

高等学校交流讲义

# 水文地质学与工程地质学

同济大学水文地质工程地质教研组编

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲义



# 水文地质学与工程地质学

同济大学水文地质工程地质教研组编

中国工业出版社

本书是根据1958年和1959年修改后的“城乡建设工程专业”、“城乡规划专业”和“给水排水专业”教学大纲编写的。

本书主要讲述土的工程地质评价、影响地区稳定性的自然地质条件及其沉积物的工程地质特征；水文地质、城市建设中的工程地质勘测等，并附有实验指导。

本书可作为上述专业的“水文地质学与工程地质学”课程的教材，也可供勘察设计部门的工程技术人员参考。

### 水文地质学与工程地质学

同济大学水文地质工程地质教研组编

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本787×1092  $\frac{1}{16}$ ·印张15  $\frac{1}{2}$ ·插页8·字数357,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—1,137·定价（10-6）2.35元

统一书号：15165·1009（理工—109）

## 前 言

自从1958年教育革命以来,同济大学水文地质工程地质教研组先后为公路、铁路、桥梁;工业与民用建筑;给水排水工程等专业编写过三本工程地质学讲义。为了使城乡规划和城市建设工程等专业的同学在学习过程中能有适当的教材,从而进一步提高教学质量,根据“以选为主”的原则,以上述三本讲义为蓝本,补充了有关城乡规划和城市建设方面的材料,结合几年来的教学经验,选编而成本书。

本书主要依据1958年和1959年修改后的教学大纲,讲述城市建设工程专业学生必须具备的与专业课程紧密联系的水文地质工程地质知识。在绪论中,简述了水文地质学和工程地质学的定义及其在建设中的作用。第一篇为土的工程地质评价,着重阐述了分散土的工程地质性质。第二篇主要说明自然地质作用的规律及其对地区稳定性的影响。同时讨论了不同成因的沉积物所具有的工程地质特征和可能产生的工程地质问题。第三篇属于水文地质学内容。简述了地下水的基本知识、地下水的运动及其产生的水文地质问题,并专章叙述了供水水文地质勘测工作。第四篇阐述工程地质勘测的一般问题和与城乡规划及建设有关的各种工程建筑的工程地质勘测。另附实验指导,包括:矿物、岩石的实验;地质图、水文地质图、工程地质图的阅读和分析;航空地质照片的解译等实验。

本书可供“城乡建设工程专业”、“城乡规划专业”、“给水排水工程专业”作为教学用书。但使用时,对不同专业要求应适当增删某些章节的内容。如第三篇水文地质学,对“给水排水工程专业”应着重讲授。对其他专业则可作相应的缩减。

本书由同济大学水文地质工程地质教研组教材编选小组负责主编。并有武汉城市建设学院岳文海参加。书中的绪论,第一、二、三、五、六、七、八、十至十四章由王家钧负责选编;第二章的黄土部分、第四、九章由赵振寰负责选编。脱稿后,又经蒋开清、金春山、杨桂林、张师德、程鸿鑫等提出意见。插图由刘庄龄、奚椿福、韩青莲、陈维石等绘制;实验指导的绪言、矿物、岩浆岩、沉积岩、变质岩、分散土部分由段光贤编写;地质图和工程地质图由王家钧编写;水文地质图由金为芝编写;航空照片地质解释由金春山编写。

全书由王家钧负责总校订。

由于编者的水平有限与选编时间短促,错误和不妥之处在所难免,敬希读者指正。

编 者

1961年5月



# 目 录

前 言.....	3	民经济中的意义 .....	7
緒 論.....	7	§ 2 工程地质学的范围及其在国	
§ 1 水文地质学的范围及其在国		民经济中的意义 .....	8

## 第一篇 土的工程地质评价

第一章 土的工程地质分类.....	11	第二章 土的工程地质评价.....	27
§ 1—1 土的一般概念 .....	11	§ 2—1 岩质土与半岩质土的工程地质	
§ 1—2 最主要的造岩矿物 .....	11	评价 .....	27
§ 1—3 岩石 .....	17	§ 2—2 分散土的工程地质评价 .....	28
§ 1—4 土的工程地质分类 .....	24	§ 2—3 特种土的工程地质评价 .....	49

## 第二篇 影响地区稳定性的自然地质作用及其沉积物的工程地质特征

第三章 构造运动与地史概述.....	56	§ 6—6 河谷形态的发育阶段和河谷阶	
§ 3—1 地壳运动的一般概念 .....	56	地 .....	94
§ 3—2 岩层的产状要素及其测定 .....	57	§ 6—7 河谷沿岸城市建设应注意的工	
§ 3—3 褶皱变动 .....	58	程地质问题 .....	95
§ 3—4 断裂变动 .....	59	第七章 地下水的地质作用.....	96
§ 3—5 地史概述 .....	61	§ 7—1 地下水的化学溶蚀作用 .....	96
第四章 地震 .....	67	§ 7—2 机械的潜蚀作用 .....	98
§ 4—1 地震的概念 .....	67	第八章 海洋、潮沼、冰川、风的地	
§ 4—2 地震波及地震烈度 .....	68	质作用 .....	101
§ 4—3 地震区进行建筑应注意的工程		§ 8—1 海湖、冰川、风的破坏作用 .....	102
地质问题 .....	73	§ 8—2 海洋的沉积作用及其沉积物的	
第五章 风化作用及裂隙的评价.....	75	工程地质特征 .....	104
§ 5—1 风化作用与风化产物 .....	75	§ 8—3 湖泊沉积物的工程地质特征 .....	105
§ 5—2 风化与裂隙的工程地质研究 .....	78	§ 8—4 沼泽沉积物的工程地质特征 .....	106
§ 5—3 防止岩石风化的措施 .....	82	§ 8—5 冰川沉积物的工程地质特征 .....	108
第六章 地表流水及其地质作用.....	83	§ 8—6 风成沉积物的工程地质特征 .....	109
§ 6—1 洗刷作用 .....	83	第九章 滑坡 .....	110
§ 6—2 冲沟 .....	84	§ 9—1 滑坡及其形态 .....	110
§ 6—3 流水的冲刷作用 .....	86	§ 9—2 斜坡土体的平衡条件的概念 .....	111
§ 6—4 流水的搬运作用 .....	90	§ 9—3 产生滑坡的条件、因素和原因 .....	114
§ 6—5 流水的沉积作用 .....	92	§ 9—4 常见的滑坡类型 .....	116
		§ 9—5 防止滑坡的措施 .....	117

### 第三篇 水文地质学

#### 第十章 水文地质学基础 ..... 119

§10—1 地下水的形成及其形成条件 ... 119

§10—2 地下水的物理性质和化学成分 122

§10—3 地下水的分类及其特征 ..... 131

§10—4 泉 ..... 142

#### 第十一章 地下水的运动 ..... 144

§11—1 地下水运动的基本规律 ..... 144

§11—2 地下水流向、流速和渗透系数的测定 ..... 149

§11—3 地下水向集水建筑物的运动 ... 152

§11—4 各种工程建筑物修建时有关的水文地质问题 ..... 164

#### 第十二章 供水水文地质调查 ..... 170

§12—1 供水水文地质调查的方法 ..... 171

§12—2 关于卫生防护带的水文地质研究 ..... 177

§12—3 地下水储量级别与储量计算 ... 177

§12—4 供水水文地质资料整理 ..... 185

### 第四篇 城市建设与规划的工程地质勘测

#### 第十三章 工程地质勘测的一般问题 ..... 188

§13—1 工程地质勘测的目的、任务和内 容 ..... 188

§13—2 工程地质勘测工作 ..... 189

#### 第十四章 城市建设中的工程地质勘测 ..... 198

§14—1 为城市规划而进行的工程地质勘测 ..... 198

§14—2 工业与民用建筑设计阶段的工程地质勘测 ..... 201

§14—3 城市道路与工程管线的工程地质勘测 ..... 203

§14—4 建筑材料产地的调查 ..... 205

#### 附录 ..... 207

1. 主要参考书 ..... 207

2. 水文地质学及工程地质学实验指导 ..... 208

## 緒 論

### § 1 水文地质学的范围及其在国民经济中的意义

水文地质学是研究地下水的科学。它研究地下水的分布、埋藏、运动规律、物理性质、化学成分和形成条件；它也研究地下水在地壳中由于自然因素和人为因素影响下的运动形式及其所引起的地质问题；为了各种实际需要（如供水、排灌等），还必须对地下水进行专门的勘察。由于水文地质学研究的范围如此广泛，因此它又分为普通水文地质学、地下水动力学、专门水文地质学等几门独立而又彼此密切联系的学科。

在人类社会活动中，地下水起着极其重要的作用。无论人们的日常生活用水或者城乡建设、工矿企业、农田灌溉、铁道建筑等的生产用水以及医疗用水，都广泛地利用地下水，因为它在供水上有三个独特的优点：

（一）水质良好。地下水通过地层缓慢渗透而贮藏于地层中。它不仅因天然过滤作用清除了水中的杂质，而且由于上部地层的掩盖使它免于污染，因而能保持水质纯净；

（二）温度变化小。地下水埋藏在地下深处，不易受大气温度变化的影响。这一特征对工业用水创造了有利条件；

（三）分布广泛，储量稳定。地表水（河流、湖泊等）的分布不是普遍存在的；而地下水虽然有时也受气候、地质构造等的控制，但却是一个相互联系的水体，分布在广大地区，而且水量变化也不大。

但是，地下水也有其危害作用。如在采掘工业中，由于地下水突然涌出有时引起人身、财产的伤亡和损失。在建筑施工中，地下水向基坑涌出而造成施工上的困难，甚至发生流砂现象。由于地下水的存在会改变地基土的状态，往往也会改变地基土的物理力学性质（如降低强度）同时也促成物理地质现象（如滑坡、喀斯特、沼泽地的形成）的产生，影响地区的稳定性，给建设工程带来不少困难。某些地区由于地下水位过高，并含有大量盐类，易促成土层的盐渍化；有些地下水对混凝土基础、地下金属管道还起腐蚀作用。

由此可见，研究地下水的目的是要更合理地利用地下水和制止地下水的危害。具体地说，通过水文地质调查，应用地下水的原理，求得供水水源地区地下水的分布和储量，决定利用地下水的地点，设计适当的开采方法。帮助我们在解决工矿企业、城乡居民供水、农田灌溉和排除疏干时对地下水资源的调查和地下水数量、质量的评价；论证集水建筑物的形式和大小；论证降低低湿地的地下水位的排水网设计；决定排水网的形式、距离与布置方式；等等。因为地下水的有无，水量的多少，埋藏的深浅，水流的方向，化学成分等，往往决定着城乡建设的整体规划和个别厂矿企业及建筑物地址的选择。

我国劳动人民在认识和利用地下水方面有着悠久的历史。远在公元前三百多年，就采用缆绳冲击法打井。四川自贡采盐场就用竹筒以手工方法钻孔从深层汲出盐水。在新疆，人们仍然利用“坎儿井”将溪水，特别是地下水供给用水中心地区或直接通至耕作区。这是我国最早的集水建筑物。许多城市也利用地下水作为供水之用，例如有的城市是靠从喀斯特化的石灰岩中流出的泉水，有的城市利用深达数十或数百米以下的自流水。解放前，



少数地质工作者曾对某些城市的地下水进行过调查，并提出取水方案。解放以后，由于社会主义建设事业的飞跃发展，国民经济各部门对水源的质量和数量的需要日益增长，要求也日益严格。各地质勘查单位在很多地区进行了大面积的水文地质普查和工业城市的供水水文地质勘测工作。特别是1958年党的社会主义建设总路线提出以后，水文地质工作遵循着这个总路线，贯彻了两条腿走路的方针，在全国范围内开展了大量的寻找地下水工作。对我国西北干旱地区、华北平原、江南、西南、东北的许多重要和新兴城市的地下水进行了勘查。初步掌握了地下水的分布、埋藏、水量、水质以及运动变化等水文地质资料和规律，为城市建设和规划根据水源地点来合理安排工矿企业、居民点的位置，为农业生产的灌溉，沼泽地的排水疏干，为畜牧业的发展等等提供了可靠的资料，并为今后进一步广泛地开展水文地质调查打下了良好的基础。

## §2 工程地质学的范围及其在国民经济中的意义

工程地质学是研究与工程建筑物的设计、施工和正常使用有关的地质问题的科学。它不但要研究工程区域的地质现象与作用的发展规律，并且要根据这些规律预测工程建筑物建成、改变自然条件以后可能产生的地质问题。

要保证建筑物的稳定和正常使用，首先必须研究建筑物所在地的自然条件，特别是自然地质条件，包括：地基土的物理技术性质，地基土的空间分布情况，地下水的情况，自然因素作用下产生的地壳变化（即自然地质现象），等等。

作为地基的土可能是坚硬的，也可能是疏松的。它的组成物质是多种多样的，不同的土具有不同的物理力学性质；同时，土是在自然因素及人为因素下不断发生变化的物质；土在空间分布亦不是一致的，它以一定的形状、大小彼此组合而构成地壳；这就使得在建筑场地内不同地点的建筑条件就不同。因此要研究土质和土的空间分布情况——埋藏条件（或产状）。

在地壳中还有地下水存在，地下水不仅与土相互作用着，改变土的性质；而且地下水与建筑物也相互作用着，它的成分、性质、运动也影响着建筑场地的建筑条件。

地壳不是静止不动的，在自然因素影响下它是不断地变化和运动着的。例如地表河流流水的运动，往往引起河岸的坍滑，影响了建筑区的稳定性。因此就要研究促使自然地质现象发生的原因和因素，发展过程的动力和规律，并作出定性和定量的评价。

另外，在修建建筑物或使用过程中，必然改变自然地质条件使它产生新的变化和影响。由于建筑而引起的地质现象（如建筑物的沉陷、边坡滑动，基坑开挖时产生的流砂等），叫工程地质现象。各种工程地质现象都不是孤立的，而是受一系列自然因素的制约，与其它自然现象相互联系并且不断发展的。因此要掌握工程地质现象及其发展规律，必须研究这些现象的发生和发展原因，研究有关的自然和人为因素对于这些现象的发生和发展的影响。

由此，研究工程地质学的目的是选择地质条件优良的建筑地点，提出修建基础和处理地基土的措施，来保证建筑物的稳定性和正常使用。

在人类开始生产活动时，就碰到了建筑物地基土的估计问题以及河岸和河床的稳定问题。并且成功地兴建了许多地质条件和工程都相当复杂的建筑物，我国人民在二千多年以前修建的四川灌县的都江堰、长达1700公里左右的大运河、黄河的分流治理、万里长城等

等就都说明我国古代劳动人民已经积累了不少工程地质的实践知识。解放以前，由于新型建筑物的出现，开始了现代铁路、公路、桥梁的建设对地基土逐步由定性转为初步的定量的评价。对各种物理地质作用的危害和防止措施具有一定的认识。并进行了某些城市、某些公路、铁路、坝址的地质勘查工作。但在国民党反动派统治下，半殖民地、半封建的生产关系阻碍了生产力的发展。工程地质学的发展也很缓慢。

随着我国人民革命的胜利，十余年来，工农业生产大跃进给工程地质工作的发展打下了广泛的实践基础。通过根治水害，开发水利的建设，对黄河、淮河等流域和水利枢纽进行了大规模的工程地质勘查工作；对佛子岭、官厅等大中型水库也进行了工程地质勘查工作；在城市的新建和扩建中，大量的勘测工作决定了工业区、居民点位置的布局和建设；在交通运输事业中，进行了铁路、公路线路的勘测和武汉长江大桥的工程地质勘测工作。由于事业的发展，对工程地质的理论研究提供了广阔的前途。对我国黄土的成因，湿陷特性和渗水引起的边坡稳定性等；对提高不良地质条件下的地基强度方面；对我国喀斯特地区地基土的工程建筑性质的研究，以及边坡的稳定的研究等方面都进行了一定的工作。这些都为今后进一步开展科学研究，为生产服务建立了一定的基础。



# 第一篇 土的工程地質評價

## 第一章 土的工程地質分類

### § 1—1 土的一般概念

土的研究是工程地質学中的一个重要部分。

任何一种处于自然作用或人类活动范围内的岩石，不论是疏松的（卵石、砂、粘性土等）还是坚硬的（岩浆岩、坚硬沉积岩及变质岩等），当把他们作为建筑物地基、建筑材料或建筑环境（介质）来研究时，都可称之为土。土的工程地質研究的主要目的在于评价土的物理力学性质，以及土在人类工程活动的影响下这些性质的可能变化。一方面土被认为是一种固相、液相和气相物质组成的复杂自然体，它具有一定的物质组成和一定的物理力学性质；而另一方面土又被认为是在一定的自然历史过程中的形成物，并且在自然和人为因素影响下不断变化的自然体，由于土的物质组成的不同，成因的不同，发生变化的因素不同，就使土具有十分复杂的工程地質特性。

土的组成物质是什么呢？作为土的岩石是由一种或几种矿物集合而成的，例如大理岩或石英岩，它是方解石或石英一种矿物的集合体，而花岗岩即为石英、正长石、云母等几种矿物的集合体。组成岩石的矿物乃是自然元素或化合物，它有一定的化学成分和一定的物理性质的物体形式天然地存在地壳中。

土的形成是一系列作用影响下面发生的，按其成因我们可以把作为土的岩石分为三大成因类型：

(a) 岩浆岩：由地壳深处的熔融体冷凝结晶而成的岩石。

(b) 沉积岩：地壳上的岩石在大气、水、生物的作用下，遭到破碎的产物，在地表条件下又堆积起来，重新形成的岩石。

(c) 变质岩：岩浆岩及沉积岩在高温、高压、水蒸汽和化学上活跃的气体影响下，使原来岩石为适应新的环境，而形成新的物质组成和化学成分的岩石。

作为土的岩石，由于物质组成和成因的不同，对它的工程地質特性起了决定性作用。下面我们分节来述明矿物的特性和各种不同形成条件的岩石及其特征，从而进一步依工程地質观点来加以区别。

### § 1—2 最主要的造岩矿物

到目前为止，已经知道的矿物已近三千种，但只有五十多种矿物是常见的，对地基土的评价有重要的意义，我们称这五十多种矿物为主要的造岩矿物。认识这些矿物，并掌握矿物的鉴定方法是一个土建人员必须具有的知识。这样才能对地基土作出正确的评价。

上面谈到，矿物具有一定的化学成分和一定的物理性质，因此人们可以利用一定的仪器（化学分析；偏光显微镜；X射线分析等）来鉴定矿物，又因为矿物的物理性质与矿物的化学成分，内部结构有密切的关系，还可以根据矿物的物理性质来加以研究，这是一种既

省时又方便的鉴定方法。

### 一、矿物的物理性质

1. 形态特点：某些矿物具有显著的形态特点，它首先引起人们的注意，以致可以作为鉴定矿物的依据。例如：

粒状——由大小均等的颗粒聚集而成的，如橄榄石等（图 1—1）。

板状——矿物的两个平行面伸展很大，状如厚板。如板状石膏等。

片状——矿物成剥离薄片状。如云母、绿泥石等。

柱状——矿物成长柱或短柱状。如角闪石、辉石等（图 1—2）。

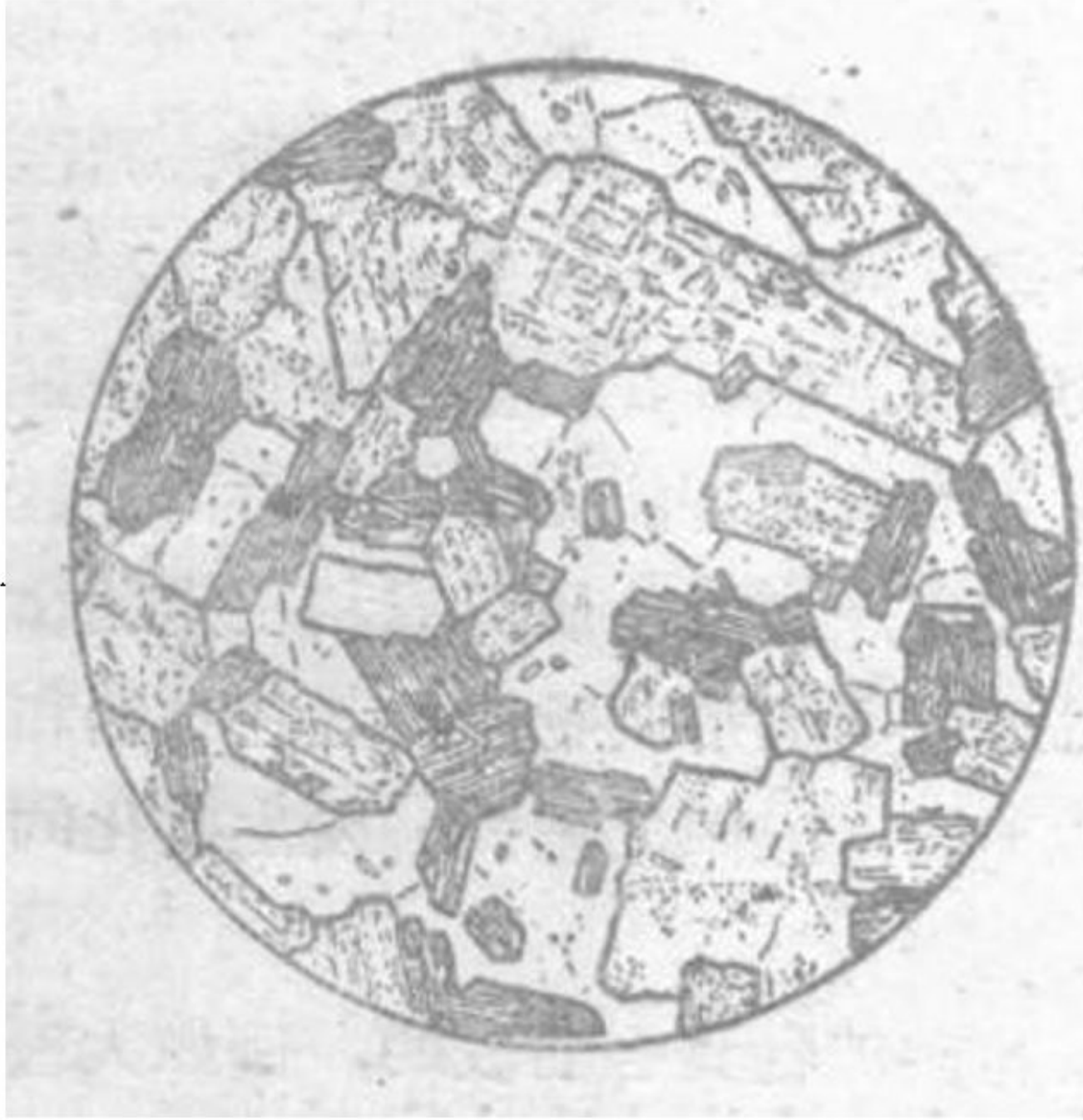


图 1—1 粒状矿物

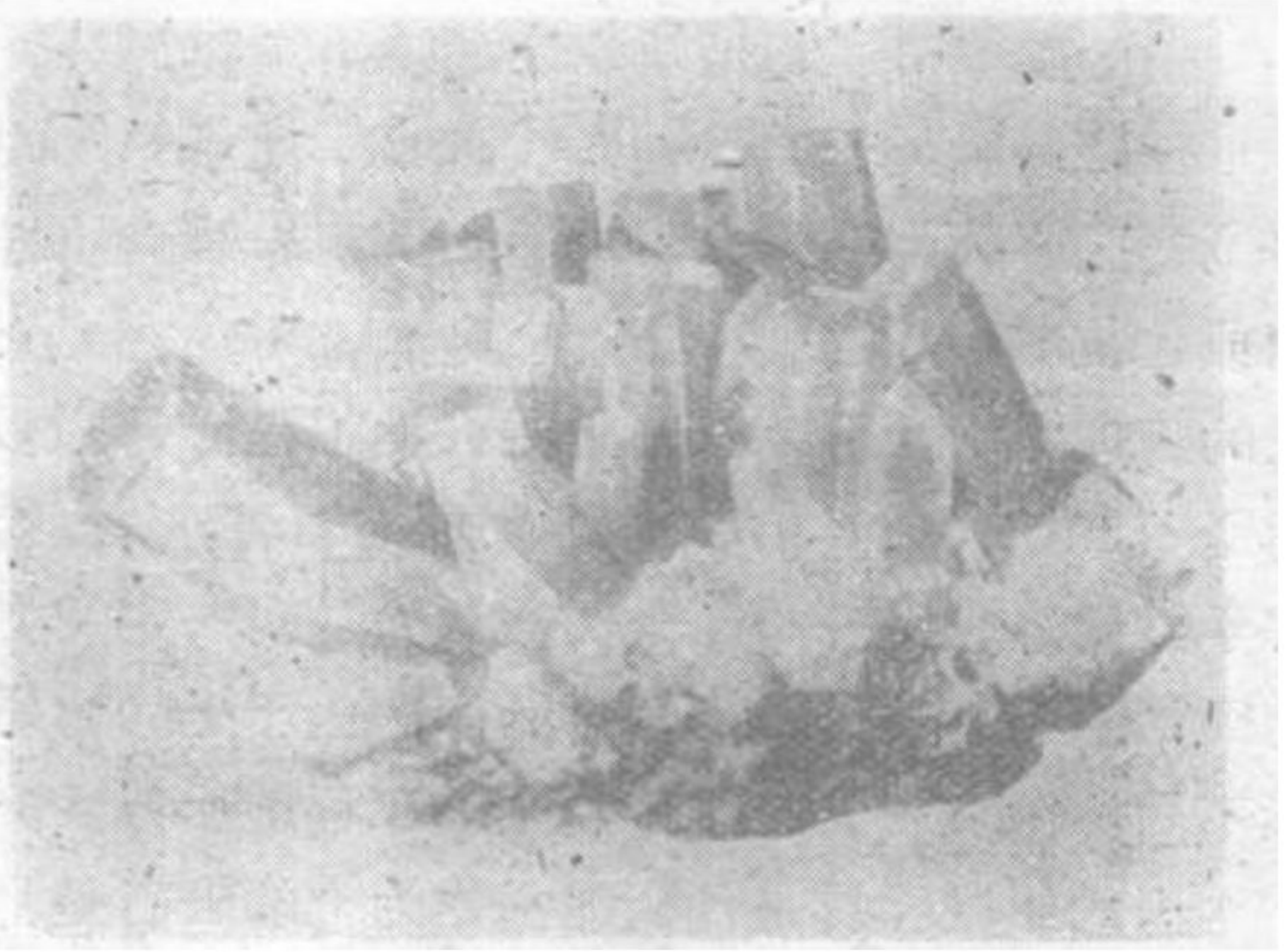


图 1—2 柱状矿物

纤维状——由细小的柱状矿物组成，状如木质纤维。如纤维石膏等（图 1—3）。



图 1—3 纤维状矿物

土状——由细小而均匀的粉末状矿物组成，结合较为疏松。如高岭土等。

緻密状——由极细小而均匀的矿物组成的块体，结合较坚。如蛇纹石等。

### 2. 光学性质：

(a) 颜色：指矿物新鲜表面的颜色，某些矿物具有特有的颜色。如黄铁矿为铜黄色，正长石为肉红色等，但是常常看到某些矿物含有其它杂质或矿物内被包裹体物质颜色的影响，具有不同的颜色。如石英有透明无色的，亦有墨色的、玫瑰红的、紫色等不同的颜色。因此不能仅凭矿物的

颜色来识别矿物，必须结合其它物理性质来配合鉴定。

根据矿物的颜色深浅，可以分为浅色矿物（如石英、长石、方解石、白云母、石膏等）；和深色矿物（如角闪石、辉石、黑云母等）两种。

(b) 光泽：光线投射到矿物上即有一部分光线被反射，这种反射光的强度即构成矿物的光泽。光泽可分为：

金属光泽——类似金属新鲜断面光辉闪耀的光泽，如金、铜、黄铁矿等。

非金属光泽——按光泽的不同程度可分为：金刚光泽（如金刚石等）；玻璃光泽（如长石、方解石等）；珍珠光泽（如云母等）；丝绸光泽（如纤维石膏等）；脂肪光泽（如蛇纹石、滑石等）；暗淡光泽（如高岭土、褐铁矿等）。

(c) 条痕色——为矿物粉末的颜色。这一特征较为固定，是鉴定矿物的可靠特征之一，有些矿物的条痕色与颜色不一致，例如黄铁矿的颜色为铜黄色，而其条痕色为黑色。但大多数浅色矿物具有无色或白色的条痕色，故条痕色除了对金属矿物外，对其它矿物则无实际意义。

### 3. 力学性质：

(a) 解理：矿物受外力打击后，沿一个或几个方向裂开的性能称解理。裂开时的光滑平面称解理面。解理的性质决定于矿物内部分子的排列关系，与矿物晶体的外形无关。解理分：

极完全解理——矿物可以不费力地劈成薄片。如云母、绿泥石等。

完全解理——矿物受锤击后，分裂成为解理面所限制的小块。如方解石、石膏等(图1—4)。

中等解理——在矿物的碎块上既可以看到光亮的解理面，又可以看到不规划的断裂面。如正长石、角闪石等。

不完全解理——矿物的解理面极不清楚，需要在碎块上仔细寻找才能发现不大的解理面。如黄铁矿等。

极不完全解理——实际上无解理，只在特殊场合下才能发现解理面。如磁铁矿等。

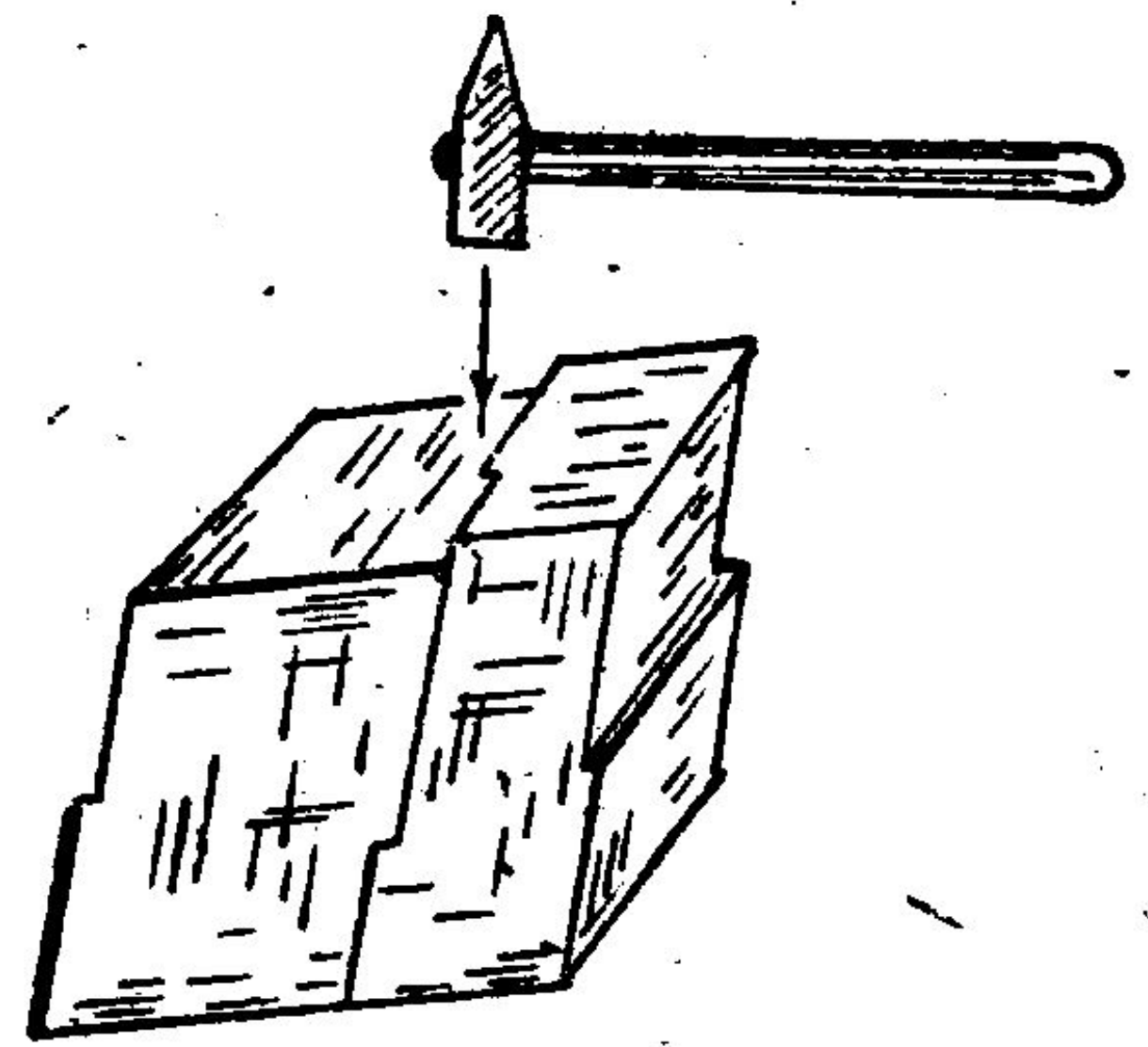


图 1—4 方解石依菱面体有三个方向完全的解理

(b) 断口：矿物受锤击后，裂成不规则的裂面称为断口，断口的发育程度与解理的完善程度是相互消长的。断口按其形状分为：

贝壳状断口——断口成波状圆滑曲面，形如贝壳。如石英等。

参差状断口——断口参差粗糙而无定形的。如黄铁矿等。

平坦状断口——断口比较平整。如蛇纹石等。

土状断口——断口象粘土表面一样粗糙。如高岭土等。

(c) 硬度：矿物抵抗外来机械作用的能力称为硬度。一般测定矿物的硬度是利用摩氏硬度计（十种矿物按硬度不同，由低到高排列组成的）来决定矿物的相对硬度（表1—1）。

在野外工作时，携带硬度计很不方便，常常利用表1—1中所列的野外代用品代替硬度计。



图 1—5 贝壳状断口

表 1-1 硬 度 表

硬度	矿物名称	野外代用品	硬 度
1	滑 石	软 铅 笔	1
2	石 膏	食 盐	2
3	方解石	指 甲	2.5
4	萤 石	铜 铤 匙	2.5~3
5	磷 灰 石	铁 丝、铁 钉	4
6	长 石	玻 璃	5~5.5
7	石 英	铅 笔 刀	5~6
8	黄 玉	钢 刀	6~7
9	刚 玉		
10	金 刚 石		

(d) 弹性: 矿物受外力作用而变形, 当外力除去后, 即恢复原来形状的性质称弹性。如云母等。

4. 其它性质: 利用矿物的某些特殊性质可以帮助鉴定矿物。例如滑感(如滑石等); 磁性(如磁铁矿等); 味觉(如食盐、高岭土等); 滴 HCl(如方解石等); 比重(如重晶石等)。

用肉眼来鉴定矿物, 初学者往往觉得很困难, 但实际上并非如此, 在鉴定时只须记住每种矿物的几个特征性的物理性质。

## 二、最主要的造岩矿物

矿物按其化学成分可分为八类, 按其在地壳上的分布以及对工程建设事业的意义排列如下, 硅酸盐类、氧化物、碳酸盐类、硫酸盐类、卤化物、硫化物、磷酸盐类及自然元素。

在本节内, 将列举土建工程人员常遇到的矿物。下面对各类矿物作简单的描述:

1. 硅酸盐类: 包括各种硅酸盐, 以及含水的硅酸盐化合物。这类矿物在自然界分布极为广泛, 按重量它占地壳的85%, 矿物种类亦多, 占有所有矿物的1/3, 是地壳中重要的造岩矿物, 也是重要的非金属矿物原料(云母、石棉、滑石等), 和某些稀有金属来源。

长石类包括钾长石或正长石  $K[AlSi_3O_8]$  与钠—钙长石或斜长石  $(100-n)Na[AlSi_3O_8] + nCa[Al_2Si_2O_8]$ ,  $n$  的变化由几至100。长石是一种分布最广的矿物, 它是大多数岩石的重要组成部分, 按重量计, 长石约占岩石圈50%。

正长石: 为淡黄色、玫瑰红色, 大部分为白色, 具玻璃光泽, 断口平坦, 晶形为粗短柱状。解理完全, 具两个方向解理, 交角近于直角。解理面上无条纹。

斜长石: 色白至灰, 有时呈天蓝色或蓝色, 玻璃光泽, 参差状断口, 晶形为长条状或板状。解理完全, 两个方向解理之交角为斜角, 底轴解理面上有条纹。正长石与斜长石的硬度皆为6。

长石一般比其它造岩矿物易于破坏, 其中正长石比斜长石坚固。

长石在熔融后成为具有绝缘性质的白玻璃, 这种玻璃加入高岭土和石英后, 冷却时形成緻密白色稍透明的物体(瓷)可做器皿和珐琅等。大量钾长石用于制造所谓电瓷。质纯之长石可做人造瓷齿, 保险玻璃等。此外碎长石可作人工花岗岩复面的填料。

辉石: 普通辉石  $Ca(Mg, Fe, Al)[(Si, Al)_2O_6]$  是辉石的典型代表。深绿色有时甚至为黑色, 硬度5~6; 玻璃光泽, 断口平坦, 一个方向解理完全, 另一方向不完全, 解理交角为93°, 晶形为八面棱柱状与短柱状, 在岩石中为颗粒状集合体。

普通辉石对风化作用很稳定, 其破坏后形成次生矿物——蛇纹石, 绿泥石, 岩石中含大量辉石时, 性较脆。

角闪石: 这一组矿物中, 分布最广的为普通角闪石  $Ca_2Na(Mg, Fe^{2+})_4(Al, Fe^{3+})[(Si, Al)_4O_{11}]_2[OH]_2$  是暗色矿物, 色深绿或黑, 玻璃光泽, 解理面上为丝绢光泽, 断口锯齿状, 晶形为长柱状, 针状, 断面为菱形, 集合体为纤维放射状。一个方向解理完全, 另一方向不完全, 交角为124° 硬度为5—6°。

普通角闪石对风化作用稳定性与普通辉石相同，破坏后形成同样的次生矿物——蛇纹石、绿泥石、高岭土，而地表部分形成褐铁矿，多水高岭土等。

橄榄石  $(Mg, Fe)_2SiO_4$  为一种橄榄绿色矿物，但也有黄色和棕色，玻璃光泽，参差状或贝壳状断口，无解理，一般为粒状。硬度6—7橄榄石易受风化而变成蛇纹石，氧化铁。

云母：按化学成分或物理性质可分为两大类：

第一类：浅色的，即无色或银白色。如白云母  $KAl_2(OH)_2(AlSi_3O_{10})$  或钼云母。

第二类：深色的，即黑色或绿黑色，如黑云母  $K(MgFe)_3(AlSi_3O_{10})(OH, F)_2$ ，或称铁镁云母。

根据颜色很容易将白云母与黑云母区分开来。两种云母其它性质是相一致的：具珍珠光泽，晶体成薄片迭体，一个方向解理极完全，所以云母极易分裂成非常薄的，能弯曲且有弹性的页片，硬度为2—3。

云母是非常稳定的矿物，但黑云母含有铁质，所以它比白云母易于受到破坏，破坏后变绿泥石。

黑云母强烈风化后，最终成为氢氧化铁和粘土矿物。在同样强烈的风化条件下，白云母可变成含水更多的水云母，在酸性环境中则变为高岭土。

云母在许多岩石中都可遇到，并有时成夹层状包含在岩石中，降低岩石的强度，并使之易于破碎成单独的石板。

在建筑材料方面，云母可作为屋顶隔板，做装饰品及其它用途，在电力工程中用来做绝缘材料。

蛇纹石  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ 。颜色浅绿及带黄白色，为胶凝体状，集合体呈緻密块状，有时夹有极细的石棉脉。贝壳状或锯齿状断口，脂肪光泽，硬度为3—4。抵抗风化能力很强。

绿泥石  $(Mg, Fe)O \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$  系由长石、辉石、角闪石、橄榄石与黑云母形成之次生矿物。绿色，晶体为鳞片状，解理完全，薄片无弹性。稍透明，玻璃光泽或珍珠光泽，具参差或锯齿状断口，硬度为2。

滑石  $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$  由橄榄石变化的结果而形成的次生矿物。淡绿色或白色微带浅黄、浅褐、浅绿，脂肪光泽，解理面上珍珠光泽。晶形为板状或鳞片状，硬度为1。

由于熔点高，可以用来制造耐火砖，此外在橡胶工业，造纸工业以及其它工业部门中也有利用。由含大量滑石的岩石组成的山坡很容易滑动。

高岭土  $Al_2(Si_4O_{10})(OH)_2$  是长石风化后形成的次生矿物，淡黄色、白色。緻密土状块或鳞片集合体。鳞片呈珍珠光泽，緻密块体无光泽，土状断口，硬度为1。干燥时能吸水，潮湿时为良好可塑的糊状体，高岭土触之有滑感。

高岭土被广泛地用于建设事业中及用于瓷器工业中做为生产陶瓷的原料。

2. 氧化物：氧化物是氧与其它元素的化合物，这里可分为硅的氧化物与金属氧化物。

石英  $SiO_2$  石英一般无色，但由于杂质而变为烟色或乳白色，粉红色以及其它的颜色。

表 1—2 普通角闪石与普通辉石的区别

普通辉石	普通角闪石
1. 深绿色或黑色	绿黑色
2. 解理交角93°	解理交角124°
3. 玻璃光泽	珍珠或丝绸光泽
4. 晶形粗短柱状晶体横断面为正方形，假八边形	长柱状，针状，纤维状集合体，横断面菱形；假六边形
5. 与斜长石，橄榄石伴生于深色岩石中	与正长石，石英伴生于浅色岩石中



无杂质的石英是透明的，称为水晶。石英晶面为玻璃光泽，断口为脂肪光泽，贝壳状断口，石英晶体为六面双锥柱状体，常见的石英往往是致密的小晶体群，无解理，硬度为7。

无论在力学方面还是在化学方面石英是最稳定的矿物之一，只有氢氟酸才能与其作用。

石英可制造玻璃，耐火砖，助溶剂及作装饰用。精确的力学物理仪器的某些部分与化学器皿也是用石英制成的。

燧石  $\text{SiO}_2$  是非晶质与隐晶质氧化硅的混合物。呈黑色与深棕色致密体，具玻璃光泽，贝壳状断口，硬度为7，为非常稳定的矿物。

磨细之燧石可制造球磨机的衬硅，制造实验室的器皿并作为研磨粉末。

磁铁矿  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  铁黑色，半金属光泽，条痕铁黑色。致密之磁铁矿为粒状断口，而其晶体为贝壳状断口。晶体呈菱形十二面体或八面体，无解理，硬度5.5~6，比重5.5，具强磁性，乃良好之磁性矿石。

褐铁矿  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  是非晶质及隐晶的次生矿物，在岩石圈的上层分布极广，为隐晶质块体，黄褐色，条痕黄至黄褐色，半金属光泽或土形光泽，土状断口，硬度为5—5.5（成土状时该硬度显著降低），比重3.8。

系含铁矿物风化而成，呈致密海棉状的物体存在，或成为单粒组成的堆积物而存在，在这种情况下称之为鲕状矿石或土状矿石。

3. 碳酸盐类在地壳中分布的量次于硅酸盐类。它多是次生矿物。是由其它矿物风化后或从水溶液中，或于海中在生物的参与下沉淀而成的。

方解石  $\text{CaCO}_3$  质纯者透明或白色；由于杂质不一而有不同颜色，晶形不一，常见者为偏三角面体，少数成呈板状，片状，柱状或菱面体（图1—6），具有三组发育完全的解理。玻璃光泽，硬度为3，与稀盐酸作用起剧烈气泡，这是区别于其它矿物的主要特征，方解石成晶体存在，同样也成土状物质存在，它是许多岩石的组成部分。方解石之完全透明的亚种叫冰洲石。

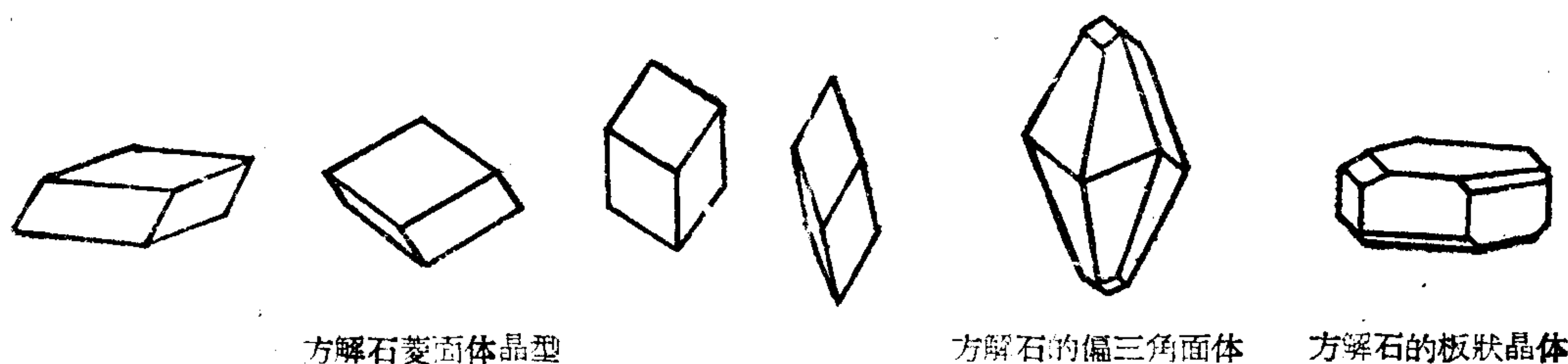


图 1—6 方解石晶体

不管由什么方式形成的方解石，在风化壳中都比较不稳定。由于易溶于酸，所以在残积带即成溶液。

白云石  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ：白色或灰色，常见晶体为菱面体，玻璃光泽。三个方面具完全解理。硬度为3.5~4。用肉眼很难把白云石与方解石区分开来，但我们根据白云石只在热盐酸的作用下，或粉末在盐酸中起泡的性质可以很容易将二者分开。

在风化带白云石逐渐溶解，破裂成疏松的细粒集堆。

白云石用途很广：（1）用作建筑材料；（2）用作胶结材料，与石棉混合做隔热材料；（3）用作耐火材料和冶金上的溶剂；（4）用于化学工业部门。