



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111975927 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 08

(21) 申请号 202010836516.5

(22) 申请日 2020.08.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111975927 A

(43) 申请公布日 2020.11.24

(73) 专利权人 扬州大学  
地址 225009 江苏省扬州市大学路88号

(72) 发明人 吴伟伟 郑洋 丁爽 宋爱平

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心  
32203  
代理人 张玲 邹伟红

(51) Int. Cl.  
B28B 1/00 (2006.01)  
B33Y 10/00 (2015.01)  
B33Y 30/00 (2015.01)

(56) 对比文件

- CN 105625720 A, 2016.06.01
- CN 109514688 A, 2019.03.26
- CN 107756594 A, 2018.03.06
- CN 109203174 A, 2019.01.15
- CN 106827168 A, 2017.06.13
- CN 111267338 A, 2020.06.12
- CN 110614767 A, 2019.12.27
- CN 209999393 U, 2020.01.31
- CN 105690764 A, 2016.06.22
- CN 110563401 A, 2019.12.13
- CN 107366381 A, 2017.11.21
- CN 107042627 A, 2017.08.15
- CN 209813077 U, 2019.12.20
- KR 20160068564 A, 2016.06.15
- US 10399247 B1, 2019.09.03

审查员 张丽

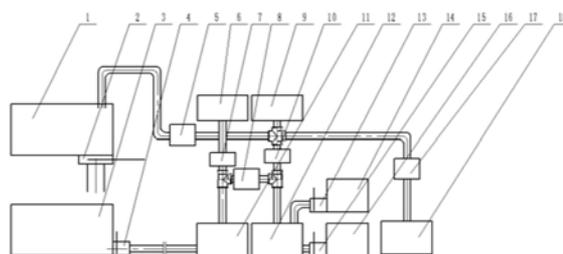
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种双喷头混凝土打印装置及打印方法

(57) 摘要

本发明属于3D打印领域,具体涉及一种双喷头混凝土打印装置及打印方法。装置包括三轴运动平台和位于三轴运动平台上方的喷头装置A、喷头装置B和叶片搅拌落料设备;喷头装置A用于喷出混凝土浆料,喷头装置B用于喷出发泡树脂或湿式掺料,叶片搅拌落料设备用于将干式掺料加入到待打印的工件中;混凝土浆料、发泡树脂或(及)其他必备掺料的传输,打印工艺过程的分配,混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加,建筑构件的打印及修形,打印间隙喷头内的清洗,打印结束后的清洗。本发明可实现含不同材料增强的大型建筑构件的高效快速成型,充分考虑打印精度和建筑构件力学性能,为建筑类材料在增材制造领域的应用提供新的工艺思路。



CN 111975927 B

1. 一种双喷头混凝土打印装置,其特征在于,包括三轴运动平台和位于三轴运动平台上方的喷头装置A(11)、喷头装置B(12)和叶片搅拌落料设备(18);

所述喷头装置A(11)用于喷出混凝土浆料,所述喷头装置B(12)用于喷出发泡树脂或湿式掺料,所述叶片搅拌落料设备(18)用于将干式掺料加入到待打印的工件中;

所述喷头装置A(11)中的螺杆为中空结构,并在螺杆表面设有小孔,将添加剂管道与螺杆相连,通过计量泵(6)添加添加剂;

还包括搅拌机(1),喷浆设备(3),所述搅拌机(1)和喷浆设备(3)之间设有第一开合阀(2),所述喷浆设备(3)通过第一气动比例截止阀(4)连接喷头装置A(11);

混凝土浆料的原料在搅拌机(1)中充分搅拌后打开第一开合阀(2)落料至喷浆设备(3)中,利用第一气动比例截止阀(4)控制流入喷头装置A(11)的混凝土浆料;

还包括并联的第一小型喷浆设备(14)和第二小型喷浆设备(16),

所述第一小型喷浆设备(14)通过第二气动比例截止阀(13)连接喷头装置B(12),所述第二小型喷浆设备(16)通过第三气动比例截止阀(15)连接喷头装置B(12);

发泡树脂通过第二小型喷浆设备(16)以及第三气动比例截止阀(15)传输至喷头装置B(12)中,湿式掺料通过第一小型喷浆设备(14)以及第二气动比例截止阀(13)传输至喷头装置B(12)中;

还包括高压水泵(9),所述喷头装置B(12)的螺杆为中空带孔结构;

在需要临时清洗喷头时,利用阀切断物料输送回路,并往螺杆中通高压水,同时使螺杆高速旋转,即可利用水柱清洗喷头内部。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述搅拌机(1)通过第二开合阀(5)和管道与高压水泵(9)的出水口连接,所述叶片搅拌落料设备(18)通过第六开合阀(17)与高压水泵(9)的出水口连接;

所述计量泵(6)通过第三开合阀(7)和管道与喷头装置A(11)连接,所述高压水泵(9)通过管道和第五开合阀(10)与喷头装置B(12)连接,所述第三开合阀(7)后的管道和第五开合阀(10)后的管道通过第四开合阀(8)和管道连接。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述三轴运动平台水平面内的纵向移动使用齿轮齿条传动,水平面内的横向移动即喷头的位移控制则是通过滚珠丝杠实现,垂直面内的移动即Z轴方向,利用单侧双滚珠丝杠配置;

所述喷头装置的喷头底部装配用于修形的光滑铁片。

4. 一种利用权利要求1-3任一项所述的装置进行打印的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤(1):原材料的制备;

步骤(2):打印工艺过程的分配;根据建筑构件的打印要求,判断打印过程中所涉及的材料种类中包含混凝土浆体,发泡树脂,干式掺料以及湿式掺料的具体哪些部分,做好材料制备以及后期输送挤出的流程和路径的规划;

步骤(3):混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加;通过泵送形式添加入喷头后,利用喷头内的螺杆将添加剂与混凝土充分接触;

步骤(4):建筑构件的打印及修形;根据三维软件生成G代码,利用G代码结合三轴运动,实现打印,同时可利用G代码实现层厚的控制;

步骤(5):打印过程中打印间隙喷头内的及时清洗;当存在打印间隙时,利用高压水冲洗喷头装置;

步骤(6):打印结束后管路及喷头的清洗;打印结束后,利用回路中的各类阀结合泵,实现整套系统的清洗;

步骤(7):如果有,去除中空或镂空部分填充的发泡树脂材料。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述步骤(3)和步骤(5)中要保证螺杆中空部分的压力始终大于螺腔内的压力;

所述喷头装置A(11)和喷头装置B(12)的螺杆的转速可调。

6.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述打印装置的回路中涉及的压力控制均采用气压,且利用PLC结合电气比例阀调节回路中压力大小;回路中的开关截止阀通过气动蝶阀和PLC数字模块控制实现“开”和“关”两种状态。

## 一种双喷头混凝土打印装置及打印方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于3D打印领域,具体涉及一种双喷头混凝土打印装置及打印方法。

### 背景技术

[0002] 3D打印应用于建筑领域时,目前还没有成熟面向应用的工艺或设备,均处于实验室阶段,围绕材料、工艺以及设备等多方面,还有一系列的问题待解决。为了进一步完善3D打印在建筑领域的高性能应用,本发明提出了一种双喷头的打印工艺,通过该工艺可以实现普通水泥粉末材料的高速高效多材料复杂结构成型。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种双喷头混凝土打印装置及打印方法。

[0004] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种双喷头混凝土打印装置,包括三轴运动平台和位于三轴运动平台上方的喷头装置A、喷头装置B和叶片搅拌落料设备;

[0005] 所述喷头装置A用于喷出混凝土浆料,所述喷头装置B用于喷出发泡树脂或湿式掺料,所述叶片搅拌落料设备用于将干式掺料加入到待打印的工件中。

[0006] 进一步的,所述喷头装置A中的螺杆为中空结构,并在螺杆表面设有小孔,将添加剂管道与螺杆相连,通过计量泵添加添加剂。

[0007] 进一步的,还包括搅拌机,喷浆设备,所述搅拌机和喷浆设备之间设有第一开合阀,所述喷浆设备通过第一气动比例截止阀连接喷头装置A;

[0008] 混凝土浆料的原料在搅拌机中充分搅拌后打开第一开合阀落料至喷浆设备中,利用第一气动比例截止阀控制流入喷头装置A的混凝土浆料。

[0009] 进一步的,还包括并联的第一小型喷浆设备和第二小型喷浆设备,

[0010] 所述第一小型喷浆设备通过第二气动比例截止阀连接喷头装置B,所述第二小型喷浆设备通过第三气动比例截止阀连接喷头装置B;

[0011] 发泡树脂通过第二小型喷浆设备以及第三气动比例截止阀传输至喷头装置B中,湿式掺料通过第一小型喷浆设备以及第二气动比例截止阀传输至喷头装置B中。

[0012] 进一步的,还包括高压水泵,所述喷头装置B的螺杆为中空带孔结构;

[0013] 在需要临时清洗喷头时,利用阀切断物料输送回路,并往螺杆中通高压水,同时使螺杆高速旋转,即可利用水柱清洗喷头内部。

[0014] 进一步的,所述搅拌机通过第二开合阀和管道与高压水泵的出水口连接,所述叶片搅拌落料设备通过第六开合阀与高压水泵的出水口连接;

[0015] 所述计量泵通过第三开合阀和管道与喷头装置A连接,所述高压水泵通过管道和第五开合阀与喷头装置B连接,所述第三开合阀后的管道和第五开合阀后的管道通过第四开合阀和管道连接。

[0016] 进一步的,所述三轴运动平台水平面内的纵向移动使用齿轮齿条传动,水平面内的横向移动即喷头的位移控制则是通过滚珠丝杠实现,垂直面内的移动即Z轴方向,利用单

侧双滚珠丝杠配置；

[0017] 所述喷头装置的喷头底部装配用于修形的光滑铁片。

[0018] 一种利用上述的装置进行打印的方法,包括如下步骤:

[0019] 步骤(1):原材料的制备;

[0020] 步骤(2):打印工艺过程的分配;根据建筑构件的打印要求,判断打印过程中所涉及的材料种类中包含混凝土浆体,发泡树脂,干式掺料以及湿式掺料的具体哪些部分,做好材料制备以及后期输送挤出的流程和路径的规划;

[0021] 步骤(3):混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加;通过泵送形式添加入喷头后,利用喷头内的螺杆将添加剂与混凝土充分接触;

[0022] 步骤(4):建筑构件的打印及修形;根据三维软件生成G代码,利用G代码结合三轴运动,实现打印,同时可利用G代码实现层厚的控制;

[0023] 步骤(5):打印过程中打印间隙喷头内的及时清洗;当存在打印间隙时,利用高压水冲洗喷头装置;

[0024] 步骤(6):打印结束后管路及喷头的清洗;打印结束后,利用回路中的各类阀结合泵,实现整套系统的清洗;

[0025] 步骤(7):如果有,去除中空或镂空部分填充的发泡树脂材料。

[0026] 进一步的,所述步骤(3)和步骤(5)中要保证螺杆中空部分的压力始终大于螺腔内的压力;

[0027] 所述喷头装置A和喷头装置B的螺杆的转速可调。

[0028] 进一步的,所述打印装置的回路中涉及的压力控制均采用气压,且利用PLC结合电气比例阀调节回路中压力大小;回路中的开关截止阀通过气动蝶阀和PLC数字模块控制实现“开”和“关”两种状态。

[0029] 本发明与现有技术相比,其显著优点在于:

[0030] (1)本发明通过双喷头的配置可以实现多种材料的打印,其中一个喷头只用于混凝土浆体的挤出成型,另一个喷头可根据实际需求实现不同材料的打印,每次更换材料时仅需及时清洗喷头即可,同时为了满足力学性能要求,还配备一圆柱形叶片搅拌落料装置用于干式掺料的添加,通过叶片转速控制实现对干式掺料落料速度的控制。

[0031] (2)本发明利用气动比例截止阀对进入回路的混凝土浆料进行流量控制,通过PLC调节,可实现流量的连续可调,避免涉及多余的物料回收回路的设计。

[0032] (3)本发明将喷头挤出装置的螺杆设计成空心结构且在表面制孔,用于添加剂的添加以及清洗喷头时高压水的添加,在添加添加剂时结合计量泵可实现与混凝土定量混合,在清洗喷头内部时,使螺杆高速旋转,能实现快速清洗。

[0033] (4)本发明利用龙门式结构可实现大型构件多材料的打印成型,有助于3D打印技术在建筑领域的进一步推广,具有较好的工业应用价值。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明的混凝土打印装置示意图。

[0035] 图2为本发明的打印方法流程图。

[0036] 附图标记说明:

[0037] 1-搅拌机,2-第一开合阀,3-喷浆设备,4-第一气动比例截止阀,5-第二开合阀,6-计量泵,7-第三开合阀,8-第四开合阀,9-高压水泵,10-第五开合阀,11-喷头装置A,12-喷头装置B,13-第二气动比例截止阀,14-第一小型喷浆设备,15-第三气动比例截止阀,16-第二小型喷浆设备,17-第六开合阀,18-叶片搅拌落料设备。

### 具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0039] 参考图1和图2所示工艺及结构简化示意图,本发明包括双喷头混凝土打印工艺,所述工艺包括混凝土浆料、发泡树脂或(及)其他必备掺料的传输,打印工艺过程的分配,混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加,建筑结构件的打印及修形,打印过程中打印间隙喷头内的及时清洗,打印结束后管路及喷头的清洗。其中混凝土浆料的传输是利用搅拌机1和喷浆设备3来实现的,水泥、细砂及水等在搅拌机1中充分搅拌后打开开合阀2落料至喷浆设备3中,利用气动比例截止阀4可以控制流入回路中的混凝土浆体的流量;发泡树脂是通过小型喷浆设备16以及气动比例截止阀15传输至喷头装置B12中,湿式掺料则通过小型喷浆设备14以及气动比例截止阀13传输至喷头装置B12中,干式掺料则通过叶片搅拌落料设备18落料实现;打印工艺过程的分配,根据不同材料的要求有喷头装置A11、喷头装置B12以及叶片搅拌落料设备18来实现;混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加则通过计量泵6传输至喷头装置A11中的螺杆中,通过一定压力使速凝剂从小孔中泵出并与混凝土浆体接触混合;建筑结构件的打印则是通过龙门结构的三轴运动平台结合数控系统G代码实现三轴的运动,修形则是在喷头下面加装两对称布置的铁片,在打印过程中持续光整打印表面;打印过程中打印间隙喷头内的及时清洗是通过高压水泵9及开合阀7、开合阀8及开合阀10来实现;打印结束后管路及喷头的清洗除上述高压水泵9及开合阀7、开合阀8及开合阀10外还需利用开合阀5及开合阀17来实现,上述所有阀的控制均通过PLC实现;上述打印过程中的运动环节,其中水平面纵向由齿轮齿条传动实现,水平面横向即喷头的移动通过滚珠丝杠实现,垂直面方向则由单侧双滚珠丝杠保证刚性和稳定性。

[0040] 步骤1:混凝土浆料、发泡树脂或(及)其他必备掺料的制备,将水泥粉料、细砂与水按比例添加至搅拌装置1中并进行充分混合制得混凝土浆料;将事先调配好的发泡树脂材料放在容器中;对于增强材料,如是湿式的则用小型搅拌装置搅拌均匀,如是干式材料(细石料)则装在一个与喷头装置大小相近的圆柱型叶片搅拌装置18中。混凝土浆料、发泡树脂或(及)其他必备掺料的传输,混凝土浆料利用喷浆机3输送至喷头装置A11;发泡树脂或湿式掺料利用小型喷浆设备14及16输送至喷头装置B12;干式材料则直接利用叶片搅拌装置18进行送料。

[0041] 步骤2:打印工艺过程的分配,根据建筑结构件的打印要求,判断打印过程中所涉及的材料种类中包含混凝土浆体,发泡树脂,干式掺料以及湿式掺料的部分,提前做好材料制备以及后期输送挤出的流程和路径的规划。

[0042] 步骤3:混凝土浆料中所需添加剂的运输及添加,为了使混凝土浆体能在短时间内初凝且能够支撑下一层材料的重量,要加入适量的速凝剂等添加剂,通过泵送形式添加入喷头装置A11后,利用喷头内的螺杆将添加剂与混凝土充分接触;

[0043] 步骤4:建筑结构件的打印及修形,根据三维软件生成G代码,利用G代码结合三轴

运动,实现打印,同时可利用G代码实现层厚的控制;为了改善打印精度,在喷头底端焊接两个平面铁片,实现表面光整修形。

[0044] 步骤5:打印过程中打印间隙喷头内的及时清洗,当存在打印间隙时,为了避免材料在喷头内静置凝结,利用高压水冲洗喷头装置11和12;

[0045] 步骤6:打印结束后管路及喷头的清洗,打印结束后,利用回路中的各类阀结合泵,实现整套系统的清洗。

[0046] 步骤7:去除中空或镂空部分填充的发泡树脂材料。

[0047] 所述喷浆装置与管道连接处设置的气动比例截止阀4、气动比例截止阀13以及气动比例截止阀15可以通过PLC模拟模块实现开口大小的连续控制,以满足回路中材料流量的不同需求,进一步可以控制材料的挤出速度,以配合设置层厚,改善成型质量,提高打印性能。

[0048] 本发明中通过双喷头及叶片搅拌落料装置的设置可以实现多种材料的打印成型,以往单种混凝土浆体进行打印作业时如面临中空或镂空结构,往往需要暂停作业,额外人工辅助干预,其次单种混凝土浆体打印获得的建筑构件力学性能不足,特别是针对大型建筑构件进行打印时,再者对于部分建筑工艺品往往是由多材料构成的,因此本发明的新型双喷头混凝土打印工艺可以很好解决上述问题,实现多材料高性能大结构建筑构件的高效稳定打印成型。

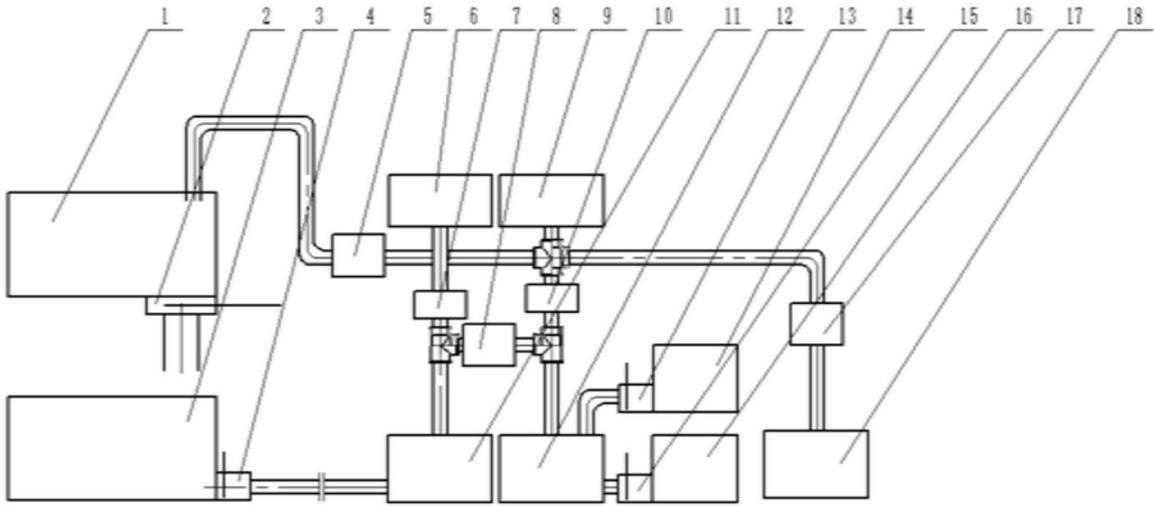


图1

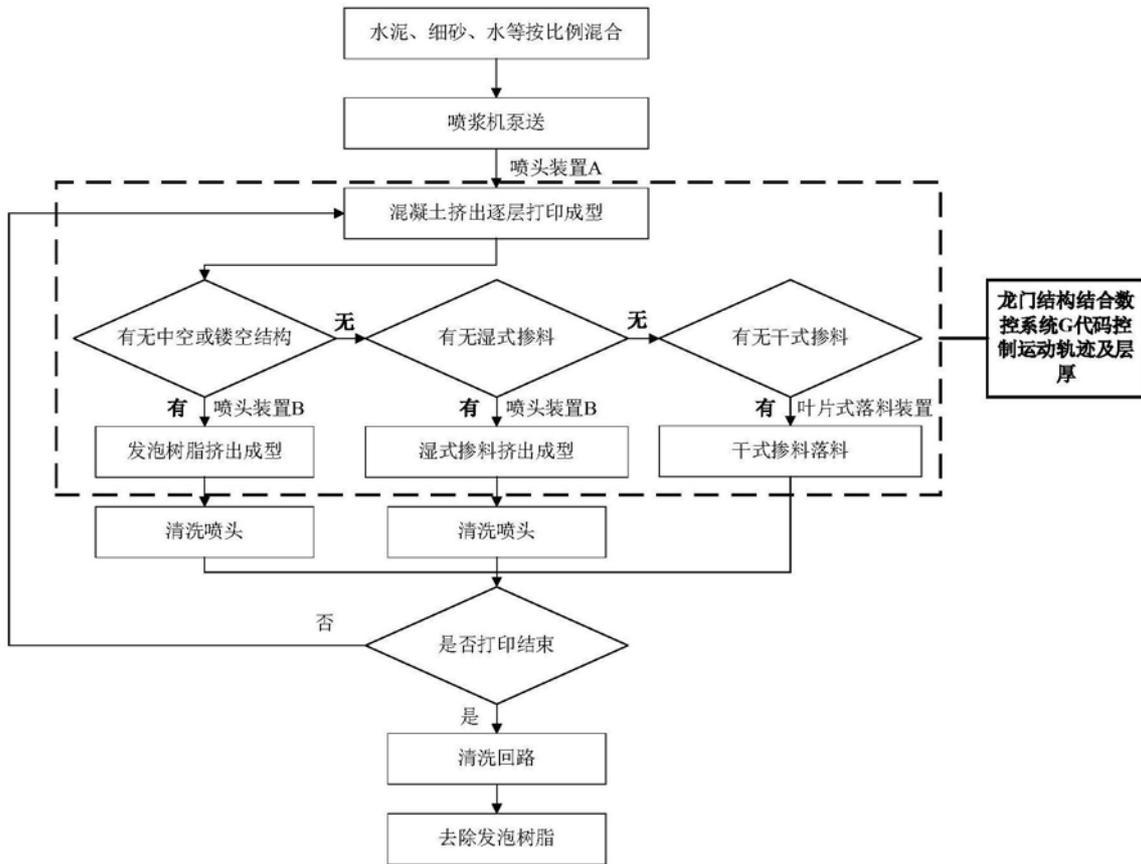


图2