

基础地质国家级实验教学示范中心建设项目
基础地质学国家级精品课程建设项目

基础地质学实验教程

● 钱建平 陈宏毅 余勇 编著

地质出版社

级实验教学示范中心建设项目

基础地质学国家级精品课程建设项目

基础地质学实验教程

钱建平 陈宏毅 余勇 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本实验教程内容包括常见矿物、岩石及古生物化石标本的鉴定,典型内、外动力地质作用现象的认识,地质图的阅读,地质罗盘的使用及野外地质考察等方面的地质入门知识。教材力图融科学性、知识性、实用性和可读性为一体,所选标本和地质现象照片涵盖了矿物、岩石、古生物、内外动力地质作用等各个部分,照片内容丰富典型,质量精美,具有很高的鉴赏性和实用性。该教程为资源勘查工程和地质学及相关地学专业的实验教材,是专业基础课程基础地质学的配套实验教材,亦是作者编写的《基础地质学实习教程》的姊妹篇。该实验教程既可供大学生课堂实验教学使用,也可作为地学爱好者的业余自学参考。

该实验教程紧扣课程教学大纲,安排实验 15 个,实验作业作为附录,用骑缝线连接,方便学生实用,又不破坏教材的完整性。

图书在版编目(CIP)数据

基础地质学实验教程 / 钱建平等编著. — 北京 :
地质出版社, 2012.1

ISBN 978-7-116-07522-1

I. ①基… II. ①钱… III. ①地质学—实验—高等学校—教材 IV. ①P5-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 272567 号

责任编辑: 罗军燕

责任校对: 王素荣

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) 82324514 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82324340

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 889mm×1194mm $\frac{1}{16}$

印 张: 9.5

字 数: 230 千字

印 数: 1—1500 册

版 次: 2012 年 1 月北京第 1 版

印 次: 2012 年 1 月北京第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-07522-1

(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

《基础地质学实验教程》为桂林理工大学国家级精品课程《基础地质学》编写系列配套教材之一,亦是作者等人编写的《基础地质学实习教程》(冶金工业出版社)的姊妹篇。应该指出,由于地质学研究对象的复杂性和特殊性,相对其他专业,地质类专业大学生的地质实践环节训练和实际工作能力培养显得更为重要。加强地质类专业大学生地质实践环节训练亦是地质教育工作者的普遍共识。作者认为一本好的实验教材不能简单视为理论教材的附本,而应该体现一定的实践教学目标和具有相对独立完整的内容体系,能积极引导学生进行科学思维,主动地进行科学实践,有效地提高学生的实际动手能力。

基于上述考虑,本教程力图融科学性、知识性、实用性和可读性为一体。教程中实验大纲的编写、教程内容的厘定、教学图表的选择、相关文字的说明和鉴定经验的总结都尽可能体现了学生自主性学习的要求。

每个实验包括实验目的、基础知识准备、实验内容及要求、实验仪器及材料、注意事项、鉴定经验及思考题六项。其中实验目的是本次实验课应该达到的教学目标;基础知识准备进行必要的基础理论知识复习;实验内容及要求是本次实验具体要学习的内容及所要解决的问题;实验仪器及材料是本次实验课必须具备的物质条件;注意事项及鉴定经验是实验过程中具体操作时需要注意的问题和前人鉴定经验的总结;最后辅以思考题,以期对学生有所帮助。

本实验教程中矿物岩石照片的选择,既考虑典型性,也考虑一般性;对特定矿物,既有矿物单体的照片,也有矿物集合体的照片;常见矿物实验分为基本实验和提高实验两类;在岩石的分类鉴定的基础上,设计了三大岩类的综合鉴定;其主要目的在于训练学生矿物岩石鉴定的实际能力。实验教程中设计的内、外动力地质作用图片的读图分析和校园内屏风山的现场教学,是本教程的特色,亦是基于培养学生地质现象的观察能力的思考。

本实验教程中所附的照片,主要取自桂林理工大学地质实验室、地质博物馆以及作者多年科研工作的积累。部分照片来源于中国地质博物馆矿物岩石数据库、国家岩矿化石标本资源信息网和有关网站,在此一并致谢。

编 者

2011年9月

目 录

前 言

实验一 矿物的形态与物理性质	1
实验二 常见矿物的识别 (一)	16
实验三 常见矿物的识别 (二)	27
实验四 造岩矿物的识别	41
实验五 岩浆岩的肉眼鉴定	50
实验六 沉积岩的肉眼鉴定	61
实验七 变质岩的肉眼鉴定	74
实验八 三大岩类岩石综合鉴定	85
实验九 常见古生物化石的观察和鉴定	88
实验十 外动力地质作用现象读图与分析	98
实验十一 内动力地质作用现象读图与分析	101
实验十二 认识地质图	104
实验十三 地质罗盘的使用	107
实验十四 屏风山野外现场教学	111
实验十五 参观地质博物馆	115
参考文献	118
附录 I 基础地质学实验教学大纲	119
附录 II 实验课后作业	127

实验一

矿物的形态与物理性质



实验目的

- 观察和认识常见矿物的形态及其主要物理性质;
- 初步掌握肉眼鉴定矿物的方法, 为进一步认识矿物打好基础。

基础知识准备

一、矿物的晶体形态

矿物的形态有单体形态和集合体形态之分。因此, 观察时首先应区分是矿物的单体还是集合体, 然后进一步确定其属于何种形态。

1. 矿物单体形态

矿物的单体是指矿物的单个晶体。由于矿物具有一定的化学成分和结晶结构, 在适宜的条件下, 可形成具一定几何外形的多面体——晶体。晶体由晶面、晶棱和角顶所构成。同种矿物往往具有一种或几种固定的几何形态, 如立方体、四面体、八面体、菱形十二面体、四角三八面体等。矿物的形态本质上是其内部结晶结构的外在表现。因此, 这些固定的几何形态是认识矿物的重要标志之一。

矿物晶形按照形态基本分为两大类型: 单形和聚形。单形是指矿物晶体由一种同形等大的晶面所组成。聚形是由两种以上的单体组成的晶体, 特点是在一个晶体上具有大小不等且形状不同的晶面。

(1) 单形

尽管矿物的晶形多种多样, 但归纳起来, 矿物单体形态可分为三种类型:

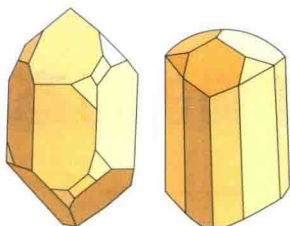
一向伸长 晶体沿一个方向特别发育, 其余两个方向发育差, 如针状、柱状矿物。其中针状矿物有辉锑矿、辉铋矿、脆硫锑铅矿等; 柱状矿物有石英(照片 1-1)、电气石(照片 1-2)、角闪石、辉锑矿(照片 1-3)、绿柱石等(照片 1-4)。

二向延长 晶体沿两个方向特别发育, 第三方向不发育或发育差, 如片状、板状矿物。其中片状矿物如白云母、黑云母(照片 1-5)、斜绿泥石等(照片 1-6); 板状矿物有石膏(照片 1-7)、重晶石等(照片 1-8)。

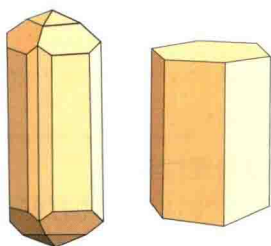
三向等长 晶体沿三个方向大体相等发育, 如等轴状、粒状矿物。常见的有: 石榴子石(照片 1-9)、黄铁矿(照片 1-10)、萤石(照片 1-11)等。



照片 1-1 石英
柱状晶体



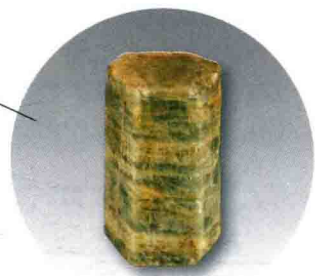
照片 1-2 电气石
柱状晶体



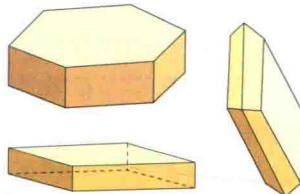
照片 1-3 辉锑矿
柱状晶体



照片 1-5 黑云母
片状晶体



照片 1-4 绿柱石
柱状晶体



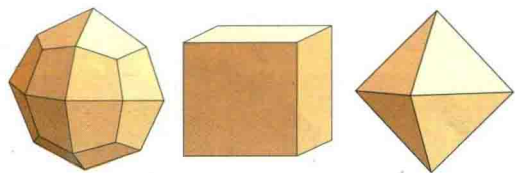
照片 1-6 斜绿泥石
片状晶体



照片 1-7 石膏
板状晶体



照片 1-8 重晶石
菱形板状晶体



照片 1-9 石榴子石
(四角三八面体)

照片 1-10 黄铁矿
(立方体)

照片 1-11 萤石
(八面体)

(2) 聚形和双晶

两个以上的单形的聚合称为聚形(图 1-1)。双晶是指两个或两个以上同种晶体构成的、非平行的规律连生体。构成双晶的两个单体间,必定会有部分的对应晶面、晶棱相互平行,但不可能全部平行,然而它们可借助对称操作使两个个体重合或平行(图 1-2)。特征的双晶是鉴定矿物的重要标志,如斜长石的聚片双晶、钾长石的卡式双晶、石膏的燕尾双晶(照片 1-12)以及十字石的十字双晶(照片 1-13)等。

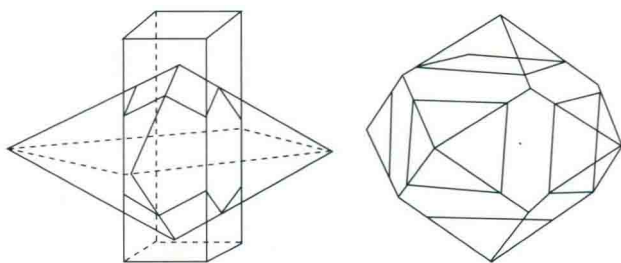


图 1-1 聚形

2. 矿物集合体形态

自然界的地质条件较为复杂,呈完好晶形以单体产出的矿物较少,绝大多数矿物都是以多个单体聚合在一起产出,同种矿物的许多个单体聚合在一起形成的整体称为矿物集合体。

根据集合体中矿物颗粒的大小(或可辨度)可分为三种类型:肉眼可分辨出单体的称为显晶质集合体;显微镜下才能辨认出单体的称为隐晶质集合体;显微镜下也不能辨认出单体的为非晶质集合体,非晶质集合体大部分为胶态集合体。

(1) 显晶质集合体

根据矿物单体的排列方式可分为规则集合体和不规则集合体两类。规则集合体主要是指双晶;不规则集合体包括柱状集合体、粒状集合体、放射状集合体、晶簇状集合体、片状集合体、鳞片状集合体和纤维状集合体等。

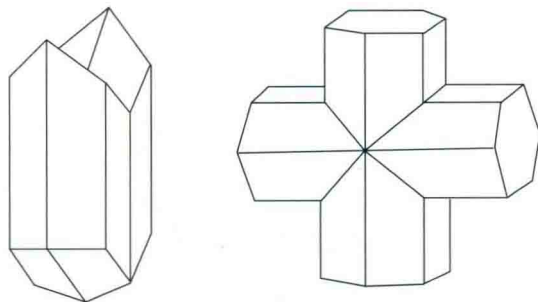


图 1-2 双晶



照片 1-12 石膏的
燕尾双晶



照片 1-13 十字石的
十字双晶

柱状集合体 由柱状矿物单体组成,如辉锑矿(照片1-14)、绿柱石(照片1-15)、角闪石、电气石、红柱石等。

粒状集合体 由均匀的粒状矿物单体组成,如黄铁矿(照片1-16)、橄榄石(照片1-17)、磁铁矿(照片1-18)、石榴子石、方解石等。



照片 1-14 辉锑矿柱状集合体



照片 1-15 绿柱石柱状集合体

放射状集合体 由针状、长柱状矿物单体组成,一端汇聚,另一端呈发散状,如红柱石(照片1-19)、硅灰石(照片1-20)、阳起石(照片1-21)、透闪石(照片1-22)等。



照片 1-16 黄铁矿粒状集合体



照片 1-17 橄榄石粒状集合体



照片 1-18 磁铁矿粒状集合体



照片 1-19 红柱石
放射状集合体



照片 1-20 硅灰石
放射状集合体



照片 1-21 阳起石
放射状集合体



照片 1-22 透闪石
放射状集合体

晶簇状集合体 具有共同生长基壁的一组单晶集合体，常生长在孔隙壁上，如石英晶簇（照片 1-23）、辉锑矿晶簇（照片 1-24）、石膏晶簇（照片 1-25）等。



照片 1-23 石英晶簇状集合体



照片 1-24 辉锑矿晶簇状集合体



照片 1-25 石膏晶簇状集合体

纤维状集合体 由极细的针状或纤维状矿物单体组成，如石棉（照片 1-26）、纤维石膏等。



照片 1-26 石棉纤维状集合体

片状集合体 由片状矿物组成，如白云母（照片 1-27）等；

鳞片状集合体 由微小鳞片状矿物组成，如石墨（照片 1-28）、辉钼矿（照片 1-29）等。



照片 1-27 白云母片状集合体



照片 1-28 石墨鳞片状集合体



照片 1-29 辉钼矿鳞片状集合体

(2) 隐晶质集合体

包括致密块状集合体和疏松土状集合体等。

致密块状集合体 结构致密，矿物分布均匀，如蛇纹石（照片 1-30）等。

疏松土状集合体 矿物呈粉末状堆积，具有大量的微细空隙，如铝土矿、软锰矿、高岭石、褐铁矿（照片 1-31）等。



照片 1-30 蛇纹石致密块状集合体



照片 1-31 褐铁矿土状集合体



照片 1-32 蛋白石（胶凝体）



照片 1-33 玛瑙（分泌体）



照片 1-34 豆状赤铁矿（结核体）



照片 1-35 钟乳石（同心层状构造）

(3) 非晶质集合体

主要为胶态集合体，包括胶凝体、分泌体、结核体、钟乳状集合体、葡萄状集合体和肾状集合体等。

胶凝体 由胶体凝聚形成，如蛋白石（照片 1-32）等。

分泌体 由外向内生长——包括晶腺（直径大于 1cm）和杏仁体（直径小于 1cm），如玛瑙（照片 1-33）等。

结核体 由内向外生长——包括鲕状集合体（直径小于 2mm）和豆状集合体（直径 2 ~ 5mm）。鲕状（豆状）集合体由外形像鱼子状（豆状）的矿物集合而成，具有明显的同心层状构造，如鲕状（豆状）赤铁矿（照片 1-34）等。

钟乳状集合体 由同一基底向外逐层生长而成的、呈圆锥状或圆柱状的矿物集合体，其个体内部具

有同心层状（照片 1-35）、放射状或晶粒状构造。在石灰岩地区的溶洞中洞顶上悬挂的石钟乳和洞底上生长的石笋就属这种类型，统称钟乳状集合体，如石钟乳、石笋、石柱、方解石结晶云盆等。有些钟乳状集合体的外形似堆起的葡萄，称为葡萄状集合体（照片 1-36），如硬锰矿、方解石等；有的外形似蚕豆或动物的肾，称为肾状集合体，如肾状赤铁矿等。

此外，还有一些矿物的胶体覆盖于岩石或矿石表面呈薄膜状产出，称之为被膜状集合体，如胆矾等（照片 1-37）；若呈较厚的层状产出，则称之为皮壳状集合体，如硅孔雀石等（照片 1-38）。



照片 1-36 钟乳石
(葡萄状集合体)



照片 1-37 胆矾
(被膜状集合体)



照片 1-38 硅孔雀石
(皮壳状集合体)

二、矿物的光学性质

1. 颜色

矿物的颜色是矿物对不同波长的光波吸收程度不同所表现出来的结果。矿物颜色可分为白色、他色和假色。

自色 主要决定于矿物组成中元素或化合物的某些色素离子，如孔雀石具翠绿色 (Cu^{2+}) (照片 1-39)，赤铁矿具樱红色 (Fe^{3+})，蓝铜矿具蓝色 (Cu^{2+}) (照片 1-40) 等 (表 1-1)。

他色 是由外来带色杂质的机械混入所染成的颜色，如石英、萤石、电气石等矿物的颜色由于含杂质及微量元素的不同，可以呈现出各种不同的颜色。以石英为例，纯净石英为无色透明，但由于不同杂质混入后可成为紫色 (紫水晶)、粉红色 (蔷薇石英)、烟灰色 (烟水晶)、黑色 (墨晶) 等 (图 1-3)。



照片 1-39 翠绿色孔雀石



照片 1-40 蓝色蓝铜矿

表 1-1 色素离子与矿物颜色

色素离子	Fe^{2+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Fe^{3+}		Co^{2+}		Ni^{2+}	Ti^{4+}	Mn^{4+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	
颜色	暗绿	黑	褐	红	玫瑰	蓝	绿	褐红色	黑	玫瑰	蓝	绿
矿物举例	绿泥石	磁铁矿	褐铁矿	赤铁矿	钴华	钴石	镍华	榍石	软锰矿	菱锰矿	蓝铜矿	孔雀石



粉红色（蔷薇水晶）



黄—黄棕色（黄晶）



紫罗兰色（紫水晶）



白色—灰白色（乳石英）



无色（水晶）



棕黑色（烟晶）

图 1-3 石英（水晶）的各种颜色

照片 1-41 斑铜矿
表面锈色照片 1-42 黄铜矿
表面锈色

假色 与矿物本身的化学成分和内部结构无关。其成因：

➤ 由矿物表面氧化薄膜所引起的锈色，如斑铜矿、黄铜矿等矿物表面颜色（照片 1-41，照片 1-42）；

➤ 由一系列解理裂缝导致

光的折射、反射甚至干涉所呈现的色彩,如方解石、白云母、月光石等矿物表面常见彩虹般的色带形成晕色(照片1-43);

➤ 由于晶体内部定向排列的包裹体对光线的干涉和衍射所呈现的变彩,如拉长石;

➤ 由于晶体内部由无数个极小的大小相近的非晶质二氧化硅小圆球在三维空间作错落排列,产生的光栅效应所致,如贵蛋白石(照片1-44)。



照片1-44 蛋白石的变彩效应



照片1-43 月光石的晕色

矿物的颜色是矿物的重要鉴定特征,因此正确地描述矿物的颜色是极为重要的。矿物颜色的描述通常用三种方法:

标准色谱法 以下面矿物的颜色作为标准色。

红色——辰砂
 橙色——铬酸铅矿
 黄色——雌黄
 绿色——孔雀石
 蓝色——蓝铜矿
 紫色——紫水晶
 褐色——褐铁矿
 黑色——黑色电气石
 灰色——铝土矿
 白色——斜长石

类比法 以生活中常见的实物颜色来描述。

如橘红色(雄黄)、橄榄绿色(橄榄石)。对于具金属光泽及部分半金属光泽的矿物来说,类比法尤为重要,在描述颜色时必须与金属类比,常见的有:

铁黑色——磁铁矿
 钢灰色——镜铁矿
 铅灰色——方铅矿
 锡白色——毒砂
 银白色——自然银
 铜红色——自然铜
 铜黄色——黄铜矿
 金黄色——自然金

二名法 用两种标准色来描述,其中主要颜色放在后面。如黄绿色,则以绿色为主,带有黄色色调。

2. 条痕

条痕 指矿物在无釉白瓷棒上摩擦留下粉末的颜色。常见条痕的颜色如图1-4所示。

绿黑色—黄铜矿	亮灰色—辉钼矿	黑色—磁铁矿
红色—雄黄	橘红色—辰砂	棕色—闪锌矿
樱红色—赤铁矿	红棕色—镜铁矿	鲜黄色—雄黄



图 1-4
矿物的条痕

3. 光泽

光泽 指矿物表面反射光线能力的强弱或反射光线的特殊性。矿物的光泽由强至弱为(图 1-5):

金属光泽 自然金、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿等;

半金属光泽 磁铁矿等;

金刚光泽 金刚石、闪锌矿等;

玻璃光泽 长石、方解石、石盐等。

除此之外, 还有特殊光泽列举如下:

松脂光泽 浅色闪锌矿等;

油脂光泽 石英断面等;

丝绢光泽 绢云母、纤维石膏、石棉等;

珍珠光泽 白云母等;

土状光泽 高岭石、褐铁矿等。



图 1-5
矿物的光泽

三、矿物力学性质

1. 硬度

硬度 指矿物抵抗外力刻划的程度。

注意熟记摩氏硬度计，从小到大依次为：滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金刚石（图 1-6）。常见矿物的硬度见表 1-2。

低硬度 小于 2.5，可用指甲刻动；
中等硬度 2.5 ~ 5.5，可用小刀或钢针刻动，手指甲刻不动；
高硬度 大于 5.5，小刀刻不动。



图 1-6
摩氏硬度计

表 1-2 常见矿物硬度表

矿物	硬度	矿物	硬度	矿物	硬度
石墨	1 ~ 2	黑钨矿	4 ~ 4.5	普通角闪石	5 ~ 6
黄铁矿	6 ~ 6.5	赤铁矿	5 ~ 6	高岭石	2.0 ~ 3.5
辉锑矿	2	石榴子石	6.5 ~ 7.5	黑云母	2.5
辉钼矿	1	橄榄石	6.5 ~ 7	绿泥石	2 ~ 2.5
闪锌矿	3.5 ~ 4	红柱石	6.5 ~ 7.5	重晶石	3 ~ 3.5
黄铜矿	3 ~ 4	绿柱石	7.5 ~ 8	白钨矿	4.5 ~ 5.0
方铅矿	2 ~ 3	电气石	7 ~ 7.5	绿帘石	6
锡石	6 ~ 7	普通辉石	5.5 ~ 6	白云母	2.5

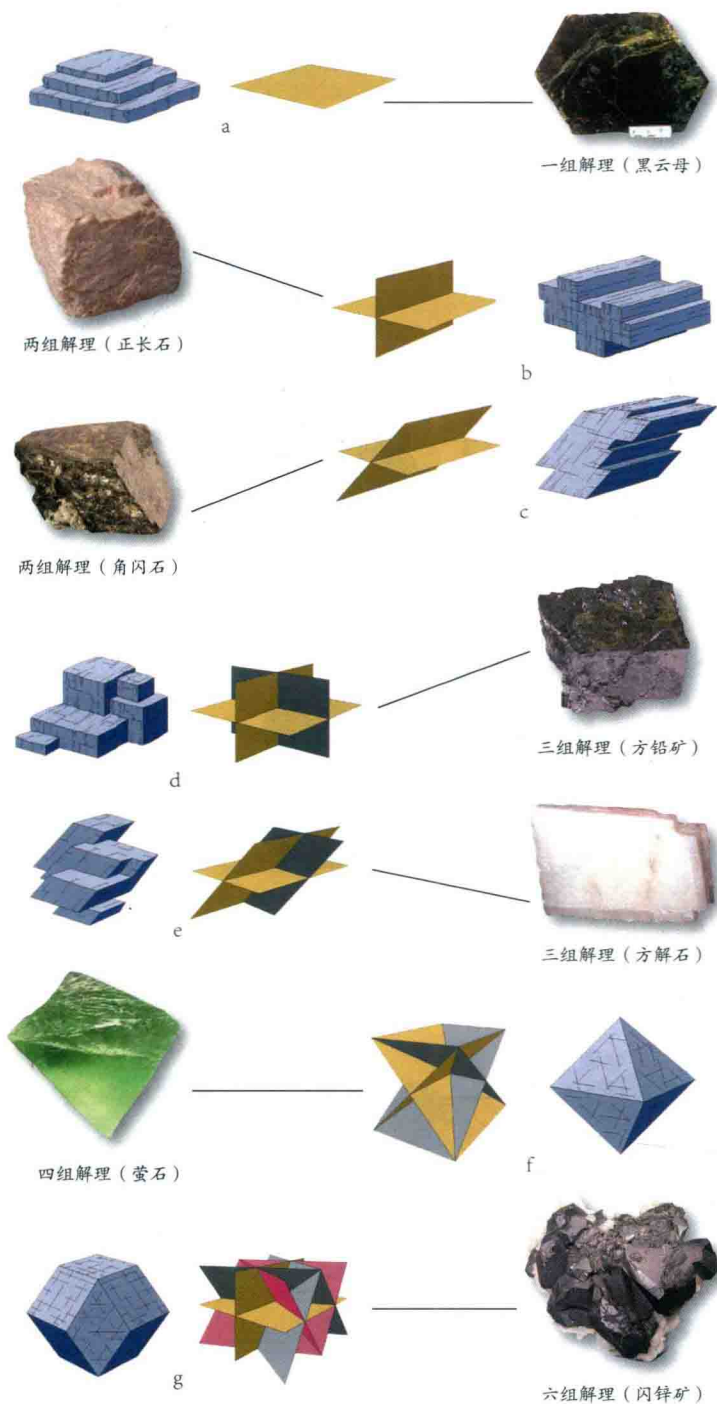


图 1-7 矿物的解理图示

a—一组解理；b、c—两组解理；d、e—三组解理；
f—四组解理；g—六组解理

2. 解理和断口

解理 矿物晶体或晶粒受外力作用后，沿一定方向出现一系列相互平行且平坦光滑的破裂面的性质，矿物的这种破裂光滑平面称为解理面。

按照解理的发育程度，可分为

极完全解理 如云母、辉钼矿等；

完全解理 如方解石、方铅矿等；

中等解理 如辉石、白钨矿等；

不完全解理 如磷灰石、锡石等；

极不完全解理 如石榴子石、黄铁矿等。

按照解理发育的组数，可以分为一组解理、两组解理、三组解理、四组解理和六组解理（图 1-7）。

描述矿物的解理时可以用一组极完全解理（如云母等）、两组完全解理（如正长石等）、三组完全解理（如方解石等）等词语。

断口 矿物受外力作用后，在任意方向上呈各种凹凸不平的断面的性质。

断口可描述为贝壳状断口（如石英断口）、参差状断口（如黄铁矿、磁铁矿等）（照片 1-45）。

解理和断口呈互为消长关系，即解理发育者，断口不发育，相反，不显解理者，断口发育。



照片 1-45 矿物的断口
（石英贝壳状断口）