



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103526125 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 22

(21) 申请号 201210233088. 2

(22) 申请日 2012. 07. 06

(71) 申请人 江苏东冶轧辊有限公司

地址 213155 江苏省常州市武进区湟里镇东
安兴旺路 126 号

(72) 发明人 戴建方 符寒光

(74) 专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务
所(普通合伙) 32231

代理人 徐琳淞

(51) Int. Cl.

C22C 38/56(2006. 01)

C22C 33/06(2006. 01)

B21B 27/00(2006. 01)

B22D 13/02(2006. 01)

B22D 19/16(2006. 01)

C21D 9/38(2006. 01)

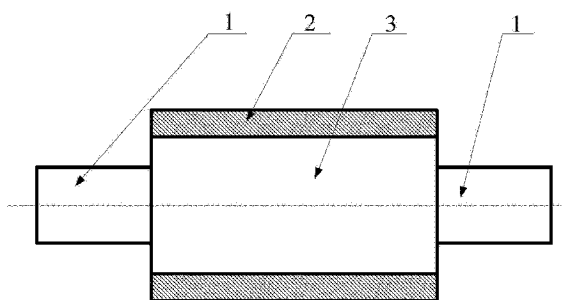
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种半钢轧辊及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种半钢轧辊及其制造方法, 由辊颈、辊身和辊芯组成, 其辊身的化学组成质量百分比为: C: 2. 15~2. 40%、Si 0. 25~0. 45%、Mn 0. 7~1. 0%、Mo 0. 15~0. 40%、Ni 0. 9~1. 1%、Cr 2. 2~2. 5%、V 0. 10~0. 15%、Ti 0. 8~1. 0%、N 0. 02~0. 06%、La 0. 02~0. 05%、Ce 0. 02~0. 05、且 $0. 05\% \leq \text{La} + \text{Ce} \leq 0. 08\%$ 、B 0. 010-0. 025%、Al 0. 8~1. 0%、P<0. 05%、S<0. 03%, 余量 Fe, 因凝固组织细小, 加工性能好, 可以取消球化退火, 缩短生产周期, 降低能耗。



1. 一种半钢轧辊,由辊颈(1)、辊身(2)和辊芯(3)组成,其特征在于:辊身(2)的化学组成质量百分比为:C:2.15~2.40%、Si 0.25~0.45%、Mn 0.7~1.0%、Mo 0.15~0.40%、Ni 0.9~1.1%、Cr 2.2~2.5%、V 0.10~0.15%、Ti 0.8~1.0%、N 0.02~0.06%、La 0.02~0.05%、Ce 0.02~0.05%、且 $0.05\% \leq \text{La}+\text{Ce} \leq 0.08\%$ 、B 0.010-0.025%、Al 0.8~1.0%、P<0.05%、S<0.03%,余量 Fe。

2. 根据权利要求1所述的一种半钢轧辊的制造方法,其特征在于其工艺步骤是:

(1) 轧辊辊身采用电炉熔炼,用离心铸造方法浇注,其工艺步骤为:

① 将普通废钢、碳素铬铁、镍板、增碳剂和钼铁混合加热熔化,钢水熔清后加入硅铁和锰铁;

② 炉前调整成分合格后将温度升至 1560 ~ 1580℃,加入铝脱氧和合金化,而后依次加入钛铁、钒铁和硼铁,保温 5 ~ 10 分钟后出炉;

③ 将氮化铬铁、镧、铈混合稀土破碎至粒度为 8 ~ 12mm 的小块,经 180 ~ 220℃ 烘干后,置于浇包底部,用包内冲入法对钢水进行复合变质处理;

④ 用离心铸造方法浇注轧辊,辊身采用冷型挂砂,挂砂厚度为 10 ~ 15mm,钢水浇注温度为 1460 ~ 1490℃;

⑤ 半钢轧辊热处理,包括高温扩散退火、正火和回火;

高温扩散退火工艺:轧辊随炉加热至 1040 ~ 1070℃,保温 15 ~ 25 小时后,炉冷至 400 ~ 450℃,出炉空冷,然后粗加工。

正火工艺:轧辊随炉加热至 910 ~ 940℃,保温 6 ~ 12 小时,出炉喷雾冷却。

回火工艺:轧辊随炉加热至 530 ~ 560℃,保温 18 ~ 25 小时后,炉冷至 200 ~ 250℃,出炉空冷,最后精加工至规定尺寸和精度

(2) 辊身浇注完毕后,可采用以下两种方法的一种制成轧辊:

① 先用离心方法向旋转的冷型中注入半钢钢水,当其温度降至固相线温度以下 5 ~ 15℃ 时,起型、合箱,再用常规方法向型腔中注入球墨铸铁铁水,得到半钢复合轧辊,半钢复合轧辊浇注完毕、入保温坑缓冷后进行打箱清理,然后热处理和机械加工。

② 先将半钢钢水浇入旋转的冷型中,得到半钢辊环,待其冷却、热处理和机械加工后,再与锻钢辊芯通过过盈配合而装配成半钢复合轧辊。

一种半钢轧辊及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属轧钢技术领域,特别涉及一种半钢轧辊及其制造方法。

背景技术

[0002] 轧辊是冶金企业轧机在生产过程中实现各种成材产品的一种重要的大宗消耗工具。随着当代轧制技术不断向着高速、大型、品种多样、连续化方向发展,迫使冶金行业采用了低温、大压下量、双交叉、双重弯辊、小辊径轧制技术,以降低能耗和提高钢材质量。这些轧制技术迫切要求提高轧辊的耐磨性、抗表面粗糙性和辊芯的强韧性。合金半钢轧辊其碳含量(质量分数)通常在 1.4%~2.5%,力学性能介于钢和铁之间。由于这种轧辊具有硬度落差小、耐磨损性能高等独特性能,尤其是用作线材、型材、初轧机架以及热连轧精轧机前段工作辊,已由球墨铸铁、铸钢轧辊向半钢转化而成为发展方向。

[0003] 目前,国内外对半钢轧辊已进行了深入研究。美国专利 4726417 公开了一种半钢复合轧辊,由铸造半钢辊身和锻钢辊芯冶金复合而成,其中辊身半钢的成分为 1.4-2.5%C, 0.6-0.8%Si, 0.8-1.0%Mn, 0.5-2.5%Ni, 1.0-4.0%Cr, 0.2-2.0% Mo, Fe 余量。但这种轧辊铸态组织粗大,力学性能低,使用寿命短。

[0004] 美国专利 4165407 还公开了一种用于轧钢生产的半钢轧辊材料,其主要特点是在半钢轧辊材料中,加入钒等强碳化物形成元素,生成均匀分布于基体的细小高硬度碳化物,有利于改善半钢轧辊的耐磨性,其具体成分为 1.4%-3.0%C, 0.4%-1.5%Si, 0.4%-2.0%Mn, $\leq 4.0\%Ni$, $\leq 0.8\%Cr$, $\leq 2.0\%Mo$, V, Nb, Ti, Zr 和 W 一种或多种,且其总量为 0.3%-3.5%, Fe 余量。但这种轧辊存在铬含量低,含铬碳化物数量少和耐磨性差的不足。

[0005] 中国发明专利 CN1194897 还公开了一种离心铸造半钢复合轧辊的生产方法,包括离心铸造工作层,常规铸造芯部,以及轧辊的热处理,其特征在于:a、轧辊有半钢的工作层,有球墨铸铁的芯体,及其两者之间有灰口铸铁的过渡层三个部分;b、轧辊的铸造,首先用离心方法向旋转的冷型中注入半钢的钢水,形成工作层;当其温度降至凝固点时,再注入灰口铁的铁水,形成过渡层;当过渡层温度降至凝固点时,起型、合箱,再用常规方法,向芯部空腔中注入球墨铸铁的铁水,形成芯体;c、轧辊的化学成分(W t %):在其半钢的工作层中含有 1.2~2.0%C, 0.15~0.3%Si, 0.6~1.0%Mn, 0.4~0.7%Ni, 1.2~1.8%Cr, 0.2~0.6%Mo, $\leq 0.1\%P$, $\leq 0.03\%S$, 其余 Fe。在其灰口铸铁的过渡层中含有 3.2~3.6%C, 1.0~1.5%Si, 0.4~0.8%Mn, 0.4~0.7%Ni, 0.4~0.8%Cr, $\leq 0.1\%P$, $\leq 0.05\%S$, 其余 Fe。在其球墨铸铁芯体中含有 3.1~3.6%C, 1.6~2.2%Si, $\leq 0.4\%Mn$, 0.6~1.0%Ni, 0.6~1.0%Cr, 0.2~0.4%Mo, 0.02~0.05%Re, 0.025~0.055%Mg, $\leq 0.5\%P$, $\leq 0.03\%S$, 其余 Fe。但是,这种轧辊采用三种金属液体复合而成,存在工艺复杂的不足,且轧辊外层铬含量低,还存在耐磨性差的不足。

[0006] 中国发明专利 CN101406900 还公开了一种离心铸造半钢/石墨钢复合辊环,其特征在于,所述的复合辊环的外层材料为半钢,内层材料为石墨钢,外层半钢的化学成分(wt%) 为:2.0-2.4C、3.0-3.5Cr、0.3-0.6Si、0.5-0.8Mn、0.6-1.2W、0.5-1.0V、0.2-0.4Ti、

0.10-0.25Nb、0.08-0.20RE、0.12-0.20Al、0.003-0.006B、0.03-0.06Ca、 $P \leq 0.04$ 、 $S \leq 0.03$ ，余量为Fe；内层石墨钢的化学成分(wt%)为：1.4-1.8C、1.5-2.0Si、0.5-0.8Mn、0.3-0.5Cr、0.8-1.0Cu、0.03-0.06RE、0.02-0.04Mg、 $Ca < 0.03$ 、 $Al < 0.05$ 、 $P < 0.04$ 、 $S < 0.03$ ，余量为Fe。但是，目前国内外所使用的半钢轧辊仍存在辊面硬度均匀性差，辊身工作层硬度落差大，轧辊耐磨性差、磨损量大和使用寿命短等不足。

发明内容

[0007] 本发明的目的是解决上述存在的问题，提供一种采用离心复合铸造方法生产，提高轧辊工作层的硬度并且具有良好的强韧性与耐磨性；而辊身工作层不仅硬度落差小，还有良好的抗热裂性能、抗冲击性能及咬钢性能。

[0008] 本发明的目的是以如下方式实现的：一种半钢轧辊，由辊颈、辊身和辊芯组成，其特征在于：辊身(2)的化学组成质量百分比为：C：2.15~2.40%、Si 0.25~0.45%、Mn 0.7~1.0%、Mo 0.15~0.40%、Ni 0.9~1.1%、Cr 2.2~2.5%、V 0.10~0.15%、Ti 0.8~1.0%、N 0.02~0.06%、La 0.02~0.05%、Ce 0.02~0.05%、且 $0.05\% \leq La+Ce \leq 0.08\%$ 、B 0.010-0.025%、Al 0.8~1.0%、 $P < 0.05\%$ 、 $S < 0.03\%$ ，余量Fe。

[0009] 上述一种半钢轧辊的制造方法，其特征在于其工艺步骤是：

[0010] (1) 轧辊辊身采用电炉熔炼，用离心铸造方法浇注，其工艺步骤为：

[0011] ① 将普通废钢、碳素铬铁、镍板、增碳剂和钼铁混合加热熔化，钢水熔清后加入硅铁和锰铁；

[0012] ② 炉前调整成分合格后将温度升至1560~1580℃，加入铝脱氧和合金化，而后依次加入钛铁、钒铁和硼铁，保温5~10分钟后出炉；

[0013] ③ 将氮化铬铁、镧、铈混合稀土破碎至粒度为8~12mm的小块，经180~220℃烘干后，置于浇包底部，用包内冲入法对钢水进行复合变质处理；

[0014] ④ 用离心铸造方法浇注轧辊，辊身采用冷型挂砂，挂砂厚度为10~15mm，钢水浇注温度为1460~1490℃；

[0015] ⑤ 半钢轧辊热处理，包括高温扩散退火、正火和回火；

[0016] 高温扩散退火工艺：轧辊随炉加热至1040~1070℃，保温15~25小时后，炉冷至400~450℃，出炉空冷，然后粗加工。

[0017] 正火工艺：轧辊随炉加热至910~940℃，保温6~12小时，出炉喷雾冷却。

[0018] 回火工艺：轧辊随炉加热至530~560℃，保温18~25小时后，炉冷至200~250℃，出炉空冷，最后精加工至规定尺寸和精度

[0019] (2) 辊身浇注完毕后，可采用以下两种方法的一种制成轧辊：

[0020] ① 先用离心方法向旋转的冷型中注入半钢钢水，当其温度降至固相线温度以下5~15℃时，起型、合箱，再用常规方法向型腔中注入球墨铸铁铁水，得到半钢复合轧辊，半钢复合轧辊浇注完毕、入保温坑缓冷后进行打箱清理，然后热处理和机械加工。

[0021] ② 先将半钢钢水浇入旋转的冷型中，得到半钢辊环，待其冷却、热处理和机械加工后，再与锻钢辊芯通过过盈配合而装配成半钢复合轧辊。

[0022] 本发明的化学成分是这样确定的。

[0023] 碳：铸造半钢轧辊的碳含量较高，有利于强度、硬度的提高，由于奥氏体中的碳含

量的增加,显著地降低了临界冷却速度,有利于提高钢的淬透性,但是当碳超过一定数值后,临界冷却速度又上升,综合考虑将钢中碳含量控制在 2.15~2.40% 为宜。

[0024] 硅:硅在冶炼中是作为脱氧剂和有益元素加入的,但其量应当控制在较低的范围。因为,有资料表明,含碳 1.7% 的轧辊中铁素体的热阻可用下式表示:

[0025] $\lambda = 5.83 + 5.49\text{Si}\% + 5.0\text{P}\% + 0.41\text{Mn}\% + 1.21\text{Ni}\% + 0.08\text{Cr}\% + 0.22\text{Mo}\%$

[0026] 式中,各元素含量的百分数用钢的平均成分表示,各项系数是根据各合金元素在渗碳体和铁素体中的分配比例求得的。由此可见,硅是降低轧辊中铁素体导热系数最大的元素,为了提高导热性,减少热应力,缩短凝固时间,必须适当降低硅含量。在本发明中,将硅含量控制在 0.25~0.45%。

[0027] 锰:加入锰主要起脱氧作用,锰还可以提高半钢轧辊的淬透性。考虑到锰元素有促使奥氏体晶粒长大的不利影响,将其含量控制在 0.7~1.0%。

[0028] 铬、镍、钼:铬、镍、钼同时使用时,具有提高淬透性和耐磨性、增加淬火硬化层深度和降低辊身硬度落差的作用。钼达到一定含量时会析出特殊碳化物,降低半钢轧辊的塑性和韧性,其含量应在较低的范围,将钼含量控制在 0.15~0.40%。镍、铬在强化时对半钢轧辊的塑性和韧性的影响很小,其镍含量控制在 0.9~1.1%,铬含量控制在 2.2~2.5%。

[0029] 钒和钛:钒在铸钢中的主要形式为 VC, VN, V(C, N) 等析出相,少量钒固溶于基体,当半钢轧辊含钒量为 0.15 ~ 0.50% 时,其析出相颗粒直径大多数为 10 ~ 20 μm ,随着半钢轧辊中含钒量的增加,其析出颗粒直径增大。钒的析出相以钉扎一样沉淀在半钢轧辊的珠光体中的铁素体上,析出相和固溶作用细化半钢轧辊的珠光体和奥氏体晶粒,使半钢轧辊的珠光体层间距缩短 5 ~ 23%,含钒半钢轧辊的珠光体显微硬度明显提高。钛是极为活泼的元素,与氮、碳都有极强的亲和力,和氧及硫的亲和力也大于铁。从微合金化钢中常用的合金元素来看,钛与碳、氮、氧、硫之间的亲和力均大于钒和铌;与氧和硫的亲和力虽不及稀土,但与碳和氮的亲和力却大于稀土。钛作为合金元素加入半钢轧辊中后,可以以固溶状态、析出状态和化合物状态存在,可同时产生细化晶粒、析出强化和改变硫化物形态的作用。另外,钛还是阻止加热过程中奥氏体晶粒长大最有效的合金元素。因此,为了提高本发明轧辊的综合性能,将钒含量控制在 0.10~0.15%,钛含量控制在 0.8~1.0%。

[0030] 氮:钢中的氮和钛存在极强的亲和力,易形成 TiN 颗粒,这种颗粒呈立方晶体,其熔点高达 2930 $^{\circ}\text{C}$ 。TiN 颗粒可作为初生奥氏体和共晶碳化物的结晶核心,促进凝固组织的细化和共晶渗碳体的断网和孤立分布,可改善半钢轧辊的强度和韧性,加入量过多,易出现气孔,合适的氮含量为 0.02~0.06%。

[0031] 镧和铈:镧和铈具有很好的脱硫去氧和净化钢液的能力,在半钢轧辊中加入适量的镧和铈,可提高结晶过冷度,细化凝固组织,改善轧辊的力学性能、疲劳性能和耐磨性,合适的镧加入量为 0.02~0.05%,合适的铈加入量为 0.02~0.05%,且 $0.05\% \leq \text{La} + \text{Ce} \leq 0.08\%$ 。

[0032] 硼:本发明半钢轧辊中加入适量硼除了提高淬透性和淬硬外,少量硼固溶于渗碳体,有利于提高渗碳体硬度,可改善半钢轧辊的耐磨性,硼加入量过多,将出现脆性极大的 Fe_2B 硼化物,因此合适的硼含量为 0.010~0.025%。

[0033] 铝:铝是非碳化物形成元素,固溶于基体,可以明显提高基体的高温硬度,改善轧辊耐磨性,铝还可以改善碳化物形态和分布,有利于提高轧辊的强韧性。但是,铝含量过高,轧辊中易出现氧化夹杂物,反而损害轧辊性能,合适的铝含量为 0.8~1.0%。

[0034] 本发明轧辊热处理工艺制定依据是：由于半钢材质液固相间隙较大，铸态组织中易形成粗大枝晶以及化学成分偏析，而且当碳含量较高时，钢液在凝固过程中沿晶界形成严重的网状碳化物和魏氏组织，严重影响基体强度，恶化了轧辊的抗热疲劳性能。因此半钢轧辊首先需要进行高温扩散退火，其主要目的是为了改善铸态不合理组织和碳化物的形态，为随后的热处理进行组织准备。半钢轧辊经 1040 ~ 1070℃ 高温加热和保温 15 ~ 25 小时，随后炉冷至 400 ~ 450℃ 出炉空冷，偏析明显减轻，且碳化物变成孤立状分布，可改善轧辊的综合性能。半钢轧辊在 910 ~ 940℃ 进行高温正火处理的目的是为了细化晶粒、均匀组织，进一步改善碳化物形态及其基体组织，选择喷雾冷却是为了防止轧辊辊身内部出现粗大的片状珠光体组织。半钢轧辊的回火处理会使正火后的残余应力进一步消除，同时在不同的回火温度状态下使得其组织与形态发生转变。半钢轧辊随炉加热至 530 ~ 560℃，保温 18 ~ 25 小时后，炉冷至 200 ~ 250℃，出炉空冷后具有优良的综合力学性能和使用性能。

[0035] 本发明的优点：

[0036] (1) 本发明轧辊因凝固组织细小，加工性能好，可以取消球化退火，缩短生产周期，降低能耗。

[0037] (2) 本发明轧辊辊面硬度高，达到 62 ~ 64 HSD，硬度均匀性好。辊身工作层硬度落差小，离辊表面 50mm 处的硬度落差小于 6 HSD。

[0038] (3) 本发明轧辊抗拉强度高，达到 980 ~ 1040 Mpa，冲击韧性好，达到 38 ~ 42J/cm²。

[0039] (4) 本发明轧辊耐磨性好，使用寿命比普通半钢轧辊提高 30 ~ 45%。

附图说明

[0040] 为了使本发明的内容更容易被清楚地理解，下面根据具体实施例并结合附图，对本发明作进一步详细的说明，其中

[0041] 图 1 是本发明轧辊的结构示意图；

[0042] 附图标记：1、辊颈、2、辊身、3 辊芯。

具体实施方式：

[0043] 实施例 1

[0044] 采用两台电炉分别熔炼辊身半钢和芯部球墨铸铁，浇注 $\Phi 950\text{mm} \times 1550\text{mm} \times 4350\text{mm}$ 半钢复合轧辊，其制造工艺步骤是：

[0045] ① 将普通废钢、碳素铬铁、镍板、增碳剂和钼铁混合加热熔化，钢水熔清后加入硅铁和锰铁；

[0046] ② 炉前调整成分合格后将温度升至 1562℃，加入铝脱氧和合金化，而后依次加入钛铁、钒铁和硼铁，保温 10 分钟后出炉；

[0047] ③ 将氮化铬铁、镧、铈混合稀土破碎至粒度为 8 ~ 12mm 的小块，经 220℃ 烘干后，置于浇包底部，用包内冲入法对钢水进行复合变质处理；

[0048] ④ 用离心铸造方法浇注轧辊，辊身采用冷型挂砂，挂砂厚度为 15mm。先用离心方法向旋转的冷型中注入温度为 1464℃ 的半钢钢水，当其温度降至固相线温度以下 5 ~ 15℃ 时，起型、合箱，再用常规方法向型腔中注入球墨铸铁铁水，得到半钢复合轧辊，半钢复合轧

辊浇注完毕、入保温坑缓冷后进行打箱清理,然后热处理和机械加工。

[0049] ⑤ 半钢轧辊热处理,包括高温扩散退火、正火和回火。

[0050] 高温扩散退火工艺:轧辊随炉加热至 1070℃,保温 15 小时后,炉冷至 400℃,出炉空冷,然后粗加工。

[0051] 正火工艺:轧辊随炉加热至 940℃,保温 12 小时后,出炉喷雾冷却。

[0052] 回火工艺:轧辊随炉加热至 560℃,保温 25 小时后,炉冷至 200℃,出炉空冷,最后精加工至规定尺寸和精度。本实施例轧辊辊身化学成分见表 1,辊身力学性能见表 2。

[0053] 表 1 轧辊辊身化学成分(质量分数,%)

[0054]

元素	C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	V	Ti
成分	2.16	0.44	0.70	0.17	1.08	2.23	0.15	0.82
元素	N	La	Ce	B	Al	S	P	Fe
成分	0.06	0.02	0.04	0.024	0.81	0.021	0.036	余量

[0055] 表 2 辊身力学性能

[0056]

辊面硬度 /HSD	抗拉强度/MPa	冲击韧性 /J.cm ⁻²	离辊表面 50mm 处的 硬度落差/HSD
62.5	1035.2	38.5	5.2

[0057] 实施例 2:

[0058] 采用两台电炉分别熔炼辊身半钢和芯部球墨铸铁,浇注 $\Phi 970\text{mm} \times 1900\text{mm} \times 3480\text{mm}$ 半钢复合轧辊,其制造工艺步骤是:

[0059] ① 将普通废钢、碳素铬铁、镍板、增碳剂和钼铁混合加热熔化,钢水熔清后加入硅铁和锰铁;

[0060] ② 炉前调整成分合格后将温度升至 1579℃,加入铝脱氧和合金化,而后依次加入钛铁、钒铁和硼铁,保温 5 分钟后出炉;

[0061] ③ 将氮化铬铁、镧、铈混合稀土破碎至粒度为 8~12mm 的小块,经 180℃ 烘干后,置于浇包底部,用包内冲入法对钢水进行复合变质处理;

[0062] ④ 用离心铸造方法浇注轧辊,辊身采用冷型挂砂,挂砂厚度为 14mm。先用离心方法向旋转的冷型中注入温度为 1487℃ 的半钢钢水,当其温度降至固相线温度以下 5~15℃ 时,起型、合箱,再用常规方法向型腔中注入球墨铸铁铁水,得到半钢复合轧辊,半钢复合轧辊浇注完毕、入保温坑缓冷后进行打箱清理,然后热处理和机械加工。

[0063] ⑤ 半钢轧辊热处理,包括高温扩散退火、正火和回火。

[0064] 高温扩散退火工艺:轧辊随炉加热至 1040℃,保温 25 小时后,炉冷至 430℃,出炉空冷,然后粗加工。

[0065] 正火工艺:轧辊随炉加热至 920℃,保温 10 小时后,出炉喷雾冷却。

[0066] 回火工艺:轧辊随炉加热至 530℃,保温 25 小时后,炉冷至 220℃,出炉空冷,最后精加工至规定尺寸和精度。本实施例轧辊辊身化学成分见表 3,辊身力学性能见表 4。

[0067] 表 3 轧辊辊身化学成分(质量分数,%)

[0068]

元素	C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	V	Ti
成分	2.38	0.25	0.95	0.25	0.91	2.49	0.12	0.99
元素	N	La	Ce	B	Al	S	P	Fe
成分	0.03	0.05	0.03	0.013	0.98	0.019	0.035	余量

[0069] 表 4 辊身力学性能

[0070]

辊面硬度 /HSD	抗拉强度/MPa	冲击韧性 /J.cm ⁻²	离辊表面 50mm 处的 硬度落差 /HSD
63.8	985.6	41.7	5.5

[0071] 实施例 3:

[0072] 采用一台电炉熔炼辊身半钢,浇注 $\Phi 1220\text{mm} \times 350\text{mm} \times 1680\text{mm}$ 半钢复合轧辊,其制造工艺步骤是:

[0073] ① 将普通废钢、碳素铬铁、镍板、增碳剂和钼铁混合加热熔化,钢水熔清后加入硅铁和锰铁;

[0074] ② 炉前调整成分合格后将温度升至 1575℃,加入铝脱氧和合金化,而后依次加入钛铁、钒铁和硼铁,保温 8 分钟后出炉;

[0075] ③ 将氮化铬铁、镧、铈混合稀土破碎至粒度为 8~12mm 的小块,经 200℃ 烘干后,置于浇包底部,用包内冲入法对钢水进行复合变质处理;

[0076] ④ 用离心铸造方法浇注轧辊,辊身采用冷型挂砂,挂砂厚度为 11mm,钢水浇注温度为 1472℃。先将半钢钢水浇入旋转的冷型中,得到半钢辊环,待其冷却、热处理和机械加工后,再与锻钢辊芯通过过盈配合而装配成半钢复合轧辊。

[0077] ⑤ 半钢轧辊热处理,包括高温扩散退火、正火和回火。

[0078] 高温扩散退火工艺:轧辊随炉加热至 1060℃,保温 15 小时后,炉冷至 430℃,出炉空冷,然后粗加工。

[0079] 正火工艺:轧辊随炉加热至 920℃,保温 6 小时后,出炉喷雾冷却。

[0080] 回火工艺:轧辊随炉加热至 550℃,保温 18 小时后,炉冷至 240℃,出炉空冷,最后精加工至规定尺寸和精度。本实施例轧辊辊身化学成分见表 5,辊身力学性能见表 6。

[0081] 表 5 轧辊辊身化学成分(质量分数,%)

[0082]

元素	C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	V	Ti
成分	2.25	0.37	0.84	0.38	1.02	2.36	0.10	0.90
元素	N	La	Ce	B	Al	S	P	Fe
成分	0.05	0.04	0.04	0.021	0.91	0.023	0.032	余量

[0083] 表 6 辊身力学性能

[0084]

辊面硬度 /HSD	抗拉强度/MPa	冲击韧性 /J.cm ⁻²	离辊表面 50mm 处的 硬度落差/HSD
62.4	1010.7	38.8	4.9

[0085] 本发明半钢轧辊已在热轧带钢轧机和 H 型钢轧机上进行了工业试验考核,试验发现,本发明轧辊硬度高、硬度均匀性好,辊身硬度落差小,轧辊使用中无剥落、开裂和断辊现象出现,在相同轧钢条件下,其使用寿命比常用半钢轧辊 ZUB200CrNiMo(GB/T 1503 — 2008 铸钢轧辊)提高 30 ~ 45%,而两者生产成本相当。推广应用本发明轧辊,可提高轧机作业率,减轻工人劳动强度,降低轧材生产成本,具有显著的经济和社会效益。

[0086] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

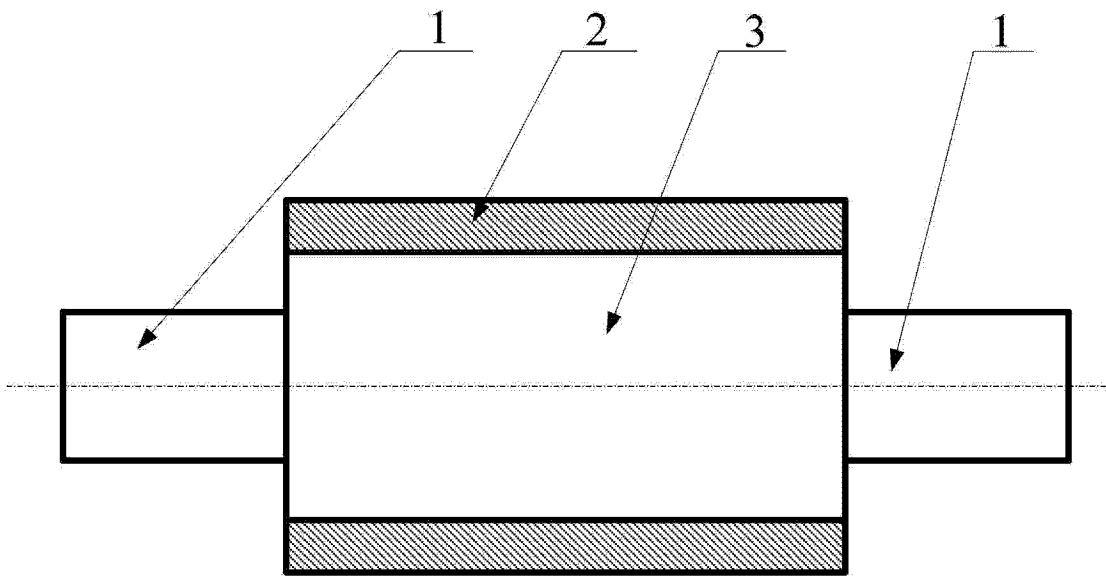


图 1