

3D 打印技术在圈椅模型开发中的应用

付航, 李鹏, 陶毓博

(东北林业大学材料科学与工程学院, 哈尔滨 150040)

摘要: 3D 打印作为一种新兴的快速成型技术, 已逐步在多个行业领域的生产环节中得到应用。以明式圈椅为例, 探讨应用 3D 打印技术实现传统家具模型开发的一般过程, 推动先进制造技术在传统家具制造领域的应用。

关键词: 3D 打印; 家具; 圈椅; 数字模型; 计算机辅助设计

中图分类号: TS6 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2017) 02-0053-04

Development of Round-backed Armchair Model by 3D Printing

FU Hang, LI Peng, TAO Yu-bo

(Materials Science and Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: As a new kind of rapid prototyping technology, 3D printing has gradually been applied in various industries. Taking a round-backed armchair as an example, the authors discussed the possibility of applying 3D printing to make a model chair to promote application of the advanced manufacturing technology in the traditional furniture manufacturing industry.

Key words: 3D printing; furniture; round-backed armchair; digital model; computer aided design

增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 技术, 又称 3D 打印 (3D Printing) 技术, 在小批量生产以及个性化和定制化产品制造中, 具有传统制造加工工艺不具备的优势, 已经得到产品设计行业的重视。

目前, 3D 打印技术所用较成熟的工艺有: 熔融沉积成型 (Fused Deposition Modeling, FDM)、热熔胶粘接薄材 (Laminated Object Manufacturing, LOM)、光固化成型 (Stereolithography Apparatus, SLA)、粉末激光烧结成型 (Selective Laser Sintering, SLS) 和喷涂粘接成型 (Three-Dimensional Printing, 3DP) 等^[1-3]。

3D 打印技术在家具行业中的应用尚处于理论研究层面, 鲜有实际应用案例。笔者以中国传统家具圈椅模型为例, 探讨应用 3D 打印技术制作家具模型的一般过程, 并总结打印技术操作要点, 为结构复杂的传统家具实现实际全尺寸制造提供参考, 推进 3D 打印技术在家具行业的应用。

1 圈椅的建模与打印

圈椅家具建模与打印的一般过程为:

圈椅比例尺度确定 → 计算机辅助设计 → 生成 G-code 文件 → 3D 打印实物 → 模型后期处理。

1.1 圈椅比例尺度确定

圈椅优雅的造型源于相对稳定的尺寸比例, 包括整体、各个局部以及局部与整体间的比例关系^[4]。

圈椅整体轮廓的宽高之比为 $89.4 : 128 \approx 1 : 1.432$, 恰好接近平方根矩形; 圈椅侧面的整体高宽比为 $128 : 77.6 \approx 1.66$, 接近黄金分割比; 圈椅扶手

收稿日期: 2016-07-13; 修改日期: 2016-09-28

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划“功能生物质复合材料及产品设计”(NCET-13-0711)。

作者简介: 付航 (1992—), 男, 东北林业大学材料科学与工程学院硕士研究生。

责任作者: 陶毓博, 女, 东北林业大学材料科学与工程学院副教授。

的倾斜角度约为 26° ；圈椅正面的前后腿与水平面的夹角为 1° ；侧面前腿倾斜角度为 2° ，后腿倾斜角度为 1° 。圈椅整体上细下粗，呈现上小下大的收分，使其承受压力时更加牢固。

通过文献搜集、实物观察拍照等方法，确定其造型比例如图1所示。

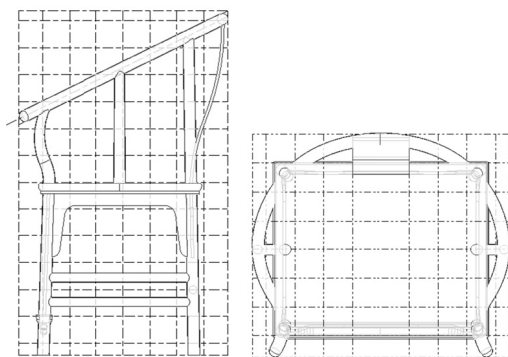


图1 圈椅的造型比例

Fig.1 Scale of a round-backed armchair

1.2 三维建模

采用UG NX系统（Siemens PLM Software的产品工程解决方案），其包含了从概念（CAID）、设计（CAD）、分析（CAE）、制造（CAM）的产品开发全过程，具有强大的应用模块功能和开发工具，为设计和生产提供了便利条件。

应用UG软件的建模模块和装配模块，进行圈椅数字模型设计。采用自顶向下的设计方法，运用WAVE几何链接器，完成各部件的关联复制以及特征的传递。通过创建主装配体，确定模型的总体参数和整体造型，并通过WAVE，将控制几何对象的关联性复制到相关组件，创建一级控件、二级控件（控件的级别按实际建模的需要而定），再进行各级控件所对应的特征细节设计，完成整个模型的设计。

圈椅数字模型设计流程，如图2所示。

对于无法测绘的传统家具，可运用三维扫描设备对家具实物进行立体扫描，采集家具表面的三维点云数据，通过逆向扫描技术生成数字模型；利用点云数据拟合曲面，获得家具实体数字模型，完成家具实物到家具数字模型的转换^[5]。

1.3 生成G代码文件

G代码文件（G_code）是一种通用的、通过分层软件生成的、能够控制打印头运动的路径文件。

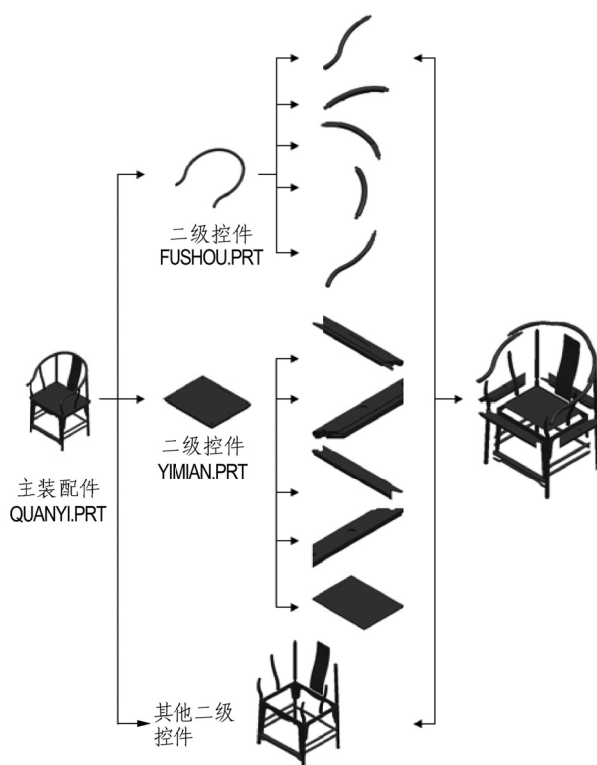


图2 圈椅数字模型设计流程

Fig.2 Digital model design of a round-backed armchair

生成过程：.PRT 三维模型→.STL 三维模型→分层软件→反复调试→生成G代码文件。

在UG系统中，将PRT格式文件转换成STL文件，需要调节参数，设定：

三角误差（Triangle Tolerance）为0.0025，邻接误差（Adjacency Tolerance）为0.12；自动法向生成（Auto Normal Gen）为开启，法向显示（Normal Display）为关闭，三角显示（Triangle Display）为开启。

生成G代码文件的前提，除了STL格式的三维模型文件外，还要选择一款易于使用、分层速度快、打印质量高的分层工具，如CURA分层软件（Ultimaker公司的3D打印软件），集分层和打印控制为一体。

图3是应用CURA分层软件，经过反复调试，生成的圈椅数字模型G代码文件。

1.4 3D打印与后期处理

3D模型设计完成之后，需要按步骤对打印机下达指令，此过程即“工作流”^[6]。图4为3D打印圈椅模型的一般流程。

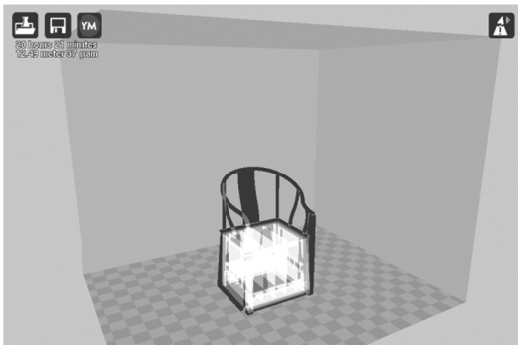


图3 Cura 软件中调试圈椅模型

Fig.3 Modification of a round-backed armchair using Cura software

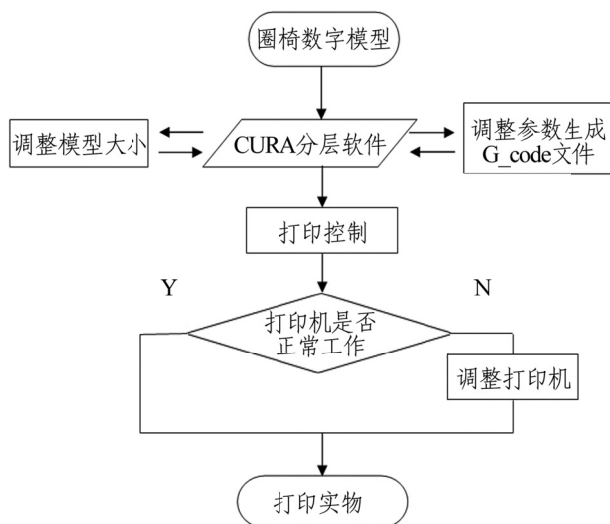


图4 3D 打印圈椅模型的一般流程

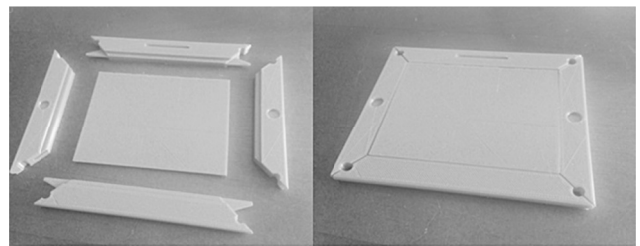
Fig.4 Procedure flow of 3D printing for a model armchair

使用极光尔沃熔融沉积 (FDM) 3D 打印机, 打印层厚 0.1~0.4 mm, 打印速度 100 mm/s, XY 轴定位精度 0.0012 mm, Z 轴定位精度为 0.004 mm, 支持 ABS/PLA 耗材, 喷嘴直径 0.4 mm, 最大成型尺寸 190 mm×190 mm×180 mm。

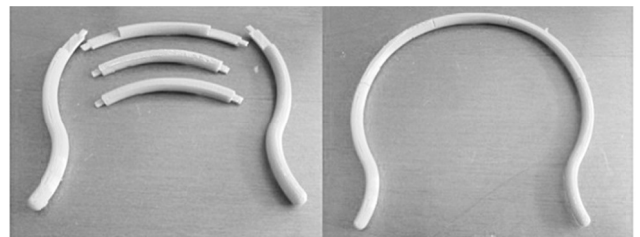
圈椅结构复杂, 悬空部位较多, 支撑结构复杂, 使用聚乳酸 (PLA) 打印耗材, 是一种可再生、可降解的热塑性材料, 在打印机风扇的帮助下, 可以快速固化, 较其他塑料材料更容易成型。

零部件模型打印完成以后, 还需进行打磨模型表面、去除支撑结构等后期处理^[7], 再按照榫卯结构拼装组合为成品模型。

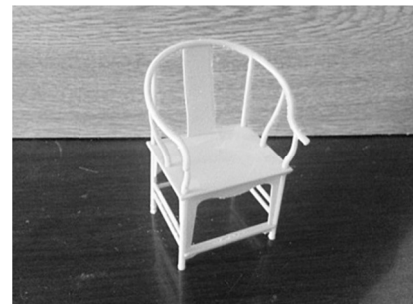
图 5a 所示为圈椅椅面, 其边挺与抹头采用格角榫攒边做法; 图 5b 为圈椅扶手, 采用楔丁榫接^[8]; 图 5c 为拼装完成的圈椅模型。



a 椅面



b 扶手



c 圈椅模型

图5 圈椅打印零部件及成品

Fig.5 Printed chair surface, armrest and assembled model

2 圈椅模型 3D 打印技术要点

在圈椅模型的开发过程中, 模型分层和打印控制的调试非常重要, G 代码文件中各项参数的调整, 对 3D 打印实物的质量起着至关重要的作用。

1) 在模型导入分层软件后, 要对模型进行适当比例的缩放, 一方面避免打印尺寸过大导致打印不完整; 而打印尺寸过小, 模型精度低; 另一方面模型的大小直接关系打印材料的消耗量。

2) 模型在分层软件中摆放的角度与方式, 可产生不同的分层效果。

3) 根据模型打印精度要求和打印机性能, 合理设置打印参数。不同的 3D 打印机, 各项参数的调整也不一样。为了尽可能提高圈椅模型的打印效果, 本次打印设置为速度 25 mm/s, 打印温度为 190 °C, 热床温度为 50 °C, 移动速度为 60 mm/s。打印较精

细的模型,一般需调整打印速度、打印温度、挤出量、移动速度等四个主参数,其他参数则根据打印需要适当调整即可。

4) 对于结构复杂,并且有悬空的模型,通常需要添加支撑结构。如圈椅的横枨、扶手、椅面都是悬空的,打印之前要在 G 代码文件中,自动生成支撑结构,也可手动添加支撑结构。

添加支撑应根据实际情况选择适合的支撑方式,并调整支撑角度。角度过大,不能完整地支撑模型中的悬空部位;角度过小,会导致支撑过多,增大支撑结构与模型的剥离难度。

另外,支撑与被支撑物体的距离太近会导致剥离困难,太远则下悬拉丝影响外观效果。

3 结语

传统家具模型的开发,既为学习我国传统家具的精湛结构提供参照,又为原样复制及研究提供基础,是继承和发扬传统家具制造技术的重要方法。3D 打印技术能够实现模型的一体化成型和即时制造,三维建模技术结合 3D 打印技术,能够开发比例尺寸精确的家具模型。

应用 3D 打印技术开发传统家具模型时,应按照家具实际尺度进行缩放;在打印过程中,注意调整打印参数,适当添加支撑,以保证模型的结构稳定。

3D 打印家具受材料和工艺的限制,暂不具有传统家具制造工艺的优势,现在虽然可以用 3D 打印机打印较大的家具实物,不过其价格非常昂贵。另外,3D 打印技术在设计软件的完善,更加精确的模型输出格式,以及如何让其成为产品、形成可行的产业链等方面,依然存在问题。

3D 打印技术在家具的连接结构和复杂结构家具的生产方面,可以与传统家具制造工艺相结合,形成互补,激发设计师的创作灵感,从而制作出更加舒适美观的家具。

参考文献:

- [1] HodLipsion, Melba Kurman. 3D 打印:从想象到现实[M]. 北京:中信出版社,2013:23-76.
- [2] 王广春. 增材制造技术及应用实例[M]. 北京:机械工业出版社,2014:1-11.
- [3] 付航. 3D 打印技术在产品设计中的应用概况[J]. 美与时代(城市版),2015(10):85-87.
- [4] 分析视觉比例—观明式圈椅设计哲学[EB/OL]. (2015-06-05)[2015-10-15]. <http://www.fyhtml.com/Article.asp?id=466>.
- [5] 梁晨. 应用三维扫描技术建立木雕花板数字化制造模型的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学硕士论文,2016:8-27.
- [6] Brian Evans. 解析 3D 打印机:3D 打印机的科学与艺术[M]. 北京:机械工业出版社,2013:25-36.
- [7] 3D Printer Materials[EB/OL]. <http://www.3dsystems.com/3d-printer-materials>.
- [8] 杨耀. 明式家具研究(2版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002:26-40.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

2016 我国针叶锯材进口创新高

2016 年,我国针叶锯材进口量创下了 2 158 万 m^3 的新纪录,同比增加 24%,是继 2015 年总进口量减少 1%和 2014 年总进口量增加 4%后的强劲反弹。其中 2016 年一、二季度共进口 1 080 万 m^3 ,利润同比增长 24%,三、四季度与 2015 年同比几乎相同。

1) 俄罗斯:出口 1 210 万 m^3 针叶锯材至我国,同比增加 44%,成为我国主要的针叶锯材供应国。

2) 欧洲:总出口量猛增 43%,达 1 420 万 m^3 ,占我国总进口量 66%,同比增长 57%。其中,斯堪的纳维亚的出口量大幅增加,奥地利的出口量亦增加一倍,德国略有减少,其他地区相对平稳。

3) 北美:共出口 586 万 m^3 针叶锯材至我国,

同比减少 5%。其中,加拿大出口 522 万 m^3 ,同比减少 6%;美国北部的出口量增加 8%,但在我国的市场份额却不断缩小。主要出口大量低等级的南方松。

4) 南美:共出口 110 万 m^3 松木到我国,同比增加 23%。其中,智利出口量同比增加 10%,占南美总产量 70%;巴西出口量增加一倍多。

2016 年,我国进口针叶原木 3 370 万 m^3 ,同比增加 13%。其中,从新西兰进口 1 160 万 m^3 ,同比增加 12%;从美国北部进口 720 万 m^3 ,同比增加 23%;从欧洲进口 1 080 万 m^3 ,同比增加 4%。欧洲出口至我国的原木大部分都来自俄罗斯和乌克兰。

美国针叶材出口联盟