

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中国的地形

 **BOOK**
中国地理·地形学

《中国自然地理知识丛书》内容提要

中国是世界最大的国家之一，不仅疆域辽阔，人口众多，自然地理环境亦极其复杂而丰富多彩。5000 多年前，中华民族的祖先就在这片土地上劳动、生息、繁衍；在漫长的岁月里，又不断地开发、利用和改造着周围的环境。今天，中国人民正面临着新的考验——建设有中国特色的社会主义，就需要我们每一个人进一步认识这片土地。这套丛书，系统介绍中国的自然地理基本知识，广及地形、气候、水文、生物、土壤、资源、环境等各个方面，内容丰富，资料新颖，文字流畅。广大读者，特别是青年同志，将会从中学到多种知识，加深对祖国的了解，更增强民族的自豪感和自信心，以极大的爱国热忱，投入祖国的建设中去。

出版者的话

1980~1986年间,我们曾组织出版了一批地理知识读物,着重介绍中国的自然地理基础知识。这些书出版以后,引起了国内外广大读者的注意和好评。但因时隔多年,不少读者要求重印,有的建议进行修订,增补更新的资料。为了满足广大读者的要求,同时适应新时期发展的需要,我们约请了原作者对原书进行修订,增补了新的科研成果并更新资料,修改了原书中一些不必要的或不够准确的内容和提法,文字表述上也进行了修饰。书中的插图作了部分调整,还新增了彩色照片,以增加读者的感性认识。

为了突出主题,我们将《中国的地形》、《中国的气候及其极值》、《中国的河流》、《中国的湖泊》、《中国的沼泽》、《中国的土壤》、《中国的森林》、《中国的草原》、《中国的沙漠》、《中国的海洋》和《中国的自然保护区》这11种书汇总起来,组成一套“中国自然地理知识丛书”出版,在开本设计上与原书相比亦有一些变化。我们还将继续组织编写一些有关的专题,纳入这套丛书之中。

这套丛书适合于中等文化程度的读者自学阅读,又可作为中小学教师和高年级学生的教学参考资料,是一份进行爱国主义和国情教育的好材料。我们希望这套丛书能受到广大读者的欢迎。

商务印书馆编辑部

1992年5月

中国位于世界最大的大陆——亚欧大陆的东部斜面上，面向着世界最大的大洋——太平洋。整个地势可以世界最高的高原——青藏高原为核心，自西向东逐级下降，并通过宽广的大陆架，把中国的大陆和太平洋的大洋盆地连接起来。这样的地理位置和地形大势，对中国的自然和经济条件都有着很大的影响。

陆地地形的高低，一般都是用海拔（也叫绝对高度或海拔高度）来表示。“海拔”的意思，就是以平均海面起算的地面点的高度。过去，中国有好几个零点基准面，如大沽零点、吴淞零点、青岛零点等。解放后，为了使中国建立一个统一的高程系统，国家规定按 1956 年依据青岛验潮站的观测数据计算的黄海平均海面为全国高程的基准面。它是根据青岛在解放后若干年内实际平均潮水位而定的，一般就叫做青岛零点。例如珠穆朗玛峰的海拔为 8 848 米，也就是说珠穆朗玛峰高出黄海平均海面（青岛零点）8 848 米。

在中国辽阔的土地上，不仅有着雄伟广袤的高原，纵横绵延的高山，茫茫无垠的沙漠，更有巨大富饶的盆地，极目千里的平原，以及岗峦起伏的低山和丘陵。各种地形相互交错，但又井然有序，真是山河壮丽、气象万千！

一、中国地形的基本特征

中国的地形类型复杂多样，但决不是杂乱无章，而是特征显著，有规律可循的。中国地形的基本特征主要表现为下面 3 个方面。

1. 西高东低，呈阶梯状分布

滚滚黄河、滔滔长江，自西部青藏高原发源，向东流经九、十个省、市、自治区后，分别注入渤海和东海。中国主要河流的流向大体上反映了中国西高东低的地形大势。中国的地形不仅西高东低，而且各种地形类型大致围绕被称做“世界屋脊”的青藏高原，像阶梯一样作半圆状向着太平洋逐级降低（图 1）。由两条山岭组成的地形界线，明显地把大陆地形分成为三级阶梯。

青藏高原平均海拔在 4000 米以上，面积达 230 万平方公里，是世界上最大的高原之一，也是中国地形上最高一级的阶梯。它雄踞西南，在高原上横卧着一列列雪峰连绵的巨大山脉，自北而南有昆仑山脉、阿尔金山脉、祁连山脉、唐古拉山脉、喀喇昆仑山脉、冈底斯山脉和喜马拉雅山脉。在高原的山岭间则镶嵌有许多牧草丰美、湖光潋滟的大小盆地。这里还蕴藏着各种丰富的资源，有待我们去开发利用。

越过青藏高原北缘的昆仑山—祁连山和东缘的岷山—邛崃山—横断山一线，地势就迅速下降到海拔 1000~2000 米左右，局部地区可在 500 米以下，这便是第二级阶梯。它的东缘大致以大兴安岭至太行山，经巫山向南至武陵山、雪峰山一线为界。这里分布着一系列海拔在 1500 米以上的高山、高原和盆地，自北而南有阿尔泰山脉、天山山脉、秦岭山脉；内蒙古高原、黄土高原、云贵高原；准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地和四川盆地等。

翻过大兴安岭至雪峰山一线，向东直到海岸，这里是一片海拔 500 米以下的丘陵和平原，它们可作为第三级阶梯。在这一阶梯里，自北而南分布有东北平原、华北平原和长江中下游平原；长江以南还有一片广阔的低山丘陵，一般统称为东南丘陵。前者海拔都在 200 米以下，后者海拔大多在 200~500 米之间，只有少数山岭可以达到或超过千米。

从海岸线向东，则是一望无际的碧波万顷、岛屿星罗棋布、水深大都不足 200 米的浅海大陆架区。也有人把它当作中国地形的第四级阶梯。

从陆地地形来说，两条界线，三级阶梯，自西向东逐级下降，大致可以勾绘出中国地形的总轮廓（图 2）。而这种阶梯状的地形形势，从中国东经 89° 线的地形剖面（图 3）和北纬 30° 线的地形剖面（图 4）中都可以得到反映。

中国这种西高东低、面向大洋逐级下降的地形特点，不仅有利于来自东南方向的暖湿海洋气流深入内地，对中国的气候产生深刻而良好的影响，使中国东部平原、丘陵地区能得到充分的降水，尤其是最多的降水期和高温期相一致，为中国农业生产的发展提供了优越的水、热条件；而且也使大陆上的主要河流都向东奔流入海，既易于沟通中国的海陆交通，也便于中国东西地区之间经济贸易的交流；同时，这种阶梯状的地形还在一定程度上影响到河流，使之形成较大的多级落差，从而蕴藏着有利于多级开发的异常巨大的水力资源。

2. 形态多样，山区面积广大

中国的地形类型，无论是从成因来看，还是从形态来看，都是多种多样、丰富多彩的。有被内力推移而高高抬升的高原和山地，也有被挠曲下降的低洼盆地和平原。在温暖湿润的东部和南部，有各种各样以流水作用为主的侵蚀和堆积地貌；在干旱的西北，有以风力作用为主的沙漠景观；在西部高山上，有别具风格的冰川作用的地貌；在西南部石灰岩分布地区，则有景色迷人的喀斯特地貌……。

青藏、云贵、内蒙古和黄土高原，是中国著名的四大高原。塔里木、准噶尔、柴达木和四川盆地，是中国著名的四大盆地。长江、黄河、珠江和黑龙江等大河流，在辽阔的大地上奔流，造成了许多广大而肥沃的平原。在平原上点缀有葱郁秀丽的低山丘陵，而在西部更有无数高大崎岖的山地。多种多样的地形为中国农、林、牧、副、渔的多种经营和综合发展，提供了极为有利的条件。

据统计，中国的山地丘陵约占全国土地总面积的 43%，高原占 26%，盆地占 19%，平原占 12%。如果把高山、中山、低山、丘陵和崎岖不平的高原都包括在内，那末中国山区的面积要占全国土地总面积的 2/3 以上。山区虽然不利于种植业的发展，也不利于交通运输以及经济文化的交流，但却埋藏着丰富的矿藏，生长着茂密的森林和珍贵的动、植物资源，它们都是中国社会主义建设不可缺少的宝贵财富。

3. 山脉纵横，具有定向排列

中国是一个多山的国家，不仅山区面积广大，而且大小山脉纵横全国，它们的分布规则有序，按一定方向排列，大致以东西走向和东北—西南走向的为最多，西北—东南走向和南北走向的较少。

东西走向的山脉主要有三列：最北的一列是天山—阴山，中间的一列是昆仑山—秦岭，最南的一列就是南岭。

东北—西南走向的山脉多分布在东部，山势较低，这种走向的山脉主要有三列：最西的一列是大兴安岭—太行山—巫山—武陵山—雪峰山，即前面提到的第二和第三级阶梯的分界线；中间的一列包括长白山、辽东丘陵、山东丘陵和浙闽一带的东南丘陵山地；最东的一列则是崛起于海上的台湾山脉。

西北—东南走向的山脉多分布于西部，由北而南依次为阿尔泰山、祁连山和喜马拉雅山。

南北走向的山脉纵贯中国中部，主要包括贺兰山、六盘山和横断山脉。

上述这些山脉构成了中国地形的骨架，它们把中国大地分隔成许多网格。分布在这些网格中的高原、盆地、平原以及内海、边海的轮廓，都在一定程度上受到这些山脉的制约。

横亘全国的东西向山脉，又是一些大河的分水岭。秦岭山脉是黄河和长江的分水岭，南岭山脉是长江和珠江的分水岭。河流的流向明显地受着山脉的制约，如西南部的雅鲁藏布江、金沙江、澜沧江和怒江等，它们的流向都受到冈底斯山、唐古拉山、喜马拉雅山与横断山等山脉的控制。长江、黄河总的流向是自西向东，但许多河段也受山脉走向的制约，时宽时窄，时而向

东南流，时而向东北流，最后东流入海。

除上述三大基本特征外，从构造上来看，中国的地形特征还可以概括为 4 个方面，即：三道纬向山带，三条濒太平洋山岭，两个走向的大型洼地，一大弧形山脉（图 5）。

所谓三道纬向山带，即上述的三条东西走向的，由许多山脉组合而成的带状山系。而它们之间的间隔几乎都在 8~10 个纬度左右。如天山—阴山的主体，大致位于北纬 $40^{\circ}30' \sim 42^{\circ}30'$ 之间；昆仑山—秦岭的主体，大致位于北纬 $32^{\circ}30' \sim 34^{\circ}30'$ 之间；而南岭的主体，大致位于北纬 $24^{\circ}00' \sim 25^{\circ}30'$ 之间。这三道纬向山带实际上构成了中国三条重要的地理界线，它们对于中国的气候、水文以及农业生产等各方面都有较大的影响。

三条濒太平洋山岭，就是指中国东部地区三条似雁行排列的东北—西南走向的山脉，它们几乎是三条互相平行的带状山岭，即最东面的台湾山脉，中间的长白山—浙闽丘陵，最西的大兴安岭—雪峰山。由于它们的位置恰好与中国盛行的东南季风呈直角相交，这就加强了中国东部湿润和西部干旱的气候特征。这种明显的作用尤以大兴安岭最为典型，大兴安岭以东河流的侵蚀作用占优势，大兴安岭以西干燥剥蚀作用则占重要地位。

所谓两个走向的大型洼地，即中国东部由东北平原、华北平原和长江中下游平原所组成的一条东北—西南走向的沉降带，以及中部由位于大兴安岭以西的呼伦贝尔洼地、陕甘宁盆地和四川盆地组成的另一条东北—西南走向的沉降带。这两个沉降带的两侧则是相应的隆起带。

在中国西北部则为另一组近似东西走向的三大盆地：准噶尔、塔里木、柴达木盆地，大致与东西走向的山系近似平行，它们也分别反映着沉降带和隆起带相间的特征。这种沉降带与隆起带相间伴生的现象，进一步说明了不同地形间的内在联系，表明下降与上升、沉陷与隆起是一组自然界的对立统一、相辅相成的矛盾现象，而这种现象的存在和发现具有很大的实践意义。因为在中国东部新华夏向的沉降带和隆起带中有许多因东西向构造体系的干扰和叠加而隔开的盆地，这些盆地都是理想的成油盆地。早在 50 年代初期，李四光根据地质力学理论就指出了这些沉降带肯定有石油，并且提出了松辽平原、华北平原、四川盆地、陕甘宁盆地等可以作为寻找石油的远景地区。李四光的这一科学论断，已为实践所证实。

所谓一大弧形山脉，主要指西南部由喜马拉雅山脉、冈底斯山脉、唐古拉山脉、大雪山和横断山所组成的山带，它们巍峨地耸立在青藏高原之上，形成世界上最为雄伟高峻的山脉带。这一高大山带的形成，主要是由于印度次大陆的大陆地壳部分已经嵌入亚洲大陆，并且沿着大陆基底滑动。其结果使得青藏高原逐步抬高，并显然地具有两个大陆的厚度。

这个概念已经得到了地震证据的支持。

华夏构造和新华夏构造，是地质力学扭动构造体系中的构造名称。华夏构造系为一组接近北东 45° 的挤压带。新华夏构造系为一组呈北北东方向的挤压带，在中国东部广泛分布，自东向西组成三个隆起带和三个沉降带，实为一组规模巨大的多字型构造体系。

地质力学理论是李四光先生创立的。他用力学观点研究地壳运动的现象，探索地壳运动与矿产分布的规律，把各种构造形迹看作地应力活动的结果，建立了“构造体系”这一地质力学的基本概念。

二、影响中国地形发育的因素

“白浪茫茫与海连，平沙浩浩四无边；暮去朝来淘不住，遂令东海变桑田。”这是唐朝诗人白居易在《浪淘沙》一词中，描写大自然“沧海桑田”的变迁并具有深刻哲理的词句。这里，白居易不仅揭示了大自然千变万化的现象，而且也阐明了产生这种现象的部分原因。

在地球上，不仅有“沧海桑田”、“桑田沧海”的变迁，而且在其表面还布满了许多大大小小、各种各样的皱纹和裂缝，这些都是地球在漫长的发展过程中，经受各种力的作用而发生变动所遗留下来的痕迹和标志。

人们很早就对大自然的各种奇险瑰丽的风景予以注意和赞叹，但过去由于科学知识的不足，对于这种种奇丽景色无法很好解释。到底是什么原因和力量促使这些千变万化的地形得到演变和发展的呢？而这些原因和力量之间的关系和作用又是怎样的呢？这是人们长期思考和探索的一个问题。

地形（在地理学中也叫“地貌”）是地表各种形态的总称。它是由地球内力（地壳的水平运动、火山活动、地震等）和外力（流水、冰川、风、波浪、海流等）对地表共同作用的结果，而地表岩石是地形形成的物质基础。所以有人认为：“凡一地地形之发育，半依其当地岩石之性质及其构造，半依其当地侵蚀之方式而为转移。”

地形按形态可以分为山地、丘陵、高原、平原、盆地等；按成因可以分为构造地形、气候地形、侵蚀地形、堆积地形等；按外动力又可以分为河流地形、冰川地形、喀斯特地形、海岸地形、风成地形和重力地形等。各种地形的形成和发展主要取决于岩石性质、内力作用和外力作用3个因素，而时间的久暂则可以反映出这3个因素之间相互作用的程度。只要我们掌握了地形形成的因素，那末对各种地形的成因也就不难理解了。

（一）岩石性质

陆地的表面，确切地说，地球的外壳是由各种岩石组成的。因此，岩石是地形发生和发展的物质基础，如果离开了岩石的性质来讨论地形，这是不可思议的。

地面上有着各种各样的岩石，由于它们组成的物质以及结构、构造等性质的不同，因而所形成的地形也就各具差异。在风化过程中，深色矿物比浅色矿物易于风化，粗颗粒结构比细颗粒结构的岩石更易于受到风化作用的侵袭，含硅铝元素多的比含钙质多的更易于形成富含高岭土的风化壳，而具有断裂破碎构造的岩石则为风化侵蚀提供了通道。

地面上的岩石看来似乎复杂多样，但是根据它们的成因，大致可归纳为三大基本岩类，即岩浆岩、沉积岩和变质岩。

1. 岩浆岩

岩浆岩是由炽热的岩浆直接冷却凝结而成的。这是一种原生的岩石。岩浆可以在不同的环境中冷却凝结成岩。按照成岩的环境和岩石结构的差异，岩浆岩又可分为深成岩、浅成岩和喷出岩三类。它们各自的特性如表1所示。

花岗岩是地面上最常见的酸性侵入岩。据统计，花岗岩和花岗闪长岩（很

像花岗岩而没有正长石的一种岩石)覆盖在地表上的面积,为所有其余侵入岩总和的20倍,所以分布很广,而且多构成山地的核心,成为显著的隆起地形。中国的许多名山,如东北的大、小兴安岭,山东的泰山、崂山,陕西的华山,浙江的莫干山及天台山,安徽的黄山及九华山,湖南的衡山,四川的贡嘎山,广东的白云山,湖北的黄冈陵,江苏的灵岩山,河北的盘山,甘肃的贺兰山及祁连山

表1 主要岩浆岩分类简表

产状、构造		岩类与 SiO ₂ 含量		酸性岩 SiO ₂ >65 %	中性岩 SiO ₂ 65-52 %	基性岩 SiO ₂ 52-45 %	超基性岩 SiO ₂ < 45 %	
		主要矿物成分		含石英	很少或不含石英		无石英	
		结构		正长石为主		斜长石为主		无或很少长石
		典型		暗色矿物以黑云母为主,约占10 %	暗色矿物以角闪石为主,约占20 %~45 %	暗色矿物以辉石为主,约占50 %	橄榄石、辉石含量达95 %	
喷出岩	流纹	玻璃隐晶斑状	火山玻璃、黑曜岩、浮石等					
	杏仁块状		流纹岩	粗面岩	安山岩	玄武岩	—	
浅成岩	块	伟晶、细粒及斑状	伟晶岩 细晶岩 煌斑岩					
深成岩	状	斑状	花岗斑岩	正长斑岩	闪长玢岩	辉绿玢岩	—	
		粒状	花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩	橄榄岩辉岩	
岩石颜色			浅色(带红) 中色(带灰) 暗色(黑、绿)					
岩石比重			2.5~2.7 2.7~2.8 2.9~3.1 3.1~3.5					

等,几乎全部或大部分为花岗岩所组成。

组成花岗岩的主要矿物为长石、石英和云母,而且结晶颗粒都很清晰,但由于不同的矿物受水、热变化的条件不同,因而易于产生各种矿物的不协调的胀缩而分崩离析,形成球状的风化壳剥落(图6)。花岗岩所组成的地形,山顶比较平圆,如黄冈陵及天台山。但有的花岗岩地区由于垂直节理、裂隙比较发育,往往形成峭峰壁立,高耸云霄,如苏州的天平山有“万笏朝天”之称,此外如雄伟挺秀的黄山,奇峰危崖的华山,都属于这种地形。

辉绿岩是浅成的基性岩浆岩,主要成分为斜长石、辉石,有时也有橄榄石。颜色通常由深绿色至黑色。辉绿岩分布也较广,如北京的西山、南京的方山、河北宣化鸡鸣山、四川天全、浙江平阳苍湖、山东淄川等地都有。

流纹岩是酸性的喷出岩,由于它一喷出地表,矿物还来不及结晶就已经冷凝了,所以多成细小的晶粒,因喷出时在顺坡流动过程中常会产生美丽的红白相间的一条一条流纹状构造而得名。流纹岩在中国浙江、福建沿海丘陵地带分布较广,浙东著名的天目山、雁荡山、雪窦山以及杭州西湖附近的宝石山和孤山,都是由流纹岩组成的。节理裂缝发育较好的流纹岩在外力作用下往往形成许多奇峰怪石,雁荡山就是一个突出的例子。宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中称雁荡山为“天下奇秀”,那里万山叠翠,群峰竞雄,争妍斗艳,蔚为奇观,是中国东南部著名的游览胜地。

玄武岩是分布最广的基性喷出岩。据估计,玄武岩与相近的辉石安山岩

在地表的覆盖面积几乎为其余喷出岩总和的 50 倍。玄武岩可以构成广大的玄武岩高原和台地。玄武岩分布地区多为平顶方山或柱状山，如中国东北的长白山地，河北的张家口附近以及山西大同一带都有分布。

2. 沉积岩

沉积岩覆盖着中国地表总面积的 75%，它是原有岩石被破坏后矿物质重新积聚堆积起来，或者是由动植物遗体堆积而成的岩石。

大部分沉积岩是在水底环境下形成的，如砂岩、页岩、砾岩、石灰岩等，也有是在大气环境之下由风直接堆积而成的（如黄土）。沉积岩中一般都具有层理和生物化石，这种现象在岩浆岩中是没有的。

由硅质胶结的石英砂岩抵抗侵蚀的能力最强，所以常常构成陡峻的山崖和峭壁。泥质页岩很容易被侵蚀，往往形成低丘和宽谷，如南京宁镇山脉一带的高家边页岩常分布于浅丘和谷地所在地区。砾石经过流水的长途搬运，往往被磨蚀成圆形，经过胶结作用就成为砾岩。如果砾岩中的砾石、沙以及胶结物都是硅质的，那末这种砾岩就特别坚硬。南京紫金山顶上就有硅质的坚硬砾岩覆盖着，紫金山（又名钟山）之所以能巍然屹立，与这种硬岩层的保护作用是分不开的。南京的雨花台有近期形成、未经胶结的厚层砾石的堆积，其中还杂有美丽的玛瑙。

石灰岩主要由碳酸钙组成，其中绝大部分是由沉积在海底的小动物的石灰质介壳、骨骼以及某些石灰质植物的残体经过复杂的变化后形成，以含有有机物质的多少形成颜色自浅灰至黑色不等，有时因含其他矿物质而呈淡红、灰白、浅黄或褐色。石灰岩易溶解于酸性的水，所以在湿润地区石灰岩是弱岩；但在干燥地区它却具有很强的抵抗力，甚至超过岩浆岩。这是由于石灰岩成分比较一致，在温度强烈变动条件下，不像岩浆岩那样由于其中所含的各种矿物成分胀缩得不协调而容易崩解。

3. 变质岩

变质岩是既成的岩石进入地下新的环境，经受高温、高压和灼热的气体或液体的作用以后，矿物成分重新变更排列而形成的。常见的变质岩有片岩、片麻岩、石英岩、板岩和大理岩等。

石英岩是变质岩中最坚硬的岩石，多形成较高峻的山峰。片麻岩和板岩所成的地形并不显著，多成低而和缓的地形。

大理岩是粗粒的结晶石灰岩。石灰岩在压力和热力作用下经过再结晶，原来的碳酸钙成分结晶成方解石的颗粒，就形成了大理岩。纯大理岩是白色的，华北的汉白玉就是美丽的白色大理岩。云南大理出产的大理石因含有杂质，往往出现各种花纹，十分美观，常被用于雕刻及装饰品。大理岩通常多成块状，有时常顺着节理成大块崩落。因为大理岩的矿物成分是容易溶解的方解石，所以在湿润地区容易被风化和溶蚀，但在干燥和半干燥区它的稳定程度甚至超过岩浆岩和沉积岩。中国湖北大冶、北京房山、江苏高资等地均有出产。

总之，岩石的成分、结构和物理化学性质对地形发育的影响是十分显著的。一定的岩石常构成一定的地形形态，“硬岩成岭，软岩成谷”，高峻的

山岭都是由坚硬的岩石，如石英砂岩、砾岩和岩浆岩等构成的；浑圆低矮的小丘和谷地，往往都是软弱的岩石，如页岩、片麻岩、板岩等组成的；久经风化的花岗岩山地常常表现为浑圆的地貌形态；而石灰岩地区往往见到的是石骨嶙峋、奇峰林立的地形。在红色砂砾岩岩层很厚的地方，经常可以见到奇形怪状的山峰，陡峭突出，分散离立，有的像堡垒，有的如宝塔，这种地形在广东省仁化县南丹霞山发育最好，故统称为“丹霞地形”（图7）。由此可见。当人们知道某一地区的岩石后，往往可以想见这个地区的地形；同样，一个地区的地形，也往往可以反映出这一地区的岩石性质。

（二）内力作用

以往不少地理学家或地质学家在考虑内力作用时，往往只关心地壳的上升、下降和时间，在解释中国地形西高东低的特征时，一般都简单地归之于西部上升、东部下降，喜马拉雅山上升的时间最新，所以地势最为高峻等等。但是他们对于山脉有规则的定向排列、构造上的隆起和沉降有规律的相间出现等问题则很少追究。只是在地质力学和板块构造学说出现以后，才使我们对于内力作用有了进一步的认识。

内力作用又叫内营力作用，主要是指地球内部能量所发生的作用，它能使地壳产生一种强烈的挤压、拉伸或扭动，从而引起地壳褶皱、升降、断裂等变动，间或伴随有火山、地震等现象，这就是所谓地壳运动。地球上规模巨大的凹凸面如大陆与大洋，以及大陆与大洋中的基本地形如山地与平原、海洋深槽与海底山脊等基本面貌，都是由内力作用所引起的地壳运动造成的。

在次一级的地貌形态中，地壳运动对地形的作用往往可以在岩层产状和原始构造形态上直接表现出来。在岩层仅受到构造抬升的地区，水平岩层表现为平坦的高原，当它受到强烈切割后，就会形成桌状台地和方山（图8）。如四川盆地中部沿嘉陵江从合川至李渡间，以红色砂岩为顶盖的方山地形就很发育。

当岩层受到横向的压力时，会被挤压成褶皱，形成的地形叫褶曲构造地形（图9）。褶曲中间隆起的部分称为背斜，下凹的部分叫做向斜。在未经外力作用的情况下，一般是“背斜成山，向斜成谷”。中国的山岭和谷地大部分是由褶曲构造造成的。如四川东部的平行岭谷带便是这类地形的典型例子，在那里，向斜谷地中保存着较新的岩层，背斜山岭上出露较老的砂岩层，虽然有的背斜顶部有高悬的河谷，而整个背斜仍呈山岭状，并高耸于向斜谷地之上。

岩层因断裂而变动位置，一部分升起，一部分陷落，这叫做断层。在断层区域中，突出于两个陷落间的地块，叫做“地垒”；两地垒间的陷落地带，叫做“地堑”（图10）。天山山地断层很多，许多山岭都由断层作用上升造成，博格达山就是一个标准的地垒。山西、陕西境内的渭河和汾河谷地则是典型的地堑。云南滇中高原的滇池、抚仙湖、异龙湖等都是断层陷落而形成的。

地球内部的岩浆和气体有时喷发出来，岩块堆积在地面上，成为山岭，这便是火山。中国的近期火山大部分集中在最近地壳较活动的地带，但基本上都是火山作用熄灭已久的死火山，像著名的山西大同火山群（图11），黑

龙江德都县的五大连池（图 12）。另外，分布在台湾周围的澎湖列岛、火烧岛、兰屿、龟山岛、花瓶岛、钓鱼岛等都是由海底火山喷发而成的火山岛。

地壳为什么会产生运动？中国著名的地质学家李四光从地质力学观点出发认为，产生地壳运动的一个主要原因，是由于地球自转速度的变更。

我们知道，地球是一个旋转椭球体，它每日每时都在自西向东旋转着。随着地球自转速度的加快，离心力必然加大，从而使地球的扁度相应增加，以致在赤道附近直径增长，近两极地区直径缩短，这样也就产生了一股自两极向赤道的推挤力。岩石对短时间力的作用，只要不超过弹性强度，是具有弹性的，力撤除后岩石又恢复原来状态。但在很长时间连续受力的情况下，即使不超过弹性强度，岩石也会产生塑性形变。比如一个冰川砾石，在温度、压力都不很大的情况下，小砾石会嵌入大砾石而形成压坑，表现了明显的塑性形变；古代的石质建筑在常温、常压下，经过几十年、几百年的岁月，有些梁、柱也会自行弯曲变形。这一现象在地质力学上具有重要意义。它说明即使在作用力不大的情况下，但经过漫长的地质时期，也会使岩石产生形变。所以当地壳表面的岩石在这种由两极向赤道推挤力的长时期作用下，就会产生一系列东西向（纬向）的构造带（图 13）。

由于地球自转速度的加快，离心力增加，一方面地壳会产生大规模的由高纬向低纬的水平运动；同时由于地壳运动的结果，必然会引起地球内部的物质向地球表面集中，甚至溢出地表，从而使得地球的转速变慢。这样，原来随着基底一起由西向东移动的地壳表面的各大陆块，由于惯性力的作用，使得那些与基底粘着程度较差的大陆块产生相对的部分向西、但有时也向东的滑动，并与粘着程度较牢的大陆块分离，这样就造成了巨大的裂缝或褶皱，如欧非大陆内部的南北向大裂谷就是这样形成的。而向西滑动的大陆块如果受到坚硬的基底阻挡时，在大陆上将会产生南北向（经向）的挤压褶皱，南、北美洲大陆西岸的巨大边缘褶皱山脉可能就是这样产生的。

当地球的自转速度变慢以后，地球内部密度较大、质量较重的物质，因重力分异又逐渐渗入到地球深部，使地球质量趋于集中，导致地球的转速再次加快。由此可见，地球自转速度的加快包含着使它变慢的因素；反之，地球自转速度变慢，则又孕育着加快的运动。这就是李四光提出的“大陆车闸”自动控制地球自转速度的原理。

如上所述，地球自转速度的变化会产生南北向或东西向的推挤力，使地壳发生巨大的水平运动。南北向的力导致地壳物质产生纬向的水平运动，在地形上就反映为东西向（纬向）的褶皱山系。中国的天山—阴山山脉、昆仑山—秦岭山脉、南岭山脉等就是这样形成的。而东西向的力导致地壳经向的水平运动，在地形上就反映为南北向（经向）的构造体系，中国的六盘山、贺兰山、横断山脉以及四川西部和云南境内，即以大雪山为主体的川滇南北向构造带，可能都属此类。

另外由于地壳各部分组成物质的不同，地块粘着程度的差异，以及地块在滑动过程中所遇到的阻力大小不一样，致使地块某些部分产生不均匀的进

地球自转速度是不断变化的，有长期变化、季节变化和突然变化之分。长期变化的原因是月球和太阳对于地球的潮汐作用，它使地球自转速度逐渐变慢；季节变化的原因是地球上的水和大气季节迁移；突然变化的原因是地球内部物质的剧烈运动，例如地震、火山爆发等引起的。从地球发展的总趋势来看，地球内部物质的重力分异过程在逐渐变缓，地壳在逐步趋向稳定，地球的自转速度在逐渐变慢。

展或扭动作用，从而产生山字型（图 13）或多字型的构造体系（图 14）。

中国的东南是浩瀚的太平洋，它的基底是一个由硅镁物质组成的巨大而坚硬的地块，它比主要由比重较轻的硅铝物质组成的欧亚大陆稳固和坚硬得多，所以会产生很大的阻力。而位于中国西南的印度半岛和印度洋底部，也是一个坚硬而巨大的硅镁层地块。因此，当欧亚大陆块滑动时，它的东部和南部都受到较大的阻力，使组成大陆的岩层受到挤压和扭动。这就使得中国的东部产生一系列大致平行的东北—西南走向的多字型山脉；而在西部和中部又产生一系列山字型构造体系。

最近也有人这样认为：由于印度洋板块已经把北部大片洋壳俯冲到青藏高原之下，一直达到阿尔金山所在的一线为止。由于印巴次大陆仍在继续北移，使亚欧大陆与印巴次大陆两者相撞、挤压，从而造成了构造复杂而巍峨的喜马拉雅山脉（图 15）。

那末，有什么证据来说明在地质历史时期中地球自转速度曾发生过变化呢？第一，近代天文观测曾发现地球的自转速度是变化的。虽然近代天文观测的时期在整个地质年代中是短暂的，还不足以说明地球转速在地质年代中的变化及其幅度。可是它提供了地球自转速度变化的确切资料。近代天文工作者能够准确地推算日蚀的周期，但发现所推算的古代日蚀应出现的日期与历史记载是不相符合的，这说明了地球的自转速度可能发生过变化。第二，珊瑚有类似树木年轮的生长线，一年有多少天就会有多少条生长线。这是由于珊瑚在白昼太阳光中分泌出的碳酸钙较多，夜晚却极少，甚至停止分泌的缘故；冬季和夏季的生长形态也有明显差别，因此现在还在生长的珊瑚每年留下 360 条左右的生长线。有人发现，中泥盆纪时代（距今约 3.8 亿年）的某种珊瑚，显示一年内有 385~410 条生长线。这就是说，在那个时候一年有 385~410 天。而在上石炭纪时代（距今约 3.5 亿年），珊瑚显示有 385~390 条生长线，也就是说，一年有 385~390 天（图 16）。如果地球绕太阳的轨道不变，地球公转一周的时间就不大可能有所变化，那末这只能说明，过去那些年代地球自转的速度要比现在快得多。

对于地壳运动的问题虽然至今还有争论，但实践证明，李四光的地质力学观点不仅在解释地形的成因中具有创见，为研究地壳运动的问题开辟了新途径，提供了新方法；而且在指导中国的找矿、找地下水和地震预报等许多工作中，同样具有重要的意义。

（三）外力作用

外力作用又叫外营力作用，主要是指地球表面受重力和太阳能的影响所产生的作用，包括物理和化学风化作用，流水作用，冰川作用，风力作用，波浪及海流作用等。通常把各种外力（风化、流水、冰川、风、波浪等）对地表隆起部分逐渐蚀低的作用，统称为剥蚀作用；把流水对陆地的破坏作用，叫做侵蚀作用。外力作用总的来说是不断地起着破坏和夷平那些由内力作用而产生的隆起部分，同时把这些破坏了的碎屑物质搬运、堆积到低地和海洋中去。

外力作用的强弱与气候因素有着密切的关系，因为影响地形发育的水文、植被等因素都受到气候条件的控制。例如寒冷的冰川覆盖地区以冻融崩解、冰川作用为主，干旱地区流水作用不显著而风沙作用占居优势，温暖潮

湿地区的流水作用最为活跃。从这个意义上讲，不仅风化壳、残积物都明显地具有地带性的特点，甚至一向被认为是非地带性因素的地形的发育，在一定程度上都反映着气候的烙印。特别是气候可以通过植被、水文对地形产生影响：植被茂密、水土保持良好的地区，植被抑制了外力侵蚀作用的发展，从而起到保护地面的作用；而植被稀疏、甚至地面裸露的地区，则加强了流水、风等外力作用的侵蚀强度。

决定气候条件的主要因素是气温和降水，而气温和降水在地球上的分布是具有一定规律的。一般说来，气温从赤道向两极递减，也随着绝对高度的增加而递减，前者称水平（纬度）地带性，后者称垂直（高度）地带性。降水则不完全取决于纬度和高度，还受制于大气环流和海陆分布，在细节上甚至还取决于地形的起伏。因此，在每一个气候区中都具有独特的水、热对比关系，独特的物理风化与化学风化的对比关系，独特的风化速度、外力作用强度、外力作用组合，因而也就会产生独特的地貌组合。这些将在以后有关地形成因类型的各章节中加以讨论。

此外，不同的岩石固然可以表现出不同的地形特征，但有时即使是同一种岩石，在不同的气候条件下，也可以形成非常不同的地形形态。同样，有些不同性质的岩石在长期的外力作用下，却有可能产生十分相似的地形。例如在高山峰顶，寒冻风化作用可以使花岗岩山体出现陡峻尖锐的山峰；同样，许多种岩石在长期风化作用的影响下，也都可以表现为通常花岗岩地区常见到的那种浑圆的地形形态，这就是外力作用的后果。

岩石通过风化碎裂以后，就会受到重力、风力、冰川、流水等外力作用的搬运并堆积到低洼处。据估计，解放前，黄河从陆地上剥蚀、搬运、堆积到渤海里的泥沙，平均每年达 10 亿立方米，如果再加上其他河流和风力送来的泥沙，总计可在 20~30 亿立方米以上，假如渤海底部是稳定的，那么只需要 1000 多年的时间，就可以将渤海填平。然而由于渤海底部在不断下沉，所以在历史时期中，渤海的面积虽然略有缩小（如黄河口、海河口等逐渐外延），却并未被填满，这就可以证明，目前的渤海仍处在一面沉降、一面堆积之中，而且堆积和沉降的速率相差不多，大体上可以互相平衡。

可以这样认为：内、外营力对地壳的作用是一种矛盾对立统一的过程，内力企图使地壳物质的分布趋向一致，外力则企图使地球表面的起伏趋向平夷。内力作用往往为外力作用的进行创造条件，随着高山的抬升，外力的剥蚀作用必然加强；同样，内力作用产生的节理、裂缝和断层，为外力的风化剥蚀作用提供了可乘之隙，沿节理发育成各种山体。

从地质历史各个阶段来看，有时可能内力占主导地位，有时可能外力起主要作用。而内、外营力对地壳的组成物质——各种岩石长期不断的相互作用，才促使地球上各种地形的不断演化和发展。以中国地形西高东低的空间分布特征来分析，内力作用方面，西部地区以褶皱、抬升为主，东部地区以沉降、下陷为主；外力作用方面，西部地区以剥蚀作用为主，而东部地区则以沉积作用为主。

三、地形的骨架——中国的山脉系统

山脉是地形的骨架。江河的流向、各种地形的排列，甚至气候的差异都不同程度地受到山脉的制约和影响。

在山区，山岭往往不是一个孤立的山峰，而是连绵几百公里甚至几千公里，像人体的脉络一样，因此叫做山脉。较大的山脉又往往不是一条山岭组成，而是由几条山岭组成的。而山岭之间，又可以间夹有局部的谷地或局部的洼地。所以在地理意义上，我们说某某山脉，实际上包括了许多山岭和山岭间的低地。

中国的山脉纵横错列，非常复杂；但从山脉走向来看，却具有一定的规律性。中国的山脉走向主要可以归纳为东西走向、东北—西南走向和南北走向三大类。认识山脉的形势，可以帮助我们进一步了解中国的地形（图 18）。

（一）东西走向的山脉

东西走向的山脉是中国山脉中最主要的一类。除了十分明显的天山—阴山、昆仑山—秦岭和南岭外，一般把西部地区其他一些雄伟高大的山脉，如喜马拉雅山、冈底斯山和喀喇昆仑山等也归属于这一类型。

1. 天山和阴山

天山是横亘于亚洲中部的巨大山系，东西绵延长达 2 500 公里。横贯于中国新疆中部的天山山脉东西长约 1500 公里，把新疆分隔为准噶尔和塔里木两大盆地。天山由若干条大致东西平行的山脉组成，海拔一般都在 3 000 ~ 5 000 米左右。天山山脉断层很多，许多山岭都由断层作用上升造成，如博格达山就是一个典型的地垒，平均海拔 4 000 米以上，主峰博格达峰，海拔 5 445 米，3 800 米以上有现代冰川。在山脉中间夹着一连串的断块陷落盆地，著名的如西段的伊犁谷地和东段的吐鲁番盆地。吐鲁番盆地的湖面比海平面还低 154 米，其中艾丁湖（意为日光湖）的最深处在海平面以下 283 米，面积 124 平方公里，是世界上著名的低地之一（图 19）。

天山西部高耸，主峰汗腾格里峰海拔 6 995 米。东段较低，有许多山口成为南疆到北疆的交通要道，如乌鲁木齐和吐鲁番之间的达坂城隘口，自古以来就是交通咽喉，现在的兰新铁路也是在这里通过。从乌鲁木齐再往东去，山脉就逐渐淹没在沙漠里。由于受到北冰洋来的气流的影响，天山北坡的气候比南坡湿润。山顶上的积雪和冰川是山下绿洲农业灌溉的天然水库，山腰有茂密的云杉林带，林带以上有宽阔的草地，是夏季的好牧场，林带以下的背风谷地则是优良的冬季牧场。

天山山脉向东延伸到甘肃和合黎山、龙首山等河西走廊北侧山地相连接，但这些山岭都是时断时续，山势也较低，到内蒙古自治区中部就称为阴山。

阴山山脉海拔只有 2 000 米左右，比天山低得多，但它却高出南面的河套平原千余米。所以从河套平原仰望阴山，山势十分雄伟，犹如天设的屏障，但入山北行四五十公里即山势渐平，逐渐没入蒙古高原。阴山山脉实为蒙古高原掀升的边缘，同时也是过去游牧区域和耕种地带的分界线。

天山和阴山从地质历史来看，都是非常古老的山脉，只因多次造山运动的影响，山地多次断裂上升，所以直到现在山势仍然巍峨。尤其是天山山脉，一座座高峰插云，山顶白雪皑皑，冰河悬垂；山腰森林成片，绿草如茵；山脚流水淙淙，一块块绿洲繁花似锦，是新疆维吾尔自治区重要的农牧业生产基地之一。

沿着东西走向的阴山山脉，中国古代劳动人民顺着山势地形修筑了一道气势雄伟的“万里长城”，它是中国人民智慧和毅力的象征。

2. 昆仑山和秦岭

昆仑山成弧状环列在青藏高原的北缘，西起帕米尔，向东一直延伸到四川盆地后与秦岭相接，然后再隐隐约约延伸到黄海之滨，潜越过大海后又出现在日本本州出现，叫做“中国山脉”。这列山脉，在地球的相同纬度上（包括大洋中）都有它的踪迹可寻见，所以说基本上是个全球的构造带。

在中国，昆仑山长约 2 500 公里，是亚洲最长的东西向山脉，号称“亚洲脊柱”。昆仑山北坡有许多断层，直降到海拔 1000 米的塔里木盆地，山势异常峻巍；南坡因青藏高原海拔已达 5 000 米，所以山岭顶部比较平坦。但 7 000 米以上的高峰也不少，大都分布在西部。山的西段还有许多冰川，远望昆仑，恰似横卧云彩间的银色玉龙。海拔 7555 米的慕士塔格峰（藏语即“冰山之父”的意思），位于喀什西南，耸立在帕米尔高原的冰峰之中。昆仑山的东段，由于气候十分干旱，故冰川也不发育。

昆仑山向东延伸，可以分为三支：一支叫阿尔金山，东延为祁连山；一支为祁曼塔格山；一支为可可西里山，东延为巴颜喀拉山。阿尔金山—祁连山组成青藏高原的北部边缘。祁连山位于甘肃河西走廊南面，一般海拔也在 4 000 米以上。“祁连”为蒙古语“天”的意思，因为从酒泉或张掖南望祁连山，陡峭拔立，峻巍极天，由此得名。巴颜喀拉山则是黄河和长江的分水岭，每年开春以后，强烈的阳光照射下的高山冰雪开始融化，雪水汇成一股股清澈的溪流，滋润着西北部干燥的土地，补充着长江与黄河的水流。昆仑山的冰雪是人们取之不尽、用之不竭的宝贵资源。

秦岭横贯中国中部，东西长约 1500 公里，宽自数十公里至三四百公里不等，最宽处位于黄河、渭河与汉水之间，平均宽度约 300 公里，一般趋势是愈往东愈狭窄，山岭的高度也是愈东愈低，至苏皖边界已成为仅高出地面 40~50 米的低丘，再往东便没入冲积平原。

广义的秦岭包括好几条山脉，除秦岭本身外，还包括西面的岷山，东面的伏牛山，南面的米仓山、大巴山和武当山等。在陕西境内的一段是秦岭的主体，平均海拔 2 000~3 000 米，最高峰太白山海拔 3 767 米。东部较低，著名的华山海拔也只有 1997 米。

秦岭北坡是一条极大的断层，秦岭循着断层上升，而渭河谷地则循断层下降。站在西安一带平原上远望秦岭山脉，只见山岭自西向东排列十分整齐，崖陡壁峭，巍然突起，宛如一道城墙横立在中国的腹部。冬季，它阻挡着西北风南下，使秦岭以南少受寒冻；夏季，它截断了东南风带来的云雨，使秦岭以北变得比较干燥。因此秦岭成了中国南北之间的一条重要的地理界线；岭北一般为暖温带和温带作物区，岭南则有柑桔、茶叶等亚热带作物；南坡的河流源远流长，北坡的河流大多短小，形成明显的对照。在中国的地理区

划上，华北和华中大致也是以秦岭为分界线的。

秦岭山脉到了河南省西部的南阳一带突然中断，但再向东又出现在湖北、河南与安徽三省边界，这就是桐柏山和大别山。这些山地海拔仅 1000 ~ 1500 米左右，走向略呈西北—东南方向。到了湖北省的广济北面，走向略呈西南—东北向，山势更低，一般为海拔 200 ~ 300 米左右的低矮丘陵，如张八岭等。这些丘陵和桐柏山、大别山连起来构成了一条向南突出的弧形山脉，因为都在淮河以南，故总称为淮阳山脉。

3. 南岭山脉

南岭包括越城、都庞、萌渚、骑田、大庾等 5 个山岭，故又称“五岭”。西起广西北部，横贯广西、湖南、广东、江西四省边境，东西绵延 1000 多公里，是东南丘陵的主干，也是长江水系和珠江水系的分水岭，分水线十分曲折。它的高度一般在 1000 米以上，最高的可达 2 000 米上下。

南岭主要由花岗岩组成，在一连串的花岗岩体造成的山簇之中，夹着许多低平的隘口和盆地，它们常常成为南北来往的交通要道。其中最重要的隘口有三：一是江西与广东间的梅关，联结着章水（赣江上源）与浈水（北江上源）的谷地，现有公路从这里通过；二是湖南与广东间的折岭路，联结着郴水（湘江支流）和北江支流的谷地，京广铁路就循着这条河谷和隘口进入广东；三是广西东北部的兴安隘，联结了湘江和桂江上游的谷地。早在 2 000 多年前，秦代劳动人民就利用这里有利的地形，开凿了一条沟通珠江和长江两大水系的人工运河，叫做灵渠，也就是兴安运河。如今的湘桂铁路也从这里通过。

南岭不很高，地形也较破碎，但仍然不失为中国南方的一条自然地理界线，对拦阻寒流南下仍起着一定的作用。所以，南岭以南的气候终年温暖，没有严寒的冬天，农作物一年可以三熟，庄稼终年生长，成为中国发展亚热带、热带作物的主要地区之一。而岭北冬季比较寒冷，瑞雪纷飞、漫天皆白已不是罕见的景象。所以，自古以来就有“一样春风有两般，南枝盛开北枝寒”的说法，生动地描写出南岭南北地理环境的差异。南岭山系大致也是中国华中和华南的地理分界线。

4. 喜马拉雅山脉

喜马拉雅山是世界上最雄伟高峻的山脉。藏语“喜马拉雅”就是“冰雪之乡”的意思。它耸立在青藏高原的南部边缘，西起帕米尔，东到雅鲁藏布江的转弯处，全长 2 500 公里，绵延在中国西藏自治区和印度、尼泊尔、锡金、不丹之间，略成向南突出的弧形。

喜马拉雅山脉平均海拔在 6 000 米以上，超过世界上任何其他山脉的平均高度。7 000 米以上的高峰就有 40 座之多；亚东以西，8 000 米以上的高峰也有 11 座，其中位于中国和尼泊尔边界上的珠穆朗玛峰，海拔 8 848.13 米，外形如金字塔，是世界上的最高峰，曾被人们与北极和南极相提并论，称为地球的“第三极”。

1960 年 5 月 25 日，中国年轻的登山运动员战胜了珠穆朗玛峰的北坡天险，创造了首次从北坡登上世界最高峰的记录。1966 年和 1967 年，中国一

支多学科的综合考察队和当地的农牧民一起，对珠穆朗玛峰地区进行了大规模的科学考察，获得了极为丰富的科学资料。其中重要发现之一，是在喜马拉雅分水岭南侧海拔 4 800 米的聂拉木县土隆地区，采到生活在 1.6 亿年前的巨大的鱼龙化石，并定名为西藏喜马拉雅鱼龙（图 20）。根据地层和化石特征的研究，西藏喜马拉雅鱼龙所生活的年代，在地史上是晚三叠世（距今约 1.8 亿年）。这就有力地证明了今日的喜马拉雅地区在 1.6 亿年前，曾是一个一望无际的海洋，以后由于地壳运动才使得原来的“沧海”上升，并成为今日的“世界屋脊”。而曾经横行一时的，像猛兽一样追捕着海中鱼类和头足类的凶恶的鱼龙，如今则已成了供科学工作者研究的遗迹。1975 年 5 月 27 日，中国藏、汉族登山运动员又第二次从北坡登上了珠穆朗玛峰，进一步揭示了被称为“科学之窗”的珠峰地区的大自然的许多奥秘，掌握了大量第一手的重要科学资料，为开发、利用青藏高原的自然资源提供了重要的科学依据。

喜马拉雅山连绵成群的巍峨高峰，挡住了从印度洋吹来的暖湿气流。因此，喜马拉雅山的南坡雨量充沛，植被茂盛；西北坡干寒，植物稀少，形成了鲜明的对照。位于喜马拉雅山北麓的雅鲁藏布江，由于印度洋的暖湿气流沿河谷北上，谷地内气候温暖湿润，森林茂密，农作物一年可以两熟，水力资源也相当丰富。

随着山地高度的增加，高山地区的自然景象不断变化，构成了高山地区具有特色的垂直自然带。喜马拉雅山由于山体特别高耸，所以自然带的垂直分布异常明显。从海拔 2 000 米的河谷上升到 8 000 米的山峰，虽然水平距离不过几十公里，但自然景色却迅速更替：低处温暖湿润，山深林茂，郁郁葱葱，属常绿阔叶林带；到海拔 3 000 米处，气温递减，喜暖的常绿阔叶树减少以至消失，而耐寒的针叶树逐渐增加并转居优势，成为针叶林带；再往上升高到海拔 4 000 米处，由于热量不足，树木生长困难，于是灌丛代替森林而出现灌丛带；更高则依次转化为草甸、地衣等自然带，海拔 5 000 米以上的高处便是终年积雪带。因此，我们从山下向山顶走，所看到的自然景色，就像从温暖的华南到严寒的极地所见的一样。在这么短距离内，自然景色有这么大的变化，确实可以称得上是自然界的一大奇观（图 21）。

（二）东北—西南走向的山脉

东北—西南走向的山脉，主要分布于中国的东部。这些山脉在构造上代表古代的大背斜，李四光把这些山脉称为华夏式山脉。这类华夏式山脉在中国从东到西主要可以分为三列。

1. 台湾山脉

台湾山脉是中国最东面的一列东北—西南走向山脉，为年青褶皱山，它由五列宽阔平行的山脉组成。从东到西为台东山脉、中央山脉、雪山山脉、玉山山脉和阿里山脉，山地面积约占全岛总面积的 2/3。中央山脉为全岛的骨干，北起苏澳，南达南端的鹅銮鼻，全长约 320 公里，是纵贯全岛南北的大分水岭，把全岛分为两半，最高峰秀姑峦山，海拔 3 833 米，有“台湾屋脊”之称。因其岭脊偏东，东半部的宽度仅及西半部的一半，而且东部地势

也较陡，故河流多较短急（图 22）。

台湾山脉山势险峻，海拔超过 3 000 米的山峰有 62 个，其中 22 个山峰高达 3 500 米以上，最高峰玉山海拔 3 950 米，也是中国东部最高的山峰。具有这样多高峻山脉的海岛，在世界上也是少见的。台湾山脉两侧多断层，阿里山脉与玉山山脉之间的断层带更为明显。沿着这条断层线，分布有许多山间盆地和湖泊。其中断层湖日月潭是台湾省著名的风景区，也是全岛最大水力发电站的所在地。此外，台湾岛东海岸北起三貂角，南至鹅銮鼻，也是一条壁立在海上的断层崖。在山群中，还残留有许多火山遗迹和温泉。

台湾岛附近还分布着许多小岛，包括澎湖列岛和钓鱼岛等岛屿，大都是在比较新近的地质时期由地壳底下的岩浆喷出地表以后冷却固结而成。

2. 小兴安岭—长白山地—山东丘陵—浙闽丘陵

位于中国东北的小兴安岭和长白山地比较低缓宽敞，平均高度多在 500 ~ 1000 米左右，山顶一般比较平缓，山间河谷比较宽阔，山上林海茫茫，谷底农田遍布。长白山地的最高峰白头山海拔 2744 米，是东部大陆上的最高峰；其南面绵延到辽东半岛的部分，称为千山山脉。

小兴安岭和长白山地是中国最大的林区之一。在这里漫山遍野生长着著名的红松、沙松和鱼鳞松等针叶树，还有桦树、柞树、桉树和椴树等落叶阔叶树。这些树木十分高大，树干直径常达 1 米左右，树高可达三四十米。参天的林木盖满了和缓起伏的山岗，远远望去，就像碧波万顷的绿色海洋。

山东丘陵地势较低（图 23），平均海拔多在 200 ~ 500 米之间，只有少数山峰达 1000 米以上。如胶东的崂山海拔 1130 米；鲁中的泰山海拔 1532 米，是个循断层上升的地块，突起于群山之上，显得特别巍峨，每当天气晴朗之日，登山顶远眺华北平原真是“一览无遗”，给人以“登泰山而小天下”之感。

浙闽丘陵地势较高，500 米以上的中低山约占浙闽两省总面积 1/2 以上，这些山地基本上都是白垩纪（距今约 1.35 亿年）的流纹岩及花岗岩所组成，如武夷山、戴云山、天目山、括苍山等，海拔都在 1000 ~ 1500 米左右，个别山峰有超过 1500 米的，如天目山主峰龙王山海拔达 1587 米，括苍山的百山祖海拔高达 1859 米。

中国东部还有许多名山，虽然它们的高度并不高，根本不能与西部的高山相比，但由于地理位置、历史或宗教等原因，却使它们遐迩闻名，如泰山、华山、衡山、恒山和嵩山，被称为“五岳”；庐山、黄山、莫干山、雁荡山等均以风景优美而著称，由于它们位置适宜，交通比较方便，所以都成为著名的避暑和疗养胜地。

3. 大兴安岭—太行山—雪峰山

这列山脉北起大兴安岭，南接北京的西山，再向南延到太行山，然后一直延伸到四川东面的巫山和湖南西部的雪峰山。这些山岭有的高达 3 000 米，耸立在大平原的西缘，成为中国东部平原和西部高原盆地之间的分界线，也可以说是西部高原、盆地的边缘山地。

大兴安岭是内蒙古高原的东缘山地，它从黑龙江绵延到张家口附近，长

达 1700 公里，东西宽达 200 ~ 300 公里，海拔 1000 ~ 1400 米左右。山地东坡陡峭，西坡平缓，成为不对称的山岭。浑圆的山岗连绵不断，山岗上盖满了茂密的森林。大兴安岭的森林 80% 以上都是松林。这里的松树在严寒的冬季落叶，故称落叶松，高达 30 多米，树干粗壮挺直，直径可达 80 厘米。在那无边无际的松林里还点缀有一片片树干银亮挺秀的桦林。

太行山自北而南绵亘于河北、河南与山西省的边界上，长达 400 多公里，最高的山脊海拔 1500 ~ 2000 米。从华北平原仰望太行山，山势十分巍峨；但从山西高原望太行山，就显得很低缓，看上去只是一片重重叠叠、连绵不绝的平缓岗峦。在太行山和吕梁山之间，为山西高原的中心，这里断层较多。如汾河谷地就是断层陷落的地堑。

太行山本来也生长有茂密的森林，但解放前山林资源遭到严重破坏，水土流失，土层瘠薄，粮食产量很低。解放后广大人民组织起来，和不利的自然条件展开了顽强斗争，使山区面貌起了巨大的变化。

湖北、四川间的巫山和贵州、湖南间的雪峰山也是华夏式山脉的一部分。巫山海拔约 2 000 米，长江从四川盆地流来，切穿山岭而过，造成了雄伟壮丽的长江三峡。雪峰山由太古代和古生代的石英砂岩、板岩、千枚岩和砾岩等组成，山势陡峭，有不少 1500 ~ 3000 米的高峰。向东北逐渐低缓成为丘陵，中间在烟溪附近特别低矮，海拔仅 300 ~ 400 米，成为资水与沅水之间的交通要道。雪峰山的东南部紧接南岭西端的越城岭，一般海拔为 1100 ~ 1500 米，只有渠水右源地势较低，为广西、湖南两省的交通孔道。东麓资水河谷多花岗岩出露，有小型的冲积平原和连绵起伏的丘陵，以东为湘中盆地区。

（三）南北走向的山脉

南北走向的山脉主要有贺兰山、六盘山、横断山等，而其中尤以横断山脉中段表现最为显著。

贺兰山耸立在银川平原的西侧，南北延伸 270 公里。平均海拔 2 800 ~ 3 000 米，最高峰达 3 600 米。除山岭上部有森林分布以外，其余都是石骨裸露、岩壁陡峭，不少横切山地的沟谷常常成为东西交通的孔道。

六盘山又称陇山，耸立在甘肃东部，平均海拔 2500 米，突起在陕北高原和陇中高原之上，显得十分高峻。主峰就叫六盘山，高 3 500 米，山路曲折险狭，须经六重盘道才能到达顶峰，六盘山因此而得名。六盘山区的新构造运动相当强烈，地震频繁，1920 年因海原、固原地震而形成的堤坝小湖至今尚存。山地区还保存着相当数量的森林，山谷山坡黄土所及之处多为农田分布。1935 年 10 月毛泽东率领工农红军长征，途中曾登临这座高山，并写下了光辉诗篇《清平乐·六盘山》。

在四川和云南西部有好几列南北走向、东西并列的高山，自东而西有大雪山、怒山、玉龙山和高黎贡山等。它们的高度一般都在 4 000 米以上，其中玉龙山的扇子陡高达 5 590 米，山上保存有现代冰川。由于这些高山的形成时代较新，加上岩石坚实，风化、侵蚀的时间较短，所以山势特别险峻雄伟，山岭直插云霄，深谷中急流奔腾，阻隔着东西之间的交通，因而这些山脉被总称为“横断山脉”。这在中国主要山脉的走向中独具一格。这些山岭峰峦重叠，平行南下，成为怒江、澜沧江和金沙江的分水岭。汹涌澎湃的三大巨川并肩南下，昼夜不息地奔腾于丛山峻岭之中，形成了一种独特的山高

谷深奇景。

这种山高谷深的地形特征说明了横断山区的地壳仍处在强烈上升阶段，怒江、澜沧江和金沙江还在不断地向下侵蚀和切割，才使得相对高差越来越大，从河底到山顶之间的相对高差，一般都在 2 000 米以上，造成中国著名的纵谷地带。高黎贡山为横断山区最西的山脉，主脉紧靠怒江，山体狭窄，山脊高度在 3500 米以上，最高峰可达 4200 米。怒山为怒江和澜沧江的分水岭，其主峰高达 4 300 米。云岭是澜沧江和金沙江的分水岭，南北绵亘很长，山岭高度多在 3 500 米以上，最高峰达 5 000 米以上，高山多云雾，所以称为云岭。这里由于河谷切割较深，两岸坡度陡峻，岩屑移动和岩块崩坍比较强烈，并断续出现倒石堆和泥石流现象，因而造成交通上的障碍。但在河谷两岸也有一些由阶地组成的局部平地或山间盆地以及断层陷落湖盆，这些地方成为当地农业生产的中心，加之地形、气候复杂多样，因而也是开展多种经营的良好基地。如今横断山区南段有滇缅公路，北段有川藏公路横越山地和峡谷，已大大改善了横断山区的东西交通。

中国的山脉除了上述三大类以外，横亘于中、俄、蒙三国交界处的阿尔泰山，也是亚洲中部的宏伟山系之一。阿尔泰山延伸达 2 000 余公里，在中国境内的部分位于新疆东北部，呈西北—东南走向。西北段较高，海拔 3 500 米，向东南逐渐变低。山区有茂密的森林，森林带以上和以下都有广阔的牧场。

中国的辽阔山区不仅具有丰富的森林和矿产资源，而且还有许多中草药和珍贵的动物资源。如西南山区有野生贝母、冬虫夏草、大黄、麻黄、当归、黄精、木通、杜仲、茯苓等中草药不下 2000 余种。野生动物如小熊猫、金丝猴、雉鹑、林麝、水鹿、黑熊、猓獾、金钱豹、石貂等，都是十分珍贵的稀有动物。此外，高山草地可供放牧，山区急流可以发电。但解放前山区不仅得不到开发和利用，相反，山区资源还遭到严重的破坏，以致山区的经济、文化都比较落后。新中国成立后，国家十分重视山区建设，进行了一系列综合性的科学考察和勘探地下资源的工作。许多山区的丰富的煤、铁、有色金属等矿藏正在被开采；对山区的森林进行了有计划的采伐，并积极开展造林和护林，使许多荒山披上了绿装。过去交通不便的西南、西北地区，如今已兴建了兰新、宝成、川黔、贵昆、成昆、湘黔等铁路和川兰、青藏、新藏等公路，许多山区还出现不少新的工厂、矿山和电站，甚至在青藏高原上也已开始修筑铁路。这些对于有计划地充分开发和利用山区资源，大力发展山区的经济和文化，都产生了巨大的促进作用。

四、平原、高原和盆地

陆地表面的地形类型是多种多样的，但从形态上来分，基本上可归纳为山地和平原两大类。

山地地形的形态特征和高度特征都是十分明显的，比较容易和其他各种类型的地形相区别。山地不但有显著的起伏，而且有较强的绝对高度和相对高度，一般把相对高差在 50 米以上的归为丘陵，大于 100 米的归为山地。

而平原、高原和盆地在形态上是很难严格区别的。平原通常是指地表起伏比较小而平缓，相对高度一般不超过 50 米的地形。根据海拔高度，平原又可以分为低平原和高平原两类，一般把海拔在 0~200 米之间的平原称为低平原，如沿海和盆地底部的平原多为低平原；海拔在 200~500 米之间的称为高平原；而把海拔超过 500 米的开阔平地列入高原的范畴。

但实际上，这样的划分也不是绝对的。中国的平原、高原和盆地这三者往往相互错杂，除了较大的地形单元外，一般往往只以形态和相对高差来命名，而对绝对高度的要求就不那么严格了。如四川盆地的成都平原，海拔高度就在 500 米以上，河套平原的海拔在 1000 米左右，但习惯上仍都称为平原，而不叫高原；拉萨平原的海拔达 3500 米以上，比中国东部的泰山还要高出一倍多。所以除了主要的平原、高原和盆地外，一般就采用习惯上的叫法了。

（一）中国主要的平原

平原在陆地地形中占有特殊重要的地位，因为平原的地表起伏微缓，坡度变化很小，比较平坦，为农业生产提供了十分有利的条件。因此，只要气候适宜，平原地带常常是农作物的重要产区和人文荟萃的地方。

平原的大小是十分悬殊的。中国的大平原纵横可达 30 多万平方公里，而小的只有几十到几千平方公里，两者可相差几十倍或几百倍。从地表形态来看，平原也是多种多样的。有的平原地表十分平坦，一望无垠，像华北大平原，往往走上几百里还看不到一个显著的高地；有的平原如四川的成都平原，坡度较一般平原大，有点向东南部缓缓倾斜，故叫倾斜平原；有的平原自四周向中部降低，称为凹状平原，吐鲁番盆地的低洼平原就属于这种类型；而东北大平原的中央部分具有波状起伏形态，故称为波状平原。此外像珠江三角洲平原，散布着一些孤立的残丘或小山，打破了一般平原的单调景色。

从动力成因来分，平原地区的地壳运动可以是正向（上升）的，也可以是负向（下沉）的。在地壳轻微上升的情况下，可以形成侵蚀平原；在地壳轻微下沉的情况下则可以形成堆积平原。中国主要的平原除河南、安徽、山东和江苏四省交界的地方有一片侵蚀平原（也叫准平原）外，基本上都是在地质下沉的情况下形成的堆积平原。其实即使在堆积平原中，也是形态多样，成因复杂的。一般由河流带来的泥沙堆积而成的平原，叫冲积平原。当河流从山地区流出到达平地后，由于河床坡度骤减，河水流速变慢，就会有一部分泥沙沉积下来，在山前地带形成像一把展开的折扇那样上窄下宽的平原，叫做冲积扇平原，中国的首都北京就位于永定河冲积扇平原之上。

在山地区常有一些沟谷，平时没有流水，而在大雨以后，山洪暴发，这种暂时性的洪水把大量泥沙砾石搬运到沟谷口外的山麓地带，堆积成扇形平原，称为洪积扇或山麓洪积平原。这种扇形平原上经常既有冲积物，也有洪

积物，以冲积物为主的叫冲积—洪积扇，以洪积物为主的则叫洪积—冲积扇。

有的平原是由湖泊演变而来的，叫做湖积平原。但单纯的湖积平原也是不多的，一般常与冲积平原交织在一起，如长江中游的江汉平原就是这样形成的。

此外，在河口地区往往形成呈三角形的平地，称为三角洲平原。中国的黄河、长江、珠江等河口处都有较大的三角洲平原。

中国平原面积约为 112 万平方公里，占全国领土面积的 1/10 强。这些平原主要是由江、河、湖、海的泥沙堆积而成，地势坦荡，水网稠密，土壤肥沃，是中国重要的农耕地区。中国的平原分布很广，但规模巨大的平原主要集中在大兴安岭—太行山—雪峰山一线以东的地区。这是一个依山连海、南北纵长的平原带。由于有东西走向的山岭穿插，这一平原带被分隔为几大块，由北而南依次为东北大平原、华北大平原和长江中下游平原。此外，在东南丘陵和岛屿的沿海地带也还有不少面积较小的河口三角洲平原，著名的有珠江三角洲平原和台湾西部平原。

1. 东北平原

中国主要的平原中，论面积，以东北平原最大；论地势，以东北平原最高；论土质，以东北平原的黑土最肥。

东北平原位于大、小兴安岭和长白山地之间，南北长约 1000 多公里，东西宽约 400 公里，面积达 35 万平方公里，是中国最大的一个平原。作为平原来说，东北平原的地势是偏高的。

东北平原又可分为 3 个部分，东北部主要是由黑龙江、松花江和乌苏里江冲积而成的三江平原；南部主要是由辽河冲积而成的辽河平原；中部则为松花江和嫩江冲积而成的松嫩平原，3 个平原又合称为松辽平原（图 24）。

除了三江平原大部分高程在 50 米以下外，其余部分的海拔都较高，其中尤以中部地区为高。因最近地质历史时期内，地体微有抬升，除了哈尔滨—齐齐哈尔—白城三角形地区地势稍低，海拔在 120~150 米左右外，三角形外围的广大地区海拔多在 200~250 米左右。地面受流水切割，出现缓岗浅谷的波状起伏。辽河平原地势较低，由北向南直到渤海海滨海拔由 200 米迅速下降到 50 米以下，滨海地区地面高程仅 2~10 米。

据地质学家研究认为，几百万年前辽河平原与松嫩平原是连成一片的，松花江、嫩江和辽河曾互相沟通，后来由于地壳运动，在通榆、长岭、长春一带，地面微微隆起成了分水岭，使辽河水系和松花江水系南北分流，于是辽河平原与松嫩平原就分了家。但这条“分水岭”，地势低缓，地面高出两侧平原也不过十几米到几十米，一眼望去映入眼帘的还是那微波起伏、平畴千里的平原面貌。今后如果能在这里开凿一条运河的话，那末就可以让东北平原的南北水系重新携起手来，这对于发展东北地区的交通运输是具有重要意义的。“松辽运河”一旦开通，不但可使松花江流域丰富的农、林、矿产资源由运费低廉的水路南运，以减轻铁路的负担，而且还可使松花江丰富的河水调入辽河，增加辽河的水量，以满足农田灌溉用水和航运的需要，同时还能使黑龙江水系在国内有自己的出海口。

松嫩平原和三江平原本来是由小兴安岭和张广才岭把它们隔开的，后来由于松花江在小兴安岭南端打开了一个缺口，向东流入黑龙江，才使这两个

平原连接起来。

东北大平原是一个山环水绕、沃野千里的平原。据调查，在这辽阔的平原上有 20 万平方公里的土地都是“一脚踩得出油”的黑土。新中国成立后，大批转业军人、知识青年和干部响应国家的号召，怀着保卫边疆、建设边疆的豪情壮志奔向“北大荒”，排干沼泽，开垦荒原。如今这里已发展成为中国主要的粮食基地之一，过去人迹罕至的“北大荒”已被建设成为富饶的“北大仓”。

2. 华北平原

从东北平原沿着渤海湾狭长的滨海地带（习惯上叫“辽西走廊”）向西南，过了山海关就进入中国的另一个大平原——华北平原。这个平原西起太行山和伏牛山，东到黄海、渤海和山东丘陵，北依燕山，西南至桐柏山、大别山，东南部在安徽、江苏北部大致以通扬运河与长江三角洲交界。整个平原延展在北京、天津、河北、山东、河南、安徽和江苏等 7 个省市境内，总面积约 31 万平方公里，是中国的第二大平原。

华北平原主要由黄河、淮河、海河等河流带来的泥沙逐渐向东冲积而成，所以又称为黄淮海平原。整个平原以黄河为“分水岭”，分为南北两部分：北部属海河流域，叫海河平原；南部属淮河流域，叫黄淮平原。

据研究，大约距今 1.3 亿年前，中国东部曾发生过被称做燕山运动的强烈地壳运动。这一地壳运动使今天的河北西部边境抬升成为东北—西南走向的太行山脉，东部相应断层下陷，并为海水所淹没，当时的海岸线直迫太行山麓地带。到了距今约 7000 万年时又发生了一次被称为喜马拉雅运动的地壳运动。这时西部山地再次抬升，东部继续下沉，这种西升东降的情况至今仍未止息，所以在地壳升降转折地带经常有地震发生。

与此同时，从西部和北部山地、高原上流出来的黄河、海河及滦河等河流，挟带着黄土高原冲刷下来的大量泥沙，首先在山前堆积起来，形成一系列冲积扇。冲积扇所在处地势较高，一般海拔在 50 米以上，坡度较大，容易排水，对农业生产有利。河北、河南两省的一些古老城市大多分布在这条地势较高的冲积扇带上。

由于黄河流经疏松的黄土高原，带来的泥沙最多，因此所形成的冲积扇规模也最大，地势也较高，并且横亘于华北平原的中部。这就使得整个华北平原的地势以黄河冲积扇为中心，向北、向南、向东微微倾斜。

冲积扇带的外缘是地势更为低平的冲积平原，一般海拔只有 30 米左右。在冲积平原的外围，即临近海岸的地方就是滨海平原，由各河流的三角洲相连而成。海潮和海浪向海岸堆积的泥沙对滨海平原的形成所起的作用也很大。这里的地势极为低平，地面高程都在 5 米以下，还留有不少尚未被泥沙填高的洼地。由于黄、淮、海等河流带来的大量泥沙超过了地壳下沉的速度，使得华北平原不断的填充和扩大成巨大的冲积平原，并使海岸线逐渐远离太行山麓，不断向外延伸（图 25）。

华北平原上多低洼地，凡是冲积扇与冲积扇之间，河流与河流之间，都是地势比较低洼、湖沼较多的地区。黄河冲积扇北面，保定与天津大沽之间是海河平原低洼地分布的中心，著名的白洋淀、文安洼和大洼等都分布在这一带；黄河冲积扇的东缘与山东丘陵接触处，是黄淮平原另一个低洼中心，

山东西部著名的微山湖、东平湖等湖泊群就分布在这一带。濰阳河、子牙河与漳卫运河之间也是一片低洼地。低洼地区排水不畅，不仅易受洪水内涝威胁，而且因为地下水位高，干旱季节存在于地下水中和土壤下层的大量可溶性盐分，随毛细管水上升地表，积存于土壤中，易形成盐碱土。

洪水、内涝、干旱，特别是春旱以及盐碱、风沙，长期以来是华北平原最凶恶的自然灾害。新中国成立后，华北平原人民治淮河、战海河、改造黄河，已使平原面貌起了巨大的变化。

3. 长江中下游平原

长江流过了雄伟的三峡以后进入中游，地势渐低，流速骤减，沿江两岸山地若即若离，平原宽窄不一。在中游地区，平原处于群山环抱的盆地之中，比较宽广，这就是两湖平原和鄱阳平原；自九江而下，直达南京、镇江，两边山丘夹峙，平原狭小而纵长，这就是苏皖平原；自镇江以下，依山连海，空旷辽阔，这就是长江三角洲了。

长江中下游平原主要由长江及其支流所夹带的泥沙冲积而成，总面积约 20 多万平方公里，绝大部分的高度都在海拔 50 米以下，境内港汊纵横，湖泊密布，向有“水乡泽国”之称。大约距今二三千万年以前，长江自镇江以下的河口还像一个喇叭形的三角港湾，水面辽阔，潮汐很强。在潮水的顶托下，长江带来的泥沙大部分被沉积下来，首先在南北两岸各堆积成一条庞大的沙堤。北岸的一条大致从扬州附近向东延伸直达南通附近。这条沙堤以北主要是古代淮河和黄河所输出的泥沙冲积而成的里下河平原。长江南岸的一条沙堤大致从江阴附近向东南延伸，直到金山的漕泾附近，并同杭州湾北岸的一道沙堤相连接，构成一个包围圈，把三角形港湾围成一个基本上与外海隔开、但还有一些缺口与海洋相通的潟湖，这就是古太湖。后来由于顺着沙堤缺口倒灌的潮水和古太湖上游河流带来的泥沙不断淤积，陆地不断扩大，古太湖日益缩小、分化成目前的淀山湖、阳澄湖等许多小湖。与此同时，长江的泥沙又在沿海一带继续堆积形成新三角洲。如今在上海市区西部，北起嘉定的外冈，经上海县的马桥至金山的漕泾一带，还可以见到一条断续的古贝壳沙带，这就是五六千年以前的古海岸线。这条线以东的土地就是 5000 年以来由泥沙淤积而成的新三角洲的一部分。如今，上海市东部的南汇嘴以及崇明岛的东端土地还在不断增长之中（图 26）。

从三角洲的发展过程可以着出，长江南岸以太湖为中心的太湖平原是长江三角洲的主体。这个平原像一只大盘碟。古沙堤及其以东的陆地是盘碟的边缘，地势比较高亢，地面高程一般为 4~6 米；在古太湖基础上淤积的陆地和残留下来的大小湖泊，是盘碟的底部，地面高程仅 2~3 米，有的还不到 2 米。

在坦荡的长江三角洲平原上，还星星点点地散布着由坚硬的岩石组成的孤山残丘，如无锡的惠山、苏州的天平山、常熟的虞山、南通的狼山、松江的佘山、天马山等。它们像大海中的孤岛，兀立在平原之上，挺立在太湖之中，有的成为花果山，有的已辟为游览区。太湖的洞庭西山和洞庭东山就是有名的水果之乡。

4. 珠江三角洲

珠江三角洲是由西江、北江和东江三大支流每年带来的 2800 万吨泥沙堆积而成的。从三水、石龙以下直达于海，面积约计 10 900 平方公里。这里原来是一个岩岛罗列的浅水港湾，由于海湾下沉的幅度较小，虽然珠江的输沙量只及长江的 21%，但三角洲向外伸展仍然很快，如磨刀门的灯笼沙每年外伸达 80~100 米，焦门与洪奇沥间的万顷沙每年外伸达 110 米。三角洲的冲积层不厚，一般只有 20~30 米左右，而三角洲上的孤山残丘很多，这是珠江三角洲的一个重要特色（图 27）。

珠江下游属于弱潮河口，河流泥沙受潮汐顶托后大多在口门外沉积，从而使陆地不断向外延伸，其速度每年约 80~130 米。人们适应这种情况进行围垦以增加土地资源，在三角洲沿江出海水道和海岸一带建设了一些垦区。这里的围垦方法是先沿着一条规划好的堤线抛石入海，使河口泥沙在堤线内逐渐淤积，不断地抛石使水下的淤积层不断加厚。一般成田要经过 4 个阶段：鱼游、鹤立、脊卤和草埔——先是看见浅水区内出现了小鱼；继而长腿鹭鸶飞来水里觅食；其后则死鱼的残骸露出在淤泥上；再后地面长出水草即可逐渐进行人工种植了。

珠江三角洲地势低平，但也微有起伏。有的地方地势低洼，当地劳动人民因地制宜地把低洼地改为养鱼塘，把塘里挖出的泥堆成 4~5 米宽的基堤。基堤上种桑、甘蔗或果树。这种土地利用方式，十分科学，当地称为“桑基鱼塘”、“蔗基鱼塘”和“果基鱼塘”。如基堤上种桑养蚕，蚕粪可作塘鱼的饵料，塘泥又是基堤上果、桑园的优质肥料。这样，堤上堤下，农、林、渔各业紧密结合，相互促进，共同繁荣发展，形成一个良性的生态环境，真是一举数得。

（二）中国的高原

高原是海拔较高而地面比较完整的高地。一般把海拔超过 500 米的大片完整高地叫做高原。

中国的高原主要分布在大兴安岭—太行山—雪峰山一线以西地区。根据形态的不同，高原可分为平坦的和分割的两种。内蒙古高原原来是一片平坦的准平原，以后受抬升作用上升构成海拔 1000 米左右的完整高原面。甘肃东部镇原、宁县一带的黄土高原，也是高原面保存完好的平坦的高原。而云贵高原则是中国典型的分割高原，有所谓“地无三里平”的说法。云贵高原海拔在 1500 米左右，高原面深受乌江、沅江、柳江和盘江等河流剧烈的切割，地表显得十分崎岖，特别在石灰岩分布地区，更广泛地发育了石林、伏流、陷阱等喀斯特地形，使原来平坦的高原面受到了严重破坏。

根据高原的成因，还可以把高原分为隆起高原、熔岩高原和黄土高原等类型。青藏高原、云贵高原和内蒙古高原都属于隆起高原，黄土高原则是在原有地形的基础上风成的堆积高原。熔岩高原是由大量熔岩堆积而成的独特的高原类型。中国的长白山地中有成片的熔岩高原。内蒙古的张北熔岩高原的平均高度在 1200 米以上。

1. 青藏高原

青藏高原是世界上最高的高原，包括西藏、青海、四川西部和新疆南部山地等广大地区，面积约为 230 万平方公里，平均海拔 4 500 米，有“世界屋脊”之称。

青藏高原实际上是由一系列高大山脉组成的高山“大本营”，地理学家称它为“山原”。高原上的山脉主要是东西走向和西北—东南走向的，自北而南有祁连山、昆仑山、唐古拉山、冈底斯山和喜马拉雅山。这些大山海拔都在五六千米以上。所以说“高”是青藏高原地形上的一个最主要的特征。

青藏高原在地形上的另一个重要特色就是湖泊众多。高原上有两组不同走向的山岭相互交错，把高原分割成许多盆地、宽谷和湖泊。这些湖泊主要靠周围高山冰雪融水补给，而且大部分都是自立门户，独成“一家”。著名的青海湖位于青海省境内，为断层陷落湖，面积为 4 456 平方公里，高出海平面 3175 米，最大湖深达 38 米，是中国最大的咸水湖。其次是西藏自治区境内的纳木湖，面积约 2 000 平方公里，高出海平面 4 650 米，是世界上最高的大湖。这些湖泊大多是内陆咸水湖，盛产食盐、硼砂、芒硝等矿物，有不少湖还盛产鱼类。在湖泊周围、山间盆地和向阳缓坡地带分布着大片翠绿的草地，所以这里是仅次于内蒙古、新疆的重要牧区。

青藏高原不但湖泊众多，而且还是中亚、南亚和东南亚的许多大江大河的发源地，水力资源极为丰富。高原的地势高，面积广，从太阳那里获得的光热资源特别充足，在一定程度上弥补了“天高地寒”的不足，为生物的生长、人类的活动提供了一个独特的有利条件。在那里，只要是晴天，大多数地区日照都在 12 小时左右。全年日照总时数一般为 2 500~3 200 小时，比它东面的长江流域、四川盆地和江南丘陵地区多 50~100%。日照时间长，太阳辐射也强，这里地面每平方厘米面积上每年得到的太阳辐射能一般达到 140~180 千卡，也比上述 3 个地区高出 50~100%。因此，太阳光能源的利用将是青藏高原的一项极其宝贵的自然资源。

青藏高原上还有一条很长的山间河谷盆地，这就是藏南谷地。另外在高原的东南部，由于河流切割形成了一系列南北走向的深切峡谷。祁连山也有一系列与山脉走向一致的纵向河谷。这些河谷盆地，地势比较低平，气温较高，而且大部分河谷气候也比较湿润，所以成为青藏高原的主要耕作区。有的河谷两侧山坡还有森林，特别是高原东南部的峡谷地区，是中国西南林区的重要组成部分。

青藏青原，尤其是其边缘地区广泛分布的“谷中谷”（河谷里的河谷）及河流两岸的阶地、山前的洪积扇叠置等现象，都揭示了青藏高原现仍在不断上升。这里频繁发生的地震和众多的地热泉，又反映了导致青藏高原隆起的地壳内部一系列复杂的地质过程尚未熄灭。对金沙江的精确测量表明，1956~1966 年期间上升幅度最大的达到 30~50 毫米，最小的也有几毫米。随着高原的持续隆起，无疑自然环境还会不断发生变化。

2. 内蒙古高原

内蒙古高原位于中国北部，东起大兴安岭，西止甘肃省河西走廊北山的西端，南界祁连山麓和长城，北抵于国境线。东西长约 2 000 多公里，面积约 100 多万平方公里，是中国第二大高原。

如果我们乘京包铁路的火车从北京出发，经张家口去内蒙古高原上的张

北县，一路上最先见到的是一片无垠的平原，车行约 50 公里，到了南口便到达华北大平原的西北部边缘。从南口往北，京包铁路便进入了山地，曲折迂回，穿过许多隧洞和桥梁，越过燕山山地，便进入永定河支流洋河的冲积平原，虽然这里也是一片平坦的土地，但地势已比北京高出 400 米了。

从张家口向西北眺望，只见峭壁陡起，山顶海拔最高达 1500 米，比张家口附近的清河谷地高出 700 多米。张家口的蒙古语叫做“喀尔根”，就是隘口或大门的意思。这里是华北与内蒙古间的交通要道。在张家口下车向西北行约 50 公里，就到了海拔 1500 多米的高山顶，从此向北，地面就和缓起伏，这时已经行进在内蒙古高原之上了，张北便是高原上的一个县城（图 28）。

内蒙古高原和青藏高原一样，是在近代地质历史时期里，地体不断抬升而形成的，但它抬升的强度远远不及青藏高原那么激烈。在上升过程中，一方面整个地块发生和缓的拗曲，形成平缓的丘陵和宽浅的盆地（蒙古语叫做“塔拉”）；另一方面东部和南部微微翘起，翘得最高的便成为山地。镶嵌在高原东部边缘的大兴安岭和中部的阴山山脉就是这样形成的。内蒙古高原广大地区海拔多在 1000~1500 米左右。宽浅的大盆地如呼伦贝尔盆地、二连盆地和居延盆地等，从盆地边缘到中心，几百公里路程的高差仅二三百米，在地形类型上，则属于堆积—剥蚀高平原（图 29）。

内蒙古高原是中国最大的天然牧场。高原西部气候干燥，大部分为沙漠和戈壁，植物比较稀少，草场比较零散，有不少草滩分布在沙丘间的湖盆之中。由西向东随着降水量的增多，牧草也长得越来越好。气候比较湿润的呼伦贝尔盟和锡林郭勒盟草原，牧草特别肥美，这里出产的三河马、三河牛和内蒙古绵羊等良种牲畜，是非常著名的。

3. 云贵高原

云贵高原包括贵州全省，云南省哀牢山以东地区，广西的北部和四川、湖北、湖南等省交界地区，是中国南北走向和东北—西南走向两组山脉的交汇点，平均海拔 1000~2 000 米。高原西部主要在云南省境内，山岭基本上以南北走向为主，如点苍山、乌蒙山和龙山等；东部主要在贵州省境内，山岭基本上是东北—西南走向，如大娄山、武陵山等。

云贵高原还是长江、西江（珠江的最大支流）和元江（下游为红河）三大水系的分水岭。这些河流的许多支流如长江水系的金沙江、赤水河、乌江、沅江，西江水系的南盘江和北盘江等长期切割地面，形成许多又深又陡的峡谷，使高原的大部分地区尤其是高原边缘，基本上都是高山深谷，峰峦叠嶂。如金沙江的虎跳涧大峡谷谷深达 3 000 米，乌江河谷也深达 300~500 米。北盘江打帮河上源的黄果树大瀑布，从几十米高的陡崖上直泻犀牛潭，水花飞溅，气势磅礴，是中国最大的瀑布之一。云贵高原发展到今天，实际上已经成为一个山地性的高原了。

在云贵高原上连绵起伏的山岭间。常有平坦的盆地出现，这种盆地在当地称作“坝子”。坝子内部地面比较平坦，土层深厚，一般都是农业比较发达、人口比较集中的地方，较大的城镇也多分布在这里。高原上还有很多因地层断裂陷落而形成的“断层湖”，著名的如云南东部的滇池和中部的洱海，其面积分别为 340 平方公里和 250 平方公里，著名的城市昆明和大理就分别座落在这两个湖泊的旁边（图 30）。

云贵高原地形上的另一个特色，就是具有典型的喀斯特现象的发育。在石灰岩分布地区，到处可以看到奇异的石林，深邃的洞穴，以及忽隐忽现的地下暗河和横跨峡谷的“天生桥”等。这种地形在高原上以路南的石林和贵阳的地下公园最为著名。

（三）中国的盆地

盆地是周围山岭环峙、中部地势低平似盆状的地形。中国由于山区面积广大，山脉纵横交错，因此在网格状的山脉间形成了许多的盆地。面积超过10万平方公里的著名盆地有塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和四川盆地。它们都分布在中国的西部。

1. 塔里木盆地

早在5亿年前，塔里木和准噶尔是一片汪洋中的两大片陆地。大约距今2~3亿年前，地层发生急剧变动，沉陷的海底隆起成高山。这样，塔里木和准噶尔便成了众山环抱的两个盆地，并为天山所分隔。

“塔里木”维吾尔语意为“无缰之马”。塔里木盆地位于天山以南、昆仑山和帕米尔高原之间，近似菱形，仅东端有宽约70公里的缺口与甘肃河西走廊相连，是一个巨大的内陆盆地。盆地东西长1500公里，南北宽约600公里，盆底面积达53万平方公里，是中国最大的盆地。盆地地面由西向东微微倾斜，西部海拔可达1300米，东部的罗布泊则降低到768米。

塔里木盆地具有明显的环状地理带。从盆地边缘向中心，环带的变化规律是：高山带、山麓砾石（戈壁）带、绿洲带、沙漠和盐湖带，各地带的景色截然不同。高山顶部有无数冰山雪峰，天山山脉多苍郁深密的森林，山地生长着茂盛的牧草，是优良的天然牧场。砾石带的水均渗入石砾地下，地面草木不生，非常荒凉。绿洲带田园阡陌相连，渠道密如蛛网，盛产小麦、玉米、水稻和棉花。所产棉花纤维细长，质地优良。沙漠和盐湖带占有很大面积，在罗布泊以东主要是戈壁，罗布泊以西广大地区则主要是流沙，沙层极厚，沙丘重重，一般植物难以在这种极端干燥的沙丘上生长（图31）。

2. 准噶尔盆地

准噶尔盆地位于天山以北，天山与阿尔泰山之间，西北、东北和南面均为高山所包围，成一不等边的三角形，面积约38万平方公里，是中国第二大盆地。盆地地势由东向西微微倾斜，东端海拔高度可达千米，而西部的湖沼洼地已下降到200~400米，艾比湖水面高程仅189米，是盆地最低部位。

准噶尔盆地的地形结构与塔里木盆地相似，但四周的山岭有许多缺口，所以盆地形状不如塔里木完整。盆地东西两端较为开展，成为中国通往中亚的孔道。盆地的海拔平均约500米，向东地势渐高，与内蒙古高原相连接。盆地内部景色较为复杂，有草原、沙漠、盐湖、沼泽。其中沙漠仅限于中部及东部，即玛纳斯河以东，统称为古尔班通古特沙漠，这里气候干燥，沙丘比较小，高度也较低。玛纳斯河以西，降水量较多，大部分为草原和沼泽地带。盆地西部有高达2000米的山岭，但是有几个缺口，西北风吹入盆地内，

因而冬季气候寒冷。

准噶尔盆地有着丰富的石油、煤和各种金属矿藏。盆地西部的克拉玛依是中国较大的油田之一。北部阿尔泰山区自古以来以盛产黄金著名。准噶尔盆地的绿洲较少，主要分布在天山北侧；盆地东缘因没有高大山脉为绿洲的发育提供水源，所以基本上没有什么绿洲。

3. 柴达木盆地

柴达木盆地是青藏高原上陷落最深的一个巨大盆地，略呈一不等边的三角形。位于青海省阿尔金山、祁连山、昆仑山间，东西长 800 公里，南北最宽处 350 公里，面积约 22 万平方公里，由许多小型的山间盆地所组成。盆地西高东低，海拔 2 500~3 000 米，比塔里木盆地高 2~3 倍，是一个高原型盆地。从盆地边缘至中心依次为戈壁、丘陵、平原、湖泊。

“柴达木”蒙古语即“盐泽”的意思。二三亿年前这里还是一个大湖，后来盆地西部上升，湖面逐渐缩小，留下 5 000 多个咸水湖。位于盆地中央的察尔汗盐池是中国最大的盐湖，面积约 1600 平方公里，储盐量达 250 亿吨，可供全国人民食用 8 000 年之久。盐湖表面结成大面积坚硬深厚的盐盖，最厚处达 15 米。贯穿盆地南北的公路，有 31 公里长的路面就是建筑在察尔汗盐湖的盐盖上；这里的不少房屋也是用盐块砌成的。盆地上还有五光十色的盐结晶，其中水晶盐块可以雕刻成各种艺术品。柴达木不仅是盐的世界，而且还具有丰富的石油、石棉以及各种金属矿藏，曾被人们誉为“聚宝盆”。如今，这个沉睡千年的“聚宝盆”，正在建设成为西北的重要工业基地之一，其东部和东南部已成为新垦农业区。

4. 四川盆地

四川盆地与上述 3 个盆地的自然景色迥然不同，这里江水滔滔终年不息，葱郁的山林、翠碧的田野衬托着紫红色的土壤，红绿相映成趣，使这个被誉为“天府之国”的盆地显得分外妖娆。

四川盆地属丘陵状盆地，面积约 20 万平方公里，不但形式完整，而且是一个标准的构造盆地。四周邛崃山、龙门山、大巴山、巫山及大娄山环绕，海拔 1000~3 000 米，多紫红色砂页岩，故有“紫色盆地”、“红色盆地”之称。大约距今 1.35 亿年前，四川盆地还是一个内陆大湖。后因地壳运动，周围上升为山地，东缘的巫山地形较低，湖水从巫山溢出，湖底逐渐干涸成为盆地。在地壳水平运动的作用下，盆地山脉都成西南—东北方向排列，以川东一带地势最高，华蓥山最高峰海拔约 1800 米，成为盆地中的最高点。盆地中部丘陵和缓起伏，面积几乎占盆地一半以上，形成一个丘陵性盆地。

成都平原位于盆地的西部，它是一个由于地壳不断下沉和河流夹带的泥沙长期堆积而成的扇形冲积平原。平原上河渠交错，灌溉便利，是四川盆地的精华所在。2200 多年前，中国古代劳动人民为了防洪和灌溉，在成都平原、岷江上游利用地形特点，因势利导修建了著名的都江堰水利工程。

都江堰是建筑在灌县附近，岷江中心的一条大堤，它把岷江分成内江和外江。都江堰前端的堰顶尖如鱼嘴，叫做都江堰鱼嘴。外江的水滚滚而下，汇注长江。内江的水经过人工切开的山岬，通过渠道被引入成都平原。这个引

水口叫做“宝瓶口”，被切开后与岸隔离的石堆叫做“离堆”。为了控制灌溉用水，在都江堰下游的内、外两江之间修了一道飞沙堰，使内江水在平水时可以全部流入渠道，大水时过多的水量可越过飞沙堰泄入外江（图 32）。这一工程建成以后，灌溉了几百万亩农田，有力地促进了成都平原的农业生产。劳动人民还在宝瓶口的石壁上刻了水格，观测水位变化，并积累了许多水利工程方面的宝贵经验。

四川盆地除了成都平原的冲积土以外，在广大丘陵地区，满山遍野都是一片紫红色的土壤。这种土壤是从紫红色的砂页岩风化而来的，含有植物所需要的磷、钾等矿物养料，是中国南方最肥沃的土壤之一。但因这种土壤质地比较疏松，而盆地中的降水又十分丰沛，再加上多丘陵地形，在缺乏植被保护的地方，容易造成水土流失。长期以来，四川人民为了保持水土修筑了许多梯田。

四川盆地由于经历过由陆地到海盆、由海盆到湖盆、然后又由湖盆转变成陆盆的历史，所以在盆地中沉积了丰富的煤、铁、盐、天然气和石油等矿藏，再加上盆地内温暖湿润的气候，精耕细作的肥沃土壤，使得被誉为“天府之国”的四川盆地不仅是中国重要的稻、麦、玉米等粮食丰产区，还盛产甘蔗、棉花、蚕丝、茶叶、油菜、药材和水果。新中国成立后，这里的钢铁、机器制造、化工等重工业和许多轻工业也得到了迅速发展。如今，四川盆地正在建设成为中国内地的一个重要的现代化的工、农业生产基地。

五、黄土地形的特征与改造

黄土主要分布于世界大陆比较干燥的中纬度地带。据估计，全世界黄土分布的总面积有 1300 万平方公里，约占全球大陆面积的 10%，岩层的平均厚度约为 10 米。在整个欧洲的 7%，北美洲的 5%，南美洲的 10%，亚洲的 3% 的面积上都覆盖着黄土。此外，在澳大利亚、新西兰以及其他地区也都有零星分布。全人类有好几亿人口居住在黄土区域，他们的生产和生活都与黄土有着密切的关系，所以对于黄土的研究早就为人们所重视。

（一）中国黄土的分布和特性

中国黄土的分布面积，比世界上任何一个国家都大，而且黄土地形在中国发育得最为完善，规模也最为宏大。中国西北的黄土高原是世界上规模最大的黄土高原；华北的黄土平原也是世界上规模最大的黄土平原。中国黄土总面积达 63.1 万平方公里，占全国土地面积的 6%。

从地理位置来看，中国的黄土主要分布在北纬 40° 以南的地区，位于大陆的内部、西北戈壁荒漠以及半荒漠地区的外缘。从区域来看，中国的黄土主要分布于广大西北地区的黄土高原以及华北平原和东北的南部。黄土高原的面积约占全国黄土分布总面积的 70% 以上，黄土层的厚度一般都达 100 米以上，其中陕北和陇东的局部地区达 150 米，在陇西地区可超过 200 米。具体地说，黄土主要分布于甘肃的中部和东部，陕西的中部和北部，内蒙古伊克昭盟的南部和西部，山西的大部分，河南的北部、西部及西北部，山东西部以及辽宁山地一带。华北平原的黄土则多被埋藏在较深的冲积层的下部。

总之，在长城以南，秦岭以北，西迄青海东部，东至海边的整个黄河流域都有黄土分布。在长城以北，黄土就逐渐消失。此外值得注意的是，天山北麓、昆仑山麓、祁连山麓也有黄土分布。一般认为中国黄土的分布南止秦岭，但事实上在宝鸡以南，秦岭中的凤县、双石铺一带，再南至柴关岭也都有黄土分布。即使在汉中盆地或向东到大别山北坡、江苏北部，甚至南京附近以及长江流域的某些地区也有零星的黄土分布（图 33）。

黄土是最新的地质时期（距今约 200 万年左右的第四纪时期）形成的土状堆积物，所以其性质比较疏松、特殊。典型的黄土为黄灰色或棕黄色的尘土和粉沙细粒组成，质地均一，以手搓之易成粉末，含多量钙质或黄土结核，多孔隙，有显著的垂直节理，无层理，在干燥时较坚硬，一被流水浸湿，通常容易剥落和遭受侵蚀，甚至发生坍塌。所以在黄土地区进行各种工程建设时，如果对黄土的特性不了解，往往会给工程带来严重的损失和破坏。因此，黄土的特性很早就引起了科学工作者和工程技术人员的注意，并在长期的实践和研究中，已经把黄土的主要特性归结为 5 个方面。

1. 多孔性

由于黄土主要是由极小的粉状颗粒所组成，而在干燥、半干燥的气候条件下，它们相互之间结合得很不紧密，一般只要用肉眼就可以看到颗粒间具有各种大小不同和形状不同的孔隙和孔洞，所以通常有人将黄土称为大孔土。一般认为黄土的多孔性与成岩作用、植物根系腐烂和水对黄土的作用等

有关，更重要的是与特殊的气候条件有关。典型的黄土孔隙度较高，而黄土状岩石的孔隙度较低。

2. 垂直节理发育

当深厚的黄土层沿垂直节理劈开后，所形成的陡峻而壮观的黄土崖壁是黄土地区特有的景观。垂直节理发育，就是典型黄土和黄土状岩石所具有的普遍而特殊的性质。

关于黄土垂直节理的成因，曾引起许多学者的兴趣。目前较多的人认为，垂直节理的形成主要是由于黄土在堆积加厚的过程中受重力的影响，土粒间的上下间距变得愈来愈紧密，而土粒间的左右间距却保持原状不变。这样水和空气即沿着抵抗力最小的上下方向移动，也就是说沿着黄土的垂直管状孔隙不断地作升降运动并反复进行，这就造成了黄土垂直节理发育的倾向。

3. 层理不明显

凡是沉积岩一般都应该具有层理，因为任何成因的沉积岩的形成都必须经过沉积物逐步堆积的过程。黄土既然也属于沉积岩的范畴，为什么层理却不明显或不清楚呢？

很多学者把黄土无层理或层理不明显，作为黄土风成的标志，而有层理的黄土则认为是水成的依据。如今，有人提出黄土无论是风成的，还是水成的都应具有层理，其层理之所以不明显，主要是由于在观察过程中，人们的注意力主要集中在黄土的孔隙性和垂直节理的显著特征上，忽视了对层理的研究；其次，黄土的组成物质主要是尘土质物质，它在渐次堆积过程中，形成非常薄的层理，用肉眼观察是很不明显的；另外，黄土崖壁经过不断的雨水淋洗后，常常使表层黄土成泥浆糊状物涂于整个崖壁表面，因而从外观来看，就再也看不清层理了，就像砖砌的墙壁经过泥浆的粉刷再也看不到砖缝一样。这种说法是有一定道理的。

4. 透水性较强

一般典型的黄土透水性较强，而黄土状岩石透水性较弱；未沉陷的黄土透水性较强，沉陷过的黄土透水性较弱。黄土之所以具有透水性，这是和它具有多孔性以及垂直节理发育等结构特点分不开的。黄土的多孔性及垂直节理愈发育，黄土层在垂直方向上的透水性愈高，而在水平方向上的透水性则愈微弱。此外，当黄土层中具有土壤层或黄土结核层时，就会导致黄土层的透水性不良，甚至产生不透水层。

5. 沉陷性

黄土经常具有独特的沉陷性质，这是任何其他岩石较少有的。黄土沉陷的原因多种多样，只有把黄土本身的性质与外在环境的条件结合起来考虑时，才能真正了解黄土沉陷的原因。

粉末性是黄土颗粒组成的最大特征之一。粉末性表明黄土粉末颗粒间的

相互结合是不够紧密的，所以每当土层浸湿时或在重力作用的影响下，黄土层本身就失去了它的固结的性能，因而也就常常引起强烈的沉陷和变形。

此外，黄土的多孔性，大气降水和温度的变化以及人为的影响，对黄土中可溶性盐类的溶解和黄土沉陷的数量与速度都有着极大的影响。

黄土的上述五种特性并不是互不相干的，而是相互影响，互为作用的，所以对黄土的特性必须全面综合地加以研究。

（二）黄土的成因

关于黄土成因问题的争论，已经有百余年的历史了，过去大量文献中有关黄土成因的学说有 20 余种之多，而其中比较流行的说法主要是风成说、水成说和风化残积说等，而风成说的影响尤为广泛。

从世界范围来看，黄土主要分布在中纬度气候温暖的地区，并呈不连续的带状。特别是在干燥和半干燥气候地带，温暖少雨，蒸发强烈，寒暖季节变化鲜明，黄土最为发育。而在低纬度和高纬度地区很少见到黄土分布。这说明黄土的发生、发育与中纬度气候上的微弱差异有着十分密切的联系。

由于黄土主要分布在温带荒漠和半荒漠地区的外缘，或是古代冰川区域的前缘，因此，我们有理由推测，这些温带荒漠和半荒漠地区以及古代冰川前缘可能就是黄土物质的重要来源地。同样，我们也有理由认为，除了当地的风化产物外，搬运和堆积黄土物质的动力，无疑是与这种气候条件下所特有的风以及各种形式的地面流水作用分不开的。

黄土风成说也有两种说法。一种认为荒漠地区是黄土物质的源地，在荒漠地区常有强大的风力从中部呈辐射状吹向荒漠的边缘，风好像在荒漠中进行大扫除一样，把大量的黄土物质送到生长灌木的草原地带逐渐堆积下来，长年累月就形成了厚层的黄土（图 34）。另一种认为，在冰期时，大陆冰盖区的反气旋将冰水沉积中的细颗粒吹送到外围的草原地带堆积而成黄土。后来就有人提出了“暖黄土”和“冷黄土”的理论，把从荒漠中吹送而来的黄土称为暖黄土，而冷黄土则是指从冰水沉积物中吹送而来的黄土。一般认为欧洲和北美洲的黄土主要属于冷黄土，而中国黄河中游地区的黄土多属暖黄土类型。

新中国成立后，中国的科学工作者通过对黄河中游黄土地区的大量调查，对于黄土风成说已经取得了比较充分而可靠的证据。首先可以看到，从亚洲大陆内陆向外围区域，戈壁、沙漠和黄土有规则地依次成带状分布；其次，黄土的矿物成分具有高度的一致性，而与所在地区的其它岩石成分极不相似；第三，距离荒漠愈远，黄土的粒度有逐渐变细的规律性；第四，黄土可覆盖在多种成因的、形态起伏显著的各种地貌类型上，并保持有相似的厚度；第五，黄土含有陆生的草原性动、植物化石；第六，黄土层中含有多层重叠的土壤层。这些特征除了用风成说来解释外，不可能用其它的营力来解释。而在有些地区，黄土中偶尔也会夹杂有当地岩石的碎屑，有时也可发现夹有小块状的黄土块。这些现象则说明这种黄土可能是原生的风成黄土在受到流水作用以后再堆积的，因而称之为次生黄土。

黄土的水成说者认为，黄土的形成主要是流水作用的结果，因为有些黄土往往分布在干燥区的山口、谷口和山麓的冲积、洪积平原上。而在古代冰盖的边缘地区冰融水带来了细粒物质，在冰水排泄平原的外围地带也会成为

黄土而沉积下来。

所谓“风化残积说”，是认为黄土是在干燥气候条件下的风化、成壤过程中形成的，因此黄土是原地形成的，而不是从外地搬运来的，这是风化残积说与风成、水成说的根本区别。

总之，中国的黄土，无论在时间上或空间上的分布，都大致符合于世界其他地区黄土发生和发育的总的一般规律。就大部分黄土及黄土状岩石的物质来源看，主要的还是风从荒漠地区吹扬来的。风把黄土搬运而来，满山遍野地覆盖着；以后又在各种形式的流水作用（包括坡积、洪积、冲积、湖积和冰水堆积等作用）下，被搬运、堆积到更稳定的地点。有些地区也会形成一些占面积不大的风化残积的黄土层。由于黄土的成因与生产实践密切相关，因此，某一个具体地点的黄土成因问题，还是需要作具体研究的。

（三）黄土地貌的类型

中国黄土高原的总特点就是沟谷密布，地形连绵起伏。如果我们从高空下望，就会发现那广漠无垠的黄土地区酷似一片黄色的海洋，丘岗起伏、茆梁透迤。在流水侵蚀作用较强烈的地区，黄土高原和平原则被流水沟谷蚕食成千沟万壑，支离破碎。即使某些局部地区的顶部还相当平坦，但两侧却十分陡峻。

有意思的是世界各个地区不同类型的黄土地形，无论其规模大小，都有着相似的面貌。这说明虽然黄土地貌的巨大类型取决于下覆古老地貌的规模，而黄土地貌的中小类型及其特征，在很大程度上是取决于黄土的特殊性质以及当地特有的气候和水文条件的。

沟谷与沟间地形是黄土地区的两个主要地貌类型。一般来说，沟谷的发展由小变大，在不同阶段形成各种不同的沟谷类型；沟间地形则因不断受到流水的蚕蚀而由大变小。中国西北黄土区域目前主要地貌类型的形成，一方面受到流水作用的侵蚀切割，另一方面也受到古地面的影响，所以是古今各种地貌营力作用的结合产物。

西北黄土区域的人民通常把黄土高原都称为“黄土塬”，如陇东的董志塬、陕北的洛川塬以及晋西的一些小型破碎的黄土塬等。塬面坡度一般在 5° 以下，是最宜农耕的区域。黄土高原和黄土平原就其成因类型来看，显然是不同的，但它们的产状却是相似的。黄土高原由于黄土层的产状近于水平，所以地形面和地质面已趋于吻合，因此接近于构造高原类型。而华北的黄土平原由于黄土层的产状也近于水平，沉积面和地形面一致，所以是属于堆积平原类型的。

至于黄土盆地，其形状大多呈槽状，中间广平，面积大小不一，一般只有数十平方公里，如陕西、甘肃、山西以及河北的山间或山前地带。这种类型的黄土盆地很多，并多半成群分布。从盆地的地形面和地质面的吻合角度来看，其成因也不外乎分为构造盆地和堆积盆地两种。

在黄土高原或黄土盆地遭受沟谷流水切割后的沟间残余部分，形成许多黄土丘陵。它们的高度虽然各处不一，但就某一区域来看却常常是一致的，如果登高远望，这些丘陵很像大海中的黄色波浪。黄土丘陵的形状和大小也甚为复杂，中国西北人民对它们的不同形态给予了不同的名称，例如把长条状的丘陵叫做“梁”，顶平的叫“平梁”；把孤立浑圆状、顶部呈穹形的丘

陵叫做“峁”；把塬与沟谷间的较大的残余平地叫做“坪”，梁、峁组合间的鞍地叫做“峁岭”；在两个黄土沟之间的长条平梁，常常成为沟间的良好分水岭，因其外形颇似一堵长墙，所以也有人称其为“黄土墙”（图 35）。

在黄土负地形中，“川”和“沟”是最为主要的。河川在流路上一般显得比较定形，而沟壑却显得十分混乱。但总的看来，这些川沟系统不是呈树枝状就是呈羽毛状。流水对黄土的侵蚀主要有线状侵蚀和面状（或称片状）侵蚀两种方式。

黄土地区沟壑的形成，大部分是流水集中进行线状侵蚀的结果。这种沟壑根据规模大小可以分为纹沟、细沟、浅沟、切沟和宽沟等。初始的纹沟远望不易发觉；细沟和浅沟的深度也不大，农具可以犁平；而发育成切沟和宽沟后，沟体被深切扩大，沟壑的结构也就复杂起来，有的深度可达 300~500 米，宽度约等于深度的 2~3 倍。

侵蚀沟各部分的发展方向是不同的，沟头向上游分水岭方向伸展，如陇东西峰镇南小河沟平均每年进展 0.35~1.6 米，绥德桥沟右岸支沟平均每年进展 9 米。沟底因水流集中而不断向下掏深。沟壁则因陡立不稳定，加上沟底的掏空，会沿垂直节理而崩塌，逐渐使沟体扩大。

当流水作用创造了有利于物质移动的地形条件时，黄土物质就常常发生向下运动，引起黄土的崩塌和滑坡等面状侵蚀。

崩塌多半发生在陡峭的沟坡上。当这种沟坡失去了坡面的平衡，再借助于其他的作用使黄土块体失去稳定时，就发生崩塌，并在其下方形成崩塌体和新的黄土陡崖或黄土柱等形态。

当岩性不同的两个接触坡面以一定的坡度存在时，由于地表水和地下水的作用，会使接触面变得润滑，在重力的影响下就很容易产生滑坡（图 36）。

由于黄土中含有大量的钙质，所以当含有二氧化碳的地下水在黄土中积极活动时，就产生了化学溶蚀作用，黄土中大量的可溶性盐类被流失，从而使黄土失去胶结的钙质。另一方面地下水对黄土物质的潜蚀，以及在黄土物质本身重力的影响下，造成沉陷或形成陷穴，因而发育成各种类型的潜蚀地貌，如黄土碟、黄土陷穴、黄土柱和黄土桥等地形。

（四）黄土高原的开发和治理

黄土高原和黄河流域一带曾是中华民族祖先的主要活动场所，是中国古代文化的发祥地，曾被称为中华民族的摇篮。古代夏、周、秦朝的文化都是在这里孕育成长的。

今天的黄土高原包括陕、甘、宁、晋、豫、青和内蒙古 7 个省、自治区的大部分或一部分，共有 200 多个县，总面积约 59.9 万平方公里，耕地面积 1.8 亿亩，人口近 7000 万。在这个广大地区内，约有 43 万平方公里的地方水土流失严重，每年每平方公里的水土冲刷量，由几千吨到 1 万吨。据调查估计，每年要从地面冲蚀掉 0.5 厘米的肥沃土壤。这个地区的耕地约 2 亿亩，由于长期水土流失的结果，使自然环境、生产条件遭到严重破坏，农业生产落后，部分地区亩产粮食只有 30~50 斤。1977 年 7 月，一场 150 多毫米的暴雨酿成的洪水从附近高地毫无阻拦地直泄而下，曾经淹没了大半个延安城。有人估计，黄土高原年平均侵蚀模数（每年在单位面积内流失的泥沙量）一般为每平方公里 5000~15 000 吨，陕西北部和山西北部的一些地方甚至高

达每平方公里 15 000~30 000 吨。每年流入黄河的泥沙达 16 亿吨以上。由于黄土高原的水土流失，不仅严重危害西北地区的农业生产，而且还严重地威胁着黄河的安全，使黄河下游的河床不断淤高，成为世界上少有的“悬河”（图 37）。目前黄河下游河床已高出地面 3~8 米，有的地方高达 12 米，早已高过开封城墙，严重威胁着下游地区人民生命财产的安全。

黄土高原在地形上，主要可以分为 3 个部分。

（1）六盘山以西甘肃中部的高原，海拔约 2 000 米左右。高原中有若干狭窄的河谷平原，如兰州附近的黄河谷地，临洮附近的洮河谷地等，都是高原中最富庶的地方。当我们漫步于黄土高原时，你还会看到在那麦黍油油的农田下方，有着一排排整齐的窑洞，那就是黄土高原上一部分农民的居所。

（2）陕西北部的高原，海拔约 800~1000 米，地势较低，四周有更高的山岭环绕着，在构造上成为盆地，所以许多地理、地质学家又把它称为陕北盆地。陕北高原的东面隔着黄河有山西的吕梁山；西面是甘肃的六盘山，高度都超过 2 000 米以上；南面铜川和宜君间的山地海拔仅 1200~1500 米；北面与毛乌素沙漠相通，没有显著的界线，但靖边以北的白于山海拔达 2000 米，可以看作高原的北界。陕北高原的平缓地面上间或有较高的石山兀立，海拔约 1100~1400 米。陕北高原的地层大部分是水平的，河流的侵蚀作用表现得特别强烈。

（3）在太行山与吕梁山之间为山西高原。山西高原因有许多断层和局部盆地，地形比陕北和甘肃高原更为复杂。太行山东坡陡峭，向西平缓倾斜，实际上构成了山西高原的一部分。山西高原的东部边缘海拔 2000 米以上，向西渐渐降低，所以高原地面海拔多在 1500~2000 米之间。这个高原上有许多海拔 1000 米左右的局部盆地，如平定、沁县、长治等盆地。吕梁山的形状与太行山相似，最高山峰海拔在 2 500 米以上，整个山岭也是东坡峻巍，西坡缓斜，渐与陕北高原相连接。介于吕梁山与太行山之间的山西中部有一条狭长的低地，海拔 400~800 米，从太原一直伸展到晋西南黄河河岸。其中太原附近的平地范围最广，长约 150 公里，宽约 50 公里，构成山西高原中最大的局部盆地。低地大致与太行山和吕梁山的走向平行，而汾河循着这个低地流入黄河，因此把这个低地称为汾河低地。因低地两侧常有显著的断层，所以从地质构造上看，汾河低地实在是一个典型的地堑。

新中国成立后，国家对于黄土高原的治理和开发虽然做了不少工作，但由于生产方针和治理措施等方面存在一些问题，使黄土高原面貌的改变较慢。国家有关部门在总结过去的经验教训的基础上，已初步提出了今后在西北黄土高原建设上所要采取的方针。对于占黄土高原相当大的面积、水土流失又最严重的丘陵沟壑地区，应以林牧为主，农林牧全面发展，因地制宜，综合治理；并按照不同的自然条件和社会经济状况，把黄土高原划分为 4 个不同类型的区域：

（1）农业区，包括渭北、陇东、晋中、延安市以南等一些地方。这里属于半湿润温和与寒温气候，年降水量 500~600 毫米，年平均气温 10℃ 以上，塬面较多，生产潜力较大。这些地区应主要发展农业，做到粮食自给有余，部分县应建成商品粮、棉、油基地。要积极营造护田林、护坡林，在塬面和丘陵缓坡地区适当种植牧草，发展养畜业。

（2）林牧区，包括陇南、宁南、晋西北、延安市以北等地区的丘陵沟壑地带。这里属于森林草原及其向草原过渡的地带，半干燥寒温气候，年降水

量 400 ~ 500 毫米,水土流失十分严重;东部与风沙区临界,已受到风蚀威胁;开垦的面积很大,植被遭受严重破坏;农业受地形和气候影响,产量低而不稳。这个地区应以植树种草,发展林牧业为主,在“川”台地及缓坡上适当修建基本农田,争取在常年情况下粮食自给。

(3) 牧区,包括陇中、宁南、晋西北、榆林北部、内蒙古北部的一些地方。这里属于草原带和荒漠草原带,半干燥寒冷气候,年降水量多数在 400 毫米以下,冬季长而寒冷,春夏多旱多风,土质沙性大,风蚀和水蚀都很严重,作物生长期短,发展农业的不利条件较多。这个地区应主要发展畜牧业,大力营造防风林、放牧林,适当发展农业,粮食争取基本自给。

(4) 林区,包括子午岭、黄龙山、崂山、乔山、六盘山、陇山附近各县的部分地区和吕梁山区的一部分地方。这里降水量较多,地势较高,多数为土石山地,土层较薄,现在还残存一些次生林。这个地区应以林为主,严格保护现有林区,积极发展水源林以保障这个地区农牧业的发展。

总之,黄土高原应当根据不同类型地区的自然条件、社会经济情况和实现农业现代化的需要,分别制定农林牧生产的发展区划和实施规划,要以水土保持为中心,改土与治水结合,治坡与治沟结合,工程措施与生物措施结合,积极建设基本农田,大力造林种草,以中小流域为单位,集中治理和连续治理,这样就一定能够加速对黄土高原地区的综合治理和合理开发。

六、奇丽的喀斯特地形

在各种地形类型中，最引人入胜的要算石灰岩地区的地形了。对于石灰岩地区独特的地貌，国内外学术界均以南斯拉夫典型的石灰岩地貌区喀斯特高原的地名来命名，即“喀斯特地貌”。过去中国亦曾用过“岩溶地貌”一词。

“江作青罗带，山如碧玉簪〔同簪，z n〕。”这是中国唐朝著名诗人韩愈对桂林山水的生动而形象的描述。俗话说：“桂林山水甲天下，阳朔山水甲桂林。”这说明桂林阳朔风景山水的优美是普天下少有的。

而那里的山水之所以能引人入胜，主要是因为那里的喀斯特地形发育得特别完好的缘故。

（一）喀斯特地形的形态特征

在中国，从世界屋脊的青藏高原到海浪滔滔的台湾岛域，从林海雪原的大兴安岭到美丽富饶的南海诸岛，不论是巍巍群山，还是宽广平原，都分布有许多奇丽的喀斯特地形。绮丽多姿的阳朔山水，柱石林立的路南石林，滚滚翻腾的济南趵突泉，宛若迷宫的桂林芦笛岩……，各种喀斯特地形，千姿百态，把万里江山装扮得分外妖娆。

我们如果有机会来到桂林漓江边上，就会见到一座座奇峰排列江边，有的像平地突起的巨笋，有的像含苞待放的莲花，有的像慈祥可亲的老人，有的像成群排列的雁行，确实是万剑插天，千峰竞秀，映着清碧的漓江水，真有点目不暇接，眼花缭乱的感觉。

在山峰分布的地区，石芽、洞穴、地下河处处皆是，而在这些奇丽山峰的内部，则更是别有洞天。像著名的桂林“七星岩”溶洞，长达2公里多，幽邃曲折，洞内有可容万人的“厅堂”，有平地拔起的石笋，有悬空倒挂的石钟乳，有“顶天立地”的石柱，人们则根据其形象，以形命名，什么狮子潭、飞龙潭、仙人坟、白象、骆驼、金桥、米碓……，真是琳琅满目，美不胜收（图39）。

自桂林至阳朔，那种拔地而起的石灰岩山峰可以说处处可见，桂林市中心的独秀峰端庄秀丽，犹如“南天一柱”。市区漓江边的伏波山耸立江边，每当江水陡涨浪涌波翻时，大有遇阻回澜的气势。此外，有的数个山峰相依成簇，如有名的七星山就是因7个山峰相联犹如北斗七星而得名；有的则别具形态，如马鞍山、猴山、骆驼山……等则因山形而得名；也有的是许多山峰好似千重剑戟，指向碧空，真有“欲与天公试比高”的气概，显得十分壮观。

桂林山水令人神往的另一个重要特点是遍布于石山腹内变化无穷、宛若迷宫仙境般的喀斯特洞穴。有人曾用“无山不洞，无洞不奇”的词句来形容这里溶洞的众多和奇丽。实际上，这里不仅山山有洞，洞洞奇丽，而且常常是从山脚到山顶溶洞遍布，犹如多层楼阁。桂林市的许多名山，例如叠彩山、

“江作青罗带，山如碧玉簪。”曾见不少文章引用为白居易所写，其实为韩愈所作。原诗为：送桂州严大夫“苍苍森八桂，兹地在湘南。江作青罗带，山如碧玉簪。户多输翠羽，家自种黄甘。远胜登山去，飞鸾不假骖。”——韩愈《昌黎先生集》（四部备要本）卷10，126页。

七星山、象鼻山等，不仅山的外形奇特，而且都有着各具特色的无数溶洞。溶洞中由石钟乳、石笋、石柱等化学沉淀物组合成千姿万态的形象，其颜色也因在碳酸钙中杂有不同的化学成分而显得五彩缤纷。古今游人根据其形象特征，起了很多寓意深邃的名字，如刘三姐对歌台、仙人晒网、银河鹊桥、叶公好龙、望夫台、画山观马、还珠洞、孔雀开屏等等，从而使得这些喀斯特地形形态变得生意盎然。人们在观赏这些山水美景的同时，如果再能加上导游者富有诗意的指点和解说，那么不仅可以丰富我们的想象力，而且还可以懂得很多的科学知识。在这些风景区的山岩洞壁上还留有大量摩崖石刻，有对中国大好河山赞颂的，也有记述宝贵史实的，这些都是可贵的文化艺术珍品。

（二）喀斯特地形发育的条件

人们在饱尝美景之余，往往禁不住会问：这些奇丽景象究竟是怎样形成的呢？是什么力量造成这些奇山怪石，雕塑出万姿千态的壮丽奇观呢？

如果我们来做一个实验，就会帮助我们对这一大自然奥秘的了解。我们知道，石灰岩是一种比较坚硬的岩石，它的主要成分是碳酸钙（ CaCO_3 ）。这种岩石对于机械侵蚀和物理风化的抵抗力较强，但却容易被含有酸性的水所溶解，因为酸性溶液可以和石灰岩发生化学作用，使岩石受到溶蚀。如果我们把盐酸滴到石灰石上，立即会有许多白色泡沫不断冒出，好像沸腾一样。待一会儿，用水冲去泡沫，石灰石上便留下了明显的溶痕。

雨水中经常含有一定数量的碳酸气，所以带有一些酸性。雨打在石灰岩上，一点点地溶蚀着它，天长日久，就在岩石上留下了破坏的痕迹。经过千万年不断的溶蚀冲洗，雨水就会把原来的石灰岩地面弄得面目全非：平地上出现了尖芽锐脊和深浅纵横的沟槽，斜坡上显出了一条条挺直的大裂缝，像车轮的痕迹那样。水流沿着石灰岩的裂隙逐渐扩大溶蚀，以后就会慢慢地形成石林、洼地或溶洞（图 40）。

喀斯特溶洞主要是由地下水对石灰岩进行破坏作用而形成的。由于地下水对岩石的破坏以及岩石的崩塌，使得洞穴不断扩展。以后由于地面抬升或地下水水位降低，溶洞就干涸，并出露地表。而雨水等通过洞顶岩石中的裂缝渗入溶洞，这样，含有碳酸钙溶液的水，会慢慢地从溶洞顶部一滴一滴地落下来，同时碳酸钙就沉淀，并形成自上而下像悬钟那样的长条形或乳状沉淀物，称为石钟乳（或称钟乳石）；当石钟乳下部的水滴到洞底，碳酸钙沉淀则形成竹笋状的突起，称为石笋；当石钟乳和石笋不断发展，最后会连接起来而成为石柱（图 40）。但这种沉淀物可以形成各种不规则的形态，人们往往喜欢按照自己的丰富想象力而给以许多动人的名称。其实，这些生动的形态都是水流对于石灰岩的溶蚀雕塑的结果。所以有人曾作过这样的比喻：例如把喀斯特地形当作一种精致的艺术品，那末水流就是这些奇丽景象的雕刻家，而石灰岩便是这位雕刻家所用的材料。

溶洞常常迂回曲折，高低不一，有的溶洞还会成层分布。如江苏宜兴的善卷洞（图 41），就分上、中、下三层，每层间均相通，中洞和上洞都是大空洞，下洞有地下河流出，叫做水洞。这主要是由于地壳间断上升，使含水层节节下降，结果就形成了由垂直通道相连的重叠式的层状溶洞。

总之，影响喀斯特地形发育的因素虽然很多，但主要的是岩石性质和水

文情况这两个因素。前者是物质基础，即首先要能被水溶解的石灰岩的存在；后者是动力条件，即还要具有一定溶解能力的水。而水文情况又往往与气候有关。中国的气候因纬度、海陆而变化，并受到东南季风和地形的影响，雨量和雨日一般是从东向西、从南到北逐渐减少的。因此在高纬度、高原或高山地区，喀斯特作用比较微弱；在冰冻情况下，喀斯特作用甚至接近停滞状态。沿海地区受季风的影响，喀斯特作用比较强烈。南岭以南终年无冰期，雨日也较长，所以成为中国喀斯特发育最为典型的地区。

（三）中国喀斯特地形的分布

中国几乎各省、自治区都有不同面积的石灰岩的分布，出露地表的总面积约有 130 万平方公里，约占全国总面积的 13.5%。被埋藏于地下的则更为广泛，有的地区累计厚度可达几千米，以至上万米。由此可见，喀斯特地形的研究对我国来说，是具有十分重要的意义。

中国整个西南地区石灰岩连成一片，分布最广，面积共达 55 万平方公里。其中尤以广西地区出露的面积最大，达 12 万平方公里，约占广西全区总面积的 60%。贵州和云南东南部石灰岩的分布面积也约占该地区总面积的 50%。此外，广东、浙江、江苏以及四川盆地和鄂西山区等地都有大面积的石灰岩分布（图 42）。

广西地区的喀斯特地貌是别具特色的，这里除了部分的弧形山系以外，其余大部分地区则分布着连绵成片、一眼望不到边的尖锥状、宝剑状、柱状、塔状等形态各异、挺拔峻峭的石灰岩山峰。如果我们站在较高处放眼望去，只见群峰密集，气势雄伟，犹如苍蓝色的石头森林。它们纵横连绵达数百公里，而且各个山峰的高度都十分相近，构成了一个自西北向东南缓缓倾斜的峰顶面，在林立的石峰之间密布着一个个深达 200~400 米、直径不过 100~200 米的封闭小洼地。从广西西北部到中部，地形形态呈有规律的变化：峰顶高度依次降低，山峰密度逐渐变稀。同时，山间的封闭洼地高程也渐次下降，洼地规模也明显增大，由数个洼地联接成串珠状洼地。

此外，不规则的长条形谷地则逐步过渡为较开阔的峰林谷地和孤峰平原地形。以山水甲天下著称的桂林—阳朔一带，就是一种喀斯特强烈发育的峰林谷地和孤峰平原。这里是广西东北部峰林地形的主要部分，也是亚热带喀斯特地形的典型代表。

与广西相邻的云贵高原区喀斯特发育的特点与广西喀斯特有显著的差异，其原因是云贵高原的地质条件比广西复杂得多，可溶性的碳酸盐类岩层与非可溶性的砂页岩、火山岩交互成层，再加上褶皱紧密，断裂错综，因而形成许多独立的、大小不同且各具特点的可溶岩体，而不像广西那样是一个连续分布的、褶皱平缓、岩性比较单一的、巨大的可溶性岩体。在黔南、黔西南和滇东某些地段，也有大面积连续分布的碳酸盐类岩层，在几百万年前的第三纪也曾发育有热带、亚热带的峰林和孤峰平原等喀斯特地形，但因其自第三纪以后，云贵高原区地壳大幅度隆起，成为海拔 1000~2000 米以上的高原，这样就不再具备广西那种湿热的亚热带气候条件，以溶解为主的喀斯特作用也就远不如广西那样能够强烈地进行，故其剥蚀作用相对较为突出，山峰一般具有浑圆、低缓的特点，溶洞分布也远不如广西那样普遍，峰林的陡峻程度也远比广西的峰林逊色。如今黔西安顺的峰林，云南路南的石林均

为第三纪时尚未上升为高原前湿热气候条件下的产物，而不是现在凉爽的高原气候条件下所能形成的。

中国现代喀斯特的发育具有明显的气候分带现象。广西、贵州南部、湖南南部、云南东部和纬度比桂林更低的地区称为热带型，峰林地形是这一类型喀斯特地貌的主要标志；川东、鄂西山地和贵州高原大部分地区属温带—亚热带型，洼地、漏斗、竖井等负地形是本区的主要特征，江苏宜兴、浙江金华与杭州等地区的溶洞与石灰岩泉也可以归入这一类型；山西的太行山和部分吕梁山区、北京西山、山东西部丘陵等石灰岩零星出露地区属温带型，这里现代地表喀斯特作用比较微弱，地表水顺裂隙渗入地下，成为地下河及石灰岩泉，如济南、太原等地的石灰岩泉便是典型的例子；在中国西部高山区及内陆干旱区则属于寒带型和干旱型，这里由于昼夜温度变化较大，往往引起石灰岩的崩解，溶蚀作用也就不十分明显了。

对于喀斯特地形的研究，中国早在 16 世纪（明朝）就已经开始了，这要比外国早 200 年左右。中国著名的地理学家徐霞客（1586～1641 年），在畅游南北名山以后，曾于 1637～1639 年用两年的时间遨游广西、贵州、云南，对中国西南石灰岩分布地区进行了详细的调查和考察。他探索了 100 多个地下岩洞，并对石灰岩地区的地貌形态作了详尽细致而又朴实生动的描述，对它们的成因作了正确的科学解释。他写的《徐霞客游记》一书，可说是世界上研究喀斯特地形最早的一本书。

（四）喀斯特地形的利用和改造

喀斯特地形不仅风景优美奇丽，是发展旅游事业的一种可贵的天然资源，而且喀斯特地区对于人们的生活和生产建设也有着十分密切的关系。

我们知道，石灰岩是烧制石灰、水泥的重要原料。在喀斯特溶洞中，由于流水的作用，往往富集了各种砂矿，中国著名的个旧锡矿就是这样形成的。至于在广大的喀斯特地区发展工农业生产，就需要对这些地区的地质、地貌、水文等情况进行深入的调查研究。因为只有了解了那里的水文情况，才能调查出地下水的储量，解决供水问题（图 43）。只有当我们充分研究和掌握了喀斯特地形的发育规律以后，才能在建设矿山和修建交通线路过程中避免发生溶洞崩塌等事故，才能很好地选择水库坝址，解决漏水问题。而喀斯特溶洞还是冷藏物资和进行某些科学实验的好场所；洞穴中的古生物化石更是历史学家和考古学家的宝贵资料。

中国劳动人民对于喀斯特地形的认识、利用和改造有着悠久的历史。早在公元前 214 年（秦朝），劳动人民就在喀斯特分布的广西兴安地区凿通了长达 30 公里的灵渠，连接湘、漓两江，沟通了长江与珠江两大水系，成功地建成了中国喀斯特地区第一个大型水利工程，充分显示出中国古代劳动人民改造自然的智慧和能力。距今 1800 年前的东汉时期，山西人民就利用晋祠附近的喀斯特泉水灌溉大片田地。900 年前的北宋时期，沈括在他的《梦溪笔谈》一书中就论述过石钟乳的成因。300 年前的明朝，徐霞客在考察了华南、西南等地区后，在他的名著《徐霞客游记》中更对喀斯特现象作了较详细的记载和初步的分类。

中国西南喀斯特地区位于湿热多雨的亚热带气候区，这本来是有利于农作物生长的，但由于喀斯特发育的石灰岩地区多裂缝空洞，雨水、地面水极

易漏失，造成农田受旱；另一方面，因缺乏地表排水系统的封闭洼地地形，雨季又极易受涝，故西南许多地区自古以来就有“旬日无雨地干裂，一场大雨遭水淹”和“地面水贵如油，地下水滚滚流”的说法。

新中国成立后，中国水文、地质、地理等有关科研工作者对喀斯特地区进行了深入的调查，尤其是对地下河の利用进行了较深入的研究，并已取得了许多可喜的成绩。

广西各族人民仿照兴修地表水利工程的经验，因地制宜地分别兴建了引、蓄、提、排等利用喀斯特地下河的水利工程。所谓“引”就是引水出洞，当地下河从海拔较高的地区向较低的地区流时常有较大的水位落差，这样就可以在洞内高水位处筑坝拦水，并开凿渠道、隧洞，把本来未出露地表或出露地表较低的地下水引出洞外，灌溉谷地或平原上的农田。当水位落差较大时，还可以用来兴建水电站，再利用尾水灌溉农田，做到一水多用。“蓄”就是堵洞蓄水，在工程地质条件有利的地下河段修建地下坝，截断地下河，壅高上游地下水位，造成地下水库。有的在上游有利的地形条件下溢出地表，自流灌溉；有的因水位抬高，可以减少抽水扬程，便于提水；有的利用地下水库造成的水头差，兴建地下水电站。“提”就是安泵提水，根据喀斯特水出露和动态变化的特点，采用不同的提水设备和方法，如把水泵安装在船上，或把水泵安装在可沿轨道滑动的车架上，根据水位涨落升降水泵位置，这叫做滑道式泵站。其他如电梯式泵站、深井泵、潜水泵等也能适用于水位多变的地下河的抽水。广西人民还在地下河中選擇有利的水力、洞体条件，兴建了许多座地下水轮泵站，利用地下河水力把水送上数十米至百多米以上的地面或山上灌溉农田。也有利用地下河天然落差兴建地下水力发电站或兼有提水、发电之利的地下泵电站。“排”就是凿洞排水，当邻近有更低一级的洼地或谷地时，可直接开凿排洪隧洞以防涝；没有这种有利地形条件时，则主要是开扩和疏通洼地中的落水洞和天然地下河道，扩大泄洪能力，以解除或减轻洪涝危害。

在生产建设实践中，对喀斯特的改造和利用已取得了多方面的成就和经验，如石灰岩山区造田造地；利用天然溶洞建设有利于战备防空的地下工厂和车间；利用天然溶洞四季温差小的特点，建设低温、恒温仓库、车间等。广西人民在喀斯特强烈发育的地区进行城市、工矿、道路建设的实践中，对于与溶洞、地下河有关的稳定性、沉陷、漏水等问题的勘测和处理方面也积累了丰富的经验。如今，喀斯特地区已不只是一种具有游览观赏价值的令人神往的优美风景区，而且在社会主义建设中将发挥出越来越大的作用。

七、风力作用为主的沙漠地形

沙漠，当人们对它没有足够认识以前，往往是令人望而生畏的。中国新疆的“塔克拉玛干”沙漠，在维吾尔语中就是“进去了出不来”的意思。然而这个在 19 世纪 90 年代被一位外国探险家称之为“死亡之海”的大沙漠，如今已有许多地方得到了开发、利用和改造。

(一) 中国沙漠的分布及其成因

在我国西北、华北的北部及东北的西部，有大片沙丘覆盖的沙质荒漠，由砾石、碎石组成的戈壁、砾漠，以及称之为岩漠或石质荒漠的岩石裸露的山地。它们主要位于北纬 35~50°、东经 75~125° 之间，分布在新疆、青海、甘肃、内蒙古、陕西、吉林和黑龙江等 7 个省区。据统计，中国的沙漠、戈壁和沙漠化土地面积总计约 130.8 万平方公里，占国土面积的 13.5%，在荒漠地带以流动性沙丘为主的沙漠，占全国沙漠面积 70% 以上，在荒漠草原和干草原地带以半固定、固定沙丘为主的沙漠化土地，面积约 32.8 万平方公里。其中，以新疆分布的面积最广，约占全国沙漠、戈壁面积的 60 左右。中国著名的大沙漠，自西向东有塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠等（图 44），其中塔克拉玛干沙漠面积达 32 万平方公里，比 3 个浙江省还大，是中国最大的沙漠，也是世界上著名的大沙漠之一。对于这样一个广大面积的沙漠，在旧中国，反动政府完全置之不理，且束手无策，致使沙区人民过着“沙逼人退”的悲惨生活，至于在科学研究上更是一个空白。新中国成立后，国家十分重视沙漠的改造和利用，已把它列为干旱地区社会主义建设的重要项目之一。

沙漠是干燥气候的产物。就世界范围而论，干燥气候区的形成主要与纬度、海陆位置和大气环流等因子有关。

中国的沙漠是在干燥气候和具有丰富的沙质来源等自然条件以及人为因素的影响下，长期发展演变而成的。若单就纬度来说，中国的西北、内蒙古等地区，是不应该成为干燥气候区域的。但由于中国位于欧亚大陆的东南部，是东亚季风盛行的地带，中国的降水主要是受夏季风的影响，夏季降水的水汽来源主要来自西南、南和东南沿海。而西北和内蒙古地区则深居欧亚大陆中部，距海洋远，特别是它的南部和东部边缘有许多高大山系，阻挡了夏季风

表 2 中国主要沙漠的面积（单位：万平方公里）

沙漠名称	面积	沙漠名称	面积
塔克拉玛干沙漠	32.74	科尔沁沙地	2.46
古尔班通古特沙漠	4.73	小腾格里沙地	2.33
巴丹吉林沙漠	4.71	库姆塔格沙漠	1.95
腾格里沙漠	3.67	乌兰布和沙漠	1.03
毛乌素沙地	2.50	柴达木盆地的沙漠与风蚀地	3.31

的深入。冬季，欧亚大陆处于强大的蒙古—西伯利亚冷高压控制下，加之本区北方地形比较开阔，无高山屏障，干燥的大陆气团和北冰洋的寒冷气流可以倾注直泻，从而使这里异常干燥寒冷。这样中国西北和内蒙古广大地

区就终年处于极端干旱的情况下，从而形成了世界上最大、最典型的干燥大陆性气候的温带、暖温带干旱区，而干旱盆地周围的丰富沙源又成了沙漠形成的物质基础。此外还有人为的原因，如滥伐森林、过度放牧和盲目开垦，破坏了森林草原；或因战争等原因毁坏了干旱地区的灌溉工程等等，促使沙漠不断扩展，形成“人造沙漠”。如陕北榆林一带的毛乌素沙地，年降水量有 400 毫米左右，历史上曾经是一片肥美的草原，在草原的洼地和坡地上分布着相当数量的“沼泽丛林”，但后来因滥垦大肆破坏草原，致使长城以外 60 多公里宽的地带变成了一片茫茫的沙漠。

（二）中国沙漠的自然特征

由于中国的沙漠深居内陆，远离海洋，加上周围的高原、大山阻挡了湿润的海风吹入，因此气候干燥、日照强烈、雨量稀少、气温较差大、风沙频繁、植被稀疏低矮等，成为这一地区共同的自然地理特征。

如新疆东部及塔克拉玛干沙漠的中部和东部，年降水量在 10 毫米以下，平均年温差一般为 30~50℃，绝对温差可达 50~60℃ 以上，“早穿皮袄午穿纱，围着火炉吃西瓜”，是这一地区气温变化剧烈的真实写照。沙漠南部的风沙日常占全年的 1/3，如且末最多可达 145 天。甘肃民勤县 1959 年风沙日达 148 天，占全年日数的 41%，持续时间最长可达 17~48 小时。

沙漠地区的植物不仅低矮稀疏，而且还具有干旱地区的特色。为了适应干旱的气候，它们的叶子都缩得小小的，或者变成棒状和刺状，像梭梭和沙拐枣。沙拐枣原生在河西走廊弱水两岸，5、6 月开黄白色的花，飘散着桂花的香气。它是蜜源植物，枣可食，叶子是饲料，树干可作各种器具，是很好的防沙护田树种。有些植物为了减少蒸腾而气孔下陷，角质层加厚；另一些植物营养器官变为肥肉质，以自身储蓄水分。为了抵抗夏天强烈的阳光，很多植物的枝干表面变成白色或灰白色，像白茨、梭梭等。为了吸收沙层里仅有的一点水分，它们的根系特别发达，而且尽量往地下深处伸展，并长出很多的侧根以扩大吸水面积，例如怪柳、骆驼刺、沙拐枣等，它们在地上部分不过三四米高，但它们的主根可达 20 多米。

沙漠里既缺少动物的饲料，又缺少雨水，再加上强烈的日晒、高温和巨大的蒸发，使很多常见的动物难于生存，可是却有一些独特的动物在沙漠中生活得很好。生活在沙漠中的动物为了适应干旱环境，在生理上的先决条件是善于保持液体，使水分损失最小，而且能耐饥耐渴。被称作“沙漠之舟”的骆驼就是这样一种具有特殊机体构造的动物，它有储藏养料的驼峰，胃壁上长着许多盛水的小窝，可以储存大量的水分；它又有能反刍的胃，四蹄像个软垫子，不怕沙子磨擦，鼻孔可以随意关闭，挡住风沙；它还有一双很好的眼睛，双眼皮，长睫毛，是抵抗飞沙的门户。骆驼特别能耐饥耐渴，可以几天不喝水，不吃东西。当遇到各种带刺的灌木和干枯了的草本，别的动物不能吃的，骆驼却都能吞得下去，等到休息的时候，曲腿卧下，再把匆忙吞下去的食物顺着脖子反上来，开始从容不迫地倒嚼着，然后咽到第二个胃里去。正因它具有这样的生理特征，才使它成为沙漠中最好的运输工具。一头骆驼能驮载 150~250 公斤重物，一天能走 30~40 公里，因此，不管沙漠地区如何广泛地利用汽车，骆驼仍然保持着它特有的功用。

(三) 中国沙漠地区地表的基本形态

沙丘是沙漠地区地表最基本的形态，也是沙漠地区最具特色的地形。

如果从飞机上俯瞰一下塔克拉玛干沙漠，那末首先看到的就是金黄色沙粒堆成的各种不同形状的沙丘，其中最常见的也是最引人注目的是新月形沙丘。从空中看新月形沙丘就好像是立体的一弯新月，这主要由于从沙丘背部和两侧吹来的风将沙粒从背风坡顺着沙丘的两侧搬向前端停积下来，逐渐形成两个沙角所致（图 45）。

新月形沙丘随风移动，迎风坡平缓，背风坡陡峻，两坡交接成弧形交替，高几米到几十米，宽可达 100~300 米之间。在沙源丰富处，这些新月形沙丘会互相连接成一条链子似的，垂直于风向，这就叫做新月形沙丘链，它们的高度大小不等，一般是 20~30 米。这种沙丘链在中国和世界各地的沙漠中分布十分广泛（图 46）。

在塔克拉玛干沙漠中心和西南部，还分布有在其他沙漠中少见的复合型纵向沙垄。沙垄也叫“垄岗沙”或“纵向沙丘”，也是沙漠中广泛分布的一种沙丘，它随盛行风向平行伸展，长可达数百米至数公里，高可达数十米，顶部微呈穹形，两坡大致对称。最长的沙垄可达 45 公里，沙垄与主风向大致平行，但覆盖其上的次一级沙丘却与主风向垂直。位于多种风向及下伏地面有显著起伏或邻近山岭的地带往往发育有金字塔沙丘，其分布形式或成孤立的个体分布，或一个接着一个地组成一个狭长而不规则的垄岗。此外，在中国沙漠北部还可见到高大的穹状沙丘，西部及西北部还分布有鱼鳞状的沙丘群。

沙漠虽然可以移动，但只要能生长植物，它就会被植物的根牢牢抓住，风再吹也不易移动，这种沙丘就叫做固定沙丘。有时沙丘上植物长得不够多，风还能将灌丛间的沙子吹跑，这种沙丘就叫半固定沙丘。在我国小腾格里沙地的边缘和局部水分条件较好的地方，常可以见到固定和半固定沙丘。

戈壁是一种基本上没有细沙的干燥区地形，它是在极端干燥炎热、四季和昼夜温差大的气候条件下，岩石饱经风吹日晒，热胀冷缩，机械崩解作用强烈，产生了大小不等的砾石和沙粒，当其中细粒物质被风吹走以后而形成的。有的戈壁就是光秃的石质地面，基岩上常有各种风蚀的小洼地，这种戈壁叫做岩漠，或称石质戈壁。另一种全为砾石所覆盖的荒漠，称为砾漠，蒙古语中的“戈壁”，主要指的就是砾漠。

中国的戈壁滩多为砾石滩，在柴达木盆地山麓地带分布的面积最大，在内蒙古中部和西部广大地区、甘肃河西走廊西北以及新疆东部等地也可见到，它们与沙丘、剥蚀残丘、风蚀洼地和盐土平原交错分布，相互包围，形成一种复杂的镶嵌地形。

风是塑造沙漠地形的动力，沙石则是塑造沙漠地形的工具。在茫茫的沙海中或石质戈壁附近，除了风力堆积的各种沙丘地形外，还常常可以看到风蚀洼地、风蚀槽、风蚀脊，以及分隔风蚀脊的垄岗和矗立在沙地上的风蘑菇、蜂窝石和风蚀柱等各种风蚀地形。

风蚀脊又称雅丹。“雅丹”为维吾尔语，是“具有陡壁的小丘”的意思。它是干燥地区的一种风蚀地形，主要分布在倾斜和缓的粘土性岩层所组成的地区，由于暴流侵蚀，再经强烈的风蚀作用，形成一系列平行的垄脊和沟槽相间排列、顺盛行风向伸长的地形。高可达半米至几米，长数十米到数百米

不等，沟宽 1~2 米（图 47）。雅丹地形在中国新疆罗布泊的东北部有很典型的发育。

风对有裂隙发育的岩石的长期吹蚀所形成的一些孤立的柱状石称为风蚀柱。当风蚀作用不断地对孤立的岩石（尤其是具裂缝而又不甚坚实的岩石）进行磨蚀时，因气流在近地面部分所含沙粒较多，使一些突出于地面上的孤立岩石的下部受风蚀较甚，以致形成上部大、基部小，外形很像蘑菇似的石柱，这种石柱叫做风蘑菇或石蘑菇（图 48）。在风蚀作用长期进行下，特别在软硬相间的岩层分布地区，石蘑菇的下部更易变得越来越小，当发展到最后，上部的石块就会坠落下来。如果石块的重心恰好和支点在一直线上，那末与下部基座即使脱节，却仍能维持不倒。刮大风时这种石块会随风摇摆，因而称做摇摆石（图 49）。在中国新疆吐鲁番盆地西北部地区最易见到风蚀柱、风蘑菇，以及石柱上有无数蜂窝状小凹坑的蜂窝石。这些都是千百年来风和沙在干燥的沙漠中塑造出来的独特奇景。

（四）沙漠的利用和改造

中国的沙漠地区虽然有着干旱、风沙等不利的方面，但也蕴藏有一定数量的水、土、动植物、矿物和热能资源可供开发利用。

据初步估计，中国沙漠地区的可垦荒地达 2 亿亩左右。这些可垦荒地主要分布在沙漠边缘、沙漠中的大河河谷地带，以及古代和现代湖泊洼地周沿地区，其中以新疆和甘肃河西等地区最为集中。

沙漠地区的水资源虽不及土地资源丰富，但也并不贫乏。据初步估算，地表水有 1200 多亿立方米。在地区分布上，东部较西部丰富；在季节分配上多集中于夏季几个月。据统计，全新疆有河流 310 条，较大的泉流有 100 多条。地表径流总量达 852 亿立方米，为黄河的 1.8 倍，占全国总径流量的 3.1%。

中国东部的沙漠地区，年降水量有的可达 250~400 毫米，所以在沙漠中有成百上千个被称作“明珠”的大小湖盆，它们中有淡水湖，也有盐湖和碱湖。

位于内蒙古自治区伊克昭盟的南部、陕西省北部的毛乌素沙地都分布有众多的湖泊，大小有 170 余个，虽大部分系苏打湖（如察汗淖、巴彦淖、纳林淖等）和含氯化物湖（如盐池等），但也有淡水湖的分布（如刀兔海子等）。内蒙古西部巴丹吉林沙漠高大沙山之间的低地分布有 114 个内陆小湖（即海子），主要分布在沙漠的东南部。由于强烈蒸发，湖泊累积盐分，矿化度高，多为盐水，不宜饮用或灌溉。但在湖盆边缘及有些海子的中心都有泉水出露，流向湖内，均系沙丘水，受大气降水及凝结水的补给，水质较好，大多数为矿化度小于 1 克/升的淡水，可供饮用。腾格里沙漠内部的大小湖盆达 422 个之多，它与巴丹吉林沙漠中的海子不同，大部分为季节性积水或积水面积很小的草湖，不少为泉水所补给，水质良好，如高璃玛海子等。乌兰布和沙漠西部为一古湖积平原，分布有盐湖，其中吉兰泰盐池是中国已经开采的著名盐湖之一。这些湖泊水位的升降和降水量有密切的关系，雨季水位升高，旱季逐步下降和缩小。它们大部分为过去湖泊的残余，一部分为风蚀洼地到达潜水面而形成。这些湖滨地区由于牧草丰美，大都成为优良的天然牧场，是沙区少数民族主要劳动生息的地方，而湖中的盐类和碱类则是化学工业的

宝贵原料。

在荒漠地区，水就象征着生命。在中国西部虽然降水量少，但因为四周高山有大量的冰雪融水可供补给，山前平原又有丰富的地下水资源，所以在沙漠地区的边缘及沙漠内部的一些河流地带，仍然生长有茂密的红柳和胡杨林。据调查，光是塔克拉玛干沙漠里的一些河流沿岸就有 42 万公顷胡杨林，还有 2 亿亩左右可供开垦为良田的荒地。

除红柳、胡杨外，中国沙漠地区还生长有 400 多种植物。像麻黄、甘草、枸杞、苁蓉、锁阳、阿魏、列当等都是名贵的药材；罗布麻、芨芨草、芦苇等则是有用的纤维植物，可用来织布、造纸等。其中罗布麻分布最广，而且纤维长，质量好，现在已能纺成 60 支纯细纱及 160 支混纺细纱，还能织成华达呢、凡立丁等高级衣料。

沙漠地区由于降水少，晴天多，因而日照时间长，光照条件好，热量充足。特别是塔里木盆地，气温比较高，所以这里虽然与华北、内蒙古处于同纬度，但热量资源却十分丰富，全年日照时数达 2700~3200 小时，与青藏高原不相上下；太阳年总辐射热量达 130~150 千卡/平方厘米（准噶尔盆地为 130~140 千卡/平方厘米，塔里木盆地 140~150 千卡/平方厘米），略逊于青藏高原，但仍居全国前列。塔里木盆地由于光热条件优异，土壤矿物质养料丰富，又具有较好的灌溉条件，所以作物具有长纤维、高糖分和高蛋白质的特点。这里所生产的葡萄和甜瓜中外驰名，又是长绒棉最优越的产区之一。

尽管沙漠中风沙大，易成灾；但是当人们一旦认识和掌握风沙规律以后，风沙灾害也是可以治理和改造的。中国沙漠地区广大群众和科技人员在长期改造利用沙漠的实践中，已经积累了丰富的治沙经验，掌握了风沙具有“三怕”的弱点，即怕草、怕树、怕水。因此，针对沙漠的这个弱点，他们制定出“植治”和“水治”等一系列因地制宜的有效综合治理措施，开渠引水，平沙造田，植草造林，一定程度地防止了风沙，并使沙区面貌发生了深刻的变化（图 50）。

在河西走廊，地处腾格里沙漠三面包围的甘肃省民勤县，风沙线长达 300 公里，风沙危害严重。解放以后已造成片林 50 多万亩，营造防护林带 100 多条，总长达 830 公里，防护林组成的挡风墙总长 3400 公里，封沙育草 200 多万亩，埋压沙丘和种草植树达 2.8 万亩，基本上改变了民勤县“沙漠压良田，沙逼人退”的旧面貌，粮食产量有显著的增加。6 处跨越沙漠、沙区，线路达 40 公里的包兰铁路自 1958 年通车以来，一直通行无阻，这是中国治沙科学上的一项巨大成就。此外，穿行在沙漠中的公路有的选择有利的地形条件，修筑在高大沙山之间的宽阔丘间地带和沙丘低矮而稀疏的地区；有的线路通过固定半固定沙丘地区和生长有胡杨、柽柳灌丛的河谷地带；有的则采用输导措施或改变路基断面形式等方法，也确保了来往车辆的畅行无阻。

为了揭开塔克拉玛干的秘密，中国年轻的勘探人员曾多次深入塔克拉玛干大沙漠。

阿克苏以南、塔里木河沿岸的塔克拉玛干沙漠北部，原来是一片荒凉沙漠，现在已经建成面积达 70 余万亩的新绿洲。地处塔克拉玛干沙漠西南的和田地区，1965 年耕地总面积比新中国成立前扩大了 2 倍。过去遭受风沙、干旱灾害严重的皮山县已修筑了总长 229 公里的戈壁沙漠渠道，把昆仑山的雪水引进了沙漠；营造防风固沙林和农田防护林带总长度达 1000 余公里，片林达 2.3 万余亩。在层层林带防护下，皮山县人民不仅夺回了过去遭沙埋的

农田，而且还在沙漠中开垦出片片耕地，全县农田面积比新中国成立前扩大了1倍多。

为了抵御风沙，护卫农田，防止水土流失，1978年底国务院还批准了建设北方的“绿色万里长城”——西北、华北北部、东北西部的防护林体系工程，而且于1979年春天就揭开了这一工程的序幕。这个“绿色万里长城”的建设范围，包括新疆、青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕北、晋西北、河北坝上地区和东北三省的西部，共324个县（旗），是由各地按照因地制宜、因害设防的原则，分别建设一条条防护林带，一片片防护林网，以及一块块成片林。带、网、片互相配合，就将形成一个比较完整的防护林体系。

这个规划实现后，风沙区中的农业区及半农半牧区的森林覆盖率，将由现在的4%提高到10%；黄河中游水土流失地区的森林覆盖率，将由现在的5%提高到18%。这样，风沙区中包括甘肃河西走廊、宁夏黄河前套、内蒙古黄河后套、吉林和黑龙江中部平原五个商品粮基地在内的1亿多亩耕地，以及5000多亩草牧场，将得到保护，“三北”地区的自然面貌和经济面貌也将发生可喜的变化。

八、别具风格的冰川地形

冰川又叫冰河，顾名思义，是一种由“冰”构成的“河川”。江河水可以一泻千里，然而，冰川即使在一年里往往也不过移动几十米或上百米。

冰川是怎么形成的呢？大家知道，水要结成冰，必须要在摄氏零度以下的寒冷气候，而要形成能流动的冰川，还得要有源源不断的冰给予补充才行。因此，严寒的气候和具有一定数量的降雪，是冰川赖以生存发育的两个必不可少的条件。

（一）冰川的特性及其类型

在白雪皑皑的高峰上，当雪花翩翩飘落到雪线（降雪量与消融量大致相等的等高线，中国雪线一般在海拔 5 000 米左右）以上的冰川粒雪盆里，雪花晶体为了要达到最大限度的稳定状态，在新的环境下必然会逐渐演变成颗粒状的粒雪，这个过程叫做粒雪化过程。当粒雪达到一定厚度时，粒雪层的底部粒雪经常承受着上部厚厚的雪层一定重量的压力，这种压力促使粒雪层日趋紧密；同时，粒雪层表面轻微融化的液态水通过粒雪间的空隙慢慢下渗，并很快地冻结在粒雪间的气道里。天长日久，最下层的粒雪就逐渐演变成成为苍白的含有较多气泡的粒雪冰。粒雪冰继续受到上部积雪的压力，或者顺着坡度慢慢运动时会排挤出一部分空气来。残留在冰内的气泡由于长期不断地受压，体积逐渐缩小到肉眼分辨不出的程度，这时，为粒雪冰所特有的那种苍白色逐渐消失，冰体开始接近于透明而带浅蓝色，这才是纯净清澈而美丽的冰川冰。

19 世纪初叶，欧洲阿尔卑斯山上有几个登山者不幸被雪崩掩埋在冰川粒雪盆里。当时，有个冰川学家推测说，40 年后，这几个人的尸体将会在冰舌前端出现。果然，在 43 年后，这几具尸体在冰舌前端出露了。这充分说明了冰川是会运动的，在运动过程中冰川把掩埋的尸体带出来了。

总的说来，冰川运动的速度是很缓慢的，日平均流速一般不过几厘米，多的也不过数米而已，如中国天山、祁连山的冰川年流速很少有超过 30 ~ 100 米的。就目前来说，运动速度居世界首位的是格陵兰岛上的一些冰川，其最高记录每年可达 1700 米。但是，有些冰川的脾气却很古怪，当冰川发展、能量蓄积到一定时候，在长期缓慢运动之后，会突然出现爆发式地向前推进。1937 年，阿拉斯加有一条名叫黑激流的冰川，在半年的时间里竟向前推进了 6.5 公里后才停下来。1953 年 3 月 21 日，喀喇昆仑山南坡的库西亚冰川也曾出现过突然爆发式的前进，沿途破坏了大片森林，到 6 月 11 日冰川停止前进，并阻塞了斯塔克河谷，它的前进速度打破了黑激流冰川所创造的世界纪录，以不到 3 个月的时间前进了 12 公里，平均每天推进 113 米，每小时前进达 4.7 米。这种冰川叫波动冰川，其运动规律不受气候变化的控制，近年来世界上许多地方曾出现过这种冰川。

根据冰川所处的纬度位置、形状和规模，可分为大陆冰川和山岳冰川两种。极地地区因纬度高，终年千里冰封，地面全为厚达一二千米的万年积雪所覆盖。这种不受任何地形约束且体积、规模极大的冰块称为大陆冰川，而在中、低纬度的高山雪线以上形成的冰川称为山岳冰川。中国的现代冰川全为山岳冰川。

有人按冰川所处地区的气候条件、冰川的物理性质以及冰川周围环境等综合指标，把山岳冰川分为海洋性冰川与大陆性冰川两类。

所谓海洋性冰川（又称暖冰川）主要分布在受海洋湿润气流控制和影响的地区。冰川雪线附近气温高，降水特别丰富，冰川主要依靠充沛的降水补给，但消融也十分强烈，因此，冰川水分循环速度大。这种冰川运动速度较大，年流速可达 100~300 米，冰川地质地貌作用强烈，侵蚀地形发育。

大陆性冰川（又称冷冰川）分布在气候干燥的大陆内部。雪线附近气温低，降水比较稀少，冰川主要依赖低温严寒提供的冷储条件而生存。冰川补给少，消融不太强烈，因此，冰川水分循环速度不大，冰川运动速度很慢，年流速在 30~100 米以下，冰川的地质地貌作用微弱，堆积地形发育。有些大冰川冰坎下发育有奇异的冰塔林。

（二）中国现代冰川的分布

中国现代冰川分布的地域辽阔，北起阿尔泰山，南至云南丽江玉龙雪山，西自帕米尔，东到四川贡嘎山，跨越新疆、西藏、甘肃、青海、四川和云南等 6 个省区，纵横 2 500 公里，总面积约 56 500 平方公里，占亚洲冰川总面积的 40%，储水量达 50 000 亿立方米。现代冰川既有海洋性冰川，也有大陆性冰川。分布于内陆河的冰川面积为 33600 平方公里，约占全国冰川面积的 60%；分布于外流河的冰川面积为 22885 平方公里，约占全国冰川面积的 40%。一般认为中国的海洋性冰川主要分布在念青唐古拉山嘉黎以东地段、川西滇北的横断山脉以及喜马拉雅山的东段和中段。而大陆性冰川主要分布在阿尔泰山、天山西段、喀喇昆仑山、喜马拉雅山中段北坡和西段、念青唐古拉山嘉黎以西地段、唐古拉山东段、巴颜喀拉山、阿尼玛卿山和祁连山东段。

据不完全统计，中国境内阿尔泰山有冰川 420 余条，面积 290 多平方公里。天山共有冰川 6 896 条，面积 9 549 平方公里。天山的冰川主要集中在西段，雪线变化在 3 600~4 400 米之间，托木尔峰（海拔 7 435 米）周围是中国最大的冰川作用中心之一，长度超过 30 公里的大冰川就有 4 条，南侧的托木尔冰川长 36.7 公里，面积 293 平方公里，为中国第二大冰川。

祁连山共有冰川 3 306 条，面积 1972 平方公里，雪线从东向西逐渐升高，变化在 4 300~5 240 米之间。最大的山谷冰川为老虎沟 12 号冰川，长 10.8 公里。昆仑山脉西端公格尔山（海拔 7 719 米）和慕士塔格山（海拔 7 546 米）有冰川 30 多条，面积 596 平方公里；和田以南玉龙喀什河上游，仅甜水海到吉里雅山口一段，冰川面积就超过 3 000 平方公里，是昆仑山最大的冰川，著名的玉龙冰川长 25 公里。

喀喇昆仑山是中低纬地区最大的冰川作用中心，北坡中国境内也有若干大冰川，如世界第二高峰乔戈里山峰（海拔 8 611 米）北侧的音苏盖提冰川，长约 42 公里，是中国目前已知的最大冰川（世界上最大的山岳冰川是帕米尔的费德钦科冰川，长 77 公里）。

冈底斯山冰川的规模不大，主峰康仁波钦峰（海拔 6 714 米）周围有冰川 208 条，面积 89 平方公里；阿陵山周围有冰川 48 条，面积 148 平方公里，最大的一条长 6.3 公里，面积 14.7 平方公里；阿依拉山有冰川 44 条，面积 63 平方公里。

珠穆朗玛峰地区中国境内有冰川 217 条，面积 772 平方公里，最大的为绒布冰川，长 22.2 公里，面积 86.9 平方公里，冰川上发育有千姿百态的冰塔林；希夏邦马峰地区中国境内较大的冰川有野博康加勒冰川，长 13.5 公里，西段通溢拉峰（海拔 7 756 米）地区中国境内有长 15 公里的冰川发育；拉玛郎己峰（海拔 7 705 米）地区有冰川 33 条，面积 107 平方公里。

唐古拉山主峰各拉丹冬峰（海拔 6 621 米）附近有冰川 40 余条，面积 600 多平方公里，长江河源的姜根迪如峰南侧冰川，长 12.5 公里，是唐古拉山最大的冰川；尕恰迪如岗峰（海拔 6 573 米）周围有冰川 19 条，面积 150 平方公里，东段碑加雪山周围，冰川面积超过 200 平方公里，有 6 条长度在 7 公里以上的山谷冰川。

巴颜喀拉山和阿尼玛卿山均有少量冰川分布，规模不大，阿尼玛卿峰（海拔 7 160 米）周围有 4 条 3~7 公里的山谷冰川。念青唐古拉山西段最长的一条冰川为 13 公里，东段是中国海洋性冰川发育最典型的地区，冰川面积超过 2 000 平方公里，10 公里以上的冰川比比皆是，最大的冰川是易贡的卡钦冰川，长 33 公里，面积 180 平方公里，冰舌末端下降到海拔 2530 米，很大部分已伸入到郁郁葱葱的森林之中，是中国最大的海洋性冰川，也是西藏最大的冰川。

横断山共有冰川 390 余条，面积 600 余平方公里，雪线 4 700~5 200 米，冰川作用中心在贡嘎山，有冰川 110 条，面积 292 平方公里，最长的冰川为海螺沟冰川，长 14.2 公里，冰舌下端有 5 公里伸入森林带。沙鲁里山、雀儿山、他念他翁山、雄鸡岭、玉龙山等地也有少量冰川分布。

（三）冰川形态类型

中国是世界上山岳冰川最发达的国家之一。由于山岳冰川的形态受下伏地形的制约，而高山地形复杂，所以冰川形态的变化也较大。中国的山岳冰川有的状如树枝，有的貌似漏斗，有的酷像舌头，有的赛过裙裾。有的气势磅礴，好像凝固了的大海波涛；有的静卧幽谷，宛如群羊憩睡；有的冰塔林立，冰湖棋布，仿佛水晶林园；有的龙骨错落，弧拱叠起，犹如玻璃瓦梁。尽管中国冰川的形态极为丰富多样，但归纳起来，不外乎以下几种类型。

（1）悬冰川 这是山岳冰川中数量最多、最常见的一种冰川，分布在山坡斜坡或山脊斜坡相对低凹的地方，因为它悬挂于斜坡上，因而得名。悬冰川一般规模较小，很少超过 1 平方公里。悬冰川对气候变化的反映比较灵敏，容易产生，也容易消亡。

（2）冰斗冰川 主要发育于谷源或谷坡上具有类似圈椅状的凹地里，一般还未形成明显的冰舌。实际上这类冰川就是一个粒雪盆。冰斗冰川的大小悬殊较大，小的不足 1 平方公里，大的可超过 10 平方公里。冰斗冰川的出口处有突起的冰坎，有的冰斗冰川可有短小的冰舌伸出。

（3）山谷冰川 一般位于河流的源头，上游有宽阔的补给区，并有长长的冰舌溢流到山谷底部。山谷冰川标志着山岳冰川的成熟阶段，具有山岳冰川的全部特征，是山岳冰川中规模最大的一类冰川。

（4）平顶冰川 主要位于某些高山顶部，出现在较为浑圆平坦的古老夷平面地区。当这种平顶隆升到雪线以上的高度，冰雪就在上面堆积起来并发育成平顶冰川。平顶冰川是山岳冰川中数量最少的一类，规模大小悬殊特大，

大的有数十平方公里，甚至上百平方公里，小的则不足 1 平方公里。典型的平顶冰川很像一只圆面包，边缘有时流出短小的冰舌。中国西部的高原和高山常在古夷平面上发育平顶冰川。祁连山西南部最大的平顶冰川面积达 50 多平方公里。

此外还有几种过渡类型，如冰斗—悬冰川，介于悬冰川与冰斗冰川之间；冰斗—山谷冰川，介于冰斗冰川与山谷冰川之间。

(四) 冰川地貌

由于冰川是坚硬的固体，并且因冻融风化作用的结果，常使冰川夹带有大量的石块和泥沙，因而冰川在流动过程中就会产生比河流还要强大得多的刨挖、磨蚀和搬运作用，从而能够使地表产生一系列特殊的地形形态。

1. 冰蚀地貌

冰斗是山岳冰川最典型的冰蚀地貌形态。冰斗最初可在谷源或谷坡上发育，由于冻融风化的破坏以及冰斗冰川本身的刨蚀和掘蚀，会使冰斗不断地扩大加深。典型的冰斗是圈椅形的，三面环以陡峭的岩壁，开口处为一高起的岩槛，底部是一个洼地。由于冰斗主要发育于雪线附近，因此根据古冰斗底部的高度可以推断当时雪线的位置。

随着冰斗的不断扩大和斗壁的不断后退，相邻冰斗间的岭脊渐渐变成刀刃状山脊，称为刃脊；而被几个冰斗所夹峙的山峰则变成金字塔形的角峰(图 51)。

另外一些原始的凹地，往往易于成为集聚冰雪的场所，这种凹地称为冰窖。当冰川消融后，有的冰窖就会残留成湖。

冰川槽谷也是典型的冰蚀地貌形态之一，因它的形态十分像一个英文字母“U”字，所以也称“U”形谷或“幽谷”。U形谷是冰川为本身创造的理想断面，因为流体只有当它所通过的断面达到平均深度最大时才能畅通无阻。当冰川在谷地中流动时，所产生的刨挖和磨蚀作用，不仅可以把一切挡道的岩块毫不留情地压碎、俘虏和磨蚀出特有的擦痕，而且还可以把原来河流作用形成的“V”字形河谷修蚀成“U”字形的冰川槽谷。冰川槽谷还具有明显的谷肩和冰蚀三角面，这是不同于普通山区河谷的明显的特征。

在冰川流动过程中，即使是一些突出地表的坚硬岩块也不得不屈服于冰川磨蚀作用下，而形成一个个好像露出背脊、匍伏谷地中的羊群，这种羊群似的石质小丘叫做羊背石(图 52)。羊背石的迎冰面因刨蚀作用而平缓地倾向上游，背冰面因掘蚀作用多为参差不齐的陡坎，而石丘面上则会布满磨光面、擦痕和刻槽。

冰川作用所形成的磨光面和擦痕，不仅出现在羊背石上，在 U 谷的谷壁和漂砾(被冰川搬运的石块)上也可形成，有的擦痕深达数毫米，长达数厘米至 1 米。由于冰川的冰流方向可以变化，因而磨光面上的擦痕常成几组交叉出现。

2. 冰碛地貌

当气候变暖、冰川消融时，除了上述的冰川侵蚀地貌形迹可以暴露外，被冰川携带的大量砾石、泥沙也会就地堆积下来，这种堆积物被称做冰碛物，它们大小混杂，成分各异。根据堆积部位的不同，冰碛物可以有不同的名称。冰川消退时最先堆积的，也是代表冰川运动最远距离的，称为终碛；位于冰川底部的，称为底碛；位于两侧的称为侧碛；而原来的表碛、内碛和中碛都沉落到底碛之上的称为基碛（图 53）。基碛和终碛是大陆冰川地区分布最广的一种冰碛物，但山岳冰川规模大时，也能形成基碛和终碛丘陵。在中国希夏邦马峰的山麓就有基碛丘陵存在；西藏东南部波密的冰碛丘陵出现在冰川槽谷的底部，高度由数米到数十米不等。中国西部还有很多超过 200 米的终碛堤。

鼓丘是由冰碛物组成的一种流线形丘陵的堆积地貌形态，它在平面上呈蛋形，所以又叫“蛋丘”。有的鼓丘全部由冰碛物组成，有的则有一个基岩核心。鼓丘的迎冰面陡，背冰面缓（与羊背石相反），是由于冰流受阻而形成的。在大陆冰川终碛堤后方不远的地区，鼓丘总是成群地出现。西藏高原上也有鼓丘分布，出现在高山古冰盖终碛的内侧，组成物质除冰碛物外，尚有大量冰水沙砾，长度可达数十至数百米。

在终碛堤的前缘，冰融水会把一些较细的泥沙带走，形成冰水沉积物。当冰水沉积物在平原上展布时，会形成冰水冲积扇和冰水平原。在一些冰水湖泊中，冰水沉积会产生一种因季节变化而形成颜色深浅相间、厚薄不一的细泥层，称为“纹泥”。这是因为夏秋时有机质和泥沙较多，沉积成色深而厚的细泥层；冬春时有机物和泥沙都较少，故沉积成色浅而薄的细泥层。如果我们有耐心细致这些层次的话，那末我们就可以知道这一冰水堆积物曾经经历了多少个春秋。

归纳起来，我们可以看到山地冰川地貌的组合规律是十分明显的。从上到下可以分出几个垂直带：雪线以上是以冰斗、刃脊、角峰为主的冰蚀地貌带；雪线以下、终碛堤以上是以槽谷、侧碛堤、冰碛丘陵为主的冰蚀—冰碛地貌带；冰川末端是以终碛堤为代表的冰碛地貌带；终碛堤外缘表现为冰水冲积扇和冰水平原的冰水堆积地貌带。这些别具风格的冰川地貌形态和沉积物的特征，根据它们特有的组成，往往成为识别古冰川遗迹的特有标志。

（五）研究冰川的重要意义

现代冰川被人们称为天然的固体水库。中国西部冰川分布的地区，不仅是亚洲许多著名的大河如黄河、长江、恒河、印度河的源头，而且还是中国西北部干旱地区农牧业用水的主要水源。特别是新疆准噶尔、塔里木和吐鲁番等盆地的人民，世代引用冰川的稳定的融水水源，在茫茫沙漠、戈壁中滋养着一个又一个绿洲。

中国有的山岳冰川的末端一直伸展到海拔 2500 米的山麓地带，大量冰融水在狭窄的峡谷内冲刷着深厚的冰川堆积物，从而不时导致泥石流的爆发，堵塞江河，切断公路交通。新中国成立以来，中国科学工作者不避艰险，不怕困难，曾多次深入冰川冻土地区，初步摸清了中国山岳冰川的特征，并对冰川泥石流地区、风雪流与雪崩地区的冰川危害及其防治措施，进行了广泛的研究。同时还采用黑化冰川的方法来增加融水，灌溉农田。西北干旱地区的人民新建了大量的引用冰雪融水工程，扩大了农田的灌溉面积。在旱情严

重的 1959 年和 1960 年，曾用在冰川表面撒布黑色粉状物质的办法促进冰川的消融，增加灌溉水量。西藏人民还利用冰川融水的灌溉，在海拔 4 000 米以上的高地上成功地栽培了多种农作物，从而使冰川成为一种宝贵的自然资源。

第四纪是地球发展历史的最新篇章，人类就生活在这一地质时代之中。而这一地质时代的一个重要标志，就是发生过多次大冰期，这使得当时发生的各种自然现象无不打上冰期的烙印。因此，对第四纪古冰川的研究，成了对第四纪古气候、古地理以及第四纪地层划分的一把“钥匙”。

第四纪时期，全世界都曾有过广泛的冰川发育，中国是否也同样存在呢？直到目前为止，我国的科学家们对此仍存在着不同见解。李四光认为，中国第四纪时期有 4 次冰期和 3 次间冰期，他在太行山东麓、大同盆地、庐山、黄山等地都发现了第四纪冰川遗迹。中国一些地质、地理工作者也认为，中国南从北纬 22° 左右，北到黑龙江，东自台湾玉山，西至新疆、西藏，许多山地都还保留有第四纪冰川作用的遗迹。

大量实践证明，对于冰川地貌和冰碛物的研究不仅具有重要的理论上的意义，而且对于中国的社会主义建设，都有着重要的经济价值。

九、海浪作用为主的海岸地形

中国不仅陆地面积辽阔，而且也是一个海洋浩瀚、岛屿众多、海岸线漫长的国家。

中国大陆部分的海岸线从东北的鸭绿江口起，向南一直延伸到广东的北仑河口止，长约 18 000 多公里。广阔的海域和漫长的海岸线，不仅给以交通海外的方便，而且在浅海和海岸带还蕴藏着十分丰富的动植物资源和矿产资源。

中国的海岸带自然条件极为复杂多样，但也具有明显的特征。从地质力学观点来看，海岸的轮廓与整个大陆东部一样，基本上受到北东方向和北西方向的这两组呈 X 型断裂构造体系的控制。因此，在海岸带，无论是从大范围的海岸轮廓来看也好，还是从具体的大小海湾、岬角、海峡以及大小河口来看也好，基本上都是循着这种 X 型断裂构造分布的（图 54）。例如黄河口呈北东方向延伸，而长江口和珠江口则略呈北西方向；杭州湾呈北东方向，而胶州湾、三门湾、三沙湾等则略呈北西方向伸展。尤其值得注意的是，基岩出露地区的海岸轮廓，如辽东半岛、山东半岛、浙闽两省的海岸，都是与控制我国东部的新华夏系（北东方向）构造相一致的。

杭州湾以南的海岸线与浙闽丘陵的北北东走向的构造线近乎平行。而从闽南到广州则逐渐转为北东方向，岸线呈颇为规则的圆弧形伸展。这是因为浙闽构造体系受到南岭纬向构造体系的复合作用而发生转曲的缘故。

一些大河如长江、黄河、辽河的河口堆积平原，或一些海峡如琼州海峡，本身就都位于断块沉陷区内。而沿海的一些群岛，例如辽东半岛东侧的长山群岛，它们的平面格局在一定程度上也反映了这种断裂的影响。

（一）海浪作用与海岸地形

俗话说：“无风不起浪”。海洋中的波浪主要是由风造成的。当风浪大作时，我们会看到白沫飞溅、响声轰隆的水流咆哮着冲向岸边，一个激浪接着一个激浪，气势十分雄伟。有时这种激浪可以把岸边数十吨甚至数千吨的大石块冲走，对海岸和防波堤起着巨大的破坏作用；有时，海浪又可以把冲刷海岸所形成的大量沙石，推移到海底或平缓的海岸带，在那里堆积下来，造成宽阔的海滨沙滩。所以说，海浪是塑造海岸地形的最普通、也是最重要的动力。

在不同的海岸地段，海浪有着不同的作用。一般在突出的海岸段也就是海岬地区，由于岸陡水深，波浪在此辐聚，波能加强，因而遭受波浪的冲刷，使得岩石不断发生崩解碎裂，可以造成一系列的海蚀地形；在海湾中，波浪扩散，波能减弱，泥沙首先在波浪作用力最小的海湾顶部，形成海滨沙滩，随着泥沙的积聚使海滩逐渐增宽，海岸不断地向海推移，几乎所有大大小小的湾顶、湾中、湾口都会形成各种各样的堆积地形。

1. 海蚀地形

当波浪以巨大的能量冲击海岸时，水体本身的压力和被它压缩的空气，都会对海岸产生强烈的破坏作用，有人测算，这种力量可达 37~60 吨/平方

米。据说，有一次在暴风浪的袭击下，海岸码头上重达 135 吨的混凝土块连同它的基础一起被破坏，并被抬举到港口内侧。波浪的这种冲蚀作用对于松软岩石，或者岩石虽较坚硬但节理裂缝密度较大的海岸，侵蚀力是非常显著的。尤其当波浪水体夹带岩块或砾石时，它的侵蚀力就更大。由侵蚀作用所产生的海蚀地形主要有以下几种。

海蚀崖 波浪打击海岸主要集中在海平面附近，使海岸形成凹槽，凹槽以上的岩石悬空，当波浪继续作用时，悬空的岩石就会崩坠，促使海岸步步后退，从而形成壁立的海蚀崖（图 55）。旅顺口外的峭壁，山东半岛险峻的成山头，黑岩峥嵘的马山崖以及崂山头的峭壁悬崖都是这样形成的。

海蚀台 在海蚀崖不断后退的同时，海蚀崖前会出现一个不断展宽、微向海洋倾斜的平台——海蚀台（也叫浪蚀台或磨蚀台）。中国沿海一带常常可以看到过去的海蚀台，现在高出海面以上二三十米，如山东的荣成市，福建的漳州、厦门，广东的雷州半岛等地沿海，都有高出海平面 20 米左右的海蚀平台，这种地形是海岸曾产生过构造上升的佐证。

海蚀穴 在海蚀崖坡脚处形成的凹槽，称海蚀穴，深度较大者称海蚀洞（图 56）。当岩石裂隙被水挤进并压缩洞中的空气使其扩张时，还可以击穿海蚀洞顶，从而形成海蚀窗。浙江普陀山的潮音洞、梵音洞、洛伽洞等，都是比较著名的海蚀洞。当波浪在这些洞中进出时，往往会发出悦耳而富有韵味的声音，所以有“潮音”、“梵音”等雅称。

海蚀拱桥 当波浪从两侧打击突出的岬角时，可在两侧同时形成海蚀洞，洞穴不断扩大，最后可贯通一起，就会形成海蚀拱桥。福建笏石半岛和大练岛的海蚀穴和海拱石，就十分瑰丽奇特；葫芦岛附近突出的小海岬，远看形如象鼻；大连附近小平岛的海拱石，高潮时小船可以通过。

海蚀柱 海蚀拱桥继续发展，可使拱桥顶板崩坍，在海蚀台上形成海蚀柱。海蚀柱也可以在海蚀崩后退过程中，由海蚀台上较坚硬的蚀余岩体所组成。大连的黑石礁、青岛附近的石老人以及海南省三亚市的天涯海角等地都有海蚀柱存在。有的岩滩上，海蚀柱丛立如林，成为海上石林，如汕头的石岩滩和火烧岛的白沙尾等地。

2. 海积地形

进入海岸带的松散物质在波浪推动下进行运动，并在波能消散以后堆积下来，可以形成各种海积地形（图 57）。

当泥沙颗粒垂直于岸线方向运移时，叫泥沙的横向运动。由泥沙横向运动所形成的海积地形主要有在水下岸坡坡脚形成的水下堆积阶地，在平缓海岸广泛发育的海滩，由激浪流形成的顺海岸线方向延伸的滨岸堤和离岸堤，以及大致与海岸平行成直线或弧形的水下沙坝（水下堤状堆积物）。

当泥沙颗粒顺沿岸线方向移动时，叫泥沙的纵向运动。由泥沙纵向运动所形成的海积地形主要在海湾湾中和湾口形成横拦海湾的长条形堆积体，有的如虎尾状，叫做沙嘴，有的堆积体宽坦巨大，可以围封海湾的，叫做沙坝。例如，在山东荣成湾就有规模较大的沙嘴横亘在海湾中部；海南岛三亚湾有着数列宽大的沙坝（图 58）。

当海湾被沙坝围封后，其内侧的水域即与大海逐渐隔离，这种被隔离的海湾水域叫做潟湖。潟湖慢慢地淤浅，就使得海湾被泥沙充填而形成平原。

有的沙坝可将海岸与沿海岛屿连接起来，这种由沙砾滩地与陆地相连的岛叫陆连岛。中国海岸带有很多陆连岛，著名的如山东烟台的芝罘岛（图 59）、龙口的岬姆角、广东汕头的达濠岛，辽宁大连的星海公园与北戴河海滨浴场附近也有小型的陆连岛。

（二）中国海岸的类型

在海岸发育过程中，除波浪作用外，其他如潮汐、海流、海水面的变动、地壳运动、地质构造、岩石性质、原始地形、入海河流以及生物等因素都具有一定的影响。因此，海岸类型是十分错综复杂的，到目前为止，还没有一个统一的公认的海岸类型划分系统，不少分类常是依据个别因素来进行的。

过去有不少学者，从构造的角度把中国的海岸以杭州湾为界划分，构造上分：杭州湾以北为下沉海岸，以南为上升海岸；从物质组成角度又将杭州湾以北划为砂泥质海岸，以南划为基岩质海岸。其实并不尽然，杭州湾以北的辽东半岛和山东半岛在构造上也有许多上升海岸的标志，在物质组成上则是以基岩质为主的海岸；同样，杭州湾以南的珠江和韩江三角洲一带的海岸基本上反映为以下沉为主的砂泥质海岸的特征。所以，可以客观地说，中国的海岸从构造上明显地反映出上升和下沉相间的特点，从物质组成上则反映为山地基岩海岸和平原砂质海岸相互交替的格局。

为了避免详细而繁琐的分类，这里试以成因为主，把中国的海岸概括为：侵蚀为主的海岸、堆积为主的海岸、生物海岸和断层海岸四大类型。

1. 侵蚀为主的海岸

这种海岸主要分布于辽东半岛南端、山海关至葫芦岛一带、山东半岛、浙江和福建一带。这些海岸在形态上多属山地丘陵；在物质组成上，多以基岩为主；在外力作用上明显地反映出以海浪侵蚀作用为主的特征。

辽东半岛南端，岬湾曲折，港阔水深，海蚀地形极为雄伟。旅顺口外的峭壁，老虎滩岸的结晶岩断崖，黑石礁上一丛丛的岩柱，构成了奇特的石芽海滩；小平岛一带的沉溺陆地，成为点缀于海面上的小岛与岩礁；沿岸硅质灰岩岩壁中的海蚀洞穴遍布，有些洞顶穿通像天窗一样，成为浪花飞溅的通道。而这里的堆积地形规模不大，只有一些狭窄的沙砾海滩，小型的砾石沙嘴和连岛沙坝。

山海关东西两侧也分布有一些小型的侵蚀海岸，但由于长期接受附近入海河流泥沙的补给，渐渐使得海湾淤浅而成为平原，巨大的沙坝不仅围封了海湾，并且越过了岬角，使得岬角海蚀崖与海水隔开，因受不到海浪作用而成为崖坡缓倾、崖面长草的死海蚀崖，这里的港湾侵蚀地形，已发展为填平的砂质海岸。

山东半岛跟辽东半岛稍有不同，因附近有一些多沙性的中小型河流入海，花岗岩与火山岩的丘陵地区风化壳也较厚，所以这里虽然发育有较典型的以侵蚀为主的海蚀岬角，如险峻的成山头，黑岩峥嵘的马山崖，南岸的峡谷状海湾，崂山头的峭壁悬崖和雄伟奇特的青岛石老人海滩等，但也有一定规模的沙嘴、沙坝和陆连岛等堆积地形存在。

浙江、福建海岸的特点是大小港湾相连，岛屿星罗棋布，岸线极为曲折。

全国 5 000 多个岛屿中有 9/10 集中于浙、闽、粤三省；而浙江沿岸的岛屿又为全国之冠，有 1800 多个，几乎占全国岛屿总数的 2/5。浙、闽两省还有一些大型而狭长的海湾，它们深入陆地，但没有河流淡水注入或河流很小，与纳潮量相比，下泄淡水量显得微不足道，湾内主要是潮流。这种以潮流活动为主的港湾海岸也称潮汐汊道，是海浪潮流长期侵蚀作用的产物，浙江的乐清湾、福建的湄州湾、平海湾以及广东的汕头湾等都属于这一类海湾。

以侵蚀为主的海岸湾多水深，具有较多的优良港口，大连港、秦皇岛港、青岛港等都是利用天然港湾建立起来的良港。

2. 堆积为主的海岸

这种海岸在中国长约 2 000 多公里，主要分布于渤海西岸、江苏沿海以及一些大河三角洲。

这类海岸的特点是海岸线比较平直，缺乏良港和岛屿，沿海海水很浅，有很多沙滩，如江苏沿海就有五条沙、大沙、黄子沙、勿南沙等沙滩，所以不利于海上交通。

堆积作用为主的海岸其浅海和海滨平原都是由细粒泥沙组成，坡度极小，海岸的冲淤较易变化。当海岸带有大量泥沙供给时，海岸线就迅速淤长；而河流泥沙供给中断时，因平原海岸质地软的淤泥粉沙受海水浸泡后极易破坏，又使海岸崩塌后退，所以岸线很不稳定。

堆积海岸的巨量泥沙主要是河流供给的，我国著名的多沙河流——黄河流经黄土高原，冲刷、搬运了大量黄土物质，在下游堆积形成了辽阔的华北平原，同时，每年有十几亿吨的黄土物质输入渤海。渤海西岸有了如此丰富的泥沙补给，使淤泥浅滩不停地淤高增宽。加之黄河曾多次改道，数次夺淮河道注入黄海，所以，江苏沿海也堆积了很宽的淤泥浅滩。但自 1855 年黄河北归又注入渤海以后，苏北北部海岸泥沙供给减少，海岸开始受到冲刷，岸线不断后退。

中国的大河多是自西向东流入大海的，在入海处泥沙堆积成三角洲平原。河口三角洲也是一种堆积海岸，它是河流的沉积作用和海水动力的破坏作用相互斗争最激烈的地段。在流域供沙丰富的条件下，海水的作用只能把部分泥沙搬运出三角洲海滨的范围之外，大部分物质由于在淡、盐水交界带——盐水楔处特别容易产生絮凝作用，因此在三角洲前缘沉积，从而形成岸线向海突出的三角洲，例如黄河、滦河、韩江等三角洲就是这类三角洲的代表。

当河流入海水道改变，引起来沙不足或者完全切断了泥沙来源时，海水的破坏作用在三角洲海岸的形成过程中就成为矛盾的主要方面。波浪的破坏，水流的搬运，使海岸受蚀后退。如长江口在崇明岛与启东之间的北支水道，近几十年来大量淤积，使得流出河口的沙量显著降低，因而江苏启东嘴从三甲到寅阳一带的海岸受蚀后退。又如黄河 1954 年改走神仙沟后，原来过水的宋春荣沟到广北堡的一段海岸每年以 100 ~ 120 米的速度向后退却。此外，如果河流的输沙量小，径流量大，而两者又相差悬殊的话，再加上潮流和波浪的冲刷，便会形成喇叭口形的三角湾岸，这以钱塘江口最为典型。长江的径流量虽然比黄河大 20 倍，但输沙量却比黄河小得多，这就是为什么长江口形成三角湾岸，而黄河却形成三角洲岸的缘故。又由于长江输沙量从绝

对程度上说仍比较大，所以长江口的三角湾不如钱塘江口的杭州湾那么典型。广东的珠江口成为三角湾，而韩江口却成为三角洲，也是同一道理。

3. 生物海岸

在热带和亚热带的沿海，生物作用有时对海岸起着重要的影响。特别是珊瑚礁海岸，在珊瑚生长的速度超过波浪破坏作用的地方，生物作用成为海岸轮廓线变化的主要矛盾方面。另外，浓郁丛生于潮间带的红树林，也是中国南方海岸的一个重要特色。

中国珊瑚礁的分布基本上在北回归线以南，大致从台湾海峡南部开始，一直分布到南海。作为我国珊瑚礁北界的澎湖列岛的 64 个岛屿中，差不多每个岛屿都有裾礁或堡礁发育。偶然侵袭的冷空气使气温降低到 16℃ 以下，会使珊瑚受到强烈的摧残。这里的珊瑚礁平台一般狭窄，但也有宽到 1 公里以上的。

裾礁在海南岛分布较广，雷州半岛上从水尾到灯楼角也相连成片。经放射性碳测定，雷州半岛原生礁的形成年代为 7120 ± 165 年。雷州半岛的珊瑚礁平台宽约 500 米，文昌最宽可达 2 000 米，平台表面崎岖不平，有许多巨大的珊瑚群体组成圆桌状突起，并有很多浪蚀沟槽和蜂窝状孔穴。沟槽和海岸垂直，深由几厘米到几十厘米，边缘处甚至可达 2~3 米，从而使礁平台边缘呈锯齿状分布。

海南省大部分海岸的珊瑚礁属于侵蚀型，尤以岬角突出、海岸暴露的地方所受侵蚀最强。这种类型的岸段的水下斜坡大于 15° ，斜坡上有许多直径达 1~2 米的礁块，坡脚下分布着莹白的珊瑚碎屑和珊瑚沙，在强潮作用下，有些礁块被抛上礁平台，所以平台上散布着许多礁砾。侵蚀型珊瑚礁的广泛分布，是由于近代气候变化、气温有所下降所致。

此外，台湾的东、南海岸和附近的火烧岛、兰屿等地也有裾礁发育。广东和福建南部沿海有局部岸段也有珊瑚生成，但因有大量淡水和泥沙输出，不利于珊瑚礁的发育。

水域辽阔的南海中星布有 190 多个岛、屿、滩、礁，分为 4 个群岛（东沙、西沙、中沙、南沙）和一个黄岩岛。这些岛屿大多是环礁类型。

在南海盆地中出露海面的珊瑚岛上，碧海蓝天，白沙如玉，棕榈丛生，椰林入云，自古是中国劳动人民的捕鱼基地，岛上还盛产鸟粪层，尤以永兴鸟蕴藏最丰。

红树林是热带、亚热带特有的盐生木本植物群丛。生长在潮间带的泥滩上，高潮时树冠飘荡在水面上，蓊郁浓绿，葱茏宜人。它的分布从海南岛一直到福建的福鼎，因受热量和雨量的影响，组成树种自南往北渐趋单纯，植株高度减低，从乔木逐渐变为灌木群丛。中国的红树林比赤道附近的红树林简单得多。如马来西亚有 43 种，而海南岛东海岸文昌一带红树植物仅有 11 科 18 种，树高可达 12~13 米。台湾和福建就只有 6 种，在泉州湾，最高的只有 2.2 米。红树植物种属中，只有秋茄可分布到北纬 $27^\circ 20'$ 左右的沙埕港中，而白骨壤只分布到北纬 $25^\circ 31'$ ，桐花树可分布到北纬 $25^\circ 17'$ 。

红树以淤泥滩发育最好，在海南岛和雷州半岛，有些接受冲刷而来的玄武岩风化壳细物质的海湾和潟湖，是红树林最繁茂的场所。这是因为淤泥物质具有丰富的有机物，有利于种子的萌发，而海湾条件没有强浪的侵袭，有

利于红树植物生长的缘故。

4. 断层海岸

这是一种坚硬岩石构成的海岸带，是地壳构造运动使海岸带的地表岩层发生巨大断裂时形成的。沿大断裂面上升的地块，常常表现为悬崖峭壁，而滑落下去的地块，成为深渊峡谷。

中国的断层海岸，最为典型的是台湾省东部的海岸。在那里，沿着台湾山脉的东部发生巨大的断裂，悬崖高耸入云，崖壁陡峭光滑极难攀登，崖下是一条狭窄的白色沙滩，紧临着陡深的太平洋底。由于断层紧逼海岸，海浪侵蚀剧烈，因此形成一条峻峭如墙的海崖。沿着悬崖有一些河流直接倾泻入海，形成海岸瀑布。海崖从东南岸开始一直向北伸延，在花莲溪入海口以北到苏澳南边的一段，形势最为险峻。有些崖壁的高度达到千米以上，著名的苏澳—花莲公路在崖上盘旋而过，太平洋的浪涛日夜不息地在岸下冲击，显得十分壮观。苏澳北边是宜兰浊水溪的三角洲，它是台湾东部仅有的一片肥沃平原和谷仓。南端的鹅銮鼻岬是中央山脉的尾闾，南隔巴士海峡和菲律宾的吕宋岛相望，岬上设有远东著名的灯塔，照耀数十里，是太平洋上夜航的重要指标。

中国的海岸具体来说，无论南北，既有下沉的标志，也有上升的特征。但从整体来看，中国下沉海岸地形远比上升的现象来得显著。从堆积海岸的冲积物厚度来看，天津地区冲积物厚达 861 米以上，上海地区冲积物几乎也有 300 米，这说明这里的海岸是明显地下沉的，因为只有大陆不断下沉，才能使河流的冲积物堆积得那么厚。

关于侵蚀海岸，我们也常常可以看到过去的海底或海滨沙滩，现在却高出海面以上二三十米，成为显著的台地。如山东的荣成市一带就有 20~40 米的台地。杭州附近也有这类台地。南面到福建的漳州、厦门一带，海拔 20 米左右的海滨台地是很多的。广东的雷州半岛从前大部分都是海底，现在则已高出海面 30 米，成为广大的台地。这些地形特征都表明中国的这部分海岸具有上升的现象（图 60）。

但据地质和地理学家的研究，在第四纪冰川时期台湾和海南岛都曾与大陆相连，后来由于海水上升或地壳下沉，才被孤立成为海岛。此外，在中国南北部的河流下游，都有被海水淹没而成为漏斗状被称为溺谷或三角港的广阔港湾。钱塘江下游的三角港面积尤广，宛如海湾，所以在地理学上被称为杭州湾。珠江入海地区的虎门、磨刀门和崖门，也都成为宽阔的三角港。长江下游也略具三角港的形状，只因港口有较大的崇明岛出露，所以三角港的形状不很显著。即使在杭州湾以北，山东半岛和辽东半岛的海岸同样是港湾曲折，岛屿罗列，充分表现出下沉海岸的特色，地形形态与浙江、福建的海岸没有什么差别。旅顺、大连和青岛的港湾与浙江的象山港或三门湾、福建的三都澳或厦门湾，地形几乎完全相似；就是辽宁葫芦岛一带的海岸，山岭与海相接，港湾深曲，也显现出下沉的基岩海岸地形的特征。辽东半岛和山东半岛沿海也有许多溺谷，如辽东半岛的大洋河和碧流河，山东半岛的乳山河等。这些都反映出中国海岸在近期其总趋势是下沉的。

（三）研究海岸地形的重要意义

绵延万里的我国海岸，不仅能为交通运输和海洋捕捞提供许多优良的码头和港口，而且还能为农业生产提供大量可垦之地。海岸带和浅海大陆架地带还蕴藏着丰富的矿产资源和潮汐能，因此，研究海岸地形和海岸带的利用问题，已是当前的一个重要课题。而海岸地形的研究与以下几方面的关系尤为密切。

1. 港口和航道的建设

海洋是天然的航道。海港和入海河口港是陆地与海洋交通的枢纽。特别是河口港的选择和建设，必须注意对港口区岸线的稳定程度、港区陆域的面积大小、码头前缘的水深、港区水域的大小以及航道的水深、航道宽和航道的稳定性等加以研究。

中国的海岸线很长，优良的港湾虽然很多，但现有的港口远远不能适应社会主义建设发展的需要，因此，港湾海岸的调查、优良港口的选择是我们迫切需要完成的任务之一。

2. 海涂的围垦和利用

沉积海岸有广阔而平坦的海涂，尤其是大量泥沙入海的三角洲地区，以及一些海湾的内部，泥沙停积而逐渐淤积的地区是海涂利用与围海造田的好地方。中国已有千余年的围涂历史，积累有丰富的围垦经验。解放以来，围涂造田规模空前，而且还采用了丁坝等工程以及种植大米草、红树等生物促淤措施，加速海涂淤积速度。随着施工技术的提高，围涂将不断地扩大。围海造田对海岸地形有一定的要求，同时也不可忽视围海造田与航运、渔业等的相互关系。

3. 海洋矿产资源的开发

当前海洋矿产资源中，最引人注目的是石油和天然气。据估计，海底石油的储量占世界石油总储量的 1/3 以上。石油和天然气主要储存于大陆架区。实践已经证明，世界上的大油田、气田多数属于古三角洲沉积。这是因为三角洲环境既具有产生油、气的丰富有机质来源，又具有三角洲沙堤和沙层储油的场所。因此，深入研究海岸地形对发展油气工业意义重大。

此外，河口海岸地区水产养殖的发展，开展“海洋水产农牧化”以及潮汐能的利用等，也是值得研究的重要课题。

十、中国地形的重要地理意义

大自然是个有机整体，地理环境各个要素之间存在着相互联系、相互影响、相互渗透、相互制约的依存关系。只要其中一个要素发生变化，就会引起其他要素的相应变化，一个环节紧扣着另一个环节，一个过程向着另一个过程转化，最后必然会导致整个地理环境由量变发展到质变，并直接或间接地影响到人类的生存和发展。而研究这些要素之间的相互关系和相互作用的规律，正是地理科学的魅力所在，也是地理学这门科学的本质所在。

在地理环境的各个要素中，除了地理纬度以外，地形则是一个比较重要的因素。地形可以影响气候的变化，造成气候的复杂性和多样性；地形可以破坏或掩盖地理环境的纬度地带性，从而影响到农副业生产布局的不平衡性；而优美的地理环境的形成，更是与地形条件息息相关的。因此，对于中国地形的研究不仅具有理论上的意义，而且对于如何根据各地的具体地形条件，因地制宜地合理配置农、林、牧、副、渔和旅游等事业的发展，以及在不断改造自然条件，发展社会主义生产等方面都具有重要的现实意义。关于中国地形的重要地理意义，至少可以概括为以下几个方面。

1. 造成了中国气候的复杂性和多样性

中国的地形复杂多样，因此，也必然造成中国气候的复杂性和多样性。地形对于中国气候的影响最显著的有以下几个方面：

(1) 山脉常为南北暖冷气团的障壁，尤以东西走向的山脉最为显著，形成山脉南北不同的气候特点。例如秦岭南坡温暖多雨，北坡寒冷少雨，南郑和西安仅一山之隔，气温和年降水量的变化就很明显。南郑1月平均气温为 3°C ，7月为 26.7°C ，平均年降水量为689.5毫米；西安1月平均气温为 -0.5°C ，7月为 28.1°C ，平均年降水量为566.3毫米。“一样春风有两般，南枝盛开北枝寒”则是形容南岭南北两侧气候差异的脍炙人口的名句。

(2) 山地阻碍和影响了寒潮的路径，使得由北冰洋或西伯利亚流来的冷气团受层层山地的阻挡，路径因而迂回曲折。不像北美洲那样，由于山脉都是以南北走向为主，北方来的冷气团可以长驱南下。中国自西北侵入的寒潮最初是从西北向东南，以后又转成向南或向西南方向流动，而当寒潮到达中国东部平原后，则能一直深入到华南，这都是地形影响的结果（图61）。

(3) 青藏高原的存在对空气运动的影响，正像海洋中的岛屿和河流中的大石块对洋流和水流的影响一样。青藏高原阻碍着高空西风急流，造成急流分支与会合等作用，这对于高原南北两侧的气压系统发生很大的影响，并且还影响到全国甚至全世界的大气环流，最明显的是加强了中国、印度和日本的季风。

(4) 山地面向暖湿气流的一侧常为多雨的中心，如喜马拉雅山的南坡（图62）、四川盆地的西缘、台湾中央山脉南段的西坡；而背向暖湿气流的一侧常因焚风作用使气温增高。中国长江以南冬春多雨，则是由于江南丘陵的地形阻碍，冷空气易于堆积，造成半稳定性的锋面所致。

(5) 在自由大气中，高度每上升100米，温度减低 0.6°C 。在山地也发生随高度升高而温度减低的现象，不过情况更要复杂一些。因为在山区影响温度变化的不仅是高度，而且还有地形形态和坡向。“人间四月芳菲尽，山

寺桃花始盛开；长恨春归无觅处，不知转入此中来。”这是唐朝诗人白居易的诗句，他早就认识到庐山由于山高谷深，气候、物候与平地不同，从而产生春来晚、秋去早的变化。李白的《塞下曲》一开头写道：“五月天山雪，无花只有寒。笛中闻折柳，春色未曾看”，同样也是地形对气候、物候影响的极好的科学纪实。

此外，即使高度相同，而地形形态不同，气候差异也是十分悬殊的。如图 63 所示，A、B、C、D、E 五地，它们的绝对高度相同，而地形形态却大异。A 为高空，B 为高原，C 为高山，D 为深谷，E 为盆地，各地的气候大不一样。A 点位于空中，昼夜气温的变化甚小，所以具有海洋性气候的特征；B 点位于高原中心，白天吸热快，晚上放热也快，气温变化急剧，所以具有明显的大陆性气候的特征；C 点位于山顶，与陆面接触少，而与空气接触较多，所以气候也显示为海洋性；D 点居于深谷，E 点位于盆地之中，两地气温均多变，气温较差大，大陆性气候特征就较为突出。所以，无论从大范围来看，还是从局部地区来看，地形对气候的影响是明显的。

2. 破坏或掩盖了地理环境的纬度地带性

地带性是地理环境最突出的特征。地带性的成因，主要是由于地球的形状和地球对于太阳的位置。由于纬度的不同，太阳热量在地面上的分布产生了差异。很早就有人根据这一点把整个地球表面分为北寒带、北温带、热带、南温带和南寒带。这 5 个带的分布规律取决于纬度因素，从而使地理环境的各个要素也都反映了纬度地带性的特征。

假如地面是完全均一的，那末每一地带将成为自西向东的延伸带。但是地球表面并非均一，这不仅因为各部分的组成物质不同，而且地表结构和地形的类型、高度是千变万化的，这就改变甚至掩盖了地带性的规律。但也必须指出，这并不否定地带性规律的普遍意义。现在世界上的自然带并没有构成理想的图谱，但其具体的图式以及各个自然带的具体分布，都是地带性规律与非地带性规律的矛盾统一体。

地形破坏或掩盖了地带性的最好例子是青藏高原的地理环境结构。辽阔的青藏高原在中纬度的崛起，大大地破坏了中国地理环境南北的过渡性和沿纬向分布的地带性，而具有突出的非地带性的分布。

按纬度来说，青藏高原约位于北纬 26°~40° 之间，与东部华中地区和部分华北地区的纬度相当，应属于亚热带与暖温带气候。但由于地势的高峻，使青藏高原形成一种特殊的温带大陆性高原气候，它的基本特征是气温低、日照强、年较差小而日较差大。不论在气候、水文、土壤还是动植物等方面，青藏高原都表现了与众不同的特点。作为一个非地带性的大区，它的内部所具有的完整的垂直带和多种多样的地理环境结构，在世界上也是很少可以和它相比拟的。在这方面，珠穆朗玛峰地区是一个很好的典型。

巨大的相对高差使珠峰地区的自然条件发生了显著的垂直变化，这种变化从植物景色上可以看得十分清楚。在它的上部是永久冰雪带、地衣带和高山草甸带，再往下，南坡依次为高山矮曲林带、针叶林带、针阔叶混交林带、常绿阔叶林带，北坡高山草甸带下只有一个高山草原带（图 64）。在这里却又可以看出，尽管非地带性规律可以起着改变和掩盖地带性的作用，但它却不能消除地带性规律的普遍意义，在这个非地带性突出的图谱上，深刻地打

上了地带性的烙印。然而，却又不能不指出，无论是珠峰地区还是整个青藏高原，虽然地带性与非地带性规律存在着相互渗透和极其错综复杂的关系，但由于地形高差的影响，在这一对矛盾中，非地带性规律却是突出地成了高原地区矛盾的主要方面。

就全国范围来说，地形对地带性的破坏和影响也是十分显著的。

在自然地带性中反映最为明显的是植被类型。中国的地形大致以大兴安岭至雪峰山一线为界，基本上可分为东南和西北两块。东南湿润部分以各种森林类型为主；西北干燥部分以草原和荒漠植被为主。从昆仑山循着秦岭到淮河和长江一线，又可把西北、东南两大块各分为两半。西北部分的北部蒙古高原和新疆以干燥草原和荒漠植被为主，其南部青藏高原主要为高山草地和冻土荒漠；东南部分的北部以阔叶落叶林（夏绿林）和针叶林为主，其南部以各种类型的阔叶常绿林为主。只是在西南部以及某些东南高山（如台湾）才有云杉、冷杉等针叶林大量存在。

这种自然植被带在中国不连续的差异分布，显然是由海陆位置和地形差异造成的。在中国，作为主要体现地带性规律的植被类型里，清楚地深嵌着非地带性的烙印。虽然如此，但也可以看出不同的地形类型对地带性的作用是不一样的。在中国西部的高山高原地区，地形对地带性显然起了改变和掩盖的作用；而在东部平原地区，则起了重要的促进和加强的作用。

3. 影响中国农副业生产布局的不平衡性

《全国农业发展纲要》第六条中指出：“粮食每亩平均年产量，在黄河、秦岭、白龙江、黄河（青海境内）以北地区，由 1955 年的 150 多斤增加到 400 斤；黄河以南，淮河以北地区，由 1955 年的 208 斤增加到 500 斤；淮河、秦岭、白龙江以南地区，由 1955 年的 400 斤增加到 800 斤。”“棉花每亩平均年产量（皮棉），按照各地情况，由 1955 年的 35 斤（全国平均数），分别增加到 60 斤、80 斤和 100 斤。”“华南各省有条件的地区，应当积极发展热带作物。”《纲要》中第十五条还指出：“按照不同地区把耕地的复种指数分别平均提高到下列的水平：（1）五岭以南地区，要达到 230%。（2）五岭以北，长江以南地区，要达到 200%。（3）长江以北，黄河、秦岭、白龙江以南地区，要达到 160%。（4）黄河、秦岭、白龙江以北，长城以南地区，要求达到 120%。（5）长城以北地区也应尽可能地扩大复种面积。”

很显然，《纲要》中正是根据五岭、长江、黄河、秦岭、长城等这些地形界线，把全国划分为 5 个农业发展要求不同的地区。这 5 个地区农业发展的指标不同，除了社会历史因素外，自然地理条件不同则是一个重要的因素。因为不同的自然地理条件，就有着不同的气温、热量和水土等自然资源；不同的自然地理条件，就有着不同的自然生产潜力；不同的自然地理条件，人们对于自然的利用、改造的方式也就有所不同。这个客观规律，人们是不能忽视的。而在自然地理的各个条件中，地形条件是起着重要作用的。

中国有 3 条明显的自然地理界线，实际上都是 3 条东西走向的地形线。这就是五岭（又称南岭）、秦岭和长城。这 3 条地形线是中国气候带的重要分界线。各气候带之间不仅明显地反映着气温、降水的不同，而且还影响到中国水文、植被以及农业生产的布局和产量的差异。

五岭这一条地形线，实际上是中国热带与亚热带的地理分界线。1 月 10

等温线通过南岭南侧、广西西部、云南东部和北部。这条线以南的地区基本上属于热带，气温高，生长期长，雨量丰沛，绝少见到霜雪，作物一年可以三熟。

秦岭、淮河一线是中国亚热带与暖湿带的地理分界线。1月0℃等温线通过秦岭和淮河，此线以南属亚热带；秦岭、淮河大致还符合750毫米年等雨线，为中国湿润区及半湿润区的分界线，也是华北和华中的地理分界线。秦岭、淮河以南热量仍较充足，全年生长期可达250~300天，作物一年可以两熟，有的地区还可以三熟，大部分地区可种双季水稻。而且此线以南，江河不冻；此线以北，冬季河水结冰。

长城线向西延至天山，向东北延至吉林与辽宁的交界处，这一条线是暖温带与温带的地理分界线。此线以南，属暖温带，全年生长期有200~240天，一般二年可三熟，或一年两熟。此线以北，包括东北部地区、内蒙古、宁夏、甘肃和新疆北部广大地区，属温带，夏温虽很高，但冬季冷而长，生长期150~170天，农业生产基本上是一年一熟，但这个地区，除东北吉林、黑龙江两省以外，其余广大地区是中国最重要的畜牧区，农业不占主要地位。

不仅东西走向的地形线对气候和农业生产具有影响，而且由于中国东部主要分布着平原和丘陵，西部主要分布着山地和高原，这对中国农业生产的布局同样有着强烈的影响。东半部的平原和丘陵虽然只占全国1/3的面积，但却是中国的主要农业地区，分布着全国2/3以上的农业人口和耕地，生产着全国3/4以上的粮、棉、油和绝大部分经济林产。西半部占全国总面积的2/3，但绝大部分是海拔1000米以上的山地和高原，平原只限于局部地区，较大的海拔高度和地势起伏，对农业生产的不利影响显然是强烈的。

4. 为发展旅游事业把供了广阔的前景

随着生产水平和生活水平的不断提高，人们不但需要物质生活更加丰富，而且需要精神生活更为多彩，在紧张的工作和学习之余，都希望能有机会到大自然的怀抱里得到一些赏心悦目的享受。因此，随着生产力的发展，四个现代化的实现，旅游事业的发展一定会得到更多的重视。

中国有无数风景优美的名山和胜迹，一向为古今中外的人们所向往和称道。

“黄山四千仞〔rèn〕，三十二莲峰，丹崖夹石柱，菡萏〔hàndàn〕金芙蓉。……”这是唐朝著名诗人李白送温处士归黄山白鹅峰旧居诗。读起来真叫人有点飘飘欲仙的感觉。“经年尘土满征衣，特特寻芳上翠微；好水好山看不足，马蹄催趁月明归。”这是南宋岳飞游翠微后的留作。正是为了保卫祖国的好水好山，名将岳飞才终生转辗沙场，经年尘土满征衣。

1271年元代时，意大利威尼斯商人尼古拉·波罗带着儿子马可·波罗来中国旅行。1295年马可·波罗乘中国商船返国，抵威尼斯后，他写了一本《马可·波罗游记》。在这本书里，马可·波罗把中国描写成为具有无穷无尽财富的地方，巨大的商业城市和极好的街道、桥梁，伟大而华丽的宫庭。这是欧洲人把中国情况亲自介绍给欧洲人的第一本重要著作，成为当时优秀地理探险家的必读书。美丽的“卡塔衣”城市竟成了后来哥伦布等梦寐以求的地方。

明朝的文学家杨慎（1488~1559年）在《艺林伐山》一书中，从艺术的

角度对中国各地的名山予以形象而生动的评价，在该书卷三所引的《巩氏耳目志》中写道：“海山微茫而隐见，江山严厉而峭卓，溪山窈窕〔y o t i o〕而幽深，塞山童窈〔ch ng〕而堆阜。”卷四中更分别评述道：“玲珑剔透，桂林之山也。差窳窳〔y bi n〕，巴蜀之山也。绵衍庞魄，河北之山也。俊峭巧丽，江南之山也。”真是绘声绘色，如诗如画，引人入胜。

然而，最值得推崇的还是明末著名地理学家兼伟大的旅行家徐霞客（1586~1641年）及其名著《徐霞客游记》。

徐霞客名宏祖，家住江苏江阴县南阳岐。他从小就喜欢涉猎历史、地理和探险游记一类书籍，很早就有遍游五岳的志愿。他宁愿终生摆脱宦途，毅然走向辽阔无比的大自然。他22岁时开始了自己的旅游生活，此后30年间，他经常旅行在外。最初还是以登访名山胜迹为主，北方的如泰山、嵩山、华山、恒山、五台山以及北京附近的盘山，他都曾到过。东南一带如黄山、庐山、天台、雁荡以及浙江海中的洛迦山，福建的武夷山、九鲤湖，远至广东的罗浮山，都有他的游踪。51岁以后直至逝世前半年，他又经过浙江、江西、湖南，远至广西、贵州、云南，在交通十分不便的条件下，一直到了与缅甸交界的地方。这次出游的时间最久，跋涉的路途最长，遭遇的艰险困苦最多，但是成就也最大、最重要。这时他已不是以探险猎奇为满足，而是更多地注意到了各种地理现象的观察。最为难能可贵的是他在一日行程之后，总要把当日经历与观察记述下来。

在《徐霞客游记》一书里，他以无比的热情歌颂着祖国山河的壮美；用清新超绝的文字描写着大自然的瑰丽多姿。尤其是他明敏的识辨，锐利的观察，确切细致的描述，常常令人赞叹不已。所以，人们把徐霞客及其游记誉为“奇人奇书”。

清朝时张英等辑的《渊鉴类函》卷24中，还对中国的名山作了概括的介绍：“古今合璧曰：太行五岳，匡庐，皆崇高浑厚，虽诸峰魁，然其奇秀，莫如蜀之岷峨巫峡、楚之太岳、池之九华、歙〔shè〕之黄山、休之奇云、括之仙都、温之雁荡、桂之灵山、滇之点苍，非东西南北之人而走万里穷荒陬者，不可与言也。”祖国的名山多得不可胜数，这里所举的只是一小部分而已。文中所说的奇秀，是用艺术眼光来看地形的，使大自然的现象成了艺术家的欣赏对象了。无可否认，风景秀丽的名山胜迹，它所具有的价值，是无法用金钱来衡量的。它不仅是一种宝贵的天然资源，而且是人们的一种精神财富，一种珍贵的无价之宝！

今天，国家十分重视旅游事业的发展，丰富人民的精神生活。优美的风景总是要有山有水有绿化的，当然不一定都要有桂林那样的山水。即使是一座熄灭了的火山，只要管理得好，同样可以引人入胜。对于大自然，仅仅利用是不够的。过去有所谓“靠山吃山，靠水吃水”的说法，而如今人们认识到更需要“靠山养山，靠水护水”。作为游览区，不仅要有山有水，还要山青水秀，才会相得益彰，才会吸引游人。

可以这样说：“自然是基础，文化是营力，优美的风景是结果。”任何地理环境都可以也应该根据具体的条件，经过定向的有计划的合理改造，使之产生有利的综合变化，创造出一个“谐和的整体”。随着科学文化的不断发展，中华民族的祖先从一个莽莽的洪荒大地，创造出今天这样一个欣欣向荣的繁华世界，这就是最好的例证。

