



# 金相实验教学样品的制备问题探究

北京科大分析检验中心有限公司

杨冰

2017年3月25日

# 报告目录

1

样品开发工作回顾

2

金相样品制备流程

3

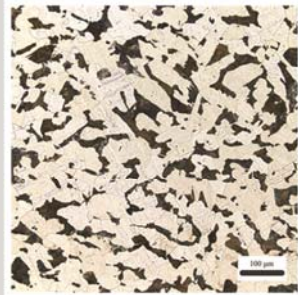
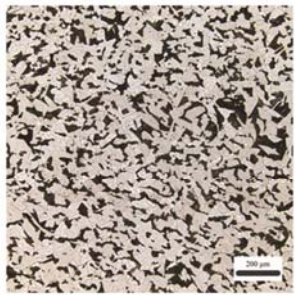
金相样品制备案例

4

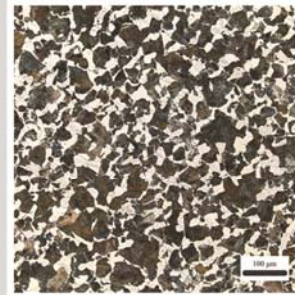
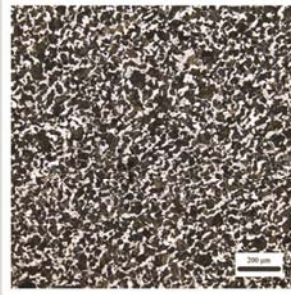
样品制备问题总结

# 回顾

## 第四届金相大赛比赛用样



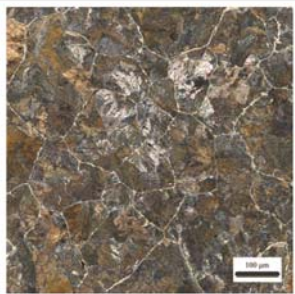
材料名称：20钢  
侵蚀剂：4%硝酸酒精溶液  
显微组织：铁素体+珠光体



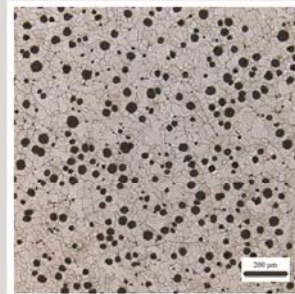
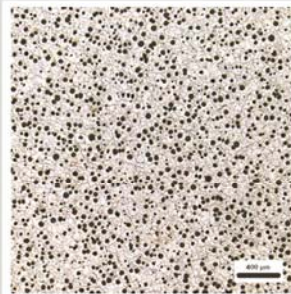
材料名称：45钢  
侵蚀剂：4%硝酸酒精溶液  
显微组织：珠光体+铁素体

20钢  
退火

45钢  
退火



材料名称：T12钢  
侵蚀剂：4%硝酸酒精溶液  
显微组织：珠光体+网状渗碳体



材料名称：球墨铸铁  
侵蚀剂：4%硝酸酒精溶液  
显微组织：铁素体+球状石墨

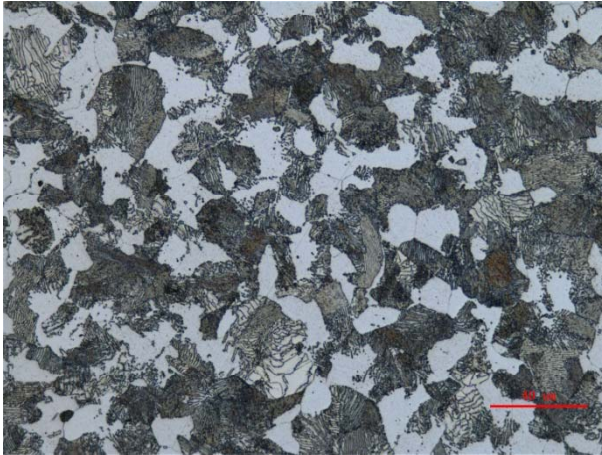
T12钢  
完全退火

球墨铸铁  
高温石墨化退火

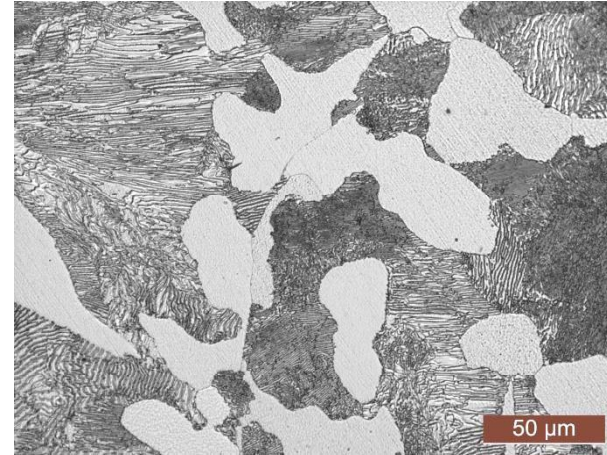


# 回顾

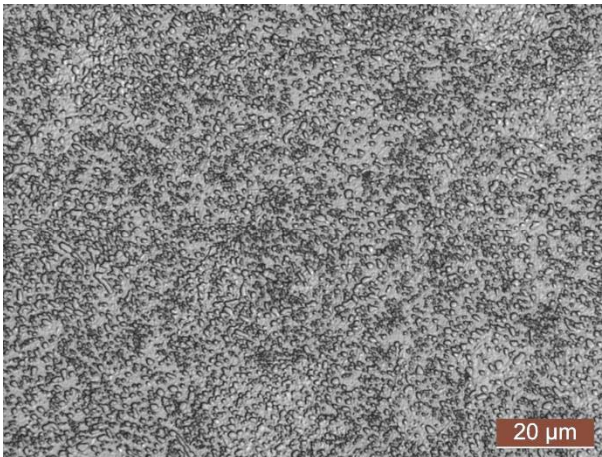
## 第五、六届新开发比赛用样



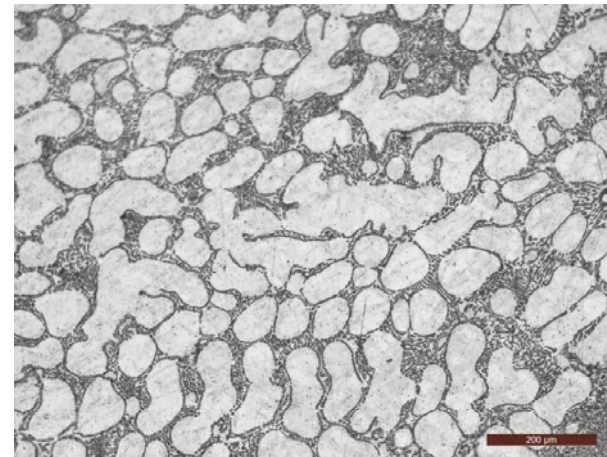
40Cr 退火



45钢 高温退火



GCr15 球化退火



亚共晶铅锡合金 铸态

# 回顾

## 其他金相实验教学样品的制备

### 常用教学样品

- ❖ 铁碳平衡组织样品
- ❖ 钢的热处理组织样品
- ❖ 变形度为20%、40%和60%的工业纯铁试样
- ❖ 工业纯铁滑移带典型特征样品
- ❖ 纯锌形变孪晶典型特征样品
- ❖ 黄铜形变退火孪晶典型特征样品

### 个性教学需求

- ❖ 20钢渗碳淬火试样
- ❖ 40Cr调质渗氮试样
- ❖ PCrNi1Mo、PCrNi3Mo等炮弹钢试样
- ❖ 铸造碳钢、铸造高锰钢魏氏组织样品
- ❖ 亚共晶、共晶、过共晶铝硅合金样品

# 报告目录



样品开发工作回顾



金相样品制备流程



金相样品制备案例



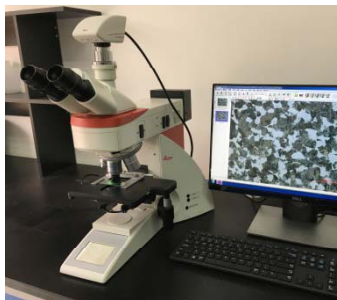
样品制备问题总结

# 金相样品制备流程



## 熔炼与铸造

确定化学成分、浇注模、冷却方式等



## 组织检验

判断是否获得预期组织

## 金相典型特征样品



## 金相制样

镶嵌、磨平、抛光、浸蚀



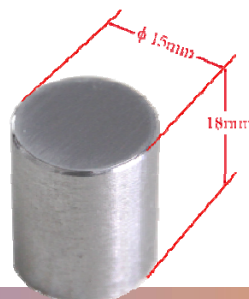
## 材料处理

热处理、热锻、冷轧等



## 材料加工

车、铣、磨、编号刻字



## 样品存储

防潮、防磕碰包装



金相实验教学试样

# 报告目录



样品开发工作回顾



金相样品制备流程



金相样品制备案例



样品制备问题总结



# 铸钢

## 熔炼要点

- ❖ 按GB/T 11352-2009一般工程用铸造碳钢件选取合适的成分

## 问题探究

- ❖ ZG230-450，基体为“珠光体+铁素体”
- ❖ 魏氏组织严重



ZG230-450铸钢金相组织，50x



ZG230-450铸钢金相组织，100x



ZG230-450铸钢金相组织，200x

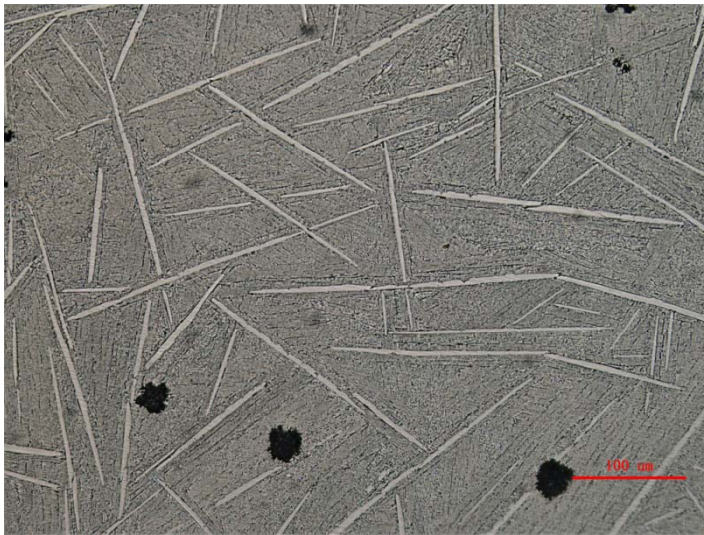
# 过共晶白口铁

## 制备问题

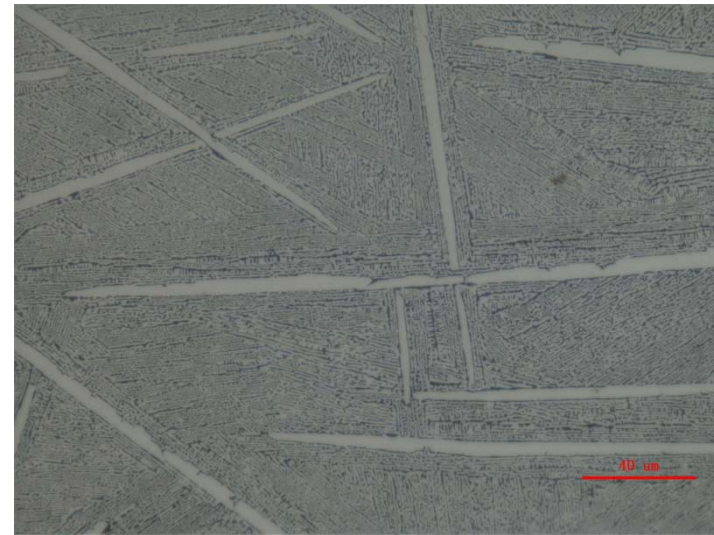
- ❖ C质量浓度超过4.3%，溶解在铁溶液中困难
- ❖ 无法观察到先共晶一次渗碳体

## 采取措施

- ❖ 以共晶白口铁为熔炼原材料，在此基础上加C二次熔炼
- ❖ 加快冷却速度（非平衡组织），莱氏体基体特别细小



过共晶白口铁金相图谱，200x



过共晶白口铁金相图谱，500x



# 共晶白口铁

## 制备问题

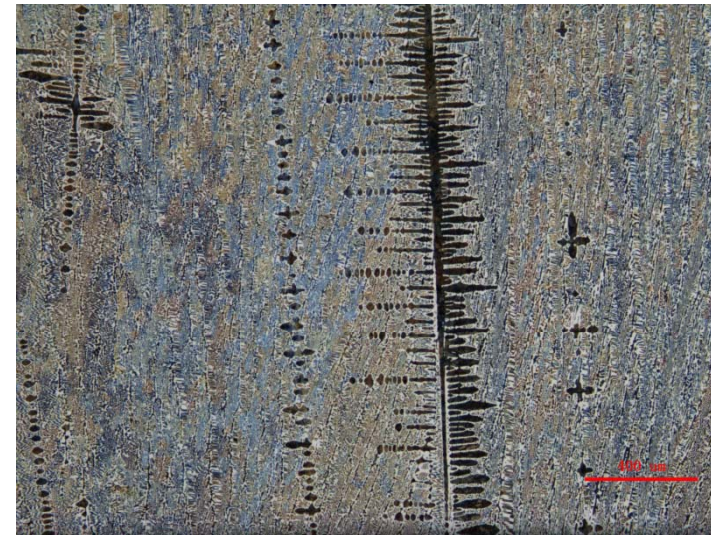
- ❖ 共晶白口铁含碳4.3%，精确成分难以控制
- ❖ 选取多个近共晶点成分熔炼，效果仍不佳

## 问题探究

- ❖ 选取铸锭**底部**取样，发现组织不均匀
- ❖ 基体为共晶莱氏体，但基体上分布着不少枝晶状珠光体



共晶白口铁



共晶白口铁铸锭**底部**样品金相图谱，50x

# 共晶白口铁

## 制备问题

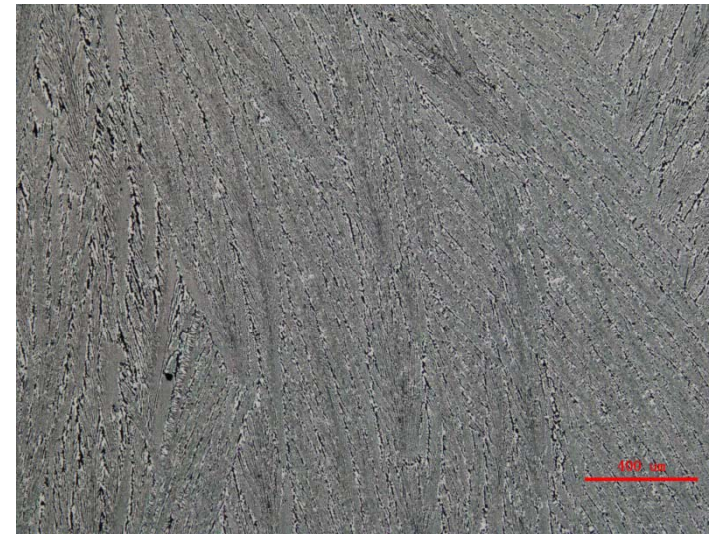
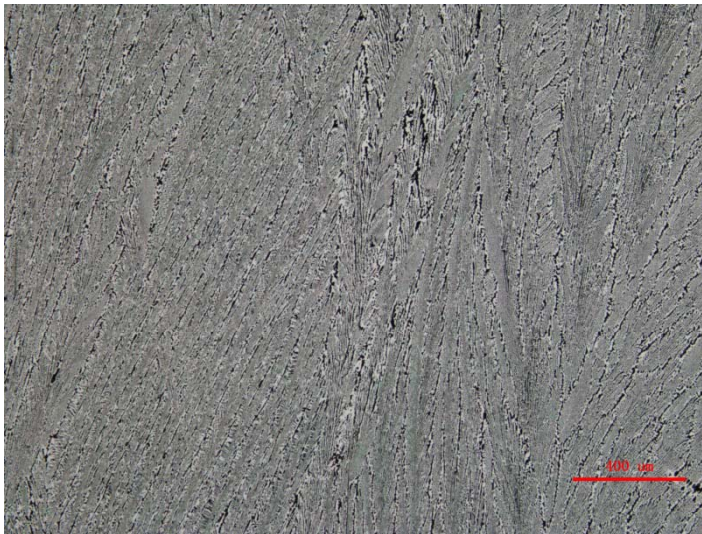
- ❖ 共晶白口铁含碳4.3%，精确成分难以控制
- ❖ 选取多个近共晶点成分熔炼，效果仍不佳

## 问题探究

- ❖ 选取铸锭**顶部**取样，发现组织基本为均匀的莱氏体
- ❖ 推测组织不均匀跟铸造过程的比重偏析有关



共晶白口铁



共晶白口铁铸锭**顶部**样品金相图谱，50x



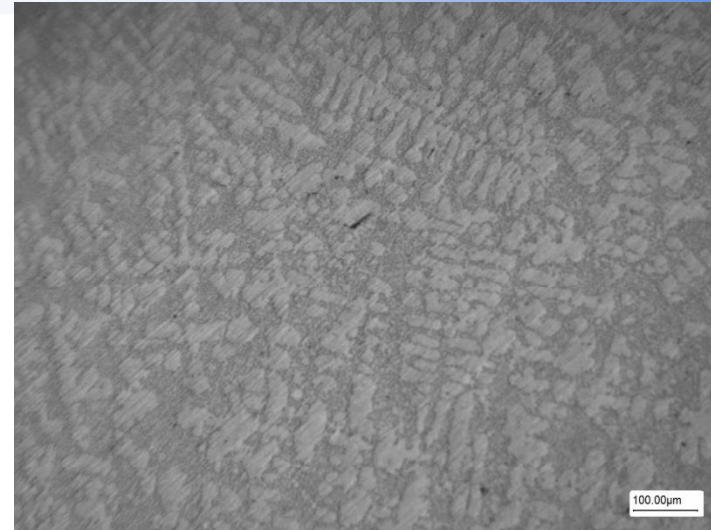
# 铝硅合金

## 制备问题

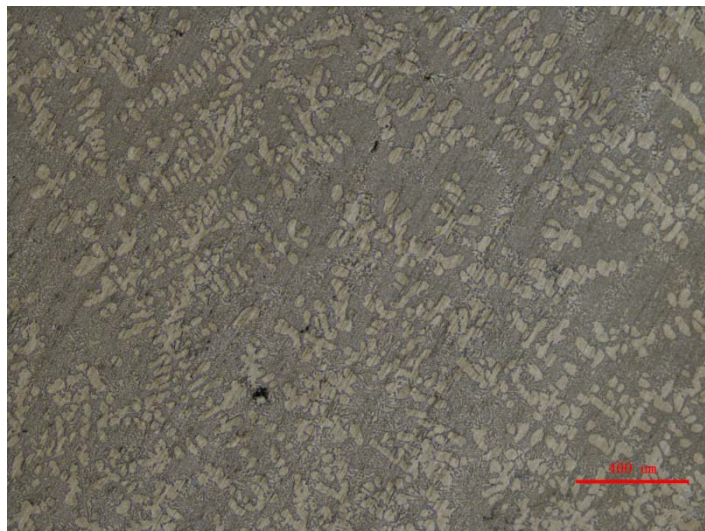
- ❖ 共晶成分控制、共晶组织形成问题
- ❖ 容易出现气孔、疏松等铸造缺陷

## 问题探究

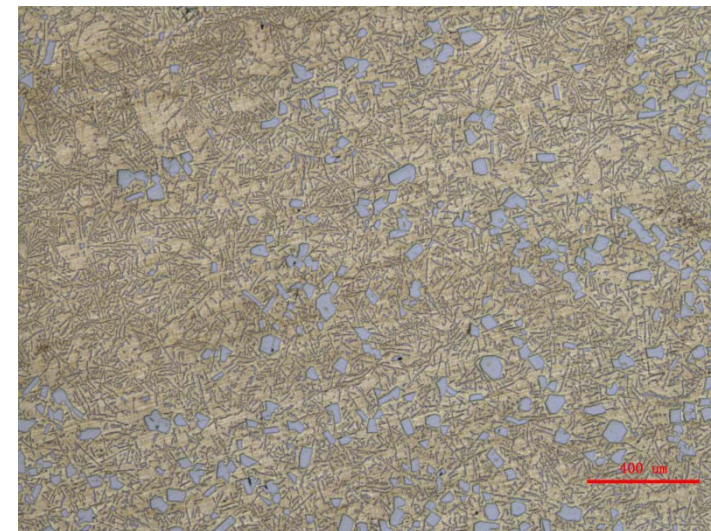
- ❖ 亚共晶铝硅合金（硅含量12.9%wt）
- ❖ 共晶铝硅合金（硅含量12.9%wt）
- ❖ 过共晶铝硅合金（硅含量18%wt）



亚共晶铝硅合金金相组织，50x



共晶铝硅合金金相组织，50x



过共晶铝硅合金金相组织，50x

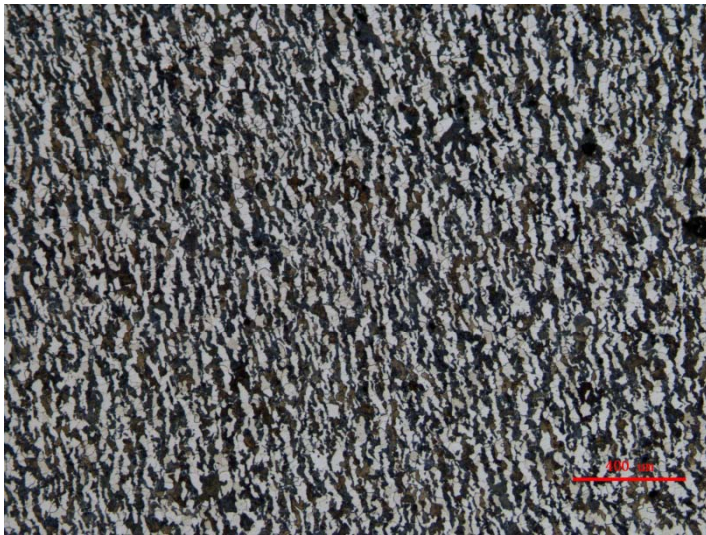
# 35钢锻造

## 制备问题

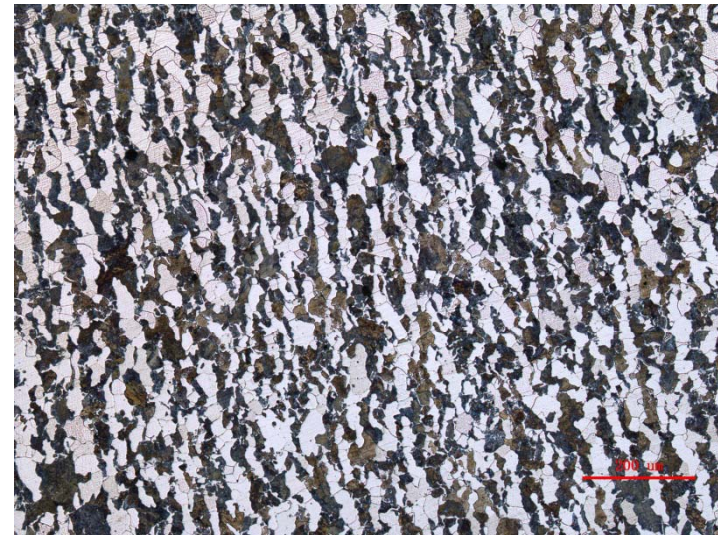
- ❖ 锻造后出现带状组织，难以消除
- ❖ 锻后棒料出现折叠、裂纹

## 问题探究

- ❖ 需要对铸锭金相反复锻粗、拔长
- ❖ 控制下压量，分多次锻造至目标尺寸



35钢锻后组织，50x



35钢锻后组织，100x



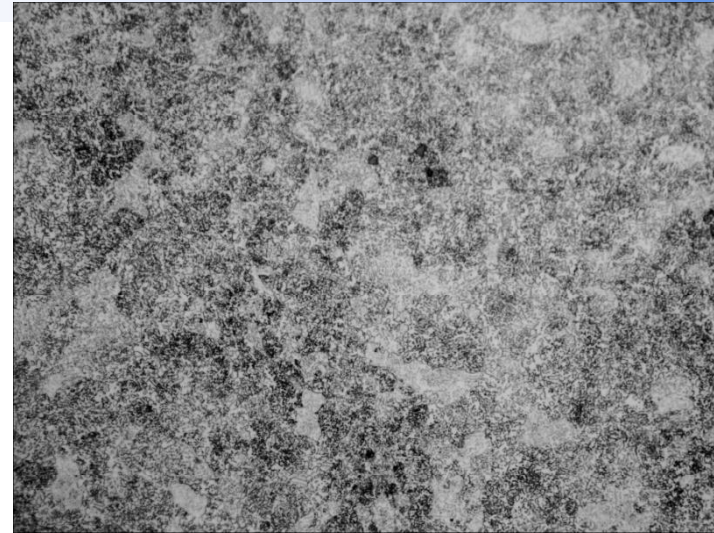
# T12完全退火

## 制备难点

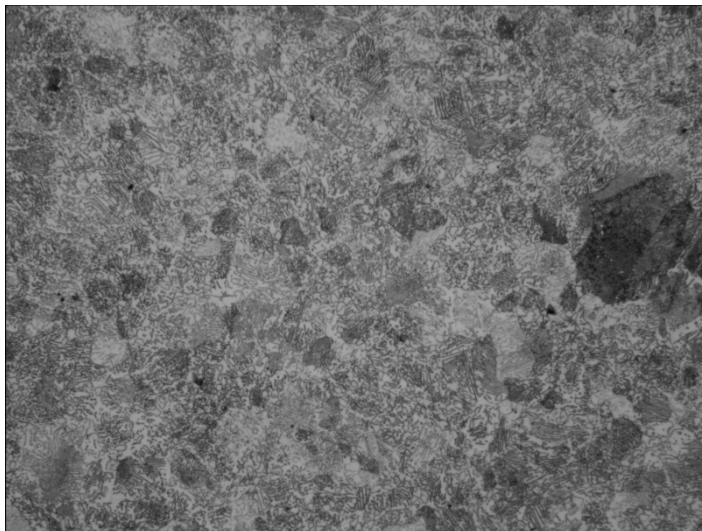
- ❖ 看不到清晰的网状渗碳体

## 采取措施

- ❖ 提高保温温度至950℃（T12 Ac<sub>3</sub>为820℃）
- ❖ 减缓冷却速度（大炉、堆积放置）



T12钢840℃完全退火金相组织，500x



T12钢880℃完全退火金相组织，500x



T12钢950℃完全退火金相组织，500x

# 40Cr退火

## 制备问题

- ❖ 基体出现大量粒状珠光体
- ❖ 基体出现大块珠光体，影响组织均匀性

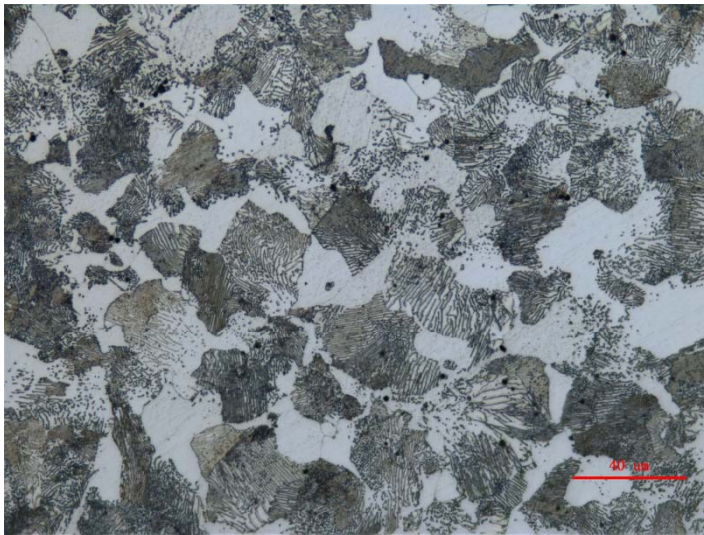
## 采取措施

- ❖ 控制珠光体转变过程的的冷却速度为 $3-5^{\circ}\text{C}/\text{min}$
- ❖ 控制珠光体转变基本结束后的冷却速度为 $5-7^{\circ}\text{C}/\text{min}$

当时针对大炉膛热处理炉，采用的退火及冷却工艺如下：

- 1、100min升温至 $840^{\circ}\text{C}$ ，保温60min；
- 2、随炉冷却至 $800^{\circ}\text{C}$ ，速率约为 $3-5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；
- 3、低于 $800^{\circ}\text{C}$ 后，微开炉门，使炉子降温速率保持在 $5-7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 至 $700^{\circ}\text{C}$ 左右；
- 4、之后保持炉门微开至温度降至常温。

该方法经过重复试验对比可行。



40Cr随炉冷却退火试样金相图谱，500x



40Cr控制冷却退火试样金相图谱，500x



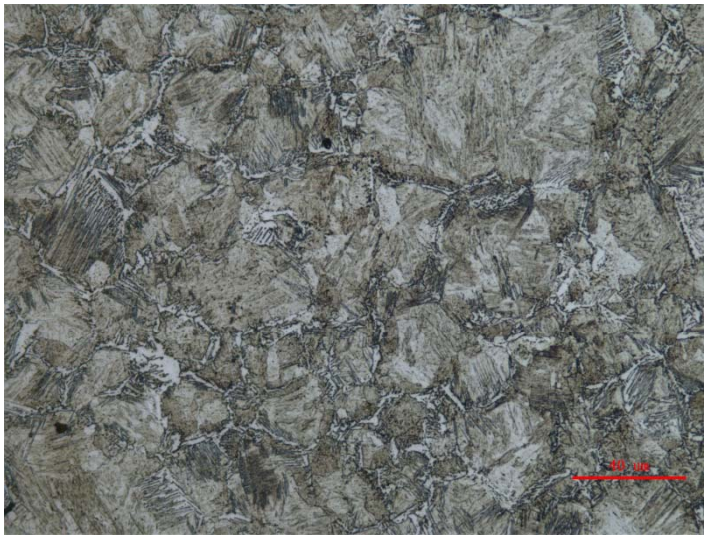
# 20钢淬火

## 制备问题

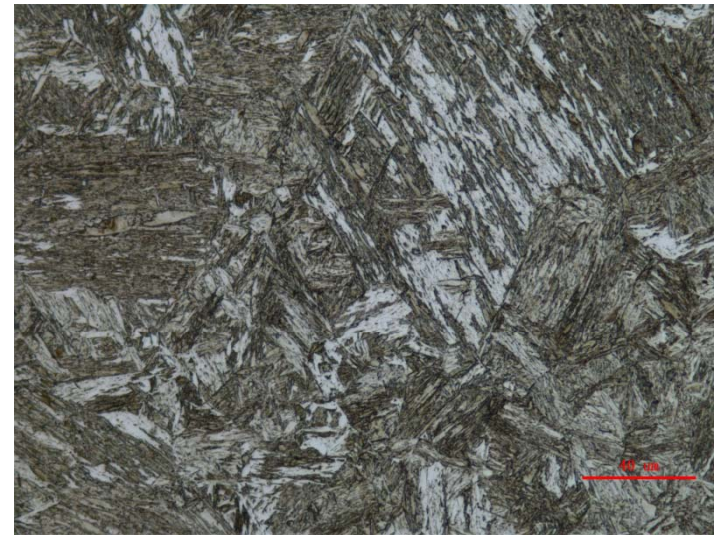
- ❖ 除了板条马氏体，心部组织出现大量羽毛状贝氏体

## 问题探究

- ❖ 20钢淬透性低，心部组织冷却速度不够
- ❖ 批量淬火试样生产：先加工后淬火



20钢淬火试样心部组织，500x



20钢淬火试样表层组织（目标组织），500x



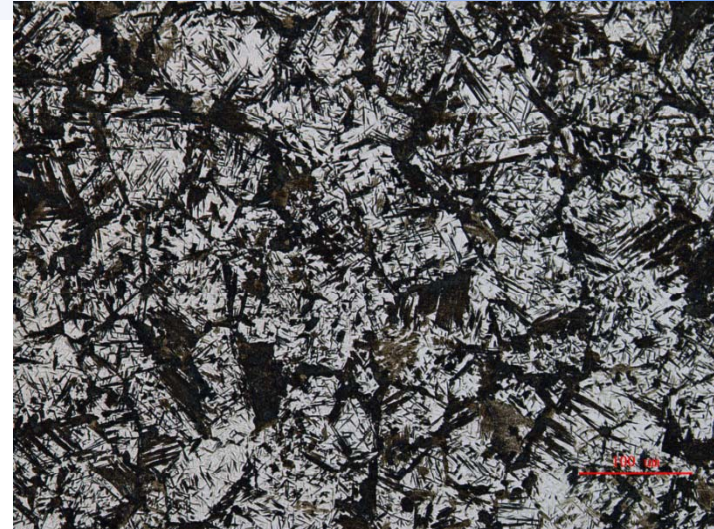
# 65钢下贝氏体

## 制备问题

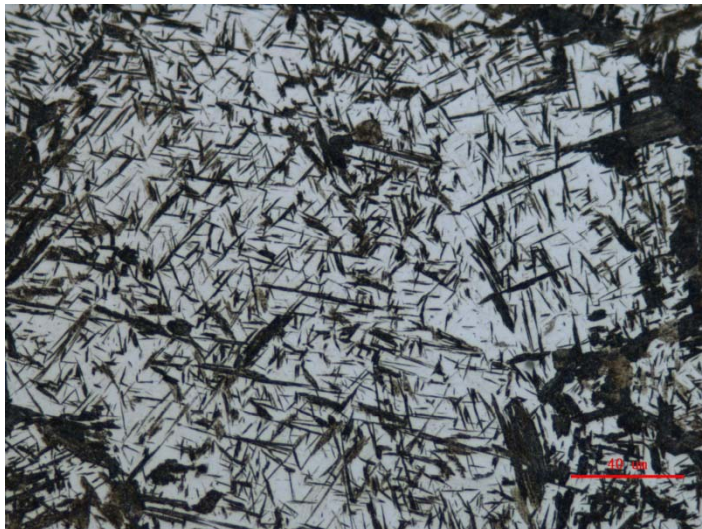
- ❖ 出现不少索氏体组织

## 问题探究

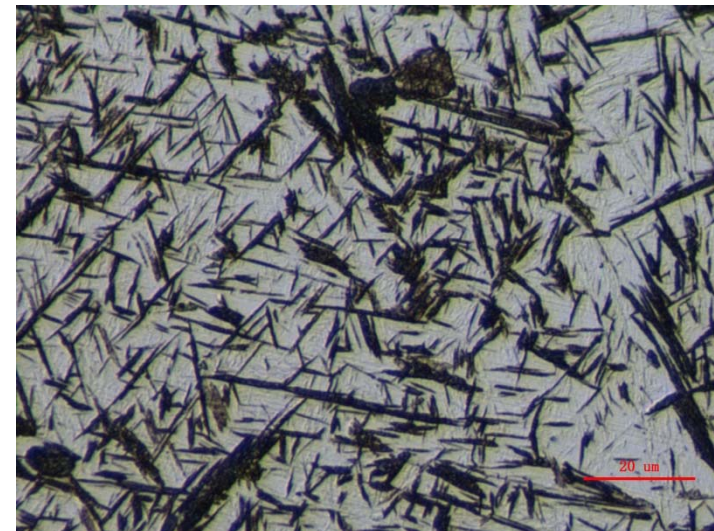
- ❖ 冷却速度与奥氏体化温度、样品尺寸、盐浴实际温度等因素均有关系。



65钢等温淬火金相组织，200x



65钢等温淬火金相组织，500x



65钢等温淬火金相组织，1000x



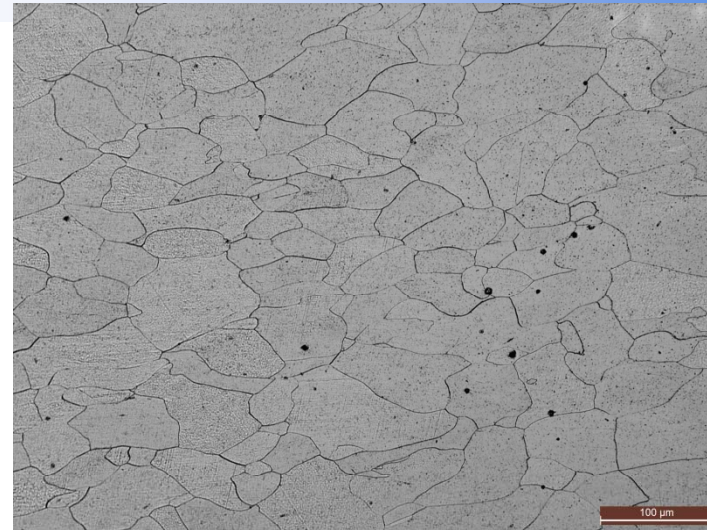
# 工业纯铁塑性变形

## 制备要点

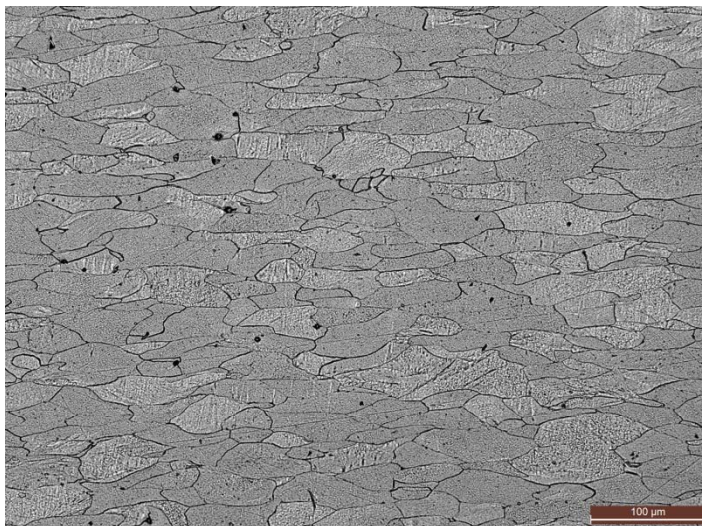
- ❖ 冷轧、控制变形量

## 原材料与工艺

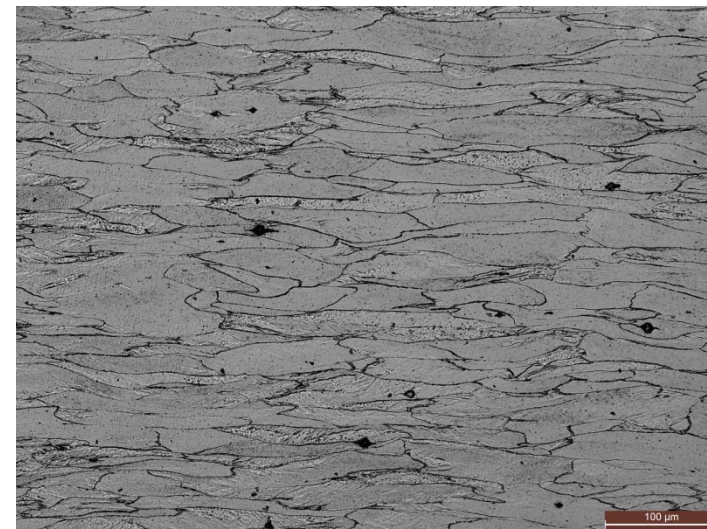
- ❖ 原材料为10mm后的纯铁板，组织为均匀的等轴晶
- ❖ 轧后厚度为8mm(20%)、6mm(40%)、4mm(60%)



工业纯铁塑性变形20%金相组织，200x



工业纯铁塑性变形40%金相组织，200x



工业纯铁塑性变形60%金相组织，200x

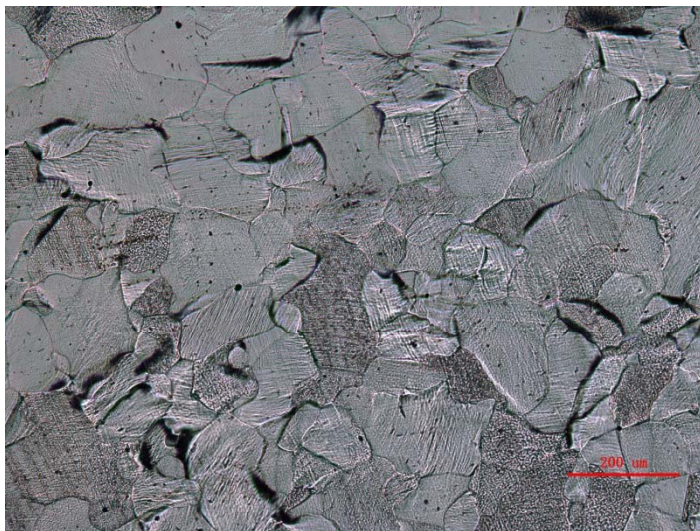
# 工业纯铁滑移带

## 制备问题

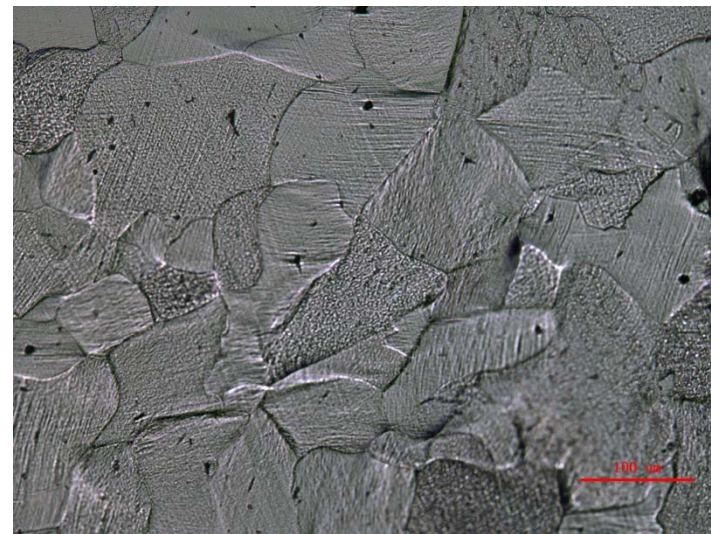
- ❖ 滑移带只存在于试样表面

## 问题探究

- ❖ 先对试样金相抛光和浸蚀
- ❖ 在试样侧面施加平行于抛光面的压力



工业纯铁滑移带试样金相组织，100x



工业纯铁滑移带试样金相组织，200x



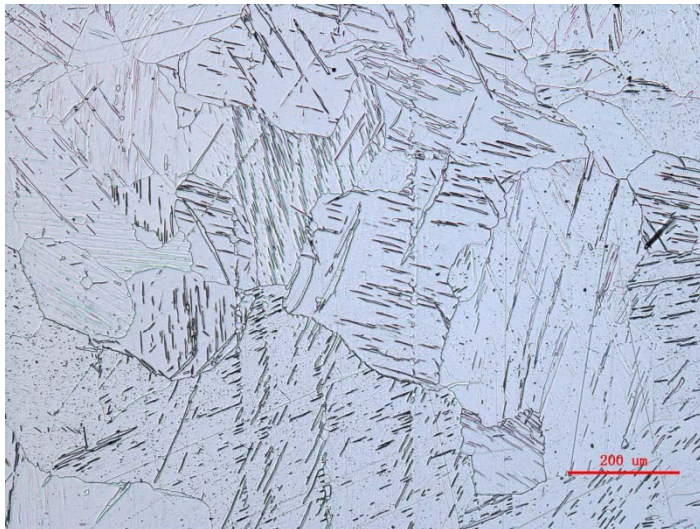
# 纯锌形变孪晶

## 制备要点

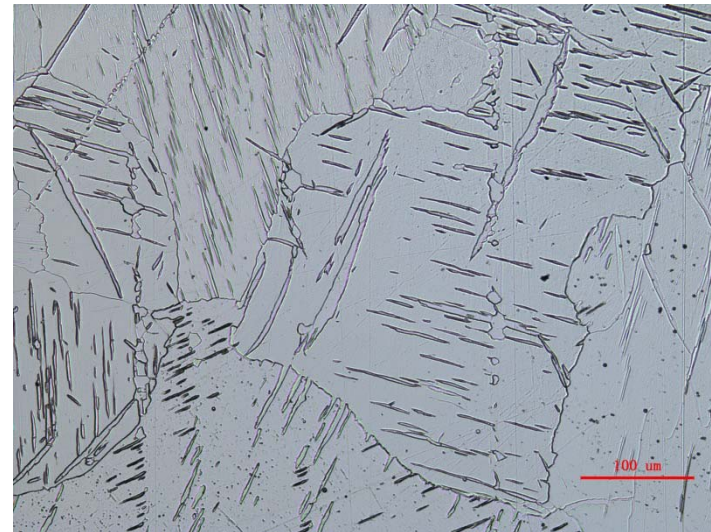
- ❖ 适度形变量

## 问题探究

- ❖ 金属锌为体心立方结构，以孪生方式应对塑性形变
- ❖ 变形量不可过大，否则发生脆裂



纯锌形变孪晶试样金相组织，100x



纯锌形变孪晶试样金相组织，200x

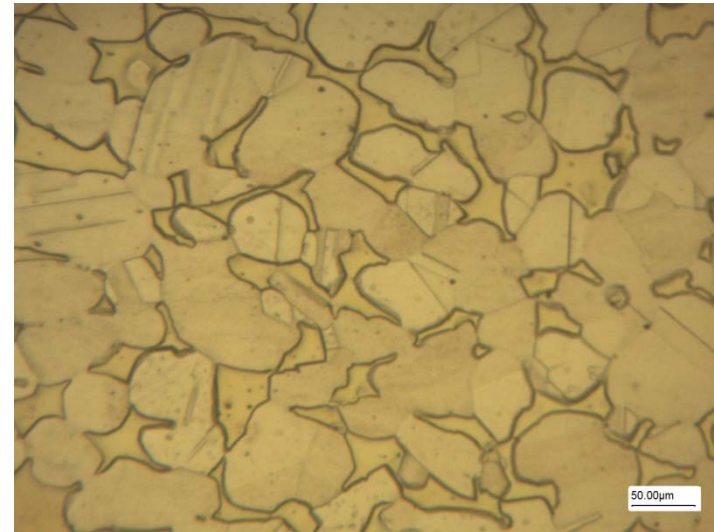
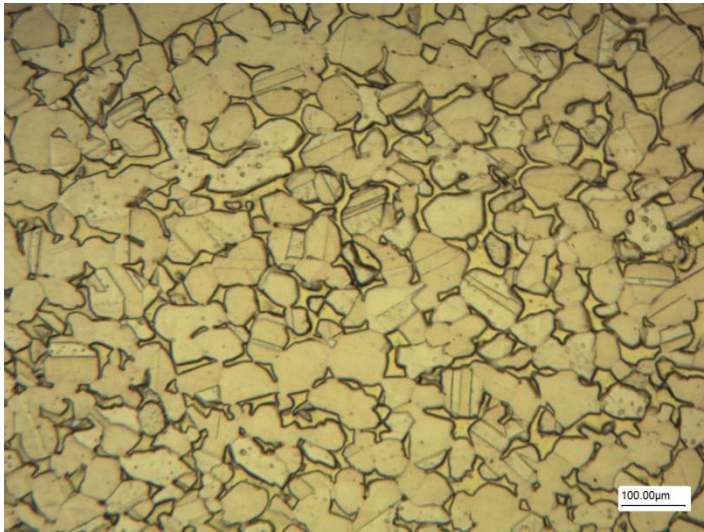
# 黄铜退火孪晶试样

## 制备难点

- ❖  $\alpha$ 基体孪晶晶界难以浸蚀显示

## 问题探究

- ❖ 选取合适的侵蚀剂很重要，最终发现三酸浸蚀剂效果最好
- ❖ 浸蚀剂配方为：60%正磷酸+20%硝酸+20%醋酸



黄铜退火孪晶试样金相图谱，50x

# 报告目录

1

试样开发工作回顾

2

金相样品制备流程

3

金相样品制备案例

4

样品制备问题总结



# 熔炼与铸造

## 熔炼材料种类

- ❖ 08钢、20钢、35钢、45钢、65钢、T12钢
- ❖ ZG230-450、ZG100Mn13
- ❖ 白口铁（亚共晶、共晶、过共晶）
- ❖ 20CrMn、12CrNi3、Mn-Cr系合金
- ❖ W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2
- ❖ Cu-Ni合金、Al-Cu合金
- ❖ Pb-Sn和Al-Si（亚共晶、共晶、过共晶）

## 熔铸问题

- ❖ 共晶白口铁和共晶铅锡合金成分难以控制
- ❖ 过共晶白口铁碳难熔入
- ❖ 铜镍合金枝晶过粗
- ❖ 铝硅合金气孔、缩松等缺陷





# 材料处理

## 热处理问题

- ❖ 退火：选择合适的保温温度和控制冷却速度
- ❖ 淬火：考虑材料淬透性
- ❖ 等温淬火：控制冷却速度



## 其他问题

- ❖ 热锻缺陷
- ❖ 冷轧塑性变形：变形量的控制
- ❖ 滑移带、孪晶的组织显示与观察



# 样品储存



金相实验教学试样

## 金相实验教学试样

- ❖ 涂覆防锈油+塑封袋
- ❖ 干燥器+变色硅胶
- ❖ 干燥剂+密封盒



金相典型特征样品

## 金相典型特征样品

- ❖ 涂覆透明涂层
- ❖ 倒扣放置
- ❖ 干燥器+变色硅胶
- ❖ 干燥剂+密封盒







Thank You!

发挥学科专业优势 服务材料实验教学