

## 北京科技大学热处理复试模拟题（二）参考答案

### 材料人出品 江东独步编辑

注：该答案仅仅为答题要点，需要同学们扩展，名词解释和分析都要答得比较多，相关性要比较好才能得分。

#### 一、名词解释

- 1、CCT 曲线：过冷奥氏体连续冷却曲线
- 2、莱氏体：有奥氏体和渗碳体两相组成的共晶组织；变态莱氏体：共析反应之后，莱氏体中的奥氏体转变为珠光体，析出的二次渗碳体附着在原渗碳体上，此时组织称为变态莱氏体。
- 3、二次渗碳体：从奥氏体中析出的渗碳体
- 4、淬硬性：刚在淬火后能够达到的最高硬度；淬透性：值奥氏体化后钢在淬火中获得马氏体的能力，其大小用钢在一定条件下淬火时获得淬透层深度来表示。
- 5、调质处理：淬火加高温回火的热处理工艺
- 6、**镇静钢**：；**沸腾钢**：
- 7、点腐蚀：金属表面局部区域的腐蚀破坏，首先形成蚀坑，然后向内部发展，甚至贯穿整个截面。
- 8、钢中夹杂物：钢在凝固或冷却过程中形成的，非钢液成分的组成物
- 9、带状碳化物：从奥氏体析出的由于枝晶偏析产生的先共析二次碳化物，沿轧制方向伸展而成带状。
- 10、**回火**：

#### 二、

答：**回火过程的组织转变**：1 马氏体中碳原子的偏聚 2 马氏体的分解 3 残余奥氏体的转变 4 碳化物的转变 5 碳化物的聚集长大和 $\alpha$ 相回复、再结晶

#### 回火温度与组织

##### 1 回火马氏体

高碳钢在 150-250℃低温回火，得到回火马氏体组织。回火马氏体光学显微镜下呈暗黑色片状组织，比淬火马氏体易受腐蚀。在电子显微镜下可以观察到片状 $\alpha$ 相内分布着薄片状 $\epsilon$ 碳化物，两者保持共格关系。低碳板条状马氏体低温回火后，只是碳原子的偏聚，与淬火马氏体没有显著差别。

##### 2 回火屈氏体

在 350-500℃进行中温回火后，得到回火屈氏体组织。其组织特征是： $\alpha$ 相仍保持板条状或者片状形态，其上分布着微细粒状渗碳体，在光学显微镜下难以分辨，在电子显微镜下才能辨清两相。

##### 3 回火索氏体

在 500—650℃进行高温回火，得到回火索氏体组织。其组织是由细粒状渗碳体和等轴状铁素体所构成的复相组织。

##### 4 粒状珠光体

在 650-A1 之间回火时，粒状渗碳体明显粗化。此种粒状珠光体与球化退火所得到的组织相同。范性很好，强度较低。

#### 回火温度与力学性能

##### (1)硬度与回火温度之间的关系

中、低碳钢在 250℃ 一下回火时, 机械性能无明显变化。这是因为只有碳的偏聚, 而无其他组织变化。高碳钢则不同, 由于  $\epsilon$  相共析析出, 引起弥散强化, 硬度略有升高。

250-400℃ 回火时, 一方面由于马氏体分解、正方度减小以及碳化物转变和聚集长大, 硬度趋于降低; 另一方面, 由于残余奥氏体转变为下贝氏体, 硬度则有所升高。二者综合影响, 使得中、低碳钢硬度下降, 而高碳钢硬度升高。

回火温度在 400℃ 以上升高时, 产生  $\alpha$  相的回复与再结晶及碳化物聚集并球化, 均使硬度下降。

#### (2) 强度和塑性与回火温度的关系

高、中、低碳钢回火时, 弹性极限随回火温度上升而增加, 大约在 350℃ 左右出现峰值。这与回火过程中碳的偏聚、 $\epsilon$  碳化物的析出、 $\alpha$  相中碳过饱和度下降以及渗碳体析出  $\alpha$  相回复等组织结构变化相联系。

钢的塑性一般随回火温度的升高而加大。

#### (3) 冲击韧性与回火温度之间的关系

随着回火温度的升高, 碳钢冲击值 ( $\alpha_k$ ) 变化的总趋势是增加的。但是, 高碳钢经扭转冲击试验, 可测出 250℃ 左右回火后冲击值下降的脆化现象。

#### (4) 断裂韧性与回火温度之间的关系

在 400℃ 以下, 随回火温度增高, 断裂韧性和冲击韧性均降低。400℃ 以上回火时, 断裂韧性增大。

### 三、

定义: 在 250-400℃ 和 450-650℃ 区域存在着冲击韧显著下降的现象, 这种脆化现象称为回火脆性。

(1) 其中在 250-400℃ 范围内回火时出现的脆性称为第一类回火脆性, 存在于一切钢种之中。此后若重新加热至第一类回火脆化温区, 也不再出现脆性。故又称不可逆回火脆性。因其出现与低温回火温度范围, 故又称低温回火脆性。发生第一类回火脆性的钢件, 断口呈晶间断裂; 无第一次回火脆性的钢件, 呈穿晶断裂。

消除或改善的方法:

① 以极快的速度加热和冷却以及高温形变热处理。

② 以非碳化物形成元素 (Si) 来合金化, 一起有效地推迟马氏体脱溶的作用, 使低温回火脆性温度区上移, 从而使钢获得高强韧性。

导致第一类回火脆性的原因是  $\epsilon$  相转变  $\theta$  相或  $\chi$  相, 沿板条马氏体的条间、束界或片状马氏体的孪晶带和晶界上析出, 引起钢的韧性明显降低。

(2) 淬火的合金钢在 450-650℃ 范围内回火后, 进行慢冷所出现的脆性, 称为高温回火脆性。已产生脆性的工件, 重新加热到 600℃ 以上保温, 然后快冷, 则可消除此类脆性。如在 600℃ 以上再次加热慢冷, 脆性又将出现, 故也称为可逆回火脆性。

产生第二类回火脆性的原因是: 锑、锡、砷、磷等杂质元素在原奥氏体晶界上偏聚或以化合物方式析出, 是导致第二类回火脆性的主要原因。

为了防止高温回火脆性, 可在钢中加入 0.5% 钼或 1% 钨, 抑制杂质元素向晶界偏聚, 这种方法适用于大工件。对于中小工件, 可采用高温回火后快冷, 抑制杂质元素偏聚。

### 四、

答: 45: 调质处理, 淬火: 860℃ 保温足够时间充分奥氏体化后, 在水中冷却, 高温回火: 在 600℃ 保温 1-2 小时, 空冷。

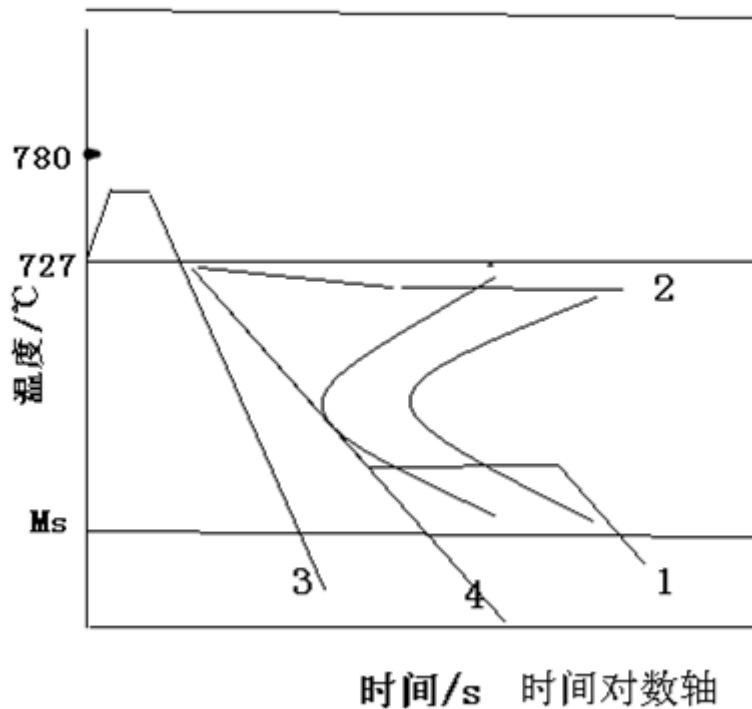
40Cr: 正火: 加热到 880℃, 保温足够时间, 空冷, 退火: 加热到 860℃, 保温足够时间, 随炉冷却; 淬火: 加热到 860℃, 充分奥氏体化后在油中淬火; 回火: 600℃ 回

火, 空冷。

T8 钢: 球化退火: 加热到 760℃, 保温足够时间, 随炉冷却, 淬火: 加热到 760℃, 充分奥氏体化后在水中淬火; 低温回火: 加热到 200℃, 保温足够时间, 空冷。

五、

(1) 860℃油淬 30min 后, 等温淬火 (2) 650-A1 之间回火 (3) 不完全退火+淬火 (4) 860℃油淬 30min



六、

答: 球化退火是为了消除锻造应力, 获得球状珠光体和碳化物, 降低硬度以利于切削加工并为淬火做好组织准备, 减少淬火时的变形与开裂; 淬火及回火是为了获得回火马氏体, 保证热处理后具有高硬度、高耐磨性。球化退火工艺: 加热温度 790~810℃, 等温温度 700~720℃; 淬火工艺: 加热温度 850~870℃ (油淬); 回火温度: 160~180℃。

附题:

一、答案:

- 1、 加入铬提高钢的淬透性、加入钨造成二次硬化以保证高的热硬性、加入钒能提高钢的耐磨性和热硬性。
- 2、 高速钢含有大量合金元素且具有塑性差、导热性差等特点。如将工件由室温直接加热到 1200℃ 以上的淬火温度, 易引起变形及开裂, 预热可缩短高温加热时间, 有利于防止工件的氧化脱碳。
- 3、 因为高速钢含有大量难溶合金碳化物, 它们溶解温度很高, 直到接近钢的熔化温度时还有部分未溶解, 加热温度越高, 碳化物溶入奥氏体越多, 淬火后马氏体中的合金含量也越多, 马氏体硬度越高, 而回火后得到高的热硬性。但淬火温度也不能太高, 否则晶粒变得粗大, 使高速钢脆性增加。
- 4、 高速钢回火保证得到高的硬度及热硬性, 并且进行多次回火主要目的是消除大量的残余

奥氏体。

二、答:

(1)对, 退火状态下, 40Cr 钢的强度比 40 钢高, 是因为 Cr 的固溶强化作用;

(2)对, 某些合金钢在锻造和热轧后, 经空冷可获得马氏体组织, 是因为合金元素明显提高钢的淬透性. C 曲线显著右移, 临界冷却速度大大降低, 故空冷可获得马氏体组织;

(3)对, 在相同含碳量情况下, 除含 Ni 和 Mn 的合金钢外, 大多数合金钢的热处理加热温度都比碳钢高, 是因为合金元素的加入, 延缓了钢的奥氏体化的过程;

(4)错, 在相同含碳量情况下, 合金钢淬火不容易产生变形和开裂现象, 是因为合金元素的加入, 提高了钢的淬透性, C 曲线右移, 临界冷却速度降低, 淬火时热应力减小;

(5)错, 回火是将淬火后的钢在 A1 温度以下加热, 使之转变成稳定的回火组织的工艺过程。回火必须结合淬火工艺。