



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112251669 B

(45) 授权公告日 2022.02.18

(21) 申请号 202011054635.1

C21D 8/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.30

G22C 33/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112251669 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.01.22

CN 102770571 A, 2012.11.07

CN 102770571 A, 2012.11.07

(73) 专利权人 鞍钢股份有限公司

CN 107858598 A, 2018.03.30

CN 110366603 A, 2019.10.22

地址 114021 辽宁省鞍山市铁西区鞍钢厂
区内

CN 107815597 A, 2018.03.20

CN 107675088 A, 2018.02.09

(72) 发明人 董毅 时晓光 孙成钱 王俊雄
韩楚菲 刘仁东 王进臣 王洪海
王鑫 景鹤

CN 109797336 A, 2019.05.24

CN 109072366 A, 2018.12.21

CN 108884531 A, 2018.11.23

(51) Int. Cl.

CN 102939399 A, 2013.02.20

CN 110306123 A, 2019.10.08

G22C 38/02 (2006.01)

CN 107614722 A, 2018.01.19

G22C 38/04 (2006.01)

CN 103443317 A, 2013.12.11

G22C 38/06 (2006.01)

G22C 38/12 (2006.01)

审查员 王冬妮

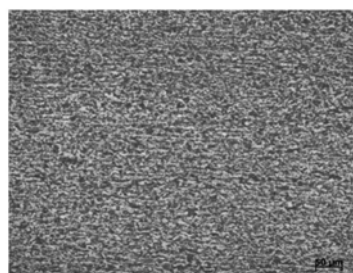
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板及其
制造方法

(57) 摘要

本发明公开一种2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板及其制备方法, C: 0.37% - 0.40%、Si: 0.01% - 0.10%、Mn: 1.56% - 1.80%、P: ≤ 0.010%、S: ≤ 0.004%、Al: 0.015% - 0.055%、Nb: 0.046 - 0.060%、V: 0.041 - 0.060%、Mo: 0.26 - 0.35%、B: 0.0041 - 0.006%、稀土元素La+Ce: 0.035% - 0.050%、N ≤ 0.003%, 余量为Fe和不可避免的杂质。



1. 一种2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板,其特征在于化学成分按质量百分比为: C:0.37%-0.40%、Si:0.01%-0.10%、Mn:1.56%-1.80%、P: \leq 0.010%、S: \leq 0.004%、Al:0.015%-0.055%、Nb:0.046-0.060%、V:0.041-0.060%、Mo:0.26-0.35%、B:0.0041-0.006%、稀土元素La+Ce:0.035%-0.050%、N \leq 0.003%、余量为Fe和不可避免的杂质;钢板制造方法包括采用RH+LF工艺,在精炼工序进行钙处理,连铸过程中投入电磁搅拌和轻压下技术,将170-230mm厚的铸坯加热,采用两阶段控制轧制,未再结晶区压下率大于92%,终轧温度为920-950℃;终轧后采用前段快冷模式,冷却速度 $>60^{\circ}\text{C}/\text{s}$,将钢板冷却至650-680℃后卷取,卷取后钢卷快速放入保温罩中保温,至300℃以下时取出;热轧钢板的抗拉强度为550-600MPa,屈服强度为400-450MPa,延伸率 \geq 25%,带状组织 \leq 1.0级,非金属夹杂物等级 \leq 1.0级;钢板进行轮辐制造时,在经过70%以上预变形和热冲压成形后,组织为全马氏体组织,抗拉强度 \geq 2000MPa,屈服强度 \geq 1500MPa,延伸率 \geq 6%, -20°C 冲击功 \geq 150J。

2. 根据权利要求1所述的2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板,其特征在于:所述钢板厚度规格为6-10mm。

3. 一种根据权利要求1或2所述的2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板制造方法,其特征在于包括以下步骤:

- a、采用RH+LF工艺,严格控制H、O含量, $\text{H}\leq 0.0002\%$, $\text{O}\leq 0.0015\%$;
- b、在精炼工序进行钙处理,保证 $w(\text{Ca})/w(\text{Al})=0.09-0.14$;
- c、连铸过程中投入电磁搅拌和轻压下技术,铸坯拉速 $\leq 1.1\text{m}/\text{min}$,铸坯下线后进行堆垛缓冷;
- d、将170-230mm厚的铸坯加热到 $1230\pm 20^{\circ}\text{C}$,并保温1.5-2小时;
- e、采用两阶段控制轧制,未再结晶区压下率大于92%,终轧温度为920-950℃;终轧后采用前段快冷模式,冷却速度 $>60^{\circ}\text{C}/\text{s}$,将钢板冷却至650-680℃后卷取,卷取后钢卷快速放入保温罩中保温,至300℃以下时取出。

2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车用钢板,尤其是一种具有良好表面质量及冲击性能的热冲压车轮轮辐用热轧钢板及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,为了应对安全、环保和节能的目标,汽车企业纷纷提出整车轻量化、碰撞安全性的要求。为了满足汽车产业的发展需要,钢铁企业持续开发了高强钢、先进高强钢、超高强钢和热成形钢等产品,并相应地开发了热成形、液压成形、旋压成形等先进钢板深加工技术,保证了高性能材料在车身制造中得到广泛的应用。而作为汽车的重要组成部分,汽车车轮的轻量化发展也在不断加速,采用具有优良性能的高强和超高强钢材进行车轮生产是实现其轻量化和安全性目标的有效途径。而目前,随着汽车车轮生产工艺的提高,不仅要求钢材具有良好的强度指标和成形性能指标,还要求钢材具有良好的表面质量、尺寸精度、冲击韧性等,以满足其使用、成形和外观要求。鉴于热冲压技术的良好特性,目前国内外已有钢厂和汽车车轮生产企业将热冲压技术引入到汽车车轮制造领域,可以很大程度的实现车轮轻量化和安全性目标。但传统热冲压钢在进行车轮制造时,普遍存在表面质量、冲击性能等方面的问题,不满足汽车车轮的制造要求,尤其是不适用于在进行热冲压前需要进行预成形生产车轮轮辐的工艺。

[0003] 鉴于上述问题,开发具有良好表面质量及冲击性能的厚规格热冲压车轮轮辐用热轧钢板势在必行。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,针对汽车轻量化和安全性的发展要求,本发明提供了一种具有良好表面质量及冲击性能的热冲压车轮轮辐用热轧钢板及其制造方法。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案实现:

[0006] 一种2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板,其特征在于化学成分按质量百分比为:C:0.37%-0.40%、Si:0.01%-0.10%、Mn:1.56%-1.80%、P: \leq 0.010%、S: \leq 0.004%、Al:0.015%-0.055%、Nb:0.046-0.060%、V:0.041-0.060%、Mo:0.26-0.35%、B:0.0041-0.006%、稀土元素La+Ce:0.035%-0.050%、N \leq 0.003%:,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0007] 热轧钢板的抗拉强度为550-600MPa,屈服强度为400-450MPa,延伸率 \geq 25%,带状组织 \leq 1.0级,非金属夹杂物等级 \leq 1.0级;钢板厚度规格为6-10mm,钢板表面无氧化铁皮条纹、色差和裂纹等缺陷。

[0008] 钢板进行轮辐制造时,在经过70%以上预变形和热冲压成形后,钢板组织为全马氏体组织,抗拉强度 \geq 2000MPa,屈服强度 \geq 1500MPa,延伸率 \geq 6%,-20℃冲击功 \geq 150J。

[0009] 本发明的冲击性能优良的2000MPa级热冲压车轮轮辐用热轧钢板制造方法包括以下步骤:

[0010] 1、采用RH+LF工艺,严格控制H、O含量,H \leq 0.0002%,O \leq 0.0015%;

- [0011] 2、在精炼工序进行钙处理,保证 $w(\text{Ca})/w(\text{Al})=0.09-0.14$;
- [0012] 3、连铸过程中投入电磁搅拌和轻压下技术,铸坯拉速 $\leq 1.1\text{m}/\text{min}$,铸坯下线后进行堆垛缓冷;
- [0013] 4、将170-230mm厚的铸坯加热到 $1230\pm 20^\circ\text{C}$,并保温1.5-2小时;
- [0014] 5、采用两阶段控制轧制,未再结晶区压下率大于92%,终轧温度为 $920-950^\circ\text{C}$;终轧后采用前段快冷模式,冷却速度 $>60^\circ\text{C}/\text{s}$,将钢板冷却至 $650-680^\circ\text{C}$ 后卷取,卷取后钢卷快速放入保温罩中保温,至 300°C 以下时取出;
- [0015] 6、成品热轧钢板厚度为6-10mm。
- [0016] 本发明钢板成分主要作用为:
- [0017] C:碳是钢板强度的保证,碳含量过低,钢板热冲压后强度达不到预期目标,碳含量过高,热轧卷取后钢板强度高,不利于进行预变形。同时,碳元素的提高,有利于增加钢的淬透性,本发明中C的最优范围为0.37%-0.40%。
- [0018] Si:硅是固溶强化元素,可通过固溶强化作用提高钢板强度,同时,其还具有提高钢板淬透性的作用。然而, Si含量过高会使热轧钢板表面出现大量氧化铁皮、色差等缺陷。本发明提出的钢板成分采用低Si成分体系, Si含量0.01-0.10%。
- [0019] Mn:锰同样具有固溶强化提高钢板强度的作用,也可以显著提高钢的淬透性。但Mn含量过高,会在冶炼及热轧过程中恶化钢板组织均匀性,易于使组织中出现严重的带状组织缺陷。本发明中选定Mn含量为1.56%-1.80%。
- [0020] P、S:在本发明中磷和硫是有害元素, P易于使铸坯出现偏析缺陷, S会形成MnS夹杂,恶化钢板显微组织、力学性能和冲击性能,本发明中 $P\leq 0.010\%$, $S\leq 0.004\%$ 。
- [0021] Al:铝在冶炼过程中起到脱氧定氮作用,并能有效提高钢板抗氧化性能,但铝过多会导致大量的铝系夹杂。本发明中Al的范围为0.015%-0.055%。
- [0022] Mo:钼是中强碳化物形成元素,能够提高钢板强度和韧性; Mo能够显著提高奥氏体稳定性,增加钢材淬透性,有利于热冲压过程中奥氏体向马氏体转变。本发明中Mo含量为0.26-0.35%。
- [0023] Nb:铌在钢中主要起细晶强化、析出强化等作用。在高温时,铌以固溶状态存在于奥氏体中,能够抑制奥氏体晶粒长大及热变形过程中静态和动态再结晶,并提高再结晶终止温度,可使终轧温度提高;同时,铌的碳氮化物析出也可延迟再结晶,阻止奥氏体晶粒长大,具有明显细晶强化和析出强化效果,能够有效降低钢板带状组织等级,提高冲击性能。本发明中铌含量的最优范围在0.046-0.060%之间。
- [0024] V:钒具有显著的析出强化和细晶强化的作用,钒的作用主要通过和碳、氮形成析出物来实现,尤其其与氮形成的VN析出能够很大程度提高钢板的强度,且可以抑制BN析出,避免因B析出导致的强度降低。除此以外, V的加入还可与H结合,提高钢板抗延迟断裂能力。本发明中钒的最优范围为0.041-0.06%。
- [0025] B:钢中加入硼能显著提高钢材的淬透性,且在淬火后可以保证钢板强度的稳定性。B含量过低时效果不显著,而B含量过高易于与钢中的N形成B的化合物,降低钢板的性能。本发明中B含量为0.0041-0.006%。
- [0026] RE:稀土具有强的脱氧、脱硫能力,并能改变硫化物夹杂形貌,可提高钢板的塑性,降低各向异性;稀土能够提高钢板的疲劳性能、改善钢板的焊接性能,同时提高钢板的冷成

形性能。本发明中稀土 (La+Ce) 的含量为0.035-0.05%。

[0027] N:对于含B钢,N的含量越低越好,但过低会导致生产困难,增加成本,因此本发明中N含量 \leq 0.003%。

[0028] 钢板采用低Si成分设计,复合添加Nb、V、Mo、B、稀土元素,有效的细化了钢板的显微组织,配合合理的热轧工艺,可显著降低钢板带状组织和夹杂物等级,提高热冲压后钢板的冲击性能,且钢板表面质量良好。钢板强度较低有利于热冲压前的预变形,且各合金元素的加入,使钢板具有良好的淬透性,保证钢板热冲压后获得全马氏体组织,使钢板强度达到预期目标。

[0029] 本发明的冲击性能优良的热冲压车轮轮辐用热轧钢板的有益效果为:成分中Si含量较低,钢板表面质量良好;卷取温度相对较高,且卷取后放入保温罩中,钢板强度低于600MPa,保证了轮辐热冲压前常温条件下的预变形顺利进行;通过在成分中添加稀土元素、严格控对P、S含量、冶炼过程中进行喂线处理及投入电磁搅拌和轻压下等措施,使钢板具有1.0级以下带状组织和夹杂物等级,满足钢板成形要求;通过Nb、V、Mo等合金元素的作用,使钢板组织细化,热冲压后具有良好的组织性能均匀性和冲击韧性。

附图说明

[0030] 图1为实施例5热轧钢板显微组织图;

[0031] 图2是实施例5热冲压后钢板显微组织。

具体实施方式

[0032] 下面结合具体实施例进行说明:

[0033] 本发明的5个实施例的具体成分、温度制度、钢板的组织和性能见表1-3。钢板在经过轮辐制造过程中的预变性和热冲压成形后力学性能见表4。实施例5钢板的显微组织见图1,为铁素体和珠光体,热冲压后钢板的组织为全马氏体组织,见图2。

[0034] 表1本发明实施例的化学成分 (wt,%)

实 施 例	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	Nb	V	B	RE	N
1	0.37	0.06	1.79	0.007	0.003	0.024	0.27	0.046	0.043	0.0042	0.036	0.003
[0035] 2	0.375	0.04	1.73	0.005	0.002	0.045	0.32	0.049	0.049	0.0050	0.039	0.002
3	0.38	0.05	1.68	0.006	0.003	0.018	0.29	0.055	0.052	0.0055	0.047	0.003
4	0.39	0.08	1.64	0.005	0.002	0.034	0.28	0.056	0.058	0.0045	0.044	0.002
5	0.395	0.03	1.57	0.008	0.002	0.053	0.34	0.059	0.060	0.0060	0.049	0.001

[0036] 表2本发明实施例的温度制度

实施例	加热温度, ℃	精轧压下 率, %	精轧终轧 温度, ℃	卷取温度, ℃	冷速, ℃/s	出缓冷罩温 度, ℃
1	1210	94	920	655	63	280
2	1220	94	925	675	61	270
3	1230	93	930	670	72	270
4	1230	94	945	665	66	290
5	1250	94	950	680	64	285

[0038] 表3本发明实施例的组织及力学性能参数

实施例	钢板厚 度, mm	屈服强 度, MPa	抗拉强 度, MPa	延伸率, %	带状组织	非金属 夹杂物
1	6	402	555	25.0	1.0	0.5
2	7	418	565	26.0	0.5	0.5
3	8	420	575	28.5	1.0	1.0
4	9	432	588	29.0	0.5	0.5
5	10	445	595	27.0	0.5	1.0

[0040] 表4本发明实施例热冲压后力学性能

实施例 1	屈服强度, MPa	抗拉强度, MPa	延伸率, %	-20℃冲击 功, J
1	1520	2020	9.0	155
2	1540	2055	8.0	162
3	1575	2075	10.0	187
4	1595	2080	7.5	173
5	1620	2120	6.5	164

[0042] 由表1-4及图1-2可知,本发明提出的热轧钢板具有较低的强度和良好的组织均匀性,钢板满足汽车轮辐制造过程中的预变形和热冲压成形要求,热冲压后抗拉强度可达到2000MPa级以上,延伸率高于6.0%,具有良好的抗冲击性能,用于汽车轮辐制造可实现显著的轻量化效果和安全性目标。

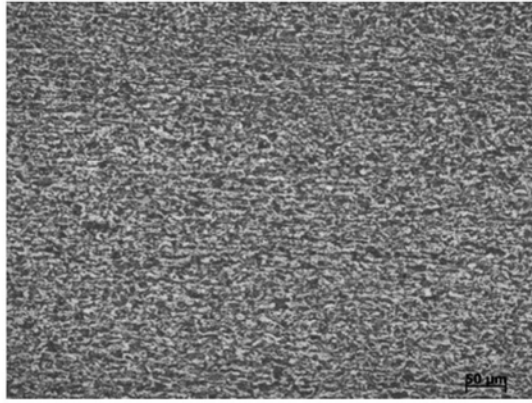


图1

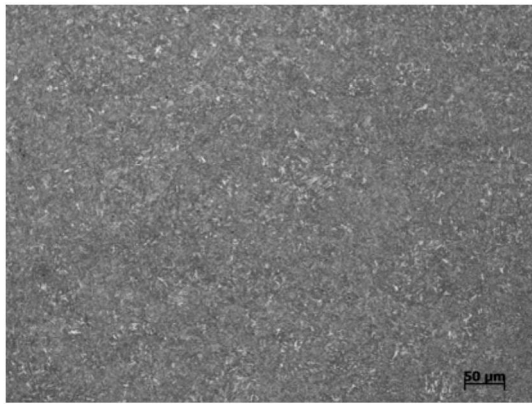


图2