



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104264043 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201410537913.7

G22C 37/10(2006.01)

(22)申请日 2014.10.13

G22C 38/56(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G22C 38/48(2006.01)

申请公布号 CN 104264043 A

B22D 13/02(2006.01)

B22D 19/16(2006.01)

(43)申请公布日 2015.01.07

G21D 1/26(2006.01)

(73)专利权人 邢台德龙机械轧辊有限公司

(56)对比文件

地址 054009 河北省邢台市邢台县南石门镇邢台德龙机械轧辊有限公司

CN 102615108 A,2012.08.01,权利要求1-2.

(72)发明人 赵立波 刘杰兵 孙建勋 丁坤飞
李义良 张群兴 李群锁 吴延祥

CN 101412050 A,2009.04.22,全文.

CN 102994692 A,2013.03.27,全文.

CN 103624084 A,2014.03.12,全文.

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

审查员 王冬妮

代理人 张慧

(51)Int.Cl.

G22C 38/12(2006.01)

权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种离心铸造耐磨高速钢复合轧辊及其制备方法

(57)摘要

一种离心铸造耐磨高速钢复合轧辊及其制备方法,属于轧辊制造技术领域。本发明轧辊由外层、中间层和辊芯三部分复合成一体。外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.60~2.40%C,0.3~1.0%Mn,0.3~1.2%Si,4.0~6.5%Cr,4.0~6.5%Mo,3.0~6.5%V,3.0~5.0%W,1.0~4.0%Nb,0.3~1.5%Ni,S<0.03%,P<0.03%,0.06~0.12%Ti,余量Fe。轧辊经离心铸造复合成形,淬火和回火后,具有硬度高和耐磨性好等特点,推广应用具有良好的经济和社会效益。

1. 一种离心铸造耐磨高速钢复合轧辊的方法,其特征在于,复合轧辊由外层、中间层和辊芯三部分复合成一体,其具体制备工艺步骤包括如下:

①首先在三台感应电炉内分别冶炼高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯材料,其中中间层材料的化学组成质量分数%为:1.4~1.6C,2.0~2.4Si,0.15~0.25Ni,0.03~0.06RE,0.03~0.06Ti,0.03~0.06Ca,0.03~0.06Nb,0.03~0.06Ba,0.008~0.015N,1.2~1.6Mn,S<0.03,P<0.04,余量Fe;辊芯材料的化学组成质量分数%为:3.10~3.40C,1.80~2.20Si,0.15~0.29Mn,0.16~0.28Cu,0.025~0.045Ca,S<0.03,P<0.08,0.035~0.065Mg,0.008~0.018Bi,余量Fe;外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.60~2.40%C,0.3~1.0%Mn,0.3~1.2%Si,4.0~6.5%Cr,4.0~6.5%Mo,3.0~6.5%V,3.0~5.0%W,1.0~4.0%Nb,0.3~1.5%Ni,S<0.03%,P<0.03%,0.06~0.12%Ti,余量Fe;当外层高速钢钢水温度达到1580~1600℃时,加入占炉内钢水质量分数0.10~0.20%的金属铝,保温4~6分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经200~260℃烘干60~120分钟的稀土硅铁合金和硼铁,稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.25~0.45%和0.05~0.12%,当钢水温度降至1430~1500℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在75~120;

②当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料的浇注温度为1450~1510℃,其厚度为15~30mm;

③当中间层材料浇注完毕12~18分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯材料铁水,辊芯铁水浇注温度为1320~1350℃;辊芯铁水浇注完毕24~48小时后,取出高速钢复合轧辊进入缓冷坑,然后进行粗加工;

④粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1020~1100℃,保温4~10小时,随后出炉风冷至温度150~300℃,重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得离心铸造耐磨高速钢复合轧辊。

2. 按照权利要求1的方法,其特征在于,所述硼铁的化学组成质量分数%为:19.0~21.0B,≤0.5C,≤2.0Si,≤0.5Al,≤0.01S,≤0.1P,余量为Fe。

3. 按照权利要求1的方法,其特征在于,所述稀土硅铁合金的化学组成质量分数%为:27.0~30.0RE,38.0~42.0Si,<3.0Mn,<5.0Ca,<3.0Ti,余量为Fe。

4. 按照权利要求1-3的任一方法制备得到的耐磨高速钢复合轧辊。

一种离心铸造耐磨高速钢复合轧辊及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明公开了一种复合轧辊及其制备方法,特别涉及一种离心铸造耐磨高速钢复合轧辊及其制备方法,属于轧辊制造技术领域。

背景技术

[0002] 轧辊是轧钢生产中重要消耗备件,轧辊的大量消耗,造成了资源和能源的巨大浪费。特别是热轧生产过程中,轧辊工作条件极其苛刻,不仅要有良好的耐磨性,还要有优异的抗高温氧化和热疲劳裂纹扩展能力,传统的高镍铬耐磨铸铁、半钢和高铬铸铁轧辊很难满足其要求。高速钢轧辊是热轧辊的良好替代材料,目前国内外已开发了多种高速钢轧辊材料及其制备技术。中国方面专利CN 103805902公开了一种离心铸造的易切削高速钢轧辊制造工艺,其特征在于包含如下工艺步骤:①辊身材质化学成分采用含碳量1.2-2.8%,硅含量1.2-2.5%,锰含量0.3-0.8%,磷含量小于0.05%,硫含量小于0.04%,其余合金元素W、Mo、V、Cr、Nb、Ti、Ni、Al分别为2-6%、2-6%、2-7%、3-5%、0.3-1.5%、0.1-0.5%、0-2%、0-4%材质,以保证离心铸造状态及随后的热处理过程中得到含有石墨的高速钢基体;②模具参数铁模厚度/外层铁水浇注厚度 >1.25 ,直径的加工余量25-40mm,长度的加工余量30-50mm,壁厚120-220mm,以确定模具外径;针对不同直径的轧辊,模具的外径和子口形成系列,便于制作及端盖互换;底箱、冒口箱内径的吃砂量30-120mm,壁厚40-60mm;端盖、铁模、底箱、冒口箱子针对不同直径轧辊形成系列,便于互换;端盖样子、底箱样子、冒口样子直径方向加工余量20-40mm,起模斜度为 $30'-2^\circ$;铁模经涂料、覆膜砂涂覆之后,烘烤至 150°C - 250°C ,放置离心机上转动,准备浇注;③工作层高速钢水的石墨化处理经熔炼,达到浇注温度要求和成分要求的工作层金属液,采用Ca-Mg-Re-Si-Ti复合孕育剂,加入量为钢水量的0.15-0.25%,质量比,块度3-12mm,出钢前放置包底;④芯部球墨铸铁材料的球化处理球化剂量为铁水量的1.7-2.1%,质量比,块度5-15mm,出铁前放置包底,瞬时孕育量为铁水量的0.10-0.30%,块度1-5mm,浇注时随流加入;⑤浇注温度外层浇注温度 1460 - 1520°C ,芯部浇注温度 1370 - 1430°C ;⑥离心机转速:300-800转/分;⑦冷却参数冷却方式:模内自然冷却;冷却时间18-48小时,模温 $<150^\circ\text{C}$ 时开箱;⑧热处理退火工艺:升温速度,分别在 350°C 保温2h, 650°C 范围保温2h, 840°C 保温3-8h后出炉,冷却至 300°C 以下立即装入淬火炉内淬火;淬火工艺:升温速度,分别在 350°C 保温2h, 650 - 860°C 范围保温2h, 1000 - 1050°C 保温3-8h后出炉,轧辊转动空冷或喷雾,冷却至 300°C 以下立即装入炉温为 300°C 的炉内保温回火;回火工艺:第一次回火在淬火后立即进行,在第二次回火前冷至 80°C 以下,升温过程中,当 $\leq 350^\circ\text{C}$ $15^\circ\text{C}/\text{h}$,当 $\leq 530^\circ\text{C}$ $20^\circ\text{C}/\text{h}$,分别在 350°C 保温2h, 530°C - 550°C 保温3-8h,然后随炉冷却至 200°C 以下出炉。该发明的有益效果是:生产的易切削高速钢在加工性能方面得到了改善,可以减少高速钢轧辊加工难度和加工周期,节约工时和刀具,具有显著的经济效益;用碳化硼刀具加工易切削高速钢轧辊时在加工件线速度20m情况下,吃刀量从原来的2mm提高到3-5mm;走刀量从原来的0.2mm/r提高到0.4-0.5mm/r。中国方面专利CN 103624230还公开了一种组合外场下离心铸造高速钢轧辊的方法。在高速钢轧辊旋转离心铸造过程中,在铸模外

安置脉冲式磁场,脉冲式磁场的频率10-20Hz,脉冲宽度在15-25 μ s,使铸型中心部位的磁感应强度在0.01-0.7T,同时,在铸模两端分别安装一个电极,离心浇铸过程中对处于凝固过程中的金属通入稳定的直流电流,直流电流的电流密度为0.1-10A/m²,利用脉冲式磁场和高速旋转铸模内金属液中直流电流的交互作用改变高速钢轧辊凝固过程中析出硬质相的形态,并利用离心铸造的作用控制硬质相的分布。该发明综合了脉冲式磁场、磁电耦合及离心旋转铸造的技术优势,能显著改善高速钢轧辊的内部凝固组织,大幅度提高轧辊的寿命和使用性能。中国方面专利CN 103317115还公开了一种高速钢复合轧辊的制造方法,包括以下步骤:根据需要熔炼的高速钢轧辊的成分要求将原料置于中频感应炉中进行熔炼;炉前处理;采用三层复合及离心工艺浇注轧辊;粗加工;热处理;精加工;其中,所述熔炼包括外层钢液冶炼、中间层金属液熔化和芯部铁水熔化,所述热处理包括淬火和回火工艺,所述回火工艺为400-450 $^{\circ}$ C保温10-15小时,再随炉冷却至100 $^{\circ}$ C以下后出炉空冷。通过上述方式,该发明能够解决外层和芯部不同材质之间难以结合的问题,实现中间层的过渡结合,具有极好的耐磨性及较高的硬度,可保证辊面质量。中国方面专利CN 103305775还公开了一种高碳高速钢轧辊,包括按质量百分比组成的下列成分:C:1.8-2.8%,W:3-5%,Cr:5-8%,Mo:3.5-4%,V:4-6%,Nb:0.8-1.5%,Co:1-3%,Ni:0.5-1.5%,Al:0.3-0.6%,Si: \leq 1.0%,其余为Fe和不可避免的微量元素。通过上述方式,该发明的高碳高速钢轧辊能够提高耐磨损和抗热疲劳性能。中国方面专利CN 102828123还公开了一种离心复合浇铸高速钢轧辊外层变质处理的方法,其特征在于,在外层高速钢熔炼完成出炉时,向钢包内加入复合变质剂对高速钢铁水进行变质处理,复合变质剂的加入量为钢水重量的1.0~2.0%,反应温度为1500~1600 $^{\circ}$ C。所述复合变质剂的化学成分重量百分比为:钒铁FeV5050~55%、稀土硅铁合金FeSiRe2120~25%、硅钡合金FeBa5Si6020~25%、Al5~10%。与现有技术相比,该发明的优点是:细化铸造晶粒和改善铬、碳化物形态,均匀弥散分布的细小球状MC型碳化物,提高了高速钢轧辊外层的耐磨和耐热性,使轧辊毫米轧材同比增加25%~30%。中国方面专利CN 102766824还公开了一种耐磨高速钢辊环及其制备方法,其化学组成为质量分数%:2.6~3.2C,14.5~15.0W,2.5~3.0Mo,1.5~2.0V,4.0~4.5Cr,4.5~5.0Co,6.2~6.8Nb,0.5~0.8Ni,0.15~0.20B,0.25~0.40Al,0.07~0.10Y,0.04~0.06Ti,0.08~0.12N,0.04~0.07Ca,0.020~0.035Zr,0.08~0.11Mg,0.12~0.15Zn,0.5~1.2Si,0.20~0.45Mn, <0.02, <0.03,其余为Fe。采用离心铸造方法成形,硬度高、耐磨性好。中国方面专利CN102962423还公开了离心复合高碳高硼高速钢复合辊套,由外层高速钢和内层石墨钢复合而成,其特征在于:外层高速钢化学成分为:C1.5~2.1, Si0.5~1.2, Mn0.6~0.8, P<0.03, S<0.03, Cr5.0~10, Ni0.5~1.0, Mo2.0~4.0, W0.5~2.0, Nd0.5~2.0, V4.0~6.0, Ti0.5~1.5, B0.5~2.0, N0.05~0.15, 余量为Fe;内层石墨钢化学成分为:C1.3~2.0, Si1.1~2.0, Mn0.4~0.8, Cr0.4~1.5, Ni0.4~1.5, Mo0.2~0.6, 余量为Fe;制造方法是:1)熔炼外层高速钢,炉前调整成分合格后将温度升至1600~1620 $^{\circ}$ C,加入铝和硅钙脱氧,而后出炉;2)熔炼内层石墨钢,炉前成分调整合格后,将钢液温度升至1580~1600 $^{\circ}$ C等待出钢,出钢过程中向钢液内加硅钙、硅铁和铝进行脱氧、变质和孕育处理,操作完成后等待浇注;3)当包内外层高速钢钢液温度降到1450~1500 $^{\circ}$ C时进行外层离心浇注,当外层高速钢内壁温度降到1200~1250 $^{\circ}$ C时进行复合辊套内层浇注,浇注温度为1450~1500 $^{\circ}$ C,浇注厚度为20~50mm,待内层凝固后下机进行保温冷却;4)对复合辊套毛坯进行热处理和机

加工后获得成品复合辊套。其热处理为先进行1020~1050℃高温退火处理,退火保温时间为4~8h;粗加工后进行淬火处理,淬火温度为1000~1050℃,淬火保温时间为2~4h,保温结束后进行吹风淬火,吹风淬火结束后进炉进行两次回火热处理,回火1为500℃×30h,回火2为550℃×30h。中国方面专利CN 102615108还公开了一种离心铸造高速钢复合轧辊及其制造方法,复合轧辊由外层高速钢、中间层石墨钢和芯部高强度球铁通过离心复合而成。该发明是在现有高碳高钒高速钢轧辊基础上,适当降低钒含量,同时加入铌元素,且Nb/V控制在0.3~0.5,使Nb与V形成复合碳化物(V,Nb)C,从而避免了在离心力作用下形成偏析。高速钢复合轧辊的辊芯采用高强度球墨铸铁,为防止浇注球铁时与外层高速钢熔合混入Cr,B等引起脆化的元素,在外层和辊芯之间浇注多元石墨钢中间层。为防止轧辊离心铸造过程中出现裂纹,对辊面高速钢材料和中间层石墨钢进行细化组织的微合金化处理,达到提高轧辊材料抗热裂能力的目的。该发明轧辊综合性能高,使用寿命长,有很好的经济效益。中国方面专利CN 102274856还公开了一种离心复合高速钢轧辊及其浇注方法,所述的高速钢外层的化学成分重量百分比为: C1.8~2.6%、Cr3~10%、Nb0.2~1.0%、Mo4~10%、V5~10%、W4~10%、Co2~10%,其余为Fe及不可避免的杂质。离心复合高速钢轧辊的浇注方法,包括熔炼、浇注、冷却开箱、热处理,其特征在于,其工作步骤如下:1)中频炉熔炼,分别进行中间过渡层钢水熔炼,熔炼温度1500~1600℃,高速钢外层钢水熔炼,熔炼温度1500~1600℃,球墨铸铁芯部铁水熔炼,熔炼温度1450~1500℃;2)分别对中间过渡层钢水、高速钢外层钢水进行变质处理,中间过渡层钢水添加精炼变质剂为稀土和硅钡,添加量为0.2~0.6%,反应温度为1500~1600℃,高速钢外层钢水添加精炼变质剂为稀土和硅钡,添加量为0.2~0.6%,反应温度为1500~1600℃,对球墨铸铁芯部铁水进行球化及孕育处理,球化剂为钇基重稀土,添加量为1.0~1.6%,孕育剂为75硅铁,添加量为0.4~1.0%,反应温度1450~1500℃;3)离心铸造,浇注温度1420~1480℃,先铸造高速钢外层,离心重力倍数100~120G,铸造厚度90~110mm,当铸层冷却到1225~1245℃时,再离心铸造中间过渡层,铸造厚度40~60mm,离心重力倍数100~120G,当铸层冷却到1220~1240℃时停止;4)芯部浇铸,将步骤3铸钢件与辊颈模具合箱,静态浇铸步骤2中经球化及孕育处理的球墨铸铁芯部铁水,浇注温度1350~1430℃;5)常温冷却至150~155℃开箱,采用台车式差温炉进行热处理,以90~120℃/h的加热速度加热至1000~1100℃,保温3~5h后,以110~130℃/h的速度冷却至420~460℃,再以10~20℃/h的速度冷却至室温,再以9~13℃/h的加热速度加热至450~550℃,保温18~25小时后,以10~20℃/h的速度冷却至室温。该发明的有益效果是:1)能显著提高高速钢外层的抗热疲劳和耐磨性能。2)高速钢外层和中间过渡层的结合强度达到400Mpa以上,防止高速钢外层的剥落。

[0003] 但是,上述高速钢轧辊主要存在淬硬层深度浅,轧辊表面硬度均匀性差以及轧辊外层与辊芯结合不好等不足。

发明内容

[0004] 本发明目的通过优化高速钢轧辊外层成分以及改进复合铸造工艺和热处理淬火冷却工艺,克服淬硬层深度浅,轧辊表面硬度均匀性差以及轧辊外层与辊芯结合不好等问题,实现高速钢轧辊性能的大幅度提高。

[0005] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊由外层(辊身)、中间层和辊芯三部分复合成

一体,其具体制备工艺步骤是:

[0006] ①首先在三台感应电炉内分别冶炼高速钢复合轧辊外层(辊身)、中间层和辊芯材料,其中中间层材料的化学组成质量分数%为:1.4~1.6C,2.0~2.4Si,0.15~0.25Ni,0.03~0.06RE,0.03~0.06Ti,0.03~0.06Ca,0.03~0.06Nb,0.03~0.06Ba,0.008~0.015N,1.2~1.6Mn,S<0.03,P<0.04,余量Fe;辊芯材料的化学组成质量分数%为:3.10~3.40C,1.80~2.20Si,0.15~0.29Mn,0.16~0.28Cu,0.025~0.045Ca,S<0.03,P<0.08,0.035~0.065Mg,0.008~0.018Bi,余量Fe;外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.60~2.40%C,0.3~1.0%Mn,0.3~1.2%Si,4.0~6.5%Cr,4.0~6.5%Mo,3.0~6.5%V,3.0~5.0%W,1.0~4.0%Nb,0.3~1.5%Ni,S<0.03%,P<0.03%,0.06~0.12%Ti,余量Fe;当外层高速钢钢水温度达到1580~1600℃时,加入占炉内钢水质量分数0.10~0.20%的金属铝,保温4~6分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经200~260℃烘干60~120分钟的稀土硅铁合金和硼铁,稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.25~0.45%和0.05~0.12%,当钢水温度降至1430~1500℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在75~120;

[0007] ②当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料的浇注温度为1450~1510℃,其厚度为15~30mm;

[0008] ③当中间层材料浇注完毕12~18分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯材料铁水,辊芯铁水浇注温度为1320~1350℃;辊芯铁水浇注完毕24~48小时后,取出高速钢复合轧辊进入缓冷坑,然后进行粗加工;

[0009] ④粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1020~1100℃,保温4~10小时,随后出炉风冷至温度150~300℃,重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得离心铸造耐磨高速钢复合轧辊。

[0010] 如上所述硼铁的化学组成质量分数%为:19.0~21.0B,≤0.5C,≤2.0Si,≤0.5Al,≤0.01S,≤0.1P,余量Fe。

[0011] 如上所述稀土硅铁合金的化学组成质量分数%为:27.0~30.0RE,38.0~42.0Si,<3.0Mn,<5.0Ca,<3.0Ti,余量为Fe。

[0012] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊,为了获得优异的性能,复合轧辊外层,暨辊身工作层采用耐磨性和红硬性优异高碳高速钢材料,外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.60~2.40%C,0.3~1.0%Mn,0.3~1.2%Si,4.0~6.5%Cr,4.0~6.5%Mo,3.0~6.5%V,3.0~5.0%W,1.0~4.0%Nb,0.3~1.5%Ni,S<0.03%,P<0.03%,0.06~0.12%Ti,余量Fe。为了提高高碳高速钢的强韧性和抗热疲劳能力,当外层高速钢钢水温度达到1580~1600℃时,加入占炉内钢水质量分数0.10~0.20%的金属铝,保温4~6分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经200~260℃烘干60~120分钟的稀土硅铁合金和硼铁,稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.25~0.45%和0.05~0.12%。

[0013] 为了确保外层组织致密,外层和中间层采用离心铸造方法成形,当外层钢水温度降至1430~1500℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在75~

120。当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料既要有良好的铸造性能,还要有优异的强韧性,因此在高碳钢基础上适当提高硅含量,另外还加入较多微合金元素用于改善其组织,中间层材料的化学组成质量分数%为:1.4~1.6C,2.0~2.4Si,0.15~0.25Ni,0.03~0.06RE,0.03~0.06Ti,0.03~0.06Ca,0.03~0.06Nb,0.03~0.06Ba,0.008~0.015N,1.2~1.6Mn,S<0.03,P<0.04,余量Fe。中间层材料的浇注温度为1450~1510℃,其厚度为15~30mm。

[0014] 当中间层材料浇注完毕12~18分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯铁水,辊芯材料的化学组成质量分数%为:3.10~3.40C,1.80~2.20Si,0.15~0.29Mn,0.16~0.28Cu,0.025~0.045Ca,S<0.03,P<0.08,0.035~0.065Mg,0.008~0.018Bi,余量Fe。辊芯材料不仅铸造性能好,与过渡层(中间层)结合紧密,而且具有优异的强韧性,确保轧辊使用安全。辊芯铁水浇注温度为1320~1350℃。辊芯铁水浇注完毕24~48小时后,取出高速钢复合轧辊进入缓冷坑,然后进行粗加工。

[0015] 粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1020~1100℃,保温4~10小时,随后出炉风冷至温度150~300℃,可以确保高速钢复合轧辊基体组织以马氏体为主加适量奥氏体,具有优异的耐磨性。风冷淬火后的高速钢复合轧辊重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至500~550℃,保温10~20小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,主要是为了确保二次碳化物弥散析出,稳定组织,消除应力,确保高速钢复合轧辊的安全使用。

[0016] 本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0017] 1) 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊外层辊面硬度高,超过82HSD,辊面硬度均匀性好,辊面硬度差小于2HSD;

[0018] 2) 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯三者之间结合良好;

[0019] 3) 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊具有优异的耐磨性,其毫米过钢量比高镍铬无限冷硬铸铁轧辊提高3倍以上。

附图说明

[0020] 图1离心铸造耐磨高速钢复合轧辊示意图;

[0021] 1—外层,2—中间层,3—辊芯。

具体实施方式

[0022] 以下结合实施例对本发明做进一步详述,但本发明并不限于以下实施例。

[0023] 实施例1:

[0024] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊辊身直径 $\phi 850\text{mm}$,由外层(辊身)、中间层和辊芯三部分复合成一体,外层厚度60mm,中间层厚度30mm,外层、中间层和辊芯分别采用三台电炉熔炼,其具体制备工艺步骤是:

[0025] ①首先在三台感应电炉内分别冶炼高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯材料,其中中间层材料的化学组成质量分数%为:1.41C,2.38Si,0.15Ni,0.033RE,0.058Ti,0.032Ca,0.055Nb,0.057Ba,0.009N,1.59Mn,0.021S,0.033P,余量Fe。辊芯材料的化学组成

质量分数%为:3.38C,1.80Si,0.16Mn,0.28Cu,0.026Ca,0.013S,0.058P,0.043Mg,0.016Bi,余量Fe。外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.64%C,0.97%Mn,0.38%Si,4.05%Cr,6.38%Mo,6.45%V,3.09%W,1.38%Nb,0.36%Ni,0.027%S,0.029%P,0.11%Ti,余量Fe。当外层高速钢钢水温度达到1599℃时,加入占炉内钢水质量分数0.20%的金属铝,保温4分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经200℃烘干120分钟的稀土硅铁合金(稀土硅铁合金的化学组成质量分数%为:27.08RE,38.69Si,2.11Mn,3.04Ca,1.85Ti,余量为Fe)和硼铁(硼铁的化学组成质量分数%为:19.05B,0.31C,1.42Si,0.26Al,0.005S,0.038P,余量Fe),稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.45%和0.05%,当钢水温度降至1488℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在85。

[0026] ②当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料的浇注温度为1499℃,其厚度为30mm。

[0027] ③当中间层材料浇注完毕18分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯铁水,辊芯铁水浇注温度为1324℃。辊芯铁水浇注完毕48小时后,取出高速钢复合轧辊进缓冷坑,然后进行粗加工。

[0028] ④粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1100℃,保温8小时,随后出炉风冷至温度280℃,重新将轧辊加热至550℃,保温10小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至500℃,保温20小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得离心铸造耐磨高速钢复合轧辊,其力学性能见表1。

[0029] 实施例2:

[0030] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊辊身直径 $\phi 700\text{mm}$,由外层(辊身)、中间层和辊芯三部分复合成一体,外层厚度55mm,中间层厚度20mm,外层、中间层和辊芯分别采用三台电炉熔炼,其具体制备工艺步骤是:

[0031] ①首先在三台感应电炉内分别冶炼高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯材料,其中中间层材料的化学组成质量分数%为:1.57C,2.02Si,0.24Ni,0.059RE,0.031Ti,0.059Ca,0.035Nb,0.037Ba,0.014N,1.24Mn,0.017S,0.029P,余量Fe。辊芯材料的化学组成质量分数%为:3.12C,2.20Si,0.27Mn,0.18Cu,0.044Ca,0.018S,0.046P,0.058Mg,0.009Bi,余量Fe。外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在2.36%C,0.33%Mn,1.18%Si,4.30%Cr,4.62%Mo,3.08%V,4.99%W,3.87%Nb,1.44%Ni,0.022%S,0.027%P,0.07%Ti,余量Fe。当外层高速钢钢水温度达到1584℃时,加入占炉内钢水质量分数0.10%的金属铝,保温6分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经260℃烘干80分钟的稀土硅铁合金(稀土硅铁合金的化学组成质量分数%为:29.05RE,41.37Si,2.06Mn,4.52Ca,1.88Ti,余量为Fe)和硼铁(硼铁的化学组成质量分数%为:20.84B,0.35C,1.56Si,0.29Al,0.008S,0.046P,余量Fe),稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.25%和0.12%,当钢水温度降至1439℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在78。

[0032] ②当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料的浇注温度为1453℃,其厚度为20mm。

[0033] ③当中间层材料浇注完毕15分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温

度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯铁水,辊芯铁水浇注温度为1347℃。辊芯铁水浇注完毕36小时后,取出高速钢复合轧辊进缓冷坑,然后进行粗加工。

[0034] ④粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1050℃,保温6小时,随后出炉风冷至温度180℃,重新将轧辊加热至500℃,保温20小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至550℃,保温10小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得离心铸造耐磨高速钢复合轧辊,其力学性能见表1。

[0035] 实施例3:

[0036] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊辊身直径 $\phi 550\text{mm}$,由外层(辊身)、中间层和辊芯三部分复合成一体,外层厚度50mm,中间层厚度15mm,外层、中间层和辊芯分别采用三台电炉熔炼,其具体制备工艺步骤是:

[0037] ①首先在三台感应电炉内分别冶炼高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯材料,其中中间层材料的化学组成质量分数%为:1.48C,2.31Si,0.19Ni,0.047RE,0.040Ti,0.048Ca,0.051Nb,0.046Ba,0.011N,1.45Mn,0.028S,0.035P,余量Fe。辊芯材料的化学组成质量分数%为:3.26C,1.97Si,0.19Mn,0.21Cu,0.029Ca,0.021S,0.063P,0.048Mg,0.012Bi,余量Fe。外层高速钢钢水的化学成分及其质量分数控制在1.99%C,0.65%Mn,0.70%Si,5.08%Cr,4.98%Mo,5.12%V,3.57%W,2.06%Nb,0.93%Ni,0.025%S,0.028%P,0.09%Ti,余量Fe。当外层高速钢钢水温度达到1597℃时,加入占炉内钢水质量分数0.15%的金属铝,保温5分钟后出炉到钢包,钢包内预先加入颗粒尺寸8~15mm,并经240℃烘干100分钟的稀土硅铁合金(稀土硅铁合金的化学组成质量分数%为:28.54RE,39.05Si,2.08Mn,3.29Ca,1.64Ti,余量为Fe)和硼铁(硼铁的化学组成质量分数%为:19.80B,0.40C,1.37Si,0.32Al,0.008S,0.051P,余量Fe),稀土硅铁合金和硼铁加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.35%和0.08%,当钢水温度降至1464℃时,将钢水浇入离心机上的铸型内,离心铸造时重力系数控制在115。

[0038] ②当外层钢水全部凝固后,继续在离心机上浇注中间层材料,中间层材料的浇注温度为1482℃,其厚度为15mm。

[0039] ③当中间层材料浇注完毕12分钟后,用非接触式测温仪测量轧辊中间层内表面温度,当温度为1200~1260℃时,在静态下顶铸辊芯铁水,辊芯铁水浇注温度为1346℃。辊芯铁水浇注完毕24小时后,取出高速钢复合轧辊进缓冷坑,然后进行粗加工。

[0040] ④粗加工后的高速钢复合轧辊随炉加热至1020℃,保温8小时,随后出炉风冷至温度160℃,重新将轧辊加热至530℃,保温15小时后,炉冷至温度低于200℃,重新将轧辊加热至530℃,保温15小时后,炉冷至温度低于200℃后出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得离心铸造耐磨高速钢复合轧辊,其力学性能见表1。

[0041] 表1离心铸造耐磨高速钢复合轧辊力学性能

力学性能	外层辊面硬	外层辊面硬	外层冲击韧	辊芯抗拉强	辊芯延伸率
	度/HSD	度差/HSD	性/ $J.cm^{-2}$	度/MPa	%
[0042] 实施例 1	83.6	1.4	12.7	625	2.55
实施例 2	84.3	1.6	11.5	610	2.67
实施例 3	83.2	1.5	12.0	635	2.56

[0043] 本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊外层辊面硬度高,超过82HSD,辊面硬度均匀性好,辊面硬度差小于2HSD。经超声波探伤,发现本发明离心铸造耐磨高速钢复合轧辊外层、中间层和辊芯三者之间结合良好。本发明轧辊辊芯强度高,可以确保轧辊的安全使用。本发明轧辊已在热轧带钢精扎机架上使用,使用结果表明,本发明轧辊磨损均匀,具有良好的抗磨损和抗热疲劳性能,其毫米过钢量比高镍铬无限冷硬铸铁轧辊提高3倍以上。使用本发明轧辊,可以提高轧机作业率,改善轧材表面质量,减轻工人劳动强度,推广应用具有良好的经济和社会效益。

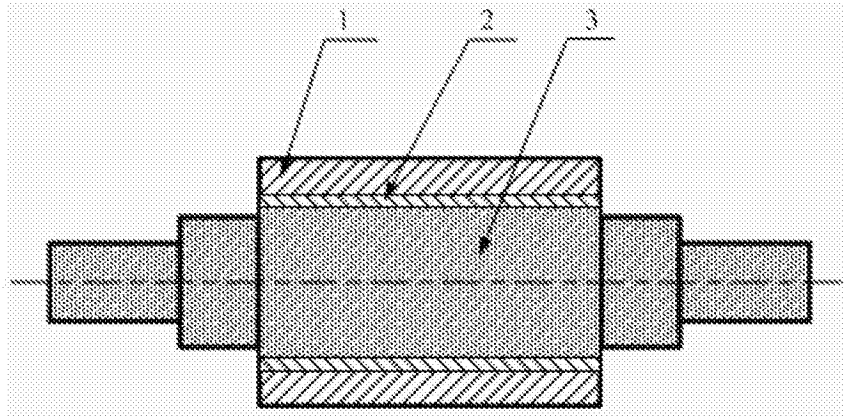


图1