

IT 18126

高等学校试用教材

结晶学及矿物学

武汉地质学院矿物教研室

上册

地质出版社

高等学校试用教材

结晶学及矿物学

上册

武汉地质学院矿物教研室 编

地质出版社

结 晶 学 及 矿 物 学

上 册

武汉地质学院矿物教研室 编

*

国家地质总局教育司教材室编辑

地 质 出 版 社 出 版

天 津 市 第 一 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

*

1979年4月北京第一版·1979年4月北京第一次印刷

印数1—18,320册·定价1.90元

统一书号：15038·新357

前 言

本教材系根据国家地质总局1977年9月召开的地质教材会议的决定编写的，供高等院校地质、勘探专业结晶学及矿物学课程使用；总学时数为150学时。

由于目前尚无统一的教学大纲，在编写前我们草拟了编写提纲函寄各有关兄弟院校，征求了宝贵的意见。

本教材以北京地质学院（现武汉地质学院）矿物教研室历年编写的结晶学及矿物学为主要蓝本，其中矿物各论部分系根据我室所编“系统矿物学”一书的初稿缩编而成。在编写过程中还参阅了部分兄弟院校的教材和近年来出版的有关图书资料。

本教材共分上、下两册。上册包括第一部分结晶学基础和第二部分矿物学：第一篇矿物通论。下册为第二部分第二篇矿物各论。

本教材由我室结晶学及矿物学教材编写小组负责编写。结晶学基础、矿物的分类和命名及硅酸盐概述由潘兆橹执笔；矿物学绪论、矿物的化学成分、矿物的物理性质、矿物的鉴定法和研究法、矿物鉴定表索引、架状硅酸盐和矿物名称索引由邵洁涟执笔；矿物的形态、矿物的成因、链状硅酸盐由陈升平执笔；其余全部矿物各论由赵爱醒执笔。陈代璋负责拍摄照片；周春荣、唐远清负责图件的清绘；刘淑贞、朱宝华参加了图件的植字工作。在编写过程中教研室的同志们特别是“系统矿物学”编写小组给予大力支持和协助，初稿完成后由潘兆橹、邵洁涟进行了统一修改定稿。但由于交稿时间十分仓促，且限于编者水平，内容错误不当之处在所难免，希望使用本教材的同志们提出宝贵的意见，以便修订时改正。

武汉地质学院矿物教研室

1978年8月

第一部分 结晶学基础

目 录

第一部分 结晶学基础

第一章 晶体及其基本性质	1
一、晶体与非晶质体	1
二、空间格子	2
三、晶体的基本性质	3
1. 自限性	4
(1) 晶面发育的顺序——布拉维法则	4
(2) 面角恒等定律	5
2. 均一性	5
3. 异向性	6
4. 对称性	6
5. 最小内能	6
6. 稳定性	7
第二章 晶体的对称	8
一、对称的概念	8
二、晶体对称的特点	8
三、对称操作和对称要素	9
1. 对称面	9
2. 对称轴	10
3. 对称中心	11
4. 反旋转轴	11
5. 旋转反映轴	13
四、对称要素的组合	14
五、对称型及其推导	15
六、晶体的分类	18
第三章 单形和聚形	21
一、单形	21
1. 单形的概念	21
2. 单形的推导	21
3. 四十七种单形	34
二、聚形	39
第四章 晶体定向和晶面符号	41
一、晶体定向	41
1. 晶体定向的概念	41
2. 晶轴的选择	43
二、晶面符号	43
1. 晶面符号的概念	43
2. 晶面在晶轴上的截距系数之比为简单整数比	44
3. 单形符号	45

三、各晶系晶体的定向和单形分述	46
1. 等轴晶系	46
2. 四方晶系	49
3. 三方、六方晶系	51
4. 斜方晶系	55
5. 单斜晶系	57
6. 三斜晶系	58
四、晶带及晶带定律	60
1. 晶带的概念	60
2. 晶带符号(晶棱符号)	60
3. 晶带定律	61
第五章 实际晶体	62
一、理想晶体与实际晶体	62
二、晶面花纹	62
1. 晶面条纹	62
2. 其它晶面花纹	64
三、歪晶	64
四、实际晶体的对称和单形的确定	65
1. 晶面特征	65
2. 面角	65
3. 物理性质	65
第六章 晶体的规则连生	67
一、平行连生	67
二、双晶	68
1. 双晶的概念	68
2. 双晶要素	68
3. 双晶的类型	69
4. 双晶的形成方式	70
5. 双晶的识别	71
6. 研究双晶的意义	72
7. 各晶系常见矿物的双晶(表6-1)	72
三、浮生	72
第七章 晶体的测量与投影	78
一、晶体测量	78
1. 接触测角仪	78
2. 反射测角仪	78
二、晶体的投影	80
1. 极射赤平投影的原理	80
2. 吴氏网	91
第八章 晶体构造的几何理论	94
一、十四种空间格子	94
二、晶体内部构造的对称要素	97

三、空间群	99
四、等效点系	101
第九章 晶体化学	105
一、原子和离子半径	105
二、最紧密堆积	109
三、配位数和配位多面体	111
四、化学键与晶格类型	113
1. 离子晶格——离子键	113
2. 原子晶格——共价键	114
3. 金属晶格——金属键	116
4. 分子晶格——分子键	116
5. 氢键、氢氧键	116
五、元素的电负性	117
六、离子极化	119
七、晶体场理论	119
1. 晶体场理论简述	119
2. 晶体场理论在矿物晶体化学中的某些应用	126
八、同质多象	128
九、多型	130
十、有序与无序结构	131
十一、晶体结构类型及典型结构举例	132
1. 晶体结构类型	132
2. 典型结构	133

第二部分 矿 物 学

第一篇 矿物通论

第一章 绪论	135
一、矿物和矿物的概念	135
二、矿物学和其它科学的关系	136
三、矿物学简史和现状	137
四、矿物学在地质勘探事业中的任务	140
第二章 矿物的化学成分	142
一、地壳的化学成分	142
二、元素的离子类型	149
三、矿物化学成分的变化	150
1. 类质同象	150
2. 胶体的作用	157
3. 矿物中水的作用	159
四、矿物的化学式及其计算	161
第三章 矿物的形态	164
一、矿物的单体形态	164

IV

1. 晶体习性	164
2. 影响晶体习性的因素	165
二、矿物的集合体形态	168
1. 显晶集合体	169
2. 隐晶和胶态集合体	170
三、矿物形态的观察及描述方法	173
第四章 矿物的物理性质	175
一、矿物的光学性质	175
1. 矿物的颜色	177
2. 矿物的条痕	180
3. 矿物的透明度	181
4. 矿物的光泽	183
5. 红外光下一些矿物的光学性质举例	186
6. 矿物的发光性	187
二、矿物的力学性质	188
1. 矿物的解理、裂开与断口	188
2. 矿物的硬度	195
3. 矿物的比重	199
4. 矿物的脆性和延展性	203
5. 矿物的弹性和挠性	204
三 矿物的电学性质	204
1. 导电性	204
2. 介电性	205
3. 压电性	205
4. 热电性	206
四、矿物的磁学性质	207
五、导热性、热膨胀性和熔点	208
六、矿物的放射性	209
七、矿物的其他性质	210
第五章 矿物的成因	212
一、形成矿物的地质作用	212
1. 岩浆作用	212
2. 外生作用	215
3. 变质作用	217
二、矿物的形成	218
1. 矿物形成的方式	218
2. 矿物的形成过程及其标志	219
三、矿物的标型特征	220
四、矿物的包裹体	224
1. 包裹体的分类	224
2. 包裹体研究在地质上的应用	226
五、矿物的生成顺序和世代、矿物的组合、共生和伴生	227
1. 矿物的生成顺序和世代;	227

2. 矿物的组合、共生和伴生	230
六、矿物的变化	231
第六章 矿物的鉴定法和研究法	235
一、样品采集及矿物分选	235
1. 样品的采集	235
2. 矿物分选	235
3. 矿物分选的主要流程	236
二、矿物的鉴定法和研究法	239
1. 简易化学试验	239
(1) 珠球染色反应	239
(2) 硝酸钴试验	240
(3) 斑点试验(点滴分析)	240
(4) 焰色反应(火焰染色)	240
(5) 磷酸溶矿法	240
(6) 粉末研磨法	240
(7) 显微结晶分析法	240
(8) 染色法	241
(9) 条痕法	241
2. 透明矿物的偏光显微镜研究法	241
3. 不透明矿物的反光显微镜下研究法	242
4. 热分析法	242
5. X射线分析	243
6. 放射性同位素源的X射线荧光分析法	246
7. 光谱分析	246
8. 原子吸收光谱分析	247
9. 激光光谱分析	247
10. 拉曼光谱分析	247
11. 红外光谱分析	248
12. 极谱分析	248
13. 化学全分析	249
14. X射线光谱分析	249
15. 电子显微镜	249
16. 电子探针分析	250
17. 离子探针分析	252
18. 穆斯堡尔效应	253
19. 顺磁共振法	254
20. 核磁共振法	254
21. 同位素研究法	255
22. 气液包裹体测温测压	256
23. 成岩成矿实验	257
24. 测角法	258

第一章 晶体及其基本性质

一、晶体与非晶质体

在古代,无论中外都把水晶(即具有规则的几何多面体形态的石英 SiO_2 ,如图1-1a)称为晶体。后来,这一名称推广了,凡是天然具有(非人工琢磨而成的)几何多面体形态的固体,例如图1-1所示的食盐、方解石、磁铁矿等,都称为晶体。显然,这种认识还并不全面。例如,同样是一种物质石英,它既可以呈具有多面体形态的水晶而存在,也可以呈不具多面体外形的不规则颗粒而生成于岩石之中。这两种形态的石英,从本质上来讲是一样的。由此可见,自发形成多面体形态,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。

近代应用X-射线分析的方法,具体揭示了大量晶体的内部构造。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,这种规律主要表现为同种质点的周期重复,从而构成了所谓格子构造(这一点将在下节详述)。因此,按照现代的概念,物质中凡是质点作规律排列,即具有格子构造者称为结晶质。结晶质在空间的有限部分即为晶体。由此,我们可以对晶体作出如下的定义。

晶体是具有格子构造的固体。

与上述情况相反,有些状似固体的物质如玻璃、琥珀、松香等,它们的内部质点不作规则排列,即不具格子构造,称为非晶质或非晶质体。从内部构造的角度来看,非晶质体中质点的分布颇类似于液体。非晶质与晶体的构造的不同之点,图解式地示意于图1-2。从图中可以看出,在石英晶体(图1-2a)中每个硅周围的氧的排列是一样的,这种规律叫做近程规律;不但如此,在石英晶体中硅和氧的这种排列方式在空间有规律的重复而形成格

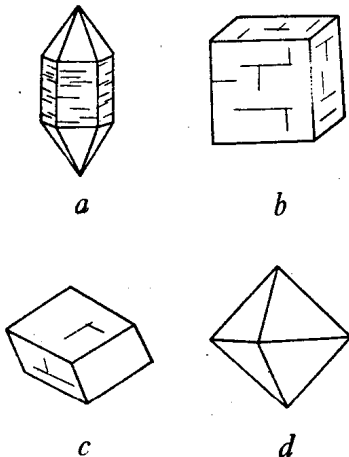


图1-1 石英 SiO_2 (a)、食盐 NaCl (b)、方解石 CaCO_3 (c)和磁铁矿 Fe_3O_4 (d)晶体

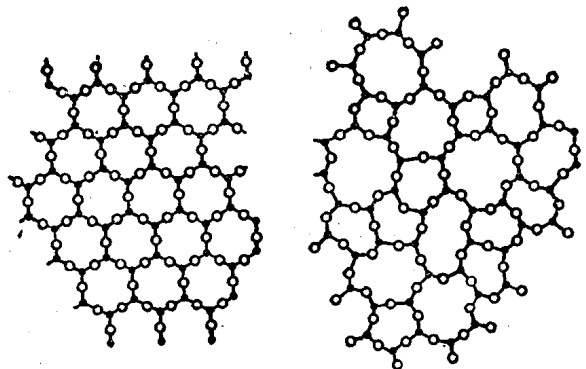


图1-2 石英 SiO_2 晶体(a)与石英玻璃(b)的构造示意图。

圆圈代表氧,黑点代表硅。

子构造, 这种规律称为远程规律。但在石英玻璃的构造(图1-2b)中则没有远程规律, 只有近程规律。在气体中既不存在远程规律也不存在近程规律。

由此可见, 晶体应是固体最典型的代表。晶体的分布至为广泛。不仅自然界的矿物、岩石以及砂粒与土壤大都是结晶质的, 而且实验室里多种药品与试剂, 建筑用的钢材, 日用的陶瓷制品, 以至食用的糖和盐也都是晶体。各类晶体形态复杂多样, 大小悬殊。例如矿物晶体有的可重达百吨, 直径十数米; 有的则需借助显微镜、甚至电子显微镜或X—射线分析方能识别。

这里还应指出的是, 自然界还存在一些呈胶凝体状态的矿物, 虽然组成胶体的微粒通常是结晶质的, 但由于颗粒太细(在一般显微镜下亦不易区分), 而颗粒间又呈不规则排列, 因此, 它不可能具有晶体的规则外形, 在X—射线衍射、光学性质等一系列性质上的表现也与非晶质类似。胶体状态不稳定, 可逐渐向显微镜下可以辨识的隐晶质乃至显晶质转化。

二、空间格子

晶体内部构造的最基本的特征是质点在三维空间作有规律的周期重复。空间格子是表示晶体内部构造中质点重复规律的几何图形。

兹以氯化铯(CsCl)的晶体构造(图1-3)为例。

在图1-3中, 双圈与黑点分别表示 Cl^- 和 Cs^+ 离子的中心, 可以看出, 无论 Cl^- 离子或

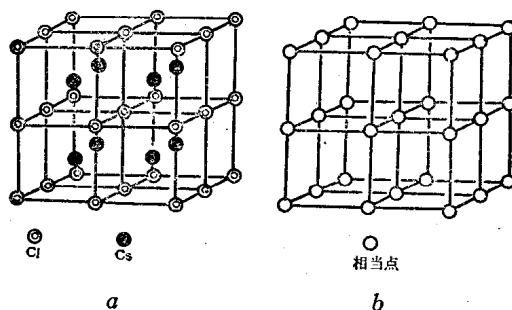


图1-3 氯化铯的晶体构造(a)与空间格子(b)

Cs^+ 离子在构造的任一方向上都是每隔一定的距离重复出现一次。为了进一步揭示这种重复规律, 我们可以对它作某种抽象。先在结构中选出任一几何点, 这个点取在 Cl^- 离子中心或 Cs^+ 离子中心, 或者取它们之间的任意一点都可以, 然后在构造中找出与此点相当的几何点(相当点)。相当点的条件是, 如果原始的几何点是取在质点的中心, 则相当点所占的质点的种类应是相同的, 也就是占据同种质点的中心; 其次是这些质点周围的环境以及方位应是相同的, 也就是说这些质点周围相同的方向上要有相同的质点。在氯化铯 CsCl 的晶体构造中, 若原始点选在 Cl^- 离子的中心, 则相当点的分布如图1-3b; 显然, 如果把原始点选在 Cs^+ 离子中心或其他任何地方, 那么找出的相当点的分布也同样如图1-3b所示。

由此可见, 相当点的分布可以体现晶体构造中所有质点的重复规律。相当点在三维空间作格子状排列, 我们称之为空间格子。为了研究晶体内部构造中质点的重复规律而不受晶体大小的限制, 我们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。

空间格子的一般形式如图1-4所示。

空间格子有如下几种要素:

1. 结点——空间格子中的点, 它们代表晶体构造中的相当点。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

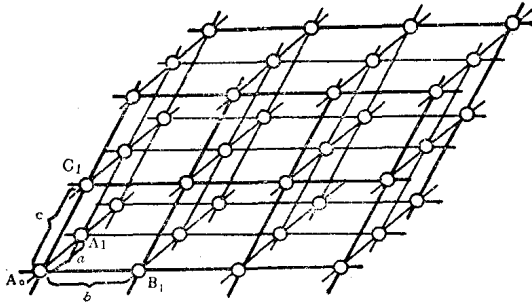


图 1-4 空间格子

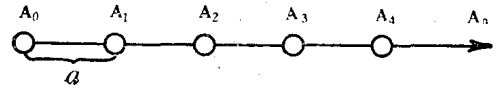


图 1-5 空间格子的行列

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1-5）。空间格子中任意两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1-5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1-4）。

3. 面网——结点在平面上的分布即构成面网（图1-6）。空间格子中不在同一行列上的任意三个结点就可联结成一个面网，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网面密度。相互平行的面网，网面密度相同；互不平行的面网，网面密度一般不同。

4. 平行六面体——从三度空间来看，空间格子可以划出一个最小单位来，那就是平行六面体（图1-7）。它由六个对对平行而且相等的面组成。实际晶体结构中所划分出的这样

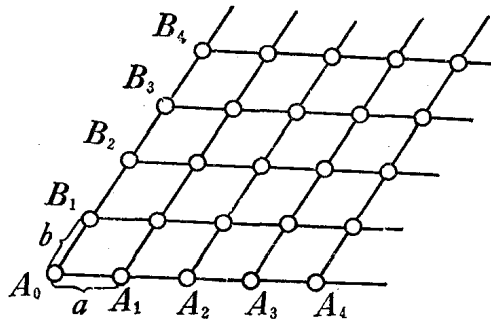


图 1-6 空间格子的面网

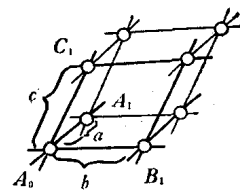


图 1-7 平行六面体（与图1-4参照）

的相应的单位，称为晶胞。整个晶体结构可视为晶胞在三度空间平行地、毫无间隙地重复累叠。晶胞的形状与大小，则取决于它的三个彼此相交的棱的长度（图1-7中的 a, b, c ）和它们之间的夹角（这一点将在第七章中详加讨论）。

三、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。

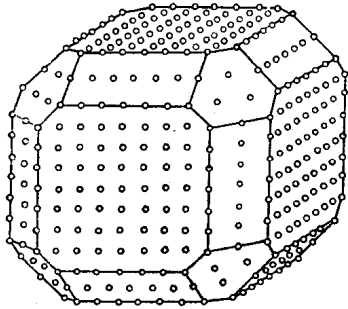


图 1-8 晶面、晶棱、角顶与面网、行列、结点的关系的示意图

1. 自限性 即晶体在适当的条件下可以自发地形成几何多面体的性质。由图 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、晶棱与角顶分别与格子构造中的面网、行列及结点相适应，它们之间的关系示意地表示于图 1-8。

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。

(1) 晶面发育的顺序——布拉维法则

晶体的生长过程实质上是物质质点向晶体上粘结的过程。不同的晶面其网面密度不同，对介质中质点的引力不同其发育程度也就不一样。图 1-9 是晶面对物质质点的引力与网面密度的关系示意图。它表示晶体的一个截面，其上有 AD 、 AB 、 BC 、 CD 四个晶面（垂直纸面），这些晶面的网面密度是 $AB = AD > BC > CD$ ，而它们对介质中质点的引力则正好与上述顺序相反。因为质点间的引力与它们之间的距离平方成反比，在 AB 面上联系介质中质点的是两个较远的质点和一个最近的质点，在 BC 面上则为两个最近一个较远的质点， CD 面上为两个较近两个较远的质点，显然晶面的网面密度愈小，对介质中质点的引力愈大，其生长速度（指单位时间内垂直晶面方向所增长的厚度）也就愈快。晶体生长具体表现为晶面的平行向外推移。如图 1-10 所示，生长速度快的晶面（如图晶面 a ）逐渐缩小，以至于消失；生长速度慢的晶面（如晶面 b ）逐渐扩大，最后保留在晶体上。因此，晶体被网面密度大的晶面所包围。这就是所谓布拉维法则。这一法则很重要，但是比较粗略，它的缺点是只考虑了面网本身，而没有谈到晶体生长的环境。它不能解释为什么在不

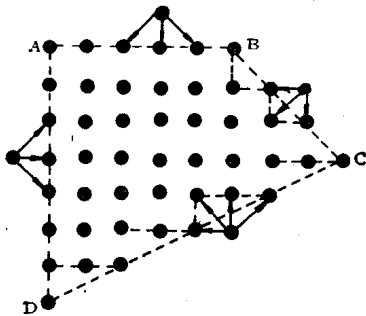


图 1-9 晶面对质点的引力与网面密度的关系

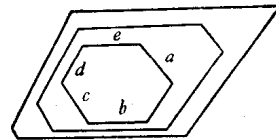


图 1-10 晶面的生长速度

同的条件下，同一种晶体，可以生成不同的形态。

严格地讲，晶面生长速度与其比表面能成正比关系。处于晶体内部的质点，四周为离子所包围，电价饱和，在结晶的过程中已把其可以放出的能量全部放出，使晶体具有最小内能。但处于晶体表面的质点，则是不饱和的，与晶体内部质点比较具有较多的能量，这就构成了晶体的表面能。一平方厘米的晶面内的表面能称为该晶面的比表面能。因为一个表面至少是两种介质的界面，如晶体处于溶液中，其晶面就是晶体与溶液的界面。因而比表面能决定于晶面本身的构造（如网面密度、质点的种类等），同时，介质的成分、浓度以及温度、压力等对表面能也有所影响。

物体常趋向于具有最小的表面能，这样最为稳定。

居理和吴里夫对晶体生长时应有的形态拟定下列法则，我们称之为居里——吴里夫原理：当晶体与溶液或溶体处于平衡状态时，它所具有的形态（平衡形态）应使其总的表面能最小。

综上所述，我们可以得出如下的结论：

①晶面的发育与网面结构有关，一种晶体具有一定的成分和内部结构，因而常显示一定的习见的晶体形态，它可以作为我们识别物质的一种标志。

②同种晶体在不同的条件下（介质性质不同）生成时，晶体形态上有时可能出现某些不同的特征。它可以帮助我们推断晶体的生成条件。如利用矿物的晶体形态特征来协助我们推测某地质体的形成条件等。

（2）面角恒等定律

尽管晶体形态千变万化，但是，同种物质（成分构造相同）的所有晶体，其对应晶面间的夹角恒等。这一规律称为面角恒等定律。以石英为例，在图1-11中绘出的三个石英晶体，形态不同，但对应晶面间的夹角恒等， $r_{Am} = 141^\circ 47'$ ， $r_{Az} = 134^\circ 44'$ ， $m_{Am} = 120^\circ$ 。

从晶体的格子构造来看，

成分和构造相同的晶体其对应晶面的面网应当是相同的，其夹角必然恒等。同时，晶体的生长是表现为晶面的平行向外推移的（参看图1-10），因此，不论晶体生长形态如何，其晶面的夹角是不会改变的。

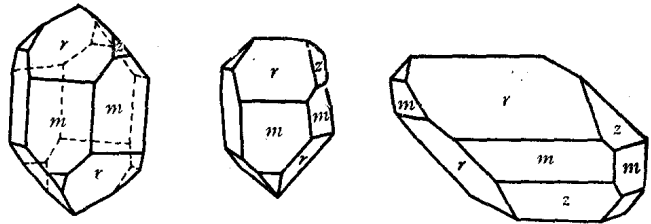


图 1-11 不同形态的石英晶体

面角恒等律于1669年首先为丹麦学者斯丹诺所发现，这一定律的发现，对结晶学的发展起了颇为深远的作用。它为研究复杂纷乱的晶体形态，开辟了一条途径。根据这一定律，通过晶面间角度的测量，可以揭示和绘制出晶体的理想形态（详见第七章晶体的测量与投影），从而为几何结晶学一系列规律（如对称等）的研究打下了基础，同时并启发人们开始注意去探索这些规律的内在因素——晶体的内部构造。此外，这一定律还有很重要的实用意义，因为既然一定成分和构造的晶体其一定的晶面间的夹角是恒定的，那么应用测角法，将测得的数据与已知资料对比，就可以鉴定出所测的晶体为何种物质。

晶体规律的多面体形态，还服从其它一系列几何规律，如对称、单形学说、整数定律、晶带定律等，这些将在以下的章节中予以阐述。

非晶质体如玻璃，因为不具格子构造，也就不可能自发地形成规律的多面体形态，它们是无定形体。

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。如矿物蓝晶石（又名二硬石）的硬度，随方向的不同而有显著的差别（图1-12），平行晶体延长的方向（图1-12中的AA）可用小刀刻动，而垂直于晶体延长的方向（图1-12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。

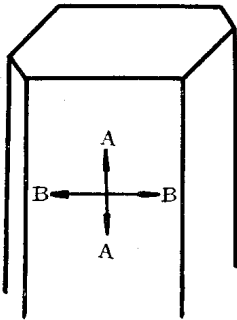


图1-12 蓝晶石晶体的硬度
AA与BB方向硬度不同

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地重复，就是对称性。晶体的对称性取决于它的格子构造，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、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1-13）和非晶质的加热曲线（图1-14）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

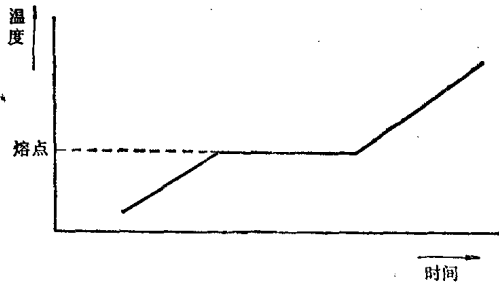


图 1-13 晶体的加热曲线

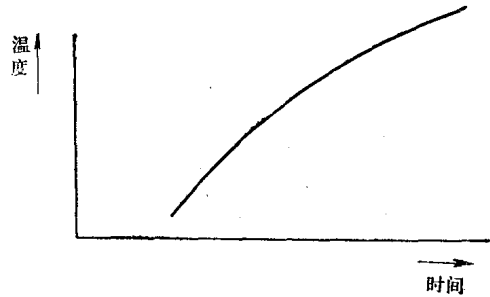


图 1-14 非晶质体的加热曲线

玻璃加热时，首先变软，逐渐变为粘稠的液体，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。

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它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的移动。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，质点的相对的移动极为困难，但时间长了这种运动仍可以显现出来，在温度较高时，这种运动更较显著。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。