

结晶矿物学

Kyanite 蓝晶石
Soarin's Lithoseries

胡海燕

联系方式: 18792934952

办公室: 4J106 (东)





普通高等教育地质矿产类规划教材

结晶学

及

矿物学

上册 (第三版)

潘兆橹 主编

地质出版社



普通高等教育地质矿产类规划教材

结晶学

及

矿物学

下册 (第三版)

潘兆橹 主编

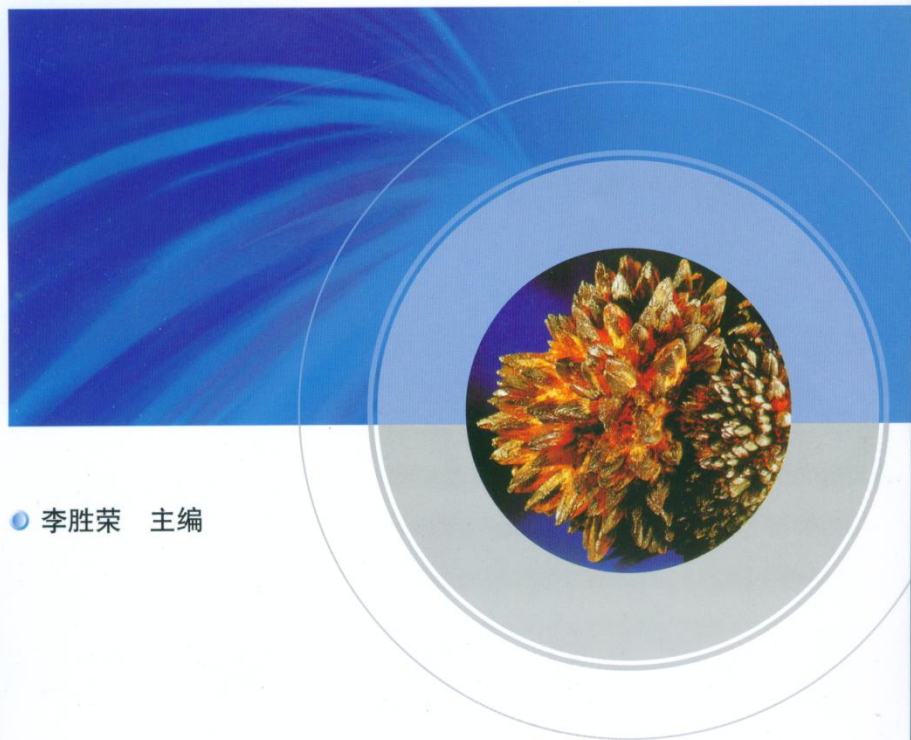
地质出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

JIEJINGXUE YU KUANGWUXUE

结晶学与矿物学



● 李胜荣 主编

地质出版社

主要参考教材：
《结晶学与矿物学》，地质出版社，2008，李胜荣主编

结晶矿物学部分内容



- 一、晶体与晶体的基本性质
- 二、晶体的生长模型与面角守恒定律
- 三、晶体的外部对称
- 四、晶体的定向与晶体符号
- 五、单形与聚形
- 六、晶体的规则连生
- 七、晶体结构简介
- 八、晶体化学

绪论



- 课程简介
- 结晶学（晶体学）发展历史、分支学科简介及其科学地位



※ 结晶学

定义：以**晶体**为研究对象，以晶体的生成和变化、晶体外部形态的几何性质、晶体的内部结构、化学组成和物理性质及其相互关系为研究内容的一门自然科学。

特点：空间性、抽象性、逻辑性、共性



※ 矿物学

以矿物为研究对象，主要研究各具体矿物晶体的成分、物理性质、成因特点等。

特点：经验性、感性、具体性、归纳分类性、个性。

结晶学是矿物学的先导课程。



石榴石

结晶学（晶体学）发展历史及分支学科简介：



- 结晶学是在作为**矿物学分支之一**的**几何结晶学**基础上发展起来的，其形成历史经历300余年。
- 19世纪中叶：以研究晶体形态为主，也初步探测**晶体内部结构的几何规律**（内部结构特征）。
- 19世纪末期：**X-射线的发现及其对晶体结构的测量**，进入晶体内部结构研究阶段。
- 20世纪末期：利用透射电镜显微镜，可以**直接观察和分析晶体内部原子排列及其电子状态**，使结晶学跨入了精细、微区的现代研究阶段。

分支学科:



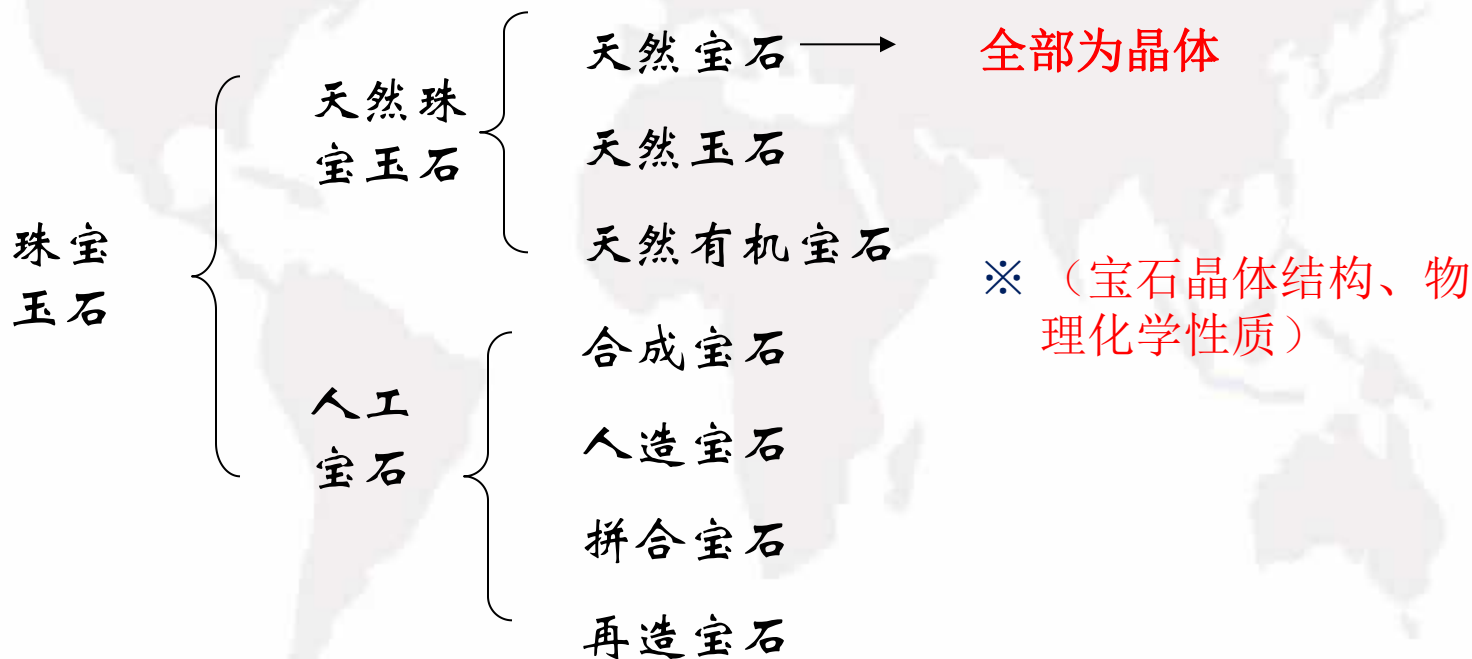
- 几何结晶学—研究晶体宏观形态几何规律，主要是对称规律。
- 晶体结构学—研究晶体内部结构几何规律及缺陷。
- 晶体化学—研究晶体成分与结构的关系。
- 晶体生长学—研究晶体生长机理及其影响因素。
- 晶体物理学—研究晶体物理性质及其产生机理。

本课程以晶体形态对称规律及晶体内部结构对称规律为主，简介晶体化学与晶体生长。

结晶矿物学的科学地位



- ▶ 是矿物学及其相关课程（岩石学、矿床学、宝石学等）的重要基础
- ▶ 是科学技术领域（选矿学、冶金学等）的专业基础



水晶



方解石



Aquamarine

(海藍寶石)



电气石



A839-17*15*13MM5G

石榴石



石榴石



天然≠完美

放到最大让你看清楚它的美
真正无暇的只有玻璃

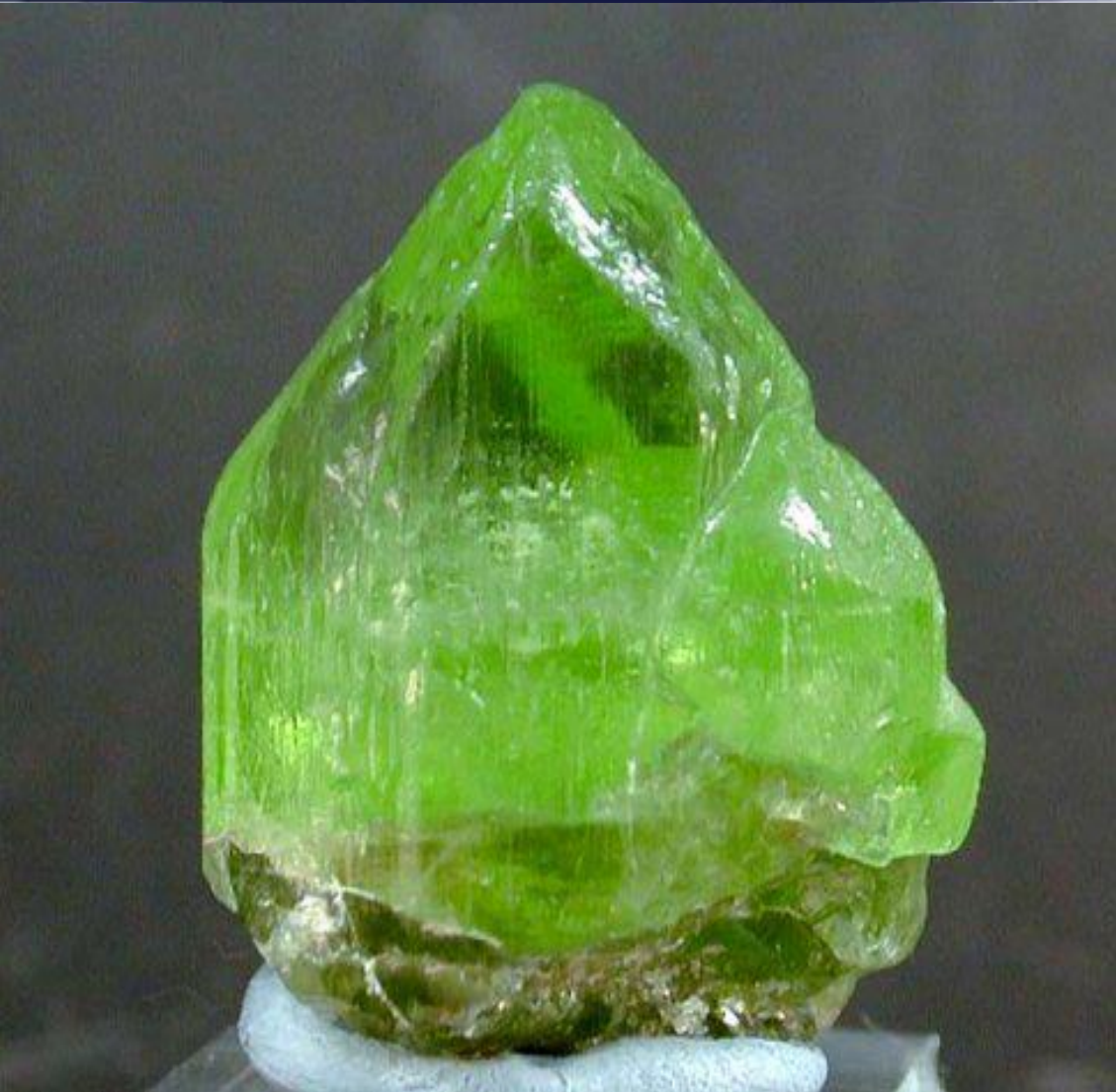
*冰裂棉絮是水晶形成中地壳运动撞击而形成的痕迹，

每一颗都不一样，是天然的证明

*矿缺是石榴石在打磨过程中，伴生矿自然剥落而留下的，

天然石的象征，绝非质量问题





橄榄石





红宝石



第一章 晶体与晶体的基本性质



一、晶体、非晶质体和准晶体

二、空间格子

三、晶体的基本性质

一、晶体、非晶质体和准晶体



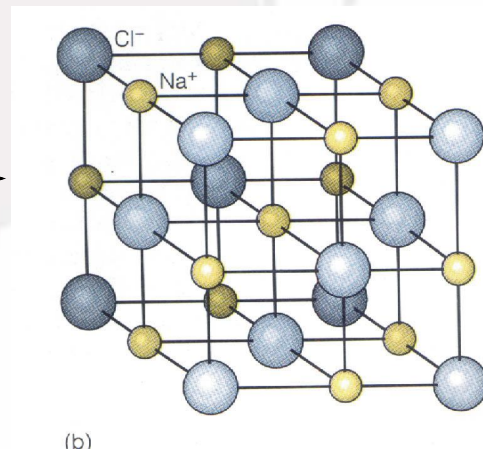
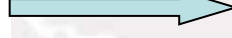
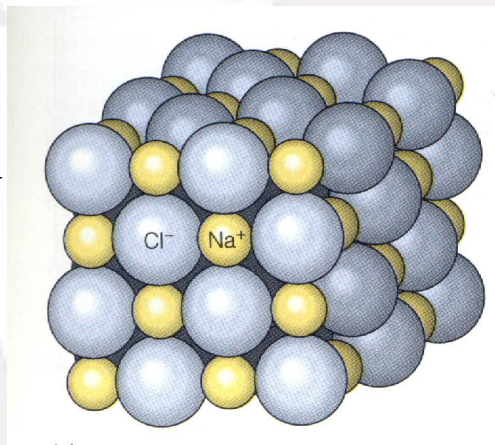
1、晶体的概念

晶体的远古定义（从现象）：能自发发生长规则几何多面体外形的固体称为晶体。



石盐

X-Ray



晶体的现代定义（从本质）：晶体是内部质点(原子、离子或分子)在三维空间呈周期性平移重复排列而形成格子构造的固体。（天然单晶宝石：**石榴石、祖母绿**）

一、晶体、非晶质体和准晶体



2、非晶质体的概念

与晶体相反，非晶质体是内部质点在三维空间不呈周期性平移重复排列。（蛋白石（欧泊）、玻璃）。

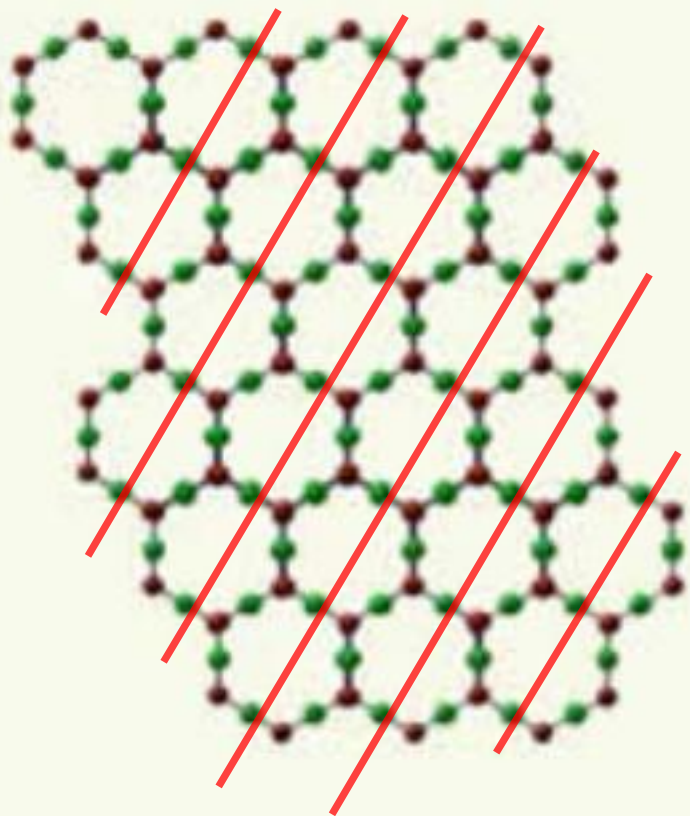
在一定条件下，**晶体和非晶质体是可以相互转化。**

晶体 $\xrightarrow{\text{玻化或晶化/吸收能量}}$ **非晶质体**
非晶质体 $\xleftarrow{\text{脱玻化或非晶化/释放能量（自发）}}$ **晶体**

一、晶体、非晶质体和准晶体

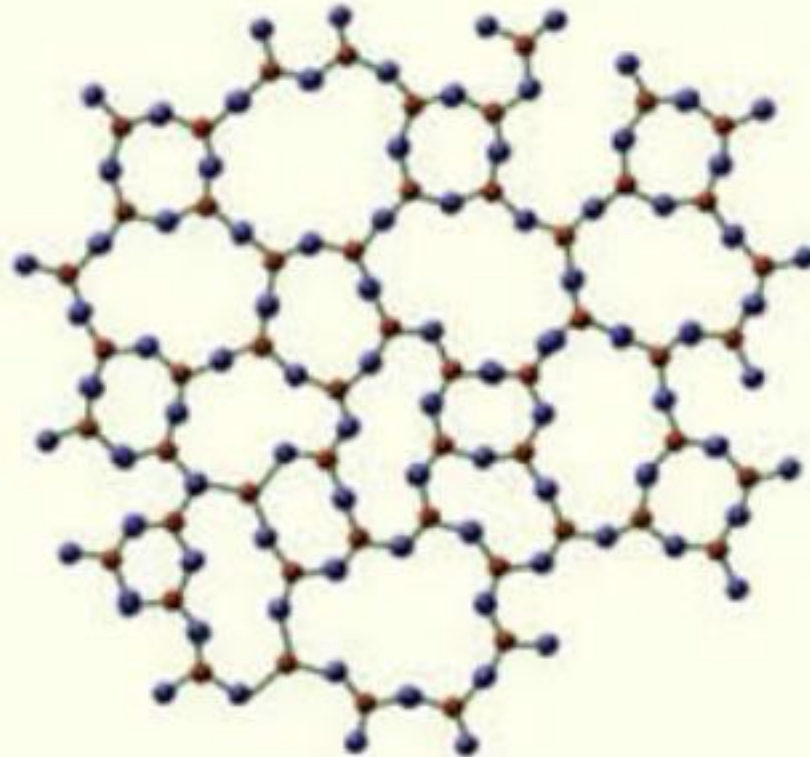


* 晶体与非晶质体在结构上的差异



(a)

晶体：具有远程规律或长程有序



(b)

非晶质体：可以具有短程有序规律，但不具备远程规律特征

图1—1 晶体 (a) 与玻璃 (b) (平面) 分布示意图

(据潘兆榘等, 1993)

一、晶体、非晶质体和准晶体



2、准晶质的概念

准晶体是一种介于晶体和非晶体之间的固体。

目前：准晶体是质点的排列符合**短程有序**，有严格的位置序和自相似分形结构，但**不体现周期平移重复**，即不存在格子构造的一类固体。

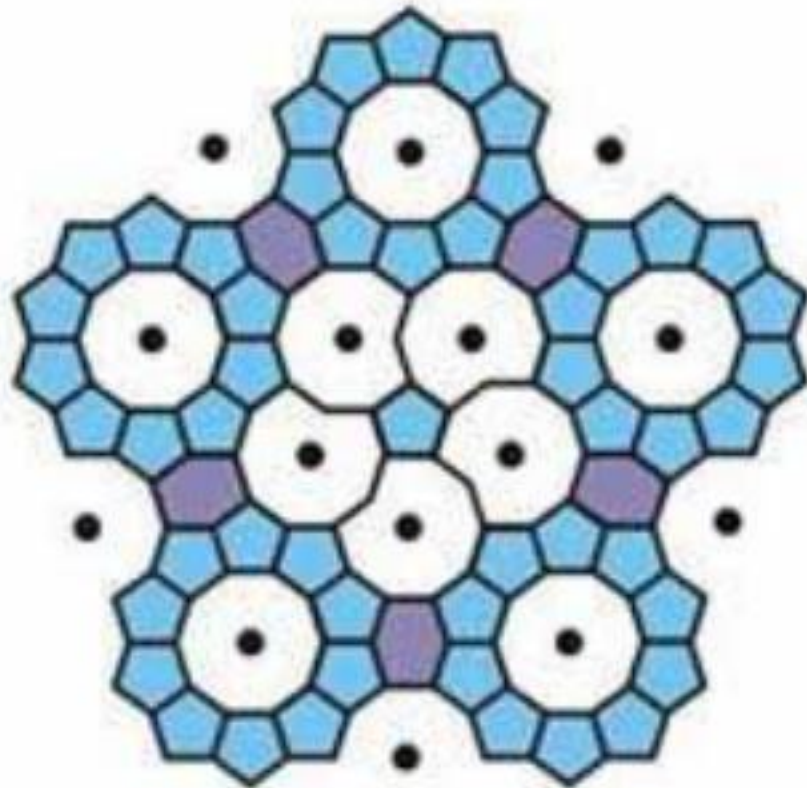


图1—2 具有近程规律，但没有平移周期，

二、空间格子



1、空间格子的概念：

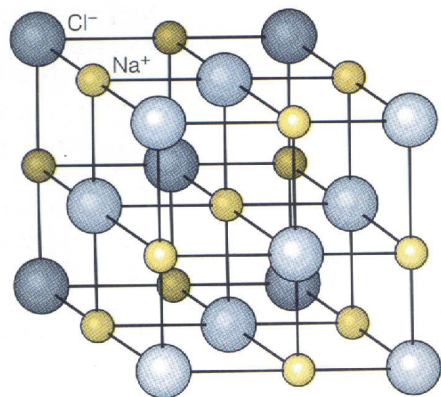
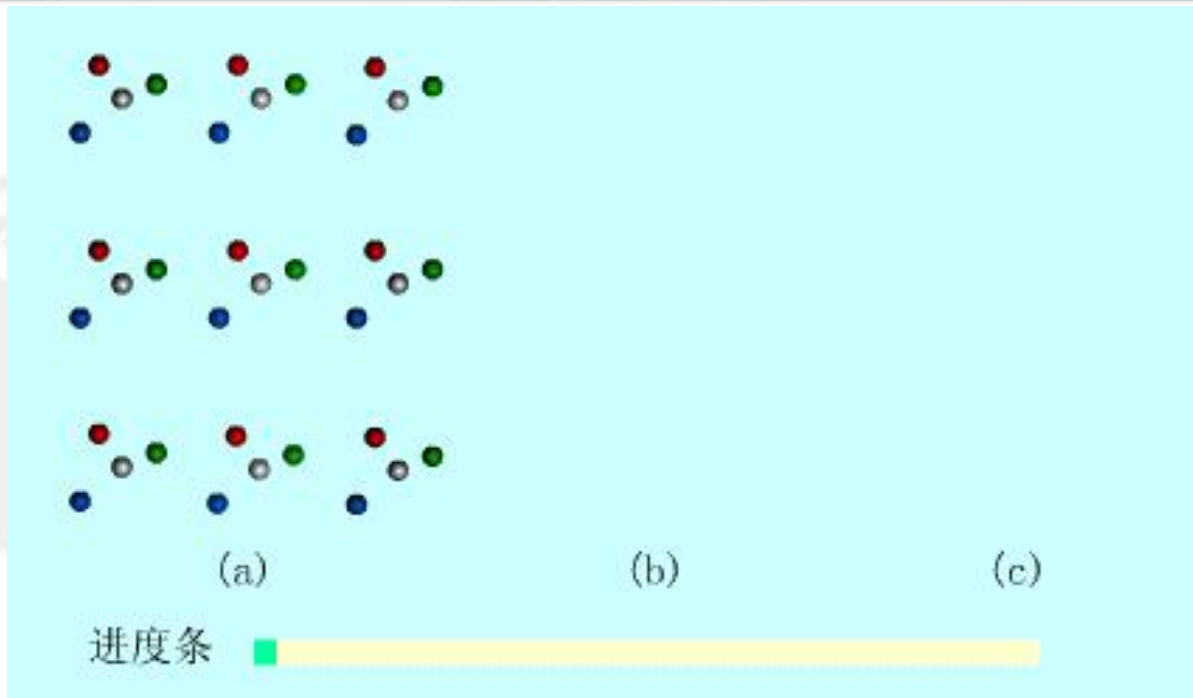
表示晶体内部结构中质点在三维空间作周期性平移重复排列规律的几何图形。

2、导出空间格子的方法

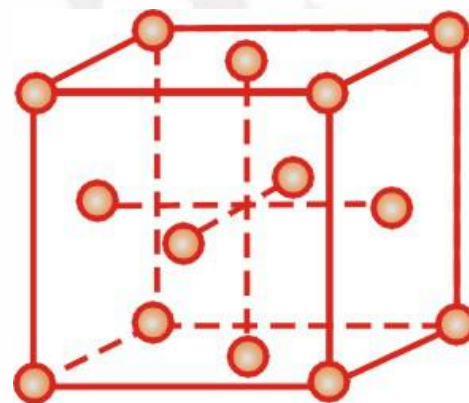
首先在晶体结构中找出**相当点**，再将相当点按照一定的规律连接起来就形成了空间格子。

相当点（两个条件：1、性质相同，2、周围环境相同。）

空间格子的导出过程



(b)

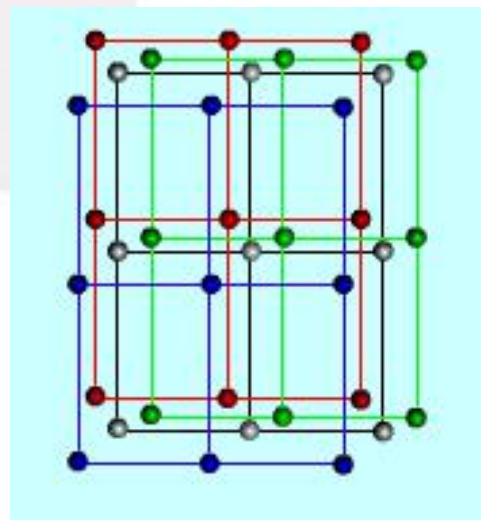


空间格子的导出过程

空间格子与具体的晶体结构是什么关系？



可以认为具体的晶体结构是多套空间格子组成的，见图。



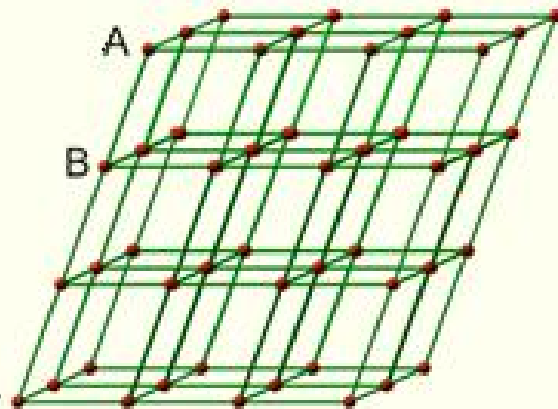
具体的晶体结构是多种原子、离子组成的，使得其重复规律不容易看出来，而空间格子就是使其重复规律突出表现出来。空间格子仅仅是一个体现晶体结构中的周期重复规律的几何图形，比具体晶体结构要简单的多。

3、空间格子的要素



1. 结点：构成空间格子中的点，代表晶体结构中的相当点。只有几何意义。

2. 行列：分布在同一直线上的结点构成一个行列。显然，任意两个结点可以决定一条行列。



结点间距：同一行列上任意两个相邻结点之间的距离。反映了该行列方向上最小的重复单元。同一行列上结点间距相等。

规律：平行的各个行列上结点间距相等；

不平行的行列，其上的结点间距一般不等

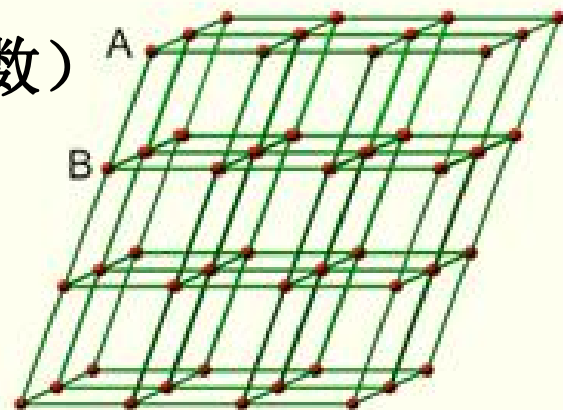
3、空间格子的要素



3. 面网： 联结分布在同一平面上的结点便构成面网，空间格子中不在同一行列的任意3个结点可以决定一个面网方向。

面网密度： 单位面积内的结点的密度（个数）

面网间距： 两个**相邻面网**的垂直距离



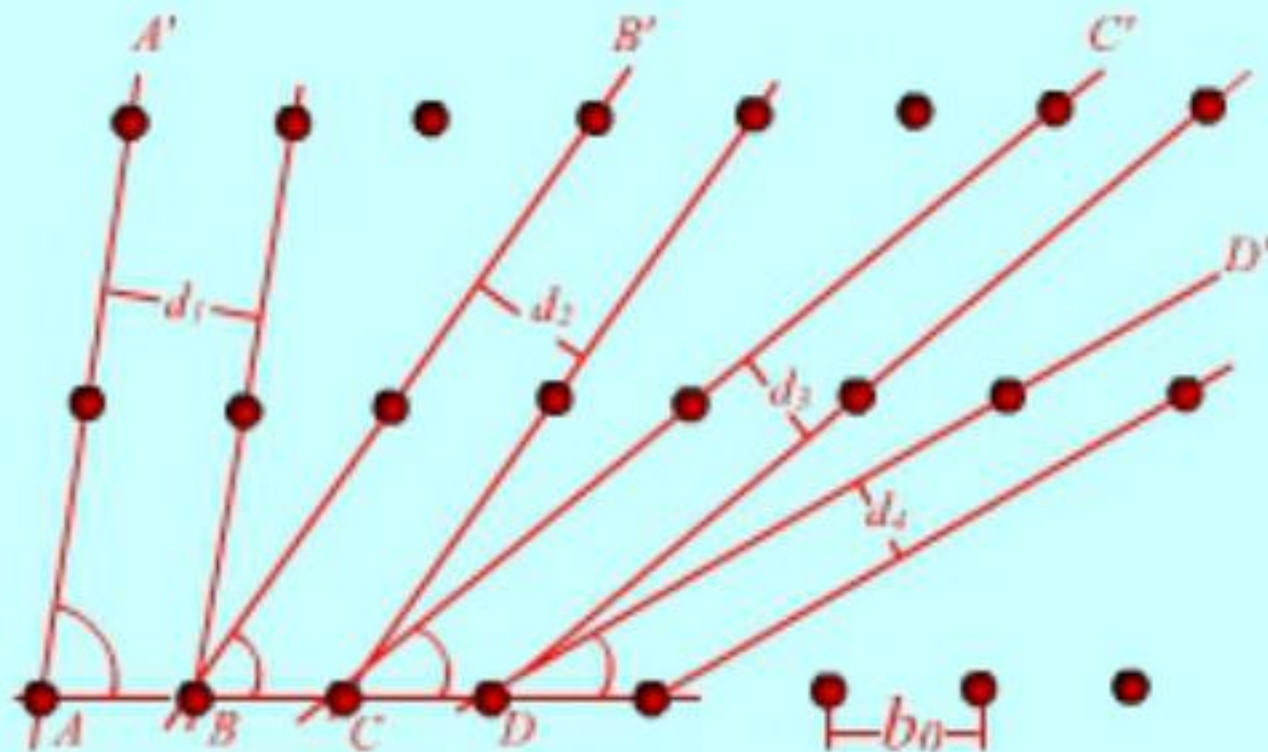
规律： 相互平行的面网，其面网密度和面网间距都**相等**

不平行的面网，其面网密度和面网间距一般**不等**

面网密度大的面网，其面网**间距**（大？小？）

面网密度小，其面网**间距**（大？小？）

3、空间格子的要素



$$d_i = b_0 \sin \beta_i$$

面网密度与面网间距成正比

面网AA'间距 d_1

面网BB'间距 d_2

面网CC'间距 d_3

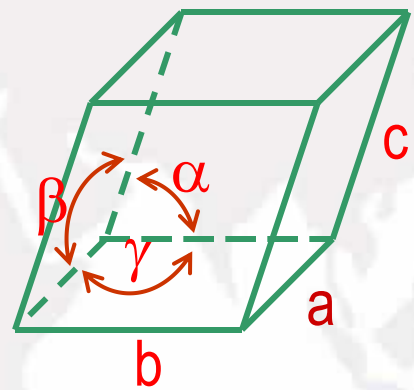
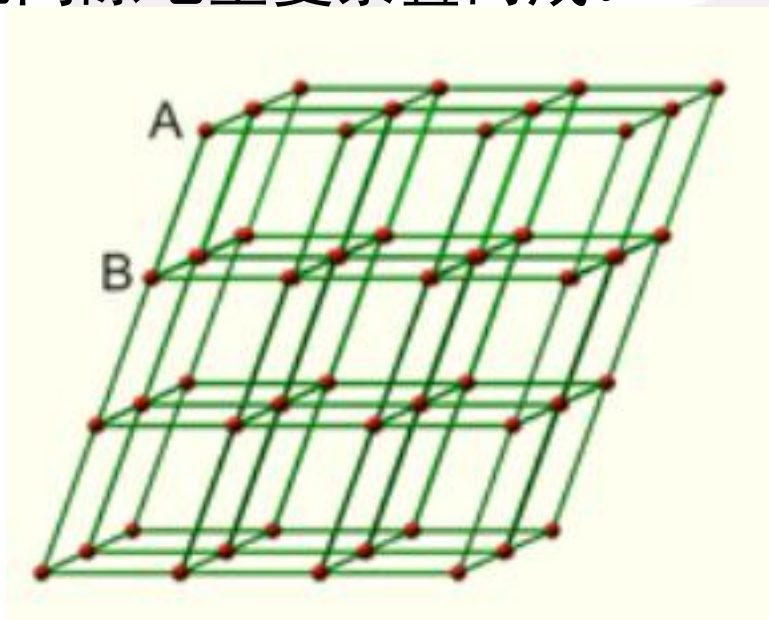
面网DD'间距 d_4

3、空间格子的要素



4. 平行六面体： 结点在三维空间形成的最小单位， 它由6个两两平行且相等的面组成。

整个空间格子可以看成平行六面体在三维空间平行地毫无间隙地重复累叠而成。



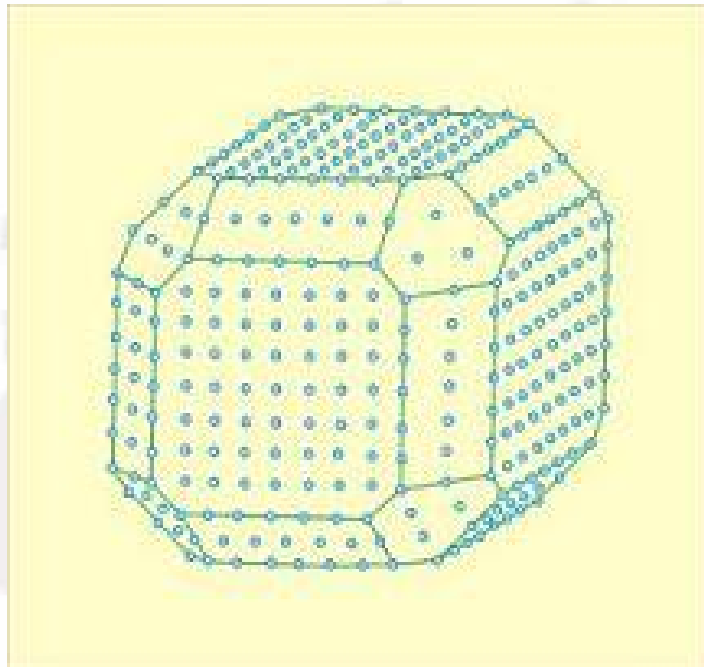
在实际晶体结构中，与空间格子中单位平行六面体相对应的部分称为单位晶胞。

三、晶体的基本性质：



由于晶体是具有格子构造的固体，其内部质点的规则排列决定了晶体具有一定的共性。

- **自限性**：晶体在合适的条件下，能够自发地生长成规则的几何多面体形态。

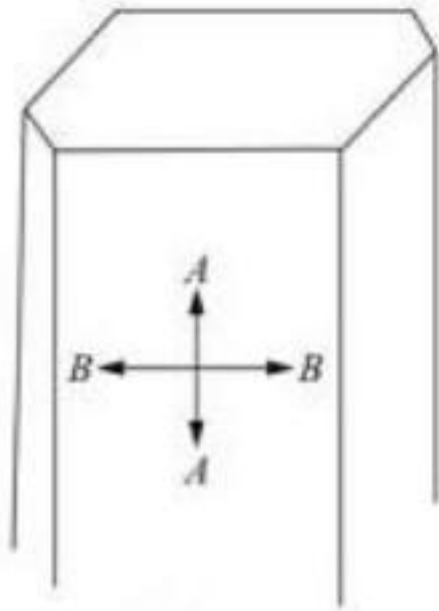


- **均一性**：在同一晶体的不同部位，质点的分布是一样的。同一晶体的不同部分物理化学性质完全相同。晶体是**绝对均一性**，非晶质体是**统计的、平均近似均一性**。

三、晶体的基本性质：



➤ **异向性**：是指晶体的性质因观察方向不同而表现差异的特征。同一晶体**不同方向上质点排列是不一样的**具有不同的物理性质。例如：蓝晶石的不同方向上硬度不同。



思考：均一性与异向性有矛盾吗？
异向性与自限性有什么联系？

三、晶体的基本性质：



- **对称性：**是指晶体中的**相同部分或性质**在不同的方向或位置上**有规律地重复出现**的特性。例如下面的晶体形态是对称的：

...



六面体



十二面体



四面体



三角形扁平双晶



八面体

各种晶体形状的
金刚石晶体

三、晶体的基本性质：



➤ **最小内能性：**晶体与同种物质的非晶体、气体、液体相比，内能最小。

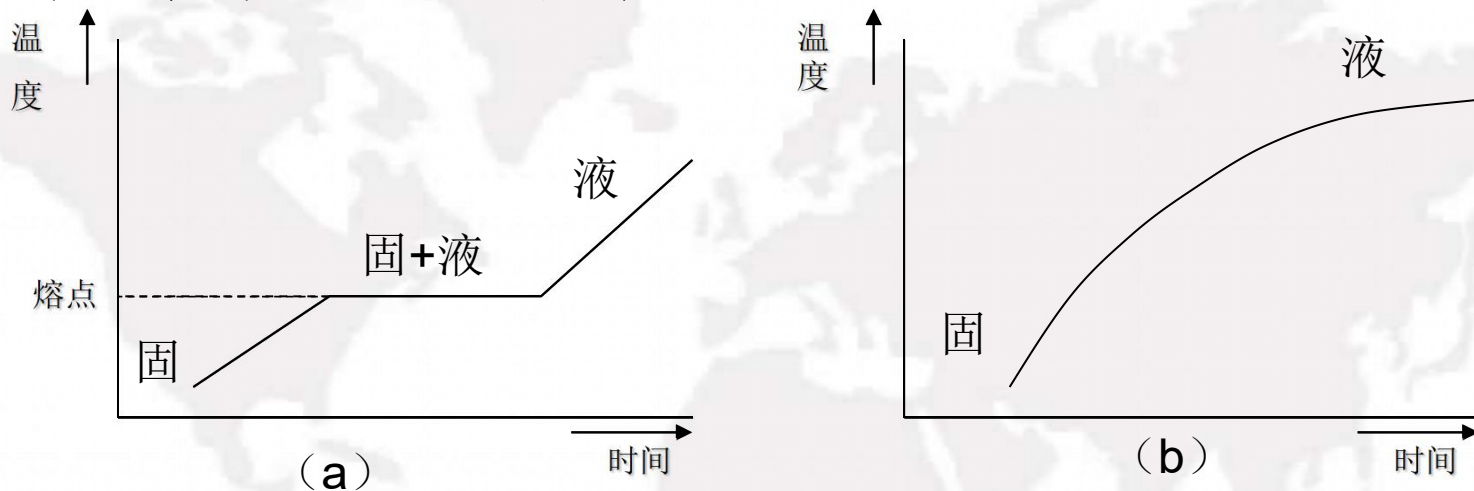


图 3-1 晶体与非晶质体的加热曲线示意图

(a) 晶体的加热曲线

(b) 非晶质体的加热曲线

➤ **稳定性：**晶体由于具有最小内能，因而化学组成相同的物质，结晶状态是一个相对稳定的状态，这就是晶体的稳定性。晶体比非晶体、气体、液体稳定。