



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111390107 B

(45) 授权公告日 2021.10.29

(21) 申请号 202010299400.2

B33Y 10/00 (2015.01)

(22) 申请日 2020.04.16

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111390107 A

(43) 申请公布日 2020.07.10

(73) 专利权人 杭州喜马拉雅信息科技有限公司

地址 310026 浙江省杭州市萧山区宁围街道民和路479号国泰科技大厦1单元2001室、2101室

(72) 发明人 范有 赵庆洋

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司

司 33200

代理人 林超

(56) 对比文件

CN 204196264 U, 2015.03.11

CN 1678448 A, 2005.10.05

CN 108146070 A, 2018.06.12

CN 107471648 A, 2017.12.15

CN 105690770 A, 2016.06.22

CN 204725856 U, 2015.10.28

JP 2015139791 A, 2015.08.03

CN 107716856 A, 2018.02.23

EP 3450486 A1, 2019.03.06

WO 2017177603 A1, 2017.10.19

审查员 王振

(51) Int. Cl.

B22C 9/02 (2006.01)

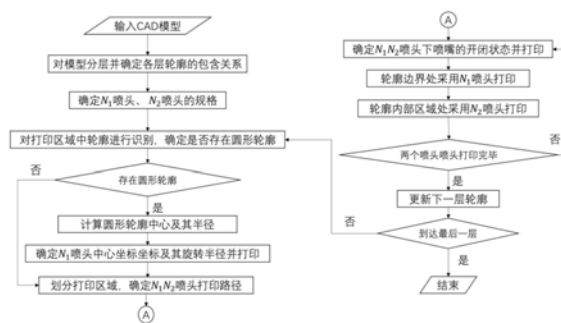
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法

(57) 摘要

本发明公开了一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法。装置中安装有两个独立打印喷头，一个可旋转式打印喷头装有若干小孔径喷嘴，另一个直线扫描式喷头装有大孔径喷嘴，喷头中每个喷嘴根据打印路径单独开启和闭合；在每层扫描打印过程中对区域内轮廓进行识别，在当前层打印区域中对存在的圆形轮廓采用旋转式喷头进行打印，消除阶梯效应引起的误差，然后对于非圆形轮廓的边界区域采用旋转喷头直线扫描打印，减小阶梯效应误差，其他区域则采用大孔径喷头直线快速打印提高打印效率。



1. 一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法,其特征在于,

采用砂模打印装置,砂模打印装置包括一套装有小孔径喷嘴的旋转式打印喷头机构和一套装有大孔径喷嘴的直线扫描式喷头机构的两种打印喷头机构,两种打印喷头机构下的喷嘴均独立开启和关闭;大孔径喷嘴的孔径为小孔径喷嘴的孔径的两倍;旋转式打印喷头机构包括位于旋转中心两侧布置的两组喷头组,两组喷头组各自到旋转中心的间距可调,每组喷头组均包括聚集在一起的多个小喷头;直线扫描式喷头机构包括聚集在一起的多个大喷头;

方法步骤如下:

1) 对CAD三维模型分层并获取各层轮廓数据;

2) 对带有圆形轮廓的当前层打印区域轮廓进行圆形轮廓的识别,计算圆形轮廓的圆心和半径;

3) 根据圆形轮廓的圆心及半径确定旋转式打印喷头机构 N_1 的中心坐标及其旋转半径;

4) 划分打印喷头在当前层的打印区域;

所述步骤4)中,划分打印喷头在当前层的打印区域,具体为:

(4.1) 对于步骤2)中识别的圆形轮廓所在区域作为处理区域I,当前层打印区域除去圆形轮廓以外的其他轮廓边界区域作为处理区域II,边界轮廓之间的区域作为处理区域III;

(4.2) 在当前层打印区域执行打印时,先采用旋转式打印喷头机构打印处理区域I,对于处理区域II和处理区域III采用旋转式打印喷头机构和直线扫描式喷头机构的两种打印喷头机构并行打印,提高打印效率;

5) 根据不同打印喷头建立当前打印区域的打印路径;

6) 依据所确定的打印路径控制每个喷嘴的开启和关闭进行打印;

7) 更新下一层轮廓数据,判断是否打印完所有层的轮廓,如果是,结束,否则继续执行步骤2)直至所有层打印完毕。

2. 根据权利要求1所述的一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法,其特征在于:所述的旋转式打印喷头机构中,旋转中心在打印分层方向连接于伸缩杆,且两组喷头组和旋转中心处于同一平面,使旋转中心及两组喷头组在打印分层方向上自由移动调整高度位置;所述的旋转式打印喷头机构中,两组喷头组在打印扫描方向通过伸缩杆连接到旋转中心,使该喷头组在打印扫描方向相对于旋转中心靠近/远离自由移动,调节两组喷头组之间的旋转半径,进行调整执行旋转扫描打印的范围。

3. 根据权利要求1所述的一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法,其特征在于:所述步骤2)中,对当前层打印区域轮廓进行识别,确定是否存在圆形轮廓,具体为:

(2.1) 对当前层所有轮廓曲线上的点构造点集D;

(2.2) 对第i个轮廓曲线 $D_i \in D, 1 < i < n, n$ 表示点集D中轮廓曲线的总数,从第i个轮廓曲线中随机选择3个点 d_1, d_2, d_3 ,计算由 d_1, d_2, d_3 三点确定的圆,计算圆心O和半径R;

(2.3) 计算第i个轮廓曲线 D_i 中所有点到圆心O的距离是否都为半径R,如果是,则存在圆形轮廓,第i个轮廓曲线为圆形轮廓,如果存在距离不为R的点,则第i个轮廓曲线不为圆形轮廓,遍历每个轮廓曲线获得该层打印区域轮廓集合中是否存在圆形轮廓的结果。

4. 根据权利要求2所述的一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法,其特征在于:所述步骤3)中确定旋转式打印喷头机构 N_1 的中心坐标和旋转半径,具体为:

(3.1) 根据步骤2) 中圆形轮廓的圆心, 将旋转式打印喷头机构 N_1 的中心移动到该圆心, 作为旋转式打印喷头机构 N_1 的旋转中心;

(3.2) 将伸缩杆长度调节为圆形轮廓的半径 R 作为旋转式打印喷头机构 N_1 的旋转半径。

5. 根据权利要求1所述的一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法, 其特征在于: 所述步骤5) 中, 根据不同打印喷头建立当前打印区域的打印路径, 具体为: 圆形轮廓由旋转式打印喷头机构 N_1 的小孔径喷嘴旋转打印, 非圆形轮廓由旋转式打印喷头机构 N_1 的小孔径喷嘴沿非圆形轮廓所在线条扫描打印, 轮廓之间的区域由直线扫描式喷头机构 N_2 的大孔径喷嘴填充打印。

一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法

技术领域

[0001] 本发明涉及砂型3D打印技术领域的一种打印处理方法,尤其是涉及了一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印方法。

背景技术

[0002] 砂模3D打印技术是一种正在快速得到发展的新技术,在砂模造型中的应用越来越广泛。该技术原理是从3D打印技术发展而来,目前主要包括无模铸型制造技术(PCM)和选择性激光烧结覆膜砂技术(SLS)。PCM无模铸型制造技术应用较广,它是一种数组化制造综合技术,主要体现在无需铸型模具,快速、准确、柔性化制造,集成了CAD计算机三维设计、3D打印技术及数字化自动化控制技术,应用在与传统砂型铸造工艺有机结合的开发设计方面。特别适合单件、小批量、个性化、形状复杂的铸件开发和试制。PCM无模铸型制造技术最早于1996年由清华大学颜永年教授团队提出,后在广东佛山孵化,也是目前在砂型3D打印技术中应用较为广泛的技术。

[0003] 目前适用于PCM无模铸型制造技术的打印设备有喷墨砂型3D打印机,喷墨砂型3D打印技术由德国Ingo Ederer和Rainer Hoechsmann在1999年发明:首先将三维数据图形进行切片转化为二维截面图形,然后利用喷墨3D打印机在工作台上铺上一层预先混合好固化剂的砂粒,进而根据生成的截面形状控制打印喷头微滴喷射粘接剂(呋喃树脂),打印出一个截面;工作台下降一个层厚,系统不断重复上述步骤直至完成所有截面的打印;最后将固化好的砂型从工作台中取出,去除多余未固化的砂粒,得到所需的砂型/芯。

[0004] 尽管目前砂模成型设备已经初步产业化,但还存在很多问题,仍未被广泛推广,主要原因在于打印效率比较低、打印精度低等。如果要提高打印效率,往往采取大喷头,提高砂模表面单位时间内的喷印面积,但是该方法会牺牲砂模的打印精度。为了提高打印效率,可采用多个喷头并行打印,采用该种打印方式时,实际的轮廓线误差实际上就是喷嘴的直径,因此可以减小喷嘴尺寸控制打印误差。中国专利文献号CN201710832638.5,公开了一种双喷头异孔径的砂模并行打印装置及其方法,通过采用装有多个喷嘴的喷头打印,对于边界轮廓区域采用小孔径喷嘴打印,解决了现有技术打印效率低以及边界区域打印精度低等问题;专利文献号CN201710832691.5,采用若干个尺寸相同且依次排列的喷头串行打印砂模,大幅提高打印效率。

[0005] 通过对现有技术分享以及最新的论文、专利的查阅,现有设备所采用的方法都是通过增加喷头以及增加喷头上安装的多个喷嘴来提高打印效率,通过增加装有小孔径喷嘴的喷头打印轮廓区域提供打印边界精度。但是对于当前层存在的圆形轮廓区域,尽管采用小孔径喷嘴进行直线扫描打印,也只能是减小边界区域的打印误差,仍然无法消除由阶梯误差带来的锯齿效应。

发明内容

[0006] 为了克服背景技术中的不足,本发明提供了一种旋转式异孔径喷嘴的砂模打印装

置,提高了砂模的打印效率。该装置采用并行排列的双喷头,每个喷头下带有若干喷嘴,两个喷头下喷嘴的孔径不同;其中带有小孔径喷嘴的喷头可旋转扫描也可以直线扫描,用于打印边界区域。

[0007] 本发明装置引入单独控制两个喷头运动轨迹的并行打印模块,两个喷头可以针对特定区域选择性地独立打印而互不干扰。为防止两个喷头运动中发生干涉,对整个打印区域划分为3个部分:圆形轮廓区域,非圆形轮廓边界区域,轮廓内部区域。装有小孔径喷嘴的喷头通过旋转打印圆形轮廓区域,通过直线扫描打印非圆形轮廓边界区域,装有大孔径喷嘴的喷头打印轮廓内部区域。该装置在提高圆形轮廓区域、边界区域打印精度以及内部区域打印效率的同时,由于采用并行打印方案,可进一步提高砂模的打印效率。

[0008] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0009] 本发明采用砂模打印装置,砂模打印装置包括一个装有小孔径喷嘴的旋转式打印喷头和一个装有大孔径喷嘴的直线扫描式喷头的两种打印喷头,两个喷头下的喷嘴均独立开启和关闭;大孔径喷嘴的孔径为小孔径喷嘴的孔径的两倍;旋转式打印喷头包括位于旋转中心两侧布置的两组喷头组,两组喷头组各自到旋转中心的间距可调,每组喷头组均包括聚集在一起的多个小喷头;直线扫描式喷头包括聚集在一起的多个大喷头;即该装置包含喷头 N_1 、 N_2 ,喷头 N_1 、 N_2 分别固定在不同底板上, N_1 、 N_2 运动相互独立;喷头 N_1 包含有两组小孔径喷嘴的旋转式打印喷头,两个喷头可绕旋转轴360度转动, N_1 、 N_2 喷头下分别装有两种孔径 d_1 、 d_2 ($d_1 < d_2$) 的若干喷嘴。

[0010] 方法步骤如下:

[0011] 1) 对CAD三维模型分层并获取各层轮廓数据;

[0012] 2) 对当前层打印区域轮廓进行识别,确定是否存在圆形轮廓,如果存在则计算圆形轮廓的圆心和半径,并转3),否则转4);

[0013] 3) 根据圆形轮廓的圆心及半径确定旋转式打印喷头 N_1 的中心坐标及其旋转半径;

[0014] 4) 划分打印喷头在当前层的打印区域;

[0015] 5) 根据不同打印喷头建立当前打印区域的打印路径;

[0016] 6) 依据所确定的打印路径控制每个喷嘴的开启和关闭进行打印;

[0017] 7) 更新下一层轮廓数据,判断是否打印完所有层的轮廓,如果是,结束,否则继续执行步骤2)直至所有层打印完毕。

[0018] 所述的旋转式打印喷头中,旋转中心在打印分层方向(Z方向)连接于伸缩杆,且两组喷头组和旋转中心处于同一平面,使旋转中心及两组喷头组在打印分层方向上自由移动调整高度位置;

[0019] 所述的旋转式打印喷头中,两组喷头组在打印扫描方向(X方向)通过伸缩杆连接到旋转中心,使该喷头组在打印扫描方向相对于旋转中心靠近/远离自由移动,调节两组喷头组之间的旋转半径,进行调整执行旋转扫描打印的范围。

[0020] 所述步骤2)中,对当前层打印区域轮廓进行识别,确定是否存在圆形轮廓,具体为:

[0021] (2.1) 对当前层所有轮廓曲线上的点构造点集D;

[0022] (2.2) 对第 i 个轮廓曲线 $D_i \in D$, $1 < i < n$, n 表示点集D中轮廓曲线的总数,从第 i 个轮廓曲线中随机选择3个点 d_1 、 d_2 、 d_3 ,计算由 d_1 、 d_2 、 d_3 三点确定的圆,计算圆心O和半径R;

[0023] (2.3) 计算第 i 个轮廓曲线 D_i 中所有点到圆心 O 的距离是否都为半径 R ,如果是,则存在圆形轮廓,第 i 个轮廓曲线为圆形轮廓,如果存在距离不为 R 的点,则第 i 个轮廓曲线不为圆形轮廓,遍历每个轮廓曲线获得该层打印区域轮廓集合中是否存在圆形轮廓的结果。

[0024] 所述步骤3)中确定旋转式打印喷头 N_1 的中心坐标和旋转半径,具体为:

[0025] (3.1) 根据步骤2)中圆形轮廓的圆心,将旋转式打印喷头 N_1 的中心移动到该圆心,作为旋转式打印喷头 N_1 的旋转中心;

[0026] (3.2) 将伸缩杆长度调节为圆形轮廓的半径 R 作为旋转式打印喷头 N_1 的旋转半径。

[0027] 所述步骤4)中,划分打印喷头在当前层的打印区域,具体为:

[0028] (4.1) 对于步骤2)中识别的圆形轮廓所在区域作为处理区域I,当前层打印区域除去圆形轮廓以外的其他轮廓边界区域作为处理区域II,边界轮廓之间的区域作为处理区域III;

[0029] (4.2) 在当前层打印区域执行打印时,优先采用旋转式打印喷头打印处理区域I,对于处理区域II和处理区域III采用旋转式打印喷头和直线扫描式喷头的两种喷头并行打印,提高打印效率。

[0030] 所述步骤5)中,根据不同打印喷头建立当前打印区域的打印路径,具体为:圆形轮廓由旋转式打印喷头 N_1 的小孔径喷嘴旋转打印,非圆形轮廓由旋转式打印喷头 N_1 的小孔径喷嘴沿非圆形轮廓所在线条扫描打印,轮廓之间的区域由直线扫描式喷头 N_2 的大孔径喷嘴填充打印。

[0031] 对于一个模型而言,分层后,每一层轮廓如果存在圆形轮廓区域,如果能通过一个旋转喷头进行旋转扫描打印就可以从根本上解决这个问题,因此本发明尤其针对于回转体模型,尤其适用于分层后存在圆形轮廓区域的砂模打印:装有小孔径喷嘴的旋转喷头旋转打印圆形轮廓区域,其他边界区域采用小孔径喷嘴的喷头进行直线式扫描打印,边界之间的区域则通过大孔径喷嘴的喷头进行快速扫描打印,提高打印效率。该装置两个喷头并行独立进行扫描打印,旨在提高砂模打印效率的同时提高圆形轮廓区域的打印精度。

[0032] 本发明具有的有益效果是:

[0033] 本发明打印装置中两个喷头可对当前层所划分的打印区域进行独立并行打印,小孔径喷嘴的喷头打印轮廓的边界区域,其中圆形轮廓边界区域采用旋转式扫描打印,其他边界区域采用直线扫描式打印,轮廓内部区域采用大孔径喷嘴的喷头快速扫描打印。

[0034] 本发明在打印过程中每个喷头独立运动,在交换打印区域时通过伸缩杆升起喷头避免运动干涉,小孔径喷嘴可以提高边界区域的打印精度,尤其是可以彻底消除原圆形轮廓边界区域的阶梯误差,大孔径喷嘴可提高轮廓内部区域的打印效率,两个喷头并行的独立运动,进一步提高砂模打印的整体效率。

附图说明

[0035] 图1是本发明砂模打印方法流程图;

[0036] 图2是本发明砂模喷头打印装置图;

[0037] 图3是旋转喷头结构图;

[0038] 图4是旋转喷头旋转扫描打印路径示意图;

[0039] 图5是区域划分示意图;

[0040] 图6是双喷头并行打印路径示意图。

[0041] 图中,上导轨1、导轨块2、第二上导轨3、第二上导轨块4、伸缩杆5、小孔径喷嘴6、顶块7、下导轨8、连接块9、伸缩杆10、喷头11、喷头14、下导轨15、导轨块16。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0043] 本发明的实施例如下:

[0044] 如图2所示,1为 N_1 喷头11在X方向的上导轨,2为上导轨1的导轨块,3为 N_1 喷头在Y方向的上导轨,4为导轨3的导轨块,伸缩连接杆5下端连接至连接块9,使连接块9可沿Z方向上下移动,小孔径喷嘴6安装在 N_1 喷头11上,连接块9可沿分层方向(Z方向)也就是伸缩杆5的伸缩方向移动,使得连接块9可自由调节高度,防止在运动过程中与 N_2 喷头14发生干涉,喷头11通过顶块7和伸缩杆10一端连接,伸缩杆10另一端与连接块9连接,通过连接块9水平两端的伸缩杆10可调节两侧喷头11之间构成的旋转半径,完成旋转扫描打印。

[0045] 如图2所示,8为 N_2 喷头在X方向的下导轨,12为导轨8的导轨块,15为 N_2 喷头在Y方向的下导轨,16为导轨15的导轨块,装有大孔径喷嘴13的喷头14和导轨块12底面相连固定。

[0046] 在两个喷头上均匀排列有孔径不同、个数不等的喷嘴, N_1 喷头11、 N_2 喷头14沿X方向打印砂模,在一个行程结束后,两个喷头沿Y方向移动一个喷头距离后继续打印。装有小孔径喷嘴6的喷头11下装有10个直径为 d_1 的喷嘴,装有大孔径喷嘴13的喷头14下装有5个直径为 d_2 的喷嘴(图3所示),大孔径和小孔径喷嘴的孔径关系为:

[0047] $d_2 = 2d_1$

[0048] 按照扫描面积计算可知,喷头11的单位时间内的扫描面积是喷头4的2倍,因此可显著提高打印效率。在本发明中, $d_2 = 2d_1$,喷头11可在交换打印区域时通过伸缩杆升起,避免两个喷头在运动中发生干涉。

[0049] 图1是本发明双喷头异孔径喷嘴的砂模并行打印方法总体流程图,首先对CAD模型做预处理:通过分层算法获取模型各个分层下的轮廓数据对每层各轮廓的包含关系做出正确判断,基于模型在所有分层中最大轮廓的包围盒确定两个喷头的规格;为了避免两个喷头再行进过程中发生干涉,对每层划分3个区域,每个喷头在其中一个区域内沿固定的打印路径打印,装有小孔径喷嘴的喷头 N_1 打印边界区域,装有大孔径喷嘴的喷头 N_2 打印内部非边界区域。

[0050] 对于边界区域,需要区分轮廓边界是否为圆形轮廓,如果是圆形轮廓边界,则采用旋转扫描打印,否则采用直线扫描打印。在打印过程中,优先处理圆形轮廓区域,待圆形轮廓区域打印完成后,对剩下的区域划分为两个区域,其中每个喷头下的喷嘴根据是否为边界区域确定其开闭状态,如果其中一个喷头(假定 N_1 喷头)打印完毕,那么交换两个喷头的打印区域,并记录 N_2 喷头的打印位置;两个喷头交换区域后,待两个喷头全部打印结束,再次交换两个喷头的打印区域,其中喷头 N_2 继续在其记录的打印位置继续打印直至该层所有打印区域全部打印结束;更新下一层轮廓数据,重复上述打印过程直至所有层的轮廓打印完毕,结束整个打印过程。

[0051] 图4所示,在当前层轮廓中,存在的圆形轮廓区域优先打印,由喷头11进行旋转扫描打印。其中扫描圆心为0,扫描半径为R,扫描方向为w。

[0052] 当前层的圆形轮廓区域打印完成后,对剩下的区域进行划分,边界区域由喷头11打印,非边界区域由喷头14打印。如图5所示,灰色边界区域由喷头11打印,内部浅色区域由喷头14印。

[0053] 如图6,当前层所有区域打印完毕后,小孔径喷嘴的打印路径为灰色区域显示,大孔径喷嘴的打印路径为浅色区域显示。

[0054] 由此,本发明通过两个独立打印喷头,在每层扫描打印过程中对区域内轮廓进行识别再进行区分打印,即在当前层打印区域中对存在的圆形轮廓采用旋转式喷头进行打印,消除阶梯效应引起的误差,然后对于非圆形轮廓的边界区域采用旋转喷头直线扫描打印,减小阶梯效应误差,其他区域则采用大孔径喷头直线快速打印,这样显著提高了打印效率。

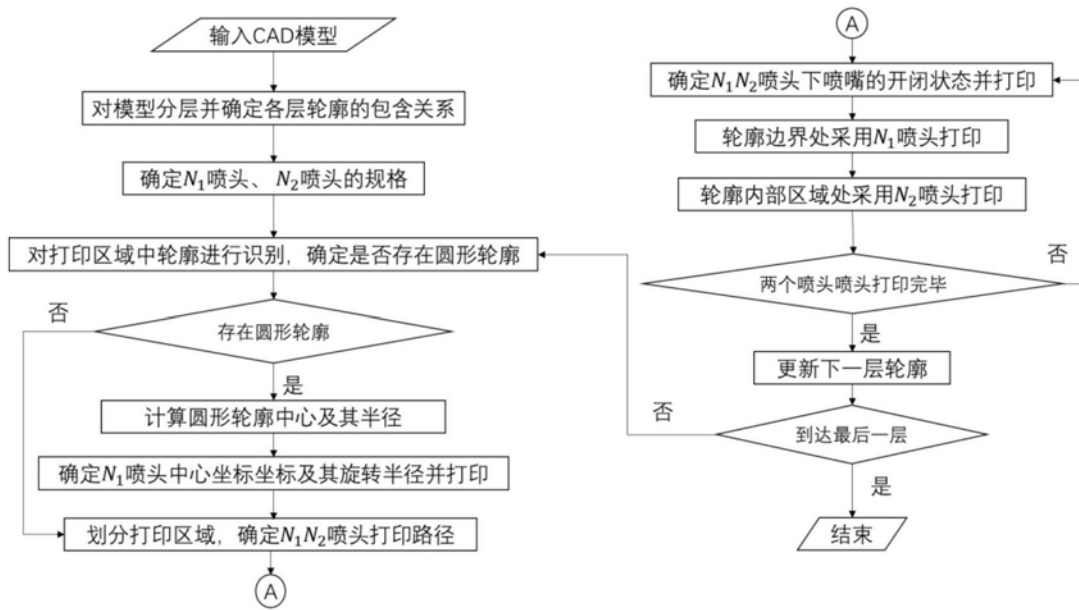


图1

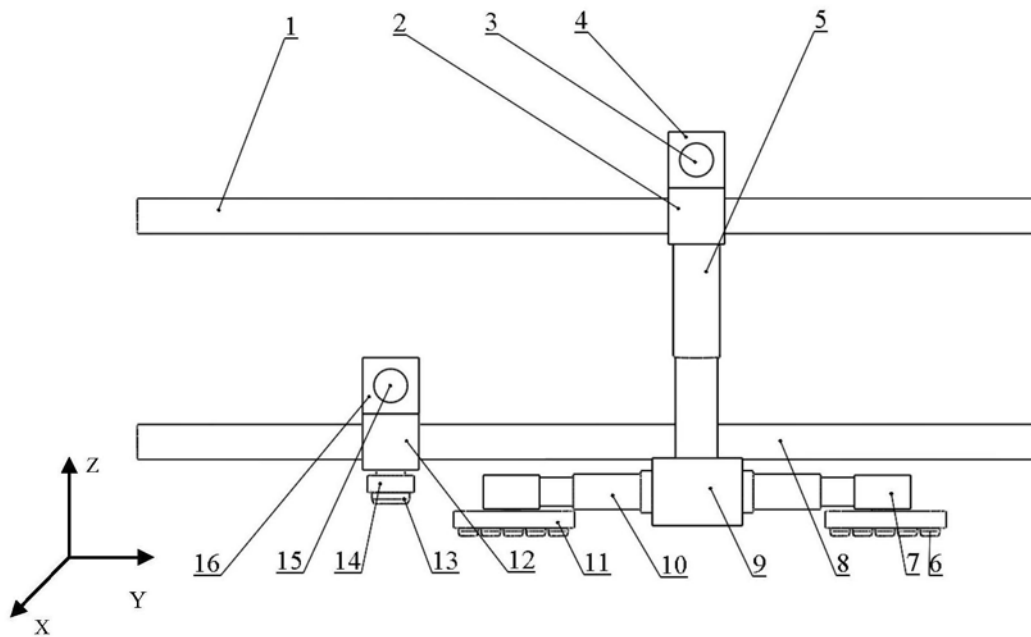


图2

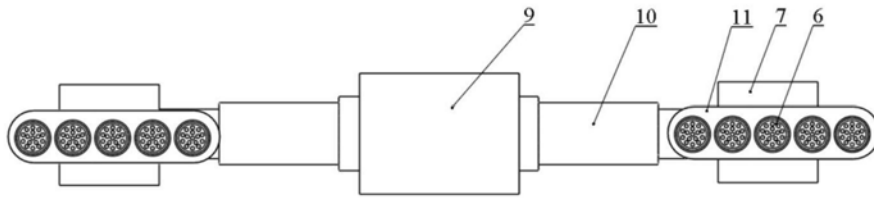


图3

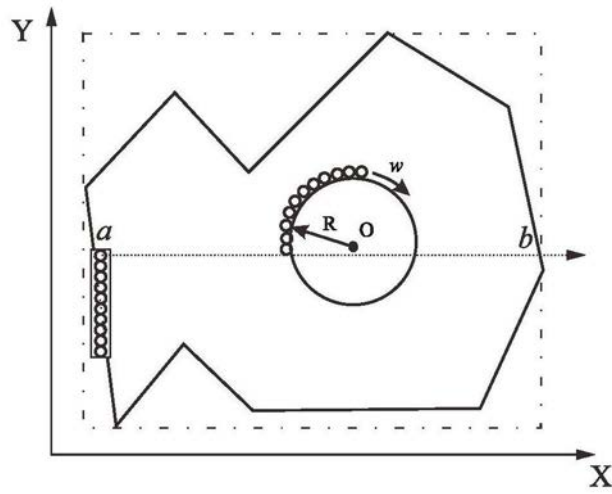


图4

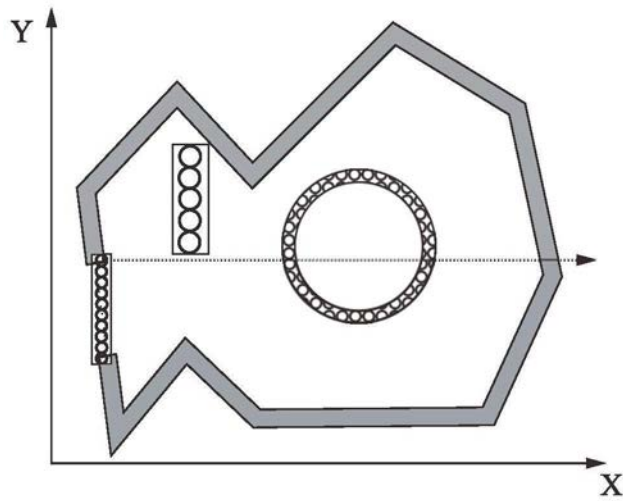


图5

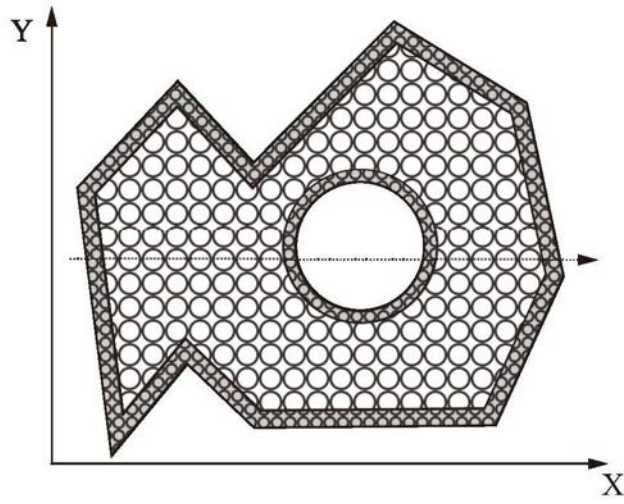


图6