

新世纪土木工程系列教材

土木工程地质

胡厚田 主 编
吴继敏 副主编
胡厚田 吴继敏 王健 编

高等教育出版社

内容提要

本书为新世纪土木工程系列教材之一,是依据1998年7月教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》编写而成。

全书共9章,内容可分为两大部分。第一部分(前3章)系统地阐述了地质学的基础理论,包括:矿物和岩石、地层与地质构造、地表水及地下水的地质作用等;第二部分(后6章)主要讲述工程地质理论,包括:岩石及特殊土的工程性质、不良地质现象及防治、地下工程地质问题、地基工程地质问题、边坡工程地质问题,工程地质勘察。本书的特点是紧密联系实际,采用了岩土工程和工程地质的新标准、新规范,反映了土木工程地质的新成果和新进展。

本书是本科土木工程专业土木工程地质课程的教材,也可作为水利工程、采矿工程等相关专业的教材或参考书,还可供各相关专业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程地质/胡厚田主编. —北京:高等教育出版社,2001

ISBN 7-04-010179-3

I. 土… II. 胡… 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(2001)第065591号

土木工程地质
胡厚田 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2001年12月第1版

印 张 15.75

印 次 2001年12月第1次印刷

字 数 370 000

定 价 13.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

教育部高等教育出版社土建类系列教材

编辑委员会委员名单

主任委员:沈蒲生(湖南大学)

副主任委员:白国良(西安建筑科技大学)

邹超英(哈尔滨工业大学)

强士中(西南交通大学)

委	员: 王 健	叶志明	江见鲸
	关宝树	刘 明	朱彦鹏
	张印阁	张家良	吴胜兴
	杨和礼	尚守平	黄醒春
	梁兴文	焦兆平	廖红建

(以上排名先后按姓氏笔画)

出版者的话

新世纪土木工程系统教材是我社组织编写出版的“大土木”范畴的专业系列教材。1998年教育部颁布了新修订的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》，新专业目录中土建类土木工程专业覆盖了原来建筑工程和交通土建工程等8个专业。1999年各高校已按新的专业目录招生。开设土木工程专业的各院校把近年来在教育思想与教学观念、教学内容与课程体系、教学方法与教学手段等方面取得的改革成果固化到教学计划和人才培养过程中，设计了从教学思想到教学模式等一系列教学改革方案。大家在教学实践中体会到：专业、课程教学改革必然引起相应的教材改革。我社从1999年开始进行土木工程专业系列教材的策划工作，并于2000年成立了“教育部高等教育出版社土建类系列教材编委会”。

我们编辑出版土木工程系列教材的指导思想是：

1. 紧密结合人才培养模式改革，根据拓宽专业基础、提高综合素质、增强创新能力的要求，调整学生的知识结构。

2. 从各院校调整土建类各专业教学计划出发，加强基础课程到专业课程的有机沟通，用系统的观点和方法建立新的课程体系结构，包括对课程的整合与集成，组织和建设专业核心课程，成套成系列地推出土木工程系列教材。

3. 各门课程教材要具有与本部门学科发展相适应的学科水平，以科技进步和社会发展的最新成果充实、更新教材内容，贯彻理论联系实际的原则。

4. 要正确处理继承、借鉴和创新的关系，不能简单以传统和现代划线，决定取舍，而应根据教学要求进行取舍。继承、借鉴历史和国外的经验，注意研究结合我国的现实情况，择善而从，消化创新。

5. 随着高新技术、特别是数字化和网络化技术的发展，在土木工程系列教材建设中，要充分考虑文字教材与音像、电子、网络教材的综合发展，发挥综合媒体在教学中的优势，提高教学效率。在开发研制教学软件的同时，要注意使文字教材与先进的软件接轨，明确不同形式教材之间的关系是相辅相成、相互补充的。

6. 坚持质量第一。图书是特殊的商品，教材是特殊的图书。教材质量的优劣直接影响教学质量和教学秩序，最终影响学校人才培养的质量。教材不仅具有传播知识、服务教育、积累文化的功能，也是沟通作者、编辑、读者的桥梁，一定程度上还代表着国家学术文化或学校教学、科研水平。因此，遴选作者、审订教材、贯彻国家标准和规范等方面需严格把关。

为了实现本套教材的指导思想，我们组建了由有丰富的教学经验、有较高的学术水平和学术声望的教师组成的编委会，由编委会研究提出土木工程系列教材的选题及其基本内容与编审原则，并推荐作者。

我们出版本系列教材，旨在为新世纪的土木工程专业学生提供一套经过整合优化的比较系

统的专业系列教材,以期为我国的土木工程专业教材建设贡献自己的一份力量。

本系列教材的编写大纲和初稿都经过了编委会的审阅,以求教材质量更臻完善。如有疏漏之处,请读者批评指正!

2001年3月

前 言

工程地质是土木工程专业的专业基础课。作为土木工程专业系列教材之一,本书系统地阐述了工程地质理论、问题及防治措施,适合于土木工程专业本科教学,也可供专业技术人员参考和应用。

学习本课程的目的在于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。为此,本书在编写过程中力求理论联系实际,在内容上反映工程地质学科的新理论、新成果,反映相关学科的新规范和新规定。本书共9章,可以分为两大部分。第一部分(前3章)是地质学基础知识,主要讲述矿物和岩石、地层与地质构造、地表水及地下水的地质作用;第二部分(后6章)是工程地质理论,主要讲述岩土的工程性质、不良地质现象及防治、地下工程地质问题、地基工程地质问题、边坡工程地质问题和工程地质勘察。

本书的绪论,第1章,第4章,第5章§5.1、§5.2由胡厚田编写;第2章,第5章§5.3、§5.4、§5.5由白志勇编写;第3章,第6章由吴继敏编写;第7~9章由王健、何高毅编写;全书由胡厚田、吴继敏修改、统稿。书稿承张咸恭先生审阅并提出了宝贵的意见。

本书在编写过程中得到高等教育出版社、西南交通大学土木工程学院的大力帮助,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,疏漏在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2001年7月

目 录

绪论 1

第 1 章 矿物和岩石 3

§ 1.1 主要造岩矿物 4

§ 1.2 岩浆岩 10

§ 1.3 沉积岩 17

§ 1.4 变质岩 22

思考题 26

第 2 章 地层与地质构造 27

§ 2.1 地壳运动及地质作用的概念 27

§ 2.2 岩层及岩层产状 29

§ 2.3 地层概念 32

§ 2.4 褶皱构造 38

§ 2.5 断裂构造 41

§ 2.6 地质构造对工程建筑物稳定性的影响 49

§ 2.7 地质图 52

思考题 57

第 3 章 水的地质作用 59

§ 3.1 概述 59

§ 3.2 地表水地质作用 60

§ 3.3 地下水地质作用 65

思考题 78

第 4 章 岩石及特殊土的工程性质 79

§ 4.1 岩石的物理性质 79

§ 4.2 岩石的水理性质 81

§ 4.3 岩石的力学性质 83

§ 4.4 风化作用 87

§ 4.5 岩石、土的工程分类 90

§ 4.6 特殊土的工程性质 95

思考题 106

第 5 章 不良地质现象及防治 107

§ 5.1 崩塌与落石 107

§ 5.2 滑坡 112

§ 5.3 泥石流 121

§ 5.4 岩溶 125

§ 5.5 地震 132

思考题 140

第 6 章 地下工程地质问题 141

§ 6.1 概述 141

§ 6.2 岩体、岩体结构及地应力的概念 142

§ 6.3 洞室围岩的变形及破坏基本类型 144

§ 6.4 围岩的工程地质分类及其应用 150

§ 6.5 围岩稳定性计算 162

思考题 166

第 7 章 地基工程地质问题 167

§ 7.1 岩质地基的工程地质问题 167

§ 7.2 土质地基的工程地质问题 180

思考题 184

第 8 章 边坡工程地质问题 185

§ 8.1 岩质边坡的工程地质问题 185

§ 8.2 岩质边坡的稳定性验算 193

§ 8.3 土质边坡的工程地质问题 203

思考题 204

第 9 章 工程地质勘察 205

§ 9.1 工程地质勘察任务及阶段划分 205

§ 9.2 工程地质勘察技术与方法	207	思考题	238
§ 9.3 各类工程的地质勘察要求	232	参考文献	239

一、工程地质学的主要研究内容

地球是太阳系中的一颗行星,是人类赖以生存和活动的星球。地球表层平均厚度 33 km 的范围称为地壳,它是人类各种矿产资源和建筑材料的主要产地。在阳光、大气、水、生物及地球内部物质运动的作用下,各种地质作用和地质现象在地壳中都有明显的反映,因此地壳是地球科学研究的主要对象。

工程地质学是地质学的一个分支,是研究与工程建设活动有关的地质问题的学科。工程地质学的研究目的在于查明建设地区、建筑场地的工程地质条件,分析、预测和评价可能存在和发生的工程地质问题及其对建筑环境的影响和危害,提出防治不良地质现象的措施,为保证工程建设的规划、设计、施工和运营提供可靠的地质依据。

工程地质学的研究主要内容有:

1. 岩土体的分布规律及其工程地质性质的研究

在进行工程建设时人们最关心的是建筑地区和建筑场地的工程地质条件,特别是岩体、土体的空间分布及其工程地质性质,以及在工程作用下这些性质的变化趋势。

2. 不良地质现象及其防治的研究

分析、预测在建筑地区和场地可能发生的各种不良地质现象和问题,例如崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地表塌陷、地震等的形成条件、发展过程、规模和机制,评价它们对工程建筑物和环境的危害,研究防治不良地质现象的有效措施。

3. 工程地质勘察技术的研究

为了查清各种不同类型的建筑地区和场地的工程地质条件,分析预测不良地质作用,评价工程地质问题,为建筑物的设计、施工、运营提供可靠的地质资料,就需要进行工程地质勘察,选择勘察方法,研究勘察理论和新的技术方法进行研究,特别是随着国民经济的发展,大型、特大型工程越来越多,如跨流域的南水北调工程、大型水电站、深部采矿、超高层建筑、海峡隧道、海洋工程等,都需要对勘察技术进行研究。

4. 区域工程地质研究

研究工程地质条件的区域分布和规律,为工程规划设计提供地质依据。

二、工程地质工作在土木工程中的作用

大量工程实践证明,凡是重视工程地质的工程,在施工前都进行过周密的工程地质勘察。例如成(都)昆(明)铁路,沿线地形险峻,地质构造极为复杂,大断裂纵横分布,新构造运动十分强烈,有约 200 km 的地段位于八九度地震烈度区,岩层十分破碎,加上沿线雨量充沛,山体不稳,各种不良地质现象充分发育,被誉为“世界地质博物馆”。中央和铁道部对成昆线的工程地质勘

察十分重视,提出了地质选线的原则,动员和组织全路工程地质专家和技术人员进行大会战,并多次组织全国工程地质专家进行现场考察和研究,解决许多工程地质难题,保证了成昆铁路顺利建成通车。相反,不重视工程地质工作的工程,就会出现大量问题,如解放前修建的宝(鸡)天(水)铁路,当时根本不重视工程地质工作,设计开挖了许多高陡路堑,致使发生了大量崩塌、落石、滑坡、泥石流病害,使线路无法正常运营,被称为西北铁路线中的盲肠。再如,湖北盐池河磷矿,在采矿时对岩体崩塌认识不足,1980年6月突然发生 10^6 m^3 的大崩塌,冲击气浪将四层大楼抛至对岸撞碎,造成建筑物毁坏,284人丧生。又如,意大利瓦依昂水库滑坡,由于对滑坡认识不深,1963年10月9日突然发生高速滑动,将水库中 $5 \times 10^7 \text{ m}^3$ 的水体挤出,激起250 m高的涌浪,高150 m的洪峰溢过坝顶冲向下游,有3 000多人丧生。上述两方面的实例都说明,土木工程建筑必须重视工程地质工作,进行高质量的工程地质勘察工作,应用地质资料和评价做出合理的规划、设计和施工,才能保证土木工程建筑经济合理、安全可靠。

三、本书学习要求

工程地质学是土木工程专业的专业基础课,对本科学生有以下要求:

1. 掌握工程地质的基本理论和知识,能正确运用工程地质勘察资料进行土木工程的设计和施工。
2. 了解不良地质现象的形成条件和机制,根据勘察数据和资料,能有效地进行防治设计。
3. 了解土木工程的工程地质问题,能在工程设计、施工、运营中解决实际工程地质问题。
4. 了解工程地质勘察的内容、方法及勘察成果,对中小型土木工程能进行工程地质勘察工作。

第 1 章

矿物和岩石

§ 1.1 主要造岩矿物

§ 1.3 沉积岩

§ 1.2 岩浆岩

§ 1.4 变质岩

地球是一个不规则的扁球体。它绕太阳公转,并绕自转轴由西向东旋转。赤道半径略长,约为 6 378 km,极地半径略短,约为 6 356.8 km,平均半径约为 6 371 km。地球总表面积约为 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$,大陆面积约为 $1.48 \times 10^8 \text{ km}^2$,约占 29%;海洋面积约为 $3.6 \times 10^8 \text{ km}^2$,约占 71%。地球体积为 $1.083 \times 10^{12} \text{ km}^3$,平均密度为 5.52 kg/m^3 。地球是由不同状态、不同物质的圈层构成的,地球的内部由地壳、地幔和地核三个圈层组成(图 1-1)。

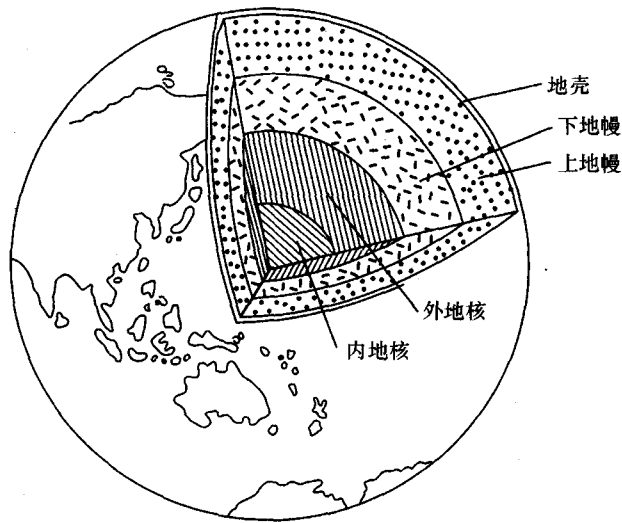


图 1-1 地球的内部构造

一、地壳

地球表面固体的薄壳,平均厚度为 33 km,洋壳较薄,约 2~11 km,陆壳较厚,约 15~80 km,平均密度为 $2.7 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ 。人类的工程活动多在地壳的表层进行,一般不超过 1~2 km 的深

度,但石油、天然气井钻探深度可达 7 km 以上。

二、地幔

位于地壳与地核之间的中间构造层,主要为富含铁镁的硅酸盐物质,其下限距地面的平均深度约为 2 891 km。

三、地核

位于地幔以下,是地球的核心部分。其半径约为 3 489 km,靠近地幔的外核主要由液态铁组成,含约 10% 的镍,15% 的较轻的硫、硅、氧、钾、氢等元素;内核由在极高压($3.3 \times 10^5 \sim 3.6 \times 10^5$ MPa)下结晶的固体铁镍合金组成,其刚性很高。

地球表层温度较低、刚性较大的地壳和地幔顶部称为岩石圈。岩石圈的厚度在全球各部分不一致:大洋部分岩石圈厚 6~100 km,大陆部分岩石圈厚约在 100~400 km 之间。岩石由矿物组成,矿物由各种化合物或化学元素组成。在地壳中已发现化学元素 90 多种,它们的含量和分布不均衡,其中氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、钛和氢十种元素含量较多,占元素总量的 99.96% (表 1-1)。这些元素多以化合物出现,少数以单质元素存在。

表 1-1 地壳主要元素质量百分比

元 素	质量比/%	元 素	质量比/%
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

矿物是在地壳中天然形成的,具有一定化学成分和物理性质的自然元素或化合物,通常是无机作用形成的均匀固体。例如:石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等是以自然化合物形态出现的;石墨(C)、金(Au)等矿物是以自然元素形态出现的。构成岩石的矿物称为造岩矿物。

岩石是矿物的天然集合体。多数岩石是一种或几种造岩矿物按一定方式结合而成,部分为火山玻璃或生物遗骸。岩石按成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。本章着重讲述主要的造岩矿物和常见的三大类岩石。

§ 1.1 主要造岩矿物

目前人类已发现的矿物有 3 000 多种,其中构成岩石主要成分、明显影响岩石性质、对鉴定岩石类型起重要作用的矿物称为主要造岩矿物。常见的主要造岩矿物有 20 余种。

1.1.1 矿物的物理性质

矿物的物理性质包括形态、颜色、条痕、光泽、透明度、解理、断口、硬度、密度等,都是肉眼鉴定矿物的依据。

一、矿物的形态

绝大多数矿物呈固态,只有极个别的矿物呈液态,如自然汞(Hg)等。大多数固体矿物是结晶质,少数为非晶质。结晶质矿物内部质点(原子、分子或离子)在三维空间有规律重复排列,形成空间格子构造,如食盐为立方晶体格架(见图 1-2)。结晶质矿物只有在晶体生长速度较慢,周围有自由空间时,才能形成有规则的几何外形,这种晶体称自形晶体,如石英、金刚石等都是自形晶体(图 1-3)。

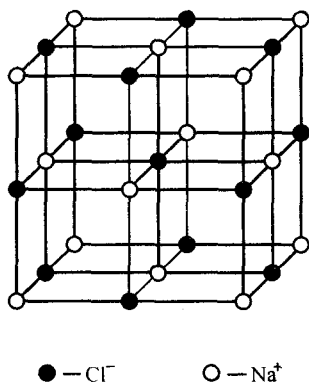
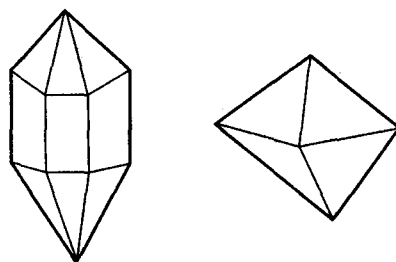


图 1-2 食盐晶体格架



(a) 石英晶体 (b) 金刚石晶体

图 1-3 矿物自形晶体

非晶质矿物的内部质点排列无规律性,故没有规则的外形。常见的非晶质矿物有玻璃矿物和胶体矿物两种,如火山玻璃是高温熔融状的火山物质经迅速冷却而成,蛋白石是由硅胶凝聚而成。

结晶矿物由于化学成分不同,生成条件不同,因此矿物单体的晶形千姿百态。常见的矿物单体形态有:

片状、鳞片状——如云母、绿泥石等。

板状——如斜长石、板状石膏等。

柱状——如角闪石(长柱状)、辉石(短柱状)等。

立方体状——如岩盐、方铅矿、黄铁矿等。

菱面体状——如方解石、白云石等。

常见的结晶质和非结晶质矿物集合体形态有:

粒状、块状、土状——矿物在三维空间接近等长的集合体。颗粒界限较明显的称粒状(如橄榄石等),颗粒界限不明显的称块状(如石英等),疏松的块状称土状(如高岭石等)。

鲕状、豆状、肾状——矿物集合体形成近圆球形结核构造。如鱼卵大小的称鲕状(方解石、赤铁矿等),有时呈现豆状、肾状(如赤铁矿等)。

纤维状——如石棉、纤维石膏等。

钟乳状——如方解石、褐铁矿等。

二、颜色

矿物的颜色是多种多样的,主要取决于矿物的化学成分和内部结构。按矿物成色原因可分为:白色、他色和假色。矿物固有的颜色比较稳定的称自色,如黄铁矿是铜黄色,橄榄石是橄榄绿

色。矿物中混有杂质时形成的颜色称他色。他色不固定,与矿物本身性质无关,对鉴定矿物意义不大,如纯石英晶体是无色透明的,而当石英含有不同杂质时,就可能出现乳白色、紫红色、绿色、烟黑色等多种颜色。由于矿物内部裂隙或表面氧化膜对光的折射、散射形成的颜色称假色,如方解石解理面上常出现的虹彩。

三、条痕

矿物在白色无釉的瓷板上划擦时留下的粉末痕迹色,称为条痕。条痕可消除假色,减弱他色,常用于矿物鉴定。例如角闪石为黑绿色,条痕是淡绿色;辉石为黑色,条痕是浅绿色;黄铁矿为铜黄色,条痕是黑色等。

四、光泽

指矿物表面反射光线的的能力。根据矿物平滑表面反射光的强弱,可分为:

1. 金属光泽

矿物平滑表面反射光强烈闪耀,如方铅矿、黄铁矿等。

2. 半金属光泽

矿物表面反射光较强,如磁铁矿等。

3. 非金属光泽

透明和半透明矿物表现的光泽。据反光程度和特征又可划分为:

(1) 金刚光泽

矿物平面反光较强,状若钻石,如金刚石。

(2) 玻璃光泽

状若玻璃板反光,如石英晶体表面。

(3) 油脂光泽

状若染上油脂后的反光,多出现在矿物凹凸不平的断口上,如石英断口。

(4) 珍珠光泽

状若珍珠或贝壳内面出现的乳白色彩光,如白云母薄片等。

(5) 丝绢光泽

出现在纤维状矿物集合体表面,状若丝绢,如石棉、绢云母等。

(6) 土状光泽

矿物表面反光暗淡如土,如高岭石和某些褐铁矿等。

五、透明度

指矿物透过可见光的程度。根据矿物透明程度,将矿物划分为透明矿物、半透明矿物和不透明矿物。大部分金属、半金属光泽矿物都是不透明矿物(如方铅矿、黄铜矿、磁铁矿);玻璃光泽矿物均为透明矿物(如石英晶体和方解石晶体);介于二者之间的矿物为半透明矿物,很多浅色的造岩矿物都是半透明矿物(如石英、滑石)。用肉眼进行矿物鉴定时,应注意观察等厚条件下的矿物碎片边缘,用来确定矿物的透明度。

六、硬度

矿物抵抗外力作用(如刻画、压入、研磨)的能力。由于矿物的化学成分和内部结构的不同其硬度也不相同,所以硬度是进行矿物鉴定的一个重要特征,目前常用 10 种已知矿物组成摩氏硬度计(表 1-2)作为标准。为了方便鉴定矿物的相对硬度,还可以用指甲(2.5)、小钢刀(5~

5.5)、玻璃(5.5)作为辅助标准,从而确定待鉴定矿物的相对硬度。

表 1-2 摩氏硬度计

硬 度	矿 物	硬 度	矿 物
1	滑石	6	长石
2	石膏	7	石英
3	方解石	8	黄玉
4	萤石	9	刚玉
5	磷灰石	10	金刚石

七、解理

在外力敲打下沿一定结晶平面破裂的固有特性称为解理。开裂的平面称为解理面,由于矿物晶体内部质点间的结合力在不同方向上不均一,解理面方向和完全程度都有差异。如果某个矿物晶体内部几个方向上结合力都比较弱,那么这种矿物就具有多组解理(如方解石)。

根据矿物产生解理面的完全程度,可将解理分为四级:

1. 极完全解理

极易裂开成薄片,解理面大而完整,平滑光亮(如云母)。

2. 完全解理

沿解理面常裂开成块状、板状,解理面平坦光亮(如方解石)。

3. 中等解理

常在两个方向上出现两组不连续、不平坦的解理面,第三个方向上为不规则断裂面,如长石和角闪石。

4. 不完全解理

很难出现完整的解理面,如橄榄石、磷灰石等。

八、断口

不具有解理的矿物,在锤击后沿任意方向产生不规则断裂,其断裂面称为断口。常见的断口形态有贝壳状断口(如石英)、平坦状断口(如蛇纹石)、参差粗糙状断口(如黄铁矿、磷灰石等)、锯齿状断口(如自然铜等)。

九、密度

矿物的密度取决于组成元素的相对原子质量和晶体结构的紧密程度。石英的相对密度为 2.65,正长石的相对密度为 2.54,普通角闪石的相对密度为 3.1~3.3。矿物的相对密度一般可以实测。

矿物的物理性质还表现在其他很多方面,例如磁性、压电性、发光性、弹性、挠性、脆性与延展性等,都可以用来鉴定矿物。

1.1.2 主要造岩矿物及其鉴定特征

最常见的主要造岩矿物近 20 种。它们的共生组合规律及其含量不仅是鉴定岩石名称的依据,而且显著地影响岩石的物理力学性质。

一、石英 SiO_2

石英是岩石中最常见的矿物之一。石英结晶常形成单晶或丛生为晶簇。纯净的石英晶体为无色透明的六方双锥，称为水晶。一般岩石中的石英多呈致密的块状或粒状集合体。一般为白色、乳白色，含杂质时呈紫红色、烟色、黑色、绿色等颜色；晶面为玻璃光泽，块状和粒状石英为油脂光泽；无解理；断口贝壳状(图 1-4)；硬度为 7；相对密度为 2.65。



图 1-4 石英晶体贝壳状断口

二、长石 RAlSi_3O_8

长石是一大族矿物，是地壳中分布最广泛的矿物。它在岩石分类和命名中占重要位置。长石按成分可划分为三种基本类型：钾长石(KAlSi_3O_8)、钠长石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)、钙长石($\text{CaAlSi}_3\text{O}_8$)。以钾长石为主的长石矿物称正长石；由钠长石和钙长石按各种比例混熔而成的一系列矿物称为斜长石。

1. 正长石

单晶为柱状或板状(图 1-5)，在岩石中多为肉红色或淡玫瑰红色，两组正交解理，解理面具玻璃光泽，硬度为 6，相对密度为 2.54~2.57，常和石英伴生于酸性花岗岩中。

2. 斜长石

晶体多为板状或柱状，晶面上有平行条纹，多为灰白、灰黄色，玻璃光泽，有两组近正交的解理，硬度为 6~6.5，相对密度为 2.61~2.75，常与角闪石和辉石共生于较深色的岩浆岩(如闪长岩、辉长岩)中。

三、白云母 $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

单晶体为板状、片状，横截面为六边形，有一组极完全解理，易剥成薄片，薄片无色透明，具玻璃光泽；集合体常呈浅黄、淡绿色，具珍珠光泽，薄片有弹性，硬度为 2~3，相对密度为 2.76~3.10。

四、黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2$

单体为板状、片状，横截面为六边形，有一组极完全解理，易剥成薄片，薄片有弹性，颜色为棕褐至棕黑色，珍珠光泽，半透明，硬度为 2~3，相对密度为 3.02~3.12。

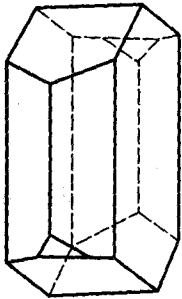


图 1-5 正长石单晶

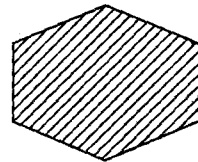
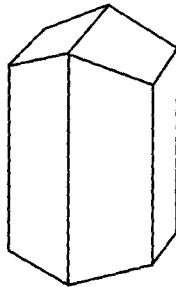


图 1-6 普通角闪石长柱状单晶及横截面图

五、普通角闪石 $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$

多以单晶体出现,一般呈长柱状或近三向等长状,横截面为六边形见图 1-6。集合体为针状、粒状,多为深褐色至黑色,玻璃光泽,两组完全解理,交角为 $56^\circ(124^\circ)$,平行柱面,硬度为 5.5~6,相对密度为 3.1~3.6。

六、普通辉石 $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$

晶体常呈短柱状,横截面为近八角形。集合体为块状、粒状,暗绿、黑色,有时带褐色,玻璃光泽,两组完全解理,交角为 $87^\circ(93^\circ)$,硬度为 5.5~6.0,相对密度为 3.2~3.6。普通辉石是颜色较深的基性和超基性岩浆岩中很常见的矿物,多有斜长石伴生。

七、橄榄石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$

晶体为短柱状,多不完整,常呈粒状集合体。颜色为橄榄绿、黄绿、绿黑色,含铁愈多颜色愈深。玻璃光泽,不完全解理,油脂光泽,硬度为 6.5~7,相对密度为 3.3~3.5,常见于基性和超基性岩浆岩中。

八、方解石 CaCO_3

晶体为菱形六面体,在岩石中常呈粒状,纯净方解石晶体无色透明,因含杂质多呈灰白色,有时为浅黄、黄褐、浅红等色,三组完全解理,玻璃光泽,硬度为 3,相对密度为 2.6~2.8,遇冷稀盐酸剧烈起泡,是石灰岩和大理岩的主要矿物成分。

九、白云石 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

晶体为菱形六面体,岩石中多为粒状,白色,含杂质为浅黄、灰褐、灰黑等色,完全解理,玻璃光泽,硬度为 3.5~4,相对密度为 2.8~2.9,遇热稀盐酸有起泡反应,是白云岩的主要矿物成分。

十、滑石 $\text{Mg}(\text{SiO}_4)(\text{OH})_2$

完整的六方菱形晶体很少见,多为板状或片状集合体,多为浅黄、浅褐或白色,半透明,有一组极完全解理,解理面上为珍珠光泽,薄片有挠性,手摸有滑感,硬度为 1,相对密度为 2.7~2.8。

十一、绿泥石 $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

绿泥石是一族种类繁多的矿物,多呈鳞片状或片状集合体状态,颜色暗绿,珍珠光泽,有一组完全解理,薄片有挠性,硬度为 2~3,相对密度为 2.6~2.85,常见于温度不高的热液变质岩中,由绿泥石组成的岩石强度低,易风化。

十二、硬石膏 CaSO_4

晶体为近正方形的厚板状或柱状,一般呈粒状,纯净晶体无色透明,一般为白色,玻璃光泽,有三组完全解理,硬度为 3~3.5,相对密度为 2.8~3.0。硬石膏在常温常压下遇水能生成石膏,体积膨胀近 30%,同时产生膨胀压力,可能引起建筑物基础及隧道衬砌等变形。

十三、石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

晶体多为板状,一般为纤维状和细粒集合块状,颜色灰白,含杂质时有灰、黄、褐色,纯晶体无色透明,玻璃光泽,有一组极完全解理,能劈裂成薄片,薄片无弹性,有挠性,硬度为 2,相对密度为 2.3。在适当条件下脱水可变成硬石膏。

十四、黄铁矿 FeS_2

单晶体为立方体或五角十二面体,晶面上有条纹,在岩石中黄铁矿多为粒状或块状集合体,颜色为铜黄色,金属光泽,参差状断口,条痕为深绿黑色,硬度为 6~6.5,相对密度为 4.9~5.2,黄铁矿经风化易产生腐蚀性硫酸。