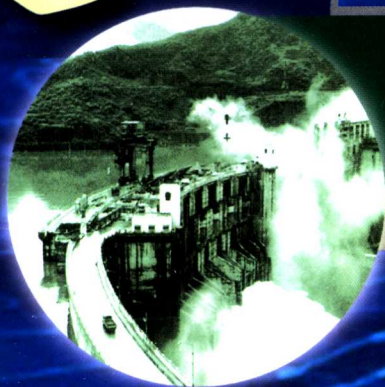


高等学校水利类教材

水利



水电工程地质

杨连生 主编



全国优秀出版社
武汉大学出版社

高等学校水利类教材

水利水电工程地质

■ 杨连生 主编

武汉大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程地质/杨连生主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2004. 8

高等学校水利类教材

ISBN 7-307-04254-1

I. 水… II. 杨… III. ①水利工程—工程地质—研究 ②水力发电工程—工程地质—研究 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 050303 号



责任编辑: 史新奎

责任校对: 王 建

版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 华中科技大学印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 492 千字

版次: 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04254-1/P·75 定价: 28.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 提 要

本教材共有 10 章,主要内容有:矿物与岩石;地质构造;地下水;地质作用;岩体的工程地质研究;库坝区渗漏;坝基(肩)岩体、岩质边坡、地下洞室围岩等稳定问题的工程地质分析;水利水电环境工程地质问题;水利水电工程地质勘察。

该书除用作水利水电工程专业的本科教材外,亦可供水利类其他专业的本科生选用及相关专业的工程技术人员参考。

目 录

绪 论	1
第一章 岩石及其工程地质性质	6
第一节 概述	6
第二节 造岩矿物	7
第三节 岩浆岩	14
第四节 沉积岩	21
第五节 变质岩	27
第二章 地质构造	32
第一节 地史简述	32
第二节 褶皱构造	38
第三节 构造节理	44
第四节 断层构造	52
第五节 地质图的阅读分析	59
第三章 地下水基础知识	68
第一节 岩石的空隙及水理性质	68
第二节 地下水的类型及其特征	74
第四章 地质作用	90
第一节 河流地质作用	90
第二节 岩溶	102
第三节 地震	107
第四节 风化作用	113
第五章 岩体的工程地质研究	119
第一节 概述	119
第二节 岩体的结构特征	120
第三节 岩体的力学特性	133
第四节 地应力的工程地质研究	153

第五节 岩体的质量评价及工程分类	163
第六章 库坝区渗漏问题	171
第一节 库区渗漏	171
第二节 坝区渗漏	180
第三节 库坝区渗漏问题的处理	188
第七章 坝基岩体稳定性的工程地质分析	193
第一节 概述	193
第二节 各种坝型对工程地质条件的要求	193
第三节 坝基岩体的压缩变形与承载力	196
第四节 坝基(肩)岩体的抗滑稳定分析	199
第五节 坝基岩体抗滑稳定计算与抗剪强度指标的确定	203
第六节 降低坝基岩体抗滑稳定性的作用	211
第七节 坝基处理	215
第八章 边坡岩体稳定问题	220
第一节 边坡中的应力分布特征	221
第二节 边坡变形与破坏的类型	224
第三节 影响边坡稳定的因素	235
第四节 边坡稳定性的工程地质评价	242
第五节 边坡变形破坏的防治	258
第九章 水工地下洞室围岩稳定问题	263
第一节 洞室围岩的稳定分析	264
第二节 地下洞室位址的选择	275
第三节 洞室围岩参数的选择	279
第四节 保障洞室围岩稳定性的措施	288
第十章 环境工程地质问题	291
第一节 坝址环境工程地质问题	292
第二节 库区环境工程地质问题	298
附录 工程地质勘察	310
第一节 概述	310
第二节 工程地质测绘	311
第三节 工程地质勘探	313

第四节 工程地质、水文地质试验及长期观测	316
参考文献	320

绪 论

一、工程地质学的研究对象和任务

工程地质学是地质学的分支学科，又是工程与技术科学、基础学科的分支学科。它是工程科学与地质科学相互渗透、交叉而形成的一门边缘科学，从事人类工程活动与地质环境相互关系的研究，是服务于工程建设的应用科学。

人类工程活动与地质环境间的相互关系，首先表现为地质环境对工程活动的制约作用。地球上现有的工程建筑物，都建造于地壳表层一定的地质环境中。地质环境包括地壳表层以及深部的地质条件，它们以一定的作用方式影响着工程建筑物。例如，地球内部构造活动导致的强烈地震，顷刻间可使较大地域内的各种建筑物和人类生命财产遭受毁灭性的损失；地壳表面的软弱土体不适应于某些工业与民用建筑物荷载的要求，需进行专门的地基处理；地质时期内形成的岩溶洞穴因严重渗漏，造成水库和水电站不能正常发挥效益，甚至完全丧失功能；大规模的崩塌、滑坡，因难于治理而使铁路改线等。各种制约作用，归结起来是从安全、经济和正常使用三个方面影响工程建筑物的。因此，我们必须很好地研究建筑场址的地质环境，尤其是对工程建筑物有严重制约作用的地质作用和现象，一定要进行详细、深入的研究。

人类的各种工程活动，又会反作用于地质环境，使自然地质条件发生变化，影响建筑物的稳定和正常使用，甚至威胁到人类的生活和生存环境。例如，滨海城市大量抽取地下水所引起地面沉降，造成海水入侵、市政交通设施破坏和丧失效用、地下水水质恶化等；大型水库的兴建，使河流上、下游大范围内水文和水文地质条件发生变化，引起库岸再造、库周浸没、库区淤积、诱发地震等问题，甚至使生态环境恶化。我们应充分预计到一项工程的兴建，尤其是重大工程兴建对地质环境可能带来的影响，以便采取相应的对策。

由此可见，人类的工程活动与地质环境之间，处于相互联系、相互制约的矛盾之中。研究地质环境与人类工程活动之间的关系，促使两者之间的矛盾转化和解决，就成了工程地质学的基本任务。

工程地质学为工程建设服务，是通过工程地质勘察来实现的。勘察所取得的各项地质资料和数据，提供给规划、设计、施工等部门使用。具体地说，工程地质勘察的主要任务是：

- (1) 阐明建筑地区的工程地质条件，并指出对建筑物有利的和不利的因素。
- (2) 论证建筑物所存在的工程地质问题，进行定性和定量的评价，作出确切结论。
- (3) 选择地质条件优良的建筑场地，并根据场地工程地质条件对建筑物配置提出建议。
- (4) 研究工程建筑物兴建后对地质环境的影响，预测其发展演化趋势，提出利用和

保护地质环境的对策和措施。

(5) 根据所选定地点的工地地质条件和存在的工程地质问题, 提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理建议, 以及保证建筑物正常施工和使用所应注意的地质要求。

(6) 为拟定改善和防治不良地质作用的措施方案提供地质依据。

工程地质工程师只有与工程规划、设计和施工工程师密切配合、协同工作, 才能圆满地完成上述各项任务。

由上述任务可见, 明确工程地质条件和工程地质问题的含义以及它们之间的关系是很有必要的。

工程地质条件指的是与工程建设有关的地质因素的综合, 或是工程建筑物所在地质环境的各项因素。这些因素包括岩土类型及其工程性质、地质构造、地貌、水文地质、工程动力地质作用和天然建筑材料等方面。它是一个综合概念, 其中的某一项因素不能概括为工程地质条件, 而只是工程地质条件的某一因素。工程地质条件直接影响到工程建筑物的安全、经济和正常使用, 因而兴建任何类型的建筑物, 首先要查明建筑场地的工程地质条件, 它是工程地质勘察的基本任务。由于不同地区的地质环境不尽相同, 其对工程建筑物影响的地质因素主次也不同, 因而我们应对当地的工程地质条件进行具体分析, 明确主次, 并进一步指出对工程建筑物有利的和不利的方面。工程地质条件是在自然地质历史发展演化过程中形成的, 因此必须采用自然历史分析方法去研究它。

工程地质问题指的是工程地质条件与工程建筑物之间所存在的矛盾或问题。工程地质条件是自然界客观存在的, 它能否适应工程建设的需要, 则一定要联系到工程建筑物的类型、结构和规模。优良的工程地质条件能适应建筑物的要求, 对它的安全使用不会造成影响或损害。但是, 工程地质条件往往有一定的缺陷, 对建筑物产生某种影响, 甚至造成灾难性的后果。因此, 一定要将工程地质条件和建筑物这矛盾着的两个方面联系起来进行分析。不同类型、结构和规模的工程建筑物, 由于工作方式和对地质体的负荷不同, 对地质环境的要求是不同的, 所以工程地质问题是复杂多样的。例如, 工业与民用建筑的主要工程地质问题是地基承载力和变形问题; 地下洞室的主要工程地质问题是围岩稳定性问题; 露天采矿场的主要工程地质问题是采坑边坡的稳定性问题。而水利水电建设中的工程地质问题更为复杂多样。例如, 坝基渗漏和渗透稳定性是土石坝主要的工程地质问题; 坝基抗滑稳定和坝肩抗滑稳定则分别是重力坝和拱坝的主要工程地质问题。此外, 还有水库渗漏、库周浸没、库岸再造以及船闸边坡稳定和渠系工程的渗漏和稳定问题, 等等。工程地质问题的分析、评价是工程地质勘察工作的核心任务。对每一项工程的主要工程地质问题, 必须作出定性的或定量的确切结论。

近数十年来, 国内外一些工程建设项目由于未查清建筑场区的工程地质条件, 对工程地质问题分析、评价不够确切或结论有误, 以致造成不良影响或严重后果, 见诸于报道的事例较多, 应引起初学者们的注意。

二、工程地质学的研究内容及其与其他学科的关系

工程地质学研究的内容是多方面的, 完整的工程地质学科体系, 应从如下几方面进行研究, 由此也就形成了它的分支学科。

1. 岩土工程地质性质的研究

由“工程岩土学”这一分支学科来进行。

2. 工程动力地质作用的研究

由“工程动力地质学”这一分支学科来进行。

3. 工程地质勘察理论和技术方法的研究

有关这方面的研究,是由“专门工程地质学”这一分支学科来进行的。

4. 区域工程地质的研究

“区域工程地质学”为这方面研究的分支学科。

5. 环境工程地质的研究

这是现代工程地质学研究的热点。“环境工程地质学”已成为工程地质学的新兴分支学科。

工程地质学所涉及的知识范围是很广泛的,它必须以许多学科的知识作为自己的理论基础和方法、手段。它与地质学的各分支学科以及其他多种学科相联系。

地质学的分支学科如动力地质学、矿物学、岩石学、构造地质学、地层学、第四纪地质学、地貌学和水文地质学等,都是工程地质学的地质基础学科。没有上述各地质学科的知识,是不可能进行工程地质研究的。例如,研究岩土工程地质性质时,就必须具备矿物学和岩石学的知识。研究各种工程动力地质作用和现象,则需要多种地质分支学科的理论和方法作为基础。

为了确切地研究一些不良地质现象的形成机制和定量评价工程地质问题,工程地质学要以数学、物理学、化学、力学等学科知识作为它的基础。尤其是属于物理学的力学学科的工程力学、弹塑性力学、结构力学、土力学和岩体力学等,与工程地质学的关系十分密切。工程地质学中的大量计算问题,实际上也就是土力学和岩体力学的课题;土力学和岩体力学是进行工程地质问题定量评价的左右手。因此,在广义的工程地质学概念中,甚至将土力学和岩体力学也包含在内。

此外,工程地质学还与工程应用技术科学、环境科学、工程科学等有关。如水利水电建筑学、工业与民用建筑学、气象学、水文及水测验学、电子计算机技术、地球物理勘探学、钻探学等与之联系均较密切。

三、水利水电工程地质在我国的发展

新中国成立以来,为适应我国社会主义建设的迫切需要,在水利水电工程、铁道、公路、工业与民用建筑以及国防工程等部门,都积极开展了工程地质勘察工作。例如,在水利水电工程地质方面,解放后不久,就对永定河官厅水库进行地质勘察,并迅速建成这座我国第一个大型水库;继后,开始了对黄河流域的全面勘察规划,对淮河流域主要坝(闸)址进行了地质勘察工作;为开发长江丰富的水利资源,进行了全流域的勘察、规划大型水利枢纽工程的重点地质勘察工作;为解决北方水源不足问题,南水北调工程目前业已开工。为了开发西南地区丰富的水利资源,对大面积分布的石灰岩溶洞的漏水问题,进行了岩溶发育规律和治理措施的大量研究工作,已取得了丰富的成功经验。在华北平原等地,开展了大规模的地下水资源勘探工作;在西北黄土地区,进行了有效的水土保持工作;在沿海地区沼泽排涝、盐碱化问题的改造等方面,也进行了大量的卓有成效的地质调

查研究工作。

据统计, 20 世纪 90 年代以来, 我国相继建成或在建的有漫湾、观音阁、隔河岩、龙羊峡、李家峡、三峡、二滩、小浪底、万家寨、大朝山等大型水利水电工程, 在进行这些工程建设中曾遇到各种各样的工程地质问题, 如坝基泥化夹层、风化槽带、断层破碎带、活动性断层以及水库诱发地震, 岩溶渗漏河边坡、洞室围岩稳定问题等。为妥善解决这些问题, 进行了大量深入的研究工作, 并获得了丰富的研究成果和防治经验。

水利水电工程地质就是在水利水电工程地质勘察的生产实践和科学试验的基础上逐步形成并发展起来的。我国水电部门在 20 世纪 60 年代就已开始应用钻孔照像和钻孔电视, 取得了良好的观察效果。在勘探方面, 小口径金刚石钻头的应用已逐步扩大和普及, 在葛洲坝、三峡等大型水电工程的地质勘探中采用了大口径钻探新技术, 试验工作也有很大进展, 室内试验向着机械化、自动化、数字化的方向发展。野外试验在测试装置和试件制备方面都有所改进, 特别是岩体试验方面取得了丰富的经验, 如葛洲坝水电工程对软弱夹层的研究已达到世界先进水平。然而, 就工程地质这门学科来说, 还是比较年轻的学科, 在本学科的内容方面, 还有许多有待完善的地方。近年来, 随着大型高坝工程和大跨度地下洞室的兴建, 对工程地质工作提出了更高的要求, 特别是要为设计、施工提供必须的工程地质定量指标, 这就要求本学科必须由“定性分析”向“定量计算”研究方向发展, 将地质定性分析和定量计算紧密结合起来。加强本学科基础理论的研究, 应用最新技术和先进的勘察试验方法, 是迫切需要解决的课题。

四、水利水电工程地质的主要内容与学习要求

本门学科的研究对象, 具体可归纳为以下几方面的主要内容:

1. 研究岩石的工程地质性质

地壳表层的岩石是各种水工建筑物的地基, 也是常用的建筑材料。岩石的工程地质性质直接影响着建筑物地基的稳定性和建筑材料质量的好坏。因此, 岩石性质是工程地质研究的最基本内容。它主要是研究岩石的矿物组成、结构、构造, 并结合成因加以分析, 阐明岩石简易识别方法, 以及主要岩石的物理力学性质, 评价岩石的工程地质性质。

2. 研究地质构造的工程地质特征

地质构造是水利水电工程地质研究的主要对象。研究地质构造的基本形态, 分析岩体结构面和结构体的基本特征, 尤其是与水工建筑密切有关的断层、裂隙、破碎带和软弱结构面的性质与分布规律, 必须查明它们对水工建筑物的影响。

3. 研究与区域稳定有关的工程地质问题及物理地质现象

研究活断层的性质、活断层在区域规划和水工建筑物设计中的作用; 介绍地震和水库地震的基本知识, 阐明地下水的埋藏条件、成因类型、运动规律; 研究岩溶、滑坡, 崩塌、岩石风化等各种物理地质现象, 以及它们对水工建筑物的影响。

4. 研究岩体的稳定和渗漏问题

岩体的稳定和渗漏问题是水利水电工程建设中的主要工程地质问题。上述岩石性质、地质构造、区域稳定及物理地质现象, 既是工程地质的基本知识, 又是决定工程岩体稳定和渗漏问题的主要地质因素。分析研究各种地质条件, 对岩体稳定和渗漏作出工程地质评价, 是水利水电工程地质的关键问题和重要内容。如研究坝基、坝肩的岩体变形和抗滑稳

定问题,岩质边坡及隧洞围岩的稳定问题,以及水库、坝基、坝肩的渗漏问题等。

5. 阐明水利水电工程地质勘察的基本方法与要求

水利工程地质勘察是通过地质测绘、勘探、试验和长期观测工作等手段,来获得必需的地质资料的。工程地质勘察报告及其主要图件,是勘察工作的汇总成果,也是为水工规划、设计、施工提供地质依据。勘察项目和程序必须与水工建筑不同勘测设计阶段的要求紧密配合,该部分主要简单介绍一般工程地质勘察的内容和勘察工作的布置原则、试验地点、取样地点的选择等。

此外,对水利水电工程建设所引起的环境工程地质问题也应有所了解及研究。

根据本专业的培养目标和教学要求,通过本课程的学习应达到以下几点基本要求:

(1) 具有一定的地质基础理论知识,包括对最常见的矿物、岩石的认识,岩石的工程地质特性,岩石的风化分带规律,常见的地质构造现象的特征及其对水工建筑物的影响,地下水的类型及其地质作用等。

(2) 具有区域稳定的基本知识,岩体结构的概念,用工程地质观点来分析岩体稳定和渗漏的初步能力。

(3) 具有阅读和分析各种地质图件及工程地质资料的初步能力。

(4) 了解水利水电工程中,工程地质勘察的基本内容和基本方法,为与工程地质技术人员密切合作打下基础。

需要指出的是,本课程的实践性很强,除课堂讲授外,实验、多媒体教学、野外教学实习等均是本课程的重要教学环节。特别是野外教学实习,具有不可替代的重要作用,若缺少或削弱了这一环节,水利水电工程地质教学将是不完整的,其效果必会大打折扣。因此,在制定本课程的教学大纲、教学计划时,尤应对野外教学实习给予足够的重视。

第一章 岩石及其工程地质性质

第一节 概 述

地球是一个极其活跃且不断演化着的行星体系，其地球表层系统包括岩石圈、水圈、大气圈、生物圈，以及这些圈层作为一个整体与其外部的宇宙天体之间存在着相互作用与联系。地球是宇宙中沿一定轨道运转的椭圆形球体，赤道半径约 6 378km，极地半径约 6 365km，平均半径 6 371km，地球的表面积约 5 亿 km^2 。它的外层被大气和水所包围。固体的表层是由岩石组成的硬壳——地壳，它是各种工程建筑的场所，是人类生存和活动的地方，因而了解地壳的物质组成、结构及性质具有十分重要的意义。

一、地球的圈层构造

根据地震波在地球内部传播的速度随深度的变化，可知地球内部存在明显的分界面，它们分别是位于 30 ~ 40km 深处的莫霍面和约 2900km 深处的古登堡面。它们将地球内部物质分成明显的同心圈层构造，如图 1-1 所示。

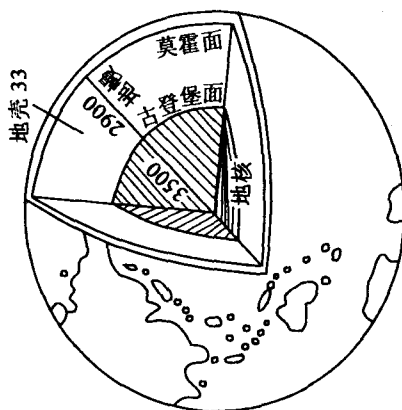


图 1-1 地球的内部构造
(厚度单位: km)

地核: 自古登堡面以下至地心部分称为地核，厚度约为 3 470km，主要由比重较大的铁镍物质组成。

地幔: 是莫霍面以下、古登堡面以上的部分。厚度约为 2 900km，根据地震波速的变化，以 650km 深度为界，可分为上地幔和下地幔两个次级圈层。上地幔由铁、镁及多种

硅酸盐矿物组成，与超基性岩相类似。在深度 60 ~ 250km 处，是熔融状态的物质，故也称软流层，一般是岩浆的发源地。下地幔物质中 FeO 和 MgO 的含量可能更高。

地壳：是莫霍面以上地球的固体表层部分，厚度变化很大。大陆地壳是大陆及大陆架部分的地壳，它具有上部为硅铝层、下部为硅镁层的双层结构。大陆地壳的平均厚度为 33km，但各地厚度相差很大，高山和高原地区地壳通常较厚，平原地区较薄。大洋地壳简称洋壳，其厚度较薄，平均仅 5 ~ 6km，一般缺硅铝层。

人类工程活动都在地壳表层进行，一般不超过 1km 深，最深的金矿矿井和钻孔一般在 1 ~ 1.2km 之内。在南非，一些金矿的开采深度可达到 4km 以下。

二、地壳的化学成分

组成地壳的化学元素有百余种，但各元素的含量极不均匀，其中最主要的是下列 10 种，它们占地壳总质量的 99.96 %，如表 1-1 所示。

表 1-1 地壳中的主要化学元素分布表

元 素	质量比 (%)	元 素	质量比 (%)
氧	46.95	钠	2.78
硅	27.88	钾	2.58
铝	8.13	镁	2.06
铁	5.17	钛	0.62
钙	3.65	氢	0.14

其余的是磷、锰、氮、硫、钡、氯等近百种元素。

若按质量百分比计算，沉积岩仅占地壳质量的 5%，变质岩占 6%，而岩浆岩占 80%。不同成因的岩石的形成条件、物质成分、结构和构造各不相同，故它们的物理力学性质也不一样。这些都关系到工程建设的规划、设计和施工。

三、地球的表面形态

地球的表面形态是高低不平的，而且差距较大，大致可以划分为大陆和海洋两部分。海洋占地球表面的 70.8%。大陆平均高出海平面 0.86km，海底平均低于海平面 3.9km。

第二节 造岩矿物

一、矿物的概念

矿物是自然界中的化学元素在一定的物理、化学条件下形成的天然物质，是在各种地

质作用中所形成的天然单质元素或化合物。它们具有一定的化学成分和内部结构，从而有一定的形态、物理性质和化学性质。绝大多数矿物为固态，只有极少数呈液态（自然汞）和气态（如火山喷气中的 CO_2 、 SO_2 等）。已发现的矿物有 3 000 多种，但组成岩石的主要矿物仅 30 余种，这些组成岩石的主要矿物称为造岩矿物，如石英、方解石及正长石等。

矿物和矿物原料是发展国民经济建设事业的物质基础。对于矿物的利用，包括两个方面：一是利用它的化学成分；二是利用它的某些物理或化学性质。

二、矿物的形态

矿物的形态是对矿物单体及同种矿物集合体的形态而言的。矿物形态受内部结构和生成时的环境制约。

1. 矿物单体形态

(1) 结晶质和非结晶质矿物

造岩矿物绝大部分是结晶质，其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，形成稳定的结晶格子构造（图 1-2）。具有结晶格子构造的物质叫做结晶质。结晶质在生长过程中，若无外界条件限制、干扰，则可生成被若干天然平面所包围的固定几何形态。

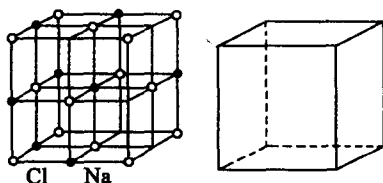


图 1-2 石盐的晶体构造

这种有固定几何形态的晶质称为晶体，如石盐呈立方体，水晶呈六方柱和六方锥等（图 1-3）。在结晶质矿物中，还可根据肉眼能否分辨而分为显晶质和隐晶质两类。

非晶质矿物内部质点排列没有一定的规律性，所以外表就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。非晶质可分玻璃质和胶质两类。

(2) 矿物的结晶习性

尽管矿物的晶体多种多样，但归纳起来，根据晶体在三度空间的发育程度不同，可分为以下三类。

① 一向延长：晶体沿一个方向延伸，呈柱状、棒状、针状、纤维状等。如角闪石和辉石（图 1-3）、石棉、纤维石膏、文石等。

② 二向延长：晶体沿两个方向发育，呈板状、片状、鳞片状等。如板状石膏（图 1-3）、云母、绿泥石等。

③ 三向延长：晶体在三度空间发育，呈等轴状、粒状等。如石盐、黄铁矿、石榴子石等。

2. 矿物集合体形态

同种矿物多个单体聚集在一起的整体就是矿物集合体。矿物集合体的形态取决于单体的形态和它们的集合方式。

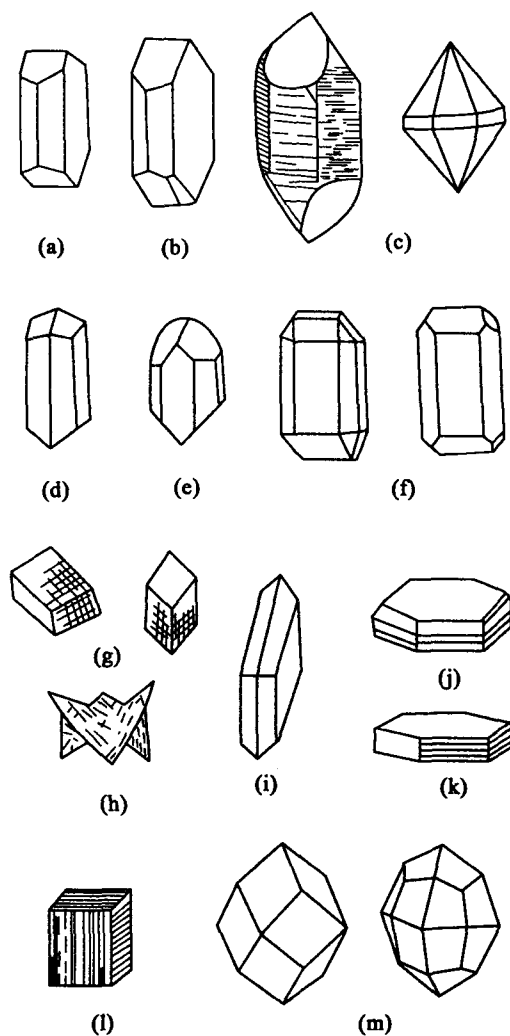


图 1-3 常见矿物晶体的形态

- (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) 白云石 (i) 石膏 (j) 绿泥石
(k) 云母 (l) 黄铁矿 (m) 石榴子石

三、矿物的光学性质

由于成分和结构的不同，每种矿物都有自己特有的物理性质。所以矿物物理性质是鉴别矿物的主要依据。

形状：是指固态矿物单个晶体的形态，或矿物晶体聚集在一起的集合体形态。常见的矿物形状有柱状、针状、片状、板状等。

颜色：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。

条痕：条痕是矿物粉末的颜色，一般是指矿物在白色无釉瓷板上划擦时所留下的粉末的颜色。

光泽：是矿物表面的反光能力。

透明度：矿物透过可见光光波的能力。

四、矿物的力学性质

硬度：指矿物抵抗外力的刻划、压入或研磨等机械作用的能力。常见矿物的硬度等级如表 1-2 所示。

表 1-2 矿物的硬度等级

硬度等级	矿物名称	野外简易鉴别方法
1	滑石	用软铅笔划时留下条痕，用指甲容易刻划
2	石膏	用指甲可刻划
3	方解石	用黄铜线刻划可留下条痕，用小刀很易刻划
4	萤石	小刀可刻划
5	磷灰石	用削铅笔刀刻划时可留下明显划痕，不能刻划玻璃
6	正长石	小刀刻划可勉强留下看得见的划痕，能刻划玻璃
7	石英	用小刀不能刻划
8	黄玉	能割开玻璃，难于刻划石英
9	刚玉	能刻划石英
10	金刚石	能刻划石英

解理：晶体受到外力作用（敲击或挤压）后能够沿着一定的结晶方向分裂成为平面。

断口：矿物受到外力打击后不沿一定的结晶方向断开时所形成的断裂面，断裂面的方向是任意的。

其他性质：如弹性、挠性、延展性、磁性、密度等对于鉴定某些矿物有时也是十分重要的。利用与稀盐酸反应的特征，是鉴定方解石、白云石等矿物的有效手段之一。

五、造岩矿物简易鉴定方法

正确地识别和鉴定矿物，对于岩石命名、鉴定和研究岩石的性质，是一项不可缺少而且重要的工作。常见造岩矿物的肉眼鉴定特征如表 1-3 所示。