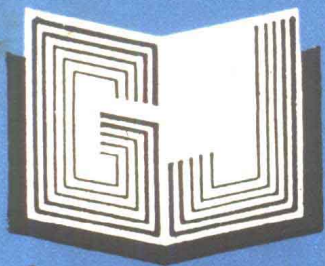


980061



高等学校教材

工程地质学

武汉水利电力大学 黄乃安 主编



高 等 学 校 教 材

工 程 地 质 学

武汉水利电力大学 黄乃安 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

高等学校教材

工程地质学

武汉水利电力大学 黄乃安 主编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 13印张 290千字

1995年6月第一版 1995年6月北京第一次印刷

印数 0001—1140册

ISBN 7-120-02128-1/TV·820

定价 7.50元

内 容 提 要

本教材是根据水资源规划及利用专业的课程设置及教学要求编写的。全书共十章，主要内容有：岩石；地质构造；地质作用；河流地貌；地下水概论；地下水资源；流域规划工程地质；水利枢纽工程地质；水库工程地质；工程地质勘察。

本教材适用于水资源规划及利用专业，也可供高等学校水利水电类其他专业师生及工程技术人员参考。

前 言

本教材是根据高等学校水利水电类专业教学委员会于1989年制订的水资源规划及利用专业的课程设置及教学基本要求编写的。本教材的编写大纲曾经多次讨论修改，并经1991年5月在西安召开的地质组扩大会议上讨论后修改拟定的。

参加本书编写工作的有武汉水利电力大学黄乃安（绪论，第一、九、十章）、武汉水利电力大学康鹤云（第二、四章）、内蒙古农牧学院刘培泰（第五、六章）、武汉水利电力大学杨连生（第三、七、八章）。全书由黄乃安主编。

本书由青海大学杨丙章教授担任主审。他对本书初稿提出了许多宝贵意见，对提高本书质量起了很大的作用；兄弟院校的老师们对编写大纲提了许多宝贵意见，谨此一并表示衷心感谢。

由于我们的水平有限，书中难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编 者

1994年6月

408101

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 岩石	5
第一节 造岩矿物	5
第二节 岩浆岩	13
第三节 沉积岩	20
第四节 变质岩	26
第五节 岩石的工程地质评述	31
第二章 地质构造	33
第一节 地壳运动概述	33
第二节 地质年代与地层单位	35
第三节 岩层产状与接触关系	40
第四节 褶皱	42
第五节 节理和劈理	47
第六节 断层	50
第七节 地质图	60
第八节 大地构造概述	67
第三章 地质作用	71
第一节 风化作用	71
第二节 喀斯特	75
第三节 边坡破坏作用	78
第四节 地震	84
第四章 河流地貌	88
第一节 陆地地貌单元的分类	88
第二节 河流的地质作用	89
第三节 流域地貌	92
第四节 河谷地貌	94
第五节 河床地貌	98
第六节 陆相第四纪松散沉积物	100
第五章 地下水概论	103
第一节 地下水的储存	103
第二节 地下水的物理性质和化学成分	108
第三节 地下水的分类	112
第四节 地下水的补给和排泄	120
第五节 地下水运动	123

第六节	地下水的动态与均衡	126
第六章	地下水资源	130
第一节	地下水资源的概念	130
第二节	地下水资源的分类	131
第三节	补给量和储存量的计算	134
第四节	地下水开采量的评价方法	137
第五节	地下水资源评价的内容及原则	140
第六节	地下水资源的规划与管理	143
第七章	流域规划工程地质	146
第一节	流域工程地质条件	146
第二节	不同坝型对工程地质要求	148
第三节	流域工程地质条件的评价	151
第四节	河流梯级开发与坝址选择	155
第五节	流域规划中的环境工程地质问题	159
第八章	水利枢纽工程地质	163
第一节	枢纽区岩体特性与稳定性	163
第二节	枢纽建筑物地基沉降及承载力	167
第三节	坝基(肩)滑移的工程地质分析	169
第四节	建筑物地基的渗透变形	174
第九章	水库工程地质	178
第一节	水库渗漏	178
第二节	库区浸没	186
第三节	水库塌岸	188
第四节	水库淤积	190
第十章	工程地质勘察	192
第一节	概述	192
第二节	工程地质测绘	193
第三节	工程地质勘探	194
第四节	工程地质、水文地质试验及长期观测	196
参考文献		200

绪 论

工程地质学是地质学的一个分支。地质学的研究对象是地球,它探讨地球的形成过程和发展历史,研究地球的构造和物质组成。地质学发展至今,其研究重点主要是地壳。工程地质学是随着地质科学的发展和工程建设的需要,逐渐形成和发展起来的一门独立的学科。工程地质学虽然是一门比较年轻的科学,但它发展很快,已广泛应用于水利水电工程、土木工程、港口航道、海洋工程、铁道桥梁、地下工程、矿山深井、国防工程及城市建设等许多部门。

一、工程地质学在水资源规划及利用工程中的任务

工程地质学是应用地质学的理论和方法,调查研究和解决与工程建设有关的地质问题的学科。

任何建筑物都是建造在地球表层之上的,因此,作为建筑物地基和周围环境的地质条件必然会对建筑物产生影响。同时,工程的建造又会引起地质环境的变化。对于水资源开发利用工程,要求做好流域开发规划,合理利用水资源,做到兴利除害并举,综合利用。无论是筑坝建库还是建造其他水利工程建筑物,均要求建筑物地基有一定的强度,以保证建筑物的稳定。对水库的要求是不透水或透水性小,以保持库水不出现大量渗漏,同时要求工程竣工使用后,对环境不产生明显的不良影响。因此,水利工程中的工程地质问题主要是建筑物的稳定问题、渗漏问题及对环境的影响问题。

国内外的工程实践表明,许多重大事故都是因地质问题造成的。著名的德国国家大剧院倒塌了;墨西哥的国家剧院则一层楼沉到了地面之下;加拿大一座仓库歪了 27° ,一端插入地下8.8m。这都是由于地基不良造成的。西班牙的蒙特哈克水库,混凝土坝高72m,由于库水从石英岩溶洞中漏失,雄伟的大坝却耸立在干枯的河谷上。1976年6月,美国南部一座高124m、长945m的土石坝,由于坝基地质问题而倒毁,造成巨大的损失。意大利的瓦依昂拱坝、法国的马尔帕塞拱坝的失事,震动了世界工程界。在我国,也有不少工程,由于忽视对工程地质问题的调查研究,虽未造成重大的毁坝事故,但因此而改变设计、延长工期、增大投资的情况是存在的。从上述由于地质原因造成的事故中,可以总结三方面的主要经验教训。一是在工程建设中对地质问题重视不够,忽视地质勘察工作,使一些严重的地质问题未被发现,引起建筑物的毁坏。二是对一些重大的地质问题缺乏深入的调查研究,造成了认识上的错误。三是虽然发现了地质问题,也了解其危害性,但未进行适当的基础处理或处理方法不当,从而造成了事故。

从上述情况可知,由于工程地质在生产实践中的重要地位和作用,所以,要求水利工作者必须具备一定的地质知识,才能满足水资源开发利用工程的规划、设计、施工及管理的要求。一般在修建大型水利工程时,地质工作主要由专业工程地质人员按国家制定的规程要求来进行的。但是,对于水利工程人员来说,则要求能够根据工程建筑物的特点,对

地质工作提出应有的要求，并能阅读和分析地质资料，然后根据地质条件的特点，作出相应的规划、设计与施工方案。所以，近代水利工程技术的发展，已经要求地质人员学水利工程，工程人员学地质，以期能更好地配合工作，使工程建设顺利进行，避免因地质问题而造成损失。

我国的水资源蕴藏量非常丰富，为了造福人类，开发利用水资源，就一定会遇到各种地质问题并要求解决。本课程就是为了满足生产实践和教学要求而设置的。我们学习工程地质学的目的，就是为在今后的工作中，能够掌握一定的工程地质理论知识，利用有利的地质条件，避开或改造不利的地质因素，正确评价工程对环境的影响，以保证工程的经济和安全。当要开发水资源的地区存在着不利的地质条件时，就可以运用我们所学到的知识，去分析和解决所遇到的工程地质问题。

二、工程地质学的研究方法

工程地质学的研究方法是随着科学技术的发展而不断发展充实的，目前，主要有三种方法。

1. 地质学方法

各种地质现象都是自然的产物，它们的发生和发展都具有一定的规律，而且彼此之间又有密切的联系。所以，要正确认识和判定工程建设地区的地质条件，并预测工程施工中和工程竣工后这些地质条件的变化，就必须运用地质学的方法。所谓地质学方法，就是通过实地的调查研究，根据各种地质现象的形成和发展规律，对其作出正确的定性的评价。

2. 试验方法

地质学方法对地质条件一般只能得出区域性的定性评价，这种成果还不能满足工程设计和施工的要求，对某些重要的地质问题或对于重大工程，还要求作出定量评价。因此，必须广泛采用试验方法来满足上述要求，试验方法主要包括以下三项。

(1) 通过实验室工作和野外试验工作取得岩石和土的各种物理、化学、水理及力学性质的指标，作为工程设计的依据。

(2) 通过地质勘探和测绘，取得研究地区岩层种类和分布范围，断层、节理以及风化深度等在水平方向及垂直方向的分布变化数据。

(3) 通过建立长期的观测网点，对某些重要的、特殊的地质现象进行连续不断的观测，以取得这些地质现象发展速度、演变特点和发展程度的数据。

3. 计算方法

对地质条件进行定量评价时，应根据试验工作所取得的数据，利用各种理论公式进行计算，以确定建筑物的稳定性、渗透性，预测可能发生的变化。

工程地质工作是一项复杂的工作，必须以严肃认真的科学态度，应用地质学方法、试验方法和计算方法，相互核对，互相验证，使之能客观地反映地质现象，正确和全面地评价工程地质条件，为工程建设提供可靠的依据。

三、本课程的主要内容和教学要求

工程地质学包括比较广泛的内容。根据本专业的培养目标和课程设置的具体要求，本

课程的内容除保持工程地质学的系统外,又有所侧重于专业的需要,使之成为适用于水资源开发与利用专业的工程地质学。因此,课程内容包括地质学及地貌学基础、水文地质学及地下水资源的基本知识、水利枢纽工程地质研究、工程地质勘察等四部分,现分别简述于下。

(1) 岩石的基础知识。流域水资源的开发和综合利用及筑坝建库,均与岩石有关,因此,水利工程人员均不能缺少有关岩石的知识。本课程主要讲述造岩矿物及其识别方法,岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类岩石的成因,形成过程,矿物成分、结构和构造的特征,以及简易的鉴别方法,并对三大类岩石中常见的岩石作简要的介绍。最后对三大类岩石的工程地质性质作概括的论述。

(2) 地质构造。地质构造和岩石同是地质学的重要基础,不同的地区,地质构造是不一样的,流域工作规划、各种水工建筑物的基础,均与地质构造有关,有的时候,甚至起决定性的影响。本课程主要叙述地壳运动及地质年代的概念,岩层产状的知识,褶皱、节理、劈理、断层构造的类型、特征及识别方法。着重介绍地质图的种类和地质条件的表示方法,以训练学生们阅读各种地质图的能力。最后,对大地构造问题作了扼要的介绍,以使学生们了解区域的地质条件。

(3) 地质作用。包括风化作用、喀斯特、边坡作用及地震等内动力地质作用及外动力地质作用。不良的地质作用常常对工程建筑物造成危害,甚至关系到人民生命财产的安全。本课程对上述几种主要地质作用作了系统的讲述。

(4) 河流地貌。这是自然地理学的重要内容之一。水资源开发利用、流域规划均与河流地貌有关。因此,本课程将介绍水系与流域的知识、陆地地貌单元、河流地质作用、流域地貌、河谷地貌、河床地貌及第四纪松散沉积物等内容。

(5) 地下水概论。这是水文地质学的基础,主要介绍地下水的贮存,地下水的物理性质及化学成分、地下水分类,包气带水、潜水及承压水的性质和形成条件,地下水的补给和排泄,地下水动态与均衡等。

(6) 地下水资源。地下水资源是水资源的主要组成部分,本课程讲述地下水资源的概念,地下水资源分类,补给量与储存量的计算,地下水开采量的评价方法,地下水评价的内容和原则,地下水资源规划与管理等知识。

(7) 流域规划工程地质。这是本课程的特色内容之一,水资源专业对水利开发,着眼于流域的研究和了解,不同于其他水利专业对具体水工建筑物进行的工程地质分析与评价。因此,本课程系统介绍了流域工程地质、坝址的选择与比较、流域工程地质条件、流域的环境工程地质等问题。

(8) 水利枢纽工程地质。主要讲述岩体结构的基本知识,然后结合坝基、坝肩的沉降、承载力,滑移稳定等介绍工程地质分析的方法以及在渗流作用下产生的地基渗透变形问题。

(9) 水库工程地质。包括水库渗漏、水库浸没、水库塌岸及水库淤积问题。水资源专业,尤其以水库渗漏为重点,因此将着重讲述水库渗漏的类型、条件、渗漏量的计算及水库渗漏的防治原则。

(10) 工程地质勘察。工程地质勘察工作虽不需要水利人员负责进行,但水利人员必须具备勘察的有关基本知识,才能与专业工程地质人员配合工作。为此,本课程将介绍工程地质勘察的目的与任务、勘察阶段的划分、工程地质测绘、工程地质勘探、试验及长期观测等方法。

本课程是一门实践性比较强的技术基础课,在学习过程中,除理解与掌握理论知识外,还必须认真进行室内实习和野外地质实习,做到理论联系实际,以增强感性认识。

第一章 岩 石

在浩瀚的宇宙中，地球是一个沿一定轨道运转的天体。它的形状近似于一个旋转的椭球体，赤道半径稍大，为6378.140km，两极半径较小，为6356.755km，平均半径为6371km。

地球的外部构造，包括大气圈、水圈和生物圈。地球的内部构造为同心圆状圈层，自地表到地心，依次划分为地壳、地幔和地核三个圈层。

组成地壳的基本物质是各种化学元素。目前，自然界中已发现的100多种元素几乎在地壳中都有分布，但其中最主要的化学元素只有10种，即氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢和钛。各种化学元素很少呈单质存在，绝大多数都互相化合构成矿物，而各种矿物又经常有规律地组合成各种岩石。因此，地壳是由岩石构成的，岩石是矿物的自然集合体，而矿物则是化学元素的自然化合物。

岩石按成因可分为三大类，即岩浆岩、沉积岩和变质岩。在地表，分布最广的是沉积岩，约占陆地总面积的75%，岩浆岩和变质岩占25%。但在地表以下20km的范围内，则主要由岩浆岩和变质岩组成，占总体积的95%，而沉积岩仅占5%左右。

第一节 造 岩 矿 物

地壳中的化学元素，在各种地质作用下形成的单质元素或化合物，称为矿物。在自然界中，除了少数矿物，如自然金(Au)、石墨(C)、自然硫(S)等少数矿物是单质矿物外，绝大多数矿物是由两种或两种以上的元素组成的化合物，例如石英(SiO_2)、正长石($\text{K}[\text{Al-Si}_3\text{O}_8]$)等。绝大多数矿物为固态，也有少数呈液态(自然汞)和气态(火山喷发的 SO_2 和 CO_2 等)。目前已发现的矿物种类约有3000多种，但构成岩石的主要矿物只有二三十种，这些组成岩石的主要矿物称为造岩矿物。

各种造岩矿物具有不同的内部构造和化学成分，因而使矿物呈现出一定的外表形态、物理和化学性质。这些特性对鉴定造岩矿物和认识它的工程性质具有特别重要的意义。

一、矿物的形态

矿物的形态是矿物单体或集合体的形状特性，它是肉眼识别矿物的重要标志之一。

(一) 矿物的单体形态

1. 结晶质和非结晶质矿物

根据矿物内部结构的特征，矿物可分为结晶质的和非结晶质的两类。

结晶质矿物的内部质点(原子、离子或分子)按一定规律重复排列，这种有规律的排列使晶体具有一定的内部结构和外形。例如岩盐内部的 Na^+ 和 Cl^- ，在三维空间作等距离重复排列，组成格子状构造，所以岩盐的外表就呈现出立方体的形态(图1-1)。不同的矿物，因内部结构不同，其单晶形态也随之不同，如方解石多为菱面体，云母则呈片状。

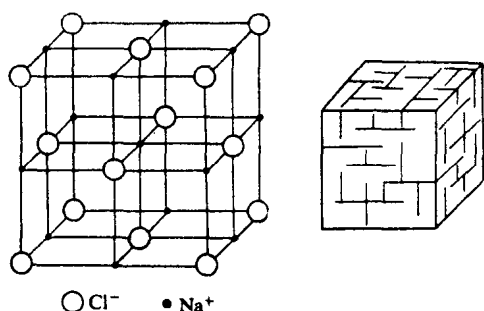


图 1-1 岩盐的晶体构造和晶形

然而，当我们用肉眼观察矿物时，看不见它内部质点的排列情况，只能看见矿物的多面体晶形。在多数情况下，矿物晶体的生长，由于受到空间和其他条件的限制，矿物晶形的发育又常常是非常不完整的，有时形成歪晶，有时甚至残缺不全。晶体在生长过程中，晶面上还可能留下许多花纹，例如水晶的晶面便有美丽的横纹。

矿物的单个晶体有大有小。根据肉眼能否辨认，通常分为显晶质晶体和隐晶质晶体两种。

非晶质矿物的内部质点（原子、离子或分子）呈无规律的排列，杂乱无章，因此也就没有一定的几何外形，这是非晶质矿物与结晶质矿物的根本区别。例如蛋白石、褐铁矿和火山玻璃等都是非晶质矿物。

2. 矿物的结晶习性

矿物晶体通常具有一定的习见形态，称为结晶习性，亦即某一种晶体在一定的外界条件下总是趋向于形成某一种形态的特性。

根据单晶体在三维空间发育程度的不同，即相对比例的不同，可将结晶习性大致分成三类。

（1）一向延伸。晶体沿一个方向特别发育，其余两个方向发育较差，即 $a \approx b \ll c$ 。呈柱状、针状、纤维状等细长的形状，如辉石、角闪石、电气石和纤维石棉等〔图1-2(a)〕。

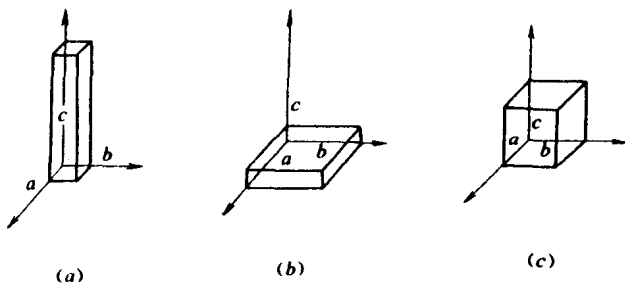


图 1-2 矿物晶体习性分类

(a) 一向延伸；(b) 二向延展；(c) 三向等长

（2）二向延展。晶体沿两个方向特别发育，第三个方向不发育或发育较差，即 $a \approx b \gg c$ 。晶体呈片状、板状或鳞片状等扁平的外形，如板状石膏、片状云母等〔图1-2(b)〕。

（3）三向等长。晶体在空间三个方向发育基本相等，即 $a \approx b \approx c$ 。呈等轴状和粒状。如黄铁矿、石榴子石等〔图1-2(c)〕。

结晶习性主要决定于晶体的化学成分和晶体结构，同时与晶体形成时的外界条件（如温度、压力、浓度、粘度及杂质等）也密切相关。有些矿物的晶体习性相当稳定，例如黄铁矿。多数矿物晶体可以有多种习性，但又以某一类习性占多数，如方解石、长石等。

（二）矿物集合体形态

由同种矿物的许多单位聚集在一起的整体称为集合体。矿物在生成时，因受各种自然

条件的影响，很少成单个晶体出现并有完整晶形的，在大多数情况下，常聚集在一起形成各种各样的集合体。常见的矿物集合体有下列几种形态。

(1) 晶簇。在同一基底上生长出许多同类矿物的晶体群，称为晶簇。如水晶晶簇、方解石晶簇等。

(2) 纤维状集合体。由许多针状、毛发状或纤维状的同种单体平行排列而成，例如石棉、纤维石膏常具这种集合体形状。

(3) 钟乳状集合体。碳酸钙溶液或胶体，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集合体。这种集合体在石灰岩溶洞中最为常见，有半球形、圆锥形或圆柱形等几种形状。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时，就形成石柱。

(4) 结核和鲕状体。结核是矿物质以某岩屑或有机碎屑为中心，自内向外逐渐生长而成的球状体。结核生成后，内部常呈同心圆状构造，如磷灰石结核等。如果结核的直径小于2mm，形成像鱼子一般的小颗粒，称为鲕状，如鲕状石灰岩便具有这种集合体形状。

(5) 土状集合体。单体矿物已看不清楚，呈疏松粉末状聚集而成的集合体属此类，如高岭石等。

二、矿物的物理性质

矿物的物理性质决定于矿物的化学成分和内部结构，它是肉眼鉴定矿物的主要依据，下面着重介绍肉眼能够观察到的几种物理性质。

(一) 颜色

矿物的颜色是矿物对不同波长的可见光波吸收和反射的反映。当矿物对各种波长的可见光普遍而均匀吸收时，随吸收程度的不同，使矿物呈现无色、白色、灰色及黑色等颜色。矿物的颜色是最引人注意的重要特征之一，有许多矿物就是以颜色来命名的，例如黄色的硫黄、赤色的赤铁矿、绿色的绿泥石等。

矿物的颜色还分为自色、他色和假色。

(1) 自色。矿物本身固有的颜色称自色。同一种矿物的自色大体上是相同的，如方解石为白色。自色比较固定，具有重要的鉴定意义。

(2) 他色。矿物由于外来带色物质的混入而染成的颜色称他色。例如石英，纯者为无色透明，常因带色的杂质混入而呈紫色、玫瑰色、烟灰色等。

(3) 假色。由矿物表面的氧化膜或解理面所引起的光线干涉作用造成的颜色称假色。假色不能作为鉴别矿物的依据，在观察矿物时应注意区别。

(二) 条痕

矿物的条痕是矿物粉末的颜色。矿物碎成粉末后可以消除假色，故远较矿物的颜色固定。但对造岩矿物来说，条痕都是白色或近于白色的，故在鉴定造岩矿物方面，其意义不大。矿物的条痕是在白色无釉瓷板上刻划所留下粉末痕迹的颜色。

(三) 光泽

矿物表面对可见光反射的能力，称为矿物的光泽。光泽与颜色不同，光泽的强弱与矿

物的表面性质、透明度以及折射率有关。矿物光泽比较固定，是造岩矿物的主要鉴定特征之一。

矿物的光泽分为金属光泽与非金属光泽两类。造岩矿物均为非金属光泽，其中比较常见的有以下几种。

(1) 玻璃光泽。矿物表面如同玻璃所反射的光泽，水晶的晶面和方解石的光泽属此类。

(2) 油脂光泽。矿物表面呈现出油脂状的光泽，石英便具有油脂光泽。

(3) 丝绢光泽。纤维状矿物，因反射光互相干扰而呈现出丝绢状的光泽，如石膏、石棉等。

(4) 珍珠光泽。如同蚌壳内面珍珠层所呈现的光泽，云母便具有这种光泽。

(5) 土状光泽。矿物表面如同土块般的暗淡光泽，如高岭石等。

(四) 透明度

矿物容许可见光透过的程度，称为透明度。矿物的透明度分为三级，即：透明矿物、半透明矿物和不透明矿物。透明度常因颜色、包裹体、气泡、裂隙等因素的影响而减弱，甚至使透明矿物变为半透明矿物或不透明矿物。

(五) 解理与断口

矿物晶体在外力打击下，具有沿一定方向裂开成平面的性质称为解理。所裂成的平面叫做解理面（图1-3）。如果某种矿物只沿一个方向裂开，便称这种矿物具有一组解理，如云母；同理，沿二个方向裂开的称为二组解理，如长石；沿三个方向裂开的为具有三组解理，如方解石。



图 1-3 解理及解理面

1—云母的一组极完全解理；2—方铅矿的三组完全解理

根据解理的完好程度，分为以下几个等级。

(1) 极完全解理。矿物极易分裂成平整而光滑的薄片，如云母等。

(2) 完全解理。矿物容易裂开成规则的小块，且解理面平整光滑，如方解石。

(3) 中等解理。解理面不太平整光滑，常呈小阶梯状，碎块上有解理也有断口，如角闪石、普通辉石等。

(4) 不完全解理。矿物较难沿解理面裂开，解理面常呈小面积的零星出现，如磷灰石。

矿物的解理性质很固定，相同种类的矿物，它的解理组数、方向和解理面的平滑程度总是相同的。因此，解理是鉴定矿物的重要依据。

矿物在受到外力打击后，不按一定方向裂开，形成各种凹凸不平的断开面，称为断口。断口可按其形状分为贝壳状断口、参差状断口、锯齿状断口等（图1-4）。

(六) 硬度

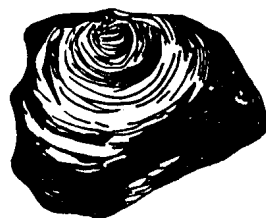


图 1-4 贝壳状断口

矿物抵抗外力刻划、压入或研磨的能力叫做硬度。为了区别矿物的硬度，通常采用摩氏 (F. Mohs) 硬度计来测定矿物的相对硬度。摩氏硬度计由10种硬度不同的标准矿物组成，按其相对软硬程度分为10级 (表1-1)。

表 1-1 矿物硬度表

硬度 (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

在测定矿物的相对硬度时，用表内的标准硬度矿物与所要测定的矿物相互刻划比较，如某一矿物能被石英刻划，而该矿物又能刻划长石，则此矿物的硬度便可定为6.5度。

在实际工作中，常使用指甲或小刀来大致测定矿物的相对硬度。指甲的硬度约为2~2.5度，小刀为5~5.5度，玻璃约为5.5~6度，钢刀为6~7度。

矿物的硬度也是一种比较固定的物理性质，是鉴定矿物的重要依据之一。但是，矿物经过风化之后，或呈纤维状、粉末状集合体，均可使矿物硬度降低。因此，测定矿物硬度时应选择在单体矿物的新鲜面上进行。

(七) 矿物的其他物理性质

矿物除了上述几种重要的物理性质之外，有的造岩矿物还具有弹性、挠性、磁性或发光性等。例如云母具有弹性，蛭石被弯曲后不能恢复原状，具有挠性，这些性质对于识别某些矿物有着重要的意义。

碳酸盐类矿物与盐酸很容易起化学作用，如方解石(CaCO_3)加上少许稀盐酸(HCl)，即会强烈地起气泡，产生碳酸气。非碳酸盐类矿物则没有这种反应。

三、造岩矿物的简易鉴定方法

鉴定矿物的方法很多，其中以肉眼鉴定方法最为简便和迅速。肉眼鉴定方法是凭借眼力和小刀、放大镜、盐酸等简便工具，对矿物的外表特征进行观察，以达到识别矿物的目的。肉眼鉴定法是在熟悉常见造岩矿物的形态和物理性质的基础上，对所要鉴定的矿物进行仔细观察，全面描述其形态特征和物理性质，找出该矿物的鉴定特征，然后逐渐缩小范围，最后确定出矿物的名称。具体步骤如下。

(1) 首先确定矿物的硬度、光泽和解理，因为这三种性质是比较固定的。

(2) 观察矿物的颜色、形态及透明度等。同时注意该矿物是否具有弹性或挠性，加稀盐酸后有何反应，逐渐缩小范围，进而定出该矿的名称。

例如，被鉴定的矿物，硬度中等，玻璃光泽，白色。根据这几项特征，该矿物可能是方解石、重晶石或萤石，而决不可能是石英或长石。这时进一步根据该矿物具有三组完全解理，加盐酸起气泡，可确定为方解石。因为重晶石的比重较大，加盐酸无反应，萤石则有四组解理，加热会发出萤光。该矿物均无这些性质。

肉眼鉴定法是一种粗略的方法，但又是化学分析或偏光显微镜鉴定的基础。为了便于系统地认识常见造岩矿物的性质和特征，列出表1-2，以供学习和参考。

表 1-2 主要造岩矿物特征表 (按硬度大小排列)

序号	矿物名称	硬度	形状	颜色	条痕	光泽	解理与断口	比重	其他特征
1	石英 SiO_2	7	粒状, 晶体为六方棱柱状, 常成晶簇	无色或乳白色含有杂质时呈紫红、烟等色	无色	晶面为玻璃光泽, 断口为油脂光泽	无解理、贝壳状断口	2.6	晶体柱面有横条纹
2	石榴子石 $(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{Al}, \text{Fe})[\text{SiO}_4]_3$	6.5~7.5	菱形十二面体、四角三十八面体, 多呈粒状	褐色、褐红、棕、绿黑色	无色	晶面玻璃光泽, 断口油脂光泽	无解理	3.1~4.3	变质矿物半透明
3	红柱石 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$	7	柱状、放射状集合体	灰白、浅红色	无色	玻璃光泽	二组解理	3.1~3.2	变质矿物
4	橄榄石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$	6.5~7	粒状、晶体呈扁柱状	橄榄绿、黄绿色	无色	玻璃光泽	无解理、贝壳状断口	3.2~3.5	为基性、超基性岩浆岩特征矿物、不与石英共生
5	黄铁矿 FeS_2	6~6.5	立方体、五角十二面体, 有时呈粒状	浅黄、铜色	绿黑	金属光泽	参差状断口	4.9~5.2	晶面有条纹
6	正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	6~6.5	短柱状、板状	肉红、浅黄、褐、灰白色	白色	玻璃光泽	一组完全, 一组中等、互相正交	2.5~2.7	有时成双晶, 易风化成高岭土
7	斜长石 $(\text{Na}, \text{Ca})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	6~6.5	板状	白色、灰白色	白色	玻璃光泽	一组完全, 一组中等, 斜交成 86°	2.6~2.8	解理面上有双晶条纹
8	角闪石 $(\text{Na}, \text{Ca})_2(\text{Fe}, \text{Mg})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si} \cdot \text{Al})_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	5.5~6	长柱状、粒状	暗绿、褐黑色	白色、淡绿	玻璃光泽	二组中等, 相交成 124°	3.1~3.4	横切面近菱形、六边形