



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102534398 B

(45) 授权公告日 2013.07.31

(21) 申请号 201210003669.7

US 2005/0183796 A1, 2005.08.25, 全文.

(22) 申请日 2012.01.06

CN 101444841 A, 2009.06.03, 全文.

(73) 专利权人 北京工业大学

审查员 艾芬

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 符寒光 蒋志强 邢建东 马胜强

雷永平 林健 吴中伟

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 沈波

(51) Int. Cl.

C22C 38/32(2006.01)

C21C 5/52(2006.01)

C21C 7/072(2006.01)

C21D 1/18(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1202532 A, 1998.12.23, 全文.

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

含硼铁基合金耐磨材料及其制备方法

(57) 摘要

一种含硼铁基合金耐磨材料及其制备方法，
属于耐磨金属材料技术领域。其原材料的组成：
高锰钢回炉料 40-45%，硼铁 3-5%，10-12% 中
碳铬铁、钛铁 0.6-0.9%，硅钙钡合金 1.2-1.5%，
锆铁 0.3-0.5%，含氮锰铁 0.4-0.6%，Q235 废钢
37-42%。本发明耐磨材料利用电炉便可生产，采
用钢包底部安装透气塞吹入氩气工艺和油冷淬
火，本发明含硼铁基合金耐磨材料由马氏体、奥氏
体、贝氏体和 Cr₇(C, B)₃ 和 Cr₃(B, C) 碳硼化合物组
成，具有强度和硬度高，韧性和耐磨性好等特点，
用于制造搅拌机衬板和破碎机锤头，具有很好的
使用效果。

1. 一种含硼铁基合金耐磨材料,其特征在于,其原材料组成的质量百分数如下:高锰钢回炉料40~45%,硼铁3~5%,中碳铬铁10~12%、钛铁0.6~0.9%,硅钙钡合金1.2~1.5%,锆铁0.3~0.5%,含氮锰铁0.4~0.6%,Q235废钢37~42%;

中碳铬铁的质量百分数组成:60~65%Cr,1.2~2.0%C,1.0~2.5%Si,≤0.06%P,≤0.04%S,余量Fe;

高锰钢回炉料化学组成质量百分比:1.05~1.35%C,11~14%Mn,0.3~0.9%Si,≤0.06%P,≤0.04%S,余量Fe;

Q235废钢化学组成质量百分比:C0.14~0.22%,Mn0.30~0.65%,Si≤0.30%,S≤0.050%,P≤0.045%,余量Fe;

锆铁的化学组成质量百分数如下:22~27%Zr,38~43%Si,0.5~1.0%Al,0.1~0.5%C,余量Fe;

硅钙钡合金化学组成质量百分数为:45~48%Si,12~15%Ca,15~18%Ba,3.0~5.0%Al,0.3~0.7%C,<0.05%Si,<0.05%P,余量Fe;

含氮锰铁化学组成质量百分数为:73~78%Mn,4~6%N,0.1~0.6%C,0.5~2.4%Si,<0.03%Si,<0.15%P,余量Fe;

硼铁中的硼质量含量为18~22%;钛铁中的钛质量含量为28~32%。

2. 按照权利要求1所述的一种含硼铁基合金耐磨材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤

(1)将40~45%高锰钢回炉料、10~12%中碳铬铁和37~42%的Q235废钢混合加热熔化,当温度达到1480~1500℃时,加入0.4~0.6%含氮锰铁和1.2~1.5%硅钙钡合金,然后加热至1520~1550℃,并依次加入0.6~0.9%钛铁、3~5%硼铁和0.3~0.5%锆铁,升温至1560~1580℃时出炉入钢包;

(2)在钢包底部安装陶瓷透气塞,通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气,氩气流量15~25L/min,氩气压力10~15MPa,吹氩时间5~8min,吹氩后钢水的静置时间5~8min,然后在温度为1425~1450℃时浇注成铸件;

(3)铸件经清砂、打磨后进行热处理,淬火加热温度1000~1050℃,淬火保温时间3~6小时,然后油冷,最后进行回火处理,回火加热温度200~230℃,回火保温时间6~10小时,回火后空冷至室温即可。

含硼铁基合金耐磨材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明为铁基合金耐磨材料及其制备方法,特别涉及一种含硼铁基合金耐磨材料及其制备方法,属于耐磨金属材料技术领域。

背景技术

[0002] 高碳高锰钢和低合金铸钢是传统的耐磨材料,在冶金、矿山、建材和电力等领域已广泛应用。为了提高高锰钢的耐磨性,中国发明专利 CN102230142A 公开了一种超高强、高抗冲击、高耐磨高锰钢。由下述重量百分比的组分所组成:碳:0.9~1.2,硅:0.3~0.6,锰:16~22,铬:1.5~2.0,钼:0.5~0.8,镍:0.3~0.5,铜:0.2~0.4,硫: \leqslant 0.04,磷: \leqslant 0.03,复合稀土变质剂:0.1~0.3,或者由下述重量百分比的组分所组成:碳:0.9~1.2,硅:0.3~0.5,锰:17~20,铬:1.7~2.0,钼:0.5~0.8,铜:0.2~0.4,硫: \leqslant 0.035,磷: \leqslant 0.03,钒:0.2~0.4,钛:0.1~0.15,复合稀土变质剂:0.1~0.3。中国发明专利 CN102230056A 还公开了一种超高锰钢冶炼变质新工艺,包括用电弧炉冶炼超高锰钢:熔化入炉废钢、吹氧助熔、两次造渣、化验成分、加入 Cr 铁和 Mn 铁合金、全成分合格后出钢,将变质剂引入钢包内对钢水进行变质处理,再对完成变质处理后的钢水进行氩气净化处理,变质剂的配方的重量百分比为:稀土锶合金 10~20%,钠基玻璃粉 15~25%,钒铁 10~20%,钛铁 3~5%,硼铁 0.3~0.7%,余量为石灰块,变质剂的加入量占钢水重量的 3~4%。氩气净化时间为 5~10 分钟并达到浇注温度值即停止吹氩气。铸件质量得到明显改善。中国发明专利 CN101705447A 还公开了高锰钢基自生碳化钽复合材料制备工艺,该工艺主要包括以下步骤:用钽丝编织成一定规格的钽丝网,裁剪、多层卷制或叠加制成网状立体骨架结构;按照铸造工艺要求制作铸型,把钽丝立体网状骨架预置在铸型型腔中;冶炼高锰钢浇入铸型中,冷却清理后得到钽丝-高锰钢二元材料预制体;把钽丝-高锰钢二元材料预制体置入热处理炉,加温到碳化物形成温度进行保温,获得碳化钽颗粒增强高锰钢基复合材料。中国发明专利 CN1785554 还公开了一种提高高锰钢耐磨件寿命的工艺,将所需镶嵌材料与支撑用金属钉或金属棒粘结/焊接一体,利用支撑用金属钉或金属棒将所需镶嵌材料固定在铸型中所需部位,然后浇注高锰钢合金熔液,成型后将露在铸件外面的支撑用金属钉或金属棒切掉,对铸件进行热处理。该发明提出的提高高锰钢耐磨件寿命的工艺可将高速钢及硬质合金镶嵌在高锰钢铸造件的工作面上,工艺比较简单,通过把高锰钢及硬质合金镶嵌在高锰钢铸件的工作面上,利用高速钢及硬质合金的高硬度,有效解决了高锰钢初始磨损严重的问题,但该工艺存在操作复杂和产品废品率较高等不足。中国发明专利 CN101837444A 还公开了一种高锰钢基 SiC 颗粒表面复合材料的制备方法,该方法首先对 SiC 颗粒进行表面合金化处理;然后切割消失模模样,在模样待复合位置填充颗粒,按照常规消失模铸造工艺进行涂料涂覆和造型,浇铸时控制真空度、浇注温度和冷却时间,经脱型,清理获得烧结的高锰钢基 SiC 颗粒复合材料。中国发明专利 CN100999778 还公开了一种提高高锰钢初期耐磨性的表面时效处理方法,包括对普通高锰钢或合金化的高锰钢制件整体进行水韧处理和/或水韧处理后加低温时效处理的步骤,其特征在于还包括按照设计

要求进行机械加工的步骤和将加工后的工件表面加热到 $350 \sim 920^{\circ}\text{C}$, 并依加热方法及加热温度不同保温 0.5 秒~8 小时, 进行自然冷却和 / 或介质冷却的步骤, 可提高高锰钢的初期耐磨性。但是, 高锰钢时效过程中, 易析出碳化物, 降低其强度和韧性, 且加工硬化性能下降, 反而失去了高锰钢的优势。中国发明专利 CN101250675 还公开了一种含钨高锰钢, 该高锰钢含有下列质量百分比的化学成分 :C :1.05%~1.35%, Si :0.3%~0.9%, Mn :11%~19%, W :0.5%~1.5%, P $\leq 0.070\%$, S $\leq 0.045\%$, 余量为 Fe。此外该高锰钢还可以含有稀土元素 RE, 其含量为 0.01%~0.3%。还可以含有 Cr, 其含量为 1.2%~2.5%。本发明的含钨高锰钢, 特别是当 Mn 的含量为 16%~19% 时, 钨元素、稀土元素 RE 和铬元素的加入, 使得整个高锰钢比起现有的钢种具有韧性好, 屈服强度高, 加工硬化程度高, 耐磨性能更好等优势, 从而扩大了高锰钢的应用范围。中国发明专利 CN1676651 还公开了一种用于耐磨铸件的含钨高锰钢, 其特征在于该含钨高锰钢含有下列重量比的原料 :C :0.95~1.35%, Mn :11.5~14%, Si :0.3~1.0%, Cr :0.2~1.0%, W :0.2~0.6%, Mo :0.2~0.4%, P : $\leq 0.07\%$, 余量为铁。或其中 W 的含量为 3.5~4.2% 或 0.7~2.0%, 且不含 Mo。还可以在上述含钨合金钢加入稀土元素 Re, 其含量为 0.02~0.15%。钨和其它合金元素配合有良好的综合作用。含钨的高锰钢和普通高锰钢相比, 性能要高出许多。但该高锰钢中含有较多昂贵的钨元素, 导致生产成本增加。中国发明专利 CN1616706 还公开了一种表层或局部梯度强化的耐磨锰钢复合材料及制备工艺, 该材料是基体为韧性较高的奥氏体、强化层为硬度较高的碳化钛 + 马氏体 + 介稳定奥氏体、中间过渡层为梯度渐变的碳化钛 + 马氏体 + 奥氏体的复合组织结构; 其制备工艺包括以下步骤: 介稳定奥氏体锰钢基体成分设计, C、Mn 重量百分比含量为 C : 0.8 ~ 1.3%、Mn : 6 ~ 13%; 用 Ti-Fe 合金粉末作合成介质放置在铸型的特定部位, 将锰钢高温熔体浇入铸型, 得到表层或局部 TiC 增强体 + 介稳定奥氏体铸态组织; 对该表层或局部进行液氮深冷处理获得马氏体相变梯度强化层, 大幅度提高了高锰钢的综合机械性能, 该方法存在工艺复杂和稳定性差等不足, 在实际生产中难以推广。中国发明专利 CN101545035 还公开了一种高锰钢板锤和辊套的爆炸硬化处理方法, 该方法所述的塑性板状炸药的特征是: 主炸药为黑索金, 含量为 80%; 粘结剂为环氧树脂, 含量为 18.2%; 固化剂为乙二胺, 含量为 0.3%; 增塑剂为邻苯二甲酸二丁酯, 含量为 1.5%。混合炸药配方顺序为: 环氧树脂 → 乙二胺 → 邻苯二甲酸二丁酯 → 黑索金。

[0003] 为了提高合金钢耐磨性, 美国专利 US2010322815-A1 公开了一种高碳低合金钢, 具体组成是: 0.50~0.80% C, 0.50~1.00% Mn, < 0.85% Si, 0.10~0.70% Cr, < 0.20% Mo, < 0.05% P, < 0.05% S, 余量 Fe, 但上述材料存在脆性大, 淬透性差等不足。俄罗斯专利 RU2347004-C1 还公开了一种高硼铸造合金, 具体组成是: 2.3~2.7% C, 0.8~1.0% Si, 3.0~4.0% Mn, 3.8~4.2% B, 6.0~8.0% Co, 14.4~16.4% Mo, 0.6~1.0% Ce, 余量 Fe。具有硬度高和耐磨性好等特点, 但含有大量价格昂贵的钼、钴等合金元素, 成本较高。中国发明专利 CN1140205 公开了一种应用在冲击力不大工况条件下的耐磨易损件的中碳中合金耐磨钢, 其化学成分及其含量如下: 0.45 ~ 0.65% C, 0.3 ~ 0.8% Si, 0.4 ~ 1.0% Mn, 4.0 ~ 5.5% Cr, 0.3 ~ 0.7% Mo, 0.2 ~ 0.5% V, 0.02 ~ 0.05% Re, 适合制作中型球磨机的衬板、隔仓板, 滚式破碎滚筒, 锤式, 反击式破碎机的锤头、板锤, 也可用于对磁选要求严格的颚式破碎机的齿板, 昂贵钼、钒元素的加入, 使材料生产成本增加。中国发明专利 CN101555573 还公开了一种合金钢及其热处理方法。其特征是合金钢按质量百分比计, 由以下元素组成:C :0.2 ~ 0.3%,

Si :0.4 ~ 0.6%, Mn :1.2 ~ 1.5%, Cr :0.8 ~ 0.9%, Ni :1.8 ~ 2.0%, Mo :0.2 ~ 0.4%, RE :0.01 ~ 0.1%, Nb :0.03 ~ 0.06%, B :0.002 ~ 0.004%, P < 0.04%, S < 0.04%, 余量为 Fe。其热处理方法的特征是将合金钢按 100°C / h 的速度, 升温到 930 ~ 950°C, 保温 4 小时后炉冷到 250°C; 再按 100°C / h 的速度, 升温到 900 ~ 920°C, 保温 4 小时后, 水温为 20 ~ 45°C 水冷或空冷; 再加热至温度 250 ~ 300°C 后, 炉冷。中国发明专利 CN1417366 还公开了一种稀土硼中铬耐磨合金钢, 主要用于制造在中等冲击、强磨损工况条件下工作的耐磨部件。其化学成份(重量百分比)为:C 0.7 ~ 1.0%, Cr 6.0 ~ 9.0%, Si 0.4 ~ 1.0%, Mn 0.8 ~ 1.0%, Mo 0.5 ~ 1.0%, B 0.05 ~ 0.1%, Re 0.02 ~ 0.04%, V 0 ~ 0.1%, Ti 0 ~ 0.1%, 其余为 Fe 和不可避免的微量杂质。该发明耐磨合金钢具有优异的耐磨性和综合强韧性, 用于制造水泥熟料破碎机衬板, 其使用寿命是高锰钢衬板的 3 ~ 5 倍。因加入了较多昂贵的钼元素, 且铬加入较多, 导致材料成本增加。中国发明专利 CN101660097 还公开了一种高硼高铬低碳耐磨合金钢及其制备方法, 其化学成分按重量百分比为:0.10 ~ 0.5% C, 3 ~ 26% Cr, 0.5 ~ 1.2% Si, 0.5 ~ 1.5% Mn, 0.3 ~ 2.8% B, 0.3 ~ 2.6% Cu, 0.2 ~ 0.6% Ti, 0.02 ~ 0.15% Ca, 0.03 ~ 0.25% Ce, 0.02 ~ 0.18% N, 0.05 ~ 0.3% Nb, 0.04 ~ 0.09% Al, 0.02 ~ 0.15% Mg, 0.04 ~ 0.13% K, S < 0.03%, P < 0.04%, 余量为 Fe 和不可避免的杂质元素。采用废钢、铬铁在电炉中熔化后加入铜板、硅铁、锰铁, 炉前调整成分合格后, 将熔体温度升高至 1560 ~ 1620°C, 加入硅钙合金和铝脱氧, 然后依序加入钛铁和硼铁熔化出炉; 将小于 12mm 的颗粒状稀土镁合金和金属铈、 Si_3N_4 、VN、Nb 和 K 所组成的复合变质孕育剂经烘烤后放在钢水包底部, 用包内冲入法对冶炼好的钢水进行变质孕育处理, 钢水浇注温度为 1400 ~ 1450°C; 铸件经 920 ~ 1150°C 保温 2 ~ 4 小时, 然后空冷到室温, 即可得到本发明合金钢。

发明内容

[0004] 本发明目的是针对现有耐磨材料存在的不足, 开发一种耐磨性好于常用耐磨铸钢, 而强度和韧性好于抗磨铸铁, 且具有较低生产成本的含硼铁基合金耐磨材料。本发明是利用高锰钢废料、低碳废钢为主要原料, 另外加入硼铁、铬铁、钛铁、硅钙钡合金、锆铁和含氮锰铁, 具有原料来源丰富、生产工艺简便和综合性能高等优势。

[0005] 本发明目的可以通过以下措施来实现。

[0006] 本发明含硼铁基合金耐磨材料, 原材料的组成(质量百分数)如下:高锰钢回炉料 40 ~ 45%, 硼铁 3 ~ 5%, 中碳铬铁 10 ~ 12%、钛铁 0.6 ~ 0.9%, 硅钙钡合金 1.2 ~ 1.5%, 锆铁 0.3 ~ 0.5%, 含氮锰铁 0.4 ~ 0.6%, Q235 废钢(低碳废钢)37 ~ 42%。

[0007] 本发明上述含硼铁基合金耐磨材料的制备方法, 采用电炉熔炼, 具体工艺步骤如下:

[0008] (1) 将 40 ~ 45% 高锰钢回炉料、10 ~ 12% 中碳铬铁和 37 ~ 42% 的 Q235 废钢混合加热熔化, 当温度达到 1480 ~ 1500°C 时, 加入 0.4 ~ 0.6% 含氮锰铁和 1.2 ~ 1.5% 硅钙钡合金, 然后加热至 1520 ~ 1550°C, 并依次加入 0.6 ~ 0.9% 钛铁、3 ~ 5% 硼铁和 0.3 ~ 0.5% 锆铁, 升温至 1560 ~ 1580°C 时出炉入钢包。

[0009] (2) 在钢包底部安装陶瓷透气塞(参见附图 1 中的 2 和 4), 通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气, 氩气流量 15 ~ 25L/min, 氩气压力 10 ~ 15MPa, 吹氩时间 5 ~ 8min, 吹氩后

钢水的静置时间 5 ~ 8min, 然后在温度为 1425 ~ 1450℃时浇注成铸件。

[0010] (3) 铸件经清砂、打磨后进行热处理, 淬火加热温度 1000 ~ 1050℃, 淬火保温时间 3 ~ 6 小时, 然后油冷, 最后进行回火处理, 回火加热温度 200 ~ 230℃, 回火保温时间 6 ~ 10 小时, 回火后空冷至室温即可。

[0011] 本发明以高锰钢回炉料、Q235 废钢和中碳铬铁为主要原料, 其中高锰钢回炉料来源于高锰钢铸件使用后的残体, 其化学成分满足 GB/T 5680 的 ZG120Mn13(1.05 ~ 1.35% C, 11 ~ 14% Mn, 0.3 ~ 0.9% Si, ≤ 0.06% P, ≤ 0.04% S, 余量 Fe) 要求。使用高锰钢回炉料属于废料利用, 加入高锰钢回炉料的主要目的是利用其中的锰、碳等元素, 用于提高铁基耐磨合金材料的淬硬性和淬透性。加入 Q235 废钢主要是为了补充铁基耐磨材料的铁含量, Q235 废钢的成分满足国标要求, 具体如下: C 0.14 ~ 0.22%, Mn 0.30 ~ 0.65%, Si ≤ 0.30%, S ≤ 0.050%, P ≤ 0.045%, 余量 Fe。加入中碳铬铁是为了在铁基耐磨合金材料中形成大量高硬度的 $\text{Cr}_7(\text{C}, \text{B})_3$ 和 $\text{Cr}_3(\text{B}, \text{C})$ 碳硼化合物, 促进铁基耐磨合金材料硬度的提高和耐磨性的改善。

[0012] 本发明所述中碳铬铁的质量百分数如下: Cr 60 ~ 65%, C 1.2 ~ 2.0%, Mn 1.0 ~ 2.5%, Si ≤ 0.06%, P ≤ 0.04%, S, 余量 Fe。所述锆铁的质量百分数如下: Zr 22 ~ 27%, Si 38 ~ 43%, Al 0.5 ~ 1.0%, C 0.1 ~ 0.5%, 余量 Fe。所述硅钙钡合金的质量百分数如下: Si 45 ~ 48%, Ca 12 ~ 15%, Ba 15 ~ 18%, Al 3.0 ~ 5.0%, C 0.3 ~ 0.7%, Mn < 0.05%, S < 0.05%, P, 余量 Fe。所述含氮锰铁的质量百分数如下: Mn 73 ~ 78%, N 4 ~ 6%, C 0.1 ~ 0.6%, Si 0.5 ~ 2.4%, S < 0.03%, P < 0.15%, 余量 Fe。所述硼铁的硼含量为 18 ~ 22%, 所述钛铁的钛含量为 28 ~ 32%。

[0013] 本发明加入硼铁的主要目的是为了获得高硬度碳硼化合物, 改善铁基合金的耐磨性, 加入钛铁和锆铁以及含氮锰铁的目的除了细化晶粒外, 还有改善 $\text{Cr}_7(\text{C}, \text{B})_3$ 和 $\text{Cr}_3(\text{B}, \text{C})$ 碳硼化合物形态和分布的作用, 有利于提高铁基耐磨合金材料的强韧性和耐磨性。加入硅钙钡的主要目的是为了脱氧和净化材料组织。钙和钡的加入也有改善 $\text{Cr}_7(\text{C}, \text{B})_3$ 和 $\text{Cr}_3(\text{B}, \text{C})$ 碳硼化合物形态和分布的作用, 促进含硼铁基耐磨材料性能的进一步提高。

[0014] 铸钢内在质量与钢液纯净度有很大的关系, 钢水中的非金属夹杂物可导致产品性能恶化、内在品质下降, 同时非金属夹杂物有助于气孔的形成, 降低铸件的致密度。提高钢液纯净度主要集中在两方面:(1) 尽量减少钢中杂质元素的含量;(2) 严格控制钢中的夹杂物, 包括夹杂物的数量、尺寸、分布、形状、类型。

[0015] 铸钢中溶质元素的含量主要通过对各种铁水预处理以及炉外精炼设备中创造最佳的冶金反应动力学和热力学条件实现的, 钢中夹杂物的控制主要是减少其生成、对其进行改性、促其上浮。本发明材料采用普通感应炉在大气环境下熔炼, 且以高锰钢回炉料、Q235 废钢和中碳铬铁为主要原料, 易产生多种夹杂物, 损害合金材料的力学性能和耐磨性能。本发明开发了钢包底部安装陶瓷透气塞吹入氩气工艺, 通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气可净化钢水。陶瓷透气塞装在钢包底部, 见图 1 中的 4。吹氩除能搅动钢水外, 由于氩气泡小而分散, 具有除气作用, 从而减少气体和夹杂物含量。供气速率范围较灵活, 包底耐火材料很少磨损, 吹气可中断而不会有钢水渗漏, 安装简便。钢包氩气净化主要优点是:使合金元素和脱氧产物分布均匀, 除气去夹杂效果好, 温度均匀。实践表明, 采用吹氩净化法, 由于钢液净化和温度均匀, 钢水在浇注铸件时钢包无粘包、结瘤等现象出现。

[0016] 另外,含硼铁基合金熔液吹氩净化处理时,氩气流量若小于 15L/min,则钢水中的气体和夹杂物不能充分向钢包顶部富集(见附图 1 中的 1),钢水(见附图 1 中的 3)中残留的气体和夹杂物多,氩气流量超过 25L/min 后,钢包顶部的钢水翻腾,反而卷入气体,污染钢水。吹氩时间小于 5min 时,钢水中的夹杂物和气体残留量多,而吹氩时间超过 8min 后,钢水降温过多,不利于随后的铸件浇注。压气压力小于 10MPa 时,钢水中残留的气体和夹杂物多,氩气压力超过 15MPa 后,氩气对钢水的搅拌加剧,易卷入气体和钢包顶部富集的夹杂物,污染钢液。选择氩气流量 15 ~ 25L/min,氩气压力 10 ~ 15MPa,吹氩时间 5 ~ 8min,吹氩后钢水的静置时间 5 ~ 8min 的吹氩净化处理工艺,钢水净化效果好。吹氩后钢水中夹杂物明显减少,有利于改善含硼铁基合金的强韧性,提高其使用寿命。

[0017] 含硼铁基合金耐磨材料淬火处理的主要目的是为了进一步提高硬度和硬度均匀性,促进耐磨性的提高,淬火后组织为马氏体 + 奥氏体 + 贝氏体 + $\text{Cr}_7(\text{C}, \text{B})_3$ 和 $\text{Cr}_3(\text{B}, \text{C})$ 碳硼化合物。回火的目的是为了稳定组织,消除淬火应力。

[0018] 本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0019] (1) 本发明以高锰钢回炉料、Q235 废钢和中碳铬铁为主要原料,另外加入硼铁、钛铁、硅钙钡合金、锆铁和含氮锰铁,具有原料来源丰富、生产工艺简便和综合性能高等优势;

[0020] (2) 本发明不加价格昂贵的钨、钼、镍、钒、铌等合金元素,生产成本低廉;

[0021] (3) 本发明材料由马氏体、奥氏体、贝氏体和 $\text{Cr}_7(\text{C}, \text{B})_3$ 和 $\text{Cr}_3(\text{B}, \text{C})$ 碳硼化合物组成,材料硬度高,达到 62 ~ 65HRC,冲击韧性达到 22 ~ 26J/cm²,抗拉强度达到 750 ~ 820MPa;

[0022] (4) 本发明材料具有优异的耐磨性,用于制造搅拌机衬板和破碎机锤头,使用寿命分别比高锰钢衬板提高 400 ~ 450%,比合金钢锤头提高 200 ~ 260%。

附图说明

[0023] 图 1 吹氩气工艺示意图

[0024] 其中 1- 渣层,2- 钢水包,3- 钢水,4- 陶瓷透气塞。

具体实施方式

[0025] 下面结合实施例对本发明作进一步详述:

[0026] 实施例 1

[0027] 采用 500 公斤中频感应电炉熔炼本发明材料,具体工艺步骤是:

[0028] (1) 将 40% 高锰钢回炉料(质量百分数如下:1.27% C, 12.65% Mn, 0.58% Si, 0.047% P, 0.020% S, 余量 Fe)、10% 中碳铬铁(质量百分数如下:62.65% Cr, 1.57% C, 1.86% Si, 0.05% P, 0.02% S, 余量 Fe)和 42% 的 Q235 废钢(质量百分数如下:0.19% C, 0.53% Mn, 0.26% Si, 0.01% S, 0.03% P, 余量 Fe)混合加热熔化,当温度达到 1483℃时,加入 0.4% 含氮锰铁(质量百分数如下:75.04% Mn, 5.30% N, 0.27% C, 0.98% Si, 0.01% S, 0.08% P, 余量 Fe)和 1.5% 硅钙钡合金(46.36% Si, 14.07% Ca, 17.29% Ba, 3.40% Al, 0.47% C, 0.02% S, 0.04% P, 余量 Fe),然后加热至 1525℃,并依次加入 0.6% 钛铁(钛含量为 30.84%)、5% 硼铁(硼含量为 20.51%)和 0.5% 锆铁(质量百分数如下:25.06% Zr,

41.15% Si, 0.88% Al, 0.29% C, 余量 Fe), 升温至 1563°C 时出炉入钢包。

[0029] (2) 在钢包底部安装陶瓷透气塞, 通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气, 氩气流量 15L/min, 氩气压力 15MPa, 吹氩时间 5min, 吹氩后钢水的静置时间 5min, 然后在温度为 1427°C 时浇注成铸件。

[0030] (3) 铸件经清砂、打磨后进行热处理, 淬火加热温度 1000°C, 淬火保温时间 6 小时, 然后油冷, 最后进行回火处理, 回火加热温度 200°C, 回火保温时间 10 小时, 回火后空冷至室温即可。本实施例材料的性能见表 1。

[0031] 实施例 2

[0032] 采用 500 公斤中频感应电炉熔炼本发明材料, 具体工艺步骤是:

[0033] (1) 将 45% 高锰钢回炉料 (质量百分数如下: 1.27% C, 12.65% Mn, 0.58% Si, 0.047% P, 0.020% S, 余量 Fe)、12% 中碳铬铁 (质量百分数如下: 62.65% Cr, 1.57% C, 1.86% Si, 0.05% P, 0.02% S, 余量 Fe) 和 37% 的 Q235 废钢 (质量百分数如下: 0.19% C, 0.53% Mn, 0.26% Si, 0.01% S, 0.03% P, 余量 Fe) 混合加热熔化, 当温度达到 1498°C 时, 加入 0.6% 含氮锰铁 (质量百分数如下: 75.04% Mn, 5.30% N, 0.27% C, 0.98% Si, 0.01% S, 0.08% P, 余量 Fe) 和 1.2% 硅钙钡合金 (46.36% Si, 14.07% Ca, 17.29% Ba, 3.40% Al, 0.47% C, 0.02% S, 0.04% P, 余量 Fe), 然后加热至 1549°C, 并依次加入 0.9% 钛铁 (钛含量为 30.84%)、3% 硼铁 (硼含量为 20.51%) 和 0.3% 锆铁 (质量百分数如下: 25.06% Zr, 41.15% Si, 0.88% Al, 0.29% C, 余量 Fe), 升温至 1578°C 时出炉入钢包。

[0034] (2) 在钢包底部安装陶瓷透气塞, 通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气, 氩气流量 25L/min, 氩气压力 10MPa, 吹氩时间 8min, 吹氩后钢水的静置时间 8min, 然后在温度为 1446°C 时浇注成铸件。

[0035] (3) 铸件经清砂、打磨后进行热处理, 淬火加热温度 1050°C, 淬火保温时间 3 小时, 然后油冷, 最后进行回火处理, 回火加热温度 230°C, 回火保温时间 6 小时, 回火后空冷至室温即可。本实施例材料的性能见表 1。

[0036] 实施例 3

[0037] 采用 500 公斤中频感应电炉熔炼本发明材料, 具体工艺步骤是:

[0038] (1) 将 42% 高锰钢回炉料 (质量百分数如下: 1.27% C, 12.65% Mn, 0.58% Si, 0.047% P, 0.020% S, 余量 Fe)、11% 中碳铬铁 (质量百分数如下: 62.65% Cr, 1.57% C, 1.86% Si, 0.05% P, 0.02% S, 余量 Fe) 和 40% 的 Q235 废钢 (质量百分数如下: 0.19% C, 0.53% Mn, 0.26% Si, 0.01% S, 0.03% P, 余量 Fe) 混合加热熔化, 当温度达到 1489°C 时, 加入 0.5% 含氮锰铁 (质量百分数如下: 75.04% Mn, 5.30% N, 0.27% C, 0.98% Si, 0.01% S, 0.08% P, 余量 Fe) 和 1.3% 硅钙钡合金 (46.36% Si, 14.07% Ca, 17.29% Ba, 3.40% Al, 0.47% C, 0.02% S, 0.04% P, 余量 Fe), 然后加热至 1531°C, 并依次加入 0.8% 钛铁 (钛含量为 30.84%)、4% 硼铁 (硼含量为 20.51%) 和 0.4% 锆铁 (质量百分数如下: 25.06% Zr, 41.15% Si, 0.88% Al, 0.29% C, 余量 Fe), 升温至 1572°C 时出炉入钢包。

[0039] (2) 在钢包底部安装陶瓷透气塞, 通过陶瓷透气塞向钢液中吹入氩气, 氩气流量 20L/min, 氩气压力 12MPa, 吹氩时间 6min, 吹氩后钢水的静置时间 7min, 然后在温度为 1437°C 时浇注成铸件。

[0040] (3) 铸件经清砂、打磨后进行热处理, 淬火加热温度 1030°C, 淬火保温时间 5 小时,

然后油冷，最后进行回火处理，回火加热温度 220℃，回火保温时间 8 小时，回火后空冷至室温即可。本实施例材料的性能见表 1。

[0041] 表 1 材料机械性能

[0042]

机械性能	硬度 /HRC	冲击韧性 /J·cm ⁻²	抗拉强度 /MPa
实施例 1	64.8	22.8	780
实施例 2	62.5	25.7	815
实施例 3	63.3	25.0	785

[0043] 上述实施例含硼铁基耐磨材料由马氏体、奥氏体、贝氏体和 Cr₇(C, B)₃ 和 Cr₃(B, C) 碳硼化合物组成，本发明材料具有强度和硬度高，韧性和耐磨性好等特点，已用于制造搅拌机衬板和破碎机锤头，并在沥青搅拌机和矿山破碎机上进行了装机运行考核，本发明材料使用安全、可靠，使用中无断裂、破碎现象出现，使用效果良好，其使用寿命分别比高锰钢衬板提高 400 ~ 450%，比合金钢锤头提高 200 ~ 260%。推广用于本发明材料可减少抗磨部件消耗，提高设备运转率，减轻工人劳动强度，具有很好的经济和社会效益。

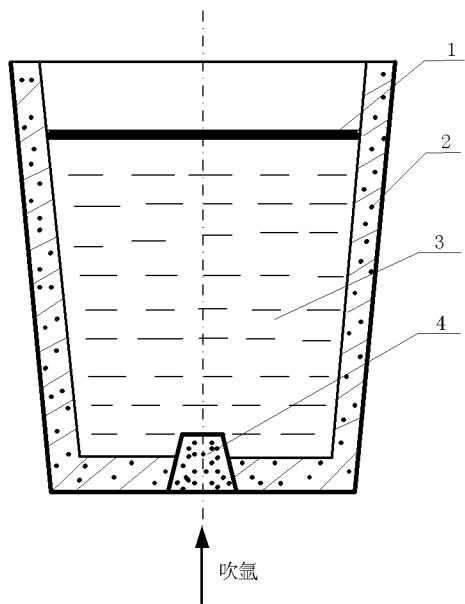


图 1