



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101660032 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200910104795.X

(22) 申请日 2009.09.07

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 罗键 赵国际 罗乾 吴治娟

王向杰 王颖

(51) Int. Cl.

G21D 7/02 (2006.01)

G21D 7/04 (2006.01)

G22F 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101210277 A, 2008.07.02, 全文.

JP 特开 2004-167498 A, 2004.06.17, 全文.

CN 1167663 A, 1997.12.17, 全文.

审查员 张建升

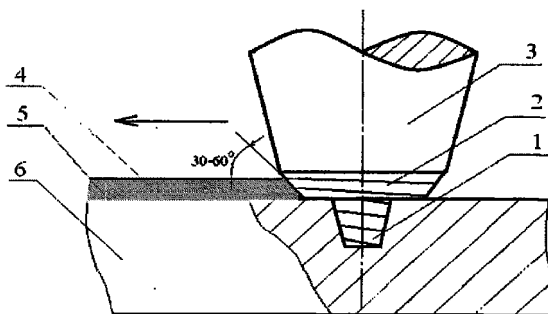
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种熔化焊接头表面处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种对熔化焊接头进行表面处理的方法和装置, 利用所设计的两级搅拌针式搅拌头, 对熔化焊接头进行搅拌摩擦加工, 实现对焊接接头区域材料组织均匀化与细化、摩擦铣削焊缝表面余高、减小焊接残余应力及清除被加工区焊接缺陷的作用。



1. 一种熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于利用了所设计的两级搅拌针式搅拌头 (3)，其中一级搅拌针 (1) 钻入工件 (6) 平面以下的焊缝金属中进行搅拌摩擦加工，二级搅拌针 (2) 用于摩擦铣削工件平面以上焊接接头 (5) 的焊缝余高 (4)，实现焊接接头区域材料组织均匀化与细化、摩擦削平焊缝表面余高、减小接头焊接残余应力、清除被加工区焊接缺陷作用，搅拌头的二级搅拌针为能顺利摩擦加工焊缝余高，将二级搅拌针制成圆锥形，并与工件平面有 30-60° 夹角。

2. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于使用搅拌摩擦加工的方法使熔化焊接头区域材料组织发生动态再结晶后均匀化并清除被加工区的焊接缺陷。

3. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于使用搅拌摩擦加工的方法使熔化焊接头区域材料组织细化，获得超细晶，改善熔化焊接头被加工区域综合性能。

4. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于使用搅拌摩擦铣削的方法加工熔化焊接头，得到平面焊缝，改变了熔化焊接头被加工区域的截面形状。

5. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于使用搅拌摩擦加工的方法减小熔化焊接头焊接残余应力，改善熔化焊接头被加工区域综合性能。

6. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于该搅拌摩擦加工的方法在结构焊后立即或一段时间后进行，其中焊后立即进行更能有效利用工件自身的较高温度来实现该过程，且能减小搅拌头的损耗，适用于高熔点材料的接头表面处理。

7. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于使用搅拌摩擦加工的方法使熔化焊接头区域材料组织细化，获得纳米晶，改善熔化焊接头被加工区域综合性能。

8. 根据权利要求 1 所述熔化焊接头表面加工处理方法，其特征在于根据需要对焊接结构接头正面与背面单独或同时进行加工，或者根据接头具体情况进行单道或并列式多道加工。

## 一种熔化焊接头表面处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种对熔化焊接头进行表面加工处理的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 搅拌摩擦焊（简称 FSW）是英国焊接研究所 1991 年发明的一项专利固相连接技术，其过程是由一个圆柱体形状的焊头（搅拌针）伸入工件的接缝处，通过焊头的高速旋转，使其与焊接工件材料摩擦，从而使连接部位的材料温度升高软化，同时对材料进行搅拌摩擦来完成焊接的，目前，在有色金属的连接中已获得成功的应用，对高熔点金属的焊接也取得了一些进展。

[0003] 搅拌摩擦加工技术（简称 FSP）是由搅拌摩擦焊技术（FSW）演变而来的一种固态加工技术，其原理是由轴肩和搅拌针组成的焊接工具搅拌头高速旋转将搅拌针挤入工件，通过搅拌工具与工件表面摩擦将工件局部加热、软化、强塑性变形、再结晶，从而在搅拌区内形成致密的细晶组织，改善材料的力学性能。从实质上说，FSP 工艺是一种热机械处理技术，也是一种大塑性变形技术（SPD），是通过搅拌摩擦产生的热和塑性变形来细化晶粒，均匀化微观组织，可以直接将材料的内部组织细化到亚微米乃至纳米级，从而大幅提高合金力学性能和延展性，甚至取得超塑性。与其它固态加工技术相比，FSP 因不加热工件，不受工件形状和加工环境的限制而具有独特的优势，已成功地用于铝合金材料中。专利（公开号 CN1968783A）提出了通过搅拌摩擦加工进行材料固态处理的方法，具有广阔的应用前景。

[0004] 材料的焊接接头是一个薄弱环节，它的焊缝、热影响区和基体之间存在着组织及性能的不均匀，这种不均匀使焊接接头成为薄弱环节和失效的主要原因之一。为实现焊接接头组织及性能的均一化，优化其服役性能，已作了多方努力。如目前采用的表面喷丸处理、超音速微粒轰击技术等使材料表层强烈塑性变形而获得纳米晶表层，可以改善金属材料与焊接接头的组织均匀性、晶粒细化以及产生压应力来改善应力状态，可以大幅度提高块体材料的表面硬度、耐磨性、抗疲劳性能等表面性能，从而提高焊接接头的综合力学性能和增强抗应力腐蚀（SCC）性能。

[0005] 目前用于熔化焊接头表面处理的方法主要有：用机加工的方法对焊缝余高进行削平（或磨削）处理，改善接头应力状态，改变接头截面形状以达到表面齐平美观等目的；采用高速微粒轰击焊缝表面以使材料获得纳米晶表层，提高材料的表面性能。此外，表面机械研磨法也被用于对焊接接头的表面进行处理以细化晶粒。

### 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术对熔化焊接头处理的局限性，设计了结构简单的两级搅拌针式搅拌头，对熔化焊接头进行搅拌摩擦加工，实现对焊接接头区域材料组织均匀化与细化，同时起到修磨接头、减小焊接残余应力以及清除被加工区焊接缺陷的作用，易于实现，适用面广。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明采用了如下的技术方案：

[0008] 设计了一个具有两级搅拌针式搅拌头 (3)。在具体实施过程中，一级搅拌针 (1) 钻入工件 (6) 平面以下的焊缝金属中，进行高速旋转搅拌磨擦加工，使该区域金属进行枝晶破碎和动态再结晶，获得细小晶粒，清除被加工区焊接缺陷，改善接头以及焊接结构的综合性能；二级搅拌针 (2) 在搅拌头体高速旋转和移动过程中，对焊接接头 (5) 的焊缝余高 (4) 部分旋转切入进行摩擦铣削，加工掉焊缝余高，获得平面焊缝，并显著改善了接头表面的应力分布状态，使由于焊接引起的残余拉应力和截面形状突变引起的应力集中状况得以消除或大为减小。

[0009] 为了能将搅拌摩擦工艺导入具有余高的熔化焊接头，在加工起始处（接头引弧板处）预先用机械方法磨出一个小平面区，使搅拌头达到加工位置；在加工结束位置加装引出板。为了使搅拌头的二级搅拌针能顺利摩擦加工焊缝余高，将二级搅拌针制成圆锥形，并与工件平面有 30-60° 夹角。

[0010] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0011] 本发明利用搅拌摩擦加工的方法可以均匀化熔化焊接头区域材料组织并清除被加工区的焊接缺陷。

[0012] 本发明利用搅拌摩擦加工的方法使熔化焊接头区域材料经动态再结晶后组织细化，获得超细晶甚至纳米晶，改善熔化焊接头被加工区域综合性能。

[0013] 本发明利用搅拌摩擦铣削的方法加工熔化焊接头表面，得到平面焊缝，改变了熔化焊接头被加工区域的截面形状。

[0014] 本发明利用搅拌摩擦加工的方法可以减小熔化焊接头焊接残余应力，改善熔化焊接头被加工区域综合性能。

[0015] 本发明所设计的搅拌头的两级搅拌针可分别用于对工件平面下焊缝金属和工件平面上焊缝余高进行搅拌摩擦加工，其中对工件平面下焊缝金属加工处理的深度取决于具体设计制作的一级搅拌针的长度。

[0016] 本发明利用搅拌摩擦加工的方法可以在结构焊后立即或一段时间后进行，其中焊后立即进行更能有效利用工件自身的较高温度来实现该过程，且能减小搅拌头的损耗，尤其适用于高熔点材料的接头表面处理。

[0017] 本发明利用搅拌摩擦加工对熔化焊接头表面加工处理时，可以根据需要对焊接结构接头正面与背面单独或同时进行加工，也可以根据接头具体情况进行单道或并列式多道加工。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的二级搅拌针式搅拌头对熔化焊接头表面搅拌摩擦加工示意图。

[0019] 1、一级搅拌针；2、二级搅拌针；3、搅拌头体；4、焊缝余高；5、焊接接头；6、工件。

[0020] 附图 1 给出的二级搅拌针式搅拌头对熔化焊接头表面处理的示意图，仅为帮助理解本发明的要点，在实际应用时可根据具体情况进行改造，不限于此结构。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细说明。

[0022] 如图 1 所示，在加工起始处（接头引弧板处）预先用机械方法磨出一个小平面区，将搅拌头一级搅拌针（1）自该小平面区钻入工件（6）；随着高速旋转的搅拌头体（3）开始向加工方法移动，二级搅拌针（2）圆锥面接触焊接接头区（5）的焊缝余高（4）并对其搅拌摩擦铣削加工。即整个搅拌摩擦加工分为两部分：一是由一级搅拌针和一级搅拌针与二级搅拌针间的台肩对工件加工平面及平面下部的焊接接头区域金属进行搅拌摩擦加工，实现对焊接接头区域材料组织均匀化与细化，并清除被加工区焊接缺陷；二是由二级搅拌针对工件加工平面上部的焊接接头焊缝余高区域金属进行搅拌摩擦铣削加工，起到修磨焊缝表面及减小焊接残余应力的作用。

[0023] 本发明利用所设计的二级搅拌针式搅拌头，将熔化焊接头表面处理与接头工件内部部分区域材料的搅拌摩擦加工进行了有效的结合，通过对熔化焊接头进行搅拌摩擦加工，实现对焊接接头区域材料组织均匀化与细化、摩擦铣削焊缝表面余高、减小焊接残余应力及清除被加工区焊接缺陷的作用。

[0024] 本发明涉及的利用二级搅拌针式搅拌头使用搅拌摩擦的方法对熔化焊接头进行加工，可以根据需要对焊接结构接头正面与背面单独或同时进行，可以根据接头具体情况进行单道或并列式多道加工。

[0025] 本发明所涉及的利用所设计的二级搅拌针式搅拌头，对熔化焊接头以工件加工面为分界线的上下两个部分分别进行了搅拌摩擦加工，其具体工作原理与常规搅拌摩擦焊（FSW）及搅拌摩擦加工（FSP）并无不同。

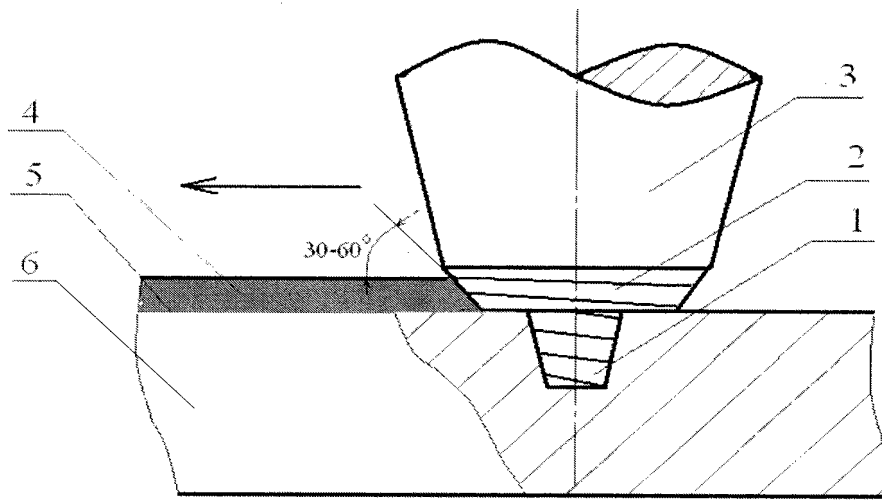


图 1