



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102758067 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 31

---

(21) 申请号	201210220720. X	<i>C22C 38/44</i> (2006. 01)
(22) 申请日	2012. 06. 29	<i>C22C 38/38</i> (2006. 01)
(71) 申请人	暨南大学	<i>C22C 38/34</i> (2006. 01)
地址	510632 广东省广州市天河区黄埔大道西 601 号	<i>C22C 38/32</i> (2006. 01)
		<i>C22C 38/28</i> (2006. 01)
		<i>C22C 38/26</i> (2006. 01)
(72) 发明人	李卫 刘英 张治国 尤德强	<i>C22C 38/24</i> (2006. 01)
(74) 专利代理机构	广州粤高专利商标代理有限公司 44102	<i>C22C 38/22</i> (2006. 01)
代理人	陈卫 郝文婷	<i>C22C 38/18</i> (2006. 01)

(51) Int. Cl.

*C21D 1/18* (2006. 01)  
*C21D 11/00* (2006. 01)  
*C22C 38/58* (2006. 01)  
*C22C 38/54* (2006. 01)  
*C22C 38/50* (2006. 01)  
*C22C 38/48* (2006. 01)  
*C22C 38/46* (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

---

(54) 发明名称

一种耐磨低合金钢的热处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种耐磨低合金钢的热处理方法,涉及金属材料加工领域。本发明所述热处理方法是:将低合金钢工件在热设备中升温,恒温保温后出炉,将出炉后的工件中要求耐磨损部位立即放入同时装有水与淬火油的淬火池中淬火,完毕后自然冷却,再转入回火炉,升温保温,保温后炉冷或出炉空冷。本发明所述热处理方法的特点是将工件局部水淬、局部油淬和局部空冷相结合,根据需要提高了工件易磨损部位的硬度、强度和耐磨性,保证工件不易磨损且要求高韧性部位的冲击韧性,改善了工件的整体综合力学性能,可满足耐磨板锤、衬板、锤头、冲击板、斗齿等耐磨损件使用要求。本发明热处理方法还具有简单易行,生产成本低等优点。

1. 一种耐磨低合金钢的热处理方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 将低合金钢工件在加热设备中以每分钟 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的速度升温至 $900\sim 1080^{\circ}\text{C}$ ,恒温保温后出炉;

(2) 将出炉后的低合金钢工件中要求耐磨损的部位立即放入同时装有水和淬火油的激冷淬火池中淬火,低合金钢工件中不要求耐磨损但要求高韧性的部位露置在空气中空冷;

(3) 淬火池中工件部位温度 $\leq 200^{\circ}\text{C}$ 后,将工件取出淬火池,自然冷却;

(4) 将自然冷却后的工件转入回火炉,以 $\leq 5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的速度升温至 $200 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ,保温后炉冷或出炉空冷。

2. 根据权利要求1所述的耐磨低合金钢的热处理方法,其特征在于步骤(2)中,所述淬火油在水的上方,水层与油层的高度根据需要调整。

3. 根据权利要求1所述的耐磨低合金钢的热处理方法,其特征在于所述低合金钢工件为耐磨低合金钢,包括以下按照质量百分数计的成分:C  $0.20\sim 0.38\%$ , Cr  $0.1\sim 2.5\%$ , Si  $0.3\sim 2.2\%$ , Mn  $0.3\sim 2.2\%$ , Ni  $\leq 1.5\%$ , Mo  $\leq 1.5\%$ , V  $\leq 0.15\%$ , Nb  $\leq 0.15\%$ , Ti  $\leq 0.15\%$ , B  $\leq 0.01$ , RE  $\leq 0.3\%$ , P  $\leq 0.04\%$ , S  $\leq 0.04\%$ ,余量为Fe。

## 一种耐磨低合金钢的热处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料加工技术领域,具体涉及一种耐磨低合金钢的热处理方法。

### 背景技术

[0002] 在采矿、冶金、电力、建筑、农业、水泥生产等机械设备,如球磨机、破碎机、挖掘机、推土机、装载机等设备中采用了大量的耐磨钢工件。目前的耐磨钢材料主要为高锰钢、中锰钢、高铬钢、中铬钢等,淬火热处理工艺基本上采用单一介质淬火,如水淬、油淬或风淬等。

[0003] 耐磨高锰钢(Mn13,其化学成分:0.90~1.35 wt. % C,11.00~14.00 wt. % Mn,0.30 ~ 0.80 wt. % Si)是奥氏体钢,铸造并经水韧处理后组织为单一奥氏体,原始硬度 $\leq 229$  HB, U 型缺口冲击韧度 $\geq 147$  J/cm<sup>2</sup>。高锰钢在强烈冲击工况下,其表面发生加工硬化及形成马氏体组织,具有较好的耐磨性;但是,在非强烈冲击工况下高锰钢的加工硬化效果不强,表面硬度常低于 500HB,故耐磨性能欠佳,使用寿命不理想。

[0004] 耐磨高铬铸铁(如 GB/T 8263 中 BTMcr15)等耐磨铸铁采用奥氏体化后空气中淬火,再经中低温回火,金相组织为回火马氏体+共晶碳化物+二次碳化物+残余奥氏体,具有较高的硬度(HRC $\geq 58$ ),耐磨性较好,但无缺口冲击韧度(4~7 J/cm<sup>2</sup>)较低,高铬铸铁只能用于冲击不大的工况。

[0005] 耐磨中铬钢(如 GB/T 26651 中 ZG30Cr5Mo)等耐磨钢采用奥氏体化后油淬或空淬,再经中低温回火,金相组织为回火马氏体+残余奥氏体,整体淬火回火后 ZG30Cr5Mo 具有一定的硬度(HRC $\geq 42$ )、一定的冲击韧性(冲击吸收能量  $KV_2 \geq 12$  J)和耐磨性。

[0006] 耐磨低合金钢(如 GB/T 26651 中 ZG30CrMnSiMo)等耐磨钢采用奥氏体化后水淬,再经中低温回火,金相组织为回火马氏体+残余奥氏体,整体淬火回火后 ZG30CrMnSiMo 具有一定的硬度(HRC $\geq 45$ )、一定的冲击韧性(冲击吸收能量  $KV_2 \geq 12$  J)和耐磨性。

[0007] 由于工程应用的部分耐磨钢工件往往具有较高的重量、较大的体积及复杂形状,难以兼有高耐磨性与高韧性。双金属复合材料耐磨件可一定程度解决兼有高耐磨性与高韧性的问题,但复合工艺方法相对复杂。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是采用一种合适热处理工艺处理低合金耐磨钢,采用工件局部水淬、局部油淬和局部空冷相结合方式,根据需要提高了工件易磨损部位的硬度和耐磨性,根据需要保证了工件不易磨损而要求高韧性部位的冲击韧性,改善工件的整体综合力学性能,可满足耐磨板锤、衬板、锤头、冲击板、斗齿等耐磨损件使用要求。

[0009] 本发明上述目的是采用如下技术方案实现的:

考虑选择合理的低合金钢成分,保证具有足够的淬透性,使耐磨工件获得最佳的组织、较高的硬度、耐磨性与冲击韧性,从而获得满意的使用寿命和低成本优势。耐磨低合金钢采用的化学组成成分及其质量百分数为: C 0.20%~0.38%, Cr 0.1~2.5%, Si 0.3~2.2%, Mn 0.3~2.2%, Ni  $\leq 1.5\%$ , Mo  $\leq 1.5\%$ , V  $\leq 0.15\%$ , Nb  $\leq 0.15\%$ , Ti  $\leq 0.15\%$ , B  $\leq 0.01$ ,

$RE \leq 0.3\%$ ,  $P \leq 0.04\%$ ,  $S \leq 0.04\%$ , 余量为 Fe。

[0010] 耐磨低合金钢的制造工艺过程为:合金熔炼铸造、热处理(淬火、空冷、回火)。

[0011] 所述的热处理工艺:(1)将低合金钢工件在加热设备中以每分钟 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的速度升温至 $900 \sim 1080^{\circ}\text{C}$ ,恒温保温后出炉;(2)将出炉后的低合金钢工件中要求耐磨损部位立即放入同时装有水与淬火油两种淬火液的激冷淬火池中淬火,淬火油在水的上方,水层与油层高度可以根据低合金钢工件尺寸大小调整,而低合金钢工件中不要求耐磨损但要求较高韧性的部位露置在空气中空冷;(3)待淬火池中工件部位温度 $\leq 200^{\circ}\text{C}$ 后,将工件取出淬火池后自然冷却;(4)将淬火和自然冷却后的工件转入回火炉,以 $\leq 5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的速度升温至 $200 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ,保温后炉冷或出炉空冷。也可以根据需要将工件完全放入同时装有水与淬火油两种淬火液的激冷淬火池中,淬火水层与油层高度可以根据低合金钢工件尺寸大小调整,而低合金钢工件中不要求耐磨损但要求较高韧性的部位位于油层中冷却。

[0012] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

通过本发明所述的热处理方法处理的耐磨低合金钢工件具有优良的耐磨性,具有优良的力学性能,工艺简单易行,生产成本较低。

### 具体实施方式

[0013] 以下结合实施例来进一步解释本发明,但实施例并不对本发明做任何形式的限定。以下实施例所提到的设备、材料或方法,如无特别说明的,均为本领域常用的设备、材料或方法。

#### [0014] 实施例 1

耐磨低合金钢的一种热处理工艺,包括以下步骤:

(1) 铸造工件:低合金钢成分(单位为质量百分数)为:0.25% C, 1.5%Cr; 0.8% Si, 0.9% Mn, 0.5%Mo, 0.8% Ni, 0.06% Nb, 0.05% Ti,  $P \leq 0.04\%$ ,  $S \leq 0.04\%$ , 余量为 Fe。冶炼在中频炉里进行,出钢温度大于 $1600^{\circ}\text{C}$ ,浇铸温度为 $1550^{\circ}\text{C}$ 左右,型腔为水玻璃砂制成,低合金钢铸件尺寸 $600\text{mm} \times 200\text{mm} \times 220\text{mm}$ ;

(2) 将步骤(1)浇铸得到的工件放入电阻炉中,以 $5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的速度升温至 $1080^{\circ}\text{C}$ ,恒温 10 小时后出炉;

(3) 将出炉后的工件顺 600mm 长度方向吊入装有双介质淬火液的池中,工件 400mm 长在淬火池中,工件另 200mm 长在淬火池外空气中,所述双介质淬火液为下层水+上层淬火机油,油层厚度 200mm;

(4) 将冷却后工件转入回火炉,以 $5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 速度升温至 $260^{\circ}\text{C}$ ,恒温 3 小时后出炉,在空气中冷却至室温。工件的力学性能为:水层部位工件抗拉强度 $\geq 1300\text{MPa}$ ,硬度 $\geq 48\text{HRC}$ ,V 型缺口冲击韧度 $13 \sim 23\text{J}/\text{cm}^2$ ;油层部位工件硬度 $40 \sim 48\text{HRC}$ ;空气中冷却部位工件硬度 $32 \sim 40\text{HRC}$ ,V 型缺口冲击韧度 $\geq 30\text{J}/\text{cm}^2$ 。

#### [0015] 实施例 2

耐磨低合金钢的一种热处理工艺,包括以下步骤:

(1) 铸造工件:低合金钢成分(单位为质量百分数)为:0.34% C, 1.3%Cr; 0.7% Si, 1.1% Mn, 0.3%Mo, 0.4% Ni, 0.06% V,  $P \leq 0.04\%$ ,  $S \leq 0.04\%$ , 余量为 Fe。冶炼在中频炉里进行,出钢温度大于 $1600^{\circ}\text{C}$ ,浇铸温度为 $1550^{\circ}\text{C}$ 左右,型腔为水玻璃砂制成,低合金钢铸件尺

寸 800mm × 260 mm × 210 mm ;

(2) 将步骤 (1) 浇铸得到的工件放入电阻炉中,以 5°C / min 的速度升温至 900°C,恒温 10 小时后出炉 ;

(3) 将出炉后的工件顺 800mm 长度方向吊入装有双介质淬火液的池中,工件 600mm 长在淬火池中,工件另 200mm 长在淬火池外空气中,所述双介质淬火液为下层水 + 上层淬火机油,油层厚度 250mm ;

(4) 将冷却后工件转入回火炉,以 3°C / min 速度升温至 260°C,恒温 3 小时后出炉,在空气中冷却至室温。工件的力学性能为 :水层部位工件抗拉强度  $\geq 1350\text{MPa}$ ,硬度  $\geq 49\text{HRC}$ , V 型缺口冲击韧度 13 ~ 20J/cm<sup>2</sup> ;油层部位工件硬度 40 ~ 49HRC ;空气中冷却部位工件硬度 32 ~ 40HRC, V 型缺口冲击韧度  $\geq 28\text{J/cm}^2$ 。

#### [0016] 实施例 3

耐磨低合金钢的一种热处理工艺,包括以下步骤 :

(1) 铸造工件 :低合金钢成分(单位为质量百分数)为 :0.28% C, 1.7%Cr ; 0.7% Si, 0.8% Mn, 0.3%Mo, 0.2% Ni, P  $\leq 0.04\%$ , S  $\leq 0.04\%$ ,余量为 Fe。冶炼在中频炉里进行,出钢温度大于 1600°C,浇铸温度为 1550°C 左右,型腔为水玻璃砂制成,低合金钢铸件尺寸 600mm × 200 mm × 220 mm ;

(2) 将步骤 (1) 浇铸得到的工件放入电阻炉中,以 5°C / min 的速度升温至 950°C,恒温 10 小时后出炉 ;

(3) 将出炉后的工件顺 600mm 长度方向吊入装有双介质淬火液的池中,工件 600mm 长在淬火池中,工件顶部紧靠油层顶面,所述双介质淬火液为下层水 + 上层淬火机油,油层厚度 250mm ;

(4) 将冷却后工件转入回火炉,以 4°C / min 速度升温至 260°C,恒温 3 小时后出炉,在空气中冷却至室温。工件的力学性能为 :水层部位工件抗拉强度  $\geq 1350\text{MPa}$ ,硬度  $\geq 48\text{HRC}$ , V 型缺口冲击韧度 13 ~ 23J/cm<sup>2</sup> ;油层部位工件硬度 40 ~ 48HRC, V 型缺口冲击韧度  $\geq 25\text{J/cm}^2$ 。