

WUTP

现代陶瓷教科丛书

陶瓷矿物原料与岩相分析

刘属兴 主 编

武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

现代陶瓷教科丛书

陶瓷矿物原料与岩相分析

主 编 刘 属 兴
副主编 顾 幸 勇
曹 春 娥
王 艳 香

武汉理工大学出版社

内 容 提 要

本书包括结晶学、矿物学、岩石学基础、岩相学四大部分内容。结晶学着重介绍晶体及基本性质、晶体的形成、晶体的对称、晶体定向、单形和聚形及晶体内容构造的规律性;矿物学重点介绍矿物的概念、矿物的化学成分、矿物的物理性质、矿物的形态、矿物的分类,矿物各论中重点介绍与陶瓷工业有关的硅酸盐矿物、碳酸盐矿物、氧化物和氢氧化物矿物及其他有关矿物,着重论述了它们在陶瓷工业中的应用,并列举了部分坯釉配方实例。岩石学基础介绍了岩浆岩、沉积岩、变质岩的基本理论及它们与陶瓷工业的关系。岩相学重点介绍了晶体光学基础、单偏光镜、正交偏光镜、锥光镜下晶体光学性质的测定。

图书在版编目(CIP)数据

陶瓷矿物原料与岩相分析/刘属兴主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2007.2

ISBN 978-7-5629-2513-2

I. 陶…

II. 刘…

III. ①陶瓷-矿物-原料 ②陶瓷-矿物-岩相分析

IV. TQ174.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 017189 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

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

E-mail: wutpyyk@163.com

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

经 销 者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:26.25

字 数:643 千字

版 次:2007 年 2 月第 1 版

印 次:2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:40.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87384503 87384729

前 言

本书是“现代陶瓷教科丛书”之一,是根据高等院校无机非金属材料专业基础课程“硅酸盐岩相学”教学大纲编写的教材。

本书根据当前国内外陶瓷工业发展的趋势,结合无机非金属材料专业的教学要求,按照科学性、系统性和先进性的原则,吸收国内现有教材和有关书籍的有益内容,力求在先进性、科学性和实用性等方面有所体现。特别是根据高校教材应有利于自学的特点,在内容的安排和取舍上作了相应的变化,在取材上充分注意吸收当前的最新研究成果和生产实践经验,在理论和实践相结合方面有所突破。本书不仅可作为高校教材,也是一本能适应陶瓷工作者所需的极具参考价值的参考资料。

本书主要介绍了结晶学、矿物学、岩石学、岩相学的内容,并力求与陶瓷工业紧密结合。全书由景德镇陶瓷学院刘属兴担任主编,并编写了结晶学部分、矿物学部分、岩石学部分的内容,景德镇陶瓷学院顾幸勇教授、曹春娥教授编写了岩相学部分的内容,景德镇陶瓷学院王艳香博士参加编写了结晶学部分的内容。全书由刘属兴统稿,在统稿过程中,景德镇陶瓷学院周生娣、黄耀元老师参与了大量的资料收集和整理工作,编写过程中得到了景德镇陶瓷学院陈运华教授的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

由于资料收集尚欠详尽,加之编者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,敬请专家和读者批评指正!

编 者
2006 年 4 月

目 录

第一篇 结晶学基础

1 晶体与非晶质体	(3)
1.1 晶体的概念	(3)
1.2 空间格子	(5)
1.3 晶体的基本性质	(6)
1.4 非晶质体	(8)
2 晶体的形成	(10)
2.1 晶体的形成方式	(10)
2.2 晶体的形成过程	(11)
2.3 晶面的生长速度和布拉维法则	(15)
2.4 影响晶体生长的外部因素	(16)
2.5 晶体的溶解与再生	(17)
2.6 人工合成晶体	(18)
3 晶体的对称	(20)
3.1 对称的概念	(20)
3.2 晶体对称的特点	(20)
3.3 对称操作和对称要素	(21)
3.4 对称要素的组合	(25)
3.5 对称型及其推导	(26)
3.6 晶体的分类	(29)
4 晶体的理想形状——单形和聚形	(31)
4.1 单形	(31)
4.2 聚形	(43)
5 晶体定向和晶体符号	(46)
5.1 晶体定向与晶体常数	(46)
5.2 晶面符号	(49)
5.3 单形符号	(54)
5.4 晶棱符号	(56)
5.5 晶带与晶带定律	(57)
5.6 各晶系晶体定向及单形符号	(57)
6 晶体的连生	(67)
6.1 平行连生	(67)
6.2 双晶	(68)

7 晶体结构的几何理论	(71)
7.1 十四种空间格子.....	(71)
7.2 晶体内部构造的对称要素——微观对称要素.....	(74)
7.3 空间群的概念及其与对称型的关系.....	(78)
7.4 对称型及空间群国际符号的构成.....	(79)
7.5 对称型及空间群熊夫利斯符号的构成.....	(82)

第二篇 矿物学

1 矿物概论	(87)
1.1 矿物和矿物学的概念.....	(87)
1.2 矿物学的内容及其与其他科学的关系.....	(88)
1.3 矿物学的实际意义.....	(89)
1.4 矿物学与陶瓷业的关系.....	(89)
2 矿物的化学成分	(91)
2.1 地壳的化学成分.....	(91)
2.2 元素的离子类型.....	(94)
2.3 矿物的化学组成类型.....	(95)
2.4 胶体矿物的成分.....	(95)
2.5 矿物中的水	(100)
2.6 矿物的化学式及其计算	(102)
2.7 类质同象	(104)
2.8 同质多象	(108)
3 矿物的形态	(111)
3.1 矿物的单体形态	(111)
3.2 矿物的集合体形态	(112)
4 矿物的物理性质	(117)
4.1 矿物的光学性质	(117)
4.2 矿物的力学性质	(125)
4.3 矿物的电学性质	(131)
4.4 矿物的磁学性质	(133)
4.5 矿物的放射性	(135)
4.6 矿物的其他物理性质	(135)
5 矿物的分类及命名	(136)
5.1 矿物的分类	(136)
5.2 矿物的命名	(137)
6 硅酸盐矿物	(139)
6.1 晶体化学特点	(139)
6.2 形态与物理性质	(147)
6.3 成因	(148)

6.4	分类	(148)
6.5	岛状结构硅酸盐亚类	(149)
6.6	环状结构硅酸盐亚类	(154)
6.7	链状结构硅酸盐亚类	(156)
6.8	层状结构硅酸盐亚类	(164)
6.9	架状结构硅酸盐亚类	(175)
7	碳酸盐矿物	(180)
8	氧化物和氢氧化物矿物	(184)
8.1	氧化物矿物	(184)
8.2	氢氧化物矿物	(190)
9	其他各类有关矿物	(194)
9.1	硫化物及其类似化合物矿物	(194)
9.2	硫酸盐矿物	(197)
9.3	卤化物矿物	(199)
9.4	磷酸盐矿物	(201)
9.5	自然元素矿物	(201)

第三篇 岩石学基础

1	岩石学概论	(207)
1.1	岩石的概念	(207)
1.2	岩石的分类	(207)
1.3	岩石的分布	(208)
2	火成岩(岩浆岩)通论	(209)
2.1	岩浆及火成岩的概念	(209)
2.2	火成岩的成分	(210)
2.3	火成岩的结构与构造	(214)
2.4	火成岩的分类	(219)
3	火成岩各论	(223)
3.1	橄榄岩—苦橄岩类(超基性岩类)	(223)
3.2	辉长岩—玄武岩类(基性岩类)	(224)
3.3	闪长岩—安山岩类(中性岩类)	(226)
3.4	花岗岩—流纹岩类和花岗闪长岩—英安岩类(酸性和中酸性岩类)	(227)
3.5	正长岩—粗面岩类(中性岩类)	(229)
3.6	霞石正长岩—响岩类(碱性中性岩类)	(231)
3.7	脉岩类	(232)
4	沉积岩通论	(234)
4.1	沉积岩的概念	(234)
4.2	沉积岩的化学成分	(234)
4.3	沉积岩的矿物成分	(235)

4.4	沉积岩的结构、构造和颜色	(237)
4.5	沉积岩的形成过程	(239)
4.6	沉积岩的分类	(242)
5	沉积岩各论	(243)
5.1	碎屑岩	(243)
5.2	粘土岩	(247)
5.3	化学岩及生物化学岩	(251)
6	变质岩	(257)
6.1	变质作用与变质岩的基本概念	(257)
6.2	研究变质岩的意义	(257)
6.3	变质作用的因素	(258)
6.4	变质岩的物质成分	(260)
6.5	变质岩的结构和构造	(262)
6.6	变质岩的分类	(265)
6.7	主要变质岩描述	(265)

第四篇 岩相分析

1	晶体光学基础	(273)
1.1	光的波动性	(273)
1.2	光的折射及全反射	(274)
1.3	自然光和偏振光	(276)
1.4	光波在均质体和非均质体中的传播特点	(276)
1.5	光率体	(278)
1.6	光性方位	(285)
1.7	色散	(287)
2	偏光显微镜	(290)
2.1	偏光显微镜的构造	(290)
2.2	偏光显微镜的调节与校正	(293)
2.3	岩石薄片磨制法简介	(297)
3	单偏光镜下的晶体光学性质	(298)
3.1	单偏光镜的装置及特点	(298)
3.2	矿物的形态及解理	(299)
3.3	薄片中药物的颜色与多色性、吸收性	(302)
3.4	薄片中药物的边缘、贝克线、糙面及突起	(304)
4	正交偏光镜间的晶体光学性质	(309)
4.1	正交偏光镜的装置及光学特点	(309)
4.2	正交偏光镜间矿片的消光现象及消光位	(309)
4.3	正交偏光镜间矿片的干涉现象	(310)
4.4	干涉色及干涉色色谱表	(314)

4.5	补色法则及补色器	(318)
4.6	正交偏光镜间主要光学性质的观察与测定	(320)
5	锥光镜下的晶体光学性质	(329)
5.1	锥光镜的装置及光学特点	(329)
5.2	一轴晶干涉图	(330)
5.3	二轴晶干涉图	(339)
6	透明矿物薄片的系统鉴定	(353)
6.1	透明矿物薄片系统鉴定的内容	(353)
6.2	定向切片的选择及其特征	(354)
6.3	透明矿物薄片系统鉴定的程序	(354)
7	油浸法简介	(356)
7.1	浸油的配制及测定浸油折射率的方法	(356)
7.2	油浸法测定折射率的方法	(359)
附录 1	岩石薄片矿物颗粒大小及含量的测定	(364)
附录 2	常见透明矿物光性鉴定简表	(374)
附录 3	常见硅酸盐工艺矿物光性鉴定简表	(405)

第一篇 结晶学基础

1 晶体与非晶质体

在科学的领域内,人们把物质在空间所占据的有限部分称为物体。根据物体存在的状态不同,通常分为气体、液体和固体。

在固体中,由于内部结构的差别,可分为晶体(即晶质体)和非晶质体两类,非晶质体也叫做玻璃质。在自然界中,晶体不仅在矿物界中存在,而且在其他许许多多领域中也广泛存在。天然的 3300 多种矿物中,晶体矿物占 99% 以上。陶瓷工业中所用到的矿物大多数是晶体,少数是非晶质体。

本章中,我们将重点介绍晶体的概念;晶体共同的规律——空间格子规律;晶体的基本性质。此外介绍非晶质体的概念以及晶体与非晶质体之间的相互转化关系。

1.1 晶体的概念

1.1.1 晶体的概念

在古代,无论中外,都把具有几何多面体形态的水晶(石英 SiO_2 , 见图 1.1.1(a))称为晶体。后来,这一概念推广了,凡是天然具有(非人工琢磨而成)几何多面体形态的固体,例如图 1.1.1 所示的石盐、方解石和磁铁矿等,都称为晶体。显然,这种认识还并不全面。例如,同样是一种石英物质,它既可以呈多面体形态的水晶而存在,也可以呈外形不规则的颗粒而生成于岩石之中。这两种形态的石英,从本质上来说是一样的。由此可见,自发形成几何多面体形态,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。

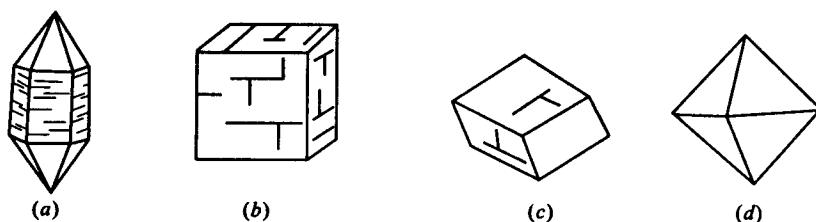


图 1.1.1 石英 SiO_2 (a)、石盐 NaCl (b)、方解石 CaCO_3 (c) 和磁铁矿 Fe_3O_4 (d) 晶体

近代应用 X 射线分析,揭示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,它的内部质点(原子、离子或分子)都是作规律排列的。这种规律表现为质点在三维空间作周期性的平移重复,从而构成了所谓的格子构造(这一点将在下节详述)。因此,按照现代的概念,凡是质点作规律排列具有格子构造的物质即称为结晶质,结晶质在空间的有限部分即为晶体。由此可以得出,晶体是具有格子构造的固体。

但是,在自然界中,有些矿物晶体可以长成规则的几何多面体形态,而有些矿物晶体则因为颗粒太细,无法用肉眼去观察它的形态。此外,岩石中的绝大多数矿物不一定具有规则的几何多面体形态。如橄榄岩中的橄榄石晶体就是粒状。如花岗岩是由长石、石英、云母三种矿物

所组成,每一个矿物的颗粒都是一个晶体,但他们均很少呈多面体形态,特别是石英,由于它生长晚一些,在其生长过程中,已无自由空间任其生长,故往往呈不规则的外形,即使由一些同样晶体聚集生成的晶簇中,有的形态完整,有的不完整,甚至没有规则形态(如石英晶簇)。

在实验室内,如果我们把一个不具规则外形的石盐(NaCl)颗粒放在 NaCl 的过饱和溶液中,让它继续生长时,结果它也能长成立方体的规则几何外形,这说明具规则外形的石盐颗粒和不具规则外形的石盐颗粒,除外形外,两者所有的性质都是相同的。又如当石盐颗粒受力后,它的破裂都是有规律地沿着三个相互垂直的平面方向发生破裂(如图 1.1.2)。

通过以上所述,说明了仅仅从有无规则的几何外形来区分是否是晶体,这是不恰当的,所以,晶体的初步概念是不严格的。规则的多面体形态并不是晶体的本质,而只是一种外部现象。

事物的本质,要到它的内部去寻找,对晶体也是这样,它肯定还有某种内在的、本质的因素存在。

1.1.2 晶体是具有格子构造的固体

首先,我们来看石盐(NaCl)的晶体结构,这也是历史上人们第一个实际测定的具体的晶体结构,图 1.1.2(a)所表示的由一些大球(代表 Cl^- 离子)和小球(代表 Na^+ 离子)所堆成的立方体小块,仅是从石盐内部结构中剖取出来的最基本的部分。

沿着立方体棱的方向 Cl^- 和 Na^+ 总是相间排列的,且两个 Cl^- (或 Na^+) 中心间的距离为 $5.628\text{\AA}$ (埃, $1\text{\AA}=10^{-8}\text{cm}$)。而在平行于立方体的面对角线方向上,两个 Cl^- (或 Na^+) 中心间的距离为 $3.978\text{\AA}$,如图 1.1.2(b)所示,整个石盐内部结构都是这最基本部分的重复,因此,假如我们从任意一个 Cl^- 中心出发,在平行于立方体棱的方向上,每隔 $5.628\text{\AA}$,就必定会遇到一个 Cl^- 的中心,当然,在这里并不限定必须要选择 Cl^- 的中心作为起始点,如果选择 Na^+ 的中心或者构造中其他任意位置上的一个点作为起始点都是可以的。



图 1.1.2 石盐(NaCl)的晶体结构

(a) NaCl 晶体的内部构造,大球— Cl^- ,小球— Na^+ ; (b) 由 NaCl 晶体结构抽象出的空间格子,○— Cl^- ,●— Na^+

由此可见,在石盐内部结构中,所有的 Cl^- 和 Na^+ 在三度空间的分布是有规律的,不是杂乱无章的,而质点分布的规律性又表现在相同的质点作有规律的周期性的重复。

在石盐晶体结构中,假若我们不看具体的质点,单纯从几何意义上来考虑,那么,它就是一个格子状构造。因此,也可说,石盐晶体内部构造中,质点在三维空间呈周期性重复的规则排列而构成一种格子状的构造。

石盐之所以能长成立方体的规则几何多面体外形,就是由它内部的这种格子构造所决定的,多面体外形仅是晶体内部本质的一种外在反映而已。

对于其他晶体,如正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 、高岭石 $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$,它们所包含的质量种

类更多,结构的具体形式也复杂得多,但是,任何一个晶体,不管它结构多么复杂,外形是否规则,情况都是完全类同的,即它们的内部质点在三维空间都是有规律地成周期性重复排列而构成格子状构造,这无一例外地为一切晶体所共同的性质。所不同的仅仅是:不同的晶体,它们的质点种类不同,排列的方式和间隔大小不同。

因此,晶体的确切的概念是:晶体是内部质点在三维空间成周期性重复排列的固体,或者说晶体是具有格子状构造的固体。

1.1.3 晶体的分布

晶体的分布是极为广泛的,除了在自然界矿物和岩石中绝大部分都是结晶物质之外,在实验室和工厂以及我们生活周围到处都有如食盐、白糖、钢铁、合金、陶瓷以及绝大多数固体化学药品。其中包括我国在世界上第一个用人工方法合成的蛋白质——结晶牛胰岛素等等都是晶体,因为,它们的内部结构均具有格子状构造,可以说,我们是生活在一个结晶的世界里。

晶体的大小差别很大,如原北京地质学院有一块水晶晶体重达 336.5kg,前苏联乌拉尔伊尔门山上有一个采石场,它的位置就座落在一个大天河石晶体上,但经常遇到的晶体是很小的,有些要用显微镜才能看到,甚至有的要用 X 射线或电子显微镜才能判断。

根据一些现代科学资料,认为其他天体也与地球相似,广泛分布着晶体。

1.2 空间格子

从晶体的定义可知,晶体内部的质点,在空间是作格子状排列的,称为空间格子。所以,空间格子是表示晶体构造规律性的几何图形。如图 1.1.3。

空间格子有如下几种要素:

1. 结点

结点是空间格子中的点,它们代表晶体结构中的相当点。在实际晶体中,在结点的位置上可为同种质点所占据。但就结点本身而言,它们并不代表任何质点,它们只有几何意义,为几何点。

2. 行列

结点在直线上的排列即构成行列(图 1.1.4)。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 1.1.4 中的 a)。在同一行列中结点间距是相等的,在平行的行列上结点间距也是相等的;不同方向的行列,其结点间距一般是不等的,某些方向的行列上结点分布较密,而另一些则较稀(参看图 1.1.4)。

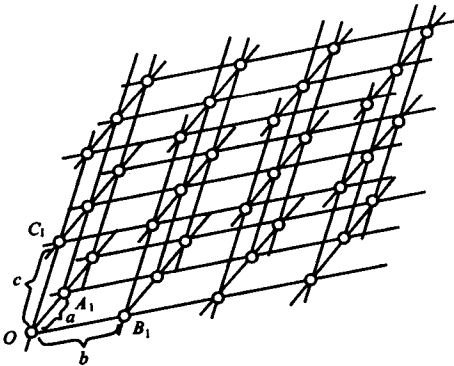


图 1.1.3 空间格子

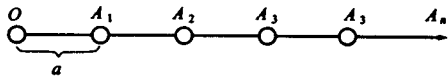


图 1.1.4 空间格子的行列

3. 面网

结点在平面上的分布即构成面网(图 1.1.5)。空间格子中不在同一行列上的任意 3 个结点就可以决定一个面网的方向,换句话说,也就是任意两个相交的行列就可决定一个面网。面网上单位面积内结点的密度称为面网密度。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。

4. 平行六面体

从三维空间来看,空间格子可以划出一个最小重复单位,那就是平行六面体(图 1.1.6)。它由 6 个两两平行而且相等的面组成。实际晶体结构中所划分出的这样的单位,称为晶胞。整个晶体结构可视为晶胞在三维空间平行地、毫无间隙地重复累叠。晶胞的形状与大小,则取决于它的 3 个彼此相交的棱的长度(图 1.1.6 中的 a 、 b 、 c)和它们之间的夹角(详见第 7 章)。

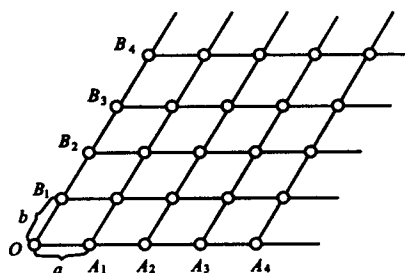


图 1.1.5 空间格子的面网

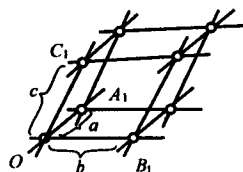


图 1.1.6 平行六面体

1.3 晶体的基本性质

由于晶体是具有格子构造的固体,因此,也就具备着为晶体所共有的、由格子构造所决定的基本性质。现简述如下。

1. 自限性

自限性是指晶体在适当条件下可以自发地形成几何多面体的性质。由图 1.1.1 可以看出晶体为平的晶面所包围,晶面相交成直的晶棱,晶棱会聚成尖的角顶。

晶体的多面体形态,是其格子构造在外形上的直接反映。

晶面、晶棱、角顶分别与格子构造中的面网、行列及结点相对应,它们之间的关系如图 1.1.7 所示。

晶体多面体形态受格子构造制约,它服从于一定的结晶学规律。

2. 均一性

因为晶体是具有格子构造的固体,在同一晶体的各个不同部分,质点的分布是一样的,所以晶体的各个部分的物理性质与化学性质也是相同的,这就是晶体的均一性。

但必须指出的是,非晶质体也具有其均一性。如玻璃的不同部分折射率、膨胀系数、导热率等等都是相同的。但是如前所述,由于非晶质的质点排列不具有远程规律,即不具有格子构造,所以其均一性是统计的、平均近似的均一,称为统计均一。

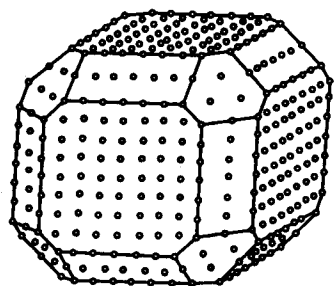


图 1.1.7 晶面、晶棱、角顶与面网、行列、结点的关系示意图

性;而晶体的均一性是取决于其格子构造的,称为结晶均一性。两者有本质的差别,不能混为一谈。液体和气体也具有统计均一性。

3. 异向性(各向异性)

同一格子构造中,在不同方向上质点排列一般是不一样的,因此,晶体的性质也随方向的不同而有所差异,这就是晶体的异向性。如蓝晶石(又名二硬石)的硬度随方向的不同而有显著的差别(图 1.1.8),平行晶体延长的方向(图 1.1.8 中的 AA)可用小刀刻动,而垂直于晶体延长的方向(图 1.1.8 中的 BB)则小刀不能刻动。又如云母、方解石等矿物晶体,具有完好的解理,受力后可沿晶体一定的方向裂开成光滑的平面。在矿物晶体的力学、光学、热学、电学等性质中,都有明显的异向性的体现,这些将在矿物的物理性质一章中叙述。此外,如晶体的多面体形态也是其异向性的一种表现。

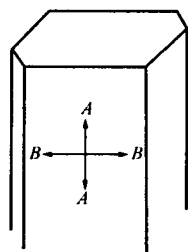


图 1.1.8 蓝晶石晶体的硬度

AA 与 BB 方向硬度不同

非晶质体一般是具有等向性的,其性质不因方向而有所差别。

4. 对称性

晶体具异向性,但这并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,也常有相等的晶面、晶棱和角顶重复出现。这种相同的性质在不同的方向或位置上作有规律的重复就是对称性。晶体的格子构造本身就是质点重复规律的体现。对称性是晶体极重要的性质,是晶体分类的基础,我们将以专门的章节加以讨论。

5. 最小内能

在相同的热力学条件下晶体与同种物质的非晶质体、液体、气体相比较,其内能最小。所谓内能,包括质点的动能与势能(位能)。动能与物体所处的热力学条件有关,温度越高,质点的热运动越强,动能也就越大,因此它不能直接用来比较物体间内能的大小。可能用来比较内能大小的只有势能,势能取决于质点间的距离与排列。

晶体是具有格子构造的固体,其内部质点是作有规律的排列的,这种规律的排列是质点间的引力与斥力达到平衡的结果。在这种情况下,无论使质点间的距离增大或缩小,都将导致质点的相对势能的增加。非晶质体、液体、气体由于它们内部质点的排列是不规律的,质点间的距离不可能是平衡距离,从而它们的势能也较晶体为大。也就是说在相同的热力学条件下,它们的内能都较晶体为大。实验证明,当物体由气态、液态、非晶质状态过渡到结晶状态时,都有热能的析出;相反,晶格的破坏也必然伴随着吸热效应。

现在我们把晶体的加热曲线(图 1.1.9)和非晶质体的加热曲线(图 1.1.10)对比如下。

当晶体加热时,起初温度是随着时间逐渐上升的。当达到某一温度,晶体开始熔解,同时温度的上升停顿了,此时所加的热量,用于破坏晶体的格子构造。直到晶体完全熔解,温度才开始继续上升。在温度停顿的时间内,晶体吸收了一定的热量而使自己转变为液体,这些热量称为熔解潜热。由于晶体的格子构造中各个部分的质点是按同一方式排列的,破坏晶体各个部分需要同样的温度。因此,晶体具有一定的熔点。

非晶质体则与之不同,由于它们不具有格子构造,所以它们没有一定的熔点。例如,将玻璃加热时,它首先变软,逐渐变为粘稠的熔体,最后变为真正的液体。在这一过程中没有温度的停顿,其加热曲线为一光滑的曲线。

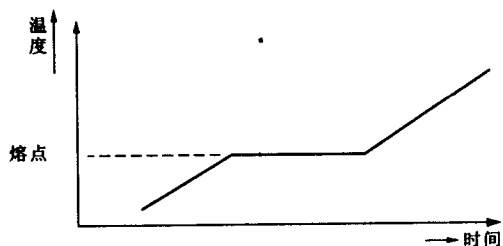


图 1.1.9 晶体的加热曲线

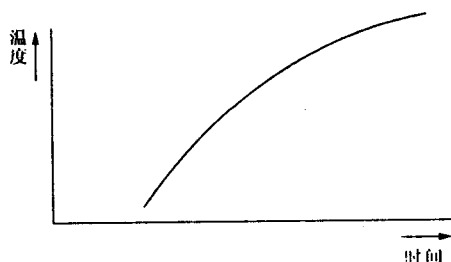


图 1.1.10 非晶质体的加热曲线

6. 稳定性

晶体由于有最小内能,因而结晶状态是一个相对稳定的状态。这就是晶体的稳定性,这一点可以由晶体与气体、液体中质点的运动状态的不同来说明。

在气体中,质点作直线的前进运动,质点运动的方向只有与其他质点相碰撞时才改变。因此,气体有扩散的性质,趋向于占有最大的体积。

在液体中,质点联系比在气体中紧密,质点运动时彼此不分离。质点的运动存在双重性,即质点一方面振动,同时质点的位置也在相对地移动。因此,液体可以流动,液体的形态决定于容器的形态。

晶体是具有格子构造的,质点只在其平衡的位置上振动,而不脱离其平衡位置。因此晶体是一个相对稳定的体系,结晶状态是一个相对稳定的状态,要使其向液态或气态转化,必须从外界传入能量。正是由于晶体具备了稳定性,才能使其格子构造以及其规律的几何外形得以保持。

固态非晶质体从质点运动的角度来看类似晶体,或把它视为粘度极大的液体。质点处于振动状态,质点的相对移动极为困难,但时间长了这种运动仍可以显现出来,在温度较高时,这种运动更为显著。因此非晶质体相对于晶体而言是不稳定的,有自发地向晶体转变的趋向。

1.4 非晶质体

1.4.1 非晶质体的概念

非晶质体是与晶体相对立的概念,它也是一种固态物体,但其内部质点在三维空间不成周期性的重复排列。因此,非晶质体不可能遵循为晶体所共同具有的空间格子规律,它也不可能具有为晶体所共有的那些基本性质。表现在外形上,它在任何条件下都不可能自发地长成规则的几何多面体,在内部结构上,其各个部分之间,仅仅在统计意义上是均一的,而在不同的方向上的性质则是同一的。

从内部结构的角度来看,非晶体中的质点分布类似于液体。以相同化学成分的石英和玻璃的内部结构来进行比较(图 1.1.11),在石英晶体中(图 1.1.11(a))一种质点(黑点)周围的另一种质点(小圆圈)的排列是一样的,即每个黑点都被分布于三角形顶点的 3 个圆圈所围绕,而每个圆圈均居于以两个黑点为端点的直线的中央,这种规律叫做近程规律或短程有序。还可以看出,每种质点(黑点或圆圈)在整个图形中各自都呈现规律的周期性重复。把周期重复