



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103341685 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201310297612.7

CN 203418212 U, 2014.02.05,

(22)申请日 2013.07.17

CN 202461768 U, 2012.10.03,

(73)专利权人 湘潭大学

US 4864147 A, 1989.09.05,

地址 411105 湖南省湘潭市雨湖区羊牯塘
湘潭大学机械工程学院

胡海林等.基于视觉与电弧多信息传感的焊缝跟踪算法.《计算机应用》.2012,第32卷(第6期),

(72)发明人 洪宇翔 洪波 李湘文 柳健
汤希

洪波等.一种用于焊缝跟踪的磁控电弧传感器.《焊接学报》.2008,第29卷(第5期),

(51)Int.Cl.

王艳庆等.激光视觉传感器对不连续焊缝的识别.《传感器与微系统》.2011,第30卷(第5期),

B23K 9/127(2006.01)

B23K 9/133(2006.01)

B23K 9/28(2006.01)

审查员 颜敏

(56)对比文件

JP 8-197248 A, 1996.08.06,

CN 202411631 U, 2012.09.05,

JP 2005-144476 A, 2005.06.09,

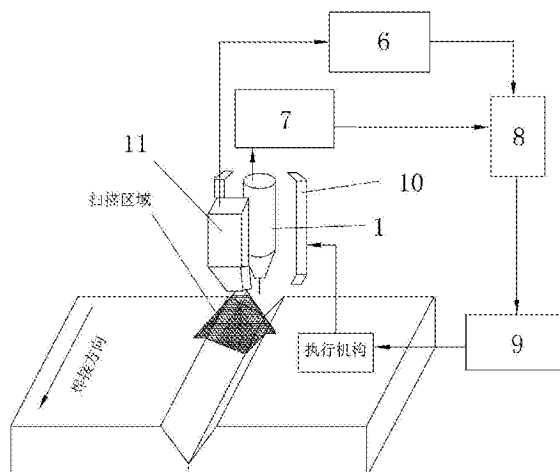
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法及系统

(57)摘要

一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法及系统,它主要是解决现有空间焊缝的自动实时跟踪精度低,系统容错性不佳等技术问题。其技术方案要点是:将磁控电弧传感器(10)和激光视觉传感器(11)获取的焊枪(1)对焊缝中心的偏差信息,一并输入至跟踪系统中央控制器(8),采用双传感预估检验校准的融合方法进行信息处理,将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,由执行机构执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。它主要是用于焊缝自动跟踪。



1. 一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法,其特征是:在焊接过程中,磁控电弧传感器(10)控制焊接电弧扫描坡口,霍尔传感器(7)将检测到的焊接电流信号经过滤波电路信号处理,将干扰信号滤除并将有效信号提取和放大之后进行软件处理和运算,求得焊枪(1)偏离焊缝中心位置的偏差信息;激光视觉传感器(11)将激光倾斜投射在接缝坡口上,由图像采集装置(6)采集包含焊缝特征的激光条纹图像,经自适应阈值分割与中值滤波、细化与计算斜率步骤,获取焊枪(1)对焊缝中心的偏差量;这二种焊缝偏差信息一并输入至控制器(8),采用双传感预估检验校准的融合方法进行信息处理,将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,由执行机构执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接,采用基于焊缝轨迹预测的焊缝偏差实时检测方法,提高焊缝跟踪精度,其要点是:由前置的激光视觉传感器提取焊缝轨迹特征,判断焊缝轨迹的变化情况,在焊缝轨迹曲率较大以及折线拐点处,由实时性能较好的磁控电弧传感器获取更精确的焊缝偏差作为系统执行机构的纠偏量;而在焊缝轨迹曲率较小、且非拐点、极值点的情况下,采用激光视觉传感器与磁控电弧传感器数据加权融合的方法获取焊缝偏差。

2. 根据权利要求1所述的基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法,其特征是:采用双传感预估检验校准的融合方法对多传感器数据融合。

3. 根据权利要求1所述的基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法,其特征是:结合磁控电弧传感器与激光视觉传感器实现焊缝自动跟踪。

一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焊接控制方法及系统,特别是一种用于自动焊的控制方法及系统。

背景技术

[0002] 自动焊时,为实时补偿因工件的加工与装配误差,以及因焊接热变形所引起的焊缝位置和尺寸的变化,必须采用适当的焊缝跟踪方法。

[0003] 在常用的焊缝跟踪传感器中,电弧传感器实时性最好,其中磁控电弧传感器因无机械震动与磨损且体积小而性能突出;激光视觉传感器获取信息量大,焊缝跟踪效果好。但单一的传感器难以克服焊接过程中各种不确定因素对焊缝偏差信息提取的影响,焊缝跟踪失败的可能性较大。将多种不同的传感器有机结合,是解决复杂环境下焊缝跟踪的有效途径,也是焊接自动化发展的必然趋势。

[0004] 目前,多传感信息融合技术在军事运用方面取得了较大的发展,但在自动化焊接系统的焊缝跟踪中研究较少。针对基于磁控电弧与视觉传感器的数据融合进行研究,建立以磁控电弧传感器为主体,激光视觉传感器进行偏差的预测的融合准则,在采用双传感预估检验校准的融合方法的基础上实现焊缝自动跟踪,为多传感信息融合技术在焊接机器人焊缝跟踪中的应用提供理论参考。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种响应速度快、稳定性好、容错性高、跟踪精度高、实用性强的基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法及系统。提出了一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝偏差识别方法,针对基于磁控电弧与视觉传感器的数据融合进行研究,建立以磁控电弧传感器为主体,激光视觉传感器进行偏差的预测的融合准则,在采用分段插值数据预处理、预估值有效性检验、焊缝轨迹预测、自适应加权融合等方法的基础上,形成有效的数据融合方案,实现了空间复杂轨迹焊缝的自动跟踪。该方法能有效避免单一传感器的局限性,提高焊缝跟踪精度与系统容错性,算法简单且易实现,为多传感信息融合技术在焊接机器人实现复杂焊缝轨迹自动跟踪中应用提供理论依据。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:本发明提供了一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法,在焊接过程中,磁控电弧传感器10控制焊接电弧扫描坡口,霍尔传感器7将检测到的焊接电流信号经过滤波电路信号处理,将干扰信号滤除并将有效信号提取和放大之后进行软件处理和运算,求得焊枪1偏离焊缝中心位置的偏差信息;激光视觉传感器11将激光倾斜投射在接缝坡口上,由图像采集装置6采集包含焊缝特征的激光条纹图像,经自适应阈值分割与中值滤波、细化与计算斜率等步骤,获取焊枪1对焊缝中心的偏差量。这二种焊缝偏差信息一并输入至控制器8,采用双传感预估检验校准的融合方法进行信息处理,将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,由执行机

构执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。

[0007] 本发明采用双传感预估检验校准的融合方法对多传感器数据融合。

[0008] 本发明结合磁控电弧传感器与激光视觉传感器实现焊缝自动跟踪。

[0009] 本发明采用基于焊缝轨迹预测的焊缝偏差实时检测方法,可以提高焊缝跟踪精度。

[0010] 本发明还提供了一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制系统,它包括焊枪1、焊接电源2、送丝机3、执行机构、图像采集装置6、霍尔传感器7、控制器8、驱动器9、磁控电弧传感器10和激光视觉传感器11,焊接电源2两极分别连接送丝机3和霍尔传感器7,霍尔传感器7与控制器8连接,送丝机3与设置在执行机构上的焊枪1连接,在焊枪1上设置磁控电弧传感器10,在磁控电弧传感器10上设置激光视觉传感器11,激光视觉传感器11通过图像采集装置6与控制器8连接,控制器8通过驱动器9连接执行机构。

[0011] 所述执行机构包括焊接小车4、十字滑架5以及十字滑架5上的步进电机;十字滑架5包括高低调节滑架13和安装在高低调节滑架13上的左右调节滑架12,焊枪1设置在左右调节滑架12上。

[0012] 所述执行机构包括焊接机器人14以及焊接机器人14上的各电机,焊枪1安装在焊接机器人14上,具体安装在焊接机器人14手臂的末端。

[0013] 所述执行机构包括焊接专机15以及焊接专机15上的各电机;焊接专机15包括X轴水平调节滑架16和Y轴高低调节滑块17,Y轴高低调节滑块17安装在X轴水平调节滑架16上;焊枪1安装在焊接专机15上,具体安装在Y轴高低调节滑块17上。

[0014] 本发明的有益效果是:针对单一的传感器难以满足实时空间焊缝跟踪精度与精确质量控制的要求的问题,提出了一种磁控电弧传感器与视觉传感器结合的焊缝跟踪方法。该方法使系统充分发挥视觉传感器与磁控电弧传感器双重量测、相互验证的综合优势。通过对该两种不同测量精度传感器观测量权值的自适应动态调整,选择最优的偏差提取策略,可对系统跟踪的效果与精度产生很大的影响,使系统所提取的焊缝偏差更加接近于焊枪相对焊缝中心的真实位移,实现高精度的焊缝偏差信息提取;大大提高了对弯曲程度较大的焊缝轨迹以及折线焊缝折角处的焊缝跟踪精度以及稳定性,实际焊接工艺试验验证了该算法的有效性,跟踪效果优于单传感器焊缝跟踪方法,稳定性更高,实用性强,具有重要的实际应用价值,可广泛应用于焊接机器人或自动跟踪专机系统中。

附图说明

[0015] 图1是本发明的工作原理示意图;

[0016] 图2是本发明的结构示意图;

[0017] 图3是双传感预估检验校准的融合方法的工作过程示意图;

[0018] 图4是本发明实施例7的结构示意图;

[0019] 图5是本发明实施例8的结构示意图。

[0020] 图中:1-焊枪,2-焊接电源,3-送丝机,4-焊接小车,5-十字滑架,6-图像采集装置,7-霍尔传感器,8-控制器,9-驱动器,10-磁控电弧传感器,11-激光视觉传感器,12-左右调节滑架,13-高低调节滑架,14-焊接机器人,15-焊接专机,16-X轴水平调节滑架,17-Y轴高低调节滑块。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0022] 实施例1,本发明采用基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制方法,在焊接过程中,磁控电弧传感器10控制焊接电弧扫描坡口,霍尔传感器7将检测到的焊接电流信号经过滤波电路信号处理,将干扰信号滤除并将有效信号提取和放大之后进行软件处理和运算,求得焊枪1偏离焊缝中心位置的偏差信息;激光视觉传感器11将激光倾斜投射在接缝坡口上,由图像采集装置6采集包含焊缝特征的激光条纹图像,经自适应阈值分割与中值滤波、细化与计算斜率等步骤,获取焊枪1对焊缝中心的偏差量。这二种焊缝偏差信息一并输入至控制器8,采用双传感预估检验校准的融合方法进行信息处理,将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,由执行机构执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。为了实现基于磁控电弧传感与激光视觉传感的焊缝自动跟踪,需要首先对各传感器获取的焊缝偏差信息进行有效融合,系统将融合后的焊缝偏差信息输送至系统中央控制器,再由控制器发出指令给驱动器驱动执行机构进行实时在线纠偏,完成焊缝的自动跟踪。参阅图1至图3。

[0023] 实施例2,本发明采用双传感预估检验校准的融合方法对多传感器数据融合。在异类传感器数据融合算法的研究中,由于传感器置信区间与精度各不相同,通常需要根据经验对各传感器进行加权,其权值直接影响量测结果,易受实际焊接环境中非线性干扰的影响,性能很不稳定。针对此问题,提出了一种双传感预估检验校准的融合方法,双传感预估检验校准的融合方法的要点是:在焊接过程中,由前置的激光视觉传感器对焊缝中心位置进行前期预估,得到焊缝横向偏差的预估值;磁控电弧传感器提取焊枪相对焊缝中心横向位移偏差作为实测值,经数据预处理后,通过设定门限阈值对预估值进行有效性检验,有效预估值通过预测焊缝轨迹的弯曲程度以及是否折线拐点,根据预测结果,分二种情况进行数据融合,当焊缝轨迹曲率小于系统所设阈值时,采用基于总均方差最小的自适应最优加权融合准则对激光视觉传感器预估值与磁控电弧传感器实测值进行处理,融合后进行扩展卡尔曼滤波,由滤波后的焊缝偏差融合值对有效预估值进行校正,获取更准确的焊缝偏差信息;当焊缝轨迹曲率大于系统所设阈值时,以磁控电弧传感器输出的焊缝偏差实测值作为系统焊缝偏差融合值;无效预估值丢弃,系统输出上一周期采样的焊缝偏差融和值。参阅图1至图5,其余同实施例1。

[0024] 实施例3,本发明结合磁控电弧传感器与激光视觉传感器实现焊缝自动跟踪。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0025] 实施例4,本发明采用基于焊缝轨迹预测的焊缝偏差实时检测方法,可以提高焊缝跟踪精度。为解决焊缝轨迹复杂、弯曲程度大,尤其是大折线角处焊缝跟踪难的问题,提出了基于焊缝轨迹预测的焊缝偏差实时检测方法。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0026] 基于焊缝轨迹预测的焊缝偏差实时检测的要点是:由前置的激光视觉传感器提取焊缝轨迹特征,判断焊缝轨迹的变化情况,在焊缝轨迹曲率较大以及折线拐点处,由实时性能较好的磁控电弧传感器获取更精确的焊缝偏差作为系统执行机构的纠偏量;而在焊缝轨迹曲率较小、且非拐点、极值点的情况下,采用激光视觉传感器与磁控电弧传感器数据加权融合的方法获取焊缝偏差。

[0027] 由激光视觉传感器获取前置距离 X 内所有采样点的位置坐标 $s_a(x_a, y_a)$,经曲线拟合可获得焊缝轨迹 $F_r(x)$ 在 X_r 段的近似函数 $F'_r(x)$,由 $F'_r(x)$ 函数表达式计算 X_r 段内所有拐点与极值点,并计算所有采样点处所预测的焊缝轨迹的曲率 ε_i 。

[0028] 根据该焊缝轨迹预测结果,分二种情况进行数据融合,融合准则可归纳如下:

[0029] 1、结合焊接工艺,设融合准则界限值 γ ,当 $\varepsilon_i > \gamma$ 时,或焊枪位置位于拐点、极值点处,因采用激光视觉跟踪焊缝精度较低,甚至无法实现跟踪,故采用磁控电弧传感器输出的焊缝偏差实测值作为系统焊缝偏差融合值;

[0030] 2、当 $\varepsilon_i < \gamma$ 时,且焊枪位置非拐点、极值点处,采用加权融合准则对双传感器观测值进行处理,经双传感数据的估值滤波后输出焊缝偏差融合值。

[0031] 实施例5,本发明还提供了一种基于磁控电弧与激光视觉传感的焊缝自动跟踪控制系统,它包括焊枪1、焊接电源2、送丝机3、执行机构、图像采集装置6、霍尔传感器7、控制器8、驱动器9、磁控电弧传感器10和激光视觉传感器11,焊接电源2两极分别连接送丝机3和霍尔传感器7,霍尔传感器7与控制器8连接,送丝机3与设置在执行机构上的焊枪1连接,在焊枪1上设置磁控电弧传感器10,在磁控电弧传感器10上设置激光视觉传感器11,激光视觉传感器11通过图像采集装置6与控制器8连接,控制器8通过驱动器9连接执行机构。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0032] 实施例6,所述执行机构包括焊接小车4、十字滑架5以及十字滑架5上的步进电机;十字滑架5包括高低调节滑架13和安装在高低调节滑架13上的左右调节滑架12,焊枪1设置在左右调节滑架12上。将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,由十字滑架5执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。其中,对于左右调节滑架12方向上的焊缝偏差,由控制器8根据双传感预估检验校准的数据融合方法控制驱动器9来驱动左右调节滑架12上的步进电机进行纠偏调节;对于焊枪1中心轴方向的焊缝偏差,由控制器8根据磁控电弧传感器10输出的高度位移偏差控制驱动器9来驱动高低调节滑架13上的步进电机进行纠偏调节。左右调节滑架12与高低调节滑架13在对每一道焊缝的焊接跟踪时都是相互垂直的,也因此别称之“十字滑架”。整个系统执行机构的调节是通过控制器8发出指令控制驱动器9,从而驱动步进电机以及控制焊接小车4行走的电机协同完成的,其协同工作方式通过对控制器8的软件编程实现。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0033] 实施例7,所述执行机构包括焊接机器人14以及焊接机器人14上的各电机,焊枪1安装在焊接机器人14上,具体安装在焊接机器人14手臂的末端。将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,焊接机器人14执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。其中,整个系统执行机构的调节是通过控制器8发出指令控制驱动器9,从而驱动步进电机以及控制焊接机器人14的各电机协同完成的,其协同工作方式通过对控制器8的软件编程实现。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0034] 实施例8,所述执行机构包括焊接专机15以及焊接专机15上的各电机;焊接专机15包括X轴水平调节滑架16和Y轴高低调节滑块17,Y轴高低调节滑块17安装在X轴水平调节滑架16上;焊枪1安装在焊接专机15上,具体安装在Y轴高低调节滑块17上。将融合后的偏差信息作为执行机构的焊缝偏差调节量,焊接专机15的X轴水平调节滑架16与Y轴高低调节滑块17执行焊缝偏差调节,实现焊缝自动跟踪,完成自动化焊接。其中,对于X轴水平调节滑架16方向上的焊缝偏差,由控制器8根据双传感预估检验校准的数据融合方法控制驱动器9来驱

动X轴水平调节滑架16上的步进电机进行纠偏调节;对于Y轴高低调节滑块17中心轴方向的焊缝偏差,由控制器8根据磁控电弧传感器输出的高度位移偏差控制驱动器9来驱动Y轴高低调节滑块17上的步进电机进行纠偏调节。整个系统执行机构的调节是通过控制器8发出指令控制驱动器9,从而驱动步进电机以及控制焊接专机15行走的电机协同完成的,其协同工作方式通过对控制器8的软件编程实现。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

[0035] 实施例9,本发明的控制器可由单片机、DSP、PLC、ARM、FPGA、工控机或计算机等代替,激光视觉传感器可由激光结构光传感器、激光扫描传感器或者主动光视觉传感器代替,旨在将实时性能、抗弧光干扰性能优越的磁控电弧传感器与而灵敏度高与获取信息量大的激光视觉传感器有机结合,通过采用双传感预估检验校准的融合方法对磁控电弧传感器与激光视觉传感器数据进行融合,得到精确的焊缝偏差信息,用于焊缝自动跟踪,并广泛应用于焊接机器人或自动跟踪专机系统中,克服焊接过程中各种不确定因素对焊缝偏差信息提取的影响,降低跟踪失败的可能性,从根本上提高系统综合性能。参阅图1至图5,其余同上述实施例。

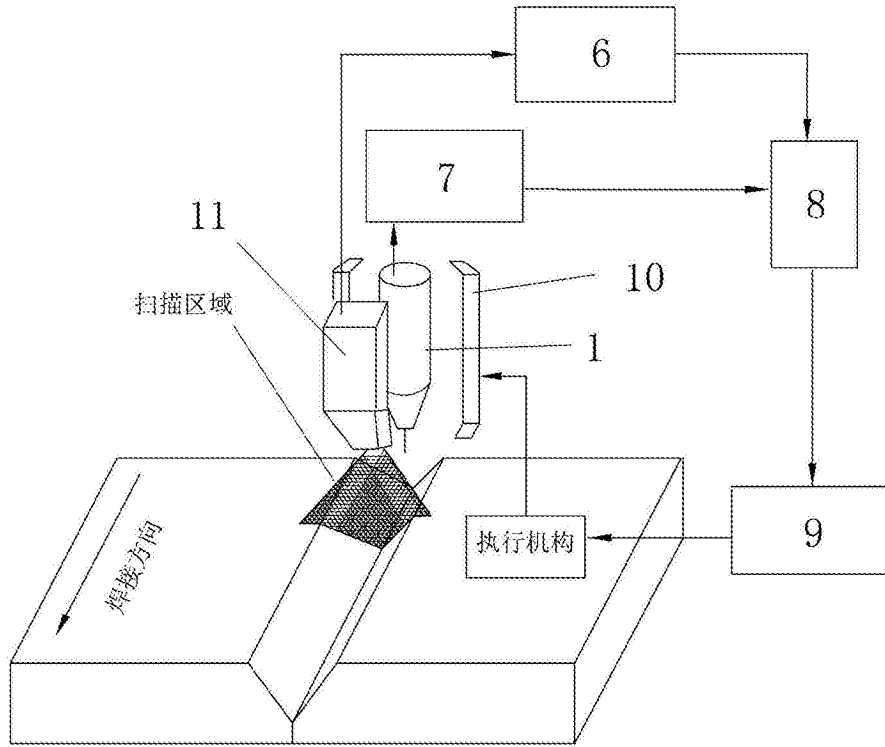


图1

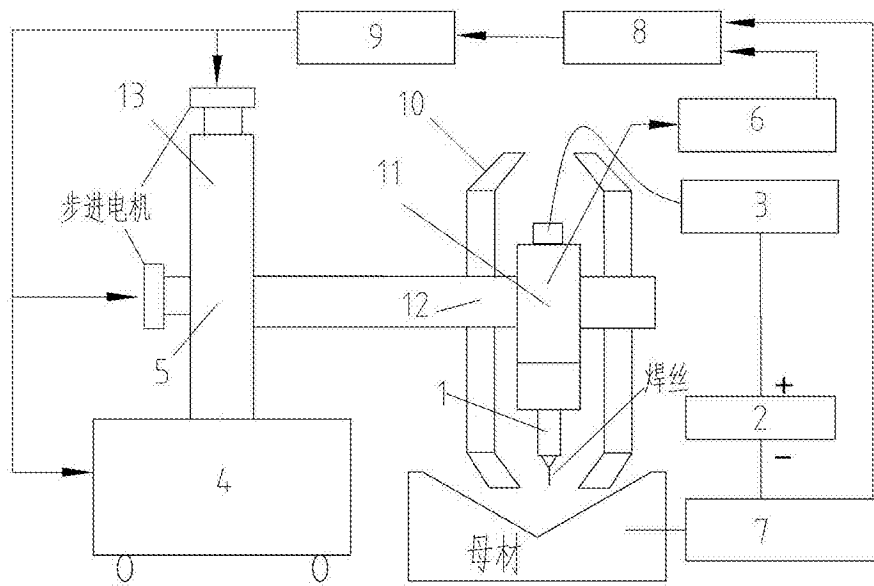


图2

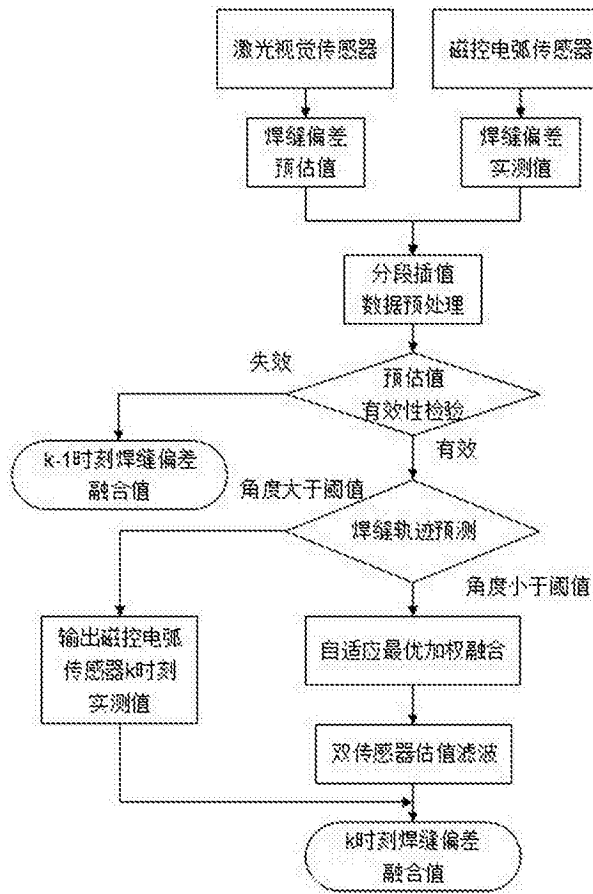


图3

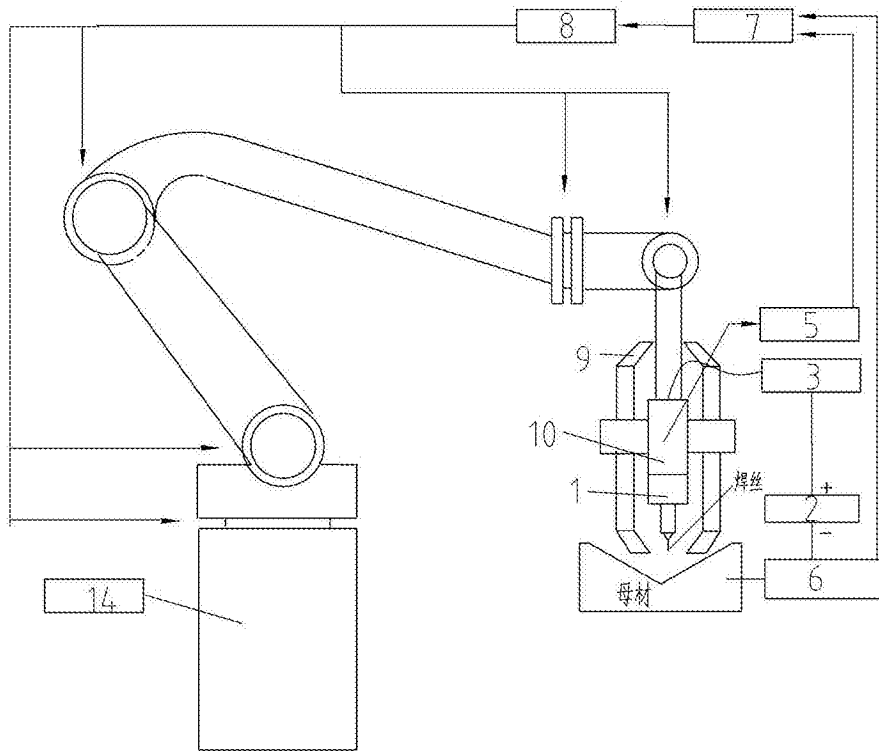


图4

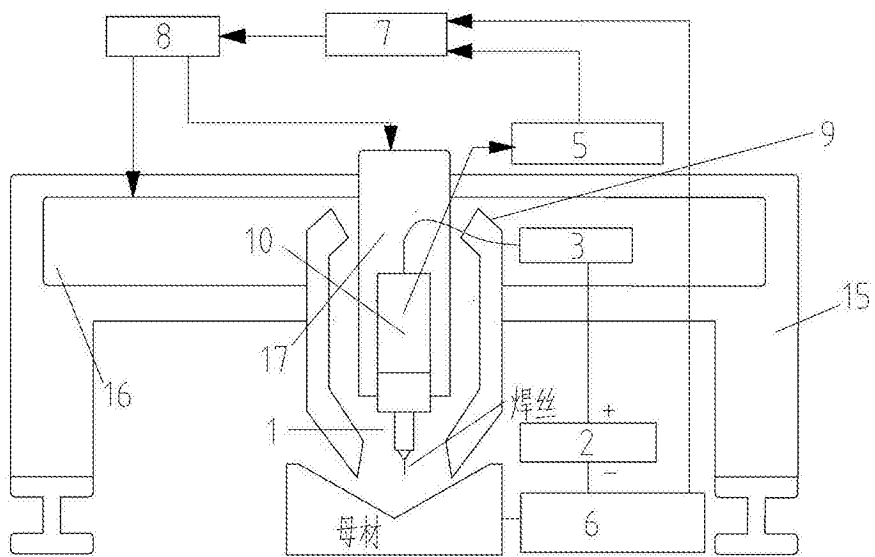


图5