

### 3.3 回复与再结晶

回复：在加热温度较低时，由于点缺陷和位错的运动引起的某些晶粒变化。

$$1. \text{ 温度} \cdot T_{\text{回复}} = (0.05 \sim 0.3) T_m$$

组织：晶粒外形无变化

性能：强度与硬度稍下降，内应力大大下降，也导率明显上升。

目的：恢复某些物理与化学性能，但保留加工硬化效果。

再结晶：当塑性变形金属被加热到较高温度时，由于原子活动能增大，晶粒形状开始变化，由破碎成细小的晶粒变为完整的等轴晶粒。

$$2. \text{ 温度} \cdot T_{\text{再结晶}} = 10.35 - 0.4 T_m$$

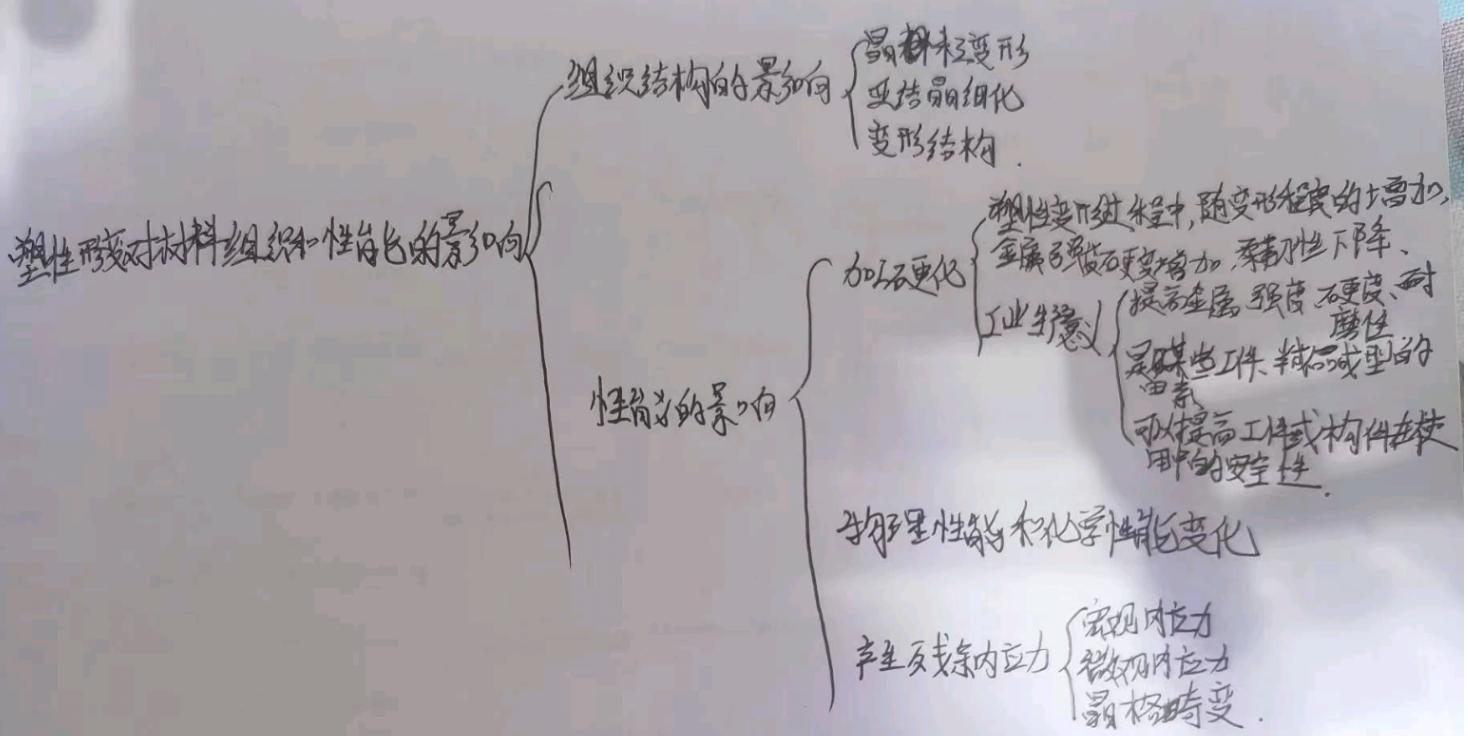
组织：拉长的晶粒变成等轴晶粒，互相交。

性能：组织  $H B \downarrow \rightarrow A \downarrow$

影响再结晶后晶粒度因素：

1. 加热温度越高，保温时间越长，晶粒易于粗化
2. 变形度越大，晶粒破碎严重，变形均匀，易再结晶而不粗化
3. 材料的纯度越高，使  $T_{\text{再结晶}}$  ↓，晶粒不易粗化

晶粒过大：随着加热温度升高或保温时间的延长，晶粒之间就会互相吞并而长大这一现象。



冷加工：在再结晶温度以下的加工变形（会引起金属加工硬化，变形抗力大）

### 3.4 金属的热加工

- (1) 可使铸态金属中气孔、疏松焊合从而提高致密度
- (2) 可使铸态金属中的粗大枝晶和柱状晶粒破碎，使晶粒细化，提高力学性能。
- (3) 改变铸态金属的枝晶偏析，和非金属夹杂的分布，形成“纤维组织”使金属力学性能具有明显的各向异性

#### 热加工：

(不产生加工硬化；  
可改变金属的  
组织和性能)

热加工可以显著改善铸态金属的组织和性能  
总结：

## 单晶体的金属的塑性变形

1. 滑移：金属最重要的塑性变形方式。是晶粒体一部分相对于另一部分沿一定晶面按着一定方向发生相对滑动

- (1) 滑移应力：一种是平行于该晶体的切应力，一种是垂直于该晶面的正应力
- (2) 滑移面：滑移常沿晶体中原子密度最大的晶面和晶向发生
- (3) 滑移时晶体的转动：正应力分量组成力偶，使晶体转动
- (4) 滑移与位错：
2. 变生：变生是在切应力作用下形成弯扭的过程，是塑性变形另一种方式

## 多晶体金属的塑性变形

### 颗粒、相邻晶粒的阻碍

(2) 相邻晶粒的协调

(3) 晶粒大小的影响：晶粒愈细，强度、塑性与韧性愈高  
变形过程：一批一批晶粒逐步地发生，从少量开始，逐步扩大到大量的晶粒，从不均匀变形开始，逐步发展到比较均匀的变形