



SHIYOU

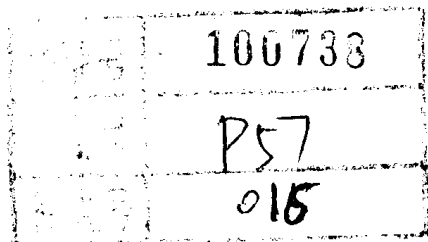
中等专业学校教学用书

矿 物 学

张士奎
主编

石油工业出版社

(北京)



中等专业学校教学用书

矿 物 学

张士奎 主编



5431/21



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

全书共分三篇。第一篇为结晶学部分，扼要地介绍了结晶学的一般理论和知识。第二篇为晶体光学部分，重点讨论了在偏光显微镜下研究鉴定透明矿物的基本原理、方法及常见透明矿物的光性特征。第三篇为矿物学部分，着重阐述了矿物学的基础知识、肉眼鉴定矿物的方法，以及50种常见矿物的肉眼鉴定特征。书后并附有常见矿物肉眼鉴定表和实验指导书。

本书是中等专业学校石油地质专业的教学用书，亦可作为相关专业师生及石油地质现场工作人员的参考书。

中等专业学校教学用书

矿 物 学

张士奎 主编

石油天然气总公司教材编译室编辑 (北京902信箱)

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京地质出版社印刷厂排版

北京顺义燕华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 13¹/₄印张 322千字 印5001—7000

1989年12月北京第1版 1994年4月北京第2次印刷

ISBN 7-5021-0325-2/TE·318 (课)

定价: 6.10元

前 言

本书是根据中国石油天然气总公司人事教育部（原石油工业部教育司）1986年11月制订的中等专业学校石油地质专业“矿物学教学大纲”编写的教材。

本教材由辽河石油学校张士奎、张爱国编写，实验指导书部分由大港石油学校文坤轸提供初稿。由张士奎主编。

教材初稿经石铁铮副教授审查，并提出十分宝贵的意见，在此深表感谢。

由于编者的业务水平和实践经验所限，编写时间仓促，书中的缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

1988年3月

目 录

绪 论	(1)
一、矿物和矿物学	(1)
二、矿物学与其它学科的关系	(1)
三、矿物学发展简史	(2)
四、矿物学在国民经济建设中的意义	(3)
第一篇 结晶学 部分	(4)
第一章 晶 体 的 概 念	(4)
第一节 晶体与非晶质体	(4)
第二节 空间格子	(5)
第三节 晶体的基本性质	(6)
第二章 晶 体 的 对 称	(8)
第一节 对称的概念	(9)
第二节 对称操作与对称要素	(10)
第三节 对称型和晶族、晶系的划分	(12)
第三章 晶体的理想形状——单形和聚形	(14)
第一节 单形	(15)
第二节 聚形	(19)
第四章 晶体定向和晶体符号	(20)
第一节 晶体定向	(21)
第二节 晶面符号与单形符号	(23)
第五章 晶体的规则连生	(25)
第一节 平行连生	(26)
第二节 双晶	(26)
第二篇 晶体光学部分	(29)
第六章 晶体光学 基 础	(29)
第一节 光的基本概念	(29)
第二节 光率体	(31)
第七章 偏光显微镜	(39)
第一节 偏光显微镜的构造	(40)
第二节 偏光显微镜的调节	(41)
第三节 偏光显微镜的保养及使用守则	(43)
第四节 薄片磨制法简介	(44)
第八章 单偏光镜下晶体的光学性 质	(44)
第一节 晶体形态	(44)
第二节 解理及解理夹角的测定	(45)
第三节 颜色、多色性和吸收性	(46)

第四节	矿物的贝克线、糙面和突起	(48)
第九章	正交偏光镜下晶体的光学性质	(50)
第一节	正交偏光镜的装置及光学特点	(50)
第二节	消光和消光位	(51)
第三节	正交偏光镜间矿片的干涉现象	(52)
第四节	干涉色及干涉色色谱表	(54)
第五节	补色法则和常用的补色器	(56)
第六节	正交偏光镜间主要光学性质的观察与测定	(58)
第十章	锥光镜下晶体的光学性质	(62)
第一节	锥光镜的装置及光学特点	(62)
第二节	一轴晶干涉图及光性正负的测定	(63)
第三节	二轴晶干涉图及光性正负的测定	(68)
第十一章	透明矿物薄片的系统鉴定和主要造岩矿物的光学性质	(75)
第一节	薄片透明矿物系统鉴定的内容	(75)
第二节	薄片透明矿物系统鉴定程序	(76)
第三节	矿物颗粒大小及含量的测定	(76)
第四节	主要造岩矿物的光性特征	(77)
第三篇	矿物学部分	(99)
第十二章	矿物的化学组成	(99)
第一节	矿物的化学成分	(99)
第二节	类质同象	(100)
第三节	同质多象	(103)
第四节	胶体矿物的形成和变化	(104)
第五节	矿物的化学式	(105)
第十三章	矿物的形态	(106)
第一节	矿物的单体形态	(106)
第二节	矿物集合体的形态	(108)
第三节	矿物形态的观察与描述方法	(110)
第十四章	矿物的物理性质	(111)
第一节	矿物的光学性质	(111)
第二节	矿物的力学性质	(114)
第三节	矿物的相对密度	(116)
第四节	矿物的其它物理性质	(117)
第十五章	矿物的成因	(119)
第一节	形成矿物的地质作用	(119)
第二节	矿物的组合	(123)
第三节	矿物的标型特征与标型矿物	(123)
第十六章	矿物的鉴定法和研究法	(124)
第一节	矿物鉴定的一般步骤	(124)
第二节	常用的鉴定法和研究法	(125)
第十七章	矿物的分类和命名	(128)
第一节	矿物的分类	(128)

第二节 矿物的命名.....	(129)
第十八章 自然元素大类.....	(131)
第一节 概述.....	(131)
第二节 主要矿物描述.....	(131)
第十九章 硫化物大类.....	(135)
第一节 概述.....	(135)
第二节 主要矿物描述.....	(136)
第二十章 氧化物及氢氧化物 大类.....	(139)
第一节 概述.....	(139)
第二节 主要矿物描述.....	(139)
第二十一章 卤化物大类.....	(149)
第一节 概述.....	(149)
第二节 主要矿物描述.....	(150)
第二十二章 含氧盐 大类.....	(151)
第一节 硅酸盐类.....	(152)
第二节 磷酸盐类.....	(171)
第三节 硫酸盐类.....	(172)
第四节 碳酸盐类.....	(175)
附录 矿物鉴定表及其使用说明.....	(181)
参 考 文 献.....	(184)
矿物学实验指导书	(185)
实验一 晶体对称要素的操作.....	(185)
实验二 18种常见单形的认识.....	(187)
实验三 晶体定向和晶面符号.....	(188)
实验四 偏光显微镜的构造、准焦和校正中心.....	(190)
实验五 解理、多色性、突起、糙面及贝克线的观察.....	(190)
实验六 消光类型、消光角及干涉色级序的测定.....	(193)
实验七 双晶类型、矿片光率体椭圆半径方向及名称的测定.....	(194)
实验八 一轴晶、二轴晶干涉图的观察及其光性正、负的测定.....	(196)
实验九 主要造岩矿物的镜下鉴定及矿物颗粒大小、含量的测定.....	(197)
实验十 矿物的形态和物理性质.....	(200)
实验十一 自然元素和硫化物.....	(203)
实验十二 氧化物和氢氧化物.....	(204)
实验十三 卤化物和硅酸盐.....	(204)
实验十四 磷酸盐、硫酸盐和碳酸盐.....	(205)

绪 论

一、矿物和矿物学

所谓矿物是指地壳中的化学元素，在各种地质作用下形成的自然物体。这种自然物体绝大部分是结晶的单质或化合物。人们通常所说的矿物主要指的是地壳中作为构成岩石和矿石组成单位的那些自然物体。

在地壳中矿物的分布是很广泛的。如盐湖中的盐；河砂中的砂金；花岗岩中的石英、长石和云母等，都是矿物。

在实验室条件下，虽然可以获得某些成分和性质与自然矿物相类似的物质，但它们是人工合成而不是地质作用的产物，故称为“人造矿物”或“合成矿物”；陨石、月球的矿物，称为“陨石矿物”、“月岩矿物”，这样可以将它们与地壳中所形成的矿物相区别。

目前，地壳中已经发现的矿物，达三千余种。矿物中绝大多数是固态的无机物，其中以晶质矿物为主，如金刚石、方解石等，而非晶质矿物则较少，如火山玻璃。有机矿物如琥珀、石蜡等，液态矿物如自然汞、石油等，气态矿物如火山喷气中的二氧化碳、水蒸气等，胶态矿物如蛋白石等，但这些矿物为数很少，且分布不广。由于气态和液态矿物各有其特殊的属性而纳入其它学科的研究领域，当前一般矿物学只把固态矿物，特别是晶质矿物做为它的主要研究对象。

一般说来，矿物都具有一定的化学成分，对于固态矿物，其中的晶质矿物还具有一定的内部结构，即内部质点（原子或离子等）呈规则排列。晶质矿物在其生长过程中，如在空间上不受限制，都能自发地长成具有规则几何外形的结晶多面体。

任何一种矿物都不是一成不变的，当其所处的地质条件改变到一定程度时，原有矿物就要发生变化，同时生成新矿物。例如黄铁矿与空气和水接触，就要发生变化，生成褐铁矿。

从上可知，地壳中的矿物是在各种地质作用中形成的，是在一定的地质条件下相对稳定的自然元素或化合物，是岩石和矿石的组成单位。绝大多数矿物有一定的化学成分和内部结构，因而它是具有一定形态、一定物理性质和化学性质，并呈各种物态出现的自然物体。

矿物学是地质学的一门分科。它研究矿物的化学组成、晶体结构、形态、性质、成因、产状、用途和它们之间的内在联系，而且还研究矿物在时间和空间上的分布规律及其形成和变化的历史。矿物学以此为地质学的其它分支学科和各种材料科学在理论及应用上提供必要的基础与依据，所以，矿物学显然是地质学和一些应用科学的一门重要基础学科。

二、矿物学与其它学科的关系

在地质科学中，结晶学是矿物学的基础。由于绝大多数矿物都是结晶质的固体，因此矿物学的许多方面都要涉及到结晶学的内容。矿物学与晶体光学的关系十分密切，因为晶体光学是鉴定透明矿物最基本的和最常用的方法。矿物学是岩石学的基础，这是由于对造

岩矿物的鉴定、利用，对岩石成因的探讨，对各种有用矿物赋存规律的研究，都离不开矿物学。矿物学与构造地质学、地质力学也有一定的联系，因为地壳局部地段的应力，往往使矿物破坏或位移，这些标志都有助于探讨和追索构造变动的性质和历史。矿物学与地史学、石油地质学等的关系，亦日益显得密切和重要，因为在这些学科中，许多带有理论性和方法性的问题，大都是在对矿物进行了矿物学研究之后建立和制定出来的。例如，标型矿物和矿物的标型特征在岩石成因、地层对比和沉积环境的分析中得到广泛的应用；又如粘土矿物对有机质的吸附、催化和离子交换特性在石油成因理论方面起了重要的作用。因此，做为石油地质工作者都必须认真学好这门重要的专业基础课。

此外，矿物学及其它基础学科，特别是与化学、物理学有着密切的联系。尤其是近二、三十年来，由于这些学科的新理论和新技术在矿物学中的普遍应用，给矿物学的研究开辟了更广阔的前景。为了适应这种变化的步伐，对基础学科的学习应加倍努力。

三、矿物学发展简史

矿物学是地质科学中一门古老的基础科学。随着社会生产力的不断发展，矿物学也不断地发展着。在矿物的发展史上，曾经历了几次重大突破。19世纪中叶，偏光显微镜应用于矿物物理性质的鉴定和研究，对矿物学的发展起了极大的推动作用；本世纪20年代，由于X射线晶体结构分析的应用，揭示了矿物晶体内部的原子结构，从而认识了矿物的化学成分与晶体结构之间的统一关系，奠定了矿物学合理分类的基础，使矿物学发生了第二次大突破；20世纪30年代以来，对矿物形成的物理化学条件的研究，如矿物合成、晶体生成、相平衡、热力学计算、矿物共生组合和包裹体测温、测压等，使矿物学逐步摆脱了单纯描述的状态，而进入现代矿物学的阶段。最近20多年来，矿物学受到现代核子科学、宇航技术、合成试验和电子计算机四大科技领域中最新成就的促进和其它自然科学深入渗透的影响，使矿物学的基本理论和研究方法发生了重大的变化。

我们的祖先，首先利用磁铁矿发明了指南针，利用硫磺发明了火药等，对世界科学技术的发展作出过重要的贡献。有关矿物描述的记载也较国外为早，公元前475年前后，在《山海经》中就提到了80多种矿物，并根据矿物单体或集合体的主要成分、形态、光泽、透明度、磁性、硬度、脆性、触感、打击发声与用途等对矿物进行了命名，其中有些矿物的名称如雄黄、金、银、玉等一直沿用至今。明代李时珍所著《本草纲目》(1596年出版)，总结了我国历代药用矿物的知识，记载了200多种矿物、岩石和化石的名称，可靠地描述了38种药用矿物的形态、性质、鉴定特征和用途。

解放后，在党的领导和重视下，我国的矿物学得到了很大的发展，先后开展了晶体结构的研究，并测定30多种矿物的晶体结构。此外还进行了基础矿物学、矿物化学、实验矿物学、成因矿物学的研究工作，晶体生长和矿物合成也有了良好的开端。新矿物的研究工作，从某种等义上来说，反映了一个国家的矿物学研究水平和矿物学工作者的专业素质。解放前，我国从未发现过一种新矿物。解放后，自1958年我国发现了第一个新矿物——香花石以来，至今已发现了几十种新矿物，其中经国际矿物学会通过的新矿物就有30多种，这说明我国新矿物研究工作从无到有，从小到大，而且研究水平逐步提高，研究方法不断完善，并取得了可喜的成绩。近20年来，由于固体物理学的理论和测试方法，如核磁共振谱、电子顺磁共振谱、红外吸收光谱、晶体场光谱和穆斯鲍尔谱等引入矿物学，也使我国矿物学的研究方法与内容从常规进入现代化阶段。在一些研究单位运用了高分辨率透射电

子显微镜从而直接观察了晶体结构。由于电子探针和离子探针的应用，使鉴定和研究微粒、微量矿物、查明微区元素的分布状态成为可能。另外，近年来我国对宇宙矿物特别是对月岩矿物的研究也都获得了不少新成果。这些都标志着我国矿物学的研究进入了一个崭新的近代矿物学阶段。

四、矿物学在国民经济建设中的意义

矿物和矿物原料是发展国民经济的物质基础，工业、农业、国防和科学技术事业都离不开矿物原料。对于矿物的利用形式是多种多样的，有的是利用矿物的化学成分，有的是利用矿物的物理性质或化学性质。

在工业方面，石油工业需要大量的重晶石及蒙脱石等，以满足石油钻井泥浆加重剂及清除石油中杂质的需要；冶金工业需要各种矿石，如铁、锰、铜、铅、锌、镍、钴、钼、钨、钒、钛、铝等，用来制炼各种钢材、合金和纯金属，以满足机器制造业、造船业、汽车、机车、飞机制造等的需要；化学工业需要大量的黄铁矿、硫、硝石、萤石以及钾、钠等矿物；其它工业需要滑石、云母、石英、石膏等矿物。在农业方面，要增加粮食的产量，就需要大量的钾、磷等矿物做为生产化肥的原料。在国防上，为了实现国防现代化，必须研制和生产先进的武器装备，这需从各种矿石中提炼黑色金属、有色金属和稀有金属等作为研制武器的原料和材料，另外还需要非金属矿物如金刚石、压电石英等。在科学技术方面，原子能利用、电子计算技术、航天技术等现代化科学技术，更需要各种金属、合金和特种非金属矿物。从上面的概述中，可见矿物原料在国民经济建设中所起的重要作用。

复 习 思 考 题

1. 什么是矿物？
2. 下列物质哪些是矿物，哪些不是矿物：玻璃，人造金刚石，冰糖，石英，泉水，石油，天然气。
3. 为什么要学习矿物学？

第一篇 结晶学部分

自然界的矿物，绝大多数都是晶体。研究矿物将涉及晶体固有的特性和结晶学的一些基本规律。了解和掌握这些特性和规律是学习矿物学必不可少的基础知识。此外，结晶学知识对今后学习晶体光学及岩石学等，也是必须的。

第一章 晶体的概念

在这一章里，首先要说明什么是晶体与非晶质体？进而阐明构成物质的原子、离子或分子按什么样的几何规律构成了晶体？最后导出晶体的基本性质。

第一节 晶体与非晶质体

一、晶体与非晶质体的概念

矿物中绝大多数是晶质矿物，它们是天然形成的晶体。晶体的本质是什么呢？长在岩石空隙中的石英经常是带有尖顶的六边形柱体（图1-1-a），而在非空隙中的石英却呈不具多面体外形的颗粒。又如盐湖中产出的石盐（1-1-b）也是这样，有的呈规则的立方体，有的却是任意形状的颗粒。但它们都可是晶体。这说明，仅从有无规则的几何外形来区分

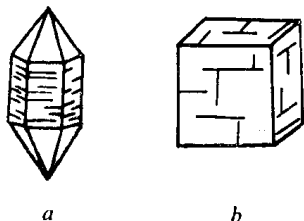


图 1-1 呈几何多面体外形的晶体

是否是晶体，显然是不科学的，它只是一种外部现象，肯定还有本质的因素存在。

有关晶体本质问题的探讨，直至1912年使用X射线研究晶体之后，才真正揭示出来了。经过大量工作，已经查清了数以千计的不同类型的晶体结构，尽管各种晶体的结构互不相同，也不论晶体外形是否呈规则的多面体外形，但其内部质点（原

子、离子或分子等）的排列方式都具有严格的规律性。这种规律性是内部质点在三维空间呈周期性重复排列，形成格子状构造，这是一切晶体的共同本质。因此，晶体是内部质点具有格子状构造的固体。晶体的大小相差很大，可从小于1微米到几十米。有时晶体一词仅指具有几何多面体外形的晶体，即结晶多面体；而将不具几何多面体外形的晶体称为晶粒。但固体中的质点只要具有格子状构造，不论其大小、形态如何，都称为结晶质或简称晶质。

晶体外形是其内部格子状构造和外部生长环境的综合反应。一切晶体都有自发地形成多面体的能力，这是由内部质点的格子状构造所决定的。但在多数情况下，由于生长环境的干扰，却不能发育成规则的多面体外形。与此相反，有些固态的天然物质，如火山玻璃、蛋白石等，它们的内部质点在三维空间不成周期性重复排列，即不具格子状构造，称为非晶质体。非晶质体因不具有格子状构造，所以不能自发地形成规则的多面体外形。

二、晶体与非晶质体的分布

晶体的分布极为广泛。不仅自然界的矿物、岩石、砂粒与土壤大都是晶体，而且人们

日常生活所接触的食盐、糖、钢铁、合金、陶瓷制品，大部分固体化学药品与试剂，以至人的毛发、棉花的纤维等都是晶体，因为它们的内部质点都呈格子状构造。

非晶质体与晶体相比，不但种类极少，而且分布也不广。如玻璃、松香以及天然产出的石蜡、琥珀、蛋白石、火山玻璃等是非晶质体。

第二节 空间格子

一、空间格子的概念

既然一切晶体都具有格子状构造，那么，格子状构造到底是什么样的？各种晶体的格子状构造是否都一样？各种晶体的格子状构造之间有无共同规律？为了弄清这三个问题，兹以石盐（NaCl）的晶体结构为例。如图1-2-a所示，由代表 Cl^- 离子的大白球和代表 Na^+ 离子的小黑球所堆成的立方体小块仅是从石盐内部结构中割取的极小部分，沿着立方体小块棱的方向 Cl^- 离子和 Na^+ 离子以相等的间隔交替排列，每隔 $5.628 \text{ \AA}$ 重复一次，而在平行于立方体的面对角线方向上， Cl^- 离子或 Na^+ 离子各自均以 $3.978 \text{ \AA}$ 的相等间距呈周期性重复排列，在其它任何方向上的排列方式也完全类似，只不过各自重复的间距不同而已。如用空心圆和实心圆分别代表 Cl^- 与 Na^+ ，并用直线将它们连接起来，这样，就得出如图1-2-b所示的格子状图形。实践证明，所有石盐不论外形是否规则，它们的内部质点都呈立方体格子状排列。不难看出，每个 Cl^- 中心点的上下、左右、前后都是 Na^+ ；而每个 Na^+ 中心点的上下、左右、前后都是 Cl^- 。 Na^+ 和 Cl^- 在三维空间都按同一图形重复排列，若在该图中任意选择一个几何点（如 Cl^- 的中心点）为原始几何点，那么，在石盐晶体结构图中可以找出无数个与原始几何点性质相同、占据的空间位置相当，以及周围环境相似的几

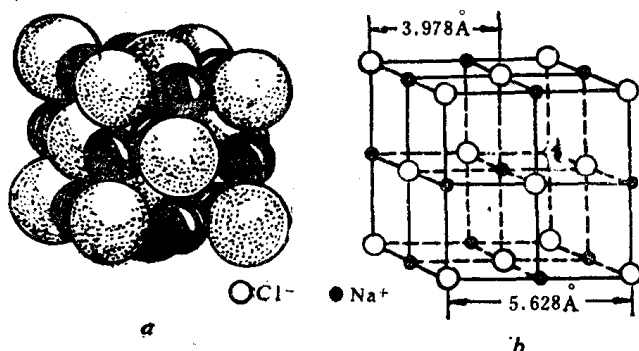


图 1-2 石盐（NaCl）晶体结构

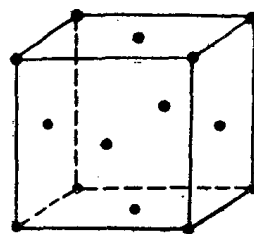


图 1-3 石盐晶体结构的空格子

何点，这些点称为等同点（或叫相当点）。由等同点构成了图1-3中的几何图形，也就是说，当 Cl^- 与 Na^+ 结合组成石盐晶体时，不论是 Cl^- 还是 Na^+ ，它们各自都按图1-3所限定的规律进行排列。由此可见，等同点的分布体现了晶体结构中所有质点的重复规律。等同点在三维空间呈周期性重复排列所构成的无限图形，称为空间格子。所以，空间格子是表示晶体结构普遍规律的几何图形。

其它晶体的格子状构造也都完全类似，只是不同晶体内部结构的质点种类、排列方式和间隔大小不同而已。空格子的一般形式如图1-4所示。

二、空格子的要素

（一）结点

空格子中的结点代表晶体结构中的等同点。就其本身而言，它们仅仅是标志等同点

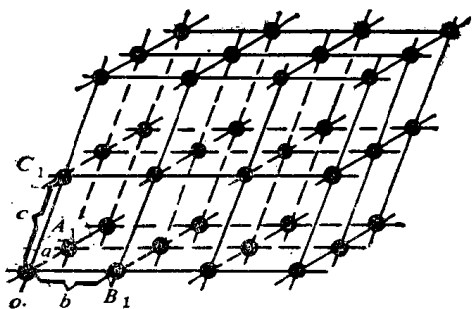


图 1-4 一般形式的空间格子

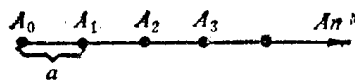


图 1-5 行列

位置的抽象几何点，并无物理意义。但在实际晶体中，结点的位置可为同种质点（离子、原子或分子）所占据。

(二) 行列

空间格子中由结点组成的直线，称为行列（图 1-5）。显然，空间格子中任意两个结点联结起来就是一条行列的方向。行列中相邻结点间的距离称为该行列的结点间距（如图 1-4-a）。在同一行列中结点间距相等，在平行的行列上结点间距也是相等的；而不同方向的行列，其结点间距一般不等。

(三) 面网

在空间格子中连接任意两个相交的行列，就构成一个面网（图 1-6）。面网中单位面积内

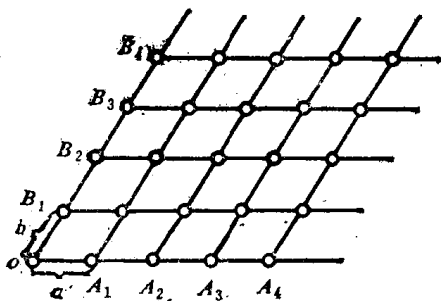


图 1-6 面网

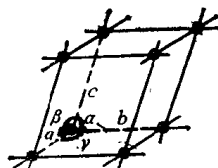


图 1-7 平行六面体

的结点数称为面网密度。相互平行的面网，面网密度相同；互不平行的面网，面网密度一般不同。

(四) 平面六面体

连接空间格子中不在同一平面上的四个紧邻结点，即可构成三条不共面的行列，与这三个行列相应的三组平行行列便将整个空间格子划分成一系列平行迭置的平行六面体（图 1-7）。在具有几何多面体外形的实际晶体中，晶面相当于空间格子最外面的一层面网（如图 1-8），而晶棱相当于空间格子的行列，角顶相当于结点。

第三节 晶体的基本性质

由于晶体结构都具有空间格子规律，因此，所有晶体都具有以下基本性质。

一、自限性

在适宜的条件下，任何晶体都能自发地形成几何多面体的能力，称为自限性。如图 1-1 所

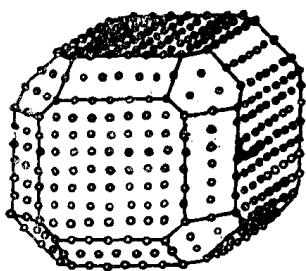


图 1-8 晶面、晶棱、角顶与面网、行列、结点之间的关系

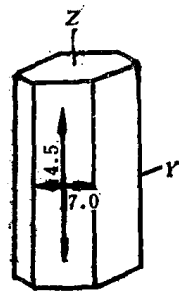


图 1-9 兰晶石晶体硬度的异向性

示,石英、石盐的晶体都有几何多面体外形。这是因为自限性导致的规则形态,是由组成它们的质点按空间格子周期性重复、规律排列而产生的一种必然结果,绝非由人工雕琢而成。

非晶质体的内部不具格子状构造,它在任何条件下都不可能自发地成长为规则的几何多面体。

二、均一性

晶体的各个部位的物理性质与化学性质都是相同的,称为晶体的均一性。均一性也是晶体内部格子状构造的反映,因晶体内部质点成周期性无限重复排列,其任何部位的质点分布都是相同的,所以,在晶体任何部位的各种性质亦必然是相同的。

非晶质体,也具有均一性。如玻璃的不同部分折射率、膨胀系数等都是相同的,但是,由于非晶质体内部质点不具格子状构造,所以它的均一性是统计的、平均近似的均一,称为统计均一性。

三、异向性(各向异性)

晶体不同方向上表现出的不同性质,称为异向性。晶体在力学、光学、热学和电学等方面都具有明显的差异性。其中最明显的例子是兰晶石,随方向的不同而有显著的差别(图 1-9),在平行晶体延长方向上能用小刀刻伤,而在垂直晶体延长方向上则小刀不能刻伤。晶体的异向性与空间格子密切相关。空间格子中不同方向的面网性质(面网间距和面网密度)一般不同,晶体的异向性就是面网性质差异的表现。

非晶质体一般是具等向性的,其性质不因方向不同而有所差异。

四、对称性

晶体具异向性,但不排斥在某些特定的方向上具有相同的性质。在晶体的外形上,常有相同的晶面、晶棱和角顶重复出现;在相同的晶面上时常出现相同的花纹和其它相同的物理性质。这种相同的形状和物理性质作有规律的重复出现,称为晶体的对称性。

晶体的对称性是晶体内部格子状构造的反映。虽然空间格子中不同方向上结点间距一般不等,但在空间上也有结点间距及质点性质均相同的行列。如图 1-3 所示,石盐晶体结构的空間格子,在前后、左右、上下三个相互垂直方向的行列上,结点间距都是相等的,因而晶体外形在这三个相互垂直的方向上就出现相同性质的晶面。

五、稳定性

化学成分相同的性质,当其以不同的物理状态存在时,其中以结晶状态最为稳定,这种性质称为晶体的稳定性。晶体的稳定性是晶体具有格子状构造的结果,这是由于其内部具格子状构造,其质点间的引力和斥力达到平衡,方能保持质点间相对位置的不变和晶体

的格子状构造的不破坏。要破坏这种状态，必须从外部给予能量（吸热反应），以破坏质点间的平衡状态。

非晶质体的内部质点排列是不规则的，质点之间的引力、斥力都不平衡，所以相对不稳定。因此，自然界里一些非晶质矿物能自发地向结晶状态转化，变成晶质矿物。转化时都有能量析出（放热反应）。

六、定熔性

晶体具有一定的熔点，这种性质称为定熔性。例如石英的熔点为 1710°C ，而非晶质体没有一定的熔点，如一般玻璃加热时，它在 700°C 左右首先变软，随着温度升高到 1200°C 左右变为粘稠的熔体，最后到 1420°C 左右变成流动的液体。

晶体的定熔性，可用它的熔融加热曲线来说明（图1-10-a）。晶体加热时，开始温度是随着加热时间的增长而逐渐上升，当达到某一温度时，晶体开始熔解，熔解时虽然继续加热但温度并不升高，即随着时间的延续，温度不上升而保持不变，此时的温度称为熔点，

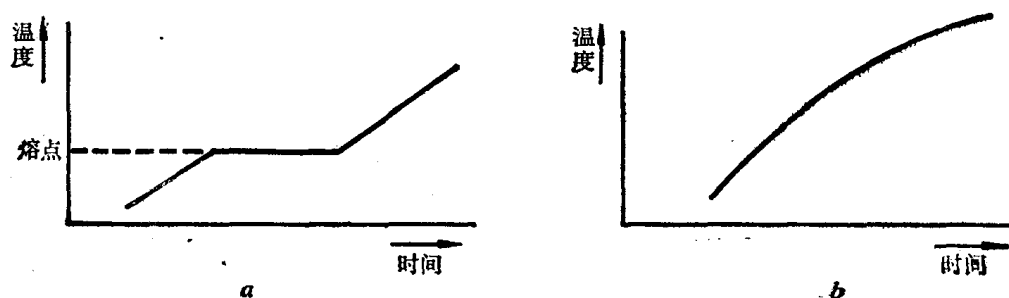


图 1-10 晶体与非晶质体的加热曲线

a—晶体；b—非晶质体

直至晶体全部变为熔体，温度才开始上升。在温度停顿的时间内，晶体所受的热量用于破坏晶体的格子状构造。晶体之所以有一定的熔点是由于每种物体的晶体有各自固定不变的格子状构造，另外晶体各部分的格子状构造都相同，要破坏每种晶体构造或晶体某一部分的构造时，必然需要固定不变的热量，即一定的温度，故其熔点一定。

非晶质体的加热曲线（图1-10-b）与晶体的完全不同，它在全部加热过程中，不需要有破坏格子状构造的热量，所以温度始终随加热时间的延续而逐步上升，没有明显的停顿阶段，其加热曲线为一光滑曲线。这就表明非晶质体在熔融时没有一定的熔点。

以上性质中，异向性和对称性在鉴定矿物时更有实用意义。

复 习 思 考 题

1. 晶体与非晶质体有何区别？
2. 何谓空间格子？由哪些要素组成？晶体内部结构与晶体外形之间有何关系？
3. 什么是晶体结构中的等同点？
4. 论述结点、行列、面网、平行六面体的概念。

第二章 晶体的对称

晶体的对称性是晶体的基本性质之一。晶体的对称性是由晶体的格子状构造所决定

的。晶体结构的对称性必然要反映在晶体的几何多面体形态、晶体的物理性质及化学性质上，因此，研究晶体的对称性对于认识晶体的各种性质有很重要的实际意义。本章的内容，只限于论述晶体外部形态上的对称性。

第一节 对称的概念

一、对称的定义

在自然界和日常生活中，对称现象是经常能见到的，如人的左右手，动物的躯体，植物的花冠、树叶，器皿等，都常呈对称图形。它们能呈对称，是因为这些物体中包含有两个或两个以上的相同部分，而且这些相同部分通过一定的操作彼此可以重合起来，使图形恢复原来的形象。如图2-1-a中蝴蝶的两个相同部分，可以通过一个垂直平分它的镜面 P 的

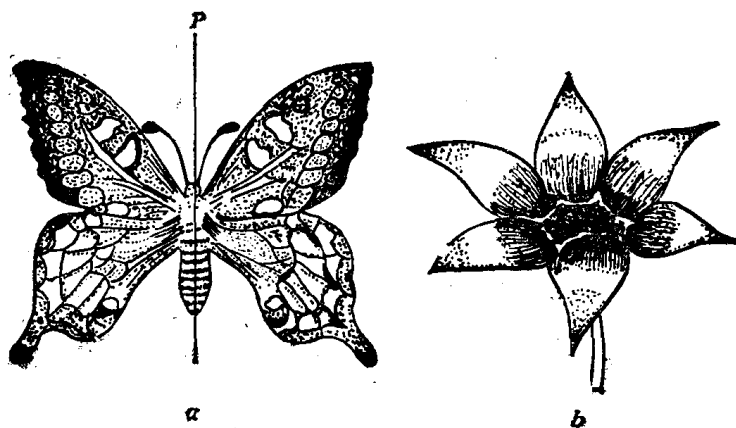


图 2-1 蝴蝶及花朵的对称

反映，使它的左右两个相等部分彼此重合。图2-1-b中花朵的各个花瓣，可以通过花芯的轴线旋转而彼此重合，旋转 360° ，花瓣发生六次重合。

由此可见，所谓对称，就是物体相同部分作有规律的重复。晶体外形的对称是指通过操作其相同的晶面、晶棱和角顶作有规律的重复。

二、晶体对称的特点

晶体的对称与生物和其它物体的对称不同。生物的对称是为了生存的需要；建筑物、用具、器皿、图案等的对称是人为的，是为了美观和适用，它们的对称都只是表现在外部的形态上。而晶体的对称不仅表现在外形上，而更主要的是取决于它内在的格子状构造。因此，晶体的对称具有以下特点：

(1) 由于晶体内部都具有格子状构造，而格子状构造就是质点在三维空间呈周期性重复排列，所以，从这种意义上讲，所有晶体都是对称的。

(2) 晶体的对称严格地受格子状构造规律的控制，只有符合格子状构造规律的对称，才能在晶体上体现出来。因此，晶体的对称是有限的。

(3) 同一晶体中相对称的各个部分，不仅体现在外形上，同时在化学性质（质点的成分等）和物理性质（光学、力学、热学、电学等）方面也呈有规律地重复。因此，晶体的对称不仅具有几何意义，也含有化学意义和物理意义。

晶体的对称是晶体的基本性质，因此，它成为晶体分类的最好依据。同时在矿物学的

矿物形态或矿物物理性质的研究中，晶体的对称性都得到了广泛的应用。

第二节 对称操作与对称要素

一、对称操作与对称要素的概念

能使晶体上相同的部分作有规律重复出现的操作，称为对称操作。如图2-1-a所示，欲使蝴蝶两个相等部分重复，必须藉一个镜面 P 的反映。欲使图2-1-b中的花瓣重复，需通过绕一根直线的旋转等。

在进行对称操作时，所借助的假设几何要素——如点、线、面，称为对称要素。

二、对称要素

晶体外形上可能存在的对称要素和相应的对称操作如下。

(一) 对称轴 (L^n)

对称轴是一根设想的通过晶体几何中心的直线，相应的对称操作是晶体围绕此直线旋转时，其中相同的晶面、晶棱和角顶能重复出现。其符号以 L^n 表示， L 为对称轴， n 代表对称轴的轴次。重复时所旋转的最小角度称为基转角，用 α 表示。轴次与基转角的关系为 $n = 360^\circ / \alpha$ 。

晶体外形上可能出现的对称轴的轴次如表2-1所示。

表 2-1 晶体外形可能有的对称轴

名 称	符 号	基 转 角	图 示 符 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°	●

上述五种对称轴中，一次对称轴 (L^1) 无实际意义，因为任何晶体围绕任意直线旋转 360° 都可恢复原状。轴次高于2的对称轴，即 L^3 、 L^4 、 L^6 称为高次轴 (图2-2)。

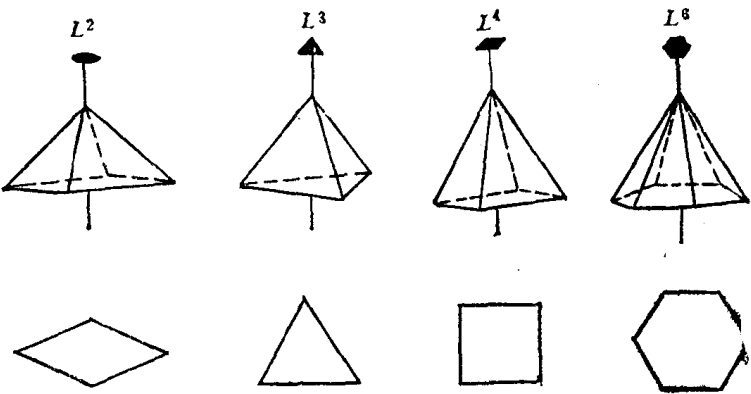


图 2-2 晶体对称轴 (L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6) 示例 (下面的图表示垂直该轴的切面)