



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106363275 A

(43)申请公布日 2017.02.01

(21)申请号 201610940496.X

(22)申请日 2016.10.25

(71)申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

(72)发明人 熊俊 李沿江 雷洋洋 陈辉

(74)专利代理机构 成都点睛专利代理事务所
(普通合伙) 51232

代理人 敖欢 葛启函

(51) Int. Cl.

B23K 9/04(2006.01)

B23K 9/167(2006.01)

B23K 9/095(2006.01)

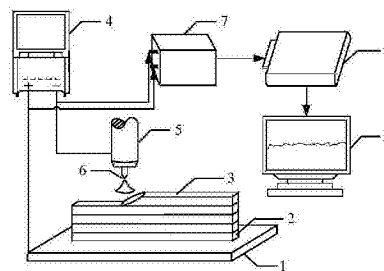
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法

(57)摘要

本发明提供一种基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,过程稳定性通过电弧弧长反映,电弧弧长采用电弧电压间接反馈,调节GTAW焊枪在基板上的初始位置,成形第一层时,电压传感器配合数据采集卡获得电弧电压沿成形路径的变化信号,利用标定关系将电弧电压转化为电弧弧长,获得电弧弧长沿成形路径的变化信号,继续完成第二层、第三层至第n层的成形,获得第n层电弧弧长沿成形路径的变化信号,如果电弧弧长在一定范围内,则判定成形过程稳定;本发明方法有效地解决了GTAW增材制造过程稳定性实时检测的难题,检测过程操作简单、稳定性强、不易受强烈电弧光的干扰、计算速度快、易于实现自动化、适合于现场实时检测的工程化应用。



1. 一种基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,所述过程稳定性是通过电弧弧长反映的,其特征在于包括如下步骤:

(1) 调节GTAW焊枪位置至基板上方,确定GTAW焊枪起弧位置点并使GTAW焊枪垂直于基板表面;

(2) 引燃GTAW电弧,开始成形第一层,同时将电压传感器采集的电弧电压模拟量信号传入数据采集卡并转化为电弧电压数字量信号,数据采集卡将电弧电压数字量信号传到计算机控制系统进行实时显示,利用常规的电压电流传感器配合电阻箱标定电弧电压与数字量的关系,将数字量信号转化为电弧电压信号;结束第一层的成形后,熄灭电弧,将GTAW焊枪提高一个分层切片设定高度;记录第一层成形路径长度为 S_1 ;

(3) 利用电弧电压与电弧弧长的标定关系式,将第一层电弧电压在 S_1 长度内的采样值转化为电弧弧长在 S_1 长度内的采样值;

(4) 继续重复步骤(2)和步骤(3),完成第二层、第三层至第 n 层的成形,获得第 n 层电弧弧长在 S_n 长度内的采样值,如果电弧弧长采样值在2.5-6mm内,则判定该位置的成形过程是稳定的。

2. 根据权利要求1所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:步骤(3)中电弧电压与电弧弧长的标定关系式是通过以下方式实现的:

(3.1) 将电压传感器连接到GTAW增材制造电源正负极两端,电压传感器电压输出端口分别连接到数据采集卡A/D端口,数据采集卡与计算机控制系统连接;

(3.2) 将基板水平安装在试验台上;GTAW焊枪运动至基板上方,然后GTAW焊枪沿直线成形路径运动,测定钨极到基板表面的平均距离,并认定该平均距离为电弧弧长 L_1 ;

(3.3) 设定GTAW电源成形电流为 I_1 ,高频起弧,启动送丝系统,待GTAW焊枪沿成形路径运动一段距离后,计算机控制系统开始采集电弧电压信号,获得电弧电压信号的所有采样值,取所有采样值的平均值得到电弧电压 U_1 ;

(3.4) 分别改变成形电流和电弧弧长,重复步骤(3.2)和步骤(3.3),获得 (L_1, U_1, I_1) , (L_2, U_2, I_2) , (L_3, U_3, I_3) , ..., (L_n, U_n, I_n) 数据,采用最小二乘法对数据进行拟合得到电弧电压与弧长、成形电流一次拟合关系式: $L = aU + bI + c$,其中, L 为电弧弧长, I 为成形电流, U 为电弧电压, a, b, c 是拟合得到的系数。

3. 根据权利要求2所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:步骤(3.2)中钨极端部到基板上表面的垂直距离为2-7mm。

4. 根据权利要求2所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:步骤(3.3)中待GTAW焊枪沿成形路径运动距离大于25mm后,计算机控制系统开始采集电弧电压信号。

5. 根据权利要求1所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:步骤(2)中电弧电压数字量信号的采样值是0.1-0.5s内采样个数的平均值。

6. 根据权利要求1所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:GTAW增材制造过程成形电流形式为直流或脉冲方波电流。

7. 根据权利要求1所述的基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,其特征在于:所述电压传感器为霍尔电压传感器。

基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于增材制造技术领域,具体涉及一种基于电弧电压反馈的钨极惰性气体保护焊(Gas tungsten arc welding,GTAW)增材制造过程稳定性检测方法。

背景技术

[0002] GTAW增材制造是金属构件直接制造技术的一种重要方法,具有成形过程稳定、热输入小、成形精度高等优点,在大型复杂构件的制造上有着显著优势。因此,被广泛应用于钛合金、镍基合金、不锈钢、高强钢、高强铝合金等金属件制造。

[0003] GTAW增材制造一般包含金属构件三维模型建立、分层切片、成形路径设定、工艺参数设计、逐层成形等步骤。由于该工艺是单热源多层成形过程,每成形一个层片,试验平台下降或GTAW焊枪升高一个分层切片设定高度。但是在成形过程中,工艺参数波动、散热状况、层间温度扰动等众多因素对每一层成形高度的影响很大。经过多层成形后,如果金属构件整体成形高度与预期设计不一致,将直接导致钨极端部到成形层表面距离(电弧弧长)动态波动,影响成形过程的稳定性。如果成形过程中电弧弧长过大,则电弧稳定性减弱,丝材熔化并呈大滴过渡,气体保护效果差;如果成形过程中电弧弧长太短,则送丝不顺畅,送丝导管和钨极容易接触成形层表面,致使成形过程无法继续进行。为增强GTAW增材制造过程的稳定性,必须对电弧弧长进行实时检测与闭环控制,而实现检测与闭环控制的关键在于如何有效地获得表征电弧弧长的检测信号。目前,GTAW增材制造电弧弧长的检测研究较少,也有研究学者采用光学手段测量电弧弧长,该方法的优点是获得的信息量丰富,缺点是检测过程易受到弧光干扰,工程化应用较难。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为解决金属构件GTAW增材制造过程钨极端部到成形层表面距离波动较大及其难以实时检测的难题,提供一种基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明技术方案如下:

[0006] 一种基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测方法,所述过程稳定性是通过电弧弧长反映的,包括如下步骤:

[0007] (1) 调节GTAW焊枪位置至基板上方,确定GTAW焊枪起弧位置点并使GTAW焊枪垂直于基板表面;

[0008] (2) 引燃GTAW电弧,开始成形第一层,同时将电压传感器采集的电弧电压模拟量信号传入数据采集卡并转化为电弧电压数字量信号,数据采集卡将电弧电压数字量信号传到计算机控制系统进行实时显示,利用常规的电压电流传感器配合电阻箱标定电弧电压与数字量的关系,将数字量信号转化为电弧电压信号;结束第一层的成形后,熄灭电弧,将GTAW焊枪提高一个分层切片设定高度;记录第一层成形路径长度为 S_1 ;

[0009] (3) 利用电弧电压与电弧弧长的标定关系式,将第一层电弧电压在 S_1 长度内的采

样值转化为电弧弧长在 S_1 长度内的采样值；

[0010] (4) 继续重复步骤(2)和步骤(3),完成第二层、第三层至第 n 层的成形,获得第 n 层电弧弧长在 S_n 长度内的采样值,如果电弧弧长采样值在2.5-6mm内,则判定该位置的成形过程是稳定的。

[0011] 所述GTAW增材制造过程过程稳定性是通过电弧弧长反映的,而电弧弧长是采用电弧电压间接反馈的。调节GTAW焊枪在基板上的初始位置,成形第一层时,电压传感器配合数据采集卡获得电弧电压沿成形路径的变化信号,利用标定关系将电弧电压转化为电弧弧长,获得电弧弧长沿成形路径的变化信号,继续完成第二层、第三层至第 n 层的成形,获得第 n 层电弧弧长沿成形路径的变化信号。

[0012] 作为优选方式,步骤(3)中电弧电压与电弧弧长的标定关系式是通过以下方式实现的:

[0013] (3.1) 将电压传感器连接到GTAW增材制造电源正负极两端,电压传感器电压输出端口分别连接到数据采集卡A/D端口,数据采集卡与计算机控制系统连接;

[0014] (3.2) 将基板水平安装在试验台上;GTAW焊枪运动至基板上方,然后GTAW焊枪沿直线成形路径运动,测定钨极到基板表面的平均距离,并认定该平均距离为电弧弧长 L_1 ;

[0015] (3.3) 设定GTAW电源成形电流为 I_1 ,高频起弧,启动送丝系统,待GTAW焊枪沿成形路径运动一段距离后,计算机控制系统开始采集电弧电压信号,获得电弧电压信号的所有采样值,取所有采样值的平均值得到电弧电压 U_1 ;

[0016] (3.4) 分别改变成形电流和电弧弧长,重复步骤(3.2)和步骤(3.3),获得 (L_1, U_1, I_1) , (L_2, U_2, I_2) , (L_3, U_3, I_3) , \dots , (L_n, U_n, I_n) 数据,采用最小二乘法对数据进行拟合得到电弧电压与弧长、成形电流一次拟合关系式: $L=aU+bI+c$,其中, L 为电弧弧长, I 为成形电流, U 为电弧电压, a, b, c 是拟合得到的系数。

[0017] 作为优选方式,步骤(3.2)中钨极端部到基板上表面的垂直距离为2-7mm。

[0018] 作为优选方式,步骤(3.3)中待GTAW焊枪沿成形路径运动距离大于25mm后,计算机控制系统开始采集电弧电压信号。待焊枪运动距离大于25mm以后,堆积层形成了稳定的熔池,可以保证采集的电信号不受起弧端位置的影响。

[0019] 作为优选方式,步骤(2)中电弧电压数字量信号的采样值是0.1-0.5s内采样个数的平均值。由于采集的电弧电压数字量信号有一定的波动,因此需要对采集信号在时域内进行均值化处理。如果均值化选定的时间段太短,对噪声信号的处理不强;如果均值化选定的时间段过长,则不能凸显部分特征信号的作用。因此,本发明选定在0.1-0.5s内的采样个数进行平均化处理。

[0020] 作为优选方式,GTAW增材制造过程成形电流形式为直流或脉冲方波电流。

[0021] 作为优选方式,所述电压传感器为霍尔电压传感器。

[0022] 与现有技术相比,采用本发明方法具有的突出优点是:

[0023] (1) 本发明方法采用电弧电压信号作为实时检测钨极端部到成形层表面距离即电弧弧长的反馈信号,电参数信号稳定性强、不易受强烈电弧光的干扰、重复性好,非常适合于现场实时检测的工程化应用。

[0024] (2) 本发明方法采用电弧电压作为反馈信号,可以适用于任何金属构件的GTAW增材制造成形高度稳定性检测,检测过程操作简单、计算速度快,无需进行复杂的熔池或成形

层图像特征计算处理。

[0025] (3) 本发明方法检测成形高度稳定性所用的采集系统简单,无需在GTAW焊枪上安装复杂的传感装置,更易于实现GTAW增材制造检测过程的自动化。

附图说明

[0026] 图1为基于电弧电压反馈的GTAW增材制造过程稳定性检测系统示意图。

[0027] 1为基板,2为第一层,3为第n层,4为GTAW增材制造电源,5为GTAW焊枪,6为钨极,7为霍尔电压传感器,8为数据采集卡,9为计算机控制系统。

具体实施方式

[0028] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0029] 一种基于电弧电压反馈的GTAW增材制造成形高度稳定性检测方法,所述过程稳定性是通过电弧弧长反映的,包括如下步骤:

[0030] (1) 调节GTAW焊枪位置至基板1上方,确定GTAW焊枪5起弧位置点并使GTAW焊枪垂直于基板表面;

[0031] (2) 引燃GTAW电弧,开始成形第一层2,同时将霍尔电压传感器7采集的电弧电压模拟量信号传入数据采集卡8并转化为电弧电压数字量信号,电弧电压数字量信号的采样值是0.1-0.5s内采样个数的平均值,数据采集卡将电弧电压数字量信号传到计算机控制系统9进行实时显示,利用常规的电压电流传感器配合电阻箱标定电弧电压与数字量的关系,将数字量信号转化为电弧电压信号;结束第一层的成形后,熄灭电弧,将GTAW焊枪提高一个分层切片设定高度;记录第一层成形路径长度为 S_1 ;GTAW增材制造过程成形电流形式为直流或脉冲方波电流。

[0032] (3) 利用电弧电压与电弧弧长的标定关系式,将第一层电弧电压在 S_1 长度内的采样值转化为电弧弧长在 S_1 长度内的采样值;

[0033] 电弧电压与电弧弧长的标定关系式是通过以下方式实现的:

[0034] (3.1) 将电压传感器连接到GTAW增材制造电源4正负极两端,电压传感器电压输出端口分别连接到数据采集卡A/D端口,数据采集卡与计算机控制系统连接;

[0035] (3.2) 将基板水平安装在试验台上;GTAW焊枪运动至基板上方,然后GTAW焊枪沿直线成形路径运动,测定钨极6到基板表面的平均距离,并认定该平均距离为电弧弧长 L_1 ;钨极端部到基板表面的距离为2-7mm。

[0036] (3.3) 设定GTAW电源成形电流为 I_1 ,高频起弧,启动送丝系统,待GTAW焊枪沿成形路径运动距离大于25mm后,计算机控制系统开始采集电弧电压信号,获得电弧电压信号的所有采样值,取所有采样值的平均值得到电弧电压 U_1 ;

[0037] (3.4) 分别改变成形电流和电弧弧长,重复步骤(3.2)和步骤(3.3),获得 (L_1, U_1, I_1) , (L_2, U_2, I_2) , (L_3, U_3, I_3) , \dots , (L_n, U_n, I_n) 数据,采用最小二乘法对数据进行拟合得到电弧电压与弧长、成形电流一次拟合关系式: $L=aU+bI+c$,其中, L 为电弧弧长, I 为成形电流, U 为

电弧电压, a, b, c 是拟合得到的系数。

[0038] (4) 继续重复步骤 (2) 和步骤 (3), 完成第二层、第三层至第 n 层 3 的成形, 获得第 n 层电弧弧长在 S_n 长度内的采样值; 如果电弧弧长采样值在 2.5-6mm 内, 则判定该位置的成形过程是稳定的。

[0039] 上述步骤的试验平台: GTAW 增材制造电源为 Fronius MagicWave 3000, GTAW 焊枪安装在安川机器人法兰盘末端, 送丝系统由送丝电源驱动, 机器人控制柜发出指令控制 GTAW 焊枪的运动。成形过程填充丝材材质为低碳钢丝材, 丝材直径 1.2mm, 确定标定关系式所用的工艺参数为: 平均电流 80-240A, 电弧电压 7-13V, 保护气为纯氩, 气体流量 10-12L/min。

[0040] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效, 而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下, 对上述实施例进行修饰或改变。因此, 凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变, 仍应由本发明的权利要求所涵盖。

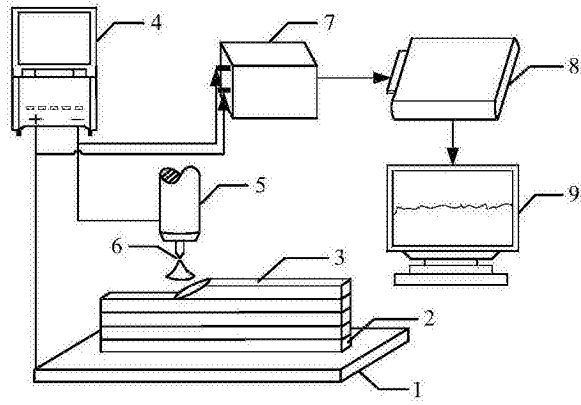


图1