



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109487165 B

(45)授权公告日 2020.04.14

(21)申请号 201811536092.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.12.14

G22C 38/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G22C 38/04(2006.01)

申请公布号 CN 109487165 A

G22C 38/12(2006.01)

(43)申请公布日 2019.03.19

G21C 7/064(2006.01)

(73)专利权人 山东钢铁股份有限公司

G21C 5/28(2006.01)

地址 271104 山东省莱芜市钢城区府前大街99号

G21C 7/06(2006.01)

G22C 33/06(2006.01)

(72)发明人 王利 王建军 路峰 刘洪银

亓伟伟 王孝科 郝帅 孙建卫

王奉县

G21C 7/00(2006.01)

G21C 7/072(2006.01)

B22D 11/16(2006.01)

B21B 37/74(2006.01)

(74)专利代理机构 北京方安思达知识产权代理有限公司 11472

审查员 刘彪

代理人 陈琳琳 李彪

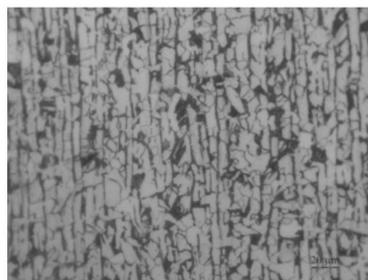
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

(54)发明名称

一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法

(57)摘要

本发明涉及钢铁冶金技术中的轧钢技术领域,涉及一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法。包括以下步骤:1)铁水预处理;2)转炉冶炼:转炉放钢时间不小于2min,钢水出至五分之一时,分批加入硅钙钡、碳化硅、硅锰、钒氮、铌铁进行脱氧合金化,加增碳剂增碳,钢水出至四分之三时加完;钢包温度≥700℃,出钢前向钢包底加入3~6kg/t改质剂后进行钢包在线烘烤;3)吹氩:全程底吹氩搅拌,共吹氩13~15min,吹氩前10min,控制氩气流量为200~300L/min,出站前控制氩气流量为50~80L/min。4)连铸:全程保护浇注;中间包钢水过热度控制在20~30℃;5)热轧。本发明使用合金替代的方法来减少合金料的加入,可以降低转炉出钢温度,进而达到提高生产效率和产能的目的。



1. 一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法,包括以下步骤:

1) 铁水预处理

铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式,镁粒喷吹量为:0.3~0.5kg/t铁,铁水硫含量控制在0.020%以下;

2) 转炉冶炼

转炉采用单渣工艺冶炼,终渣碱度控制在 $R=3.0\sim 3.2$;

转炉终点压枪高度800~1000mm,压枪时间为10~20s,终点控制转炉冶炼终点钢水中[P]含量小于0.015%, [S]含量小于0.030%,钢水温度1630~1650℃;

转炉放钢时间不小于2min,钢水出至五分之一时,分批加入硅钙钡、碳化硅、硅锰、钒氮、铌铁进行脱氧合金化,加增碳剂增碳,钢水出至四分之三时加完;其中,硅锰加入量为10~15kg/t钢,铌铁加入量为0.3~0.5kg/t钢;

钢包温度 $\geq 700^{\circ}\text{C}$,出钢前向钢包底加入3~6kg/t改质剂后进行钢包在线烘烤;出钢后钢包渣厚控制在50mm以内;

3) 吹氩

全程底吹氩搅拌,共吹氩13~15min,吹氩前10min,控制氩气流量为200~300L/min,出站前控制氩气流量为50~80L/min;

钢水出站前,喂入实芯钙线进行钙化处理,实芯钙线喂入量为1~2m/t钢,喂线速度 $> 3\text{m/s}$;

4) 连铸

全程保护浇注,保护渣采用中碳钢保护渣;

中间包钢水过热度控制在20~30℃;

5) 热轧;

其中,所述Q345B热轧窄带钢,按重量百分数计,其化学成分包括:C:0.17-0.20%, Si: 0.10-0.35%, Mn:0.65-0.75%, P: $\leq 0.035\%$, S: $\leq 0.030\%$, V:0.01-0.02%, Nb:0.02-0.03%。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤2)中所述硅钙钡加入量为2~3kg/t钢,碳化硅加入量为3~4kg/t钢,钒氮加入量为0.1~0.3kg/t钢,增碳剂加入量为1~2kg/t钢。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤2)中所述改质剂的成份为CaO:35~45%, Al_2O_3 :35~45%, Al:10~15%, SiO_2 : $\leq 5\%$, MgO:5~8%, T·Fe $\leq 2\%$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤5)中控制开轧温度1050~1100℃,粗轧后钢坯温度980~1030℃,精轧终轧温度900~930℃,终轧速度10~13m/s。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤5)中变形率控制在80~85%,粗轧后中间坯厚度为20~23mm。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤5)中粗轧除鳞水压力达到20~25Mpa,精轧除鳞水压力达到10~15Mpa。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤5)中卷取目标温度为630~680℃。

一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钢铁冶金技术中的轧钢技术领域，具体地涉及一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法。

背景技术

[0002] 随着生产节奏的加快，转炉炉衬寿命成为了制约生产和降低成本的重要因素。其原因是在转炉炼钢生产中，转炉炉衬在极其复杂、激烈的物理化学反应的冶炼过程中，不仅承受高温钢水与熔渣的化学侵蚀，还要承受钢水、熔渣、炉气的冲刷作用以及加废钢的机械冲撞等。因此，提高转炉炉衬的使用寿命对提高生产率、提高炉龄、增加经济效益都具有十分重要的意义。

[0003] 而转炉出钢温度是影响转炉炉衬寿命的重要因素之一。研究资料[黄景发.提高转炉炉衬使用寿命的具体措施[J].黑龙江冶金,2014(3):39—40.]表明:高温出钢,当出钢温度 $\geq 1620^{\circ}\text{C}$ 后,每提高 10°C 基础炉龄降低约15炉。因此合理的控制冶炼过程及终点温度可以显著减少对炉衬的侵蚀,提高转炉的炉衬寿命。温度差是热量传输的动力,温度越高、温差越大,热流量也越大,对转炉出钢过程来说,出钢温度越高热量损失越大。出钢时合金加入量大,钢液的温降损失也大,从直接降低出钢温度方面考虑,可优化钢的化学成分,减少出钢时合金加入量,从而降低出钢温度,减少炉衬侵蚀,提高单批次冶炼炉数及产能。

[0004] 目前,通常采用精确控制转炉终点温度或合金料烘烤制度等来降低转炉出钢温降以达到降低转炉出钢温度、减少炉衬侵蚀的目的。但此类降低转炉温降的措施,实施较为复杂,对生产效率有较大影响,尤其在市场环境较为可观的情况下,采取上述措施无疑会降低生产节奏且需投入大量成本。

[0005] 近几年经市场开发,Q345B级别低合金高强度热轧窄钢带需求量明显提升。莱钢在Q345B化学成分设计中采用了中碳、高锰,并加入少量V微合金化的方案。其中Mn含量高达1.3wt%,生产过程需要添加大量硅锰合金。目前Q345B不进行LF精炼,无法通过LF炉通电提温,因此采取转炉高温出钢的方法,转炉出钢温度不低于 1670°C ,出钢后添加合金量大、温度损失较大。

发明内容

[0006] 针对以上问题,本发明的目的在于,提供一种含NbQ345B热轧窄钢带的生产方法,用以减少合金料的加入,提高生产效率,降低合金成本。

[0007] 其成分范围为:

[0008] 表1 Q345B含铌低合金结构钢成分范围

牌号	C	Si	Mn	P	S	V	Nb
Q345B	0.17-0.20	0.10-0.35	0.65-0.75	≤ 0.035	≤ 0.030	0.01-0.02	0.02-0.030

[0010] 本发明的具体技术方案如下:

[0011] 本发明提供一种提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 铁水预处理

[0013] 铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式, 镁粒喷吹量为: $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/t}$ 铁, 铁水硫含量控制在 0.020% 以下;

[0014] 2) 转炉冶炼

[0015] 转炉采用单渣工艺冶炼, 终渣碱度控制在 $R=3.0 \sim 3.2$;

[0016] 转炉终点压枪高度 $800 \sim 1000 \text{ mm}$, 压枪时间为 $10 \sim 20 \text{ s}$, 终点控制转炉冶炼终点钢水中 $[P]$ 含量小于 0.015% , $[S]$ 含量小于 0.030% , 钢水温度 $1630 \sim 1650 \text{ }^\circ\text{C}$;

[0017] 转炉放钢时间不小于 2 min , 钢水出至五分之一时, 分批加入硅钙钡、碳化硅、硅锰、钒氮、铌铁进行脱氧合金化, 加增碳剂增碳, 钢水出至四分之三时加完;

[0018] 钢包采用镁碳砖质钢包; 钢包温度 $\geq 700 \text{ }^\circ\text{C}$, 钢包引流砂采用铬质引流砂, 出钢前向钢包底加入 $3 \sim 6 \text{ kg/t}$ 改质剂后进行钢包在线烘烤;

[0019] 采用挡渣塞和挡渣球挡渣出钢, 出钢后钢包渣厚控制在 50 mm 以内;

[0020] 3) 吹氩

[0021] 全程底吹氩搅拌, 共吹氩 $13 \sim 15 \text{ min}$, 吹氩前 10 min , 控制氩气流量为 $200 \sim 300 \text{ L/min}$, 出站, 控制氩气流量为 $50 \sim 80 \text{ L/min}$ 。

[0022] 钢水出站前, 根据钢中铝含量喂入实芯钙线进行钙化处理, 实芯钙线喂入量为 $1 \sim 2 \text{ m/t}$ 钢, 喂线速度 $> 3 \text{ m/s}$;

[0023] 4) 连铸

[0024] 全程保护浇注, 保护渣采用中碳钢保护渣;

[0025] 中间包钢水过热度控制在 $20 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$;

[0026] 5) 热轧。

[0027] 作为优选地, 所述终渣碱度为转炉冶炼结束时炉渣中 CaO 与 SiO_2 的质量百分含量之比。

[0028] 作为优选地, 所述硅钙钡加入量为 $2 \sim 3 \text{ kg/吨钢}$, 碳化硅加入量为 $3 \sim 4 \text{ kg/t}$ 钢, 硅锰加入量为 $10 \sim 15 \text{ kg/t}$ 钢, 钒氮加入量为 $0.1 \sim 0.3 \text{ kg/t}$ 钢, 铌铁加入量为 $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/t}$ 钢, 增碳剂加入量为 $1 \sim 2 \text{ kg/t}$ 钢。

[0029] 作为优选地, 所述增碳剂为碳粉。

[0030] 作为优选地, 步骤2) 中所述改质剂的成份为 $\text{CaO}: 35 \sim 45\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3: 35 \sim 45\%$, $\text{Al}: 10 \sim 15\%$, $\text{SiO}_2: \leq 5\%$, $\text{MgO}: 5 \sim 8\%$, $\text{T} \cdot \text{Fe} \leq 2\%$ 。

[0031] 作为优选地, 步骤5) 中控制开轧温度 $1050 \sim 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ 、粗轧后钢坯温度 $980 \sim 1030 \text{ }^\circ\text{C}$, 精轧终轧温度 $900 \sim 930 \text{ }^\circ\text{C}$, 终轧速度 $10 \sim 13 \text{ m/s}$ 。

[0032] 作为优选地, 步骤5) 中变形率控制在 $80 \sim 85\%$, 粗轧后中间坯厚度为 $20 \sim 23 \text{ mm}$ 。

[0033] 作为优选地, 步骤5) 中粗轧除鳞水压力达到 $20 \sim 25 \text{ Mpa}$, 精轧除鳞水压力达到 $10 \sim 15 \text{ Mpa}$ 。

[0034] 作为优选地, 步骤5) 中卷取目标温度为 $630 \sim 680 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

[0035] 更具体地, 一种上述提高Q345B热轧窄带钢生产效率的方法, 优选包括以下步骤:

[0036] 其生产工艺流程为:

[0037] 铁水预处理—顶底复吹转炉冶炼—吹氩站吹氩—带钢坯连铸—热轧。

[0038] 铁水预处理操作工艺为:

[0039] (1) 铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式, 镁粒喷吹量为: $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/t}$ 铁, 铁水硫含量控制在 0.020% 以下, 脱硫完毕扒净脱硫渣。

[0040] 转炉操作工艺为:

[0041] (1) 转炉采用单渣工艺冶炼, 终渣碱度控制在 $R=3.0 \sim 3.2$, 做到初期早化渣, 过程渣化好, 终渣化透。

[0042] 所述单渣法为: 在转炉冶炼过程中不倒渣, 直至转炉出钢结束时才将转炉渣倒出至渣盆中, 其优点为转炉热损失少、冶炼节奏快。

[0043] 所述终渣碱度为: 转炉冶炼结束时炉渣中 CaO 与 SiO_2 的质量百分含量之比。

[0044] (2) 转炉终点压枪高度 $800 \sim 1000 \text{ mm}$, 压枪时间为 $10 \sim 20 \text{ s}$, 终点控制转炉冶炼终点钢水中 $[\text{P}]$ 含量小于 0.015% ; $[\text{S}]$ 含量小于 0.030% , 钢水温度 $1630 \sim 1650^\circ\text{C}$ 。

[0045] 所述转炉终点压枪高度为: 转炉冶炼终点时氧枪距离钢水液面的距离, 维持较低的距离可以降低转炉渣中 FeO 的含量。

[0046] 所述压枪时间为: 氧枪与钢水液面维持较低的距离的时间。

[0047] (3) 转炉放钢时间不小于 2 min , 钢水出至五分之一时, 分批加入硅钙钡、碳化硅、硅锰、钒氮、铌铁进行脱氧合金化, 加增碳剂增碳, 钢水出至四分之三时加完。硅钙钡加入量为 $2 \sim 3 \text{ kg/t}$ 钢, 碳化硅加入量 $3 \sim 4 \text{ kg/t}$ 钢。硅锰加入量 $10 \sim 15 \text{ kg/t}$ 钢, 钒氮加入量 $0.1 \sim 0.3 \text{ kg/t}$ 钢, 铌铁加入量 $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/t}$ 钢, 增碳剂加入量为 $1 \sim 2 \text{ kg/t}$ 钢。

[0048] (4) 钢包采用镁碳砖质钢包; 必须使用红净钢包, 钢包温度 $\geq 700^\circ\text{C}$, 钢包引流砂采用铬质引流砂, 出钢前向钢包底加入 $3 \sim 6 \text{ kg/t}$ 改质剂后进行钢包在线烘烤。

[0049] 所述改质剂的成份为 $\text{CaO}: 35 \sim 45\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3: 35 \sim 45\%$, $\text{Al}: 10 \sim 15\%$, $\text{SiO}_2: \leq 5\%$, $\text{MgO}: 5 \sim 8\%$ 。 $\text{T} \cdot \text{Fe} \leq 2\%$

[0050] (5) 采用挡渣塞和挡渣球挡渣出钢, 严禁挡不住一次渣、二次渣, 出钢后钢包渣厚控制在 50 mm 以内; 如有必要, 出钢时适当留钢。

[0051] 吹氩操作工艺为:

[0052] (1) 吹氩制度: 全程底吹氩搅拌, 共吹氩 $13 \sim 15 \text{ min}$, 吹氩前 10 min 适当调高氩气压力, 控制氩气流量为 $200 \sim 300 \text{ L/min}$, 出站前采用小压力软吹, 控制氩气流量为 $50 \sim 80 \text{ L/min}$, 保证夹杂物上浮。

[0053] (2) 进吹氩站吹氩搅拌 $3 \sim 4 \text{ min}$ 后, 取第一个样分析, 根据分析结果, 进行成分微调。

[0054] (3) 钢水出站前, 根据钢中铝含量喂入实芯钙线进行钙化处理, 实芯钙线喂入量为 $1 \sim 2 \text{ m/t}$ 钢, 喂线速度 $> 3 \text{ m/s}$ 。

[0055] 所述实芯钙线的含钙量为 0.2 kg/m 。

[0056] 连铸操作工艺为:

[0057] (1) 全程保护浇注, 保护渣采用中碳钢保护渣。

[0058] (2) 中间包钢水过热度控制在 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 。

[0059] (3) 中间包烘烤前用氮气吹扫干净, 中间包烘烤时选用密封良好的中间包盖。

[0060] (4) 采用 $120 \text{ mm} \times (285 \sim 435) \text{ mm}$ 断面的结晶器将钢水凝铸成铸坯。

[0061] 采用 620 mm 热轧带钢立棍轧机将钢坯轧制成宽度 $250 \sim 400 \text{ mm}$ 的窄钢带, 热轧操作工艺为:

[0062] 热轧工艺为:加热炉→粗轧前除鳞→8架粗轧机组→精轧前除鳞→8架精轧机组→50米长平板运输链冷却→卷取

[0063] (1) 轧制温度制度

[0064] 控制开轧温度1050~1100℃、粗轧后钢坯温度980~1030℃,精轧终轧温度900~930℃,终轧速度10~13m/s,通条温差控制在25℃以内。

[0065] (2) 变形制度

[0066] 粗轧阶段充分考虑高温和塑性的有利条件,实现较大压下,粗轧变形率控制在80~85%,粗轧后中间坯厚度为20~23mm,减轻精轧机组的负荷。

[0067] (3) 除鳞

[0068] 粗轧和精轧除鳞全部投入使用,粗轧除鳞水压力达到20~25Mpa,精轧除鳞水压力达到10~15Mpa,充分去除氧化铁皮。

[0069] (4) 卷取

[0070] 卷取目标温度:630~680℃。

[0071] 用0.02~0.03%的Nb替代0.6~0.7%的Mn不仅能减少炼钢过程中的合金加入量,降低转炉出钢温度,延长转炉寿命,还能使低合金高强度热轧窄钢带的各项性能得到优化。因为在钢中添加微量的Nb替代Mn,可明显细化窄钢带晶粒,提高产品的强度及冲击韧性,在其他成分不变的前提下添加微量Nb,可使钢的强度明显提高。且由于Mn含量降低,铸坯的中心偏析有所减轻,从而减轻窄钢带的带状组织。同时铌铁价格与锰铁合金相比较为稳定,可使生产成本有所降低。

[0072] 综上所述:使用合金替代的方法来减少合金料的加入,可以降低转炉出钢温度,进而达到提高生产效率和产能的目的。

[0073] 与现有技术相比,本发明的优势在于:

[0074] 1) 合金成本显著降低

[0075] 采用0.02~0.03%的Nb代替0.6~0.7%的Mn可以使合金成本显著降低,目前含Nb60%的铌铁合金成本约为16万元/吨钢,添加0.024%的Nb合金成本约增加67元/吨钢。而含Mn65%的硅锰合金成本约为8500元/吨钢,当Mn含量降低约0.6%时,加入的硅锰合金成本降低约92元/吨钢。综上,采用Nb代Mn的成分设计可节约合金成本约20~30元/吨钢,以Q345B年产20万吨来计算,可创造效益400~600万元/年。此外,Q345B热轧窄带钢不走LF精炼,也大大节约了成本。

[0076] 2) 提高生产效率

[0077] 在加入Nb合金化后生产Q345B钢的过程中,显著减少合金料的加入,大约可减少10公斤/吨钢。转炉出钢温度大约可降低10~20℃。基础炉龄可提高约40~50炉,明显缩减了转炉护炉次数。使生产节奏得到显著提高。此外,降低转炉炉衬侵蚀,提高连铸浇次的产量,可节约更换浇次的时间2h/浇次,以目前窄带线100吨/h的生产效率、700元/吨钢的利润计算,节约浇次更换时间可创造效益14万元/浇次,全年创造效益约700万元。

[0078] 3) 降低带状组织

[0079] 降低钢水中锰含量有减少铸坯中合金含量和降低锰偏析的效果,提高铸坯组织均匀化,使2级带状组织降为0级。

[0080] 4) 细化晶粒

[0081] 加入Nb复合微合金化后生成的Nb (C、N) 有抑制奥氏体晶粒长大和提高奥氏体再结晶温度的效果。将开轧温度控制在1050~1100℃,在加热炉内温度下析出的Nb (C、N) 能抑制加热炉内铸坯晶粒的长大;将粗轧终轧温度控制在1050℃~950℃,通过奥氏体再结晶细化中间坯晶粒;Nb (C、N) 能抑制奥氏体再结晶行为,从而可以扩大奥氏体未再结晶区的温度范围,将精轧开轧温度控制在950℃,可实现精轧区的奥氏体未再结晶轧制,从而可贮存变形能,细化轧后析出的铁素体晶粒。提高钢水中Nb含量后,能使晶粒度由9.5级提高到10级。

附图说明

[0082] 图1为本发明实施例1的Q345B热轧窄带钢金相照片;

[0083] 图2为本发明实施例2的Q345B热轧窄带钢金相照片;

[0084] 图3为本发明实施例3的Q345B热轧窄带钢金相照片。

具体实施方式

[0085] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0086] 实施例1为采用高Mn、加入少量V微合金化的Q345B热轧窄带钢生产路线,实施例2、3是采用降Mn、加Nb进行Nb-V复合微合金化的Q345B热轧窄带钢生产路线。

[0087] 实施例1(对比例)

[0088] 采用高Mn、加入少量V微合金化的Q345B热轧窄带钢,其成分范围如表2所示:

[0089] 表2成分范围

牌号		成分范围(%)						
		C	Si	Mn	P	S	V	Nb
[0090] Q345 B	判定成分	0.17-0.20	0.10-0.35	1.20-1.5	≤0.03 5	≤0.030	0.01-0.02	-
	实际成分	0.18	0.30	1.30	0.025	0.017	0.011	0

[0091] 铁水预处理—顶底复吹转炉冶炼—带钢坯连铸—热轧。

[0092] 铁水预处理操作工艺为:

[0093] (1) 铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式,镁粒喷吹量为:0.3kg/t铁,铁水硫含量控制在0.020%以下,脱硫完毕扒净脱硫渣。

[0094] 转炉操作工艺为:

[0095] (1) 转炉采用单渣工艺冶炼,终渣碱度控制在R=3.0,做到初期早化渣,过程渣化好,终渣化透。

[0096] 所述单渣法为:在转炉冶炼过程中不倒渣,直至转炉出钢结束时才将转炉渣倒出至渣盆中,其优点为转炉热损失少、冶炼节奏快。

[0097] 所述终渣碱度为:转炉冶炼结束时炉渣中CaO与SiO₂的质量百分含量之比。

[0098] (2) 转炉终点压枪高度800mm,压枪时间为10s,终点控制转炉冶炼终点钢水中[P]含量小于0.015%;[S]含量小于0.030%,钢水温度1670℃。

[0099] 所述转炉终点压枪高度为:转炉冶炼终点时氧枪距离钢水液面的距离,维持较低的距离可以降低转炉渣中FeO的含量。

[0100] 所述压枪时间为:氧枪与钢水液面维持较低的距离的时间

[0101] (3) 转炉放钢时间不小于2min,钢水出至五分之一时,分批加入碳化硅、硅锰合金、钒氮合金进行脱氧合金化,加增碳剂增碳。钢水出至四分之三时加完。硅钙钡加入量为2.5kg/t钢,碳化硅加入量3.8kg/t钢,硅锰加入量23.5kg/t钢,钒氮加入量0.14kg/t钢,增碳剂加入量为1.14kg/t钢。

[0102] (4) 钢包采用镁碳砖质钢包;必须使用红净钢包,钢包温度 $\geq 700^{\circ}\text{C}$,钢包引流砂采用铬质引流砂,出钢前向钢包底加入5kg/t改质剂后进行钢包在线烘烤。

[0103] 所述改质剂的成份为CaO:35%, Al_2O_3 :45%,Al:15%, SiO_2 : $\leq 5\%$,MgO:6%,T·Fe $\leq 2\%$ 。

[0104] (5) 采用挡渣塞和挡渣球挡渣出钢,严禁挡不住一次渣、二次渣,出钢后钢包渣厚控制在50mm以内;如有必要,出钢时适当留钢。

[0105] 吹氩操作工艺为:

[0106] (1) 吹氩制度:全程底吹氩搅拌,共吹氩13min,吹氩前10min适当调高氩气压力,控制氩气流量为200L/min,出站前采用小压力软吹,控制氩气流量为50L/min,保证夹杂物上浮。

[0107] (2) 进吹氩站吹氩搅拌3min后,取第一个样分析,根据分析结果,进行成分微调。

[0108] (3) 钢水出站前,根据钢中铝含量喂入实芯钙线进行钙化处理,实芯钙线喂入量为2m/t钢,喂线速度 $> 3\text{m/s}$ 。

[0109] 所述实芯钙线的含钙量为0.2kg/m。

[0110] 连铸操作工艺为:

[0111] (1) 全程保护浇注,保护渣采用中碳钢保护渣。

[0112] (2) 中间包钢水过热度控制在 25°C 。

[0113] (3) 中间包烘烤前用氮气吹扫干净,中间包烘烤时选用密封良好的中间包盖。

[0114] (4) 采用120mm*285mm断面的结晶器将钢水凝铸成铸坯。

[0115] 采用620mm热轧带钢立棍轧机将钢坯轧制成宽度250mm的窄钢带。

[0116] 热轧操作工艺为:

[0117] 热轧工艺为:加热炉 \rightarrow 粗轧前除鳞 \rightarrow 8架粗轧机组 \rightarrow 精轧前除鳞 \rightarrow 8架精轧机组 \rightarrow 50米长平板运输链冷却 \rightarrow 卷取

[0118] (1) 轧制温度制度

[0119] 加热炉内均热段温度按 1280°C 控制。控制开轧温度 1060°C 、粗轧后钢坯温度 1000°C ,精轧终轧温度 920°C ,终轧速度 12m/s ,通条温差控制在 25°C 以内。

[0120] (2) 变形制度

[0121] 粗轧阶段充分考虑高温和塑性的有利条件,实现较大压下,粗轧变形率控制在85%,粗轧后中间坯厚度为22mm,减轻精轧机组的负荷。

[0122] (3) 除鳞

[0123] 粗轧和精轧除鳞全部投入使用,粗轧除鳞水压力达到22Mpa,精轧除鳞水压力达到14Mpa,充分去除氧化铁皮。

[0124] (4) 卷取

[0125] 卷取目标温度:650℃。

[0126] 表3力学性能

[0127]	钢种	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)
	Q345B	381	533	32

[0128] 实施例2

[0129] 本发明提供一种含NbQ345B热轧窄钢带的生产方法,用以减少合金料的加入,提高生产效率,降低合金成本。

[0130] 其成分范围为:

[0131] 表4成分范围

[0132]	牌号	成分范围(%)					
		C	Si	Mn	P	S	V

[0133]	Q345B	判定成分	0.17-0.20	0.10-0.35	0.65-0.75	≤0.035	≤0.030	0.01-0.02	0.02-0.030
		实际成分	0.17	0.23	0.69	0.028	0.021	0.012	0.023

[0134] 铁水预处理操作工艺为:(1)铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式,镁粒喷吹量为:0.5kg/t铁,铁水硫含量控制在0.020%以下,脱硫完毕扒净脱硫渣。

[0135] 转炉操作工艺为:

[0136] (1)转炉采用单渣工艺冶炼,终渣碱度控制在 $R=3.2$,做到初期早化渣,过程渣化好,终渣化透。

[0137] 所述单渣法为:在转炉冶炼过程中不倒渣,直至转炉出钢结束时才将转炉渣倒出至渣盆中,其优点为转炉热损失少、冶炼节奏快。

[0138] 所述终渣碱度为:转炉冶炼结束时炉渣中CaO与SiO₂的质量百分含量之比。

[0139] (2)转炉终点压枪高度1000mm,压枪时间为20s,终点控制转炉冶炼终点钢水中[P]含量小于0.015%;[S]含量小于0.030%,钢水温度1650℃。

[0140] 所述转炉终点压枪高度为:转炉冶炼终点时氧枪距离钢水液面的距离,维持较低的距离可以降低转炉渣中FeO的含量。

[0141] 所述压枪时间为:氧枪与钢水液面维持较低的距离的时间。

[0142] (3)转炉放钢时间不小于2min,钢水出至五分之一时,分批加入碳化硅、硅锰、钒氮、铌铁合金进行脱氧合金化,加增碳剂增碳。钢水出至四分之三时加完。硅钙钡加入量为2.6kg/t钢,碳化硅加入量为3.7kg/t钢,硅锰加入量为12.48kg/t钢,钒氮加入量为0.14kg/

t钢, 铌铁加入量为0.40kg/t钢, 增碳剂加入量为1kg/t钢。

[0143] (4) 钢包采用镁碳砖质钢包; 必须使用红净钢包, 钢包温度 $\geq 700^{\circ}\text{C}$, 钢包引流砂采用铬质引流砂, 出钢前向钢包底加入5kg/t改质剂后进行钢包在线烘烤。

[0144] 所述改质剂的成份为CaO:45%, Al₂O₃:35%, Al:10%, SiO₂: $\leq 5\%$, MgO:8%, T·Fe $\leq 2\%$ 。

[0145] (5) 采用挡渣塞和挡渣球挡渣出钢, 严禁挡不住一次渣、二次渣, 出钢后钢包渣厚控制在50mm以内; 如有必要, 出钢时适当留钢。

[0146] 吹氩操作工艺为:

[0147] (1) 吹氩制度: 全程底吹氩搅拌, 共吹氩13min, 吹氩前10min适当调高氩气压力, 控制氩气流量为300L/min, 出站前采用小压力软吹, 控制氩气流量为80L/min, 保证夹杂物上浮。

[0148] (2) 进吹氩站吹氩搅拌4min后, 取第一个样分析, 根据分析结果, 进行成分微调。

[0149] (3) 钢水出站前, 根据钢中铝含量喂入实芯钙线进行钙化处理, 实芯钙线喂入量为1m/t钢, 喂线速度 $> 3\text{m/s}$ 。

[0150] 所述实芯钙线的含钙量为0.2kg/m。

[0151] 连铸操作工艺为:

[0152] (1) 全程保护浇注, 保护渣采用中碳钢保护渣。

[0153] (2) 中间包钢水过热度控制在 25°C 。

[0154] (3) 中间包烘烤前用氮气吹扫干净, 中间包烘烤时选用密封良好的中间包盖。

[0155] (4) 采用120mm*285mm断面的结晶器将钢水凝铸成铸坯。

[0156] 采用620mm热轧带钢立棍轧机将钢坯轧制成宽度250mm的窄钢带。

[0157] 热轧操作工艺为:

[0158] 热轧工艺为: 加热炉 \rightarrow 粗轧前除鳞 \rightarrow 8架粗轧机组 \rightarrow 精轧前除鳞 \rightarrow 8架精轧机组 \rightarrow 50米长平板运输链冷却 \rightarrow 卷取

[0159] (1) 轧制温度制度

[0160] 加热炉内均热段温度按 1260°C 控制, 控制较高的温度使Nb固溶进铸坯中。控制开轧温度 1080°C 、粗轧后钢坯温度 1020°C , 精轧终轧温度 910°C , 终轧速度 11m/s , 通条温差控制在 25°C 以内。

[0161] (2) 变形制度

[0162] 粗轧阶段充分考虑高温和塑性的有利条件, 实现较大压下, 粗轧变形率控制在84%, 粗轧后中间坯厚度为21mm, 减轻精轧机组的负荷。

[0163] (3) 除鳞

[0164] 粗轧和精轧除鳞全部投入使用, 粗轧除鳞水压力达到22Mpa, 精轧除鳞水压力达到14Mpa, 充分去除氧化铁皮。

[0165] (4) 卷取

[0166] 卷取目标温度: 660°C 。

[0167] 表5力学性能

[0168]	钢种	屈服强度	抗拉强度	延伸率
--------	----	------	------	-----

[0169]		(MPa)	(MPa)	(%)
	Q345B	390	540	32.5

[0170] 实施例3

[0171] 本发明提供一种含NbQ345B热轧窄钢带的生产方法,用以减少合金料的加入,提高生产效率,降低合金成本。

[0172] 其成分范围为:

[0173] 表6成分范围

牌号		成分范围(%)						
		C	Si	Mn	P	S	V	Nb
[0174] Q345B	判定成分	0.17-0.2 0	0.10 -0.3 5	0.6 5-0. 75	≤ 0.03 5	≤ 0.030	0.01-0.0 2	0.02-0.0 30
	实际成分	0.19	0.20	0.7 0	0.024	0.020	0.011	0.024

[0175] 铁水预处理操作工艺为:(1)铁水采用喷吹镁粒的脱硫方式,镁粒喷吹量为:0.4kg/t铁,铁水硫含量控制在0.020%以下,脱硫完毕扒净脱硫渣。

[0176] 转炉操作工艺为:

[0177] (1)转炉采用单渣工艺冶炼,终渣碱度控制在 $R=3.1$,做到初期早化渣,过程渣化好,终渣化透。

[0178] 所述单渣法为:在转炉冶炼过程中不倒渣,直至转炉出钢结束时才将转炉渣倒出至渣盆中,其优点为转炉热损失少、冶炼节奏快。

[0179] 所述终渣碱度为:转炉冶炼结束时炉渣中CaO与SiO₂的质量百分含量之比。

[0180] (2)转炉终点压枪高度900mm,压枪时间为15s,终点控制转炉冶炼终点钢水中[P]含量小于0.015%;[S]含量小于0.030%,钢水温度1645℃。

[0181] 所述转炉终点压枪高度为:转炉冶炼终点时氧枪距离钢水液面的距离,维持较低的距离可以降低转炉渣中FeO的含量。

[0182] 所述压枪时间为:氧枪与钢水液面维持较低的距离的时间

[0183] (3)转炉放钢时间不小于2min,钢水出至五分之一时,分批加入碳化硅、硅锰、钒氮合金、铌铁进行脱氧合金化,加增碳剂增碳。钢水出至四分之三时加完。硅钙钡加入量为2.3kg/t钢,碳化硅加入量为3.2kg/t钢,硅锰加入量为13.03kg/t钢,钒氮加入量为0.14kg/t钢,铌铁加入量为0.42kg/t钢,增碳剂加入量为1.28kg/t钢。

[0184] (4)钢包采用镁碳砖质钢包;必须使用红净钢包,钢包温度 $\geq 700^{\circ}\text{C}$,钢包引流砂采用铬质引流砂,出钢前向钢包底加入5kg/t改质剂后进行钢包在线烘烤。

[0185] 所述改质剂的成份为CaO:40%,Al₂O₃:40%,Al:13%,SiO₂: $\leq 5\%$,MgO:8%.T·Fe $\leq 2\%$

[0186] (5) 采用挡渣塞和挡渣球挡渣出钢,严禁挡不住一次渣、二次渣,出钢后钢包渣厚控制在50mm以内;如有必要,出钢时适当留钢。

[0187] 吹氩操作工艺为:

[0188] (1) 吹氩制度:全程底吹氩搅拌,共吹氩14min,吹氩前10min适当调高氩气压力,控制氩气流量为250L/min,出站前采用小压力软吹,控制氩气流量为70L/min,保证夹杂物上浮。

[0189] (2) 进吹氩站吹氩搅拌3min后,取第一个样分析,根据分析结果,进行成分微调。

[0190] (3) 钢水出站前,根据钢中铝含量喂入实芯钙线进行钙化处理,实芯钙线喂入量为1.5m/t钢,喂线速度>3m/s。

[0191] 所述实芯钙线的含钙量为0.2kg/m;

[0192] 连铸操作工艺为:

[0193] (1) 全程保护浇注,保护渣采用中碳钢保护渣。

[0194] (2) 中间包钢水过热度控制在27℃。

[0195] (3) 中间包烘烤前用氮气吹扫干净,中间包烘烤时选用密封良好的中间包盖。

[0196] (4) 采用120mm*435mm断面的结晶器将钢水凝铸成铸坯。

[0197] 采用620mm热轧带钢立棍轧机将钢坯轧制成宽度400mm的窄钢带。

[0198] 热轧操作工艺为:

[0199] 热轧工艺为:加热炉→粗轧前除鳞→8架粗轧机组→精轧前除鳞→8架精轧机组→50米长平板运输链冷却→卷取

[0200] (1) 轧制温度制度

[0201] 加热炉内均热段温度按1250℃控制,控制较高的温度使Nb固溶进铸坯中。温度开轧温度1070℃、粗轧后钢坯温度990℃,精轧终轧温度930℃,终轧速度13m/s,通条温差控制在25℃以内。

[0202] (2) 变形制度

[0203] 粗轧阶段充分考虑高温和塑性的有利条件,实现较大压下,粗轧变形率控制在83%,粗轧后中间坯厚度为23mm,减轻精轧机组的负荷。

[0204] (3) 除鳞

[0205] 粗轧和精轧除鳞全部投入使用,粗轧除鳞水压力达到22Mpa,精轧除鳞水压力达到14Mpa,充分去除氧化铁皮。

[0206] (4) 卷取

[0207] 卷取目标温度:670℃。

[0208] 表7力学性能

钢种	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)
Q345B	389	550	34

[0210] 实施例对比:

[0211] 1、组织及力学性能对比

[0212] 实施例2、3相较于实施例1中,钢材组织得到显著改善,晶粒度有所提高,各项力学

性能均符合相关标准要求,其金相检验结果如图1、图2、图3所示。

[0213] 实施例1为典型的铁素体+珠光体,带状组织为2级,晶粒度为9.5级;

[0214] 实施例2为典型的铁素体+珠光体,无明显带状组织,晶粒度为10.5级;

[0215] 实施例3为典型的铁素体+珠光体,无明显带状组织,晶粒度为10级。

[0216] 2、经济效益对比

[0217] 通过经济效益对照表(表8)可以看出,采用本发明提供技术的实施例2和3相比于采用原有技术的实施例1,合金成本能降低约20~30元/吨钢,转炉出钢温度约降低20℃,提高了转炉连续冶炼的能力,相应的连铸连浇炉数增多,节约了更换连铸浇次的时间,每浇次对比增效140万元左右,创造了良好的经济效益。

[0218] 表8实施例合金成本及对比增效分析

实施 例	合金成本		出钢温 度/℃	浇铸情况		实施例 2、3 相 比于实施例 1 的增效 /万元
	合金加入总 量 kg/t 钢	实施例 2、3 相比于实施 例 1 成本节 约 元/吨钢		连浇炉 数 /炉	每批次产 量/吨	
1	23.64	-	1670	33	1500	-
2	13.02	29.45	1650	77	3500	140
3	13.59	25.11	1645	80	3600	147

[0220] 其中,合金加入总量包括硅锰合金、钒氮合金、铌铁合金加入量。

[0221] 本发明先前生产Q345B热轧窄带钢的技术采用高Mn方案,一方面由于Mn含量较高极易产生带状组织,对其力学性能产生不利影响;另一方面,需要加入大量硅锰合金,使得转炉出钢温度较高,对炉衬侵蚀较为严重,转炉护炉次数较为频繁,生产效率较低。相较于之前生产Q345B热轧窄带钢的生产技术,本发明采用少量Nb代替部分Mn含量的方案,可在保证各项力学性能的前提下,减少钢材带状组织的生成,并且可达到细化晶粒的效果。其次,在转炉出钢过程中由于显著减少了合金料的加入,降低了转炉出钢温度,因此减少了转炉护炉次数,提高了生产效率。

[0222] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

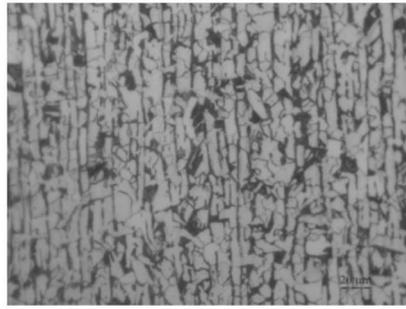


图1

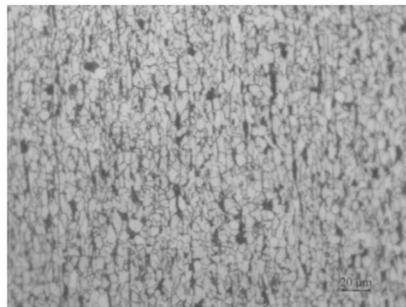


图2

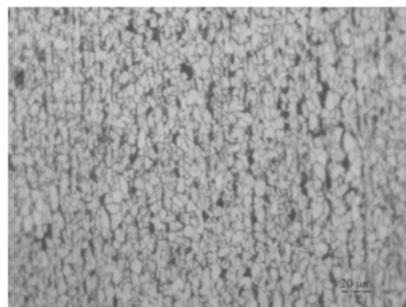


图3