

高等学校适用教材

水文地质及工程地质学

宋克强 主编

陕西科学技术出版社

高等学校适用教材

水文地质及工程地质学

宋克强 主编

陕西科学技术出版社

内 容 提 要

本书是根据1989年全国水利电力类高等学校工程地质及水文地质专业教材会议精神,为适应当前专业发展、拓宽专业面要求而编写的。全书分三篇,共十二章,主要内容:地质学基础(岩石、地质构造、自然地质作用),水文地质(地下水概论、不同含水介质中地下水、地下水资源评价及利用、水文地质勘察),工程地质(地基稳定性分析、斜坡稳定性分析、洞室围岩稳定性分析、水库及渠道工程地质问题分析、工程地质勘察)。本书可作为水利电力类高校工程地质及水文地质教材,也可供建筑、冶金、矿山、交通、国防等有关专业的师生和工程技术人员参考。

高等学校适用教材

水文地质及工程地质学

宋克强 主编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 陕西机械学院印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 17.5印张 42.2万字

1991年 11 月第1版 1991年 11 月第1次印刷

印数: 1—4,000

ISBN 7—5369—1085—1/TV·5

定价: 7.50元

前 言

本书是根据1989年全国水利电力类高等学校专业教材会议精神，为适应农田水利工程建设、水利水电工程建设、水利水电工程施工、给水与排水工程、水资源利用、工业与民用建筑、岩土工程等专业的专业和拓宽专业面的要求，反映西北地区特点而编写的专业教材。

参加本书编写的有：陕西机械学院宋克强（绪论、第一、七章、第九章第四节）；陕西机械学院袁继国（第二、八章）；青海大学陈梅芬（第三章）；陕西机械学院陈蕴生（第四章）；西北农业大学刘毓权（第五章、第十章部分）；宁夏农学院李定洲（第十章及第六章部分）；甘肃农业大学王本进（第六章）；八一农学院吴文敏（第九章）；八一农学院戴淑英（第十一章）；石河子农学院李进云（第十二章）。本书由宋克强主编，并对全书进行了统一修改。袁继国为本书编审出版作了许多工作。

本书由青海大学杨丙章教授主审。在编写过程中，得到各参编所在院校领导的支持，特别是陕西机械学院谢定义教授、刘兰亭副教授、西北农业大学包忠谟副教授对本书的编写和出版给予的帮助和支持，在此一并致谢。

由于我们业务和编写水平有限，编写专业教材缺乏经验，因此本书漏误之处一定不少，恳请广大读者批评、指正。

编 者

1991年5月

绪 论

一、水文地质及工程地质在工程建设中的作用和任务

水文地质学及工程地质学是从地质学发展起来的两门学科。水文地质学是研究地下水的科学，它以地质学的理论为基础，应用数学、力学知识和工程学科的理论与方法来解决地下水开采利用和防护其危害的问题。工程地质学是研究与工程建设有关的地质问题的科学，它也是以地质学的理论为基础，应用数学、力学知识和工程学科的理论与方法来解决与工程规划、设计、施工和运行有关的地质问题。

地下水是地球上储量丰富、分布广泛的淡水资源，对人类生活和从事工农业生产有着重要的意义。我国许多重要城市如北京、天津、上海、西安、成都等工业及生活用水都用地下水，北京总供水量三分之二取自地下水，中小城市取用地下水更多。农业生产上，我国北方17个省市自治区，每年抽取水量相当于黄河全年总水量。据估算，我国水资源总量约为27,211亿 m^3 ，其中地下水资源为7,718亿 m^3 。目前我国总用水量约4,000亿 m^3 ，开采地下水550亿 m^3 ，占总用水量的14%。深部埋藏的地下水是具有较高温度的矿水，可发电和用于医疗事业。

地下水也可给人类带来危害。气候干旱或半干旱地区，若地下水埋藏浅，由于强烈蒸发，使土壤盐分聚积，造成土壤盐渍化。采矿工程中，由于大量地下水涌入坑道，使采矿成本增高，危及矿山安全，如湖南某煤矿，平均采1 t煤，需要抽水133 m^3 。水利工程中，地下水给建筑物修建、安全运行会带来危险，如美国的奥斯汀坝，就是石灰岩坝基被地下水溶蚀后，造成溃坝事故的；西班牙的蒙特哈水库因石灰岩溶洞漏水，使水库不能蓄水。隧道工程中，地下水突然涌入也会带来威胁，开挖阿尔卑斯山的辛普隆隧洞时，地下水以每分钟60 m^3 涌入，不得不停工；我国京广线的大瑶山隧道施工中，岩溶、断层涌水给施工带来困难。城市建设中，国内外一些大城市地面沉降，也是地下水作用引起的，由于过量开采地下水，使地下水位大幅度下降，降低了土体孔隙水压力，造成软土层压缩，引起地面沉降，如日本东京沉降量达4.23m，墨西哥的墨西哥城50多年沉降量达5~7m，上海30多年沉降量达2.37m，天津30年来已下降3.38m，西安已下降1.32m，台北下降1.7m。

综上所述，水文地质基本任务是：（1）研究地下水的形成、埋藏、运动、水质的变化规律；（2）解决合理开发、利用地下水资源、以及有效防止和消除地下水的危害等实际问题。

工程建设遇到的工程地质问题很多。工业与民用建筑常遇到的工程地质问题有地基变形、强度和稳定问题；铁路、公路常遇到的是路基、边坡、隧道围岩、桥台桥墩的稳定问题；采矿工程常遇到露天矿边坡、地下巷道稳定、涌水、地面沉降等问题；地下建筑工程常遇到围岩稳定、涌水、高地应力、高地热、有害气体、岩爆等问题；海港工程常遇到码头地基、岸坡稳定，海浪侵蚀及回淤等问题；而水利水电工程常遇到的工程地质问题更多，除与

其它工程相类似的区域地壳稳定性、坝基、坝肩、边坡、地下洞室围岩稳定问题以外，还有水库区渗漏、水库淤积、库岸浸没、水库诱发地震问题等。

工程建设的经验证明：重视工程地质工作，掌握建筑地区的工程地质条件，并相应地采取措施，则修建的工程建筑物是成功的，忽视了工程地质工作，将会带来损失，有时后果是惨重的。据世界近百年来的水坝失事的破坏事件表明，大部分是地质原因造成的，如美国的圣弗兰西斯坝（坝高62m，1928年失事，伤亡400多人），法国的马尔帕赛坝（坝高66m，1959年失事，死亡近500人），意大利的瓦依昂坝（坝高265m，1963年失事，死亡近3,000人），都是地质原因引起的。高大建筑物出现的不良影响也很多。著名的意大利比萨斜塔，（1174年建）就是因工程地质条件变化，使地基出现不均匀下沉引起的倾斜，其不均匀下沉量达2.4m，塔顶偏斜4.8m。加拿大特朗斯康谷仓，下沉量达8.8m，建筑物倾斜27°。这些都是忽视工程地质工作造成危害的佐证。

我国水利建设中，重视工程地质工作，使水利工程能安全运转，如刘家峡水电站（1969年发电）、新安江水电站（1960年发电）、盐锅峡水电站（1961年发电）、丹江口水电站（1968年发电）等安全运行了多年。在勘察期间如发现不良地质条件能在施工中进行处理，也可使电站正常运行，如上犹江电站、桓仁电站、安康电站对坝基软弱夹层进行了处理，都能安全运行。也有些电站在勘察、设计、施工期间对不良地质条件了解不够或处理不当，而在施工或运行中及时发现了问题，及时作了处理，仍能安全发电，如黄坛口电站施工中发现左岸滑坡，将混凝土坝部分地改为土坝；三门峡电站运行中发现水库淤积问题严重，改为低水头发电，达到了冲淤平衡。梅山水库、佛子岭水库、双牌电站运行中发现坝肩坝基工程地质问题处理不当，经锚固处理后安全运行了多年。新丰江运行中发现水库诱发地震，使坝体稳定性不够，做了坝体加固，也安全运行了多年。由此看来，不良的工程地质条件并不可怕，只要能查明它，进行认真的处理，还是可以使工程达到预期效果的。

工程地质工作的主要任务是：（1）查明建筑地区的工程地质条件，为工程规划、设计、施工提供所需的工程地质资料；（2）评价、选择最佳的建筑物场地、线路方案和对不良地质现象应采取的工程措施；（3）预测工程修建过程中及建成后可能发生的工程地质问题。

水文地质与工程地质是两门独立的学科，各有其研究对象，但在工程地质工作中需借助水文地质方面的知识，以解决工程地质问题。如边坡稳定、地下洞室稳定、坝区稳定问题均与地下水有关。小区域的水文地质条件和环境水文地质问题都与工程兴建、人类活动有关。因此这两门学科既相互独立又相互联系，都是实践性很强的学科。

我国建国以来，在工程建设方面取得了巨大的成就。据不完全统计，修建坝高15m以上的大坝18,000座，修建了象龙羊峡（库容265亿 m^3 ）、葛洲坝（装机271.5万kW）等大中型水电站96座，30多年中水力发电总装机达2400万kW；修建了宝成、黔桂、成昆、川黔、滇黔、鹰厦、焦枝、枝柳、兰新等铁路干线；修建了跨越长江、黄河、珠江的多座大桥，修建了四通八达的公路和大型工业厂房，开发了广为分布的矿山、矿井，兴建和扩建了为数众多的大中城市，为工程地质工作积累了丰富的理论和实践经验。在水文地质工作中广泛地研究、利用、开发了地下水，为满足广大城乡生活用水和工农业用水扩大水源地和开辟新的水源地做了大量的工作。

为了实现祖国社会主义四个现代化，实现我国工农业总产值翻两番的宏伟目标，今后我们还有很多工作要做。我国水能资源极其丰富，其蕴藏量达6.8亿kW，目前仅开发利用5%，

特别是我国西北、西南地区开发利用更少，我国还将修建一大批大型水电站和三峡巨型水电站（装机1,678万kW，可发电840亿度/年）。南水北调、引黄入晋和其它引黄工程、引大入秦等跨流域大型引水工程也将提到日程，八五期间开发建设水源地431个，解决目前严重缺水的104个大小城市供水问题。我国的高层建筑刚刚兴起。我国还要兴建技术难度更大的工程建筑物，如核电站、地下铁道、海底隧道、跨海大桥、大型露天矿、开发海底石油等，这将带来一系列更为复杂的工程地质问题和工程技术问题。

水文地质及工程地质今后面临的问题是：复杂地基上高坝和高层建筑地基稳定问题；高边坡岩土体稳定问题；巨型和复杂地质条件洞室围岩稳定问题；工程建设给环境带来的影响（滑坡、崩塌、泥石流、岩溶）问题；区域稳定性问题；深层地下水合理开发利用、保护、污染水的利用、处理及裂隙岩体中地下水渗流问题；特殊地质条件修建坝、库、建筑物（深厚覆盖层、软土地基）问题；综合勘测手段、测试研究和模型试验研究等问题。

二、本书的内容

本书是为水利水电、土木建筑类专业的技术基础课而编写的教材。这两类专业对本课程教学计划和教学大纲总的要求是：

（一）掌握与工程建筑有关的岩石、地质构造、自然地质现象等基本地质知识。

（二）掌握水文地质、工程地质基本知识，学会分析水文地质与工程地质条件及其评价方法。

（三）了解水文地质、工程地质的勘察方法，学会阅读和使用水文地质、工程地质图件和报告。

本书主要论述的内容：

（一）常见的造岩矿物和岩浆岩、沉积岩、变质岩的类型、特征及肉眼鉴定方法。

（二）构造运动的概念，地质年代的划分和各种地质构造类型，各种构造地质图的阅读和分析方法。

（三）风化作用、河流地质作用、岩溶特征、斜坡破坏作用及泥石流、地震和现代沉积层的基本特征。

（四）地下水的概念、地下水的物理性质及化学成份、地下水的类型、地下水的动态与均衡的研究。

（五）不同介质地区的地下水特征，如基岩区和各种松散沉积区的地下水的特征。

（六）地下水资源及其计算、开采量计算和水质评价。

（七）水文地质勘察的方法、水文地质图件和报告书的内容。

（八）岩石和岩体特征、坝基坝肩抗滑稳定和渗透稳定性分析、渗漏和坝区沉降、冲刷分析。

（九）边坡破坏规律和边坡稳定计算中的工程地质类比法、岩坡赤平投影法、折线法和岩坡加固的计算。

（十）介绍隧洞及洞室位置选择的方法、评价围岩稳定性的方法及设计所选用的指标、隧洞施工的问题。

（十一）介绍水库渗漏、浸没、塌岸等问题以及渠道选线、渗漏、稳定等问题。

（十二）介绍工程地质勘察一般原则和方法、工程地质图件和报告书。

三、水文地质及工程地质学的分支

随着工程建设的实际需要发展起来的水文地质学及工程地质学，近年来又有了新的发展。水文地质学已发展为专门目的服务的供水水文地质、矿床水文地质、土壤改良水文地质、矿水等新分支。工程地质学已发展为各种工程服务的水利水电工程地质、铁路工程地质、矿山工程地质，海洋工程地质、军事工程地质、环境工程地质、爆破工程地质、地震工程地质、城市工程地质等新分支。

目 录

前 言

绪 论	(I)
-----	-------

第一篇 地质学基础	(1)
-----------	-------

第一章 岩 石	(1)
---------	-------

第一节 造岩矿物	(2)
----------	-------

第二节 岩浆岩 (火成岩)	(7)
---------------	-------

第三节 沉积岩	(11)
---------	--------

第四节 变质岩	(14)
---------	--------

第二章 地质构造及地质图	(18)
--------------	--------

第一节 概 述	(18)
---------	--------

第二节 地质年代	(19)
----------	--------

第三节 水平构造和倾斜构造	(21)
---------------	--------

第四节 褶皱构造	(31)
----------	--------

第五节 断裂构造	(35)
----------	--------

第三章 自然地质作用	(43)
------------	--------

第一节 岩石风化作用	(43)
------------	--------

第二节 河流地质作用	(49)
------------	--------

第三节 岩 溶	(54)
---------	--------

第四节 斜坡破坏作用及泥石流	(58)
----------------	--------

第五节 地 震	(67)
---------	--------

第六节 自然地质作用形成的现代沉积层	(74)
--------------------	--------

第二篇 水文地质	(83)
----------	--------

第四章 地下水概论	(83)
-----------	--------

第一节 地下水的物理性质及化学成份	(83)
-------------------	--------

第二节 地下水的赋存	(88)
------------	--------

第三节 地下水的动态与均衡	(97)
---------------	--------

第五章 不同含水介质中的地下水	(101)
-----------------	---------

第一节 基岩区的地下水	(102)
-------------	---------

第二节 松散沉积区地下水	(108)
--------------	---------

第六章 地下水资源评价与利用	(114)
----------------	---------

第一节 地下水资源的补给、贮存与消耗	(114)
--------------------	---------

第二节 地下水资源的计算	(118)
--------------	---------

第三节 地下水的水质评价	(123)
--------------	---------

第四节 地下水利用及环境水文地质问题·····	(131)
第七章 水文地质勘察·····	(139)
第一节 勘察的目的和任务·····	(139)
第二节 水文地质测绘·····	(140)
第三节 水文地质勘探·····	(144)
第四节 水文地质试验及长期观测·····	(146)
第五节 水文地质勘察资料的整理·····	(149)
第三篇 工程地质·····	(153)
第八章 地基稳定性的工程地质分析·····	(153)
第一节 岩石及岩体的工程地质性质·····	(154)
第二节 坝基(肩)的抗滑稳定分析·····	(163)
第三节 坝基(肩)的渗漏及渗透稳定性分析·····	(169)
第四节 坝区的沉降变形与冲刷·····	(177)
第九章 斜坡稳定性的工程地质分析·····	(180)
第一节 斜坡的应力状态及变形破坏·····	(181)
第二节 斜坡稳定性的工程地质判别·····	(186)
第三节 赤平投影分析法·····	(189)
第四节 岩质边坡的稳定计算·····	(194)
第十章 地下洞室围岩稳定性的工程地质分析·····	(202)
第一节 地下洞室位置选择的工程地质分析·····	(202)
第二节 地下洞室围岩分类·····	(205)
第三节 洞室围岩稳定性的工程地质评价·····	(207)
第四节 地下洞室围岩的变形破坏及改善围岩稳定性措施·····	(223)
第十一章 水库及渠道工程地质问题分析·····	(727)
第一节 水库的工程地质分析·····	(227)
第二节 渠道的工程地质分析·····	(238)
第三节 环境工程地质问题·····	(246)
第十二章 工程地质勘察·····	(247)
第一节 勘察的目的任务·····	(247)
第二节 工程地质测绘·····	(250)
第三节 工程地质勘探·····	(254)
第四节 天然建筑材料的勘察·····	(257)
第五节 工程地试验及长期观测·····	(261)
第六节 工程地质勘察资料整理·····	(264)
主要参考文献·····	(268)

第一篇 地质学基础

第一章 岩石

地球是一个不断旋转着的椭球体，平均半径为 6,370km。地球表面以上为外部圈层，地球表面以下为内部圈层。

地球外部圈层分为大气圈、水圈、生物圈。大气圈由包围着地球的混合气体组成，厚度达几万千米以上。水圈由地球表层的水组成，大部分水汇聚在海洋里，部分分布在河流、湖泊、沼泽、冰川及地壳表层岩石和土壤的空隙中。生物圈是动物、植物、微生物活动的圈层，它与大气圈、水圈、地表岩石和土层相互渗透。(图1—1)

地球内部圈层为地壳、地幔和地核三层。地壳是地球表层的坚硬外壳，平均厚度约为 16km，由岩石组成。地幔位于地壳之下，厚度约为 2,900km，由铁、镁、硅酸盐物质组成，地幔上界面称莫霍面，下界面称古登堡面。地核是地球的中心部分，厚度约为 3,470km，由铁、镍组成。

地壳可分为大陆地壳(陆壳)与大洋地壳(洋壳)。陆壳厚度变化较大，平均厚度为 33km，我国不同地区的地壳厚度差异很大，如喜马拉雅山为 75km，北京为 46km，兰州为 53km，西安为 33km。总之一般高山区可达 50~70 km，平原区一般为 30~40km，最薄为 20km。陆壳可分为两层，上层为花岗岩质层(硅铝层)，下层为玄武岩质层(硅镁层)。洋壳厚度变化不大，平均厚度为 6 km，主要为玄武岩质层(硅镁层)，表层有部分沉积物。

地壳的基本组成物质是各种元素，各种元素在地壳中的重量百分比差别较大，仅氧、硅、铝、铁、钙、钾、钠、镁八种元素占地壳总量的 99% 以上(表1—1)，其他元素重量总和还不足百分之一。这样，地壳中那些所占百分比低的元素化合物分布就少。

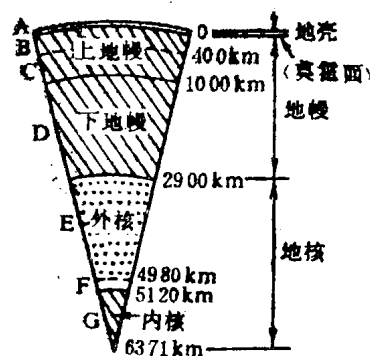


图1—1 地球内部结构示意图

表1—1 地壳主要元素重量百分比含量

元 素	氧 (O)	硅 (Si)	铝 (Al)	铁 (Fe)	钙 (Ca)	钠 (Na)	钾 (K)	镁 (Mg)	钛 (Ti)	氢 (H)	其 他
百 分 比	46.95	27.88	8.13	5.17	3.65	2.78	2.58	2.06	0.26	0.14	0.4

地壳中自然元素常以化合物或单质产出，称为矿物。矿物中一部分在地壳中分布广，是构成各种岩石的主要组成部分，这种矿物称造岩矿物。

地壳中由一种矿物或几种矿物聚合而成的集合体称为岩石，岩石按成因，可分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。

地壳中的岩石及土层，是构筑在它之上的所有建筑物的基础，为了保证建筑物安全、稳定和经济合理，必须研究岩石和土层的基本特性。

第一节 造岩矿物

矿物是天然产出的自然元素的单质和化合物。少数是以单质形式存在，如金刚石(C)、硫磺(S)等，绝大多数是由两种或多种元素组成化合物的形式存在，如石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)等。矿物具有一定的化学成分、内部结构和特定的物理与化学性质。

已发现的矿物约有3,000多种(种及亚种)，最常见的造岩矿物仅十几种，如长石、石英、云母、角闪石、辉石、橄榄石、白云石、方解石、高岭石、石膏、赤铁矿、绿泥石、蛇纹石、滑石、石榴石等。

一、矿物的物理性质

具有一定化学成分的矿物，其元素质点(原子或离子)往往按一定的结晶格架排列，这种矿物称结晶矿物，如石盐(如图1—2)。结晶矿物常有固定的结晶形态，称为晶体。但岩石中大多数矿物结晶时受到条件限制，形成不完整晶形或不规则形态。矿物中还有少数元素质点不规则的排列，不具有规则的形态，称非晶质矿物。自然界绝大多数是结晶矿物。矿物的化学成分和结晶格架排列方式决定了矿物具有特定的物理性质，利用矿物的主要物理性质可以肉眼鉴别常见的造岩矿物。

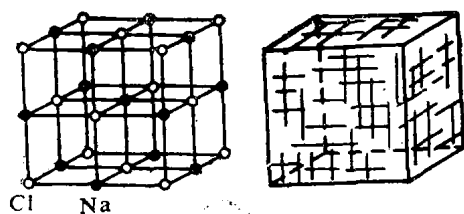


图1—2 石盐的晶体构造

(一) 形态

矿物的形态是指固态矿物单个晶体的形态或矿物聚合在一起的集合体的形态。矿物晶体的形态有柱状(正长石、斜长石、角闪石为长柱状，辉石为短柱状)、针状、纤维状(纤维石膏)、板状(石膏、云母)、片状及鳞片状(云母、绿泥石)、粒状(橄榄石、方解石、白云石、石榴石、黄铁矿)；矿物集合体形态有晶簇(石英晶簇、方解石晶簇)、放射状集合体(阳起石)、粒状集合体(方解石)、鲕状结核体(赤铁矿)、葡萄状、肾状集合体(赤铁矿)、钟乳状集合体(方解石)等。(图1—3)。

(二) 颜色

矿物的颜色是指在自然光的照射下矿物所反射的颜色。可分为自色和他色。自色取决于化学成分和内部结晶构造，是矿物自身固有的颜色，如白云母、白云石(白色)、黑云母(黑色)、绿泥石(绿色)，正长石(肉红色)、斜长石(灰白色)、橄榄石(橄榄绿色)、辉石(黑绿色)、角闪石(暗绿色)、石英(无色)。他色是矿物所含杂质所呈现的颜色，如石英含杂质时可呈紫色、黄色、褐色、黑色。

(三) 条痕色

矿物粉末的颜色。即矿物在瓷板上擦划所留下的粉末颜色。矿物的条痕色对硬度较小的

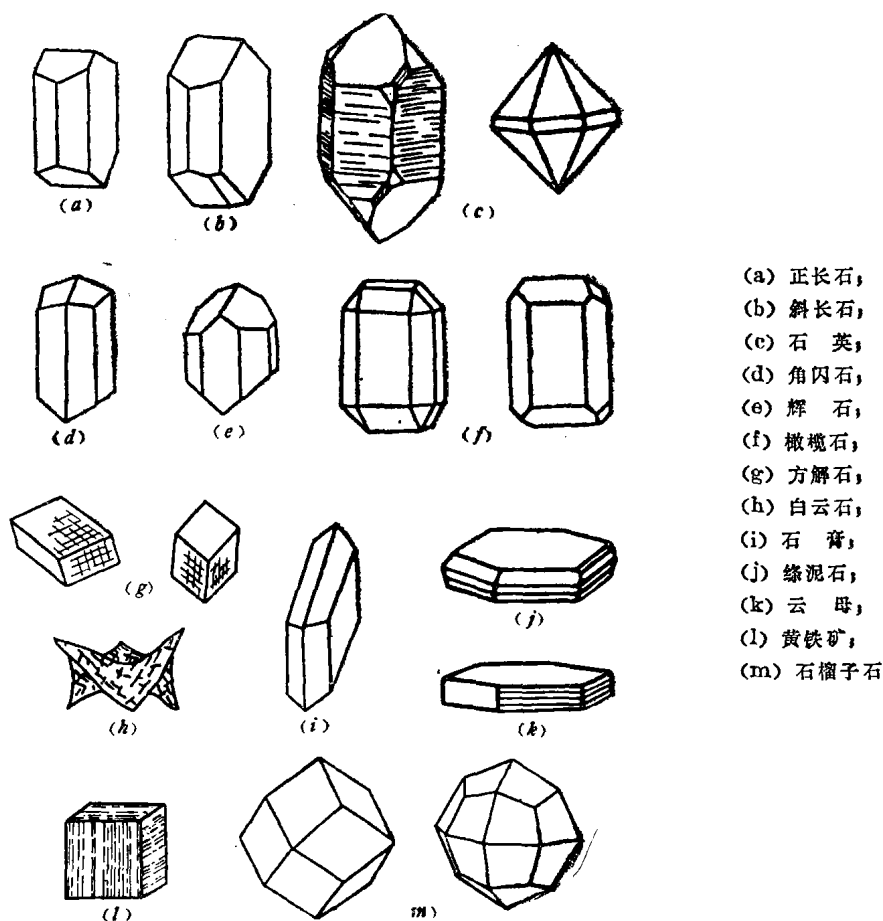


图1-3 晶体形态

暗色金属、半金属矿物在鉴别上有意义，如赤铁矿条痕色为砖红色，褐铁矿为褐色，即可区别这两种矿物。

(四) 光泽

矿物表面对可见光的反射能力称为光泽。根据反射光的强弱可分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。造岩矿物多呈非金属光泽，按其反射光的强弱还可分为：金刚光泽（如金刚石）、玻璃光泽（如长石、角闪石等）、油脂光泽（如石英断口上的光泽）、珍珠光泽（如云母）、丝绢光泽（如绢云母）、蜡状光泽（如蛇纹石）、土状光泽（如高岭石）。

(五) 硬度

矿物抵抗机械作用力的能力称为硬度。在鉴定矿物中，矿物的硬度是指抗刻划的能力。通常用十种矿物的相对硬度把矿物硬度分为十级，这十种矿物即称莫氏硬度计，计有：

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

通常采用更简便的方法是把硬度分为三个等级：低硬度（小于2.5，指甲可刻动），中硬度（2.5—5.5指甲刻不动，小刀可刻动）；高硬度（大于5.5，小刀刻不动）。

(六) 解理和断口

矿物晶体受外力敲击能沿一定方向裂开的性质称为解理。裂开的光滑面称解理面。根据

表1—2

主要造岩矿物特征表

序号	矿物名称	硬度	形状	颜色	条痕	光泽	解理与断口	其他
1	滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	1	薄片状、状板状、致密块状	白、灰、淡黄、淡绿	白色	玻璃光泽，解理面上呈珍珠光泽	一组完全或极完全解理	极软，手摸之有滑感，薄片可挠曲而无弹性
2	高岭石 $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	(1~1.5) 集合体	块状、土状 隐晶质集合体	白色，因杂质可呈黄、浅褐、浅兰等色	白色	土状光泽	土状断口	有粗糙感，干时易吸水，湿时具可塑性，粘着性，有滑感
3	蒙脱石 $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Al}, \text{Mg})_2 \cdot [\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	(1~1.5) 集合体	块状、土状 隐晶质集合体	白色，有时为浅红、浅绿色	白色	土状光泽或蜡状光泽	土状断口	吸水性强，吸水后体积能膨胀增大数倍以上，有滑感
4	石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	板状、条状或纤维状、粒状	白色，含杂质时为黄褐色、红色	白色	玻璃或丝绢光泽	一组完全解理	透明的称透石膏、纤维状的称纤维石膏
5	绿泥石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al} \cdot [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2$	2~2.5	片状集合体、板状或块状	浅绿至深绿色	绿色	玻璃光泽，解理面珍珠光泽	一组极完全解理	薄片可挠曲，无弹性
6	黑云母 $\text{K} \{ (\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \}$	2.5~3	片状、鳞片状集合体	黑色、深褐色	白色、淡绿色	玻璃光泽解理面珍珠光泽	一组极完全解理	薄片透明，有弹性
7	白云母 $\text{K} \{ \text{Al}_2(\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \}$	2.5~3	片状、鳞片状集合体	无色、银白色、淡黄色	白色	玻璃光泽，解理面珍珠光泽	一组极完全解理	薄片透明，有弹性

表1—2续

序号	矿物名称	硬度	形状	颜色	条痕	光泽	解理与断口	其他
8	方解石 CaCO_3	3	一般为菱形 晶体, 集合体 有粒状、钟 乳状、块 状、晶簇等	白色、无色、 因含杂质可具 多种颜色	白色	玻璃光泽	三组完全解理	遇冷稀盐酸剧烈起泡, 透明的称冰洲石
9	蛇纹石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	3~3.5	片状、块状 纤维状集合体	绿色、黑绿 色、黄绿色	白色, 淡绿色	蜡状光泽	无	有滑感
10	白云石 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	3.5~4	菱面体, 集合 体为粒状	灰白色, 有 时为淡黄、 淡红色	白色	玻璃光泽	三组完全解理, 晶面解理面弯曲	晶体只与热盐酸反应, 粉末可与 冷稀盐酸反应, 解理面多弯曲呈鞍状
11	角闪石 $\text{Ca}_2\cdot\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\cdot(\text{Al}, \text{Fe})_2[\text{Si}, \text{Al}]_4\text{O}_{11}]_2\cdot(\text{OH})_2$	5~6	长柱状、针 状或纤维状 集合体	绿色、绿黑 色、有时为 褐色	灰白色、 淡绿色	玻璃光泽	两组中等解理成 124° 或 56° 斜交	晶体横截面为六角菱形, 成放射 状集合体称阳起石, 透明的称透闪石
12	辉石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})\cdot[\text{Si}, \text{Al}]_2\text{O}_6$	5~6	短柱状、粒状	黑绿色、有 时为褐色	白色、褐色	玻璃光泽	两组中等解理近于正交(87° 或 93°)	晶状横截面为正八角边形, 透明的称透辉石
13	赤铁矿 Fe_2O_3	5.5~6.5	多为块状, 有 时为针状、肾 状片状	赤红色、 铁黑色、 钢灰色	砖红色	半金属光泽	无	土状者硬度很低, 可染手

表1—2续

序号	矿物名称	硬度	形状	颜色	条痕	光泽	解理与断口	其他
14	正长石 $K[AlSi_3O_8]$	6	柱状、板状或粒状、块状	多为肉红色，也有灰白色、淡黄色	白色	玻璃光泽	两组完全解理成 90° 相交	有时呈双晶，风化成高岭石，透明的称透长石，解理微斜的称钾微长石
15	斜长石 $Na[Al_2Si_2O_6]$ $Ca[Al_2Si_2O_6]$	6	柱状、板状、粒状	灰白色、深灰色	白色	玻璃光泽	两组完全解理斜交成 $86^\circ \sim 87^\circ$	性脆，色深灰的称钙长石
16	黄铁矿 FeS_2	$6 \sim 6.5$	正立方体，五角十二面体或粒状、块状集合体	浅黄铜色	绿黑色	金属光泽	参差状断口	风化后成褐铁矿
17	橄榄石 $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$	$6.5 \sim 7$	粒状集合体	橄榄绿色、淡黄绿色	无	玻璃光泽、断口油脂光泽	贝壳状断口	性脆
18	石榴子石 $(Ca, Mg)(Al, Fe)[SiO_4]_3$	$6.5 \sim 8.5$	菱形十二面体，二十四面体或粒状	红、褐、黑、棕等	无	玻璃光泽，断口油脂光泽	参差状或贝壳状断口	
19	石英 SiO_2	7	块状、粒状、六方棱柱状、晶簇状	无色，因含杂质可各种颜色	无	玻璃光泽，断口油脂光泽	贝壳状断口	质坚、性脆、抗风化能力强、透明度好的晶体亦称水晶

解理面方向的数量可分为：一组解理（如云母）、二组解理（如长石）、三组解理（如方解石）等。按解理面发育的完好和光滑程度，又可分为：极完全解理（如云母）、完全解理（如方解石）、中等解理（如辉石）、不完全解理（如磷灰石）。

矿物受外力敲击出现不规则断裂面称为断口。按断裂面形状，有贝壳状（石英）、参差状（黄铁矿）等。

（七）其他性质

矿物的透明度、比重、磁性、弹性、挠性、嗅、味等性质，常是肉眼鉴定矿物的依据。矿物的化学性质，如方解石、白云石等与稀盐酸起反应，也是肉眼鉴定矿物的依据。

二、矿物的鉴定及其鉴定表

矿物的鉴定主要是利用其物理性质进行鉴定。进一步鉴定还可利用矿物的光学性质、电学性质（导电性、压电性、介电性）、放射性质、热学性质、发光性、焰火反应，使用吹管分析、差热分析、光谱分析、偏光显微镜分析、电子显微镜扫描等方法。但一般常见的造岩矿物，利用其物理性质足以区别、鉴定。

鉴定造岩矿物主要是找出各种造岩矿物物理性质的差异，利用主要造岩矿物鉴定表（表1—2），先掌握每种矿物的主要物理性质，然后分辨两矿物的区别特征，逐步推广扩大到区别所见的矿物。

第二节 岩浆岩（火成岩）

一、岩浆岩的形成及产状

岩浆岩又称火成岩，是由岩浆侵入地壳或喷出地表凝固而成的岩石。岩浆来自地壳下部的上地幔，是高温高压状态下的熔融体，其成分以硅酸盐为主，并富含挥发物质，如水、二氧化碳、氟、氯、硫等。地壳运动过程中，岩浆会沿地壳的薄弱部位移动，侵入地壳或喷出到地表，随着温度和压力的降低和部分挥发物质逸出，岩浆凝固成岩浆岩，这一作用过程称岩浆作用。岩浆侵入地壳凝固而成的岩石称侵入岩，又以侵入地壳中的部位深浅分为浅成岩，深成岩，岩浆喷出地表凝固而成的岩石称喷出岩。

岩浆岩一般是以岩体分布在地壳中，岩体的大小、空间状态、与围岩的关系称为岩浆岩的产状。常见的岩浆岩产状如图1—4所示。

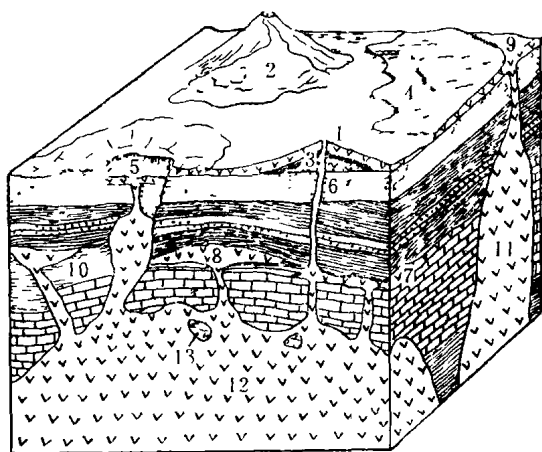


图1—4 岩浆作用形成的各种岩浆岩体

1—火山锥；2—容岩流；3—火山颈；4—熔岩被；
5—破火山口；6—火山颈和岩墙；7—岩床；8—岩盘；
9—岩墙；10—岩盆；11—岩株；12—岩基；13—捕虏体

（一）侵入岩的产状

1. 岩基 是一种大规模的深成侵入岩体，分布面积大于 100km^2 。

2. 岩株 岩株是规模较小的深成侵入岩体，分布面积小于 100km^2 。

3. 岩墙和岩脉 沿岩石裂缝侵入的浅成侵入岩体。一般与围岩层位垂直称岩墙，规模较小与层位斜交的或不规则的称岩脉。