

矿长安全资格培训统编教材

# 矿山生产技术与安全管理

主编 隆 泗  
刘 飞

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 提 要

本书针对中、小型非煤矿山生产技术力量薄弱，安全管理落后且人员素质相对较差的特点，根据“中华人民共和国安全生产法”和国家劳动部颁发的《乡镇非煤矿山安全技术培训大纲（试行）》，以及国家有关部、委颁发的“矿山安全规程”而编写。全书共八章。第一章为实用矿山地质学基础；第二章至第七章为矿山生产技术和安全技术的知识；第八章为矿山安全管理概述。书后还选编了国家颁布的有关矿山生产和安全的法律、法规。本书内容力求做到简明实用、通俗易懂，既可作为各级安全技术培训中心开展非煤矿山经营及管理者的安全技术的培训教材。也可供矿山各级管理人员学习参考。

# 序

近年来，我省安全生产各类事故死亡人数超过 7 000 人，在全国是事故多发省。非煤矿山事故在我省工矿企业各类事故中占有较大的比重，仅 2001 年全省非煤矿山就发生死亡 3 人以上的重、特大事故 10 起，死亡 57 人，事故起数和死亡人数分别占全省工矿企业重、特大事故的 40% 和 26%。因此，按照国家和省政府的要求，认真开展非煤矿山安全治理整顿工作，搞好非煤矿山企业的安全生产工作迫在眉睫。

从四川省实际情况看，我省非煤矿山品种多、规模小、安全基础条件差，安全隐患较为突出。要解决这些问题，必须按照国家的一系列法律、法规规范企业行为，努力提高安全技术与安全管理水平。

一直以来，我省没有一套较为完整的矿山安全生产技术与安全管理的培训教材，矿山管理人员和从业人员缺乏对矿山有关的法律、法规、生产技术、安全管理、灾害防治、事故处理等方面知识的掌握。为解决这方面问题，我省一些长期从事矿山教育、科研、管理和实际工作的学者、专家、政府行政管理人员以及矿山企业的工程技术人员，经过广泛深入的调查研究、汇集有关的法律、法规，以及从事矿山行业的生产技术与安全管理的理论和实践知识，围绕着我省矿山的具体情况和特点，及时编写了《矿山生产技术与安全管理》一书。

该书内容丰富、结构紧凑、简明实用。在编写过程中，组织了省内部分科研院、所、政府管理部门、矿山企业工程技术人员和管理者进行了审核，作了大量补充和修改，力求精益求精。该书既是非煤矿山企业经营管理者 and 工程技术人员的必备教材，也是各级从事矿山安全监督与监察人员的一本工具书。

我相信该书的出版，必将对搞好我省非煤矿山的安全生产工作，提高矿山从业人员的素质起到积极的促进作用。

钟兆基

2002 年 7 月于成都

# 前 言

本教材是应四川省安全生产监督管理局要求，为全省开展非煤矿山经营及管理者安全技术培训而编写。旨在帮助各矿山进一步贯彻“安全第一，预防为主”的安全生产方针，学习和掌握矿山生产技术和安全管理的基本知识，提高安全生产技术素质，掌握安全生产管理的基本原理，保障职工在矿山生产中的安全和健康，保证生产的正常进行，促进矿山生产的可持续发展。

本书是针对我省矿山大多为中、小型矿山，生产技术力量薄弱，安全管理落后且人员素质相对较差的特点，根据“中华人民共和国安全生产法”和国家劳动部颁发的《乡镇非煤矿山安全技术培训大纲（试行）》，以及国家有关部、委颁发的“矿山安全规程”而编写的。全书共八章。第一章为实用矿山地质学基础；第二章至第七章为矿山生产技术和安全技术的知识；第八章为矿山安全管理概述。书后还选编了国家颁布的有关矿山生产和安全的法律、法规。本书内容力求做到简明实用、通俗易懂，既可作为各级安全技术培训中心开展非煤矿山经营及管理者安全技术的培训作为教材使用，也可供矿山各级管理人员学习参考。

本书由四川师范大学草堂校区工程技术系组织编写，由隆泗、刘飞主编。参加编写的人员有：蒋爱良（第一章）、刘飞（第二、三、七章）、周伯征（第四章）、隆泗（第五、六章）、周一正（第八章）。四川省经济贸易委员会副主任、四川省安全生产委员会办公室主任钟兆基同志为本书作序。在本书的编写过程中，四川省安全生产监督管理局的张仲恒、刘建、黄志文等同志自始至终给予了关心和指导，四川师范大学的有关领导给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

初稿完成后，四川省安全生产监督管理局组织有关专家和生产现场工作者对全书进行了审阅，提出了许多建设性的意见，在此表示衷心感谢。

限于编写时间和编写水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者不吝指教。

编 者  
2002年6月

# 目 录

第一章 实用矿山地质学	1
第一节 地质学基础	1
第二节 矿床学基础	17
第三节 地质构造	24
第四节 地下水的基本知识	31
第五节 矿山地压管理	38
第二章 采矿方法及安全管理	43
第一节 采矿方法概论	43
第二节 露天开采及安全管理	45
第三节 地下开采方法及安全管理	65
第四节 矿山事故预防与矿山救护	94
第五节 尾矿库、坝及排土场安全管理	97
第三章 矿井通风及安全管理	99
第一节 矿井通风概述	99
第二节 矿井自然通风	103
第三节 矿井机械通风	106
第四节 矿井风量调节	113
第五节 通风安全管理	120
第四章 矿山电气安全管理	127
第一节 电气安全的基础知识	127
第二节 矿山常用电气设备及矿山供电系统	137
第三节 矿山电气安全及措施	148
第四节 电气保护	157
第五节 矿山电气安全管理	163
第五章 矿山机械的安全管理	167
第一节 采掘机械的安全管理	167
第二节 矿山压气设备的安全管理	177
第三节 矿井排水设备的安全管理	186
第六章 矿井提升与运输设备安全管理	193
第一节 矿井提升设备概述	193
第二节 矿井提升设备安全管理	196

第三节	斜巷运输的安全管理	212
第四节	井下平巷运输的安全管理	213
第五节	露天矿运输的安全管理	218
第七章	爆破安全管理	222
第一节	概述	222
第二节	起爆器材和起爆技术	226
第三节	爆破器材的储存与运输	242
第四节	爆破器材的销毁与盲炮处理	249
第八章	矿山安全管理	254
第一节	矿山安全生产方针	254
第二节	矿山安全管理的法律依据	256
第三节	安全目标管理	258
第四节	安全生产责任制	261
第五节	安全技术措施计划	263
第六节	安全教育培训	264
第七节	安全监督检查	267
第八节	事故的调查和处理	269
附录		273
中华人民共和国矿产资源法		273
中华人民共和国矿山安全法		280
中华人民共和国矿山安全法实施条例		286
中华人民共和国劳动法(摘要)		295
新刑法有关条款		297
参考文献		298

# 第一章 实用矿山地质学

我们学习矿山地质学，是为了认识、解决矿山在生产建设过程中遇到的地质问题。这些问题是关系到矿山能否安全、正常生产的关键，对矿山企业的经济效益具有决定性作用。如果对地质情况认识不清或认识不足，会使采矿施工中出现被动局面，甚至会造成不必要的损失。

矿产资源是人类的宝贵财富，是国民经济中不可缺少的重要生产和生活资料。掌握地质学基本知识，更有利于合理开发利用矿产，避免资源枯竭，以保障矿业生产建设的持续发展。

## 第一节 地质学基础

地壳中蕴藏着丰富的矿产资源，目前，人们的开矿活动主要局限在地表及其以下两千米范围内。

地质学基础介绍了地壳的组成、地质作用和地质年代等方面的基本知识，可以帮助我们更好地理解以后各章、节所介绍的内容。

### 一、地球的圈层分类

地球不是一个均质体，而是由不同物质组成的，且具有圈层构造。以地表为界，分为外圈和内圈。外圈又可分为大气圈、水圈、生物圈；内圈分为岩石圈（即地壳）、地幔和地核。每个圈层都有自己的物质运动特征和物理、化学性质，并对地质作用各有程度不同的、直接或间接的影响。所以，必须了解各个圈层的基本特征，才能理解地质作用的原理。

#### （一）大气圈

包围地球的大气所组成的一个圈层为大气圈。其厚度达几万千米以上。由于受地心引力的吸引，以地球表面的大气最稠密，向上逐渐稀薄，过渡为宇宙气体，故无明显的上界。

从地表到高空约 17 km 的范围，空气温度主要来自地面辐射热，所以越高越冷。气流的物质成分主要是氮（占 78%）和氧（占 21%），还有少量的二氧化碳、水蒸气等。由于地表温度高，高空温度低，寒、暖气流在此范围对流，因此风、雨、云等天气现象全发生在这一层，故对流层对地球上生物的生长、发育和地貌的变化都起着极大的影响。

高空有一些臭氧气体存在，臭氧是由氧分子  $O_2$  受太阳紫外辐射线照射而分离成氧原

子，多数氧原子又结合成氧分子  $O_2$ ，还有少数（大约千万分之一）的氧原子碰到氧分子而结合成臭氧  $O_3$ 。特别是在地面以上 20~35 km 的范围内臭氧最集中，吸收大量太阳紫外辐射线，保护了人类和其他生物。

### （二）水圈

水圈是由地球表层的水体所组成的一个圈层。它大部分汇集在海洋里，另一部分分布在陆地的河流、湖泊和地表岩石孔隙和土壤中，两极和高山区还有大量固态水，此外大气下层和生物体中也含有水分。这些水包围着地球，形成连续的封闭圈。陆地水和海洋水是水圈的两大组成部分，以海洋水为主体，它的体积是陆地水体积的 34 倍，覆盖地球表面面积的 70.8%。陆地水的总量虽然比海洋水小得多，但它们广泛分布于陆地上，活力大，对陆地地形的改变起着重要作用。地面流水也是地质作用、成矿作用的一个强有力的地质动力。

### （三）生物圈

从大气圈 10 km 高空到地面之下 3 km 深处和深海底部，都发现有动、植物和微生物存在。大量生物集中于地表和水圈上层，它们包围着地球，从而形成一个连续的生物圈。整个生物圈的化学成分是极其多样的。其中，最主要的碳、氢、氧、氮四种元素是组成陆地动、植物的基本成分，其次是钙、钠、镁。生物圈里的生物分布虽然很广，但并不均匀。在阳光、空气和水分充足的地区生物则多；反之则少。生物的活动能力很强，对地质作用、成矿作用有重要的影响。

### （四）岩石圈

岩石圈就是通常所说的地壳。地壳是地球最外层由固体岩石组成。地壳的厚度变化很大，其中大洋地壳较薄，平均厚度为 6 km，最厚处为 8 km，最薄处不足 5 km；大陆地壳较厚，平均厚度为 36 km，最厚处为 70 km（如青藏高原），说明地壳的上、下界面都是起伏不平的。如图 1-1 所示。

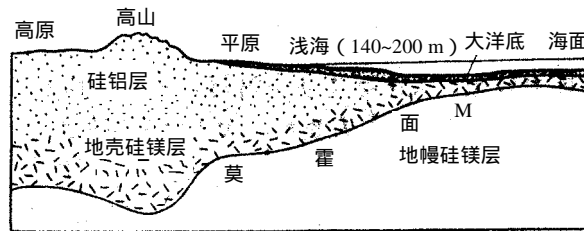


图 1-1 地壳结构示意图

地壳的温度也是有变化的。

**变温层：**地表温度主要来自太阳热能。其中，绝大部分热能又辐射回空中，而透入地下增高岩石温度的极少。因此，变温层的温度随季节变化，而且是从地表向下降低的，温度的变化幅度是随深度的增加而减小，到一定深度就不明显了。

**恒温层：**此处温度不随季节变化，常年保持不变，相当于当地的年平均温度。

**增温层：**在恒温层以下，温度随深度的增加而逐渐增高。这种增温主要受地热（地下放射性元素产生的热）影响，增温是有规律的。即每往下一定深度，便增高一定温度。这种增温大小的计量方法，通常有两种：

（1）地温梯度 深度每增加 100 m，温度所升高的度数。一般来说，每往地下深入 100 m，温度升高  $3^{\circ}C$ 。

(2)地温级 温度每升高 1°C 时所增加的深度。一般来说,每向地下深入 33 m,温度增高 1°C。

组成地壳的基本物质是各种化学元素,最主要的有氧(O)、硅(Si)、铝(Al)、铁(Fe)、钙(Ca)、钠(Na)、钾(K)、镁(Mg)、钛(Ti)、氢(H) 10 种元素,占了地壳总重量的 99.9%。地壳中的化学元素,除少数以自然元素(如金、石墨等)产出外,大部分是以各种化合物形式出现,最为常见的是硅和铝的氧化物,占地壳总重量的 74.5%。

地壳下面是地幔和地核。

地幔内的温度(500°C~3 000 )、压力( $2.0 \times 10^9 \sim 4.1 \times 10^9 \text{Pa}$ )很高,岩石接近熔化,部分区域已经熔化,是岩浆的发源地。地壳运动和岩浆活动皆与地幔物质活动有关。

## 二、矿物

矿物是地质作用下形成的自然元素单质或化合物,具有一定的化学成分和物理性质,可用化学式来表示。绝大部分矿物是固体的,如金 Au、金刚石 C、岩盐 NaCl、石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  等。少数矿物呈液体和气体状态,如石油、自然汞、天然气等。

固体矿物按其内部构造可分为结晶质矿物和非晶质矿物。结晶质矿物是指组成矿物的化学成分(原子或离子),按一定方式作规则排列,具有一定的结晶构造,如石英  $\text{SiO}_2$ ;非晶质矿物是指组成矿物的化学成分不作规则排列而杂乱无章,如蛋白石  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。地壳中,绝大多数矿物是结晶质的。

组成矿物的各原子、分子以某种固定的排列方式组合,具有特定的外部形态和物理性质。人们常根据矿物的外形(如良好的结晶)及容易观察的颜色、光泽等来鉴别不同的矿物。

### (一) 矿物的外形

矿物常有一定的外形,如盐是立方体、磁铁矿是八面体、石榴子石是菱形十二面体、云母呈薄片状、水晶常呈尖锥形的六方柱状体等。如图 1-2 所示。

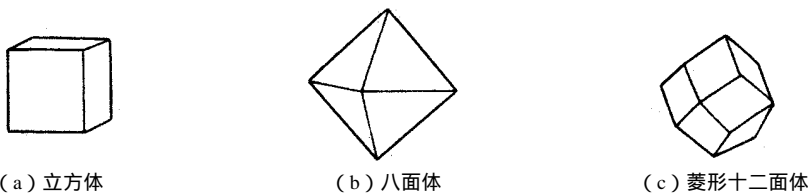


图 1-2 矿物的几种外形

结晶质矿物的外形(晶形)是多种多样的,常见的有粒状(如橄榄石、石榴子石)、柱状(如水晶、角闪石)、板状(如长石)、片状(如云母)、纤维状(如石棉)。

有些矿物虽然有相同的晶形,但其化学成分不同,如岩盐与黄铁矿都可呈立方体。有的矿物化学成分相同,由于所受的地质作用不同,其外形和其他性质有显著差别。

### (二) 矿物的物理性质

#### 1. 颜色

矿物新鲜面的颜色,是最易引人注目的特征之一,有些矿物的名称就是由于具有特殊的

颜色而得名的，如黄铜矿（金黄色）、赤铁矿（红色）、孔雀石（翠绿色）、褐铁矿（褐色）等。如果矿物内部含有杂质，颜色会有变化，如不含杂质的石英是无色透明的，而含有杂质的石英可呈现绿色、紫色、黄色或黑色等。

## 2. 条痕色

条痕色是矿物粉末的颜色，一般是在一块白色无釉的瓷板上擦划或研磨而得。粉末越细，条痕色越准确。矿物条痕色可以与矿物颜色一致，也可以不一致。对透明矿物、浅色矿物来说，条痕色都是（近于）白色，意义不大。但对不透明矿物、深色矿物是重要的鉴定标志。

## 3. 透明度和光泽

透明度是指矿物的透光程度。可分为透明（如水晶）、半透明（如浅色闪锌矿）和不透明（如磁铁矿）。

光泽是指矿物表面反光的能力。通常将矿物的光泽形象地分为金属光泽（如自然金、黄铜矿）、半金属光泽（如黑钨矿、赤铁矿）、金刚光泽（如金刚石、雌黄）、玻璃光泽（如石英、方解石）、珍珠光泽（如云母）、油脂光泽（如石英断面上呈现的光泽）、丝绢光泽（具有平行纤维状集合体的矿物，如各种石棉）、土状光泽（如高岭石、铝土矿）。

## 4. 解理和断口

有些矿物晶体受外力敲打后，会沿一定方向裂开成光滑、平整的面的性质叫解理，如图 1-3 所示。另一些矿物晶体或非晶质矿物受外力敲打后，破裂呈无定向的不规则的凹凸不平的断开面，称断口。如图 1-4 所示。解理和断口是互为消长的，解理越完全，断口越难出现；没有解理的矿物，则断口显著。

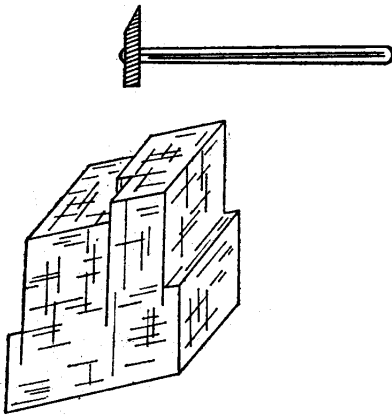


图 1-3 矿物的解理和解理面示意图

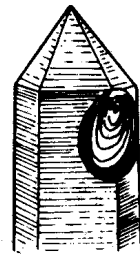


图 1-4 贝壳状断口

## 5. 硬度

硬度是指矿物抵抗外力的刻划、压入、研磨的能力。用两种不同矿物互相刻划，来比较矿物的相对硬度。一般采用摩氏（德国）硬度来测定。摩氏硬度是选用 10 种矿物做标准，由软到硬分为 10 级，如表 1-1 所示。这种硬度等级，只能表明矿物硬度相对于某种标准矿物的硬度，而不能代表矿物硬度的绝对值。

表 1-1 摩氏硬度等级表

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

在野外或矿井内，经常用指甲（摩氏硬度约为 2~2.5）、小刀或碎玻璃片（5~5.5）、石英（7）来测定矿物的摩氏硬度。

## 6. 比重

比重是指矿物的重量与同体积水（水温 4℃）的重量之比值。矿物比重大小，主要取决于矿物的化学成分（原子量）和内部构造。习惯上，将比重小于 2.5 的称为轻矿物（如石墨、石膏）；比重大于 4 的称为重矿物（如重晶石、方铅矿），比重在 2.5~4 之间的为中等、重矿物如石英、长石。

## 7. 磁性

磁性是指矿物具有能被磁铁吸引，或矿物本身能吸引铁屑的性质。磁性是含铁、钴、镍等少数矿物所特有（如磁铁矿、铬铁矿）。

除上述物理性质之外，某些矿物还有：

导电性：矿物对电流传导的能力。

荷电性：矿物在摩擦、加热、加压等作用下，发生带电现象。

发光性：矿物在外来能量的刺激下，能发出可见光的性质（如萤石、白钨矿）。

放射性：内部含有铀、钍、镭等放射性元素的矿物，因放射性元素蜕变过程中放射出 α、β、γ 射线而具有天然的放射性。只有用专门仪器（伽玛仪）才能测定。

## （三）常见矿物

自然界中矿物种类繁多，目前已发现的矿物大约有 3 000 多种。但组成岩石的矿物并不多，主要有 20 余种，这些矿物被称为造岩矿物。

### 1. 正长石 $K[AlSi_3O_8]$

正长石常见于花岗石中，晶体呈短柱状、板状如图 1-5 所示。呈肉红色、浅黄白色，玻璃光泽。硬度为 6~6.5，有两组明显的解理，解理交角为 90°，故名正长石，主要由岩浆作用形成。用于陶瓷和玻璃工业，农业上可作制钾肥原料。在地表水及二氧化碳的作用下，容易风化变成高岭土或铝土矿。

### 2. 斜长石 $Na[AlSi_3O_8]-Ca[Al_2Si_2O_8]$

斜长石是岩浆岩中分布最广的造岩矿物，晶体常呈板状如图 1-6 所示。颜色为白色、灰白色，玻璃光泽。硬度为 6~6.5，有两组中等解理，解理交角为 86°，故名斜长石。在解理面上常可见到细的相互平行的条纹。主要由岩浆作用形成。用于陶瓷、雕刻石料。

### 3. 白云母 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

白云母为岩浆岩中常见的矿物，晶体呈六方板状或片状，无色透明，含杂质时呈浅黄色，玻璃或珍珠光泽。硬度较小，一般为 2~3 近于指甲，有一组极完全解理，所以易揭开成薄片如图 1-7 所示。岩浆作用和变质作用都可形成。绝缘性好，用于电器工业。

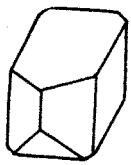


图 1-5 正长石的晶体

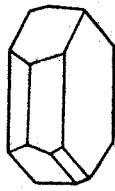


图 1-6 斜长石的晶体

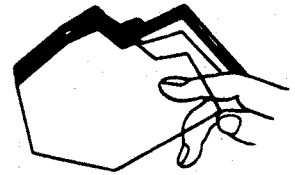
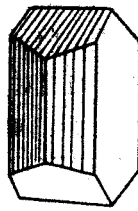
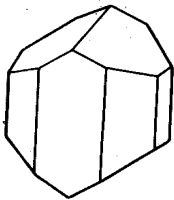


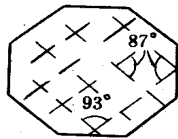
图 1-7 云母的极完全解理

#### 4. 辉石(Na,Ca)(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

辉石是岩浆中最主要的暗色矿物,有时见于变质岩中。晶体呈短柱状,横断面呈近等八边形如图 1-8 所示。呈黑、绿黑、褐黑等色,玻璃光泽。硬度为 5~6,近于小刀,具有两组解理,其交角近 90°,由岩浆作用形成。

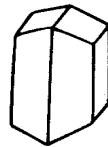


(a) 晶体

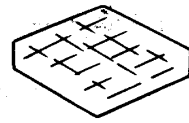


(b) 横断面

图 1-8 普通辉石晶体及横断面



(a) 晶体



(b) 横断面

图 1-9 普通角闪石晶体及横断面

#### 5. 普通角闪石 Ca<sub>2</sub>Na(Mg,Fe<sup>2+</sup>)<sub>4</sub>(Al,Fe<sup>3+</sup>)[(Si,Al)<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

普通角闪石为岩浆岩中常见的暗色矿物,有时见于变质岩中,晶体呈细长柱状,横断面为近菱形的六边形如图 1-9 所示。在岩中常见呈分散粒状或粒状集合体,为绿黑色,条痕色为浅灰绿,玻璃光泽。硬度为 5~6,大于小刀,两组解理面完全相交,成 124°(或 56°)的交角。主要由岩浆作用形成。

#### 6. 橄榄石(Mg,Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

橄榄石常见于深色的岩浆岩中,晶体呈短柱状如图 1-10 所示。在岩石中呈分散颗粒状体,为橄榄绿色。硬度为 6.5~7,解理中等或不清楚;断口常见为贝壳状,性脆,比重为 3.3~3.5,岩浆作用形成。在地表容易风化变成蛇纹石。

#### 7. 石英 SiO<sub>2</sub>

石英常见于浅色岩浆岩中,晶体呈六方柱、双锥状,柱面上有许多平行条纹如图 1-11 所示。常见为粒状或块状集合体,有时可见到石英晶簇。无色透明的叫水晶,石英因含杂质可呈乳白色、紫色、烟黑色及玫瑰色,晶面呈玻璃光泽、断口为油脂光泽。硬度为 7,断口为贝壳状,比重为 2.5~2.8,广泛分布于地壳中,岩浆、变质、沉积等地质作用均可生成。主要用于电子工业、玻璃工业。

#### 8. 磁铁矿 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

磁铁矿晶体常呈八面体,有时为菱形十二面体如图 1-12 所示。通常成粒状或块状集合体,为铁黑色,金属或半金属光泽。硬度为 5.5~6,无解理,性脆,比重为 4.9~5.2,具有强磁性,岩浆作用和变质作用均可形成。是炼铁的重要原料,磁铁矿床常含有钒、钛、铬、铂元素可综合利用。

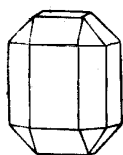
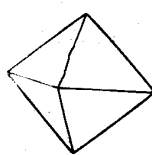


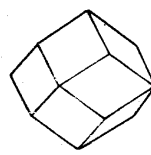
图 1-10 橄榄石晶体



图 1-11 石英晶体



(a) 八面体



(b) 菱形十二面体

图 1-12 磁铁矿晶体

### 9. 磷灰石 $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F},\text{Cl})$

磷灰石晶体多为六方柱状如图 1-13 所示。集合体为粒状或块状及结核状等，呈绿、蓝绿、棕绿或灰白等色，条痕色为白色，晶面玻璃光泽，断口脂肪光泽。硬度为 5，比重为 3.17~3.23，加热可发磷光。岩浆、变质、沉积作用均可形成。可提炼磷，是重要的化肥、化工石料。

### 10. 方解石 $\text{CaCO}_3$

方解石晶体一般呈菱面体如图 1-14 所示。集合体呈钟乳状、粒状、致密块状及晶簇，纯者无色透明，称冰洲石，一般为乳白色，含杂质为灰黑色。硬度为 3，大于指甲小于小刀，具有三组完全解理，使矿物极易裂开呈菱面体。遇浓度 10% 的冷稀盐酸剧烈起泡，并发出咝咝声。大量见于沉积作用形成，也有岩浆作用和变质作用形成的。是制石灰、水泥、冶金熔剂的原料。

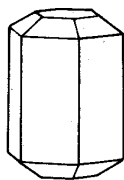


图 1-13 磷灰石晶体

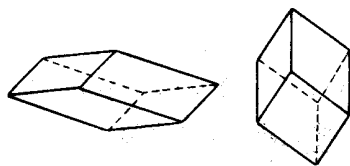
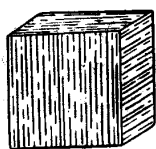


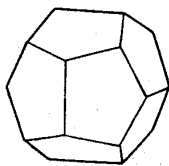
图 1-14 方解石晶体  
(为菱面体)

### 11. 黄铁矿 $\text{FeS}_2$

黄铁矿晶体常呈完好的立方体或五角十二面体如 1-15 所示。在立方体晶面上有与棱平行的条纹，且各晶面上条纹相互垂直，有时呈块状、粒状集合体或结核状，为浅黄（铜黄）色，条痕色为黑色（微带绿色），强金属光泽，不透明。硬度为 6~6.5（为硫化物中硬度最大的一种），无解理，性脆。比重为 4.9~5.2。岩浆、变质、沉积作用均可形成。黄铁矿是制取硫酸的主要原料。



(a) 六面体



(b) 五角十二面体

图 1-15 黄铁矿晶体

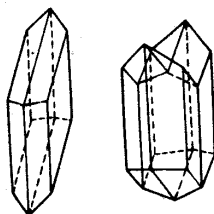


图 1-16 石膏晶体  
(右为燕尾双晶)

黄铁矿易与黄铜矿、金等相混，人们常称黄铁矿为愚人金。黄铁矿用火烧时放出强烈的二氧化硫  $\text{SO}_2$  臭味。

#### 13. 滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

滑石的完整晶体一般很少见，一般为叶片状集合体或致密块状。常呈白色、浅绿、浅红等色，条痕色一般为白色。硬度为 1~1.5，单向解理完全，片状有挠性。比重为 2.7~2.8，有滑感。化学性稳定，遇酸不起作用，变质作用形成。用于造纸、陶器、橡胶、建材等。

#### 14. 蛇纹石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

蛇纹石通常成致密块状、层状、叶片状、纤维状集合体。颜色呈多种色调的绿色、黑褐，也有白色的，具特有的似蛇皮状外貌，故名蛇纹石。硬度为 2~3.5，比重为 2.5~2.7，变质作用形成。蛇纹石石棉可裂成极细的具有弹性的坚韧纤维，具耐高温、耐碱和绝缘性，广泛用于冶金、建筑行业，是制钙镁磷肥的原料。

#### 15. 高岭石 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

高岭石一般呈隐晶质，分散粉末状，土状集合体，呈白或浅灰、浅绿、浅黄、浅红等色，条痕色为白色，土状光泽。硬度为 1~2.5，比重为 2.6~2.63，有吸水性（可粘舌），加水后有可塑性，湿润时有粘土味，干土块有粗糙感，粉末用手捏常有滑感。

#### 16. 铝土矿 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

铝土矿通常呈鲕状、豆状、致密块状，呈深灰至白色。硬度为 2~4，无解理。多为风化、沉积作用形成的，是提炼铝的重要原料。

### 三、岩石

自然界的矿物或岩屑在地质作用下聚集而成岩石。有些岩石是由一种矿物组成的，如纯洁的大理岩是由方解石组成的；而多数岩石是由两种以上的矿物组成的，如花岗岩主要是由石英、长石、云母三种矿物组成的。

人类所需要的各种矿产资源主要产于地壳的各种岩石中，即一定的矿产是与一定的岩石相联系。地表各种地质构造及地貌形态在岩石上均有表现，故岩石是研究地质构造及地貌的物质基础。地质历史时期的历次地壳运动，均在岩石上留下了记录，这为研究地壳发展史及恢复古地理面貌提供了客观依据。

自然界中岩石种类虽然名目繁多，但根据其成因可分为岩浆岩（火成岩）、沉积岩和变质岩三大类。

#### （一）岩浆岩

地壳下面存在着高温、高压的熔融硅酸盐物质，称为岩浆。它的主要成分是  $\text{SiO}_2$ ，还有其他元素、化合物以及挥发组分。岩浆沿着地壳薄弱带侵入地壳或喷出地表，温度降低，最后冷凝成的岩石称为岩浆岩；岩浆喷出地表后冷凝形成的岩石称为喷出岩；岩浆在地表以下冷凝形成的岩石称为侵入岩；在较深处形成的侵入岩叫深成岩；在较浅处形成的侵入岩叫浅成岩。

##### 1. 岩浆岩的结构

对花岗岩进行仔细观察，可见到其中矿物颗粒比较粗大，全部都是结晶的。而有的岩浆

岩矿物颗粒比较细小，甚至是非晶质的。岩浆由地下深处向地壳侵入过程中，由于环境的不同，冷却速度有快有慢，因而岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小也有不同，矿物的形状和组合方式也各具各自的特征，这些特征称为岩浆岩结构。

按结晶程度可分为下列结构：

显晶质结构：岩石中矿物颗粒比较粗大，肉眼可辨别，常见于侵入岩中。

隐晶质结构：岩石中矿物颗粒肉眼和放大镜下都看不见，只有在显微镜下可以识别；岩石断面粗糙，是在岩浆迅速冷却的情况下形成，为喷出岩所常见的结构。

玻璃质结构：矿物没有结晶，岩石断面光滑，是岩浆喷出地表迅速冷却形成的，为喷出岩所特有的结构。

按岩石中同种矿物颗粒大小又可分为下列结构：

等粒结构：岩石中矿物全部为结晶质、粒状，同种矿物颗粒大小近于相等。主要是侵入岩所具有的结构。

不等粒结构：岩石中同种矿物颗粒大小不等，但粒度大小是连续的，多见深成岩体的边缘或浅成岩中。

斑状结构：岩石中比较粗大的晶体散布在较细小的物质之中的结构。大的晶体称为斑晶，细小的物质称为基质（或叫石基）。

## 2. 岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中不同矿物和其他组成部分的排列与充填方式所反映出来的岩石外貌特征。常见的岩浆岩构造有：

块状构造：组成岩石的矿物颗粒无一定的方向排列而是比较均匀分布在岩石之中。是侵入所具有的构造。

气孔状和杏仁状构造：岩石中分布着大小不同的圆形或椭圆形的空洞，称为气孔状构造。它是岩浆冷却较快，所含气体尚占据一定的空间位置时，在气体逸出过程中温度降低岩石冷凝而形成气孔。若气孔被硅质、钙质等充填，则形成杏仁状构造。

流纹构造：岩石中不同颜色的条纹、拉长了的气孔以及长条状矿物沿一定方向排列所形成的外貌特征，是喷出地表的岩浆在流动过程中迅速冷却而保留下来的。

结构和构造的特征反映了岩浆岩的生成环境，因此它是岩浆岩分类和鉴定的重要标志。

## 3. 常见的岩浆岩

花岗岩：肉红、浅灰、灰白等色。主要由石英、正长石和斜长石组成，还有黑云母、角闪石等次要矿物。石英含量大于 20%。等粒结构、块状构造。

闪长岩：浅灰、灰绿等色。角闪石和斜长石为主，正长石、黑云母等为次要矿物，很少或没有石英。等粒结构，块状构造。

辉长岩：灰黑、暗绿色。斜长石和辉石为主，有少量的普通角闪石和橄榄石。等粒结构、块状构造。

橄榄岩：暗绿色或黑色。主要为橄榄石、辉石，其次为角闪石等。等粒结构、块状构造。

花岗斑岩：斑状结构，斑晶为石英和钾长石，基质由细小的长石、石英及其他矿物组成，颜色与构造同花岗岩。

流纹岩：浅灰、灰红等色。隐晶质斑状结构，斑晶为石英和透长石，流纹构造。

安山岩：深灰、紫或绿色。主要矿物成分为斜长石、角闪石，无石英或极少石英。一般为斑状结构，有时具杏仁状或气孔状构造。

玄武岩：黑、灰绿、灰黑色。主要矿物成为基性斜长石、辉石，其次为橄榄石等。具隐晶质、斑状结构，常具气孔状或杏仁状构造。

## （二）沉积岩

沉积岩是在地表条件下，由母岩（岩浆岩、变质岩和早已形成的沉积岩）风化剥蚀的产物经搬运、沉积和硬结成岩作用而形成的岩石。

按重量沉积岩只占地壳的 5%（岩浆岩和变质岩共占 95%），按面积却占大陆面积的 75%，分布十分广泛。在我国境内，则有 77.3% 的面积为各类沉积岩所覆盖。其中，页岩分布最广，其次为砂岩和石灰岩。

沉积岩中有很多有用的矿产资源，如煤、石油、天然气、铁、锰、铝、钾、磷、盐类及石灰岩等。

### 1. 沉积岩的矿物成分

根据成因沉积岩中的矿物成分可分以下三类：

碎屑矿物：是母岩经物理风化后保留下来抵抗风化能力较强的矿物，如石英、长石、白云母等。

粘土矿物：主要由含铝硅酸盐的岩石，经化学风化作用分解后产生的新矿物，如高岭石、胶岭石、水云母、铝土矿等。

化学和生物成因的矿物：从真溶液、胶体溶液中沉淀出来的或生物作用形成的矿物，如方解石、白云石、铁锰的氧化物和氢氧化物、石膏、石盐等。

### 2. 沉积岩的结构

沉积岩的结构主要决定于沉积岩的成因，可分为以下四类：

碎屑结构：由碎屑物质被胶结而成的一种结构。具有这种结构的岩石叫碎屑岩，碎屑岩结构包括颗粒大小、形状及胶结形式。

泥质结构：由极小的碎屑（颗粒大多数小于 0.01 mm）和粘土物组成的，外观均一致密，质地较软的结构。具有这种结构的岩石，称为泥质岩或粘土岩。

化学结构：是指由化学作用和生物作用从溶液中沉淀而构成的岩石结构。有结晶结构、鲕粒结构等。像鱼子大小并具同心圆状，其直径在 0.5~2 mm 之间的颗粒，称为鲕粒。这些圆球鲕粒经胶结而成的沉积岩，其结构称为鲕状结构。如果直径大于 2 mm，则称为豆状结构。这两种结构是化学沉积岩中常具的结构。

生物结构：是指生物遗体所组成的岩石结构，其中经常可见到很多保存完好的或破碎的介壳，如介壳结构和珊瑚结构等。这种结构是生物化学沉积岩（如生物灰岩、硅质岩等）所具有的结构。

### 3. 沉积岩的构造

沉积岩的构造是指其组成部分的空间分布和它们之间的相互排列关系所反映出来的岩石综合特征。

层理：在沉积物的沉积过程中，由于季节和气候等自然因素周期性的改变，引起搬运介质水的流量及流向等的变化，因而形成被搬运物质的部分、数量、颗粒大小及有机物质的种类发生变化，有时还有短期的沉积间断，结果使沉积物产生成层性质。这种成层性质称为层

理，层理是岩石性质沿垂直方向发生变化而形成的层状构造。

层面构造：在沉积岩层面上经常保留有自然作用产生的一些痕迹，如波痕、泥裂等。这些痕迹可反映岩层的形成环境，同时可以确定水流方向和确定岩层的顶、底等。

结核：在沉积岩中，常有集中起来呈圆球状、椭球状、透镜体状、粒状或其他不规则形状的沉积物质（或矿物集合体），其成分与周围岩石不同，这些矿物团块称为结核。常见的结核有铁质、锰质、钙质和硅质的。如黄土中常见到钙质结核（又称姜结石）；石灰岩中多出现燧石结核；砂岩中出现铁质结核等。

#### 4. 常见的主要沉积岩

碎屑岩：碎屑岩是由各类母岩经机械风化破碎的产物，又经搬运、沉积、压实和胶结而成的岩石。如角砾岩、砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩、粘土岩。

化学岩：含有化学沉淀而成的矿物组成的岩石。如石灰岩、白云岩（含方解石、白云石）。

生物岩：是由生物遗体堆积下来，经过有机物质演变作用形成的岩石。一般是可燃有机岩，如煤、石油及天然气。

火山碎屑岩：主要是由火山喷发形成的固体火山碎屑物质所组成的岩石。如火山凝灰岩。

### （三）变质岩

变质岩是由原来的岩石（岩浆岩、沉积岩和变质岩）在地壳中受到高温、高压及化学成分渗入的影响，在固体状态下发生剧烈变化后，形成适应新环境条件的新岩石。这种新岩石在成分、结构、构造上与原来岩石相比较，均发生不同程度的改变。变质岩不仅具有自身独特的特点，而且还常常保留着原岩的某些特征。

#### 1. 变质岩的矿物成分

组成变质岩的矿物很多。一部分是与岩浆岩和沉积岩共生的矿物；而另一部分为变质岩所特有的矿物，称为变质矿物。变质矿物是在特定环境下产生的，可作为鉴别变质岩的标志。常见的变质矿物有石榴子石、红柱石、滑石、硅灰石及石墨等。在变质岩和其他岩石中，都能稳定存在的共有矿物主要有石英、长石、云母、普通角闪石、普通辉石，以及碳酸盐类矿物中的方解石和白云石等。

变质岩中的矿物，大部分是在一定压力条件下的产物，所以往往具有片状或伸长的形状，如白云母、滑石、石墨等都是按一定方向排列的片状矿物。

#### 2. 变质岩的结构和构造

岩石在变质过程中，往往发生重结晶作用，使矿物颗粒增大或重新结合成新的矿物。因此，变质岩一般均具有结晶结构，并与岩浆岩的结构很相似。

变质岩的构造是指矿物排列的特点而言的，变质岩中常见的构造有：

片理构造：它是变质岩中最常见的构造。片理构造是岩石中所含大量的片状、板状和柱状矿物在定向压力作用下平行排列形成的，岩石极易沿片理劈开。片理构造又可进一步分为片麻构造、片状结构、千枚构造和板状构造。

块状构造：岩石中矿物颗粒均匀分布并无定向排列的构造。如有些大理岩和石英岩常具这种构造。

#### 3. 常见的变质岩

大理岩：大理岩是由碳酸盐类岩石（如石灰岩、白云岩等）在热变质或区域变质影响下，