

矿物岩石学及沉积相 简明教程

主 编 沈明道 副主编 狄明信



石油大学出版社

登录号	123916
分类号	P57
种次号	015

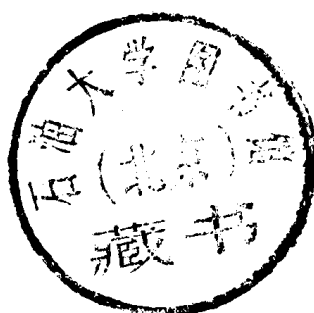
矿物岩石学及沉积相简明教程

主 编 沈明道
副主编 狄明信

(SY27/34) SY27/01



石油0117382



石油大学出版社

内 容 摘 要

本教程共四篇二十二章,40余万字。第一篇矿物学基础,计6章;第二篇岩浆岩与变质岩,计4章;第三篇沉积岩,计7章;第四篇沉积相,计5章。全书注意了加强基础理论、基本知识、基本技能等方面的内容,同时,吸收了其他院校类似教材的精华,适当地引用了近年来国内外的新资料。

适用对象:高等院校石油工程专业,应用地球物理专业。其他地质类专业师生,岩矿专业人员均可作为参考。

矿物岩石学及沉积相简明教程

主 编 沈明道

副主编 狄明信

*

石油大学出版社出版发行

(山东省东营市)

新华书店经销

山东电子工业印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 25.125 印张 638 千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数 1-1000 册

ISBN 7-5636-0842-7/TH·173

定价:27.00 元

前 言

《矿物岩石学及沉积相简明教程》是石油高校基础地质学科专业教学指导委员会,根据石油院校油藏、物探、测井专业多年使用的自编教材讨论推荐的“八五”教材选题,于1993年6月由石油高校教材编审委员会扩大会议,根据国家教委按专业分工出书的要求审议确定的统编教材。

该教程是石油工程、应用地球物理专业的基础教材之一。全书分“矿物学基础”、“岩浆岩与变质岩”、“沉积岩”、“沉积相”四篇,共二十二章,40余万字。在教材的编写过程中,注意了加强矿物学、岩石学、沉积岩和沉积相的基础理论、基本知识和基本技能的介绍,注意了理论结合实际,适当地引用了近年来国内外的新资料,同时还吸收了其他院校类似教材的精华。为了兼顾各专业的特点、便于各专业教学的择重和取舍以及便于学生自学,教材适当拓宽了矿物和岩石学的基础内容,同时结合我国油田的地质特征,加强了沉积岩和沉积相的阐述,正是该教材的特点。

本教程由西南石油学院和石油大学(华东)承编,其中第一篇矿物学基础由沈明道编写;第二篇岩浆岩与变质岩由狄明信编写;第三篇沉积岩由姜在兴、迟元苓编写;第四篇沉积相由文应初、赵敬松编写。沈明道负责主编,狄明信副主编。在教材编写过程中扈淑蓉给予了协助和支持。完稿后由西南石油学院方少仙教授和大庆石油学院周书欣教授作了全面审阅,提出了许多宝贵的意见,特此致谢。

由于我们水平有限,加之教学和科研任务重,编写时间仓促,书中错误和不足之处在所难免,敬请读者和同行不吝指正。

编者

1995.5

目 录

第一篇 矿物学基础

第一章 矿物及矿物的晶体构造	1
第一节 矿物的概念	1
第二节 矿物的晶体构造	2
第三节 晶体的单形和聚形	8
第四节 晶体定向和晶面符号	14
第五节 双晶	17
第六节 晶体的形成及晶体的基本性质	19
第二章 矿物的化学成分和内部构造	25
第一节 矿物中元素的离子类型	25
第二节 矿物晶体中的原子和离子半径	27
第三节 晶体构造中质点的排列规律	29
第四节 晶体构造中的化学键和晶格类型	32
第五节 同质多象和类质同象	35
第六节 矿物的化学成分类型	38
第七节 矿物的化学式	41
第三章 矿物的形态和理化性质	43
第一节 矿物的形态	43
第二节 矿物的物理性质	46
第三节 矿物的化学性质	56
第四章 矿物的成因和分类	60
第一节 矿物的成因类型	60
第二节 矿物的分类	63
第五章 矿物各论	65
第一节 自然元素大类	65
第二节 硫化物及其类似化合物大类	67
第三节 卤化物大类	71
第四节 氧化物及氢氧化物大类	72
第五节 含氧盐大类	77
第六章 矿物的研究方法	99

第二篇 岩浆岩与变质岩

第七章 岩浆岩总论	106
第一节 岩石的概念及分类	106
第二节 岩浆岩的概念及其按产状分类	107

第三节	岩浆岩的物质成分	108
第四节	岩浆岩的结构与构造	114
第五节	岩浆岩的产状	120
第六节	岩浆岩的分类	122
第八章	岩浆岩各论	124
第一节	超基性岩类	124
第二节	基性岩类(辉长岩—玄武岩类)	125
第三节	中性岩类(闪长岩—安山岩类)	128
第四节	酸性岩类(花岗岩—流纹岩类及花岗岩—英安岩类)	131
第五节	碱性岩类(正长岩—粗面岩类及霞石正长岩—响岩类)	135
第九章	变质岩总论	139
第一节	变质岩及变质作用	139
第二节	变质岩的物质成分	142
第三节	变质岩的结构和构造	144
第十章	变质岩各论	150
第一节	接触变质作用及接触变质岩	150
第二节	动力变质作用及其岩石	155
第三节	区域变质作用及区域变质岩	156
第四节	混合岩化作用及混合岩	162

第三篇 沉积岩

第十一章	沉积岩的基本特征及其形成过程	164
第一节	沉积岩的基本特征	164
第二节	沉积岩的形成过程	167
第十二章	陆源碎屑岩总论	185
第一节	碎屑岩的物质成分	185
第二节	碎屑岩的结构	188
第三节	碎屑岩的构造和颜色	197
第十三章	陆源碎屑岩各论	214
第一节	砾岩	214
第二节	砂岩和粉砂岩	218
第三节	粘土岩类	226
第四节	陆源碎屑岩的沉积后作用	230
第十四章	火山碎屑岩	235
第一节	火山碎屑岩的一般特征	235
第二节	火山碎屑岩的主要类型及其特征	239
第十五章	碳酸盐岩总论	241
第一节	概述	241
第二节	碳酸盐岩的物质成分	242
第三节	碳酸盐岩的结构组分	246

第四节	碳酸盐岩的构造	259
第五节	碳酸盐岩的颜色	263
第十六章	碳酸盐岩各论	265
第一节	石灰岩	265
第二节	白云岩	274
第三节	碳酸盐沉积物的沉积后作用	282
第十七章	其它沉积岩	288
第一节	蒸发岩	288
第二节	硅岩	293
第三节	煤和油页岩	299

第四篇 沉积相

第十八章	沉积相的基本概念及分类	303
第一节	基本概念	303
第二节	古环境判别	306
第十九章	大陆环境(相)组	308
第一节	冲积扇环境(相)	308
第二节	河流环境(相)	316
第三节	陆源碎屑湖泊环境(相)	322
第二十章	海陆过渡环境(相)组	339
第一节	三角洲环境(相)	339
第二节	海岸环境(相)	346
第二十一章	海洋环境(相)组沉积	360
第一节	海洋环境的一般特点	360
第二节	陆棚	361
第三节	大陆斜坡与深海盆地	366
第二十二章	海洋碳酸盐(岩)沉积环境(相)	375
第一节	概述	375
第二节	碳酸盐岩的主要沉积场所	376
第三节	海洋碳酸盐(岩)沉积模式	386
第四节	碳酸盐岩的含油气性	391
参考文献		392

第一篇 矿物学基础

第一章 矿物及矿物的晶体构造

第一节 矿物的概念

地壳是由岩石组成的,而岩石又是由一种或数种矿物组成的集合体。因此,可以说矿物是地壳中组成岩石的基本单位。要研究油气的生成、运移、储藏和开采就必须先研究、认识岩石和矿物的形成及其特征,以于为石油和天然气勘探和开发服务。

既然矿物是地壳中岩石的基本单位,那么我们就应对矿物的内涵有所了解。

一、矿物的定义

矿物在地壳中种类繁多,分布极广,我们食用的盐(石盐),烧石灰的方解石以及人们带的金项链、金戒指用的自然金等都是矿物。

通过化学分析得知石盐是由 Cl 和 Na 两种元素组成的化合物——氯化钠(NaCl);方解石是由 Ca 和 CO_3 组成的含氧盐——碳酸钙(CaCO_3);自然金则是由单元素金(Au)组成的天然单质矿物。所列举的这些矿物都有它各自的特性:石盐常呈立方体颗粒,易溶于水;碳酸钙(方解石)呈菱面体晶形;自然金又软又重,具有耀眼的金黄色。

由上述矿物的感性认识不难对矿物得出如下定义:矿物是地壳中的化学元素在各种地质作用下形成的天然单质和化合物。大多数矿物都有一定的化学成分、内部结构和晶体形态。

在实验室内人工合成的矿物如水晶、金刚石等,虽然其成分和性质与天然产出的矿物相近,但也不能称作矿物,只能称为“人造矿物”或“合成矿物”。同样,把陨石中的矿物称为“陨石矿物”;“月岩”中的矿物称为“月岩矿物”或“宇宙矿物”。

地壳中现已发现的矿物有 3000 多种,它们绝大部分是固体,但也有少数是液体和气体,如水银属液态矿物;硫化氢(H_2S)则属于气态矿物。此外,还有少数有机矿物如琥珀等。

矿物在一定的物理化学条件下形成并在一定条件下是稳定的,当然外界条件改变到一定程度之后,形成在新的条件下稳定的新矿物。如正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 经受风化就形成高岭石 $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ 。因而可以认为,矿物是地壳中化学元素运动和存在的一种主要形式。

二、学习矿物学的目的和任务

从矿物的定义中知道,矿物学是研究矿物的化学成分、内部构造、外表形态、物理性质、化学性质,在地质作用过程中形成和变化的条件等诸方面的现象和规律,以及它们相互的内在联系的科学。

矿物学不仅是石油地质专业的基础课,也是油藏工程、矿场地球物理专业的重要基础课。

我们学习矿物学的目的是：了解矿物学的基本理论，即矿物的化学成分和内部构造与矿物理、化性质的关系；运用矿物学的基本理论，初步掌握鉴定矿物的基本方法和技能，并能认识常见的主要造岩矿物，为后面岩浆岩、变质岩、沉积岩和沉积相的学习打下基础。

第二节 矿物的晶体构造

自然界的矿物，绝大部分是晶体，所以研究晶体的一些基本特性和规律，是学习矿物学必需的基础。

一、晶体的定义

早先，人们都把水晶（具有规则几何多面体外形的石英 (SiO_2) ），如图 1-1a）称为晶体。后来人们发现了更多的具有规则外形的天然矿物，如磁铁矿、方解石、石盐等（图 1-1d、c、b），它们和水晶一样具有规则多面体外形，于是把晶体的概念推广为：凡是具有规则多面体的天然固体都称为晶体。

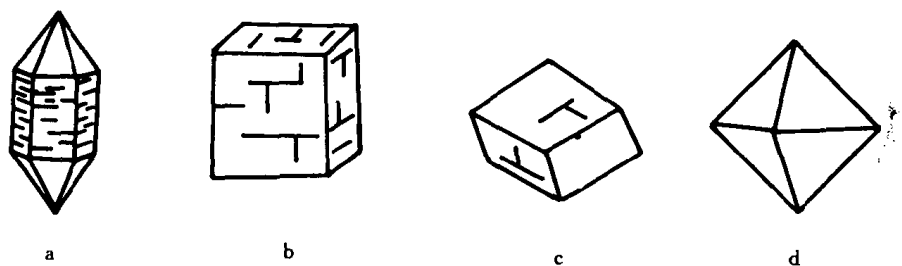


图 1-1 几种不同晶体的形态

a—石英；b—石盐；c—方解石；d—磁铁矿

随着生产的发展，科学的进步，人们对自然事物观察的逐步深入，认识到只把具有规则多面体外形的固体称作晶体是不全面的。同一种物质石英 (SiO_2) ，既可以呈规则多面体形态产于晶洞，也可以呈极不规则的颗粒生成于岩石之中。石盐是立方体形态，但受潮后晶棱和晶尖溶蚀呈球粒状，若将它放置于饱和氯化钠溶液中，则又可生长成立方体晶形。可见，这种形态上的差异，是由于生成时环境因素不同所造成的。

经过近代 X 射线衍射分析证明，自然界所有的晶体物质，不论其外形如何，组成晶体的原子、离子或分子在晶体内部都是作有规律排列的。它们的规律排列，集中表现为质点在三维空间作周期性重复，形成格子状构造。所以，呈规则几何多面体形态，并非是晶体最根本的特征，它仅是晶体的某种内在本质，在一定条件下的外在表现。晶体最本质的特征是其内部质点排列成规则的格子状构造，这可以说是一切晶体的共同本质。

因此，可以将晶体定义为：凡是内部质点具有格子状构造的固体称为晶体。

二、晶体的空间格子及其组成要素

（一）空间格子的概念

空间格子是为了表示晶体内部质点（离子、原子、分子）在三维空间作有规律排列而引入的概念。所谓空间格子，实际上就是表示晶体内部结构中质点重复规律的几何图形，它是从实际晶体中抽象出来的。现以氯化铯 (CsCl) 为例来说明（图 1-2）。

图 1-2 中 a 表示氯化铯晶体构造。双圈代表 Cl^- 离子中心, 黑点代表 Cs^+ 离子的中心。不难看出, 在 CsCl 的晶体构造中, 质点(Cl^- 或 Cs^+)是规则排列的, 在任一方向上的相同部分呈等间距、周期性地重复出现, 排列成三度空间的立体格子。

图 1-2 中 b 是从氯化铯的空间格子(图 1-2a)中先选任一中心点作为原始点, 然后找与该原始点在性质、环境、方向上完全相同的点, 这类彼此完全相当的几何点称为相当点。例如以任一 Cl^- 离子的中心点为原始点, 该点周围有 8 个 Cs^+ 离子, 而且在环境上与原始点完全相同。即所有 Cl^- 离子中心点的性质、环境和方位都相同, 故它们属同一类相当点。将这些点从结晶格子中抽象出来, 则构成图 1-2b 表示的图形。如果原始点选在某一 Cs^+ 的中心点上, 结果完全一样, 与 Cs^+ 原始点相当的几何点在空间上会构成同样的图形。由此可见, 不管相当点选在 Cl^- 离子中心, 还是选在 Cs^+ 离子的中心或其它任何地方, 抽象出来的空间格子都是一样的。

相当点又称为结点, 结点在三维空间排列成规则的格子状图形称为空间格子。

由于相当点(或结点)在三维空间作规则的格子状排列, 所以相当点的分布规律就代表了晶体构造中所有质点的重复规律。为了研究晶体内部构造中质点重复的规律而不受晶体大小的限制, 可以设想相当点在三维空间是作无限排列的, 因而空间格子为无限图形。

按照上述方法, 可以对所有的晶体构造进行分析并抽象出其空间格子来。只是不同的晶体其空间格子的具体形状不同。

图 1-3 所示为空间格子的一般形状

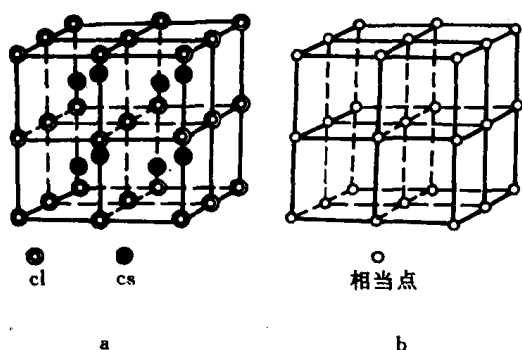


图 1-2

a—氯化铯的晶体构造; b—空间格子

(二) 空间格子的组成要素

1. 结点 组成空间格子的点都是结点, 它们代表晶体中的相当点。在实际的晶体结构中, 结点可以为相同的离子、原子或分子所占据。但就结点本身而言, 它们并不代表任何质点, 而只是具有几何意义的几何点。

2. 行列 由结点组成的直线称为行列(图 1-4)。空间格子中, 任意二结点联结起来的直线就是一条行列。行列中相邻结点之间的距离称为结点间距(图 1-4 中的 a)。同一行列中结点间距相等, 彼此平行的行列结点间距也相等。不平行的行列, 其结点间距一般不等。

3. 面网 由结点组成的平面称为面网(图 1-5)。空间格子中任意三个不在同一行列上的结点就可联结成一个面网。在面网上单位面积内的结点数目称为面网密度。互相平行的面网, 其面网密度相等; 不平行的面网, 其面网密度一般不等。互相平行的相邻面网之间的垂直距离

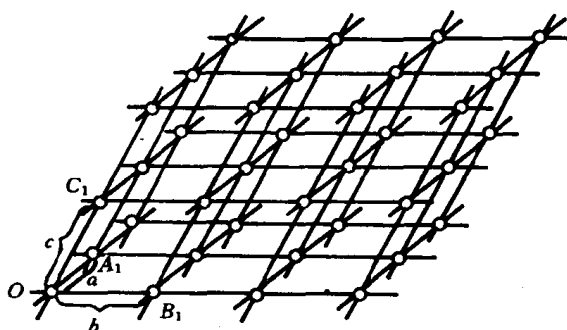


图 1-3 空间格子

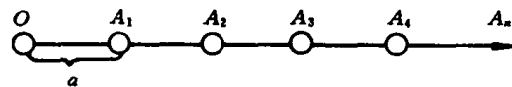


图 1-4 行列

称为面网间距。

4. 平行六面体 由三对平行而且相等的面构成的六面体(图 1-6)。在空间格子中,平行六面体是其最小重复单位。在实际晶体中,所划分出这样最小的重复单位称为晶胞。整个空间格子可以看成是由平行六面体在三维空间平行、而又毫无间隙地叠累而成。同样的道理,实际晶体构造,可以视为是晶胞在三维空间平行而又无间隙地堆砌而成。

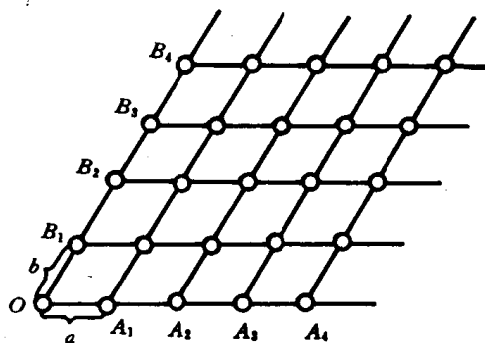


图 1-5 面网

三、晶体的对称及对称要素

(一) 晶体的对称

对称现象在自然界和日常生活中极为常见,如蝴蝶(图 1-7)、花冠(图 1-8)及某些建筑物、工艺品、生活用具等都呈对称的图形。对称的概念是指物体上的相等部分做有规律地重复。可见对称特点有二点:一是有相等(相同)的部分;二是这些相同部分有规律地重复。如果一个图形虽有相同(相等)部分,但其相同部分不能规律地重复,即不能通过一定的操作使相等部分重合,那么该图形不能称为对称图形(图 1-9)。

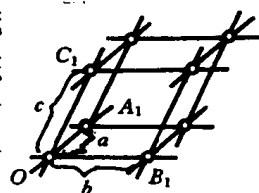


图 1-6 平行六面体

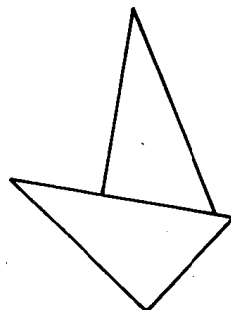
矿物晶体也具有对称性,它表现在晶体中有相等的晶面、晶棱和角顶



图 1-7 蝴蝶的对称



图 1-8 对称的花冠图



1-9 不对称的图形

的重复出现。晶体对称性的特点有如下几点:

1. 所有的晶体都是对称的,这是由空间格子的对称性决定的。
2. 晶体对称是受格子构造严格控制,不是任意的,是有限的。即只有格子构造能允许的那些对称才能在晶体上出现。这就是晶体对称的有限性。

3. 晶体的对称不仅表现在外形上,而且也表现在物理化学性质上。

晶体对称的上述特点,是认识晶体、研究晶体性质和分析晶体内部构造的依据。同时,晶体科学分类也是以其对称特点为根据的。

(二) 对称要素

为了研究晶体各相等部分是怎样有规律地重复的,就需要借助一些假想的几何要素(点、线、面)来分析。这些辅助形象叫对称要素。

晶体对称中可能存在的对称要素如下:

1. 对称面(P) 对称面是一个假想平面,它把晶体平分分为互为镜像的两个相等部分。

在图 1-10 a 中,平面 P_1 和 P_2 (与纸面垂直) 是对称面,因为它把图形 $ABDE$ 分成互为镜像的两个相等部分。图 1-10b 中, AD 却不是图形 $ABDE$ 的对称面,因为它虽把图形 $ABDE$ 仍分成 $\triangle ABD$ 和 $\triangle AED$ 两个相等部分,但这两个部分不是互为镜像关系。 AED 反到 AD 平面中的象是 AE_1D ,不与 ABD 成镜象重合,所以 AD 不是对称面。

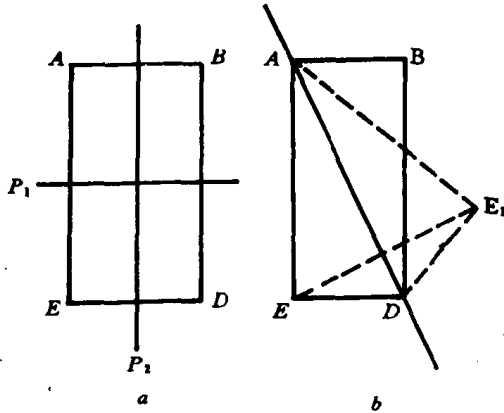


图 1-10 P_1 和 P_2 是对称面, AD 不是对称面

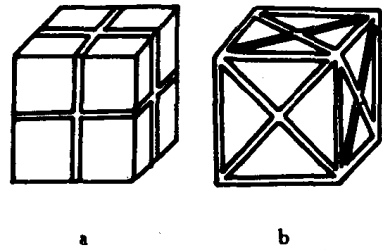


图 1-11 立方体的九个对称面

在一个晶体上,可能没有对称面,也可能有几个对称面。一个晶体有几个对称面时,就把对称面的数目写在对称面符号“ P ”的前面,如 $3P$ 、 $9P$ 等。立方体是所有晶体形态中对称面最多的一种,可以找出九个对称面。它们是垂直平分晶面同时平分晶棱的三个对称面(图 1-11a),和垂直平分晶面、晶面夹角并包含晶棱的六个对称面(图 1-11b),一共九个对称面以 $9P$ 表示。

2. 对称轴(L^n) 对称轴是通过晶体中心的一条假想直线。晶体围绕它旋转一定角度后,晶体的相等部分(如棱、面、角顶)能重复出现。

晶体围绕对称轴旋转 360° 时,晶体上相等部分重复出现的次数,称为轴次(n)。使相等部分重复出现所必须旋转的最小角度,称为基转角(α)。二者的关系为:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha}$$

如:一次对称轴,用符号 L^1 表示,其基转角(α)为 360° 。二次、三次、四次、六次对称轴分别用 L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6 表示,其基转角则分别为 180° 、 120° 、 90° 、 60° (图 1-12、表 1-1)。

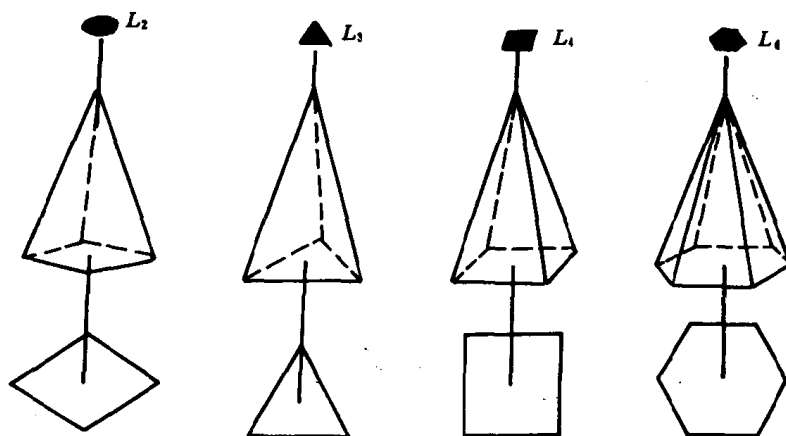


图 1-12 分别具有 L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6 的单锥体及其断面

表 1-1 晶体外形上可能的对称轴

名称	符号	基转角	作图记号
一次对称轴	L^1	360°	
二次对称轴	L^2	180°	◇
三次对称轴	L^3	120°	△
四次对称轴	L^4	90°	□
六次对称轴	L^6	60°	

一次对称轴 L^1 没有实际意义,因为任何物体围绕任何一直线旋转 360° 后,都恢复原状。除 L^2 以外, L^3 、 L^4 、 L^6 均称为高次对称轴。

在晶体中,没有五次对称轴及高于六次的对称轴。这是由于在空间格子中垂直于对称轴必定存在面网,该面网上结点所围成的网孔形态与对称轴的轴次相适应。围绕 L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6 所形成的多边形网孔,都能无间隙地在平面上布满,符合空间格子规律(图 1-13 中 a、b、c、d、e)而垂直 L^5 、 L^7 、 L^8 的正五边形、正七边形、正八边形网孔不能无间隙地布满整个平面(图 1-13 中的 f、g、h)。由此证明对称轴的轴次是有限的。

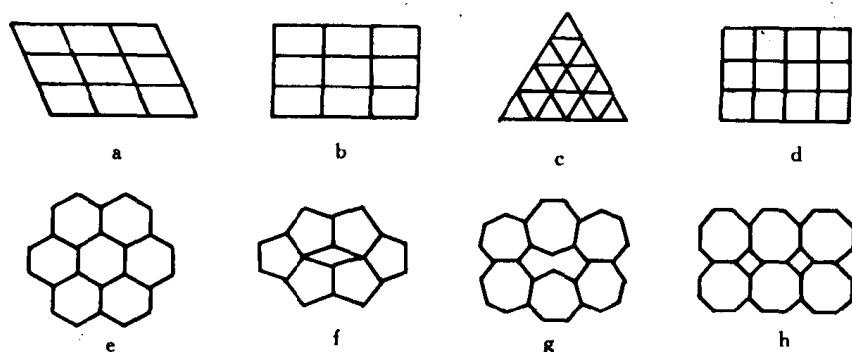


图 1-13 垂直于各种对称轴的面网的网孔形状

3. 对称中心(C) 对称中心是晶体内部的一个假想点,通过此点的任一直线两端等距离的地方,有晶体上相等的部分(图 1-14)。

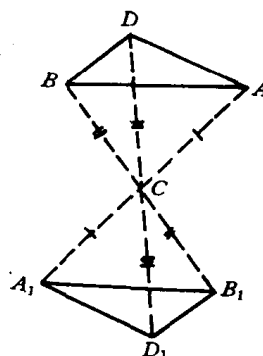
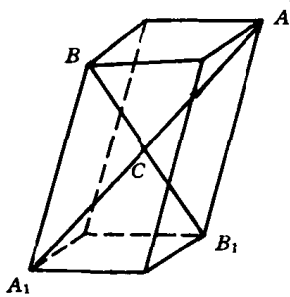
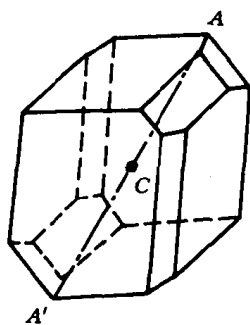


图 1-14 有对称中心的晶体 图 1-15 具对称中心的晶体 图 1-16 由对称中心联系起来的两个反向平行的三角形晶面

图 1-14 中的 C 点为对称中心。对 C 点所作直线上, $AC = A'C$, 即角顶 A 与 A' 对应。实际上在有对称中心的晶体上,每一个晶面都有一个与之相对应的晶面,二者同形等大、方向相反

(图 1-15 和图 1-16)。由此可见,在一个晶体上所有晶面都是两两平行、而且反向相等,这正是判别晶体存在对称中心的依据。

不是所有晶体都有对称中心,有对称中心的晶体,其对称中心数目只有一个。对称中心的符号是 C 。

4. 旋转反伸轴(L_i^n) 旋转反伸轴是通过晶体中心的一个假想直线,晶体围绕此直线旋转一定角度之后,再对此直线上的一个点进行反伸,可使晶体上的相等部分重复,或者说使晶体的形态复原。

旋转反伸轴一般用 L_i^n 表示,其中 i 表示反伸, n 代表轴次。

图 1-17 是具四次旋转反伸轴(L_4^4)的图形。图形旋转 90° 后未能使图形复原,接着再对中心点进行反伸则图形复原。

图 1-17 的结晶多面体为四方四面体,当其绕 L_4^4 旋转 90° 后,角顶 $A、B、E、D$ 到达 $A'、B'、E'、D'$ 的位置时,再对 L_4^4 上的一点 C 进行反伸,使 $A'、B'、E'、D'$ 分别与旋转前的 $D、E、B、A$ 相重合,即整个图形恢复为旋转前的形象。为便于理解,也可以就一个晶面来分析,如晶面 ABD 围绕 L_4^4 旋转 90° 后到达 $A'B'D'$ 位置,再经 L_4^4 上的中心点 C 反伸,则与旋转前的一个晶面 EDA 重合,其它晶面依此类推,整个晶体复原为原来的形象,旋转 360° 有四次重复。

同晶体对称轴的情况一样,旋转反伸轴也只能有 $L_1^1、L_2^2、L_3^3、L_4^4$ 和 L_6^6 五种,但完全有独立意义的只有 L_4^4 和 L_6^6 两种。

总之,晶体中具有独立意义的对称要素有 $L^1、L^2、L^3、L^4、L^6、L_1^1、L_2^2、L_3^3、P$ 和 C 共九种。

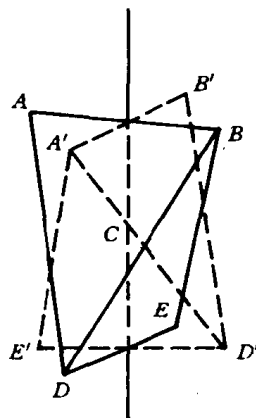


图 1-17 具 L_4^4 的四方四面体

四、晶体的对称型及晶体的分类

(一) 晶体的对称型

所有晶体都具有对称性,但各种晶体的对称程度却有很大差异。这种差异表现在晶体的对称要素的种类、数量和对称程度上。在结晶学中,为了表达晶体的对称程度,引出了对称型的概念。即一个结晶多面体中全部对称要素的总和称为对称型。例如立方体,它有三个 L^4 ($3L^4$),四个 L^3 ($4L^3$),六个 L^2 ($6L^2$),九个 P ($9P$),而且有对称中心 C (图 1-18),将这些对称要素组合起来,并按一定次序书写,就构成了立方体晶体的对称型为: $3L^4 4L^3 6L^2 9PC$ 。

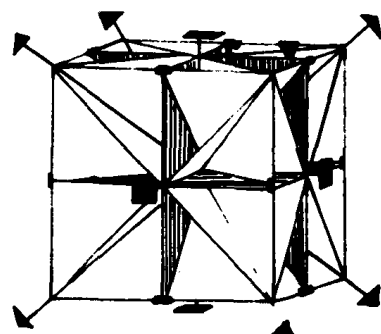


图 1-18 立方体的全部对称要素

前面已述,晶体外形上的对称要素是有限的,总共只有九种,而且它们的组合又必须服从对称要素组合定理,因此,晶体中对称型的数目也是有限的。经过数学推导(从略)证明晶体中可能出现的对称型共 32 种(见表 1-2)。

(二) 晶体的分类

晶体是根据其对称特点进行分类的。无论晶体的形态怎样变化,但晶体的对称型只有 32 种,把属于同一对称型的所有晶体归为一个晶类,则晶类也有 32 个晶类。

在 32 晶类中,根据对称型中高次对称轴(L^n 中 $n > 2$)的有无和数量的多少,将 32 个晶类划分成为高级、中级和低级三个晶族。

低级晶族 无高次对称轴。

中级晶族 只有 1 个高次对称轴。

高级晶族 有数个高次对称轴。

再根据每一晶族中,各晶类的对称特点划分七个晶系。各晶系的对称特点及名称如下:

- 低级晶族 { 1. 三斜晶系——无 L^2 , 也没有 P ;
2. 单斜晶系——有 L^2 或 P , 也可二者均有, 但数目 < 1 ;
3. 斜方晶系——有 L^2 或 P , 数目 > 1 ;
中级晶族 { 4. 三方晶系——有一个 L^3 ;
5. 四方晶系——有一个 L^4 或 L_4^2 ;
6. 六方晶系——有一个 L^6 或 L_6^2 ;
高级晶族 7. 等轴晶系——有四个 L^3 ($4L^3$)。

现将对称型、晶类、晶族和晶系划分综合于表 1-2。

表 1-2 三十二种对称型及晶体的对称分类

三十二种对称型		对 称 特 点	晶 系 名 称	晶 族 名 称
种 类	国际符号			
1. L^1 2. C^1	$\bar{1}$ 1	无 L^2 , 无 P	三斜晶系	低级晶族 (无高次轴)
3. L^2 4. P 5. L^2PC^*	2 m $2/m$	L^2 或 P 不多于 1 个	单斜晶系	
6. $3L^2$ 7. L^22P 8. $3L^23PC^*$	222 mm mmm	L^2 和 P 的系数之和 大于或等于 3	斜方晶系	
9. L^4 10. L^44L^2 11. L^4PC^* 12. L^44P 13. $L^44L^25PC^*$ 14. L_4^2 15. $L_4^22L^22P$	4 422 $4/m$ $4mm$ $4/mmm$ — 4 — $42m$	有 1 个 L^4 或 1 个 L_4^2	四方晶系	
16. L^3 17. L^33L^2* 18. L^33P^* 19. L^3C 20. $L^33L^23PC^*$	3 32 $3m$ — 3 — $3m$	有 1 个 L^3	三方晶系	
21. L_6^2 22. $L_6^23L^23P$ 23. L^6 24. L^66L^2 25. L^66P 26. L^6PC^* 27. $L^66L^27PC^*$	— 6 6 622 $6mm$ $6/m$ $6/mmm$	有 1 个 L^6 或 L_6^2	六方晶系	中级晶族 (高次轴只有 1 个)
28. $3L^24L^3$ 29. $3L^24L^33PC^*$ 30. $3L^24L^36P^*$ 31. $3L^24L^36L^2$ 32. $3L^24L^36L^29PC^*$	23 — $m\bar{3}$ — $43m$ 432 $m3m$	均有 $4L^3$	等轴晶系	

注: * 常见的晶体对称型

晶体的分类有着重大的实际意义。高、中、低三晶族及其所属七个晶系的矿物,不仅在形态上各有特点,而且在物理性质上也截然不同,掌握各晶族、晶系的对称特点,是对矿物进行鉴定和研究必须具备的基础知识。

第三节 晶体的单形和聚形

前述晶体的对称只说明了晶体上的相等部分——晶面、晶棱、角顶的规律性,尚未涉及晶体的具体形态。同属一对称型的晶体,其外形是多种多样的。图 1-19a、b、c 三个晶体,所属对称型相同($3L^44L^36L^29PC$),但其形态各异,a 为立方体,b 为八面体,c 为菱形十二面体。可见在研究了晶体对称的基础上,还必须进一步研究晶体的形态。

晶体的形态可以划分为两种类型:单形与聚形。由同种晶面所组成的晶形称为单形,如图 1-19a、b、c(性质相同的晶面称为同种晶面,在理想条件下,同种晶面是同形等大的);由两种以上的晶面所组成的晶形称为聚形,如图 1-20b,是由立方体和八面体构成的聚形。

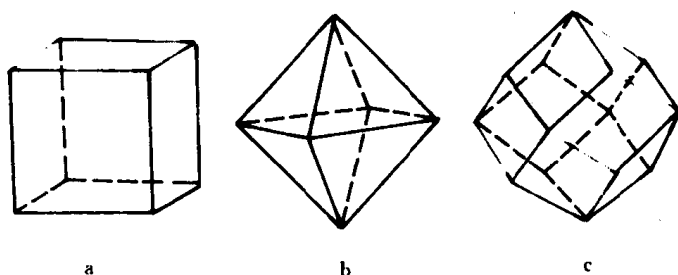


图 1-19
a—立方体;b—八面体;c—菱形十二面体

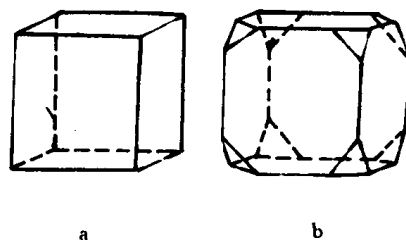


图 1-20
a—单形;b—聚形

一、单形及其种类

单形是由对称要素联系起来的一组晶面的总合。从图 1-19 中可以看到(a)立方体是一组彼此相等的正四边形晶面的总合;(b)八面体是一组彼此相等的正三角形晶面的总合;(c)菱形十二面体是一组彼此相等的菱形晶面的总合。

单形的每个晶面,与对称型中相同的对称要素具有相同的空间关系。由对称要素组成的对称型数目只有 32 个,所以单形的种数是有限的。32 个对称型所能推导出的单形种类总计为 146 种,把同名的归为一种,亦即只考虑几何形态,则只有 47 种,在几何形态上不同的 47 种单形,称为几何单形,见表 1-3。

二、聚形

由两个或两个以上单形聚合而成的晶形称为聚形。图 1-21 和图 1-22 分别表示理想晶体中的四方柱与四方双锥聚合,立方体与菱形十二面体的聚合情形,且粗线画出了它们的聚形形态。

单形相聚后,由于晶面彼此切割改变了单形晶面原来的形状,但单形的各晶面与对称型中对称要素的相对位置却不会改变。

单形相聚的根本原则是要符合对称规律。只有属于同一对称型的单形才能相聚。

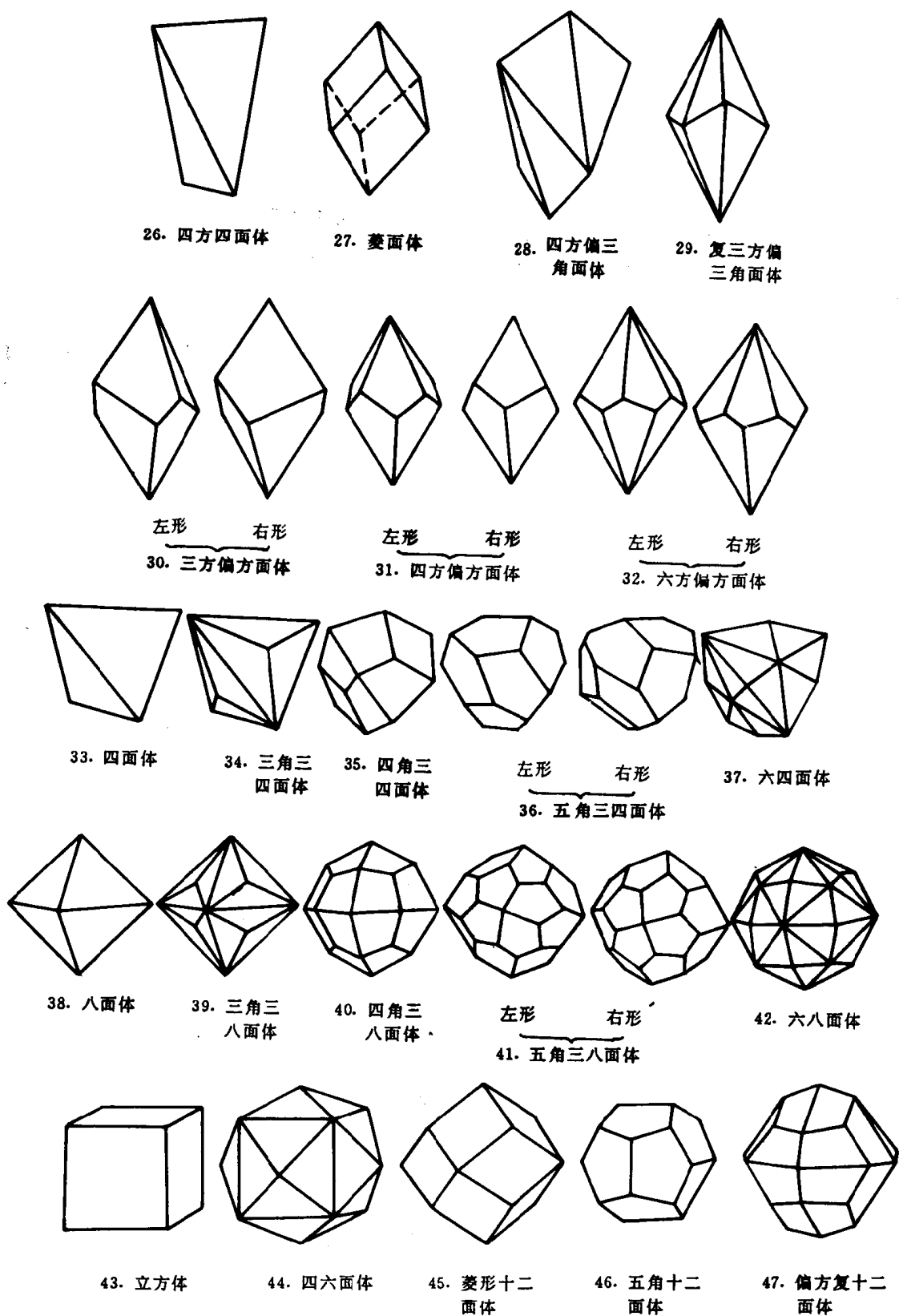


表 1-3 47 种单形 (据刘孟慧, 1991)