



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112760552 A

(43) 申请公布日 2021.05.07

(21) 申请号 202011539733.4 *G21C 5/28* (2006.01)  
(22) 申请日 2020.12.23 *G21C 7/06* (2006.01)  
(71) 申请人 安阳钢铁股份有限公司 *G21C 7/072* (2006.01)  
地址 455004 河南省安阳市殷都区梅园庄 *B22D 11/22* (2006.01)  
*B21C 37/04* (2006.01)  
(72) 发明人 曹树卫 武宝庆 杜亚伟 杨晓奇  
杨俊锋 陈占杰 宋素格 邓保全  
梁世勇 董尉民 贾黎杰 李璟  
王小平 王玉存 吕亚 范志成  
贾旭岗 刘松 赵振华 杨雅玲  
杜玉兰  
(74) 专利代理机构 郑州红元帅专利代理事务所  
(普通合伙) 41117  
代理人 宋巧兰  
(51) Int. Cl.  
*G22C 33/06* (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种胎圈钢丝用钢的生产方法

(57) 摘要

本发明公开一种胎圈钢丝用钢的生产方法,涉及钢铁冶金技术领域,包括转炉冶炼、钢包炉精炼、小方坯连铸和高速线材轧制,具体为:步骤一,在转炉中加入废钢和高炉铁水,对废钢和铁水提出质量适用条件;步骤二,转炉终点碳含量控制在0.50%~0.70wt%;步骤三,转炉出钢控制;步骤四,钢包炉精炼;步骤五,小方坯连铸,结晶器电磁搅拌,二次冷却采用气雾冷却,连铸拉速2.0~2.3m/min;步骤六,高速线材轧制,通过高速线材轧机轧制成 $\phi$ 5.5mm规格胎圈钢丝用热轧盘条。本发明减少了铁水预处理和钢水二次真空处理工艺过程,减少了连铸生产中铸流区电磁搅拌和末端电磁搅拌,减少了铸坯开坯、铸坯探伤、铸坯扒皮或铸坯修磨,提高了产量,降低了设备投资与生产成本,节约了能耗。

1. 一种胎圈钢丝用钢的生产方法,其特征在于,该生产方法包括转炉冶炼、钢包炉精炼、小方坯连铸和高速线材轧制,具体为以下步骤:

步骤一,在转炉中加入废钢和高炉铁水

所述废钢为不含Ti、Al、Cu、Zn杂质元素的自产返回废钢;

所述高炉铁水温度 $\geq 1300^{\circ}\text{C}$ ,高炉铁水中P、S、Ti的含量为: $\text{P} \leq 0.090\text{wt}\%$ ;  $\text{S} \leq 0.050\text{wt}\%$ ;  $\text{Ti} \leq 0.005\text{wt}\%$ ;

步骤二,转炉终点碳含量控制在 $0.50\sim 0.70\text{wt}\%$ ;

步骤三,转炉出钢

出钢过程向钢包加预顶渣料,所述预顶渣料为:石灰或/和电石;

出钢过程中,当出钢量为出钢总量的 $2/3$ 时,随钢流向钢包中加入硅锰合金或/和电石;

步骤四,钢包炉精炼

在精炼钢包炉中营造精炼白渣,精炼渣原料:石灰和电石,控制碱度 $R_2=2.5\sim 3.5$ ,控制精炼渣中 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量 $< 8\text{wt}\%$ ;

步骤五,小方坯连铸,结晶器电磁搅拌,二冷气雾冷却,连铸拉速: $2.0\sim 2.3\text{m}/\text{min}$ ;

步骤六,高速线材轧制,通过高速线材轧机轧制成胎圈钢丝用盘条。

2. 根据权利要求1所述的胎圈钢丝用钢的生产方法,其特征在于,所述步骤四中,100吨及以上钢包炉精炼的有效精炼时间 $\geq 40\text{ min}$ 。

3. 根据权利要求1所述的胎圈钢丝用钢的生产方法,其特征在于,所述步骤五中,结晶器电磁搅拌参数:电流: $240\sim 250\text{A}$ ,频率: $4\sim 6\text{Hz}$ ;二冷气雾冷却,比水量: $0.7\sim 0.9\text{L}/\text{kg}$ ;连铸产出的连铸坯断面尺寸为: $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的胎圈钢丝用钢的生产方法,其特征在于,所述步骤六中,开轧温度控制: $980 \pm 30^{\circ}\text{C}$ ;精轧入口温度控制 $910 \pm 20^{\circ}\text{C}$ ;减定径入口温度控制: $900 \pm 20^{\circ}\text{C}$ ;吐丝温度控制 $880 \pm 15^{\circ}\text{C}$ ;斯太尔摩风冷线参数控制:入口辊道速度: $55\sim 65\text{m}/\text{min}$ ;出口辊道速度: $60\sim 70\text{m}/\text{min}$ ;风机开启1~6台,其中风机开口度均控制为90%;对应保温罩工艺控制:冬季1A~4B段打开,其余关闭,夏季全部打开。

5. 根据权利要求1所述的胎圈钢丝用钢的生产方法,其特征在于,所述胎圈钢丝用盘条断面尺寸为 $\phi 5.5\text{mm}$ ,所述胎圈钢丝用盘条中索氏体比例达到85%以上。

## 一种胎圈钢丝用钢的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钢铁冶金技术领域,具体涉及一种胎圈钢丝用钢的生产方法。

### 背景技术

[0002] 胎圈钢丝属于带镀层的高碳钢金属制品,用于橡胶制品的加强,主要用于橡胶轮胎,该产品因汽车轻量化的趋势不断提高强度,对钢材的可拉拔性、通条性能均一性、钢质纯净度等都有较高的要求,生产难度较大,对冶炼、轧制、加工等工序环节技术要求较高。

[0003] 目前国内外生产胎圈钢丝用钢的主要工艺流程为:铁水预处理(铁水脱硫/铁水三脱)→转炉→钢包炉精炼→RH/VD真空处理→大方坯连铸(具备结晶器电磁搅拌,和/或铸流区电磁搅拌,和/或末端电磁搅拌)→连铸坯探伤→连铸坯扒皮/修磨→开坯轧制→高速线材轧制。

[0004] 上述工艺流程不可避免的系统缺陷表现在:1)所采用铁水预处理、真空处理工艺,使生产成本增加;2)转炉冶炼采用“低拉增碳法”生产,增碳剂中的杂质元素/组分污染钢液;3)所采用的铸流区电磁搅拌和末端电磁搅拌,其冷却水与电耗增加;4)采用连铸大方坯,需要二次开坯,增加了开坯轧制、连铸坯探伤、连铸坯扒皮/修磨成本。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种新的生产工艺生产胎圈钢丝用钢,对入炉原料(废钢、铁水)提出质量要求,对转炉和钢包精炼炉工艺控制提出要求,采用小方坯连铸和高速线材轧制,生产出了满足胎圈钢丝用钢质量要求的盘条产品,减少了铁水预处理、RH/VD真空处理,减少了连铸铸流区电磁搅拌和末端电磁搅拌,减少了连铸坯开坯轧制和铸坯探伤/扒皮/修磨,在保证连铸坯及盘条产品质量的条件下,既提高产量、降低生产成本,又节约了能源。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0007] 一种胎圈钢丝用钢的生产方法,包括转炉冶炼、钢包炉精炼、小方坯连铸和高速线材轧制,具体为以下步骤:

[0008] 步骤一,在转炉中加入废钢和高炉铁水

[0009] 所述废钢为不含Ti、Al、Cu、Zn杂质元素的自产返回废钢;

[0010] 所述高炉铁水温度 $\geq 1300^{\circ}\text{C}$ ,高炉铁水中P、S、Ti的含量为: $P \leq 0.090\text{wt}\%$ ;  $S \leq 0.050\text{wt}\%$ ;  $Ti \leq 0.005\text{wt}\%$ ;

[0011] 步骤二,转炉终点碳含量控制在 $0.50 \sim 0.70\text{wt}\%$ ;

[0012] 步骤三,转炉出钢

[0013] 出钢过程向钢包加预顶渣料,所述预顶渣料为:石灰或/和电石;

[0014] 出钢过程中,当出钢量为出钢总量的 $2/3$ 时,随钢流向钢包中加入硅锰合金或/和电石;

[0015] 步骤四,钢包炉精炼

[0016] 在精炼钢包炉中营造精炼白渣,精炼渣原料:石灰和电石,控制碱度 $R_2 = 2.5 \sim$

3.5,控制精炼渣中 $Al_2O_3$ 含量 $<8wt\%$ ;

[0017] 有效精炼时间为:

[0018] 对钢液脱氧时平静钢液,当量尺寸(直径 $d$ )小于 $100\mu m$ 的脆性夹杂物的上浮速度服从Stokes公式:

$$[0019] \quad v = \frac{2}{9} \cdot \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot d^2}{\eta \cdot k}$$

[0020] 胎圈钢丝用钢包炉精炼温度条件下,钢液密度 $7000kg \cdot m^{-3}$ ,脆性夹杂密度 $3500kg \cdot m^{-3}$ ,则两者密度差 $\Delta \rho = 3500kg \cdot m^{-3}$ ;钢液动力黏度 $\eta = 0.003Pa \cdot s$ ;脆性夹杂形状系数 $k = 2$ ;

[0021] 当脆性夹杂直径为 $15\mu m$ 时,其上浮速度 $v = 17.15mm/min$ ;

[0022] 结合炉机时间匹配,夹杂物在精炼过程中上浮至钢渣-界面被渣层吸附去除的有效精炼时间为:

[0023]  $\tau = h/v$ ;  $h$ 为钢包内钢液深度, $v$ 为不同直径脆性夹杂物的上浮速度;

[0024] 同时,通过钢包底吹氩气强化夹杂物的气泡去除、碰撞去除,并对钢包底吹氩气的软搅拌时间做如下界定:

[0025] 钢包炉精炼处理进入软吹后如又出现进精炼炉升温的情况,但未补加合金或补线或补加渣料等,且未出现加大吹氩气流量的情况(亮圈 $>200mm$ ),则软吹时间连续计算;

[0026] 结合以上措施,能够进一步提高夹杂物在钢液中的去除;

[0027] 步骤五,小方坯连铸,结晶器电磁搅拌,二冷气雾冷却,连铸拉速: $2.0 \sim 2.3m/min$ ;

[0028] 步骤六,高速线材轧制,通过高速线材轧机轧制成胎圈钢丝用盘条。

[0029] 进一步,所述步骤四中,100吨及以上钢包炉精炼的有效精炼时间 $\geq 40min$ 。

[0030] 进一步,所述步骤五中,结晶器电磁搅拌参数:电流: $240 \sim 250A$ ,频率: $4 \sim 6Hz$ ;二冷气雾冷却,比水量: $0.7 \sim 0.9L/kg$ ;连铸产出的连铸坯断面尺寸为: $150mm \times 150mm$ 。

[0031] 进一步,所述步骤六中,开轧温度控制: $980 \pm 30^\circ C$ ;精轧入口温度控制 $910 \pm 20^\circ C$ ;减定径入口温度控制: $900 \pm 20^\circ C$ ;吐丝温度控制 $880 \pm 15^\circ C$ ;斯太尔摩风冷线参数控制:入口辊道速度: $55 \sim 65m/min$ ;出口辊道速度: $60 \sim 70m/min$ ;风机开启 $1 \sim 6$ 台,其中风机开口度均控制为 $90\%$ ;对应保温罩工艺控制:冬季1A $\sim$ 4B段打开,其余关闭,夏季全部打开。

[0032] 进一步,所述胎圈钢丝用盘条断面尺寸为 $\phi 5.5mm$ ,所述胎圈钢丝用盘条中索氏体比例达到 $85\%$ 以上。

[0033] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0034] 本发明较目前国内外胎圈钢丝用钢生产的主要工艺流程具有如下比较优势:

[0035] 1、减少了铁水预处理和真空处理工艺过程,显著降低了生产成本。

[0036] 2、转炉粗炼工艺采用“高拉碳”冶炼工艺,转炉终点碳含量控制在 $0.50\% \sim 0.70\%$ 之间,既减少了增碳剂加入量,降低生产成本,又减少了由增碳剂中的杂质元素/组分带入钢液的夹杂物含量,提高了钢水纯净度。

[0037] 3、钢包炉精炼工艺控制,对胎圈钢丝用钢的生产来讲,其主要工艺目的是提高钢水纯净度,去除夹杂物,根据胎圈钢丝用钢对夹杂物的要求,不允许出现当量尺寸大于 $15\mu m$ 的脆性夹杂,通过理论计算得出当量尺寸大于 $15\mu m$ 的脆性夹杂的去除时间进而确定钢包炉精炼的有效精炼时间。

[0038] 4、连铸生产工艺减少了铸流区电磁搅拌和末端电磁搅拌。通过中间包钢水过热度 and 二冷气雾冷却强度控制,便可生产出满足胎圈钢丝用钢要求的合格连铸坯,减少了连铸坯探伤、连铸坯扒皮/修磨工序。

[0039] 5、本发明所生产的连铸坯断面尺寸为:150mm×150mm,直接通过高速线材轧机轧制成 $\phi 5.5\text{mm}$ 规格的胎圈钢丝用盘条。减少了连铸坯二次开坯和连铸坯探伤、连铸坯扒皮/修磨工序,显著降低了生产成本。

### 具体实施方式

[0040] 下面结合具体的实施例对本发明的技术方案及效果做进一步描述,但本发明的保护范围并不限于此。

#### [0041] 实施例1

[0042] 本实施例提供的一种胎圈钢丝用钢的生产方法包括炼钢、连铸和轧钢工序,连铸产出的连铸坯断面尺寸为:150mm×150mm,所获产品原始盘条尺寸 $\phi 5.5\text{mm}$ 。

[0043] 具体生产流程为:顶底复吹转炉→LF钢包精炼炉→R8 m弧6机6流小方坯连铸机→150mm×150mm断面连铸坯→高速线材轧机控制轧制→斯太尔摩风冷线控冷→ $\phi 5.5\text{mm}$ 规格的胎圈钢丝用热轧盘条。

[0044] 关键控制参数为:(1)高炉铁水+自产返回废钢,铁水温度1320℃,铁水成分含量:P=0.075wt%,S=0.045wt%,Ti=0.0032wt%;(2)转炉“高拉碳”操作,终点C含量为0.53wt%,终点温度1583℃,脱氧合金化采用电石、硅锰合金,当出钢量为出钢总量的2/3时,随钢流加入钢包,其加入量分别为52kg和670kg,钢包顶渣料石灰加入量350kg;(3)精炼渣碱度 $R_2=3.0$ ,渣中 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量7.1wt%,精炼时间47min;(4)结晶器电磁搅拌参数:电流246A、频率5Hz,二冷气雾冷却比水量0.72L/kg,150mm×150mm断面小方坯拉速为2.10m/min;(5)开轧温度980℃,精轧入口温度910℃,减定径入口温度900℃,吐丝温度880℃,斯太尔摩风冷线入口辊道速度60m/min,出口辊道速度65m/min,风机开启前6台,风机开口度均控制为90%,相应保温罩冬季1A~4B段打开,其余关闭。

#### [0045] 实施例2

[0046] 本实施例提供的一种胎圈钢丝用钢的生产方法包括炼钢、连铸和轧钢工序,连铸产出的连铸坯断面尺寸为:150mm×150mm,所获产品原始盘条尺寸 $\phi 5.5\text{mm}$ 。

[0047] 具体生产流程为:顶底复吹转炉→LF钢包精炼炉→R8 m弧6机6流小方坯连铸机→150mm×150mm断面连铸坯→高速线材轧机控制轧制→斯太尔摩风冷线控冷→ $\phi 5.5\text{mm}$ 规格的胎圈钢丝用热轧盘条。

[0048] 关键控制参数为:(1)高炉铁水+自产返回废钢,铁水温度1345℃,铁水成分含量:P=0.060wt%,S=0.050wt%,Ti=0.0040wt%;(2)转炉“高拉碳”操作,终点C含量为0.58wt%,终点温度1579℃,脱氧合金化采用电石、硅锰合金,当出钢量为出钢总量的2/3时,随钢流加入钢包,其加入量分别为45kg和700kg,钢包顶渣料石灰加入量280kg;(3)精炼渣碱度 $R_2=2.8$ ,渣中 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量6.5wt%,精炼时间40min;(4)结晶器电磁搅拌参数:电流250A、频率5Hz,二冷气雾冷却比水量0.75L/kg,150mm×150mm断面小方坯拉速为2.20m/min;(5)开轧温度960℃,精轧入口温度900℃,减定径入口温度880℃,吐丝温度870℃,斯太尔摩风冷线入口辊道速度65m/min,出口辊道速度70m/min,风机开启前6台,风机开口度均

控制为90%，相应保温罩夏季全部打开。

[0049] 实施例3

[0050] 本实施例提供的一种胎圈钢丝用钢的生产方法包括炼钢、连铸和轧钢工序，连铸产出的连铸坯断面尺寸为：150mm×150mm，所获产品原始盘条尺寸φ5.5mm。

[0051] 具体生产流程为：顶底复吹转炉→LF钢包精炼炉→R8 m弧6机6流小方坯连铸机→150mm×150mm断面连铸坯→高速线材轧机控制轧制→斯太尔摩风冷线控冷→φ5.5mm规格的胎圈钢丝用热轧盘条。

[0052] 关键控制参数为：(1) 高炉铁水+自产返回废钢，铁水温度1370℃，铁水成分含量：P=0.080wt%；S=0.040wt%；Ti=0.0022wt%；(2) 转炉“高拉碳”操作，终点C含量为0.61wt%，终点温度1571℃，脱氧合金化采用电石、硅锰合金，当出钢量为出钢总量的2/3时，随钢流加入钢包，其加入量分别为50kg和700kg，钢包顶渣料石灰加入量300kg；(3) 精炼渣碱度 $R_2=3.3$ ，渣中 $Al_2O_3$ 含量5.9wt%，精炼时间50min；(4) 结晶器电磁搅拌参数：电流246A、频率6Hz，二冷气雾冷却比水量0.79L/kg，150mm×150mm断面小方坯拉速为2.15m/min；(5) 开轧温度990℃，精轧入口温度920℃，减定径入口温度910℃，吐丝温度885℃，斯太尔摩风冷线入口辊道速度55m/min，出口辊道速度60m/min，风机开启前6台，风机开口度均控制为90%，相应保温罩冬季1A~4B段打开，其余关闭。

[0053] 采用本发明所述工艺及流程所生产的φ5.5mm规格胎圈钢丝用热轧盘条，经多家胎圈钢丝生产厂实际使用，能够用以生产φ0.60mm~φ1.65mm的胎圈成品单丝；盘条经机械剥壳、多道次直进式高速拉拔、在线回火热处理、在线化镀青铜工艺处理，拉拔过程不断丝，成品/半成品钢丝强度和韧/塑性指标与同类盘条供货厂家产品质量相当。

[0054] 表1列出了实施例1~3中150mm×150mm断面连铸坯低倍质量检测与评级报告。低倍样取自该炉连铸坯浇铸过程前、中、后期各流铸坯，共18块低倍样。

[0055] 表1实施例1~3连铸坯低倍质量检测与评级数据表

[0056]

项目	凝固中心碳偏指数	中心缩孔	中心疏松	中心裂纹	边裂	角裂
实施例1	1.08	2.0	2.0	无	无	无
实施例2	1.05	1.5	1.5	无	无	无
实施例3	1.06	2.0	1.5	无	无	无

[0057] 表2列出了实施例1~3中φ5.5mm热轧盘条金相组织、力学性能通圈波动及脆性夹杂物的检测报告。给出了盘条边部、1/2半径、芯部索氏体比例的统计数据，索氏体比例均不低于85%；检测了盘条力学性能通圈波动情况，抗拉强度 $R_m$ 和面缩Z的最大波动值分别为36MPa、3.5%，表明盘条通圈性能均一性良好；盘条纵向夹杂物检测取样参照连铸坯低倍样取样方式，并与之对应取样，共截取18个盘条纵向样，实际观察面积为1072mm<sup>2</sup>，统计了脆性夹杂( $Al_2O_3$ 、TiN等)的最大尺寸。

[0058] 表2实施例1~3盘条金相组织、力学性能波动及夹杂物数据表

[0059]

项目	盘条索氏体比例，%	$\Delta R_m$ , MPa	$\Delta Z$ , MPa	脆性夹杂最大尺寸， $\mu m$
实施例1	90	36	3.5	7
实施例2	95	24	2.2	4
实施例3	90	30	2.5	5

[0060] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。