



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102962423 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201210492221. 6

*B21B 27/03* (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 11. 28

(71) 申请人 江苏共昌轧辊股份有限公司

地址 214253 江苏省无锡市宜兴市新建镇共昌大道

(72) 发明人 邵黎军 邵顺才 申国庆 潘献波  
葛轶强 储恩杰 陈先锋 吴东林

(74) 专利代理机构 宜兴市天宇知识产权事务所  
(普通合伙) 32208

代理人 李妙英

(51) Int. Cl.

*B22D 13/02* (2006. 01)

*C22C 38/56* (2006. 01)

*C22C 38/54* (2006. 01)

*C22C 38/44* (2006. 01)

*C21D 9/00* (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

离心复合高碳高硼高速钢复合辊套及其组合轧辊的制造方法

(57) 摘要

离心复合高碳高硼高速钢复合辊套,属于铸造技术领域,辊套外层采用高碳高硼高速钢材料,内层采用石墨钢,通过离心浇注达到良好的冶金结合,并采用适当的热处理工艺对高碳高硼高速钢复合辊套进行性能改进,通过热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊,高碳高硼高速钢复合辊套磨损后可以更换,实现辊轴的循环利用,与离心铸造高速钢轧辊相比,材料利用率提高 30% 以上,使用寿命提高 20% 以上。

1. 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°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°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°C 时进行外层离心浇注,当外层高速钢内壁温度降到 1200 ~ 1250°C 时进行复合辊套内层浇注,浇注温度为 1450 ~ 1500°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。

2. 根据权利要求 1 所述的离心复合高碳高硼高速钢复合辊套,其特征在于热处理为先进进行 1020 ~ 1050°C 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°C,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°C × 30h,回火 2 为 550°C × 30h。

3. 根据权利要求 1 所述的离心复合高碳高硼高速钢复合辊套,其特征在于进行外层高速钢和内层石墨钢的离心浇注时,浇注过程中离心机线转速控制在 18 ~ 20m/s。

4. 组合轧辊的制造方法,其特征在于将权利要求 1、2、3 之一制得的辊套加热到 150 ~ 200°C 以后与冷态的辊轴进行热装。

5. 根据权利要求 4 所述的制造方法,其特征在于辊轴表面涂有一层 200 ~ 800 目碳化硅粉体。

## 离心复合高碳高硼高速钢复合辊套及其组合轧辊的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于铸造技术领域,涉及一种离心复合高碳高硼高速钢复合辊套及其热装组合轧辊制造方法,适用于高品质特殊钢棒线材轧机。

### 背景技术

[0002] 高硼高速钢轧辊是在高速钢轧辊基础上,通过向高速钢中加入适量硼元素而发展起来的。向高速钢中加入适量硼元素,一方面可以部分取代高速钢轧辊中钨、钼、钒等贵重合金元素,降低高速钢轧辊生产成本;另一方面硼加入高速钢以后,生成高硬度的碳硼化合物,可以显著提高高速钢轧辊的耐磨性。将高硼高速钢用于轧辊生产中,对于降低轧辊生产成本,提高轧材表面质量等具有重要意义。中国发明专利 CN101831590A “高硼低合金高速钢轧辊及其制造方法”采用离心铸造方法浇注轧辊辊身,辊身浇注完毕后,采用球墨铸铁熔液充填辊芯的方法获得高硼高速钢复合轧辊或者采用机械组装成组合轧辊,该发明制得的轧辊在热轧钢生产中具有良好的使用效果,其缺点是辊身含碳量低,耐磨性不高,而且采用球墨铸铁熔液充填辊芯的方法获得高硼高速钢复合轧辊,在生产过程中外层的合金元素容易扩散到芯部形成大量的碳化物,引起芯部球铁材料脆性增大、抗冲击性能下降,在轧钢过程中易发生断辊事故。中国专利 CN101623751A “一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法”采用金属型浇注制得含硼低合金高速钢轧辊,其辊身材质为含硼低合金高速钢,辊芯是球墨铸铁,轧辊经粗加工和热处理以后制得成品。该发明具有能耗低,热处理周期短的优点,其缺点是轧辊浇注过程中容易产生偏析和内外层界面结合不良等问题,影响轧辊的质量和使用寿命。中国专利 CN101439351A “一种离心铸造高硼高速钢复合轧辊的制造方法”将高速钢液体经过倾斜冷却板冷却后,注入离心机上高速旋转的金属铸型内,并在浇注过程中喷水冷却铸型,然后离心浇注中间层,最后在静态下,在轧辊芯部浇注铸钢或合金球墨铸铁,得到高硼高速钢复合轧辊,该发明高硼高速钢复合轧辊具有外层组织细小、无元素偏析的优点,但其缺点是在浇注过程中,钢液在冷却板上流动时的温降很难控制,难以实现顺利浇注,另外在浇注过程中对铸型进行喷水冷却加快了钢液的凝固,增大了离心铸坯的铸造应力和热应力,从而增加了离心铸坯开裂的风险,此外,高速旋转被加热的铸型在喷水冷却过程中有淬裂的风险,从而引发安全事故。此外,现有发明技术制得的高硼高速钢轧辊基本上都存在着外层高速钢材料磨损后,辊芯只有重新熔炼才能实现循环利用的问题,造成材料和能源的浪费。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有高硼高速钢轧辊制造和使用中存在的不足,提供一种工作层硬度高、耐磨性好、制造成本低、使用寿命长的离心复合高碳高硼高速钢复合辊套及其热装组合轧辊制造方法。本发明的高碳高硼高速钢复合辊套,采用离心复合铸造成型。其主要特点是提高了高速钢材料中的碳含量,增加了高速钢中碳化物的数量,从而提高高速

钢的耐磨性。硼加入高速钢轧辊中,少量溶入基体,增强了材料的淬硬性和淬透性,大部分与高速钢中的合金元素形成硬度高、热稳定性好的合金硼化物,改善了高速钢轧辊的耐磨性。此外,向高速钢轧辊中加入硼元素也有利于碳化物的细化,促进高速钢轧辊韧性和强度的提高。

[0004] 具体是这样实施的: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。

[0005] 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℃,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℃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℃时进行外层离心浇注,当外层高速钢内壁温度降到 1200 ~ 1250℃时进行复合辊套内层浇注,浇注温度为 1450 ~ 1500℃,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。热处理工艺为先进行 1020 ~ 1050℃高温退火处理,退火保温时间为 4 ~ 8h,高温退火后能有效的降低辊套内应力和硬度,便于机加工;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。

[0006] 本发明采用热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊,是将上述制得的辊套加热到 150 ~ 200℃以后与冷态的辊轴进行热装,为了防止辊套与辊轴之间产生打滑,辊轴表面涂上一层 200 ~ 800 目碳化硅粉体,在热装过程中粉体分别嵌入高碳高硼高速钢复合辊套和辊轴,起到防滑作用。

[0007] 本发明在进行外层高速钢和内层石墨钢的离心浇注时,浇注过程中离心机线转速控制在 18 ~ 20m/s。

[0008] 经检测,本发明高碳高硼高速钢复合辊套表面硬度达到 80 ~ 90HSD、硬度不均匀度 ≤ 2HSD、复合辊套外层与内层结合强度 ≥ 230Mpa。通过热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊,高碳高硼高速钢复合辊套磨损后可以更换,实现辊轴的循环利用,与离心铸造高速钢轧辊相比,材料利用率提高 30% 以上,使用寿命提高 20% 以上。

### 具体实施方式

[0009] 实施例 1,离心复合高碳高硼高速钢复合辊套外层材料成分为 C1.5, Si0.9, Mn0.8, P < 0.03, S < 0.03, Cr5.0, Ni0.75, Mo2.0, W1.5, Nd0.5, V5.0, Ti1.5, B0.5, N0.12, 余量为 Fe。钢水熔清,炉前成分调整合格后,将钢水温度升至 1620℃加入铝和硅钙脱氧,而

后出炉。离心复合高碳高硼高速钢复合辊套内层材料成分为 C1.3, Si2.0, Mn0.6, Cr0.4, Ni0.4, Mo0.3, 余量为 Fe, 炉前成分调整合格后, 将钢液温度升至 1590℃ 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。

[0010] 离心复合浇注高碳高硼高速钢复合辊套, 外层浇注温度为 1500℃, 外层高碳高硼高速钢内表面冷却到 1220℃ 以后开始浇注内层, 内层浇注温度为 1450℃, 浇注厚度为 20mm。浇注过程中离心机线转速为 18m/s, 待内层凝固后下机进行保温冷却, 随后进行热处理和机加工获得高碳高硼高速钢复合辊套成品。

[0011] 高碳高硼高速钢复合辊套热处理工艺为先进行 1030℃ 高温退火处理, 退火保温时间为 8h, 粗加工后进行淬火处理, 淬火温度为 1020℃, 淬火保温时间为 2h, 保温结束后进行吹风淬火, 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。

[0012] 高碳高硼高速钢复合辊套机加工后采用热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊, 辊套预热温度为 170℃, 辊轴上涂上一层 600 目的碳化硅粉体。经试用, 高速钢组合轧辊较传统高速钢轧辊使用寿命提高 27%, 材料利用率提高 46%。

[0013] 实施例 2, 离心复合高速钢复合辊环外层材料成分为 C1.7, Si0.8, Mn0.6, P < 0.03, S < 0.03, Cr8.2, Ni1.0, Mo4.0, W0.5, Nd1.3, V4.0, Ti1.1, B1.5, N0.15, 余量为 Fe, 将钢水温度升至 1600℃ 加入铝和硅钙脱氧, 而后出炉。离心复合高速钢复合辊环内层材料成分为 C1.72, Si1.1, Mn0.72, Cr1.35, Ni0.9, Mo0.6, 余量为 Fe, 炉前成分调整合格后, 将钢液温度升至 1580℃ 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。

[0014] 离心复合浇注高速钢复合辊环, 外层浇注温度为 1490℃, 外层高速钢内部界面冷却到 1200℃ 以后开始浇注内层, 内层浇注温度为 1480℃, 浇注厚度为 50mm。浇注过程中离心机线转速为 19m/s。待内层凝固后下机进行保温冷却, 随后进行热处理和机加工获得高碳高硼高速钢复合辊套成品。

[0015] 高碳高硼高速钢复合辊套热处理工艺为先进行 1050℃ 高温退火处理, 退火保温时间为 6h, 粗加工后进行淬火处理, 淬火温度为 1000℃, 淬火保温时间为 3h, 保温结束后进行吹风淬火, 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。

[0016] 高碳高硼高速钢复合辊套机加工后采用热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊, 辊套预热温度为 200℃, 辊轴上涂上一层 200 目的碳化硅粉体。经试用, 高碳高硼高速钢组合轧辊较离心铸造高速钢轧辊使用寿命提高 32%, 材料利用率提高 41%。

[0017] 实施例 3, 离心复合高碳高硼高速钢复合辊套外层材料成分为 C2.1, Si1.2, Mn0.67, P < 0.03, S < 0.03, Cr10, Ni0.5, Mo3.7, W2.0, Nd2.0, V6.0, Ti0.5, B2.0, N0.05, 余量为 Fe。将钢水温度升至 1610℃ 加入铝和硅钙脱氧, 而后出炉。离心复合高碳高硼高速钢复合辊套内层材料成分为 C2.0, Si1.5, Mn0.8, Cr1.5, Ni1.5, Mo0.2, 余量为 Fe, 炉前成分调整合格后, 将钢液温度升至 1600℃ 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。

[0018] 离心复合浇注高碳高硼高速钢复合辊套, 外层浇注温度为 1450℃, 外层高碳高硼高速钢内表面冷却到 1250℃ 以后开始浇注内层, 内层浇注温度为 1500℃, 浇注厚度为

40mm。浇注过程中离心机线转速为 20m/s,待内层凝固后下机进行保温冷却,随后进行热处理和机加工获得高碳高硼高速钢复合辊套成品。

[0019] 高碳高硼高速钢复合辊套热处理工艺为先进行 1020℃ 高温退火处理,退火保温时间为 4h,粗加工后进行淬火处理,淬火温度为 1050℃,淬火保温时间为 4h,保温结束后进行吹风淬火,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。

[0020] 高碳高硼高速钢复合辊套机加工后采用热装方法制造高碳高硼高速钢组合轧辊,辊套预热温度为 150℃,辊轴上涂上一层 800 目的碳化硅粉体。经试用,高速钢组合轧辊较传统高速钢轧辊使用寿命提高 29%,材料利用率提高 43%。