

GONG CHENG DI ZHI XUE

工程地质学

高等院校土木工程专业系列教材

◎ 主编 郭抗美

中国建材工业出版社

高等院校土木工程专业系列教材

工程地质学

主 编 郭抗美

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程地质学/郭抗美主编. —北京:中国建材工业出版社,2006.9

(高等院校土木工程专业系列教材)

ISBN 7-80227-071-5

I. 工… II. 郭… III. 工程地质—高等学校—教材 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104658 号

内 容 简 介

本书系统地阐述了工程地质学的基本原理、土木工程中的工程地质问题以及工程地质勘察等内容。全书共 8 章,主要内容包括:矿物与岩石、地质构造、第四纪沉积土及其工程地质特征、地下水的地质作用、不良地质条件下的工程地质问题、地下洞室的工程地质问题,以及工程地质勘察的方法和手段。

本书可作为高等院校土木工程专业的工程地质学教材,也可供工程地质、水文地质、道路、桥梁及建筑工程的专业技术人员及科研人员参考。

工程地质学

主 编 郭抗美

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.75

字 数:337 千字

版 次:2006 年 9 月第一版

印 次:2006 年 9 月第一次

定 价:20.00 元

网上书店:www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

前 言

本教材是根据教育部土木工程专业的课程设置指导意见并参考国内外工程地质、工程地质学、土木工程地质等教材内容及文献资料,结合我国新修订的相应规范编写的,是普通高等院校土木工程专业的专业基础课教材。本书系统地介绍了土木工程专业应掌握的工程地质基础理论及知识、岩土体的工程性质、第四纪地层特征、不良地质现象,全面分析了土木工程所涉及的工程地质问题及其分析、评价方法。力求使学生学会如何利用地质环境为工程服务。

本书在编写过程中,除反映本学科的要求外,还力求反映国内外工程地质理论及实践的发展水平。

本书由河北工业大学郭抗美(北京科技大学在读博士)主编并统稿。

编写分工为:河北工业大学郭抗美(北京科技大学在读博士)编写第一章、第二章(第六节除外)和第四章;河北工程大学魏小文(北京科技大学在读博士)编写第二章的第六节;河北工业大学徐东强编写第三章和第六章;河北工业大学刘熙媛编写第五章和第八章;河北工业大学王贵君编写第七章。

本书在编写过程中得到许多院校、教师及勘察设计部门的关心与支持,他们为本书提出了很多宝贵的意见,在此表示诚挚谢意。

由于编者水平有限,书中不足和错误之处,恳请读者指正。

编 者
2006年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工程活动与地质环境的关系.....	1
第二节 工程地质条件.....	2
第三节 工程地质学的研究内容.....	2
第四节 工程地质学的研究方法.....	3
复习思考题.....	4
第二章 矿物与岩石	5
第一节 地球的特性及构造.....	5
第二节 造岩矿物.....	6
第三节 岩浆岩.....	8
第四节 沉积岩.....	15
第五节 变质岩.....	22
第六节 岩石的工程地质性质.....	26
复习思考题.....	33
第三章 地质构造	34
第一节 地质作用.....	34
第二节 地质年代.....	36
第三节 岩层产状.....	41
第四节 褶皱构造.....	43
第五节 断裂构造.....	46
第六节 地质图.....	53
复习思考题.....	60
第四章 第四纪沉积土及其工程地质特征	61
第一节 风化作用及残积土.....	61
第二节 暂时性水流的地质作用及沉积土.....	66
第三节 河流的地质作用及冲积土.....	71
第四节 湖泊和沼泽的地质作用及湖积土(Q_l).....	76
第五节 海洋的地质作用及海积土(Q_m).....	77
第六节 冰川的地质作用及冰积土(Q_{gl}).....	78
第七节 风的地质作用及风积土(Q_{eol}).....	79
第八节 特殊土及其工程地质特征.....	80
复习思考题.....	84

第五章 地下水的地质作用	85
第一节 地下水的物理性质与化学成分	85
第二节 地下水的类型	88
第三节 地下水运动的基本规律	97
第四节 地下水涌水量计算	99
第五节 地下水引起的工程地质问题	103
复习思考题	108
第六章 不良地质条件下的工程地质问题	109
第一节 活动断裂	109
第二节 地震	112
第三节 斜坡的变形及其防治	120
第四节 岩溶与土洞	132
第五节 采空区地表塌陷	137
复习思考题	140
第七章 地下洞室的工程地质问题	141
第一节 概述	141
第二节 洞室位置的选择	141
第三节 洞室围岩压力	142
第四节 洞室围岩的破坏形式	153
第五节 洞室围岩稳定性因素分析	157
第六节 保障洞室围岩稳定性的措施	162
第七节 岩体的工程分类	166
复习思考题	180
第八章 工程地质勘察	181
第一节 工程地质勘察目的、任务与勘察阶段的划分	181
第二节 工程地质测绘与调查	183
第三节 工程地质勘探	185
第四节 工程地质原位测试	191
第五节 现场检验与监测	204
第六节 勘察资料的内业整理	208
复习思考题	211
参考文献	212

第一章 绪 论

本章要点

工程地质学,工程活动与地质环境的相互关系,工程地质条件,工程地质学的研究内容,工程地质学的研究方法。

地质学是一门关于地球的科学,主要研究固体地球物质组成、构造特征、发展历史、地质学的研究方法以及地质学的工程应用。工程地质学是地质学的一个分支,是研究与工程规划、设计、施工、运行等有关地质问题的科学。它是在改造大自然的生产实践中发展起来的一门科学,因而在经济建设和国防建设中应用非常广泛,如水利水电建设、工业及民用建筑、公路、铁路、机场、码头、矿山开发及国防工程等,都需要进行工程地质工作。

作为工程建筑的周围环境、地基和材料的地壳,总是在内外地质作用和人类活动的影响下,不断地发展变化。这种发展和变化,有时会很剧烈、很迅速。因此,在修建工程建筑时,不仅要正确认识工程修建之前的地质条件和环境,还必须预测工程修建之后对地质条件和环境的改变,以避免、减少或从根本上改变这些地质问题的不良影响,充分利用其优点,使工程建设达到既经济合理又安全可靠的目的。

我国地域辽阔,自然地质条件复杂,不同的自然地理区域分布着特征及性质差异很大的土和岩石,发育着各种类型的地质作用。不同工程对地质环境的要求也不尽相同。工程建设过程中必然会遇到或产生各种各样复杂的地质问题。这既是困难,也是机遇,必将推动工程地质学不断地向前发展。

第一节 工程活动与地质环境的关系

人类工程活动与地质环境关系密切,各种工程活动都是在一定的地质环境中进行的,两者相互影响、相互关联又相互制约。

一、地质环境对工程活动的影响

地质环境对工程活动的影响和制约是多方面的。

首先是不良的工程地质条件会影响工程建筑的稳定和正常使用。在土木工程各个领域,不同的土木工程建筑有其各自的工程特点,会遇到各自不同的工程地质问题。例如,工业与民用建筑遇到的问题大多是承载力和沉降问题;崩塌、岩体滑动和滑坡会带来相关建筑物的

破坏、威胁公路和铁路的安全;围岩稳定性是地下洞室要考虑的主要问题;在活动断裂带或强震区的建筑场地选择不当,断层活动或伴随断层活动的强烈地震会造成建筑物的损坏或破坏;石灰岩地区的溶蚀洞穴会造成水库水漏失,不能正常使用等等。

二是对施工安全的影响。复杂地质构造条件下的施工和不良地质现象的发生将威胁施工人员和场地的安全,因此需要采取相应的防范措施。

三是对工程造价的影响。在复杂地质条件下的建筑物,为了保证建筑物的安全,需对威胁建筑物安全的地质因素采取处理措施,或采用更为复杂的建筑结构,无论从哪个方面讲,工程造价的提高是显而易见的。

二、工程活动对地质环境的影响

人类的各种工程活动,会反作用于地质环境,使自然地质条件发生变化,影响建筑物的安全和正常使用。工程活动对地质环境的影响甚至超出局部场地的范围而波及到广大地区,威胁人类的生活和生存环境。

工程建筑荷载引起地基土压缩变形、建筑物沉降。过量抽取地下水造成大范围地面沉降,使沉降区建筑物的工作条件、市政设施的使用和人民生活受到严重影响。桥梁工程的局部水流条件使河流局部河段的冲刷和淤积规律发生变化。修建大型水库改变了区域的水文地质条件,会发生区域性塌岸或浸没,可造成平原地区沼泽化、黄土地区湿陷及诱发地震等。因此应充分预计一项工程,特别是重大工程对地质环境的影响,采取相应的措施,避免破坏或灾害的发生。

第二节 工程地质条件

工程地质条件是指工程建筑所在地区或建筑场地地质环境各项因素的综合,它包括土和岩石的工程性质、地质构造、地貌、水文地质、地质作用、自然地质现象和天然建筑材料等几个方面。其中最基本的因素是地层岩性,包括岩层地层产状、软弱夹层、接触关系及物理力学性质等,其次是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,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,再有就是与地形、岩性、地质构造和地表水、地下水的地质作用相关的地质现象以及地形地貌因素等等。

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。工程技术人员必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。

第三节 工程地质学的研究内容

工程地质学下有五个分支学科,即工程岩土学、工程地质分析、工程地质勘察、区域工程地质和环境工程地质。

学科的主要研究内容:①研究土石分布规律、工程地质性质以及在自然和人类活动影响下的变化。②研究工程活动中工程地质问题的发生发展过程、规律、条件及力学机理,评价和防治它们可能造成的危害,以便采取有效预防和防治措施。③研究和探讨新的工程地质勘察

技术和调查研究方法,有效查明与工程活动有关的地质因素。④研究区域性工程地质条件的分布规律和工程地质问题区域性分布的特点。

学科主要工作包括:①调查、分析与工程活动有关的地质环境。②评价工程所辖地区的地质环境和工程地质条件。③解决工程建设中出现的工程地质问题,预测并论证工程建设中各种不良地质现象的发生发展,提出改善和防治的有效措施。④提供工程建筑规划、设计、施工、使用和维护所需的地质资料和数据。⑤预测人类活动干预下岩土变形和破坏过程,预测各种工程活动可能产生的环境效应,研究区域性地质灾害的规律和地质环境评价方法。

第四节 工程地质学的研究方法

工程地质学的研究方法包括:地质(自然历史)分析法、力学分析法、工程类比法与实验法。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,首先必须以自然历史的观点分析研究周围的其他自然因素和条件,了解在历史过程中对它的影响和制约程度,这样才有可能认识它的形成原因,预测其发展趋势和变化,这就是地质分析法。它是工程地质学的基本研究方法,也是进一步定量分析评价的基础。对工程建筑的设计及运用而言,只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。因此,在自然历史分析法的基础上,还需要用到力学分析法和类比法。力学分析法适当简化某些影响因素,通过一定的理论分析建立模型,并计算和预测某些工程地质问题发生的可能性和发展规律。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。类比法是应用那些已研究的,类型和条件相同或相近的工程地质问题的现成经验和方法,对研究区的工程地质问题作出定量预测。采用定量分析方法论证地质问题时,需要通过室内或野外试验,取得所需要的岩土的物理性质、水理性质、力学性质数据。另外,通过模仿工程建筑物的形式、规模及其周围的地质环境,进行不同比例的模型及模拟试验,也可以直接得出用于工程设计、施工的定量论证。通过长期观测地质现象的发展速度也是常用的一种试验方法。工程地质工作中,必须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。

工程地质学是土木工程专业的一门专业基础课,学习本课程可为土木专业的学习提供必要的地质学基础知识,使学生了解工程地质勘察的内容和方法,懂得如何搜集、分析和运用地质资料评价一般工程地质条件,了解如何运用工程地质勘察资料进行工程设计和施工,解决一般不良地质现象在工程设计、施工、使用过程中发生和可能发生的工程地质问题。

本课程又是一门实践性很强的技术基础课,在重视课堂教学的同时,加强野外实习等实践教学环节是必要的。

本章小结

1. 工程地质学是地质学的一个分支,是研究与工程规划、设计、施工、运行等有关地质问题的科学。

2. 人类工程活动与地质环境关系密切,各种工程活动都是在一定的地质环境中进行的,二者相互影响、相互关联又相互制约。

3. 工程地质条件是指工程建筑所在地区或建筑场地地质环境各项因素的综合。它包括土和岩石的工程性质、地质构造、地貌、水文地质、地质作用、自然地质现象和天然建筑材料等几个方面。

4. 工程地质学的主要研究内容:土石分布规律、工程地质性质以及在自然和人类活动影响下的变化;工程活动中工程地质问题的发生发展过程、规律、条件及力学机理,评价和防治它们可能造成的危害,以便采取有效预防和防治措施;探讨新的工程地质勘察技术和调查研究方法,有效查明与工程活动有关的地质因素;区域性工程地质条件的分布规律和工程地质问题区域性分布的特点。

5. 工程地质学的研究方法包括:地质(自然历史)分析法、力学分析法、工程类比法与实验法。

复习思考题

1. 什么是工程地质学?
2. 工程地质条件包括哪些内容?
3. 工程地质学的研究内容是什么?
4. 工程地质学的研究方法有哪些?

第二章 矿物与岩石

本章要点

地球的圈层构造,地质作用及其类型,矿物的主要物理性质及常见造岩矿物的鉴别特征,三大类岩石的主要鉴别特征及常见的岩石类型、岩石的工程地质性质及影响因素。

第一节 地球的特性及构造

地球是宇宙间绕太阳公转的一个行星。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)6 378.14km,两极半径(b)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,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%。

地球的圈层构造

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

地壳是莫霍面以上固体地球的表层部分,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

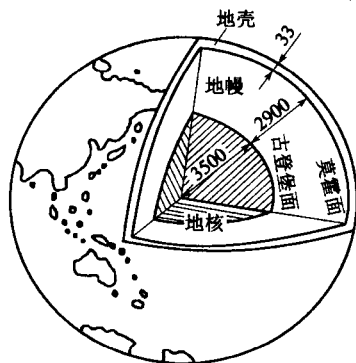


图 2-1 地球内部圈层构造(km)

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 V_p (地震波纵波速度)为 $6.0 \sim 6.2\text{km/s}$, 密度为 $2.6 \sim 2.7\text{g/cm}^3$, 一般厚 $15 \sim 20\text{km}$; 硅镁层的 V_p 为 $6.4 \sim 7.8\text{km/s}$, 密度为 3.3g/cm^3 , 一般厚 $15 \sim 20\text{km}$ 。大洋地壳厚度较薄, 平均仅 $5 \sim 6\text{km}$, 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% , 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 3.5g/cm^3 , 顶部 V_p 为 8.0km/s , 与地壳有明显区别。根据密度、波速资料、与陨石对比以及对火山喷出物内发现的只能形成于地幔中的岩石的分析, 上地幔的物质成分是由含铁、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 $60 \sim 250\text{km}$ 处存在“低速带”, 尤其是 $100 \sim 150\text{km}$ 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合称为岩石圈。下地幔地震波速平缓增加, 密度达 5.1g/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 $2885 \sim 4170\text{km}$ 之间, 平均密度为 10.5g/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 $4170 \sim 5155\text{km}$ 之间的过渡层, 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 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。按成因, 岩石分为岩浆岩、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和无机化合物, 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。如硅酸盐的正立方体晶体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。

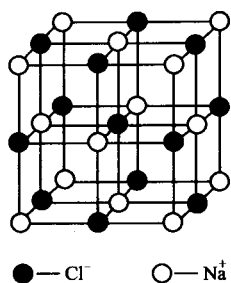


图 2-2 硅酸盐的晶体构造

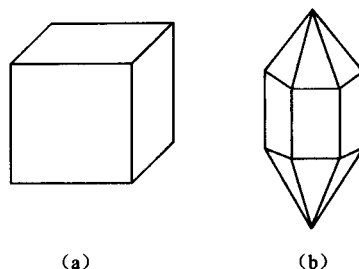


图 2-3 矿物的晶形
(a)硅酸盐晶体;(b)石英晶体

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。其占地壳重量约为 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。

二、矿物的(肉眼)鉴定特征

矿物的形态和矿物的物理性质取决于其化学成分和晶体格架的特点。因此矿物的形态和物理性质,是鉴别矿物的重要依据。特别是在野外,用肉眼鉴定形态和物理性质的方法来鉴别常见的造岩矿物,是土木工程技术人员应掌握的基本技能。

(一)矿物的形态

矿物的形态是指矿物单体及同种矿物集合体的形态。矿物单体的形态即前面提到的晶形。同种矿物多个单体聚集在一起的整体就是矿物的集合体。矿物集合体的形态取决于单体的形态和它们的集合方式。集合体按矿物晶粒大小分为:肉眼可辨认晶体颗粒的显晶矿物集合体和肉眼不能辨认的隐晶质或非晶质矿物集合体。显晶矿物集合体有规则连生的双晶集合体和不规则的粒状、块状、板状、片状、纤维状、针状等;隐晶矿物集合体主要形态有球状、土状、结核状、鲕状、豆状、钟乳状、笋状等。

(二)矿物的主要物理性质

矿物的物理性质涉及内容较广,这里只介绍肉眼鉴定所经常涉及的一些物理性质。

1. 颜色

矿物的颜色是矿物对不同波长可见光吸收程度不同的反映。它是矿物最明显、最直观的物理性质,是矿物固有的颜色,具有鉴定意义。一般来说,含铁、锰多的矿物,如黑云母、普通角闪石、普通辉石等,颜色较深,多呈灰绿、褐绿、黑绿以至黑色;含硅、铝、钙等成分多的矿物,如石英、长石、方解石等,颜色较浅,多呈白、灰白、淡红、淡黄等各种浅色。

2. 光泽

光泽是矿物表面的反射光感。取决于其折光率,折光率愈大,反射率愈高,光泽愈强。一般按光泽强弱分为四个等级:①金属光泽。反光很强,犹如电镀的金属表面,光亮耀眼,如黄铁矿。②半金属光泽。似未磨光的铁器表面的光亮程度,如褐铁矿。③金刚光泽。④玻璃光泽,如长石、石英等。光泽强度是以晶面或解理面等平面的反光程度作为标准。当反射面不平时,

矿物可形成某种独特的光泽。如丝绢光泽、油脂光泽、蜡状光泽、珍珠光泽、土状光泽等。

(三) 硬度

矿物抵抗刻划、研磨的能力称为硬度。由于矿物的化学成分和内部构造不同,所以不同的矿物常具有不同的硬度。硬度是矿物的一个重要的鉴别特征。一般较普遍采用的是矿物的相对硬度,即通过多种矿物相互刻划的方法所确定的硬度等级。以实际矿物为标准,共分十个等级,称为摩氏硬度计,见表 2-1。一般铁刀为 3~3.5,钢刀为 6~6.5,指甲为 2~2.5,是野外经常用到的测试依据。

表 2-1 矿物的相对硬度表(摩氏硬度计)

硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

(四) 解理和断口

矿物受外力打击后,严格按一定方向裂开成光滑平面的性质称为解理。破裂形成的平面叫解理面。解理是造岩矿物的一个主要的鉴别特征。按照解理产生的难易程度,可将矿物的解理分成四个等级:①极完全解理。解理面极完好,平坦而光亮,矿物极易裂开成薄片,如云母。②完全解理。矿物容易裂开成规则的小块或厚板块,解理面完好、平整、光亮,如方解石。③中等解理。破裂面不甚光滑,往往不连续,如辉石。④不完全解理。一般很难发现解理面,偶尔可见小而粗糙的解理面,如磷灰石。如矿物受外力打击后,无固定方向的破裂并呈各种凹凸不平的断面,如贝壳、参差状等,则称为断口。

矿物的解理和断口是互相消长的,解理完全时则不显断口。反之,解理不完全或无解理时,则断口显著,如不具解理的石英呈现贝壳状断口。

另外,矿物的密度、弹性、挠性等对某些矿物的鉴别有时是十分重要的,滑石的滑腻感、方解石遇盐酸起泡等,都可作为鉴别该矿物的特征。

三、常见的造岩矿物

野外正确识别和鉴定常见的造岩矿物,对鉴定岩石和研究岩石的工程地质性质,是一项不可缺少而且非常重要的工作,同时也是土木工程技术人員应掌握的一门技能。野外常见造岩矿物的鉴别大致可按以下步骤进行:首先应找到矿物的新鲜面。只有矿物的新鲜面才能真实地反映矿物化学成分和特征;其次观察、鉴别矿物的形态和物理性质;最后,根据观察到的矿物的物理性质,结合常见造岩矿物的特征,对矿物进行命名。表 2-2 列出了常见造岩矿物的形态和主要特征,供学习者学习和鉴别时使用。

第三节 岩浆岩

一、岩浆岩的成因与产状

岩浆岩又称火成岩,是由岩浆凝固结所形成的岩石。岩浆位于上地幔和地壳深处,以硅酸岩为主要成分和一部分金属硫化物、氧化物、水蒸气及其他挥发性物质(CO、CO₂、H₂S等)组成的高温、高压熔融体。一般分为基性岩浆和酸性岩浆两大类。基性岩浆富含铁、镁等氧化

物,黏性小,流动性大。酸性岩浆富含钾、钠等氧化物和硅酸,黏性较大,流动性小。

岩浆经常处于活动状态中,当地壳发生变动或受到其他内力作用时,承受巨大压力的岩浆,沿着构造薄弱带上升,侵入地壳或喷出地面。岩浆在上升过程中,由于压力减小,热量散失,经过复杂的物理化学过程,最后冷却凝结形成岩浆岩。

岩浆上升侵入周围岩层中所形成的岩石称为侵入岩。根据其规模及形成深度,侵入岩又可分为深成岩和浅成岩两大类。岩浆侵入地壳某深处(约距地表 3km 以下)冷凝形成的岩石即深成岩,由于形成时,岩体大小和环境温度的影响,组成岩石的矿物结晶良好;岩浆沿地壳裂缝上升,在地面以下较浅处(约距地表 3km 以内)形成的岩石即浅成岩,由于岩体较小,温度降低较快,组成岩石的矿物结晶细小。岩浆喷出地表形成的岩浆岩称为喷出岩。

岩浆岩的产状,是指岩浆岩体的形态、规模、与围岩的接触关系、形成时所处的地质构造环境等。岩浆岩的产状大致有以下几种,见图 2-4。

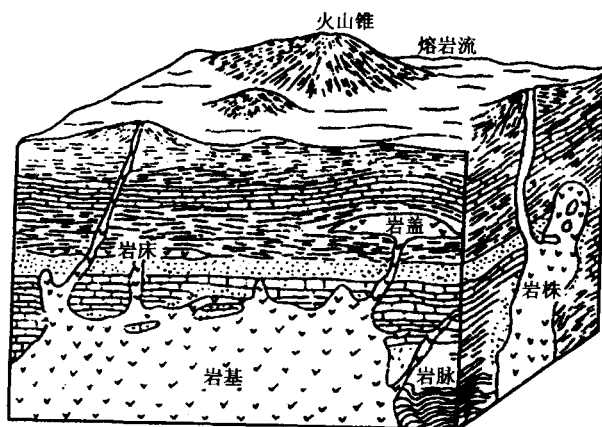


图 2-4 岩浆岩体的产状

表 2-2 常见造岩矿物的形态及主要物理性质

矿物名称及化学成分	形状	物理性质				相对密度	主要鉴别特征
		颜色	光泽	硬度	解理、断口		
正长石 $K[AlSi_3O_8]$	短柱状、板状、粒状	肉红色、浅玫瑰色、浅黄色、带浅黄的灰白色	玻璃光泽	6	两向完全解理,近于正交	2.57	形态、颜色
斜长石 $Na[AlSi_3O_8],$ $Ca[Al_2Si_2O_8]$	板条状、长条状	白色或灰白色	玻璃光泽	6	两向完全解理,斜交	2.60~2.76	颜色、形态
石英 SiO_2	粒状、块状、六棱柱状、双锥状	无色、乳白色、烟灰色	玻璃光泽、断口为油脂光泽	7	无解理、贝壳状断口	2.65	形状、硬度、断口
白云母 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$	板状、片状、鳞片状	无色、浅灰、浅黄色、灰白色	玻璃或珍珠光泽	2~3	一组极完全解理	2.7~3.1	解理、薄片有弹性

续表 2-2

矿物名称及化学成分	形状	物理性质				相对密度	主要鉴别特征
		颜色	光泽	硬度	解理、断口		
黑云母 $K(\text{Mg}, \text{Fe})_3$ [$\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$](OH) ₂	片状、板状、鳞片状	深褐、黑绿至黑色	玻璃或珍珠光泽	2.5~3	一组极完全解理	3.02~3.13	解理、颜色、薄片有弹性
角闪石 $(\text{Ca}, \text{Na})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5$ [$\text{Si}_3(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_{11}$] ₂ (OH) ₂	长柱状、纤维状	绿黑色、黑色	玻璃光泽	5.5~6	两组完全解理, 交角近56°	3.02~3.45	形状、颜色
辉石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})$ [(Si, Al) ₂ O_6]	粒状、块状	深黑色、褐黑、棕黑	玻璃光泽	5~6	两组完全解理, 交角87°	3.23~3.52	形状、颜色
橄榄石 $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{SiO}_4]$	粒状	橄榄绿、淡黄绿色至黑绿色	玻璃光泽、断口为油脂光泽	6.5~7	无解理、贝壳状断口	3.27~4.37	颜色、硬度、形态
石榴子石 $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})_3$ $(\text{Fe}, \text{Al})_2[\text{SiO}_4]_3$	菱形十二面体、二十四面体、粒状	棕、棕红或黑红色	玻璃光泽	6.5~7.5	无解理、不规则断口	3.5~4.2	形状、颜色、硬度
绿泥石 $(\text{Fe}, \text{Mg})_5\text{Al}$ [$\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$](OH) ₈	片状、粒状	浅绿、深绿或黑绿色	玻璃光泽、珍珠光泽	2~2.5	一组极完全解理	2.68~3.40	颜色, 薄片有挠性、无弹性
蛇纹石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	致密块状、片状、纤维状	淡黄绿色、淡绿、淡黄色	油脂光泽、蜡状光泽、丝绸光泽	2~3	无解理、贝壳状断口	2.6~2.9	颜色、光泽
方解石 CaCO_3	菱面体、块状、粒状	白、灰白, 含杂质时呈其他颜色	玻璃光泽	3	三组完全解理, 斜交呈菱面体	2.6~2.9	颜色、硬度, 遇盐酸起泡
白云石 $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	菱面体、块状、粒状	灰白、淡红、淡黄色	玻璃光泽	3.5~4	三组完全解理, 斜交呈菱面体	2.8~2.9	解理、硬度
石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	板状、片状、纤维状	无色、白色、灰白色	珍珠光泽、丝绸光泽	2	一组完全解理	2.3	解理、硬度、颜色
高岭石 $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	鳞片状、细粒状、土状集合体	白、灰白或其他色	土状光泽	2.0~3.5	一组完全解理	2.60~2.63	性软、粘舌、具可塑性
滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	片状、块状	白、淡黄、淡绿或浅灰色	蜡状或珍珠光泽	1	一组极完全解理	2.58~2.83	颜色、硬度、触摸有滑腻感

续表 2-2

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				相对密度	主要鉴别特征
		颜色	光泽	硬度	解理、断口		
黄铁矿 FeS ₂	立方体、致密块状	浅黄铜色	金属光泽	6~6.5	不规则断口	4.9~5.2	颜色、硬度、光泽
赤铁矿 Fe ₂ O ₃	板状、粒状、鲕状、肾状、豆状	钢灰至铁黑色	金属光泽至半金属光泽	5~6	无解理	5.0~5.3	形状、颜色、光泽

1. 岩基

岩基是一种规模庞大的岩体,其分布面积一般大于 60km²,形态不一,与围岩接触面不规则。构成岩基的岩石多是花岗岩或花岗闪长岩等,岩性均匀稳定,是良好的建筑地基。

2. 岩株

岩株是一种形状较岩基小的岩体,平面上呈圆形或不规则状,面积小于 60km²,和围岩的接触面陡直,也常是良好的地基。

3. 岩盖和岩盆

岩盖是一种中心厚度较大、底部较平、顶部穹隆状的层间侵入体,分布范围可达数平方公里,多由酸性、中性岩石组成。中心下凹形如碟或浅盆的层间侵入体叫岩盆。组成岩盆的岩石以基性岩为主。

4. 岩床

岩床是一种沿原有岩层层面侵入、延伸分布且厚度稳定的层状侵入体。常见的厚度多为几十厘米至几米,延伸长度多为几百米至几千米。岩石以基性岩为主。

5. 岩脉

岩脉是沿岩层裂隙侵入形成的狭长形的岩体,与围岩层理或片理斜交。

6. 火山锥

火山喷发物——熔岩和火山碎屑物围绕火山通道堆积形成的锥状体。

二、岩浆岩的矿物成分

组成岩浆岩的矿物,根据颜色,可分为浅色矿物和深色矿物两类。浅色矿物包括石英、正长石、斜长石、白云母等;深色矿物有角闪石、辉石、橄榄石、黑云母等。

岩浆岩的矿物成分是岩浆化学成分的反映。岩浆的化学成分相当复杂,主要有:SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、MgO、H₂O 等氧化物。其中含量高、对岩石的矿物成分影响最大的是 SiO₂。根据 SiO₂ 的含量,岩浆岩可分为以下几类:

1. 酸性岩类(SiO₂ 含量 > 65%)

矿物成分以石英、正长石为主,并含有少量的黑云母和角闪石。岩石的颜色较浅。

2. 中性岩类(SiO₂ 含量为 65% ~ 52%)

矿物成分以正长石、斜长石、角闪石为主,并含有少量的黑云母和辉石。岩石的颜色较深。

3. 基性岩类(SiO₂ 含量为 52% ~ 45%)

矿物成分以斜长石、辉石为主,并含有少量的角闪石和橄榄石。岩石的颜色深。