

矿石学基础

(第3版)

周乐光 主编



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>



ISBN 978-7-5024-4202-6



9 787502 442026 >

定价 43.00 元

销售分类建议：地质·采选

矿 石 学 基 础

(第 3 版)

东北大学 周乐光 主编

北 京
冶金工业出版社
2007

内 容 提 要

本书共分 18 章,由四部分组成。第一部分矿物通论(1~5 章)是教材的基本理论篇;第二部分矿物各论(6~10 章)和第四部分矿石学基础课堂实习指导(16~18 章),属于教材的基本知识和基本技能篇;第三部分矿石(11~15 章)从矿物共生组合的角度,完成对矿石一系列基本知识的介绍。

本书可作为高等院校相关专业教材,也可作为在职技术人员的培训教材或自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

矿石学基础/周乐光主编. —3 版. —北京:

冶金工业出版社,2007.2

ISBN 978-7-5024-4202-6

I. 矿… II. 周… III. 矿石学 IV. P616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 006992 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 俞跃春 美术编辑 李 心

责任校对 王贺兰 李文彦 责任印制 丁小晶

北京鑫正大印刷有限公司印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1990 年 5 月第 1 版,2002 年 4 月第 2 版,2007 年 2 月第 3 版,2007 年 2 月第 6 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 19.5 印张; 467 千字; 298 页; 12001~15000 册

43.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第3版 前言

“矿石学基础”属于矿物资源工程专业的技术基础课,主要任务是使学生对所学专业的加工生产原料具有系统而深入地认识。它既是学生步入专业学习前的必要知识准备,又是毕业后胜任工作的重要基础。

按照工科类课程“三基”划线的原则要求,2002年出版的《矿石学基础(第2版)》,除了由“矿物通论”体现的基本理论篇,以及由“矿物各论”与“矿石”所代表的基本知识篇外,理应还要有“课堂实习指导”的内容,以便于实施对学生基本技能的训练。然而在1998年武汉教材编审会时,由于与会院校老师对指导书内容的取舍和安排,认识尚不尽一致,还需要在教材的使用过程加以完善,故而商定暂时搁置一段时间,待时机成熟后再行补入。

近10年来,各院校在原有教学实践的基础上,对课程实习的项目、内容、要求、操作步骤与作法,以及每项实习所应达到的目的等,又进行了深入、细致的探索与实践,积累了比较丰富的资料,认识日趋成熟与统一。因此,在集思广益的基础上,将课堂实习指导的内容增补进《矿石学基础》(第3版)教材中,既是教材建设的需要,也是对相关院校师生多年教学实践的总结。

依据“矿石学基础”课程的内容构成,结合学生学习时的重点和难点,课堂实习指导内容共安排了14项实习科目。其中第16、第17两章的6个科目,主要针对的是课程的基础理论部分,因而它们应该在课时安排时,需要重点保证的项目。相对而言,第18章的8项实习,虽然具有巩固加深前面6项实习的作用,但更多的是培养学生识别各种矿物的能力,授课时,可根据学生的专业性质和日后工作特点,予以适当取舍。

实习既是对相关教学内容的强化,同时又是完成教学任务的必要环节和补充。就矿石学基础而言,学生在基本技能训练上的成功与否,必将影响到他今后工作成败的方方面面。

这次增补的“课堂实习指导”，是矿石学基础课堂实习内容的第一次集录出版，不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者
2006 年 12 月

第 2 版 前 言

1990 年版的《矿石学基础》一书,由于是供金属选矿专业选用的教材,因而在“矿物各论”和“矿石”篇中,主要介绍的都是金属矿物和成矿作用中形成的金属矿石。非金属矿物和非金属矿石涉及较少。近年来,基于扩大专业面,减少专业门类的社会要求,1998 年教育部公布的专业目录中,已将金属选矿专业和非金属选矿专业合并为“矿物资源工程”专业。为适应专业设置的新形势,这次修订时在基本保留原成书格局的基础上,相应增补了对非金属矿物和非金属矿石的叙述。以满足培养目标扩大了的专业需求。

矿物通论,属于教材的基础知识篇。它分列 5 章,相应介绍了:晶体、晶体外形、矿物晶体化学、矿物的化学成分和矿物的物理性质等。晶体对称和晶体化学性质是所有这些知识的源头和出发点,故而在本书第 2 版中,重点加强了对“晶体”的阐述,特别是对其中的“晶体的点阵”和“晶体结构基本特征”方面做了更为突出的补充。

此外,为了更好地落实“少而精”的编写原则,这次修订时对原书中理性含量不高的图片、表格和资料性文字,做了比较大幅度的删减,如对“矿物标型”、“47 种单型”等内容的处理,即属于这方面的体现。

东北大学周乐光担任本书主编并撰写绪论,北京科技大学李建平编写第 1、2 章,东北大学杨洪英编写第 3、4 章和矿物各论中 1~48 号矿物(6、7、8 章),武汉工业大学毕晓平编写第 5 章和矿物各论中 49~109 号矿物(9、10 章),昆明理工大学宋焕斌编写第 11、12、13 章,南方冶金学院钟盛文编写第 14、15 章。

编者水平所限,书中不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 1 月

第 1 版 前 言

在分析总结国内外教学实践和相邻技术科学近数十年成就的基础上,选矿专业原开设的四门地质类课程,经归并、拓宽、深化后改设为“矿石学基础”和“工艺矿物学”。本书即是根据“矿石学基础”课程要求编写的教学用书。总课时 70~80 学时。

教材由“矿物总论”、“矿物各论”和“矿石”三部分组成。就矿石中矿物的元素组成、晶体结构、几何对称、物理性质、组合方式、产出环境、金属分布和综合利用等进行了系统、全面阐述。

教材针对选矿专业教学和工业生产的实际需要,加强了对矿物和矿物共生组合规律的论述,舍弃了与选矿无关或关系不大的一般性地质知识和内容,突出了识别矿物基本技能的训练,加强了矿物各种宏观表象的理论机理分析。

本书由东北工学院周乐光任主编,编写分工如下:

第 1、2、3 章由南方冶金学院张苏云编写;第 4、6、7、8 章及第 10 章中硅酸盐部分由唐山工程技术学院陈兰英编写;第 5 章由西安冶金建筑学院周国华编写;第 9、11 章及第 10 章的硼酸盐、磷酸盐、钨酸盐、硫酸盐、碳酸盐和第 17 章由鞍山钢铁学院欧阳莉编写;第 12、13、14、15、16 章由昆明工学院胡泽宁编写。

初稿完成后,由东北工学院组织召开了审稿会。修改后的文稿经周乐光统一编纂后定稿。

由于“矿石学基础”内容涉及的面较宽,在材料取舍,课时分量安排,以及与其他教材的衔接上定有处置不当的地方,衷心希望使用本教材的同志提出宝贵意见,以便日后改正。

编 者

1988 年 9 月

目 录

绪论	(1)
----	-----

I 矿物通论

1 晶体	
1.1 晶体及其基本性质	(3)
1.2 晶体内部构造	(6)
1.3 晶体对称	(14)
小结	(28)
思考题	(28)
2 晶体外形	(30)
2.1 晶体形态	(30)
2.2 晶体生长	(41)
2.3 晶体定向和晶面符号	(44)
小结	(49)
思考题	(50)
3 矿物的晶体化学	(51)
3.1 元素的离子类型	(51)
3.2 原子和离子半径	(52)
3.3 球体的最紧密堆积	(56)
3.4 配位数和配位多面体	(59)
3.5 矿物中的键型与晶体类型	(61)
3.6 晶体场理论	(65)
3.7 类质同象	(70)
3.8 有序-无序结构,同质多象与多型	(73)
小结	(78)
思考题	(79)
4 矿物的化学成分	(80)
4.1 矿物的化学成分类型	(80)
4.2 胶体矿物	(80)
4.3 矿物中的水	(82)
4.4 矿物的化学式	(84)
4.5 地壳的化学成分及元素的地球化学特征	(86)
小结	(89)
思考题	(90)
5 矿物的物理性质	(91)
5.1 矿物的光学性质	(91)

5.2 矿物的力学性质	(96)
5.3 矿物的其他物理性质	(104)
小结	(107)
思考题	(108)

II 矿物各论

矿物的分类	(109)
矿物的命名	(111)
6 自然元素矿物大类	(112)
6.1 概述	(112)
6.2 分述(自然铜、自然金、自然铂、自然铋、自然硫、金刚石、石墨)	(113)
7 硫化物及其类似化合物矿物大类	(119)
7.1 概述	(119)
7.2 分述(辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、辰砂、黄铜矿、斑铜矿、黝锡矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、 辉铋矿、辉铊矿、铜蓝、雌黄、雄黄、辉钼矿)	(120)
7.3 复硫化物与硫盐(黄铁矿、白铁矿、毒砂、黝铜矿)	(130)
8 氧化物和氢氧化物矿物大类	(134)
8.1 概述	(134)
8.2 分述(刚玉、赤铁矿、钛铁矿、尖晶石、磁铁矿、铬铁矿、金红石、锐钛矿、板钛矿、锡石、 软锰矿、晶质铀矿、石英族(α 石英、 β 石英、鳞石英、方石英)、蛋白石、褐钨钼矿、 铌铁矿-钽铁矿、黑稀金矿、烧绿石、铝土矿、褐铁矿、水锰矿、硬锰矿)	(135)
9 含氧盐矿物大类	(156)
9.1 硅酸盐矿物(锆石、橄榄石、石榴石、红柱石、蓝晶石、矽线石、黄玉、绿帘石、绿柱石、 堇青石、电气石、透辉石、普通辉石、硬玉、锂辉石、硅灰石、透闪石、阳起石、普通角闪石、 软玉、滑石、叶蜡石、白云母、黑云母、伊利石、蛭石、绿泥石族、高岭石、多水高岭石、 蛇纹石、蒙脱石、坡缕石、海泡石、累托石、斜长石、正长石、霞石、沸石族)	(156)
9.2 硼酸盐、磷酸盐、钨酸盐、硫酸盐矿物(硼镁铁矿、独居石、磷灰石、绿松石、白钨矿、黑钨 矿、硬石膏、石膏、重晶石、明矾石、芒硝)	(185)
9.3 碳酸盐矿物(方解石、菱铁矿、菱锌矿、白铅矿、白云石、孔雀石、蓝铜矿)	(191)
10 卤化物矿物大类	(199)
10.1 概述	(199)
10.2 分述(萤石、石盐、钾盐、光卤石)	(199)

III 矿 石

11 总论	(203)
11.1 地球概述	(203)
11.2 成岩、成矿作用概论	(206)
11.3 岩石的类型	(207)
11.4 矿石及其相关概念	(210)

11.5 矿体和矿床	(214)
小结	(217)
思考题	(217)
12 岩浆成矿作用、伟晶岩成矿作用及其矿石	(218)
12.1 岩浆成矿作用及其矿石	(218)
12.2 伟晶岩成矿作用及其矿石	(222)
小结	(228)
思考题	(228)
13 气化-热液成矿作用及其矿石	(229)
13.1 概述	(229)
13.2 接触交代成矿作用及其矿石	(237)
13.3 热液成矿作用及其矿石	(241)
小结	(247)
思考题	(247)
14 外生成矿作用及其矿石	(249)
14.1 概述	(249)
14.2 风化成矿作用及其矿石	(250)
14.3 沉积成矿作用及其矿石	(255)
小结	(260)
思考题	(261)
15 变质成矿作用及其矿石	(262)
15.1 概述	(262)
15.2 接触变质成矿作用及其矿石	(264)
15.3 区域变质成矿作用及其矿石	(266)
15.4 混合岩化成矿作用及其矿石	(268)
小结	(270)
思考题	(270)

IV 矿石学基础课堂实习指导

16 晶体对称与晶面符号	(271)
16.1 晶体外形对称要素的系统寻找和对称型的确定	(271)
16.2 晶体内部结构的对称要素	(272)
16.3 晶体模型上的晶面符号	(274)
小结	(276)
思考题	(277)
17 矿物形态和主要外观物理性质	(278)
17.1 矿物的形态	(278)
17.2 矿物颜色、条痕、光泽与透明度的识别	(280)
17.3 矿物解理(断口)、硬度、弹性(挠性)与磁性的识别	(282)

小结	(284)
思考题	(285)
18 矿物肉眼鉴定	(286)
18.1 总则	(286)
18.2 自然元素矿物和硫化物矿物的认识	(290)
18.3 卤化物矿物和氧化物(氢氧化物)矿物的认识	(291)
18.4 碳酸盐和硼酸盐矿物的认识	(292)
18.5 硫酸盐、钨酸盐和磷酸盐矿物的认识	(292)
18.6 岛状和环状结构硅酸盐矿物的认识	(293)
18.7 链状结构硅酸盐矿物的认识	(293)
18.8 层状结构硅酸盐矿物的认识	(294)
18.9 架状结构硅酸盐矿物的认识	(294)
小结	(295)
思考题	(296)
参考文献	(298)

绪 论

矿石是选矿加工的惟一对象。选矿的中心任务,是根据矿石中各矿物间的物理和物理化学性质上的差异,采用不同方法使有用矿物和脉石分离,除掉有害杂质,并把共生的有用矿物相互分离成单独的精矿。因此对矿石的正确认识和理解,就成为从事选矿研究首先必须解决的最重要问题之一。

众所周知,矿石是由矿物组成的天然集合体,呈现出的所有特征,尤其是它的分选性质,取决于其矿物组成状况。因此,对矿石的正确认识与理解,集中一点就在于对矿物有关方面的全面掌握和深刻分析。

矿物是自然界分布最为广泛的物质之一。由它组成了地球的最外部圈层。在种类、成因、结构、成分、鉴定或其他任何一方面,都是非常复杂的。围绕着矿物自身特征的多样性,近百年来建立了一系列的独立分支学科。在短时间内要想穷尽所有这一切,显然是做不到的。

“矿石学基础”是选矿本科教学的一门专业技术基础课。它为后续的专业教学及学生毕业后的工作,提供加工原料方面的总体说明和知识准备。因此,在教材内容编排上,主要是针对影响矿石分选性质的那部分矿物特征展开。通过对本门课程的学习,培养学生下面三个方面的能力。一是能正确地判读和运用地质文献中与矿石有关的文字说明与论述;其二是要对矿石组成的基本单元——矿物,从几何对称规律、晶体化学特征、结晶习性到各项物理性质,具有理性和感性两方面的坚实基础;再一点,就是对地壳中各种矿物的共生组合、结构构造及金属分布等规律有比较全面的认识。在基本技能方面,则要培养学生掌握矿物肉眼鉴定方法,使他们对工业生产中经济价值较高的常见矿物,具有较强的识别能力。

上述各点归纳起来,问题的核心和实质在于矿物。因此对矿物从晶体结构,到宏观性质及其成因的研究和分析,就成为本门课程的中心任务。

矿物是地壳中各种地质作用的产物。是地壳中自然元素所形成的自然单质和化合物。在地壳中矿物的分布是很广泛的。如海水中的盐,砂中的金,湖中水和冰,花岗岩中的石英、长石和云母以及通过冶炼提取 Fe、Cu、Pb、Zn 的磁铁矿、黄铜矿、方铅矿和闪锌矿等都是矿物。

在实验室条件下,人工合成的与自然矿物性质相同或相似的化合物,则称为“人造矿物”或“合成矿物”。如人造金刚石、人造水晶等。陨石、月岩来自其他天体,其中的有关物质称为“陨石矿物”、“月岩矿物”或统称为“宇宙矿物”。以此与地壳中的矿物相区别。地壳中的矿物是我们研究的主要对象。至于“人造矿物”和“宇宙矿物”等则是矿物学研究的新领域。

在地壳演化过程中,由各种地质作用形成的矿物是多种多样的。目前已发现的矿物总数约 3000 余种。其中绝大多数呈固态(如磁铁矿、黄铜矿、石英、食盐等),少数呈液态(如自然汞、石油等)和气态(如火山喷发中的二氧化碳和水蒸气等),也有呈胶态的(如蛋白石等)。

一般说来,矿物都具有一定的化学成分和内部构造(特别是结晶物质),从而具有一定的形态、物理和化学性质。但是任何一种矿物都只在一定的地质条件下才是相对稳定的,当外

界条件改变至一定程度时,原有的矿物就要发生变化,同时生成新矿物。例如黄铁矿 FeS_2 , 在缺氧的还原条件下,可以保持稳定;如果暴露在地表,受到氧化作用,也就是说,与空气和水接触,就要发生变化,被分解形成与氧化环境相适应的另一种矿物——褐铁矿 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

矿物是地壳中岩石和矿石的组成单位,是可以独立区分出来加以研究的自然物体。岩石和矿石都是由矿物所组成。例如花岗岩是由长石、石英和云母组成;铅锌矿石是由方铅矿和闪锌矿组成。同时组成岩石或矿石的矿物,它们在空间上、时间上的集合是有一定规律的。这决定于矿物的成分与结构,同时与形成时的地质条件密切相关。

综上所述,可见地壳中的矿物是在各种地质作用中发生和发展着的,在一定的地质和物理化学条件下处于相对稳定的自然元素的单质和它们的化合物。它们是岩石和矿石的基本组成单元,是成分、结构比较均一,从而具有一定的形态、物理性质和化学性质,并呈各种物态出现的自然物体。

基于对矿石、矿物及本门课程地位与作用的认识,在内容上,矿石学基础主要由以下三部分组成。

第一部分矿物通论,这是教材的基本理论篇。全书所用基本理论的主要方面都由它作出说明。它基于物质质点组成的“格子”、“有序”,对矿物的晶体对称形态,受场力作用时的物理表象以及化学性质等方面,进行系统、全面的理论阐述。

第二部分矿物各论和第四部分矿石学基础课堂实习指导,属于教材的基本知识和基本技能篇。它按照晶体化学分类原则,逐个介绍了自然界 109 种主要有用和脉石矿物。通过对其中 50~60 种矿物的实际观察,使学生掌握在手标本上识别矿物的基本技能。同时学生利用积累的基本经验,能比较顺利地正确识别下列矿物:磁铁矿、赤铁矿、辉钼矿、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、斑铜矿、石英、斜长石、正长石、方解石、石榴石、角闪石、辉石、绿泥石、云母、萤石、绿帘石、石棉、蛇纹石等。

第三部分矿石,从“矿物共生组合”的角度,完成对“矿石”一系列基本知识的介绍。它按地质作用的纵向关系,阐述不同地质作用过程可能形成的矿石类型(主要以矿石中的矿物类别和矿物间的空间结合关系为标志)。

“矿石学基础”一方面是为专业教学服务,另一方面广博的理、化基础又是学好这门课的必要条件。此外它还是门实践性很强的学科。在学习中必须坚持理论和实践的统一。要善于在自己的实践中检验书本上的理论,不断总结经验,争取有所发现,有所前进。

I 矿物通论

1 晶体

1.1 晶体及其基本性质

1.1.1 晶体概念

自然界的矿物基本都是天然产出的晶体。而人类对晶体的认识,也正是从对矿物晶体的认识开始的。远古时期人类在采矿活动中,看到了许多无色透明石英的天然规则几何多面体(图 1-1),认为它们是冻结时间极长而变为石头的冰块,故称之为“水晶”。后来人们又陆续发现了其他一些天然长成的规则几何多面体,如立方体的方铅矿、黄铁矿、八面体的磁铁矿、菱形十二面体的石榴石等。于是由“水晶”转化而来的“晶体”一词便被用来泛指一切具有规则几何多面体外形的天然固体。

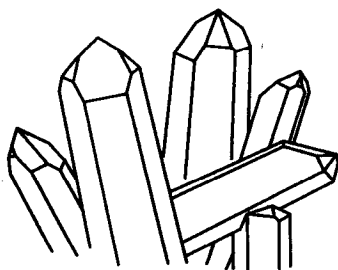


图 1-1 呈几何多面体外形的 α -石英

但许多事实表明,仅从有无规则的几何外形来区分是否是晶体是不恰当的。例如,具有立方体外形的石盐(NaCl)颗粒和不具有规则外形的石盐颗粒,除外形外,两者所有的性质都相同。如果把一个不具规则外形的石盐颗粒放在 NaCl 的过饱和溶液中,让它自由生长时,结果它也能长成立方体的规则外形。这说明矿物晶体本身就具有自发形成规则几何多面体外形的能力。所以规则的几何多面体形态并不是晶体的本质,而只是晶体在一定条件下的一种外在表现。晶体的本质必须从它的内部去寻找。

近代用 X 射线分析的方法,揭示出了大量晶体的内部结构。现已证明:一切晶体不论其外形如何,它们的内部质点(原子、离子或分子)总是作完全有规律的排列,这种规律主要表现为质点的周期重复。例如在石盐晶体中,就可以明显地看出这种规律性。图 1-2 是石盐的晶体结构图。图 1-2(b)是在其中割取的一个能代表整个晶体构造规律的最小单位(晶胞),并放大了约 3×10^7 倍(实际上在 1mm^3 的石盐晶体内就包含了大约 7×10^{17} 个这样的小单位)。其中大球代表氯离子,小球代表钠离子。由图可以看出,这些离子在空间的不同方向上各自都是按着一定的间隔重复出现。例如,沿立方体 3 个棱方向, Na^+ 和 Cl^- 都是每隔 0.5628nm 重复一次;沿面对角线方向,则又都是每隔 0.3978nm 重复出现一次。其他方向,情况也都类似,只是各自重复排列的间隔不同而已。实践证明,不论外部形态是否规则,所有石盐的质点都是按这种立方格子状排列的。石盐所以成为立方体的规则外形,正是这

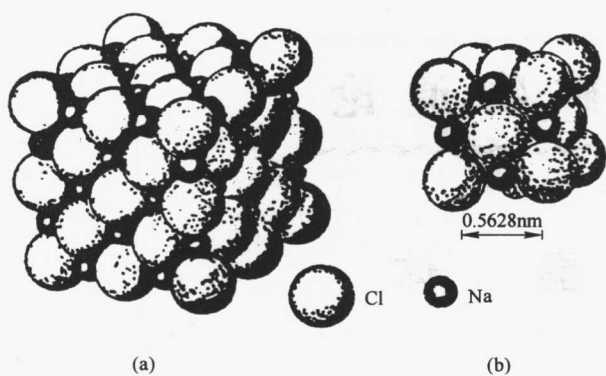


图 1-2 食盐的晶体结构
(a)晶体结构;(b)晶胞

种质点规则排列制约的结果。

因此,晶体的定义应该是:晶体是内部质点在三维空间呈周期性重复排列的固体。

有了对晶体的这种认识,可以毫不夸张地说,人类即是生活在“晶体的世界”之中,自然界的绝大多数矿物都是晶体。人们日常生活中所用的金属制品、陶瓷制品以及人们吃的糖、盐、部分化学药品等,也都是由晶体所组成。晶体可以很大,世界上最大的云母晶体可达 7m^2 ,晶体也可以很小,小到只有用显微镜,甚至用 X

射线才能辨别出它的存在。前者称为显晶质,后者称为隐晶质。

与晶体相反,非晶体是一种内部质点在三维空间不呈周期性重复排列的固态物质,这是它与晶体的本质区别。从内部构造来看,非晶体中质点的分布颇类似于液体。所以严格地讲,非晶体只能称之为呈凝固态的过冷却液体,而不能称为固体,只有晶体才是真正的固体。

非晶体的分布远不如晶体那么广泛。在矿物中只有琥珀、火山玻璃和一些玻璃化的放射性矿物(如褐钨铀矿、褐帘石等)属于非晶体;其他领域也只有玻璃、塑料、树脂、沥青等少数种类的物质属于非晶体。

晶体与非晶体在一定的条件下可以相互转化。晶体具有一定的稳定性,但由于温度、压力及其他因素的变化,可使内部质点的规则排列遭到破坏而向非晶体转化,这种现象称为非晶化或玻璃化。例如,一些含放射性元素的矿物,由于放射性元素在蜕变过程中所放出的核能破坏了晶体的内部构造,从而转变为非晶质矿物。

反之,非晶质在一定的温度、压力作用下,其内部质点经过缓慢的扩散、调整,也可逐渐趋向于呈规则排列,即由非晶体转变成晶体,这种现象称为晶化或脱玻化。例如,由岩浆迅速冷凝而成的火山玻璃,先是变成一些细小的珠球,毛发或羽毛状的雏晶,最后演变为真正的晶体;再如蛋白石转化为石英,褐铁矿转化为针铁矿等,都是晶化的结果。

还应指出的是,自然界还存在一种介于晶体与非晶体之间的物质——准晶体,它是 20 世纪后半叶才发现的一种固体结构形态。准晶体是物质的一种介稳态。当物质生成时的自然界或人工合成环境快速冷凝时,则有可能产生一种固体结构形态。它是一种内部结构由多级呈自相似的配位多面体在三维空间作长程定向有序分布的固体。它可以具有晶体不可能有的五次或高于六次的对称轴。图 1-3 是二维平面内由三级自相似的五角星构成的定向有序分布。它可以无限地重复扩展。每一级大五角星均具有与小一级五角星同样的性

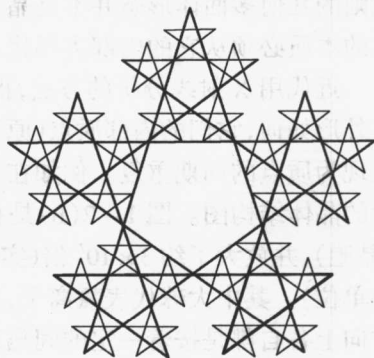


图 1-3 二维平面内由三级自相似五角星构成的定向有序分布

质和空间取向。准晶体具有与此极为类似的结构特征。不同之处,只是其组成单元不是二维性质的五角星,而是三维立体的配位多面体。准晶体与非晶体的差别在于,它的组成质点在三维空间呈周期性重复排列;而它与晶体之间差别则是,组成质点的结构单元不能平移重复。准晶体中不存在晶胞,结构中的原子排列遵循二十面体原理和黄金中值原理。它能对X射线产生分立的衍射点和衍射图像。目前已知的准晶体都是微米级大小的人工合成物质,自然界中尚未发现有它的存在。

1.1.2 晶体的基本性质

晶体的基本性质,是指一切晶体所共有并能以此为据和其他状态的物体相区别的性质。晶体的各项基本性质,都是由其内部构造所决定的,它主要有以下几个方面:自限性、均一性、异向性、对称性、最小内能与稳定性、定熔性等。

1.1.2.1 自限性

晶体在适当的条件下,可以自发地形成封闭的几何多面体的性质,称为自限性。例如食盐晶体,在理想的条件下,总是生长成规则的立方体形状。晶体外部形态的这一特征,是内部质点规则排列在外形上的直接反映。

应当指出的是,实际晶体并不总都是表现为规则的几何多面体外形。这是由于生长时受到外界条件限制的结果。但只要条件允许,晶体最终总会长成规则的几何多面体。

1.1.2.2 均一性

在通常的物理光学观测条件下,晶体上的任一部位具有和整个晶体完全相同的性质。晶体呈现出的这种均一性,来源于其组成质点的周期性排列,即晶体的每一个别部位,保有和整个晶体完全相同的质点组成与排列方式。故由此所决定的相对密度、密度、光性、介电系数、导热等物理性质,均都各自呈现出相同的一致性。正因为如此,所以只有当观测部位超出某一尺度(晶胞)范围时,晶体才会表现出物理性质上的均一性。而非晶体则与它不同,玻璃等具有的均一性,是其组成质点空间无序分布的结果,故其均一性的存在和观测范围的大小无关。

1.1.2.3 异向性

晶体结构中不同方向上的质点种类和排列方式不同,从而导致晶体的各种物理与化学性质随方向不同而异,此即为晶体的异向性。如矿物蓝晶石(二硬石)的硬度,在不同方向上的差异就甚为明显(图1-4)。平行于晶体延长方向可用小刀刻动($H = 4.0 \sim 4.5$);而垂直于晶体延长方向则不能为小刀刻动($H = 6 \sim 7$)。又如云母、方解石等矿物晶体,受外力作用后,就极易在某些方向上裂开成光滑的平面。此外,在矿物晶体的力学、光学、热学、电学等性质中,也都呈现出程度不同的异向性。

1.1.2.4 对称性

具有规则几何多面体外形的晶体,其上常能见到许多相同的晶面、晶棱和角顶;而相同晶面上还常有方向、形状一样的花纹。此外,在晶体的某些不同方向上,还能观测到一模一样的物理性质。晶体上这些等部分的存在及它们间的规律重复,即称之为晶体的对称性。

对称性是晶体最重要的基本性质,是其内部质点周期性重复排列的

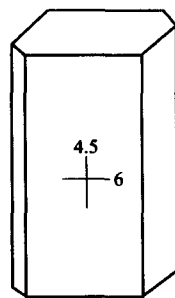


图1-4 蓝晶石晶体硬度的异向性