



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112621107 A

(43)申请公布日 2021.04.09

(21)申请号 201910903481.X *G22C 38/42*(2006.01)
(22)申请日 2019.09.24 *G22C 38/44*(2006.01)
(71)申请人 上海梅山钢铁股份有限公司 *G22C 38/46*(2006.01)
地址 210039 江苏省南京市雨花台区中华 *G22C 38/48*(2006.01)
门外新建 *G22C 38/50*(2006.01)
(72)发明人 陶翀 殷胜
(74)专利代理机构 南京同泽专利事务所(特殊
普通合伙) 32245
代理人 闫彪
(51) Int. Cl.
B23P 15/00(2006.01)
B23K 11/04(2006.01)
G22C 38/02(2006.01)
G22C 38/04(2006.01)
G22C 38/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,主要解决现有高强钢车轮轮辋直缝焊接加工困难、焊接质量差、焊接成本高的技术问题。本发明提供的一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,包括:1)清理钢板待焊表面;2)制备车轮轮辋毛坯,控制对接间隙为1.0-2.0mm;3)对车轮轮辋毛坯进行焊接加工,先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行定位预焊接;接着用闪光焊焊接工艺,对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行焊接,顶锻距离为3-7mm,顶锻时间为0.4-0.6s。本发明方法焊接效率高,焊接质量好,形成的焊缝抗拉强度 $\geq 630\text{MPa}$,焊缝硬度 $\text{HV}0.2 \geq 235$ 。

1. 一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,其特征是,所述方法包括以下步骤:

1) 清理钢板待焊表面,对厚度为2.0-3.5mm的高强钢车轮轮辋用酸洗热轧钢板去除切口处毛刺,用丙酮清洗钢板待焊表面;所述热轧钢板化学成分重量百分比为:C:0.05~0.07%,Si:0.10~0.15%,Mn:1.25~1.45%, $P \leq 0.012\%$, $S \leq 0.003\%$ 、Nb:0.025~0.035%,Ti:0.045~0.055%,Mg:0.0005~0.0015%,Al:0.02~0.05%, $N \leq 0.0040\%$,其余为Fe和不可避免的杂质,且上述元素含量须满足碳当量 $\leq 0.35\%$,其中碳当量 $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Cu+Ni)/15$,式中:C、Mn、Cr、Mo、V、Ni、Cu为热轧钢板中该元素的重量百分比;热轧钢板的金相组织为细晶粒铁素体+少量珠光体,所述组织中铁素体的晶粒度为12-13级;热轧钢板的上屈服强度 R_{eH} 为510~670MPa,抗拉强度 R_m 为630~760MPa,断后伸长率 $A \geq 21\%$;

2) 制备车轮轮辋毛坯,将钢板卷圆后进行对接得到车轮轮辋毛坯,控制对接间隙为1.0-2.0mm,对接处钢板厚度方向错边量 $\leq 0.2\text{mm}$;

3) 对车轮轮辋毛坯进行焊接加工,先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行定位预焊接,焊接电流为180-200A,电弧电压为21-23V,焊点直径为2.0-3.0cm;接着用闪光焊焊接工艺,对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行焊接,预热通电时间为0.1-0.3s,顶锻距离为3-7mm,顶锻时间为0.4-0.6s。

2. 如权利要求1所述的用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,其特征是,步骤2)所述二氧化碳气体保护焊,焊接过程中,焊枪与焊接平面的倾角为 80° - 85° 。

3. 如权利要求1所述的用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,其特征是,步骤3)所述闪光焊焊接过程中两端钢板的夹持压力为6-8MPa。

4. 如权利要求1所述的用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,其特征是,步骤3)所述闪光焊焊接过程时长为4-6s,其中,焊接通电时间为0.4-0.6s,冷却时间为3-5s。

5. 如权利要求1所述的用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,其特征是,车轮轮辋毛坯对接直缝经焊接加工形成的焊缝的抗拉强度 $\geq 630\text{MPa}$,焊缝硬度 $HV_{0.2} \geq 235$ 。

一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于钢制车轮轮辋直缝的焊接方法,特别涉及一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,属于钢铁材料焊接加工技术领域。

背景技术

[0002] 车轮是汽车结构中重要的转动部件,其结构主要由轮辋与轮辐两个部分组成,其中轮辋是采用热轧酸洗钢板作为基材,按设定尺寸将钢板加工成长条状小板,利用卷圆装置将小板卷成圆形轮辋毛坯,然后进行闪光焊直缝对接焊接,之后继续完成后续车轮的组装工序。

[0003] 轮辋焊接接头是轮辋结构中的薄弱环节,绝大部分轮辋出现漏气、结构失效都发生在轮辋对焊接头处,其主要原因是焊接接头局部出现微裂纹、未焊透等缺陷,造成轮辋在后续的成型加工及实际使用过程中焊接接头处出现开裂、漏气等质量问题。另外,现有的车轮轮辋材料一般采用低等级的钢铁材料,为达到一定强度以满足汽车荷载要求,往往通过增加轮辋材料厚度的方式,但这种方式一方面会给卷圆后材料的焊接带来较大的难度,造成夹持对中不到位,导致焊接质量下降,另一方面会增加车轮的重量,造成车辆油耗增加,给环境带来更多污染。因此,采用高强钢材料并采用合理的加工、焊接工艺来提升轮辋及其焊接质量是非常有必要的。

[0004] 目前低强度车轮钢材料一般采用的闪光焊工艺进行焊接,焊缝正面会出现咬边,背面成形不均匀,甚至会有微裂纹、未焊透现象出现,在轮辋气密性检测过程中,易在焊接接头处出现漏气现象,造成产品不合格,需要返修甚至报废。一部分气密性检测合格但焊接接头质量欠佳的轮辋,在长期使用过程中受交替压力的冲击易开裂,使用寿命减少,用户抱怨较多,因此提高焊接接头质量非常有必要。

[0005] 申请公布号为CN104227349A的中国专利申请文件公开了一种车轮轮辋制造方法,包括采用卷圆-焊接工艺,将平板毛坯卷焊为圆管,再利用锯床或水切割机等切割工具将圆管切割下料的方法。

[0006] 申请公布号为CN106363353A的中国专利申请文件公开了一种热成形轮辋的制造方法,其包括以下制作步骤:A1、成型轮辋圆管:用金属板制作出周向闭合的闭合圆管。A2、成型轮辋毛坯:将闭合圆管制作成直径小于轮辋设计直径的轮辋毛坯。A3、轮辋毛坯预扩涨等。

[0007] 现有技术缺乏高强钢车轮轮辋直缝的焊接工艺。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,主要解决现有高强钢车轮轮辋直缝焊接加工困难、焊接质量差的技术问题。

[0009] 本发明所述的高强钢车轮轮辋用厚度为2.0~3.5mm酸洗热轧钢板制成,热轧钢板化学成分重量百分比为:C:0.05%~0.07%,Si:0.10%~0.15%,Mn:1.25%~1.45%, $P \leq$

0.012%, $S \leq 0.003\%$ 、 $Nb: 0.025\% \sim 0.035\%$, $Ti: 0.045\% \sim 0.055\%$, $Mg: 0.0005\% \sim 0.0015\%$, $Al: 0.02\% \sim 0.05\%$, $N \leq 0.0040\%$, 其余为Fe和不可避免的杂质, 且上述元素含量须满足碳当量 $\leq 0.35\%$, 其中碳当量 $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15$, 式中: C、Mn、Cr、Mo、V、Ni、Cu为热轧钢板中该元素的重量百分比。

[0010] 热轧钢板的金相组织为细晶粒铁素体+少量珠光体, 所述组织中铁素体的晶粒度为12-13级; 2.0~3.5mm厚热轧钢板的上屈服强度 R_{eH} 为510MPa~670MPa, 抗拉强度 R_m 为630MPa~760MPa, 断后伸长率 $A \geq 21\%$ 。

[0011] 本发明采用的技术方案是, 一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法, 包括以下步骤:

[0012] 1) 清理钢板待焊表面, 对厚度为2.0-3.5mm的高强钢车轮轮辋用酸洗热轧钢板去除切口处毛刺, 用丙酮清洗钢板待焊表面;

[0013] 2) 制备车轮轮辋毛坯, 将钢板卷圆后进行对接得到车轮轮辋毛坯, 控制对接间隙为1.0-2.0mm, 对接处钢板厚度方向错边量 $\leq 0.2mm$;

[0014] 3) 对车轮轮辋毛坯进行焊接加工, 先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行定位预焊接, 焊接电流为180-200A, 电弧电压为21-23V, 焊点直径为2.0-3.0cm; 接着用闪光焊焊接工艺, 对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行焊接, 预热通电时间为0.1-0.3s, 顶锻距离为3-7mm, 顶锻时间为0.4-0.6s。

[0015] 采用本发明方法, 车轮轮辋毛坯对接直缝经焊接加工形成的焊缝的抗拉强度 $\geq 630MPa$, 焊缝硬度 $HV_{0.2} \geq 235$ 。

[0016] 进一步, 步骤2) 所述二氧化碳气体保护焊, 焊接过程中, 焊枪与焊接平面的倾角为 $80^\circ - 85^\circ$, 利用该倾角对熔池起到推动作用, 易形成熔透深、熔宽窄的焊道, 可以在较短时间内利用较少的焊材就能完成材料的定位焊接。

[0017] 进一步, 所述步骤3) 所述闪光焊焊接过程中两端钢板的夹持压力为6-8MPa, 合适的夹持力可以保证高强钢在堆焊过程中位移均匀、速度稳定, 不易发生夹头与钢板间的相对位移, 造成钢板变异不均匀变形, 影响焊接质量。

[0018] 进一步, 所述步骤3) 所述闪光焊焊接过程时长为4-6s, 其中, 焊接通电时间为0.4-0.6s, 冷却时间为3-5s。预热通电时间为0.1-0.3s, 预热的目的是为了消除焊接面上的缺陷, 时间太久会造成焊接面软化变形。焊接通电时间太短, 会造成焊接线能量不够, 焊缝处熔化量不足, 造成材料未焊透; 焊接通电时间太长, 材料熔化量较多, 容易造成焊缝组织粗化, 脆性增加。所以合理的焊接通电时间既保证了材料焊透, 又减少了焊接过程中材料的损耗及咬边、微裂纹等焊接缺陷的产生, 使焊接过程更稳定。顶锻过程是将熔融金属挤出的过程, 若顶锻距离过短, 则无法将焊接面上的杂质和氧化物挤出, 若顶锻距离过长, 则会将熔融金属全部挤出, 无法达到通过金属熔融形成焊缝的目的; 合理的冷却时间, 才能保证焊缝及热影响区的材料恢复到一定的强度, 满足后续轮辋变形加工的要求, 而不至于在焊缝及热影响区发生开裂, 但过长的冷却时间会影响生产效率。

[0019] 本发明用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法的工艺限定在上述范围内的理由如下:

[0020] 1、采用定位预焊接, 可防止在闪光焊过程中因为夹持不到位、焊接受热变形而影响焊接质量。

[0021] 2、采用预热时间为0.1-0.3s,顶锻距离为3-7mm,顶锻时间为0.4-0.6s焊接参数对高强车轮钢材料进行对焊焊接,可有效的减小焊缝软化区域宽度,并防止由于热输入不足造成的焊缝强度偏低的情况,从而降低后期轮辋在焊缝处产生微裂纹或开裂的风险;经测量,正面焊缝宽度为20~25mm,余高为2.0~2.5mm,背面焊缝宽度为20~25mm,余高2.0~2.2mm。对焊缝进行气密性检测,合格率达99.8%以上。

[0022] 本发明相比现有技术具有如下积极效果:1、本发明在制备车轮轮辋毛坯后,将钢板卷圆后用二氧化碳气体保护焊进行定位预焊接,与传统不采用卷圆后定位焊接相比,可以有效的控制钢板两侧间隙及错边量,避免在焊缝处产生错边缺陷的几率,且能提高焊接的稳定性。2、本发明定位焊接时焊枪与焊接平面的倾角为 80° - 85° ,通过固定式的焊接支架,可以稳定的以一定角度进行焊接,焊道熔透深、熔宽窄,可以在较短时间内对材料完成定位焊接,且节约焊材。3、本发明所采用的焊接过程中两端钢板的夹持力为6-8MPa,夹持力过小,在焊接过程中易发生夹头与钢板间的相对位移,造成钢板变异不均匀变形,影响焊接质量,夹持力过大时,在焊接过程中,由于两端钢板升温强度较低,会造成材料受压变形。4、本发明所采用闪光焊焊接工艺,预热时间为0.1-0.3s,顶锻距离为3-7mm,顶锻时间为0.4-0.6s。有利于保证焊缝成形良好,质量可靠;对焊缝进行气密性检测,合格率达99.8%以上。5、本发明技术方法简便,实施成本低,焊接过程由10-12s提高到4-6s,大大提升了焊接结构和生产效率,焊缝完全焊透,表面成形均匀,得到了没有微裂纹、气孔等缺陷的焊接接头,焊缝的抗拉强度 $\geq 630\text{MPa}$,焊缝硬度 $\text{HV}0.2 \geq 235$ 。

具体实施方式

[0023] 下面结合具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。

[0024] 实施例1,高强车轮钢轮辋用厚度为3.5mm酸洗热轧钢板制成,热轧钢板化学成分重量百分比为:C:0.06%,Si:0.12%,Mn:1.35%,P:0.009%,S:0.001%、Nb:0.030%,Ti:0.050%,Mg:0.0010%,Al:0.03%,N:0.0020%,其余为Fe和不可避免的杂质,且上述元素含量须满足碳当量为0.285,其中碳当量 $\text{Ceq} = \text{C} + \text{Mn}/6 + (\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V})/5 + (\text{Cu} + \text{Ni})/15$,式中:C、Mn、Cr、Mo、V、Ni、Cu为热轧钢板中该元素的重量百分比。

[0025] 热轧钢板的金相组织为细晶粒铁素体+少量珠光体,所述组织中铁素体的晶粒度为12级;该3.5mm厚热轧钢板的上屈服强度 R_{eH} 为545MPa,抗拉强度 R_m 为640MPa,断后伸长率A为24%。

[0026] 一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,包括以下步骤:

[0027] 1) 清理钢板待焊表面,对厚度为3.5mm的高强钢车轮轮辋用酸洗热轧钢板去除切口处毛刺,用丙酮清洗钢板待焊表面;

[0028] 2) 制备车轮轮辋毛坯,将钢板卷圆后进行对接得到车轮轮辋毛坯,控制对接间隙为1.0mm,对接处钢板厚度方向错边量为0.1mm;

[0029] 3) 对车轮轮辋毛坯进行焊接加工,先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行定位预焊接,焊接时焊枪与焊接平面的倾角为 80° ,焊接电流为200A,电弧电压为22V,焊点直径控制在2-3cm;接着用闪光焊焊接工艺,预热通电时间为0.2s,焊接通电时间为0.5s,顶锻距离为5mm,顶锻时间为0.5s,冷却时间为4.8s。两端焊接板材的夹持压力为

7MPa,整个焊接过程为6s。

[0030] 焊接完成后对焊接接头进行外观检查,焊缝完全焊透,焊缝表面成形均匀,没有微裂纹或气孔等焊接缺陷,正面焊缝宽度为22~24mm,余高为2.0~2.2mm,背面焊缝宽度为22~24mm,余高为1.8~2.0mm;对焊接接头进行气密性检测,未发现漏气等质量不合格现象。

[0031] 实施例2,高强车轮钢轮辋用厚度为3.5mm酸洗热轧钢板制成,热轧钢板化学成分重量百分比为:C:0.06%,Si:0.12%,Mn:1.35%,P:0.009%,S:0.001%、Nb:0.030%,Ti:0.050%,Mg:0.0010%,Al:0.03%,N:0.0020%,其余为Fe和不可避免的杂质,且上述元素含量须满足碳当量为0.285,其中碳当量 $C_{eq}=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Cu+Ni)/15$,式中:C、Mn、Cr、Mo、V、Ni、Cu为热轧钢板中该元素的重量百分比。

[0032] 热轧钢板的金相组织为细晶粒铁素体+少量珠光体,所述组织中铁素体的晶粒度为12级;该3.5mm厚热轧钢板的上屈服强度 R_{eH} 为545MPa,抗拉强度 R_m 为640MPa,断后伸长率A为24%。

[0033] 一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,包括以下步骤:

[0034] 1) 清理钢板待焊表面,对厚度为3.5mm的高强钢车轮轮辋用酸洗热轧钢板去除切口处毛刺,用丙酮清洗钢板待焊表面;

[0035] 2) 制备车轮轮辋毛坯,将钢板卷圆后进行对接得到车轮轮辋毛坯,控制对接间隙为1.0mm,对接处钢板厚度方向错边量为0.1mm;

[0036] 3) 对车轮轮辋毛坯进行焊接加工,先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对接直缝进行定位预焊接,焊接时焊枪与焊接平面的倾角为 80° ,焊接电流为200A,电弧电压为22V,焊点直径控制在2-3cm;接着用闪光焊焊接工艺,预热通电时间为0.1s,焊接通电时间为0.4s,顶锻距离为3mm,顶锻时间为0.4s,冷却时间为4.9s。两端焊接板材的夹持压力为7MPa,整个焊接过程为5.8s。

[0037] 焊接完成后对焊接接头进行外观检查,焊缝完全焊透,焊缝表面成形均匀,没有微裂纹或气孔等焊接缺陷,正面焊缝宽度为22~24mm,余高为2.0~2.2mm,背面焊缝宽度为22~24mm,余高为1.8~2.0mm;对焊接接头进行气密性检测,未发现漏气等质量不合格现象。

[0038] 实施例3,高强车轮钢轮辋用厚度为3.5mm酸洗热轧钢板制成,热轧钢板化学成分重量百分比为:C:0.06%,Si:0.12%,Mn:1.35%,P:0.009%,S:0.001%、Nb:0.030%,Ti:0.050%,Mg:0.0010%,Al:0.03%,N:0.0020%,其余为Fe和不可避免的杂质,且上述元素含量须满足碳当量为0.285,其中碳当量 $C_{eq}=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Cu+Ni)/15$,式中:C、Mn、Cr、Mo、V、Ni、Cu为热轧钢板中该元素的重量百分比。

[0039] 热轧钢板的金相组织为细晶粒铁素体+少量珠光体,所述组织中铁素体的晶粒度为12级;该3.5mm厚热轧钢板的上屈服强度 R_{eH} 为545MPa,抗拉强度 R_m 为640MPa,断后伸长率A为24%。

[0040] 一种用于高强钢车轮轮辋直缝的闪光焊接方法,包括以下步骤:

[0041] 1) 清理钢板待焊表面,对厚度为3.5mm的高强钢车轮轮辋用酸洗热轧钢板去除切口处毛刺,用丙酮清洗钢板待焊表面;

[0042] 2) 制备车轮轮辋毛坯,将钢板卷圆后进行对接得到车轮轮辋毛坯,控制对接间隙为1.0mm,对接处钢板厚度方向错边量为0.1mm;

[0043] 3) 对车轮轮辋毛坯进行焊接加工,先用二氧化碳气体保护焊对车轮轮辋毛坯的对

接直缝进行定位预焊接,焊接时焊枪与焊接平面的倾角为 80° ,焊接电流为200A,电弧电压为22V,焊点直径控制在2-3cm;接着用闪光焊焊接工艺,预热通电时间为0.3s,焊接通电时间为0.6s,顶锻距离为7mm,顶锻时间为0.6s,冷却时间为4.5s。两端焊接板材的夹持压力为7MPa,整个焊接过程为6s。

[0044] 焊接完成后对焊接接头进行外观检查,焊缝完全焊透,焊缝表面成形均匀,没有微裂纹或气孔等焊接缺陷,正面焊缝宽度为22~24mm,余高为2.0~2.2mm,背面焊缝宽度为22~24mm,余高为1.8~2.0mm;对焊接接头进行气密性检测,未发现漏气等质量不合格现象。

[0045] 采用本发明方法制造的高强钢轮辋具有较高强度,卷圆后的对焊焊缝无明显裂纹和气孔,焊缝两侧结合牢固,焊缝的抗拉强度 $\geq 630\text{MPa}$,焊缝硬度 $\text{HV}0.2 \geq 235$,因此该高强钢轮辋具有较高的强度,能很好保证车辆的稳定运行。

[0046] 表1本发明实施例焊接参数及焊缝性能指标

类别	预热通电时间/s	焊接通电时间/s	顶锻时间/s	顶锻距离/mm	夹持力/MPa	焊缝硬度/HV0.2	焊缝抗拉强度/MPa
[0047] 实施例 1	0.2	0.5	0.5	5	7	280	652
实施例 2	0.1	0.4	0.4	3	7	257	647
实施例 3	0.3	0.6	0.6	7	7	240	640

[0048] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明方法的前提下,还可以做出若干改进和补充,这些改进和补充也应视为本发明的保护范围。