

工程材料

——贡菜培养日记

试鸢

【前言】

本文写作目的仅为督促自己学习和复习所学内容，机械版面已有 [折一只纸鸢](#) 和 [_atri](#) 珠玉在前。如有期末补天需要，请在 98 搜索。

本文多数内容均参考 ppt 写作，少部分会参考网络，难免有误，欢迎指正。

【成绩计算】

- 课堂点名 + 小测 10%
- 平时作业 30%
- 期末考试(闭卷) 60%

最后更新于 2025 年 9 月 17 日

目 录

【前言】	I
【成绩计算】	I
1 金属材料结构及其性能	1
1.1 纯金属的晶体结构与结晶	1

1 金属材料结构及其性能

1.1 纯金属的晶体结构与结晶

(一) 晶体的基本概念

- **晶体**：原子按一定规律排列的固体材料。

1. 晶格与晶胞

- **晶格**：用假想的直线将原子中心连接起来所形成的三维空间格架。直线的交点(原子中心)称结点。由结点形成的空间点的阵列称空间点阵。
- **晶胞**：能代表晶格原子排列规律的最小几何单元。
- **晶粒**：晶体中晶格方位相同的区域。
- **晶格常数**：晶胞各边的尺寸 a 、 b 、 c 及其夹角 α 、 β 、 γ 。

2. 晶系

- 根据晶胞参数不同，将晶体分为七种晶系。
- 90% 以上的金属具有立方晶系和六方晶系。
- 立方晶系： $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- 六方晶系： $a_1 = a_2 = a_3 \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$ (高不同)

3. **原子半径**：晶胞中原子密度最大方向上相邻原子 (\approx 最近原子) 间距的一半。

4. **晶胞原子数**：一个晶胞中所含的原子数。

5. **配位数**：指晶格中任一原子距离最近且相等的原子数目。

6. **致密度**：晶胞中原子本身所占的体积百分数。

$$\text{致密度} = \frac{\text{晶胞所含原子数} \times \text{单个原子体积}}{\text{晶胞体积}} \quad K = \frac{n \cdot v}{V}$$

(二) 常见的三种晶胞

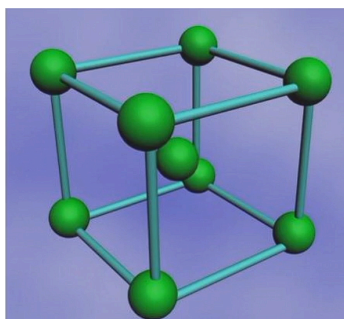


图 1 体心立方晶胞

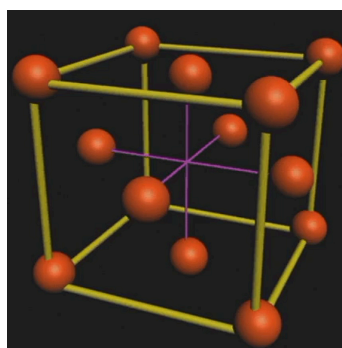


图 2 面心立方晶胞

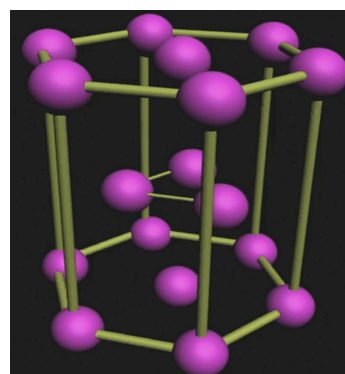


图 3 密排六方晶胞

晶胞种类	原子半径	原子数	配位数	致密度	常见金属
体心立方晶胞	$\frac{\sqrt{3}}{4}a$	2	8	0.68	α -Fe, γ -Fe, Cr, W, Mo, V
面心立方晶胞	$\frac{\sqrt{2}}{4}a$	4	12	0.74	β -Fe, Ni, Al, Cu, Ag, Au
密排六方晶胞	$\frac{1}{2}a$	6	12	0.74	Mg, Zn, Be, Cd(镉)

(三) 立方晶系晶面、晶向表示方法

- **晶面**：由一系列原子所组成的平面。
- **晶向**：任意两个原子之间的连线成为**原子列**，其所指方向。

1. 晶面指数

- 表示晶面的符号称为**晶面指数**。
- 其确定步骤为
 1. 选坐标，以晶格中某一原子为原点(注意不要把原点放在所求的晶面上)，以晶胞的三个棱边作为三维坐标的坐标轴。
 2. 以相应的晶格常数为单位，求出待定晶面在三个轴上的截距。
 3. 求三个截距的倒数。
 4. 将所得数值化为最小整数，加圆括弧，形式为(hkl)。

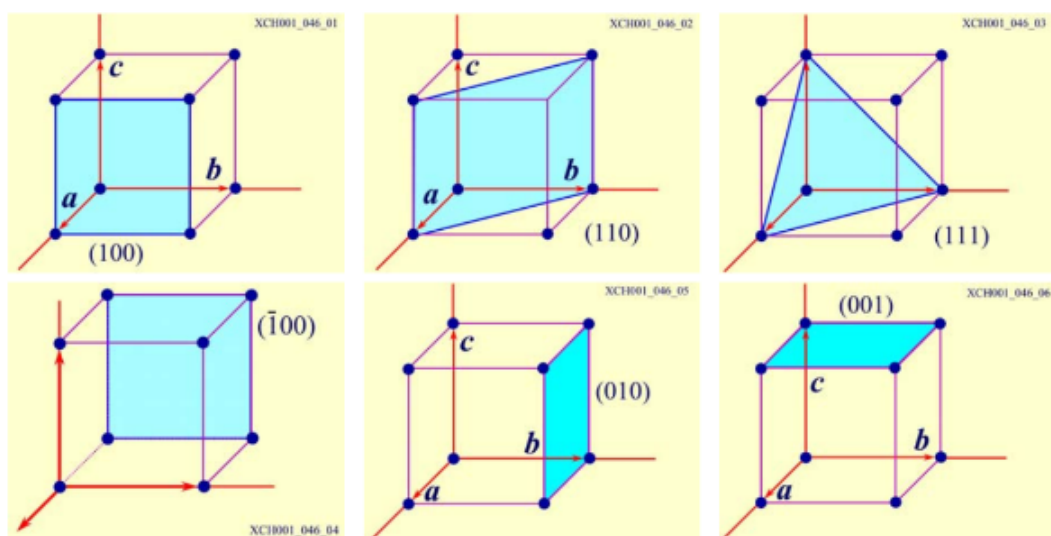
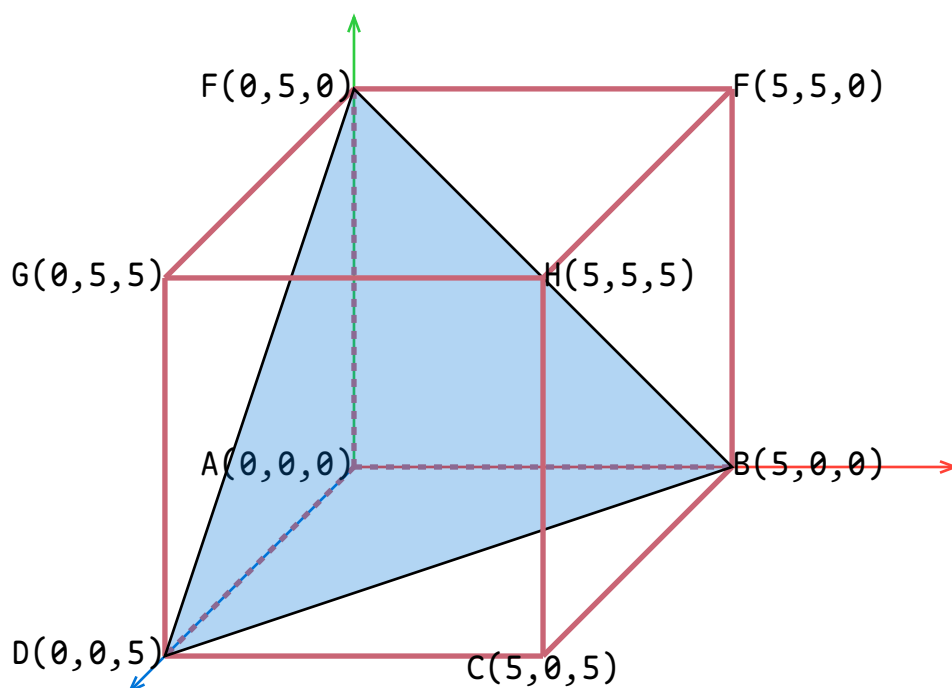


图 4 晶面指数



以图中晶面 BDF 为例，显然截距为 1,1,1，故晶面指数为(111)。

2. 晶向指数

- 表示晶向的符号称为**晶向指数**。其确定步骤为
 1. 确定原点，建立坐标系，过原点作所求晶向的平行线。
 2. 求直线上任一点的坐标值。
 3. 按比例化为最小整数，加方括弧，形式为 $[hkl]$ （负号写在数字的正上方，如 $[\bar{1}01]$ ）。
- 在立方晶系中，指数相同的晶面与晶向相互垂直，即 (hkl) 面垂直于 $[hkl]$ 向。

3. 晶面族和晶向族

- (hkl) 和 $[uvw]$ 分别表示的是一组平行的晶面和晶向
- 指数虽然不同，但原子排列完全相同的晶向和晶面称作晶向族或晶面族。
- 在立方晶系中，指数相同的晶面与晶向相互垂直。

(四) 金属的实际结构与晶体缺陷

- 单晶体**：其内部晶格方位完全一致的晶体。
- 多晶体**：由取向不同的单晶体组成。
- 晶界**：晶粒之间的交界面。
- 晶粒越细小，晶界面积越大。

- 在实际金属中，由于原子热振动的作用或其他原因，有少数原子偏离正常位置，或余、缺原子，或局部原子错排。这种现象称为晶体结构的不完整性，或称晶体缺陷。

1. 点缺陷

- 空间三维尺寸都很小的缺陷,包括:
 - 空位
 - 间隙原子
 - 置换原子
- 点缺陷使缺陷周围的晶格发生畸变，提高晶体的内能，从而使晶体抵抗外力的作用的能力增强。