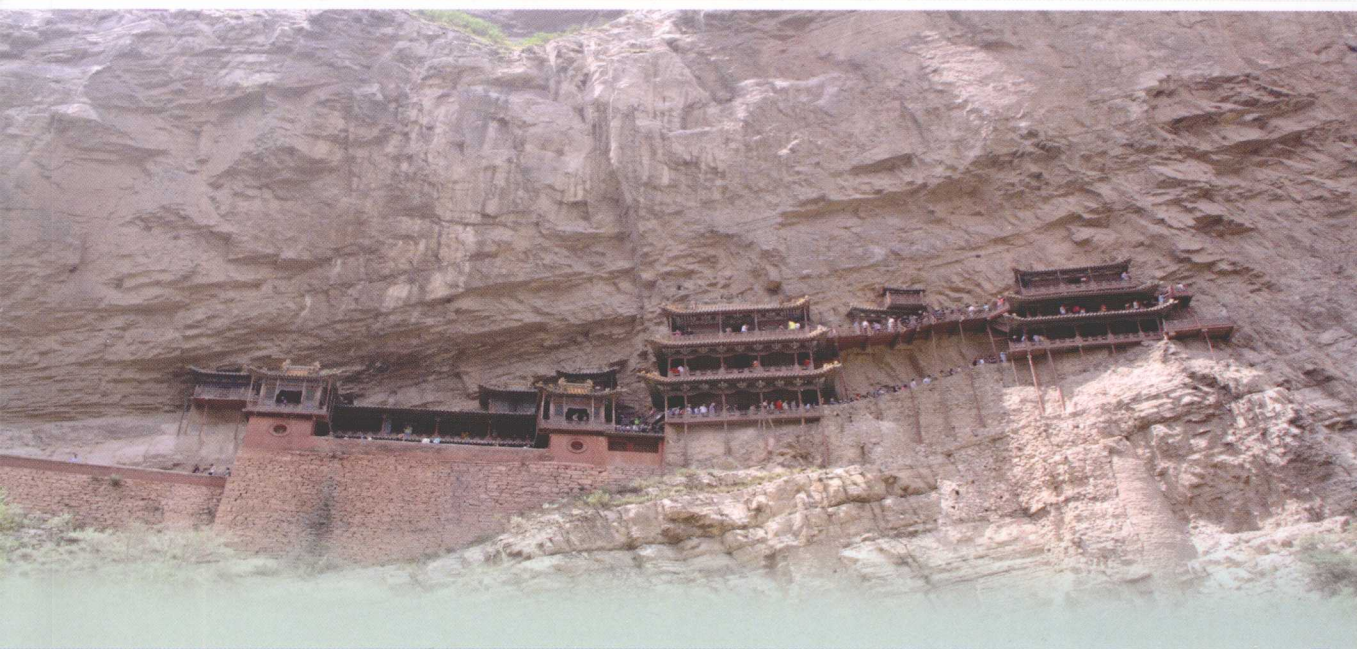


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



土木工程地质

王健 郭抗美 张怀静 主编
何高毅 主审



人民交通出版社

China Communications Press



交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

—— 土木工程地质

Tumu Gongcheng Dizhi

王 健 郭抗美 张怀静 主编
何高毅 主审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本教材是根据土木工程专业指导委员会组织制定的土木工程地质教学大纲编写的,本书共分八章。内容包括:绪论、矿物与岩石、岩层与地质构造、地下水、地表水的地质作用及第四纪沉积物、不良地质现象、常见岩土工程地质问题、工程地质勘察等相关内容。

本书紧密结合工程实际,依据岩土工程新规范、新标准编写,反映了本学科发展的新进展和新成果。本书适用于高等学校土木工程专业工程地质课程的教学,也可作为注册岩土工程师考试的参考教材,还可供相关专业师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程地质/王健等主编. —北京:人民交通出版社,
2009.8

ISBN 978-7-114-07782-1

I. 土… II. 王… III. 土木工程—工程地质 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 124290 号

交通版高等学校土木工程专业规划教材

书 名:土木工程地质

著 作 者:王 健 郭抗美 张怀静

责任编辑:张征宇 赵瑞琴

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010) 59757969, 59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.5

字 数:386 千

版 次:2009 年 9 月 第 1 版

印 次:2009 年 9 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07782-1

定 价:28.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交 通 版

高等学校土木工程专业规划教材

编 委 会

主任委员：阎兴华

副主任委员：张向东 李帼昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员：彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长：张征宇



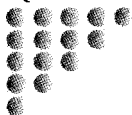
随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈。作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高高等教育的水平和质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设。体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路。于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材已陆续出版。

这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社



本书根据土木工程专业指导委员会组织制定的土木工程地质教学大纲的编写要求以及作者多年教学经验编写的,适用于土木工程专业工程地质课程教学。

土木工程地质是研究工程地质环境与人类土木工程活动相互关系和相互作用的一门应用地质科学,两者关系密切,互相制约。因此,土木工程地质的学习目的就是要解决与土木工程活动有关的工程地质问题;解决土木工程活动对地质环境的影响。其具体任务包括:对工程区内的各种工程地质条件进行调查、分析、评价;解决影响工程活动的各种地质问题,并论证工程区内各种不良地质现象的发生和发展,提出有效的预防和改进措施。为工程建设的规划、设计、施工、使用和维护提供所需的地质资料和数据。工程活动的安全性固然重要,但随着社会和人类文明的进步,工程活动对地质环境的影响也日益提到日程上来。

本书在内容的安排上“重基础”,使学生掌握厚实的工程地质学基础知识;“重应用”,使学生对解决岩土工程地质问题的方法有较深入的了解。本教材紧密结合工程实际,图文并茂,在每章后附思考题,并希望在教材使用当中有相当的实习课时与之相配合。

本教材由北京建筑工程学院王健、河北工业大学郭抗美、北京建筑工程学院张怀静主编;编写人员有北京建筑工程学院王健、张怀静、廖俊海、梁子轩、俞鑫峰,河北工业大学郭抗美,南阳理工学院李献军。其中第一章由王健编写;第二章、第三章由郭抗美编写;第四章、第五章由张怀静编写;第六章、第八章由李献军编写;第七章由王健、张怀静、廖俊海、梁子轩、俞鑫峰编写,所有思考题由张怀静编写。全书由王健、张怀静修改、统稿。在编写过程中,得到了许多同行的大力帮助,在此深表谢意。

对审稿人何高毅教授的精心审阅和指导深表谢意。

限于编者水平有限,本教材会有一些缺点和不足,恳请读者予以批评指正。

编者

2009年3月于北京

目录 MULU



第一章 绪论	1
第二章 矿物与岩石	5
第一节 地球的特性及构造	5
第二节 地质作用	6
第三节 造岩矿物	9
第四节 岩浆岩	13
第五节 沉积岩	18
第六节 变质岩	25
第七节 岩石的工程地质性质	29
第三章 岩层与地质构造	37
第一节 地质年代	37
第二节 岩层产状	42
第三节 断裂构造	49
第四节 地质图	56
第四章 地下水	63
第一节 地下水的物理性质与化学性质	64
第二节 地下水的类型	68
第三节 地下水的地质作用	77
第四节 地下水的运动规律和涌水量计算	78
第五节 地下水对土木工程建设的影响	86
第五章 地表水的地质作用及风化作用	91
第一节 暂时性流水的地质作用及其沉积物	91
第二节 经常性流水的地质作用及其沉积物	95
第三节 湖泊海洋的地质作用	102

第四节 风化作用..... 106

第六章 不良地质现象及防治措施..... 118

 ||

 第一节 崩塌与岩堆..... 118

 第二节 滑坡..... 123

 第三节 泥石流..... 135

 第四节 岩溶..... 141

 第五节 地震..... 146

第七章 常见岩土工程地质问题..... 156

 ||

 第一节 地下洞室的工程地质问题..... 156

 第二节 地基的工程地质问题..... 176

 第三节 边坡工程的工程地质问题..... 188

第八章 工程地质勘察..... 201

 ||

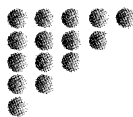
 第一节 工程地质勘察的目的、任务及阶段的划分 201

 第二节 工程地质勘察技术与方法..... 204

参考文献..... 238

第一章 绪论

DIYIZHANG



一、工程地质学与地质学的关系

地质学是研究地球,主要是地壳的一门科学。其主要研究内容包括地壳物质组成、各种地质作用、地球形成发展的历史以及解决与人类活动相关的地质问题等。地质科学与工程科学相互交叉、相互渗透,形成了地质学的一个重要分支学科——工程地质学。工程地质学是调查、研究、预测、解决与兴建各类工程建筑有关的地质问题的科学。工程地质学在 20 世纪 30 年代就发展成为一门独立的学科。经过建国 50 多年来的努力,我国已建立起具有中国特色的学科体系,在社会主义建设中起到了重要的作用,在各类土木工程建设中有着广泛的应用。

二、工程地质学

(一)工程活动与地质环境的关系

工程地质学是研究工程活动与地质环境相互作用的一门科学,各类工程建筑都是在一定的地质环境中进行,他们之间会相互关联并相互制约。

通常所指的工程活动是各种土木工程建设,包括工业与民用建筑、道路、桥梁、地下建筑、水工建筑等建筑在地球表层的地壳之上或内部的工程,地壳表层的岩体和土体,常作为建筑物的地基或环境介质。

地质环境包括地壳和一定深度的地质条件,可能由一定的地质作用影响着工程建筑的安全和正常使用,也可能因地质条件处理不良而提高工程造价。如地震多发区修建的建筑物可以顷刻间给人们生命财产造成巨大损失,地基承载力不足使建筑物失稳破坏,软弱地基造成建筑物过度沉降或不均匀沉降,过大的不均匀变形会使建筑物发生裂缝、倾斜、塌陷以至影响正常使用,甚至毁坏。岩、土边坡的陡缓及稳定性将决定着工程量及道路路基、大坝等的稳定性及其他工程建筑的安全和正常使用。地基与围岩的地质条件直接决定大坝、桥梁、地下工程等的安全可靠性。而对于不适合建筑物要求的某些特殊地质条件,需考虑进行特殊的处理。人类的工程活动带来的地质环境和地质条件的改变也会威胁到人类生活和生存环境,影响建筑物的安全和正常使用。如大量抽取地下水会造成地面沉降,市政设施破坏或丧失功能;大型水

库的建造会诱发地震、改变库区上下游的水文地质条件,使下游沼泽化等。为此,工程地质工作者还应充分研究工程建筑对地质环境的影响,处理好两者的关系,充分利用其有益的方面,使工程建筑达到既经济又安全可靠的目的。

人类早期的工程活动是对于建筑场地的工程地质环境的朴素了解。随着人类的进步,今天的土木工程建筑涉及工业与民用建筑、道路桥梁、铁路工程、水利工程、港口工程、地下工程等许多领域。工程的复杂性,地质条件的复杂性,工程的规模之大,对地质条件的要求之高等都达到空前。同时,由于人类大规模工程建设活动破坏环境造成的工程地质问题也越来越多,研究人类活动影响下的地质环境问题又成为工程地质学一个新的研究领域。

(二)工程地质条件

工程地质问题不是孤立、偶然发生的,它与工程建设周围的地质环境、自然条件有着极大的关系,其形成、发展和变化也是工程活动与地质环境相互作用的结果。当论证工程地质问题时,必须从调查和研究地质条件入手。我们称那些直接和间接影响着工程建设规划、设计、施工和正常使用的地质条件为工程地质条件。工程地质条件是工程建筑所在地区或建筑场地地质环境各项因素的综合。其中最基本的因素包括地层与岩性、地层与岩层产状、软弱夹层、接触关系及物理力学性质、水理性质等。对土木工程安全和稳定构成巨大威胁的褶皱、断层、节理等地质构造因素也是工程地质研究的基本对象,还有地下水的成因、埋藏、分布、运动和化学成分等水文地质条件因素,与地形、岩性、地质构造和地表水、地下水、地质作用、地形地貌因素相关的常见的不良地质现象,如滑坡、崩塌、泥石流等,其发生、发展和防治措施。常见的一些岩土工程问题分析等。

掌握不同工程地质条件因素,对工程建筑安全和正常使用至关重要。工程技术人员须全面了解和认识不同工程地质条件与土木工程之间的关系,研究和解决不良工程地质条件下可能出现或诱发的工程地质问题。

(三)工程地质学的主要任务

由于地表岩土分布、产状、结构构造不一,强度和稳定性不同,加上地壳在各种自然地质作用下发生的变化,会对建筑物的安全和稳定性产生影响。相反,工程建筑物的施工和使用对地质环境和条件的影响,还会使得建筑物安全稳定问题更加复杂化。工程地质作用不是孤立或偶然发生的,它与建筑地区周边的自然环境和因素关系密切。工程地质学的研究必须全面考虑各种环境条件和影响因素,针对不同的工程地质问题,提出正确地处理问题的方法,以保证工程建筑的正常使用,因此工程地质学的任务是非常艰巨的。

工程地质学为工程建设服务,在我国经济建设和国防建设中应用广泛。作为工程地质工作的基础,在工程建筑的任何阶段对工程区域内工程地质条件的调查、研究和评价是工程地质工作的首要任务。工程地质学的主要任务应包括:

(1)对建筑场地的工程地质条件进行地质调查与评价,提供工程规划、设计、施工所需要的工程地质资料,指出对工程建筑有利和不利因素。其内容应包括岩土类型与性质、地质构造与岩土结构、地形地貌条件、水文地质条件、自然地质现象及建筑材料的开采使用等问题。

(2)根据建筑场地的工程地质条件论证并解决与工程建筑有关的工程地质问题,对建筑物的设计和施工提出技术建议。对于不利于建筑物安全的地质条件下的工程地质问题提出处理方法。常见的工程地质问题包括地基沉降变形问题,地基、斜坡或洞室的围岩稳定问题,渗漏

问题等。针对不同问题对建筑结构、基础类型、施工方法等方面给予建议。

(3)预测并论证建筑区内各种物理地质现象的发生发展,提出改善措施。在已选定的建筑物场地和周边地区,根据建筑物的形式、规模和特点,从分析工程地质条件入手,论证预测工程地质问题发生的可能性及其发展规模和趋势,提出改善、防治或利用的方法。

(4)研究工程建筑对地质环境的影响,提出保护地质环境的对策和措施。

(四)工程地质学的内容及分支学科

本书结合土木工程的特点和一般工程建设中可能遇到的工程地质问题,主要介绍了矿物和岩石、地层与地质构造、地下水的地质作用、地表水的地质作用及第四纪沉积物、不良地质现象及防治、常见的岩土工程地质问题和工程地质勘察等工程地质的基本内容。

工程地质学的内容是十分广泛和多方面的,完整的工程地质学科体系按其研究的对象和任务可以分为以下几个分支学科。

1. 工程岩土学(土质学)

岩石和土作为人工建筑的地基和围岩或是建筑材料,必须研究和了解岩石、土的工程地质性质,分布规律和成因类型,了解工程地质性质的机理、形成和变化规律,以便对包括建筑物荷载及外界环境影响下的各种土、石的工程性质进行评价,对不良性质提出改进措施。

2. 工程地质分析

工程地质分析就是研究工程活动中主要的工程地质问题,研究它们产生的地质环境条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确地评价和有效地防治其可能造成的不良影响。

3. 工程地质勘察

探讨工程地质调查研究的方法和手段,通过勘察、分析和研究阐明有关工程活动的地质因素,指出并解决所存在的工程地质问题,为工程建筑的设计施工提供所需的地质资料和数据。

4. 区域工程地质

不同地域具有不同的地质条件,工程地质条件和出现的工程地质问题也具有明显的区域性分布规律和特点。我国国土面积大,自然条件复杂,开展这方面的研究显得尤为重要。

5. 环境工程地质

研究人类工程、经济活动对地质环境的影响,为开发利用工程地质环境或防治其不利作用提供科学依据的学科。它是现代工程地质学研究的热点。

三、工程地质学的发展

工程地质学发展的最初阶段是以工程地质条件和质量评价作为主要工作。一方面是对工程建筑的地基、围岩的质量进行评价,还要对工程建筑的地质环境进行质量评价。20世纪60年代末开始了以地质体稳定性分析为特征的工程地质灾害的成灾预报研究工作。谷德振教授提出了地基稳定性、边坡稳定性、地下洞室稳定性、山体稳定性和地壳稳定性五大课题,开始了工程地质研究的第二阶段。由于许多新技术的出现,20世纪70~80年代以来,工程地质发展到了第三阶段,这是以工程地质灾害预测预报、不良地质现象及地质灾害防治等主要课题为特征的地质工程研究阶段。今天的工程地质不仅仅只是对工程地质条件进行评价和对不良地质现象进行预报,还应该研究不良地质条件的改造和地质工程施工问题,使之满足工程建筑的要求。工程地质学与土木工程相结合又产生了新的边缘学科地质工程学。

四、工程地质学与其他相关课程之间的关系

工程地质学是土木工程专业的专业基础课程,开设在基础课程学习之后,土力学、岩石力学、基础工程课程之前。地质学学科涉及的矿物学、岩石学、构造地质学、地貌学等都是工程地质学的地质基础学科。工程地质学还需要数学、力学、物理学、化学知识作为其主要的基础学科,并与土力学、岩石力学、环境学、生态学及其他应用技术学科关系密切。工程地质学不同于传统的地质学课程,它是地质学和工程之间互相联系和沟通的桥梁。

当代科学技术发展迅速,人类活动的规模和范围不断扩大。对地壳表层的影响也越来越大,人类的生活、生产环境在不断变化,因此推动着工程地质学的不断发展。工程地质学是一门理论与实践结合很强并对实践经验要求很高的学科,伴随着科学技术和研究手段的进步,基础理论和研究方法也在由定性向定量方向发展。

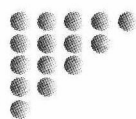
五、本课程的安排与学习方法

本书是为土木工程专业学生开设的工程地质课程而编写的,力图突出重点、内容简练。教学中可根据不同专业方向的要求和具体课时数取舍其内容。

课程围绕土木工程专业特点,结合我国工程地质条件,对地层岩性、地质构造、地质作用、不良地质条件及对工程的影响、工程地质勘察等方面的基本理论和方法做了介绍。要求学生通过本课程的学习初步掌握与本专业有关的一般工程地质问题的分析和判断方法,并具有一定的解决实际工程地质问题的能力。

在课堂上应加强形象教学,利用幻灯、投影、动画等多媒体教学手段。基本课时之外还应辅以课外参观、野外实习、实验室看标本等环节,使这门实践性较强、课时有限的课程收到较好的教学效果。

本课程是一门实践性很强的技术基础课,仅靠死记硬背很难达到掌握知识点目的。课程虽以课堂教学为主,但应采取多种形式的课堂教学手段,在有限的学时内取得较好的教学效果,使学生深入了解工程地质学的基本理论、基础知识,这也是土木工程师解决工程实际问题的先决条件。野外实习应是这门课程必不可少的实践环节,有条件的地方,应选择对基本的矿物、岩石、地质构造和地质现象的野外参观和实习,使学生不断加深对所学知识的理解和掌握。



第一节 地球的特性及构造

地球是宇宙间绕太阳公转的一颗行星。根据现有资料得知:地球是一个不标准的旋转椭球体,赤道半径(a)为 6 378. 14km,两极半径(b)为 6 356. 779km,地球的扁平率($\frac{a-b}{a}$)为 $\frac{1}{298.588}$,赤道附近稍微凸出,极区稍微扁平,赤道与极地半径相差 22km。地球呈椭球形是地球自转的结果,这表明地球具有弹塑性。地球表面起伏不平,可分为陆地和海洋两大部分,陆地面积占 29. 2%,海洋面积占 70. 8%。

地球具有一定的圈层构造,以地表为界分为外圈和内圈,外圈包括大气圈、水圈和生物圈;内圈通常分为地壳、地幔和地核。根据地震波在地球内部传播速度的变化,可以确定地球内部圈层的分界面,地球物理上称为不连续面。地球内部有两个波速变化最明显的界面。第一个界面深度很不一致,在大陆区较深,最深可达 60km 以上;在大洋区较浅,最浅不足 5km,该界面称为莫霍洛维奇不连续面,简称莫霍面,是前南斯拉夫人莫霍洛维奇 1909 年发现的。第二个界面在地表下约 2 900km 处,称为古登堡不连续面,简称古登堡面,是美国人古登堡 1914 年提出的。根据这两个界面把地球内部划分为地壳、地幔和地核三个圈层,见图 2-1。

(一)地壳

地壳是莫霍面以上地球的表层部分,平均厚度约为 16km,为地球半径的 1/400。地壳体积占地球总体积的 1. 55%。大陆地壳与大洋地壳在结构及演变历史上均有明显差异。大陆地壳具有上部为硅铝层(花岗岩质层)、下部为硅镁层(玄武岩质层)的双层结构。硅铝层的纵波波速(V_p)为 6. 0~6. 2km/s,密度为 2. 6~2. 7g/

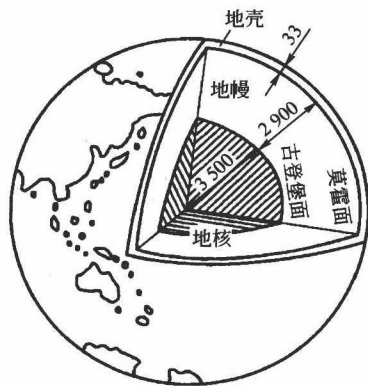


图 2-1 地球内部圈层构造(尺寸单位:km)

cm^3 ,一般厚 15~20km;硅镁层的纵波波速(V_p)为 6.4~7.8km/s,密度为 $3.3\text{g}/\text{cm}^3$,一般厚 15~20km。大洋地壳厚度较薄,平均仅为 5~6km,一般缺乏硅铝层,硅镁层直接出露于洋底。

(二)地幔

地幔是地球莫霍面以下、古登堡面以上部分,厚度约 2900km,其体积约占地球总体积的 82.3%。

地幔是地球的主体部分,主要由固态物质组成,以 650km 为界,分为上地幔和下地幔两个次级圈层。上地幔的平均密度为 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$,顶部纵波波速(V_p)为 8.0km/s,与地壳有明显区别。根据密度、波速等资料分析,上地幔的物质是由含铁、镁多的硅酸盐矿物组成的,与超基性岩类似。对地幔中地震波传播特征的研究发现,在 60~250km 处存在“低速带”,尤其是 100~150km 深度处波速降低得最多。一般认为低速带是由于该带内温度增高至接近岩石的熔点,但尚未熔融的物质引起的。又据低速带内有些区域不传播横波,推断这些区域的温度已超过岩石的熔点形成液态区。由于低速带距地表很近,这些液态区很可能是岩浆的发源地。鉴于低速带的塑性较大,它为上部固态岩石的活动创造了有利的条件,故在构造地质学中称其为软流圈。而将软流圈以上的上地幔和地壳部分称为岩石圈。下地幔地震波速平缓增加,密度达 $5.1\text{g}/\text{cm}^3$ 。一般认为其物质成分虽然仍以铁、镁的硅酸盐为主,但相当于超基性岩的超高压相矿物组成的岩石。

(三)地核

地核是地球内古登堡面以下至地心的部分,厚度为 3473km,占地球总体积的 16.2%。按地震波速分为外核、过渡层和内核三个次级圈层。外核分布于 2885~4170km 深度,平均密度为 $10.5\text{g}/\text{cm}^3$,根据横波不能通过外核的事实,推断外核是由液态物质组成的。分布于 4170~5155km 深度的过渡层,波速变化复杂,可能是由液态开始向固态物质转变的一个圈层。内核为 5155km 至地心部分,由以铁、镍等成分为主的固态物质组成。

第二节 地质作用

无数地质资料都表明,自地球形成以来,地面上的山山水水和地下各种物质都经过了许多变化,并且还在不断地运动变化着。

在自然界中所发生的一切可以改变固体地球的物质组成、构造和地表形态的作用称为地质作用。地质作用在自然界中普遍存在,只不过有的地质作用短暂而猛烈,如地震、火山爆发等,易于观察。有的地质作用长期持续缓慢进行,短期内不易觉察,如岩石风化、海陆变迁等。就最终结果而言,猛烈的地质作用可立即产生明显的后果,而缓慢的地质作用只要长期持续进行,同样可以产生甚至更为显著的结果。如世界上最强烈的地震造成的地面最大位移不超过数米,而喜马拉雅山脉原来是海洋,三千万年以来平均以每年不超过八毫米的速度持续上升,已变成了今日最雄伟的高山。河流入海,所携泥沙逐渐在河口附近淤积,短期内后果并不明显。但是,正是黄河、淮河和海河长期淤积的结果,形成了今日广阔的华北平原。因此,在地质学的研究中,除了注意地质作用的猛烈程度之外,还必须注意时间因素的影响。

根据地质作用的动力来源,地质作用可分为内动力地质作用和外动力地质作用两大类。

一、内动力地质作用

由地球内部能如地球的旋转能、重力能、放射性元素蜕变的热能等产生的地质应力所引起的地质作用即内动力地质作用。它主要在地下深处进行,并可波及地表。内动力地质作用包括:地壳运动、地震作用、岩浆作用和变质作用。岩浆岩、变质岩等便是内动力地质作用的产物。

(一)地壳运动

由于地球自转速度的改变等原因,使得组成地壳的物质不断运动,并改变它的相对位置和内部构造,称为地壳运动。它是内动力地质作用的一种重要形式,在改变地壳面貌的过程中占主导地位。按地壳运动的方向可分为水平运动和垂直运动两种形式。

1. 水平运动

水平运动是地壳演变过程中,相对表现得较为强烈的一种形式,也是当前被认为形成地壳表层各种构造形态的主要原因。

地球是一个急速旋转的椭球体,当其高速旋转时,将产生巨大的离心力。离心力和地球重力都在对地壳起作用,它们相互抵消后,还产生一种指向赤道的水平方向的挤压力,使赤道一带稍稍凸出,地球略微变扁。当地球自转角速度变化时,这些力的大小、方向也随之变化,同时将产生一种与变化方向相反的力,称为惯性力。所有这些力都在对地壳施加影响,地壳各圈层的物质成分及其物理化学状态又都存在着差异,因此运动的速度、方式、方向也都不可能一致,层与层之间产生摩擦,使地壳各部分受到挤压、拖曳、旋扭等各种作用,从而使地壳岩层发生强烈的褶皱和断裂,形成向各个方向延伸的山脉。

2. 垂直运动

垂直运动是指地壳物质沿地球半径方向做上升和下降的运动,是地壳演变过程中,表现得比较缓和的一种形式。它可以造成地表地势高差的变化,引起海陆变迁等。

地壳的垂直运动对沉积岩的形成有很大影响,不仅控制了沉积岩的物质来源与性质,同时也影响沉积岩的厚度与分布范围。上升运动控制的隆起区,是形成沉积岩物质成分的供给区;下降运动控制的沉降区,则是沉积岩物质成分沉积并转化为沉积岩的场所。

水平运动和垂直运动是密切联系不能截然分开的,在地壳运动过程中都在起作用,只是在同一地区和同一时间以某一方向的运动为主,另一方向运动居次或不明显。它们在运动过程中也可以相互转化,即水平运动可以引起垂直运动,甚至转化为垂直运动,反之亦然。

(二)地震作用

由构造运动等引起地壳发生快速的颤动称为地震作用。由于地球自转速度的不均匀性,加上地壳内部热能的变化,使地壳各部分岩石受到一定地应力的作用,当地应力作用超过地壳某处岩石的强度极限时,岩石即发生破裂,或使原有的破碎带重新活动,岩石积聚的能量急剧地释放出来,并以弹性波的形式向四周传播,从而引起地壳的振动,产生震撼山岳的地震。从地理分布范围看,地震主要发生在环太平洋一带和地中海至中亚一带。我国正处于这两大地震带的中间,是一个多地震活动的国家。

(三)岩浆作用

岩浆的形成、运动直至凝固结成为岩石的过程,称为岩浆作用。该作用在岩浆岩中将详

细论述。

(四)变质作用

因内力使温度、压力、化学成分等条件改变,地壳中的岩石发生变化,转化为新的岩石,这种转化过程称为变质作用。影响变质作用的因素有温度、压力和化学成分的加入等。

1. 温度

温度来自地热、岩浆热和动力热。温度是变质作用的基本因素。温度增高,大大增强了岩石中矿物分子的运动速度和化学活动性,使矿物在固体状态下,发生重结晶作用或重新组合产生新矿物。

2. 压力

一种是静压力,即上层岩石对下伏岩石的压力,随深度而增加。静压力的存在使岩石向体积缩小、密度增加的方向变化。另一种是由于地壳运动所产生的动压力,这种压力具有一定的方向,可使岩石破裂、变形、变质或发生塑性流动。岩石在这种定向力的作用下,矿物在垂直压力方向将发生局部的、细微的溶解,向平行压力方向流动而结晶,进而形成变质岩所特有的片理构造。

3. 化学成分的加入

外来物质主要来自岩浆。岩浆的热力可以使围岩结构构造发生变化,而岩浆分离出来的气体和液体可与围岩发生交代作用,生成新的矿物。

上述三种影响因素不是孤立的,在变质过程中常是多种因素一起使岩石发生复杂的变化。

二、外力地质作用

外力地质作用是由地球范围以外的能源,如太阳的辐射能、日月的引力能等为主要能源,在地表或地表附近产生的地质作用,称为外力地质作用。外力作用是地壳表层的水、大气、生物以外部能为能源,改造雕塑地壳(主要是地壳表面)的过程。外力作用的主要类型有:

(一)风化作用

地表或接近地表的岩石,在温度、大气、水和生物活动等因素的综合影响下,发生物理性质和化学成分变化的作用称为风化作用。风化作用在地表最为明显,随深度增加则逐渐消失。根据风化作用的性质,一般分为物理风化作用、化学风化作用和生物风化作用三种类型。详细内容将在后面章节中阐述。

(二)剥蚀作用

地面流水、地下水、风、河、湖等在运动过程中对地表岩石、土等的破坏过程,统称为剥蚀作用。引起剥蚀作用的地质营力有风、冰川、流水、海浪等。

陆地是剥蚀作用的主要场所。在地形起伏、气候潮湿、降雨量大的地区,剥蚀作用主要为流水的冲刷和侵蚀,使岩石遭受破坏;在干旱的沙漠地区,剥蚀作用主要为风对岩石的破坏。

风的剥蚀作用包括吹扬作用和磨蚀作用。吹扬作用指风将岩石表面的松散砂粒或风化产物带走;磨蚀作用指风所夹带的砂粒随风运行,对岩石表面发生摩擦侵蚀。

河流以自己的动能并以夹带的砂、砾石破坏河床岩石,并将破坏下来的物质带走的过程称

为流水的侵蚀作用。该内容将在以后章节中阐述。

(三)搬运作用

风化剥蚀产物被流水、风等搬走离开原地,迁移到其他地方的地质作用。搬运和剥蚀往往是同时由同一种地质营力来完成。如风和流水一边剥蚀岩石,同时又迅速将剥蚀下来的物质带走,两者是不能截然分开的。

(四)沉积作用

被搬运的物质经过一定距离以后,由于搬运介质搬运能力的减弱、搬运介质物理化学条件的改变或在生物作用下,从风和流水等介质中分离出来,形成沉积物的过程。

(五)成岩作用

沉积物逐层堆积,下面的沉积物被长期压密、脱水、胶结、重结晶而变成坚硬岩石的过程。

第三节 造 岩 矿 物

岩石是在地质作用下产生的,由一种或多种矿物以一定的规律组成的自然集合体,它构成了地球的固体部分。岩石按成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。由于岩石是由矿物组成的,所以要认识岩石,分析岩石在各种自然条件下的变化,进而对岩石及其组成的周围环境进行工程地质评价,就必须首先了解矿物。

一、矿物的概念

矿物是天然形成的元素单质或无机化合物,其化学成分和物理性质相对均一和固定,一般为结晶质。结晶质为原子(或离子、离子团)按严格规律排列的固体。矿物晶体中离子等排列的格式称为晶体格架或泛称晶体构造,见图 2-2。每种矿物均具有一定的晶体构造,反映在外形上均具有一定的晶体形状即晶形。理想的晶体为规则的几何多面体,如石盐的正立方体晶形及石英的六方双锥晶形,见图 2-3。晶形是区分矿物的重要依据。

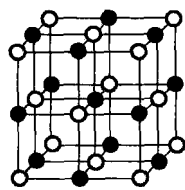


图 2-2 石盐的晶体构造
●-Cl⁻;○-Na⁺

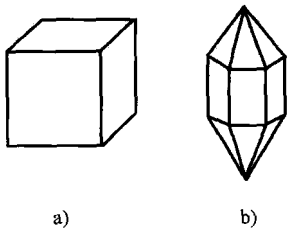


图 2-3 矿物的晶形
a)食盐晶体;b)石英晶体

自然界中已发现的矿物有 2 500 多种,但组成常见岩石的矿物仅数十种,这些组成常见岩石的矿物称为造岩矿物,约占地壳重量的 99%。造岩矿物以硅酸盐为主。

自然界中的矿物,都是在一定的地质环境中形成的,随后因经受各种地质作用而不断地发生变化。每一种矿物只是在一定的物理和化学条件下才是相对稳定的,当外界条件改变到一定程度后,矿物原来的成分、内部构造和性质就会发生变化,形成新的次生矿物。