



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108754068 A

(43)申请公布日 2018.11.06

---

(21)申请号 201810553961.3	G22C 38/22(2006.01)
(22)申请日 2018.05.31	G22C 38/24(2006.01)
(71)申请人 安徽环渤海高速钢轧辊有限公司	G22C 38/26(2006.01)
地址 244000 安徽省铜陵市五松山大道南	G22C 38/28(2006.01)
段699号	G22C 38/30(2006.01)
	G22C 38/36(2006.01)
(72)发明人 张政龙	G21C 7/00(2006.01)
(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理	G22C 33/06(2006.01)
有限公司 11203	G22C 35/00(2006.01)
代理人 张立改	

(51) Int. Cl.  
G21C 5/52(2006.01)  
B22D 13/04(2006.01)  
G22C 38/02(2006.01)  
G22C 38/04(2006.01)  
G22C 38/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

---

(54)发明名称

高线预精轧高速钢辊环及其制备方法

(57)摘要

高线预精轧高速钢辊环及其制备方法,属于铸造技术领域。采用电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,并将炉内钢水温度升至1607-1625℃,加入占炉内钢水质量分数0.8-0.9%的金属铝,保温4-6分钟后,加入钒铁,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.2-8.5%,然后将钢水温度升至1631-1649℃后出炉到钢包,钢水经重稀土硅钙钡合金和TiN处理后,离心浇注成辊环,热处理后具有良好的力学性能和高温红硬性,在高线预精轧机架上使用效果良好。

1. 一种高线预精轧高速钢辊环的制备方法,其特征在于,采用电炉熔炼,具体制备工艺步骤包括如下:

①先用增碳剂、金属钴、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,采用电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在 $2.53-2.79\%C$ , $5.14-5.47\%Co$ , $15.67-15.81\%Mo$ , $1.03-1.40\%W$ , $5.51-5.85\%Cr$ , $<0.60\%Si$ , $<0.50\%Mn$ , $<0.035\%P$ , $<0.032\%S$ ,余量Fe,并将炉内钢水温度升至 $1607-1625^{\circ}C$ ,加入占炉内钢水质量分数 $0.8-0.9\%$ 的金属铝,保温4-6分钟后,加入经 $750-800^{\circ}C$ 预热100-120分钟、颗粒尺寸 $15-22mm \times 15-22mm \times 15-22mm$ 的钒铁,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的 $8.2-8.5\%$ ,然后将钢水温度升至 $1631-1649^{\circ}C$ 后出炉到钢包,钢包内预先加入了颗粒尺寸 $3-6mm \times 3-6mm \times 3-6mm$ 的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的 $0.35-0.40\%$ 和 $0.25-0.30\%$ ;

②步骤①钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至 $1477-1495^{\circ}C$ 时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内,并在钢水浇注过程中,随钢水流浇入120-160目的 $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末, $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末加入量占进入铸型内钢水质量分数的 $3.8-4.0\%$ ,钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工;

③将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至 $1065-1080^{\circ}C$ ,保温2-3小时,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在 $28-32^{\circ}C/分钟$ ,当辊面温度降至 $400-460^{\circ}C$ 时,立即将高速钢辊环入炉加热至 $540-570^{\circ}C$ ,保温3-4小时后,出炉空冷至辊面温度为 $320-360^{\circ}C$ 时,继续将高速钢辊环随炉加热至 $550-565^{\circ}C$ ,保温5-6小时后,炉冷至温度低于 $150^{\circ}C$ ,出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得高线预精轧高速钢辊环。

2. 按照权利要求1所述的一种高线预精轧高速钢辊环的制备方法,其特征在于,所述重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数为 $8.24-8.71\%Y$ , $28.16-30.09\%Si$ , $8.91-9.45\%Ca$ , $9.62-9.90\%Ba$ , $\leq 0.8\%C$ , $\leq 0.04\%P$ , $\leq 0.06\%S$ ,余量为Fe。

3. 按照权利要求1所述的一种高线预精轧高速钢辊环的制备方法,其特征在于,所述钒铁的化学组成及其质量分数为 $78.41-81.73\%V$ , $\leq 0.30\%C$ , $\leq 1.50\%Si$ , $\leq 0.08\%P$ , $\leq 0.06\%S$ , $\leq 2.0\%Al$ , $\leq 0.50\%Mn$ ,余量为Fe。

4. 按照权利要求1-3任一项所述的方法制备得到的高线预精轧高速钢辊环。

## 高线预精轧高速钢辊环及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明公开了一种高速钢辊环及其制备方法,特别涉及一种高线预精轧高速钢辊环及其制备方法,属于铸造技术领域。

### 背景技术

[0002] 高速线材轧机的预精轧机组是由二中轧机组分化演变而来的,其作用是继续缩减粗中轧机组轧出的轧件断面,为精轧机组提供轧制成品线材所需的断面形状正确、尺寸精确并沿全长断面尺寸均匀、无内在和表面缺陷的中间料,从而提高线材成品精度并减少精轧工艺故障。当代高速线材轧机的重要特点是轧制的高速度、产品的高质量、设备的高效率。因此,在精轧装备快速发展的同时,预精轧机组也在不断改进。20世纪80年代后期,为了保证精轧机轧出尺寸精度高、表面质量好的成品,预精轧机组多采用悬臂平/立交替布置,机架结构与精轧机相似,机架间设活套,单独传动。以后,为进一步提高半成品精度,有的高速线材轧机采用了6架预精轧机,并且采用了高硬度耐磨材料的碳化钨辊环。

[0003] 中国发明专利CN101994050公开了一种轧钢帘线碳化钨辊环配方,包括以下组份,各组份重量百分比为:WC 90.5~92.5%、Co 3.5~4.5%、Ni 3.5~4.5%、TiC 0.2~0.5%、CrC 0.2~0.5%、VC 0.1~0.3%。该发明的优点是:改善了碳化钨辊环的原料组成和成分配比,使其具备了满足使用性能需要的内部组织结构形成的内在条件,应用在水质PH值为碱性、水温低于32℃冷却水的条件下,可大大提高轧辊单槽单次高碳钢的轧制量,与同行业使用的碳化钨轧辊相比,辊环的轧制量可提高一倍以上。中国发明专利CN101994051还公开了一种碳化钨辊环配方,能够有效解决现有碳化钨辊环综合性能不高,辊环的轧制量不高的问题。一种碳化钨辊环配方,包括以下组份,各组份重量百分比为:WC 93~98%、Co 1.5~5%、Ni 0~4%、TiC 0.2~0.3%、CrC 0.2~0.3%、VC 0.05~0.3%、Y 0.05~0.1%。该发明的优点是:改善了碳化钨轧辊的原料组成和成分配比,使其具备了满足使用性能需要的内部组织结构形成的内在条件,且辊环磨损量小,表面光滑不碎辊,使用周期长,换辊次数少,不仅减少了换辊工作量,降低了费用开支,而且提高了轧机作业率和产品产量,确保了所生产线材产品的内在质量和表面质量。中国发明专利CN105671402还公开了一种高线硬质合金辊环,它由以下重量百分含量的组分制成:镍粉12-18%,钴粉8-12%,碳化钒粉0.1-0.3%,碳化铬粉0.2-0.6%,钨粉0.8-1%,余量为球形碳化钨粉,所述球形碳化钨粉的平均晶粒度为5-6 $\mu$ m。该发明是一种用于轧制钢材的轧机辊环,它能够解决现有硬质合金轧辊易产生裂纹的问题。中国发明专利CN105568107还公开了一种高线辊环的制造方法,该方法包括以下步骤:按以下重量百分含量的组分进行配料:镍粉12-18%,钴粉8-12%,碳化钒粉0.1-0.3%,碳化铬粉0.2-0.6%,钨粉0.8-1%,余量为球形碳化钨粉,所述球形碳化钨粉的平均晶粒度为5-6 $\mu$ m;把上述配比的各原料放入无水乙醇混合,将混合料放入球磨机内研磨10-14h后,将研磨得到的混合料放入模具中用超声波振荡振实混合料后,在500-700MPa下压制成压坯;把压坯放入烧结炉中,加热至1400-1480℃,保温50-80分钟后,随炉冷却至室温,即得。该发明解决了现有硬质合金高线辊环易产生裂纹的问题。中

国发明专利CN 106011605还公开了一种硬质合金辊环,包括辊环座和硬质合金环,所述辊环座由以下重量份的原料制成:铁粉60份~70份,硅粉15份~26份,碳粉20份~30份,铜粉6份~10份,铬粉11份~17份,镍粉9份~18份,钼粉3份~7份,除渣剂6份~15份,球化剂2份~6份;所述硬质合金环由以下重量份的原料制成:碳化钨粉50份~65份,钴粉30份~42份,镍粉17份~28份,碳化钛粉25份~38份,铬粉11份~20份。所述辊环座与硬质合金环通过焊接连接。与现有技术相比,该发明的辊环座和硬质合金环粘结强度高。中国发明专利CN 106119679并公开了一种硬质合金辊环的制备方法,包括辊环座和硬质合金环,辊环座采用以下原料制备:铁粉,硅粉,碳粉,铜粉,铬粉,镍粉,钼粉,除渣剂,球化剂;硬质合金环采用以下原料制备:碳化钨粉,钴粉,镍粉,碳化钛粉,铬粉;包括以下制备步骤:A.将辊环座安装于激光焊接机的底座上固定;B.将直径大于辊环座的硬质合金环套在辊环座外侧;C.根据激光束的指示点的位置调整底座,使得硬质合金与辊环座的接缝在指示点处;D.硬质合金环和辊环座的接缝处进行激光焊接;E.置于温度循环箱中循环,循环结束后即制得。与现有技术相比,该发明解决粘结强度不高的问题。

[0004] 碳化钨辊环尽管具有优异的耐磨性,但是制造成本太高,且碳化钨辊环脆性大,使用过程中易开裂。为了提高辊环性能,中国发明专利CN1424423公开了一种用于各类线材轧机和棒材轧机的高速钢辊环及其制备方法,其化学成分是(重量%):C:1.2~3.0;W:2.0~6.0;Mo:3.0~8.0;V:1.0~10.0;Cr:4.5~12.0;Al:0.4~1.5;Ni:0.3~1.5;Co:0.5~10.0;Nb:0.5~5.0;Ti:0.1~1.0;Ce:0.05~0.30;Na:0.05~0.30;Mg:0.005~0.025;Si<1.5;Mn<1.5;S<0.05;P<0.05;其余为Fe。辊环采用电炉熔炼,离心铸造方法成型,进行退火、高温淬火和回火处理两次。其硬度大于65HRC,600℃红硬性大于60HRC,抗拉强度900~1050Mpa。中国发明专利CN 101596553还公开了一种应用于高速线材轧机的高速钢辊环及其制备方法,其化学组成成分是(质量分数,%):3.0~3.5C,5.0~7.0V,4.2~4.5Cr,9.0~10.0Mo,5.5~8.0Co,0.4~1.0Al,1.5~4.0Nb,0.10~0.25Ti,0.003~0.006B,0.08~0.25RE,0.06~0.12Zr,<0.8Si,≤1.0Mn,其余为铁和不可避免的微量杂质。该发明辊环经熔炼、变质处理后,在离心铸造机上浇注。辊环经退火后进行粗加工,经淬火和回火后进行精加工,具有硬度高、红硬性好等特点,在高速线材轧机上使用,具有优良的耐磨性。中国发明专利CN102766824还公开了一种耐磨高速钢辊环及其制备方法,属于高速钢辊环技术领域。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,S≤0.02,P≤0.03,其余为Fe。采用离心铸造。辊环硬度高、耐磨性好。

[0005] 中国发明专利CN103757547还公开了一种复合轧辊辊环用铸钢材料,其含有的化学元素成分及其质量百分比为:碳0.8-0.9、钨1.2-1.5、钼1.5-2.5、钒1.5-2.5、铬2.2-2.5、铌0.05-0.10、稀土0.1、Mg0.004-0.007、Al0.02-0.05、P≤0.030、S≤0.030、余量为铁。该发明通过在高碳钢的基础上添加稀土、Al、铌等多种合金元素,并经过二次精炼,合理控制铸后热处理温度,分批投放原料,使得合金钢具有高速钢的特性,较耐高温,红硬较高、刚度和韧性配合好、耐磨性好,硬度高、耐冲击,适合用于线材机的轧辊的辊环,成本较低,经久耐用。该发明使用部分废铁作为原料,使合金品质稳定均一。中国发明专利CN105420629还公

开了适用于高速线材轧制的高塑性硬质材料辊环及制造方法,该材料的化学组成按重量百分比为:C:4~5.5%,Re:0.04~0.1%,W:6~18%,Mo:3~5%,Cr:4~6%,Ni:0.5~2%,V:6~8%,S≤0.035%,P≤0.035%,其余为Fe。其制造方法采用电炉冶炼,离心铸造,球化退火+淬火+多次回火的热处理工艺。该种高塑性硬质材料辊环的技术创新点主要集中于材料创新和工艺创新两个方面,具有优异耐磨性,具有较高强韧性配合。主要用于取代目前国内冶金工业轧钢领域中广泛使用的普通铸铁辊环和WC辊环,延长辊环的使用寿命周期,提高高速线材轧机的作业率。

[0006] 但是,目前开发的各种普通耐磨合金辊环,与碳化钨辊环相比,普遍存在高温稳定性差和高温耐磨性低等不足。

### 发明内容

[0007] 本发明为克服现有技术的不足,在高速钢中,加入铝、钽元素提高基体高温稳定性,并在离心浇注过程中,加入高硬度的 $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末。

[0008] 高线预精轧高速钢辊环的制备工艺,采用电炉熔炼,具体制备工艺步骤包括如下:

[0009] ①先用增碳剂、金属钽、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,采用电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钽、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在2.53-2.79%C,5.14-5.47%Co,15.67-15.81%Mo,1.03-1.40%W,5.51-5.85%Cr,<0.60%Si,<0.50%Mn,<0.035%P,<0.032%S,余量Fe,并将炉内钢水温度升至1607-1625℃,加入占炉内钢水质量分数0.8-0.9%的金属铝,保温4-6分钟后,加入经750-800℃预热100-120分钟、颗粒尺寸15-22mm×15-22mm×15-22mm的钒铁,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.2-8.5%,然后将钢水温度升至1631-1649℃后出炉到钢包,钢包内预先加入了颗粒尺寸3-6mm×3-6mm×3-6mm的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.35-0.40%和0.25-0.30%;

[0010] ②步骤①钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至1477-1495℃时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内,并在钢水浇注过程中,随钢水流浇入120-160目的 $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末, $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末加入量占进入铸型内钢水质量分数的3.8-4.0%,钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工;

[0011] ③将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至1065-1080℃,保温2-3小时,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在28-32℃/分钟,当辊面温度降至400-460℃时,立即将高速钢辊环入炉加热至540-570℃,保温3-4小时后,出炉空冷至辊面温度为320-360℃时,继续将高速钢辊环随炉加热至550-565℃,保温5-6小时后,炉冷至温度低于150℃,出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得高线预精轧高速钢辊环。

[0012] 如上所述重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数为8.24-8.71%Y,28.16-30.09%Si,8.91-9.45%Ca,9.62-9.90%Ba,≤0.8%C,≤0.04%P,≤0.06%S,余量为Fe。

[0013] 如上所述钒铁的化学组成及其质量分数为78.41-81.73%V,≤0.30%C,≤1.50%Si,≤0.08%P,≤0.06%S,≤2.0%Al,≤0.50%Mn,余量为Fe。

[0014] 本发明高线预精轧高速钢辊环采用电炉熔炼,冶炼工艺简单,成分控制精度高。采

用增碳剂、金属钴、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,炉料来源方便,全部在国内采购。为了提高钢水熔炼效率,在电炉熔炼钢水时,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,可以减少合金元素的烧损。此外,钢水熔清后加入铬铁,是为了防止铬元素的氧化烧损。将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在2.53-2.79%C,5.14-5.47%Co,15.67-15.81%Mo,1.03-1.40%W,5.51-5.85%Cr,<0.60%Si,<0.50%Mn,<0.035%P,<0.032%S,余量Fe。本发明重要特点是加入2.53-2.79%C,目的是碳与合金元素结合生成高硬度的合金碳化物,用于改善高速钢辊环耐磨性。此外,加入15.67-15.81%Mo,主要是改善辊环的高温红硬性,钼的大量加入,还可以改善碳化物分布的均匀性,有利于提高高速钢辊环的强韧性。钨元素密度高,过多加入高速钢辊环中,在离心铸造过程中易出现严重的偏析,降低辊环综合性能。加入5.51-5.85%Cr,除了改善高速钢辊环的高温氧化性能外,含铬碳化物在高温淬火过程中易溶解进入基体,在回火过程中易析出 $M_{23}C_6$ 型碳化物,有利于提高基体显微硬度,从而提高高速钢辊环耐磨性。

[0015] 钴和铝是非碳化物形成元素,主要固溶于基体,可以大幅度提高基体高温硬度,从而明显改善高速钢辊环的高温耐磨性。但是,铝元素加入钢液中极易氧化,控制不好,会带来很多夹杂物,反而损害高速钢的力学性能,特别会大幅度降低高速钢的强度和韧性。为了克服加入铝元素带来的不利影响,本发明在钢水冶炼后期,将炉内钢水温度升至1607-1625℃,加入占炉内钢水质量分数0.8-0.9%的金属铝,保温4-6分钟后,加入经750-800℃预热100-120分钟、颗粒尺寸15-22mm×15-22mm×15-22mm的钒铁,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.2-8.5%。这样可以确保钒铁快速熔入钢水中,明显减轻钒元素的烧损。然后将钢水温度升至1631-1649℃后出炉到钢包,钢包内预先加入了颗粒尺寸3-6mm×3-6mm×3-6mm的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.35-0.40%和0.25-0.30%。加入质量分数0.35-0.40%的重稀土硅钙钡合金,且将重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数控制在:8.24-8.71%Y,28.16-30.09%Si,8.91-9.45%Ca,9.62-9.90%Ba,≤0.8%C,≤0.04%P,≤0.06S,余量为Fe。其中重稀土Y的加入,可以脱氧、脱硫,有利于细化凝固组织,对改善碳化物的形态和分布有良好的效果。而Ca的加入,对改善钢中夹杂物的形态和分布有良好的效果。Ba的加入有良好的脱氧脱硫效果,促进夹杂物在钢水中的上浮,还有很好的除气效果。氮化钛(TiN)具有典型的NaCl型结构,属面心立方点阵,晶格常数 $a=0.4241\text{nm}$ ,其中钛原子位于面心立方的角顶。TiN是非化学计量化合物,其稳定的组成范围为TiN<sub>0.37</sub>-TiN<sub>1.16</sub>,氮的含量可以在一定的范围内变化而不引起TiN结构的变化,TiN熔点高,达到2950℃。钢水中加入占进入钢包内钢水质量分数0.25-0.30%的TiN,可以促进高速钢辊环凝固组织的细化以及碳化物的断网和孤立分布,从而大幅度提高高速钢辊环的强度和韧性。此外,TiN硬度高,进入基体中还可以提高辊环耐磨性。

[0016] 钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至1477-1495℃时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内。采用离心铸造方法生产辊环,辊环显微组织致密,且生产效率高。但是,离心铸造生产高速钢辊环过程中,由于离心力的作用,密度低的元素和碳化物,会偏析于辊环内层,而密度高的元素和碳化物会偏析于辊环外表面,使辊环性能不均匀。为了进一步提高高速钢辊环耐磨性,本发明在钢水浇注过程中,随钢水流浇入了占进入铸型内钢水质量分数3.8-4.0%的120-160目的 $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末, $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 密度与钢水密度接近,在

离心铸造过程中不会出现偏析,促进了高速钢辊环综合性能的大幅度提高。钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工。

[0017] 本发明将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至1065-1080℃,保温2-3小时,实现完全奥氏体化,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在28-32℃/分钟,确保高速钢辊环的淬火组织中不出现低硬度的珠光体基体。当辊面温度降至400-460℃时,立即将高速钢辊环入炉加热至540-570℃,保温3-4小时后,出炉空冷,确保淬火组织中的残留奥氏体全部转化为马氏体和贝氏体,防止高速钢辊环使用过程中出现开裂。当辊环辊面温度为320-360℃时,继续将高速钢辊环随炉加热至550-565℃,保温5-6小时后,炉冷至温度低于150℃,出炉空冷至室温,主要是消除辊环内应力,稳定组织,防止辊环使用中开裂。最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得性能优异的高线预精轧高速钢辊环。

[0018] 本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0019] 1) 本发明辊环硬度高,达到88-91HSD,具有优异的耐磨性;

[0020] 2) 本发明辊环红硬性好,在600℃的红硬性达到80-83HSD;

[0021] 3) 本发明辊环具有优异的耐磨性,在高速线材轧机预精轧机组上使用,本发明辊环的使用寿命比高镍铬铸铁辊环提高600%以上,与硬质合金辊环相当,生产成本只有硬质合金辊环的40-43%,推广应用本发明辊环具有良好的经济和社会效益。

## 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] 高线预精轧高速钢辊环采用1000公斤中频感应电炉熔炼,具体制备工艺步骤如下:

[0025] ①先用增碳剂、金属钴、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,采用1000公斤中频感应电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在2.53%C,5.47%Co,15.67%Mo,1.40%W,5.51%Cr,0.53%Si,0.39%Mn,0.033%P,0.026%S,余量Fe,并将炉内钢水温度升至1607℃,加入占炉内钢水质量分数0.8%的金属铝,保温6分钟后,加入经750℃预热120分钟、颗粒尺寸15-22mm×15-22mm×15-22mm的钒铁,钒铁的化学组成及其质量分数为78.41%V,0.21%C,1.25%Si,0.061%P,0.039%S,1.26%Al,0.22%Mn,余量为Fe,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.5%,然后将钢水温度升至1631℃后出炉到钢包,钢包内预先加入了颗粒尺寸3-6mm×3-6mm×3-6mm的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数为8.24%Y,30.09%Si,8.91%Ca,9.90%Ba,0.47%C,0.035%P,0.051%S,余量为Fe;重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.40%和0.25%;

[0026] ②步骤①钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至1477℃时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内,并在钢水浇注过程中,随钢水流浇入120-160目的V<sub>0.2</sub>Nb<sub>0.8</sub>C粉末,V<sub>0.2</sub>Nb<sub>0.8</sub>C粉末加入量占进入铸型内钢水质量分数的3.8%,钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工;

[0027] ③将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至1070℃,保温2.5小时,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在29-31℃/分钟,当辊面温度降至420-450℃时,立即将高速钢辊环入炉加热至560℃,保温3.5小时后,出炉空冷至辊面温度为330-345℃时,继续将高速钢辊环随炉加热至560℃,保温5.5小时后,炉冷至温度低于150℃,出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得高线预精轧高速钢辊环,高速钢辊环力学性能见表1。

[0028] 实施例2:

[0029] 高线预精轧高速钢辊环采用500公斤中频感应电炉熔炼,具体制备工艺步骤如下:

[0030] ①先用增碳剂、金属钴、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,采用500公斤中频感应电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在2.79%C,5.14%Co,15.81%Mo,1.03%W,5.85%Cr,0.49%Si,0.43%Mn,0.030%P,0.031%S,余量Fe,并将炉内钢水温度升至1625℃,加入占炉内钢水质量分数0.9%的金属铝,保温4分钟后,加入经800℃预热100分钟、颗粒尺寸15-22mm×15-22mm×15-22mm的钒铁,钒铁的化学组成及其质量分数为81.73%V,0.26%C,0.97%Si,0.067%P,0.045%S,1.29%Al,0.41%Mn,余量为Fe,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.2%,然后将钢水温度升至1649℃后出炉到钢包,钢包内预先加入了颗粒尺寸3-6mm×3-6mm×3-6mm的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数为8.71%Y,28.16%Si,9.45%Ca,9.62%Ba,0.60%C,0.027%P,0.051%S,余量为Fe;重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.35%和0.30%;

[0031] ②步骤①钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至1495℃时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内,并在钢水浇注过程中,随钢水流浇入120-160目的V<sub>0.2</sub>Nb<sub>0.8</sub>C粉末,V<sub>0.2</sub>Nb<sub>0.8</sub>C粉末加入量占进入铸型内钢水质量分数的4.0%,钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工;

[0032] ③将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至1065℃,保温3小时,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在30-32℃/分钟,当辊面温度降至430-460℃时,立即将高速钢辊环入炉加热至540℃,保温4小时后,出炉空冷至辊面温度为330-360℃时,继续将高速钢辊环随炉加热至550℃,保温6小时后,炉冷至温度低于150℃,出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得高线预精轧高速钢辊环,高速钢辊环力学性能见表1。

[0033] 实施例3:

[0034] 高线预精轧高速钢辊环采用1500公斤中频感应电炉熔炼,具体制备工艺步骤如下:

[0035] ①先用增碳剂、金属钴、钼铁、钨铁、铬铁、钒铁、废钢和金属铝配炉料,采用1500公斤中频感应电炉熔炼,熔炼过程中先加废钢、增碳剂、钼铁、金属钴、钨铁,钢水熔清后加入铬铁,将炉内钢水的化学组成及其质量分数控制在2.64%C,5.31%Co,15.74%Mo,1.28%W,5.75%Cr,0.59%Si,0.44%Mn,0.032%P,0.029%S,余量Fe,并将炉内钢水温度升至1614℃,加入占炉内钢水质量分数0.85%的金属铝,保温5分钟后,加入经780℃预热110分钟、颗粒尺寸15-22mm×15-22mm×15-22mm的钒铁,钒铁的化学组成及其质量分数为80.13%V,0.25%C,1.06%Si,0.053%P,0.048%S,1.28%Al,0.34%Mn,余量为Fe,钒铁加入量占炉内钢水质量分数的8.4%,然后将钢水温度升至1642℃后出炉到钢包,钢包内预先



加入了颗粒尺寸3-6mm×3-6mm×3-6mm的重稀土硅钙钡合金和200-250目的TiN颗粒,重稀土硅钙钡合金的化学组成及其质量分数为8.50%Y,29.37%Si,9.19%Ca,9.83%Ba,0.66%C,0.029%P,0.048%S,余量为Fe;重稀土硅钙钡合金和TiN颗粒加入量分别占进入钢包内钢水质量分数的0.38%和0.27%;

[0036] ②步骤①钢包内的钢水经扒渣、静置后,当温度降至1486℃时,将钢水浇入高速旋转的离心铸造机上的铸型内,并在钢水浇注过程中,随钢水流浇入120-160目的 $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末, $V_{0.2}Nb_{0.8}C$ 粉末加入量占进入铸型内钢水质量分数的3.9%,钢水凝固后,将离心机停机,取出铸件获得高速钢辊环毛坯,高速钢辊环毛坯经清砂和打磨后,直接进行粗加工;

[0037] ③将粗加工好的高速钢辊环随炉加热至1080℃,保温2小时,然后喷雾冷却,并将高速钢辊环冷却速度控制在28-30℃/分钟,当辊面温度降至400-430℃时,立即将高速钢辊环入炉加热至570℃,保温3小时后,出炉空冷至辊面温度为320-340℃时,继续将高速钢辊环随炉加热至565℃,保温5小时后,炉冷至温度低于150℃,出炉空冷至室温,最后精加工至规定尺寸和精度,即可获得高线预精轧高速钢辊环,高速钢辊环力学性能见表1。

[0038] 表1高速钢辊环力学性能

[0039]

力学性能	辊面硬度 /HSD	600℃红硬性 /HSD	抗弯强度 /MPa	冲击韧性 /J.cm <sup>-2</sup>
实施例1	88.7	82.1	2645	16.4
实施例2	90.5	80.6	2530	17.1
实施例3	90.8	81.9	2570	16.8

[0040] 本发明辊环硬度高,达到88-91HSD,本发明辊环红硬性好,在600℃的红硬性达到80-83HSD。此外,本发明辊环强度高,韧性好,在高速线材轧机预精轧机组上使用,本发明辊环的使用寿命比高镍铬铸铁辊环提高600%以上,与硬质合金辊环相当,生产成本只有硬质合金辊环的40-43%。本发明辊环克服了硬质合金辊环使用中易开裂和剥落的不足。推广应用本发明辊环,可以降低辊环消耗量和辊环采购资金,提高轧机作业率,减轻工人劳动强度,具有良好的经济和社会效益。