

中国的青藏高原

前言

气势雄伟的青藏高原，北界昆仑山、祁连山，南抵喜马拉雅山；西起帕米尔高原，东迄横断山脉。它幅员广袤、地势高亢，是全球海拔最高的高原，素称“世界屋脊”。青藏高原的存在是亚洲东部自然界最突出的特征之一。它与东部季风区、西北干旱区并列为分异明显、各具特色的我国三大自然区，对毗邻地区自然地理景观的形成和发展有着极为深刻的影响。

在这辽阔的高原上，江山多娇、景色壮丽。它既有绵延千里耸立云霄的高山雪峰，又有巨大的盆地和坦荡开阔的宽谷；即有一望无垠的高原、星罗棋布的湖泊，又有水流急湍、陡峭深邃的峡谷。高原腹地绿色地毯展布，茫茫草原千里；南缘山地森林苍郁，稻田蕉林茶园，一派江南风光。东南部高山峡谷的垂直自然带更迭显著、绚丽多姿；高寒荒寂的藏北却是野生动物的天然乐园。正如陈毅诗句所描写的“高原有此好风光，岂让苏杭占春独？”

青藏高原自然条件独特、自然资源丰富，是我们伟大祖国的一块富饶美丽的宝地。千百年来，藏族和其他兄弟民族繁衍生息在这块土地上。他们在开拓高原、发展中华民族文化和共同缔造祖国的过程中做出了积极的贡献。新中国的成立揭开了高原历史的新篇章，在国家的大力支持下，经过各族人民的共同努力，青藏高原区域的社会主义建设蓬勃兴旺，高原山河展现出新的面貌。那绿茵茵的高山草场，牛肥马壮羊成群；雅鲁藏布江两岸的肥田沃野，青稞葱绿、菜花金黄，一派生机勃勃。那工程繁浩、历尽艰辛修筑的条条公路是把高原和祖国内地紧密联结的纽带；柴达木聚宝盆的开发，截流筑坝的龙羊峡工程又展现出更美好的前景。然而，随着社会的发展、技术的进步以及对自然资源的不合理利用，也使高原的自然环境承受着越来越大的压力。各种环境和生态问题摆在我们面前，需要认真对待和探索研究并加以解决。

长期以来，青藏高原以其自然历史发育的年轻、丰富多采的自然景观和对周围区域的巨大影响强烈地吸引着人们的密切注意。自十九世纪中叶起，一些外国探险家接踵前往高原，进行各种调查和考察，采集了不少样品和标本。但囿于当时的条件，他们涉足的范围有限，所得的资料零星，不可能对青藏高原有全面系统的认识。自本世纪五十年代起，为了系统地积累青藏高原的基本科学资料，探索高原自然界的奥秘，对当地自然资源的开发利用和自然灾害的防治提出科学依据，国家和地方多次组织对青藏高原进行过各种科学考察和调查，其中规模较大的有：1951—1953年政务院文教委员会西藏工作队，1958—1960年中国科学院青海、甘肃综合考察队，1959—1960年中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队，1959—1961年中国科学院西部地区南水北调综合考察队，1960—1961年和1966—1968年中国科学院西藏科学考察队，以及1973—1984年中国科学院青藏高原综合科学考察队等。经过三十多年来的科学考察和研究，我国科学工作者积累了大量的第一手科学资料和数据，一改过去科学空白的状况，初步揭开了青藏高原自然界的奥秘。

青藏高原不愧是地学、生物学领域的一座宝库。对于没有到过高原的人们，它还是比较陌生，甚至有些神秘。我们在这里只是揭开青藏高原的一层面纱，通过这本书扼要地介绍它的地理轮廓，使读者对我国领土上的这块辽阔的宝地有所认识和了解，以便更好地开发它、利用它、改造它和保护它。高原又如浩瀚的海洋，随着认识、利用和改造大自然斗争的深入，青藏高原

在地理科学的理论上和区域开发的实践上都还有许许多多的问题和未知数，需要进一步探索和研究，期望着人们去解决。

自六十年代中期以来，笔者曾先后多次在青藏高原范围内进行野外科学考察。本书是在实地调查的基础上，参考了有关青藏高原区域数以百计的专著、报告和文章编写而成的，还引用了其中的部分图件和照片，实际上是集体劳动的成果，选列的参考文献目录仅为其中较重要的一部分。

本书编写分工如下：第四、六、七、八、十、十五章由杨勤业执笔；第二、三、五章及第十五章一部分由刘燕华执笔；前言及其余各章由郑度执笔。全书由郑度负责整编统稿，并改写了个别章节。

本书初稿经中国科学院地理研究所赵松乔、孙惠南同志审阅，并提供了许多宝贵意见。书内插图由甄淑平清绘，梁万茂、高剑放大洗印照片；中国科学院地理研究所和中国科学院青藏高原综合科学考察队的许多同事提供资料并给予热情帮助，笔者特在此深表谢忱。

中国的青藏高原

第一章 独特的地理单元

翻开世界地势图，在欧亚大陆的中南部展现出一片以棕褐色彩显示的高地，这就是巍峨雄伟的青藏高原。根据对卫星影象图的研究，以地貌及地质构造相结合为原则，广义青藏高原的周边基本上是由大断裂带所控制的，并由一系列高大山系和山脉组成。它的自然特征与众不同，是地球上一个独特的地理单元。

地球上最高的喜马拉雅山脉自西北向东南延伸，呈向南突出的弧形展布在青藏高原的南缘，与印度及喜马拉雅山国尼泊尔和不丹毗邻，俯瞰着印度次大陆的恒河和阿萨姆平原。高原北缘的昆仑山、阿尔金山和祁连山以 4000—5000 米的高差与亚洲中部干旱荒漠区的塔里木盆地及河西走廊相连。地势高耸的西部为喀喇昆仑山脉和帕米尔高原，与西喜马拉雅山的克什米尔地区、阿富汗和苏联接壤。高原东南部经由横断山脉连结邻国缅甸和我国的云南高原，并且濒临亚热带湿润的“天府之国”——四川盆地，其边界受玉龙山—龙门山深断裂控制，以哈巴雪山、大雪山、夹金山、邛崃山及岷山的南麓和东麓为界。高原的东及东北部与秦岭山脉西段和黄土高原相衔接。

我国境内的青藏高原区地域辽阔，西起帕米尔高原，东接秦岭，横跨 31 个经度、东西长约 2,700 公里；南自东喜马拉雅山脉南麓，北迄祁连山西段北麓，纵贯约 13 个纬度，南北宽达 1,400 公里，总面积约 250 万平方公里，占我国陆地总面积的四分之一强。在行政区划上它包括西藏自治区和青海省全部，云南省西北部迪庆藏族自治州，四川省西部阿坝藏族自治州、甘孜藏族自治州、木里藏族自治县，甘肃省西南缘的甘南藏族自治州、天祝藏族自治县、肃南裕固族自治县、肃北蒙古族自治县、阿克塞哈萨克族自治县以及新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州南缘、塔什库尔干塔吉克县等。

一、全球瞩目的“第三极”

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 1000 万年前的上新世时，青藏地区平均海拔约 1,000 米左右。具有热带-亚热带森林和森林草原的自然景观，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。

青藏高原由于其高亢的海拔、巨大的面积、年轻的历史和独特的位置而形成一系列独具的自然特征。在全球的高原高山区域占有重要的席位，有人称它为地球的“第三极”。

说起极地，人们很自然地联想到北极、南极地区凛冽的气候和冰天雪地的景色。由于极地的长昼和长夜可持续达几个月之久，那里的日射条件非常特殊。在极地区域年平均气温低达 -20°C — -25°C ，最暖月均温远低于 10°C ，那里分布着连续多年冻土，部分地区生长着苔原植被，而更多的地面则覆盖着皑皑冰雪。

人们把青藏高原视作地球的“第三极”主要是指它高峻的海拔及与之相联系的寒冷气候。我们知道，北极地区以海域为主，那里气候严寒，海域中

广布着常年不化的冰盖，还有不少浮冰和冰山漂流。而南极洲大陆面积达 1,410 万平方公里，平均海拔 2,200 米，大部分为巨厚的冰雪所覆盖，其平均厚度可达 1,700 米，被称为“白色大洲”。青藏高原平均海拔在 4,000 米以上，四周环绕着高大山系，高原上又绵延横亘着许多高山。如此挺拔的地势加上以地球之巅——珠穆朗玛峰为代表的雪峰林立，成为举世无双的山原。海拔 4,500 米以上的高原腹地年平均气温在 0℃以下，有大片面积最暖月平均气温低于 10℃，这样寒冷的气候也只有地球的两极地区可以相比。因此，“第三极”的称号青藏高原是受之无愧的。

然而，青藏高原所处的中、低纬的地理位置，使它具有完全不同于南、北极地区的温度和水分条件组合，形成了独特的高原山地的自然景观，如高寒灌丛草甸、高寒草原、高寒荒漠和高寒座垫植被等，而有别于南、北极地区景色单调的冰雪世界。

据统计，整个地球上海拔 3,000 米以上的高原、高山总面积达 850 万平方公里，其中有将近四分之一，即约 200 万平方公里集中分布在青藏高原上。高地面积这么巨大使它完全不同于中低纬地区那些孤立的山峰或范围比较狭窄的山脉。后者受所在地区水平自然地带的影响强烈，表现出十分明显的垂直分带的变化；而青藏高原则形成与众不同的自然区域，其内部有着独特的地域分异规律，体现出垂直自然带和水平地带的紧密结合。

根据气象学家的研究，如果没有青藏高原，西南季风气流将不存在，青藏地区的大陆性气候将越加明显，气候会变得更加单调，这一地区将处于亚热带、温带的森林草原-草原-荒漠地带中。但由于青藏高原的隆升，高原大地形的热力作用和动力作用改变了它及其周围地区大气环流的形势，从而支配着亚洲季风的许多特色。高原冷热源作用的季节变化形成独特的高原季风现象，对东亚季风起着维持和加强作用并造成西风气流的分支，对我国西北干旱气候的形成和维持有着重要的影响。这些都对亚洲东部，特别是我国的自然地理环境产生深刻的影响。如果把青藏高原与其周围低地相对比，便可以看出它们之间自然景观的显著差别。青藏高原南部的印度阿萨姆平原为湿润的热带常绿雨林地带，而其北部却是极端干旱的亚洲中部的温带荒漠；高原东缘与亚热带湿润的常绿阔叶林地带相接，其西侧则毗连着亚热带半干旱的森林草原和灌丛草原地带。地处在这南北迥异、东西悬殊的中心的青藏高原腹地却有着独特的自然历史，形成了与众不同的高原景观而为人们所瞩目。

二、基本自然特征

自上新世末至今大约 300—400 万年内，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地理环境所产生的变化也起着主导的作用。因而，在我国形成了青藏高原区、西北干旱区与东部季风区三大自然区并列的格局，在主要的自然特征方面表现出十分明显的差异。

（一）地势高亢、历史年轻

青藏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 4,000 米，且有许多超过雪线、海拔 6,000—8,000 米的山峰，是世界上最年轻的高原。在我国西高东低的地势总轮廓中有三级阶梯，青藏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，最后经由我国东部低地及浅海大陆架没入太平洋海盆。

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裂点与谷中谷的形态。其它如寒旱化趋势增强、湖泊消退、水系变迁、内部夷平、外部陡切以及土壤剖面分化简单、矿物风化程度浅等都显示出高原自然地理过程的年轻性。

(二) 太阳辐射强、气温低、日较差大

空气稀薄、大气干洁的青藏高原上，太阳总辐射高达 130—190 千卡/厘米²·年，比同纬低海拔地区高 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达 -10—-15℃，与我国温带地区大体相当。暖季，我国东部夏季风盛行，最热月平均气温大多在 20—30℃ 之间，且南北差异不大，唯独青藏高原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，比同纬低地降低 15—20℃。与同纬低地相比，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，或与我国同纬低地接近，表明它与热带高山有根本不同的温度特点。因此，尽管气温较低、气候寒冷，但由于形成低温的原因不同，加上太阳辐射强和显著的热力作用，高原上的温度条件对自然地理过程及植物生长发育而言，和高纬低海拔区域的相同气温数值有着不同的意义。

(三) 冰雪与寒冻风化作用普遍

巨大的海拔高程有利于冰川、冻土的发育和独特的冰缘与寒冻风化作用。青藏高原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，占全国冰川面积的五分之四以上。第四纪古冰川地貌遗迹广布于极高山区周围，部分地区还成为景观的重要要素。冻土在高原上广泛发育，其中多年冻土连续分布于高原中北部，厚达 80—120 米，成为中低纬巨大的冻土岛。据研究，这里的冻土是晚更新世末次冰期寒冷气候的产物。因此，从冰川冻土发育的角度看，在某种意义上可以认为青藏高原的腹地至今没有脱离冰期。

强烈的太阳直接辐射使高原上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，在高原土壤和微地形的形成过程中有重要意义。

(四) 高原动植物地理和生态适应现象

青藏高原上动植物区系分属于不同的系统，动物方面高原内部属古北界区系，东南部属于东洋界区系；植物方面相应地分属于泛北极区的青藏高原

植物亚区和中国-喜马拉雅森林植物亚区,即历史古老的喜暖湿成分占据东南部,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,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、高寒荒漠以及高寒座垫植被等类型,动物则为高地森林草原-草甸草原-寒漠动物类群,它们都显示出高原的独特性。

(五) 垂直变化普遍并与水平地带紧密结合

青藏高原不仅边缘高山环绕、高差悬殊,而且高原内部也广布许多山脉,起伏不小。因此垂直自然带普遍发育,可以归纳为海洋性系统与大陆性系统两类性质不同的带谱。另一方面,范围巨大的青藏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分异梯度,表现为从森林—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自然地理区。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,在本质上异于低海拔相应的自然地带。可以认为青藏高原上的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变异的主导因素。

(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,青藏高原上人口稀少,平均每平方公里不及4人,相当于全国平均人口密度的二十五分之一。在历史时期内,高原自然环境的发展演变过程中,人为因素的作用和影响不仅不能与我国东部季风区相比,而且也远较西北干旱区微弱。有些地方还保留着天然的原始状况,特别是在高原内部腹地,往往人迹罕至,因而自然地域分异规律等可以从天然植被类型特征得到清楚的反映。青藏高原是我国开发程度较低的区域,自然资源的利用仍处于初期阶段,土地利用方面以畜牧业为主,农林业次之。但是在近代由于经济开发、交通改善,人为因素对自然环境的影响逐渐增强。如雅鲁藏布江中游谷地,垦殖历史较长,农田基本建设较好,耕地大多有水利设施,是农业较发达、经济较繁荣的地区。另一方面这里人口密度较大,燃料缺乏,居民大量砍伐冷季牧场的灌木充作薪柴,不仅影响冷季草场的数量和质量,还造成严重的水土流失和风蚀现象。在高原东南部森林区域内由于不合理的开发利用和经营管理,导致森林的破坏、干旱河谷灌丛带的扩大,引起自然环境的进一步恶化,应当予以密切的关注。

三、历史沿革概况

辽阔的青藏高原是藏族等各族人民世代繁衍生息的地方。藏族的先民从遥远的古代起，就以自己勤劳的双手和聪明才智，开拓了这片富饶的土地。考古发掘材料表明，从远古时代起高原腹地的藏北及玉树一带就已有人类活动的遗迹。高原中北部原为羌人游牧居住的地区。我国历史文献中对青藏高原的记载始于汉代，《后汉书·西羌传》记载：“南接蜀、汉、西北接鄯善、车师诸国。所居无常，依随水草。地少五谷，以产牧为业。”当时主要指青海、甘南一带，与现今西藏仍有距离。青海东部一带的羌人在与中原地区汉族的交往中，吸取了农业生产的技术，开始在“三河”（湟水、黄河、大通河）地区定居农耕。由于畜牧业的发展，散居于河湟江岷之间的羌族各部，从青海、甘肃和四川等地逐渐迁入并散布于西藏各地。

至公元四世纪初，在现今西藏境内雅鲁藏布江水系的拉萨河、年楚河、雅隆河与尼洋河的河谷地区，农业经济已比较发达，铁制犁、铧等农具也已普遍使用。同时，也能“于坡地停蓄水以作池，将山洞潜水引出使用”，“串联湖泊、广作沟渠，引水以溉田。”因此，这些地区出现了“农田与牧地相接”，农牧业两旺的景象。

到公元七世纪初的唐代，青藏高原西南部现西藏所在地方已完成向阶级社会的过渡。首领松赞干布最后平定内争，逐渐伸入青海，统一了青藏高原上众多的分散部落，以逻些（今拉萨）为中心，建立了新兴的奴隶制地方政权——吐蕃王朝。吐蕃中的“蕃”，古音读作“博”，“吐”是藏语“高原”的音译，“博”是藏族的自称。藏族自称“博巴”，意为居住在博地区的人，史书上称为“图柏特”或“吐蕃”。据考证，“蕃”可能导源于“本”——当时藏族普遍信奉的巫教的名称。这样，古代藏族便把他们信奉的宗教的名称当作本民族的名称。

当时，汉藏两族的友好往来有了很大的发展，在经济、政治文化上都建立了密切的联系。据不完全统计，自公元634年到846年期间，唐朝和吐蕃双方使者往来达191次之多。藏王松赞干布多次派人到长安向唐太宗表示敬意，并请求通婚。唐贞观15年（公元641年），唐太宗把宗室女儿文成公主许配给松赞干布，加强了两族之间的友好关系。文成公主进藏，在青藏高原民族发展史上是一件极为重要的事情。她随身带去大批汉族工匠（包括酿酒、碾米、造纸、制墨等），也带去了先进的农业技术、造房技艺，对于当时西藏经济和文化的发 展起了一定的推动作用。至今藏语中的许多泥木工具，还保留着汉族的名称，汉族地区的历算、医学、文学、音乐艺术等也在吐蕃流传。她还协助藏王创立文字，普及教化，改革西藏事务。吐蕃的服饰、游艺及一些习俗也传到唐朝，增进了两民族之间的文化交流。

文成公主进藏后七十年，汉、藏两族又再次联姻。唐中宗把金城公主嫁给松赞干布的曾孙尺带珠丹，尺带珠丹曾表示过藏族和唐朝已“和同为一家了”。公元783年，藏王赤饶巴巾又与唐穆宗订立了友好联盟。随后，在拉萨大昭寺门前树立了标志汉藏友好的“唐碑”，此碑虽经历千余年的日晒雨打，碑身略有风化，但碑文尚可辨认。

公元九世纪中叶（唐朝末年），吐蕃王朝崩溃，高原地区出现了分裂割据局面。经过长期混乱，元宪宗蒙哥于公元1253年派遣军队进驻西藏，把包括西藏在内的全部藏族地区都纳入了元朝中央政权统辖之下，整个青藏高原归入中国版图。以后元世祖忽必烈封萨迦派法王八思巴为“大元帝师”，管

理西藏政事，是政教合一的开端。从此高原大部地区长期处在封建农奴制度的统治之下。

十九世纪中叶以后，以英国为首的帝国主义势力侵入西藏，进行政治、经济、文化和领土的侵略，但并未改变我国在西藏的主权。1949 年底至 1950 年初，青海省和四川藏区先后获得了解放。1951 年 5 月 23 日在北京签订了“中央人民政府和西藏地方政府关于和平解放西藏办法的协议”，1951 年 10 月中国人民解放军进驻西藏，实现了祖国大陆的解放和统一，从此，整个青藏高原的历史翻开了新的一页。

青藏高原是多民族的区域，以藏族聚居和地广人稀为其重要的社会特征。据 1982 年全国人口普查，青藏高原人口总数为 836 万人，其中有藏族 386 万（占全国藏族人数的 99%以上），占高原人口总数的 46%；其次为汉族，约 300 多万，其他少数民族主要有回族、土族、羌族、撒拉族、蒙古族、彝族、裕固族、珞巴族、门巴族、维吾尔族、哈萨克族、塔吉克族、柯尔克孜族、傈僳族以及僜人、夏尔巴人等。

总之，藏族、汉族以及青藏高原上的其他各民族在开拓高原、共同缔造祖国的过程中都做出了自己相应的贡献。今天在党中央和中央人民政府的领导下，高原各族人民在祖国的“四化”建设中正团结努力、共同奋斗，在青藏高原上展绘新画卷，谱写新篇章。

第二章 从古海到世界屋脊

青藏高原是世界上最年轻的高原，它并非自古以来就雄踞在地球之巅。相反，在邈茫的远古，青藏地区却是一片汪洋大海。那么，今天的世界屋脊经历了哪些沧桑巨变，它又是怎样崛起形成的呢？让我们翻阅青藏高原的地质档案来追溯其形成演变的历史吧！

一、特提斯海的兴衰

迄今所知，青藏地区有确切证据的地质历史可以追溯到距今 4、5 亿年前的奥陶纪，其后青藏地区各部分曾有过不同次数的地壳升降，或为海水淹没，或为陆地。到 2 亿 8 千万年前的早二叠纪，除阿尔金山地以外，青藏绝大部分地区是波涛汹涌的辽阔海洋，与北非、南欧、西亚和东南亚的海域沟通，称为“特提斯海”，或者叫“古地中海”。特提斯海的南北两侧分别盘踞着地球上两个巨大的古陆。位于南面的叫冈瓦纳古陆，又称南万大陆，包括南亚次大陆、非洲、南美洲、澳大利亚和南极洲等，它以超大陆的整体形式漂移和旋转。在北面的称为劳亚古陆，也叫北方大陆，主要包括北美和欧亚大陆中北部地区。

从早二叠世晚期开始，青藏地区的地壳运动变得逐渐频繁而强烈，陆地范围日益扩大，特提斯海面积逐渐缩小。根据同位素测定年龄的资料，青藏地区近东西向排列的几条大山脉，即阿尔金山、昆仑山、唐古拉山、冈底斯山与喜马拉雅山的轴部侵入岩体的形成时代，依次为 344—554 百万年，240—280 百万年，107—210 百万年，30—79 百万年，10—20 百万年。也就是说，青藏地区陆地扩大是从北面开始，逐渐向南发展的。大概从晚二叠世开始，青藏地区已有一部分地方随着海洋的退缩而变为陆地。经过晚古生代的海西运动，高原北部的昆仑山和祁连山遭受褶皱，露出海面成陆，海侵的范围南撤到马尔盖茶卡-金沙江断裂带一线以南，经过中生代的印支运动，川西、滇北横断山区褶皱成山，再经过燕山早期和晚期的两次剧烈的地壳运动，喀喇昆仑-唐古拉山区和冈底斯山脉地区成陆，至此冈底斯山以北的整个藏北地区全部成陆。直到距今 4000 万年前的早第三纪末，藏南及喜马拉雅有部分狭长地带仍然有海伸入，为特提斯海残留，已属残余海性质。直到距今约 3000 万年的始新世中期以后，特提斯海最后撤出、宣告消亡，大海变成了陆地，青藏地区全部露出海面，成为完整的陆地而开始了共同的地貌发育过程。

二、板块碰撞与高原的崛起

按照板块学说^①的观点，青藏高原的形成是印度板块向北漂移并与欧亚板块碰撞的结果。大约在 2 亿多年前，南方的冈瓦纳古陆破裂成了许多块体，各个块体向不同的方向漂移，裂口被拉开、扩大，随后逐渐形成海洋，印度洋就是这样开始形成的。其中的一块叫做印度板块，它浮在洋底之上向北漂移。大约从一亿年前后的白垩纪中期开始，由于印度洋洋底的扩张速度加快，使印度板块迅速往北推移，并且在现今的雅鲁藏布江一带向下俯冲，插入欧亚大陆前缘的下面。正是由于印度板块的继续向北漂移，发生了上面说过的特提斯海消失，大海变成了陆

地，两个板块碰撞到一起了。地球上这次剧烈的沧海桑田的地壳大变动叫做喜马拉雅运动。

从始新世到中新世，两个板块的陆壳相接并发生碰撞后，印度板块继续向北移动，导致地壳的大规模缩短和加厚，南北两个板块的接触地带岩层发生弯曲、破裂和隆起，形成了喜马拉雅山的雏形。在印度板块向北挤压的同时，青藏北部的塔里木刚性地块也相对向南挤压，并俯冲插入到昆仑山之下。这样，青藏地区被南北两个陆块所夹持，在其边缘出现了一系列巨大的断裂带，形成了被断裂带所围限的巨大菱形断块的地质实体，确立了青藏高原这一完整大地貌单元的轮廓。

喜马拉雅山在相当长的时间里上升速度并不很快。直到 1000 万年前的上新世时期，青藏地区并不太高，一般在海拔 1,000 米左右。只是到地质时期的近代，即距今 200—300 万年以来，原始高原受到南北两侧水平运动的侧向压力，导致了垂直方向上的大幅度抬升。可见，包括喜马拉雅山在内的青藏高原隆起抬升的根本原因是由于近南北向的水平挤压，巨大幅度的上升运动只是水平运动派生的结果。垂向的断块运动成了新构造运动的主要形式，青藏地区由平均 1,000 米左右急剧上升到平均海拔 4,000 米的高原，表明青藏高原是世界上独特的原生构造地貌单元。

青藏高原的隆起抬升，大体上可以分为三个急剧上升的阶段。第一阶段从上新世末到第四纪初，高原上升了 1,000 米左右，其结果是原始高原地貌发生了一系列的变化；高原边缘河流切割作用加强，水系流路发生调整，一些古湖被切割疏干；外流水系的主要河道基本定型。上升的第二阶段从早更新世末开始，到结束时，高原的平均高度又上升了约 1,000 米，高原山脉大部分进入雪圈范围。随着中更新世冰期的来临，高原上发育了规模空前的冰川。冰期以后是大湖时期，湖泊兴旺发展，河流切割更甚，某些河流溯源侵蚀并袭夺其他河流。第三个急剧上升期从中更新世末开始，其结果又使高原上升了约 1,700 米。这个阶段，高原地形受到更强的切割，高山深谷地貌基本定型。由于地势抬升，高大山系对气流的阻挡作用也趋明显，进一步改变了高原大气环流，使海洋性与大陆性气候的地域分异逐渐确立，垂直变化与水平差异交错复合，构成自然景观复杂而又显著的三度空间分异。

从距今约一万年前的全新世开始到现在，是青藏高原不断加速隆起，气候逐渐向寒冷干旱方向发展的阶段。高温期以后的全新世晚期，高原进入新冰川作用时期，东南部冰川有过几次较明显的前进。全新世以来，高原多年冻土总趋势是处在退化之中，沼泽化草甸亦严重退化，而各种冰缘作用则形成丰富多彩的冰缘地貌现象。高原上的湖泊在全新世中也在不断地退缩，有的甚至干涸消失，盐、芒硝、硼砂等盐类矿物在广大湖区陆续形成。这里以高原面为基准，高原内部寒冻风化和干旱化过程加强，导致山岭被蚀低，山坡、谷坡在后退，谷地在拓宽和加积，表示着广大高原，特别

表 1 青藏高原形成的阶段					
演进方向	形成期	地质年代		地形演进特点	构造运动
高 ↑ 上升 ↑ 低	高原 上 升 期	第 四 纪	全新世	高原面平均海拔 4 , 700 米	喜 马 拉 雅 运 动
			更晚	4 , 000 米	
			新中	3 , 000 米	
			世早	2 , 000 米	
		晚第三纪	上新世末	1 , 000 米	
南 ↑ 海 退 ↑	成 陆 期	早第三纪	始新世末	藏南成陆, 喜马拉雅山形成	
		白垩纪中期		南羌塘成陆, 冈底斯山、念青唐古拉山形成	燕山运动
		侏罗纪中期		北羌塘成陆, 喀喇昆仑山、唐古拉山、横断山形成	印支运动
		二叠纪末期		昆仑—可可西里地区成陆; 昆仑山—可可西里山、祁连山形成	海西运动
		泥盆纪		阿尔金山地成陆	加里东运动

是高原内部，继续经历着普遍强烈的夷平作用，地势有进一步向和缓方向发展的趋势。

整个高原隆起抬升的构造运动是有地区差异的。如北部的柴达木地区，作为山间盆地在海西运动已经形成，但普遍沉降却自早侏罗世开始。燕山运动使盆地在第三纪初期又处于隆起受剥蚀的状态，到渐新世以后又大面积下降，以至从那时以来的新生界沉积总厚度达 6，000—7，000 米。它们是在山地一面上升，盆地一面沉陷的过程中堆积起来的。第四纪期间，柴达木盆地的东南部则一直是沉降最剧烈的地方。

由此可见，青藏地区由海而陆，从低到高，经历了漫长的历史。每次地壳运动的结果，都使青藏地区的面貌发生巨大的变化。综上所述，青藏高原的形成过程可以概括地分为两个主要时期，如表 1 所示。即一个是成陆期，另一个是上升期。成陆的时间是由北到南分阶段变化的，地层则是自北向南从老至新。上升的高度也是分阶段变化的，并有不断加速的特点。每次剧烈的地壳运动，不仅使一部分陆地增生，后期的地壳运动往往对前期地壳运动的结果产生叠加作用，使地质构造变得更为复杂，最后奠定了青藏高原的基本地貌格局。

三、抬升尚未终止

青藏高原的科学考察研究表明，高原主体的地壳厚度大达 50—70 公里，是全球平均地壳厚度的一倍。然而地势高耸的喜马拉雅山脉地区的地壳厚度却只有 50 公里左右，说明这一地区尚未达到地壳重力补偿的均衡状态，高原仍然受到南北向到北东-南西向水平压应力场的控制,两个板块碰撞后印度板块向北的运动并没有停止，高原上升的趋势仍在继续。据研究，自晚白垩纪

以来大约 1200 万年间,印度板块大约以每年小于 5.5 厘米的平均速度向北漂移了 5 个纬度的距离。现在它仍以每年大约 5 厘米的速度向北移动,喜马拉雅山也以每年大约 5—10 毫米的速度在上升,比欧洲同一类型的高山——阿尔卑斯山目前的抬升速度高 4—5 倍。根据晚更新世末期以来全新世气候最宜时期植物化石和古冰斗、古冰缘、古土壤等的对比研究,反映出新构造强烈上升的后期加速性特征。这表明高原现在还处在强烈隆升的阶段。

和这种晚近的、剧烈的地壳运动密切相关,青藏高原的边缘地带有着广泛的地热显示和比较频繁的地震活动。按照板块学说的观点,板块内部一般都是稳定地区,而大小板块的分界线上则是地壳活动的地带,表现为地热显示、岩浆侵入、火山活动、频繁的地震等等。

青藏高原上共有 1,000 多处地热区,其中大部分集中分布在南部一条强大的地热带上。它位于喜马拉雅山与冈底斯—念青唐古拉山之间,西起西藏阿里,向东延伸 2,000 多公里到横断山脉,折向南与云南西部的地热带相接。这条地热带的形成和年轻的喜马拉雅造山运动有密切的关系,所以也叫做喜马拉雅地热带。世界上现已发现的所有地热显示类型,在这里几乎都可以找到。除了像羊八井热田那样的热水湖、热泉、温度达到沸点的沸泉和汽泉以外,还有世界上比较罕见的间歇喷泉、水热爆炸现象等等。

在西藏南部共发现有 10 处水热爆炸区,西起阿里玛旁雍错、东至羊八井盆地,东西向延伸达 800 多公里,其中比较典型的有玛旁雍热田。据调查,1975 年 11 月发生在西藏普兰县曲普地区的一次水热爆炸,碎石和灰黑色的汽雾冲上 8、9 百米的高空,爆炸后地面留下了直径几十米的大坑,坑内至今沸水滚滚。曲普水热区在玛旁雍热田西南,水热区中心是一座硅质泉华胶结的爆炸角砾岩丘,高 20 米左右;在丘体四周,由水热爆炸形成的大大小小的热水塘和热水湖星罗棋布。

藏南喜马拉雅地热带内,同一地点水热爆炸发生的频率较高,它表明热能自热源至水热爆炸点的传递速度很快,爆炸点的热量积累很大。这个热源来自何处呢?喜马拉雅地热带的地表上并没有近代的火山活动,根据各种迹象判断,这个热源很可能是十分年轻的岩浆侵入体。

青藏高原境内温泉广布,山上是白雪皑皑的高峰,山下竟是热田蒸汽腾腾,甚至形成白色汽柱与雪峰银装相辉映,构成独特的秀丽景色。在冈底斯山南麓昂仁县境内的塔各加间歇喷泉是我国目前已知最大的间歇喷泉。主泉口的喷发强度变化无常,间歇时间的长短不一。在喷发系列终结时的猛烈喷发伴随着撼人的吼声,汽和水流冲出泉口,并立即扩容形成直径 2 米以上高约 20 米的汽水柱,蔚为壮观。高原南部出现间歇泉的地方并没有第四纪或第三纪火山,但却是年轻的造山活动带。因此,间歇泉和水热爆炸活动的间接热源很可能是造山活动带的浅成岩浆活动。

从火山活动时期、规模及岩浆性质上可将青藏高原上的火山活动明显地区分为南北两带。南带称冈底斯火山岩带,分布范围较广,但火山构造已全部被破坏。据同位素年龄测定大部属于 4000 万到 5000 万年前的始新世。北带称羌塘高原火山岩带,分布于羌塘高原腹地及昆仑山。这一火山岩带西段火山活动的主要时期是在上更新世—全新世,而中东段则较早。过去人们认为这里的火山可能都是地质时期近代史上的陈迹,不会再有活动。但昆仑山区卡尔达西火山群 1 号火山却于 30 多年前再度喷发,说明它原来只是处于休眠状态。卡尔达西火山群是在晚更新世以后喷发形成的。1 号火山锥在 1951

年 5 月 27 日的喷发是在年轻的火山锥内重现的小规模喷发,既未破坏老的火山锥,也未形成新的火山锥。

作为原生构造地貌单元的青藏高原的周边都是区域性的大断裂,高原边缘频繁而强烈的地震活动往往与断裂构造密切相关。如喜马拉雅山脉的前缘是一个很强烈的浅源地震带。1950 年察隅就发生过 8.5 级的强震,喜马拉雅山北翼马泉河-雅鲁藏布江大断裂带上也有过多次 6—7 级地震。沿阿尔金断裂也是一个强烈的浅源地震带,有 7 级地震记录 2 次,祁连山区也有过强烈地震。高原东南的横断山区是地震频繁的区域,这一地区仅川西范围内百余年来有记录的 7 级以上地震就有 11 次之多。至于高原内部也多次发生过 6—7 级地震,如青海杂多、西藏色林错东南等。念青唐古拉山麓的当雄则在 1951 和 1952 年分别发生 8 级和 7.5 级的地震。

从地质构造角度来看,青藏高原上地震带标志板块和断块的边界,而高原上新的火山活动和高的地热异常则是两大板块最后碰撞以来大陆壳破裂成裂片以及它们之间的互相运动产生的。除了强烈的地热显示和频繁的地震活动外,高原边缘广泛分布的谷中谷现象、洪积扇的叠置;河流纵剖面的裂点及河流阶地的发育等也都说明青藏高原发育的年轻,强烈的隆升并未中止。

第三章 巍峨雄伟的地貌轮廓

作为我国最高一级地势台阶的青藏高原，它的北、东、南三侧的前沿坎分别以 3、4 千米以上的高差急剧下降到盆地和平原，这种高差明显地衬托出这一独具特色的高原地貌单元。

一、地貌的基本结构和形态

青藏高原的宏观地貌格局是边缘高山环绕、峡谷深切，内部由辽阔的高原、高耸的山脉、棋布的湖盆、宽广的盆地等大的地貌单元排列和组合。高原的主体部分是以广阔的高原面为基础，随着总的地势从西北向东南逐渐倾斜，海拔由 5,000 米以上渐次递降到 4,000 米左右，由低山、丘陵和宽谷盆地组合而成。高原面以上，纵横延展着许多高耸的巨大山系，构成了高原地貌的骨架；在高原面中间，镶嵌着众多的盆地和湖泊；而高原面之下，交织着性质不同的内外流水系。青藏高原千姿百态、类型独特而壮观的地貌，如瑰丽的冰川、逶迤的宽谷河流，深邃的大江峡谷、成群的湖泊，以及岩溶、风沙、火山和冰缘现象等奇特的地貌类型形态就是在山岭与高原、谷地交错排列的格局下发育和演进的。

地理学家徐近之曾把青藏高原奇特的地貌轮廓形象地比作无脚无尾的鸵鸟^①：“头部在帕米尔高原，嘴都是兴都库什山。昆仑山、阿尔金山和祁连山相当于鸵鸟的脊背线，全球最高的喜马拉雅山成了它的腹部线。横断山脉仿佛是鸵鸟下垂的尾端。”高原边缘的这些高大山系连同高原内部大体相互平行的一系列巨大山系，即东昆仑山脉—巴颜喀拉山脉、喀喇昆仑山脉—唐古拉山脉、冈底斯山脉—念青唐古拉山脉等等，显示了清晰的地质构造和地貌的骨架。

在上述这些高大山系之间，除分布着若干次一级的山脉之外，主要是盆地、高原及宽谷，如北部的柴达木盆地、中部腹地的藏北—青南高原以及南部的藏南谷地。东南部的横断山地，流水切割强烈、岭谷南北走向平行并列，是高原向四川盆地和云贵高原过渡的区域。

在上述地质构造即内营力所形成的地貌骨架的基础上，随着自然条件的垂直变化和水平地域差异，地貌作用的外营力不同，而塑造成各种各样的地貌类型，以不同的组合展布在高原大地上，直观而形象地反映了高原的发展历史。某些反映古外营力作用的地貌形态，如古夷平面、古冰缘、古岩溶等残遗到现在，这些残留地形又受到现代外营力作用的改造，更增加了高原地貌的复杂性。

流水作用在青藏高原地貌外营力作用中是个活跃的因子，它通过侵蚀、搬运与堆积，不断改造着地表形态。现在高原上保留有二级明显的古夷平面，可以看作是高原抬升过程中，两次比较稳定

时期里以流水作用为主而成的地形。低一级的夷平面分布最广，海拔高度 4,500—5,000 米，保存较完整，包括现在高原上的宽谷、湖盆及其间的低缓垄岗。在高原内部的许多地方，这级夷平面仍然是当地的侵蚀基准面，继续承受着物质的堆积。高一级的夷平面海拔高度 5,000—5,200 米，它的形成期早于低一级夷平面，由于受到其形成后期的切割，现在以山前平台，

平顶山脊、方山或桌状山等大致等高的山顶面以及宽坦的山地垭形式存在。在高一级夷平面之上，海拔 5,600—5,800 米的高山，还可以见到更高一级古夷平面的残余，表现为齐平的山脊，它们是经过更长期的切割残留下的地形。现代高原上流水作用仍很强烈，由于地形和水热条件的差异，导致了不同区域流水作用的强度有较大的差别。在藏北高原内流地区，发育了一系列向心状水系，水流相对短小，蜿蜒曲折游荡于宽坦的谷地上，侵蚀力量较弱。藏南谷地在雅鲁藏布江水流作用下，自上游向下发育了一套独具风格的老年期、壮年期和青年期河谷地貌。横断山区巨大的高差与充沛的降水相配合，河流强烈切割，形成深邃的峡谷，陡峭的山坡、险峻的地形。现代高原边缘的河流继续向源头侵蚀，使河谷向分水岭推进、伸长，同时又通过河谷纵剖面的陡坎后退，不断加深着河谷。

寒冻和融冻风化作用在青藏高原，尤其在高原内部和高山上的地貌外营力中占有重要地位。由于巨大的海拔高度而造成的寒冷气候和强烈的太阳直接辐射，高原高山上地面温度日变幅大，寒冻风化作用十分强烈，使大量岩块崩裂，剥落成岩屑、块砾，在重力作用下形成石柱、岩屑坡、裙、石河、石海等地形，尤其在雪线以上岩石裸露地段，岩屑堆积地形最为普遍。在雪线以下融冻作用占优势，由于季节和周日的融冻交替，常使地表草皮、泥土顺山坡滑动以致大片脱落，形成泥流或泥流阶地。融冻分选作用又使地面松散而粗细不均的物质分选聚集，形成石多边形、斑状土、石堤等。

冰川作为一种特殊的营力，以其独特的方式给青藏高原塑造了另一种完全不同的侵蚀与堆积地形。高原上许多地方都可以见到古冰川作用的地形，如挺拔高耸的角峰，巨大的冰川“U”形槽谷，典型的冰斗、悬谷，高大而夹有大量泥沙，石砾和巨砾的冰川侧碛、终碛等。现代高原冰川作用仍在继续，其结果就是把雪线以上的物质挖掘、磨蚀、搬运堆积到低处，冰川冰雪融水还把冰川区物质带到非冰川区堆积，而冰川融水本身又成为江河湖泊的补给水源，进而影响到它们的水文特性。藏北高原气候严寒，分布着大面积的多年冻土，在寒冻风化和融冻泥流作用下，地表形成大量冰缘地貌类型，如石柱、岩屑锥、舌状泥流及石多边形等。

泥石流是青藏高原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，山谷雷鸣、地面颤动，呈粘性或塑性状态的泥石流体沿着陡峻的沟道，前阻后拥，穿峡出谷，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。青藏高原东南部主要有冰川泥石流、暴雨泥石流和由冰碛湖溃决形成的泥石流等。

风力作用在青藏高原西北部的干旱、半干旱地区是个活跃因素。柴达木盆地西北部的风蚀雅丹地形十分发育，主要的地貌形态有垄岗状风蚀丘和风蚀劣地，分布在盆地南部山前洪积平原上的新月形沙丘和沙丘链，雅鲁藏布江中上游谷地山坡上的风沙堆积以及藏北高原地表的沙砾化等，都是风力对地表物质吹蚀、搬运和堆积所形成的。

二、东西横亘的高大山系

（一）喜马拉雅山系

高耸的喜马拉雅山脉逶迤绵延在我国青藏高原的南缘，全长约 2,400 公里，宽 200—300 公里，山峰平均海拔高度达 6,200 米是地球上最雄伟高大而又最年轻的山系。“喜马拉雅”一词来自梵文，“喜马”意为雪，“拉雅”是住屋、家乡的意思，原意即为雪的家乡。它近东西向展布，呈向南突出的弧形，突出点在干城章嘉峰（8,585 米）。它的存在对整个青藏高原甚至亚洲地区的自然界有着极其重大的影响。

喜马拉雅山系由许多平行的山脉组成，自南而北依次为山麓地带、小喜马拉雅和大喜马拉雅。大喜马拉雅是整个山系的主脉，宽 50—90 公里、多位于我国与南部邻国的交界处。习惯上把大喜马拉雅分为三段，东喜马拉雅指南迦巴瓦峰至绰莫拉利峰（位亚东境内）之间，绰莫拉利峰至纳木那尼峰（普兰境内）之间为中喜马拉雅，其西迄于南迦帕尔巴特峰为西喜马拉雅。中部喜马拉雅山脉雪峰林立，海拔 7,000 米以上的高山达 40 余座，8,000 米以上的高峰也不少，我国边界上及境内的就有珠穆朗玛峰（8,848 米）、洛子峰（8,516 米）、马卡鲁峰（8,463 米）、卓奥友峰（8,201 米）和希夏邦马峰（8,012 米）等 5 座，是整个喜马拉雅山系的最高地段。

喜马拉雅山系的地形是南北不对称的。这主要是在青藏高原大幅度抬升过程中，喜马拉雅山南侧翘起的掀升运动所造成的。喜马拉雅山系的南翼地势非常陡峻，从高山到恒河平原以大约 6,000 米的急剧落差形成十分雄伟的斜面。由于雨量充沛，流水侵蚀力量很强，干流常形成许多深切峡谷或嶂谷，而下切力量较弱的支流

河谷大多为悬在半山腰的悬谷，落差可达几十米，形成瀑布或跌水，蔚为壮观。喜马拉雅山系的北翼地势比较平缓，呈阶梯式下降，与北翼山麓高原湖盆之间仅有 1,500 米左右的落差。这里降水较少，侵蚀基准面较高，河流侵蚀切割能力弱，河谷地形宽坦、堆积地貌发育。

受地质构造所制约，喜马拉雅山脉被许多源出北翼的河流所横切，造成深大峡谷，河水奔流，势如飞瀑。著名的如喜马拉雅山脉东端的雅鲁藏布江大峡谷，印度河上游的象泉河谷地等，其他如恒河一些支流的上游朋曲、波曲、吉隆藏布、孔雀河等都切穿了喜马拉雅山伸至山脉的北翼，并把河流分水岭推向北边的藏南分水岭，它们都在喜马拉雅主脉上打开缺口，成为我国西藏与印度、尼泊尔、不丹等国的天然通道。

（二）冈底斯-念青唐古拉山系

冈底斯-念青唐古拉山系西起狮泉河，东抵横断山区的伯舒拉岭，是绵延连续的东西向的弧形山系，全长约 1,600 公里，南北宽 80 公里，平均海拔高度 5,800—6,000 米。此山系两端地势高，中间稍低。南翼地势陡峻，相对高差约 2,000 米；北翼地势比较和缓，高差仅 1,000 米左右。

冈底斯是“雪山”的意思，源出藏语和梵语。冈底斯-念青唐古拉山系的显著标志之一，是它极高山的范围宽广。虽然海拔 6,500 米以上的山峰很少，只有冈底斯山主峰冈仁波齐峰（海拔 6,638 米）、罗波岗日（7,095 米）、

念青唐古拉山主峰念青唐拉（7,162 米）和穷母冈峰（7,048 米）等几座，而且这些山峰与喜马拉雅山相比，要逊色得多。但是，这一山系 6,000 米以上的山峰很多，就整个山体来说，海拔 5,500 米以上的山地地形比喜马拉雅山更显得宽厚和完整，这和山系位于高原内部有关，可以说是世界上极高山山体相对集中的一个巨大山系。

冈底斯-念青唐古拉山系位于青藏高原的中南部，是一条重要的地理界线。它的主体是高原上内外流水系的分水岭，山系南侧是印度河上游狮泉河及雅鲁藏布江水系，而北侧河流发育的规模要小得多，大部分注入藏北高原的湖泊中。

现代冰川的发育受水汽来源和运行方向的影响，在此山系有自东向西逐渐减弱的趋势。念青唐古拉山东段雪盖面积较大，是高原上现代冰川的发育中心之一，分布有我国最长的海洋性现代冰川。位于西部的冈底斯山现代冰川不太发育，如冈仁波齐峰的冰川长仅 4 公里。整个山系在现代冰川周围和海拔 6,000 米左右的山峰附近还保存着古冰川作用的遗迹，古冰碛物常伸入河谷和盆地，形成山麓冰碛平台和丘陵。

（三）喀喇昆仑-唐古拉山系

喀喇昆仑-唐古拉山系从西向东延伸，横亘在青藏高原中部。山系由许多平行山脉组成，平均海拔高度 5,000—6,000 米。

喀喇昆仑山是我国古籍称之为葱岭的一部分，海拔 8,000 米以上的高峰有 3 座，全在我国边境上，著名的有世界第二高峰——乔戈里峰（海拔 8,611 米）。喀喇昆仑山西部山体较完整，高山上降水充沛，是高原现代冰川分布的中心之一，冰川作用异常发达。东部山体比较破碎，山地和缓，又被一些横向谷地切割，海拔 6,000 米以上的山峰往往是孤峰，5,500 米左右的山地也较零星，连续分布的山地多在 5,200 米左右，山坡平缓，山地与邻近湖盆之间高差也往往不足 200 米，冰川作用的规模和范围也就小得多。

唐古拉山是一组具有宽广山幅的山地，南北宽达 160 公里。主脊大唐古拉山巍峨高峻，山峰多成锥形，主峰各拉丹冬海拔 6,621 米，是万里长江的发源地。唐古拉山也是长江和怒江的分水岭，整个山脉现代冰川面积达 2,082 平方公里。

（四）昆仑山系

昆仑山是我国古代著名的大山，在早期的古代地理著作《山海经》、《禹贡》和《水经注》中对它都有很多记述。莽莽昆仑山西起帕米尔高原，逶迤东行，迄于四川西北部，长达 2,500 公里，素有“亚洲脊柱”之称。西昆仑山地宽 150 公里，平均海拔 6,000 米左右，相对高出塔里木盆地 4,000—5,000 米。受塔里木河支流切割，西昆仑山地河谷多呈峡谷形态，河流上游则为沿山脉走向的宽谷与盆地。主要山峰如公格尔山（7,719 米）、慕士塔格山（7,546 米）、慕士山（6,638 米）等都发育有现代冰川，其融水汇成河，是塔里木盆地荒漠绿洲的宝贵水源。往东冰川作用显著减弱，冰缘地貌却比较突出。

东昆仑山沿柴达木盆地南缘折向东南，自南而北分为三支：南支是可可

西里山、巴颜喀拉山；中支为阿尔格山，向东延伸称博卡雷克塔格、布尔汉布达山和阿尼玛卿山（即积石山），后者主峰玛卿岗日峰海拔 6,282 米；北支为祁曼塔格山。其中木孜塔格为东昆仑山脉的主峰，海拔 6,973 米。上述昆仑山的支脉自西而东山势渐低。“巴颜喀拉”是蒙古语，意为山色苍翠而富丽，藏语称它为“抹必力赤巴”，即黄河与通天河分界之意。这条支脉近东西向伸展，是黄河的发源地，也是长江、黄河的分水岭。可见藏族人民早就对这美丽山河有真切的了解。

（五）阿尔金山与祁连山

阿尔金山与祁连山绵亘于青藏高原最北缘，以当金山口为两山的分界线。阿尔金山长 500 余公里，宽 20—50 公里为西南西-东北东走向，山地海拔多在 4,000 米左右，最高峰龙苏巴勒山，海拔 6,295 米，地势西高东低。阿尔金山脉两侧均为地质上的断裂带，北侧高差悬殊，山坡陡峭，切割强烈；南侧坡度和缓，切割较浅。由于气候干燥，冰川及终年积雪的山峰不多，但干燥剥蚀作用强烈，地面分布着大量岩屑和干沟，多为岩石裸露的石山。

祁连山北邻河西走廊，南连柴达木盆地，东西长达 900 公里，南北宽约 250—400 公里，由一系列近西北-东南走向的平行山脉与山间构造宽谷和盆地组成。西祁连山自北而南包括：大雪山、托赖山、托赖南山、野马南山、疏勒南山、党河南山、察汗额博图岭、柴达木山等。山地海拔在 3,500 米以上，一般山峰均在 4,000—5,000 米之间，最高峰为疏勒南山的团结峰，海拔 5,827 米。东祁连山山势较低，最高峰可达海拔 5,000 米以上。北侧山地陡峻，相对高差达 2,000 米左右，南侧山峦起伏，宛如丘陵山地，相对高度不过 500—1,000 米。大通河谷地及青海湖盆地是东祁连山著名的宽谷盆地，也是重要的农牧业区。

三、相间的宽谷、高原和盆地

同我国东部地区一样，青藏高原地貌呈网格状结构，由山体组成的网格之间分布着宽谷、高原和盆地，主要有藏南谷地、藏北-青南高原及柴达木盆地。

（一）藏南谷地

藏南谷地指高原南部雅鲁藏布江流域中游谷地，近东西向延伸，西起萨噶，东到米林，长达 1,200 公里，南北宽约 300 公里，为夹在喜马拉雅山和冈底斯山与念青唐古拉山之间的相对“洼陷”地带，谷底高度自西而东由海拔 4,500 米降至 2,800 米，谷地两侧山地高度多在 5,000 米左右。作为谷地中心的雅鲁藏布江发育于“雅鲁藏布江深大断裂”带上，拉萨河、年楚河等大支流亦是沿着次一级的断裂发育，形成明显的格状水系。

藏南谷地地形的最大特点就是谷地宽窄相间成串珠状，宽谷段有拉孜-仁布宽谷、曲水-泽当宽谷和米林宽谷。这些宽谷都发育于沉积浅变质岩带上，地貌组合为宽坦的河床，河流坡降仅千分之一左右，河漫滩广泛分布，尤其是在枯水季节，出露的河漫滩可达几公里宽。河漫滩以上有的地方为河

流阶地，呈不连续带状分布，宽可达数公里，这些宽谷冲积平原是高原上主要的农业基地；山麓地带冲、洪积扇形地呈不规则带状展开，象是给河谷镶上的花边，冲积、洪积扇大都为新老地形的叠置，其下缘常有地下水溢出形成沼泽；宽谷两侧谷坡坡度 30° 左右，河流谷地到谷肩相对高度500—1,000米，坡面物质受到风化，极不稳定，地表多砂砾层，并有较普遍的风砂堆积。藏南谷地的窄谷段有曲水以上的托峡、桑日以下的加查峡谷以及朗县峡谷，水流切穿坚硬的花岗岩或超基性岩，谷坡陡峭，坡度达 $50-70^{\circ}$ ，相对高度在2,000米左右，峡谷中水流湍急，落差很大，蕴藏着极丰富的水力资源。

雅鲁藏布江中游支流谷地地形与干流类似，也呈宽窄相间的形态。如拉萨河的上游是宽阔的当雄和林周盆地，盆地内河流谷底宽3—4公里，曲流、汊流发育。林周盆地以下到墨竹工卡段则是狭窄的河床，河床两岸分别为高出水面5米、10米和25米的阶地。墨竹工卡以下，又为宽阔的河床与谷地，其中拉萨平原宽8公里，长20公里。

藏南谷地山地地形比较破碎，海拔4,700—5,000米以下流水作用强烈，坡面融冻滑塌作用显著。再向上依次为受融冻蠕动作用为主的高山，受寒凉与重力崩塌作用的高山，受冰雪作用的极高山。在海拔5,600—6,000米的山地，可以见到古冰川的遗迹。

(二) 藏北-青南高原

藏北-青南高原覆盖了高原约三分之一的面积，它从青藏高原的西北部一直延伸到东部，地形丘状起伏，宽谷、盆地广布，并呈罗棋布地点缀着大大小小的湖泊。

藏北-青南高原是青藏高原的中心部分，地势自西北的海拔5,000米向东南倾斜为4,000米，气候寒冷、干燥，现代地貌外营力以冰缘气候下的强烈冰蚀与寒冻风化为主，冻土发育，它包括藏北高原湖盆和青南高原两部分。

藏北高原湖盆包括昆仑山以南，冈底斯山以北的广大地区，东西长约1,000公里，南北宽达700公里。藏北高原南部集中分布着许多湖泊，如纳木错、色林错等。这里地形结构保存较好，湖盆宽谷大多在海拔4,400—4,700米的范围内，构成完整的高原面，又为山地、丘陵的侵蚀基准面。在山麓地带，堆积作用旺盛，形成有巨大的洪积扇。现代湖泊处于退缩的过程中，湖水矿化度增加，湖滨阶地十分发育，有些高出湖面100—200米。藏北高原北部，地势高于南部，平均海拔5,000米，湖盆一般高达4,900米，大部分地区是永久冻土区。湖泊无论是大小和密度均逊于南部，但其退缩的程度则有过之而无不及。过去大面积的湖泊现已退缩成小的湖群，有些甚至只是季节性积水或干涸。藏北高原东西两端，即怒江流域和狮泉河流域的地势是从内部向外缘逐渐降低，湖盆高度4,250—4,500米，宽谷地形普遍，山地与宽谷湖盆间的高差也渐趋显著。

青南高原包括青海省南部和四川省西北部，地势自西北向东南逐渐倾斜，平均海拔高度4,000米左右。青南高原上分布着许多平行山岭，大都起伏和缓，相对高度不大。山岭之间为坦荡的高原，河谷宽广、曲流发育，排水不良地段形成大片的沼泽湿地。青南高原虽大部分属于外流区，但高原地形仍保留较完整，只是在其边缘，河流下切增强，高原面切割破碎。

（三）柴达本盆地

柴达木盆地是青藏高原北部的“低地”，盆地呈不等边三角形，海拔 2,600—3,000 米，盆地内气候极干旱，特殊的外力作用对盆地内地貌的形成有很大的影响。柴达木盆地四周为山地所环绕，它在第三纪中期（距今 4,000 万年前）以前，是个大湖，以后，湖面逐渐收缩、变干，使大量盐类、石膏得以积累。

柴达木盆地西部，是新构造运动中和缓隆升地区，水系呈向心状，所有河流一出山口就潜没，形成潜流汇入湖盆。湖积平原广布，有大片盐沼泽和盐土。从湖盆向外围延伸，为地势平坦的冲积洪积平原，山麓边缘地带和西部丘陵间，广泛发育着微倾斜的山前洪积平原可宽达 10—20 公里，主要是由第四纪洪积砾石夹沙层组成。柴达木盆地西北部的第三纪地层主要是疏松的泥岩和砂岩等，构造走向与优势风向一致，在强烈的风蚀作用下，形成同主风向大致平行排列的垄岗状风蚀丘和风蚀劣地，前者比高多 10—20 米，也有达 40—50 米的，长度为 10—100 米不等，是我国雅丹地形最发育的地区之一。柴达木盆地北部有一系列与祁连山平行的山地，相对高差 500 米左右，山地之间为小型的山间盆地，如大柴旦、小柴旦等，各以一个或几个湖泊为中心，发育有湖滨、湖积平原和冲积、洪积倾斜平原。而在山地，冲沟特别发育，有些山段已被分割成离散的岛状山丘，山坡下有很厚的岩屑堆积。柴达木盆地东南部，是长期的地壳沉降区，地面平坦，水源汇集，湖泊面积较大，沼泽地广布、冲积、洪积平原上多为砾石和砂丘，地表多参差起伏的盐土硬壳。

四、岭谷平行的横断山地

近南北走向的山地主要分布在青藏高原东南部，即藏东川西一带，由一系列近平行延伸的高山深谷所组成，统称横断山脉，它的中北段位于高原的范围内。地貌上最突出的特点是岭谷并列、山高谷深，具有两山夹一谷、两谷衬一山的景色。自西而东主要有伯舒拉岭、他念他翁山、宁静山、沙鲁里山、大雪山、邛崃山等高山并列；其间夹持着怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江和大渡河等大江河流。

横断山地的地形被河流切割得很破碎，河谷地形上游的高原性宽谷向下转为峡谷。横断山地的主要河流，深深切于山地之中，水流湍急，水量亦很丰富。河流两岸很少有平坦地形，河流阶地呈间断分布，其宽度一般仅几十米甚至于几米，只有少数阶地与支流谷口洪积扇相连的地方才可见到稍开阔的地形。河流两岸谷坡为波状上升，近于对称。在一些河流河床以上 600—900 米处，常有较宽坦地形保留，它们间断分布或两岸对称，并普遍有河卵石等河流冲积物的堆积，这一级在河流两岸等高，代表了大致三百万年前第三纪末，第四纪初期河床活动范围，即宽谷面。横断山区古夷平面自西北向东南倾斜，高度由海拔 4,500 米下降到 4,000 米，多保留于现代河流的分水岭。本区山地高度多在海拔 4,500 米以上，高出邻近大河河床 2,000—4,000 米，而横断山区最高峰贡嘎山（海拔 7,556 米）则要比其东 30—40 公里的大渡河高出 6,000 多米。在横断山西北部山体较完整，越向南，山体越破碎，海拔高度也越低。

横断山地区山文结构的排列方式和区域性气候的特点，决定了这里地形条件的复杂性，也使垂直地带性特征显得格外突出。在高山上有许多海洋性冰川发育。在山地与河谷谷底之间，相对高差悬殊，许多地形新老交错，呈层状叠置，现代河流仍在继续切割，地貌过程迅速。横断山区新构造运动活跃，谷坡陡峭而不稳定，岩体崩塌和滑坡频繁，松散固体物质较丰富，加上雨季集中，时有猛烈的暴雨，有利于泥石流的形成和发展，成为我国暴雨泥石流最发育的地区，往往造成特殊的灾害。

第四章 复杂多样的气候

就整体来说，青藏高原地势高亢、气候寒冷。因此，在全国气候区划中，它被单独划分出来，称为“青藏高原气候区域”。气候的基本特点是太阳辐射强烈，气温低，气温的日较差大，年变化较小，干湿季节分明等。然而，随着地势和海拔的不同，高原境内的气候状况复杂，但有一定的区域变化规律。

一、高海拔与气候

青藏高原占据大气对流层高度的三分之一，气温低是它地势特高的必然结果。我们知道，对流层的温度随高度增大而降低。大体上，每上升 100 米，降低 0.6°C ，这叫“气温垂直递减率”。高原气温等值线是以藏北为中心呈近于同心圆状闭合分布的，这表明青藏高原上地势对气温的影响十分明显。

假如我们沿着雅鲁藏布江自东而西上溯，由易贡经林芝、泽

当、拉萨至日喀则和江孜，这几个地点的纬度位置比较接近，然而由于海拔逐渐升高，无论年平均气温或最冷月平均气温都呈下降的趋势，如表 2 所列。

表 2 气温随海拔高度的变化

项目 地点	易贡	林芝	泽当	拉萨	日喀山	江孜
海拔(米)	2, 250	3, 000	3, 500	3, 658	3, 836	4, 040
年平均气温($^{\circ}\text{C}$)	11. 4	8. 6	8. 3	7. 5	6. 3	4. 7
最冷月均温($^{\circ}\text{C}$)	3. 3	0. 2	-0. 7	-2. 2	-3. 8	-5. 1

珠穆朗玛峰（以下简称珠峰）地区气温随海拔高度的变化更为明显。如果将珠峰下降到海拔 100 米，那么它的年平均气温将与纬度相近的湖南长沙差不多，它将不再是冰天雪地的世界，而是可以种植柑桔的江南亚热带了。

气温等值线在青藏高原边缘特别密集，就是地势急剧升高、温度迅速降低的结果。高原腹地全年都没有夏天，不少地方年平均气温在 0°C 以下，远低于同纬度的我国东部低地。久居高原的人们都知道，在“盛夏”季节也离不开毛衣，甚至还要穿棉衣。海拔

4, 500 米以上的地方，每年 7、8 月间也会有几天飘着雪花，这与我国东部低地夏夜炎热难入眠的情景形成鲜明的对照。就平均状态而言，高原至少向北跨越了整整一到两个气候带。

高原上空气稀薄，气压低，对人的心脏和肺部影响很大。初到高原的人往往感到氧气不够，呼吸困难，需要一段时间才能适应。但是，异常的高度产生的另一个自然现象是太阳辐射强烈，如拉萨的太阳总辐射值很高，达 $195 \text{ 千卡/厘米}^2 \cdot \text{年}$ 。这个数值相当于成都的一倍多，比上海亦多 72%，接近

于非洲撒哈拉大沙漠的数值。由于太阳辐射强烈，因此即使是严冬酷寒时节，只要太阳一出来就十分暖和。居住在高原上的人们都有晒太阳的兴趣。藏族同胞的衣著就与气候密切相关。由于早晚很冷，在帐篷里寒冷如冬，需烧牛粪取暖，藏族同胞身著的藏袍是裹得很紧的。但是，到了中午日照甚烈，却又象酷暑一样，只得脱掉一只袖子，或者干脆脱掉两只袖子系在腰间。强烈的太阳辐射在一定程度上能弥补地高天寒的不足，为人类生产活动提供了有利条件，而且在农业生产上也有特殊意义。我国小麦单位面积最高产量出现在青藏高原上，就是由于有充足的光照和强烈的太阳辐射为有机物质的形成和转化，为高产奠定了良好的基础。强烈的光照是青藏高原一项极其宝贵的自然资源。

青藏高原气候不仅特殊，而且复杂。它并不如人们想像的那样，是一片高寒缺氧、人畜稀少、冰冻雪封、五谷不生的不毛之地。它确实有终年积雪的冰山雪峰，然而也有深切低下的炎热河谷，还有四季常绿的热带亚热带山地森林。从雅鲁藏布江下游河谷到昆仑山脉，气候条件变化很大，依次有低山热带、山地亚热带、高原温带、高原寒带等气候带。其间山峦重叠、河流纵横、湖泊众多，气候类型也多种多样。我国近代著名的地理学家竺可桢在他所著的《物候学》一书中，曾有这样的记载：“作者之一，1961年在川北阿坝藏族自治州，于6月3日早晨从阿坝县出发，路过海拔3,600米处，水沟尚结冰。行244公里至米亚罗海拔2,700米处，已入森林带；此处已可种小麦，麦高尚未及腰。更前行100公里，在海拔1,530米处，则小麦已将黄熟。更下行至茂汶海拔1,360米处，则正忙于打麦子。晚间到灌县海拔780米处，则小麦早已收割完毕”。在汽车行程一日之内，看到了几个不同季节的农事。即使在一个小范围内，往往山麓一带为热带亚热带气候，从山麓到山顶不过几公里或几十公里，但随高度增加仿佛经历了几个不同的季节，真可谓“山下开花山上雪”。

二、高原环流和季节

在中纬度的低海拔平地，一年之中的四季变化是明显的。青藏高原大部分地区一般却只有冬半年和夏半年之分。冬半年，从每年10月至翌年4月，整个高原都处在高空西风的范围内，高空西风以风大、干燥为特征。这期间，高原极少雨雪，因而冬半年也是高原的干季。地面和高空都刮着偏西大风，大风带阵性，常出现在午后。许多地方一年之中的大风日数超过100天，甚至达到200天。至于瞬时最大风速，那曲曾达到34米每秒，班戈和定日更出现过40米每秒的记录。大风一刮，飞沙走石，在局部地区造成严重的风蚀现象和风灾。整个高原地区沿北纬32°附近是大风日数最多的地带，该带范围内，冬半年大风日数是夏半年的十几倍。因此，也从侧面反映冬季高原多风的特点。高原冬季因此又称“风季”。当然，在横断山地区和喜马拉雅山南翼的深山幽谷里，则是例外，别有一番特色，叫做“十里不同天”，具有不同的地方性气候。当高原

上西风强劲、寒冷凛冽时，这里的低海拔谷地却温暖如春，一片葱绿竹翠。

夏半年，随着印度洋西南季风的建立和北伸，高空西风环流系统向北移。这时，来自印度洋的湿润气流给高原地区带来大量的降水。所以，高原的夏

半年也叫“雨季”。喜马拉雅山脉横亘在高原南缘，从山脊往南，海拔急剧下降，高差达 5,000 米。如此陡峭的地形，使到达这里的暖湿气流被迫抬升，形成大量降水。喜马拉雅山脉南坡、雅鲁藏布江下游的门达旺、珞瑜及察隅地区正好处在迎风面上，年降水量在 1,000—4,000 毫米，其中巴昔卡竟高达 4,495 毫米，是我们降水最多的地区之一。但是，当气流沿河谷或翻山越岭到达高原内部时，降水量一般只有南坡的五分之一至十分之一。如喜马拉雅山以北、雅鲁藏布江以南的喜马拉雅北麓“雨影带”，年降水量不足 300 毫米。一山之隔，降水数量有极悬殊的差别。高原上东西走向的高大山体大都或多或少起到减少往腹地输送水汽的作用。如此重重阻拦，到日喀则一带年降水量只剩下 400 毫米左右，更向西北年降水量竟少于 100 毫米了。整个高原最干旱的地方要数柴达木盆地，盆地西北的冷湖，年降水量仅有 15.4 毫米，这是已经记录到的亚洲降水量最少的地方之一。由于高原内部空气相当干燥，所以经常能看到一些云彩的后面拖着长长的尾巴，气象学上称作“雨幡”。那是云中雨水还没能降到地表就又重新被蒸发到大气中去所形成的。似有雨，又不见雨。正是只有空中雨，不见落地来。

由于海拔高，所以降水之中固态降水所占比例很大。如安多，一年之中仅 6—9 月有液态降水。即使这一时期，固态降水仍占三分之一。在高原固态降水中雪是主要形式。盛夏时节，许多山岭上仍然是白雪皑皑，银装素裹。

谈到固态降水，不能不提到高原的冰雹。巴颜喀拉山、唐古拉山一带是降雹最多的地方，以那曲为例，平均每年要遇到 34 次冰雹。这里冰雹不但次数多，而且雹粒大，大的可像核桃、鸡蛋那么大。多雹的原因与海拔高、地形起伏、太阳辐射强烈、使空气的运动呈现出一种非常无规则的混乱状态即乱流运动有关。冰雹是农牧业生产的大敌，往往砸死羊羔、砸倒庄稼，造成灾害。为了抗灾夺丰收，必须随时重视灾害性天气的防御。

三、气温的年、日变化

青藏高原气温年变化较小。气温的年变化是用一年当中最暖月平均气温与最冷月平均气温之差来表示的，称为气温年较差。高原南部拉萨、昌都、日喀则等地，气温年较差为 18—20℃，纬度相近的汉口、南京为 26℃。高原北部的年较差大，一般达 26—30℃，纬度接近的北京、兰州为 30—31℃。高原南部气温年变化较小是由于所处的地理纬度较低，冬季接受的太阳辐射较多。同时，东西走向的高大山脉，阻挡了北来冷空气的入侵，所以气温下降不甚剧烈。夏季云雨增多、太阳辐射减弱，加上高原上空的空气又不断向四周散发热量，所以夏季气温不高（表 3）。可见，气温年较差的大小与

表 3 青藏高原谷地最暖月平均气温及年、日较差

区域	地点	海拔 (米)	最 暖 月 平 均 气 温 (°C)	气温年较差 (°C)	年平均气温日 较差 (°C)
北部 (北纬 35 ° 以北)	西宁	2261 . 2	17 . 2	24 . 2	13 . 9
	格尔木	2807 . 7	17 . 6	28 . 4	16 . 9
	木里	4091 . 2	5 . 6	22 . 5	12 . 1
中部 (北纬 30 — 35 °)	甘孜	3393 . 5	14 . 1	18 . 4	14 . 9
	玉树	3681.2	12 . 5	19 . 7	15 . 3
	班戈	4700 . 0	8 . 6	19 . 8	12 . 9
	噶尔	4278 . 0	13 . 6	25 . 7	16 . 2
南部 (北纬 30 ° 以南)	林芝	3000 . 0	15 . 6	15 . 4	12 . 4
	拉萨	3658 . 0	15 . 5	17.7	14 . 7
	江孜	4040 . 0	13 . 0	17 . 9	16 . 5

纬度有关，南部较差小，往北逐渐增加；其次是与水分状况密切相联，随大陆性加强而增大，呈现东南小、西北大的趋势。高原南部冬温不低，夏温不高，对农业生产是有利的。南部冬小麦不必采取任何特殊农业技术措施就能安全过冬；夏温不高又延长了作物生长期，有利于穗大粒饱、单位面积产量高。

昼夜最高气温与最低气温之差称为日较差。由于白天大量吸收太阳辐射，地面温度急剧升高，加速了近地面空气的升温作用；夜间，地面热量大量向空中散失，使近地面气温迅速下降，因而高原各地日较差大。如拉萨、西宁、日喀则等地年平均日较差均在 14—16°C，柴达木盆地各地 7 月平均日较差可达 20°C 以上，这与气候干燥关系极大。与此相比较，北京、西安为 10—12°C，成都、武汉、南京为 7—8.5°C。温度日较差大的原因是太阳辐射强烈，日出后地表升温快，即使在冬季，在阳光下也会感到温和如春；日落后，由于空气稀薄、水汽含杂质少，地表容易散热等项原因，降温迅速。青藏高原海拔高，何时霜凝大地？或许是你关心的问题。长期观察表明，除喜马拉雅南翼海拔较低处无霜期可长达 270—360

天以外，高原谷地的无霜期一般都在 100—180 天左右。海拔 4,000—5,000 米以上的地区，盛夏亦霜雪不绝。例如五道梁（海拔 4,645.1 米）和若尔盖（海拔 3,446.7 米）无霜期分别只有 10.1 和 10.4 天，称多（海拔 4,415.4 米）更只有 9.6 天。对于农区来说，霜冻是主要的自然灾害之一，危害较大。虽然夏秋季节的一、二次霜冻不能决定农作物有收无收，但直接影响到农作物收多收少。对于气温本来就低的牧区，牲畜的抓膘育肥、配种保胎、剪毛挤奶、接羔育幼等也受到一定的影响。我国目前一般都是选择白霜作为是否出现霜冻的指标。这在一定程度上并不适合于青藏高原。高原气候比较干旱，空气中所含水汽特少，水汽少也就无法结白霜。比如格尔木每年白霜日数仅 14 天，然而地面最低温度小于或等于摄氏零度的日数却多达 245 天。这时，仍会有冻害。所以，高原上、特别是比较干旱的地方，除了防御白霜外，更重要的是防止零度以下的低温，即“黑霜”造成的危害，以免造成不必要的损失。

四、降水分配与夜雨

青藏高原的雨季，大部分始于5月，止于9月下旬至10月中旬。东南部开始较早，结束较晚，西北部开始较迟、结束较早。这段时间的降水往往要占全年总降水量的90%左右，甚至更多。如拉萨5—9月降水就占全年总降水量的97%。有些地区集中程度更为突出，如改则、噶尔8月一个月的降水就几乎占全年总降水量的一半。这样高的集中程度在全国屈指可数。降水虽然集中，但单位时间降水数量即降水强度并不大。降水数量较多的喜马拉雅南翼、察隅、波密及川西谷地，年降水量达600—1,000毫米，降水日数有150—190天。每年降大雨3—5天，暴雨不足一天，降

水强度并不大。只是由于地势、岩性与土质等关系，时有山洪、泥石流、雪崩等灾害。至于广大高原面上则全年基本无暴雨和大雨，水土流失亦很轻微。

高原东南和喜马拉雅南翼的旱季降水占全年的20—50%，其余地方仅占8—20%之间。最长无降水日数长达130—170天。特殊年份，羌塘一带就根本没有明显的雨季。降水年际之间变化大是季风气候的共同特征，青藏高原也不例外。在季风强盛年，降水往往较充沛。相反则雨期短促，雨量不足。在少雨年份，一些地方的降水量仅是正常年的一半。即使其他要素稳定，降水的这种变化也给农业生产带来很大困难。由于青藏高原总的降水量偏少，多雨年并不感到雨水过多，而少雨年广大农牧区干旱普遍较重，大部地区基本上是“没有灌溉就没有农业”的状况。然而。另一方面，空气干燥、降水少，使高原上粮食作物的种子收获晒干或风干后的含水量仅为8—9%，比通常要求的小麦贮藏安全水分12.5%还低。加之气温较低，大大减缓了种子自身的呼吸作用和陈化衰老过程，也极度限制了仓库害虫和微生物的活动。所以，在高原上即使是简陋的贮粮场所，也很难发现虫害，并很少看到霉烂粮食现象。这里是天然的粮食长期贮备仓库，也是作物品种资源保存的理想场所。

高原降水日变化的一个重要特点是多夜雨。从晚上8点至翌晨8点的降水量为夜雨量。它占总雨量的百分比称作“夜雨率”。藏北、藏东夜雨率在60—70%，柴达木盆地东部和湟水上游河谷在70%以上，在一些宽阔的河谷中，如拉萨河谷的拉萨、年楚河谷中的日喀则，高达80%以上（表4）。

青藏高原每当雨季，白天天气挺好，可是一到傍晚，乌云密布，大雨雷鸣，几乎天天如此。高原多夜雨，主要是受局部地形条件的

表4 西藏各地的夜雨率

地点	拉萨	泽当	日喀则	狮泉河	昌都	察隅
夜雨率（%）	84	80	82	67	63	64

影响所致，特别是宽阔的河谷地段白天太阳辐射强烈，容易产生空气对流运动，在上空形成积云。但是，白天气温高，云层中的小水滴容易蒸发、消散，所以天空少云或晴空万里。每当太阳西斜落山时，地面开始降温，山坡冷空气沿坡下沉，不停顿地把谷地暖空气抬升。冷暖空气交换，水汽又较

充足，为成云降雨提供条件，使云层内的不稳定性增大，有利于水汽饱和凝结以及加速小水滴的冲撞作用，最终容易形成降水。日晴夜雨，在高原上的一些大河谷，盆地尤其明显。这些因局部地形造成的夜雨，称为地形性夜雨。夜雨的形成亦与地表多为砂和砾石，植物覆盖甚少，山谷风往往比较强烈等因素有密切关系。

青藏高原夜间降水多，白天光照充足，有利于光合作用的进行，增加干物质积累。夜间降雨多，温度亦较白天低，雨水消耗于蒸发的部分少，而渗入土壤中的水分多，有利于作物根系的吸收。可见，夜间降雨而白天晴朗的特点，对农作物生长是十分有利的。

五、各地气候差异大

根据近年的研究，青藏高原温度和水分条件具有自西北向东南变化的特征。高原西北部寒冷干燥，而东南部比较温暖湿润。各地区之间差异十分明显，可以划分出 12 个不同的气候区。在划分气候区时，首先考虑的是温度条件，特别是与农作物生长关系密切的一些界限温度和持续日数，如日平均气温稳定通过 10℃的天

表 3 青藏高原气候区划分的温度条件指标

类别 指标	≥ 10℃期间 的天数	最暖月平均气 温(℃)	极端最低气温多 年平均值(℃)	自然生产特征	
寒冻	不出现	<6	-	融浆作用普遍，植被稀疏，土地 贫瘠，游牧	
寒冷	<50	6-11	-	树木生长困难，无天然森林；牧 业为主，局地可种青稞	
温凉	50-180	12-18	<-23	小麦越 冬困难	可有天然森林或可绿 化造林；农作物一年 一熟，喜凉作物占优 势
温暖			>-23	小麦可 以越冬	
暖热	>180	<18	-	农作一年两至三熟，可种水稻、 茶树等喜温作物	

表 6 青藏高原气候区划分的水分指标

类型 指标	干燥度	年降水量 (毫米)	生产上意义
湿润	<1.0	>800	湿润森林，常绿阔叶林，农作物产量较稳定
半湿润	1.0-1.5	800-401	半湿润林林，多针叶林，灌丛草甸，水分稍感不足，农作物产量较不稳定
半干旱	1.6-5.0	400-201	草原为主，水分不足，灌溉对农作物有明显增产效果
干旱	5.1-15.0	200-50	荒漠草原与荒漠，没有灌溉农作物极难成活
极干旱	>15.0	<50	荒漠，没有灌溉则无农作

数，最暖月平均气温等。其次，当温度条件一旦满足，水分的多寡就成为限制作物生长、产量和质量的因子，选用可能蒸发量与年降水量之比，即干燥度作为指标。

各气候区的特点大致如下：

1. 藏东南气候区：具亚热带和热带北缘山地湿润气候。实际

上指喜马拉雅南翼低山， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数超过 180 天，年降水量超过 1,000 毫米。气候温暖而湿润，农作物一年可以两熟或三熟。

2. 川西气候区：属温暖半湿润气候。湿冷山区和干暖河谷南北纵列，气候的垂直差别很大。最暖月平均气温 $12-18^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 120—180 天，年降水量在 500 毫米以上。这里可以种植青稞、小麦等农作物，在一些海拔较低的河谷还可以种植玉米，实行两年三熟的种植制度。

3. 藏东气候区： $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数在河谷低地约 150 天，海拔较高地区约 50 天。最暖月平均气温 $13-16^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 600 毫米左右。金沙江、澜沧江、怒江流域受地形和下沉气流的影响，年降水量仅 400 毫米左右，为干旱河谷。这里的耕地分布在 2,000—3,000 米的支沟或干流阶地，可以种植玉米，青稞、冬小麦以及核桃、梨、石榴等。就整个气候区而言，一年一熟为主，部分二年三熟。

4. 藏南气候区：温暖半干旱气候。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 50—150 天，最暖月平均气温 $10-15^{\circ}\text{C}$ 。年降水量 400 毫米左右，河谷地区多夜雨。南部高大的喜马拉雅山脉阻挡了南来湿润气流的北进，越山而过的气流在山脉南侧已将所带水汽消耗殆尽，因而山脉北翼高原盆地天气少云多晴空，年降水量少于 300 毫米，被称为“雨影区”。藏南气候区是青藏高原南部最重要的农业区，主要种植小麦、青稞、豌豆和油菜。

5. 青东气候区：温凉半干旱气候。温度水分状况与藏南气候区大体相近，唯个别较低谷地的最暖月平均气温可达 $18-21^{\circ}\text{C}$ 。在日月山以东的河谷低地，气候条件较好，除种植小麦、玉米、高粱和早熟水稻可一年一熟外，局部地方还可复种油菜、马铃薯等。西部靠近柴达木盆地，年降水量减少至 150—250 毫米，干旱程度加剧，不利于农作。

6. 青东南气候区：属于寒冷湿润气候。最暖月平均气温低于 10°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数少于 50 天，年降水量 600—800 毫米。这里海拔较低的一些河谷地，可以种植青稞、小麦或生长期短的蔬菜。但就广大地区而言，仍然是以牧业为主。

7. 那曲、玉树气候区：温度条件同青东南气候区差不多，但水分条件稍差，年降水量只有 400—700 毫米，属半湿润。这里是我国冰雹最多的地区之一。

8. 南羌塘气候区：具有寒冷半干旱气候。最暖月平均气温 $6-10^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数少于 50 天，年降水量 100—300 毫米。这里是青藏高原主要牧业地区之一。由于海拔高、气候寒冷，种植农作物多不能正常成熟。本气候区的西部大风和风沙较频繁，给牧业生产造成危害。

9. 祁连山气候区：具寒冷半干旱气候。在本区内部，东西之间水分条件差异较大，东部比较湿润，牧草生长良好，是青藏高原主要牧业基地之一。西部比较干旱，牧草生长稀而少，利用价值亦不高。

10. 柴达木气候区：属温凉极干旱气候。年降水量仅 20—100 毫米，是我国著名的干旱盆地之一。大气降水远远不能满足农作物的需求，有灌溉才能有收成。夏季气温较高，最暖月平均气温达 $16-18^{\circ}\text{C}$ ，对农作物生长是有利的，但仍不能种植水稻。冬季降温剧烈，多年平均极端最低气温值低于 -23°C ，小麦无法越冬。所以，一般只在海拔 3,000—3,200 米以下种一季春小麦。

11. 北羌塘气候区：具寒冻干旱气候。最温暖的月份平均气温也在 6°C 以下，基本上不出现 10°C 以上的天数。每天的最低气温几乎全年都维持在 0°C 以下，甚至 7 月份河里的冰块也不消融。年降水量约 100 毫米左右，以固态降水为主。这里冬春多大风，酷寒，气候恶劣，天然植被十分稀疏。

12. 阿里气候区：温凉干旱气候。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 50—100 天，最暖月平均气温 $10-12^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 100—50 毫米。南部冬春季节降水较多，大风少。象泉河、孔雀河河谷两岸，可以种青稞、春小麦、豌豆等作物，一年一熟。因为年降水少，需要灌溉才能获得比较稳定的收成。北部雨雪罕少，班公湖一带年降水量仅 20—50 毫米。

第五章 广布的冰川与冻土

自第四纪以来，青藏高原经历了多次冰期与间冰期的冷暖交替。它是地球上中低纬地区最大的冰川作用中心，无论是现代冰川还是古代冰川，都是影响高原自然界的重要因素。以藏北青南高原为主体的腹地还分布着大面积的多年冻土。从某种意义上来说，青藏高原迄今仍未完全脱离寒冷的冰期。

一、寒冷的冰期

科学考察结果表明，青藏高原进入第四纪以来曾发生过四次冰期，其间有三次气候转暖、冰川退缩的间冰期。

第三纪末期，青藏地区的平均海拔高度较低，很多地方气候比较温暖。进入第四纪早更新世，山地不断抬升，全球性气候变冷，于是青藏高原一些地区山坡上披冰挂雪、银装素裹，进入了第一次冰期。这次冰期的遗迹在希夏邦马峰地区保留最好，因而叫做希夏邦马冰期。这次冰期冰川的规模不大，属于小型山麓冰川的性质，冰川的范围只限于现在的喜马拉雅山个别高峰附近、念青唐古拉山东南麓及雅鲁藏布江两侧高山等地。这些冰川对地形的影响亦不显著，青藏高原广大山地仍保留为原始的浑圆状山岭和较为和缓的地形。希夏邦马冰期之后，全球气候转暖，进入了帕里间冰期。高原上被冰雪覆盖的山坡重新披上了绿装，渐渐地长起了以针叶林为主的森林。

到中更新世，气候再度变冷，气温比希夏邦马冰期时还低，高山上冰川广泛发育并大规模地向前推进到山麓平原上，这就是第二次冰期，即聂拉木冰期。这次冰期是青藏高原冰川规模最大、范围最广的一次，从藏南到藏北青南都有分布。当时许多高山上都曾发育了规模巨大的山谷冰川、山麓冰川。藏东南有些冰川可长达百余公里，有的甚至堵塞江河谷地成为湖泊。珠穆朗玛峰附近有连成一片的东西长 60 公里、南北宽 20 余公里的山麓冰川，还有一些平坦的分水垭口，象唐古拉山口南北曾形成面积达 3000 平方公里以上连片的半覆盖式冰川。从当时冰川发育特点来看，藏南和藏东南的冰川为海洋性冰川类型，而同期藏西北高原腹地的冰川则要逊色得多。聂拉木冰期之后，即中更新世晚期，全球气候又变暖，高原上冰川又逐渐退缩，这个温暖期科学工作者称之为加布拉间冰期。在间冰期中，森林向高山推进，不仅针叶林，很多生长在较低地方的阔叶林也一齐进入了高山地带。当时的平均气温比现在高，生长有山核桃、栎树、桉木及木兰等植物。在温暖的气候条件下，地表形成了红色风化壳。加布拉间冰期是第四纪大冰期中出现的最长的一次间冰期，可以说是高原的黄金时代。那时冰川退缩，流水汇集在洼地。由于这次间冰期气候湿热，流水侵蚀较强，把第四纪早期的浑圆山地切割成深谷，成为下一次冰期冰川前进的通道。

进入晚更新世以来，青藏高原又出现了二次冰期。前一次叫吉隆寺冰期，后一次叫绒布寺冰期，其间的温暖期叫末次间冰期。这两次冰期是青藏高原迅速抬升的时期，由于喜马拉雅山阻挡了印度洋水汽的北进，因而冰川规模都不如聂拉木冰期。

吉隆寺冰期时，高原上古雪线海拔高度比现在低 200—300 米，发育以山谷冰川为主的冰川。高原内都属大陆性冰川，高原边缘则为比现在范围稍大的海洋性冰川，在高位盆地又发育有半覆盖式冰川。末次间冰期时，高原面

上是温凉的气候环境，在藏南谷地，气候温湿，生长有针阔叶混交林并发育有棕黄色的土壤层。

约 10 万年前开始的绒布寺冰期（我国东部叫大理冰期，欧洲阿尔卑斯山叫玉木冰期）的雪线高度与冰川类型和现代相似，但冰川规模较现在大。这次冰期大约延续了 9 万年，到一万两千年前左右，这次冰期宣告结束，历史进入了冰后期。冰后期开始时，高原气候比较凉爽，随后温度又有所上升。距今 7000 年前，世界气候比现在温暖，年平均气温约高出 2—3℃，一直延续了 3000—4000 年，这个时期称之为温暖期。此时青藏高原山区以绣线菊、杜鹃、蔷薇为主的高山灌丛的分布比目前上移 300 米左右。从 3000 年前的西周初年开始，进入了新的冰期阶段，高原上冰川随气候冷暖变化曾几度进退。第一次冰川前进约发生在 3000 年前，持续了 100—200 年；第二次距今 1500—1900 年；第三次则是近 100—200 年间的事，许多人也把第三次冰川前进称为现代小冰期。在十九世纪和二十世纪初期，青藏高原的冰川规模较大，自本世纪三十年代以来，退缩很明显。但从本世纪五十年代开始，冰川又有前进和稳定的趋势；许多冰川自本世纪六十年代以来又发生了明显的前进。青藏高原上古冰川遗迹分布广，类型多种多样，况且后一次冰川常改变了前一次冰川的遗迹，并受到现代地貌外营力的改造，使冰川地貌更加丰富多彩。

长期以来反复地经受冰川作用的高大山体，发育了大规模的冰蚀地形，如角峰、冰斗和冰槽谷等。在高原南缘及东南部，角峰、刃脊等发育典型而明显。如珠峰的北、东和西南三面均有大型的谷首冰斗，使珠峰成为高出冰斗底部达 3,000 米的金字塔形的大角峰，东喜马拉雅尾间的南迦巴瓦峰也呈金字塔形削尖挺立，它们原来是多个古冰川的冰斗在后退过程中啮蚀山岭所塑造的。这些高山的山脊线也同样是古冰川侵蚀遗留的地形，多呈锯齿状，象成排尖利的牙齿，象把巨大的梳子，成为陡峭险峻的分水岭。古冰斗的遗迹在高原山地屡见不鲜，有些地方有两级不同高程的冰斗悬挂山腰，冰斗末端又往往有冰斗湖泊出现。“U”型槽谷是古冰川侵蚀地貌中发育最普遍，形态最完整的类型。“U”型槽谷多保留于现代冰川的外缘，有些槽谷具多级叠套的谷形；有些槽谷从分水垭口一直向下贯通，并受到现代流水作用的改造；而另一些槽谷的两侧成排分布有高高悬挂于山地的悬谷。侧碛垅和终碛垅是山谷冰川谷地中常见的地貌形态，其规模在高原腹地较小，南部及东南部较大。侧碛垅延伸长度可达数十公里，相对高度可达数百米。终碛垅分布于侧碛的末端，两者往往共生。不同时期的终碛和侧碛在同一谷地中复合，就构成不同高程部位的侧碛垅和终碛垅多列环布现象。另外，古冰川遗迹中还有羊背石、鼓丘、冰砾阜丘等。

冰川的侵蚀与堆积是相辅相成的，一定的侵蚀作用就必然反映在相应的堆积形态上。古冰川地形的发育受当时冰川类型性质及地质地貌条件影响，其地形被保存的程度，又取决于后期改造的特点。在高原南部及东南地区，古冰斗遗迹类型多样，侵蚀与堆积形态发育明显，地貌对照性强烈，如有高耸的角峰，规模宏大的“U”型槽谷，典型的冰斗、悬谷和羊背石，高大的侧碛、终碛、冰砾阜丘、鼓丘等，它们所反映的是海洋性冰川作用的结果。相反，在高原内部，古冰川冰蚀和冰碛地貌往往不典型，反映了大陆性冰川地质地貌作用要缓和得多。

如前所述，青藏高原从第四纪中更新世大冰期以来所发育的冰川规模越来越小，但那时冰川发育的规模、范围到底有多大呢？一些外国学者曾认为

青藏高原上有过全面的冰雪覆盖，即“古冰盖论”。但事实如此吗？通过近年来的考察及多学科研究结果表明，青藏高原古冰川作用遗迹的地域分布只是以高耸的山岭为中心向外围作带状分布，并不存在连续普遍的冰碛地形。从高原上古岩溶地形的残留，从藏北高原上许多盐湖和干涸的巨厚硼砂湖盆内发育的层层叠叠完好的古湖岸线，从高原上晚第三纪夷平面上广泛保留的紫红色古风化壳，从藏北高原现仍保留有属于森林植物区系的植物种类等等地貌及植被特征，都可以从各自的侧面证明了古冰川的发育各有中心，互不连续。如西藏嘉黎县麦地卡盆地，是拉萨河，易贡藏布和怒江罗曲三水系上源的高位山间盆地，海拔约 5,000 米左右。盆地中冰碛丘陵起伏，鼓丘群和羊背石广布，其间湖泊星罗棋布，它显示了一个面积达 3,600 平方公里的半覆盖式冰川或小冰盖。在横断山区沙鲁里山南段则有冰蚀地形十分发育的稻城古冰帽遗迹，面积也有约 3,300 平方公里。但是，在第四纪冰川作用最盛时期也并未形成统一的高原冰盖。

二、现代冰川巡礼

青藏高原的现代冰川是第四纪末次冰期的继承者，它的发育取决于地形和气候条件，主要是低温和降水的配合。高峻的地势及其所导致的低温有利于冰川的发育，而降水则是影响冰川发育规模和类型特征的重要因子。青藏高原是我国冰川最发育的地区，现代冰川面积达 46,640 平方公里，约占我国冰川总面积的五分之四。

发育在青藏高原上的现代冰川与分布在高纬地区如南极和格陵兰岛的大陆冰盖不同，属于山岳冰川。它们不仅数量多，冰川类型也不少。在峰峦重叠、角峰挺拔的高山雪峰上，常可见到白色的冰体悬挂在陡坡上，叫做悬冰川。这是规模最小的一种冰川，面积不大，其下端崩落可形成冰崩。如南迦巴瓦峰山体陡峭，悬冰川是其主要的冰川类型之一。

由于冰川对谷地及边缘的巨大刨蚀作用，有一类冰川覆盖在高峰附近山谷源头的漏斗状洼地中，其周围连绵的山峰好像是一张圆藤椅的靠背，这就是冰斗冰川，它们在珠峰地区发育得很典型。

典型而发育成熟的山岳冰川在山谷中曲折奔流，好似银蛇飞舞，叫做山谷冰川。珠峰北坡的绒布冰川长达 22 公里，是由几条单式山谷冰川汇合而成的树枝状的山谷冰川。在喀喇昆仑山也有复杂的树枝状山谷冰川分布。

另有一类冰川很特殊，它们发育在平坦的高山顶上，冰川覆盖在上面好似一顶白色的帽子，可称为冰帽，又叫平顶冰川，它的特点是没有表碛，也没有出露到冰面之上的角峰巉崖。冰川上层是粒雪，下层是冰川冰。在祁连山和唐古拉山都有发育，如各拉丹冬雪山南面的一个冰帽面积就达 180 多平方公里。

气候和地形条件的特殊结合使高原边缘山地与高原内部的冰川，无论在冰川物理性质、形态特征和发育规模上都有很大差别。就冰川性质来说，在青藏高原上存在着两种不同类型的冰川，一种是高原内部发育于半干旱—干旱气候条件下的大陆性冰川，另一

种是高原东南部湿润和半湿润气候条件下发育的海洋性冰川。两类冰川大致以德格—丁青—嘉黎—工布江达—措美一线为界，东部与横断山区森林分布

的西北界线接近。

海洋性冰川主要分布在念青唐古拉山东段、喜马拉雅山南翼和横断山地。这里气温高、雪线低，冰川靠丰富的降水补给而生存。冰川发育的特点是：冰面温度较高，冰川消融强烈，冰川进退幅度大，运动速度快（年平均速度达 100—300 米）。如位于念青唐古拉山南翼的卡钦冰川长达 35 公里，面积 172 平方公里，冰舌末端下降到海拔 2,530 米的山地森林之中，是青藏高原最大的海洋性冰川。

大陆性冰川则分布在高原内部和西北部，如喀喇昆仑山、唐古拉山、昆仑山、祁连山等。主要依赖极低温度而生存，其发育特点是冰川温度低，消融微弱，进退幅度小，运动速度慢。两类冰川的区分标志可以列表如下：

青藏高原现代冰川以各高大山系为发育中心，其分布特点可概述如表 7。

喀喇昆仑山拥有广阔的集雪面积，又受西风及印度洋季风所携带水汽的双重补给，因此，这里成为世界上中纬高山冰川最发达的地区，它拥有 6 条超过 50 公里的大冰川，但均分布在南翼地区。我国境内喀喇昆仑山北翼地区冰川面积达 3,265 平方公里，乔戈里峰北坡的音苏盖堤冰川长 42 公里，冰川末端海拔 4,000 米，它是我国最长的冰川。一些大的山谷冰川的前进会在叶尔羌河上游形成堵塞湖，这种湖泊的突然溃决则可以酿成下游的特大洪水。

整个昆仑山有冰川面积达 11,639 平方公里。西昆仑山首当西风进入高原的要冲，高山上降水较多，冰川分布较集中。仅东经 80°30' 以西就统计到冰川 3,180 条，面积 4,331 平方公里，其中玉

表 7 海洋性冰川与大陆性冰川特征对比

	海洋性冰川	大陆性冰川
1.气候	海洋性山地季风气候	大陆性高原季风气候
2.雪线温度	年平均温 $\geq -6^{\circ}\text{C} \leq -6^{\circ}\text{C}$	
3.雪线降水	1,000—3,000 毫米，液态占 20 %	< 1,000—2,000 毫米，无液态降水
4.冰川温度	除活动层冬季出现负温外，均为压力融点	负温
5.冰川运动	100—300 米/年，冰瀑处可达 1,000 米/年	< 30—100 米/年
6.冰川构造	无弧形构造	无弧形构造，冰瀑下多为冰塔林
7.冰舌末端高度	海拔 2,400 米，一般进入森林带	海拔 4,500 米，一般都不能进入森林带
8.生物	冰蚯蚓、雪蚤普遍出现，还有苔藓、雪藻等	一般均不见左列生物活动，个别川上有雪蚤

龙喀什河源头的玉龙冰川，长 30 公里。昆仑山中段的莫诺马哈峰（海拔 6,860 米，位新、青边界上）发育了规模较大的冰帽，若干冰舌伸到山麓、形成宽尾冰川，其中最长者达 24 公里，末端降至高原面上。

据统计，祁连山有现代冰川 3,306 条，面积达 2,063 平方公里，主要集中在土尔根大坂山、疏勒南山、大雪山和走廊南山。雪线海拔 4,500—5,200 米，由东向西升高。土尔根大坂有面积较大的平顶冰川。疏勒南山团结峰南坡有一条溢出山谷的冰川，全长 8.5 公里，有 4.5 公里长的冰舌伸出谷口外，末端抵达海拔 4,500 米的山麓平原，是罕见的形态特殊的冰川。祁连山是我国现代冰川研究最早的地区之一，北坡的冰雪融水对于干旱的河西走廊的工农业用水有着重要的作用。

我国境内喜马拉雅山区有冰川面积 11,055 平方公里。由于高大山体的屏障作用，南北翼雪线高差较大，在珠峰地区可达 700

米，冰川性质也截然不同。喜马拉雅山中段珠峰地区著名的绒布冰川上冰舌表面发育着长数公里，比高 40—50 米的高大奇特、绚丽多姿的冰塔林。这种瑰丽的景象是低纬高山山谷冰川在强烈的太阳辐射和干燥气候下蒸发旺盛、消融强弱不一特殊发展的结果。迄今所知，这种完整的冰塔林现象目前只存在于喜马拉雅山和喀喇昆仑山某些大的山谷冰川上。东喜马拉雅南迦巴瓦峰地区虽然降水增大但因山体陡峻，雪线以上有效积雪面积不大，冰雪面积仅约 150 平方公里，最长的山谷冰川约 15 公里，且多悬冰川、悬坡冰川及少量的再生冰川等。

现已查明，西藏东南部念青唐古拉山东段及岗日嘎布一带是青藏高原上现代冰川集中分布的另一中心。与这里处于孟加拉湾湿润气团进入高原的主要通道有关，降水量大，雪线低，海洋性冰川集中。仅念青唐古拉山波密以西就有冰川面积 4,880 平方公里，其中易贡湖北岸的勒曲藏布就有现代冰川约 800 平方公里，流域面积有一半为冰川所覆盖。岗日嘎布山南侧著名的阿扎冰川长度约 20 公里，该冰川从海拔 4,600 米的雪线附近飞泻而下，穿越几个垂直自然带，蜿蜒于郁郁葱葱的森林之中，冰舌末端一直延伸到山地常绿阔叶林带的上部海拔 2,400 米附近，成为奇特的自然景观之一。

贡嘎山是横断山脉冰川最集中的地方，有现代冰川 71 条，在主山脊两侧形成羽状分布的冰川群，冰川面积近 300 平方公里。贡嘎山东坡冰川比西坡更为发育，雪线也偏低约 300 米，明显地反映出水汽东来的影响。雀儿山主峰海拔 6,168 米，有长 7—8 公里的冰川，雪线海拔 5,100—5,200 米，仍属于海洋性冰川。

三、中、低纬的冻土岛

青藏高原的多年冻土面积约 150 万平方公里，占全国冻土面积的 70%，是我国面积最大、最集中，也是世界上中低纬地区分布范围最大的多年冻土区。青藏高原多年冻土的形成受到历史因素、海拔高度、纬度位置及气候条件的制约。冻土是指温度在 0℃以下并含有冰的各种岩土。冬季冻结而夏季全部融化的冻土为季节性冻土；冻结持续多年而不融化的冻土叫多年冻土。多年冻土可分为上下两层：上层为常发生周期性的（年、日）融冻的活动层，下部则为长期处于冰冻状态的多年冻结层。高原多年冻土的分布以藏北青南高原范围最广泛，除了温泉出露带和大河河床下有融区外，多年冻土呈大面积连续分布。其他地区多年冻土的分布和性质，受纬度及海拔高度的影响，

呈不连续的岛状分布。高原上冻土层的温度，大约自北向南每推进 100 公里，温度上升 0.5—1.0℃，厚度减薄 10—20 米。与冻土温度和厚度变化规律相适应，高原多年冻土分布的海拔高度的下界也随纬度的降低而升高。另外，地形的坡向、河流、湖泊、植被以及人类活动等也对冻土的分布有一定的影响。

表 8 青藏高原多年冻土下界海拔高度

地点	纬度	多年冻土下界海拔高度 (米)
喜马拉雅山北坡	28 — 29 ° N	5 , 000 度 (米)
唐古拉山南坡	31 — 32 ° N	4 , 600 — 4 , 300 祝*
昆仑山北坡	35 ° N	4 , 200 — 4 , 300
祁连山南翼	37 ° N	3 , 500 — 3 , 700
祁连山北翼	38 ° N	3 , 200 — 3 , 300

除多年冻土外，青藏高原上的季节性冻土，主要分布在雅鲁藏布江中游谷地等海拔较低的地方。这些地区的土层随季节变化而出现冻融交替。冰冻期时冻土深度可达数米，地表碎屑物质全部冻结。解冻时，土层或融冻风化层中含有一定的融水，使地表碎屑物质达到饱和或过饱和，具有可塑性，从而形成一系列的融冻地貌。季节性冻土加剧了寒冻风化过程，甚至使沼泽化草甸严重退化。

在高原冻土区，伴随着土层中水的冻结和融化，发生着一系列奇异而独特的冻土现象。若按冻土地形形成的特点，可以分为三类：冻胀作用下的形态、融、冻作用下的形态和寒冻风化与重力分选作用下的形态。这些不同的作用分别塑造有冻胀石笋和石林、冻胀丘、冰椎和冰衣；融冻洼地、雪蚀洼地，石柱和土柱、岩屑堆积地形以及石河、石海等。所有这些地貌形态，共同组成了冻土“家族”。

冻胀石笋和石林，主要分布在多年冻土区或现代冰川表碛丘陵上。冻土冻胀作用把地表岩块挤压得直立起来插在地表，成为石笋，在布满板状岩块地段，成片岩块受挤压直立，大小、高低不一，参差不齐。冰椎多分布在冻土区山间洼地、河床、河漫滩及洪积扇边缘带，是地表河水或泉水在冬季外溢冻结而成的洁白耀眼的冰体。冰椎的大小，形态很不一样，小的仅 1—2 米，大的可达 1—2 公里。有的呈丘形、椭圆形，有的呈扇形、条形，甚至成串分布，形成冰椎群。绝大部分冰椎是一年生的，冰冻期发展，消融期以后停止生长，随后冰面出现裂缝、沟渠，并逐渐破碎，直至融完消失。冻胀丘是冻土区常见的地貌形态，多分布于河谷、湖滨平原、洪积扇前缘和山麓泉水出露带附近。它是由于地下水高集的冻土层因冻结膨胀形成的高出地面的丘状地形。冻胀丘表面一般有草皮或土层覆盖，其大小不等。大的冻胀丘简直象座山包一样，如青藏公路昆仑山口附近有高约 20 米，长 70—80 米，宽 30—40 米的大冻丘，是我国目前已知最大的。这个冻胀丘目前仍在活动中，每年顶部升高约 27 厘米，向周围扩展 1—1.6 米。有些冻胀丘还会自行喷水爆炸，形成“水火山”。如唐古拉山北麓，曾有一直径 2—3 米，高 1 米，顶

部有辐射状裂隙的椭圆形隆丘，突然在一天自顶部向外喷出高 1 米，直径 2 厘米左右的水柱。4—5 分钟后，冻丘猛然间爆炸，其声如雷，炸起的冻土块、石块半径达半米之多，其中直径 10 厘米左右石块被炸起 7 米高，水平抛出 70 米远。爆炸后冰丘底部大量出水，同时有气泡冒出，几小时后方始平息。爆炸处形成一个大土坑。几天内，在相距此土坑 7—23 米的距离内又有三座“水火山”相继爆发，蔚成奇观。

融冻泥流多见于冻土区小于 15 度的缓坡。由于缓坡上细土物质反复融冻，结构被破坏，又因土层下冻土层阻隔土中水分下渗而成泥浆，在重力作用下，土层沿冻层表面向下滑动，形成夹杂土粒石块的融冻泥流。小型的泥流发生在融化层上部，具分布广、规模小、流动快的特点，山坡坡面上象鳞片似地分布着长 1 米左右，宽几十厘米，高数厘米到 20 厘米的舌状泥流。大型的泥流以地下冰或多年冻土层为滑动面，泥流可发展到长达几百米，宽几十米，构成泥流扇或冰川式泥流。在较陡的山坡，由于小的融冻泥流或人为的破坏，使地下冰暴露融化，其上部草皮土层塌落，塌落的地方又有新的地下冰暴露，进而产生新的塌落，如此反复，还可发生融冻滑坡。石多边形和斑状土多分布于山口、平缓的坡麓、谷底及冰水冰碛平台这些地下水丰富的地区。由于这里土壤水分饱和，又经过频繁的融冻交替，把土中粗细颗粒分选成石多边形和斑状土。石多边形又称石环，它是细土物质被多边形的石砾所环绕，在地表呈石砾的环环相连，构成一个有一定规则的环形图案。石多边形的大小在各地区有所不同，一般石环的外径为 0.1—0.7 米不等。有些地区石环发育为复合形，每个大石环中又有许多小石环，即大环套小环。斑状土是土层在融冻过程中产生裂隙而成，它的排列方向与水流方向一致，呈斑状多边形。多边形裂隙周围地面略有突起，多边形直径随土层中颗粒的粗细而大、小不等，一般为 1—2 米。斑状土进一步发展，可以形成石多边形。热融洼地在青藏高原冻土区也较普遍，它是由于局部环境受到改变，而地下冰或冻土层融化，上覆土层在重力和外压力作用下沉陷而成。热融洼地多为成群分布。如邦达错西南岸密布着漏斗状凹陷，密者一平方公里内达 30 多个，这里凹陷的上口直径 1—3 米，个别达 10 余米，深 0.3—1 米，多数略呈圆形。又如，明曲上游 4,500—5,000 米高阶地上也有密集的热融洼地，洼地内常积水，成了小型的沼泽群。

在冻土区受寒冻风化和重力分选而形成的岩屑堆积地形也是很普遍的。主要分布于高寒地区大于 40° 的山坡及坡麓。山体裸露的岩石受机械风化并移到山体下部，少量的岩屑堆积形成岩屑锥或岩屑裙，大量的岩屑复于山坡表面，就成了岩屑坡。在藏北地区，岩屑坡较多。这种山坡的破坏及岩屑堆积，成为藏北高原主要的夷平方式。

青藏高原多年冻土分布广，冻土区地表冬季冻胀，夏季融陷，地面变形十分强烈，这都给建设、交通运输和人们的生活出了很多难题。例如，要修建青藏铁路，路途必经冻土区。但是，冻土的胀裂会使铁轨位移、隆起，热融沉陷又会使路基下塌，暖季冻土融化翻浆会使成段铁路被淹没，泥流滑塌、岩屑崩塌又会时常阻住路面。这许许多多的问题都使修建青藏铁路变得复杂化了，还需要进行许多调查研究工作。再如，冻土区生活的人常会为建筑物变形而烦恼，有些新建筑物没过几年就出现扭裂，甚至于屋内翻浆冒水。还有许多例子都可以说明，冻土确给人们带来了一些危害，使工程建设受到影响。

冻土固然有很大危害，但它对于人类并不是全无用处。只要能够了解它，认识它，合理利用它，冻土也可以做出它的一份“贡献”。这也叫作扬长避短。譬如，冰椎、冻胀丘对工程建设有害，但在缺乏供水水源的冻土区却是很好的找水标志和水源。此外，利用冻土的不透水性或弱透水性可修筑冬季截水沟、坝，利用冻土良好的胶结性能进行施工或在砂层中开挖竖井。近年来，人们对冻土利用的研究更进了一步，由于冻土温度低，冻土层坚硬，它很可能被用来修建天然冷库和建成低温试验室。随着科学的发展，冻土这一重要资源将会被越来越广泛地应用。

第六章 河流纵横谈

人往高处走，水往低处流。横亘在青藏高原上的一系列山脉，林立的皑皑雪峰是亚洲许多大江大河的发源地。涓涓小溪汇聚成巨大的江河，河水滋润着大地，带来生机。高原上不少河流源远流长，奔腾入海；也有些却是源短流细，湮没在内陆湖泊中。高原上河流可分为外流和内流两大流域，各条河流的特性也很不一样。

一、内流区和外流区

青藏高原的河流可以分成两大部分：内流区和外流区。高原东部、南部和东南部河流属外流区。我国的两条大河——长江和黄河以及南亚著名的印度河和恒河支流布拉马普得拉河，东南亚的萨尔温江和湄公河的上游均源于青藏高原，分别称为通天河、嘎玛勒曲、狮泉河、雅鲁藏布江、怒江和澜沧江。西北部的河流有许多为雨季流量大增而旱季骤减或断流的季节性时令河、也有一些是发源于高山冰雪尾间、注入内陆湖泊或消失在干涸湖盆中的内流

河。高原河流内流区和外流区的分界，大致西起冈底斯山支脉卓木龙日—昂龙岗日—亚龙赛龙日一线，南沿冈底斯山和念青唐古拉山至青藏公路到唐古拉山口，再顺唐古拉山往西至昆仑山脉的博卡雷克塔格，绕柴达木盆地东缘及青海湖盆，止于祁连山。内陆流域总面积大约占高原总面积的 40% 左右。高原内流与外流河之间，有的地方并无明显的分水岭相隔，分水线在平面上呈犬牙交错，这在一定程度上是晚近地质时期高原强烈隆起的结果。

高原河流内外流水系的分布形势与地形密切相关。高原地势的总轮廓是西北高而东南低，河流也大都由西北部或西部向东南、东北或南部倾泻。同时，河流水系格局，也受到地质构造的控制，比如雅鲁藏布江原来是一条东西方向的河流。到东部喜马拉雅山脉南迦巴瓦峰附近，则呈 90 度大拐弯，改向南流。由于山咀交错，大拐弯中又叠套着连续的直角形小拐弯，使得江河迂迴曲折，峡谷一个接着一个。高原东南横断山区的河流，也都顺着山势，泻向东南。

境内外流区较大的河流，由西往东有狮泉河、雅鲁藏布江、察隅河、怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江、大渡河、黑河、白河和黄河。它们分别属于印度河水系，雅鲁藏布江水系，怒江水系，澜沧江水系，长江水系和黄河水系。这些河流当中，黄河注入渤海；金沙江、澜沧江、怒江并肩南流；雅砻江汇入金沙江、大渡河、岷江下接长江，注入东海；澜沧江纳入南中国海；怒江长驱直下，最后流入印度洋安达曼海；流入印度洋的还有雅鲁藏布江和狮泉河。外流河网形态或为丛束状，或为羽状-互生状，即干流粗壮，支流短小且相互平行排列注入干流，也有的象把梳子，支流在干流的一侧近平行排列，河流的这些形态，主要决定于地质构造。

内流区河流中较大的有注入柴达木盆地南霍布逊湖的柴达木河，注入色林错的扎加藏布（主干长近 400 公里），注入达则错的波仓藏布（主干长 200 余公里），注入依布茶卡的江爱藏布以及措勤藏布和惹多藏布等。高原内流区的河流多以湖泊或盆地为中心，呈向心状排列。由于深处内陆、降水稀少，

河水缺少补给水源，源短流细，河网稀疏。

按照河流的大小，如何排队？一般总是由流域面积的大小、河道长短来决定。譬如黄河，尽管其水量并不比珠江多，甚至比闽江还少，但却以源远流长，仅次于长江而稳居全国第二，如此说来，青藏高原的河流，金沙江自然是第一，黄河第二，雅鲁藏布江第三，怒江第四，澜沧江第五。

二、高原河水何处来

古人云：“黄河之水天上来”。这话有几分道理。的确，高原河水有一部分是由雨水补给的。然而，更正确地说，高原河水的补给水源可以粗略地分成三类：雨水、地下水补给；雨水、融水、地下水补给和融水为主补给。

高原东部横断山区的怒江、澜沧江、金沙江的上中游及其支流是以雨水为主，雨水和地下水混合补给的。这类河流洪水期和枯水期流量变化极大，一般可相差几十倍至几百倍。如怒江冬季流量仅为全年流量的 6% 左右，而夏季却占 60% 以上，由于河床本身的调节作用较大，所以每年最大流量与最小流量之比大体为 10 倍。这样的河流，每到洪水期，山洪突然暴发，挟砂裹石而下，发出雷鸣般巨响，其势迅猛异常。

融水参与补给的河流，由于有高山冰川或积雪融水的调节，使洪水期和枯水期的流量变化显著减少。河水涨落缓慢，水位的季节变化缺乏雨水补给河流的那种高峰。雅鲁藏布江是兼有雨水、融水和地下水补给河流的典型例子，这类河流由于雨水补给，有较多的径流量，随着雨季来临迅速进入汛期，在同一时期，冰雪融化，河流水位出现明显的高峰。冬春季节是一般河流水量较少的时期，但这类河流有地下水补给，最低枯水期并不明显。

高原上的河流，一般大致在每年 4—5 月份开始涨水，7—8 月份达到最大，然后又逐渐下降。汛期在 6—9 月。汛期水量占全年的 60% 以上。其中 7 月或 8 月份水量最多，在高原南部一般都占全年水量的 25% 以上。也就是说，一年的水量有四分之一是在 8 月份流走的。每年 11—4 月为枯水期，月平均水量不到全年的 5%。其中 2 月份最小，一般为全年的 1—2%。每年的 4—6 月高原春播作物的播种、出苗期及分蘖期，用水量大且集中。河流水量少而用水量大的矛盾，是造成各地春旱的重要原因。解决春旱的有效途径是通过人工措施调节河川径流，以丰补枯，解决灌溉期水源不足的问题，进一步发展农牧业生产。上面谈到的只是一般情况，河川径流年内变化的地区差别仍然很大。例如柴达木盆地格尔木河以西地区，水量最大的 3 个月（7—9 月）占年径流量的 60% 左右，春汛不明显，春季水量可占年径流量的 10% 以上；藏东南峡谷地区的河流，夏半年水量占年径流量的 80% 以上，水量最大的 3 个月（7—9 月）占年径流量的 50% 以上，春季水量不足年径流量的 10%。至于察隅河，一年内河水三涨三落，年内分配较均匀，是青藏高原，也是我国特殊类型的河流。

青藏高原自然条件多样，地表径流分布亦很复杂。喜马拉雅山南坡，特别是雅鲁藏布江大拐弯直至国境一段径流深最高，可达 1,000—2,000 毫米。雅鲁藏布江流域的大部分地处喜马拉雅山北侧的雨影带内，降水向上游减少，径流深在 100—300 毫米之间。沿黄河及长江河源而下至青海省南部，径流深由北向南增加，变化在 50—300 毫米之间，羌塘高原四周受高山阻挡，水汽不易进入，径流深在 25 毫米以下。根据各地年径流深分布特点并结合自

然条件，大致可分为 5 个径流地带，它们是藏东南丰水带、藏东川西多水带、那曲玉树过渡带、羌塘少水带和柴达木干涸带。

三、险滩峡谷知多少

高原上河流的纵剖面比较特殊。通常平原地区的河流上游比较陡峻，水流急湍、向下侵蚀力量较强；下游河湖交错、河道分叉、河床宽坦、沙洲极多，因而水流缓慢，堆积旺盛。可是，高原上的河流深受强烈的新构造运动的影响，河流在发育过程中塑造成独特的形态特征。在高原隆起以前，这里的河流已进入河道弯曲、分叉、河床宽坦的老年阶段。可是，随着高原的大幅度强烈隆起，河床来不及向下侵蚀，切割不深，老河床的宽谷形态原封不动地被保存下来。与此同时，高原边缘的河流下游段却被改造、被切割成深邃峡谷。这种现象叫“地形回春”。由于地形回春的结果，高原边缘的河流无论是大江还是小溪，都是坡陡流急、险滩栉比、峡谷相连。许多地方起了雷公滩、大跌水等非常形象的名字。从这些名字里，似乎可以听到震天价响、汹涌澎湃的流水声，看到那悬崖绝壁，夹江对峙的惊险形势。众多的峡谷之中，以具有雄伟峻险、幽深秀丽和奇特转折的雅鲁藏布江大拐弯峡谷段最为著称。这里滔滔巨流象深深嵌在巨斧劈开的狭缝里的细线。大拐弯的顶部左侧有海拔 7,151 米的加拉白垒峰，右侧有海拔 7,782 米的南迦巴瓦峰紧紧拱卫在峡谷两侧。从峰顶到江面，水平距离仅 40 公里，可是垂直高差竟达 7,000 米，成为世界上切割最深的峡谷段。谷底滩

礁棋布、乱石嵯峨、难以通行。整段峡谷的河流落差很大，有的地段平均每公里跌落十多米。世界上最大的北美洲科罗拉多大峡谷，平均每公里跌落仅一米多，与这里相比就相形见绌了。

至于说到素以富含泥沙而闻名的黄河，或许很少人注意到，当它流经高原边缘时也是一条峡谷众多的河流。这段有 7 个峡谷，它们是龙羊峡、阿什贡峡、松巴峡、李家峡、公伯峡、积石峡、寺沟峡。这些峡谷峡窄崖陡，水流湍急，蕴藏着丰富的水力资源。峡谷以上平坦宽广，为水力资源的开发利用提供了良好的坝址。

四、雅鲁藏布江

雅鲁藏布江在古代藏文中称“央恰布藏布”，意思是从最高顶峰上流下来的水。它发源于西藏日喀则地区和阿里地区接壤处的喜马拉雅山北坡。大体由西向东沿着喜马拉雅山脉和冈底斯山脉之间的一条狭长谷地横贯西藏南部、湍急东流。它穿过许多峡谷、平原，汇集了无数大小支流，到了米林、波密境内，绕过喜马拉雅山脉最东端的南迦巴瓦峰，急转南下，经巴昔卡泻出国境。进入印度境内后改称布拉马普特拉河，最终注入恒河。雅鲁藏布江在我国境内全长 2,091 公里，流域面积 23.8 万多平方公里。从长度和流域面积看，是我国第 5 大河，但是，雅鲁藏布江河面海拔在 3,000 米以上的河段约占总长的四分之三，是世界上海拔最高的一条大河。

雅鲁藏布江在里孜以上称马泉河，有两个源头：一条出自杰马央宗冰川，叫杰马央宗；另一条出自阿色甲果冰川，叫库比藏布。究竟哪一条是雅鲁藏

布江的正源？曾经有过不同看法。根据最近一次科学考察确认杰马央宗是雅鲁藏布的正源。杰马央宗是藏语，译为汉语即万字形沙石丘或沙石海的意思。这是因为杰马央宗的源头地区在冰川退缩之后，冰碛物分布很广泛的缘故。由于冰川多次前进与后退，在河源地区残留下许多冰碛湖并串联在河流上。杰马央宗从河源往下游约 35 公里的区间内，冰碛湖超过 14 个。雅鲁藏布江仲巴以西称上游段、海拔 4,600—4,800 米，两岸山岭连绵，山势和缓，宽谷盆地中曲流、牛轭湖、分叉河道广布，沼泽和湖沼较多。这里是优良的夏季牧场。仲巴至派区为中游段，河谷象串珠一样宽窄相间。窄谷段有的谷宽仅 100—300 米，

水面更不足百米宽，两岸山坡陡峻。宽谷段可宽达 5—6 公里，水面亦可达 1—2 公里。这里河宽而浅，到处是沙洲和浅滩。但是每当洪水季节，河面宽阔大 3—4 倍，到处是泽国汪洋。雅鲁藏布江的中游段集中了几条主要支流，这些支流不仅提供了丰富的水量，而且沿河有广阔的平原。这里水利灌溉和农业机械化条件都比较优越，是高原的粮仓。从派区到巴昔卡为下游段（雅鲁藏布江在我国境内并未包括一般外流河的真正下游，这里只是习惯上的分段），谷底海拔从 2,800 米一直降到 155 米，相对切割 2,000—4,000 米。这一段的水能资源为世界上最集中的地区之一，天然水能蕴藏量达到 6,880 万千瓦以上，占雅鲁藏布江全流域天然水能蕴藏量的 69%。

雅鲁藏布江流域长度超过 100 公里的支流有 14 条，主要有多雄藏布、拉萨河、尼洋曲、帕隆藏布、年楚河等。14 条主要支流中，5 条在干流南侧，其余均在干流北侧。雅鲁藏布江不仅干流南北的支流数量相差很大，而且北侧流域面积占全流域面积的 70%，流域平均宽 85 公里，最宽的地方达 240 公里，南侧流域面积仅占全流域的 30%，平均宽 37 公里，最窄处不到 10 公里。水系发育的这种不对称性明显地受到高原隆起、强烈上升的影响。在雅鲁藏布江的众多支流中，流域面积最大的首推拉萨河，占全流域面积的 17.6%。然而年平均径流最大的却是帕隆藏布。年平均径流量占全流域的 23%，年平均流量 986.2 立方米/秒。

拉萨河发源于念青唐古拉山脉中段北侧的罗布如拉，流经拉萨市，在曲水附近汇入雅鲁藏布江，全长 568 公里。拉萨河从上游至下游的不同河段又分别称为麦地藏布、色荣藏布、热振藏布、直孔藏布和布曲。由于地质构造的原因，拉萨河呈南西、东南和东西走向交错，整个干流呈“S”型，由东北向西南伸展。几乎在每个转折处都有支流相向而来，水系形状犹如网格一般。

拉萨河是以雨水补给为主，地下水和融水补给也占一定比重的河流。各种补给来源所形成的径流占年径流总量的百分比以雨水补给最大，占 48%，冰雪融水补给次之，余为地下水补给。拉萨河年内水位变化较大，历史上曾多次发生过大洪水。据西藏史料记载，500 多年来，大水曾经 4 次淹没拉萨市区。其中 500 年前和 60 年前的两次大洪水，几乎淹没整个拉萨市区，只有乘牛皮船才能畅游繁华的八角街，其他地方也得提衣涉水而过。拉萨河水含泥沙少，是值得注意的特点。据测量，拉萨河每立方米的河水多年平均含沙量仅 0.098 公斤。这个数字无论在青藏高原还是全国都是比较小的。究其原因，主要是与流域范围内上游地区人为活动少、水土流失轻、流域内无暴雨、

河床宽阔便于泥沙淤积等有关。

帕隆藏布是雅鲁藏布江水量最大的一条支流，它穿行在最大宽度仅 130 公里的崇山峻岭之间。它的上源有两支，西支叫易贡藏布，长 295 公里，东支叫帕隆藏布，长约 260 公里。过去有人从河源唯长的原则出发，将通麦以上的易贡藏布作为主流。但当地历来把帕隆藏布称为主流。从尊重历史出发，称帕隆藏布为主流也未尝不可。帕隆藏布是山区性的河流，基本上是山咀交错的峡谷，两岸基岩裸露，岩屑锥随处可见。每遇大雨，一些支沟以瀑布或跌水形式注入干流，常引起滑塌、泄溜、泥石流，危及交通设施和人民生命安全。帕隆藏布沿途还有不少因山崩或泥石流堵塞河道而形成的湖泊。如易贡错就是 1900 年易贡藏布左岸支流扎木弄巴的特大泥石流阻塞而成的长 15—18 公里、最大宽度 2.5 公里的泥石流堰塞湖。这些河道上的湖泊下游河段往往落差巨大，为修筑电站创造了条件。帕隆藏布水能资源丰富，其天然水能蕴藏量是拉萨河的 5 倍，但这里地震、泥石流频繁，在开发时应予充分注意。

五、曲、狭、深、陡的金沙江

金沙江是长江干流上游的一段，它以源远流长而闻名。论长度，长江全长 6,300 公里，仅次于亚马逊河、尼罗河居世界第三位。但它汇集百川，流域面积达 180 万多平方公里，每年入海总水量约一万亿立方米，相当于欧洲最大的伏尔加河水量的 4 倍。

长江的确切发源地在历史上很长时间并没有查清。明朝以前，一般皆沿用《禹贡》中的说法“岷山导江”。直到明代徐霞客写了《江源考》才把“岷山导江”的错误看法纠正过来。但他仍然没有得出正确的结论。解放后，多次对长江源头进行了考察。特别是 1976 年和 1978 年两次江源考察，发现长江源头地区有楚玛尔河、沱沱河、尕尔曲、布曲和当曲等 5 条河流。其中沱沱河最长，达 375 公里，被定为长江的正源，此外还有南源当曲和北源楚玛尔河共同组成源流。沱沱河发源于唐古拉山主峰各拉丹冬西南侧，这里有 21 座 6,000 米以上的雪山，南北长达 50 余公里，东西宽约 20 公里。冰雪覆盖面积达 595 平方公里，周围发育着 40 多条现代冰川。冰雪融水源源不断地给长江提供丰富的水源。

沱沱河往下至玉树一段称通天河。它向东南缓缓地流行于海拔 4,000 米左右的高原上，地面平缓、开阔、间有低矮丘陵或山岗，一般高出河面不到 300 米。河谷宽广，谷宽 500 米至 3 公里不等，水流散乱弯曲，呈辫状水道，流速缓慢，多沼泽地和草滩，是良好的天然牧场。

通天河以下至四川宜宾称金沙江，全长 2,300 公里，蜿蜒于四川、西藏和云南三省区之间，流域面积 34 万平方公里。金沙江因水中产沙金而得名，古代亦称丽水。金沙江属高山峡谷河流，河谷

具有“曲、狭、深、陡”的明显特点。金沙江进入川藏之间以后，象把利斧，在峰峦叠嶂中劈开一条向南的通道，直奔而下。河流的两岸分别被海拔 5,000—6,000 多米的雀儿山、沙鲁里山、达马拉山、宁静山夹峙。这些高山终年白雪皑皑、冰川晶莹。河流强烈下切，峡谷大多幽深而狭窄，谷宽仅 100—200 米，岭谷高差一般在 1,500 米左右。到处是巉崖绝壁、悬沟飞

瀑，人们形容这里是“仰望山接天，俯看江如线”。

进入川藏之间，金沙江与澜沧江、怒江平行南流 270 多公里，三江之间直线距离最近的地方均不足 100 公里。然而两岸山体高矗，自古以来就以横断东西交通而闻名，给人民的生活带来极大的不便。金沙江南流到石鼓附近，循着地质构造，以一百多度的急转弯，折向北流，开始了蔚为奇观的“万里长江第一弯”，从此甩开了澜沧江和怒江而滚滚东流。在金沙江向东转折的过程中，受到多组断裂构造的控制，使得河道十分弯曲，恰似一条矫健的银龙在丛山峻岭中飞舞，真是“百折千回向东去”。

由于极为强烈的新构造运动，引起金沙江沿岸垮山严重、滩险栉比、礁石林立、裂隙发育。根据奔子栏到宜宾段的统计，滩险就有 780 处之多，其中特大滩险 112 个。垮山崩岸，常堵塞江流，给下游造成危害。

金沙江奔腾于横断山区，流量丰富，总落差大，即使以枯水位计算，玉树至石鼓总落差也有 2,000 余米。蕴藏着近一亿千瓦的水力资源。若能开发，将会为今后经济振兴做出重大贡献。由于滩多流急，枯水期滩道险恶，洪水期流速普遍增加，局部河段的流速可高达十多米每秒，漩涡深达 2—3 米。这给通航造成了困难，是需要逐步加以改善的。

雅砻江亦称金河，是金沙江的重要支流。源出青海巴颜喀拉山脉，在渡口市汇入金沙江。全长 1,320 余公里，流域面积 13 万平方公里。流域为东西窄南北长的狭长形。支流受横断山走向影响，呈与干流平行或斜交的羽状水系，短促而稠密。主要支流左岸有曲科河、麻摩柯河、鲜水河、新都桥河、九龙河、安宁河；右岸有理塘河、鲜水河。其中以理塘河与鲜水河最长，分别为 430 公里和 387 公里，流域面积亦最大，分别达到 19,000 平方公里和 18,000 多平方公里。

雅砻江也是一条高山峡谷型河流，河流下切强烈，两岸高山耸峙、峡谷深邃。在地震、暴雨和河流侵蚀等因素诱发下，常发生规模巨大的山崩和滑坡。历史上江流多次被山崩和滑坡堵塞断流，溃堤之后洪水给沿岸人民造成巨大灾害。1967 年 6 月 8 日雅江县唐古栋雅砻江右岸发生大滑坡，5 分钟之后把 6,800 万立方米的山岩石屑推入江中，堆成高 175 米（右岸）至 355 米（左岸）的天

然大堤，堵江 9 天 9 夜后溃决，40 余米高的洪水顺河床向下急泻，冲毁了沿岸的设施和公路，造成极大的危害。庆幸的是预报及时，当地人口亦较少，未造成居民伤亡。

与金沙江有关的另一条大河是注入长江支流岷江的大渡河。大渡河以当年红军长征“强渡大渡河”和“飞夺泸定桥”两次战斗而闻名中外，大渡河发源于川青两省交界的果洛山，作为高原最东边的一条大河，自北而南、流经四川省阿坝、甘孜、雅安、凉山、乐山等地州，全长 1,155 公里。流域面积 9.2 万平方公里。大约有三分之二以上的河长和流域面积位于青藏高原的范围内。

大渡河上游有独柯河、麻尔柯河和梭磨河，三者汇合于可尔因称大金川，在丹巴纳入小金川后始称大渡河。该河支流密布、沟壑纵横，自源头到河口总落差 3,600 多米。高原范围内的中、上游段，主要由冰雪融水补给，水量较丰富，河水奔腾急泻，大有“翻江倒海卷巨澜”之势。习惯上把泸定以上称上游段，其中可尔因以上各支流蜿蜒于雪山草地，地势高亢、切割不深，

地表多为和缓起伏的小丘，支流河谷亦多宽浅，河漫滩发育。可尔因以下河床强烈下切、河谷急剧收束，一些地方谷地宽仅百米左右，谷坡陡立，如丹巴附近河岸山坡呈 90 度悬崖绝壁。中游大部分已越出高原范围，然而在大山挟峙之下，景色仍然十分壮观。

六、黄河之水天上来

黄河自古是我们中华民族的摇篮，也是世界古代文化发祥地之一。在古代的《山海经》、《禹贡》和《水经注》等书中皆称它为“河”。因它的中游流经广大的黄土高原地区，支流挟带大量的泥沙汇入、使河水呈黄色，故名黄河。黄河的藏语名称叫“玛曲”，“玛”是藏语“玛甲”一词的简称，意为孔雀，“曲”为河、水之意，玛曲即孔雀河。当地藏族群众中流传着一句描绘玛曲的谚语说：孔雀河边有孔雀，尾翎插在宝瓶中。当地人民根据黄河上游玛曲涌滩有众多小湖的地理景观，命以孔雀河这一美名。每当登高远望，数不尽的大小湖泊宛如繁星落地，绚丽多彩，恰似孔雀开屏，尾翎眼彩斑斑点点。藏族人民称这个滩为“玛涌”，把流经这个滩的河叫玛曲。

千万年来黄河奔腾不息，源远流长。它的最初源流究竟是从哪里开始的？唐代诗人李白：“黄河之水天上来”的诗句和诗人刘禹锡的诗“九曲黄河万里沙，浪淘风簸自天涯。如今直上银河去，同到牵牛织女家。”同样只是艺术的语言和文学的想象。一般认为，到了唐代，对河源就有比较丰富的认识，即已经知道黄河源于巴颜喀拉山。公元 1280 年（至元十七年），元代的都实奉命探源，这是国家第一次派专人考察河源。至清代也曾对黄河源进行过查勘，但一般都只到星宿海一带。星宿海“小泉亿万，不可胜数，如天上的星”。星宿海的藏语名称叫“错岔”，意为花海子，即大片沼泽及许多小湖组成的低洼滩地。解放后，我国科学工作者曾多次对河源地区进行深入系统的考察，历经千辛万苦，为确定黄河河源作了大量的工作。目前，关于黄河河源问题还有争论，主要有两种看法：一种认为黄河多源，其源头分别是扎曲、约古宗列曲和卡日曲；另一种意见认为，卡日曲长，流域面积广、水量大，应定为黄河的正源。“卡日”在藏语中为铜，形容卡日曲流域具有红铜色。卡

日曲流经大片第三系红色地层，洪水期河水中夹带泥沙具红棕色，故称为“卡日曲”。按照 1978 年黄河源头考察组的看法，如果以卡日曲为正源，应当说黄河发源于巴颜喀拉山脉各姿各雅北麓。

黄河在内蒙古托克托县以上为上游，大体上自刘家峡以西属青藏高原范围。这里地势高、气候寒冷，虽然降水量不多，但水分蒸发消耗较小，是黄河产水量的高值区。河源段河流迂迴曲折，河水散乱，有时难以辨别主河道。河道两侧分布着大小不一、形状万千的湖沼，湖沼之间是常年积水的沼泽化草甸。

黄河在青藏高原还是多峡谷的河流。万里黄河上的第一个峡谷是位于星宿海盆地和约古宗列盆地之间的茫朵峡谷，该峡谷东西长 18 公里，谷宽 500—1,000 米，两侧山相对高 100—200 米，黄河通过峡谷的流量为 1.9 立米每秒。当然与黄河流经青藏高原边缘的峡谷相比，茫朵峡谷就算不了什么。在峡谷段黄河流经山地丘陵，形成峡谷和川地相间的形势，坚硬的片麻岩、花岗岩、变质岩等地段形成峡谷，较疏松的砂页岩、红色岩系等则形成宽谷。

在众多峡谷中，龙羊峡、松巴峡、积石峡等较大，它们的形成与高原的整体抬升及河流强烈下切有关。

黄河是我国、也是世界上含沙量最大的河流。然而，它在青藏高原上的河段输沙量却很少，水土流失轻微。据估算，黄河水量约 70% 来自兰州以上，但是输沙量仅为 7% 左右。通过兰州的多年平均输沙量约有一亿吨，再往上游到贵德只有 2,000 万吨，唐乃亥更降至 1,000 万吨，年平均含沙量也由兰州的 3.44 公斤／立方米，分别降至 1.00 公斤／立方米和 0.513 公斤／立方米。与全流域相比，多年平均输沙量仅占十五分之一弱，年平均含沙量所占比例就更小。这种情况将有利于水利工程的建设，同时也说明黄河中上游地区水土保持和环境保护问题的重要。

第七章 湖泊星罗棋布

青藏高原是我国湖泊分布最密集的地区之一。与高原隆起过程相伴随，这里形成了大小不一、各具特色的众多湖泊。它们星罗棋布地点缀在高原的不同部位，成为显著的自然地理景观要素。

一、成群分布的湖泊

青藏高原的湖泊以成群分布为特点，而且绝大多数又都自立“门户”、独成“一家”。高原众多山脉之间，发育有大小不等的山间盆地和纵形谷地。谷底洼处和盆地中央往往有湖泊分布，它们大多在海拔 4,100—4,900 米之间。青藏高原上湖泊总面积 3 万多平方公里，约占全国湖泊总面积的五分之二。全国湖泊面积超过 500 平方公里的有 27 个，其中有 10 个便分布在青藏高原上。青海湖是全国最大的湖泊，其余 9 个大湖依次为：纳木错、色林错、扎日南木错、当惹雍错、羊卓雍错、鄂陵湖、乌兰乌拉湖、哈拉湖和扎陵湖。

青藏高原的湖泊可以分成如下 4 个湖区。

(1) 青海、柴达木湖区 介于青藏高原北部阿尔金山—祁连山和东昆仑山之间。四面环山、中间形成内陆盆地，海拔在 3,000 米左右。由于地形闭塞，距海较远，气候干燥，湖水含盐量普遍较高。这里也是我国内外流的过渡地带，虽以内陆湖为主，但东部亦有部分湖水通过江河远泄于太平洋。

(2) 羌塘湖区位于昆仑山与冈底斯山、念青唐古拉山之间的高原腹地。5 平方公里以上的湖泊就有 307 个，东西延伸 1,100 余公里，湖泊面积占总土地面积的 3.54%，成为高原最主要的湖泊区，也是全国湖泊集中分布的地区，占我国湖泊总面积的四分之一以上。境内湖面海拔多在 4,500 米左右，并有不少超过 5,000 米的。羌塘湖区是内陆湖区，湖水含盐量较高。

(3) 东部湖区 位于青海、柴达木湖区与羌塘湖区以东，属外流区。凡长江、黄河、澜沧江、怒江等流域内的湖泊都划入本区。黄河上游的湖泊，集中在巴颜喀拉山与阿尼玛卿山之间的黄河河源地段，湖泊与黄河水流相通，形成排水湖泊，较大的有鄂陵湖、扎陵湖等。长江、澜沧江及怒江上游是青藏高原湖泊最少的地区，高山深谷限制了湖泊的发育。现存湖泊个体都很小，有帕桑错、易贡错、八松错、然乌错等，这些湖泊周围的景色都很秀丽。

(4) 藏南湖区 位于冈底斯山和念青唐古拉山以南。藏南地区有一些地势相对平缓而封闭的盆地，这就为某些湖泊的存在创造了条件。著名的玛旁雍错、佩枯错、羊卓雍错等就是点缀在这些盆地中，自成体系的内陆湖泊。此外，雅鲁藏布江流域和狮泉河流域也有一些外流湖泊，它们多分布在河流源头，如森里错是雅鲁藏布江上游真都藏布的上源。藏南湖区共有大小湖泊 38 个，总面积 2,500 多平方公里。

为什么青藏高原会有如此众多的湖泊？这要追溯高原的地质历史。在高原隆起的过程中，各地地壳运动并非完全一致，而且高低参差，给湖泊形成提供了条件。同时，气候比现在温暖湿润，这样就有较多的水分贮存在较低洼的地段形成湖泊。据研究，那时的湖泊远比现在浩瀚。可是，随着高原的隆起抬升，高原湖泊也发生相应的变化。一些湖泊的湖水被切穿湖盆的河流

带走，湖泊消失了。如西藏吉隆盆地，原来就是一个湖泊，它后来被吉隆河水不断地向河源上溯侵蚀切穿。如今古湖泊已经不存在了，吉隆河带着高山冰雪融水穿过盆地，一直向喜马拉雅南翼流去。另一些湖泊，由于湖水来源减少，湖泊水位随着下降，统一的大湖被分割成无数的小湖，从地图上看去就象结满籽实的花生一样。湖泊的面积虽然缩小了，但湖泊的数量却在增加。

高原湖泊可以说是千姿百态，它们有哪些共同的特点呢？

(1) 湖盆发展受新构造运动控制，湖泊的历史大都可以追溯到第三纪。主要大湖如青海湖，纳木错、色林错、鄂陵湖都是在这一时期地壳运动中形成的。湖泊的分布和形态大体与构造线一致，以东西和北西向排列为主，呈长方形。也有一些湖泊表现有明显的冰川作用痕迹，这是由于冰蚀或冰碛物壅塞而成的冰川湖，如八松错是尼洋河支流八松曲上的冰川湖。还有一些是由于山崩、滑坡、泥石流堵塞河谷而成的堰塞湖，如易贡湖是1900年泥石流堵塞易贡藏布河谷形成的，八嘎湖是1950年地震和1959年山崩的产物等。

(2) 多内陆湖。从湖泊水文特征看，除高原东部和东南部有少数外流湖外，绝大多数是内陆湖。湖水来源主要是高山冰雪融水及部分地面径流，湖水矿化度高，入湖河流大多短小，以湖盆为归宿，水流侵蚀作用不大。

(3) 湖泊面积不断缩小。由于高原的寒旱化趋势增强，冰雪融水来源减少，使许多湖泊面积日益缩小，以致干枯。有的湖泊在退缩过程中成为仅在雨季充水、而一年中大部分时间是干涸无水的时令湖。比如帕里北部的嘎拉错，1876年印度人拉拉途经湖滨，当时湖宽3.2公里，沿湖居民以捕鱼为业，1966年水面宽缩至1.5公里，七十年代完全变成时令湖。根据近年研究，有些高原湖泊有八级湖相阶地，记录了湖泊较近时期的变迁。至于湖滨砂砾堤、湖蚀崖、湖蚀柱、砂咀连陆岛等，也都反映了湖泊的退缩。从区域上看，愈往高原内部，湖泊退缩愈加明显。

由于湖水补给少，大多不能外泄，又因气候干旱，蒸发旺盛，所以形成许多咸水湖和盐湖。各个湖泊的湖水矿化度，即含盐量相差悬殊，往往可达数百倍，甚至上千倍。如高原东南部有的湖泊矿化度很低，仅0.2—0.3克/升，而高原腹地的个别湖泊，如昂达仁错，矿化度竟高达300克/升以上。尽管如此，高原湖泊矿化度的分布仍然是有规律的。大体上东部和东南部，几乎都是淡水湖，往西和西北方向逐渐出现咸水湖，乃至全部变成盐湖。随着矿化度的增高，咸水湖和盐湖中的钠、钾和氯离子含量相应增加，镁、硫酸离子含量增加的速度较慢，钙和碳酸根离子的变化很小。矿化度不同的湖泊水化学组成差异很大。淡水湖泊多为重碳酸盐类钙组水，盐湖绝大部分为氯化物类钠组水，咸水湖则包括三种基本化学类型，表现出过渡的特点。气候条件对湖水水化学性质有重要的影响，如上述湖水矿化度及化学类型的变化趋势，就与降水从高原东南部向西北部，由南向北递减的总趋势相吻合，但也与其他因素的综合作用有关。例如，高原东南多淡水湖，固然是降水较丰富所致，而河流的侵蚀切割，地形破碎，湖泊水外泄也使盐类无法在湖中积累。同样，高原腹地众多盐湖的形成，不仅受干旱气候的制约，也与当地海相地层含有丰富的可溶性盐类有关，而四周封闭的地形，更有利于盐分的累积。

高原湖泊不仅面积较大，而且多深水湖，其水资源的蕴藏量相当丰富。据估算，高原湖水总储量约6,080亿立方米，占全国湖水储量的70%以上。如经常有成群结队的尼泊尔香客前来朝圣的玛旁雍错。它地处喜马拉雅山北

麓、雅鲁藏布江江源地区西侧，湖中淡水贮量多达 200 亿立方米。西藏南部的羊卓雍错、湖水容积达 151 亿立方米，比北京官厅水库大 20 倍，它以 800 米的高差与雅鲁藏布江紧邻，中间只隔着一座甘巴拉山。目前，有关部门正着手进行水电建设的勘测调查工作。

高原湖泊盐矿资源特别丰富，湖泊中的鱼类资源也很可观，但是高原鱼类生长缓慢，开发利用应当十分慎重。

二、黄河河源的明珠

1300 年前藏王松赞干布和唐文成公主合婚的历史佳话，至今仍在高原各族人民中流传。那么，传说中的这对风流人物第一次见面是在什么地方？原来是在黄河源头的柏海边。据《新唐书·吐蕃传》及《唐会要》等史籍记载，公元 641 年（唐太宗贞观 15 年），文成公主进藏，礼部尚书江夏郡王李道宗奉命持节护送，藏王弃宗弄赞（即松赞干布）率其部兵次柏海，亲迎于河源。

“柏海”意为藏海，它是扎陵湖和鄂陵湖的合称。这一对姐妹湖象两颗闪光的珍珠，系在黄河金链的上端。自古以来，藏族人民就在两湖地区放牧，生息，并根据两湖的形状和水色作了形象的命名：西边的为白色的长湖——扎陵湖，东边的是青蓝色长湖——鄂陵湖。

这两个湖泊位于阿尼玛卿山和巴颜喀拉山之间的宽谷地带中，扎陵、鄂陵湖盆周围明显地受断裂线的控制，属构造盆地。湖面海拔 4,300 米左右，两湖间距 10 公里，水面高差 20 米。鄂陵湖水面积 608 平方公里，形如匏瓜，平均水深 20 米，最大水深 30.7 米，分布在偏右岸的湖中心。扎陵湖面积 542 平方公里，呈三角形，平均水深 8 米左右，最大水深 13.1 米，分布在北岸。湖中有湖心山等岛屿，因为岛上聚居着大量水鸟，所以又称鸟岛，景色迷人。

扎陵湖和鄂陵湖是黄河河源地区两个大型的天然水库。据估计，扎陵湖的蓄水量约 47 亿立方米，鄂陵湖为 108 亿立方米。每年从鄂陵湖流入黄河的水量大约是 6.39 亿立方米，起到一定的调节作用。

黄河河源地区，除鄂陵湖和扎陵湖外，还有许多小湖泊。整个河源地区在地质历史时期是一个相对陷落的构造盆地形成的统一的大湖，以后随着高原的隆升逐渐分离。鄂陵湖和扎陵湖完全分离的时间在距今约一万年以前的晚更新世。

三、我国第一大湖——青海湖

青海湖位于青海省东北部，是我国最大的湖泊，湖面海拔 3,196 米，它的周长 360 公里，面积 4,583 平方公里，最大水深 32.8 米，容积约 1,050 亿立方米。

青海湖为构造断陷湖，湖盆边缘多以断裂与周围山地相接。它在历史上曾经是一外流湖，湖水经倒淌河向东流入黄河。在中更

新世，随着周围山体的抬升，古湖汉口堵塞，迫使倒淌河流入青海湖，从此湖水不能外泄，才与黄河断绝联系，分离成为一个闭塞的内陆湖。

青海湖蒙语叫“库库诺尔”，藏语叫“错温布”，都是“青色的海”的意思，青海省即因此得名。关于青海湖，早在《魏书》卷 101 之列传 89 吐谷

浑条及唐代《敦煌吐蕃古藏文文书》中都有记载。它的形状颇与梨相似。南北宽 60 多公里，东西长 100 多公里。湖区风大浪高，春季，强劲的西风常常可以达到 7—8 级。大风使湖水位发生明显的变化，最高水位和最低水位之间可以差半米以上。冬季从 10 月末至次年 4 月中旬湖水结冰，一般冰厚 30—50 厘米，最厚可达 80 厘米以上。湖水透明，能看见 10 米以下的物体，这反映湖中缺乏腐殖质，悬浮物质不多。

青海湖中有 5 个小岛，中部的海心山最大，它长约 1 公里，宽约 600 米，山顶高出湖面 70 多米；次为海西山，位于青海湖的西北部，是著名的鸟岛。

流入青海湖的河流大小约有 50 多条，然而东南和西北分布极不对称。从东南部注入的河流既短小又多时令河，如倒淌河长仅 30 公里，有时干涸断流。西北部地势平坦、河流长大，如最长的布哈河，长 300 公里，河床平均宽 50 米左右。注入布哈河的支流就有数十条之多，布哈河每年流到青海湖的水量估计有 5 亿立方米。

青海湖也处在退缩之中，近几年平均每年湖水要下降 10 厘米，因此出现了若干子湖。退缩的一个明显例证是湖的南岸有两道湖岸沙堤，其中第二道沙堤距现在湖岸 2 公里，高出湖面 30—40 米。据推算，全新世初期的古青海湖范围要比现在大三分之一，湖水位比目前高出约 100 米。这样巨大的湖泊只有在比现在湿润的气候条件下才能存在。青海湖湖水含盐量为 12—13‰，属微咸水湖。水质咸化、生物单一和化学沉积的出现正是气候干燥、湖面缩小的必然趋势。

青海湖区风景优美，青山碧水相映。它很早就藏族人民的生活中占有重要地位，他们称青海湖地区为“域扎西雅莫塘”，意思是“吉祥的盛夏草原”。这里水草丰美，是良好的天然牧场。

四、富饶的柴达木湖群

柴达木盆地以盐湖多为特征。“柴达木”本是蒙语，是“盐泽”的意思。柴达木盆地共有中小盐湖 100 多个，蕴藏着 600 多亿吨天然结晶食盐，占全国已查明储量的一半以上，这些盐可以在地球和月球之间架设一座 6 米厚、12 米宽的盐桥。这里的盐湖呈东西向或北西西-南东东向排列，湖泊的形状也大多沿这一方向伸长。柴达木盆地的盐湖目前正处在盐类大量聚集阶段，不少湖泊的盐层厚达 20 米以上。柴达木湖泊群在 2 亿 3 千万年以前是一片汪洋大海，4 千万年前形成古淡水湖，逐渐形成盐湖仅有 200 万年的历史。

柴达木盆地中部的湖泊地势较低，是源出昆仑山的各条河流的归宿，湖水依靠冰雪融水补充。湖泊中以达布逊湖最著名，它的湖面海拔约 2,600 米，面积 369 平方公里。湖的东面有察尔汗盐湖，这是一个大盐滩，面积 1,600 平方公里，盐层厚达 30 米以上，具有极大的开采价值。

盆地西部的湖泊面积较小，有的已经干涸。湖水除来源于冰雪融水外，也有泉水。这一带较大的格孜湖面积有 114 平方公里。其次是得尊马海湖（65 平方公里）、巴伦马海湖（50 平方公里）以及茫崖湖、冷湖等。这些湖泊以盛产芒硝和石膏而著称。

盆地北部的湖泊形成时间较久。苏干湖、大小柴旦湖、都兰湖等三五成群分布。湖水源自祁连山的冰雪融水、潜水和地表径流，盆地北部的湖泊除产食盐外，芒硝蕴藏量很大。以产盐出名的茶卡盐池，湖面宽 10 多公里，长

23 公里，面积约 105 平方公里。茶卡盐池西北 80 公里还有柯柯盐湖，位于乌兰县境内的希里沟，面积 175 平方公里。

柴达木盆地是盐的世界，茶卡、柯柯、察尔汗，再加上阿尔金山脚下的昆特依湖构成盆地的四大盐湖。这些盐湖不仅盐的蕴藏量大，而且埋藏条件好，盐层距地表几厘米到几十厘米，适于露天开采。这里的盐含氯化钠一般在 70%左右，最高的达 99%，盐粒洁白透亮、味重纯正、国内少见。在天然状态下，这里的盐结晶形状奇异精美，凡是到过柴达木盐湖的人都愿意拣上几块留作纪念。

五、世界最高的羌塘湖群

广袤千里的羌塘高原四周高山环绕，内部宽谷湖盆与起伏和缓的山岭相互交织，成为我国内陆湖泊分布最集中的区域，有我国“湖泊之乡”的称号。羌塘高原上大于一平方公里的湖泊有 497 个，按面积大小划分等级及其数量如表 9 所示。湖泊特别密集的地方，湖与湖之间相隔距离还不到 200 米。湖泊总面积 21, 000 多平方公里，尤其是冈底斯山脉和那曲至狮泉河的黑阿公路之间的狭长地带，湖泊更为集中。著名的纳木错、色林错、扎日南木错等大湖都分布在这里。如果将湖泊的面积与这里陆地总面积相比，

表 9 羌塘高原湖泊统计

面积	1 — 9	10 — 49	50 — 99	100 — 499	500 — 999	≥ 1000
等级	(平方公里)	(平方公里)	(平方公里)	(平方公里)	(平方公里)	(平方公里)
个数	269	133	53	36	3	3

竟接近十分之一，这种湖泊密度为我国其他地区所罕见。

羌塘高原的湖泊多数与地质构造有关，较大湖盆的排列方向都与主要构造方向一致。在有的地质构造带内，湖泊成串珠状展布。纳木错和色林错等大湖山边平直，湖盆两侧地层不一致，泉水成带出露以及在近湖岸 2—3 公里的地方就能测到 30—40 米的水深，这些都是构造湖盆的典型特征。

羌塘高原气候逐渐变干、湖泊退缩明显，许多湖泊周围都有一道道天然砂质堤岸就好象运动场周围的看台，一圈又一圈整齐地

排列着，这就是湖泊退缩而留下的古湖岸线。扎日南木错湖滨有 20 余道古湖岸线，最高的一条竟高出现代湖水面 100 米。由于退缩，许多湖泊面积大大地缩小了，如中晚更新世时古色林错有 9, 900 平方公里，后来统一的大湖被分割成无数的小湖。现在的色林错成了包括 23 个小湖的湖泊群，总面积不到古色林错的五分之一。这些小湖彼此毗邻，有水道相通。

羌塘高原的湖泊含盐量比较高。北部主要为盐湖，大约占湖泊总数的 70 %；南部主要是咸水湖。湖水含盐量的这种变化与气

候条件有关，羌塘高原愈往西北愈干旱，湖泊的含盐量也在增加。众多的盐湖蕴藏丰富的盐矿资源，如玛尔果茶卡约 80 平方公里的湖面，全部演变

成干涸的盐池，湖面犹如一个巨大的溜冰场，盐层坚硬而平坦。有的盐湖周围分布一条白色的盐带或在湖滨浅水区形成“盐岛”，湖水处在盐分饱和或过饱和状态，水中含有数十种元素，其中钠、钾、硼、镁、锂贮藏丰富。

纳木错湖水面积 1,920 平方公里，湖面海拔 4,718 米，总集水面积约 10,610 平方公里，是青藏高原的第二大湖。湖水矿化度 1.7 克/升，属微咸水湖。藏语“纳木错”是“天湖”的意思。纳木错南部念青唐古拉山的冰雪融水是湖泊水体的主要来源。扎西多半岛自南岸伸入湖中，半岛北端耸立着两座石灰岩丘陵，在长期浪蚀作用下，形成了许多溶洞、石芽、天生桥等岩溶地形，形态千奇百怪，大自然造物之丰盛多采，令人深为惊异。湖中倒映着远处的念青唐古拉山雪峰，加上断续展布的城垣断崖，雄伟壮观。湖光山色相映成趣，是高原极好的游览胜地。

色林错湖面海拔 4,530 米。是我国第三大内陆湖泊。东西轴长 75 公里，南北最大宽度 40 公里，湖泊面积 1,640 平方公里。色林错四周水系发育，共有 20 多个湖泊和几十条河流构成，流域总面积约 45,530 平方公里。湖泊形状不规则，两侧有许多半岛和峡湾。由于退缩而分离出来的小湖，主要有班戈错、错鄂、雅个冬错等。其中雅个冬错最大水深只有 2.1 米，已成为盐湖。被湖水弄湿的衣衫，稍干后就会出现一层白色的盐斑。

班公错和曼冬错是我国最西部的一对孪生内陆湖泊。班公错又名错木昂拉仁波，其东段和西段的一部分在我国境内，湖面海拔 4,241 米，面积 413 平方公里，最大水深 41.3 米。该湖东西方向延伸得很长，东部为淡水，往西逐渐过渡为半咸水和咸水。曼冬错又名斯潘古尔湖，位于班公错西段南侧，是内陆咸水湖，海拔 4,300 米，面积 58 平方公里，呈狭长形。它过去与班公错连通，后期因气候变干，湖面下降，槽谷被堵塞，致使两湖分离。

六、美丽的藏南湖泊群

与羌塘高原相比较，西藏南部湖泊数量少、面积小。面积超过 5 平方公里以上的只有 25 个，总面积 2,550 平方公里左右。其中面积超过 100 平方公里的有玛旁雍错（412 平方公里）、佩枯错（300 平方公里）、普莫雍错（295 平方公里）、拉昂错（265 平方公里）等，超过 500 平方公里的只有羊卓雍错（638 平方公里）。

号称西藏三大圣湖之一的羊卓雍错位于拉萨河口以南，湖面

海拔 4,441 米。羊卓雍错的发育受到断陷构造所控制，平均湖水深 30—40 米，最深处在东南部，达 59 米。“羊卓雍”系藏语，意即“珊瑚”，湖泊形状很不规则，湖岸曲折，多湖汊岬湾，犹如珊瑚，即使站在附近的山头上，也很难看到它的全貌。湖的西边是卡惹拉山，高山现代冰川的冰雪融水是湖泊的重要水源。羊卓雍错原来可能通过西北角的曼曲外流入雅鲁藏布江，后来因堰塞才成为内陆湖。羊卓雍错以美丽多姿而著称，冬天雪封冰冻，它如一位银装素裹的美女，安祥地躺在群峰之下，难怪民间传说，羊卓雍湖是天上一位仙女下凡变成的。湖边的牧民，用“天上的仙境，人间的羊卓”这样的民歌来赞美她。

玛旁雍错与拉昂错是一对孪生姐妹湖。玛旁雍错海拔 4,588 米，最大水

深 81.8 米；拉昂错海拔 4,572 米，它位于玛旁雍错的西边。两湖的南北山体高大，南侧的纳木那尼峰海拔 7,694 米，冰雪盖顶、白雪皑皑；北侧耸立着冈底斯山脉主峰冈仁波齐峰。远眺两峰均可映入湖中，湖滨景色宜人。当地藏族同胞和国外香客又称之为“神湖”和“鬼湖”，两湖主要靠喜马拉雅山脉与冈底斯山脉的冰雪融水补充，使它们分别成为淡水湖和微咸水湖。两湖湖水清澈，玛旁雍错湖心能看清楚水下 14 米深的物体，是国内目前实测湖水透明度最大的湖泊之一。两湖之间有一条河道相连。几十年前瑞典探险家斯文赫定曾经到过这里，那时正值大雨年份，玛旁雍错有一些湖水流入拉昂错，近几十年来，随着水位变化，间忽断流。

佩枯错又名拉错新错，它是藏南又一较大的内陆湖泊，湖面海拔 4,590 米，属半咸水湖。该湖在喜马拉雅山脉著名的希夏邦马峰西北 55 公里处，北面有山地与雅鲁藏布江相隔，湖面高出江面约 200 余米。佩枯错沿岸保存有六级较完好的阶地，最高一级高出湖面达 70 米，这是高原抬升的佐证。

第八章 发育年轻的土壤

青藏高原近代的强烈隆升，地理环境的急剧变化，使高原的土壤具有不同于一般低海拔地区土壤的特点。这里土壤的发育历史年轻，具有明显的土壤立体分布，而且地区之间的差异也很显著，影响土壤的农业利用和改良。

一、土壤年轻的表现

由于高原近代的自然条件变得愈来愈严酷，土壤发育的速度减缓，现代土壤形成的历史也比较短暂。正因为这样，年轻的青藏高原土壤，特别是高山土壤，大都表现出厚度不大、层次简单的特点。

高原边缘的森林土壤相对来说是发育得比较好的，厚度一般在 50—90 厘米，超过 100 厘米的也比较少见。至于高山土壤，厚度仅 30 厘米左右，这种土壤剖面的分化比较差。以高山草甸土为例，它的表层是大量草根交错盘结、相互交织而成的草皮层。这种草皮层的形成与年内气温低、生物作用比较微弱有关。草皮层直接与母质相连接，有的虽然有过渡层次，但发育还是很原始的。

土壤质地粗疏、砾石含量很高。大体上砾石含量超过 30% 的土壤要占三分之二，个别土壤所含石砾竟可超过 50%。砾石含量低于 5% 的基本无砾石土壤仅有十分之一。除了砾石以外，土壤中大量的是砂，一般含量达 40—50 %。倘若用手去捏碎土块，就会感到特别粗糙、砂粒很多，即使有足够的水分也无法搓成细条，这就叫做土壤粗骨性强。这种土壤在农业利用上有很多困难，由于细土物质少，土壤养分含量比较低，若是农田，庄稼长势不好；若是牧场，草被稀疏，放牧效益差，这种土壤还十分容易引起沙化。

前面已经说明，由于高原地质历史的变迁，自然环境的变化，土壤发育的速度减缓，甚至中断。那么过去已经发育得比较好的土壤到哪里去了呢？显然，经过了漫长的地质时期，其中很大一部分可能在不断的风化过程中被种种外来的力量，如风、流水等搬运到很远的地方去了。那么是否就一点踪迹也找不到了呢？不是的。近些年，我国科学工作者在青藏高原就发现了某些地区的土壤剖面中有过去时期发育的土壤层次，它们的性状与剖面其他层次之间有很明显的差别，也不连续。这种埋藏在现代土壤下面的土层叫古土壤层或埋藏层，具有古土壤层的现象称为土壤发生的多元性。青藏高原上已发现的古土壤层大多是在土壤水分条件较好、生物作用较强的情况下形成的，与高原寒冷、干旱的现代自然条件不相称。例如，在高原湿润的时期，沼泽土的分布比较广泛，由于现代环境条件急剧变化，沼泽土已不存在了，但古沼泽土层被埋在现代土层以下。这些古沼泽土壤仍然保留着现代沼泽土所常见的一些性状，如同心圆状锈斑和较多的锈点等常年滞水情况下的产物。

二、土壤的立体分布

青藏高原地域广大、地形复杂，导致高原气候明显的空间分异，并进一步引起植被和土壤类型的变化和区域差异。随着高原各地的地势起伏变化，土壤的垂直分布规律明显，形成类型多样的土壤立体分布型式。

一般地说，山体愈高、相对高差愈大，其垂直带也就愈完整。如青藏高原东缘的贡嘎山，其东坡海拔 1,300 米以下的河谷至山巅，依次为黄红壤、山地黄棕壤、山地棕壤、山地暗棕壤、亚高山漂灰土、亚高山草甸土、高山草甸土、高山寒漠土，而直抵雪线。而昆仑山南麓山体虽高大，但相对高差较小，因此，在这里只能见到由高山荒漠草原土起，向上只有高山寒漠土，垂直带要简单得多。

山地坡向对土壤垂直带有明显的影响，处于不同湿润状况分界地区的山体，其坡向影响尤为突出。以屏障作用显著的中喜马拉雅山脉为例，南北两坡水分状况不同，南坡湿润，北坡属半干旱，除去相对高度不同而引起的土壤垂直带的繁简差别外，在同一海拔高度上，南坡是亚高山灌丛草甸土，北坡则是高山草原土。就小范围的阴阳坡而言，在祁连山山地就有明显的差异如山地阳坡为栗钙土，阴坡则为灰褐土，而且灰褐土的分布下限也明显降低。

各种各样的土壤垂直带，按照土壤形成和分布特点，可以归纳为两大类型，即大陆性垂直结构类型和海洋性垂直结构类型。

海洋性垂直结构类型主要分布在高原的东南和南部边缘。土

壤垂直结构的特点是：森林土壤类型发达，分布界线很高，垂直结构中完全没有出现草原土壤。自下而上依次分布着红壤、山地黄壤、山地黄棕壤、山地漂灰土、山地酸性棕壤、亚高山灌丛草甸土与高山草甸土，直至寒漠土与永久冰雪。以高原东缘二郎山为例，海拔 1,700 米以下为山地黄壤，海拔 1,700—2,100 米一带的谷坡为山地黄棕壤，2,100—3,700 米为山地棕壤，3,700—3,900 米为山地泥炭质暗棕壤，二郎山顶 3,900 米为亚高山灌丛草甸土及高山草甸土。

大陆性垂直结构类型分布在高原内部，土壤垂直结构中高山草原及山地草原土壤分布广泛，森林土壤仅在边缘山地阴坡呈小片分布，高原腹地根本没有森林土壤存在。例如昆仑山中段北翼就是典型的大陆性垂直结构类型，它以山地棕漠土为主，垂直结构简单。

当然，由于种种原因，在不同的地区之间上述土壤垂直带出现的海拔高度会略有参差，而且还会有彼此交错分布的情况，但同一类型垂直结构的分布规律却大体上是相似的。

三、土壤的地区差别

青藏高原的土壤，除了垂直结构类型各地不同而外，还具有明显的水平变化。这种水平分异和垂直变化往往相互交织在一起，使各地的土壤具有鲜明的地方特色，土壤利用途径也不同。整个高原可以分成 9 个不同的土壤地区。

(1) 青东河谷盆地土壤地区：包括湟水—黄河谷地和青海湖盆地。湟黄谷地平川地主要是灌淤土，河谷低阶地和黄土丘陵为灰钙土。这里是高原重要农业区，耕作历史悠久，土壤的熟化程度

较高。土壤合理利用上的一个重要问题是大面积旱作，因干旱缺水，产量低而不稳。因此，发展灌溉是重要措施，同时要防止次生盐渍化的发生。青海

湖盆地及其以南地区的土壤以栗钙土和暗栗钙土为主，部分山地有黑钙土、灰褐土和高山草甸土，河谷滩地是灰钙土，灌淤土和草甸土等。这是农牧交错地区，但以牧业利用为主。

(2) 祁连山东部土壤地区：本区有相当宽广的山地栗钙土，分布幅度由海拔 2,400—3,200 米，还发育有黑钙土与灰褐土。亚高山草原土与高山草甸土分布面积较大。本地区放牧相当集中，草质已有退化现象，应合理经营加以改良；森林带中云杉林采伐破坏较严重，多幼林、林相稀疏，须注意抚育更新。

(3) 柴达木盆地土壤地区：盆地东部以棕钙土为主，西部则为灰棕漠土和盐土。盆地中部土壤由山麓洪积扇到盆地中心分布很有规律，其顺序为：灰棕漠土—风沙土—盐土或沼泽土—沼泽土、盐泥。柴达木盆地中耕地面积有限，土壤的合理利用首先要解决灌溉水源，否则不仅农业，甚至牧业的利用价值都不大。对于盐土、草甸土和沼泽土须进行排水洗盐改良，只可少量开垦，大部分宜留作放牧地。

(4) 川西藏东土壤地区：本区土壤类型较多，土壤的垂直分布也很复杂，自低处到高处可分成 5—6 个垂直分带。土壤垂直带一般是从山地褐土和山地棕壤开始的，它们在整个垂直带中占优势，但其他土壤类型所占比例也相当大。这里土壤类型较多，为农林牧业的发展提供了条件。但有些地区山高谷深、陡度较大，水土流失问题应引起足够的注意。

(5) 青南藏东北土壤地区：主要分布有亚高山灌丛草甸土、亚高山草甸土和高山草甸土。这里没有山地森林土壤分布，土壤垂直带也比较简单，例如西藏那曲一带海拔 4,300—5,200 米为高山草甸土，5,200 米以上为寒漠土。本区是青藏高原的主要牧业区。

(6) 藏南高原土壤地区：本区不仅缺乏各类山地森林土壤，而且高山草甸土的分布也不广泛，主要是山地灌丛草原土，这是高原半干旱气候条件下的一种草原型土壤。农牧并举、因地制宜、有所侧重是这里土壤利用的基本特点和方向。

(7) 羌塘高原土壤地区：主要分布着发育较原始的高山草原土。本区农业发展前途不大，历来是纯牧区。区内不少地方土壤质地粗疏而含砾石多，虽然其上草质尚可，但水源短缺而难利用。

(8) 藏西北土壤地区：包括阿里北部及昆仑山区。阿里宽谷盆地有亚高山荒漠土，昆仑山区高原面上广布着高山漠土，周围山地为高山荒漠草原土及寒漠土。昆仑山北翼则以山地棕漠土和山地棕钙土占优势。本区仅西南部谷地有少量农作，大部分地区为牧区，还有条件恶劣难以利用的草场。

(9) 喜马拉雅南侧土壤地区：具有多种山地森林土壤类型，在雅鲁藏布江下游谷地，海拔较低，是砖红壤和红壤分布区，向上依次分布 7—8 种土壤。本区土壤主要用于林业，受地形的限制，垦殖面积很小，亦易引起水土流失。

四、广布的高山土壤

高山土壤是指森林郁闭线以上或无林高山带的土壤，主要包括寒漠土、高山草甸土、高山草原土和高山漠土等。其中高山草甸土是半湿润草甸类型的土壤，高山草原土是半干旱草原类型的土壤，高山漠土是干旱及半干旱荒漠类型的土壤，寒漠土则是一种原始石质类型的土壤。高山土壤在整个青藏

高原的分布极为广泛。

寒漠土是脱离冰期最晚、成土年龄最年轻的一种土壤，主要分布在海拔 5,000 米以上的高山最上部。这些地方终年严寒而风大，仅能生长一些地衣和特殊的高寒座垫植物，生长极稀疏。土壤分布不连续，只能看到岩隙石缝中充填的土粒。

高山草甸土分布在森林郁闭线以上的高山带、亚高山带或无林的高原面，生长蒿草及杂类草草甸，每年夏季开出各色花朵，绚丽多采。高山草甸土剖面分化清晰，表层根系交织、盘根错节，形成很好的草皮层。这种草皮层似毛毡、软韧而富有弹性，人走在上面犹如踏上铺展着的巨大地毯。草层草质柔细，是良好的牧场。高山草甸土土体呈浅棕色、腐殖质含量较高，但由于气温低，所以土壤养分的有效性并不高。部分海拔较低的亚高山草甸土也可垦为旱作农地，但霜害重，需采取措施才能使作物获得稳产。

高山草原土分布的地区干旱而多风，土壤表面植被覆盖稀疏，

盖度一般 30—50%，地表往往遍布小砾石、碎石、甚至浮砂，土壤机械组成多砾质砂壤。土体比较干燥，一般没有草皮层，即使有也不连续成片，土壤有机质含量亦不高。农业生产上是纯牧业用地，只有少数海拔较低的背风向阳的亚高山草原土可以发展灌溉农业。高山草原土因地表植被稀疏，所以往往不能满足放牧需要，倘若过度放牧，还可能引起草场退化。

高山漠土是在干燥而寒冷的条件下形成的一种特殊土壤。土壤发育原始，地表龟裂，常有盐斑。土层厚度一般不超过 50 厘米，土体中含有较多的小碎石或砾石，细土物质愈往下层含量愈少。高山漠土利用比较困难，只有在雨季局部低洼处有淡水蓄积时，才能供少量游牧羊群放牧。

青藏高原的高山土壤种类繁多，除上述基本类型外，还有很多过渡类型，条件各异，一年四季可以交替搭配使用，这是牧业利用的很好条件。目前高山土壤的利用都还不够充分，尚有一定的生产潜力。

五、山地森林土壤的特征

青藏高原山地森林土壤分布在高原东南的湿润或半湿润地区，面积是有限的。然而，山地森林土壤分布的地区是我国用材林的重要基地，因此特别受到人们的注意。

青藏高原山地森林土壤包括山地棕壤、山地漂灰土以及山地黄棕壤、山地黄壤等。

山地棕壤一般都位于山地的中下部，在山地森林土壤中是分布最广泛的一种土壤类型。它在山地各种土壤的垂直分布中所占的幅度也最宽，即为垂直带的优势分带。山地棕壤多发育在以云

杉为主的多种类型的针阔混交林下或比较干燥的暗针叶林下。一般都具有 3—5 厘米厚的凋落物层，其下为腐殖质层，该层生物作用较强，粗腐殖质的含量较大。腐殖质层的厚薄决定于凋落物层的分解程度，各地不一。土壤剖面通体呈酸性反应。山地棕壤可用于林农。森林开采要防止水土流失，注意更新，垦殖要协调好农林矛盾。若开垦为农田，可种植小麦、青稞等，一年一熟，土壤养分供给还是比较充足的。

发育在冷杉林下的是山地漂灰土。冷杉林林下郁闭，生长杜鹃、箭竹，地表有苔藓层覆盖。冷杉林内既冷又湿，土壤中有机质的分解十分缓慢。粗腐殖质层一般有 10 厘米厚，这层以下有一层厚约 10 厘米的灰白色土层，在森林十分郁闭、地表苔藓层很发达的条件下，灰白色土层亦特别明显。这一层称为漂灰层，漂灰土亦因此得名。这一层的二氧化硅含量特别高，而铁和铝的含量却明显减少。近年研究表明，青藏高原漂灰土的发育受到历史因素的影响，即与它曾经处于海拔较低、气候比较暖湿的环境有关。

棕壤以下的常绿阔叶林内还有山地黄壤。这是水热条件改善，生物化学风化和物质的淋溶淀积作用较强烈的结果。由于山地黄壤所处地形大多陡峭，故土层薄、粗骨性强。山地棕壤和山地黄壤之间往往有一种过渡类型的土壤，即山地黄棕壤。由于海拔的影响，在我国境内山地黄棕壤分布的范围比黄壤要大得多。山地黄壤和黄棕壤均有垦殖，但受地形影响，农田面积很小，而且容易引起水土流失，开垦的农田一般均能一年两熟。在峡谷地段，热量状况虽有改善，但水分条件反而恶化，植被由山地森林变成干旱灌丛，土壤亦相应地由山地棕壤变成山地褐土。

六、土壤利用特点和改良

青藏高原土壤类型众多，按照土壤对农、林、牧业的适宜性，大致可以分成四类：第一类是适宜于农、林、牧业利用，而以农业为主的土壤，如山地灌丛草原土、灌淤土、灰钙土，一部分山地褐土和棕壤等；第二类是适宜于牧业和局部可作农业利用的土壤，如亚高山灌丛草甸土；第三类是适宜于放牧的土壤，主要是各类高山土壤；第四类是暂不适宜利用的土壤，包括各类荒漠土壤和盐碱程度很高的土壤。各类土壤所占比例很不一样，按利用的可能性来说，以西藏自治区为例，目前难以利用的土壤约占五分之一，已利用和可利用的一类约占五分之四。其中，牧业利用占 65.3%，森林土壤

占 11.6%，耕地占 0.19%。可见，天然牧场面积很大，就整个高原而言，也是草场多、耕地少、林地比重低的牧业地区。然而，另一方面，高原自然条件复杂多样，土壤利用在地区之间变化很大，垂直分异明显，尤其以南部和东部更突出。

根据土地利用现状，青藏高原可以分成三个区，它们是：

(1) 高寒牧业区：包括整个羌塘高原及青海玉树、果洛两个州的大部分地区，以牧为主，牲畜秋肥冬瘦。羌塘北部及青南高原西部人口稀少，仅有少数牧民进行游牧；羌塘南部及青海玉树、果洛大部分地区，天然牧草的生长期约 3 个月，植被稀疏、载畜量低、绝大部分地区是纯牧区，以游牧为主。少数地区定居游牧。牧业生产上的问题是草场利用管理粗放，冬场缺乏；阿里地区河谷有少量种植业，其余均以游牧为主。

(2) 高原农牧交错区：包括高原东南和东北的大部分地区，农牧交错分布，高山以牧业为主，农业分布在盆地和谷地中。本区牧业仍较重要，在农区还饲养牦牛做耕畜，马、骡、驴也较多。区内藏南谷地经济较发达，人口亦较密，平均每个劳动力有耕地近 6 亩，农作物绝大多数一年一熟。农业在这里比较次要，草场面积有五千多万亩，但载畜量远超过羌塘。气候高寒、劳动力不足、肥料缺乏是限制农业产量的重要因素。横断山地农林牧业呈垂

直分布，江河两旁阶地为农业，山腰为森林，高山上为牧场。农业以偏南河谷为主，北部分布零星，大部分地区农作物以青稞为主、耕作较粗放。黄河上游的牧区以牦牛最多，农垦历史较晚，轮歇地较多。祁连山地和青海湖滨种植作物以青稞为主，这里肥料缺乏，轮歇撩荒情况相当普遍，牧业以游牧为主，一般实行季节轮牧。柴达木盆地原以牧业为主，但牲畜数量并不多，这是因为广大地区天旱缺草，有一些草场有草无水，还有一些沼泽沮洳，放牧不便，而且夏季蚊蚋孳生。1954年以后种植业有较大的发展，但由于气候干旱，水源缺乏，盆地内可利用的土地中绝大部分适于牧用，仅少量为宜农宜牧地。种植业的稳定发展有赖于开辟水源，发展灌溉和改良盐碱土。

(3) 高原东南农林区：包括藏东南、川西和滇西北是南方农业向青藏高原农牧业过渡的地区。河谷农业发达，牧业居次要地位，高山中部森林密布，是我国第二大原始林区。区内藏东南天然森林密布、过成熟林多，采伐利用尚少。农业零星分布于河谷两岸及林间空地，一年可以两熟。横断山地及岷江上游土地利用的垂直差异很显著，东南部河谷一年两熟，玉米、小麦、水稻为主要作物，高原特有的青稞较少；向北，春小麦及青稞比重增加，直至以青稞为主。农业生产技术和产量水平亦以东南较高，向北则耕作粗放而产量低。大部分山地均有天然森林，但在高山及高原上，则以牧业为主，林业退居次要地位。

青藏高原各地区、不同土壤的利用改良措施是不同的。

青藏高原境内约有耕地 1700 万亩，主要分布在青海东北部黄河、湟水谷地、西藏雅鲁藏布江中游以及藏东川西诸大江河流域较宽阔的谷地。现有耕地土壤较普遍地存在着以下几个主要问题：

(1) 土壤水分不足。这与高原农区气候偏于半干旱和干旱有关，因此，不少地方全年均需灌溉，有的地方则需要补充灌溉，否则难以获得较高而稳定的产量。

(2) 土壤耕作层中钾的含量较高，而氮磷偏低。高原土壤的成土母质主要是由含钾矿物较多的各种沉积物组成，土壤中钾含量稍多，而氮、磷含量不足，难以满足作物生长的正常需要。加上不少农区缺乏施肥的习惯，或仅施入未腐熟的肥料，影响了作物的产量。

(3) 土壤风蚀严重，质地偏粗，易漏水漏肥。由于风多且大，常常吹走地表细土物质，表层土壤质地变粗，熟化层渐薄。这样既不利于作物根系生长，也影响作物吸收土壤中的养分和水分。此外，部分地区土壤有盐渍化现象，土壤含盐量偏大，因此，必须因地制宜采取调剂质地、合理灌溉、广辟肥源、适当深耕、合理轮作等项措施进行改良。其中广辟肥源、增施肥料和合理轮作，用地养地两项具有普遍意义。

各地农家肥肥源多，但利用率低。如大量的牲畜粪多数用作燃料，人粪尿基本未利用，至于绿肥，利用也不普遍。要改善土壤肥力状况，必须注意施用有机肥，改进沤肥方式，提高肥效。作物构成单一，几乎 80—90%以上都是青稞、小麦，这一作物构成不利于恢复地力。要改变这种状况，必须根据不同的农业自然条件调整作物结构和种植比例，也应当种植一定数量的绿肥。

长期以来高山土壤，均为单一的畜牧业利用。1958—1960 年青海牧区曾盲目开垦 573 万亩，毁草种粮，大部无收，这是忽视生态规律的惩罚。对于多数高山土壤而言，天寒风大，土层薄，含砾石多，不利于农作。除部分可

以农牧结合、条件较好的地方少量垦殖外，大多应以牧为主。当前生产上存在的问题是，由于长期过度放牧，不仅使牧草生长力下降、甚至死亡，同时土壤紧实度增加、结构破坏、土壤渐趋旱化。加之鼠类、旱獭对草皮和土壤的破坏以及风、水的侵蚀，导致形成秃斑草场甚至砂砾滩，土壤生产力严重下降，草畜矛盾日益突出。青藏高原上退化草场及鼠害、虫害严重的草场面积较大，每年因冬季缺草死于春乏的成畜也不少。实践证明，高山土壤发展牧业应以经营放牧草场为主，但同时宜辅以建立饲草饲养基地。因为单纯依靠天然草场发展畜牧业将是脆弱的和不稳定的，经不起稍严重的自然灾害。人工草场产草量高，对越冬保畜有重要作用。当然，要建好人工饲草饲料基地必须改变目前粗放的经营状况，解决生产管理和技术上的许多问题。在土壤利用方面则尤其要注意防止土壤风蚀，避免引起砂砾化。此外，封山育草、分区划片轮牧也是恢复土壤生产力的有效措施。

第九章 丰富多彩的植被

幅员广袤、生态环境复杂的青藏高原为众多植物的生长发育提供了有利的条件。青藏高原区植物种类繁多，植物地理成分交错，植被类型复杂、植物资源丰富，并且呈现出明显的区域差异。

一、植物种类和地理成分

整个青藏高原区的植物种类十分丰富，据粗略估计高等种子植物可达10,000种左右，如果把喜马拉雅山南翼地区除外也有约8,000种之多。但是高原内部的生态条件差异悬殊，植物种类数量的区域变化也十分显著。如高原东南部的横断山区，自山麓河谷至高山顶部具有从山地亚热带至高山寒冻风化带的各种类型的植被，是世界上高山植物区系最丰富的区域，高等植物种类在5,000种以上。而在高原腹地，具有大陆性寒旱化的高原气候，植物种类急剧减少，如羌塘高原具有的高等种子植物不及400种，再伸进到高原西北的昆仑山区，生态条件更加严酷，所采到的植物种类也只有百余种。高原北部的柴达木盆地虽然海拔高度低至3,000米上下，但气候极端干旱，盆地内种子植物约300种，加上周围山地，种类可在400种以上，至于新疆和西藏交界的阿克赛钦和青海柴达木盆地西北部则出现大面积裸露的无植被地段，所能找到的植物种类就更少了。可见，整个高原地区植物种类的数量是东南多、西北少，呈现出明显递减的变化趋势。

按照植物种类的地理成分，青藏高原各地也有显著的区域差异。青藏高原南缘，东喜马拉雅南翼的低海拔地区属古热带植物区，热带地理成分占优势，种属数虽较多，每属内所含的种数却较少，说明这里处在古热带植物区的北部边缘，属热带亚洲成分，起源大都比较古老。如三尖杉科的印度三尖杉，买麻藤科的买麻藤金缕梅科的阿丁枫、龙脑香科的羯布罗香等。高原东南部属森林植物区系，以中国-喜马拉雅成分为主，含有数量众多的木本植物，组成各种类型的森林，如壳斗科、茶科和樟科的一些常绿树种，高山栎类植物以及针叶林中的代表树种，如高山松、乔松，多种冷杉和云杉等，杜鹃属的现代分布中心也就在这里。

在高原内部则以青藏高原成分占支配地位，它有着年轻的、独立发展的历史，有许多种、属是在高原强烈隆升过程中逐渐适应于寒冷干旱的生态条件而发展起来的。典型代表植物如小蒿草、紫花针茅、固沙草、西藏蒿、垫状驼绒藜等。高原的西北部和柴达木盆地等干旱区域则以亚洲中部荒漠成分为主，如驼绒藜、膜果麻黄、合头草、蒿叶猪毛菜、沙生针茅等。典型的温带和高山成分如金露梅、羊茅、珠芽蓼等在高原上分布比较广泛，常为高山灌丛和草甸的组成成分。

因此，在植物区系上整个青藏高原区除其南缘可划归古热带植物区外，绝大部分都属于泛北极植物区。其东南部属中国-喜马拉雅森林植物亚区，北部的柴达木盆地属亚洲荒漠植物亚区的范围，而高原内部腹地则是一个独特的青藏高原植物亚区。

二、郁郁苍苍的森林

通常在人们的想象中，青藏高原是与森林无缘的。其实不然，在高原的南缘和东南部，即喜马拉雅山脉、念青唐古拉山脉东段和横断山脉地区，深受南来夏季风的惠泽，气候湿润、降水较多，广泛分布着茂密的森林，是我国的重要森林区之一，有些还保存着较完好的原始天然森林。而在高原的北部边缘，如祁连山东段和昆仑山西段北翼山地也有少量森林零星分布，具有干旱荒漠区边缘“湿岛”的特征。

(一) 阔叶林

由阔叶树种构成的森林在青藏高原湿润、半湿润的东南部有广泛的分布，它们的类型较多，且与生态地理条件有密切的关系。

热带常绿雨林和半常绿雨林分布在东喜马拉雅南翼海拔 1,000—1,100 米以下，乔木高大，森林茂密，通常高达 30—40 米。主要树种都是热带成分，由龙脑香科、桑科、四数木科等多种树木组成常绿雨林；由千里榄仁、阿丁枫等组成半常绿雨林。这些热带森林组成种类复杂，林内层次不明显。许多树木树皮光滑，呈灰白色或灰棕色，格外显目。有些树木具有凸出地面的板根，有的树木如马胆果，巨大的果实直接生长在树干和粗枝上，就是“老茎生花”现象。林内大型藤本和附生植物很多，主要由天南星科、棕榈科、兰科和胡椒科植物以及喜阴湿的热带蕨类和苔藓所组成，其中有叶

大若扇的麒麟叶，花冠红艳的芒毛苣苔和香郁喜人的兰花等。

常绿阔叶林在喜马拉雅山脉中、东段南翼山地和察隅地区分布较广。它由壳斗科的栲、青冈、石栎等属及茶科、樟科、木兰科等常绿乔木组成，具有浑圆的波浪形林冠，森林郁闭度大，高 20—30 米，层次较多，附生及攀缘植物也不少。有的林地非常潮湿，林内地面石块或树干上长满苔藓，具有“雾林”或“苔藓林”的特征。

硬叶常绿阔叶林系由壳斗科的硬叶栎类树种组成的森林，如高山栎、川滇高山栎、黄背栎等。和上述常绿阔叶林树种不同，硬叶栎类具有旱生生态适应特征，如叶子常绿、革质坚硬，中型叶偏小，叶缘多具尖刺或锐齿，叶面光滑，叶背大多密布黄色或灰色短绒毛。树干多弯曲、木材坚硬，树皮厚具粗纹，分枝多且密集等。通常树高 15—25 米，层次结构较简单。这类森林呈黄绿色或黄褐色季相，树冠枝条上常飘挂着浅黄色的树松萝。

落叶阔叶林适于气候寒冷的生态条件，多为冬季落叶的阳性树种所组成，如桦木、桤木和杨树等。糙皮桦林多见于森林上部；桤木中的旱冬瓜是适应幅度广的速生树种，常在海拔较低处组成次生林；山杨、白桦混交林则系针叶林破坏后自然更新起来的次生林类型，主要分布在高原东南部森林区。此外，在青海东部山地阴坡也有小片辽东栎林分布。

上述这些阔叶林类型对温度、水分条件的要求有一定规律，随着由暖热湿润向寒冷湿润或寒旱的变化，大体上出现自热带雨林—常绿阔叶林—硬叶常绿阔叶林—落叶阔叶林的更迭。森林组成种类由多至寡，森林结构自繁及简，层次减少，高度变矮。

(二) 针叶林

针叶林是青藏高原上分布最广的森林类型，其中常绿针叶林有松林、铁杉林、云杉林、冷杉林、圆柏林、柏木林等；落叶针叶林有落叶松林。针叶林的乔木通常高大、挺直，单位面积蓄积量高，能提供经济用材和大量林副产品，具有重要的经济价值。而高原上的针叶林多分布于江河上游山区，在保持水土、改善环境方面有明显的生态功能和效益。

松林主要由云南松、高山松、乔松和长叶松组成，前两种分布在察隅和横断山区，后两种见于喜马拉雅山脉南翼。它们是适应性较强的耐旱抗瘠的阳性树种，通常生长迅速、更新良好，抗火性强，多在阳坡和半阳坡构成层次少、透光好、林相整齐的森林。以察隅地区生长的云南松林为例，130 龄的林分，平均高接近 50 米，每公顷蓄积量达 1,000 平方米，超过东北小兴安岭地区优越条件下生长的红松林。

喜阴湿的铁杉林主要分布在高原南缘潮湿地区的山坡上。铁杉苍劲挺拔，高可达 30—40 米，那平展低垂的枝桠把它衬托得更

加雄伟壮观。铁杉林内比较阴湿，下层乔灌木和草本较多，树干上多长满苔藓，好象裹上一层厚软的绿毡。

由云杉和冷杉组成的森林通称为暗针叶林，在高原东南部山地分布很广。冷杉性喜湿冷，乔木层高 20—30 米，林内乔灌木较多，地表苔藓层较发达，树枝上常悬挂着黄绿色的长松萝，点缀着墨绿色的林冠。

云杉林通常分布的海拔高度低于冷杉林，在湿润区域则可生长在阳坡上。由于它较耐寒旱，在横断山区内部分水岭两侧地段常占优势并组成森林上限和森林区西北缘的林地，常见的有林芝云杉林和川西云杉林。在青藏高原北缘东祁连山生长有青海云杉

林；至叶城以西的西昆仑山，在较湿润的峡谷阴坡上则有零星的雪岭云杉林成斑状分布。

柏木林分布局限，在雅鲁藏布江中游朗县境内以巨柏为建群种，适沙耐旱，别具一格；在大渡河上游金川、马尔康一带则由岷江柏木为主，多生长在窄谷的陡坡上。圆柏林多见于横断山区森林带上部阳坡，以大果圆柏为主，是比较典型的耐旱、耐瘠又耐寒的林型，多为高 10 米左右的疏林、结构比较简单。高原东部及东北部则以祁连圆柏林为主。

落叶针叶林以大果红杉和西藏落叶松为主，前者分布在横断山区，后者以西藏东南缘山地为主，比较耐寒，耐瘠薄，对土壤条件不苛求，分布海拔较高，有的还构成森林上限或顽强生长在冰碛物上。

三、千差万别的各类灌丛

灌丛的生态适应幅度较森林广。青藏高原各地都有灌丛出现，它们所占面积不大，但类型众多。既有主要分布于东南部的常绿革叶灌丛和常绿针叶灌丛，也有散布高原各地的不同类型的落叶阔叶灌丛，干旱谷地中的浆质刺灌丛和荒漠地区的盐生灌丛。

每年 4—6 月间在高原东南部的高山上可以见到盛开着红、紫、白和黄等各色花朵的杜鹃灌丛，组成山花烂漫的世界。它们的种类和生态特性因地而异。紧接着森林带上部的山地阴坡有以钟花杜鹃为代表的高大的无鳞杜鹃类

灌丛，它们的枝叶较大，绽放着粉色、白色的杜鹃花。在冬春积雪的生态作用下，它们先顺坡下延生长，然后向上直立达 2—4 米，组成郁闭而难通行的灌丛，其下

多覆盖着 3—5 厘米厚的苔藓，显得十分潮湿。在开阔的高山上，杜鹃灌丛多由植株矮化、枝叶细小的有鳞杜鹃类组成，高度为 0.8—0.2 米不等。在横断山区杜鹃种类甚多，通常认为这里是杜鹃属的故乡，向西与东喜马拉雅相联，这一地区含有杜鹃属的大部分种类，其最原始的类群也分布在这里。由这里向高原内部，杜鹃灌丛的种类减少，景色也较单调，北边可达东祁连山，西边可至冈底斯山东段。

和杜鹃灌丛形成鲜明对照的是圆柏灌丛，它们耐干瘠，分布在这一地区阳坡，常形成直径 1—1.5 米左右的暗绿色圆盘状匍匐在坡面上，当地有的称为“爬松”。这类常绿针叶灌丛较耐寒旱，分布范围比杜鹃灌丛更伸入高山腹地，而具有高原特色。

落叶阔叶灌丛中以金露梅灌丛分布范围最广，不仅见于从东祁连山至喜马拉雅山的湿润、半湿润的高山上，而且在半干旱的高原腹地也有分布。它们开放着黄色的花朵给那里单调的景观带来暖春的色彩。这类灌丛可分布到海拔 5,500—5,600 米，是分布海拔最高的灌丛了。然而，它们却是灌丛中的侏儒，高仅 3—5 厘米。

在雅鲁藏布江中游谷地的山坡、洪积扇或沿江沙地上普遍生长着西藏狼牙刺灌丛。它一般高 50—100 厘米，生态幅度广、适应性强，是山地灌丛草原的建群种，每年 5 月间开放着蓝紫色的蝶形花，给春末较干旱的季相增添了色彩。由于这里燃料缺乏，这类灌丛已成为樵采薪柴的主要对象，使水土流失日趋严重。

由各种锦鸡儿组成的高山落叶阔叶灌丛在灌丛植被的家族中也占有较显著的地位。在藏南高原及阿里地区的山麓洪冲积扇及山坡上可以见到由变色锦鸡儿为主组成的灌丛，它们生长低矮，形成直径 1—2 米的圆盘状展伏在平缓的高原面或山坡上构成独特的景观。而在湿润半湿润的高山上，鬼箭锦鸡儿灌丛分布较普遍，在春末夏初它展放着粉红色花朵格外惹人注目，往往使人们忘记了它那满布密刺令人生畏的株体。

在森林区内，与湿润高山上杜鹃灌丛显著不同的是深切谷底两侧山坡上生长的干旱河谷灌丛，它们大多由具刺的耐旱灌丛组成，如海拔较低处有霸王鞭和仙人掌等浆质刺灌丛；海拔稍高谷地中则有羊蹄甲、鼠李、白刺花等灌丛。深切河谷春末夏初季节性干旱明显，灌丛萌发嫩叶较迟，灌丛间的还魂草（卷柏类）在雨季来临时迅速展放转绿，显得生机勃勃。

柴达木盆地的河漫滩、低阶地和扇缘地下水溢出带生长着柽柳类盐生灌丛，在盆地西南部边缘由于植株阻聚风沙而形成固定、半固定的沙包，高可达 5—7 米，俗称“红柳包”。此外在湖盆边缘的盐渍化沙地上，地下水位较浅，生长着丛状白刺灌丛。白刺分枝密集，其基部常因积沙而形成灌丛沙包，构成独特的景色。

四、绿色地毯——高寒草甸

青藏高原上广泛分布着由适低温的中生多年生草本植物组成的高寒草甸，它宛如绿色的地毯连片展布在中东部的缓切割高原上。

蒿草草甸分布最广，以蒿草属植物占优势，它植株低矮，密集丛生，具地面芽、赖短根茎行营养繁殖等特点，能适应生长期短、融冻作用频繁及低温寒冷等不利条件，是适应大陆性高原寒旱化生态环境的独特类型。最典型的代表是小蒿草草甸，覆盖度大达 80—90% 以上，草层低矮，仅 3—5 厘米，结构简单，层次分化不明显，景色单调，呈黄绿-绿色季相。这类草甸生物生产量低，但小蒿草草质柔软，营养丰富，适口性强；同时耐放牧践踏，是很好的天然牧场，适宜放牧牦牛和藏绵羊。除高原中东部半湿润地区外，在半

干旱、干旱条件下，蒿草草甸发育较差，常见于高山阴坡或仅呈斑块状分布；在羌塘高原东南过渡地段上蒿草草甸中含有紫花针茅等草原植物，具有草原化草甸的特征。

在湿润的东南部高山上有圆穗蓼、蒿草草甸以及由圆穗蓼、香青、委陵菜、黄总花草和蒿草等组成的杂类草草甸，草层高达 15—20 厘米，在夏季盛开粉红、黄、蓝紫等各色花朵，五彩缤纷，外貌比较华丽，给高山带增添了迷人的景色。在横断山区中北部的高山上，这类草场多是藏族同胞夏季放牧的场所，在浅绿而华丽的地毯上，点缀散布着一座座黑色的帐篷，别有一番情趣。

高寒草甸特别是蒿草草甸根系密集、交错盘结形成土壤上部致密紧实的毡状草皮层，厚达 10 余厘米，当地群众有的开挖用作

建筑材料，或堆砌成塔状晒干以作为燃料。

蒿草沼泽化草甸广泛分布于青藏高原各地的湖滨、山间盆地、河流两岸的低阶地、山麓潜水溢出带等地段。这些地段，海拔高，气候寒冷，地势平缓，地下有多年冻土成为不透水层，因而地表积水形成沮洳地带。土壤过湿，长期的融冻作用形成了“塔头”状的冻胀丘和积水的热融洼地，生长着以藏蒿草、大蒿草等为代表的沼泽化草甸，还有黑褐苔草，驴蹄草、垂头菊等。群落外貌为深绿色，植物生长茂密、叶层厚，产草量较高，适口性好。进入冬季以后，由于藏蒿草植株高，不易被雪覆盖，便于牲畜觅食；因水塘中多寄生虫和病原菌，过分潮湿，羊群易发生腐蹄病等疾病，不宜放牧绵羊，最适于牦牛放牧。

川西北若尔盖地区地势平缓，地表水分过剩，分布着大面积人畜难以通行的沼泽草甸和沼泽，这就是红军长征途中十分艰难通过的“草地”。木里苔草沼泽是这里典型的类型，常与藏蒿草草甸组成复合体分布。由于有机质分解缓慢，泥炭积累加速，若尔盖沼泽泥炭层厚达 2—4 米。但在海拔 4,000—4,500 米以上地区，泥炭层较薄，仅半米左右。

五、茫茫草原

高寒草原是高海拔地区适应寒冷半干旱气候的植被类型，它在青藏高原腹地占据优势，从西南向东北展布在藏南、羌塘、青南高原、青海湖盆地及

祁连山一带。它以耐寒旱生的多年生丛生禾草、根茎苔草和小半灌木为建群种，具有草丛低矮、层次简单、草群稀疏，覆盖度小，伴生着适应高寒生境的垫状植物层片，以及生长季节短、生物产量较低等特点。

分布最广泛并且富有代表性的是紫花针茅草原，它具有较强的耐寒旱特性，在高原上生长良好。这类草原种类组成简单，外貌单调，暖季呈黄绿色，8月以后花穗飘扬，在阳光照射和微风吹拂下，泛映出缕缕银光，季相别致独特。其他禾草有各种针茅、紫羊茅、高山早熟禾等，这类植被草质比较柔软，适口性好，是良好的放牧场。

青藏苔草（也称硬叶苔草）是青藏高原的特有成分，具有粗壮发达的根茎，生活力强，生态适应幅度很广。青藏苔草草原在羌塘高原北部大面积分布，具有地带性植被特点。由于气候寒冷凛冽，生境严酷，生长季节短促，在最暖的7、8月间也有0℃以下的低温出现，因此，其茎叶上部多呈干枯状，具枯黄色外貌。这类草原产草量低，且草质较硬，适口性差。

各种蒿属草原在西藏境内分布较广，其中西藏蒿草草原多分布于砾质性较强的部位上，生长季节呈淡黄绿色外貌。藏白蒿多见于藏南宽谷盆地和山麓地带的碎砾质及薄沙地上，藏白蒿全身被灰白色茸毛，较均匀地散布着，常与固沙草共同组成群落。

在海拔较低的山坡谷地则分布着各类山地草原，常见的有藏南雅鲁藏布江中游地区的三刺草草原，其中生长着西藏狼牙刺等旱中生灌木。在北部的祁连山及阿尔金山的山地草原由克氏针茅，冷蒿等种类组成，还有芨芨草成丛分布。

此外，气候更干旱地区分布着荒漠草原，其种类也随地区而不同，如阿里地区的沙生针茅草原，祁连山地的短花针茅草原等，都作为放牧场来利用。

六、耐旱抗盐的荒漠

和高原东南部湿润的森林形成鲜明的对照，在高原西北部则是气候十分干旱的荒漠。它从西南部的阿里北部经昆仑山、阿尔金山与柴达木盆地相连。这里既有卤地如雪的盐漠，也有寸草不生的阿克赛钦——“白漠”。尽管气候极其干旱，土壤粗瘠且常含盐分，时有风沙袭击或严寒低温的伤害，生境恶劣严酷，却仍然有超旱生的灌木、半灌木植物顽强生长，显示出生命的威力。

在超旱生的灌木和小半灌木中以藜科的一些属如猪毛菜、驼绒藜、盐爪爪，合头草以及怪柳科的红砂等植物种类为主。它们的叶子大都退化或特化（肉质、具茸毛等），极为耐旱，具较强的抗盐性又适应粗劣基质，统称为盐柴类半灌木。这些荒漠植被在柴达木盆地及其周围山地分布最为广泛，那里的低山和砾石戈壁的土壤中多含有一定量的石膏、碳酸钙和盐分。这些荒漠植物都有独特的生态适应特性，如红砂，具深根，枝条被沙埋后遇有水分可以生出不定根，在不良气候条件下，茎杆自根际劈裂，进行独特的无性繁殖。

在灌木荒漠中膜果麻黄分布比较广泛，多生长在山前洪积、冲积倾斜平原及卵石质的干河床或暂时地表逕流形成的小冲沟或浅凹地旁。在砂质地段或砂砾质戈壁上有沙拐枣荒漠分布，沙拐枣是喜沙超旱生灌木，高达1—1.5米，多分枝，叶退化，以嫩枝进行光合作用，其水平根系很发达，有数米至

十余米长，因而能从沙层中广泛地吸收凝结水分。它的果实具刺毛状附属物，球形，富于弹跳力，能随风滚动传播远方，又能耐沙地高温、不怕风蚀沙埋，是典型的喜沙植物。

由琐琐构成的小乔木荒漠在柴达木高盆地中有小面积分布。

一般高 2—4 米，其叶完全退化，仅在小枝节上有瘤状凸起，而由当年生绿色嫩枝行光合作用功能。对这里的琐琐群落应当注意保护，严格禁止采伐。

驼绒藜荒漠分布在昆仑山北坡、柴达木高盆地及阿里西部山地。它是基部强烈分枝的半灌木，小枝和叶均密被灰色绒毛。在班公湖北岸的喀喇昆仑石质山地上可分布至海拔 4,600 米，而含有沙生针茅的草原化驼绒藜荒漠则可上达至 5,200 米，堪称为世界最高的山地荒漠上限。

这里的高寒荒漠是亚洲大陆最干旱的高山和高原的代表植被，它占据着昆仑山和喀喇昆仑山之间海拔 4,600—5,500 米的高原湖盆、宽谷和山地下部的石质坡上，也出现在羌塘高原北部的湖盆周围和阿尔金山、祁连山西段的高山带。建群的代表植物是垫形的小半灌木垫状驼绒藜，它形成一个个小圆帽状的座垫，虽然高度仅 10 厘米左右，但却有百年以上的寿命。它既能在含盐的、有多年冻土层的古湖盆底部形成广袤的植被，又能生长在干旱的高山碎石坡上。这是高原隆起后形成的年轻植被类型，在科学研究上有一定意义。

七、奇异的高山植物

通常提到的高山植物是指分布在地带森林上限至雪线之间宽阔高山带内的各类植物，其中也包含前面叙述过的高寒灌丛、高寒草甸、高寒草原和高寒荒漠在内。除了这些分布面积较大的植被类型外，青藏高原上还有高寒座垫植被和流石滩植被，它们有的是前述几类植被中的组成者，有的则单独组成群落。它们所处的生境条件更加严酷，如低温、生长期短，太阳辐射强、风力大，营养物质缺乏，生境基质不稳定等，只有那些世代代与冰雪、严寒、劲风、流石作顽强斗争中获得了特殊的生态-生物学适应特征的植物，才能定居和发展。这些特征概括起来就是植株矮小，呈莲座状和座垫状，植物体密被绒毛，根系发达，行营养繁殖和胎生繁殖等。

从外貌来看，首先是植株矮小，这里既没有参天大树，又无高大的灌木草本，甚至连 20 厘米以上的植株都比较少见。如柳属植物，不是低海拔地区绿影婆娑的大树，而只是高 3—5 厘米蔓地而生的植丛；又如垫状匍匐水柏枝高出地表也不过 1—3 厘米，它们真可谓是植物界中的“矮子国”，但却是分布海拔最高的植被类型之一。

其次是莲座状、座垫状的生活型。高原上普遍可以见到一些

分枝低矮的植株，像圆形座垫状，如囊种草、蚤缀、点地梅等。有的座垫体如紫云英，还围成一个同心圆的圈垫，是由于中心部分逐年枯死而形成的。这类草本或灌木的小枝生长受抑制，呈辐射状密集分枝，形成半球形或凸起的垫状体。它们的叶密集细小覆于表面，小枝间又有枯叶、细土充填，具有保护生长点和越冬芽与增加热容量的作用。白昼它们吸收太阳辐射热较地面多而散热较慢，体内水分蒸腾也较少，形成了有利的“微环境”。座垫

植物的主根多粗大而深入地下，保证了地上部分的水分供应。

高山植物的另一个特点是茎叶上毛茸特别发达，最典型的是菊科的凤毛菊属植物。如雪莲花全身长满密集的白色毛茸，远处望去不见枝叶花果，宛如一只白色的玉兔，也叫雪兔子。它的根系可达 1 米以上，是地上株高的 5—10 倍，既耐寒又抗风，在四周冰雪覆盖下也傲然挺立并且开花结果。

胎生繁殖是高山植物对短促生长期的又一适应方式。当种子成熟后，不经过休眠期，立即在花序内萌生成幼苗，然后落地生根，在雪被保护下安全越冬，常见的有胎生早熟禾、珠芽蓼、点头虎耳草等。

在高原腹地靠近雪线的高山上，高等植物也很稀少，具有景观意义的是由各种地衣组成的群落。地衣类植物不仅能抵抗极其恶劣的生态条件，而且能分泌出特有的地衣酸来溶解和腐蚀岩石表面，以取得必要的养料。所以，它们能大量地生长在岩块上，以红、黄、绿、灰等各种颜色构成不同的图案。地衣在岩石上生长，加速了岩石表面的风化，促使它形成最原始的土壤，为其他植物提供生长的条件，被称为“先锋植物”。

上面所述的各种植被类型随着海拔的高低变化依次更迭分布、组成不同的植被垂直带。在整个青藏高原范围内，它们的区域分异也是很明显的。各类森林植被，如阔叶林、针叶林集中分布在高原南缘喜马拉雅山地和东南部横断山地；由超旱生的灌木、半灌木组成的荒漠植被只见于从阿里到柴达木的高原西北部；各种类型的草原植被占据着面积辽阔的高原中部；而高寒灌丛草甸则主要分布于高原东南部的高山带内。至于高山流石滩植被那些侏儒型的矮子植物则仍然顽强地生长在高原之上的高山顶巅。

八、植物资源宝库

在青藏高原区内种类繁多的野生植物中蕴藏着包括药材、纤维、淀粉、糖类、油料、香料、鞣料等各种类型的许多资源植物，长期以来已被各族人民广泛应用，从湿热低山的油瓜到屹立高寒山顶的雪莲，自湿润高山的贝母到半干旱、干旱条件下的枸杞、罗布麻、它们广布在高原上组成丰富的资源宝库，需要我们注意保护，合理地开发利用。

药用植物在高原上分布广，既有常用的中草药，也有特殊风格和用途的藏药、比较著名的中药材有大黄、党参、龙胆、贝母、丹参、虫草、黄芪、羌活、柴胡等。这些药材产量较大，除满足高原地区需要外，还可运往外省区甚至畅销国外。过去从印度进口的胡黄连是高原南缘喜马拉雅高山地区特有的药用植物，在藏南聂拉木、亚东、错那、察隅等地高山上均有较多分布，现已组织采收，供国家生产黄连素等药物和代替黄连。一些名贵药材如天麻，在波密、林芝和察隅等地都有不少分布。广布在藏南的西藏狼牙刺，资源量很大，其种子是治疗黄疸性肝炎的良药，全植株含有生物碱，应进一步研究其用途。此外，还有一些重要的药用植物尚未引起注意，如高原东南部高山上分布的小叶杜鹃类的许多植物所含芳香油是治疗慢性支气管炎和其它疾病的优良药物，可用简易方法蒸馏提取，应组织开发利用。藏药中就有 900 余种是植物药，其中大部分生长于高山地区，这类药物对于治疗高原地区的常见病诸如感冒、风湿性关节炎、肝炎、消化道溃疡、肺和心血管等方面的疾病具有特殊或显著的疗效。如小叶棘豆用于消炎，绿绒蒿用于镇痛，岩白菜作为在一定程度上可代替抗菌素的新药也已开始生产了。雪莲花是高山特

产，它性味苦，微寒，是治疗风湿性关节炎、肝炎、胆囊炎和一些妇科疾病的良好藏药。

含糖和淀粉的植物很多，除天南星类植物的淀粉有毒，不能食用以外，有许多可以直接或简单加工处理供人、畜食用或作为医药、轻工原料。在森林地区中有资源量很大的壳斗科植物高山栎、刺榛、刺栲，各种薯蓣、树蕨、莲座蕨等和高山草甸地区分布的珠芽

蓼、蕨麻等。含糖植物中的一些多汁浆果如：蔷薇、悬钩子、沙棘等适合酿造酒、酱，制作果干、蜜饯等，有些种类如缙丝花，沙棘的果实中不仅含有很高的糖分，而且富含维生素 C、A 或 B、B₂，是一种很好的辅助营养品。此外，在墨脱地区有被誉为“糌粑”的青棕，而棕榈科植物桫欏的髓心含有大量纯净的淀粉，可以直接取作各种食品，该植株抽出的花序割破后流出的汁液可以直接熬制砂糖，每株产糖 10—15 公斤，是一种值得研究、推广的糖料植物。

纤维植物在高原上也很丰富，以荨麻科、锦葵科植物的韧皮纤维质量最好，可以纺织布匹，人造丝绸，麻袋、绳缆等。主要种类如水苳麻、艾麻、苳麻、芭蕉、瑞香、小叶朴等多分布于海拔较低的林区，在其他地方则有罗布麻、芡芡草、鬼箭锦鸡儿等。梧桐科的苹婆枝条纤维坚韧、耐水性强，可作绳索及麻类的代用品，也可造纸。棕榈科的白藤有两三种，有的长达百余米，墨脱地区居民用它们在汹涌急湍的雅鲁藏布江峡谷上架起了别具一格的藤网桥；还用藤篾编织精美的盒篮和背篓。

油脂可以食用的植物主要有华山松、光核桃、油瓜等。油瓜或称猪油果是墨脱地区一种葫芦科的大藤本植物，每年 6 至 7 月份果实成熟季节，群众就上山采以榨油或生食。据分析，油瓜种仁的含油量高达 72—77%，是一种很有引种驯化价值的野生油料作物。工业用的油脂植物种类较为丰富，主要有三桠写药、青香木姜子、大籽蒿等。在油脂植物中，禾本油脂植物占有很大比重，而且含油率也较高，一般都在 40—70% 左右。有些种类油脂所含化学成份对于医药和化学合成方面很有用处。

芳香油植物分布广、种类也多，如三股筋香、薄荷、香蒿、灰毛蕨、鼠曲草等，一般用简单的蒸馏装置就可以提取各种芳香油。芳香油是制造香精、香料和医药的重要原料，广泛用于日用化工、食品、烟草、彩色胶片、稀有金属矿的浮选等方面。

用以提制栲胶的鞣料植物很丰富，以各种云杉、落叶松、桦木、槭树、栎类、栲类等树木的皮层、果壳和总苞中鞣质含量较高，其他如普遍分布的金露梅、地榆、酸模等植物也含有很高的鞣质。栲胶大量用于制革、印染、石油钻探、医药和硬水软化等方面。青藏高原畜牧业很发达，皮革制造十分重要，对于栲胶的需用量也很大，因此应进一步利用好鞣料植物，提供栲胶，满足本地区需要。

今后，随着青藏高原地区经济发展和建设的需要，应对资源植物展开深入调查研究，加以合理利用。在开发时，对一些珍贵、稀少的植物应注意保护，选择一些经济价值大，而且又很缺少的植物进行人工栽培，扩大资源量，以满足生产和人民生活的需要。

第十章 形形色色的动物

青藏高原外围的高大山体是动物分布的桥梁和屏障，高原境内复杂而多样的自然环境，对动物的分布也有着深刻的影响。无论在区系组成上或生态特征上，这里的动物界可以明显地区分为两大系统，它们的界线位置与气候、冰川、植被或土壤等分界大体相近，即处在喜马拉雅山主脊南侧和横断山脉中部一线。

一、桥梁和屏障

青藏高原的外围均被高大山体所包围。高山是一种特殊的自然环境，许多在高山生活的动物就沿着山脉扩大自己的活动范围。如高原上的雪鸡、岩羊、雪豹、旱獭就是沿着高原向外围山地伸展的。其中雪豹、岩羊远至中亚山地都有分布；北至天山、阿尔泰山、西至里海都能找到雪鸡、旱獭的踪迹。高原北缘的柴达木盆地是一个自然过渡的通道。通过它，许多在中亚干旱及半干旱地

区广布的动物种类，比如爬行类的沙蜥、鸟类中的毛腿沙鸡、兽类中的几种跳鼠和羚羊的分布范围，都不同程度地扩展到高原上。

山脉不仅是沟通不同起源动物的桥梁，也有巨大的屏障作用。如温带荒漠和草原的动物，如爬行类中的几种麻蜥、兽类中的大沙鼠等，大多止于阿尔金山—祁连山一线。中亚干旱及半干旱地区的许多动物在新疆可以找见，但很少越过昆仑山进入青藏高原腹地。

喜马拉雅山脉是动物分布上最大的屏障，由于气候的巨大差异，它的南北侧生活着起源不同的动物，一些大的类群几乎在此形成截然的分布界线。如两栖类中的树蛙科，鸟类中的太阳鸟科、山椒鸟科，兽类中的灵长目，灵猫科等南方类群不能越过高山带而进入青藏高原。以热带、亚热带森林中的鸟类太阳鸟为例，不用说飞越喜马拉雅山脉的山口和山脊到达生境严酷的高原面，就是森林线以上的高山带也找不见它。至于长尾叶猴，它只活跃在喜马拉雅

山脉南坡的阔叶林中，三五成群寻野果为生，在高原上根本看不见它，即使在常绿阔叶林上部的山地暗针叶林里它也无法越冬。同样，北方类群的动物，如鸟类中的岩鹳科、兽类中的鼠兔科等，在高原上的分布南限亦止于喜马拉雅及其附近山地。

高原东南部的横断山区具有特殊的自然条件，这里高山峡谷并列，垂直差异显著，高山冰川与山地森林紧密相联，似乎近在咫尺，加上南北并列的地形结构，有利于动物界的交流往来。北方的种类可见于高处，如岩羊、喜马拉雅旱獭等可向南伸入云南；而一些热带的种类则多在低处活动，它们沿峡谷北进，如鹦鹉、太阳鸟、猕猴等可沿河谷伸至横断山脉北段，因此这里动物组成比较复杂。第四纪时冰期与间冰期的冷暖交替及冰川进退，只引起垂直自然带的位移，而低海拔的谷地环境变迁不大、景观相对稳定；纵向的平行峡谷，对动物则是相对隔离的良好环境，有利于动物的保存和分化。所以，在冰期中许多动物躲藏到这里来，在这个避难所里也就保存下来一些古

老的动物种类。当然，在历史时期内这里开发较迟，人类活动的影响较弱，也是不少动物种类能得以保留下来、生存下去的一个原因。

二、复杂的组成和分布

长期的考察研究表明，青藏高原陆栖脊椎动物种类不少，共有 191 种哺乳类、532 种鸟类、49 种爬行类和 24 种两栖类，总计为 799 种动物。它们在动物分类中，分属于 4 个纲，31 个目和 95 个科。

青藏高原的动物兼有古北界和东洋界的成分。例如陆栖脊椎动物，古北界分布的面积占整个高原的 85—90%，东洋界仅占 10—15%。但就种类而言，东洋界却较多。哺乳类中东洋界的种数占总种数的 36.5%，鸟类为 33%，古北界分别为 27.4% 和 31%。

整个青藏高原分布最广泛的生境是高寒草原、高寒草甸和高寒荒漠。这些生态环境的气候条件都是相当严酷的，寒冷而风大，对动物的生存和生活有较多的限制。有的栖居条件还更恶劣。因而，在这些地方生存的动物界是贫乏的，组成成分简单。主要是一些能够适应当地生境条件的高地型成分，较普遍的有兽类中的野牦牛、岩羊、藏原羚、藏野驴、藏羚、雪豹以及黑唇鼠兔、高原兔、旱獭等。

鸟类中以褐背地鸦、藏雀、西藏雪鸡、黑颈鹤和多种雪雀为主。有些种类，如野牦牛、藏羚等，特别适应于高寒环境。藏羚的特化现象比较明显，鼻腔扩大适应于稀薄空气，高冠牙和牢固的臼齿、门齿适应于高寒植被的食物条件。因而在高原腹地深处栖息条件极为不利，动物种类稀少的情况下，它们仍能安然无恙地存活下去，不断繁殖、生息，而与它们竞争的对象也很少。

喜马拉雅山南翼和高原东南的横断山脉一带，地形复杂、高差悬殊。在山地上部，针叶林、高寒灌丛和高寒草甸相互交错，并随着坡向和海拔而有明显的变化。山地森林和草甸、草原的动物，也相互混杂和渗透。兽类中的有蹄类如白唇鹿、马鹿及麝就经常出没于森林和草原，或作季节性迁徙。啮齿类经常见到的种类属于草原成分，然而其中许多也同时可以生活在多种环境中，如主要生活在草原的高原兔、喜马拉雅旱獭、原麝鼠、长尾仓鼠、根田鼠，也生活在灌丛、林缘或林间草地。

不同的食物来源也影响着动物的分布。在祁连山东部的草甸草原上，禾本科莎草科植物丰富，旱獭、鼠兔等啮齿类动物种类较多，它们主要吃植物的绿色部分。草甸草原上还具有较多的双子叶植物，经常是鲜花缤纷，招来了不少昆虫，所以兼食植物种子和昆虫的长尾仓鼠数量不少。相反，在植被条件比较单纯的情况下，栖居的动物种类也比较单一，例如以金露梅为主的高寒灌丛，只有根田鼠。

青藏高原动物分布有明显的垂直变化。在南部边缘海拔 2,500 米以下的山坡谷地，森林苍郁，常有各种各样的画眉、太阳鸟、相思鸟在森林里、在灌丛中穿梭。长尾椒鸟和大绯胸鹦鹉也常在林中自由翱翔。在海拔 2,000 多米的针叶林和常绿阔叶林带的密林之中经常能见到长尾叶猴和猕猴。长尾叶猴从尼泊尔、印度，一直分布到斯里兰卡，是典型的热带、亚热带动物。它在我国分布范围非常狭窄，只在青藏高原南缘的山地森林中才有。生活在

高原南缘和东南缘的兽类还有麝子、毛冠鹿、金钱豹、云豹等。这些鸟兽，绝大多数在我国长江以南都有分布，是属于热带、亚热带的南方种类，与高原内部有很大差别。

羌塘高原自然条件单纯，动物的种类也不多，堪称寒漠代表的是藏羚和野牦牛。野牦牛在高原北部昆仑山、阿尔金山一带，估计有2万头左右。它们一般生活在湖滨草原地带，一旦这些地方被积雪掩盖，它们就凭着气管粗短，心肺发达和遍体生长密毛、能抵御酷寒等特点，到无雪或雪薄的海拔5,000—6,000米的山岭上觅食。藏羚，雄的有着长长的犄角，它也是只在青藏高原才能见到的一种稀有兽类。在海拔更高的冰天雪地里，凶猛异常的雪豹常常四处活动，被人们称为“高山之霸”。在雪线以下可以见到三五成群的藏原羚到处游荡。

高原腹地最常见的鸟类是雪雀。为了躲避敌害和不良天气，它们经常出没于旱獭、鼠兔的洞穴，和平共处。这种现象被称之为“鸟鼠同穴”。高海拔山地，一般地说鸟类十分稀少，但是，能生活在这里的种类也都有高度的适应能力。雪鸡以高山植物的嫩叶为食，并在冰川和永久积雪带附近活动，即使严冬来临，也从无所畏惧，更不随意迁徙。有时鸟类可以在岩隙中营巢，生儿育女。在珠穆朗玛峰地区，黄嘴山鸡能随登山队的营地到达7,070米高处，至于秃鹫更能在8,300米的高空翱翔。它们真不愧是真正的“登山英雄”，显示出它们长期适应高山特殊气候的惊人能力。

高原鼠类和鼠兔种类繁多，习性各不相同。没有尾巴，习性似鼠，形似兔的高原鼠兔，常年昼夜活动。它最喜欢栖居在气候温和、阳光充裕的宽谷、河滩和山坡坡麓。尽管寒冬腊月，地面气温降到零下20℃，仍能照常出洞觅食。每当夏季来临，活动更为频繁和猖獗。长尾仓鼠习惯于夜间活动。它以牧草种子为食，还跑到庄稼地或饲料地里去吃种子。中华鼯鼠只能在地下生活，一见阳光就寸步难行，但听觉灵敏、掘洞能力很强。此外，有兔形目的西藏鼠兔，还有五趾跳鼠等多种鼠类，生活习性和分布区差别很大。

根据上述动物的分布特征，青藏高原可以划分为三个动物地理区，它们是：东洋界的西南区、古北界的青藏区和蒙新区。其中，东洋界的西南区只占据高原东南隅，古北界的蒙新区仅占据柴达木盆地，其余地区均属青藏区。

三、高原隆升和鱼类

早在第四纪以前，青藏地区就已繁衍了数量众多的动物。自第四纪以后，高原抬升、气候变迁、冰川袭击，使得很多种动物大量减少，甚至灭绝。另一些随着环境的变化逐渐适应，发展成适合高寒生态环境的特有的动物群。高原鱼类的分布也能说明与高原隆升的关系。

高原主要经济鱼类，几乎全部属于裂腹鱼亚科。它们是鲤鱼中适应于青藏高原环境条件的一个类群，其分布区仅限于青藏高原本身及其周围的山区。裂腹鱼类在长期发展过程中，逐步形成了对高原特殊环境的适应能力，表现出与平原或低山区的鱼类迥然不同的生物学特点。

首先，在摄食习性方面绝大多数种类为杂食性的。这种杂食的生态习性，使鱼类有可能在高原地区短暂的摄食期内获得较丰富的营养物质，以维持其生命活动。

第二是鱼类的生长缓慢。高原地区气候寒冷，水体的结冰期一般长达半年左右。在结冰期间，鱼类蛰伏于坑穴内，进行休眠，但生命活动仍不断地消耗着体内积累的营养物质。这样年复一年地肥了又瘦，瘦了又肥，鱼体实际增长量甚小。一条鱼生长十年或更长的时间，才能达到半公斤的重量。

第三个特点是繁殖力低。怀卵量是衡量鱼类繁殖力的一个指标。裂腹鱼类适应于在低温环境条件下繁殖，鱼卵的胚胎发育期很长，卵子里所含的卵黄丰富，因而成熟卵子直径较大，卵巢内容纳的卵粒数相应减少。通常重 0.5 公斤左右裂腹鱼类的雌鱼怀卵量为 1.2—1.7 万粒，与平原地区的鱼类相比，则显得很少，仅为 10%至 1%。

高原各地鱼类的退化程度是很不一致的。海拔 4,000—5,000 米的高原面上，有一些属于裸鲤属、裸裂尻鱼属和高原鱼属的种类。它们的鳞片退化，身体裸露，仅在肛门旁边具有排列成行的大鳞，这些鱼又统称为无鳞鱼。高原边缘峡谷地区的河流里，生态环境稍有改善，生长的鱼类属于裂腹鱼属和重唇鱼属的种类，身体上被覆有细小的鳞片，通常称为细鳞鱼。鱼类的分布与高原隆升关系密切，例如，青海湖地区的 4 种条鳅中有 3 种也分布于黄河上游；而青海湖裸鲤与黄河上游的花斑裸鲤又极为相近，为近缘种。研究认为，青海湖裸鲤是青海湖中更新世形成内陆湖泊的佐证，是在环境条件变化了的青海湖水体中形成的特有种。全新世以来，青海湖湖面继续缩小，含盐量增高，青海湖东北部的尕斯库勒湖，含盐量比青海湖高一倍，该湖已不存在青海湖裸鲤。可见，今后青海湖内的鱼类还会发生变化，或许经过相当长的时期以后，现在的种群有可能在湖中生存不下去。

四、动物资源的利用与保护

栖息在青藏高原上的数量众多的各种动物中，有一些种类具有重要的经济价值，也有不少属于珍稀珍贵动物。由于人类活动的影响较小，高原腹地仍为野生动物的世界。

高原上湖泊沼泽广布，水禽、涉禽数量多，以雁鸭类为最。如绿头鸭、绿翅鸭在羊卓雍错较多。绿翅鸭个体虽小，但肉嫩味鲜，属上等野味，是藏南各水域冬季主要食用野禽之一。猎捕雁鸭，除肉可供食用外，羽毛也是一种很好的充填物和装饰品。绒羽可制作鸭绒衣和鸭绒被，既轻便又保暖，是高寒地区的优良装备。藏族同胞素有保护水禽的传统习惯，这项资源得到较好的保护。夏季水禽常在湖滨岛滩繁殖，数量可观。如青海湖的鸟岛，每年大约有 10 万只鸟在这里盛会、繁殖幼雏，鸟群鼎沸、生气盎然。鸟岛上的“客人”有十几种，最多的是斑头雁、棕头鸥、鱼鸥和鸬鹚等。吸引它们到这里来安家落户、繁殖后代的是青海湖中丰富的鱼类资源。除斑头雁主要以植物为食外，其他三种均以鱼为食。现在这里已设置为鸟岛自然保护区，对主要水禽及候鸟进行科学研究。高原上类似的还有札陵湖的鸟岛、班公错的鸟岛等。

鸡类，即雉科鸟类，在高原上种类很多，均可食用，是重要狩猎对象。尤其是藏雪鸡，也称淡腹雪鸡，成年体重达 1.5 公斤以上，肉味鲜美，营养丰富。藏雪鸡多栖息于海拔 4,000 米以上的高山寒冻风化带，属高原特有种，在繁殖季节以后，常见其结群活动。藏马鸡也称白马鸡，在高原东部常出没于海拔 3,000—4,000 米的针叶林及林缘灌丛间，数量颇多。它们在秋季有

时成群活动，甚至危害庄稼。藏马鸡姿态优美、可饲养供观赏、尾羽可做装饰品。它是我国特产，与藏雪鸡同为国家二类保护动物。在海拔较低的农区、山斑鸠数量多，尤其是夏秋收获季节，常数十只结群在田间觅食。此时个体肥满，肉极细，为上等野味。

闻名世界的黑颈鹤是青藏高原上的特有种，它是高原沼泽地唯一的鹤类。黑颈鹤在高原腹地及北部繁殖，到喜马拉雅山、横断山脉及云贵高原越冬。它个体大、重 6—7 公斤，目标显著，且不甚怕人，易被发现射猎。这种鹤在青藏高原上数量不多，应加以保护、严禁乱捕滥杀，更应禁止捡蛋毁巢。

麝，又称香獐，在海拔 2,000 多米的森林地区分布很广。雄麝的麝腺分泌物——麝香是中外著名的贵重药材，又是制作香料必不可少的原料，经济价值很大。白唇鹿活动于海拔 3,500—5,000 米之间，体形较大，是高原特有的珍稀动物。它全身都是宝，最贵重的是鹿茸，具有茸皮薄、茸毛密而丰满等优点，是名贵药材。通天河畔是白唇鹿的主要产地，估计约有 3,000 头，属国家一类保护动物。有的地方对保护这类野生动物资源认识不足，措施不力。有的采取杀麝取香、打鹿砍茸的错误做法，应当切实纠正。白唇鹿经过人们驯服，也可以进行人工饲养，如玉树藏族自治州治多县的养鹿场就养有白唇鹿数百只。在青藏高原区白唇鹿、麝等动物的驯养有广阔的前景。

举世闻名的、我国特产的大熊猫是地质时期遗留下来的古老残存的动物，有活化石之称、国宝之誉。它外形奇特、动作惹人喜爱，加上分布区狭小、数量稀少等原因，使它不仅成为动物园的珍贵展品，而且在学术上也有很大的价值。它现在主要分布在青藏高原东部横断山脉与四川盆地接壤过渡的，南北走向的狭长地带内，海拔 2,000—4,000 米的高山深谷中。大熊猫是一种既怕炎热，又怕寒冷的兽类。它随着四季的冷暖变化而进行活动，其分布与箭竹有密切关系。在箭竹丛中，一米以外的景物都难以看清，这为大熊猫创造了有利的食物条件和荫蔽场所。

古生物学材料证明，大熊猫在更新世初期发展起来，到更新世中期分布广泛，差不多遍及江南各地，组成我国江南地区的剑齿象大熊猫动物群。更新世晚期以来，大熊猫体形变小、分布缩小。近年来救救大熊猫的呼声越来越高。大熊猫为什么会濒于绝灭呢？这与其自身食性高度专化（主要食箭竹等几种竹类）、繁殖能力下降（雌体每年繁殖一胎，每胎产仔一至二只、成活率低）以及抵抗能力低等内在因素有重要关系。大熊猫原属食肉类，从它们的食肉祖先进一步专化而成为以吃竹笋、嫩竹等为主的“和尚”，但有时也食少量肉类。大熊猫偏食的箭竹等几种竹类，有定期开花枯死的现象，每次竹子开花都要饿死一批大熊猫，联系到它地史上分布区的逐渐退缩和体形逐渐变小的情况来看，有人说，它是处在历史的衰退中。当然，人类的发展及活动影响范围的扩大是不可忽视的外因。目前，我国已在大熊猫分布区范围内建立了以大熊猫等珍稀动物及自然生态系统为主要保护对象的若干个自然保护区，其中有我国参加国际生物圈保护区网的卧龙自然保护区。

在青藏高原境内森林区域中属于国家一类保护兽类的还有长尾叶猴、金丝猴、梅花鹿、羚牛等等，并设立了以专门保护梅花鹿为主的铁布自然保护区和以保护金丝猴为主的白河自然保护区，以它们的稀有性和重要的经济价

值而著称。

藏羚、藏野驴和野牦牛都是青藏高原上的特有动物。据藏医讲，野牦牛的角、骨、舌、心、胆汁、睾丸等都具有药用功能。角主治腹肿瘤和健胃，骨能去寒增热，用牛胆囊里的草结石（即“牛黄”）制成的中药安宫牛黄丸，是抢救危重病人的重要药物。这三种大型兽是珍贵的动物资源，为国家重点保护对象。它们多成群活动，但数量有限，如野牦牛除高原内部无人区外，现已不易发现。新近列为国家级的阿尔金山自然保护区已经建立，保护区内高原生态系统类型独特，野牦牛、藏野驴和藏羚等珍稀动物将得到特别保护。高原区的重要狩猎兽类有原羚、岩羊等，为保护资源，对白臀鹿、盘羊、岩羊、石貂、猓獾以及水鹿、马鹿等都应进行计划狩猎。由于鼠害在某些高原牧场比较严重，高原东北部曾开展过连续灭鼠活动，其中也包含旱獭。旱獭是高原重要的毛皮兽，如青海每年出口旱獭皮达 13 万张，是毛皮兽产量的大宗。旱獭毛皮产量多、质量优，在基本抑制其数量的地区是一项重要资源。

第十一章 垂直自然带及水平地带分异

青藏高原上自然条件的垂直变化普遍，并形成了各有特色的垂直自然带。它们和农、林、牧业的生产布局紧密结合、息息相关。高原境内水平地带分异明显，即东南部温和湿润、西北部寒冷干旱，相应地表现为森林—草甸—草原—荒漠的更迭。

一、从珠穆朗玛峰地区谈起

地处喜马拉雅山脉中段的珠穆朗玛峰地区，除了耸入云霄的高峰上覆盖着冰雪，发育有许多冰川外，雪山之下却是另一派风光，既分布着郁郁葱葱的森林，又有绿茵茵的草场。象地球上陆地表面自赤道向两极分布着从热带、温带至寒带等不同的生物气候带那样，珠峰地区南翼我国国境内，从山脚到山顶，外观上也有类似的变化。在短短几十公里的水平距离内，高度相差足有 7,000 多米，因而自然景色的垂直更替就十分明显。

珠峰地区南翼河流深切、山高谷深、属湿润、半湿润的季风气候。海拔 1,000 米以下的山麓台地及低山上由高大的娑罗双树组成低山季雨林带，具有热带风光。海拔 1,000—2,500 米，为山地常绿阔叶林带，受印度洋暖湿气流影响，这里气候温暖湿润，6—9 月云雾弥漫，阴雨连绵，年降水量超过 2,000 毫米，夏季温暖，冬季不冷，结冰和霜冻很少，偶有降雪也落地即化。这里生长着和我国南方亚热带地区类似的常绿阔叶林，主要以壳斗科的常绿树种栲、石栎、青冈等为主，以及桢楠、木荷、樟、木兰等树种，树高 20—30 米，森林茂密，藤本植物缠绕其间，并有蕨类和兰科等附生植物生长。林下有高 3—4 米的箭竹丛。在这种温暖湿润的生物气候条件下，生物化学风化和物质的淋溶淀积作用较强烈，发育着山地黄棕壤，是山地黄壤向山地棕壤过渡的土壤类型。生活在这类森林中的动物有成群的长尾叶猴、熊猴，还有珍贵动物小熊猫、赤麂以及橙腹长吻松鼠等，鸟类中有杂色噪鹛，绿喉太阳鸟等。这些动物充分反映出这一垂直分带具有热带、亚热带生物区系的特色。

山地针阔叶混交林带，位于海拔 2,500—3,100 米，气候温和湿润，冬天（11—3 月）可下雪，但融化较快。原先适应低海拔暖湿的常绿阔叶树种被另一些较耐冷湿或干旱的种类所取代，出现由云南铁杉林、高山栎林和乔松林组成的针阔叶混交林带。这些树木高可达 15—25 米，林下多箭竹丛和白瑞香等灌木。这里发育的土壤为山地棕壤，呈稳定的酸性反应，有机质含量较高。动物组成具有过渡特征，上述常绿阔叶林带中的长尾叶猴，小熊猫等和暗针叶林带内的林麝等都可在本带活动，它们随季节变化而作垂直的迁移。

随着海拔升高、气候变冷，耐寒的树种更能适应。在海拔 3,100—3,900 米间形成以喜马拉雅冷杉为主的山地暗针叶林带，森林里十分阴湿，有许多杜鹃、箭竹生长。有些树木和地面石块上还长满了苔藓，一种浅黄绿色的地衣——长松萝挂在树上，形成特有的“树胡子”。这类针叶林下发育着山地漂灰土，具有灰白色的漂灰层。这里出现的动物主要是古北界种类，如麝和黑熊。林麝最适于在这种环境中生活，喜食附生于冷杉上的长松萝。冷杉林往上生长着糙皮桦林，组成森林的上限。

山地森林带以上海拔 3,900—4,700 米间,气候寒冷,最暖月平均气温通常在 10°C 以下。由于气温低,不利于乔木生长,形成由灌木占优势的灌丛带。阴坡生长着稠密的各类杜鹃灌丛,阳坡则有耐干瘠的圆柏灌丛,常呈暗绿色圆盘状匍匐生长。常见的动物有高山田鼠,红尾鸢、领岩鸢等。

珠峰地区北翼高原上气候比较干旱,没有山地森林分布,而出现高山草原带,位于海拔 4,000—5,000 米范围内,生长着以紫花针茅和西藏蒿、固沙草等为主的草原植被,发育着高山草原土,有碳酸钙的淋溶淀积,但剖面中钙积层不明显。在这里活动的动物大多是高原上广布的种类,如野驴、藏原羚、高山田鼠、藏仓鼠、高原山鹑、褐背地鸦等。

南、北翼高山上部几个自然分带大体上类似,自下而上分别为高山草甸、座垫植被带、高山寒冻风化带和冰雪带,但其界线的海拔高度有些变化,即南翼界线比北翼偏低,以平均雪线为例,南翼为海拔 5,500 米,北翼却达 6,000 米。

在高山草甸、座垫植被带生态条件更为严酷,暖季中最低气温也常为负温或接近 0°C,土壤水分处于昼夜融冻交替状态,形成泥流等特有的融冻现象。主要植被有以小蒿草、冰川黑穗苔草等为主的高寒草甸和以金露梅、蚤缀等组成的座垫植被。这里寒冻风化强烈、矿物分解程度低,土壤质地粗疏、多石砾、粘粒含量甚微。活动在这一自然分带的动物有喜马拉雅旱獭、岩羊、藏仓鼠等。

高山寒冻风化带位于海拔 5,200—5,500 米(南翼),5,600—6,000 米(北翼),即在连续植被分布上限与雪线之间,也有人称为高山地衣带或亚冰雪带。这里寒冻风化和冰雪作用强烈,形成岩石嶙峋的陡峭崖坡和岩屑广泛堆积的地貌,犹如一片“石海”,反映了寒冷干旱的气候特点。由于寒冷、大风和半干旱的气候条件以及在短促生长季内水分大多处于冻结状态而形成生理干旱,生态条件十分恶劣,高等植物种类贫乏,且非常稀疏。仅在间歇性的流水沟边或岩屑石缝间有零星的高等植物生长,如高山毛茛、凤毛菊、红景天、龙胆等。然而,一些低等植物如地衣等却能适应这种环境,各种壳状地衣大量固着在石块表面,有时覆盖度可达 50—70%,主要的高山寒冷性种类有:粗糙碟衣、岩表黄绿衣、地图黄绿衣等。随着海拔升高至雪线附近,地衣的种类和数量都大为减少。

雪线以上为冰雪带,据推算,雪线附近最暖月平均气温为 1—2°C,年降水量约 600—700 毫米。最暖月的低温限制着各种生物的活动和分布。在海拔 6,100 米处仍见有个别的高等植物——龙胆,还有一种地衣——耳网衣,雪面上也曾见有数量极少的“血球藻”类。然而作为自然景观来看已属于永久冰雪带了,即使在 7—8 月的“盛夏”,也总是雪花飘飘,终年都披上银色的服装,但有些角峰、刃脊因地势陡峭,不利于冰雪的积存,仍然终年裸露,耸立在雪线之上。

二、海洋性和大陆性系统

正象珠峰地区南北翼具有迥然不同的垂直分带那样,按照垂直带谱的性质和类型组合,可以将青藏高原上各个山地的垂直自然带归纳概括为两个系统,即海洋性结构类型系统和大陆性结构类型系统。它们的形成条件不同、类型各具特点,其地域分布也有一定的规律。

（一）海洋性结构类型系统

珠穆朗玛峰地区南翼的垂直自然带代表着海洋性系统的一个类型。可以看出海洋性系统的垂直带以山地森林各分带为主体，包括各类阔叶林和针叶林，生物化学风化占优势，发育着山地森林土壤，呈酸性反应，垂直分异主要受温度条件的制约。这一系统的垂直带分布于受湿润气流影响比较大的青藏高原的东南部，如喜马拉雅山南翼，横断山区等，它们还可再区分为湿润与半湿润（山地）等不同的类型。

湿润类型比较完整的垂直带谱可以东喜马拉雅东段南翼山地为代表。这是整个喜马拉雅山脉最湿润的部分，以热带雨林为基带，海拔 600 米以下为常绿雨林；600—1,100 米为半常绿雨林，较短暂的干季中空气湿度仍较高，因而有别于珠峰地区南翼基带的季雨林，发育着黄色砖红壤。这一带较常见到热带山地的树蕨类

植物如白桫欏等。山地常绿阔叶林带的上部与山地的最大降水带相当，林内十分潮湿，具有苔藓林的特征，发育着山地黄壤。再往上的山地针叶林带和暗针叶林带分别以喜阴湿的云南铁杉林和冷杉林占优势，并且阴阳坡的差异较小，这和邻区广泛分布的高山松林、乔松林、高山栎林及云杉林等不同，土壤则为山地棕壤和山地漂灰土。即使是高山带的草甸也与高原内部以小蒿草占优势的类

型不同，而由灯心草、苔草等种类所组成，显示出更湿润的特征。

横断山区以干旱河谷灌丛带为基带的垂直带谱则是另具特色的一种结构类型。从整体来看，横断山区属湿润、半湿润气候，生长着山地针叶林、硬叶常绿阔叶林和高寒灌丛草甸为主的植被，分别发育着山地棕壤和高山灌丛草甸土等。然而怒江、澜沧江、金沙江及其支流雅砻江、大渡河的深切谷地底部，降水偏少，比较温暖而干旱，由干旱河谷灌丛植被构成垂直自然带的基带，土壤以碳酸盐褐土和典型褐土为主。在山地垂直自然带谱中出现干旱河谷灌丛基带是这一地区最引人注目的独特的现象之一。组成灌丛的植物主要是旱中生落叶阔叶灌木，如羊蹄甲、多种鼠李、白刺花和蕁等，多为小叶型，具刺以及其他旱化的生态特征。这一基带以上有一狭窄的针阔叶混交林的过渡地段，或直接与山地暗针叶林带相接，

其上与高山灌丛草甸带、高山寒冻风化带以及冰雪带各分带相连。

分布在横断山区的山地针阔叶混交林带主要由高山栎类的硬叶常绿阔叶林和高山松为代表的山地针叶林组成，而山地暗针叶林带则为多种冷杉林和云杉林组成，其顶部常有红杉组成的落叶松林。森林上限以上的高山灌丛草甸带分别由阴坡以杜鹃为主的

灌丛和阳坡由蒿草及圆穗蓼等杂类草为主的草甸组成，通常缺少仅由蒿草草甸组成的高山草甸带。

（二）大陆性结构类型系统

与海洋性垂直自然带系统形成鲜明的对照，青藏高原上的大陆性垂直自然带系统则以高山草甸带、高山及山地草原带、高山及山地荒漠带为主组成，珠峰地区北翼的垂直自然带就属于这一系统。植被以寒旱化的中生植物及早生植物为主组成，物理过程强烈，发育着高山草甸土、亚高山-高山草原土，山地栗钙土及灰棕漠土等，呈近中性至碱性反应。受水分状况地域差异的制约，这一系统还可再区分为半湿润（高原）、半干旱和干旱等不同的类型。青藏高原内部腹地及西北大部分山地如喜马拉雅山北翼、冈底斯山、唐

古拉山、昆仑山、阿尔金山和祁连山等的垂直带都属于这一系统。

唐古拉山、巴颜喀拉山的垂直带多以高寒灌丛草甸为主组成基带。实际上它是处于森林区向草原区的过渡地段。这里海拔高，没有森林带，高寒草甸以具有寒旱化特征的蒿草类中生植物占优势，受大陆性高原寒旱生态条件的深刻影响，寒冻作用占优势，发育着高山草甸土。这类垂直带谱结构简单，其上为寒冻风化带和冰雪带。

再以高原南部的藏南山地为例，雅鲁藏布江谷地为垂直带的基带，地处海拔 3,500—4,000 米，比较温暖，由三刺草、西藏狼牙刺等组成山地灌丛草原带，其上为高山草原带、高山草甸带、寒冻风化带和冰雪带。

更干旱的垂直自然带类型分布于高原西北、昆仑山地及柴达木高盆地周围的东昆仑山北翼和西祁连山，它们分别以高山荒漠和山地荒漠为基带，上经高山草原或山地草原与高山寒冻风化带及冰雪带相连。

三、森林上限和雪线

山地垂直自然带中有两条重要的界线，这就是森林上限和雪线。它们分布的海拔高程随着地区不同和温度、水分条件的变化而有较大的差异。

森林上限通常是指郁闭森林分布的上界，界线以下生长着由高 5 米至十几米的乔木为主组成的郁闭的森林景观，而界线以上则是完全不同的植被类型，通常由高仅几十厘米至 1—2 米的灌丛或高十几或仅几厘米的草本植物组成的各种类型的草甸，当然，两者之间的气候、土壤条件也有着明显的不同。这是垂直自然带中划分山地和高山的重要界线。

青藏高原上森林上限分布的海拔高程各地不同。湿润的东喜马拉雅山南翼较低，仅 3,700—3,800 米；半湿润的察隅桑曲谷地可达海拔 4,100 米，横断山区九龙、雅江达 4,200—4,300 米；藏东洛隆、工布江达等地则高达 4,400 米（阴坡）至 4,600 米（阳坡），分别由川西云杉林和大果圆柏林组成，是世界上分布最高的森林上限。横断山区北部的岗托、马尼干戈一带又略有降低，达 4,000—4,200 米；往北至祁连山东段，森林上限降至海拔 3,400—3,200 米。组成森林上限的树种也各不相同，喜马拉雅山南翼以冷杉、糙皮桦为主；横断山区有川西云杉、大果红杉、大果圆柏等；祁连山则以青海云杉为主。

可见，森林上限分布的海拔高程既取决于森林树种的生态生物学特性，又与所在位置的外界因素有联系，特别是与温度、水分状况有关。通常在湿润地区偏低，而在半湿润地区较高。另一个特点是高原边缘山地的森林上限低于高原内部，如东南边缘邛崃山、夹金山、贡嘎山东坡的森林上限大体位

于海拔 3,700—3,800 米,都低于邻近的川西山地森林上限 4,200 米左右的高度。因此,可以认为,西藏东部山地森林上限居全球之冠,除了它所处亚热带的纬度位置(30—31°N)外,还和高原上的热力作用及与其相联系的山体效应有密切关系。从垂直分异的角度看,森林上限和温度的关系比较密切,而从地域水平分异规律分析,森林地区边缘的分布界线还与水分状况有关,如青藏高原东南部森林区向西北过渡地段,森林仅局限分布在个别山地阴坡,说明水分条件限制了森林的展布。高原北缘山地仅东祁连山地有森林出现在阴坡,与阳坡的山地草原镶嵌分布而形成山地森林草原带,西昆仑山仅有个别峡谷阴坡有雪岭云杉林零星生长、都表明水分因素的制约作用。此外,长期以来人类的生产活动,如砍伐树木,放牧牲畜,开山筑路以及森林火灾等都在不同程度上改变着森林上限的分布状况。

垂直自然带其他界线的分布高程也有各自的区域变化特点。作为冰雪带下界的现代雪线,其海拔高低主要也决定于温度和水分条件。青藏高原东南边缘雪线位于海拔 4,500—5,000 米,高原北缘祁连山的雪线为海拔 4,400—4,600 米;念青唐古拉山东段约 5,000—5,400 米;至高原内部,中喜马拉雅山北翼、冈底斯山等雪线海拔 5,800—6,000 米,珠峰北侧东绒布冰川及羌塘高原西部昂龙岗日雪线可达海拔 6,200 米,是北半球分布最高的雪线。青藏高原境内雪线海拔高低相差 1,500—1,800 米,大体上有从边缘向内部,自东南向西北增高的趋势。从大范围看,降水条件的不同对雪线分布高低有决定性的影响。高原东南降水丰沛,云量多,雪线偏低,高原内部,降水不多,云量少,太阳辐射强,雪线也高。

四、垂直自然带和土地利用

青藏高原上山垂直自然带类型复杂、交错分布,它们和水平自然地带有着密切的联系,又有显著的区别。在山地垂直自然带中随着海拔由低而高,气候条件、植被和土壤类型等都有明显的变化,可更新自然资源的分布与土地利用特点也有显著的垂直分异。

(一) 与水平地带的关系

高原边缘山地垂直自然带的特点与毗邻的水平地带关系密切,如东喜马拉雅南翼山地与印度阿萨姆平原的热带雨林相接,垂直带具有热带北缘山地的特点。高原东南部的横断山区与四川盆地亚热带常绿阔叶林地带相连,虽然其基底海拔较高、缺失常绿阔叶林带,但整个带谱却具有亚热带山地的特征,留下了水平地带的烙印。至于高原北缘的祁连山、昆仑山的垂直带则深受温带荒漠地带的影响,具有相应的地带特征。

在广阔高原内部的山地垂直带则有强烈的高原色彩,它们与同纬低地的水平地带迥然不同,但却反映出高原内部的地域差异,即从东南到西北,垂直带的基带分别由高山草甸带、高山草原带至高山或山地荒漠带。

由于自然景观生态外貌上的相似,通常习惯把山地垂直自然带和水平地带相比拟,甚至名称上也有类似的地方。如我国东部湿润季风区有亚热带常绿阔叶林地带,在喜马拉雅南翼则有山地亚热带常绿阔叶林带,其他如垂直带中有针阔叶混交林带、暗针叶林带也与水平地带的名称相近。但仔细分析

其温度、水分状况和形成条件便可以看出它们之间在性质上有着重要的差别。

表 10 垂直自然分带与相应水平地带温度、水分状况的比较

项目 地区	珠峰南翼山地常 绿阔叶林带上界 (海拔 2, 500 米)	东部低地亚热带北界
最冷月平均气温	5 °C	0 °C
无霜期	250 天	240 天
6 — 9 月平均气温	15 °C	25 °C
≥ 10 °C 积温	2, 400 °C	4, 500 °C
年降水量	2, 500 毫米	750 毫米

以亚热带常绿阔叶林带与珠峰地区南翼山地常绿阔叶林带为例进行对比, 如表 10 所列。可以看出在界线附近, 对一些常绿阔叶树起限制作用的最冷月平均气温相近, 珠峰南翼还略暖和一些, 无霜期也接近。但山地常绿阔叶林带暖季季气温明显偏低, 使一些要求气温较高喜温暖的果木(如柑桔)和作物(如水稻)不能种植生长。再如高原东南部横断山区的一些干旱河谷地带, 虽称之为干旱, 只是和周围环境不协调的通称, 并不意味着它们在水分状况上达到干旱类别的绝对指标, 更不说明它们具有干旱区荒漠类型的植被和土壤。因而在引进作物种类、栽植树木, 推广其他地区的先进经验时都要注意到它们之间的异同, 以避免无谓的损失, 取得更好的效益。

(二) 土地利用的垂直分异

山地垂直自然带是人们赖以生存和发展生产的条件, 山区可更新自然资源的合理利用及农林牧业的布局都与垂直自然带有关。

以青藏高原东南部山地为例, 高山带分布着各种类型的灌丛、草甸, 适于牦牛、绵羊放牧。干旱河谷地带, 海拔较低, 光照及温度条件较好, 垦殖历史较长, 耕地也较集中, 是农业比较发达的地带。两者之间的山地森林带则为人们提供生活与生产上所必需的木材、燃料等, 形成农牧交错的广大区域。

农作物的种植上限依作物种类而不同。在湿润、半湿润地区, 玉米种植上限为海拔 3, 000—3, 100 米, 冬小麦种植可达海拔 3, 400—3, 600 米, 春青稞则达 3, 900—4, 100 米。在南部边缘气候比较湿润, 界线下降; 在高原北部受纬度条件影响, 界线也偏低。总的来说, 在森林地区种植农作不超过森林上限, 种植上限自湿润地区向半湿润地区略有升高。有的地方海拔接近种植上限, 收成很不稳定, 不宜大面积种植推广。

在高原腹地种植上限又有所不同, 如藏南高原春青稞大面积种植可达海拔 4, 400—4, 500 米, 局部地区甚至可达 4, 750 米, 冬小麦则在海拔 4, 000 米以下, 个别可达 4, 300 米。在高原上青稞的种植上界在半干旱区域不超过高山草原带的上界, 大体上与白草、固沙草草原的分布上限相当。高山草甸带则不适于农作物的种植。

五、水平地带分异

在我国东部湿润季风区内，受纬度条件的制约，从南到北温度条件差异明显，形成了由赤道带、热带、亚热带、暖温带、温带至寒温带等不同的温度带，反映在自然景观上则表现为由赤道雨林至寒温带暗针叶林的变化。在我国温带范围内由于水分状况的差异从东到西由湿润至干旱，表现为自森林、草原而至荒漠的更迭。那么，在青藏高原上除了上述垂直自然带的不同外，水平方向上的分异又如何呢？

在地域广袤、南北跨越 10—12 度纬距的青藏高原范围内，太阳辐射因素的影响是南北不同的，主要表现为温度（年平均气温、最暖月平均气温等）从南到北递减，而垂直自然带界线也沿同一方向降低。以位于高原东部的邦达（北纬 30°）和木里（北纬 38°）为例，两地高程相近（海拔约 4,100 米），邦达年平均气温 2.7℃， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 天数为 214 天，而木里分别为 -5.7℃ 和 107 天。对比青藏高原南北缘山地森林上限和雪线的海拔高程，南缘中喜马拉雅南翼山地的界线比高原北侧祁连山中段北翼分别高出 600—1000 米左右。

但是高原上温度要素的空间分布却在更大程度上反映出地势结构和海拔高程的影响，即位于高原西北部海拔高的羌塘北部和昆仑山是寒冷中心，而其周围则趋于温暖，所以高原上的自然景观并不是简单的表现为一般的纬向地带变化，而与地势结构及大气环流的影响有密切联系。

如果我们顺青藏公路南下拉萨，或由川藏公路进藏，不仅可以感到沿途地势的巨大变化，还能够看到自然景观的显著差别。为了说明这种区域分异我们选择两条自然地理剖面来分析高原的南北差异和东西变化。

一条剖面是沿东经 95° 从南到北穿越高原。从炎热潮湿的阿萨姆平原向北攀登东喜马拉雅山脉，南翼山地降水丰沛，植被垂直

带以热带常绿雨林和半常绿雨林为基带。往北经念青唐古拉山东段至怒江上游谷地，这里海拔升高、气候温和，降水稍减，山地森林植被以针叶林为主，由连片成带变为斑块状分布，植物种类自南而北逐渐贫乏，优势成分也有不同。至唐古拉山脉两侧，地势更高、气候寒冷，森林消失而代之以高寒灌丛草甸。往北为长江河源的青南高原，降水更少，以高寒草原为主，越过昆仑山则是柴达木盆地，这里降水极少，为荒漠植被，而从阿尔金山，祁连山往北则与温带荒漠区相连。这一剖面的大致趋势是由湿润至干旱，从森林—灌丛草甸—草原，乃至荒漠。

从东到西的变化可由沿北纬 32° 的自然地理剖面为代表。东部横断山区以山地针叶林为主，向西过渡为怒江河源的丘状高原，为高寒灌丛草甸占优势，随后为幅员广阔的羌塘高原，属半干旱气候，广布着高寒草原植被，再往西越过昂龙岗日则为山地荒漠和荒漠草原为主的藏西阿里地区，与高原西缘克什米尔的山地亚热带森林草原及灌丛草原毗连。这一剖面也反映出自湿润至干旱的区域变化。

因此，从整体上看，青藏高原的地势格局与大气环流特点决定了高原内部温度、水分条件地域组合的不同，有着明显的水平变化，呈现出从东南暖热湿润向西北寒冷干旱递变的趋势。在自然景色上表现为由森林、草甸、草

原、荒漠的带状更迭。和我国大陆自东南到西北从森林—草原—荒漠的经向地带性变化规律十分相似。

第十二章 自然地理分区

前面各章分别论述了青藏高原各自然地理要素的类型、特征和地域分异规律，可以看出境内自然条件的巨大差异。由于高原地势起伏、高差悬殊，各自然要素的水平分异和垂直变化互相交错、紧密结合。为了充分反映水平地域分异的特点，自然地理区的划分与高原上的大地势结构单元有密切的联系。所划分出来的自然地理区在温度、水分条件组合上大体相近，具有共同的地带性植被和土壤，垂直自然带类型组合相同，土地利用特点及农林牧业的发展方向大体一致。据此，将青藏高原划分为 10 个自然地理区。

这 10 个自然地理区分异明显、各具特色。为了一目了然看出它们之间的差异，先对照列出各区主要的地带性植被类型及其代表性的温度、水分条件类别的组合（所用指标参见第四章表 5 和表 6）。它们是：

1. 喜马拉雅南翼山地——亚热带山地森林（暖热、湿润）；
2. 藏东川西高山峡谷——山地针叶林（温暖、半湿润—湿润）；
3. 那曲、玉树丘状高原——高寒灌丛草甸（寒冷、半湿润）；
4. 藏南宽谷湖盆——山地灌丛草原（温暖、半干旱）；
5. 羌塘高原湖盆——高寒草原（寒冷、半干旱）；
6. 青南高原宽谷——高寒草原（寒冷、半干旱）；
7. 青东祁连山地——山地草原与针叶林（温凉、半干旱—半湿润）；
8. 阿里西部山地——山地半荒漠与荒漠（温凉、干旱）；
9. 昆仑高山湖盆——高寒半荒漠与荒漠（寒冻、干旱）；
10. 柴达木盆地——山地荒漠（温凉、极干旱）。

一、喜马拉雅南翼山地

这是位于青藏高原南缘的一个自然地理区，由东喜马拉雅山和岗日嘎布山脉主脊以南的山地和峡谷组成大高原的南斜面。它是我国东部亚热带常绿阔叶林地带的西延部分，行政区划上主要包括西藏的察隅、墨脱、珞瑜、错那、门隅及其以南区域。

东喜马拉雅山脉东端著名的南迦巴瓦峰冰川发育较弱。由于山体特陡，雪线以上有效积雪面积不大，冰川以南峰为中心作掌状分布。岗日嘎布山脉的东不日峰一带冰川较多，其中位于南坡的阿扎贡拉冰川是规模较大的海洋性冰川。

古冰川侵蚀堆积地貌遗迹还较普遍，许多河流上游发育于巨大的古冰川槽谷中。东喜马拉雅前山地带及察隅地区多平顶山岭，大多在海拔 3,000—4,500 米以下。与中、西喜马拉雅山脉相比较，这里山势较低而破碎，流水侵蚀作用极为强烈，河谷深切、山崩、滑坡、泥石流比较频繁。宽谷地段洪冲积台地、扇形地及阶地比较发育。

作为大高原的南斜面，本区迎向来自印度洋的湿润气流，降水充沛。6—9 月降水较多，年降水量大多在 1,000 毫米以上。东喜马拉雅山南翼及其前山地带年降水量可达 2,000—4,500 毫米，是青藏高原区最湿润的区域。一般来说，海拔 2,500 米以下的中低山谷地气候暖热，最暖月均温达 18—

25℃，最冷月平均气温约 2—16℃，至海拔 1,000—1,200 米以下即全年无霜。从高到低，自然带的垂直分异十分明显。森林上限即海拔 3,800—4,000 米以上的高山带以高山灌丛草甸为主，其下为各种类型森林组成的垂直带。暗针叶林带以冷杉林、云杉林为主，比较冷湿，其下有铁杉林、高山栎类林、乔松林等组成的山地针阔叶混交林带。山地常绿阔叶林带垂直幅度宽，主要由壳斗科的栲、青冈等常绿树种组成。由于降水极丰、湿度很大，经常云雾缭绕，具有“雾林”或“苔藓林”的特征。在察隅河谷地则由喜温暖而较耐干旱的云南松林占据优势。

海拔 1,000 米以下含多种印度-马来成分的热带常绿雨林和半常绿雨林组成垂直自然带的基带，林内有板根、老茎生花等现象，藤本和附生植物也很发达。不同类型森林下化学风化和生物过程占优势，自上而下分布着山地漂灰土、山地棕壤、山地黄壤和砖红壤性土壤等。

由于气候温暖湿润、生物资源极其丰富，本区有西藏的“江南”，甚至西藏的“西双版纳”之称。这里地势崎岖、交通不便，人口稀少，开发历史较短，整个地区森林覆盖率约 40%左右。除用材树种外，有许多经济林木和珍贵特有树种，这里地势陡峻，森林对环境的生态效益突出，因而应有条件地采伐利用，同时应设立自然保护区，在科学研究上价值尤为突出。

本区种植茶树已获成功，上限约达海拔 2,500 米，其他如苹果、梨、桃及一些亚热带果树和经济林木的引种和种植工作也有发展，低海拔处有柑桔、香蕉等果木。受地形条件限制，本区农田面积有限，稍缓山坡也多垦殖为耕地。作物可一年两至三熟，以水稻为主，尚有鸡爪谷、玉米、小麦等，甘蔗也可种植。这里耕作方式落后，仍保留有粗放的刀耕火种，生产水平低下。除高山带有牦牛放牧外，中、低山地以黄牛和瘤牛（驼峰牛）居多。

二、藏东川西高山峡谷

青藏高原的东南部，西起雅鲁藏布江中下游，东连横断山区中北部，即怒江、澜沧江、金沙江及其支流雅砻江和大渡河的中上游，是以高山峡谷为主体的自然地理区，行政区划上包括西藏东部，四川西部及云南西北部。

本区高山峡谷的形势主要受区域地质构造的影响，除念青唐古拉山东段平均海拔 6,000 米外，其他山地大多为海拔 5,000 多米，位于大雪山南段的贡嘎山，是青藏高原东部的最高峰。高原面在沙鲁里山区有较大片保留，其余多局部残留，且自西北向东南倾斜。

念青唐古拉山东段雪山海拔多在 6,000—6,500 米以上，雪线高程在海拔 5,300—5,100 米左右。雪线以下银蛇飞舞，是青藏高原海洋性冰川最集中的地区。川藏公路所经的雀儿山一带冰川也比较发育，而且广泛分布着许多古冰川地貌的遗迹。

怒江、澜沧江和金沙江中游的横断山区分布着山高谷深、岭谷并列、近南北走向的山脉与河流。自西向东排列着伯舒拉岭、他念他翁山-怒山、达马拉山-芒康山、沙鲁里山、大雪山、邛崃山等高大山脉；高山之间夹持着怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江及大渡河等大江。这些大江河的干流谷地多在海拔

2, 500—4, 000 米, 相对高

差常达 1, 000—2, 000 米, 成为东西交通的明显障碍。本区是高原上泥石流发生频繁的区域, 有时严重危害人民生命财产及交通安全。

本区分别受来自印度洋和太平洋暖湿气流的影响, 具有湿润、半湿润的气候, 年降水量 500—1, 000 毫米, 最暖月均温 12—18℃。生长着各种类型的山地森林和高山灌丛草甸植被。垂直自然带分异明显且普遍发育, 基本上属于海洋性系统的半湿润—湿润结构类型。

垂直自然带中的山地针阔叶混交林带由高山松、川滇高山栎等森林组成, 山地暗针叶林带则以川西云杉、林芝云杉、多种冷杉及圆柏等树种占优势。森林由东南边缘的连片成带分布逐渐过渡到内部和西北边缘的块状、斑状分布。森林上限在本区高达海拔 4, 400 米(阴坡)至 4, 600 米(阳坡), 为世界之冠。高山带以灌丛草甸类型为主, 分别由各种杜鹃、柳、金露梅组成灌丛; 各种蒿草、圆穗蓼、珠芽蓼等组成草甸。

受大地构造与大气环流的制约, 本区西自雅鲁藏布江谷地的朗县至东北岷江上游的理县、茂汶等分布着一系列不同类型的干旱河谷, 其中以横断山脉中段, 即大约在北纬 28—30° 间的怒江、澜沧江和金沙江峡谷段的干旱河谷最为典型。河谷底部气候偏干, 降水稍少, 两侧山坡生长着鼠李、白刺花、荊等为主的旱中生落叶阔叶灌丛, 土壤为山地碳酸盐褐土和典型褐土。这种干旱河谷灌丛基带的出现是青藏高原东南部高山峡谷区独特的自然景观之一, 在世界上也是罕见的。

长期以来藏汉等各族人民生息在这里, 他们在高山带放牧牲畜, 以牦牛、绵羊为主; 河谷地带耕地相对集中, 种植业较发达, 以青稞、小麦为主, 还有少量玉米; 其间的山地森林带则形成农牧交

错的广大区域。本地区森林资源蕴藏丰富, 开发条件也较好, 但因地处江河上游高山峡谷, 森林的水源保护作用突出, 应合理采伐, 注意抚育更新, 否则森林砍伐过度, 不易更新恢复且加剧水土流失, 给下游地区带来严重的环境问题甚至灾害。林区植物资源丰富, 出产天麻、虫草等贵重药材和食用菌类, 应注意合理采集利用和保护。本区水力资源充足, 宜发展中小型水电及水利灌溉。河谷地区除农作外, 苹果、梨、核桃等温带果树和木本油料生长良好, 生产基础较好, 可以进一步发展。

三、那曲玉树丘状高原

从青藏高原东南部的高山峡谷区向西北的高原腹地过渡的高原中东部是一个较独特的自然地理区。它西起怒江河源的那曲, 向东展布经通天河的玉树、黄河上游的果洛至四川西北部的阿坝、若尔盖。区内有海拔 5, 000—6, 000 米的唐古拉山、巴颜喀拉山等山脉, 山体宽厚, 但多宽谷、盆地和缓丘, 地面切割较浅。在西部海拔多为 4, 000—4, 600 米, 东部较低, 约海拔 3, 500 米左右。这里冰缘地貌发育, 且有岛状冻土区存在。

本区受松潘低压控制, 气候比较冷湿, 最暖月平均气温 6—10 (12) °C,

年降水量 400—700 毫米，属寒冷半湿润类型。暖季冰雹天气频繁，是高原上冰雹分布最集中的地带，冬春积雪也不少。这里地势宽缓平坦、河汊、曲流发育，河滩低地沼泽和阶地沼泽景观十分突出，主要由大蒿草、西藏蒿草和木里苔草等组成。东部若尔盖一带的沼泽草甸在历史上属松潘管辖，故有松潘草地之称，就是

50 年前红军长征期间历尽千辛万难过草地的区域。

在缓丘及周围的山坡上由各种蒿草、蓼及柳、杜鹃等组成的高山草甸和灌丛是占优势的植被。高山土壤具紧实的草皮层，这种草皮层常被挖掘用作盖房筑圈的材料。

由于气候寒冷，除东南边缘及局地山坡有零星的云杉林及圆柏林呈斑状分布外，没有成片的天然森林。本区高山草场广袤辽阔，适于放牧牦牛和绵羊。在畜群结构中牦牛一般占自然头数的 30—50%，或折合头数的 60—80%。无论是怒江河源或黄河上游河曲的冲积平原或山麓，黑色的藏族牧民的帐房如鳞栉比。但从整体上看，这里的夏场偏多，冬场缺乏，故应加强合理轮牧，建立割草场以备冬用。草场上鼠害及草原毛虫危害较大，应抓紧除灭。高山带中有贝母、知母、虫草及大黄等贵重药材，可作牧区副业生产适当发展。海拔低处有青稞种植，可以旱作，但应注意防霜、防雹。

四、藏南宽谷湖盆

位于青藏高原南部喜马拉雅山脉与冈底斯山脉之间的东西纵长地带通称藏南，它包括喜马拉雅主脉的高山及其北翼高原湖盆和雅鲁藏布江中上游谷地。喜马拉雅山中段以珠穆朗玛峰为中心的雪峰林立，我国境内及边境即有海拔 8,000 米以上的高峰 5 座。这里现代大陆性山谷冰川发育，有典型的冰塔林现象，古冰川的侵蚀、堆积地形分布较广。主脉南翼冰川以下地区为流水侵蚀作用占优势、强烈切割的山地，山陡、谷深，地貌发育年轻。在喜马拉雅以北与拉轨岗日之间，为一系列山前冰碛平台、广阔的湖盆和宽谷发育的地区。如吉隆、定日、定结、哲古错等盆地，主要湖泊有佩枯错、普莫雍错、羊卓雍错等。盆地与宽谷之间除冰碛平台外，多为相对高度在 200—500 米的波状丘陵和低山。发源于希夏邦马峰北侧的朋曲河自西往东奔流在定结县西林附近急转向南，切穿喜马拉雅山脉入尼泊尔境内。雅鲁藏布江自西而东纵贯本区，中游宽窄河段相间，形成独特的高原河谷地貌，宽谷盆地一般海拔 3,500—4,500 米。一些宽谷河段内风沙地貌较为发育，有新月形沙丘、沙丘链以及沙包等类型。

藏南气候受地形影响明显，宽谷盆地最暖月均温 10—16℃，冬季并不太冷，最冷月均温 0—12℃。中喜马拉雅山脉的气候屏障作用明显，南北两翼降水差异悬殊，北翼高原湖盆年降水量仅 200—300 毫米，形成干旱的“雨影带”。在雅鲁藏布江中上游谷地，降水量由东而西递减，年降水量 300—500 毫米。这里日照丰富，年日照达 3,000—3,400 小时，加上夜雨率较高，有利于农作物的生长发育。

除了位于本区南缘零星断续分布的几条南向谷地（吉隆、樟木、陈塘、亚东等）由于气候湿润有山地森林分布外，仅在本区东段边缘有小片桦树林

等生长。整个藏南分布较广的植被类型主要是山地灌丛草原和高山草原，分别由三刺草、白草、固沙草、西藏狼牙刺；蒿属、紫花针茅、变色锦鸡儿等组成，高山带中有小嵩草、冰川苔草草甸，还有座垫植被较发育，由蚤缀、点地梅、黄芪等组成。土壤以山地灌丛草原土和高山草原土为主，土体中粘粒含量低，碳酸钙集聚明显。在坡麓低洼地的土体中，色白、固结如石的碳酸钙可厚达 1—2 米，当地称为“阿嘎”，藏语即白色物质之意，故此类土壤也可称为“阿嘎土”。部分地段还可见有盐碱化现象。

藏南是青藏高原上最重要的农牧区之一，有“高原粮仓”之称。耕地多呈条带状集中分布于雅鲁藏布江及其支流谷地。在支沟有

灌溉条件的地方，农田可伸展至支沟洪积扇的上端。藏南耕地大部分为水浇地，主要作物有青稞，冬、春小麦、豌豆和油菜等，一年一熟、单位面积产量较高。为提高作物生产水平需注意选育抗寒早熟品种，防湿提纯，适当加大种植密度，充分利用太阳光能，种植绿肥，增施有机肥，改善土壤肥力；发展灌溉，克服常见的旱患。

由于燃料缺乏，山坡及洪积扇上的灌丛多被挖掘采集充作薪柴，植被破坏严重，中游山坡水土流失冲刷强烈。因此，应注意农牧结合，积极绿化造林，固堤防沙。雅鲁藏布江上游和高山草场则以放牧绵羊和牦牛为主。

千百年来，雅鲁藏布江浇灌着两岸肥沃的土地，阡陌相连，人烟稠密，一些重要城镇都座落在中游干支流谷地上，是藏族灿烂文化的摇篮，也是西藏经济和文化发达的地方。在过去落后的封建农奴制度下，劳动人民过着饥寒交迫的生活，藏族民歌用“雅鲁藏布江再长也有源，藏族人民再苦也有边”来诉说所受的苦难，表达渴望解放的心情。解放后在党中央和人民政府的领导下，它正荡涤着旧社会遗留下来的污泥浊水、奔腾向前。滔滔江水化为彩墨，在高原大地上描绘出更新更美的画图。正如陈毅同志诗词所写：“雅鲁藏布是大江，其源甚远流亦长。试看千里春波绿，宜林宜牧宜稻粱。”

五、羌塘高原湖盆

羌塘，藏语全称为“羌东门梅龙东”，即北方空地之意。它位于青藏高原腹地，南起冈底斯山—念青唐古拉山，北至喀喇昆仑山—可可西里山；东自内外流水系的分水岭，西以公珠错—革吉—多玛一线与阿里西部山地为界。羌塘高原整个地势为南北高中间低，高原面较完好，北部海拔 4,900 米左右，南部约 4,500 米以上。高原面上山脉断续分布，相对高度不大，多为低山丘陵。海拔 6,000 米以上山地往往为孤峰，高山冰川不太发育。第四纪冰期时的冰川有的伸展到山麓，有的仅分布在高山内部。广大低山、丘陵和盆地未见有广泛分布的古冰川遗迹，说明第四纪最大冰期时这里寒旱化趋势明显，冰川发育规模有限。

海拔高度高与四周高山重围的内陆处境使羌塘高原成为同纬度寒冷干旱的独特区域。这里气候寒冷，气温的年日变化大。最暖月平均气温 6—10℃，局地可达 12℃；最冷月平均气温在 -10℃ 以下。暖季最低气温可达 -3—-18℃，冷季则低达 -40℃ 以下。年降水量约 100—300 毫米，自东南向西北递减。冬春多大风，如改则 ≥17 米/秒的大风日数平均每年有 200 天之多。

羌塘高原是世界上海拔最高的内流区，流域集水面积小，大部

分地区地表迳流匮乏，河网稀疏，且多季节性河流。高原上湖泊星罗棋布，是著名的高海拔湖群区。大湖集中分布在黑阿公路以南，如纳木错、色林错、当惹雍错等，多数湖泊属构造成因。全新世以来气候旱化，湖泊退缩现象十分明显。湖盆周围湖成平原广布，山麓堆积发达。湖泊大多为咸水湖和盐湖，淡水湖极少。南部多碳酸盐型咸水湖，往北盐化过程强烈，以硫酸盐型盐湖占优势。

生长在羌塘高原上的植物种类较少，高等植物约有 400 种。由紫花针茅为主组成的高寒草原是高原上分布最广的地带性植被。随着寒旱化的增强，青藏苔草在羌塘北部有较大的比重。高寒草甸在本区呈斑状局限分布于高山阴坡。高山草原土土层浅薄，砂砾含量高，腐殖质含量少，剖面中有碳酸盐存留且呈碱性反应。

本区是以放牧绵羊为主的牧区，需加强管理实行轮牧，注意防止大风和干旱的危害并消灭鼠害。羌塘北部牧草低矮、稀疏，产草量低。尚有相当面积的“无人区”，进一步开发利用时除注意合理利用外，需重点解决人、畜饮水问题。由于人类活动较少，羌塘北部是野牦牛、藏羚、野驴等的天然乐园，今后仍应严格予以保护。

境内耕地很少，土层沙性较强，结构稍差，肥力偏低。受气温条件限制，仅在局部小环境下有青稞种植，但面积都不大，亩产仅 100—200 斤，甚或只有几十斤。

许多高原湖泊盛产食盐，并有硼砂、钾盐和许多稀有元素，有待进一步开发利用。

从前，羌塘高原被认为是高寒荒凉的“不毛之地”。今天，草原上牛羊肥壮、牧业生产蓬勃发展，藏族同胞正向羌塘高原北部进军，开拓新的牧场。正如藏北牧民所歌唱的：“羌塘，一块世上最美丽的地方，在你不认识它之前，你会感到它辽阔荒凉；等你和它熟识之后，它就成为你亲切可爱的家乡。”

六、青南高原宽谷

羌塘高原内流区以东，唐古拉山、巴颜喀拉山与昆仑山东段之间的缓切割高原是我国最大河流长江与黄河的河源地区，平均海拔 4,200—4,700 米。西部是长江上游通天河的河源，这里谷地宽浅，河面开阔，清澈的流水徘徊荡漾，时分时合，形成辫状河道。东部为黄河河源，著名的扎陵错和鄂陵错即位于这里。在这南北宽 300—400 公里的青南高原上分布着可可西里山、开心岭等几列东西向的线状山地，相对高差仅 300—500 米。不仅从空中俯视难以分辨，就是沿着青藏公路穿越，也不容易认清。正像陈毅同志翻昆仑、越唐古拉山时所描绘的那样：“峰外多峰峰不存，岭外有岭岭难寻。地大势高无险阻，到处川原一线平。”

青南高原是巨大冻土岛的主体部分，多年冻土连续分布，平均厚度达 80—90 米左右，季节融化层厚 1—4 米，冻结-融化作用频繁，冰缘地貌普遍发育。这里最暖月平均气温约 6—10℃，植物生长期很短，仅 90—100 天左右。因受湿润气流影响，故降水量、云量及相对湿度均略大于羌塘高原，年降水量可达 200—400 毫米。

由紫花针茅为主组成的高寒草原是青南高原上分布较广的植被类型，草

原中座垫植物比重也较大。由于湿润条件稍好，草原类型中草甸化特点明显，伴生有小嵩草等种类。由小嵩草为主组成的高寒草甸较发达，且在垂直带中构成明显的分带。在河源地区河滩洼地上有以藏嵩草为主的沼泽草甸分布，黄河源星宿海一带更以多沼泽和沼泽草甸著称。

本区气候寒冷，既无天然森林生长，又不适宜于农作物种植，是放牧牦牛和绵羊为主的纯牧区。由于植被类型比较简单，草层稀疏矮小，产草量低，加上冬季严寒凛冽，座圈十分困难，而且土壤质地多为砂壤，不耐牧践踏，放牧利用条件较差，目前还有不少草场尚未充分利用。

七、青东祁连山地

位于青藏高原东北部的这一自然地理区，包括西倾山以北的青海东部、祁连山地以及洮河上游的甘南地区。祁连山由数条平行排列的北西-南东，北西西—南东东走向的山地组成，山峰多超过海拔 4,000 米，有党河南山、疏勒南山、走廊南山；冷龙岭、青海南山、拉脊山等。纵向宽谷如大通河谷地及青海湖盆地相间分布，海拔 2,500—3,500 米左右。黄河、湟水及洮河谷地海拔 2,000—3,000 米，属青藏高原向黄土高原的过渡地带，黄土广布，流水作用强烈，阶地亦较发育。

这里纬度偏北，但海拔较低，气候温和，最暖月均温约 12—18℃；受偏南湿润气流惠泽，暖季仍有较多降水，年降水量达 250—600 毫米。

由西北针茅、短花针茅和冷蒿组成的山地草原是本区主要的植被类型。以青海云杉为建群种的山地暗针叶林在祁连山东段有较多的分布，它们和山地草原分别生长在山地阴阳坡，形成独特的山地森林草原带，相应地发育着山地棕褐土和山地栗钙土。自东而西，山地森林带幅变窄，并以斑块状消失于北大河附近。高山上高寒灌丛草甸发育，灌丛由金露梅、杜鹃、柳、鬼箭锦鸡儿等组成，草甸则以嵩草和蓼等占优势。青海湖盆地广布着由短花针茅、紫花针茅、芨芨草和冰草等组成的草原及草甸植被，青海南山有小块状的青海云杉林和祁连圆柏林分布。

海拔较低的河谷地区种植业发达，湟水及黄河谷地农垦历史悠久，是高原东北部农业最发达的区域，主要作物有春小麦、青稞、大麦及蚕豆、豌豆等，较低处还有玉米。这里果树种植有较长历史，果园也较集中。

青东祁连山地草场类型较多，适于发展绵羊、牦牛、马和黄牛。由于季节草场分布不均，夏场有余，冬场不足；部分草场超载过牧，退化问题突出，加上杂草丛生、鼠害蔓延、限制了牧业的进一步发展。应注意合理轮牧，逐步建立和扩大人工饲料基地，解决冬饲料缺乏问题。对现有数量有限的森林应加强经营管理，保护水源涵养林，加强人工更新，以利森林恢复和发展。

八、阿里西部山地

阿里西部山地位于青藏高原西部，它北起喀喇昆仑山脉，南抵喜马拉雅山脉，中部为冈底斯山脉所贯穿；东连高亢的羌塘高原，西与西喜马拉雅和克什米尔地区相毗邻，呈南北向延伸，行政上属于西藏阿里地区西部。本区高山、盆地与宽谷相间，地形比较复杂。山峰高达海拔 5,000—6,000 米以上，冰川面积有限。宽谷、盆地一般海拔 3,800—4,500 米，主要包括印度

河上游的象泉河（即钦藏布）、狮泉河（森格藏布）流域以及北部的班公湖盆地。

本区太阳辐射强，日照时数长，温度条件仅稍逊于藏南雅鲁藏布江中游谷地。最暖月均温 10—14℃，但冬季仍较寒冷，最冷月均温为—9—13℃。受周围高山阻隔，来自印度洋的暖湿气流仅对西南边缘山地有影响。境内干旱少雨，年降水量自南向北递减，南部不及 200 毫米，中北部为 50—150 毫米，冬春则多大风天气。

温暖干旱的气候使本区分布着以沙生针茅、驼绒藜和灌木亚菊为主的山地荒漠草原和荒漠植被。高山上有紫花针茅和青藏苔草占优势的高寒草原、南部还有变色锦鸡儿灌丛生长，甚至组成连片的灌丛草原景观。高寒草甸面积有限，发育较差。除南缘山地外无天然森林分布。

除南部海拔较低谷地有农作外，本区是以放牧绵羊和山羊为主的牧区，北部是高原上山羊比重最高的地区之一。本区存在着大片无水草场，冬春草场较紧张且缺乏割草地，偶而还有冬春雪灾，都是牧业生产发展的障碍。低海拔河谷地区耕地面积不多，种植的作物种类比较单纯，以青稞为主，还有春小麦和豌豆。由于气候干旱，降水稀少，没有灌溉便没有农业。

九、昆仑高山湖盆

青藏高原北缘的昆仑山脉山峰平均在海拔 6,000 米以上，它西起帕米尔高原迤迤东行，大体为东西走向呈向南突出的弧形。昆仑山北翼濒临新疆塔里木盆地，山峰与盆地高差达 4,000 米，山势巍峨，极为壮观。但南翼没入羌塘高原北部高原面上，与高原湖盆间相对高差仅为 1,000 米左右。本区南界喀喇昆仑山，其东延部分断续展布与可可西里山相连。

昆仑山和喀喇昆仑山首当高空西风进入高原的要道，因地势高峻成为高原上一个巨大的冰川作用中心。这些冰川融水是塔里木盆地南部叶尔羌河、和田河和克里雅河等的重要水源，滋润和灌溉着山麓前缘富饶的绿洲。此外，还注入高原上许多大小不等的湖泊，如郭扎错、阿克赛钦湖等。本区高山上以冰冻剥蚀作用为主，并有连续多年冻土分布。

本区气候严酷、干旱，除了北翼中低山地及山麓地带海拔较低，气温稍高，为向暖温带荒漠过渡的地段外，昆仑高山湖盆的主体部分最暖月均温 4—6℃，年降水量 20—100 毫米，属冰冻干旱的气候类型。

以垫状驼绒藜和藏亚菊为主的高寒荒漠以及由高寒棘豆、帕米尔委陵菜、糙点地梅组成的高寒座垫植被是本区高山湖盆上的主要植被类型。垫状驼绒藜广布于湖相平原上；山麓洪积扇上则由青藏苔草为主组成高寒荒漠草原。这里植被覆盖稀疏，植株矮小，甚至出现几无植物生长的阿克赛钦——“白漠”。昆仑山仅西段北翼局地阴湿地段有雪岭云杉林零星分布，其余大部分山地为稀疏的荒漠植被，以红砂、合头草、昆仑蒿、粉花蒿等为主，上限可达海拔 3,200—3,500 米，高处还有高寒草原和座垫植被分布。

由于气候恶劣、草场质量低，开发条件差，本区高山湖盆仅在暖季可放牧部分绵羊。北翼山地则为塔里木盆地居民就近利用来放牧骆驼和羊等。

十、柴达木盆地

本区位于青藏高原北部，包括柴达木盆地及其西北缘的阿尔金山地。这是一个封闭的内陆高原盆地，海拔 2,600—3,100 米，地势自西北向东南倾斜。在盆地边缘，特别是南侧昆仑山北麓边缘地带，广泛发育着微倾斜的山前洪积平原。在洪积平原上往往有沙丘分布，多为新月形沙丘、固定的垅岗沙丘和普通的沙堆。洪积平原前缘为冲积平原和湖积平原，湖积平原上形成大片盐壳和盐沼泽、蒙语“柴达木”即“盐泽”之意。柴达木盆地西北部是我国风蚀雅丹地貌类型的主要分布区之一。阿尔金山呈北东东-南西西走向，山脊海拔约在 4,500 米以上，但中段山势较低，海拔 3,600—4,000 米，多在雪线以下，干旱剥蚀作用占优势。

柴达木高盆地的主体部分气候温暖干旱，太阳总辐射量高、日照时数长。最暖月均温 10—18℃，最冷月平均气温—10——16℃。本区全年受高空西风带控制，晴朗干燥、降水稀少，年降水量 15—200 毫米，自东向西递减，是整个青藏高原上最干旱的地区。

占优势的地带性植被是荒漠，以膜果麻黄、红砂、蒿叶猪毛菜、合头草及蒿属等旱生、超旱生灌木、半灌木为主组成，还有白刺、怪柳等盐生灌木分布。土壤以灰棕漠土为代表，向西土壤中石膏积聚增多；盆地中部则广布着各类盐土。山地荒漠植被上界高达海拔 3,600—3,800 米，其上有山地草原分布。本区东部降水稍多，具有草原化荒漠的特点，有驼绒藜、盐爪爪荒漠，还出现有短花针茅和冷蒿荒漠草原等。芨芨草草丛广泛分布，多为盐化草甸类型。

柴达木东部和南缘的山间小盆地和扇缘地段灌溉农业发达，形成荒漠绿洲，以春小麦、青稞和马铃薯等为主。山麓平原及盆地边缘的灌木和半灌木多为樵采薪柴的对象，怪柳等灌木分布范围日趋缩小，沙漠则逐渐扩大，需注意防治风沙危害。洪积平原前缘地下水位较高，土壤质地稍好，盐碱化程度较轻，曾开垦扩种，但不少地段因灌溉不当发生次生盐渍化而弃耕。因此本区不宜大面积垦荒种植。境内广布的各类荒漠、山地草原及部分盐化草甸可以放牧骆驼与羊等。

第十三章 立体结构的牧农林业

畜牧业是目前青藏高原上主要的生产部门，天然草场约占全区土地总面积的三分之二。高原内部畜牧业占绝对优势，在以农为主的河谷地区，畜牧业产值也占农业总产值的 20—30%。种植业在高原上的地位尤为特殊，虽然耕地仅占土地总面积的 0.5%，但种植业的产值却占农业总产值的五分之二左右。高原东南部森林资源相当丰富，是我国第二大林区。从地域分异上看，它们的差异明显，大体上西北部为牧区，东南部为农林区，中南部和东北部则为农牧区。在垂直方向上亦表现出具有一定层次的立体结构，以横断山区而言，河谷底部农业发达，高山带内放牧牲畜，其间山地多覆盖着森林，为农牧交错区。

一、主要牲畜及其分布

畜牧业在青藏高原的经济结构中占有举足轻重的地位，在农业总产值中牧业约占五分之二。牧区人民的生产与生活资料几乎全部取决于畜牧业，只有粮食主要由国家供应，部分通过农牧交换取得。在农区，不仅耕畜、役畜、农家肥料，副业收入等要靠畜牧业，而且部分饮食（肉食、酥油、奶茶、干酪等）和衣着也离不开畜牧业。据典型调查材料，农区人民的食物结构中，畜产品约占食物总热量的 20—30%。在青藏高原的十多种牲畜中，牦牛和绵羊的数量最多，黄牛、山羊次之，其它畜种数量较少。

（一）高原之舟——牦牛

牦牛被人类驯养约有 4000 多年的历史，是一个古老的、高原特有的原始畜种，青藏高原现有牦牛约 1, 200 万头。牦牛适应低温、缺氧的能力强，具有耐高寒、喜湿润的生理生态特性，但却不耐干旱和炎热。牦牛胸部宽阔、心肺发达，气管软骨环间的距离大，能适应频速呼吸，血液中载氧工具——血红蛋白含量高，红血球数量多。所以它在空气稀薄的高海拔草场上仍能正常采食和驮运。牦牛全身披毛并随季节而变化，入冬后，粗毛间丛生不同细度的绒毛，身体各突出处生长着又密、又长、又粗的裙毛，同尾毛一起裹着躯体，几乎垂到地面，好似裙子一样。由于毛间空气层厚、保暖性能好，加上皮下组织发达，便于脂肪积累，并且汗腺发育差，保温能力强，在气温低达—30—40℃的严冬，没有棚圈仍可露天安全过冬。

牦牛的用途很广泛，能提供乳、肉、毛、绒、皮张等畜产品。牦牛毛可作帐篷、编织和制绳索等用，绒用作高级精纺原料，牦牛皮则可制革；牦牛尾大毛长、外形美观，可作生活用品和装饰品；牛粪也是农牧民的主要燃料和肥料。牦牛体格健壮、结实，耐粗放，能攀登高山峻岭，善走崎岖小路，也能踏雪履冰。不作种用的公牦牛

去势后多作驮牛，用于驮运、挽车、耕地、乘骑等。牦牛是广大牧区的主要运输工具，在高原上的地位与作用犹如沙漠地区的骆驼，被誉为“高原之舟”。

冬春大雪覆盖草场时，牦牛能踏开或用面部撞开雪层进行采食，它可啃食低矮的牧草。其他牲畜不能利用或难以到达的高山草场，牦牛都能很好地

加以利用。牦牛广泛分布在青藏高原各地，其放牧上限可高达海拔 5,500—5,700 米，下限在海拔 2,500—3,000 米左右。在牦牛适应的范围内，它在畜群中所占的比重随着海拔升高而不断增加，以高原中东部即那曲玉树地区高寒灌丛草甸草场上牦牛数量最多，一般占当地畜群自然头数的 30—50%。

(二) 藏绵羊与藏山羊

青藏高原上面积辽阔的高寒草原草场不适于牦牛放牧，但却

是适高寒、耐干旱性能好的藏绵羊放牧的良好草场。

藏绵羊分为“高原”和“河谷”两种类型，它们性喜冷凉、干燥，具有耐缺氧的生理生态特征。据测定，高地绵羊每分钟呼吸次数比低地绵羊增加三分之一到一倍，血红蛋白含量和红血球数量均较高，体尺也随着海拔升高而增大。藏绵羊被毛密、细毛与半细毛比重较高，保暖防寒性能强，放牧上限可达海拔 5,400—5,600 米。它在畜群中的比重由低海拔向高海拔逐渐增加，以西部和北部的草原草场上数量最多，一般占当地畜群自然头数的 60—80%。“高原”型藏绵羊毛、肉产量多，羊毛中细毛约占一半左右，毛质较好，富光泽而有弹性，是编织长毛绒和地毯的上等原料。除提供毛、肉、奶等畜产品外，还能驮运，如在藏西、藏北牧区羯羊多作为驮羊。因此饲养这类藏绵羊的经济效益高，在高原人民生活中有重要价值，被誉为草地上的“白银”。“河谷”型藏绵羊不作役用，也不普遍挤奶，但其羊毛品质较优，基本上没有粗死毛。

藏山羊是高原上的古老畜种之一，其高原适应性强，对寒冷、炎热、潮湿和干旱均有一定的适应能力。它体格小、灵活敏捷，善于爬坡攀山，采食牧草种类广且不苛求牧场条件。因此，藏山羊在青藏高原上分布很广，然而由于经济价值较低，限制了它的发展。藏山羊在大部分地区往往只作为搭配畜种，仅在放牧条件较差的局部边缘山区和高寒干旱的草场上才得到较充分的发展，占当地畜群自然头数的 50%以上。

(三) 其它畜种

犏牛、黄牛、马、驴、骡、骆驼和猪等牲畜的高原适应性不同，主要分布在海拔较低的河谷、盆地一带。犏牛是公黄牛与母牦牛种间杂交的一代杂种，常见于农牧交错区，一般占当地牛总头数的 30—40%。黄牛数量较多，集中在东部和南部边缘地区。

青藏高原上马、驴、骡的数量不多，但分布尚广。高原东北部黄河河曲地带牧草丰茂，是盛产骏骥良马的地方，通称“河曲马”与蒙古马、伊犁马合称祖国三大名马。河曲马健美匀称，驯顺机敏，肌肉丰满、色泽鲜丽，对高原寒冷缺氧环境有较好的适应能力。它适于农用和运输，常做挽用马，也可以乘骑用。唐代吕温曾把河曲马叫做“龙驹”，清代吴拭则把它誉为“神骏”。近年来河曲马经过品种改良，有较快的发展，行销全国，在国际市场上也很受欢迎，真是“龙驹驰神州，神骏游天下”了。藏马体型不大，蹄小，质坚，耐磨损，适于山地攀登。历史上只作骑乘，负重一人，可日行百里。

近年来在农区已用于耕田、挽车和驮运。藏驴分布于海拔4,500米以下的农区和农牧交错区，尤以较干旱的农区为多。驴子多负担各种杂役，如驮粪、运肥等短途运输，体格虽小，仍可驮35—40公斤。

骆驼主要分布在高原北部柴达木盆地与祁连山区，约有2.8万头。柴达木广布着荒漠、半荒漠草场，生长着盐柴类灌木、白刺、怪柳和芨芨草等，大都带硬刺并含有异味，马、牛、羊都不喜采食，却是骆驼的好饲草。骆驼是很有价值的家畜，它一身兼有毛、肉、乳、长骨等多种产品；驼峰、驼蹄是名贵佳肴，列入八珍之中。骆驼具有抗寒旱、耐劳饥、适粗饲等特殊本领，是干旱区域运输的好工具，历来有“沙漠之舟”的称号。

猪在青藏高原上的饲养历史不长，数量较少，饲养管理也很粗放。

由于各种牲畜的高原适应特性与经营效果不同，它们的分布有明显的区域变化。以高原中南部为例，由藏西阿里至横断山区北部，随着由干到湿的变化和草场类型、特点的不同，牦牛比率渐增而绵羊数量则递减，两者呈相反的变化趋势。在边缘山地自高而低，牦牛、绵羊渐减，而黄牛、猪和山羊的比率则递增。

牲畜分布的南北区域变化也很显著。在高原东部，横断山区谷地黄牛、山羊和猪数量增加，向北至丘状高原区，牦牛和绵羊比率加大，更往北则牦牛减少，绵羊、黄牛和山羊迅速递增。在高原西部及雅鲁藏布江谷地黄牛比率较大、牦牛较少；两侧的高原高山上牦牛多而绵羊较少。至藏北羌塘高原上则以绵羊为主，牦牛数量不多；高原北部的柴达木盆地中骆驼有突出的地位。

二、季节轮牧

在青藏高原上由于各类草场所处地貌部位的差异、海拔高度的不同，牧草的返青和生长期有明显的垂直变化。随着季节的冷暖交替，牲畜放牧也由低处到高处，牧民们积累了按季节转场放牧的许多宝贵经验。

高山草场范围较大，通常多作为暖季放牧场，夏秋季节有雨水或冰雪融水形成的地表径流，为牲畜提供饮水条件。冷季草场多分布在海拔较低的宽谷、盆地中，面积有限，由于温度、水分条件稍好，单位面积产草量较高。高原上冷季长达7—8个月，暖季只有4—5个月，所以冷、暖季牧场的实际载畜能力相差悬殊。在高原东南部冷暖季牧场不平衡的程度小，但在中、西部牧区它们的差异很大。在农牧交错区域，由于谷地多已开垦，冷暖季牧场极不平衡，割草场也普遍缺乏。

藏族牧民在长期的生产实践中逐渐认识到高原上冷季牧场小、放牧时间长的特点，按照各地的特点，对牧场进行季节放牧的划分。如藏北有“春放水边、夏放山，秋放山坡、冬放滩”的牧谚；藏南则有“春季牧场在山腰、夏季牧场在平坡，秋季牧场在山顶，冬季

牧场在阳坡”的经验。

季节牧场的划分是以生物气候的垂直差异为依据的，同时考虑到牲畜对各类草场的适应性以及畜牧业生产的季节性特点。在青藏高原的不同地区形成了各种季节转场放牧的类型。

高原东南部湿润、半湿润森林区域内，位于森林上限之上的高山带通常

用于夏秋放牧，河谷中河滩、坡地及作物茬地则为冬春牧场，处于两者之间的山地多为春、秋转场放牧地。这类季节草场在横断山峡谷区表现明显，可以金川、小金地区为例，如表 11 所示：

表 11 金川、小金地区季节草场划分

垂直自然带	海拔范围	放牧时间	
		季节	月份
高山灌丛草甸带	4，000 米以上	仲夏—初秋	6 月中—9 月初
山地暗针叶林带	3，500—4，000 米	初夏	5 月中—6 月中
		秋	9 月初—9 月底
山地针阔叶混交林带	3，000—3，500 米	晚秋	9 月底—10 月中
		春	4 月初—5 月中
干旱河谷灌丛带	2，500—3，000 米以下	冬春	10 月中—3 月末

在高原中东部丘状高原区域，如那曲、玉树等地，由于地势起伏和缓，草场类型差别不大，冷暖季牧场的载畜能力基本平衡，通常没有明显的春秋季节的过渡性牧场。

半干旱、干旱的高原西部地区，基本上是按地区划片的三季牧场制。如羌塘高原中东部，地势高，地形波状起伏，高原湖盆宽谷草场地势开阔，面积较大，夏秋季节可以任意放牧。但这里冬春草场面积较小，为了合理利用与保护冷季牧场，一般都把冬场和春场分开，是冬—春—夏秋形式的三季牧场。在藏南及藏西阿里也有这类形式的季节牧场。高原腹地内部暖季牧场的面积远大于冷季牧场，为了缓和冷季牧场的压力，通常都把畜群进入暖季牧场的时间提前，而逐步推迟畜群进入冷季牧场的日期。因而在高原西部暖季牧场的放牧时间比东部多两个月左右。在大江河源的青南高原上，属于另一类型的三季轮牧：冬春季节，即 11 月至次年 4 月，在谷地避风处定居，5—8 月的夏季移入高山草场，至 9—10 月间畜群逐渐下牧，是为秋季草场。

至于农区及半农半牧区则为定居游牧类型及定居定牧类型，牦牛、犏牛等多远出游牧，马、骡、山绵羊及猪等则在村寨附近早出晚归放牧。部分农区由于牧场比较狭小，牲畜以舍饲为主。

过去，藏族牧民长期过着逐水草而居的游牧生活。目前在农牧交错地区基本上实现了定居，牧区则尚属半定居状态。一般牧区多在条件最好的冬春场上建筑房屋和棚圈，老弱妇孺和部分劳力常年定居，从事草场水利建设、草场围圈和改良，割草备冬，有条件的地方还开垦种粮；大部分劳力跟随畜群按季节转移牧场，在某一季节牧场内也多次搬家移圈。通常是暖季远出放牧，冷季回到定居点附近。在缺少冷季草场的一些牧区，牧民在冬季也将部分健壮畜群赶到高处放牧或远牧。

三、种植业概况及作物组成

青藏高原上种植业的发展历史可以追溯到 2000 多年前。早在公元前二至一世纪，西汉王朝军队先后战胜匈奴和羌人的进攻，在湟水流域建立了西海郡（今青海省的西宁、湟源、乐都等地）并实行军屯。在条件较好的宽谷平川地区引水灌溉，开拓耕地。在王莽时代屯垦区最大时曾一度到达青海湖的

四周。西汉时在高原南部的西藏已经开辟农田、修渠引水，并出现了“二牛抬杠”的耕作方

法，至今还有沿用。公元七世纪时，农业垦殖在雅鲁藏布江中游已迅速普及，逐渐将“依随水草”的游牧生活改为定居，出现了农牧业两旺的景象，并发展了像乃东、日喀则和拉萨这样的城镇。

解放前高原上的农业生产极其落后，农具原始、耕作粗放，作物品种单调，除农田灌溉比较普遍以外，一般都很少施肥，产量也很低。以西藏为例，和平解放初期的 1952 年，粮食作物平均亩产仅 140 斤。

整个青藏高原上现有耕地约占土地总面积的 0.5%，但在农业总产值中，它却与畜牧业的比重旗鼓相当。面积有限的这些耕地通常成条带状分布于土壤质地较好、有利于灌溉的沿江阶地、河漫滩及湖盆周围，在水土聚集的山前洪积扇的中下部也有农田分布。耕地相对集中的有雅鲁藏布江中游干支流谷地、黄河及其支流湟水谷地、横断山区几条大江及其支流谷地和柴达木盆地的一些绿洲等。

从农作物的种类组成看，在高原上种植最广的粮食作物是青稞、小麦和豌豆，其次为蚕豆、马铃薯、荞麦、玉米、水稻和鸡爪谷。主要的经济作物是油菜，其次为甜菜，此外还有烟草、大麻、亚麻和胡麻等。

作物的种类组成主要受温度条件的限制，在高原上有着明显的区域差异。在高原腹地，如羌塘高原和青南高原，由于海拔高、温度低，均不适宜发展种植业，仅个别地段利用小气候环境可以种植耐寒的早熟青稞。在高原南部的雅鲁藏布江中游谷地和北部的湟水谷地，耕地相对集中，温度水分条件较好，种植业占有重要地位，青稞、小麦、豌豆和油菜是这里的四大作物，一年一熟，成为高原的主要粮仓。

高原东南部的农牧林业交错区域，受生物气候垂直变化的制约，作物的立体布局分明。一般在海拔 2,100（或 2,500）米以下谷地，种植水稻、玉米和冬小麦，为水旱两熟或旱作两熟，在西藏墨脱和察隅等地水稻田集中分布。自海拔 2,100（2,500）米至 2,800（3,100）米，基本上为旱作一熟制，可广泛套种，局部地段为两年三熟，主要种植中、早熟玉米、荞麦、马铃薯和麦类作物等。海拔 2,800（3,100）米以上，种植冬、春小麦、冬、春青稞等，大多分布在一些支流谷地中或山坡上，已具有高寒河谷种植业的特点。

四、高寒种植业和主要农区

藏南雅鲁藏布江中游及其支流年楚河、拉萨河谷地是青藏高原上耕地密集、农业发达的地区之一。藏南耕地多分布于海拔 3,300—4,200 米左右，农作物种植上限很高，如冬小麦海拔 4,300 米，春小麦 4,400 米，春青稞达 4,750 米，均为耐寒的作物品种，因而有“高寒种植业”的特殊称号。

青稞是藏族人民用来制作“糌粑”的主要食粮，也可酿造青稞酒，青稞秸秆是牲畜的重要补饲草料。青稞耐寒性强，分布很广，从海拔 2,500 米以上的河谷到 4,500 米左右的湖滨平原，自湿润地区到干旱地区均有种植。青稞苗期能经受-10℃左右的低温，花期在 9℃时不致受害，乳熟期仍能抗御-1℃的低温。在最暖月均温接近 10℃，日均温≥5℃的延续日数仅 120 天的高

寒地区，青稞仍能正常生长发育，成为青藏高原上一年一熟的高寒河谷种植业的标志作物。

海拔这样高还能种植粮食作物，是由于高原独特的光照和温度条件。高原的热力作用使暖季期间整个对流层温度都比高原周围高，加上空气干洁、日照充足，太阳辐射强烈，弥补了因海拔升高而引起的气温降低。以纬度相近的四川峨眉山和拉萨相比较，峨眉山（海拔 3,047 米）最暖月均温 11.8℃，日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的时期不足 50 天，而拉萨相应为 15.5℃和 154 天。因此在峨眉山山顶已无农作，而拉萨及其附近的雅鲁藏布江农区却是油菜金黄、麦浪滚滚。

通常认为，在光合作用适宜的气温范围内，叶片的光合能力随着太阳辐射的增强而提高。在拉萨，冬小麦夏季的最高光合强度为上海的一倍，这里叶片生长期长，根系衰亡缓慢。由于温度偏低，生育期延长，有利于结实器官的分化、籽粒灌浆和植物物质累积，千粒重比同纬低地明显增高。到目前为止，日喀则农试场的冬小麦单产达 1,742.1 斤/亩（1979 年），为我国的较高记录之一。

然而，在海拔 4,000 米以上地区，冬小麦越冬成活率低，生育期过长，有的竟需时一年多，后期气温低，籽粒成熟度差，甚至不可能成熟，发展前途不大。在适种海拔以上地区，利用较好的局地环境虽能种植春青稞和春小麦，但也常遭霜冻而减产，收成不稳定，甚至十年九不收，因此不宜大面积种植和推广。

位于高原东北部的黄河、湟水干支流谷地是青藏高原上农业最发达的区域，主要作物为春小麦、青稞、大麦、豆类、马铃薯和油菜等。此外，这里也是蔬菜、瓜类的重要生产基地。

柴达木盆地的耕地多位于山麓前缘的冲积平原上，由解放前的近 1.2 万亩发展到现在的 66 万亩，成为干旱荒漠地区中生机盎然的绿洲。柴达木盆地气候干旱但温度条件好，凡宜农地区作物生长季均在 150 天以上，香日德更接近 200 天。温度条件有利于麦类、油菜、甜菜等作物全生育期的要求。这里小麦穗大、粒满；甜菜块根肥大、含糖量高；油菜角多、粒重。由于相对湿度低，作物的病害很少。1978 年香日德农场在 3.9 亩试验田上创造了亩产

2,026 斤的全国最高记录，成为有名的春小麦高产地区。1979 年诺木洪农场农业科学研究所 15 亩春小麦试验田平均亩产 1,918 斤。此外，甘蓝型油菜单产可达 600 多斤/亩。

与我国西北干旱荒漠区几个内陆盆地不同，由于海拔较高、气温偏低，一些喜温作物如水稻、棉花等在柴达木盆地内均不能种植，小麦也不能越冬。

在青藏高原东南部的横断山区，种植业多集中分布在一些干旱河谷内。这里多在海拔 3,200—2,500 米以下，光照和温度条件较好，垦殖历史长久，耕地相对集中，在水分供应充足的情况下，产量常较高，如金沙江流域的巴塘便是四川小麦的高产县之一。分布在洪冲积台地与阶地上的农田与周围干旱河谷灌丛的景色相对比，宛若荒漠中的绿洲。这里以种植玉米和小麦为主，青稞次之。由于旱涝保收农田少，耕作比较粗放，仅在水利灌溉设施较好的地方，产量较高。

五、森林资源及其开发利用

青藏高原有天然森林约 1.7 亿亩，占全区土地总面积的 5%左右。这里的森林具有分布不均匀，组成种类丰富、蓄积量可观等特点。

森林集中分布在高原东南湿润、半湿润的山地，包括喜马拉雅山南翼、藏东南林芝、波密地区，向东与横断山区森林断续相接，东缘北连甘南白龙江上游森林区而迄于东北边缘的东祁连山。这些森林多位于江河上游河源地区，在有林地区内，森林覆盖率可达 10—20%。

组成森林的优势树种在高原各地是不相同的。在喜马拉雅山南翼及察隅等地有由樟科、壳斗科、茶科、木兰科等树种为主组成的常绿阔叶林。高山栎类树种在高原东南部组成比较独特的一类森林——山地硬叶常绿阔叶林。由于高原边缘山地海拔较高，气候较湿润，喜温凉、适冷湿的各种针叶树种十分丰富，如乔松、云南松、高山松、铁杉、云南铁杉；丽江云杉、川西云杉，多种冷杉以及落叶松等，其中许多是优质用材树种，有的则是当地的特有树种。在各类森林中，以云杉林和冷杉林组成的山地暗针叶林分布最广，面积最大。在湿润的东南部及其边缘，冷杉林占优势，至高原内部则以云杉林和圆柏林为主。

青藏高原区森林的木材总蓄积量达 23 亿立方米，平均每公顷有林地达 200 立方米。在东南部海拔 3,000 米以下的森林中，树木具有生长速度快、持续时间长的特点。云杉、冷杉的胸径及树高平均生长量通常到林龄 80 年时才达到最大值，材积平均生长量则到 200 年时才达到最大值。据西藏察隅地区的调查，林龄 130 年的云南松，平均胸径为 72 厘米，平均树高近 50 米，每公顷蓄积量达 1,000 立方米。又如波密地区对几块林龄为 200 年的云杉林测定，平均直径为 92 厘米，平均高 57 米；生长最旺盛阶段年平均生长量为每公顷 10 立方米，每公顷蓄积量达 2,000 立方米以上，实为世界所罕见。其中个别云杉的直径达 2.5 米，树高为 80 米，单株材积量竟达 60 立方米。然而在海拔较高及分布偏北的暗针叶林，其生长量较低，蓄积量也不高。据部分地区统计，每公顷有林地年平均生长量仅 2—3 立方米。随着海拔的升高，林木生长有变劣的趋势，如西藏色齐拉山海拔 3,500 米的鲁浪林场，云杉、冷杉很少有超过 40 米高的，每公顷蓄积量不超过 700 立方米，到海拔 4,100 米左右，林龄 180 年的冷杉，胸径为 33 厘米，树高仅 13 米，每公顷蓄积量不超过 150 立方米，特别是海拔高处阳坡上的圆柏林（480 年），树高不足 10 米，每公顷蓄积量只有 30—50 立方米。

自 50 年代起随着林区公路的修建、交通的发展，开始了现代森林采伐。如西藏，自 1955 年在林芝建立了第一个林场——梗樟林场后，现已有规模不同的林场十余个；在川西则有林业企业、事业单位 120 余个。西藏自 1955—1958 年，每年生产原木 0.8—1.5 万立方米，至 70 年代中期原木产量每年达 15 万立方米。另据统计，17 个有林县许多非正式采伐单位每年采伐原木达 45 万立方米，相当于林场采伐量的 3 倍。此外，每年采伐数十万立方米的薪柴，耗用的森林资源是十分可观的。又如川西高山峡谷林区，解放以来对森林的开发达到新的规模，自五十年代至七十年代末生产原木总量近 5,000 万立方米，提供支工支农材 476 万件，民用烧材 2,500 万立方米，加上烧炭、烧石灰及其他用途，共耗用森林资源 1.6 亿多立方米。

森林的开发利用和森林工业的发展有力地支援了国家的社会主义建设，对繁荣民族地区的经济和文化，加速高原山区的建设做出了贡献，但却付出

了巨大的代价。目前，经营管理上还存在一些问题，造成森林资源的损失和浪费。相应地也带来不少环境问题，必须给予应有的重视。

由于地处偏远、交通不便，高原上许多森林长期保持天然状态，大部分为成、过熟林。历年来多集中在一些交通便利的地区采伐，由于采伐过度又未及时更新，有些森林已成片伐尽。而在交通不便地区成、过熟林病腐率高，有待开发利用和更新。青藏高原的森林多位于大江支流上游，森林的防护作用显著，需注意采伐方式，控制采伐强度，以发挥森林的生态效益。

森林区域内蕴藏着许多珍贵树种，不少森林仍然保持着天然状态，林相完整，是难得的绿色宝地。为了保护生物资源，开展生态学等方面的科学研究，除加强对现有自然保护区的管理外，还应有计划地设立相应的自然保护区，对一些典型的森林类型和珍贵树种予以保护，如西藏墨脱低海拔的热带低山季雨林，波密岗乡的暗针叶林，吉隆的长叶松林和长叶云杉林等。

营造人工林是林业经营中的重要问题之一，特别在雅鲁藏布江中游谷地更为突出。藏南气候温和、降水较少，但在有水源或人工灌溉条件下林木能够生长，过去在少数大农奴主庄园附近已建有“林卡”。自六十年代起，西藏便把人工林的营造作为美化环境、涵养水源、护田护路和解决部分薪柴、用材的重大措施。全西藏现有人工林近7万公顷，主要分布在雅鲁藏布江中游干支流谷地。杨柳成活率高、适应性强，20年生的藏青杨树高达25米，胸径30厘米，每公顷林地蓄积量可达300—400立方米，是优良的速生丰产树种，在高原南部的绿化造林中占有重要地位。自七十年代以来，贡嘎县先后营造了7条防护林带，绿化水渠和道路190余公里，每人平均有树170余株，在防洪、护路、护田、固沙等方面发挥了效益，并就近解决了部分薪柴和用材问题。此外，在海拔4,300米以上的藏南高原湖盆地区，种植沙棘林已经试验成功。

六、茶、果树和副业

茶叶是藏族人民不可缺少的生活必需品。从前云南、四川的砖茶、沱茶就沿着漫长的驿道运入西藏，但过去多为三大领主所控制、价钱昂贵。解放后随着交通的发展和人民生活水平的提高，销售量迅速增长。以西藏为例，自1959年至1983年，从云南、贵州等省共调入边茶319万担，确保了藏族人民的生活需要。

为了满足当地的需求，自1956年起在察隅、易贡、东久等地先

后引入试种茶树并获成功，经过20多年的经营已有一定基础。青藏高原上各族人民对茶叶的需求量很大，在本区域低海拔地区发展茶叶生产具有广阔的前景。据适种条件分析，在墨脱南部和察隅沙马以下，可种植云南大叶种茶，其年生长量可达50—90厘米。在海拔2,500米以下的察隅、墨脱、易贡、东久、勒布、樟木、吉隆等地可种四川小叶种茶，年生长量可达30厘米，三年开始采摘，八年进入盛产期，经鉴定品质良好。1981年西藏共有茶园680亩，产茶约2.7万斤。

解放前青藏高原上果树种植很少，面积有限。除了藏东南察隅墨脱地区具有山地亚热带气候，生长着柑桔、芭蕉等外，大多适宜种植温带果木。适种地区包括日喀则以东的雅鲁藏布江中游谷地，林芝、波密地区、横断山区

的干旱河谷以及高原东北部的黄湟谷地等。著名的有贵德的长把梨、乐都的软梨、民和的冬果梨、金川雪梨、巴塘苹果和米林苹果等。

1956年陈毅副总理赴藏，亲自带去元帅苹果苗在拉萨试种，此后发展很快，种植上限达海拔4,000米左右。整个青藏高原目前果树种植面积约10万亩，水果产量约40万担。苹果是高原果品的大宗，西藏现有红元帅、黄香蕉、祝光、红玉等40多个品种，色鲜味甘、含糖量一般比内地高3—5%，尤以林芝、波密、米林、朗县、加查等地所产为佳。米林嘎玛果园的苹果曾在全国同类产品质量评比中名列前茅。易贡、米林所产苹果梨以硕大、脆香、汁多、味甜而著称。横断山区海拔2,800米以下可以种植石榴和葡萄，察隅和墨脱海拔1,800米以下适宜于柑桔生长，但这些果木种植面积有限，在果品生产中不占重要地位。

受高原自然条件制约，青藏高原上适种果树的区域有限，果品产量还很少。每年要从内地调进大量柑桔等果品，但运输距离长、损耗大、成本高，无法满足人民生活日益增长的需求。从自然条件看，在适宜地方种植果木并就地解决部分果品供应是可能的。当前果品生产上的主要问题是：品种搭配不合理、产区过于集中，运输力量跟不上，技术力量薄弱、贮藏设备不足等。当地果木品种的抗逆性强，可作为砧木嫁接引进内地优良品种以提高果树品种质量，现已建立果树苗圃多处，为果木业发展奠定了必要的基础。

核桃的生态适应幅度大，从海拔1,500—4,000米均有分布，是青藏高原上最主要的木本油料作物。在高原东南部横断山区，它的分布上限一般不超过海拔3,000米，雅鲁藏布江中游可达海拔4,200米（西藏穷结县）。其主要产区集中于东南部森林区域。高原核桃品质优良，不少地区核桃出油率和核仁的含油率均较高。如芒康县核桃出油率大都在45%以上，其果仁含油率达68—72%。

野生植物资源的利用还存在不少问题。藏族人民在高山带采挖虫草、贝母等药材作为副业以增加收入，但要注意保护，防止过度采挖和破坏。除药用植物利用较多外，其它如淀粉、纤维、油料、鞣料、芳香等多种类型的植物资源均未很好开发利用。

藏族为主的各族人民在长期的生产实践中，在利用野生动物资源方面也积累了不少经验，但仍需进一步重视合理利用与保护。不少地方对保护野生动物资源措施不力，乱捕滥杀，如采取杀麝取香、打鹿砍茸的不良做法，有的还肆意捕杀野牦牛、藏野驴、藏羚羊、雪豹等珍贵动物，应当采取措施、切实纠正。雅鲁藏布江上游仲巴县岗久乡附近有斑头雁和赤麻鸭的繁殖地，每到繁殖季节斑头雁成群到此产卵育雏。当地群众为了充分利用与保护这项天然资源，指派专人有计划地取蛋，是合理利用动物资源的好范例。

居住在高原上的藏族人民由于宗教思想的束缚和经济条件的限制，过去没有捕鱼食用的习惯。长期以来高原江河湖泊中的鱼类资源处于自生自灭的天然状态，基本上未被人们所利用。仅在少数地区，有人从事捕鱼活动。此外，察隅地区的藏族和僜人、墨脱地区的门巴族人民，也有用钓钩和简单的网具捕捉少量的鱼自食。解放以来，随着生产的发展和文化的提高，藏族中捕鱼食鱼的人不断增多。在藏南羊卓雍错于六十年代初曾建立过专业性渔业组织进行捕捞和加工。

青海湖的湟鱼（学名青海湖裸鲤）、扎陵湖和鄂陵湖的花斑裸鲤、羊卓雍错的高原裸鲤、雅鲁藏布江水系的铲齿裂腹鱼、班公错的西藏裂腹鱼等数

量多、渔业价值大，是青藏高原上重要的鱼类资源。青海湖自 1958 年开发利用以来已生产湟鱼 15 万吨左右，每年产量达 4,000—5,000 吨，不仅为青海人民生活提供了丰富的鱼产品，还远销西北地区及国内不少省份。湟鱼除食用外还可用来生产工农业产品，如鱼油可制成高级润滑油，鱼膘可加工成圆胶，是重要的出口物资。但因高原地区鱼类具有生长缓慢、繁殖力低等生物学特点，资源破坏容易，恢复却很困难。青海湖在 1960—1962 年曾过量捕捞，使鱼类资源遭到破坏。因此高原各湖泊的捕捞量以每亩 1.5 斤计算比较恰当，可以既不损害资源，又有较稳定的产量。

第十四章 日新月异的工矿交通

长期以来，青藏高原交通闭塞，大量矿产资源沉睡地下。解放前谈不上有什么现代化工业，只有十余家皮张加工、包扎羊毛等手工作坊。那时一些投机商人拿少量工业品来对藏族群众进行高额的剥削，一根缝帐篷的针便要换回一只羊甚至一头牛。当时西宁所生产的“航空牌”火柴，必须先烘烤干了才能划着。解放后在国家大力支持下经过三十多年来的建设，已初步建立了电力、煤炭、石油、采矿、化工、建材、机械、森工、纺织、火柴、造纸、印刷、皮革、食品加工等行业。虽然产品的种类有限，产量也还不高，但却在日新月异地向前发展着。目前，在兄弟省市的援助下，装扮高原春天的建设之花正在竞相开放。

一、矿产资源及其开发

在山脉纵横、盆地宽谷相间的大高原上，蕴藏着丰富的地下矿产资源，有号称“万宝山”的祁连山、誉为“聚宝盆”的柴达木这样一些矿藏集中的地区。

矗立在高原东北缘的祁连山拥有黄铁矿、铬铁矿，还有铜、铅、锌、镍、磷以及稀土元素铈、镧、钇等矿藏。镜铁山的铁矿是酒泉钢铁企业的原料基地。祁连县郭米寺等铅锌矿还伴生有金、银、锑、镓、硒等有用元素。大通河流域煤的储量很大，素有“青海的黑腰带”之称。西宁附近的石膏、芒硝等储量大、质量好。祁连玉石更是闻名中外，唐代诗人王翰写的《凉山词》中“葡萄美酒夜光杯”的“夜光杯”就是用祁连山的“玉石”经精工雕琢成为世界名贵酒器的。

高原腹地藏北广大内陆湖泊中除食盐、芒硝外，硼砂和石膏的储量也名列我国前茅。唐古拉山的铁矿床具有工业价值。西藏境内的铬铁矿矿床，储量居全国之冠，规模可观、品位较富，亦具有较大的工业价值。

南北并列的横断山区也拥有许多矿产资源，如昌都有一中型铁矿，江达有我国最大的斑岩铜矿床。丹巴云母储量丰富，是我国最大产地之一。康定一带有铅锌矿。金沙江、雅砻江、大渡河及岷江等沿河地区则以产沙金著称，淘沙金是当地群众的一种副业。

地处高原北部的柴达木盆地有着储量巨大的多种矿藏。现已探明的氯化钾、氯化钠、氯化镁、锂、碘、溴和石棉等矿的储量均占全国第一；天然碱、钙、芒硝及硼矿等的储量在全国也都名列前茅。

柴达木盆地是高原内陆沉积盆地，生油、储油条件好，目前已发现几十处油气田，并探明了大量油气贮藏构造。如尕斯库勒油田是一个压力大、产量高的油田。油田面积 37 平方公里，储量近 5,000 万吨，计划建设规模为年产 90 万吨。整个柴达木盆地累计石油地质储量 3—5 亿吨，天然气贮量 89 亿立方米。现已建成原油开采能力年产 30 万吨，原油加工能力为年产 20 万吨。

盆地中的察尔汗盐湖是已发现的最大钾镁盐矿床，其中汇集了大约 500 多亿吨以氯化物为主的近代盐类沉积矿物质。已探明的储量是：氯化钾 2 亿吨、氯化镁 19 亿吨、氯化钠 533 亿吨。丰富的钾镁盐资源为建立大型盐化工基地提供了可靠的物质基础。1978 年国家正式批准建设的青海钾肥厂，是我

国目前最大的生产钾肥的企业之一，总规模为年产氯化钾 100 万吨，分两期建成。钾肥是我国目前的短线产品，现每年进口 200 万吨左右。青海钾肥厂的建设对改变我国工业结构的不合理状况，繁荣少数民族地区经济，促进社会主义建设都有重要意义。

锡铁山位于柴达木盆地的东北边缘，是我国著名的三大铅锌矿床之一。现已探明铅锌储量 270 万吨，伴生有金、银、锡、锑、钼等多种贵重金属。铅锌矿石含铅品位高，氧化矿达 9% 以上，比一般矿高二倍多。过去曾进行土法开采十余年，1978 年国家批准建设锡铁山铅锌矿，全部工程计划 1986 年建成，年产量为 3 万吨铅、4 万吨锌，还有相当数量的黄金、白银及其他稀有金属。

茶卡盐湖（茶卡为蒙语，即盐海的意思），位于柴达木盆地东缘，储量大、品位高、易开采，以盛产“青盐”而闻名。茶卡盐湖已有 200 多年的开采历史，1949 年产盐仅 1, 200 吨，现在已实现了生产和运输的机械化和半机械化，年产原盐已达 30 万吨。

在西宁市大通县境内正在筹建我国规模最大的铝厂，建设规模为年产普通铝锭 20 万吨，将采用先进工艺和技术，降低能耗、控制污染，提高经济效益。青海铝厂的建设将有利于把高能耗生产从东北、华北地区向我国西部地区转移，它将充分利用黄河上游丰富的水电资源，促进我国铝工业的发展，加速高原地区经济建设的步伐。

二、动力工业与能源的利用

青藏高原上蕴藏着丰富的能源资源，除水能资源外，还有地热能、太阳能和风能等。在解放前受社会历史条件的限制，电力工业几乎是一张白纸，更谈不上开发和利用丰富的能源了。1937 年靠外国人在拉萨北郊的山沟里修建了一个 50 千瓦的小电站，供布达拉宫、噶厦政府和几家最大的僧俗官员住宅照明之用，后来却被洪水冲毁了。解放前在西宁也只有 223 千瓦的水轮发电机作为手工作坊的动力。

地处亚洲许多大江河流发源地的青藏高原有着极为丰富的水力资源。整个高原区天然水能蕴藏量约 3 亿多千瓦，其中雅鲁藏布江干流及其五大支流的天然水能蕴藏量仅次于长江，在我国各大河中居第二位。黄河上游从龙羊峡至青铜峡段，两岸山势陡峻、河道狭窄、水流湍急、落差集中，峡谷和山间盆地相间，地形地质条件较好，河水含沙量小，只有黄河中下游的 2—13%，是整个黄河水系开发条件最好的河段之一。据勘测，岷江支流大渡河有 19 个主要坝址可供建设梯级电站，装机总容量可达 2, 500 万千瓦。

为了加快开发黄河上游水能资源的“富矿”，目前正在兴建龙羊峡水电站，抓紧进行勘测设计的有李家峡、拉西瓦、公伯峡等水电工程。龙羊峡是黄河上游第一梯级水电站，它位于青海共和县，在日月山南麓，东距西宁 140 公里。龙羊峡谷长 40 公里，峡谷内天然水面落差 225 米。在这一深谷中正在浇筑一座长 375 米、高 178 米的混凝土重力拱坝，是国内第一高坝。建成后将在上游形成一座面积达 393 平方公里、蓄水量为 247 亿立方米的巨型水库，其蓄水容量相当于青海湖的四分之一。电站将安装 4 台 32 万千瓦的全国最大水轮发电机组，装机容量 128 万千瓦，年发电量 60 亿度。它是一个以发电为主，兼顾灌溉、防洪和防冰凌，具有多种经济效益的综合利用工程。经过龙

羊峡水库的控制和调节，可增加下面梯级水电站的发电量，还为黄河中下游防御洪水、防御冰凌和提供工农业用水发挥重大作用。因此，人们形象地把龙羊峡水电站称为缚住黄河“龙头”的工程，有助于治服黄河这条桀骜不驯的“大黄龙”，变害为利。龙羊峡水电工程计划开挖土石方 1,487 万立方米，浇筑混凝土 322 万立方米；1976 年做施工准备，1978 年主体工程开工，1979 年截流，1982 年拦河大坝正式开始浇筑，按计划到 1985 年第一台机组将投产发电。

李家峡水电站的设计规模大于龙羊峡水电站，装机容量 160 万千瓦，年发电量 58 亿度。拉西瓦水电站在龙羊峡出口上游 5 公里，水面狭窄，宽仅 30—50 米，两岸地形陡峻，山顶高出水面约 700 米。在这里规划建设一座高 200 多米的大坝，电站装机容量可达 300 多万千瓦，年发电量 94 亿度，它将成为黄河流域最高的大坝、最大的水电站。公伯峡水电站在循化县境内，规划的装机容量为 100 万千瓦，年发电量 41 亿度。黄河上游水电基地处于人烟稀少的高原峡谷，淹没损失少，工程量小；而且黄河上游不同于中游，泥沙问题较少，如龙羊峡每立方米河水的平均含沙量为 1.1 公斤，不会出现三门峡水库由于泥沙淤积严重不能蓄水的问题。

高原东南边缘地区的一些河流出现了“U”形或“S”形的拐弯段河道，再加上河流坡降大的特点，采用裁弯取直的引水方式，可获得很大的落差。例如雅鲁藏布江下游的“U”形大拐弯峡谷，在河道长 200 余公里的派-墨脱的河段中，平均坡降 10‰，当开凿约 40 公里的隧洞时，就可以将河水由派直接引到墨脱而获得 2,230

米的水头。该处径流丰富、落差集中，可兴建装机容量约 4,000 万千瓦的巨型水电站。但限于各种条件，在相当长的时期内这一工程设想还提不到开发日程上来。

高原东南部地区河网较密，中小型水电站的兴建迫在眉睫。这类中小型水电站具有投资少，见效快的特点，既可解决生产与生活用电，还能防止森林的过度砍伐与破坏，进一步保护森林植被资源，发挥它的环境与生态效益。据青藏高原东南部，即西藏、川西及滇西北地区统计，有小中型水电站约 1,700 处，装机容量近 17 万千瓦。在藏南农业发达区域也已修建了若干小型引水式电站，如拉萨河支流的纳金水电站，日喀则的唐河水电站，装机容量为 6,300 千瓦。据勘测规划，拉萨河上游可修建直孔水库，建设多级水电站，总出力可达 6.3 万千瓦。在山南地区正在施工的沃卡一、二级水电站已部分投产，建成后总装机容量为 8,500 千瓦。

青藏高原上共有一千余处地热区，水热活动的显示强度以西藏南部的喜马拉雅地热带内最盛。虽然大多数还不具备近期开发条件，但从长远考虑，应该吸取地热能源的优点，使它在完善动能结构，补充传统能源方面发挥应有的作用。藏南强烈的水热活动拥有巨大而稳定的热源补给，各水热区的天然热流总量近 50 万大卡/秒，相当于每年燃烧 220 万吨标准煤。有些高温水热区邻近主

要城市和工农业区，具有能源开发的经济价值。

羊八井地热田是我国大陆上开发的第一个温蒸汽田，其资源潜力为 17.9 万千瓦，要满足拉萨市及其附近地区的动能要求是完全可能的。1975 年以来

先后安装了三台发电机组，总功率达 7,000 千瓦。从羊八井到拉萨全长 92 公里的我国第一条 11 万伏地热高压输电线路已经建成，1983 年向拉萨输送了 2,800 多万度电，在拉萨市的电网中发挥了重要作用。西藏地热科研所现已修建 6 座地热能温室，面积共达 1,600 平方米，在高原隆冬季节里，温室内气温保持在 30℃，西红柿、茄子、黄瓜、辣椒等喜温作物长势良好。

由于煤炭、石油等常规能源短缺，千百年来高原上藏族同胞一直靠烧牛粪煮炊、取暖，夜里点酥油灯照明。如何利用高原上丰富的太阳能资源这一得天独厚的条件，是解决能源短缺的重要课题。在高原各地已先后建成了利用太阳能采暖的设备，我国第一座面积为 3,000 平方米的太阳能采暖试验楼已在西宁市落成。西藏拉萨、日喀则等高原城镇已建成 40 座太阳能浴室，其中拉萨有 20 多座，采光面积达 2,000 多平方米，浴室水温一般可达 65℃。海拔 4,507 米的那曲镇在 1983 年建成了第一座太阳能浴室，每天可加工热水 6 吨，水温达 57℃。同年还建成第一座太阳能采暖办公大楼和一批太阳能采暖宿舍，在严冬季节，室外温度低至 -20—-30℃，采暖楼内可达 15—20℃，室内如春，不用烤火、干净舒适。1984 年起九省市援建西藏的 43 项重点工程建设中就包括有在日喀则、那曲和阿里的太阳能试验站和采暖房共 3,600 平方米。风能发电也得到初步运用和推广，高海拔的藏北几个县已有 13 台两千瓦的风力发电机运转发电。

此外，高原上泥炭资源也较丰富。若尔盖是我国重要的泥炭分布区，总储量超过 70 亿立方米，可用作燃料、化学工业原料和建筑材料等。

三、轻纺工业和传统手工业

青藏高原是我国重要的畜牧业基地，解放以来陆续兴建了一批利用当地原料的畜产品加工工业，如毛纺、制革和乳品加工等企业，在轻纺工业系统中占有突出地位。

五十年代起在康定、西宁、林芝等地相继建立了现代化的毛纺织企业。康定毛纺厂于 1970 年扩建为洗、纺、织、染等俱全的综合性毛纺织染厂，主要生产毛线、毛毡和呢绒等三大类产品，其产品畅销各地并出口。青海省以西宁毛为原料生产的地毯，色彩鲜艳、线条分明，在国际市场上十分畅销。青海毛纺厂的产品有长毛绒、呢绒、毛线、毛毯和工业用呢等，1980 年为外贸提供了长毛绒近 30 万米、纯毛毛毯 2 万余条。西藏林芝毛纺厂系 1965 年由上海迁入，1966 年生产出第一批呢绒。1971 年扩建成以国产设备为主的中型全能毛纺织企业，常年生产的品种，既有纯毛制服呢、海军呢、粗花呢、大衣呢等大宗产品，又有氈氈呢和红、绿色女式呢等民族产品。该厂有纯毛素毯、格毯、提花毛毯等 280 多个品种花色，还产有各种纯毛粗绒线。

在奶源丰富的地区重点建设了乳制品生产基地，如青海的西宁、西藏的那曲、川西北的红原、若尔盖和甘肃的甘南等。青海生产的“康宁”奶粉深受国内外欢迎。此外，高原上还有许多皮革综合厂、皮鞋厂和皮毛厂，加工当地所产的各类皮张。

过去西藏火柴依赖国外进口，商人从中牟取暴利，有的用三盒火柴换走一只羊。六十年代后期建立了西藏火柴厂，整个生产过

程，从切片烘干、糊盒、上药、装枝到包装成件，一条龙生产自动化，火柴

产量达 2 万件，基本上满足西藏自治区的需要。所出产的火柴有独特的高原风格，它药粗、杆长、盒大，适合高原缺氧、风大的特点。此外，高原上还有造纸、塑料制品、日用化工、陶瓷玻璃等工业。西藏林芝附近的“八一”地区在短短的十多年间迅速地建设成为一个工业区，拥有毛纺、电力、木材加工、火柴、造纸、砖瓦、印刷、建材等各类工厂，是高原工业建设的一个缩影，被誉为“高原明珠”。

传统的民族手工业有着悠久的历史，所生产的工艺品种类繁多、风格独特，质地精美。一些富有民族特色的传统产品更可谓艺苑奇葩，著名的如江孜的卡垫、贡噶姐德秀的围裙、扎囊的氍毹、错那勒布的木碗，还有拉萨的“加钦”鞋、拉萨、当雄、拉孜的藏腰刀、全宝地民族帽、金银首饰，墨竹工卡、林芝的土陶以及各地的酥油

茶桶、马鞍、藏斧等。这些传统产品不仅给人们以美的享受，还使人们进一步领会到藏、门巴等族人民的智慧与才干。

卡垫，即“座上的铺垫”的意思，是长方形的、织有各种色彩图案的厚毛毯。以结构紧密、细致耐用、图案新颖、色泽鲜艳又不易褪变而闻名中外。它可以铺在上当褥子，垫在座下作座垫，也可以挂在墙上作壁毯、铺在地上当地垫，既实用又美观。江孜人编织卡垫约有 660 年的历史，现除拥有 300 名工匠、年产卡垫可达数千条的地毯厂外，还有几个街道经营的卡垫生产合作社。江孜地毯厂每年产值约 50 万元上下，其产品曾获轻工业部优质产品奖，不仅供应西藏和邻省，还远销西欧等 12 个国家和地区。

氍毹，也叫藏毛呢，是一种手工纺织的羊毛织品。它厚实耐用，保暖、防风、隔雨，是藏族人民作服装、鞋帽的主要材料。氍毹生产历史悠久，明代时民间已把它当作馈赠的礼品，甚至作为贡物呈献朝廷。现在几乎遍及农区、半农半牧区都能生产，以扎囊县所产最著名。

围裙，藏语叫“帮垫”，就是藏族妇女们系在长袍前面那条红绿条格相间的毛纺织品。系上它会更加突出藏装浓郁的民族色彩，增加她们的潇洒、妩媚。贡噶县姐德秀区所产的围裙最负盛名。

木碗是藏胞日常生活用品，吃糌粑离不了它。木碗系用树节疙瘩雕琢而成，质地坚实，纹路清晰，不易破裂。有的还用白银镶缕、配盖，银光闪耀，格外美观。西藏错那县勒布区是有名的“木碗之乡”，早在几百年前，那里的门巴族人民就已开始制作木碗。

这些传统的民族手工业原材料充足，动能消耗少，资金周转快，适于分散经营，有很广阔的前途。它像一颗璀璨的“明珠”，将放射出更加瑰丽光彩。

四、高原的公路交通

地势高峻的青藏高原上，高山深谷阻障，交通极不方便。当地流传着这么一段顺口溜，叫做：“正二三、雪封山；四五六、泥没足；七八九、正好走；十冬腊、皮开拆”，说明了能翻山越岭的时间既短促，道路又艰辛难行。高原东南部的高山峡谷地区，山坡陡峭，江水奔腾，既不能涉水，又无法行船。“上山云里钻，下山到河边，对山唤得应，走路要一天”是非常逼真的写照。世代居住在这里的各族同胞被高山急流所阻隔，长期处于“云梯

溜索独木桥，羊肠小道猴子路”的状况，吃够了交通闭塞的苦头，长期过着“茶贵如银、盐贵似金”的苦难生活。高原上大多数地方主要依赖畜力运输，靠人背和牦牛驮；在藏西还有较多驮羊，每只驮羊可负重7—10公斤，日行10—12公里，但运输过程中，畜群损失较大。解放前西藏没有一寸公路，青海也只有472公里的公路能通汽车，解放时人民政府接收的14辆汽车中只有4辆勉强可以驾驶。

新中国成立以后，为了迅速发展青藏高原地区的经济，加强民族团结和巩固西南边疆，在中国人民解放军和广大民工的努力下，一条又一条公路通上了“世界屋脊”，先后修建了川藏、青藏、

新藏、滇藏、成（都）—阿（坝）等许多工程艰巨的高原公路，大大改变了落后的交通状况。当地各族人民满怀喜悦地称赞这条公路是通向首都北京的“金桥”，是走向社会主义的“幸福大道”。

现在青藏高原上公路干支线通车里程总计约5万公里，平均每百平方公里有2公里公路，密度尚小。然而主要的一些公路干线却是沟通祖国内地与青藏高原边疆的大动脉，30多年来对高原的社会主义建设起着极为重要的作用。

川藏公路是祖国内地通向高原的重要运输干线，自四川盆地西缘的雅安翻越终年阴雨连绵的二郎山经康定、道孚、甘孜、马尼干戈和德格，过金沙江入藏东，由昌都折向南经邦达、波密、林芝至拉萨，全长2,255公里。这条公路于1950年开始修筑，1954年底全线通车。沿途除二郎山外还要翻越折多山、雀儿山、卡集拉山和色齐拉山等十几座丛山峻岭，横跨大渡河、雅砻江、金沙江、澜沧江、怒江等险川大江，全线平均在海拔3,000米以上，工程异常艰巨，被誉为“世界屋脊公路”而闻名全球。川藏公路全线通车后，内地的粮食、副食品、布匹、百货和茶叶等源源不断地运到高原上。在货流上，东运物资较少，仅及西运货物量的60—70%，以矿产、药材、木材及畜产品为主。自折多山西侧的东俄洛经雅江、理塘、巴塘、芒康、左贡到邦达的公路是川藏公路南线，于七十年代修成通车。南线较北线地势起伏更大，工程更艰难，但却缩短了184公里的路程。

青藏公路自青海西宁经日月山、格尔木，南行越昆仑山，跨通天河河源的青南高原，经唐古拉山口入西藏境内直拉萨，全长2,122公里，全线大多在海拔4,000米以上，唐古拉山垭口更高达海拔5,220米。青藏公路联结着高原上两个省区的首府西宁和拉萨并与祖国西北相通。

正因为川藏、青藏公路工程之艰辛，作用之重大，所以在两条公路通车时，毛泽东同志亲自题词祝贺：“庆贺康藏、青藏两公路的通车，巩固各族人民的团结，建设祖国！”

青藏公路线上的格尔木有敦格公路向北与兰新铁路沟通，共同成为联结甘、青、藏的运输枢纽。自兰新铁路通车后，入藏物资多在敦格线运输。敦格公路自北而南贯穿柴达木盆地，对开发柴达木盆地亦有重要意义。通过公路运出的物资有矿产、土特产和畜产品，运进的物资则以建设器材、布匹、茶叶和日用百货为大宗。

近年来对青藏公路进行改建，由青海斜水河至拉萨全长 967 公里。这一公路的改建工程将原来的三级砂石路面提高到二级沥青路面。现已有三分之二铺设了黑色路面。整个工程在 1985 年竣工后，将大大提高这条主干公路的运输能力。这条初具现代化水平的公路，昼夜行车平均在千辆以上，沟通青海、西藏同内地的联系，大大地促进了青藏高原经济的繁荣，加快了建设高原的步伐。

新藏公路是解放后由我国边防部队连同 3,000 多名民工在极困难的条件下于 1957 年建成的。这条公路自新疆西南部的叶城向南攀越巍峨的昆仑山脉进入西藏境内，迄于印度河上游的噶尔，全长 1,210 公里，其中新藏边境附近的界山大坂海拔 5,342 米，是青藏高原主干公路线上海拔最高的一个垭口。1958 年新藏公路又向南延伸 255 公里抵达与尼泊尔毗邻的普兰。这是新疆和西藏西部广大地区之间的交通要道。

此外，高原内部还有拉萨—樟木的中尼公路，西宁—玉树、玛多—玛沁、拉萨—狮泉河，那曲—狮泉河等许多公路，它们都起到沟通高原内部、活跃经济、促进建设的作用。

应当指出，青藏高原上影响公路交通的主要自然灾害是泥石流，它遍及高原东南部山区，在南缘的喜马拉雅山区也时有发生。川藏线上著名的“拉月大坍方”地段常受暴雨泥石流的危害；波密古乡的冰川泥石流每年都有阵发，沟口还在淤积加高，目前仍以便道便桥维持通车。以西藏为例，公路交通部门为了整治泥石流危害，经济上开支很大，而且因泥石流中断交通，对运输和建设造成了难以估计的损失。

高原与内地的联系可以分为四个货流区：波密县通麦以东为川藏公路运输区；中部为青藏公路运输区；玉树东北属青甘运输区；西部阿里为新藏公路运输区。内地运进高原的物资以石油、钢材、机械、日用百货、粮食和食品为主。运出物资则主要是羊毛、毛织品、皮张、中药材、矿石和木材等产品。以西藏为例，1980 年石油占进藏物资总运量的三分之一，轻工业产品和粮食占三分之一，农用物资和其他重工业产品占三分之一。西藏每年区际物资进出约 20 余万吨，由于进出高原物资运量不平衡，车辆回空率很高。

长距离运输和回空率高，使货运成本加大。不算汽车磨损，每辆卡车货物自甘肃柳园运往西藏的汽油费相当昂贵。1977 年 4 月青藏输油管道初步建成，在分担进藏货流、减轻汽车运输压力方面发挥了积极作用，建成当年便承担了进藏油料总运量的五分之三。不过油管经过的青南高原及那曲地区冬季常有 -40°C 以下的低温，需采取防冻措施，加强维修保养。

五、青藏铁路及航空运输

随着社会主义建设的飞速发展，结束了青藏高原上没有铁路的历史，如今已有 1,000 余公里的铁路。五十年代由内地通往西北边陲的兰新铁路在青藏高原东北边缘穿过，它迂回曲折、盘旋翻越了位于甘肃天祝藏族自治县境内海拔 3,000 米以上的冷龙岭支脉乌鞘岭。兰青铁路东起兰新线上的甘肃河口，向西延伸跨越黄河，沿湟水到西宁，于 1959 年建成通车。随后开始了青藏铁路的第一期工程，由西宁经湟源，过日月山，沿着青海湖的北缘，穿高山、跨戈壁，到昆仑山北麓的格尔木，全长 834 公里。这一期工程分段建成，于 1984 年验交，全线已于同年“五一”节正式通车。

青藏铁路从西宁至哈尔盖，沿青海湖北岸向西伸展，跨沙柳河、天峻河等至天棚，沿京吾农山北麓西上进入关角隧道，隧道长4公里，轨面标高海拔3,700米，是我国目前海拔最高的隧道。隧道地层构造复杂，多断层带和地下水，经过奋战努力，克服洞内缺氧、塌方等困难，终于把隧道打通。柴达木盆地中克鲁克湖与托素湖之间是低洼积水的沼泽地段，经过二年的努力，在其上建筑了一座无碴无枕预应力梁新型的连通河大桥，全长127米，最高墩19.5米。察尔汗盐湖沿岸的饱和粉细沙震动液化地带为世界罕见、国内独一无二的险阻地带，长达60多公里。由于盐渍长期浸泡，稍一震动即成稀泥，为了使铁路安全越过，在那里打下了几万根砂桩。在这茫茫无际的察尔汗盐湖上有32公里铁路铺在湖面上，与敦格公路上路面平坦、光亮如镜的盐路并列，被人们称作“万丈盐桥”。有诗写道：“咸盐筑路未曾闻，岩盐架桥世无双，盐桥横跨达布逊，桥身全长超万丈。盐桥东西无边际，盐桥南北好风光，南望昆仑北祁连，山色湖光使人恋。”过了盐湖区便来到通往西藏的重要门户——格尔木。每年有85%的进藏物资由此转运到西藏各地，过去由柳园、湟源经汽车运至格尔木，现在直接由火车运到，大大节省了运输费用。

青藏铁路所经大部分地方在海拔3,000米左右，是目前世界上海拔最高的铁路之一。铁路的修建和通车促进了“聚宝盆”柴达木的开发，加强了青藏高原与内地的联系，繁荣了少数民族地区的经济，增强了民族团结，被誉为“通向繁荣之路”。由格尔木往南经青南高原到西藏的铁路的修建受到高海拔、低气压，冻土等各种自然因素的影响以及社会经济等人文条件的限制，工程艰巨、投资浩大，短期内尚未能进行。但从长远来看，为了促进青藏地区的繁荣和巩固国防，仍应积极创造条件把铁路推进到高原腹地。

长期以来青藏高原上无任何航线通行。解放初期曾在藏东配合川藏公路的修建组织空投。1956年5月大型客机首次跨越“空中禁区”试航拉萨成功，1960年正式开辟民用航线，把青藏高原与京、陕、甘、川等更紧密地联系起来。除北京—西宁及兰州—西宁航线外，西藏已有成都—拉萨，西安—格尔木—拉萨、兰州—格尔木—拉萨等航线，1983年西藏航运载客量已超过3万。

第十五章 旅游业、居民和城镇

青藏高原是我国的一个多民族的区域，是藏族聚居的地方。由于历史和自然条件等多方面的原因，这里的人口密度不大，城镇也较稀疏。但是，藏族和其他少数民族创造了风格各异的灿烂文化。座座高原城镇点缀在各个角落，这是各族人民辛勤劳动的结晶。

一、方兴未艾的旅游业

青藏高原土地辽阔、地形复杂、气候多样。它有巍峨的高山峻岭、坦荡的高原草地、滔滔的江河大川、富饶的河谷盆地以及宝石一般镶嵌着的湖泊。其自然景观类型的独特性，是其他任何地方也找不到的。领略大自然的风光，到高原上锻炼体魄、陶冶情操、长见识、增知识是广大国内外旅游者所向往的。近年来，青藏高原以其强烈的感染力，正在吸引着更多的人投入它的怀抱。

青藏高原上分布着世界最雄伟的山脉，座座山峰耸入云天。高峻的山峰上白雪皑皑，它们是大自然鬼斧神工的杰作，使人感到坚韧不拔、不屈不挠的磅礴气势，激发人们的斗志。只有那些勇敢的人才能到这种地方显身手，与冰崖陡坎比试高低。每当人们征服一次山峰，都会从内心感到无比的骄傲和自豪——人类最终会战胜大自然的。那些曾登上过高山顶峰的人则被认为是最有胆略的人和世界上“最高”的人。

青藏高原是世界登山界注视和向往的地方，作为登山旅游资源就显得十分重要了。1980年我国宣布对外开放青藏高原的部分山峰。这一决定立即受到各国登山界的普遍欢迎，数以百计的登山队纷纷要求前来比武。截止1983年，我国已对外开放了13座山峰（表12），其中除博格达峰外，都位于青藏高原境内。在这13座山峰中，有12座已被人们征服，仅有公格尔山至今还没有留下人类的足迹，等待着人们去攀登。即使那些已被征服的山峰，也面临着许多新的挑战。比如，现在攀登珠穆朗玛峰已有十几条路线，而在我国境内北坡的登顶路线只有两条。因而，在北坡开辟新的登顶路线已成了“大热门”。其次，我国境内和边境8,000米以上的高峰，除珠穆朗玛峰和希夏邦马峰之外，还从来没有从中国一侧攀登过，这也是吸引登山家的重要因素。再者，中国已经对外开放和要逐渐对外开放的“处女峰”，仍然是目前登山界的禁区。那里神秘的气候、复杂的地形吸引着各国登山家，等待着开拓者。

青藏高原的湖泊星罗棋布，斑斑点点。高处有冰川下的冰水湖，低处有谷地中的堰塞湖。尤其在高原内部，湖泊景色更为怡人。纳木错、色林错、当惹雍错、班公错等大湖，湖面宽广，湖滨平原辽阔。一些灰岩地区湖滨残山立于湖畔或插入湖群之中。灰岩崖坡陡立，崖脚及半山浪蚀的凹槽和溶洞处处可见。特别是夏季，湖面

表12 中国对外开放的山峰

名称	海拔（米）	所在地区
珠穆朗玛峰	8，848	中尼边界
希夏邦马峰	8，012	西藏境内
乔戈里峰	8，611	中巴边界
迦舒尔布鲁姆Ⅰ峰	8，068	中巴边界
迦舒尔布鲁姆Ⅱ峰	8，034	中巴边界
布洛阿特峰	8，047	中巴边界
慕士塔格峰	7，546	新疆境内
公格尔峰	7，719	新疆境内
公格尔九别峰	7，595	新疆境内
博格达峰	5，445	新疆境内
阿尼马卿峰	6，282	青海境内
贡嘎山	7，556	四川境内
四姑娘山	6，250	四川境内

衬托在绿色的山坡之中，低丘上的峰林、石柱象排成队伍向人们招手。在这湖光山色中没有喧闹、没有嘈杂、更没有污染，而是一片宁静、一片安谧。它们正等待着性格娴静的人们光临。

高原上的河流景色美不胜收。高原内部河流呈网状分布，流水潺潺，它带着高原上特有的鱼种汇入湖泊。高原外围的河流水流湍急、怒吼咆哮、滚滚而下。那些“壮年期”的河流蜿蜒曲折，显得那样庄重。“青年期”的河流则“血性方刚”，把山地切割得支离破碎，塑造出高山深谷地形。河流作用是巨大的，它塑造出多种多样的地表形态。从河流源头泉水涌出的溪流小川，到汹涌澎湃的大江大河；从高山冰川流水到山腰的飞瀑跌水，从间歇性支流到宽阔的干流江面；从较开阔的谷地到陡峭的峡谷、嶂谷。这一幅幅生动的立体画面，成为摄影、美术、文学爱好者发挥才干的大好天地。

高原的许多风景区更吸引游人。松潘县境内的黄龙寺，南坪县境内的九寨沟早以特有的秀丽山水闻名中外。青海湖的鸟岛也愈来愈吸引游人。

黄龙寺背靠岷山雪宝顶（海拔 5，588 米），山顶终年积雪，山腰密布森林。其所以著名，主要靠雪峰彩池、清流飞瀑、瑞草奇花等自然风光。一到黄龙寺沟口，便进入茂密的森林中，随后出现一片开阔地段。从高处层层叠叠的乳白色台阶上，漫流下碧绿的沟水。人从树海行出，却踏进了水国。这满沟碧水可宽达数十米，漫坡而下，在地表上沉积了一层白色或淡黄色的碳酸钙沉积物，塑成数公里长的淡黄色及白色的河槽、梯池和台地。当人们沿坡而上时，就象进入童话般的仙境，确实富有情趣。

位于岷山北部的九寨沟更以其青葱妩媚的山、色彩缤纷的水吸引着中外游人。在绵延 50 多公里的主支沟中有 108 个大小湖泊，“水光浮翠、倒影林岚”，构成了妖娆迷人的湖光山色。这些湖泊大多为堰塞湖，湖水被山涧水流串联在一起，从绿色的密林中奔腾而出，形成数不清的瀑布。诺日朗瀑布宽约百米，高近 30 米，它似银河飞泻，匹练空来，十分壮观。面对着日益增多的游人，如何保护好这种罕见的风景胜地，是需要引起重视和加以解决的课题。

高原风光空间变化丰富多采。藏东南是茫茫林海，进入密林深处，呼吸

新鲜空气，使人心旷神怡；喜马拉雅山南翼，被人们称为西藏的“江南”，这里生长着茂盛的热带雨林和常绿阔叶林，一派热带风光，藏北草原辽阔，青南草地无边，高原的特产牦牛成群结队，远处可以看见野驴、野牦牛、藏羚羊、盘羊、岩羊等野生动物飞疾而过。你若能在草原上住上几天，品尝一下酥油茶的芳香、青稞酒的淳清，将别有一番情趣。高原各个地区的不同景色会使人们触景生情，产生联想，在美的欣赏中熏陶。

高原风光还随季节而异。一年之中，5—9月的“黄金时节”景色最为怡人。白色的冰峰雪岭，衬托于碧绿的林海之上，山坡上花草争艳，山脚下麦浪起伏。你身临其景，定会激起对大自然的热爱、对祖国山河的热爱、对青藏高原的热爱。

青藏高原是一部最直观的百科全书。在科学家眼里，存在于自然界的一山一石、一草一木无不充满着学问。对于那些对科学有心的旅游者来说，能到高原旅游是一次难得的机会。通过观察、探索、追求，寻找解开自然之谜的钥匙。此外，还可以从高原许多山峰的藏语命名中，了解大量美好的民间故事和传说；从佛教建筑中，了解藏族人民的聪明才智；从名胜古迹中，了解藏汉民族团结的悠久历史。总之，来到青藏高原宛如走进了一座巨大的博物馆，投身到了知识的海洋之中。

青藏高原的旅游业从本世纪八十年代才开始起步。虽然起步晚，但却蕴藏着十分雄厚的潜力。随着经济文化的发展，旅游业有着“蓬勃兴旺”的灿烂前景。这几年，到青藏高原旅游的国内外游客不断增加。仅以西藏自治区为例，1980年到1983年就接待国外旅游者6,300人，增加了大量外汇收入。

青藏高原旅游业的发展，将促进和刺激商业、交通、民族手工业、服务业、建筑业、农副产品加工业以及民间贸易的发展，促进市场繁荣。目前国家和各省市援助西藏的重大工程中就有西郊宾馆、拉萨饭店、日喀则饭店等项目与旅游业密切相关。发展高原旅游业还会带来广泛的社会效益。大量信息的输入、现代文明的传播，将成为一种催化剂，促进商品生产的发展，对这里较落后的生产和生活方式也将产生潜移默化的影响。

二、稀疏的人口和多民族的大家庭

由于自然条件和历史的原因，青藏高原的面积虽然占全国总面积的四分之一，然而总人口却只有836万余。仅占全国总人口的0.84%。平均每平方公里不足4人。真可以说是地广人稀。不仅如此，人口分布的地区差别很大。就省区而论，人口分布最稀疏的是西藏自治区，每平方公里仅1.5人。其次是青海省和四川省西部的甘孜、阿坝和凉山州，每平方公里均为5.2人。无论西藏、青海或四川西部，人口密度在全国都是最低的。就地区而论，这种不平衡更加突出。青海省东部农区人口高度集中，每平方公里高达75人。然而，羌塘高原每一百平方公里仅19人，可可西里山脉一带基本上还是一个无人区。

表 13 青藏高原各地人口密度

地区	青海湖周围	青海南部	青海东部	西藏东北	羌塘高原	阿里高原	藏南	藏东南	川西
每平方公里人数	1.73	1.91	75.4	2.19	0.19	0.23	6.05	2.29	5.20

青藏高原人口分布不平衡的状况，是历史发展的产物。青海东部原为羌人游牧繁衍生息的地区，在同汉族的交往中，吸取了农业生产的技术，开始定居农耕，逐渐形成了以日月山为界的青海东部农业区。农业发展，加上自然条件优越，使这里的人口密度居整个高原之首。

西藏南部的人口密度也较高，但它包括明显不同的两部分。一部分是喜马拉雅山北翼的农牧交错地区，人口密度为每平方公里 2.4 人，低于整个高原的平均值。另一部分是雅鲁藏布江沿岸

农业区，人口密度为每平方公里 14 人，接近整个青藏高原人口密度的 4 倍。据文献记载，雅鲁藏布江沿岸的农业开发也已有千余年的历史，这是人口密度大的重要原因。

青藏高原是藏族的故乡。民族组成中，藏族占 46%。然而，同人口密度分布一样，各地有很大差别，是一个多民族的大家庭。如青海东部汉族占总人口的 69.9%，回族占 15.9%，藏族占 8.4%，土族占 3.9%，撒拉族占 1.7%，其他民族占 0.2%。而青海南部藏族占 86.5%，汉族占 7.9%，蒙古族占 5.0%，其他少数民族占 0.6%。至于羌塘高原则几乎全部是藏族。

三、勤劳勇敢的藏族同胞

藏族同胞遍布在青藏高原上，是历史悠久的民族之一。他们世代居住在高原上，适应并习惯于高原的独特环境。他们能在海拔 4000—5000 米的高原上，终年居住在牦牛毛编织的帐篷里，不畏烈日寒风，携带“糌粑”长期游牧。藏族主要食粮是青稞，日常吃的糌粑就是用青稞拌上杂粮晒干、炒熟、磨粉做成的。吃饭时，一面吃糌粑，一面喝浓茶。牛羊肉是比较普遍的食品，或熏烤、或烹煮、有的则割成细条风干后切成小块生食。藏族无论男女老幼都喜好喝茶、饮酒。酒是青稞酒、酒味淡薄；茶是酥油茶，酥油是由牛羊乳提炼出来的。将酥油和茶水经过搅拌制成酥油茶。它既能补充所需的维生素，又能帮助消化，是藏族同胞酷爱的饮料。

藏族有人口 386 万，主要从事农牧业生产。农区藏族约占三分之一，牧区占三分之二。藏族同胞尚礼节，对人恭而有礼，对客招待殷勤，往来馈赠优厚。藏族最注重献“哈达”的礼节。哈达就是汉族古代的献帛。如今这种习惯汉族已不复存在，而藏族仍然遵行。除了献哈达外，离别时还要把一个哈达留在座位后面，表示人虽离去，他的心还留在这里。这种意味深长的礼节，说明藏族同胞待人敦厚、真诚。

藏族人民创造和积累了丰富的文化遗产。藏文是七世纪初创造的一种拼音文字，一直到现在还沿用于广大藏族地区。在浩繁的藏文文献中，保存了大量关于历史、地理、天文、哲学、医学的著作，还有许多小说、戏剧、诗歌等文艺作品。藏族人民在绘画、雕塑和建筑等方面的成就是相当高的。仅以建筑而论就别具风格，看起来层楼重叠、整齐壮观。歌舞和戏剧在民间广泛流行，无论老幼都能歌善舞。即使在偏僻的牧区，也能经常听到清脆而高亢的歌声。藏族的舞蹈往往既歌且舞，有些舞姿活泼轻盈，有些则刚劲豪迈，节奏感很强。

藏族同胞富有爱国御侮的牺牲精神。十九世纪中叶开始，帝国主义的魔

爪伸向青藏高原。百余年来，藏族同胞多次抵抗帝国主义的侵略，始终不屈不挠。在拉萨至帕里的路上，保留了许多英勇抗敌的光荣遗迹。

黄教在藏族中有广泛的信仰基础，它给藏族社会带来了极其深刻的影响。如根据黄教戒律规定，僧人禁止参加生产劳动，也不允许娶妻成家。这样，在一定程度上阻碍了社会生产力的发展。

建国前，藏族地区普遍保持着封建农奴制度，尤其是西藏地区最完整，也最具代表性。民主改革前，官家、寺院中的上层统治者和贵族约占总人口的 5%，他们却占据着西藏的全部土地和绝大部分财产，占有全部农奴和奴隶。占总人口 90% 以上的农奴，没有一寸土地，祖祖辈辈隶属于各自的领主，固定在一定的领地上被迫为农奴主劳动。奴隶，藏语称囊生，占总人口的 5% 左右。他们没有任何生产资料，也没有任何人身权利，是被封建农奴制度压在最底层的一个阶级。由于农奴主阶级的残酷迫害，解放前每年都有数以万计的农奴和奴隶被屠杀、监禁、流放和被迫逃至他乡，人口大量减少，到处呈现田园荒芜、生产凋敝的凄惨景象。

解放后，藏族地区先后建立了甘肃省甘南藏族自治州，天祝藏族自治县，青海省玉树、海南、海北、黄南、果洛藏族自治州，海西蒙古族、藏族、哈萨克族自治州，四川甘孜、阿坝藏族自治州，木里藏族自治县，云南迪庆藏族自治州等 9 个自治州，一个民族联合自治州，两个自治县。1965 年 9 月 9 日西藏自治区正式成立，顺利地藏族居住地区实现了党的民族区域自治政策。

根据藏族人民的要求，甘、青、川、滇四省藏族地区，从 1955 年开始先后实行了民主改革。西藏的民主改革是和平解放西藏十七条协议明确规定的，也是广大农奴的迫切愿望。鉴于西藏的特殊历史情况，直至 1959 年才进行民主改革。自此，整个藏族地区走上社会主义康庄大道。

四、其他少数民族

青藏高原是少数民族聚居区。除藏族外的其他少数民族有珞巴族、门巴族、蒙古族、回族、哈萨克族、土族、撒拉族等。

珞巴族有 2,000 多人口，主要居住在西藏自治区东南部。以经营农业为主，兼营畜牧、狩猎和采集。珞巴族有自己的语言，但没有文字，靠刻木结绳记事。解放前，珞巴族地区生产力发展十分低下，主要从事刀耕火种的农业，以木制的农具为主，只有极少数的木锄嵌有铁嘴，手工业还没有从农业中分离出来成为独立的部门。个体家庭经济成为社会的基本细胞。整个社会已进入阶级社会初期的家庭奴隶制阶段，但奴隶数量不多，在整个社会生产中不起重要作用。受西藏三大领主的层层压榨和剥削，广大珞巴族人民生活极度困难。他们散居在深山老林中，衣不遮体、食不饱肚。民主改革以后，珞巴族人民才被接下山来，分得了土地、牲畜、农具、种籽和房屋，穿上了衣服和鞋袜，吃上了充足的粮食和盐巴。更重要的是政治上获得了翻身，有史以来第一次享受到民族平等的权利，成为新社会的主人。

门巴族有约 4 万人，主要居住在西藏自治区的墨脱、林芝、错那等县。在长期的历史发展中，门巴族和藏族友好往来，互通婚姻，在政治、经济、文化、宗教信仰、生活习俗等方面都有十分密切的关系。他们主要从事农业，也有兼营畜牧业和狩猎的。

土族近 13 万人，居住在美丽的青海湖东、雄伟的祁连山南、湟水和大通河两岸。土族是历史悠久、纯朴勤劳的民族。土族自称“蒙古勒”或“蒙古尔礼”，意为蒙古族人。也有自称“察罕蒙古”即白蒙古族的。在土族语言词汇中有 60% 与蒙古语基本相同。这些都反映了土族与蒙古族的密切关系。土族早期从事畜牧业生产。其后，从明朝初年开始转向农业生产。由于长期历史的发展，土族与汉族地区的经济发展已经形成了不可分割的关系，但封建性更强。解放后，土族地区政治上翻身，经济迅速发展。现在农业总产值是解放前的 3 倍多，工业总产值增加了 1,000 多倍。

撒拉族 6 万 9 千多人。90% 居住在青海循化撒拉族自治县。撒拉族受伊斯兰教的影响较深，风俗习惯与回族大体相同。由于长期与汉、藏、回等民族交往，撒拉语也吸收了不少汉语和藏语的词汇。撒拉族聚居的循化，山峦起伏、沟渠纵横，宜农宜牧。撒拉族主要从事农业，种植小麦、青稞、荞麦、马铃薯等。园艺业较发达，盛产梨、杏、葡萄、枣。培植的循化花椒、露仁核桃、鸡蛋皮核桃，驰名全国。山区产大黄、党参、麻黄、麝香等药材。还有茂密的森林和丰富的矿藏，为工业发展提供了条件。

五、明星闪亮的城镇

（一）屋脊明珠——拉萨

拉萨地处雅鲁藏布江支流拉萨河中游谷地，海拔 3,658 米。拉萨河河道分叉、谷地开阔、沼泽成片。谷地中数座高约百米的基岩孤丘零散分布，著名的布达拉宫就在一个孤丘的顶部。拉萨建城有 1300 多年的历史，是我国古城之一。拉萨城始建于藏王松赞干布时代，取名“拉萨”有圣地的意思。

拉萨冬季不太冷、夏季不热。年均温 7.5℃，最暖月均温 15.5℃。年降水量 400 多毫米，通常 6 月上旬进入雨季，9 月结束。降水的一个突出特点是夜雨率达 80% 以上。拉萨日照丰富，年日照时数 3,000 小时，故又一向被誉为“日光城”。

拉萨规模不大，是一个“本无城、有大庙”的历史文化名城。旧城以唐代建筑大昭寺为中心繁华的八角街围绕着它。街道两旁的房屋多平顶，用粗石和碎砾建成，大部分三四层，整齐而坚固。拉萨是佛教圣地，寺庙林立。布达拉宫是这些寺庙建筑中的代表作。

布达拉宫始建于公元七世纪，比巴黎罗浮宫要早 1000 年。从七世纪到十七世纪中叶，几经沧桑。现在的布达拉宫是公元 1645 年起，经过半个世纪陆续扩建而成的。它由无数宫殿组成，主楼 13 层，高达 117.2 米，东西长 400 米。宫殿依山垒砌、群楼层层相接、巍峨耸峙、气势宏伟，充分反映了西藏劳动人民的智慧和才能。布达拉宫高大宽敞的殿堂墙上绘有各种色彩鲜艳的塑画，大部是佛教故事，还有西藏的地方风物、历史典故。室内陈设有几十万个用金、银、铜、玉和檀香木等雕铸的大小佛象，造型优美、雕塑精致。

除布达拉宫外，市内还有大昭寺、小昭寺、木鹿寺、阿尼查贡寺，市郊有哲蚌寺、色拉寺、噶丹寺。拉萨市内还有许多“林卡”，最著名的是“罗布林卡”。从前这里是达赖喇嘛的夏宫，现已辟为公园供劳动人民休息，游乐。

拉萨新市区是近 20 年陆续兴建的，与旧城相连。笔直的马路、楼房毗连，

新市区和雄伟的布达拉宫相映在一起，使古城增添了青春的活力。旧拉萨 3 万人口，没有工业，没有医院、没有学校。大街小巷到处都是喇嘛，全城共有喇嘛 2 万 5 千多人。今天的拉萨已从中世纪封建农奴制束缚下解放出来，变成社会主义新兴城市。市区面积已达 20 多平方公里，比过去扩大了 3 倍。人口增至 15 万多。拉萨市现在是西藏自治区的政治、经济、交通、文化中心。有电力、纺织、皮革、建材、汽车修配、机械加工、食品、酿造、缝纫等各种工业和手工业企业近百个，工业年产值已达 6,000 多万元。市区有医院和医疗机构 14 个，还有大学、中专 9 所以及农牧、地热、太阳能、地质、藏学等科研单位。这些都反映了拉萨历史性的变迁。

（二）高原门户——西宁

西宁地处高原东北部，到达西宁虽是平地升天才上到第一个阶梯，但它的海拔却已 2,260 米，比泰山绝顶还要高出 700 米。西宁是青海省的省会。她没有内地城市那样的雍容华贵，却自有纯朴粗犷的神韵。它始建于明朝，公元 1594 年，西宁者，取边陲安宁之意。

西宁并非人们所想的那样寒冷和荒凉。它也有四季，只不过春秋短促罢了。西宁西北有祁连山、日月山等高山屏障，所以冬季冷空气不易入侵，一月平均气温约 -9°C ，比北京稍冷，比高原腹地高。而且这里冬季多数日子蓝天如洗、日照大地、很少刮风。西宁海拔较高，夏季凉爽宜人，素有“西宁夏无日”之称。夏季日平均气温 $14-16^{\circ}\text{C}$ ，和江西庐山相仿，是避暑的好地方。

西宁西南的塔尔寺是喇嘛黄教教祖宗喀巴的诞生地。公元 1479 年即宗喀巴圆寂于拉萨以后 7 年，在此建筑了殿宇。它的建筑比布达拉宫早 100 年。建寺后历经 400 余年，发展为拥有殿宇、经堂、佛塔、僧舍等 30 余座建筑的古建筑群，占地面积达 600 余亩。全寺面山背岭、殿宇重叠、佛塔林立，是我国黄教六大寺院之

一。1961 年国务院第一批公布为重点文物保护单位。

建国前的西宁只有 5 万多人口，2 平方公里的城区和充塞着街道的矮小土房。全市没有一辆公共汽车。号称的“八大工厂”，不过是简陋的手工作坊。解放 30 多年来，有了很大的发展。现已拥有 50 多万人口，几百平方公里的城区，相继建立了毛织、皮革、冶金、电子等工业大小工厂 500 家，使它成为一个初具规模的工业城市。

自古以来，西宁是内地通往西藏的交通要道。文成公主入藏就是从长安出发，经西宁、翻日月山去西藏的。现在西宁的交通比古代发生了巨大的变化。不仅联系城乡的公路四通八达，它还是兰州到西宁铁路的终点和青藏铁路的起点。乘飞机到首都北京，才需 4—5 个小时。从前自西宁骑马到拉萨，要用一两个月，而且冬半年大雪封山、无法通行。如今乘汽车只要 7—8 天。现在青藏铁路已经通车到格尔木，随着高原建设事业的发展，西宁的交通地位将愈来愈重要。

（三）古城日喀则

位于雅鲁藏布江及其支流年楚河汇流处西南方阶地上的日喀则是西藏第二大城。现有人口3万多。这里河谷较开阔，农田面积较大。

日喀则建城有500多年的历史。最初它是以寺庙为中心形成的。日喀则是昔卡桑珠则的缩音，意思是“六个狮子山下的庄园”。日喀则也叫扎什伦布。那是因为1447年一世达赖在这里创建扎什伦布寺而得名。该寺历时12年建成。扎什伦布的意思是吉祥的堆积。它处于日喀则西南、日照峰南坡，依山傍水、规模宏大，是西藏四大主要黄教寺庙之一，是班禅喇嘛坐床的地方。

扎什伦布寺分宫殿、班禅灵塔殿、经学院和堪布会议四个部分。建筑总面积约34万平方米。共有大小殿堂57座，金顶14个。寺内拥有大量的造像和壁画。西侧的未来佛大殿，高大、辉煌，殿高30米，佛身高22.4米，是全国最高的一尊铜佛。它用了4年时间，由110个工匠修建而成。全部耗资黄金558斤、紫铜23万多斤。在当时的生产条件下，完成如此浩大的工程，确实体现了西藏劳动人民的高度智慧。1961年扎什伦布寺已被国务院列为第一批全国重点文物保护单位之一。建筑艺术堪与布达拉宫媲美。

解放前，日喀则是后藏的政治、宗教中心。但只有300多户人家，街道狭窄肮脏、一片死气沉沉。如今的日喀则是地区所在地，也是西藏西南部农牧产品集散地和交通中心。它有公路向东通往江孜、拉萨，向北通往青海，向西到阿里，向南抵亚东，往西南经聂拉木、樟木到友好邻邦尼泊尔。市政建设日新月异，一排排新建筑物拔地而起，沿着年楚河谷地西侧向南延伸。新市区面积为老市区的4—5倍。从前是没有一座工厂的消费城市，现在已经出现了电力、机械、粮油加工、食品、皮革、汽车修理、印刷、砖瓦等工厂。通往市区的笔直公路两侧杨柳成行，市区内有大片整齐的砖瓦新房，这里有机关、工厂、商店、医院、银行、邮局、电影院和十几所中小学校。

日喀则地区农业科学研究所是西藏自治区成立较早的科研机关之一。成立30多年来在引进品种试验、系统选育、杂交育种等方面都做出了优异成绩，1979年曾获国务院嘉奖。

(四) 峡谷城市——康定

康定旧名打箭炉，藏族称它为“打真杂”。相传三国时，蜀汉丞相诸葛亮南征，曾遣匠人郭达在此安炉造箭而得名。

康定是一座高原峡谷城市。它座落在大雪山东坡一条东西向的折多河峡谷中，峡谷长约10公里，宽仅1公里。城区海拔2,600多米，而紧靠城区的山峰海拔都在3,500米以上。城区南西北三面高，东面低。房舍依山而建，街道顺河而筑，全然是一个山城。城东南著名的跑马山山势平缓，山顶平坦绿草如茵，是藏族同胞每年“耍坝子”的好地方。城东北有悬崖岩石、陡峭难攀的郭达山。再加上城西北的子耳坡，就是常说的“三山环抱”。康定还是“二水夹流”之地。发源于折多山的折多河，穿城而过。与发源于北部的雅拉河合流于郭达山前、东南注入大渡河，合流后的一段称泸水。折多河短短20多公里，落差竟达数百米，河水顺峡谷呼啸而下，形成数百处急滩和飞瀑。满河都是沸腾的雪浪，溅起水珠水尘，形成一层固定而透明的雾，景色

诱人。

康定海拔较高，四季不甚分明，但干季和湿季差别是明显的。年平均降水量约 800 毫米，大部分降在 6、7、8 月。这期间白天虽仍阳光灿烂，但深夜淅沥夜雨下个不停。康定干季冷而干燥，但并不奇寒，一般最冷月平均气温在 $-8-2^{\circ}\text{C}$ 之间。

康定自古以来就是高原与内地物资交流的中心，进入西藏的咽喉。然而，解放前的旧康定，城区仅 8,000 人。军阀、官僚盘踞于此，鸦片烟馆林立，娼妓充斥于市，48 家“锅庄”控制各地来康藏通商的贸易，残酷压迫和剥削藏汉各族劳动人民。

解放前的康定还是一座充满中世纪气氛的宗教城市。市内寺庙林立、教派繁多，仅喇嘛寺就有 7 所。进香时的钟鼓声、喇嘛的唸经声和沉闷的长号声，不时传入人们的耳际。

解放后康定飞跃发展。现在它是甘孜藏族自治州的首府，康定县人民政府驻地。全县人口已近 4 万。1952 年第一次运进国产洗毛机，建立康定洗毛厂，近代工业开始起步。1971 年康定洗毛厂又扩建成毛纺织厂。还先后建立了农业机械厂、石棉厂等，根本改变了过去没有现代工业的落后局面。新建的康定水电站发电量 3,750 千瓦，是解放前康定发电量的 7.5 倍。加上各机关单位的小型发电机，不仅解决了现有工厂生产用电紧张的问题，而且还可以供应部分居民除照明以外的家庭用电。康定还是重要交通枢纽。川藏公路南北两线均通过这里。康定到成都及州内各县都有定期班车。昔日交通闭塞状况一去不复返了。

康定周围地壳活动相当活跃，周围温泉特多。城中居民饮水长期依赖于到处流淌的山泉。城北 4 公里的二道河温泉，开辟室内浴室已有 60 年历史。各室水温不同，浴者可根据需要自由选择。

（五）藏南重镇——江孜

江孜位于雅鲁藏布江支流年楚河中游，海拔 4,000 米，建城有 600 年历史。江孜附近河谷宽敞，一般有 3—5 公里，山麓有巨大的洪积扇，谷地是重要产粮地。江孜年降水量在 290 毫米左右，自然景观显得比较干旱，但冰雪融水丰富，灌溉水源充足。秋收时节，河谷两岸麦浪翻滚，确实喜人。

明朝江孜宗本曲吉，热典贵桑，在宗山上大兴土木，于山旁修建白居寺和八角塔，成为与宗山一样驰名的江孜古城的标志。

宗山，原叫卡罗拉山。后来，江孜宗（县）一直设在这个山头上，便称为宗山。登上宗山，可俯瞰江孜平原的全貌，人们称它为“江孜的眼睛”。宗山上的江孜炮台，是 1904 年藏族人民用火枪、抛石子等低劣武器，阻抗敌人一个多月，写下了抗英斗争光辉篇章的历史见证。从此，“宗山”的名字传扬中外，江孜也获得了英雄城的称号。

江孜织毯业历史悠久，早在 600 年前就出现了手工织毯。以毛毯、壁毯等著称。江孜城内小到 7—8 岁顽童，大到 80 岁老人，多半都会织毯，家家户户都有织机。所织的毯子由于结构紧密、工艺精致、图案优美、色彩鲜艳、久不褪色，出口十多个国家和地区，深受好评。

（六）戈壁新城——格尔木

在蒙古语里，格尔木是河汉的地方。昆仑山冰雪融成的格尔木河正是在这里分成东西两条河道注入柴达木盆地的盐湖。格尔木背靠莽莽昆仑山，面对我国最大的察尔汗盐湖，东西两侧是浩瀚的戈壁滩。由于有格尔木河流过，草场水草丰美。建国后格尔木的发展和社会主义建设息息相关。由于青藏、青新、敦（煌）格公路在这里交汇，每天南来北往的汽车川流不息，汽车修配工业因此应运而生。随着柴达木的开发，格尔木的化肥、农机、水泥、皮毛加工、粮食和副食品加工工业相继建立，形成了一个初具规模的多行业、多品种的新兴工业城市。解放初的“帐篷城”如今已拥有 10 万人口、30 多平方公里城区，成为柴达木盆地南部政治、经济、交通和文化中心。格尔木不仅公路交通四通八达，而且铁路、航空也发展起来了。1984 年青藏铁路第一期工程已经正式通车到格尔木。空中航线可达西宁、拉萨、兰州和西安。

格尔木附近的灌溉农业比较发达，现有 7 万多亩农田，种植小麦、青稞、油菜。每年粮食总产量达 500 多万斤。

格尔木的建设只是柴达木盆地开发的一个缩影。昔日“八百里瀚海无人烟”的柴达木盆地，现在除格尔木外，还建成了茫崖、花土沟、冷湖、大柴旦、德令哈等新兴工业城市、象颗颗闪光的明珠，镶嵌在荒原上，已成为青海石油、石棉、硼砂、铅锌、钾肥生产基地，为进一步开发柴达木创造了重要条件。

（七）世界高城——狮泉河镇

西藏阿里地区所在地——狮泉河镇，海拔 4,300 米。它地处解放前被称为“农奴的地狱”的阿里高原上，喀喇昆仑山、冈底斯山、喜马拉雅山雄踞在狮泉河镇周围，森格藏布从镇南流过，构成十分壮丽的景色。

过去的狮泉河遍地红柳，渺无人烟，幅员 35 万平方公里的阿里高原没有一家商店，牧民购买日用品要赶着牛羊，远途跋涉去外地交换，历尽艰险、受尽欺骗。自从新藏公路通车以后，荒滩落起新城，建筑物栉比鳞次。狮泉河镇成为阿里地区的政治、经济中心和新藏公路上的枢纽。1970 年开始建立了农具修造厂，结束了阿里没有工业的历史。

（八）战略要地——昌都

昌都位于澜沧江畔。澜沧江在昌都以上分为两支，正源扎曲和支流昂曲。汇流处海拔约 3,200 米。由于地壳抬升和河流下切作用强烈，昌都附近江面宽百米以上，两侧还发育了八级阶地。城市是建在低阶地上。

昌都发展成重要城镇，至今 200 余年，但旧昌都市容污秽不堪，便溺满地、垃圾成堆。城区仅 300 多户居民就有 100 多户乞丐，经常可见饿殍载道。1959 年昌都才开始新的一页。如今昌都分新旧城区，新城区从昂曲到扎曲，爬上山坡阶地，顺山谷延伸，依山傍水，气势壮丽，总面积 50 平方公里，大约相当旧昌都 47 倍。旧城区也进行了改造。在旧昌都旧土屋周围，构成了一条初具规模的环城大街，沿街建起汽车客运站、兽疫防治总站、医院、商店和学校。

昌都工业也步入现代化行列，煤炭、发电、水泥、农具、制革、印刷、砖瓦、副食、洪水、化肥、制糖等数十个中小企业相继建立，产业工人已近万人。

昌都地处成都、拉萨之间，北趋青海，南下滇缅，是川藏交通孔道，位置十分重要。昌都背负高山，岗峦重叠，峻峰插天，在高山之下，低洼之处平原逶迤，澜沧江穿行于山间、山峰万壑，气势雄壮，历来是兵家必争的战略要地。建国后，川藏公路北线经过昌都，更增加了它作为交通要道的重要性。从昌都通往 13 个县的公路网已经形成，正不断向区乡伸展。昌都已经成为西藏东部政治、经济、文化中心。

