



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

材料成形工艺基础

金属塑性成形的工艺理论基础

金属的塑性变形

主讲：智小慧

目录



网络精品课程

- 一、金属的塑性变形的力
- 二、金属塑性变形后组织的变化
- 三、金属塑性变形后组织性能变化
- 四、回复与再结晶
- 五、塑性变形类型
- 六、小结

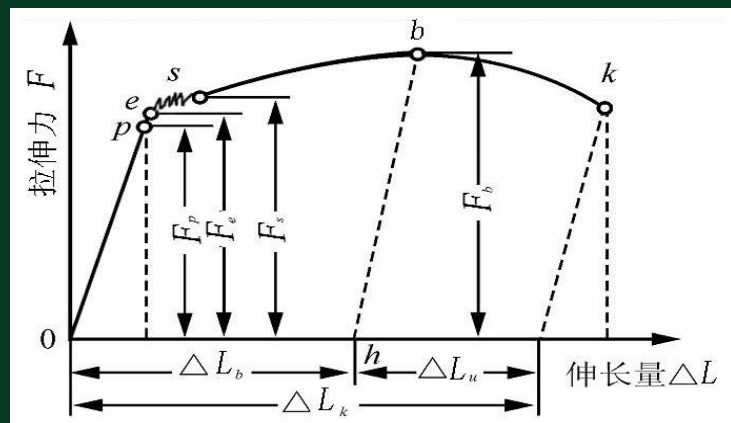
一、金属的塑性变形的力

弹性变形：

外力去除后变形可恢复，“弹复”。

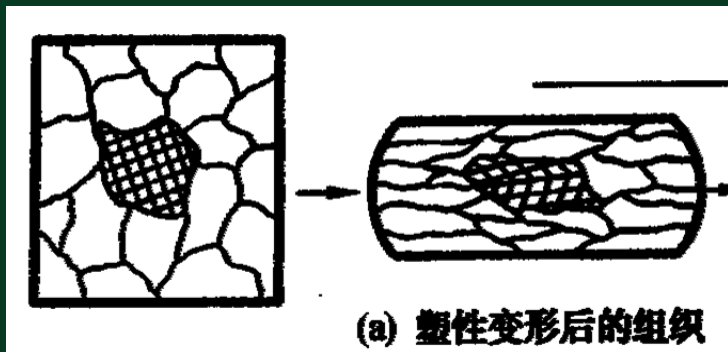
塑性变形：

外力超过屈服强度时，外力去除后变形不可恢复，永久变形。



二、金属塑性变形后组织的变化（常温下）

- ①晶粒沿最大变形的方向**伸长**；
- ②晶格与晶粒发生**扭曲**；
- ③晶粒间产生**碎晶**。

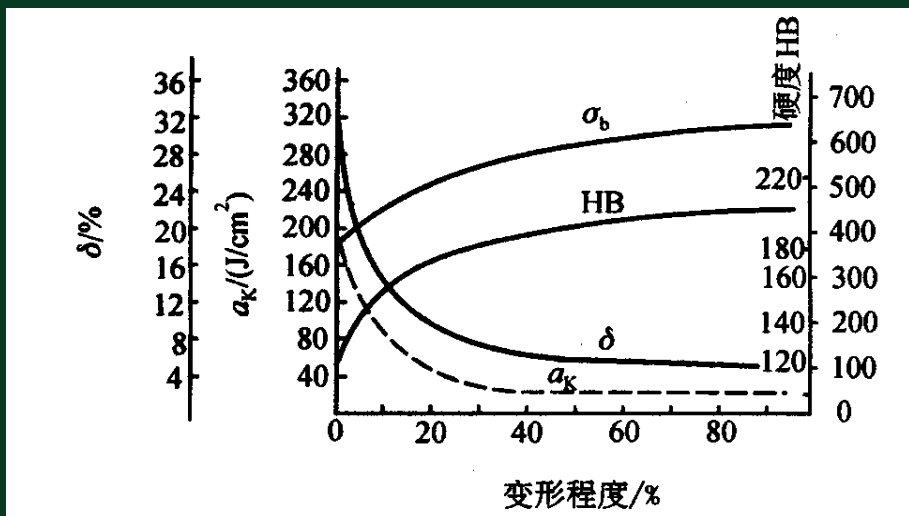


三、金属塑性变形后性能的变化 (常温下)

- 加工硬化:

随变形程度的增加，强度、硬度增加，而塑性、韧性下降的现象。

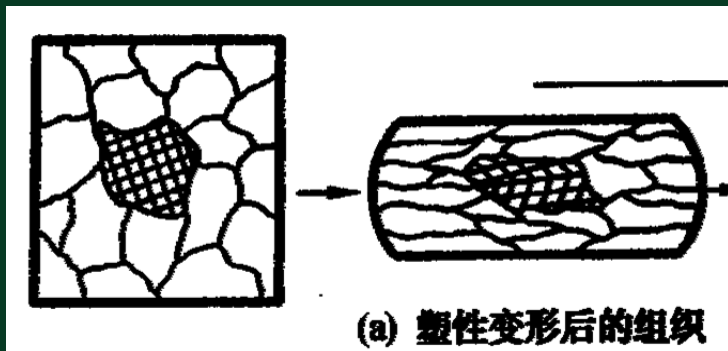
(冷变形强化，冷作硬化)



- 加工硬化原因:

组织变化（伸长、**扭曲**、碎晶） 偏离平衡位置

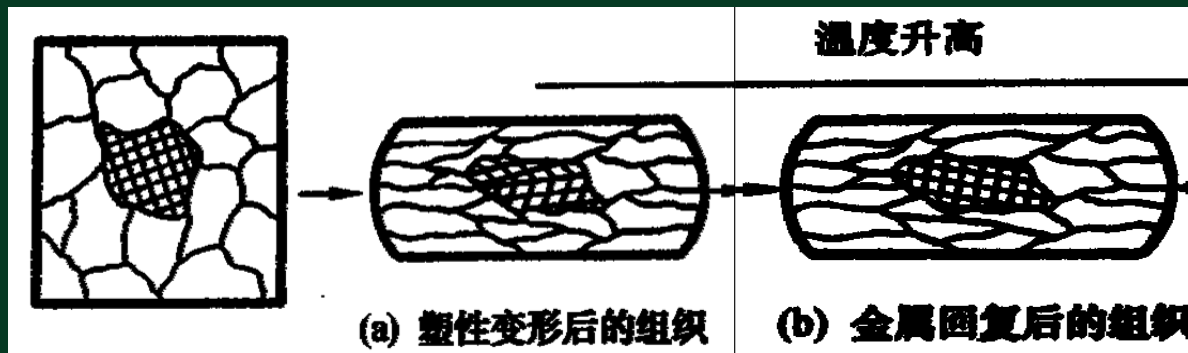
→性能变化



四、回复与再结晶

1) 回复 $T_{\text{回}} = (0.25 \sim 0.3)T_{\text{熔}}$

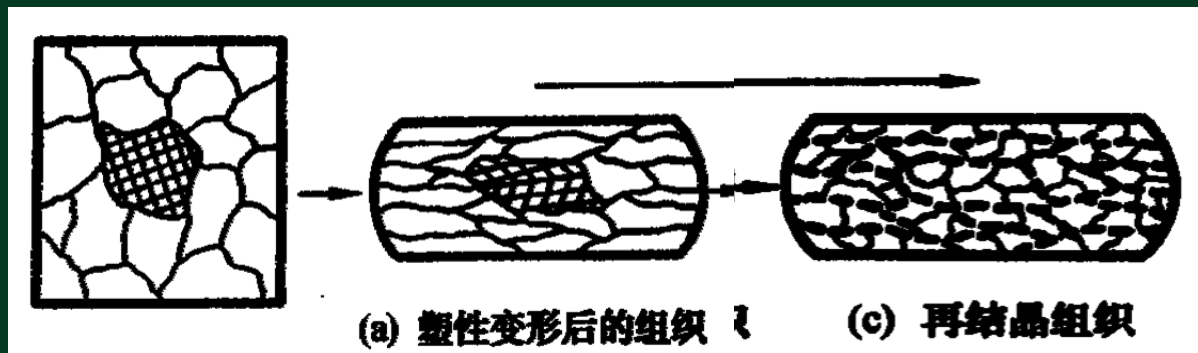
原子排列恢复到正常状态，**消除晶格扭曲**，**部分消除加工硬化**。



2) 再结晶 $T_{再} = 0.4 T_{熔}$

以碎晶或杂质为核心结晶一再结晶。

再结晶晶粒细小均匀，消除晶粒伸长和碎晶，全部消除加工硬化。



3) 加工硬化的作用:

(1) 强化金属: 冷拔、冷轧。

(2) 使继续加工困难: 再结晶退火

- 再结晶退火:

将冷作硬化以后的金属重新加热到再结晶温度以上的某一温度让其发生再结晶, 使金属重新获得塑性, 继而消除冷作硬化现象, 以利于继续进行塑性加工。

- 再结晶温度以上有加工硬化现象吗？

既有加工硬化，又有再结晶。

但加工硬化随时被再结晶而消除，

晶粒细小均匀。

加工硬化表现不出来。

五、塑性变形类型

1)、冷变形:

$< T_{\text{再}}$, 只有加工硬化, 无再结晶。

2)、热变形:

$> T_{\text{再}}$, 既有加工硬化, 又有再结晶。

- 冷变形特点：

(1) 需要大的变形力，变形程度不大。

(2) 精度及表面质量高，力学性能好，
不需切削加工。

- 冷变形应用：

冷镦、冷挤、冷轧、冷冲压、冷拔。

- **热变形特点：**

- (1) 较小变形功作用下，产生**较大变形**。
- (2) **尺寸较大，形状较复杂**，力学性能好。
- (3) 表面易氧化，**精度及表面质量低**，
劳动条件差，**生产率低**。

- **热变形应用：**

自由锻、热模锻、热轧、热挤压。

六、小结

- 1、金属的塑性变形的力
- 2、金属塑性变形后组织的变化
- 3、金属塑性变形后组织性能变化
- 4、回复与再结晶
- 5、塑性变形类型
- 6、小结