

安全技术管理专业

国家示范院校重点建设专业主干课程教材

矿山地质与灾害防治

主编 郎咸民 许治国



中国劳动社会保障出版社

安全技术管理专业

国家示范院校重点建设专业主干课程教材

工程图纸绘制与识读

矿山开采

矿山机械运行与维护

地下工程施工

矿山通风

矿山供电

矿压观测与控制

矿山生产管理

→ 矿山地质与灾害防治

安全监测与控制

安全生产法律法规

策划编辑：傅圣英

责任编辑：杜 方

责任校对：洪 娟

封面设计：陈飞燕

版式设计：崔俊峰

ISBN 978-7-5045-8959-0



9 787504 589590 >

定价：36.00元

安全技术管理专业

国家示范院校重点建设专业主干课程教材

矿山地质与灾害防治

主 编 郎咸民 许治国

副主编 任海林 王 清

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿山地质与灾害防治/郎咸民,许治国主编. —北京:中国劳动社会保障出版社,2011
安全技术管理专业 国家示范院校重点建设专业主干课程教材

ISBN 978-7-5045-8959-0

I. ①矿… II. ①郎…②许… III. ①矿山地质-灾害防治-高等职业教育-教材 IV. ①TD1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 071939 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 439 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

读者服务部电话:010-64929211/64921644/84643933

发行部电话:010-64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换:010-80497374

内 容 简 介

本书是三年制高职安全技术管理专业基础课教材，目的是为该专业毕业生能胜任采矿企业、安全监察及其他工业与民用建筑等部门的安全管理工作提供必要的地质学基础知识和地质灾害防治方法。在内容上本书以地质基础知识为主，兼顾相关灾害防治。

全书共分八个学习情境。学习情境1要求了解地球物理、化学性质，掌握地球内、外圈层划分，掌握内、外动力地质作用及其特点。学习情境2要求学会辨识矿物，掌握岩浆岩、沉积岩、变质岩的一般特征及区别。学习情境3要求基本了解古生物、地层、构造、岩石信息，了解地层划分与对比的方法，熟悉地质年代，了解煤的形成及煤的性质，掌握含煤岩系的概念与含煤岩系的形成，以及了解中国的聚煤区。学习情境4要求认识断裂构造和褶皱构造及其对矿山生产的影响，掌握断裂构造和褶皱构造规律及其有关灾害防治方法。学习情境5要求认识岩体结构和结构类型，分析影响岩石边坡稳定性的因素，了解岩石边坡的加固措施，预见和处理可能遇到的滑坡、崩塌、泥石流等各种地质灾害。学习情境6要求认识矿井岩溶陷落柱对矿山生产的影响，了解矿井生产中对岩溶陷落柱一般处理技术。学习情境7要求掌握地下水基本知识、矿井充水水源及充水途径，了解矿井水防治技术。学习情境8要求了解获得矿井地质信息的技术手段，了解编制矿井地质报告、地质说明书的基本要求和方法，了解储量管理的任务和内容，掌握加强储量管理工作的措施，认识矿井三量管理。

本课程是一门理论性与实践性都很强的综合性课程，教学过程中要注重理论和实践相结合。安全技术管理专业人员需要扎实的地质学方面的基本知识和技能。

前 言

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）指出：“要全面贯彻党的教育方针，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合发展道路，为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才，为全面建设小康社会、构建社会主义和谐社会做出应有的贡献。”“改革教学方法和手段，融‘教、学、做’为一体，强化学生能力的培养。”“与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材，并确保优质教材进课堂。”

根据教高〔2006〕16号文件精神，结合安全技术管理专业实际情况，通过企业调研和反复研讨，本学院与行业企业共同开发了基于工作过程系统化的课程体系和基于工作过程的系列教材，共11本。

本套教材具有以下特点：

1. 教材内容根据岗位能力培养的需要设置。教材的开发都经历了企业调研、提炼典型职业活动、确定典型工作任务、分析完成典型工作任务所需要的能力、根据能力目标配置教学内容的过程。所以，教材的内容都是围绕能力培养这一主线设置的。

2. 教材内容根据典型工作任务流程设置，并在知识的选取上遵循“管用、够用、适用”的原则。

3. 教材结构有利于“学训一体”和“任务驱动”教学方法的实施。本套教材结构不全国统一，但都划分为工作任务、任务分析、提交成果、工作引导、链接知识等几个层次，有利于先进的教学方法的实施。

在上述教材的编写过程中，我们参考了很多国内同类教材、兄弟院校的相关教材及网络资源。在此，对给予本教材编写帮助的单位、领导、同行表示最诚挚的感谢。同时，由于时间关系和编者的水平有限，教材中的错误在所难免，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

北京工业职业技术学院
安全技术管理教研室
2010年3月

目 录

学习情境1 认识地球	(1)
1.1 了解地球概况	(2)
1.2 认识地球的圈层构造	(7)
1.3 认识地球的物理性质	(11)
1.4 认识地质作用 (一)	(14)
1.5 认识地质作用 (二)	(17)
学习情境2 辨识矿物与岩石	(26)
2.1 辨识矿物	(27)
2.2 辨识岩石	(50)
学习情境3 认识地层	(85)
3.1 地层的划分与对比	(87)
3.2 认识煤与含煤岩系	(121)
学习情境4 辨识地质构造与防治相关灾害	(143)
4.1 辨识断裂构造与防治相关灾害	(145)
4.2 辨识褶皱构造与防治相关灾害	(169)
学习情境5 认识岩石边坡地质灾害及其基本防治	(183)
5.1 认识岩体、岩体结构类型及工程地质评价	(185)
5.2 分析影响边坡稳定性的因素	(193)
5.3 对岩石边坡进行稳定性分析及评价	(198)
5.4 边坡加固的一般措施	(202)
5.5 认识滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害及一般防治技术	(207)

学习情境6 防治陷落柱灾害	(223)
6.1 岩溶陷落柱及其对煤矿生产的影响	(224)
6.2 陷落柱的预测	(229)
6.3 岩溶塌陷的处理方法	(230)
学习情境7 分析矿井充水条件	(233)
7.1 地下水基本知识认知	(235)
7.2 矿井充水水源分析	(243)
7.3 矿井充水途径分析	(247)
7.4 矿井水防治技术	(250)
学习情境8 了解矿井地质工作方法	(263)
8.1 了解地质信息的途径	(265)
8.2 了解矿井储量管理	(283)
参考文献	(296)

学习情境1 认识地球

工·作·任·务

了解地球物理、化学性质；掌握地球内、外圈层划分及主要特征；掌握内、外动力地质作用及其特点。

任·务·分·析

通过观看分析相关图片资料、视频资料和阅读有关文字资料，了解地球物理、化学性质；掌握地球内、外圈层划分及主要特征；掌握内、外动力地质作用及其特点；并能够讲解图片要素之间的关系。

提·交·成·果

结合有关图片，写出包括下列内容的书面总结报告：

1. 地球在宇宙中的位置；
2. 了解地球物理、化学性质；
3. 掌握地球内、外圈层划分及主要特征；
4. 掌握内、外动力地质作用及其特点。

工·作·引·导

人们对于地球的结构直到最近才有了比较清楚的认识。整个地球不是一个均质体，而是具有明显的圈层结构。地球每个圈层的成分、密度、温度等各不相同。在天文学中，研究地球内部结构对于了解地球的运动、起源和演化，探讨其他行星的结构，以至于整个太阳系起源和演化问题，都具有十分重要的意义。

认识地球，我们需要从以下几方面入手：

一、了解地球概况——认知链接 1.1

认识地球的起源、地球形状和大小、地球的表面形态和特征，认识地球所处的太阳系、银河系等。

二、认识地球的圈层构造——认知链接 1.2

地球圈层分为地球外圈和地球内圈两大部分。

三、认识地球的物理性质——认知链接 1.3

地球的物理性质包括地球的密度、压力、重力、地磁、地热等。地球的物理性质从不同角度反映了地球内部的物质组成、状态和结构，了解地球的物理性质，可以更好地为寻找和开发矿产资源服务。

四、认识地质作用——认知链接 1.4、1.5

大地千姿百态的面貌，都是地质作用的结果。地质作用是大地 的塑造师和雕刻师。

地质作用可分为两大类，即内动力地质作用和外动力地质作用。

内动力地质作用的力源主要来自地球内部的能量，它主要表现为地壳运动、火山爆发、岩浆侵入、地震和变质作用，可以使大陆漂移（板块构造）、海陆变迁、地层褶皱和断裂等。外动力地质作用是由来自地球外部能量——主要是太阳辐射热能所引起的。其作用方式表现为风化作用，地面流水地质作用、地下水地质作用、海洋地质作用、湖泊沼泽地质作用、冰川地质作用以及风的地质作用等。

链·接·内·容

1.1 了解地球概况

从太空中看上去，我们的地球是独特而美丽的：漆黑的太空、蓝色海洋、棕绿色的大块陆地和白色的云层，还有一个小伙伴月球不离左右。

图 1.1—1 是美国国家航空航天局（National Aeronautics and Space Administration, NASA）发布的伽利略木星探测器在 1990 年 12 月 11 日距地球约 241 万公里时发回的地球照片，左上方是地球的卫星月球。

一、宇宙和地球

（一）太阳系的组成

太阳系是由太阳、围绕太阳运转的八大行星和 2 000 多颗轨道已确定的小行星及 34 颗卫星以及为数众多的彗星、流星群等天体组成。

八大行星以太阳为中心从里向外依次是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星（国际天文学联合会大会于 2006 年 8 月 24 日决议，冥王星不列为太阳系大行星之中），见图 1.1—2。

（1）太阳：是一颗自己能发光发热的恒星，其体积比地球大 130 万倍。太阳本身是一团炽热的等离子体，时刻进行着热核反应，表面温度约 6 000℃。太阳散发着巨大的能量，其中只有很小一部分（约为太阳散发总能量的 5×10^{-11} ）照射到地球上，它是万物生长的能源。

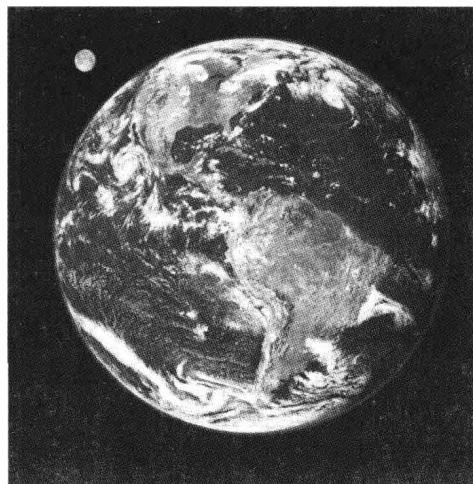


图 1.1—1 从太空中看到的地球

(2) 地球：从里往外数，地球是太阳系的第三颗行星，距太阳大约有 150 000 000 km。地球每 365.256 天绕太阳运行一圈，在其轨道上的运行速度是每小时 108 000 km。每 23.934 5 h 自转一圈。它的直径为 12 756 km，只比金星大了一百多公里。地球是迄今已知的唯一有生命存在的星球。

(3) 月球：是地球唯一的卫星。

(4) 彗星：太阳系中的特种星体。彗星由彗核、彗发和彗尾三部分组成。彗核——由气体冻结的冰块组成；彗发——靠近太阳时，由彗核蒸发而成；彗尾——与彗发同时形成。

(5) 陨星：即流星。

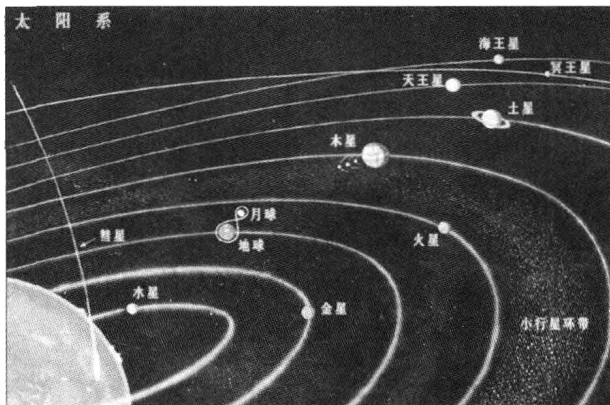


图 1.1—2 太阳系组成图

(二) 银河系

银河系是一个巨大的旋涡状星系，由较明亮的星体、较暗淡的星云、星团等物质组成；其总质量是太阳系的 1 400 亿倍。

许多年以来，天文学家都认为银河系的直径为 10 万光年，最近的发现表明，银河系的直径可能超过 16 万光年。银河系中有 2 500 亿颗恒星，每颗恒星都是遥远的、与太阳类似的天体。银河系也不是恒定的，它也在不断运动。太阳系并不在银河系的中心，它离银河系的中心大约 3.2 万光年。荷兰天文学家奥尔特曾做过推算，得出太阳系的半径大约 1.58 ~ 2.37 光年。对银河系来讲，我们的太阳系只是沧海一粟，极不显眼的一角，见图 1.1—3。近年来，天文工作者已“拍摄”到银河系之外的许多个旋涡状星系，其中有许多星系的质量和体积比银河系还大。随着科学的进展，现已证明宇宙在时间和空间上是无限的。

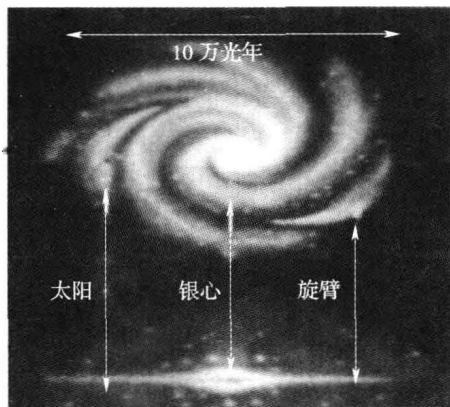


图 1.1—3 太阳和银河系

二、地球的形状和大小

地球是一个两极略高、赤道略鼓的不规则椭球体。地球自西向东自转，同时又围绕太阳公转。地球自转产生的惯性离心力使得地球由两极向赤道逐渐膨胀，成为目前的略扁的椭球体，极半径比赤道半径短约 21.3 km。

有关地球形状和大小的主要数据如下：

赤道半径：6 378. 137 km；

极半径：6 356. 779 km；

地球表面积： $5. 1 \times 10^8 \text{ km}^2$ ；

地球体积： $1. 08 \times 10^{12} \text{ km}^3$ ；

扁率： $1/298. 25$ （长短半径之差与长半径之比）。

根据人造卫星轨道参数分析测算所得出的地球真实形状，北极比旋转椭球体凸出约 20 m，南极凹进约 30 m，中纬度在北半球稍凹进，而在南半球稍凸出（不到 10 m）。据此可以推论：第一，地球极近似于旋转椭球体，这是地球自转所致，表明它具有弹塑性；第二，地球不是严格的旋转椭球体，表明其内部物质分布不均匀。

三、地球的表面形态特征

地球的表面高低不平，以海平面为界，分为海洋盆地与大陆两大地理单元。前者总面积有 $3. 61 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球表面积的 70. 8%，后者总面积有 $1. 49 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球表面积的 29. 2%。海洋盆地的平均深度为 3 729 m，最深处在西太平洋马里亚纳海沟的中段，最深点达 11 034 m。大陆的平均高度为 875 m，最高处为喜马拉雅山脉的珠穆朗玛峰，其高度为 8 848 m，地球表面最高点与最低点之差近 20 km。

（一）陆地地形

1. 山地

一般把海拔高程大于 500 m、切割深度大于 200 m 的正地形称为山或山地，见图 1. 1—4。其中 500 ~ 1 000 m 的地区，称低山区；1 000 ~ 3 500 m 的地区，称中山区；3 500 ~ 5 000 m 的地区，称高山区；超过 5 000 m 的地区，称极高山区。呈线状延伸的山地称山脉。

我国是一个多山的国家，海拔超过 500 m 的地区面积（包括山地和高原）占全国总面积的 84%。

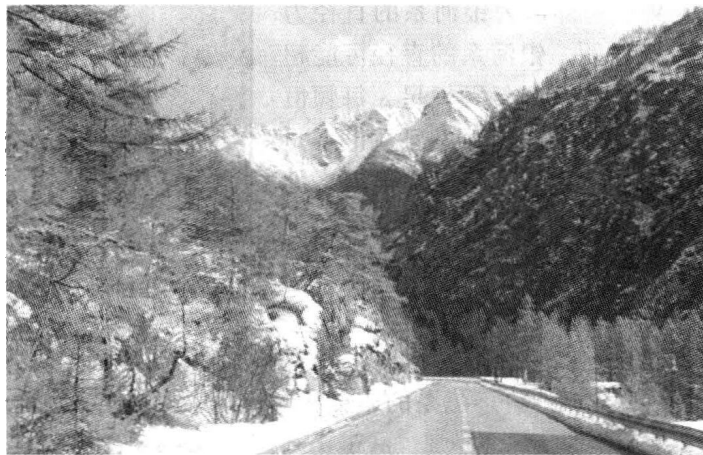


图 1. 1—4 冰川作用形成的山地

2. 丘陵

海拔低于 500 m、具有一定起伏（相对高差在 200 m 以下）的地区，称为丘陵，为由各种岩类组成的坡面组合体。坡度一般较缓，切割破碎，无一定方向。如闽浙丘陵、两广丘陵

等（见图 1.1—5）。

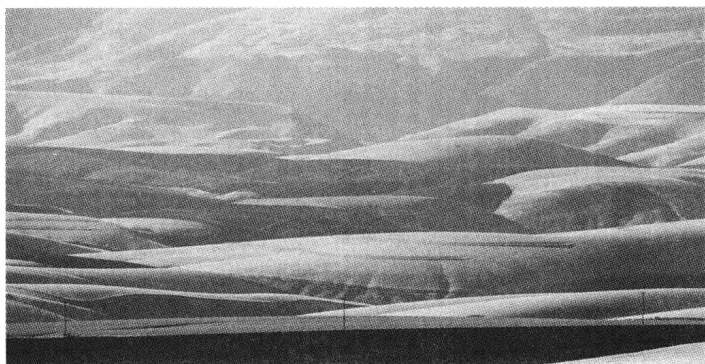


图 1.1—5 丘陵

3. 平原

海拔低于 500 m 的广阔而平坦的地区，见图 1.1—6。称为平原，如华北平原、长江中下游平原等。



图 1.1—6 平原

4. 高原

海拔 600 m 以上，广阔而较为平坦的地区，称为高原，如青藏高原、蒙古高原等。

5. 盆地

盆地是四周高原或山地，中央低平的地区，如柴达木盆地、塔里木盆地、四川盆地等。

6. 洼地

洼地是陆地上某些高程低于海平面的低洼地区，或地表局部低而平且常积水的地方。其形成的原因有多种，如冰川作用、岩溶作用、风蚀作用等，见图 1.1—7。

（二）海底地形

通过大量的海洋测深而绘成的洋底地形图显示，洋底地形与陆地类似，但其规模更宏伟。洋底地形可划分为三大地形单元：大陆边缘、大洋盆地和洋中脊，见图 1.1—8。

1. 大陆边缘

大陆与大洋相连接的过渡地带，称大陆边缘。其总面积有 $80.7 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占洋底总面积的 22.3%，相当于大陆面积的 54%。按海平面以下的深度和形态特征，可细分为大陆架、大陆坡、大陆基（大陆隆），以及海沟和岛弧等地形单元。



图 1.1—7 古冰帽融蚀洼地

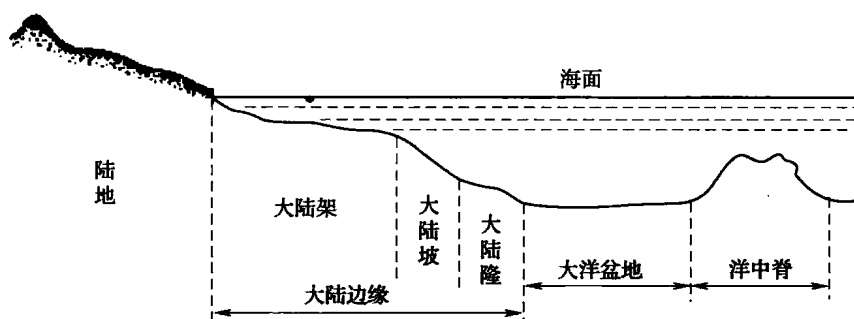


图 1.1—8 海底地形剖面图

(1) 大陆架：又称陆棚，是指围绕大陆分布的浅水台地，其表面平坦，平均坡度小于 0.3° 。大陆架在各大陆周围宽度不等，最宽的超过 1 000 km，窄的仅数千米。世界大陆架平均宽度约 75 km。我国的大陆架宽度超过 200 km。

(2) 大陆坡：大陆架以外坡度明显变陡的斜坡地带称为大陆坡，其平均坡度约 4° ，最陡的可超过 20° 。大陆坡下界的平均水深约 2 000 m。其外侧为坡度甚缓的大陆基。大陆坡的宽度平均 30 km，最宽的部位可超过 100 km。大陆坡上常发育有海底峡谷，谷壁陡峭，剖面形态呈“V”字形。有的峡谷穿过大陆架与大陆的河口相连。

(3) 大陆基：又称大陆裾或大陆隆，是介于大陆坡与大洋盆地之间的缓坡地带，由沉积物堆积而成，分布在水深 2 000 ~ 5 000 m 处，展布宽度数百千米。大陆基表面坡度一般小于 1° ，堆积物通常是由浊流、滑塌作用和各种海流搬运来的陆源碎屑。在海沟发育的地区没有这一地形单元。

2. 大洋盆地

大洋盆地是海洋的主体，又称深海平原，约占海洋总面积的 45%。

3. 洋中脊

大洋中的线状海底隆起，其规模超过陆地上最大的山系，见图 1.1—9。洋中脊均由火山岩组成，有地震和火山活动，其发生地震时会引起海啸。

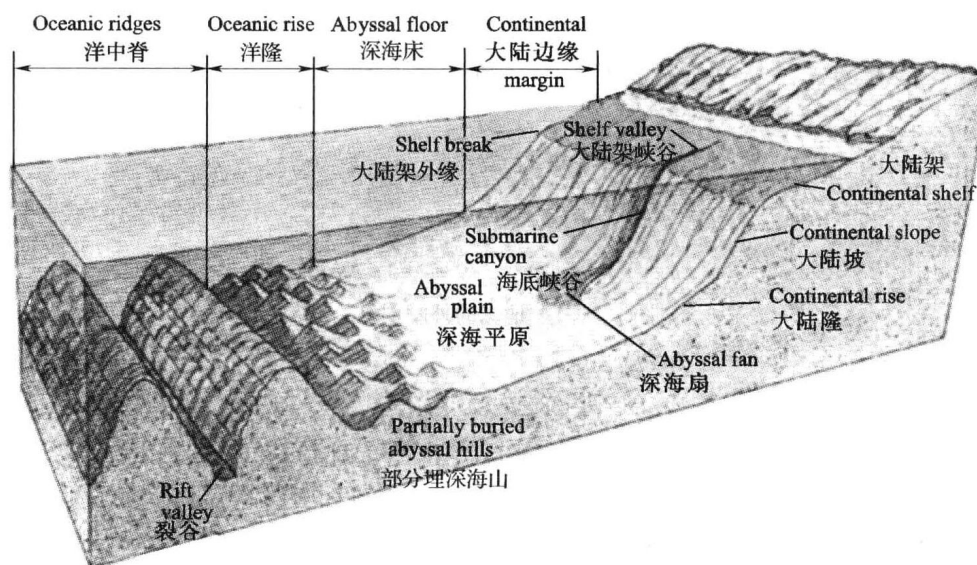


图 1.1—9 海底地形立体图

1.2 认识地球的圈层构造

人们对于地球的结构直到最近才有了比较清楚的认识。整个地球不是一个均质体，而是具有明显的圈层结构。地球每个圈层的成分、密度、温度等各不相同。在天文学中，研究地球内部结构对于了解地球的运动、起源和演化，探讨其他行星的结构，以至于整个太阳系起源和演化问题，都具有十分重要的意义。

地球圈层分为地球外圈和地球内圈两大部分。地球外圈可进一步划分为四个基本圈层，即大气圈、水圈、生物圈和岩石圈。地球内圈可进一步划分为三个基本圈层，即地幔圈、外核液体圈和固体内核圈。此外，在地球外圈和地球内圈之间还存在一个软流圈。它是地球外圈与地球内圈之间的一个过渡圈层，位于地面以下平均深度约 150 km 处。这样，整个地球总共包括八个圈层，其中岩石圈、软流圈和地球内圈一起构成了所谓的固体地球。对于地球外圈中的大气圈、水圈和生物圈，以及岩石圈的表面，一般用直接观测和测量的方法进行研究。而地球内圈，目前主要用地球物理的方法，例如地震学、重力学和高精度现代空间测地技术观测的反演等进行研究。地球各圈层在分布上有一个显著的特点，即固体地球内部与表面之上的高空基本上是上下平行分布的，而在地球表面附近，各圈层则是相互渗透甚至相互重叠的，其中生物圈表现最为显著，其次是水圈。

一、地球的外圈层

根据组成物质的性质状态不同，外圈层可进一步分为四个圈层：大气圈、水圈、生物圈和岩石圈见图 1.2—1。

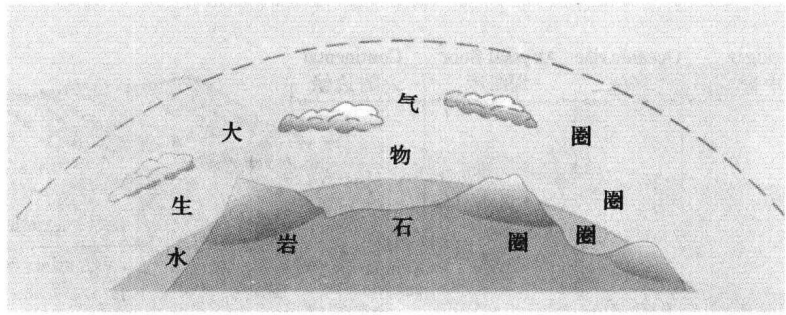


图 1.2—1 地球的外圈层结构

(一) 大气圈

大气圈是地球外圈中最外部的气体圈层，它包围着海洋和陆地。大气圈没有确切的上界，其上界可达 1 800 km 或更高的高空。地球表面大气稠密，向外逐渐稀薄，过渡为宇宙气体。在地下，土壤和某些岩石中也会有少量空气，它们也可认为是大气圈的一个组成部分。地球大气的主要成分为氮、氧、氩、二氧化碳和体积分数不到 0.04% 的微量气体。地球大气圈气体的总质量约为 5.136×10^{21} g，相当于地球总质量的 0.86×10^{-6} 。

由于地心引力作用，大气圈中的气体几乎全部集中在离地面 100 km 的高度范围内，其中 75% 的大气又集中在地面至 10 km 高度的对流层范围内。根据大气分布特征，在对流层之上还可分为平流层、中间层、热成层等。

(二) 水圈

水圈包括海洋、江河、湖泊、沼泽、冰川和地下水等，它是一个连续但不规则的圈层。从离地球数万公里的高空看地球，可以看到地球大气圈中水汽形成的白云和覆盖地球大部分的蓝色海洋，它使地球成为一颗蓝色的行星。

地球水圈的总质量为 1.66×10^{21} kg，约为地球总质量的 2.8×10^{-4} ，其中海洋水质量约为陆地（包括河流、湖泊和表层岩石孔隙和土壤中）水的 35 倍，海洋水体中已测出近 60 种元素，其主要元素成分是：O、H、Cl、Na、Mg、S 六种元素。海洋水的平均盐度为 35‰。如果整个地球没有固体部分的起伏，那么全球将被深达 2 600 m 的水层所均匀覆盖。大气圈和水圈相结合，组成地表的流体系统。地球的水圈是在原始大气圈的成分中有了大量的水蒸气之后才逐渐形成的。大气下层和生物体内也有水分。这些水分包围着地球形成连续的封闭圈。

(三) 生物圈

由于存在地球大气圈、地球水圈和地表的矿物，在地球上这个合适的温度条件下，形成了适合于生物生存的自然环境。

人们通常所说的生物，是指有生命的物体，包括植物、动物和微生物。据估计，现有生存的植物约有 40 万种，动物约有 110 多万种，微生物至少有 10 多万种。据统计，在地质历史上曾生存过的生物约有 5 亿 ~ 10 亿种之多。然而，在地球漫长的演化过程中，绝大部分生物已经灭绝了。现存的生物生活在岩石圈的上层部分、大气圈的下层部分和水圈的全部，构成了地球上一个独特的圈层，称为生物圈。生物圈是太阳系所有行星中仅在地球上存在的一个独特圈层。

（四）岩石圈

对于地球岩石圈，除表面形态外，是无法直接观测到的。它主要由地球的地壳和地幔圈中上地幔的顶部组成，从固体地球表面向下穿过地震波在近 33 km 处所显示的第一个不连续面（莫霍面），一直延伸到软流圈为止。岩石圈厚度不均一，平均厚度约为 100 km。

岩石圈、大气圈、水圈和生物圈共同构成了地球表层系统。在这个系统内，物质和能量存在着循环和交换关系。地表形态的塑造过程是岩石圈物质的循环过程，体现在岩浆岩、变质岩和沉积岩三大岩类的相互转化。在这个系统内物质的固、液、气三态相互并存和相互作用是地球表层的突出特征，见图 1.2—2。

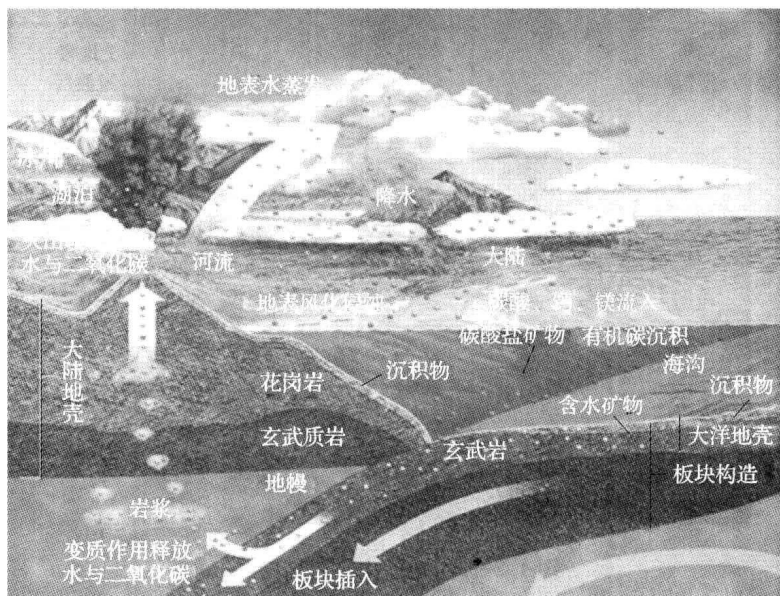


图 1.2—2 各圈层间的水碳循环

二、地球内圈层

（一）软流圈

在距地球表面以下 100 ~ 200 km 的上地幔中，有一个明显的地震波的低速层，这是由德国地震学家古登堡在 1926 年最早提出的，称之为软流圈，它位于上地幔的上部即 B 层。在洋底下面，它位于约 60 km 深度以下；在大陆地区，它位于约 120 km 深度以下，平均深度约位于 60 ~ 250 km 处。现代观测和研究已经肯定了这个软流圈层的存在。这个软流圈的存在，将地球外圈与地球内圈区别开来。

（二）地幔圈

地震波除了在地面以下约 33 km 处有一个显著的不连续面（称为莫霍面）之外，在软流圈之下，直至地球内部约 2 900 km 深度的界面处，属于地幔圈。

由于地球外核为液态，在地幔中的地震波 S 波不能穿过此界面在外核中传播。P 波曲线在此界面处的速度也急剧降低。这个界面是古登堡在 1914 年发现的，所以也称为古登堡面，