



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110079740 B

(45)授权公告日 2020.09.18

(21)申请号 201910516653.8

G22C 38/04(2006.01)

(22)申请日 2019.06.14

G22C 38/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G22C 38/12(2006.01)

申请公布号 CN 110079740 A

G22C 38/14(2006.01)

G21D 8/02(2006.01)

(43)申请公布日 2019.08.02

审查员 杨颢

(73)专利权人 宝武集团鄂城钢铁有限公司

地址 436008 湖北省鄂州市鄂城区武昌大道215号

(72)发明人 张欢 王孝东 余宏伟 鲍海燕

梁宝珠 易勋 杨波 严敏

(74)专利代理机构 黄石市三益专利商标事务所

42109

代理人 饶卓识

(51)Int.Cl.

G22C 38/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书9页 附图2页

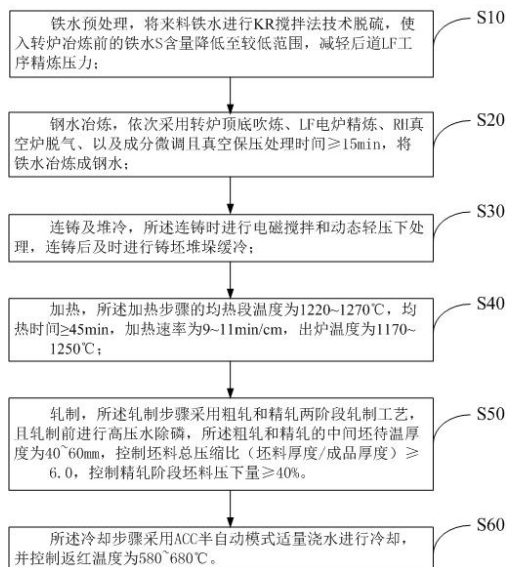
(54)发明名称

一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法

(57)摘要

本发明公开一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法,其中,所述高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的组分包括C、S、Mn、P、S、Al、Nb、Ti以及余量的Fe和杂质;且上述元素含量必须同时满足如下关系:0.025% ≤ Nb+Ti ≤ 0.045%, CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15 ≤ 0.45%,制造方法是通过在成分设计上采用不添加V,适当调高Mn含量,并添加一定量的Si、Nb、Ti等,经过铁水预处理、钢水冶炼、连铸及堆冷、加热、轧制、冷却、精整和检验等一系列工艺处理,使得钢的表面质量和强度均满足桥壳钢的冷冲压和焊接加工处理;本发明提供的钢板温下的屈服强度ReL ≥ 375MPa,抗拉强度Rm ≥ 530MPa,断后伸长率A ≥ 26%,0℃的冲击功KV2 ≥ 180J,晶粒度8~10级,带状级别1~3级,可实现10~16mm规格冷冲压加工成型。

CN 110079740 B



1. 一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述钢板的组分及重量百分比含量包括:

C:0.12~0.16%,Si:0.20~0.30%,Mn:1.30~1.45%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.008\%$,Als:0.015~0.040%,Nb:0.010~0.020%,Ti:0.010~0.030%,其余为Fe和不可避免的杂质;且上述元素含量必须同时满足如下关系: $0.025\% \leq Nb+Ti \leq 0.045\%$; $CEV = C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15 \leq 0.45\%$;

所述钢板的厚度为10~16mm,所述钢板的制造方法包括如下步骤:铁水预处理、钢水冶炼、连铸及堆冷、加热、轧制、冷却、精整和检验,所述铁水预处理的步骤中采用KR搅拌法技术脱硫;所述轧制步骤采用粗轧和精轧两阶段轧制工艺,且轧制前进行高压水除磷,所述粗轧和精轧的中间坯待温厚度为40~60mm,控制坯料总压缩比(坯料厚度/成品厚度) ≥ 6.0 ,控制精轧阶段坯料压下量 $\geq 40\%$;所述钢板厚度h为 $10 \leq h \leq 12\text{mm}$ 时,所述粗轧开轧温度 $\geq 1150^\circ\text{C}$,所述精轧终轧温度为800~840 $^\circ\text{C}$;所述钢板厚度h为 $12 < h \leq 16\text{mm}$ 时,所述粗轧开轧温度为 $\geq 1100^\circ\text{C}$,粗轧终轧温度 $\geq 1050^\circ\text{C}$,所述精轧开轧温度 $\leq 980^\circ\text{C}$,精轧终轧温度为800~840 $^\circ\text{C}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述钢板常温下的屈服强度 $ReL \geq 375\text{MPa}$,抗拉强度 $Rm \geq 530\text{MPa}$,断后伸长率 $A \geq 26\%$,0 $^\circ\text{C}$ 的冲击功 $KV_2 \geq 180\text{J}$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级。

3. 根据权利要求1所述的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述钢水冶炼步骤中依次采用转炉顶底吹炼、LF电炉精炼、RH真空炉脱气、以及成分微调且真空保压处理时间 $\geq 15\text{min}$,将铁水冶炼成钢水。

4. 根据权利要求1所述的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述连铸时进行电磁搅拌和动态轻压下处理,连铸后及时进行铸坯堆垛缓冷。

5. 根据权利要求1所述的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述加热步骤的均热段温度为1220~1270 $^\circ\text{C}$,均热时间 $\geq 45\text{min}$,加热速率为9~11 min/cm ,出炉温度为1170~1250 $^\circ\text{C}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,其特征在于:所述冷却步骤采用ACC半自动模式适量浇水进行冷却,并控制返红温度为580~680 $^\circ\text{C}$,其中,所述钢板厚度h为 $10 \leq h \leq 12\text{mm}$ 时,关闭冷却水管,控制输送辊速2 m/s ;所述钢板厚度h为 $12 < h \leq 16\text{mm}$ 时,选择性开启冷却水管,控制输送辊速1 m/s 。

一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车桥壳钢板制造技术领域,特别涉及一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法。

背景技术

[0002] 汽车车桥是汽车关键零部件之一,它既是传动系的组成部分,也是行驶系的重要组成部分。汽车桥壳作为车桥的主体部分,是保证汽车正常运行和使用寿命的关键部件,所以对其机械强度、韧度和耐疲劳性能等都有较高要求。桥壳生产成本约占驱动桥总成本的百分之三十。特别是重型汽车在工作时由于道路及工况恶劣,桥壳承受着强烈的冲击载荷,对桥壳的品质要求更高。

[0003] 现有技术中,有部分涉及汽车冲焊桥壳钢制造领域的同类技术产品,但国内主要以热连轧卷板工艺生产,开卷后钢板切割下料时旁弯的情况时有发生,影响入模具加工,同时也未提到冲击韧性的要求或对冲击韧性要求较低,且 $>12\text{mm}$ 厚度的桥壳钢一般不能满足冷冲压成型,易产生冷冲裂纹而报废。采用热冲压成型时,一般需要将钢板加热至 $800\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$,热加工后钢板强度可能会出现下降趋势,产生安全隐患,同时生产成本较冷冲压高。

[0004] 一项中国专利“一种600MPa级汽车桥壳钢及其生产方法”专利申请号201410432234.3,所述钢板的化学成分组成及质量百分含量为:C:0.21~0.26%,Si:0.51~0.60%,Mn:1.10~1.50%,Al:0.010~0.060%,P: $\leq 0.020\%$,S: $\leq 0.010\%$,V:0.050~0.060%,N:0.012~0.016%,其余为Fe及不可避免杂质,其中,V:N $\leq 5:1$ 。该钢为600Mpa级桥壳钢,强度较高,是510Mpa级桥壳轻量化的升级产品,但不可冷冲压成型,且加入V合金,V合金价格昂贵,生产成本高。

[0005] 另一项中国专利“一种低合金结构钢热轧钢板的制造方法”,专利申请号CN201310353016.6,该钢板包含的成分及其重量百分比分别为:C:0.12~0.18%,Si:0.10~0.30%,Mn:0.70~1.00%,P $\leq 0.030\%$,S $\leq 0.030\%$,Als:0.015~0.040%,余量为Fe和不可避免的杂质。生产规格优选12~20mm,生产方法包括加热、轧制和卷曲工序,该发明钢板具有一定的强度和韧性,但厚规格的钢板不能满足冷冲压设备能力,热冲后钢板内无细化组织的合金元素,强度可能有大幅下降趋势,影响产品使用安全。且为炉卷轧机生产,局限性较强。

[0006] 随着我国汽车行业的迅速发展,桥壳用钢的需求量不断增加,市场竞争日益激烈,同时也对钢板的质量提出了更高的要求,在保证产品质量的前提下也需要不断的降低生产成本,在设备能力允许的条件下采用冷加工比热加工成本优势大。另外,热加工后钢板内组织发生变化引起性能波动,一定程度上增加了产品安全隐患。为此,本发明提出了一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板,可满足市场需求。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法,该钢板常温下的屈服强度 $ReL \geq 375\text{MPa}$,抗拉强度 $Rm \geq 530\text{MPa}$,断后伸长率 $A \geq 26\%$, 0°C

的冲击功 $KV_2 \geq 180J$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级,具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性及优良的延展性能,适于冷冲压成型汽车桥壳的加工,且生产加工成本低,市场前景广阔。

[0008] 为实现上述目的,本发明提出一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法,其组分及重量百分比含量包括:

[0009] C:0.12~0.16%,Si:0.20~0.30%,Mn:1.30~1.45%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.008\%$,Als:0.015~0.040%,Nb:0.010~0.020%,Ti:0.010~0.030%,其余为Fe和不可避免的杂质;

[0010] 且上述元素含量必须同时满足如下关系:

[0011] $0.025\% \leq Nb+Ti \leq 0.045\%$;

[0012] $CEV = C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 \leq 0.45\%$;

[0013] 所述钢板的厚度为10~16mm,所述钢板的制造方法包括如下步骤:铁水预处理、钢水冶炼、连铸及堆冷、加热、轧制、冷却、精整和检验,所述铁水预处理的步骤中采用KR搅拌法技术脱硫;所述轧制步骤采用粗轧和精轧两阶段轧制工艺,且轧制前进行高压水除磷,所述粗轧和精轧的中间坯待温厚度为40~60mm,控制坯料总压缩比(坯料厚度/成品厚度) ≥ 6.0 ,控制精轧阶段坯料压下量 $\geq 40\%$;所述钢板厚度 h 为 $10 \leq h \leq 12mm$ 时,所述粗轧开轧温度 $\geq 1150^\circ C$,所述精轧终轧温度为 $800 \sim 840^\circ C$;所述钢板厚度 h 为 $12 < h \leq 16mm$ 时,所述粗轧开轧温度为 $\geq 1100^\circ C$,粗轧终轧温度 $\geq 1050^\circ C$,所述精轧开轧温度 $\leq 980^\circ C$,精轧终轧温度为 $800 \sim 840^\circ C$ 。

[0014] 优选地,所述钢板常温下的屈服强度 $ReL \geq 375MPa$,抗拉强度 $Rm \geq 530MPa$,断后伸长率 $A \geq 26\%$, $0^\circ C$ 的冲击功 $KV_2 \geq 180J$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级。

[0015] 优选地,所述钢水冶炼步骤中依次采用转炉顶底吹炼、LF电炉精炼、RH真空炉脱气、以及成分微调且真空保压处理时间 $\geq 15min$,将铁水冶炼成钢水。

[0016] 优选地,所述连铸时进行电磁搅拌和动态轻压下处理,连铸后及时进行铸坯堆垛缓冷。

[0017] 优选地,所述加热步骤的均热段温度为 $1220 \sim 1270^\circ C$,均热时间 $\geq 45min$,加热速率为 $9 \sim 11min/cm$,出炉温度为 $1170 \sim 1250^\circ C$ 。

[0018] 优选地,所述冷却步骤采用ACC半自动模式适量浇水进行冷却,并控制返红温度为 $580 \sim 680^\circ C$,其中,所述钢板厚度 h 为 $10 \leq h \leq 12mm$ 时,关闭冷却水管,控制输送辊速 $2m/s$;所述钢板厚度 h 为 $12 < h \leq 16mm$ 时,选择性开启冷却水管,控制输送辊速 $1m/s$ 。

[0019] 本发明提供的技术方案中,通过在成分设计上采用不添加V,适当调高Mn含量,并添加一定量的Si、Nb、Ti等,经过铁水预处理、钢水冶炼、连铸及堆冷、加热、轧制、冷却、精整和检验等一系列工艺处理,使得钢具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性及优良的延展性能,表面质量和强度均满足桥壳钢的冷冲压和焊接加工处理,且可实现10~16mm规格冷冲压加工成型,克服了传统的 $> 12mm$ 厚度的桥壳钢冷冲压易开裂的技术难题,可节约热冲压工序的能耗成本,并避免热加工后性能变化带来的安全隐患。

[0020] 所述高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法,钢板厚度规格为10~16mm,钢板力学性能稳定,其中常温下的屈服强度 $ReL \geq 375MPa$,抗拉强度 $Rm \geq 530MPa$,断后伸长率 $A \geq 26\%$, $0^\circ C$ 的冲击功 $KV_2 \geq 180J$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级,满足了用户期望的钢板具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性和延展性、以及优良的表面质量的要求,且合金含量低,适合冷冲压加工成型,生产成本低,并可实现低成本稳批量的工业化生产,

适用于汽车车桥等零部件的加工生产,满足了市场桥壳用钢的需求。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法的50mm钢板回火后的金相组织图;

[0023] 图2为本发明一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板及其制造方法的制造方法一实施例的流程示意图。

[0024] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0025] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0026] 下述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0027] 在本文中,单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0028] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 本发明提出的一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板,其组分及重量百分比含量包括:

[0030] C:0.12~0.16%,Si:0.20~0.30%,Mn:1.30~1.45%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.008\%$,Als:0.015~0.040%,Nb:0.010~0.020%,Ti:0.010~0.030%,其余为Fe和不可避免的杂质;

[0031] 且上述元素含量必须同时满足如下关系:

[0032] $0.025\% \leq Nb+Ti \leq 0.045\%$;

[0033] $CEV = C+Mn/6 + (Cr+Mo+V) / 5 + (Ni+Cu) / 15 \leq 0.45\%$ 。

[0034] 本发明中各组分的作用及控制具有以下特征:

[0035] C:C是提高钢材强度最有效的元素,随着C含量的增加,钢中Fe₃C增加,淬硬性也增加,钢的抗拉强度和屈服强度提高。但是,增加钢中C含量,会增加钢板组织偏析程度,恶化钢的韧性和焊接性能,对冷态加工不利。因此,参考国标桥壳及汽车大梁钢的成分设计方案,本发明钢的C含量应控制在0.12~0.16%。

[0036] Si:Si与碳的亲合力很弱,在钢中不与碳化合,但能溶入铁素体,产生固溶强化作用,使得铁素体的强度和硬度提高,但塑性和韧性却有所下降。当Si含量增大时,会促进岛状马氏体形成,对焊接热影响区韧性有害,另外Si含量偏高,会增加除磷时钢板表面氧化铁皮去除难度,恶化钢板表面质量。可见,Si含量不可过高。本发明钢的Si含量控制范围在

0.20%~0.30%。

[0037] Mn:是提高钢的抗拉强度和屈服强度的元素,可增加奥氏体的稳定性,扩大 γ 相区,降低相变点温度,具有提高淬透性的作用,但过量的Mn易导致韧性的下降,且Mn容易偏聚,增加带状组织级别,本发明Mn含量的控制范围在1.30~1.45%。

[0038] P,S:P在钢中具有容易造成偏析、恶化焊接性能、限制降低钢的冲击韧性、提高脆转变温度等不利影响。对冷态加工不利。因此,本发明中,应尽量减少P、S元素对钢性能的不利影响,因而将其控制在 $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.008\%$ 。

[0039] Als:Al是强脱氧元素,通常以Als含量表示在钢的脱氧程度,提高钢水纯净度。另外本发明中加入了Ti合金,Ti与氧亲和力很强,只有在充分脱氧的条件下才能加入并得到有效钛,本发明Als的含量范围控制在0.015~0.040%。

[0040] Nb:铌可以显著提高钢的奥氏体再结晶温度,扩大未再结晶区范围,便于实现高温轧制。铌还可以抑制奥氏体晶粒长大,具有显著地细晶强化和析出强化作用,大大弥补强度的不足,但含量过高会严重恶化钢的冲击韧性,不利于冷态加工,本发明主要利用Nb弥补强度不足和细化晶粒的作用,其含量的控制范围在0.010~0.020%。

[0041] Ti:Ti元素可以起到弥散强化和细化晶粒的作用,可以抑制晶粒长大,与Nb的作用类似,本发明Ti控制含量0.005~0.020%。

[0042] 本发明中,Nb和Ti可抑制奥氏晶粒长大,起到细晶强化和析出强化的作用,但含量过高会恶化钢的冲击韧性,不利于冷态加工,本发明控制 $0.025\% \leq Nb+Ti \leq 0.045\%$,可有效保证钢的屈服强度和冲击韧性,使制得的钢适合冷冲压加工成型。

[0043] CEV:碳当量 $CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$,是评价钢材焊接性能的一个重要指标,CEV低有利于钢材的焊机性能但不利于在淬火时形成高强度的马氏体组织,CEV过高虽有利于超高强钢板马氏体组织的形成,但却会恶化钢材的焊接性能,本发明控制 $CEV \leq 0.45\%$ 。

[0044] 按照上述组分及重量百分比含量制造的所述高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板,所述钢板厚度规格为10~16mm,钢板力学性能稳定,其中所述钢板常温下的屈服强度 $ReL \geq 375MPa$,抗拉强度 $Rm \geq 530MPa$,断后伸长率 $A \geq 26\%$,0℃的冲击功 $KV_2 \geq 180J$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级。图1为本发明一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板回火后的金相组织图。

[0045] 本发明还提出一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法,图2为本发明一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法一实施例的流程示意图,包括如下步骤:

[0046] 步骤S10,铁水预处理,将来料铁水进行KR搅拌法技术脱硫,使入转炉冶炼前的铁水S含量降低至较低范围,减轻后道LF工序精炼压力。

[0047] 步骤S20,钢水冶炼,依次采用转炉顶底吹炼、LF电炉精炼、RH真空炉脱气、以及成分微调且真空保压处理时间 $\geq 15min$,将铁水冶炼成钢水。

[0048] 步骤S30,连铸及堆冷,所述连铸时进行电磁搅拌和动态轻压下处理,连铸后及时进行铸坯堆垛缓冷。动态轻压下是为了在连续过程中获得无缺陷铸坯,在连铸坯液相穴末端施加一定的压下量,弥补铸坯冷却收缩内部形成的间隙,得到更加均匀致密的凝固铸坯组织;电磁搅拌系统是通过产生的电磁力,对铸坯内未凝固的液相产生搅拌流动,均匀成分

和温度,优化合金元素的分布,避免合金元素聚集,提高铸坯的等轴晶率,得到良好凝固组织的铸坯,从而改善铸坯质量,进而改善成品性能。整个处理系统是连铸机工序上运用的两种辅助设备,是为了补偿铸坯最后凝固的收缩,减轻或消除中心偏析,均匀成分和温度,提高铸坯内部质量。

[0049] 步骤S40,加热,所述加热步骤的均热段温度为1220~1270℃,均热时间 $\geq 45\text{min}$,加热速率为9~11min/cm,出炉温度为1170~1250℃。

[0050] 步骤S50,轧制,所述轧制步骤采用粗轧和精轧两阶段轧制工艺,且轧制前进行高压水除磷,所述粗轧和精轧的中间坯待温厚度为40~60mm,控制坯料总压缩比(坯料厚度/成品厚度) ≥ 6.0 ,控制精轧阶段坯料压下量 $\geq 40\%$ 。该工艺控制是为了充分发挥轧机能力,实现铸坯强力大压下,促进奥氏体晶粒反复再结晶,起到均匀组织和细化晶粒的作用,同时对心部缺陷充分焊合,从而提高钢板的强度和冲击韧性,使制得的钢板有利于冷冲压加工处理。

[0051] 进一步地,所述钢板厚度 h 为 $10 \leq h \leq 12\text{mm}$ 时,所述粗轧开轧温度 $\geq 1150^\circ\text{C}$,所述精轧终轧温度为800~840℃;所述钢板厚度 h 为 $12 < h \leq 16\text{mm}$ 时,所述粗轧开轧温度为 $\geq 1100^\circ\text{C}$,粗轧终轧温度 $\geq 1050^\circ\text{C}$,所述精轧开轧温度 $\leq 980^\circ\text{C}$,精轧终轧温度为800~840℃。该工艺控制是为了充分细化组织晶粒,改善高强度桥壳钢强韧性的匹配。

[0052] 步骤S60,所述冷却步骤采用ACC半自动模式适量浇水进行冷却,并控制返红温度为580~680℃,其中,所述钢板厚度 h 为 $10 \leq h \leq 12\text{mm}$ 时,关闭冷却水管,控制输送辊速2m/s;所述钢板厚度 h 为 $12 < h \leq 16\text{mm}$ 时,选择性开启冷却水管。控制输送辊速1m/s。

[0053] 采用上述元素组分含量及加工工艺步骤制造的所述高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板,钢板厚度规格为10~16mm,钢板力学性能稳定,其中所述钢板常温下的屈服强度 $ReL \geq 375\text{MPa}$,抗拉强度 $Rm \geq 530\text{MPa}$,断后伸长率 $A \geq 26\%$,0℃的冲击功 $KV_2 \geq 180\text{J}$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级。因此,该钢板具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性和延展性、以及优良的表面质量的要求,且合金含量低,适合冷冲压加工成型,生产成本低,并可实现低成本稳批量的工业化生产,适用于汽车车桥等零部件的加工生产,满足了市场桥壳用钢的需求。

[0054] 以下结合具体实施例和附图对本发明的技术方案作进一步详细说明,应当理解,以下实施例仅仅用以解释本发明,不用于限定本发明。

[0055] 所述一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的组分及其重量百分比含量为:C:0.12~0.16%,Si:0.20~0.30%,Mn:1.30~1.45%, $P \leq 0.015\%$, $S \leq 0.008\%$,Als:0.015~0.040%,Nb:0.010~0.020%,Ti:0.010~0.030%,其余为Fe和不可避免的杂质;

[0056] 且上述元素含量必须同时满足如下关系:

[0057] $0.025\% \leq Nb+Ti \leq 0.045\%$;

[0058] $CEV = C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 \leq 0.45$ 。

[0059] 所述一种高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板的制造方法的步骤为:

[0060] 步骤S10,铁水预处理,将来料铁水进行KR搅拌法技术脱硫,使入转炉冶炼前的铁水S含量降低至较低范围,减轻后道LF工序精炼压力。

[0061] 步骤S20,钢水冶炼,依次采用转炉顶底吹炼、LF电炉精炼、RH真空炉脱气、以及成分微调对铁水进行预处理,且真空保压处理时间 $\geq 15\text{min}$ 。

[0062] 步骤S30,连铸及堆冷,所述连铸时进行电磁搅拌和动态轻压下处理,连铸后及时

进行铸坯堆垛缓冷。

[0063] 步骤S40,加热,所述加热步骤的均热段温度为1220~1270℃,均热时间 \geq 45min,加热速率为9~11min/cm,出炉温度为1170~1250℃。

[0064] 步骤S50,轧制,所述轧制步骤采用粗轧和精轧两阶段轧制工艺,且轧制前进行高压水除磷,所述粗轧和精轧的中间坯待温厚度为40~60mm,控制坯料总压缩比(坯料厚度/成品厚度) \geq 6.0,控制精轧阶段坯料压下量 \geq 40%。进一步地,所述钢板厚度h为 $10 \leq h \leq 12$ mm时,所述粗轧开轧温度 \geq 1150℃,所述精轧终轧温度为800~840℃;所述钢板厚度h为 $12 < h \leq 16$ mm时,所述粗轧开轧温度为 \geq 1100℃,粗轧终轧温度 \geq 1050℃,所述精轧开轧温度 \leq 980℃,精轧终轧温度为800~840℃。该工艺控制是为了充分细化组织晶粒,改善高强度桥壳钢强韧性的匹配。

[0065] 步骤S60,所述冷却步骤采用ACC半自动模式适量浇水进行冷却,并控制返红温度为580~680℃,其中,所述钢板厚度h为 $10 \leq h \leq 12$ mm时,关闭冷却水管,控制输送辊速2m/s;所述钢板厚度h为 $12 < h \leq 16$ mm时,选择性开启冷却水管。控制输送辊速1m/s。

[0066] 在实际应用中,根据桥壳钢板生产规格和批次的不同,具有控制范围内的不同组分含量、具体工艺控制条件、以及对应的力学性能指标,为了更好地说明和解释本发明,请参阅表1至表3,表1至表3中将发明例(本发明涉及的钢种)和对比例(现有钢种)的组分、工艺条件及力学性能罗列出来进行对比。

[0067] 表1 本发明的实施例与对比例的化学组分表(wt%)

实施例	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti	Nb+Ti
1	0.12	0.26	1.45	0.012	0.008	0.035	0.015	0.021	0.036
2	0.13	0.20	1.38	0.014	0.005	0.03	0.018	0.023	0.041
3	0.13	0.25	1.42	0.015	0.006	0.028	0.015	0.028	0.043
4	0.14	0.22	1.40	0.01	0.007	0.018	0.016	0.012	0.028
5	0.15	0.25	1.38	0.011	0.008	0.015	0.010	0.015	0.025
6	0.13	0.28	1.42	0.012	0.005	0.04	0.012	0.03	0.042
7	0.15	0.27	1.32	0.013	0.004	0.028	0.014	0.023	0.037
8	0.14	0.30	1.40	0.01	0.007	0.035	0.015	0.010	0.025
9	0.15	0.24	1.30	0.009	0.005	0.03	0.013	0.015	0.028
10	0.16	0.22	1.34	0.008	0.006	0.028	0.010	0.022	0.032
对比例1	0.14	0.28	1.50	0.022	0.012	0.035	0.002	0.003	0.005
对比例2	0.17	0.18	1.40	0.030	0.015	0.033	0.035	0.011	0.046
对比例3	0.15	0.23	1.45	0.026	0.013	0.034	0.020	0.007	0.024

[0068]

[0069] 表2本发明实施例与对比例钢种加热、轧制和冷却工艺条件

实施例	成品厚度 mm	均热温度 ℃	均热时间 min	出炉温度 ℃	粗轧开轧温度 ℃	粗轧终轧温度 ℃	待温坯厚 mm	精轧开轧温度 ℃	精轧终轧温度 ℃	返红温度 ℃
1	10	1256	28	1248	1159	—	—	—	802	630
2	14	1265	27	1219	1154	1064	45	967	834	680
3	16	1220	25	1170	1140	1061	60	959	805	672
4	12	1270	25	1234	1143	1065	40	965	832	580
5	12	1265	30	1259	1161	1070	40	980	840	592
[0070] 6	14	1248	26	1218	1148	1066	45	961	835	640
7	14	1236	25	1185	1142	1058	45	962	826	657
8	10	1263	25	1243	1163	—	—	—	804	615
9	11	1258	26	1238	1150	—	—	—	800	622
10	16	1249	26	1188	1146	1066	60	978	800	634
对比例 1	10	1258	29	1236	1165	—	—	—	806	634
对比例 2	16	1262	27	1198	1141	1056	60	965	824	610
对比例 3	14	1260	28	1217	1153	1061	63	963	825	614

[0071] 表3 本发明实施例与对比例的力学性能检验结果

[0072]

实施例	成品 厚度	R_{eL}	R_m	A	0°C冲 击功 KV_2	晶 粒 度	带状 级别	冷冲 压开 裂(是/ 否)
	(mm)	(MPa)	(MPa)	(%)	(J)			
1	10	385	540	28	188	9	1	否
2	14	408	565	26	234	8	2	否
3	16	375	552	27	226	9	3	否
4	12	388	543	28	220	10	2	否
5	12	392	544	27.5	218	9.5	1.5	否
6	14	379	539	26.5	243	9.5	1.5	否
7	14	382	546	27	234	9	2	否
8	10	386	539	26.5	195	8	3	否
9	11	392	543	26	189	9	1	否
10	16	396	538	26	227	10	2	否
对比例 1	10	375	508	24	116	7	3.5	是
对比例 2	16	423	564	22	87	10	2.5	是
对比例 3	13	392	536	23	96	9	3.0	是

[0073] 从表1~3中可以看出,本发明通过在成分设计上采用不添加V,适当调高Mn含量,并添加一定量的Si、Nb、Ti等,经过铁水预处理、钢水冶炼、连铸及堆冷、加热、轧制、冷却、精整和检验等一系列工艺处理,使得钢具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性及优良的延展性能,表面质量和强度均满足桥壳钢的冷冲压和焊接加工处理,且可实现10~16mm规格冷冲压加工成型,克服了传统的>12mm厚度的桥壳钢冷冲压易开裂的技术难题,可节约热冲压工序的能耗成本,并避免热加工后性能变化带来的安全隐患。

[0074] 采用本发明提供的元素组分及重量百分比含量、以及制造方法制得的高韧性热轧530MPa级汽车冷冲压桥壳钢板,进行常温拉伸试验、0°C纵向冲击试验和Z向拉伸试验,其结果为:所述钢板常温下的屈服强度 $R_{eL} \geq 375\text{MPa}$,抗拉强度 $R_m \geq 530\text{MPa}$,断后伸长率 $A \geq 26\%$,0°C的冲击功 $KV_2 \geq 180\text{J}$,晶粒度8~10级,带状级别1~3级,该钢板具有强度适中、高冲击韧性、良好的焊接性和延展性、以及优良的表面质量的要求,且合金含量低,适合冷冲压加工成型,生产加工成本低,性能明显优于现有桥壳钢板,且可实现低成本稳批量的工业化生产,适用于汽车车桥等零部件的加工生产,满足了市场桥壳用钢的需求。

[0075] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是在本

发明的发明构思下,利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

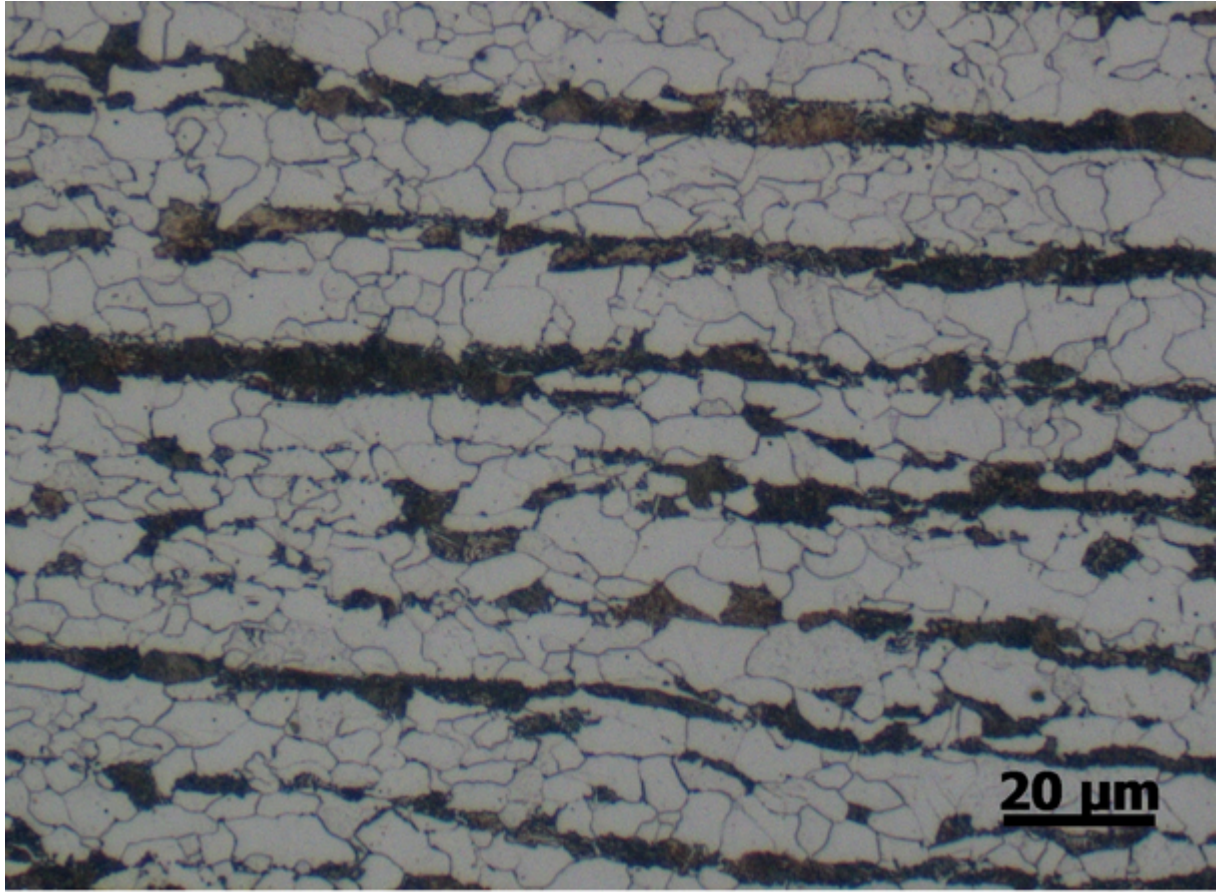


图1

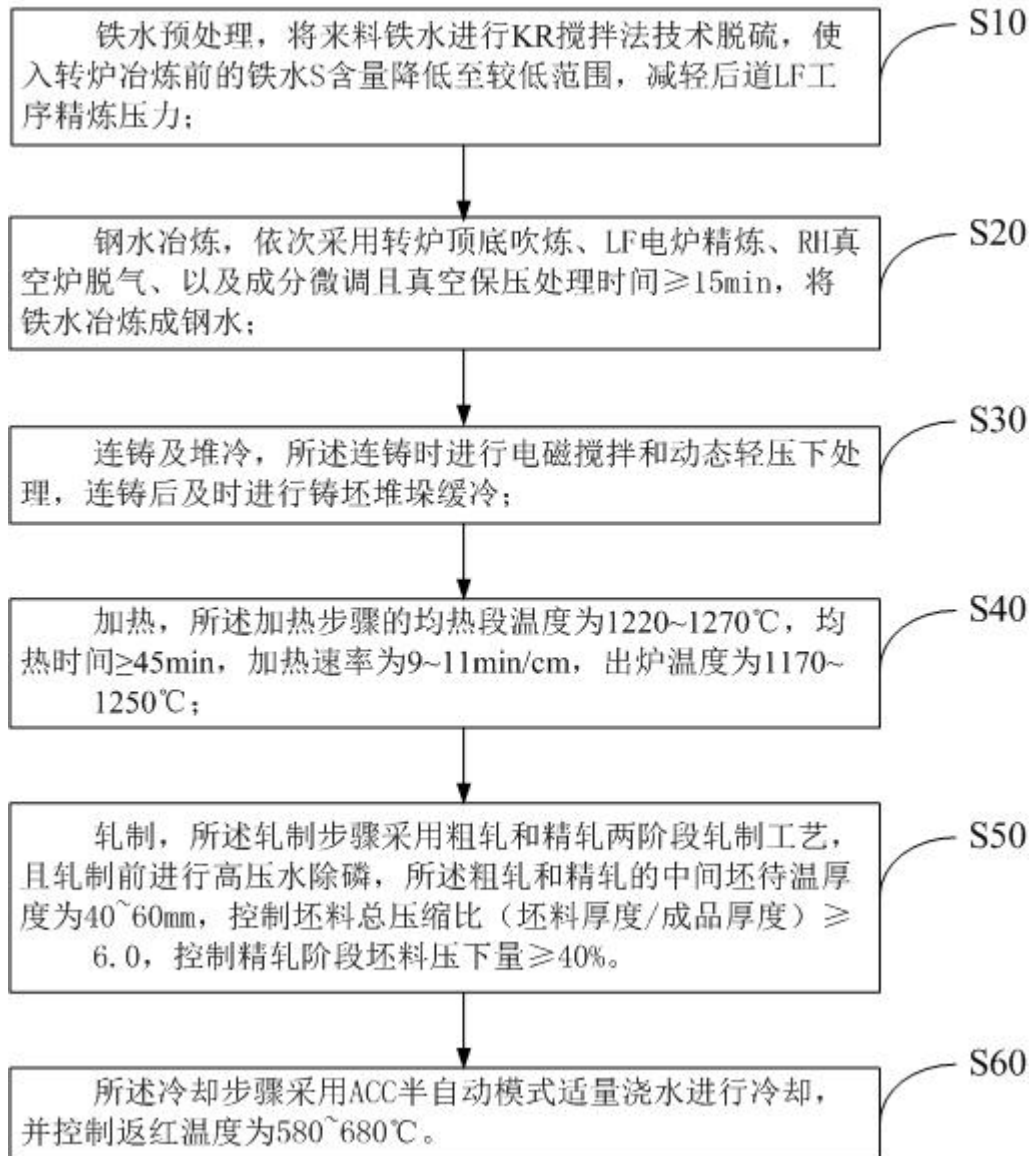


图2