

在大部分人心中,3D 打印是十分前沿的技术,只存在于高新科技领域,但其实 3D 打印并不新奇,从飞机、建筑等重工业制造到牙齿矫正器、玩具定制,特别是服装、内衣与鞋袜的个性化定制,3D 打印制造的服饰产品早已渗透到发达国家服装产业、顶级时装会展与人们的日常生活中。

纺织服装产业 3D 技术动向与发展趋势

■ 伊丽莎·曼德拉
美国时装设计师协会首席顾问

在电影《十二生肖》中有一个场景,主演成龙戴着白手套,通过抚摸国宝兽首将数据扫描到电脑,与此同时,另一端接收到数据信息的机器就可将一模一样的兽首制造出来。电影中引发众多观众极大兴趣与好奇的高端机器,就是 3D 打印机。

在大部分人心中,3D 打印是十分前沿的技术,只存在于高新科技领域,但其实 3D 打印并不新奇,从飞机、建筑等重工业制造到牙齿矫正器、玩具定制,特别是服装、内衣与鞋袜的个性化定制,3D 打印制造的服饰产品早已渗透到发达国家服装产业、顶级时装会展与人们的日常生活中。

一、颠覆传统的时尚技术

3D 打印技术(Three-Dimensional Printing Technology)即快速成型技术的一种。它是计算机三维设计模型为蓝本,通过软件分层离散和数控成型系统,利用激光束、热熔喷嘴等方式将金属粉末、陶瓷粉末、塑料、生物质料与再生细胞组织等特殊材料进行逐层堆积黏结,最终叠加成型,制造出实体产品,被誉为第三次工业革命最具标志性的生产工具。

3D 打印是颠覆传统服装设计的创新技术,它将复杂的服装结构绘制在虚拟的人体模型上,实现了常规面料无法完成的概念,并创造出更多的细节。同时,可以把跨学科的知识运用到服装设计中,通过 3D 打印技术将灵感变成现实。

早在 2009 年,法国艺术家丹尼尔·威德里格就曾创办了自己的 3D 服装工作室。2010 年,威德里格与时装设计师 Iris Herpen 合作,利用树脂作为材料,采用光固化等技术创造了一系列 3D 打印的炫彩礼服,被评为美国《时代》杂志 2011 年 50 项最佳发明之一。

2010 年 7 月,荷兰著名时装设计师艾里斯·范·荷本在阿姆斯特丹时装周上首次发布了以 3D 打印方式创作的“结晶”主题时装,3D 打印由此跨入时装设计界。在 2011 年初的巴黎时装周上,范·荷本推出的“空想”系列,双翼般上翘的肩部轮廓以及海洋生物般的褶皱让人见识到了真正立体的服装;范·荷本又在同年 7 月巴黎高级时装周上演的“跳跃”系列,“白色骨骼装”让冰冷的骨架贴合人体曲线,玻璃镜片和如蛇一样的金属管摇身一变成为最美丽的配饰及裙衫。2012 年春夏高级定制秀上,范·荷本再以名著《海底两万里》为灵感,用她最擅长的立体感设计完成螺旋几何线条来模拟海洋生物的形态,如定格凝固的海水,反射出耀眼的光泽。

到了 2013 年 5 月,众多时装设计师推出一系列利用 3D 打印技术打造的服装服饰作品,于伦敦的国际艺术博览会 COLLECT 的萨奇画廊展出。据悉,本展出了“疯狂的镶嵌”系列时装,由比利时 Materialise 公司利用 3D 打印技术生产,实现了常规面料无法完成的概念。布洛赫设计将塑料材料切成条状,用机械加工中的“3D 激光烧结”工艺形成三维立体效果,再加以人工缝纫,成就了“新 3D 服饰主义”令人惊叹的奇幻王国女装系列,纵使众多挑剔毒舌的评论家都大加赞赏,甚至有人称其为寄生在女性躯体中的麦昆灵魂。

不久前,范·荷本又在巴黎时装周上发布了她的 2015 春夏时装周系列,范·荷本让人们记住的就是她夸张充满视觉冲击力的设计风格,此次展示仍旧没有让人们失望,以“成年时尚”为主题展示了她的 3D 打印服饰及配饰——磁力运动系列时装,由此证明范·荷本在艺术、材料和服装这三方不稳定的影响势力中构架一个属于时尚的平面。“我发现 3D 打印机发出那种混沌的不断涌现磁流体的成人美,这显然体现了大自然最原始的力量。”范·荷本这样描述她的“3D 磁力运动”系列时装。

二、3D 打印技术的发展历程

回顾服装制造的发展历程,以前服装手工制作时讲究裁缝师傅单量单裁,量身定制。后来在工业化时代实现了大规模制造,在流水线上大批量生产。现在又倡导大规模定制,使流水线适应小批量、多品种,需要多种高新技术支撑。在信息化时代的今天,特别是 3D 打印技术在服装设计上的运用,使传统服装设计不能完成的立体造型得以实现,配合 3D 人体测量、cad、capp 等技术,一次成型的制造模式同样开拓了从计算机直接完全贴身身形定制个性化设计新思路,在打印介质的打印技术的不断提升中,也必将带给服装设计



更多的创新形式。

3D 打印技术最早源于美国。以 3D Systems 和 DTM 公司为代表的一批中小科技公司,1984 年,Charles Hull 开始研发 3D 打印技术,1986 年,他自立门户,创办了世界上第一家 3D 打印技术公司(3DSystems),同年发布了第一款商用 3D 打印机。1988 年,Scott Crump 发明了 FDM(热熔挤制成型)技术,并于 1989 年成立了现在的另一家 3D 打印上市公司 Stratasys,该公司在 1992 年卖出了第一台商用 3D 打印机。

到了 21 世纪初,3D 打印技术随着立体光固成型(SLA)、选择性激光烧结(SLS)和熔丝沉积造型(FDM)等主流技术相继成熟与完善,2008 年开源 3D 打印项目 RepRap 发布“Darwin”,3D 打印机制造进入新纪元;同年,Objet 推出 Connex500,让多材料 3D 打印成为可能。

目前,在欧美等发达国家,3D 打印技术的应用已较为广泛。现在全球 3D 模型制造技术的专利实力榜单上,美国 3DSystems 公司、日本松下公司和德国 EOS 公司遥遥领先。随着美国“再工业化、再制造化”的口号呼喊,3D 打印所打造的少劳动力制造将给美国服装产业极大的动力去发展。

三、服装生产流程的 3D 创新模式

新兴的 3D 打印服装产品,随着打印技术和打印材料的不断更新,服用性能也会日趋完善,并满足不同的着装功能。美国经济学家詹姆斯·赫克曼认为:“把跨学科的知识运用到服装设计中,通过 3D 打印技术将灵感变成现实,开创了服装行业基于 3D 科技颠覆产业链的系列创新模式。”于是,3D 打印技术在服装生产流程中创新的模式有:

一是服装造型设计模式:传统服装设计就是基于创意与市场进行设计素材的收集,然后进入设计、生产和流通过程。其中,造型设计过程需要大量试制材料(如纸张、坯布、面料辅料纱卡等)和工具(如台案、刀剪、缝纫机等),即使由服装 CAD/CAM 造型技术介入,但缝制和整烫过程还是不能摆脱手工作业。然而,将 3D 打印技术应用到服装造型设计过程,使服装的构思与实现形成了统一,使服装的设计流程和各环节实现了数据共享,在成衣产生之前没有任何的材料消耗,也可实现量产。快速成型技术无需专用的模腔或夹具,实体的形状和结构也相应不受任何约束,它用逐层变化的截面来制造三维形体,在制造每一层片时都和前一层自动实现连接,使制造成本完全与批量无关,既增加了成形工艺的柔性,又节省了制造过程和专用工具的大量成本。例如 2014 年 6 月 SHAPEWAYS 公司发布了全球第一款 3D 打印的连衣裙。将该裙造型中“弧径”、“串连”、“圆点”等设计元素,放入名中的全球首款量产的 3D -MJ 打印连衣裙中,让它能够更服贴于人体线条,不再受限于传统罩杯结构的设计与剪裁。

二是服装成品设计模式:传统的服装成品设计过程从手工效果图开始,由设计总监或设计团队进行设计图的评审,进入定稿阶段,然后进行市场容量的估计,进行成品生产,最后进入市场进行流通。传统的服装成品生产过程需要购置大量面料辅料实物,先将材料切割机形成样片,通过缝制设备进行样片缝合,最后由整烫设备进行成衣塑形。但是,将 3D 打印技术应用到服装成品设计整个过程,就大大拓宽了制造理念和技术的应用领域。通过虚拟现实技术,对服装中复杂数据进行可视化操作与交互,产生计算机模型图形图像,与数字化成形技术结合,生产二维图形

进行原始材料生成,也可通过快速凝固激光材料制备与成形技术生成服装三维实物。如 2013 年 3 月有“缪斯女神”之称的蒂塔·万提斯在曼哈顿走秀活动时身着的一身尼龙网格礼服,就是世界上第一件完全由 3D 打印技术制作的服装。该款礼服利用万提斯提供的尺寸设计出了一个 3D 模型,再根据设计师施密特画的草图,运用 Rhino 软件将 2633 个独立的环或线相连接,由 EOSP-350 激光 3D 打印的 17 个部分拼接而成。

三是服装实体技术模式:在技术层面,通过三维扫描仪,使得对人体和固态实体利用计算机技术实现的数字化定制成为可能。可以针对传统数字化设计模式中与客户交流以及客户需求变化快的问题,利用对象模型到对象关系型数据库的映射理论,完成对象关系型人体及固态实体信息数据库的模型建立,最后完成其物理实现。例如 2013 年 2 月 Nike 公司利用 3D 打印的 CAD 技术与 VR 技术,在新秀训练营展示了首款针对美式橄榄球运动员而设计的 3D 打印运动鞋鞋底——Nike Vapor Laser Talon,其重量只有 28.3 克,但其抓地力优秀,还能延长运动员最原始驱动状态的持续时间,赋予运动员更快速度和更大力量。

四是个性化客户定制模式:3D 打印技术会让服装设计更加艺术化、个性化,基本可以实现广泛而随意的个性化定制。在 3D 服装生产流程中,某一个性化定制模式必须完成基于网络环境的客户与设计单位协同合作,才能够通过电子销售平台进行批量和单一数字化定制,实现数字化定制经济。最终的服装实物依托全数字化的流程完成,此服装具有了独立的电子身份,3D 打印的提供商可以全程跟踪服装的流向,甚至建立服装的回收体系,使服装的回收成为可能,服装的成本会大大降低。

五是服装供需流通模式:传统的服装流通过程是消费者根据实体店成衣和网络成衣实物图片进行选购,这也是服装行业库存高的根本性原因。在自然资源愈发匮乏的现状下,服装传统的供应链模式可以通过 3D 打印技术在服装全产业链的应用,改变服装的流通模式。服装的对象化订制和服装企业的零库存将成为服装行业的新模式,而且此模式与企业规模的大小没有直接的关系,使服装行业的权杖真正属于服装设计师。

六是服装材质材料模式:与传统服装生产应用纺织品与非织布等原料不同,通过 3D 打印技术转化相关介质为服装成品,不需要纺织品与非织布等原料,甚至连布料质量都不再是个问题。因为 3D 打印机使用的是实实在在的原材料。如今可用于打印的介质种类繁多,包括生物质料、塑料、金属、陶瓷、橡胶类以及再生细胞等物质。有些 3D 打印机甚至能结合不同介质。对于服装行业来说,使用 3D 打印技术后,在消费者订购某款衣服之前,服装用料成本大大降低,设计师的生产成本几乎为零。如巴黎 2014 春夏时装周展中,由名模蒂塔·万提斯性感演绎全球第一件在时装展现场采用 3D 打印的礼服,是 Shapeways 公司用粉状尼龙经 3D 打印出来,其面料完美地贴合万提斯曼妙的曲线,双肩立体后现代构造的凸起也是传统制衣手法所无法实现的,无论在印花还是廓型上都是由无数放射线组成的几何化图样,整体包括手镯都镀满了施华洛世奇水晶,让这条裙子更加闪闪迷人。

四、3D 打印服装新技术新工艺

3D 打印无疑是一种颇具创造性的新技术,尤其是对于设计领域具有重大意义,能够帮助设计师们更简单方便地制造设计原型。但碍于打印材质局限在塑料材质的缘故,如

果要想使用 3D 打印来制作一件柔软的衣服,似乎还有些困难。不过,随着 3D 打印新技术的发展,这种情况有望得到改善。目前世界各国在 3D 打印服装方面开发并利用的新技术与新工艺主要有:

3D-CAD 制图技术:不久前,Nervous System 设计工作室研发出一款全新的 3D 打印软件,称之为“Kinematics”,能够通过先进的打印形式来解决材质所带来的局限性。它是一款 3D-CAD 制图软件,可通过运动学模型分析技术,通过打印可连接的三角形模块,制作出可折叠、柔软的 3D 打印服装,解决塑料材质无法折叠、弯曲的情况。设计师可通过软件控制每个三角形的尺寸、位置和数量,也能够改变其细微形态,最终制成一款时尚、具有可穿性的 3D 打印网眼礼服。

FDM-II 技术:人们似乎要做好穿上 RPET 聚酯服装的准备。最近 Stratasys 公司发布的超能型快速成型系统 Fortus1500mc,代表了当今 3D 打印服饰 FDM-II 技术的最高成型精度、成型尺寸和产能,成型尺寸达到 600mm×150mm×0.075mm,打印误差仅为每毫米增加 0.0015-0.089mm,打印层厚度最薄为 0.075mm-0.178mm,被用于打印真正的运动服与鞋靴类成品。其意义在于更精确、更复杂的多元打印结构,能够更有效地模拟织物形式,对于服装设计师构建原型、实践设计理念具有一定积极意义。

PP-B 技术:这是 Systems 公司新研制的 ZPrinter-100 系列 3D 打印机,它是一款使用 PP-B 技术的新型 3D 打印机,其喷头每次喷一层原生纤维或者树脂粉末,并通过横截面进行粘合。打印中不断重复该过程,直到打印完每一层。此技术允许打印鞋底、鞋根与鞋帮等全色彩原型和弹性部件,若是将原生纤维、热固性树脂和塑料加入粉末一起打印,还可以增加强度和韧性。

3D-Nylon 12 技术:这是 Shapeways 公司设计师珍妮·费瑟研制的新型 3D-Nylon 12 打印机,该机利用聚酯、酰胺类原材料,就能打印出结实时尚的比基尼泳衣,也可以打印出网格状充满未来感的春夏休闲服与秋礼服。

SLA-A 技术:这是 Objet 公司应用 SLA-A 技术打印服装新开发的 PolyJet 系统 3D 喷头打印机,目前已实现以 5-30μm 的超薄层喷射光敏聚合物材料,并层层构建到托盘上,直至成品制作完成。每一层光敏聚合物在喷射时即采用紫外线光固化,打印出的布料即为完全凝固的模型,无需后固化。这种 3D 喷头打印机多用于婚纱、礼服与女性服饰成品的生产制作。

五、生物服装的 3D 打印动向

不久前,伦敦设计师沙姆斯·亚丁和研究人员基于可再生合成原细胞微粒优势的原理,利用 3D 打印技术开发了一款能在一夜之间自我修复的生物跑鞋“阿米巴”,这种跑鞋能够对压力、运动、光或热产生反应,犹如穿着者的皮肤一样贴身、舒适,且具有自动修复损伤功能。

“基于生物材料的生物型功能服装,在 3D 打印技术上的应用,将使与人体接触的服装具有前所未有的生物活性、记忆式修复性与舒适功能。”南丹麦大学原细胞专家马丁·汉克泽克教授指出,“从市场角度分析,由于人民生活水平的提高,衣着消费水平的提升,时尚观念的增强,未来人们对生物服装的社会化 3D 制造和个性化生产具有广泛需求,可以说市场前景相当乐观,潜力非常可观。”

科学技术如何影响未来的产品?这是亚丁长期痴迷的一个问题。她在自己的网站上指出:“可再生原细胞是合成生物学的一项研究新成果,但是它模糊了非生命与生命之间的界线。”亚丁正在伦敦中央圣马丁学院进修,学习未来纺织品课程,设计概念原细胞生物服装是她攻读硕士学位的一部分。亚丁发现,可再生合成原细胞是一种简单的分子,缺少生物细胞那样的复杂性。她在接受英国媒体采访时表示:“它们与生命类似,但并不是生命。”“阿米巴”表面适应原细胞鞋是一种切实可行的概念产品,旨在探寻未来新材料的使用。”

据介绍,亚丁研制的“阿米巴”鞋使用的材料由可再生合成原细胞构成。在设计上,原细胞材料就像一层皮肤一样,因此能够与双脚完美贴合。虽然不是真正意义上的生命,原细胞具有自我修复并对压力做出响应的功能。亚丁对《Dezeen》杂志记者说,这是一种具有未来派色彩的终极定制鞋,就像一层皮肤一样与双脚完美贴合,成为支撑和保护双脚的一种全新方式。这种鞋子能够对压力做出响应,跑步时它的特定区域会发生膨胀,提供额外的缓冲。使用可再生合成原细胞制作鞋子的最大优势:它能够在一个晚上实现再生,让鞋子永远穿不坏。为了让这种鞋子每天都保持生物学特性,用户需要在头天晚上将它们存放在装有特殊原细胞液体的容器中。有趣的是,不同颜色的液体可以充当临时染料,

赋予鞋子不同的色彩。

如今,3D 打印正由服装产业化用途越来越趋向于民用化用途。对于耗材,人们要求它更环保,更健康,而生物材料恰恰可以满足这种需要。在 3D 打印服装的耗材领域,生物材料的应用已经不断出现。下面简要阐述欧美在 3D 打印服装方面主要应用的生物基材料:

PLA(聚乳酸):这是一种可生物降解的热塑性脂肪族聚酯,它来源于可再生资源如玉米淀粉、甘蔗等。在熔融沉积制造(FDM)3D 打印机中,PLA 线条打印出来的运动服成型好,不翘边,外观光滑。除此之外,它最大的优点还在于它的环保性,兼有天然纤维和合成纤维的特点,吸湿排汗均匀、快干、阻燃性低、烟尘小、热散发小、无毒性、熔点低、回弹性好、折射指数低、色彩鲜艳、不滋生细菌和气味保留指数低等。由聚乳酸纤维制成的织物具有良好的悬垂性和手感,所制成的成衣具有穿着舒适,并具耐穿性、抗皱性、抗紫外线和导湿作用,并能释放人体气味等特性,是极佳的高级休闲服饰和优质舒适的运动服面料。目前欧美也有服装设计师积极地研究 PLA 在采用 SLS 技术的 3D 打印机中的应用。例如哈佛理工学院的杰里克·哈斯博士等人在应用 SLS-3D 打印技术可制作高级休闲服饰、运动服、床品、袜子及室内装饰等;而且,采用 SLS-AR 技术成形生物可降解的高分子聚 L-乳酸(PLLA),还能制成高孔隙度的婚纱、礼服等,对其进行显微镜组织分析,发现 3D 成品面料的孔隙、网格等具有季节性伸缩生长能力。

PTT:生物基聚酯 PTT(聚对苯二甲酸丙二醇酯)作为一种新型生物基聚酯产品,具有其他材料无法比拟的综合性能:它有尼龙(PAN)的柔软性,且有更好的色泽度;也有涤纶(PAN)的蓬松性,且避免了磨损倾向;还有涤纶(PET)的抗污性,更有很好的手感;加上本身固有的回弹性和抗静电性,PTT 适合开发高档服饰和功能性材料,成为当前国际上 3D 打印服饰用的主要生物基材料之一。业内专家指出,PTT 将会改善 3D 打印的成品效果。这类生物基材料以其独特的时装效果、优良的易护理性能将被 3D 打印技术使用于高档风衣、男士茄克衫、女性时装等。

PVA:PVA(聚乙烯醇)是一种可生物降解的合成聚合物,它最大的特点就是它的水溶性。作为一种应用于从下往上的 FDM-3D 打印服装的新型支撑材料。具有特殊的柔韧性、平滑性、耐油性、耐溶剂性、气体阻隔性、防护性、耐磨性以及经特殊处理具有的耐水性,可用于制作运动服、医防护服、消防服、防毒渗透工作服以及防护手套、鞋袜等高级服装。

PA11:PA11(聚十一酰胺)的英文名称 Poly Undecanoylamide,是以蓖麻油为原料合成的长碳链柔软尼龙,具有密度小、强度高、尺寸稳定性强、化学性能稳定的特点,同时它还具有电绝缘优良等优点。目前在 3D 打印领域中,PA11 可以用 FDM 打印机制作柔软的服装产品,例如浴衣、内衣、泳衣。因为其柔韧性不至于在打印过程中被破坏,并且由于其密度大,也能满足这类衣服必须防水的需求。

TPU:TPU 中文名称为“热塑性聚氨酯弹性体”。它是由二苯甲酮二异氰酸酯(MDI)或甲苯二异氰酸酯(TDI)等二异氰酸酯类分子和大分子多元醇、低分子多元醇(扩链剂)共同反应聚合而成的高分子材料。TPU 可再生资源含量高达 60%,具有优异的机械性能、冷绕曲性、抗水解性和良好的粘着力、耐磨耐压、方便加工回收,是一种轻质且成本效益高的原材料。在 3D 打印领域,作为一种弹性线条材料,具有很广泛的应用,如打印鞋子、防护帽与包袋等。耐克近日推出使用生物基 TPU-3D 打印的 GS 足球鞋,既能保证性能,又能降低对环境的压力,其鞋底板比传统的底板轻了 15%,性能达到 82 至 95 的邵尔 A 型硬度,并具有出色的耐磨性、冷绕曲性、抗水解性和良好的黏着力。

六、3D 打印服装业市场发展前景

作为一种全新的制造方式,3D 打印服装的确正在给传统的服装制造业带来深远的影响。相对于传统服装的机械加工,3D 打印具有以下突出特点:一是原材料利用率提高,生产废料减少;二是产品形状结构的设计自由度大幅提高,并且形状复杂度的提高几乎不会带来额外制造成本;三是制造流程简化,制造的数字化程度和设备的通用性水平进一步上升。

基于这些技术的特点和延伸性优势,仅从产品供给方分析,服装制造业近年来致力于产业转型升级,高新技术普遍应用,3D 人体测量技术、大规模定制技术、敏捷制造技术、一次成型技术等初见成果,形成了相当的应用基础。另一方面,3D 打印机制造业在许多国家越来越得到重视,欧美有些国家服装业建立了 3D 打印技术产业联盟,也形成了一定的技术基础。

(下转 03 版)