏 饲草饲料来源减少 风沙为害加剧 水泥工业、农田水利建设和乡镇企业也都大受影响。扭转能源紧缺的局面已成为当务之急。

未来还可考虑提高棉花单产并调整棉纺工业；发展蚕桑生产，扩大丝绸纺织业；扩大葡萄栽植面积，发展葡萄加工工业；农业内部也应调整作物结构 扩种苜蓿、绿肥等^[10]

9 东昆仑—阿尔金山山前平原绿洲亚区

本亚区位于塔里木盆地东南边缘，东昆仑—阿尔金山山前洪积倾斜平原下部，包括策勒、于田、民丰、且末、若羌 5 县绿洲及 36 团、一牧场 2 个团场。绿洲面积 311.85 万 hm^2 其中人工绿洲 22.35 万 hm^2 耕地 6.06 万 hm^2 ，是南疆绿洲面积最广而耕地面积最小的一个亚区。南疆人工绿洲面积与耕地面积分别占绿洲总面积的 35.37% 和 11.30% 本已远低于北疆的相应比例 42.95% 和 18.48%，而本亚区人工绿洲与耕地分别只占绿洲总面积的 7.17% 和 1.94%。人口 42.82 万人，其中非农人口 6.19 万人，占 14.46% 少数民族人口 39.54 万人 占 92.34%。

本亚区河流较短小，尾闾大多没于沙漠，没有形成真正意义上的冲积平原，这是本区绿洲呈零星斑块状分布的主要原因。几乎每一块绿洲都与向其提供土状物质和水的某一河流相联系，因此本区绿洲明显沿国道 315 线呈串珠状分布。

本亚区年均温 10.2~12.0°C， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 3 841~4 356°C 年降水量

据《新疆地理手册》。而据《中国自然资源丛书·新疆卷》 喀拉喀什河年径流量为 21.9 亿 m^3 玉龙喀什河为 23.58 亿 m^3 。

25~46mm 大风日数 2~37d 无霜期 204~233d。策勒河(1.21 亿 m^3)、奴尔河(1.69 亿 m^3)、克里雅河(7.01 亿 m^3)、车尔臣河(5.44 亿 m^3) 共有年径流量 15.35 亿 m^3 ，与河西走廊东段的武威盆地石羊河流域相当。

本亚区作物播种面积 6.66 万 hm^2 。其中 粮食作物为 4.03 万 hm^2 占 60.51% 产量 21.09 万 t 棉花 1.78 万 hm^2 占 26.73% 产量 1.68 万 t。此外 本亚区还产油料、瓜果。工业门类少而且规模小 依然是电力、煤炭、农机、粮食加工、轧花等。若羌的石棉、且末的玉石、策勒的地毯、民丰的制毯各具特色。

本亚区有条件通过适当扩大耕地及提高单产增加粮棉产量，发展蚕桑在于田等县前景也看好。目前依靠 315 国道沟通喀什、青海 通过库一尉一若公路和沙漠公路连接塔里木盆地北部的库尔勒和轮台。库尔勒—格尔木—拉萨铁路已经过论证，本亚区作为库尔勒—格尔木段必经之地，交通地位将发生巨大变化，旅游业也将因此而得到发展。

主要参考文献

- [1] 任纪舜等. 中国大地构造及其演化. 北京 科学出版社 ,1985
- [2] 周廷儒等. 新疆地貌. 北京 科学出版社 ,1978
- [3] 李江风. 新疆气候. 北京 气象出版社 ,1987
- [4] 熊毅等. 中国土壤. 北京 科学出版社 ,1987
- [5] 吴征镒等. 中国植被. 北京 科学出版社 ,1983
- [6] 刘东生等. 黄土与环境. 北京 科学出版社 ,1985
- [7] 樊自立. 塔里木盆地绿洲形成与演变. 地理学报 ,1993(5)
- [8] 吴申燕等阿克苏河水资源开发利用. 干旱区地理 ,1985(3)
- [9] 王树基等. 阿克苏河—塔里木河流域水土资源合理利用与环境保护对策. 北京 气象出版社 ,1993
- [10] 钱云等. 新疆绿洲. 乌鲁木齐 :新疆人民出版社 ,1999
- [11] 袁方策等. 新疆地貌概论. 北京 气象出版社 ,1994
- [12] 樊自立. 塔里木河资源环境及可持续发展. 北京 科学出版社 ,1998
- [13] 王树基等. 天山山间盆地的形成及实际意义. 山地研究 ,1986(4)

第十二章 河西走廊绿洲区

河西走廊位于甘肃省西北部，北山—阿拉善高原以南，祁连山以北，是一个呈北西—南东走向的狭长低地带，以地处黄河甘肃中部地段以西而得名。国外地理文献则称其为甘肃走廊。它西起若羌、阿克塞、敦煌间的甘新边界，东至古浪峡口，长约1000km，宽30~120km不等，面积约10万km²，海拔1000~3200m（图12.1）。

甘肃省黄河以西的内流区习惯上被称为河西地区，行政区划上分属嘉峪关、酒泉、张掖、金昌、武威五地市，包括省内北山山地、祁连山地、阿拉善高原南部边缘和河西走廊四个地貌单元。可见，河西地区是一个范围广大的区域，而河西走廊只是河西地区的一个组成部分。有的学者把河西地区称为广义的河西走廊，这显然是不适当的。关于走廊东界的表述方式，最流行的“东起乌鞘岭”之说也颇有商榷余地。乌鞘岭作为祁连山系冷龙岭山脉东段的一条支脉，大致呈东西走向，其主山脊是内外流域的分水岭，北麓直接毗邻阿拉善高原，山地与高原间根本不存在走廊式平原。因此，我们采纳多数地理学家尤其是地貌学家的意见，以古浪峡口作为走廊的东界。

河西走廊古属雍州，汉以前东、中、西三段分别由匈奴、月氏和乌孙等民族占据。公元前111年，西汉曾在此建敦煌、酒泉、张掖、武威四郡，下辖35个县。当时的郡县数远多于现在的21个县（市）。历史时期河西走廊作为我国各民族必争之地，曾长期处于分裂割据状态，但早在13世纪除关外三县（敦煌、安西、玉门）外，大部已实现统一，17世纪中期完全统一于中央政府^[1]。

由于地理位置的特殊和走廊式平原地形的优越，河西走廊历来是中西交通要道。在古代丝绸之路上，它是一个非常重要的地段。我国使节、求经者、中外商旅都曾在这里留下了他们的足迹。而这一切，又都与河西走廊中发育有大片荒漠绿洲、农业开发历史悠久、生产发达有密切关系。如今新亚欧大陆桥和甘新公路纵贯走廊全境，并有公路干线南达青海、西藏，北通内蒙古西部，东有铁路、公路抵宁夏。走廊本身又已建成甘肃粮食、钢铁基地和全国有色金属基地，其地位自然更加重要。

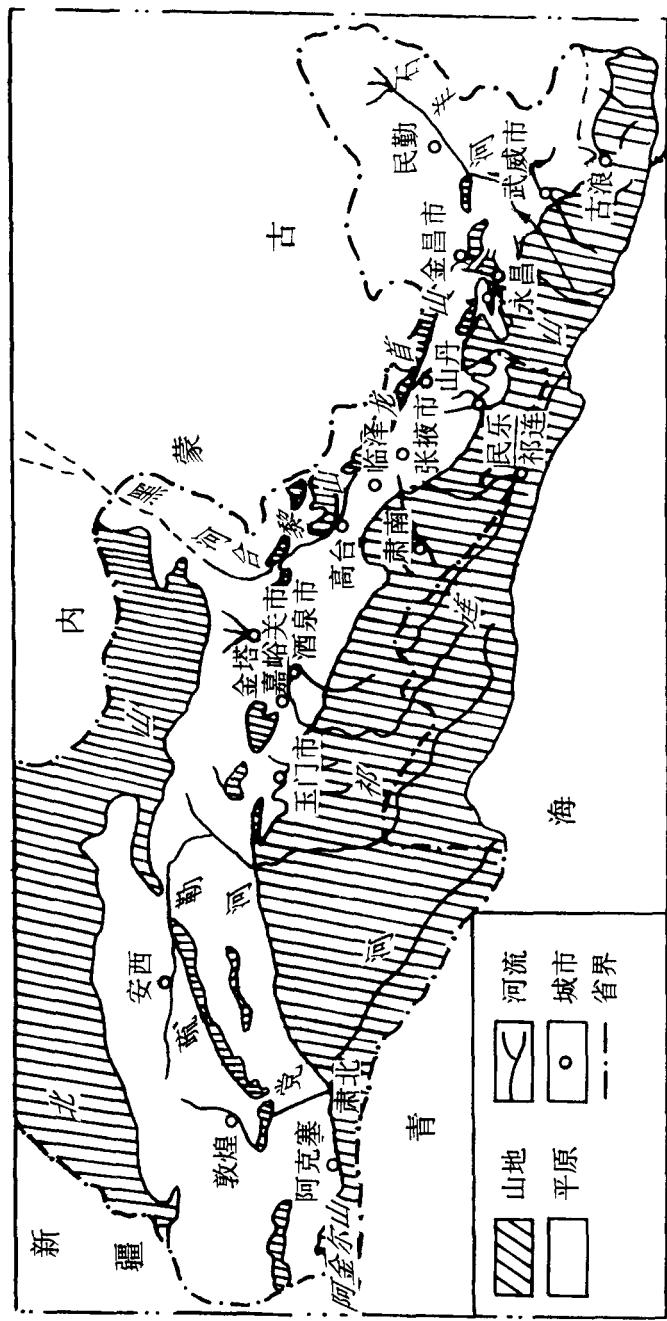


图 12.1 河西走廊略图

第一节 自然条件

1 过渡性地质构造与走廊式平原地貌

在地质构造上，河西走廊是隶属祁连褶皱系的北祁连褶皱带中的一个过渡带，即北祁连优地槽褶皱带与中朝准地台之阿拉善台隆间的一个陆棚型冒地槽褶皱带。中寒武世至中奥陶世期间该区强烈下沉，堆积了近万米厚的碎屑岩和碳酸盐岩，同时其南部有中基性火山岩喷发。构成走廊基底的整个早古生代沉积都显示出从优地槽型向地台型过渡的性质（任纪舜等，1980）。走廊拗陷始于二叠纪，此后也长期处于沉降状态，因此其沉积盖层包括了二叠纪以来各个时代的岩层，其中尤以新生界最为普遍。玉门—高台间第四纪洪积冲积物就厚达300~700m甚至1000m沉降幅度之大由此可见一斑。

新构造运动在走廊的表现形式主要是大规模的逆断层，垂直断距可达100~400m，褶曲与局部隆起也常见。由于南北两侧山地强烈上升，走廊边缘洪积扇顶的切割深度常达100m以上，洪积扇也常出现三四层叠置的现象。走廊中部则为沉降带。因此自走廊中部向两侧无论是第四纪沉积还是整体自然特征都表现出明显而有规律的分带现象。由于走廊外侧尤其是南侧与走廊中部河流冲积平原之间的相对高度差常达1000~1500m甚至更多，这类分带现象已或多或少地具备垂直带性质^[3]。

新构造运动也造成了走廊内部一些山地继承老构造而隆起，并使走廊在实际上被分隔成为三个独立的盆地，即安西—敦煌盆地、酒泉—张掖盆地和武威盆地^[3]。但是我们要特别指出，这类山地并未完全破坏走廊的连贯性，安西—敦煌盆地与酒泉—张掖盆地间，祁连山北麓的洪积倾斜平原和黑山以北至马鬃山东段南麓间宽达40km以上的狭长低地仍保持着走廊地形的连续性；酒泉—张掖盆地与武威盆地间，北侧虽有大黄山（胭脂山，3978m）形成地势屏障但南侧仍有宽达15~25km的花草滩、南丰滩、马营滩等洪积扇和洪积倾斜平原相连接，从而在整体上保持了地形走廊的连续性。

走廊内的其他干燥剥蚀中低山，如敦煌、阿克塞境内的库姆塔格沙漠南缘山地、三危山（1947m）、安西尖山子（截山子，1938m）、东巴免山（1736m）、玉门饮马场北山（1616m）、宽滩山（2243m）、嘉峪关以南的文殊山（2228m）等，虽然都导致了走廊地貌的复杂化，但并未改变其宏观地貌特征^[3]。

安西—敦煌盆地是河西走廊最宽广、开阔的部分，南北宽达100~120km，海拔900~2500m，地势自南向北、由东向西缓倾。除疏勒河、党河

沿岸有狭窄的冲积细土平原外，地表多为沙砾质。三危山—尖山子把盆地分为南北两部分。南部为向北倾斜的洪积倾斜平原，层叠洪积扇顶切割深度超过200m 显然是受祁连山强烈隆升影响所致。北部地势平坦且下切较浅 很少见基岩出露。两山夹峙造成的狭管效应，强化了风沙作用，疏勒河沿岸及花海、干海子一带广泛发育风蚀残丘，洪积倾斜平原上极少有细粒物质保存。

酒泉—张掖盆地即河西走廊中段，主体部分海拔1 500~1 800m 但最低处仅有1 300m 最高的民乐、永昌间分水洪积扇顶部则可达3 200m。地势主要向西北倾斜，同时也由两侧向中部倾斜，因而具有典型的带状结构。盆地内也分布有许多由第三系红层构成的干燥剥蚀残丘。黑河冲积平原是此盆地内海拔最低的部分，覆有黄土状细粒物质，其余地面多为沙砾，并发育几块沙漠。由于黑河下游弱水谷地切穿北部山地形成巨大缺口，这里风沙危害颇为严重。

武威盆地即河西走廊东段，主体部分海拔1 500~2 000m 地势自西、南、东三面向中心倾斜，最后向北缓降直到阿拉善高原南部的民勤盆地。洪积倾斜平原和河流冲积平原上大部覆盖薄层黄土或黄土状物质。盆地北部石羊河谷地和东北部缺乏地形屏障，因而常有风沙危害。

2 干旱气候和内陆水文特征

河西走廊年太阳总辐射量达5 700~6 400MJ/m² 年日照时数达2 600~3 250h 不仅在甘肃省内为高值区 在全国也是高值区之一。年平均温度4~10℃。但据民乐(2 271m)年均温仅2.8℃推算 花草滩、南丰滩、马营滩等地海拔2 750m 以上的地区年均温当低于0℃ 海拔3 000m 以上的地区则可能低于-2℃ 整个走廊南缘洪积倾斜平原上部温度也应较低。

河西走廊是寒冷的西伯利亚气流南下和分流的通道，冬季严寒而漫长。虽然1月平均温度有台站记录的多在-12~-8℃ 无台站记录的高海拔近山区据推算在-14~-10℃ 但极端最低温度往往低于-30℃。7月均温多在15~22℃ 只有安西、敦煌两地超过24℃。部分地区没有真正的夏季 多数地区夏季只有2个月左右。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温约在1 500~3 600℃。但是走廊内主要绿洲所在地热量状况较好，且无霜期多在150~180d，敦煌、安西、金塔等地甚至接近200d。其极端最高温度常常超过40℃ 虽不及吐鲁番盆地 却远高于我国内地许多低纬度地区。

古浪和民乐显然是因为海拔偏高，年降水量分别达到366.7mm 和328.2mm 成为河西走廊内降水量最多的两个地方，其余广大地区概在200mm 以下，并且明显地表现出愈向西愈少的趋势。例如，武威为158.4mm 张掖为129mm 酒泉为85mm 玉门镇为62mm 安西为46mm，敦煌为37mm。西段平均只及东段的1/4 成为名副其实的极干旱区。

河西走廊的另一个重要气候特征是多风和多大风。一般风速 $2.0\sim4.2$ m/s, 敦煌、酒泉、张掖、武威四地风速最小，只有 $2.0\sim2.4$ m/s; 玉门镇和安西由于地形上的狭管效应显著，年平均风速分别为 4.2 m/s 和 3.7 m/s 成为走廊内风速最大的两个地区。 ≥ 8 级大风日数则以安西居首位为 68 d，玉门镇次之为 42 d，其余各地大多不足 20 d。多风和多大风只是与甘肃省其他地区相比较而言，若与准噶尔西部山地、准噶尔盆地、吐哈盆地及阿拉善高原北部相比，则河西走廊不仅年平均风速显著偏低，大风日数也同样偏少。

降水量少而蒸发力极强($1\ 650\sim3\ 500$ mm) 加上大量的渗漏 决定了河西走廊是一个径流散失区。但因具有紧邻祁连山的优势，河西走廊河流依然较多 地表径流至少比吐哈盆地、东疆、塔里木东南缘、北山山地和阿拉善高原等丰富得多。

走廊内共有大小河流 50 余条，其中绝大多数发源于祁连山地，并分别流入上述三个盆地。这些河流的上游段支流众多，水网密集，出山进入走廊后河道变迁频繁且多汊流。径流的主要补给来源为山区降水、冰雪融水和地下水。降水补给比重自东向西递减，冰雪融水补给比重则在同一方向上递增。走廊南侧海拔较高处降水量略丰，年径流深可达 $25\sim50$ mm 或 $10\sim25$ mm，分布趋势为自东向西递减。走廊内部年径流深概在 5 mm 以下。该区年径流变差系数多在 $0.1\sim0.2$ 但最高可达 0.3 。各河流都有春汛 但汛期自西向东推迟。东段因秋季降水量较多可出现秋涝。 $6\sim9$ 月本为丰水期 但因径流大量消耗于灌溉和渗漏， 7 和 8 月反而出现最小流量。冬季小河断流、大河结冰 是走廊内河流的普遍现象^[2]。

各河流进入走廊后，曾在三个盆地形成了相应的三个独立的内陆水系，即安西—敦煌盆地的疏勒河水系、酒泉—张掖盆地的黑河水系、武威—民勤盆地的石羊河水系。

疏勒河水系包括疏勒河干流及党河、西水沟、榆林河(踏实河)石油河(赤金河)白杨河等。疏勒河发源于祁连山系托来南山与疏勒南山东段间的纳嘎尔当即 99°E 附近著名的“五河之源”地区。河流初为纵向谷地 后折向北流经昌马盆地出山口 经面积 $3\ 260\text{ km}^2$ (一说 $3\ 870\text{ km}^2$) 的巨大洪积冲积扇东缘至黄闸湾改向西流。早年河水可注入罗布泊，干流长度近 $1\ 000$ km，其后至敦煌以北的哈拉诺尔即告消失，长度仍达 600 km。目前安西以下已无地表径流 干流长度仅有 400 余 km。疏勒河洪积冲积扇南北宽 56 km 东西长 125 km 扇顶与扇缘高度差 500 m($1\ 850\sim1\ 350$) 河流在扇形地上不断摆动 并形成了至少 10 道汊流。冯绳武先生指出，疏勒河东注弱水(黑水)、西注罗布泊，或同时一水二注因而成为西栖河都有充足的证据。事实上，疏勒河东支南石河、北石河虽已干涸，但至今仍有灌渠引水进入花海盆地。赤金河、白杨河等也应当是疏勒河东注弱水时的支流。目前疏勒河的全部支流都不再有地表水注入干流，所谓的疏勒河水系其实已经解体，干流和支流已各自成为独立的内流水系。干流出山口径流量接近 10 亿 m^3 各支流

年径流量共约 6 亿 m^3 ^[4]。

黑河干流发源于祁连山系走廊南山与托来山间，上游为纵向谷地，在青海祁连县境接纳八宝河后向北进入甘肃，至莺落峡注入河西走廊折向西北，至金塔鼎新北折，在内蒙古额济纳旗注入居延海，全长 956km。黑河在走廊段的支流均分布于南侧 自西而东依次有讨赖河(北大河)洪水坝河、观山河、丰乐河、肃南马营河、摆浪河、梨园河、大长干河、小渚马河、大渚马河、海潮坝河、民乐洪水河、山丹马营河等。干流出山口径流量为 15.5 亿 m^3 最大的支流讨赖河年径流量为 6.41 亿 m^3 整个水系年径流量为 36.7 亿 m^3 。现在支流河水几乎全部引入灌区，完整的黑河水系也已不复存在^[4]。

石羊河由源于祁连山而流入武威盆地的所有大小河流汇合而成。主要支流有西大河、东大河、西营河、金塔河、杂木河、黄羊河、柳条河、古浪河等。这些河流的上游纵向谷地很少，大多与山脉垂直，呈帚状汇聚于武威北黄花寨子后始称石羊河，再北流切穿红崖山进入阿拉善高原之民勤盆地，全流域年径流量 15.7 亿 m^3 。支流以西营河水量最为丰富 达 3.79 亿 m^3 东大河次之为 3.11 亿 m^3 。与疏勒河、黑河的情况相似 石羊河的大多数支流也不再有地表径流进入干流，从而失去了与干流的从属关系，各自成为独立的小水系。

3 荒漠植被与土壤

与温带、暖温带干旱气候特征相适应，河西走廊的主要植被类型为温带荒漠草原、温带和暖温带荒漠；主要土壤类型则是灰漠土、灰棕漠土和棕漠土 花草滩、南丰滩、马营滩等走廊式平原中海拔最高的地区 发育有亚高山灌丛草甸和草甸土。依据中纬度区域地带性植被土壤上限一般不应超过海拔 1 000m 而河西走廊只有西段低于 1 000m 其余多在 1 500m 以上 个别地区甚至高达 3 000m 的事实，我们认为只有暖温带荒漠属于地带性景观，广布于走廊东中段的温带荒漠草原和荒漠则应是由垂直带性派生的高原地带景观类型。走廊内的大黄山海拔已达到高山的标准，垂直带性分异更加显著。

走廊平原的植物区系多属泛北极植物区中的亚洲荒漠植物区，主要由旱生、超旱生植物组成。其区系成分包括地中海、中亚细亚和亚洲中部成分，并含有红砂、珍珠、多种猪毛菜、霸王、麻黄、沙拐枣、柽柳等荒漠特有的种或特征种。

温带荒漠草原分布于走廊东段，在以阿拉善高原温带荒漠为基带向祁连山东段北坡的垂直分异中，它是自下而上的第一个垂直带。但是走廊的高平原地形促使这个垂直带在水平方向上扩展，因而成为一个高原自然带。主要植被包括戈壁针茅荒漠草原、沙生针茅荒漠草原、短花针茅荒漠草原和以黄土为母质的灰漠土上特有的驴驴蒿荒漠草原四类。

荒漠广泛分布于走廊中西段，主要类型有梭梭、膜果麻黄、木霸王、泡泡刺、裸果木、蒙古沙拐枣、齿叶白刺、盐穗木、红砂、珍珠、合头草、盐爪爪、沙蒿荒漠等。其中，红砂主要分布于洪积倾斜平原和干燥剥蚀低山地，常与珍珠或合头草组成红砂—珍珠荒漠或红砂—合头草荒漠。

走廊东、中段海拔2200m以上广泛发育有草原植被，如大黄山东南坡的针茅、冰草草原，大黄山南麓、十五里达坂、童子坝河—西大河河间地以及武威盆地南缘浅山和洪积扇上部的冷蒿、针茅草原等。

盐化草甸植被分布于地势低平的河流冲积平原和洼地，主要类型有拂子茅、芨芨草、赖草、芦苇、马蔺、大花罗布麻、骆驼刺草甸等。走廊内海拔较高、降水也较多的马营滩一带，还发育了具有垂直带性质的亚高山灌丛草甸。

森林植被在走廊内共有两类：一是黑河、石羊河下游沿岸以胡杨或沙枣为主的荒漠河岸林，二是大黄山阴坡海拔3200~3600m的小片青海云杉林。

灰钙土、灰漠土、灰棕漠土和棕漠土四个干旱土类，栗钙土和黑钙土两个非荒漠土类，以及作为人工土壤的灌耕土，是河西走廊分布较广的土壤类型。灰钙土分布于武威—古浪绿洲南缘及大黄山以北山丹、永昌间的土质平地上，分布的地势高于灰漠土。灰漠土分布于古浪河冲积扇中部东大河、西大河中游两侧低山丘陵和土质平地，花草滩、民乐洪水河冲积扇下部。灰棕漠土呈片状或斑块状分布于酒泉—张掖盆地南北两侧洪积倾斜平原中上部、疏勒河大坝冲积扇及其以西的山前洪积倾斜平原。棕漠土作为暖温带荒漠的地带性土壤，分布于安西、西湖、甜水井三角地带间三危山—尖山子等干燥剥蚀残山及其以南的沙砾质洪积倾斜平原，敦煌以西祁连山、阿尔金山山前平原。

第二节 绿洲的形成、分布、类型与演变

1 河西走廊的黄土、黄土状物质

从本质上说，天然绿洲是荒漠内部地域分异的产物，而人工绿洲则是人类依据地域分异规律创造的荒漠中适宜生产和生活的地域。荒漠绿洲得以形成，除了必须具备温带热量条件外，土质平地和水是两个不可缺少的物质基础和前提条件。流行颇广甚至得到某些专家随声附和的“荒漠中有水就有绿洲”之说是片面的，并容易对人们形成误导。

河西走廊同整个中国干旱区一样，是黄土物源区而非主要堆积区，因此黄土及黄土状物质面积极其有限。据刘东生等（1965,1985）指出河西走廊

黄土覆盖面积为 $1\ 200\text{km}^2$ 仅占全国同类物质总面积的 0.35%。黄土状物质面积为 $15\ 520\text{km}^2$ 约占全国同类物质总面积的 6.09%。两者共为 $16\ 720\text{km}^2$ 。值得注意的是，这一数据不仅指河西走廊平原，还包括属于河西内陆流域的祁连山山间盆地（如老天祝盆地）、中低山带及走廊内部干燥剥蚀山地下部的黄土和黄土状物质的面积，也包括阿拉善高原南缘属于甘肃省河西五地市管辖的地区。

陈隆亨等（1992）在对河西地区水土资源的研究中依据大比例尺地形图做了土地类型划分。如果把其中的现有绿洲和土质平地两项看做黄土及黄土状物质覆盖面积，则为 $23\ 211\text{km}^2$ 。其中以黑河流域最多，为 $11\ 280\text{km}^2$ ，占 48.6%；石羊河流域次之，为 $6\ 358\text{km}^2$ ，占 27.4%；疏勒河流域最少，为 $5\ 573\text{km}^2$ ，占 24.0%。但就走廊内部黄土及黄土状物质覆盖率而言，却显然呈自东向西递减的趋势。武威盆地的洪积扇和冲积平原绝大部分覆有黄土及黄土状物质。60年代中我们曾实测黄羊河、金塔河、西营河洪积扇纵剖面，发现黄土厚度普遍在 2~5m，扇缘比扇顶和扇中略厚，老洪积扇又比新洪积扇略厚。酒泉—张掖盆地黄土广泛分布于大黄山西麓、北麓及黑河各支流冲积扇尤其是黑河冲积平原，但高台以西洪积倾斜平原、讨赖河冲积平原已大部分为沙砾质地面。安西—敦煌盆地黄土物质基本上集中于河流沿岸冲积平原。洪积倾斜平原如著名的北戈壁、南戈壁、一百四戈壁、二百四戈壁以及党河洪积扇、西水沟洪积扇等，几乎全部为沙砾质地面。

2 绿洲的形成与分布

2.1 绿洲的形成

仅有土质平地并不足以形成绿洲。河西走廊目前的荒漠草原土质平地、荒漠土质平地、草甸土质平地、盐化草甸土质平地、沼泽土质平地以及裸露土质平地等土地类型都不在少数，但并未成为绿洲，原因在于缺少作为关键自然地理要素之一的水。

洪积扇和洪积倾斜平原本身由地表径流携带的固体物质堆积而成，但因河流出山后河道散漫多变且河水易渗，不仅大部分地面仍然缺水，地下水位一般也较深。只有洪积扇缘、冲积平原和湖盆洼地，或为地表水流经和汇聚之处，或为地下水露头和埋藏较浅之处。在这里，土壤水分状况得到改善，植物得以生长并形成隐域性植被类型，成土作用得以持续进行并形成荒漠区内的非荒漠土类，如灌丛草甸土、草甸土、沼泽土等。荒漠河岸林、草甸和沼泽虽未改变干旱气候，却创造了有利于自身生存和发展的特殊小气候，如降低地面风速、增加近地面大气相对湿度、缩小温度变幅即降低极端最高温和提高极端最低温，同时使所在区与周围荒漠相比较成为一个冷岛。于是，一个从属于荒漠但性质独特的地域系统——天然绿洲宣告形成。

因受水源供给条件限制，天然绿洲不可能遍布荒漠区的所有土质平地。在天然绿洲基础上开发形成的最早的人工绿洲，包括古绿洲和老绿洲，由于防护林网和灌溉渠网日益完善，最终大部甚至全部取代天然绿洲，并且出现了农田、果园、村庄和城镇。

新绿洲一部分是由半个世纪以来大规模垦殖天然绿洲而形成的。另一部分则是直接修渠引水灌溉荒漠土质平地形成的，主要分布于古绿洲和老绿洲的上游方向，这一过程至今仍在继续，导致下游地表水量急剧减少和地下水位迅速下降。虽不属河西走廊，却强烈依赖河西走廊水源供给的民勤绿洲、昌宁绿洲、内蒙古额济纳绿洲因之陷入困境。以损害老绿洲为代价发展新绿显然并非明智之举。

2.2 绿洲的分布

河西走廊的三个盆地或三个内陆水系中，以武威盆地—石羊河水系面积最小 年径流量也最少 但现有绿洲面积却最广。除东大河、西营河河间地及金塔河、杂木河、古浪河洪积冲积扇上有狭窄带状沙质戈壁、盆地北部有小片盐土平地、东北部为沙漠占据外，绿洲基本上呈连续分布。西大河及石羊河干流北出走廊，进入阿拉善高原南部后，由于沙地和砾质戈壁的分隔，绿洲多呈斑块状或沿灌渠呈树枝状分布。

大黄山以南宽达 30km 以上、海拔 2 500~3 200m 的马营滩 虽是平地，但按海拔论已处于中山带，土地利用方式主要为牧地和旱耕地，不属于绿洲。马营滩以西的酒泉—张掖盆地，沙砾戈壁和未开垦的荒漠草原土质平地显著增多。大野口以西尤其是黑河干流以西，除梨园河等少数例外，洪积扇上中部基本上没有人工绿洲。酒泉、张掖两绿洲比较大，其余都呈狭带状沿河分布。安西—敦煌盆地绿洲更是局限于疏勒河冲积扇缘及疏勒河下游、党河下游沿岸，且多呈小片零星分布。

关于河西走廊绿洲面积（表 12.1）已报道的数字总体上差别不大 但各盆地相差悬殊。冯绳武先生是从中比例尺地形图上量算的，并且未区别人工绿洲和天然绿洲；马鸿良先生系应笔者请求在卫星图像上量算的，显然包括旱耕地；陈仲全先生的数字中安西—敦煌盆地和酒泉—张掖盆地明显偏大而武威盆地绿洲面积明显偏小；陈隆亨先生则是详细划分土地类型后分片量测的，我们认为其数字最为可信。

表 12.2 是绿洲、土质平地与年径流量的比较。石羊河流域绿洲面积广主要是开发程度高所致，但是同时也表明继续扩大绿洲的潜力已很有限。疏勒河流域现有绿洲面积最小，根本原因并非在于地表径流少，而是在于土质平地与地表水在空间分布上的错位。黑河流域土质平地广而且地表径流相对丰富，在兼顾下游额济纳的前提下，绿洲尚可适当扩大。

表 12.1 河西走廊绿洲面积(单位:km²)

绿洲地区	量算者	冯绳武	陈仲全等	陈隆亨等	马鸿良		
安西—敦煌绿洲	敦煌	620	1 932.3				
	南湖	30					
	西湖	70					
	安西	520	1 215.4				
	昌马	70					
	王门镇	1 350					
	赤金	290	3 639.1				
	花海	30					
合计		2 980	6 786.8	1 254.56			
张掖绿洲	酒泉	2 880	1 076.2		合计 7 324.7		
	金塔	880	1 798.5				
	鼎新	360					
	张掖、临泽、高台	3 200	4 027.0				
	民东、山丹	2 450					
	合计	9 770	6 901.7	4 734.87	3 811.3		
武威绿洲	武威古浪	3 300			6 977 03		
	永昌	1 820					
	(金昌昌宁)	(1 720)					
	(民勤)	(810)					
	合计	5 120	2 365	4 957.67			
总计		17 870	16 053.5	10 947.1	18 113.05		

表 12.2 河西走廊三流域绿洲土质平地与年径流量之比较

流域	现有绿洲		土质平地		绿洲+土质平地		年径流量	
	面积 (×10 ⁴ hm ²)	份额(%)	面积 (×10 ⁴ hm ²)	份额(%)	面积 (×10 ⁴ hm ²)	份额(%)	数量 (×10 ⁸ m ³)	份额(%)
疏勒河	12.55	11.46	43.18	35.21	55.73	24.0	16.0	23.4
黑河	47.35	43.25	65.45	53.37	112.80	48.6	36.7	53.6
石羊河	49.58	45.29	14.00	11.42	63.58	27.4	15.7	23.0
合计	109.48	100	122.63	100	232.11	100	68.4	100

注绿洲、土质平地面积据陈隆亨等(1992)。

3 绿洲的类型

河西走廊绿洲在黑河、石羊河尚属外流区时，其西部为内流区绿洲，中东部为外流区绿洲，目前则概为内流区绿洲类型。依据绿洲发育的地貌类型和部位又可把绿洲划分为洪积扇面绿洲、扇缘绿洲、冲积平原绿洲和盆地—湖积平原绿洲四类。

3.1 洪积扇面绿洲

绿洲可自扇顶至扇形地下部占据大部分洪积扇面。走廊西段洪积扇面缺乏细粒土状物质，因此这类绿洲都分布在洪水坝河的洪积扇及其以东的20余条河流的洪积扇上，而其中尤以黑河、洪水河、童子坝河、山丹马营河及武威盆地各河洪积扇绿洲最为典型。在酒泉—张掖盆地和武威盆地，这类绿洲的面积占绿洲总面积的一半以上。

3.2 扇缘绿洲

扇缘绿洲位于洪积扇缘或洪积倾斜平原下部，常有泉水露头并形成泉水带。这类绿洲在走廊东、中、西段均有分布。尤其是走廊西段因缺乏扇面绿洲 扇缘绿洲居主导地位。例如 南湖绿洲位于西头沟洪积扇缘 敦煌绿洲地处党河洪积扇东北缘，踏实一桥子绿洲位于榆林河洪积扇缘，布隆吉—玉门镇绿洲居疏勒河洪积扇东北缘，赤金绿洲在石油河洪积扇缘，嘉峪关北部和酒泉绿洲位于北大河洪积扇缘，临泽南部绿洲分布于梨园河洪积扇缘，而武威绿洲中开发最早的部分——洪祥—新鲜—清源泉水出露带则位于西营河洪积扇缘。

3.3 冲积平原绿洲

河西走廊冲积平原通常比较窄，且因受风沙作用改造，一些地段被流动沙丘覆盖，不可能形成连续带状的冲积平原绿洲。比较典型的冲积平原绿洲有西湖绿洲、安西绿洲、鼎新绿洲、高台绿洲、临泽—张掖中部绿洲、武威长城绿洲等。

3.4 盆地—湖积平原绿洲

当盆地内未形成湖泊时，其地表土状物质的成因或为风积，或为洪积冲积。若盆地内曾经有过较大面积的湖泊，湖相沉积物就成为地表物质组成的主体。昌马绿洲是盆地绿洲的典型例子。花海绿洲与金塔绿洲本来位于疏勒河—水二注时期的东支古河道，但现在已具有宽浅盆地特征。阿拉善高原南缘的昌宁绿洲、民勤绿洲分别位于金川河、石羊河尾闾 并由昌宁湖、猪野泽干涸而形成，故应属湖积平原绿洲。

4 绿洲的演变

河西走廊开发历史悠久 西汉 隋唐 元、明、清三代和新中国成立以来的 50 年，是四个大发展时期。西汉时期河西走廊仅有 28 万人；1949 年为 170 万人，耕地达 44.67 万 hm²；目前则拥有 430 万人和近 100 万 hm² 耕地，其中绝大部分是绿洲灌耕地。历史上曾经存在、但后来终于废弃的绿洲称为古绿洲，历史久远而至今仍在利用的绿洲叫做老绿洲，20 世纪后半叶开辟的绿洲则是新绿洲。河西走廊现有的绿洲由老绿洲和新绿洲组成，绿洲的演变实际上则是古绿洲湮灭和新绿洲发展的过程。

传统的认识是河西走廊古绿洲的消亡似乎纯粹是因水源短缺所致。实际情况并不如此简单。我们发现地表组成物质的变化，如风力侵蚀表土甚至发育风蚀残丘、风沙掩埋细土平地导致土地沙化等，往往是更重要的古绿洲消亡的因素。

古绿洲的废弃固然可以从古代郡县治所的衰亡得到佐证，但这些治所毕竟不是绿洲本身。普遍的情况是由于行政区域变化 郡治、州治和县治衰亡了，其所辖绿洲却繁荣如故。

汉代河西 4 郡 35 县中 敦煌郡 6 县只有龙勒县 敦煌寿昌城 和冥安县（安西锁阳城 两治所完全废弃。龙勒县城位于党河洪积扇西缘 党河出山后曾以数十至数百年为周期在洪积扇上摆动。后来西部扇面淤高，河道折向东北时强烈切割扇顶，失去了再次向西摆动的可能。龙勒县城没于流沙，而其所在的南湖绿洲依靠泉水灌溉，至今犹存。冥安县治即后来的锁阳城位于疏勒河—榆林河洪积扇间低地，北距疏勒河扇缘泉水出露带 8km 西距榆林河扇缘泉水带 15km。灌渠遗迹表明，这个古绿洲主要依靠疏勒河汉流进行灌溉 后来河道干涸 水源断绝。1981 年我们考察时发现城南广布固定、半固定白刺沙丘，有些沙丘高度与城墙相齐，城北古绿洲则已发育着小型风蚀残丘，而显然属其辖地的踏实一桥子绿洲依然存在。由此可知，冥安古绿洲之衰亡，既因为缺水，也因为土地被流沙掩覆和风蚀。安西城西的百旗城废墟一带的古绿洲，东距瓜州不过 20km，在人口不如现代多、耕地面积远比现代少的情况下，引疏勒河水灌溉并不困难，其衰亡应是风蚀作用强烈和地势低洼、土壤次生盐渍化严重的结果。

酒泉郡 9 县中 天陔可能主要是畜牧县 绿福、池头等 7 县至今仍为绿洲。据考证 表是县治即今骆驼城 县城位于高台县西南部 肃南明花区飞地之明海沙地以东。它原系摆浪河洪积扇缘绿洲，后因为河水逐渐用于新坝—元山子一带的扇面绿洲，水源断绝，加之明海沙的沙丘以 3~15m/a 速度东侵，地表沙化，城池与绿洲相继衰亡。酒泉马营河草沟井、新城子等小绿洲的废弃，既有河水引灌的因素，同样也有地面沙化的因素。

张掖郡 10 县中 有 9 个县在河西走廊内 分属现在的临泽、张掖、山丹、

民乐、永昌等绿洲。城池荒废多不可考，然而绿洲长存。近 2 000 年来人工绿洲面积成倍扩展，也有少数古绿洲因沙化而废弃。张掖城西黑河洪积扇北缘西城驿沙窝一带原是一块小绿洲，明代以来因黑河在扇面上向东摆动而失去水源，目前南北长 6km、东西宽 3km、面积约 1 500hm² 的范围内完全被沙丘掩覆。类似西城驿沙窝这样的流动沙丘带和与之交错分布的风蚀带，在河西走廊中部黑河沿岸地区共有 10 余条之多，总面积达 700km² 以上。在一些地段，沙丘地和风蚀地面积竟为绿洲中耕地面积的 2 倍。临泽绿洲处于上风方向的北部边缘沙带，过去仅有数十米至数百米宽，在西北风侵袭下，80 年代中期已形成东西长 40km、平均宽 3km、面积 120km² 的流动沙丘带，迫使绿洲向南撤退。五里墩村历史上因沙化而弃耕的土地占现有耕地的 1/3 以上且现有耕地中又有大约 2/3 已不同程度地沙化。

汉代张掖郡居延县不在河西走廊内，但其兴衰与黑河—弱水关系密切。黑河北出走廊接纳北大河后称弱水，即额济纳河。至狼心山它分为东支纳林河和西支穆林河，向北更是分为 10 余道汊流，并形成面积广至 3 万余 km²、1/3 为土质平地、2/3 为沙砾质平地的三角洲，最后注入居延海。居延海面积最大时曾达 1 200km² 东部延伸到黑城以东 20km。湖水最深时可达 60m。后来湖面下降，湖泊移向西北，并分裂为东面的索果诺尔和西面的嘎顺诺尔。由于入湖水量逐年递减，两湖面积均日益缩小。嘎顺诺尔 1958 年尚有 262km²，1961 年完全干涸。1982 年刘亚传等实地考察时，该湖盆遍地为鳞片状盐壳，厚 10~20cm，挖深 2m 仍不见湿土。南缘有高 0.2~5m 不等的沙堤，显示着湖面下降的痕迹。索果诺尔在 1930 年前面积超过 120km²，50 年代初减为 75km² 此后据 1972、1975 年卫星图像和 1980 年航片量算分别为 61km²、38km² 和 23.3km² 而 1961~1963、1973 和 1986 年曾三次干涸，1992 年完全干涸^[6]。

居延古绿洲经历了与居延海相似的衰亡过程。西汉初居延设县时，仅县城就有 5 000 人，因其在军事上占有重要地位而得到大力屯垦，绿洲面积广阔。9 世纪西夏政权在居延东南黑城子设威福军，农垦中心逐渐移向黑城子所在的三角洲中上部。元代此地曾设亦集乃路总管府，社会经济发展迅速。但元末明初即 14 世纪中叶，由于黑河中游大规模兴修水利、扩大灌溉面积，居延—黑城绿洲陆续废弃。古绿洲近 80% 的地面现已被新月形沙丘、沙丘链和灌丛沙堆占据，黑城附近沙堆高达 20~30m。

居延海与居延古绿洲的消亡都是弱水水量锐减的结果。黑河（弱水）经由正义峡流出河西走廊时，年径流量曾达 10 亿 m³ 以上进入弱水三角洲时尚有 5~7 亿 m³。继明清时代走廊用水猛增之后，1950~1984 年张掖地区灌溉面积又扩大近 7 万 hm²，1970 年解放村水库建成后，作为黑河最大支流的北大河从此不再注入干流。所有这些都导致弱水断流或成为季节河，下游湖泊与绿洲自然难逃厄运。

武威郡 10 县中，郡治武威县在今民勤县红柳园一带，媪围县城在今皋

兰县西北 其余各县域分属现在的武威、民勤、古浪绿洲。该区是废弃古绿洲最少、老绿洲和新绿洲均最多的地区，但河流下游新老绿洲的沙化严重，不可忽视。除武威洪水河下游今长城乡高沟一带部分绿洲因水源不足而弃耕外，广大的民勤绿洲的命运尤其值得关注。

从民勤北部独青山和北山由白垩系地层构成，中部狼跑泉山和南部苏武山由第三系地层构成可知，民勤县境在白垩纪与第三纪已经成为内陆盆地。第四纪以来 上述地层断裂或隆起形成中低山 盆地东北部下沉 古石羊河及古金川河终端形成了统一的东西长达 120km 的终端湖。冯绳武先生指出，终端湖南岸湖滨三角洲及石羊河冲积平原首先出现大片天然绿洲。战国至西汉的 360 年间 终端湖 猪野泽 面积缩小 沿岸沼泽平原与绿洲相应扩大。湖南岸和今东大河一大西河河间地出现大量聚落。西汉至 20 世纪上半叶的 2 000 多年间 筑坝修渠 灌溉农业逐步兴起 人工绿洲持续扩大。其中的前 700 年 即公元 111 年至南北朝 猪野泽缩小并分裂为西海 休屠泽 和东海。由于人工筑坝防洪和引灌县境东部的新垦地，东海水源充足，冲积湖积平原广阔，沿岸尤其是南岸绿洲聚落已相当稠密。隋至公元 1840 年的 1 260 年间，湖泊水量迅速减少，完整统一的石羊河水系开始解体，灌溉渠道陆续取代天然河流，东海、西海再次分裂为几十个小湖，如青土湖、白亭海、梭梭湖、头道湖、二道湖、马营湖、苍耳湖等。灌溉农田面积增加 人工绿洲相对扩大。但同时也有部分城镇及居民点因水道变迁和战乱而废弃。 1840~1949 的 110 年中，所有湖泊几乎全部消失，湖床成为新的天然绿洲。惟一例外是 由于 19 世纪末的一次大洪水充填原有湖滩洼地，青土湖再次出现，至 1953 年完全干涸。20 世纪后半叶，民勤盆地不仅没有天然湖泊，而且所有河道也全被灌渠取代。

石羊河水及其转化而成的地下水是民勤盆地的主要水源。石羊河在早期系经红崖山 (1 754m) 以西宽约 1 500m 的大口子北出河西走廊至马莲泉一带注入当时巨大的终端湖。现在大口子以北仍有古河道，冲积洪积扇完好保存。而最北至大海子一带还有古湖滩遗迹，后因新构造运动的影响，石羊河改由红崖山以东进入民勤盆地，并因黑山头 (1 473m) 的阻隔，在现今的红崖山水库区分为两支。西支大西河北经黄蒿滩与沙井子间，是民勤盆地的主要水源，且沿岸发育了较老的绿洲。明代自红崖山南缘大西河以西直至民勤坝区西部、北部和东部边缘，曾修筑半环状长城和边堡，以保护这一片绿洲。但仅历时 500 年 流沙早已越过长城 并使之埋没于西沙窝、北沙窝中。东支叫东大河，是人工开挖的灌溉渠，自西南向东北一直通到坝区北缘的红沙梁。如果说水道变迁曾造成民勤盆地部分绿洲的湮灭，那么石羊河水量的急剧减少则对民勤绿洲构成了全局性危机。

石羊河出山径流量达 15.6 亿 m^3 经过武威绿洲之后水量大减，50 年代为 5.424 亿 m^3 ，60 年代为 4.344 亿 m^3 ，70、80 和 90 年代更降到 3.226 亿 m^3 、2.299 亿 m^3 和 1.48 亿 m^3 。在地表水不敷灌溉的情况下 民勤绿洲开始

大规模打井，超量开采地下水，导致地下水位下降 10~26m 荒漠河岸林和沙生植物成片死亡 以致有人痛心地称民勤为“水质矿化、土壤沙化、植被退化、生态恶化”的“四化县”整个绿洲的生存受到严重威胁。

第三节 绿洲亚区

1 敦煌—安西盆地绿洲亚区

敦煌—安西盆地绿洲亚区位于河西走廊西段的疏勒河流域，主要包括南湖、敦煌、西湖、安西、昌马、赤金、玉门镇、花海 8 块绿洲。

本亚区在地质构造上是塔里木地块的东延部分。地貌上为安西—敦煌盆地，包括北山南麓剥蚀面和洪积倾斜平原，疏勒河中下游冲积平原，祁连山北麓洪积扇及洪积倾斜平原三个地貌单元。气候为暖温带极干旱气候类型。水文地理上统属疏勒河内陆水系。行政区划上主要属甘肃酒泉地区阿克塞、肃北、敦煌、安西、玉门五县市。

北山南麓剥蚀面和洪积倾斜平原地势北高南低，地表组成以沙砾物质占绝对优势，剥蚀面上时有岛状残山突起。洪积平原地表平坦但密布干沟，平均坡度为 12‰~16‰。疏勒河中下游冲积平原海拔 1 100~1 250m 地势自东向西缓倾，平均坡度仅约 2‰，愈向西愈显开阔。地表组成物质部分为黄土和黄土状物质，部分为沙砾。沿河岸尤其是南岸为人工绿洲，其间交错分布盐碱滩、风蚀洼地和残丘。百旗城一带风蚀槽呈东西走向，长数十米，深 1~3m，局部被流沙充填。羊肚子滩、四工滩等地发育小片盐漠。祁连山北麓洪积扇及倾斜平原包括巨大的疏勒河洪积扇、党河洪积扇及连续分布于祁连山麓的倾斜平原。地表多为沙和石砾，扇面上密布辐散式干河床，倾斜平原上则多为近似平行的干沟。疏勒河洪积扇缘黄土层厚达 5~6m，个别地方甚至超过 10m，同时有泉水呈带状出露，因而成为主要的绿洲分布带。扇缘区也发育东西走向的风蚀残丘，但通常只有 3~5m 高。踏实长沙岭及玉门柳河一带零星分布有流动沙丘、沙垄、半固定沙丘，但一般仅有 2~10m 高。

在河西走廊内，安西—敦煌盆地是海拔最低、气温最高、太阳辐射最强、日照时数最长、干燥程度最甚、年降水量最少、年平均风速最大和大风日数最多的地区。年太阳总辐射量高达 6 200~6 400MJ/m² 年日照时数 3 000~3 300h 年平均气温 7~9℃，≥10℃ 积温 2 900~3 600℃ 年平均风速 2~4m/s 大风日数可达 42d（玉门镇甚至 68d 安西）年降水量 36~65mm，夏季占 50%~65% 干燥度为 10~30。

前述及，疏勒河及其支流组成的统一的内陆水系实际上早已解体，形成了若干范围较小的独立的内陆水系，干支流在地表径流上基本上已没有

联系。我们只是依据其历史渊源，习惯上仍将其统称为疏勒河水系。疏勒河水系年径流量共约 16.5 亿 m^3 其中 62.5% 集中于干流，20% 分布于党河，其余各支流仅占 17.5%（表 12.3）。在出山径流量并无显著变化的情况下，由于河流上段灌溉用水量日益增加，下段水量愈来愈少。干流上在 1960 年建成双塔水库，1960 年入库径流量接近 3 亿 m^3 ，1980~1990 年减至 2 亿 m^3 略多一些，入库径流与出山径流量之比逐年降低。但即使如此，本亚区仍然是河西走廊人均占有水量和耕地亩均占有水量最多的。

表 12.3 疏勒河水系河川径流量

河 流	站 名	集水面积(km^2)	径流量($\times 10^8 m^3/a$)	资料依据
白 杨 河	白杨河	741	0.483	实 测
石 油 河	玉门市	656	0.404	实 测
疏 勒 河 干 流	昌马峡	13 405	10.310	实 测
榆 林 河	蘑菇台	2 474	0.650	实 测
党 河	党城湾	14 325	3.320	实 测
安 南 坝 河	安南坝	316	0.035	实 测
红 柳 峡 河	野马山	460	0.069	调 查 值
疏 勒 河 一 流 域 界		1 224	0.173	计 算 值
榆 林 河 一 党 河		1 345	0.200	计 算 值
党 河 一 西 分 水 岭		834	0.191	计 算 值
山 水 沟 山 区		996	0.166	计 算 值
西 英 沟 山 区		721	0.162	计 算 值
崔 木 土 沟 山 区		460	0.093	计 算 值
多 坝 沟 山 区		400	0.097	计 算 值
多 坝 沟 一 省 界		1 352	0.128	计 算 值
合 计		39 709	16.481	计 算 值

注：资料据李元红等 1998)。

干流区绿洲面积为 1 034.5 km^2 (李元红等, 1998) 现有耕地 6.119 万 hm^2 其中昌马灌区 3.971 万 hm^2 双塔灌区 1.648 万 hm^2 花海灌区 5 000 hm^2 。1949 年灌溉面积仅 1.613 万 hm^2 , 1995 年已增至 4.713 万 hm^2 (70.70 万亩) 宜垦荒地共 9.92 万 hm^2 , 60% 分布在昌马灌区, 27.5% 分布在双塔灌区 其余零星分布。

干流各灌区已建成引水渠首 2 座 总干渠 5 条 全长 180.1 km ; 干渠、支干渠 10 条 共长 254.9 km 支渠、分支渠 114 条 , 长 704.2 km; 斗渠 498 条 , 长 1 452.8 km 机井 394 眼 渠系建筑物 6 238 座。但是 由于最重要的昌马水库未建设 现有渠系工程标准偏低 渗漏比较严重 灌溉技术落后 灌溉毛定额(910 $m^3 / 亩$ 和净定额(450~500 $m^3 / 亩$ 都过高 水的浪费现象十分普遍 , 加之排水系统不完善、土壤次生盐渍化严重等一系列原因 , 绿洲社会经

济发展受到一定制约。

疏勒河干流区水资源净利用系数仅为 $0.26\sim0.30$ ，人均占有水量超过 $7\ 000\text{m}^3$ ，为富水区，开发潜力尚大。另外，尚有宜农荒地 8.655 万 hm^2 (129.83 万亩)，集中分布于昌马灌区 (5.9 万 hm^2) 和双塔灌区 (2.6 万 hm^2)，表明土地资源也较丰富。

1997 年开始实施的疏勒河流域农业灌溉和移民安置综合开发项目，计划修建调节水量达 9.24 亿 m^3 的昌马水库，使干流地表水利用率由目前的 43% 提高到 91%，新增灌溉面积 5.46 万 hm^2 (81.9 万亩)，其中，昌马灌区原有 5.69 万 hm^2 增加 3.13 万 hm^2 ，双塔灌区原有 3.07 万 hm^2 增加 1.62 万 hm^2 。同时还将修建干渠、排水干沟及三座水电站，装机容量 3.05 万 kW 。安置甘肃中部和南部贫困地区移民 20 万人。预计每年可增产粮食 17.5 万 t ，油料 $7\ 300\text{t}$ ，棉花 $2\ 400\text{t}$ ，其中商品粮、商品油和商品棉分别为 10 万 t 、 $4\ 600\text{t}$ 和 $2\ 000\text{t}$ 。

这项工程将使安西—敦煌绿洲亚区的人工灌溉绿洲面积大大扩展，使现有的部分盐碱地得到改良。由于农田防护林网的建设，灌区风沙危害也将有所减轻，小气候将有所改善，农民的生活水平将显著提高。但同时也会产生一些负面影响，例如：① 由于渠道质量提高，疏勒河洪积扇地下水补给量必将急剧减少，原有扇缘地下水与泉水灌溉区农田和天然植被将受到威胁。历史上疏勒河下游曾有过茂密的荒漠河岸林，后因水源短缺和人为砍伐而灭绝，今后将很难得到恢复。② 新灌区同样存在土壤次生盐渍化问题，而洗盐水自昌马灌区进入下游的双塔水库又将导致水库的水质变坏，波及安西绿洲。据此我们认为，“以水定地”之说必须附加若干必要的前提条件，即不仅要确定耕地面积，而且要同时确定合理的天然绿洲和荒漠河岸林、草甸、沼泽面积。要有一定比例的生态用水，并保证其水源供给。

敦煌、玉门诸绿洲水资源利用率已较高。虽然党河、榆林河和白杨河分别拥有宜农荒地 3.82 、 6.19 和 2.49 万 hm^2 ，考虑到敦煌旅游业日益发展、游客人数逐年增加，玉门市工业和城市用水也将继续增加，区域生态环境保护亦要有水资源保证，因此扩大人工绿洲宜慎之又慎，节约用水则应常抓不懈。兰新铁路疏勒河段及柳园镇用水在质和量方面将受到何种程度的影响也应加以考虑。

2 酒泉—张掖盆地绿洲亚区

酒泉—张掖盆地绿洲亚区位于河西走廊中段，行政区划上归属甘肃省嘉峪关市，酒泉地区的酒泉、金塔两县，张掖地区各县及肃南裕固族自治县在走廊内的明花区飞地，主要包括酒泉、金塔、鼎新、张掖(泽)(台)、民乐、山丹六个较大的绿洲，绿洲面积为 $4\ 734.87\text{ km}^2$ 。

本亚区在地貌上是一个南倚高山，东西两侧分水岭不高，北侧虽有干燥

剥蚀中山阻隔，但有宽阔谷口相通，因而整体上是一个向北倾斜的盆地。由于祁连山北麓洪积倾斜平原的规模远大于合黎山—龙首山南麓，因而走廊或平原呈不对称带状结构。黑河干流及其冲积平原并不位于走廊平原中部，而是显著偏北。洪积扇面绿洲遍布盆地南部的酒泉洪水坝河、红山河、观山河、丰乐河、马营河、高台摆浪河、张掖黑河与民乐各主要河流出山口外与安西—敦煌绿洲亚区普遍缺乏扇面绿洲的情况形成鲜明对照。其原因显然是酒泉—张掖盆地南侧洪积扇和倾斜平原的黄土及黄土状物质覆盖较广并保存较好。此类绿洲通常海拔较高，即使不考虑民乐南部童子坝河洪积扇面的旱耕地，其分布高度也多在1500~2500m，故民乐绿洲乃是河西走廊海拔最高的绿洲。高台至张掖间甚至东至山丹，冲积平原绿洲大致呈连续带状分布，是河西走廊同类绿洲的典型。

该绿洲亚区年太阳总辐射量6000~6200MJ/m²，年日照时数2700~3200h，年平均温度3~8℃，≥10℃积温1500~3000℃，年降水量75~328mm，年平均风速除金塔、临泽、民乐三地为3~4m/s外，大多只有2~3m/s。这一组数字表明，酒泉—张掖绿洲亚区在辐射、日照、热量状况诸方面都稍逊于安西—敦煌绿洲，属温带气候。年均温和≥10℃积温差异悬殊，主要是绿洲海拔相差过大所致。年降水量普遍高于走廊西段，而且在走廊平原内部也显示出垂直变化，以致如果单纯从降水量考虑，民乐并不属于干旱区。年平均风速较安西—敦煌亚区的一些绿洲略低，但金塔、临泽一带例外。

黑河水系各河流是酒泉—张掖绿洲的水源供给者。由于每年必须定额分配水量给下游额济纳绿洲和酒泉卫星发射基地，现在地表水已无富裕。节约用水、采用高科技手段建设高效农业生态系统已成为当务之急。

水资源短缺正愈来愈突出地成为这个绿洲发展的制约因素。保护祁连山水源涵养林，使之充分发挥径流调节作用已经刻不容缓。将近200年前问世的《甘州府志》(1802)就已指出祁连山中山带森林对于调节春末融雪径流、避免灌渠被冲决的重要性。森林生长要消耗水分，不可能增加流域的径流量，但其调蓄功能将改变径流进入绿洲的方式，既提高水的利用率，又可减轻可能造成的灾害损失。

近1个世纪来，风沙侵袭酒泉—张掖绿洲的现象愈来愈普遍和严重。绿洲边缘尤其是北部边缘历来是放牧和樵采区，原本十分脆弱的生态系统植被破坏最为严重，因而最易沙化。绿洲内局部地段的土壤也常因风蚀作用而退化，作物缺苗和减产。平均3~5年一遇的干热风也是影响这个绿洲作物正常收成、造成产量下降的因素之一。此外，至少还有1%~10%的耕地受到土壤盐渍化的危害。

针对上述问题，科学家与当地农民合作进行了绿洲土地整治实验研究，并取得了显著的成效。首先是选择绿洲生态系统脆弱的地段营造宽10~50m，由生长迅速、抗风沙能力强或忍耐贫瘠沙地的二白杨、沙枣等乡土树种组成的阻沙林带。接着在农田区内营造300m×500m由速生高大乔木树

种如二白杨、箭杆杨、旱柳、白榆组成的护田林网，并在沙丘上营造由梭梭、柽柳、花棒、柠条、毛条等固沙灌木植物组成的固沙林片。林片外围则建立宽800~1 000m的封沙育草带。最后，在上述防护体系保护下恢复和改造因沙化而弃耕的土地，完善灌溉系统，制定合理的灌溉制度，改造土壤^[5]。经过整治，试验区植被覆盖率由1%~5%提高到30%~40%甚至70%，植被类型由1个增至8个，群落类型由8种增至52种，植物种类由52种增至261种。沙丘活动率降低40%~95%，土壤风蚀强度降低95%以上，空气相对湿度增加30%以上；小麦产量提高7.5t/hm²。

3 武威—民勤盆地绿洲亚区

武威绿洲亚区位于河西走廊东部的武威盆地，属石羊河内陆水系，主要由武威—古浪绿洲和永昌绿洲组成。民勤绿洲及昌宁绿洲虽位于阿拉善高原，但因行政归属和水系一致，我们一并将其列入本亚区讨论。武威—古浪绿洲和永昌绿洲是河西走廊最大的扇面绿洲十扇缘绿洲。由于黄土连续覆盖，两种绿洲类型连成一体。民勤绿洲与昌宁绿洲以湖积平原绿洲为主，也有少量冲积平原绿洲。

本亚区主体部分位于海拔1 400~2 100m年太阳总辐射量5 600~6 000MJ/m²年日照时数为2 600~3 000h年平均温度5~7.5°C，≥10°C积温2 000~3 000°C年降水量160~360mm。该绿洲亚区是河西走廊内热量稍差而水分条件较好的部分。民勤盆地位于偏北，而海拔低(1 300~1 400m)年均温达7.8°C，≥10°C积温3 150°C但年降水量仅有110mm，热量条件好，气候却更干旱。

由于西部有大黄山—马营滩阻隔，武威绿洲较之安西—敦煌绿洲和酒泉—张掖绿洲更少受到西来风沙的直接威胁。北部虽有宽阔的石羊河谷地与阿拉善高原相沟通，但民勤绿洲作为一道屏障，实际上对武威绿洲起到了很好的保护作用。武威绿洲与民勤绿洲间的关系是一种唇齿相依的关系，民勤绿洲依赖石羊河水而生存，武威绿洲也不能没有民勤绿洲的保护。

但是，长期以来武威扇面绿洲耕地的扩展都带有盲目性。这种扩展不仅导致石羊河进入民勤盆地的水量由50年代的5.46亿m³减为90年代的1.48亿m³危及整个绿洲的安全而且也使武威绿洲精华之地的泉水出露带遭受损害。泉水涌出量由50年代的7.3亿m³/a锐减至90年代的2.8亿m³/a。

已经开工的“引硫济金”工程将把大通河上游支流硫磺沟的部分水量通过冷龙岭隧道引入西大河，用以缓解金昌市城市和工业水源紧张的问题，昌宁绿洲也多少可受其余惠。景泰电灌工程向西延伸，最终将从根本上满足民勤绿洲的灌溉用水。但武威绿洲仍有必要逐步改变灌溉方式，节约用水，进行土地整治，恢复下游荒漠河岸林和沙生植被。

河西地区按总土地面积计算的人口密度不足 30 人 / km^2 按绿洲面积则达到 230 人 / km^2 。因此可以说 这是一个总体上地广人稀 但人口分布高度集中于绿洲的地区。人口的民族构成以汉族为主，少数民族集中分布于走廊南侧山麓带、北山和走廊内的小片民族自治县飞地。走廊绿洲是甘肃省粮食、棉花、油料、甜菜、瓜果和蔬菜生产基地。它以不足全省 1/5 的农业人口和耕地 提供了全省 1/3 的粮食产量、2/3的商品粮、3/5 的商品油和全部商品棉及制糖原料——甜菜。兰新铁路和 312 国道纵贯全境 新亚欧大陆桥的开通 兰新铁路复线的建成 兰(塘) — 武(威) 线路的投入营运 为河西在经济发展中的“东进西出”创造了十分有利的条件。南北方向上还有公路北通内蒙古额济纳旗、阿拉善右旗及中蒙边境口岸，南达青海柴达木盆地和海东各地。

河西走廊也已具备良好的工业基础。全甘肃省最大的钢铁工业基地、全国最大的镍采炼基地都分布在这—地区。石油采炼和化学工业也具有较高的专业化水平，并成为区域性主导产业。农产品加工工业潜力巨大。

河西走廊内拥有少量石油、焦煤、无烟煤、冶金辅助原料、非金属化工原料等矿产 矿产资源并不十分丰富 但邻近的北山、走廊北山、祁连山有丰富的铁矿和有色金属矿可资利用。因此 完全可能建设钢铁、石油、化工、有色金属冶炼等大中型企业，发挥资源、技术、人才优势，开发相关的系列产品，带动地方工业发展。金昌有色金属基地位于走廊与阿拉善高原交接带，其辐射作用首先影响走廊东部地区，这一有利条件应予充分利用。本区农副产品丰富的优势，也有利于发展粮油食品、轻纺等具有地方特色的加工工业。

但是，加速农业的综合开发仍是首要的任务。走廊绿洲农业的进一步发展受到水资源的严重制约。因此，应加强新观念下的农田水利建设，采用新的节水灌溉方法，不仅要利用现有水源保证农业和城市、工业用水，还应保证绿洲边界外的生态用水，以防止沙生植被退化、荒漠河岸林进一步萎缩、土地沙化程度加剧；否则，它们将反过来危及绿洲安全。

祁连山地与河西走廊绿洲区在行政归属上存在相对一致性，这一有利条件有助于加强祁连山水源涵养林的保护和建设。森林本身要消耗部分山区降水和冰雪融水 但可以大大减轻山区水土流失 调节径流 抵御洪水 并使地表水以可利用的方式进入绿洲。祁连山森林如遭破坏，河西走廊各河将只有水害而毫无水利可言。

河西走廊旅游资源尤其是人文旅游资源十分丰富，旅游业在部分县市已成为龙头产业。但主要旅游点间距过大。应积极开发邻近的祁连山区自然旅游资源 使之与敦煌莫高窟、鸣沙山、月牙泉、嘉峪关长城、马蹄寺石窟等相辅相成、相得益彰 以吸引更多游客、创造更多收入 从而建立起农业—工业—旅游产业的绿洲发展产业体系，达到高效、持续之目的。

主要参考文献

- [1] 冯绳武.甘肃地理概论兰州 :甘肃教育出版社 , 1989
- [2] 冯绳武.区域地理论文集.兰州 :甘肃教育出版社 ,1992
- [3] 伍光和甘肃省综合自然区划兰州 .甘肃科学技术出版社 ,1998
- [4] 曲耀光河西地区水量平衡与绿洲建设.干旱区资源与环境 ,1987(1)
- [5] 刘新民等荒漠绿洲边缘沙漠化土地整治.干旱区资源与环境 ,1987(1)
- [6] 刘亚传.居延海的演变与环境变迁.干旱区资源与环境 , 1992(2)

第十三章 柴达木盆地绿洲

柴达木盆地是我国著名的内陆山间盆地，处于青藏高原的北部。其西北部为阿尔金山 走向北东东—南西西 东北部为祁连山 走向西北—东南 南部为昆仑山地 走向近东西。因而 盆地略呈三角形(图 13.1)。其范围大致为 $35^{\circ}00' \sim 39^{\circ}20' N, 90^{\circ}16' \sim 99^{\circ}16' E$ 。盆地中心为一系列低洼湖泊 海拔最低处为达布逊湖和霍布逊湖(2 675m) 其次为东台吉乃尔湖(2 682m) 西台吉乃尔湖(2 687m) 牛鼻子梁西南地区(2 692m)。低洼湖盆积聚了大量盐分，蒙语将广阔的盐泽之地称为柴达木，柴达木盆地由此而得名。盆地与周围山地的分野大致可以山麓线为界。山麓线的高度，祁漫塔格山北麓为3 500m，格尔木附近昆仑山麓为3 100~3 200m，诺木洪附近昆仑山麓为3 360m 都兰、夏日合一带山麓为3 380m 阿尔金山南麓为3 400~3 500m，党河南山南麓为3 500m 大柴旦附近祁连山南麓为3 200~3 400m，德令哈附近祁连山南麓为3 400m 乌兰附近祁连山南麓为3 100~3 200m。而通常情况下 则将3 350m 的海拔高度作为盆地与山地的分界高度^[1]。盆地四周为高山环绕，如以山脊线分水岭为界，流入柴达木盆地的流域总面积约27.5万 km² 其中周围山区面积15.08万 km² 底部盆地约12.42万 km²，形成一个封闭式内陆盆地。有关柴达木盆地的范围认定，我国不同学者有不同认识。其一是认定山麓线之内的盆底范围为盆地，其二是以注入盆地的河流流域范围为盆地。或许可以将前者称为小柴达木盆地，后者称为大柴达木盆地。绿洲的形成和发展是符合地域系统结构理论的，且柴达木盆地又是封闭式盆地，为了客观论证绿洲的形成演替，我们以地域系统结构理论为指标，本著作确定以流域为范围论述柴达木盆地的绿洲。

从行政区划上讲，柴达木盆地约有25.78万 km² 属青海省管辖 仅在西部有1.72万 km² 属新疆维吾尔自治区巴音郭勒蒙古族自治州若羌县管辖，且是极高山无人类经济活动区域。青海省管辖范围内，南部昆仑山内有部分山地属玉树州和果洛州管辖；而盆地主体则为青海省海西州所辖，面积计24.68万 km²，绿洲全部在海西州范围内。海西州全称为海西蒙古族藏族自治州，但藏族、蒙古族人口合计占总人口的比例不足5% 主要从事畜牧业。首府德令哈市，下辖格尔木市、德令哈市(不包括哈拉湖流域)都兰县、乌兰县(不包括茶卡盆地)茫崖行政委员会、冷湖镇、大柴旦镇。

柴达木盆地的地理位置非常重要，其北部隔祁连山与甘肃省河西走廊相连，西北通过阿尔金山与新疆塔里木盆地为邻，东部为青海省湟水流域，是内地通往西藏的必经之路，青藏公路是内地与西藏联系的主要干线，格尔

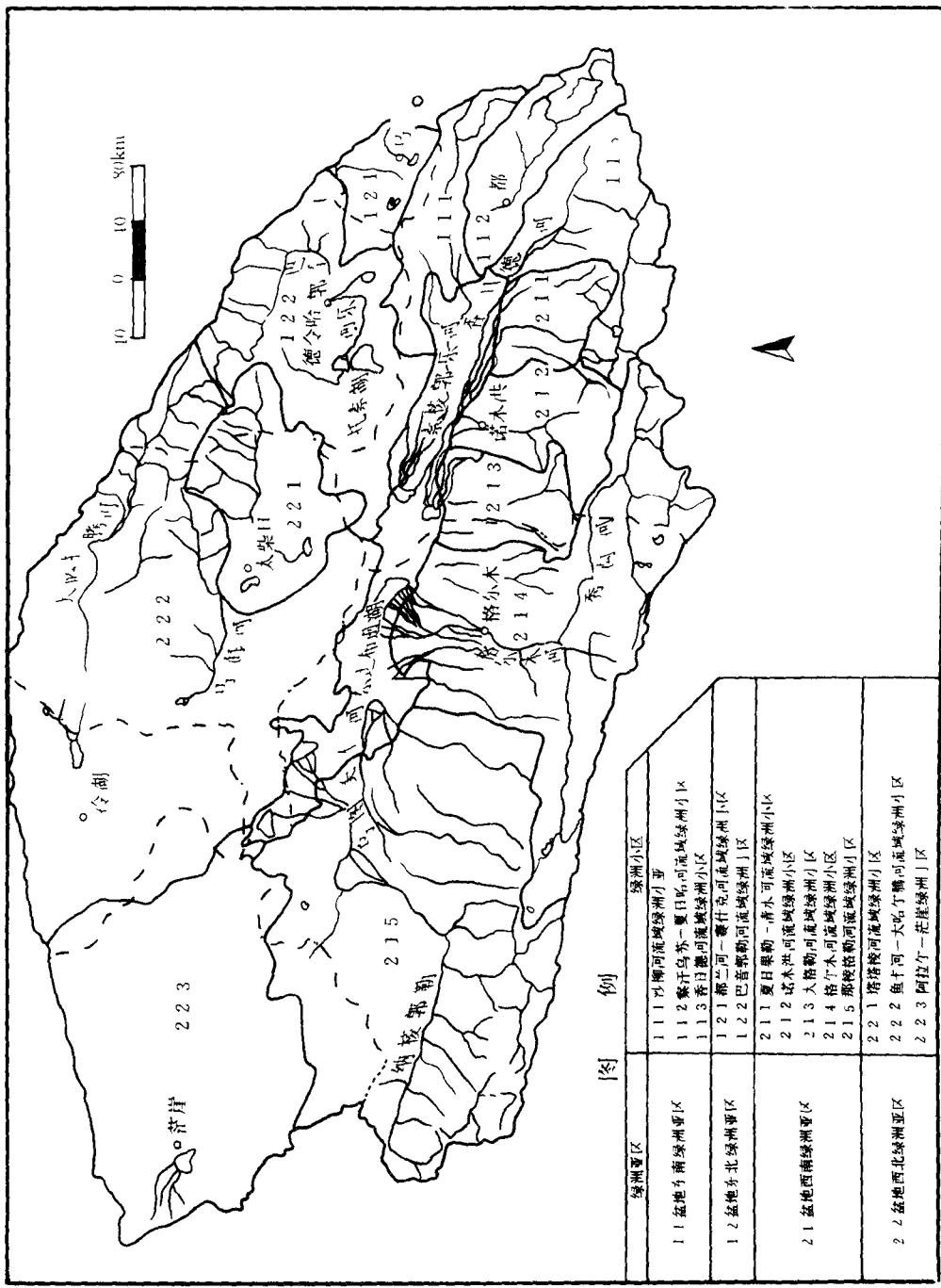


图 13.1 柴达木盆地绿洲分区图

木市因而成为内地与西藏联系的门户。更为重要的是，该盆地所具有的丰富矿产资源在国家发展构建中具有特殊意义，更是青海省社会经济发展的依托。现已发现的矿产资源计有 39 种 潜在经济价值约 150 000 亿元 占青海省全省矿产资源潜在价值的 90.8%。其中 氯化钾、氯化钠、锂、氯化镁、溴、碘蕴藏量居全国第一 天然碱、钙、芒硝、硼等的储量名列前茅 石油、天然气、石棉的储量十分丰富，原生矿藏铅及贵金属金、银等亦是国家重点开发对象。该盆地未来将成为中国大型能源生产基地、盐化工开发与大型工矿业开发加工基地，盆地西部将成为发达工业区。目前，该盆地已在石油、天然气、盐矿、铅锌矿、石棉等资源的开发方面具有一定规模和生产水平 发展步伐不断加快。这要求绿洲建设，尤其是农业绿洲建设相应得到发展，目标是应建立起与该盆地发展相适应的绿洲发展体系。

第一节 自然条件

1 构造盆地与荒漠地貌特征

盆地的形态是柴达木盆地的基本特征。盆地的形成取决于地质构造。盆地周围的阿尔金山、祁连山和昆仑山是地槽结构，褶皱或断块上升形成山地，而柴达木本身则相对下陷而形成盆地。地质构造的变迁历史漫长。早在前震旦纪时 结晶基底即开始形成 出现盖层沉积。晚奥陶纪时 逐渐发育成断陷地槽，不断接受沉积。三叠纪时，中部再次断陷，而周围山地则断块隆起 出现柴达木盆地雏形。白垩纪时 盆地沉降范围不断扩大 积水面积逐渐增加。至第三纪 喜马拉雅造山活动剧烈 青藏高原逐渐隆起 北侧的祁连山地槽、阿尔金山地槽，南侧的昆仑山地槽，以及盆地东侧的鄂拉山均上升而成为断块山地，而中部的盆地在北西西和北东东两组断裂控制下整体陷落，接受巨厚沉积，并由此孕育了诸多沉积矿藏。第四纪时，盆地堆积中心不断东移，气候逐渐干旱，至晚更新纪时堆积中心已移至现今的东、西台吉乃尔湖和达布逊湖一带，极端干旱湖盆亦同时形成，盐矿厚积。在地质构造运动中 除周围的祁连山、阿尔金山、昆仑山断块隆升和盆地中部陷落外 盆地内部还存在次一级的地槽褶皱带，构造线呈西北—东南向，并在地貌上形成赛什腾山(4 576m)、绿梁山(4 111m)、锡铁山(4 037m)、俄博山(4 473m)、牦牛山(4 848m) 和哈莉哈德山(4 323m)。这些次级山地，在阿尔金山和祁连山南侧形成若干小盆地(湖盆)如苏干湖、依克柴达木湖和巴嘎柴达木湖盆地及德令哈、乌兰、查查香卡、都兰等小盆地。这些小盆地大都自成水系，多为咸湖。但在宏观总体结构体系中，它们均属于柴达木盆地的组成部分。

柴达木盆地的地貌在内外营力作用下具有自身的演替规律和地貌特

征，体现了盆地构造环境和干旱气候外营力的共同影响。一方面是周围山地在内营力构造运动作用下不断上升，另一方面又在水和风等外营力作用下不断遭受侵蚀并接受堆积，形成各类综合作用地貌类型。首先，在内营力作用下，柴达木盆地的地形表现为巨大的起伏。盆地周围的构造山地祁连山、昆仑山、阿尔金山在褶皱隆升作用下抬升，尤其是中更新世以来，隆起速度显著加快 进入了新的活跃时期。据计算 仅上新世末以来 祁连山西段上升幅度达 $3\,000\sim 3\,500\text{m}$ 平均速度达 $1.5\sim 1.8\text{mm/a}$ 阿尔金山上升幅度达 $2\,900\sim 3\,400\text{m}$ 平均速度为 $1.5\sim 1.7\text{mm/a}$ ；昆仑山上升幅度最大 为 $4\,400\sim 4\,900\text{m}$ 平均速度达 $2.2\sim 2.5\text{mm/a}$ 。而柴达木盆地低洼湖区第四纪所接受的沉积则达 $1\,600\text{m}$ ，由此可看出相对下陷程度之强烈^[1]。在上述内营力作用下，形成了周围高山山地的地貌格局，祁连山平均海拔 $4\,500\text{m}$ 以上，昆仑山 $5\,000\text{m}$ 阿尔金山 $4\,000\text{m}$ 以上。上述山系的极高山上发育了冰川，冰川融水成为盆地的主要水源。从冰川至盆地山麓带，在内外营力作用下，依次发育了冰川地貌、冰缘地貌、流水侵蚀地貌、风蚀干燥剥蚀山地等地貌类型。盆地底部，一方面接受河流从山地侵蚀搬运来的物质，另一方面又受到干旱风力和盐分积聚的作用，从山麓至湖泊，依次分布洪积堆积地貌，发育了洪积扇，形成荒漠特有的地貌——戈壁 洪积冲积平原 沙质堆积 形成沙漠 沉积平原 细土堆积 低洼湖泊周围 进行着湖相堆积 形成湖积平原。值得指出的是，以往有的学者把柴达木盆地的上述地貌格局描述成大环状结构，即以台吉乃尔—达布逊—霍布逊湖为中心，向外依次分布着湖积平原、冲积平原、洪积倾斜平原。实际情况是 在盆地内的北部由于受次一级和局部构造作用的影响，还存在一组北西西—南东东走向的山地，其绝对高度约 $4\,000\text{m}$ 左右 相对高度约 $1\,000\text{m}$ 从西北至东南依次为赛什腾山、绿梁山、锡铁山、阿木尼克山、牦牛山(沙利克山)受这些山地阻隔 形成若干次级小盆地和湖泊 如尕斯库勒湖、茫崖湖、冷湖、马海湖等盆地 以及苏干湖、大柴旦、托素湖及希赛盆地等 它们都具有各自的地貌环带结构。可见 柴达木盆地的地貌环带特征并不只围绕一个中心发育，而是具有多中心的特点。

2 干旱气候和内陆水文特征

柴达木盆地受地理位置、大气环流和海拔、地形的影响，气候具有大陆性荒漠气候的典型特征。由于该盆地地处欧亚大陆腹地，东距太平洋最短距离逾 $1\,800\text{km}$ ，夏季东南海洋季风不易到达，而印度洋西南海洋季风则仅能到达盆地东部，因而降水十分稀少。盆地东部的都兰年降水量 179.1mm 向西部逐渐降低 格尔木 38.9mm 冷湖最少 仅 17.6mm 。大气环流对该盆地的气候亦有极大影响。该盆地冬季处于蒙古高压控制之下，气压梯度大，多寒冷而大风天气 降水稀少 冬季漫长，10月至翌年4月为寒冷天气。而夏季则受大陆热低压影响 青藏高原受热 气流上升 四周气流下沉 诱发其南

北两侧各出现一个高压带。北侧的高压带处于河西走廊和南疆，而柴达木盆地正处于这条高压带边缘，因而与河西走廊和南疆一样，气候异常干燥，荒漠景观十分突出。地形地貌对柴达木盆地的气候亦有巨大影响。地形的巨大起伏导致气候的垂直差异，从盆地底部海拔不足2700m至极高山5000m以上（昆仑山布喀达坂峰6860m）随着海拔的上升气温下降而降水增多，致使盆地底部形成温带干旱荒漠，周围山地从低而高依次为温带干旱、寒温带半干旱和半湿润、寒带冰川。这种从盆地底部至山脊的气候分异，可看做是以盆地为基带的垂直分异，其气候特征服从于基带的特征，因而应将柴达木盆地的气候归于温带干旱极干旱荒漠类型。盆地地域广阔，内部差异显著。东部从香日德至怀头他拉连线以东，降水稍多，年降水量大于110mm属于温带干旱类型此线以西降水稀少表现为温带极干旱类型。在自然景观带上，东部形成荒漠草原地带，西部形成极干旱荒漠地带。气温的分异特征见表13.1。

表13.1 柴达木盆地不同气象台站气候要素表

台 站	海拔 (m)	北纬	东经	1月平 均气温	7月平 均气温	$\geq 0^{\circ}\text{C}$	$\geq 10^{\circ}\text{C}$	$\geq 10^{\circ}\text{C}$	年辐射 总量(kJ $\cdot \text{cm}^2 \cdot \text{a}$)	年平均 相对湿度(%)	年平均 降水量(mm)	年平均 蒸发量(mm)	年平均 风速(m/s)	年平均 大风日数(d)
				($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	持续天数(d)	($\text{cm}^2 \cdot \text{a}$)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(d)
都 兰	3 191	36°13' 98°06'	-10 3	14 9	2 045.0	1 189.4	84.9	695.0	40	179.1	2 088.8	3.1	31.6	
香 日 德	2 905	36°04' 97°48'	- 9.8	15 9	2 345.0	1 489.9	101.7	-	41	163.0	2 285.4	3.5	20.9	
德 令 哈	2 982	37°22' 97°22'	-10.9	16.1	2 373.1	1 688.3	112.7	685.4	36	118.1	2 242.9	2.6	22.4	
诺 木 洪	2 790	36°22' 96°27'	-10.1	17.2	2 563.0	2 113.0	126.2	705.9	33	38.9	2 716.0	3.8	53.6	
格 尔 木	2 808	36°12' 94°38'	-10 4	17.7	2 570.0	1 913.0	130.2	699.2	33	38.8	2 801.5	3.2	22.4	
大 柴 旦	3 173	37°51' 95°22'	-14 0	15.2	1 947.3	1 209.5	85.5	708.8	35	82.0	2 186.4	2.1	24.0	
冷 湖	2 733	38°50' 93°23'	-12.9	17.1	2 307.2	1 728.3	112.1	732.3	29	17.6	3 297.0	4.0	43.1	
茫 垦	3 139	38°21' 90°13'	-12.4	13.5	1 810.2	911.4	67.7	709.7	32	46.1	3 072.0	5.1	109.9	
察 尔 汗	2 679	36°48' 95°18'	-10.2	19.2	2 821.4	2 292.5	138.5	-	28	23.4	3 518.5	4.3	41.1	
乌图美仁	2 843	36°54' 93°10'	-12.4	15.7	2 117.5	1 481.3	102.5	708.0	40	25.2	2 381.2	3.6	13.5	

河流及其径流量对绿洲的形成、规模及发展有直接影响。柴达木盆地是一个封闭式内陆盆地，共有大小河流70余条形成集流的河流有30条在水文上形成了该盆地独特的性质。这些性质表现为河流水系均发源于周围山地流向盆底成为内陆水系流程较为短小各河基本独立水源主要来自山岳冰川融水和山区降水，地表径流和地下水较为贫乏。夏季冰川消融期和季风降水期同步，因而夏季地表径流占年径流的比例大，而冬季所占比例小。多数河流出山口后，其地表径流迅速渗入洪积扇，地表水与地下水转化率高，水资源开发利用需统筹设计。水文对绿洲发育最基本的影响因素是河流的径流大小、分布及流量的变化特征。就柴达木盆地而言，对绿洲形成影响较大的河流主要有那棱格勒河、格尔木河、巴音河、香日德河、察汗乌苏河等。这些河流的水文与水资源特征见表13.2。表13.2说明柴达木盆地河流径流年内分配极不均匀，夏季连续最大4个月径流量基本出现于6~9月。其中以冰川融水补给的有大哈尔腾河、塔塔棱河、鱼卡河、那棱格勒河，径流量可占年径流总量的66%~90%；东部以雨雪综合补给为主的河流有

巴音河、香日德河、察汗乌苏河等 径流量可占年径流总量的 50%~70%；只有以地下水补给为主的河流，如格尔木河、诺木洪河、都兰河、沙柳河，连续最大 4 个月的径流量只占年径流总量的 35%~50%。径流的特征还表现在地段的递减规律上，河流出山后，河水迅速渗入洪积扇，转为地下水，而在细土带前缘地下水又以泉水的形式溢出地表，形成泉集河，一些河流甚至多次转换。这样，河流径流在出山口时最大连续 4 个月的径流量占年径流总量的比例可从 70%以上降至细土带的 40%左右。径流的年际变化一般较小，但不同补给类型有一定差异。冰雪融水补给的河流，径流年际变差系数 C_v 值为 0.25~0.30 雨雪补给的河流 C_v 值为 0.30~0.60 地下水补给为主的河流 C_v 值则为 0.03~0.25。

表 13.2 柴达木盆地主要河流年径流量年内分配年际变化统计表

河 流	站 名	集水面积 (km ²)	年径流量 (×10 ⁸ m ³)	最大月径流量		连续最大 4 个月径流量		变差系 数(C_v)
				占年径流量 的比例(%)	出现月份	占年径流量 的比例(%)	出现月份	
大哈尔腾河	花海子	5 967	2.681	32.8	7	77.3	6~9	0.29
鱼卡河	马海	2 352	0.901	27.3	7	66.3	6~9	0.35
塔塔棱河	小柴旦	4 771	1.204	36.5	8	89.7	6~9	0.30
巴音河	泽林沟	5 544	2.854	24.7	7	67.9	6~9	0.32
巴音河	德令哈	7 281	3.335	14.8	7	49.2	6~9	0.19
都兰河	上尕巴	1 107	0.443	12.7	7	45.0	6~9	0.28
那棱格勒河	那棱格勒	21 898	10.34	25.5	8	71.6	6~9	0.26
奈金河	纳赤台	5 973	3.770	12.7	7	42.8	6~9	0.13
舒尔干河	舒尔干	10 723	2.528	19.5	7	59.5	6~9	0.45
格尔木河	格尔木	18 648	7.746	14.1	7	47.2	6~9	0.20
诺木洪河	诺木洪	3 773	1.559	11.8	7	39.9	6~9	0.17
香日德河	香日德	12 339	4.633	16.5	7	52.8	6~9	0.33
察汗乌苏河	察汗乌苏	4 437	1.597	14.6	7	55.1	4~7	0.50

注最大、量小年径流量从实测系列中选出。

3 植被与土壤荒漠特征突出，地域分异明显

在干旱极干旱气候条件下，柴达木盆地的基带植被和土壤呈现出荒漠化的显著特色，构建成荒漠景观。绿洲建设，在于在对植被和土壤的荒漠化过程的认识的基础上，寻找一条防治荒漠化、建立新绿洲的途径。在柴达木盆地 植被的荒漠化具有如下特征 第一 从植物的形态特征看 体现了干旱和盐化的特征。其表现为 旱生形态 叶面普遍呈退化状态 叶小或茎叶化或肉质化 如木本猪毛菜、多花柽柳、西伯利亚白刺、盐角草、白刺等 植株矮小 天然状态下 大乔木几乎没有 小乔木亦很少 以草类、灌木和小半灌木为主；根系发达且多为深根系植物，以便吸取土壤深处的水分来维持生命，如木本猪毛菜主根平均粗 10cm、深 3~5m 沙蒿主根粗 3~5cm、深 3~4m；

丛生为主，一些在其他区域非丛生性植物如芦苇、罗布麻在柴达木干旱和盐化环境下形成丛生状态；植物地下根系发达，大多数植物地下部分的生物量都超过地上部分，一般为地上部分的5~200倍。泌盐功能植物种类多，如柽柳、白刺、盐角草、盐爪爪等，通过同化器官的肉质化提高细胞壁和原生质的渗透压，达到泌盐目的。第二，从植被的群体特征看，则荒漠特征突出。其表现如下：植被群落种类少，种类组成简单，群落常由一种植物组成，或仅由2~5种植物组成；群落结构简单，盆地大部分地段植物十分稀疏，矮小的灌木彼此距离常在2m以上甚至10m多，群落的地上部分常常只有一个层片结构；植被覆盖度小，荒漠戈壁植被覆盖度小于10%，荒漠草原的植被覆盖度亦不超过30%，只有山地的高山草原地带植被覆盖度才能达到50%以上。群落组成种类以荒漠植物为主，主要建群植物有柽柳、麻黄、优若藜、芦苇、芨芨草、木本猪毛菜等。第三，从植物的资源特征看，则具有品质优良、利用价值较高的特点。其突出表现如下：在干旱荒漠环境和日照时间长、昼夜温差大的条件下，植物的营养成分含量普遍较高，品质较优良，如甘草、枸杞、麻黄、大黄等。其药用价值极高，农作物如胡豆等蛋白质含量均较高。很多植物资源的利用以根部为主，如大黄、甘草均主要利用根，因而开发利用要加倍小心，避免滥挖滥采，破坏环境。

与干旱荒漠的环境特点相适应，柴达木盆地的土壤亦呈现出荒漠化的显著特征。

第一个特点是成土过程表现出物理风化过程强烈、化学积盐过程旺盛、生物过程微弱等荒漠化特征。土壤母质主要由岩石物理风化作用产生，原生矿物的分解和次生矿物的形成基本上受地质大循环作用支配，受光、温、水、风等物理过程支配，质地普遍较粗，残积、坡积和洪积—冲积占支配地位。化学风化过程受降水稀少和蒸发强烈制约，以积盐过程为主。在湖泊周围洼地和冲积平原下部， Na_2SO_4 、 NaCl 和 MgSO_4 等盐类常在表层累积，形成盐土或盐漠。在洪积、冲积等地貌类型上，以碳酸钙、石膏和易溶盐混合形式进行积聚。化学作用呈现出盐渍化和石膏化过程的特色，土壤含盐量很高。只有在山地草原和草甸草原条件下，化学过程才呈现出碳酸钙淀积的钙化特色，并在土体中出现钙淀积层。生物过程是土壤有机质的主要来源和腐殖质的主要积聚形式，这一过程的强弱与土壤肥力密切相关。生物过程强的土壤，有机质含量和土壤肥力一般均较高；反之则较低。柴达木盆地在干旱荒漠的背景下，植被覆盖度低、生长过程缓慢，因而土壤的生物过程即有机质积累过程微弱。尤其是盆底荒漠和荒漠平原的植被类型，鲜草产量低，有机质来源缺，腐殖质化过程弱，土壤十分贫瘠，有机质含量不足1%。周围高山草甸和草原区，植被覆盖度较高，生物产量增加，生物过程加强，土壤有机质含量有较大增加，其中草原土壤有机质含量大于1%，高山草甸可达5%~8%，甚至更高。不过，这已属于垂直分异范畴，不是基底的生物过程了。

第二个特点是土壤类型以荒漠土为主，空间分异规律性强。湖盆中心低

洼处发育了盐土，这是内陆荒漠区的普遍特点。盆地东半部分荒漠草原带内 基本的土壤类型为棕钙土 分布部位为山间盆地、洪积扇和河流阶地、台地。成土过程中 钙化、盐化、石膏化和腐殖质化同时存在。表层沙质化明显，并兼具龟裂假结皮、附生黑色地衣等荒漠特征。与此同时，草原化特色的钙层淀积、弱腐殖质累积过程亦表现明显。土壤表现出草原土与荒漠土之间的一种过渡类型。盆地西半部荒漠带内，基带的基本土壤类型为灰棕荒漠土，主要分布于砂砾质戈壁上，以洪积扇砂砾堆积为主，壤土极少，成土过程以石膏化过程、砾质化过程为主。依据成土过程上的差异，洪积扇中部多发育成普通灰棕荒漠土，洪积扇下部发育成盐化灰棕荒漠土，古老的第一纪残积洪积堆积(冷湖、茫崖一带)则发育成石膏灰棕荒漠土。表层砂砾堆积上往往具有砾幕、黑漆结皮，土体中上部积累较多的石膏和易溶盐，土壤盐分以硫酸盐为主。

第三个特点是适宜农业绿洲的类型少。从绿洲资源的要求看，适宜发展农业的土壤只有质地为轻壤、沙壤质，盐分含量不高，地形较为平坦的土壤。这种土壤，在柴达木盆地仅有荒漠化草甸土、盐化草甸土两类。其他土壤类型或因质地为砂砾或因含盐量太高而无法为农业所利用。从开发难易程度而论，荒漠化草甸土优于盐化草甸土。目前的绿洲农业中，大部分土壤亦为荒漠化草甸土。

第二节 绿洲形成条件及绿洲分区

1 绿洲形成条件

绿洲之所以在干旱荒漠背景下具有生机盎然的地理景观，有其发生和发展的原因。绿洲以光温、水分、土壤、植被以及人类生产活动在局部地域得到高度协调，生产潜力极大提高，生物产量高而稳定为特征^[2]。这种局部地域的基本条件是：在绿洲地域单元内，绿色植物能自然旺盛地生长；有自然水源的富集 便于灌溉 地表物质较细 多为壤土、沙壤土 能为植物 包括农作物 生长提供土壤条件 地貌多为堆积平原 利于物质能量的积聚。由此可见，光温水土条件的良好配合，是绿洲得于形成和发展的最基本的条件。柴达木盆地具备上述条件。

1.1 气候与水资源条件

柴达木盆地虽然处于干旱与极干旱气候区内，但周围具有高大的山体，大量高空湿润气团在高山低温条件下形成高山降雨和降雪，产生高山冰川和高山径流，尤其是在夏季热力条件下，形成大量冰雪融水，并被输送至盆

地。正是高山的垂直气候特征，才使柴达木盆地储存了冰川固体水资源，为绿洲的形成和发展提供了水源基础。根据《中国冰川水资源》资料统计^[3] 柴达木盆地冰川面积为 1 742.11km² 冰川储量为 291.17 亿 m³ 冰川融水径流量为 7.1873 亿 m³ 加上高山降水径流量 则为 36.2736 亿 m³。径流主要集中于少数的主要河流上（表 13.3）。正是由于水资源的河流富集特征，才使得柴达木盆地在干旱背景下仍然为局部地域的富水创造了条件，成为有水源供给并可发展灌溉的绿洲。当然，河流汇水并能作为发展灌区的地段通常在出山口后，并且洪积扇下缘地下水溢出带最为丰富和方便，这一地段也便是天然绿洲和农业绿洲最良好的地域。

表 13.3 柴达木盆地主要河流冰川统计表

河 流	冰川面积 (km ²)	冰川储量 (×10 ⁸ m ³)	冰川融水径流量 (×10 ⁸ m ³)	河川径流量 (×10 ⁸ m ³ /a)	冰川融水补偿比例 (%)	所属山脉
哈尔腾河	322.46	185.800 0	1.492	2.681	55.6	祁 连 山
鱼卡河	64.74	2.289 0	0.300	0.901	33.3	祁 连 山
塔塔棱河	103.56	6.144 0	0.480	1.204	39.9	祁 连 山
巴音河	3.46	0.063 5	0.013	3.335	0.4	祁 连 山
那棱格勒河	774.63	69.870 0	3.072	10.340	29.7	昆 仑 山
奈金河	186.66	11.730 0	0.740	3.770	19.6	昆 仑 山
格尔木河	271.13	15.160 0	1.075	7.746	13.9	昆 仑 山
诺木洪河	3.79	0.115 9	0.015	1.559	1.0	昆 仑 山
柴达木河	11.32	—	—	4.633	—	昆 仑 山
曼特里克河	10.36	—	—	0.104	—	昆 仑 山
合 计	1 752.11	291.172 4	7.187	36.273	—	—

1.2 堆积地貌类型与土壤条件

绿洲作为干旱区独特的自然景观，必须有其适宜的地貌条件和土壤条件。从植物或农耕利用目的要求衡量，地貌上最主要的特征是要具有物质、能量集聚条件。柴达木盆地侵蚀与堆积地貌类型中 洪积扇、冲积平原、湖积平原均是堆积类型，具有汇集地表物质和水资源的形态特征。然而，堆积物质具有地段分选性：洪积扇为砂砾堆积，水资源又只汇集于深部，植物难以生长 冲积平原堆积物为壤土、沙壤土 地下水资源埋深不大 地表水渗漏不严重，盐分亦不积聚于地表，因而是植物生长及农业利用的良好场所，亦是绿洲形成与进行农业绿洲开发的最主要地段；湖积平原虽然堆积物质较细、壤土为主 但地下水位高 地表为积水低洼平地 是盐分积累汇集之场所 多为盐土地或重盐碱地，农业上难以利用，植物难以生长。上述的地貌—土壤结构地段分异表明，绿洲形成和发育的基础条件是冲积平原壤质、沙壤质堆积地带。在柴达木盆地，这种地带具有环状分布的特征。

1.3 光温能量条件

光温资源是植物生长的基础条件。柴达木盆地适宜绿洲形成的光温类

型是温凉和寒温类型，即相当于温带与寒温带的光温类型。最冷月（1月）平均气温 $-15\sim-10^{\circ}\text{C}$ 最热月（7月）平均气温 $15\sim17^{\circ}\text{C}$ ； $\geqslant0^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\,800\sim2\,800^{\circ}\text{C}$ 持续日数 $190\sim218\text{d}$ ； $\geqslant10^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\,000\sim2\,300^{\circ}\text{C}$ ，一般为 $1\,500^{\circ}\text{C}$ 左右，持续日数最短的 68d （冷湖）最长的 138d （察尔汗）大多数在 $100\sim110\text{d}$ 可满足温凉型植被和农作物一年一熟的温度需求。从发展绿洲农业考虑，上述温度条件完全能满足春小麦、蚕豆、青稞、豌豆、土豆、小油菜成熟的需求（所需 $\geqslant0^{\circ}\text{C}$ 积温分别为 $>1\,600^{\circ}\text{C}$ ， $>1\,600^{\circ}\text{C}$ ， $>1\,400^{\circ}\text{C}$ ， $>1\,400^{\circ}\text{C}$ 和 $>1\,200^{\circ}\text{C}$ ），具有建设绿洲农业体系的光温条件。

温度具有随海拔高度升高而下降的规律，因此适生作物亦具有垂直分异的分布格局。柴达木盆地 $\geqslant0^{\circ}\text{C}$ 的活动积温以 80% 的保证率计 大约海拔 $3\,100\text{m}$ 以下部位高于 $1\,600^{\circ}\text{C}$ 适宜栽培春小麦、蚕豆 海拔 $3\,100\sim3\,250\text{m}$ 的部位一般为 $1\,250\sim1\,600^{\circ}\text{C}$ 适宜青稞、豌豆、土豆、小油菜生长 高于 $3\,250\text{m}$ 的部位不足 $1\,250^{\circ}\text{C}$ 天然条件一般不适宜农作物生长 但生长期短的蔬菜仍可适当种植。柴达木盆地绿洲的宏观布局，应充分考虑这些光温条件。

1.4 社会经济条件

在社会不断进步和科学技术水平不断提高的现代，要寻找纯天然绿洲已很困难，绿洲几乎都是人类活动参与下的天然—人工绿洲。人类未来的目标是依据绿洲形成和发展的规律，建设高效益生态经济型绿洲可持续发展体系。这一目标的实现过程 无疑要有相应的科技、资金、物质投入 以及相应政策的保证，这些总称为社会经济条件。随着科学技术的不断提高，社会经济条件对有关绿洲的认知研究、发展研究、可持续研究的作用将会越来越大，绿洲人工化的特征将会更为突出。

2 绿洲分区

在干旱区域中由于绿洲面积所占比例小，各绿洲又不连续，因而以绿洲为对象的区划研究还没有引起人们的关注。柴达木盆地的绿洲区划在过去亦还没有人进行过。随着对绿洲研究的不断深化，绿洲区划的研究已经引起学者关注。绿洲区划是认识绿洲区域分异的基础，亦是绿洲建设的指南。柴达木盆地绿洲区划的原则、指标和系统如下。

2.1 分区原则

绿洲区划属于分区研究范畴，划分出的区域应体现内部差异性最小、区域间差异性最大的特点。要达到这一目标，必须依据如下原则：

2.1.1 绿洲地域结构差异原则

绿洲地域结构即是绿洲在所在区域地理分异中的排列组合状况。绿洲

发育于干旱、极干旱地区，其形成、发育及特征受自然水平地带和垂直地带带谱结构的影响，因而各自然地带内的绿洲具有自己特有的绿洲地域结构。就柴达木盆地而言，水平分异地带东部为干旱荒漠草原地带，西部为极干旱荒漠地带。绿洲在东部的地域结构特征上，呈现为高山草甸—中山草甸草原和森林草原—低山干草原—丘陵台地荒漠草原—高平地荒漠草原—平地荒漠草原与绿洲盐化草甸—低洼地盐土的结构特征。绿洲在区域结构上的特点，一是发育背景为干旱荒漠草原，以旱生荒漠化草原植被和棕钙土为区域特色；二是垂直带谱结构较为完整，中山呈现半湿润草甸草原化特色，具有比西部较为湿润的条件；三是绿洲与荒漠草原镶嵌分布，结构的紧密程度较西部极干旱荒漠区要高，这说明绿洲稳定性较西部极干旱荒漠区高。

绿洲在西部的地域结构则有所不同，呈现出极高山冰川—极高山寒漠—高山草原—中山荒漠草原—低山丘陵荒漠—洪积戈壁荒漠—冲积荒漠草甸与绿洲—盐化草甸—盐土低湿滩地—盐湖的结构特征。绿洲在这一区域结构上的特点，一是发育背景为极干旱荒漠，植被以超旱生类型和土壤以荒漠灰棕漠土为区域特色；二是区域垂直带谱结构不够完整，缺失高山草甸草原或这一类型不典型，体现出不仅盆地而且山地亦较柴达木东部区域更为干旱的特色；三是绿洲与荒漠化草甸景观类型镶嵌分布，彼此之间的结合程度亦较弱，这说明绿洲稳定性较盆地东部为低。

2.1.2 流域归属原则

绿洲形成的基本条件之一是必须有水资源灌溉条件，河流则是干旱区汇水通道，因而绿洲多依附于河流而发育。柴达木盆地的河流源于山体，山文结构和山体位置对降水、径流影响甚大。因而，绿洲的区划必须依据所属流域进行，这样才能揭示绿洲发生、发展的规律和进行绿洲建设调控。柴达木盆地的绿洲依附山体河流发育的规律十分突出。依据河流的归属特征，可划分出源于祁连山的河流与源于昆仑山的河流。而源于阿尔金山的河流，因阿尔金山特别干旱和山体相对低矮，常年性河流缺乏，因而绿洲发育程度弱。

2.1.3 区域单元水系独立原则

绿洲依流域而分布。对内流区域而言，保持流域的独立性是认识绿洲和进行绿洲建设的最基本的要求，因而也是绿洲区划的基本原则之一。这一原则要求区划单元内水系是完整的，不能将一条河流的水系划归两个及其以上区划单元。在柴达木盆地，源于周围山地的 70 余条河流中几乎全是具有独立水系的河流，其中的 30 条是常年流水的河流，绿洲几乎全依托这些常年有水的河流产生和发展。但这并不是说要划分出 30 个绿洲区还要依据绿洲的其他属性对其进行归并。

2.1.4 绿洲开发的相似性和差异性原则

人类认识绿洲、开发绿洲，必须依据绿洲的环境、资源特征因地制宜地进行，绿洲区划则是这一工作的基础。区划的结果必须体现区划单元内性质

差异最小，各要素成分结合最为紧密；而不同区划单元间则差异性最大，各要素成分结合程度最弱。资源、环境存在区域差异性，体现在人类社会经济活动及生产上亦应有区域间的差异。

2.1.5 行政完整性原则

对绿洲进行开发和管理是人类经济生活的重点，因而绿洲区划要考虑行政归属原则，尽量使区划单元与行政区划单元保持一致。

2.1.6 区划等级高低原则

绿洲区划与其他地学区划一样，具有地域等级高低之别。一般应划分为三级 绿洲区 绿洲亚区 绿洲小区。绿洲区为高级区划单位 反映了高层次的绿洲地域分异规律，具有概括和宏观性质。绿洲亚区为中级区划单位，是高级区划单位的进一步划分，是人们认识绿洲区域属性的基本地域单元，这一级上流域结构与要素结构基本一致，因而在绿洲改造、利用、规划上也基本相同。绿洲小区为低级区划单位 是绿洲形成条件、各要素特征、改造和利用措施最一致的地域单元。

2.2 分区指标

依据绿洲分区原则和对绿洲认知精度的要求，柴达木盆地的绿洲分区指标如表 13.4。

表 13.4 柴达木盆地绿洲区划等级指标

指 标	绿洲区(一级)	绿洲亚区(二级)	绿洲小区(三级)
地域结构	自然地带结构	垂直带谱变异结构	流域地貌组合
山文结构	山系组合	山 系	山 脉
绿洲组合程度	绿洲复杂组合,所跨地域大	绿洲复合组合,所跨地域范围较大	绿洲简单组合,所跨地域范围小
农业气候类型	水分温度组合类型较多,农业生产经营变异大	水分温度组合具有两个及其以上类型,农业经营变异较大	水分温度组合紧密,只有一个类型,农业经营变异小
绿洲制图精度差异	中、小比例尺,制图精度比例尺 1：10 万~1：50 万	大中比例尺,制图精度比例尺 1：5 万~1：10 万	特大比例尺,制图精度比例尺 大于 1：1 万

2.3 柴达木盆地绿洲分区系统

根据绿洲区划原则、指标，可以将柴达木盆地绿洲划分为 2 个区、4 个亚区、13 个小区。其分区系统如表 13.5。

表 13.5 柴达木盆地绿洲分区系统

绿洲区	绿洲亚区	绿洲小区
1 柴达木盆地东部干旱荒漠草原绿洲区	1.1 盆地东南绿洲亚区	1.1.1 少柳河流域绿洲小区 1.1.2 察汗乌苏—夏日哈河流域绿洲小区 1.1.3 香日德河流域绿洲小区
	1.2 盆地东北绿洲亚区	1.2.1 都兰河—赛什克河流域绿洲小区 1.2.2 巴音郭勒河流域绿洲小区
2 柴达木盆地西部极干旱荒漠绿洲区	2.1 盆地西南绿洲亚区	2.1.1 夏日果勒—清水河流域绿洲小区 2.1.2 诺木洪河流域绿洲小区 2.1.3 大格勒河流域绿洲小区 2.1.4 格尔木河流域绿洲小区 2.1.5 那棱格勒河流域绿洲小区
	2.2 盆地西北绿洲亚区	2.2.1 塔塔棱河流域绿洲小区 2.2.2 鱼卡河—大哈尔藤河流域绿洲小区 2.2.3 阿拉尔—茫崖绿洲小区

第三节 绿洲类型、发展潜力及建设方向

1 绿洲类型及其质量、数量

有关绿洲类型的研究，目前仍然为干旱区研究学者所重视。对它的研究，将有利于深入了解绿洲的形成和演变，便于人类根据绿洲类型的结构特征去发挥绿洲的功能，为建设高效生态经济型现代绿洲提供决策依据。有关绿洲分类的研究成果，韩德麟进行了总结^[4]。他认为，按人类参与程度可把绿洲划分为天然绿洲、半人工绿洲、人工绿洲；按时间尺度可划分为古绿洲、老绿洲、新绿洲。按地形条件可划分为山前倾斜平原绿洲、冲洪积扇绿洲、河流冲积平原绿洲、河流干三角洲平原绿洲、山间盆地绿洲和山前沟谷绿洲；按绿洲所起的作用可划分为农村绿洲、城镇绿洲、工矿绿洲。上述分类反映了不同角度对绿洲的认识，无疑具有重要价值。从人类合理利用绿洲资源、促进绿洲生态稳定、实现绿洲可持续发展目标出发，对绿洲类型进行划分，似应以绿洲存在的根本条件——水土资源高度协调匹配为原则。因为只有水土资源高度协调，才能为绿洲的发育即植物生长和生产潜力富集提供条件。反映水土资源良好匹配的地域类型，不同区域、不同尺度可能有所不同，因而要因地制宜。柴达木盆地绿洲生存和绿洲资源合理开发均离不开淡水资源富集区和细粒土壤堆积区。该盆地淡水资源富集和细土资源堆积有良好的匹配关系，因而不论天然绿洲还是天然—人工绿洲，在地段上均表现出稳定的格局。该盆地受环状地域—生态结构特征影响，绿洲的水土资源匹配良好的地段在洪积扇下部的冲积平原。这里是地下水溢出带，淡水资

源丰富，土壤细土堆积深厚，无水土盐渍化危害或较轻，亦容易直接在出山口处修渠引水灌溉或洗盐。因此，这类绿洲在人类大力开发前是天然绿洲，中生、旱中生植被生长茂盛，草甸和荒漠草甸景观突出，呈现生机盎然的绿岛景色。因此，从类型归属上应将其划归扇缘冲积平原绿洲。

柴达木盆地扇缘冲积平原绿洲内部，各物质成分的积累及运移仍因部位差异而有区别。冲积平原上部 表现为地下水位偏低 土壤质地偏粗 呈现荒漠向草甸过渡的特征，发育成荒漠草甸景观，目前已有部分被开发为农田 成为灌耕绿洲。冲积平原下部 地下水位偏高 盐分常在表土积聚 生长的植物常为中生耐盐植物，呈现盐化沼泽草甸景观。介于上述二者之间的冲积平原中部地段，则常发育成草甸及盐化草甸景观，生长中生性植物。由此可以将柴达木盆地的绿洲再进一步细划为荒漠草甸绿洲、草甸绿洲和盐化草甸绿洲。这种分类已属于绿洲类型分类中的低级分类。柴达木盆地各类绿洲面积见表 13.6。

表 13.6 柴达木盆地绿洲类型面积（单位 hm^2 ）

绿洲小区	灌耕绿洲	荒漠化 草甸绿洲	盐化草甸 绿洲	盐化沼泽 草甸绿洲	总计
1.1.1 沙柳河流域绿洲小区	1 026.7	—	17 030	6 110	24 166.7
1.1.2 察汗乌苏—夏日哈河流域绿洲小区	8 920.7	—	—	90	9 010.7
1.1.3 香日德河流域绿洲小区	10 153.3	—	8 560	100	18 813.3
1.2.1 都兰河—赛什克河流域绿洲小区	4 906.7	—	—	13 000	17 906.7
1.2.2 巴音郭勒河流域绿洲小区	16 073.3	—	45 980	8 600	70 653.3
2.1.1 夏日果勒—清水河流域绿洲小区	1 973.3	—	52 930	6 600	61 503.3
2.1.2 诺木洪河流域绿洲小区	6 446.7	—	12 910	34 620	53 976.7
2.1.3 大格勒河流域绿洲小区	793.3	9 620.0	18 060	38 560	67 033.3
2.1.4 格尔木河流域绿洲小区	2 460.0	5 680.0	95 660	3 330	107 130.0
2.1.5 那棱格勒河流域绿洲小区	—	—	161 100	370	161 470.0
2.2.1 塔塔棱河流域绿洲小区	—	—	26 750	—	26 750
2.2.2 鱼卡河—大哈尔藤河流域绿洲小区	186.7	—	95 960	—	96 146.7
2.2.3 阿拉尔—茫崖绿洲小区	—	—	115 150	—	115 150.0
合 计	52 940.7	15 300	650 090	111 380	829 710.7

表 13.6 说明，柴达木盆地绿洲面积有 $829\ 710.7 \text{hm}^2$ 占柴达木盆地面积的 3.36%，其中农田绿洲面积 $52\ 940.7 \text{hm}^2$ ，天然绿洲面积 $776\ 770.0 \text{hm}^2$ 。天然绿洲中，荒漠化草甸绿洲面积 $15\ 300.0 \text{hm}^2$ 盐化草甸绿洲 $650\ 090.0 \text{hm}^2$ 盐化沼泽草甸绿洲 $111\ 380.0 \text{hm}^2$ 。如果从建立农田绿洲的要求考虑，荒漠化草甸绿洲农业开发难度较小，容易开垦，属较好的宜农土地；盐化草甸绿洲也可经过健全排灌体系后开垦，属开发难度较大、质量较差的宜农土地；盐化沼泽草甸绿洲则不宜农耕业利用，基本只宜作为天然绿洲而存在。

2 农业绿洲发展潜力

人类研究绿洲，目的是合理而有效地利用绿洲，使之持续高效地为人类文明服务。绿洲最基本的功能是农业功能，研究绿洲的农业发展潜力尤其是种植业潜力，应该是绿洲研究最基本的任务。

2.1 绿洲种植业发展潜力

柴达木盆地各类型绿洲土地中，适宜农业开发利用的土地除目前已利用的灌耕绿洲 $52\ 940.7\text{hm}^2$ 外 尚有荒漠化草甸绿洲和盐化草甸绿洲。但它们在开发难度上存在较大差异。

依据柴达木盆地农业土地开发评价指标（表 13.7），一等地为地形平坦，土层深厚，农业上无限制因素，开垦后即可获得高产且不会引起土地退化的绿洲土地。二等地为土地农耕质量较好，农业开发上限制因素强度最高为 2 级，需经过适当改造才能开垦并获得高产的绿洲土地。柴达木盆地荒漠化草甸绿洲 面积 $15\ 300\text{hm}^2$ 正处于细土带 水源较好 水质较佳 地势较平坦 地下水埋深大于 2m 土壤质地多为粉沙和细沙 土层厚度在 50cm 以上 含盐量不足 1.5g/kg 因而是农业利用上较好的土地（二等土地）。三等宜农绿洲土地质量较差，农业利用限制因素强度最高可达 3 级 改造难度较大，需较大投资方能开垦。四等农业绿洲土地农业利用质量差，开垦限制因素强度大（最强可达 4 级）需经过大的改造和大的投入方能开垦利用 是目前生产力水平下还难以大规模开垦利用的土地。柴达木盆地的盐化草甸绿洲类型（面积 $650\ 090\text{hm}^2$ ）由于地处低平位置 地下水位高 排水不畅 盐分含量较高且开发洗盐任务重，农业开发限制因素强度可达 4 级 因而应划

表 13.7 柴达木盆地农业土地开发评价指标

等级 指标	一 等	二 等	三 等	四 等
$\geq C$ 积温(℃)	$>2\ 000$	$1\ 900\sim2\ 000$	$1\ 800\sim1\ 900$	$<1\ 800$
地形坡度与起伏	坡度 $<1^\circ$	坡度 $1\sim3^\circ$ 土丘高 $<3\text{m}$	坡度 $3\sim5^\circ$ 土丘高 $3\sim5\text{m}$	坡度 $>5^\circ$ 土丘高 $>5\text{m}$
地下水埋深(m)	>3	$2\sim3$	$1.0\sim2.0$	<1.0
50cm 土体含盐量(%)	<0.5	$0.5\sim1.5$	$1.5\sim3.0$	$3.0\sim5.0$
土层厚度(cm)	>100	$50\sim100$	$30\sim50$	$20\sim30$
土壤质地	轻壤土	沙壤土, 中壤土	中、重壤土, 砂土	松砂土, 粘土
水源及灌溉条件	有充足水源, 且 引水方便	有水源, 引水较为 方便	有一定水源, 但需 建蓄引水等工程	水源不足, 需建 大工程引水、调水
排水条件与 改造工程	能自然排水, 工 程投资小	能自然排水, 排水 工程投资规模中等	自然排水条件较 差, 工程投资较大	排水条件差, 工 程改造难度较大
生态条件	开垦后生态系 统退化不明显	生态较稳定, 只要 注重保护, 垦后不易 退化	生态脆弱, 开垦后 须努力进行防护体 系建设	生态脆弱, 开垦 后易引起生态破 坏

归为四等，是未来生产力水平极大提高后方可大力开发利用的绿洲土地（表 13.8）

表 13.8 柴达木盆地绿洲宜农土地评级表（单位：hm²）

绿洲小区	灌耕绿洲	一等农业 绿洲	二等农业 绿洲	三等农业 绿洲	四等农业 绿洲	合计
1.1.1 沙柳河流域绿洲小区	1 026.7	无	无	无	17 030	18 056.7
1.1.2 察汗乌苏—夏日哈河流域绿洲小区	8 920.7	无	无	无	无	8 920.7
1.1.3 香日德河流域绿洲小区	10 153.3	无	无	无	8 560	18 713.3
1.2.1 都兰河—赛什克河流域绿洲小区	490.7	无	无	无	无	4 906.7
1.2.2 巴音郭勒河流域绿洲小区	16 073.3	无	无	无	45 980	62 053.3
2.1.1 夏日果勒—清水河流域绿洲小区	1 973.3	无	无	无	52 930	54 903.3
2.1.2 诺木洪河流域绿洲小区	6 446.7	无	无	无	12 910	19 356.7
2.1.3 大格勒河流域绿洲小区	793.3	无	9 620.0	无	18 060	28 473.3
2.1.4 格尔木河流域绿洲小区	2 460.0	无	5 680.0	无	95 660	103 800.0
2.1.5 那棱格勒河流域绿洲小区	无	无	无	无	16 110	161 100.0
2.2.1 塔塔棱河流域绿洲小区	无	无	无	无	26 750	26 750.0
2.2.2 鱼卡河—大哈尔藤河流域绿洲小区	186.7	无	无	无	95 960	96 146.7
2.2.3 阿拉尔—茫崖绿洲小区	无	无	无	无	115 150	115 150.0
合计	52 940.7	无	15 300.0	无	650 090	718 330.7

由表 13.8 可知，柴达木盆地绿洲中适宜农耕业发展的绿洲面积为 718 330.7 hm² 占绿洲总面积 829 710.7 hm² 的 86.6%。但质量差异大，目前生产力条件下可开发的绿洲土地仅有灌耕绿洲和二等宜农绿洲，面积合计 68 240.7 hm² 占宜农耕绿洲面积的 9.5% 占整个绿洲面积的 8.2%。说明农业绿洲虽然从数量上而言发展潜力大，但质量低，开发限制因素多，目前难以开发的土地比重高达 90.5%。

以各绿洲亚区的宜农绿洲面积计，盆地东南绿洲亚区面积 45 690.7 hm² 占总宜农绿洲面积的 6.36%；东北绿洲亚区 66 960 hm² 占 9.32%；西南绿洲亚区 367 633.3 hm² 占 51.18%；西北绿洲亚区 238 046.7 hm²，占 33.14%。由此可见，盆地东部绿洲区的宜农土地比例小，

仅占 15.68% 西部比例大 占 84.32%。而以农耕质量较高的面积计则相反，东部亚区占 60.2%(41 080.7hm²) 西部亚区占 39.8%(27 160hm²)。这说明东部的绿洲开发条件较西部优越。

2.2 绿洲农业产量的发展潜力

柴达木盆地所具有的石油天然气资源、盐矿资源、有色金属资源在国家经济开发中占有特殊位置，潜在经济价值达 150 000 亿元 是国家未来的重要开发区域。因此，为保障该区的发展，农业被看做该区域发展中不可缺少的产业。目前，该盆地的农业已经成为该区经济的重要组成部分，1995 年粮食产量为 6 930 万 kg 油料为 1 690 万 kg 按户籍人口计 人均粮食 220 kg/a、油料 59.2kg/a。农业已经成为该盆地发展的基础产业。根据该盆地工业化和城市化发展预测，2010 年该盆地将由 1995 年的 28.5 万人增到 64.5 万人，2020 年达到 77.1 万人，对农副产品的需求将大幅度增加^①。因此，绿洲农业产量上的发展潜力便成为亟待研究解决的理论与实际问题。

2.2.1 气候理论上的农业生产潜力

农业是植物作物 利用太阳能、养分、H₂O 和 CO₂ 将无机物合成有机物的过程，其产量高低即生产潜力大小取决于气候水热温度条件、土壤条件和农作物品种。表现在生产潜力上，农业生产潜力可分为光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力和现实生产潜力。

2.2.1.1 光合生产潜力

光合生产潜力是假设温度、水分、养分和 CO₂ 都处于最适宜条件下 作物通过光合作用可能达到的最高产量。其值主要取决于太阳辐射和作物光能利用率。光合生产潜力只是从理论上分析作物的产量上限，距离现实生产力甚远。但作为从理论上揭示农业生产机理，仍具有重要意义。柴达木盆地的太阳辐射值为 691~724kJ/(cm² · a) 应用黄秉维计算公式 $P_f = 0.146Q$ 计算，柴达木盆地光合生产潜力在 10 049~10 820kg / 亩(表13.9)。式中 P_f 为光合生产潜力 单位为 kg / 亩; Q 为太阳辐射 单位为 kJ/(cm² · a); 0.146 为由总辐射转化为光合潜力的系数，亦称黄秉维系数^[5]。

表 13.9 柴达木盆地光合生产潜力

地名	茫崖	乌图美仁	冷湖	格尔木	大柴旦	诺木洪	德令哈	香日德	都兰
太阳总辐射 [kJ/(cm ² · a)]	714.3	715.9	741.1	698.8	713.4	724.7	704.2	688.3	705.0
光合生产潜力 (kg/亩)	10 428	10 452	10 820	10 202	10 416	10 581	10 281	10 049	10 293

2.2.1.2 光温生产潜力

光温生产潜力是在光合生产潜力下根据温度对作物的影响而对作物产

量的估算。如何估算的关键。通常可采用的温度指标有平均温度，最高温度，最低温度 各种积温及其持续天数 无霜期等等。通常认为 作物生长与无霜期关系密切。因为无霜期在生产中物理意义明确，温度降至 0℃ 出现霜冻；没有霜冻时作物可免于冻害，白天气温将接近或超过作物积极生长的适宜温度，所以无霜期往往被作为计算作物光温生产潜力的一项指标。如果某一地区无霜期为 n 天，那么温度的有效系数便是 $n/365$ 由此可以计算光温生产潜力。其公式为

$$P_t = P_f \times (n/365)$$

式中 P_t 为光温生产潜力 ; P_f 为光合生产潜力。柴达木盆地无霜期 80~130d 由此而得到的光温生产潜力为 2 312~3 605kg/ 亩 (表 13.10)。

表 13.10 柴达木盆地光温生产潜力

地名	茫崖	乌图美仁	冷湖	格尔木	大柴旦	诺木洪	德令哈	香日德	都兰
无霜期(d)	96	99	78	129	87	121	128	129	116
光温生产潜力 (kg/亩)	2 743	2 835	2 312	3 606	2 483	3 508	3 605	3 552	3 271

2.2.1.3 光温水气候生产潜力

光温生产潜力是假设除光合温度条件对作物有限制外，其他因素都是理想的。但事实上作物的有机质合成转化过程中需要水分条件与之匹配。光温水生产潜力是光温生产潜力乘以水分有效系数。水分有效利用状况由降水和蒸发的对比情况所决定，当降水和蒸发与作物生长需水过程完全匹配时，则气候生产潜力最高。实际上，与作物生长需水过程完全匹配的水分条件几乎是很难达到的。计算水分有效系数的主要途径是依据气候过程中水热（温度）匹配比的平衡来进行的。当一个区域的降水与温度热力条件下的蒸发力之比为 1 时 则表明匹配良好 作物生物量合成高 反之 降水小于蒸发力，则降水将不能满足植物的生长需要，光温潜力衰减，从而使光温水潜力小于光温潜力。干旱的柴达木盆地降水少，水分对光温生产潜力的衰减系数 $f(W)$ 为

$$f(W) = R/E_0$$

式中 : $f(W)$ 为水分有效系数 R 为降水量 ; E_0 为天然蒸发力。柴达木盆地光温水生产潜力可用下式计算。

$$P_w = P_t f(W)$$

式中 : P_w 为光温水生产潜力 ; P_t 为光温生产潜力 ; $f(W)$ 为水分有效系数。经过计算，柴达木盆地的气候生产潜力在天然状态下为 38.5~581.4kg / 亩 (表 13.11)。

由表 13.11 可知，在干旱条件下，柴达木盆地的气候生产力是十分低下的。如能通过灌溉弥补降水之不足 则生产潜力会有很大提高 可达 1 300~2 400kg / 亩。可见发展灌溉和实行节水措施，将是提高农业生产潜力的基本方向。应该指出的是，光温水生产潜力还不是现实生产潜力，因为土壤条件、

植物条件和耕作技术仍然会对农业生产起到很大制约作用，甚至会使现状农业失收。

表 13.11 柴达木盆地天然状态下光温水生产潜力

地名	冷湖	格尔木	大柴旦	诺木洪	德令哈	香日德	都兰
降水量(mm)	17.8	40.5	84.6	39.6	176.1	161.4	177.5
海拔(m)	2 733.0	2 807.7	3 173.2	2 790.4	2 981.5	2 905.4	3 191.1
蒸发潜力(mm)	1 067.8	1 139.95	988.79	1 202.27	1 092.27	1 117.01	1 031.75
天然状态光温水生 产潜力(kg/亩)	38.5	128.0	212.4	115.5	581.4	513.2	564.1
净灌溉水量(mm/亩)	617.1	705.5	636.6	749.0	532.4	484.2	543.6
灌溉调节后的光温水生 产潜力(kg/亩)	1 374.7	2 359.8	1 811.0	2 301.0	2 339.0	2 053.0	2 291.7

2.2.2 试验条件下的农业发展潜力

气候意义上的农业生产潜力，是一种建立在土壤条件完全适宜农作物生产全过程的一种理想潜力。事实上，由于土壤成分构成和匹配上的不协调，作物实际产量要远低于理论潜力。通过试验探索提高农业产量的研究，被认为是人类认识和提高农业生产潜力的有效途径。农业生产潜力亦是近中期能够实现的潜力。这一试验证明，柴达木盆地在现实农业生产上具有巨大发展潜力。

农业高产试验是由青海省科委立项并于 1978 年在香日德农场进行的，试验地面积 3.91 亩，由该场农一大队组织实施。农田具有灌溉条件及防护林网，采用高产春小麦品种高原 338。播种前施 13m³/亩有机肥 生长期共灌水 10 次合计 800m³，施化肥 120kg/亩，产量单打单算。获得的产量为 1 013.05kg/亩 是目前为止春小麦全国最高产量记录。同期 该盆地大田春小麦产量一般在 175kg/亩 普通高产地块亦只有 200~250kg/亩。由此说明 只要在管理上采用高产品种 对土壤进行改良 合理施肥 合理灌水 搞好田间管理 加上该盆地光能充足、日照时数多 利于光合作用 晚上降温较快较多，利于有机质储存积累的特点，便能获得高产。除此试验外，1978~1980 年还开展了大田春小麦 15 亩以上的试验 产量超过 900kg/亩 同时还获得蚕豆亩均产量超过 506kg、油菜产量 312kg 的高产记录。1997 年香日德农民的大田春小麦产量平均已达 600kg/亩 也就是说试验的高产记录正被大田产量一步一步地逼近。试验说明，提高该盆地农业单位面积产量的潜力仍是巨大的。提高单产应该作为今后绿洲建设的基本方向。

3 绿洲发展布局与绿洲稳定体系的建设

绿洲在柴达木盆地具有特殊意义，它不仅肩负着该盆地发展经济尤其是农业经济的重任，亦肩负着稳定区域环境、保障资源质量和数量持续及社会发展的重大责任。因此，搞好绿洲建设被认为是干旱区人类一切活动的基

本目标，亦是柴达木盆地人类一切活动的出发点。由于绿洲具有综合整体功能 即环境功能、资源功能、人类聚居功能和经济集中功能 所以其建设方向是寻求人口(P)、资源(R)、环境(E) 和经济发展 D 的协调 实现 PRED 的持续发展，最终目标是维护绿洲的持续稳定与持续繁荣和进步。

人类在开发绿洲资源、发展绿洲经济方面的成就是巨大的，但如何对 PRED 进行调控，以实现绿洲的稳定，是直到目前人类面临的重大问题。柴达木盆地面临的情况正是如此。区域的环境与发展具有强烈的地域差异性。依其区域特点，柴达木盆地绿洲的持续与发展，主要应搞好农业开发方向的定位、发展途径的选择及建立环境稳定保障体系等关键环节。

3. 1 绿洲农业的地位与发展方向

3. 1. 1 绿洲农业在盆地发展中的地位

柴达木盆地的绿洲资源主要适宜于发展绿洲农业，不论是从柴达木盆地本身经济发展需求还是从青海省经济发展需求而言，都要求该盆地的绿洲必须以农业作为发展方向。经过新中国成立以来半个世纪的发展，该盆地的绿洲农业已建立了相应的基础。但人们以往对农业在该盆地中的地位及发展目标一直存在着不同的认识，以致对农业发展决策、农业投资以及区域整体发展规划带来影响。观点之一是该盆地绿洲农业发展潜力很大、荒地资源多，有建立青海省商品粮基地的条件，是解决青海省粮食不足甚至移民扶贫的依托区域；观点之二是该盆地生态环境脆弱、农业开发难度大、产投比例小 对绿洲进行农业开发得不偿失 不主张开发 观点之三是适度发展 控制规模。但对何为适度、规模怎样、谁来开发、如何布局等等问题论证薄弱，从而使该盆地的绿洲农业发展受到影响。如何认识柴达木盆地的农业在该盆地发展中的地位，在青海省农业发展布局中起多大作用，即农业如何定位问题，是该盆地绿洲发展规划中首先应该解决的问题。

对上述问题的认识应该从绿洲农业资源的质量、数量、生产潜力以及对该盆地农业需求程度来解决。依据国家“九五”攻关 1996~2000 年 科技成果，柴达木盆地农业开发土地潜力 2010 年为 118. 53 万亩，2020 年为 206. 39 万亩；而该盆地本身人口发展预测对农业土地的需求 2010 年为 145. 07 万亩，2020 年为 182. 39 万亩。土地的供求基本平衡。由此可见，盆地的农业主要是盆地发展需要的农业。在柴达木盆地建设商品粮基地，弥补青海全省粮食的不足，甚至以盆地农业发展为契机，帮助东部湟水流域移民脱贫 这种观点根据似乎不足 因而决策则要慎重。至于不主张开发绿洲、反对在柴达木盆地发展农业的观点，显然是片面和错误的。国家从盆地以外大量调进农业产品以满足盆地发展的需要，不仅不可能，而且也浪费了盆地绿洲的农业资源。况且，该盆地通过 50 年的开发 已经建立了发展基础 具有进一步发展的能力。根据该盆地发展状况，适时适度地开发绿洲，是今后一段时期农业发展的基本对策。

农业在柴达木盆地的经济地位，主要取决于国家对该盆地的农业需求。该盆地工矿业和城市地位突出，农业居于次要地位。据“九五”国家攻关成果，该盆地1990年人口15.62万人，农业人口仅占32.2%；1995年人口28.53万人，农业人口仅占31.3%；2000年人口达到49.41万人，农业人口占29.8%；2010年人口达到64.5万人，农业人口占33.2%；2020年总人口达到77.12万人，农业人口占31.9%。从满足人口需求的原则出发，该盆地农产品主要还是为城市、工业人口服务的。因此，柴达木盆地的农业是服务于该区城市和工业发展的农业，保障该盆地非农人口的粮食、副食、蔬菜供应，是该盆地农业的基本任务。

3.1.2 农业发展方向

农业发展方向具有强烈的区域特色。不同区域由于农业资源质量、数量不同，社会经济对农业的需求不同，农业发展方向也会有所不同。但都共同存在着必须回答的两个问题：一是从区域宏观经济出发，农业建设方向是外向型商品经济农业还是自给型经济农业抑或是补充型经济农业；二是从资源高效产出目标出发，农业经营应选择的基本技术路线。就柴达木盆地而言，农业包含着农耕业、畜牧业、林业和渔业四个方面，其发展方向和布局亦有所不同。

3.1.2.1 农耕业——自给型、专业化、区位化的农业

从前述可知，柴达木盆地的农业主要是为盆地本身发展需要服务的，农业水土资源的开发潜力与该盆地人口发展对农产品的需求基本协调，农产品调往盆地以外作为商品的能力有限，因而是属于盆地自给型的农业。然而，盆地内城市化水平存在差异，格尔木市、冷湖镇、花土沟石油产区、大小柴旦以及德令哈市等，农业人口少，城市化水平高，对蔬菜、农副产品、畜产品需求量大，而东部的乌兰、都兰、香日德、诺木洪等地，农业人口比例大，农业发达，粮食、油菜剩余量大，是盆地内粮食、油菜的主要生产区。这种农产品区内生产与区位分异格局，便构成专业化、区位化的分工体系，形成西部农业生产应以蔬菜、农副产品为主，东部以粮食、油料生产为主的格局。这种专业化、区位化的农业布局体系，是柴达木盆地绿洲农业布局的设计原则。

3.1.2.2 畜牧业——商品型，放牧与舍饲相结合的畜牧业

柴达木盆地具有广阔的天然草场，宜冬春牧场约213万hm²（3195万亩），宜夏秋放牧草场845.34万hm²（1.268亿亩），合计约1058.3万hm²（1.588亿亩）。由于高寒草场面积大、边远草场牲畜难以到达以及陡坡草场难以利用等，实际仅利用了约541.4万hm²（8121万亩），利用率仅约50%。目前，该盆地的畜牧业仍以放牧为主，饲养业不发达，处于靠天养畜的传统牧业阶段。草场建设薄弱，抗灾能力低，产出率低，商品率不高，农产品

饲料转化率低 农牧结合不紧 现代化畜牧体系还未建立。1995年牲畜存栏大畜 13.25 万头、羊 127.68 万只、猪 3.01 万头，畜产品中肉产量 10 910t、绒 175t、驼毛 44.7t。畜牧业的产出与广阔的草场及丰富的农产品不相称，畜牧业的发展仍然具有很大潜力。该盆地今后的畜牧业建设方向是，建立商品型畜牧业放养体系，一方面搞好天然草场的现代化管理，建立防灾抗灾天然草场基地；另一方面要建立天然草场放养与绿洲农产品舍饲结合体系，夏秋以放牧为主，冬春以农产品舍饲为主。这样一来可以补充冬春草场之不足；二来可以通过舍饲育肥，提高出栏率，加大产出，形成农牧结合型畜牧业。只要建立草场与农副业结合体系，加上加工业的发展，柴达木盆地将能建设成为商品畜牧业基地，并且畜牧业将成为促进该盆地发展的支柱产业。

3.1.2.3 林业——保护性生态林业

柴达木盆地适宜林业发展的土地，第一类是中山地带半湿润区域的宜乔木林地 面积仅有 25.68 万 hm^2 (385.2 万亩)第二类是盆地内部宜旱生灌木生长的土地 面积 44.34 万 hm^2 (665.1 万亩)第三类是绿洲内宜乔灌木生长的绿洲地。从防治荒漠化、发展盆地绿洲的目标出发，上述宜林土地，第一和第二类均应加以保护，第三类则应从绿洲防护任务出发，建立绿洲农田防护林体系。实践已证明 极干旱、干旱区的林业具有防治荒漠化、保护绿洲的特殊功能。因此，从维系干旱区可持续发展出发，柴达木盆地的林业应是保护性林业、生态型林业。加强管理、进行更新改造 是该盆地当前林业建设的突出任务。

3.1.2.4 培育型渔业

柴达木盆地有淡水湖 26 个 水面面积 5.08 万 hm^2 (76.2 万亩),另有水库、涝池、池塘 60 个 可养鱼水面 5.15 万 hm^2 (77.25 万亩)这些水域目前几乎未加以利用，造成淡水养殖资源的浪费。逐渐培育起淡水养殖的产业，发展渔业生产，应该成为今后该盆地农业发展的组成内容。

3.2 农业发展途径的选择

农业生产的经营目的，在于追求产品的多样化和高产出。但只有选择途径正确 才能实现高产、优质、高效之目的。途径的选择原则 应因区而异 因类实施。柴达木盆地的农业，其发展途径主要有下列方面：

3.2.1 绿洲高产高效生态农业体系的建设

绿洲农业是柴达木盆地农业的主体，建设高产出、高效益农林牧综合发展的生产体系是该盆地农业发展最基本的途径。目前，该盆地农业生产经营粗放，农业单产水平低 (1995 年粮食单产为 201.2kg / 亩 油料为 84.5 kg / 亩)总产亦不高 农牧业年产值 1995 年约 3.02 亿元，仅占全盆地工农业总产值的 8.5%。粮食总产量 6 930 万 kg 油料 1 690 万 kg 与该盆地香日德农场高产试验小麦 1 013.05kg / 亩相比 潜力仍然很大。农业发展的途径 第一是选育高产品种 合理灌溉 适时中耕 合理施肥 防治盐碱化 追求

作物的高产出 第二应选择高效益品种 增加产品的商品率 节约用水 减少能源投入 减少成本 提高产投比例 形成高效益的种植产品结构 第三应从可持续发展角度出发，从稳定和改善生态环境出发，尤其是从防治沙漠化和盐渍化危害出发，搞好防风阻沙林、固沙防护林和农田防护林体系建设，使绿洲的生产体系和生态环境形成结构紧密、多样性、抗退化能力强的生态经济型农业体系，实现持续高产之目的。

3.2.2 改造中低产农田，搞好盐渍化防治

柴达木盆地绿洲农业发展的主要障碍因素中，盐渍化危害是普遍而主要的因素。要大面积大幅度发展农业，改造盐渍化土地应成为中心环节。目前，该盆地盐渍化农田面积占耕地面积的 62% 轻度盐渍化农田粮食产量约 200kg / 亩 中度者 150kg / 亩 重度者仅约 100kg / 亩。如经过排灌系统的改造，通过洗盐途径将轻盐化农田改造成无盐渍化农田，每亩即可增产到 350~400kg 总产可增加约 1 800 万 kg。如将中度盐渍化农田改造成轻盐化农田 亦可增产粮食 565 万 kg。重盐化农田改造成中盐化农田 可增加粮食 265 万 kg。因此，只要将各级盐渍化农田的盐渍化程度通过改造减轻一级 增产粮食的潜力即达 2 630 万 kg，超过现有粮食总产量的 1/3。由此可见，柴达木盆地绿洲的农业发展，必须十分重视盐渍化的防治这一环节。

3.2.3 逐步恢复撂荒地和适度开发荒地资源

扩大耕地面积是农业发展的重要途径。依据柴达木盆地社会经济发展趋势和绿洲农业开发潜力，适时适度地扩大耕地面积，是该盆地发展绿洲农业经济的需要。安排扩大耕地面积 要依据先易后难、投资小、有利于生态环境建设的原则有计划地进行。根据上述原则，撂荒地及宜农绿洲土地可优先适度开发。据诺木洪农场典型调查，恢复撂荒地的投资只及新开荒地的 77%，且恢复撂荒地有利于维护和重建生态环境。因此，今后该盆地扩大耕地面积的方略是先恢复撂荒地，然后依次开发其他宜农荒地。

3.2.4 用市场经济原则指导绿洲农业开发，搞好节水农业体系的建设

随着柴达木盆地城市化的发展以及工矿、城市为主导的区域经济的发展，农业必然是一种为区域发展提供保障的产业，必然是一种市场色彩浓厚的产业。采用市场经济原则指导绿洲农业的开发和布局，为促进该盆地绿洲的发展提供了十分有利的条件。这一有利条件，如果应用得当，将有利于刺激该盆地绿洲农业生产专业化、区位化的发展和高效益的获得。然而，最近 10 多年的实践却与之相反，粮食积压，商品转化率低，城市化的发展不仅未刺激农业的发展 相反农业有萎缩的趋势。究其原因 一是粮食品质不佳 用粮者不喜欢本地粮食；二是油菜虽然积压不严重，但含芥酸偏高，卖不上好价钱；三是不重视蔬菜的发展，蔬菜未占领本区市场，枸杞等地方经济产品的开发力度不够；四是成本高，大水漫灌，原材料和机械能源消耗量大。

农业发展缓慢更深层次的原因是未摆脱传统计划经济体制的束缚，仍然依靠国家投资，参与市场竞争的意识较为淡薄，因而调整农业布局结构的

步子缓慢，农产品与市场需求脱节，生产成本效益评估工作差，管理水平低，总的状况是仍处于传统经营状态。结果是产量偏低 产品积压 资金匮乏 发展缓慢。用现代科学技术进行管理，搞好节水高效农业体系建设，西部建立蔬菜与农副产品基地，东部建立粮食和油料作物基地，改良品质，发展农产品加工业，建立农牧结合型产业互补体系，积极参与市场竞争等等，便能使盆地农业走向高产量、高品质、高效益的协调发展轨道，逐步实现绿洲农业的现代化。

3.3 绿洲稳定保障体系的建设

农业开发必须以维系绿洲稳定为前提，而搞好农业开发中绿洲稳定保障体系建设是实现绿洲稳定最重要的保证。

农业资源开发中不重视保障体系建设的历史教训不应忘记。1958～1960年，柴达木盆地农业开荒面积曾达到 130 万亩。但由于缺乏科学论证，投入不稳定，对生态环境的制约因素重视不够和水利设施不配套等，开垦 2 年后被迫大量弃耕，弃耕面积达 65% 绿洲环境遭到极大破坏。总结开荒历史的经验和教训，柴达木盆地绿洲稳定必须搞好农业环境和荒漠环境两大保障体系的建设。其主要内容有如下两个方面：

3.3.1 农田水利灌排配套体系的建设

柴达木盆地极端干旱的气候条件和封闭式的地貌结构，决定了其农业上的特点是一要灌水 二要排水。没有灌溉条件 则农业无收成 没有健全的排水保障，则极易引发土壤次生盐渍化，危害作物甚至造成绝收。实践表明，农业要获得高产、稳定并持续，必须建立健全农田灌排水水利工程体系。只有从流域全局的角度出发 搞好水库蓄水、渠系输水、农田排水配套工程 方能保证农业开发的成功并能持续进行正常的生产。当前存在的主要问题是，河流上游的蓄水水库淤积严重，蓄水能力锐减，水量调节能力降低；河流出山口后，主干渠系防渗漏能力低，水资源渗漏损失严重，渠系利用系数仅为 0.4；农田灌溉仍采用大水漫灌方式，水资源浪费严重，农田排水渠系不健全，不少仍停留在自排或排水工程等级低、无法排除含盐高的灌溉尾水的状态。这些因素导致农田用水紧张，盐渍化普遍而严重。因此，从流域全局角度搞好种植规划，实施水土保持和水库清淤措施，采用渠道防渗工程技术健全农田灌排工程体系，是农业资源开发成功的关键，也是绿洲农业得以维系的关键。

3.3.2 农田防护林体系的建设

农业的开发方向是建立稳定的绿洲农业体系，其地理环境的景观结构往往是绿洲边缘为防风固沙林。为保障农业资源的稳定开发和开发后的绿洲得以持续发展，必须在绿洲边缘营造防风固沙林带，在绿洲内部建立农田防护林，共同构成绿洲防护林体系。实践证明，农田防护林体系的建设是绿洲持续发展必不可少的措施。柴达木盆地农田防护林建设 40 多年的历史证

明 林网建设必须合理 林型应该组合紧密 品种不能单一化 农林要合理互补，这是今后防护林体系建设的方向。

3.3.3 生态用水合理配置

生态环境的稳定和良性循环，是保证柴达木盆地绿洲可持续发展的基础。由于有关生态需水的研究刚刚起步，理论和方法均在探索之中。本章的讨论亦是初步的，旨在促进生态用水研究的深入。影响柴达木盆地绿洲开发的环境因子有两大类：第一类为盐渍化，第二类为风沙化。二者的演替变化对绿洲稳定有直接影响，并且都与用水有直接关系。因此，维护绿洲区域生态稳定必须要有相应的水资源作保证。

基本思路：一是搞好盐渍化防治生态用水量的设计。基本途径是根据灌水量、来水量和蒸发量的对比分析，人工调控地下水位以防治盐渍化的发生。柴达木盆地受盐渍化影响的农田主要分布在细土带下缘。根据水盐动态的共生运行规律，盐分主要随地下水的运动而变化。地下水位低，盐渍化危害轻；地下水位高，则盐渍化危害重并可导致沼泽化的发生，对绿洲稳定带来威胁。试验研究表明，地下水位高于80cm，盐分便可以随水分蒸发而上移并在表土积聚，对作物构成危害。因此，地下水位80cm可作为一项讨论盐渍化发生的主要指标。如果地下水位高于80cm的面积扩大，则农田盐渍化面积将扩大；相反，如果地下水位高于80cm的面积缩小，则农田盐渍化危害将减轻或消除。地下水位的变化受蒸发量和来水量（含有效降水量）的影响。如果蒸发量与来水量相等，则地下水位保持相对稳定。我们只要知道地下水位80cm深的面积和蒸发力，便可求出蒸发量。如果来水量与这一蒸发量相等，便可认为它是保证地下水位稳定的需水量，这个量亦是防止盐渍化发生的生态需水量。其公式可表达为

$$V = (E - P)S = (KE_0 - P)S$$

式中： V 为生态需水蒸发量 (m^3)； E 为陆面蒸发量 (m)； P 为有效降雨量 (m)； S 为面积 (m^2)； E_0 为水面蒸发力 (m)； K 为陆面蒸发系数。

柴达木盆地同心圆状的地貌形态，决定了湖盆中央为积水积盐区，地下水位具有从湖盆中心向湖盆周围降低的特点。地下水位80cm的等值线所围区域的面积为11 721.039km²。其中湖泊区域为648.204km²，陆地区域为11 072.835km²。这一范围内的Φ20cm蒸发器的平均蒸发力为2 428.6mm，天然水面蒸发力为1 540mm。地面实际蒸发量要比水面蒸发力小得多。依汤奇成等推算，昆仑山北坡东段（柴达木盆地南缘）的蒸发系数K值为0.07～0.13。本次计算取其平均系数值为0.10。该区降水量采用都兰—茫崖、格尔木—德令哈两条有效降水量对角线求均法，降水量P为88mm。依据湖面蒸发量 $E = E_0 S$ 和陆面蒸发量 $V = (KE_0 - P)S$ 公式，求得防治盐渍化生态用水总量($E + V$)为17.29亿 m^3 (9.98亿 m^3 +7.31亿 m^3)占柴达木盆地水资源总量的33.28%。如果来水量达到这一水量，则可稳定地下水位80cm的等深线。由此可见，防止盐渍化危害的生态用水量可视为

17.29 亿 m^3

二是搞好防治风沙化危害生态用水量的设计，实施生态用水保障策略。基本途径是，必须从水资源总量中留出相应份额的水量用于保护荒漠植被，使植被覆盖度达到能防治风沙危害的水平。一般而言，在柴达木盆地极干旱区植被覆盖度达到 30% 即能防止风沙化的发生，植被覆盖度达到 10%，风沙危害则可开始得到控制。风沙化危害是农业持续发展的主要障碍因素，主要发生在盆地细土带的中上部。这里地下水位较低，地表组成物质以粉沙和沙壤为主，经风力吹蚀易起沙，引起沙漠化。实践证明，植被覆盖度达到 30% 以上，可有效防止沙漠化的发生；植被覆盖度 5%~15% 沙漠化开始得到控制，这是半固定沙丘稳定性的起始指标。其生态需水量分别称为风沙危害有效防治需水量 (V_1) 和初始值需水量 (V_2)。从保护农田绿洲出发，扣除不宜农林牧的戈壁、盐漠、盐沼后，其余土地均可视为需进行植被防护的土地。按 30% 和 10% 植被覆盖度计，则可分别求其生态用水量。可用公式

$$V_1 = 0.3rS, V_2 = 0.1rS$$

表示。式中 V_1 为风沙危害有效防治需水量； V_2 为防治风沙危害初值需水量；0.3 和 0.1 分别为按植被覆盖度 30% 和 10% 确定的系数； r 为单位面积上维系植被生长的生态用水量指标，柴达木盆地可按每亩 200 m^3 和 150 m^3 计算； S 为能进行植被保护的土地面积。

依据上述公式与生态用水量指标，柴达木盆地防止风沙危害的生态需水量如表 13.12。该表说明，柴达木盆地防治风沙化危害的生态用水量为：

表 13.12 柴达木盆地防治风沙化危害生态需水量

流域 农业区	土地总面积 (km^2)	湖盆面积(km^2)			S (km^2)	I ($\times 10^8 m^3$)	I ($\times 10^8 m^3$)	II ($\times 10^8 m^3$)	IV ($\times 10^8 m^3$)
		总面积	湖泊	陆地					
1	15 159 308	15 159.306	648 204	14 511.102	13 932.939	—	—	—	—
2	6 686.740	4 212 910	0	4 212 910	2 314.902	2.08	1.56	0.69	0.52
3	6 979 230	1 601 654	0	1 601 654	1 371.234	1.23	0.93	0.41	0.31
4	10 746.552	719.875	37.740	682.135	544.526	0.49	0.38	0.16	0.13
5	4 541 228	1 697.256	0	1 697.256	836.256	0.75	0.56	0.25	0.19
6	6 528 399	1 776.405	0	1 776.405	779.173	0.70	0.52	0.23	0.17
7	5 639 741	2 775 530	0	2 775.530	1 936.623	1.74	1.30	0.58	0.43
8	28 972 637	7 342 671	116.609	7 226 062	3 679.506	3.31	2.48	1.10	0.83
9	45 259 116	21 468 343	18 677	21 449.666	8 348.764	7.51	5.63	2.50	1.88
10	3 938 431	1 582.620	62 558	1 520.062	1 362.244	1.22	0.92	0.41	0.31
11	18 455 025	7 938 871	288.841	7 650.030	2 970.934	2.67	2.00	0.89	0.67
12	10 787 561	2 690.544	98.985	2 591.559	382.856	0.34	0.26	0.11	0.08
13	51 339 165	31 997.526	136 955	31 860 571	10 639.053	9.57	7.27	3.19	2.39
14	31 831 027	24 327.068	129 841	24 197 227	6 450.666	5.80	4.35	1.93	1.45
总计	246 864 160	125 290 579	1 538.410	123 752.169	55 549.676	37.41	28.16	12.45	9.36

注 S 为能进行植被保护的土地面积； I 为按植被覆盖度 30%、200 m^3 /亩计算的生态需水量； II 为按植被覆盖度 30%、150 m^3 /亩计算的生态需水量； III 为按植被覆盖度 10%、200 m^3 /亩计算的生态需水量； IV 为按植被覆盖度 10%、150 m^3 /亩计算的生态需水量。

有效防治需水量(覆盖度30%)，如按 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 计为37.41亿 m^3 ，按 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 计为27.65亿 m^3 ，分别占柴达木盆地水资源总量的71.99%和53.21%。初始需水量即生态需水最低量(覆盖度10%)如按 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 计为12.45亿 m^3 ，按 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 计为9.36亿 m^3 ，分别占盆地水资源总量的23.96%和18.01%。

由上述两项生态用水量的计算可知，盆地生态总用水量一般均超过流域总水量的50%。当然，具体量值仍有待深入研究。

主要参考文献

- [1] 伍光和等.柴达木盆地.兰州：兰州大学出版社,1985
- [2] 申元村.绿洲形成条件与良性演替调控研究.干旱区资源与环境,1995(3)
- [3] 杨针娘.中国冰川水资源.兰州：甘肃人民出版社,1992
- [4] 韩德麟.关于绿洲若干问题的认识.干旱区资源与环境,1995(3)
- [5] 孙惠南.农业生产潜力研究.见赵松乔等主编.现代自然地理.北京科学出版社,1988

第十四章 河套平原绿洲

河套平原绿洲是黄河流域最负盛名的绿洲，在流域发展史上起着特殊的作用。黄河——中华民族的母亲河，从青海省巴颜喀拉山北麓约古宗列曲发源，向东直奔渤海，先后流经我国三大地势阶梯——青藏高原、内蒙古高原与黄土高原、华北平原。河套平原绿洲则是黄河中上游水土气热条件匹配最为协调、农业生产条件最好、区域经济最为发达的区域。该绿洲的形成主要是黄河作用的结果。黄河在高原面上多沿断陷构造线运行。在坚硬岩层地段河流下切和旁蚀较难形成峡谷水流湍急蕴藏巨大的水能在较疏松的岩层地段下切及侧蚀较易形成宽谷接受堆积形成平原。一束一放便使黄河流域形成峡谷与川地相间的格局。川地即河谷平原，是河流冲积堆积和引灌最为方便的地域类型，因而是绿洲形成和发育最良好的场所。黄河冲出刘家峡后便从青藏高原进入西北干旱区，先后流经峡谷黑山峡、青铜峡、石嘴山峡、喇嘛湾峡。峡谷与峡谷间有兰州盆地、五福寺盆地、宁卫盆地、银川盆地、后套盆地。宁卫盆地、银川盆地、后套盆地谷地宽阔连绵达450余km因地势坦荡、交通便利而使它们成为经济联系紧密的区域，因而常把它们统归为河套地区，其绿洲称为河套绿洲。

第一节 自然社会经济条件与绿洲分区

1 自然社会经济条件

河套绿洲始自黄河黑山峡的南长滩，沿黄河顺流而下直至内蒙古乌拉山的西山嘴(图14.1)。该区本属干旱气候与荒漠草原自然地带，但在黄河外流水系的塑造作用下形成了沿黄河自南长滩自西向东，至青铜峡转向北行，至石嘴山经磴口转向东行而止于西山嘴的连绵450余km的大型绿洲群。绿洲是干旱区水土气热最为协调的区域，是农业自然资源最为丰富和最利于人类开发利用的区域。在特定自然条件和人类不同开发过程作用下，河套绿洲形成了自己的特点。

1.1 开发历史悠久，是干旱区最为发达的区域

由于绿洲具有干旱区水土气热条件匹配最为协调和最利于人类开发的

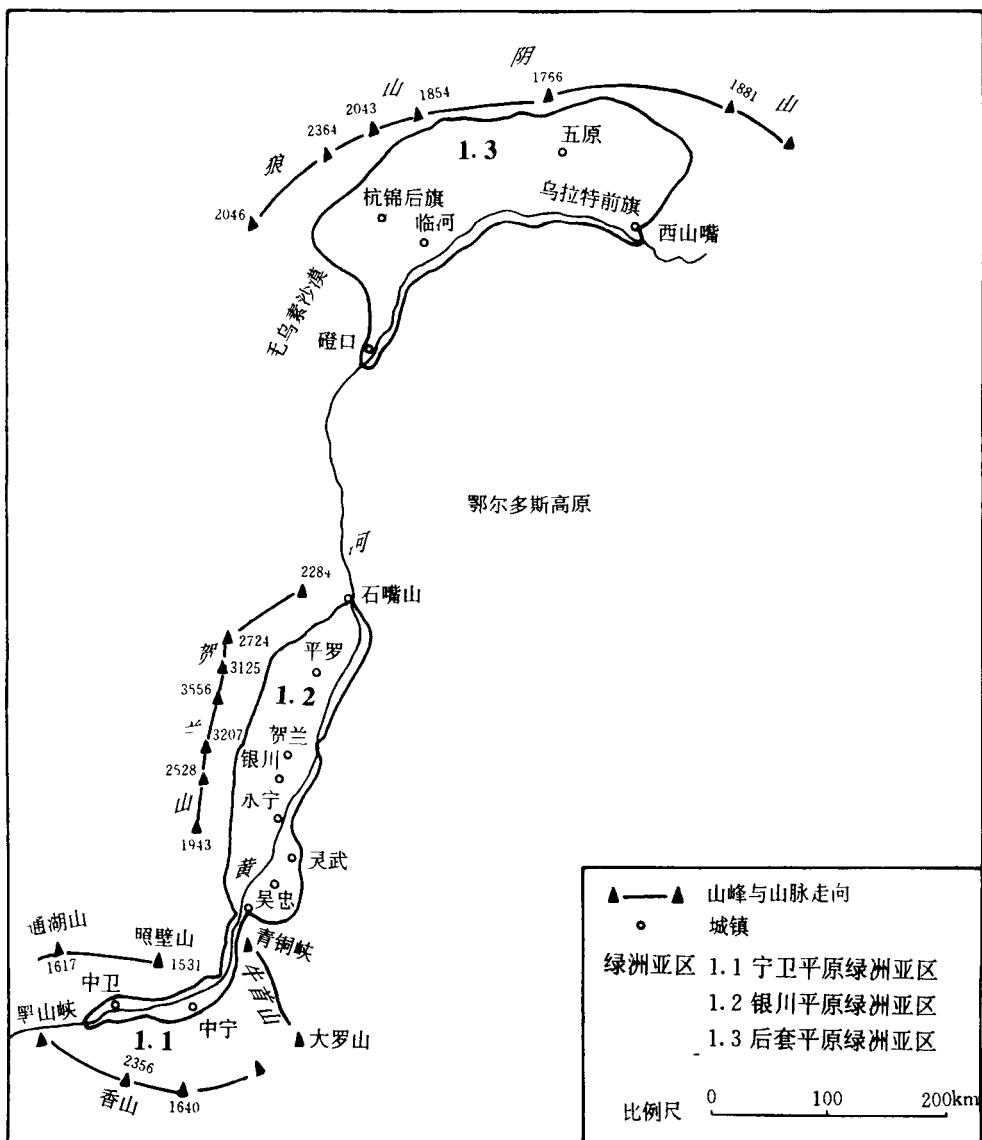


图 14.1 河套平原绿洲概图

地理条件，因而河套平原绿洲早在 2000 多年前就得到了开发，成为中国最早的农业绿洲之一。以宁夏绿洲为例，该绿洲在秦代以前的春秋时代为羌戎聚居地，进行着游牧利用。公元前 215 年 秦将蒙恬率兵 10 万 首先在宁夏绿洲屯垦开荒，开辟秦渠；后又于公元前 211 年兴建了汉延渠，灌溉农田约 40 万亩。公元前 115 年 汉武帝刘彻在位时期 更进一步兴建了汉渠、光禄渠(唐徕渠前身)、美丽渠、七星渠及御史、尚书(已湮没)筹渠 新增灌溉面积 70 余万亩。公元 1032 年 西夏国李元昊(即赵元昊) 又兴建了昊王渠 全长 200km。以后的元、明、清朝为了巩固疆域 亦非常重视绿洲的开发建设 康

熙四十七年（公元 1708 年）清政府又新开挖了大清渠，长 36km，灌田近万亩。雍正四年至七年（公元 1726~1729 年）又新开了惠农、昌润二渠，二渠合计长约 170km，灌田扩大约 5.6 万亩，从而逐步完善了灌溉配套体系，使绿洲成为历代王朝在干旱区的经济支柱，并为历代王朝稳定疆域做出了重大贡献。民国时期河套绿洲由于受国内战争和抗日战争的影响，基本无重大的工程上马。至 1949 年，宁夏平原黄河灌区仍保留大小干渠 39 条，灌溉面积 192 万亩，仍然是农业绿洲最为发达的区域。1949 年中华人民共和国成立后，灌区的绿洲农业得到了前所未有的发展。五六十年代，在恢复整修原有灌渠的基础上，重点新建和扩建了一批灌排骨干工程，特别是 1967 年完成的青铜峡水利枢纽工程，使银川平原的绿洲得到迅速发展，至 80 年代末，灌区面积达到近 500 万亩。在扩大灌区耕地面积的同时，为提高农业低产土地的产量，近 30 年来加大了盐渍化土地的治理力度，修建了排水渠道近 20 余条，兴建了 170 余座电排站，打了 5 000 余眼机井，初步建立起沟、井、站结合的排水系统，逐步建成了排灌设施配套、灌排结合、井渠结合、统一调度、合理利用地表水与地下水资源的体系，使灌区的绿洲开发与建设逐步走向了持续发展的轨道^[1]。绿洲开发与建设上的成就，使该绿洲成为干旱区农业产出比例最高、人均产值最大、经济发展速度最快的区域。仍以宁夏为例（表 14.1）来说明绿洲的突出地位。表 14.1 表明，从宁夏全区平均值而论，以绿洲为主的北部黄河平原区的面积只及全区面积的 41.2%，而人口数量却占全区人口数量的 55.4%，显然单位面积土地的压力大大超过其他区域，然而在经济发展水平上却大大超过其他地区。以人均耕地而论，北部平原区人均耕地只及全自治区的 62.5%，而其粮食人均产量却为全区人均值的 1.411 倍，超过 41%；人均农业产值为全区人均值的 1.570 倍，超过 57%；人均工业产值为全区人均值的 1.308 倍，超过 30.8%；人均 GDP 为全区人均值的 1.574 倍，超过 57.4%。这说明绿洲经济在全宁夏具有举足轻重的地位。再从区域经济发展水平对比看，宁夏黄河平原区人口是其南部黄土丘陵区的 1.56 倍、中部台地区的 6.08 倍，人均耕地平原区是黄土区的 41.7%、台地区的 28.3%，但其粮食人均产量北部平原区却是黄土区的 2.17 倍、台地区的 1.97 倍，人均农业产值是黄土区的 2.62 倍、台地区的 2.15 倍，人均 GDP 是黄土区的 6.17 倍、台地区的 3.92 倍。不难看出，宁夏黄河平原绿洲无论是单位面积产量、产值，还是宏观区域水平，均是宁夏最发达的区域。这一结论，亦适用于内蒙古后套平原绿洲。搞好绿洲建设、发展绿洲经济，过去是、现在是、将来仍然是干旱区经济发展的关键。

1.2 地貌为河谷平原，为绿洲发育提供了坚实的基础条件

绿洲形成的首要条件是必须有为水土资源富集提供场所的地貌条件。

表 14.1 宁夏平原绿洲与其周围非绿洲区域社会经济特征表

区 域	面 积		人 口		人均值比例以全区为 100				
	数 量 (km ²)	比 例 (%)	数 量 (×10 ⁴ 人)	比 重 (%)	耕 地	粮 食 产 量	农 业 产 值	工 业 产 值	GDP
宁夏全区	51 797	100	521.2	100	100	100	100	100	100
宁夏北部河套平原区	21 341	41.2	288.9	55.4	62.5	141.1	157.0	130.8	157.4
宁夏中部台地区	13 673	26.4	47.5	9.2	220.8	71.5	73.0	62.0	40.2
宁夏南部黄土丘陵区	16 783	32.4	184.8	35.4	150.0	64.9	59.9	11.0	25.5

注资料引自张永涛的博士论文《欠发达区可持续发展理论探讨与实践——以宁夏回族自治区为例》，1999年。

河套绿洲地貌为宽阔的河谷平原，堆积了深厚的黄河冲积物，为农作物及其他植物的生长提供了物质基础。这里地势平坦，引黄河水方便，利于发展灌溉农业，水土资源和地貌条件匹配，这些为绿洲的形成发育创造了良好的基础。然而，绿洲的规模和变迁还受到地质构造体系的制约。影响河套绿洲规模与变迁最重要的构造体系是北部阴山纬向构造带和中部牛首山—青龙山断裂带。阴山纬向构造带位于北部，为一系列近东西走向的褶皱带。晚元古代时仍为海域，古生代后发生强烈岩浆侵入和喷溢，褶皱成陆；中生代燕山运动期地壳更为活跃，断裂强烈，东西向隆起幅度较大，形成近似现代的地貌条件；新生代喜马拉雅造山运动较弱，未能改变中生代形成的地貌形态。阴山山体海拔高度 1 000~2 300m 山南为内蒙古境内的黄河河套 山北为内蒙古高原。阴山山脉亦是内外流水系的分水岭。内蒙古河套平原南侧便是鄂尔多斯台地。牛首山—青龙山断裂横切宁夏中部，西北走向，将宁夏境内的河套平原构建为东北—西南向的银川河谷平原和近东西走向的（中）宁—（中）卫平原。在阴山褶皱带与牛首山—青龙山断裂带西部隆起的贺兰山经向褶皱和东部抬升的中朝准地台鄂尔多斯台块是绿洲形成的主要基础之一。贺兰山褶皱带与鄂尔多斯台块间为银川凹陷（地堑）阴山褶皱带与鄂尔多斯台块间为内蒙古后套凹陷（地堑）银川凹陷和内蒙古后套凹陷 因接受黄河冲积物堆积而具有巨厚的沉积物，为绿洲发育提供了坚实的物质基础。在牛首山—青龙山断裂带以南为陇西系构造体系，其中对绿洲形成起决定作用的为一系列弧形断裂及其控制的隆起和断陷。第一列弧形隆起山地为宁卫北山，第二列弧形山地为香山和清水河西侧山地。这两列山地夹峙的盆地 平原则是宁卫平原 走向近东西 成为黄河进入宁夏的第一个绿洲盆地（图 14.1）。

黄河沿宁卫平原、银川平原、内蒙古后套平原顺流而下，与各平原巨厚的冲积堆积物相组合，构成水土资源匹配优越的环境，为绿洲的形成和发展奠定了基础。宁卫平原始于中卫县南长滩，向东至中宁县城折向东北而止于青铜峡，长 105km 宽 10~15km 由黄河冲积堆积而成 海拔 1 200m 左右，地面坡降 1/1000~1/3000 以砂质和粉沙质堆积为主 透水性好 地下水埋

深约 2m。因处于河流上段 基本无盐碱危害。银川平原南起青铜峡 北迄石嘴山，北北东延伸 165km 西倚贺兰山 东傍鄂尔多斯高原 宽 40~50km；海拔 1 100~1 200m 堆积了巨厚的冲积物 坡降约 1/4000 地势平坦 堆积物从青铜峡至叶盛一带以砂为主，再向北以粉沙、沙壤为主。由于地势低洼、湖沼众多、排水不良，盐渍化较严重。内蒙古后套平原西端起自阿拉善高原东缘的乌兰布和沙漠，东至乌拉山西山嘴，东西长 180km 南北宽 60km；平均海拔约 1 050m 坡降 1/3000~1/5000 质地较细 受地形低洼影响 盐渍化普遍且严重。

1.3 气候干旱，但黄河水源之惠为绿洲发育提供了实际可能

河套绿洲地处我国干旱区域。根据本书第二章的论述，河套绿洲区气候属于干旱气候，自然地带属于荒漠草原，是无灌溉即无农业的地区。

气候条件对于绿洲发育，尤其是对农业绿洲的生产布局关系影响极大。自然降水的多少决定了绿洲区域的干旱程度，影响灌水定额和农业需水总量；气候的温度条件，将直接关系到作物熟制、生物品种和农业生产潜力的高低，气候的风、雹、冰、雪灾害亦将影响绿洲的变迁。上述有关气候要素对绿洲的影响无疑均是重要的，但其中降水稀少是导致干旱的最主要因素。就河套绿洲而言，从温度条件看属中温带，温度能满足作物一年一熟且略有剩余，雹灾、雪灾等灾害亦是局部或某一时段的灾害，只有降水稀少和持续干旱对植物生长和绿洲形成起长期的作用。河套绿洲区的气候特征见表 14.2。

表 14.2 河套绿洲区域气候特征表

地 点	平均气温 (C)	≥10 C 积温 (C)	无霜期 (d)	太阳辐射 (kJ/cm ² ·a)	年日照 (h)	干湿状况		
						降水量 (mm/a)	蒸发量 (mm/a)	干燥度 (K)
中 卫	8.4	3 178.2	152.8	587.0	2 845.9	185.9	—	4.49
中 宁	9.2	3 351.0	165.3	592.4	2 900.7	222.9	2 055.3	3.78
青 铜 峡	8.8	3 253.0	155.6	587.8	2 851.7	185.4	2 085.9	4.68
银 川	8.5	3 298.0	170.1	602.5	3 039.6	202.8	1 583.2	3.99
石嘴山	8.2	3 252.4	188.7	602.1	3 083.6	183.4	—	4.17
磴 口	7.4	3 255.6	158.2	649.4	3 250.2	148.4	2 424.1	5.14
临 河	6.4	3 068.2	151.7	633.5	3 200.7	136.7	2 346.4	4.67
乌拉特前旗	6.7	3 046.6	148.2	630.9	3 150.2	224.2	2 505.4	3.96

表 14.2 说明，河套平原的干燥度在 3.5 以上 属接近干旱荒漠 ($K > 4$) 的区域，在中国自然地理分异格局上正处于典型的荒漠草原地带，在农业生产上亦正是不灌溉不能从事农业的区域。

气候干旱缺水的状况由于有黄河过境带来的水源而得到改善。黄河从黑山峡进入宁夏绿洲时，多年平均过境径流量为 325 亿 m³。按国家上下游

调配计划 宁夏可利用黄河水 40 亿 m^3 ，内蒙古后套可利用 53.6 亿 m^3 。这些水主要是为河套平原的发展服务的。除了黄河过境水源外，还可利用本身的地下水动储量资源，加上本身的有效降水量，则可以满足生态环境由干旱荒漠草原向绿洲生态环境转变的需要。河套绿洲可利用水资源量见表 14.3。

表 14.3 河套绿洲可利用水资源表

地 区	黄河过境水资源可利用量 ($\times 10^8 m^3$)			有效降水量 ($\times 10^8 m^3$)	可利用水资源量 ($\times 10^8 m^3$)	绿洲农业灌溉面积 (以灌水量 1 000 m^3 /亩计)($\times 10^4$ 亩)
	地表水量	地下水量	合计水量			
宁夏自治区	40.0	13.20	53.20	2.94	56.14	561.4
宁夏河套区	35.0	12.70	47.70	1.03	49.23	492.3
内蒙古后套区	53.6	19.98	73.58	0.75	74.33	743.3

注宁夏资料引自“宁夏水资源开发利用规划”（水资源开发利用课题组 1993）内蒙古资料引自马长炯等的“内蒙古后套绿洲水资源合理利用”，《干旱区资源与环境》1995年第3期。

上述水资源可利用量，如以现在农田灌溉水量约 1 000 m^3 / 亩计，则河套绿洲内的农田规模宁夏平原可达 492 万亩。1996 年宁夏平原耕地面积已达 481 万亩^[2]，已基本接近平衡。提高水资源利用率，是今后绿洲发展的主要方向。

1.4 绿洲产业以农耕业为主，发展潜力巨大

绿洲不仅在环境效应方面给人类提供了良好的栖息生存场所，更重要的是为人类提供了生产物质的资源。人类通过资源开发途径获得生存产品。因此资源产业化是人类利用绿洲、获得发展的最重要目标。绿洲资源的优势在于农业自然资源，绿洲产业主要亦应该是绿洲农业。以宁夏河套平原为例这一基本结论可从表 14.4 得到佐证。表 14.4 说明宁夏灌溉绿洲总面积 425 066 hm^2 ^① 中农耕业用地面积占了 76.72% 而产值占了 88.94% 这充分体现了绿洲产业以农耕业为主的特色。

表 14.4 河套绿洲区 宁夏平原 灌溉农业产业构成表(1996)

项 目	灌溉农业用地		耕 地		园 地		林 地		水 域	
面积及其比例(hm^2 , %)	425 066	100	326 118	76.72	22 223	5.23	66 845	15.73	9 880	2.32
总产值及其比例 (万元, %)	388 775	100	345 787	88.94	24 388	6.27	8 725	2.25	9 875	2.54
单位面积产值(元/ hm^2)	9 146.2		10 603.1		10 794.2		1 305.3		9 994.9	

注 ①园地果品 总产量 11 160 万 kg 按 2 元/kg 计 枸杞总产 51.7 万 kg 按 40 元/kg 计。 灌区水产品 1996 年总产量 19 751 t 按 5 元/kg 计。

提高绿洲产业化水平是绿洲研究的基本任务。其基本途径一是扩大绿洲的农业利用面积，二是提高单位面积产量。上述两个方面，河套平原绿洲都具有巨大的发展潜力。就扩大绿洲农业用地面积而言，关键是要有水源。

含农耕地、园艺地和水域。

目前河套绿洲农田灌水量平均在 $15\ 000\text{m}^3/\text{hm}^2$ ($1\ 000\text{m}^3/\text{亩}$) 以上，采用大水漫灌方式。今后，随着生产力的发展和技术水平的提高，单位面积的农田耗水量将有可能大幅度降低。根据宁夏田间试验观测资料，小麦生长期总耗水量在 $5\ 730\sim6\ 780\text{m}^3/\text{hm}^2$ ($382\sim452\text{m}^3/\text{亩}$)^[1]。若将目前的灌溉水量从 $1\ 000\text{m}^3/\text{亩}$ 降低一半，则绿洲农业面积可扩大 1 倍（达到 960 万亩），节水扩耕潜力仍然是巨大的。就提高单位面积产量而言，虽然粮食单产从 1949 年的约 $100\text{kg}/\text{亩}$ 提高到 1997 年的 $374.1\text{kg}/\text{亩}$ ，但从大面积高产田单产均在 $500\text{kg}/\text{亩}$ 以上而言，增产潜力仍然很大。只要完善灌排水体系，节水灌溉，改造低产田和治理盐渍危害，加大农业综合开发力度，建立完备的农田防护林体系，提高抗灾能力等，将单位面积产量提高到 $1\ 000\text{kg}/\text{亩}$ 是完全可以达到的。由此可见，河套平原绿洲仍然具有巨大的发展潜力。

2 绿洲分区

2.1 分区原则

绿洲在干旱区分布的不连续性及理论与实践研究环节上的薄弱，使绿洲区划仍然停留在有待探索的阶段。绿洲的形成、特征、分异具有很强的区域特色，绿洲区划完全取决于其区域特征。绿洲区划被视为地理区域综合研究的一个分支。在中国绿洲区划总体框架指导下，我国各区域的绿洲区划可进一步考虑具体特点，制定出更加具体的区划体系。体现河套绿洲区域差异的分区原则如下：

2.1.1 地域结构整体性原则

绿洲的区域特征原则要求划分出的绿洲区必须是具有综合特征的地域单元，不同的绿洲其地域整体性特征应有所不同。例如 塔里木河 属内陆长流域河流，跨度大，支流较多，其沿岸分布的绿洲群间差异显著，依据区域间的差异便可进一步分异出若干不同的区域，划分出不同的绿洲区。柴达木盆地的绿洲虽属内陆区域，但各绿洲所依附的河流彼此间是独立的，流程短、规模小，地域结构较为简单，区划主要应体现小流域组合的特点。河西走廊绿洲亦具有内陆水系，河流流程较长，山系和河流地域组合差异明显，绿洲地域具有以大河为单元的特点，因此大河流域则是绿洲分区的基本依据。黄河河套绿洲则不同，其水系属外流水系，上下游关系密切，绿洲间不仅在成因形态上有许多相似之处，在社会经济联系上也很紧密，绿洲的地域特征体现为以盆地为单元。以河川盆地为单元划分不同的绿洲区，应视为黄河河套绿洲分区的基本原则。

2.1.2 区域单元水系独立原则

以盆地为单元的绿洲划分原则体现在水系上，则要求水系应该是完整的，同一个盆地的绿洲河流水系应该归属于同一个绿洲区内。

2.1.3 绿洲开发相似性与差异性原则

这一原则要求划分出的不同绿洲区，彼此间在要素组合、生产潜力、改造方向上差异最大；而同一绿洲区内，其性质和功能差异最小，因而在利用改造上亦最为一致。以宁夏河套平原为例，冲积物构成上，宁卫绿洲较粗，银川绿洲较细；平原纵比降上，宁卫平原大于银川平原；地下水位上，宁卫平原低而银川平原高；盐渍化特征上，宁卫平原基本无盐渍危害，而银川平原盐渍危害普遍，且愈往下游危害愈重。因而，在农作物布局和改造利用上两个平原亦有较大差异，故将它们区分为两个不同的绿洲亚区。

2.1.4 照顾行政完整性原则

任何意义上的绿洲研究都是为了绿洲的发展和绿洲的稳定与持续，而科学管理则是关键。在我国以行政单元为体系的管理体制下，绿洲区划照顾行政完整性是加强科学管理的有效途径，因而绿洲区划要尽量考虑这一原则。

2.1.5 区划等级高低原则

绿洲区划作为一门学科，有自己的学科体系，具有等级高低的层位研究特征。绿洲区划等级一般分为三级：绿洲区、绿洲亚区、绿洲小区。绿洲区具有宏观、概括、研究尺度较大的特点，绿洲小区则具有微观、研究尺度较小、更利于生产实践应用的特点，绿洲亚区的特点则介于二者之间。

2.2 绿洲分区

依照黄河河套绿洲的区域特点及分区原则，可将河套绿洲划分为1个绿洲区、3个绿洲亚区（表14.5）。

表 14.5 河套平原绿洲分区系统

绿洲区	绿洲亚区	面积(km ²)
河套平原绿洲区	1.1 宁卫平原绿洲亚区	6 840
	1.2 银川平原绿洲亚区	14 501
	1.3 后套平原绿洲亚区	18 018
合计	39 359	

第二节 宁夏河套平原绿洲

宁夏河套平原绿洲沿黄河分布，青铜峡以南为宁卫平原绿洲亚区，以北为银川平原绿洲亚区。受盆地构造规模影响，宁卫平原面积较小，银川平原面积较大。然而二者由于同属于温带干旱气候，同受惠于黄河水源之利，虽然在农业环境、生产潜力、土地利用结构、经济发展水平上存在局部差异，但在农业资源开发与绿洲发展布局上仍然具有众多相似之处，是我国古老绿洲灌区，素有“塞上江南”之美称。

1 绿洲生产潜力

绿洲的农业生产功能是具有生产潜力。生产潜力的高低是人们评价绿洲质量、制定绿洲生产规划的依据，因而生产潜力的研究被认为是认识绿洲的基础性工作。这一研究的程序通常是首先从气候上认识绿洲的光能利用条件(光合生产潜力)温度可利用程度(光温生产潜力)降水可保证程度(光温水生产潜力 通常又称气候生产潜力)其次是从土壤条件和植物作物条件去评估现实生产潜力(现状生产潜力)最后从提高作物产量的目的出发，依据限制生产潜力的因子，采取相应的技术措施去提高生产潜力，如利用塑料薄膜工艺提高地温和防止蒸发，通过灌溉提高气候生产潜力，通过改良土壤提高作物的转化功能，通过改良品种提高光温水的利用率等等。诚然 土地生产潜力研究涉及面广泛 因而研究方法颇多 诸如机制法、迈阿密模型、桑斯维特纪念模型、格思纳一里斯模型、瓦格宁根法、FAO方法等^[1]。我国自然环境复杂，上述各种方法均具有局限性。我国著名地理学家黄秉维院士经过多年的多角度多层次研究，提出了适合我国的更为简易的方法——黄秉维法。这一方法可概括为

$$P_f = 0.146Q$$

$$P_t = P_f \cdot \frac{n}{365}$$

$$P_w = P_t \cdot F_w$$

式中 : P_f 为光合生产潜力 ; Q 为太阳总辐射值 ; P_t 为光温生产潜力 ; n 为年内无霜期天数 ; P_w 为气候生产潜力 F_w 为水分有效系数。 F_w 的计算式为

$$F_w = \frac{R}{E_0}$$

式中 R 为降水量 ; E_0 为最大可能蒸发量^[3]。现实生产潜力则依据土地的有效系数计算，通常是光温水潜力的 0.40 倍；还要考虑土壤的质量实际有效系数，一般是一等地有效系数为 0.60~0.75 二等地为 0.40~0.60 三等地 0.25~0.45 四等地为 0.10~0.15^[1]。经上述计算，宁夏河套绿洲的土地生产潜力如表 14.6。

从表 14.6 可知，宁夏河套绿洲区在天然状态下土地生产潜力很低，一等地的理论现状生产力水平为 170~230kg / 亩 但在有灌溉的条件下可提高到 600~730kg / 亩。目前银川平原的粮食单产为 5 612kg/hm²(374kg/亩)。由此可见，宁夏河套绿洲的粮食生产有很大发展潜力。只要通过新技术、新工艺、新材料的应用 农业生产近期达到大面积 600kg / 亩以上水平是可能的。届时，河套绿洲的农业产量将会比现在提高 1 倍。

表 14.6 宁夏河套绿洲农业生产潜力表

项 目	宁卫平原绿洲亚区		银川平原绿洲亚区			
	中 卫	中 宁	青 铜 峡	永 宁	银 川	石嘴山
太阳总辐射(kJ/cm ² ·a)	587.0	592.4	587.8	592.4	602.5	602.1
光合生产潜力(kg/亩)	8 515	8 533	8 527	8 533	8 740	8 734
无霜期(d)	152.8	165.3	155.6	156.9	170.1	188.7
光温生产潜力(kg/亩)	3 565	3 846	3 635	3 668	4 047	4 515
降水量(mm)	185.9	223.0	185.3	202.4	202.7	183.4
蒸发力(mm)	1 037.34	1 136.22	1 087.95	1 040.9	1 023.86	1 135.01
天然状态下光温水生产潜力(kg/亩)	638.9	758.4	619.1	713.2	801.2	729.6
天然状态下一等土地现状生产潜力 (kg/亩)	178.9	212.5	173.3	199.7	224.3	204.3
灌溉条件下近期一等土地现状生产潜力 (kg/亩)	611.9	640.8	594.3	643.7	722.4	705.5

2 绿洲土地利用现状及利用中存在的问题

2.1 土地利用现状

土地利用现状反映了人类对绿洲土地的开发利用程度及开发效益，是决策、规划部门制定绿洲发展目标与措施的出发点。表征开发利用程度的指标通常是土地利用构成，表征利用效益的指标通常采用产值构成。

2.1.1 土地利用构成

宁夏河套绿洲分布于中卫、中宁、青铜峡、吴忠(利通区)、永宁、银川、贺兰、平罗、石嘴山、陶乐、惠农等县市政区面积 17 812.35km² 约占宁夏自治区面积的 34.28%。其土地利用构成如表 14.7^[2]。

表 14.7 宁夏河套平原绿洲土地利用构成 1998(单位 :×10⁴ 亩)

绿洲亚区	辖区面积	耕地面积	园地面积	林地面积	牧草地面积	水域面积	居民点工 矿面积	交通用地 面积	未利用地 面积
宁卫平原亚区	1 060.40	92.60	8.38	33.85	626.99	34.89	18.30	5.24	240.15
银川平原亚区	1 611.47	355.78	24.61	55.00	585.75	136.11	96.50	17.70	340.02
总计	2 671.87	448.38	32.99	88.85	1 212.74	171.00	114.80	22.94	580.17

注宁卫平原绿洲亚区以中卫、中宁两县为基本计算单位，银川平原绿洲亚区以青铜峡、吴忠市利通区、永宁、银川、贺兰、石嘴山、平罗、陶乐、惠农等市县为基本计算单位。

表 14.7 说明，宁夏河套绿洲区所属行政区域内，耕地面积 448.38 万亩 园地面积 32.99 万亩，二者合计即为农耕业用地面积 481.37 万亩) 占行政辖区面积的 18.01%；其余，林地面积占 3.33%，牧草地面积占 45.39%，水域占 6.40%，未利用土地占 21.71%，居民点、交通用地占 5.16%。这些数据说明该绿洲区域总特点是农业、园艺业发达，是中国各绿洲区域中农耕业用地比例最高的绿洲；水域面积所占比例高，有利于渔业的

发展；牧草地面积比重大，畜牧业应该占有重要地位；未利用土地主要是沙漠、盐滩、裸地等难利用土地，面积比例虽超过 21.71%，但与干旱区其他绿洲区域相比，其比例仍然是最小的，说明该绿洲是生态环境相对优越的绿洲有利于进行生态环境的治理和建设。表 14.7 还说明，宁卫平原绿洲与银川平原绿洲在开发上仍有差异，耕地面积、园地面积、居民点占地及交通用地面积的比重，银川平原远高于宁卫平原；说明银川平原绿洲土地开发程度较高，经济较为发达。产生这一差异的原因，主要是银川市、石嘴山市等城市发展较快亦与 50 年代青铜峡水利枢纽工程的建设有关。这一现实从另一侧面说明，宁卫平原绿洲的发展，应该注重城市化的发展和水利灌溉工程的建设。

2.1.2 农林牧业生产结构及产值构成

绿洲的基本功能是宜于农林牧渔业的生产。通过对绿洲农林牧生产结构及产值构成的分析，能揭示绿洲生产力水平，掌握不同土地利用类型的效益，从而为绿洲产业结构调整、提高绿洲产出能力提供依据。宁夏河套平原绿洲灌溉方便、土地条件优越，因而具有广泛的适宜利用特性。经过灌区人们长期的有选择利用，目前已经形成了农耕业为主、农林牧渔综合利用的生产结构和产值结构（表 14.8）^[4]。表 14.8 说明宁夏河套平原产值构成上，

表 14.8 宁夏河套平原绿洲农林牧渔业生产结构与产值构成 1998)

项 目	宁卫平原区		银川平原区		数量 总计			
	数量	占亚区的 比例(%)	占宁夏河套平 原的比例(%)	数量	占亚区的 比例(%)			
人口(人)	54.98	100	20.39	214.71	100	79.61	269.69	
总产值($\times 10^4$ 元)	121 165	100	23.08	403 800	100	76.92	524 965	
农	粮食总产量($\times 10^4$ kg)	33 958	100	20.14	134 675	100	79.86	168 633
	油料总产量($\times 10^4$ kg)	866	100	35.96	1 542	100	64.04	2 408
业	农业总产值($\times 10^4$ kg)	65 908	54.40	19.06	279 939	69.32	80.94	345 847
	亩均农业产值(元/亩)	1 132.05	100	98.15	1 158.50	100	104.45	1 153.36
	人均农业产值(元/人)	1 198.76	100	93.48	1 303.80	100	101.67	1 282.39
牧	肉总产量($\times 10^4$ kg)	37 162	100	34.85	69 474	100	65.15	106 636
	奶总产量(t)	5 731	100	3.46	159 979	100	96.54	165 710
业	毛总产量(t)	482	100	21.10	1 802	100	78.90	2 284
	牧业总产值($\times 10^4$ 元)	52 263	43.13	32.56	108 226	26.80	67.44	160 489
	人均牧业产值(元/人)	950.58	100	159.73	504.06	100	84.70	595.09
林	总产值($\times 10^4$ 元)	1 167	0.96	27.93	3011	0.75	72.07	4 178
业	人均产值(元/人)	21.23	100	137.06	14.02	100	90.51	15.49
渔	渔业总产值($\times 10^4$ 元)	1 287	1.51	13.04	12 625	3.13	86.96	13 912
业	人均产值(元/人)	58.26	100	63.95	99.50	100	109.22	91.10

农耕业大致占 55%~70%，畜牧业占 25%~45%，林业和渔业合计不足 5%。这体现了农业为主导、农牧结合、农牧林渔业综合发展的经济格局。在两个绿洲亚区的产值构成中，宁卫平原绿洲的农业产值占该亚区的比例（54.4%）明显低于银川平原绿洲亚区（69.32%）而畜牧业产值的比例银川

平原(26.8%)远低于宁卫绿洲(43.13%)，说明宁卫平原农牧结合性较强、养猪业发达、银川平原较弱。加快牧业发展、实现农牧有机结合应成为银川平原绿洲农业结构调整的主要方向。林业产值比例小，不足1%说明宁夏河套平原林业建设薄弱，经济效益低，生态经济林的建设亟待加强。从建立合理的农林牧渔产业结构体系看，宁卫平原绿洲亚区的农牧林渔业比例为54.40：43.13：0.96：1.51而银川平原为69.32：26.80：0.75：3.13。这说明宁卫平原的农林牧渔业结构较为合理，产业结构调整幅度较小，有利于进行高效绿洲产业体系的建设；而银川平原的农林牧渔结构有待调整，产业体系不紧密，抗灾能力较弱，加快产业结构调整是银川平原绿洲亚区较紧迫的任务。林业和渔业在宁夏河套绿洲中比例很小(不足5%)效益低。而依据该平原的特点，林渔业均应加强。林业的方向是增加防护林面积，调整单一树种的结构，加大经济果木比例。渔业产出效益低，尤其是银川平原中的湖、塘水系利用不充分，渔业的科技含量低。充分利用水体资源、提高渔业产值比例应是宁夏河套绿洲改善农业产业结构的重要方面。

2.2 土地利用中存在的问题

虽然宁夏河套绿洲素有“塞上江南”美称，应该是物产丰富、经济发达的区域。但现实情况是经济落后，发展速度缓慢，与其生产潜力相比产出效益低下与发达区域相比更是贫富悬殊。究其原因主要是耕作经营粗放、产业结构不完整、水资源浪费严重、盐渍化危害以及科技水平低等。

2.2.1 农业经营粗放 产出效益低

河套绿洲的经营以农业为主，至今未走出传统农业峡谷，耕作技术落后、管理粗放，致使绿洲农业效益低下，贫困局面没有改变。单位面积产量和产值、人均产值和劳力产出效益上均处于低水平(表14.9)^[4]。表14.9说明，宁夏河套整个绿洲区，粮食单产仅395.3kg/亩是近期生产潜力的2/3，与河西走廊高产记录吨粮田相比差距更大。以亩均产值而论，仅为1750.7元，扣除投入成本，产投比约为1.5：1，效益亦甚低下，说明其生产仍停留在低水平、低投入、低效益状态。以人均生产效益去评定，农业人均产值为3608.87元，按农业劳动力计，则为6969.14元。扣除农业成本和维系基本生活后，扩大再生产的投入已很不足，生产力几乎停留在简单再生产上。农业劳动力人均耕地3.98亩，以手工操作为主，仍停留在劳力密集型类型上。可见，改变传统经营方式、采用先进技术和建立精耕细作的经营体系，是提高绿洲产出效益、摆脱贫困、建设高效绿洲的基本选择。诚然，宁卫平原绿洲和银川平原绿洲在土地利用水平和生产力发展水平上仍有差异。单位面积产量上，宁卫平原比银川平原高出9个百分点，产值亦高出24.5个百分点，说明宁卫平原的土地产出能力较高，生产潜力的挖掘较银川平原充分。但这种潜力的获得，主要还是依靠加大劳力投入的途径获得的，这可以从宁卫平原农业劳动力产值(5717.25元/人)为银川平原(7459.24元/人)的

76.65%得到佐证。区域差异上，城郊型农业明显高于农村型农业，银川市产值高则主要是因为管理较精细、技术较先进和作物结构较为合理。

表 14.9 宁夏河套平原绿洲区农业效益(1998)

绿洲亚区	农业人口 (人)	农业 劳动力 (人)	产量 (kg/亩)	产值 (元/亩)	人 均 值			
					农业人均 耕地面积 (亩/人)	农业劳动力人 均耕地面积 (亩/人)	农业人口 人均产值 (元/人)	农业劳动力 人均产值 (元/人)
中 卫	256 274	137 967	366.99	1 822.95	1.39	2.58	2 535.18	4 709.10
中 宁	180 519	73 962	514.80	2 488.71	1.25	3.05	3 112.97	7 841.89
宁卫平原合计	436 793	211 929	427.95	2 081.16	1.33	2.75	2 748.79	5 717.25
吴 忠	183 627	72 711	417.82	2 165.56	1.45	3.65	3 133.47	7 913.38
青 铜 峡	168 844	84 546	404.43	2 094.57	1.84	3.68	3 859.30	7 703.29
永 宁	145 590	82 504	464.52	1 774.48	2.24	3.95	3 968.47	7 002.93
银 川	107 349	59 215	447.48	1 713.20	3.24	5.87	5 550.59	10 062.25
贺 兰	140 641	89 580	448.64	1 531.89	2.74	4.30	4 197.85	6 590.64
石 嘴 山	3 992	2 365	336.25	1 308.67	8.09	13.66	10 588.68	17 873.15
平 罗	197 346	107 301	327.39	1 326.43	2.62	4.83	3 481.65	6 403.39
陶 乐	15 776	9 819	244.42	1 552.34	3.39	5.45	5 264.33	8 458.10
惠 农	54 693	33 301	307.93	1 325.25	3.24	5.32	4 288.85	7 043.93
银川平原合计	1 017 858	541 342	392.92	1 671.08	2.37	4.46	3 967.15	7 459.24
宁夏河套平原 总 计	1 454 651	753 271	395.30	1 750.70	2.06	3.98	3 608.87	6 969.14

2.2.2 产业结构不协调，农业发展缓慢

农业产业是绿洲的基础，建立结构合理、产出高效的绿洲农业产业体系是绿洲发展的基本途径与基本目标。宁夏河套绿洲农业长期受传统计划经济指导，重视耕作业，耕作业又侧重粮食生产，结果是解决了温饱问题而不能达到富裕目标。因而可以说，不合理的农业产业结构，是导致该绿洲区农业落后的根本原因。从表 14.8 可知，银川平原绿洲亚区农业结构中农耕业产值占 69.32%，而畜牧业产值仅占 26.80%，林业占 0.75%，渔业占 3.13%。这一结构属于传统的自给自足型，不仅商品率低，而且价格偏低，并抑制了加工业和第三产业的发展。宁卫平原绿洲虽然种植业产值的比例有所降低而畜牧业产值的比例有所增高，但农牧互补结构未建立，产品自我消化比重大，贫困形势仍很严峻。调整农业产业结构、压缩粮食作物的种植面积、扩大经济作物的种植面积、大力发展农牧结合型牧业、加大渔业开发力度、发展生态经济型林业并大力延长加工产业链，是绿洲农业结构调整的基本方向。

诚然，绿洲农业经济近几十年来尤其是近 20 余年来得到了长足的发展，但这种发展几乎被过速的人口增长所抵消。宁夏自治区的经济是绿洲成分占主导地位的经济。图 14.2 表明，宁夏自治区近 20 余年来人口增长速度仍然高于农业产值增长速度，结果是农业发展缓慢、绿洲经济落后的面貌没有根本改变。

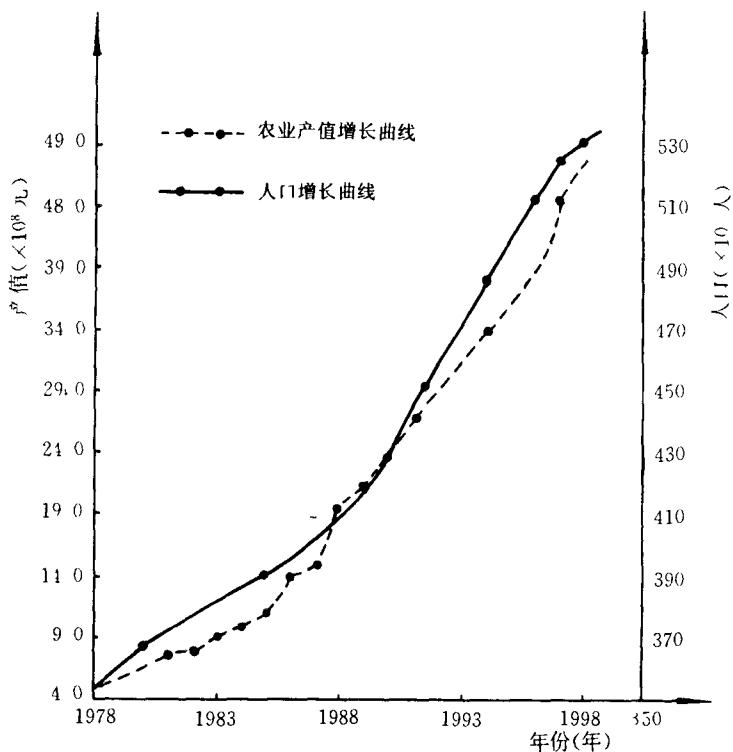


图 14.2 宁夏农业产值与人口增长对比图

2.2.3 排水体系不健全，水资源浪费严重，盐渍化危害加剧

宁夏河套平原绿洲有 2 000 余年的引灌历史。目前各渠系灌溉能力，宁卫平原可达 59 万亩 银川平原可达 287 万亩^[5]。渠系设计受历史和科技水平的影响，普遍存在重灌轻排的弊端，排水体系极不健全，水资源浪费严重。在灌溉水量普遍高于 $1\ 000\text{m}^3/\text{亩}$ 和大水漫灌形式下，灌溉余水易于在平原低洼地段汇集，在蒸发强烈的气候条件下，盐分易于积聚于地表而导致盐渍化。宁夏河套平原盐渍化危害主要发生于灌渠下游的银川平原绿洲，尤其是银川、贺兰、平罗、惠农等市县的盐渍化更为严重。盐渍化土地的面积比例与防治盐渍化的力度有关。70~80 年代是盐渍化防治取得显著成效的时期，盐渍化土地的面积比例最低。据有关资料^[6]，宁夏银川平原绿洲农田盐渍化土地面积的比例，1958 年为 56.7%，1962 年为 67.4%，1979~1983 年为 42.3%，1985 年为 42.8%，1989 年为 49.8%。盐渍化对绿洲发展的危害是多方面的，不仅使农业产量降低，还给生态环境带来严重恶果，并对人类的社会经济生活造成威胁。防治盐渍化已成为银川平原绿洲建设与发展的重大课题。

资料引自《宁夏统计年鉴》(1992,1997,1998,1999)。

2.2.4 产品科技含量低，成果转化率低

宁夏河套平原绿洲在科技成果的应用上，基本上停留在传统的农业技术上 新成果、新工艺、新材料的应用水平低下。农业产品成本高 产投效益低，仍然是劳动密集、资本增值慢的产业。其原因是现代科学技术的应用不足 成果转化率低。新的节水、治盐技术 增温促产技术 品种更新技术 农产品精加工技术等的应用差。依据科技成果效益转化“余值法”估算 宁夏河套绿洲的资本转化率约为 35% 劳动力转化率为 25%~30% 科技成果转化率为 35%~40% 仍然属于低水平范畴。

3 加快绿洲发展的对策

绿洲发展对策的拟定应依据绿洲发展现状与特点有针对性地进行，这样才能收到切实的效果。宁夏河套平原绿洲针对其资源优势和发展中存在的问题，应围绕加快科技成果转化、节水农业体系建设、盐渍化中低产田改造、调整产业结构等方面进行。

3.1 加快科技成果转化，建立高科技绿洲产业

将科技成果全面应用于绿洲产业建设，是求得绿洲快速发展最有效的途径。目前河套平原绿洲经济落后，根本原因在于科技成果转化率低，区域发展规划布局中未突出效益科技思路；科研工作薄弱，投入不足，科技储备不够；科技成果的试验与推广脱节，以致许多成功的科研成果，如新品种的推广 新材料、新技术的应用（如增温塑料 增温剂 温床 土壤改良剂 节水材料与技术）新产品的开发都滞后于市场 推广滞后 延缓了研究成果的应用速度。产供销环节的脱节亦是影响科技成果转化的重要因素，科技成果只有通过“供”的桥梁才能转化为生产力。但目前一方面是新的科技成果找不到用户，另一方面是不少急需科研产品的用户又找不到科技成果。诚然，经济落后也是影响成果产业化开发的因素之一。寻找一条耗资少、开发高效的产业道路，似应成为干旱绿洲区域发展的选择。这一道路就是科技产业道路。高科技以产品新、增值幅度大、投资小为特点 是一种投入小而效益大的新产业，应该积极发展。

3.2 建立节水绿洲体系，发展生态绿洲农业

绿洲未来的发展方向是人类调控下的现代绿洲，是水资源高效利用的绿洲。目前在水资源利用上，普遍超过 1 000m³ / 亩的水平 不仅浪费严重，还导致沼泽化、盐渍化 影响绿洲的可持续发展。高效利用水资源 主要在建立节水绿洲体系。其目标一是建立农田节水绿洲体系，实现农田需水与灌水供水的动态平衡，其量值宁夏约为 400~450m³ / 亩 借助于新材料、新技术，这一目标是应该能够实现的；二是发展生态绿洲农业，将节约的水用于

生态环境建设，发展灌溉牧业、防护体系林业，实现绿洲农业与绿洲生态的有机结合，达到绿洲发展及其持续的目的。

3.3 改造盐渍化中低产田，提高绿洲产出水平

改造中低产田，尤其是盐渍化农田，被认为是提高土地现状生产潜力最有效的途径。银川平原的中低产田主要类型是盐渍化土地，其面积约占农田总面积的 49.8%，其中重盐渍化占 10.4%、中盐渍化占 15.6%、轻盐渍化占 23.8%^[6]。如果加以改造，使盐渍化农田提高一档，即重盐渍化农田改造为中盐渍化、中盐渍化改造为轻盐渍化，根据实验，大致每亩可提高产量约 50kg。因而改造盐渍化农田应是银川平原近期提高产出效益最主要的措施。宁卫平原中低产田主要是水源不足、土地瘠薄类型，主要集中在绿洲边缘，土壤质地较轻粗，肥力低下，灌水保证率低。加强渠系管理、提高灌水质量、增加土壤肥力，是该绿洲近期应采取的主要措施。

3.4 调整产业结构，发展加工工业

产业结构直接关系着产值结构，已成为社会经济发展快慢的决定性因素。如果产业结构合理，便会极大提高经济产值，促进绿洲经济的发展，亦会促进社会结构尤其是就业结构的改善，并对生态环境的良性发展起着推动作用。从农业考虑，宁夏河套平原绿洲产业结构的设计，首先要依据土地资源的属性和市场农业产品的需求，建立合理的农林牧渔土地利用结构，以便获得农业产品和农业产值的最大效益，避免高产而低效的局面；其次应建立种植业、畜牧业、林业和渔业产品有机结合的结构，形成互补产品体系，实现综合效益的最大化；第三是利用加工增值原理，建立合理的加工工业体系，促进产品的系列化开发。这种土地利用结构—产品组合结构—产值效益结构—加工增值结构的设计思路，应成为调整绿洲产业结构的准则。根据这一设计思路，宁夏河套平原绿洲农林牧用地结构一般应保持在 6：3：1 较为合理，种植业结构中 粮经土地利用格局以 7：3 或 6：4 较适宜；土地利用合理结构创造的农业产值，农牧林渔比例以 5：3.5：1：0.5 较为适宜。诚然，随着社会对农产品需求的改变和市场状况的变化，适时调整农业结构是必要的。做好产品的社会需求动态监测，则是进行产业结构调整的重要基础，必须加以重视。

第三节 内蒙古后套绿洲

内蒙古后套绿洲是黄河河套绿洲的重要组成部分，地处内蒙古自治区西部巴彦淖尔盟境内。其范围，北至阴山山脉西段狼山山麓，东至乌拉山西端西山嘴^[16]，南临鄂尔多斯高原北缘的陡坎，西至阿拉善高原东缘的乌兰

布和沙漠。该绿洲东西长约 180km 南北宽约 60km 平均海拔约1 050m 行政管辖属巴彦淖尔盟的磴口县、临河市及杭锦后旗、五原县、乌拉特前旗等，黄河南岸尚有部分边缘地带属伊克昭盟杭锦旗管辖。

1 自然条件

1.1 典型的高原沉积平原

后套平原在地貌上为一典型的高原内陆断陷盆地，北部为阴山山脉，南部为鄂尔多斯台地。第四纪以来，这里接受了深厚的第四系沉积，其下部主要为新老第四系湖相淤泥层，上部主要为河湖相冲积、湖积物，局部地段发育有现代风积沙，山前为洪积物^[6]。

后套平原地势较平坦，只有微度倾斜，西高东低，坡降为 1/3000~1/5000 南高北低 坡降为 1/4000~1/8000。地貌具有较明显的分带性：北部靠近阴山山麓，为由一系列大小不等的洪积扇所组成的山麓洪积平原，因曾遭受古黄河的侵蚀切割，古洪积扇保存多不完整，仅剩洪积阶地，现代洪积扇发育不甚宽阔 洪积平原往南为黄河冲积、湖积带 土层深厚 粘土与细沙相间成层；再往南为现代黄河冲积带，多以河漫滩类型出现。由于受古黄河沉积影响，后套平原分布有较多的湖泊与低湿地。湖泊的成因除黄河古河道遗留形成外，尚有部分是经风蚀破坏地面后形成的风蚀低洼地。这些低洼地与湖泊都能得到水源的补给，因而后套平原具有星罗棋布的湖泊^[7]。

1.2 热量丰富 气候干旱

后套绿洲季风气候特征明显。冬季受蒙古高压控制，盛行西北风，气候寒冷干燥 降水少 春秋季气旋过境频繁 干燥多风 温差大 易于形成风沙天气 地表风蚀严重 夏季温暖 多降水，6~9月集中了全年 60%以上的降水 暖湿同季 有利于绿色植物作物 的生长^[8]。

本区天气晴多雨少 太阳辐射强 年总辐射量多在 628kJ/cm² 以上。日照时数全年达 3 100~3 200h 多者可达 3 350~3 400h，日照百分率达 73%。这些条件对无霜期较短的河套绿洲农业生产相当有利。

后套气候偏于温暖，年均温 6.5~7.6℃，≥5℃ 的活动积温达 3 250~3 500℃，≥10℃积温也达 3 000~3 200℃（表 14.10）全年无霜期 230d 以上。温度条件能满足一般农作物的需要^[8]。

后套绿洲降水少，年降水量 250~100mm 自东向西递减 磴口县敖龙布鲁格年降水量仅 90mm。全绿洲降水不仅少，且季节分布不均匀，主要集中在夏季 7~8 月。7~8 月的降水量占全年的 56.8% 冬季降水极少 仅占全年的 11.9%。本地区降水的另一特点是年际变化大，年变率在 25%~35%，如磴口县降水最多年(1984年)可达 288.4mm 最少年(1974年)仅

表 14.10 后套绿洲各旗县温度状况表

地 区	年均温 (C)	$\geq 5^{\circ}\text{C}$		$\geq 10^{\circ}\text{C}$	
		持续日数(d)	积温(C)	持续日数(d)	积温(C)
乌拉特前旗	6.7	196	3 471.7	156	3 035.8
五 原 县	6.5	192	3 281.3	152	3 096.3
杭 锦 后 旗	7.2	195	3 368.0	157	3 024.3
临 河 市	6.8	196	3 392.0	157	3 052.0
磴 口 县	7.6	198	3 527.1	162	3 222.2

62.8mm。仅靠大气降水难以满足农作物生长的需要^[14]。

1.3 灌溉水源有保证，有利于绿洲农业的发展

内蒙古后套绿洲有着悠久的灌溉农业历史，是我国重要的粮油生产基地之一。之所以如此，是由于后套地区有其特有的农田灌溉条件与相对丰富的水资源可资利用。

后套绿洲大气降水少，也难以产生有利用价值的地表径流。北部阴山山脉(狼山)虽然夏季有暴雨径流，但属于山洪性质，难以充分利用。真正可供本区用来灌溉的水源，基本上只有黄河过境水。

黄河经三盛公(磴口)枢纽进入河套至三湖河口，在后套绿洲内河流长370km，海拔沿河流流向由1 083.0m降至1 010.0m，平均比降为1/5000^[9]。

黄河三盛公拦河枢纽建成至今，年平均径流量为281亿m³，平均含沙量为3.08kg/m³，河水矿化度为0.68g/L左右。后套绿洲年平均引黄水量为53.6亿m³，灌溉面积为800余万亩。黄河水是后套农、牧、林、工业及城镇生活最重要的水源。

后套绿洲地下水由于有黄河侧渗及地面灌溉水下渗补充，再加上狼山以北山地洪水补给，实际上也具有相当的利用潜力。

狼山山前洪积平原地下水含水厚度、水质及含水层颗粒均由此向南逐渐变差。单井涌水量由高于30t/h变为5~10t/h，水层埋深由20~40m上升为3~5m，水质矿化度由低于0.5g/L的HCO₃⁻·Ca²⁺·Na⁺(Ca,Mg²⁺)水变为1~3g/L的HCO₃⁻·Cl⁻·Na⁺·Ca²⁺或Cl⁻·HCO₃⁻·Na⁺·Mg²⁺水。

后套内冲积湖积层潜水和半承压水广泛分布，含水层埋深一般小于20m，含水层厚度由东部的60~80m向西增至150~240m。单井涌水量由西南的15~20t/h向东递减至6~10t/h，不仅供水条件变差，水质也变差，但矿化度大多低于2g/L。

后套绿洲地下水资源共计19.98亿m³，其中灌溉入渗水量为18.22亿m³，山区补给与降水补给仅1.76亿m³(表14.11)^[9]。

表 14.11 后套绿洲水资源表 (单位: $\times 10^8 m^3$)

分 区	年引黄河水量	山洪年径流量	地 下 水			
			降水补给	灌溉入渗	山区补给	小计
乌兰布和沙地	3.5		0.06	1.19		1.25
狼山山麓	4.5	0.75	0.13	1.53	1.06	2.72
后套绿洲	45.6		0.51	15.50		16.01
合 计	53.6	0.75	0.70	18.22	1.06	19.98

1.4 土壤盐渍化普遍

河套平原灌溉便利，但排水条件不好，地下水位普遍偏高，一般埋深都在 2.0m 以内。在土壤水分蒸发强烈的背景下，土壤易于积盐，因而河套平原盐渍化现象十分严重。从整体看 后套绿洲东部较重 中、西部较轻。例如，东部乌拉特前旗盐渍化土地面积占总面积的 73.6% 五原县占 69.1% 临河市占 63.5% 杭锦后旗占 58.2%，表现出自东向西逐步递减的规律。

从盐渍化程度看，0~20cm 土层内全盐量大于 1.0% 的盐土面积较大，占灌区总面积的 39.2% 而非盐渍化(0~20cm 土层内含盐量小于 0.2%) 面积仅占 21.6% 其余为轻、中、重度盐渍化土地(表 14.12)。

表 14.12 后套绿洲土壤盐渍化程度及面积表

盐渍化程度	0~20cm 全盐量(%)	分布面积 ($\times 10^4 hm^2$)	占绿洲总面积比例(%)	备 注
非盐渍化	<0.2	23.72	21.6	其余面
轻盐渍化	0.2~0.4	12.61	11.5	积为沙丘、
中度盐渍化	0.4~0.6	7.27	6.6	水域、城镇
重度盐渍化	0.6~1.0	3.64	3.3	及村庄道路所占
盐 土	≥1.0	43.07	39.2	

2 绿洲农业发展现状及可持续发展建设方向

绿洲功能是多方面的，但直到目前，其最重要的生产功能还在于农业方面。随着区域发展水平的提高，工业功能、休闲功能亦会不断增强。研究绿洲生产力水平尤其是农业发展现状水平，对于制定绿洲未来发展规划和确定可持续发展方向具有重要意义。

2.1 绿洲农业发展现状

后套绿洲在行政上所属的五县市总面积为 $18\ 018 km^2$ 耕地面积 $287\ 839 hm^2$ ($2\ 878.4 km^2$) 占区域总面积的 16% 这一比例说明该区域绿洲农业开发强度较大，亦是干旱区水土资源匹配较好的绿洲。经过 2 000 余年的农业开发，后套绿洲现已成为我国重要的粮、油、糖生产基地。20世纪 90 年代中期(以 1993 年为代表)粮食总产量达到 11.2 亿 kg 平均亩产约为 370kg 油料总产 2.44 亿 kg 平均亩产 285kg 甜菜总产 8.53 亿 kg 平均

亩产 2 000kg 以上。由此可见，该区生产力水平较高。但从农业生产潜力看，其发展潜力仍然较大。该区总人口 142 万人，其中农村人口 105.28 万人，城镇化水平仅为 25.9%，说明区域总体发展水平较低，仍为落后区域。该区农村人均耕地 4.1 亩，农村人均粮食产量约 800kg，农村劳动力人均产量近 2 400kg，为内蒙古重要的粮食、油料、糖的产地和输出地。该区 1993 年国民生产总值约计 31.78 亿元，其中第一产业 15.80 亿元，占 49.72%；第二产业产值 8.19 亿元，占 25.77%；第三产业产值 7.79 亿元，占 24.51%。这些数据说明，农业仍然是该区的支柱产业、优势产业，而工业和第三产业较落后（表 14.13）^[10]。发展工业尤其是加工工业和发展第三产业，是该区今后应该加强的方面。

2.2 可持续发展的建设方向

根据绿洲农业的现状水平，分析发展上存在的问题，制定相应的发展策略，是绿洲研究的基本方向。从可持续发展的目标出发，确定一个地区持续发展的方向大体应依据以下几个方面：① 该地区的资源优势与资源结构特征。资源包括农业资源（光、温、水、土等），矿产资源（能源、金属与非金属矿产等），旅游资源（山水、文化古迹等）以及人力、社会资源（人口、文化素质、科技水平等）；② 区位特点及与周边城镇在经济发展上的联系与互补能力；

本地区生态环境现状及环境发展趋势； 本地区历史、文化传统。

综合分析后套绿洲以上诸方面的历史与现状，不难确定河套绿洲是一个较典型的农业绿洲，农业无疑是最重要的基础性产业。之所以如此，这是由其资源结构特征所决定的。

后套地区（包括北部的阴山山脉在内）几乎没有什重要的地下矿产资源，不能提供可以带动本地区经济发展的支柱性产业。本区人类开发历史悠久，但重要的文化历史遗迹贫乏，独特的风景旅游资源不足，而却有着较好

表 14.13 后套平原绿洲农业经济表（1993）

旗 (市)	土地总面积 (km ²)	耕地面积 (hm ²)	总人口 (×10 ⁴ 人)	农村劳力 (×10 ⁴ 人)	农村人口 (×10 ⁴ 人)	粮食产量 (t)	油料产量 (t)	甜菜产量 (t)	肉产量 (t)	产值(×10 ⁴ 元)			
										第一产业	第二产业	第三产业	总产值
磴口县	4 167	18 815	10.63	6 90	3 18	60 929	11 042	57 944	4 644	8 988	6 794	4 165	19 947
临河市	2 354	72 640	43.31	26 48	13 93	336 734	67 396	272 092	16 721	50 666	29 094	43 979	123 739
杭锦后旗	1 711	51 894	28.87	23.40	11.58	253 360	61 240	182 040	12 123	35 759	11 199	7 809	54 767
五原县	2 492	66 910	26.64	20.75	8.87	210 891	62 751	150 269	9 866	29 000	5 632	7 755	42 387
乌拉特前旗	7 294	77 580	32.57	27 75	9 18	258 223	41 912	190 334	11 100	33 643	29 116	14 174	76 933
合计	18 018	287 839	142.02	105.28	46.74	1 120 137	244 341	852 679	54 454	158 056	81 835	77 882	317 773

的农业资源组合 土地平坦辽阔 灌溉水源充足便利 光照充分 热量、温度条件能满足大田作物及瓜、果、蔬菜生长的需要。因此 本区有着发展灌溉农业的良好条件，且有悠久的农业种植历史。农业是本区一个重要的传统产业，有着较广阔的发展前景。

在制定绿洲发展规划与实施的时候，必须从可持续发展的角度重视解决好以下几方面的问题：

2. 2. 1 发展绿洲生态大农业，合理配置好农业内部结构

所谓绿洲生态大农业，是指在不破坏生态环境的条件下，合理而充分地利用自然资源 全面发展绿洲的种植业、畜牧业、林业、草业、副业与渔业 并形成各业相互依托、互为补充、共同发展的绿洲农业体系。

后套地区历来十分重视种植业，但对林业、草业、果业和畜牧业等重视不够。林业、草业、果业和畜牧业虽也有一定的发展 但长期以来 多任其自由发展 形不成规模 质量也极不稳定。种植业所生产的绿色植物产品 除果实外 其余均未充分利用 造成资源浪费。

在生态大农业系统中 种植业与畜牧业、草业、果业、林业等是不可分割的。草业在生态环境比较脆弱的干旱地区，像林业一样，不仅自身可形成具有一定独立性的产业，同时在调节环境、固定流沙、防止水土流失等方面具有重要作用。只有因地制宜，草业与林业一起共同构成一个完善的生态防护系统 才能保证其他各业（包括工、农、畜牧等）有一良好的生态环境 才有可能持续发展。

草业是畜牧业发展的基础^[11]，没有一个数量与质量都具备一定水平的草业，绿洲畜牧业便成为无米之炊。草业的发展固然需要占用一部分土地，但与种植业并无矛盾。原因是：一是草业多占用土地条件较差的下湿地、岗地、盐碱地、沙地 这些类型的土地并不适合于种植业。相反 在这些类型的土地上种植草类，却有着改良土壤、削弱风蚀沙化的作用。二是即使利用较好的土地种植一些质量较高的草类品种（如苜蓿）也兼有轮休土地、恢复地力的作用。

根据我国干旱区绿洲建设的经验，安排绿洲土地总面积的 30%~40% 用来发展草业（包括天然草场及人工、半人工种植草场）是合适的^[11]。

畜牧业不仅为城乡提供肉食品、奶食品，同时从生态农业的角度看，它还是有机肥料的重要生产者。随着人们对改善生态环境与绿色食品越来越重视，果园的有机肥料用量将日趋增大，化肥、农药将被有意识地予以减少。这样 畜牧业的主要功能不仅仅限于提供肉、奶等食品 还在于生产饲草、饲料。通过牧畜 过腹还田 这对提高农、果、蔬菜的质量与数量 改善生态环境具有十分重要的意义。发展畜牧业应是促进绿洲持续发展的一项长久性策略 必须予以重视。

水果种植业在后套绿洲是一项刚刚兴起的产业。后套西部磴口、临河一带，由于光、热条件较好，具有良好的发展水果种植业的条件，特别适宜梨、

葡萄、杏、苹果的生长宜重点发展。

水果种植业不仅可以迅速提高经济效益，丰富与提高人民的生活及改善食品结构，而且还可以带动当地的食品工业，活跃市场，提供更多的就业机会。

后套地区水域面积达 7 万多 hm^2 大小湖泊近 300 个 其中 $2.0 hm^2$ 以上的水域就达 $58.161 hm^2$ 水深多为 1.5~3.0m 且多有地下潜水补给 具有较高的发展水产养殖的开发潜力。

种植业历来是农业的主体，但片面强调单一的种植业是危险的。这是因为：第一，即使在绿洲条件下土地也具有多方面的适宜性，单一地发展种植业必将造成资源的浪费；第二，人类的需要是多方面的，只有从多方面获得满足，才能维持生活的稳定；第三，多元化的农业结构也远比单一化的种植业更具有抵抗自然灾害与市场波动的能力，更能保证稳定的农业收入与农民的基本利益。

事实证明，一个结构复杂的大农业体系，远比单一的种植业具有更大的经济利益。例如，新疆石河子绿洲，当把种植业的用地比例从 83% 降到 62% 而草业苜蓿的用地由 12% 增至 25%、林带由 5% 增至 13% 的时候 其亩均利润翻了一番^[14]。

据研究 在绿洲区域 林、果、草、农(种植业)之比以 1:2:3:4 较适宜。这种比例的方案全面考虑了环境建设的需要、粮食生产的稳定和经济利益的逐步提高。

在后套绿洲 种植业包括粮食作物(小麦、玉米、高粱、谷子、土豆等)经济作物(甜菜、向日葵)和瓜类、蔬菜等。这里也有一个合理地配置与结构调整的问题。如前所述，只有将粮食作物、经济作物与瓜类蔬菜调整到一个合理的结构上，才能产生较高的经济效益与社会效益。

据李春林等 90 年代中期统计，粮食作物、经济作物和瓜类蔬菜的产值占总产值的百分比分别是 23.14%、34.43% 和 42.43% 但它们的种植面积占总播种面积的百分比却分别是 70.40%、28.13% 和 1.47%^[12]。这说明种植业中粮食作物比重最大，但产值最小；而瓜类蔬菜种植面积最小，但产值却最大。究其原因 粮食产品价格低 粮食单产也较低 这就必然导致粮食作物比经济作物效益差。

根据上述情况，一是可适当调整种植业的内部结构，提高经济作物与瓜类蔬菜的种植面积。经济作物中的甜菜、向日葵较耐盐碱，是很适合在后套地区盐碱化土地上种植的作物。在后套气候条件下，光合作用强，有利于甜菜糖分的积累，这也是后套绿洲甜菜单产与含糖量高的重要原因。瓜类历来是后套地区的优势产品，特别是内蒙古的甜瓜芳香可口，含糖量高，有着较大的市场优势。如果在保鲜方面能予以改善，种植面积还可扩大。

粮食作物单产低。若在改良耕作种植技术、改良品种的基础上，合理地配置品种的套种，也可较大幅度地提高单产。如小麦套玉米增产效果就很明

显 在灌溉条件下 苗产 1 000kg 以上并不难实现^[13]。另外 大豆与玉米等套种 不仅可以增值 也可养地 提高土壤肥力。

2. 2. 2 建设完善的第二、第三产业体系，加快绿洲经济的发展

后套绿洲由于历史的原因，也由于长期以来发展本地工业的指导思想不甚明确 以致造成重视重工业、轻视轻工业的局面。不少工业“两头在外”，既不利用本地的原料，也不就地销售，对本地的经济发展缺乏刺激推动作用。

后套绿洲是一个典型的农业经济区，除农业外，其他产业，包括第二与第三产业均很薄弱。该区经济必须围绕大农业来运作。应充分利用后套地区的农产品 进行多层次加工 形成系列产品。如粮食 不仅将其加工成不同档次的面粉，而且应以面粉为原料，再次加工，使其成为各式各样的快餐食品、糕点等。再如 本地主产品之一的甜菜是优质白糖的原料 利用当地产的甜菜糖可以加工出不同品牌的系列糖果产品，并使优质的糖果产品打入国内乃至国际市场。又如 本地山羊绒质地优良 完全可以创出自己的品牌 形成系列羊绒品。还有瓜类、水果、啤酒花、向日葵、肉类、鱼类……几乎每一种产品都具有相当的优势。例如，西瓜籽经加工后，其产值至少可以增加 2 倍以上^[14]。

为绿洲农业服务的其他产业，也具有广阔的前景，如农田节水灌溉机械设备的制造，有机复合肥料、化肥的生产 不同功能、功率的农业机械设备的制造与维修，食品加工机械设备的制造等。尤其是以节约用水为目标的农田灌溉机械设备的设计与制造，应成为比较紧迫的项目而被提到当前的日程上了。

绿洲农业的发展，关键在于节约灌溉水资源。而采用先进的灌溉设施是实行节约灌溉用水的前提条件与物质基础。现今节约用水行之有效的设施，如管道灌溉、喷灌、滴灌、渗灌等 均需专门的工厂来加工、制造。但目前这类工厂仍很少，远不能满足广大干旱地区农田灌溉的需要。

随着绿洲大农业的发展与农业科技含量的不断提高，与之相应的农业机械设备、农田生态环境与条件 水、肥、气、热 的调控设备的制造与维修，肯定会有较大的市场。这就要求有一整套这方面的工厂及维修站来满足需要 以保证绿洲农业持续、稳定地发展。

后套绿洲的第三产业也应突出自己的特色。后套绿洲地处内蒙古的三大城市呼和浩特、包头与乌海市之间，且有包兰铁路与 110 国道相连 交通便利。绿洲的生态农业景观和田园风光是干旱区重要的旅游资源。发展绿洲旅游产业 带动休闲、餐饮、公交、娱乐等产业的发展 加强城乡之间的物质与精神、文化的交流，将会进一步促进后套地区的经济发展。

2. 2. 3 建设绿洲节水灌溉体系，防止土地盐渍化的发生

目前后套绿洲的农业灌溉，每亩耗水达 800~1 000m³，灌溉方式仍然采用传统的明渠漫灌 渠系不配套 土地不平整 堤堰不固定 跑水、漏水现

象普遍，水资源浪费严重，地下水位明显上升，造成土壤普遍存在不同程度的盐渍化。

20世纪70年代后有关方面也曾努力解决后套地区的排水问题。但由于整个后套地势南高北低，不能自流排水，仅仅靠电力抽排效果不明显，所排水量仅占后套灌溉水量的 $1/12(3\sim 5\text{亿m}^3)$ 。而大量灌溉水由地面渗入地下，使地下水埋深提高到仅有 $1.3\sim 1.5\text{m}$ 。在强烈蒸发的条件下，土壤盐渍化有逐年加重的趋势。如20世纪60年代中期盐渍化土地仅占耕地的31.6%，70年代初占57.8%，而至70年代后期就已上升到73.8%了^[9]。

事实上，合理灌溉、节约灌溉水资源，不仅是珍惜日益缺乏的农业灌溉水资源，使单位水资源产生更大的经济效益而且也是解决土壤盐渍化的根本途径。基于此，应从以下两方面调整后套灌溉用水：

2.2.3.1 改善灌溉设施，逐步建立绿洲节水灌溉系统

改善农田灌溉设施，需要加大对农田基本建设的投入。随着国家对西部建设的加强、农业基本建设投入的增多，以及农民对节约农田灌溉用水的重视，后套绿洲灌溉设施的改造可以分阶段逐步进行。当前可以从缩小地块，平整土地，避免大水漫灌入手。在经济条件允许的情况下，可以用管道灌溉逐渐代替明渠灌溉，主管道可铺设固定管道，建立管网灌溉系统。也可用移动软管引水直接灌入田间，避免明渠在输水过程中的渗漏。管道灌溉是一种适合于我国目前农村经济水平的灌溉设施，投资不大，管理较方便，效益显著。

对一些经济价值较高的经济作物、果树可逐步实行滴灌。这不仅可保证经济作物与果树对水分的需要，同时又可避免多余分水的下渗与地面蒸发，避免盐渍化与地面杂草丛生，可大大减少田间管理的强度。滴灌是一项效益显著的灌溉措施，在绿洲农业中有着广阔的发展前景。

对于一些地面不甚平坦的草地或沙地，可以采用喷灌方式。因地制宜，喷灌既可固定，也可移动，减少平整土地的劳务支出。喷灌对沙地上的人工、半人工草地最为适宜。

对于一些经济价值高的温室、保护地、大棚作物选用微喷、滴灌、渗灌均可。作物大棚甚至大型的温室人工气候室在干旱地区的农业生产中将越来越普及与重要，也是农业工厂化生产的主要方式。通过对大棚或大型化温室合理调控水、肥、气等因素可以使产量大大提高满足人们对苗圃、蔬菜、瓜果的特殊需要。

当然后套地区因地制宜建立一套以管道、喷灌、滴灌、渗灌等先进设施为基础的灌溉系统，还需要一段时间与艰苦的努力。但不管怎样，这终究是后套绿洲努力的方向与发展的必由之路。

2.2.3.2 井渠结合 竖井灌排降低潜水位 避免土壤盐渍化

后套绿洲地下水丰富，特别是在引黄灌溉后，大量灌溉水下渗，引起地下水潜水位上升。这些地下潜水与承压水，除少数外，大多水质尚好，矿化度

在 2.0g/L 以下，含水层厚度多在 $30\sim70\text{m}$ ，全区地下水资源总量达 16 亿 m^3/a^9 。

丰富的地下水资源与引黄灌溉水可以互为补充。建立井渠结合的地表水与地下水利用体系 应以引黄灌溉为主 竖井灌溉为辅。竖井灌溉体系 不仅合理地利用了地下水资源，而且能有效地控制地下水位，使其下降至临界水位以下，避免土地次生盐渍化。

竖井灌溉由电力抽水，靠压力传送，因此与滴灌、喷灌结合更为方便。

由于竖井灌溉起动投资较多，且管理要求严格，目前后套绿洲未建立起一个合理而有效的竖井灌溉系统。随着本地区经济的不断发展和人们节水意识的不断加强，一个以引黄灌溉为主 渠井灌溉结合 井灌、井排双向效益的节水灌溉系统终将会建立起来。

2.2.4 完善绿洲的防护林系统，防治土地沙漠化

绿洲防护林系统对于抵御风沙侵袭，改善局部小气候条件，维护绿洲的稳定有重要作用。后套绿洲几十年来虽也一直强调造林，但真正成林、成材的乔木林所占比重并不大。且树种较为单调 多以柳、杨、榆为主 主要沿水渠、道路、沙地边缘及村庄种植。至 20 世纪 90 年代初，后套地区人工种植的柳、杨乔木林约 36275hm^2 仅占绿洲总面积的 3.6%。这些人工林在防治风沙上虽也起到一定的作用，但总体上看没有一个完整的布局，带有较大的随意性，构不成网络，不能很好地起到改善生态环境的作用。又由于当地群众缺乏燃料，长期以来有砍树枝的习惯，常常是一棵几十年的大树，仅留下了一个“小脑袋”不能很好地起到防风固沙的作用。因此 建立一个防护性能良好、布局合理的防护林体系，是后套地区改善生态环境的当务之急，也是后套绿洲建设中不可忽视的一环。

后套防护林体系的建立，须从以下三方面着手进行：

2.2.4.1 合理规划和布局

防护林体系的建立是调节绿洲内部气候与周边环境的一个重要措施。因此，在制定规划时需要考虑影响绿洲的主风向、周边环境（包括地势、地形、下垫面状况等要素）因地制宜 合理配置林带结构与选择树种。林带占土地面积的比例以 10%~15% 为宜。

2.2.4.2 林带应以窄林带、小网格为主 避免树种单一化

林带的营造可与道路、渠系相结合，沿路、渠种植，这样可以节省土地，方便灌溉，但要考虑一定的网格密度。林带要基本上垂直于主导风向。林带间距在绿洲边缘可以适当减小（ $100\sim150\text{m}$ ），绿洲内部可适当加宽 $200\sim250\text{m}$ ；绿洲边缘林带宽度可适当加大（ $6\sim8$ 行），绿洲内部可以变窄（ $2\sim4$ 行）。林带内部结构可采用乔灌结合，林带的树种选择应避免单一化。河套绿洲的传统乡土树种是旱柳、小叶杨 比较单调。树种单一 容易导致虫害与病毒传染。多样化不仅使自然景观丰富多彩 也避免了不少病、虫灾害 使林木易于成长。

2.2.4.3 绿洲外围应建灌草保护带

绿洲外围的生态环境，常常是于绿洲建设的同时而遭受人类严重的破坏，使其发展方向恰与绿洲相反。绿洲及其外围之间不是一种和谐的自然过渡而是绿洲与荒漠间的一种不和谐的“生态断裂带”。这一“生态断裂带”将给绿洲造成极大的危害。为了避免这种“生态断裂带”的出现，不仅不能在绿洲外围边缘任意樵采、过牧，而且应有意识地建立一个以灌、草植物为主的灌草带，形成绿洲与四周荒漠、半荒漠间的一个屏障，减少风沙对绿洲的侵袭。

灌草带的建立应以保护自然植被为主，辅以人工、半人工植被，提高植被覆盖度，必要时也可辅以适当的灌溉（如喷灌）保持天然的地貌形态。其范围大致从绿洲向外延伸 200~500m。

主要参考文献

- [1] 梅成瑞 申元村.黄河大柳树水利枢纽灌区土地资源开发.北京 科学出版社 ,1996
- [2] 宁夏回族自治区土地管理局.宁夏回族自治区土地总体规划.银川 :宁夏人民出版社 ,1998
- [3] 孙惠南农业生产潜力研究.见 黄秉维等主编.现代自然地理.北京 科学出版社 ,1988
- [4] 宁夏统计局.宁夏统计年鉴(1998).北京 :中国统计出版社 ,1998
- [5] 宁夏统计局.宁夏统计年鉴(1992).北京 :中国统计出版社 ,1992
- [6] 汪一鸣.不发达地区国土开发整治研究.银川 :宁夏人民出版社 ,1994
- [7] 刘珍等.内蒙古各盟市国土资源概要.呼和浩特 :内蒙古人民出版社 ,1989
- [8] 湖春等.内蒙古自治区牧林业气候资源.呼和浩特 :内蒙古人民出版社 ,1984
- [9] 马长炯等.内蒙古后套绿洲水资源合理利用.干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [10] 内蒙古统计局内蒙古统计年鉴 (1994) 北京 :中国统计出版社 ,1994
- [11] 刘钟龄等.乌兰布和沙漠区绿洲草业工程持续发展方略.干旱区资源与环境 ,1995(3)
- [12] 李春林等.河套绿洲农业经济构成因素间的灰色关联度及其控制.干旱区资源与环境 ,1995(4)
- [13] 杨文彬等.河套灌区粮食作物分层种植超吨粮田小气候生态效益研究.干旱区资源与环境 ,1994
 (1)
- [14] 汪久文等.内蒙古磴口县经济发展战略规划 (简要报告). 干旱区资源与环境 ,1992(1)
- [15] 张林源等.中国的沙漠和绿洲.兰州 :甘肃教育出版社 ,1994
- [16] 孙金铸.河套平原自然条件及其改造.呼和浩特 :内蒙古人民出版社 ,1976

第十五章 阿拉善绿洲

阿拉善地区位于贺兰山以西、甘肃河西走廊及北山以北，北与蒙古人民共和国接壤，国境线长 742.19km，为内蒙古自治区最西部的一个盟。全区面积 26.889 万 km² 行政辖阿拉善左旗、阿拉善右旗与额济纳旗 人口 17.2 万人。

阿拉善地区属典型的内陆荒漠区，气候干旱少雨，风大沙多。植被稀疏，盖度一般不超过 15% 从东而西 荒漠化草原—草原化荒漠—典型荒漠逐步过渡。土壤主要为灰漠土、灰棕漠土、风沙土、盐化草甸土、草甸盐土等。境内多戈壁、沙漠 主要沙漠有巴丹吉林、腾格里、乌兰布和等 面积 7.84 万 km² 占总面积的 29.2% 风蚀残丘与戈壁面积 7.18 万 km² 占总面积的 26.7%。

境内河网稀疏。外流河仅在东南部边缘有黄河过境，过境地段长 87km 径流量年均 315 亿 m³。内流河仅有发源于祁连山的自甘肃河西走廊流入的额济纳河(甘肃境内称黑河)境内全长 270km 入境流量自 20 世纪 50 年代的 12.36 亿 m³ 直减到 90 年代后期的不足 2 亿 m³。地下水动储量为 15.92 亿 m³/a 可开采量仅为 9.55 亿 km³/a。此外尚有少量的泉水及山洪。据调查，全区有宜农荒地 300 万亩(20 万 hm²)，主要分布于阿拉善左旗李井滩及额济纳河流域下游冲积平原。

境内绿洲开垦历史悠久，西汉时就已开始在居延海地区屯垦戍边，至今已有 2 000 余年的历史^[1]。绿洲面积为 1 600 km² 仅占总土地面积的 0.6%，主要分布在额济纳旗 少量分布在阿拉善左旗 图 15.1)。

第一节 阿拉善左右旗绿洲

阿拉善左旗与右旗地处阿拉善盟的东、中部，土地面积辽阔，总面积达 164 275 km²。除东部边缘有海拔 3 556m 的贺兰山及中部海拔 2 000m 的雅布赖山外 全境多为平缓的剥蚀岗坡地与平地。多戈壁、沙漠 著名的乌兰布和沙漠与腾格里沙漠就在本区。

高耸的贺兰山是阿拉善地区重要的水源涵养地。正是由于贺兰山水源的不断补给，才形成了贺兰山西侧出山的涓涓细流与洪积扇前缘的少量泉水。这些山溪泉水量一般都较小，最小者仅为几 L/s，一般为 20~30 L/s 最大者哈拉坞沟可达 100 多 L/s。正是这些流量不大的山溪泉流孕育了阿拉

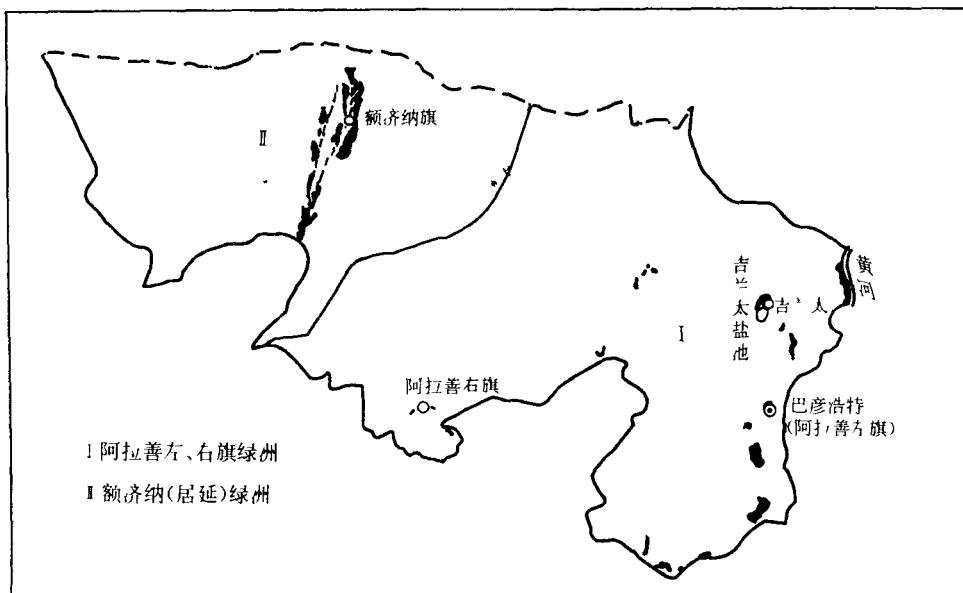


图 15.1 阿拉善绿洲分布示意图

善地区最早的天然绿洲。这些最早出现的天然绿洲准确地说应是绿片、绿点，它们就成为阿拉善早期居民的营地。他们以放牧为主，基本上没有种植业。直到 20 世纪初才出现种植业。巴彦浩特就是利用蓄积出山的溪水，才发展为较大的集镇。该区真正较大规模的开垦是 20 世纪 70 年代以后 通过兴修水利、筑塘坝、截山洪、修水库、衬砌渠道 为发展种植业创造了条件。至 1988 年底，阿拉善左、右旗已垦耕地近 9.0 万亩(0.6 万 hm^2)。近 10 多年来 在利用地下水提水灌溉及引黄(河水)灌溉方面 取得了重要的进展 尤其是利用四级扬黄提水、开垦李井滩、建设人工新绿洲成绩卓著，展现了新的希望。至 1999 年底，本区灌溉耕地已扩展至 22.3 万亩(1.487 万 hm^2) 绿洲面积已近 6.0 万 hm^2 。正是这片土地养育了阿拉善地区的 90% 以上的人口。

1 自然条件

阿拉善左、右旗绿洲的自然条件具有以下特征：

1.1 气候干旱 风大沙多

由于本区绿洲地处荒漠地带，且绿洲面积较小，极易受荒漠大环境的影响，在气候上显示了与荒漠气候特征的同一性：干旱，风大，沙多。

本区年降水量多在 100~200mm 。东部受贺兰山垂直带影响 随海拔增

高降水有增多的趋势：一般在贺兰山麓和洪积扇顶部，降水量可达 200~300mm。向西随着高度降低，至洪积扇前缘的低平地，降水量递减至 100mm，甚至更少。

与降水稀少相反的是，本区蒸发量却高达 3 000mm 以上，表现了典型的内陆荒漠气候特征。

本区年均风速在 3.0m/s 以上，年平均 8 级大风日数多达 52d。由于地表植被稀少，土质干松，因此风大沙多，全年扬沙日竟多达 250d 以上，沙暴日数多年平均也在 10~20d。地面风蚀严重，给绿洲内农牧业生产带来不利影响。

光照充足 热量丰富 生长期相对较长

虽然本区在气候上表现了干旱、多风沙的不良特征，但也有光照充足、热量较丰富的优点。据多年观测资料，本区年总辐射量为 647.7kJ/cm²，日照时数高达 3 100~3 300h/a，仅次于青藏高原。年均温大部分地区在 8℃ 以上，但温差较大。日温差一般在 5~12℃，最大可达 31℃ 以上，年较差达 60~70℃。1 月均温 -12.5℃，7 月均温 26.3℃，≥10℃ 的持续日数达 170d 左右，这与同纬度的内蒙古东部地区相比较要温暖得多。这有利于作物光合作用及瓜果类作物的糖分累积，对绿洲的农业生产相当有利。

水资源短缺 多利用地下水灌溉

阿拉善地区尽管有贺兰山林区涵养水源，但毕竟地处荒漠地带，且贺兰山山体不大，也未高耸到雪线以上形成永久性冰川。因此，能形成常年性径流的沟谷少，沟谷长达 10km 以上的洪水沟不足 30 条，清水流量在 10L/s 以上的仅 20 条左右，大多在贺兰山西侧，总流量仅 462L/s，年流量仅 0.14 亿 m³，对形成有一定规模的绿洲意义不大。洪水流量方面，能形成 50m³/s 以上洪峰的沟谷有近 10 条。但洪水利用困难，不易存留，且含有大量泥沙，容易冲垮田间建筑设施。全年山洪总流量约 1.0 亿 m³ 为地下水的主要补给来源。

对绿洲建设有实际意义的径流是该区东南边缘的黄河过境径流，经四级提水，可灌溉李井滩一带的宜农荒地。另一可用水源是分布在贺兰山与雅布赖山山前洪积平原的地下水。据盟水利局资料，本区地下水年可开采量约 2.81 亿 m³。目前已建成的腰坝滩、查哈尔滩、格林布楞滩、巴音毛道滩、陈家井等绿洲，都是依靠提取地下水灌溉而形成的。

. 4 人工绿洲为主，面积小且分散

阿拉善左、右旗的绿洲，由于缺乏地面稳定的径流与水域，所以难以形成大片的天然绿洲。近代以来由于人口的增多和经济发展的需要，开发利用地下水进行灌溉，先后建成腰坝滩、查哈尔滩、巴音毛道滩、格林布楞滩等人

工绿洲，且多以种植粮食作物为主。直至 20 世纪 90 年代 才利用黄河过境水 从宁夏中卫县提水 经四级泵站 扬程 238m,流量 $5\text{m}^3/\text{s}$ 输送至腾格里沙漠东缘的李井滩，计划开发面积 24.6 万亩，有效种植面积达 17.2 万亩。按发展规划，绿洲面积将由原来的 8 万余亩发展至 20 万亩以上。

2 绿洲持续发展的方向与途径

通过审视近几十年来阿拉善绿洲建设的经验与存在的问题看，若要维持本区绿洲的持续发展，更好地为本区经济建设服务，必须重视并切实解决好以下几方面的问题。

2.1 节约用水是本区绿洲发展的头等重要问题

干旱缺水是阿拉善地区生态环境中的最大问题。降水少，地表径流少，地下水资源也不很丰富。利用开采有限的地下水资源而建成的若干绿洲，也存在着明显的浪费水资源的现象。例如 腰坝、查哈尔滩等绿洲 均因地下水开采过量而导致地下水位每年下降 20~40cm 恢复补充缓慢。长此以往 必将导致无水可采，绿洲萎缩直至消亡。因此，运用先进的灌溉技术（如滴灌、喷灌、渗灌等 及设备 最节约最有效地利用现有水资源 是阿拉善绿洲生态建设与持续发展的头等大事。

在阿拉善绿洲建设中，应严格遵循以下原则：

(1) 以水定地。有多少可用的水 就开垦种植多少地。切忌滥垦 避免浪费珍贵的水资源。对新建绿洲应合理规划，逐步发展。

(2) 灌溉水必须节约利用，加大灌溉技术的科技含量，采用先进的灌溉设施 制定合理的定额 提高水的经济效益与生态效益 防止水资源浪费 避免造成土地的次生盐渍化。

2.2 建立完善的绿洲防护系统

阿拉善地区气候的主要特征是风沙多，扬沙日全年竟多达 250d 以上。不仅地面被风蚀，而且形成风沙流，对绿洲内的地面作物特别是作物幼苗造成严重的沙割现象 以致作物缺苗断垄 轻者减产 重者颗粒无收。因此 在绿洲内外建立一个完整的防护系统，是十分必要的。

在阿拉善特定的环境内，绿洲防护系统应由以下三方面组成：

2.2.1 绿洲内的防护林带 网 是绿洲防护系统的主体

必须根据当地的主导风向、地形特点 在绿洲内建立由乔木、灌木、草本结合的防护林带(网) 防护林可采用 2~4 行的窄林带 沿灌溉渠道、主干道路种植。株距据树木大小而定，一般采用 1.5~3.0m。适合于当地的树种主要是新疆杨、旱柳等。防护林占地面积以不超过土地总面积的 15% 为宜。林下可适当种植灌木，以强化林带的防护效益。

绿洲内一些不宜作为农业耕地的缓起伏沙地、盐碱地、下湿地等，均可作为人工草地予以改造利用，以加大地面植被覆盖度，兼顾防护效益与经济效益。

2. 2. 2 绿洲外围植被的保护与加强

阿拉善绿洲的外围多为沙漠所环绕（腾格里沙漠），通常情况下在绿洲建设过程中难免会造成绿洲周边环境的破坏，因此应有意识地加强绿洲周边沙地植被的恢复与建设。

根据对腾格里沙漠东部边缘植被恢复的试验，在降水量200mm左右的气候条件下，不仅采用人工撒播沙蒿、沙拐枣、花棒可以成功，就连飞播也已经成功。腾格里东部边缘植被的恢复与绿洲的加强，将改善绿洲生存的环境。

2. 2. 3 加强贺兰山水源涵养林的保护

贺兰山水源涵养林直接影响分布于贺兰山西侧山麓地带绿洲群的发展与居民的生产与生活。南北纵伸200余km的贺兰山现有森林36万余亩，这对调节阿拉善东部地区的气候、涵养水源和保持水土，有着重要的作用，也直接影响贺兰山山麓地带绿洲地下水的水源补给与分配。因此，将贺兰山确定为国家级自然保护区是十分正确和必要的。

2. 3 调整绿洲产业结构，建立新型的生态大农业体系

目前阿拉善绿洲经济基本上仍属传统的农业经济。其主要表现为：绿洲经济基本上是一种单纯的农业经济（第一产业），第二、第三产业几乎没有；农业经济中又以种植业为主，而种植业中又以粮食作物为主；整个绿洲经济效益低，抗灾能力弱，波动性大，农牧民生活处在贫困之中。

以阿拉善左旗绿洲为例，种植业产值占农业总产值的62.64%，而对维护与调节生态环境起重要作用的林业的产值仅占农业总产值的1.01%，这显然与林业在整个绿洲生态系统中的重要作用极不相称。根据阿拉善绿洲的产业结构现状，可以从以下几方面调整：

2. 3. 1 应把草业放在重要位置

种草既有重要的经济效益，又有重要的生态效益。绿洲内应根据土地条件选种不同的人工饲草、饲料作物，可进行必要的灌溉或补充灌溉。对高质量的草、料还应进行加工，在满足自身畜牧业需要的同时，也可进入市场销售。这必将为发展畜牧业尤其是舍饲畜牧业提供物质基础。人工草业用地可占绿洲总土地面积的30%~40%。

2. 3. 2 应重视发展舍饲畜牧业

阿拉善地区有利用天然草场放牧的传统。但天然草场质量低，这制约了畜牧业的发展。利用优良的人工草场发展舍饲畜牧业，是阿拉善绿洲发展畜牧业的必由之路。更重要的是，只有发展舍饲畜牧业，才能更好地使作物秸秆过腹还田，为农田提供可靠的农家有机肥料，减少化肥使用量，改善土壤

结构，为绿洲生产高质量的绿色食品奠定基础。

2.3.3 种植业中适当加大经济作物比重

在保证一定粮食产量的基础上，应适当加大种植业中经济作物的比重，最大限度地提高绿洲的经济效益。目前经济作物中仅有瓜类占有一定分量，但根据当地的光照、热量条件 经济林果(如葡萄、梨、杏、苹果等)中药材(甘草、麻黄、黄芪等)蔬菜、油料作物、棉花等 都适宜在该区生长。当然 在发展经济作物时，一定要选择优良品种 如喜光照、抗低温、品质好、产量高的品种，并形成一定的市场规模，这样方能促进绿洲经济的发展。

2.3.4 发展以当地原料为主的农产品加工业是致富的重要途径

现代农村经济的发展都不会仅仅停留在出售农产品上。将当地产出的农产品进行加工，使其成为半成品、成品，再投入市场，使产品大幅度增值，这是一条绿洲农业经济致富的必由之路。

阿拉善绿洲的传统产品 如黑瓜子、葵花子、山羊绒、羊毛、甘草、麻黄等，都具有再加工的价值，完全可以在市场上占有一席之地。农产品的加工增值，不仅更好地利用了农林种植业的剩余劳动力，而且刺激了绿洲农产品生产的积极性，形成了新一轮的良性循环，从而推动绿洲的发展。

2.4 发展休闲度假旅游业

阿拉善左旗的绿洲多在贺兰山西侧，如腰坝、格林布楞滩等，又地处银川市与巴彦浩特镇之间，交通方便，往返距离仅几十至 100 多 km 正是城市居民假日短距离旅游休闲的好去处。

这些绿洲东去贺兰山不远，山上云杉林郁郁葱葱，山花烂漫，怪石林立；山麓绿草如茵，溪水潺潺。绿洲往西是浩瀚的腾格里大沙漠。绿洲本身林带成网，果园飘香，现代化的设施与花园般的庭院构成了一幅美好的田园画卷，给来自城市的游客以全新的感受，使其感受到回归大自然的乐趣。

绿洲休闲度假是一个尚待开发的有前途的产业，是使来自城市的人们花费不多、乐趣不少，而绿洲农民又可从中获取利益的产业。

第二节 额济纳绿洲

额济纳绿洲又称居延绿洲，因居延海而得名。额济纳绿洲位于额济纳河下游三角洲地带，地势平坦，土层深厚，因得额济纳河水浸润与灌溉之利而成为绿洲。

额济纳绿洲除额济纳东河、西河沿岸与东、西居延海周围湿地外，还包括古日乃、拐子湖等一系列湖盆洼地，面积最大时曾达到 2~3 万 km²。现代以来 额济纳河水源减少 东、西居延海干涸 胡杨、红柳林大量死亡 土地迅速荒漠化，因此绿洲退缩，现绿洲保存面积估计不足 1500km² 仅占土地总

面积的 1.31%。

1 额济纳绿洲——古老的绿洲

额济纳绿洲是一个有着繁荣历史的古老绿洲^[2,3]。据考古资料 弱水下游有一古三角洲，虽现今已荒漠化，成为巴丹吉林沙漠的边缘部分（图 15.2），但坐落在古三角洲上不同时期的居延城、黑城、绿城及其他遗址说明，这一地区曾有一个漫长的大规模的农业开垦与繁荣时期^[6]。据《史记·匈奴传》载 汉太初三年（公元前 102 年）“使强弩都尉路博德筑居延泽上”，即表明出于军事的需要，公元前 1 世纪朝廷已派员在居延泽驻军屯垦，从事农业生产活动。据《汉书·武帝记》载 当时屯兵达万余人 所生产的粮食不仅驻军可自给自足，而且有余。剩余粮食与当地居延泽所产鱼类产品还可支援其他地区。从出土的居延汉简可知，当时驻军与地方官员中有“驿马田官”、“居延田官”和“护田校尉”等 均系管理屯田的官吏。当时不仅生产有相当规模，其亩产量也达到八斗至一石一斗之间，与当时中原产量不相上下，可见其生产水平之高。

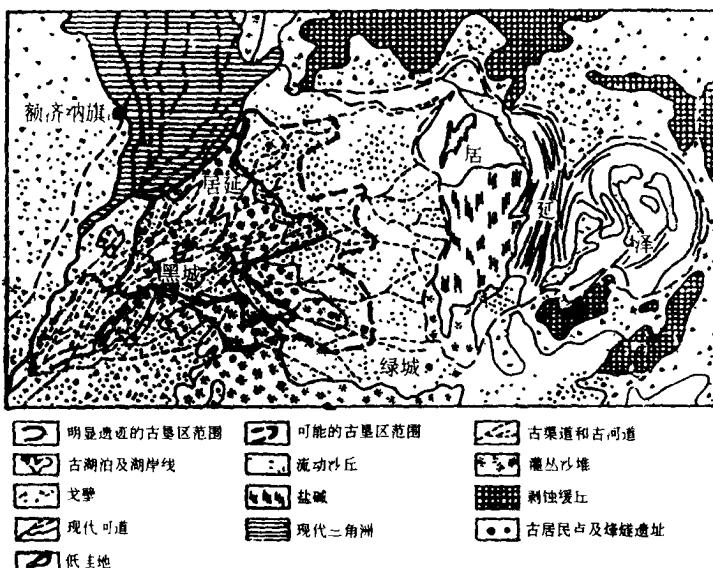


图 15.2 弱水（额济纳河）下游居延绿洲与居延泽的变迁

（引自朱震达等的《中国的沙漠化及其治理》）

2 000 多年前的居延地区，不仅有生产水平较高的开垦农业，而且因当地自然条件优越，牧业、渔业甚至手工业都已兴起。弱水下游水草条件好，胡杨林茂盛，为牧业的发展提供了条件。牧民多采取游牧方式放牧，牲畜以骆驼、山羊、马、牛等为主。汉简中亦提到“私马”和“官牛”可见当时畜牧业已很兴旺^[3]。

至于渔业，汉简中有《建武三年侯粟君所责寇恩事》简文 36 枚，记载了

寇恩用牛车载鱼从居延县出发沿大路到张掖交易，往返 20 余日 获鱼利达四十万钱。由此可见当时的居延泽鱼类产品是何等丰富^[3]。

由于生产发达，当时居延地区的人口已经比较密集了。据《后汉书·郡国志》记载：“居延属国户一千五百六十四 口四千七百三十三。”到汉献帝兴平二年（公元 195 年），居延县改为西海郡。这表明了居延县地区的重要性。从东汉至北魏 历时 300 余年 居延地区的农、牧业一直很繁荣。公元 6 世纪还有“土地沃衍 大宜耕殖……且可为重戍 镇防西北”的记载。

北魏后的历史对该区的记载较少，可能主要是战争的原因。至唐代，在这里设置宁寇军，仍以屯垦戍边为主任。

但唐代弱水干流北岸沙漠已经出现。唐朝著名诗人王维曾到过这里，在其《出塞作》中描写道：“居延城外猎天骄 白草连天野火烧。暮云空碛时驰马，秋日平原好射雕。”这说明当时这里虽然已沙漠化，但尚未出现高大沙丘。唐代以后，垦区逐渐转移至弱水干流南岸。

宋景祐二年（公元 1035 年）西夏在汉代西海郡故城置黑山威福监军司。至元代二十三年（公元 1286 年）置亦集乃路总管府 总管忽都鲁大力提倡开垦 并提出“所部有田可以耕作 乞以新军二百人凿合即渠于亦集乃地 并以旁近民，西僧余户助其力”。从黑城出土的文书中可知，当时除开凿合即渠外 还有本渠、额迷渠、吾即渠、沙立渠、耳卜渠等。可见 元代当时是十分重视兴修水利、扩大耕地的，当时的屯垦进入历史上一个新的高潮时期^[5]。

西夏、元代，弱水南岸是可以灌溉的农田，植被尚好，也没有出现沙漠化。《马可波罗行记》中记载道：“离此亦集乃城后 北行即进入沙漠。自亦集乃（黑城）北行 即是弱水北岸的汉代垦区^[4]。”可见，在元代包括黑城在内的弱水南岸并不是今天这样沙丘遍布的典型沙漠地带，而是良田万顷、林草丰茂的沃野绿洲，但北岸汉代的农垦区确已沙漠化了。

关于黑城废弃的时间，据当地出土文物和有关文字记载，最晚大致在元顺帝至正十九年（公元 1359 年）废弃原因和元末明初的战争有关 战争使水利设施遭到破坏，灌溉水源断绝^[6]。

黄文弼在额济纳河流域考察时曾对黑城附近的故河道做过调查。他记载道：“老人传说 此河初时水极大 居民亦众 故在此建城 为一蒙古王子所居 称西王。后有南方蛮子带兵自内地来 攻城不下 乃在距城六十里巴得格博伦外 堵塞河之上游 水遂干涸。又一喇嘛云 此为明代之事。”^[2]

实际上 传说中宋城的蒙古王子即为哈日巴特尔（汉译为黑将军）攻城的蛮子是明朝将领冯胜。据《明史》记载 洪武五年（公元 1327 年），扩廓在和林数扰边。帝恩之 大发兵三道出塞 命胜为征西将军 帅副将军陈德、付友德等出西道 取甘肃……至甘肃 元将上都驴迎降。至亦集乃路 宋将卜颜木儿请降”。由此可知 冯胜确实西征亦集乃路（黑城）宋城的卜颜木儿即是传说中的哈日巴特尔。

景爱在 1990 年的实地考察中，也证实了弱水下游故河道之所以被废

弃 确实是由于“在旧河口处 有一座高大的沙坝 将河口完全堵死 沙坝长约 1 000余 m 宽 100 余 m 高约 20 余 m^[8]。在沙坝上生长有树木、灌草 已成为固定沙丘。站在沙坝突兀其间，显得特别引人注目。从这里的地形来看，沙坝确实是人工堆积而成”。

由此不难确定，明将冯胜为了确保战争胜利，不惜堵塞河道，断其水源，迫使河流改道。这就使额济纳河由流向东北改道为直流北方，最终水入居延海，而原来的终端湖居延泽就面临干涸了。居延海原为一完整大湖，后中间淤塞，来水渐少，致使居延海一分为二，即分为嘎顺诺尔与苏古诺尔。

额济纳河废弃了原弱水下游的三角洲及自西汉以来建成的古绿洲，并在新居延海入湖口上端经数百年淤积又形成了新的三角洲，繁育了胡杨、沙枣林与草甸，成为新的绿洲。

应当指出，新绿洲再也没有昔日的繁荣了。明初的战争，几乎彻底地毁坏了原有的水利灌溉系统，居民离散，土地沙漠化，种植业基本上退出了居延地区，游牧业为主的局面一直延续到 20 世纪 50 年代。50 年代初 整个额济纳旗的人口仅 5 000 余人 几乎与 2 000 多年前西汉王朝时人口相当。可见自 14 世纪以后的 600 来年，居延地区已是何等的萧条！

2 自然条件特征与存在问题

额济纳绿洲地处内蒙古自治区最西端，属额济纳河下游沿岸、三角洲及尾闾湖泊居延海周边之绿洲，主要由来自甘肃河西走廊黑河水的浸润与灌溉而形成。该绿洲地势低平 海拔不足 1 000m。黑河流入内蒙古境内后称额济纳河，在内蒙古境内全长 270km。狼心山以北分为两支：东支称鄂木纳河 俗称东河 西支称木仁河 俗称西河。鄂木纳河入苏古淖尔 木仁河入嘎顺诺尔。

2.1 极端干旱 光照充分 气候温暖 多风沙

额济纳绿洲最突出的特征是极端干旱，年降水量仅 38.2mm 而蒸发量却高达 4 000mm 以上 为年降水量的 100 多倍，是我国极端干旱的地区之一。正因为降水少 故多晴朗天气。太阳年辐射总量高达 658.6 kJ/cm² 年均日照时数可达 3 396h。气候温暖 年均温 8.2℃ 是内蒙古最温暖的地区。全年 ≥10℃ 的持续天数为 170d 无霜期达 145d 以上。因此，本区若在灌溉条件下 非常有利于喜光照、适应于温差较大的作物生长 如瓜、果、棉花等。

本区多大风 年均风速 4.0~4.7m/s，瞬时风速可达 40m/s 以上。风沙日全年可达 30d 以上 主要集中在 3~5 月 给农、牧业生产带来严重的危害。

2.2 额济纳河水量减少是导致额济纳绿洲生态危机的根源

额济纳河是额济纳绿洲赖以生存的生命之泉，没有额济纳河、没有额济纳河源源不断的河水的滋润，也就没有额济纳绿洲。然而严酷的现实是，千万年来一直养育这一片广阔土地的额济纳河，在近代以来却因上游黑河流域用水过多而流量急剧减少。40年代黑河流入额济纳河的水量有10.57亿m³,60年代平均流量已减少到8亿m³左右,70年代年均流量迅速减少到仅有4亿m³,90年代初只剩下2.5亿m³，现在每年流入额济纳河的水量已不足2亿m³。河流长年断流，额济纳河尾闾湖泊居延海逐渐干涸。40年代西居延海水深可达2.9m 水域面积190km²。东居延海水深达4.1m 水域面积35.5km²;至80年代初，湖面迅速缩小到仅有23.6km²水深只有1.8m;现在则已完全干涸，湖底变成了盐碱滩与戈壁滩。这样，额济纳河沿岸及居延海湖滨绿洲就不得不面临空前的生态灾难，一个在历史上曾闪耀过光辉的巨大绿洲正变得暗淡，失去了光彩，甚至有可能完全从地球上消失。一场空前的生态灾难正笼罩着阿拉善大地。其生态危机主要表现在以下几方面：

2.2.1 地下水下降 水质恶化

额济纳河长期断流，地下水得不到补给，从而导致沿河及下游三角洲地下水位不断下降，水质趋于恶化。据观测，东河末端地下水位以10cm/a的速度迅速下降，现降幅已达4m。60%的水井干涸。由于淡水补给不足地下水矿化度一般均大于1.0g/L 不少区域已超过2~3g/L。古日乃湖、拐子湖一带井水含氟量高者已达到22.0mg/L 严重地影响到人、畜用水及农林业用水^[9]。

2.2.2 植被衰退严重，生物种群趋于简单化

由于额济纳河水量锐减，地表土层得不到水源滋润，地下水位下降，植物根系分布层土体干燥，植物无法继续生存，导致地表植被盖度迅速降低，生物量减少由50年代的每亩产草15~20kg降至90年代的不足10kg 植被盖度下降了30%~80%。原来额济纳河两岸胡杨林下的植物有200余种 现在不足30种。植物种群减少，群落结构趋于简单，质量较好的牧草退化 代之以杂草和毒草。大量胡杨林、沙枣林和柽柳林衰退、老化、死亡。1982年调查时仍有胡杨、沙枣林107.6万亩，现在不足50万亩;1982年柽柳林仍有523万亩 现在不足150万亩。

植物严重衰退与环境恶化，又导致了动物种群的变化。一些珍稀动物基本绝迹 濒临消亡 如盘羊、野骆驼、蒙古野驴、黑鹤、疣鼻天鹅、兔狲、猞猁、蓝马鸡等，都再难见到。

2.2.3 生态失调 病虫害肆虐

额济纳河水量的急剧减少，从根本上动摇与破坏了几千年来额济纳流域的生态平衡 导致环境恶化 病虫害肆虐。据统计 阿拉善草地每年发生国标一、二级毁灭性虫害200万亩以上 鼠害1000万亩以上 毒草害4000万

亩以上。上述灾害，相当一部分发生在额济纳地区。

额济纳河流域的胡杨林除大面积死亡、分布面积减少外，现存的胡杨林也突出地存在“四多四少”现象。即老树多 幼树少 中、幼林仅占 22.7%。疏残林多 密林少。病腐林多 健壮林少 胡杨的病腐木已占总株数的 62%，现正以每年 4% 的速度病腐 成了病菌和害虫滋生、繁殖、蔓延的“温床”。据 1981 年调查 各种虫害多达 506 种 病害 19 种 危害面积达 80 多万亩。胡杨每株天幕毛虫达 5 000 余条，柽柳条叶每丛普遍有 10 000 条左右。死亡消失多 更新复壮少。居延绿洲原来生机盎然 以胡杨、沙枣、柽柳灌木与林下草甸为特征 显示了林、灌、草多层次群落结构的天然绿洲特色 而这一切现在正日益消失。

2.2.4 绿洲急剧缩小 荒漠化严重

额济纳河水量的减少给整个流域造成了十分严重的生态灾难。几千年来这一养育了不同朝代先民的绿洲，正在遭受荒漠化的侵袭，绿洲面积正在不断缩小。关于额济纳绿洲的面积很难找到一个准确的数据。在一些有关资料中 出现过 31 947.5km² 也有 20 000km² 其中居延绿洲 8 000km² 古日乃一拐子湖 9 000km² 古居延盆地 3 000km² 约占整个额济纳下游三角洲总面积的 56% 也有人认为仅有 6 900km²，约占整个额济纳旗总土地面积的 5.6%。

以上绿洲面积，无疑都估计过大。可以认为，额济纳河下游三角洲形成的历史时期，黑河上游几乎还没有开垦，祁连山冰雪融化的水流除沿途渗漏、蒸发消耗外，基本上都流向居延泽或居延海，因此能形成一个面积超过 3 万 km² 的三角洲。这时的三角洲 水源充沛 土体湿润 林草繁茂 是一个生机盎然的天然绿洲。但几千年来时过境迁，以整个三角洲的面积来套现代绿洲的面积显然是欠妥当的。

作者认为，额济纳现代绿洲的面积可由以下几部分组成：① 现代耕地、城镇居民点及道路、水渠等 约 2.2~2.5 万亩 ② 现存胡杨林、沙枣林等的面积约 50 万亩； 现存柽柳林的面积约 151 万亩； 林间、河岸、湖滨非盐土型下湿地约 5 万亩。以上总计约 208.5 万亩 (1 390km²)。因此可以认为，现代额济纳绿洲的面积不超过 1 500km²。应该指出，梭梭的生境属荒漠沙地，居延海湖盆大部分已盐碱化，均应归为荒漠化土地。

实际上，一个无可争辩的痛苦的荒漠化过程正从根本上摧毁额济纳绿洲。也许不需要多久，在辽阔的阿拉善大地上就再也寻觅不到这一片为中华民族的兴起建立过不朽功勋的绿洲了。也许那些光辉的往事，都将被无情地埋入那些荒凉和单调的沙丘之下。

现在该是到了拯救这一片绿洲的最后时刻了！

3 拯救额济纳绿洲的措施与步骤

额济纳绿洲生态环境急剧恶化的现实，震惊了每一位关心额济纳绿洲

的人。科学工作者的呼吁，各级有关部门及中央政府的重视，使人们基本取得了一致的意见，这就是必须保证一定数量的河水流量来维持额济纳河流域的良性生态平衡。为此需要采取以下硬性措施。

3.1 确保每年有 8~10 亿 m^3 的水进入额济纳河流域

根据 20 世纪 50~70 年代的水文记录，要维持额济纳河流域的良性生态平衡 特别是使下游三角洲及居延海“复活”每年从黑河下游经正义峡进入额济纳河的流量不能少于 8 亿 m^3 ，最好达到 10 亿 m^3 。1992 年国家计委下达了关于黑河干流（含梨园河）水利规划报告的批复意见，基本同意黑河干流水资源的分配方案，即在近期莺落峡多年平均河水量为 15.8 亿 m^3 正义峡下泄水量为 9.5 亿 m^3 （其中分配给鼎新片 0.9 亿 m^3 ，东风场区 0.6 亿 m^3 ）远景力争正义峡下泄水量达 10 亿 m^3 。

要实现这一分水方案，确保每一方水的实际效益，尚需完成一系列工作 其中包括：

3.1.1 必须成立一个高级的有权威性的分水仲裁机构并健全相应的法规，以确保分水方案的正常运行

这样做的原因是黑河、额济纳河分属甘肃与内蒙古两个省（区）地方主义在客观上又确实一时难以克服。因此，由中央有关部门依据一定的法规来监督、仲裁分水方案的执行就非常必要。否则，一切规划都难以实现。

3.1.2 必须修建正义峡水库

只有修建了正义峡水库，才能实现适时适量地向额济纳河流域送水。否则，将很难保证有限水资源的合理利用与生态效益、经济效益的实现。

3.1.3 修建内蒙古境内的输水干渠

原额济纳河河床渗漏严重，沿途过量的损耗将造成珍贵的水资源浪费，尤其是自大墩门至狼心山一段渗漏更甚。因此，修建输水干渠势在必行。

3.2 建立额济纳胡杨林自然保护区

额济纳绿洲的主要特色是拥有面积广大的胡杨林。而胡杨林在荒漠地区确实对调节气候、改善当地生态环境有着重要的作用。因此，保护额济纳河下游仅存的这一片胡杨林就成为当地政府与林业、环境保护工作者的重要任务。1992 年经自治区政府批准 已建立“七道桥胡杨林自然保护区”面积 3.0 万亩 后又升格为国家自然保护区 面积扩大为 10.0 万亩。这将有助于当地胡杨林的保护和恢复。

当然，胡杨林能否继续生存，首先取决于额济纳河沿岸及下游的水热条件，尤其是水分条件。只有在确保水分条件的前提下，通过加强管理及健全有关的法规、政策，这片荒漠深处的翡翠才能更好地发挥其良好的生态功能。

3.3 建立现代化的绿洲生态农业系统

历史上的居延古绿洲是以发展种植农业为特色的。元末明初的战争导致了古居延绿洲的消亡。从那时起，居延绿洲几乎又回到了原有游牧业的状态，农业生产严重倒退，几百年来几乎处于停滞状态。只是到了 20 世纪 50 年代中期以后，种植业才慢慢得以恢复，但总的水平较低，规模很小。随着 20 世纪 80 年代额济纳河上游黑河流域的大规模开垦，灌溉水源严重减少、生态环境恶化的影响，从根本上制约了额济纳绿洲农业的发展。额济纳绿洲特殊的自然条件与区位，使额济纳河水流量得到基本保护，额济纳绿洲的农业与经济发展也只能走高度节水型的生态农业的道路。具体要求是：

3.3.1 建立完善的节水型的农田灌溉系统

额济纳绿洲地处偏僻的荒漠深处，远离城市，交通不便，本地又无特殊的矿区或产业。目前仅有 1.6 万人。因此，农业开垦规模不宜过大，以 5~6 万亩为宜（人均 3~4 亩），但耕作管理水平要高，产出要高。尤其是在灌溉设施与灌溉管理水平上要体现高度节水要求，逐步做到灌溉管道化、自动化（喷灌、微喷、滴灌、渗灌相结合），使其构成一个完整的节水灌溉系统。以最新的灌溉技术武装农业，让有限的水产出最大的经济效益，并同时获得良好的生态效益与社会效益。

3.3.2 建立多效益的绿洲生态防护系统

绿洲防护系统是防止风沙侵袭，调节绿洲内部小气候，维持和谐的生态环境的重要手段。一般说，人工绿洲的生态防护系统通常由绿洲内部的防护林带、网构成，但额济纳绿洲却具有特有的优越的外部环境条件，即具有面积远比农田大得多的胡杨林与柽柳林。这些天然的胡杨林、柽柳林对人工绿洲而言，就成为一个巨大的保护带，使其免于直接遭受风沙破坏与侵袭，至少使这种侵袭的程度明显减弱。

当然，人工绿洲内部仍应有自己的防护林系统，这一系统应包括乔木林带、灌木林和人工草地。布局要因地制宜，互相补充。选择的树种尽可能多样化，避免过于单一，以免遇到病虫害时失去抗御能力，品种的多样化会有助于维护防护林系统的稳定性。经济林木本身也可成为防护林系统中的成分之一，它既受别的防护林带、网的保护，同时它本身对别的作物或林木也具有防护作用，因此效益也将是多方面、多层次的。

防护林系统的建立应有统一的规划、完整的布局，避免随意性。规划时应根据风向、地形、土质与灌溉条件，也应结合原有自然植被的特点，长短期结合，生态效益与经济效益相结合。

3.3.3 加强草业建设，走生态农业道路

额济纳地区是传统的放牧牧业区。由于当地自然草场质量不高，制约了畜牧业的发展。加强草业建设、建设人工草地，是绿洲建设的重要组成部分，是绿洲建立生态农业的重要物质基础。人工草地的建设不仅是合理利用土

地的一种方式，也是绿洲防护系统的需要，同时又为发展畜牧业提供了物质基础。而畜牧业的副产品——有机肥料，通过适当处理，不仅可以为绿洲居民生活提供能源——沼气，其肥料也是生态农业物质循环中最需要的补充物。这样就可以就地取肥，避免过多依靠化肥，造成土壤的板结与污染。

3.3.4 因地制宜 调整绿洲的产业结构

额济纳绿洲地处荒漠深处，远离大、中城市，交通运输又不便利，这在很大程度上决定了当地绿洲经济具有明显的自给性，即生产自己日常生活需要的粮、油、棉、菜、瓜、果、肉、鱼等，避免这些必需品的长途运输。

当地热量丰富，光照充足，对生产优质长绒棉较有利。且优质棉花是国家十分需要的物资，耐储存和运输。因此，该区应把棉花生产放在显著重要的位置。

东风场区是距额济纳绿洲最近的一个较大城镇，且有铁路相通，往来尚属方便。但当地多戈壁，基本不具备发展农业的条件。额济纳绿洲完全可以利用自己的优势，生产高质量的绿色食品（蔬菜、肉食、瓜果等），全面满足东风场区及当地各方面人员的需要。可以说，这也是额济纳人对东风场区应尽的责任。这样一个市场需要，足可以调动绿洲多方面生产的积极性。

主要参考文献

- [1] 董正钧，居延海. 北京：中华书局，1952
- [2] 黄文弼. 河西古地新证. 见：黄文弼历史考古论文集. 北京：文物出版社，1989
- [3] 陈梦家. 汉居延考. 见：汉简缀述. 北京：中华书局，1980
- [4] 马可波罗行记，冯承钧译. 上海：商务印书馆，民国二十五年
- [5] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理·历史自然地理. 北京：科学出版社，1982
- [6] 朱震达. 中国的沙漠化及其治理. 北京：科学出版社，1989
- [7] 朱震达. 内蒙西部古居延—黑城地区历史时期环境的变化与沙漠过程. 中国沙漠，1983(2)
- [8] 景爱. 额济纳河下游环境变迁的考察. 中国历史地理论丛，1994(1)
- [9] 刘亚传，常厚春. 干旱区咸水资源利用与环境. 兰州：甘肃科学技术出版社，1992

第十六章 21世纪绿洲发展研究

绿洲作为干旱区人类生存发展的主要场所，它的发展始终伴随着人类社会文明的进步。当前，人类正进入现代科技文明的新时代，正以知识创新和科技进步加速社会的发展。在这一知识经济潮流面前，如何用新的视角审视绿洲，正确认识绿洲的功能和发挥绿洲的作用，如何应用现代科学技术发展绿洲、建设绿洲，实现绿洲稳定、持久、高效的发展，便是绿洲发展所面临的新课题，21世纪的绿洲发展由此而成为引起人类重视的重大命题。

第一节 人类与绿洲的关系及绿洲发展 面临的新挑战

绿洲自人类诞生便成为干旱区人类生产、生活的主要场所，成为人类取得物质条件和生活栖息条件的主要依托。人类与绿洲的关系，主要是与资源环境的关系。资源是人类取得物质财富的对象，环境是人类安居生存的选择对象。随着人类利用和改造资源环境能力的提高，人类利用绿洲资源和环境的强度亦不断加强，绿洲的发展变化亦日益显著。这种变化在生产力水平低下和人口数量还未达到资源环境承载力极限值的条件下，绿洲的演替还不会对人类的生存构成威胁。20世纪是人口膨胀的世纪，也是科学技术飞速发展的世纪。绿洲在这一世纪里无疑也实现了空前发展的目标。在回首这一发展过程时，人类已清醒地认识到绿洲的发展正面临着巨大的挑战。这一挑战从环境条件上表现为荒漠化过程日益加剧，荒漠化危害日益加重，而人类防治荒漠的步伐赶不上荒漠扩大的速度；从资源角度看，则人类索取资源的数量日益增加，浪费资源的行为日益突出，效益增加值赶不上资源损耗价值，这一局面如不扭转，将严重阻滞绿洲社会经济的发展；从科学和合理利用资源环境、实现绿洲稳定发展看，高素质的人才是设计规范人类的资源、环境行为的关键，而绿洲区域这种能规范和调控绿洲发展的人才匮乏；从绿洲发展结构体系建设上看，建立人口(P)、资源(R)、环境(E)与经济发展(D)有机调控体系最为关键，而这种 PRED 协调关系基本上仍未建立，这是绿洲发展的巨大障碍。这种挑战局面的形成，是与人类认识绿洲、利用绿洲的行为分不开的。认真总结人类与绿洲资源环境的关系，对于建立人类与绿洲协调共进关系，建设绿洲、发展绿洲具有重要意义。

1 人类与绿洲的关系发展阶段分析

人类生存和发展需要依托资源和环境。绿洲是气候资源最适宜人类生活，又有水源可资利用，生物资源最为丰富且物种资源最为多样的地域，因而人类首先选择绿洲作为生存和发展的区域。在人类 200 余万年、耕种业 2 000 余年的进化历程中，人类与绿洲的关系也经历了不同的发展时期（阶段）。不同阶段转化的决定性因素是人类智慧的提高和生产力的发展。

第一阶段，原始社会人类简单索取绿洲资源时期。人类从诞生至现在已经有 200 余万年的历史，其中原始社会经历的时间最为漫长。在原始社会，人类只能以采摘野果、狩猎为生，以利用石器工具和群居为主。由于生产力水平十分低下，铁器和农耕业仍未出现，对自然资源的利用仍停留于简单索取阶段。

第二阶段，史前人类被动适应绿洲资源时期。人类发展历史证明，从原始社会进入奴隶社会以后，由于生产工具铁器制品的出现及生产力水平的相对提高，人类利用和改造绿洲资源的手段与强度大为改进和提高，耕作业和饲养业已经出现。但人类与绿洲的关系仍处于资源供给远远大于人类所求，人类索取资源的手段仍十分落后，资源保护意识还未出现。这一阶段可称为古代史前人类被动适应绿洲资源时期。

第三阶段，历史早期人类与绿洲资源非智能平衡发展时期。这一时期的特征以人类保护资源和环境意识十分薄弱及人类利用资源强度未超过资源再生能力为特征，相当于我国封建制统治时期。这一时期人类的科学技术有了一定发展，生产力水平有了显著提高，耕作业和手工业有了长足进步。但用科学思想规划绿洲资源开发、环境保护的科学思潮仍十分淡薄，人类利用资源和改造自然的能力仍未超过资源再生能力，绿洲生态环境仍基本维系在天然状态，人类与绿洲环境处于平衡状态，是人类非智能与绿洲平衡发展时期。

第四阶段，近代人类与绿洲资源非平衡发展时期。这一时期以工业革命和近代科学技术的诞生为标志。这一时期人口迅速增长，人类改造和利用绿洲资源的能力空前加强。在经济利益驱动下，人类对绿洲的索取逐渐超过资源再生能力和环境恢复能力，引起绿洲退化，有些绿洲的退化已到了严重威胁人类生存与发展的程度。这一时期，尤其是近 50 多年来 不少有识之士虽然已经认识到绿洲资源与环境保护的重要性，但从国家级全局上进行现代绿洲体系的建设仍未形成共同行动，人类与绿洲的关系处于非平衡发展时期。

第五阶段，当代人类与绿洲资源环境协调发展起步时期。近几十年来，由于人口迅速膨胀和科学技术极大进步，人类利用绿洲资源的规模达到无与伦比的程度，出现了人口—资源—环境—经济发展之间的一系列尖锐

矛盾，绿洲的生存与发展受到极大威胁。同时，全球性的环境与发展问题也向人类提出了同样的课题：人类是否可以无限制地利用资源环境？人类与资源环境究竟应该建立什么样的关系？来自实践的教训为有识之士建立可持续发展理论打下了基础。1972年，联合国在斯德哥尔摩召开“人类环境会议”发表了《人类环境宣言》。1987年，以挪威前首相布伦特夫人为首的世界环境与发展委员会（WCED）发表《我们共同的未来》报告。1991年联合国环境开发署发表《保护地球——持续生存战略》文件。1992年巴西里约热内卢联合国环境与发展大会及其相应文件《21世纪议程》把资源利用与环境保护视为全人类必须共同遵守的行为准则，并把它视为保护人类持续发展的资源环境管理战略。这一切揭开了人类与资源协调发展、持续共进的新时期的序幕，绿洲开发利用也从此进入了协调发展的新阶段。这一阶段可称之为人类与绿洲协调发展起步时期。

2 绿洲发展面临的新挑战

绿洲虽然是干旱区水土气热组合最为协调的地域综合体，但它是否稳定与发展，仍与干旱荒漠化过程、绿洲内部熵流流向、人类智能调控能力以及绿洲协调发展体系是否健全有关。当前，绿洲发展建设正面临着前述各个领域的巨大挑战。

2.1 荒漠化过程的发展威胁着绿洲的生存

绿洲在干旱区域中是处于茫茫荒漠包围中的绿色原野。荒漠化与绿洲化始终是干旱区域相互对立的地理过程，荒漠化的发展意味着绿洲的萎缩，绿洲化的加强意味着荒漠化受到遏制。在近代人口数量膨胀以及不合理利用资源现状面前，我国荒漠化过程一直处于发展状态之中。根据《中国荒漠化报告》^① 我国荒漠化土地面积截至1996年已经达到国土面积的27.3%。荒漠化类型依据其成因，可分为风蚀荒漠化（沙质荒漠化，以往常称沙漠化）、土壤盐渍化、水蚀荒漠化（水土流失）、冻融荒漠化以及其他原因引起的荒漠化。冻融荒漠化的原因是青藏高原广阔，高寒永久冻土和季节性冻土面积比例大。冻融荒漠给交通、农牧业生产造成危害。我国荒漠化危害造成的直接经济损失每年约540亿元人民币，相当于西北四省区1996年财政收入的3倍。每年因荒漠化危害而减少的粮食产量约30亿kg。由此可见防治荒漠化对于改善生态环境，稳定绿洲具有最直接的意义。我国各种荒漠化类型的面积见表16.1。在防治荒漠化方面，我国政府自50年代成立中国科学院治沙队起，国务院于1978年设立“三北”防护林建设局，实施生态建设工程；1991年又实施“中国防沙治沙工程”全面开展防治沙漠的工作。经过几

^① 联合国防治荒漠化公约中国执行委员会秘书处的《中国荒漠化报告》（1997）。

十年的研究与实践已在生物治沙、工程治沙、化学固沙技术以及在沙区建立经济发展模式、重点区防治沙害等方面均取得了重要而系统的成果^[1]。但从总体上看，沙漠化趋势仍在不断扩大，我国50~60年代沙漠化土地面积平均以每年1560km²的速度在扩大，70~80年代平均以每年2100km²的速度在扩大，80年代中期至90年代初平均每年以2460km²的速度在扩大。沙漠化面积的扩大严重威胁着绿洲的稳定和发展。除沙漠化日益严重外，绿洲内部的盐渍化也有不同程度的增强，河西走廊的民勤绿洲、居延海绿洲，宁夏河套平原的银川绿洲及柴达木盆地的绿洲，盐渍化的扩展趋势均十分明显。荒漠化发展对绿洲的威胁，其直接结果一是绿洲面积的缩小乃至消亡。例如，河西走廊黑河下游的居延海绿洲，70年代仍有宽广的水域和发达的农业；由于上游来水量的锐减，90年代湖泊已经消亡，绿洲已大为萎缩。石羊河下游的民勤绿洲，亦由于同样的原因，绿洲现已只能主要靠提取地下水来维持；据预测，如不采取上下游水源合理利用调控措施，20年后民勤绿洲将可能不复存在。二是绿洲质量下降，导致水资源含盐量上升，土地盐渍化加重，土地质地轻化沙化，土地生产潜力下降。由此可见，荒漠化的日益加强，是绿洲发展的最大障碍。绿洲的发展建设，应将防治荒漠化放在突出位置。

表 16.1 中国荒漠化类型及其面积(单位： $\times 10^4 \text{ km}^2$)

荒漠化类型	轻度	中度	重度	合计	占国土面积的比例(%)	占荒漠化面积的比例(%)
风蚀荒漠化	44.0	25.0	91.7	160.7	16.8	61.3
水蚀荒漠化	13.5	4.6	2.4	20.5	2.1	7.8
土壤盐渍化	—	—	—	23.3	2.4	8.9
冻融荒漠化	17.8	18.4	0.1	36.3	3.8	13.8
其他因素引起的荒漠化	—	—	—	21.4	2.2	8.2
荒漠化土地面积合计	—	—	—	262.2	27.3	100

2.2 资源利用过度，威胁绿洲的持续生存

绿洲的基本特征是生物或农业生产旺盛，也是人类利用绿洲的目的所在。绿洲是否稳定与持续，取决于物质能量是否平衡。如果进入绿洲的光、热、水、土及植物的营养物质丰富，无疑绿洲产生的生物资源便多，绿洲便将得到发展；如果进入绿洲的生产物质贫乏，则绿洲产生的生物资源减少，绿洲便呈现萎缩。因此，要维持绿洲的稳定并发展绿洲，关键是加大对绿洲的物质、能量流、物质流投入，同时避免过度利用。关键是对绿洲资源的索取必须控制在绿洲再生能力内。受历史条件和认识上的局限，上述认识直至90年代才被确立。在此前，人们还处于一味追求经济发展而忽视资源环境的持续问题，以致不少绿洲出现索取量过度、再生能力衰退，人类生存受到威胁。一般而言，保持水资源、土地资源的稳定，绿洲的稳定便可得到保证。如过量利用水资源，不合理利用土地资源，超生物再生能力开发利用植物资

源都会造成绿洲的衰退。目前超量利用水资源对绿洲的危害是普遍而严重的。河西走廊石羊河中、下游绿洲，是我国享有盛名的绿洲群。该河出山口后，进入流域中游的武威盆地绿洲、永昌盆地绿洲，而后进入下游民勤绿洲。该河多年平均径流量为 15.87 亿 m^3 。70 年代前 上、中游用水强度较小，下游的民勤绿洲无论地表水来水量还是地下水补充量都较丰富，因而呈现稳定和繁荣状态。大致在 1972 年前，中游绿洲地表水耗水约为 9.02 亿 m^3 ，1977 年增至 10.98 亿 m^3 。80 年代后地表水亏缺，不得不大量开采地下水资源来维系中游绿洲的发展。处于下游的民勤绿洲，1972 年前还可以从中游得到 4.30 亿 m^3 地表水，地下水补给量亦约 4.0 亿 m^3 地下水位埋深多在 50~100cm 之间。其后由于中游大规模开发地下水资源，进入民勤绿洲的地表水，1977 年已降到了 2.34 亿 m^3 ，90 年代初降至 2.20 m^3 以下 以致不得不大量超采地下水资源，年超采量高于 1.5 亿 m^3 。1995 年不少地区地下水位已降至 9m 以下，盐碱地面积大面积增加，风沙危害急剧发展，防护林大量枯亡 完整的民勤绿洲已被分割成坝区绿洲、泉山区绿洲、湖区绿洲。如进一步退化，绿洲将会被荒漠所取代^[2]。又如，塔里木河流域是我国内流河流最长、绿洲发育规模最大、水土气热资源组合匹配最为协调、生产潜力最高、在干旱区发展具有举足轻重的区域。该河大致可分为四段：河源段为阿克苏河、叶尔羌河、和田河汇合处肖夹克以上的各自河段，三河汇于肖夹克后至莫巴扎为干流上游段（495km），莫巴扎至卡拉为干流中游段（398km），卡拉至台特马湖为干流下游段（428km）。河源三条河流的水资源丰富 地表水资源合计有 196.61 亿 m^3 地下水资源有 4.78 亿 m^3 三河出山口处多年平均径流量为 178.96 亿 m^3 。塔里木河是一条河源水量较为稳定的河流。上游河段阿拉尔的年流量，1957~1964 年为 51.08 亿 m^3 由于人类开发力度加大，1985~1993 年的流量减少至 38.37 亿 m^3 。中下游河段流量亦发生了重大变化，如以耗水量计 50 年代上游为 14.8 亿 m^3 中游为 25.8 亿 m^3 下游为 15.6 亿 m^3 上、中、下游较为平衡 整个盆地的生态环境处于较为协调的状态 上、中、下游绿洲处于稳定平衡发展之中。以后在局部利益驱动和缺乏宏观调控管理的情况下，河源及干流上游土地开垦规模成倍扩大，水资源开发量大幅度增加。上游水土资源的超强度利用致使下游来水量锐减，至 90 年代 上游耗水量由 50 年代的 14.8 亿 m^3 增至 17.1 亿 m^3 中游水量从 25.8 亿 m^3 减少至 19.2 亿 m^3 下游水量由 15.6 亿 m^3 减少至 3.1 亿 m^3 。塔里木河的尾闾湖，1952 年前可注入罗布泊，而后为台特马湖，1972 年退至大西海子水库，河流的实际长度由 1321km 退缩为 1055km。上下游水量的严重失调引发了一系列生态危机，给该流域绿洲的可持续发展带来极大危害^[3]。首先是中下游绿洲结构发生根本性变化，人工绿洲 1992 年有 14.74 万 hm^2 上、中和下游分别为 10.89 万 hm^2 、1.53 万 hm^2 和 2.32 万 hm^2 分别占绿洲面积的 73.9%、10.4% 和 15.7%。这些数量关系 是上游绿洲畸形发展，中、下游绿洲萎缩衰退的具体体现。这种萎缩还可从下游卡拉和铁干

里克灌区 60 年代有耕地 3.67 万 hm^2 而 1994 年只有 1.67 万 hm^2 播种面积则仅有 1.33 万 hm^2 的典型例子得到证明。由此可见，中、下游绿洲萎缩程度是惊人的。其次是加速了中下游荒漠化面积和程度的扩大，直接威胁绿洲的生存。根据典型区下游阿拉干图幅 1959 和 1992 年航片的解译，沙漠化土地面积从 1 371.22 km^2 增加到 1 487.26 km^2 ，增加了 116.04 km^2 ；沙漠化土地面积由占图幅的 86.98% 增加到 94.34%，增加了 7.36 个百分点；此外，中下游沙漠化强度也有所加强。据上述阿拉干图幅的解译结果，1992 年其严重沙漠化土地占国土面积的比例比 1959 年增加了 3.12 个百分点（由 6.08% 增加至 9.20%），中度沙漠化土地增加了 2.82 个百分点（由 24.96% 增加至 27.78%）；相反，轻度沙漠化土地则从 25.74% 降至 23.6%。这部分土地基本上都转化为中度和严重的沙漠化土地了。至 1992 年，流动沙丘占沙漠的面积比例上游为 73.28%，中游为 87.96%，下游为 80.49%^[3]。这也从一方面证明，中下游绿洲受荒漠化威胁的程度正与日俱增。

2.3 智能人才匮乏制约了绿洲的发展

人类发展历史证明，生产力的发展主要依靠科学技术的进步，而人才则是根本。我国以绿洲发展为依托的干旱区域的发展，由于人才匮乏、科学技术落后，发展速度一直处于较低水平，这已成为制约绿洲发展的主要障碍。我国以绿洲为主要特色的西北五省区的智能人才及社会经济状况见表 16.2^[4]。表 16.2 说明，西北五省区科学技术机构只占全国的 9.03%，科技人员占全国的 5.42%，处于非常低的水平。科学技术的落后导致生产水平的落后，生产总值只占国内生产总值的 4.36%，成为我国经济最不发达的区域。发展后劲亦不足，高等学校数、在校大学生数、职业中学人数以及教育经费投入所占比例大都在 6%~8%，说明智能人才潜力不足。发展科技事业，加大人才培养力度，提高干旱区域智能建设水平是今后绿洲发展的最主要举措，应重点加以发展。

2.4 产业体系失调，发展速度缓慢

产业结构是表征区域发展能力及发展水平的重要标志，调整产业结构亦是实现区域发展的主要途径。西北五省区绿洲区域，不论在农业资源，还是在能源矿产资源上均拥有优势，自然资源条件优越。但在产业体系上，由于行业间结构不紧密，未形成区域整体经济优势，而行业内部产品链亦短，未形成系列化深加工产品，影响效益发挥，以致区域发展速度缓慢，发展水平低下，成为我国落后区域。衡量区域发达程度的指标是多方面的，如国民生产总值、人均国民收入、人均物质占有量、人均住房面积、人均消费水准、人均寿命等等。如果从产业角度分析，区域经济从不发达至较发达再至发达往往具有第一产业比例不断降低、第二产业和第三产业比重不断提高的特征。表 16.3 说明，绿洲区域的西北五省区的产值构成，第一产业（农业）占

表 16.2 1996 年我国西北五省区智能状况与产值关系

项 目	全 国	内蒙古	宁 夏	甘 肃	新 疆	青 海	合 计	占全国的比例 (%)
科技机构数(个)	5 826	144	60	144	129	49	526	9.03
科技人数(人)	990 974	14 897	5 124	20 989	9 085	3 621	53 716	5.42
高等学校数(所)	1 032	19	7	17	18	7	68	6.59
教职人数(人)	1 035 808	15 356	3 926	15 674	18 279	2 973	56 208	5.43
中等专业学校数(所)	4 099	106	25	112	115	34	392	9.56
中等专业教职工人数(人)	542 848	15 988	3 014	12 738	13 895	3 062	48 697	8.97
职业中学数(所)	10 049	432	32	180	137	29	810	8.06
职业中学在校生数(人)	4 732 726	163 562	8 200	45 696	51 952	13 059	282 469	5.97
总教育经费($\times 10^4$ 元)	22 623 393.5	397 433.3	79 567.8	303 314.5	435 879.0	76 554.2	1 292 748.8	5.71
(其中国家拨款)	(16 717 045.5)	(329 467.8)	(68 734.4)	(260 529.8)	(387 394.2)	(67 609.9)	(1 113 736.1)	(6.66)
国内生产总值($\times 10^8$ 元)	68 584.30	984.78	193.62	714.18	912.15	183.5	2 988.30	4.36

27.86% 第二产业占 39.84% 第三产业构成占 32.30% 表现出农业比重偏高、第三产业偏低的特点，是较为典型的发展水平低下的结构类型。而我国东部较发达的省区，其第一产业产值比重已下降至 14.85% 第二产业上升至 50.51% 第三产业停留在 34.64% 这表明我国东部较发达地区工业化产值已占经济的主导地位。如果该区的第三产业产值比重继续增长，达到与第二产业产值相当或超过第二产业，该区便将脱贫而逐步达到发达区域水平。上述实证资料说明，调整产业结构、建立联系紧密的行业联合关系、发展长链式产品加工体系，将是绿洲区域发展需要重点解决的重大问题，亦是发展规划决策者今后的重大任务。

表 16.3 1996 年我国西北五省区与东部较发达区域产业产值比例表 单位 产值 $\times 10^8$ 元 比例 (%)

省 区	总产值	第一产业		第二产业		第三产业		
		产值	比例	产值	比例	产值	比例	
西部落后区域	内蒙古	984.78	312.82	31.77	387.29	39.33	284.67	28.90
	宁夏	193.62	43.24	22.34	79.74	41.18	70.64	36.48
	甘肃	714.18	187.81	26.30	914.96	44.10	211.41	29.60
	新疆	912.15	249.31	27.33	336.89	36.94	325.95	35.73
	青海	183.57	39.46	21.50	71.52	38.96	72.59	39.54
	合计	2 988.30	832.64	27.86	1 190.40	39.84	965.26	32.30
东部较发达区域	江苏	6 004.21	965.29	16.08	3 074.12	51.20	1 964.80	32.72
	广东	6 519.14	941.73	14.45	3 269.35	50.15	2 308.06	35.40
	浙江	4 146.06	609.18	14.69	2 200.19	53.07	1 336.69	32.24
	北京	1 615.73	83.46	5.17	683.14	42.28	849.13	52.55
	辽宁	3 157.69	474.09	15.01	1 537.68	48.70	1 145.92	36.29
	黑龙江	2 402.58	465.82	19.39	1 280.95	53.31	655.81	27.30
合计		23 845.41	3 539.57	14.85	12 045.43	50.51	8 260.41	34.64

第二节 绿洲发展的新目标

绿洲发展的历史受人类活动影响，经历了从天然绿洲向天然—人工绿洲、简单生产结构向多元生产结构、无序管理向有序管理的变化过程。当今的绿洲，已不是原始社会状态下的天然绿洲，也不是人类简单索取下的古绿洲，而是生产力水平相当发达、人工调控能力相当高级的现代绿洲，是既含有高度物质文明又承受资源和环境巨大压力的自然—社会复合绿洲，是既拥有巨大发展可能又受到严重衰退威胁的绿洲。当今人类的使命，便是战胜绿洲萎缩的挑战，建立可持续发展的高效益新绿洲体系。这一新体系的基本目标组成是：知识密集体系，资源产业化高效益开发体系，环境持续稳定保障体系。

1 知识密集体系

知识在促进人类社会进步上的巨大作用已普遍被人们认识，但在未来发展中科学技术将起到何种作用，却是人们还在探讨中的问题。总结人类进步中的科技进程和近现代绿洲发展中的科技作用，对于回答未来绿洲发展中的科技地位和选择科技发展方向，将是最有力的指导。

1.1 知识在社会进步及绿洲发展中的作用

翻开人类进步的历史，不难看出每一个大的进步都是科学技术进步的结果。在原始社会，人类发明了取火技术、狩猎技术和采集技术，为人类奠定了取暖和裹腹的生存技能。随后发明了制陶技术、冶金技术、种植技术，使生产力大为提高，出现剩余产品和商品交换，将人类社会从原始公有制社会推进到私有制社会。随着农业、畜牧业、手工业技术的发展，人类社会从奴隶社会进步为封建制社会。近 300~400 年，能量守恒与转化定律的发现、生物进化论的确立、细胞及分子的发现以及相继发明蒸汽机、电动机和机器制造工业的发展，又将古代的农业经济推进到了工业经济阶段，将社会推进到近代社会。进入 20 世纪以来，科学的理论研究有了很大发展，并在技术上出现了原子能利用、新材料技术、计算机技术、空间技术、生物技术，又将人类文明推进到现代文明阶段。由此可见，社会进步的主要推动力是科学技术，“科学技术是第一生产力”亦为社会发展历史所证明。科学技术在提高劳动生产率上的作用主要决定于科技进步：20 世纪初，工业劳动生产率的提高只有 5%~20% 是依靠科技成果取得的；而到了 20 世纪 70 年代，这个比例上升到了 60%~80%，有的新兴工业部门达到 95%^[5]。综上所述可以发现，科学技术与社会文明具有越来越密切的关系，由此可以得出科学技术是社会进步推

动力的结论。

科学技术对绿洲发展的贡献，亦具有从原始社会经济向农业经济至工业经济发展的同步过程，只是在科学技术的体现上具有干旱区的特色而已。绿洲作为干旱区发展的核心区域，社会经济的发展更多地突出水土资源的利用。2 000 余年前，中原的汉人陆续将耕作技术传入宁夏的河套、甘肃的河西走廊和新疆。其中宁夏河套平原早在距今 2 200 余年的秦代便有汉族移民垦殖。公元前 215 年 秦始皇派将军蒙恬统兵 10 万 实行戎兵屯垦 沿黄河两岸修渠垦荒，开创了水资源渠系灌溉技术的先河^[6]。河西走廊绿洲大规模屯田开发始于汉朝。汉武帝收复河西四郡（今武威、酒泉、张掖、敦煌）后 大力兴修水利、屯田戍边 仅公元前 102 年便在酒泉、张掖开垦了 18 万亩土地，这是汉帝国在河西绿洲发展屯田灌溉农业的开始^[6]。公元前 1 世纪，汉武帝太初年间，贰师将军李广利伐大宛之后，在塔里木河流域的轮台屯田 后又扩展到楼兰、车师（今吐鲁番）伊循（今米兰地区）和赤谷（今塞克湖东南）开荒造田、修渠引灌 农业已经达到一定规模。至东汉 屯田发展到北疆。唐盛时期屯田规模和筑渠技术更为广阔和发达，屯田总数达到 28 万亩^[7]。屯田戍边虽然是统治阶级为保证疆域稳定而采取的措施，但从发展经济看 却促进了绿洲经济的发展 促进了科学技术的应用。在水利上 河套平原公元前 211 年兴建的秦渠以及后来的汉渠、唐徕渠等，河西走廊于西汉时期在敦煌兴建的北府渠、阳开渠、阳安渠，新疆吐鲁番和哈密的坎儿井引水灌溉技术，都是我国古代劳动人民应用科学技术发展绿洲经济的有力证明，具有将绿洲从古绿洲推向老绿洲的作用。近代，应用现代科技新建或完善原有渠系 实施防渗、改盐、防治沙漠化措施 建设防护林体系 实施山水田林路电综合配套管理体系 培育新品种 采用新材料、新工艺 农业产量成倍增长（如柴达木盆地香日德试验高产小麦产量达到 1 013kg / 亩）绿洲生产力得到了空前发展，又将绿洲从老绿洲阶段推进到新绿洲阶段。由此可见，绿洲能够实现原始天然绿洲→古绿洲→老绿洲→新绿洲的演变 起关键作用的仍是科学技术的进步。

1.2 知识密集绿洲体系的构成

1.2.1 21 世纪是知识经济世纪

世界经济的产业发展过程正在由农业经济向工业经济至知识经济转变，21 世纪将是知识经济的世纪。每一种产业类型的经济均有其相应的存在形式和时代特征。农业经济以耕作农业和纺织业为支柱产业，科技含量较低，劳动密集和手工工具是其主要的生产形式。无疑，农业经济是社会经济较为落后的经济形态。农业经济在我国经历了几千年的漫长历史。工业经济以机械、冶金、化工等工业产业为支柱产业 以使用机器代替手工、以资本

① 《宁夏史志研究》1989 年第 3 期。

密集代替劳动密集为其主要生产形式。显然，工业经济是较为先进的经济形态，目前世界上的发达国家如英国、美国、法国、德国、加拿大、日本等均是工业经济发达的国家。近3个世纪工业经济在世界经济中处于主导地位。中国工业化水平不高，未真正成为工业经济型国家类型。国际上的发达国家，知识经济经过20世纪50年代末以来的新技术革命已在信息科学技术、生命科学技术、新能源科学技术、新材料科学技术、有益于环境的高新技术和软科学上取得了突破性成就。至90年代，知识经济已逐步成为知识产业，成为引导人类进入新的文明时期的产业体系^[5]。这种发展将改变原有的经济结构，使农业经济、工业经济发展成为科技经济、知识经济。

21世纪之所以能成为知识经济世纪，主要是生产力不断发展的结果，是知识经济逐渐成为经济支柱产业的结果。知识经济形成的条件之所以日趋成熟主要是经过20世纪下半叶的发展，一些发达国家的农业、工业和第三产业高度发达，市场经济高度成熟，新技术、新材料的开发高度发展。如果要使经济进一步发展，惟一的途径是发展高科技。高科技产业的出现，将导致知识经济的到来。

什么是知识经济？知识经济的概念经过近半个世纪的实践已经较为统一，即知识经济是以智力资源的占有、配置为资本，以科学技术知识的生产、分配、传播、使用为市场，以高科技为支柱产业的经济。因而知识经济时代的特点是第一 把知识认定为资本，如同奴隶制度下把奴隶看做资本、封建制度下把土地看做资本、资本主义制度下把资金看做资本一样。在知识经济条件下 知识的占有便是财富。第二 把知识推向市场、推向流通、推向产业 使知识成为全人类的共有财富，使科学技术成为促进社会文明进步的驱动力。第三 把知识推向深入。人们一旦把科学技术视为财富、视为市场 便能更广泛地挖掘人类智慧的潜能，提高全社会的知识水平，促进科学技术的更快进步，把人类认识世界的能力推向深入。因此，知识经济化将成为推进人类进步的新的驱动力。

1.2.2 知识密集绿洲体系的构成

概念于社会经济发展推动力的知识不是人们所共知的科学常识，而是人类科学发现和技术创新成果的总称。它包含了农业科技、工业科技和高科技术三大科技成就。农业科技和工业科技是已应用于农业发展和工业发展的成熟科技，已在促进区域发展上起到了关键作用，并且仍然在起着支配作用。高科技术是在知识经济中起支配作用的技术。按联合国提供的分类标准，高科技术主要包括以下几类：信息科学技术、生物科学技术、新能源与可再生资源科学技术、新材料科学技术、有益于环境的高新技术、海洋科学技术、空间科学技术和软科学。

绿洲的发展在干旱区起着特殊作用。由于农业自然资源上的优势，绿洲长期被定界为干旱区农业经济的象征，甚至有些学者把绿洲与农业视为同义词。时代在前进 从发展的视角来审视绿洲 则绿洲不仅在农业资源而且

在工业资源、人力资源、智力资源和资产资源上均是干旱区最具优势的地域，具有最适宜干旱区发展的农业优势、工业优势和智力优势。因此，选择绿洲为依托，适时地将绿洲的发展从农业经济推向工业经济至知识经济，是带动干旱区发展最良好的决策选择。一般而言，农业经济、工业经济、知识经济间具有从低级经济形态向高级经济形态转变的差别，彼此间具有相互联系、相互推进的关系。全面应用农业科技、工业科技和高科技于绿洲建设，建立知识密集绿洲体系，以实现绿洲稳定、持续、高效的发展目标，是未来绿洲建设的方向。

依据绿洲发展的现状水平有选择地实施农业科技、工业科技和高新技术，促进绿洲实现由低级向高级发展的目标，应该是绿洲规划、建设的决策者和实施者遵守的准则。我国的绿洲无论在资源的类型、质量、数量还是在发展水平以及科技含量上均有较大差别。因而，不同绿洲应根据自身条件和可能选择科技门类，逐步建立起适应本身发展的知识密集体系。农业资源优势强而工业资源和工业水平低的绿洲，一般应选择农业科技→发展农业工业→知识密集的科技发展模式，如新疆的莫索湾、哈密、和田，甘肃的民勤，青海柴达木盆地的香日德、查查香卡等。同时拥有农业资源和工业资源优势，并相应具有较为发达的地方工业基础的绿洲，如柴达木盆地的格尔木，河西走廊的酒泉、嘉峪关，新疆的吐鲁番，宁夏的银川，内蒙古的包头等，则应选择农业科技→工业科技→高科技的知识密集的发展模式。无论选择何种发展模式，最终目标都是建立起知识密集的农业、知识密集的工业和高新技术发达的绿洲技术体系。

1.3 知识密集绿洲体系的建设

采用现代农业科技、工业科技去发展绿洲农业和绿洲工业，并逐渐用高科技武装绿洲，建立结构紧密、相互促进的科技发展网络体系，是知识密集绿洲体系建设的基本目标。

1.3.1 农业科技密集体系的建设

绿洲农业虽然已有2000余年的历史，科技成果应用亦在不断深化，但科技应用水平较低，农业生产潜力仍然很大，农业生产潜力仍然等待通过科技创新和科技成果转化来提高。建立知识密集农业科技体系，是提高农业生产潜力的关键。从生产系统着眼，农业知识密集体系应包括以下农业技术：

1.3.1.1 农业资源调查，合理利用结构体系设计

通常应用遥感与地面调查方法，建立地理—资源信息系统，从而健全系列的水、土、气、热资源不同尺度的图件与资料。依据社会发展水平与需求，采用资源—社会结构协调理论，即社会需求与资源持续平衡理论，建立资源合理利用体系，从宏观调控上实现资源与社会发展的动态平衡，达到持续发展的目的。

1.3.1.2 提高农业生产潜力技术体系

这一技术体系的核心是：提高资源利用水平，减少资源浪费；提高产品质量、增加产品数量 实现高效益之目的。主要技术有 节水体系技术 包括渠系整合、防渗防漏、喷灌、滴灌等灌溉技术；提高温度与水肥利用效率技术 包括地膜覆盖、温室技术、肥料配方技术 土壤改良技术 包括盐渍化土壤改良、客土改良、化学改良等技术 生物品质改良技术 包括新品种的培育与推广、高品质物种的引进。

1.3.1.3 绿洲调控管理技术体系

对事物进行科学管理已成为一门独立的学科。科学而有效地管理绿洲是实现绿洲发展最有效的手段。实现科学管理目标的技术体系包括：信息采集体系，包括遥感解译、实地勘测以及已有的可信度高的资料图件等；产业协调体系 包括资源、环境、经济和社会各部门间的协调 目的是解决绿洲发展中的环境与发展、资源与发展间的矛盾，重点是揭示发展中的问题并提出对策；法规管理体系，针对问题与对策，从可持续发展角度出发制定和完善有关法规 如有关的资源法、环境法、经济法等。

1.3.2 工业科技密集体系的建设

建立以绿洲为依托的工业科技密集体系，既是农业科技向工业科技转变的必由之路，也是绿洲发展的必然选择。依照绿洲资源建立绿洲工业密集体系，目标之一是建立以农产品为原料的工业体系，目标之二是建立以非农产品为原料的工业体系。农业科技体系的建设将使绿洲获得大量农林牧初级产品 绿洲越发达 农林牧产品便越丰富。依据加工增值原理 建立农产品深加工体系，将会对绿洲的发展起到质变作用，使绿洲经济走向发达的轨道。依农业产品结构 农业、工业应分别建立农耕 粮食为主 产品加工体系，采用食品加工技术、饲料加工转化技术；经济作物及果品资源利用开发技术 包括对油料、糖料、棉麻、果品的深度加工技术 并要形成系列产品 药物资源开发技术 对甘草、麻黄、罗布麻、肉苁蓉、沙棘等进行深加工和系列产品开发 畜牧产品加工与深度开发技术 应发展肉类加工、奶类加工、皮革加工及毛纺织、油脂制品等产品加工技术，并形成系列产品；林业产品加工技术，不仅要因地制宜地发展林木加工工业，还应对林业派生产品（如食用菌、芳香类、油脂类、药材类 进行技术开发 渔业资源开发利用技术 发展绿洲渔业 旅游资源开发技术 包括旅游景点园艺技术、径道设计技术、旅游产品系列开发技术等等。从技术体系上实现绿洲农业初级产品的工业开发，形成具有干旱区特色的工业体系。这一体系愈发达 绿洲愈发展 体系愈紧密 发展愈能实现持续。非农产品绿洲工业科技的发展将加快绿洲工业经济的步伐。我国干旱区有丰富的石油、天然气、煤炭等能源资源 品种多样的矿产资源及盐化工及非金属资源，完全有条件建成轻重工业体系齐全、产品结构配套、经济效益高的工业体系。其发展的障碍因素是人才和技术体系的落后和不配套。今后，以绿洲为依托的非农工业体系建设应从技术组装上将采掘

业、原材料工业和加工业、制造业建成链状体系，减少环节摩擦，发挥结构效益。在技术体系上，应分别建立水力、煤炭—电力工业技术体系，石油天然气—化纤—轻纺—纤维制品技术体系，矿山采掘—冶炼—机器制造技术体系，建材—建筑业技术配套体系。利用上述非农产品工业技术，依据产品原料地的不同，应有选择地确定工业发展模式，以促进绿洲功能的分化，使各绿洲都具有自己特色的工业技术体系。如果每一绿洲在农业科技与工业科技上能建立起互补互促的管理体系，实现农—工—贸、产—学—研的有机结合，便不仅表明绿洲经济已从农业经济向工业经济转变，也表明绿洲具备向知识经济发展的基础。

1.3.3 高技术绿洲体系的建设

用高技术来建设绿洲，是将绿洲推向知识经济的惟一途径。依靠物质资源来发展绿洲，是农业经济和工业经济的基本途径。然而，物质资源有枯竭性，尤其是矿产及石油等非再生资源，开发的最终结果将导致其衰竭。农业资源的非理智开发，也会造成生产潜力的衰退乃至丧失。利用科学技术发现新的物质替代资源，采用新技术来提高生产力水平，便不是农业技术、工业技术所能解决得了的，必须依靠科学的进步和高技术来解决。目前出现的信息技术，将使人们更有能力发现新的物质和能源；高新的生物科学技术，将更有能力揭示生物基因和提高生产潜力；新能源和再生资源科学技术已经有了很大发展，其进一步发展将有可能解决人类发展中的资源问题；新材料科学技术的发展已经大大提高了生产潜力，新的发现将会有助于现实生产潜力不断提高；海洋科学、空间科学、软科学的发展为人类迈入知识经济时代提供了良好的基础。由此可见，高新技术是解决人类面临的资源—环境—人口—经济矛盾的关键技术，是知识经济得以实现的惟一选择。绿洲未来时代的经济，无疑亦应走高技术发展的道路，选择适于干旱区特色的高技术则是成功的关键。就绿洲而言，高技术主要有生物技术，包括优质、高产、抗逆性强的动植物新品种以及新型药粉、新型疫苗、基因防治病毒、蛋白质合成转化等技术；节水农业工程高科技调控技术，尤其是作物水资源供需平衡调控技术；绿洲生产与生态水的平衡调控技术；提高太阳能利用率的高科技与新材料技术；绿洲产品工厂化生产技术等。

2 资源产业化高效益开发体系

建立高效益绿洲开发体系的前提是要选择正确的产业建设途径。只有产业途径符合绿洲实际，方能实现高速发展之目的。根据我国绿洲的发展实践，建设高效的资源产业化开发体系，将是绿洲发展的正确选择。

任何区域的发展都离不开本区的资源基础，以资源为基础去确定产业化途径并建立相应的经济发展体系，是经济高速稳定发展的保证。因此，资源产业化被认为是当今世界人们认识资源本质的普遍潮流。就一个区域而

言，也包括绿洲区域，建立协调快速发展的资源开发型经济体系，应着重处理好三个部分之间的关系：优势开发资源的确定；资源转化为产业的基本途径，产业体系的建设；经济腾飞基本保证条件的建设。我国干旱绿洲区资源产业开发体系的建设，应该搞好如下设计并进行合理布局。

2.1 优势资源的确定

我国绿洲区域具有丰富的自然资源和劳动力资源，这为建设绿洲资源开发型体系提供了坚实的物质基础。

2.1.1 农业条件优越 发展潜力巨大 具有发展高效粮、油、棉、特产商品经济的基础

绿洲区域总体来说气候干旱。但由于存在良好的高山与盆地相互交织的地域结构，高山冰川发育，冰雪融水可灌盆地，加上有黄河外流河水的补给，为绿洲的农业发展提供了优越条件。在建立高效益绿洲农业体系上，较之同纬度的华北区域更为优越，主要表现在太阳能资源丰富，温度条件更有利于有机质合成与积累，在灌溉条件下产量较华北区域高（表 16.4）。资料表明，西北绿洲区在光合及温度潜力方面，农业条件均比华北地区好，生产潜力高出 37%~75%，但干旱缺水 天然状态下产量是华北地区的 33%，在有灌溉的条件下，光温优势便得到发挥，产量要比华北地区高出 12%~16%。可见 对西北绿洲进行农业投资 产出效益高。根据投资效益原则 在西北建设农业高效产业体系，应该是国家建设的重要方向之一。

表 16.4 西北干旱绿洲区与华北区域农业开发效益比较 单位 kg/亩)

区 域	光合生产潜力	光温生产潜力	现状农业 生产潜力	灌溉及动力、化肥投入相似下	
				粮食产量	油料产量
西北绿洲区	8 000~11 000	4 000~7 000	100~250	379	173
华北平原	<8 000	<4 000	>300	327	154
西北/华北(%)	137.5	175.0	33.0	116	112

、注资料来源于赵松乔的《现代自然地理》（科学出版社，1988）和 1993 年国家统计局资料。

在农产品类型与产品质量方面，西北绿洲亦有突出优势。农产品除温带、暖温带品种普遍适宜发展外，许多具有干旱区特色的药材、饮料和纤维作物、瓜、果等亦很丰富。品质上 棉花纤维长度、小麦含淀粉量、果品甜度以及产品在干燥、保鲜、加工脱水、保质期上 亦具有天赋之利。因此 西北干旱区的绿洲，在建立高效商品特色农业上，更具有市场竞争能力，有利于农业经济的持续发展。

2.1.2 矿产资源丰富、产地集中 有利于大型开发

以绿洲为依托的西北干旱区具有建成大规模矿业基地和冶炼产业基地的矿种有铁、铅、锌、镍、钴、镁、铝土矿等，储量居全国之首。稀有贵金属金、银储量丰富 非金属氯化钠、氯化钾、石棉、芒硝、碱、硒、硼、镁盐、汞、碘、溴等储量名列全国前茅，稀土储量居全国第一。这些矿产资源，为西北绿洲区

域工业经济提供了良好的物质基础，将有可能为建设冶金、机械、化工等轻重工业体系提供发展基地。

2.1.3 能源资源十分丰富，具有建设大型能源工业基地和发展大型化工产品的产业基础

西北绿洲区域具有良好的产油、储油条件。现已探明 该区具有大型、特大型开发条件的能源资源有石油、天然气和煤炭，集中分布于塔里木盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯高原、柴达木盆地，以及银川—中卫平原和河西走廊等地。它们将为西北地区的能源建设和化工系列产品开发提供坚实的基础。上述能源基地和绿洲农业经济在区域匹配上又相互协调，更为绿洲的发展与持续高效体系的建设提供了得天独厚的条件。

2.1.4 草场广阔，具有建设发达商品畜牧业的巨大潜力

西北干旱绿洲区 主要指内蒙古、宁夏、甘肃、新疆、青海等省区干旱区。这里具有广阔的天然草场，面积合计约 2.5 亿 hm^2 天然载畜量约 1.5 亿只羊单位 商品畜约有 5 000 余万只(头)年商品肉在 10 亿 kg 以上。如果对草场进行集约经营，生产能力会成倍增加；如果再以新技术进行调控，其生产能力更为可观。因此，该区完全有条件成为我国大型高商品率的畜牧业生产基地。1992 年该区存栏羊 9 201.8 万只 大畜 2 848.9 万头 合计约合羊单位 2.2 亿只 严重超载。产肉量 8.4 亿 kg 产毛 26.16 万 t^[8] 远未达到现实生产力水平 增产潜力巨大。加大畜牧产品开发力度 建设知识密集、农牧结合、集约化、高产出的畜牧业体系，是绿洲区域畜牧业建设的主要方向。

2.1.5 绿洲区位条件优越，对外经贸门户多，有利于绿洲发展

区域的开发离不开区位。我国绿洲区域地处西北，东邻华北、华中经济发达区 西部和北部与俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、巴基斯坦、阿富汗等国接壤 具有众多对外通商窗口。欧亚大陆桥横贯本区 各大绿洲有铁路连通。这就为绿洲发展提供了便利的交通条件和通商口岸，为吸引资金、人才、技术、建立知识密集绿洲经济创造了基本条件。

2.2 资源产业化高效开发体系的建设

对资源进行产业（行业）化开发，是实现资源优势转化为经济优势的基本途径。资源产业化建设的关键是搞好行业（产业）的设计。实现高效的衡量标准是产业的生产积累大于消费（消耗），以货币为标准就是社会财富积累的量值要高，产投比要大。绿洲发展决策者的任务，在于应用资源—产业对应转换原理 处理好资源开发与产业 行业 布局间的关系 以求建立高效持续的产业经济体系。从开发时序、产业及产品布局上考虑，高效产业体系的建设，主要是搞好基础产业体系、发展产业体系的建设，以及产业组合布局的设计与经济体系的建设。

2.2.1 基础产业体系的建设

所谓基础产业，是指绿洲区域内资源开发中的初期产业。其产品往往是

第一代产品 农业上表现为原粮、原油、原药、原果产品 工业上表现为原材料、初级冶炼产品、初级油气产品等。基础产业产品是区域发展的物质基础。建立物质基础雄厚的产业经济，是区域稳定发展的基本保障。建立具有干旱区特色的基础产业，则是提高绿洲竞争能力和求得经济高效益的基础。基础产业设计与布局的基本方法是依据优势资源的类型、质量、数量、分布 安排产业的生产方向、规模和地点。要力求使优势资源的产地与基础产业的基地相一致，优势资源的数量与基础产业的设计规模相协调，优势资源的特色与基础产业产品的特色相匹配 实现优化开发、特色突出、成本减小、市场稳定的生产目标。西北干旱绿洲区的基础产业，主要应从体系上搞好如下布局：

2.2.1.1 以大农产品为依托的粮食、油料、棉花、果、糖、药材产业的布局

布局的重点是建设现代化的、高效的绿洲体系。其基本途径是：依据水热条件的区域差异选择适宜不同生态类型区的农业品种；依据不同生态类型区水土资源结构确定合理的农业用地构成，建设合理的农业产品体系；依据经济效益原则 发展具有干旱区特色的粮经、药材、果品及饮料产业 并依据生产力布局区位建立相对集中的产业基地，如塔里木盆地绿洲区的棉花、粮食 哈密的葡萄、瓜 河西走廊的粮油、蔬菜 宁夏和内蒙古河套绿洲的商品粮、菜、枸杞等基地。干旱绿洲区的药材、饮料等特色产品 种类多、分布广，更具有普遍发展的意义。

2.2.1.2 畜牧业高效体系的建设

畜牧业高效体系建设的目标是建立高效益、高商品率的牧业生产体系。其基本途径一是对天然草场进行管理调控，采用集约经营形式，进行“围栏”“轮牧”发展“人工草场”“饲料草场”实现草产量的飞跃 二是对畜群结构进行调整 依据不同草场类型 发展相应的肉、毛、奶产品 目的是获得畜产品的高产出，为发展系列化畜产品提供充足的原料；三是加快畜群周转 提高畜群向肉、毛、皮、奶转化的能力 提高商品生产量 实现高产量、高商品率、高效益的目的。

2.2.1.3 矿产资源产业体系的建设

西北干旱区的矿产资源开发已有一定基础 已在铁、锌、镍、铜、铝、金、银、稀土、石棉、芒硝等资源开发上建立了相应的采矿、冶炼工业 向国家提供了大量原材料和初级产品。亦相应建立起具有一定规模的地方工业体系，但产量在全国产量构成中仍然很低，效益不高，未完成向发达高效经济体系的转变。例如，1992年的工业初级产品产量 新疆、甘肃、青海、宁夏、内蒙古 加上陕西 原盐产量为 336.63 万 t 占全国原盐产量的 11.86% 生铁产量 514.66 万 t，占全国产量的 6.78% 成品钢材 400.04 万 t 占全国的 5.97%。上述产量表明，西北区工矿业的资源开发的产业水平仍然是较低的。加大开发强度 提高初级产品产量 减少开发中的资源浪费 提高综合开发水平，加快初级产品向深加工系列化生产转化的速度，是今后资源产业建设的主要方向。

2.2.1.4 能源化工产业体系的建设

西北干旱区绿洲地域的能源资源丰富，具有建设大型能源基地的产业条件，亦具有建设以石油、天然气和煤炭为原料的化工产业基地的条件。产地集中，便于进行产业基地建设。目前基础产业地位薄弱，1992年计原油产量仅1357.81万t占全国产量的9.55%原煤产量1.38亿t占全国产量的12.37%焦炭产量625.16万t占全国产量的7.83%^[9]。区域开发离不开能源动力，西北地区能源产业既不能满足该区能源的需求，也不能满足化工产业的原料需求。建设大型油、气、原煤生产基地 加快能源加工提炼转化速度 建立采掘—运输—提炼 加工 协调配套生产体系 是今后能源基础生产建设的方向。

2.2.2 发展产业体系的建设

发展产业是指应用产品加工增值原理，对基础产业产品进行系列化深加工 求得高商品率、高税收、高效益的产业。发展产业是求得绿洲区域经济高速发展的主要途径 是“发展绿洲学”的核心。西北干旱绿洲区域发展产业的建设方向，一是健全部门产业 行业 如农业、畜牧业、果业、药业、矿业等的系列生产与加工体系。二是部门产业间产品的综合利用，实现综合产品的深加工。如农业产品的系列化生产和畜牧产品的系列化深加工间不同环节的产品可以互补 形成新的产品系列 如农业产品的酒业 可以与养猪业、农田肥料建立链式生产循环，实现产品的多元化和效益的多次增值。三是加工产品的轻型化、高品质化、包装精美化体系的建设。三个方面的提高 将能起到快速增值和快速流通的效果，从而加速绿洲的发展。西北绿洲区域发展产业的建设与布局，主要应围绕下列几类进行：① 粮食及食品加工系列产业；畜产品系列加工产业；③ 药材系列化加工生产产业 ④ 果业系列化加工产业 ⑤ 油料加工系列产业；⑥ 旅游资源及旅游产品系列开发产业；⑦ 矿业资源基础产品的深度开发产业；⑧ 能源化工产品的系列化开发产业。

2.2.3 产业组合布局的设计与经济体系的建设

不论基础产业还是发展产业，在布局上都离不开地域空间。合理的产业组合设计是追求绿洲高经济效益的重要环节，不可缺少。要从产业组合和地域组合上进行论证，把产业联系最为紧密、离原料产地最近、运输距离最短、销售集散最方便的相关产业组织在同一区域内，形成不同绿洲经济区。绿洲经济区的发展，又可促进城市化的发展，促进绿洲区域从农业型向农业—工业型至工业型的转化。我国干旱区的城市，均是绿洲城市化发展过程的结果。西北干旱区绿洲经济的发展，应该遵循区域发展原理，依托城市的节点辐射功能，建立经济发展体系，使城市成为反映绿洲区域经济特色的自然—经济地域综合体，成为带动区域经济发展的火车头。我国西北干旱区以绿洲为依托的城市，从区域发展组合考虑，大致可以划分出如下七个一级经济发展区，其下还可继续划分出二级、三级绿洲经济开发区，形成上下联系紧密、功能齐全、效益综合、布局合理的发展网络体系。七个一级经济发展区：

以兰州为中心的轻一重工业综合发展区，着重发展石油化工、机械、有色冶金、纺织、制革工业，相应发展食品加工工业；以银川为中心的石油及油化工—农业经济发展区，着重发展石油、天然气及石油化学工业，农业应成为西北干旱区商品粮基地和食品工业基地；以包头为中心的冶炼工业发展区，着重发展钢铁及稀土采炼工业；以张掖为中心的农业和食品工业发展区，该区应以张掖为纽带，带动整个河西走廊绿洲经济的发展，成为西北地区商品粮、菜基地，同时发展食品加工业；以乌鲁木齐为中心的综合工业和农业发展区，着重发展钢铁、油气及油化工、纺织、制革等工业，同时成为粮食及食品加工基地。⑥以库尔勒为中心的南疆油气及油化工—农业发展区，着重发展石油及石油化工工业，相应发展粮、棉业，成为南疆工业基地和粮棉生产基地；⑦以格尔木为中心的柴达木盆地盐化工工业绿洲农业发展区。

3 环境持续稳定保障体系

绿洲的持续稳定和高效益产出是干旱区发展的核心。要实现这一目标，则必须实施环境保护工程，进行生态环境建设。建立健全的环境持续保障体系，是保障绿洲发展目标得以实现的关键。这一环境保障体系，应体现干旱区特色，抓好三个环节，即生态用水的合理配置、荒漠化防护体系建设、绿洲防护林体系建设。上述三个部分是紧密联系的，共同构成完整的保障体系。这一体系在实施中则与资源利用和社会经济条件密切相关，因此它又是绿洲区域资源、环境、社会经济协调发展研究的基础。

3.1 生态用水的合理配置

生态环境的稳定和良性循环是绿洲发展的基础。生态环境的综合表现通常被称为景观，不同景观类型具有不同的生态习性和不同的需水量。因此，通过景观稳定性生态需水量分析，便可估算出生态需水量。其基本公式可表达为

$$V = (E - P)rS = (KE_0 - P)rS$$

式中： V 为景观生态需水量，用 m^3 表示； E 为陆面蒸发力，用 m 表示； P 为天然有效降水量，用 m 表示； r 为景观植被覆盖度，其值在 0~1 之间； E_0 为水面蒸发力，用 m 来表示； S 为面积，用 m^2 表示。 K 为陆面蒸发系数^[10]。例子有柴达木盆地生态用水的论证，结果如表 16.5。表 16.5 表明，柴达木盆地防治荒漠化的生态需水最低量为 9.65 亿 m^3 ，占盆地水资源总量 51.96 亿 m^3 的 18.57%；维持湖泊稳定的生态需水量为 24.48 亿 m^3 ，占水资源总量的 47.11%；二者合计为 34.13 亿 m^3 ，占水资源总量的 65.68%。

① 张兴有的《柴达木盆地土地荒漠化驱动力分析及其防治》（博士论文，1999）。

表 16.5 柴达木盆地景观生态用水量表 (单位: $\times 10^6 m^3$)

流域区 景观生 态类型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
荒漠化草 甸平地	0	0	0	0	0	0	0	3.32	2.44	0	0	0	0	0	5.8
荒漠草原 棕钙土 平地	19.71	14.15	8.76	2.62	0.42	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	45.7
盐化草甸 湿地	13.35	0	4.38	0	1.27	9.17	5.34	5.61	37.02	64.81	55.96	32.82	4.27	74.12	308.1
半固定 沙丘	4.06	1.21	3.74	2.37	1.83	0.76	1.18	1.70	2.73	24.31	0.22	20.14	0	73.19	137.4
固定沙丘	2.28	0.17	9.70	1.28	0.01	0	0	0.89	8.04	33.54	0	0	0	17.23	73.1
沼泽盐土 湿地	0	0	0	0	0	0	0.58	5.13	9.44	19.0	5.29	19.03	0.32	168.40	227.2
草甸盐土 湿地	1.48	0.11	0	0	0	0	1.39	5.74	16.52	11.35	24.13	11.35	0.30	39.93	112.3
盐化沼泽 草甸湿地	0.55	1.17	0.35	0	0	0.25	3.18	2.66	0.29	0.03	0	0	0	40.47	49.0
干草原栗 钙土平地	0	0	3.96	1.57	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.1
荒漠化生 态用水 合计	41.40	16.81	30.89	7.84	4.09	10.22	11.67	25.05	76.48	153.04	85.60	83.34	4.89	413.34	964.7
湖泊生态 需水量 总计	399.9	232.4	0	0	0	0	0	0	30.9	226.2	222.4	144.0	1192.7	2448.5	

注 1 巴音郭勒河流域区 ;2 都兰河—塞什克河流域区 ;3 沙柳河流域区 ;4 察汗乌苏—夏日哈河流域区 ;5 香日德河流域区 ;6 夏日果勒—清水河流域区 ;7 诺木洪河流域区 ;8 大格勒河流域区 ;9 格尔木河流域区 ;10 那棱格勒河流域区 ;11 阿拉尔—茫崖区 ;12 鱼卡河—大哈尔腾河流域区 ;13 塔塔棱河流域区 ;14 湖盆低洼积水积盐区

3.2 荒漠化防护林体系的建设

我国干旱区坦荡无际的高原地貌和物质轻粗的物质构成以及干燥多风的气候特征，必然形成脆弱的生态环境，并为荒漠化的发生发展提供自然物质基础。人类利用自我调控原理，通过荒漠化防护林体系建设，便能达到防治荒漠、发展绿洲、促进区域发展的目的。干旱区荒漠化的表现是多方面的，但最主要的是风沙化和次生盐渍化，应将其作为防治荒漠化体系建设的重点。

3.2.1 风沙化防护体系的建设

干旱区存在宽广沙漠、戈壁，是威胁绿洲生存的最主要荒漠类型。在高大沙漠与绿洲之间，通常存在着流动沙丘、半流动与半固定沙丘、固定沙丘和平沙地等严重沙漠化、中度沙漠化、轻度沙漠化和潜在沙漠化等景观类型。如果人类利用资源不合理，便会促进沙漠化过程的发展，加速绿洲向流动沙丘方向发展。对沙漠化的防治，主要应从防护体系建设入手。防护体系建设包括如下方面：

(1) 搞好人类行为准则的调控建设。其内容包括制定切实可行的防沙

治沙规则，实施荒漠化防治法规，规范人类开发利用沙漠资源的行为，控制开发强度。

(2) 防护体系建设，要贯彻以防为主、防治结合、突出生物防治的原则，实施流动沙丘、半固定沙丘全封育，固定沙丘半封育，保护沙生植被体系。

(3) 治理体系建设。采用生物和工程措施相结合，突出生物治理为主的原则。重点搞好风沙危害严重区段的治理，包括实施草方格、草灌乔阻沙带，突出灌木阻沙作用，建设挡风固沙墙等固沙工程等。

(4) 适沙旱生植物种群选育培育体系建设。选用具有固沙、改造环境和生产潜力高的物种进行沙丘治理，是未来沙漠改造的方向。目前虽然发现了许多固沙的优良品种 如柽柳、沙柳、花棒、沙打旺、沙蒿等品种 但品种较为单调 经济价值低。选育新的适合不同沙漠类型、固沙能力强、经济产出高的品种，应作为防治沙漠化体系建设的方向。

3.2.2 盐渍化防护体系的建设

西北干旱区的湖盆低地及积水、排水不畅的区段，为积盐环境。在蒸发强于降水的条件下，这类区段容易形成盐渍化土地，对绿洲的稳定和发展构成威胁。绿洲因盐渍化加重而衰退的史实亦屡见不鲜。因此，盐渍化防治被视为绿洲发展的重大使命。搞好盐渍化防护体系设计，建立防与治、农业与工程相配套的综合防治体系，是防治盐渍化危害的最基本途径。该体系应包括下列内容：

(1) 健全排灌体系。最主要的是克服重灌轻排的水资源利用方式，重点抓好排水排盐渠系的建设。

(2) 发展耐盐经济作物，尤其是经济价值高的经济果木，如枸杞等。

(3) 实施工程改盐措施，如在耕层下部人工设置隔离盐层、薄膜覆盖、配套机井建设、新材料新工艺盐改技术等。

(4) 实施农业改良技术 如垄带种植、麦秆还田、增施有机肥等。

3.3 绿洲农田防护林体系的建设

要使绿洲高效、持续、稳定发展，对绿洲内部农田进行防护林体系建设十分必要。建立林网结构合理、类型组合紧密、品种搭配得当、林农互补的防护体系，是农田防护林体系建设的方向。

3.3.1 效益型林网结构的建设

实践证明，农田防护林可起到减小风速、固沙护田、提高农田小气候温度和调节水分湿度等作用。林网结构不同，其效益是不同的。实验表明，林网宽度与林带方向要依地表沙漠状况，大风出现季节、方向、延续时间来确定。一般而言 当农田林带与主导风向垂直 林网结构以小网格、窄林带为主时 综合效益较好。实验还表明 网格宽度 50~70m、林带宽 20m 由 4 行株距 4m、林高 10~15m 构成的林网效益较佳。

3.3.2 类型组合结构的选择

绿洲内部农业结构的多样性，决定了防护林类型亦要多样化才能起到良好的效果。除了农田林网外，还应依道路、渠系、房舍的格局构筑护路林、护渠林、护舍林与农田防护林共同构成绿洲防护林体系。为减少占地、节约用水和缓解与作物争肥矛盾，对上述类型进行组合布局是重要的。实践表明以渠系为依托建立渠一路、渠一田、渠一舍组合紧密联系的防护林体系，具有更为综合的效益。

3.3.3 品种体系的选择

营造品种多样、层片结构复杂的防护林体系，可以提高防护林的综合效益。我国绿洲的防护林大多数以杨树纯林为主品种单一只有乔木一个层片病虫害多、防护效益降低且大多营造时间长、更新慢亟待更新。更新应从多品种、多层次角度出发坚持乔灌草组合、多层次防护的原则。乔木宜选择杨、柳、沙枣、榆灌木可选择沙棘、柽柳、沙蒿草本可选择冰草、苔草等，这样才能形成抗病虫害、抗风沙、调节绿洲环境、促进地力提高的体系。

3.3.4 林农互补体系的建设

从整体上把防护林体系与农业体系组合起来，建立彼此间更为协调、相互促进的系统，亦可理解为绿洲农林复合经营系统，这对于保障绿洲的持续发展具有更深层次的意义。首先应建立起两者合理的用地结构比例。实践表明，西北绿洲的防护林用地占绿洲面积的15%~18%是较适宜的。其次，应注重二者间的空间布局，实现防护林—粮食作物、防护林—油料作物、防护林—枸杞等的镶嵌布局，这样形成的绿洲防护体系，将更能有效地促进绿洲的可持续发展。

第三节 21世纪绿洲发展研究展望

绿洲的发展研究是人类永恒的话题。展望21世纪绿洲发展目标绿洲研究面临着前所未有的繁重任务，许多重大的理论与实践问题亟待解决，这些问题使传统劳动密集型绿洲向现代知识密集型绿洲转变的关键。主要问题有绿洲合理发展规模及发展空间研究，绿洲知识经济产业化演进过程研究，知识经济下绿洲资源产业结构研究，绿洲发展保障体系调控研究，以及知识经济与PRED协调发展体系建设等。上述研究课题将成为绿洲未来发展研究的活跃领域。

1 绿洲合理发展规模及发展空间的研究

绿洲化与荒漠化是干旱区两大基本地理过程。人类活动的基本目标是防治荒漠、发展绿洲。但绿洲是否会消失或无限扩大？荒漠是否可以完全根

治？这些问题过去人们没有明确回答的问题。我们认为，绿洲和荒漠作为干旱区的两大自然景观，是干旱区特色的反映，如果没有荒漠，则不称其为干旱区。如果没有绿洲亦不是干旱区。干旱区的地域系统具有在大环境干旱背景下存在局部地段水土气热组合良好的分异规律，具有水资源、细土物质资源、光温资源富集于某一地段的特点。例如，塔里木河及其支流冲积洪积扇、河西走廊三大河流的冲积平原、柴达木盆地各河的冲积扇缘细土带等，均是绿洲形成和发育的良好场所。这些地段既不可能由于荒漠化过程而消失，也不会因为绿洲化的出现而改变整个干旱区的荒漠化过程。因此，只要干旱区存在，便存在荒漠和绿洲。绿洲既不可能无限制地扩大，也不可能完全消失。同样，荒漠既不可能完全消失，也不可能无限扩大。荒漠和绿洲将长期共存。人类的任务在于认识和掌握荒漠化和绿洲化的形成、发展规律，寻求一个合理的荒漠—绿洲结构，包括面积数量结构和空间布局结构。面积数量可理解为规模，空间布局可理解为分布。我国以往强调荒漠的防治和绿洲的建设，但对二者在某一区域如何共生以及怎样的结构才算合理，却几乎没有进行过研究。开展绿洲合理规模与发展空间研究，将为绿洲的有效建设提供理论和应用依据。一般而言，某一绿洲规模取决于水土资源匹配程度，水资源丰富和细土资源宽广的段域便会形成大绿洲，反之绿洲规模便小。但在人工调控下通过节约用水、因地制宜开发土地资源则有可能扩大绿洲规模，发展新绿洲。绿洲的空间分布随水土资源空间匹配关系的变化而变化，当水资源在河流上段开发强度加大、下游得到的水量减少时，往往会造成上段绿洲得到发展而下段绿洲萎缩的局面。石羊河的武威绿洲和民勤绿洲，黑河的酒泉绿洲和居延绿洲，塔里木河的河源绿洲、上游绿洲与中下游绿洲都存在这种局面。未来绿洲的发展研究应该研究这一现状，回答这一演替是否合理、人类应该肯定这一演替过程还是应该否定这一过程、是应该促进绿洲的区域转移还是维持绿洲的现状格局。要回答这些问题是很复杂的，应该从干旱区绿洲和荒漠合理格局的高度，从环境的、资源的、社会的和经济的综合效益出发，去开展这一领域的研究，只有这样才能为人类建立干旱区合理的人地系统寻求正确的答案。

2 绿洲知识经济产业化演进过程的研究

以知识为产业，走知识经济道路寻求绿洲的发展，具有从低级向高级、从传统知识向高科技发展的演进过程，体现了生产力发展的趋势，这一过程统称为知识经济产业化过程。研究这一过程的规律，回答绿洲不同发展阶段知识应用的类型、深度、广度和效益，将能加快知识产业化的步伐，促进绿洲的发展。知识作为一种产业，虽然是在20世纪90年代提出的，但知识应用于生产实际却是自有人类使用工具时代就开始了，因为工具的出现本身就包含了知识的应用。现代绿洲的建设，总的进程是农业绿洲向工业绿洲和知

识绿洲发展的过程。我国的绿洲目前仍处于农业绿洲阶段，未来绿洲知识产业化发展研究所面临的任务，第一是知识产业的科学构成应如何设计，回答不同绿洲发展阶段知识的构成、作用和效益，以及如何通过知识产业的转移促进绿洲经济的转型。建立知识产业效益评价体系，将有助于人类指导知识产业化的有序管理 建立更为科学的知识生产、分配、使用的体系。绿洲知识产业发展的第二个任务是促进高新科学技术的应用不断演进、不断深化。其中包括应用新材料、新工艺促进农业转化太阳能的技术，逐步将绿洲农业从保温型为主转化为光能合成生产为主，从大田利用光温的农业走向工厂化农业 农业品种、品质高科技产业技术 逐步采用基因工程培育品种 实现绿洲品种的多样化、专业化、工厂化生产 高新技术应用于农业节水 高科技信息产业应用于土地资源开发。知识产业的演进过程，便是绿洲同步发展的过程。这一领域的研究，将是未来绿洲发展研究最关键的课题。

3 知识经济下绿洲资源产业结构的研究

产业是人类生产生活的对象、就业的实体和进行财富生产的事业。产业的组成是行业。不同的社会发展水平具有不同的产业 行业 结构 体现了不同的生产力发展水平。农业绿洲的产业结构体现了以传统种植业和畜牧业为主的特色，以生产第一性农业产品和劳动密集为基本特点，生产力水平低下，经济落后；工业绿洲以深度加工农牧产品和对绿洲非农产品进行工业化生产为特色，以机器代替人力，生产力水平较农业绿洲大大提高，社会发展水平进一步提高。农业绿洲和工业绿洲是当代干旱地区（包括发展中国家和发达国家）的基本产业形式，具有较为成熟和较为合理的产业（行业）结构。人类面临的问题是：未来知识绿洲经济的产业结构究竟怎样才较合理？高新技术产业与传统的基础产业应如何构成？高新技术在产业构成中应起到何程度的作用？贡献率应该达到多大？如何根据绿洲的发展调整产业结构？等等。无疑，绿洲发展的产业问题应该通过实践去认识，逐步达到完善。产业结构的研究，将会成为知识经济下绿洲发展研究的热点。

4 绿洲发展保障体系调控的研究

追求绿洲稳定与高效产出，建立健全的绿洲运行机制，是未来知识经济建设的方向。要实现这一目标，必须建立完善的绿洲发展保障体系。高科技体系支撑下的知识经济绿洲，由于高科技的广泛应用和工厂生产规模的形成，资源低耗而产品高效目标将逐步实现，资源掠夺式产业开发的弊端将逐渐减少，人类将不需要采用广种薄收和破坏生态环境的方式来维系生存和发展，人类将有更大的能力进行生态环境建设。但这并不是说荒漠过程不再发生，荒漠化危害不再构成威胁了。辩证法告诉人们，局部的旧的矛盾的解

决会出现新的矛盾。知识经济下的绿洲亦会产生新的环境问题，荒漠化会以新的形式威胁绿洲的发展。建立知识经济下的绿洲保障体系，不仅需要继续对风沙化、盐渍化的危害进行防治和进行农田防护林体系的建设，而且对于高科技产业下的环境问题应给予足够的重视，并寻找新的技术手段防治荒漠、保障绿洲。建设知识经济下的绿洲保障体系，将是未来绿洲发展所面临的重要研究课题。

5 知识经济与 PRED 协调发展体系建设

绿洲的可持续发展问题，实际上是资源和环境的利用与保护问题。发展通过资源(Resources)的开发利用而实现，持续通过环境 Environment 的保护和建设来维系，在经济发展 Development 驱动和人口 Population 压力下，这四个方面(PRED)经常会出现矛盾和斗争，形成发展上的内耗环境，阻碍绿洲的发展。搞好 PRED 协调体系的建设，科学调控经济增长速度、资源开发力度、环境建设力度和人口增长率，是保障绿洲可持续发展的基本对策。然而在知识经济下随着发展机制的变化，PRED关系将会发生新的变化，这种变化的研究会成为一个热点。研究目标是建立新的资源、环境、人口与经济发展的协调关系，形成更高层次上的绿洲可持续发展体系。届时绿洲将是环境优美、资源丰富、产出高效、经济发达、运行有序的高度现代化的绿洲，这就是人类告别 21 世纪时的绿洲。

主要参考文献

- [1] 朱俊风 朱震达等. 中国沙漠化防治. 北京：中国林业出版社，1999
- [2] 李福兴 姚建华等. 河西走廊经济发展与环境整治综合开发. 北京：中国环境科学出版社，1998
- [3] 樊自立 塔里木河流域资源环境及可持续发展. 北京 科学出版社，1998
- [4] 国家统计局. 中国统计年鉴(1997). 北京：中国统计出版社，1997
- [5] 陈志良 明德. 知识爆炸——高科技与知识经济. 北京：科学普及出版社，1999
- [6] 冯绳武. 甘肃地理概要. 兰州：甘肃教育出版社，1988
- [7] 刘甲金等. 绿洲经济论. 乌鲁木齐：新疆人民出版社，1995
- [8] 申元村. 我国西北地区建设资源开发型发展体系探讨. 干旱区资源与环境. 1998(4)
- [9] 国家统计局. 中国统计年鉴(1993). 北京：中国统计出版社，1993
- [10] 申元村.柴达木盆地自然环境基本特征与农业可持续发展体系建设. 干旱区资源与环境. 1998(4)

编 后 语

我国文明历史经历 5 000 年，我国堪称最古老的文明古国之一。干旱区在谱写我国文明乐章中占有突出位置，是我国人类文明的重要发祥地之一。研究我国干旱区发展过程和发展规律，寻求更加和谐和符合自然—社会经济规律的区域发展途径，是实现干旱区乃至全球可持续发展的艰巨使命。我国学者对干旱区形成及发展历史进行过长期深入的研究，积累了宝贵而丰富的知识财产，其中包括地史过程、干旱化过程、地域分异与地域结构、自然资源、民族与文化、社会进步、史学和哲学等等。所追求的目标则都在于认识规律，并最终促进干旱区的发展及其可持续。

总结前人的研究成果和劳动人民的成功经验，用科学创新视角探索未来发展途径，被视为今后区域发展研究的新起点。我们几位多年从事干旱区研究的学者，或为长期生活在西北的情感驱动，或受新世纪知识经济时代的启迪，或被西部大开发高潮到来所鼓舞，或为人生将跨进夕阳阶段所鞭策，深感有必要就西北干旱区的发展及其持续进行学科总结。近 1 个世纪来，尤其是中华人民共和国成立以来的半个世纪里，我国干旱区的社会经济得到了空前发展，但生态环境却处于不断恶化之中，区域发展仍处于发展与不可持续的矛盾状态。这种矛盾状态的症结，是人类对干旱区地理过程缺乏深入了解因而在处理人地关系问题上屡有失误。在干旱区，地理过程主要体现为荒漠化过程和绿洲化过程。绿洲化过程的加强意味着区域的发展，荒漠化过程的加强则意味着不可持续的加剧。我国近半个世纪社会行为的重点在于荒漠化过程及其防治，而对干旱区发展起着主导作用的绿洲、绿洲化过程与绿洲建设却没有给予足够重视，未把绿洲化过程与荒漠化过程的协调研究有机地联系起来，以致绿洲发展速度趋缓，而荒漠化加剧，并对未来的发展构成威胁。基于上述认识，我们深感有责任对我国的绿洲作出系统研究，并对绿洲的形成与演替，绿洲的类型、结构与功能，绿洲的民族、文化、经

济，绿洲的区域分异与区域特征，未来绿洲的发展规划和绿洲管理进行系统总结，以求对我国干旱区发展和持续学科的建立作出贡献。这便是我们撰写本书的初衷。巧合的是，我们的初衷同河南大学出版社董庆超先生的选题策划意图不谋而合，这更坚定了我们完成这一专著的信心。

本书结构体系前 8 章重在揭示我国绿洲形成发展的基本规律、基本类型、演替机制和人类管理行为的调控设计；第 9~15 章则为绿洲区划和分区研究；作为卷尾，第 16 章对我国未来的绿洲发展进行了探讨。各章主要执笔者为：第 1 章 汪久文 第 2 章 汪久文、申元村 第 3 章 伍光和 第 4 章 汪久文 第 5 章、第 6 章 韩德麟 第 7 章、第 8 章 申元村 第 9 章 申元村、伍光和 第 10 章、第 11 章 伍光和、韩德麟 第 12 章 伍光和 第 13 章 申元村 第 14 章 申元村、汪久文 第 15 章 汪久文 第 16 章 申元村。最后由申元村统稿。协编人员有张兴有、郝永萍、朱华、杨素霞、冯锐、申倚敏、张瑞琴、汪琪、陈莹、陈丽、向武、刘琳、李平、胡军、董红梅、曾静、蒙雪琰、韩丹等。在本书完稿之际，我们要特别感谢黄秉维院士、石玉林院士、郑度院士，感谢他们对本书编写工作的支持，并热诚地为本书题词和作序。感谢河南大学出版社，最大限度地支持了本书的出版。感谢本书编辑董庆超先生为本书出版付出的辛勤劳动。

科学在前进，社会在发展，发展中的科学需要探索。绿洲是一门具有复杂体系的学科，许多重大学术问题还在探讨研究中，加上我们学术水平的限制，书中难免会有诸多偏颇甚至错误之处，热诚欢迎学术界同仁和读者给予指正。

编著者
2000 年 10 月