

西部生态



XI BU SHENG TAI

西部生态

主编 奚国金 张家桢

中共中央党校出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

西部生态 / 奚国金、张家桢主编. — 北京: 中共中央党校出版社, 2001.1

ISBN 7-5035-2189-9

I . 西... II . ① 奚...② 张... III . 不发达地区 - 生态环境 - 研究 - 中国 IV . X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 50146 号

中共中央党校出版社出版发行

(北京市海淀区大有庄 100 号)

北京四季青印刷厂印刷 新华书店经销

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张: 11.5

字数: 298 千字 印数: 1—5000 册

定价: 21.00 元

责任编辑	王彩琴
封面设计	王尔强
版式设计	尉红民
责任校对	王京京

编者的话

适逢世纪之交，党中央作出了实施西部大开发的伟大战略决策。这是全面推进我国四个现代化建设的重大步骤，意义深远。作为出版工作者，我们有义务为卓有成效地促进西部大开发出力、尽责。经过一段时间的调查研究，根据读者的需求，发挥本社的优势，我们策划、组织了这套“中国西部大开发”系列图书。

“中国西部大开发”系列图书，旨在为人们了解西部、参与西部大开

发提供具有指导性的思路和权威性的资料。在中央西部开发办公室有关领导同志的指导下，在西部各省（区、市）领导同志的鼎力相助下，我们顺利完成了策划和组稿工作，并将它们奉献给全国各级党政干部以及有志投入西部的开发者们。

《西部生态》是“中国西部大开发”系列图书之一种。由西部各省、市、自治区及中国科学院对该地区生态有深入研究的专家、学者撰写。介绍、阐述、分析了西部十二个省市区的生态环境、可持续发展前景与策略，为人们了解西部生态提供了详实的资料，有助于人们在西部大开发中树立可持续发展观点和生态环境意识。

西部开发是一个具有战略意义的长远任务。积极有效地组织出版相应的图书是出版社的责任。我们欢迎读者提出宝贵意见和建议。

“中国西部大开发”系列图书，由本社组织。参加策划组稿的有：钟碧惠、王彩琴、张克敏、崔宪涛。

“中国西部大开发”系列图书编辑组

目 录

★序	/1
陕西省生态环境演变特征与保护治理方略	/1
甘肃省生态环境与可持续发展	/28
宁夏生态环境状况与治理措施	/58
青海省生态环境与可持续发展	/90
新疆生态环境现状、发展趋势和保护	/121
内蒙古生态环境分析与保护	/149
加快重庆生态环境建设,促进区域经济发展	/186
四川省生态环境特点与保护措施	/210
保护云南生态环境,建设绿色经济强省	/245
改善贵州生态环境,发展地区经济	/275
西藏生态环境特征、利用与可持续发展	/302
广西生态环境建设与区域经济发展	/323
后 记	/346

序

● 奚国金

生态环境是人类生存和发展的摇篮和襁褓，是经济发展、社会进步的基础。正如恩格斯所指出的：“人本身是自然界的产物，是在他们的环境中并且和这个环境一起发展起来的。”但人类存在于客观环境中，也主动地、积极地作用于自然界，不断加强对自然影响的广度和深度，成为自然界发展的重要因素。人类对环境的作用和影响可以是正面的、建设性的，也可能是负面的、破坏性的。前者的结果提高了环境质量、创造了新的更适宜人类生存的人工生态系统；反之则会盲目地违背自然环境客观发展规律，破坏自然环境，最终总会遭到自然的报复。

在当今国际社会，环境与发展已成为人们普遍重视并给予极大关注的问题。我国政府对环境问题也极为重视，1994年在国际上率先制定了《中国21世纪议程》，1998年遵照江泽民总书记等中央领导的批示，国家发展计划委员会组织有关部门编制了《全国生态环境建议规划》，并经国务院常务会议审查通过，于1998年11月公布实施。这个规划从实际出发，对今后50年我国的生态环境建设分三个阶段推进，提出了各阶段的建设任务和奋斗目标。这是我国层次最高，范围最大，内容最全面、系统

的一部规划，表明我国政府在推进现代化宏伟建设进程中，重视生态环境、建设秀美山河的决心。

在世纪之交，人类正在跨入 21 世纪的重要历史时期，以江泽民同志为核心的党中央高瞻远瞩、统揽全局、审时度势，作出了具有重大经济意义和社会政治意义的战略决策。1999 年 6 月 9 日，江泽民总书记在中央扶贫开发会议上，根据邓小平同志提出的“两个大局”的战略构想，指出：“现在，加快中西部地区发展步伐的条件已经具备，时机已经成熟。”并指出：“从现在起，这要作为党和国家一项重大的战略任务，摆在更加突出的位置”。

1999 年 6 月 19 日，江泽民总书记在西安举行的西北五省区国有企业改革和发展座谈会上，就进一步加快中西部地区发展又发表了重要讲话，他指出：“现在我们正处在世纪之交，应该向全党和全国人民明确提出，必须不失时机地加快中西部地区的发展，特别是抓紧研究西部地区大开发。”这个讲话是中国最高决策者第一次明确提出“西部大开发”的概念，也是党中央加快西部地区发展的动员令。江泽民总书记在这次讲话中提到，“在发展社会主义市场经济的条件下，加快开发西部地区，要有新的思路。”这里新的思路实质上指的是新的观念，它应包括经济体制上的转变、开放意识、环境意识等。而且，江泽民总书记对生态环境问题给予了相当的重视，他强调指出，“在充分调动西部地区自身积极性的基础上，通过政策引导，吸引国内外资金、技术、人才等投入西部开发，有目标、分阶段地推进西部地区人口、资源、环境与经济社会的协调发展。加快开发西部地区，应该是全面的，要把水资源的开发和有效利用放在突出位置。生态环境建设、普及科学教育、推广实用技术、发展特色旅游、交通设施建设等方面，都要统筹规划”。“我们要下决心通过几十年乃至整个下世纪的艰苦努力，建设一个经济繁荣、社会进步、生活

安定、民族团结、山河秀美的西部地区。”

为了贯彻落实江总书记关于加快西部地区大开发的指示精神，国务院总理朱镕基先后到陕西、云南、四川、甘肃、青海、宁夏等省区实地考察，在考察中他也特别指出：切实加强生态环境保护和建设，这是实施西部地区大开发的根本。只有大力改善生态环境，西部地区的丰富资源才能得到很好的开发和利用，也才能改善投资环境，引进资金、技术和人才，加快西部地区发展步伐。尤其要看到，改善西部地区的生态环境，对于改善全国生态环境具有重大意义。如果不加紧、加快实施在西部地区恢复林草植被、治理水土流失，那么，长江、黄河日渐淤积，洪水灾害不可能得到根治，广大中下游流域将永无宁日。因此，必须高度重视和突出抓好生态环境的建设，把它作为实施西部地区大开发的切入点。

1999年11月15日至17日，中共中央、国务院召开的中央经济工作会议上，指出要不失时机地实施西部大开发战略。要大力植树种草，有计划、有步骤地退耕还林……

1999年11月20日全国计划会议上，国家发展计划委员会主任曾培炎提出，要像当年搞特区那样，加快西部大开发。2000年在继续促进东中部地区发展的同时，开发西部将迈出实质性步伐。除了加快基础设施建设外，就是要加强生态建设、环境保护。

1999年，是中国西部地区大开发的舆论准备年。在以江泽民同志为核心的党中央高屋建瓴、统筹安排下，全党全国人民对西部大开发给予极大的关注，在新世纪到来时开始走向新的征程。

2000年3月全国人大、全国政协两会召开期间，西部地区大开发成了会议代表的热点议题，而搞好西部大开发中的生态建

设更是代表们视点中的重点。会议期间，从中央领导到会议代表，从会场讨论到媒体报道，都为西部大开发勾画蓝图，出谋划策。谈新思路、提新建议。把改善生态环境作为西部大开发的重中之重。

总之，实施西部大开发战略，组织实施全国生态环境建设规划，促进国民经济和社会可持续发展，是一项复杂的系统工程，是我国现代化建设即将全面实现第二步战略目标，并开始向第三步战略目标迈进的时候，党中央对我国现代化发展战略上的一个重大抉择和一个重大调整，是保持我国经济持续、健康、协调发展的重大战略措施，对于我国未来的繁荣昌盛和长治久安，具有极其重大的意义。

二

在启动实施西部大开发重大战略时，编撰本书的意义是十分明显的。但编撰中必然会碰到一个问题，我国西部的地理范围如何界定。时至现在，各种宣传媒体对我国西部提法的口径并不一致，都按照自己的理解进行宣传。

第一类：按照我国传统习惯的大区划分办法，我国划分成东北、华北、西北、华东、中南和西南六大区。把我国西北的陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和西南的四川省、重庆市、贵州省、云南省、西藏自治区，共计十省、市、自治区合在一起，就成了我国西部的概念。按这种划分办法，我国西部面积占国土的 57.9%，人口占全国的 22.8%。2000 年“两会”期间一些报刊就按这种办法进行宣传。

第二类：按照我国地理环境，内蒙古自治区西部，已进入我国西部地区，这一地区的自然环境特点和经济形态，与我国西部许多

省区是一致的。另外,考虑到政区管理和治理上的统一性,内蒙古自治区要纳入我国西部的范围。这样考虑,我国西部地区就有十一个省、市、自治区,面积占国土的 70.2%,人口占全国的 24.7%。如《北京青年报》2000 年 3 月 4 日就是按这种口径宣传的。

第三类:按照我国国土区域方位,大致以东经 110 度为界线,并考虑到政区的管理,除把内蒙古自治区划入西部外,还把广西壮族自治区也纳入我国西部地区。按这样划分,我国西部地区就有十二个省、市、自治区,面积占国土的 72.6%,人口占全国的 28.5%。

本书在编撰中,就是以第三类方案来组织安排的。不仅地理区域按这个范围来设定,而且为读者阅读、使用起来方便,在编写中就以十二个省、市、自治区作为篇目组织编撰。

除此以外,这里还要对生态环境和可持续发展问题作一介绍,以便读者更加全面地了解本书的内容。近二三十年来,我国环境问题越来越突出,“生态”这个科学词汇首先以“生态平衡”的形式出现在十多年前的各种文章和媒体报道中。1994 年随着《中国 21 世纪议程》的制订,可持续发展战略成为我国发展的基本国策之一,“生态学”、“生态环境”、“生态关系”、“生态系统”等科学名词就更多地出现在报端文中。

生态学(Ecology)一词源于希腊,原来是“住所的研究”的意思。1866 年,德国科学家 E. 黑格尔首创生态学一词并给予科学的定义以来,已有一百多年了。由于生态问题与人类的生存和发展息息相关,因此它就越来越为人们所重视,甚至与科学史上的一些基本问题如物质结构、天体演化、生命本质等问题一样,引起人们广泛的关注。但开始阶段,对于生态学的研究更侧重于生物方面,而对于自然环境起积极作用的人类活动,只是当作诸多生态因素之一来对待,并未当作研究问题的关键和主体。

因此，这一学科在社会上的影响是十分有限的。

本世纪 60 年代以来，一个新技术革命的冲击波在全世界激荡着、震撼着，世界范围内的经济工业化和社会城市化快速发展，全球人口也急剧地增长，人类对自然资源的使用和对自然环境的利用，不管从规模上，而且在速度上都达到了前所未有的程度。当人们还没有来得及更多地对自己取得的成就“趾高气扬”“沾沾自喜”时，世界范围内的人口膨胀、资源短缺、环境恶化等一系列问题就迅速涌到人们面前，给人类一个明确的警示：在人类自身发展的同时必须注重生态问题，否则将遭到环境的惩罚。于是作为研究、探讨人类生存科学的生态科学，就走出了书斋成为社会普遍关注的问题。测试技术的改善、实验条件的进步、电子计算机的使用，这些都有效地推动了生态科学的快速发展。而且研究的重点也从自然生态系统转变为人类生态系统。一门学科当它的发展真正与社会的需要结合起来，它就获得了新的生命，获得了快速发展的条件。

1972 年，人类环境意识的苏醒促进人类采取共同行动，联合国在斯德哥尔摩召开第一次人类环境会议。会议通过了《人类环境宣言》，提出了“只有一个地球”的口号。会议提出：“人类环境的维护和改善是一项影响人类福利与经济发展的重要课题，是全世界人民的迫切愿望，也是所有政府应肩负的责任。”“人类业已到了必须全世界一致行动共同对环境问题采取更审慎处理的历史转折点。”

1972 年联合国人类环境大会以后，“持续发展”问题成为各国学者关注的问题。从不同角度讨论持续发展的内涵、影响因素，不同区域类型持续发展目标与模式，建立了全球性持续发展的模型和某些区域的生态经济模型。

1987 年，世界环境与发展委员会报告《我们共同的未来》

(即著名的布伦特兰报告)强调“人类整体意识”,并首次提出了“持续发展是既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需求构成危害的发展”。这一概念很快为世界各国政府和研究机构接受,成为媒体中出现频率非常高的词汇。1992年,在里约热内卢召开的环境与发展大会,被称为是“地球首脑会议”,百国首脑汇聚,共商人类克服环境困境、摆脱环境危机的对策,制订了《21世纪行动议程》和《地球宪章》。人类对自身发展形成一个共识,通过可持续发展推进人类文明。此后,可持续发展概念传播更迅速,它已经成为现代意识重要的一部分。

三

中国西部处在我国地势的第一级阶梯和第二级阶梯上。高峻的山系把巨大的高原、辽阔的盆地分开,形成气势磅礴、壮丽辉煌的地形架构,组成我们伟大祖国美丽山河的一部分。

第一级阶梯上有雄伟硕大的青藏高原,海拔4000米~5000米,面积250万平方千米,这是世界上最高最大的高原,被称为“世界屋脊”。青藏高原南侧有高耸的喜马拉雅山脉,主峰珠穆朗玛峰高达8848米,是世界第一高峰。北侧和东侧有昆仑山脉、阿尔金山脉、祁连山脉、岷山山脉、邛崃山脉和横断山脉等,与我国地势的第二级阶梯分开。

第二级阶梯海拔高度迅速降到1000米~2000米。这级阶梯由一系列高山、高原、盆地组成。著名的阿尔泰山脉、天山山脉、秦岭山脉、阴山山脉、塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、四川盆地、内蒙古高原、黄土高原和云贵高原都错落分布在第二级阶梯上。

第二级阶梯与第三级阶梯是以大兴安岭、太行山、巫山、雪峰山等山脉分开。地势高度很快降到500米以下。第三级阶梯主

要由平原和低山丘陵组成。

形成以上的地形架构是漫长地质过程和古地理环境演化的结果。

根据古地理研究资料，距今 2500 万年的早第三纪，青藏高原和云贵高原大部分地区处于南亚热带，分布常绿及落叶阔叶林。自我国西北到东南沿海，斜卧着一条中亚热带，当时由于季风气候还未形成，大部分地区处在亚热带高压控制之下，盛行干燥的东北信风；另外这一地区大多是隆升和剥蚀的山地、丘陵，地势平缓，难以形成地形雨，因此形成了亚热带疏林草原，古气候上已具有干旱气候的特征。

进入晚第三纪（距今 2500 万—200 万年），发生激烈的喜马拉雅运动，在早第三纪时表现得比较缓和拱曲的地势有了极大的改观。我国西部古地中海发生海退，欧亚大陆原始的面貌已出现端倪；青藏高原逐步隆起，雄峙在西风带内，阻挡了西风东进使之分成两支。大陆大洋新的分布格局，地势达到新的高度形势，使东亚建立起一套崭新的季风环流体系，改变了在早第三纪建立的气候带的定式，使我国夏季高温多雨、冬季寒冷干旱。第四纪以来，青藏高原仍处在抬升之中，使我国西部许多地区生态环境更趋于严酷。由于这是离海遥远、高山阻隔，来自海洋湿润空气影响很小，产生于太平洋上空的暖湿气流在传输过程中受阻于大兴安岭、秦岭等山地，到达西部地区已是强弩之末，大部分水分已丧失殆尽。因此，我国西部尤其西北部地区，其干旱的地理环境在地质时期早已形成了。

在人类历史时期，青藏高原及其周围山岭，其高度仍处在上升之中。例如雄伟的喜马拉雅山平均每年仍有 0.13 厘米 ~ 0.14 厘米的上升量。这数字看起来并不显眼，但日积月累，把它放到历史的长河中考察，这数量是十分巨大的。由于它们的抬升，这

会更加使我国的季风环流系统得到加强，当然我国西北地区的干旱气候的程度也会更加严厉。

由于我国西部地区面积辽阔，内部地理类型和地理结构十分复杂，我们不可能一下全面地总结归纳其自然生态环境的特点。但我国干旱、半干旱地区约占国土总面积的 52.5%，这些地区大多分布在我国西部地区。它的自然生态环境具有以下基本特点：

（一）降水稀少，气候干旱：我国平均年降水量约 600 毫米，而在呼和浩特、兰州、西宁、拉萨一线以西，降水量大多在 400 毫米以下，新疆塔里木盆地、哈密—吐鲁番一线、青海柴达木盆地年降水量在 50 毫米以下。新疆平均年降水量为 145 毫米。吐鲁番盆地的托克逊，多年平均降水量仅 3.9 毫米（在 1968 年仅有 0.8 毫米），是我国目前最低降水记录。

大概沿平均年降水量 400 毫米等值线，是年干燥度 2.0 通过的地方。从内蒙的二连浩特、宁夏的银川、甘肃沿河西走廊，到新疆塔里木盆地南缘，是干燥度 4.0 等值线通过的地方。而太原、延安、陇西、青海黄河源头和曲麻莱、西藏的黑河一线，干燥度为 1.5。所谓干燥度，它是描述气候干燥程度的指数。干燥度 1.5~2.0 属于半干旱地区，勉强进行旱作，但产量不稳；干燥度 2.0~4.0，属于干旱地区，不灌溉就不能从事农业生产；干燥度在 4.0 以上，属于极端干旱地区，农作物每年必须灌溉 2~3 次以上，植树种草也需要灌溉。

（二）水资源短缺、时空分布不均匀：在西部地区，水资源总量是十分有限的。据统计，包括新疆全区、青海、西藏的羌塘、甘肃的河西和内蒙古的内陆河流、黄河的兰州至龙门段、西辽河及永定河上游在内的干旱、半干旱地区的河川，年径流量共为 1348 亿立方米，仅占全国河川径流量的 5%。例如天山地区，每年能向天山南、北地区输送的地表径流量为 400 多亿立方米，

祁连山北坡向河西走廊地区输送 70 亿立方米的径流量。这些水资源除去相当部分进入自然过程，暂时不能利用外，能给我们从事工农业生产、人民生活使用的水资源就十分有限了。从整个西北地区来看，水资源的 80% 用于农业，有些地区甚至超过 90%。新疆乌鲁木齐市现在人均年水资源占有量只有 760 立方米，在全国属于最低水平。

有些人认为西北在大开发中不缺水，有的人认为新疆人均水资源是华北地区的 14.5 倍，这都有失偏颇。评估水资源不能光看水资源总量，而且还要看单位面积的水资源分配量（平均径流深度），和由地理环境决定的蒸发量等因素。从总体看，我国西部地区水资源短缺还是十分明显的。

我国西部地区河川径流主要集中在夏季，这与径流的补给来源有关。以融冰化雪和雨水补给为主要来源的河流，到夏季水量就一下暴涨。因此，春旱、夏洪、秋缺、冬枯的特点，表现了我国西部水资源季节分布不均匀。从地理空间上说，由于降水来源主要来自太平洋，降水形成的河川径流也大致具有东多西少的特点。高耸的山地能阻挡气流前进，一般山区降水多于平地，迎风坡降水多于背风坡。

（三）植被稀少，荒漠广布：我国西部是沙漠、戈壁的主要分布地区。我国沙漠、戈壁总共有 128.24 万平方千米，新疆、内蒙古、青海、甘肃、陕西、宁夏等省区就有 127.45 万平方千米，占全国沙漠、戈壁总面积的 99.4%。

新疆塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠，面积 33.8 万平方千米；准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠，面积 4.9 万平方千米；巴丹吉林沙漠，面积 4.4 万平方千米；腾格里沙漠，面积 4.3 万平方千米；柴达木沙漠及风蚀地，面积 3.5 万平方千米。以上几大沙漠面积 71.3 万平方千米，占我国沙漠总面积的 71.4%。这些沙漠

周围生态环境恶劣，是沙漠化土地强烈发展的地方。

在荒漠和荒漠草原地区，植被覆盖率不到 30%，以灌木和半灌木为主。塔克拉玛干沙漠，是世界第二大流动沙漠，许多地方是寸草不生的不毛之地。在沙漠地带一些地下水较浅的地区、季节性河流的河岸带，存在荒漠河岸林，以胡杨为主，还有红柳、梭梭、骆驼刺、芦苇等。总的来说，干旱地区植被区系简单，种类不多，分布稀疏。

（四）土壤发育不良，盐分含量高。由于我国西部干旱、半干旱地区高温干燥、蒸发强烈，决定了土壤中上升水流占绝对优势，淋溶和脱盐过程微弱，造成土壤普遍积盐，形成土壤大面积盐碱化。如新疆荒地土壤资源约 1.5 亿亩，其中轻和非盐碱化土壤占 26.6%，盐化和碱化土壤占 16.3%，轻盐土占 9.5%，中重盐土和盐碱土占 17%，难利用或不宜农业利用的尚有 30.6%。

在干旱的条件下，土壤成土过程微弱，土层薄，质地粗，剖面发育不良，土壤中有有机质和水分含量低。这些土壤条件，对发展农业生产是不利因素。据资料统计，新疆、内蒙古、甘肃、宁夏等省区，尚有未被利用的可垦荒地约 3 亿亩，占全国可垦荒地的 40%。

我国西部干旱、半干旱地区生态环境除以上基本特点外，光热资源丰富，日照时期长；河流流程短缩，湖泊干缩消失；草场质量退化，载畜能力下降；地下水位下降，水质变坏等也很突出。

四

自然界由生物和非生物因素组成，形成一个相互依存、相互制约的有机整体。它们之间通过物质的交换、能量的转移，构成能量物质运动的系统，其称为生态系统。按范围的大小，生态系

统可分成不同的等级。不同的生态系统其内部具有不同的功能、规律和特征。系统内部都具有一定的自我调节功能，以维持相对稳定的状态。结构复杂、层次分明、功能齐全的生态系统稳定度就好；反之，则稳定度就差。

我国西部地区大多数处干旱、半干旱的地理环境中，这里存在的荒漠生态系统、草原生态系统等，都十分脆弱，处在不稳定的状态中，在干旱地区自然生态系统中，水是十分活跃、十分积极的因素，它不仅能够影响、而且在一定程度上能够制约一些自然过程的方向和强度。然而，在干旱地区水资源的存在和时空分布，本身就受到其他许多因素的影响，它的不稳定就会强烈地影响其他生态系统的发展方向。例如，草原生态系统在河流或地下水等适应水分条件下，生长良好，一旦河流改道或地下水位下降，脆弱的草原生态系统就很快遭到破坏。

新中国成立 50 年来，我国各条战线取得令国际社会震惊的成就，经济发展，社会进步。但在人口问题上指导思想走过一段弯路，我国人口有了快速的增长。我国西部陕、甘、宁、青、新、川、滇、黔、藏、渝，以及内蒙和广西十二个省、市、自治区，人口增长更高于东部。据资料分析，以上地区 1998 年的人口已是 1982 年第三次人口普查时的 1.2 倍，是 1964 年第二次人口普查时的 1.9 倍，是 1953 年第一次人口普查时的 2.2 倍。五十年间我国西部人口净增加 2 亿。以上地区 1953 年时占全国总人口的 26.7%，1964 年为 25.6%，1982 年为 27.9%，1998 年已达到 28.5%。

人口问题是保护生态的核心问题。人口的快速增长，必然会对资源、环境、粮食、能源等问题提出严峻的挑战，给生态系统以沉重的压力和极大的冲击。在我国西部地区由于人口快速增长，对自然资源不适当的管理与过度利用，一些地区滥垦、滥

牧、滥樵、滥采，使原来较脆弱的生态系统遭到破坏，产生了一系列的生态问题。

（一）土地沙化：由于人为作用，植被破坏，在风力作用下土壤细颗粒丧失或外来沙粒覆盖原有土壤，造成土壤质地变粗而沙化。荒漠化土地分布在荒漠草原和干草原地带，以密集的斑点状分布在农田、牧场、居民点附近；在干旱的荒漠地带，主要分布在绿洲附近和河流的下游。

一项研究表明，我国荒漠化潜在发生区域范围，即干旱、半干旱和亚湿润干旱地区范围总面积 331.7 万平方千米，占国土面积的 34.6%。其中荒漠化土地面积 262.2 万平方千米，占这一区域面积的 79%，占国土总面积的 27.3%。近 20 年来，荒漠化土地平均每年以 2460 平方千米速度继续扩展。每年因荒漠化造成的直接经济损失达 540 亿元。据预测，今后 10 年还将以 1.32% 的速度继续扩展。因此，我国已经成为受荒漠化危害最为严重的国家之一。

我国西部地区是荒漠化危害比较集中的地区，荒漠化面积前三位的分别是新疆 104.4 万平方千米、内蒙古 65.9 万平方千米、西藏 43.6 万平方千米。这三个自治区荒漠化面积就达 213.9 万平方千米，占全国荒漠化土地的 81.6%。

根据综合评价，我国轻度荒漠化为 95.1 万平方千米，中度为 64.1 万平方千米，重度为 103 万平方千米。重度荒漠化比例达到 39.3%。因此，我国荒漠化程度严重。

在干旱地区，由于自然条件恶劣，荒漠化过程发生后，发展迅速，危害严重，治理起来难度是很大的。

（二）水土流失：土地表层如果缺乏植被保护，在雨水冲蚀、风力吹蚀等作用下，产生跑土、跑水、跑肥等现象，使土层逐步变薄变瘠。由于不合理的耕作，在干草原上滥采，对土地不适当

地管理，都会引起严重的水土流失。这样就会造成土地资源损失，土地肥力下降，河道淤塞引发水灾、水库壅塞而报废。还会导致塌方、泥石流等严重灾害。

据有关资料，我国水土流失面积 170 万 ~ 180 万平方千米，每年水土流失总量达 46 亿吨。目前，全国水土流失的耕地 6 亿亩，每年流失土壤 10 亿吨。由于我国西部地区坡度较大、干旱多风、土质疏松、植被稀疏、降水集中且暴雨频繁，因此水土流失十分严重。据有关省区生态环境建设规划统计，川、滇、黔、渝、陕、甘、宁、青和内蒙等省市自治区，水土流失面积达 145.69 万平方千米。

陕西省在新中国成立以来，已初步治理了水土流失面积 7.89 万平方千米，但现在全省水土流失面积仍有 11.83 万平方千米，占总土地面积的 57.4%，是全国水土流失最严重的省份之一。全省年输沙量 9.2 亿吨，占全国水土流失总量的 1/5，其中输入黄河泥沙总量达 8 亿吨，占三门峡以上地区输沙量的一半；省内长江流域面积占长江流域总面积的 4%，年输沙量却高达 1.2 亿吨，占长江年输沙量的 12%。现在陕西省中强度以上的水土流失面积达 4.2 万平方千米，且水土流失有扩大趋势。

四川省在 1989 年以来实施“长治工程”和其他水土流失治理项目，已累计治理水土流失面积 3.2 万平方千米。现在全省水土流失面积还有 19.98 万平方千米，占幅员面积的 40.87%，年土壤侵蚀总量 9.5 亿吨，每平方千米年平均流失 47.54 吨。

（三）自然灾害频繁：脆弱的生态环境必然导致自然灾害的频繁。在我国西部地区，干旱、洪涝、冰雹、霜冻、大风、沙暴等气象灾害，和滑坡、泥石流等地质灾害发生频繁，并有大幅度增加趋势，造成损失大，影响面也大。如贵州省大洪灾发生周期逐步缩短，90 年代以来洪涝灾害逐步加剧。从 1990 年到 1996

年，洪灾造成的经济损失为 1950 年至 1989 年 40 年总和的 5.8 倍。云南省据不完全统计，从 50 年代初期到 90 年代，全省因灾害造成的直接经济损失约 450 亿元。宁夏七十年代基本上未出现强沙尘暴天气，但从 1982—1997 年涉及宁夏的沙尘暴天气多达 24 次。

旱灾和洪涝是发生频率高、影响面大的自然灾害。据国家统计局公布的资料，1998 年我国西部渝、川、黔、滇、藏、陕、甘、宁、青、新，以及桂和内蒙的统计，受灾面积达 1304.3 万公顷，成灾面积 748.1 万公顷，成灾面积占受灾面积的 57.1%。其中水灾 549.1 万公顷，成灾面积 358.3 万公顷，成灾面积占受灾面积的 65.3%；旱灾 554.1 万公顷，成灾面积 238.1 万公顷，成灾面积占受灾面积的 43.0%。

五

随着人口的增长和经济的发展，必然扩大对资源的使用量和造成局部地区生态环境的恶化。要走可持续发展道路，才能使生态系统产生良性循环，保持生态环境的可持续性，使我们的社会得以持续、健康、协调地发展。

二十一世纪中国西部大开发，这是党中央发展我国经济的重大决策，一个着眼于未来的英明之举，也是改革开放进入一个崭新阶段的标志。但西部地区的自然条件、生态环境与东部沿海地区有很大差别，因此在实施指导思想、开发思路和处理环境问题上，应有不同的方式。江泽民总书记强调了“推进西部地区人口、资源、环境与经济社会的协调发展”，我们应按照这个精神，全面贯彻落实到整个西部大开发的整个系统工程中去。正当全国人民全面推进西部大开发时，我们组织编写这本西部生态环境方

面专题的高层次科普书籍，就是为了更多的人在投身于西部大开发中树立生态观念，搞好生态建设，“通过几十年乃至整个下世纪的艰苦努力，建设一个经济繁荣、社会进步、生活安定、民族团结、山河秀美的西部地区。”

为了便于读者更好地了解西部地区的生态环境，我们对西部地区不是按地理单元，而是按政区单元来论述，作者都是对该地区有深入研究的专家。由于成稿时间紧张，书中难免存在粗糙之处，敬请读者指正。

二〇〇〇年七月五日

陕西省生态环境演变特征 与保护治理方略

· 朱士光 ·

一、陕西省之地理位置与经济社会概况

陕西省位于我国大陆腹心部位，处于我国陆地几何中心（我国陆地几何中心点在陕西省中部泾阳县永乐镇），因而也恰好处在我国承东启西、联结西北与西南的枢要地位。在当前西部大开发中，是由中原进入西北地区的桥头堡，是开发大西北的前哨基地，所以其地理位置十分重要，有着无可替代的区位优势。

陕西省南北延伸长达 800 公里，东西最宽处距离 500 公里，南北长度大于东西宽度，总土地面积 20.58 万平方千米。据 1998 年底统计，其中耕地 4995 万亩，占土地总面积的 16.2%；森林 7455 万亩，森林覆被率为 24%（大部分集中在陕南秦巴山区，陕北黄土高原区的森林覆被率仅 3% ~ 5%）。现全省辖有 10

朱士光：陕西师范大学西北历史环境变迁与经济社会发展研究中心。

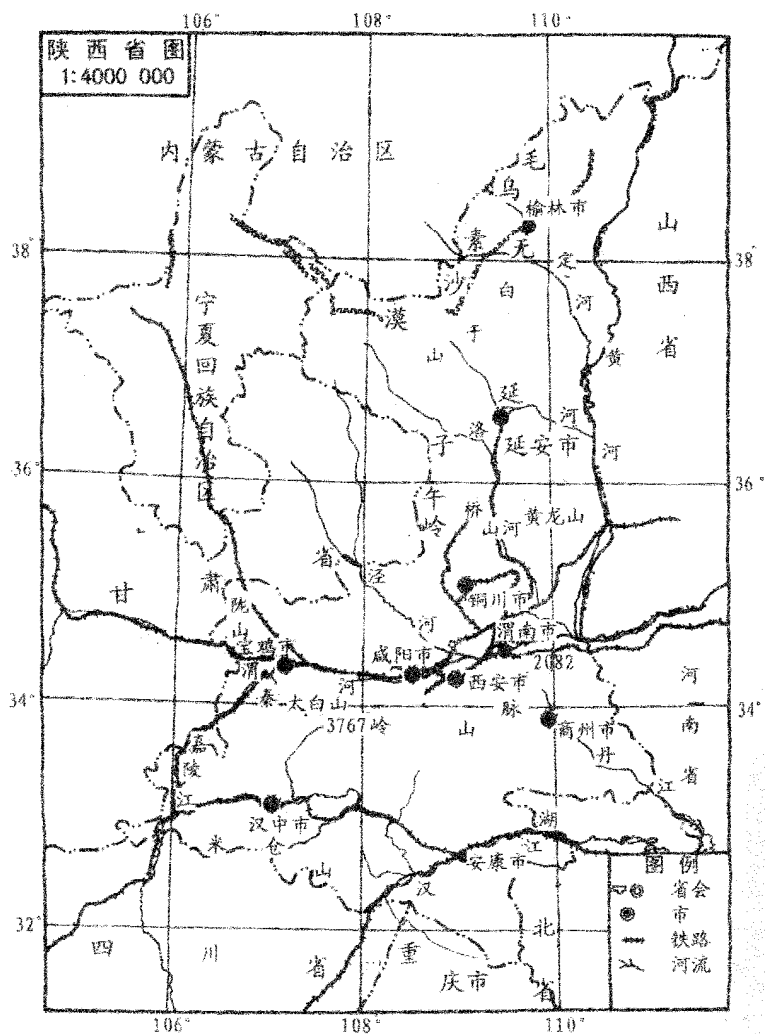


图 1

个市（地区），109个县（市、区），省会为西安市。1998年底全省人口为3596万，平均人口密度为175人/平方千米。其中农业人口2812万，占全省人口总数的76%；非农业人口784万，占人口总数的24%。农村人口仍占大多数，农业人口平均耕地为1.8亩。土地资源较华北与东南各省区丰富，农民人均耕地也较华北与东南各省区多。

陕西省国内生产总值据1998年底统计为1381.5亿元，在国内排名第22位，但人均国内生产总值却为3834元/人，在国内排名为倒数第4位，因而仍属经济落后地区。

陕西省除土地资源较丰富外，煤、石油、天然气及有色金属储藏量均居全国前列。同时以省会西安市为中心，全省高校达42所，各类科研机构近千家，专业技术人员60余万人，也名列全国前茅。此外，陕西文物旅游资源也很丰富，西安是全国旅游热点城市之一。上述情况表明，陕西省经济发展潜力巨大，且是西部地区科技教育之重要基地，在当前西部大开发的宏伟事业中居于举足轻重的地位。

二、陕西省生态环境基本特点

陕西省由于其自然地理与历史发展等方面的原因，生态环境具有一些明显的特点。主要有：

（一）气候特点

陕西省处于北纬 $31^{\circ}42'$ 至 $39^{\circ}35'$ ，东经 $105^{\circ}29'$ 至 $111^{\circ}15'$ 之间，处在中纬地区，南北跨有纬度 $7^{\circ}53'$ ，气温由北至南有温带、暖温带、北亚热带之别。东距海洋500公里以上，大陆度较大，且处在半湿润区与半干旱区的过渡位置，是我国北方气候带易发

生较明显变化地区，因而其生态环境也易发生变化，且较脆弱。

（二）地貌特征

从地表组成物质与地貌状况看，陕西省自北向南可分为：陕北长城沿线风沙滩地区、陕北黄土丘陵沟壑区、渭北黄土塬梁沟壑区、关中渭河平原与黄土台塬区、陕南秦巴山地与汉中盆地区（图2）。就天然植被状况看，自北而南也有明显分异。其分布是：陕北长城沿线温带风沙草原区、陕北黄土丘陵沟壑区、北部温带森林草原区、陕北黄土丘陵沟壑区、南部与渭北黄土塬梁沟壑区、暖温带森林草原区、关中暖温带落叶阔叶林与灌丛区、秦岭山地北亚热带针阔叶混交林与落叶阔叶林区、陕南汉中盆地与巴山山地北亚热带落叶阔叶常绿阔叶林区（图3）。上述情况表明，陕西省生态环境具有多样性，且纬度地带性反映明显。

（三）河流状况

陕西省地处黄河中游与长江两大支流——汉江与嘉陵江的上游，因而其生态环境状况对黄河下游及长江中下游的径流、泥沙状况往往会产生直接而重大的影响。据最近数年的实际测算，陕西境内每年向黄河下游输送8亿吨泥沙，向长江中下游输送1亿吨泥沙。这表明陕西省生态环境状况与黄河下游、长江中下游广大区域的洪涝灾害有着紧密的关联。

（四）土地状况

按地貌类型分，以山地与黄土塬梁丘陵为主，两者分别占全省土地总面积的36%与45%，合计占到81%，平原与水面仅占19%。秦巴山地山高坡陡，秦岭中的太白山，海拔高度为3767米，为我国东部仅次于台湾玉山（海拔高度为3997米）的第二

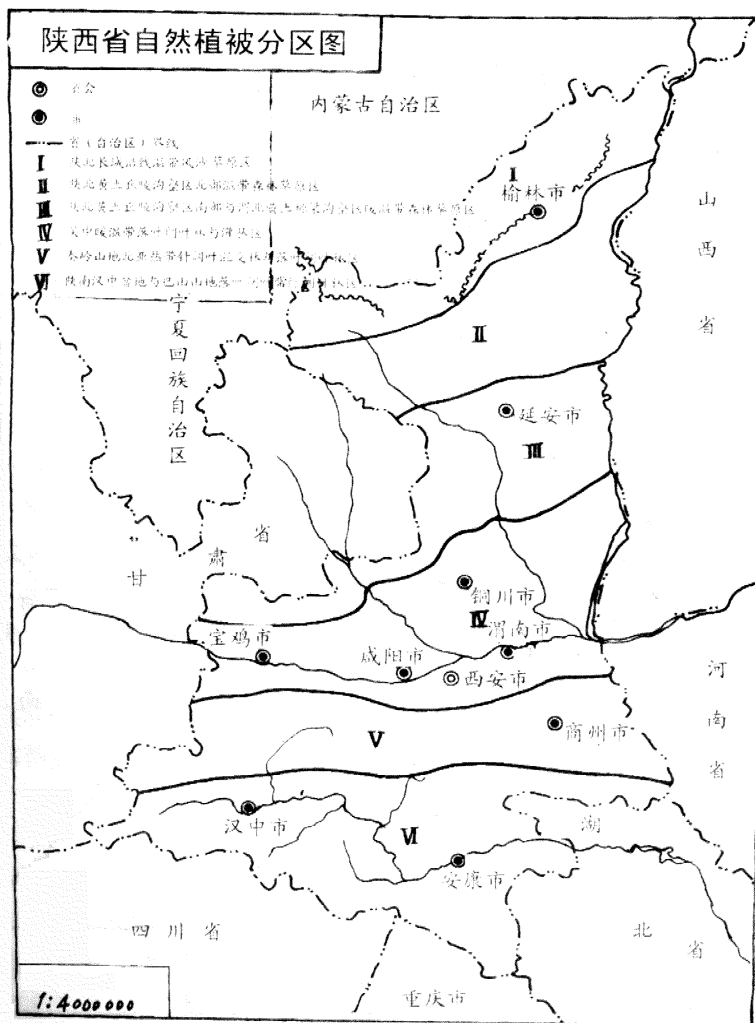


图 2

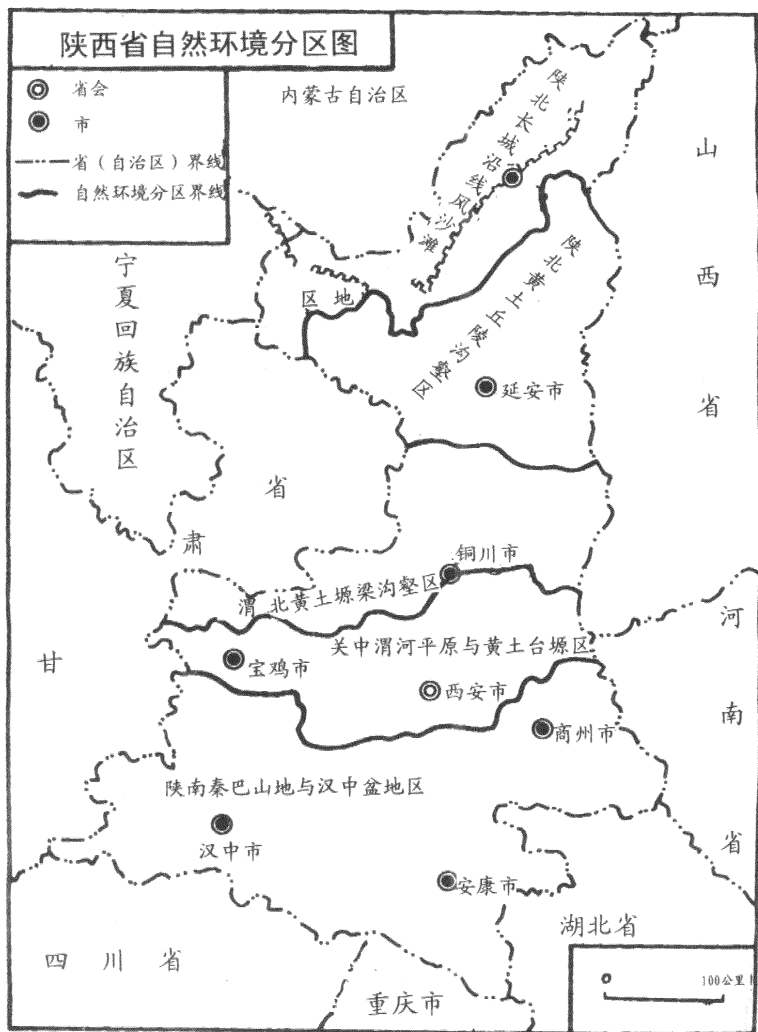


图3

高峰。而陕北与渭北黄土高原区，则是沟壑纵横，地形支离破碎。据观测，陕北许多地方，沟壑面积往往占到总土地面积的30%~50%，甚至有达60%者。这种地形状况，势必造成全省出现大量的旱地与坡耕地。据1998年底的统计，全省水田与水浇地仅占耕地总数的31%，而耕地中69%为旱地与坡耕地，其中大于25°的陡坡耕地（陕南群众称之为“挂牌地”）占有相当的比例。这一状况恰好是陕西广大山原丘陵地区水土流失严重，农业生产易受旱涝灾害危害，产量低而不稳的主要原因。

（五）陕西省人类开发历史悠久

西安地区是周、秦、西汉、隋、唐等强盛王朝及其它多个王朝与政权建都所在地，且是经济发达地区；陕北与陕南自秦、西汉以来也不断经受人类开发的影响，所以其生态环境长期受到人类活动多方面的深刻的影响，造成的结果既有正面的、建设性的，也有负面的、破坏性的，情况极为复杂，其中的经验教训也甚为深刻。

以上所述陕西省生态环境的易变性、多样性、与其下游地区的关联性、脆弱性以及人地关系上的复杂性，就是其生态环境的基本特点。

三、陕西省当前生态环境存在的主要问题

陕西省位处内陆中纬地带，生态环境易发生变化且很脆弱。境内以山地与黄土塬梁丘陵地形为主，黄土结构疏松易遭侵蚀，再加上几千年来滥伐滥垦等不当人为活动的长期影响，使生态环境变得十分恶劣，并导致多种自然灾害日益严重。其中主要的自然灾害可划分为气象灾害、地质灾害与综合性灾害三类，其具体

表现与危害分述如下：

（一）气象灾害

1. 干旱灾害

主要由降水地区分布不平衡，降水量年际与年内变率过大造成。这是陕西最主要的气象灾害，全省都有，以陕北、关中最为严重。历史上不仅发生频率高，成灾面积广，且有年内春夏连旱、夏秋连旱与持续二年、三年皆旱等现象。据历史记载，自 15 世纪以来，陕北、关中等地旱灾呈大幅增长之势。详见下表。

表 1 14 世纪以来陕北、关中旱灾统计表*

世纪	14	15	16	17	18	19	20 世纪前半叶
陕北	11	35	26	17	14	19	21
关中	14	38	23	19	16	23	19

* 据陕西省气象局、气象台编：《陕西省自然灾害史料》，1976 年 10 月版。

陕西历史上的大旱，影响范围往往达 40—70 个县之间，导致作物绝收，人户大减，给社会经济发展造成巨大影响。如近代民国十八年（公元 1929 年）连续两年多的大旱，波及关中大部分县市，仅武功县，全县 17.9 万余人，就饿死近 10 万人。其惨酷程度可见一斑。

2. 洪涝灾害

主要由大雨、暴雨造成。陕西尽管年均降水量偏少，陕北为 350 毫米～600 毫米，关中为 550 毫米～700 毫米，仅陕南稍多，为 700 毫米～1000 毫米，但因降水变率大，特别是暴雨强烈，雨区广，一次降水有短时间即达数十毫米甚至上百毫米者，往往

造成洪涝灾害，其中以陕北最为严重，陕南次之，关中略轻。据气象工作者研究，陕北地区，在一般情况下，一次暴雨的降水量可达全年降水量的 10% 左右，大者甚至达 40%。一次暴雨中的短历时降雨强度可达 2 毫米/分钟。延安附近日暴雨面积能达 4 万 ~ 5 万平方千米，暴雨区一次降雨的总降水量可达 20 亿 ~ 35 亿立方米。这样强烈的降雨，常常造成山洪暴发与严重的洪涝灾害。如 1977 年 7 月 5 日至 6 日延河流域大暴雨，暴雨中心王庄附近降水量达 310 毫米，导致延河发生特大洪峰，延安机场等重要设施被冲淹，造成重大损失。陕南汉江流域 1960 年 9 月 2—7 日的大暴雨，一些测站出现 370 毫米的降水记录。1981 年夏，安康地区大暴雨，竟使安康城遭淹没，损失至巨。

3. 冰雹灾害

陕西是全国多雹省份之一。主要是由于地面与低层大气增温剧烈，大气很不稳定，出现强烈对流而形成的。以陕北最多，关中次之，陕南又次之；而且是山区多于平川。雹灾范围颇广，一般均长达 100 公里，宽 10 多公里。严重的雹灾往往造成农作物减产以致绝收，甚至伤及人畜。1952 年陕北子长县曾发生 12 次雹灾，1965 年关中西部陇县也发生 11 次雹灾，均造成严重损失。

4. 低温霜冻灾害

陕西各地无霜期均不长，陕北年平均无霜期约 160 ~ 190 天，关中为 200 ~ 220 天，陕南为 200 ~ 250 天，陕北往往九十月之交即出现初霜冻，迟至 4 月底甚至 5 月中旬还有晚霜。加之每年晚秋与冬春又常有冷空气入侵，24 小时降温幅度陕北为 8 ~ 10℃，关中与陕南为 5℃ 上下，所以每每使农作物因低温霜冻受到伤害。陕北米脂、靖边与陕南商州、镇巴等地，史书上多见“六月陨霜杀稼”之类记载，可见霜冻低温灾害对农业生产造成破坏之严重。

（二）地质灾害

1. 地震

陕西省是新构造运动颇为活跃的区域。关中位居汾渭地堑带西部，是我国地震多发区域。据史载，从公元前 12 世纪以来的 3000 多年间，陕西境内曾发生有明确记载的地震 300 余次。明嘉靖三十四年十二月（公元 1556 年 1 月）华县大地震，波及陕西全省及附近之晋、豫、冀、甘、宁等省区，死亡官吏军民奏报有名者即达 83 万多人。使不少川原山丘变形，还使渭河北徙四五里，是我国历史上破坏性最惨重的一次大地震。

2. 滑坡

在陕北黄土丘陵沟壑区、渭北黄土塬梁沟壑区及陕南秦巴山区，常因地质原因加上地下水活动，导致山坡及塬边巨大土体滑动，造成巨大灾害。如宝鸡市东卧龙寺黄土塬边一次大滑坡，不仅毁坏了塬下的一个村庄，还将陇海铁路向南推移了 100 多米。

3. 地裂缝

由于地质构造上的原因，加之过量抽取地下水，使地表岩土层出现具有一定宽度与长度的裂缝，这在西安地区表现十分明显。现已在城区及临潼、长安、高陵、蓝田等区县发现 15 条地裂缝，绝大多数呈西南—东北走向，最长有 20 公里者，最宽为 20 厘米～30 厘米，最深达 20 米。这些地裂缝有的已有千余年活动历史，它们或长期缓慢蠕动，或呈间歇性活动，对地面建筑物构成威胁，造成破坏。

（三）综合性灾害

1. 水土流失

陕北黄土丘陵沟壑区与渭北黄土塬梁沟壑区是我国黄土高原

地区、甚至是世界上水土流失最为严重的地区。造成这一现象的原因是多方面的，既有黄土土质疏松、抗蚀力弱以及黄土高原地区暴雨强烈等自然因素方面的原因，也有历史上自秦汉以来，特别是唐代以来，人类长期在这一地区滥伐滥垦，使自然植被遭到严重破坏，扰动了地表，特别是坡地上的表土，加剧了水土流失等人为活动方面的原因。两者相互叠加，使得这一地区水土流失呈加速递增态势。据水利部黄河水利委员会专家对建国以来黄河流域各地区每年输入黄河泥沙量的测算，在年均输入黄河下游的 16.63 亿吨泥沙中，来自陕西黄土高原部分的有 7.12 亿吨，占到全河输沙量的 42%。其中陕北丘陵沟壑区年平均输沙量为 6.4 亿吨，不仅占陕西省年均入黄泥沙量的 90%，而且占到整个黄河流域入黄泥沙量的 38%，远远大于同属黄河中游的晋西北、陇东等地区。从年平均侵蚀模数看，陕北地区普遍在 1 万吨/平方千米以上。府谷、神木县南部及佳县等地最高达 3 万吨/平方千米，也是整个黄土高原的最高记录，是世界之最。致使黄河下游平均含沙量达 37.5 公斤/立米，居国内外各大河之首。

陕南汉江与嘉陵江流域，水土流失状况看似较陕北黄土高原轻微，但实际秦巴山区的土壤侵蚀状况同样也很严重。据当地水文站对河流悬移质输沙量的测算，安康附近浅山丘陵区的年平均侵蚀模数为 4900 吨/平方千米，已超过关中渭河流域的土壤侵蚀模数。如加上陕南土石山区深粒径微小的悬移质，还有更多的推移质遭到侵蚀，其土壤侵蚀程度不亚于陕北黄土高原地区。笔者于 80 年代初至陕南考察，亲见当地陡坡开荒普遍，重力侵蚀活跃，山体滑坡及泥石流等水土流失形式占主导地位，对城镇、道路、河道等造成严重危害，其后果将使长江流域的水土流失问题加剧。近年来事实的进一步发展证明了这一点。

2. 土地沙漠化

陕北长城沿线风沙滩地区地处毛乌素沙漠南部。关于毛乌素沙漠的成因尽管有专家认为是在地质时期，即更新世时由自然因素形成的，但通过深入的调查研究，现已有越来越多的学者认为它产生在人类历史时期。一方面是由于地表土层以下有丰富的沙源，加之气候多风；另一方面是由于人类过度垦殖放牧，破坏了地面植被与土层，多方面的因素使草原沦为了沙漠。现该沙区前沿已越过明长城，不仅在东南方向进入佳县，米脂等县境，而且在其西南的安塞、志丹县北部也出现了沙化现象。这一态势是值得严重关注的。

四、历史时期陕西省生态环境演变概况

前面所述是陕西省当前生态环境存在的主要问题。其中有的是自然要素本身状况所决定的，如地质灾害；有的虽也与自然要素本身状况有关，但却是在历史过程中人为活动影响下逐步演变加剧而造成的，如水土流失与土地沙漠化灾害即属此列；甚至气象灾害中有的现象，现在发展得如此严重，也包含有人为活动影响的因素。那么历史时期的前期，陕西省的生态环境状况究竟如何？后来又怎样演变成当前状况的？本节根据历史地理学家已有的研究予以说明。

回溯陕西省生态环境演变过程，应自距今七八千年前的新石器时代说起。这主要是因为，人类发展至新石器时代，已开始进行原始农牧业生产，同时也开始对自然环境施加影响。因而自新石器时代以来的历史时期地理环境的变化，已不同于它之前的地质时期单纯由自然因素演变造成，而是由自然因素演变叠加上人类活动影响共同造成的。

新石器时代恰当地质史上第四纪全新世中期。据著名气象学

家竺可桢教授研究，在距今 5000 年前新石器时代仰韶文化期，也正是全球气候温暖期。当时我国东部大部分地区平均气温较现今普遍高出 2℃。陕北黄土高原年平均降水量较现在多 200 毫米，其气候状况类似于今之关中地区，其天然植被为暖温带落叶阔叶林，其北部不见沙漠踪影。关中地区则为北亚热带气候，生长有北亚热落叶阔叶与常绿阔叶混交林，还有大片竹林。陕南秦巴山地与平原盆地是亚热带常绿阔叶林。整个陕西境内森林茂密，禽兽繁多，河水丰沛，湖泊也较多，生态环境十分优越。从这些地区新石器时代遗址众多，表明当时十分适宜于原始人群生活就能得到证明。据截止 80 年代后期考古调查资料，陕北地区发现的仰韶、龙山等新石器时代文化遗址达一千多处，其状况与关中地区相似。

在距今 3000 年前后，即我国历史上的西周初期，全球气候出现了一次明显的变冷过程。有的历史气候学家称之为“新冰期”，导致了全新世中期的结束与全新世晚期的来临。自那时以来，陕西省境内自然地带就逐渐变为当今状态。即陕北之北部为温带草原与森林草原，陕北南部与关中地区为暖温带森林草原区及落叶阔叶林区，陕南秦巴山地与汉中盆地则为北亚热带森林区。自然地带虽有上述变化，但依然保持良好的生态环境状况。然而自西周以来，特别是大一统的秦王朝建立以来，由于人为活动的不断加强，陕北、关中与陕南三个地区的生态环境都发生了性质不同与程度不等的变化，现分述如下：

（一）关中地区

关中地区，西起宝鸡峡，东至潼关，南抵秦岭北麓，北达黄龙山、桥山与宜君梁南麓。中有渭河横贯，形成宽阔平坦的渭河平原、俗称“八百里秦川”。膏壤沃野，物产富饶，战国时就被

称为“天府”。加之南有秦岭屏蔽，北有北山护卫，“四塞以为固”，处天下之“奥区”，所以自西周起，中历秦、西汉，下迄隋、唐，先后有十三个王朝与政权在关中中部今西安、咸阳一带建都，在近两千年间一直是我国的政治中心，也是经济文化发达之区。唐以后，虽然国家政治中心东移，但在今西安城区所建城市仍是西北地区重镇。正因为如此，所以自西周以来，特别是秦王朝建立以来，这一地区人为活动十分频繁，对生态环境造成的影响也非常深刻。首先是由于长期的农业垦殖和修建都城的宫室、民宅，平原地区及附近山地的天然植被在北朝时已被砍伐殆尽，代之而起的是农田与果木园林等人工植被。同时由于农田的垦辟与沟渠的开挖，使得渭河平原与南北两侧的黄土台塬地形也发生了明显变化。如关中西部位于今凤翔、岐山、扶风、武功等县境的周原，西周初年被人们颂为“周原_{沔沔}，_萑荼如飴”（《诗·大雅·_蕤》），一派草原风光。后来不仅被开辟为农田，而且还因水土流失的加剧，原本一个完整的大塬，魏晋以后分裂为石鼓塬，彭祖塬、七里塬、飴塬等多个小塬。还由于自秦王嬴政当政以来，关中兴修了郑国渠、白渠、六辅渠、成国渠、漕渠、灵轵渠、_驷渠等多条灌溉与漕运渠道。这既对渭河北岸大面积的盐碱土进行了改良，又改变了一些河流的运行状况，还使一些河流的河道发生了改变，弦蒲、阳华、焦获、镐地、滹池等湖泊逐步湮没干涸。总的看来，唐末以前，关中因系多个王朝与政权建都之地，统治集团为着巩固政权，保障物质供应与追求奢靡的生活，对关中地区常着意经营，有些措施不自觉地竟对生态环境起到了一定的保护作用。如西汉与唐代的统治者在关中地区设置皇家苑囿、兴修农田水利工程等均发挥了这方面的积极作用。因此在公元十世纪以前，关中地区虽经人为活动长期影响，生态环境发生了一些重大的变化，但应该说有些变化是建设性的，取得了正面

改善生态环境的效应，关中地区的生态环境基本上是良好的。但唐王朝灭亡以后，随着国都迁出，关中不再是京城近畿地区，中央朝廷关注程度大为减轻，具有建设性作用的措施大为减少，力度也不够，加上清以后关中地区人口急剧增长，以及明末清初及清同治年间战乱的破坏，关中地区生态环境恶化倾向开始明显起来，多种自然灾害有所增加。

（二）陕北地区

陕北地区在唐以前，一直被建都于关中的秦汉隋唐等王朝视作其北部国防重地，所以秦、西汉王朝曾多次向陕北及其以北之今内蒙古河套与鄂尔多斯高原“移民实边”。据《汉书·地理志》所载人口数计算，西汉末年平帝元始二年（公元2年）陕北地区所设25个县人口总数已达60万人，为当时关中人口数的四分之一。这些内地汉人迁来之后，即进行开垦种植，很快使这里一改原先以游牧为主的生产方式，出现了田畴四布，谷稼殷积的繁荣景象。这一重大变化自然也意味着有相当一部分原有的森林与草原消失。然而这一变化趋势随着西汉王朝的覆灭而被中断。西汉之后的东汉、曹魏、西晋及十六国，南北朝时期，由于北方游牧民族势力的强大及陕北等地汉族居民的撤离，陕北等地又复变为以游牧民族为主的畜牧业生产地区，原有的大片农田被弃耕后变成次生的林地与草场，自然植被有所恢复。总的看来生态环境尚未遭到破坏。但隋唐时期，特别是唐王朝统治前期，为护卫京畿重地，又在陕北一带增设州、县，恢复发展农业生产，其规模达到了秦、西汉时之状态。到了安史之乱（公元755—763年）以后，由于唐王朝逐渐衰败，大批贫苦农民逃到陕北依靠开荒垦种为生。自此之后陕北地区垦伐失度，生态环境日渐恶化。最典型的事件就是今陕北北部出现沙化现象。如夏州城，该城位于今靖边

县北部无定河上游支流红柳河北岸，南北朝时因临清流而带广泽，林草茂盛，景色优美而被匈奴族首领赫连勃勃看中，建为大夏国（公元 407—431 年）之国都，命名为统万城，意思是要以该城作为统治中心，以其附近区域为基地，壮大实力，征服天下，达到统驭万邦的目的。当时曾征发 10 万民工，大兴土木，建一坚固雄伟的都城。然而仅过了四百余年，到唐朝后期长庆二年（公元 822 年），即出现“十月夏州大风，飞沙为堆，高及城堞”（《新唐书·五行志》）的严重沙化景象。另一个重大变化就是水土流失加剧。如陕北无定河，在唐以前的史籍中均被称作奢延水或朔方水。也是到唐后期，即唐宪宗元和八年（公元 813 年）在李吉甫撰写的《元和郡县图志》中才因该河变得“溃沙急流，深浅不定”始被改称为“无定河”，同时还被当时人称为“恍惚都河”、“黄糊涂河”。这表明唐代后期，由于陕北植被受到严重破坏，黄土丘陵沟壑区水土流失明显加重，致使无定河等河流泥沙含量增加径流量变幅也加大，河势变得很不稳定。唐之后，陕北曾先后成为北宋与西夏、明与蒙古族军事对峙之地，北宋与明朝廷均在这一带建堡寨，修边墙，大力推行军屯与民屯，鼓励开荒种粮，致使陕北开垦范围进一步扩大，天然植被继续遭到破坏，陕北北部沙化与黄土丘陵沟壑区的水土流失现象，以及干旱、洪涝等灾害均有所加剧。如北宋太宗淳化五年（公元 994 年）即因夏州城“深在沙漠”而下令废毁。明代修边墙时，基本上是沿着毛乌素沙漠南缘建筑。《嘉靖宁夏新志》曾记载，明成化年间（公元 1465—1487 年）主持陕北边墙修筑大计之官员余子俊明确说过“谓虏逐水草以为生者，故凡草茂之地筑之于内，使虏绝牧；砂磧之地，筑之于外，使虏不庐”。表明至明代中期毛乌素沙漠已南扩至明长城一线。至清代，因全国人口持续大幅度增长，陕北地区人口也由以前长时期的不足百万增长到二百万左

右，因此陕北黄土高原上滥伐滥垦之风更形炽烈。延续至民国时期，“愈穷愈垦，愈垦愈穷”这一恶性循环往复不已，终于使陕北由历史前期的茂林丰草、广泽清流之区演变为土地大面积沙化，水土流失程度居全国之首的多灾贫困地区。从清初至中华人民共和国建国前，毛乌素沙漠越过明长城，向南扩展了 60 多公里。据科技工作者根据 1933 年陆军测量局 1/10 万地形图和 1978 年的陆地卫星影像图上毛乌素沙漠面积进行的量算，毛乌素沙漠的面积由 2474.50 平方千米扩展至 15182.72 平方千米。不到半个世纪，这一沙漠的面积扩大了 6 倍多，其中相当一部分面积是在陕北境内，可见扩展速度之快。而黄土丘陵沟壑区与塬梁沟壑区之水土流失，自公元 10 世纪末以来，因受不断加强的人为破坏活动的影响，其人类加速侵蚀率部分也呈持续递增态势。据史念海教授测算，清初以来陕北地区沟头侵蚀每年平均达到 7 米 ~ 10 米，有的年份达到数十米，可见沟壑侵蚀之活跃，土壤侵蚀之严重。由于风蚀沙化与水土流失日益严重，又导致这一地区土壤更形贫瘠，地形更为破碎，不仅自身成了千沟万壑，穷山恶水，多灾低产贫穷落后之区，同时还因为大量泥沙流入黄河下游，淤高河床，形成悬河，使黄河下游也一改唐以前较为安澜的局面，决溢改道频频发生，使广大的华北平原也蒙受了深重的灾难。

（三）陕南地区

陕南地区大部分面积为秦岭、巴山两大山地占据，但在汉中、安康及商州等地也存在一些河谷平原与山间盆地。这一地区在唐以前常被建都于关中的王朝视作自己的后院。但每遇战乱则成为南、北政权争夺的战略要地。因此历史上其军事战略地位十分重要。同时又因处于万山重叠之中，呈现北有秦岭，南有米仓——大巴山，中为汉江走廊这一“两山夹一川”的准封闭形态。

虽北可通过陈仓道、傥骆道、子午道、褒斜道、武关道穿越秦岭抵达关中地区，南可通过金牛道、米仓道、嘉陵道、洋巴道翻过米仓山、巴山进入四川盆地，自东可通过汉江顺流而下与其下游之江汉平原交往，但终因广大山区山势崔巍，道路险峻，羊肠鸟道，幽邃深阻，所以总的看来与外界交通甚为不便。秦末项羽封刘邦为汉中王，意在使刘邦困高山深岭之中，难入中原与之敌。至唐时，仍被诗人李白叹为“蜀道之难难于上青天”。尽管如此，终因这里古木丛生，平原沃土，所以先民们仍不辞艰辛进行开发，只是开发历程较为缓慢。自秦汉之际刘邦率萧何等进驻与三国时期蜀国诸葛武侯以此作为北进基地进行过较大规模的水利建设与屯田生产之后，隋唐以来至两宋，历代均有一定的发展。但农业生产多集中于汉江及其支流丹江以及嘉陵江上游河谷川道之内。所以对山区松杉材木破坏不大，许多地方森林绵延数百里，山色苍翠，蔚为深秀，鸟兽出没，人烟稀少，仍然保持一片原始天然状态。明代除在汉江两岸大规模推行屯田外，中期曾有大批流民进入，经朝廷派员安抚落籍，但他们仍只是在各支流河湾平地及丘陵浅山区进行开垦。只是到了清代乾嘉时期及以后，随着全国人口的大幅度快速增长及土地、财富的兼并集聚，许多地区的贫苦百姓在原籍无以为生，在这一背景下，大批川、鄂、湘、黔、闽、粤、皖、赣、苏、浙等省流民进入陕南山区，在平原浅山已为原住民占耕的情况下，只好到深山老林，采取焚林开荒等粗放方式进行垦山耕种；同时另有一些流民开办纸厂、铁厂、木箱厂等，这些手工业工场都是以森林材木作原料或燃料。经过清中后期大规模的毁林开荒与伐木发展手工业，陕南秦巴山区的蛮荒老林遭到严重破坏。如紫阳县，乾隆中期尚未开垦，至乾隆末则“尽已开垦，群兽远迹，石骨峻嶒，向之蔚然深秀者，今已见其濯濯矣。”（道光《紫阳县志》卷1）前后不过三四

十年间变化竟如此之大。又如留坝厅（今留坝县）的紫柏山一带，道光九年（公元 1829 年）尚古柏蔽天，无间杂树。但仅 10 年之后，则“山谷依旧，林木全非，究其故，皆佃户希图渔利，私行转佃，一任砍伐”，“以致古木荡然”（道光《留坝厅志征录》卷 1）。由于人口的激增与开发方式的野蛮粗放，竟然使深山密菁也遭此厄运。正是由于清代中后期清朝官府放任民间滥伐滥垦，因而使陕南生态环境遭到严重破坏，主要的表现就是水土流失加剧，造成淹埋村镇，冲毁良田道路，淤塞河道渠堰，加重旱涝灾害等恶果。上述问题当时的有识之士就有所认识。如严如煜在他著的《三省边防备览》之《民食》卷中就写道：“数十年来，老林开垦，山地挖松，每当夏秋之时，山水暴涨，挟沙拥石而行，各江河身渐填高。其沙石往往灌入渠中，非冲坏渠堤，既壅塞渠口。”大量泥沙堆积于汉江河道，既使河道中出现多处沙石滩，妨碍水运；又抬高了洪水位，使汉江中下游频频发生溃溢决口的洪水灾害。到民国年间甚至达到三年两决口的程度，给汉江中下游地区造成惨重的灾祸。

五、陕西省历史时期生态环境演变的原因分析与主要的经验教训

（一）历史时期生态环境演变的原因分析

历史时期导致生态环境变迁的原因，既有自然要素本身变化方面的，也有人为活动方面的，前者主要是由于气候变化。关于陕西省历史时期的气候变化，笔者曾与王元林博士、呼林贵研究员合写过《历史时期关中地区气候变化的初步研究》（载《第四纪研究》1998 年第 1 期）一文，通过对大量考古发掘材料，孢粉分析

资料及史籍资料的综合分析，认为近 1 万年以来关中地区曾有五次冷暖干湿变化，共十个阶段。其中后四次变化均发生在近 3000 年内，其年平均气温变幅均不超过 2℃，年平均降水量的变幅也在 100 毫米之内。其变化虽对历史上的农牧业生产与经济社会发展有一定影响，但不致造成生态环境的明显恶化。

能对生态环境产生影响并导致其发生变迁的人为活动当然不是指零星的、分散的、短暂的个人行为，而是指有一定规模、持续时间较长，特别是中央朝廷及地方官吏推行的重大而又有众多人群参加的政治、经济活动。就陕西省而言，历史上影响生态环境变迁的人为活动因素有以下几点：

1. 都城的选建与迁移

前已述及陕西关中今西安地区，自公元前 11 世纪至公元 10 世纪，在长达两千余年中先后有西周、秦、西汉、隋、唐等统一而又强盛的王朝及十余个政权建都，历时长达 1000 余年。这些王朝与政权，为了巩固自己的统治，都程度不等地对都城近畿地区，即关中及其南北两翼——陕北、陕南的经济社会发展较为重视。其中有的举措，如大力兴修水利，设置皇家苑囿，如上林苑等，往往对生态环境在客观上起到了积极的保护作用。而唐以后由于都城东移，统治者把陕西视作一般地区，到了晚近时期更被看作偏远贫瘠地区，即使遭遇灾荒，赈济都不得力。破坏生态环境的问题更是任其发生蔓延。

2. 军事地理形势的变异与战争的破坏

陕西自古被视为居天下之上游，向为兵家争夺的重地。历史上有些时期，如西汉、唐、元、清等王朝，西北边境远在陕西之北，生态环境就很少受到军事举措与战争的破坏。而在有些时期，如东汉、南北朝、北宋、明代中后期，陕北成为边境对峙地区。三国与南宋时，关中与秦岭山地则成为魏与蜀、南宋与金相

互征战之地。所以该地区的生态环境自然会受到这一军事地理形势与一些重大战役的破坏。

3. 民族组成与人口数量、分布之变化

陕西省地处西北，历史上原就是多个民族进退周旋与交汇融合的区域，陕北地区更是农耕民族与游牧民族互相争雄之地。秦王朝建立以前，陕北本是獫狁，匈奴等游牧民族活动的地区；秦、西汉时汉民族大量移入，推行农耕；东汉中后期与北朝时，匈奴等游牧民族重又进占陕北，已被开垦的农田大量弃耕；唐以后则农耕民族又再次进入陕北，推行农耕。居民中这种民族成分的变化及伴随而发生的生产方式的变化，对生态环境的变化带来明显的影响。至于人口数量的变化与分布状况，更是对生态环境的变化有着直接的影响。据《汉书·地理志》提供的人口统计数字，公元初，即西汉末平帝之始二年（公元 2 年），陕西人口约为 330 万。其中关中有 240 万，占 70%；陕北约为 60 万，占 20%；陕南约 30 万，占 10%。到清末宣统三年，即 1911 年时，陕西全省人口约 800 万。1900 多年间增长不到两倍，增幅不大，对生态环境本无太大的压力。但当秦、西汉向陕北一带大量移民时期与明、清时大批流民进入陕南秦巴山区后，由于短时间里人口增长过猛以及生产方式的过于粗放，就对当地的生态环境造成明显的破坏。1949 年中华人民共和国建立以来，人口增速过快（详见表 2），在一定程度上给生态环境造成了较大的压力。

表 2 本世纪后半叶陕西省人口增长统计表*

年份	1953	1964	1985	1996	1998
人口数（万）	1632	2098	3002	3543	3596

* 据《陕西统计年鉴（1999）》，中国统计出版社，1999 年 10 月出版。

4. 经济开发方式的变更与生产技术的进展

前已述及历史上以农耕为主与以游牧为主等经济开发方式的变更,对某些特定区域,如陕北黄土高原生态环境变迁的影响是十分明显的。从生产技术上看,如关中地区,秦始皇、汉武帝时期,因为修建了郑国渠、漕渠、白渠等农田灌溉工程,又推行了赵过创造的代田法等先进的农耕技术,遂使关中“为沃野,无凶年”(《史记·河渠书》),既为京城咸阳、长安提供了充裕的衣食之源,还改良了盐碱地,改善了生态环境。而到唐以后,陕西随着政治中心地位的丧失,生产技术也停滞并日渐落后。特别是陕北、陕南,盛行毁林毁草开荒,广种薄收等粗放的生产方式,不仅阻碍了社会经济的发展,也对生态环境造成严重的破坏。

实际上以上所述四点还只是人为活动的客观影响因素。而更具决定意义的人为活动的主观因素应是政府行为,即各级政府制定并执行正确的发展经济与保护生态环境的政策。以此来衡量历史上我国历朝列国朝廷及陕西境内的各级官府,自然都是严重失职的,这也并不奇怪。因为尽管早在战国时期,我国一些思想家,如孟子、荀子等均已有了朴素的保护自然资源与生态环境的思想,但历代各级统治者首先关心的只是如何巩固自己的统治,根本不可能有保护环境意识。今天我们总结历史上导致生态环境变迁的原因时,很应该特别强调这一点,以便能促使各级政府的领导人员,自觉地树立环境保护意识,主动将这项关乎民族生存与国家富强的重大工作做好。

(二) 历史时期生态环境变迁中所揭示的经验教训

通过对陕西省历史时期生态环境变迁的历程及其主要人为原因的回顾与分析,可从中总结出以下几条基本的历史经验教训:

1. 对陕西,特别是对陕北黄土高原这样的生态环境脆弱的

地区，进行过度的农业开垦及单一的粮食生产，只能给自然环境带来生态性灾难和农林牧业生产的全面衰退以及经济社会的停滞。马克思曾指出：“耕作如果自发地进行，而不是有意识地加以控制，接踵而来的就是土地荒芜”（1868年3月25日马克思致恩格斯的信，载《马克思恩格斯全集》第32卷，人民出版社出版）。这一历史揭示出来的自然法则必须引以为戒。

2. 对陕南这样山高林密生态环境不算脆弱的地区，也不能过度砍伐森林，更忌陡坡开荒耕种。仅靠砍伐森林来发展经济，实际上是一把既破坏生态环境，又阻碍经济发展的双刃剑，历史已经证明这是一条自我毁灭的绝路。

3. 即使是关中这样生态环境颇为优越的区域，在农业开发时，也应水利建设作为先导，提供保证。在当前这一地区城镇人口大幅增加、工业生产快速发展、农牧业规模效应扩大，而水资源却已显不足的情况下，更应重视水资源的科学开发，合理调配与节约使用。

4. 推动经济、社会发展与保护改善生态环境，实际上是一项两者相互影响制约又相互依存促进的综合性系统工程，因此应从调整经济结构入手，改变传统的生产与生活观念，统筹考虑社会各有关方面的权益与责任，依靠科技进步，保持社会稳定，凭借法律制度，推动经济、社会发展，使经济、社会发展与生态环境改善良性互动，达到可持续发展。

六、陕西省生态环境保护治理方略

（一）总体防治方略

针对当前陕西省生态环境的严峻态势，为保证中央西部大开

发战略的顺利实施，适应陕西广大群众加快经济建设步伐、提高生活水平的迫切要求，亟应在保护与治理生态环境方面采取积极的防治方略。具体而言包括下述三个方面的内容：

1. 绿水屏障方略

即多方面广泛地营造水土保持林、水源涵养林、防风固沙林、草障、农田防护林、特种经济林、用材林、城区与城郊绿化林及改良草场等，在秦巴山地之原有国有林场也应加强护林、营林工作，以建立绿色生态屏障。

2. 兴水保障方略

基于今后全球气候可能趋于暖干及陕西省人口、生产规模还将增加扩大，人均水资源拥有量继续有所减少的变化趋势，必须全面采取节水、蓄水及全面合理统筹调配水资源等措施，开源节流实施兴水保障方略。即使在陕南目前水资源尚属充裕的地区，也应实施这一方略，不可等闲视之。

3. 集约洁净生产方略

这既是主要针对工业与农业生产中的“三废”污染的，也是为了更好地保护空气、土地与水等人类赖以生存的环境和资源。在西部进入大开发阶段，实施这一方略更显重要。但不能将之理解为消极限制，其实质仍在积极促进工、农业生产，推动经济社会更完善与持续的发展。

上述三个方略实际上是互相关联的，在具体实施中要将它们集成起来，作综合性的运筹，方能取得显效。

（二）分区实施的主要措施

1. 陕北长城沿线风沙滩地区

这一地区分布于陕西省最北部，今榆林市之榆阳区与府谷、神木、横山、靖边、定边等区、县的全部或大部分地区，土地面

积有 3.38 万平方千米。年平均降水量为 350 毫米 ~ 500 毫米，本不至于出现沙漠化现象。由此也可断定，只要治理方略和措施得当，完全可使沙漠化演化进程逆转，做到人进沙退。主要措施应是：

①以草、灌为主大力营造防风固沙绿色防护体系，以重建疏林、灌丛、草原景观。

②大力开展绿洲建设，推行节水灌溉技术，以水定田，建设基本农田，同时在绿洲里集中建设村镇。

③输油（汽）管线、公路、铁路等基础设施建设与工矿业生产必须严格做到有利于生态环境保护与治理。

2. 陕北黄土丘陵沟壑区

这一地区大体上位于陕北白于山及其以南，富县与宜川等县以北，面积约 3.25 万平方千米，水土流失严重是其主要问题，主要治理措施应是：

①普遍推行以小流域为单元的综合治理，制定科学规划，合理配置林草措施与工程措施。

②对神木、府谷、佳县、米脂等粗泥沙产区及白于山、子午岭等河源区，划作生态保护区，严禁开荒砍伐；除严格封育外，还应采取飞播林草种籽的先进技术，促其林草尽快郁闭。

③严格贯彻中央确定的陡坡退耕还林还草的方针，集中在沟谷川道里建设基本农田及村镇。

3. 渭北黄土塬梁沟壑区

这一地区位于关中北山以北及富县、宜川等县以南，面积为 3.16 万平方千米。水土流失严重与干旱缺水是其主要问题，治理措施主要应为：

①认真贯彻保塬护坡固沟的水土保持治理方针，搞好沟头沟坡保护，防止沟底下切，塬面上则应做好暴雨径流的分导拦蓄工

作。

②采取多方面措施做好蓄水、节水、引（抽）水工作，保障农林牧工副业生产。

4. 关中渭河平原与黄土台塬区

这一地区也被称为关中盆地，或“八百里秦川”，包括西安、咸阳、宝鸡、渭南、铜川等5市的大部分县（市、区），面积为3.12万平方千米，是陕西省政治、经济、文化中心区。淡水紧缺、“三废”污染是其主要问题，应采取的治理措施主要有：

①对水资源的开发，利用应有统一的规划与集中有效的调配，规划应富前瞻性，节水措施应在工农业生产与群众生活等方面全面落实。

②对黄土台塬边坡及南、北山峪口的滑坡、泥石流等突发性大规模水土流失灾害应切实加以防范与治理。

③对工农业“三废”污染治理要采取得力措施，长抓不懈，特别是对水资源的质量，应自源头起进行全程式保护。

5. 陕南秦巴山地与汉中盆地区

这一地区包括汉中市与安康、商洛地区的全部及宝鸡、西安、渭南3市的部分县或部分县的部分地区，面积为7.6万平方千米。这一地区山地丘陵占总土地面积的90%多，平原盆地所占面积不及10%，耕地中坡度大于25°以上的陡坡地占三分之二以上，因而森林，矿藏资源遭到掠夺式破坏与水土流失严重是其主要问题。治理的主要措施应是：

①严格保护并积极培育森林，宜涵养水源，保持水土，为发展林特产提供充足的资源，并认真做到永续利用，保护珍稀动植物与生物多样性。

②陡坡耕地退耕还林，将居民集中于宽谷平坝与浅山盆地中，集中建设高产农田与新的村镇，改善人口质量。

③对开矿与筑路等工矿业生产和基础设施建设，加强管理，严防对生态环境造成新的破坏。

以上所论只是针对陕西省 5 个生态环境类型区当前存在的生态环境方面的主要问题所提的一些基本治理措施。要使这些治理措施得以顺利实施并达到预期目的，还必须将生态环境保护治理工作与经济社会发展计划紧密结合，相互协调；为此就要加强二者间相互关系的科学研究。同时还要对在治理过程中生态环境变迁状况进行跟踪监测调查，以便随时调整治理规划，取得最佳效果。此外还应对各级干部与广大群众加强有关环境保护科学知识及法律规定的普及宣传，以唤起全民环保意识，自觉行动起来，主动投身于这项伟大的工作之中。

主要参考文献

- ① 聂树人：《陕西自然地理》，陕西人民出版社，1981 年 5 月出版。
- ② 朱士光：《黄土高原地区环境变迁及其治理》，黄河水利出版社，1999 年 4 月出版。
- ③ 朱士光、唐亦工、侯甬坚、袁 林：《陕西生态环境的变迁与防治方略》，载陕西师范大学《西部大开发战略与对策研究》课题组编：《西部大开发战略与对策研究》，陕西师范大学出版社，1999 年 10 月出版。
- ④ 《陕西统计年鉴》编委会：《陕西统计年鉴》（1999），中国统计出版社，1999 年 10 月出版。

甘肃省生态环境与可持续发展

· 孟兰霞 潘得田 ·

甘肃省位于中国地理中心，地处青藏、内蒙古、黄土三大高原交汇处，介于北纬 $32^{\circ}31' \sim 42^{\circ}57'$ ，东经 $92^{\circ}13' \sim 108^{\circ}46'$ 之间。东邻陕西，西连新疆、青海，南靠四川，北与内蒙古和宁夏回族自治区接壤，是我国东中部地区和西北地区的结合部，是连接大西北的枢纽，古丝绸之路的必经之地，也是新亚欧大陆桥的重要通道。全省国土总面积 45.4 万平方千米，占全国面积的 4.7%，居第七位。

甘肃现有 7 个地区（庆阳、平凉、陇南、定西、武威、张掖、酒泉），5 个地级市（兰州、天水、白银、金昌、嘉峪关），2 个自治州（临夏回族自治州、甘南藏族自治州），共 86 个县（市、区）。据第四次人口普查，总人口 22371141 人，市镇人口 4929852 人，乡村人口 17441289 人，人口密度每平方千米 49 人，包括汉族在内共有 45 个民族，少数民族人口占 8.30%，超

孟兰霞、潘得田：兰州大学地理科学系。

过千人以上的少数民族有 10 个，分别是：回、藏、东乡、土、满、裕固、保安、蒙古、撒拉、哈萨克等。宗教现有：伊斯兰教、佛教、天主教、基督教、道教五种。

一、区域环境演变与开发历史

（一）环境演变

甘肃省的自然环境有着复杂的形成历史，是在地质历史上经过不同发育阶段和不同自然营力（包括构造运动、气候变化、生物演进及其它自然过程等）与人类开发活动共同作用下形成的。

甘肃省在地质构造上是若干大地构造单元的交接带，地质历史时期经历过多次强烈构造运动，致使各时代地层间经常出现不整合现象，岩层广泛变质，各个时期都有岩浆活动，地质构造痕迹十分复杂。省域内地壳的活动和稳定程度的地域差异也很显著。祁连山和西秦岭山地是地壳活动带，陇中黄土高原相对稳定，这些活动带、半活动带和稳定带地质构造和发育过程彼此不同，实际上形成了不同的地质构造单元，从宏观上规定了区域的地貌轮廓。一般说来，构造上的强烈活动带，如褶皱带，多表现为高大山地；大面积整体隆升区域则形成高原，等等。甘肃省地域辽阔，新构造运动强度和方向差别悬殊，以致宏观地势起伏巨大，气候条件多样化，这就决定了它拥有除海浪之外的几乎所有外动力，且外动力组合因地而异，地貌类型及特征也各不相同。风沙作用主宰着河西走廊及阿拉善高原的现代地貌发育；第四纪一系列粉尘事件造成了陇东、陇中的厚层黄土堆积，而黄土作为一种特殊的地表组成物质，在即使地表水并不丰沛的情况下，流水作用仍十分强烈，以致那里的地表形态极为破碎；流水作用在

陇南山地、甘南高原和祁连山中山带也占据重要地位。而冰川作用和冻融过程对于高山带的地貌发育无疑扮演着统治者的角色。

在本区的自然环境结构的形成过程中，特别在第四纪时期，气候的多次冷暖交替，黄土的多期堆积，冰川的多次进退，水系的频繁迁徙改组及生物气候带的南北迁移，使本区的自然环境面貌一再发生变化。在自然环境的变化过程中，古人类也在不断进化，在甘肃省境内，曾陆续发现多处新、旧石器时代遗址。随着晚更新世最后一次寒冷期的结束，大约在距今一万年前转入全新世温暖湿润、半湿润时期，本区自然环境再次发生重大变化，现代自然环境逐步形成。全新世气候变化表现为“三部曲”图式，即距今 7500—3500 年期间的气候最宜期及两头的相对寒冷期。气候最宜期以暖湿为特点，期间还有次一级冷暖波动。文化类型由大地湾一期，仰韶早、中、晚期，马家窑，马厂，半山及齐家文化相继发展。大地湾一期文化形成于距今 7300—7800 年之间，而这一时期恰是全新世最宜期早期阶段，气候温暖湿润，有利于诸如甘肃中部半干旱区人类生存与生产。大地湾一期文化与仰韶文化之间存在一大的断层，大地湾剖面上堆积较厚的黄土，气候由温湿向干冷的新冰期第一期转化，气候多变，旱涝频繁，这种恶劣的气候条件使大地湾一期文化中断。大地湾仰韶文化时期正是气候最宜期最暖湿阶段（约发育于距今 6000 年稍前），优越的气候条件有利于先民们创造灿烂的大地湾仰韶文化，彩陶发展起来了，生产力水平也大大提高，以农业为主。大地湾仰韶文化中断后，代之而起的是分布于河湟流域的马家窑文化，形成于距今 4800 年后，当时农业仍以耕种农业为主，如在东乡林家遗址中曾发现大量已炭化的黍和粟粒。至距今 4000 年前后，气候转冷，彩陶衰退，马家窑文化结束。之后发展起来的是齐家文化，这一时期的先民主要从事牧业，兼营农业，以牧业为主的生产方式适

于寒冷干旱的气候条件，而耕种农业仅见耐旱作物“粟”一种。至于齐家文化之后的辛店、寺洼及沙井文化（铜器文化），正处于新冰期阶段，耕种农业已不适应干旱的自然环境，全部为游牧民族的文化。

（二）开发历史及环境影响

1. 历史沿革

甘肃历史悠久，是我国远古人类的主要聚居地和古代农业的发祥地之一。根据考古发掘的大量文物证明，20万年前的旧石器时期，就有先民在甘肃活动。新石器的文化遗址，在甘肃已发现千处以上。西周时，秦人先祖定居于今天水一带与西戎杂居，历春秋战国，秦国势力向关中发展。秦统一全国后，设陇西郡，筑起了西起临洮东，北至陕北的秦长城。汉武帝遣霍去病开发河西，使张骞通西域，置河西四郡，徙民实边，发展军屯民垦，促进了河西走廊游牧向农耕的转变，并开拓了中西贸易的“丝绸之路”。魏晋南北朝时期，中原迭经战乱，在以河西走廊为中心，包括青海、宁夏、新疆、内蒙古一部的广大地区，出现了前凉、后凉、南凉、北凉、西凉等“五凉”政权。隋唐时期是陆上中西贸易丝绸之路繁荣的顶峰，也是甘肃历史上政治、军事、文化的鼎盛时期。出现了著名政治家李渊、牛僧儒、张议朝及著名诗人李益、传奇作家李公佐等。举世珍宝敦煌莫高窟创建于东晋，历经北魏、西魏、北周，至隋唐基本上形成了今日的规模。“安史之乱”和五代两宋时期，国家政治、经济、文化中心南移，吐蕃兴起于河西，丝路阻塞。公元1038—1227年，党项族在今宁夏、河西及甘肃中部建立了西夏政权，金朝亦曾占领今陇东、中部和陇南的部分地区。元代建立大一统帝国后，创立行省制度，分全国为11个行中书省。元世祖至元十八年（公元1281年）取甘

州、肃州首字，设甘肃行中书省，治所设张掖，除辖今日甘肃之大部分地区之外，兼领今青海、宁夏、新疆、内蒙古的部分地区。于是中国历史上第一次出现了甘肃省的行政区划。明清时期，随着中央政权的强盛，大兴屯垦和移民戍边，农业经济又有了长足发展，陆上中西交通贸易也有所恢复，中原同边疆兄弟民族的茶马互市日益繁荣。但经过千百年来国家经济文化重心东移和海上交通的发展，甘肃在全国的经济地位与文化发展已远非昔比。

2. 历史时期开发过程及环境影响

史前时期，甘肃气候比较温暖、湿润，草木丰盛，河流纵横。气候由东部湿润区、半湿润区向西部半干旱与干旱区过渡，自然生态表现为森林—森林草原—荒漠绿洲序列。据历史载，历史时期的陇南曾是“茂林秀竹”如画，春秋以前的东部黄土区亦有“泾草渭林”之称，河西南北两山林木繁茂，风景优美，走廊区则在广大的草原、戈壁沙漠中点缀着片片绿洲。自祁连山发源的三大内陆水系，除孕育走廊的小面积天然绿洲外，大量流水潜入地下，几经转化，最后在河流终端汇集成湖。由于历史的原因，加上近、现代不合理开发等人为因素和自然灾害的破坏，生态环境逐渐衰退。

由以上历史沿革可见，甘肃自古就是农牧民族角逐进退的场所，同时也是东西陆地交通要道。本省由陇南到河西，人口由稠密至稀少，经济生活由农业、半农—半牧向畜牧与游牧业转变。汉族农业在几千年来，多次由东部诸河谷平原川台区向半山区与河西荒漠绿洲区发展，建置了不少城镇聚落与稳定农田，形成河谷农业文化景观。与此同时，来自西北部荒漠草原与高原山区的游牧民族，多次侵入河谷平原农区，使部分原有农区退耕还牧。加之自然灾害及战争频繁，不少林区多次由已耕地转变为梢林地

与牧地，大量绿洲则部分或完全为沙漠所吞噬。如陕、甘交界区的子午岭，百余年前因战乱而耕地放荒，长起了次生梢林；“河西之地，自唐中叶以后，一沦异域，顿化为龙荒沙漠之区，无复昔之殷富繁华矣”。不少城郭荒废或迁移，如金城郡治四迁，天水郡治五迁，武都郡治六迁，成纪三迁，凉州（魏前州治在今秦安县东北的陇城镇）两迁等。戈壁荒漠区被荒废了的古城遗址更是比比皆是。一般城镇聚落往往是衡量该地自然条件好坏的重要标准。某地地理条件好，人口便在那里迅速增长，环境条件改变或恶化，人口自然减少，城镇聚落也随之衰落或废弃。

总之，本省在历史时期，随着人口的增加，垦殖面积不断扩大，用水量不断增加，加上战争及自然灾害的影响，对天然林及草原植被破坏剧烈，加速了各地尤其是陇中黄土区的水土流失及生态环境的恶化。河西的荒漠化问题也日趋严重，终端湖水补给来源减少，水面日益萎缩和干涸。如渚野泽，秦时东西长百余公里，南北宽数十公里；西汉以后，随着来水量的减少，渚野泽一分为二，即西泽休屠和东泽渚野；隋代以后，水量进一步减少，东西两泽再分为许多小湖；到解放前夕，只剩青土湖有水可见。如今三河下游湖泊基本上均已干涸，不少地区由文化景观代替了自然景观。

二、资源环境基本特点及评价

（一）自然资源条件的特点及评价

1. 地形气候

由于甘肃地处三大高原的交汇地带，省内地形复杂，生态环境多样，地域差异大。以乌鞘岭和渭水至太子山一线为界，可将

甘肃分为三个地带：乌鞘岭以西的地区通称为河西地区，其西南部甘、青交界处为绵延千余公里，海拔 2500 米 ~ 4500 米的祁连山地，4000 米以上的高山区有现代冰川发育；东北部沿甘、蒙边界为一系列断续的海拔在 1500 米 ~ 2500 米的中低山，间隔着荒漠戈壁；中间则为平坦的河西走廊，宽由数公里至几百公里不等，地势由东南向西北倾斜，海拔在 1000 米 ~ 1500 米之间。乌鞘岭以东，渭水—太子山一线以北的地区为黄土高原区，海拔在 1200 米 ~ 2000 米之间，有丘陵、山地、川塬、沟壑多种地貌。六盘山把黄土高原区分为东、西两块。渭水—太子山一线以南的甘肃南部地区大部为山地，其中迭部、岷县以东地区是秦岭山脉的西延部分，一般统称陇南山地，接川、陕两省。该地山高谷深，相对高差大，从东到西，海拔从 1500 米到 3500 米，地势迅速抬高；迭部、岷县以西的部分属青藏高原东缘的一部分，称甘南高原，海拔一般在 3500 米以上，地表较为平缓，为典型的高原景观。

甘肃由于地域跨度大，地表起伏明显，气候条件复杂多样。光照丰富，日照充足，太阳年总辐射量在 4800 兆焦/平方米 ~ 6100 兆焦/平方米之间，分布大致由东南向西北递增，热量条件较好。陇南南部河谷无霜期可达 220 天左右，年均温 14℃，一年两熟可种植亚热带作物；黄土高原、河西走廊、陇南大部分地区无霜期分别在 160 ~ 190 天和 130 ~ 150 天，为本省作物主产区。其他沿山地带和甘南高原热量条件较差，基本为农牧过渡区和牧区。降水在时空分布上差异很大，总的趋势由东南向西北递减，年雨量由 800 毫米至几十毫米不等。自然灾害多发，主要有干旱、霜冻、冰雹、干热风、暴雨等。（附表 1、2）

甘肃省生态环境与可持续发展

附表 1 甘肃省气候资源表

项 站 目 名	平均日照 时数 (小时)	年气温 ()					平均积温 ()		平均 气压 (毫巴)	年平均 降水量 (毫米)	年平均 蒸发量 (毫米)	风速 (米/秒)		
		平均	最低	极低	最高	极高	≥0	≥10				平均	最大	最多风向
野马街	3316.5	3.9	-2.6	-33.7	11.3	33.4	5262.7	82081.5	803.5	85.2	3072.9	4.5	26	C, W
敦煌	3247.1	9.3	1.4	-28.5	17.8	43.6	4085.3	3611.3	887.2	36.8	2490.6	2.2	20	C, ENE
玉门镇	3267.6	6.9	0.3	-28.2	14.2	36.7	3398.0	2891.0	847.1	61.8	2946.8	4.2	28	E
酒泉	3033.4	7.3	0.8	-31.6	14.7	38.4	3461.9	2954.4	852.5	85.3	2148.8	2.4	21	C, SW
高台	3088.2	7.6	0.8	-31.0	15.7	38.7	3564.1	3063.6	866.0	104.4	1923.4	2.5	21	C, E
张掖	3085.1	7.0	-0.2	-28.7	15.5	38.6	3388.0	2896.6	851.6	129.0	2047.9	2.2	28	C, NW
永昌	2884.2	4.8	-1.7	-26.7	12.3	32.5	2647.9	2011.2	801.1	185.1	2000.6	3.2	26	W
民勤	3028.4	7.8	0.6	-27.3	15.8	39.5	3646.8	3149.4	863.5	115.0	2643.9	2.8	28	C, E
武威	2945.3	7.7	1.0	-29.5	15.3	40.0	3513.4	2985.4	846.8	158.4	2021.0	2.0	34	C, NW
乌鞘岭	2571.3	-0.2	-4.8	-30.6	5.7	26.7	1327.7	331.9	703.9	411.3	1590.6	4.6	21	N
景泰	2725.5	8.2	2.4	-27.3	15.2	36.6	3594.9	2988.7	836.5	184.8	3038.5	3.5	21	C, W
白银	2537.2	7.9	2.0	-26.0	14.8	37.3	3483.2	2920.5	828.0	204.3	2004.1	1.9	25.0	C, N
兰州	2607.6	9.1	3.4	-23.1	16.3	39.1	3816.3	3242.0	848.0	327.7	1437.7	1.0	17.0	C, NE
临夏	2567.8	6.8	1.1	-27.8	13.9	37.8	3011.8	2328.5	807.6	501.7	1298.9	1.4	22	C, N, SW
定西	2500.1	6.3	0.6	-27.1	13.6	34.3	2933.5	2239.1	810.3	425.1	1526.2	1.8	20	C, SE
陇西	2292.0	7.7	2.3	-22.9	14.5	35.9	3241.2	2585.4	827.0	445.8	1440.7	1.4	24	C, SE
华家岭	2430.8	3.6	0.1	-25.7	8.4	28.2	2089.9	1303.2		514.7	1350.2	4.7	28	SE
平凉	2424.8	8.6	3.4	-25.4	15.0	37.3	3508.9	2862.8	866.0	511.2	1468.8	2.1	18	C, SSE, W
西峰	2449.0	8.3	3.9	-22.6	13.6	39.6	3446.0	2783.6	858.2	561.5	1503.5	2.6	20	S
环县	2374.6	8.6	2.7	-23.2	15.8	37.5	3636.3	3058.6	875.8	407.3	1674.9	2.1	18	C, SE, NW
天水	2032.1	10.7	6.1	-19.2	16.7	38.2	4066.7	3359.5	887.4	531.0	1290.5	1.3	20	C, E
宕昌	2085.1	8.9	3.9	-16.9	15.7	34.4	3414.7	2674.9	824.5	630.3	1348.6	1.6	15	C, SE
西和	1731.4	8.4	3.6	-24.6	14.2	33.5	3378.4	2725.5	842.1	533.9	1262.5	1.9	15	C, S
两当	1969.0	11.4	6.5	-15.0	18.1	36.8	4253.8	3654.6	907.0	632.5	1219.7	0.8	10	C, SE, S
武都	1911.7	14.5	10.4	-8.1	19.9	40.0	5338.1	4548.3	892.2	474.6	1740.0	1.5	24	C, SE, SSE
文县	1711.0	14.9	10.8	-7.4	20.1	37.7	5459.5	4620.6	899.9	442.7	2122.0	2.4	16	C, SE
卓尼	2169.9	4.5	-1.7	-23.4	12.9	29.4	2276.4	1467.0	748.4	578.1	1238.3	1.5	14	C, E
合作	2372.8	2.0	-4.2	-28.5	10.7	28.4	1729.3	723.5	714.0	558.1	1221.9	1.5	24	C, NNW
夏河	2296.0	2.6	-3.7	-26.7	11.2	28.9	1805.5	790.2	713.3	444.4	1333.5	2.2	16	NE
玛曲	2583.9	1.1	-5.2	-29.6	8.9	23.6	1404.4	274.0	667.3	615.5	1353.4	2.5	26	C, W

附表 2 甘肃省灾害性天气情况表

站 目 名	冰雹日数(天)			霜						雷暴日数(天)			大风日数(天)			沙尘暴日数(天)		
	平均	最多	最少	平均 (天)	最多 (天)	最少 (天)	初日 (日/月)	终日 (日/月)	初终日 数(天)	平均	最多	最少	平均	最多	最少	平均	最多	最少
野马街	3.2	7	0	58.8	77	39	25/9	2/5	220.0	18.6	38	5	47.7	75	21	1.5	4	0
敦煌	0.2	2	0	65.2	92	36	3/10	3/4	183.4	15.4	27	1	15.8	30	5			
玉门镇	0.7	3	0	44.5	69	19	11/10	3/4	175.4	8.6	19	3	42.0	71	15	11.7	29	4
酒泉	0.6	3	0	80.8	140	26	29/9	20/4	204.1	12.9	22	7	17.0	40	5	14.7	29	3
高台	0.4	2	0	113.4	150	76	28/9	23/4	208.2	10.8	24	3	9.1	24	1	16.1	26	3
张掖	0.3	2	0	105.6	153	49	26/9	25/4	211.8	10.4	28	3	14.9	40	3	20.3	33	14
永昌	1.1	3	0	56.8	91	18	21/9	1/5	223.6	19.6	39	8	18.3	36	3	5.4	10	2
民勤	0.4	2	0	48.2	105	24	13/10	6/4	176.9	11.8	29	3	27.8	63	1	37.3	58	18
武威	0.4	3	0	69.4	125	11	6/10	16/4	192.4	14.1	29	5	15.9	39	5	12.2	30	4
乌鞘岭	9.9	28	0	92.6	164	47	28/8	16/6	292.3	48.5	76	29	44.7	112	1	2.3	7	0
景泰	0.6	3	0	30.1	60	8	18/10	8/4	173.0	20.7	35	11	27.9	70	5	21.9	47	6
白银	1.8	5	0	39.9	83	3	11/10	7/4	179.7	24.2	41	15	51.6	98	11	5.5	16	0
兰州	1.2	4	0	118.0	149	56	9/10	23/4	197.1	23.6	38	15	4.3	13	0	2.6	9	0
临夏	2.7	10	0	118.6	152	59	3/10	2/5	211.9	38.6	61	19	6.8	31	0	1.7	9	0
定西	2.0	6	0	122.1	145	98	26/9	8/5	225.3	30.2	53	15	6.2	13	0	1.9	8	0
陇西	1.5	5	0	99.2	122	81	9/10	26/4	200.2	30.5	45	15	6.5	15	1	0.3	4	0
华家岭	3.7	8	0	56.8	87	23	2/10	4/5	215.3	23.4	41	7	55.9	105	26	1.3	6	0
平凉	2.2	7	0	106.2	129	68	9/10	26/4	199.9	28.8	55	15	9.0	25	0	2.7	14	0
西峰	1.8	9	0	103.9	135	65	8/10	27/4	202.8	24.3	40	7	4.3	14	0	2.4	10	0
环县	1.3	5	0	86.6	114	41	3/10	23/4	202.2	26.7	33	19	12.7	45	2	4.3	8	0
天水	0.5	3	0	98.8	120	62	16/10	18/4	185.7	16.3	33	7	3.9	15	0	1.0	9	0
宕昌	3.0	7	0	69.0	88	43	17/10	14/4	180.8	38.8	54	21	30.7	170	0	0.3	4	0
西和	0.8	4	0	85.3	104	74	13/10	24/4	194.5	21.9	31	14	2.8	10	1	0.3	2	0
两当	0.2	1	0	72.2	82	59	26/10	4/4	161.0	21.1	30	11	0.8	4	0			
武都	0.7	3	0	46.0	77	15	11/11	5/3	115.6	22.1	38	15	12.1	46	0	0.1	1	0
文县	0.6	3	0	27.4	46	10	14/11	24/2	103.1	21.0	38	12	7.2	17	0	0.1	1	0
卓尼	6.0	11	3	117.0	140	94	2/9	4/6	276.4	52.0	59	46	5.8	8	3	0.6	2	0
合作	11.2	22	6	157.3	197	129	24/8	30/6	310.5	66.3	88	52	21.0	53	4	0.0	1	0
夏河	8.4	15	4	123.0	168	76	26/8	5/7	313.8	50.6	70	36	17.8	73	4	0.2	2	0
玛曲	13.8	26	9	170.1	211	120	15/8	17/7	337.6	69.4	88	57	79.9	140	47	7.9	18	0

2. 水土资源

甘肃水资源存在形式有降水资源、冰川资源、地表水资源及地下水资源四种。全省地表水分属黄河、长江、内陆河三个流域，12 个水系。全省多年平均自产径流量 299 亿立方米，入境水量 304 亿立方米，地表水资源总量为 603 亿立方米，地下水资源量 169.49 亿立方米，扣除与河川径流重复部分，不重复部分约 7.77 亿立方米。地表水资源按现有耕地计算，亩均拥有径流量 500 多方，相当于全国平均水平的 30%，人均占有径流量 1500 立方米，相当于全国平均水平的 60%，不仅总量不足，降水和径流在时空分布上也很不均衡，丰、枯水年水量变率在 25% ~ 40%，年内降水集中于夏末秋初。径流产流区主要集中在几个高山地带。水资源的质量也不高，水质主要的衡量指标是河流泥沙、径流矿化度及水污染状况。甘肃黄土丘陵区水土流失严重，河流泥沙量大，在多雨的南部山地河流矿化度为 300 毫克/升左右，而在黄土高原干旱半干旱地带，河流矿化度则高达 2000 毫克/升以上。多数城市附近，河水污染严重。

甘肃土地面积较广，达 45.4 万平方千米。但难利用土地多，有近 40% 的土地为荒漠、戈壁、土石山等。在可利用土地中，农、林、牧用地比为 1:0.8:3，农林用地少，草地面积虽大，但覆被度低，草地利用普遍超载。人均耕地虽高于全国平均水平，但质量差，坡度大于 25° 的耕地占 5691 万亩，且地区差异大，开发利用不平衡。如河西地区土地面积占全省的 60.3%，而人口只占全省的 18.5%。（附表 3、4）

附表3 甘肃省主要河流水资源特征表

流域	水系	河名	断面位置	河流长度 (km)	流域面积 (km ²)	年 径 流 量					Cv	附 注
						均值 10 ⁸ m ³	最大		最小			
							径流量 10 ⁸ m ³	年份	径流量 10 ⁸ m ³	年份		
内陆河	疏勒河	党河	党城湾站	278.0	14325	3.16					0.08	均值系列 1956—1979 年
内陆河	疏勒河	昌马河	昌马峡站	344.0	13405	9.94					0.21	
内陆河	黑河	讨赖河	冰沟站	224.0	6883	6.41	9.13	1972	5.17	1956	0.16	
内陆河	黑河	黑河	莺落峡站	303.0	10009	15.50	20.40	1958	11.10	1973	0.15	
内陆河	石羊河	东大河	沙沟寺站	52.2	1545	3.11	4.13	1967	2.42	1962	0.15	
内陆河	石羊河	西营河	四沟嘴站	73.5	1455	3.79	5.01	1967	2.84	1962	0.18	
黄河	黄河	黄河	安宁渡站	2288.6	24368	335.00	529.00	1967	223.00	1956	0.25	
黄河	黄河	大夏河	入黄河处	202.9	7151	11.60	24.80	1967	6.28	1969	0.44	
黄河	洮河	洮河	入黄河处	673.1	25527	53.00	95.90	1967	32.50	1971	0.34	
黄河	湟水	湟水	入黄河处	373.9	32863	45.30						
黄河	湟水	大通河	享堂站	560.7	15130	28.10	36.60	1964	20.40	1962	0.18	

附表4 甘肃省主要河流水资源特征表

流域	水系	河名	断面位置	河流长度 (km)	流域面积 (km ²)	年 径 流 量					Cv	附 注
						均值 10 ⁸ m ³	最大		最小			
							径流量 10 ⁸ m ³	年份	径流量 10 ⁸ m ³	年份		
黄河	黄河	祖厉河	靖远站	220.3	10653	1.48	3.07	1964	0.621	1965	0.50	年平均输沙量 0.637 × 10 ⁸ t
黄河	渭河	渭河	出省界	376.8	29335	24.90						
黄河	渭河	葫芦河	入渭河处	300.6	10760	5.03						年平均输沙量 1.34 × 10 ⁸ t
黄河	泾河	泾河	杨家坪站	177.8	14124	9.16	18.20	1964	3.67	1972	0.46	
黄河	泾河	马莲河	雨落坪站	358.8	19019	4.73	9.62	1964	2.25	1972	0.40	
长江	嘉陵江	嘉陵江	谈家庄站	153.0	6694	15.30						
长江	嘉陵江	西汉水	鐔坝站	237.0	9569	15.70	28.70	1967	6.75	1969	0.45	
长江	嘉陵江	白龙江	碧口站	454.1	26188	87.10	125.00	1967	61.40	1971	0.21	
长江	嘉陵江	白水江	刘家河坝站	272.3	8290	34.40	46.70	1967	24.10	1971	0.18	

据《水资源评价论文集》，水利电力出版社，1989 年。

3. 生物资源

甘肃农耕历史悠久，除有着多种优良的粮食、经济作物及家养畜禽外，适应多样复杂生态环境的选择，省内野生动植物资源也非常丰富，野生植物有 153 科 2000 多种，其中有优良的牧草和种类繁多的经济植物，如野生油料类的野核桃、文冠果、油桐；淀粉及酿造类的沙枣、橡子、蕨根；纤维、造纸用的罗布麻、龙须草、浪麻；野生化工原料五倍子、国槐、七里香；野果类的沙棘、中华猕猴桃及上千种的中药材和特种食用植物，具有良好的开发潜力。省内野生动物有 500 多种，其中属国家一类保护动物的有大熊猫、金丝猴等六个种，属国家二级保护动物的有野驴、雪豹、娃娃鱼等十多种。

4. 矿产资源

本省地质构造复杂，矿产不但丰富，而且种类繁多。截止 1988 年底，全省已找到 111 种有用矿产，共发现矿产地 2432 处。目前已探明的黑色金属、有色金属、燃料和各种非金属矿产 80 多种，产地 580 多处。1988 年保有储量占全国总储量 50% 以上的矿产有镍、钹、铈、钺、钆、铈、铈、饰面蛇纹岩、铸型粘土等九种；占全国总储量 20% ~ 50% 之间的矿产有铬、钴、铂、水泥配料黄土等四种。除了石油、油页岩、深层的稀有金属矿种外，大部能为乡镇企业开采，一半以上可为乡镇企业加工或利用。矿产主要分布于山区，多共生伴生矿，高品位的比例不多，开采有一定难度。

5. 旅游资源

甘肃以其悠久的历史 and 复杂的地理环境，孕育了丰富多彩的旅游资源，有灿烂辉煌的历史人文景观，也有独具特色的自然风光。从古人类遗址到汉唐文明（如丝路宗教文化），再到现代革命胜迹，从冰山雪峰到戈壁、沙漠、绿洲、湖泊，还有迷人的民

族风情，无不令人神往。据统计，保存在本省境内的历史文物有 1000 余处，列入省级以上的重点保护文物就有 230 处，其中 7 处为全国重点文物保护单位，还有一处世界文化遗产。其内容之广，艺术性之高，均是国内所罕见的。如有：作为彩陶文明代表的秦安大地湾遗址、被誉为东方艺术明珠的敦煌莫高窟、藏传佛教格鲁教派三大名寺之一的拉卜楞寺、被作为中国旅游标志的铜奔马的出土地雷台和全国独一无二的西夏史石碑等。自然方面有：旷世奇观敦煌鸣沙山—月牙泉、平凉崆峒山、文县天池等。总而言之，甘肃灿烂的古文明，独特的自然景观，再加上迷人的多民族风情，构成了本区历史文化遗迹与自然风光紧密结合，各种观赏内容相互映衬、交融的旅游资源。

6. 资源条件的综合评价

甘肃各种资源的数量、质量及分布复杂多样，对甘肃经济的发展虽有许多有利之处，也存在着种种制约，长处、短处并存：

①光、热、水、土在空间上组合错位。河西走廊光、热条件好，祁连山的雪融水提供了灌溉便利，但可利用土地少，且只能以水定地，进行灌溉农业；黄土高原耕地面积较广，光、热条件也好，但水资源紧缺，受干旱的威胁大；陇南地区水、热资源良好，但山大沟深，耕地很少，难以利用。

②数量与质量不够匹配。部分资源在数量上有相对优势，如土地资源，但大部分质量不高；部分生物资源产品优良，但产品数量少，形不成大宗商品。

③生产上障碍因素多，除了干旱等气候灾害外，黄土高原地区的水土流失，河西地区土地沙化，陇南的泥石流及水土流失等，都给工农业生产造成很大困难。

④资源与人口比例失调。由于人口增长迅速，人均资源量减少。资源环境承受的压力日益增大，在水、热条件较好的河西绿洲和河东的河谷川道，人口高度密集，其中渭河、洮河及石羊河流域每平方千米人口在 300 人以

上。⑤开发潜力大。全省尚有 500 多万亩宜农荒地可供开发，现有耕地中，中低产田面积大，通过改造、治理，单产可有较大幅度增加；水资源可通过开源节流、兴建水利工程更加经济地利用；各种生物资源可通过保护培植及加工业的发展，具有广阔的开发前景；工矿产品可通过综合利用及深加工获取更高的利润；旅游产业也将随着基础设施的完善，整体形象的改观，和人们生活水平的提高而全面兴起。

（二）生态环境的主要类型及特点

气候、水、土地、生物、矿产诸资源在地域空间上的不同组合，人口及社会经济要素的不同分布，构成了各地不同类型的生态环境。甘肃主要的自然生态环境类型有：河西荒漠绿洲，黄土丘陵川塬，陇南山地，高寒高原山地。其主要特点分述如下：

1. 河西荒漠绿洲

河西走廊及北部残山、丘陵地带、荒漠戈壁和裸露石山地绵延千余里，降雨少，风沙大，日照强，蒸发量大，为典型的内陆型气候。地表植被稀疏，荒漠草场植物主要由旱生、超旱生的植物组成，产草量低，平均每公顷产鲜草 700 公斤，载畜量不到五个羊单位。依托石羊河、黑河、疏勒河三个内陆河水系，在荒漠戈壁中形成了大小不等的十多个绿洲。人类经济活动主要集中于此。农业为典型的灌溉农业，绿洲边缘有防风固沙林，内有经济林和农田防护林，绿洲的生存依赖于祁连山的水源，自身的抗逆性差，开发程度较高的石羊河流域，人口多，水土资源的矛盾尖锐。民勤绿洲的生存已岌岌可危，因此，进一步的开发要考虑到它的脆弱性。

2. 黄土丘陵川塬

黄土高原地区地表起伏大，有丘陵、山地、台塬、沟壑、河

谷、川道各种地貌。黄河两岸降雨量为二三百毫米，为干旱气候，陇东的中、南部地区，陇西靠近青藏高原的西南部为半湿润气候，其余则为半干旱区。地表植被的种类多，但覆盖程度差，子午岭、关山、洮岷山区、马衔山有一些森林，其余的则为荒山秃岭。由于农村能源短缺，人们铲、挖柴草，植被很难恢复。黄土的侵蚀性强，加上降水集中，水土流失严重。在一些河谷川道和提灌区有灌溉农业，生产水平较高，但人口密度大。其它地方为旱作农业，生产水平较低，每平方千米负载的人口一般在 100 ~ 300 人之间，生态环境的负荷较重。除了黄河沿岸的干旱区外，其它地区都有 400 毫米 ~ 500 毫米的降水，生态环境虽然比较脆弱，但有一定的抗逆性和可恢复性。目前这类地区的投入产出水平都较低，生态系统的结构不够合理，功能较差，亟须治理。

3. 陇南山地

陇南纬度较低，水、热条件好，降水在 400 毫米 ~ 700 毫米之间，年平均气温较高，气候温暖湿润。河流多，水量丰富。植被的覆盖程度较高。在小陇山、白龙江两岸及康县有较大片的森林。由于山高，植被的垂直分布特征明显。这里生物资源丰富，除了一般的家畜、作物品种外，还有多种药材、经济林木、珍稀动物和土特产品。在过去的生产经营中，由于不注意治理、保护，产生了滑坡、泥石流和水土流失。这里人口、村镇主要分布于河谷、低山，平均每平方公里 100 人左右。由于山大沟深，地块窄小，耕地少且土层薄，对种植业生产的限制很大，尽管能够一年二熟或二年三熟，但山坡地的产量不高，粮食尚难自给。同时交通又不方便，物资的进出流动不畅，生态经济上的封闭性强。

4. 高寒山地、高原

位于青藏高原东北缘的祁连山地和甘南高原，海拔在 3000

米以上，地势高亢，甘南高原的西部有高原地貌，东南部为高山峡谷，祁连山地崇山峻岭，发育着现代冰川。这里降水多，湿润，热量少，年平均气温只有 $1 \sim 4$ ，气候寒冷，地表封冻期长，植被覆盖面较大，有一些水源涵养林和高山、高寒草场，但牧草的生产季节短，提供的畜产品数量有限，人口十分稀疏。

三、生态环境问题、成因及防治对策

在严酷的自然条件和日益增强的人类活动的双重作用下，当前本省的环境状况可用“先天不足，后天失调”来概括。主要存在的问题有：植被覆盖度低，水土流失严重，草场退化，土地沙化，盐渍化，大气污染加剧，水环境恶化等。

（一）水土流失

1. 水土流失现状及危害

水土流失是指由于不合理的耕作制度或不合理的开发自然资源，造成土壤植被严重破坏，经雨水冲刷作用而引起表层土壤的流失。甘肃省水土流失地域东起子午岭，西至阿尔金山，南抵西秦岭，北接戈壁沙漠，水土流失面积共 389232.10 平方千米，占全省总土地面积的 85.66%，其中黄河流域 111286.97 平方千米，占全省水土流失面积的 28.59%；长江流域 18151.93 平方千米，占 4.66%；内陆河流域 259793.2 平方千米，占 67%。以上各流域水土流失面积分别占该流域总土地面积的 76.68%、47.2%和 95.92%，全省每年因水力而产生的土壤侵蚀总量为 6.44 亿吨，相当于每年将 1000 万亩土地刮去表土 6.9 厘米。坡耕地上每亩每年一般流失表土 4 吨 ~ 8 吨之间，严重的超过 10

吨，土壤流失的速度超过了成土速度的五到十倍，这就是说每年流失的土壤需要 5—10 年才能补偿，在土层很薄的陇南地区及其它土石山地很快就变成了“土少石头多，坡陡乱石窝”的不毛之地，失去利用价值。即使土层深厚的黄土高原，也会变得千沟万壑，支离破碎，地力不断衰退，最后变成很难利用的沟壑。在山丘地区水土不断流失，造成了下游河床的淤积，使河床不断生高，过水能力降低，使河流泛滥成灾。1984 年 8 月 3 日白龙江洪水倒灌武都县城，水深 1.45 米，倒塌房屋 1.3 万间，万余人无家可归。严重的水土流失破坏了本区的水土资源与生态环境，造成土地瘠薄，土壤失去保水保肥能力，水旱灾害不断增加，受灾范围也越来越大。

2. 水土流失成因

影响水土流失的因素可分为自然因素和人为因素两个方面，自然因素是水土流失发生发展的潜在条件，人为因素则是水土流失发生发展的主导因素。甘肃省近年来水土流失的加剧主要是在脆弱的生态环境条件下，由社会因素所造成的。即：①滥伐、过伐林木，毁林毁草造田，蚕食林地草地，造成新的水土流失。据陇南地区调查，目前森林保存面积与建国初期相比减少 792 万亩。据武威统计，所属四县（市）林区及林缘在近十多年里，毁乔木林 6100 亩，毁灌丛草原 70 多万亩垦为农田种植；②草原过牧，采挖药材，烧荒林火，烧山灰施肥等直接破坏了天然草场，引起新的水土流失；③随着人口膨胀，导致大量垦种坡耕地，引起强烈的水土流失。长期以来，在丘陵山区的农业生产，靠陡坡开荒，广种薄收来解决粮食问题，导致大面积水土流失。据农业区划资料统计，黄河流域的坡耕地占耕地总面积的 63.57%，长江流域的坡耕地占耕地总面积的 84.67%。陇南地区康县的小区试验和调查资料表明，不同坡度的农耕地每平方千米每年的侵蚀

量：9.3° 的为 5187 吨，14.7° 的为 6688.5 吨，22.6° 的为 14878.5 吨；④工程建设导致新的水土流失。随着国家建设的发展，工矿、交通、水利、建筑等部门在建设生产过程中开挖和产生的废土、废渣及工业垃圾等由于缺乏必要的处理措施，任意倾倒，引起了严重的水土流失。据调查陇南地区成县、徽县境内的铅锌矿，国家、集体、个人都在办，涉及范围 20 多平方千米，挖掘土石方约 1 亿立方米，尾矿渣 3 千多立方米，任意堆弃，每遇暴雨，冲入河道，淤积河床，并使部分河流严重污染。

3. 防止对策

水土保持，要以预防为主，尽快改变目前“边治理，边破坏，一方治理，多方破坏”的现状，认真贯彻执行《水土保持工作条例》、《环境保护法》、《森林法》、《草原法》和《土地管理法》等有关法律和政策规定，依据不同流域、地区的不同情况，分别采取防治措施，加强预防管护。

甘肃省黄河流域是全国水土流失严重地区，本区可分为三个水土流失区。陇东黄土高原水土流失区在土地利用上应保塬、治沟与治坡相结合，采取兴修梯田、条田、坝地等工程措施，沟头、沟坡、沟底大力植树种草相结合，防治沟壑的延伸、扩展和塬面侵蚀；中部黄土丘陵沟壑水土流失区土地的开发建设，应坡、沟兼治，开发水热条件较好的小流域，大力种草种树，积极营造薪炭林、经济林、水保林和速生用材林，解决“三料”俱缺的问题。同时，因地制宜，兴修梯田、沙田、沟坝地以及修建水窖、涝池等保水蓄水工程。在过度垦殖地区，对陡坡耕地应有计划地退耕还林还草。

甘肃省长江流域，是天然森林分布最集中、面积最大的地区，地表植被状况好，但由于人为的滥伐森林、陡坡开荒，造成岩石裸露，加之降雨集中，暴雨多发，水土流失强度大，危害严

重，是全国滑坡、泥石流严重危害区之一。目前国家已将该区域列入重点治理区，根据水热条件好，生物再生能力强的特点，大力造林、扩大林地面积，应严禁陡坡开荒，滥伐林木，搞好农田建设，并实行封山育林、育草，封造结合，治管结合，选择交通、城镇设施重点地段，采取工程措施治理滑坡、泥石流。

河西内陆河流域土壤侵蚀主要表现为风力侵蚀，水力和融冻侵蚀轻微。河西走廊农业灌溉区，应注意防治由于水资源开发利用不当所形成的灌溉侵蚀和次生盐渍化、沙化，防治措施是在灌区以农田建设为中心，搞好渠、路、林配套工程，实行沟畦灌溉，防止漫灌、串灌。采用先进技术，节约用水，科学用水。

（二）草地退化

1. 草地退化现状

甘肃省草原总面积为 2.68 亿亩，其中可利用草地面积 2.41 亿亩。目前，省内天然草场已明显退化，退化面积达 1.0693 亿亩，占全省可利用草场面积的 44.4%，全省每年草地退化面积约 108.65 万亩。农区和半农半牧区的草场，退化面积约 8630 万亩，占可利用面积的 56.58%。如天祝县河东牧场在 80 年代中的 4 年间，草原草场产草量减少了 41.8%，覆盖度降低 0.75%，植株变矮 0.725 厘米 ~ 1.125 厘米；草甸草场产草量减少了 15%，覆盖度降低 0.75%，植株变矮 0.25 厘米 ~ 0.9 厘米。照此速度，则若干年后，许多天然草场将会变成不毛之地。除天然草场退化外，多年生人工草地也出现退化现象。据调查，分布在农区的多年生苜蓿草地和牧区的老麦芒草地，有相当大的面积，或杂草丛生，或鼠丘、鼠洞遍布，亩产草量鲜重只几百斤，表现出了明显的退化。这种退化已对草地生态环境和畜牧业生产起着严重的破坏阻碍作用。（附表 5）

附表 5 草场退化面积分级和退化原因分类表

单位：万亩

面 积 分 级 类 型	小 计	重度退化	中度退化	轻度退化
过度放牧	5156	1156	2000	2000
铲 草 皮	427	427	—	—
撂 荒	217	217	—	—
鼠 害	4000	1056	856	2088
地下水位下降	200	100	50	50
采挖药、灌木	100	—	50	50
害虫、杂草	208	—	—	208
过度座圈	25	25	—	—
饮水点周围	360	360	—	—
合 计	10693	3341	2956	4296

2. 草场退化原因

甘肃省草地资源的退化，主要是由于建设改造不足，经营管理不善，只用不建设，且一味追求家畜存栏数，普遍出现不同程度的超载，利用上就近放牧，牧低不牧高等，致使草地生境旱化，优良牧草变矮、变稀以至衰竭。据统计，由过度放牧引起的草地退化面积约 5156 万亩，占总退化面积的 48.22%；其次是鼠害，约有 4000 万亩，占 37.41%；此外，过度农垦、撂荒、采樵、挖药引起的天然草场面积缩小和退化现象，在以草本植被和以灌木植被为主的荒漠区极为普遍，在河西内陆河流域由于水资源利用不合理，造成地下水位下降而引起的草被枯死现象也相当可观。近来，虽采取草畜承包到户，开展培育、改良和更新草种的措施，但大面积天然草地仍未得到合理的经营，扭转草地退化还有待进一步努力。

3. 防止草场退化的途径及措施

①继续贯彻落实草场承包责任制，制定合理科学的草场管理利用法规，真正做到以草定畜、畜草平衡；对草场实行定类定量管理，建立不同类型草场的自然保护区和定位观察点，开展草场动态监测，推行预测预报技术。②改变饲养方式，是协调草畜矛盾，保护草场生态平衡，防止过牧退化的有效途径，如在牧区改以牧为主以牧养结合，在农区改以牧养结合为全饲为主。③重视农村能源、肥源建设，停止铲草皮，挖灌木，烧山灰对天然草场植被的破坏。④加强牧草虫、鼠、病、杂草的防治，保护绿色牧草植物丰产。

（三）土地退化

土地是人类赖以生存发展的基础，是一种最基本、最重要、最宝贵的有限资源。甘肃省土地资源量多，但难利用土地比重大，土地承载力低。加倍珍惜和合理利用每寸土地，切实保护耕地，是关系到全省人民及其子孙后代生产生活的极其重要的大事。但是由于人类对土地的不合理利用，导致了土地退化，质量下降。甘肃省土地退化主要表现在：土地沙化扩大，现有耕地盐渍化发展，土壤污染加剧，水土流失面积继续扩大，地力下降等。

1. 沙漠化情势及防治

甘肃省境内沙漠及沙漠化土地主要分布在河西走廊平原和北山地区，以及黄河流域的景泰北部，包括 20 个县（市）区，沙漠及沙漠化土地 4587.85 万亩。目前虽然在一些地方土地沙化得到了控制，但总体而言还在继续发展，某些沙漠还在继续扩大，土壤风蚀严重。沙漠向南移动吞噬农田，威胁城市。河西走廊的武威、民勤、酒泉、金塔、玉门等地，约有 45% 的耕地不同程

度地受风沙的侵蚀、破坏和威胁。石羊河流域民勤县上游水资源的不合理使用，使下游水源奇缺，地下水位降低，沙生植物大量枯亡，遭受着严重沙化的危害。民勤县的东、西、北三面为沙漠所包围，风沙线长达 300 多公里。农业生态系统极为脆弱，灌溉水若不能保障，则会使大片防护林体系濒于死亡，大片良田处于沙漠化危险之中。

全省沙漠化防治，总的方针是北防风沙、中保农田、南护水源，采取以防为主，治理、改造、开发、利用相结合，造、封、管结合，乔、灌、草结合，有计划地开展沙区治理与植被建设，保护好绿洲农田，建立起带、片、网相结合的防风固沙林体系。在北部风沙区，沙漠化防治上应合理开发利用地下水资源，保护荒漠草原，搞好三北防护林体系建设；走廊平原应以各绿洲为中心，加强绿洲内部农田林网化建设和绿洲边缘防护林建设，同时对现有沙丘采取设置障碍、栽培固沙植物等办法控制沙化土地蔓延；南部祁连山区应搞好祁连山自然保护区建设，加强植树造林，扩大森林面积，保护和涵养水源。

2. 盐渍化现状及防治

甘肃省有盐碱荒地约 2100 余万亩，其中难以利用的约 1350 万亩，经改造后可开发利用的 750 万亩，另有盐渍化耕地约 150 万亩，主要分布在河西走廊内陆河流域下游或扇缘地带。近年来，沿黄灌区土壤次生盐渍化亦有加剧趋势。土壤次生盐渍化的形成与发展大多与不合理的农田灌溉方式有关。如河西农灌只灌不排、大水漫灌、拦洪蓄水造成地下水位升高，走廊北部超采地下水，使灌区水质变差，矿化度增高等。

治理上应实行改造与利用、水利与农业技术相结合的方针，因地制宜的采取排水、合理灌溉以及平整土地、深翻晒垡、增施有机肥料、掺沙压碱等耕作技术。要注意作物的合理布局，种植

耐盐作物，综合利用与防治。在开发盐碱荒地时应先进行治理，建立排水系统，控制盐化过程。实行科学用水，建设林网，形成良好的生态系统。

3. 土壤污染

甘肃省土壤污染主要来自两个方面。一是工业“三废”造成的土壤污染。据环保监测站的测定，兰州十里店灌水中含汞量高达 0.021 毫克每升，超标一倍；白银冶炼厂日排废酸水 6000 多吨、废碱水 4000 多吨，还有废渣、废气，使当地 6390 亩农田遭受污染，严重危害农业生产和人民的健康。二是农业生产过程中施用过量的农药及化肥引起的污染。近年来，农药的生产和使用范围越来越广泛，化肥的用量也在增加，有的地方由于农药、化肥的滥施乱用，致使土壤、水源、作物和畜产品遭到不同程度的污染。在白银市部分农田发现使用污水灌溉，已受到铜、镉等重金属的污染；在张掖、武威部分土壤中已发现有机氯的污染等。（附表 6）

附表 6 甘肃土壤侵蚀面积表

单位：平方千米

数值 \ 流域 项目		全省合计	黄河流域	长江流域	内陆河流域
土地总面积		454403	145136	38434	270833
土壤侵蚀面积	合 计	389232.10	111286.97	18151.93	259793.20
	(%)	85.66	76.68	47.23	95.92
	水力侵蚀	148097.17	111286.97	18151.93	18658.27
	(%)	32.59	76.68	47.23	6.89
	风力侵蚀	223641.00	—	—	223641.00
	(%)	49.22	—	—	82.58
	融冻侵蚀	17493.93	—	—	17493.93
	(%)	3.85	—	—	6.46

注：土壤侵蚀面积按甘肃省黄土高原、长江水土保持规划及区划数，并作了修订。

土壤污染的防治主要是切断污染源，严格控制“三废”侵入农田。施加抑制剂，合理地控制施用化肥，增施有机肥和改革耕作制度，以及通过生物降解或植物吸收净化土壤污染物质。

（四）大气污染

1. 主要大气污染源及污染物排放

大气污染主要集中在城市，各城市大气污染源主要是工矿企业的废气排放。此外，家庭炉灶及取暖设备排气和汽车尾气等也是重要污染源。甘肃省工业废气污染源主要有 34 家，其废气污染物排放总量的等标污染负荷比占全省总负荷的 85%。按主要污染地区和行业分析，以等标污染负荷评价，甘肃省大气主要污染地区及顺序是：兰州、金昌市、嘉峪关、白银市，此四市累计等标负荷占全省总负荷的 85.1%；其次是酒泉地区、天水市、张掖地区、甘肃矿区、武威地区、平凉地区、庆阳地区、临夏州、定西地区、陇南地区、甘南州；全省大气主要污染行业及顺序是：电力蒸汽热水产供业、有色金属冶炼加工业、炼焦煤气煤制品业、化学工业、建材非金属矿制品业，此五个行业累计等标负荷比达到 85.6%。

根据甘肃省工业“三废”排放情况调查统计，全省废气年排放总量逾二千亿标立方米，污染物主要有 10 种，其中最主要的有三种：二氧化碳、烟尘和氮氧化物，其次还有氟化氢、一氧化碳、碳氢化合物、氯化氢、硫化氢、氨、硫酸雾等。

2. 各地、州、市大气环境质量现状评价

当前甘肃省城市大气污染情况与 90 年代基本相同，金昌、白银、张掖、武威、兰州的二氧化硫浓度值分别超标自二点几倍到零点几倍不等，其余城市可达二级标准。全省总悬浮微粒污染很普遍，除兰州市外的 12 个城市，监测年均值在 0.26 毫克/立

方米~0.61 毫克/立方米之间,最高是武威、临夏、酒泉市,最低是武都,而且河西城市普遍高于河东城市。氮氧化物污染除兰州外,其余城市均达二级标准。自然降尘污染较重,其中武威、平凉、酒泉、兰州、天水市均较高。兰州市西固区还存在明显的“光化学烟雾”污染。金昌、陇南等地市有“酸雨”污染。各城市主要污染物综合指数评价结果,污染最严重的为金昌市,其下依次为:武威、兰州、白银、张掖、天水、酒泉、临夏、平凉等市;西峰市、定西县城、嘉峪关市、武都县城污染较轻。从污染物的污染分指数看:以总悬浮微粒为最高,自然降尘次之,二氧化硫再次之,氮氧化物最低。

污染的季节变化比较明显。甘肃省燃料以煤为主,在一次性燃料构成中,燃料煤占 82%,以煤为主的燃料构成给全省主要城市大气环境质量污染特征造成较大的影响。同时,各城市的地理位置、气候条件和冬季采暖燃煤大幅度增加,加之多数城区冬季出现逆温现象,静风频率较大,污染物扩散困难,使多数城市大气污染程度冬春季明显高于夏秋季,出现季节性特征。根据全省 13 个城市冬、春、夏、秋季大气环境质量监测,季日均值及大气污染综合指数均值可以得出:总悬浮微粒污染最重的是冬春两季,夏季最轻;二氧化硫污染最重的是冬季,其次是秋季,夏季最轻;氮氧化物污染较重的也是冬季,其余时间无明显差异。

污染程度与工业布局、能源结构、交通密度、人口密度、耗能设备好坏、排放烟囱高度等因素有密切关系。甘肃省大中型企业主要集中在省辖五市,其工业废水排放量占全省的 86.5%,因此,它基本上可代表甘肃省工业污染源的现状。从能源结构看,全省均以燃煤为主,工业燃煤是甘肃省大气污染的主要来源,与我国北方城市相似,甘肃各地、州、市实属煤烟型的大气污染。

（五）水环境恶化

1. 水资源污染概况

造成水体污染的物质来源大致分为两方面：一是自然污染源，二是人为污染源。当前造成水体污染危害严重的是由于人类活动产生的污染物给水体造成的污染。它包括工业废水、生活污水、农业退水。污染类型主要有河流污染和地下水污染。

随着工业的发展，污染源迅速增加，甘肃省平均日排放污水 132 万吨，在全省 17 条主要河流中，有 13 条河流水质的部分指标超过国家地面水环境质量三级（最低一级）标准，其中污染较重的有马莲河、石油河、渭河、泾河、金川河、黄河兰州段等。主要超标污染物有化学需氧量、挥发酚、六价铬、总汞、镉、石油类和 PH 值等。在多条河流中，大肠菌群和细菌总数都超标多倍，主要原因是由于上游沿岸工矿企业向河道大量排放未经处理的废污水引起的。在兰州、天水、嘉峪关、西峰、临夏、武威、平凉、武都等市县的地下水中细菌总数和大肠菌群的污染比较普遍，其次是化学需氧量和重金属污染。武威地下水中的汞、六价铬，定西、兰州地下水中的氯化物都有较高的检出率和超标率。对武威市区地下水的抽样检验结果，汞超标 30 倍，六价铬超标 9.63 倍，大肠杆菌超过饮用水标准 13 倍，其原因是各企业及卫生单位大量通过自备渗水井向地下排放污水所致。

此外，水环境的恶化还表现在由于超采地下水而引起的矿化度升高和生态失调，如武威市开采地下水 5.7 亿立方米，超采约 1 亿立方米，形成地下水下降漏斗，导致石羊河下游水量减少，迫使民勤县也超采地下水，引起一系列生态环境问题。

2. 水资源保护措施和建议

水资源的不合理利用和水质的污染已经造成一些地区的水体

环境质量恶化，危及人类生产和生活正常进行。随着用、排水量的日益增加，如不采取水资源保护措施，势必造成水质污染更加严重的局面。为此，必须采取以下措施：①不断完善水资源管理措施，包括立法管理、资源管理和规划管理，设立专门机构，实施监督、执法的权力。②制定区域水环境质量和水污染排放标准。③基本建设项目必须坚持“三同时”，即主体工程与防治污染设施同时设计，同时施工，同时投产，审批设计报告的同时审批工程环境影响评价报告书，否则不列入建设计划。④实行总量控制和浓度控制相结合，对主要污染源实施排放许可证制度。⑤森林对水资源具有涵养、保护、调节作用，为此，必须加强森林保护，既使森林资源避免再遭破坏，又使有限的水资源不致继续受到影响。

四、进一步开发必须走可持续发展的道路

（一）加快甘肃发展的重要性和紧迫性

自改革开放以来，中国的经济重心一直在东部沿海地区，经过十几年的发展建设，东部经济取得了举世瞩目的成就，而西部则相对较慢。中国目前的情况和美国 19 世纪后期发达地区只限于东海岸一隅的情况是非常相似的，美国如果没有对西部大规模的开发建设，要取得当今称霸世界的经济地位是不可能的，中国如果不打破这种东西不均衡发展的格局，中华民族的经济腾飞将始终是一句空话。开发西部、发展西部是西部人的呼声，更是国家的一项战略决策。甘肃属西北区，故此，西北区在国家未来经济发展中的战略地位必然在本省区得到部分体现。但甘肃省加快发展的的重要性和紧迫性并不仅限于此，更为重要的是：①甘肃是

大西北的缩影，甘肃省的发展可为整个西北地区的开发建设提供参考依据。本省地处三大高原的交汇地带，东部为黄土高原类型，西南部为青藏高原类型，西北部则属蒙新高原区。可以说，整个大西北的几乎所有的自然的、社会的、经济的特征均可在这里得到体现。②甘肃是联系西北各省区的纽带，甘肃的发展可加强大西北的内部凝聚力，从而促进和加速大西北的发展。目前，西北地区经济不仅与东部省区差距拉大，区内各省区间的工业发展也极不平衡，并已出现工业发展与原材料供应不相协调的矛盾。如陕西棉毛纺织工业发达，但棉花、羊毛供应严重不足，而新疆的棉花、羊毛等原材料却相对于其加工能力过剩；甘肃的石油化工工业较发达，但原油供应却不足，而新疆、青海随着新油田的开发，则出现原油供应相对于其加工能力过剩的趋势。因此，在西北今后的发展中，应注意加强省区间的联合与协作。甘肃地处西北区中部，历来都是联结西北各省区的交通要冲，甘肃的发展可为西北各省区的交流协作提供可靠保障，从而大大增强西北区的内部凝聚力，促进区内省区之间经济的持续、稳定、协调发展。

（二）走可持续发展之路是甘肃发展的必然选择

对于可持续发展，世界公认的定义可以归纳为：满足当代的发展需求，应以不损害、不掠夺后代的发展需求作为前提。持续发展强调，作为人类生存和发展手段的经济，其增长必须以防止和逆转环境进一步恶化为前提和准则，世界各国必须停止以往那种为达到经济目的而不惜牺牲环境的作法。由前几部分的阐述可知，同西北其他省区一样，甘肃的资源优势和开发潜力是显而易见的，而生态环境却极为脆弱，且人地关系严重恶化。传统的经济发展模式难以解决发展与资源、环境之间的矛盾，走可持续发

展之路是今后甘肃进一步发展的必然选择。

所谓传统的发展模式，通常是指西方发达国家在其发展过程中走过的发展道路，其生产是以最大限度的开发资源、增加产品数量为基本特征，广泛使用污染增加型技术，大规模发展污染增加型产业（如煤炭工业、钢铁工业、化学工业、建材工业等）。其结果，一方面由于大肆开发资源，致使资源产地植被毁灭、水土流失，引起自然环境的严重衰退；另一方面，随着工业化的发展，环境污染日益加剧。但这种“先破坏、后建设，先污染、后治理”的发展模式，因造就了西方发达国家强大的经济体系而一度成为世界经济共同模式。众所周知，美国是完成了工业化和区域间政治经济一体化的国家，美国对西部的开发常被当作是开发落后地区成功的典型。但自 18 世纪 80 年代直到 20 世纪前半叶的开发过程中，由于其对资源的掠夺和对环境的漠不关心，生态环境破坏不仅规模大、持续时间也长，使森林资源、土壤资源、生物资源等遭到空前的浩劫，与欧洲殖民者刚到美洲时相比，到上世纪前半叶，“保留下来的森林不到原有面积的 1/10”。与森林毁灭同时发生的是土壤的破坏和生物消失，F.D 罗斯福总统时代进行的全国土壤调查表明，全国 7 亿多公顷耕地中，60% 的土地丧失 1/4 以上的土被。1934 年春，从科罗拉多东部、堪萨斯和俄克拉荷马西部的盆地吹起尘暴，席卷美国 2/3 的地区，受害严重的土地达 8000 万英亩，而 900 万英亩良田则完全破坏。自此以后，尘暴频繁，给美国经济、尤其是西部经济发展构成了严重的威胁。

包括甘肃省在内的整个西北地区，与美国西部的生态环境特点是极为相似的。当前省内的生态环境问题，可以说正是沿袭传统发展模式所造成的后果。照此下去，必将使本区原本就不多的涵养林和土被在大力开发中消失殆尽，强烈的风化、侵蚀作用于

裸露的地表，各种自然灾害诸如洪、旱、沙尘暴、崩塌、滑坡、泥石流等频频暴发，整个甘肃将变成大力开发后的废墟。环境一旦崩溃，生存将受到威胁，谈不到谋求发展和可持续发展。非洲撒赫勒地区庞大的难民营队伍就是前车之鉴。故此，甘肃开发，切忌“翻天覆地，竭泽而渔”，而应借助当前西部大开发的东风，以《中国 21 世纪议程》中提出的我国经济、社会、资源、环境相互协调的可持续发展总体战略、政策和措施方案为依据，按照可持续发展的原则，根据本区实际情况，因地制宜的设计今后的发展蓝图，走一条既能迅速发展经济，又不危及生态环境的发展道路。

参考文献

- ① 冯绳武：《甘肃地理概论》，甘肃教育出版社，1989 年版。
- ② 甘肃省计划委员会：《甘肃国土资源》，甘肃科学技术出版社，1992 年版。
- ③ 牛叔文、李树基：《甘肃省农村经济区划》，甘肃人民出版社，1992 年版。
- ④ 伍光和、江存远等：《甘肃省综合自然区划》，甘肃科学技术出版社，1998 年版。

宁夏生态环境状况与治理措施

· 汪一鸣 ·

一、概 况

宁夏回族自治区简称宁，中国五个省级少数民族自治区之一。地处我国中部偏北的内陆省区，黄河上中游。地理坐标：北纬 $35^{\circ}14'$ ~ $39^{\circ}23'$ ，东经 $104^{\circ}17'$ ~ $107^{\circ}39'$ 。地小人少，面积 5.18 万平方千米，1999 年底人口 543 万，其中回族人口占 1/3 强，为我国最大的回族聚居区，号称“中国的穆斯林省”。

从自然地理环境看，宁夏处于东部季风区域与西北干旱区域的过渡地带，自然条件的过渡性、多样性突出，土地资源、煤炭资源丰富，水资源不足，生态环境脆弱。地势南高北低，气候南凉北暖、南湿北干，南端六盘山山地属温带半湿润区，南部黄土丘陵区属温带半干旱区，中部山地和山间平原、灵盐台地以及北部宁夏平原属温带干旱区。

汪一鸣：宁夏计委。

从人文地理特征看，宁夏处于西部经济地带，是一个市场经济发育层次较低、开放度较小、社会文化比较落后、具有很大开发潜力的少数民族地区。由北而南，可分为三个农业地理单元：宁夏平原引黄灌区，人口稠密，农业发达，有“塞上江南”之誉；盐同香山干旱风沙区，地广人稀，以草场牧业为重要特征，近些年来已建成 7 万公顷扬黄灌区；黄土丘陵区，旱作农业为主，水土流失严重，自然灾害频繁，为我国西部著名的贫困地区。

宁夏辖银川、石嘴山、吴忠 3 个地级市和固原地区，两个县级市，15 个县，7 个县级区。首府银川市，为中国历史文化名城之一，西北重要的区域性中心城市。

二、历史时期环境变迁

（一）沙漠和草地变迁

地质历史时期，草地和沙漠变迁决定于气候变化。第四纪晚更新世距今 1.8 万 ~ 2.2 万年时的盛干燥期，宁夏中北部地区大部分属草原化荒漠和荒漠，风沙活动普遍而强烈。距今 4500 年以后为中全新世湿润期，中北部转为干草原和疏林灌丛草原，流动沙丘普遍固定。距今 3200 年之后，气候趋于凉干，干草原界线南移。人类历史时期内，在气候变化的背景条件下，人类活动对土地退化的影响愈来愈显著。秦代和西汉时期，在湿润气候下，宁夏平原、灵盐台地开始较大规模的农业开发。农田垦殖后一旦荒废，在干旱气候条件下往往发生土地的风蚀和沙化。只是当时生产力低下，人类活动对环境的影响程度相对较小。

公元初至 6 世纪中气候持续恶化，加上人类活动影响，北部

灌区周边局部地区已有沙漠化现象。如北部宁蒙交界地区、卫宁地区的黄河沿岸，公元 5 世纪初即有“道多深沙”、“鸣沙（明沙）”等记载，但人马尚可通行。隋唐时的小温暖期，中原人口大量迁入和安置大批少数民族人口，农垦扩大，某些地段过度放牧和樵采，以及频繁的军事行动，诱发灵盐台地及其毗邻地区毛乌素沙地的固定沙丘局部活化。紧邻宁夏的夏州城（今陕西靖边县白城子）于 9 世纪初为风沙掩埋便是突出例子。灵盐台地北部情况当与夏州相似。

宋代、西夏时期（10 世纪后期至 12 世纪），气候较为凉干，干草原界进一步南移，中北部以荒漠草原为主，旱生植被面积大幅度扩展，甘草、柴胡、苁蓉、大黄等旱生性药材成为西夏与中原贸易的重要土产，而中生性植物（如秦艽）则范围缩小、南移。宋人记载，“自威州抵灵州，有旱海七百里”，“沙碛无邮传”，“盐、夏、清远军并系沙碛，俗谓之旱海”，当时沙地有所扩展。

明清是宁夏土地沙化严重的时期。明初进入现代小冰期，直至 19 世纪末，旱灾频繁且重。尤其是 16 世纪中叶开始的大规模屯垦、放牧，导致土地沙化大扩展。明长城在宁夏的选线原则是“草茂之地，筑之于内”，“沙碛之地，弃之于外”，长城往往成为沙漠与草地的分界线。东长城以南、铁柱泉周围丰美草地“幅员数百里，又皆沃壤可耕之地”，自“荒地尽耕，孳牧遍野”之后，导致草原退化、就地起沙的恶果，形成今日河东沙区流动沙丘遍布的景观。清康熙年间，流沙已掩埋花马池城（今盐池县城）城墙。引黄灌区西侧，包括贺兰山东麓洪积扇下部和腾格里沙漠东南边缘，土地沙化也是东汉以后特别是明代以后发生发展的，如卫宁地区与内蒙古阿拉善左旗毗邻地带的汉代岩画、石刻和墓葬，现多在沙漠之中；卫宁地区明长城多已沙埋；唐代所建石空

寺石窟在清代后期被流沙埋没；明代所建洪广营也是到清代沙丘才进入城堡。

（二）森林变迁

史前时期，宁夏地区森林分布远较今日为广。据植物孢粉分析、出土古木和文字记载，南部六盘山等山地、河谷有大片森林，大致海拔较高处分布着寒温性针叶林（云杉、冷杉、落叶松），六盘山北部以中温性针叶林（圆柏、油松）占优势，山地下部和河谷分布以辽东栎及朴、榆、桦、连香树、槭、杨等组成的落叶阔叶林。黄土高原原面上既有宽广草地，也有灌木林和小片岛状乔木林，呈疏林灌丛草原景观，其中位于东南部乔木较多，越向北乔木越少。北部贺兰山地油松山杨林层下限在海拔1700米上下，比今下移300米。宁夏平原、灵盐台地的河湖沿岸、低洼湿地分布有乔灌林丛，如桦、栎、柳等。

秦汉时期，宁夏地区农业第一次大规模开发，农业人口剧增，不少林地变农地，“民以板为室屋”，加上战争，使河谷和黄土原面上的林木首先遭到破坏，水土流失加重，马连河被称为“泥水”，东汉光武帝曾下诏严禁伐木。另一方面也开始人工造林，公元5世纪初，大夏国在薄骨律城建“果城”，北魏时仍遗桑果余林，唐代犹存桃李千余株。北魏时原州（今固原地区）已有蚕桑。唐代宁夏地区农业再度大开发，由唐诗“贺兰山下果园成……水木万家朱户暗”可知灌区林果业之盛。但肃宗于灵武登基，营建宫殿，大造战舰、船只，林木消耗剧增。宋初至明初气候趋于凉干，使森林范围缩小。西夏在宁夏北部立国，广建宫室、离宫、寺院，巨木良材取之贺兰山中。宋、金为与西夏对抗，在六盘山两侧列屯置堡，坡地开垦，战争频繁，森林锐减。

唐代后期至西夏时期为宁夏森林第二次大破坏时期。元明两代，随军屯、军牧和民屯扩大，木材、柴炭交易发展，森林受到农垦、放牧和伐木樵采多重影响，黄土原上乔灌木砍伐殆尽，贺兰山浅山地带已无木可伐。六盘山北段、贺兰山北段在明代中叶后成为濯濯童山。

明代后期、清代初期是人口大增长、农垦大发展时期，也是森林被全面破坏时期。六盘山“苍松万树，蔚为深秀”的寒温性针叶林景观荡然无存，代之而起的是次生林、迹地、坡耕地和撂荒地。清末固原地区已陷入“官树砍伐罄尽，山则童山，野则旷野……薪已如桂”的困境。灵盐台地因大兴垦殖，植被破坏更甚。清末贺兰山曾发生 11 次以上森林火灾，有的延烧数月，殃及 9 条山沟。宁夏北部灌区所需木材只能到甘肃砍伐编筏下放。

（三）生物多样性变化

历史时期内，由于植被减少、退化，生态环境恶化，生物多样性也向简单化发展。六盘山及其周围地区古代以云杉、冷杉、落叶松为优势种的寒温性针叶林全部消失，南华山原有的云杉、山杨等树种也不复存在。古代贺兰山有冷杉、铁杉、榛、栎等成分，均早已绝迹。贺兰山、罗山林区清末尚有较多白桦，现已成稀有树种。大果青扦、贺兰山丁香、蒙古扁桃、胡杨等树种已成为珍稀种或濒危种。

由于气候持续干化、森林火灾，以及人类的不合理活动——滥采乱伐、超载过牧、滥施捕猎和适宜栖息环境的缩小或破坏，危及动物生存，贺兰山地区原有的虎、雪豹、金钱豹、野猪、野牦牛、狍、豺、野骆驼、野马、野驴、獭、龟、白鹤、鸚鵡等种群已经绝灭或迁移他处，盘羊、黄羊、马麝、黑鹳、白尾海鵰种群数量大幅度下降甚至濒危。

（四）环境演变的南北差异

经济发展是否与人口、资源、环境相协调，决定着生态系统的演变方向。历史时期中，特别是明末清初以后，宁夏北部和中南部基本反映了两个不同的演变方向。北部宁夏平原引黄灌区，人们利用引黄灌溉的有利条件，把原先的草原生态系统改变为绿洲生态系统，在开发过程中注意对原生盐土的改造和次生盐渍化防治，发扬田牧兼营的传统，发挥人工林网维护绿洲稳定性的作用，使生态环境总体上向良性循环方向转化。但因某些不合理的开发利用，也导致次生盐渍化和沼泽化、局部沙化、野生动物减少等不良后果。中南部地区，则由于干旱多风、地表多砂层、黄土等松散物质、夏秋多暴雨等不利自然因素，以及人口增长过快和开发过程中对土地的不合理利用，地表失去植被保护，广种薄收、掠夺式的生产方式导致草原退化、土地沙化，水土流失过程加速、加重，使环境向恶化方向发展。

三、生态环境特征和主要问题

（一）区域生态环境的基本特征

宁夏大部分属干旱半干旱地区，全区平均年降水量 292 毫米，比黄河流域平均值 478 毫米少 39%，不足全国平均值一半。地表水资源量（河川径流量）9.7 亿立方米，折合径流深 18.7 毫米，不足黄河流域平均值的 $1/3$ ，不足全国平均值的 $1/10$ 。包括地下水在内的水资源总量 11.7 亿立方米，平均产水模数为每平方千米 2.27 万立方米，人均占有水量 215 立方米，耕地亩均占有水量 62 立方米，均属全国最少省区。水分条件是控制宁夏

生态环境的主导因素，由此形成了以下基本特征：

1. 以草原生态系统为主的生态类型的多样性

宁夏处于东部季风区和西北干旱区、黄土高原和鄂尔多斯高原的交汇过渡地带，自南而北呈现温带半湿润区森林草原、半干旱区干草原、干旱区荒漠草原和草原化荒漠的地域分布，加上垂直地带性和非地带性因素影响，形成复杂多样的环境条件，包括森林、草原、荒漠、水域、旱作农田、灌溉农田、城镇等各类生态系统。在干旱半干旱气候控制下，以荒漠草原和干草原为主要生态类型，草原面积约占全区面积一半，而占 1/4 的农田也大多系开垦草原而成。

2. 以区域环境容量低为特点的生态系统的脆弱性（不稳定性）

宁夏位处黄土高原与腾格里沙漠、毛乌素沙地之间，干旱多风（中部地区风速 ≥ 17 米/秒的年大风日数平均 24 天 ~ 30 天），植被稀少（1995 年森林覆盖率仅 6.4%），水蚀、风蚀活跃，环境容量较低，环境的自我修复能力和自然净化功能差，极易发生生态破坏或环境污染，亦即抗御自然灾害和人为破坏的能力薄弱，生态稳定度小，多数地区一旦遭受破坏、污染，要恢复到原有水平十分困难。宁夏又正处我国北方长城沿线生态脆弱带上，该带对气候变化特别是干湿的中长期波动和年际异常的反应特别敏感。加以原本自我调节能力较强的森林、草原生态系，在千百年来人为干扰下，其比重日趋缩小，次生性显著，更加剧了生态脆弱性和自然灾害多发性。

3. 在水分条件制约下自然生态系统生物生长量的低产性

宁夏水热组合不协调，北中部光热多、水分少，南部则相反。在干旱影响下，土壤微生物活动微弱，有机质含量低，限制了物质能量循环的速度和强度，加之系统结构单一，外部输入

少，导致系统整体功能低下。天然林、草原、水域等生态系统的生物生长量，均显著低于全国平均水平，如天然林木年生长量每公顷约 1.5 立方米，全国平均值为 1.84 立方米；湖泊池塘年产量平均每亩 13 公斤，全国为 36 公斤；旱作农田作物产量亦远低于全国平均值，以谷子计，年亩产 39 公斤，全国为 124 公斤（以上均为 1985 年数据）。以本区面积最大的草原生态系统来说，草原群落数量特征普遍偏低，如覆盖度约 30% ~ 60%，每平方米植物 12 ~ 15 种，干草原、荒漠草原亩产草量分别为 79 和 53 公斤，远低于全国同类型的平均水平（100 ~ 300，67 公斤 ~ 134 公斤）。由此，土地的人口承载能力偏低，据测算，宁夏固原地区人口数已超过国土可能承载的人口容量。

4. 在人类活动影响下，局部地区人工绿洲生态系的有序化、高效性以及全区总的环境演替趋势的退化性

宁夏北部引黄灌区、中部扬黄灌区以及城镇居民点，因稳定输入大量水分和人类长期经营，形成独特的人工绿洲生态系统，结构复杂化、有序化，系统功能和环境质量比原自然生态系统大大提高，水稻亩产 548 公斤，高于全国平均值（358 公斤）。说明人类合理的活动有可能使原来脆弱的生态环境得到改造，使系统稳定、协调、高效地运行、发展。但多数地区由于过去人口失控和沿用历史上掠夺式的土地利用方式，土地利用结构极不合理，广种薄收、靠天养畜，导致滥垦、过牧、乱采伐，植被退化、缩减，水土流失加重，原本脆弱的生态环境进一步恶化，因而表现为人口、资源、环境间的恶性循环。

（二）重大环境问题

宁夏生态环境退化、恶化，包括生态破坏、环境污染两方面，突出表现为下列五大环境问题：

1. 水土流失

据 1990 年宁夏土壤侵蚀遥感调查，宁夏轻度侵蚀以上的水蚀面积 22897 平方千米，占全区总面积 44.2%，远高于全国的比重（18.6%）。其中侵蚀模数 > 5000 吨/平方千米·年的严重流失区达 8409 平方千米。全区地面径流年输沙量平均 1 亿吨。（参见“宁夏水土流失分区图”）水土流失冲走表土，蚕食耕地，带走养分，据宁南七县（不包括泾源县）土壤普查资料计算，每年流失有机质约 110 万吨，全氮 8.1 万吨，全磷 8.4 万吨。还诱发滑坡、崩塌、泥石流等灾害，破坏道路、村庄，淤积河床、渠道、水库，加重水旱灾害，增大黄河含沙量。土壤水蚀主要发生在南部黄土丘陵和土石山区，占全区水蚀面积的 76%。目前已治理面积 5100 平方公里，治理度为 22.3%。（图 1）

2. 土地沙化

宁夏轻度侵蚀以上的风蚀面积 15976 平方千米，土地沙化面积（据 1995 年宁夏沙质荒漠化普查）12568 平方千米，占全区总面积 24.3%，高于全国风蚀面积的比重（19.6%）。其中流动沙丘 2069 平方千米，半固定沙丘 2335 平方千米。土地沙化造成表土吹蚀和土壤养分流失、植被退化、干旱加剧，埋压农田、道路、村庄，增大黄河含沙量等诸多危害。如盐池县每年有 8 万亩以上农田遭风沙危害而减产，每年春季的沙尘暴导致人畜伤亡、作物沙埋、恶化大气环境和其它经济损失。土地沙化主要发生在中北部荒漠草原和草原化荒漠地带。天然草场中退化草场占 97%，沙化草场占 24.9%。目前已治理沙化面积 3400 平方千米。

3. 土壤盐渍化

多发生于北部引黄灌区以及清水河沿岸和盐池扬黄新灌区，其中以银川平原北部尤为严重。盐渍化耕地大多为排水不畅、地

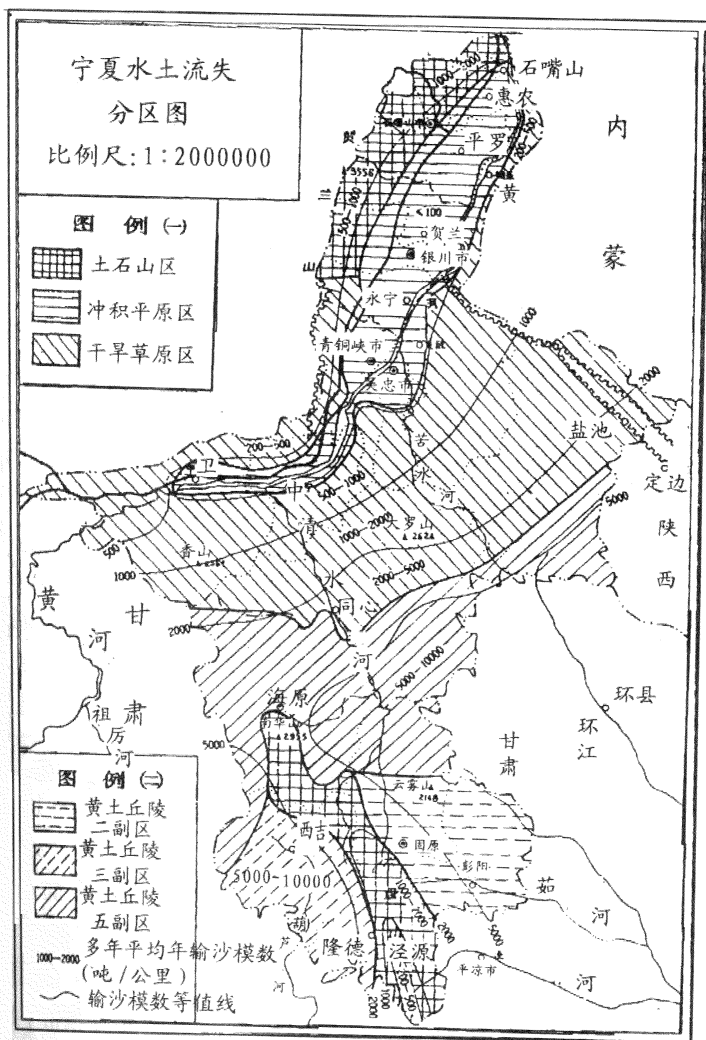


图 1

下水位过高、表层盐分积聚、肥力较低的中低产田，特别与大水漫灌、灌溉管理水平低有关。新中国成立以后，盐渍化耕地比重一直在 42% ~ 67% 之间波动。近年来经连续整治，包括推行节水灌溉、改善排水设施等措施，目前尚有盐渍化耕地 8.67 万公顷，占灌区耕地面积 26.6%。

4. 自然灾害

宁夏作为自然灾害多发地区，灾害种类多、分布广、频率高、强度大。属地质地貌类灾害有地震、滑坡、侵蚀、流沙、高氟地下水等；属气候水文类灾害有干旱、暴雨、洪水、泥石流、霜冻、寒潮、冰雹、沙尘暴、干热风、连阴雨、低温冷害等；属生物类灾害有鼠害、虫害、作物病害等。干旱和地震是危害最严重的两种自然灾害。频度最大的干旱，据公元 1425 ~ 1990 年的 566 年统计，偏旱以上年份 323 年，平均 1.8 年一次；旱年、大旱年 137 年，占 24.2%，平均 4 年一次；特大旱年 40 年，占 7.1%，平均 14 年一次，民间有“三年两头旱，五年一中旱，十年一大旱”之说，对宁夏中南部地区农业生产和群众生活影响极大。

5. 环境污染

由于资源开发利用不当，能源消耗过大，以及高耗能、重化工为主的产业结构，宁夏环境污染形势日趋严峻。全区 1995 年废水排放量 13366 万吨，其中工业废水 7813 万吨，处理率 67.1%，排放达标率仅 50.4%，分别比全国平均水平低 9.7 和 5.1 个百分点；生活污水全部未经处理排放，使黄河水质低于Ⅲ类水体标准，地下水也已受到不同程度污染。大气污染有加重趋势，城镇大气中总悬浮微粒年均值浓度为全国北方城市平均值的 1.3 倍，银川市大气污染指数达 165，空气质量级别为Ⅲ级，在全国重点监测空气质量的 46 个城市中倒数第二。城市大气二

氧化硫年日均值也已超标。1995 年工业固体废物产生量 397 万吨，累计堆存量 2778 万吨，占地 749 万平方米，综合利用率仅 33.4%，低于全国平均 10 个百分点。煤矸石堆积如山，对土、水、气造成严重污染。化肥、农药、农用地膜对土壤的污染也迅速上升，粮食、蔬菜、水果、水产品均已受到重度污染，对人民健康造成极大威胁。

（三）生态环境分区评价

按照宁夏的区内环境差异、生态系统类型、重大环境问题和整治方向，可将全区划分为五个生态环境区（图 2）：

1. 贺兰山林草保护区

本区以贺兰山为主体，东界沿 1300 米 ~ 1400 米等高线，西以分水岭为界，包括惠农县、石嘴山市石炭井区、大武口区、平罗县、贺兰县、银川市郊区、永宁县的西部贺兰山地，南北长 200 余公里，东西宽 10 公里 ~ 20 公里，总面积 2070 平方千米。为我国东部季风区域与西北干旱区域、温带草原与温带荒漠、外流区与内流区、农牧交错区与牧区之间的重要自然界线，在相当程度上防护着新、甘、内蒙古戈壁沙漠的风沙和寒流侵袭，构成银川平原的生态屏障。

本区中南段为海拔 1500 米 ~ 3556 米的石质山地，降水 200 毫米 ~ 400 余毫米，低温湿润。海拔 2000 米 ~ 3100 米的阴坡为针叶林、针阔混交林带，其余为疏林、灌丛、草甸、草原。因林牧矛盾导致下部疏林向灌丛、疏林草原退化。应实行封山育林，加强国家级自然保护区和国家森林公园建设。

北段为海拔 1400 米 ~ 2181 米的低缓山地，降水 170 毫米 ~ 250 毫米，包括疏林、灌丛、荒漠草原；北端石炭井周围为 1300

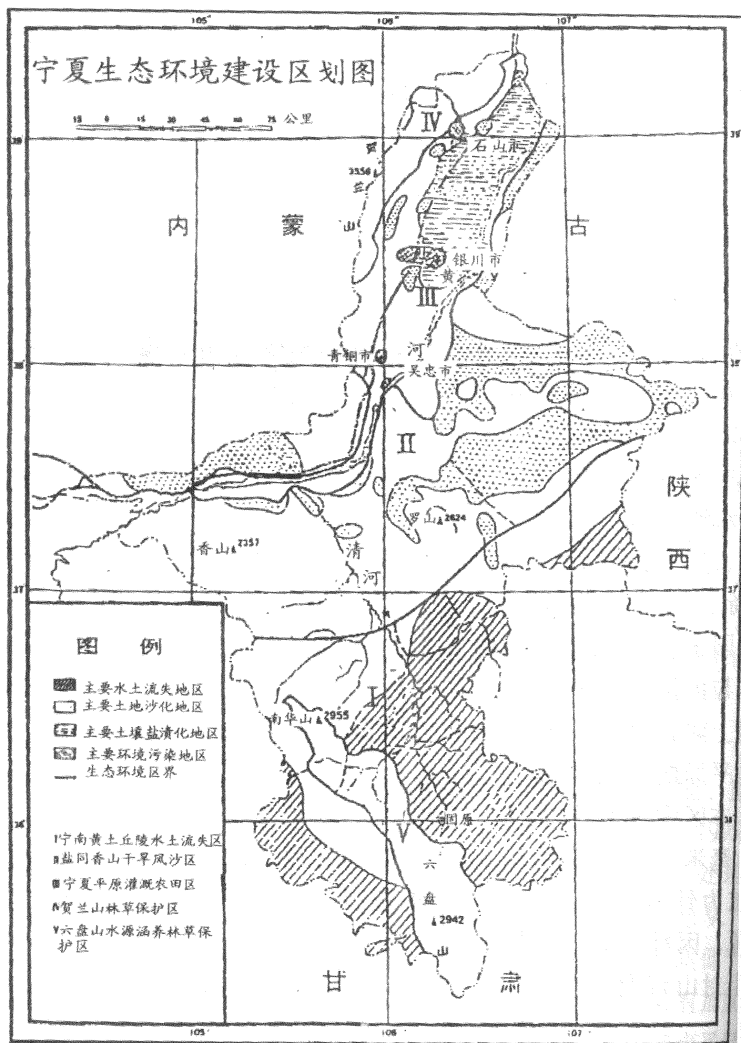


图 2

米~1900米的平缓丘陵谷地，降水<180毫米，是植被覆盖度10%左右的草原化荒漠。由于强烈的风蚀、剥蚀，过度放牧和水土流失，导致灌丛、草原严重退化，北端形成大片浮沙地和沙丘地，应限制放牧，严格保护荒漠和草原植被，封育疏林、灌丛。

2. 宁夏平原灌溉农田区

宁夏平原南起沙坡头，北至石嘴山，包括石嘴山市、银川市和吴忠市利通区、青铜峡市、灵武市、中宁县、中卫县的平原灌区，总面积9608平方千米，其中贺兰山东麓洪积倾斜平原2733平方千米。该区是宁夏经济社会发达地区，全区政治、经济、文化中心银川市，以及地级市吴忠、石嘴山，县级市青铜峡、灵武均在本区。

本区南部为海拔1100米~1300米的冲积平原，灌排方便，作物高产，但土壤有机质和磷素不足，局部地区土壤盐渍化；北部为海拔1090米~1100米的冲积平原，地势低洼，土质粘重，排水不畅，耕地土壤次生盐渍化严重，经多年治理情况有所好转；西部为海拔1100米~1500米的山麓洪积平原，地表物质粗松，上部为天然草场，下部部分辟为林地、耕地，易受贺兰山山洪侵袭，扇缘部分地区有沙地分布；银川、石嘴山、吴忠市等城市生态系则人口、产业密集，“三废”污染相当严重。

环境整治重点是：推行灌区节水改造工程，实行渠井结合灌溉，推广先进高效节灌技术，加强水资源管理，较大幅度减少黄河引水量，降低地下水位，从根本上整治次生盐渍化；农牧结合，培肥土壤，提高土壤肥力；加强“三废”污染防治，合理施用化肥、农药，控制白色污染；完善贺兰山东麓山洪治理工程，加强黄河河道整治；建设山麓生态防护林、黄河护岸林、农田防护林网体系和绿色通道工程；在平原边缘沙区因地制宜发展沙产业；全面提高城市生态环境质量。

3. 盐同香山干旱风沙区

本区包括盐池县中北部，同心、海原县北部，灵武、中卫、中宁、青铜峡和吴忠市利通区的山区部分，总面积 22659 平方千米，其中土地沙化面积约占一半。是全区土地、能源资源比较丰富的地区，但水资源最贫乏，地广人稀。

本区东部为海拔 1200 米 ~ 1700 米的灵盐台地，降水 200 毫米 ~ 300 毫米，荒漠草原上第四纪砂层广布，过牧、乱垦、滥樵采导致草原普遍退化，沙化发育，为毛乌素沙地一部分；中部为海拔 1300 米 ~ 2356 米的同香山地、山间平原，降水 180 毫米 ~ 300 毫米，荒漠草原退化突出，覆盖率 20% ~ 50%，小灌木、半灌木成分增加，具有向荒漠过渡的植被特征；其中罗山为海拔 1900 米 ~ 2624 米山地，降水 300 毫米 ~ 400 毫米，2200 米以上阴坡为针叶林带，其余为灌丛、草原，因林牧矛盾使森林缩减；西部为海拔 1400 米 ~ 1687 米的卫宁北山低缓山地，降水 < 210 毫米，植被稀少，为超旱生植被群落的草原化荒漠，并有腾格里沙漠的大片沙丘。

本区要针对植被严重退化的现实，大力保护林草，实行封沙育草、封山育林；对土地沙化进行综合治理，通过营造灌木林、改良天然草场、培育人工草场和发展沙产业，严禁超载过牧、种撞田、滥挖甘草，以控制土地沙化；除灌溉耕地外，其余耕地逐步退耕还草还林；加强罗山、白芨滩等自然保护区建设。

4. 宁南黄土丘陵水土流失区

包括彭阳县全部，固原县中北部、西吉和隆德县中西部、海原和同心县中南部、盐池县南部，总面积 13542 平方千米，其中侵蚀模数 > 5000 吨/年·平方千米的严重水土流失区达 7641 平方千米，占一半以上。为海拔 1450 米 ~ 2400 米的黄土丘陵、盆地和河谷平原，南部降水较多达 400 毫米 ~ 550 毫米，北部仅 300

毫米~400毫米，清水河、茹河、洪河、葫芦河河谷平原为农业精华带，丘陵、盆地上旱作农田与长芒草、芨芨等干草原、灌丛草原、草甸草原交错分布。人口超载，过度开垦，四料（燃料、饲料、肥料、木料）俱缺，地表植被破坏，加重了水土流失。

今后应严格控制人口增长，并适当移民，发展劳务输出；以退耕还林还草和建设梯田、沟坝地为突破口，进行山、水、田、林、草、路、村的小流域综合治理；充分利用太阳能、风能、沼气等新能源，逐步发展薪炭林和增加煤、电使用；调整农村产业结构与生态建设、脱贫致富紧密结合；开发利用地下水与充分利用降水、合理利用地表水相结合，解决人畜用水、灌溉用水和生态用水。

5. 六盘山水源涵养林草保护区

本区以六盘山、南华山为主体，包括泾源县全部，固原、隆德、西吉、海原县部分地区。总面积 3921 平方千米，是泾河、清水河、葫芦河等河流的发源地。本区气候湿润，生物资源丰富，号称黄土高原“湿岛”，宁夏重要的动植物基因库，国家级水源涵养林自然保护区和国家森林公园。其中六盘山南段为海拔 2000 米~2942 米的土石山地，降水 550 毫米~815 毫米，有大片杨、桦、栎等次生阔叶林和杂类草草甸，谷地有旱作农田；北段为 2000 米~2928 米山地，降水 400 毫米~600 余毫米，有灌丛、草甸和旱作农田；南华山为海拔 1800 米~2955 米山地，降水 400 余毫米，为草甸和长芒草草原。

因利用不合理和林牧矛盾，使北部灌丛、草原严重退化，南部山地下部的疏林地、灌木林遭受破坏，林木盗伐也较严重，以致引致中度水土流失。要结合自然保护区和国家森林公园建设，严格封山育林、封山育草，通过飞播、人工造林等途径，扩大林区范围；通过人工种草和改良天然草场，限制放牧，改善生态环

境；除少数适宜种植的农田外，绝大部分坡耕地退耕还林还草；妥善处理发展生态旅游和保护生态环境的关系。

四、生态环境保护治理的主要成就和经验

新中国成立后，尤其是改革开放以来，在国家的大力扶持下，宁夏人民发扬艰苦奋斗精神，为保护和治理生态环境作出不懈努力，取得重大进展，使局部生态环境有一定改善，为今后进行生态环境建设打下了初步基础，提供了宝贵经验。

（一）水土流失的综合治理

宁夏的水土保持工作，经历四个阶段：1949—1956 年零星进行；1957—1972 年全面开展；1973—1977 年边治理边破坏较严重；1978 年以来，在“预防为主，治管结合，全面规划，因地制宜，综合防治，注重效益”的方针指导下，开展科学试验、调查、规划，加大投入，形成了以小流域为单元的综合、连续、集中治理的新局面。特别是近些年开展大规模的以坡地改梯田为中心的基本农田建设工程，窑窖集水节灌工程，把扶贫开发与水土保持结合起来，生物措施与工程措施结合起来，以基本农田为主的温饱工程、经济林为主的致富工程、林草为主的生态工程与井窖为主的集流节灌工程结合起来，加之近几年暴雨洪水偏少，土壤流失量有所下降。其中彭阳县干群合力，苦干实干，治管并重，严格执法，治理小流域 56 条，修基本农田 76 万亩，营造水保林 81 万亩，森林覆盖率由 3% 提高到 13.2%，种草保存面积近 20 万亩，新修水保工程 3000 多处，水土流失治理程度达 50.5%，年减少泥沙流失 400 多万吨，取得了生态环境改善、农村经济发展、农民收入提高的显著成效，最近被国家水利部授予

全国水土保持生态建设示范县称号。

中科院水土保持研究所在固原县河川乡上黄村、北京林业大学在西吉县马建乡黄家二岔建立的长期定位试验示范科研基点，为宁南黄土丘陵水土流失综合治理创造了成功经验，成为国家级水土保持科研基地。上黄基点首先以调整农林牧结构为突破口，退耕还林还草，实现“三化两提高”，即坡地梯田化、宜林荒山绿化、平川地初步高效集约化，农民文化科技素质提高，生态经济效益不断提高，初步建立良性农业生态系统；然后在生态、生产条件基本改善的基础上，提出“深施化肥、以肥调水”和发展以“冬麦改制”为中心的旱作农业增产技术体系，提高土地产出率；第三步是以调整土地利用方向、发展种草养畜和庭院经济为突破口的高效集约化农业，实现初步小康。黄家二岔基点建立了以坡面和沟道两大生物工程措施系统为主的水土流失综合防护体系，大力造林种草、兴林兴牧，以改善生态环境、提高土地生产力为中心，建立小流域综合治理技术体系和人工生态经济系统的动态优化模式，从而促进了农林牧全面发展，建成了高质量的小流域综合治理示范样板。他们建设生态农业、实施可持续发展战略的经验正在宁南黄土丘陵区逐步推广。

（二）控制草原退化和土地沙化

宁夏在土地沙化治理方面，取得了举世瞩目的成就。据宁夏林业勘察设计院调查分析，1949年全区沙化面积1284003公顷，1960年1296043公顷，1970年1326590公顷，1990年1269375公顷，1995年1256777公顷，表明70年代以前土地沙化呈加重趋势，70年代以后呈减轻趋势，成为中国唯一的沙化逆转省区。具体措施是：对退化草场进行划管封育、封山育林、封沙育草，退耕还林还草，人工造林种草，飞播造林种草，开发扬黄灌区、

地下水灌区以水治沙、发展沙产业，形成防、治、用一体化治沙工程体系。

中科院兰州沙漠研究所与当地科技人员共建的盐池县柳杨堡乡沙边子村沙漠化土地综合整治基地，以整治沙害、治理环境为基础，设置草方格，植树防沙，压缩耕地面积，固定基本农田，发展节水农业，提高粮食单产，建设人工草地和天然草原补播改良、围栏封育等措施，建起良好的草地农业生态系统。该村的全国环保百佳先进个人白春兰，20年治沙、造林、种草1000多亩。宁夏农科院等单位承担的盐池县北六乡沙漠化土地综合整治项目，按照“以治理带开发，以开发促治理”的思路，实行沙、水、田、林、草、路综合治理，农、林、水、牧、果、药综合开发，累计治理沙化土地130万亩，农民人均纯收入增加200多元，涌现出百余治沙造林大户。近年来，对人工造林种草难以进行的明沙丘飞播花棒、杨柴、沙蒿、柠条等适生树（草）种，加上封育、围栏等保护配合，已成为沙化土地整治的主要措施，1997—2000年在干旱风沙区飞播造林近百万亩，效果显著。

中科院沙漠所还在中卫县沙坡头设有沙漠研究站。1956年以来，为保障包兰铁路穿越腾格里沙漠40余公里路段畅通，经科技人员多年试验和综合治理，实行机械固沙（麦草方格沙障）和植物固沙结合，林草建设和开发沙产业结合，沙海中出现了绿色走廊和沙漠农场，创造出世界治沙史上一个成功范例，号称“沙海明珠”。近年来，企业资本与高新科技结合发展沙产业正方兴未艾，其中广夏公司与宁夏水科所合作，采用先进节水灌溉技术，在贺兰山东麓沙丘地上开发的2万亩麻黄基地、3万亩酿酒葡萄基地，目前已郁郁葱葱，收到了巨大的生态效益和经济效益，被中外专家誉为治沙新方向。

（三）林业和自然保护区建设

新中国成立后，50年代曾实行封山育林，六盘山、贺兰山等地林草自然更新良好，表明保护能促进植被恢复，保护也是生产力。1980年以后，宁夏被划为国家“三北”防护林工程体系的重要地段，政府把种树种草、防风固沙、改善生态环境，作为宁夏农业基本建设的第一位任务，组织科技人员调查、规划，确定了发展林业以营造防护林（包括农田防护林、防风固沙林、水土保持林、水源涵养林、草原防护林等）为主，因地制宜发展用材林、经济林、薪炭林的总方向。全区林业面积由1977年的103万亩增加到1995年的551万亩，森林覆盖率由2.58%提高到6.37%。南部山区（黄土丘陵和六盘山地）实施了六盘山及其外围地区针阔混交水源涵养用材林基地、两杏一果扶贫开发工程和黄河中游防护林工程建设；中部风沙区营造防风固沙林、草原防护林，盐池县北部森林覆盖率由9.5%提高到24%；北部川区（引黄灌区）实施了第二代高标准农田林网、贺兰山东麓生态林业工程、以水果为主的兴果富民工程和优质名牌枸杞基地建设，林网植树6000多万株。

目前，全区已建立自然保护区8处，面积12.43万公顷，占全区国土面积2.4%（表1）。

目前已初步形成以环保部门综合管理与其他有关部门专业管理相结合的自然保护区管理体制，在保护有价值的生态系统和生物多样性方面取得了一定成绩。

（四）改良盐渍化土壤

在宁夏引黄灌区开发过程中，劳动人民创造了引黄淤灌、开沟排水、种稻洗盐等一整套改良原生盐土和控制土壤次生盐渍化

表 1 宁夏已建自然保护区

名称	面积 (公顷)	主要保护对象	类型	级别	批建 年份	主管 部门
贺兰山	61000 (157000)	森林生态系统及珍稀动植物	森林生态	国家级	1988	林业
六盘山	26667 (67000)	野生生物及水源涵养林	森林生态	国家级	1988	林业
沙坡头	13722	自然沙生植物及人工植被、野生动物	荒漠生态	国家级	1994	环保
白芨滩	1300	天然柠条母树林及沙生植被	森林生态	国家级	2000	林业
罗山	8900	水源涵养林及自然综合体	森林生态	省级	1982	林业
云雾山	4000	干草原生态系统	草原草甸	省级	1985	畜牧
沙湖	4247 (5580)	湿地及珍禽	内陆湿地	省级	1997	农垦
石峡沟	4500	泥盆系地质剖面及古生物群	地质遗迹	省级	1990	国土资源

注：括号内数据为规划调整面积。

的经验，以及稻旱轮作、扩种耐盐作物、农牧兼营、渠岸造林等措施，使灌区生态环境总体上向良性化发展。新中国成立后的 50 年代后期，因灌溉面积增长较快，过量引水、大水漫灌，以及银北无计划扩大种稻，加重了次生盐渍化。70 年代初期，灌区自流排水系统逐步完善，银北排水不畅地区实行机井抽水、电排站与排水沟相结合，实现灌排基本平衡。近年来，通过灌区的农业综合开发项目，疏浚挖深排水沟，推广暗管排水，特别是实行完善渠道衬砌、水稻控水节灌等一系列工程技术措施，较大幅

度降低灌溉定额，同时采取改善农田防护林网、增施有机肥料等生物措施和农田耕作措施，灌区大部分地段潜水位有所下降，土壤进入脱盐过程，盐渍化耕地比重下降，土壤水盐运动开始向良性循环转化。

（五）防灾减灾

在各种生态性灾害中，干旱是长期困扰宁夏中南部生产、生活的严重灾害。包括可利用黄河过境水资源量 40 亿立方米在内，全区水资源可利用总量 46.7 亿立方米。按国际通用的人均年耗水低限值 1000 立方米计算，则宁夏水资源仅可承载 467 万人，即 1999 年底已超载 76 万人。人口超载的代价，表现在南部山区有些地方缺水严重，饮水和农业、城镇用水不足，全区年缺水约 10.6 亿立方米。严重缺水地区有两类：一是固原东部、西吉西部、同心中北部、盐池等地，干旱年河道断流、地下水位下降、泉井干涸；二是盐池、同心等苦咸水、高氟水地区。新中国成立后，通过打井、打水窖，建塘坝、涝池，管道供水、扬黄供水工程，以及氟病区改水等，使 90 万人解决了饮水困难，新开发水浇地 100 多万亩。特别是近几年提倡充分利用三水，大搞坡地改梯田利用降水，发展坝系农业拦蓄地表水，打水窖 37 万多眼蓄集降水径流，打机井 9000 多眼利用地下水，还通过发展地膜覆盖技术、节水灌溉技术等提高水资源利用效率。目前正继续进行以勘探、利用地下水、彭阳长城塬等引水工程，以及打水窖、建设村落自来水工程等为主要内容的“生命工程”，以解决现有 34 万人、23 万头牲畜的饮水困难问题。

贺兰山暴雨山洪是威胁东麓农业、交通和银川、石嘴山两市安全的重要灾害。80 年代以来全面实施山洪防治规划，包括山洪沟道的导洪工程，拦蓄洪水的滞洪区工程，以及泄洪沟道工

程，经受了百年一遇特大山洪的考验，发挥了重大作用。但仍存在系统化防洪功能差、个别工程标准低、老化失修设施多、部分配套工程不完善等问题。

（六）防治环境污染

近些年来，自治区党委、政府坚定不移地贯彻落实环境保护基本国策，广大干部、群众的环保意识显著提高，工业污染防治力度不断加大，环境质量相对稳定。一是环境保护走上法制轨道，自治区已颁布有关环境与资源保护的法规 16 项，各市县颁布环保行政措施 30 多项，每年开展环保执法检查，形成制度；二是工业污染防治初见成效，到 1995 年底，县及县以上企业工业废水处理率达到 67.1%，工业废气处理率达到 74.6%，工业固体废物综合利用率达到 33.4%，对 26 家企业 68 个项目重点污染源限期治理，取缔关停了一批污染严重的小工业污染源，进一步限制发展高耗能、高污染项目，环境保护的宏观调控能力有所增强；三是城市环境质量有所改善，“八五”期间，自治区政府四次与市县政府、有关工业部门签订了环保目标责任书，有力推动了城市环境综合整治，主要城市建成烟尘控制区 50 平方千米，噪声达标区 40 平方千米；城市绿地覆盖率由 8.7% 提高到 19.8%；大力推广清洁能源、集中供热，提高型煤普及率，银川、石嘴山市城市气化率分别达到 81.1% 和 45%，集中供热率分别达到 52% 和 42.1%，生活垃圾基本实现了定点堆放、集中拉运、集中处理；四是环境管理体系初具规模，区、市、县三级环境监测站以及重点工业行业、大中型的环境监测站相互配合，开展大气、地表水、地下水、噪声、生物和重点污染源监测，各级环境监理站成为主要的环境执法队伍，环境科技和宣传教育也发展较快。

五、生态环境建设战略规划纲要

(一) 指导思想

宁夏生态环境建设的战略指导思想是：高举邓小平理论伟大旗帜，把生态环境建设作为实施西部大开发战略的根本任务和切入点，认真贯彻落实中央“退耕还林（草）、封山绿化、以粮代赈、个体承包”的方针，从区情出发，遵循自然规律和经济规律，围绕我区生态环境的突出问题，以科技为先导，以治理水土流失和土地沙化为重点，以宁南山区退耕还林还草为突破口，着重抓好小流域综合治理，因地制宜，防治并举，提高干部、群众的生态环境意识，增加生态环境建设投入，全面改善城乡环境质量，生态建设与调整经济结构、扶贫开发、发展生态农业紧密结合，逐步实现生态效益、社会效益、经济效益的统一，促进全区经济社会可持续发展。

为此，必须遵循以下基本原则：

第一，坚持全面规划、突出重点、分步实施、先易后难、试点先行、稳步推进、因地制宜、分类指导、实事求是、注重实效，不搞一刀切，不急功近利，既要有长期奋斗的科学安排，又要有分阶段的明确目标，层层建立各级政府目标责任制。

第二，坚持生态环境建设与资源合理开发、农民脱贫致富、区域经济发展相结合，在确保生态目标实现的前提下，切实解决好退耕农户的吃饭、烧柴、增收等实际问题。

第三，坚持生态环境法律、法规保障体系建设，加大法制宣传教育力度，作到家喻户晓，真正使生态环境保护、治理有法可依，执法必严，违法必究。

第四，坚持政策引导，依靠广大群众，广泛动员全社会的力量共同参与，建立多元化的投入机制，多渠道筹集生态环境建设资金，决不搞强迫命令、摊派收费。

第五，坚持依靠科技进步加快生态环境建设进程，广泛吸收、利用区外、国外的先进技术，按照试验、示范、推广的程序，保证各个环节科技服务、科技培训到位，不断提高生态环境建设的科技含量。

第六，坚持项目建设管理制度，科学规划，精心设计，认真施工，严格质量管理，使每项生态环境建设工程长期发挥应有的效益。

（二）奋斗目标

1. 总体战略目标

动员和组织全区各族人民，用大约 50 年左右的时间，保护和建设好贺兰山、六盘山、罗山等天然林区，加快以防护林为主的人工林建设，使全区森林覆盖率接近全国平均水平；南部不适于耕种的坡耕地和中部不适于耕种的风沙旱耕地全部退耕还林还草，其他坡耕地建成高标准水平梯田，同时加快以小流域为单元的综合治理，使全区水土流失得到基本治理；天然草地实行封育、轮牧，严禁乱垦、过牧、滥樵采，加大改良草地和人工草地的建设力度，使草场植被得到有效恢复，土地沙化得到基本治理；整修改造灌区水利工程，节水灌溉技术普遍推广，水资源利用率显著提高，改良盐渍化土壤；加强自然保护区建设，保护生物多样性。建立比较完善的生态环境监测网络，大部分地区农业生产条件和生态环境明显改善，群众生活质量较大幅度提高，为经济社会可持续发展再造一个山川秀美的新宁夏。

2. 近期目标

从现在起到 2010 年，坚决控制住人为因素对生态环境的破坏，水土流失、土地沙化的治理初见成效，生态环境开始进入良性循环。主要指标：治理水蚀面积 9000 平方千米，累计治理度达到 61.6%，治理土地沙化面积 6500 平方千米，累计治理度达到 61.9%，封山育林 33 万公顷，新增森林面积 40 万公顷，森林覆盖率达到 15%（郁闭度按 0.2 计算，下同），新增人工草地 7 万公顷，改良草地 40 万公顷，退耕还林还草 33 万公顷，新增水平梯田 10 万公顷，建设各类自然保护区，其总面积占全区国土面积 12.3%。

从现在起到 2005 年，是实现近期目标的关键时期，必须起好步、开好局。要采取切实措施，以退耕还林还草为中心，发展生态农业、节水农业，建设一批水土保持、生态农业、节水农业示范工程，调整土地利用结构和农村经济结构，鼓励农民向二、三产业转移、向城镇集聚，逐步减轻对生态环境的压力，坚决禁止毁林草、开荒、过牧、滥樵采等不合理活动。到 2005 年主要指标：退耕还林还草 16 万公顷，新增水平梯田 5 万公顷，新增森林面积 20 万公顷，封山育林 17 万公顷，新增人工草地 4 万公顷、改良草地 20 万公顷，新增治理水蚀面积 6000 平方千米，累计治理度达 48.5%，新增治理土地沙化面积 2500 平方千米，累计治理度达 36.9%。

3. 中期目标

2011—2030 年，全区生态环境明显改善，农业综合生产能力显著提高，农村经济结构逐步趋于合理，生态环境治理和法规建设基本适应社会主义市场经济发展的要求。主要指标：治理水蚀面积 6000 平方千米，累计治理度达到 80% 以上，治理土地沙化面积 4000 平方千米，累计治理度达 80% 以上，新增森林面积 30 万公顷，森林覆盖率达到 20%，新增人工草地、改良草地 60

万公顷，坡耕地除退耕部分外基本实现梯田化，灌区绝大部分农田实行节水灌溉，重点治理区的生态环境开始步入良性循环。

4. 远期目标

2031—2050 年，建立起基本适应经济社会可持续发展的良性生态系统，全区适宜治理的水土流失、土地沙化地区基本得到有效整治，宜林地全部绿化，林种、树种结构合理，新增森林面积 30 万公顷，森林覆盖率达到 25%， “三化” 草地得到全面恢复，灌区农田实现高标准节水灌溉和农田林网化，全区生态环境得到根本改善。

（三）生态环境建设重点工程项目

1. 南部黄土丘陵和土石山区水土流失的综合治理

①坡耕地退耕还林还草

在深入调研基础上，制定科学规划，将不适合耕种的坡耕地退耕还林还草，相应确定适宜树种、草种，实行草、灌、乔相结合。在实施步骤上，坚持试点示范、稳步推进，10 年完成。

②小流域综合治理

在正治理的 200 多片小流域基础上，进一步向广度深度发展，从每个小流域不同的自然、经济、社会条件出发，制定规划，因地制宜发展多种承包方式，进行山、水、田、林、草、路、村的综合治理，沟坡兼治，适宜耕种的坡耕地全部梯田化，扩大沟坝地等坝系农业。

③打井打窖和节水微灌工程

按照各地不同的降水、地形、地下水储存等条件，科学安排水窖、浅井、深井的建设布局，并与基本农田建设、节水技术推广、作物高产栽培措施紧密结合，提高水浇地比重，做到窖水蓄得上、农田灌得上、作物省水高产，井点布局、井水利用与地下

水补给相匹配,实现水土资源的可持续利用。

④水库整治、扩建和引水工程

对现有中小型水库进行除险加固,扩建新建一批水库,新建固原县东山坡引水工程和彭阳县长城塬引水工程,扩大地表水利用,解决好农业用水、城镇用水和生态用水的统筹规划、管理。

⑤建设宁南黄土丘陵生态农业示范区

因地制宜地推广固原县上黄基点、西吉县黄家二岔基点、彭阳水土保持生态建设示范县等治理水土流失、发展生态农业的典型经验,由点到面,逐步扩大生态农业的试验示范和推广应用。

2. 中北部干旱风沙区草地退化、土地沙化整治

①灵盐陶台地土地沙化整治

在盐池县北部 6 个乡镇土地沙化整治项目基础上,扩大范围,向台地主要沙漠化地区推进,因地制宜地推广沙边子、高沙窝等沙漠化整治模式,点线面结合(城乡居民点、灌区、工矿区等点,铁路、公路沿线地带等线,大片天然草地、沙地等面),推进人工绿洲连片化发展。

②“三化”草地治理

要以严格封育为主要措施,在严禁不合理人为活动的基础上推进退化、沙化、碱化草地的自然恢复,逐步加强围栏、补播、治虫、灭鼠等措施,有计划地建设人工草地。

③风沙旱耕地退耕还草还林

中北部不适于耕种的风沙旱耕地(闯田),要在调整规划的基础上逐步退耕,改为人工草地和灌木林地。

④沙产业开发

针对贺兰山东麓和靠近城镇的沙漠化地区生态特点,制定沙产业发展规划,合理安排葡萄、枸杞、甘草、麻黄、沙棘、红花、啤酒花等种植园和阳光温室产业的建设布局,结合 300 万亩

围栏中药材基地（甘草、苦豆子等）和 100 万亩中药材栽培基地建设，实现沙产业发展与治沙防沙的相互促进。

3. 引黄灌区的改造和深层次开发

①引黄灌区节水改造工程

通过整修水利设施、衬砌渠道、推行渠井结合灌溉，推广小畦灌溉和水稻节水控灌，逐步发展管灌、喷灌、滴灌等高效节水技术，实行灌溉技术、灌溉制度、灌溉管理的系统改造改革，大幅度降低灌区用水量，从根本上防治土壤次生盐渍化，建成节水高效的新型人工绿洲。

②继续建设扶贫扬黄灌溉工程和盐、环、定扬黄工程

加速建设步伐，重视节水林草、节水作物、节水技术、节水制度的大范围应用，把红寺堡灌区、固海扩灌灌区、盐环定工程的盐池灌区和同心韦州灌区建成节水高效的扬黄灌区示范区。

③灌区基本农田保护区的耕地改良保护

大力推行农牧结合，推广秸秆过腹还田措施，发展绿肥，提高施用有机肥比重，合理施用化肥，防治化肥、农药、农膜和工业废弃物对土壤的污染，严格控制占用基本农田保护区的耕地。

4. 林业和自然保护区建设

①城乡造林绿化园林化工程

实行严格的封山育林，大力营造水土保持林、防风固沙林、农田防护林、护岸林，以葡萄、枸杞、蚕桑、沙棘、枣、杏等为主要内容的经济林，实行林纸一体化的速生造纸原料林，沿铁路、公路、渠道、排水沟的绿色通道工程，以及城乡居民点的绿化、园林化工程，充分调动社会各界造林积极性，加紧建设各具特色的生态经济林体系。

②自然保护区建设

新建林业部门主管的南华山等 11 个自然保护区，环保部门

主管的银川湖泊湿地等 5 个保护区，农牧部门主管的黄旗口等 8 个保护区，国土资源部门主管的水洞沟旧石器时期文化遗址等 4 个保护区，水利部门主管的白马黄河湿地等 3 个保护区，连同现有 8 个，合计 39 个，其中国家级保护区 6 个，包括现有的沙湖省级保护区升为国家级，以及新建的青铜峡库区、盐池滩羊两个自然保护区。对现有和规划建设的自然保护区，增加资金投入和科技投入，加强森林、草原、荒漠、湿地等不同类型生态系统的生物多样性保护和地质古生物遗迹保护，重视自然保护和旅游开发的有机结合。

5. 防治环境污染

① 污水处理工程

包括中卫县美利造纸集团、西吉县香吉马铃薯淀粉集团等大污染企业的工业废水处理和废料回收利用工程，银川、石嘴山等城市污水处理工程等。

② 清洁能源工程

包括银川、吴忠、石嘴山等城市民用天然气供气工程，银川、石嘴山、中卫等热电厂工程，大武口、平罗等煤矸石电厂工程，以及太阳能、地热、风能、沼气利用等系列化工程。

③ 废物资源化工程

包括火电厂粉煤灰综合利用，冶金、建材等企业粉尘回收综合利用，锅炉渣综合利用，煤矸石综合利用，城市垃圾、粪便无害化处理和回收利用等。

④ 工业节能技术改造工程

把引进、推广各种节能降耗技术纳入行业和技术企业的技术改造规划，逐步淘汰小矿热炉、落后窑炉等高能耗设备，积极开展二次能源的再回收，综合利用工业余能、余热和可燃放散气体，包

括焦炉气、煤矿瓦斯等。

6. 黄河开发整治

①大柳树水利枢纽工程

大柳树工程与龙羊峡、小浪底并列为黄河干流三大控制性主干枢纽工程，其总库容 110 亿立方米，电站装机容量 200 万千瓦，控制灌溉面积 66 万公顷，技术经济指标十分优越，是黄河上游最重要的反调节大水库。水库近期在满足河口镇以上地区工农业和城乡生活用水 127 亿立方米，下泄流量不小于 250 立方米/秒的基础上，每年 5~7 月灌溉季节可为下游增加供水 32 亿立方米，非汛期（11 月至次年 4 月）增放流量 200 立方米/秒。因此，该工程不仅对综合开发黄河水利水能资源具有承上启下的重大作用，对于免除和减轻宁蒙河段的洪灾、凌汛威胁，改变陕、甘、宁、蒙等省区干旱带的经济面貌和生态环境具有极大的战略意义，而且还是缓解黄河下游缺水、断流的重要工程，也是一项遏制荒漠化、促进绿洲化的生态建设工程。

②黄河宁夏段河道整治工程

加快工程进度，重视河道整治与航道开发、护岸林建设、水污染治理、旅游景观开发相结合。重点河段（如银川市东郊与灵武县相接的金水旅游区河段）要提高护岸标准，既防冲防淤，又美化环境。

7. 资源环境动态监测管理信息系统工程

以三 S 技术（遥感技术、全球定位系统和地理信息系统）为手段，建立全区资源环境动态监测管理信息系统，并逐步与国家系统、兄弟省市区系统联网，以充分发挥其监测、预警、辅助决策、跟踪反馈和动态管理等多种功能，为资源环境的调查研究、规划管理和项目建设提供有效服务。

参考文献

- ① 汪一鸣主编：《宁夏生态环境评价与科技发展战略》，宁夏人民出版社，1990 年版。
- ② 宁夏回族自治区计划委员会：《宁夏回族自治区国土开发整治总体规划》，宁夏人民出版社，1992 年版。
- ③ 汪一鸣：《不发达地区国土开发整治研究》，宁夏人民出版社，1994 年版。
- ④ 汪一鸣：“宁夏生态环境建设的基本思路及对策”，《宁夏大学学报》（自然科学版）第 20 卷第 2 期，1999 年。
- ⑤ 宁夏生态环境建设规划研究课题组：“宁夏生态环境建设规划研究”，《市场经济研究》2000 年第 2 期。
- ⑥ 刘江主编：《全国生态环境建设规划》，中华工商联合出版社，1999 年版。

青海省生态环境与可持续发展

· 吴绍洪 杨勤业 ·

青海省位于我国西部十省市的中心地带，党中央、国务院关于我国西部大开发的发展战略，给青海省的社会经济发展带来了极好的契机。认识和研究青海省生态环境，是青海省社会经济可持续发展的基础。

一、背景与沿革

青海省地处青藏高原的东北部，大约处于东经 $89^{\circ}35' \sim 103^{\circ}04'$ ，北纬 $31^{\circ}39' \sim 39^{\circ}19'$ ，东西长 1200 公里，南北宽 800 公里，土地总面积约为 72 万多平方千米，是我国第四大省区。西北部与新疆维吾尔自治区相邻，东北和东部是甘肃省，东南部是四川省，西南部是西藏自治区。在自然生态环境方面，既有青藏高原的普遍规律，又有其自身的特点。地质历史上距今 300 万

吴绍洪、杨勤业：中国科学院地理科学与资源研究所。

—400 万年的新构造运动，把青海省大面积地整体抬升，使其平均海拔高度为 4000 米左右。在大量抬升的过程中，地壳有多种形式的变动，部分地区表现为下陷或凹陷，形成了像柴达木盆地、共和盆地这样的地理单元。而青海省地势的抬升，使地貌、气候、土壤、生物、水文等自然条件随之发生了巨大的变化，并深刻地影响着青海省资源环境的格局。青海省的北部是山地，主要是阿尔金山和祁连山；中部是盆地，如柴达木盆地和共和盆地等；南部是山地高原，有著名的昆仑山、巴颜喀喇山、唐古拉山和可可西里山等，著名的长江和黄河都发源于这里；东部是河流切割得比较破碎的中低山地。

青海省得名于省内全国最大的咸水湖——青海湖。青海省自古以来是我国多民族劳动、生息和角逐的地方。最早生息活动在这块土地上的是我国西部的古老民族——羌人，当时羌人活动的范围很大，有一百多个部落，每个部落都有自己的酋长，部落之间互不统属，属于原始社会形态。那时，羌人过的是逐水而居的游牧生活，生产力很低。到夏商时期，部分羌人在东部适于耕种的地方逐渐定居下来，开始农业生产。公元前 61 年的西汉时期，汉民族开始进入青海。在湟水河的沿岸开垦土地数千顷，并兴修水利，引水灌溉农田，架桥修路。汉族人民与羌人保持友好的关系，共同从事农牧业的生产。汉族人民所带去的农业生产技术，对青海当时农业的发展，起到了促进作用。隋朝统一中国后，控制了青海湖以东和以南的广大地区，实行了移民政策，垦殖屯田。唐朝继承了隋的措施，并取得了较好的效果。明朝继承了宋朝的制度，在西宁等地设立了茶马司，通过茶和马的贸易促进当地农牧业的发展，改善人民生活。明朝在青海实行土司制度，使东部的一些民族首领同时成为朝廷命官，同时在内地招募

汉族和回族人移民于现在的西宁、乐都、民和、化隆和循化等地，这些移民带去了当时比较先进的农业技术，使当地的农业得到了较快的发展。到了清朝，西宁卫被改为西宁府，属甘肃省统辖。清末和民国时期由于军阀割据，加上青海地位偏远，交通不便，经济和文化都比较落后，造成了地方割据势力争雄。

新中国成立以来，青海省发生了天翻地覆的变化。现在全省管辖一个省辖市，六个民族自治州和一个行署（表1）。全省人口447.6万，平均每平方千米只有6.2人。除汉族外还有藏、回、土、撒拉和蒙古等42个民族。以日月山为界，东部为农业区，西部和南部为牧业区。

表1 青海省行政辖区表

市、州行署名称	县级单位个数	县市名称
西宁市	5	城东区、城西区、城中区、城北区、大通回族自治县
海东行署	8	平安县、湟中县、乐都县、民和回族自治县、互助土族自治县、湟源县、循化撒拉族自治县、化隆回族自治县
海北藏族自治州	4	门源回族自治县、祁连县、刚察县、海晏县
海南藏族自治州	5	共和县、贵德县、兴海县、同德县、贵南县
黄南藏族自治州	4	同仁县、尖杂县、泽库县、河南蒙古族自治县
玉树藏族自治州	6	玉树县、囊谦县、称多县、杂多县、治多县、曲麻莱县
果洛藏族自治州	6	玛沁县、甘德县、达日县、班玛县、玛多县、久治县
海西蒙古族藏族自治州	6	都兰县、乌兰县、天峻县、格尔木市、茫崖行政委员会、德令哈市

二、青海省生态环境的基本特征

(一) 独特的地貌格局

受大地构造单元和新构造运动的制约，青海省地貌的基本格局是，呈北西西—南东东走向。大的地貌单元几乎是沿纬线方向的带状展布，从南到北为阿尔金山—祁连山山脉，柴达木—茶卡盆地，昆仑山脉、唐古拉山地、江河源区山原等。沿经向地貌的特点是，地势东低西高，全省的最低点在民和县下川口，海拔高度 1605 米，最高点在布喀达坂峰，海拔高度 6860 米。河流切割强度和密度都是东部比西部大；干燥剥蚀和风力作用东弱西强，受水分的影响，东部主要受流水的作用，侵蚀和堆积作用活跃，西部则以风成、机械风化作用为主。从山脊到河谷底部的垂直方向上，受到不同的作用力，产生了不同的地貌形态，从上到下依次为极高山现代冰川作用区、高山冰缘与寒冻作用区、高原面冰缘作用区、流水和湖泊作用区等。流水的作用在河流谷地常常形成了冲积平原、阶地、台地，在西部则形成许多干燥的地貌类型。

1. 冰川地貌

由于海拔高，冰川作用强烈，冰川作用形成的地貌类型是青海省最常见的地貌类型之一，主要有冰水平原，冰碛平原，冰碛台地等。冰水平原出现在现代冰川堆积前缘的河谷或谷地底部，组成物质主要是山坡上寒冻风化岩屑，主要分布在祁连山的西段和昆仑山口以西地区。冰碛平原主要出现在海拔 4000 米以上的盆地及古冰川作用的槽谷底部，组成物质是寒冻风化物，质地较粗，广泛分布在唐古拉山北麓长江河源地区及青南高原东部地

区。冰碛台地是一种较古老的冰碛地貌，一般出现在现代谷底100米以上，主要分布在唐古拉山口西北和昆仑山口以西的山前地带。

2. 冰缘地貌

冰缘地貌在融冻作用和寒冻作用下形成，主要出现在祁连山的高山地带和青南高原的山原面上，主要类型有融冻夷平面，雪蚀凹地，冰缘凸岩等。融冻夷平面主要分布在青南高原海拔4000米以上的夷平面上，大部分属连续多年的冻土区域，小部分是岛状的冻土区，祁连山内也有岛状冻土分布；雪蚀凹地主要出现在积雪时间长，雪融作用强的地段，主要分布在青海东部的高山阴坡；冰缘凸岩也叫做寒冻风化岩堡或岩柱，广泛出现在山地冰缘作用带。

3. 流水地貌

流水地貌分为流水侵蚀和流水堆积两类。流水侵蚀地貌中，片蚀大多在地表起到夷平作用，而线蚀则形成沟谷和河谷等。流水堆积地貌是由流水作用带来的泥沙物质堆积而成，主要类型有冲积平原，分布在长江、黄河、澜沧江等江河的干流，以河漫滩和低阶地为主；洪积冲积平原分布在内陆大型盆地（柴达木盆地等）洪积扇前缘，小型山间盆地和山区谷地；洪积平原，主要分布在大盆地山前洪积扇上；干燥洪积平原，主要分布在柴达木盆地的边缘地段；河流阶地，主要分布在河流两侧相对高差较大的高阶地；冲积台地分布于河流外侧；洪积台地，分布于山地坡麓一带；干燥洪积台地分布在柴达木盆地赛什腾山两侧山麓。

4. 湖泊地貌

主要类型有湖积平原，通常是以低平湖滩形式出现在湖滨地带或古湖平原上，主要分布在青海湖、尕斯库勒湖、托素湖、苏干湖、鄂陵湖、扎陵湖和巴音郭勒河下游；湖积冲积平

原，由河流和湖泊物质堆积而成，主要分布在布哈河、倒淌河、哈尔盖河和茶卡湖、苏干湖、鄂陵湖、扎陵湖、卓尔湖的河流入湖三角洲，以及托托河、通天河、楚玛尔河等河流穿越的许多湖泊；盐湖沉积平原，由干旱环境下盐类聚集而成，广泛分布在柴达木盆地中、西部的盐湖周围；湖积冲积台地，古湖堆积平原经河流切割而成，如共和盆地的三塔拉及江河源区宽谷地带。

5. 风成地貌

在风力作用下形成的地貌类型，主要有风蚀地貌和风积地貌两种类型。风蚀地貌广泛分布在柴达木盆地、共和盆地和青海湖盆地，呈残丘和风蚀洼地形态，冷湖一带的雅丹地貌最典型，一排排的风蚀残丘迎风向（西北—东南）整齐排列，当地称为“白龙堆”。风积地貌最常见的是新月形沙丘、沙丘链、格状沙丘和沙垄、沙堆等，广泛分布在柴达木盆地东部和南部，青海湖东岸，共和盆地，哈拉湖盆地，以及青南高原的中部和西部。

（二）冷、干、洁的气候

青海气候特征是寒冷、干旱、洁净。平均气温低，青南高原和祁连山地绝大部分地区，年平均气温在 0 以上，其腹地的清水河、玛多、伍道梁、沱沱河、木里等年平均气温低于 - 4 。青海东部湟、黄谷地及柴达木盆地气温较高，年均气温为 3 ~ 8 。青海平均气温低主要是地势高造成的。降水量较少，地区差异大。青海年降水量绝大部分地区在 500 毫米以下，总的趋势是从东南向西北，降水量逐渐减少。例如，东南部的久治年平均降水量为 700 毫米，而西北端的茫崖年降水量仅为 20 多毫米。由于空气洁净，太阳辐射量大，日照时数多。青海是全国太阳辐射量大的地区之一。年总辐射大部在 607.1 千焦耳/平方厘米以上，愈往西太阳辐射量愈强，柴达木盆地年总辐射量大于 669 千

焦耳/平方厘米，冷湖为 741 千焦耳/平方厘米。日照时数多，大部分地区年日照时数在 2600 小时以上，柴达木盆地一般超过 3000 小时，较我国相近纬度省份高 400 多小时。

1. 气温

从四季温度变化情况看，春季升温迅速，夏季温凉，秋季降温剧烈，冬季寒冷。气温日较差普遍较大。气温年较差却较小，不仅比东北、内蒙古、新疆的大部要小得多，而且比相近纬度的我国东部地区要小。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温大部小于 2000 $^{\circ}\text{C}$ ，湟、黄谷地部分高于 2500 $^{\circ}\text{C}$ ，柴达木盆地的中部高于 2000 $^{\circ}\text{C}$ ，青海湖地区一般小于 1500 $^{\circ}\text{C}$ ，其余地区均在 1000 $^{\circ}\text{C}$ 以下。由于青海大部地区降水少，植被覆盖度低，地表干燥，多沙质土，白天太阳辐射强烈，地表接收辐射热很少用于水分的蒸发，主要用于提高自身的温度，因此，地面温度终年普遍高于气温，但地面温度年内变化大于气温变化，日变化也较气温变化大。地下温度的高低与土壤的组成和含水量有关，5 厘米深处年平均温度大部在 4 $^{\circ}\text{C}$ 以上，东部湟、黄谷地和柴达木盆地的南部可超过 8 $^{\circ}\text{C}$ ，民和、循化、贵德达 10 $^{\circ}\text{C}$ 以上，天峻、泽库仅为 1.0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 2.0 $^{\circ}\text{C}$ 。

2. 降水与蒸发

青海年降水量在季节分配上，夏季最多，冬季最少，秋季多于春季，春季较为干旱。本省大部分地区降水量较少，但相对来说，降水日数（日降水量 ≥ 0.1 毫米）相对较多。其降水强度，各地都不大。全年日降水量大于 5 毫米的日数超过 30 天的仅有果洛、玉树两州的东南部和达坂山两侧以及拉鸡山地、黄南州的南部；超过 40 天的地区已为数不多，仅见于久治、班玛等地。

青海年蒸发量，各地均在 600 毫米以上：柴达木盆地大部在 1000 毫米以上；东部在 800 毫米以上，其中循化达 1028.6 毫米；青海湖地区、海南台地、玉树州大部以及同仁、班玛、沱沱

河等地在 700 毫米以上；果洛州大部、祁连山地、拉鸡山地及伍道梁等地年蒸发量较少，低于 700 毫米；清水河和野牛沟仅 604 毫米。

青海的湿润系数，总的趋势是由东南向西北逐渐降低。柴达木盆地在 0.25 以下，中部和西部低于 0.05，属于干旱和极干旱地区；海南州大部、唐古拉山地区、东部湟黄谷地为 0.25 ~ 0.50，属半干旱地区；祁连山地大部、海南州南部、黄南州中部、果洛州西北部、玉树州的大部、青海湖周围以及大通、互助、化隆等地在 0.50 ~ 0.75 之间，属半湿润地区；门源、却藏滩、黄南州的南部、果洛州的大部以及湟中、清水河等地，年湿润系数在 0.75 以上，大部属于湿润地区。

3. 风

青海的年平均风速，果洛、玉树两州的东南部河谷地带，以及尖扎、同仁、民和、互助等地较小，在 2 米/秒以下；青南高原西部、祁连山中段山地以及柴达木盆地的中、西部较大，在 4 米/秒以上；盆地西端的茫崖超过 5 米/秒；其它地区一般在 2 米/秒 ~ 4 米/秒之间。青海大部分地区年最大风速出现在春季，一些地区出现在冬季。

（三）年轻的土壤

青海土壤发育年轻，特别是高山土壤发育年轻，主要表现在土壤剖面分化弱，土层薄，土壤矿物分解弱，碳酸钙和铁、锰氧化物再分配微弱等。由于青海自然条件严酷，许多地方人烟稀少，广大牧区处于自然放牧状态，农耕地很少，因此，青海绝大部分为自然土壤。高山土壤面积大，青海祁连山和昆仑山的高山土壤，加起来要占全省土地面积的一半以上。高山土壤包括高山草甸土、高山草原土、高山寒漠土等。土壤粗骨性强，青海气温

低，气候变化大，岩石主要靠物理风化，加上成土时间短，因此土壤中有较多的砾石。土壤中含砾石多的有灰棕漠土、棕钙土、高山寒漠土、高山草甸土、高山草原土、山地草甸土、灰褐土等。许多土壤表层有机质含量高，由于青海气温低，土壤有机质分解慢，有利于土壤有机质的积累。除干旱地区的荒漠土壤、草原土壤和寒漠土壤外，土壤有机质含量都较高，特别是高山草甸土，土壤有机质含量一般为 10% 以上，最高达 20% 多。主要土壤类型及分布如下：

1. 高山寒漠土

主要分布于冰雪线以下或冰缘地区，多见于青南高原海拔 4700 米 ~ 5300 米之间和祁连山 3900 米 ~ 4500 米之间。

2. 高山草甸土

是青海分布面积最大的一个土类。主要分布于青南高原和祁连山东部地区。它是在寒冷、半湿润气候和嵩草草甸、杂草草甸、灌丛草甸的植被下发育成的土壤。

3. 高山草原土

主要分布于青南高原玛多县至沱沱河一线以北地区、祁连山西部地区，阿尔金山也有分布。它是在高寒、干旱气候及高寒草原植被下发育形成的土壤。年平均气温为 $-3 \sim -1$ ，年降水量 250 毫米 ~ 350 毫米，年蒸发量大于 2200 毫米，干燥度 1.5 以上。该土类所在地形多为宽谷、湖盆周围山地、古冰碛平台、湖成阶地和山前洪积裙。

4. 山地草甸土

分布于森林土壤地带的无林山地，在垂直带的结构中一般上承高山草甸土，下接黑钙土或暗栗钙土。热量条件略高于高山草甸土，年降水量 400 毫米 ~ 600 毫米。

5. 灰褐土

主要分布于祁连山东部和青南高原东南部边缘地带，此外，都兰、乌兰、玛沁地区也有少量分布。气候温凉、湿润。

6. 黑钙土

主要分布于青海东部祁连山海拔 2600 米 ~ 3300 米的中山地带，它与灰褐土成复区分布。气候温凉，较湿润。

7. 栗钙土

广泛分布于青海东部、共和盆地和青海湖滨地区，青南高原东南边缘河谷有小面积分布。它是全省分布面积较大的土类之一。气候温和，年平均气温 $0.6 \sim 3.0$ ，年降水量 350 毫米 ~ 500 毫米。成土母质多为黄土状沉积物和坡积残积物。

8. 灰钙土

分布于青海东部海拔 2200 米 ~ 2300 米以下的河湟谷地和丘陵地区。气候干热，年平均气温 $4.7 \sim 8.7$ ，年降水量 250 毫米 ~ 350 毫米。成土母质主要是黄土或红土。

9. 棕钙土

分布于柴达木盆地脱吐山至怀头他拉一线以东地区，在茶卡盆地和共和盆地西端（与茶卡盆地相邻地区）也有分布。气候干旱少雨，年降水量 130 毫米 ~ 200 毫米，年平均气温 $1.4 \sim 3.7$ 。

10. 灰棕漠土

分布于柴达木盆地脱吐山至怀头他拉一线以西地区。气候极端干旱，年降水量小于 100 毫米，柴达木盆地西部仅有 20 毫米 ~ 30 毫米，年平均气温 $0.8 \sim 4.2$ 。成土母质山前平原为第四纪砂砾质洪积物，剥蚀残丘为残积坡积物。

11. 盐土

集中分布于柴达木盆地盐湖或湖泊、低洼积水地周围地区，共和盆地、青海东部、昆仑山湖盆地区有零星分布。地表一般有

盐结皮或盐壳，含盐量一般大于 3%，有的高达 20% 以上。盐类主要是硫酸盐和氯化物。

12. 沼泽土

主要分布于青南高原中部和祁连山东部河源和低洼地区，群众称为“水纳滩”，土壤具有一般沼泽土特征。

13. 风沙土

主要分布于柴达木盆地、青海湖东部、共和盆地，处于灰棕漠土、棕钙土、栗钙土土带内。土壤通体为沙质，成土作用微弱，土壤剖面分异不明显。

除以上土壤类型外，青海还有棕壤、新积土、红粘土、龟裂土、高山漠土、划甸土、灌淤土等，但面积都很小。

（四）稀疏而单调的植被

青海地处高寒，地形复杂，植被类型虽多样，分布也错综复杂，但植被类型以高寒植被为主，其次是荒漠植被和草原植被，森林植被很少。植物种类少，据不完全统计，青海约有维管束植物 113 科，564 属，2100 种左右。其中，蕨类植物 8 科，16 属，29 种；裸子植物 2 科，6 属，26 种；被子植物 103 科，542 属，2000 种左右。约为中国维管束植物的 1/13 左右；约占西藏现有种子植物的 1/2。可见，青海植物种类比较贫乏。植物以温性科、属为主，据统计，青海包含 10 个属以上的大科有：藜科、石竹科、毛茛科、十字花科、蔷薇科、豆科、紫草科、酸酸塞伞形科、茄科、菊科、禾本科、百合科、兰科、龙胆科、石竹科、玄参科。以上科都具有典型的温带特征。特有种、属少，由于青藏高原脱离海浸成陆较晚，古老种类随高原隆升而消失，而新种的形成和分化相对较晚。因此，青海的特有种、属较我国其它地区少。此外，青海东北部黄土地区是青藏高原向黄土高原过渡地

区。河谷温度较高，降水较少；山地降水较多，温度稍低；山体上部受冷气团所控制，气候寒冷。在此气候条件下，成为各种区系成分交错分布，地区植物种类比较多样化，既有温性黄土高原的植物，又有高寒植被，是植物区系成分的汇集区。

1. 森林

青海森林植被主要分布于青海东部的山地和青南高原东南边缘，柴达木盆地东部有小片分布。森林植被类型有落叶阔叶林和针叶林。青海针叶林建群种主要有：青海云杉、川西云杉、祁连圆柏、大果圆柏、油松、华山松。落叶阔叶林在青海分布面积比针叶林小，主要是山杨、白桦混交林，此外还有辽东栎林、青杨林、冬瓜杨林、青海杨林、胡杨林。

2. 灌丛

是指高 5 米以下，不具明显直立主干而多分枝成簇生的灌木为建群层片所组成的植被类型。灌丛是青海分布比较广泛的植被类型之一。在森林带内森林破坏后形成次生灌丛，在森林上限阴坡和半阴坡也广泛分布着灌丛。青海灌丛分为高寒灌丛和温性灌丛。高寒灌丛指由耐寒的中生或旱中生灌木为建群层片所形成的植物群落。广泛分布于高山带内，与高寒草甸成复合分布，构成高山灌丛草甸带，为原生植被类型。高寒灌丛主要由杜鹃属、柳属、乡线菊属、金露梅属、锦鸡儿属等组成。灌丛下草本植物种类较多，以多年生寒冷中生植物为主。温性灌丛主要分布于青海东部地区的河谷两侧低山，呈小面积的块状分布，是森林带内的植被类型。温性灌丛一般以冬季落叶的植物种类为主，主要有虎榛叶灌丛、址穗小檗灌丛、匙叶小檗灌丛、河柏灌丛。

3. 草原

青海草原分为温性草原和高寒草原两类。温性草原主要分布于大通河、湟水和黄河流域谷地及两侧山地。以长芒草、沙生针

茅以及小半灌木铁杆蒿、冷蒿等较喜温耐旱的植物组成。高寒草原主要分布于青南高原的西部和北部、昆仑山内部山地和祁连山西部的高山带。有两个群系，即紫花针茅草原和青藏苔草、垫状驼绒藜荒漠化草原。高寒草原是以寒旱生的多年生密丛禾草、根茎苔草以及小半灌木垫状植物为建群层片或优势层片，植株稀疏，覆盖度小，草伍低矮，层次结构简单，生长季节较短，生物产量低。

4. 荒漠

荒漠植被是指由超旱生的、叶退化和特化的小乔木、灌木和半灌木所构成的稀疏植被。它主要分布于柴达木盆地和茶卡盆地，在湟水和黄河下段河谷两侧山麓亦有零星分布。荒漠植被分为小乔木荒漠、灌木荒漠、半灌木和小半灌木荒漠。小乔木荒漠指由梭梭为建群植物组成的荒漠。梭梭为超旱生的无叶小乔木，覆盖度 10% 以上，群落种类组成非常贫乏，一般只有 5—7 种。灌木荒漠的种类较多，其中有极耐盐的夏绿鳞叶灌木长穗怪柳、多花怪柳、刺毛怪柳、短穗怪柳、密花怪柳、长毛白刺、白刺、西伯利亚白刺、唐古特白刺、膜果麻黄、柴达木沙拐枣和沙拐枣等。半灌木、小半灌木荒漠主要分布于柴达木盆地的中、西部。它的建群植物有紫菀木、琵琶柴、驼绒藜、木本猪毛菜、蒿叶猪毛菜、合头草、细枝盐爪爪、黑海盐爪爪、有叶盐爪爪、蒿等。

5. 草甸

青海草甸植被面积较大。有 3 个植被型，即高寒草甸植被型、草甸植被型和盐生草甸植被型。高寒草甸分布于寒冷较湿润的高山带中，层次和层片结构简单，一般仅 1 层，优势层片为多年生密丛短根茎蒿草层片，其伴生层片为根茎苔草层片和轴根杂类草层片。种类比较丰富，以北极—高山和中国—喜马拉雅成分为主，其中莎草科蒿草属植物为典型代表，如小蒿草、矮蒿草、

线叶嵩草、藏嵩草、短轴嵩草、甘肃嵩草均为群落的建群种。此外，还有蓼科的珠芽蓼、圆穗、龙胆属、虎耳草属、银莲花属等。高寒草甸覆盖度大，它又分为典型草甸、草原化草甸与沼泽化草甸三个植被亚型。草甸与高寒草甸不同，它的分布与特定的地形所引起的水文条件有密切联系，可以分布在不同的植被地带内。青海草甸所含的群系少，呈零星斑块状分布。如蕨菜草甸等。盐生草甸主要分布于柴达木盆地沼泽地带和盐湖的外缘与砾石戈壁之间。其类型有芦苇盐生草甸、盐角草和盐地碱蓬盐生草甸、黑海盐爪爪和细枝盐爪爪盐生草甸、大花罗布麻盐生草甸。

6. 垫状植被

指由耐低温、耐旱的中旱生或旱生多年生地上芽的垫状半灌木、小半灌木和多年生草本植物为建群层片所构成的植物群落。主要分布于青南高原和祁连山西部及山地高寒草甸以上地区。一般呈块状分布或狭带状分布。青海的垫状植物种类主要有：垫点地梅、苔状蚤缀、甘肃蚤缀、垫状蚤缀、簇生柔荑草、寒地虎耳草、匍茎虎耳草、钻叶风毛菊、棘豆垫状驼绒藜、垫状葶苈等。垫状植物是在高寒低温、干旱、强风以及强烈的太阳辐射和昼夜温差大等综合自然条件下的产物，它们的枝条极短，并紧紧的密集在一起，匍匐于地面，形似坐垫状，因而有垫状植物或坐垫植物之称。

7. 高山流石坡稀疏植被

指在高山雪线下流石坡地段上发育的一类极其耐寒、耐旱的植被。植物生长很稀疏矮小，具有发达的地下根茎，耐寒性强，群落结构极其简单。主要种类有水母雪莲花、矮垂头菊、肾叶垂头菊、喜马拉雅垂头菊、冰雪鸭跖草、高山葶苈、喜山葶苈、网状大黄、短管兔耳草、巴料草、六叶龙胆、高原毛茛、爪瓣虎耳草等。

8. 沼泽与水生植被

主要分布在地表经常过于潮湿或有薄层积水的河漫滩、热融湖塘等地段。青南高原、祁连山和柴达木盆地等都有沼泽植被分布。青南高原和祁连山地的沼泽植被，具有温度低、地下埋藏着多年冻土层、泥炭化过程缓慢的特征；柴达木盆地的沼泽为盐生沼泽。杉叶藻沼泽广布于青南高原。它是以杉叶藻为优势种，偶尔有极少数伴生种类，而多为水生植被。紫果藨、矮蔗草盐生沼泽仅见于柴达木盆地中央沼泽地带，在沼泽地具有相连或孤立的呈馒头状或蘑菇状的塔头。在塔头的中、上部，以盐地黄鹌菜、紫果藨、矮蔗草、野葱为其优势种，伴生植物较多。水生植被有毛柄水毛茛群落和芦苇群落。前者在全省各地均有零星分布，后者仅分布于柴达木盆地淡水湖泊及河流常年积水地段及泉水溢出地。

（五）水文状况

1. 河流

青海河流众多，水系发育良好。有世界闻名的黄河、长江、澜沧江，还有众多的内陆河。据统计，全省集水面积在 500 平方千米以上的河流 278 条。长江、黄河、澜沧江三大流域为外流水系，大致以西南部的格拉丹冬山、乌兰乌拉山、布青山、鄂拉山、日月山为界，以南为外流水系，以北为内陆水系。

黄河流域：发源于曲麻莱县境内巴颜喀拉山北侧的各姿各雅山，源头海拔 4850 米。省境内流域面积共 15.25 万平方千米，占全省面积的 21.12%；干流长 1983 公里。上段下切较浅，下段下切逐渐加深，并多在高山峡谷中穿行；

长江流域：发源于唐古拉山脉的格拉丹冬雪山，在青海境内呈独立的三个水系，即干流通天河、支流雅砻江及大渡河。流域面积 15.85 万平方千米，占全省面积的 21.93%。集水面积在 500 平方千米以上的河流有 85 条。通天河在曲麻莱以下河流下

切逐渐加深形成深谷；

澜沧江流域：发源于杂多县的唐古拉山脉北侧加里苟孔桑公玛峰东南坡，省内称杂曲，南流入西藏；

内陆（流）河水系：青海内陆河主要由柴达木、青海湖、哈拉湖、茶卡-沙珠玉、祁连山地及可可西里六大水系组成，总流域面积 37.4 万平方千米，占全省面积的 51.8%。特别是河流数目多，流程短，不易形成大河，集水面积在 500 平方千米以上的河 91 条。

2. 湖泊

青海是一个多湖泊的省份，主要分布于内陆河流域及江河源地。全省湖水面积在 0.5 平方千米以上的天然湖泊 458 个，总面积 1.2855 万平方千米。青海省湖泊分为淡水湖、咸水湖、盐湖三类，其中淡水湖和微咸湖 300 个，大部分分布在外流河流域，总面积 0.2723 万平方千米，扎陵湖和鄂陵湖为省内最大的淡水湖。咸水湖主要分布于内陆河流域，青海湖是我国最大的内陆半咸水湖，湖水面积 4583 平方千米。盐湖主要分布于柴达木盆地和茶卡盆地，如察尔汗盐湖，茶卡盐湖等。

3. 冰川

青海冰川广泛分布于昆仑山、唐古拉山和祁连山。据兰州冰川研究所资料，省内冰川面积约 0.4621 万平方千米，占全国冰川总面积的 7.9%；冰川总储量约 3987.9 亿立方米，年融水量约 35.84 亿立方米，占全省河川径流总量的 5.7%。

4. 地下水

青海地下水比较丰富，但分布不平衡。青海东部地区的地下水状况：脑山地区多以裂隙水泉水出现，浅山贫乏，河谷地浅层地下水（潜水）较丰富。湟水干流上游地下水尤为丰富，地下水埋藏深度，由近河床处的不及 3 米至两岸高阶地的 30 米不等，接

近丘陵地段为 20 米 ~ 40 米。湟水谷地除干流面积不大的中、下河段地下水较少外，其余广大干支流沿岸含水层较深厚、矿化度低。黄河龙羊峡以下干、支流河段一、二级阶地，地下水埋深 1 米 ~ 30 米，涌水量一般大于 0.5 升/秒 ~ 20 升/秒。门源盆地山区基岩裂隙十分发育。大通河北冷龙岭山前潜水蕴藏量十分丰富。

青海湖滨及周围地区的地下水状况：青海湖滨由于洪积冲积砂卵砾石层较厚，河流出山后，均产生强烈渗漏现象，因而地下水很丰富，潜水埋深 1 米 ~ 33 米，矿化度低。茶卡、共和盆地及共和盆地黄河北岸塔拉滩地下水埋藏很深外，在黄河干、支流河谷及茶卡洪积平原地带大都有浅层地下水分布。

柴达木盆地的地下水状况：盆地边缘山前为砂砾石戈壁带，地面以 20 ~ 100 的坡度向盆地中心倾斜，河流出山后垂直渗漏，渗漏量占径流总量的 30% ~ 70%，从而形成了丰富的地下水，含水层厚度 30 米 ~ 150 米，埋深 1 米 ~ 70 米，从山麓到盆地中心地下水埋深愈来愈浅，在洪积冲积前缘地带，以泉水形式溢出地面，从山麓到盆地中心地下水矿化度逐渐增加，大致分为淡水带、咸水带、盐卤水带。

青南高原和祁连山地的地下水状况：本地区海拔高，连续分布的多年冻土和断续分布的岛状冻土广泛分布，地下水多以结冻形式出现。其分布下界祁连山为海拔 3500 米 ~ 3800 米，唐古拉山地区为 4400 米 ~ 4600 米，多年冻土层的厚度一般多在 30 米 ~ 100 米之间，昆仑山口厚达 150 米 ~ 190 米。结冻层大约在 11 月中旬至次年 3 月为结冻期，4、9 月下旬至 10 月融冻交替期，5 月至 9 月中旬为融化期。

（六）生态地理地域系统

根据上述青海省的环境的地域差异，可将青海省的生态地理

地域划分为不同的自然带、自然地区、自然地带和自然区（图 1、表 2）。

表 2 青海省生态地理地域系统表

自然带	自然地区	自然地带	自然区
高原寒温带	半湿润地区	高寒草甸地带	I ₁₁ 青南高原东南部（称多—班玛）高寒灌丛草甸与高山草甸区 I ₁₂ 青南高原中部（扎多—曲麻莱）高寒草甸区
	半干旱地区	高寒草原地带	I ₂₁ 青南高原西部（伍道梁—玛多）高寒草原区
		高寒荒漠草原地带	I ₂₂ 青南高原西北部（可可西里湖以北）高寒荒漠草原区
	半湿润地区	森林草原地带	II ₁₁ 青南高原东南缘（马可河林场）森林灰褐土与草甸草原黑钙土山地河谷
高原温带	半干旱地区	草原与高寒草原地带	II ₂₁ 湟水河谷（民和—西宁、循化—贵德）荒漠草原灰钙土与干草原栗钙土山地河谷区
			II ₂₂ 祁连山东段森林灰褐土与草甸草原黑钙土山区
			II ₂₃ 青中山地盆地（共和—贵南）干草原栗钙土区
			II ₂₄ 祁连山中段（青海湖—祁连）草原与高寒草原山区
	干旱地区	干旱荒漠地带	II ₃₁ 柴达木盆地东缘（乌兰—都兰）荒漠草原棕钙土区
			II ₃₂ 祁连山西段（哈拉湖以西）高寒荒漠草原山区
			II ₃₃ 柴达木盆地干旱荒漠区

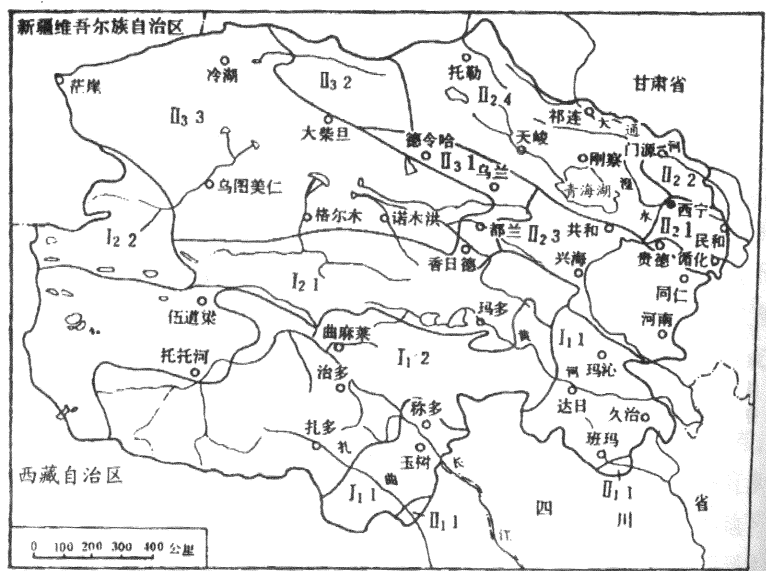


图1 青海省生态地理地域系统

三、青海省自然资源

(一) 土地资源

青海省的土地总面积为 7211.96 万公顷，耕地面积为 203.72 万公顷，占总面积的 2.82%，其中水浇地 163.2 万公顷，旱地 40.52 万公顷；林地 303.36 万公顷，占总面积的 4.21%，其中有林地 19.1 万公顷，灌木林地 161.3 万公顷，疏林地 9.43 万公顷，其它林地 113.55 万公顷；草地 3637.04 万公顷，占总面积的 50.43%，其中可利用草地 3153.04 万公顷，占总面积的

43.72%；水域面积 158.39 万公顷，占总面积的 2.2%；城镇交通地 10.44 万公顷，占总面积的 0.14%；其它土地，包括冰川、戈壁、沙漠、风蚀残丘、石山、雪山等，面积 3045.96 万公顷，占总面积的 42.23%。

（二）水资源

青海省的地表水资源和地下水资源总共为 627.48 亿立方米，其中黄河流域 209 亿立方米，占总量的 33.3%；长江流域 170 亿立方米，占总量的 28.2%；澜沧江流域 107 亿立方米，占总量的 17.1%；内陆河流域 134.48 亿立方米，占总量的 21.4%。全省入境总水量为 97.13 亿立方米，其中黄河流域 72.1 亿立方米，澜沧江流域 23.9 亿立方米，内陆河流域 1.13 亿立方米。出入境总水量 623.6 亿立方米，其中黄河流域 281.1 亿立方米，长江流域 177 亿立方米，澜沧江流域 130.9 亿立方米，内陆河流域 34.6 亿立方米。青海省面积在 1 平方千米以上的湖泊总共有 265 个，总面积 12733 平方千米，其中淡水湖泊 149 个，面积 8798 平方千米，咸水湖 21 个，面积 1309 平方千米。青海省的冰川主要分布在昆仑山、祁连山和唐古拉山，其中昆仑山的冰川面积 2007 平方千米，占全省 43.4%，祁连山冰川面积 1314 平方千米，占全省 28.4%，唐古拉山冰川面积 1299 平方千米，占全省 28.2%。祁连山冰川的厚度为 30 米～80 米，昆仑山和唐古拉山冰川厚度平均为 100 米，冰储量 3988 亿立方米，占全国约 8%，多年排放冰川融水量 36 亿立方米，占全国 6.4%。

（三）水能资源

青海省的黄河、长江、澜沧江、内陆河流的干流和支流中，理论蕴藏量在 1 万千瓦以上的河流有 108 条，河流的年平均径流

量 2116 立方米/秒，流域面积 755606 平方千米。理论总蕴藏量为 2166 万千瓦，年发电量 1887 亿度，为全国的第五位。其中黄河流域 1352 万千瓦，年电量 1184 亿度，占全省 63%，目前已经建成装机 128 万千瓦的龙羊峡水电站，装机 200 万千瓦的李家峡水电站；长江流域 435 万千瓦，年电量 381 亿度；占全省 20%；澜沧江流域 202 万千瓦，年电量 391 亿度，占全省 9%；内陆河流 165 万千瓦，年电量 144 亿度，占全省 8%。

（四）生物资源

草地资源是生物资源的主要类型，青海省是我国的五大牧区之一，其中可利用草地面积 3153.04 万公顷，占全省草地总面积的 87%。草地中冬春草地和夏草地均约占全省草地的 50%。年总产草量为 796 万公斤，单产为每公顷 2518 公斤，可养羊 3625 万只。

森林资源在青海省比较缺乏，全省森林覆盖率为 2.5%，乔木林覆盖率只有 0.26%，乔木林主要分布在东北部祁连山山地和东南部黄河、通天河、澜沧江河谷两岸，以寒温性针叶林为主，优势树种有云杉、落叶松、油松、桦木杨树及圆柏等，森林的总蓄积量为 2978.26 万立方米。

青海省的渔业资源同样不太丰富，青海湖鱼类资源在 5 万吨左右，年可捕量约 4700 吨；鄂陵湖、扎陵湖的经济鱼类资源为 1.5 万吨，年可捕量为 1500 吨 ~ 2000 吨；可鲁克湖的鱼类资源只有 2000 吨，年可捕量为 400 吨 ~ 500 吨。

（五）矿产资源

青海省能源矿产资源丰富，探明石油储量 18134 万吨，天然气 89.7 亿立方米。油气集中分布在柴达木盆地的中西部，共和

盆地的虎头崖也发现油田。全省煤总的探明储量为 44.25 亿吨，其中工业储量为 17.98 亿吨，煤田 61 处，其中大型产地 1 处，中型 10 处，小型 6 处。煤的储量主要分布在大通河上游和柴达木盆地北缘，属海西和海北州，储量分别占全省的 80% 和 16%。油页岩探明 D 级储量为 1657 万吨，产地为互助小峡矿区，含油率为 10.33%，发热量 14832 千焦/千克。

黑色金属矿产资源主要有铁矿和铬铁矿。探明的铁矿矿石量 24198 万吨，工业储量 6271 万吨，单矿种产地 21 处，包括中型矿床 8 处，小型矿床 4 处，主要分布在海西的野马泉和都兰地区，富矿占总储量的 18%。铬铁矿探明储量为 56 万吨，其中工业储量 28 万吨。产地 5 处，中型矿床 2 处，铬铁矿主要分布在祁连山山地和大柴旦地区，铬铁比 ≥ 2.5 。

有色金属矿产资源包括铜矿、铅锌矿、镍钴矿。铜矿探明储量 174.39 万吨，其中工业储量 67.29 万吨，产地 17 处，其中大型矿床 2 处，中型矿床 3 处，小型矿床 1 处。铜矿在省内的分布是海南地区占 54%，果洛占 32%，海北占 9%；铅锌矿探明储量分别为 183.88 万吨和 225.24 万吨，工业储量分别为 102.58 万吨和 120.35 万吨，集中分布在锡铁山矿区，分别占全省的 75% 和 72%；镍矿探明储量 11.6 万吨，工业储量 4 万吨，产地 3 处，大型矿床 1 处，小型矿床 1 处，海东占 98%，海南占 2%；探明钴的储量 3.44 万吨，工业储量 1841 吨，产地 3 处，大型矿床 1 处，中型矿床 1 处，果洛占 83%，海东占 17%。

贵金属矿床资源中，金矿探明储量 71443 公斤，产地 10 处，其中原生金矿 681 公斤，产地 1 处；砂金 8656 公斤，产地 5 处；伴生金 62106 公斤，产地 4 处。银矿探明储量 2725 吨，产地 6 处，主要分布在祁连山、格尔木、大柴旦、德令哈、茫崖、兴海等地方。

在稀有、稀土金属资源中，氯化锂探明储量 1389 万吨，产地共有 9 处，其中大型矿床 5 处，中型 1 处，小型 1 处，全部集中在柴达木盆地的中西部各类盐矿沉积区。此外，还有铷、铯、铟、镉、硒等。

化工非金属资源中，钾盐（氯化钾）探明储量 21138 万吨，其中 B 级 526 万吨，C 级 13899 万吨，产地 10 处，大型矿床 1 处，中型矿床 4 处；镁盐（氯化镁）探明储量 194263 万吨，其中 B 级 2786 万吨，C 级 125472 万吨，产地 9 处，大型矿床 4 处，中型 4 处；硫酸镁探明储量 3772 万吨，其中 B 级 105 万吨，C 级 1422 万吨。钾镁盐全部集中分布在柴达木盆地中西部；食盐（氯化钠）探明储量 6238509 万吨，其中 B 级 75157 万吨，C 级 829223 万吨，产地 11 处，其中大型矿床 6 处，中型矿床 4 处，绝大部分分布在柴达木盆地，只有不到 1% 分布在茶卡盆地；硼矿（三氧化二硼）探明储量 1174 万吨，其中 B 级 104 万吨，C 级 758 万吨，产地 12 处，大型矿床 5 处，中型矿床 2 处，全部集中在柴达木盆地中西部；芒硝矿（硫酸钠）探明储量 225181 万吨，其中 B 级 2688 万吨，C 级 17897 万吨，产地 6 处，都是大型矿床，分布在西宁盆地和柴达木盆地。此外，还有天然碱、溴、碘、自然硫、砷、重晶石、蛇纹岩和磷矿等。

建材资源主要有石棉和石膏，石棉探明储量 4735 万吨，其中 B 级 49 万吨，C 级 1468 万吨，产地 4 处，大型矿床 3 处，集中分布在茫崖（94%）和祁连山。石膏探明 D 级储量为 218913 万吨，大中型矿床各 1 处，集中分布在西宁盆地。

四、生态环境问题

青海省的地域辽阔，人口少密度小，每平方千米不到 10 人，

生态环境压力总体来说应该不大。但是，由于自然环境的独特性和近年来社会经济的快速发展，给生态环境造成了很大的压力，主要体现在以下几个方面：

（一）自然灾害严重

1. 旱灾

青海旱灾比较严重，是影响农牧业生产的主要限制因素之一。历年来各地均有不同程度的旱灾发生，给农牧业生产带来很大的损失。青海的旱灾有春旱、夏旱和春夏连旱几种情况。

春旱在青海各地比较频繁，特别是东部农业区的河湟谷地和浅山（低山丘陵）地区比较严重，春旱的频率在 45% 以上。在农业县中，尤以民和、贵德、循化三县最严重，重春旱频率达到 30% ~ 49%。在牧业区，托托河、五道梁、海南台地等地春旱也较严重，对牧草生长影响很大。

夏旱是指 6—7 月份发生的干旱，这正是农作物和牧草需水较多的时期。出现夏旱，对农作物和牧草生长发育影响很大，故群众称夏旱为“卡脖子旱”。通过历史资料分析，青海的夏旱没有春旱严重，多为轻夏旱，重夏旱在 20 年中只有民和、乐都、循化各出现过一次。从全省来看，东部河湟谷地夏旱频率在 30% 以上。青南高原的玛多、五道梁、托托河也有夏旱，夏旱频率在 10% ~ 35% 之间。海北地区夏旱较轻，夏旱频率在 10% 以下。

春夏连旱是指 4—7 月连续发生的干旱。它是危害最严重的干旱。春夏连旱严重地区是东部河湟谷地，其频率为 10% ~ 15%。青南高原的托托河也有春夏连旱，频率在 10% 以下。

2. 冰雹

青海是全国雹日较多的地区之一。以青南高原、青海湖周

围、达坂山和拉鸡山等的雹日最多，年雹日数在 10 天以上；柴达木盆地雹日最少见。可见，青海雹日分布的特点是，年降水量多的地区雹日一般也多，另外是山谷多于宽谷，高原多于盆地。冰雹对青海农业生产危害很大。

青海冰雹的年变化较大，如刚察县雹日多年变化为 7 天～26 天，祁连山为 6 天～22 天，河湟谷地为 1 天～6 天。青海大部分地区冰雹多出现在 4 月～10 月，由于气候条件和地理环境不同，各地冰雹出现的月份及其可能发生的长短也不同，但大多以 6 月～8 月最多，此时正值小麦抽穗灌浆及黄熟时期，冰雹对小麦危害很大。冰雹的日变化，降雹主要发生在 12 时～20 时，尤以 14 时～18 时最多。

3. 霜冻

霜冻是低温对农作物的危害。青海各地都存在着不同程度的霜冻，对农牧业生产影响很大。青海东部河湟地区 4—5 月常出现低温，由于此时小麦正值分蘖期，抵抗低温的能力较强，危害较小；5 月下旬小麦正值拔节期，低温对小麦危害较大；从地区说，脑山（中山带）和浅山（低山带）比川地霜冻危害重，柴达木盆地比东部河湟地区重；从时段说，农作物生长前期和生长后期都有霜冻的危害。青海湖周围地区，各级低温出现的频率较柴达木盆地高，因而这一地区除共和县外，种植小油菜较多。总的来说，热量条件差的地区，如东部的脑山地区，柴达木盆地北部地区，青海湖周围地区等，霜冻危害比较严重。

4. 大风和沙尘暴

大风指瞬时风速在 17.2 米/秒（相当于风力 8 级）以上的风。青海大风的分布是，山地多，谷地少；高原多，盆地少。青南高原大部分地区年大风日数在 50 天以上，西部多于 100 天；祁连山地的中、西段及青海湖周围年大风日数超过 50 天；柴达

木盆地大部分少于 50 天；东部一般少于 10 天。青海大风主要是受冷空气活动和高空风的影响造成的。年内大风，以冬、春季多，夏、秋季少。大风能刮走土、苗，吹折作物，吹散畜群，对农牧业生产有一定危害。

沙尘暴指强风将地面大尘土吹起，使空气很浑浊，水平能见度小于 1000 米的天气现象，青海沙尘暴日数以青南高原西部为最多，年日数均在 12 天以上；柴达木盆地南部、青海湖北部等地在 10 天以上，其余地区在 2 天 ~ 5 天以下。沙尘暴刮走表土，吹走种子，引起沙漠化，使沙丘移动，吹散畜群，造成皮毛质量下降，对人、畜、作物和土壤的影响都很大。

5. 黑灾和白灾

黑灾指冬季到初春的一种旱灾，是局限于无水草场旱春无雪而造成的“渴灾”。黑灾的危害是局部的，青海危害不太严重。白灾（又叫雪害或雪灾），是因积雪掩埋牧草而造成的一种家畜“饿灾”。它是由于冬、春季降雪过多，草地被积雪掩埋，致使家畜采食困难或根本吃不上草而造成损害的一种“雪害”。白灾对青海畜牧业影响很大，受灾面积大，家畜死亡多。例如，1975 年果洛、玉树春季遭受雪害，家畜减损占年初数的 12.8% ~ 15.45%。

（二）生态环境退化

1. 水土流失

全省水土流失面积为 6.84 万平方千米，主要分布在东部的黄土区、黄河的龙羊峡及长江流域地区。其中以东部地区最严重，水土流失面积达到 57.7%，平均年入黄河泥沙为 4600 万吨，对农林牧生产和生态环境造成严重威胁。东部地区浅山丘陵坡耕地平均每年每公顷流失表土 30 吨 ~ 60 吨，每年流失氮、

磷、钾总量在 23 万吨以上；浅山丘陵大部分地区沟壑溯源侵蚀至山梁，沟壑面积达到 15%，甚至 20% ~ 30%，严重破坏了浅山丘陵的土地资源；洪水、泥沙下泄，冲毁耕地，淤积水库，堵塞河道；浅山丘陵地形破碎，质地疏松，天然植被稀疏，暴雨集中，地表含蓄能力差，水源高差大，人畜饮水十分困难。

2. 植被破坏

青海省的林木覆盖率本来就不高，林木覆盖率只有 2.5%，乔木覆盖率只有 0.26%。但却遭受自然和人为的破坏，如森林火灾、粗放采伐、乱砍滥伐、建设毁林等，结果是加剧了自然灾害的发生，造成作物减产。由于无序的放牧和缺乏必要的生态建设，草场退化严重，草场退化面积达到 751 万公顷，其中轻度退化占 51.2%，中度退化占 26.9%，重度退化占 21.9%，330 多万公顷的草场完全失掉生产能力。草场的鼠害、沙化和盐碱化也是草场退化的重要原因，每年因鼠害所造成的直接经济损失接近 10 亿元人民币。沙化的面积 260 多万公顷。

（三）环境污染

大气污染。青海省的大气污染源集中在城镇，主要是工矿企业排放的废气和居民燃料排放的烟气，主要有害物质是：二氧化硫、烟尘、一氧化碳、氮氧化物、硫化氢等。以省府西宁市为例，总悬浮颗粒、二氧化硫、氮氧化物、降尘等都超过国家环保标准，大气质量的年综合指数为中等污染，一年中冬季为重污染，夏秋属轻度污染。

废水的污染源也集中在城镇，主要来自化学工业、机械加工业、黑色金属冶炼加工业、有色金属矿采选业、纺织业和电力蒸汽热水产供业。主要有害物质为悬浮物、化学需氧量（COD）物质、生物化学需氧量（BOD）物质、挥发酚、氰化物、石油类、

氟化物、六价铬、硫化物、重金属。工业废水的排向主要是湟水水系，每年接受污水 1.58 亿吨。

工业固体废弃物主要是矿山尾矿、粉煤灰、锅炉渣、冶炼废渣等，以海西州生产量和排放量最大。工业固体废弃物的综合利用率比较低，只有 12.5%，锅炉渣和粉煤灰的利用率最大，占总量的 78%。

五、建立人与环境协调的可持续发展战略

青海省自然资源丰富，生态环境总体上还是属于受人为干扰比较轻的，但生态环境比较脆弱，容易遭到破坏而不容易恢复。因此，在实施党中央西部大开发的过程中，必须建立人与环境协调的可持续发展战略。加强生态建设，合理开发利用自然资源，积极防御自然灾害，治理环境污染和提高全民教育与科学文化水平等是可持续发展战略的工作重点。

（一）加强生态建设

青海省的沙化和水土流失，是生态环境的两大问题。目前，全省沙化面积 3340 万公顷，占全省土地总面积的 46%，并且以每年 13 万公顷的速度在不断扩大，每年平均流入长江和黄河的泥沙 10460 万吨，严重妨碍农牧业和工业的发展，影响下游的生态环境。生态环境建设迫在眉睫，目前省委、省政府已经积极开展退耕还林还草的措施。在生态环境建设中，对于农业方面，不适合农用的土地要坚决地退耕还林还草，农业的出路在于提高单位面积的产量，而不在于扩大耕地面积以达到广种薄收；在林业上，以封山育林为主，科学地正确对待造林工作。由于青海省的生态脆弱性，不适当的造林将适得其反，在适合造林的地区积极

开展植树造林，而且乔灌结构要合理；对于草地，必须杜绝过度放牧，实行以草定畜，改变以往无序放牧的状况，加强人工草场建设，逐步提高圈养的规模。

（二）合理开发利用自然资源

青海省有丰富的自然资源，但是不合理的开发利用将造成严重的后果，如 50 年代不合理的土地开发，造成了严重的水土流失就是一个典型的例子。自然资源的合理开发利用主要要加强管理；土地资源的合理开发利用以调整土地利用结构为主，在养好的前提下用好；青海省的水资源丰富，但时空分布不均匀，东南多西北少，外流多内陆少，造成了水资源开发利用上的矛盾，干旱灾害频繁也使青海省的农业受到严重的损失。水资源的合理利用必须突出强调节约用水，辅以合理的水资源调配与管理，并充分应用节水技术；矿产资源的保护合理开发应该加强法律的力度，严格查处无证开发和乱采滥挖，综合勘探、评价和回收矿产资源，提高矿产资源利用率。

（三）积极防御自然灾害

自然灾害给青海省的工农业生产和经济造成严重的损失，如一场雪灾牲畜就要损失 15% 左右，一年的鼠害就相当于少养 300 万只羊。自然灾害的发生虽然是不可抗拒的，但是只要采取积极的措施，就能够把灾害的损失降到最小的程度。生态环境建设是首要的措施，建设好生态环境，就能提高抗灾防灾能力，降低灾害损失；居安思危，充分做好备灾工作使灾害来临时有抗救措施，这也同样能够减少灾害的损失；提高全民的灾害防御意识则是一项长期防御自然灾害的战略措施，只有全民灾害意识提高，积极行动起来，才有可能有效地减少灾害的损失。

（四）重视环境污染治理

由于青海省地域辽阔，环境清洁，加之工业的门类不够齐全，规模不够大，所以环境污染问题不如其它省区那么突出。但是，根据国家的环境保护标准，青海省的大气、水体已经开始受到污染，固体废弃物也开始成为环境问题。所以，在西部大开发之际，环境污染治理问题应该得到足够的重视，一定不能走先污染后治理的老路，在青海省这样的生态环境条件下，后治理就等于无法治理。对于日常生活所引起的大气污染，可采取煤改气、改变燃煤结构和集中供暖等措施来减少大气污染。对于工业的“三废”排放，应该严格实行“三同时”措施，强化污染源治理，积极加强废物的回收、重复利用，工矿废弃物应采取综合开发，防止二次污染的发生。

（五）提高全民教育与科学文化素质

青海省与其它经济不发达的省区一样的特点是，教育水平和科学文化水平不高，这是制约经济可持续发展的重要因素。提高全民教育与科学文化素质是体现党中央科教兴国的战略方针，也是青海省社会经济可持续发展的一项长期的战略措施。只有全民教育与科学文化素质的提高，才能正确认识和理解生态环境建设的重要性，才能积极地投身生态环境建设，也才有能力进行生态环境建设。消除文盲，普及知识，培训技能是三项最基础的工作。

参考文献

- ① 《青海省土壤资源》。
- ② 洛桑·灵智多杰等：《青藏高原环境与发展概论》，中国藏学出版社，

1996 年版。

- ③ 青海省计划委员会：《青海国土资源》，青海人民出版社，1993 年版。
- ④ 青海省农业地理编写办公室：《青海省农业地理》，青海人民出版社，1976 年版。
- ⑤ 青海土地科学调查队：《青海土地资源及其利用》，1989 年。
- ⑥ 申元村、任洪林、吴绍洪：《青海省土地类型结构的区域差异与综合自然区划》，《地理集刊》，21 号，1989，90~99 页。
- ⑦ 申元村、向理平：《青海省自然地理》，海洋出版社，1991 年版。
- ⑧ 史克明等：《青海省经济地理》，新华出版社，1987 年版。
- ⑨ 郑度、杨勤业、刘燕华：《中国的青藏高原》，科学出版社，1985 年版。

新疆生态环境现状、 发展趋势和保护

· 王永兴 ·

一、新疆生态环境的演化与发展

（一）新疆生态环境概况

新疆维吾尔自治区是我国最西北部的省份，地处北纬 $32^{\circ}22'$ ~ $49^{\circ}33'$ ，东经 $73^{\circ}21'$ ~ $96^{\circ}21'$ 之间，总面积约166万平方千米，约占全国陆地面积的六分之一，是我国面积最大的省份。新疆东部和南部依次与甘肃、青海、西藏三省区连接，东北与蒙古人民共和国相邻，北部和西部与俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦接壤，西南和阿富汗、巴基斯坦、印度毗邻。

新疆地处中亚腹地，远离海洋，若以乌鲁木齐为中心，东距太平洋约2500公里，西到大西洋6900多公里，南距印度洋约

2200 公里，北至北冰洋约 3400 公里。远离海洋的地理位置，使新疆上空大气干燥，降水稀少，成为中国最大的干旱区。

新疆主要的山系均大致呈东西走向，自北向南主要有阿尔泰山、天山和昆仑山，夹在三大山系之间的是两个巨型盆地，北面有准噶尔盆地，南面有塔里木盆地，形成新疆“三山夹两盆”的基本地貌格局。习惯上，人们把天山以北的部分称为北疆地区，把天山以南的部分称为南疆地区，把吐鲁番-哈密盆地称为东疆地区。

与我国大部分地区受季风影响不同，新疆主要受西风带大气的影 响，大气中含水分的气流主要来自西距新疆 6300 多公里的大西洋。这些含水分气流经过如此远距离的输送，一路降水，待到达新疆时，大气已经相当干燥，所含水分不多。西来的气流在新疆西部高耸的帕米尔高原西侧受到阻挡，分成南北两路：南路气流绕向南边，沿青藏高原南坡向东，与来自印度洋的气流汇合，影响中国东部；北路气流在塔吉克斯坦至哈萨克斯坦之间的天山西段低矮垭口，向北翻越天山后继续向东影响新疆，气流主要从阿拉山口、塔城盆地、额尔齐斯河口等进入新疆，这些气流在北疆地区自西向东流动，沿乌鲁木齐附近的白杨河谷、东部的七角井垭口，经过吐鲁番盆地，自东北向西南进入南疆地区；同时，还有少量气流翻越帕米尔高原直接进入南疆，来自东西的气流汇合后，给南疆地区带来降水。由于这部分气流含水分更少，因此南疆地区降水偏少。在这样的大气和地貌影响下，新疆呈现出大气降水北疆比南疆多，西面比东面多的特点。

在干旱区，水是一切生物生存的最重要资源，水资源空间分布的差异，导致了新疆自然景观的空间差异。例如，北疆准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠主要是固定、半固定沙丘，沙漠的大部

分地区生长着天然的荒漠植被，它们限制了沙丘的移动，保护了疏松的地表，减少了沙尘暴的发生，使北疆地区生态环境总体上处于较为稳定和良好的状态。而南疆塔里木盆地中的塔克拉玛干沙漠主要是流动、半流动沙丘，荒漠植被生长稀疏，沙丘的移动使南疆绿洲面临沙漠化的威胁，疏松的地表的松散物质是导致沙尘暴发生的主要物质来源，南疆地区每年春秋季节沙尘暴频频发生，细微沙尘在大气中漂移，甚至可以飘到我国东部和太平洋上，因此南疆地区生态环境相对北疆要差。

新疆的山地是干旱区的“湿岛”。观测表明，在一定的高度内，降水随地形高度的增加而增加。例如，吐鲁番盆地是世界上降水量最少的地区之一，盆地东部的托克逊县城附近年平均降水不到 7 毫米，但是在盆地周围的山区，降水量却可以达到 400 毫米 ~ 600 毫米，是盆地平原区的几十倍；乌鲁木齐附近的观测表明，地形每增高 100 米，降水量平均可以增加 20 毫米 ~ 30 毫米。在山区，还普遍存在一个最大降水带，一般出现在中山区海拔 1800 米 ~ 2800 米左右的地带。山区降水丰富，气温较低，蒸发少，形成的地表径流汇聚成河流，流向平原绿洲，维持着干旱区特有的绿洲生态系统。因此干旱区山区的降水是最重要的“生命之水”。在高山区，降水基本是以降雪的形式出现的，由于高山区气温很低，积雪常年不融化，逐渐堆积、压实形成冰川。新疆是我国冰川分布面积最大的省份之一，冰川总面积有 13431 平方千米，储存的冰雪折合水量约 2433 亿立方米，被誉为新疆的“固体水库”。冰川在降水少、气温高的干旱年份融化多、积累少，补给河流的水量多；在降水多、气温低的湿润年份融化少、积累多，补给河流的水量少，从而使新疆河流各年之间的水量相对稳定，这对农业生产极为重要。

新疆的绿洲主要分布在山地的山前地带，一般情况下，绿洲

形成于河流的冲积扇的中下部，那里地表土壤颗粒较细，适合耕作，有泉水出露，水源条件好，植被生长繁茂。每个绿洲都依赖于一条或几条河流的水量存在。由于绿洲地区生态环境条件好，适合人类生存、发展，绿洲成为新疆人类活动的主要区域。人类在绿洲上开垦土地，引水灌溉，在天然绿洲的基础上开发出人工绿洲。随着人口的不断增加，人工绿洲日益扩大。仅在最近的约 100 年间，新疆的绿洲耕地面积就由 1300 万亩增加到了约 4500 万亩，其中最近的 50 年里就增加了约 3200 万亩。新疆的人口也由 100 年前的约 210 万人增加到 1999 年的 1740 万人。现在的绿洲地区人口密度已经接近每平方千米 260 人，一些经济比较发达的绿洲地区人口密度已达到每平方千米 400 人以上，与我国东部一些省份接近。由于人类一方面开垦天然绿洲，使天然植被面积减少，另一方面引水灌溉，减少了天然植被的用水量，从而使天然绿洲面积减少，生态环境恶化；反过来，天然绿洲生态环境的恶化又对为其围护的人工绿洲产生了负面影响，例如沙漠化加剧，沙尘暴天气增加等。

（二）新疆生态环境的演化与发展

地质学的研究表明，新疆是由古塔里木地块和古准噶尔地块在几亿年以前漂移、碰撞后形成的。在 2 亿年前的古生代时期，除了天山中央有一些岛屿外，新疆的大部分地方都被海水淹没。古生代末期的构造运动使新疆的自然环境发生了翻天覆地的变化，天山、昆仑山、阿尔泰山就形成于这个时期。在后来的中生代时期，新疆陆地面积大量增加，海水大规模退缩，到了 7000 万年前的第三纪初期，新疆只有库车到乌什一带还残存小面积的海域，其它地方都成为陆地了。在中生代的漫长时期，早期形成的古天山、古昆仑山和古阿尔泰山经受了长期的风化剥蚀，高耸

的山地逐渐被夷平为丘陵。中生代时新疆的气候较现代温暖湿润，降水相当多，在天山、昆仑山、阿尔泰山三大山系的山坡和山麓地带生长着大面积茂密的森林，盆地中发育了大面积的湖泊。经过漫长的地质历史演变，这些森林形成了丰富的煤炭资源。到了第三纪初期，新疆的气候开始变干，降水逐渐减少，两大盆地里的湖泊面积也不断缩小，到约 400 万年前的第四纪初期，新疆两大盆地的湖泊基本干涸，在南疆的塔里木盆地中和昆仑山北坡的部分地方，已经有沙漠形成。但是总体来讲，气候仍比现代要湿润得多。

第四纪时期是新疆生态环境基本格局形成的最重要时期。第四纪初的早更新世（70 万—400 万年前）时期，在新构造运动的作用下，新疆的天山、昆仑山、阿尔泰山重新隆起，现代山地轮廓开始形成，在高山区有冰川发育，面积比现代要大得多，一些大的河流也开始形成，当时的塔里木盆地和准噶尔盆地中部都有河流流过，沿河岸生长着茂密的树林；中更新世（10 万—70 万年前）时期山区冰川大量融化，形成许多顺山坡流动的顺向河；后来这些河流几经变迁，形成了现代河流。距今约 1 万—10 万年前的晚更新世时期，新疆气候进一步干旱化，河流量比早、中更新世时期减少许多，河流流程缩短，大部分河流都不再能流到塔里木盆地和准噶尔盆地的中部，罗布泊、艾丁湖等湖泊在晚更新世晚期出现大量的盐类沉积，湖泊面积收缩，山地冰川退缩，表明气候干旱化加剧。到了距今约 1 万年前的全新世时期，新疆的环境状况已经与现今相差无几。

二、新疆近代环境变迁

新疆生态环境的近代变化基本承袭了全新世以来的发展趋

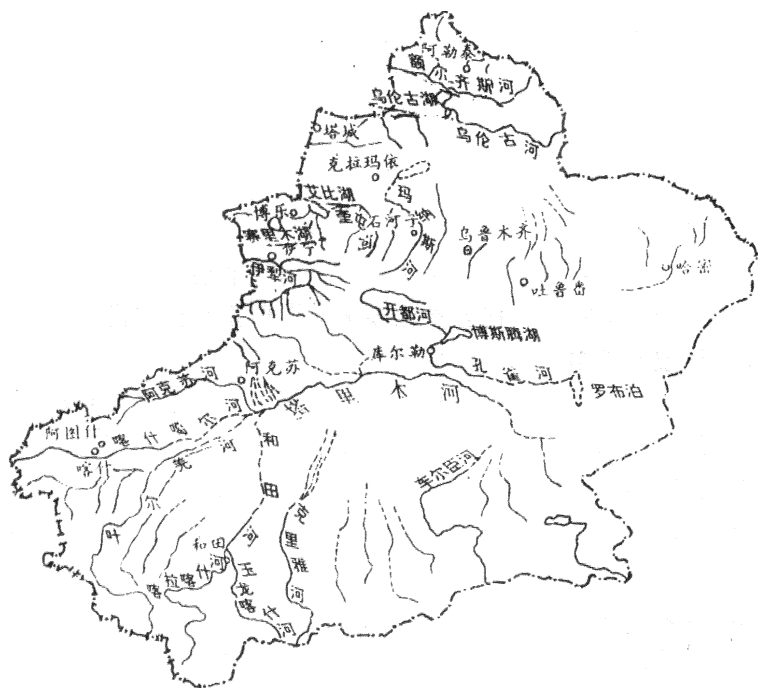


图1 新疆河流分布图

势，其中虽然夹有短暂的比较湿润时期，但总的趋势是气候逐渐变干。在南疆，这种趋势大致开始于公元前20世纪，气候变干导致沙漠向东、向南扩张，这个过程一直持续到现代。根据史书记载，自汉代以来，新疆就以气候干燥炎热著称于华夏，如唐朝玄奘的《大唐西域记》、明朝陈诚的《使西域记》、清朝徐松的《西域水道记》都对新疆的干旱气候有生动的描述。出版于光绪乙未年（1895年）的《皇朝直省地輿全图》较为清楚地绘制了新疆100多年前的地理景观，从图上可以看出，当时新疆的河流较今日多，流程也比较长，例如天

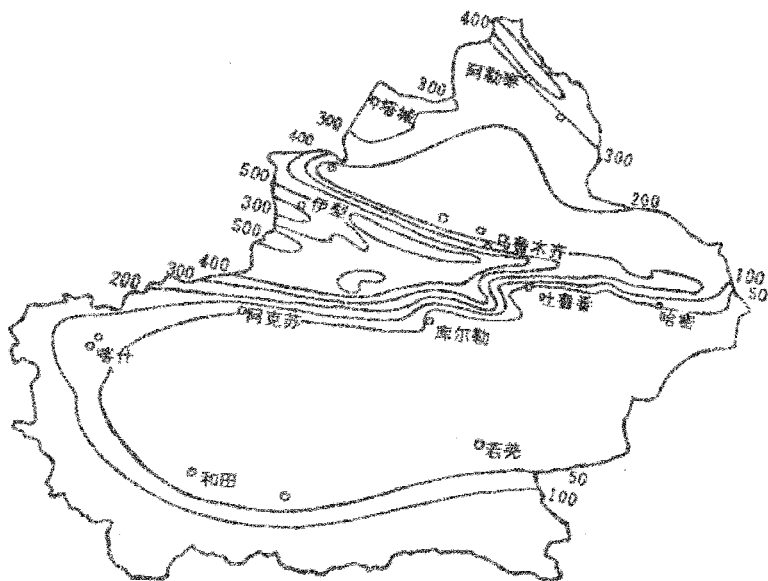


图 2 新疆年降水量分布图（毫米）

山北坡的一些河流相互流通，形成了 5 个主要水系，东部木垒以东的河流都流入巴里坤湖，形成了巴里坤水系；奇台与乌鲁木齐之间的河流汇入乌鲁木齐北部的东道海子，形成了东道海子水系；乌鲁木齐到奎屯之间的河流以及准噶尔盆地西部山地的河流都流入玛纳斯湖，形成了玛纳斯水系；奎屯以西的河流汇入艾比湖，形成了艾比湖水系。南疆西北部和田至库尔勒之间的广大地区是统一的塔里木水系。现在，那些原来相通的河流大部分都已经分开，河流流程缩短，河流尾端的尾间湖干涸消失，生态环境与 100 年前相比，已经发生了很大变化，这是在干旱区自然环境缓慢演化的背景下，人类高强度地开发自然资源而产生的后果（图 1、图 2）。

三、新疆现代生态环境特点与发展趋势

(一) 新疆现代生态环境的基本特点

1. 干旱少雨，多风

新疆位于北半球中部内陆温带气候带，气候呈现典型的大陆性气候特征，夏季短且炎热，冬季长而严寒，春秋季节气温变化剧烈。由于天山阻隔，新疆南北气候特征又各不相同。南疆地处暖温带，气候较为温暖，年平均气温为 $10 \sim 15$ ，1月最低气温平均 $-2 \sim -5$ ，7月最高气温平均 $23 \sim 28$ ；北疆为中温带，年平均气温 $5 \sim 8$ ，1月最低气温平均 $-9 \sim -15$ ，7月最高气温平均 $21 \sim 25$ 。南北疆相比较，南疆年平均气温比北疆高出 $5 \sim 7$ ，1月平均气温高出 $7 \sim 10$ ，7月高出 $2 \sim 3$ 。新疆平原地区全年降水稀少，全疆多年平均降水量 145 毫米，而蒸发量约 2000 毫米 ~ 2500 毫米，干燥度在 4—16 之间。北疆年平均降水量约为 200 毫米，比南疆多出 100 多毫米，而北疆气温相对较低，蒸发相对较少，因此北疆地区较南疆略湿润。新疆多大风，是新疆主要的农业气象灾害之一。北疆西北部、东疆和南疆东部是多风的地区，塔里木盆地 7 级以上大风日数一般在 30 天以上，北疆和东疆大部分地区在 20 天以下。

2. 水资源短缺，且时空分布不均

新疆的河流总水量 884 亿立方米，仅占全国河流总水量 3%。但是，如果以绿洲上的平均地表水量来计算，新疆的地均水量高于全国的平均值，以人均拥有水量计算，也高于全国的平均值。因此新疆的区域水资源十分短缺，但绿洲地区的水

资源又是相对丰富的。由于新疆降水的空间分布不均衡，地表水资源的空间分布也不均衡。如果以北塔山—乌鲁木齐—库勒—叶城一条直线，把新疆分成西北和东南两部分，西北部的土地面积约占全新疆的 40%，但拥有的地表水量约占全新疆的 83%，而东南部占全新疆总面积的 60% 的土地，只有约占全新疆地表水量的 17%，可见其差异之大。新疆河流的天然水质，北疆优于南疆，西部优于东部，山区优于平原。河流出山口以后，由于河流分流、入渗，河道水量不断散失、浓缩，加上绿洲废水的排入，河水水质迅速恶化，南疆一些河流矿化度极高，已不宜于人畜饮用，甚至不能用于灌溉。受降水季节性变化的影响，新疆河流水量高度集中在夏季，6—8 月的河流水量可以占到全年总水量的 40% ~ 80%，使新疆的河流呈现春旱、夏洪、秋缺、冬枯的特点。

3. 土地面积辽阔，可利用土地面积少

新疆土地总面积约 166 万平方千米，其中流动、半固定、固定沙丘（地）、戈壁、盐漠、无植被生长的裸地等荒漠土地有 79 万平方千米；占新疆土地总面积的 48%；绿洲耕地、林地、草地、水域、人类生活居住或工业区等非荒漠土地有 86 万平方千米，占新疆土地总面积的 52%。但是在非荒漠土地中，绝大多数是山区，适合人类生存的绿洲面积仅有约 8 万平方千米，占新疆土地总面积的约 5%。因此新疆可供人类利用的土地面积十分有限。

4. 动植物及水生生物种类少，种群结构简单

降水稀少、水资源总体短缺和时空分配不均，使新疆广大平原地区植被种类贫乏，分布稀疏。除阿尔泰山、天山等少数山区具有较丰富的动植物、森林资源外，新疆广大平原区植物种类很少。准噶尔盆地的植物总数仅 200 种左右，塔里木盆地

的植物总数不超过 100 种。

新疆的草地面积大，类型多，从平原到山地发育有荒漠草原、典型草原、草甸草原等。全疆天然草地总面积约有 8.6 亿亩，占全疆土地总面积的 34.3%，但产草量较低，有些草地利用困难。

新疆的森林主要分布在阿尔泰山、天山、准噶尔西部山地和帕米尔高原、西昆仑山的北坡等处，越往南森林的面积越小，分布越零星。全疆天然林面积约 1400 万亩，为 94.13 万公顷，荒漠河谷林约 335 万亩，平原人工林 770 万亩。森林覆盖率很低，仅为全国 1/8，居全国倒数第二位。

动物资源主要为野生脊椎动物，计 640 种，其中两栖类 49 种，鸟类 394 种，兽类 135 种。鱼类有 62 种，其中大头鱼、新疆北鲟、野生双峰驼为濒临灭绝的国家一类保护动物。

水生生物资源种类繁多，共有各类饵料生物 470 余种。其中浮游植物 157 种，浮游动物 76 种，底栖动物 130 种，水生高等植物 107 种。

（二）新疆现代生态环境的变化趋势

在新疆这样独特的自然环境中，绿洲是承载人口的主体。自古以来，新疆人类经济活动的主要方式是土地开发，直至现代这种过程还在持续中。随着社会的发展，人类对土地利用的广度和深度在不断扩大和加深，新疆的整个生态环境因此而发生了深刻的变化。新疆生态环境变化趋势主要表现在以下几个方面：

1. 人工渠道代替自然河流

解放后，新疆修建的引水闸坝 385 座，直接从河道引水的干渠 569 条，长度有 25.5 万公里。通过这些渠道每年引水

440 亿立方米，约占新疆每年地表水总量的一半。全疆已经建成许多人工灌溉的农田灌区，其中面积万亩以上的灌区 477 处。在这些大大小小的灌区中，全都由人工渠道引水，因此在绿洲地区，人工渠道已经基本代替了自然河流。

2. 人工水库代替天然湖泊

解放后随着大规模开荒，全疆共修建大中小型水库 458 座，总库容 53.7 亿立方米，水库水域面积约 2000 平方公里。新疆的大部分水库是水面大、水层浅的平原水库，蒸发多，渗漏大，有效利用率低，一般有效利用率仅 30% ~ 50%。

由于大量水库的修建，拦截了地表径流，使之不能到达下游，结果使河流末端的湖泊发生了很大变化，有的水位下降，面积缩小，有的则完全干涸。人类活动改变了地表水的地域分配，以人工水库代替了一部分天然湖泊。据统计，50 年代新疆面积大于 10 平方千米的湖泊总面积约 7000 平方千米，到 90 年代中期，这个面积已经减少到约 4700 平方千米，40 年来减少了 2300 平方千米；而新疆 50 年代以后建造的水库和坑塘等人工水体总面积为 2318 平方千米，与已经干涸的湖泊和缩小的湖泊面积基本相当。因此可以认为，近 40 年来新疆湖泊的变化是人工湖泊代替了天然湖泊，并使绿洲末端的尾间湖移动到了上游的人工绿洲地区。

3. 耕作土壤代替自然土壤

新疆的农业是所谓绿洲农业，人类不断开垦天然绿洲中植被、土壤条件好的地方，在人工绿洲范围内，逐渐把自然土壤改造成耕作土壤。新中国成立初期的 1950 年，新疆只有 1820 万亩耕地，但在随后的 10 年中，新疆新增加耕地 2900 万亩，到 1960 年全疆耕地面积就已经有 4720 万亩，耕地达到了历史上的最大面积。以后新疆的耕地面积增增减减，但幅度都不

大，直到现在，全疆耕地面积也只有约 4800 万亩。新疆的大部分自然土壤盐分含量都比较高，有机质含量低，养分贫乏。经过长期的农业生产过程，人们改造自然土壤，通过施用农家肥、化肥等增加土壤肥力，加速土壤熟化，培育出了适合农作物生长的耕作土壤，耕作土壤逐渐地代替了自然土壤。在人类活动定向改变自然土壤的原有特性的同时，也造成了土壤次生盐渍化和水土流失的加剧，过量化肥、农药的施用还污染了土壤。

4. 栽培植物代替自然植被

新疆开垦的土地，在垦前都是天然植被生长较好的地方。新疆的天然植被主要是一些耐干旱和盐碱的灌木和草类，大部分天然草地草的产量低、草质差；在水分条件好的泉水地和河谷等地方，天然草地产草量较高。人类在绿洲上耕作后，用栽培植物代替了天然植物，使绿洲上的作物产量得到很大的提高。但是，由于人工植被种类单调，且大量连片种植，对环境的适应能力和抗御自然灾害的能力均不及自然植被，一旦发生干旱、虫害等，就会对农业造成很大影响。

5. 饲养和放牧动物代替野生动物

新疆地跨阿尔泰的萨彦岭、哈萨克斯坦、蒙新和青藏四个动物地区，繁育了种类很多的野生动物群，现已发现的脊椎动物有 635 种，其中约 400 种是可供人们利用的资源动物。由于人类不断地开垦荒地，引水灌溉，砍伐森林，扩大放牧区域，开矿修路，侵占和破坏野生动物的生存环境，加之无限制的捕猎，使新疆野生动物的种类和数量不断减少，有的种已经灭绝，如本世纪才灭绝的塔里木虎是我国唯一生活在平原地区的虎。人工饲养和放牧的牧畜、家畜和家鱼的大量繁育、发展，满足了人们对动物产品的需要，改善了人民生活，但也破坏了

生物多样性和生态平衡。

6. 石油开发区代替原始荒漠区

在新疆的三大盆地（塔里木盆地、准噶尔盆地、吐哈盆地）蕴藏着丰富的石油、天然气资源，天然地表为沙漠、戈壁。大规模的石油勘探开发，已经打破了荒原的沉寂，一片片石油勘探开发区已经代替了荒漠景观，井架、公路、生活区出现在原先人迹罕至的沙漠、戈壁之中。这些活动破坏了原有沙漠中的地表结构和植被现状，破坏性往往是不可逆转的。但开发区的一些防风固沙及绿化工程对生态环境的保护是十分有益的。（图3）

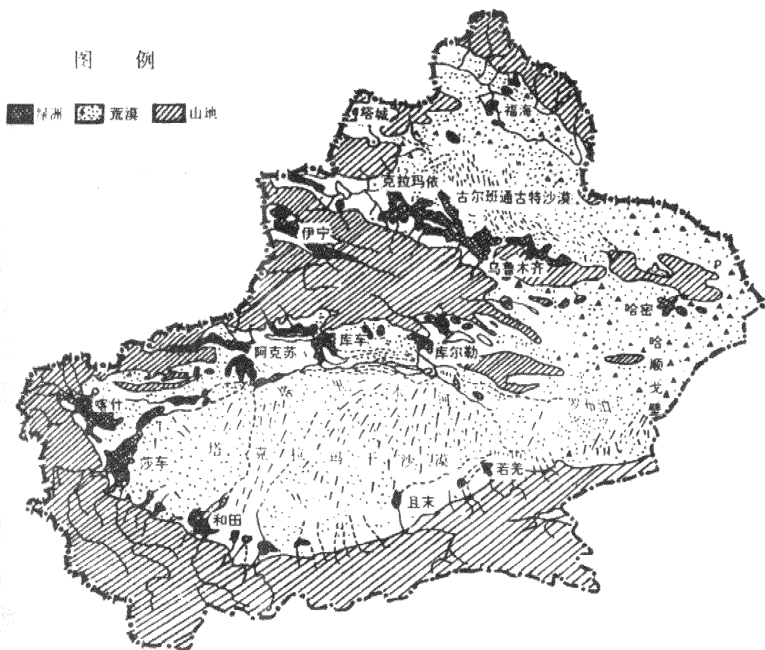


图3 新疆山地—绿洲—荒漠生态环境示意图

（三）主要的生态环境问题

1. 河流流程缩短，河水咸化

新疆河流在人类活动影响下，特别受土地开发影响，导致河流中下游段流程缩短，多数河流已经不能到达天然归宿地的尾间湖，一些原先由几条河流组成的河系也由于流程缩短而相互独立，如天山北坡的第一大河—玛纳斯河和南疆塔里木河下游流程就分别缩短了约 100 公里和 400 公里，它们的尾间湖玛纳斯湖和台特玛湖也都已经干涸。天山北坡原先的五大水系现在已经变成独立的十几条小河。南疆塔里木河原先有和田河、叶尔羌河、阿克苏河等三大源流，天山南坡的渭干河等许多中小河流也都汇入塔里木河中，但是现在塔里木河只有阿克苏河一条源流常年有水汇入，其余两条大源流已经基本与塔里木河脱离，其它中小河也无水汇入塔里木河中。新疆每年从农田排出大量的盐碱水，其中大多数直接排入河流，输送到下游湖泊，从而使河水和湖泊的矿化度增加，水质咸化，许多河流因盐类污染而不能饮用或灌溉农田，使宝贵的水资源失去利用价值。由于植被破坏，使土壤侵蚀加剧，河水泥沙含量增加；部分流经城市和矿区的河流，由于工业和城市污水的排入，水质也遭受污染。（图 4）

2. 土壤盐渍化加剧，土地肥力下降

在土地开发过程中，由于缺乏合理规划，对土壤和水资源利用不当，致使土地盐渍化迅速发展。目前新疆约有一半的耕地出现盐渍化，其中的三分之一是重盐渍化土地。新疆用于灌溉的水源来自山区，水源中本来就含有少量盐分，由于大部分的水源被人类引进绿洲用于灌溉，而许多地方的农田只灌溉，不排水，水源中少量盐分日积月累，都滞留在绿洲里面。根据



图 4 塔里木河古河道和下游摆动示意图

调查，新疆农田中每年积累的盐分总量达460多万吨。随着时间的推移，绿洲土地上的盐分越积越多，导致了土地盐渍化的日益加剧。由于长期大量施用化肥，使土地板结，土壤物理结构变差；许多地方为追求短期的经济效益，长期种植一种作物，不进行合理的轮作倒茬，养地作物比例很小，这些做法都使农田土壤肥力下降。

3. 动植物资源遭到破坏，物种减少

动物由于具有迁徙能力，对环境的变化十分敏感，人类活动对动物栖息环境，尤其是对动物生存至关重要的森林的改变、破坏以及无限制的捕猎，使动物的种群结构和空间分布发生很大变化，主要表现为种群灭绝、数量减少及分布面积的缩小。森林的变化主要表现为山地森林集中过伐严重，平原胡杨林、灌木林及河谷次生林遭受严重破坏；由于过度放牧及对草地资源的不合理利用，草地的退化现象十分严重，牧草产量下降，草地面积减少。

4. 土地沙漠化加重

新疆土地沙漠化既有人为因素又有自然因素。人为因素是

由于土地利用过程中的滥垦滥伐及无计划的开荒，荒漠草场以及弃耕的土地失去水分和植被保护，导致风蚀流沙形成；自然因素是由于气候干旱少雨加之大气环流影响致使流沙移动形成的沙漠化。古尔班通古特沙漠南缘已经出现了宽度为几百米到数公里的沙丘活化带。塔里木盆地形成的现代沙漠化土地有 0.86 万平方千米。

地表结构的破坏，造成许多地区浮尘、沙暴天气的增多。如塔里木盆地西北部，1980 年前每年浮尘天气平均 39.5 天，1981—1993 年平均为 75.9 天，增加了一倍。精河县 1981—1992 年间，浮尘天气总日数，年平均高达 50.2 天，比 70 年代增加 5.6 倍，比 60 年代增加 8.7 倍。

5. 城市污染日趋严重，农业污染有所发展

城市污染以乌鲁木齐最为严重，特别是大气污染。1994 年全国北方 30 多个城市二氧化硫年平均排序，乌鲁木齐居第三位，氮氧化物居第一位，总悬浮颗粒物居第 4 位。由于大量使用化肥、农药及地膜，农业环境也遭到污染。

四、新疆生态环境评价和环境承载能力分析

生态环境现状评价

新疆经过近 100 年，尤其是近 50 年的大规模开发后，生态环境状况究竟如何，是大家十分关心的事情。在国家“九五”科技攻关中，新疆进行了有史以来第一次生态环境评价，共设立了 21 个评价指标，用了 2400 多组数据。评价结果表明，新疆目前总体生态环境状况尚属良好。新疆生态环境的评

价是以县域为基本单元进行的。总体生态环境的等级是由农业生态环境、自然生态环境和人为环境压力三个要素，经过加权计算后得出的。一级区为生态环境良好地区，具有好的自然生态基础，良性循环的农业生态环境，人为活动强度适中；二级区为生态环境较好地区，自然生态环境较好，农业生态环境良好，人为活动压力不大；三级区为生态环境一般的地区，自然生态环境较好，但是农业生态环境较差或人为环境压力较大；四级区为生态环境较差地区，自然生态环境较差，农业生态环境不良，人为活动压力较大；五级区为生态环境差的地区，自然生态基础差，农业生态环境恶化，特别是人为活动强度超载。

评价结果表明，新疆 87 个县市中，总体生态环境良好的有 15 个县市，生态环境较好的有 22 个县市，生态环境一般的有 26 个县市，生态环境较差的有 11 个县市，生态环境差的有 13 个县市，其中被评为总体生态环境一般以上的县市有 63 个，占新疆县市总数的 72.4%。这 63 个县市的土地面积占新疆总面积的 85.4%，绿洲农田面积占新疆总面积的 79%，山区森林面积占新疆总面积的 88.8%，人口占新疆总人口的 54.7%，说明新疆大部分地区生态环境现状属一般和较好水平。

从生态环境分等级县市的空间分布看，新疆生态环境良好的地区主要分布在伊犁和塔城地区，这些地方农业生态环境良好，主要是有较高的旱涝保收指数，农业供水量充足，水土开发基本保持平衡；荒地开垦和农田防护林面积适中，土地盐碱化程度较低，保证了良好的农业生产的顺利进行。这些县（市）天然绿洲面积大，分布有较大面积的山区林地和草地，或具有一定面积的水域，荒漠化土地面积比例多在 30% 以下，没有潜在荒漠化土地，自然环境状况处于良好水平。从环境压

力看，这些地区人口密度较小，工矿用地很少，“三废”污染也很少，所在区域的人为环境压力最小，为环境压力轻微区域。

新疆生态环境较好的地区主要分布在北部的阿勒泰地区以及天山北麓地区，这些县市的旱涝保收指数都比较高，但农业供水比较紧张，荒地开垦和农田防护林面积比例也较低，土地盐碱化程度不高，处于较好的农业生态环境之中。这些地区天然绿洲面积有所下降，平均下降 10% 左右；山区林地减少，有一定面积的山区草地，荒漠化面积有所上升，潜在的荒漠化土地和退化土地较少，自然环境处于较好水平。这些区域人口密度有所增加，“三废”污染少，环境压力较轻。

生态环境一般的地区主要分布在天山南麓的阿克苏河、叶尔羌河、和田河、喀什噶尔河流域以及哈密盆地一带，这些县市农业生产条件较好，农业供水比较紧张，荒地开垦和农田防护林面积比例也较低，有一定面积的盐碱化土地。这些地区天然绿洲面积小，山区林地少，有一定面积的山区草地，有潜在荒漠化土地和退化土地，自然环境一般。这些区域人口密度较大，“三废”污染少，环境压力中等。

生态环境较差和差的地区主要分布在塔里木河中下游一带以及焉耆盆地中，这些地方农业供水不足，土地盐碱化严重，农业生态环境差；天然绿洲面积较小，山区森林面积很小或没有森林，山区草地面积不大，土地生产力退化和荒漠化严重，自然条件差；人口密度大，“三废”负荷大，工矿用地比例也较大，属环境压力大的区域。

总体来看，新疆的整体生态环境仍属中等水平以上，但是生态环境问题有累加性和滞后性的特点，新疆大规模的开发活动仅有约 100 年的历史，部分地区的生态环境问题已经相当严

重。在未来的西部大开发中，新疆将担当重要任务，从现在起，保护好新疆的生态环境，使之不再劣变或向良性方向发展，是实现新疆可持续发展的长远大计最为关键的因素。

五、生态环境治理的重点

新疆土地面积广阔，自然条件复杂，在人类活动强度和方式差别不大的情况下，自然条件的优劣，尤其是水资源条件的好坏对生态环境有根本性的影响。从总体看，北疆地区生态环境优于南疆和东疆；在南疆地区，西北部又优于东南部；东疆地区虽然干旱少雨，水资源短缺，但山区水源的保证率较高，水资源的开发利用已经达到了相对平衡和稳定的状态，生态环境现状也比较稳定。目前新疆生态环境问题较为严峻的地区主要有三片：塔里木河下游、艾比湖盆地以及昆仑山北麓山前绿洲区。这三个地区生态环境问题的特点和成因不尽相同，是新疆目前生态环境保护和治理的重点。

（一）塔里木河下游地区

塔里木河是我国流程最长的内陆河流，干流全长约 1320 公里。塔里木河是南疆各族人民的母亲河。近 50 年来南疆地区的大规模水土资源开发，基本上是在塔里木河流域进行的。随着大量水资源不断被引进绿洲用于灌溉农田，塔里木河的主要源流和田河、叶尔羌河等已经无水汇入塔里木河，阿克苏河成为塔里木河目前唯一的源流。塔里木河分为上、中、下游三段：肖夹克到英巴扎为上游，河长约 400 公里，英巴扎到恰拉为中游，长度约 500 公里，恰拉到台特玛湖为下游，长度约 430 公里。90 年代后期以来，塔里木河上游每年向下输送的

水量约 32 亿立方米，到达中游时，水量减少到约 18 亿立方米，到下游时，水量锐减到约 2.4 亿立方米。这些水只能向下再流约 230 公里，到达大西海子水库，再向下游，塔里木河已经基本干涸，下游约 200 公里河道断流。

塔里木河下游断流使得原来就十分脆弱的生态环境受到了进一步破坏，区域生态环境趋向恶化。沿塔里木河下游原来生长有大片的胡杨林和其它植物，它们形成了分隔塔里木河下游库鲁克库姆沙漠和塔克拉玛干大沙漠的绿色走廊。沿绿色走廊，有通往新疆东南部的便捷通道 218 国道，计划中的新疆—青海铁路也将从这里通过。绿色走廊还有效地减少了由强劲东风携带的沙尘，保护了库尔勒等地处下风位置城市的生态环境。塔里木河下游断流后，沿河的胡杨林逐渐衰亡，林下的灌木和草已经全部死光，昔日树影婆娑，鸟鸣阵阵的景象已经不再，取而代之的是滚滚黄沙和尖利的风声。218 国道的许多路段被流沙埋没，通行困难。人们担心，有朝一日，库鲁克库姆沙漠和塔克拉玛干大沙漠会连为一体。那时候，塔里木盆地的生态环境状况将难以设想，肆虐的黄沙不仅会危害新疆，也将随风漂移，影响到我国东部地区。因此，恢复和重建塔里木河下游生态环境是当前新疆生态环境建设中的第一重点。

塔里木河下游的断流与上、中游引水过多有密切关系，但相比之下，中游的问题更大一些。上游引水主要用于农业生产，而中游的水主要浪费在蒸发和渗漏上。塔里木河中游河道杂乱，多条河道辫状交织，全部有河道的地方最宽处有近 50 公里宽，整个中游实际上更像一个盆地。塔里木河中游河床宽浅，在洪水季节经常改道，人工改道也很容易，少数牧民为了灌溉一小片草场，在河边随意开水口，常常形成新的河道。因此塔里木河中游在洪水季节到处一片汪洋，水量由于蒸发和渗

漏而大量损失。根据调查，塔里木河中游地区共有人口不足万人，羊约 15 万只，却每年消耗水资源达 15.6 亿立方米，平均每养一只羊，要用水 10000 多立方米，浪费极为严重。正是这样的浪费造成了下游缺水甚至断流。因此，塔里木河下游生态环境恢复和重建一定要和中游的河道整治结合起来。

（二）艾比湖盆地

艾比湖盆地位于新疆境内天山北坡西端，是西来气流进入新疆最重要的孔道，所以这里常年大风不断，有“一年一场风，从春刮到冬”的说法。艾比湖盆地的中心是面积约 560 平方千米的艾比湖。根据调查，艾比湖在 50 年代初的湖水面积是 900 多平方千米，由于上游地区引水开荒种地，流到湖里的水量很快减少，导致了湖水面积的缩小。艾比湖盆地西高东低，湖水东深西浅，湖水面积缩小后，西部湖底大量的沉积物盐类裸露在地表，每当大风吹来，湖底的盐类物质形成盐尘飘散在空中。这些盐尘落在草原上，羊吃了沾有盐尘的草，会出现腹泻等病症，严重的还会引起死亡；人呼吸了有盐尘的空气，容易患气管炎等呼吸道疾病。目前在天山北麓西段已经形成了一条盐尘污染带，这对于新疆经济最发达的天山北麓经济带来说，是一种严重的生态威胁，必须尽快治理。

艾比湖盆地生态环境的治理，主要是要合理利用整个流域的水资源，保证有足够水量输送到艾比湖里，保持合理的湖水面，减少盐尘的生成量。维护湖周围的天然植被，同时加强艾比湖东西两端的绿化，阻止盐尘的漂移。

（三）昆仑山北麓山前绿洲区

昆仑山北麓山前的和田地区是新疆受沙漠化威胁较为严重的

绿洲区。近百年以来，这一地区新产生的沙漠化土地面积达 8600 平方千米。近 30 年来，被流沙吞没的农田就达 30 万亩。和田地区沙漠化严重有其先天和后天的原因。和田地区位于塔里木盆地西南缘，塔里木盆地常年以刮东北风为主，因此盆地中的流沙总体上向西南方向流动。塔里木盆地的西北缘受叶尔羌河和塔里木河宽阔河岸林的保护，相对不容易受风沙侵袭，而和田地区没有顺盆地边缘方向流动的河流，和田河和克里雅河都是南北方向流动的河流，对来自北方的流沙阻挡作用有限。因此，和田地区的自然条件决定了这里的沙漠化危害是比较严重的。除了先天不足外，和田地区人类活动的不尽合理，也是造成沙漠化加剧的重要原因。和田地区水资源短缺，耕地较少，人均耕地面积约 1.6 亩，不到新疆平均水平的一半。因此许多人认为，和田地区人民贫困的原因是耕地太少。所以，多年以来和田地区一直持续开荒。然而，由于供水不足，新开垦的荒地往往因为缺水而重新撂荒，其结果是把原先生长着天然植被的地方变成了撂荒地。在极端干旱的和田地区，这些撂荒地不可能再恢复原有的植被，使原本脆弱的生态环境遭到进一步的破坏。

和田地区生态环境的治理，主要在于改变不合理的资源开发方式，把注意力放到提高现有农田的生产能力，改造中低产田上；调整农业产业结构，提高农业生产的效率，才有利于和田地区人民脱贫和区域生态环境的保护。同时应该给生态环境保护留出足够的用水，逐步恢复和重建天然植被，使区域生态环境进入良性循环。

六、生态环境保护战略

新疆的大部分地区是干旱和极端干旱区，生态环境十分脆

弱。环境一旦遭到破坏，恢复起来很困难，需要的时间也很长，代价高昂，因此新疆的生态环境应该以保护为主。从新疆生态环境现状的评价结果看，新疆大部分地区的生态环境现状还没有遭到不可逆转的破坏，这就给了我们及时转变观念，实施生态环境保护措施的宝贵时间。如果我们现在再不重视生态环境的保护，错失良机，我们将来可能要花上数倍的时间和财力来恢复生态环境，甚至有可能造成生态环境系统彻底崩溃，无法恢复的严重局面。

根据新疆的实际，在生态环境保护中，要特别注意：

（一）保护好人工绿洲外围天然植被，保证绿洲生态安全

新疆人类活动的主要区域是在绿洲上。古代时期，人们在天然绿洲中水草丰美的地方开荒种地，开拓出人工绿洲；随着绿洲人口的不断增长，人工绿洲的面积也越来越大，许多原来自然条件不太好的地方也被开垦成农田，天然植被的面积越来越小，生长条件也越来越差。天然植被在人工绿洲和沙漠之间形成了将两者相互隔离开的过渡带，它是人工绿洲最重要的生态屏障。从新疆一些地方的生产实践看，单单人工防护林并不能从根本上解决荒漠风沙侵袭绿洲的问题，必须结合良好的外围天然植被，才能有效地阻止风沙入侵绿洲。

现代人类活动对绿洲外围天然植被的影响主要表现在两个方面：一方面，绿洲外围的天然植被是人类开荒的主要对象，不断的垦荒使绿洲外围天然植被面积不断缩小，绿洲与沙漠之间的过渡带越来越窄；另一方面，人类用于生产和生活的水越来越多，供给天然植被利用的水源很少，使天然植被的生存状态不断恶化。从长远看，人工绿洲和荒漠之间过渡带的不断变窄，将最终使人工绿洲与沙漠直接相连，形成巨大的生态位差，从而激化绿

洲与沙漠之间的矛盾，导致绿洲不可避免的衰亡。因此，保护好人工绿洲外围天然植被，是保证绿洲生态安全的根本大计。

（二）保护耕地，改造中低产田，特别重视土地盐渍化和沙漠化的治理

新疆耕地质量差，生产效率低，中低产田占全部耕地的约 2/3。在新开荒面积急剧增多的同时，原有的耕地数量也有明显减少，致使耕地的总面积增加不多。现有耕地减少的原因包括农业综合调整占用耕地、自然灾害损毁耕地和非农建设占用耕地。保护好现有耕地，防止其退化，是保护绿洲生态环境的重要途径之一。对划定的基本农田保护区，要确实保证其不受侵占和损害。

新疆现有的耕地中，低产田占了耕地总面积的 42.8%，中产田占耕地总面积的 39.7%。南疆的中低产田面积多于北疆。中低产田的形成主要是由于包括土地盐渍化、板结、水土流失、干旱缺水等原因。中低产田在新疆耕地中所占比例比较大，改造的潜力也比较大。以新源县为例，若能对中低产田进行改造，全县的粮食总产量可由 1989 年的约 9000 万公斤提高到约 1.38 亿公斤，在不增加耕地面积的情况下，可以达到该县 2000 年国民经济总体规划的粮食生产奋斗目标（1.3 亿公斤）。如果不对中低产田加以改造，绿洲内部的生态环境将进一步恶化，盲目开荒的势头难以遏止，势必影响区域生态环境的保护和改善。

（三）开发地下水源，发展节水农业，保证生态用水

对新疆生态环境影响最大的是农业开发。农业与生态环境争水、争地，其中尤其是农业在用水上的优先权，使生态环境用水得不到保证。新疆的农业是灌溉农业，目前，每年引用的地表

水量约 460 亿立方米，占新疆地表水总量的 52%；年提取地下水 39 亿立方米，仅占新疆可开采地下水量的 10%。相比之下，新疆地下水资源的开发利用还大有潜力可挖。抓好地下水的开发利用，特别是在南疆地区加大地下水开发力度，集中建设水源地，是一项投资小，见效快的措施，不但可以解决农业春秋季节缺水矛盾，而且可以有效地降低绿洲下游的地下水位，减轻土地盐渍化的发生，具有重要的生产和生态效益。在开发地下水的过程中，应该制定全面的地下水开发利用规划，研究地下水分布对区域生态环境的作用和功能，以防地下水开采区生态环境的不良演变。

新疆农业用水中，水资源的浪费相当严重，有些地区农业灌溉中，一亩地要灌水 1000 立方米以上，大水漫灌的情况在新疆农村还相当多，渠道失修，水随地溢流的现象也比较常见，平原水库的渗漏、蒸发量很大，因此，农业节水潜力巨大。近年来，北疆一些灌区推行小畦灌，喷灌、滴灌、渗灌、低压管灌等适用、先进的节水灌溉技术，取得了明显的效果。如果政策引导正确，有一定资金支持，新疆的农业节水将会取得很好的成效。

农业节水可以为生态环境保护提供更多的水，来维护和恢复天然植被。特别是在塔里木盆地，由于大气降水量太少，天然植被的生长对地表和地下水的依赖性更强，所以必须保证绿洲下游一定量的生态用水量。

（四）封山育林，保护草场，充分发挥山地森林和草原的生态涵养作用

新疆的山地是荒漠中的湿岛，是新疆绿洲水源的形成地，山地生态环境的变化对平原绿洲影响很大。解放以来，新疆山区云杉林面积已减少 34.5 万亩，落叶松林减少了 36 万亩。额尔齐

斯河和乌伦古河的河谷林减少了 56.2%，伊犁地区的河谷林甚至减少了 63.4%。新疆山地草地占全新疆草地总面积的 58%。除了天山中山带的草地基本保持了原有的生机外，其余各山区的草地都不同程度的发生退化。目前新疆山区森林均作为生态林已经加以保护，但山区过度放牧的问题还没有从根本上得以解决。目前正在加快平原区牧民定居和人工草料基地的建设，缓解冬春季山区草场超载过牧的现象。

（五）制定和贯彻合理的土地利用规划，保证土地资源的合理开发和适度经营

新疆可垦荒地面积较大，土地开垦成为新疆农业发展的重要内容。新疆近 5 年来新开荒地 260 多万亩，在土地开垦中缺乏科学的规划，存在着无证开垦、乱铺摊子、盲目开发等现象，严重破坏了区域生态和水土平衡。因此，依法用地、强化土地利用总体规划的整体控制作用就显得十分重要。要提倡高效集约用地，严格审批手续，做好土地资源的合理开发和适度经营；要坚持水土平衡，上下游平衡和生态平衡的原则，切实做到“以水定地，节水增地”；要严格执行开发项目及区域的环境影响评价制度，走综合开发和生态农业的道路；要把有计划地开垦荒地，作为一项重大战略举措严密布置和安排。

（六）建立完善的防护林体系，防风固沙，改善绿洲内部及边缘的生态环境

新疆目前已封育天然林 1172 万亩，人工造林 1158 万亩，固沙林 7068 万亩，其中新疆“三北”防护林已累计造林近 2000 万亩。在建立防护林体系，综合治理风沙灾害方面，新疆创造了适合本地生态环境条件的“窄林带，小网络”的造林模式，并首

创了“乔、灌、草、带、片、网”相结合的防护林体系，对稳定绿洲生态环境起到了重要作用。沙区林业是灌溉林业，必须保证林业用水。在完善防护林体系的工作中，要多发展适应当地自然条件的乡土树种林、灌木林、农田林网和生态林。对于生长差的林带，要尽快更新改造。

（七）发展生态农业，保持农业生态系统的良性循环

发展生态农业是增加农业后劲的一项根本措施，也是使农业生态系统向良性循环发展的重要途径。生态农业的高投入、高起点、高标准和高效益，将使新疆农业建设走上一个新的发展时期，产生巨大的经济和生态效益。

新疆农村环境中，除土壤侵蚀、土地沙漠化、盐渍化外，由于使用化肥、农药、地膜而造成的土地的农业污染也不可轻视。目前新疆化肥用量已高达每亩耕地 53 公斤，大量使用化肥使土壤板结、团粒结构破坏，过多化肥进入水体还会导致水体富营养化，渗入地下水引起水质变化。新疆已有 1250 万亩耕地推广了地膜栽培技术，随着时间的推移，大量农用地膜残留在农田里。据调查，连续 3 年覆盖地膜栽培的耕作农田中，每亩残留的地膜有 6.4 公斤~8 公斤，造成严重的“白色污染”。新疆地处干旱区，河流多为季节河，对“三废”及有机污染物的降解、稀释、扩散能力很差，累积效应大，一旦污染，治理困难。目前的污染物均排放在绿洲外围的戈壁荒漠，而这些地区也正是今后绿洲扩展的后备土地，今天的污染，便是明日的隐患。应该统一规划各绿洲的废物排放场地，对废物的排放进行有效管理，控制农田中化肥、农药、地膜的使用量，并及时清除其残留物，维护农业生态健康。

（八）加强城市环境污染治理和生态环境建设

新疆是我国经济发展相对滞后的省区，总体来看，城市环境污染还不严重。但是，一些大中城市的环境污染已经相当明显，如乌鲁木齐市、石河子市、克拉玛依市、库尔勒市、喀什市等城市的大气污染就很严重。乌鲁木齐市的水磨河是新疆河流水污染最为严重的河流，石河子市北部的蘑菇湖水库水体污染也十分严重。随着西部大开发的实施，新疆的经济将会有更大的发展，而城市将是未来发展最快的区域，在未来的城市发展规划中，应该把城市生态环境保护作为重要内容，并尽快实施，以保持绿洲城市的可持续发展。未来新疆城市可持续发展中，要把城市及其所在地域的生态环境作为一个整体来考虑，城市生态环境建设不仅要考虑城市内部的环境污染控制问题，还要考虑城市毗邻区生态环境保护的问题。

新疆的城市带上部距离山前荒漠带并不远。山前荒漠带是新疆城市带生态环境保护的主要区域，因为这一带是城市带水源的输水带，任何形式的水源污染都可能影响到城市带供水质量；另外，这里也是城市带大气中悬浮颗粒的源区之一。所以山前荒漠带生态环境的保护对新疆城市带的良好环境十分重要。现在这一地带人类活动较少，这是新疆城市生态环境保持较好水平的主要原因。但有些城市由于工业发展及矿产开发，对荒漠带的生态稳定造成极大干扰，如乌鲁木齐市上部几个大型重工业企业形成对乌鲁木齐市和昌吉市水源的严重污染。为保证城市带生态环境良好，最好的解决办法是对这些企业进行搬迁。为减少城市大气中的悬浮颗粒污染，城市带上游应营造防风林带。

内蒙古生态环境分析与保护

· 汪久文 ·

一、自然环境的形成与演变

内蒙古地域辽阔，自然环境复杂多样，形成的条件与演变过程各地尽管有差异，但大体上仍可分为四个时期。概括介绍如下：

（一）本区陆地的形成与发展

中国陆地的形成主要取决于四个板块的活动与发展。这四个板块是：中国板块、西伯利亚板块、太平洋板块和印度洋板块。而内蒙古陆地的形成与地貌演变，也与这四个板块密切相关。内蒙古的南部属中国板块华北地块的北部（大体为现在的阴山山脉以南），这是内蒙古地区最古老的陆地，大约早在 17 亿年前受吕梁造山运动的影响，就已抬升成为古陆了。其北部为辽阔的蒙古

海，由于西伯利亚板块的不断南移，在晚古生代（约距今 2 亿多年前），受海西运动的影响，西伯利亚板块与中国板块相碰撞而合成亚洲板块，形成一个巨大的俯冲带，在中国板块的边缘形成了西自天山、北山，向东延伸至阴山（狼山、乌拉山、大青山），一条巨大的陆缘山系，蒙古海就消失于这一时期。从此位于中国北方的内蒙古地区就结束了海洋环境，而成为辽阔的陆地了。

（二）曾经有过一个森林繁茂的时期

自晚古生代（距今约 3 亿—2 亿年）以后，内蒙古大地曾经有过一个漫长的森林茂盛的时期，特别是在石炭、二叠纪时，气候湿润而温暖，沼泽广布，植物繁茂、树木高大，呈现一派热带森林景观。正是这一时期，造就了内蒙古丰富的煤炭资源，成为内蒙古重要的“造煤时代”，著名的准格尔煤田、桌子山——乌海煤田都成矿于这一时期。

中生代前期（三叠纪、侏罗纪，距今约 2.25 亿—1.35 亿年），虽也局部受构造运动影响，但基本上仍为热带气候所控制，气候炎热，降水充沛，湖泊遍布，植物葱郁繁盛。当时的植物多以裸子植物为主。主要代表植物有苏铁类、银杏类、松柏类及蕨类等。特别是在一些盆地，成为内蒙古的又一成煤时期。这些煤层广泛分布于伊盟、锡盟、赤峰、哲盟、呼盟西部等地。其中东胜——神木煤田最为著名，为世界巨型煤田之一。

中生代后期白垩纪时（距今 1 亿—7 千万年），太平洋板块与亚洲板块强烈碰撞，发生了燕山运动，内蒙古东部与中部深受影响，形成东北——西南走向的大兴安岭隆起带及其两侧的沉降带，东侧为松辽沉降带，西侧为呼伦贝尔——鄂尔多斯沉降带。而西侧沉降带又为阴山山脉所隔断，分为南北两个盆地，接受沉积。

虽然至中生代晚期北部中国的气候略有转凉的趋势，但由于我国西南地区仍为古地中海（特提斯海）所占据，且有大西洋暖流影响；东南部海洋也受赤道暖流的影响，所以内蒙古大地仍然保持着亚热带的气候特征，植物多以亚热带常绿阔叶林与常绿针阔混交林为主，山地为针叶林。

此时的动物以爬行类为多，恐龙繁盛。在广阔的内蒙古土地上，自东向西，如二连、吉兰太等地，都分布有大量的恐龙化石。因此，内蒙古是我国重要的恐龙之乡。

白垩纪末期，西南地区的古地中海有所退缩，北部的西伯利亚海也向北移，气候逐渐转向干凉，湖水退缩，由燕山运动所形成的山地，经新生代早第三纪以来的几千万年的剥蚀夷平，已呈准平原状态。植物也逐渐转向适应寒冷的云杉、冷杉、落叶松等针叶林，常绿阔叶林逐渐退出，草本植物，尤其是禾本科针茅属植物已开始出现。

（三）兴盛的草原化发展时期

自新生代第三纪始新世初期（距今约 6 千万年）后，印度洋板块向北推移，这就使燕山运动后期处于相对稳定的我国大陆普遍出现和缓的拱曲运动，尤其使地处我国西南地区的古地中海渐向西逐步退出，青藏高原大幅度隆起，这就是著名的喜马拉雅造山运动的开始。

青藏高原大幅度崛起，使第三纪的行星风系改变，并诱发形成了崭新的季风环流。这就使地处我国西北部的内蒙古地区进一步变得干冷，原来的森林植被已不适应这种环境，树木变得稀疏，草本植物逐渐繁茂，并最终取代森林，从而内蒙古进入到一个以草原景观为特色的时期。

草原植被之所以能更好的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，根系发达，地下部分与土上部分比较接近，通过发达的根系吸取土层中的水分，可以满足植株地上部分蒸腾之需要，水分消耗处于平衡状态，而乔木则难以做到。(2) 草原植物生活周期短，更易于忍受严寒的袭击和越冬，而树木却不能。(3) 草木植物的种子易于散布和传播，有利于繁殖。

根据发掘的化石，此时活跃于内蒙古草原上的动物中新世动物群有内蒙古犬、内蒙古猪、葛化双角鹿、戈壁安琪马等；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、羚羊、牛科等；上新世动物除三趾马外，还有剑齿象、剑齿虎、长颈鹿、原始獾、中国獾等。

(四) 荒漠化时期——一个正在经历和发展的地理过程

自第三纪渐新世后期开始的喜马拉雅造山运动，经历了晚第三纪的进一步发展，尤其是到第四纪早更新世末期（距今约 200 万年—300 万年）强烈的构造运动，青藏高原不仅大幅度隆起，古地中海完全退出，而且在印度洋板块与中国板块的缝合线隆起了高耸挺拔的喜马拉雅山。此时的青藏高原已超过 3000 米，而边缘的喜马拉雅山则已高达 6000 米~7000 米以上。至此，高耸的喜马拉雅山与青藏高原就完全隔断了来自印度洋湿润的气流，中国内地远离海洋，包括内蒙古在内的广大西北地区因此也就更干旱了。

自第四纪以来，伴随青藏高原隆起的另一重大地理事件，就是第四纪以来出现的冰期与间冰期轮回变换的大气候变化。这种变化对我国西北地区及内蒙古有着重大影响，总的特征是干冷期愈来愈频繁，时间愈长，程度愈趋严重，这就导致内蒙古地区逐步由草原化（过程）时期向荒漠化（过程）时期过渡。

自中更新世初期后，随之而来的两次大冰期（相当于民德、里斯期），致使阴山山地较高处或阴坡出现永冻现象。阴山以北地区，大部分属寒冷荒漠性质，外营力以剥蚀风化为主，河流干枯，地面裸露，风蚀强烈，细土物质被吹扬，成为离石黄土的物质来源。

晚更新世初期气候虽有所转暖且湿润，但至后期（距今约50000—12000年）都经历了第四纪以来一次最为严峻、范围最广泛的冰期——玉木冰期。这是我国荒漠化时期的高峰。据研究，由于大量水体被固结于两极及大陆山地，海水退缩，当时我国海平面已下降至低于现今海面120米~160米。因此，内蒙古距海洋遥远，气候干旱而寒冷。据专家估算，内蒙古中部地区一月均温当时大致在 $-25 \sim -35$ ，比现在要低 $2 \sim 9$ ；年均温大致在 0 以下，北部地区可达零下 10 左右。而年降水量仅有50毫米~150毫米左右，仅相当于现代降水的30%~40%。

正是在这样一种气候环境下，内蒙古大地自东而西，普遍出现了极严重的荒漠化现象，沙漠遍布。实际上现今人们所熟悉的呼伦贝尔沙地、浑善塔克沙地、毛乌素沙地及库布齐沙地，都是当时荒漠化的产物，且都是典型的沙漠。只是进入全新世（近12000年）初期，玉木冰期结束，进入间冰期，气候转暖变湿，沙漠又重新为草原植物所覆盖。

纵观内蒙古自然环境的形成与演变过程，不难得出：

（1）自古生代以来，气候变化的总趋势是由炎热变向温凉；由湿润变向干旱。因此整个景观特征也随之而变化，森林为草原所取代，而草原在不少地方又正为荒漠所取代。

（2）当代正处于发展中的荒漠化时期，其高峰为晚更新世后期。目前荒漠化随气候变得较温湿而有所逆转，但总的趋势并未改变。曾经荒漠化的土地是极为脆弱的，若利用不当，不可避免

的将导致土地的人为沙漠化。

二、现代自然生态环境特征

内蒙古现代自然生态环境的特征，是地质历史时期环境演变的延续和发展。不同的是，漫长的地质历史时期环境的演变只受自然因素的作用和影响，完全是一种纯自然环境的变化；而当人类出现后，特别是近代以来，人口数量剧增，科学技术与生产水平的高度发展，对自然环境的影响，无论就其空间范围和影响的深刻性，都有本质的变化。因此，现代生态环境的特征，在很大程度上是长期的自然因素与人为因素共同作用的结果。

综合分析内蒙古现代化自然条件与生态环境，有以下基本特征：

（一）以高平原为主的地貌特征

从整体看，由于内蒙古成陆时间比较悠久，其山体轮廓基本为中生代末期燕山运动所奠定，经剥蚀夷平的时间已经很长，且喜马拉雅运动对其影响毕竟较弱，因此全区表现了以高平原为主的地貌特征。地势平缓，呈波状起伏，分布范围广泛。自东至西，如锡林格勒、乌兰察布、鄂尔多斯、巴彦淖尔、阿拉善等高平原均是。海拔一般都在 900 米 ~ 1500 米左右。其上零星分布有剥蚀残丘与岛山（阿拉善地区），是内蒙古典型草原、荒漠草原及荒漠的分布地。高平原约占全区总土地面积的 51.2%。

山地、丘陵占全区总土地面积分别为 20.8% 与 18.2%，仅次于高平原。但这些山地都经强烈剥蚀、侵蚀，山体较低矮。境内最高山峰为贺兰山达呼洛老峰，海拔 3556 米。其余狼山、乌拉山、大青山等，海拔均不超过 2400 米，是一些历经剥蚀夷平

的断块中山。东部大兴安岭已是进入老年期的山地，山坡平缓，山顶浑圆，海拔多在 1400 米 ~ 1600 米，相对高度低矮。除内蒙最西部的马鬃山外，其余山地均为内蒙古的主要森林分布区，起着涵养水源的重要作用。

真正的冲积平原在内蒙古仅有巴盟的后套平原、土默特前套平原及西辽河、嫩江冲积平原。面积分别为 14600 平方千米、10865 平方千米与 55000 平方千米。平原（含滩地）总面积约 10 万平方千米，占总土地面积的 8.5%，是内蒙古重要的农业基地。

以上地貌结构特征，可如下表所示（表 1）：

表 1 内蒙古主要地貌类型面积

主要地貌类型	土地	丘陵	高平原	平原（滩地）
面积（万 m^2 ）	24.67	21.50	60.0	10.0
占总土地%	20.8	18.29	51.2	8.5

（二）干旱、半干旱为主的气候特征

内蒙古地区基本属于温带大陆性季风气候，总体特征是气温低，温差大，降水少，变率大，风大，沙暴日多。

1. 气温偏低，温差大

内蒙古全区年平均气温在 - 4 ~ 8，比同纬度的东北与西北地区都低。但就本区看，总趋势是由东向西，由北向南逐步增高。大兴安岭北端属寒温带，气温最低，一月均温在 - 30 以下，极端最低温度可达 - 50 以下；最热月（7 月）平均温度也都在 20 以下，而西部的额济纳地区，一月均温多在 - 10 ~

- 12 , 7 月气温则高达 24 ~ 26 。

全区年温差大,最热月与最冷月气温年较差可高达 34 ~ 46 , 自东向西,自北向南逐步减小。日温差也较大,一般都在 12 ~ 16 。日较差大有助于农作物干物质与糖分的积累。

2. 降水少,变率大

内蒙全区降水量较少,一般都在 50 毫米 ~ 450 毫米之间。东北部大兴安岭与赤峰、通辽地区南部降水较多,均在 400 毫米以上,其中鄂伦春旗降水量多,平均可达 486 毫米,为全区之首。由东向西逐步递减,至阿拉善额济纳旗,平均降水不足 50 毫米。

年降水量不仅少,且年际间变率大,保证率低。如呼和浩特最多年降水可达 929.2 毫米 (1959 年), 而最少年仅 135.1 毫米 (1965 年), 相差竟达六倍。但降水与高温同期,主要集中于 6—9 月。此期间降水占全年降水总量的 65% ~ 75% , 有助于农作物及牧草的生长利用。

3. 风大,风沙活动频繁,沙尘、沙暴日多

内蒙古冬季常处于蒙古高压中心的东南缘,气压梯度大,因此常形成偏西北大风。年平均风速大多在 3 米/秒 ~ 5 米/秒。大风日 (≥ 17 米/秒) 除大兴安岭北部较少外,一般都在 25 天 ~ 35 天,尤其是锡林郭勒盟中西部,乌兰察布盟北部大风日可达 70 天 ~ 80 天,锡盟阿巴嘎旗竟高达 166 天。

大风的出现,再加上地面植被破坏,草场退化,这就是内蒙古风沙活动频繁的主要原因。特别是近些年来草场超载,乱垦、乱采,植被破坏严重,在强劲西北大风的吹蚀下,频繁的出现沙暴、尘暴,不仅危害当地,而且严重的危害周边地区,甚至首都北京及天津等地都深受其害。

（三）地表径流少，水资源贫乏

由于内蒙古境内年降水量偏低，因此地面径流量小，河网稀疏，且多为干河床，仅有季节性流水。在有水流的河道中，内流河流域面积略大于外流河流域，前者占 51%，后者为 49%。

外流河主要是额尔古纳河水系、嫩江水系、西辽河水系、滦河水系与永定河水系。黄河是最大的过境河，不仅给内蒙古中、西部带来了珍贵的水资源，而且因其冲积作用形成了著名的内蒙古后套平原与呼和浩特市、包头市所在的土默特冲积平原，这里地势平坦，土地肥美，灌溉水源较充足，成为塞上富裕之乡。

内流河在内蒙古境内主要有乌拉盖尔河、昌都河、塔布河、锡林河、黄旗海水系、岱海水系、黑河水系等。共同的特征是：流域面积不大，多发源于山脉内侧，多数属季节性河流，流程短，水量少，主要靠大气降水补给。境内湖泊虽多，但湖面面积在 1000 平方千米以上的仅有达赉湖；500 平方千米 ~ 1000 平方千米的有贝尔池；100 平方千米以上的有达里诺尔、查干诺尔、岱海、黄旗海、伦和查汗淖、乌梁素海、吉兰太等。至于数量较小的各种成因的湖泊可多达近 4000 个。所有这些湖泊水量多靠降水补给，湖水浅而小，且咸水湖（含微咸）数量大，约占全部的 41.2%。

由于内蒙古地处干旱、半干旱区，降水少，水资源贫乏。从径流深总的分布趋势分析，结论是：自东南向西北递减，山地迎风面大于背风石，山地大于丘陵，丘陵大于平原，平原大于高原，高原大于西部的沙地、沙漠和戈壁。

据内蒙古水文总站统计结果，全区河川径流量为 370.96 亿立方米，其中呼盟、兴安盟的嫩江和额尔古纳河径流量为 184 亿立方米与 120 亿立方米，分别占总量的 49.6% 与 32.4%（合计

径流量为 304 亿立方米，占总径流量的 82%）。西辽河为 31.03 亿立方米，占总量的 8.4%；黄河流域为 21.9 亿立方米，占总量的 5.9%。而占全区总面积一半的内蒙古高原、阿拉善高原等中西部地区，全部径流总量仅 14.03 亿立方米，约占总量的 3.7%。可见，内蒙古全区水资源缺乏，主要集中在中、西部高原地区。

全区地下水总量为 137.89 亿立方米，约占全部水资源总量的 27%。这些宝贵的地下水资源分布不均衡，内陆高原区地下水 41.9 亿立方米，占地下水资源的 30.4%；西辽河流域地下水 39.29 亿立方米，占总量的 28.5%；嫩江、额尔古纳河流域地下水为 25.62 亿立方米，占地下水总量的 23.3%。

内蒙古在全国是贫水地区，全部总水量仅为全国的 1.87%。若按人均算，虽达到全国水平，但按耕地平均计算，仅及全国平均水平的 34.4%（610 立方米/亩）。可见，在内蒙古如何合理而节约用水，将是一项重要而长期的任务，这是制约经济发展，影响人民生活的重要生态环境因素。

（四）森林覆盖率低，草原辽阔，荒漠浩瀚

内蒙古全区有林地面积约 1640 万公顷，覆盖率低，仅为 13.87%。森林分布极不均衡，主要集中于山地，尤其是北部大兴安岭占有全区林地面积的 80% 以上，森林覆盖率高达 59.68%。其林种主要是兴安落叶松，次为蒙古栎、白桦、山杨等次生林；大兴安岭东麓低山丘陵，以落叶阔叶为主，树种以蒙古栎为多，其次还有黑桦、椴树等。

中部山地（包括燕山支脉苏慕山、阴山山系的大青山、乌拉山、狼山等），阴坡断断续续的分布有成片的天然次生落叶阔叶林，主要树种为次生山杨、白桦林，局部地方有残存少量的云杉

林。为当地重要的水源涵养林。

其余均为零散分布的河滩林、农田防护林、村庄和道路人工林等。值得一提的是处于荒漠深处的额济纳河沿岸尚有天然胡杨林，为调节当地气候起着十分重要的作用。可惜的是，由于额济纳河水源枯竭，沿岸的胡杨林正在死亡线上挣扎。

内蒙古全区，除山地为森林外，广阔的高平原上分布着辽阔的草原，真正是“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”的美丽画面。全区草原（含荒漠草场）总面积达 9700 万公顷，约占全区总土地面积的 60.36%。按其自然属性，这些草原（草场）又可分为温带草甸草原、温带典型草原、温带荒漠草原；此外包括荒漠草场在内还有温带草原化荒漠、温带荒漠以及低平地草甸、山地草甸、沼泽等。通常说的草原仅指以各种针茅属、羊草等为主要建群植物的草甸草原、典型草原与荒漠草原。这几种草原主要分布在大兴安岭东西两侧，阴山南北两侧及贺兰山以东的广大地区，这是自治区的重要牧业基地。

荒漠主要分布在贺兰山以西的阿拉善地区，多沙漠、戈壁，高平原上也常见有残丘、岛山。

从畜牧学范畴讲，荒漠也包括在草场中，但荒漠草场以多年生旱生、超旱生小灌木为主，无论从可食性或营养角度讲，都不如草原，仅有骆驼、山羊等可食用。由于植被稀少，草场载畜量很低，每羊单位需草场 4.59 公顷 ~ 10.17 公顷。

（五）土地资源丰富，但土壤贫瘠，钙化与盐渍化普遍

内蒙古土地面积达 118.3 万平方千米，其中耕地 10647 万亩，占总面积的 6%，每人平均拥有耕地 4.8 亩，为全国人均耕地的三倍半。草场（有效草场）约占总面积的 58%，达 6900 万公顷，人均草场 3.1 公顷，居全国第一。林地占总面积的

13.8%，达 1640 万公顷，人均林地 0.74 公顷。除部分滩川地外，绝大部分土地基本处于干旱状态，这就制约了土地生产潜力的发挥。土地面积虽然广阔，但可以用来作为宜农耕地而加以开垦的土地资源却有限得很。在以往的几十年里，正是由于开垦不当，以致造成水土流失，土地沙化、盐渍化，形成生态灾害。

内蒙古全区大部分处于干旱、半干旱，甚至是极端干旱区，植被稀疏，有机质来源少，土壤腐殖质化过程通常较弱，即使有一定数量的有机质参加成土过程，其形成的腐殖质也易于矿质化，因此，一般土壤有机质含量较少。典型草原的栗钙土多在 2.0% ~ 3.5%，而荒漠草原条件下的棕钙土有机质多在 1.0% ~ 2.0%，阿拉善地区的灰棕漠土有机质含量都在 1% 以下，显示了土壤贫瘠的特点。

由于土壤干旱，淋溶作用微弱，在典型草原、荒漠草原及荒漠条件下，一般在表土 20 公分 ~ 40 公分以下都有不同程度、不同形态（粒状、菌丝状、核状、斑块状等）的碳酸钙淀积，土层灰白，显碱性，干后坚硬，给作物、牧草及树木生长造成相当大的困难。而荒漠地区的钙化则以石膏淀积来表现。其结果都在不同程度上恶化了土壤的理化性能。

一些具备灌溉条件的土壤，或地下水过高的地段，在干旱气候条件下，土壤水分蒸发强烈，极易导致土壤盐渍化，造成植物生理性干旱，降低土壤的肥力与生产性能。

三、当代生态环境发展的趋势与评价

当代生态环境发展的趋势，不仅深刻地影响未来社会经济的发展与建设，同时也直接影响到人们日常生活的水平和质量，因此，生态环境发展的趋势以及如何评价，历来都为人们所关注和

重视。

内蒙古生态环境发展的趋势既为全球变化与全国变化的一部分，但同时又具有自己的特点和重点。概括起来，从内蒙古环境变化看，有以下趋势需引起人们的注意：

（一）气候更趋干旱化

分析近几十年来旱涝与降水资料，自治区的干旱有明显增强的趋势（表 2）。如表 2 所示，除东部地区的海拉尔与乌兰浩特 80 年代比 50 年代降水略有增加外，其余绝大部分地区 80 年代降水比 50 年代都明显的减少，最多（通辽）可达 102 毫米。

表 2 内蒙古主要城市 50 年代降水、气温与 80 年代比较

地区	50 年代		80 年代		80 年代与 50 年代比较	
	气温	雨量 mm	气温	雨量 mm	气温	雨量 mm
海拉尔	- 2.44	357	- 1.37	358	+ 1.07	+ 1
乌兰浩特	3.62	427	4.88	442	+ 1.26	+ 15
通 辽	5.12	449	4.40	347	+ 1.28	- 102
赤 峰	6.23	378	7.56	314	+ 1.33	- 64
锡林浩特	0.93	327	2.31	243	+ 1.38	- 84
集 宁	3.16	433	4.00	342	+ 0.84	- 91
呼和浩特	5.37	450	6.43	367	+ 1.06	- 83
包 头	4.11	355	6.95	278	+ 0.84	- 77
东 胜	5.11	404	5.74	355	+ 0.63	- 49
临 河	6.04	142	7.90	139	+ 1.86	- 3
巴彦浩特	7.30	223	7.90	164	+ 0.60	- 59

而气温与降水相反，全区都有不同程度的提高，最高上升达 1.86（临河），最少也在 0.60 以上（巴彦浩特），这就使整个气候变化具有干热的特点，大气温度降低，土壤愈趋干燥，植

被更加稀疏，地表物质的活动性加大。

（二）地表径流量与水资源总量减少

由于 50 年代以来气候趋于干旱，大范围降水明显减少，导致地表径流量也大幅度减少（表 3）。

表 3 内蒙古主要河流年径流量 50—80 年代变化

水系	河名	站名	分段年径流量（亿 m^3 ）				变化幅度 （%）
			50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	
黄河	大黑河	美岱	1.5110	0.7592	0.3904	0.3041	- 79.9
	水磨沟	店上		0.4631	0.4360	0.2852	- 38.4
	西柳沟	龙头拐		0.3570	0.3477	0.2599	- 27.2
西辽河	西辽河	通辽	13.1200	9.4940	0.9860	2.8950	- 77.9
	黄金河	赤峰	6.8100	3.5800	2.7500	1.610	- 76.4
	胜利河	鲁北		0.3410	0.1700	0.228	- 33.1
内陆河	坝王河	集宁	0.2750				
	锡林河	锡林浩特		0.7961	0.1047	0.1035	- 47.2
				0.2071	0.1933	0.1521	- 22.4
滦河	闪电河	白城子		0.4388	0.2266	0.1952	- 55.5

如表 3 所示，自 50 年代以来，内蒙古诸河径流量减少幅度达 20% ~ 80%。平均达 47.87%。

地下水也呈大幅度下降趋势，如呼和浩特，正以每年 2 米的速度下降。究其原因，一是大气降水少，地表径流下渗量也少；二是人类开采利用量大。如内蒙古全区 1980 年地下水利用量为 104 亿立方米，10 年后 1990 年已增至 140 亿立方米。其中主要为农业灌溉用水，但工业与生活用水也增加相当迅速。如此下

去，以后将无水可用。

（三）土地沙漠化在继续发展

沙漠化在内蒙古自治区是危害最大的自然过程。它不仅直接风蚀土壤，使土地生产力衰减，而且导致大范围环境恶化，草场退化，村庄、道路被掩埋，交通受阻，使生产无法正常进行。近几十年来，虽说在防治沙漠化方面做了大量的工作，但从整体看，依旧是“沙区整体环境恶化，局部得到治理”的状态。

从历史上看，当代沙漠化还远没有达到距今 10000—50000 年前晚更新世荒漠化高潮时那样严重，但自全新世以来，尤其是近 50 年以来，随着我国人口递增，耕地不断扩大，工矿大规模开采以来，对植被破坏加剧，环境质量不断恶化，因此沙漠化也一直在加剧。

特别是晚更新世后斯的不少沙漠，如科尔沁、浑善达克、毛乌素及阴山以北伏沙带，原本都是大面积的风积沙地，只是全新世后气候变暖，降水增多，地面荒漠植物草原化，流沙被固定。在这种地段，如果不适当的开垦或利用过度，植被破坏后将会迅速沙漠化，沙地再度“活化”，流沙再起。因此，可以说内蒙古草原的生态环境是极为脆弱的，应格外小心，避免沙地“活化”。

据 90 年代初统计，内蒙古全境不同土地利用区土地沙漠化状况有所不同（表 4）。一般林区微弱，农区次之，唯牧区较重。一般沙漠化土地均占土地总面积的 70% 以上。全自治区沙漠化土地总面积达 74.36 万平方千米，约占总土地面积的 64%。

根据目前我国北方气候变化的趋势，以及人类活动的加剧，沙漠化只会愈趋严重，沙暴、尘暴的危害也将会加剧，必须采取果断措施，使沙漠化进程逆转，否则将会严重地影响全区，乃至全国经济建设的迅速发展。

表 4 内蒙古不同土地利用区土地沙漠化状况

区名	亚区名	土地面积 (km^2)	沙漠化土地		
			面积 (km^2)	中度以 上占%	沙漠化占总 土地面积%
农 区	西辽河平原农区	17497.46	17026.95	37.39	97.31
	土默特平原农区	10893.31	2320.73	95.08	21.30
	河套平原农区	18250.19	5739.64	72.18	31.45
牧 区	呼伦贝尔高原牧区	84140.66	62217.15	33.46	73.94
	锡林郭勒高原东部牧区	83103.06	64050.71	34.62	77.07
	锡林郭勒高原西部牧区	82971.45	64152.61	66.41	77.32
	乌兰察布高原牧区	91255.47	57349.32	57.26	62.84
	鄂尔多斯高原牧区	52280.14	49124.76	86.57	93.96
	阿拉善高原牧区	261017.34	246714.02	66.51	94.52
	毛乌素沙地牧区	11645.28	11601.62	86.57	99.63
	乌海工矿牧区	2065.29	1192.50	34.70	57.74
林区	大兴安岭北部林区	130025.31	40.64	0	0.039
农 牧 林 交 错 区	大兴安岭东部农林牧区	77009.88	0	0	0
	大兴安岭南部农牧林区	86857.50	22982.35	53.01	26.46
	科尔沁沙地农牧林区	36203.54	25054.84	64.99	69.21
	燕山丘陵农牧林区	22702.31	1134.54	67.43	4.99
	阴山后山丘陵农牧区	32059.17	22094.5	77.60	68.92
	阴山前山丘陵农牧区	19028.25	1262.59	43.32	6.63
	鄂尔多斯东部农牧林区	26646.57	9943.48	99.93	37.32
全区	合 计	1183000	743584.66		64.57

(四) 水土流失严重

内蒙古是全国水土流失严重的地区之一。全区水土流失面积为 18.6 万平方千米, 约占全区总面积的 15.7%。主要分布在伊克昭盟、赤峰、乌兰察布盟, 分别占全区流失面积的 25.4%、21.8%、20.9%, 其次是呼伦贝尔盟 (占 8.0%)、巴彦淖尔盟 (占 7.7%)。

造成上述地区水土流失严重的原因, 一是地貌多为低山、丘陵区, 地形坡度较大, 坡度长; 二是地面组成物质以黄土与黄土状物质为主, 这种土质具有垂直节理, 胶结松散, 湿陷性强, 且多为粉沙质, 抗蚀性弱; 三是上述区域多暴雨, 降水强度大, 一年中平均约有暴雨 18.1 次, 大都集中在 7—8 月。偶发性暴雨是诱发水土流失的主要原因与基本动力; 四是植被遭到破坏, 地面缺少保护。

正是在上述诸因素作用下, 内蒙古的一些地区一直处于严重的水土流失破坏中, 这种情况虽说在局部地区得到了某种控制, 但在大范围中, 有愈演愈烈之势。尤其是鄂尔多斯地区, 基岩胶结差, 但渗透力不强, 因此水土流失十分严重, 侵蚀模数个别小流域竟高达 38000 吨/千米²·年, 被称为“世界水土流失之最”。

内蒙古的黄河流域每年向黄河输送泥沙达 1.8 亿吨, 黄河支流皇甫川地区, 土地面积 2831 平方千米, 每年向黄河输送泥沙 5300 万吨, 输沙模数达 19000 吨/千米²·年, 平均每年地表流失土层厚度达 1.26 厘米。其结果必然是降低土地生产力, 破坏交通、水库等工程效益, 严重影响当地人民的生活。

(五) 土地盐碱化尚未得到有效控制

土地盐碱化在内蒙古普遍存在, 但河套平原, 西辽河平原更

为严重。长期以来一直努力治理，但成效并不显著。

土地盐碱化是地下水埋深小于 2.5 米 ~ 3.0 米的地段，在强蒸发条件下，土壤溶液沿土壤毛细管上升，通过水分的蒸散，而将盐类携带至地面积累，以致达到影响作物、林木的正常生长，使土地生产力降低。

后套地区由于黄河河床高于河套平原地面，灌溉水无法正常排出，虽挖排水沟，但始终配套不够，排水不畅，造成局部地面积盐，呈现不同程度的盐渍化。据调查，后套盐渍化土地占耕地的 50.1%，其中轻度的占 17.8%，中度的占 16.0%，重度的占 7.6%。

西辽河由于河网较密，水位偏高，盐渍化也比较普遍，盐渍化耕地约占总耕地的 13%，其中较严重的占一半以上。

（六）草原大面积退化

草原退化是指：草原产草量降低；种类成分改变并趋于简单化；饲草品质变劣；草原生态环境恶化。上述诸方面的变化是互相影响和制约的。

究其原因，主要是放牧利用过度，开垦不当，乱砍滥伐以及草原鼠类、虫害所致，其中主要是人类利用不当，环境恶化所致。

目前内蒙古草原退化的现状是非常严峻的，尤其是在居民点、饮水点，河流沿岸及边界草场退化格外严重。一般在放牧半径 0.5 公里范围以内的草地几乎成为裸地，2.5 公里范围内的植物种类组成多为牲畜不喜食的杂类草或有毒草类占优势。现在全区不同程度的退化草场总面积已达 0.25 亿公顷，占草场总面积的 35.3%，其中严重退化的占 17.4%。从地区看，哲里木盟、伊克昭盟、乌海市、赤峰市及呼和浩特市退化严重。如哲盟、赤峰、伊盟、呼和浩特市退化草场均占总面积的 60% 以上，严重

地影响了畜牧业的发展，导致生态环境的恶化。

（七）森林破坏严重，生态功能减弱

森林对人类最重要的贡献是调节生态环境，为人类提供一个可以生活和发展的和谐环境。长期以来，由于对这一点认识不足，过多强调了眼前的经济利益和对木材生产的需要，导致大范围对森林的砍伐，严重的破坏了林区及其他地区林木的生长，以致引起了一系列环境问题，如风蚀沙化、水土流失等。

大兴安岭是内蒙古最重要的林区。自 1896 年以来的 100 年时间里，历经三次大规模采伐。第一次 1896—1930 年，每年采伐木材 20 万立方米，经过 30 年掠夺采伐后，使铁路两侧森林砍伐殆尽，大片林区成为秃岭，失去了更新的条件。第二次 1931—1945 年，日本侵略者在 14 年时间里，掠走了 1000 万立方米木材，破坏森林达 400 万公顷。新中国成立后，情况虽有好转，但在 1958 年“大跃进”后的 20 年里，又在大兴安岭盲目采伐，使森林减少了 20 多万公顷。现在大兴安岭基本上已无原始森林，绝大部分均为次生林。

导致大兴安岭森林破坏的除掠夺式采伐外，也还有其他一些原因，如毁林开荒，充当燃料，森林火灾，病虫害等，都使森林面积减少。尤其是一些生态环境较脆弱的沙地，如科尔沁、浑善达克、毛乌素等沙地，森林覆盖物被破坏，必然造成流沙再起，危害四方。

值得一提的是阿拉善盟额济纳河沿岸及居延海地区，大面积胡杨林因河水枯竭而逐渐死亡。现存胡杨林表现为老树多，幼树少；病腐林多，健壮林少，有林面积急剧减少，由原来的近百万亩，下降到不足 40 万亩。整个额济纳绿洲都受到危害，面积大幅度缩小，居民生存受到威胁。

纵观全内蒙，由于全区大部分地区都属于半干旱、干旱，甚至极端干旱区，生态环境本来脆弱，破坏易，恢复难，区域性的环境容量小，抗逆能力与自身调控能力均差，再加上近几十年来人口增多，对自然规律认识不足，盲目追求农耕地面积的扩大与畜牧头数的增多，缺乏合理规划，水资源利用不合理，结果导致生态环境劣变，荒漠化明显扩展，草场退化，森林锐减，水源减少甚至枯竭。这一切都已到了刻不容缓的程度，必须当机立断，遵循自然规律，采取有效措施，加大投入，建立一系列有效的生态工程，扭转环境恶化的趋势，使其向良性方面发展。

四、内蒙古生态环境建设中的 基本措施与对策

根据内蒙古生态环境演变的基本趋势及当前的现状，为逆转生态环境劣变的进程，使其逐步向良性方向转化，需要进行一系列的政策调整与生态工程的建设。主要有以下几方面：

（一）节约用水，加强水资源管理

节约用水，合理利用水资源是值得人们永远为之奋斗的一个方向。为了做到这一点，至少当前应从以下三方面入手：

1. 采用先进灌溉技术，节约农业灌溉用水

农业灌溉是消耗水资源最多的方面。直至目前为止，除极少农业试验站、点外，内蒙古境内的农业灌溉方式，基本上仍是大水漫灌或渠水畦灌。特别是后套引黄灌区，地块大，高低不平，耕作粗放，灌溉往往超量，不仅浪费水资源，而且导致次生盐渍化。如果以先进的灌溉方式，如喷灌、滴灌、渗灌逐步取代大水漫灌，定量控制使用，不仅提高了每一立方米水资源的经济效

益，而且还可以大幅度的节约水资源。在实施过程中，可根据生产规模与经济实力，有计划逐步进行。起始阶段可以从推广管道灌溉做起，固定管道与可移动软管相结合。在有条件的地区与效益较好的项目，如果园、大棚等，可推广滴灌、喷灌（含微喷）等，取得经验与效益后，逐步推广扩大。

在节约用水方面的投入，永远都是值得的；对传统落后的灌溉方式不改造肯定是没有前途的。

2. 加大城镇工业与生活用水的重复使用率

随着工业生产的发展与城镇居民生活的提高，城镇对水资源需求日益增多。据内蒙古环保所测算，2000 年全区城市排放的生活废水可达 24203 万吨，占总排放量的 30.54%，工业排放 55059 万吨，占总排放量的 69.46%，这一数量还将迅速增多。在目前城市水资源紧缺的情况下，必须加大污水处理的能力，以利废水回收，重复使用，这是解决城镇水资源紧迫的一项重要措施。

3. 加强水资源管理

随着水资源日益紧缺，对水资源的利用与管理矛盾也日益尖锐，特别是跨地区的河流水资源，矛盾尤其尖锐。如黄河过境水资源的分配，特别是河西走廊黑河水资源的分配，都直接影响有关地区的经济发展与生活需要。内蒙古额济纳旗生态环境之所以近 10 年来急剧恶化，就是上游河西地区用水过量，导致下游枯竭，以致威胁到古老的额济纳绿洲的生存。像这样跨地区河流的水资源，必须有权威部门专职管理，合理分配，制定必要的法规，予以保证。

（二）退耕还牧、还林，加强植被建设

长期以来，在以粮为纲，“牧民不吃亏心粮”等错误思想影响下，片面强调了粮食生产的重要性，忽视了因地制宜，不尊重

客观的自然规律，在一些不适合发展农业的牧区、林区，破坏草原，砍伐树木，开垦土地，粗放经营，靠天吃饭，广种薄收，结果是农业没上去，反倒把草原、森林都破坏了，造成了人为沙漠化与水土流失。像这种地域，必须坚决的退耕还牧、还林。对于已经出现沙漠化的地块，应暂时予以封闭，使其恢复地力。林区植被破坏严重的地方，应加大造林力度，使其尽速恢复森林植被。

牧区应切实做到以草定畜，有多少草，养多少畜，切忌片面追求牲畜头数，改变以往的“用草不养草，用草不管草”的错误观念。有条件的地方应发展人工草场，加大舍饲牧业的比重，合理调整牧业的内部结构，改良畜种，畜产品应注重综合利用。

林区必须扭转以采伐为主的经营方向，建立森林以生态功能为主的意识。通过保护森林发展多种经营，如林区的种植（药材、各种山珍）养殖（适合于林区的各种动物）以及旅游、度假等，恢复、创造一个适合于人类持续发展的生态环境。

（三）地下资源的开发与地上环境的保护、建设必须同步进行

内蒙古地下资源丰富，仅地下储煤的土地就有 7 万平方千米，且不少可以露天开采（如薛家湾地区），如果片面的追求开采，对地面环境的破坏不管，那么围绕着开采煤矿，就需要破坏数倍于储煤地区的地面土地，这将使几十万平方千米的土地生态环境无法收拾，必将导致生态灾难。因此，在利用地下资源的同时，必须从开采地下资源的利润中，抽出相当一部分利润，用于地上的环境整治与生态建设，平整土地，种草种树，以矿为主，多种经营，将生态建设纳入矿区开发的整体计划，成为有机的组

成部分。矿区的开发设计必须含有矿区周围地区生态建设的完整规划。否则，这一设计将不予实施。

一个开发成功的矿区，应该是有利于持续发展的地区。即使地下矿藏开采完了以后，其地上的资源也足以养育一方人，利于今后的生存与发展。

（四）发展生态大农业，改善农田生态环境

内蒙古生态环境比较脆弱，发展生态大农业是农业建设的根本方向。

生态大农业的建设要有一个合理的大农业产业结构。农、林、果、牧、副、渔业多种经营，全面发展。在某一具体地域，究竟以哪一种产业为主，要因地制宜，要根据不同地区的气候特征、土壤性质、灌溉条件，以及社会、交通等情况而定，结合自己的优势与市场需求，确定产业的主体方向。但不论以哪种产业为主，都必须坚持多种经营，以利于资源互补，充分利用，避免资源的浪费。

生态大农业应重视草业与畜牧业的发展，尤其在沙区，草业除为畜牧业的发展奠定物质基础外，还有重要的固沙防风蚀作用。畜牧业的发展不仅仅是提供充足的肉食与皮毛，而且所产出的大量有机肥正是绿色食品种植不可缺少的肥料。只有保证了土地所需的有机肥料，才能逐步减少化肥与农药的副作用，维护人体的健康。

农田防护林网的建立，是生态大农业不可缺少的一环。农田林带（网）以小网格、窄林带为主，林带（网）可以与经济果林及居民点附近的片林、庭院林结合一体，构成防护林体系，强化防护效益。防护林应采用乔灌木相结合，树种可适当多样化，这样有利于对林木病虫害的防治，也避免农田景观的单调。

（五）妥善解决广大农牧区能源问题，充分利用太阳能、风能与沼气

分析内蒙古广大农牧区植被破坏，其原因之一就是农牧区由于缺少燃料，只好就地伐薪樵采，为了防寒与炊事的需要，付之一炬。随着农牧区人口的增多，这种破坏就愈严重。

实际上广大内蒙古农牧区，地处高原，天高云淡，太阳辐射强烈，全区总辐射量大多在 $140 \sim 167$ 千卡/厘米²·年之间，自东向西增多，在我国，仅次于青藏高原，远高于华北、东北、长江流域与华南地区，这就为充分利用太阳能提供了最重要的物质基础。另外，内蒙高原多大风，若以起动风速（ ≥ 3 米/秒）日数看，呼伦贝尔盟为 180 多天，锡林郭勒盟为 240 多天，乌兰察布盟北部达 280 多天，伊克昭盟为 130 多天，巴彦淖尔盟 260 多天。即使按理想的（ ≥ 8 米/秒）风能日算，不少地方也都在 100 天~200 天。这些风能若被充分利用，将大大缓解农牧区对燃料、能源的迫切需要，减少对植被的直接破坏。

沼气利用在农牧区有着重要的意义，它可充分利用各种有机物（包括各种牲畜粪便，作物秸秆以及其他有机物等），经处理后所产生的沼气不仅可作为日常生活的能源，而处理后的大量残存的有机物正是极好的肥料，有利于作物的吸收及病虫害的消除，在解决农田养分与物质循环上有着特殊的作用，是农牧区生态建设与能源建设极有前途的一种途径，值得大力推广。

（六）加强环境污染的综合治理

环境污染的综合治理，在内蒙古也显示出它的紧迫性。尤其是在呼和浩特、包头、乌海、赤峰等城市，由于当地的冶金、机械、化工、造纸等行业所排出的废水、废渣、废气等处理不妥，

造成一些周边地区土地及水系的污染。内蒙古地区环境综合治理应着重从以下方面进行：

(1) 不论老企业或新企业，凡有废水、污水外排的单位，都应本着自己的废水、污水自己处理，即废水、污水不外排。老单位没有废、污水处理和回收装置的应限期补建；新单位在设计厂房时如若没设废、污水回收装置的不予批准实施。应加大水资源的重复使用率，节约水资源。

城镇都应根据需建立不同规模的污水处理厂，根据处理后水质的情况，应予以合理利用。

(2) 城镇都应建立完善的供水（自来水）、供气（煤气）与供暖系统，集中统一供应水、气、暖，提高资源利用率，服务周到，价格合理。逐步淘汰一家一户烧煤取暖做饭的习惯，最大限度地减轻居民因烧煤对空气造成的污染，减少煤炭资源的浪费。

(3) 冶炼矿渣、煤矸石等应充分综合利用。尤其是包头炼铁矿渣，含有多种珍贵的稀土元素，有着重要的开发价值。即使是已无特殊用途的矿渣，也应探索新的用途，如烧制水泥、烧砖瓦、铺路、填坑等，不应随意堆放，破坏环境与市容。

(4) 大力发展生态农业，减少农药、化肥与塑料制品的使用，减少有害物质对土壤、水体的污染，大力提倡农村沼气与有机肥料的使用，提倡农作物、经济作物病虫害的生物防治，积极发展绿色食物。

(5) 加强城市垃圾管理，垃圾应分类处理，金属回收，易燃物可燃烧发电供暖，有机物可发酵制成肥料。垃圾是一种资源，可变废为宝。

(七) 提高人口素质，促进人口、资源与环境的协调发展

人类与资源和环境是一个统一体。资源是人类赖以生存的物质

质基础；环境是人类生存的条件与空间。它们互相影响与制约，其中任何方面出现变化都会影响到人类自身的存在与发展。但人口素质却直接影响到这一关系的和谐与协调性。

人口素质是指某一地域人群自身的健康水平、对环境变化的适应能力以及人群的智能与文明程度。健康水平愈高，对环境变化的适应能力愈强以及文化与文明程度愈高，就愈能与环境和谐相处，合理而有效的利用各种资源；反之，则会造成对资源的滥用与破坏环境，最终导致危害人类的自身生存与发展。

内蒙古自治区由于地处边陲，长期以来经济发展比较缓慢，文化教育水平较低，人口增长较快。1947年自治区成立时，全区人口仅561.7万人，1949年中华人民共和国成立时，全区人口也仅608.1万人，而至改革开放后的1992年，全区人口总数已达2207万人，净增1599万，增长了363%，平均年递增率达3.25%，大大超过同期全国人口的增长水平。但与此同时，经济、教育、卫生等方面的增长，却难以满足人口增长的需要，这就影响了全区人口素质的提高，也影响人口、资源与环境的协调发展。

据研究，根据内蒙古地区土地资源的实际潜力，以及光、温条件及水资源的承载能力，按照一个较合理的消费标准，内蒙古全区人口容量大体不应超过4000万，否则，就难以负担了。由此可见，严格执行计划生育、控制人口的增长，对于内蒙古是需要认真执行的。

目前，在抓好城市计划生育的同时，也必须抓好农村、牧区的计划生育工作。农牧区的人口占全区人口总数的71%，到2000年，农牧区人口可达1800万左右，而农牧区多胎率高达25%，因此，做好农牧区的计划生育是控制内蒙古人口增长的关键。在控制人口的同时，还必须发展科学技术与教育，提高人口

素质，只有这样，才能适应未来经济的迅速发展，实现人口、资源与环境的协调与统一，保证经济与社会的持续发展。

（八）加强资源与环境的监督管理，加大执行有关环境与资源保护法律的力度

生态环境与资源的保护，最终要从法律上获得保证才具有权威性、强制性，否则，一切善意的倡导只能停留在口头上，而与生活中生态环境恶化的现实毫无关系。近些年来我国已制订了一系列有关环境保护与资源管理开发利用的法律与法规，如“环境保护法”、“土地法”、“森林法”、“草原法”、“水法”等，自治区政府也结合内蒙古的实际情况配套制订了一系列有关规定及细则。应该说，从总的方面看，有关环境保护与资源开发利用方面是有法可依，有章可循的。问题是，我们必须在日常工作中加大对环境的监测管理，要建立一整套完备的监测系统以及配备数量足够的高素质监测、管理人员，以法律为武器，严格、坚决执行各项法规，奖惩分明，忠于职守。

当然，加强对广大群众的环保意识的教育，增强其对各种自然资源、生物多样性的爱护，增强法制意识都是必要的。唤起广大群众对生态环境与资源的保护意识，使其自觉加入到对环境的监督与管理中来，这是搞好环境与资源保护最有意义的一个步骤。只有这样，才能将环境与资源的保护提高到一个新的高度。

五、内蒙古生态环境保护分区

内蒙古地域辽阔，东西跨越 2400 公里，南北达 1700 公里。尽管自然环境特征表现了干旱、多风，气候偏凉的共同特点，但因地势、地形不同，距海洋远近及受季风影响强弱不等，下垫面

物质组成各异，因此，自东而西显示了明显的内部分异性，其生态环境也显示了自东向西有规律的变化。按其生态环境特征的不同，全区大致可分为三大生态区，即东北部的山地森林区；中部草原区与西部荒漠区。在生态区范围内，按气候的干旱程度，下垫面物质组成及植被特点等，又可续分为若干亚区。在同一亚区内，其生态环境特征与整治措施大体一致。生态区划分如下：

I 山地森林区

I₁ 大兴安岭北部针叶林区

I₂ 大兴安岭南坡——阴山森林草原区

II 内蒙古草原区

II₁ 呼伦贝尔草原区

II₂ 科尔沁草原区

II₃ 锡林郭勒——乌兰察布草原区

II₄ 鄂尔多斯草原区

II₅ 巴彦淖尔——西鄂尔多斯荒漠草原区

III 阿拉善荒漠区

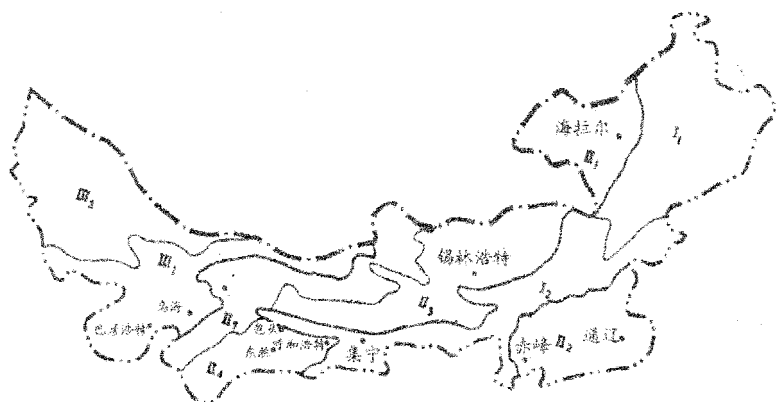
III₁ 阿拉善东部草原化荒漠区

III₂ 阿拉善西部典型荒漠区

各区的位置如图所示：

（一）山地森林区（I）

山地森林区主要包括东北部的大兴安岭及延伸至内蒙古中部地区的燕山支脉苏慕山、阴山山脉的大青山、蛮汉山、乌拉山。这些土地由于地势高，气温偏低，降水量一般比同纬度地区多，湿度大，较有利于森林生长，是内蒙古自治区的主要森林区。按其生态环境与植被特征又可分为二个亚区：



内蒙古生态环境分区图

1. 大兴安岭北部针叶林区 (I₁)

本区气候属寒温—中温型气候，北部寒冷，向南逐渐转暖，湿润，年降水量 500 毫米 ~ 600 毫米，年均温 - 4 ~ 0 ， ≥ 10 积温仅 1400 ~ 1800 ，无霜期 60 天 ~ 100 天。植被以兴安落叶松为主，次为兴安落叶松与蒙古栎混交林，次生白桦、山杨林等。

这一森林区对水源涵养起着重要作用，维系了黑龙江、额尔古纳河及嫩江三大水系的水源，保证了河流的长流不息。但近一百年来由于砍伐多，原始森林已很难见到，且多为中、幼林，已不适合大量砍伐，应转向以造林、营林为主，加强抚育更新，注意病虫害防治与火灾的防护，严禁滥砍乱伐，使森林得以恢复，永续利用。

林区应避免单打一的砍伐卖木材，应走以林为主，多种经营的经济发展道路，积极开展有林区特色的养殖与种植业，促进林区的建设与发展。

2. 大兴安岭南段——阴山森林草原区 (I₂)

本区属中温带山地，包括大兴安岭南段，燕山山系北侧苏慕山及阴山山系大青山、蛮汉山与乌拉山。其走向呈一弧形由东北转向东西，多为中山，海拔一般在 2400 米以下，相对高差不超过 1400 米。有明显的坡向影响与垂直带分布。其水平地带均为典型草原，前山丘陵低山阳坡为草原，阴坡为灌丛、疏林，海拔 1500 米以上，阳坡为疏林灌丛，阴坡为山杨、白桦次生林，少数地方有残存的云杉林，1900 米 ~ 2000 米以上通常为草甸草原。

本区常镶嵌在农牧交错带，以往在一些坡度较缓的地块，常被开垦为农田，不灌溉，靠天吃饭，以致造成较严重的水土流失，林木被砍伐，草场遭破坏。为扭转生态环境的恶化，本区必须严格的执行退耕还林、还牧，坡耕地应坚决的退出来，造林、种草。水土流失严重的沟谷或小流域，应采取生物工程与工程措施相结合进行治理，使其恢复涵养水源，调节气候的功能。

本区山地多临近大中城市，如包头、呼和浩特、集宁等，在有条件的地段可开辟为面向这些城市的旅游度假点，以旅游促进林区建设，加大森林恢复与保护力度。开展旅游时需注意环境的人为污染。

(二) 内蒙草原区 (II)

中部草原区是内蒙古自治区的主体，包括呼伦贝尔草原、科尔沁草原、锡林郭勒草原、乌兰察布草原与鄂尔多斯草原。气候均属温带半干旱—干旱类型。除少数河流两岸、湖滨等滩地被开垦为农田，种植农业外，其余大部分地区均为草场，以牧业为主。根据草原区内部的地区分异特征，可分为五个亚区：

1. 呼伦贝尔草原区 (II₁)

主要分布于大兴安岭西麓海拉尔以西地区。气候特点是夏温

凉，冬寒冷，年均温 $0 \sim -2$ ，最冷月均温为 $-22 \sim -24$ ；最热月 $18 \sim 20$ ，年降水量 300 毫米 $\sim$ 350 毫米， ≥ 10 积温 1500 $\sim$ 2200，无霜期 100 天 $\sim$ 120 天。海拔 600 米 $\sim$ 900 米，自东向西逐步降低。由于本区较湿润，植被较好，东部多为草甸草原，向西渐干旱，植被为典型草原。本区是内蒙古重要的牧业区，草场面积大，草质好，产草量高，牲畜饮水条件好。著名的优良畜种三河马、三河牛就原产于此。

本区的经济发展方向应以牧为主，多种经营。在有灌溉条件的河滩地、湖滨滩地可适当发展种植业。牧业应逐步加大舍饲、半舍饲的比重，切忌草场超载，避免草场退化。

本区西部多为沙质土地，应切实保护好地面植被，特别是其上生长有珍贵的针叶树种樟子松，是适宜本区沙地的优良生态防护林，切不可滥砍乱伐，否则，将引起下伏沙地的“活化”，危害草场及周围环境。

2. 科尔沁草原区 (Ⅱ₂)

本区为大兴安岭南段以东地区，主要属赤峰、哲里木盟所辖县、市。本区气候温暖，年均温大多在 $4 \sim 8$ ， ≥ 10 积温 2400 $\sim$ 3500，无霜期多在 100 天 $\sim$ 150 天。年降水量 320 毫米 $\sim$ 500 毫米。年平均风速 3.5 $\sim$ 4.5 米/秒。本区地势因受大兴安岭南段影响，自西向东倾斜，南、北部以丘陵为主，中部低平，且向东敞开。由于受西辽河、新开河、教来河水系冲积的影响，在东部沉积有较广阔的平原。地势平坦，土层深厚，沙源丰富，发育有草甸土、盐化草甸土、沙坨土、风沙土等。

科尔沁西辽河流域，在晚更新世后期也曾经受过强烈的荒漠化过程，广泛分布过风积沙丘。全新世以来，气候虽转向暖湿，原来的流动沙丘也基本上都已固定，成为沙坨。但若利用不当，沙坨极易重新“活化”，成为流动沙丘。

本区热量丰富，水资源也较充沛，且中、东部地区地势平坦，具备发展种植农业的条件，近代以来，一直为内蒙古重要的农业区。但历史经验表明，单纯的农业是脆弱的。依据本区自然条件，从整体看，应坚持农、林、牧结合，综合发展的道路。具体到某一区域，可以侧重于农，或林或牧，不论以哪种产业为主，都应坚持多种经营，综合发展。牧业应以草定畜，积极发展舍饲牧业，改良畜种，满足市场需要。

本区农业有较好的灌溉条件，但也应节约用水，发展节水型灌溉农业，引进先进的灌溉设备与技术，彻底摆脱大水漫灌的陋习。

防护林建设在本区有重要意义，对防治沙漠化与土地盐渍化都将起着积极作用。应避免防护林树种的单一化，适当增加树种成分，预防林木病虫害的发生。

本区西、南、北部均以丘陵为主，且农业占有较大比重。由于长期开垦，破坏植被，造成水土流失严重。这些地区应减轻农业比重，认真退耕还林还草，搞好水土保持，绿化荒山、荒坡与小流域治理。

3. 锡林郭勒——乌兰察布草原区（Ⅱ₃）

本区位于内蒙古中部高平原，包括锡林郭勒盟、乌兰察布盟阴山以北地区。气候特点是夏季温凉，降水较多；冬季寒冷干燥。年降水量多在 200 毫米 ~ 400 毫米。热量自东向西递增， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在 2000 ~ 3000，风大沙多。地带性植被为典型草原，但在浑善达克沙地东部有榆树疏林，沙丘阴坡还有小片的山杨、白桦林，低平处常发育有草甸、盐化草甸与沼泽。

本区在历史上曾经受过强烈的荒漠化过程，浑善达克沙地就是一万多年前晚更新世时荒漠化过程的产物。所谓阴山北坡（后山）伏沙带，也是那时期的风积沙带。因此，本区生态环境具有

“先天”的脆弱性，稍一不慎，就会导致流沙的再起，浑善达克沙地大片流沙的再起就是证明。

本区基本上是一优良的牧业区，牧业在这儿有着厚实的基础。但在河谷滩地、湖滨滩地、山前扇缘地带，地势低平，水源较充沛的地段可适当发展种植业，建设为基本农田或饲料基地。滩地在本区有着重要意义，可以与广大草原上的牧业起互补作用。滩地也是林业发展的基地，每一块滩地都应成为农、林、牧结合的良好样板。

本区不少地段处于农、牧交错带，由于历史的原因，不少坡地被开垦，造成生态环境的破坏。根据生态建设的需要，应彻底将坡耕地退出来，还林还草，克服坡地严重的水土流失。

4. 鄂尔多斯——土默特草原区（Ⅱ₄）

鄂尔多斯——土默特草原区包括鄂尔多斯东部与阴山以南土默特平原地区。本区属温带典型草原区，年均温 $6 \sim 7.5$ ， ≥ 10 积温 $2600 \sim 3000$ ，年降水量 300 毫米 ~ 400 毫米，春旱、夏季多雨，且多大雨、暴雨，易于造成水土流失。鄂尔多斯东部为经受长期侵蚀、剥蚀的丘陵与高平原。不少地区，如和林、清水河、准格尔等旗（县）广泛分布有厚层黄土，其余地区也多为中生代以来胶结不好的沙岩与泥岩，极不耐水蚀与风蚀。而本区恰恰又是水蚀与风蚀皆为强烈的地区。因此，鄂尔多斯东部区沟壑纵横，水土流失十分严重，是内蒙古乃至全国水土流失最典型的地区之一，其侵蚀模数竟高达 $35000 \sim 38000$ 吨/千米²·年。而在侵蚀沟谷的谷坡上常有呈小片状的风积沙堆，一般呈平缓状，少数呈新月形沙丘，局部地段也有多达数万亩的连片沙地（如白二爷沙坝）。

本区偏西部受当地岩性影响，再加上人为利用不合理，植被严重破坏，以致形成大面积的风积沙地。北部黄河河岸阶地上有

库布齐沙漠，南部有分布广泛的毛乌素沙地，随着沙地的扩大发展，南北两片沙地且有连接的趋势。因此，可以认为鄂尔多斯东部地区是内蒙古生态环境严重恶化的区域，必须坚决的采取断然措施，使环境恶化的趋势逆转。这些措施主要是：将坡耕地坚决的退出来，还草还林；对水土流失严重的小流域要进行专项综合治理；大力推行飞播造林，特别是水分条件较好的毛乌素沙地，飞播造林的效果显著；牧业应以草定畜，改良畜种，发展舍饲牧业。

本区是内蒙古煤炭资源最富集的地区，不少煤炭正在进行露天开采（如薛家湾），这些矿区应做好开采区植被的恢复与建设工作，否则，将造成该地区的生态灾难。

土默川平原位于阴山以南，为黄河与大、小黑河形成的冲积平原。地势平坦，地表径流与地下水资源较丰富，是内蒙古重要的农业基地，同时又依托于坐落在平原东、西部的呼和浩特、包头两市，积极发展农、菜、果、牧、副、渔业，将本区建成为多种经营、综合发展的城郊型经济区。在有条件的地方，可以发展城郊休闲度假村式的旅游业。不管发展何种产业，都应注意环境建设，与改善环境融为一体，避免对环境造成危害。

5. 巴彦淖尔——西鄂尔多斯荒漠化草原区（Ⅱ₅）

本区地处乌兰布和沙漠与贺兰山以东，自东北向西南延伸，为一由典型草原向草原化荒漠过渡的区域。气候干旱，年均温 $2 \sim 8$ ， ≥ 10 积温 $2600 \sim 3200$ ，年雨量 150 毫米 $\sim$ 250 毫米。植被为荒漠化草原。较之典型草原，荒漠化草原多以强旱生的小针茅和小灌木组成，如短花针茅、戈壁针茅、砂生针茅、无芒隐子草、多根葱、三裂亚菊等，草层高度低，约 8 $\sim$ 12 厘米。荒漠化草原虽已显示一定程度的荒漠化现象，但植被仍以禾本科为主，草场质量较高，适合于畜牧业（羊、马、骆驼）的发展。

本区由于干旱，水资源缺乏，雨养农业已无可能，无灌溉即无农业。地面风蚀强烈，由于表土长期被风蚀，不少地段已出现戈壁，小片风积沙堆随处可见。

西鄂尔多斯为本区南段，毛乌素沙地自东延伸至本区。由于草场严重超载，加上人为利用不合理，草场退化严重。因此，严格执行以草定畜，不盲目追求发展牲畜头数有着极现实的意义。退化严重的草场应适度封育，令其轮休恢复。

巴盟河套平原是本区范围内一块可得黄河滋润灌溉的土地，可谓得天独厚，具有发展农业的优良条件。但本区应遵循节约用水原则，走节水灌溉的农业发展道路，以农为主，多种经营，综合发展，应切实搞好防护林带（网）建设，防治土壤盐渍化。

（三）阿拉善荒漠区（Ⅲ）

阿拉善荒漠区地处内蒙古的最西部，贺兰山以西的广大荒漠地区。境内除贺兰山及与甘肃交界的北山（马鬃山、龙首山）外，均为剥蚀夷平的高平原。其上分布有剥蚀残丘与岛山，戈壁、沙漠遍布，植被稀疏，境内惟一的一条内陆大河——额济纳河从甘肃自南向北流入，最终没于尾间湖居延海。两岸有珍贵的胡杨林及草甸。但近些年来，由于水量急剧减少，胡杨面临死亡，已处于严重的生态危机之中。

本区按荒漠化程度分东、西两亚区：

1. 阿拉善东部草原化荒漠区（Ⅲ₁）

东部草原化荒漠区实际是荒漠化草原向典型荒漠的过渡区。主要包括贺兰山以西的阿拉善左旗与阿拉善右旗大部分及巴盟乌拉特后旗大部分。这里气候属典型的内陆性温带干旱气候，年均温 $6 \sim 8$ ， ≥ 10 积温 $3000 \sim 3400$ ，无霜期 140 天 $\sim$ 160 天，年雨量仅 100 毫米 $\sim$ 200 毫米，光照充分。地表水资源缺

乏，地下水资源除贺兰山山前较丰富外，其余地区都贫乏。风大沙多。

本区植被为草原化荒漠，禾本科针茅属植物已逐步退出建群种，代之而起的是灌木与小灌木，如红砂、四合木、沙冬青、半日花、绵刺、霸王等，植被稀疏，盖度仅 2% ~ 7%，土地生物产量低。

但本区在灌溉条件下，土地生产潜力很高。除沿贺兰山西侧开发局部小片绿洲外，近几年已从黄河引水灌溉李井滩一带，已建成有一定规模的人工绿洲。在建设人工绿洲过程中，必须搞好建设规划，有多少水，开多少地，搞好防护林网建设，建立节水型的生态大农业，充分利用自然资源，走多种经营，综合发展的道路。

本区范围内有两大沙漠：乌兰布和沙漠、腾格里沙漠。应防治沙漠化的进一步扩大，对原有梭梭林应切实做好保护工作，使其得以更新发展。在降水量 200 毫米左右的腾格里沙漠东部边缘可飞播沙拐枣、花棒、沙蒿等灌木，恢复植被，防止沙漠化东扩。

2. 阿拉善西部典型荒漠区 (Ⅲ₂)

本区位于内蒙古自治区的最西部，属典型荒漠区。气候为暖温型极端干旱大陆性气候，年均温 7.0 ~ 9.0， ≥ 10 积温 3200 ~ 3900，年降水量 30 毫米 ~ 100 毫米，大部分地区少于 50 毫米。由于气候极为干旱，地表径流除境外流入的额济纳河外，几乎全无。植被极稀疏，地面存在大片裸地，植物多为极耐旱、耐盐的多年生灌木与小灌木，如红砂、珍珠、假木贼、霸王、泡泡刺、膜果麻黄等。河岸滩地有胡杨、红柳林。土壤盐渍化普遍，尤其是居延海地区。

本区多戈壁、沙漠。著名的巴丹吉林沙漠就在本区。巴丹吉

林沙漠面积 4 万多平方千米，沙丘高大，最高相对高度达 400 米，多为复合型沙山。

境内分布有著名的居延绿洲。自西汉以来，屯垦戍边，为发展民族经济，保卫边疆，开发西部曾做出过重要贡献。但后来因战争河流改道，而导致昔日绿洲的衰落。解放后经济虽有发展，但终究受到额济纳河水流量急剧减少的限制，沿岸胡杨林老化、衰败，生态环境恶化，当地居民已渐陷入生态灾难之中。不少有识之士、专家学者、有关政府部门都积极呼吁，黑河—额济纳河上下游应合理分配水量，切实保证下游额济纳旗居民生活及生态用水的需要（每年下流量不少于 8 亿 ~ 10 亿方）。现在这一问题已为国务院重视，组织权威性的水利调度机构，保证上、下游的合理用水，维护下游人民生活及生态用水的基本需要，巩固民族地区经济发展与国防建设。

加快重庆生态环境建设， 促进区域经济发展

· 刘清泉 ·

生态环境是人类社会赖以生存的基本条件，是经济与社会发展的物质基础。保护和整治好生态环境，实施经济社会可持续发展战略，是我国社会主义现代化建设中必须始终坚持的一项基本国策。重庆地处长江上游、三峡水利枢纽工程库区，是国家确定的全国生态环境建设的重点地区之一，在迈向 21 世纪的进程中，加快生态环境的保护和整治，不仅对促进重庆市经济和社会的可持续发展，而且对改善长江上游尤其是三峡库区的生态环境，确保三峡水利枢纽工程长期安全运行，根治长江水患，都有着十分重大的战略意义。

刘清泉：西南师范大学。

一、生态环境的演化及其发展趋势

重庆地跨东经 $105^{\circ}17'$ ~ $110^{\circ}11'$ ，北纬 $28^{\circ}10'$ ~ $32^{\circ}13'$ 之间，位于四川盆地东南部，是我国经济较为发达的东部地区与资源丰富的西部地区的结合部。东邻湖北，东南接湖南，南界贵州，西与北靠四川，东北连陕西。东西长 470 千米，南北宽 450 千米，幅员面积 82403 平方千米。全市人口 3072.34 万人（1999 年）；其中非农业人口 635.16 万人，只占 20.7%，农业人口 2437.18 万人，约占 79.3%。重庆市拥有区市县 40 个，其中区 13 个，县级市 4 个，县 23 个（含民族自治县 5 个）。重庆市是直辖市的行政地位，省的地域格局，大城市、大农村、贫困面广（贫困县 21 个）的市情特征。重庆主城区位于长江与嘉陵江汇合处，城市依山临水，错落有致，素有山城之称，是长江上游最大的经济中心，工商业重镇和水陆交通枢纽。

（一）自然生态环境的主要特点

重庆市跨越四川盆地东缘和东南缘山地区、川东平行岭谷低山丘陵区与川中丘陵区三大地貌单元，处于大巴山断褶带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元的交汇处。自白垩纪以来，燕山运动使盆地东缘和东南缘山地隆起，四川盆地及其川东平行岭谷相继抬升定型。进入新生代后，由于喜马拉雅运动的影响，我国西部强烈抬升，四川盆地与盆地东、东南边缘山地随之大面积隆起，流经我市的长江相继形成。后来，四川盆地和盆地东、东南边缘山地继续大面积差异性和间歇性的拱曲隆起，塑造了多级夷平面和多级阶地，大致从早更新世晚期开始，隆起强度加剧，以全新世期间地壳上升最快，河流强烈下切，形成了高

陡斜坡。重庆东部、东南部为盆地边缘山地，由大巴山、巫山和七曜山组成，山脉海拔均在 1000 米 ~ 2000 米以上，构成我国地势第二阶梯的东缘，形成群山绵延、峰峦叠障、沟壑纵横、海拔高低悬殊，高差超过 500 米 ~ 800 米。石灰岩山地分布广泛，山险峰峻，基岩裸露，土层浅薄、石多土少、地表水渗漏等现象十分突出，石林、洼地、落水洞、暗河、溶洞等喀斯特景观广泛分布。长江由西向东横切巫山，形成中外驰名的“长江三峡天险”。中部介于方斗山与华蓥山之间为川东平行岭谷区，由数十条平行排列岭谷组成，向西南逐渐敞开。山脊海拔一般在 600 米 ~ 1000 米，凡背斜轴部出露石灰岩者，则石灰岩溶蚀成条状槽谷，形成“一山二岭一槽”或“一山三岭二槽”。谷地海拔 200 米 ~ 500 米，以单斜丘陵和台地为主。华蓥山—巴岳山以北、以西为川中丘陵区，主要分布在合川、潼南、铜梁、大足、双桥、荣县等区县，丘陵海拔 350 米 ~ 400 米，相对高差一般在 30 米 ~ 80 米，以中、低丘为主。市域山地（中山和低山）面积占 75.8%，丘陵占 18.2%，台地和平坝占 6%。

重庆地区属中亚热带湿润季风气候，具有冬暖春早、夏热易旱、秋雨频繁、日照少、云雾多的气候特征，年平均气温 13.8 ~ 18.8℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ，积温为 4200 ~ 6000℃。冬季，北方冷空气受高山阻挡不易侵入，1 月均温 4 ~ 7℃，比长江中下游地区高 2 ~ 3℃；3 月上旬开始返春，较同纬东部地区早 15—20 天；夏季，气候炎热，7 月均温 28 ~ 29℃以上，极端最高气温多超过 40℃。重庆年降水量 1000 毫米 ~ 1400 毫米，降水量的 65% ~ 70% 集中于 5—10 月，5—7 月多暴雨，易成洪灾。7—8 月受太平洋副热带高压北上西伸与西藏暖高压东延控制，加上地形影响，天气连晴高温，蒸发旺盛，常成伏旱，对生产生活带来不利影响。长江沿岸一带，为我国酷暑中心之一。重庆多夜雨，各地

夜雨总量约占全年降水量的 60% ~ 70% , “巴山夜雨”自古有名。

受地表起伏巨大影响,气候的垂直差异十分突出,一般海拔每升高 100 米,平均气温下降 0.4 ~ 0.6 。随着海拔的升高,出现从中亚热带到温带的山地气候。在长江河谷一些地方可种植南亚热带的龙眼、荔枝,500 米以下丘陵地区可种植柑橘等经济林木,作物可三熟,1000 米以下的低山区可一年二熟,中山地区仍可一年一熟。从气候条件看,高、中、低海拔可多层次综合利用,有利于农、林、牧综合发展。

全市水资源丰富,但时空分布很不均匀。境内各类水资源总量为 4648 亿立方米,其中过境水资源量 4004.9 亿立方米,本市地表径流总量 511.4 亿立方米,地下水资源量 131.7 亿立方米。人均水资源量 1682 立方米,亩均水资源量 2048 立方米,分别为全国均值的 63.9% 和 113%。可开发水能资源 909.6 万千瓦,已开发水能资源仅占其 10%。区域内河流众多,流域面积大于 50 平方千米的河流有 374 条,其中流域面积大于 1000 平方千米的河流 31 条。长江在江津羊石镇入市境,流经本市 18 个区市县,在巫山县碚石镇出境,境内长江长 683.8 千米,占长江总长的 10.8%。主要支流有嘉陵江、乌江、綦江、小江、大宁河等,形成境内的长江水系。在水资源空间分布上,西部丘陵地区水资源相对贫乏,人均水资源只有 549 立方米,而东南部地区人均则有 3000 ~ 4000 立方米。近年来,远离大江大河,依靠当地地表径流维持用水的西部地区永川、大足、双桥、荣县、铜梁、璧山等区市县,随着工农业生产的高速发展,城市化进程的加快,水的供需矛盾不断加剧,尤其是中小河流,伏旱期和冬春季节径流很少,甚至断流,加上一些河流水质污染严重,出现比较严重的“水荒”现象。

重庆市物种资源丰富，生物群落复杂。据粗略统计，市域有维管束植物 4000 多种，其中栽培植物就有近千种。被列为国家重点保护的珍稀植物达 50 多种，其中属国家一类保护植物有桫欏、水杉、秃杉、银杉、珙桐等 6 种，属国家二类保护的有银杏、鹅掌楸、金佛山兰、香果树、木瓜红、连香树、台湾杉、钟萼木等 22 种，三类保护的 27 种。市域的植物群落主要有常绿阔叶林、常绿针叶林、落叶针叶林（水杉林）、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、阔叶与针叶混交林、灌草丛、农作物和经济林木等。在植被组成上，随海拔高度与岩性不同而有明显变化，中低山多为栎类与楮类常绿阔叶林，中山区有冷杉、糙皮桦与华山松等混交林。由于农业活动范围扩大，使丘陵、低山植物多样性减少。目前全市森林覆盖率为 20.5%，但地区分布不均匀，沿江两岸和西部丘陵，森林覆盖率仅为 10% 以下。在森林中，主要是天然次生林和人工针叶林。

全市动物资源有 520 种，其中兽类 81 种、鸟类 251 种、爬行类 33 种、两栖类 25 种、水生动物和渔业 130 多种。属国家 1—3 级保护的珍稀动物近 100 种，其中有国家一级保护的金丝猴、梅花鹿、长尾叶猴、蜂猴、华南虎、花鹿、颈鹤、黔鹳等 8 种；二级保护的林麝、毛冠鹿、金猫、豹、黑鹿、穿山甲、小熊猫、长尾雉、豺、巨蜥、大鲵、猕猴、斑羚、鸢、苍鹰、红腹锦鸡、猫头鹰等 35 种。

（二）生态环境演变趋势

重庆地区自然条件优越，开发历史悠久，人类活动对自然生态系统的影响强烈，尤其是建国以来，人口剧增，城市、集镇和工矿企业大量涌现，农业垦殖指数不断提高，促进了重庆经济的发展，带来了一定的繁荣，同时也使自然生态环境承受着不堪负

担的压力，造成了对生态环境的危害。重庆是多山地区，山地丘陵占幅员的 94%，宜农土地资源有限。历史上曾是森林茂密，古木参天的地方。近代以来，虽然屡遭破坏，但到 50 年代森林覆盖率仍在 26% 以上。近几十年来，由于人口剧增，为解决众多人口的粮食问题，不得不在多种多收扩大耕地面积上找出路，耕地越开越陡，造成森林植被锐减，土壤侵蚀和水土流失面积和强度增大，自然生态受到严重破坏。70 年代，全市森林覆盖率曾下降至 10.6%，丘陵地区和沿江一些县仅 3% ~ 5%，全市水土流失面积达到 4.9 万平方千米，占幅员面积的 59.5%，年土壤侵蚀总量约 2.1 亿吨。泥石流、滑坡、洪涝、伏旱等自然灾害也有加重趋势。究其原因除了地势陡峻，山高谷深，岩性复杂，土层浅薄，降水强度大，生态脆弱之外，主要是人们对土地长期的不合理利用，森林开发不合理，重伐轻造；人口压力，土地超载，毁林开荒，耕地越开越陡，土地负荷过重；加之，农村生活燃料用林匮乏，毁林毁草，乱砍滥伐时有发生，导致严重的水土流失问题。水土流失造成后果十分严重，泥沙淤积降低了水利工程效益，如原万县地区建国后修建水库 1200 多座，总库容 5 亿立方米，因泥沙淤积，现仅能蓄水 2 亿立方米；水土流失使耕地土层变薄，导致耕地生产力降低；尤为令人担忧的是强烈水土流失使有限的土地资源遭到极大破坏，甚至造成“石化”（母质或基岩裸露），从而失去农业利用价值。森林一旦破坏，林毡层随之变薄或消失，迅速演替为草灌群落，与森林群落相比，草灌群落的结构和种类成分大为简化，生产力衰减，生态系统自我调节能力（自控修补能力）下降，植物赖以生存的土壤条件恶化，表土层变薄，肥力下降，森林难以恢复，如果连续砍伐破坏，便演变为草丛或形成寸草不生的石质山坡。目前许多地方都处于生态逆向演替，即森林—灌丛—草坡、森林—耕地—草坡—裸岩方向

退化。生态退化导致生产力下降，突出表现生产所付出代价越来越高，单位投入越来越多，而产出的增加量越来越有限。从而形成“人口增多—陡坡垦殖—环境恶化—生产效益降低—经济困难—生活艰苦—又继续垦荒”，陷于“越垦越穷、越穷越垦”破坏生态环境的恶性循环。

三峡水利枢纽工程举世瞩目，效益巨大，不仅可以消除长江中下游洪涝灾害，提供大量电力，而且可以增强长江上游航运能力，加快西部经济发展。但是三峡工程的建设必然对三峡库区生态环境产生负面影响，重庆地处三峡库区，对重庆生态环境影响甚大。首先是对长江水质的影响，三峡成库后水流速度减缓，水体自净能力和输送污染物能力将大大减弱，据测算，建库前重庆城区排出的可生化降解污染物未流到涪陵已降解一半，而成库后这些污染物流到涪陵只能降解 17%，水中污染物浓度还将增加 30%；主城区长江岸边污染带至少加宽 0.85 倍，嘉陵江岸边污染带将加宽 1.33 倍，带内污染物平均浓度增高 1.63 倍；由于水质污染恶化，相当数量的水厂将关闭或改造重建。其次泥沙淤积也将给重庆造成很大影响，经测算，三峡建库 80 年后水库泥沙冲淤才能基本达到平衡，但在此期间大部分泥沙将淤积于库内，且首先淤积在库尾，重庆河床将明显淤高，必将影响重庆航运事业；长江、嘉陵江重庆段有各类码头约 700 座，成库后有 520 座码头受泥沙淤积影响；泥沙淤积还将抬高洪水位，增加或增强洪涝灾害。第三，重庆是危岩滑坡高发地区，重庆两江沿岸分布的 122 处危岩滑坡中，有 94 处部分或全部处于 200 米以下，建库后因长期浸泡和浪击，前缘不断冲刷，必然导致整体稳定性下降而加速滑坡进程，将给航运带来极大威胁等等。百万库区移民必然加重了生态环境承受能力。库区是个山区，山地丘陵占 94% 以上，人口密度每平方千米达 282 人，比全国平均高出一倍多，

人均耕地只有 0.9 亩，三峡建库后，绝大部分河川坝地被淹，移民就地后靠不可避免地进一步加大人口密度，耕地资源更为短缺，如果继续以农耕为主安排移民，势必向更高的、更瘠薄、更陡峻的山坡垦荒毁林，必然造成对生态环境的更大破坏；城镇搬迁、工矿企业迁建、道路等基础设施的施工，还将加剧水土流失，增大了生态环境保护治理的难度。三峡水利枢纽工程的建设，虽然给库区生态环境带来许多负面影响，但同时又给了三峡库区人民脱贫致富、繁荣地区经济的难得机遇，也是库区治山治水治理好生态环境难得的机遇，因此只要坚持“以开发促治理，以治理保开发”的生态环境建设方针，处理好人口、资源、经济、环境之间的关系，坚持发展经济、安置移民与保护生态环境相协调的原则，主动预防、积极治理，促进经济增长方式的根本转变，实现由传统发展方式向可持续发展战略的转变，三峡库区一定会成为山清水秀、环境优美、人民安居乐业的乐园。

二、生态环境基本特点与评价

近 10 年来，国家确定了环境保护为基本国策，坚定地走经济社会可持续发展道路，加大了生态环境建设的力度，把生态环境建设纳入国民经济和社会发展规划，并列入国家预算和基建投资计划。重庆市环境保护和建设方面做了大量工作，取得了不少成就，在治山治水、整治国土、保护环境方面积累了不少有益经验，已经建成的重大工程正在发挥效益，特别是在经济快速发展、城市化进程加快，人口不断增长的情况下，环境污染和生态破坏加剧的趋势得到基本控制，避免了环境质量的急剧恶化，主要污染物的排放量基本上控制在国家下达的指标范围内，主城区的环境质量基本稳定，个别指标有所改善；长江及其支流嘉陵

江、乌江水质主要指标控制在Ⅲ类水域标准；扭转了长期以来森林覆盖率持续下降的局面，开始有了明显回升，农业生态系统持续恶化现象得到初步控制，有些地方有了一定改善。但是应当看到，重庆环境污染和生态破坏程度十分严重，取得上述成就，只是在一个低水平的艰难维持，基础不稳，面临的生态环境形势仍然十分严峻，城市环境污染在继续，而县域（农村）环境污染在蔓延和加剧，工业污染比重有所下降，而生活污染比重却呈上升趋势，生态环境严重存在边治理边破坏，有些地方破坏大于治理。陡坡垦殖、哄抢、盗伐林木的现象时有发生，特别是交通、矿业、建筑、水电等部门在开采、修路、基建等作业过程中，又造成新的水土流失。生态环境保护和治理任务十分艰巨，难度在加大。生态环境的特点和问题主要表现在如下几个方面：

（一）人多地少，土地过度垦殖，水土流失严重

重庆是以山地为主的地区，长期以来人们对土地不合理利用，土地超载、过垦，土地负荷过重，导致森林植被锐减，水土流失严重，生态退化加剧。全市人均耕地仅 1.26 亩（统计亩为 0.8 亩），农村人均耕地 1.56 亩（统计亩为 1 亩），比全国农村人均耕地少 0.55 亩。在耕地中，坡耕地达 140.7 万公顷，占耕地面积的 55.1%，其中 25°以上的陡坡耕地又占坡耕地的 25% 以上。按照国家规定，大于 25°陡坡耕地必须退耕还林还草。随着人口自然增长和各种开发建设用地的增加，特别是三峡工程淹没耕地和城镇、企业搬迁占用耕地，人均耕地还将迅速下降，人地矛盾将更加尖锐。同时由于人口超载，土地后备资源严重缺乏，目前全市土地垦殖指数高达 31%（按统计面积计也达 20% 左右），高出南方类似山区垦殖指数 6~8 个百分点。土地开发程度高，增大了生态环境保护治理的难度。

全市水土流失面积达 4.35 万平方千米，占幅员面积 52.8%，比全国平均高出 14.8 个百分点。平均侵蚀模数 4555 吨/平方千米·年，年土壤侵蚀总量 1.98 亿吨，按输移比 1:0.4 计，进入江河的泥沙约 0.8 亿吨，加上开发建设和山地灾害（泥石流、滑坡、崩塌等）所产生的入江泥沙量 0.3 亿吨，每年全市进入江河的泥沙总量约达 1.1 亿吨，占长江上游含沙量的 1/5。在水土流失面积中，中度和强度侵蚀面积占 70%，主要分布于丘陵山地的坡耕地。据测算，坡耕地每年产生的土壤侵蚀量高达 1.2 亿吨，占全市年土壤侵蚀总量的 60.6%。

（二）自然灾害频繁，生态系统抗逆力弱

重庆市自然灾害主要有干旱、暴雨、洪涝、冰雹、低温阴雨和地质灾害等。其中尤以干旱、暴雨、洪涝和地质灾害最为严重，损失最大。盆东是伏旱高发地区，伏旱频率达 60%~80%，一般持续 30~50 天，多者在 70 天以上；暴雨型洪涝灾害时有发生，山地洪水来势凶猛，冲刷力大，对农田、水利、交通、通讯、城镇等基础设施的毁坏十分严重；重庆是全国地质灾害最严重的地区之一，崩塌、滑坡、泥石流造成危害的影响之广、损失之大为国内其它区域所不及。城市有危岩滑坡地段 340 处，近几年在王家坡、镇江寺、鸡冠石、李子坝等处发生危岩滑坡，损毁建筑物百余栋，65 人丧生。另据勘查，三峡库区各类崩塌、滑坡体有 1190 处，崩塌滑坡总量达 28.45 亿立方米。各种自然灾害的严重程度，说明了生态环境形势极为严峻。

（三）环境污染十分严重，环境保护工作面临重大挑战

水质污染十分突出，影响工农业生产和人民生活。重庆拥有长江、嘉陵江、乌江，水资源十分丰富，水环境容量十分巨大。

但由于两岸污水排放量大，三江重庆段污染逐渐加重。重庆每年排放工业废水约 10 亿吨，经过处理的不到 60%，达标排放的在 50% 以下。生活污水年排放量约 3.5 亿吨，基本上未经处理直接排入江河。导致水环境质量不断恶化。据监测，在长江、嘉陵江重庆主城区段监测的 27 个项目中，常年超标项目达 8 至 13 项。而全市境内的 90 多条主要次级河流中，已有 1/4 属严重污染，有的已成为纳污沟。

煤烟型大气污染十分严重，经济损失代价高昂。重庆能源结构不合理，地形特殊，高硫高灰煤炭燃烧后排放出大量二氧化硫，在盆地内不易扩散，使重庆大气质量长期保持在较重污染级别，在城区大气中二氧化硫浓度超过国家二级大气质量标准 4.7 倍，居全国前列。总悬浮微粒和降尘也大大超标。全市每年耗煤约 2000 万吨，由此产生 90 多万吨二氧化硫和 30 多万吨烟尘排入大气，从而造成全市大部分地区为酸性降水区，酸雨频率为 70%，成为全国酸雨污染重点防治区。经测算，全市每年因大气污染造成的直接经济损失达 120 多亿元。

工业废渣与生活垃圾潜在威胁大。长期以来工业固体废物与生活垃圾处置率低，回收利用困难，每年产生 1100 多万吨工业废渣综合利用率仅 50%，大量就地堆存或直接排入江河，全市历年堆存废渣量累计已近亿吨，所产生的渗滤液及有害气体造成二次污染。城市生活垃圾每年产生 200 多万吨，只能进行堆放、填埋或部分燃烧处理，无害化处理率仅为 15%。

农村生态环境形势严峻。由于过去对农村生态环境保护重视不够，技术含量低、污染重、物耗能耗高的小造纸、小电镀、小制革、小化工、土炼焦、土炼汞等乡镇工业处于粗放型形态，并在一些地方遍地开花，浪费资源，污染环境，使生态遭到严重破坏。

（四）三峡库区生态环境保护任务艰巨

三峡库区将淹没涉及重庆市 14 个区县，移民安置量占三峡工程移民安置总量的 85% 左右，直接受淹人口 72.25 万人，最终动态移民 103.4 万人，其中规划农业安置移民 35.34 万人；淹没陆地面积 471 平方千米，其中淹没耕地 1.53 万公顷、园地 0.5 万公顷、林地 0.25 万公顷；受淹城市 2 座（万州和涪陵）、县城 7 座、建制镇 18 个、场镇 83 个；受淹的还有厂矿、公路、码头、水电站等基础设施。库区百万人口大搬迁，必将加大土地开发垦殖，加剧植被破坏和水土流失，增大了库区水土流失治理和生态环境保护的难度。

三峡工程建成后，库区江河将由流速快、流量大的河川，变成流速缓慢、回水面积大的人工湖，水体自净能力和输送污染物能力大大减弱，水环境质量降低，水污染物浓度将增加，很难达到国家规定的“库区水质总体上符合 II 类水质标准”的要求，尤其是到 2010 年，预测重庆排入江中的废水，将由目前的 13.5 亿吨/年增至 23 亿吨/年，“两江”上游排入我市的废水还有年均 20 亿吨，这些废水若不能得到有效治理，势必进一步加剧库区水质污染，如果库区水质受到严重污染，将很难治理，可能出现治不胜治，防不胜防的被动局面。重庆水资源优势将变为水污染包袱，不但严重地影响经济的发展，甚至连饮水都将发生困难。百万移民安置对库区生态环境的压力和影响极大，隐患严重，必须加强环境保护和治理力度，防患于未然。

三、对 策 措 施

在国家大好形势鼓舞下，加快生态环境保护和治理，迎接西

部大开发已成为全市人民群众的强烈愿望。力争通过 20 年努力，使重庆环境质量有明显改善，生态环境得到根本性治理，生态系统呈现良性循环。前 10 年即 2010 年，长江干流水质达到Ⅱ类标准，城区大气质量基本达到二级标准，森林覆盖率达到 36%，25°以上陡坡耕地全部退耕还林，水土流失面积和强度有明显减少。再经过后 10 年努力，森林覆盖率达到 45% 以上，10~25°坡耕地得到彻底改造，建设成为稳产高产农田，水土流失得到有效控制，生态系统呈现良性循环。

（一）提高环境保护意识，正确处理环境保护与经济社会协调发展的关系

生态环境保护是造福子孙后代的伟大事业，关系到重庆未来的兴衰，应当提高全市人民特别是各级领导干部对生态环境保护的认识，充分认识重庆面临的人口、资源、环境与经济发展的巨大压力和尖锐矛盾，充分认识重庆地区尤以三峡库区生态系统的脆弱性，具有破坏容易、建设恢复难的特点，树立起生态环境的忧患意识。突出生态环境保护对重庆经济社会发展的影响与作用，把重庆的生态环境保护放在区域经济和国民经济宏观格局中思考和规划，做到区域内外兼顾、流域上下结合，发挥生态环境治理保护的整体效益；确立环境保护与经济社会发展并不对立，而是相辅相成、相互依赖、相互促进、相互制约的观念，促进经济增长方式的根本转变，实现由传统发展方式向可持续发展的转变。

环境保护关系到社会公众切身利益，也涉及到公众个人行为准则，必须动员社会公众参与。大力宣传生态环境保护重要意义，普及生态环境保护知识，提高全市人民环境保护意识，并采取必要措施吸引公众参与，听取公众对生态环境质量的意见与建

议，接受群众监督。

（二）调整产业结构，合理布局生产，优化能源结构

充分利用长江经济带、三峡工程建设和西部大开发的发展机遇，大力推进产业结构调整。重庆产业结构的调整方向应该是，稳定推进第一产业，加快发展第三产业，第二产业应严格控制污染工业项目建设，适当压缩重化工业比重，大力发展无污染或轻污染工业项目，尤其发展高新技术产业。严禁在主城区和库区沿岸新建高耗能、重污染的重化工业项目；对现有企业要结合技术改造、促进产品升级换代、加强污染治理；对处于饮用水源上方保护区、城市上风区、风景名胜区和人口稠密区的污染重、效益差又难于治理的企业，实行关、停、并、转，严格执行污染达标排放和总量控制，坚决关停“15”小企业。

优化能源消费结构是治理煤烟型大气污染的关键，辅之以高效除尘、烟气脱硫设施的建设。大力开发清洁能源（尤以水电、天然气），提高煤电转化率，实现热电联产，淘汰小锅炉；开发清洁煤技术，增加洗煤、配煤和固硫型煤消费，降低原煤消费比重，逐步禁止在城区原煤散烧；城区民用能源逐步调整为以电力、天然气为主，农村推广利用沼气；开发和推广天然气汽车，禁止使用含铅汽油。

（三）大力开展植树造林和治理水土流失为中心的生态环境建设，重建生态系统良性机制

重庆市是国家实施“长治工程”、“长防工程”、“中低产田土改造工程”的重点地区，今后要加大投入、持续实施三大工程。水土流失治理以小流域片区为重点，全面规划，综合治理，加大投入，加快治理；加强植树造林和退耕还林，对现有 116 万公顷

天然林实行全面保护，严禁采伐天然林，大力开展营林造林、封山育林，对已建成的防护林带进行重点管护，坚决禁止毁林毁草开垦，逐步将 25°以上陡坡耕地还林还草；发展林业实行用材林、防护林、经济林、薪炭林、特种林并举，发挥林业多林种、多功能的综合效益；25°以下的坡耕地要逐步实现梯田化，既改善农业基础条件，建成稳产高产基本农田，又作为水土流失小流域片区综合治理的重要措施，有效治理水土流失；加快建设和保护好一批自然保护区（已建、拟建 48 个自然保护区，面积 44.6 万公顷，占全市幅员面积 5.4%），积极保护和抢救濒危珍稀动植物，搞好生物资源多样性保护；建立生态环境预防监测系统，加强生态环境的监测和预测预报。

（四）依靠科技进步，加强生态环境建设，开展资源综合利用与清洁生产技术的研究和推广

组织力量开展环保技术的研究创新和先进适用技术的引进、推广应用，是加速生态环境治理保护的重要保证。重点是研制和推广清洁生产技术和综合利用技术，主要是高浓度有机废水的综合利用技术、生活污水处理技术、城市垃圾和工业固体废物综合利用技术、危险废物安全处理技术、洁净煤技术、节能技术、高效脱硫和除尘技术、汽车尾气污染处理技术、噪声控制技术、生态农业技术等。同时要特别注意引进、吸收和利用国内外先进的污染治理技术、资源回收和综合利用技术、清洁生产技术，促进重庆环保事业高速发展。

大力发展环保产业，重点研究并生产优质、高效环保新设备、环保专用材料、环境监测仪器仪表，提高环保监测与治理能力。并积极开展生态环境规划、环境影响评价、环境工程设计、咨询等技术服务业，为政策决策提供科学依据。

（五）实施污染物排放总量控制和绿色工程规划

切实执行污染物达标排放和污染物排放总量控制，加强工业污染治理，严把新污染源控制关，使重庆主要污染物排放量控制在国家下达指标范围内。按照国家实施绿色工程规划的要求，结合重庆实际，实施五大环境保护整治工程：一是以城市污水综合治理、工业废水治理和主要次级河流综合整治相结合的水污染治理系统工程；二是以控制重点大气污染源烟尘、粉尘治理和推行民用气化为主的大气污染控制系统工程；三是以火电厂烟气脱硫和部分重点企业烟气治理为主的酸雨控制系统工程；四是固体废物综合利用和处理系统工程；五是以绿色屏障工程建设、水土流失治理、生态农业建设与生物多样性保护为主的生态环境恢复与保护工程。

（六）多渠道筹集建设资金，增加生态环境建设投入

加大资金投入是加快生态环境保护和治理的关键。重庆环境污染和生态破坏相当严重，为了控制环境污染和生态破坏，改善环境质量，必须坚持国家、地方、集体、个人一起上，多渠道、多层次、多方位筹集环保建设资金。做好项目规划与前期工作，争取有更多的项目列入国家计划，得到国家支持；逐步增大各级地方财政对生态环境建设的拨款比例，并纳入地方预算，确保专项资金用于生态环境建设；制订有利于环境保护的经济政策，环境保护贷款给予优惠，环保建设项目免交投资调节税，强化排污费的征收，开征污染产品的环境保护附加税，逐步完善自然资源有偿使用制度，确保环保投入稳定增加；加强同国际社会的环保合作，积极争取国外长期低息贷款、赠款，扩大环境保护的外资利用规模；按照谁投资谁受益的原则，鼓励社会资金投入；按照

谁受益谁补偿、谁破坏谁恢复的原则，建立农林水基础设施和生态效益补偿制度；建议发行三峡库区环保建设债券，吸引民间资金，用于污染治理设施建设和发展环保产业；建议在三峡工程首批机组发电后，开征“三峡工程电力建设环保附加费”，用于库区生态环境保护治理项目。

四、生态环境保护分区（类型）

重庆市地域辽阔，各地区的自然生态环境、经济社会发展水平差异明显，各地面临环境保护问题和生态环境建设方向也不尽相同。为此，有必要按照生态环境地域分异规律，并适当兼顾县区行政区域的完整性，将全市划分为四个生态环境保护类型区域，即三峡库区生态环境保护类型区域、丘陵生态环境保护类型区域、山地生态环境保护类型区域和主城区生态环境保护类型区域。

（一）三峡库区生态环境保护类型区域

该区包括巫山、奉节、云阳、开县、万州、忠县、石柱、丰都、涪陵、长寿等 10 个区县（不包括移民任务较少的巫溪、武隆、渝北、巴南等区县），幅员面积 30554.5 平方千米，总人口 1015.43 万人，分别占全市总数的 37.1% 和 33.2%，人口密度为 332 人/平方千米。

三峡库区位于我国地势第二、三级阶梯之间的阶梯过渡带，是上、下阶梯之间、长江上、中游之间生态系统的物质、能量输送最集中的地区，也是生态系统最脆弱的地带。长期以来，土地超载，过度垦殖，植被破坏严重，地质灾害频繁，水土流失十分严重。三峡水库建成后，长江上游地区的环境生态问题、重庆城

区环境生态问题都将集中表现在三峡库区。例如上游水土流失给长江带来的巨量泥沙，将相当大部分淤积在库区，对三峡水库使用寿命和效益的发挥造成重大影响；库尾的泥沙淤积将影响重庆航道、码头等通航设施的正常利用，还将使重庆地区受到上游洪峰入库产生的“顶托”效应而加重洪灾；成库后水体自净能力和输送污染物的能力将大大下降，重庆城区和上游地区的废水将加剧库区水质污染。

三峡工程淹没库区大片土地，尤其是分布在沿江一、二级地上的优质耕地、大量城镇、工厂、公路等设施，造成百万移民大搬迁，对库区自然生态环境将产生巨大影响，也是库区生态环境建设面临的重大问题之一。库区几乎都是贫困县，贫困人口还有近 200 万人，2000 年重庆市将实现成建制脱贫的目标，但区域性贫困或返贫问题依然十分突出，农民人均收入低，地方财力有限，过去国家投入较少，农业基本建设欠账多、基础差，生态环境建设难度大、任务重。

三峡库区生态环境保护与整治关系到库区移民安置和三峡工程的安全运行，是全市生态环境建设最重要、最紧迫的地区。库区生态环境建设工作，要以生态环境保护和治理为中心，把移民安置、扶贫脱贫、发展区域经济与生态环境建设结合起来，以营林造林、治理水土流失和防治水污染为重点，优先实施一批生态环境建设重点工程，力争库区生态环境建设在近期内取得明显成就。主要措施：一是加强植树造林，绿化荒山荒地，重点管护好现有天然林和已建成的防护林，加快 25°以上的陡坡耕地还林还草。二是实施水土流失按流域分片综合治理，加快坡耕地改造工程和水利工程建设，改善农业基础条件，建设稳产高产基本农田。三是加大生态农业建设力度，大力发展有特色种养业，建设一批名优特商品基地，逐步实现农业产业化。四是搞好生物多样

性保护，加快建设一批自然保护区。五是抓住移民安置、发展库区经济的机遇，大力调整产业结构和技术结构。建设一批技术起点高、无污染或轻污染的工业项目，积极扶持金融、商贸、房地产、旅游等第三产业的发展，以促进库区经济的发展；对现有企业污染源，主要通过技术改造、更新落后工艺设备，改造现有污染治理设施，实现达标排放；对于污染严重又难于治理的企业，应按规定实行转产或关停；对搬迁企业，应抓住机遇，通过技术结构、产品结构、组织结构的调整和改造，选择无污染或轻污染产品，同时严格执行“三同时”制度，在迁建投产时，污染治理设施同时运行；新建企业应从严审批，对企业立项、工厂选址、工艺设施、产品选择、污染治理，从一开始就从严审查，防止新的污染源产生；加快沿江城镇污水处理厂、垃圾处理场的建设。六是加强地质灾害防治，坚持以防为主、防治并重，重点整治库区沿岸崩塌、滑坡，城镇迁建要与地质灾害治理同步实施。

（二）丘陵生态环境保护类型区域

本类型包括川中丘陵区 and 川东平行岭谷区的潼南、铜梁、大足、双桥、永川、璧山、北碚、合川、渝北、巴南、垫江、梁平等 13 个区县市，面积 17723 平方千米，人口 1062.6 万人，人口密度为近 600 人/平方千米。是重庆市农业较为发达的地区。

生态环境主要问题：一是人口稠密、垦殖过度、森林植被少、水土流失严重。由于人口密度大，人均耕地少，毁林开垦剧烈，垦殖指数高达 50% 以上，坡耕地比重大，水土流失严重。加之农村生活燃料不足，林木破坏突出，致使森林植被稀少，森林覆盖率比全市约低 10 个百分点。严重的水土流失，不仅加剧了自然灾害的频繁发生和生态环境的恶化，还淤塞塘、库、堰等水利设施，削弱了抗灾害能力。二是乡镇企业发展迅速，次级河

流水污染日益突出，增大了环境保护的难度。本区邻近重庆城区，近 10 多年来，工业发展很快，尤以乡镇企业迅猛发展，对环境污染构成严重威胁。由于乡镇企业技术水平低，经营粗放，布局分散，污染比较严重。特别是小造纸、小制革、小化工、小电镀等乡镇企业，资源浪费大，污染物排放多，致使次级河流水质不断恶化，不仅对原本水资源不足的丘陵地区，更加造成生产、生活用水的困难，而且也增加了长江、嘉陵江治理水污染的难度。

丘陵地区生态环境建设重点：大力开展植树造林，实行“五林”并举、“乔、灌、草”结合，绿化荒山和“四旁”；大规模开展小流域片区水土流失综合治理，加快坡耕地改造进程，拦蓄径流和泥沙；加强水利设施建设，搞好中小河流综合整治和沿河城镇污染水处理，重点实施西部供水工程，缓解丘陵地区缺水的问题；加强生态农业建设，建设一批高产优质林果商品基地，推进农业产业化；推进农村能源建设，以推广沼气池、节能灶为重点，同时积极发展新炭林、小水电，实行多能互补，改善农村能源利用状况；引导乡镇企业健康发展，促进小城镇建设。乡镇企业的发展，要依靠科技进步，推行清洁生产，改善产业结构和技术结构，促进产品升级换代，减少污染物排放；实行规模经营，提高规模效益，增强污染防治能力；依托城镇，建立工业园区，相对集中布局，实行污染集中控制和治理；坚决取缔或关闭污染严重、浪费资源、破坏环境的“15”小企业。

（三）中低山生态环境保护类型区域

本区位于重庆市的东部、东南部和南部边缘山地区，包括城口、巫溪、黔江、彭水、酉阳、秀山、武隆、南川、万盛、綦江、江津等 11 个区县。面积 32690 平方千米，人口 678.54 万

人，分别占全市的 39.7% 和 22.2%，人口密度为 207 人/平方千米，是重庆市的老少边穷地区，经济较为落后。

本区生态环境的主要问题，首先是坡耕地比重大，耕作粗放，水土流失严重。本区适宜耕垦土地有限，多年来主要依靠毁林开荒、广种薄收来维持生计。耕地中旱坡地占 70% 以上，其中大于 30° 的陡坡耕地占有较大比重，有些还是轮歇地。由于山高坡陡，耕作粗放，水土流失十分严重。其次山林资源遭到破坏，林草优势未能发挥。本区土地面积 2/3 以上是林牧用地，原有茂密的森林在长期破坏下，已残留无几，且多为天然次生林、中幼龄林，现有原始林仅存于交通困难的偏僻山区；主要林特产品油桐、油茶、乌桕、生漆、中药材等产量，均未恢复到历史最高水平；天然草地多未很好利用。第三，生态环境脆弱，自然灾害频繁。本区自然条件恶劣，生态系统的调节能力较弱，经常受到干旱、暴雨、冰雹、低温冷害、地质灾害等自然灾害的困扰，尤以暴雨、低温和地质灾害较为严重。第四，不合理开采矿产，资源浪费大，破坏环境。本区矿产资源丰富，城口的钒矿、秀山和城口的锰矿、酉阳和秀山的汞矿、黔江、秀山和酉阳的硫铁矿等，目前乡镇企业土法生产十分活跃，造成资源浪费，污染严重和环境破坏，尤以汞矿开采污染更为突出。

生态环境建设不仅关系到中低山区生产条件的改善，而且也是全市生态环境的绿色屏障。必须发挥山区林草特产资源优势，坚持扶贫开发、资源利用与生态环境建设的有机结合，使中低山区生态环境有根本改善。主要措施一是加强农田基本建设，加快农业科技成果的推广应用，稳定粮食生产。山区交通不便，粮食需求应立足当地，实现粮食区内基本自给，为社会经济与生态环境协调发展创造条件，这就必须大搞农田基本建设，改造中低产农田、坡改梯，建设水利工程，改善农业生产条件；推广农业适

用技术，改变粗放的经营方式，稳定粮食生产。二是大力开展植树造林，搞好森林管护，提高森林的调节能力，发挥山区林业优势。要充分利用宜林荒地植树造林，陡坡退耕还林，改造低效林，同时管护好现有森林，严禁采伐天然林；调整林种结构，提高防护林和薪炭林的比重，并注意建立商品用材林和经济林基地，积极稳妥地发展林产工业，以工养林，以林促工，实现林业生产的良性循环，促进山区经济繁荣。三是加强水土流失治理和地质灾害防治。加快坡耕地的改造，水土流失严重的局部地区，积极实施小流域综合治理；搞好地质灾害防治，重点加强城镇、道路沿线地质灾害的防治。四是建设各具特色的自然保护区，保护和抢救濒危珍稀生物资源。五是合理开发资源，保护生态环境。

（四）主城区生态环境保护类型区域

主城区包括渝中、南岸、江北、九龙坡、大渡口和沙坪坝 6 个区。幅员面积 1435 平方千米，人口 302.85 万人，人口密度为 2110 人/平方千米，是重庆市中心城区，第二、三产业发达，也是水陆交通枢纽，由于人类活动强度大，生态环境问题也相当突出。

城区生态环境主要问题表现为：一是人口稠密，用地十分紧张。随着城市经济迅猛发展，人口快速增加，城市不断扩展，大量农耕地被征用，造成人地矛盾十分突出。二是环境污染十分严重，治理设施滞后。重庆是我国六大老工业基地之一，工业以重化工业为主，设备陈旧，工艺落后，又直接燃用高硫高灰原煤，产生大量二氧化硫、烟尘、粉尘等，污染大气，是我国酸雨污染严重地区之一；城市工业废水和生活污水未经处理排入江河，造成水质污染十分突出；固体废弃物和生活垃圾未经恰当处理，造

成的污染也很突出；汽车尾气污染已日益严重，必须引起高度重视。三是人类工程活动频繁，各种开发建设造成的水土流失也较严重。四是地质灾害日益增多，绿地面积有减无增，加大了生态环境建设的难度。

生态环境建设关系到城区环境质量的改善，直接影响到重庆主城区功能的发挥和直辖市的形象。环境保护的主攻方向，一是调整产业结构，优化城市布局。加强城市新区开发力度，使旧城改造与新区开发相结合，新区开发应向外围逐渐拓展，扩大城区环境容量空间，优化用地结构；加快产业结构调整步伐，主城区实施“退二进三”（即减少第二产业比重，增加第三产业）为主，重点发展金融、商贸、科技信息、交通通信、房地产、旅游等产业；对污染严重、效益差的企业，坚决实行关、停、并、转；原有企业尽可能采用高新技术进行现代化改造，尽力采用无污染或轻污染生产工艺，大幅度减少污染物，降低污染程度，改善环境质量；严禁新建污染重的工业项目，重点发展电子信息、机电一体化、生物工程、新材料等高新技术产业，向清洁生产方向发展。二是调整能源消费结构，提高清洁能源比例。重庆市域水能、天然气储量丰富，开发清洁能源并大力提高其消费比重，对环境保护具有十分重要的意义。三是大力开发和推广天然气汽车和电动汽车，禁止在市区使用含铅汽油，加强对汽车尾气监测，力求尾气达标。从而使城区大气环境质量有明显提高。四是加强水资源保护与水质污染治理的力度，提高水环境质量。大力加强城镇污水的综合治理，保护好水资源，对现有污染源，要限期分批治理，严格控制新污染源的产生；建设一批城镇污水处理厂，推广生活污水无能耗处理技术，并结合城镇下水道改造，实施污水沿河截流，统一处理后排放；下大力气处理城镇生活垃圾，逐步实现垃圾无害化、资源化、减量化，城镇都要建立一批垃圾处

理厂，首先实现城市垃圾无害化处理。五是开展“绿色工程”，见缝插针，种树栽草。城镇绿化要重点建设城市公共绿地系统，建设城市绿色屏障，提高绿化覆盖率，提高生态环境的效能；要加快街头绿地、公园绿地等建设，同时要加强城镇周围山丘、河流的绿化建设工作，使山坡绿地、林地、果园、沿河护岸林或沿河防护绿化带成为城镇外围生态绿化圈。六是加大城市水土保持力度，新建项目必须有水土保持措施，严格控制各类工程活动产生新的水土流失。七是加快郊区农林产业结构调整。积极实施现代农业示范区的建设。郊区产业结构调整要与推进农业产业化结合起来，大力建设无公害蔬菜基地、优质果品基地、花卉基地和副食品基地，为城市提供丰富的鲜活产品，同时要加强环境保护，严禁新建有严重污染的项目。

主要参考文献

- ① 重庆市环境保护局：《重庆市生态环境保护规划》，1997年。
- ② 重庆市生态环境建设办公室：《重庆市生态环境建设规划》，1999年。
- ③ 重庆市城市规划设计研究院：《生态环境建设与城镇可持续发展研究》，载《重庆市城镇体系规划专题报告》，1999年。
- ④ 重庆市政协、重庆大学发展战略课题组：《三峡库区生态环境保护与污染防治研究》，1997年。

四川省生态环境特点 与 保 护 措 施

· 郑 霖 ·

四川省是中国最大的省区之一。四川省的生态环境以复杂多样著称全国。数千年以来，勤劳朴实的四川省人民通过辛勤劳动和开发自然条件与自然资源，为全省创造了巨大的物资财富，促进了经济发展，这是好的和有利的方面。但不利的一面也存在，即在获取巨大物资财富的同时，也付出了沉重的环境代价，这就是生态环境遭到了很大的破坏。由于生态环境平衡日益失调，已对人类的生存和生活都构成了一定威胁。深刻地认识和全面的分析四川省生态环境形成的机制、区域特点、存在问题及原因与评价，提出改善、恢复和重建、美化四川省生态环境，已成为中国西部大开发战略的核心内容之一。

郑 霖：中国科学院成都山地灾害与环境研究所。

一、四川省区域环境演变及发展

现今的自然生态环境都是地质历史时期和人类历史时期的发展产物。因此，现今四川省的地质、地貌、气候、水文、土壤和生物等自然生态环境要素，无不打着历史的烙印。

（一）地质地貌环境演变

地质地貌条件是四川省生态环境形成、发展及演变的基础和骨架，它的演变过程对气候、水文、土壤和生物的构成、组合和空间分布都有重要影响。

古生代及其以前，今四川省大部分地区为一片汪洋大海，现四川境内的石灰岩就是此时期沉积形成。到中生代三迭纪末，今四川省东部地区处于相对稳定的陆台型海相沉积环境，而西部地区属于地槽区，堆积了巨厚的沉积物，同时伴有多次强烈的断裂活动，以及火山喷发和岩浆侵入。

三迭纪末的地壳运动奠定了今日四川省自然地理的基本轮廓，其中东部地区形成菱形盆地雏形。到侏罗纪和白垩纪时，由于地壳运动幅度四周大而中间小，因此地貌上四周成山，中间低陷成为内陆湖沼并日益萎缩，从此堆积了周围山地输送的大量碎屑物，在湿热气候条件下形成红色砂泥岩，故四川省盆地又有“红色盆地”之称。四川省西部地区海水渐渐退缩成陆，并与东部连成一体，但地表一直处于抬升过程及岩浆活动中，在东西两组压力挤压下，造成大部分山脉和河流作南北向展布。

第三纪末的喜马拉雅运动，使今四川省西部地区持续上升，到第四纪时海拔已达 2000—3000 米以上，成为今日之高原和山地。四川省东部盆地除边缘隆升外，西部相对下陷，故堆积了深

厚的第四纪冲洪积物。第三纪末至第四纪初，由于今四川省地区西北部抬升幅度大于东南部，故四川省的地势由西北部向东南部逐渐倾斜，东南部气温高，降水多，而西北部则相反。同时，西北部高大的山系阻挡或削减了冬季北方冷空气的入侵，故四川省除了部分海拔较高的山地出现山岳冰川外，第四纪时期的冰川影响范围较小，这使四川省的许多古老动植物得以保存，也是造成今日四川省南部地区气温较同纬度的东部长江中下游高的原因。四川省盆地地区云雾多，日照小，静风率高，气候闷热也受盆地地形影响。

地质构造上，四川省以广元、都江堰、雅安、康定、冕宁和木里一线为界，其西部属于地槽区，东部为地台区。西部的地槽区及其东南缘的康滇地轴，新构造运动活跃，地表极不稳定，在中国属于多地震区。四川省的鲜水河，理塘、安宁河、龙门山等主要地震带都位于这地区。山崩、滑坡及泥石流等山地灾害极为发育。四川省东部的地台区地壳相对稳定，但地表多分布松脆的紫红色砂泥岩，故成为四川省水土流失的重点地区。

（二）气候环境演变

气候是四川省生态环境的重要因子，它对水系的发育和水文的变化，及对动植物的生长发育都有重要影响。四川省的气候深受海陆位置、大气环境和地貌等影响。在二迭纪及其以前的古生代，今四川省主要属于温暖的海洋性气候。中生代开始，四川省一些地区海水退缩成陆，境内陆岛和湖沼交错，但地势低矮，又处于中低纬度，因此气候湿热。第三纪至第四纪初，今四川省大部分地区海拔在 1000 米以下，能接受东南部海洋水汽进入，降水多，属于湿热和干热交替气候环境。第四纪中期，今四川省大部分地区海拔升高，从此改变了原来的气候环境，气温逐渐减

低，其中川西高原及四川省盆地西缘和北缘山地海拔较高地区出现第四纪山岳冰川，但范围不大。四川省西北部地壳的隆升，一方面造成原来的热带和亚热带气候转变为温带与寒温带气候，另一方面阻挡了西南印度洋水汽的长驱直入，因此川西北地区降水减少，特别是两岸高山对峙的河谷地区暖湿水汽难以进入，成为少雨的干旱河谷生态环境。

人类历史时期，四川省的气候演变仍经历着冷暖交替变化。根据四川省气象局陈叔全先生等研究，最近一万年来长江上游的四川省变化总趋势是由寒冷演变到暖热，然后进入温和阶段。其中第一阶段是距今 8000 年前，属于寒冷气候，温度低于现今 $4 \sim 5$ 。第二阶段是距今 8000—3000 年，属于暖热气候，温度比现今偏高 3 左右。第三阶段是距今 3000 年至今，属于温和气候，冷暖幅度减少。近期，四川省一些地区的气温有所升高，降水略有减少，气候变化异常，导致气候灾害多发。

（三）生物环境演变

动植物是四川省自然生态环境中最活跃的因子，又是不可再生的自然资源，它对维护生态环境平衡起着调节和促进作用。四川省的动植物演变经历着从低等到高等，简单到复杂的过程。在距今 2.3 亿年前的古生代，今四川省境内生长一些海生生物和陆上的蕨类、松柏类植物，后者如连座蕨、松叶蕨等。陆岛山区已生长着大型的松柏类植物，如川南筠连县出土高大挺拔的鳞杉化石，就是产于距今 2.3 亿年的早二迭纪。四川省盆地区地层中的天然气，石油和煤炭资源，就是这个时期动植物尸体经高温、高压等地质作用后变形成的产物。

中生代开始，今四川省境内的植物增多，三迭纪和侏罗纪时的苏铁、紫萁、芒萁及硅木等生长茂密，成陆的山地区为葱郁的

丛林所覆盖，湖沼多为繁盛的藻类生长。白垩纪时，除了大量蕨类植物外，还出现新的松属、云杉、粗榧、连香树、木兰、槭、樟、杜鹃花等 50 科左右的植物。

老第三纪时期，今四川省的山地区有油杉、冷杉、铁杉、拱桐、杜仲、八角枫、杨梅等 30 多种的科和裸子植物银杏等分布，石松和凤尾蕨等低等植物众多，并有在澳洲分布的桉树生长。阿坝盆地发现的槐树和杨树等化石为第四纪时期植物。

第四纪时期，随着四川省西部的大幅度抬升及第四纪冰期的洗礼，致使川西山地高原自然生态环境发生了巨大变化，并产生了一些植物新种变种，特别是四川省盆地西缘山地和川西南横断山地，成为亚洲和世界植物的起源地之一，如世界的杜鹃花共约 800 余种，而四川省的杜鹃花就有近 200 种，上述地区也是世界槭树科和木兰科等植物的起源和演化中心之一。特别是第四纪冰期时，因四川省受冰川影响轻，故使古老植物区系成分免遭摧残，成了第三纪植物的“避难所”，从而使四川省的古老孑遗植物格外丰富，如桫欏、苏铁、水杉、紫杉、穗花杉、粗榧、福建柏、岩柏等。四川省今日热、温、寒三带植物共存，也与第四纪气候、地貌等生态环境变迁有关。

四川省古生代以海相动物为主，如已发现二迭纪至三迭纪的螺、海百合等化石，宝兴出土牙形刺、珊瑚和蜓科化石等。中生代时期，今四川省境内以多恐龙而闻名，其中到侏罗纪和白垩纪时达到极盛时期。现在，四川省盆地已发现的恐龙化石地点达 50 多个县市，其中自贡有 50 多处恐龙化石点，井研也达 40 多处，其它较多的化石点有珙县、宜宾、营山等，成为中国恐龙化石分布最多的省份。当时的恐龙生活在丛林湖沼生态环境中，属于两栖生活，因当时气候湿热，雨水充沛，植物茂盛，水草丛生，为大型恐龙动物提供了丰富的食物及创造了理想的生态条件。四川省的恐龙主要

生活在距今 1 亿年至 1.9 亿年间，到白垩纪末因多种原因遭到突然灭绝的厄运，从此销声匿迹。但是，四川省恐龙化石发现及演化历史，对于探讨四川省盆地的古气候古生态地理环境都有重要意义。在四川省盆地还多处发现中生代的龟、鱼及鳄鱼等化石。

新生代开始，四川省的动物已遍及今全省各地。1983 年，在海拔 3300 米的炉霍县卡娘乡发现犀牛、马、牛、猎狗等 20 多种动物化石，都属第四纪晚更新世和中更新世时期。其它地区也陆续发现剑齿象、犀牛、虎、马及鱼化石。

（四）人文环境演变

人类既是自然生态环境的重要创造者，又是自然生态环境的主要破坏者。如适度的人口容量及合理的开发利用与保护自然资源，是促进生态环境向良性方向循环的重要因素。过度的人口容量及破坏自然资源，造成生态环境失调，是环境破坏的主要因素。同时，随着社会的发展，人类的经济活动对生态环境影响及作用愈来愈大。

四川省是中国开发最早的地区之一。早在 50 年代初，就在今资阳市发现距今 3 万年前的“资阳人”化石。四川省境内的旧石器时期遗址有 20 多处，而新石器时期遗址更多，其中广汉三星堆的新石器遗址是古蜀国文化的发源地，它距今约 3000—5000 年，已列入全国重点文物保护单位。

到秦汉时期，今四川省已得到一定程度的开发，人口逐渐增多。西汉平帝时期，四川省（包括今重庆，下同）人口为 351 万，占全国人口的 5.4%。唐开元时，四川省人口已占全国 9.6%，耕地占 6.7%。明万历年间，四川省的人口和耕地各占全国 7.5% 与 6.6%。清末的 1850 年，四川省人口超过 4000 万。1911 年，四川省人口突破 5000 万，耕地超过 1 亿亩（表 1）。

表 1 四川省历史时期人口发展状况

时 间	人口数 (万人)	耕地面积 (万亩)
西汉平帝元始二年 (公元 2 年)	351	2600
东汉顺帝建康元年 (144 年)	442	3700
隋大业二年 (606 年)	264	2400
唐天宝初年 (742 年)	513	3800
北宋崇宁元年 (1102 年)	1019	6700
南宋嘉定十六年 (1224 年)	1400	9000
元延佑七年 (1320 年)	149	1900
明万历六年 (1579 年)	468	4636
清嘉靖二十五年 (1820 年)	2150	9500
民国二十六年 (1937 年)	5270	10000
1949 年	5370	10459

人口的骤增，必然对生态环境造成影响。如秦汉时期，随着农业的开发，今四川省有 2000 万亩森林遭到砍伐，这是四川省历史上第一次森林大破坏。宋代，今四川省平均垦殖指数已达 10.7%，水土流失已经开始出现，川江河水变黄。唐宋两代，今四川省森林破坏超过 1500 万亩，成为四川省历史上第二次森林大破坏。明清两代，中央政府曾 20 多次在今四川省置办“皇木”，数量不少于 5.3 万根，供朝廷修建皇宫之用。明至清，今四川省森林面积减少 5000 多万亩。所以，四川省的人口上升及耕地扩大是以森林砍伐为代价的。此时，四川省盆地森林锐减，盆地边缘山地和川西南的凉山州森林也遭大片砍伐，从此加剧了水土流失，生态环境日趋恶化。

建国以来，四川省人口发展更快，其中 1949—1957 年是第一次人口增长高峰，1957—1965 年因三年自然灾害等原因，四川省人口趋于缓慢增长期，1965—1975 年的“文化大革命”时期，全川人口处于无计划增长状态，1975—1995 年属于人口正常增长，1995—2000 年，由于十分重视计划生育工作，四川省人口又处于缓慢增长。建国后，四川省森林也遭“大跃进”和“文化大革命”等几个时期的大肆砍伐，仅 1950—1960 年的 11 年间就损失森林面积 8000 万亩。1997 年四川省和重庆分治。1998 年四川省人口为 8315.68 万（表 2），占全国 6.71%。

表 2 四川省建国后人口发展状况

年份	总人口（万人）	年份	总人口（万人）
1952	4628.5	1980	7154.8
1957	5088.8	1985	7419.3
1962	4688.3	1990	7892.5
1965	5162.1	1995	8161.2
1975	6874.7	1998	8315.7

现在，四川省人多地少，人均耕地不足，耕地后备资源又紧缺，因此人地关系紧张，已形成对生态环境的巨大压力，所以四川省出现的环境恶化和生态危机，与人口快速增长有直接关系。

二、四川省自然生态环境特点及弱点

四川省自然生态环境的特点，既有与全国一些省区的共性，

又有不同于其它省区的个性，这主要是四川省拥有独特的地理区位及特有的自然地理环境，如四川省自然生态环境的复杂性较许多省区突出，东西部自然生态环境差异也较其它省区明显。

（一）自然生态环境的复杂性

四川省位于中国西南地区，地理上介于北纬 $26^{\circ}31'$ ~ $34^{\circ}19'$ 和东经 $97^{\circ}21'$ ~ $108^{\circ}31'$ ，全省面积 48.5 万平方千米，占全国 5.05%，仅次于新疆、西藏、内蒙古和青海，居全国第五位。四川省自然生态环境复杂性主要表现在：地理区位上，四川省地当西南和西北两大区的结合部，全省北靠陕西和甘肃，西依西藏和青海，南连云南和贵州，东接重庆，在中国，周邻和七个省市区相连唯有四川省一个，所以四川省地缘关系复杂；地质构造上，四川省坐落于中国东部的地台区和西部的地槽区之间，四川省西部在中国属于一级阶梯，而东部则属于二级阶梯；地貌上，中国的青藏高原、横断山地、四川省盆地三大地貌单元在四川省交汇。四川省南部毗连云贵高原，北部紧接秦巴山地，因此全省山河交错，地貌复杂。

气候上，中国的东南季风气候，西南季风气候和青藏高原季风气候在四川省交汇，因此全省气候复杂，热、温、寒三带气候并存，特别广大的山地区，有“一山有四季，十里不同天”之谚。同云南、西藏一起均为中国气候最复杂的省区。

水系上，中国南方的长江水系和北方的黄河水系在四川省复合，即四川省东南部属于长江流域，而西北一角属于黄河流域，造成全省水系结构和水文特点复杂多样。

动植物区系上，四川省聚中国的华中动植物区系，西南动植物区系和青藏高原动植物区系于一体。同时，四川省西南部的横断山区，南北走向而东西依次平行排列的山河结构，造成北方动

植物沿山脊而南伸，南方动植物顺河谷而北上，成为中国南北方动植物交汇最频繁的地区，因此，四川省境内各区系的动植物相互交错明显，动植物种群极为复杂。如植物种类上，四川省东部有华中和华东地区的马尾松、杉木和青冈等成分，南部边缘山地有云贵高原及其以南的贵州琼楠、银木荷和刺果米楮等，北面大巴山和米仓山有华北地区的油松，辽东栎等，川西高原有西藏的藏柏，川西南山地有云南的云南松，丽江云杉等。不同区系的动植物成分相互交错分布或混合组合，有利于动植物新种或变种的形成，繁衍，促进生物的多样性，并有利生态环境的稳定性，如多树种的林区要比单一林种林区显得稳定。

不同区域上的动植物互相交错及渗透和彼此融洽，也是造成四川省农业多样化及产业多样化的重要原因。

四川省东部属于中国汉族居住区，西部为藏族、彝族和羌族等少数民族聚居区。四川省历史上秦陇和中原地区人口的几次南迁，及明末清初的所谓“湖广填四川”人口的内迁，所以四川省人文生态环境也较中国其它省区复杂。

（二）自然生态环境的多样性

四川省是中国自然生态环境最多样化的省区之一。如四川省地貌类型中山地、高原、丘陵和平原兼有，其面积分别占全省 77.1%、4.7%、12.9% 与 5.3%。四川省的土壤类型就有 25 个土类，66 个亚类。四川省共有 8 个植被大类，除了盐碱地植被外，全国所有植被类型四川省几乎都有分布。其中四川省的针叶林类型之多为全国之冠。

四川省自然生态环境多样性突出地表现在生物的多样性。一是四川省的植物总数达一万种，在全国仅次于云南居第二位，而裸子植物数量占全国第一位，四川省的资源植物就有 4000 多种。

二是四川省的森林面积大，蓄积量高。据全省第三次森林资源复查，四川省林地面积为 2323.16 万公顷，其中有林地达 1172.35 万公顷，森林覆盖率 24.23%，活立木蓄积量 14.65 亿立方米，森林资源名列全国前茅。

三是四川省有上千年以上的许多名木古树。如青城山天师洞的银杏和歧棕，泸定磨西的银杏和杉木均有 1000—2000 年历史。峨眉山洪椿坪的洪椿树和岩桑，邛崃的唐银杏，宜宾和合江、长宁、屏山的古荔枝树，都逾千年以上。西昌泸山的汉柏、唐柏为当地一大胜景。峨边有树干高达 83 米的千年冷杉王，剑门蜀道有上万株的明柏。米易有四川省最大的黄杉王。这些名木古树都是人类历史时期的“活文物”，有很大的观赏和科研价值。

四是四川省动物多样性也远近闻名。四川省盆地西缘的岷山、龙门山、邛崃山和大小凉山是中国珍稀动物分布最集中的地区之一，也属中国著名的动植物基因库，其中大熊猫、金丝猴、扭角羚、云豹等属于国家一级保护动物。四川省的大熊猫号称“国宝”，其数量占全国 85%，因此四川省有“大熊猫故乡”之誉。据统计，除了鱼类外，四川省盆地西缘和北缘山地的脊椎动物各为 487 种与 327 种，川西南山地和川西高山峡谷区分别为 400 多种与 500 多种。

五是四川省拥有 50 个不同类型的动植物自然保护区及 65 个森林公园，其中卧龙、九寨沟、青川唐家河和攀枝花苏铁等 11 个属于国家级自然保护区。

此外，四川省是中国多民族省区之一，其中大小凉山是中国最大的彝族聚居区，岷江上游山地是中国唯一的羌族分布区，甘孜和阿坝也是中国重要的藏族集中区，因此四川省人文生态环境亦有多元的特点。

（三）自然生态环境的地域差异性

四川省自然生态的地域差异，首先表现为东西部的巨大差异。如四川省东部的盆地大部分地区海拔在 1000 米以下，地貌以丘陵和低山为主，并有一定面积的平原；气候以中亚热带为特色，温暖湿润，干燥度 0.5 ~ 1.0 以下；水系结构多为树枝状，由盆地边缘山地辐射盆地底部，最后汇入长江，河流有灌溉、航运之利；地带性的植被为湿性亚热带常绿阔叶林；自然土壤多紫色土和黄壤，为四川省最大的水稻土分布区。人口以汉族为主体，密度大，耕地集中连片，自然生态环境失调严重。

四川省西部大部分地区海拔在 1000 米 ~ 3000 米以上，多高原和山地；以高寒的山岳气候为主，干湿季分明，干燥度在 1.0 ~ 1.5 以上；水系结构多羽毛状，大部分河流由北而南注入金沙江，富水能资源；自然土壤以山地棕壤和草甸土为主，并有沼泽土分布；地带性植被南部为干性亚热带常绿阔叶林，北部为阴暗针叶林及草甸。民族以藏、彝、羌等少数民族为主，地广人稀，部分原始生态环境保存尚好。

四川省南北省境宽 900 余公里，因此自然生态环境南北差异也大，如地势北高南低，气温南高北低，降水南多北少，在四川省西部由南向北，可以见到由南亚热带的生物气候带，逐渐过渡到亚热带、暖温带、温带和寒温带的生物气候带，同时四川省南部的自然生态环境显得比北部复杂多样。

以山地为主的四川省自然生态环境的垂直差异极为明显，特别是地势高差悬殊的泸定大渡河谷底至贡嘎山顶，自然生态景观由亚热带山地常绿阔叶林带（海拔 1000 米 ~ 2300 米），依次向暖温带针阔叶混交林（海拔 2300 米 ~ 2800 米）、寒温带阴暗针叶林（海拔 2800 米 ~ 3500 米）、亚寒带灌丛草甸（海拔 3500 米

~4200 米) 寒带稀疏垫状草甸(海拔 4200 米~4500 米) 寒冻荒漠(海拔 4500 米~4900 米) 及高山冰雪带(海拔 >4900 米) 的生态环境过渡, 四川省海拔高差 1000 米以上的山地一般都有 3~4 个以上的生物气候垂直带谱。

(四) 自然生态环境的弱点

四川省的自然生态环境虽然具有很大的优越性, 但也存在不少脆弱因素, 主要表现在: 第一, 四川省的山地和丘陵面积占全省 90%, 其中全省第一高峰贡嘎山海拔 7556 米, 这就决定了四川省大部分地区山高坡陡, 陡坡耕地多和旱坡耕地多, 如四川全省 500 万公顷耕地中, 旱坡耕地占近 1/2, 坡耕地占 83.5%, 其中坡度 25°以上的有 65 万公顷, 这些旱地和坡耕地保土、保水和保肥能力差, 易引起水土流失, 生态环境十分脆弱。四川省山地和丘陵地区的耕地普遍田高水低, 灌溉不便, 易罹患干旱。据调查, 四川省耕地中属于中低产田土的占 75%, 这些中低产田土也因质量低下, 生态环境脆弱, 一遇自然灾害就要减产, 甚至颗粒无收。

第二, 四川省的森林覆盖率较低, 目前全省为 24.23%, 远低于东部的福建、浙江、江西和湖南等省份, 而且全省的森林空间分布极不平衡, 森林面积西多东少明显, 而盆地中丘陵区覆盖率不足 15%, 因此少林地区地表蓄水保水、防风固沙, 调节气候的能力均低, 属于四川省生态环境最脆弱的地区之一。

第三, 四川省的水域面积仅占国土 2.28%, 在全国也不算高。四川省水资源总量虽然丰富, 但全省大型蓄水引水工程不多, 塘库堰的蓄水量仅 50 多亿立方米, 有效灌溉面积只占 50% 强, 其中旱涝保收的耕地占 36%, 因此水域和水资源调节自然生态环境的能力有限。

第四, 四川省国土面积中, 石山、石漠和陡崖等难利用的土

地面积约占全省的 $1/10$ ，上述土地是四川省生态环境最恶劣的地区，也是四川省生态环境改善及重建的难点。

第五，四川省西部地区新构造运动仍很活跃，地表极不稳定，易引起目前不可控制的地震、山崩、滑坡及泥石流灾害，这些地区承灾、防灾、抗灾和救灾能力均低下，因此也属四川省生态环境脆弱地区之一。

第六，四川省的许多大型厂矿都始建于五六十年代，缺乏必要环保设施，这些厂矿所在地均是四川省环境污染的重点地区，目前要全部改造这些厂矿和增加环保设施难度很大，所以四川省环境污染的隐患仍将短期存在。

总之，认识和正视四川省生态环境中脆弱的一面，以便找出四川省治理生态环境的重点和难点。

三、四川省自然生态环境的失调及原因

四川省自然生态环境失调是指耕地质量下降，森林覆盖率降低，草地退化，水量减少，气候灾害频繁，生物多样性减少，环境污染突出及水土流失加剧等生态因素的结构失调，功能失调。

（一）自然资源质量有所下降

一是耕地质量下降。据推算，因水土流失，每年造成四川省的坡耕地土层减薄 6 厘米，每吨表土中将失去氮 2.6 千克、磷 1.5 千克，钾 5.4 千克，耕地保水和抗旱的性能也变差。又如城市郊区的耕地由于工业有害废水的污染，致使土壤变酸，农作物受害，产量下降，特别是川南地区耕地受二氧化硫及酸雨毒害，造成耕地质量下降甚至使耕地废弃。

二是森林资源减少。如四川省的森林覆盖率 1935 年为

26%，1949年减为19%，到1962年下降到9%，70年代为13.95%，到1990年开始恢复到19.2%。在过伐的川西林区，一些山地出现由原始森林向松栎林、干旱灌丛和稀疏草地或半荒漠的逆向演化，森林砍伐殆尽后的岷江上游干旱河谷的生态环境已使森林更新困难。

三是草地质量下降。川西北草地在过牧条件下，造成牧草变矮，土壤板结，退化草地面积达2499万亩，已占可利用草地13.7%。已退化的甘孜州草地，平均每亩产量仅0.66公斤。同时，川西北草地已开始出现沙化，如若尔盖县的沙化面积由1966年的9016公顷，扩大到1985年的15815公顷。

四是生物多样性减少。森林面积的减少使野生动物群失去了生存的环境。人为的乱捕猎杀造成野生动物的急剧减少。如1988年，四川省有10多个县市发生乱捕珍稀动物大熊猫的事件。猎杀金丝猴、雪豹、扭角羚、小熊猫、盘羊等野生动物时有发生。捕杀林麝、马麝，造成四川省麝香产量下降。捕杀蛇、蛙、黄鼠狼、穿山甲、猫头鹰、金雕等也相当普遍。由于许多有益野生动物被滥杀，造成鼠害、虫害加剧。此外，攀枝花和德昌等地野生苏铁也遭人乱挖盗卖。

五是水资源减少开始显露。第一，某些地区河水流量渐减，如岷江紫坪铺站年平均流量三四十年代分别为517立方米/秒与467立方米/秒，五六十年代各减为468立方米/秒与466立方米/秒，70年代是437立方米/秒。第二，一些地区水面缩小，川西理塘至稻城一带的海子山许多冰川湖已出现干涸。炉霍县城附近的3个湖泊已退缩变干成为放牧的凹地。若尔盖沼泽40多年来水面减少10%以上。第三，川西高山地区积雪变薄，冰川后退。50年来，贡嘎山的冰川退缩达200米以上。第四，乡城和理县的某些泉水流量减少，甚至出现断流。同时，成都平原在人

工开采地下水影响下，地下水位有所下降，地下水漏斗开始扩大，造成市自来水三厂、四厂关闭，二厂和五厂也面临停产。此外，自贡等某些城市已感到用水紧张，盆地丘陵和边缘山地及川西南山地也存在着部分人畜饮水困难。

（二）自然灾害频繁

一是气候灾害类型多，分布广，危害大。除了热带风暴外，全国其它气候灾害四川省都有发生，但以干旱、暴雨及洪涝、大风冰雹最突出。50年来，四川省常年的气候灾害受灾面积都在100—300万公顷以上，并且七八十年代开始有增加趋势。气候灾害的频率也高。如干旱达50%，暴雨和洪涝高达50%—70%以上。气候灾害已成为制约经济发展的因素之一，如1981年和1989年的暴雨及洪灾，直接经济损失分别为25亿元与18亿元，1998年高达85亿元。

二是四川省的地震和山崩、滑坡、泥石流等地质地貌灾害相当严重。龙门山、大小凉山和大雪山地为中国多地震地区，据记载，四川省历史上出现的6级以上地震次数，在全国仅次于台湾、西藏、新疆和云南，居第5位。川西南山地是中国泥石流重点发育区，滑坡遍及全省的山地和丘陵。四川省的泥石流发生县市在30年代仅10多个，80年代已扩大到100多个。

三是虫灾和鼠害、草害等生物灾害也多。1998年，四川省农作物发生的病虫害达1.25亿亩次，农田鼠害为4500万亩，农田草害达5500万亩，森林病虫害也达420万亩。

四是水土流失加剧。据调查研究，现在四川省水土流失面积为22.27万平方千米，已占国土面积的45.91%。川西林区因长期过伐，致使水土流失面积由50年代的6万平方千米，扩大到现在的11万平方千米，造成川江进入三峡库区的泥沙每年超过6亿吨。

（三）环境污染突出

四川省环境污染首先表现在空气污染方面。根据 1998 年 6 月公布的《四川省环境状况报告》，宜宾和内江两市的二氧化硫超标最严重，攀枝花市是氮氧化物污染最高的城市。总悬浮颗粒物污染以江油为最。自贡、绵阳、遂宁、宜宾和南充 5 市的酸雨频率均超过 50%，而绵阳为 75.5%。工业废气排放量最多的城市有攀枝花、宜宾、雅安、达川和乐山等市。

其次是水域污染。四川省主要河流的水质基本稳定，但部分河流不同程度污染，如沱江水系受到中度污染，部分河段支流严重污染；岷江和嘉陵江水系受到轻度污染，其中自贡釜溪河受污染严重，造成河中鱼虾很少，有的地方已无水生物。四川省主要水系污染物超标状况如下表（表 3）。四川省水域污染主要是工业和生活废水排放，而工业废水排放量以成都、泸州、内江、宜宾、绵阳等市最高。

四川省土壤污染也存在，据 1997 年调查统计，四川省的农田受污染面积达 1000 万亩，年经济损失为 12.6 亿元。根据 1997 年环境质量调查，自贡、德阳、攀枝花和达川等市的交通干线区噪声均超标。

（四）自然生态环境失调的因素分析

四川省自然生态环境日益失调及恶化的因素是多方面的，既有主观、客观因素，也有自然、人为因素。主观因素主要是某些时期的政策失误，如五六十年代提出的“以粮为纲”，搞“一刀切”，抛弃了因地制宜的发展方式，导致四川省各地毁林开荒、毁牧开荒、陡坡开荒及围湖造田等，造成四川省森林面积锐减，草地缩小，水面萎缩，水土流失加剧。

表 3 四川省五大水系干流污染物超标倍数 (1997 年)

河 流	江 段	类 别	非离子氨	亚硝酸盐氮
长 江	宜宾段	Ⅲ	/	/
	泸州段	Ⅲ	/	/
金沙江	攀枝花段	Ⅲ	/	/
	宜宾段	Ⅲ	/	/
岷 江	都江堰段	Ⅲ	/	/
	温江段	Ⅲ	/	/
	乐山段	Ⅲ	0.8	/
	宜宾段	Ⅲ	/	/
沱 江	内江段	Ⅲ	0.4	0.4
	自贡段	Ⅲ	4.0	0.8
	泸州段	Ⅲ	0.6	/
嘉陵江	广元段	Ⅲ	/	/
	南充段	Ⅲ	0.3	/

客观因素主要是四川省人口多，故全省各地过度开发自然资源，都是为了解决省内人民的吃、穿、住、用等实际问题，因此在开发自然资源和利用生态环境上不顾客观的自然规律与经济规律，采取掠夺性的，甚至毁灭性地开发利用。具体有以下一些：

一是重经济效益轻生态效益。四川省五六十年代新建的厂矿及 80 年代兴起的乡镇“五小”工业，基本上都是以赢利为目的，因此缺乏必要的处理废气、废水和废渣的环保设施，造成广大城乡“三废”污染愈演愈烈。据调查统计，1987 年四川省环境污染和生态破坏造成的经济损失达 130.8 亿元，约占当年工业产值的 14% 以上。川南地区的兴文、叙永等县，80 年代间当地农民大开硫铁矿，乱采滥挖并进行土法炼硫，虽然每年获得 8000 万元经济收入，但由于土法炼硫，设备简陋，技术落后，致使二氧

化硫气体四溢，严重污染了当地环境，造成一些地区林木枯萎，寸草不长，河水变黄，石林老化，直接年经济损失达 2 亿元以上。

二是重当前利益轻长远利益。如四川省境内一些水库修建后只注重眼前的灌溉，忽视对水库的维护保养，因此一些水库修好后几年或十几年就开始淤积，致使库容蓄水不断减少，失去调节蓄水输水的能力，也降低了防洪效益。据盆地丘陵琼江流域调查，各种水利工程每年淤积量达 684.4 万立方米，这地区每年新建的水库工程增加的库容，有 $\frac{1}{3}$ 以上因水土流失带来的泥沙淤积而报销。自贡市已淤积报废的山平塘为 3000 口，每年减少有效蓄水量 200 多万立方米，有效灌面每年减少 5000 亩以上。又如在现今重视铁路和公路等运输观念下，致使许多河道缺乏疏通整治，降低了水位及航运能力，造成四川省内河通航里程由建国初期的近万千米萎缩为现今的 7000 多千米。

三是重开发利用轻保护。为了养活全川的人口，四川省历来重视耕地的开垦，即着眼土地的平面垦殖方式，以不断拓宽耕地面积，缓解人口增长需求，所以四川省盆地丘陵进行过度的开发，导致生态环境日益失调。川西林区只重视森林采伐，不重视造林更新，是造成水土流失面积扩大的主要原因。若尔盖草地，每只羊单位占有草地由建国前的 11.8 亩，下降到现在的 4.2 亩，从 1974 年开始一直处于超载过牧状态。环境保护不力是导致川西北草地退化的主要原因。现在，四川省的一些风景名胜区，也暴露出利用过头，保护不足的趋势。

四是重产出轻投入。如四川省因植保经费投入不足，造成农作物和虫害发生过程加快，鼠害面积扩大。据统计，建国以来，四川省共发生较大的作物病虫害 20 多次，平均不到两年就有一次，而进入 70 年代后，基本上每年都有较大的病虫害发生。

1985 年，四川省的稻瘟病流行很广，以致损失稻谷 50 万吨。水利建设资金缺乏，是造成一些地区水利工程设施不配套，某些病害塘库终年失修的重要原因，起不到水利工程蓄水输水的灌溉作用及防洪排涝等综合功能。环保投入经费缺乏，是延缓工业“三废”处理的重要因素。1998 年，四川省全省工业废气、废水处理率和固体物综合利用率，分别只有 75.2%、65.5% 与 58.3%。成都预计 2000 年，治理环境污染工程资金缺少 12 亿元。四川省农村只重视施用速效的化肥，而轻视施用有机肥料，也是造成地力下降的原因之一。

四川省自然生态环境失调，有些属于自然因素，如地震的发生，主要是地壳运动的结果。气候灾害主要与大气环流异常活动有关。峨眉山冷杉林的枯死，邛崃山箭竹林的枯萎等属于自然老化。但是，环境的“三废”污染，森林过伐及过牧等，都是人为因素起主导作用。

四、四川省自然生态环境类型分区

根据自然生态环境要素的形成机制，特点及组合、空间分布、存在问题与整治方向，把四川省划分为 6 个自然生态环境类型区：一是成都平原自然生态环境轻度失调区。包括成都、德阳、绵阳、雅安和眉山 5 地市，面积 6.1 万平方千米，人口 2373.3 万。本区以平原地貌为主体，兼有丘陵和山地，气候温湿，水利灌溉条件好，土壤肥沃，以次生植被和农业植被为主，为四川省工农业最发达地区，工业化和城市化水平最高，自然生态环境受人为影响也最大。由于大部分地区水、土、气、肥组合协调，平原地区水土流失又轻，因此自然生态环境良好。突出的问题是城市有工业废气、废水及废渣污染，影响大气、水域和土

壤，因此处理“三废”污染是本区改善生态环境的主要任务。本区是四川省多暴雨地区之一，应做好防洪、抗灾工作。

二是川南丘陵低山自然生态环境中度失调区。包括自贡、泸州、宜宾和乐山4市，面积4.2平方千米，人口1619.7万。本区以丘陵为主，南部属于低山地貌，热量丰富，降水充沛，水热协调，为四川省最大的杉木林、硬杂木林和南竹林分布区，植被尚好。本区是四川省最大天然气化工和盐化工生产基地，也是四川省主要的产煤区，因此区内的大气污染严重，酸雨频率高，是四川省二氧化硫污染的突出地区，沱江下游及支流部分河段污染也严重，因此控制二氧化硫和烟尘的污染及工业废水的处理，是本区生态环境治理中最紧迫的任务。夏秋季节应重视洪涝防治。

三是盆地中部丘陵自然生态环境强度失调区。有内江、资阳、遂宁、南充、广安6地市，面积3.6万平方千米，人口2412.1万。本区以丘陵为主体，地表大部为红色砂泥岩分布。由于人口稠密，土地垦殖率高，森林砍伐过度，水土流失严重，用水紧张，干旱突出，均为本区自然生态环境中的突出问题，也是目前四川省生态环境失调最严重的地区，因此植树造林，扩大森林覆盖率，兴修水利，加强水土保持工作，已成为本区生态环境综合整治的主要任务。

四是盆地北部低山自然生态环境中度失调区。包括达州、巴中和广元三地市，面积4.5万平方千米，人口1251.5万。本区多低山地貌，是四川省石灰岩分布区之一。山地区年降水多，夏秋多暴雨。本区属于四川省革命老区和贫困地区，陡坡开荒和毁林开荒严重，是造成当前水土流失的主要原因，因此退耕还林，保持水土，是改善本区生态环境的重要任务。

五是川西南山地自然生态环境重度失调区，攀枝花市和凉山州属于这类地区，即四川省习惯上所称攀西地区。面积6.7万平

方千米，人口 490.5 万。本区多中山及山间盆地，又有自然生态条件优越的安宁河谷平原，属于四川省第二大林区。本区是四川省最大的钢铁冶金工业基地，因此城市工业“三废”污染相当严重，已成为生态环境整治的重点工程。区内多为少数民族地区，毁林开荒和陡坡开荒突出，因此红色砂泥岩分布的山地区水土流失之严重仅次于盆中丘陵区。保护现有森林及控制水土流失为本区生态环境整治的第二大任务。

六是川西北高原自然生态环境轻度失调区。包括甘孜、阿坝两州，面积 23.4 万平方千米，人口 168.5 万。本区以高原和山原地貌为主，地广人稀，是四川省原始生态环境保存最好的地区，目前为四川省最大的林区和草原牧区，也是四川省待开发的地区。自然生态环境的主要问题一是草地过牧和草地退化严重；二是多地震及山崩、滑坡、泥石流灾害。因此，本区自然生态环境治理的重点是保护现有天然林资源，防止草地退化，加强防灾减灾工作。

五、四川省自然生态环境评价及承载力

生态环境是四川省人类生存和社会经济发展的基础，也是工业、农业、旅游等产业布局的必要条件，因此四川省生态环境评价的目的是寻找优势，指出劣势，以便因势利导，扬长避短，为四川省的国民经济发展和生产力布局提供科学依据。

（一）自然生态环境评价

四川省自然生态环境对人类有利的及优势主要有以下一些：

第一，四川省地貌类型中山、丘、坝均有，有利于四川农、林、牧、副的全面发展及多种经营。四川省的山场宽广，地表高

差大，造成广大山地上下部农、林、牧并存，具有显著的“立体”农业特色。

第二，四川省地质历史漫长，构造复杂，地层多样，为四川省金属矿和非金属矿形成提供了条件，故四川省已发现的矿产达 130 余种，其中 40 多种探明储量居全国前五位。多样的岩性造成四川省各地山峰景观各异，如由石灰岩构成的，姿态万千的兴文喀斯特峰林，由砾岩形成的，峰峦如箭的剑门山，由玄武岩盖顶的，高大峻秀的峨眉山，都是四川省著名的旅游资源。乐山大佛和安岳卧佛等就是利用当地的砂岩雕刻而成的。

第三，四川省东部和西南部地区热量丰富，降水多，无霜期长，作物和林木生长快，动物和微生物易于活动，既利于农业发展，又促进了动植物的生长、繁殖与演化，有利的促进了四川省生物物种的多样性。热、温、寒三带气候兼备，也为四川省农产品多样化提供了得天独厚的条件。

第四，四川省有河、湖、沼泽、塘库等各种水体，具有灌溉、航运、养殖、旅游、防洪及调节美化环境等多种功效。上述水体造成四川省水资源丰富，总量达 2696 亿立方米，为城市的工业和生活用水提供了条件。同时，四川省水能资源蕴藏量居全国第二位，发展水电潜力巨大。

第五，四川省的动植物物种丰富多彩，不仅为工农业提供了部分原料及食物来源，而且也为旅游业的发展创造了理想条件。四川省的动植物对于保护生态环境，进行生物学研究都有重大的科学价值和生态价值。

四川省自然生态环境的劣势和不足之处是：

首先，四川省土地类型结构中，石山、石漠、陡崖和沼泽等难以利用的土地面积过大，达 500 万公顷，要占国土的近 1/10，这些地区生态环境恶劣，已成为全省生态环境开发利用的难点。

其次，四川省山地面积较大，地表海拔过高，如全省海拔超过 1000 米的国土要占 60% 以上，其中西北部的高原平均海拔超过 3000 米，过高的地势造成了气温、土温和水温均偏低，耕地有限，不利于农业发展，也限制了人类的经济活动和居住，故四川省海拔 3000 米以上地区人烟稀少，海拔 5000 米以上极高山区鸟兽绝迹。同时，四川省西部的高山峡谷和盆地边缘山地，地表高差往往超过海拔 500 米 ~ 1000 米，造成山高坡陡，地形崎岖，交通不便，水土流失亦重，生态环境差，也限制了人类的经济活动。此外，四川省南部地形闭塞的河谷冬季易形成逆温层，易引起有害气体污染。

再次，四川省许多生态环境要素时空分布不均，特别是热量、降水、光照及水资源等，不仅年内分布不均，如降水和地表径流主要集中在夏秋季节，造成一些地区冬春少雨缺水。四川省盆地秋季雨水多，云雾大，造成光照不足，成为全国日照最少之地区，制约了一些喜光照植物和作物的生长。四川省盆地冬季为“死水区”，静风率高，云雾及空气中的有害气体不易扩散稀释。四川省盆地底部地区人口集中，密度大，而该地区又属四川省水资源紧缺，林木稀少地区，形成人口与用水、用材的供需脱节。

（二）城市生态环境评价

四川省的城市在全省经济社会发展和生态环境保护中，都起着带头作用、先导作用和示范作用及依托作用，其主要优势及优点有：

第一，四川省城市体系较为完整。1998 年，四川省共有城市 31 个，其中地级市 13 个，县级市 18 个，地级市中的成都属于全国副省级及计划单列城市。31 个城市的总面积 5.17 万平方千米，其中建城区 924.5 平方千米。城市总人口 2224.5 万，其

中非农业人口 830.4 万。全省城市化水平为 16.6%。从城市规模看，成都为特大城市，自贡、攀枝花和绵阳逐步跨入大城市行列，其它为中小城市，因此四川省初步形成了完整协调的城市体系。上述城市都是四川省及各区域的政治中心、经济中心。1998 年，四川省城市的国内生产总值要占全省的 82%。所以，四川省城市在全省经济生态中的依托作用和带领作用极为突出。

第二，四川省城市特色明显，功能突出。四川省许多城市都有自己的特色及发展方向，如自贡以盐化工和精细化工为主导，向有“盐都”之称。攀枝花是四川省最大的钢铁工业中心，号称“钢城”，其它如“酒城”或“酒乡”宜宾和泸州，“甜城”内江，“丝绸之府”南充等。乐山、峨眉山和都江堰都属于著名的旅游城市。这些不同特色的城市组成了四川省互补性经济生态城市网络。

四川省各城市都有明确的功能分区，如成都市规划确定的市中心为商业区，西郊文化旅游区，南郊科学文化区，东郊工业区，北郊交通场站及贸易区，环绕郊区的近郊为蔬菜副食品供应区。因此，功能分区明显的城市经济生态结构，极有利城市的环境、卫生、治安等综合管理与整治，也为全省的经济发展和生态环境综合整治创造了条件。

第三，城市生态环境面貌有所改善。各城市的生态环境建设都是四川省生态环境建设的重点和热点。如城市的供水、供气、供电，市政道路的建设，市区环境的绿化和城市污水处理及卫生等工作，都走在全省前面。如 1998 年，四川省城市污水处理量达 1.16 亿立方米，城市建成区绿化覆盖率 18.2%，建成区绿地率为 15.75%。成都、泸州及都江堰、峨眉山等市的生态环境建设与城市的卫生、治安等综合整治，在全省或全国的榜上都有名。

成都是四川省生态环境建设最佳的城市。1992—1997 年，成都市政府率先投资 27 亿元，对城区的府南河，包括防洪、环保、绿化、道路网络和安居 5 大部分进行综合整治，即疏浚河道和加固河堤分别为 16 公里与 42 公里，改建桥梁 18 座，码头 12 座和拦水坝 5 座，埋设排污干管 25 公里，沿河绿化 400 多亩及新建住宅小区 24 个，生态环境面貌得到了很大的改观。收到了很大的生态效益、经济效益和社会效益，多次被国内外新闻单位所报导。1997 年，成都已进入全国社会经济综合实力 50 强城市的第 12 名。1998 年，成都被评为全国环境卫生城市第 4 名，及全国 46 个城市环保综合治理第 6 名。更令人振奋的是成都府南河的综合整治现在已荣获国际四项大奖，即“联合国人居奖”、“2000 年改善居住环境最佳范例奖”、“国际环境地域设计奖”和“地方政府首创奖”，这在全国也不多见。所以，成都市的城市生态环境建设，在全省和全国都起着先导作用和示范作用。

但是，四川省城市的地区布局，产业结构等欠合理，城市的旧城规划，环境污染、城区绿化等也存在一些问题。有的城市已出现用水紧张问题。如目前四川省的城市分布主要集中于东部地区，西部地区仅有 2 个城市。四川省“三线”建设时期建立的城市大多属于重工业城市，产业结构较单一，因此城市产业结构调整面临着艰巨任务。城市工业经济效益差，如自贡盐业下滑，内江制糖工业萎缩，造成城市生态环境建设资金不足。

四川省城市的环境污染虽得到积极的治理，但环境质量仍未得到全面改善。根据《四川日报》1998 年 2 月 19 日报导，自贡、攀枝花、内江、绵阳等市的空气质量仍属三级（表 4）。此外，标志城市市容环境之一的人文生态环境，也有待改善。某些城市一些街道的摊贩以街为市，乱摆摊点、乱丢垃圾，以致造成道路拥塞，环境脏乱。公共场所随处吸烟也屡禁难改。

表 4 四川省主要城市环境空气质量状况 (1997 年)

城市	污染指标	首要污染物	空气质量级别
成都	88	总悬浮颗粒物	Ⅱ
自贡	100	二氧化硫	Ⅲ
攀枝花	115	总悬浮颗粒物	Ⅲ
泸州	78	总悬浮颗粒物	Ⅱ
内江	100	二氧化硫	Ⅲ
乐山	64	总悬浮颗粒物	Ⅱ
绵阳	130	二氧化硫	Ⅲ
德阳	110	总悬浮颗粒物	Ⅲ
广元	60	二氧化硫	Ⅱ
遂宁	87	总悬浮颗粒物	Ⅱ
宜宾	170	二氧化硫	Ⅲ
南充	90	二氧化硫	Ⅱ
达川	100	总悬浮颗粒物	Ⅲ
雅安	53	总悬浮颗粒物	Ⅱ
西昌	150	总悬浮颗粒物	Ⅲ

(三) 四川省自然生态环境的承载力

本文的环境承载力是指土地的人口承载力, 即一个地区所能持续供养人口的数量。这里的土地包括广义的地貌、土壤、气候和生物等, 相当于自然生态环境。影响土地承载力的有人口、自然环境、资源、营养水平、及经济的综合发展水平与决策等。

任何地区的人口和生态环境之间具有相应的关系，即生态环境承载力有一定的限度。由于人口的不断增加，使得人们向自然界摄取的资源不断增加，如摄取量一旦超过了自然界稳定的支付能力，必将破坏生态平衡。

目前，四川省人口空间分布差异很大，按现有的人口密度划分，四川省可以分为 5 个类型。一是高密型地区，包括成都、自贡、德阳、遂宁、内江、南充、广安等地，人口密度超过 500 人/平方千米（表 5）。二是偏密型地区，有泸州、眉山、宜宾、达川等地，人口密度为 300 ~ 500 人/平方千米。三是中密型地区，攀枝花、广元、巴中等地属于这一类，人口密度为 100 ~ 300 人/平方千米。四是低密型地区，有雅安、凉山两地州，人口密度为 10 ~ 100 人/平方千米。五是稀疏型地区，包括甘孜、阿坝两州，人口密度 10 人/平方千米以下。所以，现有的土地人口容纳量最高的，都位于东部的盆地区。这些地区耕地的垦殖指数都在 25% ~ 45% 以上，其中遂宁、内江、广安、自贡、德阳、成都等丘陵、平原地区超过 55%，所以耕地数量是四川省现有人口容纳量高的主要因素。

表 5 四川省各地区人口密度（1998 年）

地市州名	面积（万平方千米）	人口（万人）	人口密度（人/平方千米）
成都市	1.2	997.0	831
自贡市	0.4	314.3	786
攀枝花市	0.7	100.5	144
泸州市	1.2	459.4	383
宜宾市	1.3	501.5	386

续 表

地市州名	面积 (万平方千米)	人口 (万人)	人口密度 (人/平方千米)
内江市	0.5	416.5	833
乐山市	1.3	344.5	265
绵阳市	2.0	517.3	259
德阳市	0.6	373.7	623
广元市	1.6	299.2	187
南充市	1.2	709.0	591
遂宁市	0.5	371.4	743
广安市	0.6	427.1	712
达州市	1.6	613.0	383
雅安地区	1.5	148.9	99
眉山地区	0.7	336.4	481
资阳地区	0.8	488.1	610
巴中地区	1.2	339.2	283
阿坝州	8.3	81.3	10
甘孜州	15.3	87.2	6
凉山州	6.0	390.0	65

四川省国土局《四川省土地资源》课题组 1993 年根据每人每年摄取的能量、蛋白质、脂肪与区域土地可供养的三种营养物质,预测了四川省土地人口承载量。第一,按能量计算的人口承载量在 2010 年呈下降趋势,以后又开始上升。在 2020 年出现人口超载,超载率达 6.9%,到 2030 年又出现富余;第二,按蛋白质计

算人口的承载量，在 2010 年开始下降，以后又上升，到 2020 年超载率达 23.5%；第三，以脂肪计算的承载量，2010 年前呈上升趋势，2011 年开始下降。上述 3 种计算的总趋势：在 2010 年前呈上升趋势，2010 年后开始出现下降，以后年份又都上升。

各区域的状况是：成都平原区属于人口承载量的富余地区，并可以向其它超载地区提供部分富余粮食。盆中丘陵区按能量和脂肪计算各时期尚有富余，按蛋白质计算 2010 年后呈超载状态，以后逐步达到临界状态。盆地边缘山地区的人口承载量都处于超载状态。川西南山地区的人口承载量基本上都处于超载状态。川西北高原区的人口承载量属于严重超载状态。最后结论是：四川省各区域的人口承载量，除川西北高原区属于严重超载外，其它各区属于轻度超载或临界区。上述的测算结果与四川省目前人口的承载量实际状况不甚一致，实际上盆中丘陵区的人口容纳量已处于饱和状态，已造成自然生态环境严重失调甚至出现恶化趋势。川西北高原人口密度大部分地区在 10 人以下，而实际的自然生态环境仍较好，不属于严重超载状态。

同时，该课题组分别预测了四川省 2000 年、2010 年、2020 年和 2030 年的人口，分别是：9262 万、11013 万、12684 万与 13252 万，上述人口容纳规模显然也偏高。如四川省有关部门规划的四川省 2000 年和 2010 年人口发展规模分别只有 8700 万与 8900 万。

六、四川省生态环境保护战略及途径

生态环境的保护是四川省生态环境建设的重点内容，它的内涵包括保养、维护、改善、恢复、更新及重建等。这个战略带有全局性、持久性和长远性。为了落实这个战略，必须要有一系列

的途径及各种措施。

（一）保护战略的指导思想及目标

第一，要树立把保护生态环境作为中国的一项基本国策的意识，是四川省经济社会发展战略中的重要组成部分。生态环境保护的目的是为了资源与环境的永续利用，达到更好的开发，形成保护促开发，开发促保护的格局，把保护生态环境作为四川省一项持久而艰巨的任务。

第二，把坚持可持续发展战略和保护生态环境战略紧密结合起来，并提高到重要的位置。更新观念，要依靠科教兴省战略，运用现代科学技术，利用遥感、地理信息系统和全球定位系统的“三S”技术，建立四川省生态系统信息数据库。

第三，借助中国西部大开发战略的机遇，逐步落实中央确定西部大开发的根本点和切入点，即生态建设和环境保护。

保护生态环境的目标已为四川省政府所制定。最近，四川省省长张中伟提出要把四川省“建成西部经济强省和长江上游生态屏障”，并把生态环境保护和建设作为西部大开发的根本点和切入点。这个目标将分三个阶段实施。

第一阶段到2010年，使生态环境恶化的趋势得到控制，流入长江的泥沙量减少50%，森林覆盖率提高到30%，环境污染呈下降局面，整个生态环境有所改善与恢复。

第二阶段到2020年，使生态环境退化和环境污染的局面得到遏制与控制，森林覆盖率增加到35%，水土流失面积70%以上得到治理，开始出现良好的生态环境。

第三阶段到2050年，做到重大的自然灾害得到基本控制，森林覆盖率接近40%，“三废”经过处理达到无害要求，实现生态环境退化零增长，经济发展与人口、资源、环境相协调。

（二）保护战略的方向及重点

四川省生态环境保护方向，是搞好和规划好资源的合理开发与利用，加强城乡保护，促进生态环境的良性循环，实现人口发展与资源、环境的协调，人地关系的统一，达到环境愈来愈好，经济效益愈来愈高。呈现山更绿，水更清，天更蓝的秀美景观。

四川省生态环境保护的重点及整治工作重点有：一是天然林资源的保护。四川省的天然林均位于长江及支流上游，又是中国主要林区之一，因此保护天然林资源及林区退耕还林，是维护四川省生态环境平衡的关键。如四川省现有森林资源每年涵养水源能力达 659 亿立方米，因此林区是座“大水库”；二是耕地资源的保护。四川省人均耕地面积低下，耕地后备资源又紧缺，因此稳定和保护好现有耕地是保护生态环境的重点之一。四川省的耕地都集中在人口稠密地区，受人为因素影响最大，因此特别要防止耕地质量的下降；三是水资源的保护。水资源将逐步成为四川省及全国性的战略资源，其地位日益攀升，故保护水资源已成为今后的一大战略性任务；四是野生珍稀动植物的保护。四川省是中国野生珍稀动物集中省区之一，其中“国宝”大熊猫具有国际影响，因此保护大熊猫等珍稀动物意义重大；五是国家级风景名胜区、全国历史文化名城及全国重点文物保护单位的保护。

四川省生态环境整治任务的重点和难点，首先是生态环境日益恶化的盆中丘陵区；其次是人口高度集中的大中城市；再次是长江及其支流的上游或源头地区。总之，要突出重点，狠抓难点和热点。

（三）保护战略的途径及措施

第一，坚持统筹规划，全面实施，是有的放矢保护生态环境

的一大途径。具体措施：

一是制定人口发展规划。自然资源的减少及自然生态环境恶化与人口迅速增长有直接关系，人口又是三者关系中的核心问题，一个地区的人口承载力只能与其生产力发展水平和生态环境相适应。因此，制定人口发展规划，控制人口增长，是关系到生态环境向良性方向循环的重大问题。为了减轻四川省土地资源压力和生态环境超负荷的状况，四川省的人口自然增长率在 2010 年前应控制在 80 ‰ 以下，2010—2020 年不超过 60 ‰，2020—2030 年为 40 ‰，2040 年为 20 ‰，2050 年争取达到零增长。

二是制定资源合理开发利用规划。全省应坚持因省因县制宜，做到宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜商则商。努力实现全省耕地总量动态平衡。逐步减少自然资源消费，争取 2050 年自然资源消费的零增长。

三是制定环境保护规划。首先，把环境保护列入四川省“十五”计划及经济社会中长期发展规划。要把环保目标、任务落到实处，真正做到责任、措施、投入、组织四到位。其次，加强污染防治步伐，实施污染物排放总量控制。全省所有工业污染源必须实行达标排放。再次，逐步调整能源结构，即不断降低煤炭消耗量，扩大天然气、石油及电力等清洁能源使用，以降低二氧化硫排放。最后，规划城市的二氧化硫和酸雨污染严重区域，目前成都、自贡、攀枝花、泸州、内江、南充、宜宾、德阳、遂宁和广安等 13 个城市列入全国酸雨控制区。

四是制定防灾抗灾规划。现在，四川省已制定农业灾害及减灾对策研究，提出了预防为主，防治结合，防救结合等一系列减灾对策，达到减少自然灾害造成的经济损失。

第二，进行山水田林路的综合治理，是改善、恢复和重建生态环境的重要途径。要积极改造低产田土，如陡改缓，坡改梯，

对土壤增施有机肥料，防止土壤水土流失。当前，要重视陡坡地的退耕还林工作。加强土地环境污染网络建设，以准确掌握环境恶化的程度和变化动态，为综合治理提供科学依据。

林业工程有：一是绿化荒山荒坡，扩大森林面积，提高全省森林覆盖率；二是扩大森林公园面积，即从现有的 65 个增加到 2010 年的 100 个；三是改森工企业为营林企业，目前全省 3.8 万名森林职工由砍树人逐步转变成种树人；四是提高城市地区的林木及草地面积，以扩大绿地面积。

四川省的水利工程建设已拓宽为“治水兴蜀，绿化全川”的方针。主要措施：一是在未来 10 年中兴建一批大型骨干水利工程枢纽，即岷江上游的紫坪铺，嘉陵江的亭子口，金沙江的溪洛渡，大渡河的瀑布沟和荥龙江的锦屏电站，达到新增蓄水 60 亿立方米，扩大灌溉、防洪及拦截泥沙的能力，又起到缓解工业和生活用水，增加电力的作用；二是搞好江河的综合治理及水源的保护，目前沱江和岷江的水污染整治规划已通过实施；三是改善和完善现有水利工程的配套设施，以提高蓄水输水及防洪排涝等功能。

第三，扩大生态保护区网络，是保护和重建四川省生态环境的重要途径。一是扩大自然保护区数量，使各类自然保护区面积由现在占国土 5.8%，逐步提高到 8%；二是规划一批生态农业示范区。生态农业在于充分利用光、热、水、气、土等自然资源及条件，实现动植物生产在空间、时间上的最佳组合，促进物质和能量的良性循环和转化。目前四川省确定启动 3 个国家级生态农业示范区及一批省级生态农业示范区，其中都江堰、温江和郫县的生态农业示范区，已成为全国最大的国家级生态农业示范区；三是建立一批以历史文化名城和历史文化古迹为主的人文生态环境保护区。

第四，加强保护生态环境的法制建设，是防止生态环境破坏

和毁坏的一大途径。首先，贯彻和落实国家制定的《宪法》及《国土法》、《土地法》、《森林法》、《草原法》、《水法》、《水土保持法》和《环境保护法》等。其次，借助国际性有关保护生态环境的活动日，如《世界人口日》、《世界环境日》、《世界气象日》、《世界水日》及《世界防治荒漠化和干旱日》等，进行各种宣传活动。再次，运用坚决有力的经济和行政手段，是遏制对生态环境污染及破坏者的重要措施之一，如采用经济杠杆手段，征收二氧化硫排放费，用于重点污染企业专项整治费用。对重点污染企业限期进行治理，如长期不改则进行经济制裁。1998年，四川省政府运用行政法律手段，对全省非法采煤及布局不合理的小煤矿，实行关闭 2159 处，压产 1420 万吨。

第五，加大生态环境保护的资金投入，是改善和恢复四川省生态环境的有力途径。除了国家拨款外，应通过企业赞助、私人援助、社会集资及国外贷款等多种形式，达到建立多元化的投资机制，做到资金逐步到位。成都市近 3 年来采用各种渠道，投入经费 29.8 亿元用于生态环境的建设，已取得了很大的成绩。

参考文献

- ① 郑霖等：《四川省地理》，四川科技出版社，1994 年版。
- ② 四川省国土局：《中国自然资源丛书·四川卷》，中国环境科学出版社，1995 年版。
- ③ 四川年鉴编委会：《四川年鉴》，四川年鉴社，1999 年版。
- ④ 四川省统计局：《四川统计年鉴》，中国统计出版社，1999 年版。
- ⑤ 郑霖：《四川环境平衡与人类活动关系的初步分析》，《生态学杂志》1982 年第 2 期。
- ⑥ 四川省国土局：《四川省土地资源》，内部使用，1997 年版。
- ⑦ 四川省环保局：《全省 1997 年环境质量状况》，《四川日报》1998.2.19。

保护云南生态环境， 建设绿色经济强省

· 杨焕宗 何大明 ·

一、云南生态环境基本特征

（一）区位与资源环境

云南省简称滇，是我国大陆最南端的边疆省份、山川壮丽、自然资源丰富多彩，是镶嵌在西南边疆一颗瑰丽的明珠。全省位于北纬 $21^{\circ}8'$ ~ $29^{\circ}15'$ 和东经 $97^{\circ}31'$ ~ $106^{\circ}11'$ 之间，东西距离 865 公里，南北相距 990 公里，全省土地总面积 39.4 万平方千米，有 16 个地、州、市（图 1）。全省与邻国相连的陆地边界线长达 4060 公里，有 8 个地区、自治州、25 个县、市，150 个乡镇与邻国接壤。

云南位于东亚至南亚，青藏高原至中南半岛的连接部位，是一个低纬高原和多山的内陆地区，全省土地总面积 38.4 万平方

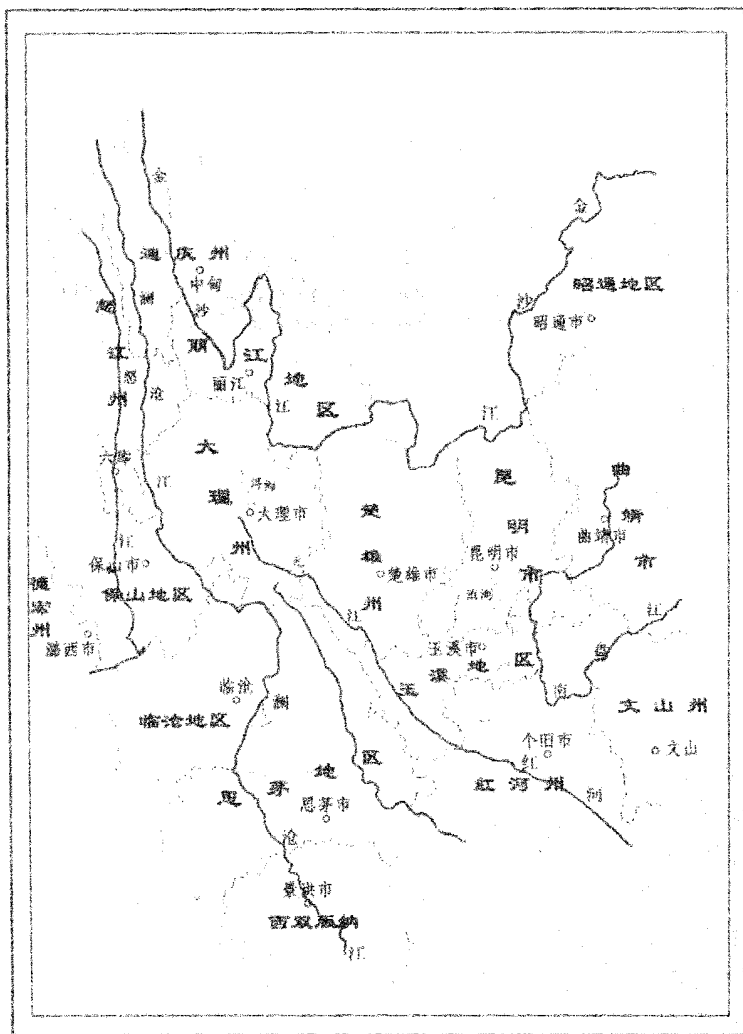


图 1

千米，其中山地占 84%，高原、丘陵占 10%，山间盆地（俗称坝子）占 6%，面积在 1 平方千米以上的坝子有 1442 个，总面积 2.4 万平方千米。全省现有人口 4143.8 万人，人口密度为 105 人/平方千米，其中滇东北以昭通为中心每平方千米 300—400 人，滇中以昆明为中心每平方千米 1000—3000 人，滇西以大理为中心每平方千米 200—300 人，从总体上看，全省人口密度滇东北、滇中大，滇西北、滇西南较小（图 2）。

全省地形北高南低，从西北向东南呈阶梯状递降，各地海拔高差悬殊，地形起伏很大。滇西北德钦县与西藏交界处的梅里雪山卡格博峰，海拔高达 6740 米，为省内最高点。滇东南河口县境内元江与南溪河交汇处，海拔仅 76.4 米，为省内最低点。形成高纬度同高海拔相结合，低纬度与低海拔相一致的特点。由于高山与大川相间，奔驰南下，全省地貌类型复杂多样，有盆地、河谷、丘陵、低山、中山、高山、山原、高原，各类地貌之间条件差异极大，分布纵横交织，错综复杂，形成了生态环境的多样性、复杂性和差异性。全省地貌以哀牢山为界，分为东西两大类型。

哀牢山以东，高原面保持比较完整，称为滇中高原，多属起伏不大的低山和残丘，仅在断陷盆地附近有相对高差较大的中山山地。高原的东部及东南部有大面积的岩溶（石山）地貌景观。

哀牢山以西为横断山系纵谷区，其北部由高黎贡山、怒山、云岭三大山脉和怒江、澜沧江、金沙江纵向相间排列，是世界著名的三江并流纵谷区；其南部及西南部则海拔降低，宽谷盆地发育，为低山丘陵盆地类型。

云南有六大江河水系的 600 多条河流。是金沙江（长江上游）、南盘江（珠江上游）两大国内江河的上游；元江（红河上游）、澜沧江（湄公河上游）、怒江（萨尔温江上游）及瑞丽江、龙江（伊洛瓦底江上游）四大国际河流的上游，红河与珠江的发

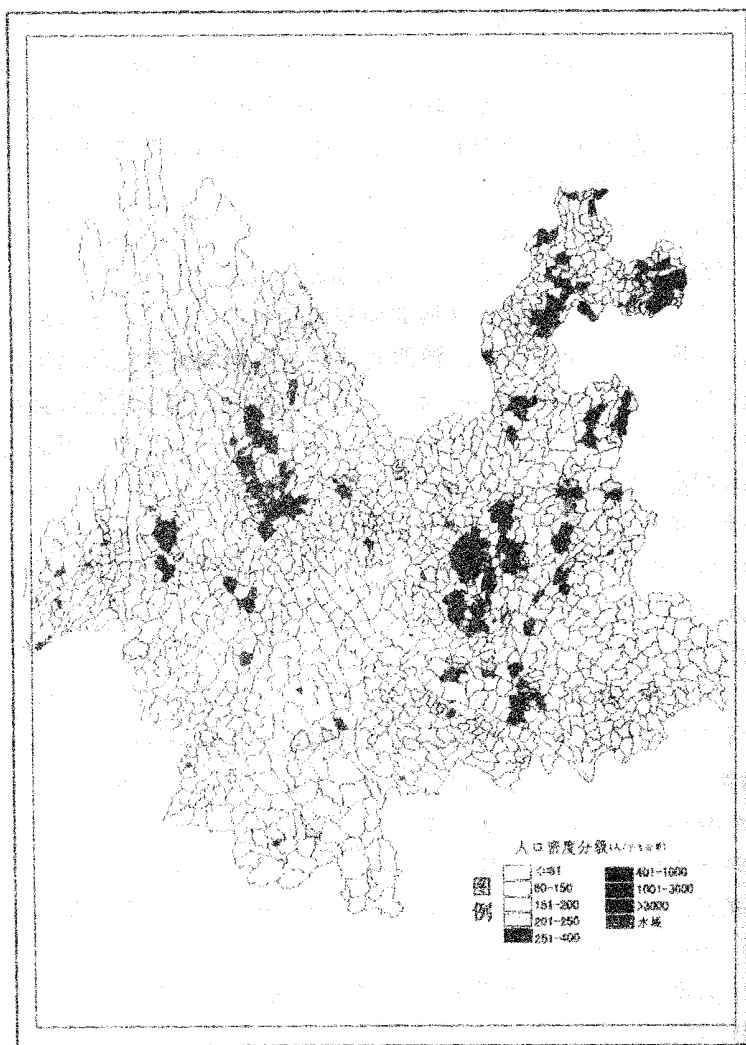


图 2

源地。这些江河出境后分别注入太平洋及印度洋。此外还有滇池、洱海、程海、抚仙湖、星云湖、杞麓湖等湖面大于 1 平方千米的 37 个高原淡水湖泊和众多的高山冰碛湖。其中，以滇池为最大，水域面积达 312 平方千米；洱海次之，为 250 平方千米，最深湖泊为抚仙湖，水深 151.5 米，泸沽湖水深 93.5 米。全省年平均产水量达 2222 亿立方米，占全国水资源总量的 8.4%，人均有水资源量 5800 立方米，亩均约 5200 立方米，仅次于西藏、四川，为全国平均数的 2.8 倍。可开发利用水能资源占全国的 18.8%，总装机容量可达 7118.8 万千瓦，年可发电 3944.5 亿千瓦，占全国的 20.5%，仅次于西藏和四川，居全国第三位。

由于地处欧亚大陆东南部，季风气候非常明显，加上地形复杂，海拔高差悬殊，气候垂直差异十分显著，冬季盛行干燥的大陆西风急流，夏季为湿润的海洋季风所控制，从而造成冬半年干旱，夏半年湿润，四季温差小，干湿季分明，垂直变异大的低纬山原季风气候。具有从北热带到寒温带的七种气候类型，其中，北热带气候类型的土地面积占总面积 1.3%，南亚热带占 19.4%，中亚热带占 16.8%，北亚热带占 20.9%，暖温带和中温带各占 16.5%，寒温带占 8.6%。从平面看全省、从垂直方向看一地，都具有寒、温、热不同的气候类型。是典型的“一山分四季、十里不同天”的立体气候。

南部低热宽谷盆地和中北部的低热河谷是长夏无冬的北热带、南亚热带气候类型区域，是中国大陆上最大的一块热区宝地，目前已成为我国重要的热带作物商品生产基地。

全省有农耕地 293.53 万公顷，占土地总面积的 7.5%，其中水田占 32%，旱地占 68%；人均有耕地 1.06 亩。现有森林面积 953.3 万公顷，占土地总面积的 24.2%，林地加灌木林地覆盖率为 35.2%；可利用的草山有 1180 万公顷，占土地面积

30.0%；水域面积 28 万多公顷，占土地面积 0.7%；各种园地面积 78.85 万公顷，占土地面积 2.0%。

全省植被主要有热带雨林、季雨林、亚热带常绿阔叶林、常绿针叶林、温带落叶阔叶林、针叶林、高山灌丛、草甸、高山苔原、荒漠等生态类型。

独特的地理条件和多种多样的生物土壤立体气候环境，使全省处于多种动、植物区系的交汇过渡地带，生物资源种类之丰富举世瞩目，为其他地区所罕见，被称为“植物王国”、“动物王国”。全省有高等植物 1.7 万种，占全国高等植物的 62.9%，脊椎动物 1737 种，占全国的 58.9%，其资源特点是种类繁多，区系组成复杂，特有种和优良品种多，近缘及可替代的种类多；种质资源数量大，有开发价值的种类多，稀、珍濒危种类多，列入国家重点保护的动植物种类占全国的一半以上，是一个名符其实的生物遗体基因库。有极高的科学研究价值和显著的开发利用效益。

（二）主要生态系统类型

独特复杂多样的自然环境资源，构成云南复杂的自然生态系统类型，加上 26 个民族历史悠久的生活、生产系列活动的影响干扰，使全省生态系统类型更为复杂多样。

云南省的生态系统类型主要是陆地生态系统，该生态系统又划分为自然生态系统和人工生态系统。自然生态系统包括森林生态系统和湿地生态系统；人工生态系统包括森林生态系统、农田生态系统和城市生态系统。

陆地天然森林生态系统构成云南生态环境的主体，依据森林植被组成、植物地理区系成分，植被群落结构特征，以及自然地理环境和地域特点，又分为：①北热带森林生态系统；②亚热带森林生态系统；③高山、亚高山森林生态系统；④高山、亚高山

草甸生态系统；⑤亚热带山地草场生态系统等 5 个生态系统类型。其中，草甸和山地草场两种生态系统在云南是由于人类长期干扰下形成的生态系统类型，属于次生性质的生态系统，列入森林生态系统之内。

云南湿地生态系统，包括高原湖泊、水库、河流及水塘。由于各自形成条件不同，生态功能、生物多样性差异较大。湿地生态系统又分为高原湖泊生态系统和水库、水塘湿地生态系统两个类型。

（三）生态环境脆弱的区域

云南位于青藏高原南延部分和东南亚、南亚热带气候北缘，地理环境特殊，是多种环境的过渡区域。云南的水热等自然资源时空分布不均，地域差异极大，自然资源分布具有明显的“山地型”特点。由于地质地貌环境和人类过度利用资源和环境等原因，云南省生态环境十分脆弱，山地灾害、气候性灾害等频繁发生，成灾面积大，经济损失严重。

高山、亚高山森林生态系统、岩溶山地生态区、干（旱）热河谷生态区、热带森林生态系统等四个生态类型区（生态系统）是云南省生态环境系统最为脆弱的区域（系统）。

1. 高山、亚高山森林生态系统，处于滇西北的金沙江、澜沧江、怒江三江并流区，山高谷深，水土流失和草场退化严重。寒温性植被破坏后，林木更新极其困难，原有森林植被难以恢复，动物栖息环境被破坏，动物、植物以及微生物等生物物种消亡速度加快；水土流失加剧，造成三江流域水患严重，尤其是危及三江下游的长江流域生态环境和经济建设，同时一定程度影响东南亚地区有关国家的生态环境。

2. 干（旱）热河谷生态区，主要分布在金沙江、澜沧江、元江、怒江等几条大江河流的河谷地区，如金沙江河谷的元谋，

宾川；元江河谷的元江等地。干热河谷是云南高原山地垂直系列中出现的低海拔高热量的生态环境类型区域，地处高原内陆，干旱极为严重，森林植被稀少，水土流失严重，人畜饮水困难，森林植被恢复难度极大。

3. 热带森林生态系统，分布在云南南部海拔 1000 米以下的地区。以西双版纳为代表的热带雨林是我国唯一保存相对完好，面积较大的内陆热带雨林生态系统类型；处于热带北缘，动植物等生物物种资源丰富。西双版纳州和沧源县是我国唯一保存有亚洲象活动的热带森林生态系统地区。多年来，由于资源开发不够合理、生态环境管理不善等原因，热带森林生态系统类型区域中原生性的热带森林植被大面积减少，区域性热带雨林环境仍呈恶化趋势。

4. 云南岩溶地貌分布范围广，全省岩溶面积约 11.1 万平方千米，占全省总面积的 29%。岩溶面积占全县（市）土地面积 30% 以上的岩溶县有 64 个，其中，岩溶面积占总面积 70% 以上的高岩溶县有 10 个；岩溶面积占 50% ~ 70% 的多岩溶县有 21 个。主要分布在滇东、滇东南和滇东北；岩溶区内森林覆盖率低，生态环境恶劣，土层瘠薄，水土流失严重，地表水资源贫乏，季节性干旱严重，人畜饮水困难，石漠化有发展趋势。严重障碍着当地区域经济的发展。

二、近代区域环境的变化、变迁和发展趋势

（一）全省生态环境现状

新中国建立以来，我省生态环境经历了从破坏性开发到边治

理边破坏，从单项治理到综合治理，从被动治理到治理与开发相结合的发展过程。50年代至60年代初，特别是“大跃进”时期，大炼钢铁，大办食堂，大面积森林被砍伐，加上长期的毁林开荒，破坏了生态环境，加剧了水土流失。70年代，由于受“以粮为纲”的影响，人口的迅猛增长和森工企业的集中过量采伐，森林赤字增加，水土流失加剧，农业生态环境不断恶化，森林覆盖率由50年代初期的47%，下降到1995年末的24.9%，1995年森林资源消耗量为2690万立方米，消耗量超过生长量1224.2万立方米。

进入80年代特别是“八五”以来，全省大力开展农田水利基本建设，造林绿化和森林资源的管理保护有了突破性进展，水土流失治理实现了以小流域为单元的综合治理，生态农业有了新的发展，为全省的经济社会发展提供了有利的环境条件和基础。

1. 农田基本建设成效显著

1990年8月，省第五次党代会作出了建设2500万亩不同层次不同要求的稳产高产农田的决定后，各地都因地制宜作出规划，逐级落实。坚持逐年增加投入，持之以恒地搞好农田水利、坡地改梯地、改造中、低产田地等的建设，农业生产条件得到改善。全省累计已建设高产稳产农田144.2万公顷，90年代以来，每年平均以11.65万公顷的速度增加。

2. 水利建设速度加快

自1988年起展开第三次大规模水利建设以来，已持续进行10多年，无论是建设规模、资金投入、群众投劳集资，还是完成数量、新增效益等方面，每年都有新的进展。平均每年净增有效灌溉面积50多万亩，农田水利化程度平均每年上升一个百分点，是建国以来发展最快的时期。全省有效灌溉面积累计达1932万亩，水利化程度由1987年的34.7%提高到44.6%。

3. 造林绿化有新突破，森林资源管理保护得到有效加强

全省天然林保护工程、人工造林、封山育林、长江上游防护林工程、以工代赈造林、农业综合开发造林、飞播造林、绿色扶贫工程造林、珠江上游防护林建设等工程项目全面实施，人工林比重增加，经济林建设速度加快。森林面积已占全国有林地面积的 7.8%，居第四位；活立木蓄积量 13.7 亿立方米，占全国的 14.2%，居第三位。年均林木生长量 4968 万立方米，净消耗量 4520 万立方米，初步实现长大于消。全省农村能源建设有新进展，每年节省薪柴 970 万立方米。

4. 加强水土保持工作

近 10 年来，治理水土流失面积逐年增加。长江上游水土流失治理工程和珠江流域水土流失治理工程进展较好。以小流域为单元，生物措施和工程措施相结合的水土流失治理成效显著。到 1999 年底，全省累计完成水土流失治理 2.24 万平方千米，“八五”期间年均治理水土流失面积 1430 平方千米。

5. 开展生态农业建设

根据生态经济学原理，应用系统工程的方法，按照“整体、协调、循环、再生”的要求，我省先后建立了一批生态农业试点县、乡、村、基地和农户。现已开展生态农业试点的生态县 10 个，生态乡 24 个，生态村 50 个，生态基地 16 个，生态户 5 万多户，涉及人口 783.3 万人，耕地面积 620.43 万亩。

6. 草地建设稳步发展

在保护、开发、利用好天然草地的同时，从 1980 年开始推广人工种草技术，提高了单位面积的载畜能力和水土保持能力，促进生态环境的改善。到 1997 年，全省累计人工种草 286 万亩。

7. 自然保护区建设有较好基础

全省先后建立各级各种类型的自然保护区 112 个，总面积达

220 万公顷，占全省土地面积的 5.5%；其中，国家级自然保护区 7 个，面积 61.3 万公顷；省级保护区 43 个，面积 75.9 万公顷，地、州、市级保护区 21 个，县（市）级保护区 26 个，其他保护区 15 个。此外还建立了“云南省珍稀濒危植物引种繁育中心”，已引进栽培珍稀植物 187 种，近万株。全省珍稀植物迁地保护面积已达 2000 多亩。同时还建立了自然遗迹和古生物遗迹保护区 5 个，形成了多级别、多类型、多层次的自然保护区网络，使生物多样性保护成效显著。

8. 环境保护取得较好进展

环境保护工作起始于 70 年代初。1972 年设置“三废”治理办公室，进行了昆明市郊安宁县螳螂川治理。80 年代以来，云南省环境保护事业发展很快，取得了较好进展。1999 年全省工业废气处理率达到 79.5%，固体废物综合利用率达到 29.1%，建成城市污水处理能力 60 万吨/日，用于污染防治的投资大幅度增加，污染防治的整体水平有了很大提高。滇池污染治理力度进一步加大，顺利实施“零点行动”，滇池治理取得阶段性成果，“一控双达标”工作全面启动。同时，加快了环境保护法制建设，截至 1999 年，云南省制订并颁布了《云南省环境保护条例》等 10 多个法规，3 个地方性环境标准，主要高原湖泊基本实现一湖一法，广泛开展环境保护宣传和执法检查，查处了西双版纳州猎杀野象、野牛，走私贩卖象牙等重大违法案件。

9. 昆明市逐步实施建设绿色生态城市

作为省会城市的昆明，是全省唯一的特大型城市，人均公共绿地已达 7 平方米，城市绿地覆盖率达 20%，环境容量和生态承载量已从 1993 年的最低值 - 21.7，上升到 1997 年的 - 0.6，实现了经济发展和环境容量、生态承载量的持续好转。

（二）生态环境保护建设面临严峻的形势

我省生态环境状况总体稳定，但形势仍很严峻，一些地区生态环境继续恶化的趋势还没有得到有效遏制，并已直接影响到全省的经济社会发展。治理生态环境已刻不容缓。

1. 长期未能有效遏制毁林开荒

一些地方过度垦殖的趋势尚在蔓延，由于人口过快增长、城镇化进程加快、农耕地人增地减的矛盾加剧，人口土地承载力的负担加重，仅 1999 年全省耕地面积净减少 30.96 万亩。

2. 水土流失面广，治理程度低

水土保持边治理边破坏的情况仍较严重。全省除重点治理区以外，面上的水土流失治理面积小于新增流失面积。另外，公路、铁路、矿山、水电站等基本建设带来的人为水土流失也非常严重。至 1999 年末全省水土流失面积 14.1 万平方千米，占全省土地面积的 37%，其中含中度以上的流失面积达 6 万平方千米，而累计治理面积只占流失面积的 12.5%。全省年土壤流失量达 5.18 亿吨，造成土壤肥力减退，大批水库、塘坝淤积。

3. 森林资源重开发轻保护，重产出轻投入，大量林地流失，生态功能削弱

近年来林业用地面积逐年减少。农村生产生活所需能源严重短缺，大多数农村仍靠砍伐薪柴作能源，每年森林砍伐量的一半以上为农村能源所消耗。

4. 草地严重退化，生态环境日趋恶化

草地建设速度赶不上天然草场退化速度。大部分天然草地超载过牧，毒草害草大量侵入，一部分草地被开垦流转为坡耕地，人工和改良草地面积仅占天然可利用草地面积的 1.5%，多数人工草地缺乏基本管护设施，制约着草食家畜的发展。

5. 滑坡、泥石流等山地灾害加剧

云南是我国四大泥石流发生地区之一，且呈日益加剧趋势，全省共有滑坡、崩塌、泥石流发生区 2 万多处，目前有 34 个县城，48 个乡镇，25 个大中型企业、360 座水电站、218 千米铁路、850 千米公路、4800 多个村庄（约 26 万农户）受到滑坡、泥石流的威胁。因发生山体滑坡、崩塌和泥石流灾害而撤并了一个县的建制、搬迁 4 座县城易地重建。云南已成为全国泥石流灾害的高发区。

由于生态环境恶化，云南成为自然灾害严重而频发的省份。灾种多、分布广、频度高、强度大、成灾重。据不完全统计从 50 年代初期到 80 年代末，全省因灾害造成的直接经济损失约 450 亿元，死亡 8 万余人。90 年代以来，每年因洪涝干旱灾害造成的经济损失约 70 亿元左右。

6. 水环境污染严重

河流、湖泊、水库受到不同程度污染，水环境面临水体污染和局部地区水资源短缺两个严重问题，一些地区水资源缺乏和水域污染已成为制约经济社会发展的因素之一。

7. 城市（镇）环境隐患较多

大气环境质量下降。废气排放量 1999 年即比 1998 年增加 14.3%，全省酸雨出现频率明显增大，从 1998 年的 11.1% 上升为 1999 年的 23.9%，出现酸雨的城市（镇）占 67%。全省 17 个主要城市（镇）中，符合空气环境质量二级标准的占 59%，符合空气环境质量三级标准的占 41%。目前，昆明、曲靖、开远、玉溪、文山市城、丽江市城空气环境质量有所好转。昭通、大理、思茅、东川、河口县城空气环境级别有所下降，昆明、玉溪等 4 个城市的区域环境噪声值低于 55.0 分贝，声环境质量较好。开远市区域环境污染较重。

三、生态环境保护建设治理的区域布局

根据全省以陆地自然森林生态系统为主要屏障的生态环境基本特征，按金沙江、珠江、澜沧江、红河、怒江、伊洛瓦底江等六大江河流域为单元，采取以流域面积覆盖全省的方法，将生态环境建设划分为六个类型区域。

（一）金沙江流域地区

金沙江在云南境内的主干流长度 1560 公里，流域面积 10.95 万平方千米，占全省面积的 28%，包括滇西北、滇中、滇东的迪庆、丽江、大理、楚雄、昆明、曲靖、东川、昭通等 8 个地、州、市的 48 个县（市、区），流域内山高坡陡，最高海拔 5596 米，最低为 267 米，高差悬殊 5329 米，坡度大于 25 度的土地面积占 47.6%，地处横断山区的迪庆州、丽江地区坡度大于 25 度的面积高达 62.1% 和 45.7%，滇东北的东川区和昭通地区分别达到 61.5% 和 43.8%。昭通地区坡度小于 15 度的土地面积仅占全区面积的 24.2%。

严峻的生存空间，尖锐的人地矛盾，导致了长期以来的过度垦殖、陡坡耕种。金沙江流域现有总人口 1795.08 万人（其中：农业人口 1556.64 万人），占全省总人口的 44.4%，人口密度为每平方千米 128 人，超过全省平均人口密度 24 人，其中，滇东北的昭通地区人口密度达到了每平方千米 200 人。流域内宜农耕地资源不足，耕地面积 1560.8 万亩，人均耕地仅一亩，其中 25 度以上坡耕地 712.13 万亩，占耕地的一半左右，人均 0.46 亩，为了满足生存，流域内群众盲目无序地毁林开垦，陡坡耕种，过度放牧，掠夺式的生产方式使土地不堪重负。森林覆盖率已降至

目前的 23.7%，大大低于全省平均水平。

严重的水土流失，难以为继的地力基础，造成了群众生活的贫困。金沙江流域的水土流失量居全省六大流域之首，水土流失面积达 4.97 万平方千米，占流域面积的 47.3%，流域内每年流失土壤 2.6 亿吨。严重的水土流失，带走了肥沃的表土，使耕地地力衰退。区域内有岩溶面积在 30% 以上的岩溶县 38 个，占流域内县市的 79%。流域内中低产田地（年亩产粮食 400 公斤以下）的面积达 1279.47 万亩，占流域内总耕地面积的 82%，贫瘠的土地是群众贫困的根源。金沙江流域是省内贫困面广、贫困人口多、贫困程度深、脱贫难度大的区域，本区内有贫困县 27 个，占全省贫困县的 37%，扶贫攻坚乡 200 个，占全省的 39.5%。这些贫困人口大多分布在高寒山区和金沙江干热河谷地区，部分村寨已丧失基本生存条件，需要异地搬迁扶贫。

本区生态环境建设的方向是：停止采伐天然林、实施封山育林、人工造林、25 度以上坡耕地实行逐步退耕还林还草还牧、治理水土流失、建设基本农田，改造 25 度以下坡耕地为“三保”台地。把治水改土、培育和恢复森林资源保持水土作为一项长期的战略任务。坚持不懈地进行天然林保护工程、“长江上游防护林工程体系”建设和“长江上游水土保持工程”建设。采取各种水保措施和造林护坡工程，首先遏制生态环境的进一步恶化。从实际出发，农、林、牧、水结合，实行多林种、多层次、多形式的综合治理、综合开发。生物措施和工程措施与农业技术措施相结合，坚持以小流域为单元进行集中连片综合治理。大力种植经济林果、人工种草养畜、增加农民收入进行农村能源建设，多能互补，改变农村生产生活用能结构，缓解薪柴砍伐压力。对由于资源环境恶劣，失去生存条件的局部农村，实行异地搬迁开发扶贫。

（二）珠江流域地区

珠江在云南境内称为南盘江。珠江的发源地就为本区内的沾益县马雄山，这里属滇东高原面的分水岭地带有“一水滴三江（南盘江、北盘江、牛栏江）一山隔两盘（南、北盘江）的特点”。

本区域包括滇中和滇东南的昆明市、曲靖市、玉溪市、红河州、文山州等 5 个自治州和市的 30 个县（市、区），流域总面积 5.83 万平方千米、干流总长在云南境内为 677 公里，流域内总人口 1145.37 万人，全流域水土流失面积 2.37 万平方千米，占流域面积的 41.4%；坡度在 25 度以上的山区面积为 1.57 万平方千米，占流域面积的 36.2%；本区内有贫困县 7 个，扶贫攻坚乡 84 个。有 27 个县（市）岩溶石山面积占本县土地面积的 30% 以上。

这一地区是我省经济发达的重点区域之一，交通方便、人口稠密、农业生产水平相对较高，是省内重要的农畜水产品生产基地。土地人口承载力压力较大，人口、资源、环境的矛盾尖锐，光热资源丰富、土地垦殖率高、大部分属滇中滇东高原面的丘陵红壤地带，土壤干、酸、瘦、薄。森林覆被率仅为 18.4%，低于全省平均水平。岩溶地区石漠化呈发展趋势，农村能源缺乏，生态环境恶化状况难以遏制。加快这一区域生态环境治理对从源头开始整治珠江流域，建立中下游经济发达地区的安全保障体系是一个关键区域。

生态环境建设的主要方向是：以县（市、区）为基本单位，大力植树造林，消灭宜林荒山，保护好现有天然林；山区以林牧业为主，实行封山育林、种草养畜、发展林果业和畜牧业，治理水土流失，治理岩溶区域。25 度以上陡坡地退耕还林，恢复和

增加植被，迅速采取多种途径和措施，解决农村能源，改变生产生活用能依靠砍伐薪柴的状况。平坝地区要坚持不懈的进行农田基本建设，扩大高产稳产农田，走高产优质高效和精细农业之路，改坡地为梯田梯地建设旱作农业、节水农业。改粗放耕作为精耕细作，加速生态农业县建设，提高农产品的产量和品质，加速农村从温饱向小康迈进步伐。

（三）澜沧江流域地区

本区域包括滇西北、滇西南的迪庆、怒江、丽江、大理、临沧、保山、思茅、西双版纳等 8 个地、州的 32 个县（市）。澜沧江干流在省内长度为 1170 千米，流域总面积 8.87 万平方千米，人口 852.1 万人。流域内水土流失面积 3.39 万平方千米，占流域面积的 38%；坡度在 25 度以上的山区面积 5.56 万平方千米，占流域面积的 62%。本区内有贫困县 22 个，扶贫攻坚乡 151 个，占全省扶贫攻坚乡的 30%；有 7 个县（市）的岩溶石山面积积达 30% 以上。全流域森林覆被率达 34%。

本区海拔高差悬殊，最高海拔为滇藏交界处的梅里雪山卡格博峰，海拔 6740 米，是云南第一高峰，最低海拔在西双版纳州勐腊县曼岗（澜沧江与南腊河交汇处），海拔仅 477 米。海拔高差悬殊达 6263 米。区内地貌类型复杂多样，既有高山、亚高山和冰川冻土地带，又有热带亚热带中低山宽谷盆地。拥有北热带、南亚热带、温带、寒温带等七种气候类型，是我省生物资源最富集的地区，也是闻名遐迩的迪庆、丽江、大理、西双版纳等著名旅游风景名胜区。这一区域是我国政府参与澜沧江——湄公河流域次区域经济合作开发建设的前沿地带，亚洲著名国际河流湄公河的上游地段、生态环境的状况备受中下游老挝、缅甸、泰国、柬埔寨、越南等东南亚国家的关注。

本区域是云南天然森林资源蕴藏量最大的主要林区，但是自 60 年代以来，珍贵的高山针叶原始林和亚高山云南松林，热带南亚热带的原始沟谷雨林和思茅松林遭受过度砍伐，原始森林面积和蓄积量大幅度下降，珍稀物种减少，濒危物种增加，大面积的原始植被破坏后演变为次生植被和灌木丛及毒害草丛生区域。由于不合理的开发利用，导致水土流失加剧、自然灾害频繁。加上多数区域为高山峡谷，山高坡陡、河流深切，山间盆地和耕地面积小，随着人口的增长，陡坡开垦日趋蔓延，部分山区还长期保留着刀耕火种的落后耕作方式；毁林种粮、毁林种橡胶、毁林种甘蔗的状况尚未得到有效遏制。国家明令保护的珍稀生物物种常遭猎杀和掠夺性采挖而屡禁不止。坡耕地和低产田地比例高，低产林、低产园地和荒山草坡面积大，农业生产水平低。贫困县和扶贫攻坚乡数量都占全省的 30%。

本区生态环境建设的方向是：保护好现有的天然原始林区，首先停止采伐迪庆、怒江、丽江、大理、西双版纳等五个地州境内的天然原始森林，保护生物多样性，实施有效的封山育林、防治森林火灾和森林病虫害，积极营造经济林、防护林、薪炭林和水土保持林；进一步强化自然保护区管理力度，逐步扩大自然保护区面积和风景名胜区范围。进行修复热带雨林建设和高山针叶林建设工程，继续坚持不懈地进行农田基本建设，加速坡地改梯地进程，建设稳产高产农田，提高科学种田水平，增加农产品产量。彻底改变毁林开荒、陡坡开垦、过度垦殖和刀耕火种状况。发展山区林果业、畜牧业和乡村生态旅游业。引导农民开发建设木本粮油基地和茶叶、咖啡、香料、药材基地，增加收入，加速脱贫致富奔小康步伐。随着国家水电建设的发展，逐步解决农村能源问题，实行多能互补，利用沼气、太阳能、地热能、风能和以煤代柴、以电代柴，提高和稳定森林覆被率，为保护生态环境

打下坚实基础。

（四）红河流域地区

本区域包括滇西、滇中、滇东南的大理、楚雄、昆明、玉溪、思茅、文山、红河等 7 个地、州、市的 38 个县市，流域总面积 7.48 万平方千米，红河干流在国内总长 692 公里，流域内人口 1111.18 万人，占全省人口的 1/4，水土流失面积 2.72 万平方千米，占流域面积的 36.5%；坡度在 25 度以上的山区面积 4.92 万平方千米，占流域面积的 66%。区内有 24 个贫困县，占全省贫困县数的 33%，扶贫攻坚乡 163 个，占全省扶贫攻坚乡的 32.2%；有 14 个岩溶石山面积在 30% 以上的岩溶县，占全省岩溶县的 23%；森林覆被率 24%，相当于全省平均水平。

红河在我省境内称元江，发源于本区巍山县的茅草哨山区，从河口县出境后进入越南北部称红河。在河口与南溪河交汇处海拔仅 76.4 米，是云南境内海拔最低点。流域内山区面积大，光、热、水、土资源条件好，滇东南文山、红河两州是我省岩溶石山集中连片分布的区域，由于森林面积迅速减少，陡坡开垦，水土流失蔓延，使本来就十分脆弱的生态环境迅速变化，岩溶区内石漠化发展趋势难以遏制，山区人畜饮水困难。耕地面积少、土地垦殖率高，中低产田地、低产林、低产业园地面积大，农业生产水平低，农产品产量低，自然灾害频繁，粮、油、肉人均占有水平低，农民人均收入少，农村能源短缺。成为全省贫困人口分布较为集中的区域之一。由于生态环境恶化，生存条件恶劣，岩溶石山区域成为扶贫攻坚难度最大的区域。

生态环境建设的方向是：坚持不懈地进行农田基本建设，改造中低产田，建设高产稳产农田，增加农产品产量，稳定提高粮食生产水平。大力进行封山育林和植树造林，保护和培育森林资

源。扩大自然保护区面积，保护生物多样性，修复建设热带雨林，遏制陡坡开垦毁林种粮、种甘蔗、种香蕉，加剧水土流失的趋势。对 25 度以上的陡坡，退耕还林、还牧、还草，恢复植被，推广人工种草养畜，种植经济林果，进行水土保持。实行生物措施和工程措施并举大力改造坡耕地，改造低产林、低产园、低产草场，提高植被覆盖率，发展水源涵养林、速生丰产用材林和经济林，防止土壤侵蚀。加速生态农业县建设，坡耕地实现梯田、梯地化，发展节水灌溉农业，建设小水窖、小水池、水坝塘和沼气池、太阳能解决人畜饮水和农村能源。

（五）怒江流域地区

本区域包括滇西和滇西南的怒江、大理、保山、临沧、思茅、德宏等 6 个地区和自治州所属的 18 个县（市），流域面积 3.35 万平方千米，总人口 463.7 万。怒江从镇康县出境后进入缅甸称为萨尔温江。干流在我省境内长 547 公里，流域内水土流失面积 1.68 万平方千米，占流域面积的 52%；坡度在 25 度以上的山区面积 2.5 万平方千米，占流域面积的 77%；区内有贫困县 16 个，占全省贫困县的 22%，扶贫攻坚乡 88 个，占全省扶贫攻坚乡的 17.4%；有岩溶石山面积在 30% 以上的 6 个岩溶县。全流域森林覆被率 34.1%，高于全省平均水平。

本区多数县市均地处高山峡谷，层峦叠嶂、河流深切，山高坡陡，农业生产水平低下，特别是怒江州有 3 个县 90% 的耕地均为陡坡地，群众称为“壁耕”和“大字报”地。植被稀少，水土流失严重，能源匮乏，生存环境极为恶劣。由于不合理的开发利用资源，刀耕火种等原始落后的农业耕作方式，陡坡开垦毁林开荒种粮种蔗的趋势有增无减，导致林地和草地流转为农耕地和轮歇地及坡耕地，水土流失加剧，原始天然林面积锐减，山体滑

坡、崩塌、泥石流等灾害频繁。已撤并了一个县的建制和搬迁了两座县城。

本区生态环境建设的方向是逐步退耕还林、还牧、还草、恢复植被、封山育林，大力发展经济林果和畜牧业，进行生态农业县建设，坡度在 25 度以下的耕地，加速坡地改梯田梯地、建设稳产高产农田，提高农业生产水平和养殖业水平，发展农副产品加工业。稳妥地把怒江州一部分由于自然环境恶劣，失去生存条件的农户实行异地搬迁，开发扶贫。

（六）瑞丽江、龙江流域地区

伊洛瓦底江在我国境内重要支流瑞丽江上游称龙江，发源于龙陵县境内的高黎贡山西侧。龙江和瑞丽江，在云南境内干流长 332 公里，从瑞丽县的弄岛出境流入缅甸称为伊洛瓦底江。

本区域包括滇西的怒江、保山、德宏 3 个地、州所属的 9 个县（市）。流域面积 1.88 万平方千米，流域内有人口 185.73 万人^①，水土流失面积 6392.3 平方千米，占流域面积的 34%；坡度在 25 度以上的山区面积 7613.2 平方千米，占流域面积的 41%；有贫困县 3 个，扶贫攻坚乡 20 个，有岩溶石山面积在 30% 以上的岩溶县 1 个，森林覆盖率为 34.2%，高于全省平均水平。

本区位于中缅边境地区，有南亚热带和中、北亚热带及局部北热带的光、热、水、土及生物资源条件，降水丰沛。除贡山县和龙陵县外，有较多的山间河谷盆地，农业生产条件好。但由于能源短缺、生产生活用能多靠砍伐薪柴，加上农村建房等需要，原始天然林面积锐减，山地原生植被由次生植被和毒害草所代

① 由于各水系人口统计时部分有重叠，相加所得数字超过全省人口数字。

替，加上毁林开荒，陡坡垦殖发展迅速，导致水土流失加剧，局部地区生态环境恶化。洪涝及泥石流灾害频发，位于国境线上的瑞丽江泥沙淤积，江水流量减少，洪水泛滥，使河床不稳而左右改道。

本区生态环境的建设方向是：大力封山育林，防止森林火灾，保护好现有森林，禁止乱砍滥伐，提高森林覆被率，扩大自然保护区和风景名胜区范围，保护生物多样性，修复热带雨林，加强水土保持，改造坡耕地为梯田梯地。加强水利建设，加快农田基本建设步伐，改造中低产田地、变粗放耕作为精耕细作，建设高产稳产农田，实行集约经营，建设生态农业。对 25 度以上坡耕地退耕还林还牧，植树种草。进一步管护好各级各类自然保护区，发展农村生态旅游和边境旅游，改善生存和发展环境，防止和改变不合理开发资源状况。

四、生态环境保护建设治理战略构想

（一）指导思想和基本原则

以保护恢复和扩大森林植被为中心，以遏制水土流失为重点，以改善生态环境、增强农业发展后劲，帮助山区群众脱贫致富，以流域带动区域经济发展，改善城乡人居环境，保障国民经济和社会可持续发展为目标。实行以生物措施为主，生物措施和工程措施相结合，以科技为先导，以重点地区、重点城市治理建设为突破口，全面规划，因地制宜，因害设防，先急后缓，分期实施，讲求实效，尽快建立多林种、多树种，乔、灌、草相结合，基本农田建设和生态农业、生物多样性保护相配套，生态、经济和社会效益相统一的生态环境保护体系。

生态环境保护建设的基本原则是：

1. 以森林植被的保护和建设为主，以水土保持为重点，加强资源管理，提高城市（镇）园林绿化和生态环境质量，全面改善城乡生态环境。
2. 坚持统筹规划，分步实施，以流域带动区域建设，优先抓好对全国、全省及对周边国家影响较大的重点区域和重点工程，力争在短期内有所突破。
3. 坚持从实际出发，因地制宜，采取生物措施和工程措施相结合，各种治理措施科学配置，山、水、田、林、路综合治理，发挥整体效益。
4. 坚持治理与保护并重，保护好现有森林。实行“边建设、边管护”，使各项生态建设工程发挥长期效益。
5. 坚持把生态环境建设与产业开发相结合，与农民的治穷致富奔小康相结合，与城市（镇）建设相结合，与区域经济发展相结合。
6. 坚持依靠广大群众，广泛动员全社会的力量共同参与，建设多元化的投入机制，多渠道筹集生态环境建设资金。
7. 坚持科学规划和设计，按工程项目组织实施，严格管理，确保资金与效益、速度与质量的统一。

（二）战略目标

云南省生态环境保护建设的总目标是：从现在开始到 2050 年，利用现代科学技术，依靠全社会的力量，千方百计保护好现有天然原始森林和各类自然保护区及风景名胜旅游区，保护丰富的生物物种资源，保护生物多样性，修复热带雨林和高山针叶林区。大力开展封山育林，造林种草种花，治理水土流失、滑坡泥石流和岩溶地区，建设生态农业和生态城市，改善生产和生活条

件。增强综合治理力度，完成一批对恢复和提高全省生态环境有重大作用的关键工程，实现生态环境的良性循环。争取在 21 世纪 50 年代，使全省水土流失地区全部完成整治，全省宜林宜草荒山荒坡全部为绿色植被覆盖。使荒漠化和石漠化得到有效控制。建立和健全完善的生态环境预防监测和保护体系，使全省生态环境有根本性的改善，把昆明建成世界花园之都。全省城乡人居环境良好。实现云南边疆有山皆绿、有水皆清、四季花香、万壑鸟鸣、使河山披锦绣，绘山川成丹青，形成人与自然和谐生存发展的局面。

从我省的实际出发，全省生态环境建设分为近期、中期和远期三个时段进行，从现在起到 2050 年，各个时期的建设目标为：

1. 近期（2000 年—2010 年）目标

通过实施天然林保护，封山育林、植树种草、水土保持和生态农业建设、生态城市建设等工程，基本遏制生态环境恶化的趋势。生态环境特别恶劣，对全国、全省影响较大的金沙江流域地区及珠江上游南盘江流域的滇中、滇东南岩溶石山区的治理初见成效。全省 9 大高原湖泊周围的生态环境明显改善，昆明、曲靖、大理、玉溪、楚雄等主要城市的生态型城市构架初步建立。主要建设目标是：到 2010 年新增造林总面积 470 万公顷，森林覆盖率达到 40% 以上，稳定实现森林资源长大于消。新建和改造 25 度以下坡耕地 80 万公顷，25 度以上坡耕地退耕还林还果 48 万公顷。新增治理水土流失面积 3.75 万平方千米。新增建设人工草场 16 万公顷，建设 40 个生态农业试点县、建立 50 个生态农业示范乡（镇），建设 1000 个生态农业村和 20 万户生态农业户。加快农村能源建设步伐。

新建一大批大、中型水利骨干工程和小型水利工程，积极发展山区“五小水利”项目，使有效灌溉面积达 2500 万亩，水利

化程度达到 60%。

新增 68 个自然保护区面积 242.5 万公顷，自然保护区面积占全省国土面积的 8%，争取把迪庆州的全部、西双版纳州和怒江州的大部分区域范围划为国家级自然保护区的国家公园。进一步改善野生动植物栖息环境。结合国家西部大开发，为把云南建设成绿色经济强省，民族文化大省及国际大通道与旅游大省战略的实施，打下良好的环境基础。在生态环境建设重点的金沙江、珠江、澜沧江、红河流域初步建立预防监测和保护体系。

2. 中期（2011—2030 年）目标

新增治理水土流失面积 5.39 万平方千米，使全省水土流失严重区域基本得到治理。对影响全省、流域中、下游省区、周边国家的金沙江、珠江、澜沧江、红河流域和岩溶地区水土流失治理有明显成效，新增森林面积 200 万公顷，全省森林覆盖率达到 45%，农村能源基本解决，各级各类自然保护区面积和风景名胜旅游区面积占全省土地总面积的 10%，每年建设人工草地 2 万公顷，共新增人工草场和半人工改良草场 40 万公顷，全省水利化程度达到 70%，新增 50 个生态农业县，旱作节水农业和生态农业技术得到普遍推广运用。25 度以下的坡耕地 80% 改造为梯田梯地，25 度以上坡耕地 50% 退耕还林。在广大山区实施坡地改梯地，进行固土、培肥、保水、恢复植被，防止水土流失，消除毁林开垦、陡坡垦殖状况。大、中城市全部建成生态型城市，县城所在地和重点小城镇 70% 建成生态型城镇。大气环境和水环境质量及三废治理达到或高于国家规定的标准。全省生态环境开始走上良性循环的轨道。

3. 远期（2031—2050 年）目标

全省基本建立起适应可持续发展的良性生态系统。主要建设目标为：除特殊自然条件不能治理的局部面积外，凡宜于治理的

水土流失地区全部完成整治。宜林宜草荒山全部为乔木、灌木和草地所覆盖，并因地制宜建立起科学合理的林种、树种结构。森林覆盖率达到并稳定在 48% 以上。各类自然保护区和风景名胜旅游区面积占全省土地总面积的 15%，建立起多能互补、结构合理、安全可靠的农村能源生产供应体系。25 度以下的坡耕地全部建设为梯田梯地。每年新建人工草地 2.7 万公顷。全省城市（镇）全部建成为生态型城市（镇），高原湖泊全部治理完成。环境保护的主要指标全部符合国家标准。实现全省生态环境的良性循环，成为保障国民经济协调发展和人民生活富裕的稳固基础。

（三）战略重点和区域选择

生态环境建设是一项长期的战略任务，需要把持久的奋斗和阶段性攻坚有机结合，把全面推进和重点区域突破紧密衔接。根据国家的总体部署和我省的实际情况，并考虑到各方面的实力和基础条件，要在继续抓好已经起步实施的天然林保护工程、国家生态环境建设重点工程以及“长防”、“长治”、“珠防”等生态环境建设工程，并广泛动员全社会的力量，持久地开展植树种草，退耕还林、还牧，治水改土、生态农业和农村能源建设，治理水土流失和滑坡泥石流。生态型城市和旅游景区建设。在 2010 年内，把目前生态环境恶化，对改善全省生态环境影响较大，对实现近期目标最关键的金沙江流域地区、珠江上游南盘江流域地区、澜沧江流域部分地区、红河流域部分地区和昆明、曲靖、大理、景洪、丽江、玉溪、楚雄等城市作为全省生态环境建设的重点区域，集中力量予以支持，力争用 10 年的时间开好头、打好基础。

1. 金沙江流域

全面实施天然林保护工程，流域内从 1998 年 10 月 1 日起停

止天然林采伐，森工企业全部转为造林护林单位，大力开展营林造林，封山育林，加强森林资源的管护。以小流域为单元，着力抓好国家生态环境建设重点工程的组织实施，通过造林、种草、退耕还林、坡地改梯地、兴建水利设施、建设生态农业以及农村能源建设等综合措施，使水土流失得到有效治理。努力在以坡改梯为主的农田建设、以小型水利设施为主的水利建设、退耕还林、农村能源建设以及自然资源保护方面取得初步成效。昆明、楚雄、丽江等生态旅游型城市率先建成。

2. 珠江上游南盘江流域

以干流及一、二级支流为重点，优先建设防护林体系、水土流失综合治理工程、人工种草、节水灌溉、生态农业建设等工程。建设一批中小型水利工程、坡地改梯地工程、高产稳产农田建设工程、退耕还林还牧、农村能源、岩溶地区治理建设工程。曲靖、开远等城市建成生态型城市。

3. 澜沧江流域

实施天然林保护工程，停止采伐天然原始森林，森林企业全部转为造林护林单位。优先建设防护林体系和生物多样性保护项目，开展人工造林，封山育林，加强森林资源保护管理。进行农村能源建设、中小型水利工程建设、生态农业建设、退耕还林还牧工程，坡地改梯地工程，低热河谷地区扩大冬季农业建设，停止毁林种橡胶、种甘蔗、种旱稻等陡坡垦殖状况。大理、景洪、思茅建成旅游生态型城市。

4. 红河流域

把生态环境建设的重点放在水土流失最为严重的地带，遏制生态环境恶化的趋势。以增加植被为主，生物措施、工程措施和农艺措施相结合，优先建设防护林工程、水土流失综合治理工程、生态农业工程等。建设一批中小型水利工程，提高水利化程

度，坡地改梯田、梯地。实施岩溶地区治理建设工程，农村能源建设工程、节水灌溉和旱作农业、冬季农业工程。把蒙自、个旧、建水、文山等一批城市建成生态型城市。

通过四大流域重点地区和重点工程的建设，逐步解决关系全局的森林资源保护、植树种草、退耕还林还牧；坡地改梯地、水土保持、水利建设、高产稳产农田建设；城市生态环境、大气环境、水环境、三废治理；农村能源建设、草山草坡建设和改良等关键问题。建立起优良的陆地森林生态体系、城市生态体系，水土流失防治体系、农田生态体系、草山牧业生态体系、生物多样性保护体系，使 4 大流域的生态环境有较大改观。为全省生态环境的改善打下稳固的基础。

五、加快生态环境保护建设的政策措施

搞好我省生态环境建设，是确保农业和农村经济可持续发展的基础，是实现扶贫攻坚目标的根本措施，是实现经济社会可持续发展的宏伟工程，必须坚持“以防为主，防治并举，综合治理”的方针，切实加强预防保护措施，不断加快治理开发的步伐，确保战略目标的实现。

（一）认真落实各项有关政策

1. 继续落实“四荒”政策

坚持“四荒”的所有权与使用权分离的原则，加快“四荒”使用权的有偿出让。允许打破行政区划界限，行业界限，允许不同经济成分的主体购买“四荒”的使用权；允许“四荒”使用权一定 50 年不变，对治理难度大的“四荒”出让使用权的期限中以更长。

2. 处理好“四荒”出让与“两山一地”承包的关系

对已划分到户的自留山、责任山及通过各种形式承包的“四荒”，在承包期内，已达到治理标准或正在按合同开发治理的，应仍按原规定和合同执行。合同期满后，可继续延长承包期。

3. 固定林地和耕地，逐步缩小轮歇地

原有轮歇地已郁闭成林的要划为集体林地管理，已分到户的作为群众的自留山管理。已经改造成固定耕地的纳入承包耕地管理。对耕地少的村寨农户，25度以下的可采取坡改梯等方式，固定耕地面积。

（二）制订规划，分步实施

省、地区（自治州、市）和县（市）、乡（镇）各级政府都要编制生态环境保护和建设规划，并报请上级政府和有关部门批准，列入国民经济和社会发展规划，分年度实施。根据各地实际制订有关法规，把生态环境保护和建设纳入法制化轨道。

（三）加大科技推广力度

要建立科技支撑机制，大力推广应用先进适用的科技成果。鼓励各类科技研究和开发机构从事生态环境保护和建设工程研究，对研究成果予以保护，并依法有偿转让。

（四）多层次多渠道增加投入，加快生态环境建设的步伐

1. 要把生态环境建设纳入各级政府的国民经济和社会发展规划，必须采取有力措施，多层次、多渠道增加我省生态环境建设的投入，确保目标的实现。要坚持国家、集体、个人一起上，建立稳定的投入保障体系，形成良好的投入机制。国家和省立项重点建设的大中型生态环境建设项目，分别纳入国家和省基

本建设计划，由国家、省、地、县按比例配套资金。地、县立项建设的项目，由地县负责投入。小型建设项目主要依靠广大群众劳务投入和国家以工代赈，并广泛吸收社会各方面的投资。

各级政府和有关部门要按照事权、财权划分，对生态环境建设的投入作出长期安排，把各年所需资金列入预算，统筹安排，并逐年有所增长。银行要增加用于生态环境建设的贷款，并适当延长偿还年限。通过各种渠道积极向国际社会争取资金和技术支持。国外的长期低息贷款和赠款要优先安排生态环境建设项目。

2. 健全投入补偿机制。

遵循谁受益、谁补偿的原则，建立完善社会公益事业社会办的投入机制。

3. 建立健全社会投入机制。

坚持谁投资、谁建设、谁受益的原则，允许尚未开发的“四荒”使用权有偿流转。

（五）加强管理，注重效益

生态环境建设是一项长期、艰巨、复杂的系统工程，除各方面通力协作外，还必须建章立制，实行规范化的科学管理。

改善贵州生态环境， 发展地区经济

· 宋林华 ·

一、贵州省自然环境

贵州位于我国西南部，东经 $103^{\circ}36'$ ~ $109^{\circ}36'$ ，北纬 $24^{\circ}25'$ ~ $29^{\circ}9'$ 之间，东西宽 570 千米，南北长 510 千米，全省国土总面积为 17.6 万平方千米，约占全国土地总面积的 1.8%。它东邻湖南、西连云南、北靠四川和重庆、南接广西。贵州作为云贵高原的一部分，它高耸于四川盆地和广西丘陵之上，成为珠江水系和长江水系的分水岭地块。

贵州东部是有十多亿年历史的江南古陆和梵净山古陆与中部、北部的 2.5 亿年前的扬子沉积凹陷。在扬子沉凹中，从 8 亿—2 亿年前的 6 亿年中，沉积了厚达 6500 米 ~ 12000 米的与浅海相似碳酸盐岩为主的沉积盖层。碳酸盐岩占整个沉积岩的 85%，

有的地方厚达 8500 米。碳酸盐岩的分布面积为 12.96 万平方千米，占贵州国土总面积的 73%。全省 86 个县中，石灰岩面积占全县国土面积 30% 以上的有 75 个，占全省总县数的 88%（贵州林业厅，1998）。在这 12.96 万平方千米的地区内，土壤的来源只能是通过碳酸盐岩的风化作用。从本质上，风化作用包括化学风化作用、机械风化作用和生物风化作用，对于碳酸盐岩来讲，它具有很强的抗机械风化强度，但它一遇到酸性物质，就会很快受到腐蚀。在自然界中生物作用产生的二氧化碳，来自地壳深部的二氧化碳和由燃烧碳物质所放出的二氧化碳，它们就会溶解于地表水、地下水和雨水中，形成富含碳酸的酸性水。当碳酸盐岩遇到酸性水时，就会使碳酸盐岩中的钙、镁变成能随水流动的离子，迁移到下游地区。难以或不溶解于水的硅、铁、锰和铝质物质就会残留在原地或部分被水搬运到下游其它地方去。如果碳酸盐岩中含有的铝、硅、铁、锰物质越多，则残留的物质越多，形成的土壤越多。如果岩石中能被水迁移的物质如氧化钙和氧化镁越多，铝、硅、铁、锰质越少，则残留的物质就越少，地表堆积的土壤就越少。贵州碳酸盐岩中含有大量的氧化钙和氧化镁，总量最高达到 55% ~ 57%，但酸不溶物含量较少，平均不到 5%。据研究，在贵州气候条件下每千年通过碳酸盐岩的溶蚀作用能降低地面 30 毫米 ~ 80 毫米。若按贵州最高溶蚀速率 80 毫米/千年·平方千米计算，每千年溶蚀碳酸盐岩只能形成 4 毫米厚的土层，即要形成 1 米厚的土层至少需要 25 万年。砂页岩地区，通过砂页岩的机械风化，形成 1 米的土壤只需几千年到上万年，页岩的风化成土的速度则需几十年到几千年。可见在整个贵州省，73% 的地区内碳酸盐岩的成土率极低，只有 20% 左右的地区，是砂页岩分布区，特别是赤水河两岸，砂页岩风化强烈成土率最高。

贵州是个山地省份，全省中山（海拔 900 米 ~ 2900 米）占

全省面积的 60.87%，低山（海拔 900 米）占全省面积的 14.24%，丘陵占全省面积的 23.6%，盆地（包括河谷平原）仅占全省面积的 1.21%，而台地占全省面积 0.073%。地面坡度较大（表 1），本区小于 8° 以下的地面仅占全省土地面积的 8.6%，而大于 25° 的地面却占总土地面积的 34.9%。贵州全省有农耕地 490×10^4 平方百米，其中坡度 $< 5^\circ$ 的耕地占总耕地的 24.41%， $5^\circ \sim 15^\circ$ 耕地占总耕地的 23.18%， $15^\circ \sim 25^\circ$ 的占 31.32%， $> 25^\circ$ 的耕地占总耕地的 31.32%，而且有的地区农地分布在 45° 的高坡上。在这样高坡地面上进行长期垦殖的耕地，是贵州生态环境恶化的主要原因。

表 1 贵州地区坡度分级及其面积表

坡度等级	面积（平方千米）	占全省土地面积 %
平坡（ $< 5^\circ$ ）	4765.63	2.7
平缓坡（ $5^\circ \sim 8^\circ$ ）	10386.5	5.9
缓坡（ $8^\circ \sim 15^\circ$ ）	38693.36	22.0
缓陡坡（ $15^\circ \sim 25^\circ$ ）	60893.64	34.5
陡坡（ $25^\circ \sim 35^\circ$ ）	56111.21	31.9
极陡坡（ $> 35^\circ$ ）	5277.62	3.0

贵州的地势特点是由西北部高原、高山向东南方向逐渐倾斜、降低。西部最高的韭菜坪，海拔 2900 米，而东部黎平水口河出省处的海拔为 137 米，是全省的最低点，全省东西向高差达 2763 米。按地形的特点，全省可以分成 3 个地带，或 3 个梯级（图 1）（杨明德等，1976）。

黔西北高原中山区包括毕节地区和六盘水市，是贵州地势最

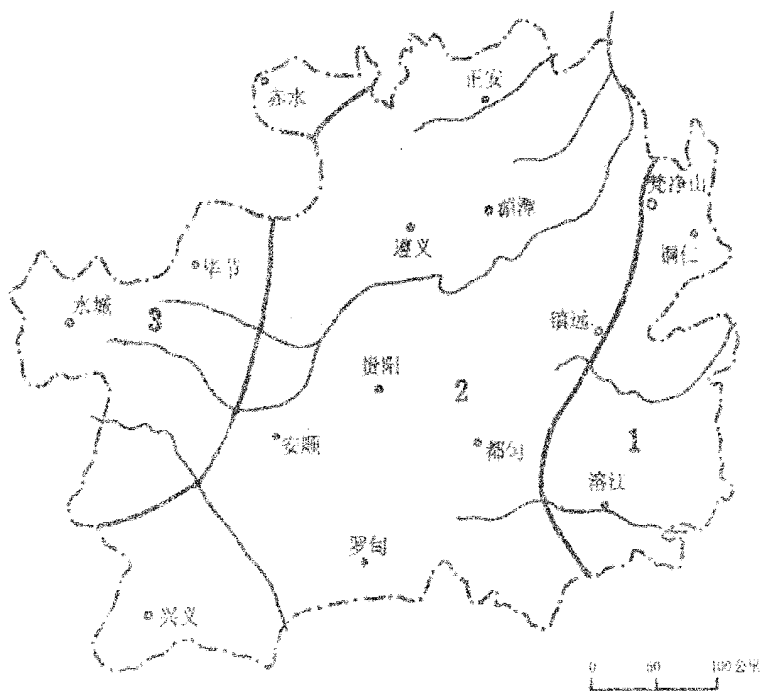


图 1 贵州地貌梯级分区图

高，温度较低，雨量偏少，面积 2.72 万平方千米。威宁、赫章等地是贵州的第一级台面，主要由典型的高原面组成梯级面，强烈切割的中山围绕在其边缘。海拔大多在 1600 米 ~ 2600 米之间，但常有 2800 米以上的山峰。除威宁、赫章、大方、盘县等县境保存较好的高原面外，其它地区由于受到强烈切割，大部分地区相对高差常达 500 米 ~ 700 米以上，地形起伏较大，地面坡度较陡，是贵州的高中山、中山的主要分布区。本区是长江水系和珠江水系的分水岭，是乌江的发源地。黔中丘原、山原、山地

区，包括遵义、铜仁地区的西部诸县、安顺地区、毕节地区的大部、黔南州的西部、黔东南州和黔西南的东、北部，面积达 11.62 万平方千米，占全省总国土面积的 66%。地势上正处于贵州第二梯级面及南北两大斜坡带，一般海拔 800 米 ~ 1600 米，西高东低，中部高、南北低，是贵州中亚热带喀斯特化丘原、山原典型分布区。是贵州高原保存最好的地区。贵阳—安顺一带喀斯特化丘原的海拔为 1400 米 ~ 1100 米。在高原边缘和强烈切割的河谷地区，才有连片的侵蚀、剥蚀山地。黔东低山丘陵区地跨铜仁地区、黔东南地区和黔南自治州，面积 3.27 万平方千米，占全省总面积的 18.5%。在地势上属于贵州第三梯级面，海拔大多在 500 米 ~ 1000 米，由东向西逐步升高。镇远以东的三穗、铜仁、玉屏、锦屏等地以低山丘陵为主，海拔已在 800 米 ~ 500 米以下，最低是黎平水口河出省处，海拔 137 米。

贵州的主要河流多发源于西北部中山高原区，受地貌及构造地质条件的制约，从西部向南、北、东三方呈扇状放射，迂回曲折，下流出省（图 2）。乌江水系，赤水河水系，及源于云南沾益马雄山的南盘江和北盘江，分别分布于贵州省的西南部、中部和北部。这些河流具有高纵坡度和高势、动能，对河谷所经地区进行强烈下切，形成深达 300 米 ~ 700 米的峡谷。这些河流的支流往往具有比主流更大的纵坡度，如赤水河干流的比降仅为 1.50，但其支流风溪河的平均比降达 40.5%。以主流为骨架的峡谷系统把贵州切割得支离破碎。

赤水河位分布于贵州西北部的中下游主要发育在中生代砂页岩地区，河谷容易深切，降低自己的河床纵坡度，达到 1.50。但由于砂页岩极易风化，被侵蚀搬运，因此赤水河河谷上口往往宽。赤水河在习水县流出贵州境处的标高为 210 米。河流切割深度 300 米 ~ 700 米，局部地区达 1000 米。

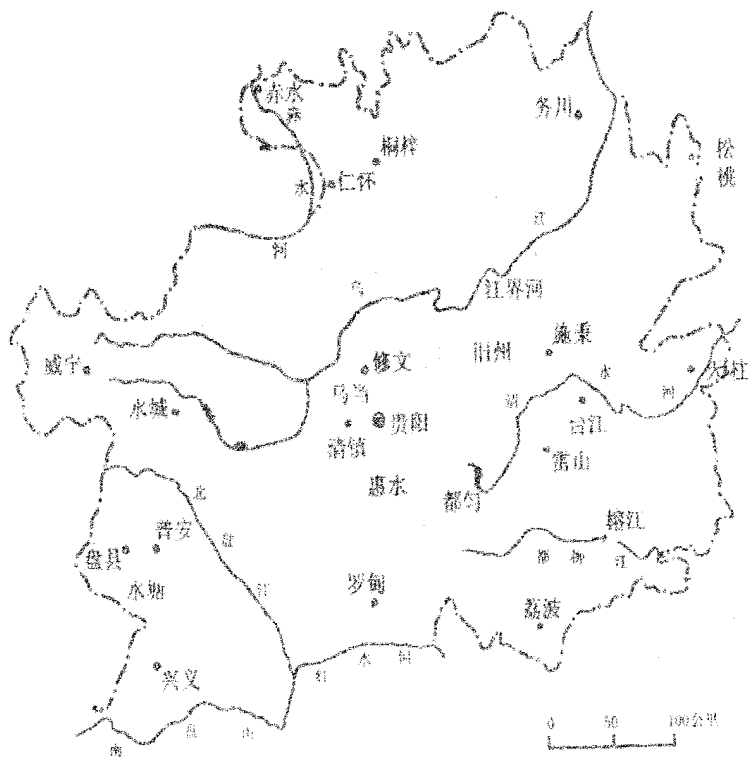


图2 贵州河流分布概图

乌江是贵州省境内最大的河流，境内流域面积达 66830 平方千米，占乌江总流域面积 87920 平方千米的 76.03%，和占贵州国土总面积的 37.95%。在乌江流域从河源海拔 2241 米，向贵州东北部边缘思茅坝海拔 300 米左右倾斜，该河天然落差 1941 米。河流切割较深，相对高差一般为 300 米~700 米，个别地方可达 1000 米。由于乌江主要流经碳酸盐岩地区，因此，乌江河

谷往往成深嵌式峡谷，更增加了乌江两岸的坡度。如乌江两岸 10 千米 ~ 15 千米距离内，支流的坡度可达 100 ~ 200 以上。乌江主要支流猫跳河上，在五里桥—乌江的 60 千米内的平均坡降达 660，而距乌江 10 千米内则更大。乌江是贵州省泥沙输出的主要通道，每年输出的泥沙达到 1990 万吨。

南盘江发源于云南沾益县马雄山，由北向南流到开远后转向北东流向，至黔滇桂三省交界处的三江口后，即沿黔桂省界东流，至望漠蔗香双江口纳入北盘江后称红水河。贵州部分地处南盘江下游左岸，为云贵高原的斜坡地带，地势西北高，东南低，高程在 1000 米 ~ 2000 米。南盘江全长 914.5 千米，贵州段长 263.5 千米，流域面积 56177 平方千米，贵州部分 7831 平方千米。南盘江两岸山势雄伟，河谷深切，相对高差 300 米 ~ 700 米，水面宽 100 米左右，仅天生桥到泥拉河段 5 千米长的峡谷，水面宽即达 30 米 ~ 50 米。

北盘江源于云南沾益县马雄山西北坡，流经宣威县城至格都入黔境，向东南流经茅口、盘江桥、百层至望漠蔗香双江口与南盘江相汇后称红水河，全长 449 千米，贵州境内 327 千米，流域面积 26557 平方千米，省内面积 21288 平方千米。地势西北高、东南低，海拔 2500 米 ~ 4000 米，地势起伏较大，山势陡峻，地面坡度在 25° ~ 60° 之间，河谷深切，水面低于两岸耕地 300 米 ~ 500 米，属中山峡谷。

红水河干流从蔗香双江口至曹渡河口段为黔桂界河，全长 100 千米。红水河在贵州省内流域面积 15948 平方千米。区内有大面积喀斯特分布。

南、北盘江和红水河是贵州水土流失最严重的地区，全年的输沙量达 2760 万吨，超过乌江的年输沙量。

柳江水系在贵州省的流域面积 15314 平方千米。都柳江为柳

江上游，发源于贵州南部独山县黑纳。至三都、榕江、从江县而流出黔境，全长 310 千米，平均比降 3.80，境内流域面积 11326 平方千米，地势南、西、北高，东部低，出境处海拔 137 米，为全省最低点。

贵州的气候属于高原型亚热带东亚气候带，又受西风带和副热带环流的影响，南北气流交替比较频繁、剧烈的地区，形成了贵州独特的气候特征（吴俊铭，2000）。

贵州四季分明，具有夏长冬短的特点，又是温和湿润、夏无酷暑、冬无严寒、春秋暖和之地。夏季（6—8 月）各月平均温度多在 20 ~ 25，最热月（7 月）平均温度多在 23 ~ 25，低海拔的平均温度也只有 27。冬季（12 月—2 月），各地平均气温一般在 3 ~ 9，最冷月（1 月）平均气温为 3 ~ 6。全省全年平均气温为 15 左右。贵州降水充沛，大部分地区的降水量在 1100 毫米以上，另有晴隆等 27 个县（约占全省总县数的 30%）的降水量高于 1300 毫米，降水量最高的晴隆县可达 1607.8 毫米。贵州 4—10 月为湿季，11—3 月为干季。由于贵州地形复杂，高山峡谷地形等造成贵州全省多局部暴雨，特别在 5—9 月，常常出现 100 毫米以上的大暴雨。一次大的降雨过程的降水量可占年均降水量的 25% ~ 40%，全省有三个主要暴雨区（黔东南、黔东北、黔西南）和两个少暴雨区（黔西北和黔东）。贵州暴雨具有历时长、覆盖范围大和暴雨集中、雨强大的特点。如贵州省 1991 年 6 月 30 日至 7 月 12 日的十三天里，几乎天天有暴雨。这十多天的最大降雨量达 711.1 毫米（六枝岩脚站）。这次暴雨中累计降雨量在 400 毫米以上的笼罩面达 19880 平方千米，雨量在 200 毫米以上的笼罩了 96050 平方千米。暴雨期间，雨量极为集中，如罗甸，1976 年 5 月 24 日在 24 小时内降雨量就达 336.7 毫米，最大 12 小时的雨量为 336.6 毫米。贵

阳火车西站 1996 年 7 月 21 日实测最大 6 小时降雨量达 235.2 毫米，1979 年 7 月 20 日安顺 1 小时的暴雨量达 116.0 毫米，最大 30 分的降水量 109.9 毫米，在最大 10 分钟内竟降了 72.6 毫米。（王继辉，1998）

二、生态环境的现状

生态环境是人类生存和发展的基本条件，是经济、社会可持续发展的基础。贵州生态环境的脆弱性、严重性和难恢复性，早已为贵州省各级政府和人民所认识。贵州在 80 年代就提出了建立“人口—资源—生态协调发展”的基本思路，在国家的支持下先后实施了国家长江上游防护林工程，珠江上游防护林工程，开展国家长江上游水土保持重点防治区工程，珠江上游水土保持重点防治区工程，国家“开发扶贫，生态建设示范区（毕节地区）工程，中国《中国 3356》造林工程，世界银行贷款的《国家造林项目》，《森林资源发展和保护项目》，世界银行贷款扶贫项目，贵州山区农业综合开发工程，以工代赈工程等，不断加大山水林田路综合治理力度，大力治理石漠化，加强封山育林和草地建设，推广节水农业，发展农村新能源，使贵州的生态环境建设进入了新的发展阶段，为建立良性生态环境创造了条件（刘江，1999）。但要使脆弱的、已受到严重破坏的生态环境在短时间一下建成良性的生态环境，这是一件不容易的事，况且目前贵州省的生态环境形势依然十分严峻。

贵州省人口的急剧增加是造成贵州生态环境恶化的重要原因之一。自 1949 年以来贵州省总人口从 1416.4 万人增至 1996 年底的 3459.54 万人，目前已达 3600 万人。在 50 年中，人口净增了 2180 多万人。人口猛增而人均耕地迅速下降，为了解决最基

本的生活，农民只能上山伐林垦荒，甚至在 35° 以上的高坡上垦殖，乱垦滥伐，全省 490×10^4 平方百米的耕地中，旱地就有 335.4×10^4 平方百米，其中 87.5% 为旱耕地，大于 25° 的陡坡地 134.8×10^4 平方百米，占全省旱地面积的 40.2%。而肥力高、土层厚、耕作条件好的平坝地不足 20%（龚德勇等，2000）。乱垦滥伐造成了全省森林大面积的减少。据统计，全省森林覆盖率从 1949 年的 30%，降到 1974 年的 14.5% 和 1984 年的 12.6%，虽然近 10 多年来加强了封山育林工作，但目前森林覆盖率仍不到 15.4%（陈林，1999）。有的地区森林覆盖率仍小于 10%，如黔中喀斯特山地不到 5.8%，有的县在 3% 以下。

生态环境恶化，水土流失严重。不适当的耕作和自然的变迁使贵州全省的水土流失面积从 1957 年的 3.1 万平方千米，增至 1964 年的 3.5 万平方千米，90 年代初的 7.6 万平方千米，占全省国土面积的 43.5%，水土流失面积逐年剧增（表 2）。

表 2 贵州省水土流失面积表

年代	水土流失面积占总国土面积的百分比（%）
50	14.2
60	18.9
80	28.4
90 年代初 7.6 万平方千米	43.5

（屠玉麟，2000）

贵州水土流失的强度由土地的坡度决定，坡度越大，流失越厉害。贵州全省 15° 以下的坡耕地 68.09 万平方百米占总耕地面

积 39.42%，产生的侵蚀量为 2016.6 万吨，占耕地总侵蚀量的 10.78%； $16^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 坡耕地为 66.47 万平方百米，占坡耕地总数的 38.5%，产生的侵蚀量为 5081.7 万吨。占坡地总侵蚀量的 27.16%； $26^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 坡耕地面积为 26.44 万平方百米，占坡耕地总数的 15.3%，产生的侵蚀量 2430.46 万吨，占总侵蚀量的 12.99%； $36^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 坡耕地 9.27 万平方百米，占坡耕地总数的 1.41%，产生的侵蚀量 2629.43 万吨，占坡耕地总侵蚀量的 14.05%。从上述可知， 15° 以下的耕地面积与 $16^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 耕地相近，但 $16^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 坡耕地产生的侵蚀量和侵蚀强度分别是 15° 以下坡耕地的 2.5 倍和 2.6 倍；坡度为 $36^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的坡耕地占总耕地的 1.41%，但所产生的侵蚀量却与占总耕地 39.42% 的 $< 15^{\circ}$ 的坡耕地相近，而且，其侵蚀强度达 283.6 吨/平方百米，是 15° 以下坡耕地的 9.6 倍（表 3）。

表 3 耕地坡度与水土流失强度的关系

坡度	耕地面积 ($\times 10^4$ 平方百米)	总侵蚀量 ($\times 10^4$ 吨)	侵蚀强度 (吨/平方百米)
$< 15^{\circ}$	68.09	2016.6	29.6
$16^{\circ} \sim 25^{\circ}$	66.47	5081.7	76.4
$26^{\circ} \sim 35^{\circ}$	26.44	2430.46	91.9
$36^{\circ} \sim 45^{\circ}$	9.27	2629.43	283.6

（根据甘露，1998）

贵州每年通过乌江等河流输出的泥沙量达到 61.34 百万吨。其中乌江每年平均输送泥沙量 19.99 百万吨，是全省之最，其次是北盘江达 9.62 百万吨。红水河年输沙量达 25.63 百万吨（包括在蔗香以上全流域产沙输沙量，即包括流经云南省与贵州省的南盘江、北盘江两条河流的输沙量之和），输沙量最少的是都柳

江，仅 0.20 百万吨。都柳江流域内的多年平均侵蚀模数也只有 112.36 吨/年·平方千米，仅为北盘江流域多年平均侵蚀模数 478.00 吨/年·平方千米的 23.5%。北盘江流域是贵州平均侵蚀模数最高的地区；乌江处于第二位，达到 393.57 吨/年·平方千米，赤水河流域为第三，多年平均侵蚀模数为 342.55 吨/年·平方千米（表 4）。

表 4 贵州主要河流侵蚀强度比较表

河名	测站	集水 面积 (平方千米)	多年平 均输沙量 (百万吨/年)	多年平均 侵蚀模数 (吨/年·平方千米)	侵蚀速率 (毫米/千年)
乌江	思南	51270	19.99	393.57	980
赤水河	赤水	17224	5.90	342.55	860
北盘江	这洞	20143	9.62	478.0	1138
红水河	蔗香	82480	25.63	310.74	780
都柳江	把本	1781	0.20	112.36	280
合计		172898	61.34		

根据贵州全省的水土流失强度，即每年每平方千米内的土壤、泥沙流失量，可以把全省分为 3 个水土流失区（图 3）。图 3 说明水土流失主要分布在黔西和黔西南。

随着地势由西向东的递降，水土流失的强度也呈明显的降低趋势。如西部的六盘水市和毕节地区的毕节、赫章两县水土流失面积分别占本县面积的 45.7% 和 57.6%；水土流失量分别达到 967.3 万吨/年和 533.9 万吨/年，侵蚀模数达 901 吨/年·平方千米及 2810 吨/年·平方千米。区内北盘江、三岔河和六冲河的输沙模数达到 900~1450 吨/年·平方千米。特别是三岔河的支流俄脚河流域，面积仅 84.5 平方千米，水土流失面积却达到 46.5 平

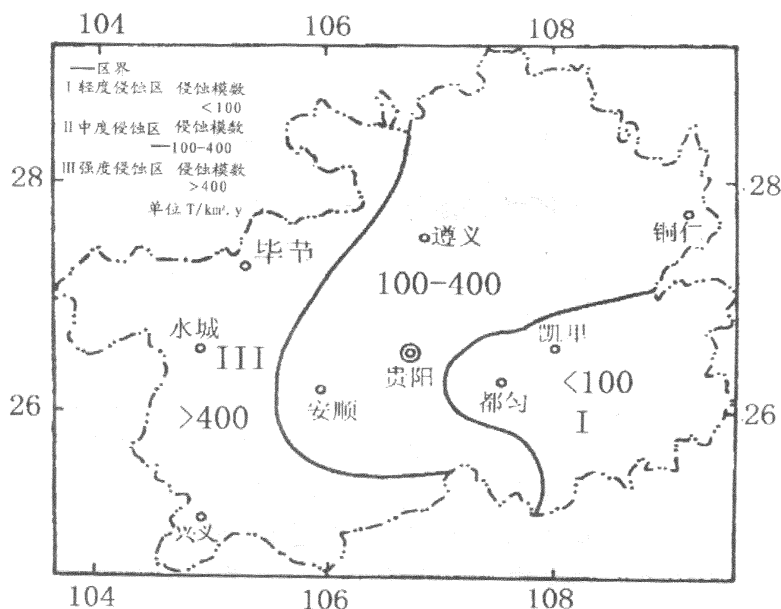


图3 贵州水土流失强度分区图

方千米，土壤侵蚀模数达到 3022 吨/年·平方千米，年输沙量 2.55×10^5 吨，相当于全流域内 1858.5 平方百米的坡耕地平均流失表土 10 毫米/年。上游地区严重的水土流失，使六冲河，三岔河两流域的侵蚀模数分别达 2180 吨/年·平方千米和 25840 吨/年·平方千米，为黄河流域平均值 1790 吨的 1.2 倍和 3.2 倍。本区是贵州省最严重的高产沙和输沙区（贵州省农业地貌区划，1989）。

乌江中游地区所代表的处于贵州中部丘原、峰林、峰丛峡谷区，多年平均侵蚀模数为 393.57 吨/年·平方千米。处于贵州东部的都柳江，整个流域面积 1781 平方千米的地域内，多年平均

侵蚀模数为 112.36 吨/年·平方千米。东部许多地区的土壤侵蚀模数小于 100 吨/年·平方千米。这表明贵州西部的土壤侵蚀强度明显高于贵州中部和东部。

强烈的土壤侵蚀和流失，造成了如下恶果：

（一）加速了喀斯特岩溶地区的石漠化

贵州由于山高坡陡，岩石类型众多，土层厚度变化极大。在相似的地貌条件下，砂页岩和板岩上的土层可达 100 厘米左右，而石灰岩上只有 20 厘米～30 厘米。土层的厚度还受地表坡度的影响（表 5）。地形坡度越小，土层厚度越大，地形坡度越大，则土层厚度越小。在许多喀斯特地区的峰林峰丛顶部和峰坡上部，土层的厚度往往不足 10 厘米，而在喀斯特洼地和盆地中土层的厚度可达 1 米至数米，最厚可达 10 米。在山上的森林植被被破坏后，土壤容易干裂成疏松的碎块。一遇暴雨，山上大量泥沙顺坡而下，堆积在山脚或溶蚀洼地中，造成了一系列的严重环境问题，喀斯特山丘上产生大量岩石裸露的石漠化，暴雨形成的泥沙流、则淹埋了盆地和洼地中的良田和道路，并产生了水库淤积和地下河淤塞等。

表 5 坡度与土层的厚度（厘米）表

地点	项目	5° ~ 10°	10° ~ 15°	15° ~ 20°	20° ~ 25°	25° ~ 30°	30° ~ 35°	35° ~ 40°
兴义鲁贡	土层腐 殖质层	120 ~ 8	81 ~ 20	80 ~ 17	78 ~ 15	71 ~ 18	42 ~ 9	20 ~ 7
兴义白	土层	90 ~ 17	35 ~ 12	41 ~ 7	29 ~ 8	28 ~ 8	25 ~ 11	21 ~ 9
兴义	土层			92	90	54	38	16

（贵州省农业地貌区划，1989）

贵州严重的水土流失造成了严重的土地石漠化，现今，全省石漠化面积已达到 138.88×10^4 平方百米，占全省总面积 1761.28×10^4 平方百米的 7.90%。（分布在全省 9 个地市州的土地石漠化程度列于表 6 中。）严重石漠化多发生在人口密度大、耕作技术落后的高坡毁林垦殖区。如处于乌江、北盘江水系上游的六盘水市的石漠化面积已达到 25.75×10^4 平方百米，占全市总面积的 25.98%。在石漠化地区，岩石裸露率在 70% 以上的占石漠化面积的 38.9%，岩石裸露率 30% ~ 70% 的占石漠化面积的 20.7%，裸露率在 30% 以上的石漠化土地占石漠化土地总面积的近 60%。目前还有潜在石漠化趋势的 $25^\circ \sim 35^\circ$ 以上旱地 58.1×10^4 平方百米（罗中康，2000）。

近年来，虽然贵州省加大了生态环境的整治，但由于人口的膨胀和乱垦滥伐造成的生态系统的破坏在短时间内难以恢复，加上一些高坡垦殖的耕地一时也难以全部退耕还林或还草。因此，目前石漠化的趋势还难以得到有效抑制。如在 80 年代，普定县石漠化面积每年以 500 多公顷的速度增加，赫章县 1957—1981 年每年以 467 平方百米的速度增加石漠化面积，纳雍县 1980 年后石漠化土地扩大的速度达到 586 平方百米/年，处于乌江中游的思南县也在以 250 平方百米/年的速度扩大石漠化面积，全省土地石漠化正以每年 508.16 平方千米（合 5.08 万平方百米）的速度增加。据预测，若不采取有力措施进行治理，贵州省的石漠化土地在本世纪末将达到 21510.41 平方千米，占全省土地面积的 12.2%。

土地石漠化除乱垦滥伐和高坡垦殖引起外，矿区的无序采矿也是重要原因。贵州开发的主要矿产中有许多是露天开采的，如铝土矿、磷、石灰石、砂石、砖瓦粘土及锰铁矿等。露采要进行

大量表土剥离，对地表植被与地貌景观造成了严重破坏，形成土

表 6 贵州石漠化分布表

地 区	土地总面积 ($\times 10^4$ 平方百米)	石质荒漠土地	
		面积 ($\times 10^4$ 平方百米)	占总面积 (%)
黔南州	761.97	27.79	10.61
六盘水市	99.14	25.75	25.98
安顺地区	148.91	22.69	15.23
毕节地区	268.46	21.39	7.79
黔西南州	67.96	14.47	8.67
铜仁地区	180.23	14.10	7.83
遵义地区	307.53	10.01	3.25
贵阳市	24.06	1.49	6.19
黔东南州	303.06	1.19	0.39
全省	1761.28	138.88	7.90

地荒芜，岩石裸露，乱石遍地。矿业荒漠化土地，加上因矿业开发产生的“三废”对土地和植被造成的不良影响，更使土地严重破坏。据调查，80年代初期全省已累计有矿业荒漠化土地450平方千米。至1994年，又增至1290平方千米，约占全省国土面积的0.73%。这类土地主要分布于喀斯特强烈发育的黔中、黔西地区，如贵阳、开阳、瓮安、福泉、清镇、修文、遵义、六盘水、毕节、晴隆、大方、织金等地。在1983—1994年的11年间，矿业荒漠化土地平均每年增加76.3平方千米，预计在未来30年中，全省矿业导致的荒漠化土地面积仍将以每年30平方千

米~50 平方千米的速度增长（屠玉麟，2000）。

（二）造成严重的自然灾害

由于地表植被的严重破坏，一方面降低了植被和土壤对降水的截蓄，另一方面在裸石山体上迅速形成坡流。雨强越大，坡流流速和流量越大，对裸岩碎石、土壤的冲刷力越强，就越能形成山坡泥石流或泥流和山洪，形成严重自然灾害。如，1996 年 7 月上旬一场百年一遇的暴雨，全省 83 个县、市中 55 个受灾，造成死亡 214 人，重伤 1380 人，被水围困 11 万人，12.7 万人无家可归，倒塌民房 1.7 万间，农作物受灾 36 万平方百米，绝收 5 万平方百米，直接经济损失 46 万多元。再如 1985 年晴隆县一次暴雨，造成 6 处山体滑坡，9496 户严重受灾，两座水库和一座电站被冲垮（罗中康，2000）。1982 年 4 月 25 日，毕节市何官屯地区一场 83 毫米的暴雨，引起山洪暴发，泥石俱下，直冲下游农田、村寨，受灾面积达 2890.47 平方百米，直接经济损失 300 多万元（钟爱平，2000）。兴义市全市有 2 平方百米以上的喀斯特盆地和大洼地 121 个，常常被淹没成灾，其洪涝面积达 0.15 万平方百米。

据 1994 年对贵州西部 2.8 万平方千米范围内地质灾害的详细调查，结果有滑坡 2036 处，崩塌 1294 处，泥石流 290 处，地面塌陷 166 处，喀斯特洪涝 552 处。这些说明由水土流失造成的自然灾害在贵州已十分严重。

（三）水库严重淤积

贵州是我国西南部重要的水利水电基地，贵州生产的强大电流远远输送到我国东南工业发达的广东等省区。自 70 年代以来，在乌江上修建了一系列梯级电站。但由于乌江流域生态系统恶化

趋势没有得到抑制，水土流失、滑坡、泥石流、矿渣和各种垃圾乱堆所形成的大量泥沙物质被暴雨后的地表径流送到水库和湖泊，造成严重淤积。

乌江流域（限贵州省境内）产沙量 60% 以上来自上游地区 18161 平方千米的范围。这些高含沙的河水直接影响到乌江各梯级水库的安全运行。乌江渡水利枢纽从 1978 年运行至 1983 年的 5 年中坝前淤积厚度约 40 米，相当于设计 50 年的淤积量，致使 645 米、655 米高程的两层工业取水口完全淤堵报废。乌江渡水电站以上的洪家渡、东风、索风营水库，均淤积严重，其中东风水库运行约 25 年左右，淤积高程已达到死水位，再运行 50 年后库容将基本损失殆尽（李湘黔，1988）。

据 1982 年的不完全统计，贵州小（二）型水库的淤积库容为 2174 万立方米，占总库容的 13%，另有 12 座山塘淤塞报废。毕节倒天河水库在运转 20 年后，被淤积了 135.6 万立方米，相当于水库失效了 21%。威宁县新华水库于 1978 年投入运行，至 1982 年，就淤积了 92 万立方米，即 5 年中水库就被淤积了 20% 的库容，这样一个水库，用了 25 年将告报废。处于贵州东北部的松桃县建国以来共修了 4821 处山塘水库、拦河坝等水利设施。由于泥沙淤积和失修，到目前已报废了 1445 处，占修建总数的 30%（罗中康，2000）。

贵州西部高原上的明珠草海，是国内外罕见的面积达 42 平方千米的高原喀斯特湖，是黑颈鹤等珍稀动物的栖息和繁衍之地。由于 70 年代初的疏干垦殖，森林复垦率从 50 年代的 35.8%，下降到 90 年代的 6.9%，草海西部、北部山坡地水土流失面积达 710 平方百米，约占保护区总面积的 15%。严重的水土流失，使草海日益变浅，面积变小，到 90 年代末还不到 20 平方千米（贵州省农业地貌区域，1989）。据预测，如果草海流

域不加强生态环境的整治，再过 20 年，草海将从地球上消失（李春生，周国富，2000）。

（四）生物多样性受到了严重威胁

随着贵州省森林覆盖率大幅度下降、生态环境的恶化，生物多样性受到了严重威胁。全省受威胁的种子植物共计 89 科 402 种，约占全省种子植物总数的 8.1%。其中喀斯特地区分布的 84 科 342 种，占全省受威胁种子植物总数的 85%。其中被列入国家濒危珍稀种 79 种，30 种国家重点保护植物（邓培雁，2000）。

贵州有 26 个县的野生动植物本来是丰富的，特别是分布有黔金丝猴、黑颈鹤及珙桐、香果树等国家保护珍稀动植物，但由于生境不断遭到破坏，保护不力，其动植物数量不断减少。

（五）旱涝灾害的频度大幅度增加

贵州省在 50 年代生态较好时，较大旱灾是 3—5 年一次。自 1972 年以来，随着生态的破坏和环境的恶化，较大的旱灾平均不到 2 年就发生一次（马贤惠，2000），甚至春旱或伏旱几乎年年都有。毕节地区从 1959 年至 1985 年 27 年中，发生了 24 年春旱（其中重旱 10 年），24 年夏旱，频率达 91%。80 年代以来，贵州 15 天以上的干旱比 50 年代末增加了 21.8%，20 天以上的增加了 21.5%，25 天以上的特大干旱增加了 15.4%（杨汉奎，1988）。90 年代以来，洪涝灾害更加加剧。从 1990 年到 1996 年，洪灾造成的经济损失为 1950—1989 年 40 年总和的 5.8 倍。

生态的破坏不仅导致严重的土壤侵蚀，而且下渗的水量日趋变小，地下水得不到充分的补充，导致泉眼减少，泉水流量大幅度降低，其结果，加重了干旱灾害和洪涝。

在过去生态系统良好、森林覆盖率达到 30% 以上时，许多

喀斯特山区具有丰富的泉眼，水量大，持续时间长。但随着生态的破坏，地下水露头越来越少，泉水流量越流越小。许多石灰岩地区，变成了“地下水滚滚流”、“地表水贵如油”的奇特景象。近 20 多年来，贵州各级人民政府投入巨资，解决农村饮水困难问题，依然路途遥远。到目前为止，贵州全省仍有 305.82 万人和 214.32 万头牲畜的饮水问题没有解决。如紫云县麻山地区，52.8% 的村庄人畜饮水依然困难，每年靠吃蓄水池的低水质的水达 8 个月之久。而无水池的地区要到数公里外去挑水。地处麻山腹地的董王乡每年仅挑水一项就花 38.4 万个劳动日，相当于 1200 个劳力一年的工作量（钟爱平，2000）。

三、改善生态环境，促进地区经济发展

贵州是以碳酸盐岩分布为主的喀斯特省份，地形切割破碎，水系纵剖变和地形坡度大，土层薄、成土慢，长期的水土流失，造成脆弱的生态环境严重恶化，土地质量大幅度降低，大面积石漠化，使有效耕地面积迅速减少，生物生产量越来越低，使经济不发达的贵州广大山区更加困难。并且有许多地方已失去了人类生存的基本条件。若占全省土地面积 73% 的喀斯特地区的生态环境得不到彻底改善，那么，整个贵州的经济发展、社会进步和民族团结就会受到严重影响。要使贵州经济持续发展，就得使恶化了的生态环境得到逐步改善，最终进入良性循环。

对于长江、珠江等河流上游的分水岭地区，亦即贵州省水土流失最严重的地区，在国家长江上游防护林工程、珠江上游防护林工程、国家长江上游水土保持重点防治区工程和珠江上游水土保持重点防治区工程等国家重点工程项目取得重大成果的基础上，应严格保护这些项目所形成的逐步良化的生态环境。

贵州从 1989—1998 年的 10 年中，实施长江中上游防护林体系工程建设，营造林地 88.6 万平方百米，使 20 个长江防护林工程县的森林覆盖率从治理前的 14.4% 上升到 27.4%，水土流失面积从 1.75 万平方千米，减少至 1996 年的 1.16 万平方千米，土壤侵蚀量从 1989 年的 5017.4 万吨，减少到 1996 年的 3535.5 万吨。

开阳县通过长江防护林建设，森林覆盖率从治理前的 29% 上升到现在的 41.7%。水土流失面积从 1100 平方千米减少到现在的 200 平方千米，全县粮食总产量从治理前的 6.05 万吨增加到 13.25 万吨（罗中康，2000）。

生态环境综合治理取得最佳效益的例子是毕节市观音河流域的治理。观音河流域从 1989 年开始列入“长江中上游地区综合治理工程”，至 1993 年，经过 5 年的连续治理，已完成综合治理面积 86.80 平方千米，治理程度达 98.40%，共完成坡改梯 786.67 平方百米，发展经济果林 1333.33 平方百米，营造水土保持林草 1646.67 平方百米，封禁治理 2620.0 平方百米，实施农业保土耕作措施 2293.33 平方百米，修建灌排水渠 12 条，长 6.02 千米，维修河堤 6 段长 8.64 千米，建谷坊 17 座、蓄水池 7 口、配套旱地灌溉工程 1 处，新增保灌面积 500 多公顷，建经济果林场 3 个，配套乡村公路和田间便道 7 条共长 37 千米，解决了五个村的用电困难和 4 个村 3000 多人及近万头（匹）大牲畜的饮水困难。

流域内林地面积由治理前的 4116.6 平方百米增加到 6119.33 平方百米，原有破碎的有林地疏林地已逐步恢复，植被覆盖率由 28.38% 提高到 41.04%。农、林、草、荒及其它用地的比例由原来的 45.62:27.61:0.73:8.30:17.74 调整为 39.87:41.04:1.25:0.00:17.84，土地利用日趋合理。耕地面积由

6810.03 平方百米减少至 5945.80 平方百米，减少了 12.7%；在农业人均耕地由原来的 0.16 平方百米减少到 0.13 平方百米的前提下，粮食总产量却由治理前的 1098.40 万公斤提高到 1899.82 万公斤，增长 73.0%，平均单产由治理前的 1612.92 公斤/平方百米提高到 3195 公斤/平方百米，增长 98.08%；农业人均粮食由治理前的 251.6 公斤提高到 410 公斤，增长 63.0%；农业人均收入增加到 1152 元，增长了 3.4 倍，流域内 90% 以上的农户已解决温饱问题，开始步入小康。

观音河流域内严重的水土流失已基本得到控制，水土流失面积由治理前的 88.12 平方千米降低到 49.87 平方千米，减少 13.41%，年土壤侵蚀量由 46.55 万吨降低到 13.30 万吨，减少径流量 1590 万立方米。根据毕节市水保办 1993—1995 年的观测材料，自然坡度 $8^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 坡改梯与不改梯比较，坡改梯小区，泥沙流失量为 4.52 公斤，未改梯小区流失量为 24.55 公斤，改梯后的拦沙率提高 81.6%；改梯小区的径流量是 1719.75 立方米，未改梯小区径流量为 3365.60 立方米，坡改梯后减少径流量 48.9%。水土保持林的功能观测结果表明，减蚀率比治理前提高 71.0%。对实施绿肥免耕和地膜覆盖栽培的 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 坡耕地的观测表明，土壤减蚀率达 60% 以上，旱涝灾害已得到了控制（钟爱平，2000）。

对于像荔波县茂兰喀斯特森林这样的自然保护区，应加大保护力度，防止对它们的蚕食。随着自然保护区旅游的蓬勃发展，人类活动对保护区生态环境的冲击越来越大。有的地方一面在改善生态环境，一面又在伐林垦荒破坏生态。为了真正做到保护稍加改善了生态环境和自然保护区，必须要做好这些地区的综合保护和开发规划，严格划分不同功能区，适当开展旅游和其它经济活动。

对于那些水土流失严重的石漠化地区，按实际地形划分为上、中、下三部分。上部为生态林带、下部是经济林带、中部作为生态和用材林带。下部坡度小，土层较厚，土质较好，往往有常流泉或季节性泉分布，又近居民居住地，因此易于管理。许多地方的农民就是在这些山丘下部种植了各种经济林木而获得了很高的经济效益而摆脱了贫困。

山丘的上部和中部是石漠化主要发生部位。这里土层极薄，岩石裸露，又缺水干旱，很难人工营造森林。在这些部位可采取封禁措施，逐步恢复生态。根据最近研究，自然恢复生态虽然速度较慢，但是有可能恢复。

喀斯特地区各类植被群落的土壤中贮存了较为丰富的植物种子。在黔中喀斯特地区，在 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的土层中，常绿落叶阔叶混交林贮存种子数为 6564 个/平方米，灌木林为 12440 个/平方米，草被为 24196 个/平方米，即使是石漠化的土壤中也有 6162 个/平方米（金小麟，2000）。严重石漠化地区仍有 10% ~ 50% 的不连续土壤和植被存在，有的裂隙中土层可厚达 1 米以上。在适当的水、热条件下，这些贮存在表土层中的植物种子就能发芽生长。采取严格的封山育林，严禁放牧砍树，喀斯特石漠化山丘地经过几年的努力也会恢复生态，形成喀斯特森林植被。如贵阳十一洞封山，经 20 年形成高 4 米，平均胸径 40 厘米的灌木丛，并出现栎、杨等乔木（杨汉奎，1988）。

在几乎全裸不见土的石灰岩滩地上通过播撒一些喜钙耐旱的树种子，最终改善生态。如播撒圆叶鸟柏（野生的鸡蛋木）种子，经过五年就形成了一片十余亩的高 6 米 ~ 7 米的圆叶鸟柏林。这些树大多生长在几乎不见土的岩石裂隙中。

通过恢复生态，治理环境，解决干旱缺水的事例是弄拉村效应。解放前弄拉村石灰岩峰丛上森林郁郁葱葱，山泉淙淙。解放

后，经过几次滥伐，森林覆盖率从 40% 以上下降到不足 12%，水土流失严重，土地严重石漠化，岩石裸露面积越来越大，泉眼断流，全村 60 余人必须要靠 4 千米外的泉水解决饮水问题。从 60 年代后期开始，弄拉村制定村规民约，坚持封山育林和发展经济林木，发展山区立体农业。在 90 年代初，石山被郁闭，森林覆盖率达到 72%。1995 年全村人均收入达 2086 元。已断流多年的裂隙泉又淙淙出流。清澈的泉水引储入一个个新建的蓄水池和水柜，从此全村 120 多人全年都能喝上清洁卫生的自来水。生态的恢复不仅给弄拉村带来了青山绿水的优质环境，使弄拉村的石山梯地变成稳产高产田，全村提前进入了小康村。弄拉村生态脱贫致富的样板，引来了国内外的大量游客，弄拉村从一个山区农业村变成了生态游旅的风景点。

对于一些景观奇特优美的和具有科学、观赏意义及一些突发性地质及其它自然事件遗留下来景观应得到充分和严格的保护，并可以进行不破坏景观和环境的建设，开展在控制范围内的旅游活动，增加保护和改善生态环境的资金的来源和提高当地居民的生活水平。

贵州是个旅游资源十分丰富的地区。以秀美壮观的黄果树瀑布、神秘莫测的地下龙宫、世界罕见的高大壮观的地下石笋林织金打鸡洞、风景如锦的安顺锥状峰林平原、琳琅满目的卷曲石博物馆修文多缤洞等为代表的贵州高价值喀斯特风景旅游景观；以盘江峡谷和马岭河等峡谷风光；有以百里杜鹃和梵净山自然保护区等一批丰富的生物景观；以遵义会议旧址、娄山关、红军四渡赤水的红军渡等名胜古迹，以乌江渡水电站、天生桥水电站、红枫湖为代表的现代水利工程，以茅台酒为代表的贵州酒文化和极为丰富的苗族、布依族等少数民族风景和民族传统建筑等各类风景名胜有机地组合在一起，较均匀地分布在全省各地。它们对国

内外游客具有强烈的吸引力。通过风景旅游资源的保护和开发，一方面可以通过旅游业全面拉动这些风景旅游资源丰富而又十分贫困的山区经济的快速发展，如促进饮食住服务业、交通、土特产品和旅游纪念品等的发展，另一方面通过风景旅游区的建设，恢复和改善生态环境，黄果树瀑布景区、龙宫景区和织金打鸡景区的生态环境都得到明显的改善有力地证明了这一点。

为了顺利地进行高坡耕地的退耕还林或退耕还草，必须尽力通过坡改梯、增加土层厚度、补充有机质和作物生长所必需的各种微量元素等措施，提高耕地质量，同时采用高科技耕作技术，提高单位面积产量和总产量，帮助农民发展家庭副业，增加收入。

科学地开发地表、地下水资源和雨水资源，发展水利，解决人畜饮水和耕地灌溉缺水问题，增加旱涝保丰收的耕地面积。贵州的喀斯特地下水系极为发育，水资源极为丰富。对于地下水系可以采用堵、蓄、引、抽等有效办法，开发地下水资源。如独山县曾在地下河的有利部位，采用经济的技术，修建地下水库。这既能自流灌溉田土、又能发电。普定县马官乡利用石灰岩导水的不均匀性，修建了容量达 100 万立方米左右地表地下联合水库，自流灌溉了下游 5000 亩水田和解决了 1000 人的饮水困难问题，为贫困区的脱贫创造了条件。

对于贵州省大部分干旱地区，应尽力发展节力农业。在贵州的大坝子和高原台地上往往分布了大片耕地，但由于缺少水源，农业生产发展缓慢。如果能应用节水灌溉技术，那么应用有限的水资源，解决干旱田土的灌溉问题，农业生产就会有较大幅度的提高。

农业生产发展了，贫困农民的收入提高了，高坡退耕还林和退耕还草就有了可能。考虑到经济和生态效益，在高坡的空隙地

上可以发展竹业生产。竹具有速生、高经济和固土的特点。竹笋是营养丰富的食品，成竹既能用作建筑材料，又可加工成各种新产品。竹叶可以覆盖地面，防止地表的水土流失。事实证明，发展竹业是脱贫致富和改善生态的有效途径之一。

参考文献

- ① 贵州省林业厅：《贵州省喀斯特石漠化地区生态重建工程建设的探讨》、《贵州林业科技》，1998，26（4），1—6。
- ② 杨明德 何才华：《贵州地貌发育的基本特征》、《贵州地质科技情报》，1976，No.2，44—67。
- ③ 王继辉：《贵州成灾洪水的暴雨特征》、《贵州水力发电》，1998，12（1），7—10。
- ④ 刘 江：《全国生态环境建设规划》，中华工商联合出版社，1999，北京。
- ⑤ 龚德勇 谢惠珏 王朝珍：《贵州喀斯特山区生态农业刍议》、《贵州环保科技》，2000，6（1），16—20。
- ⑥ 陈 林 屠玉麟：《贵州喀斯特地区生态环境问题及其对策》、《贵州环保科技》，2000，6（1），1—6。
- ⑦ 甘 露 叶红艳 何才华：《试论贵阳市南明河的主要环境问题及综合治理》、《贵州师范大学学报》（自然科学版），1998，16（2），23—28。
- ⑧ 《贵州省农业地貌区划》编写组：《贵州省农业地貌区划》，贵州人民出版社，1989。
- ⑨ 罗中康：《贵州喀斯特地区荒漠化防治与生态环境建设浅议》、《贵州环保科技》，2000，6（1），7—10。
- ⑩ 钊爱平：《贵州喀斯特地区水土保持综合治理及生态农业建设典型模式探讨——以毕节市观音河流域为例》、《贵州环保科技》，2000，6（1），56—60。
- ⑪ 李湘黔：《乌江梯级开发泥沙与环境的制约关系》，刊于：《贵州喀

斯特环境研究》，贵州人民出版社，1988，82—87。

- ⑫ 李春生 周国富：《草海自然保护区建设生态农业的初步设想》、《贵州师范大学学报》（自然科学版），2000，18（1），8—12。
- ⑬ 邓培雁：《贵州喀斯特地区种子植物物种多样性受损现状与对策》、《贵州环保科技》，2000，6（1），21—26。
- ⑭ 马贤惠：《贵州喀斯特地区生态环境与经济发展的重要问题—关于贵州生态农业发展与建设的思考》、《贵州环保科技》，2000，6（1），11—15。
- ⑮ 杨汉奎：《脆弱的喀斯特环境》，刊于：《贵州喀斯特环境研究》，贵州人民出版社，1988，15—18。
- ⑯ 金小麟：《喀斯特地区林业生态建设的重要性和可行性分析》、《贵州环保科技》，2000，6（1），42—45。

西藏生态环境特征、 利用与可持续发展

· 杨勤业 吴绍洪 ·

总面积超过 120 万平方千米，平均海拔 4000 米的西藏自治区是中国三大自然生态区之一的青藏高原的主要组成部分。它由一系列高山、高原面和镶嵌在其中的宽谷、盆地组成。位于南部的喜马拉雅山，对自治区的自然环境、经济发展以及人们的社会生活产生深刻的影响。喜马拉雅山区与整个青藏高原之间在自然环境特征、利用及治理方面有密切的关系。本文将简要阐述西藏自治区生态环境特征、利用及与可持续发展相关的若干问题，以便有益于对西藏自治区的认识，为实现中央提出的西部开发战略作出积极贡献。

一、西藏自治区生态环境的基本特征

第三纪以来，作为青藏高原的一部分，西藏自治区也大幅度的强烈隆升。它的基本特点是：海拔高，地质历史年轻而不稳定；空气稀薄，太阳辐射强烈，气温低，日较差大等环境因素突出；现代冰川、冻土发育，寒冻风化作用普遍；具有特殊的动植物区系和生态适应；垂直自然带非常发育，并且与水平地带紧密结合在一起，对本区自然界产生深刻地影响；地广人稀，人类活动对自然环境的影响相对较弱。

（一）海拔高，地质历史年轻而不稳定

第三纪以来的地壳运动使古地中海撤出，喜马拉雅山崛起抬升。在上新世时（距今约 3—4 百万年），青藏地区平均海拔约 1000 米左右，具有热带—亚热带森林和草原的自然景观，后来整个地区大幅度地、有差别地强烈隆起，揭开了青藏高原自然历史的重要篇章。

高原的形成与地球上最近一次强烈的、大规模的地壳变动——喜马拉雅造山运动密切相关，表现为大幅度的近代上升，平均海拔超过 4000 米，且有许多超过雪线、海拔 6000 米 ~ 8000 米的山峰，是世界上最年轻的高原。在中国西高东低的地势总轮廓中有三级阶梯，高原是最高一级地势阶梯，是亚洲许多大河的发源地，由此向东逐级下降，最后经由中国东部低地及浅海大陆架没入太平洋海盆。

大体上，在整个地质历史过程中，西藏自治区从北向南逐步海退成陆，北面的昆仑山最早，随后为中部的喀喇昆仑山—唐古拉山和冈底斯山—念青唐古拉山，南部藏南谷地和喜马拉雅山区

最晚。

近 200 万年的第四纪以来，新构造运动强烈，高原南部及东南部是频繁的地震区，又是强大的地热带，抬升运动一直延续至今。在高原边缘普遍存在着地势抬升、河流深切的地形，河流纵剖面有几个显著的陡坎，地貌学上叫裂点，是由于河流侵蚀强度变化所形成的。还存在谷中谷的形态，也就是河谷中间套着河谷，这是由于河流多次下切作用所造成的。

青藏地区大面积大幅度地抬升至现在的高度，经历了由低海拔热带、亚热带环境向高寒环境发展的剧烈演变，除受到全球性冰期与间冰期气候冷暖波动的影响外，海拔高度剧增对自然环境所产生的变化也起着主导的作用。正是由于这种巨大的环境变迁，并且近期仍然在继续不断隆升、新构造运动仍很强烈的影响，使生态环境处于动荡不定之中。各种自然过程仍较年轻而不稳定。诸如水系变迁、高原内部夷平、高原外部突然陡切，海拔降低、寒旱化趋势的增强，冰川和冻土发育程度的减弱，湖泊盐化和消退，地面组成物质的风化程度变浅及其所受到的风蚀为主的侵蚀作用加强，土壤发育趋于缓慢、钙化和盐化现象更明显，生物区系成分不断变化以及各种生态系统更加趋于脆弱和不稳定等。

（二）高寒、低氧与太阳辐射强、气温低、日较差大等环境因素突出

高海拔所导致的相对低温和寒冷是突出的现象。腹地年平均气温在 0℃ 以下，大片地区最暖的 7 月平均气温也低于 10℃。年平均气温大约比同纬度东部低地低 10℃ ~ 18℃。从而成为我国著名的高寒地区。但是，高原并非冰天雪地，而是存在从低山热带到高原寒温带的不同气候带。例如，喜马拉雅山脉的南迦巴瓦

峰地区，在大约 10 公里的水平距离内，就能看到从赤道到极地的景观变化。高原气温日较差达 $18 \sim 23$ ，这是由于强烈的太阳辐射的结果，它弥补了气温低的不足。强烈的太阳辐射还给农作物的高产奠定了良好的基础。

空气稀薄、大气干洁的西藏自治区，太阳总辐射高达 $5400\text{MJ}/\text{米}^2 \cdot \text{年} \sim 7900\text{MJ}/\text{米}^2 \cdot \text{年}$ ，比同纬度低海拔地区高 50% ~ 100% 不等。但高海拔所导致的相对低温和寒冷是突出的。高原面上最冷月平均气温低至 $-10 \sim -15$ ，与中国温带地区大体相当。暖季，中国东部夏季风盛行，最热月平均气温大多在 $20 \sim 30$ 之间，且南北差异不大，唯独西藏自治区成为全国最凉的地区，7 月平均气温竟与南岭以南的 1 月平均气温相当，比同纬度低地降低 $15 \sim 20$ 。与同纬度低地相比，高原上气温日较差大一倍左右，具有一般山地与高山的特色。因受强烈大陆性气候的影响，气温年较差也不小，或与中国同纬度低地接近，表明它与热带高山有根本不同的温度特点。

强烈的太阳直接辐射使西藏自治区地表和近地面空气白昼强烈增温，但夜间冷却迅速，一年内有较长时间出现正负温度的交替变化。因而，冰缘融冻作用及寒冻风化作用普遍，在西藏自治区土壤和微地形的形成过程中有重要意义。

这些环境因素不仅明显地制约和影响各种自然过程，对各种生态系统、动植物的生长发育与进化，以及居民的生理机能、生活习惯、经济活动等也都产生重大影响。诸如决定了高寒草原、草甸与荒漠是主要的三大生态系统类型，并且使西藏自治区与相邻的青海省共同组成以牧业为主的我国三大牧区之一；配合较为协调的光、温、水条件，河谷农区又成为麦类作物高产的著名高寒农业所在；频繁发生的自然灾害，如霜冻、冰雹、暴风雪以及风沙等又严重限制着农牧业生产的发展；低氧环境增加了人体生

理负荷、降低了劳动能力，而且容易诱发高原病。

（三）冰雪与寒冻风化作用普遍

巨大的海拔高度有利于冰川、冻土的发育和冰缘与寒冻风化作用。西藏现代冰川发育，古冰川遗迹广布在极高山周围，成为生态的重要因素。西藏自治区是世界上中低纬度地区最大的冰川作用中心，现代冰川发育，占全国冰川面积的 $4/5$ 以上。冻土广泛发育，其中多年冻土连续分布，厚达 80 米 ~ 120 米，成为中低纬巨大的冻土岛，对交通运输、房屋建筑等都有相当影响。因此，从冰川冻土发育的角度看，在某种意义上可以认为西藏自治区的腹地至今没有脱离冰期。西藏自治区的冻土分为季节冻土、隔年冻土和多年冻土等不同的类型。黑（河）阿（里）公路以北至唐古拉山南坡的藏北高原，为多年冻土区，黑阿公路以南至年平均气温 $-2.0 \sim -6$ 等温线之间为隔年冻土和岛状冻土， -2.0 等温线以南，除个别高山外，多为季节冻土。

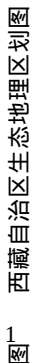
（四）动植物种类与生存环境相适应

高原上动植物区系分属于不同的系统，即历史古老的喜暖湿种类占据东南部，而较年轻的耐寒旱种类则分布于高原内部。喜马拉雅山是南北分布上的明显屏障，南部多为古老的喜暖湿的种类，而北部则多较年轻的耐寒旱的种类，高原内部还有许多高原特有的动植物种类，如植物中的小嵩草（*Kobresia*），动物中的牦牛（*Bos grunniens*）等。而横断山脉的纵向谷地则便于南北交流，且垂直分带明显，类型繁多，是世界高山植物区系极丰富的区域，又是第四纪冰期中动植物的天然避难所，保存了许多第三纪以前的子遗种类，成为现代不少种类的分布中心，如植物中的杜鹃属、动物中的噪鹛等。

因强烈隆起，高原内部寒旱化增强，具有高原特有的动植物成分。如植物中的垫状驼绒藜、紫花针茅、小嵩草等；动物中的藏羚羊是高原上唯一的特化属，牦牛则是第四纪冰期中冰缘环境下发展起来的种类。从构成自然景观外貌的植被来说，高原上广泛分布着高寒灌丛草甸、高寒草原、高寒荒漠以及高寒坐垫植被等类型，动物则相应为高地森林草原—草甸草原—寒漠动物类群，它们都显示出高原的特性。

（五）垂直变化普遍并与水平地带紧密结合

西藏自治区不仅边缘高山环绕、高差悬殊，而且内部也广布许多山脉，起伏不小。因此从山脚到山顶呈带状分布着不同的自然景观，称之为垂直自然带。按照组成垂直自然带的性质，可以归纳为东南部的季风性系统与西北部的大陆性系统两类性质不同的带谱。另一方面，范围巨大的高原受大地势结构和大气环流特点的制约，形成了自东南向西北由暖湿至寒旱的水平变化梯度，表现为森林—草甸—草原—荒漠的地带性变化。这种区域差异又和垂直带变化紧密结合，显示出高原的独特性，形成若干各具特色的生态地理区。西藏可分为喜马拉雅南翼雨林与山地常绿阔叶林地带、藏东山地针叶林地带、那曲高山灌丛草甸地带、藏南山地灌丛草原地带、羌塘高山草原地带、阿里山地半荒漠与荒漠地带和昆仑高山半荒漠与荒漠地带等七个地带（图1）。由图可以看出，高原内部以高寒草甸、草原和荒漠为主体的高原垂直带呈现水平地带变化则具有强烈的大陆性高原的特色，在本质上不同于低海拔相应的自然地带。可以认为高原自然地带是欧亚大陆东部相应水平地带在巨大高程上的变体，由地势和海拔引起的水热条件的不同是引起这种变化的主导因素。



（六）人口密度小，人为因素对自然环境的影响较弱

受自然条件的限制，西藏自治区人口稀少，平均每平方千米不及 2 人，相当于全国平均人口密度的 1/60。在历史时期内，西藏自治区自然的发展演变过程中，虽然远在四五千年前，部分居民已在气候适宜的雅鲁藏布江河谷地区定居耕耘，但工具简陋，耕作粗放，生产力一直低下。公元 7 世纪，吐蕃王朝建立，唐蕃联姻，文成公主进藏带来内地先进的农具和农业生产技术，促进了农牧业的发展，出现相对发达的河谷垦殖业。但由于自然条件及社会历史原因，经济发展速度缓慢。自 20 世纪 50 年代以后，随着社会制度的变革，经济发展速度加速。但人为因素的作用和影响无论在历史上，还是在规模和强度上，不仅不能与中国东部季风区相比，而且也远较中国西北干旱区微弱。大部分地区自然面貌依旧，生态环境较少改变。有些地方还保留着天然的原始状况，特别是在内部腹地，往往人迹罕至，因而自然地域分布规律等可以从天然植被类型特征得到清楚的反映。但是在近几十年来，由于经济开发、交通改善，人为因素对自然环境的影响也逐渐在增强。

二、土地利用与开发现状

中国是一个发展中国家。同所有发展中国家一样，人们对高山、高原的自然环境尚处于适应和初步利用阶段。按照当前的技术发展水平，也还不可能在短期内产生较大的变化。西藏的土地利用亦离不开自然资源的现状，其经济发展也在很大程度上受到自然条件的制约。

在西藏自治区的现有土地面积中，缺乏牧、农、林业利用价

值及尚未利用的土地占总土地面积的 30% 左右，其中难以利用的土地占总土地面积的 24% 以上，是中国土地利用最低的地区之一。个别县的未利用土地占总土地面积的 70% 以上，如双湖。自然条件较好的地区，未利用土地一般小于 20%。

天然草场约 400 多万公顷，约占总土地面积的 53%，是发展畜牧业的重要基础。这里草场类型多样，草质较好。但是，由于牧草生长期短，产草量低，每公顷仅产鲜草 1300 公斤。草场利用的季节性明显，分布不平衡，冷季草场普遍紧缺。

森林多分布在自治区的东南部，约 1200 万公顷，占总土地面积的 10%。由于气候条件的制约，森林生长比较缓慢，且过成熟林占有相当比重。由于森林分布区地势多很陡峻，不利于开发利用，乱砍滥伐等现象时有发生，从而造成严重的水土流失，丧失恢复机制，失去生产能力。

自治区种植业历史悠久，但是受自然条件的限制，耕地面积仅有 22 万多公顷，仅占总土地面积的 0.3%，普遍存在着耕层较薄、砾石含量高、肥力低等问题。耕地的复种指数低，在藏东和藏东南海拔 3000 米 ~ 3200 米以下的河谷，温度和水分条件允许实行一年两熟或两年三熟，但目前只有大约 10%—15% 的耕地进行了复种。

按照自然条件和社会经济因素，全自治区可以划分为 6 个土地利用区。它们是：(1) 藏东高山峡谷农牧区；(2) 藏南边境深谷林农牧区；(3) 藏中高山宽谷农牧区；(4) 藏南高原湖盆牧农区；(5) 藏北高原湖盆牧区；(6) 藏北高原未利用区。按照因地制宜和充分发挥资源优势的原则，逐步调整不同区域的农业结构，将有利于促进形成可持续发展的格局。

西藏自治区目前的经济发展水平较低。工业产值占工农业总产值的比例不足 20%。在农业总产值中，牧业和种植业各约占

40%，其余为林业和副业。按照优势的自然资源及开发现状，国民经济的发展均应以牧业为主，走牧农林结合、综合发展的道路。

畜牧业在这里的经济结构中占有重要地位，大小牲畜大约有 2700 万头（只）。草场超载 300 万—400 万头（只），过度放牧已经引起草场退化。

种植业历来是自给性的生产部门，今后亦不例外。受自然条件的限制，90% 以上的耕地只能种植青稞、小麦等喜凉作物，每公顷单位面积产量仅 2800 公斤左右。但是，充分发挥有利的自然条件，可以获得较高的产量。江孜春青稞曾达到每公顷 9195 公斤，冬小麦 13000 公斤，就是例子。

自治区的森林资源是一项宝贵的财富。木材蓄积量达 20 亿立方米。50 年代以来，开采规模逐渐扩大，年产原木大约 25 万立方米。此外，林区还有不少林副产品。

三、环境现状及发展趋势

西藏是世人公认的地球上受人类活动影响最小的区域之一，生态环境总体上保持原生状态，各环境要素的现状值大都可作为世界本底值的重要对照区，具有世界性的参照作用。监测表明，西藏自治区环境辐射在正常范围之内，不存在任何人为造成的放射性污染。据西藏自治区环境天然放射性水平调查研究的结果，陆地辐射剂量率与土壤、水体中铀、钍、镭 - 226、钾 - 40 等核素的总体含量水平均在世界本底值范围内，系环境天然放射性质，未见人为放射性污染点和污染区。

西藏自治区自然生态环境虽然基本保存完好，但仍出现了值得重视的生态环境问题，除了由自然因素引起的沙漠化土地扩

大、许多内陆湖泊水位下降、湖水矿化度增加及湖泊强烈退缩以至消亡、冰川与冻土作用减弱等环境旱化外，人为因素起着相当重要的作用。特别是 20 世纪中期以来，随着人口的增长，经济的发展，自然资源开发规模失控和利用方式不当等负面效应加剧，土地沙漠化、天然草场退化、水土流失、土壤次生盐渍化及部分重要城镇三废污染等环境恶化趋势明显增强。

众所周知，辽阔的天然草地是西藏自治区最大的资源优势，也是当地居民开发最早、赖以生存的重要资源和生产资料。随着人口的增加和放牧规模的不断扩大，尤其是近几十年来超载过牧和畜群结构的不合理，使草地生态系统的结构与功能比例失调，经济效益差，草地退化和沙化的现象十分普遍，环境明显恶化。而全球变化的背景则又增强了草地生态系统的旱化趋势。草地退化导致草地覆盖度的降低，尤其是在干旱、半干旱气候的高山和荒漠等地带，裸地的扩大，加剧了土壤侵蚀与沙化。目前西藏自治区境内天然草地已有 3 % 明显沙化、石质化。

受地势高寒或坡陡土薄的限制，西藏自治区易耕土地资源很少。已垦殖的耕地沙砾化现象严重。一些地区，如雅鲁藏布江中下游，由于灌溉不当，耕地的次生盐渍化问题也较突出。随着人口增加对粮食的需求扩大，草地垦殖和毁林开荒现象在一些地区仍然存在，已使西藏自治区环境质量明显下降，危害着当地居民的生活环境和农田。

由于过度采伐、毁林开荒，天然林面积减少。木材采伐量多超过同期木材生长量，个别地方如亚东县于 1956—1976 年森林面积从 32000 公顷减少到 16000 公顷，采伐量是生长量的 2 倍。加上采伐方式不合理，4/5 以上为皆伐，又不重视抚育更新，地表径流调蓄功能减弱，加剧了泥石流和洪涝灾害，也成为毗邻低地环境不稳定的根源之一。除毁林开荒外，采樵过度也使森林资

源剧减，森林生态系统遭到较大干扰和破坏。西藏南部“一江两河”地区每年有 4000 公顷 ~ 7000 公顷的灌木林被毁。植被的破坏使每年携带进入雅鲁藏布江的泥沙超过 5000 万吨。80 年代以来，过度采伐、毁林开荒的现象逐步得到控制。但是，森林的恢复却需要一段较长的时间。

西藏自治区独特的地质地理环境赋予其丰富多样的自然资源，其中不乏西藏自治区特有的珍贵稀有的生物与矿产资源。然而严酷、脆弱的地理生态特点，一方面限制了部分资源的开发，另一方面则又容易使部分资源的开发产生不良的效应，尤其是过度的甚至掠夺式的不合理利用常常造成自然资源的严重破坏，影响高原生态系统的平衡和环境的质量。

在所有各项资源开发中，要数草地、森林和耕地这三大类农业自然资源的开发规模最大、最为普遍，对人类的生活和经济利益最为直接，但它们在利用上存在的问题甚多，尤其是对自然环境的影响最为广泛、强烈和深刻。

森林和草原的减少以及自然生态环境逐渐退化，加上较为原始的滥肆捕猎与采挖方式，许多宝贵生物资源遭到严重损害，有些兽类的适生分布范围日趋缩小，数量剧减，个别种类还面临灭绝之灾。横断山区著名的麝香、虫草、贝母、鹿茸及旱獭、麂、豹的皮毛等主要特产的收购量逐年剧减和市场价格暴涨即反映了这种强度掠夺性采猎的严峻后果。即使在被誉为“天然动物园”的藏北高原无人区，也因采矿、放牧、狩猎和运输等人类经济活动干扰的影响，大部分野生动物的栖息活动范围也逐渐缩小，并从原来的黑河—阿里公路一带退至北纬 33°以北的无人区。

西藏自治区的重要矿产资源，诸如盐矿、铬铁矿、石油和金矿等虽然尚处初期开发阶段，但因生产技术原始落后，管理水平低，矿体破坏和环境污染问题仍然较突出。20 世纪 50、60 年代

和 80 年代，则有较大规模的硼砂开采活动。由于采用土法生产、采富弃贫的经营方式，资源回收率很低，造成盐湖资源的巨大浪费。如班戈湖富硼砂矿开采率不到 $1/3$ ，同时还使数十万吨纯净芒硝层污染贫化，同时，湖域环境也受到污染和损坏，至今杜佳里湖一带尾矿遍地、崎岖不平，已成荒凉不毛之地。品位与藏量皆居我国首位的西藏罗布莎等地的铬铁矿也存在采富弃贫、浪费资源和破坏矿床、污染环境的现象。

工业发展的过程中，因三废处理不当，已经使拉萨等城市和县乡的环境污染日益严重。拉萨市的三废排放量占全自治区的 90% 以上，每年有 100 万吨未经处理的工业废水和 50 万吨生活污水排入拉萨河。羊八井地热电站日排放富含氟、砷和汞的低热废水达 1.92 万吨，成为拉萨河的重要污染源之一，并且随着该电站的扩建和邻近地热田的开发而增强。

西藏自治区还以其富有魅力的高山雪域风光和人文景观吸引着中外游客纷至沓来，一些旅游景点，特别是包括珠穆朗玛峰在内的许多为世界各国登山爱好者争往攀登的高山地区乃是最洁净的无污染地域。近些年大量登山和旅游参观活动遗弃的废物与垃圾已有污染这些高山净土的迹象，引起人们的重视。

上述事例表明，在生态环境较为严酷而又脆弱、不稳定的高原，人类经济活动是影响高原近代自然生态环境变化和发展的最活跃因素。因此，自然资源的开发和利用，务须谨慎、适度与合理，亦即必须遵循客观自然规律，兼顾生态效益与经济效益。

考虑到经济活动对环境、人类可能造成的影响，西藏自治区各级政府注重生态系统的管理，实行经济建设、城乡建设和环境建设同步规划、同步发展的方针。1992 年 6 月，西藏自治区第五届人民代表大会常务委员会第二十次会议审议通过了《西藏自

治区环境保护条例》，就环境的监督管理、保护和改善生态环境、保护和改善生活环境、防治环境污染和其它公害作了详细规定。

环境保护的加强，有利于提高全民的健康水平。由于西藏自治区经济的发展，主要依靠农业和畜牧业，能源的开发以水能、地热能和太阳能为主。环境监测的数据表明，西藏工业和其他污染的程度都是相当轻微的，尚未发生过环境污染事故和酸雨现象。全区燃料燃烧废气消烟除尘率 80% 以上。拉萨市是世界上空气最清洁的城市之一，市区绿地覆盖率 17.6%，人均绿地面积 12 平方米。民主改革之后，政府对拉萨市旧城区进行多次改造，改善居民区卫生条件，铺设生活用水供水管道，自来水供给率达到 70%。

为了全面了解和掌握环境质量的变化，自治区政府设立了西藏自治区环境监测站，负责拉萨市气、水、噪声的常规监测任务。环境监测人员先后参加并完成了“全国粮食中有机氯残毒污染普查”、“西藏工业污染源调查”、“西藏自治区环境天然放射性水平调查研究”和“西藏自治区土壤环境背景值调查研究”等科研课题。各级政府重视培养青少年的环境保护意识。环保部门编写了“环境与共享”小册子，赠送给全区青少年。

四、加强区域生态环境建设与可持续发展的宏观调控

（一）建立人口、资源、环境与发展的协调机制

协调西藏自治区环境与发展的关系，就是要通过规范人类的各种行为，合理利用资源，减轻环境对发展的压力，达到资源持续开发、经济快速发展、社会稳定进步和环境有效保护的相互协

调良性运行和发展。应加强以社会有效需求趋势为导向，选择资源和区位优势比较大、现有经济实力强的重点区域，实行非均衡式开发，进而带动整体发展。在开发中注重资源效应、环境效应和经济社会效应的协调和统一。

尽管国家已经下大气力多次集中力量在西藏自治区进行了较大规模的区域开发建设，但由于自然环境恶劣，地域辽阔，交通条件差，投资效益低，致使经济发展远远落后于全国其他地区，区域造血功能不足，发展乏力，人民群众仍然普遍不富裕，因此，优先促进经济发展，才能逐步解决其他限制矛盾。在发展经济的同时，必须树立资源开发、经济振兴、社会进步及生态环境保护相互协调的思想，并积极采取有效措施逐步做到协调发展。

协调人口与资源之间的关系，也是促使可持续发展的重要任务。就目前而言，人口虽然还未对经济发展构成较大的威胁，但是人口总量增长较快、人口素质低，已是影响可持续发展的重要原因。因此，必须使长期以来自由放任的人口政策改变为政府调控与干预的适度有序发展。无论从哪一个角度出发，都更应强调提高人口素质。

（二）生态环境建设与可持续发展的若干重要问题

1. 遏制自然环境的恶化

随着社会经济的的发展和人口的增长，对自然资源利用不合理的程度加剧，加上自然条件本身严酷，以致草场退化、土地沙化、水土流失等环境问题日益突出。

长期以来，片面强调和追求增加牲畜存栏数，使原来就紧缺的冬春草场出现严重过牧现象，草场退化和沙化明显。如雅鲁藏布江中游河谷地区，天然草场所提供的饲料，不足牲畜所需饲料的50%，而且优质牧草所占比重急剧下降。为了保护草场，减

缓环境退化的速度，根据当地的经验，不应一味强调增加牲畜的总头数，而是强调“优化畜群结构，以草定畜”，“扩大人工牧草地面积，缓和季节性的草畜矛盾”，牲畜总头数还要适当减少，才能达到保护草地资源、保护环境的目的。

水土流失多是在陡坡上开垦土地引起的。由于人口增加，人均占有耕地呈下降的趋势，促使人们在陡坡开垦以增加耕地，但有些地方 20% ~ 30% 的耕地分布在坡度 25 度以上的山坡，造成了日益严重的水土流失。尤其是毁林开荒，既破坏了森林，又造成水土流失。事实上，尽管 1999 年乃东县万亩冬小麦亩产达到 659 公斤，尼木县青稞亩产达到 540 公斤，但就整个自治区而言，耕地单位面积产量并不高，所以，更应强调提高单位面积产量，而不宜主张在生态脆弱的高原山地地区过多的扩大耕地面积。对现有 25 度以下的坡耕地要推行坡地改梯地，25 度以上的坡耕地，要实现退耕还草还林。能源紧缺，燃料不足，导致樵采过度，森林破坏，是造成水土流失的另一重要原因。许多工厂建在东南部森林区，用木材作为工业能源，势必大量砍伐森林。另外，全区每年用于生活燃料的木材大约有 50 万 ~ 60 万立方米，也大多取自东南部森林区，导致那里每年的采伐量是生长量的 2 倍多。在当地生态条件下，采伐后极难更新，从而加速水土流失。要尽力解决工业能源问题，充分利用太阳能、风能、沼气以及电能等解决生活能源问题，遏制对森林的不合理砍伐。

2. 加强自然资源与自然生态系统的保护

西藏自治区不仅拥有高山草原、荒漠、森林和湖沼湿地等多种不同的自然生态系统及相应的珍贵、稀有动植物品种，如有鱼类 44 种、两栖类 24 种、爬行类 479 种、哺乳类 68 种，高等植物 5000 多种，还蕴藏有丰富多样的重要矿产资源和景色殊异的旅游风光资源，这些自然界留给人类的宝贵历史遗产，乃是西藏

自治区赖以振兴经济、保障人民生活的宝贵资源和财富，也是西藏自治区这块人间奇域宝地引人瞩目的魅力所在。当然，西藏自治区还是许多生物物种的起源地和天然基因库，所以它也是地学和生物学领域的一座宝库，是资源与环境研究的天然实验室。目前高原仍在不断的隆升，气候和环境也随之而逐渐变化着。在此自然背景下，人类经济活动的日益增强，已使西藏自治区极为脆弱的自然生态系统遭到不同程度的干扰和破坏，部分自然资源也趋于退化变质和面临枯竭的严峻局面，从而严重威胁着居民的生存与安危。不仅如此，高原还是亚洲几条大河的发源地，西藏自治区资源开发的环境效益还关系着下游毗邻低地的生态平衡，影响深远。近些年，对野生动物的乱捕滥杀，对资源植物的过度利用，时有发生，已经引起若干生物种群的不断减少，有些资源濒于枯竭。目前，虽已认识到问题的严重性，并建立了 12 个自然保护区，但与全区广袤的面积相比极不匹配，且保护的力度仍然不够。

在开发利用高原宝贵资源和财富，振兴高原地区民族经济与文化，提高当地居民生活水平与环境质量的过程中，必须清醒地认识到西藏自治区的资源潜力很有限和生态系统较脆弱这一客观实际。为了造福子孙后代，深化科学研究，有计划地合理利用自然资源，积极保护生态环境，特别是在地域如此辽阔，自然生态系统如此多样的西藏自治区范围内选择若干典型的代表性原始景观地域建立自然保护区就很有必要。这样做的目的在于完整地保护具有代表性的生态系统，拯救高原宝贵的生物种源，特别是那些面临灭绝的濒危珍稀野生动植物物种，保存不同自然生态系统的天然“本底”，使这些保护区成为研究不同生态系统的结构功能与演变规律，为开发利用各类生态系统和自然资源提供基本资料的实验基地；部分保护区作为物种资源的天然储存库或种源基

地，还可以进行某些珍稀物种的繁殖与驯化。无疑，在此基础上，将有可能探讨和了解环境变迁的过程和趋势，提出各类资源的合理开发途径与环境保护的重要措施和对策。

西藏自治区的一些地域因其秀丽的风光或奇特的地质地理景观而成为颇具吸引力的旅游观光胜地，保护好这些地方的原始景观和风貌，既有明显的生态意义，也有着可观的经济效益，有利于促进当地民族经济的发展。

不言而喻，建立自然保护区也是改善高原环境、保持水土、涵养水源、维持生态平衡等自然保护措施的重要环节之一。可见，西藏自治区环境保护的内容很广泛，自然保护区的建立有其重要的科学价值与较为深远的经济意义和社会效益。西藏自治区，尤其是它东南部的野生动植物资源丰富，其基础就是生物的多样性。

（三）强化对自然灾害的预防

西藏的自然灾害种类多，出现频繁，危害大。根据历史统计，从 1816 年以来的 180 多年中，平均 3 年就有一次特大雪灾出现。1983 年 10 月一次雪灾，影响范围达 30 万平方千米。1995 年 2 月那曲连降大雪，地面积雪深度最大达到 70 厘米，并伴有 8—10 级大风，造成 33 万头大小牲畜死亡。近些年来灾害损失和受灾面积都有增大的趋势，反映防灾体系与社会经济可持续发展不相适应。今后应强调防灾减灾的重要性和必要性，在加强与农业自然灾害有关的研究、预测和预防工作的同时，还需采取措施减少人为因素诱发加重自然灾害。另外，在减灾防灾体系建设方面，加强宣传教育，增强群众防灾减灾的意识，以及加强与兄弟省区和国际交流与合作都是非常必要的。

泥石流是西藏东南部山区常见的突发性的自然灾害现象，属

破坏力较大的一种洪流。它由大量的土、砂、石块或巨砾等固体物质与水组成。泥石流爆发时，呈粘性或塑性状态的泥石流体沿着陡峻的沟道，其侵蚀、搬运和堆积过程均极为快速，常在短暂的几分钟至几小时内将数十万甚至上千万立方米的固体物质搬运至山外，它冲毁路基桥涵、淹没农田森林、堵塞江河、毁坏村镇，带来巨大的破坏。如 2000 年 4 月 9 日在波密县易贡乡扎木龙山发生特大泥石流，4.8 亿立方米的泥石流以排山倒海之势从海拔 5000 多米的雪山直泻而下，形成长 2500 米，宽 2000 米，高 180 米的大坝，封堵了易贡湖的出口。急剧上涨的湖水迅速淹没了农田、房屋，直接威胁到公路和下游数万群众的安全。今后要加强对临近城镇、交通干路、工矿、河湖沿线滑坡、泥石流的预测预防工作，以减少泥石流的危害。

（四）改善生态、生活条件，加快消除贫困步伐

生态脆弱与当地人们的生活贫困是一对孪生兄弟。西藏自治区的贫困地区多地处偏远，交通不便，自然条件差，教育落后，人口增长快，经济发展缓慢。消除贫困是西藏自治区政府所面临的重要挑战和责任。在过去 40 年已经做了大量的工作，使贫困面下降了 15 个百分点。但目前仍有 40 余万贫困人口，面对即将到来的 21 世纪，消除贫困的任务还十分艰巨。根据西藏自治区政府的要求，到 2000 年要实现“西藏扶贫计划”，即基本解决 48 万贫困人口的温饱问题。农区每年每人占有粮食 350 公斤，牧区每人占有 30 个绵羊单位。人均收入均达到 700 元（约 85 美元），这仍是一个较低的要求。需采取一系列措施，其中重要的是加强教育，提高科技水平，增加资金投入，加强基础设施建设，减缓人口增长速度，减轻人口对环境的压力。在自然条件特别差的地区，应采取异地安置的办法，把居民迁移到较好的地区

去。通过这些措施，农牧民生活水平获得提高，亦将大大促进环境的恢复和保护。

（五）发展文化教育，强化生态环境保护意识

西藏自治区文盲半文盲人口占总人口的 45% 左右，学龄前儿童入学率也只在 50% 左右，在缺乏文化知识的情况下，很难设想对自然的保护。因此，大力发展文化教育仍是西藏自治区今后的艰巨任务。发展教育是西藏走上可持续发展道路的根本大计。除扫除文盲、发展初等教育外，结合扫盲，应广泛实行职业技术培训。这既是发展生产的要求，也是保护环境的要求。希望到 2010 年，做到当年新增劳动力中有 70% 接受过职业技术培训。通过在培训课程中增加有关环境保护的知识，提高和强化广大农牧民参与保护环境的自觉性。加速高级人才培养对于加强可持续发展的管理十分重要，亦应重视。

历史上，在西藏人口中，妇女所占比例长期超过 50%，直到 1990 年才降至 49.97%。造成这一现象的原因是多方面的。在农牧民家庭中，妇女有很大的凝聚力。但她们的素质低，受教育的机会少，文盲比例高，达到 90%。因此，极不适应可持续发展和保护环境的需要。落实妇女同等受教育的权利，提高妇女参与能力，充分发挥她们在环境保护和生产决策中的作用，逐步把她们由简单劳动型向技术智力型转变，这些措施都是十分必要的。

总之，西藏自治区是中国环境保存最好的一块国土，也是生态最脆弱的一个地区。保护环境是今后面临的一项长期而艰巨的任务。目前，环境与自然保护问题已经引起了高度重视，纳入了西藏自治区国民经济和社会发展规划目标纲要，并逐步得到实施。

参考文献

- ① 张荣祖、郑度、杨勤业：《西藏自然地理》，科学出版社，1982。
- ② 西藏自治区土地管理局：《西藏自治区土地利用》，科学出版社，1992。
- ③ 孙鸿烈、郑度主编：《青藏高原形成演化与发展》，广东科技出版社，1998。
- ④ 郑度、杨勤业：《青藏高原环境整治的若干问题》，《自然地理学与国土整治》，中国地理学会自然地理专业委员会，科学出版社，1988，p. 78 - 83。

广西生态环境建设与 区域经济发展

· 周兴 胡衡生 陈鼎常 宋书巧 莫大同 ·

一、区域环境的演化、发展

广西壮族自治区位于祖国南方，南海北部湾北侧，处于东经 $104^{\circ}48'$ ~ $112^{\circ}04'$ 和北纬 $20^{\circ}54'$ ~ $26^{\circ}23'$ 之间，是我国五个自治区中唯一有出海口的自治区。在这片陆地面积 23.67 万平方千米的土地上，山川秀美壮丽，气候暖热多雨，生物种类繁多，农林物产富饶，矿产水能丰富，蕴含着无限的生机和无穷的潜力。

在十亿多年以前漫长的地质史上，广西绝大部分地区是茫茫大海，后经几次强烈的地质构造运动，沧海先后变为陆地，形成广泛分布的石灰岩和砂页岩地层。桂东北和桂东南有花岗岩的侵入和变质岩的形成，龙州大青山还有火山喷涌出地面的流纹岩，形成桂东北的猫儿山、越城岭、海洋山、都庞岭、萌诸岭等高耸

的山地和东南的云开大山、大容山、六万大山、十万大山和大青山等雄浑的山体。中部还形成以镇龙山为顶部，大明山和大瑶山为两翼的弧形山脉。广西一般为四周高中部略低而不很完整的“准盆地”，但整个地势是西北高而东南低，水系大部分由西北流向东南。西部和西北部是以石灰岩为主的山地丘陵，地形崎岖破碎，溶洞和伏流较多，渗漏严重，地面多干旱，河流相对较少，植物生长条件较差。桂东南丘陵较多，平地只限于沿河两岸及丘陵低山间的小盆地。

广西暖热多雨的气候，适合于许多植物、动物和微生物的生长发育，动植物的种类在全国仅次于云南。广西全境在史前是森林茂密生长的地方，当时人口稀少，人类对自然的干扰微乎其微，人与自然和谐地不断向前发展。到几千年前，人口还是不多，人类对生物的对环境的利用和对环境的影响还很有限，广西被称为瘴疠之地，也就是森林茂密，蚊虫等昆虫和鸟兽很多，湿度很大的丛莽之地。

秦皇汉武，都派大军进军广西征讨，打完仗后，不少军士留下并定居下来，加上历史上陆续流放到广西的一些人，使广西人口有了较大的增长。公元 2 年时，人口已达 26.77 万人，唐开元元年（713 年）达 63.46 万人，宋元丰三年（1080 年）达 104 万人。人口的增加一方面促进了广西生产的发展，但同时人们采伐、烧垦、渔猎的规模不断加大，加上战火的烧毁，森林面积不断减少，生物种类和数量也有所减少，使环境受到的干扰愈来愈多。到明初，采取鼓励垦荒政策，颁布了“额外耕荒，永不起科”的法令，使大批林地转为农耕地。清初，也采取奖励垦荒，免科减税，地丁合一等政策，并鼓励开采各种矿产。生产的发展也使人口大幅度增加，到鸦片战争前夕的 1839 年，人口已达 934 万人。而人口的增加又加重了对环境的压力，森林被大量砍伐，物种不

断减少，水土流失加剧，环境受到较大干扰而产生退化。

二、近代环境变迁

鸦片战争以后，我国沦为半封建半殖民地社会，帝国主义使中国变为其原料产地和掠夺的对象，官僚封建地主也加强了对人民的压迫和剥削，这时人口的增加虽然减缓，但对自然环境的破坏却不断加剧，滥伐森林、陡坡开垦使水土流失加快，水旱灾害频发，生物多样性减少，环境趋于恶化。

新中国建立后，人民当家做了主人。但由于某个时期某些错误的政策，也造成环境的恶化。如 1958 年为了用木炭“大炼钢铁”而砍伐了大量森林；1968 以后十余年间无政府主义盛行，毁掉不少森林；1980—1982 年农民怕政策再变，有的把分管的山地原有林木基本砍光，又砍掉一部分森林。这三次大毁林使广西森林覆盖率从 30% 以上降到 22%，直到 1996 年以后，才又恢复到 30% 以上。但这时是以幼林为主，木材蓄积量仍未有相应的恢复。由于森林的减少，使水旱灾害发生的频率增加，许多原有的泉水干涸了，特别在石灰岩地区，干旱季节连人畜饮水都成问题。现在，国家已明令禁止砍伐天然林，对人工林也实行科学砍伐政策，保证每年的砍伐量低于生长量，广西进入 90 年代以来，森林覆盖率和木材蓄积量都在年年增加，出现良性循环。近十多年来，在几个县和许多乡镇村屯发展了生态农业，发展了沼气和其他新能源，这对减少植被的破坏，增加森林覆盖率有很好的效果。如恭城县发展了养殖——沼气——种植三位一体的生态农业，不但猪多粮多水果多，而且由于发展了沼气，大大减少了对森林的砍伐，森林覆盖率达到 70.8%，林地绿化程度达到

96.0%，生态大大改善，恭城县也从贫困县跃进到小康县。

广西原有工业基础薄弱，从 50 年代后期起，才建了一些中小型企业 and 乡镇企业，造成了轻度的环境污染，个别矿山污染比较严重。改革开放以来，特别是 90 年代以来，工业尤其是乡镇企业高速发展，农药、化肥和除草剂的广泛使用，机动车辆的剧增，也使环境污染的面不断扩大、量不断增加，使环境趋于恶化。目前，这种状况已引起了政府和群众的重视，采取了种种消除或减轻污染的措施，并取得了初步成果。桂林已恢复成了比较洁净的城市，北海大气质量保持优等，南宁、柳州、梧州保持良好，其他各城市也都有好转。乡镇企业也进行了整顿，并加强环境宣传，加强群众的环保意识，自觉地保护环境。总之，广西的自然环境正在朝着好的方向发展。

三、当前自然生态环境的基本特点

（一）山地多平原少，生物资源丰富，森林覆盖率较高

广西是我国东南丘陵的一部分，属于云贵高原向东南沿海的过渡地带。地貌总的趋势是西北高，东南低，由西北向东南倾斜。地貌的基本特点是四周多山地，中部和东南部多平原，略呈盆地，孤形山脉耸立中部，盆地边缘的东北部有越城岭、海洋山、都庞岭和萌渚岭，它们平行排列，岭谷相间，海拔 1500 米 ~ 1800 米，个别山峰在 2000 米左右；南及西南部被云开大山、六万大山、十万大山和大青山所包围，海拔 1000 米 ~ 1500 米；北部为凤凰山、九万大山、大苗山、大南山和天平山，海拔 1500 米左右。丘陵和台地交错其间。中部的孤形山脉大瑶山和大明山把中部平原分隔成桂中盆地、右江盆地和郁江平原。另有

冲积平原——浔江平原，玉林盆地，博白盆地，南流江三角洲，钦江三角洲。

广西山多平原少，中山、低山、丘陵和石山占总面积的 76.0%，平原仅占 14.4%。

广西的山地生长有茂密的森林，是我国重要的原材林基地之一。现有林业用地 1269.19 万公顷，其中有林地面积 816.66 万公顷，灌木林 112.89 万公顷，森林活立木总蓄积 3.1 亿立方米，森林覆盖率 34.4%，绿化程度已达 65%，维管束植物有 288 科，1717 属 8354 种，其中属于国家重点保护的植物有 122 种。广西天然林类型有季节性雨林、常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、暖性落叶阔叶林，暖性针叶林和热性针叶林。其中，常绿阔叶林是广西最主要的天然林类型。

天然林主要分布于大山区，如十万大山、九万大山、大瑶山、海洋山、大明山、猫儿山、元宝山、海洋山等。它们是很多江河的源头，是重要的水源林保护区，也是生态旅游的理想地。

人工林主要有马尾松林、杉木林、桉树林等用材林和内桂林、八角林、油桐林、油茶林等经济林，以及龙眼林、荔枝林、芒果林、柚子林等果林。这些人工林对广西的经济发展起着非常重要的作用。

广西有丰富的植物资源，药用植物 4060 种，材用植物 1800 多种，果树资源 110 种，油料植物 380 多种，野生食用植物 300 余种等。它们广泛分布于广西各地的山山岭岭之中。在丘陵、台地已建成集合型的香蕉、荔枝、龙眼、柑、橙、柚等热带和亚热带名特优水果生产基地。

广西还有丰富的动物资源，陆栖脊椎动物 929 种，淡水鱼 235 种，已定名的昆虫 5901 种，属于国家重点保护的动物有 150 种。

（二）河流众多，水资源丰富，水环境质量较好

广西地表河流纵横交错，水资源丰富，年径流量大，集雨面积在 50 平方公里以上的河流有 986 条，河网密度为 0.144 公里/平方公里。地表河流分为四大流域：

珠江流域西江水系。有 784 条河流入西江水系。西江水系在广西的集雨面积 20.2 万平方千米，年平均总水量为 1514 亿立方米。西江水系除流经城镇河段受生活污水和工业废水污染，水质为Ⅲ——Ⅳ类外，其它河段属Ⅱ类，水质较好。

长江流域湘江、资江。有 30 条河流入长江水系，总集雨面积 8399 平方千米，年平均总水量为 93 亿立方米。该水系水质优良，在Ⅰ—Ⅲ类水质标准之间。

沿海独流入海诸河。广西南部单独流入北部湾的河流有 123 条，总集雨面积 2.43 万平方千米，年平均总水量 262 亿立方米。红河水资源为 11 亿立方米。此类河流以南流江最大，其次为钦江，再次为防城河。流经城镇河段受污水污染，水质为Ⅳ——Ⅴ类，其余河段为Ⅱ——Ⅲ类水质。

红河流域百都河水系。该水系在广西境内集雨面积为 1758 平方千米。

广西的地表径流十分丰富，年径流总量达 1880 亿立方米，约占全国年径流总量的 7.2%（广西面积占全国面积的 2.5%）。

广西河流径流量变化大，受季风气候影响，洪水期最大流量与枯水期的最小流量相差可达数十倍，甚至数百倍。丰水年与枯水年来水量可差 1—5 倍。因此易造成春旱、夏涝现象。

地表水与地下水相互补充，形成特殊的水文特征。在岩溶地区，雨水或其它天然水，沿着地表裂隙渗入地下，转为地下水，在岩溶管道中流动称为地下河。广西的地下河数量多，规模大，

有 248 条长度超过 10 公里，枯水流量在 $0.1\text{m}^3/\text{秒}$ 以上。地下河遍布全广西，尤以南宁地区和河池地区最多。岩溶区不少地表河发源于岩溶泉，有些地表河又转入地下河，汛期地表河道洪水倒灌入地下暗河、溶潭，不但补给地下水，对地表河道也起到了分洪和泄洪作用。在枯水季节地下水可以补充、调节地表水。全广西地下水补给地面水的水量每年可达 600 亿立方米。

（三）气候资源丰富，时有灾害

热量丰富，“两寒”明显，是广西气候的特点。广西地处低纬，北回归线横贯中部，年平均气温 $16 \sim 23$ ；日均温 ≥ 10 积温 $5000 \sim 8300$ ，持续日数 240—358 天。广西气候温暖，热量丰富，适宜各种喜温作物生长。但是，由于季风的影响，春季北方有较强冷空气南下，与南方暖湿空气交汇，常出现较长时间的低温阴雨天气；秋季寒露节前后，有较冷的冷空气南下影响，常出现寒露风天气。这“两寒”天气几乎每年都有出现，是广西双季稻生产的主要气象灾害。

广西受冬、夏季风交替影响，常因季风进退失常，造成雨水失调，旱涝较频繁。5—9 月是雨季，降水量约占全年的 75%，10—4 月是干季，降水量只占全年的 25% 左右。由于降水量季节分配不均，常有旱涝灾害。桂西地区多春旱，桂东地区多秋旱。雨季，大雨、暴雨往往过于集中，江河两岸常出现洪涝灾害，岩溶洼地常有内涝。桂南沿海和融江流域是广西多洪涝地区。

（四）土壤环境整体较好；矿产资源丰富，采矿污染不容忽视

化肥、农药的广泛使用，给土壤环境带来污染，目前土壤能通过吸附、分解、迁移、转化，使土壤污染物的浓度降低而达到净化，所以广西土壤环境目前整体较好。要注意宣传、教育，注

意合理施用化肥和农药，避免后患。

广西的矿产资源丰富，保有贮量居全国前五名的有 28 种，其中锰、锡、磷红矿、铟、砷、压电水晶等十四种居全国第一；锑、镉、钨、化肥用石英、滑石、水泥用灰岩、玛瑙居全国第二位；银居全国第三；铝居全国第四。国营大型矿山的开采，注意了土地复垦，尾矿渣和废水的处置。但是近二十年来，私人乱采、乱开现象普遍，对周围环境造成严重污染，典型的有习江重金属污染和贵港金矿附近的氰化物污染。

（五）岩溶广布，山水优美，但农业生产条件差

广西石灰岩面积有 8.95 万平方千米，占全区总面积的 37.8%。岩溶地貌可归为峰丛洼地、峰林谷地和残峰平原三类。岩溶峰丛洼地的特点是：石山高大（海拔 700 米 ~ 900 米），山峰成丛，连绵不绝。圆洼地一个个深嵌在群峰之中，有的呈蜂窝状分布，有的呈串珠状排列。地面缺少河系，地下水埋藏很深，多数缺水干旱，人畜饮水困难。圆洼地底部是当地主要农耕区、土地稀少，石山小窝土上也种旱作物。峰丛洼地主要分布于桂中与桂西，都安是典型代表。该地区是广西著名的贫困山区。

岩溶峰林谷地的特点是：石山如林，一排排，一列列，或断或续伸展，峰林之间成为长条状谷地，或成比较宽阔的溶蚀洼地。谷地有的已发育有地表常流河流，有的发育有季节性地表河，地表缺水，但地下水丰富，是广西重要的水稻、玉米产区。主要分布在桂东北、桂东、桂中和桂西南。

岩溶残峰平原的特点是：石山分散，一个、二个或三四个成群分布于溶蚀平原之上。主要分布在桂林、柳州、来宾、黎塘、武鸣等地。溶蚀平原红土覆盖较深，地面开阔、平展，地表有河系发育，有的积水成湖，有的石芽裸露。灌溉条件优越，是岩溶

区农业最发达地区，也是风景旅游资源最丰富的地区。闻名于世的桂林山水属此类型。

（六）曲折的海岸，广阔的滩涂，优良的近海环境

广西的北部湾沿岸，海岸曲折，多港湾、岛屿，滩涂广布。海岸线长 1595 公里。良港有北海、龙州、企沙、南湾、铁山、珍珠港等。沿海有大小岛屿 800 多个。海岸类型除南流江口及钦江口为三角洲型海岸外，其余皆为台地或低丘中的溺谷、海蚀和堆积海岸。合浦的营盘至北海为堆积海岸，沙滩广布。钦州和防城沿海主要是海蚀海岸，因近期发生海侵，沿岸低丘有的沉入海中形成暗礁，有的露出水面形成岛屿，岬角与港湾交替出现，海岸特别曲折。

滩涂分布广阔，计有 10 万公顷，另外还有 11.67 万公顷浅海。北部湾海底平坦（坡度小于 2 度），极少暗礁，海水浅，风浪小。水产资源丰富，有鱼类 500 多种，是海水养殖和捕捞的理想场所。沿海有 32 个渔港。浅海、滩涂栖有海洋生物约 150 种，经济价值较高的有 50 种，世界著名的南珠产于此地，还有丰富的天然气资源，开发前景广阔。

近海海域环境中，南流江附近，因生活污水污染，海域属三类水质；大风江口附近海域属二类海水水质，其余海域均属一类海水水质。广西的近海环境是我国最清洁的海域之一。

四、当代生态环境评价和环境承载力分析

（一）自然生态环境评价

广西自然生态环境质量最突出的差异表现在由石灰岩构成的

石山区和由碎屑岩、花岗岩等构成的土山区。

1. 石山区生态环境评价

广西碳酸盐岩很发育，主要分布在桂中、桂西和桂西北，全区碳酸盐岩面积达 8.95 万平方千米，占全区土地总面积的 37.8%，其中裸露的石山区面积 7.88 万平方千米，约占全区总面积的 33.3%。

石山区生态环境十分脆弱，群众生活比较贫困，是国家和自治区重点扶贫地区，全区 49 个贫困县中有 44 个属于石山地区。由于历史上人为乱砍滥伐森林资源，石山区森林植被逐渐退化为灌草丛，森林覆盖率低，很多石山县的森林覆盖率在 10% 以下，一些地方出现了石漠化现象。广西的石漠化面积达 230 万公顷，占广西石山区面积的 29%。森林资源的贫乏，严重破坏了生物的繁衍生息，因此，石山区的物种资源相对贫乏，生物量低，林种结构单一，林地的生态效益和经济效益均不高。

由于森林覆盖率低，再加上石山区特有的地形地貌等条件，石山区水旱灾害和水土流失现象十分严重，尤其在峰丛洼地区。雨季，大量降水在短时段内汇集到峰丛洼地中，积水主要依靠消水洞排泄，而消水洞的排泄能力往往较小，易造成雨涝；无雨时，由于涵养水分的能力差，又缺乏地表水，因此，干旱现象十分突出。严重的水旱灾害和水土流失，使人畜饮水困难，生活贫困。

2. 土山区生态环境评价

土山区主要分布在桂北、桂东和桂南。这些区域的共同特点是，岩石风化壳较厚，土层较厚。与石山区相比，土山区的生态环境较好，森林覆盖率较高，林木蓄积量较大，物种资源较丰富，是广西主要产粮区。如桂东经济区，有林地面积 253.86 万公顷，森林活林木蓄积量为 7126 万立方米，森林覆盖率为 52.9%。但是，土山区人地矛盾十分突出，人口密度大，资源

的人均拥有量少。大气和地面水环境受到不同程度的污染，尤其是在城镇及郊区。一些地方，由于森林资源的破坏和不合理的耕作方式，出现了严重的水土流失，如岑溪县、苍梧县等。

（二）城市生态环境评价

目前，广西有 9 个地级市，10 个县级市。9 个地级市分别是南宁市、桂林市、柳州市、梧州市、北海市、防城港市、钦州市、贵港市、玉林市。10 个县级市分别为：百色、河池、贺州、宜州、凭祥、合山、北流、岑溪、东兴、桂平。城市生态环境总体状况较好。1995 年在全国城市环境综合整治评比中，南宁、柳州、桂林、河池、百色、贵港等 6 市被评为全国环境综合整治优秀城市，梧州、北海市被评为先进城市。在 1997 年度全国城市环境综合整治定量考核中，桂林市获第一名，北海市、南宁市分获第十二名和十三名。南宁市 1996 年荣获全国卫生城市，1997 年荣获国家园林城市。柳州、桂林、北海、梧州、桂平等 5 市获自治区园林城市称号。

从城市空气质量分析，1999 年广西城市空气质量保持 2 级，城市空气的首要污染物是降尘，黎塘、柳州、桂林、梧州、玉林等五个城镇降尘量较大，超过国家二级标准 50% 以上。二氧化硫含量，除玉林市、河池市、柳州市外，其余城镇均未超过国家环境空气二级质量标准；氮氧化物含量，各城镇均未超过国家空气质量二级标准；总悬浮颗粒物，除玉林市、黎塘镇、柳州市外，其余城市均未超过国家空气质量二级标准。广西是我国酸雨污染较严重的省份，在进行降水监测的 9 个城市中，除钦州市外，均出现酸雨，全区全年降水的酸雨频率为 41.6%，酸雨频率最大的城市是百色市，为 69.8%，其次是梧州市，为 67.9%，最小的是桂林市，为 24%。

从城市水环境质量分析，广西主要河流水环境质量状况总体尚好，在全区监测的 24 条河流中，枯、丰、平水期均达Ⅲ类水质以上的占河流总数的 55% 以上，绝大部分能达到水体功能要求，其中贺江、湘江、资江等无任何污染因子超标。全区河流的主要污染因子是：悬浮物、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、挥发酚。按地面水Ⅲ类水质标准评价，41.7% 的河流出现悬浮物超标，且集中于丰水期，70.8% 的河流出现氨氮超标，33.3% 河流出现高锰酸盐指数超标，25% 的河流出现挥发酚超标，41.7% 的河流出现溶解氧不达标的情况。

各城市功能区声环境均出现超标，且夜间超标重于白天，超标最轻的城市分别是北海和梧州市，而超标最严重的城市是玉林市。广西城市区域环境噪声的平均等效级最大的是南宁市，最轻的是桂林市。城市道路交通噪声的平均等效级，路段超标最大的是南宁市，最轻的是北海市。

各城市的固体废弃物污染日益严重，1999 年，工业固体废弃物产生量为 2068 吨，工业固体废物排放量为 82 吨。工业固体废弃物综合利用量为 1173 万吨，综合利用率为 50.7%。城市生活垃圾无害化处理量为 118.39 万吨，粪便无害化处理率达 66.81%。

广西大部分城市比较注重城区园林绿化。至 1997 年末，城市园林绿地面积 3.96 万公顷，城市绿化覆盖面积 4.3 万公顷，覆盖率达 28.7%。1997 年南宁市城区人均公共绿地面积 6.74 平方米，位于全国省会城市前列，被评为国家园林城市。桂林市市区人均占有公共绿地 6.1 平方米，梧州市城区人均绿地 5.10 平方米，北海市城市，建成区绿化覆盖率 55.73%。

（三）环境承载力分析

1998 年，全区总人口为 4675 万人，土地总面积为 23.67 万

平方千米，耕地总面积为 265.5 万公顷，占土地总面积的 11.2%。人口密度达 198 人/平方公里，人均耕地 0.0568 公顷/人。人口地区分布不均衡，总的趋势是，由东南向西北减少，郁江—浔江平原及南流江流域人口密度较大，平均每平方千米 400—500 人，而桂西北的红水河流域，人口密度相对较小，有些地方在 100 人/平方公里以下。广西人均耕地面积偏小，仅略高于联合国规定的人均耕地最低指标（0.053 公顷/人），部分地区（玉林市、贺州地区、贵港市、钦州市等）人均耕地面积小于 0.053 公顷/人。因此，广西人地关系的矛盾十分突出。在土山区，自然条件相对较好，但人口密度大，人均耕地少，环境污染相对较严重，部分地区的人口已经超过了它的环境承载力。在石山区，生态环境脆弱，部分地区生态环境处于恶性循环之中，目前，石山地区的人口已经超过了它的环境承载力。为了恢复和重建石山区生态环境和提高老百姓的生活水平，国家正有计划、有步骤地对部分石山区的老百姓实行异地安置政策，至 1998 年底，广西已累计建设特困人口异地安置点 205 个，安置石山地区特困农民 21.15 万人。

从水体和大气环境质量的角度分析，目前，广西的环境质量总体水平较好，但在部分地区已出现了严重的环境污染，如矿产资源的开发所引起的生态破坏和环境污染等，说明在这些地区，资源的开发行为已超过了环境的承载力。

五、区域开发中生态环境保护存在的问题

建国以来，广西各族人民在中国共产党领导下，发扬艰苦奋斗精神，为改善广西生态环境作出了长期巨大的努力，取得了很大成绩，并积累了极其丰富的经验。特别是改革开放以来，广西

先后实施沿海防护林体系建设工程、沿海治沙工程、珠江流域防护林体系工程、平原绿化工程、石山区封山育林工程等一系列林业生态工程，开展小流域水土流失综合治理，加大石漠化治理力度，推广旱作节水农业技术，加强生态农业建设，使广西的生态环境得到了一定程度的改善。40多年来，全广西累计治理水土流失面积 107.9 万公顷，修梯田梯地 9.8 万公顷，森林面积达 929.55 万公顷，森林覆盖率为 34.4%（不包括灌木林）；封山育林面积 34.7 万公顷；建立了 62 个自然保护区；建成 5 个生态农业示范县和 359 个生态农业示范点，10 个生态农业小康示范村，100 个生态农业经济明星示范户；人工种草和改良草地保留面积 4 万公顷。

但是，必须清醒地看到，广西自然生态环境仍很脆弱，生态环境恶化的趋势还没有遏制住。其表现在：

——水土流失严重。全广西水土流失面积 3.06 万平方千米，约占国土面积的 12.9%。近年来，不但没有得到有效控制，反而有进一步扩大的趋势。

——石漠化土地面积不断扩大。广西岩溶山区面积占总面积的 37.8%，这些地区土层浅薄、人地矛盾突出、坡地开垦过度、植被失于保护，以致水土流失严重，光山裸石，自然生态环境极差。

——江河上游山高坡陡，毁林开荒、坡地过量种植、森林面积减少，使防风固沙、蓄水保土、涵养水源、净化空气、保护生物多样性等生态功能大为降低。河水易涨易落，洪涝与干旱等自然灾害频繁，损失逐年加大。

——沿海红树林大量减少。围海造田、围海造地、围海养殖，大量毁坏了红树林，使红树林面积由 12237 公顷减少到 5654 公顷。

——河流污染严重。工业废水未达标、城市生活污水未处理就直排江河中，造成广西近 70% 的河流受到不同程度的污染，枯水期和流经城市的江河段的污染已经严重危及饮用水安全。

——矿山生态环境恶化。1998 年矿山生态环境损害土地面积约 60 万公顷，并有逐年增加的趋势。

——农田生态环境质量下降面积已达 30 万顷，还有继续发展的趋势。

——生物多样性受到破坏。许多野生动植物生存空间日益狭小，珍稀物种逐渐减少。

日益恶化的生态环境，给广西经济和社会带来极大危害，严重影响了可持续发展。一是加剧了贫困程度。目前，广西农村贫困人口 90% 以上生活在生态环境比较恶劣的地区。恶劣的生态环境，再加上单一的农业生产结构成了当地群众贫困的主要根源；二是加剧了社会经济发展压力。广西人多地少，人均耕地面积到 1997 年只有 0.057 公顷，比全国人均耕地面积 0.08 公顷还少 29%。土地后备资源匮乏，如果不能有效的控制水土流失和土地石漠化，制止农田质量下降，将严重影响广西的可持续发展；三是加剧了自然灾害的发生。仅桂中和桂东每年因干旱、洪涝等各种自然灾害造成的损失已呈大幅度增长之势。

六、生态环境保护战略

广西已编制了生态环境建设规划，制订了生态环境建设与保护的目标、布局、重点建设工程和措施。

（一）生态环境建设与保护的总体目标

用大约 50 年左右的时间，动员和组织广西人民，依靠科学

技术，依法开展生态环境保护和建设工作；加大生态环境保护和建设的投入，完成一批对改善广西生态环境有重要影响的重点工程，建立起完善的生态环境保护监测体系；加强对自然资源的保护和合理开发利用，适时地调整经济结构以适应生态环境建设的需要；大力开展植树种草活动，退耕还林还草还果；建设一批生态农业县和生态示范区；建设一批自然保护区；控制“三废”污染和水土流失，保护水资源，使广西生态环境恶化的趋势逐步得到遏制。力争到 2050 年，全广西建立起完善的生态环境预防监测和保护体系，退化土地得到整治，植被得到恢复，江、河、湖、库水质得到有效保护，坡耕地基本实现梯田（地）化，矿区生态环境得到恢复，重点生态功能区得到保护，使广西生态环境明显改善。实现广西社会经济可持续发展，自然资源永续利用。

（二）生态环境建设与保护的总体布局

生态环境建设必须与区域经济发展结合起来，才能确保生态环境建设项目得到顺利实施。广西经济建设分为五个经济区，即桂东经济区、桂南经济区、桂西经济区、桂北经济区和桂中经济区。生态环境建设也按这五个经济区布局。

1. 桂东经济区包括玉林市、贵港市、梧州市和贺州地区

该区是广西人口密集、经济比较发达的地区。要治理的生态环境问题主要有：土地过度开垦、掠夺性的开发造成的水土流失，河道泥沙淤积，工业“三废”污染农田和河流。

2. 桂南经济区包括南宁市、北海市、钦州市和防城港市

该区域要治理的生态环境问题主要有：沿海沙化土地、花岗岩地区植被破坏后引起的水土流失、围海养殖和围海造地等造成的红树林破坏、旅游沙滩质量下降等等。

3. 桂西经济区包括南宁地区、百色地区和河池地区

该区域是广西经济欠发达的地区，贫困人口多。要治理的生态环境问题主要有：大面积的石漠化土地、矿山废弃土地、工业“三废”造成的河流和农田污染，左江和右江农业干旱缺水、陡坡开垦造成的水土流失等。

4. 桂北经济区的范围是桂林市，是广西的旅游胜地

要治理的生态环境问题主要有：森林资源减少、质量下降、生态功能减弱，秋冬季节使漓江流量减少；坡耕地面积大，矿区废弃土地多数没有复垦，水土流失严重；工矿“三废”污染河流和农田还比较严重。

5. 桂中经济区包括柳州市和柳州地区，是广西主要的综合性工业基地

要治理的生态环境问题主要有：矿山废弃土地，水灾，石漠化土地，红水河中下游农业干旱缺水，陡坡垦殖造成的水土流失，工矿“三废”污染的农田和河流，大气污染造成的酸雨的危害。

（三）生态环境建设与保护的重点工程

生态环境建设是一项长期而艰巨的战略任务，必须立足当前，着眼长远，统筹规划，突出重点。要建设一批对改善广西生态环境最有影响的重点工程。

1. 石漠化治理工程

石漠化缩小石山区人民的生存和发展空间，导致土地生产力的严重衰退，加剧石山区生态环境的恶化，直接影响石山区经济和社会发展。石山是广西最贫困的地区，必须把石漠化治理作为广西生态环境建设的重点工程，建设的内容主要有：人工植树种草，封山育林，退耕还林，砌墙保土、坡改梯，生态农业技术改造土壤，建集雨水柜，建节柴灶，发展沼气等。要努力治理 230

万公顷的石漠化土地，通过治理，恢复石山植被，减少水土流失，改善生态环境，提高抗御自然灾害的能力，改进农业生产条件，为石山区经济发展和广大农民稳定脱贫致富和珠江流域的长治久安提供良好的生态屏障。

2. 珠江流域广西段防护林体系建设工程

广西有 78 个县（市）在珠江流域范围内，土地总面积为 2049 万公顷，占广西土地总面积的 86.6%，人口占广西总人口的 78%。水灾、旱灾是流域的主要灾害，其中水灾是对流域农业生产破坏性最大，经济损失最惨重的自然灾害。而营建防护林体系屏障是确保珠江流域生态安全的重要措施。珠江流域广西段防护林体系建设主要包括：流域内 40 大片水源涵养林的保护和发展；流域内 121 座大中型水库防护林建设；总长 3826 公里的主要江河的护岸林建设。

3. 坡耕地改造与退耕还林工程

广西尚有 81.7 万公顷的坡耕地未得到治理，占全区水土流失面积的 26.7%。坡耕地是广西水土流失的主要来源地之一。坡耕地的特点是坡陡、土薄，随着持续耕作，水土流失不断，肥力也不断下降，产量低而不稳，不仅使当地长期贫困，也恶化下游的生态环境。因此，必须治理坡耕地，治理措施是：坡度小于 25° 的坡耕地改造成水平梯田（地），坡度大于 25° 的坡耕地实行退耕还林。

4. 生态农业建设工程

生态农业建设是生态环境建设的重要组成部分。根据广西生态环境的现状和特点，应重点建设的生态农业工程主要有：石山地区抗旱保收生态农业工程，实施内容包括修建各种水柜水池、抗旱丰产沟，推广生物沤制有机肥、地膜覆盖、实行间种等各种生态农业技术；优良生态农业模式推广工程，包括推广立体种

植、立体种养、粮——猪——鱼——果、猪——沼气——果、山头水源林——山腰经济林——山脚农作物等优良生态农业模式；为城市服务的无公害农产品生产的生态农业工程，实施内容为推广无公害农产品生态技术、严格执行农田化学物质使用的有关规定，对农田生态环境和农产品进行定期监测和检测，达到国家有关标准的农产品方能投放市场；中低产田生态农业建设工程，实施内容有增施有机肥，深耕改土，推广良种和先进技术，开展病虫害综合防治，提高农产品数量和质量；农田污染综合整治生态工程，采取生物、化学、物理等综合措施进行整治。

5. 桂林生态市建设工程

桂林市包括 12 个县和 1 个市区，旅游资源丰富，“桂林山水甲天下”是对桂林市旅游资源的极高评价。桂林市还存在不少生态环境问题，如坡耕地多，局部水土流失严重，一些工矿的“三废”污染还比较突出，秋冬季节漓江流量减少，影响旅游业发展。为了使桂林的山更青、水更秀，旅游资源得到可持续利用，社会经济得到可持续发展，必须加强保护和建设生态环境，最终把桂林市建成生态市。桂林生态市建设工程主要内容有：漓江综合整治，包括漓江上游水源涵养林保护与建设、漓江两岸护岸林建设、桂林城区污水处理等内容；长江流域湘江、资江广西段防护林体系建设，主要是营造水土保持林和水源涵养林；水土流失治理，采用生物措施和工程措施相结合，治理水土流失面积 25.77 万公顷；生态示范区建设，正在建设的国家级生态示范区有 2 个，即恭城县生态示范区和龙胜县生态示范区，今后还要把另外 10 个县建成生态示范区。

6. 主要农业干旱区治旱工程

广西农业干旱区主要有三大片，即左江片、右江片和红水河中下游片。这些区域的耕地连片分布，但干旱缺水。左江片耕地

分布在石灰岩地区，地表渗漏大，部分地区建库条件差；右江片耕地分布在丘陵山区和石灰岩地区，地势较高，建库条件差；红水河中下游片耕地分布于河谷和岩溶峰林谷地，地高水低。上述地区的地下水都很丰富。工程实施内容包括：开发地下水，在河、沟、路、渠的两旁营造防护林带，在旱作连片集中的地段营造农田防护林网，建设水利渠道防渗，建设喷灌、滴灌、渗灌等节水灌溉农业，建设低压灌溉管道。

7. 自然保护区建设工程

广西自然环境复杂多样，植被类型多，生物资源丰富。广西维管束植物有 288 科 1717 属 8354 种，其中属于国家重点保护的植物有 122 种；全广西天然植被有 15 个植被型、250 个群系。全广西陆脊椎动物有 4 纲 33 目 929 种，淡水鱼有 235 种，已定名的昆虫有 5901 种，海洋动物 1587 种，属于国家重点保护的动物有 150 种。广西复杂多样的自然环境和种类繁多的野生动物资源，为生物多样性保护和自然保护区建设提供了良好的条件。到 1998 年底，全广西已建立各种类型、不同级别的自然保护区 62 个，总面积 164.6 万公顷，占广西国土面积的 6.8%。其中，国家级自然保护区 6 个，自治区级 26 个，地（市）级 2 个，县（市）级 28 个。但是，广西自然保护区发展不平衡，保护面积小，布局不够合理。根据广西的实际情况，今后重点要对天然林区，对珠江流域防洪和水土保持有意义的、生态环境较好的区域和一些有特殊价值的、奇特的环境区域建设自然保护区。到 2010 年广西共建不同类型、不同级别的自然保护区 96 个，总面积达 177.9 万公顷，占广西国土面积的 7.5%。

8. 沿海及海洋生态环境建设工程

广西大陆岸线 1595 公里，500 平方米以上岛屿 651 个，沿海滩涂 10 万公顷。根据沿海及海洋生态环境存在的问题，沿海

及海洋生态环境建设工程实施的内容主要有：北仑河口生态环境整治，包括海岸侵蚀现状调查和生态恢复工程；红树林保护与建设，包括保护好现有的 5654 公顷的红树林，努力扩展红树林面积；北海银滩综合整治，包括建设防护林，建设污水管网，把污水输到污水处理厂，对银滩海水浴场中的防波堤进行科学改建，恢复海滩的自然消浪能力；沿海防护林体系建设，包括建立海岸基干防护林带以及沟、路、渠、堤、河岸和农田防护林网的综合防护林体系，以防御台风的危害及控制沿海地区水土流失；沿海沙化土地治理，主要是通过植树种草治理 67.2 万公顷的沙化土地。

9. 桂东水土流失治理工程

桂东地区人口密集，经济发达。由于人多耕地少，大量的坡地开垦，严重破坏植被；另外，交通建设、城乡大规模开发建设，矿区大量开采以及乱堆乱弃矿渣、废土、废石，造成严重的水土流失。该区域现有水土流失面积 47.1 万公顷，占该区域总面积的 10.4%，是广西水土流失最严重的地区之一，必须作为重点治理工程。通过生态措施与工程措施相结合，以小流域为单元，实行连续、集中、综合治理，控制水土流失。

10. 矿山生态环境建设工程

矿山生态环境建设是广西生态环境建设的重要内容。要对全广西矿山生态环境进行综合整治，从根本上遏制矿山生态环境恶化的趋势。近期（2000—2010 年）选择 23 个矿山进行矿山生态环境建设试点，主改方向是：新办矿山、上规模矿山做到环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，边开采矿床边复垦废弃土地；老矿山、小型矿山应筑坝拦截采矿尾砂，围坝造地，防止水土流失，还要做好污染达标工作。

11. 主要城市水源地保护工程

城市水源地保护关系到城市居民的饮用水质问题，是生态环境保护的重要组成部分。把南宁市、柳州市、贵港市、梧州市、玉林市、桂林市、北海市，钦州市、防城港市、百色市、河池市、贺州市等 12 个主要城市饮用水源地保护作为广西生态环境建设的重点工程。工程建设内容是城市取水河段综合整治及饮用水源地保护，包括：清理河库淤泥工程，城市内河导截污工程，排污口整治工程，水源保护区护岸、绿化、挡污墙建设工程，污水回用工程等。

（四）生态环境建设与保护的政策措施

1. 政策法规措施

加强各级领导干部，尤其是县处级领导干部生态环境建设与保护观念的教育；各级政府要把生态环境建设的宣传工作作为一项长期性的任务来对待，利用各种传媒工具，广泛开展生态环境建设与保护宣传；各级政府要将生态环境建设与保护纳入政府工作议事日程，要制定和落实各级领导干部任期生态环境建设目标责任制；要在国家有关生态环境建设与保护法律法规的基础上，根据广西生态环境建设需要，逐步建立健全地方性的生态环境建设与保护法律体系，依法治理和保护生态环境。

2. 技术措施

建立小流域综合治理水土流失、复合农业生态系统、多功能生态经济型防护林体系、矿山生态重建等各种类型的生态环境建设示范基地，以带动加快全广西生态环境建设的步伐；生态环境建设工程项目都须由主管部门委托设计部门科学设计，经组织专家论证后方可组织实施；建立生态环境监测网络和评价体系，做好生态环境监测工作，全面评价生态环境建设的生态、经济和社会效益。

3. 经济措施

国家、地方、集体、个人一起上，多渠道、多层次、多方位筹集生态环境建设基金；各级政府应将生态环境建设纳入国民经济和社会发展规划，落实好建设基金，将生态环境建设与山区综合开发、扶贫开发及其它建设有机地结合起来；尽快制定与实施《生态效益补偿办法》，通过法制渠道确保生态环境建设的稳定投入；通过各种途径建立生态环境建设基金，由政府统一安排使用，基金实行收支两条线，列入财政管理，由财税部门监管；对“四荒”地可以采取拍卖、租赁、承包等形式，让各种经济主体开发经营，对有较好经济效益和生态效益的项目多提供一些长期优惠贷款。

4. 管理措施

所有生态环境建设项目都必须严格履行国家基本建设项目管理程序，逐级审批立项，实行按规划立项、按立项审批、按项目管理、按设计施工、按绩效考核的系统管理模式；要制订《广西生态环境建设项目管理办法》，实行生态环境规范化管理和建设；建立广西生态环境管理信息系统，进行动态监测。

后 记

经过几个月的努力，本书终于与广大读者见面了，这里凝结了编者、作者的殷切期待，衷心希望本书的出版，会给广大读者带来些许西部有用的生态信息，给西部大开发中能树立可持续发展观点和生态环境意识带来帮助。

本书编撰中，各位作者尽了最大的努力，力图把一些问题通俗化，但做得如何，敬请各位读者提出中肯的意见。为了便于读者使用，一些作者把引用资料的出处列在文后面。但所列不一定周到，未及列出的请原作者原谅。引用资料来源不一、时间有异，各篇文章未一一校读。如若出现前后不一致的话，请予理解。

二〇〇〇年九月八日 作者