



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116330431 A

(43) 申请公布日 2023.06.27

(21) 申请号 202310331306.4

(22) 申请日 2023.03.30

(71) 申请人 湖北工业大学

地址 430068 湖北省武汉市洪山区南李路
28号

(72) 发明人 尚伟 马在林 李纵苇 何泓洋
陈烨

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

专利代理师 张辰

(51) Int. Cl.

B28B 1/00 (2006.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

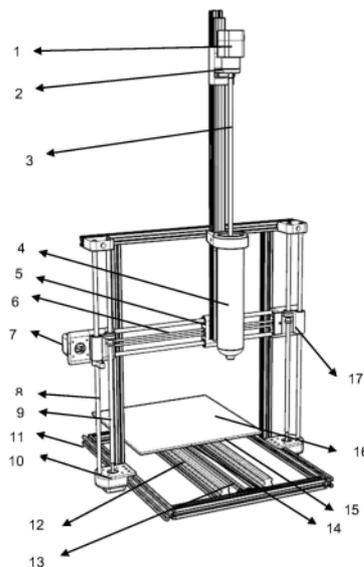
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法

(57) 摘要

本发明提供一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法,属于3D打印技术领域,本发明一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法能够沿模型法线进行分割,生成符合打印尺寸的弧形构件,对弧形构件进行变层高切片并根据材料性能进行设定以进行合理可行路径规划,结合轨迹特征点的空间坐标XYZ数值与挤出量E值生成数控G代码用于打印设备的参数控制实现变层高弧形构件的打印工作。本发明突破传统龙门式3D打印只能固定层高进行打印的局限,通过对切片的优化使其可以进行自由度更高的拱形构架打印,并保留了龙门式3D打印面积大成本低的优势,从而提高龙门式3D打印的自由度,满足更高复杂度结构的打印工作。



1. 一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,包括:机架(11)、升降装置和XY面打印传动装置;其中,

XY面打印传动装置包括X轴传动部件、Y轴传动部件和E轴传动部件;其中,在所述机架(11)的底端设置有Y轴传动部件,在所述Y轴传动部件内部设置有Y轴滑块(15),Y轴滑块(15)的上端连接有打印平台(16),打印平台(16)随Y轴传动部件在Y轴方向进行前后运动;

所述X轴传动部件内部设置有X轴滑块(5),在X轴滑块(5)的侧面还连接有E轴传动部件,所述E轴传动部件随X轴传动部件在X方向进行左右运动;

所述升降装置包括Z轴传动部件,所述Z轴传动部件分别设置在所述机架(11)底部的两侧边,所述X轴传动部件设置在两Z轴传动部件之间,所述X轴传动部件随Z轴传动部件在Z轴上进行上下运动。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述X轴传动部件包括:X轴滑块(5)、X轴皮带(6)、X轴电机(7)和X轴运动组件(17),其中,

所述X轴电机(7)设置在X轴运动组件(17)的一端,所述X轴运动组件(17)的内部设置有X轴皮带(6),X轴皮带(6)由X轴电机(7)驱动,当收到X轴坐标时,驱动X轴电机(7)转动,X轴电机(7)带动X轴皮带(6)发生运动,从而带动X轴滑块(5)在X轴上发生移动。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述E轴传动部件包括:E轴电机(1)、E轴电机滑块(2)、E轴丝杆(3)和E轴挤出组件(4);其中,

所述E轴电机(1)与E轴电机滑块(2)连接,E轴电机滑块(2)的另一端与E轴丝杆(3)连接,在E轴丝杆(3)的末端设置有E轴挤出组件(4),E轴挤出组件(4)抵接料筒,所述E轴电机(1)带动E轴丝杆(3)发生运动,进而带动E轴挤出组件(4)发生挤出动作,使颗粒耗材从料筒中流出。

4. 根据权利要求2所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述Z轴传动部件对称设置在所述机架(11)的两侧,所述Z轴传动部件包括Z轴电机(10)、导向杆(8)和Z轴丝杆(9);其中,

所述Z轴电机(10)设置在机架(11)底座的两侧,所述Z轴电机(10)与Z轴丝杆(9)连接,所述X轴皮带(6)的两端连接在所述Z轴丝杆(9)上,所述X轴运动组件(17)连接在所述导向杆(8),当收到Z轴坐标时,Z轴电机(11)带动Z轴丝杆(9)发生运动,带动X轴运动组件(17)沿导向杆(8)在Z轴上发生上下移动。

5. 根据权利要求4所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述Z轴电机(10)固定在基座架上,所述基座架固定在所述机架(11)上,其中,所述导向杆(8)的下端螺旋连接在所述基座架上,Z轴丝杆(9)穿过所述基座架与所述Z轴电机(10)相连。

6. 根据权利要求1所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述Y轴传动部件包括:Y轴直线滑轨(12)、Y轴皮带(13)、Y轴电机(14)和Y轴滑块(15);其中,

所述Y轴电机(14)设置在Y轴直线滑轨(12)的一端,所述Y轴电机(14)的另一端与所述Y轴皮带(13)连接,所述Y轴直线滑轨(12)上设置有Y轴滑块(15),所述Y轴皮带(13)的另一侧连接着Y轴滑块(15),当收到Y轴坐标时,Y轴电机(14)带动Y轴皮带(13)和Y轴滑块(15)在Y轴直线滑轨(12)上进行前后移动。

7. 根据权利要求6所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,其特征在于,所述Y轴直线滑轨(12)采用双轨制,其轨道内侧采用内凹形,Y轴滑块(15)的两端采用外凸形,

Y轴滑块(15)在内凹形的轨道内侧滑动。

8. 一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤1、获得模型法线方向,沿法线方向对模型进行分割,生成符合打印尺寸的弧形构件并保留弧形构件部分法线,沿弧形构件法线方向对弧形构件进行变层高切片,并根据材料性能设定最高层的阈值;

步骤2、获取弧形构件的最高层高、最低层高,并以此为基础进行路径规划,设定颗粒耗材挤出直径、弧形构件壁厚以及内部填充,依据弧形构件曲面定位参数,结合颗粒耗材挤出直径、壁厚、填充情况生成轨迹路径;

步骤3、对轨迹路径与挤出头进行碰撞模拟,测试是否发生碰撞,若发生碰撞则进行路径优化,若不发生碰撞则进行步骤4;

步骤4、在验证无碰撞的基础上根据打印分辨率对路径进行等分,确定两点之间的距离,提取各点位空间坐标数值,由空间坐标及挤出量以数控G代码形式生成各点位动作数据,打印设备通过G代码的控制,进行变层高弧形构件的打印工作。

9. 根据权利要求8所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法,其特征在于,所述由空间坐标及挤出量以数控G代码形式生成各点位动作数据包括:提取轨迹特征点与其垂直方向上的轨迹特征点之间的距离,依据层高值与步进值计算挤出量E值,结合轨迹特征点的空间坐标数值与挤出量E值生成数控G代码用于打印设备的参数控制。

10. 根据权利要求8所述的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法,其特征在于,所述打印方法应用于权利要求1-7任一所述的打印设备。

一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及3d打印装置的技术领域,具体涉及一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法。

背景技术

[0002] 3D打印混凝土技术是一种使用混凝土按照设计好的三维路径逐层建造实体的建造技术。3D打印混凝土技术依靠混凝土本身的水化作用产生硬化,从而实现逐层堆积过程。而混凝土的硬化过程需要一定的时间,一般打印上层材料时,会有下层材料作为支撑,但在打印悬空或者伸出结构时,上层结构需要下层有支撑才能打印。

[0003] 龙门架是一种比较简单的结构类型,成本低,组装也较简单,整个形状就像矩形门架。打印时,平台在Y轴前后移动,喷头在X轴方向移动,因此平台移动会加快打印速度。这种结构简单,容易上手,操作也不太困难。但传统龙门架式3D打印机只能固定层高进行打印,校正3D打印的挤出量是非常复杂的问题,影响挤出量的因素不易掌控,而且测量挤出量的方法又不易观察,通过对切片的优化,可以使其达到部分6轴机械臂能达到的效果,与传统颗粒挤出机不同,龙门架式变层高的颗粒打印可通过对料筒内的颗粒物料进行挤压使其定量精确挤出。

发明内容

[0004] 本发明公开一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法,方法包括:通过获得模型法线方向;沿法线方向进行等分,根据材料设置最高层高阈值;规划路径;设置接缝点;获取点位xyz坐标值;获取点位与垂直下点位的层高值,根据层高值计算挤出量,由xyz坐标及挤出量生成各点位动作数据。通过对切片的优化可以进行自由度更高的拱形构架打印,并保留了龙门式3D打印面积大成本低的优势,从而提高龙门式3D打印的自由度,满足更高复杂度结构的打印工作。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,包括:机架、升降装置和XY面打印传动装置;其中,

[0006] XY面打印传动装置包括X轴传动部件、Y轴传动部件和E轴传动部件;其中,在所述机架的底端设置有Y轴传动部件,在所述Y轴传动部件内部设置有Y轴滑块,Y轴滑块的上端连接有打印平台,打印平台随Y轴传动部件在Y轴方向进行前后运动;

[0007] 所述X轴传动部件内部设置有X轴滑块,在X轴滑块的侧面还连接有E轴传动部件,所述E轴传动部件随X轴传动部件在X方向进行左右运动;

[0008] 所述升降装置包括Z轴传动部件,所述Z轴传动部件分别设置在所述机架底部的两侧边,所述X轴传动部件设置在两Z轴传动部件之间,所述X轴传动部件随Z轴传动部件在Z轴上进行上下运动。

[0009] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以作出如下改进。

[0010] 可选的,所述X轴传动部件包括:X轴滑块、X轴皮带、X轴电机和X轴运动组件,其中,

[0011] 所述X轴电机设置在X轴运动组件的一端,所述X轴运动组件的内部设置有X轴皮带,X轴皮带的一端连接着X轴电机,所述X轴滑块在X轴运动组件和X轴皮带上滑动,当收到X轴坐标时,驱动X轴电机转动,X轴电机带动X轴皮带发生运动,从而带动X轴滑块在X轴上发生移动。

[0012] 可选的,所述E轴传动部件包括:E轴电机、E轴电机滑块、E轴丝杆和E轴挤出组件;其中,

[0013] 所述E轴电机与E轴电机滑块连接,E轴电机滑块的另一端与E轴丝杆连接,在E轴丝杆的末端设置有E轴挤出组件,E轴挤出组件抵接料筒,所述E轴电机带动E轴丝杆发生运动,从而带动E轴挤出组件发生挤出动作,使颗粒耗材从料筒中流出。

[0014] 可选的,所述Z轴传动部件包括Z轴电机、导向杆和Z轴丝杆;其中,

[0015] 所述Z轴电机与Z轴丝杆连接,Z轴电机带动Z轴丝杆发生运动,所述X轴皮带的两端连接在所述Z轴丝杆上,所述Z轴电机上还设置有导向杆,所述X轴运动组件连接在所述导向杆,当Z轴丝杆发生运动时,带动X轴运动组件沿导向杆在Z轴上发生移动。

[0016] 可选的,所述Z轴电机固定在基座架上,所述基座架固定在所述机架上,其中,所述导向杆的下端螺旋连接在所述基座架上,Z轴丝杆穿过所述基座架与所述Z轴电机相连。

[0017] 可选的,所述Y轴传动部件包括:Y轴直线滑轨、Y轴皮带、Y轴电机和Y轴滑块;其中,

[0018] 所述Y轴电机与所述Y轴皮带连接,Y轴电机带动Y轴皮带发生运动,所述Y轴电机设置在Y轴直线滑轨的一端,在Y轴直线滑轨上设置有Y轴滑块,所述Y轴滑块的顶端固定安装有打印平台,所述打印平台随着Y轴滑块在Y轴直线滑轨上移动。

[0019] 可选的,所述Y轴皮带的另一侧连接着Y轴滑块;所述Y轴直线滑轨采用双轨制,其轨道内侧采用内凹形,Y轴滑块的两端采用外凸形,Y轴滑块在内凹形的轨道内侧滑动。

[0020] 根据本发明的第二方面,提供一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法,所述方法包括以下步骤:

[0021] 步骤1、获得模型法线方向,沿法线方向对模型进行分割,生成符合打印尺寸的弧形构件并保留弧形构件部分法线,沿弧形构件法线方向对弧形构件进行变层高切片,并根据材料性能设定最高层的阈值;

[0022] 步骤2、获取弧形构件的最高层高、最低层高,并以此为基础进行路径规划,设定颗粒耗材挤出直径、弧形构件壁厚以及内部填充,依据弧形构件曲面定位参数,结合颗粒耗材挤出直径、壁厚、填充情况生成轨迹路径;

[0023] 步骤3、对轨迹路径与挤出头进行碰撞模拟,测试是否发生碰撞,若发生碰撞则进行路径优化,若不发生碰撞则进行步骤4;

[0024] 步骤4、在验证无碰撞的基础上根据打印分辨率对路径进行等分,确定两点之间的距离,提取各点位空间坐标数值,由空间坐标及挤出量以数控G代码形式生成各点位动作数据,打印设备通过G代码的控制,进行变层高弧形构件的打印工作。

[0025] 可选的,所述由空间坐标及挤出量以数控G代码形式生成各点位动作数据包括:提取轨迹特征点与其垂直方向上的轨迹特征点之间的距离,依据层高值与步进值计算挤出量E值,结合轨迹特征点的空间坐标数值与挤出量E值生成数控G代码用于打印设备的参数控制。

[0026] 可选的,所述方法应用于上述所述的打印设备。

[0027] 本发明的技术效果和优点：

[0028] 本发明提供了一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备及方法能够沿模型法线进行分割,生成符合打印尺寸的弧形构件,对弧形构件进行变层高切片并根据材料性能进行设定以进行合理可行路径规划,结合轨迹特征点的空间坐标XYZ数值与挤出量E值生成数控G代码用于打印设备的参数控制实现变层高弧形构件的打印工作。

[0029] 本发明突破传统龙门式3D打印只能固定层高进行打印的局限,通过对切片的优化使其可以进行自由度更高的拱形构架打印,并保留了龙门式3D打印面积大成本低的优势,从而提高龙门式3D打印的自由度,满足更高复杂度结构的打印工作。

[0030] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0031] 图1为本发明实施例提供的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备的示意图；

[0032] 图2为本发明实施例提供的一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法流程图；

[0033] 图3为本发明实施例提供的变层高的颗粒打印切片结构示意图。

[0034] 图中,1、E轴电机;2、E轴电机滑块;3、E轴丝杆;4、E轴挤出组件;5、X轴滑块;6、X轴皮带;7、X轴电机;8、导向杆;9、Z轴丝杆;10、Z轴电机;11、机架;12、Y轴直线滑轨;13、Y轴皮带;14、Y轴电机;15、Y轴滑块;16、打印平台;17、X轴运动组件。

具体实施方式

[0035] 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。

[0036] 传统FDM打印方式是以xy平面为基准,不断升高z向量以实现3D打印,这种方式使得打印出来的构建只能沿z轴方向上打印。如果遇到需要受力的混凝土弧形构件时,传统打印方式会使得构件纹理不能统一,拼装效果差且不适宜混凝土受压的特性。传统切片还会形成断点式的效果,进行颗粒打印时会形成端头及末尾的堆料。

[0037] 可以理解的是,基于传统FDM打印方式的缺陷,本发明实施例提出了一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印设备,打印设备由机架11、升降装置、XY面打印传动装置组成;其中,

[0038] XY面打印传动装置包括X轴传动部件、Y轴传动部件和E轴传动部件;其中,在所述机架11的底端设置有Y轴传动部件,在所述Y轴传动部件内部设置有Y轴滑块15,Y轴滑块15的上端连接有打印平台16,打印平台16随Y轴传动部件在Y轴方向进行前后运动;

[0039] 所述X轴传动部件内部设置有X轴滑块5,在X轴滑块5的侧面还连接有E轴传动部件,所述E轴传动部件随X轴传动部件在X方向进行左右运动;

[0040] 所述升降装置包括Z轴传动部件,所述Z轴传动部件分别设置在所述机架11底部的

两侧边,所述X轴传动部件设置在两Z轴传动部件之间,所述X轴传动部件随Z轴传动部件在Z轴上进行上下运动。

[0041] 需要进行说明的是,本发明实施例所涉及的打印设备可根据打印模型的大小调整好升降装置的高度,升降装置是用导向杆8固定在机架11上,提高骨架的稳固性,减少产品局部塌陷的风险;XY面打印传动装置是由机架11的左龙门架与右龙门架通过X向传动皮带连接,在Y向驱动部带动下,使Y向传动皮带与X向传动皮带在XY两个方向移动,实现模型的打印,能避免断丝现象,而且结构简单,使用方便,打印效率高。

[0042] 具体地,所述X轴传动部件包括:X轴滑块5、X轴皮带6、X轴电机7和X轴运动组件17,所述X轴传动部件由X轴电机7驱动,所述X轴电机7设置在X轴运动组件17的一端,所述X轴运动组件17的内部设置有X轴皮带6,X轴皮带6的一端连接着X轴电机7,所述X轴滑块5在X轴运动组件17和X轴皮带6上滑动,当收到X轴坐标时,驱动X轴电机7转动,X轴电机7带动X轴皮带6发生运动,从而带动X轴滑块5在X轴上发生移动;

[0043] 所述E轴传动部件包括:E轴电机1、E轴电机滑块2、E轴丝杆3和E轴挤出组件4;其中,所述E轴传动部件由E轴电机1进行驱动,所述E轴电机1与E轴电机滑块连接,E轴电机滑块的另一端与E轴丝杆3连接,在E轴丝杆3的末端设置有E轴挤出组件4,E轴挤出组件抵接料筒,所述E轴电机1带动E轴丝杆3发生运动,从而带动E轴挤出组件4发生挤出动作,使颗粒耗材从料筒中流出。

[0044] 进一步地,所述Y轴传动部件包括:Y轴直线滑轨12、Y轴皮带13、Y轴电机14和Y轴滑块15;所述Y轴传动部件由Y轴电机14驱动,所述Y轴电机14与所述Y轴皮带13连接,Y轴电机14带动Y轴皮带13发生运动,所述Y轴电机14设置在Y轴直线滑轨12的一端,在Y轴直线滑轨12上设置有Y轴滑块15,所述Y轴滑块15的顶端固定安装有打印平台16,所述打印平台随着Y轴滑块15在Y轴直线滑轨12上移动;

[0045] 所述Y轴皮带13的另一侧连接着Y轴滑块15;所述Y轴直线滑轨12采用双轨制,其轨道内侧采用内凹形,Y轴滑块15的两端采用外凸形,Y轴滑块15在内凹形的轨道内侧滑动。

[0046] 所述Z轴传动部件包括Z轴电机、导向杆8和Z轴丝杆9;Z轴传动部件由Z轴电机进行驱动,所述Z轴电机包括第一Z轴电机10和第二Z轴电机11;所述第一Z轴电机10和第二Z轴电机11分别设置在打印设备底座的两侧,所述Z轴电机与Z轴丝杆9连接,Z轴电机11带动Z轴丝杆9发生运动,所述X轴皮带6的两端连接在所述Z轴丝杆9上,所述Z轴电机11上还设置有导向杆8,所述X轴运动组件17连接在所述导向杆8,当Z轴丝杆9发生运动时,带动X轴运动组件17沿导向杆8在Z轴上发生移动;

[0047] 为了使Z轴电机10连接稳固,还设置有基座架,基座架为金属片状,内部设置有多个连接孔。所述Z轴电机10固定在基座架上,基座架通过螺栓连接固定在所述机架11上,其中,所述导向杆8的下端螺旋连接在所述基座架上,Z轴丝杆9穿过所述基座架与所述Z轴电机10相连。

[0048] 发明原理:打印设备收到G代码后,将G代码转换成机器电机控制的电平变化。当收到X轴坐标时,驱动X轴电机7转动,X轴电机7带动X轴皮带6发生运动,从而带动X轴滑块5在X轴上发生移动;收到Y轴坐标时,驱动Y轴电机14转动,Y轴电机14带动Y轴皮带13发生运动,带动Y轴滑块15在Y轴上发生移动,从而使打印平台16在Y轴上发生移动;收到Z轴坐标时,驱动Z轴电机11转动,Z轴电机11带动Z轴丝杆9发生运动,从而带动X轴运动组件17沿导向杆8

在Z轴上发生移动;收到E轴坐标时,驱动E轴电机1转动,E轴电机1带动E轴丝杆3发生运动,从而带动E轴挤出组件4发生挤出动作,使颗粒耗材从料筒中流出。

[0049] 综上,本发明实施例所涉及的打印设备不仅能够保留传统龙门式3D打印优点,同时提高了打印自由度,使得其在拱形构架打印过程中不仅可以进行较大面积打印且造价低。

[0050] 本发明实施例还提供一种适用于龙门架式变层高的颗粒打印方法,具体如图2所示,包括以下步骤:

[0051] 步骤一:建立模型;建立打印模型,如图3所示,沿法线方向对模型进行分割(如图3-1所示),生成符合打印尺寸的弧形构件(如图3-2所示)。并保留弧形构件部分法线,沿弧形构件法线方向对弧形构件进行变层高切片。与传统切片方式(如图3-3所示)不同的是,需要沿弧形构件法线方向对弧形构件进行变层高切片(如图3-4所示),并根据材料性能设定最高层的阈值以防坍塌度过大造成打印失败。

[0052] 步骤2、获取与弧形构件法线平行的最长边的长度,并用该长度除以最高层的高度值获得弧形构件的层数;获取与弧形构件法线平行的最短边的长度,并用改长度除以弧形构件的层数获得最低层的高度值,以弧形构件的最高层高、最低层高、层数为基础进行路径规划,在此基础上设定颗粒耗材挤出直径,计算路径偏移距离使得打印件与模型一致并依据设定颗粒耗材挤出直径设定弧形构件壁厚以及内部填充,依据弧形构件曲面定位参数,结合颗粒耗材挤出直径、壁厚、填充情况生成轨迹路径;

[0053] 步骤3、对轨迹路径与挤出头进行碰撞模拟,测试是否发生碰撞,若发生碰撞则进行路径优化,若不发生碰撞则进行步骤4;

[0054] 步骤4、在验证无碰撞的基础上根据打印分辨率对路径进行等分,确定两点之间的距离。提取各点位空间XYZ数值,提取轨迹特征点与其垂直方向上的轨迹特征点之间的距离,即该点位的层高值,随后依据层高值与步进值计算挤出量E值,结合轨迹特征点的空间坐标XYZ数值与挤出量E值生成数控G代码用于打印设备的参数控制,打印设备通过G代码的控制,实现变层高弧形构件的打印工作。

[0055] 接下来以具体的实施方式对本发明方法实施例进行进一步地详细的说明。

[0056] 根据材料性能设定最高层的阈值 α_{mm} 以防坍塌度过大造成打印失败;

[0057] 获取与弧形构件法线平行的最长边的长度 $l_{big}mm$,并用该长度除以最高层的高度值 α_{mm} 获得弧形构件的层数 n (即 $n = \frac{l_{big}mm}{\alpha_{mm}}$);

[0058] 获取与弧形构件法线平行的最短边的长度 $l_{small}mm$,并用改长度除以弧形构件的层数 n 获得最低层的高度值 β_{mm} (即 $\beta = \frac{l_{small}mm}{n}$);

[0059] 以弧形构件的最高层高 α_{mm} 、最低层高 β_{mm} 、层数 n 为基础进行路径规划;

[0060] 设定颗粒耗材挤出直径 d_{mm} ,计算路径偏移距离 $\theta = \frac{d_{mm}}{2}mm$,用于最后对路径进行向内偏移,使得打印件外部实际轮廓与模型一致。

[0061] 依据设定颗粒耗材挤出直径 d_{mm} 设定弧形构件壁厚 ηd_{mm} (η 为正整数)以及内部填充;

[0062] 提取各点位空间XYZ数值,根据打印分辨率 ε 对单层路径进行等分,设相邻两点分

别为A点与B点，A点坐标为 $X_A Y_A Z_A$ ，B点坐标为 $X_B Y_B Z_B$ 。确定两点之间的距离

$$\chi = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 + (Z_B - Z_A)^2} \text{ mm};$$

[0063] 提取轨迹特征点与其垂直方向上的轨迹特征点之间的距离 $h_{\alpha\beta}$ mm ($h_{\alpha\beta}$ 数值介于 α 、 β 之间)即该点位的层高值 $h_{\alpha\beta}$ mm,随后依据层高值与步进值计算挤出量E值,即 $E = x * d * h_{\alpha\beta} \text{ mm}^2$,其中x表示为层高值,d为步进值。

[0064] 本发明方法实施例涉及的变层高打印通过对挤出机的精确控制使层高在打印时发生变化,避免了堆料现象出现,使外观更加美观。变层高打印方法可以满足混凝土轴向受压以及纹理美观的需求。

[0065] 在本实施例中,变层高打印方法主要特点为首先要提取弧形构件的轴向控制线(即为拱形构件的轴向受压方向),并以此控制线为基准进行路径规划。每一层都需要与该控制线切点位置垂直,这使得除首层外每一层不再以xy平面为基准,而是会随着打印高度的升高而随之变动。由此还会造成每一层的各点位与下一层各点位之间的垂直距离发生变动。因此并不能按照普通切片方式按水平距离给出挤出值,每个点位的挤出值都需要经过计算而得出。

[0066] 通过获得模型法线方向沿法线方向进行等分,并根据材料设置最高层高阈值,以防颗粒耗材因坍塌度大造成垮塌,来规划路径以设置接缝点。通过获取点位xyz坐标值和点位与垂直下点位的层高值,根据层高值计算挤出量,由xyz坐标及挤出量生成各点位动作数据进行打印,可以突破传统龙门式3D打印只能固定层高进行打印的局限,通过对切片的优化,可以使其达到部分6轴机械臂能达到的效果,进行自由度更高的拱形构架打印。

[0067] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0068] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

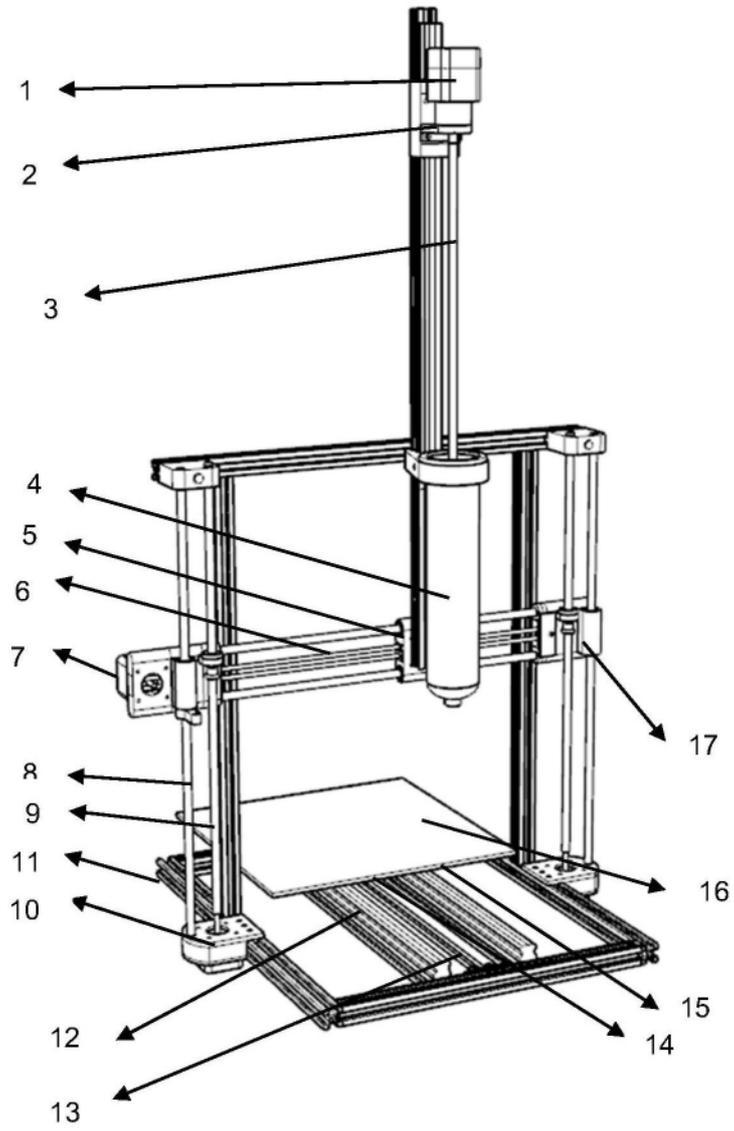


图1

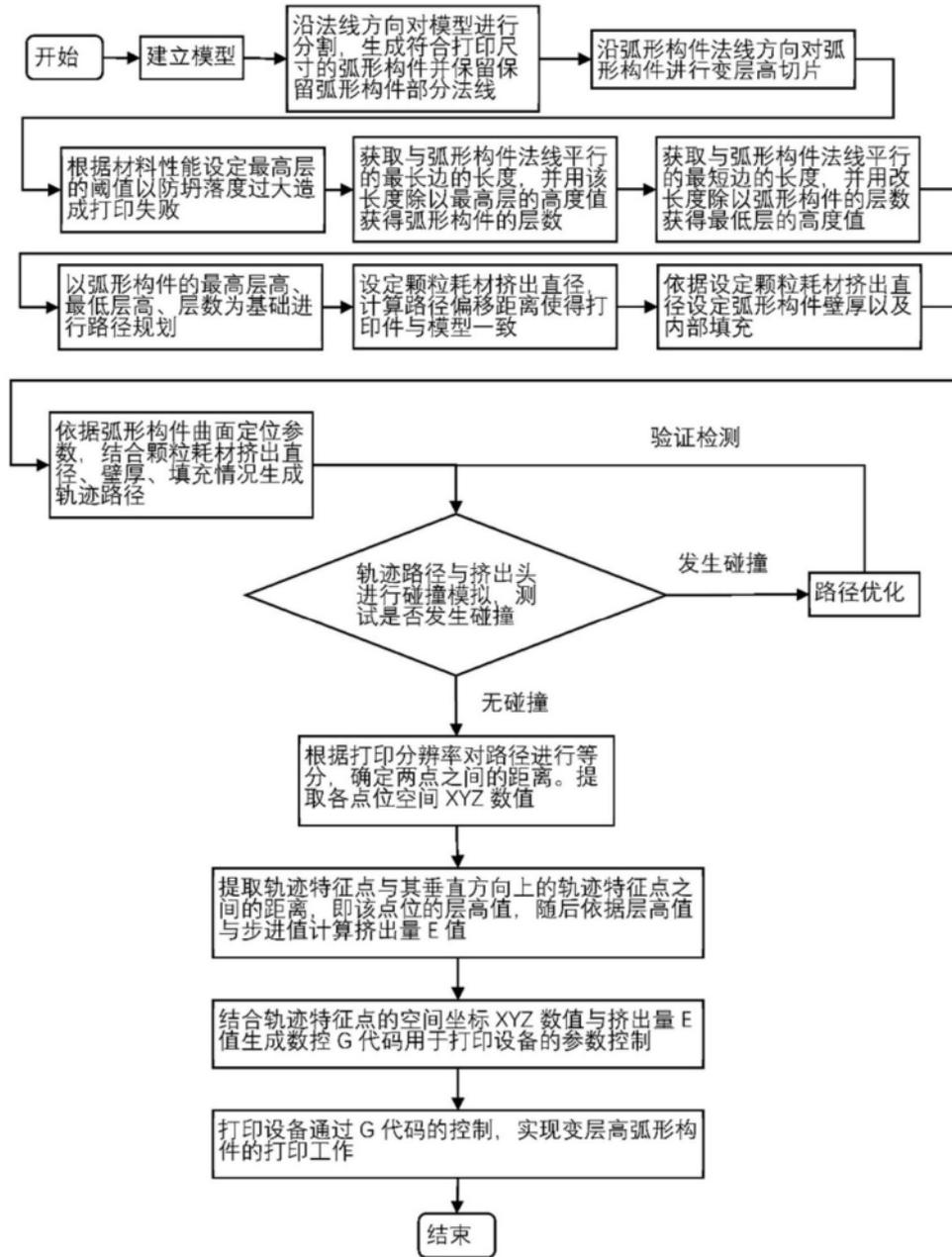


图2

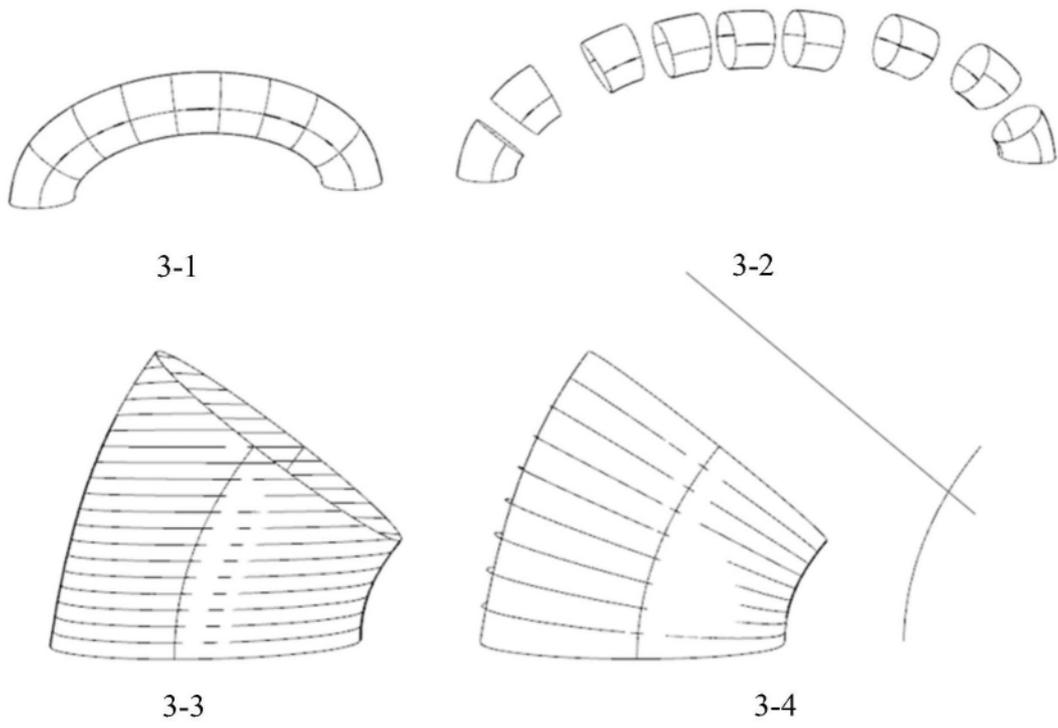


图3