

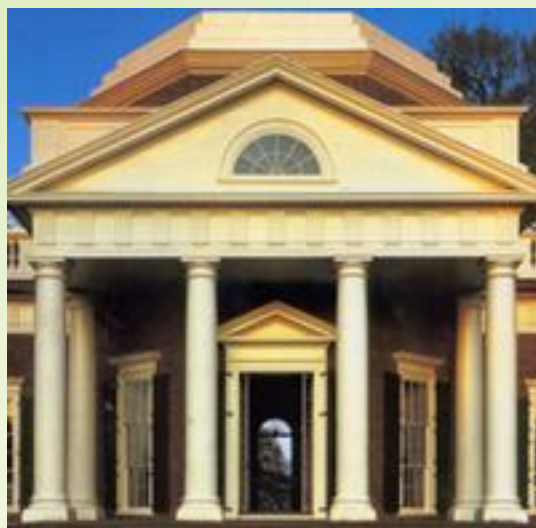
第三章 晶体宏观对称

- 一 晶体对称概念与理论
- 二 晶体宏观对称与对称定律
- 三 对称要素的组合定理
- 四 对称型
- 五 晶体的对称分类



第一节 晶体对称概念与理论

一、对称的概念



生活中的
对称物体?



陕西国际商贸学院
SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

一、对称的概念

对称:就是物体相同部分有规律的重复。

须满足的条件:

- 对称的图形必须由两个以上的相同部分组成
- 相同的部分通过一定的操作（旋转、反映、反伸）作彼此可以重合起来，使图形恢复原来的形状。



陕西国际商贸学院

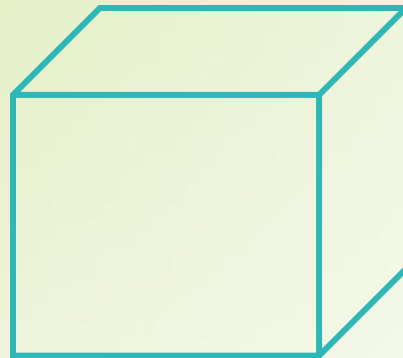
SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

一、对称的概念

晶体的对称包括宏观对称和微观对称两种

晶体宏观对称：为晶体外部性质亦即外表形态上的对称性。

表现：相同的晶面、晶棱和角顶作有规律的重复。



晶体对称的特点

- 所有的晶体都是对称的
- 晶体的对称是有限的
- 晶体的对称既包含几何含义，也包含物理含义



第二节 晶体宏观对称与组合定律

一、宏观对称要素及对称操作（重点）

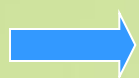
对称操作：为使晶体上的相同部分作有规律的重复所进行的操作。反映、旋转、反伸

对称要素：在进行对称操作时所凭借的辅助几何要素。点、线、面



陕西國際商貿學院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

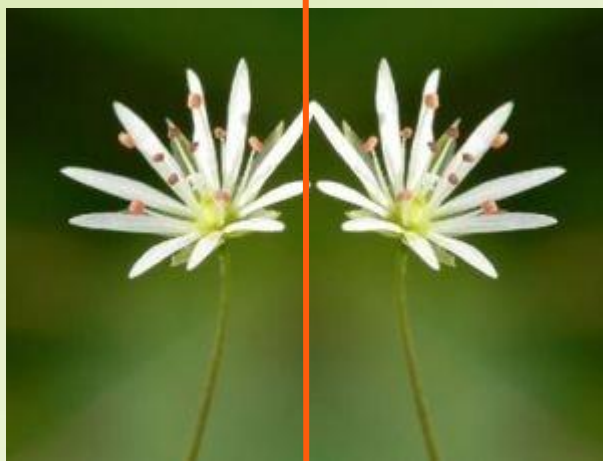


对称面

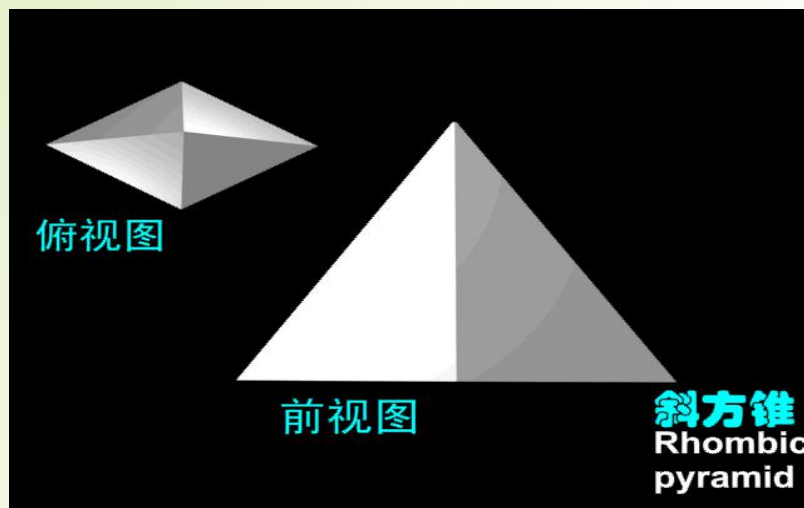
(1) 对称面的定义

定义：将物体（图形）平分为**互为镜像**的两个相同部分的**假想平面**。

对称操作：**反映**



镜像

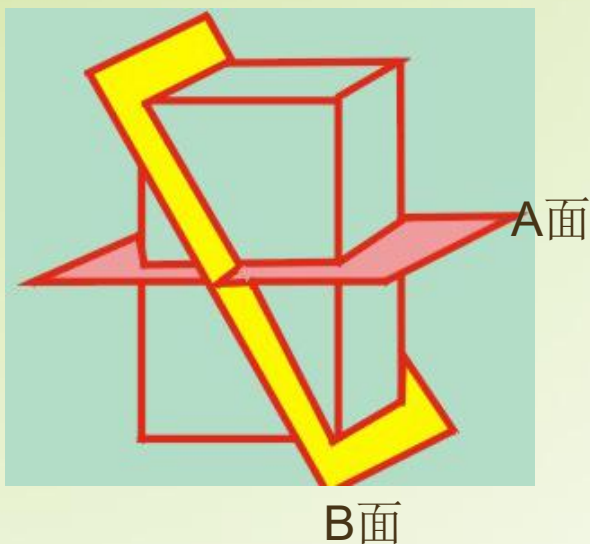


(2) 对称面的判别

对称面的判别标志：

晶体中两部分对应点的连线是否与该平面**垂直等距**。

若垂直等距，则该平面是对称面；反之则不是。



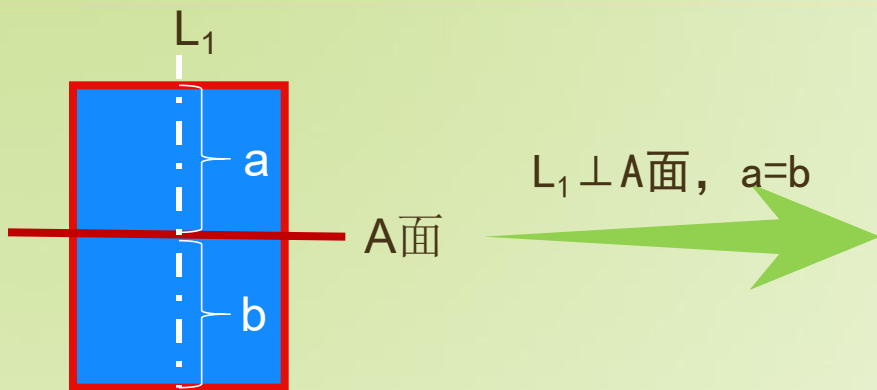
A面 和 B面 是对称面吗？



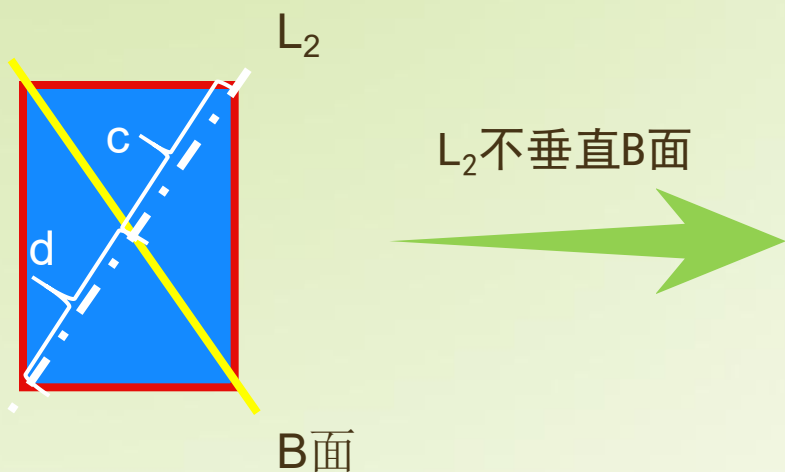
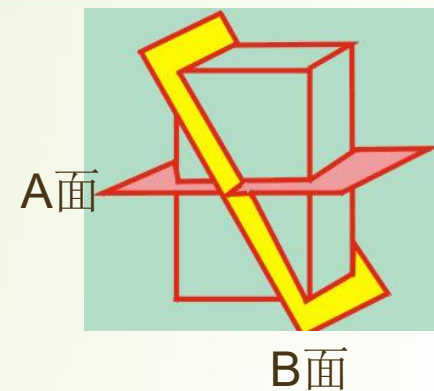
陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE & COMMERCE

(2) 对称面的判别



A面是对称面

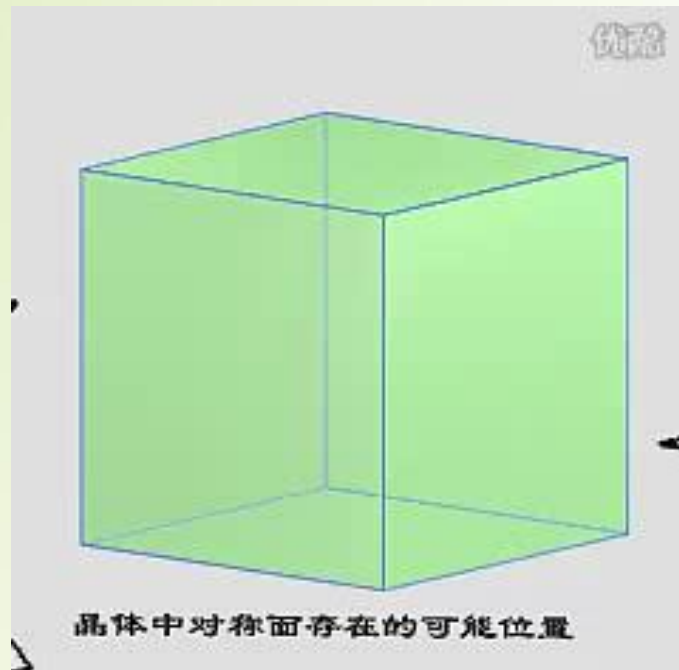


B面不是对称面



(3) 晶体中对称面可能出现的位置

- ▲ 垂直并平分晶面
- ▲ 垂直晶棱并通过它的中心
- ▲ 包含晶棱



(4) 对称面的表示

▲ 对称面：P

▲ 数目表示：XP (X代表具体数字) 如：2P、5P

▲ 对称面数目： $0 \leq X \leq 9$



晶体对称的有限性



陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

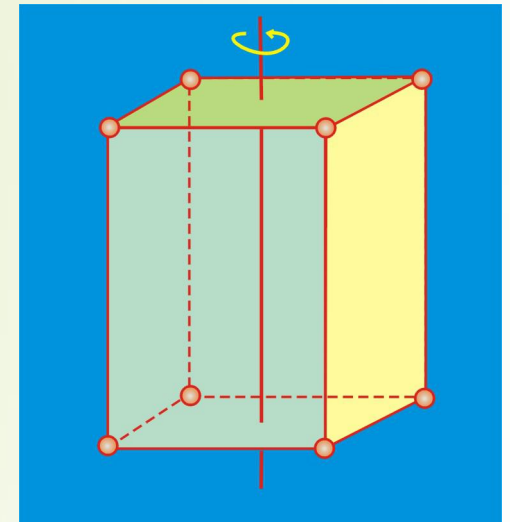
→ 对称轴 (L^n)

定义： 通过晶体几何中心的一根假想的直线，当图形围绕此直线旋转一定的角度后，可使相同部分重复。

对称操作： 是围绕此直线的旋转

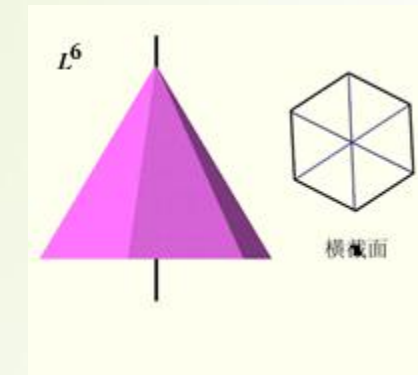
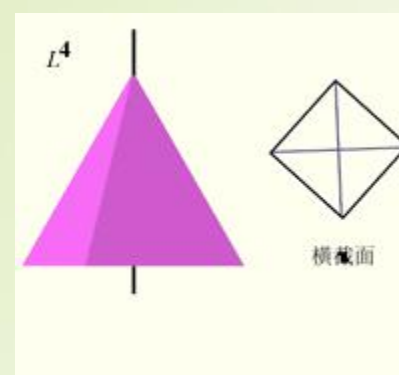
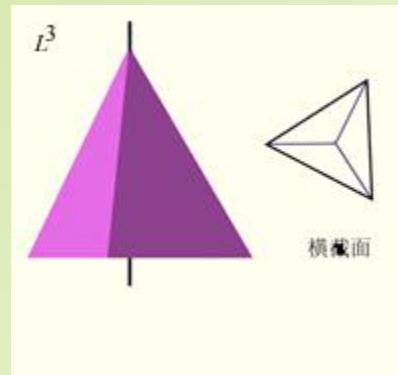
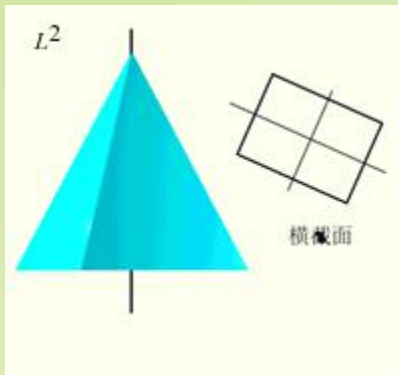
重复时所旋转的最小角度称基转角 (α)

旋转一周重复的次数称为轴次 (n)

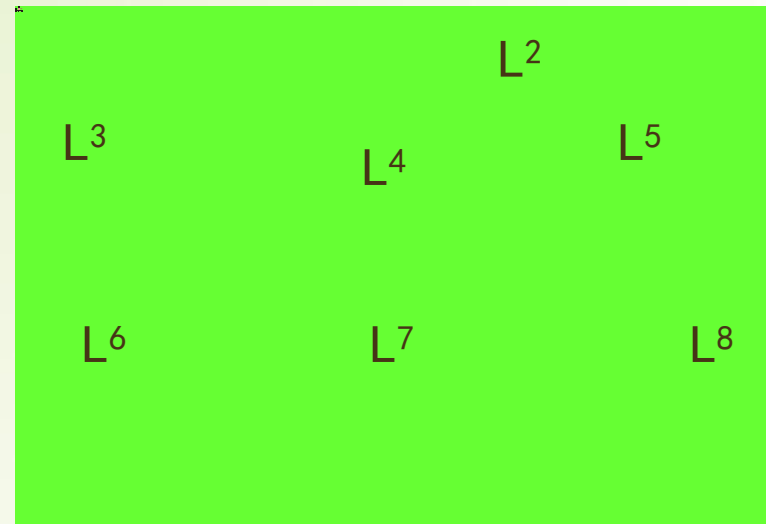


对称轴 (L^n)

对称轴有 L^1 L^2 L^3 L^4 L^6 表示: XL^n



- 晶体对称定律—晶体上不可能出现5次或高于六次的对称轴。



对称轴 (L^n)

对称轴可能出现的位置:

1. 过一对平行晶面的中心
2. 过一对晶棱的中心
3. 相对两角顶的连线
4. 角顶、晶面中心和棱中点任意两个的连线

数目	$0 \leq L^2 \leq 6$	$\xrightarrow{+L^1}$	低次轴
	$0 \leq L^3 \leq 4$	}	高次轴
	$0 \leq L^4 \leq 3$		
	$0 \leq L^6 \leq 1$		



➔ 对称中心 (C)

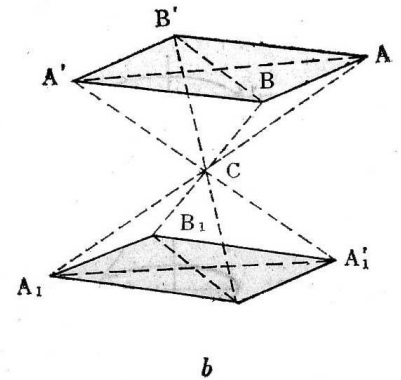
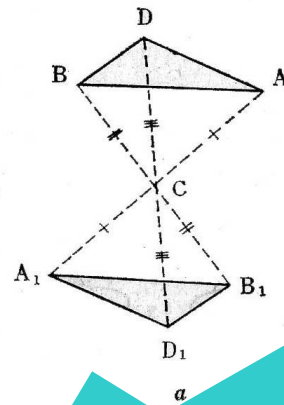
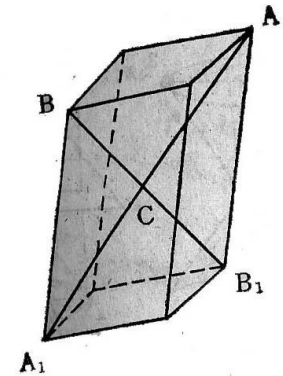
定义： 位于晶体几何中心的一个假想的点， 如果通过此点作任意直线， 则在此直线上距对称中心等距离的两端上必定可以找到对应点。

对称操作： 是对此点的反伸

识别标志： 两两成对
对对平行
同形等大
方向相反

所有
晶面

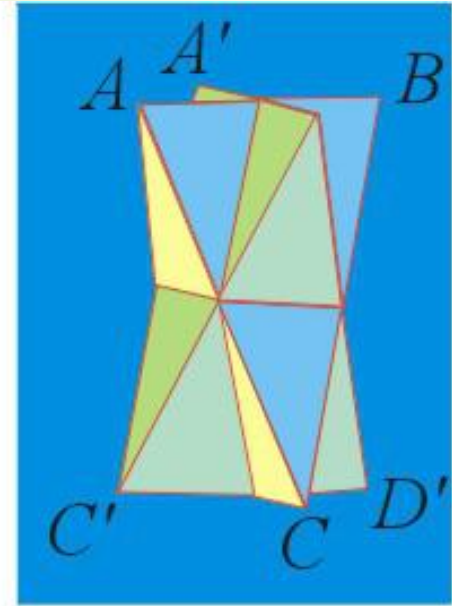
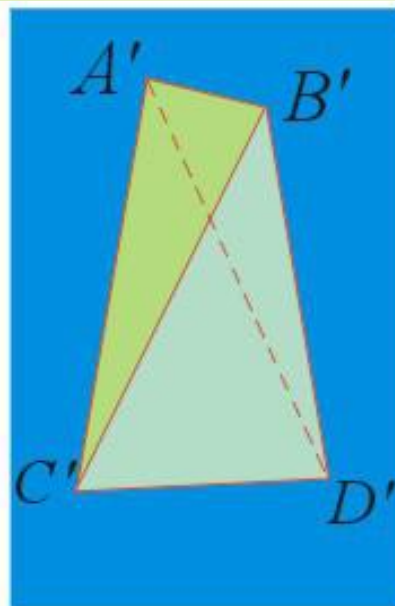
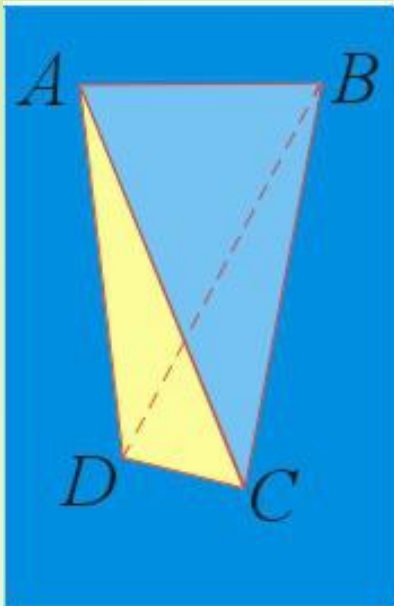
只会在晶体中心，
只有一个！



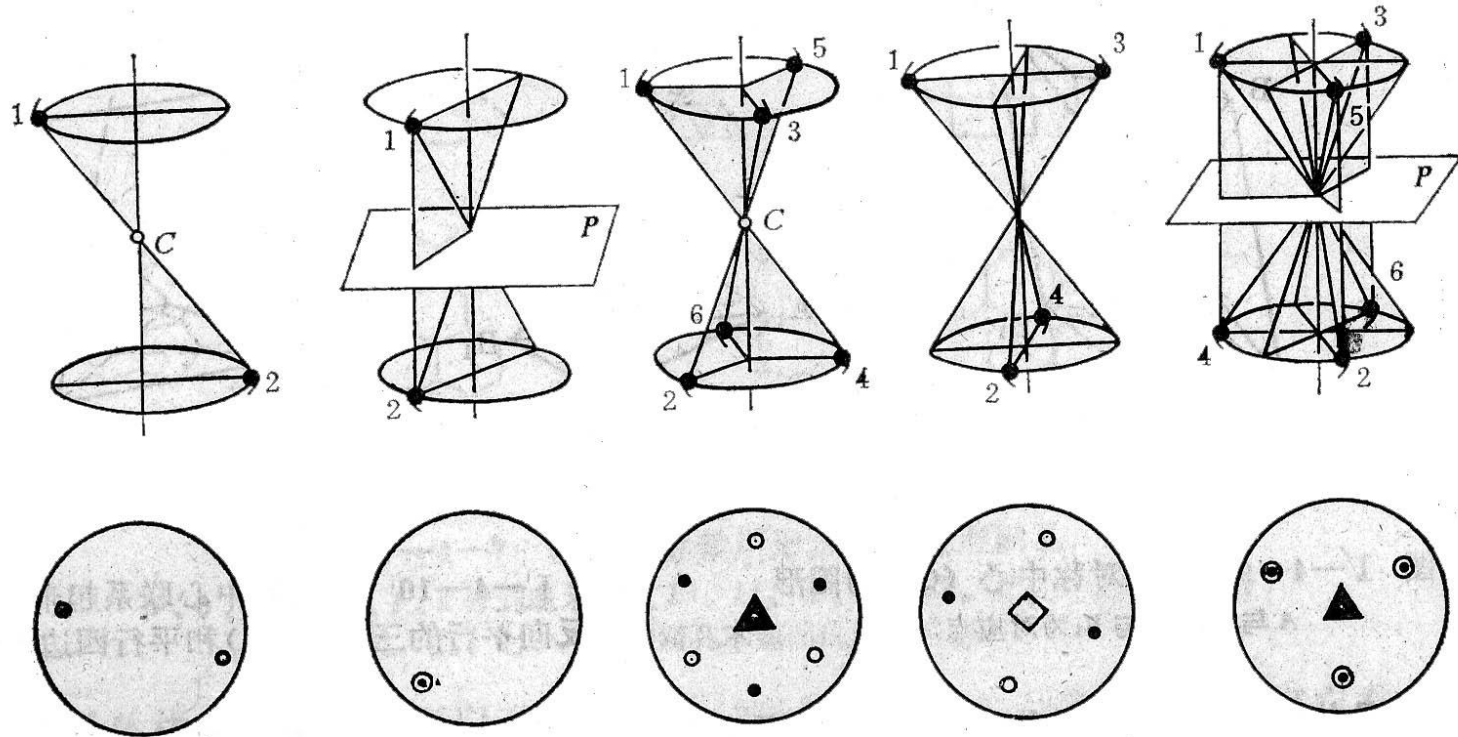
→ 旋转反伸轴 (L_i^n)

定义： 一根过晶体几何中心假想的直线，围绕此直线的旋转和对此直线上的一个点反伸，可使相同部分重复。

对称操作： 旋转+反伸



旋转反伸轴与其他对称要素之间的关系



$$L_i^1 = C$$

$$L_i^2 = P$$

$$L_i^3 = L^3 + C$$

$$L_i^4$$

$$L_i^6 = L^3 + P \perp$$



陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE & COMMERCE

二 对称要素组合定律

欧拉定律：任意两个对称要素组合，必然要产生第三个对称要素

定理1 $L^n \times L^2 \perp \rightarrow L^n n L^2$

定理2 $L^{2n} \times P \perp \rightarrow L^{2n} P C$

定理3 $L^n \times P // \rightarrow L^n n P$

定理4 $L_i^n \times L^2 \perp \times P // \rightarrow L_i^n n L^2 n P$ (n为奇数)
 $L_i^n (n/2) L^2 (n/2) P$ (n为偶数)



陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE & COMMERCE

三 对称型

1. 概念 晶体中全部对称要素的组合，也叫点群。

2. 对称型推导 —— 应用对称要素组合定理

A类 —— 高次轴不多于一个

B类 —— 高次轴多于一个

种类 32

3. 对称型符号

习惯符号 按一定的顺序表示出晶体所有对称要素的符号

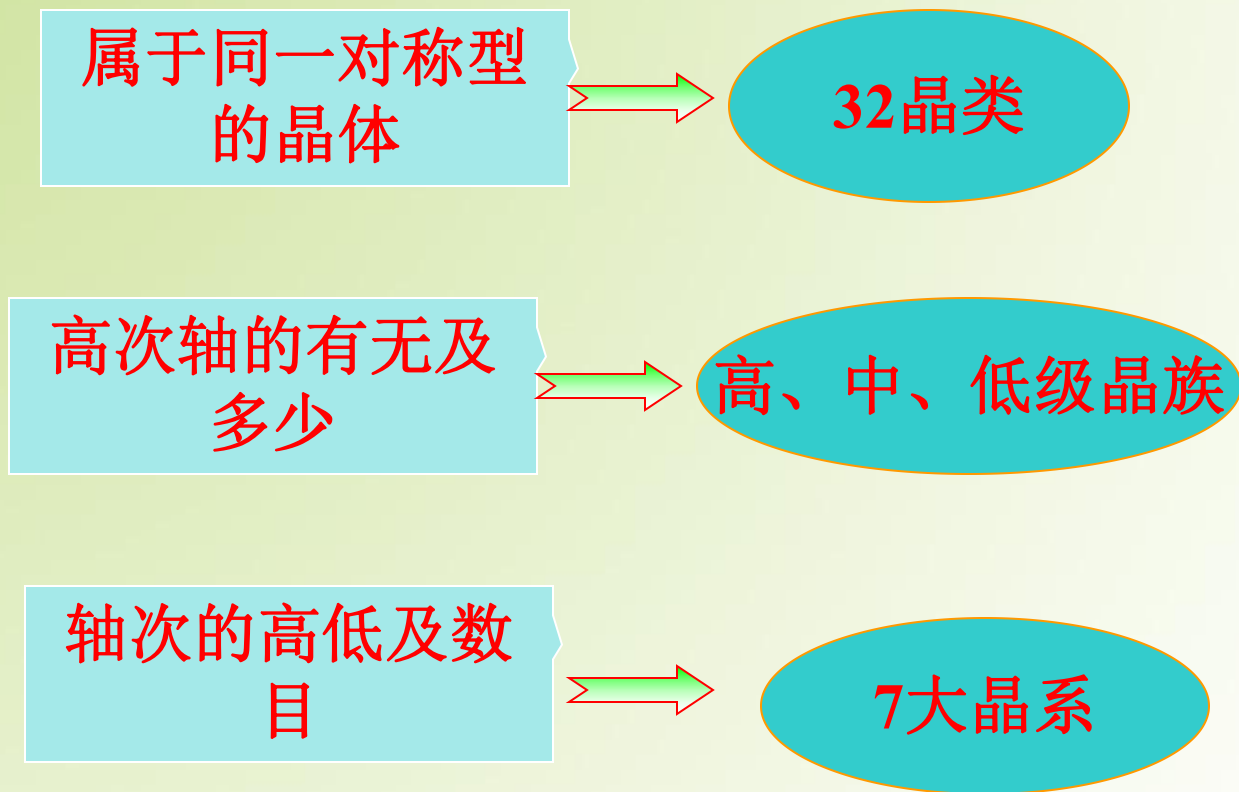
$mL^n mPC$ (n-对称轴轴次，从高到低排列，m-对称轴或对称面的数目)



陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE & COMMERCE

四 晶体的对称分类（重点）



四 晶体的对称分类 (重点)



32个对称型

晶族	晶系	对称特点	对称型 (点群)	国际符号
低级晶族 (无高次轴)	三斜晶系	无 L^2 , 无 P	1. L^1	1
			2. C	$\bar{1}$
	单斜晶系	L^2 或 P 不多于 1 个	3. L^2	2
			4. P	m
			5. L^2PC	$2/m$
	斜方晶系	L^2 或 P 多于 1 个	6. $3L^2$	222
			7. L^22P	$mm(mm2)$
			8. $3L^23PC$	$mmm(\frac{2}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m})$
	四方晶系	有 1 个 L^4 或 L_2^4	9. L^4	4
10. L^44L^2			42(422)	
11. L^4PC			$4/m$	
12. L^44P			$4mm$	
13. L^44L^25PC			$4/mmm(\frac{4}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m})$	
14. L_2^4			$\bar{4}$	
15. $L_2^42L^22P$			$\bar{4}2m$	



中级晶族(只有一个高次轴)	三方晶系	有 1 个 L^3 或 L_4^3	$16.L^3$ $17.L^33L^2$ $18.L^3C_6=L_4^3$ $19.L^33P$ $20.L^33L^23PC=L_4^33L^23P$	3 32 $\bar{3}$ $3m$ $\bar{3}m (\bar{3} \frac{2}{m})$
	六方晶系	有 1 个 L^6 或 L_4^6	$21.L^6$ $22.L^66L^2$ $23.L^6PC$ $24.L^66P$ $25.L^66L^27PC$ $26.L_4^6=L^3P$ $27.L_4^63L^23P=L^33L^24P$	6 $62(622)$ $6/m$ $6mm$ $6/mmm(\frac{6}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m})$ $\bar{6}$ $\bar{6}2m$
高级晶族(有数个高次轴)	等轴晶系	有 4 个 L^3	$28.3L^24L^3$ $29.3L^24L^33PC$ $30.3L_4^34L^36P$ $31.3L^44L^36L^2$ $32.3L^44L^36L^29PC$	23 $m\bar{3}(\frac{2}{m} \bar{3})$ $\bar{4}3m$ $43(432)$ $m\bar{3}m(\frac{4}{m} \frac{3}{m} \frac{2}{m})$

注意

低级晶族：所有的对称要素必定相互平行或垂直。

中级晶族：除高次轴外如有其他对称要素存在时，他们必定与唯一的高次轴垂直或平行。

如：中级晶族高次轴与 L^2 一定是垂直关系。

高级晶族：除 $4L^3$ 外，必定还有3个相互垂直的二次轴或四次轴，他们与每一个 L^3 均以等角度相交

