



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110331344 B

(45) 授权公告日 2021.04.06

(21) 申请号 201910635432.2

G22C 38/06 (2006.01)

(22) 申请日 2019.07.15

G22C 38/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G22C 38/02 (2006.01)

申请公布号 CN 110331344 A

G22C 33/04 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.10.15

G21D 8/02 (2006.01)

G21D 11/00 (2006.01)

(73) 专利权人 武汉钢铁有限公司

(56) 对比文件

地址 430083 湖北省武汉市青山区厂前2号  
门

CN 104988398 A, 2015.10.21

CN 109680129 A, 2019.04.26

(72) 发明人 杨海林 丁茹 赵江涛 王成

CN 101701316 A, 2010.05.05

CN 106086665 A, 2016.11.09

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

CN 103014487 A, 2013.04.03

CN 101914729 A, 2010.12.15

代理人 段姣姣

US 2015292054 A1, 2015.10.15

CN 104988398 A, 2015.10.21

(51) Int. Cl.

G22C 38/58 (2006.01)

G22C 38/50 (2006.01)

G22C 38/48 (2006.01)

审查员 陈小红

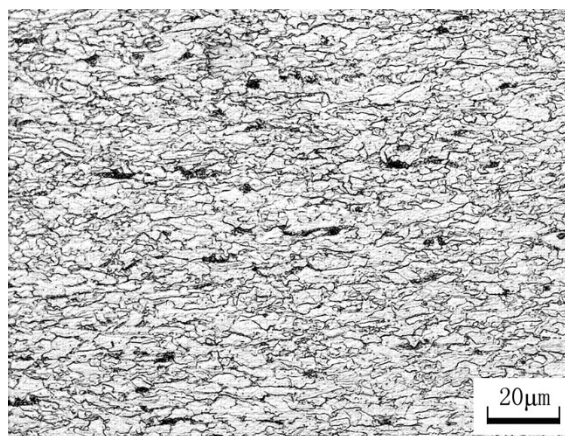
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

## (54) 发明名称

一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢及生产方法

## (57) 摘要

一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢,其组分及wt%为:C:0.06~0.08%,Mn:1.4~1.6%,P:0~0.02%,S $\leq$ 0.004%,Al:0.020~0.060%,Nb:0.033~0.048%,Ti:0.02~0.03%,N $\leq$ 0.004%;生产方法:经常规冶炼后浇铸成坯并对加热;粗轧;精轧;层流冷却;按照热轧成品厚度设定的卷取温度进行卷取。本发明在保证抗拉强度 $\geq 600$ MPa屈服强度在530MPa以上的前提下,通过采用Nb-Ti复合添加控制技术+低温轧制技术,并不加Si或少加Si,以及控制冷却速度、根据钢板不同厚度而制定不同的卷取温度的技术措施,使钢卷与钢卷之间抗拉强度波动范围不超过120MPa,屈服强度波动范围不超过100MPa,延伸率A在23%上下波动不超过0.6%,屈强比在0.88上下波动不超过0.02。



1. 一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢,其组分及重量百分比含量为:C:0.06~0.069%, Mn:1.4~1.46%, P:0~0.02%, S $\leq$ 0.004%, Al:0.020~0.060%, Nb:0.033~0.042%, Ti:0.02~0.03%, N $\leq$ 0.004%,其余为Fe及不可避免的杂质;并满足所添加的Ti含量为所添加Nb含量的60~85%;金相组织为铁素体及珠光体,其中铁素体占体积比例在90~95%,其余为珠光体;钢卷与钢卷之间抗拉强度波动范围不超过120MPa,屈服强度波动范围不超过100MPa,延伸率A在23%上下波动不超过0.6%, 屈强比在0.88上下波动不超过0.02。

2. 如权利要求1所述的一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢,其特征在于:添加的Ti含量为所添加Nb含量的60~75%。

3. 生产如权利要求1所述的一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢的方法,其步骤:

1) 经常规冶炼后浇铸成坯,并对铸坯加热,加热时间控制在160~220min,板坯出炉温度控制在1250~1290℃;

2) 进行粗轧,控制粗轧结束温度在1040~1090℃,累计压下量在82%~85%;

3) 进行精轧,控制终轧温度在862~870℃,累计压下量不低于80%;

4) 进行层流冷却,控制前段冷却速度在25.2~30℃/s,并在其冷却速度下冷却5~8s,后根据钢板的厚度空冷至所要求的卷取温度;

5) 进行卷取:按照热轧成品厚度设定卷取温度:

当热轧成品厚度要求不超过6mm时,卷取温度控制在570~610℃;

当热轧成品厚度要求在大于6 mm至8mm时,卷取温度控制在550~590℃;

当热轧成品厚度要求要求大于8mm时,卷取温度控制在530~570℃。

## 一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600\text{MPa}$ 汽车大梁钢及生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽车用钢及生产方法,具体地属于一种抗拉强度600MPa级汽车大梁钢及生产方法。

### 背景技术

[0002] 随着汽车工业的发展,汽车制造端对钢厂供货标准要求越来越严格,不仅要求高强度,同时要求抗拉强度上下限差值控制在120MPa以内、屈服强度上下限差值控制在100MPa以内。现有技术生产的抗拉强度600MPa级大梁钢牌号抗拉强度上下限差值在130MPa以上、屈服强度无上限要求,满足不了不同用户需求。

[0003] 经初步检索,中国专利公开号为CN105088068.A的文献,公开了一种500MPa级汽车大梁用镀层钢的生产方法,其依次包括如下步骤:炼钢、连铸、板坯加热、热连轧、层流冷却、卷取;其在于在炼钢过程的化学成份及重量百分比为:C:0.06~0.09%,Si $\leq$ 0.025%,Mn:1.10~1.29%,P $\leq$ 0.015%,S $\leq$ 0.006%,Als:0.020~0.060%,Nb:0.025~0.034%,余量为Fe及不可避免的杂质;在热轧中采用控制轧制,其中板坯加热温度为1280~1310 $^{\circ}\text{C}$ ;粗轧出口温度为1080~1110 $^{\circ}\text{C}$ ;热轧终轧温度为860~890 $^{\circ}\text{C}$ ;在卷取过程中,卷取温度为550~580 $^{\circ}\text{C}$ 。列举的技术方案为:C:0.07%;Si:0.018%;Mn:1.25%;P:0.012%;S:0.006%;Als:0.04%;Nb:0.034%;板坯加热温度1290 $^{\circ}\text{C}$ ;终轧温度875 $^{\circ}\text{C}$ ;卷取温度565 $^{\circ}\text{C}$ 。该文献为在经热轧后采用变速度冷却方式。其存在不仅强度级别较低,成分中由于仅添加了Nb,且铸坯加热温度、粗轧温度、精轧温度均较高,导致不仅生产工艺成本较高,且存在单一Nb强化易产生混晶和破边边裂的质量风险。

[0004] 现有技术考虑含钛钢板对卷取温度和轧后冷却速度较敏感及成本因素,一般不添加Ti或不采用Ti、Nb复合添加技术,忽略了“Ti、Nb复合添加控制技术(控轧、控冷和低温卷取相结合)”+“低温轧制技术”能够获得性能更均匀(钢卷与钢卷之间抗拉强度、屈服强度、延伸率波动范围更小)、成本更低的产品。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的不足,提供一种在保证抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ 屈服强度在530MPa以上的前提下,通过采用Nb-Ti复合添加控制技术+低温轧制技术,并不加Si或少加Si,控制冷却速度、根据钢板不同厚度而制定不同的卷取温度的技术措施,使钢卷与钢卷之间抗拉强度波动范围不超过120MPa,屈服强度波动范围不超过100MPa,延伸率A在23%上下波动不超过0.6%,屈强比在0.88上下波动不超过0.02的汽车大梁钢及生产方法。

[0006] 实现上述目的的措施:

[0007] 一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600\text{MPa}$ 汽车大梁钢,其组分及重量百分比含量为:C:0.06~0.08%,Mn:1.4~1.6%,P:0~0.02%,S $\leq$ 0.004%,Al:0.020~0.060%,Nb:0.033~0.048%,Ti:0.02~0.03%,N $\leq$ 0.004%,其余为Fe及不可避免的杂质;并满足所添加的Ti含量为所添加Nb含量的60~85%;金相组织为铁素体及珠光体,其中铁素体占体积比例

在90~95%，其余为珠光体；晶粒度达12级以上；钢卷与钢卷之间抗拉强度波动范围不超过120MPa，屈服强度波动范围不超过100MPa，延伸率A在23%上下波动不超过0.6%，屈强比在0.88上下波动不超过0.02。

[0008] 其在于：添加Si的重量百分比含量不超过0.15%。

[0009] 其在于：添加的Ti含量为所添加Nb含量的60~75%。

[0010] 生产一种强度性能稳定的 $R_m \geq 600$ MPa汽车大梁钢的方法，其步骤：

[0011] 1) 经常规冶炼后浇铸成坯，并对铸坯加热，加热时间控制在160~220min，板坯出炉温度控制在1250~1290℃；

[0012] 2) 进行粗轧，控制粗轧结束温度在1040~1090℃，累计压下量在82%~85%；

[0013] 3) 进行精轧，控制终轧温度在830~870℃，累计压下量不低于80%；

[0014] 4) 进行层流冷却，控制前段冷却速度在25~30℃/S，在其冷却速度下冷却5~8s，后根据钢板的厚度空冷至所要求的卷取温度；

[0015] 5) 进行卷取：按照热轧成品厚度设定卷取温度：

[0016] 当热轧成品厚度要求不超过6mm时，卷取温度控制在570~610℃；

[0017] 当热轧成品厚度要求在大于6mm至8mm时，卷取温度控制在550~590℃；

[0018] 当热轧成品厚度要求要求大于8mm时，卷取温度控制在530~570℃。

[0019] 本发明中各组分及主要工艺的作用及控制的理由：

[0020] 碳：碳是廉价的固溶强化元素，但是碳含量在0.08%~0.16%范围内将进入包晶区，该范围碳含量属于裂纹敏感区，成分设计中应避开此区域；汽车大梁钢是一种冷加工成形用钢，钢材应具有良好的塑性，钢材塑性随碳含量的增高而降低。考虑到以上两种因素，本发明钢中碳含量控制在0.06%~0.08%。

[0021] 锰：锰加入钢中的主要作用为固溶强化提高钢的强度，同时，钢中的Mn可与S结合成MnS并以线状形态分布于奥氏体中，可改善钢的塑性，是抑制板坯热裂倾向的重要元素，基于这些因素，本发明钢中锰含量控制在1.4%~1.6%。

[0022] 磷：磷是钢中有害元素，增加钢的冷脆性，使焊接性能变坏；降低塑性，使冷弯性能变坏，因此本发明钢中磷含量控制在0.02%以下。

[0023] 硫：钢的凝固过程中，S在奥氏体晶界的析出降低了钢坯的高温塑性，增加了铸坯的热裂纹敏感性，因此要求降低硫含量，基于这些因素，本发明钢中硫含量应小于0.004%。

[0024] 铝：铝是为了脱氧而添加的，当铝含量不足0.02%时，不能发挥其效果；另一方面，由于添加多量的铝容易形成氧化铝团块，所以，本发明钢中铝含量控制在0.02%~0.06%。

[0025] 铌：铌降低奥氏体向铁素体的转变温度，能在热机械加工中抑制奥氏体再结晶，控轧后显著的细化晶粒，同时轧制过程中，应变诱导析出的碳氮化铌伴有一定的强化作用。综合钢板力学性能及成本等方面的考虑，将其含量限定在0.033~0.048%范围。

[0026] 钛：钛是廉价的合金强化元素，与碳和氮复合析出，不仅细化晶粒，而且在形变过程中阻碍位错移动。另外在热轧加热时降低奥氏体晶粒长大倾向，提高钢的强度与韧性。考虑成本及与铌的复合作用，将其含量控制在0.02~0.03%范围。

[0027] 本发明之所以控制添加的Ti含量为所添加Nb含量的60~85%，优选地在60~75%，是因为Nb强化性能稳定性较好，但含量过多易导致混晶和破边边裂质量缺陷；Ti强化成本低，但对卷取温度和冷却速率比较敏感，控制难度大；单一的Nb强化混晶和破边边裂难

以控制,单一的Ti强化卷取温度和冷却速率难以控制,经过大量实践的摸索验证:Nb、Ti满足上述比例添加,配合控轧控冷+低温轧制工艺,工业化生产稳定且可以得到质量优良、性能均匀的 $R_m \geq 600\text{MPa}$ 汽车大梁钢。

[0028] 氮:氮元素与钛元素的亲合力很强,为了避免氮与钛结合形成大尺寸金属夹杂物,将其限定在0.004%以下。

[0029] 硅:硅元素在热轧过程中促进氧化铁皮的生成,恶化表面质量,在后续冲压过程中容易脱落,造成使用困难,所以将其含量限定在0.15%以下。

[0030] 本发明之所以控制粗轧结束温度在 $1040 \sim 1090^\circ\text{C}$ ,是因为如果粗轧结束温度低于 $1040^\circ\text{C}$ ,则无法保证精轧终轧温度达到设定值,增大轧制负荷,增加能耗;如高于 $1090^\circ\text{C}$ ,则会产生较多的氧化铁皮,影响钢材的表面质量。考虑表面质量、性能要求、成本消耗,根据不同的厚度范围控制在 $1040 \sim 1090^\circ\text{C}$ 。

[0031] 本发明之所以控制终轧温度在 $830 \sim 870^\circ\text{C}$ ,是由于,进入精轧,随变形量的增加,铁素体晶粒变细,这时的变形温度对显微组织和机械性能的影响力较小,所提升的强度和优良的综合性能取决于铁素体晶粒大小和包括等轴晶粒及由铁素体晶粒变形而产生的亚结构,如果精轧终轧温度低于 $800^\circ\text{C}$ ,则会在材料的两相区内进行轧制,造成混晶等缺陷;如高于 $900^\circ\text{C}$ ,则钢材的原始奥氏体晶粒会过于粗大,降低钢材的强度。由此将终轧温度目标值根据不同的厚度范围控制在 $830 \sim 870^\circ\text{C}$ 。

[0032] 本发明之所以控制前段冷却速度在 $25 \sim 30^\circ\text{C}/\text{S}$ ,是为了保证在钢材的再结晶晶粒还未开始长大时及时进行冷却,避免粗大组织的产生,以获得细小的金相组织,增加晶界数量,提高材料的屈强比,并有利于得到均匀的金相组织,保证材料具备良好的冷成形性能。

[0033] 本发明之所以按照热轧成品厚度设定卷取温度,是因为卷取温度高于 $650^\circ\text{C}$ 会使铁素体晶粒长大,卷取温度低于 $500^\circ\text{C}$ 形成的部分低温组织粗大损害韧性,为确保性能的均匀稳定性,卷取温度目标值根据不同的厚度范围控制为 $530 \sim 610^\circ\text{C}$ 。即:

[0034] 当热轧成品厚度要求不超过6mm时,卷取温度控制在在 $570 \sim 610^\circ\text{C}$ ;

[0035] 当热轧成品厚度要求在大于6mm至8mm时,卷取温度控制在 $550 \sim 590^\circ\text{C}$ ;

[0036] 当热轧成品厚度要求要求大于8mm时,卷取温度控制在 $530 \sim 570^\circ\text{C}$ 。

[0037] 本发明与现有技术相比,在保证抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ 屈服强度在 $530\text{MPa}$ 以上的前提下,通过采用Nb-Ti复合添加控制技术+低温轧制技术,并不加Si或少加Si,以及改进生产工艺、控制冷却速度、根据钢板不同厚度而制定不同的卷取温度的技术措施,使钢卷与钢卷之间抗拉强度波动范围不超过 $120\text{MPa}$ ,屈服强度波动范围不超过 $100\text{MPa}$ ,延伸率A在23%上下波动不超过0.6%,屈强比在0.88上下波动不超过0.02,且成本还可降低至少3%。

## 附图说明

[0038] 附图1为本发明金相组织图。

## 具体实施方式

[0039] 下面对本发明予以详细描述:

[0040] 表1为本发明各实施例及对比例的组分取值列表;

[0041] 表2为本发明各实施例及对比例的主要工艺参数列表;

[0042] 表3为本发明各实施例及对比例性能检测情况列表。

[0043] 本发明各实施例按照以下步骤生产：

[0044] 1) 经常规冶炼后浇铸成坯，并对铸坯加热，加热时间控制在160~220min，板坯出炉温度控制在1250~1290℃；

[0045] 2) 进行粗轧，控制粗轧结束温度在1040~1090℃，累计压下量在82%~85%；

[0046] 3) 进行精轧，控制终轧温度在830~870℃，累计压下量不低于80%；

[0047] 4) 进行层流冷却，控制前段冷却速度在25~30℃/s，在其冷却速度下冷却5~8s，后根据钢板产品的厚度空冷至所要求的卷取温度；

[0048] 5) 进行卷取：按照热轧成品厚度设定卷取温度：

[0049] 当热轧成品厚度要求不超过6mm时，卷取温度控制在570~610℃；

[0050] 当热轧成品厚度要求在大于6mm至8mm时，卷取温度控制在550~590℃；

[0051] 当热轧成品厚度要求要求大于8mm时，卷取温度控制在530~570℃。

[0052] 表1本发明各实施例及对比例的成分取值列表 (wt%)

实施例	C	Mn	P	S	Al	Nb	Ti	Si	N
1	0.072	1.55	0.0100	0.0040	0.059	0.048	0.028	0.0145	0.0040
2	0.073	1.53	0.0090	0.0036	0.058	0.047	0.027	0.0146	0.0038
3	0.071	1.51	0.0080	0.0032	0.057	0.046	0.026	0.0143	0.0033
4	0.068	1.46	0.0078	0.0029	0.056	0.042	0.023	0.0131	0.0030
[0053] 5	0.069	1.44	0.0070	0.0028	0.053	0.041	0.021	0.0128	0.0028
6	0.062	1.43	0.0066	0.0022	0.049	0.038	0.020	0.0080	0.0021
7	0.063	1.42	0.0060	0.0018	0.046	0.040	0.022	0.0050	0.0019
8	0.061	1.43	0.0059	0.0012	0.045	0.037	0.025	0	0.0011
对比例1	0.06	1.29	0.015	0.005	0.045	0.025		0.025	0.005
对比例2	0.07	1.25	0.012	0.006	0.04	0.034		0.018	0.005

[0054] 表2本发明各实施例及对比例的主要工艺参数列表

实施例	产品厚度 mm	铸坯加热温度 ℃	铸坯加热时间 min	粗轧结束温度 ℃	粗轧累计压下量 %	精轧终轧温度 ℃	精轧累计压下量 %	前段冷却速度 ℃/s	冷却时间 s	卷取温度 ℃
1	5.8	1260	170	1082	84.30	870	83.10	26	5.5	580
[0055] 2	5.6	1258	166	1084	84.29	865	83.30	25.5	5.3	588
3	5.2	1250	165	1085	84.50	862	83.50	25.2	5.2	590
4	7	1268	178	1070	83.10	858	82.00	27.8	6	565
5	6.75	1261	175	1069	83.33	857	82.43	27	5.8	577
6	8.2	1286	193	1048	82.10	832	81.50	29	7	559

[0056]	7	8.8	1288	195	1041	82.50	838	80.50	29.8	8	550
	8	8.5	1285	194	1045	82.46	830	81.00	29.5	7.5	556
	对比 例 1	6.9	1310	190	1100	83.00	890	82.00	27.2	6	580
	对比 例 2	6.85	1290	190	1095	83.00	875	82.00	27.2	6	565

[0057] 表3本发明各实施例及对比例力学性能检验结果列表

实施 例	屈服 强度 MPa	抗拉 强度 MPa	延伸 率 A %	屈强 比	180° 横向 弯曲试验	不同钢板	
						间屈服强 度差值 MPa	间抗拉强 度差值 MPa
1	580	652	23.5	0.89	d=1a 合格	92	110
2	575	646	23	0.89	d=1a 合格	95	106
3	575	646	23.2	0.89	d=1a 合格	91	102
4	550	625	22.4	0.88	d=1a 合格	89	98
5	554	616	22.6	0.90	d=1a 合格	86	93
6	538	626	23.4	0.86	d=1a 合格	90	90
7	536	616	23.6	0.87	d=1a 合格	88	88
8	532	619	23.1	0.86	d=1a 合格	87	80
对比 例 1	553	621	23	0.89	d=1a 合格	110	130
对比 例 2	561	652	23	0.86	d=1a 合格	110	130

[0059] 从表3中可分析出,本发明在采用前段冷却工艺下,采用Nb-Ti复合添加控制技术+低温轧制技术,并不加Si或少加Si,以优于对比例的工艺设计,获得了比对比例力学性能更均匀的产品,生产成本降低3%以上。

[0060] 本具体实施方式仅为最佳例举,并非对本发明技术方案的限制性实施。

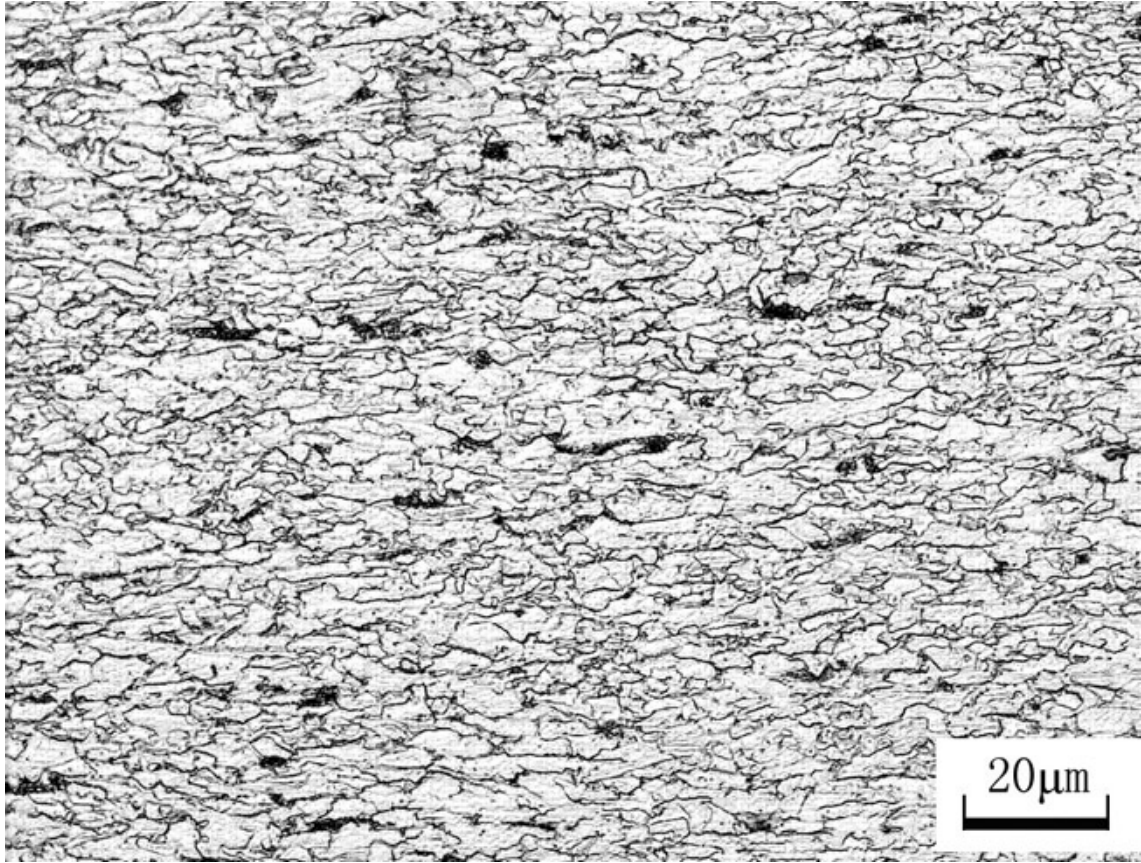


图1