



山东交通学院

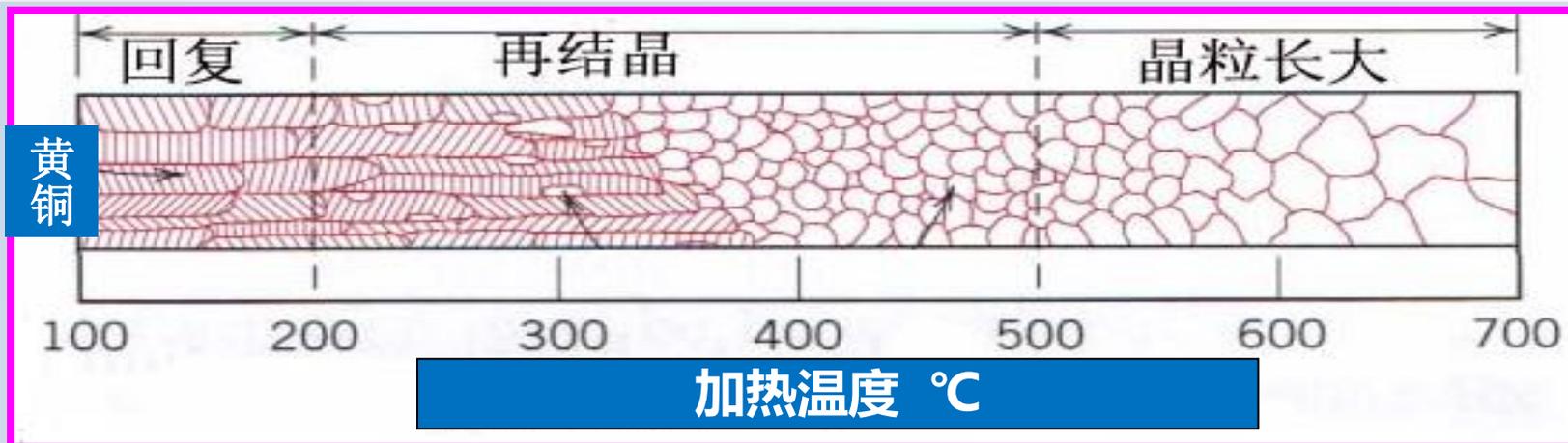
回复与再结晶

主讲教师：吕文香



轮机
工程材料

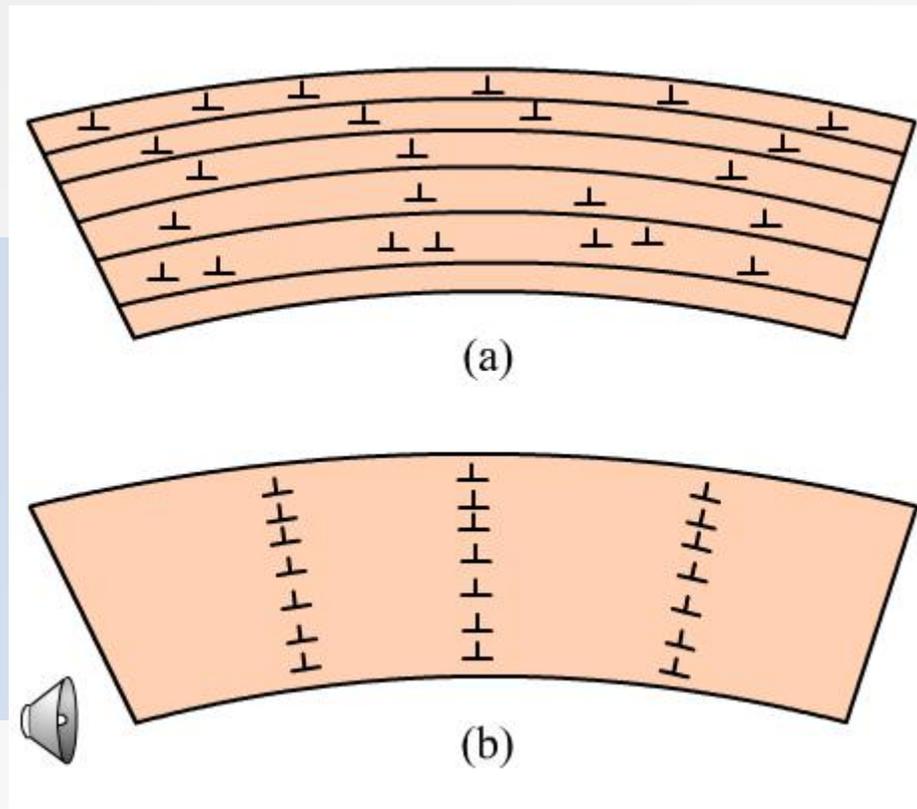
- 金属经冷变形后，组织处于不稳定状态，有自发恢复到稳定状态的倾向。但在常温下，原子扩散能力小，不稳定状态可长时间维持。加热可使原子扩散能力增加，金属将依次发生回复、再结晶和晶粒长大。



☑ 回复

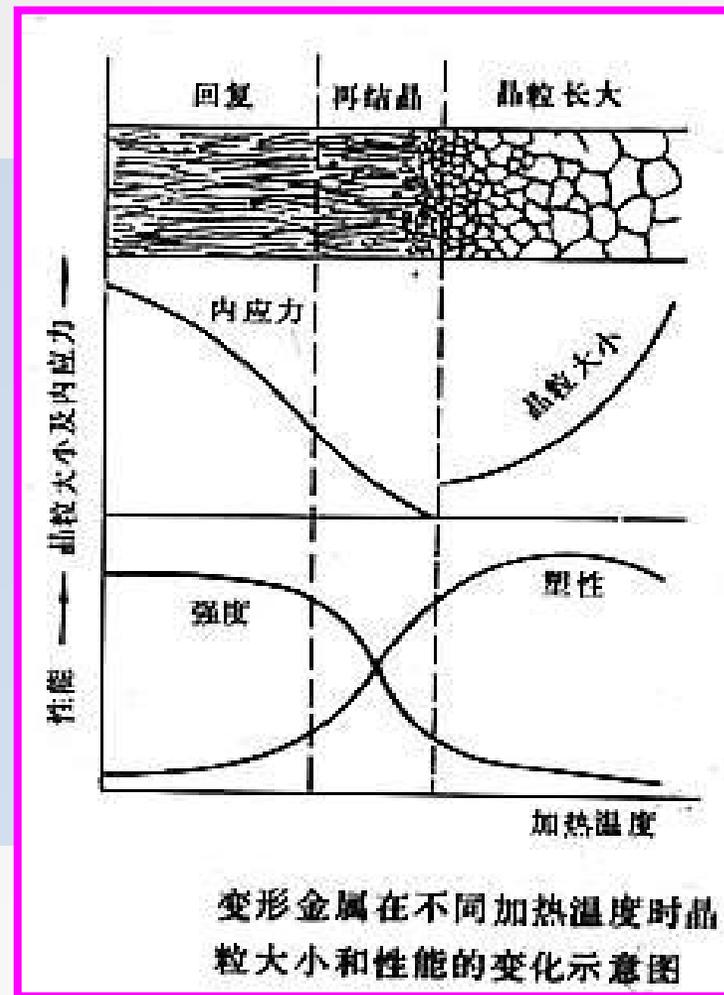
□ 回复是指在加热温度较低时，由于金属中的点缺陷及位错近距离迁移而引起的晶内某些变化。如空位与其他缺陷合并、同一滑移面上的异号位错相遇合并而使缺陷数量减少等。

□ 由于位错运动使其由冷塑性变形时的无序状态变为垂直分布，形成亚晶界，这一过程称多边形化。



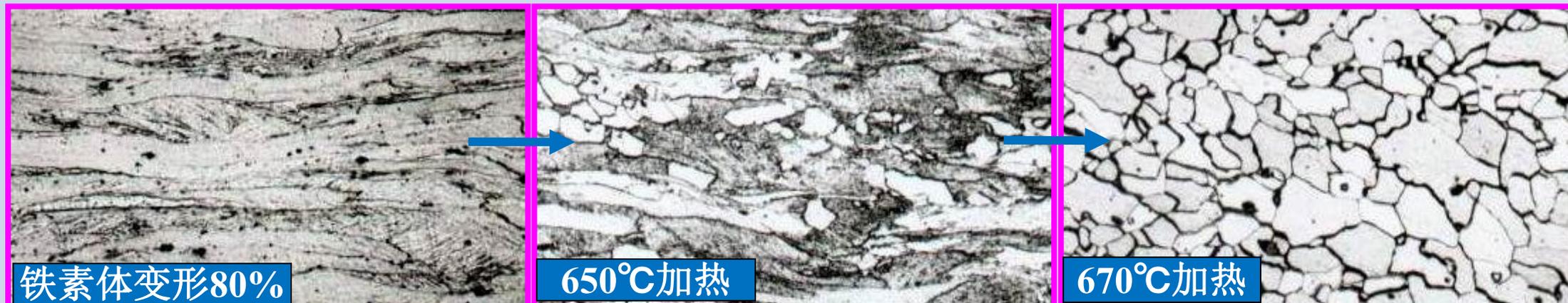
☑ 回复

- 在回复阶段，金属组织变化不明显，其强度、硬度略有下降，塑性略有提高，但内应力、电阻率等显著下降。
- 工业上，常利用回复现象将冷变形金属低温加热，既稳定组织又保留加工硬化，这种热处理方法称去应力退火。



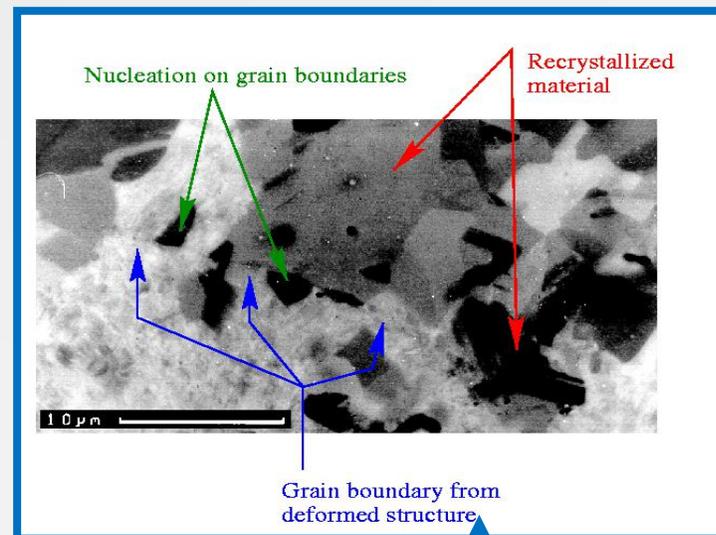
☑ 再结晶

- 当变形金属被加热到较高温度时，由于原子活动能力增大，晶粒的形状开始发生变化，由破碎拉长的晶粒变为完整的等轴晶粒。
- 这种冷变形组织在加热时重新彻底改组的过程称再结晶。



再结晶

- 再结晶也是一个晶核形成和长大的过程，但不是相变过程，再结晶前后新旧晶粒的晶格类型和成分完全相同。



SEM-再结晶晶粒在原变形组织晶界上形核

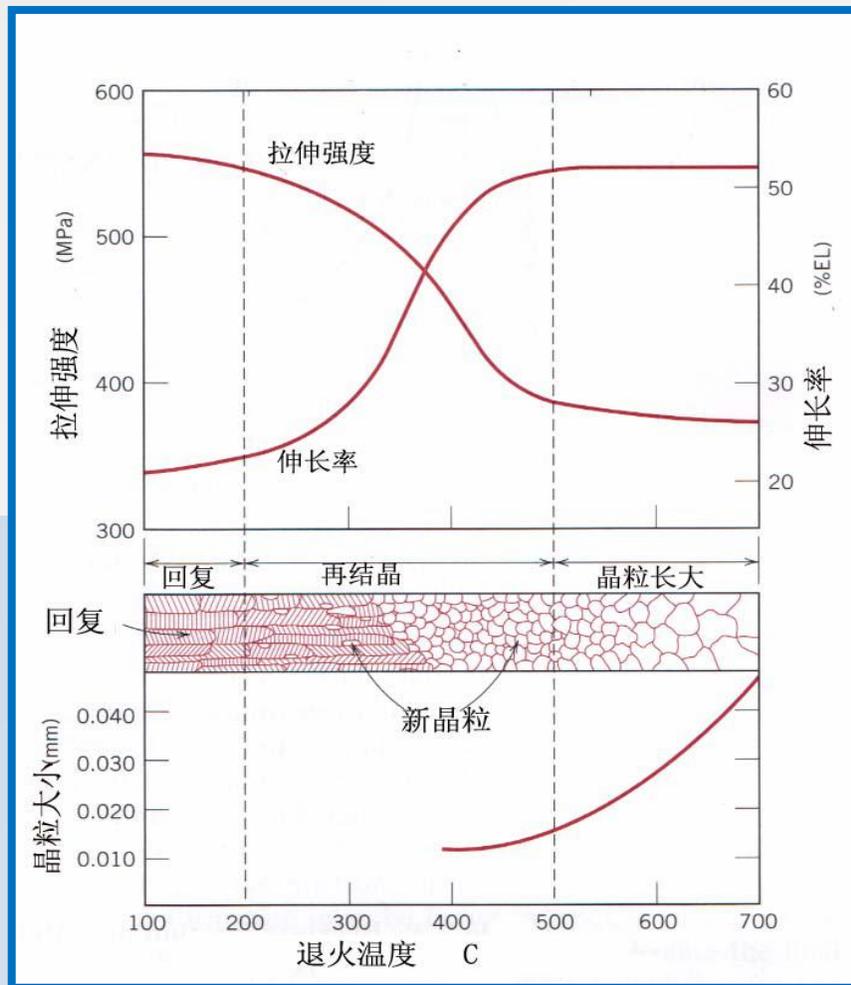
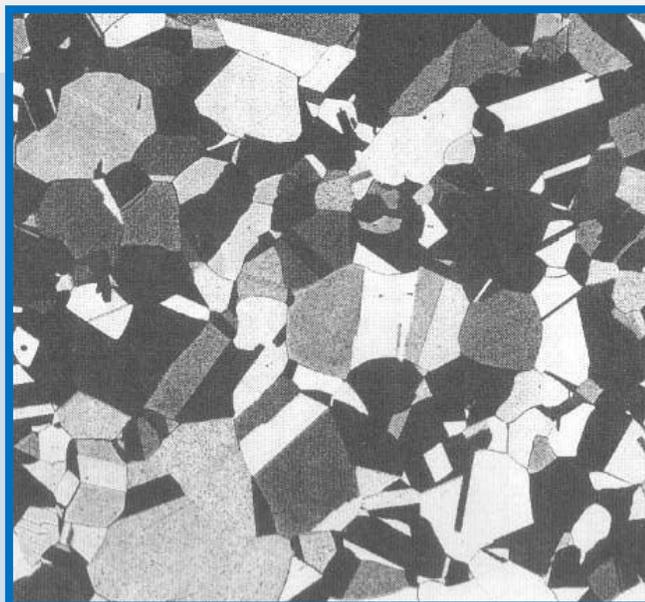
TEM-再结晶晶粒形核于高密度位错基体上

冷变形奥氏体不锈钢加热时的再结晶形核

再结晶

- 由于再结晶后组织的复原，因而金属的强度、硬度下降，塑性、韧性提高，加工硬化消失。

冷变形(变形量为38%)黄铜
580°C保温15分后的的再结晶
组织

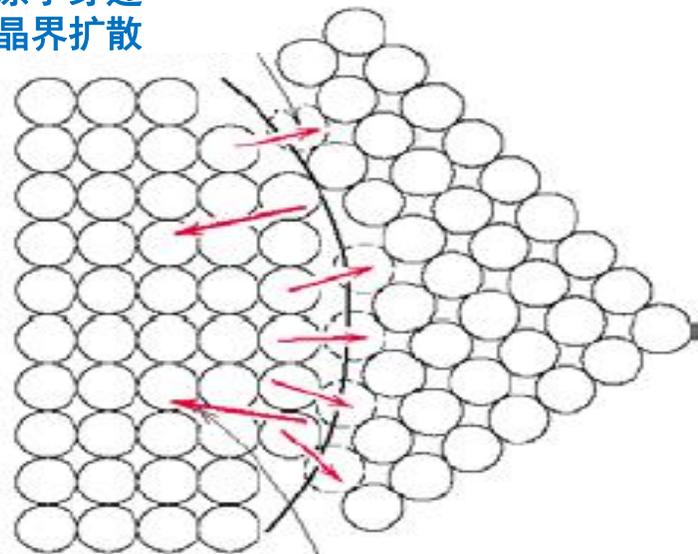


冷变形黄铜组织性能随温度的变化

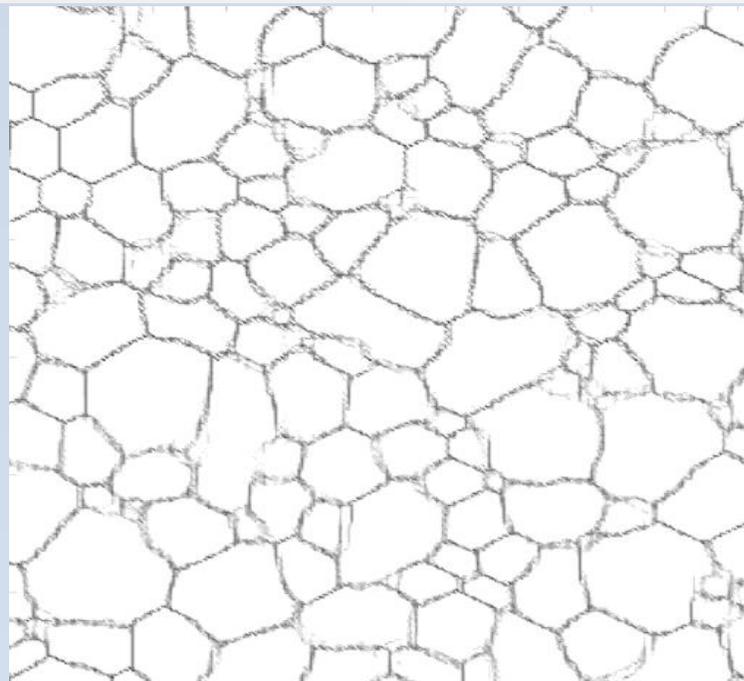
☑ 晶粒长大

- 晶粒的长大是通过晶界迁移进行的，是大晶粒吞并小晶粒的过程。晶粒粗大会使金属的强度，尤其是塑性和韧性降低。

原子穿过
晶界扩散



晶界迁
移方向



☑ 晶粒长大



冷变形量为38%的组织

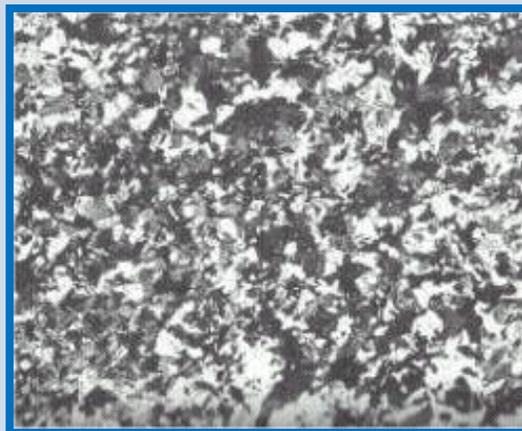


580°C保温3秒后的组织

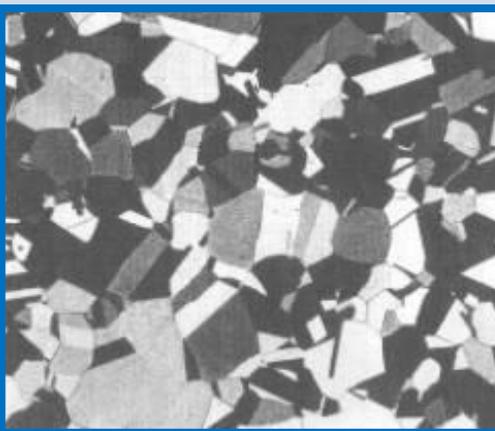


580°C保温4秒后的组织

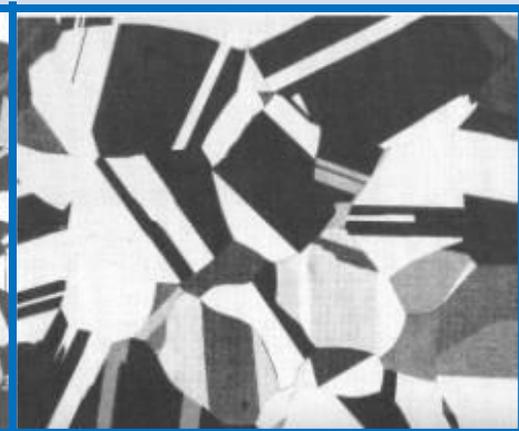
黄铜再结晶和晶粒
长大各个阶段的金
相照片



580°C保温8秒后的组织



580°C保温15分后的组织



700°C保温10分后的组织



山东交通学院

谢谢观看

Thanks for watching!

轮机
工程材料