



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104928580 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510400687. 2

(22) 申请日 2015. 07. 10

(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 叶晓瑜 张开华 刘勇 李卫平
熊雪刚 罗许 王羿 黄徐晶

(74) 专利代理机构 成都希盛知识产权代理有限公司 51226

代理人 柯海军 武森涛

(51) Int. Cl.

G22C 38/14(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

低 Mn 热轧钢及其制备方法

(57) 摘要

本发明属于热连轧板带技术领域,具体涉及一种低成本的 Q345 低合金高强度结构用低 Mn 热轧钢板及其制备方法。该低 Mn 热轧钢化学成分按重量百分比为 C 0.10 ~ 0.22%, Si \leq 0.35%, Mn 0.10 ~ 0.40%, Ti 0.030 ~ 0.060%, P \leq 0.025%, S \leq 0.025%, 余量为 Fe 和不可避免杂质;所述低 Mn 热轧钢的显微组织为铁素体+珠光体结构。本发明工艺控制简单、生产成本低,生产的 Q345 低合金高强度钢的 Mn 含量大大低于常规用量,添加了微合金元素 Ti,其屈服强度 \geq 345MPa,抗拉强度 470 ~ 630MPa,延伸率 A \geq 20%。

1. 一种低 Mn 热轧钢,其特征在于:其化学成分按重量百分比为 C 0.10 ~ 0.22%, Si \leq 0.35%, Mn 0.10 ~ 0.40%, Ti 0.030 ~ 0.060%, P \leq 0.025%, S \leq 0.025%, 余量为 Fe 和不可避免杂质;所述低 Mn 热轧钢的显微组织为铁素体 + 珠光体结构。

2. 根据权利要求 1 所述一种低 Mn 热轧钢,其特征在于:钢的屈服强度 ReL \geq 345MPa, 拉伸强度 Rm :470 ~ 630MPa, 延伸率 A \geq 20.0%。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述一种低 Mn 热轧钢,其特征在于:其化学成分按重量百分比为:C 0.13%, Si 0.19%, Mn 0.37%, Ti 0.058%, P 0.021%, S 0.008%, 余量为 Fe 和不可避免杂质;钢的屈服强度 ReL 462MPa, 拉伸强度 Rm 608MPa, 延伸率 A 24.5%。

4. 权利要求 1 ~ 3 任一项所述一种低 Mn 热轧钢的制备方法,其特征在于:包括以下步骤:

a、经过常规铁水脱硫和转炉冶炼后,保证钢水成分按重量百分比为:C 0.10 ~ 0.22%, Si \leq 0.35%, Mn 0.10 ~ 0.40%, Ti 0.030 ~ 0.060%, P \leq 0.025%, S \leq 0.025%, 余量为 Fe 和不可避免杂质;

b、将上述处理后的钢水,轧制成 200 ~ 230mm 厚的连铸坯,在 1200°C ~ 1260°C 下均热,均热时间 \geq 180min;

c、将 b 步骤均热后的板坯先采用 3 ~ 7 道次粗轧,轧制成厚度为 30 ~ 60mm 中间坯,再经 4 ~ 7 机架进行精轧,终轧温度为 850 ~ 900°C;

d、将 c 步骤轧制后的板坯以 10 ~ 50°C /s 的冷却速度冷却至 680 ~ 740°C,空冷 5 ~ 9s,再以 10 ~ 50°C /s 的冷却速度冷却至 580 ~ 640°C,卷曲,得到铁素体 + 珠光体钢组织。

5. 根据权利要求 4 所述一种低 Mn 热轧钢的制备方法,其特征在于:所述 b 步骤中连铸坯均热温度为 1207°C。

6. 根据权利要求 4 所述一种低 Mn 热轧钢的制备方法,其特征在于:所述 c 步骤中粗轧后中间坯厚度为 59mm,终轧温度为 895°C。

7. 根据权利要求 4 所述一种低 Mn 热轧钢的制备方法,其特征在于:所述 d 步骤中轧制后的板坯以冷却速度为 38°C /s,冷却到 685°C,空冷 5s 后,再以 11°C /s 的冷却速度冷却到 587°C,卷取。

低 Mn 热轧钢及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于热连轧板带技术领域,具体涉及一种低成本的 Q345 低合金高强度结构用低 Mn 热轧钢板及其制备方法。

背景技术

[0002] 低合金高强度结构钢是指在普通碳素钢中加入少量或微量合金元素,通过制定合适的控轧控冷工艺,从而得到比普通碳素钢性能更为优良的高强度、高韧性和冷成型能力的热轧钢板。由于钢中加入的合金元素总量不多,这类合金钢属于低合金钢,通常在热轧状态下使用,其中屈服强度 $\geq 345\text{MPa}$ 级的低合金高强度结构钢(牌号:Q345)的市场需求量最大,GB/T1591-2008 对 Q345 低合金高强度结构钢的化学成分和力学性能要求见表 1。

[0003] 表 1 Q345 低合金高强度结构钢的化学成分和力学性能

[0004]

国家标准	化学成分/%					力学性能		
	C	Si	Mn	P	S	Rel/MPa	Rm/MPa	A/%
GB/T1591-2008	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.70	≤ 0.035	≤ 0.035	≥ 345	470-630	≥ 20

[0005] 备注:根据需要,可以加入 Nb、V、Ti 等其它合金元素。

[0006] 国内外对 Q345 低合金高强度结构钢的工业生产和产品应用方面已有一些研究成果。

[0007] 申请号为“200710113915.3”,发明名称为“使用中薄板坯轧制厚规格低合金结构钢钢板的方法”,公开了一种用 150~170mm 厚的连铸坯生产厚规格 16~20mm 高强度热轧卷板的工艺,钢的化学成分为:C:0.15~0.20%,Si:0.20~0.40%,Mn:1.40~1.60%,P: $\leq 0.030\%$,S: $\leq 0.030\%$,其余为 Fe 和微量杂质;成品力学性能为屈服强度 $\geq 350\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$,延伸率 $\geq 21\%$ 。

[0008] 申请号为“201010165553.4”,发明名称为“一种热轧钢板的生产方法”,公开了采用降低热轧终轧温度、快冷+层流冷却模式和降低卷取温度等工艺技术措施,成功降低 Q345 的 Mn 含量至 0.60%-0.80%,其化学成分为 C:0.10%-0.22%,Si: $\leq 0.35\%$,Mn:0.60%-0.80%,P: $\leq 0.025\%$,S: $\leq 0.025\%$,成品力学性能为屈服强度 $\geq 350\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$,延伸率 $\geq 20\%$ 。

[0009] 申请号为“201310414988.1”,发明名称为“一种热轧双相钢及其生产方法”,公开了一种 C:0.12~0.20%,Si:0.15~0.35%,Mn:0.75~1.30%,P: $\leq 0.020\%$,S: $\leq 0.010\%$,其余为 Fe 和微量杂质;成品力学性能为屈服强度 $\geq 330\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$,延伸率 $\geq 24\%$,屈强比为 0.5~0.7。

[0010] 朱伏先等人在“控轧控冷条件下 Q345 中厚板的生产工艺研究”一文中,对 Q345 低合金钢奥氏体再结晶行为对组织和性能的影响进行了研究,其化学成分为 C:0.17%,Si:

0.35%，Mn :1.48%， $P \leq 0.021\%$ ， $S \leq 0.008\%$ ，成品力学性能为屈服强度 396MPa，抗拉强度 569MPa。

[0011] 可见，相关资料对 Q345 低合金高强度结构用钢的研究重点集中于焊接性能、成型性能、奥氏体再结晶形为对组织和性能的影响等方面，各企业为了保证 Q345 低合金高强度热轧钢板的强度满足标准要求，主要合金元素 Mn 含量基本上控制在 0.75 ~ 1.60% 的较高水平，或降低 Mn 含量通过快速冷却 + 层流冷却和低温卷取的方式生产。

发明内容

[0012] 本发明所要解决的第一个技术问题是提供一种成本更低、力学性能稳定、成型性能优良的低 Mn 热轧钢。

[0013] 一种低 Mn 热轧钢，其化学成分按重量百分比为 C 0.10 ~ 0.22%， $Si \leq 0.35\%$ ，Mn 0.10 ~ 0.40%，Ti 0.030 ~ 0.060%， $P \leq 0.025\%$ ， $S \leq 0.025\%$ ，余量为 Fe 和不可避免杂质；所述低 Mn 热轧钢的显微组织为铁素体 + 珠光体结构。

[0014] 上述所述一种低 Mn 热轧钢，钢的屈服强度 $ReL \geq 345MPa$ ，拉伸强度 $Rm : 470 \sim 630MPa$ ，延伸率 $A \geq 20.0\%$ 。

[0015] 进一步的，作为更优选的技术方案，上述所述一种低 Mn 热轧钢，其化学成分按重量百分比为：C 0.13%，Si 0.19%，Mn 0.37%，Ti 0.058%， $P 0.021\%$ ， $S 0.008\%$ ，余量为 Fe 和不可避免杂质；钢的屈服强度 $ReL 462MPa$ ，拉伸强度 $Rm 608MPa$ ，延伸率 $A 24.5\%$ 。

[0016] 本发明在 Q345 低合金高强度热轧钢板的 Mn 含量由常规的 0.75 ~ 1.60% 的较高水平大幅度降低到 0.10 ~ 0.40% 的情况下，添加了 0.030 ~ 0.060% 的微合金元素 Ti，通过析出强化来弥补因 Mn 含量降低而引起的强度损失，从而生产出成本更低的 Q345 低合金高强度热轧钢板，热轧钢的显微组织为铁素体 + 珠光体结构。

[0017] 本发明所要解决的第二个技术问题是提供一种低 Mn 热轧钢的制备方法。

[0018] 其中，包括以下步骤：

[0019] a、经过常规铁水脱硫和转炉冶炼后，保证钢水成分按重量百分比为：C 0.10 ~ 0.22%， $Si \leq 0.35\%$ ，Mn 0.10 ~ 0.40%，Ti 0.030 ~ 0.060%， $P \leq 0.025\%$ ， $S \leq 0.025\%$ ，余量为 Fe 和不可避免杂质；

[0020] b、将上述处理后的钢水，轧制成 200 ~ 230mm 厚的连铸坯，在 1200℃ ~ 1260℃ 下均热，均热时间 $\geq 180min$ ；

[0021] c、将 b 步骤均热后的板坯先采用 3 ~ 7 道次粗轧，轧制成厚度为 30 ~ 60mm 中间坯，再经 4 ~ 7 机架进行精轧，终轧温度为 850 ~ 900℃；

[0022] d、将 c 步骤轧制后的板坯以 10 ~ 50℃ /s 的冷却速度冷却至 680 ~ 740℃，空冷 5 ~ 9s，再以 10 ~ 50℃ /s 的冷却速度冷却至 580 ~ 640℃，卷曲，得到铁素体 + 珠光体钢组织。

[0023] 进一步的，上述所述一种低 Mn 热轧钢制备方法，其中所述 b 步骤中连铸坯均热温度优选为 1207℃。

[0024] 进一步的，上述所述 c 步骤中粗轧后中间坯厚度优选为 59mm，终轧温度优选为 895℃。

[0025] 进一步的，上述所述 d 步骤中轧制后的板坯以冷却速度优选为 38℃ /s，冷却到

685℃,空冷 5s 后,再优选以 11℃ /s 的冷却速度冷却到 587℃,卷取。

[0026] 本发明采用低 Mn、添加微合金元素 Ti 的化学成分进行生产,连铸坯经粗轧-精轧-快速冷却-空冷-层流冷却-卷取生产出组织为铁素体+珠光体的热轧钢板。其屈服强度 $\geq 345\text{MPa}$,抗拉强度 470~630MPa,延伸率 $A \geq 20\%$ 。

[0027] 本发明有益效果如下:

[0028] 1、本发明生产的 Q345 低合金高强度钢的 Mn 含量由常规的 0.75~1.60%大幅度降低到 0.10~0.40%,添加了 0.030~0.060%的微合金元素 Ti,充分发挥 Ti 析出强化的作用保证了热轧钢的强度,其屈服强度 $\geq 345\text{MPa}$,抗拉强度 470~630MPa,延伸率 $A \geq 20\%$,满足国标 GB/T1591-2008 的要求。

[0029] 2、本发明控制精轧后以 10~50℃ /s 的冷却速度冷却至 680~740℃,空冷 5~9s 后再以 10~50℃ /s 的冷却速度冷却至 580~640℃的温度范围内卷取。这样可以使空冷阶段, Ti 有时间析出,对提高强度贡献较大,且由于是分段冷却,厚度方向有个冷却-回温过程,厚度方向组织均匀性更好。

[0030] 3、本发明还具有工艺控制简单、生产成本低的特点。

具体实施方式

[0031] 一种低 Mn 热轧钢,其化学成分按重量百分比为 C 0.10~0.22%, Si $\leq 0.35\%$, Mn 0.10~0.40%, Ti 0.030~0.060%, P $\leq 0.025\%$, S $\leq 0.025\%$,余量为 Fe 和不可避免杂质;所述低 Mn 热轧钢的显微组织为铁素体+珠光体结构。

[0032] 上述所述一种低 Mn 热轧钢,钢的屈服强度 ReL $\geq 345\text{MPa}$,拉伸强度 Rm :470~630MPa,延伸率 $A \geq 20.0\%$ 。

[0033] 进一步的,作为更优选的技术方案,上述所述一种低 Mn 热轧钢,其化学成分按重量百分比为:C 0.13%,Si 0.19%,Mn 0.37%,Ti 0.058%,P 0.021%,S 0.008%,余量为 Fe 和不可避免杂质;钢的屈服强度 ReL 462MPa,拉伸强度 Rm 608MPa,延伸率 $A 24.5\%$ 。

[0034] 本发明在 Q345 低合金高强度热轧钢板的 Mn 含量由常规的 0.75~1.60%的较高水平大幅度降低到 0.10~0.40%的情况下,添加了 0.030~0.060%的微合金元素 Ti,通过析出强化来弥补因 Mn 含量降低而引起的强度损失,从而生产出成本更低的 Q345 低合金高强度热轧钢板,热轧钢的显微组织为铁素体+珠光体结构。

[0035] 一种低 Mn 热轧钢的制备方法,其中,包括以下步骤:

[0036] a、经过常规铁水脱硫和转炉冶炼后,保证钢水成分按重量百分比为:C 0.10~0.22%,Si $\leq 0.35\%$,Mn 0.10~0.40%,Ti 0.030~0.060%,P $\leq 0.025\%$,S $\leq 0.025\%$,余量为 Fe 和不可避免杂质;

[0037] b、将上述处理后的钢水,轧制成 200~230mm 厚的连铸坯,在 1200℃~1260℃下均热,均热时间 $\geq 180\text{min}$;

[0038] c、将 b 步骤均热后的板坯先采用 3~7 道次粗轧,轧制成厚度为 30~60mm 中间坯,再经 4~7 机架进行精轧,终轧温度为 850~900℃;

[0039] d、将 c 步骤轧制后的板坯以 10~50℃ /s 的冷却速度冷却至 680~740℃,空冷 5~9s,再以 10~50℃ /s 的冷却速度冷却至 580~640℃,卷曲,得到铁素体+珠光体钢组织。

[0040] 进一步的,上述所述一种低 Mn 热轧钢制备方法,其中所述 b 步骤中连铸坯均热温度优选为 1207℃。

[0041] 进一步的,上述所述 c 步骤中粗轧后中间坯厚度优选为 59mm,终轧温度优选为 895℃。

[0042] 进一步的,上述所述 d 步骤中轧制后的板坯以冷却速度优选为 38℃ /s,冷却到 685℃,空冷 5s 后,再优选以 11℃ /s 的冷却速度冷却到 587℃,卷取。

[0043] 本发明采用低 Mn、添加微合金元素 Ti 的化学成分进行生产,连铸坯经粗轧 - 精轧 - 快速冷却 - 空冷 - 层流冷却 - 卷取生产出组织为铁素体 + 珠光体的热轧钢板。其屈服强度 $\geq 345\text{MPa}$,抗拉强度 470 ~ 630MPa,延伸率 $A \geq 20\%$ 。

[0044] 下面结合实施例对本发明的具体实施方式做进一步的描述,并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0045] 实施例 1

[0046] Q345 低合金高强度热轧钢板的化学成分重量百分比为 C :0.16%, Si :0.24%, Mn :0.15%, P :0.017%, S :0.013%, Ti :0.047%, 余量为 Fe 和不可避免杂质元素组成 ;用常规连铸方法将其浇铸成 200mm 厚的连铸板坯 ;加热至 1227℃ 进行粗轧,粗轧后中间板坯厚度在 38mm ;终轧温度为 882℃ ;精轧后以 27℃ /s 的冷速冷却到 725℃,空冷 8s 后,再以 15℃ /s 的冷速冷却到 610℃ 卷取 ;其成品力学性能为屈服强度 413MPa,抗拉强度 533MPa,延伸率 28.5%。

[0047] 实施例 2

[0048] Q345 低合金高强度热轧钢板的化学成分重量百分比为 C :0.13%, Si :0.19%, Mn :0.37%, P :0.021%, S :0.008%, Ti :0.058%, 余量为 Fe 和不可避免杂质元素组成 ;用常规连铸方法将其浇铸成 230mm 厚的连铸板坯 ;加热至 1207℃ 进行粗轧,粗轧后中间板坯厚度在 59mm, ;终轧温度范围为 895℃ ;精轧后以 38℃ /s 的冷速冷却到 685℃,空冷 5s 后,再以 11℃ /s 的冷速冷却到 587℃ 卷取 ;其成品力学性能为屈服强度 462MPa,抗拉强度 608MPa,延伸率 24.5%。

[0049] 实施例 3

[0050] Q345 低合金高强度热轧钢板的化学成分重量百分比为 C :0.18%, Si :0.11%, Mn :0.25%, P :0.011%, S :0.005%, Ti :0.032%, 余量为 Fe 和不可避免杂质元素组成 ;用常规连铸方法将其浇铸成 210mm 厚的连铸板坯 ;加热至 1245℃ 进行粗轧,粗轧后中间板坯厚度在 46mm, ;终轧温度范围为 853℃ ;精轧后以 19℃ /s 的冷速冷却到 733℃,空冷 9s 后,再以 23℃ /s 的冷速冷却到 637℃ 卷取 ;其成品力学性能为屈服强度 367MPa,抗拉强度 481MPa,延伸率 30.0%。