

材料科学基础实验报告

实验名称： 实验 3 碳钢退火、正火后的组织观察与硬度分析

学 号： _____ 姓 名： _____ 班 级： _____

合作者： _____ 桌 号： _____

指导教师： _____

实验日期： _____

实验考核

项目	实验预习	实验过程	分析与讨论	总评
评价				

一. 实验目的

1. 通过制备碳钢的退火和正火试样，学习退火、正火的方法和原理；
2. 通过测定硬度和在金相显微镜下观察退火、正火后的组织，并测量试样经热处理后的硬度，了解不同热处理方法后显微组织的特点。

二. 实验原理

一) 退火

退火处理是将工件加热到适当温度并保温， 然后进行缓慢冷却的热处理方法。

其目的是使工件内部组织达到或接近平衡状态，获得良好的工艺性能和使用性能，或者为进一步淬火过程作组织准备。

1. 完全退火（加热至 $A_3+30\sim 50^\circ\text{C}$ ）

主要用于消除毛坯件中的魏氏组织、带状组织等组织缺陷，调整硬度、改善切削加工性能。

2. 不完全退火（加热至 $A_1\sim A_3^\circ\text{C}$ ）

主要目的是降低硬度、改善切削加工性、消除内应力；

特点为是加热温度低，消耗热能少，降低工艺成本。

3. 球化退火（加热至 $A_1+20^\circ\text{C}$ ）

其目的在于降低硬度、改善切削加工性、改善组织、提高塑性等。

4. 去应力退火（加热到相变点 A_1 以下的某一温度）

其目的是为了消除由于冷热加工所产生的残余应力。

5. 扩散退火（加热至 A_3 或 $A_{cm}+150\sim 300^\circ\text{C}$ ）

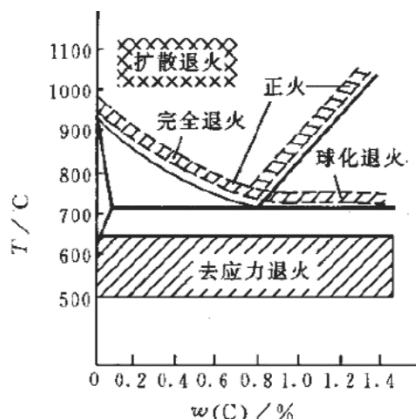
又称均匀化退火，用于合金钢锭和铸件。以消除枝晶偏析，使成分 均匀化。

二) 正火

正火处理与一般退火的不同之处在于 试样在空气中以稍大的冷却速度中进行冷却。

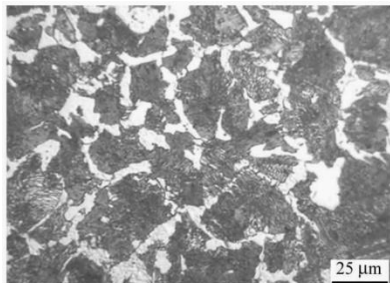
由于正火冷却速度较快，过冷度较大因而发生伪共析组织转变，使组织中珠光体量增多，且珠光体的层片厚度减小，故得到精细结构。这时所获得的组织为索氏体 S 或屈氏体 T 它们也是属珠光体类型，是铁素体和渗碳体的混合物。屈氏体较索氏体细，而索氏体较珠光体细。

其主要用于 提高硬度改善低碳钢和低碳合金钢的切削加工性；作为中碳钢或中碳合金钢的普通结构零件的最终热处理； 作为中碳和低合金结构钢重要零件的预备热处理； 消除过共析钢中的网状二次渗碳体，为进一步的球化退火作好组织准备。

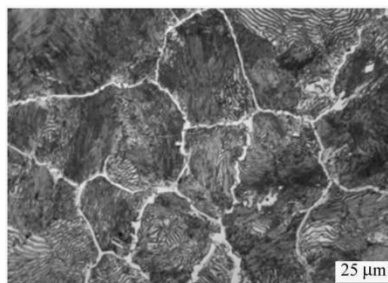


三) 显微组织的观察

若白色网状组织比较粗大,且粗细不均匀,并且还能清楚看到网状组织中存在黑色细而均匀的线条(即晶界),则可以判断该组织为铁素体;若白色网状组织很细很均匀,则可判断为网状二次渗碳体。



左. 45 钢退火状态的显微组织形貌, 由白色网状铁素体和索氏体组成。



右. T12 钢完全退火后的显微组织形貌, 由沿晶界析出的白色网状二次渗碳体和片层状珠光体组成。

三. 实验仪器

高温马弗炉, 洛氏硬度计, 砂纸, 抛光机, 金相显微镜, 夹钳。

试样: 45 钢 x2 , T8 钢, T12 钢。

四. 实验过程

设置高温马弗炉的时间及温度参数, 根据实验要求制备经过不同热处理的试样。待试样冷却, 粗磨待测表面后进行硬度测量。测量完毕再进行细磨和抛光, 用硝酸酒精浸蚀刻后放在金相显微镜下观察试样的显微组织, 最后讨论分析热处理对显微组织的影响, 以及对试样力学性能的影响。

材料科学基础实验报告

实验名称： 实验 4 碳钢淬火、回火后的组织观察与硬度分析

学 号： 姓 名： 班 级：

合作者： 桌 号：

指导教师：

实验日期：

实验考核

项目	实验预习	实验过程	分析与讨论	总评
评价				

一. 实验目的

1. 通过对碳钢加热淬火，以及淬火后回火，了解碳钢的淬火、回火具体过程。
2. 通过在测定硬度和金相显微镜下观察 碳钢经不同淬火介质处理后显微组织的特点，以及水淬后不同回火温度处理后的现象，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，了解淬火、回火的应用领域。

二. 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。

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，而共析钢和过共析钢在淬火后亦得到马氏体组织。



#45 钢 830℃加热淬火组织 400X. 板条状和片状马氏体组织。

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。回火是马氏体和残留奥氏体分解的过程，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：

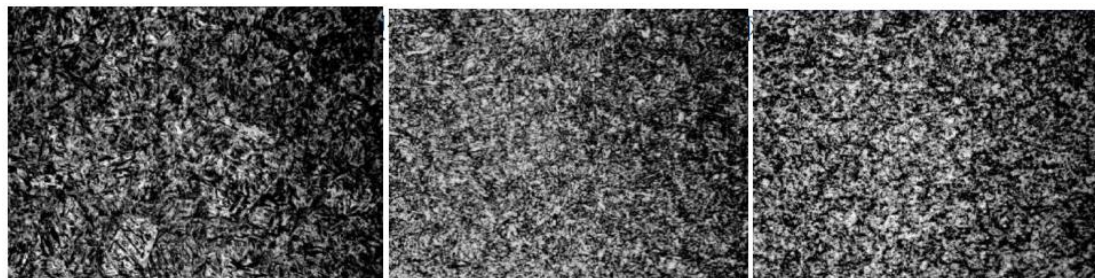
经低温回火后，从淬火马氏体内脱溶、沉淀析出碳化物组织。高度弥散，容易受浸蚀，颜色要比淬火马氏体深些，呈暗黑色的针状组织。 具有高的强度和硬度，同时韧性和塑性也较淬火马氏体有明显改善。

② 回火屈氏体：

经中温回火后，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：

经高温回火后，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。



(a) 淬火+低温回火

(b) 淬火+中温回火

(c) 淬火+高温回火

三. 实验仪器

高温马弗炉，长柄铁钳，洛氏硬度计，砂纸，抛光机，金相显微镜。

试样：45 钢 $\times 4$ 。

冷却介质：水和油及淬火水桶。

四. 实验过程

设置高温马弗炉的时间及温度参数，放入试样。第一步加热结束后取出三个进行水淬，一个进行油淬。待试样冷却，粗磨待测表面后进行第一次硬度测量。测量完毕后，取一个水淬样品和油淬样品进行细磨和抛光，用硝酸酒精浸蚀刻后放在金相显微镜下观察试样的显微组织；剩余两个 45 钢水淬样品分别进行 400°C 和 600°C 的回火，再依次进行粗磨、测硬度、细磨抛光、浸蚀观察。

得出数据，绘制出回火温度同硬度的关系曲线，并讨论分析不同热处理工艺对显微组织的影响，以及分析硬度变化的原因。

