

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610042770.8

[51] Int. Cl.

*C22C 38/28 (2006.01)*

*C22C 33/04 (2006.01)*

*C21C 7/06 (2006.01)*

*C21C 7/00 (2006.01)*

*B22D 11/14 (2006.01)*

*C21D 1/26 (2006.01)*

[43] 公开日 2006年10月18日

[11] 公开号 CN 1847439A

[51] Int. Cl. (续)

*C21D 11/00 (2006.01)*

*C21D 1/18 (2006.01)*

*C21D 9/36 (2006.01)*

*B21B 27/00 (2006.01)*

*B21B 39/14 (2006.01)*

[22] 申请日 2006.4.30

[21] 申请号 200610042770.8

[71] 申请人 郑州航空工业管理学院

地址 450015 河南省郑州市大学中路2号

[72] 发明人 蒋志强 符寒光 施进发

[74] 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司

代理人 李郑建

权利要求书1页 说明书8页

[54] 发明名称

一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊及其制备方法

[57] 摘要

本发明公开了一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊及其制备方法，制得的导卫辊含有下列重量百分比的化学成分：C，0.7~1.4；W，7.0~10.0；V，0.8~1.5；Cr，5.0~10.0；B，1.2~2.5；Mo<1.5，Si<1.5，Mn<1.5，RE，0.08~0.18；Mg，0.05~0.15；Ti，0.08~0.20；S<0.05，P<0.05，余量为Fe和不可避免的微量杂质。导卫辊利用电炉熔炼，采用蜡模精密铸造或消失模铸造方法浇注，其强度高、韧性好、耐磨性好、抗热疲劳和抗氧化性优良，抗激冷激热性能好，使用中不脆裂、不剥落、不龟裂、不粘钢，使用性能明显优于高镍铬合金铸钢导卫辊。本发明的导卫辊生产工艺简单，贵重合金加入量少，生产成本低。使用本发明导卫辊可以显著提高轧钢机作业率，降低轧材生产

成本，改善轧材表面质量，具有很好的经济效益。

1. 一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊，其特征在于，制得的导卫辊主要含有下列重量百分比的化学成分：C，0.7~1.4；W，7.0~10.0；V，0.8~1.5；Cr，5.0~10.0；B，1.2~2.5；Mo<1.5，Si<1.5，Mn<1.5，RE，0.08~0.18；Mg，0.05~0.15；Ti，0.08~0.20；S<0.05，P<0.05，余量为Fe和不可避免的微量杂质。

2. 权利要求1所述的高速线材轧机导入钢坯用导卫辊的制备方法，采用普通电炉熔炼，其特征在于，工艺步骤是：

1) 将普通废钢、生铁、钨铁、钒铁、铬铁、硼铁、钼铁、硅铁和锰铁混合加热熔化；

2) 炉前调整成分合格后，将钢水温度升至1550℃~1600℃，加入脱氧剂铝，而后出炉；

3) 将含镁的变质剂、稀土硅铁和钛铁破碎至粒度小于18mm的小块，经260℃以下烘干后，置于浇包底部，采用包内冲入法对钢水进行复合变质处理；

4) 用蜡模精密铸造方法或消失模铸造方法浇注导卫辊，钢水浇注温度为1400℃~1450℃；

5) 对于浇注的导卫辊经打磨清理后进行退火处理，其工艺是在880℃~950℃下保温2h~4h，然后炉冷至550℃后炉冷或空冷；

6) 将导卫辊进行粗加工后，再进行等温淬火处理，其工艺是在电炉或盐浴炉内加热至1050℃~1180℃，保温1.5h~3h后，直接在280℃~360℃的盐浴池内等温2h~4h，然后空冷；随后进行回火处理，其工艺是在500℃~580℃保温3h~6h，然后炉冷或空冷，在相同的工艺下回火两次，最后进行精加工至规定尺寸即可。

## 一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊及其制备方法

### 技术领域

本发明属于轧钢技术领域，涉及一种导卫辊及其制备方法，特别是一种为各类高速线材轧机导入钢坯用导卫辊及其制备方法。

### 背景技术

对于连续式棒线材轧机，中、精轧机的入口和出口大多采用滚动导卫装置，由于使用环境恶劣，因而导卫辊成为主要易损件。另外，由于现代高速轧机对导卫辊的尺寸精度要求很高，因而造成导卫辊的消耗量很大。在高线生产中，轧制速度一般都在 50m/s 以上，进口导卫辊的转数高达 260r/s 以上。轧制时导卫辊要承受高温(1000℃左右)，线、棒材高速运行的滑动和滚动摩擦以及氧化物的磨粒磨损。与此同时，当导卫辊材料硬度低、导卫辊工作面加工粗糙以及安装精度不高时，使导卫辊工作过程中局部受力过大，氧化铁屑堆积、粘着于导卫辊的工作面，并与之粘着咬合而失效。此外，由于对导卫辊实行强制水冷，导卫辊反复承受激热激冷的交变热应力作用而易产生热疲劳破坏。

目前国内使用的导卫辊多为国外提供的外形尺寸和钢种，经精密铸造而成。为保证导卫辊在高速轧制下安全可靠，国内多采用钴基、镍基、钨钴基和高铬铁基铸造合金制造导卫辊。中国发明专利 CN1609256 公开了一种粉末冶金轧钢导卫辊及其制造的方法。通过材质优化设计和粉末冶金液相烧结技术，获得了性能优良的轧钢导卫辊。粉末冶金轧钢导卫辊的粉末原料成分为：Cr，8%~20%；Mo，0.8%~3.6%；W，0.5%~2%；Ni、Co 和 Cu 均为 3.5%~7%；V，0.3%~1.2%；BN，0.1%~0.5%；C，1.8%~2.5%；酰胺蜡粉 0.5%；表面活性剂 0.3%~1%；余量为铁粉。该粉末冶金轧钢

导卫辊的制造方法基本包括以下步骤：a. 配料与混料；b. 压制成型；c. 烧结；d. 热处理；e. 机械加工。粉末冶金轧钢导卫辊的硬度为 HRC50~63、抗弯强度 1000~1300Mpa、径向压溃强度 1500~1800Mpa、冲击韧性  $\alpha_k$  3.9~5J/cm<sup>2</sup>、抗拉强度  $\sigma_b$  800~1200MPa，可以连续使用 3~5 个班次。这种导卫辊尽管耐磨性很好，但脆性大，使用中易脆裂，影响轧钢设备的正常运行。

中国专利 CN2552617 公开了一种复合结构的轧钢滚动导卫辊，用于引导轧件对中进入轧辊孔型。它由辊身和安装于其内的滚动轴承组成，其特征在于所述辊身由金属陶瓷外环与铝合金内环复合构成，在内环中安装滚动轴承，外环与内环之间、内环与轴承之间均采用静配合联接。由于外环的硬度高，内环的重量轻、转动惯量小，综合提高了导卫辊表面的耐磨损寿命。但是这种组合导卫辊制备工艺复杂，生产效率低，而且导卫辊工作层是脆性较大的陶瓷，使用中易出现剥落，影响轧钢的正常生产。

中国专利 CN2571515 公开了一种轧机滚动导辊，该轧机滚动导辊是将导辊基体经过机加工、清洗，采用粘接方法，将碳化钨套与基体粘接在一起。这种轧机滚动导辊碳化钨套硬度 HRA80 以上，具有较高的耐磨性、抗裂性，其综合使用寿命比锻造合金钢、合金铸铁导辊提高 10~15 倍，该轧机滚动导辊适用于线、棒材轧机、小型钢轧机及切分轧制。这种导辊存在加工工艺复杂以及使用过程中碳化钨套与导辊基体易脱落的不足。

中国发明专利 CN1693527'公开了一种无钴多元高速工具钢及其制造方法，可以用于生产轧辊及辊环和导辊，该钢种的化学成分（重量%）为 C：1.8-2.2；Si：0.5-1；Mn：0.5-1；S：<0.05；P：<0.05；Cr：4-6；V：4-6；Mo：4-6；W：<2；Ni：0.8-1.2；Nb：0.2；Ti：0.05-0.1；Mg：0.005-0.01；RE：0.05-0.1。该发明突出高碳、高钼、高钒。同时把稀贵金属钴从材料

中去除,节约了材料成本;本发明采用中频炉冶炼同时采用钇基重稀土合金进行炉前变质处理,材料组织细密,实现了共晶化合物的弥散状分布,降低了组织应力。但是这种材料中钼含量太高,生产成本低,而钨含量太低,降低了材料的高温硬度和红硬性,不利于改善材料的高温耐磨性。

欧洲专利 726236-A 公开了一种用于热轧钢的陶瓷导卫辊,主要由  $\text{Si}_3\text{N}_4$  在氮气保护下于 1100-1300℃ 时烧结而成,具有优异的耐蚀性和耐磨性,不易粘钢,改善了轧材表面质量。但陶瓷导卫辊制备工艺复杂,而且材料脆性大,热疲劳性能较差,热轧过程中,易脆裂和剥落。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊及其制备方法。导卫辊利用电炉熔炼,采用腊模精密铸造或消失模铸造方法浇注,其主要特点是在无钴高速钢中,加入硼元素,改善材料的耐磨性,另外,减少高速钢中价格较高的钼、钒的加入量,为了确保导卫辊具有优异的抗高温磨损性能,适当增加钨含量。另外,在高速钢中加入适量稀土—镁—钛复合变质剂,使其组织细化,特别是使共晶碳化物断网和孤立化,有利于高速钢力学性能的大幅度提高,最终将导致高速钢导卫辊使用性能的提高。

为了达到上述目的,本发明通过以下技术措施来实现:

一种高速线材轧机导入钢坯用导卫辊,其特征在于,制得的导卫辊主要含有下列重量百分比的化学成分: C, 0.7~1.4; W, 7.0~10.0; V, 0.8~1.5; Cr, 5.0~10.0; B, 1.2~2.5; Mo<1.5; Si<1.5; Mn<1.5; RE, 0.08~0.18; Mg, 0.05~0.15; Ti, 0.08~0.20; S<0.05; P<0.05; 余量为 Fe 和不可检测的微量杂质。

上述高速线材轧机导入钢坯用导卫辊的制备方法,采用普通电炉熔炼,其特征在于,工艺步骤是:

1) 将普通废钢、生铁、钨铁、钒铁、铬铁、硼铁、钼铁、硅铁和锰铁混合加热熔化;

2) 炉前调整成分合格后, 将钢水温度升至  $1550^{\circ}\text{C}\sim 1600^{\circ}\text{C}$ , 加入脱氧剂铝, 而后出炉;

3) 将含镁的变质剂、稀土硅铁和钛铁破碎至粒度小于  $18\text{mm}$  的小块, 经  $260^{\circ}\text{C}$  以下烘干后, 置于浇包底部, 采用包内冲入法对钢水进行复合变质处理;

4) 用蜡模精密铸造方法或消失模铸造方法浇注导卫辊, 钢水浇注温度为  $1400^{\circ}\text{C}\sim 1450^{\circ}\text{C}$ ;

5) 对于浇注的导卫辊经打磨清理后进行退火处理, 其工艺是在  $880^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$  下保温  $2\text{h}\sim 4\text{h}$ , 然后炉冷至  $550^{\circ}\text{C}$  后炉冷或空冷;

6) 将导卫辊进行粗加工后, 再进行等温淬火处理, 其工艺是在电炉或盐浴炉内加热至  $1050^{\circ}\text{C}\sim 1180^{\circ}\text{C}$ , 保温  $1.5\text{h}\sim 3\text{h}$  后, 直接在  $280^{\circ}\text{C}\sim 360^{\circ}\text{C}$  的盐浴池内等温  $2\text{h}\sim 4\text{h}$ , 然后空冷; 随后进行回火处理, 其工艺是在  $500^{\circ}\text{C}\sim 580^{\circ}\text{C}$  保温  $3\text{h}\sim 6\text{h}$ , 然后炉冷或空冷, 在相同的工艺下回火两次, 最后进行精加工至规定尺寸即可。

合金材质的性能是由金相组织决定的, 而一定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:

高速钢中由于含有大量钨、钼、铬、钒等合金元素, 具有很高的常温硬度, 尤为可贵的是; 与普通材料相比, 高速钢具有优异的红硬性,  $500^{\circ}\text{C}$  时仍保持在 HRC55 以上, 具有优良的高温耐磨性, 因此, 选用高速钢制造导卫辊。

高速钢导卫辊中除了含有较多的钨、铬等强碳化物形成元素外, 同时含有较高的碳含量, 只有当碳化物形成元素及碳含量满足了合金碳化物分子式

中的定比关系时，二次碳化物的硬化效果才最好，保证了高速钢具有较高的红硬性和耐磨性。根据导卫辊工作特点，高速钢中适当提高铬含量至 5%~10%，提高铬含量可以提高高速钢抗氧化性，防止导卫辊使用中发生氧化。由于钼和钒元素的价格较高，因此高速钢导卫辊中钼和钒的加入量较少。为了提高高速钢导卫辊的耐高温磨损性能，将钨含量控制在 7.0%~10.0%。另外，在高速钢中加入了 1.2%~2.5%硼，硼在高速钢基体中的固溶量很低，加入高速钢中主要形成高硬度的硼化物和硼碳化合物，可以明显提高高速钢的耐磨性。另外硼还有促进高速钢中碳化物在加热过程中的断网和团球化作用，有利于高速钢强度和韧性的提高。

高速钢导卫辊中加入适量稀土，可以降低钢液中 S、O 含量，增加共晶凝固的过冷度，使共晶组织细化，同时稀土是表面活性元素，富集于奥氏体枝晶生长前沿，阻碍奥氏体长大，细化奥氏体枝晶，由于奥氏体枝晶的细化，在凝固后期，在奥氏体枝晶间由于偏析而形成的共晶钢液熔池变小，从而使共晶碳化物细化。高速钢导卫辊中加入适量钛，TiC 在高速钢液中可以优先于 MC 碳化物形成，TiC 可以作为 MC 碳化物形核的有效异质核心，促使 MC 碳化物细化。高速钢导卫辊中加入适量镁，在共晶结晶时，镁选择性地吸附在共晶碳化物择优生长方向的表面上，形成吸附薄膜，阻碍钢液中的 W、Mo、Cr 等原子长入共晶碳化物晶体，降低了共晶碳化物择优方向的长大速度，促使共晶碳化物由层片状变成团球状。因此，高速钢导卫辊中稀土—镁—钛的加入可以细化基体组织，改善碳化物形态和分布，有利于改善高速钢的强韧性和耐磨性。

高速钢导卫辊退火的目的是为了改善加工性能，采用盐浴淬火，主要是为了获得强韧性和耐磨性优异的贝氏体组织，回火主要是为了消除应力，稳定组织。

本发明与现有技术相比，具有以下特点：

(1) 本发明制备的导卫辊硬度高，高温耐磨性好，使用寿命比常用合金钢导卫辊提高3~5倍。

(2) 本发明导卫辊强度和韧性高，使用中无断裂、碎裂和剥落现象出现，而且本发明导卫辊不粘钢，轧材表面光洁。

(3) 本发明的导卫辊以我国丰富的钨、硼为主要提高耐磨性的合金元素，不含价格昂贵的钴，价格高的钼、钒元素加入量也较少，因此生产成本较低。

(4) 本发明导卫辊用普通铸造方法成形，制备工艺简单，生产效率高。

### 具体实施方式

下面结合发明人给出的实施例对本发明作进一步详细描述。

#### 实施例 1：

本实施例的导卫辊采用500kg中频感应电炉熔炼，其制造工艺步骤是：

(1) 将普通废钢、生铁、钨铁、钒铁、铬铁、硼铁、钼铁、硅铁和锰铁混合加热熔化。

(2) 炉前调整成分合格后将温度升至1590℃，加入占钢水总量0.12%的铝脱氧，而后出炉。

(3) 将含镁的变质剂、稀土硅铁和钛铁破碎至粒度小于18mm的小块，经230℃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) 用消失模铸造方法浇注导卫辊，钢水浇注温度为1440℃。

(5) 浇注后的导卫辊经打磨清理后进行退火处理，其工艺是930℃下保温2.5h，然后炉冷至550℃后空冷。

(6) 导卫辊经粗加工后，进行等温淬火处理，其工艺是在电炉内加热至1150℃，保温2h后，直接在330℃的盐浴池内等温2.5h，然后空冷；随



后进行回火处理，其工艺是在 550℃保温 5h，然后空冷，相同工艺下回火两次，最后精加工至规定尺寸。高速钢导卫辊的成分见表 1，机械性能见表 2。

表 1 高速钢导卫辊的成分 (wt%)

元素	C	W	V	Cr	B	Mo	Si	Mn	RE	Mg	Ti	S	P	Fe
成分	1.33	7.74	1.48	6.99	1.51	1.08	1.17	0.82	0.13	0.07	0.15	0.028	0.037	余量

表 2 高速钢导卫辊机械性能

硬度	600℃的红硬性	抗拉强度	冲击韧性	断裂韧性
HRC	HRC	MPa	kJ/m <sup>2</sup>	MPa.m <sup>1/2</sup>
65.8	60.5	905	153	30.7

### 实施例 2:

本实施例的导卫辊采用 300kg 中频感应电炉熔炼，其制造工艺步骤是：

(1) 将普通废钢、生铁、钨铁、钒铁、铬铁、硼铁、钼铁、硅铁和锰铁混合加热熔化。

(2) 炉前调整成分合格后将温度升至 1570℃，加入占钢水总量 0.10% 的铝脱氧，而后出炉。

(3) 将含镁的变质剂、稀土硅铁和钛铁破碎至粒度小于 18mm 的小块，经 240℃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) 用蜡模精密铸造方法浇注导卫辊，钢水浇注温度为 1425℃。

(5) 导卫辊经打磨清理后进行退火处理，其工艺是 900℃下保温 3h，然后炉冷。

(6) 导卫辊粗加工后，进行等温淬火处理，其工艺是在盐浴炉内加热至 1100℃，保温 2.5h 后，直接在 300℃的盐浴池内等温 2.3h，然后空冷；随后进行回火处理，其工艺是在 520℃保温 5.5h，然后炉冷，相同工艺下回

火两次，最后精加工至规定尺寸。高速钢导卫辊的成分见表 3，机械性能见表 4。

表 3 高速钢导卫辊的成分 (wt%)

元素	C	W	V	Cr	B	Mo	Si	Mn	RE	Mg	Ti	S	P	Fe
成分	1.01	8.30	0.97	7.51	1.85	1.13	1.22	0.75	0.09	0.14	0.10	0.031	0.036	余量

表 4 高速钢导卫辊机械性能

硬度	600℃的红硬性	抗拉强度	冲击韧性	断裂韧性
HRC	HRC	MPa	kJ/m <sup>2</sup>	MPa.m <sup>1/2</sup>
66.2	60.7	894	150	30.9

取上述实施例制备的导卫辊在高速线材轧机精轧机上进行了上机考核，轧制 $\phi 5.5\text{mm}$  线材，材质是普碳钢，轧制速度 120m/s。试验结果表明，本发明导卫辊的平均过钢量是 3670 吨。与其它导卫辊相比，本发明高速钢导卫辊具有强度高、韧性好、耐磨性好、抗热疲劳和抗氧化性优良，抗激冷激热性能好，使用中不脆裂、不剥落、不龟裂、不粘钢等优点，使用寿命比高镍铬合金铸钢导卫辊提高 3~5 倍，使用寿命的延长，生产中停工处理（更换导卫辊）时间减少，平均班产量由 650 吨/班提高到 675 吨/班。本发明导卫辊生产工艺简单，贵重合金加入量少，生产成本低。使用本发明导卫辊可以显著提高轧钢机作业率，降低轧材生产成本，具有很好的经济效益。