

定制化产品的 3D 打印服务设计

王珂, 刘扬

(西安美术学院, 西安 710065)

摘要: **目的** 对定制化产品应用 3D 打印技术的服务设计进行研究与实践。**方法** 对比分析定制化产品与 3D 打印技术的特点, 以服务设计的基本原理为基础, 提出定制化产品的 3D 打印服务设计, 并以定制领结产品的服务设计"APP·TIE"予以设计实践。**结果** 在设计方案生成系统和设备材料支持系统的配合下, 定制化产品的 3D 打印服务设计方案得以节省开模、仓储、物流环节的成本, 并提升需求调研、设计、生产环节的效率。**结论** 随着 3D 打印材料和技术的不断进步, 结合从用户角度设置服务的理念不断进行的服务设计创新, 将推动各行业定制化产品的发展。

关键词: 定制化产品; 3D 打印; 参数化设计; 服务设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)14-0025-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.14.005

Service Design of 3D Printing for Customized Products

WANG Ke, LIU Yang

(Xi'an Academy of Fine Arts, Xi'an 710065, China)

ABSTRACT: The paper aims to research and practice the service design of customized products with 3D printing technology. The characteristics of customized products and 3D printing technology were compared and analyzed. Based on the basic principles of service design, service design of 3D printing for customized products was proposed and practiced by custom tie product service design APP • TIE. With the cooperation of design plan generation system and equipment & material support system, the service process of 3D printing for customized products can save the cost of mould opening, warehousing and logistics and improve the efficiency of market research, design and production. With the continuous progress of 3D printing materials and technology, combined with constantly innovation of service design based on the idea of setting up services from the perspective of users, 3D printing will promote the development of customized products in various industries.

KEY WORDS: customized product; 3D printing; parametric design; service design

从 20 世纪下半页开始, 物质的富足缓解了人们对产品的匮乏感, 人们慢慢开始渴望拥有更多定制化产品来满足自己的个性化需求。这些个性化需求不仅是物质需求, 而且是身份认同、个性表达等方面的精神需求。同时, 原本囿于经济利益的限制而无法满足弱势群体、残障人士对特殊产品的需求, 随着社会财富的积累, 也得到更多的关注。例如, 全世界各地都有先天或后天失去了手臂的小朋友, 他们每个人的手臂尺寸不同, 受伤部位形状不一, 且随着身体的发育形状尺寸还会有变化。近年发展迅速的慈善组织

E-NABLE, 借助 3D 打印技术, 只要量出手臂的几个关键数据, 就能自动根据孩子们的残肢生成 3D 打印模型数据, 打印仿生机械手臂, 3D 打印的仿生机械手臂见图 1^[1]。由此可见, 定制化产品的需求与日俱增, 并已经到了无法忽视、应大力研究予以满足的阶段。

1 定制化产品走入大众市场的主要障碍

1.1 高成本

自工业化大生产以来, 以标准化、批量化为内涵

收稿日期: 2019-02-25

作者简介: 王珂 (1983—), 男, 西安美术学院讲师、工程师, 主要从事服务设计、3D 打印、参数化设计方面的研究。

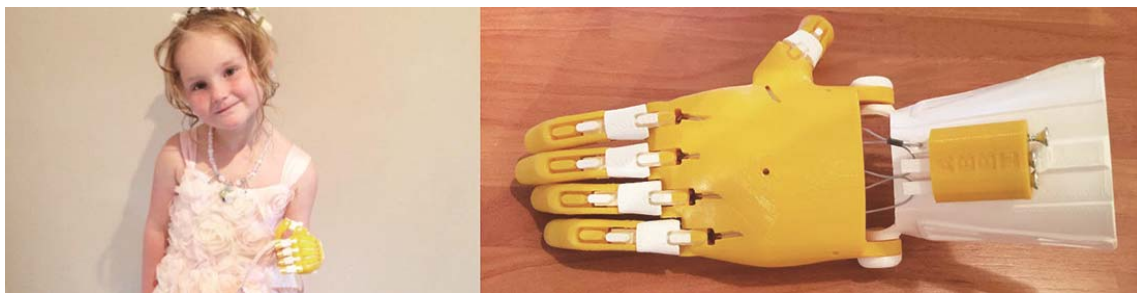


图 1 3D 打印的仿生机械手臂
Fig.1 3D printed bionic robotic arm

的规模经济是产品降低成本和控制品质的核心法则。“定制”一词在很多行业都成为了少数高消费人群才可以企及的小众细分市场,如定制礼服、定制汽车、定制首饰等。可见高价格、或者说高成本成为了定制化产品走进大众市场的主要障碍之一。其高成本主要表现在以下 3 个方面。

1.1.1 设计研发成本高

标准品的产量与设计研发的工作量相关性很小,且随着产量的不断增加,设计研发成本在产品成本结构中的比重逐渐降低,因此,在很多产品经过多年的大量生产和销售后,它们的设计研发成本在单个产品成本结构中的比例往往微乎其微。

定制化产品的设计工作量与产量却密切相关。在传统的 product 设计方法和流程中,定制化的产品需要针对每个定制需求进行设计方案的修改乃至重新设计。这极大地增加了设计的时间成本和经济成本,自然也会抬高设计研发成本在产品成本结构中的比重。

1.1.2 生产加工成本高

传统的产品生产大多需要经过打样、开模、量产的流程,这使前期投入的成本较高,但真正进入量产阶段,模具等较高的前期成本会随着量产而分摊。同时,量产的标准化、流程化也会使得产品的生产效率和良品率保持在较高水平。

相反,定制化产品在生产阶段会面临或多或少的再打样和再开模,如果产量过小,开模生产的成本甚至会高于手板制作的成本。因为产品缺乏标准化,生产难以彻底流程化,所以产品的生产效率和良品率一般也会较标准品低。此外,有些定制化产品在包装环节也较标准品需要付出更高的成本。

1.1.3 仓储物流成本高

由于产品完全同质,所以标准品的仓储无需核对每件产品对应的客户。为了提升产品交付效率从而提升用户体验,并增加资金周转率,很多企业在所覆盖的市场建有多级的仓储体系。用户在线下实体店购买后即可快速补货,用户在网上网店购买后即可快速配送。

然而对于定制化产品而言,这样高效率的仓储和

物流体系是难以企及的。用户下单后需要经历完整的设计、生产、入库、物流配送全流程,方能收到属于自己的产品。在仓储和物流的每个环节,都需要对产品和用户信息进行查找核对,这样的流程和效率势必会带来仓储物流成本的上升,以及资金周转率的降低。

1.2 低效率

除了以上 3 个方面的高成本之外,低效率也是阻碍定制化产品发展的重要原因。在家具、服装、礼品等很多行业中,很多用户均因定制化产品的交货时间长,商家无法在理想的交货时间内做出满足他们期望的产品而作罢,最终退而选择标准品。可见,高成本和低效率是阻碍定制化产品发展最主要的障碍。

2 3D 打印的技术优势跨越定制化产品的发展障碍

3D 打印技术^[2]是“增材制造”^[3]、“快速成型”^[4]的一种形式。它是一种以数字模型文件为基础,运用塑料、金属等可粘合材料,采用分层加工、叠加成型的方式来构成三维物体的技术。近年来,由于开源 3D 打印机的推广^[5],3D 打印不再是设计师和科学家的专属工作,真正地走向了普通消费者^[6]。3D 打印技术具有将作业流程数字化,无需开模成型,设备材料支持用户端制造等技术上的优势。这些优势跨越了定制化产品的发展障碍。

2.1 数字化作业流程降低定制化产品的设计研发成本

因为仅需三维数字模型文件就能通过 3D 打印机完成打印,所以面对定制化需求,准确快速地创建和维护三维模型成为影响产品设计周期的重要因素^[7]。随着参数化技术^[8]的出现和应用,设计师通过尺寸数据的驱动控制、改变尺寸,从而完成参数化模型的造型修改^[9]。例如,对于使用参数化建模而成的花瓶数字模型,只要改变尺寸数据,即可得出多种定制化造型(调整参数化模型数据得出的不同造型的花瓶,见图 2)^[10]。这些尺寸数据的改变,甚至不一定需要设计师的参与,用户通过网站或 APP 等交互方式亦可完成。

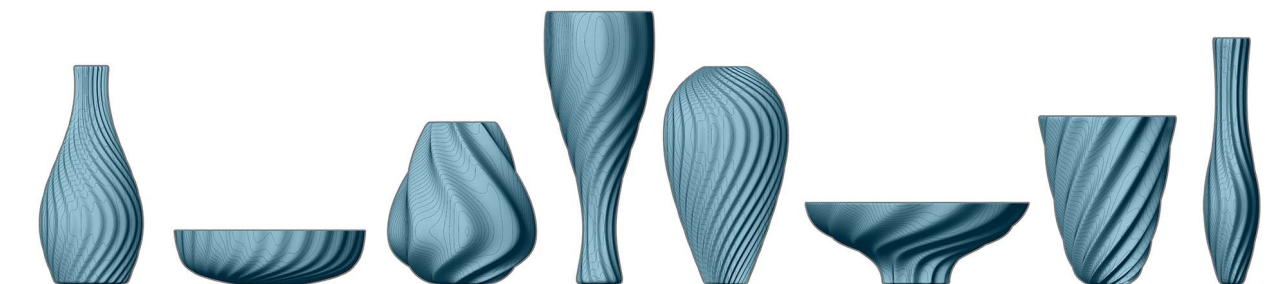


图 2 调整参数化模型数据得出的不同造型的花瓶
Fig.2 Various forms of vases by adjusting parameterized model

2.2 3D 打印成型方式决定其生产效率不受定制化设计的影响

不同于传统的模具生产方式，3D 打印的生产流程无需开模，通过 3D 打印机分层加工、叠加成型的方式即可完成造型的构建，因此，对于标准品和定制化的产品，3D 打印机的生产效率几乎相同。由于生产全流程由机器完成，只要保证模型文件的准确，设备和材料的品质和匹配，打印出的产品的良品率也是有保证的。

2.3 3D 打印机的逐渐普及将改变传统的产品仓储物流流程

技术的不断进步使得 3D 打印的设备和材料成本逐年降低。以可打印 PLA 和 ABS 材料的桌面级 FDM（Fused Deposition Modeling，即熔融层积成型）3D 打印机为例，现在其设备成本仅需几千到几万元不等，每公斤材料最低已到几十元。

成本的降低使得 3D 打印机走进千家万户成为可能。由于产品有望在用户端由 3D 打印机进行制造，这将改变甚至消解传统的产品仓储和物流流程，使产品的仓储和物流成本大幅降低。

伴随着以上这些成本的降低，3D 打印技术进行定制化产品的制作大幅提高了整个流程从下单到交付的效率，使高成本和低效率不再成为定制化产品发展的阻碍，给通过应用 3D 打印技术的服务设计，带来发展定制化产品的契机。

3 3D 打印定制化产品的服务设计

早在 20 世纪 80 年代初，服务设计就在管理学领域被广泛关注；但在设计学领域，服务设计还是一个新兴话题^[11]。2008 年，国际设计研究协会（Board of International Research in Design）在《设计词典》（Design Dictionary）中给服务设计的定义，即“服务设计是从客户的角度来设置服务的功能和形式^[12]。”

随着用户需求的不断升级，科技的进步，以及经济发展的需要，“及物”的、有形的产品设计与“不及物”的、无形的服务设计^[13-14]出现了越来越多融合发展的尝试^[15-16]。服务设计作为一个用设计的方法来研发服务的领域，能够把构成服务的实体、非实体元素进行综合企划和开发，提升用户体验，创造服务价值^[17]。

根据服务设计从客户角度来设置服务的理念，3D 打印定制化产品的服务流程以用户为主体，通过以参数化技术为基础的设计方案生成系统，给用户“赋能”^[18]，使用户能将当下的需求转化为定制设计方案，再通过 3D 打印设备和材料的支持系统，实现用户端的 3D 打印，完成交付。相较于从需求调研、设计、开模、批量化生产，再到仓储、物流，最终交付给用户的传统流程，提升了需求调研、设计、生产等环节的效率，并直接省去了开模、仓储、物流等环节的成本。3D 打印定制产品流程与传统流程的对比，见图 3。

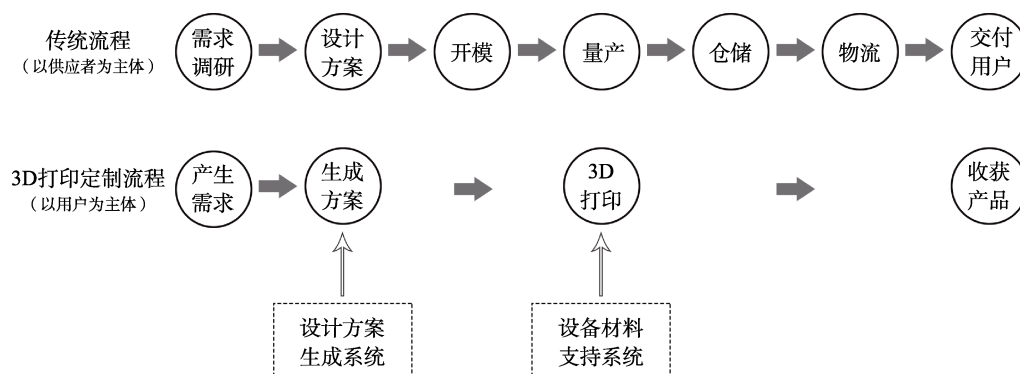


图 3 3D 打印定制产品流程与传统流程的对比

Fig.3 Comparison between 3D printing customized product process and traditional process

此流程中,设计方案生成系统已经得到一些企业的实践、探索。如位于美国纽约的 SOLS 公司,面向儿童矫形鞋垫市场进行了逆向工程^[19]结合 3D 打印定制的尝试。SOLS 公司开发了采集用户双脚图像信息的 APP,通过 APP 获得用户年龄、体重,以及双脚的测量数据后,再用逆向数字建模的方式生成矫形鞋垫的处方。由于矫形鞋垫打印设备和材料的成本限制,且逆向建模技术的有效性还有待进一步的论证与完善,所以尚未实现用户端的直接打印制作^[20]。

4 "APP·TIE"定制领结设计实践

领结作为服装配饰的一种,用于搭配不同的服装和场合。在追求个性化、品质生活的时代,每个人每

天所需要的搭配不同,对领结的造型和颜色的需求也不同。由于传统的生产和购买方式无法很好地满足人们的个性化需求,定制化产品的出现对于领结这类服装配饰来说就显得尤为重要。

4.1 "APP·TIE"定制领结的服务设计流程

"APP·TIE"定制领结使用户可以在手机 APP 上选择所需要的颜色和个性化造型,并设置或调整相关尺寸的数据,然后通过数据线、蓝牙、无线网络等,将模型数据传输至家中或离用户最近的 3D 打印服务站的 3D 打印机,完成下单,开始打印制作。打印完成后,1 个定制化的领结即完成设计、生产、交付。"APP·TIE"定制领结的设计方案生成系统(用户端),见图 4。



图 4 "APP·TIE"定制领结的设计方案生成系统(用户端)
Fig.4 Design scheme generation system of customized bow tie "APP·TIE" (client)

在设计环节,"APP·TIE"利用 3D 打印在造型上的优势,突破了传统生产工艺在造型上的限制。设计师得以更加注重"APP·TIE"在造型上的美感,没有拘束地创作出大量参数化设计的领结造型供用户选择。用户只需在手机 APP 上根据所需要搭配的衣服、场合来选择自己所需领结的造型、颜色,并调整自己需要的尺寸数据。

在生产环节,通过 APP 下单后,用户可在任何有 3D 打印设备和材料的地方自行完成生产制作,如家中、学校、公司、社区,以及品牌方自建或与第三方合作的 3D 打印服务站等,实现高效的生产制作。对用户来说,可以目睹制作过程也是一种乐趣。

在物流环节,由于生产制作是在用户端完成,

"APP·TIE"在物流上仅需提供 3D 打印材料的集中配送。与单件产品的物流配送不同,3D 打印领结所需耗材的集中配送频率很低,这极大地降低了物流成本。更重要的是,用户端的生产方式极大地提高了产品的交付效率。如在第三方打印服务站,仅需完成从服务站到用户的短距离配送;在家中打印,则几乎等同于产品打印完成即同时实现了产品交付。如此高效率、低成本的产品交付方式,在传统流程中是不可想象的。"APP·TIE"在短短的几个小时内,即可完成 1 个定制领结的设计、生产、配送交付全流程。

4.2 "APP·TIE"定制领结面临的局限与机遇

目前"APP·TIE"定制领结 3D 打印的实物,见图

5, 主要使用的是 PLA 聚乳酸和 UV 树脂材料, 在柔性和弹性方面和传统布料的领结还有差距, 使其广泛推广受到了一定局限。但令人可喜的是, 3D 打印近年来在打印材料方面的创新速度非常之快, 各种聚合物材料、金属材料、陶瓷材料、复合材料等可用于 3D 打印的材料不断涌现。

3D 打印材料在柔性^[21]和弹性上的发展速度同样令人惊喜。例如 Tamicare 的创始人、以色列科学家

Tamar Giloh 研发出了 1 种被称为 Cosyflex 的极富弹性又能够生物降解的材料, 并开发了使用这种材料打印各种服装的 3D 打印系统, 利用 Cosyflex 材料 3D 打印出的纤维布料, 见图 6。图 6 中, 左侧是 3D 打印出的纤维布料; 右侧是此纤维布料放大后的结构。这种新型面料可以用各种液体聚合物来代替, 如天然乳胶、硅、聚氨酯、聚四氟乙烯等, 可让无限种纤维任意组合并打印图案、压花和穿孔, 为服装提供了更多样式的选择^[22]。



图 5 通过"APP · TIE"制作的定制领结产品实物
Fig.5 Customized bow tie products made through "APP · TIE"

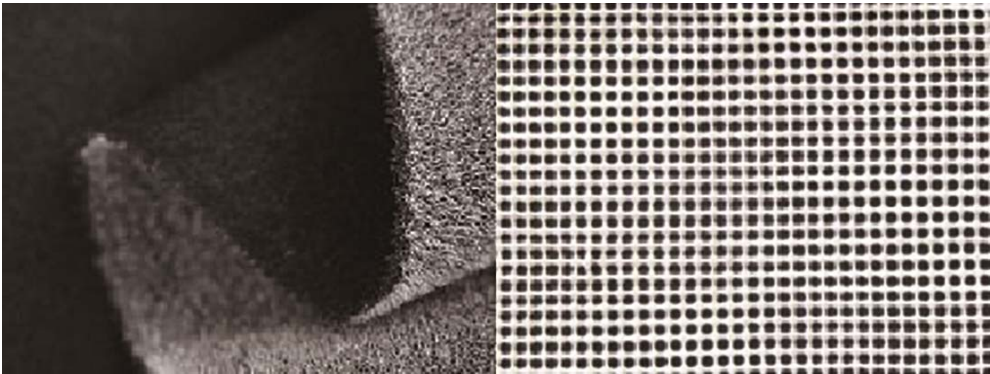


图 6 利用 Cosyflex 材料 3D 打印出的纤维布料
Fig.6 3D printed fiber cloth by Cosyflex

5 结语

3D 打印技术以其作业流程数字化、无需开模成型、设备材料支持用户端制造等的技术优势, 突破了定制化产品走进大众市场高成本、低效率的发展障碍。在设计方案生成系统和设备材料支持系统的配合下, 定制化产品的 3D 打印服务设计得以提升需求调研、设计、生产环节的效率, 并节省开模、仓储、物

流环节的成本。随着材料和技术的不断进步, 正如在定制领结方面的探索设计方案"APP·TIE"一样, 3D 打印定制化产品在各个行业的发展都非常值得期待。

参考文献:

[1] JEN O. E-NABLE Community. Build a Hand[EB/OL]. (2018-02-23) [2019-02-23]. <http://enablingthefuture.org/>

- phoenix-hand/.
- [2] 张楠, 李飞. 3D 打印技术的发展与应用对未来产品设计的影响[J]. 机械设计, 2013, 30(7): 97—98.
ZHANG Nan, LI Fei. The Development and Application of 3D Printing Technology Will Affect Future Product Design[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(7): 97—98.
- [3] 卢秉恒, 李涤尘. 增材制造(3D 打印)技术发展[J]. 机械制造与自动化, 2013, 42(4): 1—4.
LU Bing-heng, LI Di-chen. Technology Development of Additive Manufacturing(3D Printing)[J]. Machine Building & Automation, 2013, 42(4): 1—4.
- [4] 李文嘉. 仿生学拟态化视角下的 3D 打印产品创新设计研究[J]. 艺术设计研究, 2015(1): 88—91.
LI Wen-jia. Study on Innovative Design of 3D Printing Products Based on Bio-inspired Perspective[J]. Art & Design Research, 2015(1): 88—91.
- [5] 王雪莹. 3D 打印技术与产业的发展及前景分析[J]. 中国高新技术企业, 2012(26): 3—5.
WANG Xue-Ying. 3D Printing Technology and Industry Development and Prospect Analysis[J]. China High-tech Enterprise, 2012(26): 3—5.
- [6] 高鹏, 李琳, 储晓丽, 等. 可活动关节 3D 打印模型生成方法研究[J]. 图学学报, 2017, 38(5): 654—662.
GAO Peng, LI Lin, CHU Xiao-li, et al. Research on Generation of Activate Joint Based on 3D-Printable Model[J]. Journal of Graphics, 2017, 38(5): 654—662.
- [7] 陈东明, 席平, 唐家鹏. 关联设计技术在机翼盒段快速建模中的应用[J]. 图学学报, 2015, 36(5): 730—733.
CHEN Dong-ming, XI Ping, TANG Jia-peng. Application of Associated Design Technology on Wing Components Rapid Modeling[J]. Journal of Graphics, 2015, 36(5): 730—733.
- [8] 王柳庄. 参数化技术对产品的影响探讨[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 10—13.
WANG Liu-zhuang. Influences of Parametric Technology on Product Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 10—13.
- [9] 李琳. 首饰参数化设计与 3D 打印技术研究[D]. 北京服装学院, 2013.
LI Lin. Jewelry Parametric Design and 3D Printing Technology Research[D]. Beijing: Beijing Institute of Fashion Technology, 2013.
- [10] 王珂, 刘扬. 参数化设计与 3D 打印的协同发展研究[J]. 包装工程, 2017, 37(16): 147—151.
WANG Ke, LIU Yang. Synergistic Development of Parametric Design and 3D Printing[J]. Packaging Engineering, 2017, 37(16): 147—151.
- [11] 辛向阳, 曹建中. 定位服务设计[J]. 包装工程, 2018, 39(18): 55—61.
XIN Xiang-yang, CAO Jian-zhong. Positioning Service Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 55—61.
- [12] ERLHOFF M, MARSHALL T. Design Dictionary: Perspectives on Design Terminology[J]. Reference Reviews, 2008, 22(8): 46—47.
- [13] 罗仕鉴, 邹文茵. 服务设计研究现状与进展[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 55—65.
LUO Shi-jian, ZOU Wen-yin. Status and Progress of Service Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 55—65.
- [14] 高颖, 许晓峰. 服务设计: 当代设计的新理念[J]. 文艺研究, 2014(6): 140—147.
GAO Ying, XU Xiao-feng. Service Design: a New Concept of Contemporary Design[J]. Literary Studies, 2014(6): 140—147.
- [15] 丁熊, 秦臻. 论服务设计[J]. 装饰, 2009(4): 133—134.
DING Xiong, QIN Zhen. Discussion on Service Design[J]. Zhuangshi, 2009(4): 133—134.
- [16] 王珂, 侯利业. 产品设计与服务设计融合发展的路径探讨[J]. 西北美术, 2017(1): 123—126.
WANG Ke, HOU Li-ye. Discussion on the Integration Development of Product Design and Service Design[J]. Northwest Fine Arts, 2017(1): 123—126.
- [17] 罗仕鉴, 胡一. 服务设计驱动下的模式创新[J]. 包装工程, 2015, 36(12): 1—4.
LUO Shi-jian, HU Yi. Model Innovation Driven by Service Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(12): 1—4.
- [18] 吕文箐, 巩森森. 乐高的服务设计及其赋能研究[J]. 设计, 2015(6): 130—131.
LYU Wen-jing, GONG Miao-sen. Service Design and Its Enabling Research of LEGO[J]. Design, 2015(6): 130—131.
- [19] 袁晓东. 基于逆向工程与 3D 打印技术的产品创新设计研究[J]. 机械设计, 2015, 32(10): 105—108.
YUAN Xiao-dong. Research on Product Innovation Design Based on Reverse Engineering and 3D Printing Technology[J]. Journal of Machine Design, 2015, 32(10): 105—108.
- [20] 赵莹雪, 刘世忠. 3D 打印儿童矫形鞋垫服务设计研究[J]. 创意设计源, 2016(3): 67—72.
ZHAO Ying-xue, LIU Shi-zhong. Research on Service Design of Children Foot Orthodontic by 3D Printing[J]. Idea & Design, 2016(3): 67—72.
- [21] 程燕婷, 孟家光. 3D 打印材料柔性 PLA 基本性能表征[J]. 纺织导报, 2017(11): 109—111.
CHENG Yan-ting, MENG Jia-guang. Characterization of Basic Properties of Flexible PLA for 3D Printing Materials[J]. China Textile Leader, 2017(11): 109—111.
- [22] 谈静. 基于 3D 打印材料局限性的个性化设计研究[D]. 武汉纺织大学, 2015.
TAN Jing. Research on Personalized Design Based on Limitations of 3D Printing Materials[D]. Wuhan Textile University, 2015.