

一、名词解释：

- 1 热强性：在室温下，钢的力学性能与加载时间无关，但在高温下钢的强度及变形量不但与时间有关，而且与温度有关，这就是耐热钢所谓的热强性。
- 2 形变热处理：是将塑性变形同热处理有机结合在一起，获得形变强化和相变强化综合效果的工艺方法。
- 3 热硬性：热硬性是指钢在较高温度下，仍能保持较高硬度的性能。
- 4 固溶处理：指将合金加热到高温单相区恒温保持，使过剩相充分溶解到固溶体中后快速冷却，以得到过饱和固溶体的热处理工艺。
- 5 回火脆性：是指淬火钢回火后出现韧性下降的现象。
- 6 二次硬化：某些铁碳合金（如高速钢）须经多次回火后，才进一步提高其硬度。
- 7 回火稳定性：淬火钢在回火时，抵抗强度、硬度下降的能力称为回火稳定性。
- 8 淬硬性：指钢在淬火时硬化能力，用淬成马氏体可能得到的最高硬度表示。
- 9 水韧处理：将钢加热至奥氏体区温度（1050-1100℃，视钢中碳化物的细小或粗大而定）并保温一段时间（每25mm壁厚保温1h），使铸态组织中的碳化物基本上都固溶到奥氏体中，然后在水中进行淬火，从而得到单一的奥氏体组织。
- 10 分级淬火：将奥氏体状态的工件首先淬入温度略高于钢的Ms点的盐浴或碱浴炉中保温，当工件内外温度均匀后，再从浴炉中取出空冷至室温，完成马氏体转变。
- 11 临界淬火冷却速度：是过冷奥氏体不发生分解直接得到全部马氏体（含残留奥氏体）的最低冷却速度。
- 12 季裂：它指的是经冷变形后的金属内有拉伸应力存在又处于特定环境中所发生的断裂。
- 13 奥氏体化：将钢加热至临界点以上使形成奥氏体的金属热处理过程。
- 14 本质晶粒度：本质晶粒度用于表征钢加热时奥氏体晶粒长大的倾向。

二、简答：

- 1 何为奥氏体化？简述共析钢的奥氏体化过程。

答：1、将钢加热至临界点以上使形成奥氏体的金属热处理过程。

2、它是一种扩散性相变，转变过程分为四个阶段。

（1）形核。将珠光体加热到Ac1以上，在铁素体和渗碳体的相界面上奥氏体优先形核。珠光体群边界也可形核。在快速加热时，由于过热度大，铁素体亚边界也能形核。

（2）长大。奥氏体晶粒长大是通过渗碳体的溶解、碳在奥氏体和铁素体中的扩散和铁素体向奥氏体转变。为了相平衡，奥氏体的两个相界面自然地向铁素体和渗碳体两个方向推移，奥氏体便不断长大。

（3）残余渗碳体的溶解。铁素体消失后，随着保温时间的延长，通过碳原子扩散，残余渗碳体逐渐溶入奥氏体。

（4）奥氏体的均匀化。残余渗碳体完全溶解后，奥氏体中碳浓度仍是不均匀

的。只有经长时间的保温或继续加热，让碳原子进行充分地扩散才能得到成分均匀的奥氏体。

2 奥氏体晶粒大小对冷却转变后钢的组织 and 性能有何影响？简述影响奥氏体晶粒大小的因素。

响奥氏体晶粒大小的因素。

答：1、奥氏体晶粒度大小对钢冷却后的组织和性能有很大影响。奥氏体晶粒度越细小，冷却后的组织转变产物也越细小，其强度也越高，此外塑性，韧性也较好。但奥氏体化温度过高或在高温下保持时间过长会显著降低钢的冲击韧度、减少裂纹扩展功和提高脆性转变温度。

2、奥氏体晶粒大小是影响使用性能的重要指标，主要有下列因素影响奥氏体晶粒大小。

(1) 加热温度和保温时间的影响加热温度越高，保温时间越长，奥氏体晶粒越粗大。

(2) 加热速度的影响加热速度越快，奥氏体的实际形成温度越高，形核率和长大速度越大，则奥氏体的起始晶粒越细小，但快速加热时，保温时间不能过长，否则晶粒反而更加粗大。

(3) 钢的化学成分的影响在一定含碳量范围内，随着奥氏体中含碳量的增加，碳在奥氏体中的扩散速度及铁的自扩散速度增大，晶粒长大倾向增加，但当含碳量超过一定限度后，碳能以未溶碳化物的形式存在，阻碍奥氏体晶粒长大，使奥氏体晶粒长大倾向减小。

(4) 钢的原始组织的影响钢的原始组织越细，碳化物弥散速度越大，奥氏体的起始晶粒越细小，相同的加热条件下奥氏体晶粒越细小。

3 简述影响过冷奥氏体等温转变的因素。

答：奥氏体成分（含碳量、合金元素）、奥氏体状态（钢的原始组织、奥氏体化的温度和保温时间）及应力和塑性变形。

1、含碳量的影响

亚共析钢随奥氏体含碳量增加，使C曲线右移，Ms和Mf点降低。

过共析钢随含碳量的增加，使C曲线向左移，Ms和Mf点降低。

2、合金元素的影响

除Cq Al (WAl>2.5%) 外，所有合金元素的溶解到奥氏体中后，都增大过冷奥氏体的稳定性，使C曲线右移，Ms和Mf点降低。

3、奥氏体状态的影响

奥氏体化温度越低，保温时间越短，奥氏体晶粒越细小，C曲线左移。

4、应力和塑性变形的影响

在奥氏体状态下承受拉应力会加速奥氏体的等温转变，承受压应力则会阻碍这种转变。

对奥氏体进行塑性变形有加速奥氏体转变的作用，C曲线左移。

4 简述片状珠光体和粒状珠光体的组织和性能。

答：1、片状珠光体 组织：WC=0.77的奥氏体在近于平衡的缓慢冷却条件下形成的珠光体是由铁素体和渗碳体组成的片层相间

的组织。

性能：主要决定于片间距。

片间距越小，钢的断裂强度和硬度均随片间距的缩小而增大。随片间距减小，钢的塑性显著增加。片间距减小，塑性变形抗力增大，故强度、硬度提高。

2 、粒状珠光体 组织：渗碳体呈颗粒状分布在连续的铁素体基体中的组织

性能：主要取决于渗碳体颗粒的大小，形态与分布。

钢的成分一定时，渗碳体颗粒越细，相界面越多，则钢的硬度和强度越高。碳化物越接近等轴状、分布越均匀，则钢的韧性越好。

粒状珠光体的硬度和强度较低，塑性和韧性较好，冷变形性能，可加工性能以及淬火工艺性能都比珠光体好。

5 何为马氏体？简述马氏体的晶体结构、组织形态、性能及转变特点。

答：是碳在 α -Fe 中过饱和的间隙固溶体。

2 、马氏体的晶体结构在钢中有两种：体心正方结构 $WC < 0.25\%$ $c/a = 1$ 。

体心正方结构 $WC > 0.25\%$, $c/a > 1$

组织形态：板条马氏体、片状马氏体

200℃ 以上， $WC < 0.2\%$ 完全形成板条马氏体，因其体内含有大量位错又称位错马氏体。特点强而韧

$0.2\% < WC < 1\%$ ，为板条马氏体和片状马氏体的混合物。

200℃ 以下， $WC > 1.0\%$ 完全形成片状马氏体，因其亚结构主要为孪晶又称孪晶马氏体。特点硬而脆

4 、（1）马氏体的显著特点是高硬度和高强度，原因包括固溶强化、相变强化、时效强化、原始奥氏体晶粒大小及板条马氏体束大小。

马氏体的硬度主要取决于马氏体的含碳量。合金元素对马氏体的硬度影响不大，但可以提高其强度。

（2）马氏体的塑性和韧性主要取决于马氏体的亚结构。

5 、（1）无扩散性。奥氏体成分保留在马氏体中

（2）马氏体转变的切变共格性

（3）马氏体转变具有特定的惯习面和位向关系

（4）马氏体转变是在一定温度范围内进行的

6 简述淬火钢的回火转变、组织及淬火钢在回火时的性能变化。

答：1、钢的回火转变包括五个方面

（1）80℃ -100℃ 以下温度回火，马氏体中碳的偏聚，组织是马氏体
马氏体：碳溶于 α -Fe 的过饱和的固溶体

（2）80℃ -100℃ 回火，马氏体开始分解，组织是回火马氏体
回火马氏体：低碳马氏体和碳化物组成的混合物，称为回火马氏体。

（3）200℃ -300℃ 回火，残余奥氏体开始转变，组织是回火马氏体

（4）200℃ -400℃ 回火，碳化物的转变为 Fe_3C ，组织是回火托氏体
回火托氏体：由针状 α 相和无共格联系的细粒状渗碳体组成的机械混合

物。

(5) 500 -650 渗碳体的聚集长大和 相回复或再结晶，组织是回火索氏体

回火索氏体：回复或再结晶的铁素体和粗粒状渗碳体的机械混合物。

2、回火时力学性能变化总的趋势是随回火温度提高， 钢的抗拉强度、 屈服强度和硬度下降，塑性、韧性提高。

7 简述回火脆性的分类、特点及如何消除。

答：1 分类：第一类回火脆性（低温回火脆性 250 -400 ）和第二类

回火脆性（高温回火脆性 450 -650 ）

2 特点 第一类回火脆性：（1）具有不可逆性

第二类回火脆性：（1）具有可逆性；

（2）与回火后的冷却速度有关

（3）与组织状态无关，但以 M的脆化倾向

3 如何消除

第一类回火脆性：无法消除，合金元素会提高脆化温度。

第二类回火脆性：（1）选择含杂质元素极少的优质钢材以及采用形变热处理；

（2）加入适量的 Mn W等合金元素阻碍杂质元素在晶界上聚集；

（3）对亚共析钢在 A1~A3临界区可采用亚温淬火

（4）采用高温回火后快冷的方法可抑制回火脆性，但不适用于对回火脆性敏感的较大工件。

8 叙述淬透性和淬硬性及淬透性和实际条件下淬透层深度的区别。

答：1、淬透性：是指奥氏体化后的钢在淬火时获得马氏体的能力，它反映过冷

奥氏体的稳定性，与钢的临界冷却速度有关。临界冷却速度越慢，淬透性越大。其大小以钢在一定条件下淬火获得的淬透层深度和硬度分布来表示。

2、淬硬性：是指奥氏体化后的钢在淬火时硬化的能力，主要取决于马氏体中的含碳量，含碳量越高，淬硬性越大。用淬火马氏体可能达到的最高硬度来表示。

3、实际条件下的淬透层深度：是指具体条件下测定的半马氏体区至表面的深度。

4、区别：（1）同一材料的淬透层深度与工件尺寸、冷却介质有关。工件尺寸小、介质冷却能力强，淬透层深。

（2）淬透性与工件尺寸、冷却介质无关，它是钢的一种属性。相同奥氏体化温度下的同一钢种，其淬透性是确定不变的。

9 何谓淬火热应力、组织应力？影响因素都是什么？简述热应力和组织应力造成的变形规律。

答：1、淬火热应力：工件在加热或冷却时由于内外的温度差异导致热胀（或

冷缩)的不一致所引起的内应力。

2、组织应力：工件在冷却过程中，由于内外温差造成组织转变不同时，引起内外比体积的不同变化而引起的内应力。

3、影响因素：

(1) 含碳量的影响：随着含碳量的增加热应力作用逐渐减弱组织应力逐渐增强。

(2) 合金元素的影响：加入合金元素热应力和组织应力增加。

(3) 工件尺寸的影响：a. 在完全淬透的情况下随着工件直径的增大淬火后残余应力将由组织应力性逐渐变成热应力性。

b. 在未完全淬透的情况下所产生的应力特性是与热应力相似的，工件直径越大淬硬层越薄，热应力特性越明显。

(4) 淬火介质和冷却方法的影响：如果在高于 M_s 点以上的温度区域冷却速度快而在温度低于 M_s 点区域冷却速度慢则为热应力性，反之则为组织应力型。

4、变形规律：

(1) 热应力引起的变形 沿最大尺寸方向收缩，沿最小尺寸方向伸长；平面凸起，直角变钝，趋于球形；外径胀大，内径缩小。

(2) 组织应力引起变形与热应力相反。

10 何谓回火？叙述回火工艺的分类，得到的组织，性能特点及应用。

答：1、回火：回火是指将淬火钢加热到 A_1 以下的某温度保温后冷却的工艺。

2 、分类：低温回火：(1) 得到回火马氏体。

(2) 在保留高硬度、高强度及良好的耐磨性的同时又适当提高了韧性，降低内应力。

(3) 适用于刀具、量具、滚动轴承、渗碳件及高频表面淬火件。

中温回火：(1) 得到回火托氏体。

(2) 基本消除了淬火应力，具有高的弹性极限，较高的强度和硬度，良好的塑性和韧性。

(3) 适用于弹簧热处理及热锻模具。

高温回火：(1) 得到回火索氏体。

(2) 获得良好的综合力学性能，即在保持较高的强度同时，具有良好的塑性和韧性。

(3) 广泛用于各种结构件如轴、齿轮等热处理。也可作为要求较高精密件、量具等预备热处理。

11 简述化学热处理的一般过程；渗碳的工艺、渗层深度、渗碳后表层含碳量、用钢、热处理、组织和应用。

答：1、过程：(1) 介质(渗剂)的分解

(2) 工件表面的吸收

(3) 原子向内部扩散。

- 2、渗碳工艺：气体渗碳法，固体渗碳，离子渗碳
- 3、渗碳层厚度（由表面到过度层一半处的厚度）：一般为 0.5-2mm
- 4、渗碳层表面含碳量：以 0.85%-1.05%为最好。
- 5、用钢：为含 0.1-0.25%C 的低碳钢和低碳合金钢。碳高则心部韧性降低。
- 6、热处理：常用方法是渗碳缓冷后，重新加热到 $A_{c1}+30-50$ 淬火（分三类：遇冷直接淬火、一次淬火、二次淬火）+低温回火。
- 7、组织：表层：高碳 M回+颗粒状碳化物 +A(少量) 心部：低碳 M回+铁素体（淬透时）、铁素体 +索氏体
- 8、应用：拖拉机履带板，坦克履带板