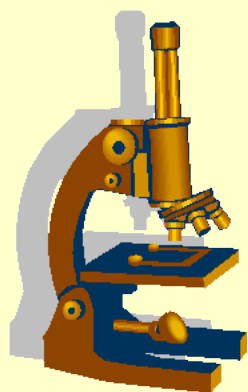


结晶学及矿物学



吉林大学地球科学学院

第六章 晶体生长简介

一 晶体的形成方式

1. 由液相转变为固相

(1). 从熔体结晶

体系处于过冷却状态，温度低于熔点。例：金属、岩浆作用矿物的析出。

(2). 从溶液结晶

体系应处于过饱和状态。体系处于过饱和状态有三种情况：

①温度降低体系能够处于过饱和状态。例：结晶矾类矿物，岩浆期后热液矿物的析出。

②水分蒸发体系能够处于过饱和状态。例：结晶盐类矿物；

③发生化学反应体系能够形成难溶物质。锰结核

2.由气相转变为固相（凝华）

体系需要有足够低的蒸气压。例：火山口附近形成的自然硫。

3.固相再结晶为固相

(1). 同质多像转变 例： α 石英— β 石英

(2). 原矿物的颗粒加大 例：再结晶的方解石

(3). 固溶体分解 例：钾钠长石（条纹长石）

(4). 变晶 如变质矿物

(5). 非晶质转变 例：火山玻璃转变成石英

1. 二 成核

2. 晶体生长过程的第一步,就是形成晶核。

成核 (nucleation) 是一种相变过程, 这一相变 (液相~固相) 过程中体系自由能的变化为:

3.
$$\Delta G = \Delta G_v + \Delta G_s$$

4. 式中 ΔG_v 为新相形成时体系自由能的变化, 且 $\Delta G_v < 0$; ΔG_s 为新相形成时新相与旧相界面的表面能, 且 $\Delta G_s > 0$ 。

5. 显然, 晶核的形成, 一方面因形成固相而使体系自由能下降, 另一方面又因为增长了液-固界面而使体系自由能增长。

设晶核为球形，则上式可写为

$$\Delta G = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v^0 + 4\pi r^2 \Delta G_s^0$$

式中 ΔG_v^0 与 ΔG_s^0 分别表达单位体积的新相形成时自由能的下降和单位面积的新旧界面自由能的生长。

用上式能够作 ΔG 与 r 曲线

图中虚线为 ΔG 总自由能的变化，由图可见，伴随晶核的长大（即 r 增长），开始的时候体系自由能是升高的，表明当晶核很小时 $\Delta G_s > \Delta G_v$ ，但是当晶核半径到达某一值（ r_c ）时，体系自由能开始下降，表明当晶核较大时 $\Delta G_s < \Delta G_v$ ，此时的 r_c 称为临界半径。

只有当 $r > r_c$ 时， ΔG 下降，晶核才干稳定存在。

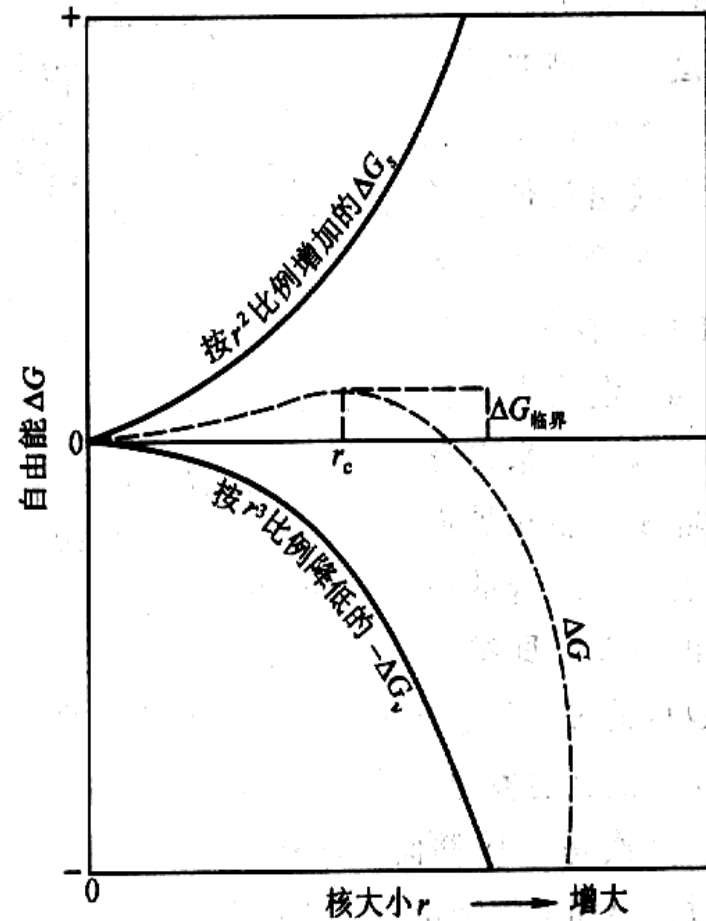


图 8-1 成核过程中晶核半径 r 与体系自由能变化 ΔG 的关系

(引自潘兆椿等, 1993)

均匀成核和非均匀成核

- **均匀成核**-是指晶核从均匀的单相熔体中产生的几率到处是相同的成核过程。
- **非均匀成核**-是指借助于表面、界面、微粒裂纹，器壁以及多种催化位置等而形成晶核的过程，这些部位成核率高于其他部位。**实际成核都是非均匀成核。**
- 晶核成型后，在一定的过冷度和过饱和条件下，晶体会逐渐长大。

三 晶体生长模型

1.层生长理论模型

科塞尔（**Kossel 1927**）首先提出、后经斯特兰斯基（**Stranski**）加以发展的晶体的层生长理论亦称为科塞尔-经斯特兰斯基理论。

该理论以为晶体表面具有三面凹角的**K**面，是最有利的生长位置；具有二面凹角**S**面次之；最不利的生长位置是**A**。

由此能够得出下列结论：晶体在理想情况下生长时，质点优先沿三面凹角位生长一条行列，而后在二面凹角处生长另一行列，在长满一层面网后，质点则在光滑表面A位形成一种二维核，提供新的三面凹角和二面凹角，再开始生长第二层面网。

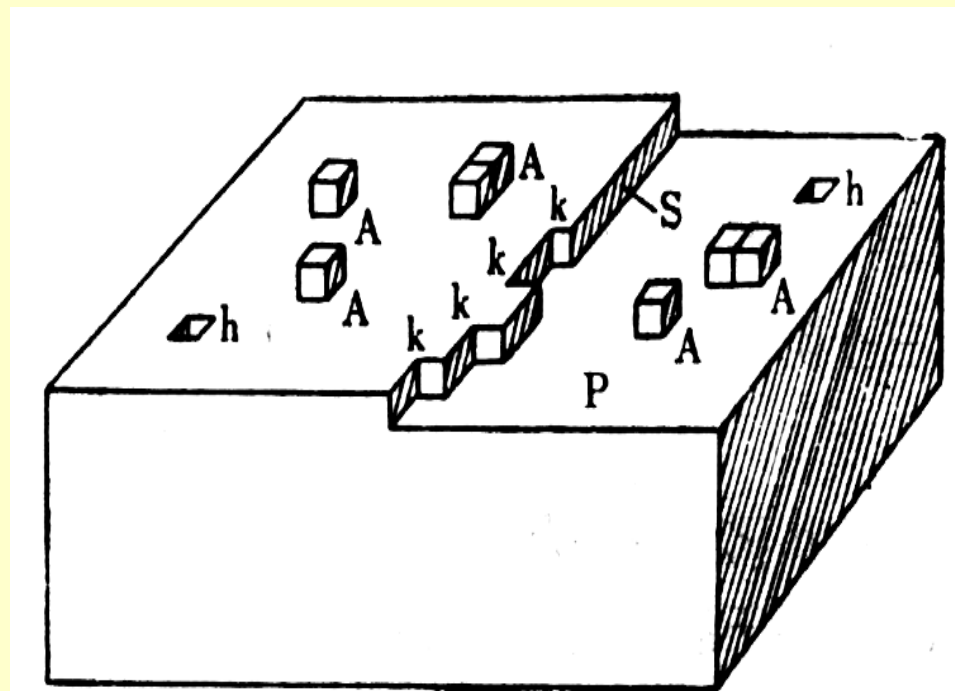


图 1—2—1 晶体生长过程中表面状态图解
P.平坦面；S.台阶；k.曲折面；A.吸附分子；h.孔

晶体的层生长模型，能够解释如下的某些生长现象

(1)晶体常生长成面平、棱直的多面体形态。

(2)在晶体的生长过程中，生长环境的变化，能够造成晶体成份和物理性质的微小变化，因而在晶体的断面上经常能够看到带状构造，表白晶面是平行向外推移生长的。例石英的带状构造。

(3)因为晶面是向外平行推移生长的，所以同种矿物不同晶体上相应晶面间的夹角不变。

(4)晶体由小长大，许多晶面对外平行移动的轨迹形成了以晶体中心为顶点的锥状体，称为生长锥或砂钟状构造。

但在过饱和度和过冷却度较低时，需其他模型解释。

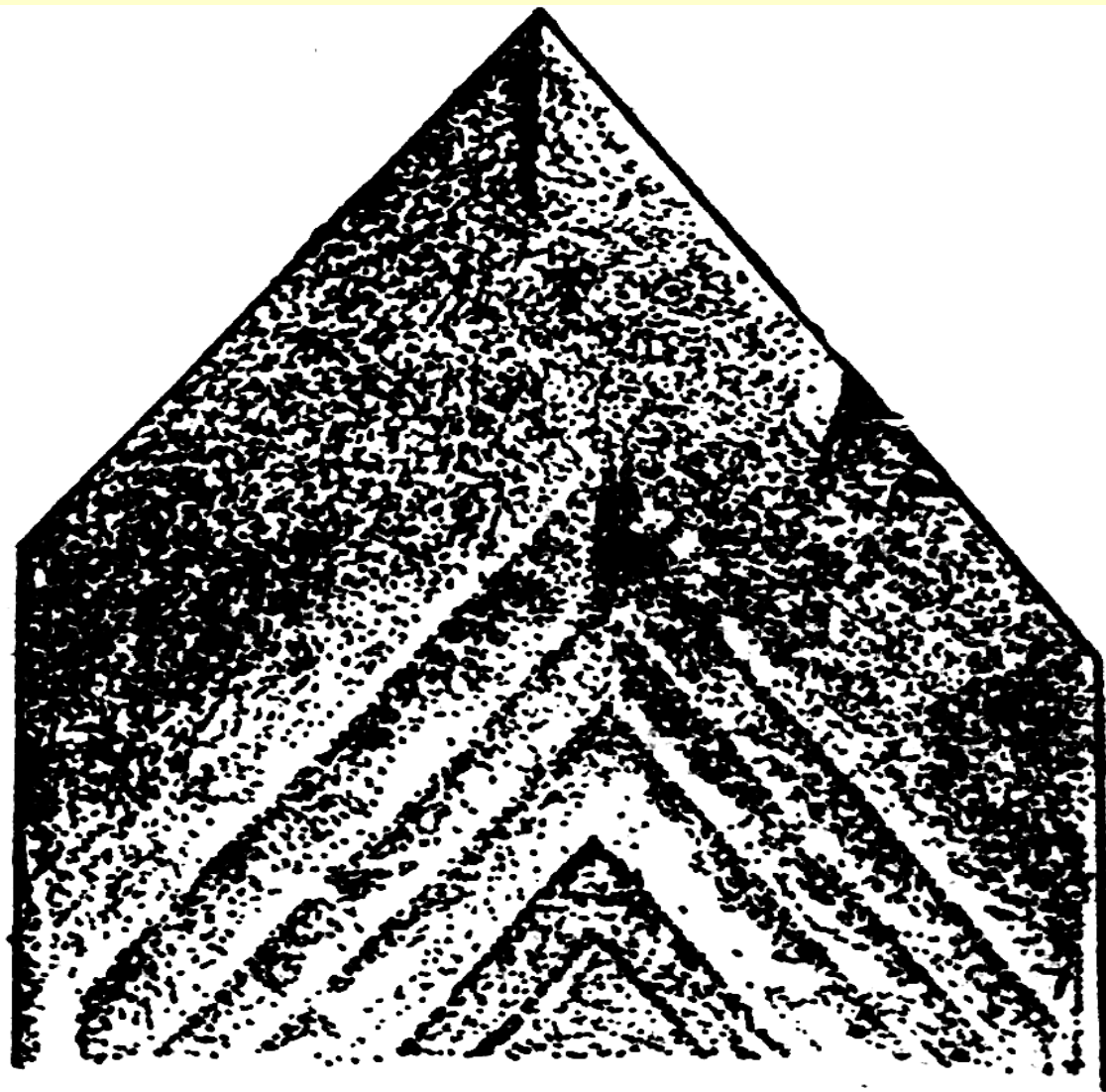


图 I—2—2 石英的带状构造

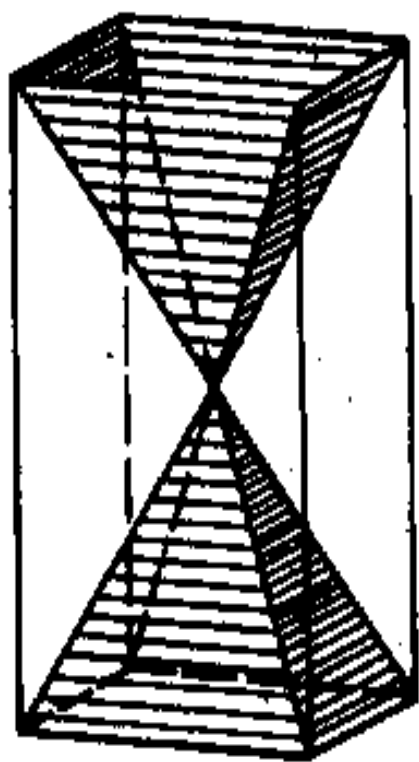


图 8-4 生长锥



图 8-5 普通辉石的砂钟状构造

2.螺旋生长理论模型

弗朗克(Frank)等人(1949—1951)根据实际晶体构造中最常见的位错现象，提出了晶体的螺旋生长模型。该模型以为，在晶体生长界面上螺旋位错露头点所出现的凹角及其延伸所形成的二面凹角，能够作为晶体生长的台阶源，增进光滑界面的生长。

位错的出现，在晶体的界面上提供了一种永不消失的台阶源。伴随生长的进行，台阶将会以位错处为中心呈螺旋状分布，质点围绕着螺旋位错的轴线螺旋状堆积。伴随晶体的不断长大，最终使晶面上形成能够提供晶体生长条件信息的各式各样的螺旋纹。

解释了晶体过饱和度较低时，生长的实际现象。

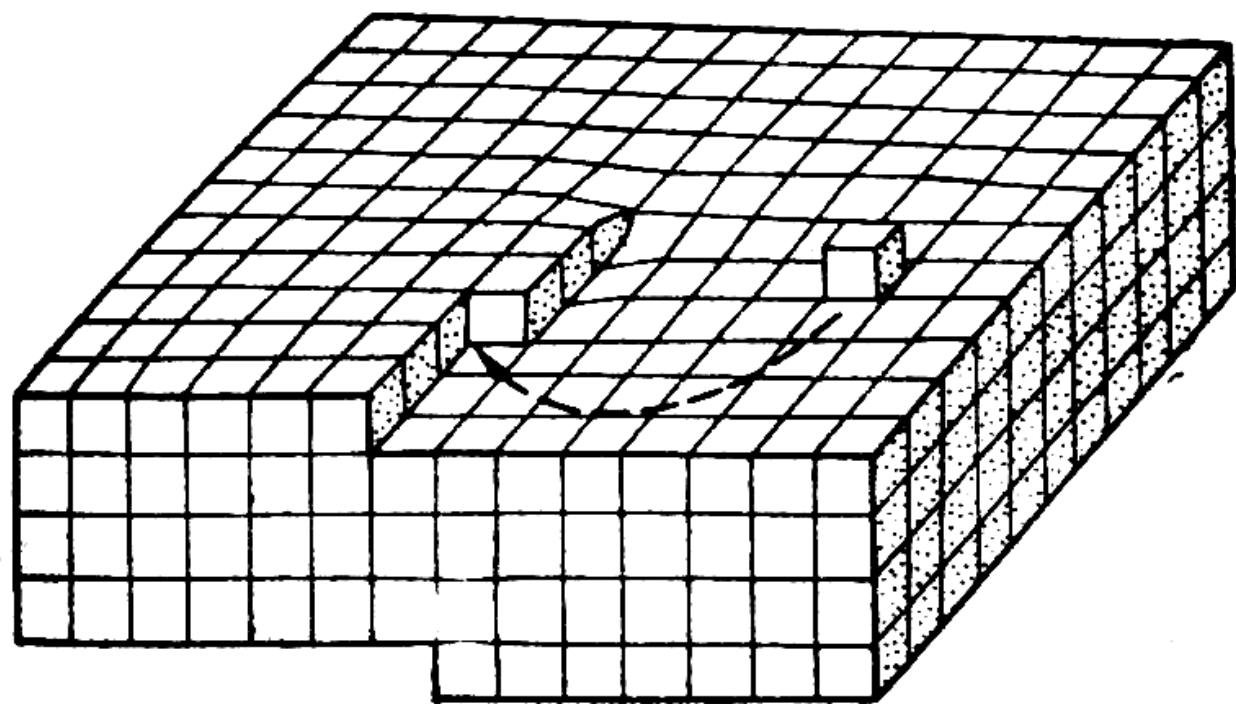


图 I—2—6 晶体的位错

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/136125155053010230>