

3D打印技术及材料在服装领域的应用与发展

杨蕾, 刘丽妍

(天津工业大学 纺织科学与工程学院, 天津 300387)

摘要: 阐述3D打印技术的原理和主要方法, 着重介绍3D打印服装的生产技术及打印材料。指出目前3D打印服装常用技术包括选择性激光烧结法和熔融沉淀法, 常用材料包括BendLay塑料、柔性聚乳酸、锦纶、热塑性聚氨酯弹性体橡胶TPU 4种。通过具体实例包括3D打印时装、3D打印内衣、3D打印智能服装, 介绍3D打印技术在服装领域的应用, 并对产品进行分析。最后总结3D打印技术应用于服装领域的优势及发展前景, 为3D打印服装的深入研究提供参考。

关键词: 3D打印; 3D打印材料; 3D打印服装; 技术原理; 应用现状; 发展前景

中图分类号: TS 941.76

文献标志码: A

文章编号: 1000-4033(2019)10-0053-05

Application and Development of 3D Printing Technology and Materials in Clothing Field

Yang Lei, Liu Liyan

(School of Textile Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin, 300387, China)

Abstract: This paper expounds the principle and main methods of 3D printing technology, and emphatically introduces the production technology and printing materials for 3D printed apparel. It points out that the technologies currently used in 3D printing apparel are selective laser sintering and fused deposition molding, and common used materials include BendLay plastics, flexible poly-lactic acid, nylon, thermoplastic polyurethane elastomer rubber TPU. It introduces the application of 3D printing technology in garment field through specific examples including 3D printing clothing, 3D printing underwear, 3D printing smart clothing, and analyses the products. Finally, it summarizes the advantages and development prospects of 3D printing technology applied in clothing field, which can provide reference for the in-depth study of 3D printed garment.

Key words: 3D Printing; 3D Printing Materials; 3D Printing Clothing; Technology Principle; Application Status; Development Prospects

20 世纪 90 年代, 3D 打印技术在美国出现, 引起了人们的极大兴趣, 近年来更是得到了快速发展。3D 打印技术可将计算机上的蓝图变成实物, 在医疗产业、工业设计、工程施工、航空航天、服装、鞋业、教育、考古等领域均有所应用, 为人类的生活带来了便利。作为一种

快速成形制造方法, 人们一度认为 3D 打印技术将推动第 3 次工业革命^[1]。如今, 服装已不仅仅局限于能够遮盖蔽体, 而要兼具时尚和功能性, 在纺织行业有着非常重要的地位。随着 3D 打印材料和技术的开发及应用, 服装领域正积极探索 3D 打印技术的应用和产品研发。

1 3D 打印技术概述

1.1 3D 打印技术原理

3D 打印机与传统打印机在原理上类似但又有所区别。传统打印机的耗材主要是纸张和墨水, 打印时喷出的墨水以二维图像呈现在纸张表面, 而 3D 打印是根据人们的需求在计算机上通过 Solidworks、

作者简介: 杨蕾(1994—), 女, 硕士研究生。主要从事服装用三维织物结构及性能研究。

通讯作者: 刘丽妍(1978—), 女, 副教授, 博士。E-mail: liuliyan2001@sina.com。

SKetchUP、3DMax 等软件建立三维模型图,打印时将画好的模型以 SdI 格式输入到 3D 打印机中,并按照实际需求设定打印速度、层厚等打印参数,打印机将自动对所构建的三维模型图进行分层,将其转变成数层单独的片状物,打印过程中通过层层堆叠累积打印材料的方式来构造实体^[2]。

1.2 3D 打印方法

3D 打印由于所用原料类型、累积方法不同被细分为十几种技术,其中比较成熟的主要有 5 种^[3],见表 1。

每种 3D 打印方法根据其成形原理都有其特定的适用材料形态,在服装产业中最常用的是 SLS 和 FDM 两种方式。SLS 多使用粉末或细小颗粒材料,该方法制造工艺简单,具有打印原料选择范围广、材料价格低廉、成形速度快、利用率高特点,但打印机价格昂贵而且体积大,使用时需要进行专门的培训。FDM 多使用丝状热熔性材料,其成形材料种类多,成形件强度高,但加工精度较低,成品表面相对粗糙,目前大多数的 3D 打印产品都采用这种方式,因此 FDM 一度成为 3D 打印机市场的主流方法。

1.3 服装用 3D 打印材料

3D 打印机常用材料包括聚乳酸、ABS 树脂、锦纶、石膏、金属、陶瓷等。与其他产业相比,3D 打印技术在服装领域的发展速度较慢,主要原因是制作满足穿着舒适、柔软适体、易于洗涤等要求的面料和服装还存在较大困难。

1.3.1 主要类别

常用于 3D 打印服装的材料主要有 BendLay 塑料、柔性聚乳酸、锦纶和热塑性聚氨酯弹性体橡胶 (TPU)^[4]。

表 1 5 种常用 3D 打印方法

方法名称	层压方法	定义
立体光固化成形法 (SLA)	光聚合	将 UV 激光投射在含有液态光固化树脂的水槽中,使其固化形成所制造实体
层叠实体制造法 (LOM)	层压	根据模型形状切割塑料、金属等薄片材,通过层压得到实物
选择性激光烧结法 (SLS)	颗粒烧结	重复照射和烧结施加在机床上的粉末或颗粒以形成 3D 打印实体
熔融沉淀法(FDM)	挤压	将细丝状的热塑性材料在打印机中熔化,并从喷嘴中输出,使其堆积得到实体
3D 喷墨打印(3DP)	喷射	一种将彩色墨水和液态固化物质从喷嘴喷射到原料粉末上的层压方法

a. BendLay 塑料

德国 Orbi-Tech 对 ABS 进行改性得到了 RepRap3D 打印机用耗材 BendLay 塑料,其打印温度介于 215~240 ℃,热稳定性与 PLA 材料接近,柔韧性较好,应力弯曲后不会出现白点,而且可溶于丙酮,后期可使用丙酮对 BendLay 材料表面进行处理。

b. 柔性聚乳酸

作为 FDM 中使用较多的材料,聚乳酸由玉米等可再生原料制成,是一种环保可降解材料。程燕婷和孟家光^[5]对熔融喷丝前后柔性聚乳酸材料的结构、热性能、拉伸性能及回弹性进行了测试分析,结果表明,柔性聚乳酸具有较好的伸长率、抗皱性及回弹性,适用于制作 3D 打印服装。

c. 锦纶

锦纶所制 3D 打印服装的触感与普通服装的触感相似,强度高而且具有良好的耐磨性和柔韧性,但相比于其他材料,锦纶的热变形温度较低,为 100~150 ℃,其制成的产品在使用过程中存在热收缩的副作用^[6]。

d. TPU

TPU 是一种介于橡胶和塑料之间的材料,主要分为聚酯型和聚醚型,与一般具有刚性的热塑性塑料不同,TPU 作为 3D 打印材料,其

柔韧性较好,具有良好的内部附着,打印时不会发生卷曲现象,而且具有很强的耐腐蚀性。

1.3.2 发展方向

目前 3D 打印服装使用的材料较硬,大多只用于秀场,为了增加服装的流动性和灵活性,现阶段,设计师通过打印小部件,然后用铰链连接以方便人们穿脱及活动,但这样的设计费时费力,而且服装的舒适性较差,所以 3D 打印材料还需在舒适性、环境友好型、智能化等方面改进。

a. 舒适性

材料的舒适性是 3D 打印技术在服装领域发展的重要基础。应进一步开发与现有服装面料一样柔软、透气、舒适的材料,让 3D 打印服装不再局限于舞台和秀场,便于人们在日常生活中穿着。同时,应使服装的色彩、款式、花纹更加丰富,满足当前的流行趋势和人们对时尚的追求。

b. 环境友好

3D 打印用材料应满足可循环利用和生物降解需要。我国每年大约扔掉 2 600 万吨旧衣服^[7],但我国还无法将其有效回收,对环境造成了很大压力,虽然不少学者致力于研究纺织品的降解,但纺织材料种类繁多,除某些特定材料外,目前还无法对所有纺织品实现降解,

因此服装用3D打印材料的研究开发可朝环保可降解方向进行。

c. 智能化

伴随着科技的进步,智能化得到了快速发展,智能服装的出现为人们的生活带来了更多便利^[8],同时也保障了特殊工作者的安全,3D打印技术突破了传统技术的壁垒,使得某些复杂工艺得以实现,材料的创新将为人类的生活带来无限可能。

2 3D打印技术在服装领域的应用

2.1 3D打印时装

2014年9月,在纽约时装周期间,设计师Bradley Rothenberg展示了新款3D打印服装,其中包括采用锦纶粉末材料并运用SLS方法一次性整体打印出来的完全可穿的无袖上衣,衣服上融入了纺织图案^[9],如图1所示(图片来源于中国丽人网)。



图1 3D打印无袖上衣

2015年, Lee et al^[10]采用FDM方法,以时尚设计理念为参考,提出一种新的服装设计表达方式,即利用3D打印技术生产与现有面料一样具有细腻丰富纹理的面料。通过改变O形圈的外径和内径尺寸、长丝类型、层压厚度等参数,进行5次测试试验,最终使用黑色PVC长丝,当O形圈的外径为13.0 mm、内径为10.0 mm、层压厚度为

0.3 mm时,得到打印效果较佳的面料,并制作出配饰和马甲^[10],如图2所示。

2016年, Lee et al^[11]使用Makerbot Replicator 2打印机,将喷嘴温度设定为最大值即230℃,打印厚度设为0.3 mm,间隔设为0.1 mm,得到直径为2.0 mm的纱线,再使用钩针将其连接成与针织物具有相同线圈结构的长25 cm、宽100 cm的3D打印面料^[11],并用其作为前后片与传统服装材料结合,制成了长袖外套,如图3所示。

2.2 3D打印内衣

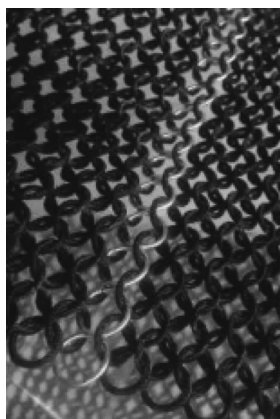
2016年,在诺丁汉特伦特大学学习时装设计的Jess Haughton为了消除令人尴尬的内裤缝线,以硅胶为原料,利用3D打印技术制

作了一套内衣^[12],如图4所示(图片来源于凤凰网)。

2017年,国外美女创客Sexy Cyborg采用TPU并利用3D打印技术打印了一件色调为透明红、蓝、白的比基尼,如图5所示,打印时间约为24 h,由于TPU比较粗糙,所以在比基尼内部涂有一层薄薄的硅胶,以使其更好地贴合皮肤。试穿发现,穿着这件采用3D打印技术打印的比基尼超过6 h后并没有任何不适的感觉^[13]。

2.3 3D打印智能服装

2018年,英国科学家Jun Kamei研发了一款新型3D打印服装Amphibio,如图6所示,这款服装的设计灵感来源于水中生物,利用3D打印技术模拟鱼鳃的形状,穿

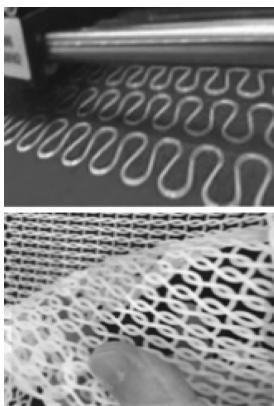


(a)细节



(b)整衣

图2 3D打印黑色PVC长丝作品



(a)细节



(b)整衣

图3 3D打印长袖外套



(a) 示例一



(b) 示例二

图 4 3D 打印硅胶内衣



图 5 3D 打印比基尼

着者可直接在水中进行呼吸^[14]。美国洛杉矶艺术家 Behnaz Farahi 以动物皮肤、羽毛以及鳞片等为设计灵感,利用 3D 打印机 Objet Connex500 制作出一款被称为 Caress of the Gaze 的智能服装,如图 7 所示(图片来源于腾讯科技)。该智能服装的外观为羽毛状结构,能识出别人的目光,并做出收缩和起伏延展的反应^[15]。



图 6 3D 打印服装 Amphibio

3 3D 打印技术在服装领域的发展前景

3.1 3D 打印服装的优势

新兴技术与传统行业的融合为服装行业的发展带来了机遇,主要包括以下 4 个方面。

a. 降低生产成本,简化生产流程。传统的服装生产加工过程从



图 7 Caress of the Gaze 智能披风

最初绘制服装设计图到大批量生产成衣需要经过很多环节^[16],而且每次在大货生产前都要进行反复打样及修改,打样过程中需要不断地和顾客沟通确认,但当服装设计图经过工艺、制版等多个环节时,信息就会有所流失,以至于成品和顾客的最初期望有所差异。而 3D 打印分为建模和打印两个过程,建好的模型和最终成品在外观上一模一样,消费者不仅可以在建模环节直观地看到成品效果,而且减少的中间环节不仅准确传达了消费者的需求,更减少了很多原料的浪费,节省了人力和时间,降低了生产成本。

b. 生态环保。现阶段,在服装生产加工过程中需要使用固色剂、抗静电剂、柔顺剂、染料助剂和各种整理剂等,这些都会对纺织服装的安全性、健康性、生态性有所影响^[17]。而 3D 打印服装可以一次成形,省略了传统服装制作过程中的

裁剪、缝合等程序,不仅降低了能耗,而且减少了布料浪费和环境污染。

c. 实现个性化需求。随着人们的生活越来越丰富,越来越多的人追求个性化,限量版、私人订制等受到广大消费者的追捧,传统的服装生产模式制作的服装因前期要经过多个环节,生产周期长,需要耗费巨大的人力、物力,如果生产批量少,价格必然昂贵,不是普通大众都能消费的。而 3D 打印技术可直接通过建模打印出符合消费者需求的衣服,尤其适合小批量生产,而且可以根据消费者需求随心所欲地设计服装,极大地满足了消费者的个性化需求。

d. 打破技术壁垒。将 3D 打印技术应用于服装生产,可突破传统服装生产过程中工艺和织物结构的限制,大多复杂的形状和结构都可以直接打印出来,使服装款式更加丰富。

3.2 3D 打印服装的发展前景

3D 打印技术的出现给人们的生活带来了无限可能,不仅丰富了社会的物质生产,为人们的生活提供了极大便利,同时也提出了新的要求。

3.2.1 服装用 3D 打印设备的研发

目前市场上还没有成熟的服装用 3D 打印机,很多学者仍在致力于这方面的研究。可结合 3D 扫描及虚拟试衣技术开发多功能打印设备,提高服装设计生产的效率和准确性。

3.2.2 对设计师专业要求高

一般在 3D 打印服装的设计过程中,服装设计师和建模师可能因不能达成共识而无法准确地将消费者的需求表达出来,这就需要设计师同时掌握服装设计专业有关知识和熟练使用 3D 建模软件。

3.2.3 解决版权纠纷

因3D打印技术具有可复制性和快速成形性,可能会导致人们轻易地模仿和抄袭他人作品,侵犯原创者的权益,因此版权纠纷是3D打印技术亟须解决的一个问题。可以建立3D打印作品数据库,数据库与每台打印机相连,每个人设计的作品都会存档,原创者可以申请版权保护,一旦申请成功,其他打印机若无原创者授权便不可以打印其作品。此外,数据库可录入每台打印机使用者的信息,这样可以避免因钥匙、房卡等的随意复制而给人们造成损失。

4 结束语

3D打印服装是一种新兴的服装加工技术,引起了人们的极大兴趣,也是传统服装生产行业转型的一个新方向。随着3D打印技术和材料方面的突破与创新,可沿着服装新材料、立体结构款式、服装填充等方面进行更深入地研究。相信通过传统行业和科学技术的结合,3D打印服装的发展市场会更加广阔。

参考文献

[1]侯昕志.基于3D打印技术的服装设计创新应用[J].设计,2017(15):110-

112.

[2]董雪峰.3D打印技术在服装领域中的应用前景研究[J].科技视界,2017(25):204,211-212.

[3]刘科江,凌敏.3D打印技术在鞋类设计中的应用与展望[J].中外鞋业,2018(10):21-25.

[4]LEE C H, HONG S Y. A characteristic analysis on 3D printing materials for textiles[J].Korea Science & Art Forum,2016(24),343-350.

[5]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.

[6]徐燧,叶小峰.以PLA及尼龙为介质的服装3D打印技术实验研究[J].装饰,2018(7):121-123.

[7]薄荷.中国每年有2600万吨旧衣服被丢弃[EB/OL].(2013-08-27)[2019-02-23].<http://www.ef43.com.cn/data/2013/2013-08-27/145503.html>.

[8]方东根,沈雷.智能服装材料研究概述[J].针织工业,2016(1):42-46.

[9]佚名.纽约时装周出现更宜穿着的3D打印服装[EB/OL].(2015-11-24)[2019-02-03].<http://fashion.ef43.com.cn/data/2015/2015-11-24/208872.html>.

[10]LEE J S, HWANG S J, KIM K A. A study on the development of fashion products based on 3D printing[J].A Journal of Brand Design Association of

Korea,2015,13(1):147-162.

[11]LEE J S, KIM I, JUNG H S. A study on fashion design using 3D-printed fabric[J].A Journal of Brand Design Association of Korea,2016,14(3):247-256.

[12]王一鸣.传统内衣终结者·英国学生发明3D打印硅胶内衣[EB/OL].(2016-06-13)[2019-02-23].https://www.guanchn/economy/2016_06_13_363752_1.shtml.

[13]佚名.美女创客携3D打印比基尼来袭[EB/OL].(2017-08-10)[2019-02-23].http://www.sohu.com/a/163611204_105964.

[14]佚名.英国科学家研发新型3D打印服装 Amphibio[J].纺织装饰科技,2018(4):15.

[15]佚名.3D打印智能服装:能够感应目光[EB/OL].(2015-11-24)[2019-02-23].<https://www.tout-iao.com/i6220645787764785666>.

[16]张技术,杨炳南,王佩国,等.IE技术在中小型服装企业中的应用[J].针织工业,2017(6):66-69.

[17]顾平.推行Oeko-Tex100新标准应对纺织产品“绿色壁垒”[J].上海毛麻科技,2005(2):4-7.

收稿日期 2019年2月23日

信息直通车

欢迎访问《针织工业》网上平台

请登录:www.knittingpub.com

《针织工业》网上平台为广大作者及读者搭建了与我刊更紧密沟通的桥梁,为您提供更多服务:

- 注册作者,运用远程投稿系统,更快捷地处理您的来稿,使您时时了解自己稿件的情况;
- 注册读者,在线阅读期刊内容,学习行业相关知识,掌握前沿技术资料;
- 点击登录网上平台,及时了解行业新闻和企业动态。