



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104802408 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201510223937.X

(22)申请日 2015.05.05

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104802408 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(73)专利权人 西安交通大学  
地址 710049 陕西省西安市咸宁路28号

(72)发明人 李涤尘 陈士尹 曹毅

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务  
所 61215  
代理人 贺建斌

(51)Int.Cl.

B29C 67/00(2006.01)

B33Y 40/00(2015.01)

B33Y 30/00(2015.01)

(56)对比文件

- US 4932581 ,1990.06.12,
- US 6085957 A,2000.07.11,
- CN 1291829 C,2006.12.27,
- CN 203191128 U,2013.09.11,
- CN 203901727 U,2014.10.29,
- CN 203371686 U,2014.01.01,
- CN 203726795 U,2014.07.23,

审查员 肖横洋

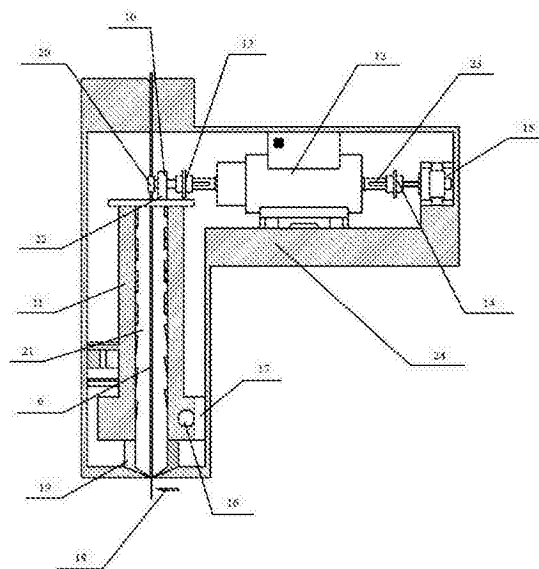
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种自适应送丝3D打印机及其打印方法

(57)摘要

一种自适应送丝的3D打印机及其打印方法，3D打印机的3D打印头安装在二维运动平台上，3D打印头的下方设有工作平台，工作平台和升降装置连接，料盘固定在工作平台后部的打印机外壳上，塑料丝缠绕在料盘上，塑料丝经过张紧装置并经由导向管送入3D打印头中，3D打印头设有动态扭矩传感器，打印方法基于动态扭矩传感器组建自动控制系统对电机的转速进行控制，对3D打印头的送丝进给量进行精确控制，本发明可以在整个工件打印的过程中，对送丝进给量进行实时监控并调节，从而最终提高打印工件的精度，改善熔融沉积3D打印技术的工艺水平。



1. 一种自适应送丝的3D打印机,包括二维运动平台(2),3D打印头(1)安装在二维运动平台(2)上,3D打印头(1)的下方设有工作平台(3),工作平台(3)和升降装置(4)连接,料盘(7)固定在工作平台(3)后部的打印机外壳(5)上,塑料丝(6)缠绕在料盘(7)上,塑料丝(6)经过张紧装置(8)并经由导向管(9)送入3D打印头(1)中,其特征在于:

所述的3D打印头(1)包括动态扭矩传感器(12),动态扭矩传感器(12)的内部安装有传动轴(23),传动轴(23)的一端通过第二联轴器(14)与打印头步进电机(15)同轴连接,传动轴(23)的另一端通过第一联轴器(13)与导轮轴(10)同轴连接,送丝导轮(20)连接在导轮轴(10)上,在导轮轴(10)的中间连接有导轮轴固定装置(22),送丝导轮(20)的下方为打印头外壳(11),打印头外壳(11)内部是打印头空腔(21),打印头空腔(21)的端头连接有喷嘴(19),塑料丝(6)经过导向管(9)穿过打印头空腔(21)到达喷嘴(19),打印头外壳(11)靠近喷嘴(19)处连接有加热装置(16)和温控器(17),喷嘴(19)外设有剪切装置(18),打印头外壳(11)、动态扭矩传感器(12)和打印头步进电机(15)固定在保护壳24上。

2. 根据权利要求1所述的自适应送丝的3D打印机的打印方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 塑料丝(6)从料盘(7)中出发,经过张紧装置(8),由导向管(9)供给3D打印头(1),并由喷嘴(19)挤出并铺在工作平台(3)上,所述的塑料丝(6)是PLA或ABS塑料;

2) 当进行零件的3D打印工作时,计算机程序控制二维运动平台(2)与升降装置(4),带动3D打印头(1)在工作平台(3)上按照当前层模型的截面数据运动;同时,打印头步进电机(15)带动依靠第二联轴器(4)同轴连接动态扭矩传感器(12)的传动轴(23)转动,传动轴(23)带动依靠第一联轴器(13)同轴连接的导轮轴(10)与送丝导轮(20)转动,塑料丝(6)在送丝导轮(20)的带动下进入打印头空腔(21)并运动到喷嘴(19)处挤出,喷嘴(19)附近处的加热装置(16)和温控器(17)保证塑料丝(6)始终处于熔融状态;

3) 塑料丝(6)从喷嘴(19)处被挤出之后在工作平台(3)上冷却沉积,同时塑料丝(6)被粘附在了工作平台(3)上,因此能够随着二维运动平台(2)的运动而不断从料盘(7)中被拉扯出;喷嘴(19)将塑料丝(6)挤出并铺在工作平台(3)的过程中,打印头步进电机(15)的输出扭矩值被动态扭矩传感器(12)所测得,同时,工作平台(3)的平面度变化与打印工件的尺寸变化会引起打印头步进电机(15)的输出扭矩发生变化,动态扭矩传感器(12)检测这一变化;

4) 动态扭矩传感器(12)将打印头步进电机(15)的输出扭矩以数字信号的形式传入计算机,计算机对数字信号进行相应的转码和处理并向打印头步进电机(15)发出相应的控制指令调节打印头步进电机(15)的转速从而控制塑料丝(6)经由喷嘴(19)挤出并铺在工作平台(3)的送丝量,从而减小工作平台(3)的平面度误差,同时在打印工件的过程中,根据工件尺寸的变化及时调节送丝进给量,提高打印工件的精度;

5) 重复打印,直至工作平台(3)的平面度误差大小达到符合精度要求的误差范围,在打印过程中,减小打印工件的尺寸误差。

## 一种自适应送丝3D打印机及其打印方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及3D打印技术领域,具体涉及一种基于自适应送丝的3D打印机及其打印方法。

### 背景技术

[0002] 熔融沉积制造(FDM)是目前使用范围最为广泛的3D打印工艺之一。它的基本工作方式是将丝状材料(主要包括PLA、ABS等工程塑料)通过送丝机构送进喷头,在喷头内被加热融化,喷头后端的送丝电机在一定力矩的作用下,将熔融丝材挤出到预热到一定温度的成型基板上,挤出的材料迅速固化,并与周围材料相互粘结,最终完成零件制造。

[0003] 目前的熔融沉积3D打印工艺存在以下问题:

[0004] (1)FDM工艺通过喷头将材料熔化后,挤出到基板上并逐层叠加以最终获得成型制件。因此,基板的平整度会显著地影响到制件的打印精度。所以,大部分的设备在加工之前需要对基板进行平面度调校,从而保证基板的平整以及与喷头保持固定的工作距离,这一过程需要反复进行方能开始打印,大大降低了成型效率。在某些情况下,受加工精度影响,基板的平面度难以调校,与制件自身的翘曲相互叠加,会造成制件与打印喷头刚蹭,造成打印精度降低,甚至无法形成零件。

[0005] (2)在打印过程中,材料从固态变为熔融态,再凝结为固态,在相变的过程中,受到温度的影响,材料会产生一定程度的收缩、翘曲,在大平面结构以及突变结构上表现得尤为明显,如果在打印过程中无法及时调整,会导致零件的精度和质量的严重下降。而且,随着多喷头打印技术的出现,多材料在同一个零件中表征出不同的收缩率。对于送丝的精确控制提出了更高要求,目前的工艺难以满足高精度、高性能要求。

### 发明内容

[0006] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种自适应送丝的3D打印机及其打印方法,在减小基板的平面度误差的同时,提高零件的整体精度。

[0007] 为了达到上述目的,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 一种自适应送丝的3D打印机,包括二维运动平台2,3D打印头1安装在二维运动平台2上,3D打印头1的下方设有工作平台3,工作平台3和升降装置4连接,料盘7固定在工作平台3后部的打印机外壳5上,塑料丝6缠绕在料盘7上,塑料丝6经过张紧装置8并经由导向管9送入3D打印头1中;

[0009] 所述的3D打印头1包括动态扭矩传感器12,动态扭矩传感器12的内部安装有传动轴23,传动轴23的一端通过第二联轴器14与打印头步进电机15同轴连接,传动轴23的另一端通过第一联轴器13与导轮轴10同轴连接,送丝导轮20连接在导轮轴10上,在导轮轴10的中间连接有导轮轴固定装置22,送丝导轮20的下方为打印头外壳11,打印头外壳11内部是打印头空腔21,打印头空腔21的端头连接有喷嘴19,塑料丝6经过导向管9穿过打印头空腔21到达喷嘴19,打印头外壳11靠近喷嘴19处连接有加热装置16和温控器17,喷嘴19外设有

剪切装置18,打印头外壳11、动态扭矩传感器12和打印头步进电机15固定在保护壳24上。

[0010] 所述的自适应送丝的3D打印机的打印方法,包括以下步骤:

[0011] 1)塑料丝6从料盘7中出发,经过张紧装置8,由导向管9供给3D打印头1,并由喷嘴19挤出并铺在工作平台3上,所述的塑料丝6是PLA或ABS塑料;

[0012] 2)当进行零件的3D打印工作时,计算机程序控制二维运动平台2与升降装置4,带动3D打印头1在工作平台3上按照当前层模型的截面数据运动;同时,打印头步进电机15带动依靠第二联轴器4同轴连接的动态扭矩传感器12的传动轴23转动,传动轴23带动依靠第一联轴器13同轴连接的导轮轴10与送丝导轮20转动,塑料丝6在送丝导轮20的带动下进入打印头空腔22并运动到喷嘴19处挤出,喷嘴19附近处的加热装置16和温控器17保证塑料丝6始终处于熔融状态;

[0013] 3)塑料丝6从喷嘴19处被挤出之后在工作平台3上冷却沉积,同时塑料丝6被粘附在了工作平台3上,因此能够随着二维运动平台2的运动而不断从料盘7中被拉扯出;喷嘴19将塑料丝6挤出并铺在工作平台3的过程中,打印头步进电机15的输出扭矩值被动态扭矩传感器12所测得,同时,工作平台3的平面度变化与打印工件的尺寸变化会引起打印头步进电机15的输出扭矩发生变化,动态扭矩传感器12能够检测这一变化;

[0014] 4)动态扭矩传感器12将打印头步进电机15的输出扭矩以数字信号的形式传入控制计算机,控制计算机对数字信号进行相应的转码和处理并向打印头步进电机15发出相应的控制指令调节打印头步进电机15的转速从而控制塑料丝6经由喷嘴19挤出并铺在工作平台3的送丝进给量,从而减小工作平台3的平面度误差,同时在打印工件的过程中,根据工件尺寸的变化及时调节送丝进给量,提高打印工件的精度;

[0015] 5)重复打印,直至工作平台3的平面度误差大小达到符合精度要求的误差范围,在打印过程中,减小打印工件的形位误差。

[0016] 由于本发明基于动态扭矩传感器组建自动控制系统对电机的转速进行控制,对打印头的送丝进给量进行精确控制。根据基板平面度的变化与电机工作时所受的阻力矩之间的对应关系,实时地调整送丝进给量,省去了工件打印前对基板的反复调校,实现以减小基板平面度误差为目的的基板预处理。更为重要的是,本发明可以在整个工件打印的过程中,根据工件因热胀冷缩、翘曲和重力作用所导致的尺寸变化所引起的电机工作时所受的阻力矩的对应关系,对送丝进给量进行实时监控并调节,补偿工件的尺寸误差,从而最终提高打印工件的精度,改善熔融沉积3D打印技术的工艺水平。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明打印机的结构示意图。

[0018] 图2是本发明实现自适应功能的3D打印头的结构示意图。

## 具体实施方式

[0019] 以下结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0020] 参照图1,一种自适应送丝的3D打印机,包括二维运动平台2,3D打印头1安装在二维运动平台2上,3D打印头1的下方设有工作平台3,工作平台3和升降装置4连接,料盘7固定在工作平台3后部的打印机外壳5上,塑料丝6缠绕在料盘7上,塑料丝6经过张紧装置8并经

由导向管9送入3D打印头1中；

[0021] 参照图2,所述的3D打印头1包括动态扭矩传感器12,动态扭矩传感器12的内部安装有传动轴23,传动轴23的一端通过第二联轴器14与打印头步进电机15同轴连接,传动轴23的另一端通过第一联轴器13与导轮轴10同轴连接,送丝导轮20连接在导轮轴10上,在导轮轴10的中间连接有导轮轴固定装置22,送丝导轮20的下方为打印头外壳11,打印头外壳11内部是打印头空腔21,打印头空腔21的端头连接有喷嘴19,塑料丝6经过导向管9穿过打印头空腔21到达喷嘴19,打印头外壳11靠近喷嘴19处连接有加热装置16和温控器17,喷嘴19外设有剪切装置18,打印头外壳11、动态扭矩传感器12和打印头步进电机15固定在保护壳24上。

[0022] 所述的自适应送丝的3D打印机的打印方法,包括以下步骤:

[0023] 1)塑料丝6从料盘7中出发,经过张紧装置8,由导向管9供给3D打印头1,并由喷嘴19挤出并铺在工作平台3上,所述的塑料丝6是PLA或ABS塑料;

[0024] 2)当进行零件的3D打印工作时,计算机程序控制二维运动平台2与升降装置4,带动3D打印头1在工作平台3上按照当前层模型的截面数据运动;同时,打印头步进电机15带动依靠第二联轴器4同轴连接动态扭矩传感器12的传动轴23转动,传动轴23带动依靠第一联轴器13同轴连接的导轮轴10与送丝导轮20转动,塑料丝6在送丝导轮20的带动下进入打印头空腔22并运动到喷嘴19处挤出,喷嘴19附近处的加热装置16和温控器17保证塑料丝6始终处于熔融状态;

[0025] 3)塑料丝6从喷嘴19处被挤出之后在工作平台3上冷却沉积,同时塑料丝6被粘附在了工作平台3上,因此能够随着二维运动平台2的运动而不断从料盘7中被拉扯出;喷嘴19将塑料丝6挤出并铺在工作平台3的过程中,打印头步进电机15的输出扭矩值被动态扭矩传感器12所测得,同时,工作平台3的平面度变化与打印工件的尺寸变化会引起打印头步进电机15的输出扭矩发生变化,动态扭矩传感器12能够检测这一变化;

[0026] 4)动态扭矩传感器12将打印头步进电机15的输出扭矩以数字信号的形式传入控制计算机,控制计算机对数字信号进行相应的转码和处理并向打印头步进电机15发出相应的控制指令调节打印头步进电机15的转速从而控制塑料丝6经由喷嘴19挤出并铺在工作平台3的送丝进给量,从而减小工作平台3的平面度误差,同时在打印工件的过程中,根据工件尺寸的变化及时调节送丝进给量,提高打印工件的精度;

[0027] 5)重复打印,直至工作平台3的平面度误差大小达到符合精度要求的误差范围,在打印过程中,减小打印工件的尺寸误差。

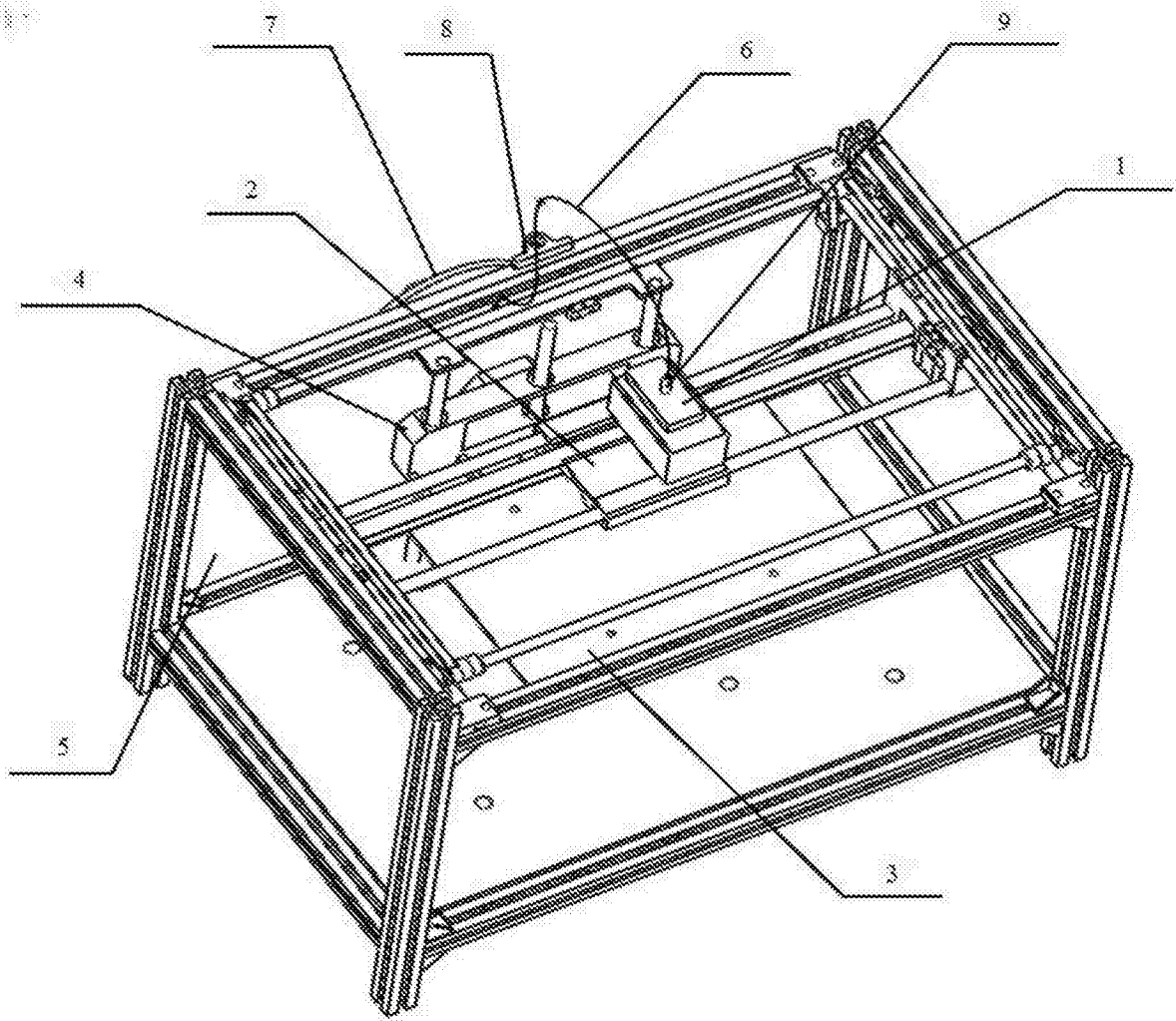


图1

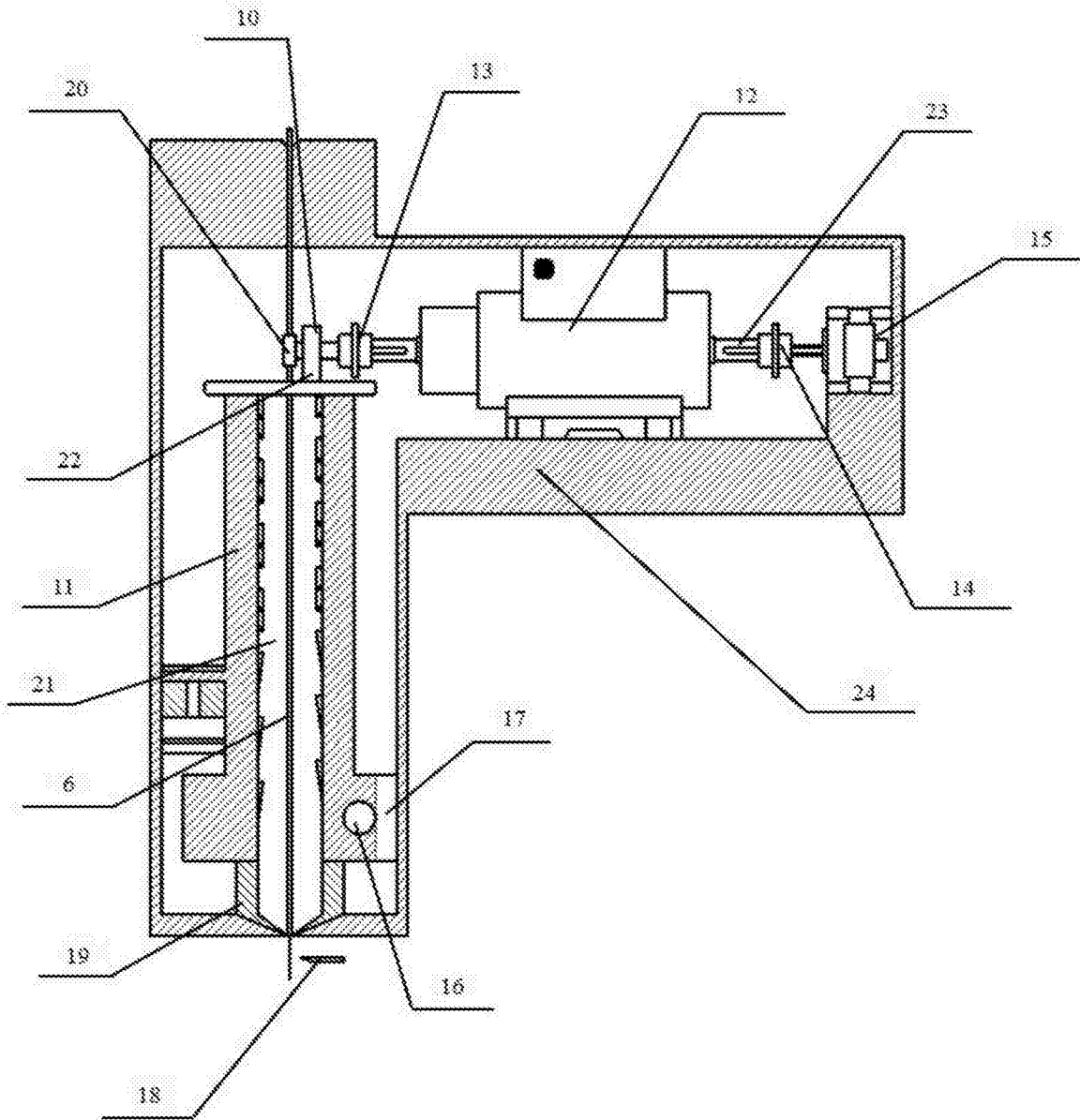


图2