



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105200321 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510714991. 4

(22) 申请日 2015. 10. 29

(71) 申请人 河北钢铁股份有限公司承德分公司

地址 067102 河北省承德市双滦区滦河镇金  
融广场河北钢铁股份有限公司承德分  
公司

(72) 发明人 徐立山 包阔 程玉君 谷辉格

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务  
所 13108

代理人 赵红强

(51) Int. Cl.

*G22C 38/14*(2006. 01)

*G21D 8/02*(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种含钒微合金化 800MPa 级汽车边梁用热  
轧卷板及生产方法

(57) 摘要

本发明公开了一种含钒微合金化 800MPa 级  
汽车边梁用热轧卷板及生产方法,其化学组分及  
重量百分比为 :C :0.06 ~ 0.10%, Si :≤ 0.30%,  
Mn :1.50 ~ 1.70%, P :≤ 0.025%, S :≤ 0.015%, V :  
0.040 ~ 0.060%, Nb :0.040 ~ 0.060%, Ti :0.08 ~  
0.12%, Al<sub>s</sub> :0.015 ~ 0.045%, 余量为 Fe 及不可  
避免的杂质元素。生产方法包括下述步骤 :转炉  
冶炼, LF 精炼, 板坯连铸, 板坯加热, 高压水除鳞,  
控制轧制, 控轧冷却。本发明所生产热轧卷板, 抗  
拉强度 > 800MPa, 屈服强度 > 700MPa, 延伸率 >  
16%, 组织为铁素体加珠光体, 珠光体约占 10%, 其  
用于制作汽车边梁, 并实现工业化生产。

1. 含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板, 其特征在于, 所述热轧卷板化学组分及重量百分比为: C: 0.06 ~ 0.10%, Si:  $\leq$  0.30%, Mn: 1.50 ~ 1.70%, P:  $\leq$  0.025%, S:  $\leq$  0.015%, V: 0.040 ~ 0.060%, Nb: 0.040 ~ 0.060%, Ti: 0.08 ~ 0.12%, Als: 0.015 ~ 0.045%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

2. 基于权利要求 1 所述含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板的生产方法, 包括下述步骤: 转炉冶炼、LF 精炼、板坯连铸、板坯加热、高压水除鳞、控制轧制、控轧冷却工序, 其特征在于, 具体工艺如下:

1) 按照质量百分比为: C: 0.06 ~ 0.10%, Si:  $\leq$  0.30%, Mn: 1.50 ~ 1.70%, P:  $\leq$  0.025%, S:  $\leq$  0.015%, V: 0.040 ~ 0.060%, Nb: 0.040 ~ 0.060%, Ti: 0.08 ~ 0.12%, Als: 0.015 ~ 0.045%, 余量为 Fe 及不可避免杂质的设定成分冶炼钢水, 钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯;

2) 将板坯加热至 1200 ~ 1300°C, 经高压水除鳞、控制轧制、控轧冷却得到热轧卷板。

3. 根据权利要求 2 所述的生产方法, 其特征在于, 所述控制轧制工序包括粗轧、热卷箱卷取、精轧。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的生产方法, 其特征在于, 所述控制轧制工序中粗轧为 5 道轧制, 出口温度为 1040 ~ 1140°C。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的生产方法, 其特征在于, 所述控制轧制工序中精轧出口温度为 860 ~ 920°C。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的生产方法, 其特征在于, 所述控制轧制工序中卷取温度为 570 ~ 630°C。

## 一种含钒微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板及生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,具体涉及一种含钒微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板及生产方法。

### 背景技术

[0002] 钢材是汽车生产的主要原材料,各种钢材在汽车总重量中所占比例为 70% 左右,我国每年的汽车制造用钢占到全国总钢材消费比重的 6%。随着我国汽车产业的迅猛发展,2013 年,我国的汽车用钢消耗已超过 3000 万吨,随着能源的日趋紧张,为延长汽车的使用寿命和节能、节材以及安全等要求,用低合金高强度和超高强度钢板生产汽车边梁,汽车轻量化已成为当今汽车行业发展趋势。

[0003] 汽车用钢中边梁板主要用于汽车车厢箱体、汽车纵梁、汽车横梁等,要求钢板在具有较高强度的同时,还要具有良好的冷冲压成型性能、焊接性能和耐疲劳性能。当前用于制造汽车边梁(纵梁、横梁)用厚度为 4.0-12.0mm,抗拉强度为 510、610MPa 级别的低合金热轧钢板。由汽车边梁形状复杂,除要求较高强度和冷弯性能外,还要求冲压性能好。

[0004] 如应用抗拉强度 800MP 级且各项性能均满足用户使用要求的汽车边梁钢,代替抗拉强度为 510、610MPa 级别的低合金汽车边梁钢,其优势表现在:减轻构件的重量、减轻整车自重、减少车辆燃料消耗、提高装载能力及效率、降低环境污染。

[0005] 一般,按如下经验公式对应构件材料强度和壁厚的关系可以保证结构强度的稳定。

[0006]

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}}}$$

式中: $t_1$ 、 $\sigma_{s1}$ 和  $t_2$ 、 $\sigma_{s2}$ 分别表示两种材料相对应的屈服强度和厚度。

[0007] 例如按照这样的对应关系,采用抗拉强度 800MPa 级(对应屈服强度 700MPa)取代 510MPa 级(对应屈服强度 345MPa)汽车边梁钢,板厚可由 6~8mm 减至 4.5~7mm,减重 25%。

### 发明内容

[0008] 本发明提供一种含钒微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板及生产方法,采用钒、铌、钛复合添加的微合金钢成分体系,以析出强化为主,辅以相变强化和细晶强化,实现了轧制时的低变形抗力和产品的高强度,同时具有良好的成形性能、低温冲击性能和焊接性能。

[0009] 本发明的目的之一是提供含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板,所

述热轧卷板化学组分及重量百分比为 :C :0.06 ~ 0.10%, Si : $\leq$  0.30%, Mn :1.50 ~ 1.70%, P : $\leq$  0.025%, S : $\leq$  0.015%, V :0.040 ~ 0.060%, Nb :0.040 ~ 0.060%, Ti :0.08 ~ 0.12%, Als :0.015 ~ 0.045%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0010] 本发明的另一目的是提供一种上述含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板的生产方法,包括下述步骤:转炉冶炼、LF 精炼、板坯连铸、板坯加热、高压水除鳞、控制轧制、控轧冷却工序,具体工艺如下:

1)按照质量百分比为 :C :0.06 ~ 0.10%, Si : $\leq$  0.30%, Mn :1.50 ~ 1.70%, P : $\leq$  0.025%, S : $\leq$  0.015%, V :0.040 ~ 0.060%, Nb :0.040 ~ 0.060%, Ti :0.08 ~ 0.12%, Als :0.015 ~ 0.045%, 余量为 Fe 及不可避免杂质的设定成分冶炼钢水,钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯;

2)将板坯加热至 1200 ~ 1300 $^{\circ}$ C,经高压水除鳞、控制轧制、控轧冷却得到热轧卷板。

[0011] 本发明所述控制轧制工序包括粗轧、热卷箱卷取、精轧。

[0012] 本发明所述控制轧制工序中粗轧为 5 道轧制,出口温度为 1040 ~ 1140 $^{\circ}$ C。

[0013] 本发明所述控制轧制工序中精轧出口温度为 860 ~ 920 $^{\circ}$ C。

[0014] 本发明所述控制轧制工序中卷取温度为 570 ~ 630 $^{\circ}$ C

本发明的设计思路:为实现汽车边梁用热轧卷板抗拉强度达到 800MPa 级,必须在热轧及随后冷却过程中实现细晶强化、析出强化、相变强化和固溶强化等最大限度的综合控制,同时为保证具有良好的冷弯成形性能,在钢中加入微合金元素铌,以提高钢的再结晶温度,使得在较高的温度下完成轧制也可以得到储存大变形能的变形奥氏体组织,进而得到细小的相变组织。

[0015] C :0.06 ~ 0.10%, 较低的碳含量可使钢具有良好的焊接性和冷成形性,强度的不足可通过微合金化和控轧控冷工艺来弥补。

[0016] Mn :1.50 ~ 1.70%,通过固溶强化提高钢的强度。Mn 促进碳氮化物析出相在加热时候的溶解,抑制析出相在轧制时候的析出,有利于保持较多的析出元素于轧后的冷却过程中在铁素体中析出,加强了析出强化。此外 Mn 可扩大奥氏体相区,降低过冷奥氏体相的转变温度,有利于相变组织的细化。

[0017] P :0.025% 以下,低的磷含量可使钢具有良好的韧性、冷成形性和焊接性。

[0018] S :0.015% 以下,低的硫含量使钢具有较好的韧性和冷成形性。

[0019] V :0.08 ~ 0.12%,通过在层流冷却阶段析出强化提高钢的强度,同时避免热连轧机轧制过程负荷过大。

[0020] Nb :0.040 ~ 0.060%,通过细晶强化和析出强化提高钢的强度,Nb 可提高奥氏体的再结晶温度,即在较高的温度下实现奥氏体非再结晶区轧制,从而可使轧件在较高的温度下完成轧制变形,同时得到细小的相变组织。此外部分 Nb 在铁素体区析出,强化铁素体基体。

[0021] Ti :0.08 ~ 0.12%,通过析出强化提高钢的强度,同时在加热过程中抑制晶粒过分长大。

[0022] 轧制工艺:采用控轧控冷技术,将变形和热处理相结合,已得到期望的组织及细化晶粒,提高材料力学性能及冷弯成形性能。

[0023] 轧制时钢坯开轧温度按 1200 ~ 1300 $^{\circ}$ C 范围控制,在这一温度下,使得已经存在的

大部分铌和钛的碳、氮化物再度固溶,然后在轧制和卷取过程中析出,起到晶粒细化和析出强化等作用。

[0024] 结合 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板所设计化学成分,轧制温度的选择对析出强化和细晶强化来讲有此消彼长的影响,同时注意到,如果轧制温度高到使材料在轧时处于再结晶态或不完全再结晶态,可能会导致晶粒细化不够甚至混晶而影响成形性能,综合考虑,精轧出口温度按 860 ~ 920℃ 范围控制,卷取温度按 570 ~ 630℃ 范围控制。

[0025] 本发明根据微合金元素的碳氮化物在控轧控冷中的作用机理:

微合金元素碳氮化物的沉淀强化是微合金钢中最重要的强化方式之一。微合金碳、氮化物的析出不仅可以产生析出强化,而且还可以达到晶粒细化的目的。其中晶粒细化是通过析出质点钉扎晶界而获得的。在热加工或延迟奥氏体再结晶时有应变诱导产生的析出会使奥氏体在冷却转变时形成极为微细的铁素体晶粒。强化作用主要是通过微合金碳化物、氮化物在  $\gamma \rightarrow \alpha$  转变时在铁素体中析出而产生的。这些在铁素体中析出的细小弥散的析出物不仅产生显著的强化效果,而且能够阻碍在转变或转变后的铁素体晶粒长大,从而间接地细化晶粒。

[0026] 微合金元素碳氮化物在控制轧制时的析出作用主要有:均热未溶的微合金碳氮化物质点将通过质点钉扎晶界机制而阻止均热奥氏体晶粒的粗化,保证得到细小的均热奥氏体晶粒;在控轧过程中应变诱导析出相通过质点钉扎晶界和亚晶界的作用而相当显著地阻止形变奥氏体的再结晶;在控制轧制相变发生以后,残留在奥氏体中的微合金元素进一步在铁素体中析出,产生显著的析出强化效果。

[0027] 除了对机械性能的影响以外,铁素体内的析出物阻碍晶粒长大的作用也十分重要,特别是在热轧带钢卷取后冷却过程中,析出的大小是很重要的。通过控制转变温度可以控制析出物的尺寸。当卷取温度越低,析出颗粒越细。同时可以看出,由于冷却速度增加,析出物的尺寸变的更为细小,同时也加了强度。但是,过快的冷却速度会抑制析出,因而在低温卷取时,虽然铁素体的晶粒尺寸十分细小,但由于析出强化减弱,屈服强度不会得到显著的提高。这时,很细的铁素体晶粒提供了几乎所有强度,因而强度不是太高,但有良好的塑性和韧性。

[0028] 本发明的特点是在常规强化元素碳、锰的基础上,添加钒、铌、钛复合微合金元素,其强度通过细晶粒来提供,同时微合金钢中细小弥散微合金碳、氮化物的析出强化对强度也有很大贡献。晶粒的细化和微合金元素碳、氮化物析出的控制都可以通过调节控轧控冷工艺参数来实现。

[0029] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:

通过本发明生产的含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板,抗拉强度 > 800MPa,屈服强度 > 700MPa,延伸率 > 16%,组织为铁素体加珠光体,珠光体约占 10%;该热轧卷板在力学性能达到高强的同时,兼具有良好的冷弯成形性及焊接性能,其代替抗拉强度为 510、610MPa 级别的低合金汽车边梁钢,有效减轻了构件及整车自重、降低车辆燃料消耗及环境污染,且提高车辆装载能力及效率。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

**[0031] 实施例 1**

厚度 5mm、宽度 1500mm，含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板，其化学组分及重量百分比为：C :0.07%，Si :0.11%，Mn :1.58%，P :0.013%，S :0.005%，V :0.053%，Nb :0.058%，Ti :0.11%，Als :0.040%，余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

**[0032] 生产方法：**

1) 按照上述设定成分冶炼钢水，钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯；  
2) 将板坯加热至 1260℃，经高压水除鳞、粗轧、热卷箱卷取、精轧、控轧冷却得到热轧卷板；

其中粗轧 5 道轧制，出口温度为 1100℃；精轧出口温度为 900℃，卷取温度为 600℃。

**[0033] 实施例 2**

厚度 10mm、宽度 1500mm，含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板，其化学组分及重量百分比为：C :0.09%，Si :0.12%，Mn :1.62%，P :0.014%，S :0.006%，V :0.051%，Nb :0.046%，Ti :0.09%，Als :0.027%，余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

**[0034] 生产方法：**

1) 按照上述设定成分冶炼钢水，钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯；  
2) 将板坯加热至 1280℃，经高压水除鳞、粗轧、热卷箱卷取、精轧、控轧冷却得到热轧卷板；

其中粗轧 5 道轧制，出口温度为 1120℃；精轧出口温度为 890℃，卷取温度为 620℃。

**[0035] 实施例 3**

厚度 5mm、宽度 1500mm，含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板，其化学组分及重量百分比为：C :0.06%，Si :0.10%，Mn :1.50%，P :0.010%，S :0.005%，V :0.040%，Nb :0.040%，Ti :0.08%，Als :0.015%，余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

**[0036] 生产方法：**

1) 按照上述设定成分冶炼钢水，钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯；  
2) 将板坯加热至 1200℃，经高压水除鳞、粗轧、热卷箱卷取、精轧、控轧冷却得到热轧卷板；

其中粗轧 5 道轧制，出口温度为 1040℃；精轧出口温度为 860℃，卷取温度为 570℃。

**[0037] 实施例 4**

厚度 10mm、宽度 1500mm，含钒复合微合金化 800MPa 级汽车边梁用热轧卷板，其化学组分及重量百分比为：C :0.10%，Si :0.30%，Mn :1.70%，P :0.025%，S :0.015%，V :0.060%，Nb :0.060%，Ti :0.12%，Als :0.045%，余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

**[0038] 生产方法：**

1) 按照上述设定成分冶炼钢水，钢水 LF 精炼、板坯连铸工序得到板坯；  
2) 将板坯加热至 1300℃，经高压水除鳞、粗轧、热卷箱卷取、精轧、控轧冷却得到热轧卷板；

其中粗轧 5 道轧制，出口温度为 1140℃；精轧出口温度为 920℃，卷取温度为 630℃。

**[0039]** 对上述实施例中的产品进行性能检测，具体指标如表 1 所示：

表 1 性能检测数据

实施例	规格(mm)	$R_{m,0.2}$ (MPa)	$R_m$ (MPa)	伸长率 (%)	冷弯试验 180° ， 横向
1	5.0*1500	730	828	24	d=a 完好
2	10.0*1500	726	817	22	d=a 完好
3	5.0*1500	722	813	24	d=a 完好
4	10.0*1500	732	833	21	d=a 完好