

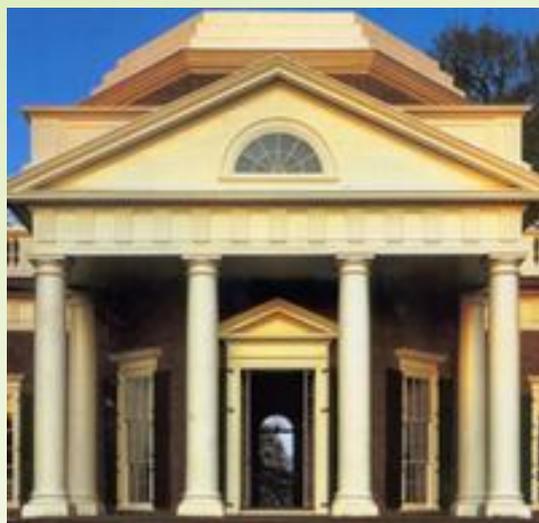
# 第三章 晶体宏观对称

- 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。



陕西國際商貿學院

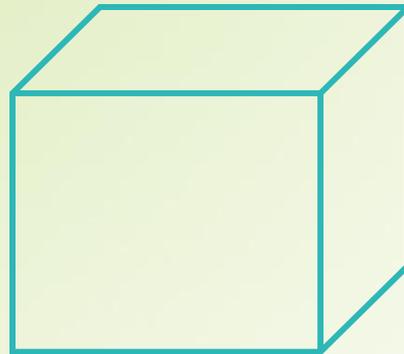
SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

# 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



陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

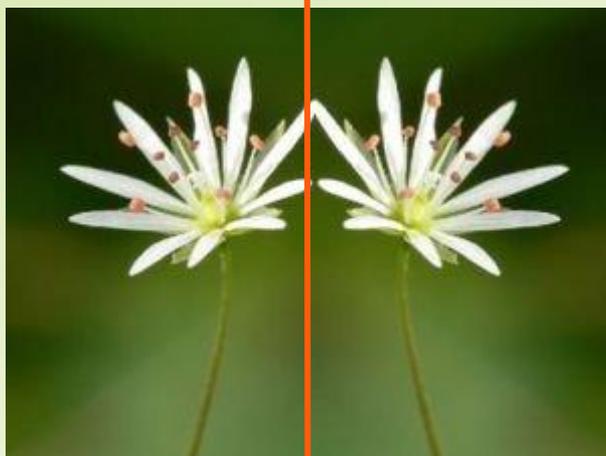


# 对称面

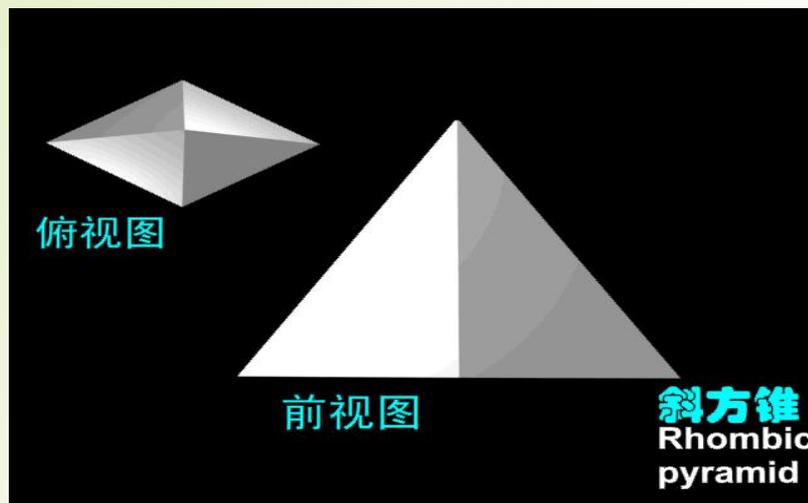
## (1) 对称面的定义

**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

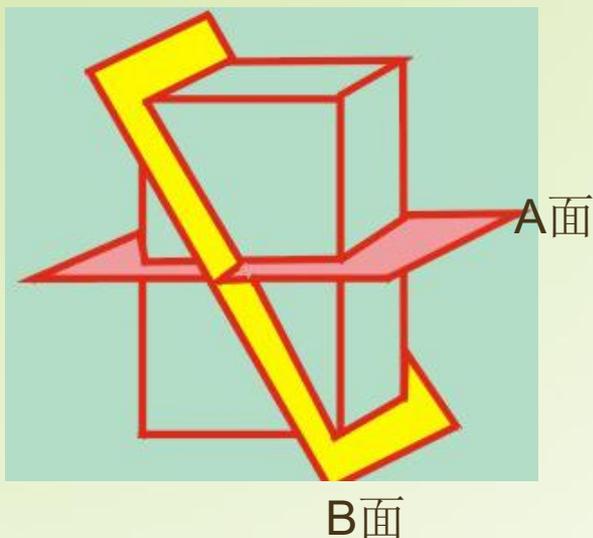


## (2) 对称面的判别

### 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。



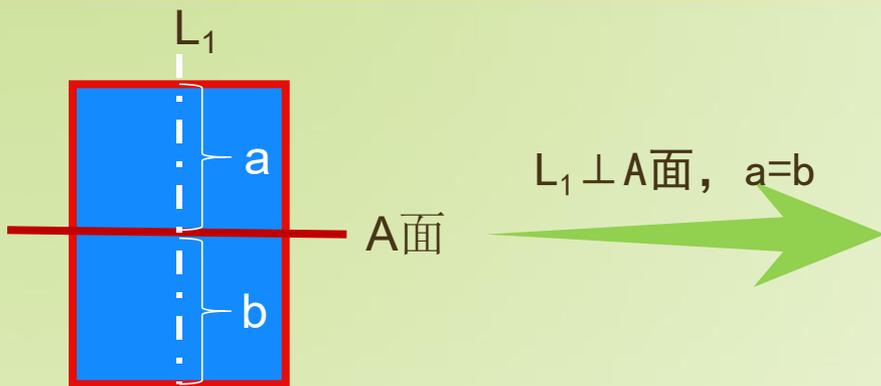
A面 和 B面是对称面吗？



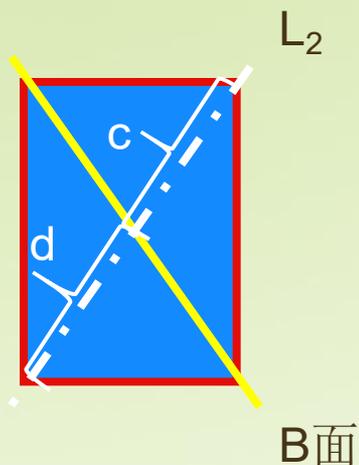
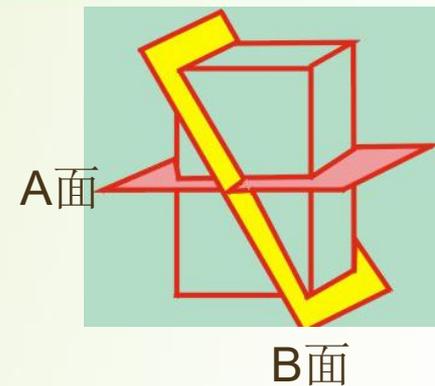
陕西国际商贸学院

SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

## (2) 对称面的判别



A面是对称面

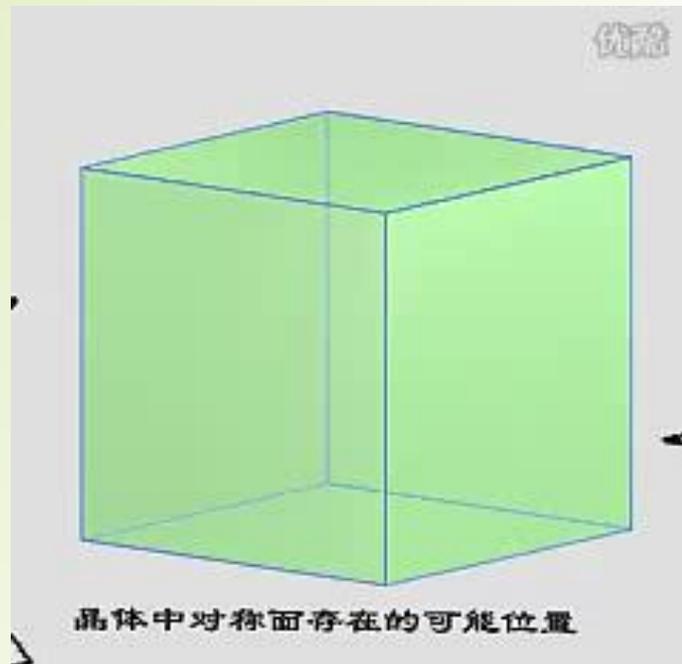


B面不是对称面



### (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

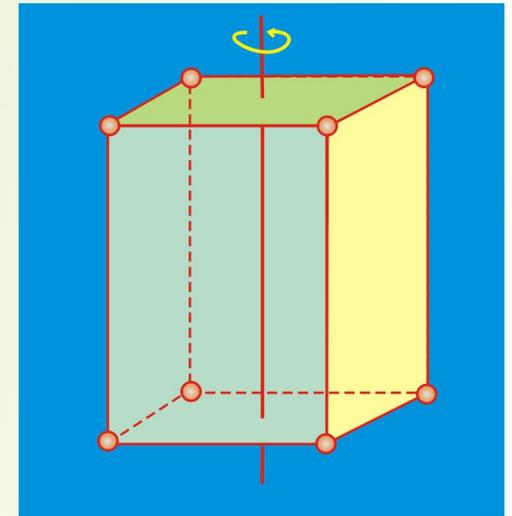
## → 对称轴 ( $L^n$ )

**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 ( $\alpha$ )

旋转一周重复的次数称为轴次 ( $n$ )

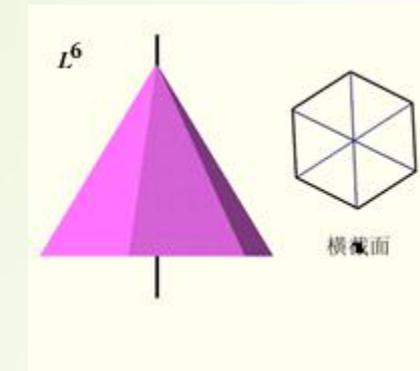
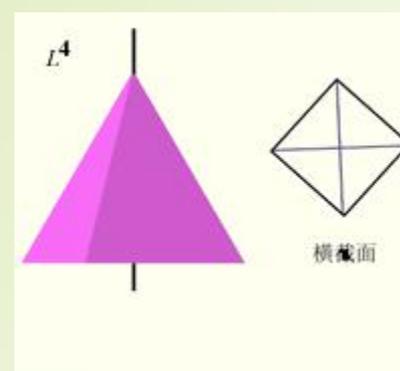
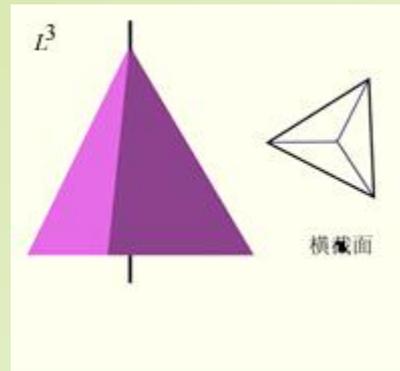
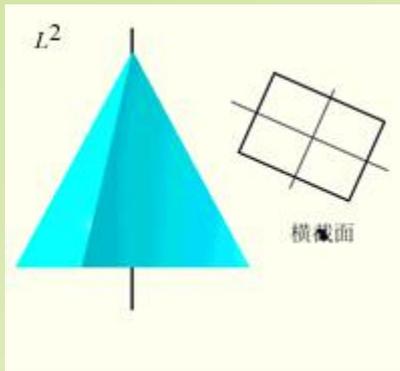


陕西国际商贸学院

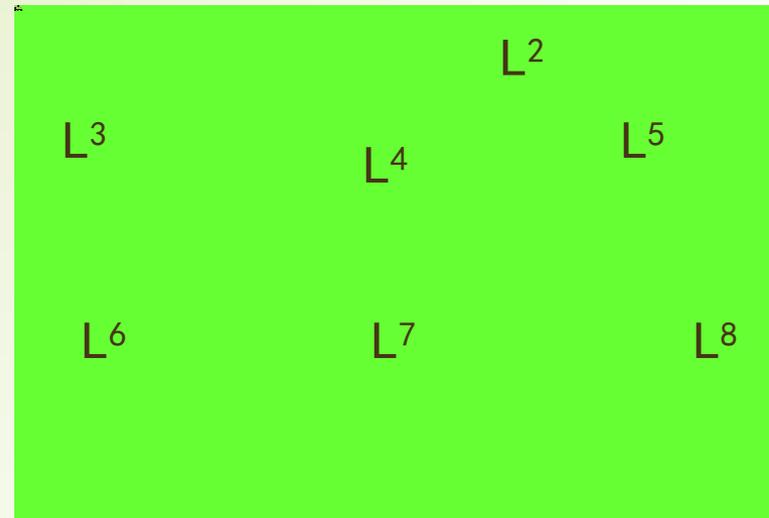
SHAANXI INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

# 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)

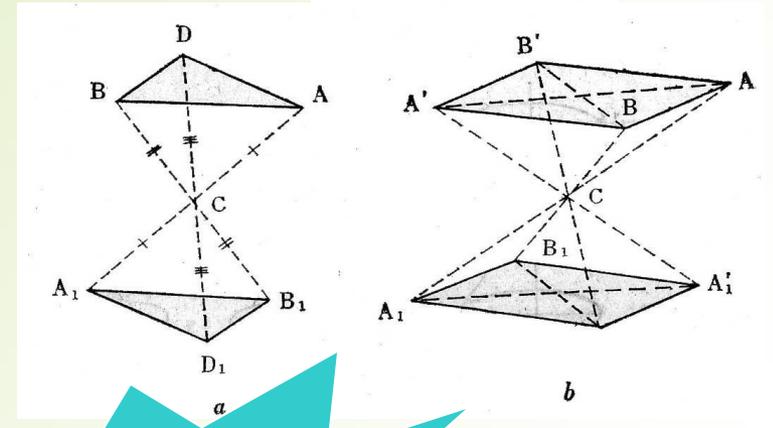
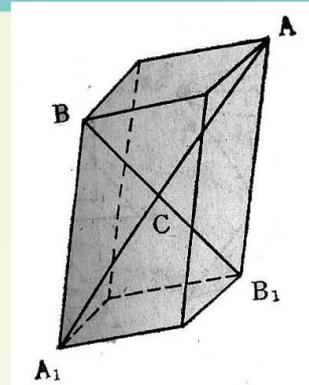
**定义：** 位于晶体几何中心的一个假想的点，如果通过此点作任意直线，则在此直线上距对称中心等距离的两端上必定可以找到对应点。

**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

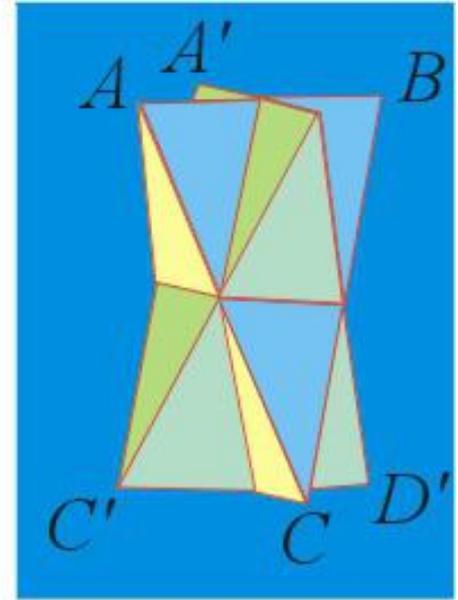
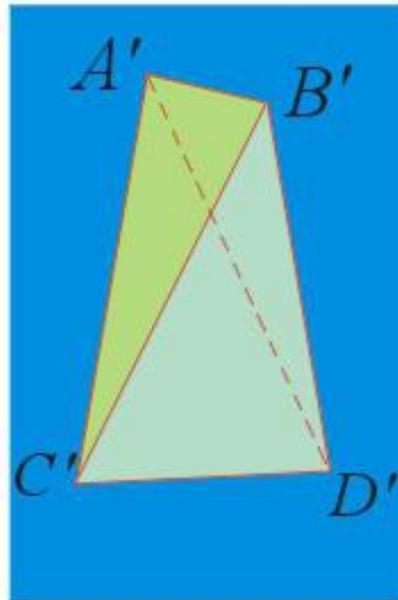
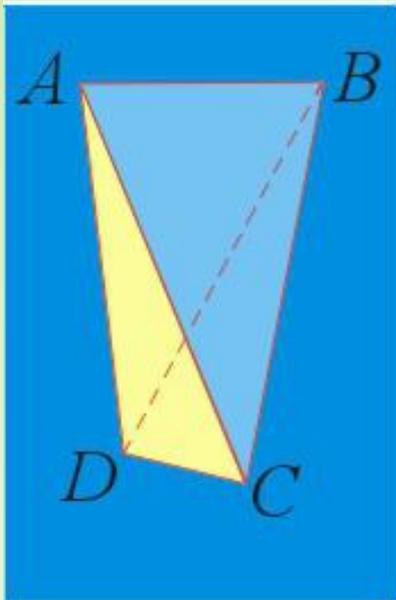
只会在晶体中心，  
只有一个！



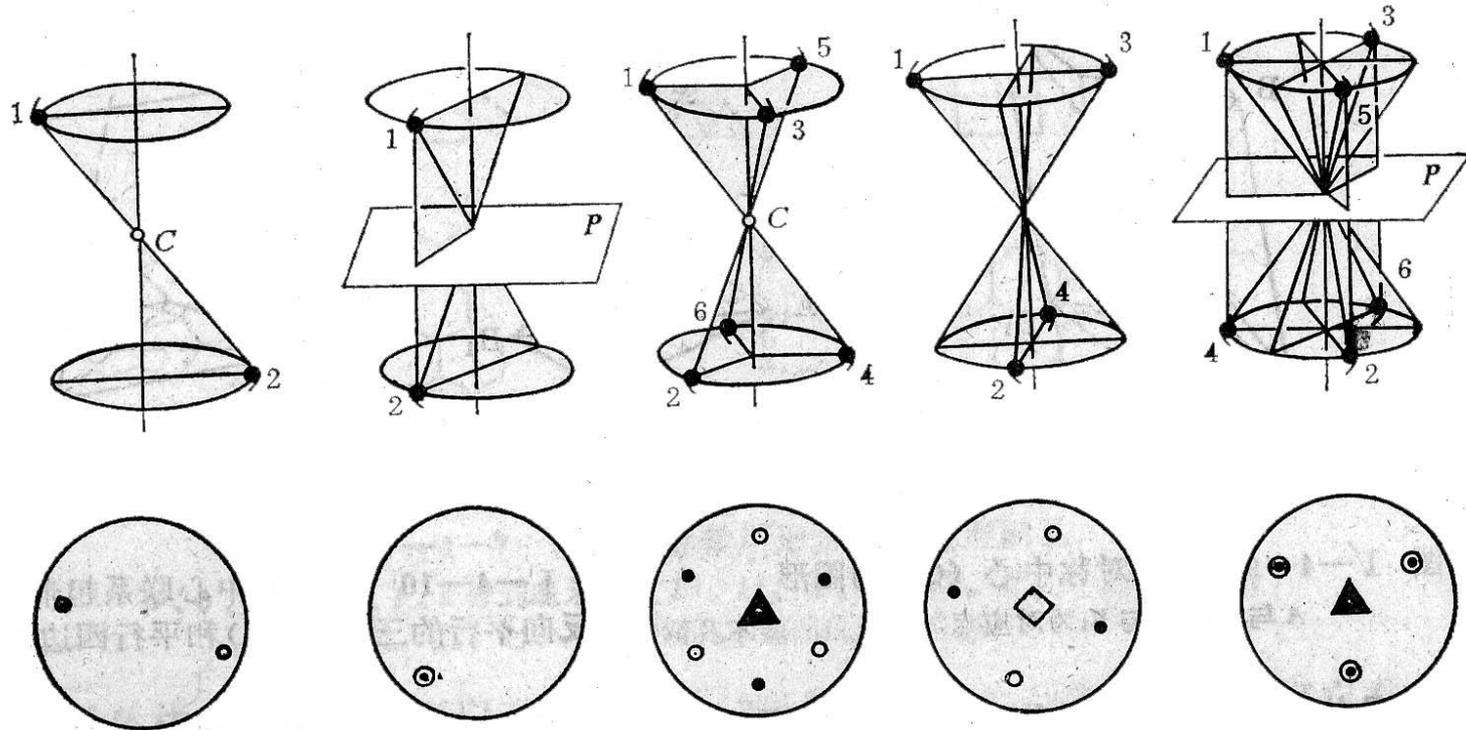
## → 旋转反伸轴 ( $L_i^n$ )

**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

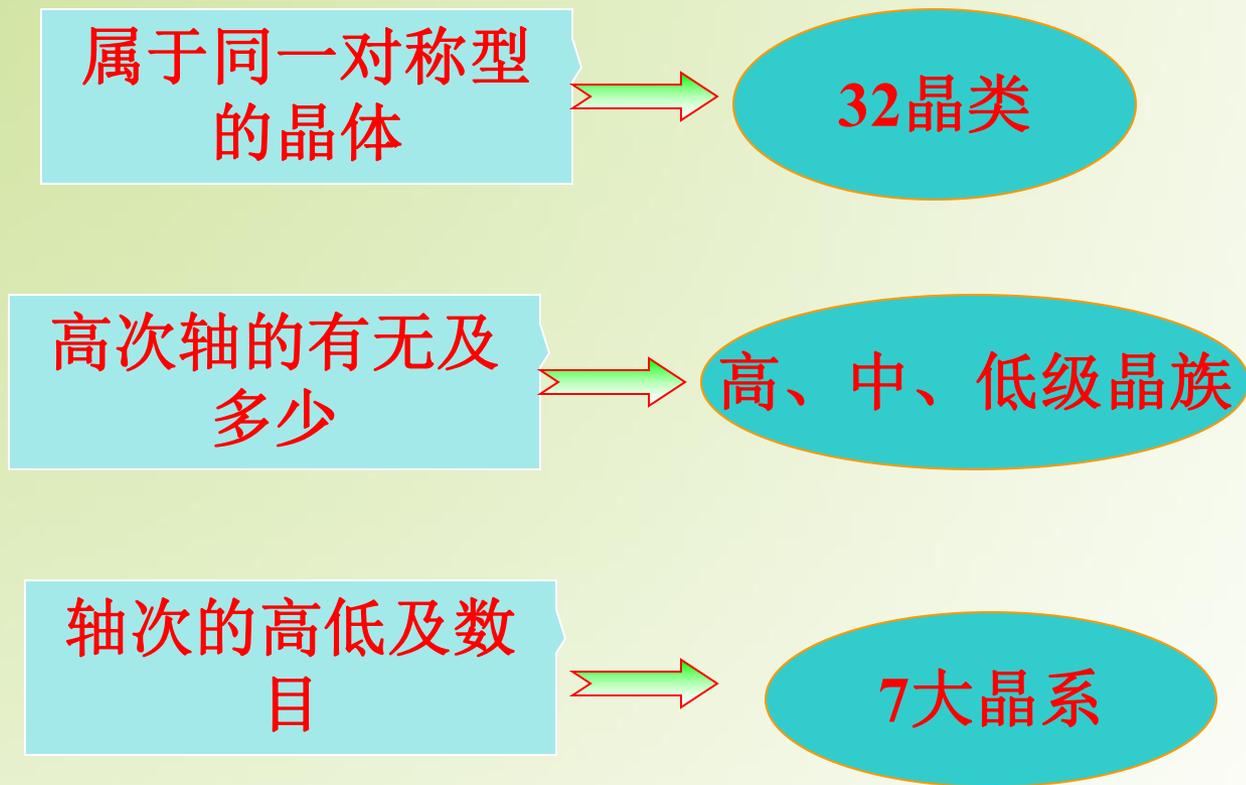
$mL^n mPC$  (n-对称轴轴次，从高到低排列，m-对称轴或对称面的数目)



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

