



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101773935 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 201010033818. 5

(22) 申请日 2010. 01. 08

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 符寒光 雷永平 杜忠泽 蒋志强

(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

JP 5-70883 A, 1993. 03. 23,

JP 4-83853 A, 1992. 03. 17,

CN 1846887 A, 2006. 10. 18,

CN 101037760 A, 2007. 09. 19,

审查员 周天娟

(51) Int. Cl.

B21B 27/02 (2006. 01)

C22C 38/54 (2006. 01)

B22D 1/00 (2006. 01)

B22D 13/02 (2006. 01)

C21D 9/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1439472 A, 2003. 09. 03,

CN 101445892 A, 2009. 06. 03,

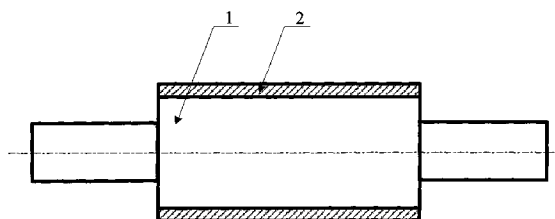
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

高速钢复合轧辊及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高速钢复合轧辊,包括外层和辊芯,所述外层的化学组成成分(质量分数,%)是:0.5-0.8C,1.5-1.8B,8.0-11.0Cr,4.0-5.5Mo,1.0-1.2V,2.0-2.5Al,0.1-0.4Ni,0.04-0.08Mg,0.06-0.15Ti,Si<0.7,Mn<0.4,S<0.04,P<0.05,余量为Fe;所述辊芯是球墨铸铁。本发明还公开了上述复合轧辊的制备方法:将复合轧辊外层和辊芯分别用电炉熔炼,采用离心铸造方法复合成形。该复合轧辊取消高温热处理,工艺简便,能耗低。轧辊辊面硬度高、耐磨性好,辊芯强度高,使用安全、可靠,使用寿命长,且生产成本低,推广应用具有较好的经济效益。



1. 一种高速钢复合轧辊,其特征在於,包括外层和辊芯,所述外层的化学组成及其质量分数%是:0.5-0.8C,1.5-1.8B,8.0-11.0Cr,4.0-5.5Mo,1.0-1.2V,2.0-2.5Al,0.1-0.4Ni,0.04-0.08Mg,0.06-0.15Ti, Si < 0.7, Mn < 0.4, S < 0.04, P < 0.05,余量为Fe;所述辊芯是球墨铸铁。

2. 按照权利要求1所述的高速钢复合轧辊的制备方法,其特征在於,该方法将复合轧辊外层和辊芯分别用电炉熔炼,采用离心铸造方法复合成形,其工艺步骤是:

1) 轧辊外层高速钢的钢水熔炼

①将普通废钢、铬铁和钼铁混合放入炉中加热熔化,钢水熔清后加入0.1%-0.3%的硅钙合金预脱氧;

②炉前调整成分合格后将温度升至1540℃~1580℃,加入铝脱氧和合金化,而后依次加入钒铁、硼铁和钛铁,钢水温度达到1540℃~1580℃时出炉;

③将镁镍合金置于浇包底部,用包内冲入法对钢水进行合金化处理;

2) 轧辊用离心铸造方法复合而成的工艺步骤是:

①先将高速钢钢水浇入在离心机上旋转的铸型内,钢水浇注温度为1430℃~1460℃;

②外层钢水浇注完毕6~18分钟后,用非接触式测温仪测量外层内表面温度,当温度为1230℃~1290℃时,浇入辊芯球墨铸铁铁水,铁水浇注温度为1330℃~1360℃;

3) 高速钢复合轧辊热处理

高速钢复合轧辊辊面温度低于300℃时,将轧辊毛坯置于加热炉内进行去应力退火处理,加热温度350~450℃,保温时间6~20小时,然后炉冷至温度低于200℃,出炉空冷至室温,最后加工至规定尺寸和精度。

高速钢复合轧辊及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明为一种高速钢轧辊及其制备方法,特别涉及一种高速钢复合轧辊及其制备方法,属于轧钢技术领域。

背景技术

[0002] 轧辊是轧钢生产中消耗量较大的冶金备件,轧辊质量的高低直接决定轧材的表面质量、尺寸精度和轧机生产作业率,提高轧辊性能,延长轧辊使用寿命,降低轧辊生产成本,是国内外轧钢使用企业和轧辊制造企业持续关注的重要课题,其中高碳高钒高速钢轧辊因硬度高、耐磨性好而备受轧钢企业关注,并已得到广泛应用。

[0003] 中国发明专利 CN101220440 公开了一种轧辊及其生产工艺,轧辊由 W6Mo5Cr4V2 高速钢制成,生产工艺如下:a. 材料准备;b. 加工毛坯两端面;c. 加工两端中心孔;d. 粗车加工;e. 在成品长度外钻吊装孔;f. 进行调质处理使辊身硬度达到 40-50HSD;g. 修正两端中心孔;h. 半精车加工;i. 对辊身进行粗磨;j. 调质处理使辊身表面淬火硬度达到 88-93HSD;k. 加工两端长度至要求尺寸;l. 进行精车加工;m. 粗磨辊身和辊颈;n. 进行除应力处理;o. 修两端中心孔;p. 精磨辊身和辊颈;q. 超精磨辊身和辊颈至成品。中国发明专利 CN1197415 还公开了一种性能良好的高速钢热轧轧辊。该轧辊的特征在于,具有一外层,所述外层的成分重量百分比为:2.4-2.9% C, < 1.0% Si, < 1.0% Mn, 12-18% Cr, 3-9% Mo, 3-8% V, 0.5-4.0% Nb, 且同时满足下述 (1)、(2) 两式:(1) $0.27 \leq \text{Mo}(\%) / \text{Cr}(\%) \leq 0.7$; (2) $\text{C}(\%) + 0.2 \cdot \text{Cr}(\%) \leq 6.2$, 其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0004] 中国发明专利 CN101225500 还公开了一种轧辊用高钼高钒微偏析铸造高速钢。其具体化学成分如下 (wt%): C 1.2 ~ 2.8%, Si 0.2 ~ 1.0%, Mn 0.2 ~ 1.0%, Ni 0.3 ~ 1.2%, Cr 3.0 ~ 6.0%, Mo 5.0 ~ 10.0%, V 5.0 ~ 12.0%, Al 0.1 ~ 0.7%, P \leq 0.025%, S \leq 0.025%, 其余为铁。该发明特点是在高速钢中增加 Mo、V 含量来替代传统轧辊用高速钢中的 W 元素,以减少重元素 W 在离心铸造时造成的比重偏析,但钒及其形成的碳化物密度低,离心铸造过程中易富集于轧辊内表面,导致轧辊性能不均匀。中国发明专利 CN1803339 还公开了一种低裂纹型高速钢轧辊及其离心铸造方法,制成的该低裂纹型高速钢轧辊的化学成分的重量百分比为: C: 1.5% ~ 2.0%, W: 3.0% ~ 6.0%, Mo: 1.5% ~ 3.0%, V: 3.0% ~ 10.0%, Cr: 3.0% ~ 10.0%, Ni: 1.5% ~ 3.0%, Mn < 1.5%, Si < 1.5%, RE: 0.08% ~ 0.20%, K: 0.05% ~ 0.15%, Mg: 0.04% ~ 0.10%, 其中, $0.20 < \text{RE} + \text{K} + \text{Mg} < 0.40$, 余量为 Fe 和不可避免的微量杂质。其制造工艺采用变速离心铸造、变流量浇注和变速凝固冷却,调整铸型与轧辊内的温度场和应力场分布,消除离心铸造高速钢轧辊裂纹,但铸造工艺复杂,操作麻烦,轧辊质量的稳定性较差。中国发明专利 CN100999804 还公开了一种新型高碳高钨高速钢轧辊及其制备方法,该发明中高碳高钨高速钢轧辊含有: 碳 2.0% ~ 3.0%, 钨 6.0% ~ 18.0%, 钒 2.0% ~ 4.0%, 钼 1.0% ~ 3.0%, 铬 3.0% ~ 9.0%, 硅小于 1.2%, 锰小于 1.2%; 制成的该高碳高钨高速钢轧辊含有钒、钨系的 MC 型复合碳化物。该发明中高碳高钨高速钢轧辊的制备方法是,将高碳高钨高速钢加热到 1580℃ ~ 1620℃

后脱氧；在 1400℃～1500℃浇铸，同时对离心铸型施加 0.05T～0.25T 的稳恒磁场，并以 600-1800 转/分钟转速旋转至成型。但是，电磁场的加入，轧辊外层组织不致密，降低轧辊耐磨性。日本专利 JP2006/304932 也公开了一种离心铸造复合轧辊，外层含有 C:2.5～9%、Si:0.1～3.5%、Mn:0.1～3.5%、V:11～40%，余量为 Fe 及不可避免的杂质构成；中间层，由形成于上述外层内面的高速钢类合金构成；内层，由形成于上述中间层内面的铸铁或铸钢构成。但是上述高速钢轧辊都含有较多价格昂贵的钨、钼、钒、铌、钴等合金元素，导致轧辊生产成本高，推广使用的竞争力差，而且高速钢轧辊都要进行高温热处理，既浪费能源，污染环境，且高温加热和保温过程中，使辊芯组织粗化，辊芯性能下降，导致轧辊使用中易发生断辊事故，影响轧机的正常运行。

发明内容

[0005] 本发明目的是解决现有高速钢轧辊使用中存在的上述问题，提供一种外层是高速钢、辊芯是球铁，且外层和辊芯通过离心复合方法紧密结合在一起的高速钢复合轧辊及其制备方法，提高高速钢的硬度，改善其耐磨性，使其铸态具有高硬度，使辊芯保持高强度，确保轧辊的安全使用。

[0006] 本发明的目的可以通过以下措施来实现：

[0007] 本发明高速钢复合轧辊，其特征在于，包括外层和辊芯，所述外层的化学组成成分（质量分数，%）是：0.5-0.8C, 1.5-1.8B, 8.0-11.0Cr, 4.0-5.5Mo, 1.0-1.2V, 2.0-2.5Al, 0.1-0.4Ni, 0.04-0.08Mg, 0.06-0.15Ti, Si < 0.7, Mn < 0.4, S < 0.04, P < 0.05, 余量为 Fe；所述辊芯是球墨铸铁。

[0008] 上述高速钢复合轧辊的制备方法，其特征在于，该方法将复合轧辊外层和辊芯分别用电炉熔炼，采用离心铸造方法复合成形，其工艺步骤是：

[0009] 1) 轧辊外层高速钢的钢水熔炼

[0010] ①将普通废钢、铬铁和钼铁混合放入炉中加热熔化，钢水熔清后加入 0.1% - 0.3% 的硅钙合金预脱氧；

[0011] ②炉前调整成分合格后将温度升至 1540℃～1580℃，加入铝脱氧和合金化，而后依次加入钒铁、硼铁和钛铁，钢水温度达到 1540℃～1580℃时出炉；

[0012] ③将镁镍合金置于浇包底部，用包内冲入法对钢水进行合金化处理；

[0013] 2) 轧辊用离心铸造方法复合而成的工艺步骤是：

[0014] ①先将高速钢钢水浇入在离心机上旋转的铸型内，钢水浇注温度为 1430℃～1460℃；

[0015] ②外层钢水浇注完毕 6～18 分钟后，用非接触式测温仪测量外层内表面温度，当温度为 1230℃～1290℃时，浇入辊芯球墨铸铁铁水，铁水浇注温度为 1330℃～1360℃；

[0016] 3) 高速钢复合轧辊热处理

[0017] 高速钢复合轧辊辊面温度低于 300℃时，将轧辊毛坯置于加热炉内进行去应力退火处理，加热温度 350～450℃，保温时间 6～20 小时，然后炉冷至温度低于 200℃，出炉空冷至室温，最后加工至规定尺寸和精度。

[0018] 轧辊材质的性能是由金相组织决定的，而轧辊的组织取决于化学成分及热处理工艺，本发明化学成分是这样确定的：

[0019] 碳和硼：加入碳和硼，部分溶于基体，提高基体淬硬性和淬透性，部分形成高硬度的碳硼化合物，有利于改善轧辊耐磨性，加入量过少，轧辊硬度低，耐磨性差，加入量过多，则脆性大，使用中易开裂和剥落，合适的碳加入量是 0.5-0.8%，合适的硼加入量是 1.5-1.8%。

[0020] 铬：加入铬的目的是提高基体的淬透性，另外，铬还可以提高轧辊的抗氧化性能，铬还可以防止轧辊使用中表面出现粗化现象，有利于改善轧材表面质量，合适的铬加入量是 8.0-11.0%。

[0021] 钼：轧辊中加入钼主要是为了提高轧辊的红硬性，改善轧辊的高温耐磨性能，提高轧辊使用寿命，但是，钼的价格较高，加入过多将使轧辊生产成本增加，合适的钼加入量是 4.0-5.5%。

[0022] 钒：轧辊中加入钒可形成高硬度的 V(C, B) 型含钒碳硼化合物，有利于改善轧辊耐磨性，钒还有细化轧辊组织的作用，但是，钒及其形成的 V(C, B) 型含钒碳硼化合物密度低，在离心浇注过程中易出现偏析，因此合适的钒加入量是 1.0-1.2%。

[0023] 铝和镍：铝和镍是非碳化物和硼化物形成元素，主要溶于基体，铝可以提高基体红硬性和轧辊硬度，镍可以提高轧辊强度，但是铝的加入易使轧辊组织中出现夹杂物，损害轧辊的强度、韧性，降低热疲劳性能，合适的铝加入量是 2.0-2.5%，合适的镍加入量是 0.1-0.4%。

[0024] 镁和钛：在轧辊中加入适量镁可以改善碳硼化合物的形态和分布，加入钛可以细化轧辊凝固组织，合适的镁加入量是 0.04-0.08%，合适的钛加入量是 0.06-0.15%。

[0025] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0026] 1) 本发明轧辊铸态硬度高，大于 89HSD，取消了高温淬火，节约能源，缩短了生产周期。

[0027] 2) 本发明轧辊只在 350 ~ 450℃ 进行去应力退火处理，辊芯保持高强度，达到 510 ~ 570Mpa，外层硬度维持在 82 ~ 87HSD。

[0028] 3) 本发明轧辊不含铌、钴、钨等昂贵合金元素，且钒元素加入量也较少，其生产成本比高碳高钒高速钢轧辊降低 20 ~ 25%。

[0029] 4) 本发明轧辊采用离心复合铸造方法生产，工艺简便，生产效率高。

[0030] 5) 本发明轧辊在棒材和带钢轧机上使用，安全可靠，无剥落和断辊现象出现，使用寿命比高镍铬无限冷硬铸铁轧辊提高 3 ~ 5 倍，比高碳高钒高速钢轧辊提高 20 ~ 25%。

附图说明

[0031] 图 1 是本发高速钢复合轧辊示意图，1- 辊芯（材质是球墨铸铁），2- 外层（材质是本发明含硼高速钢材料）

具体实施方式

[0032] 下面结合实施例对本发明做进一步详述：

[0033] 实施例 1：

[0034] 高速钢复合轧辊的外层 (2) 和辊芯 (1) 分别用 500 公斤和 1500 公斤电炉熔炼，采用离心铸造方法复合成形，其工艺步骤是：

[0035] 1) 轧辊外层 (2) 高速钢的钢水熔炼

[0036] ①将普通废钢、铬铁和钼铁按权利要求 1 的复合轧辊外层 (2) 成分要求混合放入炉中加热熔化, 钢水熔清后加入 0.1% 的硅钙合金预脱氧;

[0037] ②炉前调整成分合格后将温度升至 1543℃, 加入铝脱氧和合金化, 而后依次加入钒铁、硼铁和钛铁, 钢水温度达到 1546℃ 时出炉;

[0038] ③将镁镍合金置于浇包底部, 用包内冲入法对钢水进行合金化处理;

[0039] 2) 轧辊用离心铸造方法复合而成的工艺步骤是:

[0040] ①先将高速钢钢水浇入在离心机上旋转的铸型内, 钢水浇注温度为 1437℃;

[0041] ②外层 (2) 钢水浇注完毕 6 分钟后, 用非接触式测温仪测量外层 (2) 内表面温度, 当温度为 1264℃ 时, 浇入辊芯 (1) 球墨铸铁铁水, 铁水浇注温度为 1338℃;

[0042] 3) 高速钢复合轧辊热处理

[0043] 高速钢复合轧辊辊面温度低于 300℃ 时, 将轧辊毛坯置于加热炉内进行去应力退火处理, 加热温度 350℃, 保温时间 20 小时, 然后炉冷至温度低于 200℃, 出炉空冷至室温, 最后加工至规定尺寸和精度。复合轧辊外层 (2) 成分见表 1, 轧辊外层 (2) 硬度达到 86.3HSD, 辊芯 (1) 强度达到 560Mpa。

[0044] 实施例 2:

[0045] 高速钢复合轧辊的外层 (2) 和辊芯 (1) 分别用 500 公斤和 1500 公斤电炉熔炼, 采用离心铸造方法复合成形, 其工艺步骤是:

[0046] 1) 轧辊外层 (2) 高速钢的钢水熔炼

[0047] ①将普通废钢、铬铁和钼铁按权利要求 1 的复合轧辊外层 (2) 成分要求混合放入炉中加热熔化, 钢水熔清后加入 0.3% 的硅钙合金预脱氧;

[0048] ②炉前调整成分合格后将温度升至 1573℃, 加入铝脱氧和合金化, 而后依次加入钒铁、硼铁和钛铁, 钢水温度达到 1578℃ 时出炉;

[0049] ③将镁镍合金置于浇包底部, 用包内冲入法对钢水进行合金化处理;

[0050] 2) 轧辊用离心铸造方法复合而成的工艺步骤是:

[0051] ①先将高速钢钢水浇入在离心机上旋转的铸型内, 钢水浇注温度为 1455℃;

[0052] ②外层 (2) 钢水浇注完毕 18 分钟后, 用非接触式测温仪测量外层 (2) 内表面温度, 当温度为 1236℃ 时, 浇入辊芯 (1) 球墨铸铁铁水, 铁水浇注温度为 1358℃;

[0053] 3) 高速钢复合轧辊热处理

[0054] 高速钢复合轧辊辊面温度低于 300℃ 时, 将轧辊毛坯置于加热炉内进行去应力退火处理, 加热温度 450℃, 保温时间 6 小时, 然后炉冷至温度低于 200℃, 出炉空冷至室温, 最后加工至规定尺寸和精度。复合轧辊外层 (2) 成分见表 1, 轧辊外层 (2) 硬度达到 82.7HSD, 辊芯 (1) 强度达到 525Mpa。

[0055] 实施例 3:

[0056] 高速钢复合轧辊的外层 (2) 和辊芯 (1) 分别用 750 公斤和 3000 公斤电炉熔炼, 采用离心铸造方法复合成形, 其工艺步骤是:

[0057] 1) 轧辊外层 (2) 高速钢的钢水熔炼

[0058] ①将普通废钢、铬铁和钼铁按权利要求 1 的复合轧辊外层 (2) 成分要求混合放入炉中加热熔化, 钢水熔清后加入 0.2% 的硅钙合金预脱氧;

[0059] 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,而后依次加入钒铁、硼铁和钛铁,钢水温度达到 1565℃时出炉;

[0060] ③将镁镍合金置于浇包底部,用包内冲入法对钢水进行合金化处理;

[0061] 2) 轧辊用离心铸造方法复合而成的工艺步骤是:

[0062] ①先将高速钢钢水浇入在离心机上旋转的铸型内,钢水浇注温度为 1447℃;

[0063] ②外层 (2) 钢水浇注完毕 12 分钟后,用非接触式测温仪测量外层 (2) 内表面温度,当温度为 1260℃时,浇入辊芯 (1) 球墨铸铁铁水,铁水浇注温度为 1349℃;

[0064] 3) 高速钢复合轧辊热处理

[0065] 高速钢复合轧辊辊面温度低于 300℃时,将轧辊毛坯置于加热炉内进行去应力退火处理,加热温度 400℃,保温时间 12 小时,然后炉冷至温度低于 200℃,出炉空冷至室温,最后加工至规定尺寸和精度。复合轧辊外层 (2) 成分见表 1,轧辊外层 (2) 硬度达到 84.7HSD,辊芯 (1) 强度达到 540Mpa。

[0066] 表 1 复合轧辊外层成分 (质量分数, %)

[0067]

元素	C	B	Cr	Mo	V	Al	Ni
实施例 1	0.79	1.53	10.95	4.04	1.00	2.46	0.11
实施例 2	0.52	1.80	8.01	5.46	1.17	2.37	0.25
实施例 3	0.65	1.68	9.80	4.82	1.15	2.01	0.38
元素	Mg	Ti	Si	Mn	S	P	Fe
实施例 1	0.04	0.14	0.63	0.29	0.026	0.041	余量
实施例 2	0.06	0.06	0.47	0.30	0.021	0.035	余量
实施例 3	0.08	0.09	0.58	0.36	0.027	0.043	余量

[0068] 目前,本发明轧辊已在热轧带钢轧机和棒材轧机上进行了工业使用考核,本发明轧辊外层和辊芯结合良好,外层硬度高,耐磨性好,辊芯强度高,轧辊使用中无脱套、断辊和剥落现象出现,轧辊使用安全可靠,其使用寿命比高镍铬无限冷硬铸铁轧辊提高 3 ~ 5 倍,比高碳高钒高速钢轧辊提高 20 ~ 25%,而生产成本仅比高镍铬无限冷硬铸铁轧辊提高 30 ~ 35%,比高碳高钒高速钢轧辊降低 20 ~ 25%。使用本发明轧辊,可提高轧机作业率,降低轧材生产成本,具有良好的经济和社会效益。

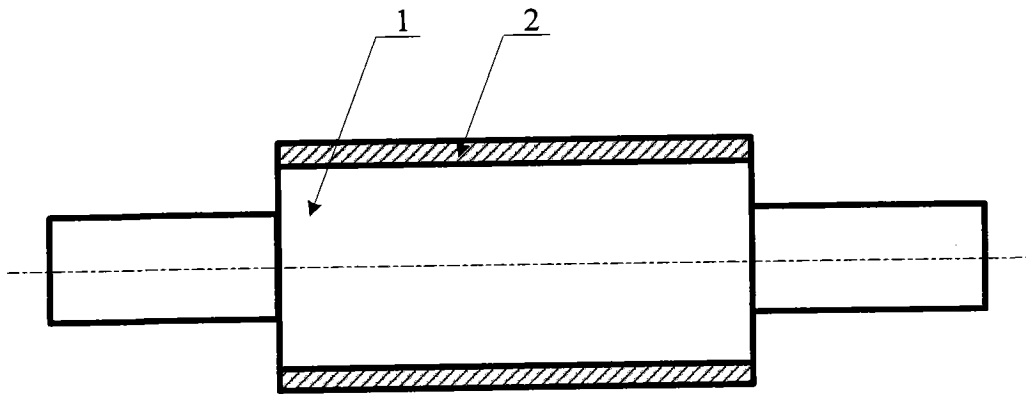


图 1