

第六章 晶体的规则连生

以上各章讨论的内容只限于**单晶体**，但晶体在生长过程中或生长以后，会发生**多个晶体之间的连生现象**。

晶体的连生分为**规则连生**和**不规则连生**两类。

本章涉及的是有规则的连生现象，即有一定的几何规则，包括同种晶体连生与不同种晶体的连生。

不规则的连生叫**多晶集合体**，不在本章范围内。

主要内容

一、平行连生

二、双晶

三、浮生

四、晶体规则连生的微观研究

一、平行连生（晶）

同种晶体，彼此平行地连生在一起，连生着的每一个晶体的相对应的晶面和晶棱都彼此平行，这种连生称为平行连生。

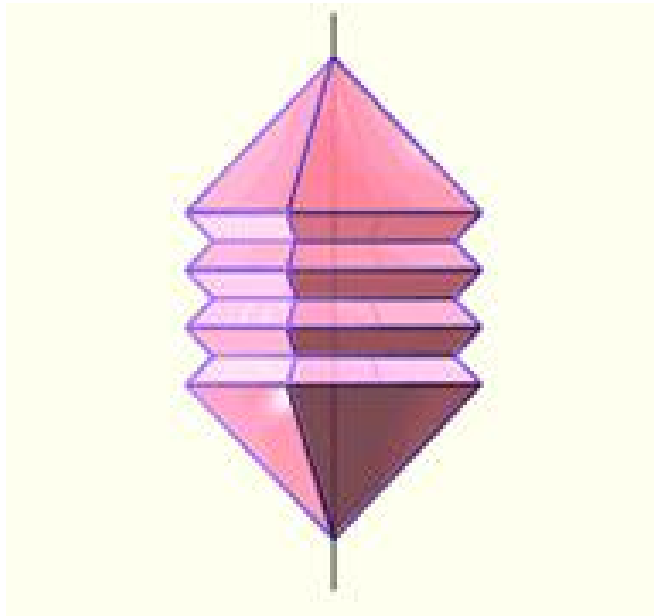


图7-1 明矾八面体晶体的平行连晶

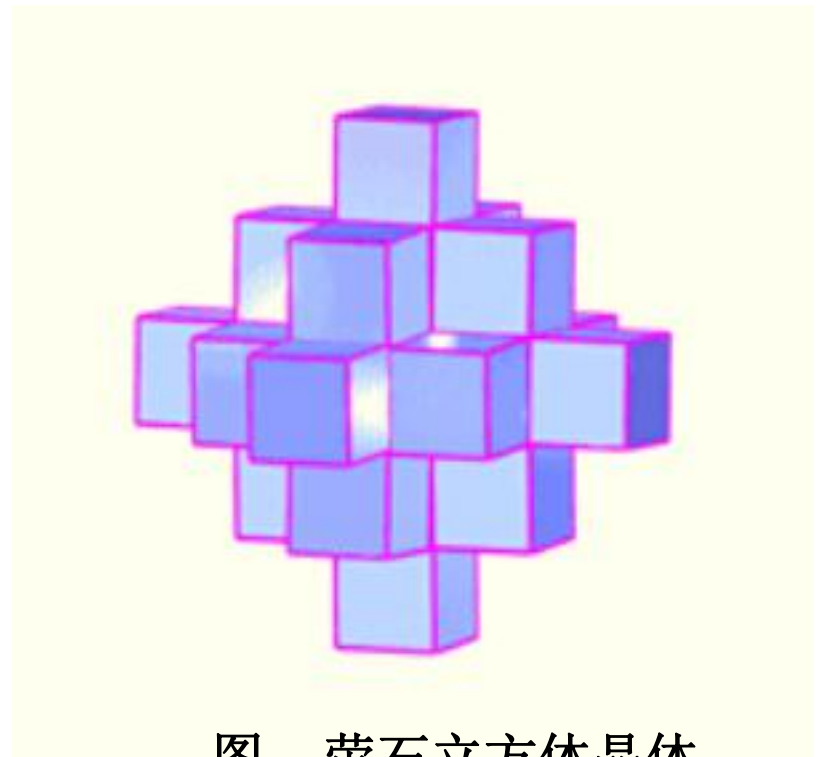


图 萤石立方体晶体的平行连生

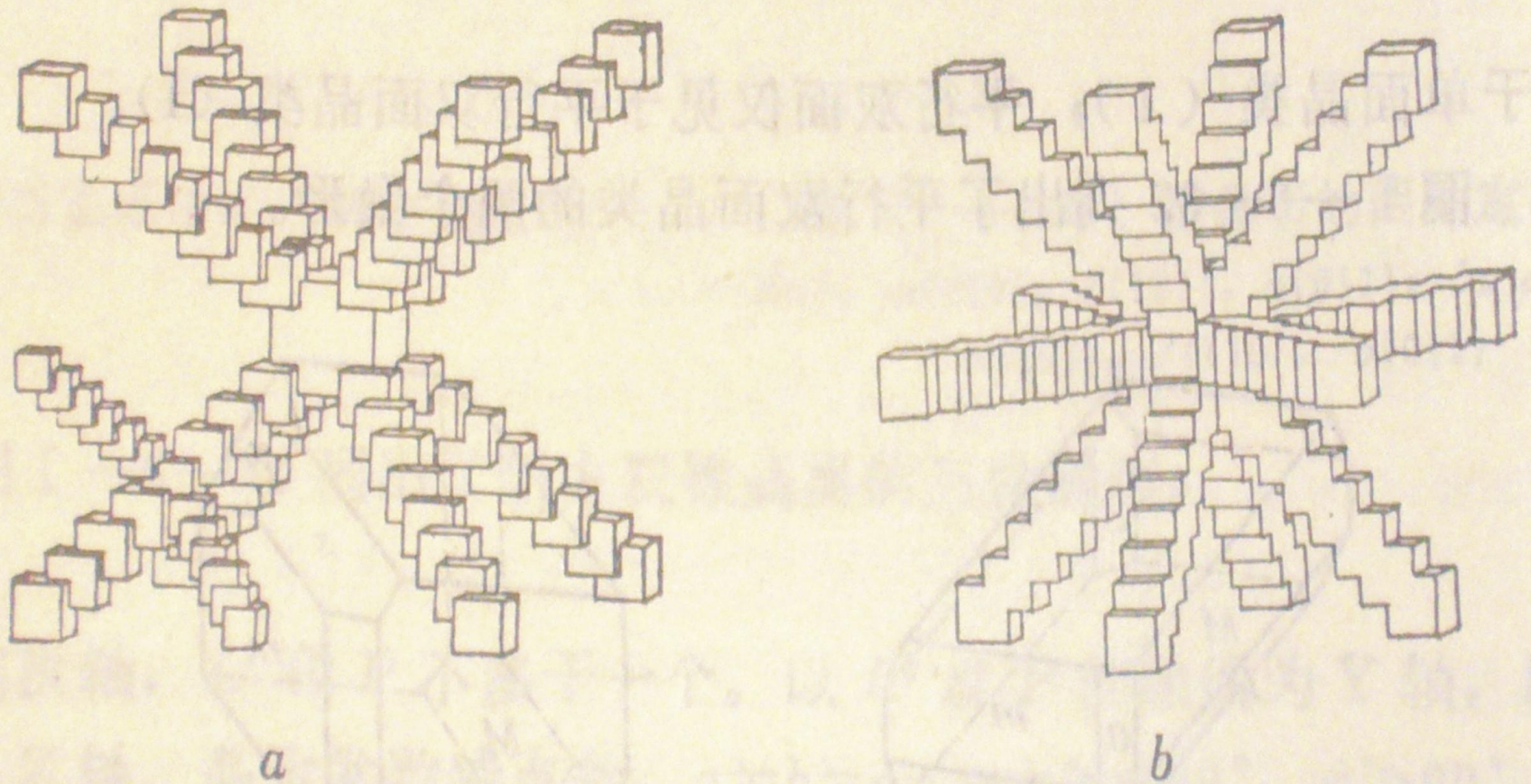


图 7 - 1 自然铜立方体晶体的树枝状平行连生

a. 沿立方体角顶 (L^3) 延伸; *b.* 沿立方体晶棱 (L^2) 延伸



平行连生的特点:

不同单体之间所有的结晶方向(包括各个对应的结晶轴、对称要素、晶面及晶棱的方向)都一一对应、相互平行。

各单体间的格子构造是连续的，它们实际上是外形上象多晶体的单晶体。

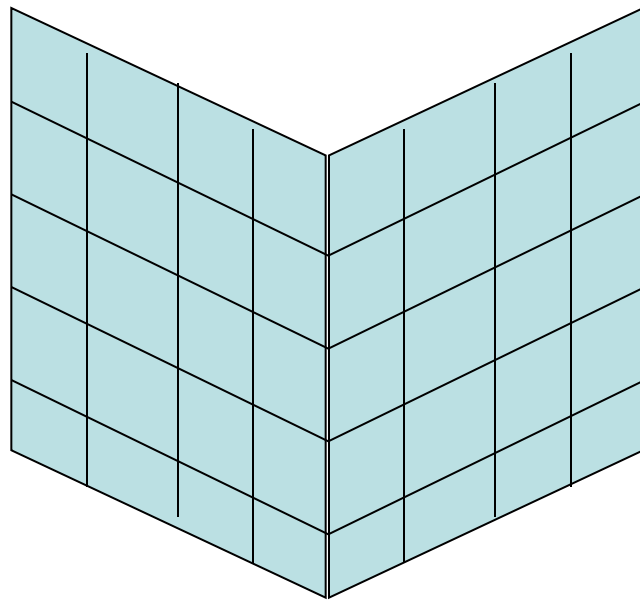




二、双晶（孪晶）

1. 双晶的概念

双晶也叫孪晶，是两个以上的同种晶体按一定的对称规律形成的规则连生，相邻两个个体的相对应的面、棱、角并非完全平行，但它们可以借着对称要素——旋转、反映、反伸，使两个个体彼此重合或平行。



双晶区别于平行连晶的根本不同之处是：

构成双晶的两单体的格子构造是互不平行连续的。

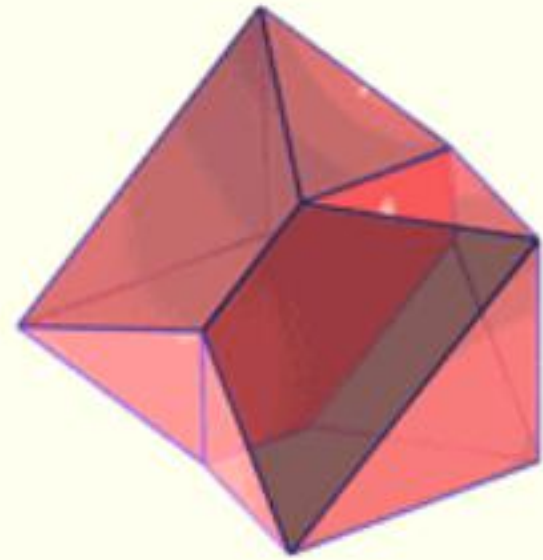
此外，在外形上双晶虽也经常具有凹入角，但这并无必然性，双晶也常有不具凹入角的。

2. 双晶要素

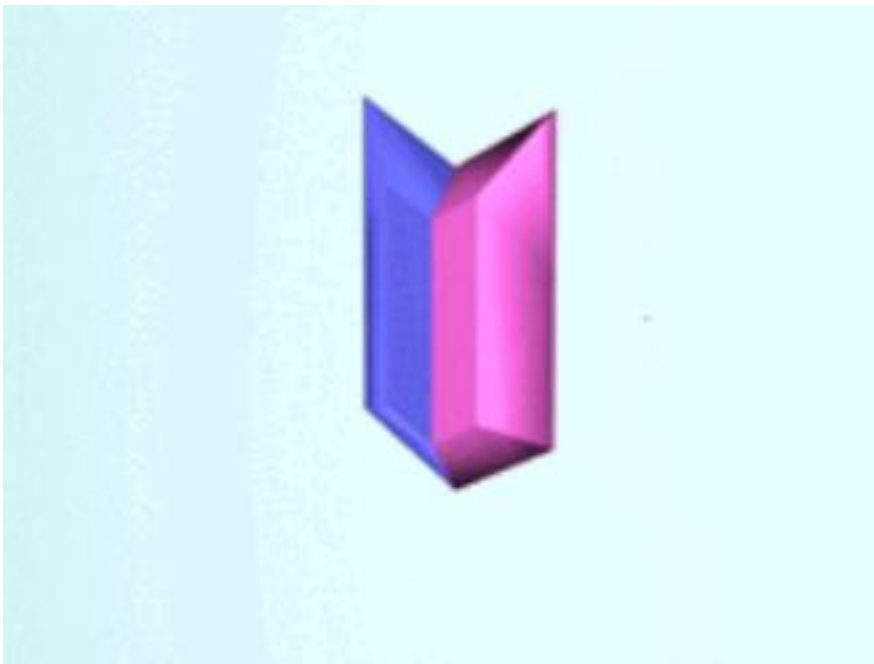
双晶中相邻单体之间存在的对称要素。注意双晶要素与对称要素之间的区别，双晶要素是存在于两个单体之间的，而对称要素是存在于一个单体内部的。

(1) 双晶面

为一假想的平面，通过它的反映，可使双晶相邻的两个个体重合或平行。



尖晶石双晶中的双晶面



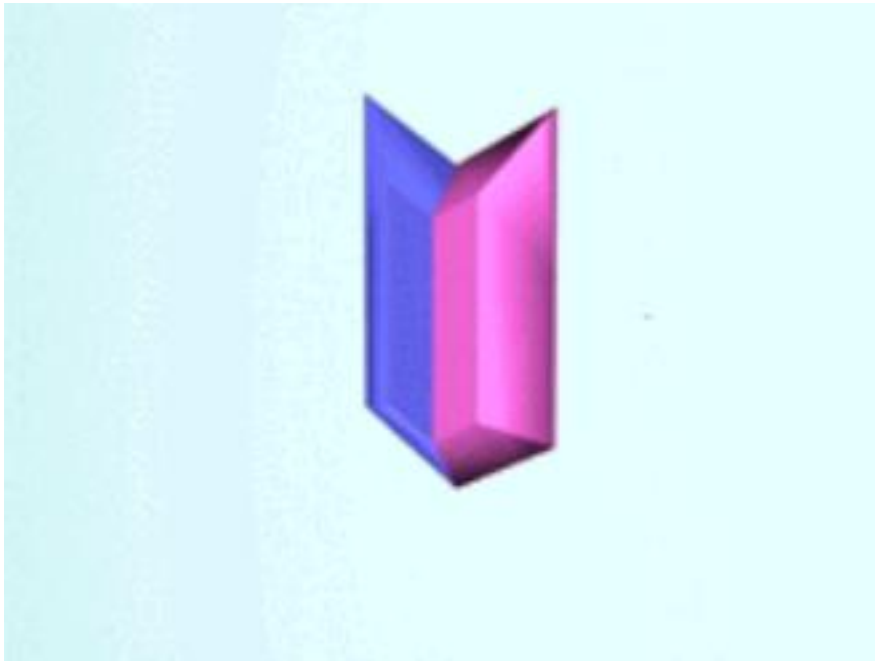
石膏晶体的双晶面

在实际双晶中，双晶面总是平行于单晶体中具有简单指数的晶面，或是垂直于重要的晶棱。因此，双晶面的方向均采用平行于某晶面或垂直于某晶棱的方式来表示。例图尖晶石双晶中的双晶面中的双晶面为 $\parallel (111)$ 或 $\perp [111]$ 。

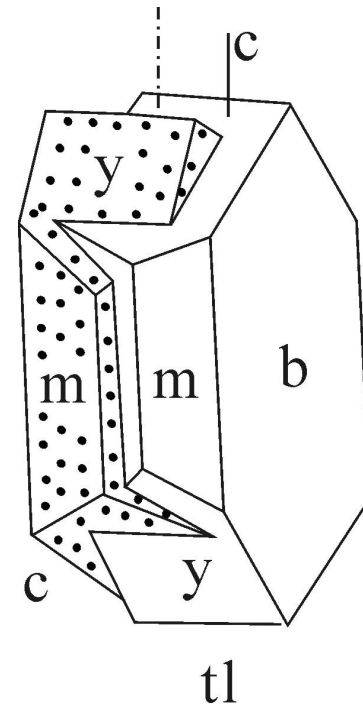
双晶面不可能平行于单晶体中的对称面，否则就会使两个晶体处于平行的位置，成为平行连生。

(2) 双晶轴

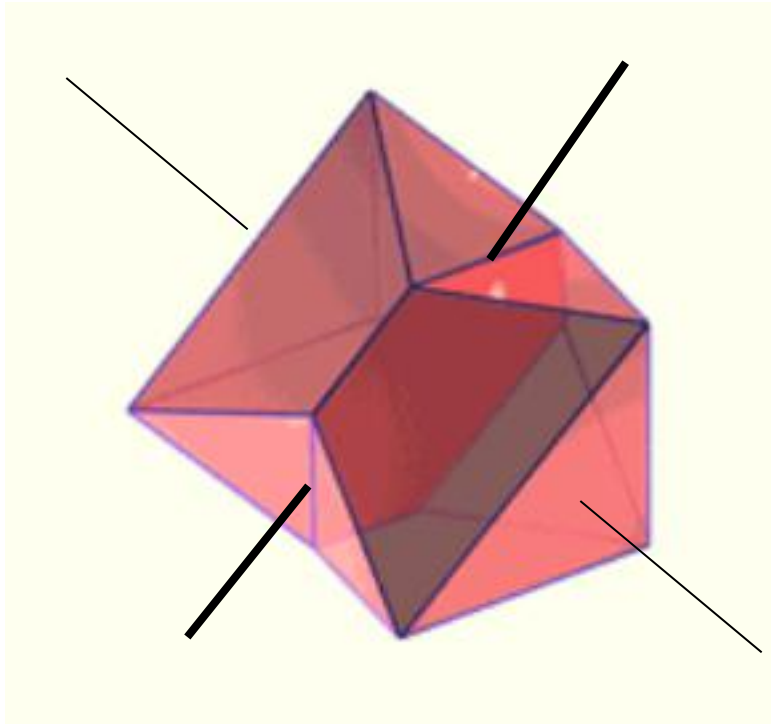
为一假想直线，双晶中一单体围绕它旋转一定角度后(一般都为 180°)，可与另一单体重合、平行或连成一个完整的晶体（一般来说双晶轴都是二次轴）。



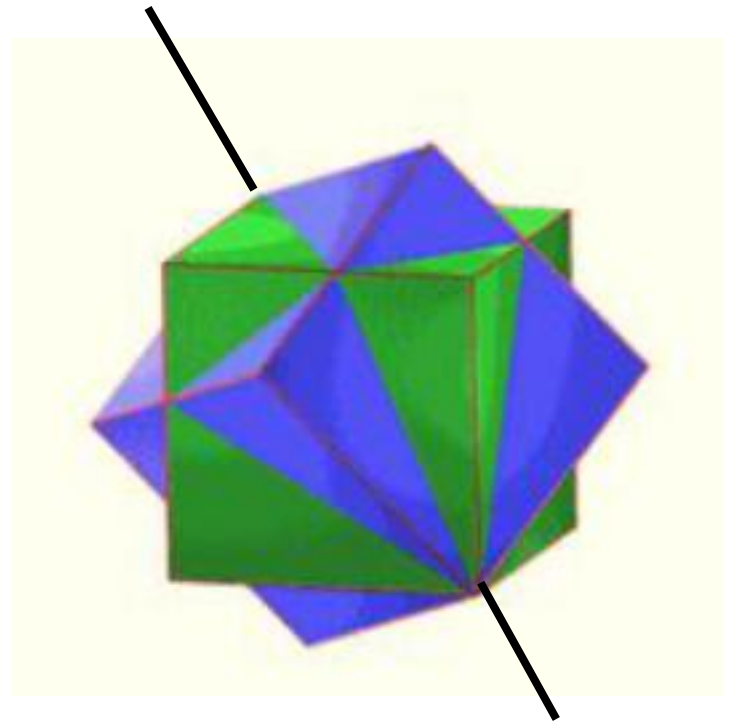
石膏晶体的双晶轴垂直(100)晶面



正长石双晶的双晶轴平行于C轴



尖晶石双晶中的双晶轴



萤石双晶中的双晶轴

双晶轴决不可能平行于单晶体中的偶次对称轴(因为双晶轴一般都为二次轴), 否则就形成平行连晶了。



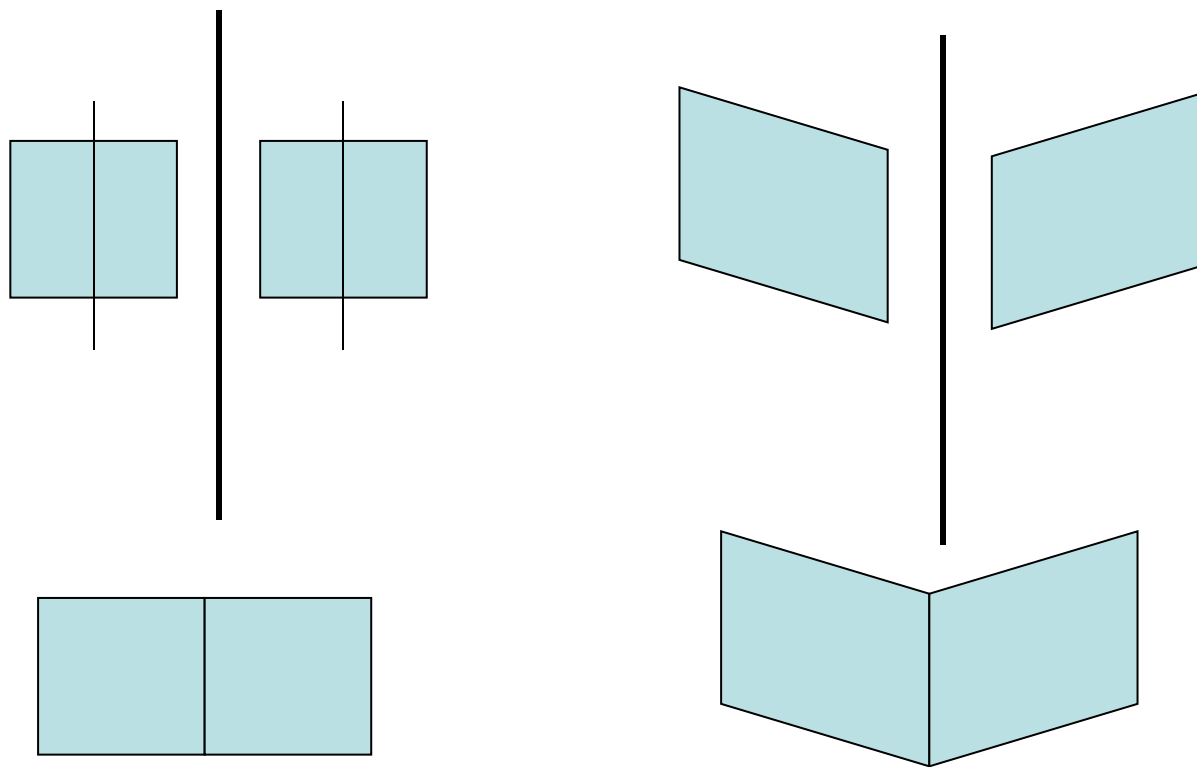
类似于双晶面，双晶轴采用平行于某晶棱或垂直于某晶面的方式来表示。例如石膏晶体的双晶轴为 $\parallel [100]$ 或 $\perp (100)$ 。

对于一个双晶来说，只需描述其中一个双晶面或双晶轴就可以确定两单体间的取向关系了，其他双晶要素往往省略。

(3) 双晶中心：在实际的双晶分析中很少用到。

双晶要素决不可能平行单体中的相类似的对称要素！（即双晶面不能平行对称面，双晶轴不能平行偶次轴）

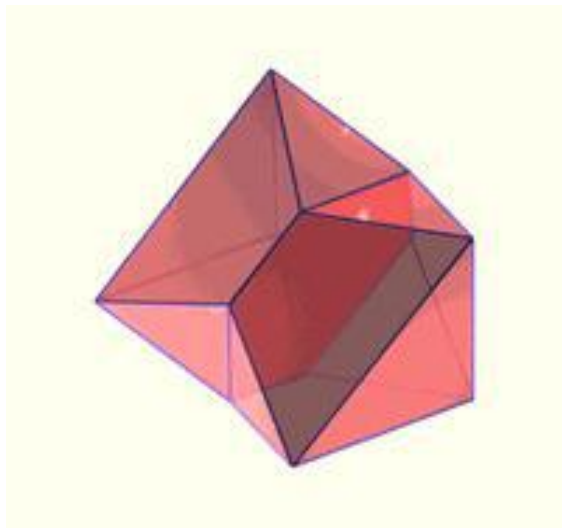
为什么？举例说明：



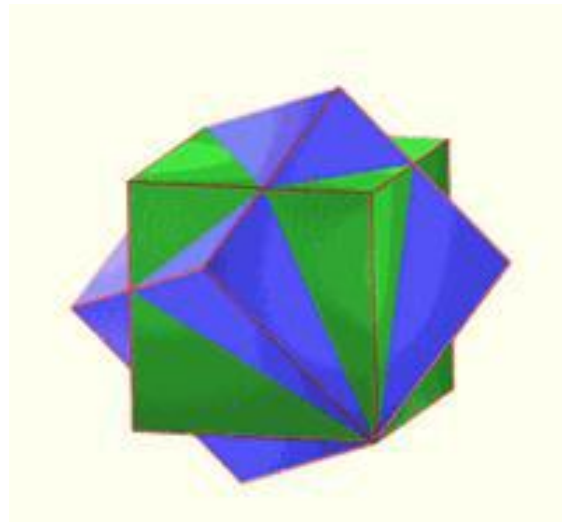
3. 双晶接合面

两单体之间的接触面，属于两个个体之间的共用面网。可以是平面，也可以是不规则曲面，并形成缝合线。

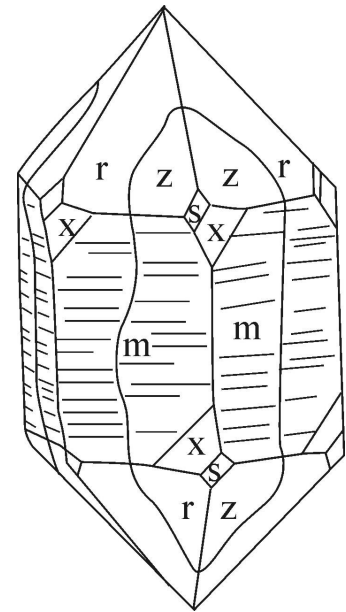
可与双晶面重合（石膏），也可不重合（正长石）。



例1：尖晶石双晶
接合面平直



例2：萤石双晶
接合面不规则

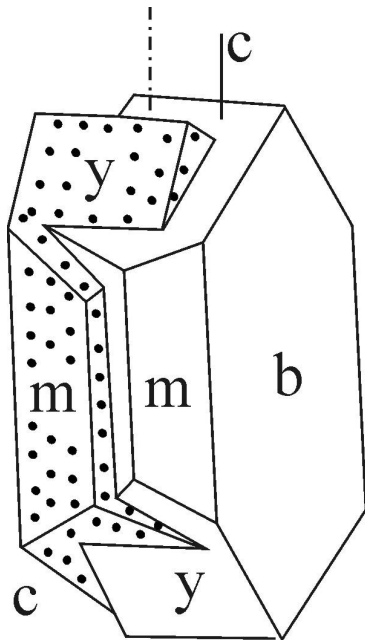


例3：石英道芬双晶
接合面不规则曲线状

4. 双晶律的概念

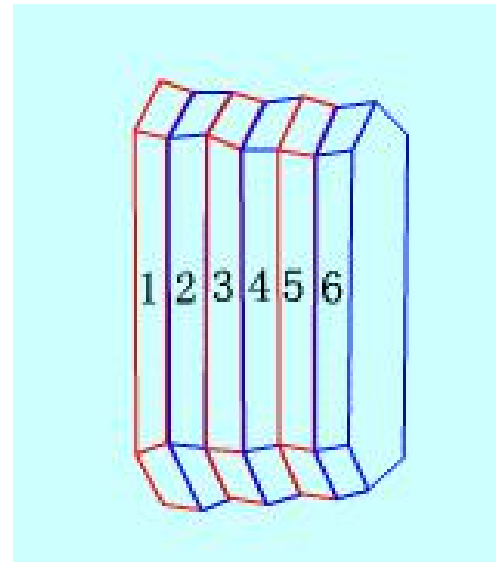
描述单体构成双晶的具体规律叫双晶律。用双晶要素及结合面来表征，并可命名(矿物名称、发现地、形态、结合面)。

列出了一些常见双晶的双晶律。



tl

卡斯巴律：双晶轴//[001]
(只针对正长石)。



钠长石律：双晶轴 \perp (010)
(只针对钠长石)

1.以矿物命名：如果某双晶律出现在固定的矿物中，就以某特征矿物的名称命名。例如：钠长石律，尖晶石律，云母律，文石律。

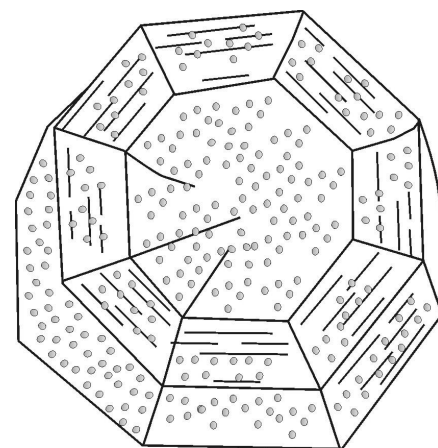
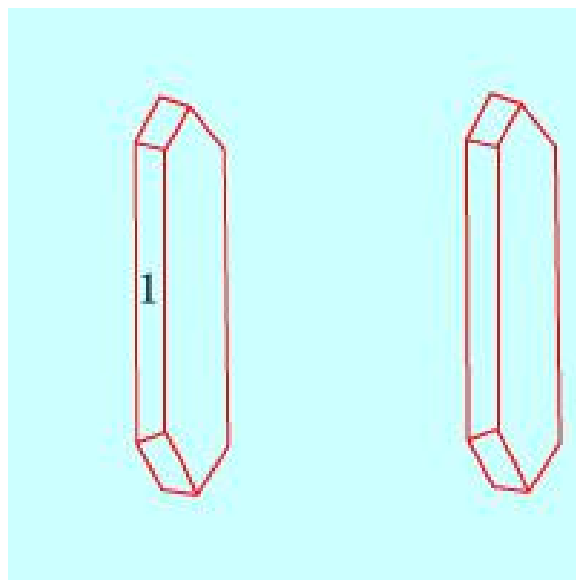
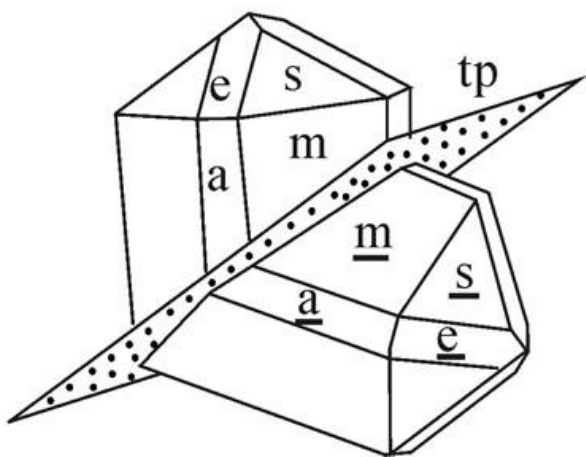
2.以发现地命名：如正长石的卡斯巴律双晶，适应石英的道芬律，巴西律双晶。

3.以形态命名：如金红石族矿物的膝状双晶、十字石的十字双晶、石膏的燕尾双晶、黄铁矿的铁十字双晶。

5. 双晶类型

根据双晶个体的连接方式，可将双晶划分为接触双晶和穿插双晶两种类型。

(1) 接触双晶：a. 简单接触双晶、b. 聚片双晶、c. 环状双晶、d. 复合双晶。



a. 两个单体以一个明显而规则的接合面相接触。

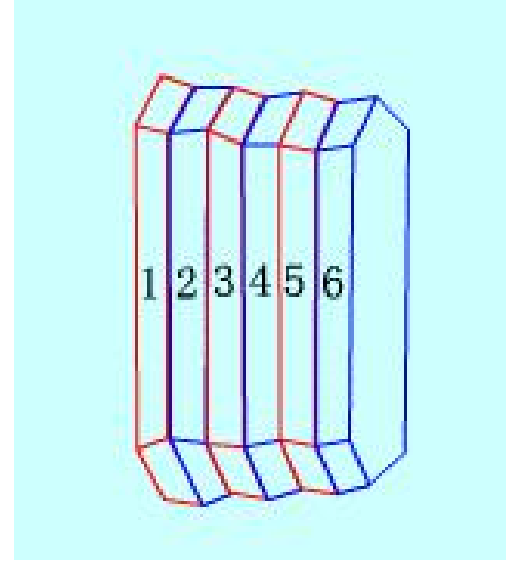
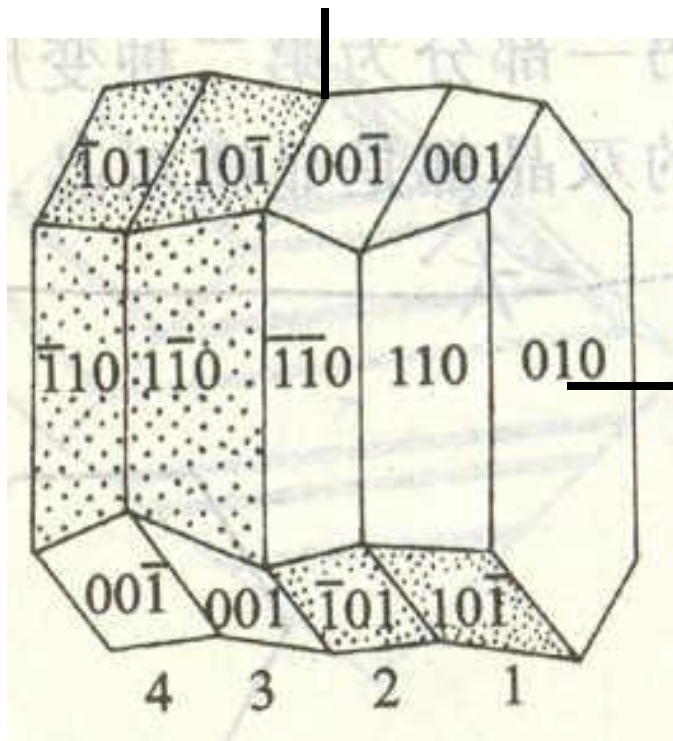
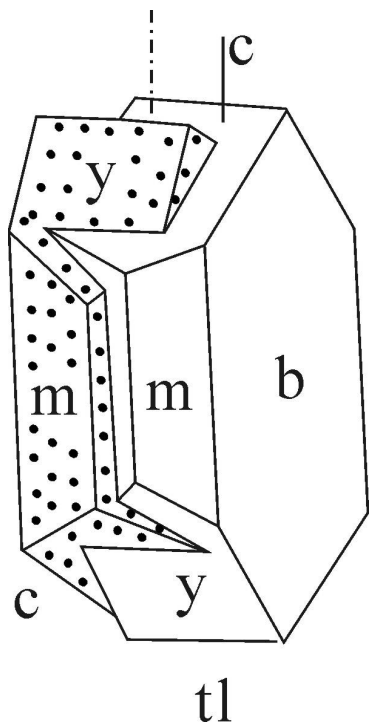
b. 由若干单体按同一种双晶律所组成，表现为一系列接触双晶的聚合，所有接合面均相互平行

c. 多个单体以相同的双晶律、不平行的结合面形成。

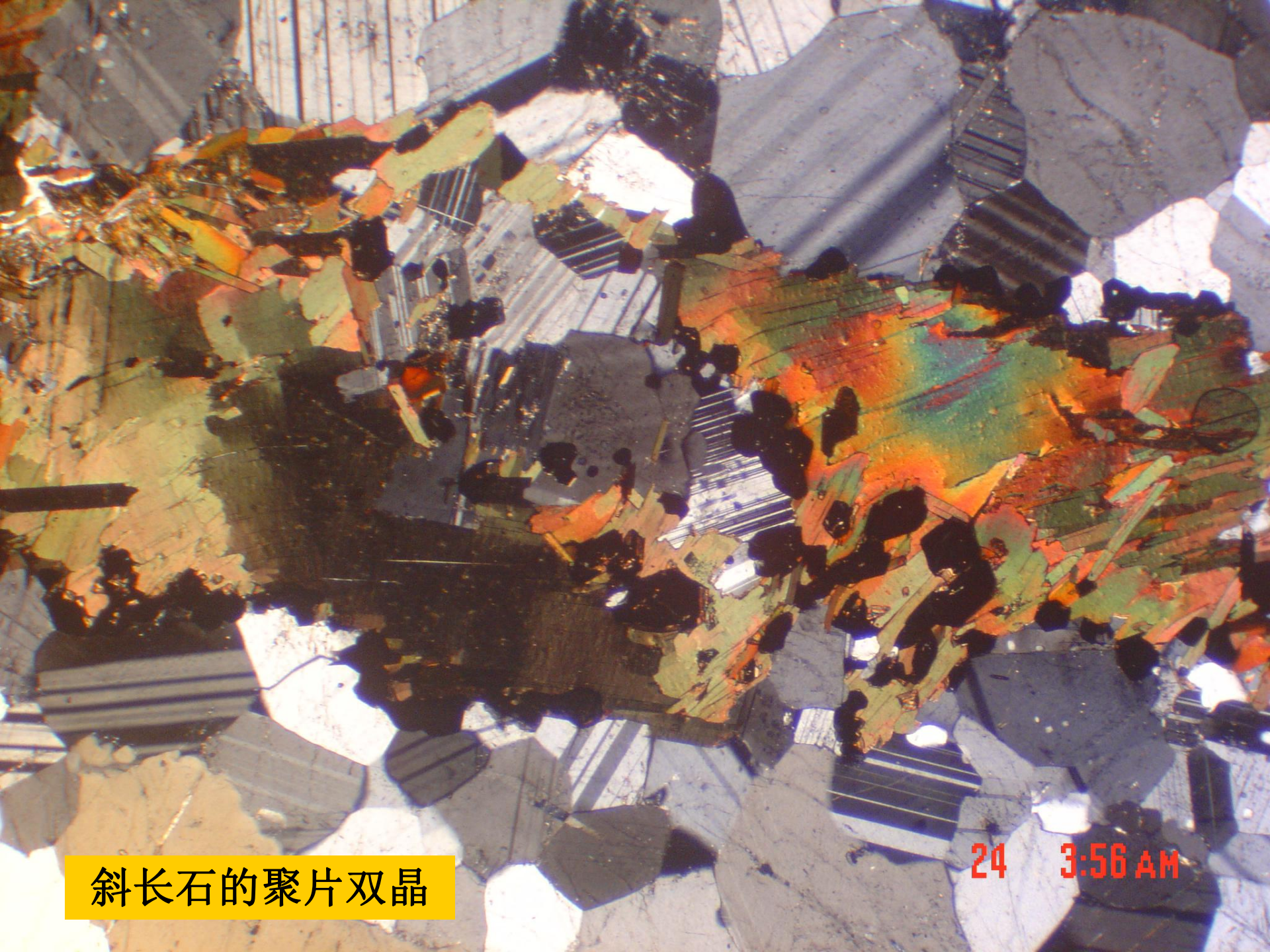








d、例如斜长石的卡-钠复合双晶，就是按3种不同的双晶律结合在一起而成的，接合面均为 (010) ，其中单体1和2以及单体3和4彼此间按钠长石律接合，双晶轴 $\perp(010)$ ；单体2和3之间按卡斯巴律接合，双晶轴 $\parallel c$ 轴，于是单体1和4之间也成卡斯巴律的关系，单体1和3以及2和4虽然都未直接相连，但它们之间的相对方位都构成了另一双晶律，这一双晶律可由钠长石律与卡斯巴复合而得，所以称为钠长石-卡斯巴律复合双晶律。

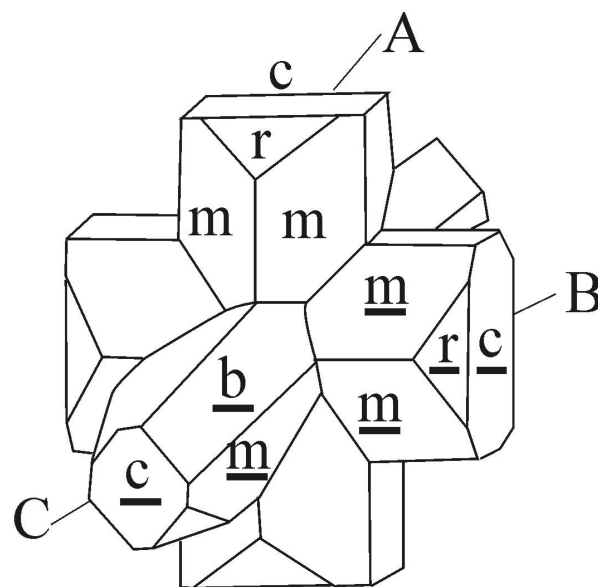
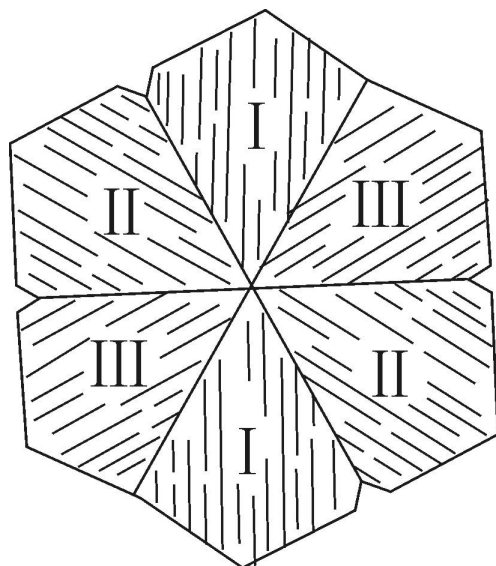
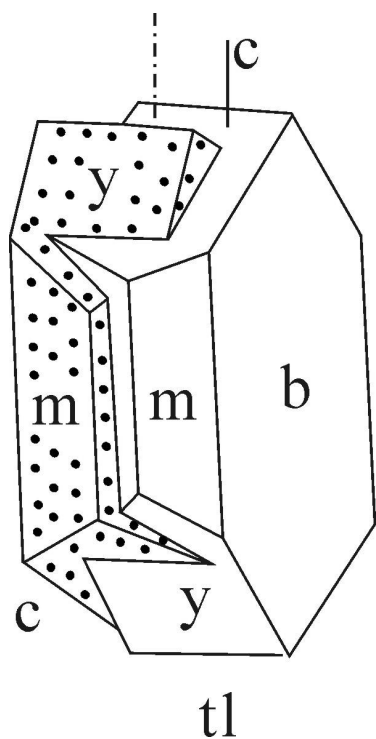


斜长石的聚片双晶

24 3:56 AM

(2) 穿插双晶（贯穿双晶）：

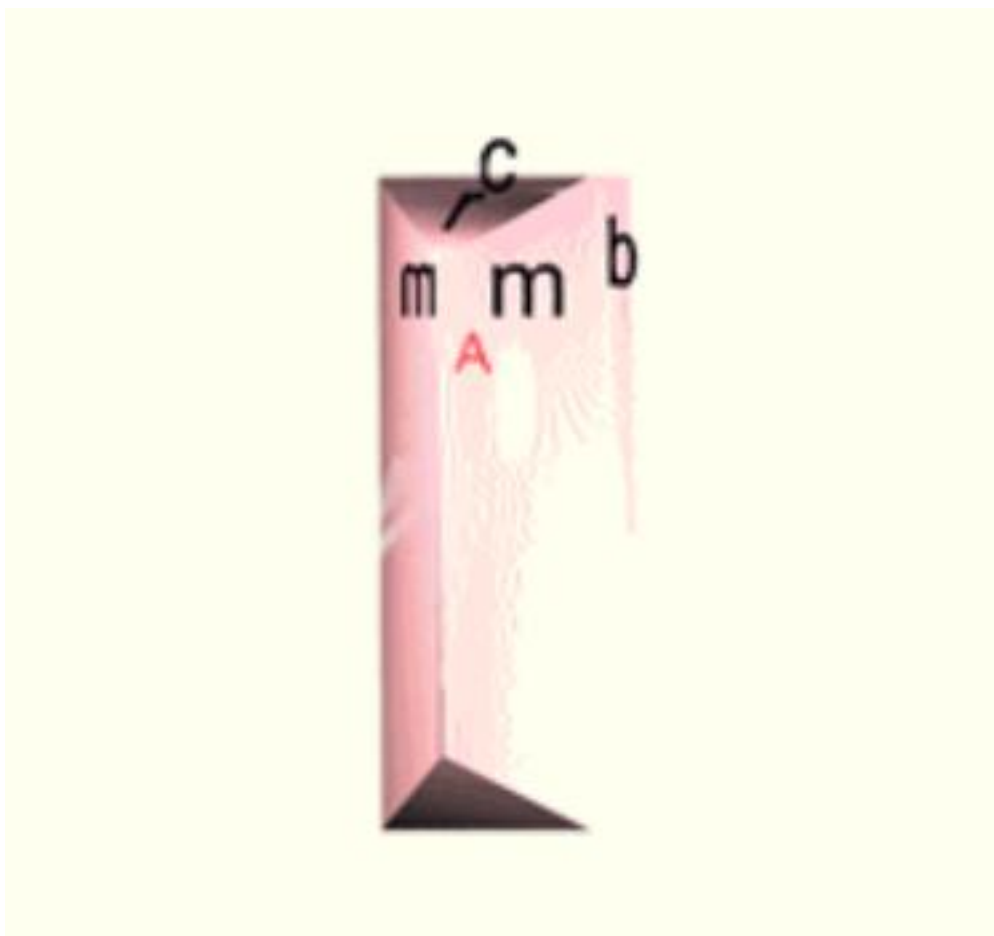
两个或多个单体相互穿插，接合面常曲折而复杂。



两个单体贯穿形成
(正长石)

多个单体以相同的双晶律
贯穿形成 (文石三连晶)

多个单体以不同的双晶律
贯穿形成。(十字石)



多个单体以不同的双晶律贯穿形成
(十字石穿插双晶)



6. 双晶的形成方式

双晶的成因分类，按双晶的产生相对于晶体形成的时间先后而分为以下两类：原生双晶、次生双晶。

(1) 生长双晶 —— 原生双晶

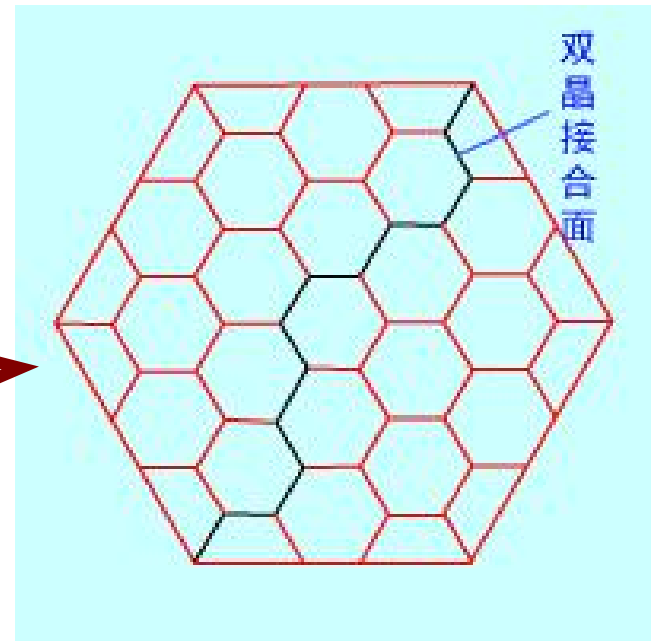
晶体生长初期两个小晶芽以双晶的方位接合在一起，然后长大形成双晶。小晶芽以双晶的方位接合，比任意方位接合能量低，易稳定。

为什么？ 因为是共同的晶界，界面能要低一些。

(2) 转变双晶 —— 次生双晶

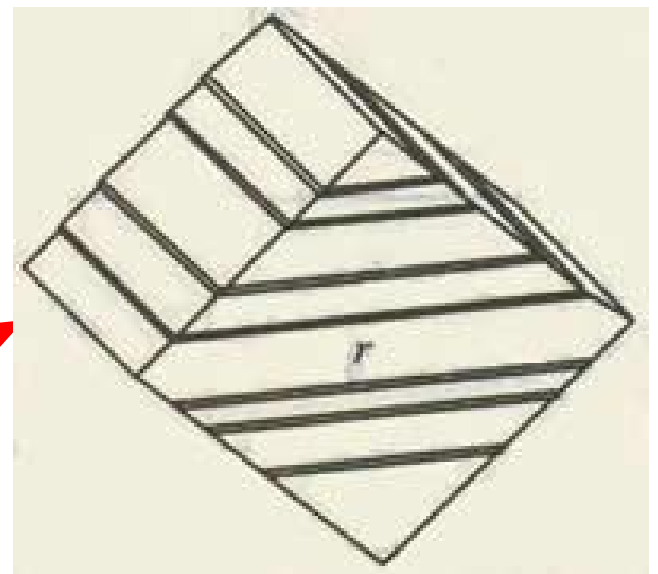
晶体形成后，因外界条件要发生相变，结构的变化导致双晶形成。

例如： β -石英因温度下降转变为 α -石英时形成双晶（转变双晶）



(3) 机械双晶——
次生双晶

在外界应力作用下晶体结构发生滑移形成双晶。



(01 $\bar{1}$ 2)

7. 矿物中双晶分布的概况

双晶的分布很不均衡，有的矿物基本上都以双晶的形式出现，如斜长石；而有的矿物基本上不见双晶，如磷灰石。

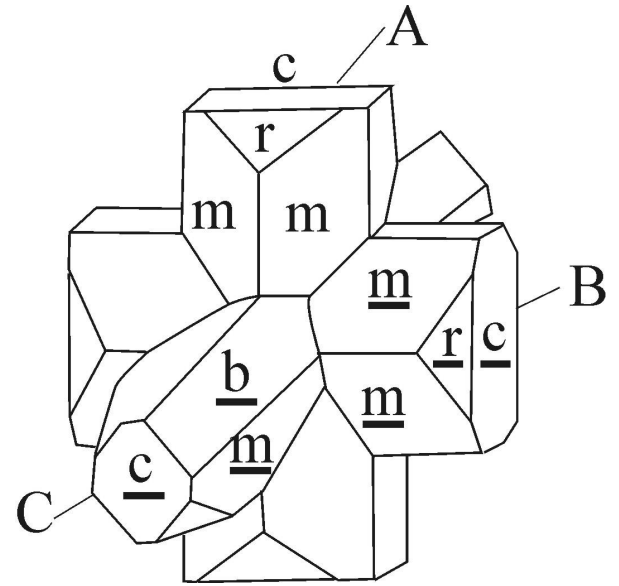
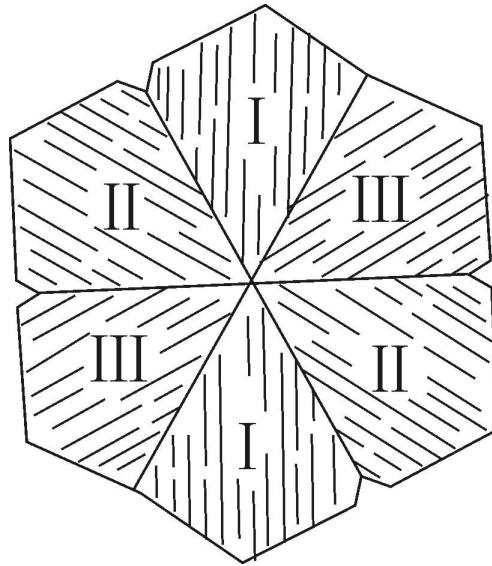
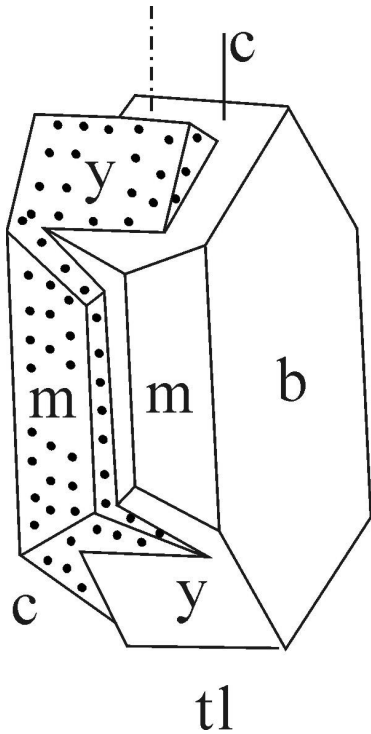
另外，偶次对称越多的越不易出现双晶，如六方晶系、四方晶系，出现双晶的概率较小。双晶轴往往平行3次轴产生。

为什么？ (请同学们思考)

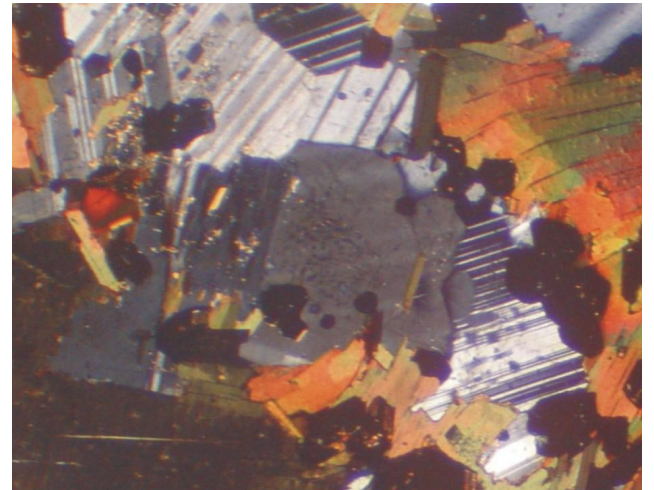
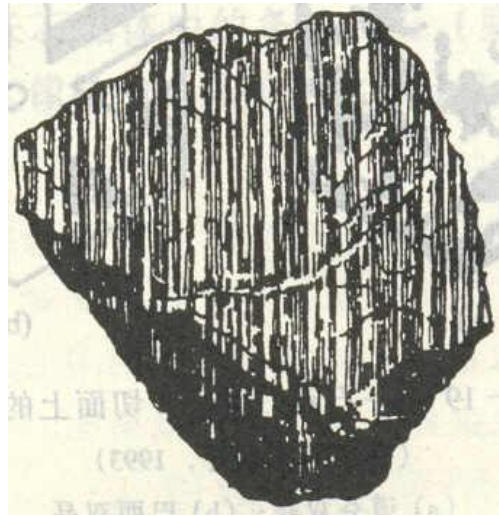
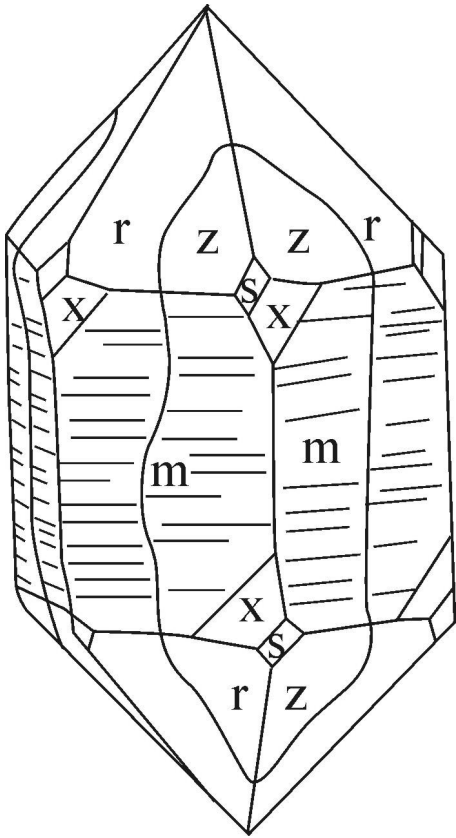
8. 双晶的识别

肉眼识别实际晶体的双晶时，常依据以下标志：

(1) 凹入角：双晶为凸多面体，所以多数双晶都有凹入角。



(2) 双晶缝合线：两个单体之间的接合缝，缝合线两边反光不同或晶面花纹不连贯。



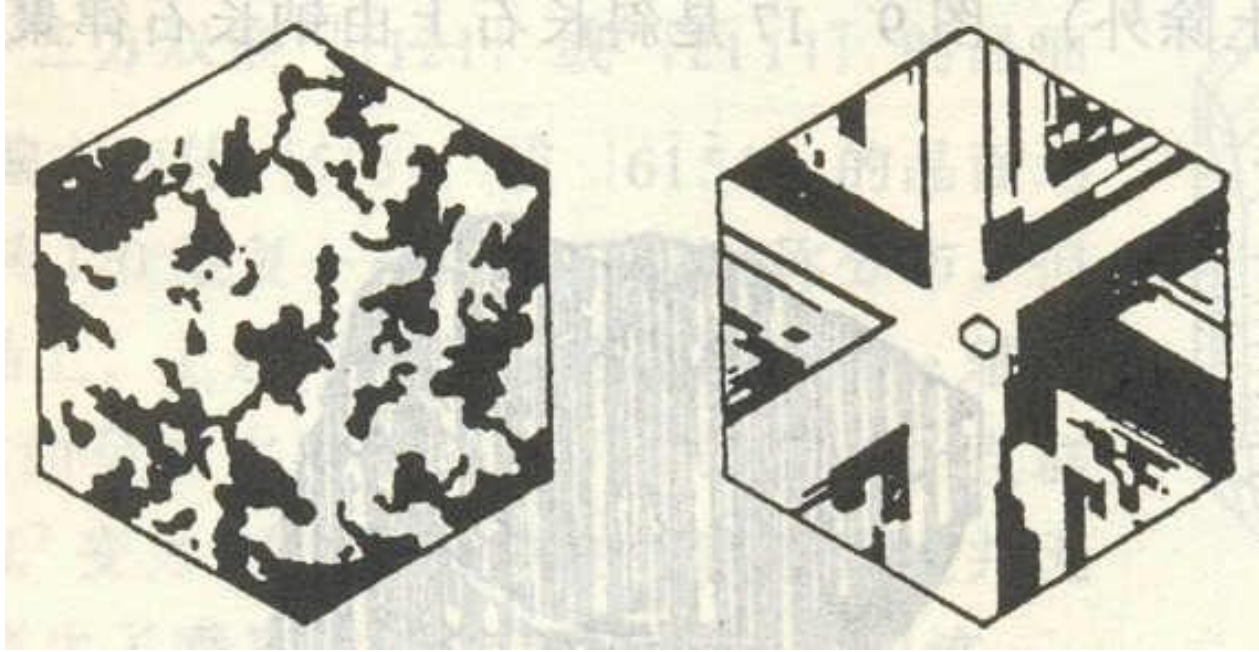
(3) 蚀像：蚀像是鉴别双晶的一种非常有效的方法，因为双晶缝合线两端的结晶方位不同，所形成的蚀坑方位则完全不同。

a.缝合线两边因结晶方位不同导致的蚀像花纹不同。

b.缝合线本身是一个晶格缺陷，容易被腐蚀而突出的表现出来。



石英柱面上的双晶缝合线及两边的蚀像坑



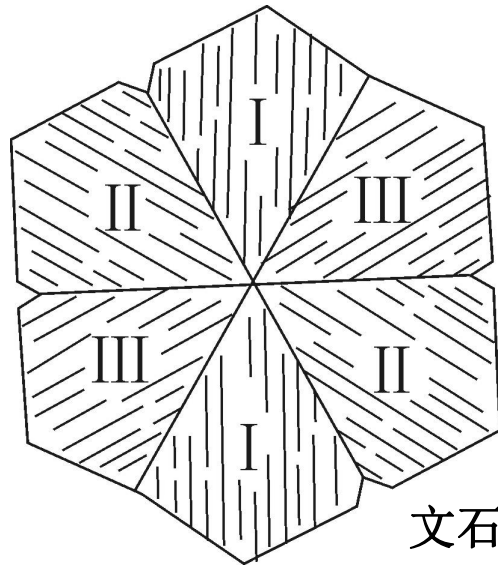
石英横截面的蚀像花纹（可区分道芬双晶或巴西双晶）

(4) 单晶与双晶的对称性不同。

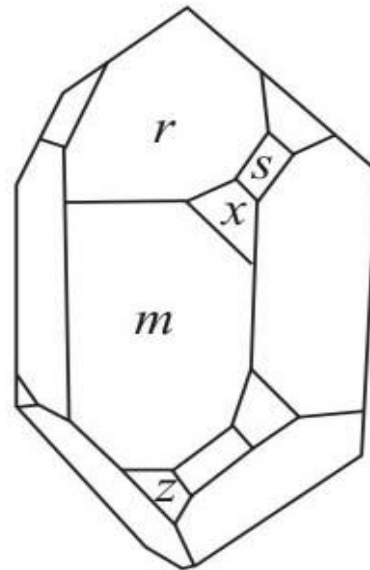
有些贯穿双晶形似一个单晶体，但所表现出来的对称要比该晶体的单晶体对称程度高。

例如石英：

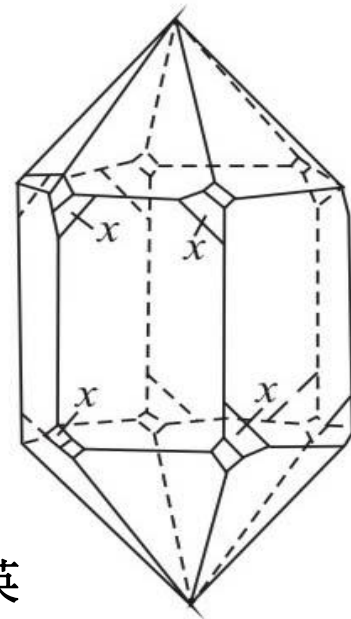
本应为三方对称，如果两个单体贯穿在一起形成双晶，就有可能表现为六方对称。



文石



石英



9 研究双晶的意义

双晶是晶体中的一种较为普遍的现象。

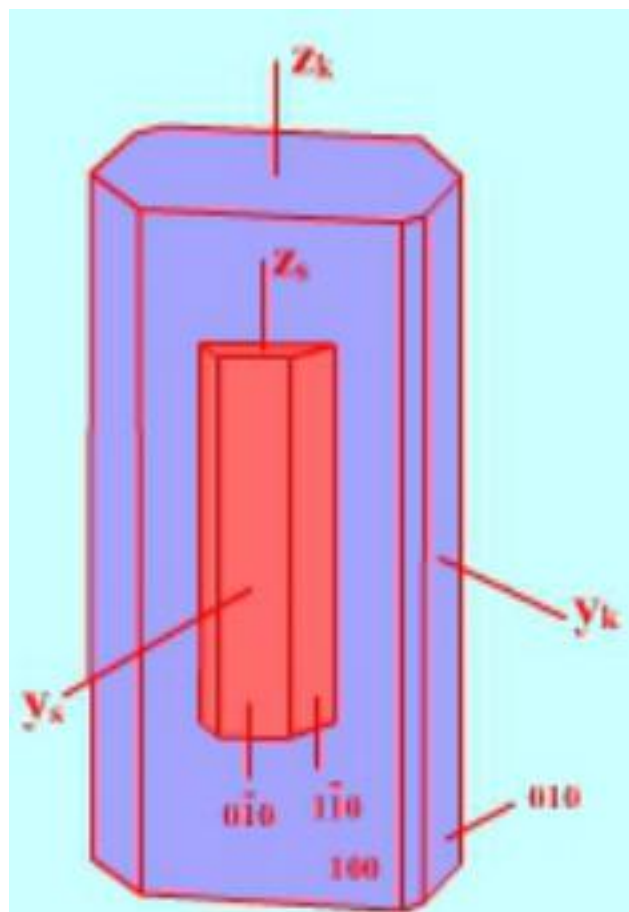
- (1) 鉴定矿物：如长石等。
- (2) 地质意义：机械双晶的出现可以作为地质构造变动的一个标志，因此，它还具有一定的地质意义。
- (3) 矿物工业及商业利用：如 α -石英若具双晶就不能作为压电材料；方解石由于双晶的存在就会影响其在光学仪器中的应用，金刚石的双晶影降低其净度，从而降低其价值。因此双晶的研究在理论上和实际应用上都具有颇为重大的意义。

三、浮生与交生

(1) 浮生：是指不同物质的晶体沿一定的方向的规则连生，或同种物质的晶体以不同的面网相结合而形成的规则连生称为浮生。 ■

其形成主要取决于相互结合的晶体具有结构相似的面网。

例如：十字石以 (010) 面附生于蓝晶石的 (100) 面。



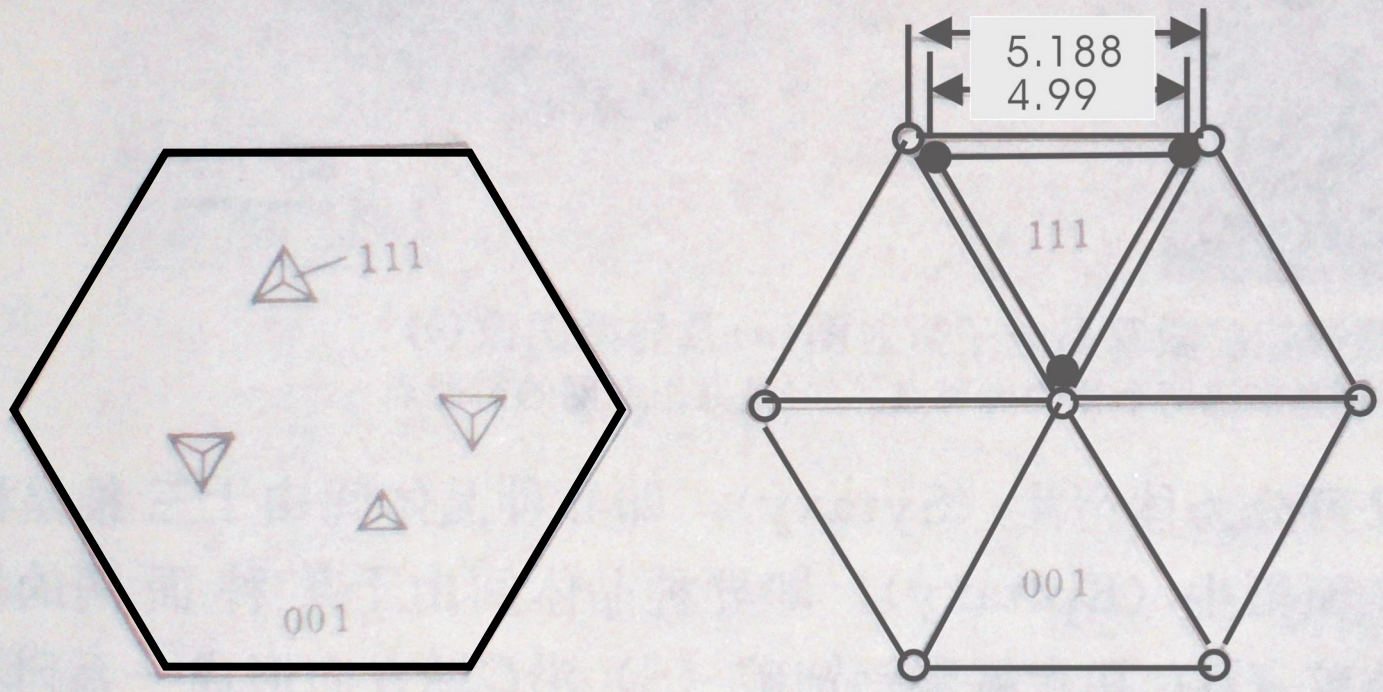
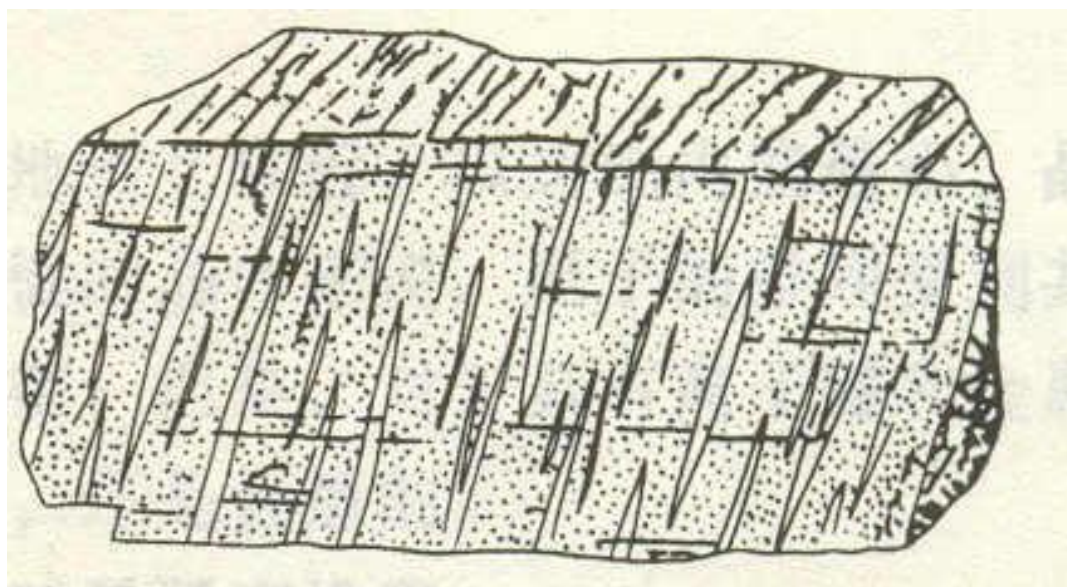


图 I—7—16 碘化钾晶体以(111)面浮生
于白云母晶体 (001)面上

2、交生：是指两种不同的晶体彼此间以一定的结晶学取向关系交互连生，或一种晶体嵌生于另一种晶体之中的现象



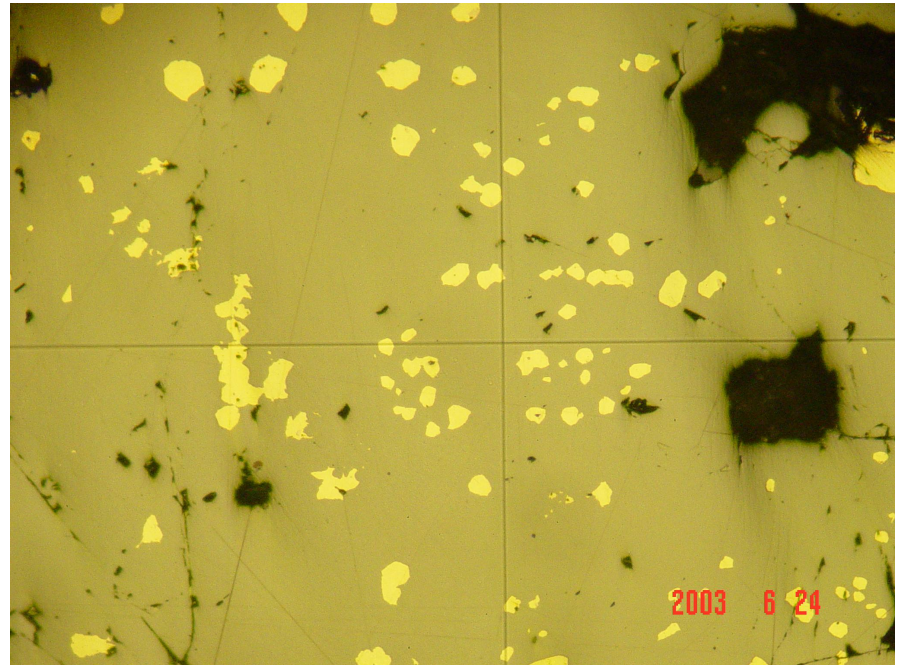
钠长石定向交生于钾长石中
能构成浮生、交生的内因是：**不同晶体之间有相似面网。**

3、浮生的成因

(1) 在晶体生长过程中形成，如长石的文象结构的石英和长石。

(2) 固熔体分离形成，如正、反条纹长石，闪锌矿和黄铜矿等。

(3) 交代作用形成
如白云母交代黑云母。



闪锌矿、黄铜矿固熔体溶离