

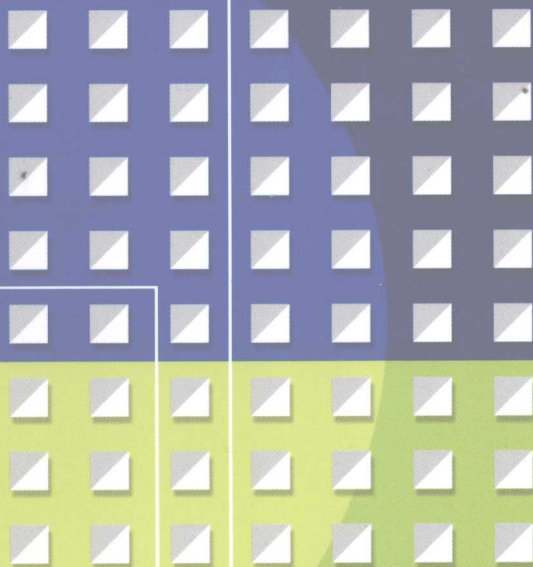


高等学校“十一五”精品规划教材

土木工程地质

主编 刘红军 赵兰霞

TUMU GONGCHENG DIZHI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校“十一五”精品规划教材

土木工程地质

主 编 刘红军 赵兰霞
副主编 王海军 李洪峰 袁国清
参 编 李海燕 董洪晶



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统地介绍了工程地质学的基本知识、土木工程建筑中的工程地质问题及工程地质勘察三方面的内容,具体内容包括造岩矿物与岩石、地质构造、地表地质作用、特殊土简介、地貌、地下水、常见的不良地质现象、不同类型的工程地质问题评价、工程地质勘察方法、不同类型工程地质勘察要点及工程地质勘察资料的整理等。全书共分为十一章,前十章附有较全面详细的思考题。

本书可作为普通高等院校土木工程、道路、桥隧、水电以及海岸工程等专业教学用书,也可供工程地质、水文地质、土建工程、水电工程等相关专业的科技人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程地质 / 刘红军, 赵兰霞主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

高等学校“十一五”精品规划教材

ISBN 978-7-5084-6184-7

I. 土… II. ①刘…②赵… 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(2008)第204578号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 土木工程地质
作 者	主编 刘红军 赵兰霞
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 15.75印张 373千字
版 次	2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	29.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着国民经济的增长,我国基础工程的建设也有了快速的发展,工程建筑的规模和等级逐步提高,同时对建筑物的使用功能及结构性提出了更高的要求。任何工程建筑的荷载都要传递给地壳表层或地壳表层不太深的地方,因此在工程建筑物选址、设计和施工等各个阶段之前,都要相应的对建筑场地的工程地质条件有充分的了解和分析研究,这就要求一个合格的土木工程师必须具备一定的工程地质学知识。

为了适应现代化创新适用型人才培养的需要,根据土木工程专业培养的目标和要求,由多所院校合编《土木工程地质》这本高等学校“十一五”精品规划教材。

土木工程地质不仅是土木工程专业一门重要的专业基础课程,同时又是一门实践性很强的课程,通过该课程的学习,不仅掌握了工程地质基本理论知识,更重要的是能够解决一些工程地质问题、开阔视野,在土木工程专业的人才培养中起着十分重要的作用。我国地域辽阔,地质条件复杂,岩土性质差异较大,因此土木工程地质这门课程显得更加重要和实用。

随着工程建筑规模和等级的提高,对建筑场地的工程地质条件提出了更高的要求,因此近年来工程地质的研究领域有了长足的发展。特别是计算机的普及与应用,使工程地质复杂的计算得以实现。岩土工程原位测试试验技术也有了进一步的提高,在理论分析、成果应用等方面积累了丰富的经验。

本书在编写过程中,力求做到言简意赅、通俗易懂、重点突出,在少而精的基础上加强了地质学基础、地质作用以及工程地质问题评价与对策方面的理论和知识,注重培养学生理论与实践相结合的工程意识,为提高学生综合素质奠定基础,并尽可能反映近年来国内外工程地质理论和实践的发展水平。

本教材主要由三部分内容组成,第一部分系统阐述工程地质学的基本理论,第二部分是不同建筑中工程地质问题,第三部分为工程地质勘察。全书共分为十一章,包括造岩矿物与岩石、地质构造、地表地质作用、特殊土简介、地貌、地下水、常见的不良地质现象、不同类型的工程地质问题评价、工程地质勘察方法、不同类型工程地质勘察要点及工程地质勘察资料的整理

等。为便于读者复习和练习，前十章均附有思考题。本书不仅可以适用于土木工程专业教材用书，也可作为工程技术人员及科研人员的参考书。

本书编写分工如下：绪论、第三章第一节、第五章、第七章第一～三节、第十一章由五邑大学刘红军编写；第九章由河北农业大学赵兰霞编写；第二～三章第二节由黑龙江科技学院王海军编写；第八章由东北林业大学李洪峰编写；第一章第三节、第七章第四～五节由五邑大学袁国清编写；第一章第一～二节、第四章由甘肃农业大学李海燕编写；第六章、第十章由嘉兴学院董洪晶编写。全书由刘红军统稿。

在本书编写的过程中，得到了许多兄弟院校的教师及出版社大力支持，并提出了许多宝贵的意见，在此特向他们表示感谢！

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中疏漏和错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

前言

绪论	1
第一章 造岩矿物与岩石	4
第一节 造岩矿物	4
第二节 岩石	8
第三节 岩石的工程地质性质	21
思考题	28
第二章 地质构造	30
第一节 地球的物质组成及地质作用	30
第二节 地质年代	32
第三节 地质构造	36
第四节 新构造运动与活断层	46
第五节 岩体的工程地质性质	48
第六节 阅读地质图	52
思考题	59
第三章 地表地质作用	61
第一节 风化作用	61
第二节 地表流水的地质作用	70
思考题	77
第四章 特殊土简介	78
第一节 概述	78
第二节 软土	79
第三节 湿陷性黄土	82
第四节 膨胀土	88
第五节 盐渍土	92
第六节 红黏土	93
第七节 冻土	94
思考题	99
第五章 地貌	100
第一节 地貌的形成和发展	100

第二节	地貌的分级与分类·····	103
第三节	山岭地貌·····	104
第四节	平原地貌·····	108
第五节	河谷地貌·····	110
思考题	·····	113
第六章	地下水·····	114
第一节	地下水概述·····	114
第二节	地下水的物理性质及化学成分·····	116
第三节	地下水类型·····	119
第四节	地下水的补给、径流与排泄·····	127
第五节	地下水对土木工程的影响·····	132
思考题	·····	136
第七章	常见的不良地质现象·····	137
第一节	崩塌与岩堆·····	137
第二节	滑坡·····	141
第三节	泥石流·····	149
第四节	岩溶与土洞·····	153
第五节	地震及其效应·····	159
思考题	·····	168
第八章	不同类型的工程地质问题评价·····	169
第一节	建筑工程地基稳定性问题·····	169
第二节	边坡工程稳定性问题·····	176
第三节	基坑工程稳定性问题·····	178
第四节	地下工程选址与稳定性问题·····	182
第五节	道路桥梁工程选线与稳定性问题·····	186
第六节	港口工程选址与防护问题·····	189
第七节	环境工程地质问题·····	193
思考题	·····	196
第九章	工程地质勘察方法·····	198
第一节	工程地质勘察的一般要求·····	198
第二节	工程地质测绘·····	202
第三节	工程地质勘探·····	206
第四节	工程地质试验·····	212
第五节	工程地质长期观测·····	222
思考题	·····	224
第十章	不同类型工程地质勘察要点·····	225
第一节	城市规划与建筑工程地质勘察·····	225

第二节	道路工程地质勘察	229
第三节	桥梁工程地质勘察	232
第四节	地下工程地质勘察	234
第五节	水利水电工程地质勘察	235
第六节	港口工程地质勘察	237
思考题		238
第十一章	工程地质勘察资料的整理	239
第一节	工程地质勘察报告书	239
第二节	工程地质图、表	239
第三节	勘察报告举例	240
第四节	勘察报告的阅读和应用	242
参考文献		243

绪 论

一、工程地质学的研究对象

工程地质学是介于地质学与工程学之间的一门独立的边缘交叉学科，是研究与解决工程建设有关的地质问题的学科，是地质学的一个分支，是调查、研究、解决与各类工程建筑的设计和使用有关的地质问题的一门学科。简而言之，工程地质学是研究人类工程活动与地质环境相互作用的一门学科，目前已经发展成为一个独立的科学。

各项工程建设包括道路、桥梁、工业与民用建筑、港口与码头、各种军事工程、地下工程建筑等，它们都是建筑在地表或不太深的地下。地壳层的岩石（土）常作为建筑物的地基、环境与材料。由于岩石（土）的成因，物质组成及分布规律不一，所受各种地质作用的影响不同，因此它们的强度和稳定性不同，这就直接影响到建筑物的安全。而工程建筑物的施工和使用，又影响到地质因素的变化，使得建筑物的稳定性更加复杂化。因此，工程地质学主要是用来研究各种建筑区域的工程地质条件，解决工程地质问题，以及人类的工程活动对地质环境的影响。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，各部分都已形成分支学科。

工程岩土学的任务是研究土石的工程地质性质，研究这些性质的形成和它们在自然或人类活动的影响下的变化。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讨论调查方法，以便有效查明有关工程活动的地质因素。

二、工程活动与地质环境

人类的工程活动都是在一定的地质环境中进行的，两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，是指各项地质因素的综合。这些因素包括：

(1) 土和岩石的工程性质，是最基本的工程地质因素，包括它们的成因、时代、岩性、产状、成岩作用特点、变质程度、风化特征、软弱夹层和接触带以及物理力学性质等。

(2) 地质构造，也是工程地质工作研究的基本对象，包括褶皱、断层、节理构造的分布和特征。地质构造，特别是形成时代新、规模大的优势断裂，对地震等灾害具有控制作用，因而对建筑物的安全稳定和沉降变形等具有重要意义。

(3) 地形地貌，地形是指地表高低起伏状况，山坡陡缓程度与沟谷宽窄及形态特征等，地貌则说明地形形成的原因、过程和时代。地形地貌影响着各类工程的布局，对工程建筑的质量和造价有着直接的影响。

(4) 水文地质条件, 是重要的工程地质因素, 包括地下水的成因、埋藏、分布、动态和化学成分等。

(5) 地质作用, 地质作用主要包括外力地质作用与内力地质作用, 它们直接影响到其他各种地质环境要素的形成和发展。

(6) 天然建筑材料, 一些工程建筑在施工的过程当中需要大量的天然建筑材料, 合理地使用天然建筑材料, 既可保证工程质量又减少工程造价。例如在道路工程中, 需要大量的路基填土, 在进行选线时, 也要考虑沿线土场情况, 按照就近取材的原则, 选择沿线附近质量好、储量丰富的土作为路基填筑材料。

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。在开挖高边坡时, 忽视地质条件, 可能引起大规模的崩塌或滑坡, 不仅增加工程量、延长工期和提高造价, 甚至危及施工安全。在岩溶地区修建水库, 如未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地质环境。例如, 房屋引起地基土的压密沉降, 桥梁使局部河段冲刷淤积发生变化等。城市过量抽取地下水, 可能导致大规模的地面沉降。而大型水库对地质环境的影响, 则往往超出局部场地的范围而波及广大区域。在平原地区可能引起大面积的沼泽化, 在黄土地区可能引起大范围的湿陷, 在某些地区还可能产生诱发地震。

研究人类工程活动与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地质环境, 这是工程地质学的基本任务。而在大规模地改造自然环境的工程中, 如何按地质规律办事, 有效地改造地质环境, 则是工程地质学将要面临的主要任务。

三、工程地质学的研究方法

工程地质学的研究方法有三种。

1. 地质法

地质法也是自然历史分析法。因为各种地质体、地质构造、地质现象以及地貌形态都是地质历史发展的产物, 它们的特征都在一定的地质发展过程中被赋予的。为了分析影响建筑物稳定的各种地质条件和地质现象, 就要用地质学的研究方法, 首先要直接或间接地取得大量的实际资料, 然后通过对资料的整理、分析和归纳, 找出其规律性和处理措施。

2. 试验方法

地质学研究方法得出的结论是原则性的基本情况, 不能全部满足工程设计和施工的具体要求, 所以还必须采用试验和数学计算手段, 求得具体的数字指标和参数, 供设计和施工应用。例如通过实验室或野外现场试验, 取得土、石的各种物理、水理和力学性质指标等。

3. 计算方法

计算方法也是工程地质学常用的研究方法。在进行定量评价时, 需根据试验方法取得的有关数据, 利用有关的理论计算公式进行计算。随着电子计算机的普及与应用, 工程地质数值法也得到了快速发展。因此理论计算方法在工程地质研究中得到了广泛的应用。

上述三种方法，必须综合应用，紧密结合。地质方法是最根本的方法，离开了这一方法，既不能正确使用试验方法取得符合实际的参数，也不能合理使用计算方法根据具体条件进行计算。而单独采用地质方法，没有试验方法和计算方法，就不能充分满足工程建筑的要求，达到彻底为工程建设服务的目的。能够综合运用上述三种研究方法，首先要求我们必须具备一定工程地质知识。

四、本课程主要内容及学习要求

我国地域辽阔，自然条件复杂，在工程建设中常遇到各类的自然条件和地质问题，为各类土木工程服务的工程地质学知识均有其自身的特点。作为土木工程师，务必重视场地和地基的地质勘察工作，对勘察内容和方法要有所了解，以便正确地向勘察部门提出勘察任务和要求。为此，必须具备一定的工程地质的科学知识，并学会分析和使用工程勘察报告，只有这样才能正确处理工程建设与自然地质条件的相互关系，才能正确运用地质勘察数据和资料进行工程设计和施工。

本课程是土木工程专业的一门技术基础课，一般在土力学、岩石力学、基础工程学之前开设。与本课程密切相关的学科有土力学、岩石力学、水文地质学、基础工程学、施工技术、地下工程、岩土工程测试技术、地质力学模型试验、地震工程学等。本课程不同于传统的地质学课程，是地质学与工程学之间相互沟通的桥梁。地质学是本课程的基本内容，在学习的过程中要了解地质的发生、发展规律和地质工作的方法，结合我国自然地质条件和房屋建筑、公路、桥梁与隧道等工程的特点，为学习专业课和开展有关科学研究提供必要的工程地质学的基础理论和知识，培养阅读地质图、分析地质条件的能力，了解工程勘察的内容和方法；同时，通过调查、收集、分析和应用有关的地质资料，对一般的工程地质问题能进行初步评价，提出相应的工程处理措施。学习本课程最重要的是学会应用地质学知识对具体工程问题进行具体分析。

为了学好这门课程，应结合课堂理论教学和矿物、岩石标本的实验教学，通过地质踏勘和参观勘探现场，学习鉴别和认识常见的岩石和矿物，了解各类岩石形成的条件，了解地貌、地质构造、岩土类别和工程地质性质，以及初步进行工程评价的方法。学习中应引导学生避免死记硬背地质学术语，着重学习地质学与工程的关系，培养学生对地质学产生学习兴趣是教学成功的关键。课程的教学内容和时间可根据不同专业灵活调整，部分内容可以安排学生自学。

第一章 造岩矿物与岩石

地壳由各种各样坚硬的岩石组成，矿物是构成各种岩石的最基本物质。矿物的成分、性质及其在各种因素作用下所发生的变化，都会对岩石的强度和稳定性产生影响。因此工程技术人员从事建筑活动，就要认真了解岩石，要分析了解岩石在各种自然条件下的变化，进而对岩石的工程性质作出评价，就必须首先从矿物开始。

第一节 造 岩 矿 物

矿物是组成岩石的基本单位，也是组成地壳的基本物质，它是在各种地质作用下形成的具有一定的化学成分和物理性质的单质或化合物。其中构成岩石的矿物称为造岩矿物。

一、矿物的一般知识

目前自然界已经发现的矿物约有 3300 多种，其中构成岩石的矿物有 30 余种。

造岩矿物绝大多数是结晶质的，结晶质的基本特点是组成矿物的元素质点（离子、原子或分子）在矿物内部按一定的规律重复排列形成稳定的格子构造，在生长过程中如条件适宜，能生成被若干天然平面所包围的固定的几何形态，但绝大多数矿物在发育时受空间条件的限制往往不具有规则的外形。非晶质矿物内部质点排列没有一定的规律性，所以外表不具有固定的几何形态，如蛋白石（ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）褐铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）等。自然界的矿物按其成因可分为三大类型。

1. 原生矿物

在成岩或成矿的时期内，从岩浆熔融体中经冷凝结晶过程中所形成的矿物，如石英、长石等。

2. 次生矿物

次生矿物是指原生矿物遭受化学风化而形成的新矿物，如正长石经水解作用后而形成的高岭石。

3. 变质矿物

变质矿物是指在变质作用过程中形成的矿物，如区域变质的结晶片岩中的蓝晶石等。

二、矿物的物理性质

矿物的物理性质主要决定于它的内部构造和化学成分。掌握矿物的物理性质是鉴别矿物的主要依据。在实际工作中，一般用肉眼观察并借助简单的工具和试剂鉴定矿物。

（一）矿物的形状

在液态或固态物质中的离子或原子互相结合形成晶体的过程称为结晶。晶体内部的质点的排列方阵称晶体结构。不同的离子或原子可构成不同晶体结构，相同的离子或原子在

不同的地质条件下也形成不同的晶体结构。晶质矿物因内部结构固定，因此，具有特定的外形。

造岩矿物主要是指固体矿物，常见的形状有柱状、粒状、纤维状、板状、片状、结核状、鳞片状等。矿物在有充分的物质来源、足够的空间和时间等条件下，能够按其晶体结构的特征长成具有规则的几何多面体外形。呈现出该矿物特有的晶体形态，如图 1-1 所示。

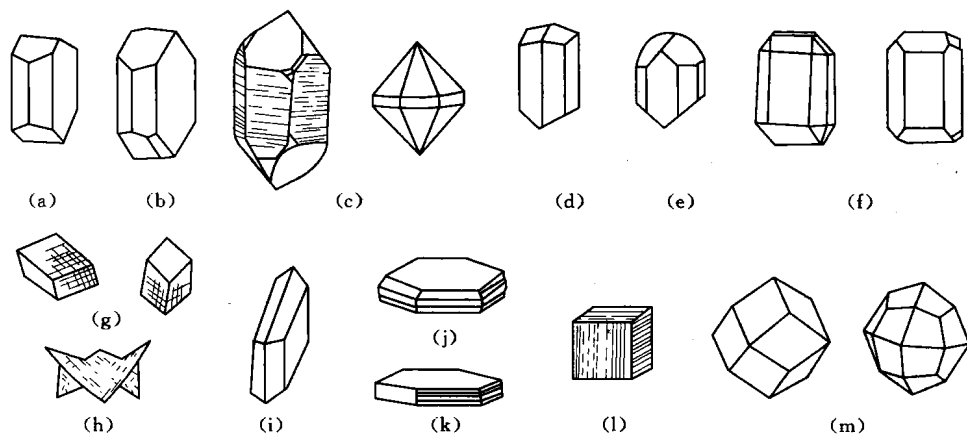


图 1-1 常见矿物的晶体形态

(a) 正长石；(b) 斜长石；(c) 石英；(d) 角闪石；(e) 辉石；(f) 橄榄石；(g) 方解石；
(h) 白云母；(i) 石膏；(j) 绿泥石；(k) 云母；(l) 黄铁矿；(m) 石榴子石

(二) 矿物的光学性质

矿物的化学性质是矿物与可见光作用时，对可见光的吸收、反射和允许光线透过所表现出来的性质，具体有下列几种。

1. 颜色

矿物的颜色是指矿物对可见光波的吸收作用所引起的。当矿物对光波的吸收程度不同时，使矿物呈现出白、灰、黑色；如果只吸收某些色光，就呈现出另一部分色光的混合色，根据矿物颜色产生的原因，可将颜色分为三种。

(1) 自色。是矿物本身固有的颜色。自色取决于矿物的内部性质，特别是所含色素离子的类别。例如赤铁矿呈红砖色是因为含有 Fe^{3+} ，孔雀石呈绿色是因为它含有 Cu^{2+} 。自色比较固定，因而具有鉴定的意义。

(2) 他色。是矿物混入了某些杂质所引起的，与矿物的本身性质无关。他色不固定，随杂质的不同而异。如纯净的石英晶体是无色透明的，混入杂质就呈紫色、玫瑰色、烟色。由于他色不固定，对鉴定矿物没有很大意义。

(3) 假色。由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散色所引起的。如方解石解理面上出现的虹彩，斑铜矿表面常出现斑驳的蓝色和紫色。

为消除矿物由于外界干扰所产生的他色和假色。常将矿物在素瓷板上擦划得到粉末的颜色，称为矿物的条痕。由于条痕能反映出矿物真正的颜色，所以对鉴定矿物的颜色具有

重要意义。条痕对不透明、深色金属矿物具有鉴定意义。

2. 光泽

光泽是矿物表面对可见光的反射能力。通常根据反射能力自强而弱分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。

(1) 金属光泽。反射很强，类似于镀铬的金属平滑表面的反光，如方铅矿、黄铁矿的光泽，是大多数金属矿物所具有的特征。

(2) 半金属光泽。类似于金属光泽，但较为暗淡，如铬铁矿。

(3) 非金属光泽。非金属光泽是非金属矿物所具有的光泽，其中包括有金刚光泽、玻璃光泽、油脂光泽、丝绢光泽、珍珠光泽及蜡状光泽。

3. 透明度

透明度是指矿物透过可见光波的能力，即光线透过矿物的程度。一般规定以 0.3mm 的厚度作为标准进行对比。据此，透明度可分以下三级。

(1) 透明的。绝大多数光线可以通过矿物，因而隔着矿物的薄片可以清楚地看到对面的物体，如无色石英，冰洲石（透明的方解石）等。主要指浅颜色矿物。

(2) 半透明的。光线可以部分通过矿物，因而隔着矿物的薄片可以模糊地看到对面物体，如闪锌矿、辰砂等。

(3) 不透明的。光线几乎不能透过矿物，如黄铁矿、磁铁矿、石墨等。主要指一些深颜色矿物。

(三) 矿物的力学性质

矿物的力学性质是指矿物在受力后所表现出来的性质。

1. 硬度

硬度是指矿物抵抗刻划、研磨的能力。一般用肉眼鉴定矿物时常用两种矿物对划的方法确定矿物的相对硬度，野外常利用指甲刻划（2~2.5）、小刀刻划（5~5.5）、玻璃片刻划（5.5~6）和钢刀刻划（6~7）等粗略判定。矿物的硬度是相对硬度，并不是硬度的绝对值，所以不能认为：金刚石是比滑石硬 10 倍。

国际公认的摩氏硬度计以常见的 10 种矿物作为标准，从低到高分 10 级，见表 1-1。

表 1-1 摩氏硬度计

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

2. 解理

解理是指矿物受打击后常沿一定方向裂开，并形成光滑平面的性质（图 1-2）。各种矿物的解理数目不一，有的有一个方向的解理，称为一组解理，如片状云母；有的有两个方向的解理，称为两组解理，如柱状长石；具有三个方向的解理称为三组解理，如棱块状方解石等。

根据解理发育的程度将解理分为以下 4 种。

(1) 极完全解理。解理非常发育，解理面很平滑，极易裂成薄片，如云母。

(2) 完全解理。解理发育，解理平滑，矿物易分裂成薄片及小块状，如方解石。

(3) 中等解理。解理较发育，解理面比较平滑，如角闪石。

(4) 不完全解理。解理不十分发育，解理面不易发现，如磷灰石。

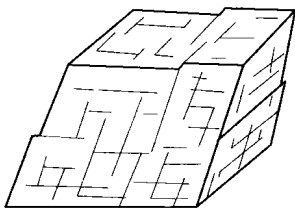


图 1-2 方解石的三组解理

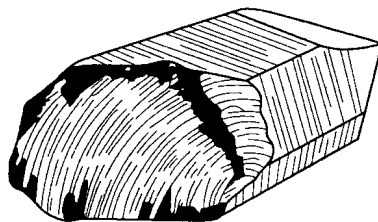


图 1-3 石英的贝壳状断口

3. 断口

矿物在外力打击下，沿任意方向发生的不规则裂口称为断口。对于某种矿物来说，解理与断口的发生常互为消长的关系。越易出现解理的方向越不易发生断口。断口根据其形状可分为贝壳状（图 1-3）、参差状、锯齿状等。

矿物除具有以上性质外，有些矿物还具有一些特性，如方铅矿具有脆性，自然银具有延展性，云母具有弹性和磁铁矿具有磁性等。

三、常见的造岩矿物

常见的主要造岩矿物及其特征，见表 1-2。

表 1-2 常见造岩矿物的主要特征

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定特征
		颜色	光泽	硬度	解理、断口	
石英 SiO_2	六棱柱状或双锥状、粒状、块状	无色、乳白色或其他色	玻璃光泽、断口为油脂光泽	7	无解理、贝壳状断口	形状、硬度
正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	短柱状、板状、粒状	肉色、浅玫瑰色或近于白色	玻璃光泽	6	二向完全解理，近于正交	解理、颜色
斜长石 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	长柱状、板条状	白色或灰白色	玻璃光泽	6	二向完全解理，斜交	颜色、解理面有细条纹
白云母 $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	板状、片状	无色、灰白色至灰色	玻璃或珍珠光泽	2~3	一向极完全解理	解理、薄片有弹性
黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	板状、片状	深色、黑绿至黑色	玻璃或珍珠光泽	2.5~3	一向极完全解理	解理、颜色、薄片有弹性
角闪石 $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$	长柱状、纤维状	深绿至黑色	玻璃光泽	5.5~6	二向完全解理，交角近 56°	形状、颜色
辉石 $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	短柱状、粒状	褐色、棕黑至深黑色	玻璃光泽	5~6	二向完全解理，交角近 90°	形状、颜色

续表

矿物名称及 化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定 特征
		颜色	光泽	硬度	解理、断口	
橄榄石 (Mg、Fe) ₂ [SiO ₄]	粒状	橄榄绿、 淡黄绿色	油脂或 玻璃光泽	6.5~7	通常无解 理, 贝壳状 断口	颜色、硬度
方解石 CaCO ₃	菱面体、 块状、粒状	白、灰白 或其他色	玻璃光泽	3	三向完全 解理	解理、硬度 遇盐酸强烈 起泡
白云石 CaMg [CO ₃] ₂	菱面体、 块状、粒状	灰白、淡 红或淡黄色	玻璃光泽	3.5~4	三向完全 解理, 晶面 常弯曲呈 鞍形	解理、硬度, 晶面常弯曲, 遇盐酸起泡 微弱
石膏 CaSO ₄ · 2H ₂ O	板状、条 状、纤维状	无色、白 色或灰白色	玻璃或 丝绸光泽	2	一向完全 解理	解理、硬 度、薄片无弹 性和挠性
高岭土 Al ₄ [Si ₄ O ₁₀] [OH] ₈	鳞片状、 细粒状	白、灰白 或其他色	土状光泽	1	一向完全 解理	性软、粘 舌, 具可塑性
滑石 Mg ₃ [Si ₄ O ₁₀] [OH] ₂	片状、块状	白、淡 黄、淡绿或 浅灰色	蜡状或 珍珠光泽	1	一向完全 解理	颜色、硬 度, 触抚有滑 腻感
绿泥石 (Mg、Fe) ₃ Al [AlSi ₃ O ₁₀] [OH] ₈	片状、土状	深绿色	珍珠光泽	2~2.5	一向完全 解理	颜色、薄片 无弹性有挠性
蛇纹石 Mg ₆ [Si ₄ O ₁₀] [OH] ₈	片状、块 状、纤维状	淡黄绿、 淡绿或淡 黄色	蜡状或 丝绸光泽	3~3.5	无解理、 贝壳状断口	颜色、光泽
石榴子石 (Mg、Fe、Mn、Ca) ₃ (Al、Fe、 Cr) ₂ (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	形状、颜 色、硬度
黄铁矿 FeS ₂	立方体、 粒状	淡黄铜色	金属光泽	6~6.5	贝壳状或 不规则断口	形状、颜 色、光泽

第二节 岩 石

岩石是在地壳发展过程中, 由一种或多种矿物组成的, 具有一定规律的集合体。主要由一种矿物组成的岩石, 称为单矿岩, 如石灰岩就是由方解石组成的单矿岩; 由两种或两种以上的矿物组成的岩石, 称为复矿岩, 如花岗岩主要由正长石、石英和云母等矿物组成的复矿岩。岩石是构成地壳的最基本单位。按其成因可将地壳的岩石分为三大类: 岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩石与人们生活、国民经济发展和科学研究有着密切关系。岩石不仅是研究地质构造、地貌、水文地质、矿产等的基础, 而且也是人类一切工程建筑的地基和原料。

一、岩浆岩（火成岩）

岩浆岩是由岩浆冷凝形成的岩石。岩浆存在于地壳的深处，是处于高温、高压下的硅酸盐熔融体。它的主要成分是硅酸盐，还有其他元素、化合物以及溶解的气体（ H_2O 、 CO_2 等）。

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就会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，压力减小，热量散失，经复杂的物理化学过程，最后冷却凝结，就形成了岩浆岩。

（一）岩浆岩的分类

依冷凝成岩浆岩的地质环境的不同，将岩浆岩分三大类。

1. 深成岩

岩浆侵入地壳深处（约距地表 3km）冷却而成的岩石。由于岩浆压力和温度较高，温度降低缓慢，组成岩石的矿物结晶良好。

2. 浅成岩

岩浆沿地壳裂缝上升距地表较浅处冷凝而成的岩石。由于岩浆压力小，温度降低较快，组成岩石的矿物结晶较细小。

3. 喷出岩

岩浆沿地壳裂缝一直上升喷出地表，这种活动叫火山喷发，对地表产生的一切影响叫火山作用，形成的岩石叫喷出岩。在地表条件下，温度降低迅速，矿物来不及结晶或结晶较差。肉眼不易看清楚。

（二）岩浆岩产状分类

岩浆岩的产状是反映岩体空间位置与围岩的相互关系及其形态特征。由于岩浆本身成分的不同，受地质条件的影响，岩浆岩产状大致有下列几种（图 1-4）。

1. 岩基

深成巨大的侵入岩体，范围很大，常与硅铝层连在一起，形状不规则，表面起伏不平。与围岩成不谐和接触，露出地面的大小决定当时的剥蚀深度。

2. 岩株

与围岩接触较陡，面积达几平方公里或几十平方公里，其下部与岩基相连，比岩基小。

3. 岩盘

岩浆冷凝成为上凸下平呈透镜状的侵入体，底部通过颈体和更大的侵入体连通，直径可大至几千米。

4. 岩床

岩浆沿着成层的围岩方向侵入，表面无凸起，略为平整，范围一米至几米。

5. 岩脉

沿围岩裂隙冷凝成的狭长形的岩浆体，与围岩成层方向相交成垂直或近于垂直。另外，垂直或大致垂直地面者，称为岩墙。

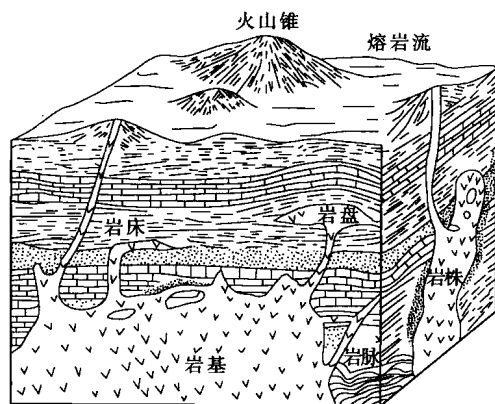


图 1-4 岩浆岩的产状