DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.09.016

砂型喷墨 3D 打印机脱气装置应用研究

杨　平[1],任广宁[2],赵　龙[2],梁政权[2]
(共享智能装备有限公司,宁夏 银川 750000)

摘　要:铸造 3D 打印是利用增材制造技术,实现砂型成模。通过在喷墨 3D 打印机中的供墨系统增加脱气装置,研究了对系统中的墨水进行脱气处理效果。结果表明,增加脱气装置可以改善打印头喷墨质量,提高喷墨系统稳定性。

关键词:喷墨 3D 打印机;供墨系统;脱气装置;稳定性

中图分类号:TG243　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)09-0870-03

Application Research on Degassing Device of Sand Binder Jetting 3D Printer

YANG Ping[1], REN Guangning[2], ZHAO Long[2], LIANG Zhengquan[2]
(KOCEL Intelligent Machinery Co., Ltd., Yinchuan 750021, China)

Abstract: Casting 3D printing is the use of additive manufacturing technology to achieve sand mold. The degassing effect of ink-feeding system in ink-jet 3D printer was studied by adding degassing device. The results show that adding degassing device can improve the quality of ink-jet and the stability of ink-jet system.

Key words: ink-jet 3D printer, ink-feeding system, degassing device, stability

目前,铸型 3D 打印已成为研究的热点,在铸造行业的转型升级过程中,3D 打印技术已经开始崭露头角,并得到了快速发展。铸型 3D 打印工作原理是,先铺一层砂粉,然后打印头将粘结墨水喷在需要成型的区域,使砂粉粘结,形成砂型和砂芯截面,然后不断重复铺砂粉、喷墨、粘接的过程,层层堆积,最终获得铸造用砂型。目前,已经在砂型成型中得到应用,大大减少了人力资源,提高了砂型制作效率。

打印头是整个 3D 打印设备中的核心部件,负责将粘结墨水选择性地喷射在砂面上。当打印喷头内存在气泡时,会堵塞喷头喷孔,造成墨滴斜喷无法喷出,从而影响打印砂型的质量,甚至产生废品。因此,在供墨系统中增加脱气装置,并结合使用,在喷墨 3D 打印机上应用是非常有必要的。

1　气泡产生原理

当粘结墨水中溶解的空气量超过饱和溶解度时,可能形成气泡,尤其在振动或搅拌时更容易产生,原因有以下几点:

(1)在粘结墨水从墨水箱输送到喷头的过程中,由于输送距离远,输送过程晃动或震动,使溶解在墨水中的小空气泡可能聚集在一起形成大气泡而析出。

(2)喷头在工作时对墨水不断地进行吸入和挤压,吸入时喷头不仅会从墨盒中吸入墨水,同时也会吸入外部空气,当溶解于墨水中的空气处于饱和时,后续持续吸入的气体则会形成气泡,占据喷头内部空间。

(3)喷头喷墨时,由于高频的喷射墨水及本身的加热组件,会使喷头内的墨水升温。由于气压一定时,空气在溶剂中的溶解度与温度呈负相关,这个加热过程也会降低空气在墨水中的溶解度,会导致多余的气体产生气泡。

(4)由于喷头是根据切片信息,选择性地将墨水喷射在砂面上,不需要喷墨时,喷头内始终存在着一定的负压吸住墨水,使墨水不低落,在此过程中,也存在将外部的空气吸入喷头内部的可能性。

2　脱气方法

目前,常见的脱气方法有以下几大类:

(1)顶空脱气法,原理是通过一定的手段(气体吹扫或搅拌等)使溶液中溶解的气体在气液两项达到分配平衡,再通过一定的手段将析出的气体排出,即可达到脱气的目的。

(2)膜脱气法,是利用高分子薄膜的疏水性和透气性,在一定条件下,气体可以透过膜而液体不能透过膜的特性来实现的。在实际使用中,由于薄膜长期

收稿日期:2020-04-29

作者简介:杨　平(1996-),回族,宁夏海原人,助理工程师.主要从事机械设计、工艺设计等方面的工作.
电话:17795051067,E-mail:yyyp672@163.com

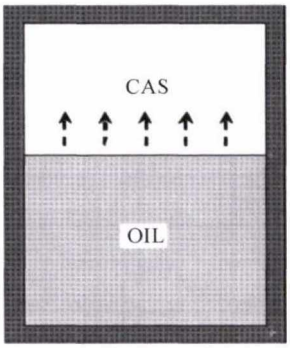


图 1 顶空脱气模型
Fig.1 Headspace degassing model

接触溶液，因此，此法对高分子薄膜的理化性能有较高的要求。

(3)真空脱气法，原理是依据亨利定律，即气体在溶液中的溶解度与水温和压力相关，在一定温度下，气体的溶解度与液面上该气体的平衡压力成正比，其表达式为：

$$P_g=H_x$$

式中，P_g 为气体的分压；H 为亨利常数，其值与温度、压力以及溶质和溶剂的本性有关，只适用于溶解度很小的体系；x 为气体质量摩尔浓度。

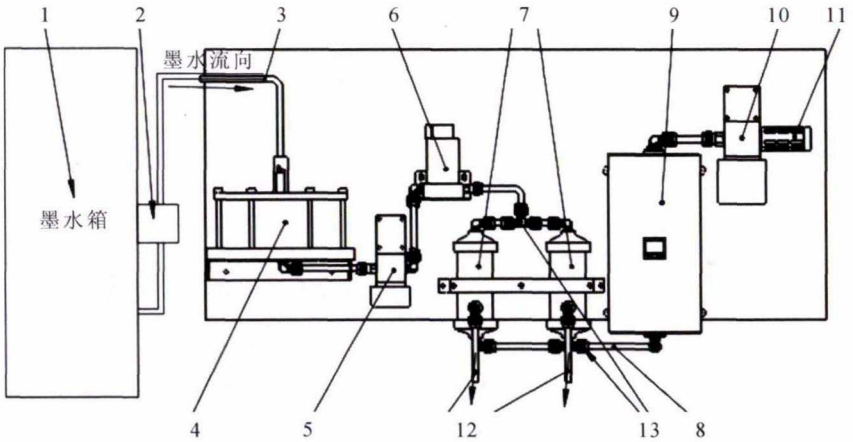
因此，可以通过在容器中产生负压，使气体的分压降低，使溶于溶剂中的气体析出，从而达到脱气的目的。

(3) 超声波脱气法，是利用高强度的超声波振动，使微小气泡聚集并长大，在振荡压和定向扩散的作用下不断长大并上浮，从而实现脱气的目的。

3 脱气装置设计

图 2 为实验用脱气装置结构图，是根据喷墨 3D 打印机特性，将膜脱气法与真空脱气法结合起来，以实现对墨水的脱气。

脱气系统的工作方式为：由墨水箱 1 提供的粘结墨水经进墨泵 2，再经管路 3 流入中转墨盒 4 中，然后经过电磁泵 5 及电磁阀 6 流入两个脱气模中进行脱气处理，使墨水与多余气体分离；多余的气体经过管路 8 进入负压罐 9 中，再由负压泵 10 抽出，从消音器 11 处排出；脱气后的墨水经过管路 12 直接流入打印系统中，给喷头供墨。

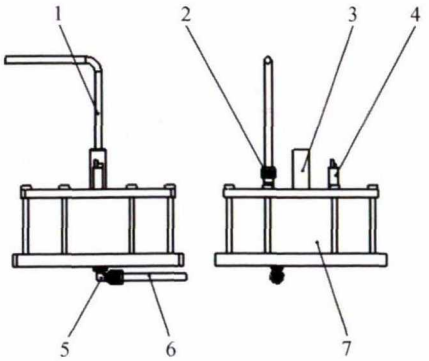


1- 墨水箱；2,5,10- 泵；3,8,12- 管路；4- 中转墨盒；6- 电磁阀；7- 脱气膜；9- 负压罐；11- 消音器；12- 管路；13- 三通接头

图 2 脱气装置结构图
Fig.2 Structure diagram of degassing device

需要说明的是，墨水箱与脱气膜之间垂直高度相差较大，若无中转站，受墨水输送距离及脱气效率的影响，可能会导致在持续的打印过程中出现供墨不足的现象，因此在墨水箱 1 和脱气膜 7 竖直高度之间设置中转墨盒 4；中转墨盒 4 结构如图 3 所示，液位传感器 4 会在墨盒中液位低于感应位置时，将此信息反馈给控制系统，从而控制进墨泵及时给墨盒补充墨水；消音器此时起进出气作用，维持内外部气压一致。

图 2 中电磁泵 5 给墨盒中的墨水提供二次动力，以提高从墨盒到脱气膜之间管路中墨水的流动速度，从而提高脱气效率；电磁阀 6 相当于控制开关，当喷头处需要更多的墨水时，系统控制电磁阀打



1- 管路；2- 接头 1；3- 消音器；4- 液位传感器；5- 接头 2；6- 管路
7- 墨盒体

图 3 墨盒结构示意图
Fig.3 Schematic diagram of cartridge structure

（下转第 874 页）

操作人员的手机。

5 流量计流量精度

流量计的流量精度是指实际测试值与理论值之间的接近程度。提高流量精度的方法有两种,一是选择较小口径的流量计;二是通过 PLC 逻辑算法来提高流量精度。本文主要是在保证流量计自身精度的同时,通过 PLC 算法和设计来保证流量的精度。首先,系统在流量计的前后端增加电磁阀,然后 PLC 通过电磁阀的上升沿和下降沿将电磁阀的启动停止与流量计的累计流量进行结合运算,同时对流量偏差值进行补偿,从而保证液体流量准确度在±0.09%以内。更改之前和更改后液体的流量差值对比,如表 1 所示。

通过改进的方案后,先后在多台设备上测试,结果表明,误差值减小了一半,并且数值变化更加平稳。改进前误差为 0.10%～0.25%,改进后误差减小到 0.080%～0.095%;

表1 流量差值表
Tab.1 Flow difference table

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
更改前差值	0.20%	0.2%	0.150%	0.180%	0.150%	0.20%	-0.25%	0.150%	0.18%
更改后差值	0.09%	0.1%	0.079%	0.075%	0.073%	0.08%	0.10%	0.093%	0.09%

6 结束语

智能化液料配比系统是基于上位机和 PLCo 为一体的 Windows 系统设计方法,实现了对液料流量的实时监控和智能化调整,保证了液料用量的精度,从而提高了产品的整体质量。该系统目前已用于正常生产线,运行稳定,数据监控可靠,很大程度上提高了设备的打印效率。

参考文献:

[1] 甘海云. 基于 PLC 的油流量装置控制系统研究 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2012.
[2] 向健. 数字化质量流量计校验检定系统的设计 [D]. 上海:上海交通大学,2006.
[3] 熊建国. 基于 PLC 的变频调速恒压供水系统设计与实现 [D]. 成都:电子科技大学,2013.
[4] 谢红辉. 全密闭一体化生产装置在涂料生产中的应用 [J]. 中国涂料. 2008,23(4):14-1.
[5] 国家电网基建部. 国家电网输变电工程施工危险点辨识及预控措施(试行)[S]. 北京:中国电力出版社,2005.

(上接第 871 页)

开,以提供墨水,反之则关闭。

脱气膜 7 脱出来的气体由负压泵 10 运行产生的负压吸入负压罐 9 中,再经消音器 11 排出。此处,负压罐可以储存一定容量的负压,当负压泵 10 工作不稳定造成负压波动时,负压罐储存的负压可暂时维持抽气过程稳定,避免部分墨水未脱气就流入下一环节。消音器 11 的作用则是减小泵工作时产生的较大的噪音。

4 结语

将真空脱气及膜脱气法结合起来,形成混合脱气法,运用于喷墨 3D 打印机理论可行,实施简单,但是具体会对喷墨 3D 打印机产生什么样的效果,例如增加的真空泵及负压罐是否会影响打印头的喷墨,增加的脱气膜是否会影响到打印头的供墨,增加脱气装置后喷头的喷墨效果是否得到了优化等,这些仍需要通过实践来检验。

参考文献:

[1] 杨诚. 数码喷印技术与应用[M]. 北京:中国纺织出版社, 2018.
[2] 黄剑斌,谭建敏,梁湛原,等. 变压器油顶空脱气法[J]. 电力科学与技术学报, 2013, 28(2):89-93.
[3] 杨超,刘章进. 恒温负压静态顶空平衡脱气装置研究[J]. 水电站机电技术, 2019, 42(2):83-87.
[4] 徐晖. 超声波液相脱气原理及研究进展 [J]. 安全与环境工程, 2014,21(1):62-68.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2020 年《铸造技术》杂志
国内邮发代号:52-64 国外发行号:M855 国内定价:25 元/本 海外定价:25 美元/本