



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101935802 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201010298939. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 09. 30

G22C 38/14 (2006. 01)

C21D 8/02 (2006. 01)

(71) 申请人 攀钢集团钢铁钒钛股份有限公司

地址 617067 四川省攀枝花市东区向阳村技
质部

申请人 攀钢集团研究院有限公司

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公
司

攀钢集团攀枝花钢钒有限公司

(72) 发明人 刘庆春 郑之旺 刘勇 李正荣

冯远超 黄徐晶

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所 51124

代理人 罗丽 武森涛

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法

(57) 摘要

本发明属于冶金技术领域,特别涉及 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法。本发明所要解决的技术问题是提供一种 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法,该方法具体包括连铸坯加热、热轧、冷却、卷取等步骤。其中,钢坯的化学成分为 (wt %) :C :0. 04 ~ 0. 11、Si :0. 13 ~ 0. 27、Mn : 0. 9 ~ 1. 30、N :0. 001 ~ 0. 007、P :0 ~ 0. 027、S : 0 ~ 0. 017、Al :0. 01 ~ 0. 09、Nb :0. 013 ~ 0. 027、Ti :0. 004 ~ 0. 012、Fe :余量。钢坯加热温度为 1200 ~ 1240℃ ;热轧初轧温度开轧为 1120 ~ 1220℃,终轧温度为 870 ~ 910℃ ;冷却步骤采用轧后前段层流水冷 ;卷取步骤温度 550 ~ 585℃。本发明方法获得的钢带成品屈服强度 \geq 380MPa,抗拉强度 \geq 490MPa,延伸率 \geq 17%,冷弯性能优良,成品表面氧化铁皮中 Fe_3O_4 所占的比例均超过 80%。

1. 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法,其特征在于:该方法具体包括连铸坯加热、热轧、冷却、卷取等步骤;其中,钢坯的化学成分按重量百分比计为:C:0.04~0.11、Si:0.13~0.27、Mn:0.9~1.30、N:0.001~0.007、P:0~0.027、S:0~0.017、Al:0.01~0.09、Nb:0.013~0.027、Ti:0.004~0.012、Fe:余量;钢坯加热温度为1200~1240℃;热轧初轧温度开轧为1120~1220℃,终轧温度为870~910℃;冷却步骤采用轧后前段层流水冷;卷取步骤温度550~585℃。

2. 根据权利要求1所述的490MPa级免酸洗热轧钢板的生产方法,其特征在于:钢坯加热时间为1.1~1.9小时。

3. 根据权利要求1所述的490MPa级免酸洗热轧钢板的生产方法,其特征在于:钢坯的化学成分按重量百分比计为C:0.05~0.10、Si:0.15~0.25、Mn:1.0~1.20、N:0.002~0.006、P:0~0.025、S:0~0.015、Al:0.02~0.08、Nb:0.015~0.025、Ti:0.005~0.010、Fe:余量;钢坯加热温度为1210~1230℃;热轧初轧温度开轧为1130~1200℃,终轧温度为880~900℃;冷却步骤采用轧后前段层流水冷;卷取步骤温度560~580℃。

4. 根据权利要求3所述的490MPa级免酸洗热轧钢板的生产方法,其特征在于:钢坯加热时间为1.2~1.8小时。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的490MPa级免酸洗热轧钢板的生产方法,其特征在于:冷却步骤冷却的速度为15~35℃/秒。

490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,特别涉及 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法。

背景技术

[0002] 随着国民经济的日益发展,汽车行业已经已成为我国的支柱产业,汽车用热轧钢板的用量逐年增加,根据现代汽车“节能减排、环保、安全等”需求,汽车生产商对汽车构件用钢材方面提出了开发可免酸洗或易于酸洗的钢铁产品的要求。这种热轧钢材产品表面产生的氧化铁皮形态为 $\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{Fe}$,而不是 $\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{FeO}$ 类型,甚至需要生成多层 Fe_3O_4 氧化物。由于 Fe_3O_4 具有降低的硬度 (HV350 ~ HV500)、较好的塑性及良好的黏附性,因此在随后的深加工过程中不会因弯曲而发生脱皮和破裂,同时氧化铁皮可以起到工具与工件间的润滑作用。这样,可以简化甚至完全取消热轧后的酸洗过程,同时有助于提高镀漆层的附着力。

[0003] 目前,国内有人基于氧化铁皮形成过程中的气氛控制,开发出了喷涂于热轧带钢表面的防锈剂,使用这种方法可以促进 Fe_3O_4 的生成,但是需要增加冷却设备,因此需要较大的投资,同时,这种方法不能产生 $\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{Fe}$ 易于变形的氧化铁皮组织。日本、韩国、澳大利亚等国采用的技术是在热轧生产中控制氧化铁皮的类型和厚度,只需要对热轧过程,特别是轧后冷却过程进行周密的控制,而不需要增加新的设备。日本、韩国和澳大利亚等国均在此方面开展了大量的工作。日本的 NKK、Nippon Steel 及 Kawasaki Steel 等在开发热轧黑皮钢技术方面处于领先地位。我国钢铁界对热轧免酸洗钢的开发目前尚处于探索阶段,而汽车生产厂家等热轧板用户对此已有强烈的要求。因此,开发热轧易酸洗或免酸洗钢成了一项重要的技术研发工作。

[0004] 对载重汽车用材料而言,汽车梁用热轧钢板是汽车结构件中质量要求最高的材料之一,钢材要求具备良好的强韧性、成型性能、抗凹陷性、足够的结构刚度和焊接性能,以满足汽车梁的冲压成型、焊接工艺要求以及负载过程抵抗局部变形,最大程度吸收冲击能量,确保车身安全。对于生产高强度热轧钢板而言,单独添加或复合添加 V、Ti、Nb 等微合金元素是提高强度的有效途径,目前已经广泛应用于高强度热轧结构用钢的工业生产。近年来,为了适应车辆轻型化的需求,部分汽车制造企业在采购 490MPa 级汽车结构用热轧钢板时提出了低成本、免酸洗表面质量的使用要求,490MPa 级热轧钢板力学性能及工艺性能要求见表 1。

[0005] 表 1

ReL MPa	Rm MPa	延伸率 A200mm / % (l ₀ =200mm, b ₀ =40mm)	180°弯曲试验 试样宽度 b ≥ 35mm d=a	氧化铁皮中 Fe ₃ O ₄ 所占的比 例
≥340	≥490	≥17	完好	≥80%

[0007] 490MPa 级汽车结构用热轧钢板化学成分设计通常采用低 C-Mn-V 微合金化或进行

微量 Nb 合金化处理方案。典型的低 C-Mn-V 微合金热轧结构钢化学成分 :0.07% C、0.25% Si、0.90% Mn、0.020% P、0.018% S、0.04% Al、0.07% V、其余为 Fe。典型的微量 Nb 合金化热轧结构钢化学成分 :0.08% C、0.25% Si、1.20% Mn、0.018% P、0.015% S、0.04% Al、0.035% Nb、其余为 Fe。低 C-Mn-V 微合金化或进行微量 Nb 合金化钢均采用控轧控冷方式进行生产,其技术特点是较多地考虑了合金元素固溶强度及析出强化的作用,但存在钢带因为添加合金元素后冶炼成本偏高的缺点,影响了上述方法的推广使用。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是提供一种 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法,该方法具体包括连铸坯加热、热轧、冷却、卷取等步骤。其中,钢坯的化学成分为 (wt%) :C : 0.04 ~ 0.11、Si :0.13 ~ 0.27、Mn :0.9 ~ 1.30、N :0.001 ~ 0.007、P :0 ~ 0.027、S :0 ~ 0.017、Al :0.01 ~ 0.09、Nb :0.013 ~ 0.027、Ti :0.004 ~ 0.012、Fe :余量。钢坯加热温度为 1200 ~ 1240℃ ;热轧初轧温度开轧为 1120 ~ 1220℃ ,终轧温度为 870 ~ 910℃ ;冷却步骤采用轧后前段层流水冷 ;卷取步骤温度 550 ~ 585℃ 。

[0009] 钢坯加热时间为 1.1 ~ 1.9 小时。

[0010] 钢坯可以采用本领域技术人员公知的方法由高炉铁水经转炉冶炼、LF 精炼、电加热、连铸工序制得。

[0011] 进一步的,钢坯的化学成分为 C :0.05 ~ 0.10、Si :0.15 ~ 0.25、Mn :1.0 ~ 1.20、N :0.002 ~ 0.006、P :0 ~ 0.025、S :0 ~ 0.015、Al :0.02 ~ 0.08、Nb :0.015 ~ 0.025、Ti :0.005 ~ 0.010、Fe :余量。钢坯加热温度为 1210 ~ 1230℃ ;热轧初轧温度开轧为 1130 ~ 1200℃ ,终轧温度为 880 ~ 900℃ ;冷却步骤采用轧后前段层流水冷 ;卷取步骤温度 560 ~ 580℃ 。

[0012] 钢坯加热时间为 1.2 ~ 1.8 小时。

[0013] 本发明的 490MPa 级汽车结构用热轧钢板微观组织结构包括铁素体和珠光体,以晶体结构的总体积为基准,铁素体的体积百分数为 88 ~ 90% ,珠光体的体积百分数为 10 ~ 12% 。铁素体以及珠光体的体积百分数可以采用本领域技术人员公知的方法测得,例如 GB/T 6394 金相法。

[0014] 本发明的有益效果是 :

[0015] 1、本发明方法在生产过程采用控制化学成分范围、热轧加热温度、终轧温度、卷取温度等工艺措施,获得的钢带成品屈服强度 $\geq 380\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 490\text{MPa}$,延伸率 $\geq 17\%$,冷弯性能优良。

[0016] 2、化学成分设计时采用低当量方案,钢板焊接性能优良。

[0017] 3、炉外精炼过程采用 Si-Ca 线进行硫化物变性处理,硫化物在钢种通常以条带状或短棒状存在,不利于钢的耐酸性能,因而在炉外精炼处理时采用硫化物变性处理, $\text{Ca} : \text{S} \geq 2.0$,提高了钢水清洁度,并使钢中残留非金属夹杂形状变态,由未处理前的沿轧向分布的条带状或短棒状变成仿锤状或球状,提高钢板的冷成型性能。

[0018] 4、成品表面氧化铁皮中 Fe_3O_4 所占的比例均超过 80% ,能有效地适应用户免酸洗要求。

[0019] 5、与低 C-Mn-V 或合金化或微量 Nb 合金化生产的同级别热轧钢板相比,采用本发

明生产的 490MPa 级热轧钢板具有明显的成本优势。由于 C、Al 元素处理工序及添加重量相近,炉外精炼、浇铸及热轧工序成本相同,几种方式的生产成本差别在于合金元素的成本。经测算,其生产成本与低 C-Mn-V 微合金化钢或进行微量 Nb 合金化处理钢相比,生产成本分别低 172 元/吨及 75 元/吨,具有明显的推广应用价值。本发明采用的生产工艺简单、生产成本较低,具有较高的性价比,推广使用前景良好。

[0020] 6、本发明采用低 C-Mn-低 Si-微 Nb-微 Ti 处理合金化方案及控轧控冷方式生产,冶炼后采用针对性的炉外精炼措施,降低夹杂物对冷弯成型性能的影响,热轧采用控制轧制及控制冷却的方法,获得一定量的铁素体、珠光体组织。检验结果表明通过该方法生产的 490MPa 级热轧钢板具有良好的室温力学性能及工艺性能,成品表面氧化铁皮中 Fe_3O_4 所占的比例均超过 80%,能适应汽车构件企业免酸洗生产要求,钢材的性价比高,推广使用前景良好。

具体实施方式

[0021] 本发明的 490MPa 级免酸洗热轧钢板的生产方法工艺流程如下:

[0022] 转炉冶炼→LF 精炼→电加热→连铸→热轧→冷却→卷取→精整→包装入库

[0023] 转炉冶炼具体为将高炉铁水及冶炼炉料在转炉中冶炼得到钢水,然后将钢水脱氧并进行合金化;在合金化步骤中将碳质材料、铝锰铁合金和铝丸加入到脱氧后的钢水中,得到钢水(按重量比计)为 C:0.04~0.11、Si:0.13~0.27、Mn:0.9~1.30、N:0.001~0.007、P:0~0.027、S:0~0.017、Al:0.01~0.09、Nb:0.013~0.027、Ti:0.004~0.012、Fe:余量。为了使入炉原料中 S 的含量小于或等于入炉铁水总重量的 0.015%,可以采用低硫铁水或半钢冶炼。为了防止金属元素尤其是锰元素的烧损,要严格控制冶炼过程温度及出钢时的氧活度,冶炼条件为出钢温度 1670~1690℃,出钢时氧活度条件为 $[a_o]$ 100~500PPm。冶炼过程添加的碳质材料为本领域公知的碳质材料,优选为沥青焦、无烟煤和碳粉中的一种或几种。冶炼的时间为常规的冶炼的时间,优选为 35~45 分钟。

[0024] 钢水脱氧的目的是降低钢水的氧活度以提高合金收得率,所述脱氧剂为铝铁,脱氧剂的加入量优选为 3.0-4.0Kg/t 钢。

[0025] 合金化步骤分批加料的方式、炉外精炼采用本领域技术人员公知的方法。脱氧后的合金化步骤包括将铝铁、碳质材料、硅锰合金、铌铁加入到脱氧后的钢水中,得到钢水(以所述钢水总重量为基准,以单质计)C:0.04~0.11、Si:0.13~0.27、Mn:0.9~1.30、N:0.001~0.007、P:0~0.027、S:0~0.017、Al:0.01~0.09、Nb:0.013~0.027、Ti:0.004~0.012、Fe:余量。

[0026] 为了保证钢的化学成分均匀,合金化后对钢水罐进行底吹氩气处理。所述底吹氩气处理的条件为温度 1600~1650℃,压力 200~400 帕,时间 4~8 分钟。

[0027] LF 精炼步骤对钢水的氧活度、纯净度及温度进行微调,利用二次喂 Al 线终脱氧控制钢水的氧活度为 20~40ppm,钢水罐底部通入压力 200~400Pa 的氩气 4~6 分钟,氩气流量以钢水不大翻为条件,可以避免钢水出现二次氧化及温度下降过快,使钢中夹杂物充分上浮,进一步提高钢材清洁度。在电加热及补喂 Al 线后进行喂 Ca-Si 线(含 Ca \geq 24%,规格: Φ 10mm)处理,加入量 1000~1200m/炉。

[0028] 电加热步骤是使钢坯达到适于浇铸温度的操作,是连铸钢水生产的基本工序。对

钢坯进行加热可以采用本领域技术人员公知的各种加热设备和加热方法。

[0029] 连续浇铸步骤可以采用本领域技术人员公知的方法,本发明方法将精炼后的钢水浇铸至预先烧烤过的中间包,经全流程保护的连续铸机浇铸成板坯。浇铸后,可以按照常规方法进行冷却,如在室温下自然冷却。

[0030] 热轧步骤是将浇铸的板坯经加热后进行轧制。轧制的目的是使 490MPa 级汽车结构钢的连铸板坯达到所需的厚度。本发明热轧板钢带的轧制道次为粗轧 6 个,精轧 5 ~ 6 个,每架机架轧制一道每道次轧制使热轧料坯的厚度减少 3 ~ 9 毫米。

[0031] 热轧的开轧温度指钢坯进入轧机的温度,在该温度下进行加热,能够充分固溶微合金元素 (Mn、Nb、Ti),避免其形成液析碳化物后降低微合金元素在钢中的作用。热轧的终轧温度指钢带出精轧机组的温度,为了使成品的厚度和力学性能均匀,采用热轧中间坯热卷箱工艺技术,使精轧前的热轧中间坯料头、中、尾部保持特定的终轧温度。本发明热轧加热温度为 1200 ~ 1240℃,时间为 1.1 ~ 1.9 小时,热轧步骤的初轧温度为 1120 ~ 1220℃,终轧温度为 870 ~ 910℃;热轧过程中的温度控制能够使钢在精轧出口前处于完全奥氏体组织;并且避免奥氏体组织过于粗大以及 Nb 的析出物 NbC 在精轧前析出后尺寸过于粗大,有利于控制热轧成品铁素体晶粒尺寸为 5.6 ~ 7.9 微米,提高 Nb 元素析出强化效果。

[0032] 冷却步骤可以采用各种常规的方法。通常情况下,对于薄板钢带来说,包括经过轧制的薄板钢带经过冷却后调整了钢材内部的组织状态,然后进行卷取成卷。为了满足热轧板的组织和性能要求,从轧机出来的钢带必须在很短的时间内,在很高的冷却速度下冷却到卷取温度进行卷取。例如,所述冷却的速度为 15 ~ 35℃ / 秒,冷却至 550 ~ 585℃。

[0033] 本发明中化学成分的检测方法分别为碳素钢和中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法,国家标准为 GB/T4336。

[0034] 以下结合实施例对本发明作进一步的阐述。实施例仅用于说明本发明,而不是以任何方式来限制本发明。

[0035] 实施例 1

[0036] a、冶炼钢水:冶炼设备为 120 吨顶吹转炉,高炉铁水作为原料,高炉铁水温度 1370℃,加入炼钢辅料熔炼至 1697℃出钢到钢水罐,出钢 1/3 时加入 0.5 吨的铝铁合金(安阳佳鑫耐材有限公司)预脱氧,然后向脱氧后的钢水中加入沥青焦(攀枝花阳城冶金辅料有限公司)及硅锰合金(德昌铁合金有限公司),使得钢水中各成分的含量为(以钢水的总重量为基准,wt%)C:0.06、Si:0.19、Mn:1.06、P:0.014、S:0.012、Nb:0.016、Ti:0.01、Al:0.05、N:0.0042,其余为 Fe。随后在炉外小平台对钢水罐进行底吹氩气处理,氩气压力 200 ~ 400Pa,时间为 4 分钟。

[0037] 通过控制脱氧剂的添加量使氧在钢水中的含量为 10 ~ 50ppm,尽可能防止锰氧化,从而保证在制备的热轧结构钢中锰以单质存在,而不是以氧化物形式存在,以充分发挥单质锰的功能。

[0038] b、LF 电加热:二次喂 Al 线终脱氧,钢水罐底部通入一定压力(200 ~ 400Pa)的氩气 6 分钟,氩气流量以钢水不大翻为条件,吹氩气后向通过喂丝机向钢包加入 1000m 的 Si-Ca 线,LF 处理终止温度 1610℃。

[0039] c、连铸:钢水罐运至浇铸位置,钢水罐的底部滑动水口 Al 质塞棒(安阳冶辅有限公司),钢水自动流入中间包,经 Al 质塞棒、引流至结晶器进行连续浇铸。全流程采用保护

渣进行保护浇铸,浇铸后冷却成热轧板钢坯。

[0040] d、热轧:板坯出炉轧制温度为 1226℃(消除枝晶偏析、控制原始奥氏体晶粒尺寸),粗轧温度为 1101℃,精轧终轧温度 899℃;冷却方式采用轧后前段层流水冷,冷却速度为 30℃/秒,卷取温度 560℃。精轧的轧制道次为 6 个,每道次轧制使得中间坯的厚度分别为 35~28 毫米、28~24 毫米、24~17 毫米、17~13 毫米、13~9 毫米和 9~7 毫米。

[0041] e、精整:钢带经横切机组剪切后包装入库。

[0042] 将制备的板卷进行机械性能测试,分别检测室温的屈服强度 Re1、抗拉强度 Rm 及伸长率 A_{200mm},拉伸性能按照 GB/T228 金属材料室温拉伸试验方法进行。成品屈服强度 (Re1) 为 450MPa,抗拉强度 (Rm) 为 520MPa,延伸率 (A_{200mm}) 为 20%,冷弯工艺试验性能合格,成品氧铁皮厚度 10 μm 左右,表面氧化铁皮中 Fe₃O₄ 的比例达到 85%,符合 490MPa 级免酸洗热轧钢板的技术条件要求。

[0043] 实施例 2

[0044] 制备方法与实施例 1 基本相同,不同的是转炉冶炼得到的钢水成分为 C:0.07、Si:0.18、Mn:1.10、P:0.014、S:0.006、Nb:0.020、Ti:0.01、Al:0.04、N:0.0034,其余为 Fe,(重量百分比,%)并用前述钢水生产的热轧钢板,板坯出炉温度 1215℃,精轧终轧温度为 888℃,卷取温度为 575℃,热轧成品厚度 7.0mm。

[0045] 将制备的板卷进行机械性能测试,分别检测室温的抗拉强度 Rm 及伸长率 A_{200mm},拉伸性能按照 GB/T228 金属材料室温拉伸试验方法进行。成品屈服强度 (Re1) 为 435MPa,抗拉强度 (Rm) 为 535MPa,延伸率 (A_{200mm}) 为 20%,冷弯工艺试验性能合格,成品氧铁皮厚度 10.5 μm 左右,表面氧化铁皮中 Fe₃O₄ 的比例达到 86%,符合 490MPa 级免酸洗热轧钢板的技术条件要求。

[0046] 对比例

[0047] 制备方法与实施例 1 基本相同,不同的是转炉冶炼得到的钢水成分为 C:0.08%,Si:0.25%,Mn:1.28%,P:0.019%,S:0.015%,Als:0.038%,其余为 Fe,并用前述钢水生产的热轧钢板,板坯出炉温度 1205℃,终轧温度为 875℃,卷取温度为 595℃,热轧成品厚度 7.0mm。

[0048] 将制备的板卷进行机械性能测试,分别检测室温的抗拉强度 Rm 及伸长率 A_{200mm},拉伸性能按照 GB/T228 金属材料室温拉伸试验方法进行。成品屈服强度 (Re1) 为 365MPa,抗拉强度 (Rm) 为 475MPa,延伸率 (A_{200mm}) 为 23%,冷弯工艺试验性能合格,成品氧铁皮厚度 9 μm 左右,表面氧化铁皮中 Fe₃O₄ 的比例为 62%,力学性能及氧化铁皮结构不符合 490MPa 免酸洗热轧钢板的技术条件要求。