



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104004960 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201410259525. 7

审查员 苑海威

(22) 申请日 2014. 06. 12

(73) 专利权人 陈国

地址 614000 四川省乐山市市中区苏稽镇苏西路 109 号

(72) 发明人 陈国 武广波

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 韩雪 詹永斌

(51) Int. Cl.

C22C 37/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1326008 A, 2001. 12. 12,

CN 102115843 A, 2011. 07. 06,

CN 103572152 A, 2014. 02. 12,

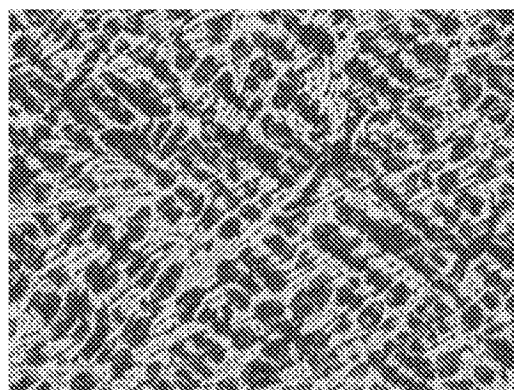
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种低铬钒钛铸铁磨球及其制备方法

(57) 摘要

本发明具体为一种低铬钒钛铸铁磨球及其制备方法。该低铬钒钛铸铁磨球按质量百分含量计含 2.8 ~ 3.1%C, 0.8 ~ 1.0%Si, 0.7 ~ 0.9%Mn, 0.20 ~ 0.25%V, 0.05 ~ 0.10%Ti, 1.0 ~ 2.0%Cr, 余量为铁和不可避免的杂质, 其中, 不可避免的杂质中含有 P 和 S, 其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。其金相组织为: 莱氏体 + 珠光体; 性能为: 硬度 48 ~ 52HRC, 冲击韧性为: $2.5 \sim 3.0 \text{ J/cm}^2$ 。本发明以攀枝花钒钛生铁为原料生产低铬铸铁磨球, 以钒钛生铁带入的钒钛元素做为合金化元素, 利用钒钛独特合金化作用, 提高磨球的耐磨性和冲击韧性。在降低制造成本的同时, 提高磨球使用性能。



1. 一种低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述的低铬钒钛铸铁磨球,按质量百分含量计,其化学成分为:C:2.8~3.1%,Si:0.8~1.0%,Mn:0.7~0.9%,V:0.20~0.25%,Ti:0.05~0.10%,Cr:1.0~2.0%,余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有P和S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$;

具体生产方法包括如下步骤:

1) 铸型准备:磨球采用金属型+砂套铸型,造型后对金属型进行预热,预热温度为150~200℃,再对型腔表面喷乙炔烟涂料,然后将上下模型合在一起;

2) 铁水熔制:根据钒钛生铁含碳量和废钢含碳量及要求铁水含碳量计算二者配料比例,将钒钛生铁、废钢按计算确定的比例配料,加入中频炉内,送电加热至熔化,升温至1500~1550℃进行熔炼,取样分析化学成分,加入增碳剂或废钢、硅铁、锰铁、铬铁调整成分,使铁水中各化学成分的重量配比为C:2.8~3.1%,Si:0.7~0.9%,Mn:0.7~0.9%,V:0.20~0.25%,Ti:0.05~0.10%,Cr:1.0~2.0%,余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有P和S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$,将铁水温度调整到1450~1500℃,等待出炉;

3) 铁水处理浇注:将经烘烤过的硅钙孕育剂按比例放入出铁包的底部,冲入铁水进行孕育处理,对处理后的铁水进行扒渣,并在表面覆盖保温集渣剂,然后将铁水包吊至浇注点静置,温度达到1350~1400℃时浇注;

4) 打箱清理:浇注后3~5分钟打箱,成型后的铁球在干燥的地面上自然冷却至室温,去除浇口,打磨清理;

5) 热处理:将磨球放入热处理炉缓慢升温至600℃,保温2小时后随炉冷却,至100℃以下出炉。

2. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述的低铬钒钛铸铁磨球,按质量百分含量计,其化学成分为:C:2.9~3.0%,Si:0.9~1.0%,Mn:0.75~0.85%,V:0.20~0.23%,Ti:0.07~0.08%,Cr:1.5~2.0%,余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有P和S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。

3. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:该低铬钒钛铸铁磨球的金相组织为:莱氏体+珠光体;性能为:硬度48~52HRC,冲击韧性为:2.5~3.0J/cm²。

4. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述硅钙孕育剂的添加量为铁水质量的0.2%,该硅钙孕育剂中以质量百分含量计:包括55~65%的Si和0.8~3.0%的Ca。

5. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述的加入增碳剂或废钢调整成分,当碳含量低于要求范围时,加入增碳剂增碳;当碳含量高于要求范围时,加入废钢降碳。

6. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述的集渣剂为膨胀珍珠岩,其主要成分为SiO₂和Al₂O₃,其中SiO₂所占的质量百分含量为:68~74%,Al₂O₃所占的质量百分含量为:10~16%。

7. 根据权利要求1所述低铬钒钛铸铁磨球的生产方法,其特征在于:所述的缓慢升温中的升温速度为100~120℃/h。

一种低铬钒钛铸铁磨球及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铸铁合金领域,具体为一种低铬钒钛铸铁磨球及其制备方法。

背景技术

[0002] 磨球是各类球磨机大宗消耗品。磨球使用中承受冲击、磨损和腐蚀,主要失效形式为磨损、变形和破碎。因此,要求其具有足够的韧性和良好的耐磨性。磨球种类繁多,主要有锻钢球、淬火钢球、中锰球墨铸铁球,低铬、中铬、高铬铸铁球、等温淬火球墨铸铁球。低铬铸铁球成本低、制造工艺简便,耐磨性好,具有一定优势,钢球韧性好,但耐磨性差,而中铬、高铬铸铁球耐磨性好,但成本高,热处理工艺复杂,中锰球墨铸铁球和等温淬火球墨铸铁球耐磨性好,但对原材料要求高,需加合金元素,且受球化率影响,其中等温淬火球墨铸铁球还需要复杂的热处理。低铬白口铸铁球具有生产工艺简便、价格低廉、性能较好的优点,在磨球市场上占有相当份额。低铬白口铸铁球铬含量低,多采用金属型浇注,利用金属型的激冷效应获得致密白口组织,不再高温淬火,仅实行低温回火消除残余应力,应用于水泥、电力干磨作业,耐磨性是普碳钢球的 7~8 倍,应用于矿石等湿磨作业优势更明显,是低碳钢球的 2.5~3 倍,是中高碳钢球的 1.5~2 倍。低铬铸铁磨球性价比较高,但韧性偏低。低铬白口铸铁磨球的组织为莱氏体+珠光体,其韧性和强度取决于脆性的碳化物相(莱氏体为碳化物基体上分布粒状珠光体)。由于大量碳化物相呈连续分布,使其韧性很低。如何在保证硬度的前提下,使韧性和抗磨性达到均衡的统一是生产过程中需要解决的问题。

发明内容

[0003] 本发明正是基于以上技术问题,提供利用钒钛所具有的独特合金化作用,提高磨球的耐磨性和冲击韧性,在降低制造成本的同时,提高使用性能的一种低铬钒钛铸铁磨球。

[0004] 本发明的另外一种目的为提供一种低铬钒钛铸铁磨球的制备方法。

[0005] 本发明的技术方案为:

[0006] 一种低铬钒钛铸铁磨球,按质量百分含量计,其化学成分为:C:2.8~3.1%, Si:0.8~1.0%, Mn:0.7~0.9%, V:0.20~0.25%, Ti:0.05~0.10%, Cr:1.0~2.0%, 余量为 Fe 和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有 P 和 S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。

[0007] 作为进一步优选方案:该低铬钒钛铸铁磨球按质量百分含量计,其化学成分为:C:2.9~3.0%, Si:0.9~1.0%, Mn:0.75~0.85%, V:0.20~0.23%, Ti:0.07~0.08%, Cr:1.5~2.0%, 余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有 P 和 S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。

[0008] 该低铬钒钛铸铁磨球的金相组织为:莱氏体+珠光体;性能为:硬度 48~52HRC, 冲击韧性为:2.5~3.0J/cm²。

[0009] 低铬钒钛铸铁磨球的制备工艺包括以下步骤:

[0010] 1、铸型准备:磨球采用金属型+砂套铸型,造型后对金属型进行预热,预热温度为

150 ~ 200℃,再对型腔表面喷乙炔烟涂料,然后将上下模型合在一起。其中金属型是指金属型铸造,又称硬模铸造,它是将液体金属浇入金属铸型,以获得铸件的一种铸造方法。金属型+砂套铸型是指金属型铸造内套砂型铸造,外侧为金属型,中间为砂型。金属型冷却速度快,砂型冷却速度慢,形成顺序凝固,中间浇冒口最后凝固,有利于补缩。

[0011] 2、铁水熔制:根据钒钛生铁含碳量和废钢含碳量及要求铁水含碳量计算二者配料比例,将钒钛生铁、废钢按计算确定的比例配料,加入中频炉内,送电加热至熔化,升温至 1500 ~ 1550℃熔炼,取样用直读光谱(PDA-5500IV)分析化学成分,加入增碳剂或废钢,当碳含量较低的时候添加增碳剂使碳含量增加,当碳含量较低的时候添加废钢,用硅铁、锰铁、铬铁调整成分,使之成分按质量百分含量计为:C:2.8 ~ 3.1%, Si:0.7 ~ 0.9%, Mn:0.7 ~ 0.9%, V:0.20 ~ 0.25%, Ti:0.05 ~ 0.10%, Cr:1.0 ~ 2.0%,余量为Fe和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有P和S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。熔炼后调整温度达到 1450 ~ 1500℃,出炉。

[0012] 3、铁水处理浇注:将经烘烤过的粒度 1 ~ 3mm 的硅钙孕育剂按铁水量的 0.2% 放入出铁包底部,冲入铁水进行孕育处理。硅钙孕育剂中的主要成分中Si的质量百分含量为 55 ~ 65%,Ca的质量百分含量为 0.8 ~ 3.0%,其余为铁。处理后的铁水进行扒渣处理,表面覆盖保温集渣剂,保温集渣剂为膨胀珍珠岩,其主要成分包括质量百分含量为 68 ~ 74% 的 SiO_2 ,质量百分含量为 10 ~ 16% 的 Al_2O_3 。铁水包吊至浇注点静置,温度达到 1350 ~ 1400℃时浇注。

[0013] 4、打箱清理:浇注后 3 ~ 5 分钟进行打箱,成型后的铁球在干燥的地面上自然冷却至室温,去除浇口,打磨清理。

[0014] 5、热处理:磨球放入热处理炉缓慢升温至 600℃,升温速度为 100 ~ 120℃/h。保温 2 小时后随炉冷却,至 100℃以下出炉。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0016] (一)、以攀枝花廉价钒钛生铁为原料生产低铬铸铁磨球,以钒钛生铁带入的钒钛元素做为合金化元素,利用钒钛独特合金化作用,提高磨球的耐磨性和冲击韧性。

[0017] (二)、在降低制造成本的同时,提高磨球使用性能。

[0018] (三)、还可发挥攀枝花钒钛资源优势,促进钒钛资源综合利用。

附图说明

[0019] 图 1 为实施例 2 中的低铬钒钛铸铁磨球金相组织图:金相组织为:莱氏体+珠光体,放大倍数为 100 倍。金相试样取自 $\phi 100$ 磨球 1/2 半径处,采用 XJP-300 金相显微镜检验。

具体实施方式

[0020] 本发明中的低铬钒钛铸铁磨球,按质量百分含量计,其化学成分为:C:2.8 ~ 3.1%, Si:0.8 ~ 1.0%, Mn:0.7 ~ 0.9%, V:0.20 ~ 0.25%, Ti:0.05 ~ 0.10%, Cr:1.0 ~ 2.0%,余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有P和S,其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。

[0021] 本发明中钒、钛在铸铁中以固溶、析出相和块状化合物形式存在,具有细化强化组

织提高强韧性和耐磨性的作用。钒钛在铸铁中形成弥散分布的细小颗粒状高硬度碳氮化钒和碳氮化钛 (VC—HV2800、TiC—HV3200), 对提高耐磨性发挥重要作用。采用钒钛生铁为原料, 钒钛生铁一般含 V :0.25 ~ 0.35%, 含 Ti :0.15 ~ 0.25%, 配料中除生铁外, 需要加 30% 左右废钢降碳, 考虑到熔炼中钒钛元素烧损, 铁水中 V、Ti 含量可达到 :V :0.20 ~ 0.25%、Ti :0.05 ~ 0.10%, 此范围含量钒钛可显著改善磨球强韧性和耐磨性, 过高则提高成本, 过低效果不明显。碳在白口铸铁中主要形成碳化物, 提高硬度和耐磨性, 但过高则严重增加脆性, 普通低铬铸铁磨球碳含量范围为 2.2 ~ 3.2%, 本发明为保证磨球足够的耐磨性, 并兼顾韧性, 选择 C :2.8 ~ 3.1%。铬是低铬铸铁磨球中的重要元素, 铬是典型的碳化物形成元素, 可稳定细化渗碳体, 并增加珠光体数量, 促进珠光体形成, 增强基体、降低脆性, 从而增加磨机钢球的耐磨性。Cr 具有细化组织, 增加碳化物含量的作用, 低铬铸铁磨球铬含量一般控制在 0.5 ~ 3.5%, Cr 含量在 1.0% ~ 2.0% 范围, 可使磨球硬度和韧性达到较好的平衡。本发明选择 Cr :1.0% ~ 2.0%。适量的硅使奥氏体枝晶得以细化, 碳化物变得细小, 有利于韧性的改善, 但过高的 Si 会导致硬度、韧性和耐磨性的降低, Si 一般控制在 0.6% ~ 1.0%, 本发明硅控制在 0.8 ~ 1.0%。锰是弱碳化物形成元素, 锰含量过高会粗化碳化物, 影响材料的耐磨性, 一般控制在 0.6 ~ 1.1%, 本发明锰控制在 0.7 ~ 0.9%。硫和磷硫和磷均是有害杂质元素, 一般控制为小于 0.12%。

[0022] 低铬钒钛铸铁磨球的制备工艺包括以下步骤:

[0023] 1、铸型准备:磨球采用金属型+砂套铸型,造型后对金属型进行预热,预热温度为 150 ~ 200℃,再对型腔表面喷乙炔烟涂料,然后将上下模型合在一起。

[0024] 2、根据钒钛生铁含碳量和废钢含碳量及要求铁水含碳量计算二者配料比例,将钒钛生铁、废钢按计算确定的比例配料,加入中频炉内,送电加热至熔化,升温至 1500 ~ 1550℃熔炼,取样用直读光谱 (PDA-5500IV) 分析化学成分,加入增碳剂或废钢,碳低加增碳剂碳高加废钢,用硅铁、锰铁、铬铁调整成分,使之成分按质量百分含量计为:C :2.8 ~ 3.1%, Si :0.7 ~ 0.9%, Mn :0.7 ~ 0.9%, V :0.20 ~ 0.25%, Ti :0.05 ~ 0.10%, Cr :1.0 ~ 2.0%, 余量为铁和不可避免的杂质,其中,不可避免的杂质中含有 P 和 S, 其中 $P \leq 0.10\%$, $S \leq 0.10\%$ 。熔炼后调整温度达到 1450 ~ 1500℃, 出炉。

[0025] 3、铁水处理浇注:将经烘烤过的粒度 1 ~ 3mm 的硅钙孕育剂按铁水量的 0.2% 放入出铁包底部,冲入铁水进行孕育处理。硅钙孕育剂含 Si 55-65%, Ca 0.8-3.0%。处理后的铁水扒渣,表面覆盖保温集渣剂 (膨胀珍珠岩主要成分 SiO_2 68 ~ 74% + Al_2O_3 10 ~ 16%), 铁水包吊至浇注点静置,温度达到 1350 ~ 1400℃时浇注。

[0026] 4、打箱清理:浇注后 3 ~ 5 分钟打箱,成型后的铁球在干燥的地面上自然冷却至室温,去除浇口,打磨清理。

[0027] 5、热处理:磨球放入热处理炉缓慢升温 (升温速度 100 ~ 120℃/h) 至 600℃,保温 2 小时后随炉冷却,至 100℃以下出炉。

[0028] 磨球铸型有砂型、金属型、消失模、金属型+砂套,本发明采用金属型+砂套。该工艺优点为:采用金属型铸造本体,冷却速度快,组织致密,采用砂套形成浇冒口,形成顺序凝固条件,有利于补缩和出气排渣。

[0029] 热处理工艺上,低铬铸铁磨球热处理工艺有高温正火 (淬火)+回火、中温回火,前者可改善碳化物形态,但增加生产成本,后者为消除铸造应力,一般多采用后者,本发明采

用中温回火热处理,即 600℃回火 2 小时。

[0030] 以价格低廉的钒钛生铁为原料,以钒钛生铁带入的钒钛为合金化元素,降低成本的同时,提高耐磨性和冲击韧性。使本发明中的低铬铸铁磨球的硬度达到 48 ~ 52HRC,冲击韧性为 :2.5 ~ 3.0J/cm²。

[0031] 下面结合具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述,给出的实施例并不限制本发明的范围,本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

[0032] 实施例 :

[0033] 实施例 1、例 2、例 3 为低铬钒钛铸铁磨球,其铬含量逐渐增加,实施例 4 为普通低铬铸铁磨球,其铬含量与实施例 2 低铬钒钛铸铁磨球相近。各实施例成分如表 1,硬度、冲击韧性如表 2。

[0034] 表 1、实施例低铬铸铁磨球成分 (wt%)

[0035]

元素	C	Si	Mn	P	S	V	Ti	Cr
实施例 1	3.013	0.902	0.774	0.06	0.092	0.209	0.071	1.069
实施例 2	2.959	0.968	0.728	0.073	0.075	0.216	0.078	1.507
实施例 3	2.973	0.946	0.732	0.073	0.085	0.23	0.075	1.761
实施例 4	2.950	1.00	0.834	0.027	0.032	0.024	0.035	1.505

[0036] 表 2、实施例低铬铸铁磨球硬度、冲击韧性

[0037]

性能	φ100 球断面硬度 HRC			φ100 球冲击韧性 J/cm ²
	范围	硬度差	平均硬度	
实施例 1	47.7 ~ 49.6	1.9	48.5	3.0
实施例 2	50.4 ~ 51.9	1.5	51.1	2.5
实施例 3	48.2 ~ 50.6	2.4	49.3	2.5
实施例 4	46.9 ~ 49.3	2.4	48.1	2.0

[0038] 硬度样沿磨球直径切取,尺寸为 10×10,采用 200HKS-150 洛氏硬度计检验,每隔 10mm 检验一点。冲击样沿磨球直径切取,尺寸为 10×10×55(无缺口),采用 RPSW/A 摆锤示波冲击试验机检验,数据为 2 个试样的平均值。

[0039] 由以上实施例试验结果可知:钒和钛元素具有增加磨球硬度和改善磨球冲击韧性的作用。磨球硬度的增加意味着耐磨性的增加,而冲击韧性的改善则意味着抗破碎性能的提高。亦即本发明低铬钒钛铸铁磨球较同样成分和普通低铬铸铁磨球具有更高的耐磨性和抗破碎性能。

[0040] 实施例 1、例 2、例 3 试验数据表明:采用本发明制备方法生产本发明成分范围内不

同成分组合的低铬钒钛铸铁磨球,其性能指标均达到本发明低铬钒钛铸铁磨球技术要求。

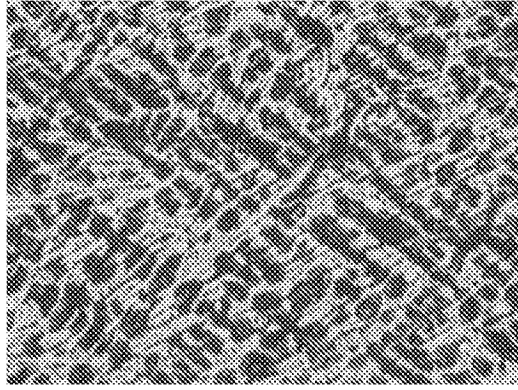


图 1