(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211921652 U
(45)授权公告日 2020.11.13

(21)申请号 202020197117.4

(22)申请日 2020.02.21

(73)专利权人 中国人民解放军96901部队22分队

地址 100085 北京市海淀区中国人民解放军96901部队22分队

(72)发明人 李玉龙 张义忠 袁天保 陈玉波 罗健 黄永宪 刘晓坤 张璐

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心 11120

代理人 李微微

(51)Int.Cl.

C21D 9/50(2006.01)
C21D 1/42(2006.01)
C21D 11/00(2006.01)
C21D 1/18(2006.01)
B23K 20/12(2006.01)
B23K 20/26(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

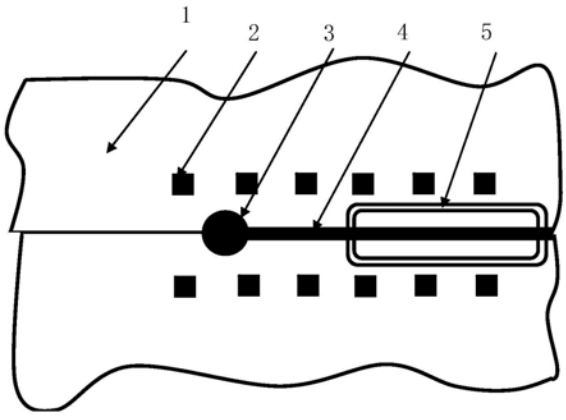
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)实用新型名称

一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置

(57)摘要

本实用新型提供了一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置及方法，通过磁感应加热线圈对大型结构件搅拌摩擦焊接接头进行随焊同步局部热处理，解决了构件过大无法热处理问题及构件整体热处理时容易出现的变形问题；局部热处理，不受大型结构件尺寸和形状的限制。随焊热处理，兼顾了焊接热循环对母材的不利影响，同时，随焊即成焊缝的局部热处理，弥补了焊接热循环对工件力学性能弱化和非均匀化的问题。感应线圈对构件进行局部加热，使焊缝周围组织进行固溶处理得到均匀的过饱和固溶体，之后进行人工时效使接头中析出细小的弥散强化相粒子。而母材区域未受热处理作用，保证了构件不发生大变形。



CN 211921652 U

1.一种搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置,其特征在于,包括磁感应加热线圈(5)、热电偶(2)以及温度控制模块;磁感应加热线圈(5)布置在即成焊缝(4)的上方,对即成焊缝(4)进行加热;热电偶(2)布置在即成焊缝(4)的两侧,用于测量即成焊缝(4)的温度;温度控制模块用于根据热电偶(2)反馈的温度来控制磁感应加热线圈(5)的电流大小,由此控制其对即成焊缝(4)的加热温度,使即成焊缝(4)的温度维持在设定温度值;其中,磁感应加热线圈(5)可跟随搅拌针同步移动。

2.如权利要求1所述的一种搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置,其特征在于,磁感应加热线圈(5)通入幅值500～2000A,频率300～600Hz的交流电。

3.如权利要求1所述的一种搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置,其特征在于,磁感应加热线圈(5)放置在即成焊缝(4)上方10mm处。

一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于材料焊接技术领域，具体涉及一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置。

背景技术

[0002] 搅拌摩擦焊接是一种新型固相连接技术，焊接产热由搅拌头和工件剧烈摩擦和形变提供，最高温度低于待焊工件熔点，因此焊接时工件只发生塑性流动，无熔化现象，且在焊接过程中无需保护气体，焊接过程绿色环保。对低熔点铝合金进行搅拌摩擦焊接，可以有效避免传统熔化焊接过程中常出现的焊接气孔、焊接热裂纹等缺陷，且其焊后残余应力小。但铝合金在焊接过程中受到热循环作用的影响，热影响区晶粒发生粗化，从而导致接头出现软化。而焊核区由于受到搅拌针的剧烈搅拌作用，该区域晶粒发生动态再结晶，晶粒细化，生成细小等轴晶粒。因此，整个搅拌摩擦焊焊缝硬度分布曲线呈“W”型。接头软化严重的影响了焊接接头的力学性能。而对搅拌摩擦焊接头进行热处理，能改变接头中强化相的大小及分布，使接头内强化相重新分布，消除接头软化现象，从而提高焊接接头力学性能。

[0003] 但在很多工况下，焊接结构件尺寸较大，不能放入热处理工作炉中进行焊后热处理，或者构件进行热处理的工作炉尺寸要求较大，设备昂贵。此外，有些特殊构件是在精加工到零件图要求尺寸后再进行局部焊接加工的，若对整个零件进行整体热处理，这会存在零件变形较大的问题，因此只需要对焊缝区域进行焊后热处理，而对其他母材区域不进行热处理操作，以保证零件尺寸的精确性。

[0004] 为了克服大型结构件难以进行热处理及精密构件只需进行焊后局部热处理等问题，现有技术主要有履带式电加热垫局部热处理和电子束局部热处理。但采用加热垫对构件进行热处理时，加热速度慢，且该方法的最高加热温度有限，不能有效地改善局部组织；电子束局部热处理方法可以显著降低焊缝的残余应力，但用该方法进行热处理后零件整体变形较大，使得搅拌摩擦焊接焊后变形小的优势不复存在。

实用新型内容

[0005] 有鉴于此，本实用新型的目的是提供一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置，可以解决焊缝接头的弱化问题，改善焊接接头组织均匀性，提高其力学性能。

[0006] 一种搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置，包括磁感应加热线圈、热电偶以及温度控制模块；磁感应加热线圈布置在即成焊缝的上方，对即成焊缝进行加热；热电偶布置在即成焊缝的两侧，用于测量即成焊缝的温度；温度控制模块用于根据热电偶反馈的温度来控制磁感应加热线圈的电流大小，由此控制其对即成焊缝的加热温度，使即成焊缝的温度维持在设定温度值；其中，磁感应加热线圈可跟随搅拌针同步移动。

[0007] 较佳的，磁感应加热线圈通入幅值500～2000A，频率300～600Hz的交流电。

[0008] 较佳的，感应加热线圈放置在即成焊缝上方10mm处。

[0009] 本实用新型具有如下有益效果：

[0010] 本实用新型提供的一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置，通过磁感应加热线圈对大型结构件搅拌摩擦焊接接头进行随焊同步局部热处理，解决了构件过大无法热处理问题及构件整体热处理时容易出现的变形问题；局部热处理，不受大型结构件尺寸和形状的限制。随焊热处理，兼顾了焊接热循环对母材的不利影响，同时，随焊即成焊缝的局部热处理，弥补了焊接热循环对工件力学性能弱化和非均匀化的问题。

附图说明

[0011] 图1为本实用新型的随焊即成焊缝局部热处理方法示意图；

[0012] 图2为本实用新型的热处理工艺流程图；

[0013] 图3(a)和图3(b)分别为焊接接头WNZ(焊核区)实时随焊热处理前、后的晶粒变化示意图；

[0014] 图4(a)和图4(b)分别为实时随焊热处理前、后金相组织对比图；

[0015] 图5为实时随焊热处理前、后焊接接头拉伸强度对比曲线。

[0016] 其中，1-焊接工件；2-热电偶；3-搅拌针；4-焊缝；5-磁感应加热线圈。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图并举实施例，对本实用新型进行详细描述。

[0018] 本实用新型的一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理装置，包括磁感应加热线圈、热电偶以及温度控制模块；磁感应加热线圈布置在即成焊缝的上方，对焊缝进行局部加热，热电偶布置在即成焊缝的两侧，用于测量即成焊缝的温度；温度控制模块用于根据热电偶反馈的温度来控制磁感应加热线圈的电流大小，由此控制其对即成焊缝的加热温度，使即成焊缝的温度维持在设定温度值，由此实现即成搅拌摩擦焊接头的局部热处理。磁感应加热线圈可跟随搅拌针移动，及时对焊缝进行局部热处理。

[0019] 本实用新型的一种大型件搅拌摩擦焊随焊即成焊缝热处理方法，主要步骤如下：

[0020] 步骤一：将待焊工件焊接位置20～25mm范围内用脱脂棉蘸取丙酮或无水乙醇擦拭，清理工件表面油污。

[0021] 步骤二：用钢丝刷或砂纸将工件待焊部位20～25mm范围内打磨光亮，去除工件表面氧化膜，氧化膜为Al_2O_3薄膜，打磨掉厚度为25～40μm。

[0022] 步骤三：将待焊工件焊接位置20～25mm范围内用脱脂棉蘸取丙酮或无水乙醇擦拭，清理板表面残余废屑。

[0023] 步骤四：利用专用夹具将6mm铝合金待焊接结构件固定在焊机工作台面上，保证焊接时工件不开裂、不翘曲，将搅拌头与焊缝中心对齐。

[0024] 步骤五：在数控机床上进行编程控制。焊接参数为：搅拌针为带右旋螺纹圆柱形搅拌针，针长5.55-5.85mm；搅拌头轴肩带凹槽，直径14-20mm；搅拌头倾斜角度为1-3°；搅拌头以旋转速度500-1800r/min；下压速度3-20mm/min；焊接速度50-500mm/min；下压量0.05-0.35mm；主轴旋转方向为逆时针方向，设定好参数后开始焊接。

[0025] 步骤六：对结构件即成焊缝进行随焊热处理，在要进行局部热处理的焊缝位置布置热电偶和温度反馈系统。

[0026] 步骤七：将磁感应加热线圈固定至要进行热处理的即成焊缝上方，并保证感应线

圈与焊接过程同步铺设、同步热处理，线圈通入幅值500～2000A，频率300～600Hz的交流电，对工件进行加热。

[0027] 步骤八：将结构件从室温加热至480℃，保温25min后对工件进行水冷淬火处理。

[0028] 步骤九：将淬火后的工件加热至180℃，保温6h后空冷。

[0029] 步骤十：随焊热处理，并保证每处焊缝局部均完成全流程热处理工艺。最终完成大型构件搅拌摩擦焊接接头的焊缝局部热处理。

[0030] 在搅拌摩擦焊过程中，高速旋转的搅拌针与焊接工件摩擦生热，将待焊工件加热到塑性状态，搅拌针插入到工件中后，轴肩与工件摩擦生热，成为焊接主要热源，在搅拌头前进过程中，搅拌针对塑性金属的挤压和剧烈搅拌作用使材料充分流动。在整个焊接过程中，通过搅拌头对材料的热-机耦合作用，形成了外观良好，性能优异的焊接接头。

[0031] 由于经搅拌摩擦焊加工后的焊接接头力学性能明显不足，抗拉强度只能达到母材的60％左右，这在很多工况下达不到使用强度要求，因此为提高接头性能而进行的后续热处理非常重要。合金元素的固溶程度和晶粒的再结晶程度以及晶粒尺寸的大小都会对合金的力学性能产生重要影响。合金经固溶处理得到均匀的过饱和固溶体，便于时效处理过程中析出细小均匀的强化相，从而提高合金的硬度和强度，而在固溶处理后进行人工时效处理，加速了接头中沉淀相的析出，使强度提高，但接头塑性会有所下降。

[0032] 且大型构件难以在热处理炉中进行焊后热处理，即使构件能在热处理炉中进行热处理，构件整体尺寸也会发生较大的改变，后续还要再加工以保证工件精度。局部热处理可以有效解决这一问题，有效减少加工工序，降低成本。

[0033] 实施例：

[0034] 为了充分说明本实用新型的实施办法，现以6mm厚的2195-T8铝锂合金为例，说明其具体实施方法。

[0035] 参见图1和图2所示，2195铝锂合金整体厚板材料，进行T8时效处理后，对铝合金厚板采用搅拌摩擦焊数控机床进行焊接。将待焊工件焊接位置20～25mm范围内用脱脂棉蘸取丙酮或无水乙醇擦拭，清理工件表面油污。用钢丝刷或砂纸将工件待焊部位20～25mm范围内打磨光亮，去除工件表面氧化膜，氧化膜为Al_2O_3薄膜，打磨掉厚度为25～40μm。将待焊工件焊接位置20～25mm范围内用脱脂棉蘸取丙酮或无水乙醇擦拭，清理板表面残余废屑。利用专用夹具将铝合金结构件固定在焊机工作台面上，保证焊接时工件不开裂、不翘曲，将搅拌头与焊缝中心对齐。在数控机床上进行编程控制。

[0036] 焊接参数为：搅拌针为带右旋螺纹圆柱形搅拌针，针长5.8mm；搅拌头轴肩带凹槽，直径16mm；搅拌头倾斜角度为2.5°；搅拌头以旋转速度1000r/min；下压速度10mm/min；焊接速度120mm/min；下压量0.1mm；主轴旋转方向为逆时针方向，设定好参数后开始焊接。随焊将磁感应加热线圈移至即成焊缝上方10mm处，将焊接完成的试样加热至480℃，保温25min后水冷淬火。再将淬火后的工件加热至180℃，保温6h后空冷。完成大型构件搅拌摩擦焊接接头的焊缝局部热处理方法。结果表明固溶温度为480℃，保温25min，淬火，时效温度为180℃，保温6h时后空冷，接头的抗拉强度可达到420MPa，接头强度系数为74％，接头硬度峰值为160HV，且接头硬度区域平稳。

[0037] 如图3(a)和(b)是处理前后微观晶粒变化，图4(a)和(b)是热处理前后微观金相变化，图5为实时随焊热处理前、后焊接接头拉伸强度对比曲线，三个图可说明随焊热处理以

后焊缝区域微观性能和力学性能均有所提升。

[0038] 综上所述，以上仅为本实用新型的较佳实施例而已，并非用于限定本实用新型的保护范围。凡在本实用新型的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

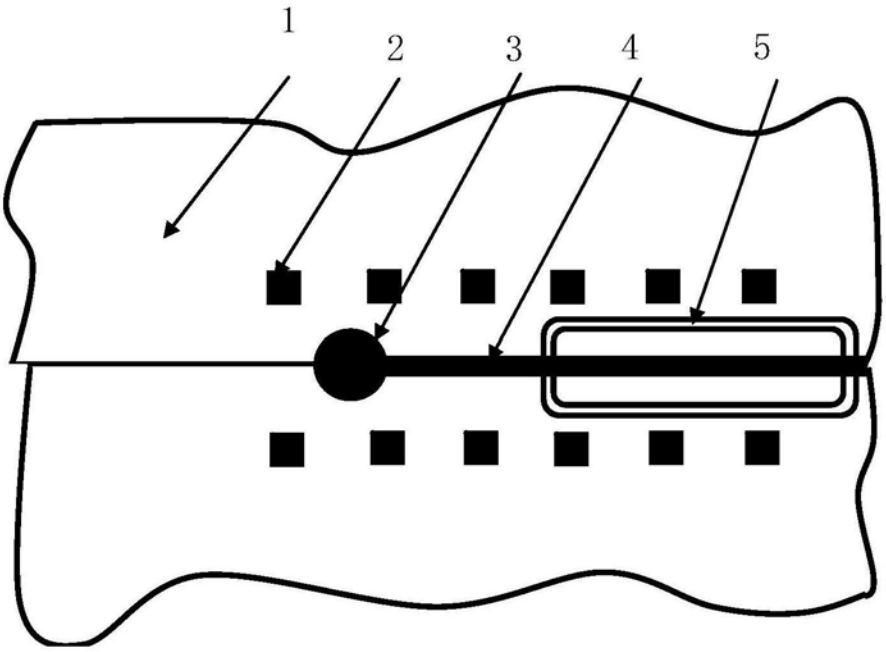

1
2
3
4
5

图1

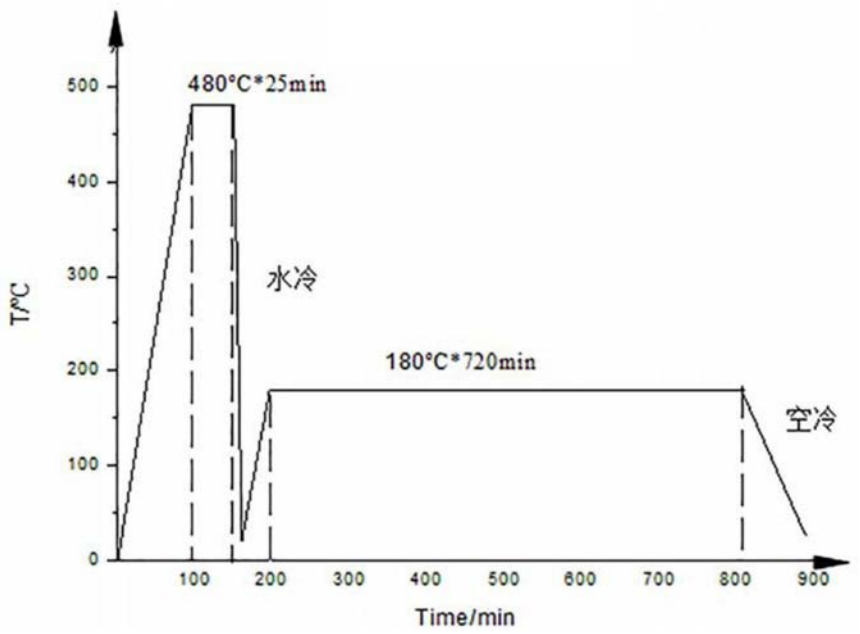

480°C*25min
水冷
180°C*720min
空冷
T/°C
Time/min
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900

图2

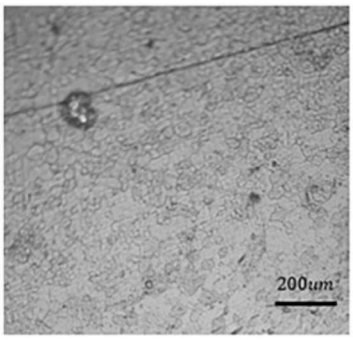


图3(a)

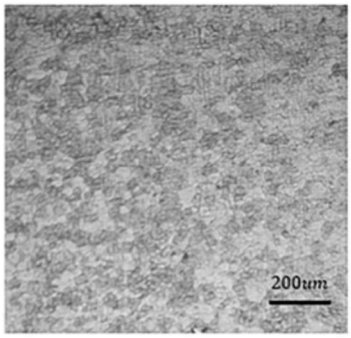


图3(b)

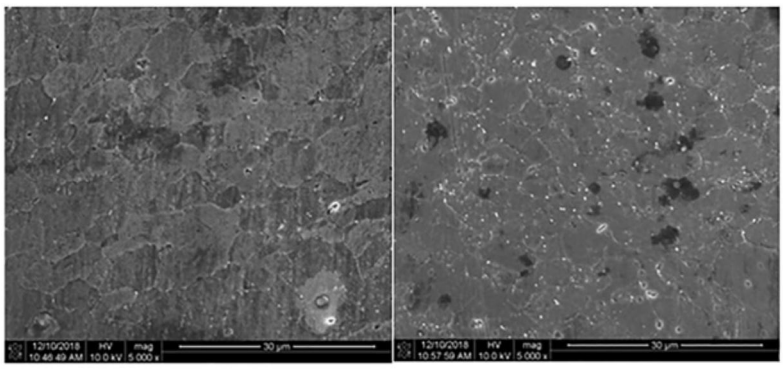


图4（a） 图4（b）

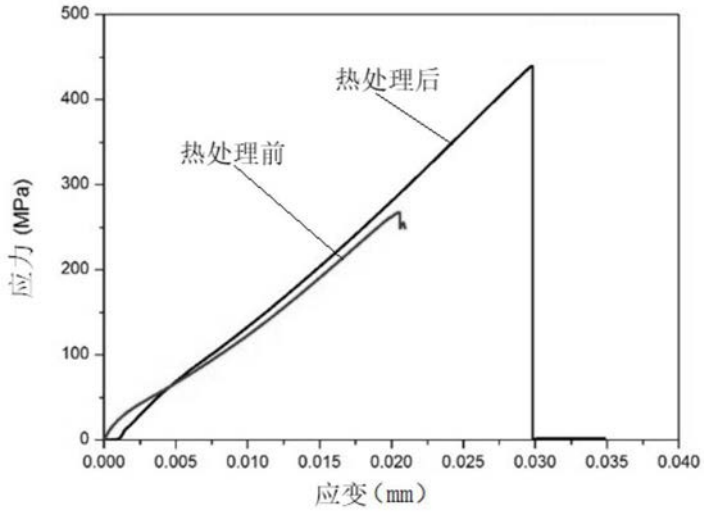

500
400
300
200
100
0
应力 (MPa)
热处理后
热处理前
0.000
0.005
0.010
0.015
0.020
0.025
0.030
0.035
0.040
应变（mm）

图5