

土木工程地质

CIVIL ENGINEERING GEOLOGY

(第二版)

主编 戴文亭

普通高等院校土木专业“十二五”规划精品教材

Civil Professional Textbooks for the 12th Five-Year Plan

主审 林宗元



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

013069837

P642
25-2

普通高等院校土木专业“十二五”规划精品教材

土木工程地质

Civil Engineering Geology

(第二版)



丛书审定委员会

王思敬 彭少民 石永久 白国良
李 杰 姜忻良 吴瑞麟 张智慧

本书主审 林宗元

本书主编 戴文亭

本书副主编 柴寿喜 于林平 姚爱军

本书编写委员会

戴文亭 柴寿喜 于林平 姚爱军
李长雨 张 龙

华中科技大学出版社

中国·武汉



北航

C1677677

P642
25-2

内 容 提 要

本书由绪论及十章内容组成,全书系统阐述了工程地质学的任务、基础知识及基本理论,包括岩石、第四纪沉积物和土、地质构造、风化及地表流水等地质作用、地貌、地下水以及岩体稳定分析;简要分析了滑坡、泥石流、崩塌等几种主要不良地质作用的过程及其工程防治;系统介绍了工程勘察的目的、任务、方法以及在道路与桥梁工程、工业与民用建筑工程、港口工程勘察中所涉及的主要岩土工程地质问题;简要介绍了环境工程地质问题及其评价的原则。每章结束附有思考题,旨在使学生掌握工程地质学的基本理论知识,提高学生分析问题、解决问题及创新的能力。

本书可作为高等院校土木工程专业(路桥方向、工业与民用建筑方向为主)的工程地质教材,也可作为高等院校工程地质、水文地质等相关专业的教材或参考书,还可供土木工程专业及其他相关专业方向的师生与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程地质(第二版)/戴文亭 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.9
ISBN 978-7-5609-9223-5

I. 土… II. 戴… III. 土木工程-工程地质-高等学校-教材 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 159342 号

土木工程地质(第二版)

戴文亭 主编

责任编辑:简晓思

封面设计:张 璐

责任校对:张雪姣

责任监印:张贵君

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中理工大学印刷厂

开 本:850mm×1060mm 1/16

印 张:20.5

字 数:449 千字

版 次:2013 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

定 价:42.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通高等院校土木专业“十二五”规划精品教材

总 序

教育可理解为教书与育人。所谓教书,不外乎教给学生科学知识、技术方法和运用技能等,教学生以安身之本。所谓育人,则要教给学生做人道理,提升学生的人文素质和科学精神,教学生以立命之本。我们教育工作者应该从中华民族振兴的历史使命出发,来从事教书与育人工作。作为教育本源之一的教材,必然要承载教书和育人的双重责任,体现二者的高度结合。

中国经济建设高速持续发展,国家对各类建筑人才需求日增,对高校土建类高素质人才培养提出了新的要求,从而对土建类教材建设也提出了新的要求。这套教材正是为了适应当今时代对高层次建设人才培养的需求而编写的。

一部好的教材应该把人文素质和科学精神的培养放在重要位置。教材中不仅要内容上体现人文素质教育和科学精神教育,而且还要从科学严谨性、法规权威性、工程技术创新性来启发和促进学生科学世界观的形成。简而言之,这套教材有以下特点。

一方面,从指导思想来讲,这套教材注意到“六个面向”,即面向社会需求、面向建筑实践、面向人才市场、面向教学改革、面向学生现状、面向新兴技术。

二方面,教材编写体系有所创新。结合具有土建类学科特色的教学理论、教学方法和教学模式,这套教材进行了许多新的教学方式的探索,如引入案例式教学、研讨式教学等。

三方面,这套教材适应现在教学改革发展的要求,提倡所谓“宽口径、少学时”的人才培养模式。在教学体系、教材编写内容和数量等方面也做了相应改变,而且教学起点也可随着学生水平做相应调整。同时,在这套教材编写中,特别重视人才的能力培养和基本技能培养,适应土建专业特别强调实践性的要求。

我们希望这套教材能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型工程建设人才。我们也相信这套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,为教师和学生,以及专业人士所喜爱。

中国工程院院士 王 思 敬

2006年6月于北京

第二版前言

本书是普通高等院校土木工程专业“工程地质”课程教材,是根据土木工程专业高级专门人才的培养目标而编写的。本书重点结合路桥工程、工业与民用建筑工程和港口工程专业方向的需要,并同时考虑到目前土木工程专业发展的需要,按理论结合实际的原则进行编写,同时力求反映国内外本学科的最新发展水平。

本书由绪论及十章内容组成,全书系统阐述了工程地质学的任务、基础知识及基本理论,包括岩石、第四纪沉积物和土、地质构造、风化及地表流水等地质作用、地貌、地下水以及岩体稳定分析;简要分析了滑坡、泥石流、崩塌等几种主要不良地质作用的过程及其工程防治;系统介绍了工程勘察的目的、任务、方法以及在道路与桥梁工程、工业与民用建筑工程、港口工程勘察中所涉及的主要岩土工程地质问题;扼要介绍了环境工程地质及其评价原则。每章结束附有思考题,旨在使学生掌握工程地质学的基本理论知识,提高学生分析问题、解决问题及创新的能力。

本书由吉林大学、北京建筑大学、天津城建大学、大连海洋大学、长春建筑学院和长春工程学院的教师共同编写,由吉林大学戴文亭担任主编。具体分工如下:绪论,第3、7、10章及第6章6.1、6.2节由戴文亭编写;第1章和第6章6.3节由长春建筑学院张龙编写;第2、8章由天津城建大学柴寿喜编写;第4章由长春工程学院李长雨编写;第5章由大连海洋大学于林平编写;第9章由北京建筑大学姚爱军编写。全书由戴文亭统稿。

对于书中所引用文献和研究成果的众多作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,本书难免有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2013年7月

目 录

绪论	(1)
0.1 地质学与工程地质学	(1)
0.2 工程地质学的主要任务和研究方法	(1)
0.3 工程地质学分类	(2)
0.4 工程地质条件与工程地质环境	(3)
0.5 本课程的任务与学习要求	(4)
思考题	(4)
第1章 地壳与岩石	(5)
1.1 地壳与地质作用	(5)
1.2 造岩矿物	(8)
1.3 岩浆岩、沉积岩及变质岩	(14)
1.4 岩石的工程性质	(28)
思考题	(35)
第2章 第四纪沉积物与土	(36)
2.1 土的成因类型和工程性质	(36)
2.2 土的工程分类	(43)
2.3 土的物质组成及物理力学指标	(47)
2.4 主要特殊性岩土的工程性质	(71)
思考题	(94)
第3章 地质构造	(95)
3.1 地质年代	(95)
3.2 岩层产状及其测定	(99)
3.3 褶皱构造	(100)
3.4 断裂构造	(103)
3.5 活断层	(111)
3.6 地质图及其阅读	(115)
思考题	(123)
第4章 地貌	(124)
4.1 地貌概述	(124)
4.2 山岭地貌	(129)
4.3 平原地貌	(134)

4.4 河谷地貌	(135)
思考题	(140)
第5章 地下水	(141)
5.1 地下水的基本概念	(141)
5.2 地下水的物理性质与化学成分	(145)
5.3 地下水的分类	(151)
5.4 地下水的补给、径流和排泄	(161)
5.5 地下水运动的基本规律	(163)
5.6 地下水与工程建设的关系	(166)
思考题	(174)
第6章 工程岩体分级及其稳定性分析	(175)
6.1 岩体的结构特征	(175)
6.2 工程岩体分级	(183)
6.3 岩体稳定性分析	(189)
思考题	(197)
第7章 常见地质作用与不良地质现象	(198)
7.1 风化作用	(198)
7.2 地表流水的地质作用	(204)
7.3 崩塌与滑坡	(213)
7.4 泥石流	(230)
7.5 岩溶	(235)
7.6 地震	(241)
思考题	(252)
第8章 工程勘察	(254)
8.1 概述	(254)
8.2 工程地质测绘	(259)
8.3 勘探	(263)
8.4 工程勘察原位测试	(269)
8.5 长期观测	(279)
8.6 工程勘察资料的整理	(282)
思考题	(287)
第9章 土木工程建设中的主要(岩土工程)工程地质问题	(288)
9.1 工业与民用建筑工程中的主要岩土工程问题	(288)
9.2 道路与桥隧工程中的主要工程地质问题	(289)
9.3 港口工程中的主要工程地质问题	(303)
思考题	(306)

第 10 章 环境工程地质	(307)
10.1 环境地质和环境工程地质	(307)
10.2 工程建设与环境工程地质	(311)
10.3 工程地质环境质量评价	(313)
思考题	(315)
附录 常见地质符号	(316)
参考文献	(319)

绪 论

0.1 地质学与工程地质学

地质学是一门关于地球的科学。它研究的对象主要是地球的固体表层,主要有以下方面内容:① 研究组成地球的物质,由矿物学、岩石学、地球化学等分支学科承担这方面的研究;② 阐明地壳及地球的构造特征,即研究岩石或岩石组合的空间分布,这方面的分支学科有构造地质学、区域地质学、地球物理学等;③ 研究地球的历史以及栖居在地质时期的生物及其演变,这方面的分支学科有古生物学、地史学、岩相古地理学等;④ 地质学的研究方法手段,如同位素地质学、数学地质学及遥感地质学等;⑤ 研究应用地质学以解决资源探寻、环境地质分析和工程防灾问题。

从应用方面来说,地质学对人类社会担负着重大的使命,主要表现在两个方面:一是以地质学理论和方法指导人们寻找各种矿产资源,这也是矿床学、煤田地质学、石油地质学、铀矿地质学等研究的主要内容;二是运用地质学理论和方法研究工程地质环境,查明地质灾害的规律和防治对策,以确保工程建设安全、经济、正常运行。地质学的第二个方面是工程地质学研究的主要内容。工程地质学是地质学的重要分支学科,是把地质学原理应用于工程实际的一门学问。

0.2 工程地质学的主要任务和研究方法

工程地质学在经济建设和国防建设中应用非常广泛,由于它在工程建设中占有重要地位,从而早在 20 世纪 30 年代就获得迅速发展,成为一门独立的学科。我国工程地质学的发展始于新中国成立初期。经过 50 年的努力,不仅能适应国内建设的需要并开始走向世界,而且建立了具有中国特色的学科体系。纵观各种规模、各种类型的工程,其工程地质研究的基本任务,可归结为三方面:① 区域稳定性研究与评价,是指由内力地质作用引起的断裂活动中,地震对工程建设地区稳定性的影响的研究和评价;② 地基稳定性研究与评价,是指对地基的牢固、坚实性的研究和评价;③ 工程地质环境影响评价,是指对人类工程活动对工程地质环境的相互作用与影响的研究和评价。

工程地质学的具体任务:① 评价工程地质条件,阐明地上和地下建筑工程兴建和运行的有利和不利因素,选定建筑场地和适宜的建筑形式,保证规划、设计、施工、使用、维修的顺利进行;② 从地质条件与工程建筑相互作用的角度出发,论证和预测

有关工程地质问题发生的可能性、发生的规模和发展趋势;③ 提出及建议改善、防治或利用有关工程地质条件的措施、加固岩土体和防治地下水的方案;④ 研究岩体、土体分类和分区及区域性特点;⑤ 研究人类工程活动与地质环境之间的相互作用与影响。

工程地质学在工程规划、设计以及在解决各类工程建筑物的具体问题时必须根据不同设计阶段开展相应的岩土工程勘察、工程地质勘察工作,为了说明方便,以下统称为工程勘察工作。工程地质勘察的目的是取得有关建筑场地工程地质条件的基本资料 and 进行工程地质论证。

工程地质学的研究对象是复杂的地质体,所以其研究方法应是地质分析法与力学分析法、工程类比法与实验法等密切结合,即通常所说的定性分析与定量分析相结合的综合研究方法。要查明建筑区工程地质条件的形成和发展以及它在工程建筑物作用下的发展变化,首先必须以地质学和自然历史的观点分析研究建筑区周围其他自然因素和条件,分析历史地质条件可能对建筑区工程的影响和制约程度,这样才有可能认识建筑区地质条件形成的原因和预测其发展趋势和变化。这就是地质分析法,它是工程地质学基本研究方法,也是进一步定量分析评价的基础。对工程建筑物的设计和运用来说,仅有定性的论证是不够的,还要求对一些工程地质问题进行定量预测和评价。在阐明主要工程地质问题形成机制的基础上,建立模型进行计算和预测,例如,地基稳定性分析,地面沉降量计算,地震液化可能性计算等。当工程地质条件十分复杂时,还可根据条件类似地区已有资料对研究区的问题进行定量预测,这就是采用类比法进行评价。采用定量分析方法论证工程地质问题时,都需要采用实验测试方法,即通过室内或现场试验,取得所研究的岩土的物理性质、水理性质、力学性质等数据。长期观测工程地质现象的发展速度也是常用的试验方法。综合应用上述定性分析和定量分析方法,才能取得可靠的结论,对可能发生的工程地质问题制定出合理的防治对策。

0.3 工程地质学分类

工程地质学包括工程岩土学、工程地质分析、工程地质勘察三个基本部分,它们都已形成分支学科。工程岩土学的任务是研究土石的工程性质,研究这些性质的形成和它们在自然或人类活动影响下的变化。工程地质分析的任务是研究工程活动的主要工程地质问题,研究这些问题产生的工程地质条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确评价和有效防治它们的不良影响。工程地质勘察的任务是探讨调查研究方法,以便有效查明有关工程活动的地质因素。工程地质勘察在建设工程(含地下铁道、轻轨交通)领域已转化为岩土工程勘察。

由于工程地质条件有明显的区域性分布规律,因而工程地质问题也有区域性分布的特点,研究这些规律和特点的分支学科称为区域工程地质学。

随着生产的发展和研究的深入,一些新的分支学科,如环境工程地质、海洋工程地质等正在形成。

我国改革开放以来,随着经济高速发展,大规模基础工程设施,如举世瞩目的三峡工程、青藏铁路动工修建,京九线及我国高等级公路干线网“五纵七横”等一大批铁路、高等级公路、桥梁、海港码头等工程大量修建,其人类工程活动对工程地质环境的作用已达到了空前的规模。在某些地区这种作用甚至远远超过了一般的地质作用,因而提出了环境工程地质问题,即由人类工程—经济活动引起的(或称诱发的),且大规模地、广泛而严重地危害工程地质环境及其区内工程设施和人民生命财产安全的工程地质问题。同时,在某些条件下工程地质环境也会对工程或经济活动造成严重的不良影响。正因如此,环境工程地质这一分支学科才得以形成和发展,它强调人类工程和经济活动对工程地质环境的相互作用和影响。

为各类工程(道路、铁路、矿山、水利水电、工业与民用建筑等)服务的工程地质,因均有其自己的特点,所以均可单独划分成类,如公路工程地质、铁路工程地质、水利水电工程地质、矿山工程地质、工业与民用建筑工程地质等。各类工程的工程地质特点主要体现在工程建设过程中涉及的工程地质问题有所不同。例如,公路和铁路工程是一种延伸很长的线形建筑物,又主要是一种表层建筑物,它受地貌和滑坡、泥石流等不良地质现象的影响比建筑工程的影响大,而海岸港口工程涉及水、陆两种环境,自然又会有它自己的特点。

0.4 工程地质条件与工程地质环境

人类的工程活动都是在一定的工程地质环境中进行的,二者之间有密切的关系,并且是相互影响,相互制约的。

工程活动的地质环境,亦称为工程地质条件,一般认为,它应包括建设场地的地形地貌、地质构造、地层岩性、不良地质现象以及地下水等。

工程地质环境对工程活动的制约是多方面的。它可以影响工程建筑的工程造价与施工安全,也可以影响工程建筑的稳定和正常使用。如在开挖高边坡时,忽视工程地质条件,可能引起大规模的崩塌或滑坡,不仅会增加工程量,延长工期和提高造价,而且甚至会危及施工和使用安全。又如,在岩溶地区修建水库时,如不查明岩溶情况并采取适当措施,轻则蓄水大量漏失,重则完全不能蓄水,使建筑物不能正常使用。

工程活动也会以各种方式影响工程地质环境,这种影响亦称为环境工程地质问题,如在城市过量抽取地下水,可能导致大规模的地面沉降。道路工程中,不适当地开挖或填筑人工边坡,可能导致大规模的滑坡或崩塌。而大型水库或水渠渗漏对工程地质环境的影响,则往往可能不限局部场地而波及广大区域,在平原地区可能引起大面积的沼泽化,在黄土地区则可能引起大范围的湿陷,而在某些地区还可能诱发地震。

研究人类工程活动与工程地质环境之间的相互制约关系,以便做到既能使工程建筑安全、经济、稳定,又能合理开发和保护工程地质环境,这是工程地质学的基本任务之一。而在大规模改造自然环境的工程中,如何按地质规律办事,有效地改造工程地质环境,则是工程地质学将要面临的重要任务。

0.5 本课程的任务与学习要求

我国地域辽阔,自然条件复杂,在各种工程建设中常常遇到各种各样的自然条件和工程地质问题。如青藏铁路、青藏公路、天山公路等长大干线,都以工程地质条件复杂著称于世,秦山核电站、三峡大坝、超高层建筑上海金茂大厦、上海洋山港等,均涉及各种各样的工程地质问题。因此,作为土木工程师,必须具有一定的工程地质的科学知识,才能正确处理工程建设与工程地质条件之间的相互关系,才能胜任自己的工作。

本课程是土木工程专业的一门技术基础课,它结合我国工程地质条件和路桥工程、建筑工程及港口工程的特点,为学习专业和开展有关问题的科学研究,提供必要的工程地质学的基础知识和理论。学习了这门课程就可了解工程勘察的基本内容、工作方法;懂得搜集、分析和运用有关的工程地质资料,对一般的工程地质问题进行初步的分析评价和采取相应处理措施。学习本课程最重要的是不要死记硬背某些条文,而是要学会具体问题具体分析。

【思考题】

- 0-1 试说明工程地质学的主要任务和研究方法。
- 0-2 什么是工程地质条件和工程地质环境?它们具体包括哪些因素和内容?

第 1 章 地壳与岩石

地壳是地球的表层,是地质学、工程地质学的主要研究对象。地壳和地球内部的化学元素,除极少数呈单质存在外,绝大多数是以化合物的形态存在的。这些具有一定化学成分和物理性质的天然单质和化合物,称为矿物。而由一种或多种矿物以一定的规律组成的自然集合体,称为岩石。岩石是各种地质作用的产物,是构成地壳的物质基础。组成地壳的岩石,按其成因可分为三大类:岩浆岩、沉积岩和变质岩。

1.1 地壳与地质作用

地球是绕太阳转动的一颗行星,它是一个旋转椭球体。大地测量与地球卫星测量表明,地球的赤道半径为 6 378.160 km,两极半径为 6 356.755 km;地球的扁平率为 1/298.25。

研究资料表明,地球不是一个均质球体,而是具有圈层构造的球体。其外部圈层分为生物圈、水圈和大气圈;内部圈层分为地核、地幔和地壳(见图 1-1)。

地核主要由铁、镍组成,平均密度超过 10 g/cm^3 。

地幔处于地壳和地核中间,也称为中间层或过渡层,根据物质成分和所处状态不同,可分为上地幔和下地幔。上地幔主要由铁、镁、硅酸盐类物质组成,也称橄榄层;下地幔主要是由金属氧化物和硫化物组成。

地壳表层是人类工程活动的场所,地壳也是地质学的主要研究对象。

1.1.1 地壳

地壳是地球表层的一个坚硬外壳,是由固体岩石构成的,其平均密度为 2.8 g/cm^3 。地壳的平均厚度约为 17 km,有些地方厚,有些地方薄,厚度极不均匀。大陆地壳比较厚,最厚的地方可达 70 km,平均厚为 35 km;海洋地壳薄,最薄的地方不到 5 km,平均厚度只有 6 km。

组成地壳的岩石除地壳最表层的沉积岩(沉积岩质量约占地壳岩石总质量的 5%)外,其余主要由岩浆岩组成。地壳的化学成分以 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H

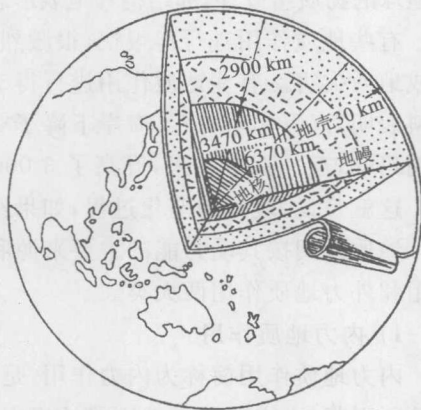


图 1-1 地球内部构造示意图

等元素为主。据美国地质学家和化学家克拉克统计分析,这九种主要元素质量约占了地壳总质量的 98.13%,其中氧几乎占了一半(49.13%),硅约占 $1/4$ (26.0%)。除这九种元素以外的其他元素质量只占地壳总质量的 1.87%。

1.1.2 地质作用

根据地球内部放射性同位素蜕变速度,地球从形成到现在经历了 45~60 亿年。在这漫长的地质历史进程中,它一直处在不断运动之中,其成分和构造时刻都在变化着。过去的大海经过长期的演变而成陆地、高山;陆地上的岩石经过长期日晒、风吹雨淋被逐渐破坏粉碎,脱离原岩而被流水携带到低洼处沉积下来,结果高山被夷为平地。海枯石烂、沧海桑田,地壳面貌在不断改变着。由自然动力引起地壳或岩石圈,甚至地球的物质组成、内部结构和地表形态变化和发展的自然作用,统称为地质作用。

有些地质作用进行得很快,很激烈,如山崩、地震、火山喷发等,可以在瞬间发生,造成地质灾害。有些地质作用进行得十分缓慢,不易被人们所察觉。据 1950 年测量资料表明,近百年中,荷兰海岸下降了 21 cm,平均每年下降 2 mm。喜马拉雅山的珠穆朗玛峰,近一百万年来,升高了 3 000 m,每年平均升高 3 mm,这是人们感觉不到的。这就是说,缓慢的变化过程,如果经历漫长的时间,也能引起地壳发生显著变化。

地质作用按其动力能的主要来源和发生作用的主要部位不同,可分为内力地质作用和外力地质作用两大类。

1) 内力地质作用

内力地质作用简称为内力作用,是由地球转动能、重力能和放射性元素蜕变的热能等所引起的,主要是在地壳或地幔中进行。内力地质作用包括地壳运动作用、岩浆作用、变质作用和地震作用等。

(1) 地壳运动作用

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,这种运动称为地壳运动。

地壳运动按其运动方向,可分为升降运动和水平运动。地壳运动会引起海陆变迁,产生各种地质构造,因此,地壳运动又称为构造运动。发生在新第三纪末和第四纪的构造运动,称为新构造运动。

(2) 岩浆作用

岩浆是地壳深处的一种富含挥发性物质的高温高压的黏稠硅酸盐熔融体,其中含有一些金属硫化物和氧化物。在地壳运动的影响下,由于外部压力的变化,岩浆向压力减小的方向移动,上升到地壳上部或喷出地表冷却凝固成为岩石的全过程,统称为岩浆作用。由岩浆作用而形成的岩石,叫岩浆岩。岩浆作用有以下两种方式。

① 喷出作用:地下深处的岩浆直接冲破地壳喷射或溢出地面冷却成岩石的过程,称为喷出作用,也称火山作用。

② 侵入作用:岩浆从地下深处沿各种软弱带上升,往往由于热力和上升力量的

不足,或因通道受阻,不能到达地表,只能侵入到地下一定深度冷凝成岩石,这一过程称为侵入作用。

(3) 变质作用

由于地壳运动、岩浆作用等,在地下一定深度的岩石受到高温、高压及化学成分加入的影响,在固体状态下,发生一系列变化,形成新的岩石,这一过程称为变质作用。由变质作用形成的岩石叫变质岩。影响变质作用的主要因素为温度、压力、化学成分的加入。

根据引起变质作用的基本因素,可将变质作用分为三个类型。

① 接触变质作用:它是指岩浆侵入到围岩中,岩浆的热力及其析出来的气体和液体,使围岩发生变质的过程。因此,引起接触变质作用的主要因素是温度和化学成分的加入。如砂岩变成石英岩,石灰岩变成大理岩等。

② 动力变质作用:因地壳运动而产生的局部应力使岩石变形和破碎,但成分很少发生变化,这一过程称为动力变质作用。动力变质作用主要影响因素是压力,温度次之,如断层角砾岩和糜棱岩等。

③ 区域变质作用:区域变质作用通常在大的区域范围内发生,是一种与强烈地壳运动密切相关的变质作用。区域变质作用是地壳深处的岩石在高温、高压下发生变化,并有外来化学组分的加入的变质作用,是各种因素的综合。所形成的变质岩多具片理构造,如片岩等。

(4) 地震作用

地震是地壳快速振动的现象,是地壳运动的一种强烈表现。火山喷发可引起火山地震,地下溶洞或地下采空区的塌陷可能引起陷落地震,山崩、陨石坠落等也可引起地震,但这些地震规模小。绝大多数地震是由地壳运动造成的,称为构造地震。地壳内各部分岩石都受到一定的力(即地应力)的作用,地应力作用未超过岩石弹性极限时,岩石产生弹性变形,并把能量积蓄起来;当地应力作用超过地壳内某处岩石强度极限时,就会发生破裂,或使原有的破碎带重新活动,所积蓄的能量突然急剧地释放出来,并以弹性波的形式向四周传播从而引起地壳振动,产生地震。可见地震是一种自然现象,是由地应力引起岩石积蓄能量和急剧释放能量所形成的地质作用。

2) 外力地质作用

它是由地球范围以外的能源引起的地质作用。它的能源主要来自太阳辐射能以及太阳和地球的引力等。其作用方式有风化、剥蚀、搬运、沉积和成岩。外力地质作用的总趋势是削高补低,使地面趋于平坦。

(1) 风化作用

常温、常压下,在温度变化、气体、水和生物等因素的综合影响下,地壳表层的岩石在原地发生破碎、分解的物理和化学变化过程,叫作风化作用。

(2) 剥蚀作用

将风化产物从岩石上剥离下来,同时也对未风化的岩石进行破坏,不断改变着岩

石面貌,这种作用称为剥蚀作用。其地质营力有风、流水、冰川和海浪等。因此,剥蚀作用可分为风的吹蚀作用、流水的侵蚀作用、地下水的潜蚀作用、冰川的刨蚀作用、海水和湖水的冲蚀作用等。

(3) 搬运作用

风化剥蚀的产物,在地质营力作用下,离开母岩区,经过搬运到达沉积区的过程,叫作搬运作用。其地质营力主要是风和地表流水,其次为冰川、地下水、湖水和海水。搬运方式可分为三种。

① 拖曳搬运:被搬运的岩块粗大,在风或流水作用下,在地面上或河床底滚动或跳跃前进,并在搬运过程中逐渐停积于低洼地方或沉积于河床底部,少部分被带入海中。

② 悬浮搬运:被搬运物质颗粒较细,随风在空气中或浮于水中前进,浮运距离可以很远。我国西北地区的黄土就是从很远的沙漠地区通过悬浮搬运来的。

③ 溶解搬运:被搬运的物质溶解于水中,以真溶液和胶体溶液状态搬运,搬运距离长,一般被带到湖盆和海洋中沉积。

(4) 沉积作用

被搬运的物质,经过一定距离后,由于搬运介质的动能减弱、搬运介质的物理化学条件发生变化,或在生物的作用下,被搬运的物质从搬运介质中分离出来,形成沉积物的过程,叫作沉积作用。沉积作用的方式有机械沉积作用、化学沉积作用和生物沉积作用等。

(5) 成岩作用

使松散沉积物转变为沉积岩的过程,称为成岩作用。成岩作用可分为压固作用、胶结作用和重结晶作用。压固作用:分选沉积的松散碎屑物,在静压力作用下,水分被排出,逐渐被压实、固结成岩。胶结作用:可溶介质分离出的泥质、钙质、铁质、硅质等充填于碎屑沉积物颗粒之间,经过压实,碎屑颗粒胶结起来,形成坚硬的碎屑岩。重结晶作用:黏土岩和化学岩的成岩过程中,由于温度和压力增高,物质质点发生重新排列组合,颗粒增大;一般是成分均一、质点小的真溶液或胶体沉积物,其重结晶现象最明显。

1.2 造岩矿物

地壳和地球内部的化学元素,除极少数呈单质存在外,绝大多数均以化合物的形态存在。这些具有一定化学成分和物理性质的天然单质和化合物,称为矿物。地壳中已发现的矿物有三千多种,除个别以气态(如碳酸气、硫化氢气等)或液态(如水、自然汞等)出现外,绝大多数均呈固态。构成岩石的矿物称为造岩矿物,主要有二十多种。

1.2.1 矿物的形态

固态矿物按其质点(原子、离子、分子)有无规则排列,可分为晶质矿物和非晶质矿物等两类。

造岩矿物绝大多数是晶质矿物。晶质矿物的内部质点作规则的排列,所以在适宜的生长条件下,这种有规律的排列使晶体具有一定的内部结构构造和几何外形。例如,岩盐中的 Na^+ 和 Cl^- , 在三维空间作等间距重复排列,组成立方格子状构造,其几何外形为立方体(见图 1-2)。不同的晶质矿物,因内部结构不同,因此,晶体的几何形态也不相同,如方解石多为菱面体,云母则为片状,黄铁矿因生长条件不同可呈立方体或五角十二面体等。非晶质矿物的内部质点呈无规律的排列,杂乱无章,故没有一定的几何外形,如蛋白石、玛瑙、火山玻璃质等都是非晶质矿物。

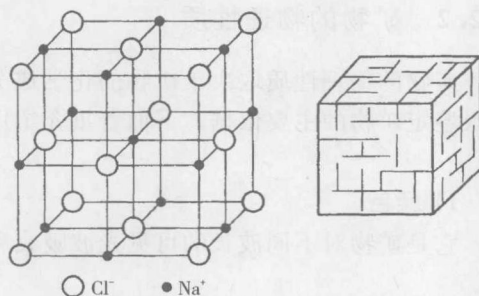


图 1-2 岩盐的晶体内部构造和晶体形态

在自然界,晶质矿物很少以单体出现,而非晶质矿物则根本没有规则的单体形态,所以常根据集合体的形态来识别矿物。矿物集合体形态往往反映了矿物的生成环境。常见矿物集合体形态有以下几种。

(1) 晶簇

晶簇是在同一基底上生长出许多同类矿物的晶体群,如水晶簇、方解石晶簇等。

(2) 纤维状

由许多针状、柱状或毛发状的同种单体矿物,平行排列成纤维状,如石棉、纤维石膏等。

(3) 粒状

大小相近、不按一定规律排列的晶体,聚合在一起形成粒状集合体,依颗粒大小可分为粗粒状、中粒状和细粒状等三种。

(4) 钟乳状

钙质溶液或胶体,在岩石的孔洞或裂隙中,因水分蒸发,从同一基底向外逐层生长而成的圆锥形或圆柱形矿物集合体。这种集合体最常见于石灰岩溶洞中,如由洞顶向下生长而形成下垂的钟乳体,称为石钟乳;由下向上逐渐生长的称为石笋;石钟乳和石笋相互连接,就形成了石柱。

(5) 鲕状

胶体物质围绕着某质点凝聚而成一个结核,一个个细小的结核聚集成集合体,形似鱼卵,如鲕状赤铁矿。结核颗粒大小如豆者,称为豆状集合体;形似肾状者,称为肾