



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107747059 A

(43)申请公布日 2018.03.02

(21)申请号 201711242309.1

G21D 8/06(2006.01)

(22)申请日 2017.11.30

(71)申请人 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

地址 617000 四川省攀枝花市东区桃源街
90号

(72)发明人 刘明 邓通武 雷秀华 张颖刚

(74)专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通
合伙) 51124

代理人 张小丽 梁鑫

(51)Int.Cl.

G22C 38/28(2006.01)

G22C 38/24(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/04(2006.01)

权利要求书2页 说明书9页

(54)发明名称

含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条及其生产方法

(57)摘要

本发明属于钢铁冶金领域,具体涉及一种含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条及其生产方法。针对现有制备含氮合金钢所选用氮化钒合金氮含量低、种类少等问题,本发明提供了一种含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条及其生产方法。该盘条的组成成分为:按重量百分比计,C:0.15~0.30%、Si:0.30~1.00%、Mn:0.60~1.30%、N:0.0060~0.0180%、P≤0.040%、S≤0.040%、V:0.010~0.100%、Ti:0.010~0.030%、Cr:0.10~0.60%,余量为Fe和不可避免的杂质。其制备方法的关键在于在炉后小平台喂入含N包芯线,调整N到适宜的水平。本发明方法操作简单,氮收得率高且稳定,还能有效的降低生产成本,值得推广使用。

1. 含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条,其特征在于:化学成分为:按重量百分比计,C:0.15~0.30%、Si:0.30~1.00%、Mn:0.60~1.30%、N:0.0060~0.0180%、P≤0.040%、S≤0.040%、V:0.010~0.100%、Ti:0.010~0.030%、Cr:0.10~0.60%,余量为Fe和不可避免的杂质。

2. 权利要求1所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:包括以下步骤:

高炉铁水经转炉冶炼、连铸制得钢坯;钢坯经加热、高速线材轧机进行轧制成材、冷却制成圆棒盘条或螺纹盘条;其中,在炉后小平台的钢包内喂入包芯线调整N含量;所述钢坯成分为按重量百分比计,C:0.15~0.30%、Si:0.30~1.00%、Mn:0.60~1.30%、N:0.0060~0.0180%、P≤0.040%、S≤0.040%、V:0.010~0.100%、Ti:0.010~0.030%、Cr:0.10~0.60%,余量为Fe和不可避免的杂质;所述钢坯加热温度控制为950~1220℃,均热温度控制为1000~1200℃,加热与均热总时间90~120min;所述高速线材轧机中的吐丝机工序,控制吐丝温度为880~960℃;所述冷却为首先以4~8℃/s的冷却速度冷却到600~700℃,然后以2~3℃/s的冷却速度冷却到400~500℃,最后以0.5~1.0℃/s的冷却速度冷却到150~300℃。

3. 根据权利要求2所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:包括以下步骤:

a、转炉冶炼:在转炉内加入铁水和废钢,利用转炉吹氧脱C,进行冶炼,待钢水C含量为0.05~0.15%、P含量≤0.025%、S含量≤0.035%,钢水温度≥1650℃时出钢;

出钢1/3~2/3时,加入FeSi、FeMn、FeCr、FeTi和FeV或VN合金,以及增C剂,控制C为0.15~0.30%、Si为0.30~1.00%、Mn为0.60~1.30%、V为0.010~0.100%、Cr为0.10~0.60%、Ti为0.010~0.030%;

b、喂包芯线:出钢后转入炉后小平台钢包,向钢包内吹入惰性气体,加入含N包芯线,控制钢液中N含量为0.0060~0.0180%;

c、连铸:控制连铸机中包的过热度为20~50℃,将钢液连铸成钢坯断面为150mm×150mm~200mm×200mm的方坯,空冷至室温;

d、钢坯加热和轧制:钢坯加热温度控制为950~1220℃,均热温度控制为1000~1200℃,加热与均热总时间90~120min,采用高速线材轧机轧制成圆棒盘条或螺纹盘条,轧制结束后冷却即得产品;其中,所述高速线材轧机中的吐丝机工序,控制吐丝温度为880~960℃;所述冷却为首先以4~8℃/s的冷却速度冷却到600~700℃,然后以2~3℃/s的冷却速度冷却到400~500℃,最后以0.5~1.0℃/s的冷却速度冷却到150~300℃。

4. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤a中,所述铁水要求S含量≤0.06%。

5. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤a中,所述FeSi和FeMn合金用FeSiMn合金替代。

6. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤b中,所述的惰性气体为氩气或氮气中的至少一种。

7. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤b中,所述吹入惰性气体的时间≥2min。

8. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤b中,出站温度高于钢的液相线温度60~90℃。

9. 根据权利要求3所述的含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法,其特征在于:步骤d中,所述圆棒盘条或螺纹盘条的规格为 $\phi 6\text{mm} \sim \phi 14.0\text{mm}$ 。

含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁冶金领域,具体涉及一种含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条及其生产方法。

背景技术

[0002] 微合金钢主要是指在钢中添加很少量或者是微量的某种元素就能明显提高性能的钢,特别是提高钢的强度指标。现有技术条件下微合金钢主要通常添加很少量或者是微量钒、铌和钛而得到。微合金化的作用机制是:作为微量元素的钒、铌和钛加入钢液后,与钢液中的碳和氮结合,形成碳、氮的化合物质点,即V(C、N),Nb(C、N)和Ti(C、N)质点,这些质点具有一定的沉淀强化和晶粒细化的作用,可明显提高钢的强度。

[0003] 由此可看出,实际上微合金钢中钒、铌和钛的作用均是和氮分不开的,但一般情况下采用转炉冶炼钢,残留氮含量在0.0030%~0.065%范围内,采用电炉冶炼钢,残留氮含量在0.050%~0.085%范围内,大多数情况下如要充分发挥钒、铌和钛的作用,是必须要额外加入氮元素才能实现的。

[0004] 早期在微合金钢中增加氮,是通过添加3%~6%的氮化类合金来实现的,但由于氮化类合金含氮很低,造成合金加入量大,且收得率不稳定,逐渐被氮含量较高的氮化钒合金代替。目前微合金钢的生产中几乎很难再使用3%~6%的氮化类合金,几乎全部使用既含钒且氮含量又高的氮化钒合金。氮化钒合金主要有VN12、VN14和VN16三个牌号。一般情况下该三个牌号氮和钒的比值是基本固定的,分别为12:78、14:78、16:78,即氮和钒的比值最高为VN16的16:78,即合金中含有16%的N,含有78%钒。氮化钒合金虽然既含钒、且氮含量又高,但对于微合金钢中不同的微合金化技术路线,特别是复合微合金钢,例如V-Ti-N,甚至于V-Ti-Nb-N,也是不能满足需求的。

发明内容

[0005] 针对现有制备含氮合金钢所选用氮化钒合金氮含量低、种类少等问题,本发明提供了一种新的制备含氮合金的方法。该方法采用添加含氮包芯线调整微合金中氮含量,能够更加精确的控制钢中的N含量,制备的微合金钢氮收得率高,成本低。

[0006] 本发明所要解决的第一个技术问题是提供一种含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条。该含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的化学成分为:按重量百分比计,C:0.15~0.30%、Si:0.30~1.00%、Mn:0.60~1.30%、N:0.0060~0.0180%、P≤0.040%、S≤0.040%、V:0.010~0.100%、Ti:0.010~0.030%、Cr:0.10~0.60%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0007] 本发明还提供了一种上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法。该生产方法包括以下步骤:

[0008] 高炉铁水经转炉冶炼、连铸制得钢坯;钢坯经加热、高速线材轧机进行轧制成材、冷却制成圆棒盘条或螺纹盘条;其中,在炉后小平台的钢包内喂入包芯线调整N含量;所述钢坯成分为按重量百分比计,C:0.15~0.30%、Si:0.30~1.00%、Mn:0.60~1.30%、N:

0.0060~0.0180%、 $P \leq 0.040\%$ 、 $S \leq 0.040\%$ 、 $V: 0.010 \sim 0.100\%$ 、 $Ti: 0.010 \sim 0.030\%$ 、 $Cr: 0.10 \sim 0.60\%$ ，余量为Fe和不可避免的杂质；所述钢坯加热温度控制为950~1220℃，均热温度控制为1000~1200℃，加热与均热总时间90~120min；所述高速线材轧机中的吐丝机工序，控制吐丝温度为880~960度；所述冷却为首先以4~8℃/s的冷却速度冷却到600~700℃，然后以2~3℃/s的冷却速度冷却到400~500℃，最后以0.5~1.0℃/s的冷却速度冷却到150~300℃。

[0009] 进一步的，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法，包括以下步骤：

[0010] a、转炉冶炼：在转炉内加入铁水和废钢，利用转炉吹氧脱C，进行冶炼，待钢水C含量为0.05~0.15%，P含量 $\leq 0.025\%$ 、S含量 $\leq 0.035\%$ ，钢水温度 $\geq 1650^\circ\text{C}$ 时出钢；

[0011] 出钢1/3~2/3时，加入FeSi、FeMn、FeCr、FeTi和FeV或VN合金，以及增C剂，控制C为0.15~0.30%、Si为0.30~1.00%、Mn为0.60~1.30%、V为0.010~0.100%、Cr为0.10~0.60%、Ti为0.010~0.030%；

[0012] b、喂包芯线：出钢后转入炉后小平台钢包，向钢包内吹入惰性气体，加入含N包芯线，控制钢液中N含量为0.0060~0.0180%；

[0013] c、连铸：控制连铸机中包的过热度为20~50℃，将钢液连铸成的钢坯断面为150mm×150mm~200mm×200mm的方坯，空冷至室温；

[0014] d、钢坯加热和轧制：钢坯加热温度控制为950~1220℃，均热温度控制为1000~1200℃，加热与均热总时间90~120min，采用高速线材轧机轧制成圆棒盘条或螺纹盘条，轧制结束后冷却即得产品；其中，所述高速线材轧机中的吐丝机工序，控制吐丝温度为880~960℃；所述冷却为首先以4~8℃/s的冷却速度冷却到600~700℃，然后以2~3℃/s的冷却速度冷却到400~500℃，最后以0.5~1.0℃/s的冷却速度冷却到150~300℃。

[0015] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤a中所述铁水要求S含量 $\leq 0.06\%$ 。

[0016] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤a中所述FeSi和FeMn合金用FeSiMn合金替代。

[0017] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤b中所述的惰性气体为氩气或氮气中的至少一种。

[0018] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤b中所述吹入惰性气体的时间 $\geq 2\text{min}$ 。

[0019] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤b出站温度高于钢的液相线温度60~90℃。

[0020] 其中，上述含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条的生产方法中，步骤d中所述圆棒盘条或建筑用螺纹盘条的规格为 $\phi 6\text{mm} \sim \phi 14.0\text{mm}$ 。

[0021] 本发明通过设计一种含V、Ti、Cr的微合金建筑钢，在钢中添加合金成分V:0.010~0.100%，Ti:0.010~0.030%、Cr:0.10%~0.60%，再配合采用在转炉冶炼炉后小平台喂入含N包芯线的方式调整钢中N含量，并配合采用高线轧制生产线轧制，控制合适的吐丝温度和冷却速率等参数，最终能够制备得到一种强度高、氮收得率高的含V、Ti、Cr微合金建筑钢，性能优良。本发明方法操作简单，氮收得率高且稳定，还能有效的降低生产成本，值得推广使用。

具体实施方式

[0022] 本发明提供了一种含V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条,其化学成分为:按重量百分比计,C:0.15%~0.30%、Si:0.30%~1.00%、Mn:0.60%~1.30%、N:0.0060%~0.0180%、 $P \leq 0.040\%$ 、 $S \leq 0.040\%$ 、V:0.010%~0.100%、Ti:0.010%~0.030%、Cr:0.10%~0.60%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0023] 上述化学成分中,钢中含有0.0060%~0.0180%的氮,采用加入0.010%~0.100%V和0.010%~0.030%Ti给予固定,以保证钢材的时效性能。一般情况下采用转炉法冶炼钢,最终成品钢中的残留氮含量在0.0030%~0.0065%范围内,采用电炉冶炼钢,残留氮含量则在0.0050%~0.0085%范围内。钢中偏高的氮含量,时效性随之变差,因此当氮含量高于0.006%,并随氮含量的增加,必须加入适量的固氮元素予以固定,本发明则采用加入0.010%~0.100%V和0.010%~0.030%Ti的方式,以保证钢材的时效性,同时还能充分发挥氮的固溶强化作用,从而提高钢的强度,降低钢的合金成本。

[0024] 另外,上述化学成分中,因钢水中的氮含量比通常钢中残留氮含量高,钒和钛的加入也更加容易形成V(C,N)和Ti(C,N)质点,从而促进了钒和钛的析出,能够更加充分的发挥钒和钛的沉淀强化和晶粒细化作用,以提高钢的综合力学性能,在同等力学性能的前提下,可减少钒和钛的使用量。

[0025] 上述化学成分中,0.10%~0.60%Cr是提高钢淬透性的主要元素,并且使钢基表面形成致密的锈层,减缓大气或其它腐蚀介质对耐候钢基体的腐蚀,从而提高了耐候钢的耐候性。因此加入0.10%~0.60%Cr对建筑用钢产生了两个有益的作用,首先是加入0.10%~0.60%Cr可使大规格的建筑用钢的中心部位晶粒度于边部趋于一致,其次是加入0.10%~0.60%Cr的建筑用钢,即使长时间存放在露天环境中,由空气导致腐蚀失去重量的数量也是少于不含Cr建筑用钢的。

[0026] 本发明还提供了制备上述V、Ti、Cr微合金建筑钢盘条转炉流程工艺:转炉冶炼→炉后吹入惰性气体+喂入包芯线→连铸成钢坯→钢坯加热→高速线材轧制生产线轧制成材。下面详细叙述本发明转炉流程工艺技术:

[0027] 第一步:转炉冶炼

[0028] 首先在转炉内加入铁水和废钢,要求加入的铁水S含量不大于0.060%。铁水和废钢加入转炉后,利用转炉吹氧脱C的功能,将铁水和废钢初炼成钢水,当钢水成分初炼到0.05%~0.15%的C、P不大于0.025%、S不大于0.035%,且出钢温度不低于1650℃时出钢到钢包中。

[0029] 出钢过程中加入含有Si元素的FeSi合金,含有Mn元素的FeMn合金,含有V元素的合金,含有Ti元素的合金,以及碳粉或无烟煤等增C剂,控制C在0.15%~0.30%范围内、控制Si在0.30%~1.00%范围内,控制Mn在0.60%~1.30%范围内,控制Cr在0.10%~0.60%范围内,控制V在0.010%~0.100%范围内,控制Ti在0.010%~0.030%范围内。另外要求,在出钢1/3时开始加入FeSi、FeMn、FeCr、FeTi、FeV或者VN合金,以及碳粉或无烟煤等增C剂,出钢至2/3时必须加完。

[0030] 上述合金的加入中,也可采用含有Si和Mn的FeSiMn合金代替FeSi和FeMn合金。

[0031] 第二步:转炉炉后吹入惰性气体并喂入包芯线

[0032] 当出钢完成后,钢水包立即接入管道,向钢包中的钢液吹入惰性气体,吹入的惰性气体可以是氩气,也可以是氮气,吹入惰性气体的时间应不低于2min。规定惰性气体的吹入时间不低于2min是为了保证钢液有足够的循环时间,可以使加入的各类合金充分熔化和均匀,并控制出站钢水温度。

[0033] 吹入惰性气体时间大于2min后,取样进行N含量检测,根据检验结果采用喂线的方法加入含N包芯线,控制钢液中N含量在0.0060%~0.0180%范围内,如果炉后钢水中N含量控制较为稳定可不取样进行N含量检测,直接喂入包芯线。如果前述采用的是VN合金进行V的合金化,钢液中的氮含量会随之增加,此时,喂入的含N包芯线需适当减少喂入量,确保钢液中N含量在0.0060%~0.0180%范围内。所述的含N包芯线为含氮合金,如SiN。

[0034] 喂入包芯线前,钢水包需再次接上吹入惰性气体的管道,并吹入的惰性气体后才能喂入含N的包芯线,惰性气体可以是氩气,也可以是氮气,当喂线完成后吹入惰性气体的时间还需延长2min,以保证钢液中N元素的均匀性。

[0035] 出站前进行测温,确保出站温度高于钢的液相线温度60~90℃。

[0036] 第三步:连铸成钢坯

[0037] 控制连铸机中包的过热度为20~50℃,该温度是通过上述转炉出钢和炉后出站温度的控制来实现的。

[0038] 钢液连铸成的钢坯断面为150mm×150mm~200mm×200mm的方坯,低于150mm×150mm的方坯断面小不利于转炉流程的连续作业,大于200mm×200mm的方坯断面则会延长后续轧制钢坯时的加热时间。

[0039] 钢液连铸成的钢坯,在空气中自然冷却到室温。

[0040] 第四步:钢坯加热和轧制

[0041] 钢坯的加热要求总加热时间为90~120min,钢坯加热温度控制为950~1220℃,均热温度控制为1000~1200℃。

[0042] 高速线材轧机轧制过程中的粗轧温度、精轧入口温度、精轧出口温度,变形量、轧制道次等参数依据设备条件和轧制快慢,采用常规技术就可设定出,但必须要保证最后吐丝机吐丝工序,所吐出的圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢的吐丝温度控制在880~960℃范围内。

[0043] 吐丝机吐完丝后圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢后,首先以4℃~8℃/s的冷却速度冷却到600℃~700℃范围内,然后以2℃~3℃/s的冷却速度冷却到400℃~500℃范围内,最后以0.5℃~1.0℃/s的冷却速度冷却到150℃~300℃范围后进行钢的收集集卷,最后用钢带或钢丝打捆成便于运输和销售的成品盘条钢。

[0044] 最后特别说明:最终直径是 $\phi 6.0\text{mm}$ ~ $\phi 14.0\text{mm}$ 的圆棒盘条,或者是具有与GB 1499.2中所规定的带肋钢筋直径为 $\phi 6.0\text{mm}$ ~ $\phi 14.0\text{mm}$ 的建筑用钢盘条,均可采用高速线材轧机进行轧制。

[0045] 下面将通过实施例对本发明的具体实施方式做进一步的解释说明,但不表示将本发明的保护范围限制在实施例所述范围内。

[0046] 实施例1

[0047] 某钢铁厂在公称容量120吨(实际出钢量在120~140吨范围内)转炉流程上采用本发明技术生产建筑用带肋钢筋,生产工艺为转炉冶炼→炉后吹入惰性气体+喂入包芯线→6

机6流方坯连铸机浇铸成150mm×150mm钢坯→钢坯加热→高速线材轧制成 $\phi 6.0\text{mm}$ 带肋钢筋。

[0048] 首先在转炉内加入120吨铁水和20吨废钢,加入的铁水S含量小于0.060%。铁水和废钢加入转炉后,利用转炉吹氧脱C的功能,将铁水和废钢初炼成钢水,当钢水成分初炼到0.06%的C、0.021%的P、0.022%的S,温度为1653℃时出钢到钢包中,此时实际出钢量为133吨(转炉冶炼过程中约5%的原料被烧损)。出钢过程中向钢液中加入FeSi、FeMn、FeCr、FeV、FeTi合金和无烟煤进行Si、Mn、Cr、V、Ti和C元素合金化,其中加入的FeSi合金中Si含量为74%,FeMn合金中Mn含量为82%,FeCr合金中Cr含量为54%,FeV合金中V含量为78%,FeTi合金中Ti含量为40%,无烟煤中固定C为92%,控制钢水中Si含量为0.25%、Mn含量为0.64%、Cr含量为0.10%、V含量为0.010%、Ti含量为0.010%、C含量为0.15%。

[0049] 钢水到达炉后小平台后,钢水包立即接入管道,向钢包中的钢液吹入氮气,吹入氮气4min后采用喂线的方法加入含N包芯线,控制钢液中N含量在0.0062%范围内。

[0050] 喂完包芯线后继续吹入氮气2min后进行测温,根据测温结果确定继续吹氮时间以调整钢水温度,出站前再次进行测温,待钢水温度为1575℃时出站,并将钢液送到连铸机进行浇铸。

[0051] 在6机6流方坯连铸机上浇铸成150mm×150mm铸坯,连铸时中间包温度为1535℃,钢的液相线温度为1515℃,在连铸机中包取样分析钢水化学组分为0.15%的C、0.30%的Si、0.63%的Mn、0.10%的Cr、0.010%的V、0.010%的Ti、0.023%的P、0.021%的S、0.0061%的N,其余为Fe和不可避免的其他杂质。铸坯堆垛自然冷却至室温。

[0052] 铸坯冷却后送至高速线材轧制生产线进行加热、轧制,轧制规格为 $\phi 6.0\text{mm}$ 的带肋钢筋。铸坯加热温度为950℃,均热温度为1005℃,总加热时间达到120min后出炉进行轧制。

[0053] 高速线材轧机轧制中,以最终调整吐丝温度为885℃为目标,相应调整粗轧和精轧温度等参数。

[0054] 吐丝机吐完丝后圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢后,首先以4℃/s的冷却速度冷却到605℃,然后以2℃/s的冷却速度冷却到400℃,最后以1.0℃/s的冷却速度冷却到150℃后进行钢的收集集卷,最后用钢带或钢丝打捆成便于运输和销售的成品盘条钢。

[0055] 钢的力学性能检验结果为:ReL(Rp0.2)为325MPa、抗拉强度为470MPa、伸长率为36%、最大力总伸长率为19.0%,180℃冷弯合格。钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0056] 采用与上述制备工艺完全相同制备的对比钢,制备后的化学组分为0.15%的C、0.31%的Si、0.62%的Mn、0.010%的V、0.010%的Ti、0.026%的P、0.023%的S、0.0063%的N,0.03%的Cr,其余为Fe和不可避免的其他杂质,规格为 $\phi 6.0\text{mm}$ 带肋钢筋。检验对比钢的力学性能为:ReL(Rp0.2)为320MPa,抗拉强度为465MPa,伸长率为36.0%,最大力总伸长率为19.0%,180℃冷弯合格,钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0057] 将对比钢与本发明钢在表1的条件下进行腐蚀试验,本发明钢的平均失重率为2.468g/m²,对比钢的平均失重率为2.504g/m²,本发明钢相对于对比钢的相对腐蚀率为98.6%,腐蚀试验表明本发明钢具有一定的耐腐蚀性能。

[0058] 表1耐蚀性能检验结果

[0059]

样品	试验参数				检验结果	
	温度 (°C)	溶液浓度 (10^{-2} mol/l)	循环次数 (次)	循环方式	平均失重率 (g/m ²)	相对腐蚀率 (%)
对比钢	45±2	1.0±0.05	75	循环周期: 60±3min	2.504	100
本发明钢				浸润: 12±1.5min	2.468	98.6

[0060]

试验方法	模拟酸性环境下 ($(1.0\pm 0.05) \times 10^{-2}$ mol/L NaHSO ₃ 溶液) 周期浸润加速腐蚀试验, 在 75h 进行取样。取样后对试样进行清理并以失重法计算各组样片的腐蚀率。
------	---

[0061] 实施例2

[0062] 某钢铁厂在公称容量120吨(实际出钢量在120~140吨范围内)转炉流程上采用本发明技术生产建筑用带肋钢筋,生产工艺为转炉冶炼→炉后吹入惰性气体+喂入包芯线→6机6流方坯连铸机浇铸成150mm×150mm钢坯→钢坯加热→高速线材轧制成 $\phi 14.0$ mm带肋钢筋。

[0063] 首先在转炉内加入120吨铁水和20吨废钢,加入的铁水S含量小于0.060%。铁水和废钢加入转炉后,利用转炉吹氧脱C的功能,将铁水和废钢初炼成钢水,当钢水成分初炼到0.15%的C、0.020%的P、0.028%的S,温度为1685°C时出钢到钢包中,此时实际出钢量为133吨(转炉冶炼过程中约5%的原料被烧损)。出钢过程中向钢液中加入FeSi、FeMn、FeCr、FeV、FeTi合金和无烟煤进行Si、Mn、Cr、V、Ti和C元素合金化,其中加入的FeSi合金中Si含量为74%,FeMn合金中Mn含量为82%,FeCr合金中Cr含量为54%,FeV合金中V含量为78%,FeTi合金中Ti含量为40%,无烟煤中固定C为92%,控制钢水中Si含量为0.95%、Mn含量为1.27%、Cr含量为0.30%、V含量为0.100%、Ti含量为0.030%、C含量为0.30%。

[0064] 钢水到达炉后小平台后,钢水包立即接入管道,向钢包中的钢液吹入氮气,吹入氮气4min后采用喂线的方法加入含N包芯线,控制钢液中N含量在0.0180%。

[0065] 喂完包芯线后继续吹入氮气2min后进行测温,根据测温结果确定继续吹氮时间以降低钢水温度,出站前再次进行测温,待钢水温度为1580°C时出站,并将钢液送到连铸机进行浇铸。

[0066] 在6机6流方坯连铸机上浇铸成150mm×150mm铸坯,连铸时中间包温度为1540°C,钢的液相线温度为1495°C,在连铸机中包取样分析钢水化学组分为0.30%的C、0.99%的Si、1.28%的Mn、0.30%的Cr、0.100%的V、0.030%的Ti、0.021%的P、0.027%的S、0.0179%的N,其余为Fe和不可避免的其它杂质。铸坯堆垛自然冷却至室温。

[0067] 铸坯冷却后送至高速线材轧制生产线进行加热、轧制,轧制规格为 $\phi 14.0$ mm带肋钢筋。铸坯加热温度为1215°C,均热温度为1194°C,总加热时间达到92min后出炉进行轧制。

[0068] 高速线材轧机轧制中,以最终调整吐丝温度为955°C为目标,相应调整粗轧和精轧温度等参数。

[0069] 吐丝机吐完丝后圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢后,首先以8°C/s的冷却速度冷却到650°C,然后以3°C/s的冷却速度冷却到450°C,最后以1.0°C/s的冷却速度冷却到250°C后进行钢的收集集卷,最后用钢带或钢丝打捆成便于运输和销售的成品盘条钢。

[0070] 钢的力学性能检验结果为:ReL(Rp0.2)为505MPa、抗拉强度为680MPa、伸长率为23%、最大力总伸长率为14%,180°C冷弯合格。钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0071] 用与上述制备工艺完全相同制备的对比钢,制备后的化学组分为0.30%的C、0.95%的Si、1.30%的Mn、0.100%的V、0.030%的Ti、0.021%的P、0.026%的S、0.0175%的N、0.03%的Cr,其余为Fe和不可避免的其它杂质,规格为 $\phi 14.0\text{mm}$ 带肋钢筋。检验对比钢的力学性能为:ReL(Rp0.2)为485MPa,抗拉强度为670MPa,伸长率为23.0%,最大力总伸长率为15.0%,180℃冷弯合格,钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0072] 将对比钢与本发明钢在表2的条件下进行腐蚀试验,本发明钢的平均失重率为 2.418g/m^2 ,对比钢的平均失重率为 2.509g/m^2 ,本发明钢相对于对比钢的相对腐蚀率为96.4%,腐蚀试验表明本发明钢具有一定的耐腐蚀性能。

[0073] 表2耐蚀性能检验结果

[0074]

样品	试验参数				检验结果	
	温度(℃)	溶液浓度(10^{-2}mol/L)	循环次数(次)	循环方式	平均失重率(g/m^2)	相对腐蚀率(%)
对比钢	45±2	1.0±0.05	75	循环周期: 60±3min	2.509	100
本发明钢				浸润: 12±1.5min	2.418	96.4
试验方法	模拟酸性环境下($(1.0\pm 0.05)\times 10^{-2}\text{mol/L}$ NaHSO ₃ 溶液)周期浸润加速腐蚀试验,在75h进行取样。取样后对试样进行清理并以失重法计算各组样片的腐蚀率。					

[0075] 实施例3

[0076] 某钢铁厂在公称容量120吨(实际出钢量在120~140吨范围内)转炉流程上采用本发明技术生产建筑用带肋钢筋,生产工艺为转炉冶炼→炉后吹入惰性气体+喂入包芯线→6机6流方坯连铸机浇铸成200mm×200mm钢坯→钢坯加热→高速线材轧制成 $\phi 12.0\text{mm}$ 的带肋钢筋。

[0077] 首先在转炉内加入120吨铁水和20吨废钢,加入的铁水S含量小于0.060%。铁水和废钢加入转炉后,利用转炉吹氧脱C的功能,将铁水和废钢初炼成钢水,当钢水成分初炼到0.10%的C、0.018%的P、0.025%的S,温度为1690℃时出钢到钢包中,此时实际出钢量为133吨(转炉冶炼过程中约5%的原料被烧损)。出钢过程中向钢液中加入FeSi、FeMn、FeCr、FeV、FeTi合金和无烟煤进行Si、Mn、Cr、V、Ti和C元素合金化,其中加入的FeSi合金中Si含量为74%,FeMn合金中Mn含量为82%,FeCr合金中Cr含量为54%,FeV合金中V含量为78%,FeTi合金中Ti含量为65%,无烟煤中固定C为92%,控制钢水中Si含量为0.59%、Mn含量为0.94%、Cr含量为0.59%、V含量为0.040%、Ti含量为0.020%、C含量为0.25%。

[0078] 钢水到达炉后小平台后,钢水包立即接入管道,向钢包中的钢液吹入氮气,吹入氮气4min后采用喂线的方法加入含N包芯线,控制钢液中N含量在0.0129%范围内。

[0079] 喂完包芯线后继续吹入氮气2min后进行测温,根据测温结果确定继续吹氮时间以调整钢水温度,出站前再次进行测温,待钢水温度为1575℃时出站,并将钢液送到连铸机进行浇铸。

[0080] 在6机6流方坯连铸机上浇铸成200mm×200mm铸坯,连铸时中间包温度为1550℃,钢的液相线温度为1505℃,在连铸机中包取样分析钢水化学组分为0.25%的C、0.64%的Si、0.96%的Mn、0.60%的Cr、0.040%的V、0.020%的Ti、0.019%的P、0.025%的S、0.0130%的N,其余为Fe和不可避免的其它杂质。铸坯堆垛自然冷却至室温。

[0081] 铸坯冷却后送至高速线材轧制生产线进行加热、轧制,轧制规格为 $\phi 12.0\text{mm}$ 带肋钢筋。铸坯加热温度为1125℃,均热温度为1070℃,总加热时间达到98min后出炉进行轧制。

[0082] 高速线材轧机轧制中,以最终调整吐丝温度为920℃为目标,相应调整粗轧和精轧温度等参数。

[0083] 吐丝机吐完丝后圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢后,首先以6℃/S的冷却速度冷却到695℃,然后以2.5℃/S的冷却速度冷却到500℃,最后以0.75℃/S的冷却速度冷却到300℃后进行钢的收集集卷,最后用钢带或钢丝打捆成便于运输和销售的成品盘条钢。

[0084] 钢的力学性能检验结果为:ReL (Rp0.2) 为475MPa、抗拉强度为665MPa、伸长率为23%、最大力总伸长率为16%,180℃冷弯合格。钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0085] 采用与上述制备工艺完全相同制备的对比钢,制备后的化学组分为0.25%的C、0.62%的Si、0.97%的Mn、0.045%的V、0.020%的Ti、0.023%的P、0.024%的S、0.03%的Cr、0.0134%的N,其余为Fe和不可避免的其它杂质,规格为 $\phi 12.0\text{mm}$ 带肋钢筋。检验对比钢的力学性能为:ReL (Rp0.2) 为450MPa,抗拉强度为630MPa,伸长率为24.0%,最大力总伸长率为16.0%,180℃冷弯合格,钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0086] 将对比钢与本发明钢在表3的条件下进行腐蚀试验,本发明钢的平均失重率为2.347g/m²,对比钢的平均失重率为2.501g/m²,本发明钢相对于对比钢的相对腐蚀率为93.8%,腐蚀试验表明本发明钢具有一定的耐腐蚀性能。

[0087] 表3耐蚀性能检验结果

[0088]

样品	试验参数				检验结果	
	温度 (℃)	溶液浓度 (10 ⁻² mol/l)	循环次数(次)	循环方式	平均失重率 (g/m ²)	相对腐蚀率 (%)
对比钢	45±2	1.0±0.05	75	循环周期: 60±3min 浸润: 12±1.5min	2.501	100
本发明钢					2.347	93.8
试验方法	模拟酸性环境下((1.0±0.05)×10 ⁻² mol/L NaHSO ₃ 溶液)周期浸润加速腐蚀试验,在75h进行取样。取样后对试样进行清理并以失重法计算各组样片的腐蚀率。					

[0089] 实施例4

[0090] 某钢铁厂在公称容量120吨(实际出钢量在120~140吨范围内)转炉流程上采用本发明技术生产建筑用圆棒钢筋,生产工艺为转炉冶炼→炉后吹入惰性气体+喂入包芯线→6机6流方坯连铸机浇铸成150mm×150mm钢坯→钢坯加热→高速线材轧制成 $\phi 10.0\text{mm}$ 圆棒钢筋。

[0091] 首先在转炉内加入120吨铁水和20吨废钢,加入的铁水S含量小于0.060%。铁水和废钢加入转炉后,利用转炉吹氧脱C的功能,将铁水和废钢初炼成钢水,当钢水成分初炼到0.05%的C、0.017%的P、0.023%的S,温度为1655℃时出钢到钢包中,此时实际出钢量为133吨(转炉冶炼过程中约5%的原料被烧损)。出钢过程中向钢液中加入FeSi、FeMn、FeCr、FeV、FeTi合金和无烟煤进行Si、Mn、Cr、V、Ti和C元素合金化,其中加入的FeSi合金中Si含量为74%,FeMn合金中Mn含量为82%,FeCr合金中Cr含量为54%,FeV合金中V含量为78%,FeTi合金中Ti含量为40%,无烟煤中固定C为92%,控制钢水中Si含量为0.56%、Mn含量为0.83%、Cr含量为0.40%、V含量为0.030%、Ti含量为0.015%、C含量为0.16%。

[0092] 钢水到达炉后小平台后,钢水包立即接入管道,向钢包中的钢液吹入氮气,吹入氮气4min后采用喂线的方法加入含N包芯线,控制钢液中N含量在0.0086%范围内。

[0093] 喂完包芯线后继续吹入氮气2min后进行测温,根据测温结果确定继续吹氮时间以调整钢水温度,出站前再次进行测温,待钢水温度为1580℃时出站,并将钢液送到连铸机进

行浇铸。

[0094] 在6机6流方坯连铸机上浇铸成150mm×150mm铸坯,连铸时中间包温度为1545℃,钢的液相线温度为1505℃,在连铸机中包取样分析钢水化学组分为0.16%的C、0.61%的Si、0.85%的Mn、0.41%的Cr、0.030%的V、0.015%的Ti、0.019%的P、0.021%的S、0.082%的N,其余为Fe和不可避免的其它杂质。铸坯堆垛自然冷却至室温。

[0095] 铸坯冷却后送至高速线材轧制生产线进行加热、轧制,轧制规格为φ10.0mm圆棒钢筋。铸坯加热温度为1150℃,均热温度为1100℃,总加热时间达到99min后出炉进行轧制。

[0096] 高速线材轧机轧制中,以最终调整吐丝温度为920℃为目标,相应调整粗轧和精轧温度等参数。

[0097] 吐丝机吐完丝后圆棒盘条钢或带肋钢筋盘条钢后,首先以5℃/s的冷却速度冷却到680℃,然后以2.5℃/s的冷却速度冷却到460℃,最后以0.75℃/s的冷却速度冷却到250℃后进行钢的收集集卷,最后用钢带或钢丝打捆成便于运输和销售的成品盘条钢。

[0098] 钢的力学性能检验结果为:ReL (Rp0.2) 为425MPa、抗拉强度为605MPa、伸长率为29%、最大力总伸长率为18%,180℃冷弯合格。钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0099] 采用与上述制备工艺完全相同制备的对比钢,制备后的化学组分为0.15%的C、0.62%的Si、0.86%的Mn、0.030%的V、0.015%的Ti、0.021%的P、0.021%的S、0.0079%的N,0.03%的Cr,其余为Fe和不可避免的其它杂质,规格为φ10.0mm圆棒钢筋。检验对比钢的力学性能为:ReL (Rp0.2) 为405MPa,抗拉强度为595MPa,伸长率为30.0%,最大力总伸长率为18.0%,180℃冷弯合格,钢的组织均为铁素体+珠光体。

[0100] 将对比钢与本发明钢在表4的条件下进行腐蚀试验,本发明钢的平均失重率为2.416g/m²,对比钢的平均失重率为2.475g/m²,本发明钢相对于对比钢的相对腐蚀率为97.6%,腐蚀试验表明本发明钢具有一定的耐腐蚀性能。

[0101] 表4耐蚀性能检验结果

[0102]

样品	试验参数				检验结果	
	温度(℃)	溶液浓度(10 ⁻³ mol/L)	循环次数(次)	循环方式	平均失重率(g/m ²)	相对腐蚀率(%)
对比钢	45±2	1.0±0.05	75	循环周期: 60±3min	2.475	100
本发明钢				浸润: 12±1.5min	2.416	97.6
试验方法	模拟酸性环境下((1.0±0.05)×10 ⁻³ mol/L NaHSO ₃ 溶液)周期浸润加速腐蚀试验,在75h进行取样。取样后对试样进行清理并以失重法计算各组样片的腐蚀率。					