

全国水利水电类高职高专统编教材

GONGCHENG DIZHI

工程地质

王启亮 盛海洋 主编



黄河水利出版社

中国地质大学(北京) 地质工程研究所

中国地质大学(北京) 地质工程研究所

工程地质

1998 年 10 月

中国地质大学出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

工程地质

主 编 王启亮 盛海洋
副主编 李念国 鲁业宏

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《工程地质》课程教学大纲编写完成的。本书主要介绍岩石及其工程地质性质、地质构造、地貌及第四纪地质、物理地质作用、水文地质、岩体结构与稳定性分析、工程地质问题、工程地质勘察。

本书注重吸收最新的科技成果,将教学与科研、生产紧密结合(含工程地质实习实验指导和多媒体教学课件),并以实用、够用为度,强调高职特色。全书内容丰富、图文并茂、通俗易懂、深入浅出、重点突出,便于自学。

本书可作为高职高专水利水电类、土建类、交通类水利水电工程、土木工程、道路与桥梁工程等专业工程地质课程教材,亦可供工程建设勘察、设计、施工、监理等工程技术人员及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质/王启亮,盛海洋主编. — 郑州:黄河水利出版社,2007.3

全国水利水电类高职高专统编教材

ISBN 978-7-80734-188-8

I.工… II.①王… ②盛… III.工程地质—高等学校:技术学校—教材 IV.P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025133 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:wlp@yrpc.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:14.25

字数:326千字

印数:1—4 100

版次:2007年3月第1版

印次:2007年3月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-188-8/P·65

定价:23.00元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的水利水电类全国统编教材。

工程地质是高职高专水利水电类、土建类、交通类水利水电工程、土木工程、道路与桥梁工程等专业的一门专业基础课。本教材系统地阐述了工程地质的理论、问题及防治措施。

本教材在编写过程中,根据教学改革精神和生产实际需要,力求理论联系实际,在内容上反映工程地质学科的新理论、新成果,介绍本学科的新规范和新规定,并注意吸收国内外同类教材的有益经验,以体现高职教材特色。以必须、够用、实用为原则,力求内容丰富、图文并茂、深入浅出、循序渐进、重点突出、深浅适度。为了方便学生学习,每章前都附有学习目标、本章重点、本章难点。每章后附有本章小结和一定数量的思考题及习题,使学生更好地了解掌握本章核心内容。各章学时分配见下表:

学时分配表

章号	教学内容名称	学时	实验	训练	小计
绪论	学习任务与教学要求	1			1
第一章	岩石及其工程地质性质	8	6		14
第二章	地质构造	12		2	14
第三章	地貌及第四纪地质	4			4
第四章	物理地质作用	8			8
第五章	水文地质	6			6
第六章	岩体结构与稳定性分析	4			4
第七章	工程地质问题	6			6
第八章	工程地质勘察	3			3
合计		52	6	2	60

注:本学时分配是建议性的,可根据各学校具体情况加以调整。

在使用本书进行教学时,由于学时所限和地区性差异以及各学校具体情况不同,教师在讲授中可对书中内容做适当增删。

本书编写具体分工如下:前言、第三章、第五章由山西水利职业技术学院王启亮编写;绪论、第六章、第七章由南京交通职业技术学院盛海洋编写;第一章由重庆水利电力职业技术学院胡先学编写;第二章由山东水利职业学院李念国编写;第四章、第八章由安徽水利水电职业技术学院鲁业宏编写。全书由盛海洋统稿。

本书由王启亮、盛海洋任主编,李念国、鲁业宏任副主编,河海大学张发明博士后、教授主审。

本书在编写过程中,曾广泛征求过有关院校及勘察设计公司同行对编写大纲的意见,并得到了成都理工大学李勇教授、四川地质调查院曾宜君教授级高工、河南大学马建华教授、黄河水利科学研究院史学建教授级高工、黄河水利出版社王路平编辑等的指导和帮助,在此一并衷心致谢。

由于编写时间和编者水平所限,书中难免存在错误及不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年11月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
小 结	(3)
思考题	(3)
第一章 岩石及其工程地质性质	(4)
第一节 地球概述	(4)
第二节 造岩矿物	(9)
第三节 岩浆岩	(16)
第四节 沉积岩	(23)
第五节 变质岩	(32)
第六节 岩石的工程地质性质评述	(38)
小 结	(40)
思考题	(41)
第二章 地质构造	(43)
第一节 地壳运动	(43)
第二节 地质年代	(45)
第三节 岩层产状	(51)
第四节 褶皱构造	(54)
第五节 断裂构造与活断层	(57)
第六节 地 震	(68)
第七节 地质图	(76)
小 结	(83)
思考题	(84)
第三章 地貌及第四纪地质	(86)
第一节 地 貌	(86)
第二节 第四纪地质	(89)
第三节 第四纪沉积物	(93)
小 结	(97)
思考题	(98)
第四章 物理地质作用	(99)
第一节 风化作用	(99)
第二节 河流地质作用	(102)
第三节 岩 溶	(109)

第四节	崩塌与滑坡	(116)
第五节	泥石流	(120)
小 结		(123)
思考题		(124)
第五章	水文地质	(125)
第一节	地下水概述	(125)
第二节	地下水理化性质	(126)
第三节	地下水类型	(128)
第四节	地下水泉	(137)
第五节	地下水的运动规律	(139)
第六节	地下水对工程建设的影响	(141)
小 结		(142)
思考题		(143)
习 题		(143)
第六章	岩体结构与稳定性分析	(144)
第一节	岩体的结构特性	(144)
第二节	岩体边坡稳定性评价方法	(151)
第三节	地下洞室围岩稳定性评价	(163)
小 结		(174)
思考题		(175)
习 题		(175)
第七章	工程地质问题	(176)
第一节	坝的工程地质问题	(177)
第二节	水库的工程地质问题	(187)
第三节	渠道的工程地质问题	(195)
第四节	路基工程地质问题	(200)
第五节	桥梁工程地质问题	(202)
小 结		(203)
思考题		(204)
第八章	工程地质勘察	(205)
第一节	工程地质勘察的任务和阶段划分	(205)
第二节	工程地质勘察的主要方法	(207)
小 结		(217)
思考题		(218)
参考文献		(219)

绪 论

一、工程地质学的任务及在工程建设中的作用

(一)工程地质学的任务

地质学一词是由瑞士人索修尔(Saussure H. B. de)于 1779 年提出的,意指“地球的科学”。地质学就是研究地球的科学。

限于目前的科学技术水平,地质学现阶段是以地球的表层(地壳)为主要研究对象,主要研究地壳的物质组成(矿物岩石学等)、促使地壳运动变化的各种地质作用(动力地质学等)、地壳的发展历史(地史学、古生物学等)及地质学在有关领域中的应用等。随着生产实践的需要和科学的发展,地质工作的范围越来越广,地质学也相应发展成许多分支,如工程地质学、水文地质学等。

工程地质学作为其中的一个分支,是研究与工程规划、设计、施工和运用有关的地质问题的学科;是地质学与工程学的边缘学科,是一门应用地质学。它广泛应用于各类工程,如水电工程、工民建工程、公路工程、铁路工程、矿山工程、港口工程等。随着生产的发展和研究的深入,又出现一些新的分支学科,如环境工程地质、海洋工程地质、地震工程地质等。工程地质学的特点是始终与工程实践紧密联系。

工程地质学的研究对象是工程地质条件和工程活动的地质环境。它的主要任务是研究人类工程活动与地质环境(工程地质条件)之间的相互作用,以便正确评价、合理利用、有效改造和完善保护地质环境。具体在工程建设中的任务包括:

- (1)阐明建筑地区的工程地质条件,并指出对建筑物有利和不利因素;
- (2)论证建筑物所存在的工程地质问题,进行定性和定量的评价,并作出确切的结论;
- (3)选择地质条件优良的建筑场地,并根据场地工程地质条件对建筑物配置提出建议;
- (4)研究工程建筑物兴建后对地质环境的影响,预测其发展趋势,提出利用和保护地质环境的对策和建议;
- (5)根据所选定地点的工程地质条件和存在的工程地质问题,提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理建议,从而保证建筑物的正常施工和使用;
- (6)为拟定改善、防治不良地质作用措施方案提供地质依据。

概括起来,即查明建筑物及与之有关地区的工程地质条件,指出可能出现的工程地质问题,并提出解决这些问题的建议,为工程设计、施工和正常运用提供可靠的地质资料,以保证建筑物修建得经济合理和安全可靠。

工程地质学的上述任务,必须要求对工程活动的地质环境或称工程地质条件进行深入研究。工程地质条件包括地层岩性、地质构造、地貌、水文地质条件、岩土体的工程性质、物理地质现象和天然建筑材料等方面。

研究岩土体的工程性质及其在自然或人类活动影响下的变化是工程岩土学的基本任务;研究工程活动与地质环境相互制约的主要形式,即工程地质问题,分析这些问题产生的地质条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确评价和有效防治其不良影响,是工程地质学另一专门分支——工程地质分析的基本任务;查明工程地质条件并研究查明工程地质条件的的方法和手段是工程地质勘察的基本任务。上述三个专门分支学科是工程地质学的理论基础。

(二)工程地质工作在工程建设中的作用

大量的国内外工程建设实践证明,工程地质工作做得好,设计、施工就能顺利进行,工程建筑的安全运营就有保证。相反,对工程地质工作忽视或重视不够,使一些严重的地质问题未被发现或发现了而未进行可靠的处理,都会给工程带来不同程度的影响,轻则修改设计方案、增加投资、延误工期,重则使建筑物完全不能使用,酿成灾害。

据国际大坝委员会 1973 年对世界上 110 个国家和地区已建的 12 900 余座大坝进行的调查统计资料,发生过失事事故的 589 座大坝中,大多数与不良的地质条件密切相关。例如 1959 年 12 月 2 日法国的马尔帕赛(Malpasset)拱坝(坝高 66 m)的崩溃,曾轰动了国际水利界。该坝由于坝基左岸岩石软弱,施工中又未经地基处理,结果蓄水后发生位移达 210 cm,最后发展到整个坝体全部崩溃,水库拦蓄的 3 000 万 m^3 水下泄时形成的洪水,造成下游 400 余人死亡,损失达 6 800 万美元。又如加拿大特朗斯康谷仓是建筑物地基失稳的典型例子。该谷仓由 65 个圆柱筒仓组成,长 59.4 m,宽 23.5 m,高 31.0 m;钢筋混凝土片筏基础,厚 2 m,埋置深度 3.6 m。谷仓于 1913 年秋建成,10 月初贮存谷物 2.7 万 t 时发现谷仓明显下沉,谷仓西端下沉 8.8 m,东端上抬 1.5 m,最后,整个谷仓倾斜 27°。由于谷仓整体刚度较强,在地基破坏后,筒仓完整,无明显裂缝。事后勘察了解,该建筑物基础下埋藏有厚达 16 m 的高塑性淤泥质软粘土层。谷仓加载使基础底面上的平均荷载达到 330 kPa,超过了地基的极限承载力 280 kPa,因而发生地基强度破坏而整体滑动。为修复谷仓,在基础下深 16 m 的基岩上设置了 70 多个混凝土墩支撑,使用 338 个 500 kN 的千斤顶,逐渐把谷仓纠正了过来。修复后谷仓的标高比原来降低了 4 m。处理费用十分昂贵。加拿大特朗斯康谷仓发生地基滑动强度破坏的主要原因,是对谷仓地基层事先未做勘察、实验与研究,采用的设计荷载超过了地基土的抗剪强度。

总之,作为工程建筑的基础工作,工程地质工作的重要作用是客观存在和被实践证明了的。它已成为工程建设中不可缺少的一个重要组成部分。随着我国经济建设日益发展和科学技术的进步,工程建设的规模和数量也越来越大。数十公里长的隧道、数百米高的高楼大厦、数百米高的露天采矿场边坡、二滩水电站和三峡水利枢纽工程等所谓“长隧道、深基坑、高边坡”巨型重大工程建设与工程地质的关系更趋密切。鉴于工程地质对工程建设的重要作用,国家规定,任何工程建设必须在进行相应的地质工作、提出必要的地质资料的基础上,才能进行工程设计和施工工作。

二、工程地质课程教学要求及其特点

一般来讲,进行工程建设时,地质工作主要由专业地质人员进行。但作为一名工程师,必须掌握工程地质的基本理论和技能,才能够正确地提出勘察任务和要求,才能正确

地利用工程地质勘察成果和正确处理工程建设与自然地质条件的相互关系,才能胜任本职工作。

学习本课程的目的使学生了解工程建设中的工程地质现象和问题,以及这些现象和问题对工程建筑设计、施工和使用各阶段的影响;能正确处理各种工程地质问题,并能合理利用自然地质条件;了解各种工程地质勘察要求和方法,布置勘察任务,合理利用勘察成果解决设计和施工中的问题;为学习专业课和今后从事实际工作打下基础。总的要求如下:

(1)掌握与工程建筑有关的常见岩石、地质构造、地貌、物理地质现象、水文地质等基本地质知识。

(2)初步学会对工程建筑工程地质条件和工程地质问题的分析和评价方法。

(3)一般了解工程地质的勘察原则和方法,熟悉其应用条件;学会阅读和分析常用工程地质及水文地质资料(报告书及地质图)的方法。

以上教学要求是相互关联和逐步联系专业实际的,只有理论联系实际、地质联系工程进行教与学,才能达到预期的教学目的。

本课程是一门实践性比较强的技术基础课,为加强地质实践性教学,除讲课及自学外,还要安排课堂实习或实验、课外作业,以及野外地质教学实习,以巩固和印证课堂所学的理论知识,培养学生实际动手的技能,学会应用工程地质资料为工程设计、施工等服务。

在教学过程中,应运用辩证唯物主义观点,由浅入深,循序渐进。尽量采用多媒体教学方法,应用有关地质科教片、录像片、幻灯片、挂图、模型、标本等直观教具,以增强地质感性认识,提高教学质量。学生在学习过程中要善于思考,切忌死记硬背,主要应掌握分析研究问题的思路和方法,以便在以后的实际工作中用以解决所遇到的问题。

小 结

工程地质学是将地质学的原理应用于解决工程地基稳定性问题的一门学问。工程地质学通过工程地质调查、勘察和研究建筑物场地的岩土的工程地质性质、地质构造、地貌、地下水、物理地质现象和天然建筑材料等工程地质条件,预测和论证有关工程地质问题发生的可能性并采取必要的防治措施,以确保建筑物的安全、稳定和正常运行。

工程地质课程是一门实践性比较强的技术基础课,在教学过程中,要加强地质实践性教学环节,以巩固和印证课堂所学的理论知识,培养学生实际动手的技能,使学生学会应用工程地质资料为工程设计、施工等服务。

思 考 题

1. 什么是工程地质学?
2. 什么是工程地质条件?
3. 工程地质学的任务是什么?
4. 工程地质课程的基本要求是什么?

第一章 岩石及其工程地质性质

学习目标

1. 掌握矿物、造岩矿物的概念及矿物的主要物理性质。
2. 掌握岩浆岩、沉积岩及变质岩的矿物成分、结构和构造。
3. 了解岩浆岩、沉积岩及变质岩的分类及常见岩石的工程地质特征。
4. 结合矿物和岩石实验,掌握肉眼鉴定矿物及岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类岩石的方法,并能对矿物及岩石的工程地质性质进行正确描述。

本章重点

矿物的物理性质;岩石的矿物成分、结构和构造;矿物及岩石的工程地质性质;肉眼鉴定矿物、岩石的方法。

本章难点

矿物的物理性质;岩石的结构和构造。

第一节 地球概述

一、地壳

地球是太阳系行星家族中的一个壮年成员(约 50 亿年,恒星 100 亿~150 亿年),是一个具有圈层结构的旋转椭球体。

太阳系的主要成员除太阳外,是九大行星和它们的卫星以及(哈雷)彗星、流星体。九大行星按其与太阳的距离,由近及远分别是水星、金星、地球、火星(其物理性质近似地球,称类地行星,且其体积较小、密度较大、自转速度慢、卫星数较少)、木星、土星、天王星、海王星(称类木行星,物理性质与类地行星相反)、冥王星(与类地行星相似),如图 1-1 和图 1-2 所示。

地球由表及里可分为外圈和内圈。外圈又分为大气圈、水圈和生物圈。内圈平均半径 6 371 km,根据火山喷发和物理勘探中的地震波传播速度的突变,将其分为地壳、地幔及地核,如图 1-3、图 1-4、图 1-5 和表 1-1 所示。

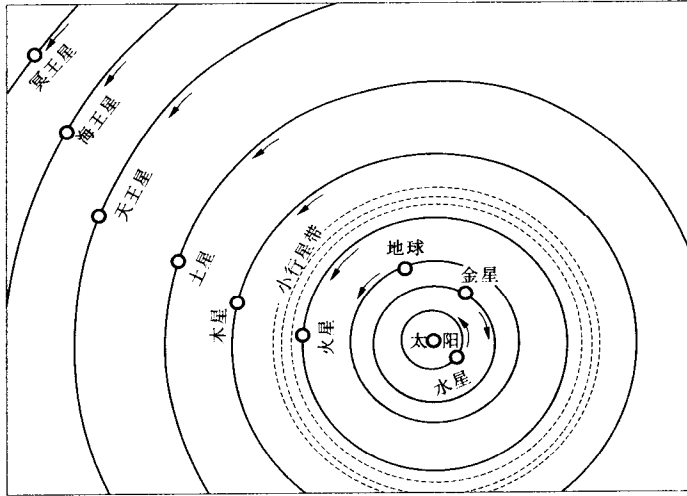


图 1-1 太阳系(行星轨道位置按比例表示)

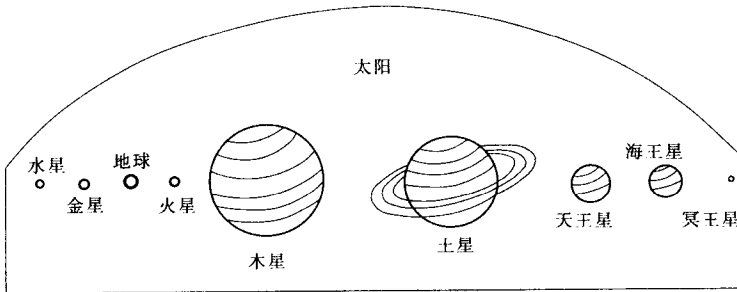


图 1-2 太阳系行星体积大小比较

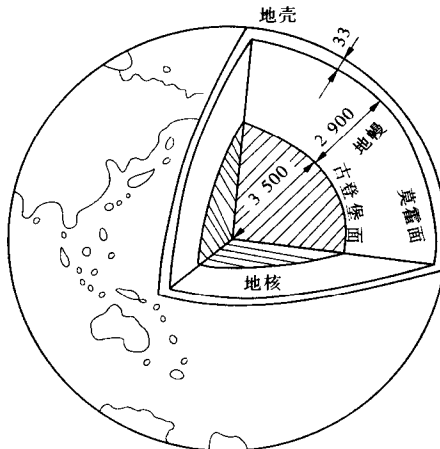


图 1-3 地球的内部构造 (单位:km)

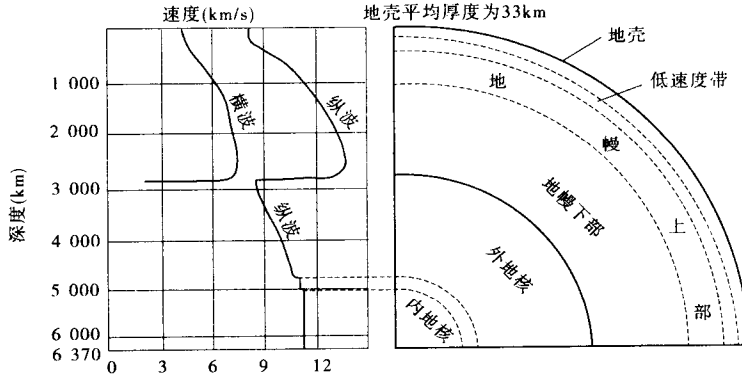


图 1-4 地球的圈层构造及地震波传播速度

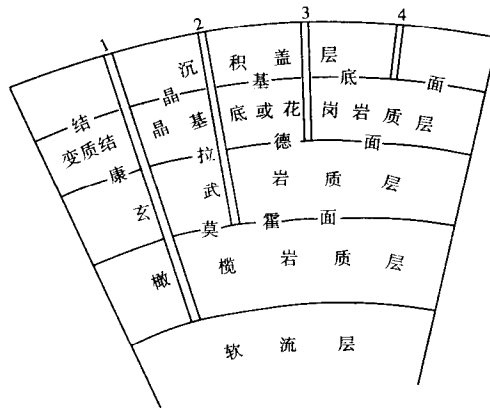


图 1-5 地球内部圈层结构

1—岩石圈断裂;2—地壳断裂;3—基底断裂;4—盖层断裂

表 1-1 地球内部圈层构造及有关数据

分层	深度(半径) (km)	纵波(P)速度 (km/s)	横波(S)速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	压力 (Pa)	
地壳(大陆)	海平面(6 371)	5.5 6.8	3.2 3.6	2.7 2.8 2.9	9.119 25 × 10 ⁸	
莫霍分界面	33(6 338)					
地幔	上地幔	70 } 低速度带	4.4	3.32	1.418 55 × 10 ¹⁰ 2.735 775 × 10 ¹⁰ 3.850 35 × 10 ¹⁰ 1.386 126 × 10 ¹¹	
		250 } 413(5 958)		8.97		3.64
	下地幔	720(最深地震)	11.42	7.3		4.64
		984(5 387)	13.64			5.56
地核	古登堡面	2 898(3 473)				
	外部地核	速度降低	8.10	通不过	9.71	
		4 703(1 668)	9.7		11.76	
过渡层	5 125(1 246)	10.31	?	约14	约3.343 725 × 10 ¹¹	
内部地核	6 371(中心)	11.23		约16	约3.647 7 × 10 ¹¹	

注:表中“?”表示没有数据,情况不明。

地球最内部的核心部分称为地核。地核位于古登堡面以下,包括内核、过渡层和外核三部分,厚约 3 473 km,其体积约占地球总体积的 17%。据推测,地核密度为 9.71~17.9 g/cm³,温度在 2 000~3 000 ℃ 之间,压力可达 300~360 GPa(约 10 000 atm),主要由含铁、镍量很高(少量硅、硫等轻元素)、成分很复杂的物质组成。外核物态为液态,其成分除铁、镍外,可能还有碳、硅和硫;内核物态为固态,其成分为铁、镍物质。

地幔介于地核和地壳之间,又称中间层,可分上、下两层,其上部与地壳的分界面为莫霍洛维奇(Mohorovicic)面,地幔下部与地核的分界面为古登堡(Gutenberg)面。地幔厚约 2 900 km,其体积约占地球总体积的 82%,密度从 3.32 g/cm³ 递增到 5.66 g/cm³,平均密度为 4.5 g/cm³,温度一般为 1 200~2 000 ℃,压力随深度增加而增加,界面上压力约为 140 GPa,主要由铬、铁、镍、二氧化硅等物质组成。根据次级界面,地幔可分为上地幔和下地幔。上地幔从莫霍面至地下约 1 000 km,平均密度为 3.5 g/cm³,成分主要为含铁、镁质较多的超基性岩。在上地幔的上部 100~350 km 存在一个由柔性物质组成的圈层,称为软流层(地震波的低速带)。此软流层之上的固态岩石圈层称为岩石圈。下地幔为从地下 1 000 km 至古登堡面之间,平均密度增大为 5.1 g/cm³,成分仍为含铁、镁质的超基性岩,但铁质的含量增加。

从地表至莫霍面的固体外壳称为地壳,它主要由各种岩石组成。地壳的厚度很不均匀,各地有很大差异。地壳分为大陆型和大洋型两种类型。大陆型地壳分布在大陆及其边缘地区,其厚度较大,平均厚度为 33 km,愈向高山区其厚度愈大,如我国青藏高原地区,厚度可达 70 km 以上。大洋型地壳厚度较小,平均厚度只有 6 km,如大西洋和印度洋厚度为 10~15 km,而太平洋中央部分厚度为 5 km,最薄处西太平洋的马里亚纳海沟(深 11 034 m)处地壳厚仅为 1.6 km。

地震波变化表明,地壳内存在着一个次一级的不连续面,称为康拉德面,它将地壳分为两层,上层为硅铝层(不连续),下层为硅镁层。

(一) 硅铝层(花岗岩层)

硅铝层是地壳上部分布不连续的一层,平均厚度约为 10 km,化学成分以硅、铝为主,故称硅铝层。硅铝层密度较小,平均为 2.7 g/cm³。地震波在硅铝层的传播速度与花岗岩近似,其物质成分类似花岗岩,故又称花岗岩层。该层厚度各地不一,山区有时厚达 40 km,海陆交界处变薄,海洋地区则显著变薄,在太平洋中部此层甚至缺失,如图 1-6 所示。

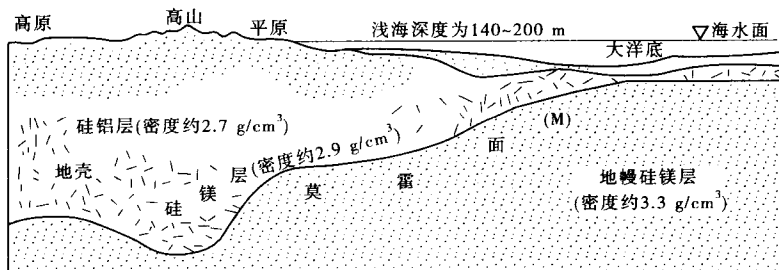


图 1-6 地壳结构示意图

(二) 硅镁层(玄武岩层)

硅镁层的主要化学成分除硅、铝外,铁、镁相对增多,故称硅镁层。硅镁层密度较大,平均为 2.9 g/cm^3 。因硅镁层平均化学成分、地震波传播速度均与玄武岩相似,故又称玄武岩层。硅镁层是地壳下分布连续的一层,在大陆及平原区厚度可达 30 km ,海洋区仅厚 $5\sim 8 \text{ km}$ 。

地壳是由各种化学元素组成的,根据地球化学分析,在地壳中已发现有 90 多种元素,但各种元素含量差异很大,其中以 9 种元素为主。在国际上,把各种元素在地壳中的平均含量称为克拉克值(见表 1-2)。

表 1-2 地壳主要化学元素平均含量

元素	克拉克值(%)	元素	克拉克值(%)
氧 O	46.95	钠 Na	2.78
硅 Si	27.88	钾 K	2.58
铝 Al	8.13	镁 Mg	2.06
铁 Fe	5.17	钛 Ti	0.62
钙 Ca	3.65	氢 H	0.14

注:谐音记忆“养闺女贴给哪家美”。

地壳中的化学元素,往往集集成各种化合物或以单质出现,形成矿物。矿物的自然集合体又形成岩石。因此,矿物和岩石是组成地壳物质的基本单位,它们都是在地壳发展过程中各种地质作用的产物。

二、地质作用

从地球形成至今,经历了大约 50 亿年的发展历史,在这漫长的地质历史中,地球一直在不停地运动、变化和发展。例如,有些时候一些地方遭受挤压褶皱形成高山,而另一些地方就会凹陷形成海洋;高山不断遭受剥蚀被夷为平地,沧海又不断被泥土充填变成桑田;坚硬岩石破碎成为松软泥沙,而松软泥沙不断沉积形成新的岩石。这种由于自然动力引起地球发展变化的作用(或促使地壳的物质组成、内部结构及表面形态发生变化的各种作用)称为地质作用。由地质作用所引起的各种自然现象称为地质现象。

地质作用有的表现为短暂而迅速的突变,如火山喷发、地震、山洪等;而大多数地质作用则表现为长期缓慢的渐变,因而不易察觉,但长期地质作用往往造成更为巨大的后果,如高山被夷平、大海被填淤等。据观察,堆积 1 m 厚的黄土需要 1 000 年,而兰州附近的黄土约 200 m ,则需要 20 万年堆积而成。

地质作用是由各种自然力产生的。按照这些自然力来源的不同,地质作用可分为两大类:由地球内部能量引起地球发生变化的内力地质作用和由地球外部能量引起地壳形态发生变化的外力地质作用。内力地质作用和外力地质作用的特征如图 1-7 所示。

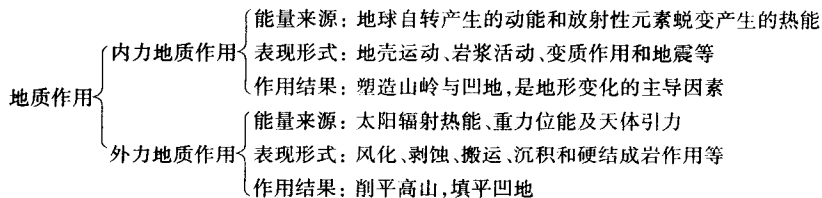


图 1-7 内力地质作用和外力地质作用的特征

内力地质作用和外力地质作用在促使地球演化过程中, 既是相互联系又是互相矛盾的。内力作用对地球演化起着主导作用, 它通过岩浆作用、变质作用和地壳运动等不断地改造地壳, 并使地表产生大陆、海洋、山脉、平原等巨型地形起伏。外力作用则是对地球的进一步加工塑造, 起着削高补低的作用。总之, 地球在内力地质和外力地质共同作用下不断地发展变化。

第二节 造岩矿物

一、矿物的概念及类型

矿物是指地壳中的化学元素在地质作用下形成的、具有一定化学成分和物理性质的单质或化合物。自然界中只有少数矿物是以自然元素形式出现的, 如金刚石、自然金(Au)、硫磺(S)等。而绝大多数矿物是由两种或两种以上元素组成的化合物, 如石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等。矿物绝大多数呈固态。固体矿物按其内部构造不同, 可分为晶质体和非晶质体两种。晶质体的内部质点(原子、离子、分子)有规律地排列, 往往具有规则的几何外形, 如岩盐, 如图 1-8 所示。

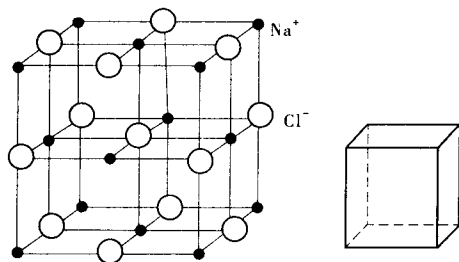


图 1-8 岩盐的内部构造及晶体

但是矿物在岩石中受到许多条件和因素的控制, 晶体常呈不规则几何形状。非晶质体的内部质点的排列则是杂乱无章没有规律的, 因此不具有规则的几何外形, 如蛋白石、玉髓($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 见图 1-9)、褐铁矿($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)等。非晶质又可分为玻璃质和胶体质两种。地壳中的矿物绝大部分是晶质体。

自然界的矿物按其成因可分为三大类型:

(1) 原生矿物 原生矿物是指在成岩或成矿的时期内, 从岩浆熔融体中经冷凝结晶所形成的矿物, 如石英、正长石等。