



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿 山 地 质

● 主 编 李华奇



● 煤炭工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

矿 山 地 质

主 编 李华奇
副 主 编 李国林
参编人员 魏孔明 李东华

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

矿山地质/李华奇主编. —北京: 煤炭工业出版社,
2005

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5020-2696-7

I. 矿… II. 李… III. 矿山地质-专业学校-教材
IV. TD1

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第053629号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京密云春雷印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 15
字数 351千字 印数 2,001 4,000
2005年8月第1版 2006年4月第2次印刷
社内编号 5467 定价 28.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

全书共十一章,分两部分:第一章至第五章主要介绍与煤矿生产建设相关的基础地质理论,包括地球概述、地质作用、矿物和岩石、地史的基本知识、地质构造、煤与含煤岩系等;第六章至第十一章主要介绍煤矿应用地质,包括影响煤矿生产的主要地质因素、矿井水文地质与防治水、地质信息的获得、地质报告及地质说明书、煤炭储量及矿井储量管理、矿井环境地质与环境保护等。

本书可作为普通中专采矿技术、工程测量技术、建井技术、通风安全技术、露天采煤技术等非地质类专业教学用书,也可作为有关技工学校、中级地质技术人员培训用书和煤矿工程技术人员参考用书。

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001年10月

前 言

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社受教育部职业与成人教育司委托,根据2000年教育部《面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划》采矿技术专业教学指导方案,组织部分职业教育院校的教师编写的。教材编审委员会于2004年11月在北京召开了教材编写大纲审定会议,于2005年3月在无锡召开了审稿会,会后各书主编根据提出的意见进行修改与完善。各书主审人员对书稿进行了认真的审阅。

采矿技术专业中等职业教育国家规划教材全套书共12本,可作为中等专业学校、技工学校和职业中学采矿技术专业及相关专业的通用教材,可作为企业在职人员的培训教材,也可作为从事矿井开拓、采煤(矿)、掘进、运输、通风与安全、矿井地质勘探与测量的技术人员以及生产组织管理者的参考用书。

本教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一,同时考虑中等职业教育的特点、人才培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求,着重学生生产实践能力培养。使学生在牢固掌握采矿技术专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上,具有综合职业技能和全面素质,具有继续学习的能力、创业创新能力。

《矿山地质》一书是采矿技术专业中等职业教育国家规划教材中的一本,河南理工大学高等职业学院李华奇编写了绪论,第一章,第三章;山西雁北煤炭工业学校李国林编写了第五章,第八章,第九章,第十章;甘肃煤炭工业学校魏孔明编写了第二章,第六章,第十一章;石家庄工程技术学校李东华编写了第四章,第七章。全书由河南理工大学高等职业学院李华奇统校全稿,山西工业职业技术学院陈继福、郝临山担任主审。在此,对本教材成书过程中提供帮助的人士表示感谢。

中等职业学校“采矿技术专业”
教材编审委员会
2005年6月

目 录

绪 论	1
第一章 地球概况	3
第一节 地球概述	3
第二节 地球的物理性质	9
第三节 地球的圈层构造	12
第四节 地质作用概述	15
第二章 矿物与岩石	21
第一节 矿物	21
第二节 岩石	29
第三章 地史的基本知识	42
第一节 地层的划分与对比及地质年代表	42
第二节 岩层中的地史信息	50
第三节 地壳演化简史	62
第四章 地质构造	69
第一节 单斜构造	69
第二节 褶皱构造	73
第三节 断裂构造	81
第五章 煤与含煤岩系	95
第一节 成煤作用	95
第二节 煤的物质组成和性质	97
第三节 含煤岩系和煤田	102
第四节 煤的分类和用途	108
第六章 影响煤矿生产的主要地质因素	111
第一节 煤层厚度变化	111
第二节 褶皱构造与断裂构造	118
第三节 岩浆侵入体	132

第四节	岩溶陷落柱·····	134
第五节	煤层顶底板·····	136
第六节	矿井瓦斯·····	138
第七节	地热危害·····	141
第八节	煤层自燃与煤尘·····	142
第七章	矿井水文地质与防治水·····	144
第一节	地下水的基本知识·····	144
第二节	矿井充水条件·····	151
第三节	矿井水文地质观测及矿井水的防治·····	155
第八章	地质信息的获得·····	162
第一节	地质勘探技术手段·····	162
第二节	原始地质编录·····	166
第三节	综合地质编录·····	168
第九章	地质报告及地质说明书·····	179
第一节	煤田地质勘探阶段及地质报告·····	179
第二节	煤矿地质勘探分类及地质说明书·····	183
第十章	煤炭储量与矿井储量管理·····	192
第一节	储量级别和储量分类·····	192
第二节	煤炭储量计算·····	198
第三节	矿井三量管理·····	207
第十一章	煤矿环境地质与环境保护·····	210
第一节	煤矿生产活动与环境地质·····	210
第二节	煤矿环境污染因素及特点·····	210
第三节	煤矿环境与地质灾害·····	212
第四节	煤矿环境保护与可持续发展·····	214
附录	基本实训与实习·····	224
	参考文献·····	231

绪 论

随着综合国力的提高和国民经济的发展,我国对能源的依赖越来越强烈,特别是近几年,煤炭在我国能源中的地位显得特别重要,预计在今后相当长的一段时期内这种状况不会发生根本性改变。煤炭工业的发展依赖煤炭科学的进步,其中包括矿山地质工程技术的进步。加强矿山地质的理论学习和对矿山地质工程技术的掌握,对促进煤炭生产和安全有十分重要的意义。

一、矿山地质的研究对象

地质学的研究对象主要是地球。地球包括固态地球及其表层的水圈、生物圈和外部的大气圈。固态地球分为外部的地壳、中间的地幔和内部的地核三个圈层。目前主要研究固态地球外部的地壳和地幔的上部;概括地讲,地质学是研究固态地球外层部分的物质组成、构造形态、发展演化以及矿产资源的形成和分布规律等内容的自然学科。

矿山地质是以地质学为基础,来解决煤矿建设、生产过程中出现的各种地质问题,包括煤层的赋存、地质构造、水文地质、瓦斯地质、煤尘等方面的特性及其规律性,研究相应的处理方案和措施,保证煤炭资源的正常开采和合理利用。

二、矿山地质的概况

矿山地质作为地质学的一个分支学科,属于矿产地质学的一部分,其重要特点之一是内容有很强的综合性和实践性,一方面涉及范围广泛,包括地质学的分支学科;另一方面涉及到地质学在煤矿生产过程中的具体应用。其内容包括:

(1) 矿物学、岩石学。研究岩石圈的物质成分、形成机理、时空分布特征和变化规律。在矿山地质中重点概述了与煤矿生产有关的造岩矿物和岩石。

(2) 构造地质学。研究构造运动和构造运动引起的岩石圈的构造变动及其发展演化规律。在矿山地质中重点概述了与煤矿生产关系密切的节理、断层、褶皱的形态特征、力学特征、发展规律及其对煤矿生产的破坏与控制作用。

(3) 古生物学、地史学。研究生物起源、发展、演化的规律和地球形成、发展、演化的历史。在矿山地质中重点概述了含煤地层中有代表性的动物、植物化石,含煤地层在地质历史时期中的形成过程与演化规律。

(4) 煤岩学。研究煤岩的物质组成、性质、分类,成煤作用,聚煤环境,含煤地层与煤田的时空分布特征等。

(5) 水文地质学。研究地下水的赋存状态和分布规律,水的物理化学性质,水与岩石的关系等。在矿山地质中重点研究矿井水的来源、特征、涌水量变化规律与矿井防治水害的措施。

(6) 矿井地质学。研究矿井地质编录,矿井地质制图、矿井地质报告及说明书的编制、矿井储量管理等。随着科学的发展,越来越多的技术引入矿山地质学领域,地质信息技术

已在矿山地质实践工作中逐步发展，成为矿山地质学的重要内容，丰富和增强了解决矿山地质问题的手段和能力，提高了矿山地质预测预报的精度和可靠性。

三、矿山地质的任务

矿山地质的任务是研究从矿井基本建设开始直至开采结束为止全过程中的各种地质现象，找出其规律，解决煤矿建设、生产中出现的各种地质问题。

矿山地质的主要任务如下：

(1) 矿井地质工作。进行矿井地质勘探、地质观察、地质编录和综合分析，提交煤矿建设、生产各阶段所需的地质资料，处理采掘工作中的地质问题。

(2) 研究矿山地质规律。根据地质勘探部门提供的原始资料和煤矿建设生产中披露出来的地质现象，研究矿区煤系地层、地质构造、煤层和煤质的变化规律，查明影响煤矿建设、生产的各种地质因素。

(3) 水文地质调查。地面与井下相结合，开展矿区水文地质调查。查明矿井水的来源、涌水通道、涌水量大小及其影响因素与变化规律，制定防治水措施与方案，为煤矿生产、生活寻找和提供优质水源。

(4) 地质灾害预测预报。对危及煤矿建设生产的各种灾害，如地压、顶板控制、瓦斯突出、水害、热害、煤尘、滑坡等，查明其形成机理，对各类地质灾害的分布范围、突发时间及危害程度进行预测预报，提出防范措施与治理方案。

(5) 矿井储量管理。计算和核实矿井储量，测定和统计储量动态，分析储量损失，编制矿井储量表，为提高矿井储量级别和扩大矿井储量提供依据，为生产正常接替、资源合理利用服务。

地质现象是十分复杂的，不同的煤矿矿区（井）之间地质的现象有共性，又有特殊性。矿山地质工作方法应结合各矿的特点并遵循实践—理论—再实践的原则，在深入矿井调查研究、系统全面收集原始资料的基础上，经过去粗取精、去伪存真、由表及里、由此及彼的整理归纳和综合分析，最后上升为理论认识。并运用这些理论去指导生产实践，解决煤矿生产过程中遇到的各种地质问题。

总之，矿山地质是随着煤矿建设生产和煤炭资源开发利用，融合其他科学逐步形成与发展起来的具有实践性很强的一门学科。我们有理由相信随着矿山地质进一步发展和完善，这门学科必将为我国煤炭工业的发展发挥越来越大的作用。

第一章 地球概况

矿产是人类赖以生存和发展的重要资源,各种矿产都存在于地壳之中,它们是地壳物质运动和演变的产物。这些运动和演变是与地球内外的物质运动,以及与其他星体,特别是太阳及太阳系的活动有密切关系。因此,在学习矿山地质有关内容以前,首先了解地球及与地球相关的知识。

第一节 地球概述

一、宇宙和地球

地球是太阳系的一个行星,处于广袤无垠的宇宙之中,而太阳系又是银河系的一个星系,宇宙则是由许许多多像银河系甚至更庞大的星系团所组成。因此,了解地球之前应首先了解宇宙和天体。

1. 宇宙和天体

宇宙是无限发展的物质世界,在空间上是无边无际的,在时间上是无始无终的。宇宙空间包罗万象,大至天体、星系、总星系,小至星际物质、分子、原子,凡一切客观存在皆包含于宇宙之中。

宇宙空间充满着形形色色的物质,它们处于不断运动和变化之中。随着科学技术的发展,人类对宇宙的认识范围不断扩大。目前我们所能观测到的宇宙范围称为总星系,半径约100亿光年。总星系内的星体并不是均匀分布的,一群群的恒星组成旋涡状、椭圆状、透镜状以及其他不规则形状,称为星系。总星系中约有十几亿个星系,一个星系中约有十几亿至上千亿颗恒星。星系与星系之间的平均距离约为1.6亿光年。太阳所在的星系叫银河系。

2. 银河系

银河系俗称“天河”,是一个巨型旋涡状星系,正面呈旋涡形,侧面呈扁平形。银河系大约包含 1.5×10^3 多亿颗恒星。银河系的直径约 1.0×10^5 万光年,是太阳系直径的 8.0×10^7 倍,中心厚度约 1.5×10^4 光年,边沿厚度约 $3.0 \times 10^3 \sim 6.0 \times 10^3$ 光年。太阳距银河系中心约 2.77×10^4 光年。银河系的主要成员是恒星。恒星是由巨大质量的炽热气体组成的能自己发光发热的球状天体。夜空中所见的点点繁星绝大多数是恒星。太阳在银河系中是一颗中等大小的恒星。恒星的大小、质量、密度、发光强度、表面温度等有着很大的差异。银河系中有些恒星体积比月球还小,亮度只是太阳亮度的几十万分之一,密度却比太阳大几十万倍;有些恒星体积比太阳大100亿倍,亮度也比太阳大几十万倍,而密度却只有太阳的几亿分之一;有的恒星表面温度高达几万度,而有的恒星表面温度只有几千度。银河系除了恒星之外,还有行星、卫星、流星、彗星和星云等天体。

3. 太阳系

太阳系是银河系的一个普通成员。太阳系有九大行星和已编表的 1.8×10^3 多个小行星，分别围绕太阳公转，并绕轴自转。太阳是太阳系的中心天体，它的质量巨大，能发出强烈的光和热。围绕太阳旋转的是一个天体体系，如图1-1所示。太阳系除了行星外还有34个卫星，已观测过的约有 1.0×10^3 个彗星和数百个流星群，以及散布其间的星际物质。此外，还有许多小行星、彗星、陨星等小天体。太阳系目前以冥王星轨道为边界，直径为 1.18×10^{10} km。

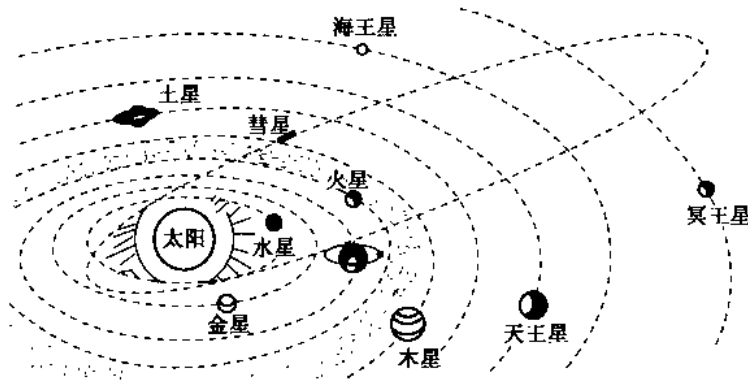


图1-1 太阳系组成示意图

太阳系中主要成员的特征如下：

太阳是一颗中等大小的距地球最近的恒星，太阳的直径为 1.39×10^6 km，约为地球直径的109倍；体积约为 1.412×10^{18} km³，是地球体积的 1.30×10^6 倍；质量为 1.9891×10^{33} g，是该系各行星系总质量的150倍，是地球质量的 3.33×10^5 倍，占太阳系总质量的99.86%；平均密度为 1.409 g/cm³，大约是地球平均密度的1/4；太阳表面的重力加速度为 2.74×10^4 cm/s²，大约是地球表面重力加速度的27.9倍。

行星是不发光，质量远较恒星小，围绕恒星运动的天体。目前已知太阳系有九大行星。按照它们与太阳的距离，由近到远，依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。地球排在第三位，位置适当，温度适宜，还有氧气和水，适于生物生长，成为太阳系中惟一有生命存在的天体。

卫星是质量比行星小且围绕行星运行而自身不发光的天体。

在太阳系中还有许多比小行星更小的绕太阳运行的大群流星体，当它们接近地球时，如被地球的引力俘获并吸向地球，便形成陨星。由于其运动速度很大（每秒几十千米），与空气分子发生激烈的摩擦生热而燃烧发光。冲进大气层的陨星大部分被烧毁变成气体和尘埃，但也有少数较大的陨星没有完全燃烧，其残余部分降落到地面上成为陨石。有时，陨星冲进大气层燃烧一段时间后，可先在高空爆炸，其碎块像“石雨”似的降落到地面上，形成陨石雨。

彗星俗称扫帚星，是在扁长轨道上绕太阳运行的一种质量较小的呈云雾状的天体，如图1-2所示。

星云是由气体和尘埃物质组成的呈云雾状外表的天体，同其他天体相比，星云具有质量大、体积大、密度小（约为 0.0017544 g/cm^3 ）、温度低的特点。

二、地球的形状和大小

很长时间以来，地球一直被认为是球状体。当最早使用较精确的三角测量法对地球的形状进行研究时，发现通过极点的半径与赤道半径相差21 km，认识到地球不是一个理想的球体，而是沿旋转轴被压扁。后来，牛顿从理论上证明，在引力作用下，地球沿旋转轴方向受挤压力作用，使其具有椭球或旋转球体的形状。根据卫星轨道分析发现，地球也并非标准的旋转椭球体，而是一个梨状体，北极凸出约10 m，南极凹进约30 m，中纬度在北半球凹进，在南半球凸出，如图1—3所示。

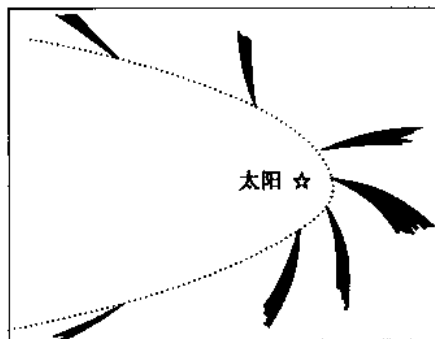


图1—2 彗星接近太阳时彗尾的变化示意图

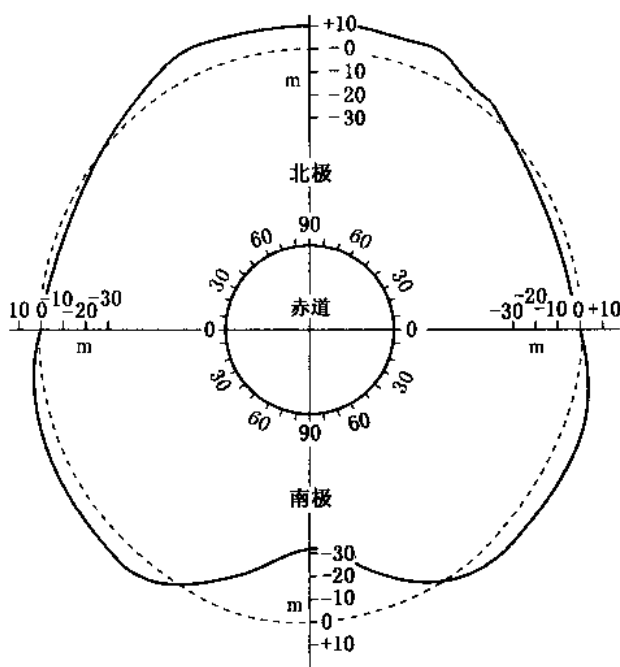


图1—3 大地水准面（实线）与旋转椭球面（虚线）的关系示意图

实际的地球表面崎岖不平，为了便于测算，以平均海面通过大陆延伸所形成的封闭曲面作为参考面，此参考面称为大地水准面。地球的形状和大小通常就是指大地水准面的形状和大小。大地水准面是一个等位面，其上的重力方向处处都与该表面垂直，这样就可以引入重力的概念，结合大地测量对地球的形状和大小进行研究。目前利用人造卫星轨道变化作校正，已经可以相当精确地求得地球的各种数据。

表1-1 为1975年第十六届国际大地测量和地球物理学会(IUGG)决定采用的根据人造卫星观测及卫星轨道变化推算的地球形状数据。

表1-1 地球形状参数

赤道半径 a/km	6378.140	体积/ km^3	1.0832×10^{12}
两极半径 c/km	6356.779	表面积/ km^2	5.1007×10^8
平均半径 $(a^2c)^{2/3}/\text{km}$	6371.0	子午线周长/ km	4.000808×10^4
扁平率 $d = \frac{a-c}{a}$	1/298.275	万有引力常数/ ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$)	$(6.672 \pm 0.004) \times 10^{-4}$
赤道周长/ km	40075.24	地球质量/ kg	$(5.9742 \pm 0.0006) \times 10^{24}$

三、地球的表面特征

地球的表面积大约为 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，分为陆地和海洋两大部分。陆地面积约为 $1.49 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，约占地球表面积的29.2%；海洋面积约为 $3.62 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，约占地球表面积的70.8%。海陆面积之比约为2.5:1，它们在地球表面分布极不均匀，65%以上的陆地分布在北半球，即使如此，陆地也占北半球面积的近39%。地球表面形态最明显的特征是高低起伏不平，大陆的平均海拔高度为875 m，最高处为珠穆朗玛峰，海拔8848.13 m，最低点为死海，达-397 m；海洋底的平均深度为 $-3.729 \times 10^3 \text{ m}$ ，如图1-4所示，最深处为西太平洋马里亚纳群岛东侧的马里亚纳海沟，深达 $-1.1033 \times 10^4 \text{ m}$ 。以平均海平面为标准，地球表面上的高度统计有两组数值分布最广泛：一组在海拔 $0 \sim 1.0 \times 10^3 \text{ m}$ 之间，占地球总面积的20.8%；一组在海平面以下，其中又以 $-4.0 \times 10^3 \sim -5.0 \times 10^3 \text{ m}$ 深的海盆面积最广，占地球总面积的22.6%。

1. 陆地地形

大陆按高程特征，可分为高山、丘陵、平原、高原、盆地和洼地等地形单元。其中，低于海拔 $1.0 \times 10^3 \text{ m}$ 的平原、丘陵、盆地面积最大，占地球表面积的20.8%。大陆部分最主要的地形特征是有--系列呈弧形或线形展布的山系。

陆地上还有被山系所分隔，表面稍有起伏，内部相对高差一般不超过数十米的平原和高原，它们面积较广。世界上最大的平原是亚马孙平原，面积达 $5.60 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。我国有华北平原、松辽平原、长江中下游平原等。海拔高程在600 m以上，表面较为平坦或略有起伏的广阔地区称为高原。世界上著名的高原有伊朗高原、埃塞俄比亚高原、巴西高原及我国的蒙古高原、青藏高原等。其中，青藏高原是世界上最高的高原，海拔在 $4.0 \times 10^3 \text{ m}$ 以上；巴西高原是最大的高原，面积达 $5.0 \times 10^6 \text{ km}^2$ 以上。此外尚有四周为山系或高原限制的低地，因其外形似盆而称为盆地。介于山地和平原之间的高低不平、连绵不断的低矮浑圆的小山丘地形称为丘陵，一般高程在海拔500 m以下，相对高差多在数十米，最大高差不超过200 m。大陆上有着众多的河流组成的水系和湖泊，是地球表面的重要特征，它的运动也是促使地表形态发生变化的重要因素。河流的流动在一些山脉和高原上开切，形成纵横交错的沟壑和峡谷，在平原地区则形成网状的河系，并不断堆积泥沙，使大陆向海洋扩展。

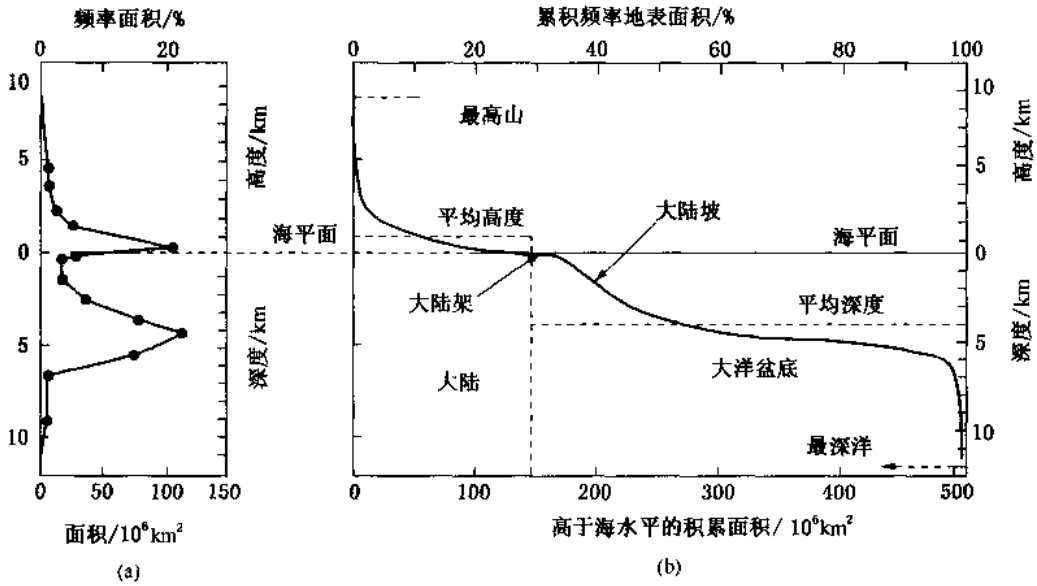


图1-4 海陆起伏曲线

(表示不同高度地形所占百分比)

a—频率分配; b—积累高深曲线

2. 海洋地形

海洋地形和大陆地形一样复杂多样,而且在规模上更庞大,外貌上更为壮丽。既有比大陆更广泛、更平坦的平原,也有更险峻、更宏伟的山脉和深陡的峡谷。根据海底地形的基本特征,可将其分为大陆边缘、海岭、海沟、深海盆地等地形单元。

(1) 大陆边缘:大陆边缘是大陆与大洋盆地之间的连接地带,占陆地总面积的1/5左右。它包括大陆架、大陆坡和大陆基,如图1-5所示,但大陆基实际上是大陆坡和大洋盆地的过渡地带。大陆架是大陆边缘的主要地形单元。

大陆架是紧靠大陆分布的浅海台地,是大陆在水下的自然延伸部分,其范围是由海岸线向外海延伸,直至海底坡度显著增大的转折处。大陆架部分的海底坡度平缓,一般小于 0.3° ,平均约为 0.1° 。大陆架的水深一般不超过200 m,最深可达550 m,平均水深130 m,平均宽度75 km。我国的大陆架宽度从100 km多到500 km多不等,水深一般为50 m左右,最深可达180 m。

大陆坡是位于大陆架外缘到深海海底,地形明显变陡的地带。其水深一般不超过 $2.0 \times 10^3 \text{ m}$,平均坡度为 4.25° 。大陆坡以斯里兰卡附近珊瑚礁岸外缘最陡,其坡度可达 $35^\circ \sim 45^\circ$,大陆坡的宽度约为20~100 km,平均为20~40 km。坡脚的深度为 $1.4 \times 10^3 \sim 3.0 \times 10^3 \text{ m}$ 左右。大陆坡在许多地方被通向深海底的深海“V”形峡谷所切割。这些深海峡谷深达数百米,两壁陡峭,可达 45° 以上。有的峡谷可能是被淹没的河谷。

大陆基也称为大陆裾,是大陆坡与大洋盆地之间的倾斜坡地。坡度通常为 $5^\circ \sim 35^\circ$,多分布于水深2000~3000 m的海底,主要由海底滑塌浊流和海流搬运的碎屑物堆积而成。

(2) 海岭:一般将海底山脉称为海岭。其中,位于大洋中间,常发生地震和地壳运动

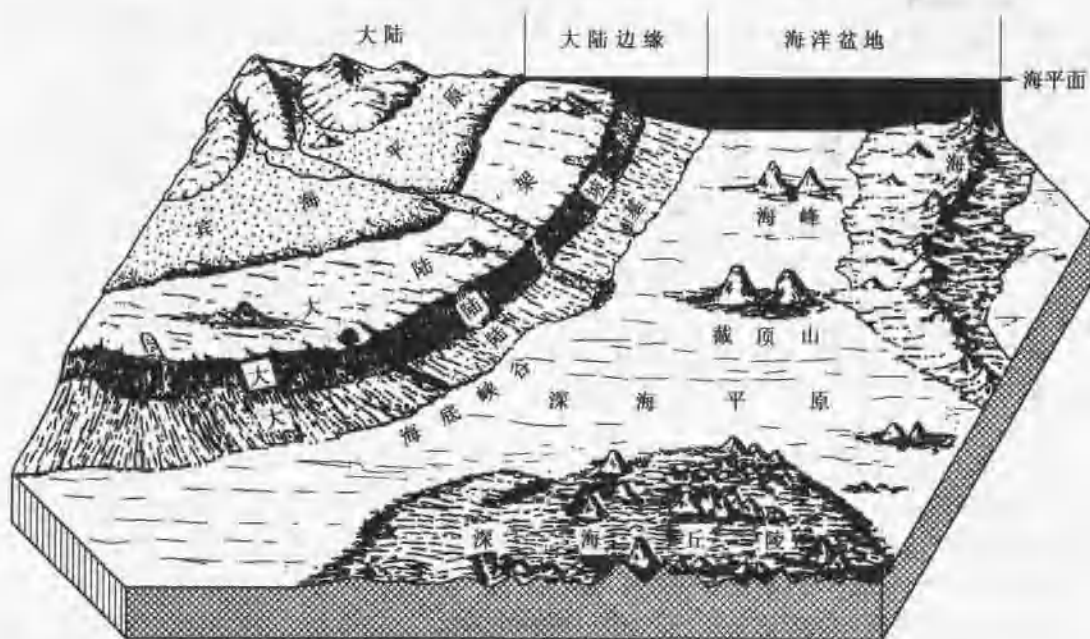


图1-5 海底地形示意图

较强烈的海岭称为洋脊或洋中脊。洋脊或洋中脊为海底线状隆起地带，呈一系列鱼鳍状山脉，其中部最高，中央部位常有一条巨大的裂谷，称为中央裂谷，谷深可达1~2 km，谷宽可达13~48 km。太平洋洋中脊因其裂谷不明显而称之为洋隆或洋中隆。洋中隆通常高出海底2~3 km，宽度可达 $1.5 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$ km。洋中隆在各大洋中均有分布，且相互衔接，全长 6.5×10^4 km，占地球表面积近1/4，是地球表面最大的“山系”。

(3) 海沟：平行于岛弧或沿着大陆边缘呈断续延伸的两壁较陡、狭长的水深大于 6×10^3 m的深海槽称为海沟。海沟是地球表面最低洼的地区，一般其长500~4500 km，宽40~120 km，深度多在 6×10^3 m以上。全球已知海沟近30条，多发育于太平洋和大西洋，印度洋的海沟不甚发育。海沟多位于大洋盆地的边缘，其两侧边坡中靠近大洋侧的边坡较缓，而靠近大陆侧则较陡。

海沟的一个重要特点是在其靠近大陆的一侧有一条与其平行的隆起地形。若海沟紧靠大陆时，隆起地形为海岸山脉，二者组成海沟—山弧系；若海沟靠近大陆一侧为海时，该隆起则是呈弧形排列的岛屿，弧顶朝向大洋一侧，称为岛弧，二者组成海沟—岛弧系。

(4) 深海盆地（大洋盆地）：深海盆地是海洋中另一类大型地形单元，它是介于大陆边缘及洋中脊之间的平坦地带，是海底地形的主体，约占海洋面积的43%，平均深度在海平面以下 $4 \times 10^3 \sim 5 \times 10^3$ m，深海盆地中主要有三种地形。

① 丘陵：由一些比较低缓的小山丘组成，这些小山丘底宽 $10^3 \sim 10^4$ km，高50~ 10^3 m，边坡较陡，顶部平缓，呈圆形或椭圆形穹形丘，几乎全部由玄武岩组成。

② 深海平原：是被来自大陆的沉积物覆盖的靠近大陆边缘的乎连续地形。坡度很小，均小于0.001°，广布于大西洋底，是地球表面最平坦的地区。

③海山：海山是深海底部孤立或比较孤立的隆起地形，相对高度在 10^3m 以上，隐没于水下或露出海面。其中有一类呈锥状者，称为海峰。

第二节 地球的物理性质

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为寻找和开发矿产资源服务。

一、密度

地球的平均密度为 5.52g/cm^3 ，但是实测的地表岩石的平均密度为 $2.7\sim 2.8\text{g/cm}^3$ ，地球表面的71%分布着海水，其密度（4℃时）为 1.003g/cm^3 。说明地球内部物质应具有比地表更大的密度。根据地震波速度变化的结果也证实了这一点。地球内部密度变化的计算结果表明的总趋势是随深度增加而增大，但呈不均匀的阶梯状。在大约400 km、650 km、900 km、2900 km 和4640 km 处均有明显的变化，其中2900 km 处变化最大，至地心密度达最大值 13g/cm^3 。密度的这些变化反映了地球内部物质成分和状态的变化。

二、压力

地球内部压力是由上覆地球物质质量产生的静压力和地球运动产生的动压力共同组成。静压力大小与地球内部物质的密度及该处的重力有关，地球内部静压力的变化随深度增加而增大，大致为一圆滑曲线，如图1-6所示。地壳的平均密度约 2.75g/cm^3 ，深度每增加1000 m，压力增加27.5 MPa。深部随着岩石密度的加大，静压力增加得更快些，静压力在莫霍面附近约为1200 MPa，在古屯堡面附近约为 $1.352\times 10^5\text{MPa}$ ，地心处可达 $3.617\times 10^5\text{MPa}$ 。动压力通常以水平力为主，具有方向性，并可以在一些地段特别集中。在煤矿生产中对地压的研究有助于解决巷道的维护、煤与瓦斯突出的预测等矿井开采过程中经常遇到的实际问题。

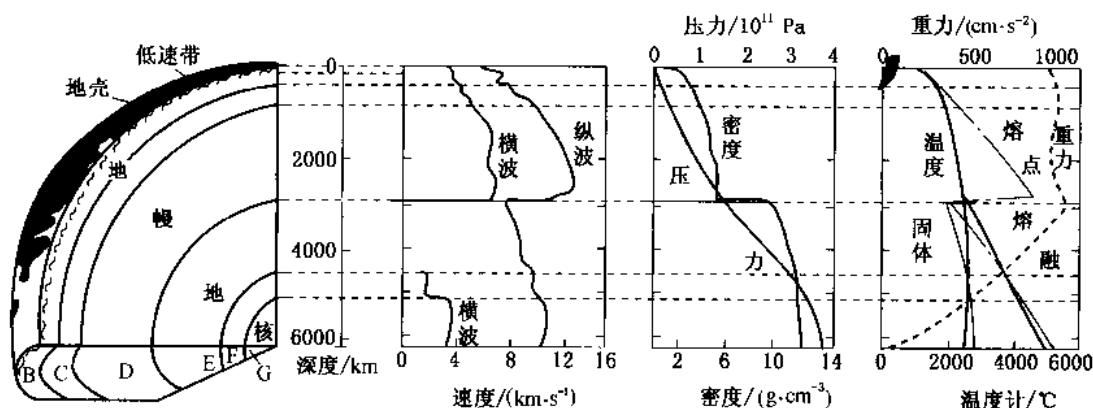


图1-6 地球的物理性质变化曲线