



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108672964 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810753442.1

(22)申请日 2018.07.10

(71)申请人 河南科技大学

地址 471000 河南省洛阳市涧西区西苑路  
48号

(72)发明人 韩红彪 陈俊潮 王中豪 王顺

(74)专利代理机构 洛阳公信知识产权事务所  
(普通合伙) 41120

代理人 宋晨炜

(51)Int.Cl.

B23K 31/00(2006.01)

B23K 37/00(2006.01)

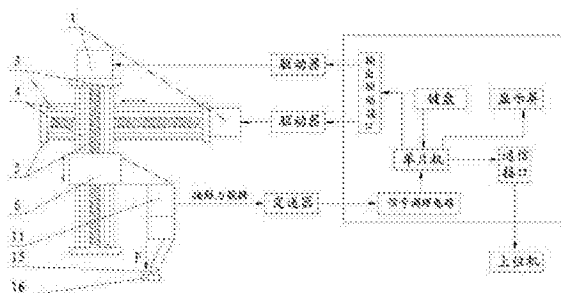
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### (54)发明名称

一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置  
及自动控制方法

### (57)摘要

一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置，包括用于驱动电极头与基体相接触的执行机构、设置在执行机构与电极头之间的感应机构、与感应机构电连接并且与执行机构控制连接的控制机构；执行机构包括十字滑台，并且十字滑台所在平面与基体相垂直，十字滑台驱动连接有用夹持电极头的角度调节单元；感应机构包括固定设置在十字滑台与角度调节单元之间的拉压力传感器；控制机构包括单片机，单片机与拉压力传感器电连接，单片机通过输出驱动接口与十字滑台控制连接，单片机通过通信接口通信连接上位机。本发明能够对运动的电极头与固定的基体之间的接触力进行实时自动控制，还可以对因为电极头消耗而产生的沉积位置的偏差进行自动补偿。



1. 一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:包括用于驱动电极头(15)与基体(16)相接触的执行机构、设置在执行机构与电极头(15)之间的感应机构、与感应机构电连接并且与执行机构控制连接的控制机构;

所述执行机构包括十字滑台,并且十字滑台所在平面与所述基体(16)相垂直,十字滑台驱动连接有用于夹持所述电极头(15)的角度调节单元;

所述感应机构包括固定设置在所述十字滑台与所述角度调节单元之间的拉压力传感器(11);

所述控制机构包括单片机,单片机与所述拉压力传感器(11)电连接,单片机通过输出驱动接口与所述十字滑台控制连接,单片机通过通信接口通信连接有上位机。

2. 如权利要求1所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述十字滑台包括水平调节单元和垂直调节单元,水平调节单元和垂直调节单元分别设有固定底板(10),固定底板(10)上均固定设置有步进电机(1)和两个相互平行的光杠导轨(4),步进电机(1)的输出轴同轴固连有滚珠丝杠(5),滚珠丝杠(5)位于两个光杠导轨(4)之间并且与光杠导轨(4)相互平行,滚珠丝杠(5)上配合套设有滑台(6),并且滑台(6)与光杠导轨(4)滑动连接,垂直调节单元的固定底板(10)与水平调节单元的滑台(6)固定连接,所述拉压力传感器(11)与垂直调节单元的滑台(6)固定连接;

两个所述步进电机(1)各通过一个驱动器与所述输出驱动接口电连接。

3. 如权利要求2所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述垂直调节单元的滑台(6)上固定连接有L型板(8),L型板(8)包括一体连接的垂直部分和水平部分,垂直部分与水平部分之间还设置有加强筋(7),垂直部分与垂直调节单元的滑台(6)固定连接,水平部分固定连接有连接板(9),所述拉压力传感器(11)与连接板(9)固定连接。

4. 如权利要求3所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述角度调节单元包括U型板(12)和T型连接筒(13),其中U型板(12)与所述拉压力传感器(11)固定连接,T型连接筒(13)由一体连接的安装筒和连接筒组成,连接筒转动设置在U型板(12)的两侧壁之间,所述电极头(15)固定设置在安装筒上。

5. 如权利要求4所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述安装筒内固定穿设有焊枪(14),所述电极头(15)固定设置在焊枪(14)上。

6. 如权利要求2所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述固定底板(10)上还固定设置有两个端板(17),两个端板(17)相互平行并且均与固定底板(10)相互垂直,两个所述光杠导轨(4)均固定设置在两个端板(17)之间,所述滚珠丝杠(5)依次穿过两个端板(17),两个端板(17)上各固定设置有一个限位开关(3),并且两个限位开关(3)相对设置。

7. 如权利要求1所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述单片机还电连接有键盘和显示屏。

8. 如权利要求1所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置,其特征在于:所述单片机依次通过信号调理电路和变送器与所述拉压力传感器电连接。

9. 如权利要求1所述的一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置的自动控制方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤1、所述十字滑台推动所述电极头(15)向下移动与所述基体(16)相接触;

步骤2、所述拉压力传感器(11)检测所述基体(16)与所述电极头(15)之间的接触力,并且将接触力数据传输给所述单片机;

步骤3、所述单片机将接触力数据与设定值进行对比,如果接触力数据大于设定值则执行步骤4,如果接触力数据小于设定值则执行步骤5,如果接触力数据等于设定值则不动作,重新执行步骤3;

步骤4、单片机控制十字滑台推动电极头(15)向上移动,然后进行步骤6;

步骤5、单片机控制十字滑台推动电极头(15)向下移动,然后进行步骤7;

步骤6、单片机通过电极头(15)向上移动的距离计算出水平方向的补偿距离,然后控制十字滑台推动电极头(15)水平移动,重新执行步骤3;

步骤7、单片机通过电极头(15)向下移动的距离计算出水平方向的补偿距离,然后控制十字滑台推动电极头(15)水平移动,重新执行步骤3。

## 一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置及自动控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电火花沉积堆焊技术领域，具体的说是一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置及自动控制方法。

### 背景技术

[0002] 电火花沉积堆焊技术的工作原理是：当电极与基体接触时，电路处于短路状态下，电源输出放电脉冲，在电极和基体接触点的小区域范围内产生极大的电流密度而使接触点处的电极和基体材料瞬间熔化及气化，引发火花放电，电极熔化的材料部分过渡到基体表面，若电极继续接近基体，伴随机械力挤压基体，使电极熔融材料牢固的粘结在基体材料表面，使合金层致密性得到提高。由于电火花沉积堆焊的放电过程在瞬间完成，基体不会产生热扩散和热变形，具有热输入量小、基体基体不发热等优点，所以广泛应用在模具、电机主轴等设备的缺陷和小面积破损的精密修复中，还可应用到零件的表面强化和改性处理中。对于磨损零件等修复后再利用属于再生制造，节约了大量设备维护成本。

[0003] 电火花沉积堆焊的放电电压较低，电火花的产生主要靠接触放电产生。无论是旋转电极电火花堆焊还是振动电极电火花堆焊，都需要将电极与基体接触才能产生电火花放电。在电火花沉积堆焊过程中，电极与基体之间需要不断接触，当接触力较大时，电极与基体接触点的接触面积增加，电流密度减小，无法击穿形成微电弧，产生的电火花较少；当接触力较小时，电极与基体接触点的接触面积较小，电流密度较大，容易产生较大的电火花，形成较大的弧坑，引起较大的飞溅；所以，电极与基体之间的接触力大小直接影响电火花放电的形式和质量过渡的效率，进而影响沉积堆焊层的质量。

[0004] 在手工操作电极进行电火花沉积堆焊时，电极与基体之间的接触力无法得到保障，造成火花放电不稳定，沉积堆焊层的质量也无法保障，而且电火花沉积效率低，速度慢，操作时间长，人工操作很容易疲劳，所以，采用自动化的电火花沉积堆焊系统是一个必然的发展方向。在进行电火花沉积堆焊的自动化操作时，电极由机械手或其他机械机构操作，但电极与基体之间的接触力需要进行单独的自动控制，目前尚未这样的技术和设备。通常，在进行电火花沉积堆焊时，电极轴向与基体平面成一定角度，而不是垂直的，所以，当电极因为消耗而变短以后，电极与基体的接触点的位置也会发生变化，也需要对这个位置变化进行补偿。

[0005] 现有技术中尚缺乏能够对接触力大小和接触位置进行自动调整的装置。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中的不足，本发明提供一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置及自动控制方法，能够对运动的电极头与固定的基体之间的接触力进行实时自动控制，还可以对因为电极头消耗而产生的沉积位置的偏差进行自动补偿。

[0007] 为了实现上述目的，本发明采用的具体方案为：一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置，包括用于驱动电极头与基体相接触的执行机构、设置在执行机构与电极头之间

的感应机构、与感应机构电连接并且与执行机构控制连接的控制机构；所述执行机构包括十字滑台，并且十字滑台所在平面与所述基体相垂直，十字滑台驱动连接有用于夹持所述电极头的角度调节单元；所述感应机构包括固定设置在所述十字滑台与所述角度调节单元之间的拉压力传感器；所述控制机构包括单片机，单片机与所述拉压力传感器电连接，单片机通过输出驱动接口与所述十字滑台控制连接，单片机通过通信接口通信连接有上位机。

[0008] 所述十字滑台包括水平调节单元和垂直调节单元，水平调节单元和垂直调节单元分别设有固定底板，固定底板上均固定设置有步进电机和两个相互平行的光杠导轨，步进电机的输出轴同轴固连有滚珠丝杠，滚珠丝杠位于两个光杠导轨之间并且与光杠导轨相互平行，滚珠丝杠上配合套设有滑台，并且滑台与光杠导轨滑动连接，垂直调节单元的固定底板与水平调节单元的滑台固定连接，所述拉压力传感器与垂直调节单元的滑台固定连接；两个所述步进电机各通过一个驱动器与所述输出驱动接口电连接。

[0009] 所述垂直调节单元的滑台上固定连接有L型板，L型板包括一体连接的垂直部分和水平部分，垂直部分与水平部分之间还设置有加强筋，垂直部分与垂直调节单元的滑台固定连接，水平部分固定连接连接有连接板，所述拉压力传感器与连接板固定连接。

[0010] 所述角度调节单元包括U型板和T型连接筒，其中U型板与所述拉压力传感器固定连接，T型连接筒由一体连接的安装筒和连接筒组成，连接筒转动设置在U型板的两侧壁之间，所述电极头固定设置在安装筒上。

[0011] 所述安装筒内固定穿设有焊枪，所述电极头固定设置在焊枪上。

[0012] 所述固定底板上还固定设置有两个端板，两个端板相互平行并且均与固定底板相互垂直，两个所述光杠导轨均固定设置在两个端板之间，所述滚珠丝杠依次穿过两个端板，两个端板上各固定设置有一个限位开关，并且两个限位开关相对设置。

[0013] 所述单片机还电连接有键盘和显示屏。

[0014] 所述单片机依次通过信号调理电路和变送器与所述拉压力传感器电连接。

[0015] 上述一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置的自动控制方法，包括如下步骤：

步骤1、所述十字滑台推动所述电极头向下移动与所述基体相接触；

步骤2、所述拉压力传感器检测所述基体与所述电极头之间的接触力，并且将接触力数据传输给所述单片机；

步骤3、所述单片机将接触力数据与设定值进行对比，如果接触力数据大于设定值则执行步骤4，如果接触力数据小于设定值则执行步骤5，如果接触力数据等于设定值则不动作，重新执行步骤3；

步骤4、单片机控制十字滑台推动电极头向上移动，然后进行步骤6；

步骤5、单片机控制十字滑台推动电极头向下移动，然后进行步骤7；

步骤6、单片机通过电极头向上移动的距离计算出水平方向的补偿距离，然后控制十字滑台推动电极头水平移动，重新执行步骤3；

步骤7、单片机通过电极头向下移动的距离计算出水平方向的补偿距离，然后控制十字滑台推动电极头水平移动，重新执行步骤3。

[0016] 有益效果：本发明能够对运动的电极头与固定的基体之间的接触力进行实时自动控制，还可以对因为电极头消耗而产生的沉积位置的偏差进行自动补偿，从而确保了电极头与基体之间接触位置的准确，进而保证了电火花沉积堆焊自动化过程中电火花的稳定输

出、沉积表面质量的稳定和沉积层厚度的均匀。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明自动控制装置的整体结构示意图；

图2是本发明执行机构和感应结构的结构示意图；

图3是本发明控制机构的结构框图；

图4是本发明接触位置补偿过程的原理示意图。

[0018] 附图标记：1-步进电机，2-联轴器，3-限位开关，4-光杠导轨，5-滚珠丝杠，6-滑台，7-加强筋，8-L型板，9-连接板，10-固定底板，11-拉压力传感器，12-U型板，13-T型连接筒，14-焊枪，15-电极头，16-基体，17-端板。

## 具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0020] 请参阅图1至3，图1是本发明自动控制装置的整体结构示意图，图2是本发明执行机构和感应结构的结构示意图，图3是本发明控制机构的结构框图。

[0021] 一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置，包括用于驱动电极头15与基体16相接触的执行机构、设置在执行机构与电极头15之间的感应机构、与感应机构电连接并且与执行机构控制连接的控制机构。其中感应机构用于感应电极头15与基体16之间的接触力，控制结构用于从感应机构获取接触力并且根据接触力控制执行机构的运动，执行机构用于在控制机构的控制下进行运动以改变电极头15与基体16之间的接触力和接触位置。

[0022] 执行机构包括十字滑台，并且十字滑台所在平面与基体16相垂直，十字滑台驱动连接有用于夹持电极头15的角度调节单元，角度调节单元用于对电极头15与基体16之间的夹角进行调节。

[0023] 感应机构包括固定设置在十字滑台与角度调节单元之间的拉压力传感器11，拉压力传感器11选用型号为AT8202的拉压力传感器，并且量程选用20N。

[0024] 控制机构包括单片机，单片机选用ADuC824单片机，单片机与拉压力传感器11电连接，单片机通过输出驱动接口与十字滑台控制连接，单片机通过通信接口通信连接有上位机，通信接口选用MAX232芯片组。

[0025] 在电火花沉积堆焊过程中，十字滑台驱动电极头15与基体16相互接触会产生接触力，通过拉压力传感器11可以采集接触力，接触力传输给单片机后，单片机可以对接触力进行分析。如果当前接触力过大，则单片机可以通过控制十字滑台驱动电极头15向远离基体16的方向移动，从而减少接触力；如果当前接触力过小，则单片机可以通过控制十字滑台驱动电极头15向基体16移动，从而增加接触力；如果当前接触力适当，则可以正常进行电火花沉积堆焊。单片机还可以将接触力大小和对十字滑台的控制数据可以通过通信接口传输给上位机，以供相关人员查看，相关人员也可以通过上位机对单片机传输控制指令，进而实现对十字滑台的手动调整。

[0026] 请参阅图4,图4是本发明接触位置补偿过程的原理示意图。在电火花沉积堆焊过程中,电极头15会发生损耗,导致电极头15与基体16之间的接触力不断减小,因此需要不断地使电极头15向基体16方向移动,又因为电极头15与基体16之间有夹角,所以电极头15的移动会造成电极头15与基体16之间接触位置发生变化,当电极沿垂直方向有 $\Delta z$ 位移时,电极与基体的接触点在水平方向会有 $\Delta x$ 的偏移,单片机可以根据电极头15与基体16之间的夹角以及 $\Delta z$ 来计算出 $\Delta x$ ,进而可以通过控制十字滑台来控制电极头15移动,实现对接触位置变化的补偿,从而保证电极头15与基体16的接触位置能够保持稳定,进而保证整个堆焊过程的稳定。

[0027] 综上所述,本发明能够对运动的电极头15与固定的基体16之间的接触力进行实时自动控制,还可以对因为电极头15消耗而产生的沉积位置的偏差进行自动补偿,从而确保了电极头15与基体16之间接触位置的准确,进而保证了电火花沉积堆焊自动化过程中电火花的稳定输出、沉积表面质量的稳定和沉积层厚度的均匀。

[0028] 在基体16水平设置的情况下,对接触力的大小通过移动电极头15使其靠近或者远离基体16实现,对接触位置的补偿通过移动电极头15使其沿基体16移动实现,因此十字滑台只需要控制电极头15在垂直方向和水平方向移动即可,将十字滑台设置为包括水平调节单元和垂直调节单元,水平调节单元和垂直调节单元分别设有固定底板10,固定底板10上均固定设置有步进电机1和两个相互平行的光杠导轨4,步进电机1的输出轴通过联轴器2同轴固连有滚珠丝杠5,滚珠丝杠5位于两个光杠导轨4之间并且与光杠导轨4相互平行,滚珠丝杠5上配合套设有滑台6,并且滑台6与光杠导轨4滑动连接,垂直调节单元的固定底板10与水平调节单元的滑台6固定连接,拉压力传感器11与垂直调节单元的滑台6固定连接;两个步进电机1各通过一个驱动器与输出驱动接口电连接,输出驱动接口有选为光耦隔离驱动电路。在调节电极头15与基体16之间接触力大小时,单片机驱动垂直调节单元的步进电机1运行,由步进电机1驱动垂直调节单元的滚珠丝杠5转动,从而带动垂直调节单元的滑台6在垂直方向上移动,光杠导轨4用于限制滑台6的方向,最终依次通过拉压力传感器11和角度调节单元带动电极头15靠近或者远离基体16;在调节电极头15与基体16之间的接触位置时,水平调节单元的步进电机1运行,从而驱动水平调节单元的滚珠丝杠5转动,进而推动水平调节单元的滑台6移动并带动垂直调节单元整体移动,最终通过垂直调节单元带动电极头15沿基体16移动。本发明将对电极头15的调节过程分解为垂直方向和水平方向的位置调节过程,从而降低了自动控制装置和自动控制过程的复杂程度。在本发明其它的实施方式中,步进电机1与滚珠丝杠5的组合还可以替换为其它的直线输出装置,例如气缸或者液压缸等。

[0029] 拉压力传感器11与垂直调节单元具体的连接方式为:垂直调节单元的滑台6上固定连接有L型板8,为了方便L型板8与滑台6的连接,光杠导轨4、滚珠丝杠5、和滑台6三个部件可以直接选用KKM60线性模组。L型板8包括一体连接的垂直部分和水平部分,垂直部分与水平部分之间还设置有加强筋7,加强筋7使L型板8增加支撑刚性和强度,保证运行稳定。垂直部分与垂直调节单元的滑台6固定连接,水平部分固定连接连接有连接板9,拉压力传感器11与连接板9固定连接。

[0030] 角度调节单元包括U型板12和T型连接筒13,其中U型板12与拉压力传感器11固定连接,T型连接筒13由一体连接的安装筒和连接筒组成,连接筒转动设置在U型板12的两侧

壁之间,安装筒内固定穿设有焊枪14,电极头15固定设置在焊枪14上。在进行堆焊操作之前,可以先通过转动焊枪14带动电极头16转动来调节电极头15与基体16之间的角度,以满足不同堆焊条件的需要。

[0031] 固定底板10上还固定设置有两个端板17,两个端板17相互平行并且均与固定底板10相互垂直,两个光杠导轨4均固定设置在两个端板17之间,滚珠丝杠5依次穿过两个端板17,两个端板17上各固定设置有一个限位开关3,并且两个限位开关3相对设置,当滑台6与限位开关3之间的距离缩小到一定程度的时候,限位开关3触发、步进电机1自动停止运行,从而避免水平调节单元和垂直调节单元在调节过程中出现过度调节而受损的情况。

[0032] 单片机还电连接有键盘和显示屏。其中键盘用于向单片机输入接触力大小的设定值,单片机在判断当前接触力大小的时候可以与设定值进行对比,键盘也可以用于手动控制启动和停止,键盘可以采用矩阵键盘,并且通过P2口与ADuC824单片机相连接;显示屏用于显示当前的接触力数据等堆焊过程中的状态参数,显示屏可以采用一体化封装的8位8段液晶显示模块LCM0825,并且通过P3口与ADuC824单片机相连接,供操作人员查看。

[0033] 单片机依次通过信号调理电路和变送器与拉压力传感器电连接。变送器将拉压力传感器11测到的物理量转换为4-20mA的电信号并输出至信号调理电路;信号调理电路将接收到的电信号转化为1-5V的电压信号,进行滤波后连接到ADuC824单片机的模拟量输入接口AIN1端,ADuC824单片机再对进行AD采样,最终得到接触力的数字量。

[0034] 基于上述自动控制装置,本发明还提供一种电火花沉积堆焊接触力自动控制装置的自动控制方法,包括步骤1至7。

[0035] 步骤1、十字滑台推动电极头15向下移动与基体16相接触。

[0036] 步骤2、拉压力传感器11检测基体16与电极头15之间的接触力,并且将接触力数据传输给单片机。

[0037] 步骤3、单片机将接触力数据与设定值进行对比,如果接触力数据大于设定值则执行步骤4,如果接触力数据小于设定值则执行步骤5,如果接触力数据等于设定值则不动作,重新执行步骤3。

[0038] 步骤4、单片机控制十字滑台推动电极头15向上移动,然后进行步骤6。

[0039] 步骤5、单片机控制十字滑台推动电极头15向下移动,然后进行步骤7。

[0040] 步骤6、单片机通过电极头15向上移动的距离计算出水平方向的补偿距离,然后控制十字滑台推动电极头15水平移动,重新执行步骤3。

[0041] 步骤7、单片机通过电极头15向下移动的距离计算出水平方向的补偿距离,然后控制十字滑台推动电极头15水平移动,重新执行步骤3。

[0042] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

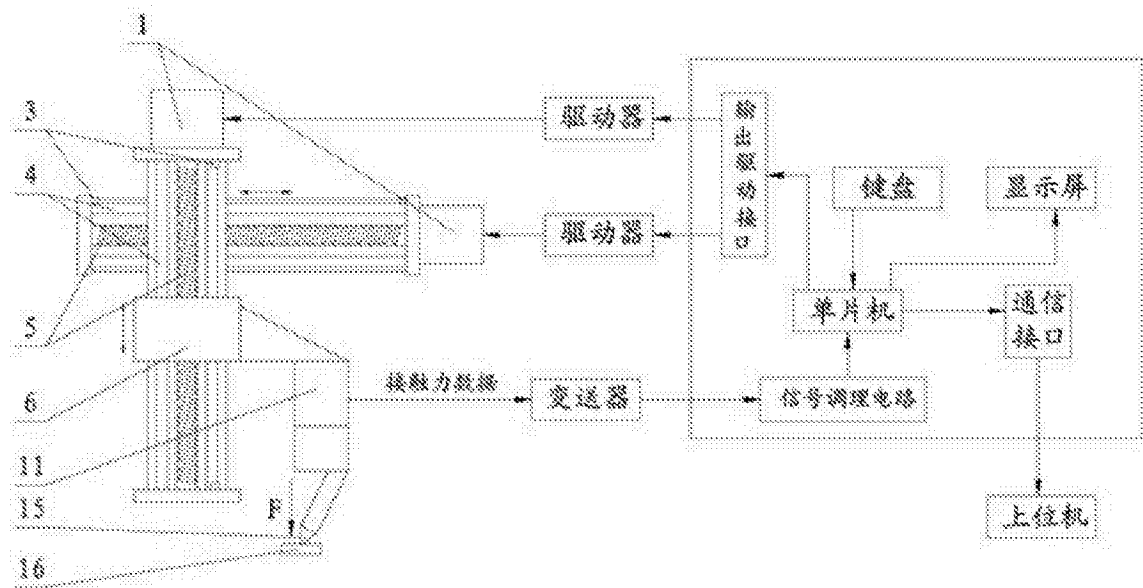


图1

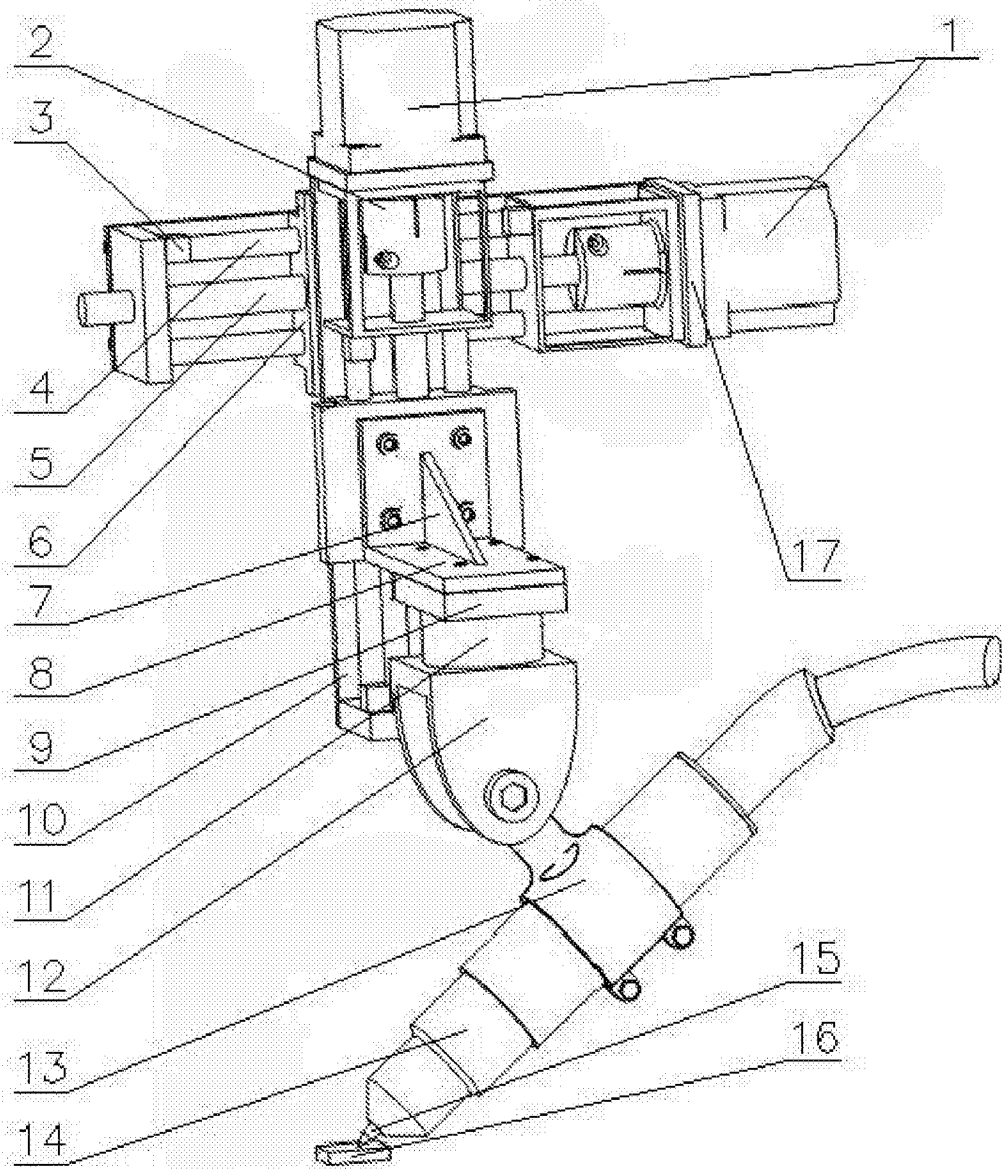


图2

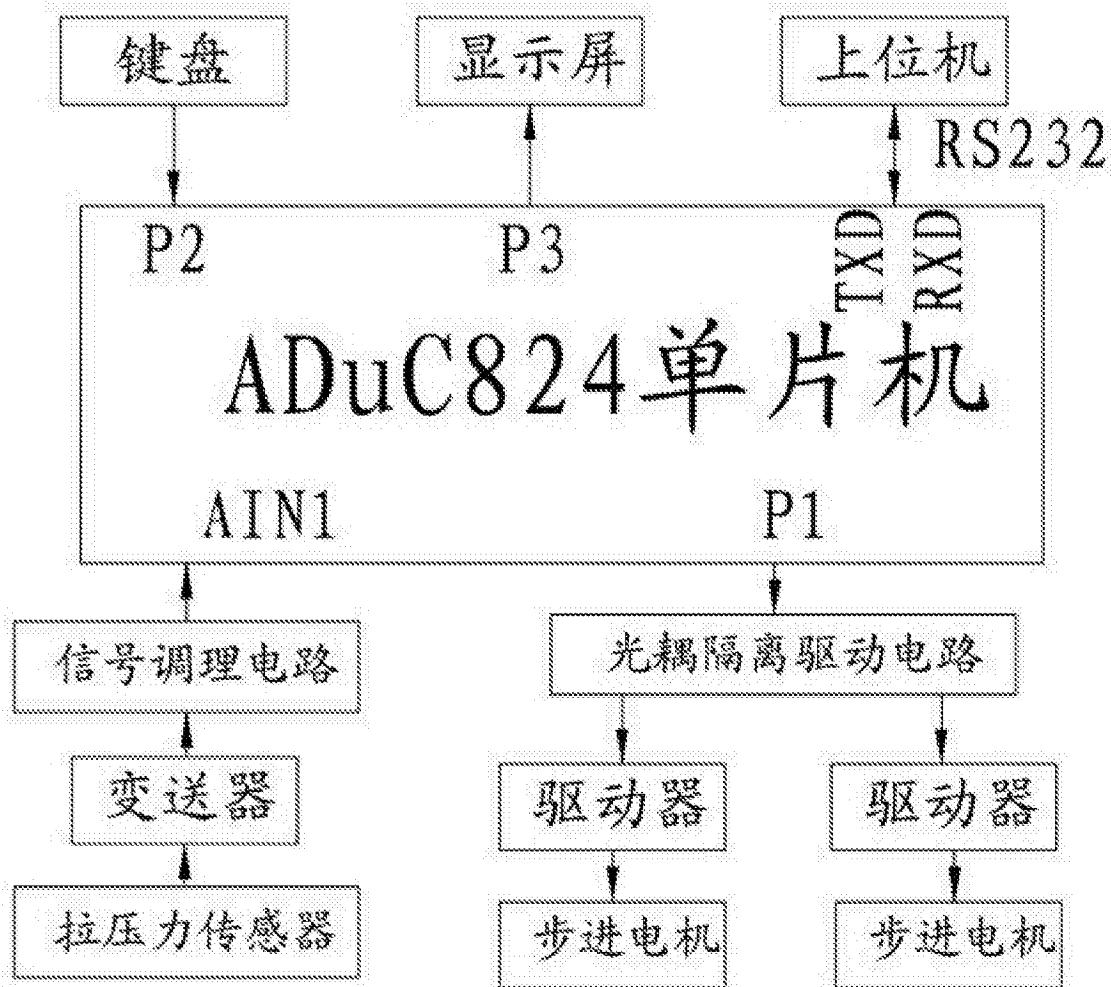


图3

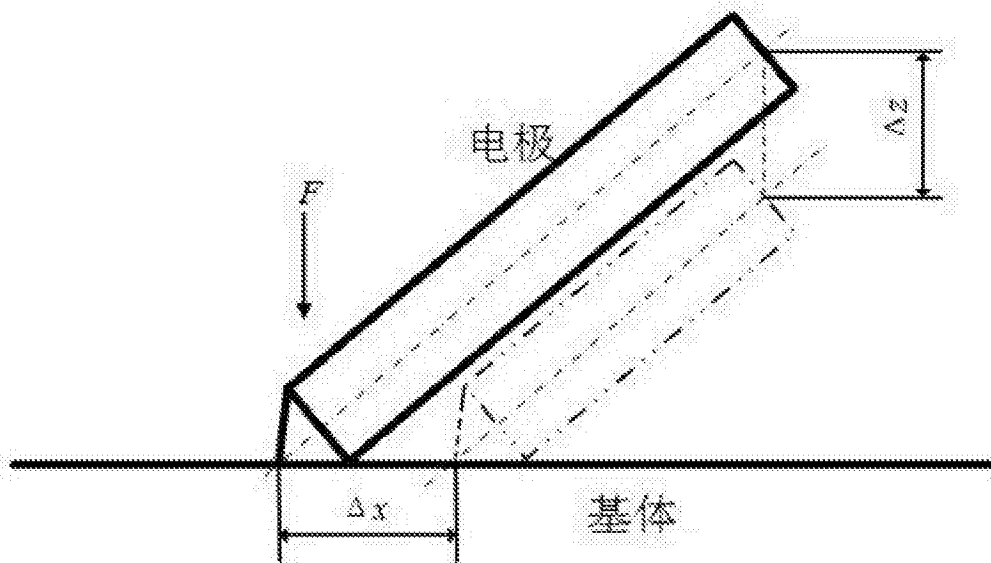


图4