

材料科学基础实验报告

实验名称： 实验四碳钢淬火、回火后的组织观察与硬度分析

学 号： 22301070 姓 名： 杨雨燃 班 级： 22材物

合作者： 无 桌 号：

指导教师： 杨玉华

实验日期：

【实验目的】

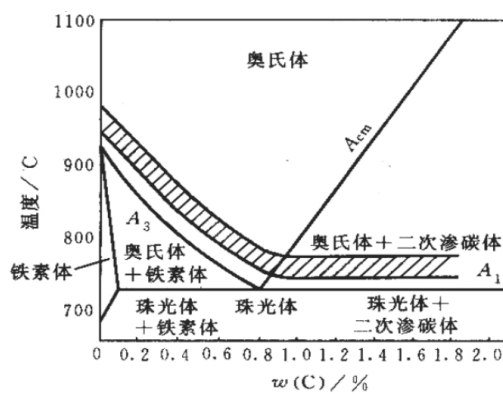
1. 了解碳钢的淬火、回火过程。
2. 观察和研究碳钢经不同淬火、回火处理后显微组织的特点，分析冷却条件、淬火温度及回火条件对其组织形态与硬度的影响，并了解淬火、回火的应用领域。

【实验原理】

（一）淬火

淬火是将钢奥氏体化后以大于临界冷却速度的速度进行冷却，获得马氏体或下贝氏体组织的热处理工艺。其主要目的是为了获得马氏体，提高试样的硬度和强度。

- 1、淬火温度的选择：



- 2、保温时间：保温的目的是使钢件热透，使奥氏体充分转变为均匀化。计算公式为：

$$\tau = \alpha KD$$

式中， α 为加热系数；K为装炉系数；D为有效尺寸，mm。

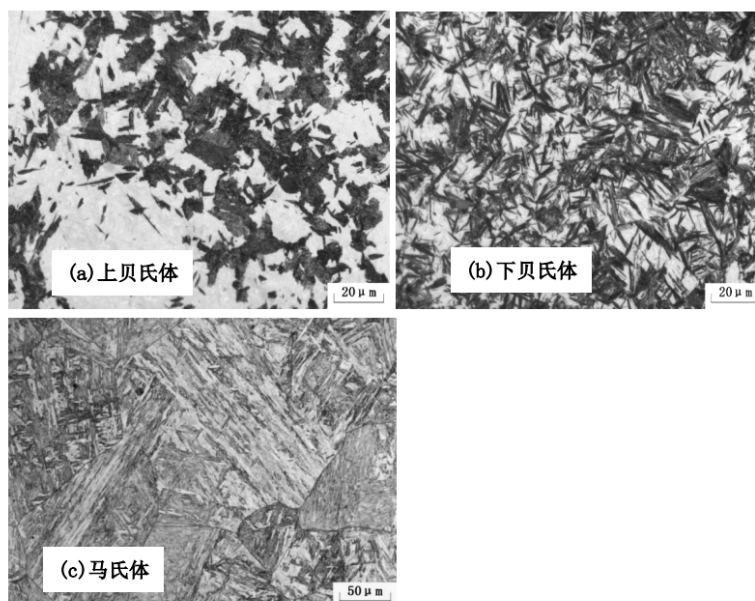
- 3、淬火冷却介质：钢在加热获得奥氏体后要选用适当的冷却介质进行冷却，获得马氏体组织。常用的冷却介质有油、水、盐水、碱水等，其冷却能力依次增加，但是这些冷却介质都存在不同的缺点。

- 4、淬火后的组织：

低碳钢淬火后能观察到一束束接近相互平行的细条状马氏体群；

中碳钢淬火将得到细针状马氏体和板条状马氏体的混合组织；

高碳钢，如共析钢和过共析钢在等温淬火后可得到贝氏体组织；亚共析钢淬火后能观察到板条状或针的状马氏体组织，共析钢和过共析钢在淬火后亦得到马氏体组织。



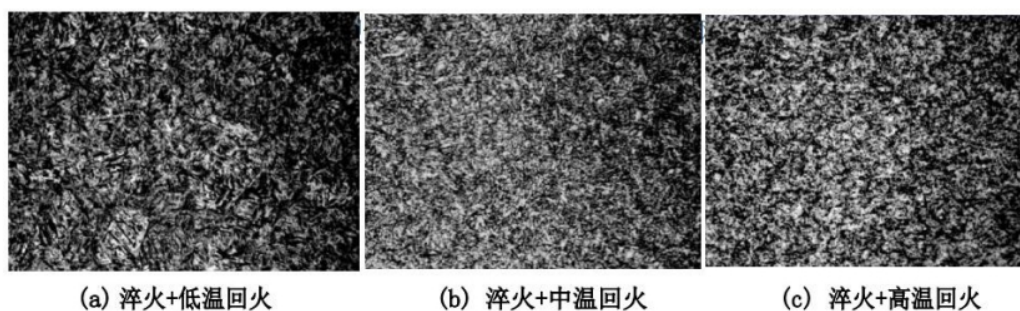
(二) 回火

回火是将经过淬火的试样加热到临界点 A_1 以下的适当温度，保持一定时间后，采用适当的冷却方式进行冷却的热处理工艺。主要是消除内应力，获得所要求的力学性能以提高尺寸和稳定性。

①回火马氏体：低温回火后，颜色要比淬火马氏体深些，呈暗黑色的针状组织。具有高的强度和硬度，同时韧性和塑性也较淬火马氏体有明显改善。

②回火屈氏体：中温回火后，在铁素体基体上弥散分布着微小粒状的渗碳体组织，渗碳体则呈细小的颗粒状，在光学显微镜下呈暗黑色不易分辨清楚。具有较好的强度和硬度，以及非常高的弹性性能。

③回火索氏体：高温回火后，由颗粒状渗碳体和多边形的铁素体组成的组织。具有强度、韧性和塑性较好的综合机械性能。



【实验仪器】

箱式电阻加热炉，洛氏硬度计，砂纸，抛光机，金相显微镜。热处理试样：45钢及T12钢。

【实验过程】

1、4人一组，45钢（2个）、T8（1个）及T12钢（1个），（对应下表中相应的热处理工艺方法）

试样号码	钢号	热处理工艺	浸蚀剂	建议放大倍数
1	45	淬火，油冷	4%硝酸酒精	200~500
2	45	淬火，水冷	4%硝酸酒精	200~500
3	45	淬火+中温回火	4%硝酸酒精	200~500
4	45	淬火+高温回火	4%硝酸酒精	200~500

2、制定热处理工艺参数，可参考以下工艺参数。 $\tau = \alpha KD$

（1. 45 钢淬火工艺：加热温度为 $860 \pm 10^\circ\text{C}$ ，根据试样有效尺寸计算保温时间，保温后用长柄铁钳夹出放入淬火油中冷却。

（2. 45 钢淬火工艺：加热温度为 $860 \pm 10^\circ\text{C}$ ，根据试样有效尺寸计算保温时间，保温后用长柄铁钳夹出放入水中进行冷却。

（3. 45 钢淬火+中温回火工艺：加热温度为 $860 \pm 10^\circ\text{C}$ ，根据试样有效尺寸计算保温时间，保温后出炉进行水淬。随后放入炉中加热至 400°C ，保温 1 个小时后出炉空冷。

（4. 45 钢淬火+高温回火工艺：加热温度为 $860 \pm 10^\circ\text{C}$ ，根据试样有效尺寸计算保温时间，保温后出炉进行水淬。随后放入炉中加热至 600°C ，保温 1 个小时后出炉空冷。

3、利用硬度计对所有热处理后的试样进行硬度测试，每个试样至少三个试验点，再取一个平均值，分析热处理工艺对其硬度的影响。按照下表选用硬度计。（硬度测试须在金相磨制观察前完成）

试验时应按下表选用压头和总试验力。

刻度符号	压头	总试验力 N(kgf)	标注硬度符号	允许测量范围
B	$\phi 1.588$ 毫米钢球	980.7(100)	HRB	20—100
C	120° 金刚石	1471(150)	HRC	20—70
A	120° 金刚石	588.4(60)	HRA	20—88

A 标尺：用于测定硬度超过 70HRC 的金属（如碳化钨、硬质合金等），也可测定硬的薄板材料以及表面层淬硬的材料。

C 标尺：用于测定经过热处理的钢制品硬度。

B 标尺：用于测定较软的或中等硬度的金属以及未经淬硬的钢制品。

4、根据拟定的热处理工艺对试样进行相应的热处理工艺处理，然后利用金相砂纸对热处理后的试样进行磨制、抛光，并用4%的硝酸酒精进行腐蚀制得金相试样。利用金相显微镜对其进行显微组织观察，分析热处理工艺对其组织的影响。

5、实验结束后，汇总各小组实验数据，根据实验数据分析冷却方法及回火温度对碳钢性能（硬度）的影响，画出回火温度同硬度的关系曲线，并阐明硬度变化的原因。

【实验数据】

不同热处理试样的硬度值

材料及热处理状态	测得硬度数据（HRC）	
45钢经860℃加热、油淬		
45钢经860℃加热、水淬		
45钢经860℃加热、水淬、400℃回火		
45钢经860℃加热、水淬、600℃回火		