



北京高等教育精品教材
BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

综合地质学

ZONGHE DIZHIXUE

王根厚 王训练 余心起 编



地质出版社

综合地质学

王根厚 王训练 余心起 编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书分三篇：地球的物质组成系统、地层历史系统、构造地质系统，将传统的矿物学、岩石学、地史学和构造地质学的内容有机地结合，强调地质学的认识性、实践性和方法性，是一门综合性和方法性课程教材。

本书适宜地质类工科专业本科生和野外地质人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

综合地质学/王根厚等编. —北京：地质出版社，
2008. 12

ISBN 978 - 7 - 116 - 05905 - 4

I. 综… II. 王… III. 地质学 IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 188319 号

责任编辑：孙亚芸

责任校对：李 玫

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

电 话：(010) 82324508 (邮购部)；(010) 82324569 (编辑室)

网 址：<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱：zbs@gph.com.cn

传 真：(010) 82310759

印 刷：北京印刷学院实习工厂

开 本：787 mm × 1092 mm^{1/16}

印 张：14.75

字 数：350 千字

印 数：1—2000 册

版 次：2008 年 12 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价：29.80 元 (含教学光盘 2 张)

书 号：ISBN 978 - 7 - 116 - 05905 - 4

(如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换)

前 言

当代地球科学的发展表明人与自然之间的协调性已变得越来越重要。人类作为地球系统中的组成部分，其生存和发展与地质过程和地质事件（尤其是那些涉及岩石圈、水圈、生物圈及大气圈的地质过程）有着密切的关系，如工程建设、地质灾害的预防、矿产利用、废料（包括核废料）处理、土地利用、地下水污染治理等一系列涉及人类生存环境和可持续发展的问题。这就意味着，我们所处的地球外部圈层岩石圈的物质组成、物理化学性质、结合方式、运动状态及其动态演变不仅是地质学理论研究的一块重要领域，而且是人类生存活动所涉及的必不可少的重要因素。

地壳中的矿产分布受一定的岩性、地层及地质构造控制。一方面，成矿物质的运移和富集，需要有良好的通道和有利的储存场所，这通常与地壳中的构造有密切的关系，如石油和天然气常分布在背斜的顶部或具有圈闭条件的断裂构造中。另一方面，许多已形成的矿体，还会遭受后来地壳运动的影响而变形、错断。例如，寻找被错断的煤层是煤矿地质中最常见的问题。因此，在矿产的普查、勘探和开采工作中，正确认识区域和矿区的构造特征，是对矿产预测科学评价、合理开采的不可缺少的重要工作。

地下水的活动和储集与岩石类型、地质构造密切相关。只有查明了基础地质特征，才能更有效地寻找地下水。许多工程建设，如水库、隧道、桥梁和大型地下工程等，其施工的难易、工程的稳定性和建设成本，都与岩性、地质构造密切相关。事先查明施工区的基础地质情况，不仅能合理选择工程的地址，而且可以降低工程成本，特别是避免重大工程事故（如地面沉降、塌方、冒顶、大量出水等）的发生。

因此，有关的工科和工程类的学生掌握这方面的知识和工作方法是势所必然。然而，这样一门实践性很强的自然学科，无论是高等院校，还是生产单位，一直没有一本以地质科学的野外实践和工作方法为主的系统教材。国内与综合地质学较接近的教材有《普通地质学》、《动力地质学》、《地球科学概论》、《地质学基础》等，这些教材类似于国外的《现代动力地质学》（Modern Physical Geology）、《动力地质学》（Physical Geology）、《地球》（Earth）、《地球动力学系统》等教材，这些教材主要以地质作用为主线，强调地球观的建立，其特点是突出地质学理论和概念，而缺乏系统的地质学方法介绍。1991年原地质矿产部出版了一套《1:5万区域地质填图方法指南》，主要是针对物质组成方面（花岗岩区、沉积岩区、变质岩区）的野外填图方法，这套填图方法尽管强调了地质学的方法性，但不适合作为教材使用。传统的《矿物学》、《岩石学》、《地层学》以及《构造地质学》自成完整体系，内容繁多，仅可作为参考教材。另外，由于教学体制改革，地质类非地质学专业大大缩减了岩石学、地层、构造地质学课时，上述教材又不适合单独选用，其结果造成地质野外认识实习无法与课程顺利衔接的明显缺陷。

在此情况下，开设适应地质类工科专业的综合地质学，其目的就是将上述学科有机地结合，即在矿物学、岩石学、地史学以及构造地质学基础上编制一本自成体系的《综合

地质学》，这既是教学改革的需要，又弥补了教学体系改革所造成的课程衔接明显不顺的缺陷。这就是我们编写本教材的初衷。

《综合地质学》最大限度地将岩石圈物质系统、构造系统、历史系统的内容有机结合，强调其实践性和方法性，内容不是岩石学、地史学、构造学内容的删减和拼凑。通过近几年的教学实践，逐渐完善了教学体系和教学大纲。

“综合地质学”是强调地质学的认识性、实践性和方法性，主要研究地壳或岩石圈的物质组成系统、地质构造系统和地层历史系统的一门综合性和方法性课程，概括起来就是将传统的矿物学、岩石学、地史学和构造地质学的内容有机结合，并强调地质现象的认识和观察。教材主要为地质类非地质学专业，即地质类工科专业，如地球物理、海洋地质、石油地质、水文地质、工程地质和环境地质等专业使用。本教材体系在国内外系首创。

总之，综合地质学无论在理论方面还是生产实际方面，都有十分重要的意义，是从事水文地质、工程地质、石油工程、地震地质和其他天然灾害的减灾和防治等所必需的基本知识。

《综合地质学》教材分三大篇：地球的物质组成系统、地层历史系统、构造地质系统，其中地球的物质组成系统分四章、地层历史系统分两章、构造地质系统分五章。本教材兼具综合性、实用性，理论教学与野外实践教学能够顺利衔接。

本教材适宜地质类工科专业本科生和野外地质人员使用。

作者
2008年1月

目 次

前 言

第一篇 地球的物质组成系统

第一章 矿物和岩石	(1)
第一节 矿物	(1)
一、矿物的一般概念	(1)
二、矿物的化学成分	(2)
三、矿物的晶体结构	(3)
四、矿物中的元素替代(类质同象)及其意义	(3)
五、矿物的形态与物理性质	(4)
六、矿物的分类	(9)
七、主要造岩矿物简介	(10)
八、常见造岩矿物及肉眼识别	(17)
第二节 岩石	(20)
一、岩石的成因分类	(20)
二、岩石学的概念	(21)
三、岩石学发展现状	(22)
四、岩石学的研究方法	(23)
思考题	(23)
第二章 沉积岩	(24)
第一节 沉积岩的形成作用	(24)
一、沉积物的形成	(24)
二、沉积物的搬运、分异和沉积作用	(27)
三、成岩作用	(28)
第二节 沉积岩中的原生构造	(29)
一、侵蚀型沉积构造	(29)
二、沉积型构造	(30)
三、沉积后成因构造	(31)
四、生物沉积成因的构造	(32)
第三节 沉积岩的分类	(32)

一、陆源碎屑岩	(32)
二、碳酸盐岩	(39)
思考题	(43)
第三章 岩浆岩	(44)
第一节 岩浆及岩浆作用	(44)
一、岩浆的性质	(44)
二、岩浆作用	(45)
第二节 岩浆岩的基本特征	(47)
一、岩浆岩的产状和相	(47)
二、岩浆岩的物质成分	(57)
三、岩浆岩的结构和构造	(60)
第三节 岩浆岩的分类和命名	(69)
一、超基性岩类	(70)
二、基性岩类	(72)
三、中性岩类	(73)
四、酸性岩类	(74)
五、脉岩类	(75)
六、火山碎屑岩类	(76)
七、岩浆岩的命名原则	(77)
第四节 侵入岩的野外工作方法	(77)
一、侵入岩岩石的分类和命名	(78)
二、侵入岩体的野外研究方法	(79)
思考题	(82)
第四章 变质岩	(83)
第一节 变质作用	(83)
一、影响变质作用的因素	(83)
二、变质作用的方式	(87)
三、变质作用的类型	(90)
第二节 变质岩的一般特征	(92)
一、变质岩的物质成分	(92)
二、变质岩的结构构造	(95)
第三节 变质岩的类型	(101)
一、动力变质岩类	(101)
二、区域变质岩	(103)
三、混合岩类	(106)

四、接触变质岩石类	(107)
五、气-液变质岩类	(108)
思考题	(110)

第二篇 地层历史系统

第五章 地层系统	(111)
第一节 地层及其接触关系	(111)
一、地层与地层叠覆律	(111)
二、地层接触关系及其地质意义	(111)
第二节 地层划分和对比	(117)
一、地层划分	(117)
二、地层对比	(118)
思考题	(122)
第六章 地层单位及地质年代	(123)
第一节 岩石地层单位	(123)
第二节 生物地层单位	(124)
一、生物地层单位的类型	(124)
二、生物演化和地质年代	(125)
第三节 年代地层单位和地质年代系统	(126)
一、宇、界、系、统	(126)
二、阶	(128)
三、亚阶	(129)
四、时带	(129)
五、地质年代表的建立	(131)
思考题	(131)

第三篇 构造地质系统

第七章 地质体基本产状	(132)
第一节 面状构造的产状要素	(132)
一、面状构造组成要素	(132)
二、面状构造产状的测量和表示	(133)
第二节 线状构造的产状要素	(133)
第三节 水平岩层	(134)
第四节 倾斜岩层	(135)
一、“V”字形法则	(136)

二、岩层的露头宽度	(137)
三、三点法的原理及应用	(137)
第五节 不同地层接触关系的出露形态	(140)
一、整合接触	(141)
二、不整合接触	(141)
思考题	(143)
第八章 极射赤平投影的原理和应用	(144)
第一节 极射赤平投影的原理	(144)
一、投影原理	(144)
二、极射赤平投影的应用	(147)
三、小结	(148)
四、练习题	(149)
第二节 β 图解和 π 图解	(149)
一、 β 图解	(149)
二、 π 图解	(149)
三、练习题	(149)
思考题	(151)
第九章 劈理、线理	(152)
第一节 劈理及其类型	(152)
一、劈理及其组成要素	(152)
二、劈理类型	(152)
三、劈理与大构造关系及劈理现象	(154)
第二节 线理	(155)
一、变形岩石中小型线理	(155)
二、变形岩石中的大型线理	(156)
第三节 劈理和线理研究的地质意义	(158)
一、劈理研究的地质意义	(158)
二、线理的研究意义	(158)
思考题	(159)
第十章 褶皱	(160)
第一节 褶皱和褶皱要素	(160)
一、褶皱几何要素	(161)
二、褶皱轴面和枢纽产状的测定	(162)
三、褶皱的波长和波幅	(162)
第二节 褶皱的几何形态及褶皱的描述	(162)

一、褶皱的几何形态	(162)
二、褶皱形态的描述	(163)
三、褶皱的几何分类	(165)
第三节 叠加褶皱	(169)
第四节 褶皱的组合型式	(171)
第五节 褶皱的形成机制	(172)
一、同沉积褶皱	(172)
二、底辟构造和盐丘	(173)
三、褶皱动力成因机制分类	(173)
四、褶皱形成中的压扁作用	(179)
五、影响褶皱形成的主要因素	(180)
六、褶皱构造的研究内容及方法	(183)
思考题	(184)
第十一章 断裂构造	(185)
第一节 节理	(185)
一、节理的分类	(185)
二、节理的形成机制	(188)
三、节理组和节理系	(189)
四、节理的分期与配套	(189)
五、节理野外研究方法	(190)
第二节 断层	(192)
一、断层的几何要素	(192)
二、位移	(193)
三、断层分类	(195)
四、断层效应	(197)
五、断层形成机制	(200)
六、断层的野外识别	(202)
七、断层的其他识别方法	(205)
八、断层两盘相对运动方向的确定	(210)
九、构造断裂年代确定的方法	(211)
十、区域断裂构造简介	(211)
思考题	(221)
参考文献	(222)
附 岩石观察和描述实例	(223)
一、岩石观察和描述内容	(223)
二、岩石描述实例	(224)

第一篇 地球的物质组成系统

第一章 矿物和岩石

第一节 矿物

地球的大陆岩石圈，尤其是岩石圈的表壳，是人类生存环境的基本组成之一。它的物质组成及性质与我们的生命活动息息相关。我们知道整个岩石圈是由各种各样的岩石组成的，而组成这些岩石的基本单元就是矿物，其中尤以硅酸盐类化合物为主的矿物构成了地球表面的绝大多数岩石。

一、矿物的一般概念

矿物 (minerals) 就是岩石的基本组成单元，它是天然产出的，具有一定化学成分和内部结构的无机固体物质。自然界中的绝大多数矿物都是晶体。宏观上来说，晶体就是具有一定几何外形的多面体形的固体物质，它们由特定的面、棱及顶点组成，如六棱柱状的绿柱石晶体、菱形十二面体的石榴子石、六方双锥状的石英晶体 (图 1-1)。其实，人工合成晶体与天然矿物没有本质上的差别，如人造金刚石与天然钻石在内部组成与结构上完全一样。但是，作为矿物的定义，必须指出其天然的属性，以免与工业类合成晶体相混淆。这就像宝石市场上天然宝石与合成宝石在价格上有着巨大的差别一样。

矿物的另一个属性就是无机固体。自然界中伴随着岩石的形成，不但有无机的矿物形成，而且还有一些有机的固体和液体物质形成。例如，石油和煤炭，它们都是与地表或者近地表的有机体有关的地球物质，基本上与地表动植物在死后的埋藏过程中遗体的碳氢化合物



图 1-1 矿物晶体

变质降解过程有关。在矿物的定义中不包括这些有机物质，不论其是固态的，还是液态的。严格来说，这些有机物质不具备明确的内部结构，因此不能称其为矿物，而只是作为能源矿产为人类开发利用。

然而，作为与生命活动密切相关的化石在沉积岩中普遍出现，例如石灰岩中保留的珊瑚礁化石、鱼化石及各种植物的叶子等等，它们究竟是不是矿物呢？其实，这些化石与真正的生命有机体相比，早已不具备有机物的任何属性了，它们在本质上是由一些无机物质（矿物）构成的，如方解石等。因此，化石与岩石一样是矿物的集合体。

就矿物的本质而言，天然产出的固体、具有一定的化学成分和特定的内部结构是其最重要的三个属性。

二、矿物的化学成分

矿物是地球物质中通过物理手段可分离的最基本组成单元，但并不意味着它是不可再分的。如同其他的宇宙物质一样，矿物的最基本的组成单元就是化学元素的原子或离子。这些原子或离子按一定的空间结构通过各种化学键相互联结起来，就构成了矿物的晶体。目前，在天然产出的矿物当中，已发现的化学元素有 86 种之多（表 1-1），其中只有 8 种元素（表 1-2）组成了大陆地壳的 98% 以上。这 8 种元素基本上构成了几乎地壳中所有的矿物，一般称其为造岩元素。

表 1-1 元素地球化学分类

	I A															VII A		
1	H	II A											III A	IV A	V A	VI A	VII A	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
稀土元素																		
	Th	U		Ce	Pr	Nd		Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	

（据 G. Faure (1998) 和 V. M. Goldschmidt, T. Barth and W. Zachariasen (1926) 修改）

表 1-2 大陆地壳中含量最多的 8 种元素

元素	质量百分比/% ^①	离子半径/ 10^{-10} ^②	体积百分比/% ^③
O	45.5	1.40	93.8
Si	26.8	0.42	0.9
Al	8.40	0.51	0.5
Fe	7.06	0.64	0.4
Ca	5.3	0.99	1.0
Mg	3.2	0.66	0.3
Na	2.3	0.97	1.3
K	0.90	1.33	1.8

①选自 G. Faure, 1998; ②选自 G. R. Thompson and J. Turk, 1993; ③选自 B. Mason and C. B. Moore, 1982.

从上述 8 种元素在地壳中所占的体积比例来看，整个地壳基本上由氧原子所充填（占地壳的 93.77%），而其他元素的原子只是充填于氧原子所留下的孔隙之间。也可以看出这些元素所组成的化合物——矿物，以硅酸盐和铝硅酸盐占绝大多数。

除了 8 种主要的元素构成了大陆地壳中的绝大多数矿物外，其他元素要么以微量元素或者叫分散元素（ 1×10^{-6} 级）进入到主要的地壳组成矿物中去，如 Rb, Sr, In 等；要么形成一些地壳中含量较少的独立矿物（一般少于地壳组成矿物的 1%），如锆石、独居石等。俄国人 Mendeleev 在 1834 ~ 1907 年期间发明了元素周期表，系统地说明了化学元素的原子结构与其各种物理化学性质之间的关系，但对于复杂的地球物质而言，要确切地了解元素的分配状况，这还远远不够。V. M. Goldschmidt (1926 ~ 1937) 根据构成矿物的离子大小和电荷提出了元素的地球化学分类。亲石元素，极易与 O 结合生成氧化物和含氧盐矿物（主要为硅酸盐矿物），形成大部分的造岩矿物，这些元素有时也叫造岩元素或者亲氧元素。亲铜元素，容易与 S 结合形成硫化物矿物，往往形成硫化物金属矿产资源，这部分元素有时也叫造矿元素或亲硫元素。亲铁元素，既可以与 O 结合形成氧化物或者含氧盐矿物，也可以与 S 结合形成硫化物。亲气元素，具有易挥发性或易形成易挥发化合物，主要集中于大气圈中。

三、矿物的晶体结构

在生活中人们习惯于将有一定几何外形的自然矿物或者合成矿物称为晶体，但晶体的准确厘定应该在其内部的结构上。晶体结构指组成晶体的质点（原子、离子或离子团）在三维空间中有规律或周期性的重复排列（C. Klein, 1994）。如图 1-2 所示，食盐（NaCl）矿物晶体中， Na^+ （红球）和 Cl^- （绿球）在空间中呈现出有规律的排列，我们注意到 Cl^- 从任一位置开始，在前后、左右或者上下三个方向上以等间隔的方式排列成线，在这三个方向上一系列的线又组合成面； Na^+ 也作类似的排列组合方式。在食盐晶体结构中每个 Na^+ 周围有 8 个 Cl^- ，同样，每个 Cl^- 周围有 8 个 Na^+ 。一般把晶体中每个原子或离子周围与之最为邻近的原子或离子的数目称为该原子或离子的配位数。配位数的多少一般取决于晶体中正负离子的相对半径的差值。在食盐的晶体中 Na^+ 和 Cl^- 的配位数都是 8。配位数也反映了晶体中原子或离子堆积的紧密程度。由此，我们可看出晶体与非晶体的根本区别是其内部的组成质点在三维空间的周期性重复结构。

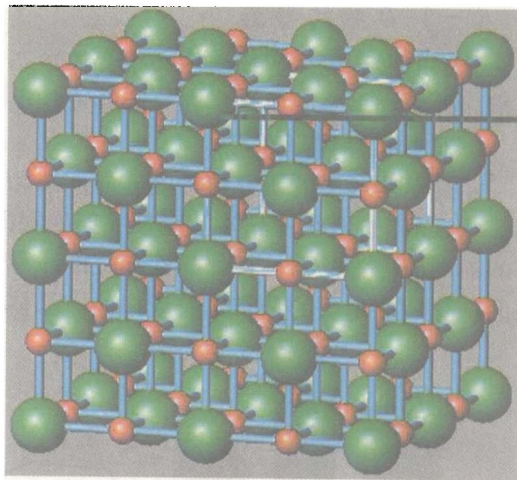


图 1-2 食盐（NaCl）的晶体结构
绿色球为 Cl^- ；红色球为 Na^+

四、矿物中的元素替代（类质同象）及其意义

自然界中有些矿物的成分并非是完全固定不变的，而是在一定的范围内有所变化，但

其前提是不引起矿物内部结构发生本质性的改变。例如橄榄石的成分就介于 $\text{Fe}_2 [\text{SiO}_4]$ 和 $\text{Mg}_2 [\text{SiO}_4]$ 之间变化，其中的 Fe^{2+} 和 Mg^{2+} 可以在橄榄石的矿物晶体中完全取代对方的位置，而保持橄榄石的内部结构没有大的改变。类似于此，矿物晶体中某些原子、离子或者分子被与其相似的质点所取代，而保证晶体结构变化不大的现象称为类质同象。矿物中能否发生类质同象主要决定于离子的半径、电价和电负性。V. M. Goldschmidt (1937) 总结了 4 条离子类质同象的规律：①当两个离子的半径相差小于 15% 时，可以较大程度地相互取代；②类质同象必须保持矿物的电价平衡，即自然界中的矿物为电中性的，不同电价的离子取代必须有其他的离子来平衡电价，如角闪石类矿物中， $\text{Na}^+ + \text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Si}^{4+}$ ，其中的 Na^+ 就是平衡了 Al^{3+} 与 Si^{4+} 之间的电价差；③具有较高离子势的离子在矿物晶体中优先与负离子结合形成较强的化学键；④化学键类型不同，电负性相差悬殊的离子不能形成类质同象。此外，类质同象的发生还与温度压力等因素有关。矿物中类质同象的出现表明地壳中的一些微量元素正是以这样的方式与主要元素相互替代进入到矿物晶体中，而没有作为独立的矿物出现，如闪锌矿中的 Cd, In, Ga 等。此外，类质同象的出现可影响到矿物的物理性质和化学性质。

五、矿物的形态与物理性质

岩石乃至大陆壳的物理性质直接取决于其组成矿物的物理性质和岩石的结构特征。此外，肉眼认识岩石首先是从认识矿物开始的，而对矿物的肉眼识别特征是指凭借肉眼（或借助放大镜）和小刀等简单工具，能够直接观察到的矿物特征，主要包括矿物的形态、力学性质和光学性质。

（一）矿物的形态

矿物的形态包括矿物单体和集合体形态。所谓单体是指矿物的单个晶体，所谓集合体是指同种矿物多个单体聚集在一起形成的整体。

1. 矿物的单体形态

矿物单体形态的研究包括晶体的形态和晶体习性等方面。

1) 晶体的形态：晶体常生长成某种规则的集合多面体形状（图 1-3），多面体外表面的规则面称为晶面，相邻晶面相交的线称为晶棱，晶棱的相交点称为角顶。理想晶体中晶面、晶棱及角顶的分布是有规律的。晶体形态按发育程度可分为三种类型：①自形，晶

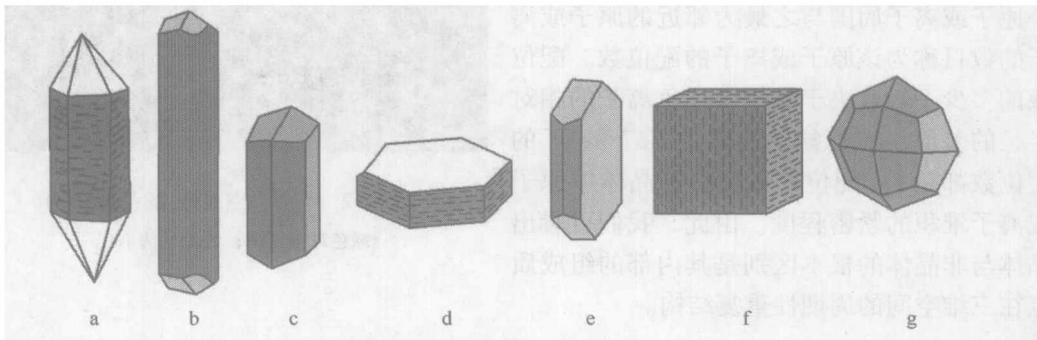


图 1-3 几种矿物的晶体形态

a—石英；b—辉砷矿；c—角闪石；d—云母；e—长石；f—黄铁矿；g—石榴子石

体完全被晶面所包围，如图 1-4 中的石榴子石晶体；②半自形，晶体的个别晶面发育，而有些晶面不发育，致使晶体的几何多面体不完整，如图 1-1 中的石英晶体，花岗岩中的黑云母、角闪石等；③他形，晶体上几乎没有任何完整的晶面发育，晶体的形态也呈不规则状，如花岗岩中的石英。



图 1-4 石榴子石的颜色与晶体习性

左图—产自巴西的浅黄色、菱形十二面体的锰铝榴石；

右图—产自加拿大的黄色钙铝榴石，为四角三八面体与菱形十二面体的聚晶

2) 晶体的习性：矿物晶体在一定条件下常常趋向于形成的某一习惯性形态，称为晶体的习性，简称晶习。根据单晶体在三维空间发育的相对比例，可将矿物的晶习分为三类

(图 1-3)：①三向等长，晶体在三维空间发育程度基本相等，即 $a \approx b \approx c$ (图 1-5 (1))，晶体呈粒状，如石榴子石、黄铁矿等；②二向延展，晶体沿两个方向特别发育，而另一方向不太发育，即 $a \approx b \gg c$ (图 1-5 (2))，晶体呈板状或片状，如重晶石、云母等；③一向伸长，晶体只沿一个方向特别发育，而另两个方向均不发育，即 $a \approx b \leq c$ (图 1-5 (3))，晶体呈柱状、针状或纤维状，如红柱石、软锰矿、纤维石膏等。

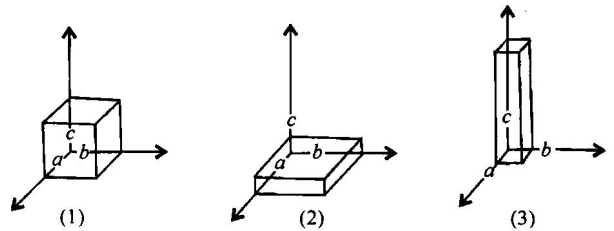


图 1-5 矿物晶体习性分类

(1) 三向等长；(2) 二向延长；(3) 一向伸长

以上三种基本的晶体习性，在它们之间还存在一些过渡类型，如短柱状、厚板状等。在描述晶体习性时，要灵活掌握。

2. 矿物的集合体形态

矿物的集合体形态取决于矿物单体的形态和它们的集合方式。根据集合体中矿物颗粒的大小（或可辨度）可分为三种类型：肉眼可以辨认出单体的，称显晶集合体；显微镜下才能辨认出单体的，称隐晶集合体；在显微镜下还不能辨认出单体的，称胶态集合体。

(二) 矿物的光学性质

矿物的光学性质是指矿物对光线的反射、吸收及折射所表现出的各种特征，以及矿物引起的光线干涉和散射现象，包括矿物的颜色、条痕、透明度、光泽等。矿物光学性质是鉴定矿物的重要依据。

1. 矿物的颜色

矿物的颜色是矿物对白光中不同波长光波吸收的结果，所呈的颜色为被吸收光的补色。如果对各种波长的光波普遍而均匀地吸收，则随吸收程度不同而呈黑、灰、白色。如对各种波长的光波有选择性地吸收，则呈现各种较鲜艳的颜色，如红、蓝、绿、橙等。

2. 矿物的条痕

矿物的条痕是矿物粉末的颜色，一般是指矿物在白色瓷板上划擦时所留下的粉末的颜色。条痕是矿物呈粉末状态时对光线中不同波长光波吸收的结果，矿物的条痕可以与其本身的颜色一致，也可以不一致。

3. 矿物的透明度

矿物的透明度是指矿物透过可见光波的能力。根据光波透过矿物的不同程度，可将矿物的透明度分为3级。

透明：隔着透明矿物可看到另一侧物体的清晰轮廓，如水晶、冰洲石等。

半透明：隔着半透明矿物仅能看到另一侧物体的模糊阴影，如闪锌矿等。

不透明：隔着不透明矿物完全无法看到另一侧物体的影像，如黄铁矿、石墨等。

4. 矿物的光泽

矿物表面对可见光波的反射能力称为光泽。矿物光泽的强弱取决于矿物的折射率、吸收系数和反射率，反射率越大，矿物的光泽越强，反之愈弱。根据矿物反射率的大小可将矿物光泽分为四级。

金属光泽：这种光泽反光很强，好像金属的新鲜面一样，光亮耀眼。金属光泽的矿物具金属色（如铁黑、铅灰色等），条痕呈黑色或金属色，如黄铁矿。

半金属光泽：这种光泽反光较强，呈较暗的金属状光泽。矿物条痕多为深彩色，如赤铁矿、铬铁矿等。

金刚光泽：反光较强，但无金属色彩，有像金刚石那样灿烂耀眼的光泽。这种矿物的条痕为浅彩色及无色、白色，如金刚石等。

玻璃光泽：玻璃光泽反光明，像玻璃表面那样。这类矿物的条痕多为无色或白色，如石英、方解石等。

以上四级光泽是指矿物的平坦表面如晶面、解理面对光的反射情况，当矿物表面不平坦或成集合体时，常呈现一些特殊的光泽，常见的有以下光泽。

油脂光泽：具有这种光泽的矿物表面像涂了一层油脂似的，多见于透明矿物的断口面上，如石英等。

蜡状光泽：有些矿物表面有像蜡烛一样的光泽，在透明矿物的隐晶质或非晶质致密块状集合体表面常见。

丝绸光泽：在纤维状集合体表面呈现这种光泽，好像丝绸的表面一样，如纤维状石棉、石膏等。

珍珠光泽：似珍珠或贝壳内壁的光泽。在透明矿物的极完全解理面上常见，如云母。

土状光泽：有些矿物表面暗淡无光，像土一样。这种光泽多见于粉末状、土状集合体表面，如高岭石。

（三）矿物的力学性质

矿物的力学性质是指矿物在受到外力作用下所表现出来的一系列特征，不同的矿物有

着不同的力学性质。力学性质包括矿物的解理、断口、硬度、密度（比重）以及矿物的脆性和延展性、矿物的弹性和挠性。

1. 解理和断口

解理是矿物沿着晶体中某些特定的方向裂开，出现平整破裂面的趋势，所形成的面为解理面。解理面代表了晶体中化学键结合比较弱的方向，而且在这个方向上必须保持电中性，如图 1-2 中食盐晶体的前后、左右及上下的 3 个方向就可形成立方体解理面。云母类矿物极易剥成很薄的片，表明其有极好的解理。一般根据解理面发育的程度，可以将解理分为五级。

极完全解理：解理面光滑、密集、平整，如云母类矿物。

完全解理：具有解理的矿物很容易裂开成规则块体，解理面光滑、平整，如方解石、方铅矿等。

中等解理：解理面较明显，断续相连、较光滑，如辉石类矿物、角闪石类矿物、长石类矿物等。

不完全解理：解理面不太发育，间距较大，也不平整，如橄榄石。

极不完全解理：有些矿物很难出现或实际上无解理，见到断面一般都是断口，如石英、黄铁矿等。

当晶体受力后，有时解理面出现的方向不止一个，可能有若干个，这就涉及解理的组数了。所谓解理的组数，指沿不同方向出现的解理方位的数量。如白云母只在一个方向出现解理面，我们就认为其只有一组解理；而辉石和角闪石类矿物常常能见到两个平行柱面的解理，就是两组解理，图 1-6 中为方解石的三组不同方向的解理面。

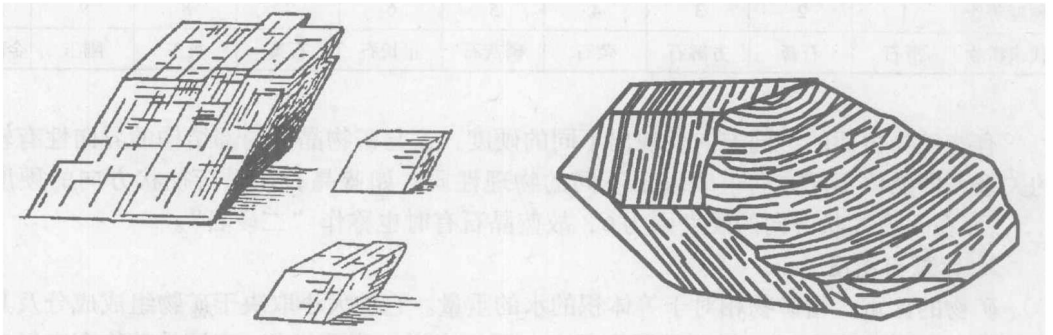


图 1-6 方解石的三组解理

图 1-7 石英的贝壳状断口

当出现两组或者两组以上解理面时，就存在不同解理面的夹角。解理面的夹角是矿物鉴定的有力特征。如辉石类矿物平行柱面的两组解理的夹角为 87° ，肉眼看起来就跟直角一样，但角闪石类矿物对应的解理夹角为 56° ，看起来与 60° 很接近。还有方解石的解理夹角基本上接近 60° ，等等。

在实际观察中，注意区分解理面与晶面，不要把两者混淆了。解理面是晶体在受力时，晶体内部出现的连续、等间距的一系列平面，而晶面只出现于晶体的表面，受力后晶面更不会出现像解理面那样向晶体内部“复制”的现象。

矿物受力后不沿解理面破裂而形成的断面称为断口。断口按其形态可分为以下几种：