



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106141810 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201610643791.9

(22)申请日 2016.08.08

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106141810 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(73)专利权人 上海航天精密机械研究所  
地址 201699 上海市松江区贵德路76号

(72)发明人 王桃章 张小龙 杨长祺 邹文兵  
李中权 李宝辉 钟益平 袁勇  
孔振 钟珂珂 肖翔月

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51)Int. Cl.

B23Q 15/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 104139321 A,2014.11.12,  
CN 103615998 A,2014.03.05,  
CN 102435156 A,2012.05.02,  
US 2009112357 A1,2009.04.30,

审查员 卢羽佳

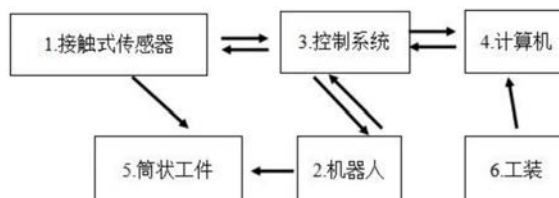
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法

(57)摘要

本发明提供了一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,其包括如下步骤:S1:分别确定筒状工件端平面和筒轴线;S2:分别根据所述理论端面拟合筒状工件的实际端面和实际轴线,并确定圆周零点;S3:通过所述实际端面、实际轴线和圆周零点计算得出所述筒状工件的实际外圆尺寸和坐标值;S4:将所述实际坐标值与理论坐标值、理论外圆尺寸与实际外圆尺寸进行比较,求得差值;S5:将所述差值反馈至理论加工轨迹,通过运算输出新的机器人加工轨迹。本发明的方法能够克服目前机器人加工中对筒状工件装夹一致性、人工操作一致性不好造成壁厚保证困难的问题,保证内腔加工的壁厚尺寸精度。



1. 一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1:通过接触式传感器接触测量筒状工件端面及外圆,分别确定筒状工件的理论端面和筒状工件的轴线;

S2:分别根据最小二乘法拟合筒状工件的实际端面、实际外圆直径尺寸及实际轴线,并将工件工装确定某点或某一特征指定为圆周零点;

S3:通过所述实际端面、实际轴线和圆周零点计算得出所述筒状工件的实际坐标系;

S4:将所述实际坐标系与理论坐标系、理论外圆尺寸与实际外圆尺寸进行比较,求得差值;

S5:将所述差值反馈至理论加工轨迹,通过运算输出新的机器人加工轨迹;

其中,步骤S2中拟合筒状工件端面的具体操作为:

控制机器人运动,使得接触式传感器按既定的轨迹接触筒状工件某一端面的不同位置,并记录接触筒状工件时机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存筒状工件接触点的位置信息;

在筒状工件端面不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出实际的端面;

步骤S2中拟合筒状工件圆柱面的具体操作为:

控制机器人运动,使得接触式传感器接触筒状工件外圆的不同位置,并记录接触筒状工件时工业机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存其位置信息;

在筒状工件外圆不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出圆柱面,进一步计算求得该圆柱的轴线;

步骤S2中所述圆周零点的确定方法为:对于由工装装夹的筒状工件,将装夹位置视为筒状工件外圆起始位置,即圆周零点;对于没有工装装夹的筒状工件,将筒状工件上某一特征点作为圆周零;

步骤S3的具体操作方法为:

S31:将筒状工件端面设定为XY平面;

S32:将所述XY平面与实际轴线的交点记为工件原点O;

S33:将所述实际轴线上指向工件内部的方向确定为Z轴;

S34:将所述工件原点指向圆周零点的方向设置为X轴;

S35:根据右手定则确定Y轴;

S36:利用原点O、X轴、Y轴、Z轴则确定了工件实际坐标系。

## 机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,属于机器人工程技术领域。

### 背景技术

[0002] 工业机器人由于有着可编程、通用性好、柔性强、易保养等优点,应用愈发广泛。目前,工业机器人在用于机械加工过程中,大多采用离线编程模式。在离线编程的应用中,由于工件在离线编程软件中的坐标与实际坐标值存在偏差,目前一般通过工装保证或通过特征点找正两种方式。通过工装保证方式,即通过高精度工装,保证每次装夹后工件坐标系偏差在规定的范围内,该方法存在工装设计难度大,以及对工件一致性、操作人员放置一致性要求极高等问题;通过特征点找正方式,即通过变换坐标系使得理论模型上的三个特征点与通过控制机器人运动到工件上指定的三个特征点重合,该方法对特征点加工要求极高,同时也对操作人员操作采集的特征点准确性要求也极高,精确控制难度大。因此为降低对机器人加工系统的操作人员要求,提高机器人加工精度及效率,可在机器人加工前通过自动化测量手段,找出工件实际坐标系。

[0003] 现有技术中面向机器人加工的工件壁厚保证及在线补偿方法,大多采用非接触式激光扫描方式,该方法通过激光传感器测得被测工件的点云信息,并与理论模型进行匹配,求得实际坐标系与理论坐标系的偏差,将该偏差补偿到理论轨迹中,可提高机器人加工精度。该方法的缺点在于:由于机器人加工会产生粉尘,粉尘会影响激光传感器的精度;此外,大部分激光传感器扫描的点云数据量较大,计算过程复杂,运算时间长。

[0004] 鉴于以上,针对机器人对筒状工件进行加工过程中保证壁厚尺寸,有必要研究一种方法,通过实际测量多组数据,根据该数据求得筒状工件坐标,根据实际外圆坐标对筒状工件进行壁厚补偿,生成新的机器人加工轨迹。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,本方法能够克服目前机器人加工中对筒状工件装夹一致性、人工操作一致性不好造成壁厚保证困难的问题,保证内腔加工的壁厚尺寸精度。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 本发明提供了一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,其包括如下步骤:

[0008] S1:通过接触式传感器接触测量筒状工件端面及外圆,分别确定筒状工件的理论端面和筒状工件的轴线;

[0009] S2:分别根据最小二乘法拟合筒状工件的实际端面、实际外圆直径尺寸及实际轴线,并将工件工装的确定某点或某一特征指定为圆周零点;

[0010] S3:通过所述实际端面、实际轴线和圆周零点计算得出所述筒状工件的实际坐标

系;

[0011] S4:将所述实际坐标系与理论坐标系、理论外圆尺寸与实际外圆尺寸进行比较,求得差值;

[0012] S5:将所述差值反馈至理论加工轨迹,通过运算输出新的机器人加工轨迹。

[0013] 作为优选方案,步骤S2中拟合筒状工件端面的具体操作为:

[0014] 控制机器人运动,使得接触式传感器按既定的轨迹接触筒状工件某一端面的不同位置,并记录接触筒状工件时机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存筒状工件接触点的位置信息;

[0015] 在筒状工件端面不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出实际的端面。

[0016] 作为优选方案,步骤S2中拟合筒状工件圆柱面的具体操作为:

[0017] 控制机器人运动,使得接触式传感器接触筒状工件外圆的不同位置,并记录接触筒状工件时工业机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存其位置信息;

[0018] 在筒状工件外圆不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出圆柱面,进一步计算求得该圆柱的轴线。

[0019] 作为优选方案,步骤S2中所述圆周零点的确定方法为:对于由工装装夹的筒状工件,将装夹位置视为筒状工件外圆起始位置,即圆周零点;对于没有工装装夹的筒状工件,将筒状工件上某一特征点作为圆周零点。

[0020] 作为优选方案,步骤S3的具体操作方法为:

[0021] S31:将筒状工件端面设定为XY平面;

[0022] S32:将所述XY平面与实际轴线的交点记为工件原点O;

[0023] S33:将所述实际轴线上指向工件内部的方向确定为Z轴;

[0024] S34:将所述工件原点指向圆周零点的方向设置为X轴;

[0025] S35:根据右手定则确定Y轴;

[0026] S36:利用原点O、X轴、Y轴、Z轴则确定了工件实际坐标系。

[0027] 本发明的基本原理为:在机器人末端执行器上加装一个接触式传感器,对该工件进行加工前通过接触式传感器测量筒状工件端面及外圆。在端面上测得多组数据,控制系统读取该接触式传感器数据以及工业机器人末端执行器数据并传输给计算机,通过计算机可求得测量点的实际位置信息,通过该多组数据信息可拟合一个平面;同理,在外圆上测量多组数据,读取该传感器数据和末端执行器数据,通过该多组数据拟合一个圆柱面及其轴线。此外,筒状工件通过工装装夹在机器人加工系统中,工装的装夹位置可视为的筒状工件圆周零点,通过拟合的平面、轴线以及圆周零点,可确定筒状工件坐标。将该坐标值与理论坐标值进行比较,可计算出理论坐标与实际坐标的偏差。将该偏差值补偿到机器人理论加工轨迹中,可以获得更高精度的加工轨迹,提高机器人加工精度,保证壁厚尺寸。

[0028] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0029] 本发明具有实质性特点和显著进步,工件放置在工装上固定即可,控制系统控制机器人使接触式传感器感知测量筒状工件端面及外圆点位数据,通过计算得出与理论模型差值,将该差值补偿人机器人加工轨迹中,提高壁厚尺寸精度。

## 附图说明

[0030] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0031] 图1为本发明中筒状工件机器人内腔加工壁厚保证方法原理示意图;

[0032] 图2为本发明中筒状工件机器人内腔加工壁厚保证方法流程图;

[0033] 图3为本发明中筒状工件机器人内腔加工壁厚保证方法的装置分布示意图;

[0034] 图中:1、机器人;2、筒状工件;3、工装;11、接触式传感器;12、主轴。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0036] 本发明提供了一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,其包括如下步骤:

[0037] S1:通过接触式传感器接触测量筒状工件端面及外圆,分别确定筒状工件的理论端面和筒状工件的轴线;

[0038] S2:分别根据最小二乘法拟合筒状工件的实际端面、实际外圆直径尺寸及实际轴线,并将工件工装的确定某点或某一特征指定为圆周零点;

[0039] S3:通过所述实际端面、实际轴线和圆周零点计算得出所述筒状工件的实际坐标系,具体为:

[0040] S31:将筒状工件端面设定为XY平面;

[0041] S32:将所述XY平面与实际轴线的交点记为工件原点0;

[0042] S33:将所述实际轴线上指向工件内部的方向确定为Z轴;

[0043] S34:将所述工件原点指向圆周零点的方向设置为X轴;

[0044] S35:根据右手定则确定Y轴;

[0045] S36:利用原点0、X轴、Y轴、Z轴则确定了工件实际坐标系;

[0046] S4:将所述实际坐标系与理论坐标系、理论外圆尺寸与实际外圆尺寸进行比较,求得差值;

[0047] S5:将所述差值反馈至理论加工轨迹,通过运算输出新的机器人加工轨迹。

[0048] 作为优选方案,步骤S2中拟合筒状工件端面的具体操作为:

[0049] 控制机器人运动,使得接触式传感器按既定的轨迹接触筒状工件某一端面的不同位置,并记录接触筒状工件时机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存筒状工件接触点的位置信息;

[0050] 在筒状工件端面不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出实际的端面。

[0051] 作为优选方案,步骤S2中拟合筒状工件圆柱面的具体操作为:

[0052] 控制机器人运动,使得接触式传感器接触筒状工件外圆的不同位置,并记录接触筒状工件时工业机器人以及传感器的数据或信号信息,并保存其位置信息;

[0053] 在筒状工件外圆不同部位测得的位置信息通过计算机拟合出圆柱面,进一步计算

求得该圆柱的轴线。

[0054] 作为优选方案,步骤S2中所述圆周零点的确定方法为:对于由工装装夹的筒状工件,将装夹位置视为筒状工件外圆起始位置,即圆周零点;对于没有工装装夹的筒状工件,将筒状工件上某一特征点作为圆周零点。

[0055] 本发明原理图见图1所示,接触式传感器加装在机器人末端上,通过控制系统控制机器人运动,使得接触式传感器测量出筒状工件及外圆对应点位的坐标值,根据端面上的点拟合为筒状工件实际端面,将外圆上的点坐标拟合为筒状工件外圆,同时根据工装安装孔位信息可以确定工件外圆轴向起始位置,进而求得筒状工件实际坐标。将该坐标值与理论坐标进行比对计算得到的偏差值,如果偏差值为“0”,则机器人按原理论轨迹进行加工;如果偏差值不为“0”,则对机器人加工原理论轨迹进行补偿,得到新的机器人加工轨迹。具体流程如图2所示。

#### [0056] 实施例1

[0057] 本实施例涉及的一种机器人操作下筒状工件内腔加工壁厚的保证方法,如图3所示,在工业机器人1末端执行器装有用于机械加工的主轴12、与主轴配合使用的刀具以及接触式传感器11。在机器人对由工装3装夹的筒状工件2加工前,接触式传感器11对筒状工件2外圆及端面进行检测,分别测得各点的坐标值。工件端面各点坐标值 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $\dots$ 、 $E_n$ ,通过最小二乘法拟合为平面 $\alpha$ ,将工件外圆各点坐标值 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_m$ ,通过最小二乘法拟合为圆柱面 $\beta$ ,以及轴线 $l$ ,并得到圆柱面直径 $R_1$ 。设定轴线 $l$ 指向工件内部方向为Z轴,平面 $\alpha$ 与 $l$ 交点为原点O。在 $\alpha$ 与 $\beta$ 交点上指定一特征点或由工装保证的一点为圆周零点 $O_x$ ,向量 $OO_x$ 即为X轴,X、Z通过右手定则可确定Y轴,原点O、X轴、Y轴、Z轴即为筒状工件的实际坐标系。该实际坐标系通过控制系统反馈给计算机,计算机将该坐标系与理论坐标系进行比对计算,求得的偏差值补偿到机器人主轴上刀具的理论运行轨迹中,则可得到更高精度的加工路径,提高壁厚尺寸精度。

[0058] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

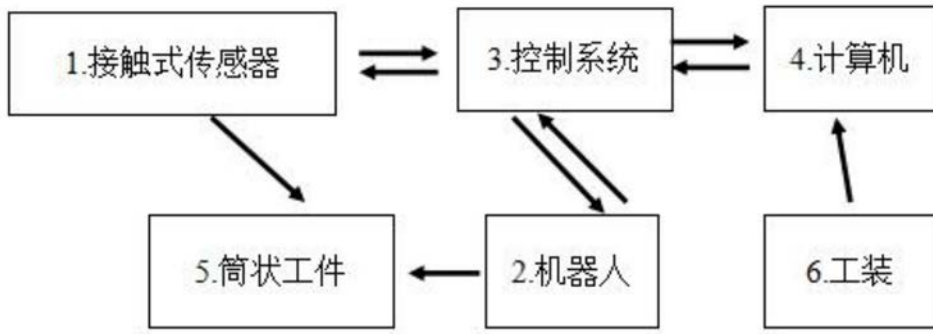


图1

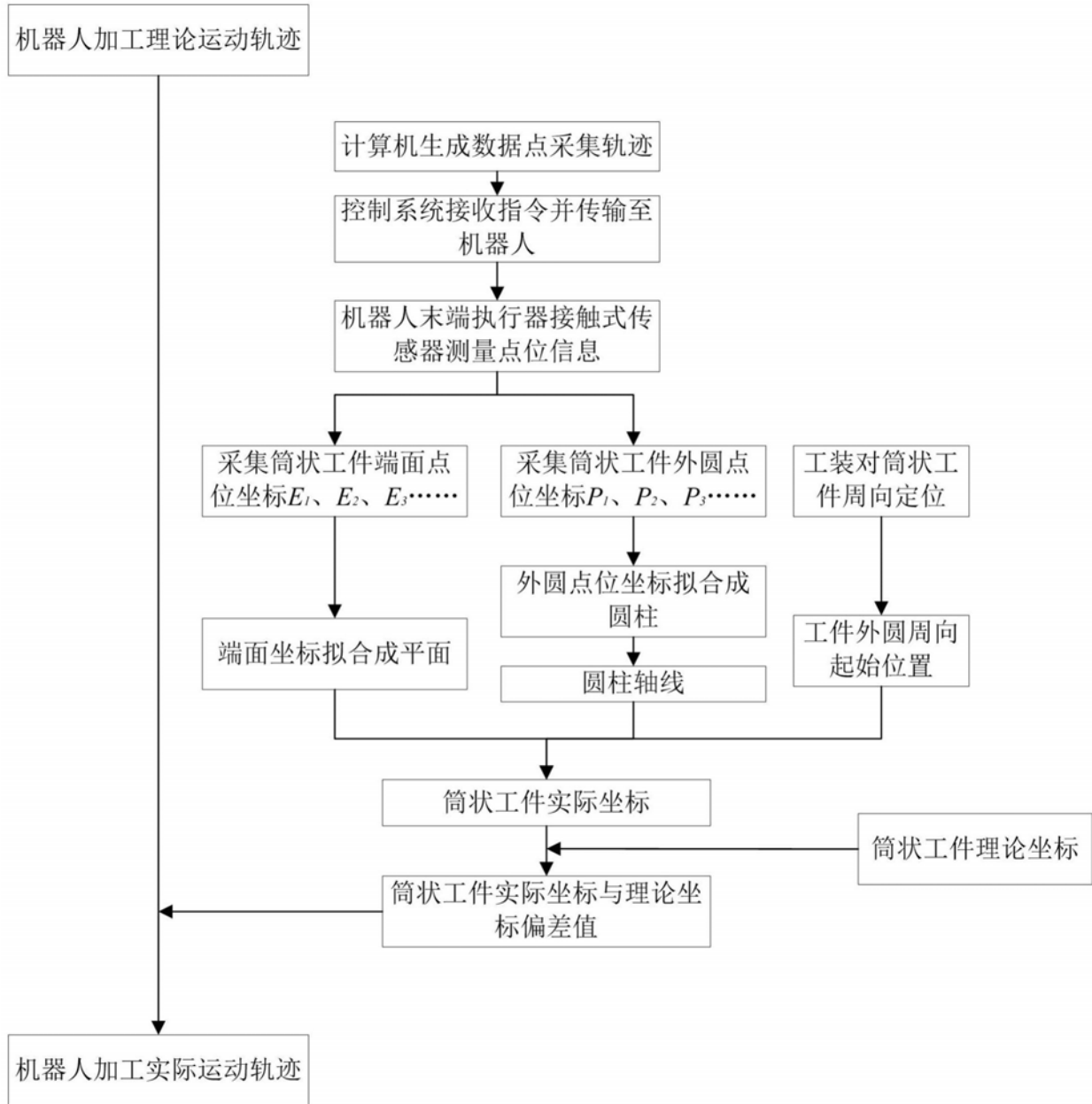


图2



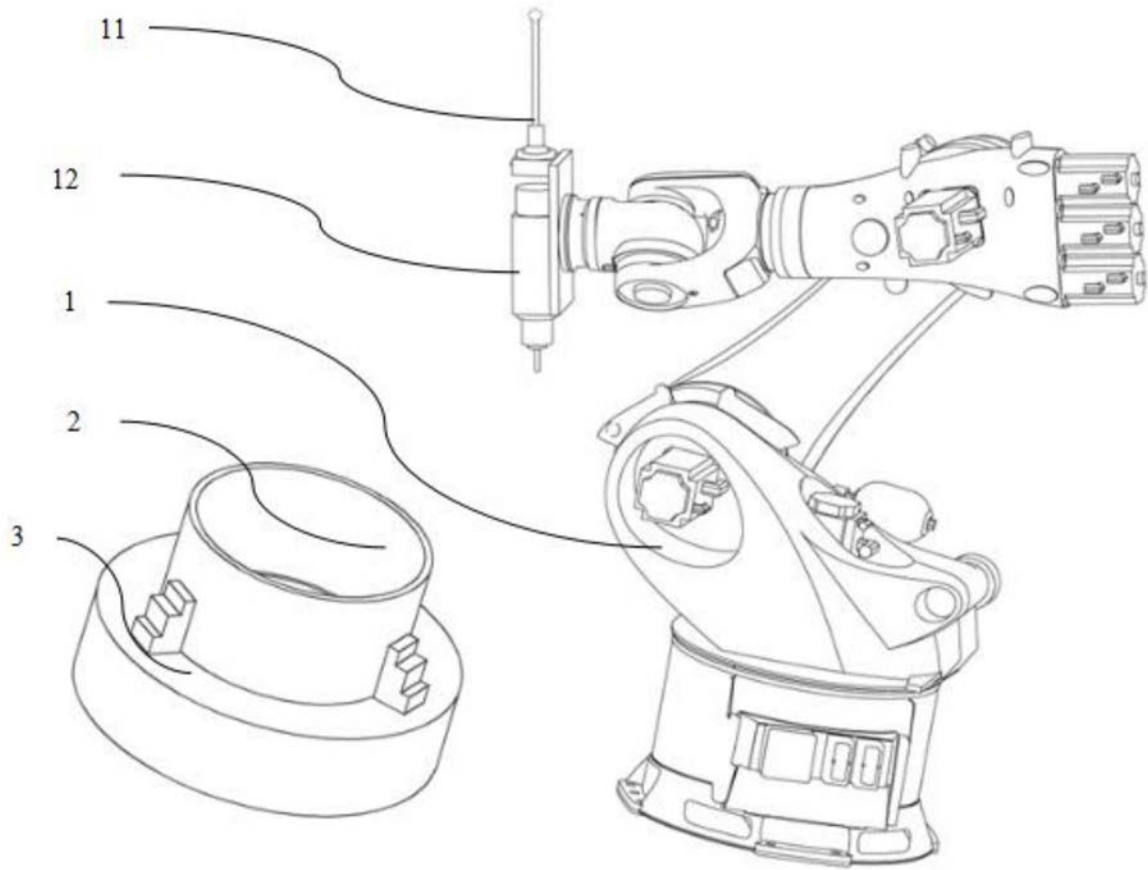


图3