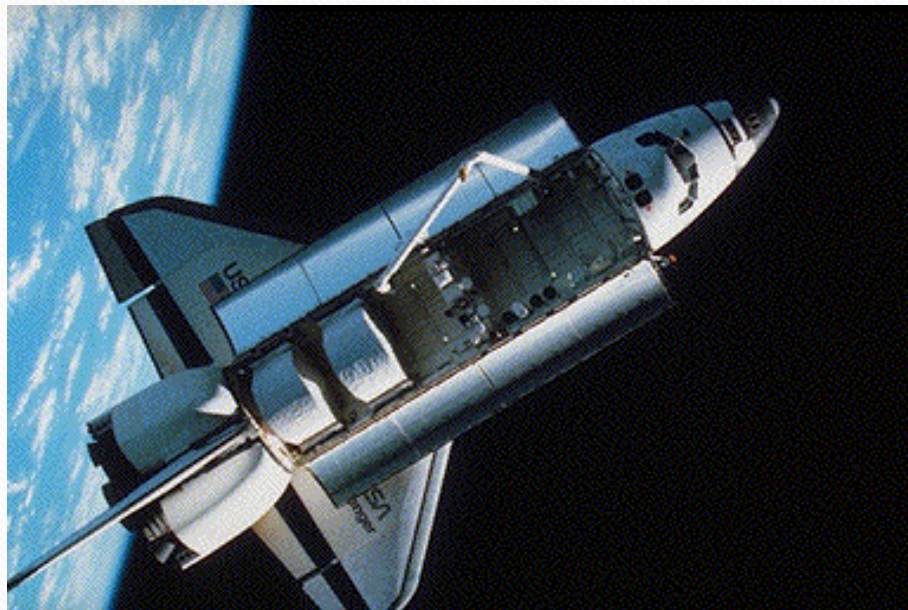


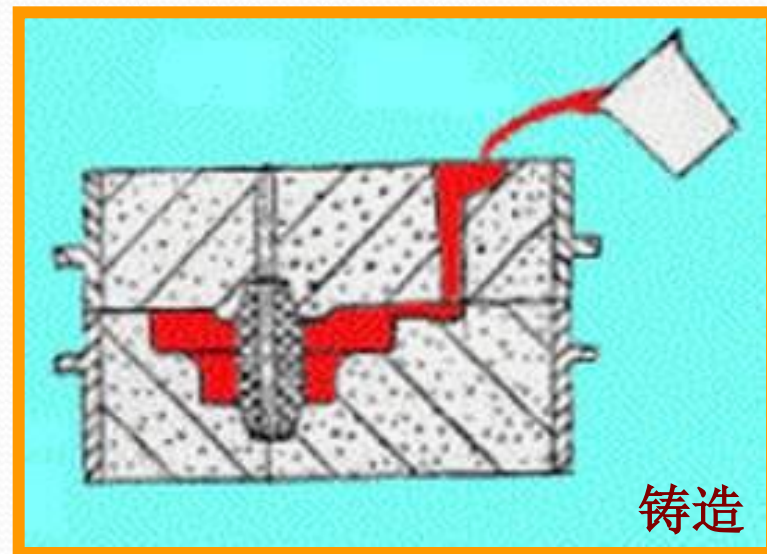
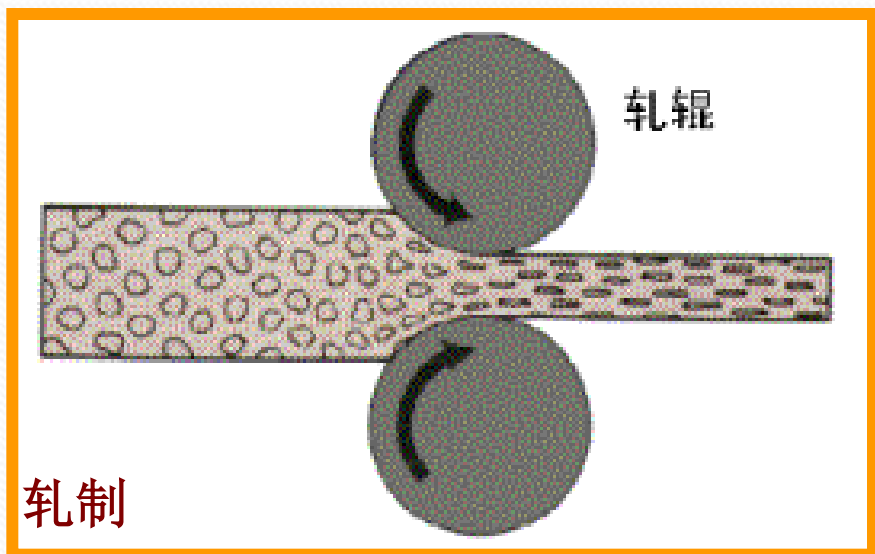
# 第五章 钢的热处理

- 改善钢的性能，主要有哪些途径？
- 1、合金成分
- 2、塑性变形
- 3、铸造          4、热处理



- 热处理特点：

热处理区别于其他加工工艺如铸造、压力加工等的特点是只通过改变工件的组织来改变性能，而不改变其形状。

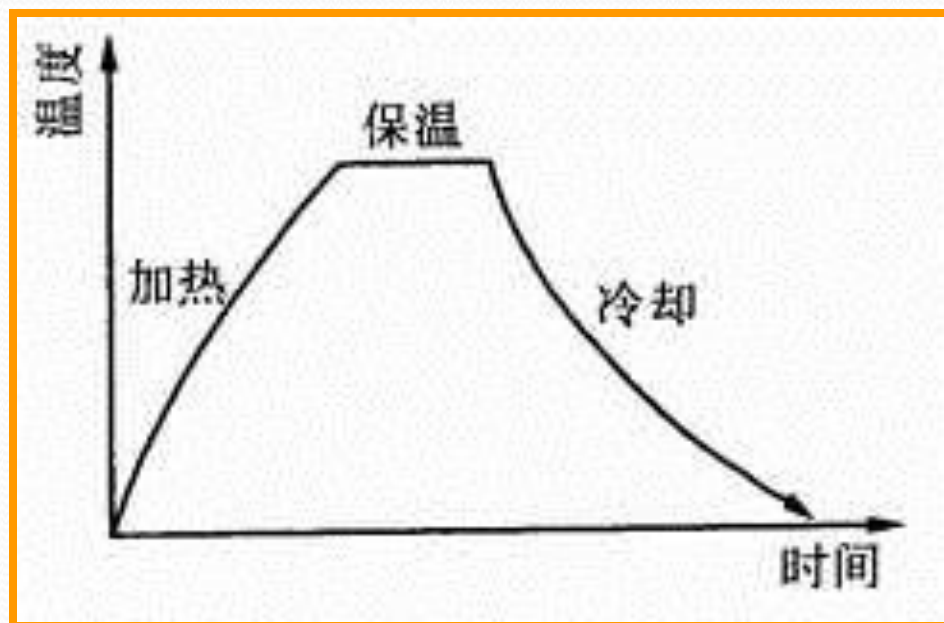




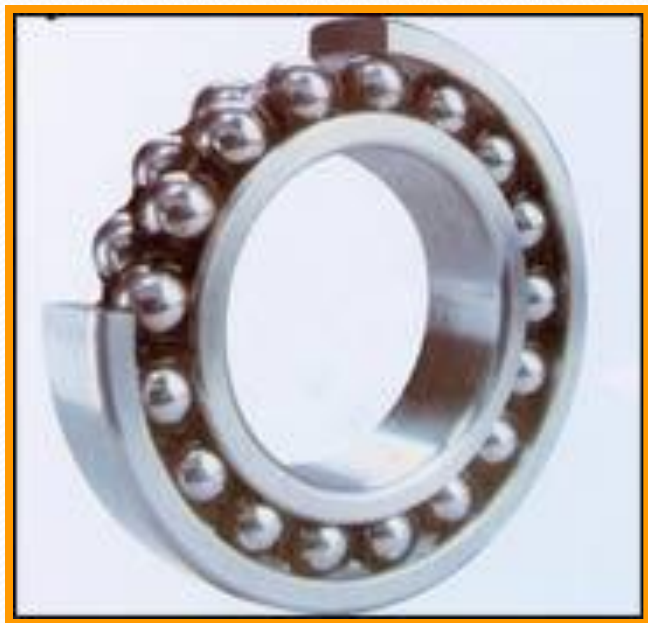
# 什么是热处理？

**热处理**：是指将钢在固态下加热、保温和冷却，以改变钢的组织结构，获得所需要性能的一种工艺。

为简明表示热处理的基本工艺过程，通常用温度—时间坐标绘出**热处理工艺曲线**。



- 在机床制造中约60-70%的零件要经过热处理。
- 在汽车、拖拉机制造业中需热处理的零件达70-80%。
- 模具、滚动轴承100%需经过热处理。
- 总之，重要零件都需适当热处理后才能使用。





- 根据加热、冷却方式不同，将**热处理工艺**分类如下：



## 5.1 热处理原理-钢在加热时的转变

钢的转变临界点:

$A_{c1}$ ---加热时P向 $\gamma$ 转变开始温度

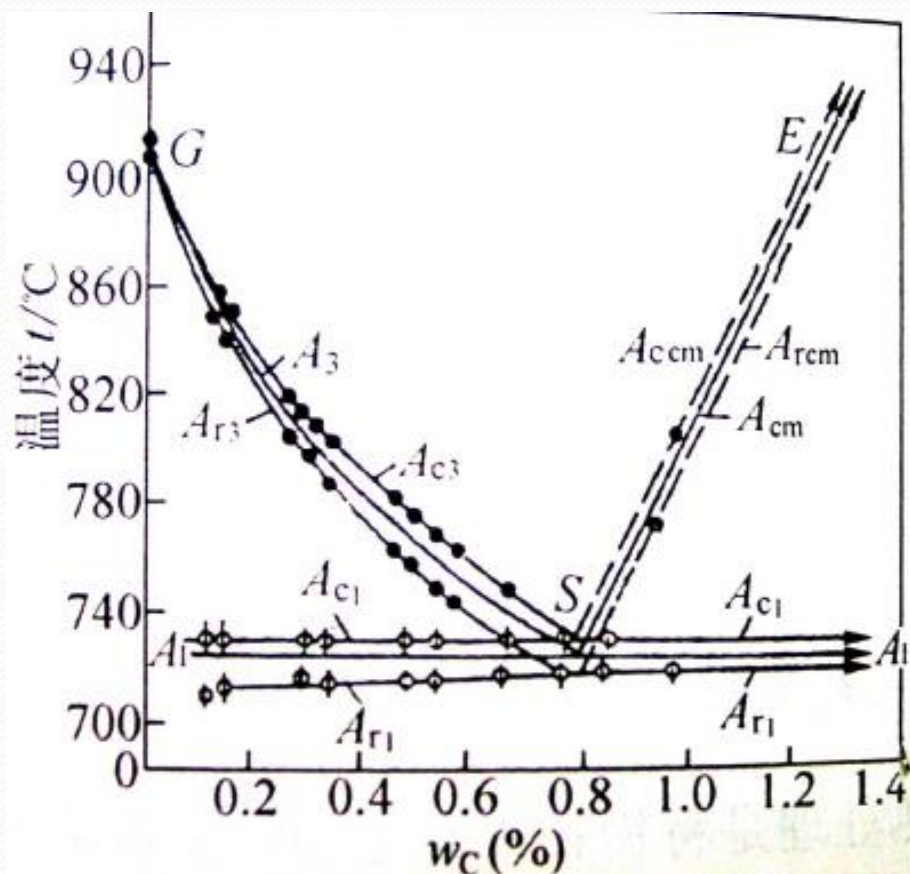
$A_{r1}$ ---冷却时 $\gamma$ 向P转变开始温度

$A_{c3}$ ---加热时先共析 $\alpha$ 向 $\gamma$ 转变开始温度

$A_{r3}$ ---冷却时 $\gamma$ 开始析出先共析 $\alpha$ 开始温度

$A_{ccm}$ ---加热时二次渗碳体全部溶入 $\gamma$ 的终了温度

$A_{rem}$ ---冷却时 $\gamma$ 开始析出二次渗碳体的开始温度





加热是热处理的第一道工序。加热分两种：

一种是在 $A_1$ 以下加热，不发生相变；(去应力退火)

一种是在临界点以上加热，目的是获得均匀的奥氏体组织，称奥氏体化。

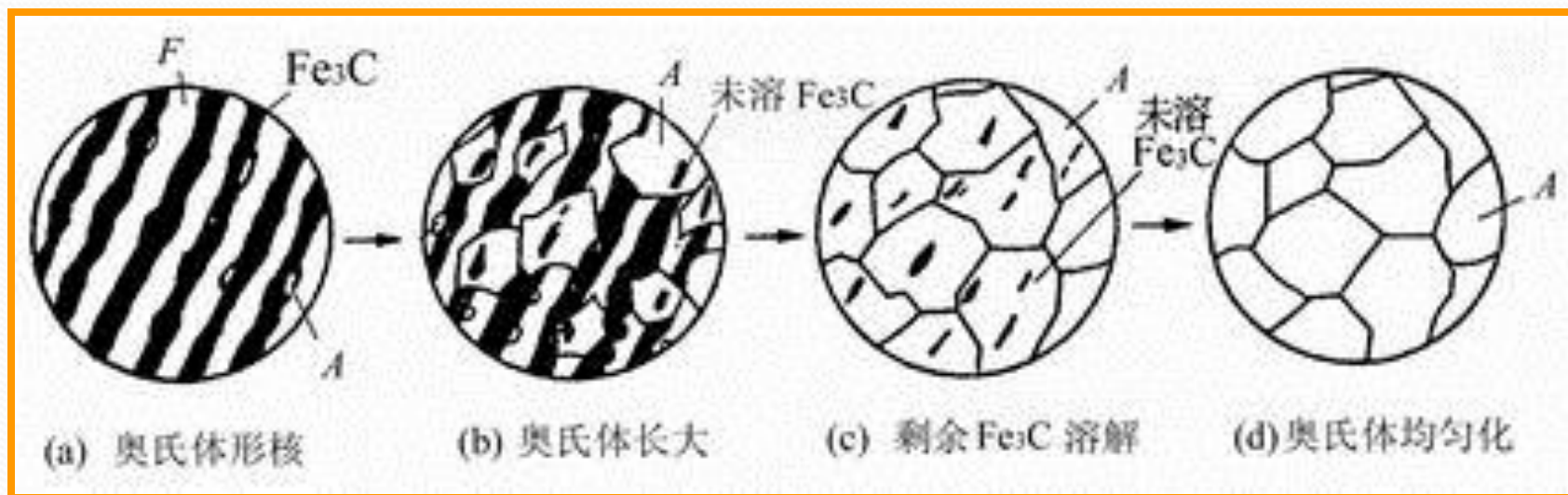
## 奥氏体的形成过程

奥氏体化也是形核和长大的过程，分为四步。现以共析钢为例说明：



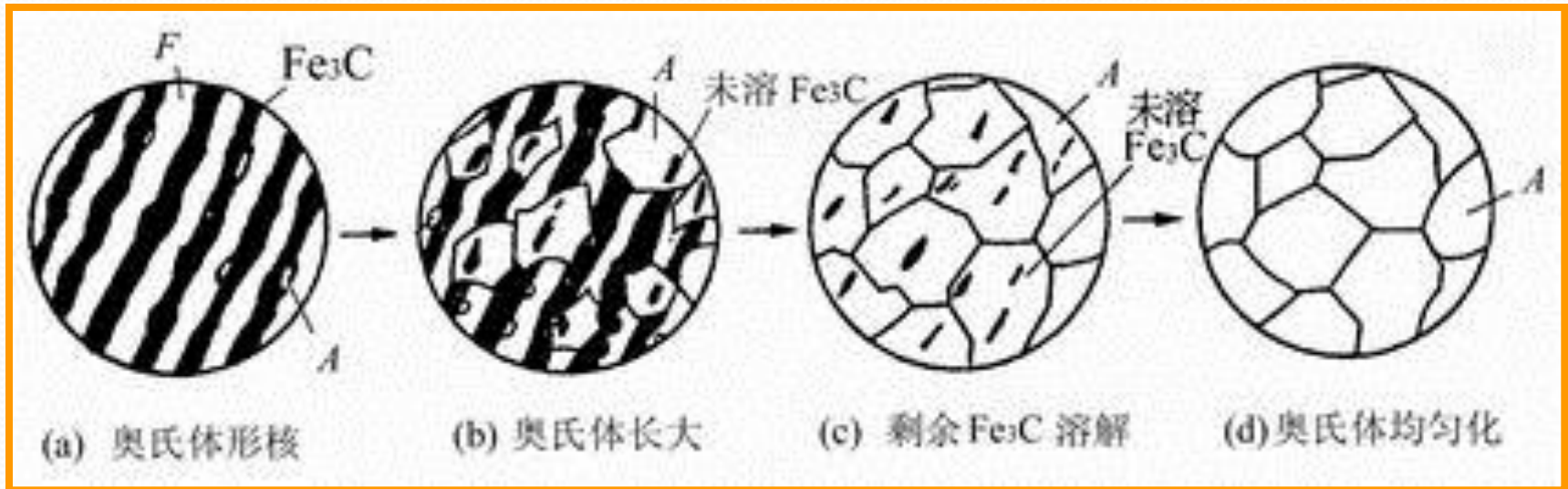
钢坯加

- 第一步 **奥氏体晶核形成**：首先在F与 $\text{Fe}_3\text{C}$ 相界形核。
- 第二步 **奥氏体晶核长大**：A晶核通过碳原子的扩散向F 和 $\text{Fe}_3\text{C}$ 方向长大。
- 第三步 **残余 $\text{Fe}_3\text{C}$ 溶解**：铁素体的成分、结构更接近于奥氏体，因而先消失。残余的 $\text{Fe}_3\text{C}$ 随保温时间延长继续溶解直至消失。



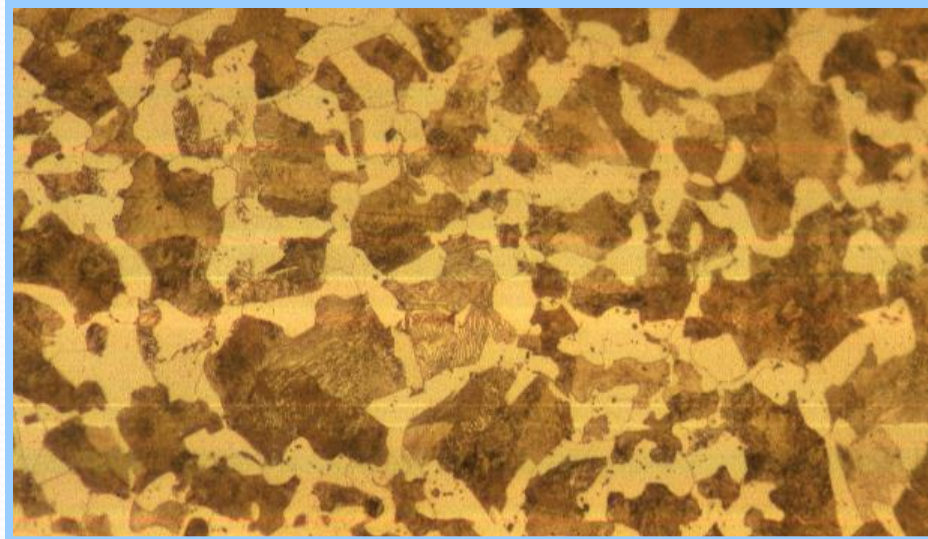
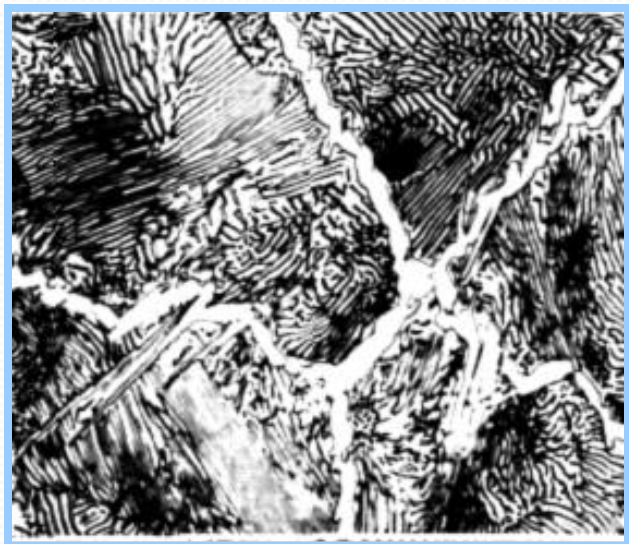
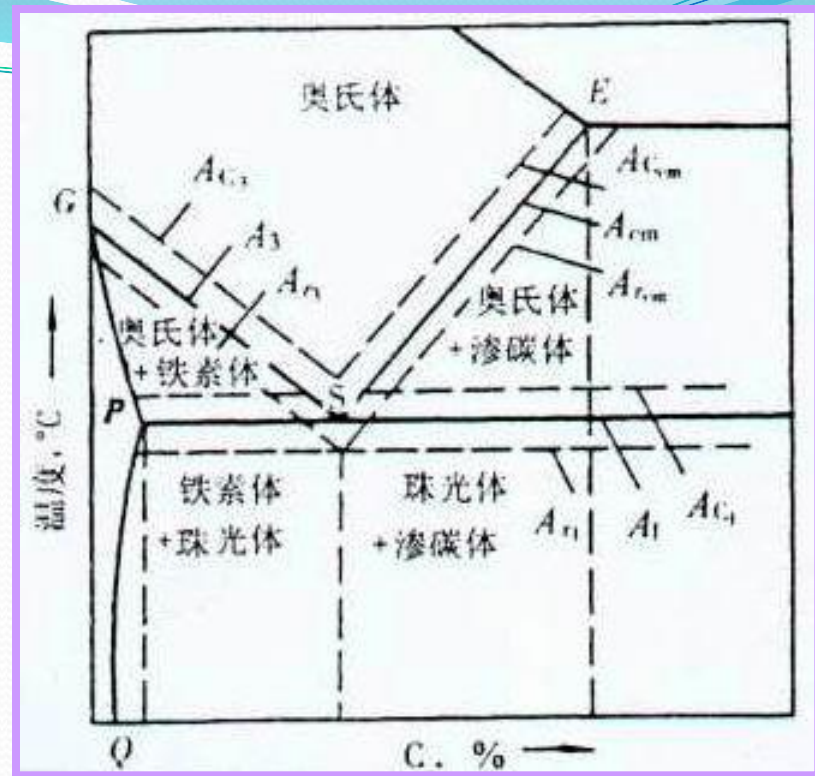


- 第四步 **奥氏体成分均匀化**： $\text{Fe}_3\text{C}$ 溶解后，其所在部位碳含量仍很高，通过长时间保温使奥氏体成分趋于均匀。





亚共析钢和过共析钢的奥氏体化过程与共析钢基本相同。但由于先共析F 或二次 $\text{Fe}_3\text{C}$ 的存在，要获得全部奥氏体组织，必须相应加热到 $\text{Ac}_3$ 或 $\text{Ac}_{\text{cm}}$ 以上。





## 奥氏体晶粒大小的控制

热加工或热处理过程中加热时所形成的奥氏体晶粒大小和形状，对冷却后钢的组织 and 性能却有重要的影响。因此，需要了解奥氏体晶粒的长大规律，以便在生产实践中控制奥氏体晶粒大小，以获得所希望的性能。

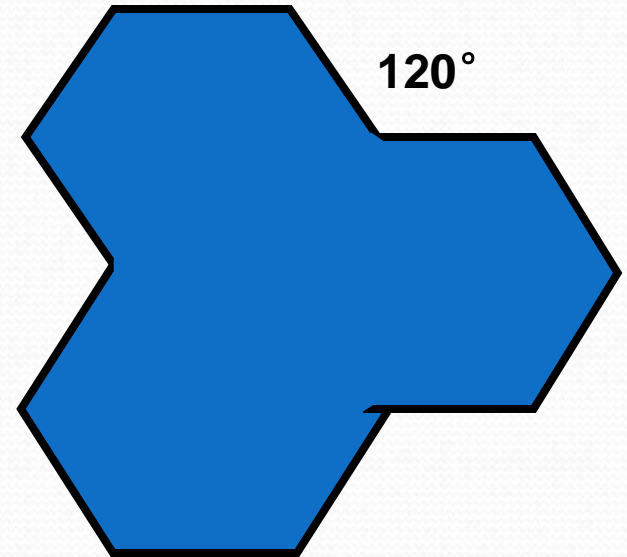
**例：细小的奥氏体晶粒淬火后的马氏体组织也细小，强度韧度均得到提高，韧脆转变温度降低**

奥氏体晶粒长大实际上是大晶粒吞并小晶粒的过程，微观表现为晶界原子的扩散，因此影响原子扩散的因素都影响奥氏体晶粒长大。

晶粒长大的驱动力

表面能的降低

一个自发的过程



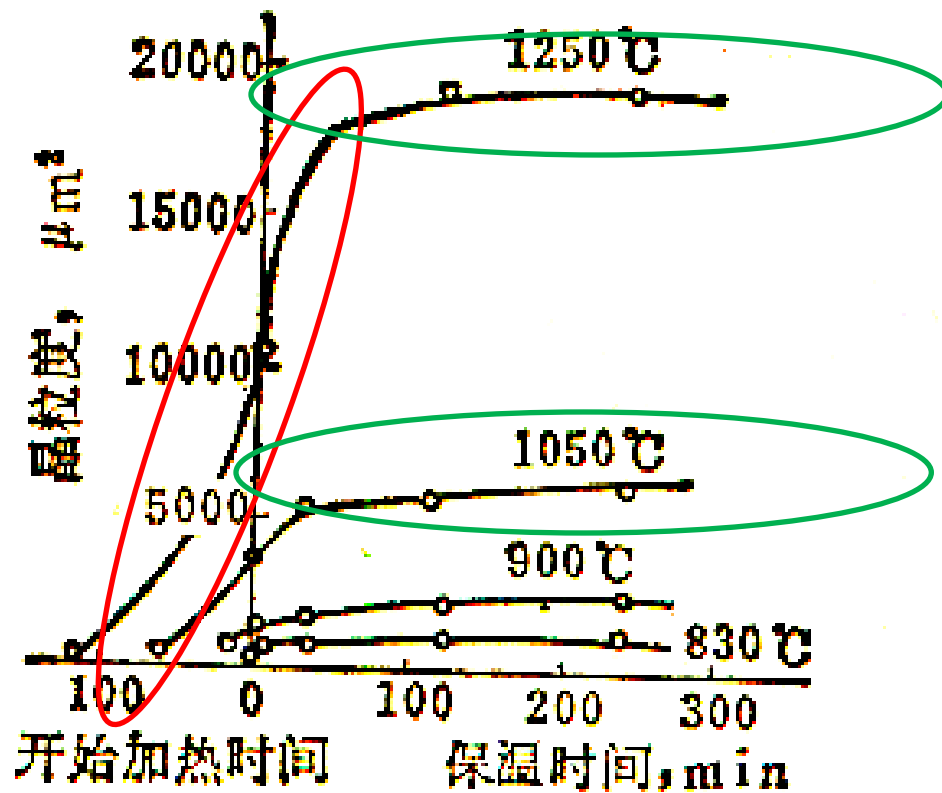


## 1) 加热温度

加热温度愈高，晶粒长大速度越快，奥氏体晶粒也越粗大，热处理时必须规定合适的加热温度范围。

## 2) 保温时间

随保温时间的延长，晶粒不断长大，但随保温时间的延长，晶粒长大速度越来越慢，且不会无限制地长大下去。



①. 温度越高，晶粒长大速度越快，最终晶粒也越大

②. 当晶粒长大一定程度时，延长时间晶粒大小不变

图 1-13 加热温度与时间对奥氏体晶粒长大的影响



### 3) 加热速度

加热速度越快，奥氏体转变的**过热度**越大，实际形成温度越高。**奥氏体的形核率大于长大速度**，获得细小的起始晶粒。生产中常用快速加热和短时保温的方法来细化晶粒。

联想  
铸锭晶粒细化  
增大过冷度

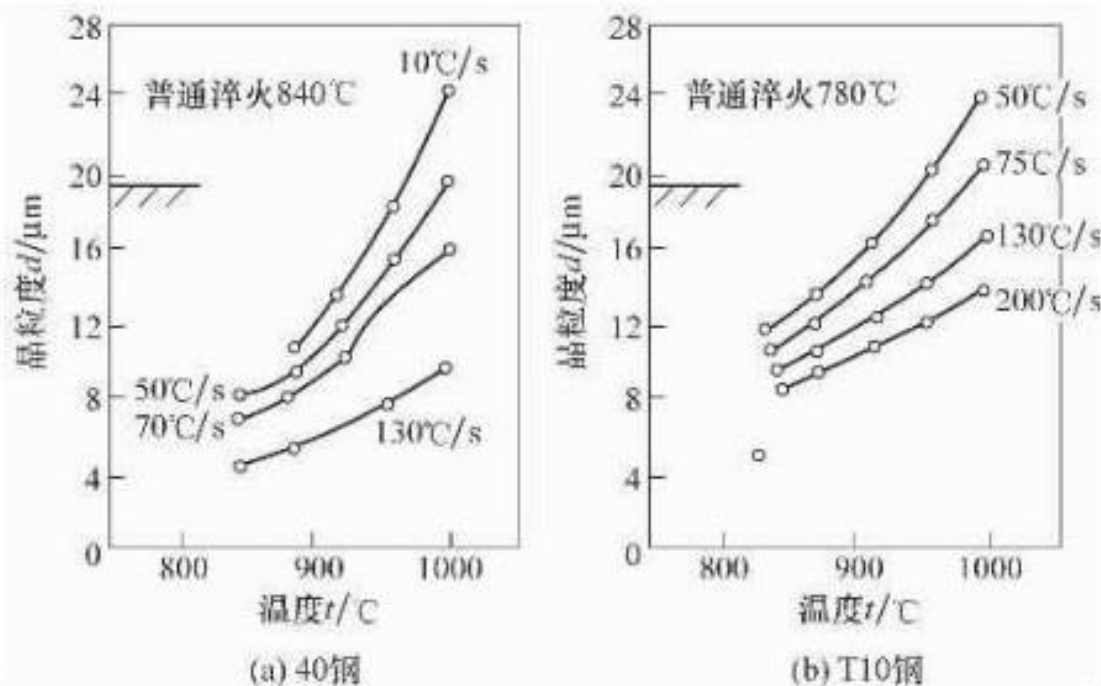


图 2-11 加热速度对奥氏体晶粒大小的影响

#### 4) 其他

合金元素、碳含量、原始组织均会对奥氏体晶粒度产生影响。