普通高中教科书

地理

必修

第一册

人民教育出版社 课程教材研究所
地理课程教材研究开发中心 编著

教材培训专用

人民教育出版社
·北京·

微信公众号：电子课本大全

总 主 编：樊　杰　高俊昌
本册主编：李秀彬　丁尧清

编写人员：（以姓氏笔画为序）
丁尧清　王　学　李秀彬　李　亮　杨　洁　杨爱玲　庞　玲　高俊昌

责任编辑：庞　玲
地图编辑：万必文
美术编辑：何安冉

教材培训专用

普通高中教科书　地理　必修　第一册
人民教育出版社　课程教材研究所
地理课程教材研究开发中心　编著

出　版　人民教育出版社
（北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼　邮编：100081）
网　址　http://www.pep.com.cn
重　印　×××出版社
发　行　×××新华书店
印　刷　×××印刷厂
版　次　　年　月第　版
印　次　　年　月第　次印刷
开　本　890毫米×1240毫米　1/16
印　张
插　页
字　数　　千字
印　数　　册
书　号　ISBN 978-7-107-　-
定　价　　元
定价批号：××号　审图号：GS（××××）××××号

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与×××联系调换。电话：×××-××××××××

微信公众号：电子课本大全

目录

第一章
宇宙中的地球

第一节　地球的宇宙环境 …… 2
第二节　太阳对地球的影响 …… 8
第三节　地球的历史 …… 14
第四节　地球的圈层结构 …… 21
问题研究　火星基地应该是什么样子 …… 25

第二章
地球上的大气

第一节　大气的组成和垂直分层 …… 28
第二节　大气受热过程和大气运动 …… 34
问题研究　何时“蓝天”常在 …… 42

第三章
地球上的水

第一节　水循环 …… 46
第二节　海水的性质 …… 50
第三节　海水的运动 …… 57
问题研究　能否淡化海冰解决环渤海地区淡水短缺问题 …… 63

微信公众号：电子课本大全

第四章
地　貌

第一节　常见地貌类型 …… 66
第二节　地貌的观察 …… 76
问题研究　如何提升我国西南喀斯特峰丛山地的经济发展水平 …… 79

第五章
植被与土壤

第一节　植　被 …… 82
第二节　土　壤 …… 88
问题研究　如何让城市不再“看海” …… 96

第六章
自然灾害

第一节　气象灾害 …… 100
第二节　地质灾害 …… 106
第三节　防灾减灾 …… 110
第四节　地理信息技术在防灾减灾中的应用 …… 114
问题研究　救灾物资储备库应该建在哪里 …… 120

附录一：本书主要地理词汇中英文对照表 …… 122
附录二：本套书常用地图图例 …… 124

教材培训专用

微信公众号：电子课本大全

第一章
宇宙中的地球



人类的家园——地球，在茫茫宇宙中只是沧海一粟；太阳的惠泽使它生机盎然。在漫长的演化历程中，地球上诞生了生物，生物不断进化，并出现了人类；地球具有类似同心圈层的结构，构成了人类赖以生存和发展的自然环境。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 地球处在什么样的宇宙环境中？
- 太阳对地球有哪些影响？
- 地球经历了怎样的演化历程？
- 地球具有怎样的结构？

天宫二号发射效果图

微信公众号：电子课本大全

第一节
地球的宇宙环境

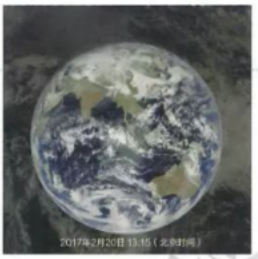


图1.1 中国“风云四号”气象卫星拍摄的地球

我国首位航天员杨利伟在回忆从太空中俯瞰地球的感受时，这样写道：“地球真的太漂亮了，漂亮得无可比拟！”“在太空的黑幕上，地球就像站在宇宙舞台中央那位最美的大明星，浑身散发出夺人心魄的、彩色的、明亮的光芒，她披着浅蓝色的纱裙和白色的飘带，如同天上的仙女缓缓飞行。”地球真的会发光吗？如果不是，那么从太空中看到的地球（图1.1）为什么是明亮的？这与它在宇宙中所处的位置有什么关系？

地球在宇宙中的位置

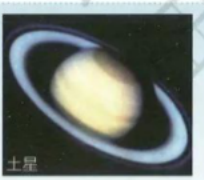
晴朗夜空下，仰望星空，可以看到闪烁的恒星、轮廓模糊的星云，以及相对星空背景有明显位移的行星；有时还可以看到一闪即逝的流星体、拖着长尾的彗星。这些都是宇宙中物质存在的形式，它们连同通过天文望远镜或其他空间探测手段才能探测到的星际空间物质，统称为天体[①]（图1.2）。



星云：由气体和尘埃组成的呈云雾状外表的天体，主要物质是氢。图为通过天文望远镜拍摄的猎户座星云。



恒星：由炽热气体组成、能自己发光的球状或类球状天体。图为在地球上看到的太阳，它是离地球最近的恒星。



行星：在椭圆轨道上绕恒星运行的、近似球状的天体。行星的质量比恒星小，本身不发光，靠反射恒星的光而发亮。图为在外太空拍摄的环绕太阳运行的土星。



卫星：环绕行星运转的天体。卫星的大小差别很大。图为木星的卫星——木卫二，它是已发现的距离木星第二近的卫星。

图1.2 宇宙中的物质存在形式举例

① 一般情况下，本书所说的天体均指天然天体。

微信公众号：电子课本大全

宇宙中的天体都在运动着，运动中的天体相互吸引、相互绕转，形成天体系统。天体系统有不同的级别。地球所处的天体系统，按从低到高的级别，依次为地月系、太阳系、银河系和可观测宇宙（图1.3）。

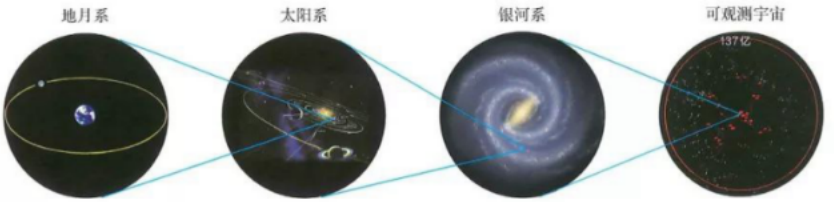
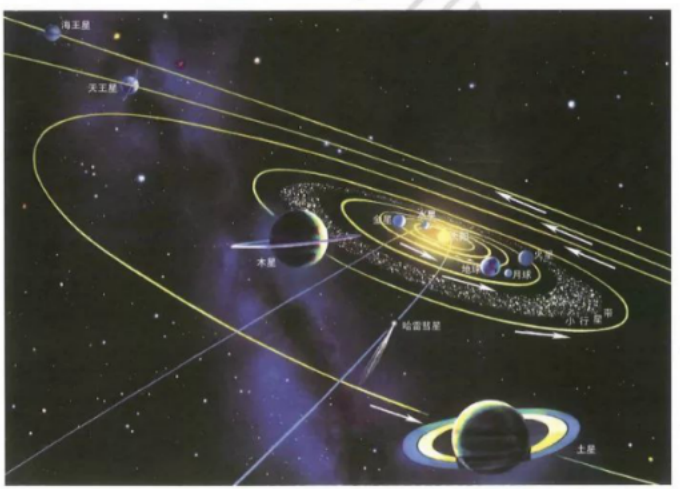


图1.3 天体系统

（单位：光年[①]）

地月系由地球和月球组成。地球是地月系的中心天体，月球围绕地球运动，它是地球唯一的天然卫星，月地距离约为38.4万千米。

太阳系由太阳、行星及其卫星、小行星、彗星、行星际物质等构成（图1.4）。太阳是太阳系的中心天体，质量占整个太阳系质量的99.86%，并以其强大的引力，约束其他天体按照一定的轨道绕着它运转。地球是距离太阳较近的一颗行星，日地距离约为1.5亿千米。



太阳系中已知有8颗行星，按照它们与太阳的距离，由近及远，依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。

图1.4 太阳系结构示意

① 光年是计量天体间距离的单位。1光年即光在一年中传播的距离，约为94 605亿千米。

微信公众号：电子课本大全



由于身在其中，我们在地球上无法看到银河系的全貌。在没有月光且未受城市灯光干扰的晴朗夜晚，常能看到银河呈一条乳白色的朦胧光带横跨天际。图为夏季在金山岭长城观测到的银河。

■图 1.5　地球上看到的银河

银河系是由太阳和众多恒星组成的庞大恒星系统（图 1.5—图 1.6）。在银河系中，有 1 000 亿颗以上的恒星。银河系的直径约 10 万光年，太阳与银河系中心的距离约 2.6 万光年。

目前，在银河系外，天文学家观测到许许多多同银河系类似的星系，统称它们为河外星系。银河系和现阶段所能观测到的河外星系，统称为可观测宇宙。



■图 1.6　太阳系在银河系中的位置

活动

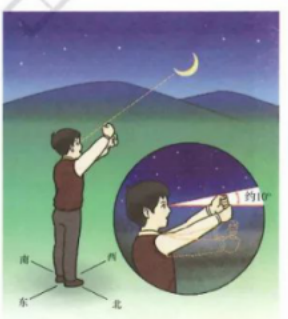
开展简单的天文现象观测活动

天文观测是天文学家重要的日常工作之一，天文爱好者也可以直接用肉眼或者用望远镜等进行月相、日食、月食、流星雨等天文现象的观测。观测前需做好准备工作，观测时注意个人安全防护。

以月相观测为例。月相可用肉眼直接观测，观测前需准备指南针和观测记录表。

1. 确定月亮位置的方法

（1）选择视野开阔的地方，用指南针确定东、南、西、北方向。选



■图 1.7　确定月亮在天空中的位置

微信公众号：电子课本大全

择地面标志性建筑物，作为月亮水平方位的参照。

（2）月亮的高度角可用拳头进行估算。水平伸直一只手臂为0° 基准面，握拳，其上叠放另一只手的拳头，一只拳头的高度角约为10° 。保持手臂稳定不动，依次将下面的手抽出叠放在上面，直到视线、拳头和月亮三者重合，据此估算月亮的高度角（图1.7）。

2. 观测并记录月亮的位置和形状

（1）傍晚日落后天空出现月牙的时候，在观测表上记下观测日期、月亮的位置和形状，并标注观测时刻（表1.1）。

表 1.1　月相观测记录表

观测时刻_____

日期		观测项目		
公历	农历	月亮水平方位	月亮高度角	月亮形状

（2）接下来两周内，每天在同一时刻进行观测并记录。

（3）描绘观测期间同一时刻月亮在天空的位置和形状变化（参考图1.8）。



图 1.8　月相观测描绘示例

3. 总结观测结果

（1）总结月亮位置的逐日变化。

（2）总结月亮形状的逐日变化。

微信公众号：电子课本大全

行星地球

在太阳系的八颗行星中，水星、金星、地球、火星更靠近太阳，有固体表面，体积较小，称为类地行星。木星、土星、天王星和海王星远离太阳，主要由气体构成，其中木星、土星因体积巨大，称为巨行星，天王星、海王星因与太阳相距很远，称为远日行星（图1.9）。

八颗行星都围绕太阳公转，而且公转方向具有同向性，公转轨道面具有共面性，公转轨道形状具有近圆性（表1.2）。

表 1.2　行星轨道倾角与偏心率

	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
轨道倾角①	7°	3.4°	0°	1.9°	1.3°	2.5°	0.8°	1.8°
偏心率②	0.206	0.007	0.017	0.093	0.048	0.054	0.047	0.009

可见，无论是从距日远近、自身的体积，还是从公转方式来看，地球都只是太阳系中一颗普通的行星。

然而，地球又是太阳系中一颗特殊的行星。根据人类目前所掌握的宇宙信息，地球是八颗行星中唯一存在高级智慧生命的星球。地球上具有适宜高级智慧生命生存和繁衍的温度、水、大气等条件，这与地球在太阳系中的位置、自身的体积和质量有关，也与地球有一个安全的宇宙环境有关。

目前，地球是人类在宇宙中唯一的家园。随着人类对宇宙探索的深入，航天活动日益频繁，留在太空中的垃圾越来越多。地球的宇宙环境亟待保护，这是全人类共同的责任。

① 轨道倾角是指其他行星公转轨道面与地球公转轨道面的夹角。夹角越小，则与地球公转轨道面越接近。

② 偏心率是椭圆焦点到中心的距离与椭圆半长轴之比，它决定椭圆的形状。比值越小，椭圆越接近圆。

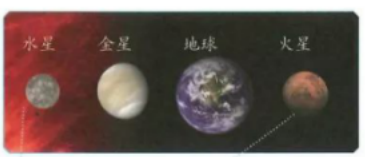


图 1.9　太阳系行星的体积和位置示意



微信公众号：电子课本大全

自学窗

人类观测宇宙的工具——天文望远镜

自古以来人们就对天文现象十分好奇。直至400多年前，人们只能通过肉眼观测宇宙，因视野范围有限，误认为地球是宇宙的中心。1543年，哥白尼通过观测和计算提出了日心说，由于缺乏更多的支持，不被广泛认可。1609年，伽利略制造了一架小型望远镜，其放大率只有32倍；然而，伽利略用这架望远镜观测到了月球陨石坑、太阳黑子、木星的4颗卫星、土星光环。他的一些观测结果有力地支持了哥白尼的日心说。由此，人们对宇宙的观测方式进入了望远镜时代，宇宙观也发生了改变。

此后，天文望远镜突飞猛进地发展，人类对宇宙的认识也逐步扩展、加深。赫歇耳借助天文望远镜将观测范围扩展到太阳系之外，确认了由众多恒星构成的银河系的存在。哈勃通过天文望远镜发现了仙女座星云其实是由大量恒星组成的，而且距离远远超出银河系的范围，证实了河外星系的存在。2016年，我国在贵州建成了目前世界最大口径的射电望远镜，帮助人类获取更多的宇宙信息。



图1.10 以哈勃名字命名的空间望远镜





微信公众号：电子课本大全

第二节
太阳对地球的影响



图1.11 西藏冈底斯藏医学院的太阳能光伏电站

我国西藏阿里地区的冈底斯藏医学院，海拔高，自然环境恶劣，地理位置偏远，过去学校的电力供应一直比较紧张，每天最多只能供电三小时，学生们早晚读书受到很大影响。2015年，学校建成太阳能光伏电站（图1.11），实现了24小时不间断供电。除了利用太阳能发电，你知道太阳对我们的生存环境，以及生产、生活还有哪些影响吗？

太阳辐射对地球的影响

太阳是一颗巨大、炽热的气体星球，其主要成分是氢和氦，表面温度约为6 000 K[①]。太阳源源不断地以电磁波的形式向宇宙空间放射能量，这种现象称为太阳辐射。太阳的能量来自太阳内部的核聚变[②]，以目前聚变的速率来看，太阳正处于稳定的壮年期。太阳辐射的能量是巨大的，它是地球及整个太阳系光和热的主要源泉，尽管只有二十二亿分之一到达地球，但是对于地球和人类的影响却是不可估量的。

太阳辐射为地球提供光和热，维持着地表温度，是地球上水、大气运动和生命活动的主要动力。地球不同纬度地带接受的太阳辐射能不同（图1.12），使得许多自然地理现象呈现纬度地带的差异（图1.13）。

① K为热力学温度单位，它与摄氏温度的换算公式为：$t=T-T_0$，其中T_0=273.15 K，t为摄氏温度，单位为℃。

② 核聚变是指质量小的原子，在一定条件下原子核相聚合，生成新的、质量更重的原子核，并释放出巨大的能量。

微信公众号：电子课本大全

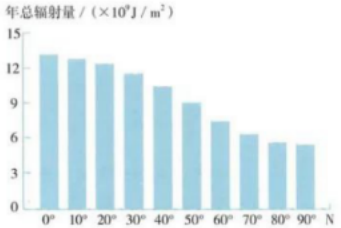


图 1.12 北半球大气上界太阳辐射的分布

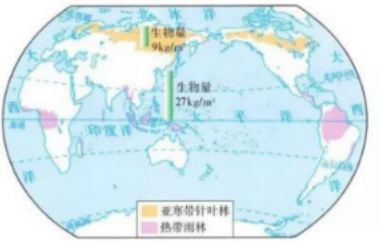


图 1.13 热带雨林和亚寒带针叶林生物量[①]的差异

思考

生物量与大气上界太阳辐射的分布有什么样的关系？

太阳辐射为我们生活、生产提供能量。太阳辐射除了直接被吸收、转化成热能外（图 1.14），还可以被捕获并存储，转换成热能、电能等（图 1.15）。人们大量使用的煤、石油等矿物燃料是地质历史时期生物固定并积累的太阳能。



屋顶安装的太阳能系统，将吸收的太阳能转换为热能，使得管道中的水被加热。热水流到存储池后，通过水泵和管道被输送到不同的房间，供生活使用或为房间供暖。

图 1.14 家庭太阳能供热系统



太阳能光伏电站利用太阳能电池板方阵将太阳能直接转换为电能。世界上很多国家都建设了大规模的太阳能光伏电站。图为我国柴达木盆地中的太阳能电池板方阵，装机容量达 2 000 多兆瓦。

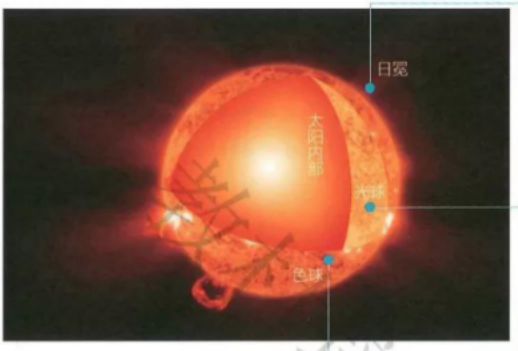
图 1.15 柴达木盆地中的太阳能光伏电站

① 生物量是单位面积内生物体的总质量（干重），单位为千克/米²。

微信公众号：电子课本大全

太阳活动对地球的影响

太阳的大气层，是人类能观测到的太阳的部分，从里到外分为光球、色球和日冕三个圈层（图1.16）。



日冕是太阳大气的最外层，可以延伸到几个太阳半径，甚至更远。它的亮度仅为光球的百万分之一，只有在日全食时或用特制的日冕仪才能用肉眼看见。

光球是太阳大气的最底层。它发出的可见光最强，是用肉眼可以观测到的太阳表面。

色球位于光球之外。由于色球发出的可见光总量不及光球的千分之一，因此人们平常看不到它，只有在日全食时或者用特殊的望远镜才能看到。

图1.16 太阳大气层的结构

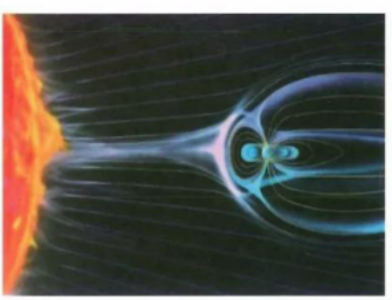
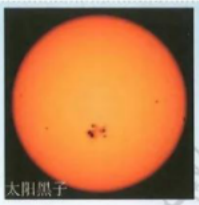


图1.17 吹向地球的太阳风

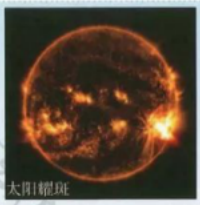
同70万千米的太阳半径相比，光球和色球都非常薄，但日冕一直向星际空间延伸。太阳大气不断释放高速带电粒子流，这种带电粒子流被称为太阳风（图1.17）。正常情况下，地球的磁场能够阻挡太阳风，使地球免受太阳风的危害。

微信公众号：电子课本大全

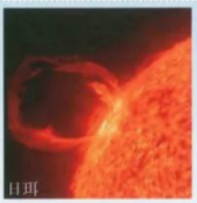
太阳大气的变化称为太阳活动。太阳活动现象较多，主要有太阳黑子、太阳耀斑、日珥、日冕物质抛射等（图1.18），它们之间常有密切的联系。太阳黑子的多少和大小，可以作为太阳活动强弱的标志。太阳耀斑、日珥、日冕物质抛射等是剧烈的太阳活动现象。


太阳黑子

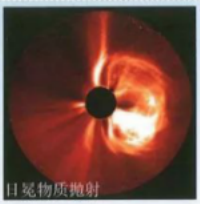
太阳黑子是出现在光球层上的黑斑点。太阳黑子区域温度比周围低，因此颜色看上去深一些。人们发现太阳黑子数量具有周期性变化，有的年份多，有的年份少。


太阳耀斑

太阳耀斑是色球表面忽然出现的大而亮的斑块。一个大的太阳耀斑在短期可以发出相当于10亿颗氢弹爆炸所产生的能量。长期的观测发现，大多数太阳耀斑和太阳黑子活动相关。


日珥

日珥是在色球层上发生的一种剧烈太阳活动现象，喷射的气体呈弧状，像太阳的耳朵一样，由此得名。日全食时，可用肉眼观测火红的日珥。日珥爆发时会喷射大量带电粒子。


日冕物质抛射

日冕物质抛射表现为日冕结构在几分钟至几小时内发生明显变化，向外抛射大量带电粒子。它使大范围日冕受到扰动，破坏了太阳风的流动，是规模最大、程度最剧烈的太阳活动现象。

图1.18 太阳活动现象举例

太阳活动对地球有显著的影响。当太阳活动增强时，太阳风变得强劲，会扰动地球的磁场和大气层，产生磁暴、极光等现象。当这种扰动足够强烈时，还会对卫星导航、空间通信、电网、航空航天等人类活动产生灾害性的影响（图1.19）。

人类注意到太阳黑子变化的历史久远，我国古代史书中就有关于太阳黑子的记载。目前，世界各国都十分重视对太阳活动的观测和预报，力图把太阳活动可能造成的不利影响降到最低程度。

微信公众号：电子课本大全

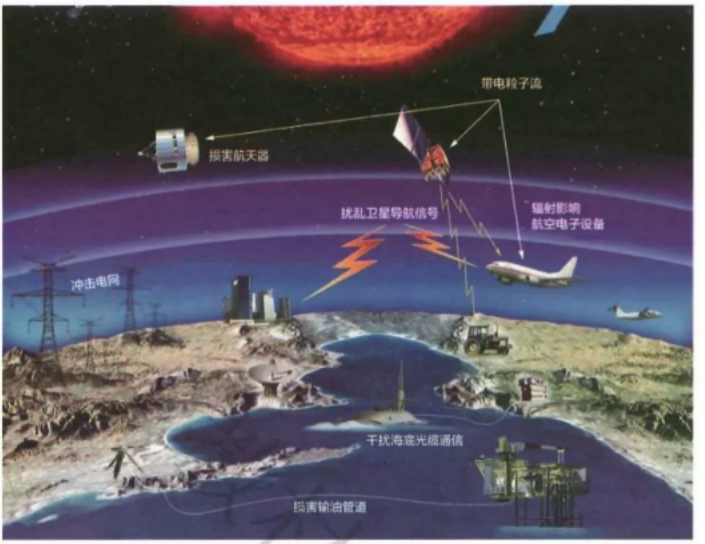


图1.19 太阳活动强烈时对地球的影响

案例

不同历史时期太阳活动的影响

1859年的太阳耀斑爆发是第一次有记录的太阳活动现象，这次太阳活动能量巨大，造成全球电报业务中断，在低纬度地区产生极光，但并没有对人类造成严重的危害。

1989年3月13日，一次日冕物质抛射使得加拿大魁北克地区的电网受到严重损坏，出现大范围的断电事故，停电时间长达9小时。当天，澳大利亚输油管道受损，大西洋和太平洋海底电缆受到冲击，美国四颗卫星受损。然而这次太阳活动的强度尚不及1859年的三分之一。

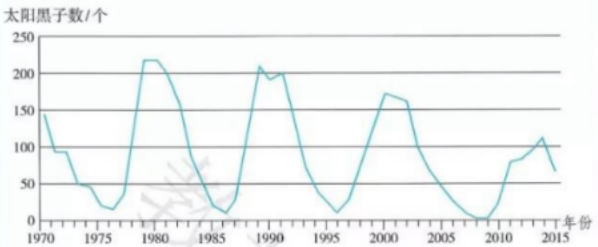
一些科学家预估，若与1859年强度相当的太阳活动发生在现代，全球的电力传输网络、无线电通信、卫星通信和传输、空间探测等可能会受到灾难性的影响。建立空间天气预报体系可对太阳活动进行监测和预报，帮助人类做好防护工作。

微信公众号：电子课本大全

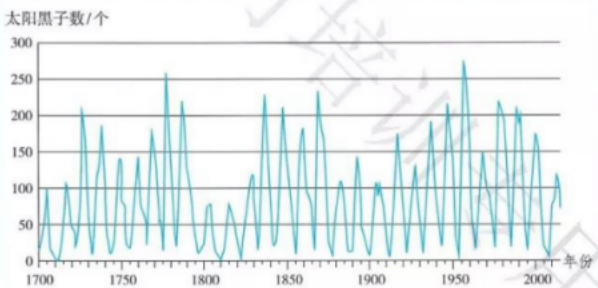
活动

分析太阳黑子的变化周期

太阳黑子的变化周期一般被认为是太阳活动的周期。图1.20的a、b两图表示不同尺度的时间段内太阳黑子数的变化情况。



a. 1970—2015年的太阳黑子数



b. 18世纪以来的太阳黑子数

图1.20 太阳黑子数的变化

1. 在a图中找出相邻的两个波谷的时间间隔。
2. 在b图中找出最左侧和最右侧波谷的年份，数出这两个年份间波峰的个数，计算相邻两个波谷间的平均时间间隔。
3. 对比1、2两题的计算结果，总结太阳黑子数的变化规律。

微信公众号：电子课本大全

第三节
地球的历史

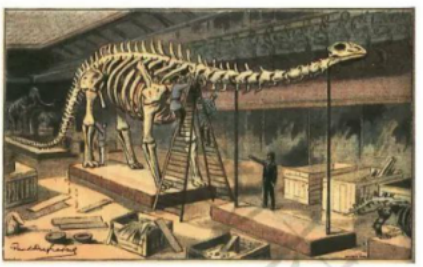


图1.21　1908年法国自然历史博物馆安装中的梁龙化石骨架

作为最容易辨认的恐龙之一，梁龙（图1.21）是巨型恐龙中的明星，它们体型巨大，最大的身长超过36米，脖子长度超过6米，尾巴长度更在10米以上。1.5亿年前，在北美洲大平原上，它们是最常见的巨型恐龙。然而，现在人们只能在博物馆通过化石骨架来认识它们。身材这么庞大的动物为什么没能继续在地球上生存下来呢？地球的环境都发生过什么样的变化？



图1.22　太行山王莽岭的地层

化石和地质年代表

地球约有46亿年的历史，在这漫长的时间里，它经历了多次火山喷发、板块碰撞等。要了解这些经历，研究地层是最主要的途径。

地层是具有时间顺序的层状岩石（图1.22）。沉积岩[①]的地层具有明显的层理构造，一般先沉积的层在下，后沉积的层在上。在沉积岩的形成过程中，有些生物的遗体或遗迹会在沉积物中保存下来，形成化石，所以同一时代的地层往往含有相同或者相似的化石（图1.23）。生物总是从低级向高级、从简单向复杂进化的，因此，越古老的地层含有越低级、越简单生物的化石。

① 裸露在地表的各种岩石，在风吹、日晒、雨淋以及生物的作用下被破坏，破坏的产物（包括碎屑物质和溶解物质）被风和流水等搬运后沉积起来，经过压紧固结而形成的岩石叫沉积岩。

微信公众号：电子课本大全



图 1.23 A、B 两地地层对比

思考

A、B 两地是否具有同一时代的地层？将同时代的地层用虚线连接起来，猜想两地地层产生差异的原因。

生物的生长过程深受地理环境的影响，因此，由古生物形成的化石种类及特点不可避免地打上了当时地理环境的烙印。通过研究地层和它们包含的化石，科学家发现了不同时期主要生命形式的特点及其变化，并以此了解地球的生命历史和古地理环境。

科学家对全球各地的地层和古生物化石进行了对比研究，发现地球演化呈现明显的阶段性。根据地层顺序、生物演化阶段、岩石年龄等，科学家把漫长的地球历史按照宙、代、纪等时间单位，进行系统性地编年，这就是地质年代表[1]（图 1.24）。

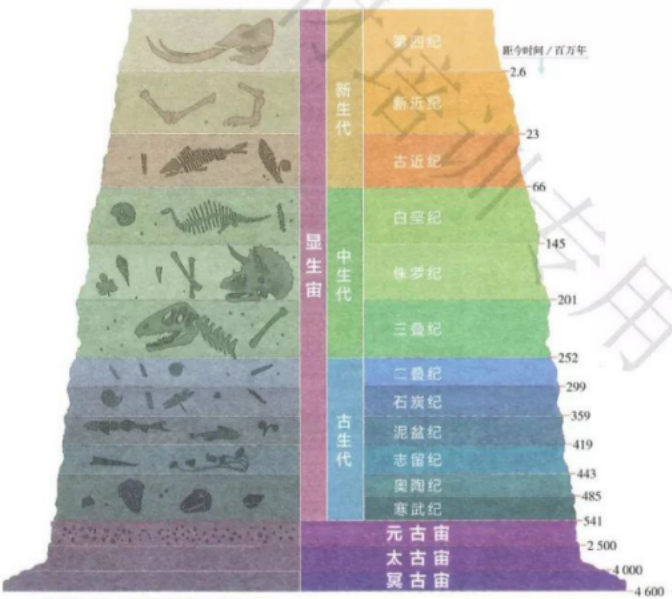


图 1.24 地质年代表示意（a）

思考

若将地球 46 亿年的历史压缩为一天 24 小时，地球诞生于 0 点，你能算出图中的时间分别大致对应一天中的什么时刻吗？

① 从 1881 年地质年代表的基本划分单元被确定以来，地质年代表就一直处于补充和完善中。本书中地质年代的划分来源于国际地层委员会 2017 年发布的《国际年代地层表》。

微信公众号：电子课本大全

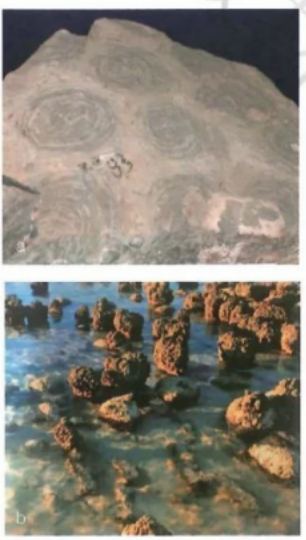


图1.24 地质年代表示意（b）

案例

为什么把寒武纪作为显生宙的开始

科学家在研究古老地层时发现，距今5.41亿年以前，地层中埋藏的化石以藻类化石和软体动物留下的遗迹化石为主，生命形态都很简单。而此后动物化石的数量和种类都呈爆发式地增长，并出现了大量有硬壳或骨骼的动物化石，生物结构也呈现出越来越复杂的趋势。因此科学家将硬体生物的大量出现，作为划分一个新的地质年代的标志，并将这一地质年代命名为寒武纪。寒武纪也代表地球上有大量生物开始出现的新时期，显生宙由此开始；之前漫长的时期，由于地球上生物稀少，被统称为前寒武纪。



蓝藻在生长过程中能黏附海水中细小的沉积物，当沉积物增多，蓝藻需要移动到表层来寻找光源进行代谢。这样，沉积物一层一层地堆积，就形成了垫状或球状的岩石结构，称为叠层石。图a为安徽宿州元古宙的叠层石，图b为澳大利亚西北部鲨鱼湾现存的叠层石。

图1.25 蓝藻形成的叠层石

地球的演化历程

（一）前寒武纪

前寒武纪是自地球诞生到距今5.41亿年的漫长时期，包括了冥古宙、太古宙和元古宙，约占地球历史的90%。在此期间，地球的大气层、海洋和陆地慢慢形成，地球也从一个毫无生机的星球变成多种原始生命的家园。

生命的出现和演化与大气层中氧气的增多密不可分。地球形成之初，大气的主要成分是二氧化碳、一氧化碳、甲烷和氨，缺少氧气。冥古宙时期，地球上只有一些有机质，没有生命的迹象。到了太古宙时期出现了蓝藻（图1.25）等原核生物。蓝藻能够通过光合作用制造氧气。元古宙时，蓝藻大爆发，大气成分开始发生改变，生物也因此得到进一步发展，演化出真核生物和多细胞生物。

前寒武纪是重要的成矿时期，大量的铁、金、镍、铬等矿藏出现在这一时期的地层中。

微信公众号：电子课本大全

（二）古生代

古生代（距今5.41亿年—2.52亿年）意为“远古的生物时代”，可分为早古生代和晚古生代。其中早古生代包括寒武纪、奥陶纪、志留纪，晚古生代包括泥盆纪、石炭纪和二叠纪。

古生代期间地壳运动剧烈，许多地方反复上升和下沉，海陆格局发生了多次大的变迁，到了后期地球各块大陆汇聚成一个整体，称为联合古陆（图1.26）。

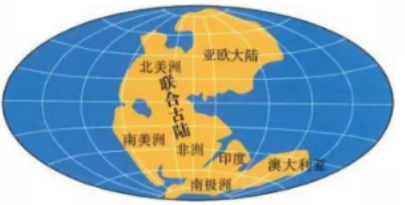


图1.26 联合古陆示意

早古生代是海洋无脊椎动物发展的时代（图1.27）。早期，地球上海洋面积远大于现在，海洋无脊椎动物空前繁盛，温暖的海水里出现了多种动物，如三叶虫、笔石、鹦鹉螺等。到了后期，海洋面积缩小，陆地上开始出现低等的植物，但海洋仍是无脊椎动物的世界。



图1.27 寒武纪海洋景观复原

晚古生代是脊椎动物发展的时代。早期鱼类大量繁衍。随着海洋面积进一步缩小，到了中期一些鱼类逐渐进化成能适应陆地环境的两栖类。晚期，气候变得干旱，水源稀少，一些两栖动物慢慢进化成更能适应干燥气候的爬行动物，裸子植物开始出现。晚古生代，蕨类植物繁盛，形成了茂密的森林，是地质历史上重要的成煤期。

古生代末期，发生了地球生命史上最大的物种灭绝事件，几乎95%的物种从地球上消失，古生代由此告终。

微信公众号：电子课本大全



（三）中生代

中生代（距今2.52亿年—6 600万年）意为“中间的生物时代”，因介于古生代和新生代之间而得名，分为三叠纪、侏罗纪和白垩纪。

由于板块运动剧烈，联合古陆在三叠纪晚期开始解体，各大陆向现在的位置漂移。



图1.28 侏罗纪景观复原

这一时期爬行动物盛行，尤其是恐龙，在侏罗纪和白垩纪达到了大繁盛，因此中生代也被称为“爬行动物的时代”（图1.28）。中后期，一些爬行动物进化出羽毛，开始向鸟类发展（图1.29）；小型哺乳动物出现。裸子植物在中生代极度兴盛，在陆地植物中占主要地位。中生代也是主要的成煤期。

中生代末期发生了物种大灭绝事件，绝大多数物种从地球上消失，包括我们所熟知的恐龙，成为中生代结束的标志。



1996年在我国辽宁省西部发现的中华龙鸟化石，是第一个被发现的带羽毛的恐龙化石。研究表明，中华龙鸟和鸟类有比较近的亲缘关系，它的发现为鸟类的起源问题提供了重要参考。

图1.29 中华龙鸟复原

（四）新生代

新生代（距今6 600万年至今）是“最近的生物时代”，分为古近纪、新近纪和第四纪。

联合古陆在新生代最终解体，各大陆板块漂移到现在的位置，形成了现代海陆分布格局。这时期地壳运动剧烈，形成了现代地势起伏的基本面貌，如今地球上一些高大山脉如阿尔卑斯山脉、喜马拉雅山脉、落基山脉、安第斯山脉等都是在这一时期形成的。

新生代被子植物高度繁盛，草原面积扩大，哺乳动物快速发展，生物界逐渐呈现现代面貌（图1.30）。第四纪出现了人类，这是生物发展史上的重大飞跃。

微信公众号：电子课本大全

显生宙

中生代			新生代		
三叠纪	侏罗纪	白垩纪	古近纪	新近纪	第四纪

距今6 600万年

第四纪时期，全球出现数次冷暖交替变化。气候寒冷期，冰川范围扩大，海平面下降，许多生物向较低纬度迁移；气候温暖期，冰川范围缩小，海平面上升，海水浸没了若干低洼的地方。目前，地球处于一个温暖期。



图1.30　第四纪早期北美大平原景观复原

活动

通过地质年代表了解地球的演化历史

将以下选项分别填入图1.31中的文字空白中，以完成关于不同地质年代的地球环境和生命现象的描述。

① 蓝藻　② 无脊椎动物　③ 蕨类　④ 氧气　⑤ 联合古陆
⑥ 爬行动物　⑦ 两栖动物　⑧ 哺乳动物



图1.31　主要地质年代特征示意

微信公众号：电子课本大全

自学窗

古生物学研究

你或许看过有关恐龙的电影，或者在博物馆参观过恐龙化石或模型，而恐龙早已灭绝，我们如何了解这些庞然大物呢？多亏古生物学家，他们发现并研究化石（图1.32），复原了这些曾经生活在地球上的生物。那么，古生物学家是如何开展研究的呢？

古生物学家如同侦探，他们研究藏在地层里的生物遗体或遗迹，从蛛丝马迹中推断结论。例如，通过研究骨骼化石、脚印化石、粪便化石、植物化石等，最终确定生物的体型特征、行走速度、外貌举止以及饮食特性等；再结合对应的沉积岩的特征，可以推断生物生存时代的地理环境。

借助古生物学研究，利用测年技术，我们可以了解地质历史时期生物多样性与环境的关系，探讨地球生命发展的规律，并为应对未来的环境变化，如气候变化，提供很重要的信息。



图1.32 古生物学家正在对化石进行保护性发掘

微信公众号：电子课本大全

第四节
地球的圈层结构



图 1.33　地球内部探秘

在凡尔纳的科幻小说《地心游记》中，主人公可以在地下旅行，甚至穿过地心。但就当前实际的科技水平来说，人类还无法实现“地心漫游”。目前最深的钻井深度为12千米，仅仅触及地球的“表皮”。那么人类通过什么方式认识地球的内部结构呢？地球的内部结构究竟是怎样的呢？

地球的内部圈层结构

地球的内部结构，无法直接观察。科学家主要通过对地震波[1]的研究来了解地球的内部结构。地震波有纵波（P波）和横波（S波）之分。纵波的传播速度较快，可以通过固体、液体和气体传播；横波的传播速度较慢，只能通过固体传播。纵波和横波的传播速度，都随着所通过物质的性质而变化。

从地球内部地震波曲线图上，可以看出地震波在一定深度发生突然变化（图1.34）。这种波速突然变化的面叫不连续面。地球内部有两个不连续面：一个在大陆地面下平均33千米处，在这个不连续面下，横波和纵波的速度都明显增加，这个不连续面叫莫霍界面[2]；另一个在地下约2 900千米处，在这里纵波的传播速度突然下降，横波完全消失，这个面叫古登堡界面[3]。以这两个界面为界，地球内部被划分为地壳、地幔和地核三个圈层。

① 地震发生时，地下岩石受到强烈冲击，产生弹性震动，并以波的形式向四周传播。

② 1909年，克罗地亚地震学者莫霍洛维奇根据地震资料首先发现了这一界面。为了纪念他，人们将此界面命名为“莫霍洛维奇界面”，简称“莫霍界面”。

③ 1913年，德国地震学者古登堡（1936年加入美国国籍）研究地震波时推算出这一界面，并得到世界的公认。为了表彰他在地球内部结构研究领域的贡献，人们将此界面命名为“古登堡界面”。

微信公众号：电子课本大全

思考

在莫霍界面和古登堡界面附近，地震波的速度发生了突然的变化，这说明了什么问题？

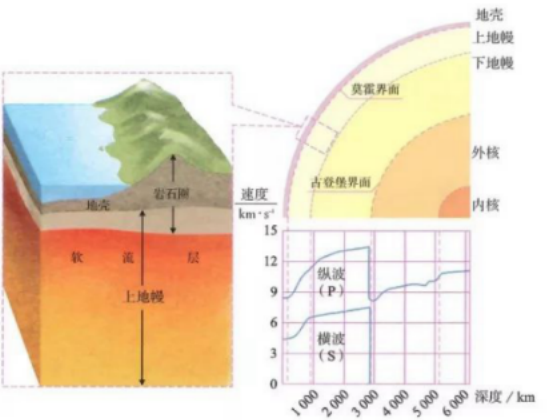


图 1.34 地球内部地震波传播速度与圈层结构示意

（一）地壳

地壳是地球表面一层由固体岩石组成的坚硬外壳，位于莫霍界面以外。地壳厚薄不一，海洋地壳薄，一般为5—10千米；大陆地壳厚，平均厚度为39—41千米，有高大山脉的地方地壳会更厚，最厚达70千米。

（二）地幔

地幔从莫霍界面直至2 900千米深处的古登堡界面，占地球总体积的80%。根据地震波波速的变化，地幔分为上地幔和下地幔。上地幔的上部存在一个软流层，温度很高，岩石部分熔融，能缓慢流动。科学家推断，软流层是岩浆的主要发源地，地球板块的运动与之相关。上地幔顶部与地壳都由坚硬的岩石组成，合称岩石圈。

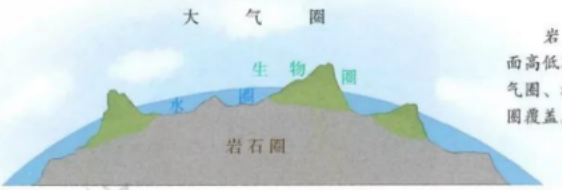
（三）地核

地核主要由铁和镍等金属组成，厚度约3 400多千米。根据地震波的变化，可将地核分为外核和内核两层。外核是熔融状态的金属物质，科学家认为，外核液态物质的运动形成了地球的磁场。内核是一个密度极大的固体金属球，超强的压力将铁原子和镍原子紧紧挤压在一起。

微信公众号：电子课本大全

地球的外部圈层结构

地球的外部圈层包括大气圈、水圈、生物圈等（图1.35）。



岩石圈的表面高低不平，被大气圈、水圈和生物圈覆盖。

图1.35　地球的外部圈层结构示意

大气圈是由气体和悬浮物质组成的复杂系统，它的主要成分是氮气和氧气。大气圈笼罩着地球，使得地球上的温度变化和缓，同时提供了生物生存所必需的氧气。大气圈中的风、云、雨、雪等天气现象，与人类息息相关。

水圈是地表和近地表的各种形态水体的总称，其主体是海洋，还包括陆地上的河流、湖泊、沼泽、冰川、地下水等。水是最活跃的自然环境要素之一，在地球表面物质迁移和能量转换中起着十分重要的作用，是人类和其他生物生存和发展所不可或缺的。

生物圈是地球表层生物的总称。地球生物的活动和影响范围虽然涉及大气圈、水圈和岩石圈，但多数生物集中分布在大气圈、水圈与岩石圈很薄的接触带中。生物从环境中获取物质和能量，同时也在促进太阳能转化、改变大气圈和水圈组成、改造地表形态等方面起着重要作用。

大气圈、水圈、生物圈与岩石圈相互联系、相互渗透，共同构成人类赖以生存和发展的自然环境。

微信公众号：电子课本大全

活动

认识大气圈、水圈、生物圈和岩石圈及其相互联系

自然景观涉及大气圈、水圈、生物圈和岩石圈。图1.36为一张自然景观照片。



图1.36 自然景观照片

1. 找出照片中主要事物，如山、云、山顶积雪、河流、草、树木等。
2. 将找出的事物按照大气圈、水圈、生物圈和岩石圈进行分类。
3. 思考各事物之间的联系。

本章要点

1. 地球所处的天体系统，按照从低到高的级别，依次为地月系、太阳系、银河系和可观测宇宙。
2. 地球是太阳系中一颗既普通又特殊的行星，它是太阳系行星中唯一有高级智慧生命的星球。
3. 太阳辐射是地球光和热的主要源泉，维持着地表温度，是地球上水、大气运动和生命活动的主要动力。
4. 太阳活动释放大量的物质和能量，扰动地球的磁场和大气层，给人类活动带来很多不利影响。
5. 对地层和化石的研究是了解地球历史的主要途径。
6. 地球的演化历史可分为前寒武纪、古生代、中生代和新生代，其中新生代是人类诞生的时代。
7. 地球的内部圈层包括地壳、地幔和地核。上地幔的上部存在软流层。上地幔顶部和地壳合称岩石圈。
8. 地球的外部圈层包括大气圈、水圈和生物圈，它们和岩石圈相互联系、相互渗透，共同构成人类赖以生存和发展的自然环境。

微信公众号：电子课本大全

问题研究

火星基地应该是什么样子

在太阳系中，火星被认为是除地球外最适合人类居住的星球。从20世纪60年代开始，人类向火星发射探测器，开启了火星探测之旅。

科学家设想在火星上建立人类定居点。假设技术能够解决目前所有的难题，可以顺利将人送到火星，那么建立一个火星基地需要满足哪些条件呢？

对这一课题的探究，建议采用以下思路。

收集资料，了解火星表面的自然状况。 → 分析火星基地应具备的基本的生命保障条件。 → 收集资料，了解人类目前在生物圈研究领域的成就。 → 分析火星基地的基本功能，绘制构想图。

知识拓展

资料1　火星概况

火星因表层土壤中富含铁元素，具有红色的外表，被称为“红色行星”。火星大气稀薄，二氧化碳含量达95%以上。火星表面温差很大，赤道地区夏季白天温度为21℃，到了夜晚能降至−73℃。火星表面遍布尘埃，常年有大风，沙尘暴往往能持续数周。



图1.37　在火星表面工作的“好奇号”火星车

从太空拍摄的火星照片显示，火星表面有干涸的河床，这表明火星上曾经存在过液态水。科学家据此推测火星表面曾有比现在更厚的大气层，温度也更高，这样才能保证液态水的存在。火星的两极覆盖着由干冰组成的冰盖。科学家检测了“好奇号”（图1.37）探测器采集的火星土壤样本，发现火星土壤中含有少量的水分子。近期的研究发现，火星中纬度地区地表之下埋藏大量的水冰。

资料分析

1. 火星上是否具备人类生存的条件？
2. 若在火星上生存，需要改造哪些环境条件？

微信公众号：电子课本大全

资料 2 “绿航星际”



图 1.38 “绿航星际”试验舱段配置示意

为开展载人航天深空探测提供技术储备，为人类星际旅行和地外居住创造保障条件，我国科学家研发了“绿航星际”这一受控生态生保系统集成试验平台。该试验平台由植物舱、乘员舱、生保舱和资源舱组成（图 1.38）。它基于生态学原理，通过动植物培养、废水废物处理、大气调控等多个功能单元的协作，以实现封闭环境内的大气、水和食物的循环再生，建立适合人类长期驻留的生命和健康保障体系，减少地面物资补给需求。2016 年 12 月 14 日，4 名志愿者结束了为期 180 天的密闭试验。舱内系统实现了志愿者所需氧气、水以及部分食物的再生式供应。该次试验为我国空间站任务提供了有力的技术支持，也为未来地外星球基地生命保障技术的预先研究打开了新局面。

资料分析

“绿航星际”试验对火星基地的建设能提供哪些参考？

分工设计

假设火星基地分为登陆区、居住区、科研区、能源区等几个站区。选择你感兴趣的一个站区，从形态、功能、防护等方面提出一个设计方案。最后画出示意图，把不同的站区对接起来，形成一个完整的火星基地。

示意图

微信公众号：电子课本大全

第二章
地球上的大气

地球不同于其他行星的特征之一，是具有适宜生物生存的大气。包围着地球的厚厚的大气，是生物乃至地球的保护层。人类活动可能导致大气中某些成分及其含量发生变化，并影响自然环境和人类自身。大气运动是地球上热量传输和水汽输送的重要途径，也是各种天气变化和气候形成的基础。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 大气是由哪些成分组成的？
- 大气在垂直方向上可分为哪几层？各层有何特点？
- 大气的组成和垂直分层与人类活动有怎样的联系？
- 大气是怎样受热的？
- 大气的热力环流是如何形成的？

微信公众号：电子课本大全

第一节
大气的组成和垂直分层



图2.1 自由落体状态中的鲍姆加特纳

2012年10月14日，奥地利“坠落人”鲍姆加特纳在美国西南部乘坐太空舱升空。约3小时后，他上升至39千米高空。随后，他从那里跳下，4分钟后才打开降落伞，成为第一个自由落体速度超音速的人（图2.1）。他配备的特制宇航服，外表绝缘，密封的内层中填充加压氧气；头盔内有液氧系统，护目镜中装有温度调节器。39千米高空的大气与地面大气有哪些不同？鲍姆加特纳为什么需要配备特制宇航服？

大气的组成

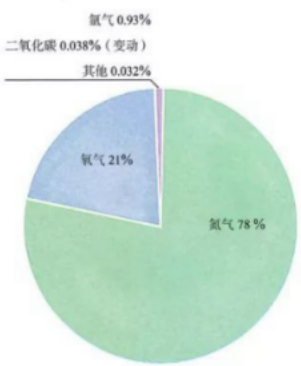


图2.2 干洁空气成分的体积分数（25千米以下）

如今的大气成分是地球长期演化的结果，在短时期内不会有明显的变化。低层大气中除去水汽和杂质以外的混合气体，称为干洁空气。25千米以下的干洁空气中，氮气和氧气合占总体积的99%（图2.2）。氧是人类和其他生物维持生命活动所必需的物质；氮是地球上生物体的基本元素。

大气中二氧化碳和臭氧含量虽少，但对地球上的生命活动和自然环境有着重要作用。二氧化碳是绿色植物进行光合作用的基本原料，另外，它吸收地面辐射的能力强，使气温升高。臭氧能吸收太阳光中的紫外线，使大气增温；减少到达地面的

微信公众号：电子课本大全

紫外线，对生物具有保护作用。

大气中的水汽和杂质含量很少，却在天气变化中扮演重要角色。水的相变，产生云、雨、雾、雪等一系列天气现象，同时伴随着热量的吸收和释放，直接影响地面和大气的温度。大气中的杂质作为凝结核，是成云致雨的必要条件。大气中的水汽和杂质含量，因时因地而异。

人类活动排放的污染物进入大气，会影响大气的成分和含量，产生大气污染（图2.3），对生态系统和人类生存造成不利影响。



人类工业生产排放的废气、汽车排放的尾气等会造成大气污染。图为北京优良天气和重污染天气对比。

图2.3 大气污染现象举例

案例

大气中二氧化碳含量的变化与人类活动

在过去80万年的绝大多数时间里，大气中二氧化碳体积分数的变化相对平缓。然而，从1740年到2011年，短短不到300年的时间里，二氧化碳体积分数增加了40%多（图2.4）。二氧化碳体积分数的增加，基本上都来自化石燃料的燃烧和土地利用的变化（主要是毁林）。化石燃料燃烧，会释放二氧化碳；森林面积缩小，会减少森林对二氧化碳的吸收量。

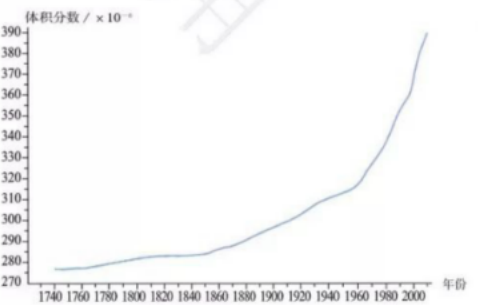


图2.4 二氧化碳体积分数的变化

微信公众号：电子课本大全

活动

了解大气含氧量减少对人体产生的影响

大气中氧气含量对人体健康至关重要。科学研究发现，适当的缺氧环境利于激发运动员的运动潜力。但含氧量太低会危害人体健康甚至危及生命。我国已建成甘肃榆中、青海多巴、云南海埂、河北兴隆、云南呈贡等国家级高原体育训练基地（表2.1）。

表 2.1　我国部分高原训练基地的地理坐标

项目	榆中	多巴	海埂	兴隆	呈贡
海拔/m	1 996	2 366	1 888	2 118	1 906
经度	104°02′ E	103°31′ E	102°41′ E	117°22′ E	102°48′ E
纬度	35°52′ N	35°52′ N	25°01′ N	40°36′ N	24°53′ N

1. 在奥运会等世界重大体育赛事中，来自非洲埃塞俄比亚、肯尼亚的中长跑运动员往往成绩优异。在非洲地形图上，找出这两个国家，归纳它们共同的地形特点。由此，你能推测这两个国家中长跑运动员成绩优异的原因吗？
2. 在中国地图（地图册或教学挂图）上找到表2.1所列的高原训练基地的位置。
3. 目前，世界公认的平原运动员进行高原训练的最佳高度为海拔1 800—2 400米。表2.1中所列的高原训练基地的海拔在这个范围内吗？参照表2.2推测运动员在更高海拔训练反而达不到理想成绩的原因。

表 2.2　不同海拔与海平面的含氧量比

海拔/m	0	1 000	2 000	3 000	4 000
含氧量比	100%	89%	78%	70%	61%

微信公众号：电子课本大全

大气的垂直分层

地球大气从地面向上，可延伸到数千千米高空。根据温度、运动状况和密度，大气自下而上可以划分为对流层、平流层和高层大气（图2.5）。

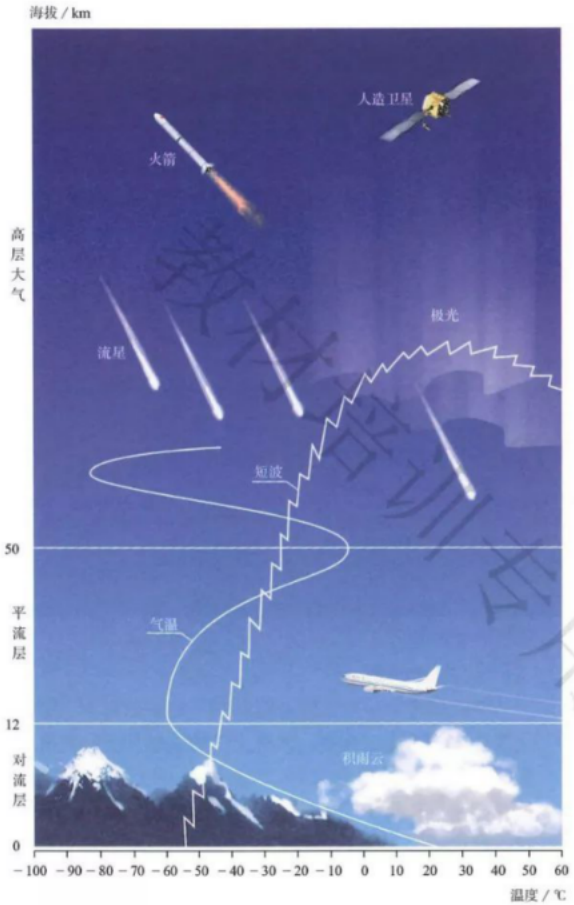


图2.5 大气的垂直分层示意

思考

1. 为什么平流层适合飞机飞行？

2. 无线电通信利用了哪层大气的特性？

微信公众号：电子课本大全

（一）对流层

对流层是大气圈的最底层，集中了大气圈质量的3/4和几乎全部的水汽、杂质，大气中的污染物也多集中在这一层。对流层的高度因纬度而异，在低纬度地区为17—18千米，在高纬度地区仅为8—9千米。对流层气温随高度的升高而递减，在对流层的顶部气温降至-60℃。

对流层的大气上部冷、下部热，有利于大气的对流运动。低纬度地区受热多，对流旺盛，对流层所达高度就高。近地面的水汽和杂质通过对流运动向上输送，在上升过程中随着气温降低，容易成云致雨（图2.6）。云、雨、雾、雪等天气现象都发生在这一层。人类生活在对流层的底部。

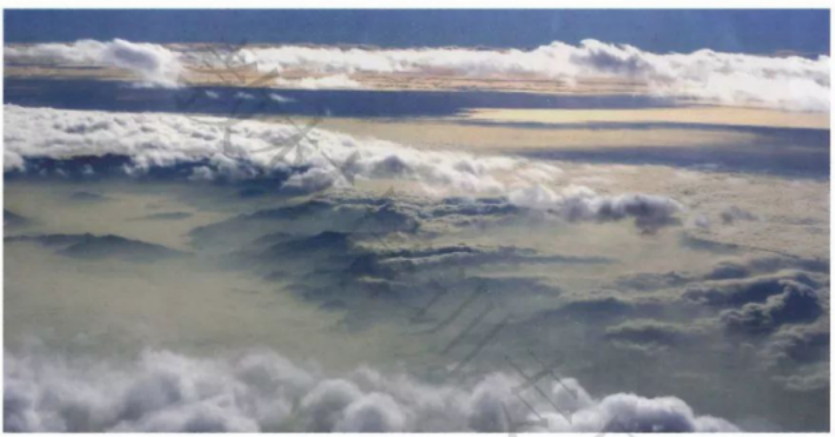


图2.6 对流层的云

（二）平流层

平流层范围自对流层顶部至50—55千米高空。平流层气温随高度升高而升高。该层大气的下层气温随高度变化很小，但是在30千米以上，气温随高度增加而迅速上升。这是因为平流层中的臭氧吸收大量太阳紫外线，使大气增温。在22—27千米范围内，臭氧含量达到最大值，形成臭氧层。臭氧层使地球上的生命免受过多紫外线的伤害，被称为“地球生命的保护伞”。

平流层的大气上部热、下部冷，不易形成对流，主要以平流运动为主。该层大气中水汽和杂质含量很少，无云雨现象，能见度好，适合航空飞行。鲍姆加特纳从空中跳下的高度就在平流层范围内。那里氧气稀薄、气温低，必须配备特制的宇航服。

微信公众号：电子课本大全

（三）高层大气

平流层以上的大气统称高层大气。自平流层顶部开始，由于没有吸收紫外线的臭氧，气温会下降；随后，由于大气吸收了更短波长的太阳紫外线，温度又持续上升，在300千米的高空，温度可达1 000℃以上。

在80—120千米的高空，多数来自太空的流星体会燃烧，成为我们夜晚看到的流星。在80—500千米的高空，有若干电离层。电离层大气在太阳紫外线和宇宙射线的作用下，处于高度电离状态，能反射无线电波，对无线电通信有重要作用。

高层大气的空气密度很小。在2 000—3 000千米的高空，大气的密度已经与星际空间的密度非常接近。这里的一些高速运动的空气质点经常散逸到宇宙空间，这个高度可以看作是地球大气的上界。

自学窗

全球合作　保护臭氧层

20世纪80年代初，科学家观测发现，南极上空每年春季臭氧含量比之前有大幅度下降，并将这一现象称为“臭氧空洞”。“臭氧空洞”的出现，表明臭氧层被破坏，臭氧含量减少。

为了保护臭氧层，国际社会于1985年缔结了《保护臭氧层维也纳公约》（以下简称《公约》），开启了全球携手保护臭氧层的历程。1987年9月16日，46个缔约方在加拿大蒙特利尔达成了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（以下简称《议定书》），限制生产和使用氯氟碳化物等消耗臭氧层的物质。1995年，联合国大会决定，每年的9月16日为“国际保护臭氧层日”。

《公约》和《议定书》得到了全世界绝大多数国家和地区的支持，成为联合国数百个公约中参与度最高的公约。《公约》及其《议定书》的有效实施，使得“臭氧空洞”开始缩小，在全球范围内避免了数百万例可能由紫外线带来的人类疾病，如皮肤癌、白内障等。另外，保护臭氧层还减缓了气候变化的幅度。

目前，人类面临的全球性环境问题，如全球变暖、臭氧层破坏等，都需要国际合作才能解决。保护臭氧层的成功，成为全球合作成功解决这类问题的典范。

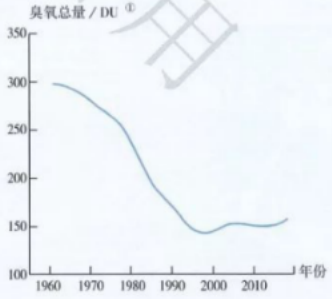


图2.7　南极上空大气臭氧总量最低值（每年10月份）卫星监测数据

① DU即多布森单位，标准大气状态下千分之一厘米臭氧层的厚度为1个多布森单位。臭氧含量低于220个多布森单位时，称为“臭氧空洞”。

微信公众号：电子课本大全

第二节
大气受热过程和大气运动



图2.8《台海使槎录》初刻本

清代黄叔璥在《台海使槎录》（图2.8）中，记述了台湾海峡两岸的风向差异："内地之风，早西晚东，惟台地早东风，午西风……四时皆然。"这里的"内地"指福建，"台地"指台湾。为什么台湾海峡两岸风向的日变化相反呢？这里的风是怎样形成的？

大气的受热过程

大气中的一切物理过程都伴随着能量的转换。太阳辐射是地球大气最重要的能量来源。

投射到地球上的太阳辐射，要穿过厚厚的大气才能到达地球表面。太阳辐射在传播过程中，小部分被大气吸收或反射，大部分到达地球表面。

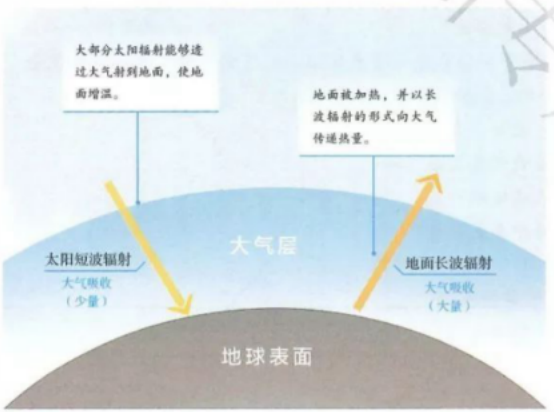


图2.9 大气的受热过程示意

到达地球表面的太阳辐射，被地面吸收和反射。地面因吸收太阳辐射而增温，同时又以长波辐射[①]的形式把热量传递给近地面大气。近地面大气吸收地面长波辐射以后，又以对流、传导等方式层层向上传递能量（图2.9）。

从大气的受热过程看，大气对太阳短波辐射吸收较少，太阳短波辐射能够透过大气到达地面；大气

① 由实验得知，物体的温度越高，辐射中最强部分的波长越短；反之则波长越长。由于地球表面的温度比太阳低得多，地面辐射的波长也就比太阳辐射的要长。相对而言，太阳辐射为短波辐射，地面辐射为长波辐射。

微信公众号：电子课本大全

对地面长波辐射吸收较多，绝大部分地面长波辐射被大气截留。所以，地面长波辐射是近地面大气主要的、直接的热源，对流层大气的热量主要也是来源于此。

大气对地面的保温作用

对流层中的水汽、二氧化碳等，吸收长波辐射的能力很强。因此，地面辐射的长波辐射除极少部分穿过大气，到达宇宙空间外，绝大部分（75%—95%）被对流层中的水汽、二氧化碳等吸收。大气在吸收地面长波辐射后会增温。

大气在增温的同时，也向外辐射长波辐射。大气辐射除一小部分向上射向宇宙空间外，大部分向下射向地面，其方向与地面辐射方向相反，故称大气逆辐射。大气逆辐射把热量传给地面，这就在一定程度上补偿了地面辐射损失的热量，对地面起到了保温作用。天空有云，特别是浓密的低云时，大气逆辐射更强。

活动

说明地球大气的保温作用

地球有大气，而月球没有大气。地球和月球表面的辐射过程如图2.10所示。

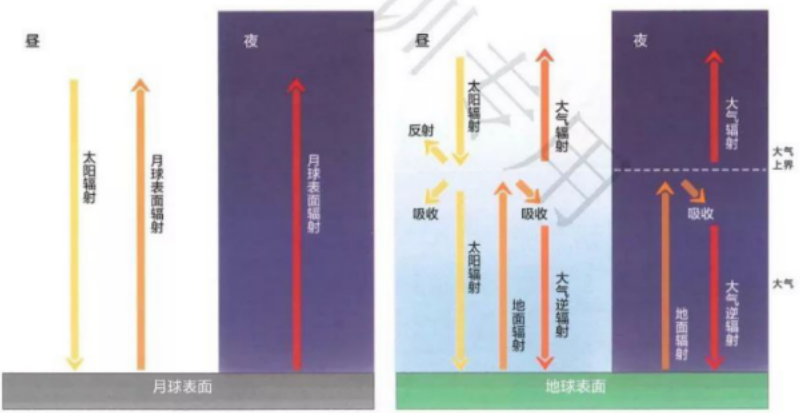


图2.10 地球和月球表面辐射过程示意

1. 观察图2.10，找出地球比月球多了哪些辐射途径。
2. 说明上述辐射途径对地球昼夜温差的影响。
3. 说明月球表面昼夜温度变化比地球表面剧烈得多的原因。

微信公众号：电子课本大全

大气热力环流

大气中热量和水汽的输送，以及各种天气变化，都是通过大气运动实现的。大气运动有垂直运动和水平运动之分。大气的垂直运动表现为气流上升或气流下沉，大气的水平运动即是风。

由于地面冷热不均而形成的空气环流，称为大气热力环流。它是大气运动的一种最简单的形式，形成过程如图2.11所示。

当地面受热均匀时，空气没有相对上升和相对下沉运动（图2.11a）。

当A地接受热量多，B、C两地接受热量少时，A地近地面空气膨胀上升，到上空聚积，使上空空气密度增大，形成高气压；B、C两地空气收缩下沉，上空空气密度减小，形成低气压（图2.11b）。于是空气从气压高的A地上空向气压低的B、C两地上空扩散。

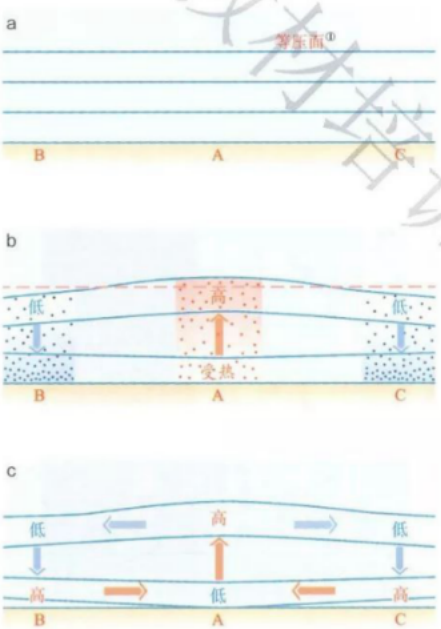


图2.11 热力环流的形成示意

在近地面，A地空气上升向外流出后，空气密度减小，形成低气压；B、C两地因有下沉气流，空气密度增大，形成高气压。这样近地面的空气从B、C两地流回A地，以补充A地上升的空气，从而形成了热力环流（图2.11c）。

大气热力环流是一种常见的自然现象。在一定条件下，地表的冷、热差异会产生大气热力环流。台湾海峡两岸风向的日变化，反映了海陆间大气热力环流的日变化。

思考

气温、气压、气流三者之间有什么关系？

① 等压面是空间中气压相等的各点所组成的面。

微信公众号：电子课本大全

案例

城市热岛环流

城市中心区建筑密集，地面多硬化，吸收太阳辐射多，向大气传送的热量也多。此外，城市中心区人口密集，产业发达，汽车数量多，人们生活、生产向大气释放的废热较多。所以，在静风或微风时，城市中心区气温一般比周围的郊区高，因此把城市中心区称为“热岛”。

中心区与郊区之间的温度差异，导致空气在中心区上升，在郊区下沉；高空气流由中心区流向郊区，近地面气流由郊区流向中心区。于是，中心区与郊区之间形成热力环流，这种热力环流称为“城市热岛环流”（图2.12）。城市规划时，一般把污染风险较大的工业企业布局在城市热岛环流的范围之外，避免这些工业企业排出的大气污染物，随城市热岛环流从近地面流向城市中心区。



图2.12 城市热岛环流示意

教材培训专用

微信公众号：电子课本大全

活动

绘制海陆间大气热力环流模式图

白天，陆地增温快，海洋增温慢；夜晚，陆地降温快，海洋降温慢。海陆风就是海陆间昼夜温度差异引起的大气热力环流。根据大气热力环流的原理，完成下列任务。

1. 在图2.13 a上，按如下步骤完成白天海陆间的大气热力环流模式图。
   （1）标出海洋和陆地温度的高低。
   （2）根据海陆温度的高低，画出海洋与海洋上空、陆地与陆地上空气流垂直运动的方向。
   （3）根据气流垂直运动的方向，标出海洋、陆地表面气压的高低，再标出海洋、陆地上空气压的高低。
   （4）画出陆地和海洋之间的大气水平运动的方向，完成热力环流模式图。
2. 在图2.13 b上，按1的步骤完成夜晚海陆间的大气热力环流模式图。
3. 分析大气热力环流对滨海地区气温的调节作用。

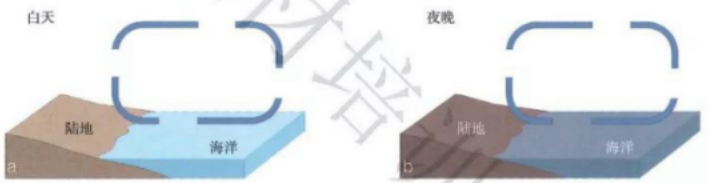


图2.13 海陆间的大气热力环流

大气的水平运动——风

地面受热不均，导致空气上升和下沉，进而使同一水平面上的气压产生了差异。我们把单位距离间的气压差叫作气压梯度。只要水平面上存在气压梯度，就产生了促使大气由高压区流向低压区的力，这个力叫作水平气压梯度力。在水平气压梯度力的作用下，大气从高压区向低压区作水平运动，这就形成了风。可见，水平气压梯度力是形成风的直接原因。

微信公众号：电子课本大全

水平气压梯度力的方向垂直于等压线，由高压指向低压。等压线是同一高度上气压相等的点的连线。如果没有其他外力的作用，风向应该与水平气压梯度力的方向一致，即风向也垂直于等压线（图2.14）。

但是，风一旦形成，马上就会受到地转偏向力[1]的作用，使风向逐渐偏离气压梯度力的方向。在北半球，风向向右偏转；在南半球，风向向左偏转。在不受摩擦力作用的情况下，风向最终与等压线平行（图2.15）。地转偏向力只改变风向，不改变风速。



图2.14 在水平气压梯度力作用下的风向

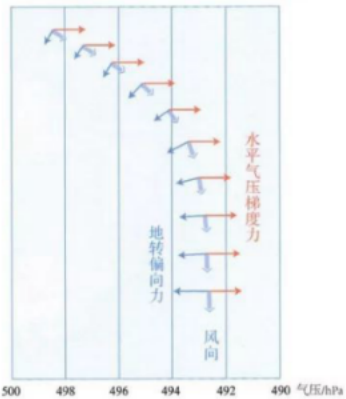


图2.15 在水平气压梯度力和地转偏向力共同作用下的风向（北半球高空）

在近地面，风还会受到摩擦力的作用。摩擦力是指地面和空气之间，以及运动状况不同的空气层之间相互作用而产生的阻力。摩擦力对风有阻碍作用，可以减小风速。在近地面，风在水平气压梯度力、地转偏向力和摩擦力的共同作用下，风向与等压线斜交（图2.16）。



图2.16 在水平气压梯度力、地转偏向力和摩擦力共同作用下的风向（北半球近地面）

思考

南半球近地面相对等压线的风向如何表示呢？

① 由于地球自转，在地球上作水平运动的物体，其运动方向会发生偏转。导致物体水平运动方向发生偏转的力称为地转偏向力。

微信公众号：电子课本大全

活动

根据等压线确定风向和风速

等压线是等值线的一种。等压线的疏密程度反映了气压梯度的大小，等压线越密，气压梯度越大。

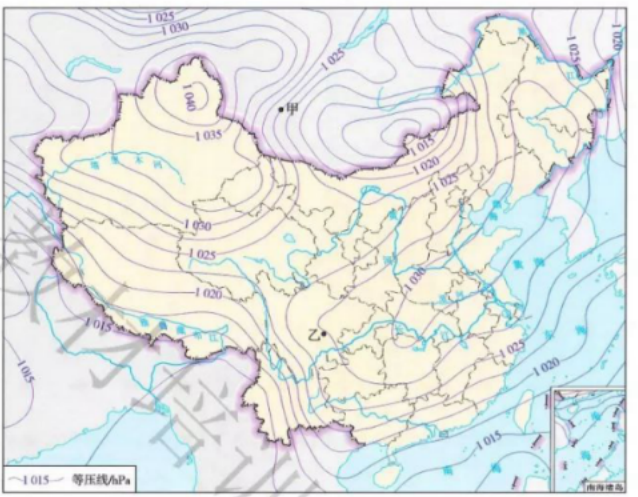


图2.17 海平面气压分布（2016年11月9日6时）

1. 比较甲、乙两地的气压梯度大小，并说明理由。
2. 在图上画出甲、乙两地的风向。
3. 比较甲、乙两地风速的大小，并说明理由。

自学窗

温室气体的发现

阳光照射地球表面，给地球带来温暖。为什么地球不持续升温，直到和太阳一样热呢？19世纪初期，法国科学家傅里叶开始探索是什么因素决定了地球的平均温度。他猜想受热的地表放射看不见的红外辐射，把热量送回了太空。

但是，他按此思路计算出的地表温度远远低于冰点，这和实际情况有很大差距。

微信公众号：电子课本大全

他进一步猜测，差距可能是地球的大气造成的。他认为地球的大气拦截了地表放射的部分红外辐射。

当时，大多数科学家认为红外辐射可以穿透一切气体。19世纪中期，英国科学家丁铎尔通过实验证实，红外辐射的确可以穿透大气层里的主要气体——氧气和氮气，但是不能穿透二氧化碳和水汽。这就是现在所称的“温室气体”的主要成分。这样，丁铎尔的实验结果验证了傅里叶的猜想。

本章要点

1. 低层大气主要由干洁空气、水汽和杂质组成。干洁空气主要成分是氮气和氧气。
2. 大气中的氧气、二氧化碳、水汽等对生命活动、自然环境具有重要作用，与人类活动有着密切的联系。
3. 根据温度、运动状况和密度，大气自下而上可以划分为对流层、平流层和高层大气。
4. 人类生活在对流层的底部，并充分利用各层大气的特点开展相应活动。
5. 太阳辐射加热地面，地面长波辐射是近地面大气主要的、直接的热源。
6. 大气通过大气逆辐射对地面起保温作用。
7. 地表冷热不均，形成大气热力环流。大气热力环流是大气运动的一种简单形式。
8. 大气的水平运动即风。风主要受水平气压梯度力、地转偏向力和摩擦力的影响。

技术指导用

微信公众号：电子课本大全

问题研究

何时“蓝天”常在

2013年1月，四次大气污染过程笼罩我国30个省（自治区、直辖市）。2013年9月，国务院发布《大气污染防治行动计划》，简称“大气十条”。“大气十条”颁布实施之后，全国相继打响了“蓝天保卫战”，空气质量有了明显改善。2017年，全国74个重点城市大气优良天数比例为73.4%，比2013年上升7.4%；大气重污染天数比2013年减少51.8%。然而，如何让“蓝天”常在，如何减少大气污染特别是大气重污染天数，是摆在公众、政府和科学家面前的一项重大工程。

对这一课题的探究，建议采用以下思路。

认识大气污染现象。→ 了解我国大气污染的形成原因。→ 了解发达国家治理大气污染的措施和所用的时间。→ 讨论我国“蓝天”常在所需要采取的措施和时间。

知识拓展

资料1　大气污染及其危害

大气污染是指自然或人为原因，使大气中某些成分超过正常含量，或有毒有害的物质进入大气，对人体健康、生态系统等造成危害的现象。大气污染范围和强度受污染物和污染源的性质、气象条件以及地表特点等影响。大气中有害物质的浓度越高，污染就越重，危害也就越大。

根据空气质量指数，可以将空气质量划分为六个级别（表2.3）。评价空气质量选取的主要污染物有细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、臭氧、一氧化碳等六项。

表2.3　空气质量级别划分

空气质量指数及对应级别	0—50 一级	51—100 二级	101—150 三级	151—200 四级	201—250 五级	251—300 六级
空气质量状况	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染

微信公众号：电子课本大全

资料分析

1. 概括大气污染的特点和危害。
2. 讨论影响我国大气污染的主要因素。

资料2　我国近些年大气污染较为严重的原因

综合来看，我国近些年大气污染较为严重的原因主要有以下几方面。

我国能源消费结构以煤炭为主，煤炭燃烧后废气排放量大，处理难度和成本高。

我国废气排放量较大的工业企业数量多，规模大，分布广。

我国汽车拥有量猛增，汽车尾气排放量大。

我国正处于城市化快速发展时期，建筑工地多，扬尘多。

受季风气候影响，我国北方地区冬季干燥，大气降尘量大。

受全球变暖影响，我国北方地区由秋至春，冷空气活动频率减小，势力较弱，常出现连续数日微风或静风天气，并且空气湿度相对较高。

……

资料分析

1. 上述原因中哪些是人为原因，哪些是自然原因？
2. 除上述原因外，造成我国近些年大气污染较为严重的原因还有哪些？

资料3　发达国家大气污染及治理案例

1943年，美国洛杉矶汽车尾气排放的大量碳氢化合物在城市上空聚集，在太阳紫外线照射下发生化学反应，形成了浅蓝色烟雾。这种烟雾使很多市民眼睛红肿，头疼，呼吸道受损。后来，人们把这种大气污染称为“光化学烟雾”。光化学烟雾发生后，美国联邦与州政府通过立法、工业技术创新、民众宣传教育等手段进行治理。直到2007年，洛杉矶地区的空气才达到了清洁标准。

微信公众号：电子课本大全



图2.18 行驶在烟雾中的伦敦双层公共汽车（1952年）

1952年12月5—9日，英国伦敦发生了震惊世界的“伦敦烟雾事件”（图2.18）。主要污染物为烟煤燃烧产生的二氧化硫、三氧化硫和烟尘，使得伦敦市民呼吸道病患剧增。之后，英国政府正式向空气污染宣战，颁布了治理法令。直至1980年，伦敦的烟雾日下降到5天。“雾都”伦敦终于迎来了清洁的空气。

资料分析

1. 洛杉矶的“光化学烟雾”和“伦敦烟雾事件”相比，人为原因有何不同？
2. 仅考虑人为原因，试对“洛杉矶烟雾治理时间比伦敦烟雾治理时间更长”作出合理解释。

形成观点并讨论

通过网络收集并整理我国政府为治理大气污染所采取的措施。结合我国近年来大气污染较为严重的原因和发达国家治理大气污染所用的时间，对“何时蓝天常在”这一问题给出自己的观点，并在班级进行讨论。

观点

微信公众号：电子课本大全

第三章
地球上的水



水是生命的摇篮。具有丰富的水，是地球不同于其他行星的重要特征。水的三态变化，使得水在不同水体之间、不同空间之间循环运动，促进了地球上的物质迁移和能量转换，对自然环境和人类活动具有深刻的影响。地球上约97%的水储存在海洋中，海水的性质和运动对人类活动有着重要影响。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 地球上的水是如何循环运动的？
- 水循环主要有哪些地理意义？
- 海水的温度、盐度和密度存在怎样的时空分布规律？
- 海水的运动具有哪些特征？
- 海水的性质和运动对人类活动有什么影响？

教材插图公用

微信公众号：电子课本大全

第一节
水循环

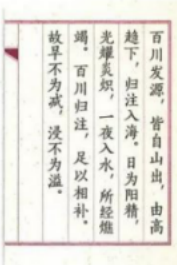

百川发源，皆自山出，由高趋下，归注入海。日为阳精，光耀炎炽，一夜入水，所经燋竭。百川归注，足以相补。故旱不为减，浸不为溢。

图3.1《宋书·天文志》中关于海水水量维持稳定的解释

江河奔流不息，最终注入大海，为什么大海的水没有增多？几千年来很多先哲都试图回答这一问题。公元5世纪，《宋书·天文志》中有人对此问题作了解释（图3.1）：太阳加热海水，使海水蒸发；河流注入大海，补充蒸发的消耗，使海水不会增多也不会减少。这种对海水水量维持稳定的解释科学吗？蒸发的海水去哪儿了呢？

水循环的过程及类型

水循环是指自然界的水在水圈、大气圈、岩石圈、生物圈中，通过蒸发（蒸腾）、水汽输送、降水、下渗、径流等环节连续运动的过程。自然界的水循环时刻都在进行着。根据发生的空间范围，水循环可分为海陆间循环、陆地内循环和海上内循环。

（一）海陆间循环

海陆间循环是指发生在海洋与陆地之间的水循环。海洋表面的水经过蒸发变成水汽。水汽上升到空中，被气流输送到大陆上空，部分在适当条件下凝结，形成降水。降落到地面的水，一部分在地面流动，形成地表径流；一部分渗入地下，形成地下径流。两者经过江河汇集，最后又回到海洋。这种海陆间的循环又称为大循环。通过这种循环运动，陆地上的水就不断得到补充，水资源得以再生。

微信公众号：电子课本大全

（二）陆地内循环

陆地内循环就是陆地上的水，一部分或全部通过地面、水面蒸发和植物蒸腾，形成水汽，被气流带到陆地上空，冷却凝结形成降水，仍降落在陆地上。陆地内循环运动对水资源的更新也有一定作用。

（三）海上内循环

海上内循环就是海面上的水蒸发形成水汽，进入大气后在海洋上空凝结，形成降水，又降到海面。

综上所述，水循环的过程可以概括为：地球上的各种水体，在太阳辐射作用下大量蒸发，形成水汽。水汽上升到空中，在一定条件下形成降水。降落到地面的水，或被蒸发，或沿地面流动形成地表径流，或渗入地下形成地下径流。两者汇集成河，最后又返回海洋（图3.2）。

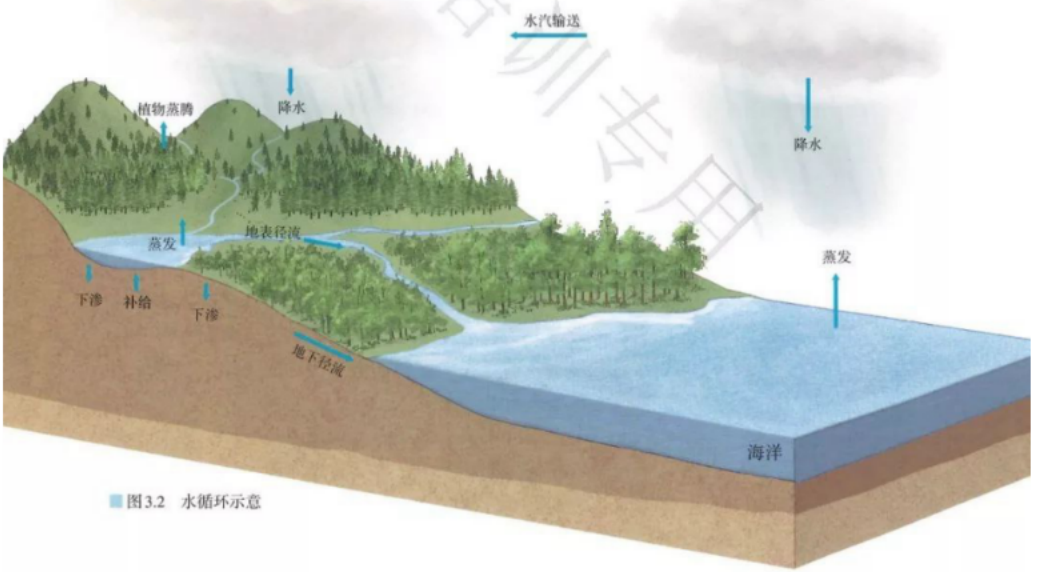


图3.2　水循环示意

教材培训专用

微信公众号：电子课本大全

活动

认识砂田影响的水循环环节

宁夏中部气候干旱，人们在耕作土壤表面铺设厚10—15厘米的砂石覆盖层，发展农作物种植，这就是砂田（图3.3）。砂田作物的产量较高，品质较好。



图3.3 宁夏砂田景观

1. 分析砂石覆盖层对水的下渗的影响。
2. 读图3.4，比较砂田和裸田蒸发量的差异，说明砂石覆盖层对蒸发的影响。
3. 读图3.5，比较4月末砂田和裸田土壤含水量，归纳砂田影响的水循环环节及其作用。

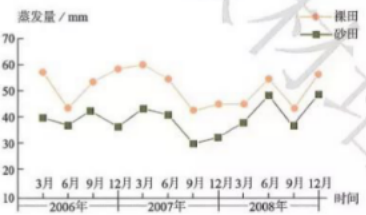


图3.4 砂田和裸田的蒸发量

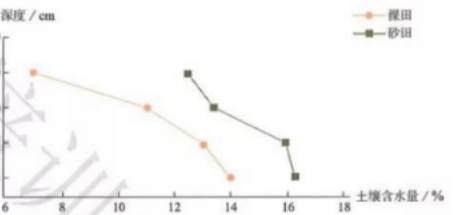


图3.5 4月末种植前砂田和裸田不同深度土壤含水量

水循环的地理意义

水循环把大气圈、水圈、岩石圈和生物圈有机联系起来，使地球上各种水体处于不断更新状态，从而维持全球水量的动态平衡。在一定时期内，全球的海洋水、陆地水和大气水不会增多，也不会减少。

不同水体以不同的周期自然更新（表3.1），因此，在一定的空间与时间范围内，水资源是有限的。如果人类用水过多，超过了水体更新的速度，或者水资源遭受污染，就会导致水资源的短缺。

微信公众号：电子课本大全

表 3.1　地球上不同水体的更新周期

水体	江河	湖泊	深层地下水	高山冰川	极地冰川	海洋
更新周期	16天	17年	1 400年	1 600年	9 700年	2 500年

（数据来源：《中国大百科全书》）

水循环是地球上物质迁移和能量转换的重要过程。降水和地表径流不断塑造着地表形态，地表径流源源不断地向海洋输送大量的泥沙、有机物和无机盐类，水循环成为海陆间联系的主要纽带。水循环对到达地表的太阳辐射能起到吸收、转化和传输的作用，缓解了不同纬度地区热量收支不平衡的矛盾。

水循环还影响着全球的气候和生态，对全球自然环境产生深刻而广泛的影响。

教材编写组

自学窗

塞纳河的水是从哪里来的

河流源源不断地注入湖泊或大海，但是直到17世纪之前，人们一直没有找到对河水来源的合理解释。许多人都认为降水量太少，不能成为河水的主要来源。

法国水文学家佩罗通过3年的实地观测，计算出塞纳河（图3.6）流域的降水量，并估算出河流径流量。他发现，塞纳河流域的年降水量是年径流量的6倍。1674年，佩罗在《泉水之源》一书中公布了这一成果，这是人们首次通过定量的方法证明降水是河水的主要来源。后来，佩罗的结论得到科学精密观测的证实。



图3.6　塞纳河景观

微信公众号：电子课本大全

第二节
海水的性质



图3.7 “长尾鲨”号核潜艇

1963年4月10日，美国海军“长尾鲨”号核潜艇（图3.7）在美国东部大陆架边缘做下潜300米的潜水试验时，忽然沉入2 300米深的海底。艇上129名船员全部遇难。这是世界上第一艘失事的核潜艇。关于该艇的失事原因有诸多猜测，其中之一认为该艇在水下遭遇了“海中断崖”。第二次世界大战以后，多国海军潜艇都经历过“海中断崖”事件。你知道“海中断崖”是怎么回事吗？这一现象涉及海水的什么理化性质？

海水的温度

地球表面约有71%的面积被海洋覆盖。海水的温度、盐度和密度是海水最重要的理化性质。

海水的温度反映海水的冷热状况，它主要取决于海洋热量的收支情况。太阳辐射是海洋的主要热量来源。海水蒸发消耗热量，是海洋热量支出的主要渠道。

从垂直分布看，海水的温度随深度增加而变化。通常情况下，表层水温最高。1 000米以上的海水温度随深度变化幅度较大，而1 000米以下的深层海水温度变化幅度较小（图3.8）。

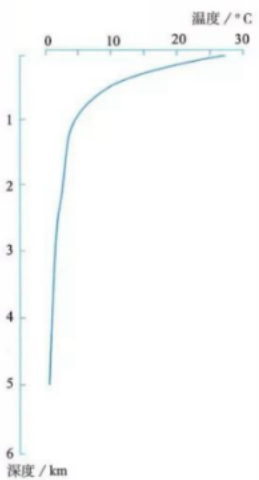


图3.8 太平洋西经170° 低纬度某个观测站水温随深度变化的曲线

从水平分布看，全球海洋表层的水温由低纬向高纬递减（图3.9），相同纬度海洋表层的水温大致相同。从季节分布看，同一海区的表层水温，夏季普遍高于冬季。海洋表层海水的温度状况，还受到海陆分布、大气运动、海水运动等因素的影响。

思考

中高纬度1 000米以上的海水温度随深度如何变化？

微信公众号：电子课本大全

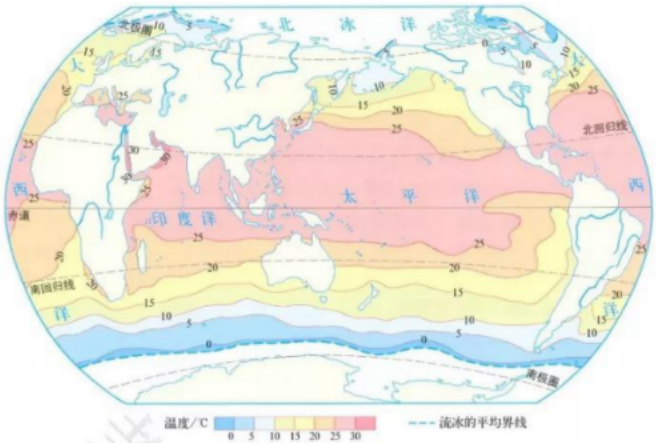


图3.9 世界大洋8月表层海水温度分布

海水温度影响海洋生物的分布。海洋表层是海洋生物的主要聚集地，深度越深，海洋生物的数量和种类越少。不同纬度的海洋表层生活着不同类型的海洋生物，例如罗非鱼主要生活在低纬度海域，鳕鱼主要分布在中高纬度海域。海水温度的季节变化，还会导致有些海洋生物发生季节性游动，以追逐更适宜的温度。人类的渔业活动要考虑各海域的水温状况和海洋生物对水温的要求。无论是远洋捕捞还是近海养殖，都受到海水温度的影响。

海水温度影响海洋运输。纬度较高的海域，海水有结冰期，通航时间较短，在冰封海域航行需要装备破冰设施（图3.10）。



“雪龙”号是我国的极地科学考察船和极地破冰船。图为“雪龙”号正在破冰前行。

图3.10 “雪龙”号

与同纬度的陆地相比，海水温度的变化幅度比陆地的小，海洋上空的气温比陆地上空的气温变化慢。从全球尺度来说，海水对大气温度起着调节作用。从区域尺度来说，沿海地区气温的季节变化和日变化均比内陆地区小。

微信公众号：电子课本大全

活动

分析海水温度对游泳活动的影响

海滨浴场是当地居民和游客喜爱的去处。我国海岸线绵长，拥有众多海滨浴场。图3.11为2016年6月—2017年6月葫芦岛、厦门、西沙3个海洋站的表层海水月平均温度。通常表层海水温度在20 ℃以上时适宜游泳。

1. 分别描述3个海域的海水温度季节变化特点。
2. 3个海洋站附近的海滨浴场分别有哪些月份适宜人们游泳？
3. 比较3个海域适宜人们游泳的时间长短差异，并说明原因。



图3.11 葫芦岛、厦门和西沙海洋站的表层海水月平均温度

海水的盐度

海水中含有很多盐类物质，其中主要是氯化钠和氯化镁，因此海水的味道既咸又苦。人们用盐度来表示海水中盐类物质的质量分数。盐度通常用千分比表示，指1 000克海水所含盐类物质的多少，世界大洋的平均盐度约为35‰。

海洋中的总盐量基本稳定，但不同海域的盐度是不同的。在外海或大洋，海水的温度越高，盐度越高；蒸发量越大，盐度越高；降水量越大，盐度越低。世界大洋表层海水盐度以副热带[①]海域最高；由副热带海域向赤道和两极，海水盐度逐渐降低（图3.12）。副热带海域炎热少雨，蒸发量大于降水量，因而盐度最高；赤道海域虽然温度最高，蒸发强烈，但降水丰沛，因此盐度并不是最高；从副热带海域向极地海域，海水温度渐低，盐度也渐低。

① 副热带一般是指温带靠近热带的地区（大致位于南北纬23.5° 附近），其夏季气温与热带相似，但冬季气温明显比热带低。

微信公众号：电子课本大全

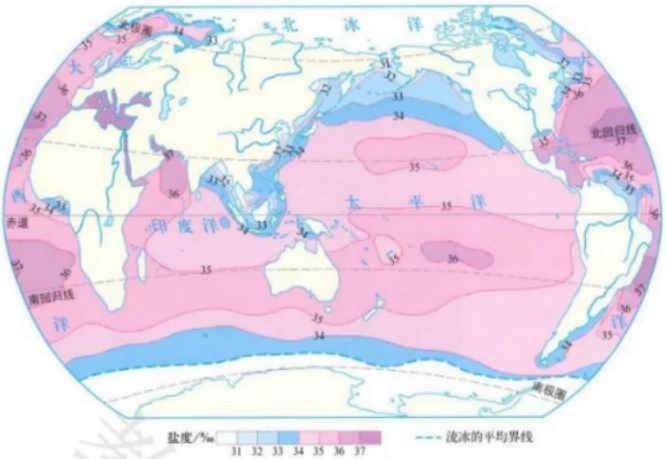
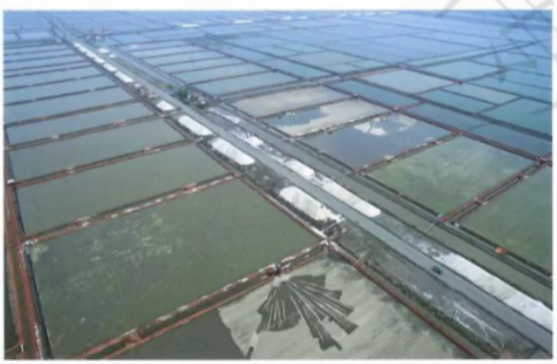


图3.12 世界大洋8月表层海水盐度分布

与外海或大洋不同，近岸地区的海水盐度受到入海径流等因素的影响。有河流注入的海域，海水盐度一般较低。有些海域相对封闭，海水盐度受河流和气候的影响尤为明显。

海水中含有许多对人类有利用价值的化学物质。人类利用海水晒盐具有悠久的历史，日照充足、降水较少的沿海地区适宜建造晒盐场（图3.13）。此外，还可以利用海水制碱，从海水提取镁、溴等资源。对海水养殖而言，盐度的稳定性极其重要。例如，暴雨会引发养殖场的海水盐度降低，如应对不当，会造成养殖的鱼虾等大量死亡。



长芦汉沽盐场位于天津滨海新区，这里海滩宽广平坦，雨日较少，日照充足，适合晒盐、制盐。

图3.13 长芦汉沽盐场

随着科技的发展和观念的改变，海水也成为淡水资源的重要补充（图3.14）。例如，许多沿海国家和地区将海水淡化，以缓解当地的缺水状况。此外，人们也直接用海水冲厕，将海水作为工业冷却水。

微信公众号：电子课本大全

曹妃甸工业区地处渤海湾中心地带，淡水资源短缺。目前，曹妃甸建有多个海水淡化工厂，既满足当地对淡水的需求，也为周边城市提供淡化海水。



图3.14 河北唐山曹妃甸的海水淡化车间

活动

分析红海盐度高、波罗的海盐度低的原因

红海位于非洲东北部与阿拉伯半岛之间，盐度超过40‰，是世界上盐度最高的海域。波罗的海位于斯堪的纳维亚半岛与欧洲大陆之间，盐度不到10‰，是世界上盐度最低的海域。

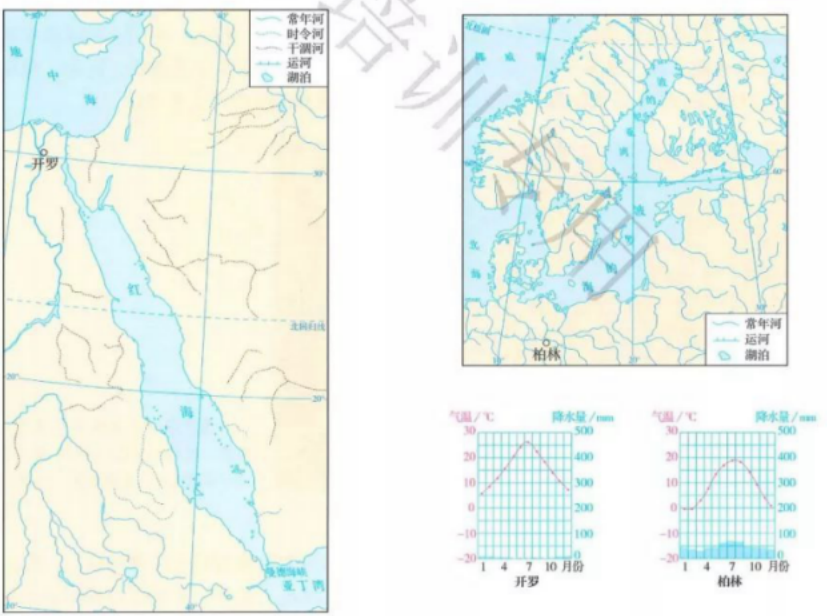


图3.15 红海和波罗的海沿岸地区的水系及代表地多年平均各月气温和降水量

微信公众号：电子课本大全

1. 归纳红海、波罗的海地区的气候特征。
2. 结合河流分布和流域气候特征，推测河流对两海域盐度的影响。
3. 分析红海、波罗的海与外海连通状况对盐度的影响。
4. 分别总结红海盐度高、波罗的海盐度低的原因。

海水的密度

海水的密度是指单位体积内海水的质量。影响海水密度的因素主要有温度、盐度和深度（压力）。其中，表层海水密度与温度的关系最为密切。一般来说，海水的温度越高，密度越低。

从水平分布看，大洋表层海水密度随纬度的增高而增大（图3.16），同纬度海域的海水密度大致相同。

思考

大洋表层海水温度、盐度、密度随纬度变化有什么特点？

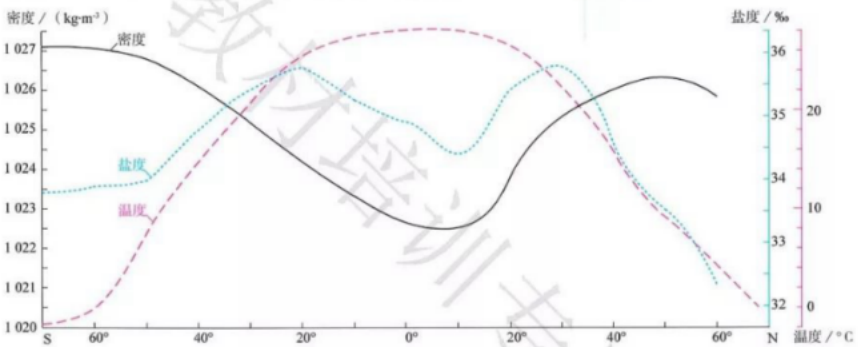


图3.16 大洋表层海水温度、盐度、密度随纬度的变化

在垂直方向上，海水密度随着深度的增加而增大。在一定深度范围内，海水密度迅速增加，对声波有反射和折射作用。潜艇在此深度范围以下活动，不易被上部侦测到。但是，有时候随着深度的增加，海水密度会突然变小，海水浮力也突然变小，称为“海中断崖”。潜艇如果遭遇“海中断崖”，因海水浮力突然变小，可能会掉到安全潜水深度以下，造成艇毁人亡。

微信公众号：电子课本大全

自学窗

御咸蓄淡　变海湾为水库

新加坡是一个岛屿国家，虽然年平均降水量在2 000毫米以上，但由于地域狭小，地势低平，无法在陆地上找到蓄水量较大的蓄水区，淡水资源极度匮乏。



图3.17　新加坡滨海堤坝位置示意

如何把丰沛的雨水收集起来？新加坡人将眼光转向海湾——何不把海湾变成蓄积雨水的水库呢？经过约20年的论证、规划、建设，2008年，新加坡建成滨海堤坝（图3.17—图3.18），将滨海湾和外海隔开，防止海水倒灌，形成滨海水库。降雨时，雨水汇入水库，水量过多时，可通过闸门泄洪。这样，水库里的海水逐渐被淡水替换。滨海水库于2010年11月开始稳定地提供饮用水，每年的供水量占全国总用水量的10%。

御咸蓄淡，变海湾为水库，新加坡找到了一条解决淡水资源危机的新方法。有些面临淡水危机且降水丰沛的岛屿国家也在借鉴新加坡的做法。


图3.18　新加坡滨海堤坝景观

微信公众号：电子课本大全

第三节
海水的运动

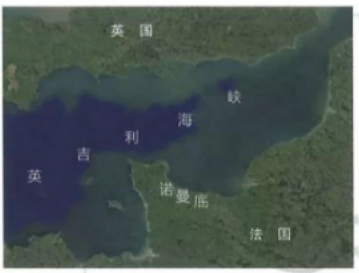


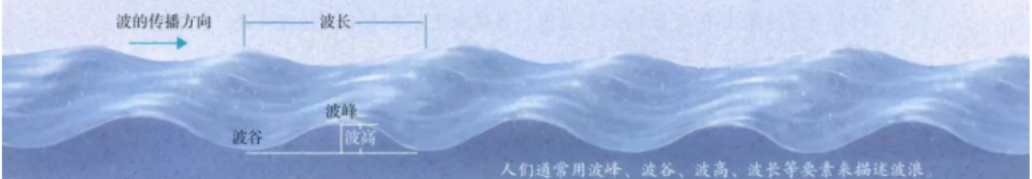
图3.19 诺曼底位置示意

诺曼底登陆是第二次世界大战中的关键战役。1944年，盟军在英国集结，计划在夜间横跨英吉利海峡，登陆法国诺曼底地区（图3.19）。此战涉及多兵种的合作，海军要求在海水水位最低时行动，便于爆破队破坏德军在海岸带布置的障碍物，保护登陆舰安全靠岸；陆军登陆部队要求在海水水位最高时行动，减少士兵在海滩上暴露的时间；空降部队要求行动时有明亮的月光，便于识别地面目标。最终指挥部选择了6月6日（农历闰四月十六）作为登陆日，为什么选择这一天？

海浪

海水运动的形式是复杂多样的。表层海水最基本的运动形式有海浪、潮汐、洋流。

海浪就是海里的波浪（图3.20）。最常见的海浪是由风力形成的。浪高越高，能量越大。人们在海滨和海上活动需要密切关注海浪预报，选择适宜活动的海浪条件。例如，冲浪运动需要较高的浪高来增加挑战性，而捕捞、勘探、航行等海上活动则应避开大的海浪。



人们通常用波峰、波谷、波高、波长等要素来描述波浪。

图3.20 波浪要素示意

微信公众号：电子课本大全

海底地震、火山爆发或水下滑坡、坍塌可能会引起海水的波动，甚至形成巨浪，这种巨浪称为海啸。在强风等作用下，近岸地区海面水位急剧升降，称为风暴潮。当强风与海水涨潮同时发生，海水水位暴涨，风暴潮来势倍增。热带、温带的沿海地区均可能遭受风暴潮的袭击。海啸和风暴潮能量巨大，往往给沿岸地区带来灾难性后果。

海浪是塑造海岸地貌的主要动力。人们通过工程和生物措施来减缓海浪对海岸的侵蚀，如修建海堤（图3.21）、种植海岸防护林等。



图3.21 青岛的海堤

学科网 版权所有

案例

1953年荷兰遭受风暴潮袭击

荷兰地势低平，近1/4的土地低于海平面，历史上多次遭受海水侵袭。

1953年1月31日夜间至2月1日凌晨，强风引发了风暴潮，适逢涨潮，大浪与上涨的潮水叠加，水位异常抬升，有些地方浪高接近7米。由于风暴潮发生在夜间，熟睡中的居民未能及时接到警报进行撤离。海浪涌过多处海防堤坝，侵入内陆。夜间持续的暴雨导致河水泛滥，在洪水和海浪的夹击下，无数房屋被毁，1 800余人丧生，数万人流离失所。

此次灾害后，荷兰加强对风暴潮的研究，立即着手建造多层挡潮闸以减轻风暴潮的威胁；其他温带沿海国家也开始重视对风暴潮的防御。

微信公众号：电子课本大全

潮汐

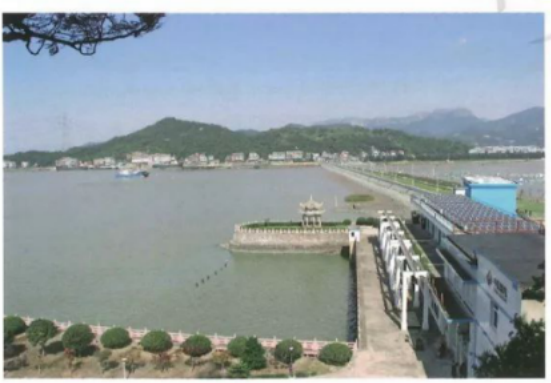
潮汐是海水的一种周期性涨落现象，它的成因与月球和太阳对地球的引力有关。一天中，通常可以观察到两次海水涨落。古人将白天的海水涨落称为潮，夜晚的海水涨落称为汐，合称潮汐。农历每月的初一和十五前后，潮汐现象最为明显，潮水涨得最高，落得最低。

沿海各地，每日潮涨潮落的时间准确、可查。人们在海边的许多活动，如潮间带[1]采集和养殖（图3.22）、沿海港口建设和航运、潮汐发电（图3.23）等，都需要充分认识并利用潮汐规律。诺曼底登陆指挥部就是在综合考虑天气、海况等因素后，利用潮汐规律，把登陆时间选择在潮汐现象最为明显的月圆之夜。



人们用竹竿搭出养殖紫菜的网帘。潮水落去，紫菜出露在空气中，进行光合作用；潮水涨起，紫菜浸入海水中，可以吸收养分。

图3.22 福建霞浦紫菜养殖场



江厦潮汐电站于20世纪80年代建成，利用潮汐的水位差，涨潮和落潮时均可发电，是我国规模最大的潮汐发电站。

图3.23 浙江温岭的江厦潮汐电站

① 潮间带是指退潮时露出水面，涨潮时被潮水淹没的海岸地带。

微信公众号：电子课本大全

案例

钱塘江大潮

杭州湾至钱塘江口外宽内窄，口大肚小（图3.24），外口宽度达100千米；潮江而上，河道越来越窄，在海宁附近河道急剧收缩，宽度已不足3千米。涨潮时大量海水涌入狭窄的河道，水体涌积，后浪与前浪层层相叠，水位暴涨。



图3.24 钱塘江口位置示意

农历的初一和十五前后，海水上涨势头更猛烈，往往能形成形如立墙、势若冲天的大潮。每年中秋节前后，钱塘江水量丰富，又逢东南风盛行，江水东流与大潮西进相遇，风助潮涌，潮借风威，于是就发生了“壮观天下无”的钱塘江大潮。这一时段，浙江海宁一带会吸引众多游客来观看这一天下奇观（图3.25）。


图3.25 钱塘江大潮

活动

讨论海水运动对人类活动的影响

人类在海边的活动往往和海水运动密切相关。现在，人们可以通过相关预报查询海水运动的信息。掌握这些信息有利于人们开展相应活动。

1. 讨论下列活动应怎样利用潮汐规律。

赶海　游泳　观潮　船舶进出港口

2. 在上述活动中选择一项，思考除潮汐外，还需要了解有关海水的哪些信息。

微信公众号：电子课本大全

洋流

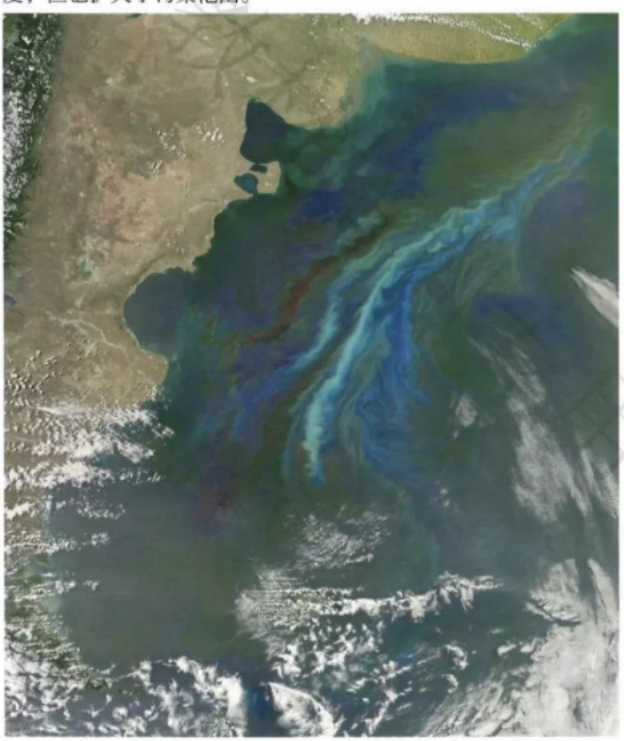
海洋中的海水，常年比较稳定地沿着一定方向作大规模的流动，叫作洋流。洋流的规模巨大，远超过河流的流量。

按海水温度，可以将洋流分为暖流和寒流。一般来说，从水温高的海域流向水温低的海域的洋流，叫作暖流；从水温低的海域流向水温高的海域的洋流，叫作寒流。

洋流对海洋生物资源和渔场的分布有显著的影响。寒暖流交汇的海域，海水受到扰动，可以将下层营养盐类带到表层，有利于浮游生物大量繁殖（图3.26），易于形成大的渔场。

洋流对海洋航行也有影响。海轮顺洋流航行可以节约燃料，加快航行速度。但是洋流从极地地区挟带冰山向较低纬度漂移，给海上航运造成较大威胁。

洋流还可以把近海的污染物质挟带到其他海域，有利于污染物的扩散，加快了净化速度，但也扩大了污染范围。



图示海域位于阿根廷东南沿海。因寒暖流交汇，大量浮游生物在此聚集。影像中的彩色条带是不同种群的浮游生物造成的。

图3.26 洋流交汇海域浮游生物的卫星影像

微信公众号：电子课本大全

案例

纽芬兰渔场的形成与衰落

纽芬兰岛位于北美大陆的东海岸（图3.27）。纽芬兰岛附近海域因寒暖流交汇形成世界著名渔场。早在16世纪，这里鳕鱼群非常密集，人们甚至用“可以踩着鳕鱼背在海面上行走”来形容。纽芬兰渔场也被誉为“大西洋的巨大金矿”。

经过几个世纪的开发，特别是20世纪50年代过度捕捞之后，纽芬兰渔场的鱼群数量急剧下降。1992年，加拿大政府严令禁止捕捞鳕鱼，以保护海洋生态。



图3.27 纽芬兰岛位置示意

3 本章要点

1. 水循环包括蒸发（蒸腾）、水汽输送、降水、下渗、径流等环节。
2. 根据发生的空间范围，水循环可分为海陆间循环、陆地内循环和海上内循环。
3. 水循环维持了全球水量的动态平衡，使得陆地淡水资源不断更新，是地球上最活跃的物质迁移和能量转换过程之一。
4. 温度、盐度和密度是海水重要的理化性质。
5. 全球海洋表层海水的温度由低纬向高纬递减，盐度由副热带向两侧高低纬递减，密度由赤道向两极递增。
6. 人类可以利用海水及其溶解的化学物质。从事渔业、航运等与海洋有关的活动时，需要关注海水温度、盐度和密度的分布特点。
7. 海浪、潮汐和洋流是海水运动的基本形式。海水的波状起伏形成海浪，海水的周期性涨落称为潮汐，海水沿一定方向的大规模流动叫作洋流。
8. 掌握海水运动的规律，有利于开展海岸工程建设、渔业、航运等活动，预防并降低海啸、风暴潮等造成的危害。

教材解读专用

微信公众号：电子课本大全

问题研究

能否淡化海冰解决环渤海地区淡水短缺问题

环渤海地区人口众多、城市密集、产业发达，需水量极大，而淡水资源严重不足。南水北调只能缓解部分城市的缺水状况。淡化海水成本较高，目前推广利用较少。我国渤海每年冬季有较长的结冰期，能形成大面积的海冰。能否采用简单技术淡化海冰，解决环渤海地区淡水短缺问题？

对这一课题的探究，建议采用以下思路。

现实问题：环渤海地区淡水资源严重不足。→ 淡化海冰是否可行？

- 了解渤海海冰的资源量。
- 了解淡化海冰的技术及经济可行性。

→ 综合生态环境影响等问题，作综合探讨。

教材培训专用

知识拓展

资料 1　渤海海冰资源量

渤海海水盐度为28‰—31‰。海水在结冰过程中会析出盐分，渤海海冰融水盐度平均为4‰—13‰。据估算，在气温低于或等于-4℃条件下（图3.28），渤海海冰每天生成1.86厘米厚。以此海冰生成速度计算，辽东湾每年冬季可采海冰7.4—13次，渤海湾可开采3.7—7.4次，莱州湾可开采1.9—3.7次。

在寒冷年份，渤海海冰作为淡水资源的潜在可利用储量可达1 000亿立方米，正常年份可达410亿立方米。渤海海冰多生成于岸边，离岸10千米范围内资源量最大。



图3.28　渤海及附近区域年内日平均气温≤-4℃日数分布

资料分析

1. 渤海海冰资源是否可开采利用？为什么？
2. 为什么渤海海冰可开采次数由北向南递减？

微信公众号：电子课本大全



图3.29 研究人员在勘察海冰

资料2 渤海海冰淡化研究

海水在低温环境中发生冻结时，一部分来不及排出冰体的高浓度盐水被包裹在冰块内部。海冰淡化就是通过各种方法，将高浓度盐水从海冰中分离出来（图3.29）。

方法1：将采集的海冰堆放在一起，控制温度，经过两三个月，海冰中的高浓度盐水会在重力作用下，沿着冰体内部的缝隙自然排出。

方法2：在低温环境下，将海冰破碎，利用离心机将破碎海冰中的高浓度盐水脱离出来。

研究表明，经过上述方法处理的海冰，融水盐度可低至1‰，符合淡水标准，而且成本低于直接淡化海水。

资料分析

1. 采取上述方法淡化海冰，产生的高浓度盐水如何处理？
2. 从供需角度看，淡化海冰生产淡水是否可行？

问题探讨

虽然渤海海冰资源丰富，淡化海冰技术的应用前景广阔，但是，淡化海冰也需要考虑其他问题。例如，海冰资源的季节性很强；大量开采海冰会导致海水盐度升高，影响海域生态环境；海冰淡化产生大量高浓度盐水，如处理不当，会对沿海的生态环境产生不良影响。

请综合考虑上述问题，对“能否淡化海冰解决环渤海地区淡水短缺问题”给出自己的观点，并阐述理由。

微信公众号：电子课本大全

第四章
地　貌

地貌是出露地表的岩石圈在大气圈、水圈、生物圈综合作用下呈现的形态，是地球演化的结果，且仍然处在变化之中。地貌类型多样，千姿百态，特点各异。人类总是依托于一定的地貌从事各种活动，一方面深受不同地貌特点的影响，另一方面也给地貌留下了深刻的人类活动印迹。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 常见地貌主要有哪些类型？
- 如何识别地貌？
- 如何描述地貌景观的主要特点？
- 如何在野外观察地貌？



内蒙古阿尔山

微信公众号：电子课本大全

第一节
常见地貌类型

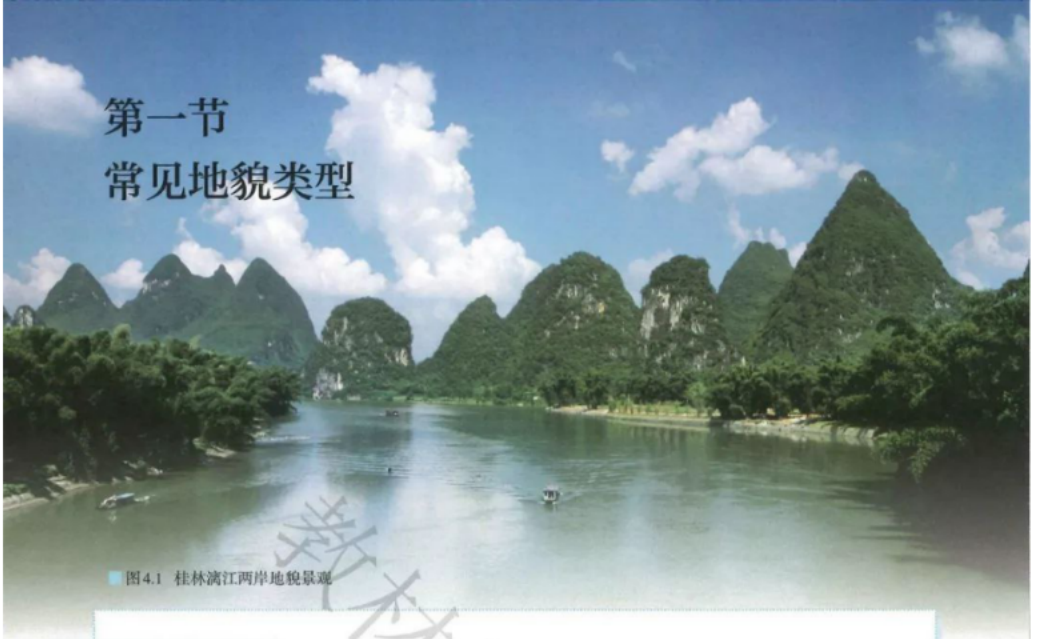


图4.1 桂林漓江两岸地貌景观

300多年前，徐霞客在游记中写道："遥望东界遥峰下，峭峰离立，分行竞颖，复见粤西面目。盖此从立之峰，西南始于此，东北尽于道州，磅礴数千里，为西南奇胜，而此又其西南之极云。"（《徐霞客游记·滇游日记二》）你知道徐霞客描述的是哪种类型的地貌吗？这类地貌在我国主要分布在哪些地区？这类地貌对当地人们的生产和生活有哪些影响？

喀斯特地貌

组成地壳的岩石有一部分是可溶性岩石，如石灰岩等。在适当条件下，这类岩石的物质溶于水并被带走，或重新沉淀，从而在地表和地下形成形态各异的地貌，统称为喀斯特地貌[①]。我国的广西、贵州、云南等地喀斯特地貌最为典型（图4.1），分布最为广泛。徐霞客所描述的就是这些地区的喀斯特地貌。

① 喀斯特一词源自克罗地亚伊斯特拉半岛碳酸盐岩高原的名称，意为岩石裸露的地方。因近代喀斯特研究发轫于该地，故此类地貌称"喀斯特地貌"。

教材配套用
微信公众号：电子课本大全

地表喀斯特地貌主要有溶沟、洼地、峰林等（图4.2）。

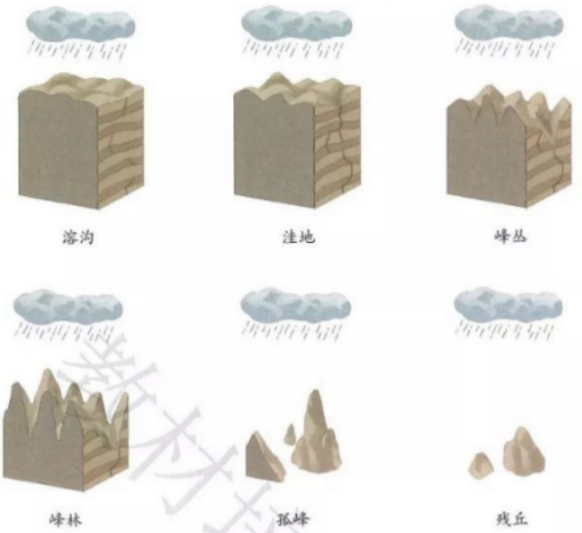


图4.2 地表喀斯特地貌景观演变示意

溶沟呈长条形或网格状，地面高低不平，崎岖难行。溶沟进一步发展，可形成面积较大的洼地。有的洼地可达数平方千米，底部平坦，在广西、贵州等地被称为坝子，是当地重要的农耕区。

洼地边缘残留的岩体，常常呈锥状耸立，构成峰丛、峰林。峰林可演变为孤峰（图4.3），以至残丘。

图4.3 云南罗平的峰丛、峰林、孤峰景观



教材培训专用

微信公众号：电子课本大全



图4.4 土耳其安纳托利亚高原的溶洞景观

地下喀斯特地貌以溶洞（图4.4）为主。溶洞长数米到数百千米，常常呈层状分布。溶洞顶部常见向下发育的石钟乳、石幔或石帘；底部常见向上发育的石笋。石钟乳和石笋连接起来形成石柱。

活动

分析世界最大口径球面射电望远镜选址贵州平塘的原因

20世纪末，我国构想建设世界最大的球面射电望远镜，以提升我国天文观测水平。按照设计，需要挖出半径304米的半球状大坑，且坑底排水通畅。

贵州黔南州平塘县大窝凼（25.6°N，106.8°E）隐藏在贵州群山深处，形如“巨碗”，半径超过300米，底部有裂隙，与地下河相连。2016年7月，世界最大单口径射电望远镜——500米口径球面射电望远镜主体工程在这里建成（图4.5）。

微信公众号：电子课本大全



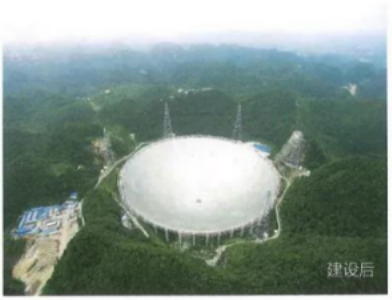


图4.5 平塘县大窝凼工程建设前后对比

1. 简述大窝凼的气候和地貌特点。
2. 分析大窝凼在基建工程方面的优势。
3. 分析大窝凼在排水方面的优势。

河流地貌

河流流经山区，水流不断侵蚀河谷岩石，使河谷两岸岩石崩解，形成“V”形河谷（图4.6）。“V”形河谷深度大，岸壁较陡，谷底狭窄，河床底部起伏不平，常见巨大石块和卵石。



图4.6 澜沧江上游的“V”形河谷

微信公众号：电子课本大全

河流流出山地，进入平原地区，河谷呈宽而浅的槽形。河谷两岸一般发育较为宽广的冲积平原（图4.7）。冲积平原多是重要的农业生产基地。



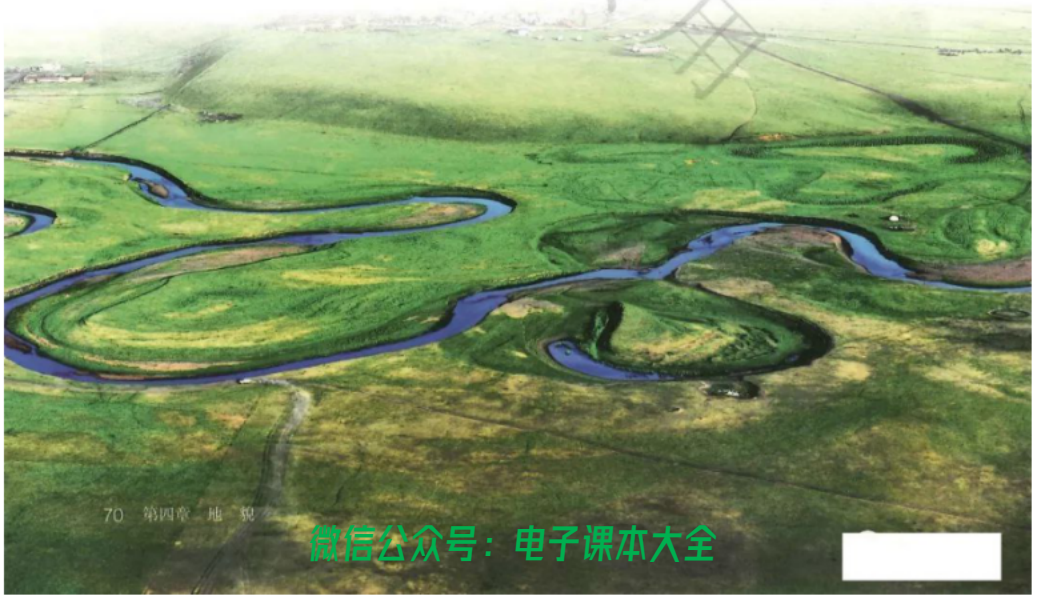
冲积平原是由河流携带的泥沙大量堆积而成的。其山前部分坡度较大，沉积物颗粒较粗；主体部分坡度较缓，沉积物颗粒较细，湖沼较多；接近河口部分，坡度很缓，沉积物颗粒很细。图为长江中游江汉平原景观。

图4.7 冲积平原

在地势平缓地区，常常看到呈“S”形弯曲的河道，即河曲。洪水泛滥时，河水可能冲断河曲的颈部，使弯曲部分与河道分离，形成牛轭湖（图4.8）。

河流的河口段是河流的终段。在河流入海或入湖处，泥沙淤积，多发育三角洲（图4.9）。三角洲和冲积平原地势低平，组成物质颗粒较细，适合农耕。

图4.8 呼伦贝尔草原上的河曲和牛轭湖



微信公众号：电子课本大全



三角洲的平面形态近似三角形，沉积物颗粒由河口向海变细。三角洲向海岸一侧延伸可形成三角洲平原。三角洲形态多种多样，有的呈鸟嘴状，如长江三角洲；有的呈扇形，如黄河三角洲。图为密西西比河三角洲，呈鸟趾状。

图4.9 三角洲

案例

“年轻”的黄河三角洲

黄河三角洲是以黄河入海处的河道为中心的巨大扇形地。每年，黄河水将超过亿吨的泥沙从黄土高原搬运到入海口。这些泥沙以平均每年两三千米的速度把海岸线向前推进（图4.10），也为我国每年新增几十平方千米的“年轻”土地。

在这里，沿河道向海边走，土地越来越年轻，人类活动的痕迹越来越少。望不到边的芦苇荡里，有无数的河湾和水塘。每年，数百万只候鸟把这里作为迁徙的“中继站”。



1984年　　1994年　　2004年

图4.10 黄河三角洲海岸线的变迁

微信公众号：电子课本大全

风沙地貌

在干旱地区，以风力为主形成的各种地貌统称为风沙地貌。我国的风沙地貌主要分布在西北地区。

干旱地区，地表多是沙漠和戈壁，风大而频繁。风及其携带的沙粒冲击和摩擦岩石，天长日久，就会形成风蚀柱、风蚀蘑菇（图4.11）、雅丹（图4.12）等地貌。



突起的孤立岩石，因下部遭受较强烈的风沙侵蚀，从而形成上部宽大、下部窄小的蘑菇状，称为风蚀蘑菇。图为噶哈拉沙漠中的风蚀蘑菇。

图4.11 风蚀蘑菇



雅丹由不规则的沟槽和垄脊相间构成，垄脊高度和长度不一，走向与主风向一致，沟槽内常有沙子堆积。图为甘肃敦煌的雅丹。

图4.12 雅丹

沙丘是沙漠中由风沙堆积形成的地貌，形态多样，以新月形沙丘（图4.13）较为常见。有的沙丘上生长植物，对流沙起到固定作用。如果没有植被的固定，沙丘在风力作用下可以移动，形成流动沙丘。在沙漠边缘，流动沙丘会埋没房屋、道路，侵吞农田、牧场。

微信公众号：电子课本大全



新月形沙丘因状如新月而得名。它的迎风坡缓，背风坡陡。很多个新月形沙丘连在一起形成沙丘链，沙丘链的延伸方向与盛行风方向大致垂直。图为阿联酋利瓦沙漠的新月形沙丘。

图4.13 新月形沙丘

在多沙的河谷地带、植被稀少的沙质湖岸和海岸，也能看到风沙地貌。

思考

1. 如何判断图中沙丘的迎风坡和背风坡？在图上用箭头标注风向。

2. 我国西北沙漠地区的沙丘链大多沿什么方向延伸？

活动

认识雅鲁藏布江中游河谷的风沙地貌

西藏米林县年降水量约640毫米，且集中在6—9月份，冬春季多大风。在该县丹娘乡的雅鲁藏布江北岸山麓，有一个高约百米的沙丘，叫丹娘沙丘（图4.14—图4.15）。雅鲁藏布江水位季节变化大。



图4.14 丹娘沙丘位置示意



图4.15 丹娘沙丘景观

1. 描述沙丘所在河谷的特征。

2. 推测该沙丘的沙源地，并说明理由。

3. 推测沙丘所在河谷段的主导风向。

微信公众号：电子课本大全

海岸地貌

海岸在海浪等作用下形成的各种地貌，统称为海岸地貌。

有些海岸是由岩石构成的。受海浪等的侵蚀作用，海岸岩石逐渐形成海蚀崖、海蚀平台（图4.16）、海蚀穴、海蚀拱桥（图4.17）、海蚀柱等地貌。



在海浪的长期侵蚀下，岩石海岸崩塌，形成高出海面的陡崖，叫海蚀崖。海蚀崖逐渐后退，在海蚀崖前方形成微微向海倾斜的平台，称为海蚀平台。图为广西涠洲岛的海蚀崖和海蚀平台。

图4.16 海蚀崖和海蚀平台



向海突出的陡立岩石，因同时受到不同方向海浪的侵蚀，两侧的海蚀穴互相贯通，形成海蚀拱桥。图为英国西南部海岸的海蚀拱桥。

图4.17 海蚀拱桥

海滩、沙坝等是常见的海岸堆积地貌。海滩按照沉积物颗粒大小可分为砾滩、沙滩（图4.18）、泥滩。有的海滩地势平坦，滩面广阔。

图4.18 海南三亚的沙滩



微信公众号：电子课本大全

自学窗

寻找隐藏在红柳沙包中的环境变化信息

红柳是生长在沙漠中的一种灌木，地上部分纤细，但地下根系发达。为了适应极端干旱的气候，红柳根深入地下，并向水平方向伸展，有的根长达30多米。

秋天，红柳落叶，在地面形成枯枝落叶层。初春和夏季，刮大风时，风沙遇到红柳丛受阻，在灌丛中堆积，覆盖在枯枝落叶层上。年复一年，枯枝落叶层和风沙层交替堆积，红柳也越长越高，从而形成红柳沙包（图4.19）。在我国西北沙漠地区，常能见到红柳沙包。

红柳沙包中交替堆积的枯枝落叶层和风沙层，形成像树木年轮一样的纹层结构，隐含着环境变化的许多信息。科学家观察和分析红柳沙包的沉积纹层，进而了解近百年或者近千年来沙漠地区的气候与环境变化。



图4.19 沙漠中的红柳沙包

微信公众号：电子课本大全

第二节
地貌的观察



图4.20 “人”字形线路示意

100多年前，詹天佑主持修建我国首条铁路干线——京张铁路。他在勘测八达岭线路段时，发现该路段地形坡度大，火车爬坡困难。他巧妙地将线路设计成“人”字形（图4.20），不仅成功解决了这一问题，还成为我国铁路建设史上的一个杰作。“人”字形设计是怎样降低线路坡度的？我们在观察地貌时还应关注哪些方面呢？

地貌观察的顺序

地貌千姿百态，规模大小不等。规模较大的地貌往往由次一级的地貌组合而成。例如，在高原上，可能既有连绵的山脉和低缓的丘陵，也有宽广的盆地；山脉中可能既有陡峭的山峰，也有深切的河谷。

观察地貌时（图4.21），宜选择一个视野比较广阔的地方，按照从宏观到微观、从面到点的顺序进行观察。一般先观察视野内大的地貌，如山地、平原等；再观察和描述次一级地貌，如山岭、河谷等；最后描述河岸、陡崖等更小的地貌特征。也可利用地形图、遥感影像等辅助观察。


图4.21 地貌观察者的视野范围

微信公众号：电子课本大全

地貌观察的内容

高度和坡度是地貌观察的重要内容。

高度包括绝对高度和相对高度。绝对高度可以通过查找地图或借助仪器获得，是划分高原、山地和平原等地貌的主要依据；相对高度能够反映地面的起伏状况（图4.22）。

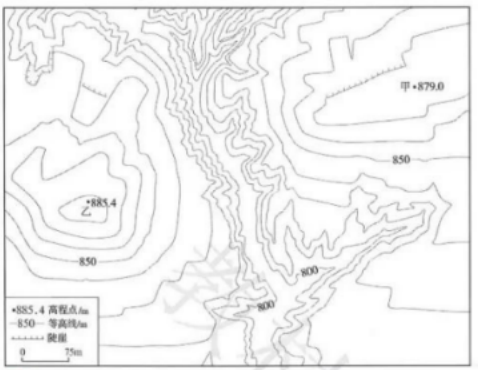


图4.22 黄土高原某地等高线地形示意

思考

1. 甲、乙两地之间的相对高度是多少？
2. 图示区域内最大的相对高度约为多少？

地表的各种形态都是由坡和近似水平的面组成。坡的形态多种多样，主要观察坡度和坡向。坡度是划分坡的重要标准，坡度大小一般用坡度角（图4.23）或者垂直距离和水平距离的比值来表示。

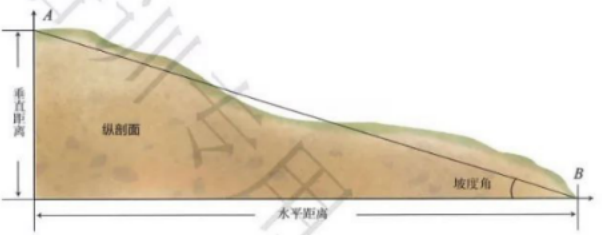


图4.23 坡和坡度角示意

坡度对生产和生活影响巨大。例如，坡地耕作容易引发水土流失，特别是在坡度大于15°的坡地上种植，一旦遇到暴雨，土壤侵蚀极为严重。又如，受机车牵引动力的限制，铁路线的最大坡度一般不超过2.5%—3%。詹天佑在修建京张铁路时，设计“人”字形线路，通过延长路程，从而降低线路的坡度。

观察坡向时应重点关注阳坡和阴坡、迎风坡和背风坡。不同的坡向，光照、降水等条件存在差异，进而影响植物的生长。

高度和坡度的组合，能够反映地貌的形态特征。例如，相对高度大、坡度大的地貌，一般比较陡峻；高度小、坡度小的地貌，一般比较平缓。

除了观察高度、坡度、坡向等形态要素，还要注意观察地貌的形状、面积、空间分布状况等。

无论是单一地貌，还是区域地貌，还要观察地面起伏状况和破碎程度。例如，我国西南山区地面起伏较大，地形较为破碎。

微信公众号：电子课本大全

活动

观察家乡的地貌

1. 收集家乡所在地区的地形图（等高线地形图、数字地形图等）以及遥感影像、考察报告、论文等资料，通过以下步骤了解家乡的地貌。

（1）阅读地形图，识别宏观地貌类型，如高原、山地、丘陵、盆地、平原等，描述其特征。

（2）识别河谷、河漫滩、三角洲、山峰、山谷等微观地貌。

（3）找到本地区最高点和最低点的海拔，计算相对高度。

（4）绘制最高点和最低点之间的地形剖面图，了解地势起伏状况。

（5）分析考察时可能存在的安全风险，明确规避风险的措施。

2. 开展实地考察，在考察路线上选择合适的观察点，进行地貌观察并记录（参照表4.1）。观察过程中可以拍照或画素描图。

表 4.1　地貌观察记录表

地点_____　　日期_____

经纬度	地貌类型	海拔	相对高度	坡度	起伏状况
破碎程度	形状	面积	分布	土地利用	

3. 整理地貌观察记录，撰写观察报告。

4. 交流和展示观察成果。

本章要点

1. 常见的地貌类型有喀斯特地貌、河流地貌、风沙地貌、海岸地貌等。
2. 喀斯特地貌主要有溶沟、峰林、洼地、溶洞等。
3. 河流地貌主要有河谷、冲积平原、三角洲、曲流等。
4. 风沙地貌主要有风蚀柱、风蚀蘑菇、雅丹、沙丘等。
5. 海岸地貌主要有海蚀崖、海蚀穴、海蚀平台、海蚀拱桥、海滩等。
6. 观察地貌可按照从宏观到微观、从面到点的顺序进行。
7. 高度、坡度、坡向等是地貌观察的重要内容。

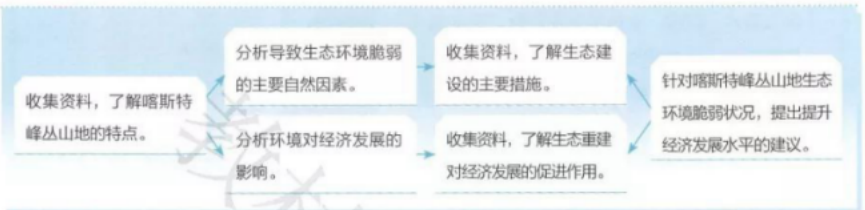
微信公众号：电子课本大全

问题研究

如何提升我国西南喀斯特峰丛山地的经济发展水平

消除贫困，改善民生，逐步实现共同富裕是社会主义的本质要求。我国西南喀斯特峰丛山地生态环境脆弱，人地矛盾尖锐，经济水平较低。如何在保护生态环境的前提下，提升我国西南喀斯特峰丛山地的经济发展水平？

对于这一课题的探究，建议采用以下思路。



知识拓展

资料 1　喀斯特峰丛山地的特点

喀斯特峰丛是基座相连的成片山峰，山峰环绕着洼地。山峰坡度陡，土层薄，一旦植被破坏，就会产生严重的水土流失，甚至会出现岩石裸露的石漠化现象。洼地地形坡度小，耕地和聚落主要分布在这里（图 4.24）。耕地面积小且分散，土层较薄。由于岩石裂隙发育，这些耕地不易存水，雨时涝、晴时旱。居住在洼地中的人们对外交通极其不便。因此，喀斯特峰丛山地生态环境脆弱，经济发展水平往往较低。



图 4.24　广西环江的峰丛山地

微信公众号：电子课本大全

资料分析

1. 为什么喀斯特峰丛山地会出现石漠化现象？
2. 喀斯特峰丛山地为什么既旱又涝？

资料 2　喀斯特峰丛山地生态重建

科研人员在广西典型喀斯特峰丛山地开展了生态重建试验。在水土保持方面采取工程、林草、农艺等措施，实施土地整理，保水蓄水。例如，立体生态农业模式既考虑地貌结构，又考虑生态与农业经济的发展，还注意保持水土和涵养水源（图4.25），从而提高农民收入。对一些居住分散或者生存条件恶劣的地区，实施异地生态移民。

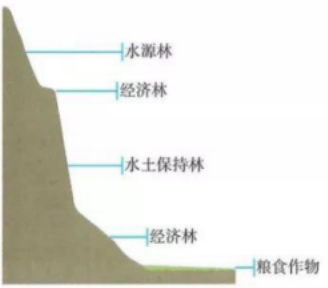


图4.25　喀斯特峰丛山地立体生态农业模式

资料分析

1. 分析喀斯特峰丛山地立体生态农业结构与地貌的关系。
2. 为什么要在有些地区实行异地生态移民？

对策和建议

结合上述分析，收集资料，借鉴较为成功的经验，就“如何提升我国西南喀斯特峰丛山地的经济发展水平”这一问题，提出合理化建议。

教材培训专用

微信公众号：电子课本大全

第五章
植被与土壤

我们生存的地球，因覆盖植被才变得生机盎然，而土壤为植被提供了扎根立足的条件。植被与土壤既是自然环境的形成要素，又是自然环境演变的结果，因此，对自然环境具有指示作用，分布也具有显著的规律。与大气和水一样，植被与土壤也是人类赖以生存的最基本的自然条件。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 地球上主要有哪些植被类型？
- 如何识别主要的植被？
- 可以从哪些方面说明植被与自然环境的关系？
- 哪些因素影响土壤的形成？
- 观察土壤可以从哪几个方面进行？

马来西亚沙巴州的热带雨林

微信公众号：电子课本大全

第一节 植 被



图5.1 智利沙漠中的花海

2017年8月中旬，智利北部的沙漠地区出现罕见的丰沛降雨。之后，奇迹出现了，曾经不毛的沙漠，遍地野花绽放，俨然成为花的海洋（图5.1）。这片平常几乎看不到植物的“死亡之地”，为什么会短时间内变成花的海洋？其他沙漠中会出现类似的现象吗？

植被与环境

在地球表面，除了极端干旱、寒冷等地方，几乎都有植物生长。数量不等的不同种的植物，共同生长在一定的地方。我们把自然界成群生长的各种植物的整体，称为植被。天然形成的植被，如森林、草原、荒漠等，叫作天然植被；人工栽培和经营管理的植被，如经济林、人工草场等，叫作人工植被。

在新形成的裸地①上，很快会有少数种的植物生长；植物生长过程中，也改造其生长的土壤、水分等环境条件，从而有更多种类的植物在此生长，直至形成稳定的植被。这样的过程，往往需要百年以上的漫长时光。

① 裸地指自然界没有土壤、没有植被的裸露地面。

微信公众号：电子课本大全

在稳定的植被中，不同种类的植物群体，通过争夺阳光的生存竞争，占据一定的垂直空间，从而形成分层明显的垂直结构（图5.2）。一般而言，气温越高、降水量越多的地方，植被高度越大，植物种的数量越多，垂直结构越丰富。

天然植被一般按类型有规律地分布在适宜其生长的地方，并具有适应当地环境的特征。



自森林顶端至地面，光照越来越弱。适应一定光照强度的植物，占据一定的垂直空间，从而在森林中形成若干层。

图5.2 森林中的成层现象

活动

通过调查，了解校园树木与环境的关系

校园树木调查应根据校园实际情况，可以小组合作的方式进行，也可独自进行。通过校园树木调查，体会因地制宜进行校园绿化的意义。

1. 实地观察并记录

按照一定的顺序，开展校园树木调查，对每株树木进行编号，并参照表5.1登记。

表5.1 校园树木登记表

编号	名称	生长状况	栽种地点

2. 室内整理

（1）对于不认识的树木，可通过网络查询、查阅资料或请教相关人员等方式解决。

（2）统计每种树木的植株数量，并按数量由多至少排序。

微信公众号：电子课本大全

3. 相关研究

（1）查阅资料，了解每一种树木生长所需的环境条件，如气温、湿度、光照、土壤等。

（2）查阅当地气温、土壤等信息。

（3）将每种树木生长所需的环境条件与当地环境条件比较，并结合经验把所有树种分为“当地树种”和“引进树种”两类。

（4）针对“引进树种”类树木的生长状况（如良好或不佳），探究原因。

4. 提出合理化建议

可以“因地制宜绿化校园”为题，对校园绿化提出合理化建议。

森林

森林植被类型多样。森林主要分布在热带和温带的湿润、半湿润地区。热带的森林类型主要有热带雨林，温带则分布着多种类型的森林。可以通过观察森林的垂直结构、生态特征等，认识不同森林的差异，感受大自然的丰富多彩。

- **热带雨林** 热带雨林主要分布在热带雨林气候区和热带季风气候区。这里终年高温、降雨丰沛，植物全年旺盛生长，森林呈深绿色，植物种类丰富、垂直结构复杂，有数量丰富的藤本植物、附生植物等。各月都有花开。常见茎花、板根等现象（图5.3）。





图5.3 热带雨林的茎花和板根现象

- **常绿阔叶林** 常绿阔叶林（图5.4）主要分布在亚热带季风气候区和亚热带湿润气候区。这里夏季炎热多雨，冬季温和且无明显干季。森林常绿，乔木多革质叶片，大部分植物的花期集中在春末夏初。与热带雨林相比，垂直结构较简单，藤本植物、附生植物较少，少板根和茎花现象。

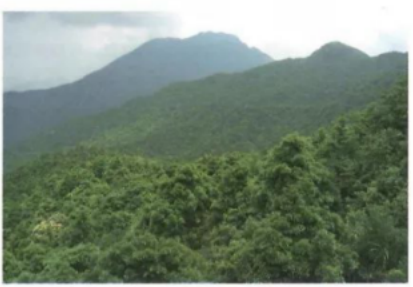


图5.4 我国南方地区的常绿阔叶林景观

微信公众号：电子课本大全

• **落叶阔叶林** 落叶阔叶林也称夏绿林，主要分布在温带季风气候区和温带海洋性气候区。这里温暖生长季节达4—6个月，冬季寒冷并延续3—4个月，且降水适宜。乔木叶片宽阔，春季发叶，秋冬季落叶（图5.5）。

• **亚寒带针叶林** 亚寒带针叶林主要分布在亚欧大陆和北美大陆的亚寒带地区。这里夏季短促、温和，冬季漫长、寒冷，发育了以松、杉类植物为主的针叶林（图5.6）。树叶缩小为针状，以抗寒抗旱。



图5.5 我国华北地区的落叶阔叶林秋季景观



图5.6 加拿大落基山脉地区的亚寒带针叶林景观

活动

分析红树林植物特征的环境适应性

红树林（图5.7）因由红树科植物组成而得名，主要分布在热带和亚热带淤泥深厚的潮间带，多见于海湾或河口地区。

图5.7 巴西北部河口地区的红树林



微信公众号：电子课本大全

红树林植物具有以下特点。

○ 支柱根和板状根。红树林发育着密集的支柱根，支柱根自树干基部生出，逐渐下伸，最后插入土中，形成弓状的稳固支架，纵横交错，高度过人。有些树种发育明显的板状根，高30—50厘米。

○ 呼吸根。红树林发育各种形状的凸出地面的呼吸根。呼吸根的外表有粗大的皮孔，便于通气，内有海绵状的通气组织，可贮藏空气。呼吸根具有很强的再生能力。

○ “胎生”。红树科植物的种子在还没有离开母树的果实时就开始萌发，长出绿色棒状的胚轴，长13—30厘米，下端粗大，顶端渐尖，到一定时候便和果实一起下落或脱离果实坠入淤泥中，数小时内即可扎根，生长成为独立的植株。胚轴组织疏松，含有空气，可长期漂浮海上而不失生命力。

○ 发育可排盐分的腺体。

1. 针对上述红树林植物的特点，分别说明其适应的环境条件。
2. 说明红树林对所在海岸地区生态环境的意义。

草原与荒漠

在热带和温带，当水分条件不能满足森林生长时，便出现以草本为主的植被，即草原；而在水分更少的干旱地区，则形成荒漠植被。可以通过观察植被特点，区分草原与荒漠，认识它们的环境特征。

热带草原（图5.8）一般分布在热带雨林一带的南北两侧。这里全年高温，分干湿两季。湿季降水丰沛，植物生长旺盛，草原葱绿。干季为4—6个月，降水稀少，草类枯黄。有的热带草原中散生着乔木或灌木。

温带草原（图5.9）地区夏季温暖，冬季寒冷，气候干燥。草原夏绿冬枯，植被高度较热带草原低，也会见到一些较为矮小的灌木。



图5.8 东非高原的热带草原景观



图5.9 内蒙古呼伦贝尔的温带草原景观

微信公众号：电子课本大全

从热带至温带，气候干旱地区的植被可统称为荒漠植被（图5.10—图5.11）。荒漠植物以旱生的灌木为主，具有忍耐长期干旱的形态和结构。也有些非旱生的短生命植物，当迎来合适的降水，即能完成生命活动的周期，如智利沙漠中的雨后花海。



图5.10 北部非洲的热带荒漠景观



图5.11 新疆阿克苏地区的温带荒漠景观

教材插图

自学窗

精品公园“精”在何处

2002年，在北京市精品公园评比中，皇城根遗址公园（图5.12）名列榜首。皇城根遗址公园于2001年建成，长2.8千米，平均宽29米，在北京公园中无论名气、历史还是规模都很不起眼。可是，这座不起眼的公园，为什么能成为精品中的精品呢？

从生态效益的角度看，皇城根遗址公园的绿化设计有四个方面值得称道。第一，全部选用当地树种。在此之前，北京新建公园的景观设计和绿化往往关注“好看”的树木，甚至选择南方的一些树种。第二，多树种混栽。据介绍，小小的皇城根遗址公园栽植70多种树木，从而改变了绿化采用单一树种或少数几种树种的做法。第三，乔灌草结合。皇城根遗址公园的绿化采用乔灌草结合的方式，绿化具有垂直层次，且地表的植被覆盖度很高，鲜见裸露地面。第四，绿化率高。公园总体绿化率在90%以上，改变了城市公园多大面积硬地广场的设计。

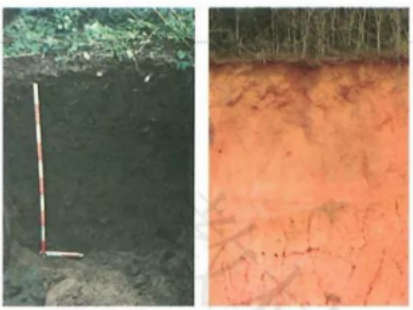
皇城根遗址公园的绿化设计和良好的生态效益，为广大地区的植树造林提供了可供借鉴的成功经验。



图5.12 皇城根遗址公园景观

微信公众号：电子课本大全

第二节
土　壤



a. 改良后的黑色土壤　　b. 自然土壤

图5.13　亚马孙河流域的土壤

早期的欧洲殖民者在巴西亚马孙河流域发现，当地印第安人在一种与自然土壤迥异的黑色土壤上种植（图5.13）。据研究，这种黑色土壤是人工土壤，主要成分是利用农作物秸秆等在一定条件下制作而成的生物炭。当地人用生物炭改良贫瘠的土壤，可能已有几千年的历史了。亚马孙河流域的自然土壤用于耕作时为什么贫瘠？你能举出改良土壤的其他案例吗？

观察土壤

土壤是指陆地表层具有一定肥力，能够生长植物的疏松表层，由矿物质、有机质、水分和空气四种物质组成。野外对土壤的观察，一般从土壤颜色、土壤质地、土壤剖面构造等方面进行。

- **土壤颜色**　土壤颜色是土壤最重要的外部特征之一。有些土壤就是用颜色来命名的，如黑土（图5.14）、红壤（图5.15）等。



图5.14　黑龙江垦区的黑土景观



图5.15　云南东川的红壤景观

微信公众号：电子课本大全

• **土壤质地**　土壤矿物质颗粒按照粒径大小可分为石砾、砂粒、粉粒、黏粒等。不同粒级的矿物质在土壤中所占的相对比例，称为土壤质地。从土壤质地看，土壤一般分为砂土、壤土和黏土（图5.16），在野外可根据手指研磨土壤的感觉近似地作出判断。



a. 砂土

砂土成分以砂粒占优势，大孔隙多，毛细管孔隙少，通气、透水性强，保水、蓄水性能弱，而且有机质易分解，保肥性能弱，但易耕作。



b. 壤土

壤土中所含的砂粒、粉粒、黏粒的比例适中，兼有砂土和黏土的优点，不仅通气、透水性能良好，而且蓄水、保肥性能强，是农业生产理想的土壤质地。



c. 黏土

黏土成分中黏粒占优势，通气、透水性差，蓄水、保水性能强，而且有机质分解缓慢，易积累，保肥性能好，但质地黏重，不易耕作。

图5.16　砂土、壤土和黏土



图5.17　森林土壤剖面及各土层特点

• **土壤剖面构造**　土壤剖面是指从地面垂直向下的土壤纵剖面，由一些形态特征各异的、大致呈水平展布的土层所构成。这些土层是土壤形成过程中物质转化、迁移和积累的结果。在自然土壤中，森林土壤剖面构造最为复杂（图5.17）。自然土壤经过人为耕作就变成耕作土壤。耕作土壤剖面一般分为耕作层、犁底层和自然土层（图5.18）。

微信公众号：电子课本大全



图5.18 耕作土壤剖面及各土层特点

活动

观察家乡的土壤

在校园或校园附近的空地或荒地上，清理地表的植物或杂物，自地表向下挖出边长为20厘米的土壤立方块，将土壤块放在一张白纸上，用秤称出土壤块的重量。

1. 观察土壤块。
   （1）观察土壤块的颜色自上而下是否有变化，并解释变化的原因。
   （2）用干纸巾分别贴在土壤块的表层和底层，稍过一会，观察纸巾的潮湿状况，判断土壤块表层和底层的湿度差异。
   （3）观察土壤块表层和底层疏松状况的差异。
2. 将土壤块侧面平放，并轻轻捣碎。注意，尽可能保持捣碎的土壤按表层至底层排列，且不发生遗洒。
   （1）分别在土壤块的表层和底层取一小团大小相当的土壤，用手掂掂重量，是否有差异？
   （2）分别用手指研磨土壤块的表层和底层土壤，感受土壤的湿度和土壤矿物质的颗粒大小。
   （3）在土壤中有没有发现小动物？
3. 将捣碎的土壤晾晒一天后称重，比较与刚挖出时的土壤块重量的差异。
4. 分别从土壤块的表层和底层取部分土壤，加适量水搅拌，试着用手搓土条，看看哪个部位的土壤更容易搓成土条。
5. 整理上述活动的结果，描述家乡土壤的特点，并与同学交流。

微信公众号：电子课本大全

土壤的主要形成因素

土壤是环境各要素综合作用的产物。土壤的主要形成因素包括成土母质、生物、气候、地貌、时间等。

• **成土母质** 岩石的风化[1]产物，是土壤发育的物质基础，称为成土母质。成土母质决定了土壤矿物质的成分和养分状况，影响土壤的质地。

• **生物** 生物是影响土壤发育的最基本也是最活跃的因素，没有生物的作用，就不可能形成土壤。生物残体为土壤提供有机质。有机质在微生物作用下转化为腐殖质。植物可把分散在成土母质、水和大气中的氮、磷、钾、钙、镁、硫等营养元素选择性地加以吸收，储存在生物体内，并随生物残体的分解释放到土壤表层。这种生物循环不断进行，使营养元素在土壤表层富集（图5.19）。植物、动物、微生物的综合作用，加快岩石风化和土壤形成的过程，改善成土母质的性状，促进土壤矿物质颗粒团聚。

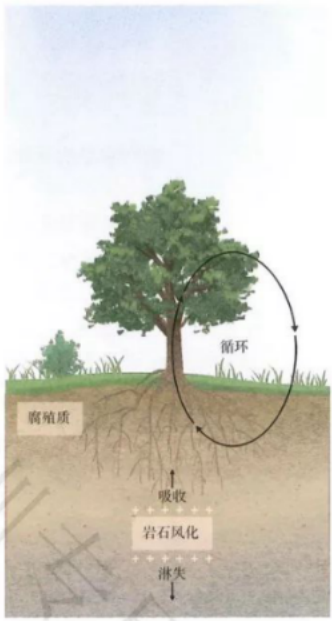


图5.19 生物对土壤形成的作用（生物循环）示意

• **气候** 岩石风化的强度和速度与温度、降水量呈正相关，因此，湿热地区的土壤形成速度比干冷地区快得多。与干冷地区相比，湿热地区土壤化学风化作用和淋溶作用强，土壤黏粒比重高。冷湿环境有利于土壤有机质积累，而干旱、高温地区土壤有机质积累少。亚马孙河流域因高温多雨，自然土壤失去热带雨林保护时，有机质快速分解，营养元素被淋溶。总体而言，气候的分布规律在很大程度上影响和控制了土壤的分布规律。

• **地貌** 地貌对土壤发育的影响是多方面的。例如，由于水热条件的不同，山顶与山麓、阳坡与阴坡、迎风坡与背风坡的土壤发育不同；从山顶到低平洼地，由于成土母质的颗粒存在由粗到细的变化规律，依次分布着砾质土、砂土、壤土和黏土。

① 在温度、水、空气、生物等的影响下，地表或接近地表的岩石发生破碎或分解，形成许多松散物质，这一过程称为风化。

微信公众号：电子课本大全

• **时间** 在上述成土因素综合作用下，土壤发育的时间越长，土壤层越厚，土层分化越明显。在自然状态下，形成20厘米厚可供耕作的土壤，一般需要100—1 000年。

除自然原因外，人类活动对土壤的影响极为深刻。自然土壤在人类长期的耕作和培育下，形成了有利于农业生产的耕作土壤。

活动

解释常见的土壤现象

下面列出的是一些常见的土壤现象。

- 四川盆地有些地方的岩石是紫色的，土壤也呈紫色。
- 对耕作而言，我国东北平原的土壤肥沃，而南方地区的土壤相对贫瘠。
- 山顶土壤的颗粒较粗，山前平原土壤的颗粒较细。

1. 指出形成上述土壤现象的主导因素。
2. 尝试对上述土壤现象作简要解释。

土壤的功能和养护

土壤处于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互紧密接触的过渡地带（图5.20），是一个开放的系统，与其所在的环境之间有着活跃的物质和能量交换，是联系有机界和无机界的关键环节。

土壤为植物生长提供了扎根立足的条件，从而使地球表面因着生绿色植物而生机盎然，促使地理环境以至地球面貌发生了根本的改变。有了绿色植物，动物才有了食物来源，而土壤本身也是许多动物和微生物生存的场所和营养来源。据研究，1克土壤中的微生物数量达10亿左右。

微信公众号：电子课本大全

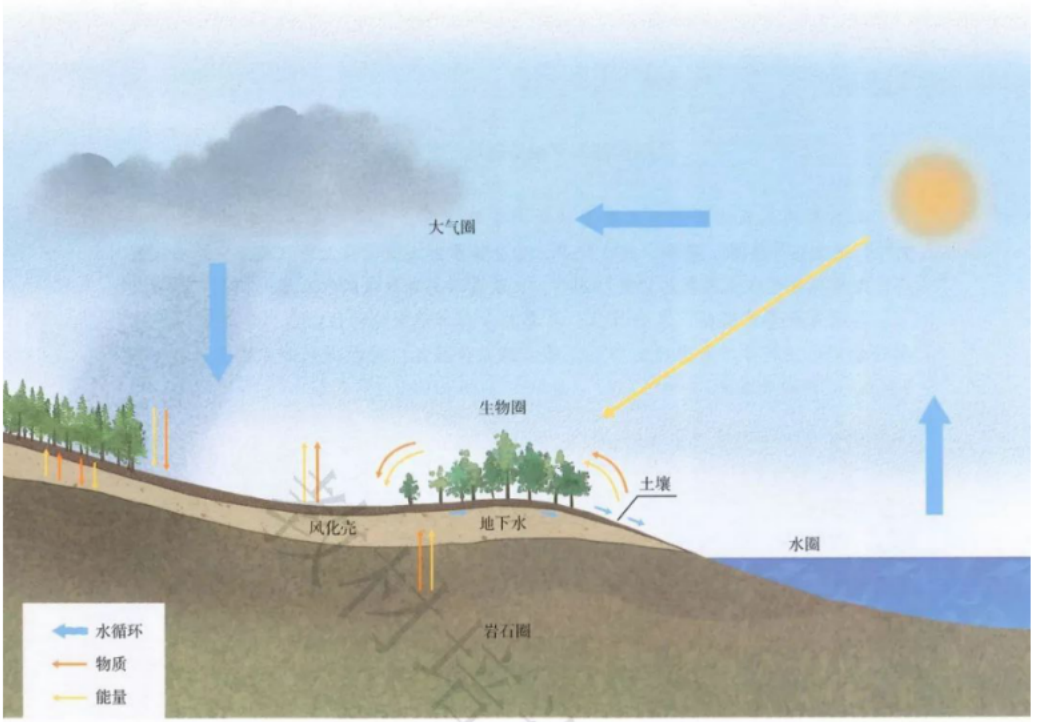


图5.20 土壤在地理环境中的地位

土壤具有重要的蓄水、保水功能。土壤水是陆地水体的一部分。大气降水的一部分储存在土壤中，既有效减少地表径流量，又可以持续提供植物所需的水分。正因为如此，农作物可以抵御适度的旱情。

土壤和人类的关系十分密切，因为人类生存必须发展农业，以取得食物。人类种植农作物是以土壤为物质基础的；人类饲养动物，也主要以植物为饲料。

可见，土壤不仅是自然环境的重要组成部分，也是人类可以利用的珍贵的自然资源，土壤功能的可持续性与农业乃至人类社会的可持续发展息息相关。因此，合理利用和保护土壤资源，对人类的生存和发展至关重要。耕作土壤的耕作层厚度一般为15—30厘米，尤其需要人类呵护。

有些土壤，不适于种植农作物，或者种植农作物产量较低，不能满足耕作的需要，人们就会设法对其进行改良或改造，如亚马孙河流域人们利用生物炭改良土壤；我国人民在改良土壤方面也积累了丰富的经验。

微信公众号：电子课本大全

案例

我国黄淮海平原盐碱地的综合治理

山东禹城北丘洼曾经是土壤盐碱化严重的地区，盐碱化土壤占耕地总面积的91%。这里频繁旱涝。旱季，蒸发强烈，盐分随水沿土壤孔隙上升到地表，水分蒸发后，大量盐分便在土壤表层积累。雨季，土壤表层的盐分被雨水淋洗。因此，这里的土壤具有春秋季节返盐、夏季淋盐、冬季盐分相对稳定的特征。自1986年开始，中国科学院地理科学与资源研究所在此建立综合试验站，对盐碱地进行综合治理（图5.21），实现粮食高产。



图5.21 北丘洼盐碱地综合治理的基本方法

即使是优良的土壤，人们也会注重种养结合，以保持土壤持续提供高效肥力的能力。这方面常用的方法有休耕、种植绿肥（图5.22）、作物轮作、广施农家肥等。



绿肥作物是指一类主要当作肥料种植的作物。这类作物养分含量丰富，翻入土壤中，具有丰富土壤营养物质、改良土壤物理性状等作用。绿肥作物一般与主产作物轮作，多数可兼作饲草。图为紫云英，俗称红花草，是我国水稻种植区常用的越冬绿肥作物。

图5.22 湖南西北部农村种植的绿肥作物

微信公众号：电子课本大全

自学窗

地方病与土壤

在人体中含量极少的化学元素称为微量元素。研究表明，人体所必需的微量元素有十几种。人体摄入这些微量元素过少或过多，都会引起身体的病变。例如，长期缺碘，就会引发甲状腺增生，俗称“大脖子病”。人体的微量元素主要来源于饮食，饮食中的微量元素主要受水、土壤等地理环境要素的影响。由于一地环境中某种微量元素缺乏或含量过高而导致的人体病变，是一类地方病。

经研究，此类地方病发病率山区高于平原，农村高于城镇。山区相对封闭，土壤中的化学元素主要来自当地的成土母质，从而会出现某种微量元素缺乏或含量过高的情况。平原上的沉积物来自较为广大的区域，因而微量元素的含量较为均衡。同样道理，农村居民的食物主要来自当地，而城镇居民的食物来源较广。

明确了此类地方病的病因，就可以相应地预防和治疗。例如，在食盐中加碘就可以预防大脖子病。在现代社会，商业发达，人们的食物来源较广，此类地方病也就少见了。地理学家告诉我们，广泛食用来自不同地方、不同种类的食物，不仅可以有效减少此类地方病的发生，还有利于人体的健康。

5 本章要点

1. 植被分为天然植被和人工植被，天然植被一般按类型有规律地分布在适宜其生长的地方，具有适应当地环境的特征。
2. 天然植被可分为森林、草原、荒漠等类型，而森林、草原、荒漠又可分为多种类型。
3. 不同的植被，组成和特点不同，通常可根据垂直结构、生态特征等加以识别。
4. 土壤是由矿物质、有机质、水分和空气四种物质组成的。
5. 可从土壤的颜色、质地、剖面构造等方面观察和识别土壤。
6. 土壤的主要形成因素有成土母质、生物、气候、地貌、时间等，人类活动对土壤的影响也极为深刻。
7. 土壤对于自然环境和人类意义重大，人类应合理利用土壤。

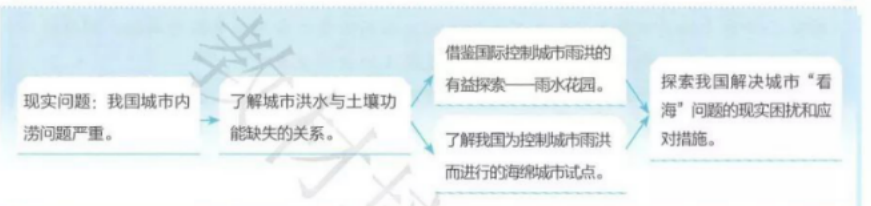
微信公众号：电子课本大全

问题研究

如何让城市不再“看海”

改革开放以来，我国城市化进程迅速。然而，近些年来，每逢雨季，我国自北向南，若干城市内涝问题严重，人们戏称到城市“看海”。如何发挥土壤蓄水功能，是解决城市“看海”问题的重要方面之一。

对这一课题的探究，建议采用以下思路。



知识拓展

资料 1　城市洪水与土壤蓄水功能缺失

土壤截留的降水越多，降水通过它流到河流所需要的时间就越长，削减了洪峰，因此降低了洪灾的风险。1 米厚的多孔隙土壤能截留 300 毫米的降水量。

用沥青或者混凝土之类的不透水层覆盖的土地，降水无法向土壤下渗。城市中大面积的土地表面被硬化，一旦发生强降雨，产生的径流量很容易超过排水系统的排水能力，在地面积水成涝。2012 年 7 月 21 日，北京市平均降水量 170 毫米，在局部地区造成重大暴雨洪涝灾害。

资料分析

1. 城市大面积土地表面被硬化，改变了水循环的哪些环节？
2. 以北京为例，说明土壤对蓄积雨水和减轻洪涝灾害的意义。

微信公众号：电子课本大全

资料 2　雨水花园

20世纪90年代，美国的一个新建住宅区为每栋住宅配建30—40平方米的蓄积雨水的场地，称为“雨水花园”。经过数年的追踪监测，发现雨水花园平均减少了75%—80%地面雨水径流量。此后，世界各地开始建设各种各样的雨水花园（图5.23）。

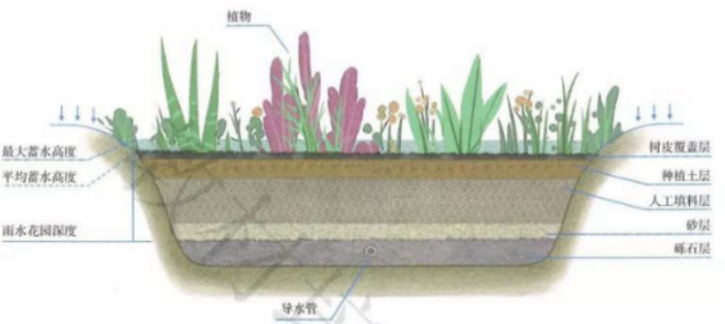


图5.23　典型雨水花园结构示意

资料分析

1. 从对雨水下渗、净化、蓄积、利用等方面，说明雨水花园的作用。
2. 雨水花园还有哪些作用？

资料 3　海绵城市

2012年，我国提出“海绵城市”的概念，希望城市能够像海绵一样，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用，以此提升城市生态系统功能，并减少城市洪涝灾害的发生（图5.24）。2014年年底，中央政府决定支持海绵城市的试点工作。

微信公众号：电子课本大全

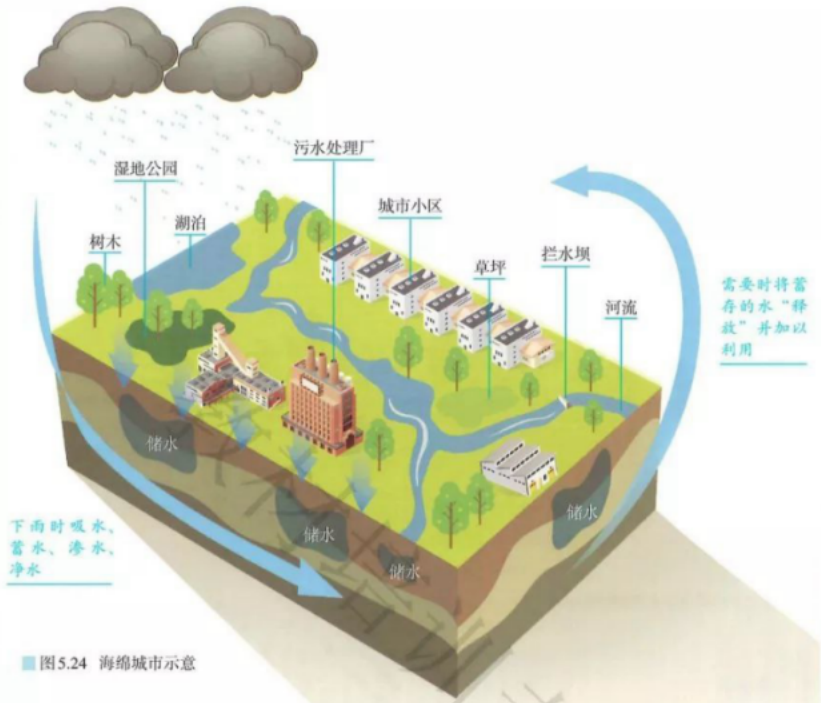


图5.24 海绵城市示意

资料分析

1. 推想海绵城市地面材料的特点。
2. 从雨水花园到海绵城市，对城市雨洪控制的思想有哪些发展？
3. 在什么自然条件下的城市宜建海绵城市？

问题探讨

从雨水花园到海绵城市，人们找到了一条解决城市“看海”问题的有效途径，这有可能成为城市建设的一场革命。针对我国的大多数城市，解决“看海”问题存在哪些现实困难？如何应对？请与同学们一起探讨。

微信公众号：电子课本大全

第六章
自然灾害

人类所处的自然环境有时会发生异常变化，并对生命和财产安全构成危害，形成自然灾害。对于多数自然灾害，我们无法阻止其发生，但可以通过防灾减灾手段减轻自然灾害的影响。地理信息技术在防灾减灾中发挥着越来越重要的作用。

在本章，我们重点探讨以下问题：

- 几种常见自然灾害是如何形成的？
- 自然灾害对人类造成了什么影响？
- 主要的防灾减灾措施有哪些？
- 地理信息技术在防灾减灾中发挥着什么作用？



2016年7月江西遂川遭暴雨袭击

微信公众号：电子课本大全

第一节
气象灾害



图6.1 2016年7月6日武汉新华路体育场内的积水

2016年夏天，湖北遭遇特大暴雨洪涝侵袭。6月30日至7月6日，武汉累计降水量超过580毫米，刷新了有气象记录以来的周降水量最高值。大水围城，多处道路、桥梁、隧道、地铁站点无法通行，部分地区供电、通信中断。截至7月11日，武汉市有100多万人受灾，12万公顷农作物受损，8 000多间房屋倒塌，直接经济损失近40亿元。武汉这次洪涝灾害为什么这么严重？除了洪涝灾害外，还有哪些气象与水文灾害？它们又会对人类活动产生什么样的影响？

洪涝灾害

洪涝灾害是因连续性的降水或短时强降水导致江河洪水泛滥，或积水淹没低洼土地，造成财产损失和人员伤亡的一种灾害。

洪涝灾害的分布主要受气候因素和地形因素的影响。从气候因素看，洪涝灾害主要分布于亚热带季风区、亚热带湿润气候区、温带季风气候区、温带海洋性气候区。从地形因素看，沿河、沿海地势低洼地区常受洪涝威胁。

洪涝危害巨大。洪水常常淹没农田、聚落等，破坏交通、通信、水利等基础设施，造成人员伤亡、农作物减产、交通受阻（图6.2）、人畜饮用水困难等。



2013年8月，东北局部地区连续遭受暴雨袭击，引发洪涝灾害。图为吉林长春市民在积水路段涉水骑行的场景。

图6.2 洪涝灾害对城市交通的影响

微信公众号：电子课本大全

洪涝还会引发河流泥沙淤塞、水土流失等生态问题，破坏人类生存环境，制约区域经济发展。此外，洪涝过后易发疫情，威胁人类身体健康。

人口越密集、经济发展水平越高的地区，洪涝造成的损失越大。武汉位于汉江与长江交汇处，地势低平，人口密集，经济发展水平高，遇特大暴雨洪涝侵袭，则损失严重。

我国是世界上洪涝频繁且灾害严重的国家之一。我国的洪涝灾害主要分布在东部季风区各大江河的中下游平原。此外，广大山区也常受到洪水侵袭。

案例

贵州望谟“6·6”山洪灾害

2011年6月6日凌晨1点，贵州望谟突降暴雨，2小时内降水量超过300毫米，山区大量洪水汇集并迅速涌向下游，造成部分沿河房屋倒塌，公路被冲垮，电力、通信等设施中断（图6.3）。截至6月7日，造成望谟县21人死亡、31人失踪、8万人受灾、2 804间房屋倒塌，引发地质灾害112起，直接经济损失13.4亿元。

与平原地区洪涝相比，山洪历时短，洪水流速快，危害更严重。



图6.3 贵州望谟“6·6”山洪灾害

干旱灾害

干旱是因长时间无降水或降水异常偏少造成的空气干燥、土壤缺水的现象。当干旱持续时间较长，影响人类的生活和生产时，称为干旱灾害，简称旱灾。非洲、亚洲和大洋洲的内陆地区是世界上旱灾频繁发生的地区，其中非洲的旱灾最严重。

干旱极易造成农作物大量减产，乃至颗粒无收（图6.4）。干旱也会影响畜牧业，主要表现在影响牧草生



2011年春季，河南偃师遭遇了严重的干旱，耕地龟裂，大面积农作物受灾。

图6.4 干旱对农作物的影响

微信公众号：电子课本大全

长、加剧草场退化和沙漠化。干旱还会引发水资源短缺，造成人畜饮水困难，严重时甚至影响经济发展乃至社会稳定。此外，干旱极易引发沙尘暴、火灾、虫灾等灾害。

我国旱灾的发生范围广泛，很多地区不同程度地遭受旱灾。东部季风区由于降水季节变化、年际变化大，易发生旱灾。华北、华南、西南和江淮是旱灾多发区，其中华北地区的旱灾发生最频繁、影响最严重。

活动

分析我国洪涝灾害与旱灾的时空分布特征

国家减灾委员会每年都会公布我国“十大自然灾害事件”。2011年，我国洪涝灾害和旱灾较为多发，其中严重的5次灾害被列入当年全国“十大自然灾害事件”（表6.1）。试以2011年为例，分析我国洪涝灾害与干旱灾害的时空分布特征。

表6.1 2011年我国“十大自然灾害事件”中的洪涝灾害和干旱灾害

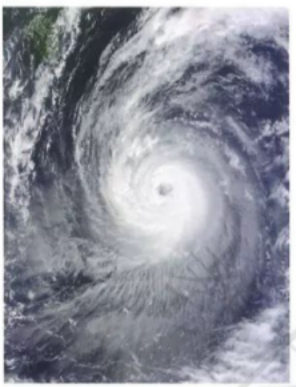
事件名称	简介
华西秋雨灾害	9月上中旬，华西和黄淮等地降水量异常偏多，部分地区出现严重暴雨洪涝等灾害，涉及山西、河南、湖北、重庆、四川、陕西等地
西南地区春夏连旱	夏秋季节，西南地区降水持续偏少，发生了严重的干旱，广西、重庆、四川、贵州、云南等地均受影响
长江中下游地区春夏连旱	春夏之交，长江中下游地区降水严重偏少，出现春夏连旱，造成江苏、安徽、江西、湖北、湖南等地严重受灾
6月南方洪涝灾害	6月份，南方先后遭受四轮大范围强降水袭击，多地发生洪涝等灾害，影响范围涉及江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州、云南等地
冬麦区冬春连旱	2010年冬至2011年春，冬麦区降水持续偏少，遭受了严重的冬春连旱，河北、山西、江苏、安徽、山东、河南、陕西和甘肃等地受影响

1. 表6.1所列的洪涝灾害和干旱灾害分别发生在何时何地？
2. 表6.1所列的洪涝灾害和干旱灾害的发生地区有重合吗？发生时间上又有什么联系？

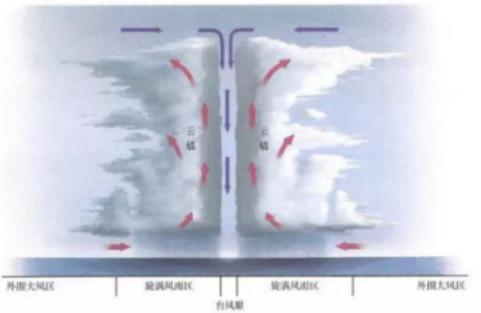
微信公众号：电子课本大全

台风灾害

台风是在热带或副热带洋面上形成并强烈发展的大气旋涡（图6.5），中心附近最大风力在12级以上。西北太平洋是世界上台风发生频率最高的海域。



a. 台风卫星影像



一个发展成熟的台风，由外围大风区、旋涡风雨区和台风眼三部分组成。外围大风区的风速从外向内增加；最强烈的降水产生在旋涡风雨区；台风眼的天气表现为无风、少云和干暖。

b. 台风剖面

图6.5 台风

台风天气常伴随着狂风、暴雨、风暴潮等，并带来严重的自然灾害。狂风能够吹倒房屋，拔起大树，破坏交通、通信设施等；暴雨会引发洪水、滑坡、泥石流等灾害，并危害近海养殖；风暴潮侵蚀海岸，破坏海堤，造成海水倒灌。

我国受台风灾害影响严重。影响我国的台风主要源于西北太平洋（图6.6），台风灾害主要分布在东南沿海地区，多发于夏秋季节。



图6.6 西北太平洋台风移动的主要路径示意

微信公众号：电子课本大全

寒潮灾害

寒潮是因强冷空气迅速入侵造成大范围的剧烈降温，气温24小时内下降8℃以上，且最低气温下降到4℃以下，并伴有大风、雨雪、冻害等现象的天气过程。

寒潮主要发生在北半球中高纬度地区的深秋到初春时节，势力强大的寒潮甚至可影响到低纬度地区。

寒潮带来的剧烈降温往往使农作物遭受冻害，造成农业损失（图6.7）；伴随的大风、大雪、冻雨会造成畜牧业损失，阻断交通，破坏通信设施和输电线路等（图6.8）。



2016年1月24日，江苏连云港海州湾沿海最低气温降至-14.7℃，为当地46年来1月份最低气温。图为海州湾被海冰覆盖的紫菜养殖场。

图6.7 寒潮造成农业损失



2011年12月9日凌晨，四川西昌及周边地区气温骤降，出现风霜、雨雪、冰冻等恶劣天气，导致某处输电铁塔发生倒塌。

图6.8 寒潮破坏输电线路

微信公众号：电子课本大全

在我国，寒潮是冬半年主要的气象灾害。影响我国的寒潮主要发源于蒙古、西伯利亚地区（图6.9）。势力强大的寒潮，会自北向南影响我国大部分地区。

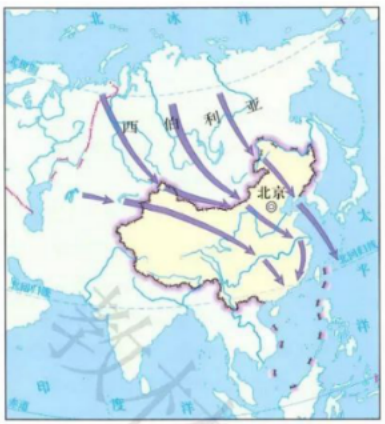


图6.9 侵入我国的寒潮路径示意

自学窗

为什么会有人盼着台风到来

说起台风，人们常会想到它带来的种种灾难，谈台风而色变。然而，对有些地区而言，台风是宝贵的资源，每年都会有很多人盼着台风的到来。因为每次台风都会伴随一次强降雨过程，充沛的降水极大地丰富了所影响地区的淡水资源。

例如，2012年秋季华南地区降水量较常年偏少，9—10月各地先后出现旱情，其中广东东南部旱情极为严重。受台风“山神”影响，10月26—30日，海南、广东和广西先后出现降水天气。“山神”带来的降水共给华南地区增加近300亿立方米的水资源，有效缓解了华南地区的旱情。

微信公众号：电子课本大全

第二节
地质灾害



图6.10 唐山抗震纪念碑

1976年7月28日3时42分，河北唐山发生里氏7.8级大地震。

“是时，人正酣睡，万籁俱寂。突然，地光闪射，地声轰鸣，房倒屋塌，地裂山崩。数秒之内，百年城市建设夷为墟土，二十四万城乡居民殁于瓦砾，十六万多人顿成伤残，七千多家庭断门绝烟。”唐山抗震纪念碑（图6.10）的碑文如此诉说着这场重大灾难。

你知道地震是怎么发生的吗？地震会给人类造成哪些危害？

地震

地壳中的岩层在地应力[1]的长期作用下，会发生倾斜或弯曲。当积累起来的地应力超过岩层所能承受的限度时，岩层便会突然发生断裂或错位，使长期积聚起来的能量急剧地释放出来，并以地震波的形式向四周传播，使地面发生震动，称为地震（图6.11）。

地震能量的大小用震级表示。地震时某一地区地面受到的影响和破坏程度用地震烈度表示。一次地震只有一个震级，但可以有多个烈度。地震烈度的大小与震级、震源深度等有直接关系。受地质构造、地面建筑等影响，在震中距相同的地方，地震烈度有时相差很大。

① 当物体（如岩石）受到外力作用时，其内部会产生一种抵抗力，这就是应力。地应力就是出现在地壳中的应力。

微信公众号：电子课本大全

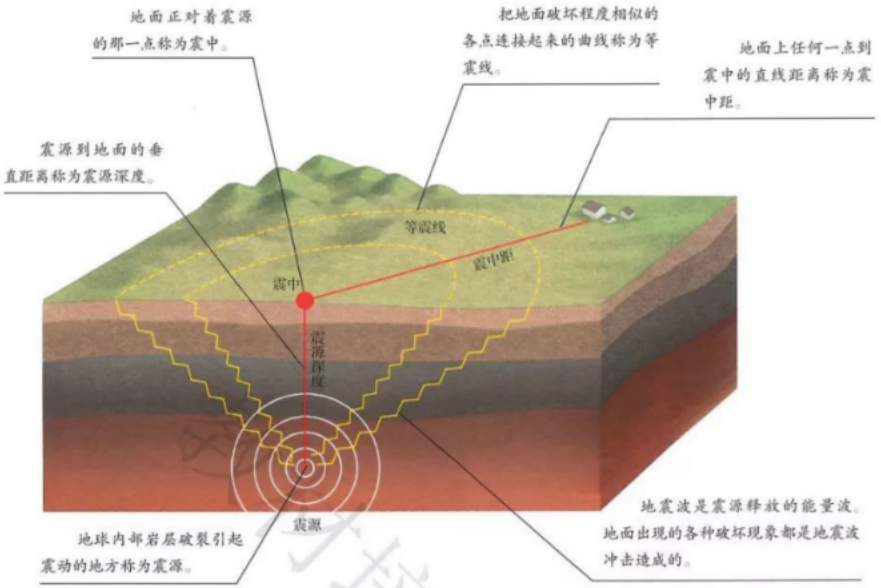


图6.11 地震构造示意

地震会造成房屋倒塌，破坏道路、管道、通信等基础设施，导致人员伤亡和财产损失。地震还会诱发崩塌、滑坡、泥石流、火灾、海啸、有毒气体泄漏、疫病蔓延等灾害。

地震不仅破坏当地的资源环境和生态系统，还会造成家破人亡和生活突变，从而严重损害灾区人们的心理健康。这些影响具有一定的滞后性和隐蔽性，持续时间往往长久。

板块与板块交界处地壳极不稳定，是地震易发地区。从世界范围看，地震集中分布在环太平洋和地中海—喜马拉雅地带。我国地跨世界两大地震带，地震灾害发生范围广、频度高、强度大，是世界上地震灾情最严重的国家之一。我国地震灾害发生频繁的地区有台湾、西藏、新疆、青海、云南、四川等。

微信公众号：电子课本大全

滑坡和泥石流

滑坡是山地斜坡上的岩体或土体，因河流冲刷、地下水活动、地震及人类活动等原因，在重力作用下，沿一定的滑动面整体下滑的现象。岩体比较破碎、地势起伏较大、植被覆盖度较差的山地丘陵区以及工程建设频繁的地区，滑坡多发。

泥石流是山区沟谷中由暴雨或冰雪消融等激发的，含有大量泥沙、石块的特殊洪流。地形陡峻、具有丰富的松散物质以及短时间内有大量水流是发生泥石流的主要条件。

滑坡的危害主要表现为破坏或掩埋农田、道路和建筑物（图6.12），堵塞河道。泥石流多与山洪相伴，来势凶猛，破坏力大，能够摧毁聚落，破坏森林、农田、道路（图6.13），淤塞江河等。滑坡和泥石流都可能造成重大的人员伤亡。



2014年5月2日，阿富汗东北部山区发生山体滑坡，掩埋了山下村庄约300户人家，造成2 000多人死亡或失踪。

图6.12 滑坡



2016年9月17日，我国云南元谋发生特大泥石流灾害，造成成昆铁路中断。图为抢险救援场面。

图6.13 泥石流

我国山区面积广大，滑坡和泥石流分布广泛，发生频繁，尤以西南地区最为多发。

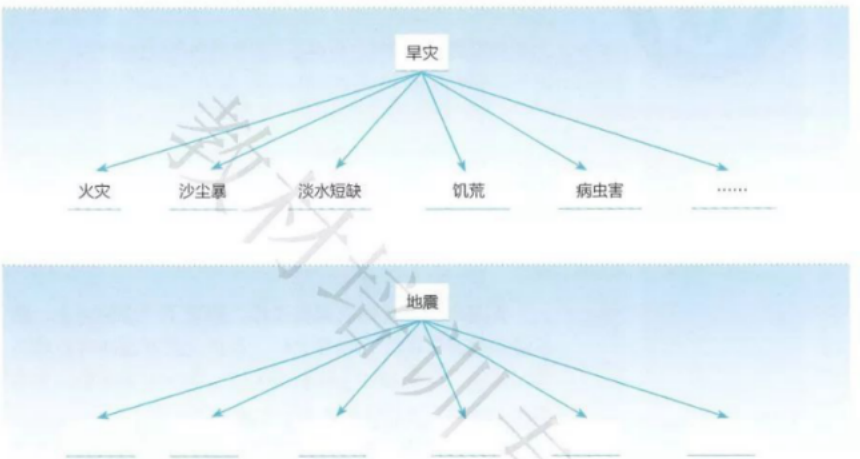
微信公众号：电子课本大全

活动

认识自然灾害的关联性

自然灾害种类较多，许多自然灾害之间具有内在关联性。认识自然灾害的关联性，有助于理解自然灾害的广泛性和复杂性。

1. 一种自然灾害可能直接引发多种灾害。参考旱灾直接引发的灾害示意，列出地震直接引发的多种灾害。



2. 一种自然灾害引发的灾害，会进一步引发其他灾害，从而形成灾害链条。参考旱灾引发的一条灾害链条，完成地震的一条灾害链条。



3. 你所在的地区多发哪种自然灾害？这种自然灾害又会引发哪些灾害？你能画出其中的一条灾害链条吗？

微信公众号：电子课本大全

第三节
防灾减灾



图6.14 防灾减灾日图标

2008年5月12日，四川汶川发生里氏8.0级大地震，是我国继唐山大地震后伤亡最严重的一次地震。这次地震后，国务院将每年的5月12日设为“防灾减灾日”（图6.14），提醒社会各界更加重视防灾减灾。你知道国家在预防和减轻自然灾害方面采取了哪些措施吗？遭遇自然灾害，你该怎么做？

防灾减灾手段

我国高度重视防灾减灾工作，制定了“以防为主，防抗救相结合”的工作指导方针，以最大限度地减轻自然灾害的影响。防灾减灾工作包括灾害监测、灾害防御、灾害救援与救助、灾后恢复等多个方面。

- **灾害监测** 我国建成了由人造卫星、气象站、水文站（图6.15）、地震台、地质环境监测站等组成的自然灾害监测系统，主要对自然灾害的孕育、发生、发展和致灾全过程进行动态监测。



吊箱测流是目前最适合对高含沙、冲淤变化大、漂浮物多的河流进行流量测验的设施。图为黄河龙门水文站的工作人员正在吊箱内进行水文测验。

图6.15 水文测验

微信公众号：电子课本大全

案例

地震预警系统

地震预报目前仍是世界公认的科学难题，在国内外都处于探索阶段，而地震预警就显示出重要的价值。

地震发生时，纵波传播速度快于横波。这个时间差给地震预警留下了空间。

地震预警系统的工作原理：利用深入地下的探测仪探测纵波，传给计算机，即刻计算该次地震的震级、烈度、震源等，并抢在横波到达前，通过传播速度远快于地震波的电磁波（如电视、广播、短信等）发出警报。地震预警系统其实就是在和地震波赛跑，多跑赢一秒，就能多获得一秒的应对时间。

我国在地震预警方面有过多次成功案例。例如，2013年四川芦山地震发生时，地震预警系统提前28秒为成都发出了地震预警信息；2017年四川九寨沟地震时，成都提前71秒收到地震预警信息。然而，受地震台网密度等因素限制，我国目前尚难做到对每次地震的精确预警。

- **灾害防御**　我国为控制和减少自然灾害造成的损失，一方面修建水库、堤坝、防护林等防灾工程；另一方面施行防灾减灾的法律法规，开展减灾教育。
- **灾害救援与救助**　发生自然灾害并达到应急响应程度时，应按照国家有关自然灾害的应急预案，调动救援物资和人员（图6.16），尽快稳定社会秩序，救治伤员，展开心理援助。
- **灾后恢复**　灾后要尽快恢复灾区群众的生产和生活，并促进灾区经济和社会的恢复和发展（图6.17）。这一过程也能帮助重建区增强防灾能力。



2010年4月国家地震灾害紧急救援队在青海玉树地震后开展搜索营救、医疗救助、后勤保障等救援工作。图为救援队正在废墟中进行搜救。

图6.16　灾害救援



北川是“5·12”汶川地震的重灾区，整个县城在地震中损毁严重，几乎被夷为平地。图为异地重新修建的北川新县城。

图6.17　灾后恢复

微信公众号：电子课本大全

活动

认识地震专业救援队

地震救援对专业知识、专业设备和相关技能的要求很高。地震发生后，地震专业救援队是地震救援的主要力量。世界上多个国家，如中国、俄罗斯、美国、日本、德国、韩国等，成立了地震专业救援队。我国的地震灾害紧急救援队于2001年成立，在对汶川地震、玉树地震等救援时发挥了很大作用；在国外发生强震灾害时，这支救援队也会奔赴受灾现场，与其他国家的专业救援队一起，进行救灾援助。

表 6.2　中国地震灾害紧急救援队地震救援行动（2001—2015 年）

时间	救援事项	时间	救援事项
2003年2月	新疆伽师地震救援	2010年1月	海地地震救援
2003年5月	阿尔及利亚地震救援	2010年4月	青海玉树地震救援
2003年12月	新疆昭苏地震救援	2011年2月	新西兰地震救援
2003年12月	伊朗巴姆地震救援	2011年3月	日本地震海啸救援
2004年12月	印度尼西亚地震海啸救援	2013年4月	四川芦山地震救援
2005年10月	巴基斯坦地震救援	2014年8月	云南鲁甸地震救援
2006年5月	印度尼西亚日惹地震救援	2015年4月	尼泊尔地震救援
2008年5月	四川汶川地震救援		

1. 你认为地震专业救援队应包括哪些专业救援人员？
2. 计算中国地震灾害紧急救援队参与国际地震救援次数占全部地震救援次数的比重。
3. 讨论强震发生后国际救援的重要性。

自救与互救

对个人和家庭而言，防灾减灾的主要任务是自救与互救。自救与互救对挽救生命至关重要。平时多掌握一些自救与互救的知识、技能，就会在关键时刻为挽救生命提供更多可能。自救与互救包括灾前准备、灾中救助和灾后自我保护三个方面。

常见的自然灾害中，洪涝、台风等灾害是可以较准确预测的。因此，在洪涝、台风多

微信公众号：电子课本大全

发地区，居民应及时关注天气预报及灾害预警信息，做好灾前准备，这对保护生命和财产安全至关重要。地震等地质灾害往往是突发的，较难准确预测，但做好灾前准备也能够在一定程度上减少人员伤亡和财产损失。以地震为例，震前准备主要包括准备应急救援包（图6.18），牢记地震撤离路线和附近应急避难场所位置，经常参加地震演习活动，树立防震意识等。



图6.18 应急救援包

一旦发生自然灾害，应按照预先设计好的逃生路线进行撤离。若洪涝来袭，应尽量向地势高的地方逃生。当地震发生时，如条件允许，应及时、有序地撤到安全地带。如遭遇泥石流，应向垂直于泥石流前进方向的山坡转移。如不能逃脱或被掩埋，要尽可能地进行自我保护，并寻找合适的时机和方法进行自救或向他人求救。如对别人进行救助，也要时刻注意保护自己和被救者。

自然灾害过后，还需要提高警惕，防患于未然。例如，洪灾过后，应做到不吃洪水浸泡过的食物，要喝煮沸的热水，入住前对房屋进行全面消毒，待电器干燥后再使用。再如，地震发生后往往还有余震，不可立即返回家中，要远离危墙、广告牌、电线杆等危险区域，等余震过后再作打算。

活动

了解身边的应急避难场所

应急避难场所（图6.19）是城镇供人们躲避自然灾害的场所。这里能保障基本生活需求并配有一定功能设施。应急避难场所一般布设在城镇空旷地带。

1. 利用电脑、手机等工具，在网络地图上查找身边最近的应急避难场所。
2. 若所在地区建设了应急避难场所，查找从学校或居所前往应急避难场所的最佳路线。
3. 若所在地区没有应急避难场所，请选择附近你认为合适的应急避难场地，并说明理由。



图6.19 应急避难场所指示牌

微信公众号：电子课本大全

第四节
地理信息技术在防灾减灾中的应用



图6.20 北斗用户机

“5·12”汶川地震摧毁了当地的交通、通信设施，地震灾区瞬间成为信息孤岛，外界无法及时得知受灾情况，这使得救援工作无法顺利开展。约8小时后，首批武警官兵到达地震重灾区，并使用北斗用户机（图6.20）实时传递灾情，这是地震重灾区发出的第一束生命急救电波。北斗用户机是一种什么设备？它通过什么渠道传送灾情？

遥感技术

遥感技术是利用装在航空器（如飞机、高空气球）或航天器（如人造卫星）的光学或电子设备，对地表物体进行远距离感知的地理信息技术（图6.21）。

与传统实地调查等信息获取手段相比，遥感技术具有探测范围大，获取信息速度快、周期短、信息量大，受地面条件限制少等优势，能够实现地物信息的实时、动态监测。

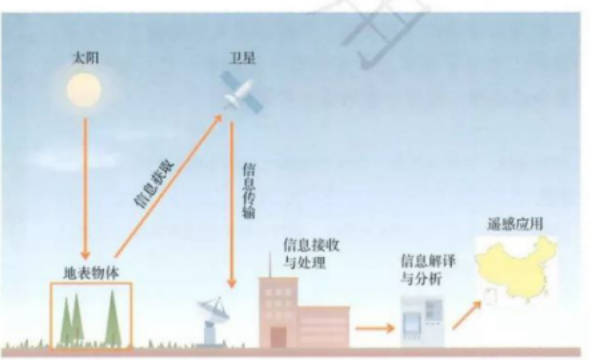
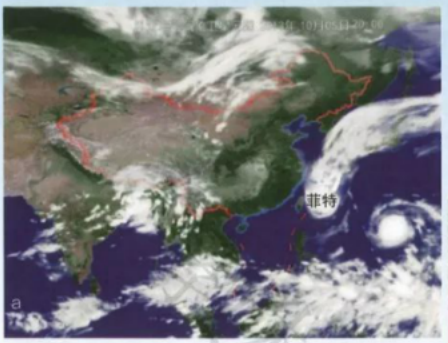
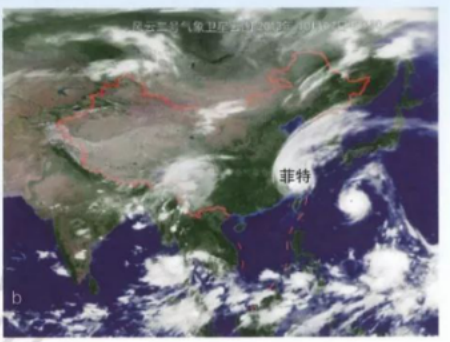


图6.21 卫星遥感技术原理示意

微信公众号：电子课本大全

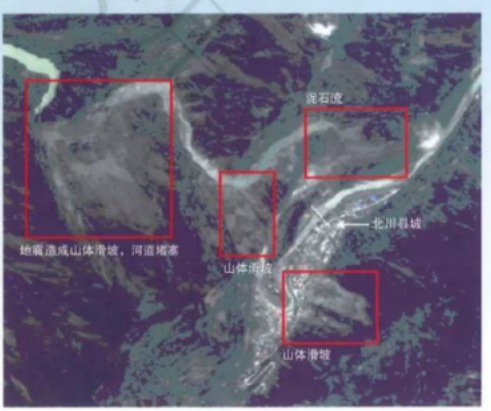
运用遥感技术，可以实时监测洪涝、台风等灾害的形成过程（图6.22），进行准确的预报、预警；能够快速识别地震等突发性自然灾害的影响范围（图6.23），并为灾情统计、灾害救援等工作提供强有力的支持。





2013年10月，第23号强台风“菲特”在我国福建沿海登陆。“风云二号”气象卫星实时监测了“菲特”的行进过程。图a拍摄于10月5日20时，台风“菲特”已经逼近我国东部沿海；图b拍摄于10月7日3时30分，台风正影响浙江和福建大部分地区。

图6.22 “风云二号”气象卫星对台风“菲特”进行监测



北川是汶川地震灾情最为严重的地区之一。遥感影像显示，地震导致北川县城及其周边地区多处出现滑坡和泥石流，道路、房屋被掩埋，河道被堵塞。这为抢险救灾提供地理信息支撑。

图6.23 2008年5月14日四川北川县城遥感影像

微信公众号：电子课本大全

全球卫星导航系统

全球卫星导航系统是一种地理信息技术，它利用卫星在全球范围内进行实时定位、导航。

全球卫星导航系统主要由卫星星座（空间部分）、地面监控系统（地面控制部分）和信号接收系统（用户部分）三部分组成，能够为用户提供精密的三维坐标、速度和时间，适用于陆地、海洋、航空和航天，具有全球性、全天候、连续性和实时性的特点。

目前，全球卫星导航系统有美国的全球定位系统、俄罗斯的全球卫星导航系统、欧洲的伽利略卫星导航系统和我国的北斗卫星导航系统（图6.24）。

全球卫星导航系统在防灾减灾中的应用较为广泛。利用安装在手机、汽车、飞机、轮船等中的信号接收设备，可以进行精确定位，帮助用户在遭遇自然灾害或面临灾害风险时，发出求救信号，及时报告位置和受灾情况，有效缩短救援搜寻时间。例如，北斗卫星导航系统在汶川地震救援中发挥了重要作用。



我国的北斗卫星导航系统由35颗轨道卫星组成卫星星座，集卫星定位、短信报文、精密授时于一体，能够高效、快捷地实现信息传递。

图6.24 北斗卫星导航系统模型

微信公众号：电子课本大全

地理信息系统

地理信息系统是对地理数据进行输入、处理、存储、管理、查询、分析、输出等的计算机信息系统（图6.25）。利用地理信息系统的空间查询与分析功能，可以根据不同目的对相关数据进行叠加分析（图6.26）。

在防灾减灾领域，地理信息系统利用遥感技术、全球卫星导航系统等提供的地理数据，进行自然灾害动态监测、预报预警，快速确定受灾范围及受灾情况，为制定减灾预案、评估灾害损失和指导灾后恢复重建等提供依据。



图6.25 地理信息系统的基本功能

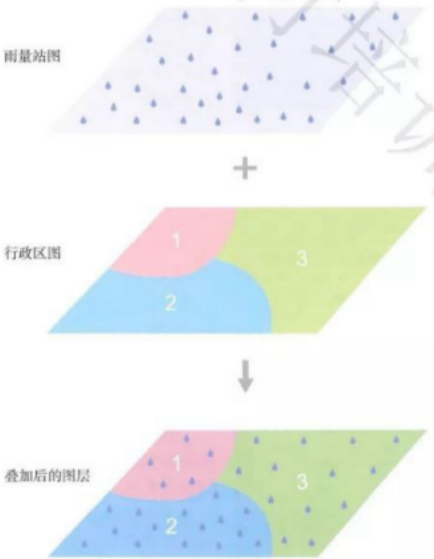


图6.26 地理信息系统的空间叠加分析

地理信息系统以图层为基础。图层用图形、符号、文本等描述某个主题的数据，如道路、村庄、河流等。这些图层可通过位置叠加组合在一起，不同的组合可以形成具有不同实际应用价值的图片、数据及文字信息。例如，将雨量站图层与行政区图层进行叠加，可以获得雨量站在行政区的分布信息。

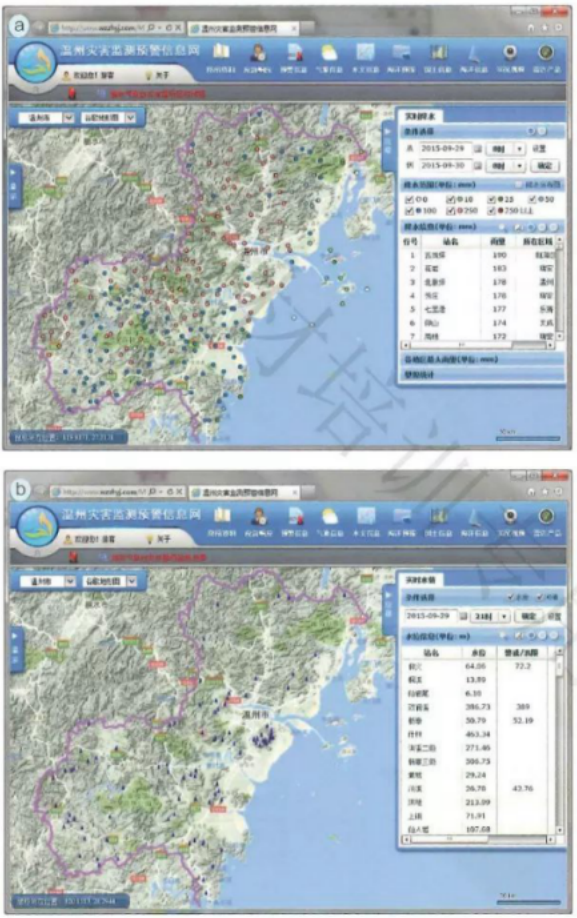
行政区代码	1	2	3
雨量站个数	5	15	13

微信公众号：电子课本大全

案例

温州灾害监测预警信息系统

温州灾害监测预警信息系统，利用雨量站、水位站、气象云图等提供的信息进行气象要素、河湖水位、台风及其形成过程的动态监测。将这些信息与地形、交通、遥感影像等信息进行叠加分析，可实现对灾害的预报预警（图6.27）。



图a中点状符号表示雨量站。雨量站的颜色不同，表示查询时段（2015年9月29日8时—9月30日8时）降水量不同。

图b中三角形符号表示水位站。查询时段（2015年9月29日21时）有水位站的水位超过了警戒水位，系统发出预警。

图6.27 温州灾害监测预警信息系统展示

微信公众号：电子课本大全

活动

利用地理信息技术判断舟曲泥石流灾害的影响

2010年8月7日22时左右，甘肃舟曲县城东北部山区突降特大暴雨，降雨持续40多分钟，雨量达97毫米，引发特大泥石流。

1. 对比灾害前后的卫星遥感影像（图6.28），在灾后图中勾勒出泥石流的范围。
2. 如果估算泥石流冲毁的住宅数量，还需要哪些信息？
3. 完成第2题，需要用到地理信息系统的哪些功能？

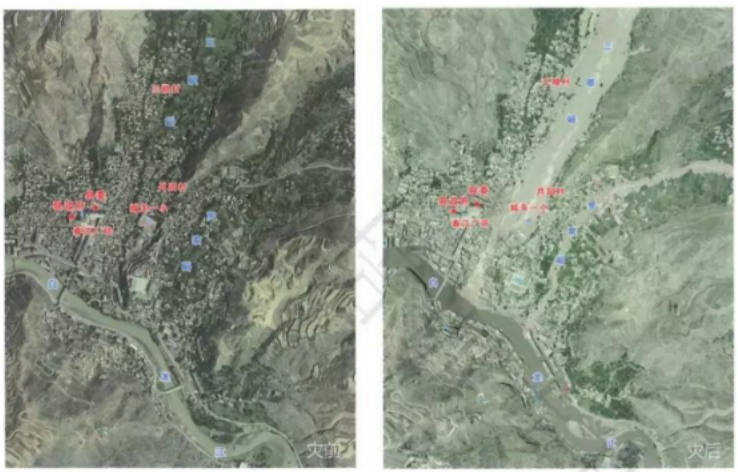


图6.28 甘肃舟曲泥石流灾害前后卫星遥感影像

6 本章要点

1. 自然环境的异常变化造成人员伤亡、财产损失、自然资源与环境破坏等，形成自然灾害。
2. 我国常见的气象与水文灾害有洪涝、干旱、台风、寒潮等；常见的地质灾害有地震、滑坡、泥石流等。
3. 一种自然灾害可能引发多种灾害，产生更为严重的后果。
4. 防灾减灾工作主要包括灾害监测、灾害防御、灾害救援与救助、灾后恢复等多个方面。
5. 面对自然灾害，掌握自救与互救措施至关重要。
6. 遥感技术、全球卫星导航系统和地理信息系统等地理信息技术在防灾减灾中发挥着显著作用。

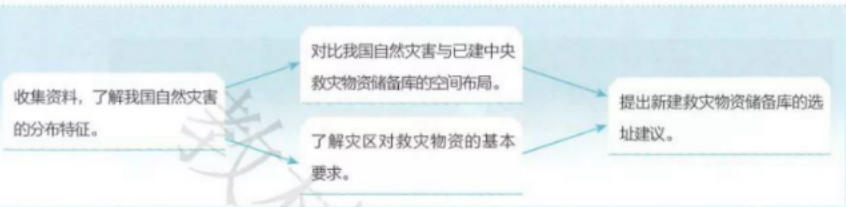
微信公众号：电子课本大全

问题研究

救灾物资储备库应该建在哪里

建立救灾物资储备库是自然灾害应急救援的重要措施，能减少灾害损失，保障受灾群众的基本生活。作为世界上自然灾害最严重的国家之一，我国建设救灾物资储备库是十分必要的。那么，我国的救灾物资储备库应该建在哪里呢？

对这一课题的探究，建议采用以思路。



知识拓展

资料 1　中国重大自然灾害点位分布



图6.29　近百年中国重大自然灾害点位分布

微信公众号：电子课本大全

资料分析

1. 我国自然灾害的分布具有哪些特征？
2. 列出我国常见自然灾害的分布范围。

资料2　我国中央救灾物资储备库

截至2016年年底，我国已建18个中央救灾物资储备库，分别位于北京、天津、沈阳、哈尔滨、合肥、福州、郑州、武汉、长沙、南宁、成都、昆明、拉萨、渭南、兰州、格尔木、乌鲁木齐和喀什。为实现“自然灾害发生24个小时之内，受灾民众得到初步救助，确保受灾民众有饭吃、有衣穿、有干净水喝、有临时住处、有病能得到及时治疗”这一基本目标，国家将继续进行救灾物资储备库建设。

资料分析

已建的中央救灾物资储备库分布有什么特点？

资料3　中央救灾物资成都储备库

西南地区地貌结构复杂，是我国的地质灾害多发区。

中央救灾物资成都储备库是我国库容最大、自动化程度最高、应急能力最强、管理最现代化的中央救灾物资储备库。这个储备库辐射西南地区，总占地面积10公顷，总有效库容3.7万立方米，拥有近万个货位，储备了帐篷、棉被、棉衣裤等救灾物资和冲锋舟、橡皮艇、救生圈、发电机、挖掘机等应急救援工具。

资料分析

1. 为什么将成都建设成为我国最大的救灾物资储备库？
2. 你所在的省级行政区域有没有救灾物资储备库？如果有，查找该储备库的地点，并了解其物资储备情况。如果没有，请给出选址建议。

对策和建议

结合图6.29，体会已建的中央救灾物资储备库的分布规律，并对拟建中央救灾物资储备库的选址提出合理建议。

微信公众号：电子课本大全

附录一：本书主要地理词汇中英文对照表

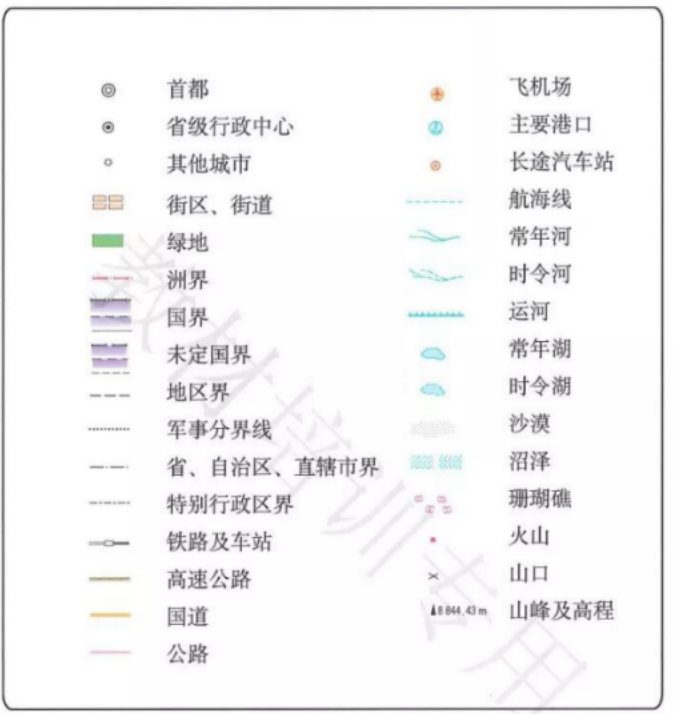
宇宙 universe
天体 astronomical object
恒星 star
行星 planet
星云 nebula
流星体 meteoroid
彗星 comet
太阳系 solar system
银河系 Milky Galaxy
水星 Mercury
金星 Venus
地球 Earth
火星 Mars
木星 Jupiter
土星 Saturn
天王星 Uranus
海王星 Neptune
太阳大气层 solar atmosphere
光球 photosphere
色球 chromosphere
日冕 corona
太阳风 solar wind
太阳活动 solar activity
太阳耀斑 solar flare
太阳黑子 sunspot
日珥 prominence
日冕物质抛射 coronal mass ejection
地质年代表 geologic time scale
化石 fossil
蓝藻 cyanobacteria
叠层石 stromatolite
宙 eon
代 era
纪 period
古生代 Paleozoic
中生代 Mesozoic
新生代 Cenozoic
前寒武纪 Precambrian
寒武纪 Cambrian
奥陶纪 Ordovician
志留纪 Silurian
泥盆纪 Devonian
石炭纪 Carboniferous
二叠纪 Permian
三叠纪 Triassic
侏罗纪 Jurassic
白垩纪 Cretaceous
古近纪 Paleogene
新近纪 Neogene
第四纪 Quaternary
大气 atmosphere
大气成分 atmospheric composition
大气杂质 atmospheric impurity
二氧化碳 carbon dioxide
臭氧 ozone
大气密度 atmospheric density
大气分层 atmopheric subdivision
低层大气 lower atmosphere
中层大气 middle atmosphere
高层大气 upper atmosphere
对流层 troposphere
平流层 stratosphere
电离层 ionosphere
臭氧层 ozonosphere
南极臭氧洞 Antarctic ozone hole
太阳辐射 solar radiation
大气辐射 atmospheric radiation
大气吸收 atmospheric absorption
气温 air temperature
气压 atmospheric pressure
等压面 isobaric surface
等压线 isobar
气压梯度 pressure gradient
气压梯度力 pressure gradient force
地转偏向力 Coriolis force
风 wind

微信公众号：电子课本大全

风向 wind direction
风速 wind speed，wind velocity
海陆风 sea-land breeze
水循环 hydrological cycle
蒸发 evaporation
蒸腾 transpiration
降水 precipitation
下渗 infiltration
水汽输送 transfer of water vapor
凝结 condensation
径流 runoff
水资源 water resources
盐度 salinity
副热带 subtropical zone
密度 density
海浪 ocean wave
海啸 tsunami
风暴潮 storm surge
潮汐 tide
潮间带 intertidal zone
洋流 ocean current
暖流 warm current
寒流 cold current
地貌景观 landform landscape
喀斯特地貌 karst landforms
溶沟 karren
峰林 kegel and turm karst
河流地貌 fluvial landforms
曲流 meander
河流三角洲 river delta
风沙地貌 aeolian landforms
风蚀蘑菇 aeolian mushroom rock
沙丘 sand dune
海岸地貌 coastal landforms
海滩 coastal beach
海蚀平台 abrasion platform
植被 vegetation
裸地 bare soil
热带雨林 tropical rainforest
常绿阔叶林 evergreen broadleaf forest
落叶阔叶林 deciduous broadleaf forest
亚寒带针叶林 taiga, boreal forest
草原 steppe
荒漠植被 desert vegetation
矿物质 mineral matter
有机质 organic matter
土壤颜色 soil color
土壤质地 soil texture
砂土 sand soil
黏土 clay soil
壤土 loam soil
土壤剖面 soil profile
腐殖质层 humus horizon
淋溶层 eluvial horizon
淀积层 illuvial horizon
母质 parent material
耕作层 cultivated horizon
犁底层 plow pan
风化 weathering
自然灾害 natural hazard
气象灾害 meteorological hazard
水文灾害 hydrological hazard
地质灾害 geological hazard
洪涝 flood and waterlogging
暴雨 rainstorm
山洪 torrential flood
干旱 drought
台风 typhoon
寒潮 cold wave
地震 earthquake
滑坡 landslide
泥石流 mudslide
防灾减灾 disaster prevention and mitigation
地震预警系统 earthquake warning system
应急避难场所 emergency shelter
遥感 remote sensing
全球卫星导航系统 Global Navigation Satellite System
北斗卫星导航系统 BeiDou Navigation Satellite System
地理信息系统 geographical information system
空间叠加分析 spatial overlay analysis

微信公众号：电子课本大全

附录二：本套书常用地图图例



本图册中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制

微信公众号：电子课本大全

后　记

本册教科书是人民教育出版社课程教材研究所地理课程教材研究开发中心依据教育部《普通高中地理课程标准（2017年版）》编写的，经国家教材委员会2019年审查通过。

本册教科书的编写，集中反映了我国十余年来普通高中课程改革的成果，吸取了2004年版《普通高中课程标准实验教科书 地理》的编写经验，凝聚了参与课改实验的教育专家、学科专家、教材编写专家、教研人员和一线教师，以及教材设计装帧专家的集体智慧。本册教科书的执笔者还有安迎。江苏、安徽、福建、广东以及吉林、天津、浙江、河南、湖北、四川等省级行政区的地理教研员和部分教师为本册教科书进行试教或审读。本书整体设计者是吕旻、何安冉。北京大学王恩涌教授、蔡运龙教授、王绯慈教授，北京师范大学赵济教授，人民教育出版社吴履平编审审阅了全部书稿。我们对上述教研员、教师和专家，以及对本册教科书的编写、出版提供支持和帮助的其他朋友，表示衷心的感谢！

我们真诚地希望广大教师、学生及家长在使用本册教科书的过程中提出宝贵意见。我们将集思广益，不断修订，使教科书趋于完善。

联系方式

电话：010-58758866

电子邮箱：jcfk@pep.com.cn

人民教育出版社　课程教材研究所

地理课程教材研究开发中心

2019年4月

微信公众号：电子课本大全

谨向为本书提供图片的单位和人士致谢

照片来源为：东方IC（图3.29、图4.5左图、图4.7、图4.18、图5.8、图5.22、图6.13、图6.24），中国新闻图片网（图1.32、图6.3、图6.23），高俊昌（图2.3），庞玲（图5.5，图1.25a），王学（图6.19）。仍有少量照片的作者未能取得联系，恳请照片的作者与我们联系，以便支付稿酬。

地图由地质出版社绘制。

美工插图由黄晨靓、孙楠、何安冉绘制。

教材培训专用

微信公众号：电子课本大全