

基于 3D 打印技术的活动结构首饰个性化设计

滕颖¹, 李妍^{1,2}, 郝亮^{1,2}, 马飞³

(1. 中国地质大学珠宝学院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖北省珠宝工程技术研究中心, 湖北 武汉 430074;
3. 诸暨华东国际珠宝城有限公司, 浙江 诸暨 311800)

摘要: 本文将柔性结构应用于创意首饰个性化设计的首饰制作, 包括从 3D 打印的建模、打印到最终制成首饰成品的完整过程, 在主要描述的 4 件首饰成品中有 2 件运用了 3D 金属打印, 另 2 件则是由 Polyjet 彩色树脂打印制作, 其目的是在同一结构的基础上利用银与树脂两种具有不同的色彩与质感材料制作出两种不同风格的创意首饰。柔性结构的形状根据首饰的主题进行了设计, 3D 建模过程的重点在于将基础的单元格做鱼鳞形状的修改, 并调整到合适的尺寸与角度。在描述首饰制作的过程的同时, 对在 3D 打印过程中出现的一些突发状况的解决方式进行了探讨。最后展示一些不同主题的 3D 打印创意首饰。

关键词: 3D 打印; 鱼鳞结构; 个性化设计; 创意首饰

中图分类号: TS93

文献标识码: A

文章编号: 1008-214X(2020)04-0053-12

DOI: 10.15964/j.cnki.027jgg.2020.04.006

Personalized Design of Movable Structure Jewelry Based on 3D Printing Technique

TENG Ying¹, LI Yan^{1,2}, HAO Liang^{1,2}, MA Fei³

(1. *Gemmological Institute, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;*
2. *Hubei Engineering Research Center of Jewelry, Wuhan 430074, China;*
3. *Zhuji Huadong International Jewelry City Co., Ltd., Zhuji 311800, China*)

Abstract: This paper records the application of flexible structure in jewelry production of creative jewelry personalized design, including the whole process from 3D printing modeling and printing to the final jewelry product. Two of the four jewelry products described in the paper are printed with 3D metal, and the other two are printed with Polyjet colour resin. The aim of this paper is to make two different styles of creative jewelry based on the same structure by using two materials with different colours and textures, silver and resin. The shape of the flexible structure was also designed according to the themes of the jewelry. The focus of the 3D modeling process was to modify the scale shape of the basic cells and adjust them to the appropriate size and angle. While describing the process of jewelry making, this paper also

收稿日期: 2020-02-24

基金项目: 湖北省高等学校人文社会科学重点研究基地“珠宝首饰传承与创新发展研究中心”项目, 文章编号 CJHIWZ-2019010

作者简介: 滕颖(1994—), 女, 硕士研究生, 主要从事 3D 打印首饰与首饰设计的研究。

通讯作者: 李妍(1987—), 女, 副教授, 主要从事宝石学及先进材料加工方向研究工作。E-mail: yanli@cug.edu.cn

discusses the solutions of some unexpected situations in the 3D printing process. Finally, some creative 3D printing jewelry with different themes will be presented.

Key words: 3D printing; fish scale structure; personalized design; creative jewelry

随着 3D 打印技术的不断进步与完善,其在首饰行业的应用也变得愈加广泛,市场上各种 3D 打印首饰的出现使消费者有了更多的选择,这也反过来促进了 3D 打印首饰设计的多样化^[1-4]。富有个性的创意首饰在首饰市场中所占的比例正在逐渐增大,人们也越来越倾向于为具有独特个性、与众不同的首饰买单,因此 3D 打印技术与创意首饰的个性化设计相结合是首饰行业发展的必然趋势。本文中将 3D 打印技术应用于个性化的创意首饰设计与制作^[5-7],包括从 3D 打印的建模、打印到最终制成首饰成品的完整过程,通过柔性结构这一独具特点的表现形式突显 3D 打印的技术优势,并根据银和彩色树脂两种不同材料的运用表现出首饰的不同风格,呈现出的丰富多彩的视觉效果。

基于 3D 打印技术的创意首饰个性化设计是首饰行业中的一个值得不断探讨的课题,目前 3D 打印首饰无论打印的成功率还是结构的牢固性都有了很大改进,在创意首饰的设计思路上也更加开阔,极具个性化的表现形式也逐渐增多,3D 打印技术给了设计师更多发挥想象力的空间^[8-10],也为实现设计师天马行空的想像提供了较为可靠的实现手段^[11]。笔者主要根据广州迪迈公司的鱼鳞状 3D 打印作品及其相关资料获得的灵感进行《踏浪》系列首饰的设计、建模及制造。

1 3D 首饰设计、建模与制造

1.1 首饰设计

这一系列作品名为《踏浪》,以浪花和鱼鳞为设计元素(图 1),意在描绘一幅鱼跃入水,掀起浪花的画面,也借此为新年送上年年有余的祝福。设计灵感来源于成片柔软而灵动的鱼鳞,鱼在水中游动时自由活泼,鳞片在阳光的照射下变得五彩斑斓,因此,如何将其偶然间翻起浪花这一转瞬即逝的场景通过首饰的形式呈现出来,成了设计过程中思考的主要问题。为了呈现出丰富多彩视觉效果,分别运用贵金属与彩色树脂两种材料进行首饰制作。

此系列的 4 件作品都保持了上下两部分链接的形式,上部为不同风格的浪花造型,下部均为鱼鳞形的活动结构,其中 2 件为 Polyjet 彩色树脂打印,2 件为金属打印。设计过程中考虑最多的是上下两部分的造型美感与搭配,上部造型以浪花翻起时的生动而形象的瞬间为主,下部则是较为简单的鱼鳞形状的排列,因此上下两部分之间的和谐布局就显得尤为重要。

图 2 的手绘效果图中的鱼鳞部分可用图 3 所示的两种结构实现,在比较了实物之后选择用结构 1 进行制作,结构 2 由于实物间隙过大而放弃。鳞片结构的密度也是视觉感观中比较重要的一点。

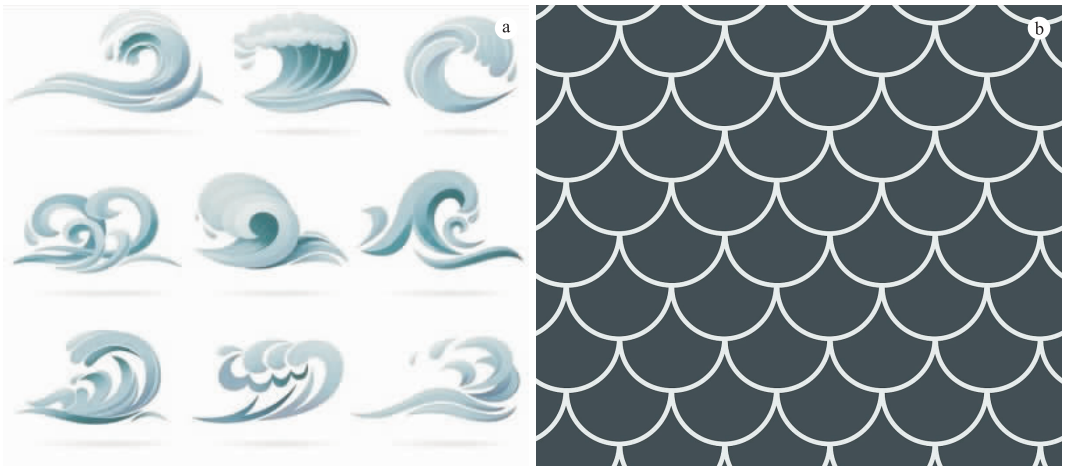


图 1 浪花元素图案(a)和鱼鳞结构概念图(b)

Fig. 1 Spindrift patterns(a) and concept map of scale structure(b)



图 2 鳞片结构实物图(a),《踏浪》设计草图(b)和《踏浪》手绘效果图(c)

Fig. 2 Photo of scale structure(a), design sketch of *Treading the Waves* (b) and hand-drawn renderings of *Treading the Waves* (c)

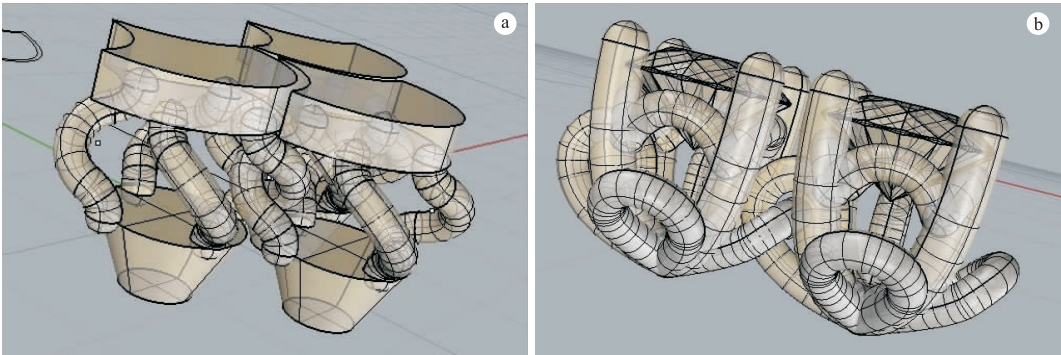


图 3 结构 1(a)和结构 2(b)

Fig. 3 Structure 1(a) and structure 2(b)

1.2 3D 打印建模

用 JewelCAD 软件绘制首饰的上半部分,上下两部分建模的难度不同,上部主要强调浪花造型的生动感,下部则注重鱼鳞的形状以及排列。图 4 中两件首饰为情侣吊坠,分别点缀珍珠和钻石。

在 JewelCAD 软件里建好的上部结构保存成 STL 格式,再导入犀牛软件,在此之前无需作并

集,因为用犀牛软件打开后还是未并集的模式,需要用网格选项卡里的网格布尔运算再进行并集,且过程中经常出现问题,不是所有的网格都能并集成功,图 5 中的结构就出现了这种情况,其中一个小部件没有与整体并集成功,但对于打印效果影响不大,并集时不能选中所有部件直接并集,需要各部件之间逐一并集直至连成整体。



图 4 JewelCAD 电绘效果图

Fig. 4 Electric effect drawing of JewelCAD

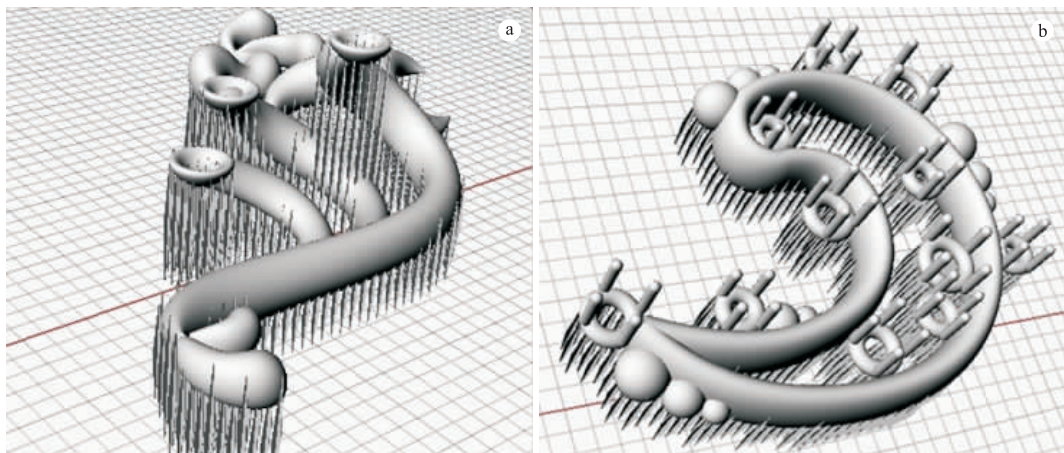


图 5 金属打印情侣吊坠的上半部分

Fig. 5 The upper half of metal printed pendants

情侣吊坠上半部分(图 5a)的结构由于造型较为生动,底面有高低起伏的弧度,因此加支撑的过程尤为艰难,整体拉高支撑会影响打印效果,只能分区域调整,每次选几个大概在同一高度的支撑进行拉高。情侣吊坠上半部分的造型底部(图 5b)较为平面,加支撑很容易,其结构与打印平面的夹角大于 45° ,可形成自体支撑,适当地精简支撑数量可以使其在打印完成后更容易从打印盘上

取下,也会减少一些后期执模抛光的工作量。鳞片部分活动结构的建模经过了三个阶段,如图 6。鱼鳞状活动结构的基础构造平面图(图 6a),建模难点在于调整活动部位的位置与间距。将单元格排列成图 6b 中的形状,并在最外围的鳞片边缘加挡板使其看起来较为完整,同时保证内部结构不外露。最终作品的排列形状如图 6c,后期可根据样片的打印情况调整大小。

用铜粉打印两个鱼鳞样片和一个镶钻结构样片,打印回缩量参数为 0.08,为了节省时间,此次打印选的是直径 63.5 mm 的工作盘(在一定程度上,工作盘的大小与打印速度成反比)。图 7 为铜粉打印的样片照片,采用铜粉打印样片的目的是在能够较直观看得到该结构实体效果的基础上节约成本。铜粉价格相对较低,在以往的贵金属 3D 打印首饰制作中,通常先用铜粉打印样品,并对样片的打印效果进行评估,分析或修改是否符合预期,尤其是观察柔性结构的灵活性和牢固程度,确认同一造型、结构的物件用其他贵金属粉末打印时也能达

到预期效果后,才会使用贵金属粉末进行成品制作。光固化树脂有时也会被用于样片制作,但尺寸会被放大十倍,这是由于现有的树脂打印精度的限制,只能粗略地观察打印效果,对柔性结构的观察只停留在是否可活动这一层面,缩小到原有尺寸后用贵金属粉末打印是否影响其灵活性则无法准确判断。因此本次样片选用铜粉制作较为合适。

观察比较图 7 中的 3 件样片,0.35 mm 的样片活动性较好,成品建模都是根据这个比例完成制作的。Polyjet 打印的 2 件是直接犀牛里建模,将其排列成一定形状并渲染成不同颜色。

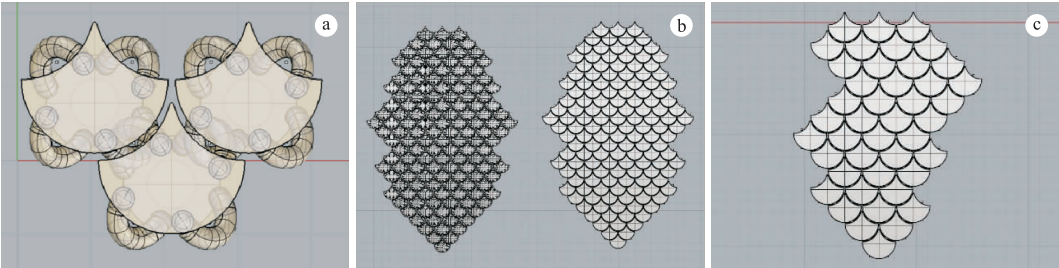


图 6 初建单元格(a),排列成片作为样片(b)和最终排列(c)
Fig. 6 Initial cell (a), arranged sample pieces (b) and the final arrangement (c)

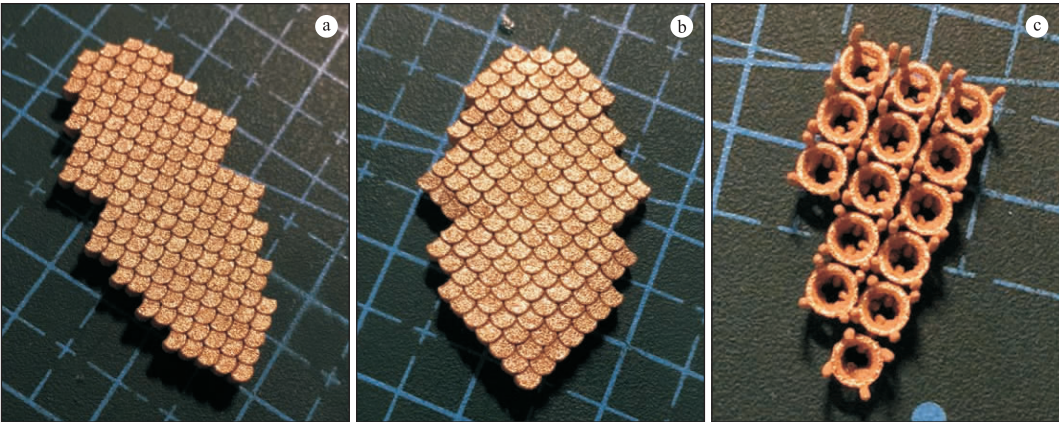


图 7 活动结构管粗 0.40 mm 样片(a),活动结构管粗 0.35 mm 样片(b),和镶钻活动结构 0.50 mm 样片(c)
Fig. 7 The 0.40 mm movable tube sample piece(a), 0.35 mm movable tube sample piece (b) and 0.50 mm moveable tube sample piece with inlays(c)

Polyjet 彩色打印的样片为一大一小两个鳞片和一个彩色渐变的薄片(图 8),大的鳞片活动结构管粗为 1.00 mm,鳞片大小(长宽相等)为 6.65 mm;小的管粗 0.80 mm,鳞片大小 5.40 mm。检查后发现,小的样片不能活动,而大的样片可以活动,但是较脆,用力过大会掰断。通

过分析样片,稍微调整鳞片部分的结构细节,颜色方面为了展现两种不同的渐变效果也进行了新的排列。

Polyjet 打印的 2 件作品的上部结构都比较简单平整,只有一些不同颜色的半球形的凸起,底部平面用几条波浪线分块做了颜色渐变的渲

染,此过程工作量稍大,要将每一个分割开的体块补成独立的封闭块状,再进行颜色渲染(图 9)。两件作品形状相似,只是颜色与大小不同。底部都设置了与鳞片相接的小环,与金属吊坠的连接方式一样。为了方便后期处理,在鳞片结构第一排留下了可以使金属圆环穿过的小孔(图 10)。

金属鳞片需要进行调整,找出之前完成的最终排列版,分别放大如图 11 中所示:大鳞片宽 4.61 mm,活动结构管粗 0.69 mm;小鳞片宽 3.84 mm 活动结构管粗 0.58 mm。鳞片部分加

支撑后,找出之前加好支撑的上部分组合到一起。

建好的模型都网格化之后,采用湖北省珠宝工程技术中心金属 3D 打印工作室的 SISMA 金属打印机进行打印,打印前使用打印室电脑中的 Auto Fab 软件进行切片,此步骤的目的在于为模型分层,对应层层堆积烧结的打印原理。在制作成品时考虑到后期处理的难度和成型后的韧性,选用了银粉打印,理论上可以将回缩量参数调至 0.06 甚至是 0.04,但是为了保证一次打印成功,继续使用 0.08 的打印参数,打印过程如图 12。

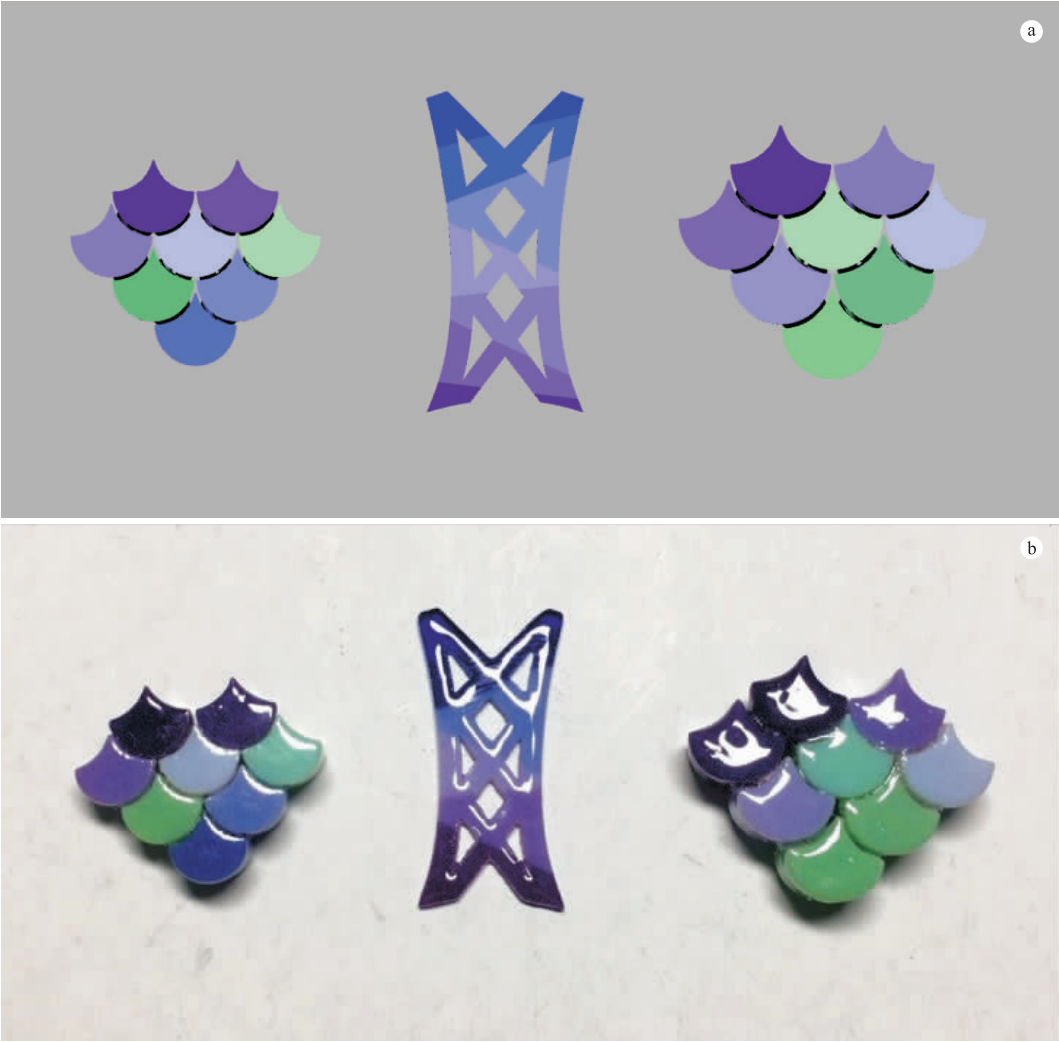


图 8 样片渲染效果图(a)和经过打磨且表面有光亮涂层的样片实物(b)
Fig. 8 Rendering effect of samples(a) and samples polished and coated with bright coating(b)

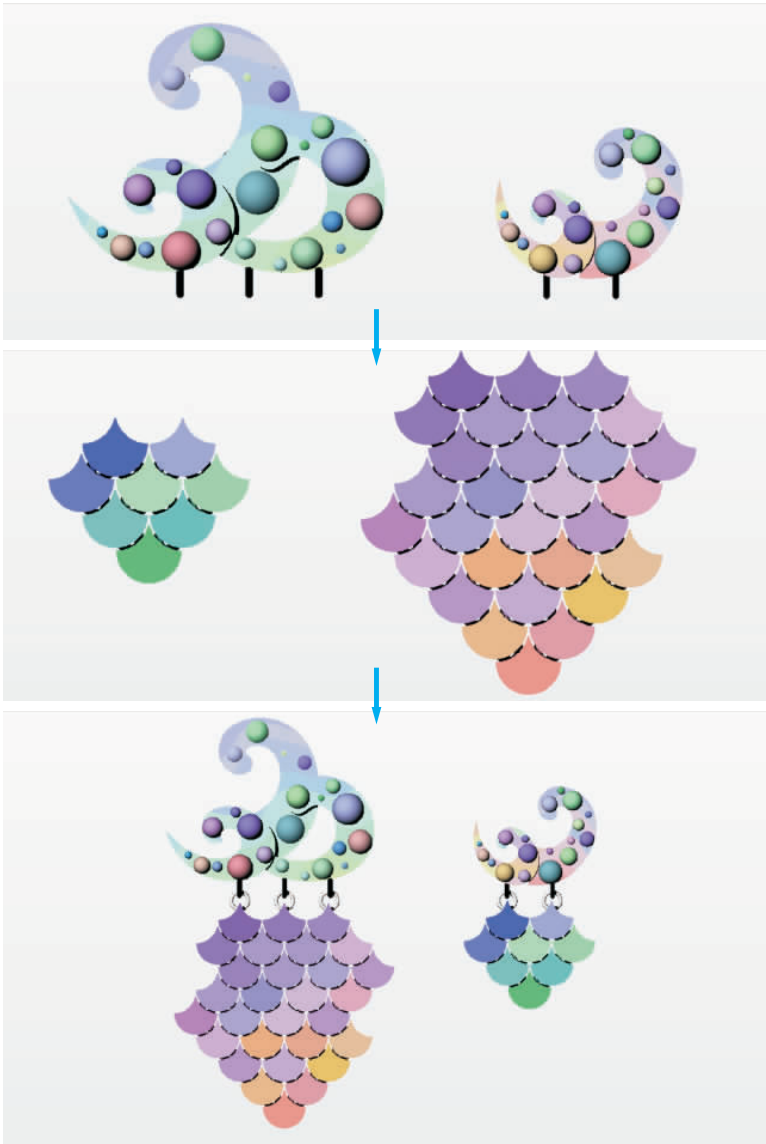


图 9 Polyjet 部分建模过程与彩色渲染效果

Fig. 9 Part of Polyjet modeling process and colour rendering effects

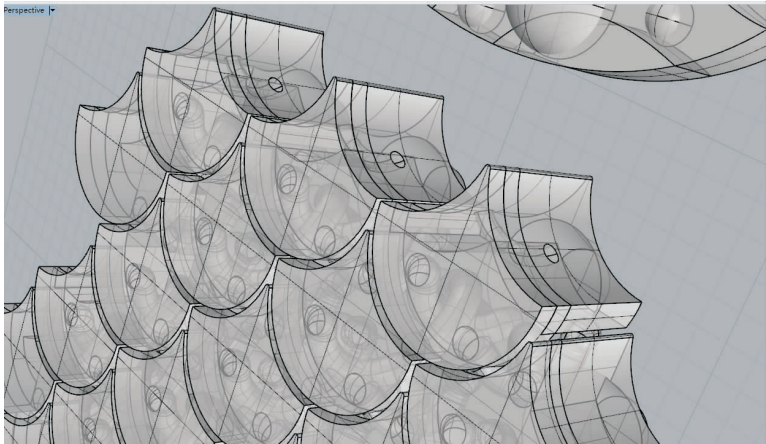


图 10 鳞片部分留出的小孔

Fig. 10 Small holes reserved in the scale section

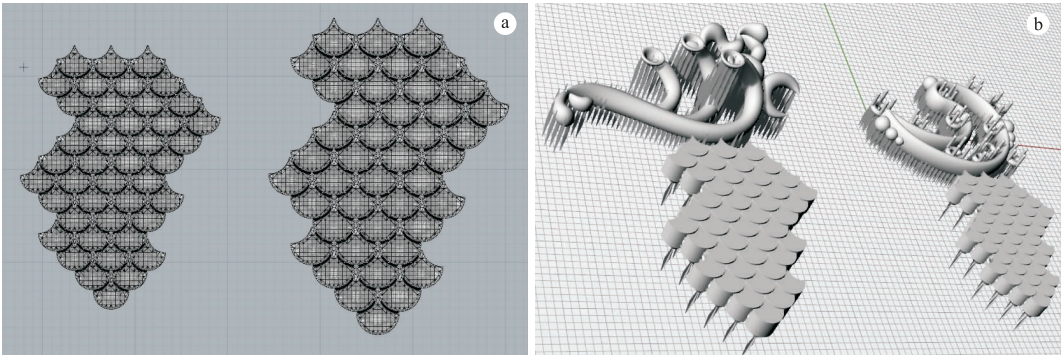


图 11 放大到合适尺寸的最终排列鳞片结构(a)和渲染模式下完整的立体效果图(b)

Fig. 11 The scale structure enlarged and arranged to the proper size (a) and complete 3D rendering in render mode (b)

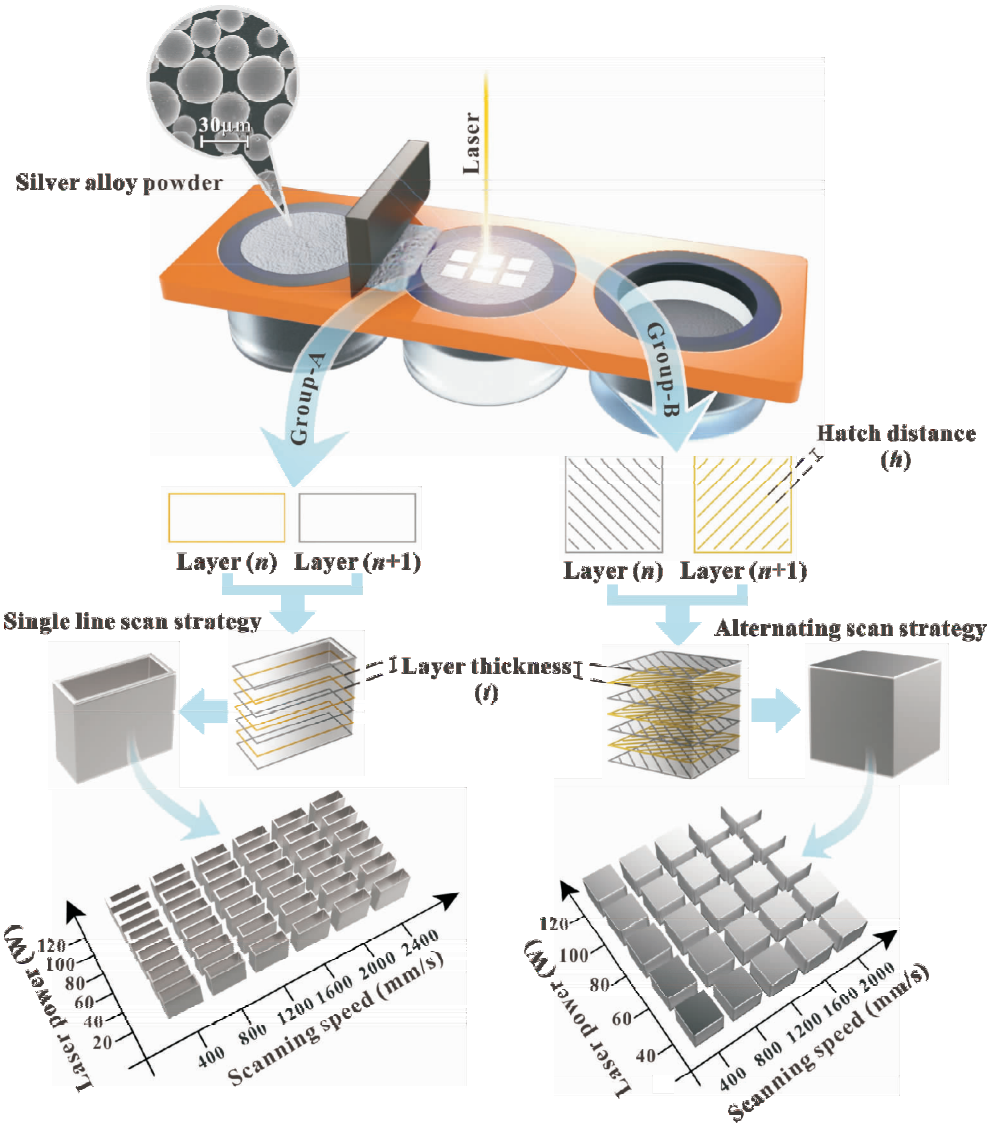


图 12 银粉 3D 打印原理图

Fig. 12 The principle diagram of silver powder 3D printing

1.3 3D 打印制造过程

打印过程中若发生刮刀将打印物件刮到了回收缸和储料缸里的意外情况,应当立刻停止打印任务,取出工作盘并找出打印失败的原因:工作盘面不平整导致部分支撑没有牢牢地抓在盘面上,在刮刀来回运动的情况下很容易将已经打印出来的部分刮走。目前此问题的解决方法是:首先将工作盘上打印的物件和支撑全部剪除,并将工作盘面用砂纸磨平;其次在调试刮刀第一次刮向工作盘铺粉时,将工作盘平面在原有基础上升高 0.05~0.10 mm,目的是使工作盘上第一次铺粉量尽可能的少,使得前几次烧结时可以牢固地烧结在工作盘上,打印出来的物件才不会被刮刀刮走。另外,打印物件较重而支撑数量过少时,也会出现物件被刮歪的情况,打印鳞片结构时出现过这种问题,执模时发现鳞片结构底层有些歪,但不影响正面以及活动结构,可在后期处理时打磨掉。

打印过程中涉及的其他问题主要有两个:(1)中途断电问题,如果有换工作盘、加粉等步骤,再重新打印需要重新建立打印任务,才能开始打印。打印完成后取下工作盘,将剩余银粉都扫进回收缸里,然后清理机器、回收粉末过筛后保存留作下次使用。将打印物件从工作盘上剪下来,剪掉全部支撑后送去工厂进行后期处理;(2)关于加支撑的更多思考,如在加支撑时可以将模型竖起来打印,由于有些结构竖起来时其自体支撑较多,相比平放加支撑可以大大减少工作量,但是要考虑到成本。SLM 打印时模型越高,消耗的金属粉末就越多,其打印过程是装金属粉末的储料缸慢慢上升,刮刀逐层将粉末刮到逐渐下降的工作台面进行激光烧结,而多余的粉末则被刮进回收缸里,如此反复完成打印的。打印完成后物件是被埋在比它略高的金属粉末里的,竖起模型打印,成本就大大增加了,即使回收也会有不小的损耗,损耗主要来自金属粉末的氧化。通常打印完成后所剩的粉末和回收缸里的粉末都会进行回收并过筛,筛过的粉末可以留做以后的打印,但筛网上还是会留有少许不能过筛的烧结颗粒。

2 3D 打印首饰的后期处理工艺流程

2.1 树脂材料的后期处理

Polyjet 打印的 2 件作品由于时间的关系,内

部一些支撑没有去干净,有些活动结构还不能动,需要用酒精浸泡几个小时,再用软毛小刷子刷出里面残留的支撑,这样活动结构才可以较为灵活。两部分连接处有小环,但是很容易掰断,最后为了保险起见,将打印的小环全都去掉,用钻针打孔,银丝绕成环扣进行连接。成品的表面不是很光滑,后来发现之前打印的样片表面有涂层所以看起来较为光亮,因此,为了使作品看起来光亮一些,在作品表面涂了一层 UV 滴胶,最后在背面粘上平头耳钉针制成耳饰。



图 13 上下两部分用金属环扣连接
Fig. 13 The upper and lower parts connected by metal rings

2.2 金属材料后期处理工艺

金属打印的 2 件作品的下部执模、抛光和镶嵌需要细心,上下连接部分的环扣也是后期焊接上的,原有的镶爪易断,后期焊接上的镶爪也要小心镶嵌,抛光时尽量不碰到镶爪,镶嵌处的金属表面较为粗糙,只能用玛瑙刀刮亮。

金属打印的脆性和密度仍是一个大问题,并



图 14 金属环扣链接
Fig. 14 Metal clasp link

且在打印的金属上焊接的镶爪、环扣等的牢固度也相对较低,图 14 所示的连接环扣部分是后处理过程中焊接上的,用金属环扣链接而非直接将鳞片部分与上半部分进行焊接,是考虑到

作品呈现的灵活性,若直接将上下两部分进行焊接,则显得较为死板。最后用做旧液将部分鳞片和上部的水滴部分做旧,粘上珍珠、加上链子。最终作品展示如图 15。



图 15 金属打印作品(a)和 Polyjet 彩色树脂打印作品(b)
Fig. 15 Metal print work (a) and Polyjet colourful resin print work (b)

3 3D 打印首饰系列展示

笔者在进行了《踏浪》系列的首饰制作之后,对于创意首饰有了更多的设计灵感,将这些实践经验运用到更多个性化的创意首饰设计中去,回归到最原始的小方格活动结构,抓住时尚简约的风格特点,以锆石做点缀,制作了三个系列耳饰作品。

“云之梦”系列首饰(图 16a)以云为主要元素,设计了两种不同风格的耳饰,以简洁的线条勾勒出云朵的飘逸与可爱,其主要材质为银(3D 打印银粉与 925 银)镀 18K 黄金、铜镀 18K 黄金和锆石。云朵部分为喷蜡浇铸制作,图 16 中下方的小方格部分为金属 3D 打印制作。

以爱心为主要设计元素的简约款首饰“H. E. R”系列(图 16b),主要材质为银(3D 打印银粉与 925 银)、铜镀 18K 黄金和锆石,意在展现恋爱中的女性的温柔与可爱,营造出一种浪漫的气氛。

几何系列首饰(图 16c)主要材质为银(3D 打印银粉与 925 银)、铜镀 18K 黄金、铜镀 18K 白金和锆石,运用三角形和长方形设计成简约大气的款式。

3D 打印珠宝首饰与珠宝首饰个性定制需求有很好的契合度,通过珠宝首饰设计、建模、扫描和 3D 打印制作的一整套产品开发思路,可以学习首饰设计知识、原理和方法,通过开放式平台分享学习的过程和经验,体验到创新和实践带来的快乐和成就感。



图 16 “云之梦”系列首饰(a),“H. E. R”系列首饰(b) 和几何系列首饰(c)

Fig. 16 Dream of Clouds series jewelry(a), H. E. R series jewelry(b) and Geometric series jewelry(c)

4 结语

此次的设计实践对于 JewelCAD 和犀牛软件建模的使用熟练度有着较高的要求,并且需要对打印前的切片与排版过程以及操作 SISMA 打印机有一定的了解。同时也从后期处理的过程中总结出了一些可以从设计与建模中解决的问题,在实践的过程中摸索出了一些既保证作品的最终效果又能简化后期处理步骤的方法。有些可以节约时间成本,有些可以节约打印使用的金属粉末,都是在为之后的实践积累经验,向着更加高效而节约的金属打印首饰制作过程的方向探索。珠宝专业基于其行业特性,更需要具备扎实的理论功底与创新精神的人才。只有设计人才具备创新能力,才能够设计出具有社会价值与艺术价值的作品,才能够提升作品的竞争力。

参考文献:

[1] 吴树玉. 3D 打印首饰之艺术观[J]. 宝石和宝石学杂志, 2015, 17(1): 50—55.

[2] 张萌萌. 基于 3D 打印技术的首饰设计研究[D]. 济南:齐鲁工业大学, 2015.

[3] 熊玮, 郝亮. 基于 3D 打印和失蜡铸造技术的首饰活动结构创新设计[J]. 宝石和宝石学杂志, 2016, 18(5): 63—72.

[4] 信辰星, 李妍, 郝亮, 等. 生物基光敏树脂 3D 打印可穿戴首饰[J]. 宝石和宝石学杂志, 2019, 21(1), 49—59.

[5] 李琳. 3d 打印技术在现代首饰设计中的应用[J]. 设计, 2014 (2): 39—40.

[6] 杨沁钦. 3D 打印技术在现代首饰设计中的应用[J]. 艺术科技, 2014, 32(2): 105.

[7] 赵秋苇, 熊玮, 郝亮. 3D 打印技术在空窗珐琅中的工艺设计创新[J]. 宝石和宝石学杂志, 2018, 20(S1): 202—206.

[8] 章露. “手工工艺”与“3D 打印技术”在首饰实现方式上的比较性研究[D]. 昆明:云南艺术学院, 2018.

[9] 王晓昕. 3D 打印技术在当代金工首饰艺术领域的设计应用研究[J]. 装饰, 2016 (8): 101—103.

[10] 王晓昕. 3D 打印与当代金工首饰的结合[J]. 中国艺术, 2018, 104(8): 34—43, 100.

[11] 曲双为, 李倩. 基于灵感发散思维的首饰创新设计研究[J]. 工业设计, 2019, 153(4): 56—57.