

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.02.014

3D 打印技术在包装产品制造中的应用

文周^{1,2}, 王永飞³

(1. 东莞职业技术学院, 广东东莞 523000; 2. 西安科技大学机械工程学院, 西安 710054; 3. 西安交通大学机械工程学院, 西安 710000)

摘要: 针对包装产品的传统设计与制造方法设计周期长、制造效率低、生产成本高的问题, 提出了将熔融沉积成型 3D 打印技术应用于包装产品的设计与制造中的方法, 分析了 3D 打印的注意事项。以礼品包装盒为例, 详细阐述了基于逆向工程设计的熔融沉积成型 3D 打印过程。采用 3D 打印有效解决了传统设计与制造方法的低效高耗的问题, 研究结果对推广 3D 打印技术在包装工业的其他领域应用、提高包装企业设计生产效率和效益有一定理论及实践意义。

关键词: 3D 打印技术; 包装产品; 逆向工程; 熔融沉积成型

中图分类号: TB48 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)02-0069-04

Application of 3D Printing Technology in Packaging Products Manufacture

Wen Zhou^{1,2}, Wang Yongfei³

(1. Dongguan Polytechnic, Dongguan 523000, China; 2. School of Mechanical, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China; 3. School of Mechanical, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710000, China)

Abstract: To overcome the problems that the traditional method of design and manufacture for packaging products is long design period, high production cost and low efficiency, the method of applying deposition molding technology 3D printing in packaging products was put forward and the matters needing attention were analyzed. Taking gift boxes for example, the deposition molding technology 3D printing process based on reverse engineering was illustrated. The application of 3D printing effectively solves the problem of low efficiency and high consumption of traditional design and manufacturing methods. The research results have important theoretical and practical significance for popularizing the application of 3D printing technology in other fields of packaging industry, improving the design and production efficiency and enterprise benefit of packaging enterprises.

Keywords: 3D printing technology; packaging product; reverse engineering; FDM

3D 打印是快速成型技术的一种, 它不同于传统的减材制造方式, 是以数字模型文件为基础, 通过软件的分层离散和数控成型系统, 采用逐层叠加的制造方式, 将粉末状金属或塑料等可粘合材料紧密地组合在一起^[1]。与传统制造工艺相比, 3D 打印具有节省成本和可成型任意复杂形状物品的优点^[2]。目前, 3D 打印技术已经广泛应用于机械、建筑、医疗等行业, 如精密机械零件的制造, 建筑模型的 3D 打印, 牙齿、骨骼等人体器官再造等^[3]。

随着社会经济的不断发展进步, 量产的产品不

能完全满足消费者的需求, 而有个性、小批量的产品越来越受消费者的青睐。采用传统的设计方法和加工工艺进行包装产品的设计与制作, 需要制作模具, 其成本很高, 产品开发周期也很长, 已经不能较好地适应迅速变化的市场需求^[4]。引入 3D 打印技术用于包装产品的设计与制造, 无需制作模具, 产品设计过程中有瑕疵也可及时修正, 节约了产品设计和制造的成本, 更重要的是大大缩短了产品设计周期^[5]。

笔者在比较几种常见的 3D 打印技术原理、适用范围及优劣性的基础上, 介绍了熔融沉积快速成

基金项目: 东莞市 2017 年社科规划立项课题, 东莞环保包装产业集群竞争力研究项目 (2017JYZ32)

通讯作者: 文周, 博士研究生, 讲师, 主要研究方向为包装机械设计、精密传动系统等 E-mail: 396944920@qq.com

收稿日期: 2017-11-20

引用格式: 文周, 王永飞. 3D 打印技术在包装产品制造中的应用 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(2): 69-72, 82.

Wen Zhou, Wang Yongfei. Application of 3D printing technology in packaging products manufacture[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(2): 69-72, 82.

型(FDM)技术在包装产品设计与制造中的应用,为拓宽3D打印技术的应用领域提供一定启发。

1 打印技术

目前常见的3D打印技术包括光固化成型(SLA)、选择性激光烧结(SLS)、选择性激光熔化(SLM)、FDM、三维粉末粘接(3DP)等工艺技术,其加工工艺、打印材料种类、加工速度和产品色彩多样性等方面区别较大,各有优缺点^[6]。

1.1 SLA技术

SLA技术是应用最早、目前研究最深入、使用最广泛的快速成型技术之一。其原理是利用一定强度的激光聚焦照射在光固化材料(主要为树脂)的表面,使之由点及面地完成单层材料的打印工作,一层完成之后进行下一层,不断地循环往复,直至完成最终作品^[7-8]。

该技术的优点是尺寸精度高,可以达到 $\pm 0.1\text{ mm}$,表面质量好,可以制作十分复杂的模型,但也具有尺寸稳定性差、需要二次固化等缺点。

1.2 SLS技术

SLS技术的原理是用高功率的 CO_2 激光烧结预先铺好的固体粉末微粒材料,加工被烧结部分固化成型,得到零件的截面,并与下面已成型的部分连接;当一层截面烧结完后,铺上新的一层粉末材料,选择地烧结下层截面^[9]。

该技术的优点是可采用的材料种类较多,尤其是可以制造金属零件,制造工艺较简单且加工精度高,缺点是加工产品表面粗糙,需手工抛光表面^[10]。

1.3 SLM技术

SLM是金属粉末的快速成型技术,克服了SLS技术制造金属零件工艺过程复杂的困扰,能直接成型出接近完全致密的金属零件^[11]。

1.4 FDM技术

FDM是一种不依靠激光作为成型能源,而是将各种丝材加热熔化进而堆积成型的方法。其原理是利用电加热挤压头至略高于材料熔点,使丝状热熔性聚合物材料融化,控制熔融材料在微喷头指引下涂覆至已冷却成型的物样上,经电脑控制层层堆积成型,直至产品制作完成,再去除支撑材料即可^[12]。

该技术产品成型精度高,打印模型硬度好,可以同时打印多色,缺点是成型物体表面较粗糙^[13]。

1.5 3DP技术

3DP也即三维印刷工艺,与SLS工艺类似,采用粉末(如陶瓷、金属粉末)成型。不同点是3DP

技术加工的材料粉末不是通过烧结粘结起来的,而是通过喷头用粘结剂将零件的截面“印刷”在材料粉末上面^[14]。

根据包装产品的材料不同,对上述五种工艺技术加工包装产品的加工原理、表面质量、精度等要素进行评估分析,结果见表1。

表1 不同3D打印技术加工包装产品性能评估

项目	SLA	SLS	SLM	FDM	3DP
工艺原理	光致聚合	粉末烧结	粉末熔化	熔体挤出	粉末粘结剂沉积
表面质量	一般	好	差	一般	好
后加工难度	一般	容易	一般	一般	容易
精度	极高	高	差	一般	一般
抗冲击能力	一般	好	好	好	差
弯曲强度	差	极好	极好	极好	差
加工成本	高	高	高	低	一般
二次固化	需要	需要	无需	无需	无需

2 基于3D打印技术的包装产品设计与制造

在包装产品的设计与制造中,3D打印技术的应用还不是很普遍,笔者以加工成本较低的FDM技术为例,介绍3D打印技术在包装产品设计与制造中的具体应用。

2.1 设计制造流程及注意事项

(1) 包装产品快速制造工艺流程。

首先,设计师使用Solid Works, Pro/E, UG等CAD软件设计包装制品,建立包装制品的三维模型,并将该模型存储为STL文件。

然后,工程加工人员打开应用程序Cura(3D打印的标准切片软件),在应用程序中打开设计师已设计好的包装制品三维模型。

接着,工程技术人员在Cura软件的设置面板中进行基本设置和高级设置等操作,基本设置主要涉及打印质量、打印速度、支撑等;高级设置主要是对游走速度等参数进行设置。基本设置界面见图1。

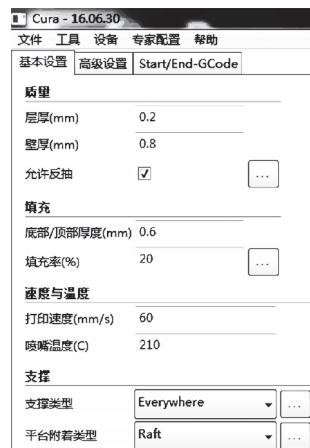


图1 Cura软件设置面板的基本界面

设置完成后, Cura 软件开始自动将导入的包装产品 STL 文件转换成 GCode 文件,即将复杂的包装制品三维实体模型“切”成了设定厚度的一系列片层,从而变为简单的二维图形。

最后,将 Cura 软件生成的 GCode 文件导入到 SD 卡中,将 SD 卡插入 3D 打印机,进行包装制品三维实体模型的打印。

(2) 包装产品快速制造注意事项。

工程技术人员在 Cura 软件中设置层厚时要根据包装产品的尺寸大小与制造精度要求来确定。层厚越厚,加工精度就越低;层厚越薄,加工精度越高,但加工时间越长。如制造一药瓶,药瓶参数为:直径 24 mm、瓶高 80 mm、质量 15 g,如果选择层厚为 2 mm,则需要打印的时间为 2 h。因此,工程技术人员应根据包装制品的加工精度和加工时间要求,确定层厚,一般选择 0.1,0.2,0.3 mm 三个层厚。

除了层厚的选择会影响包装产品加工质量,支撑的设置对包装产品的 3D 打印中也非常重要。支撑设置主要包括支撑类型和平台附着类型的选择。

当打印模型有悬空部分时,需要建立支架提供给模型悬空部分打印平台,如图 2 所示。若选择支撑类型为“底部”,3D 打印机只会在系统默认需要支起来的悬空部分打印平台;而选择支撑类型为“全部”,打印机会在所有悬空部分都创建支撑。

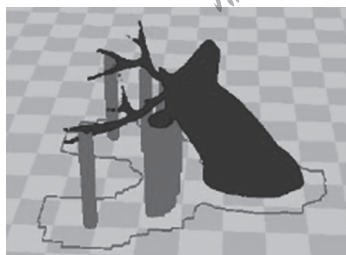


图 2 需要设置支撑的 3D 打印模型

平台附着类型有“Brim”和“Raft”两种。选择“Brim”模式是在模型和平台接触的部分打印一圈裙摆,可以起到压边的作用。如底部是空心的包装制品,为防止底部翘曲,需选择该模式。选择“Raft”模式是在模型和平台接触的部分(包括支撑)的下面打印一层和模型粘贴在一起,从而起到固定作用。选择“Raft”模式,支撑粘在模型上,难以去除,故不适用于内部结构非常复杂的包装制品。

2.2 应用实例

(1) 逆向工程技术。

逆向工程技术又称反求工程技术^[15],是将已有

的产品模型或实物模型通过测量扫描转化为工程设计数字模型和概念模型,在这个基础上进行修改、深化和再创造^[16]。逆向工程在机械设计、软件工程中都有比较成熟的应用,而在包装产品的设计中应用较为少见。

传统的包装产品是正向开发,其模式是:首先了解市场和客户的需求,然后进行总体设计,再在此基础上选择包装材料、设计包装结构、制定加工工艺等。正向开发所需设计生产周期十分漫长,且存在着高风险。采用逆向工程设计包装产品,是基于成熟包装产品的改良创作,是一种有效的设计思维和设计方法的具体应用。

(2) 逆向设计与制造实例。

广东省某礼品包装盒生产企业委托本项目组为其设计 2018 年情人节礼品包装盒。企业对该包装盒的具体要求为:礼品包装盒的尺寸为 80 mm×80 mm×100 mm,规则几何体,包装造型新颖且具有较强视觉冲击感。

项目组成员通过对市面上在售的礼品包装盒进行调研,发现“红动中国”礼品包装盒广受消费者欢迎,其包装造型方正,颜色鲜艳,基本上满足企业客户对包装产品的要求。因此,以该成熟产品为模型,对其进行逆向设计与制造。逆向设计与制造的流程如图 3 所示。

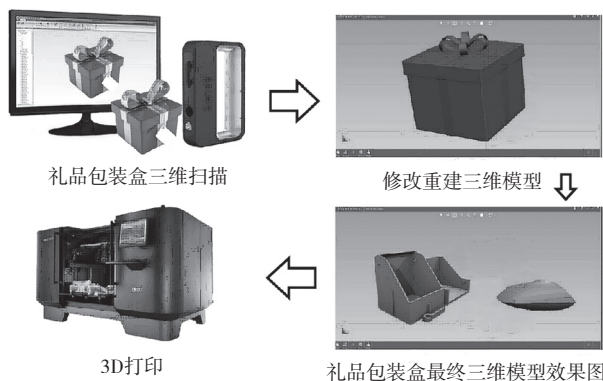


图 3 逆向设计与制造流程图

主要步骤如下:

①设计师使用 3D 扫描仪,对“红动中国”礼品包装盒进行数据采集,通过硬件和软件的共同作用,得到该礼品包装盒的三维图形;

②设计师在三维建模软件中导入扫描好的三维礼品包装盒图形,借鉴其成熟的设计方案,并对其进行改进优化,得到新的设计方案;

③设计师将设计方案交给客户检验,客户给出

意见反馈,设计师对方案进行修改;重复该步骤,直至客户满意为止;

④设计师将客户满意的礼品包装盒三维图形交予工程技术人员,工程技术人员使用3D打印机快速打印礼品包装盒,然后将成品交予客户检验,客户若有意见,需要修改;若无,则完成了礼品包装盒的逆向设计与打样。

(3) 3D 打印工艺过程。

情人节礼品包装盒3D打印选择的是FDM技术。因包装盒有两种不同颜色,选择打印设备为Cube pro 3D打印机(双头)。3D打印机具体参数为:打印喷头数2,打印厚度0.075 mm,材料颜色数2,最大打印尺寸229 mm×273 mm×241 mm。选择的打印材料为聚乳酸丝材,丝材直径为1.75 mm。打印具体工艺过程如下:

首先,工程师将设计师设计好的礼品包装盒三维图形(STL格式)导入到Cura软件中,通过该软件对三维图形进行分层切片,切片完成后保存GCode文件到SD卡上;然后,将SD卡插入3D打印机内,打开打印机,进行主要工艺参数设置:打印速度100 mm/min,喷嘴融丝温度210℃,工作平板加热温度60℃,工艺参数设置界面如图4所示。



图4 3D打印机加工工艺参数设置界面

工艺参数设置好后,点击File按钮,选择SD卡中的GCode文件,点击Start按钮,进行3D打印,打印后的情人节礼品包装盒实物如图5所示。

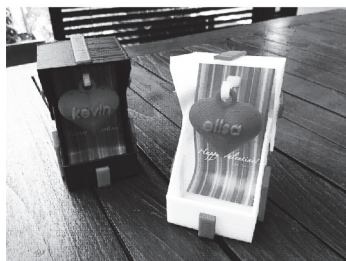


图5 3D打印情人节礼品包装盒实物模型

3 结语

对包装产品快速制造工艺流程和3D打印注意

事项进行了分析,并以情人节礼品包装盒为例,详细解析了包装产品逆向设计和制造的方法。对于传统包装设计与制造方法具有费钱耗时的弊端,将3D打印技术应用于包装工业的优势极其明显。随着3D技术的不断成熟,该技术一定会在包装工业中有着十分广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 杨道朋,夏旭. 3D打印生物材料研究及其临床应用优势[J]. 中国组织工程研究,2017,51(23):68-75.
Yang Daopeng, Xia Xu. 3D printing of biological materials:Progress and clinical application[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research,2017,51(23):68-75.
- [2] 邓亚峰,郭晓丽. 三维打印快速成型技术在高分子材料加工中的应用[J]. 中国塑料,2017,47(1):24-29.
Deng Yafeng, Guo Xiaoli. Application of 3D printing rapid prototyping technology in processing of polymeric materials[J]. China Plastics,2017,47(1):24-29.
- [3] 贺超良,杨朝晖,田华雨. 3D打印技术制备生物医用高分子材料的研究进展[J]. 高分子学报,2016,22(10):1169-1172.
He Chaoliang, Tang Chaohui, Tian Huayu. Progress in the development of biomedical polymer materials fabricated by 3-dimensional printing technology[J]. ACTA Polymerica Sinica, 2016,22(10):1169-1172.
- [4] 杨婧. 浅谈3D打印技术在创意包装设计中的应用[D]. 昆明:云南大学,2016:10-15.
Yang Jing. A discussion on the application of 3D printing technology in creative packaging design[D]. Kunming:Yunnan University,2016:10-15.
- [5] 乔益民,王家民. 3D打印技术在包装容器成型中的应用[J]. 包装工程,2012,44(5):39-44.
Qiao Yimin, Wang Jiamin. Application of 3D printing technology in container molding design[J]. Packaging Engineering,2012,44(5):39-44.
- [6] Hwa L C, Rajoo S. Recent advances in 3D printing of porous ceramics:A review[J]. Current Opinion in Solid State and Materials Science,2017,46(8):121-129.
- [7] 刘甜,胡晓玲,方淦,等. 用于3D打印光固化树脂的制备和性能测试[J]. 工程塑料应用,2014,36(1):35-42.
Liu Tian, Hu Xiaoling, Fang Gan, et al. Preparation and performance testing of 3D printing photo-curable resin[J]. Engineering Plastics Application,2014,36(1):35-42.

(下转第82页)

- wood-plastics composites and its process[J]. Wood Processing Machinery, 2011(3):38-41.
- [5] 吴智华,杨其. 高分子材料成型工艺学[M]. 成都:四川大学出版社,2010:286-290.
- Wu Zhihua, Yang Qi. Polymer material forming technology[M]. Chengdu:Sichuan University Press,2010:286-290.
- [6] 刘瑞庭,江波,许澍华,等. 木塑复合材料的一步法成型技术与装备研究[J]. 塑料,2004,33(1):93-98.
- Liu Ruiting, Jiang Bo, Xu Shuhua, et al. One step processing technology and equipment for wood-plastics composite[J]. Plastics, 2004,33(1):93-98.
- [7] 张金斌,许澍华,江波. 木塑复合材料制品一步法挤出成型技术的研究[J]. 塑料,2004,33(5):1-5.
- Zhang Jinbin, Xu Shuhua, Jiang Bo. One step processing technology and equipment for wood-plastics composite[J]. Plastics, 2004,33(5):1-5.
- [8] Šercer M, Raos P, Rujnić-Sokele M. Processing of wood-thermoplastic composites[J]. International Journal of Material Forming, 2009(2):721-724.
- [9] 刘涛,洪凤宏,武德珍. PVC/木粉复合体系加工方法与性能的关系[J]. 高分子材料科学与工程,2006,22(1):174-177.
- Liu Tao, Hong Fenghong, Wu Dezhen. Relationship between processing methods and properties of PVC / wood flour system[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2006,22(1):174-177.
- [10] 丁建生,唐伟家,吴汾. 塑木复合材料及其制备加工[J]. 现代塑料加工应用,2002,15(1):16-19.
- Ding Jiansheng, Tang Weijia, Wu Fen. Wood-plastic composite material and its preparation process[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2002,15(1):16-19.
- [11] 黄汉雄. 塑料模压成型技术(三)[J]. 橡塑技术与装备,2001,27(5):8-12.
- Huang Hanxiong. Plastic molding technology(3)[J]. Rubber Technology and Equipment, 2001,27(5):8-12.

塞拉尼斯宣布新建的共聚甲醛装置成功启动

全球领先的技术和特种材料公司塞拉尼斯宣布,其合资企业 Ibn Sina 位于沙特阿拉伯的朱拜勒工业城的甲醛生产装置已完成施工,产能将达 50 000 t。

塞拉尼斯确认该装置已完成所有规格共聚甲醛的性能试运行,并实现了全面生产;因此,该装置已正式投入运行。正如之前所公布的,该共聚甲醛装置成功投产后,塞拉尼斯在 Ibn Sina 产生的经济效益将从 25% 上升到 32.5%,进一步

为塞拉尼斯的财务增长作出贡献。

Ibn Sina 是 SABIC 和 CTE(塞拉尼斯和杜克能源的子公司共同拥有)的合资企业。目前,塞拉尼斯和杜克能源各自持有 Ibn Sina 25% 的所有权益,其余 50% 由 SABIC 持有。该共聚甲醛装置将由 Ibn Sina 内部生产的甲醇提供原材料进行生产。共聚甲醛是一种差异化的、高附加值产品,主要用于汽车、电子、机械和建筑制造,以及其他工业领域。

(塞拉尼斯)

(上接第 72 页)

- [8] Zhang S, Miyanaji H, Yang L, et al. An experimental study of ceramic dental porcelain materials using a 3D print(3DP) process[J]. Proceeding of Solid Freeform Fabrication(SFF) Symposium, 2014,32(9):269-282.
- [9] 杨德建,刘仁洪. 大型复杂金属零件 3D 打印技术及研究进展[J]. 兵工自动化,2017,36(1):35-42.
- Yang Dejian, Liu Renhong. Research development of 3D printing for large complex metal parts[J]. Ordnance Industry Automation, 2017,36(1):35-42.
- [10] Berman B. 3-D printing:The new industrial revolution[J].Business Horizons,2012,55(2):155-162.
- [11] Abe F, Osakada K, Shiomi M. The manufacturing of hard tools from metallic powders by selective laser melting[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2001,111(1):210-213.
- [12] 乔雯钰,徐欢,马超,等. 3D 打印用 ABS 丝材性能研究[J]. 工程塑料应用,2016,36(1):18-23.
- Qiao Wenyu, Xu Huan, Ma Chao, et al. Research on properties of ABS filament used in 3D printing[J]. Engineering Plastics Application, 2016,36(1):18-23.
- [13] 唐通鸣,张政,邓佳文,等. 基于 FDM 的 3D 打印技术研究现状与发展趋势[J]. 化工新材料,2015,26(15):2 000-2 005.
- Tang Tongming, Zhang Zheng, Deng Jiawen, et al. Research status and trend of 3D printing technology based on FDM[J]. New Chemical Materials, 2015,26(15):2 000-2 005.
- [14] Wei Q, Wang Y, Li X, et al. Study the bonding mechanism of binders on hydroxyapatite surface and mechanical properties for 3DP fabrication bone scaffolds[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2016,31(6):190-200.
- [15] 丁松阳. 软件逆向工程技术与应用[M]. 北京:经济管理出版社,2013.
- Ding Songyang. Technology and application of software re-verse engineering[M]. Beijing:Economy & Management Publishing House,2013.
- [16] 龙圣杰. 基于逆向工程的摩托车逆向设计——以 BY8602 弯梁摩托车开发为例[J]. 机械设计,2012,29(10):108-109.
- Long Shengjie. Motorcycle reverse design based on the reverse engineering, to BY8602 cub type motorcycle development of an example[J]. Journal of Machine Design, 2012,29(10):108-109.