



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108676975 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201810558393.6

*G21D 6/00*(2006.01)

(22)申请日 2018.06.01

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

JP S6479320 A,1989.03.24,

申请公布号 CN 108676975 A

审查员 曾彩霞

(43)申请公布日 2018.10.19

(73)专利权人 马鞍山钢铁股份有限公司

地址 243003 安徽省马鞍山市雨山区九华  
西路8号

(72)发明人 金宝安

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限  
公司 34107

代理人 任晨晨

(51)Int.Cl.

*G21D 1/34*(2006.01)

*G21D 9/50*(2006.01)

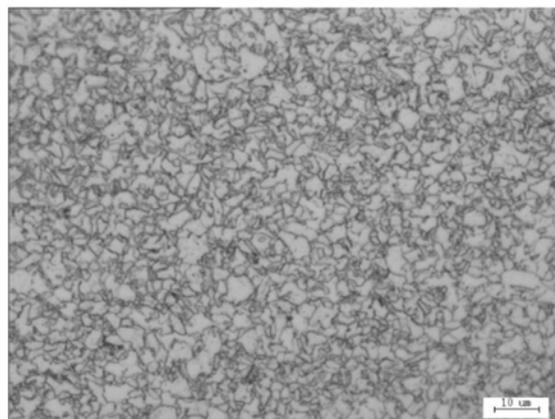
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法

(57)摘要

本发明提供了一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,先将焊缝金属进行光谱测量,确定C元素及各合金元素的含量;再计算奥氏体向铁素体转变的 $A_{r3}$ 温度;然后,将焊接金属加热到完全奥氏体化 $A_{r3}$ 温度以上 $30^{\circ}\text{C}$ 后,保温,使焊接件完全奥氏体化;然后空冷。与现有技术相比,本发明热处理工艺采用使焊接件焊缝区域化学成分均匀化,消除因偏析而出现使用缺陷,提高其使用性能的方式。主要是焊接件焊缝在不发生熔化的前提下,将工件加热到尽可能高的温度,并长时间保温,待焊接件中各种合金元素扩散趋于均匀分布后缓冷。



1. 一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,其特征在于,所述热处理方法包括以下步骤:

1) 将焊缝金属进行光谱测量,确定C元素及各合金元素的含量;  
2) 根据各元素含量计算奥氏体向铁素体转变的Ar3温度;  
3) 将焊接金属加热到完全奥氏体化Ar3温度以上30℃后,保温,使焊接件完全奥氏体化;

4) 保温后,空冷,即可;

步骤3) 中所述保温时间至少20分钟;

步骤4) 所述空冷,平均冷却速度为 $120 \pm 10^\circ\text{C}/\text{h}$ ;

所述焊缝金属由以下重量百分比元素组成:C 0.12%、Si 0.25%、Mn 1.40%、P $\leq$  0.015%、S $\leq$ 0.005%、Als 0.030%,余量为铁和不可避免的杂质。

## 一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属热处理领域,具体涉及一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法。

### 背景技术

[0002] 钢中所含有的化学成分分布不均匀的现象称为偏析,焊缝偏析是金属焊接时液态金属在一次结晶时,金属由液态转变为固态的过程中形成的。由于焊接工艺的不同,会产生不同的显微偏析和区域偏析。

[0003] 显微偏析又称为晶内偏析,影响显微偏析的主要因素是金属的化学成分。因为金属的化学成分不同,从开始结晶到结晶终了的温度区间也不相同,温度区间越大越容易产生显微偏析。一般对低碳钢来说,显微偏析不严重,对焊缝的危害不大;而对高碳钢、合金钢的焊接,严重的显微偏析会引起热裂纹等缺陷。区域偏析是焊缝的冷却部分(焊缝中心),聚集有较多的杂质和低熔点合金而形成的。偏析的出现会导致焊缝在工作受力的状态下出现潜在裂纹,特别是温度较高的环境下出现热裂纹,导致焊缝的力学性能失效,发生不必要的事故。

[0004] 在焊接的场所里不可能一直在较理想的工作环境和技术参数下进行,很难避免焊接冷却速度过快及焊接工艺的失误而发生焊缝金属偏析。有些焊接工艺为了避免因偏析而出现焊接缺陷,直接在焊接过程中增加焊道的焊接层数、宽度和深度,宁可采用增加成本焊多道的方式,增加焊接安全指数,这就造成了焊接成本的升高。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,采用适当的热处理工艺使焊接件焊缝区域化学成分均匀化,消除因偏析而出现使用缺陷,提高其使用性能的方式,不仅避免了偏析的出现会导致焊缝在工作受力的状态下出现潜在裂纹,特别是温度较高的环境下出现热裂纹,导致焊缝的力学性能失效,发生不必要的事故,同时也减少了焊接工艺经济价值上的损失。

[0006] 本发明具体技术方案如下:

[0007] 一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 将焊缝金属进行光谱测量,确定C元素及各合金元素的含量;

[0009] 2) 根据各元素含量计算奥氏体向铁素体转变的 $Ar_3$ 温度;

[0010] 3) 将焊接金属加热到完全奥氏体化 $Ar_3$ 温度以上 $30^{\circ}C$ 后,保温,使焊接件完全奥氏体化;

[0011] 4) 保温后,空冷,即可。

[0012] 进一步的,步骤3)中所述保温时间至少20分钟。

[0013] 进一步的,步骤4)所述空冷,平均冷却速度为 $120 \pm 10^{\circ}C/h$ 。

[0014] 本发明中先进行焊缝金属奥氏体化 $Ar_3$ 温度测算:

[0015] ①焊缝金属元素含量的测量:利用焊缝金属做试样进行光谱测量,确定C元素及各类合金元素的含量;

[0016] ②根据碳当量经验公式测算数焊缝金属碳当量:

[0017]  $CE=C+A(C)\{Si/24+Mn/16+Cu/15+Ni/20+(Cr+Mo+V+Nb)/5+5B\}$

[0018] ③根据计算的碳当量及合金元素的含量选择合适的奥氏体向铁素体转变的 $Ar_3$ 温度计算公式,例如下面科研经验公式:

[0019]  $Ar_3=868-396C-68.1Mn+24.6Si-36.1Ni-24.8Cr-20.7Cu;$

[0020] 或, $Ar_3=910-273C-74Mn-56Ni-16Cr-9Mo-5Cu;$

[0021] 然后,热处理工艺制定,确定焊接工件的加热保温时间、冷却阶段冷却速率:

[0022] ①加热保温阶段:焊接工件需要随炉加热,需将焊接工件加热到高于焊接焊缝金属钢种完全奥氏体化( $Ar_3$ )温度以上 $30^{\circ}C$ 。为使得材料完全奥氏体化,需加热到焊接焊缝金属钢种完全奥氏体化( $Ar_3$ )温度以上 $30^{\circ}C$ 后,需要保温至少20分钟,确保焊接件完全奥氏体化。

[0023] ②冷却阶段:保温后将焊接件取出,分别利用空冷、沙冷、风冷、水冷等冷却速率不同的冷却手段进行试验。

[0024] 这两个阶段分别需要试验来确定加热保温时间、冷却阶段冷却速率的工艺参数,而这两种工艺参数最佳有效的结合也需要交叉试验来确定。以上工艺理论确定后,经过大量试样试验验证,效果优异。

[0025] 本发明采用适当的热处理工艺对焊接工件进行热处理可是消除焊缝偏析的,不仅如此,通过这种热处理方式可以进一步的细化晶粒,提高钢种强度,避免焊接件在使用过程中由于缺陷发生事故的情况。

[0026] 本发明先将焊缝金属进行光谱测量,确定C元素及各合金元素的含量;再计算奥氏体向铁素体转变的 $Ar_3$ 温度;然后,将焊接金属加热到完全奥氏体化 $Ar_3$ 温度以上 $30^{\circ}C$ 后,保温,使焊接件完全奥氏体化;然后空冷。通过本发明工艺,不仅消除了焊接件焊缝材料组织中的偏析缺陷(见金相图),避免了由于焊缝金属偏析在工作受力的状态或是高温状态下焊缝出现潜在裂纹,避免可能发生的安全事故,减少了在焊接工作时为了增加焊缝安全指数而在焊接过程中增加焊道的焊接层数、宽度和深度,这就减少了焊接成本。通过以上的空冷的热处理工艺,使得焊缝金相组织中的偏析缺陷得到了明显的改善,并且组织晶粒得到了细化,提高了工件的机械性能,在力学强度方面,热处理工艺后的焊接工件的屈服、抗拉强度均与热处理之前的工件相差无异。

[0027] 与现有技术相比,本发明热处理工艺采用使焊接件焊缝区域化学成分均匀化,消除因偏析而出现使用缺陷,提高其使用性能的方式。主要是焊接件焊缝在不发生熔化的前提下,将工件加热到尽可能高的温度,并长时间保温,待焊接件中各种合金元素扩散趋于均匀分布后缓冷。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明热处理前焊缝金相组织;

[0029] 图2为本发明热处理后空冷焊缝金相组织。

## 具体实施方式

[0030] 实施例1

[0031] 一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,包括以下步骤:

[0032] 1) 将焊缝金属进行光谱测量,确定C元素及各合金元素的含量;具体见下表1:

[0033] 表1试验钢材料基本化学成分,余量为铁和不可避免的杂质,

C	Si	Mn	P	S	Als
0.12	0.25	1.40	≤0.015	≤0.005	0.030

[0035] 本试验采用的最常见的热轧结构钢。

[0036] 2) 根据各元素含量计算奥氏体向铁素体转变的Ar3温度;

[0037] ②根据碳当量经验公式测算数焊缝金属碳当量:

[0038]  $CE=C+A(C)\{Si/24+Mn/16+Cu/15+Ni/20+(Cr+Mo+V+Nb)/5+5B\}$

[0039] ③根据计算的碳当量及合金元素的含量选择合适的奥氏体向铁素体转变的Ar3温度计算公式,例如下面科研经验公式:

[0040]  $Ar_3=868-396C-68.1Mn+24.6Si-36.1Ni-24.8Cr-20.7Cu;$

[0041] 或,  $Ar_3=910-273C-74Mn-56Ni-16Cr-9Mo-5Cu;$

[0042] 然后,热处理工艺制定,确定焊接工件的加热保温时间、冷却阶段冷却速率:

[0043] ①加热保温阶段:焊接工件需要随炉加热,需将焊接工件加热到高于焊接焊缝金属钢种完全奥氏体化Ar3温度以上30℃(即760℃),保温至少30min,确保焊接件完全奥氏体化。

[0044] ②冷却阶段:保温后将焊接件取出,分别利用空冷、沙冷、风冷、水冷等冷却速率不同的冷却手段进行试验。

[0045] 这两个阶段分别需要试验来确定加热保温时间、冷却阶段冷却速率的工艺参数,而这两种工艺参数最佳有效的结合也需要交叉试验来确定。以上工艺理论确定后,经过大量试样试验验证,效果优异。

[0046] 3) 将焊接金属加热到完全奥氏体化Ar3温度以上30℃后(760℃),保温30min,加热到完全奥氏体化温度是为了使温度达到奥氏体转变温度,使组织中的铁素体和渗碳体再转变回奥氏体。保障一定的保温时间有利于使材料中的组织在达到完全奥氏体化温度后有充足的时间发生转变,是组织能充分完全的转变为奥氏体。

[0047] 4) 保温后,以120℃/h的平均冷却速度冷却,即可。

[0048] 对比例

[0049] 使用的试样及热处理方法同实施例1,不同的是,保温后将焊接件取出,分别利用空冷、沙冷、风冷、水冷等冷却速率不同的冷却手段进行试验。

[0050] 将不同冷却方式的热处理工艺的焊接件焊缝金属制作金相试样。

[0051] 不同冷却方式的热处理工艺后的金相组织互相对比并与原金相组织对比,观察偏析可以确定空冷是最佳冷却方式。

[0052] 图1为本发明热处理前焊缝金相组织;图2为本发明热处理后空冷焊缝金相组织。由图1图2可见,空冷热处理试验前焊缝金相组织中晶粒粗大,并且伴随着一些片状的偏析聚集,空冷热处理试验后焊缝金相组织,晶粒明显变小变细,片状的偏析聚集也得到了明显的改善。

[0053] 实施例1处理后的3个试样的力学性能与处理前进行对比,结果如下表2所示。

[0054] 表2

[0055]

编号	屈服强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)
热处理前原始试样	385	520
空冷热处理后试样1	380	525
空冷热处理后试样2	390	530
空冷热处理后试样3	400	550

[0056] 由表2可见,热处理后焊接件焊缝的强度值并没有收到热处理工艺的影响,强度数值与热处理工艺前原始试样的数值基本上无异。

[0057] 本发明一种去除金属焊缝中偏析缺陷的热处理方法,微观上可以有效的去除焊接件焊缝里产生的偏析缺陷,同时细化晶粒组织,提高其综合机械性能。宏观上避免了由于焊缝金属偏析在工作受力的状态或是高温状态下焊缝出现潜在裂纹,避免可能发生的安全事故,减少了焊接成本。在有效去除焊接件焊缝里产生的偏析缺陷,同时细化晶粒组织的同时,保证了焊接件焊缝金属的强度不变,保证了其正常使用。

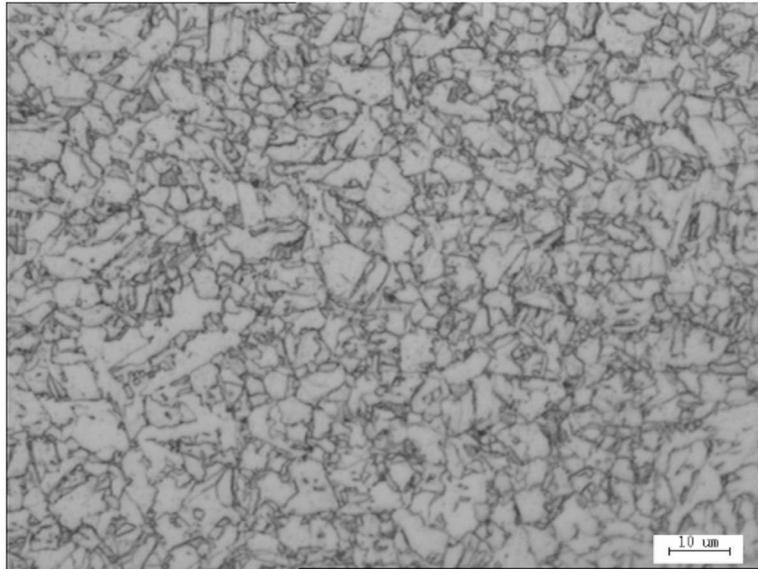


图1

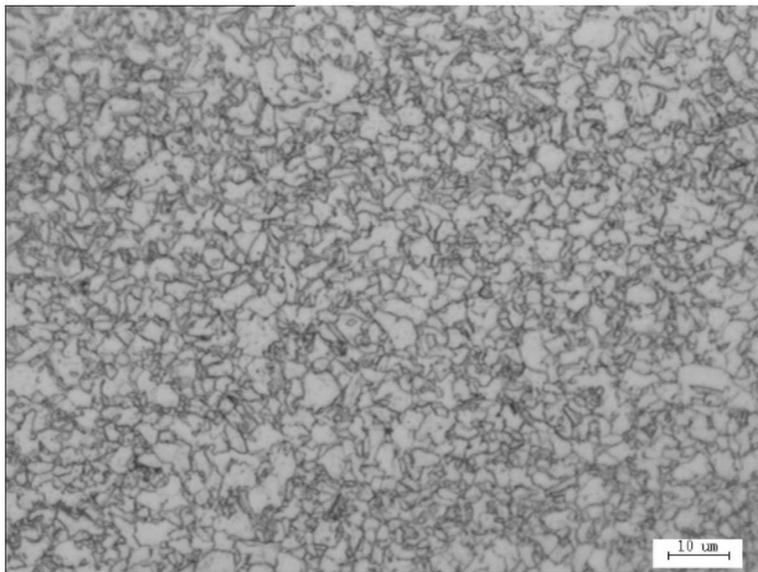


图2