

3D 打印技术在中职家具设计课程中的应用

王 冠

(东莞市轻工业学校, 广东 东莞 523000)

摘要: 文中通过分析 3D 打印, 综合几种技术方法, 最终落实到 FDM 型技术, 通过软硬件的可实施性分析, 挖掘技术特点; 再通过分析家具设计课程的学习重点部分——造型与结构, 学生在掌握的过程中, 通过传统媒介学习时的弊端, 找到技术与课程的结合点。在实施过程中遇到的技术难点, 进行总结与分析, 使技术能顺利在课程学习中发挥应有的作用。

关键词: 3D 打印技术; 家具设计; 课程

3D 打印技术早在 20 世纪 80 年代就已经出现, 发展至今, 已经出现多种成型方法, 如: 熔融沉积式 (FDM), 选择性激光烧结 (SLS), 立体光固化成型 (SLA), 选择性激光熔化 (SLM) 等; 由于其离散-堆积原理, 逐渐将材料按照数字模型, 自下而上的累加制造, 也被形象的称之为“增材制造”。不同的 3D 打印技术, 根据原材料和成型方式的不同, 各项打印技术在制备工艺上会有不同程度的差别, 但基本打印原理一致。

一、技术现状

本文所分析的 3D 打印技术是指熔融沉积式 (FDM), 该技术具有成本低、速度快、操作方便、维护简单、体积小、无污染等特点, 能够极大地缩短产品的研发周期, 能够适应多变的使用场景和工作内容, 进而被广泛地应用在各个行业之中。在近年来的发展过程中, 熔融沉积式 (FDM) 3D 打印技术逐渐被中小学创客类学习和竞赛推广应用, 这得力与几个方面: 一是建模软件的完善。虽然可以用多种建模软件进行建模, 比如: 3D MAX, ZBRUSH, Solidwork 等, 但是上述软件对于初学者并不友好, 界面相对专业, 操作需要有其他学科进行支撑; 而总部位于广州的中望软件公司出品的 3D ONE, 对于不同学段的学生都有其相应的版本和功能与之对应, 这使得存在于学生头脑中的模型得以被创建, 同时, 该公司还配套了相应的创意社区吸引全国的软件使用者在此交流, 学习; 每隔一段时间还会有竞赛供全国学生使用者在此共同提高; 二是打印机厂商的涌现。尤其是熔融沉积式 (FDM) 原理的 3D 打印机厂商推出了价格便宜, 易于家用的桌面型 3D 打印机; 使得更多学校和家庭有更多的选择和机会去接触 3D 打印技术; 三是打印耗材的采购。不论是在淘宝还是其他的网购平台, 搜索 PLA 关键字, 可以得到很多的搜索结果, 不论是品牌还是颜色, 供货量充足, 可选择性多, 极大的刺激创意需求, 从单色到渐变色, 从金属色到仿木色, 各种耗材颜色都能采购得到, 给创意的实现增加无限的可能性。在与传统家具研究的方面也开始用应用, 3D 打印技术在苏作家具设计中的应用场景较为广泛, 从制造上划分主要应用场景包括整体家具、家具零部件、家具表面装饰等三部分; 从苏作家具的设计研发流程划分主要应用场景包括苏作家具的研究阶段、创意设计阶段、生产制造阶段等三个阶段。利用 3D 打印, 无须使用任何工具或模具做加工辅助, 在前期的概念设计阶段具有降低成本和简化流程的巨大优势。与此同时, 降低成本约束, 更利于释放设计师的设计天性并加速形成最终的设计方案落地, 最大化攫取产品开发过程中的设计红利, 进一步提升企业的产品利润空间。

二、在家具设计课程中的应用分析

3D 打印技术本身像一支笔, 技术的磨炼可以让字变得更漂亮, 但是想要写出好的文章, 需要跟具体的行业进行结合才能发挥更大的作用, 比如现如今, 3D 打印已经和航空航天, 医学, 汽车制造, 建筑等很多行业进行很好的融合, 并在各个领域发挥了不

可替代的作用。在家具设计教育的领域中, 有较好的表现。家具设计课程两个重点是造型和结构。造型的学习可以通过图片, 视频等方式进行学习, 虽然能够在展示的角度能够完成学习, 但是在迁移的过程中却不能很好地做到分析与应用; 尤其是三维立体的思维方法, 学生较难掌握, 通过模型的建立, 可以较好地三维呈现, 使设计思维更加全面, 加上有方木色的材料出现, 能够模拟家具最终呈现的状态, 从而让学生能在各种角度进行观察, 学习, 模拟。在结构学习上, 许多家具图片是无法展示到内部结构, 以往的教学需要学生在脑中进行补充, 再落实到图纸纸面上, 图纸之所以需要用三视图来表示, 就是因为图纸的二维特性, 无法完整表达三维特征, 这就更加迫切的需求具有三维要素的物体出现, 辅助认知和理解。在以往的教学, 学生操作木工机械设备来制作 1:1 实物, 一定程度上解决了三维的理解, 但是中职家具设计课程中实操设备课时不多, 且囿于安全性考虑, 学生制作的模型不可能太复杂, 仅限于对设备的基础操作, 对家具的理解, 尤其是课程所学的家具, 理解无法做到全面, 深刻; 从安全性和多元性考虑, 3D 打印技术可以较好地弥补这方面的顾虑。

从中职的角度来看, 家具设计师的岗位技能, 能够拓展出一个比较实用的技能; 从课程来看, 有利于学生从三维的手段和方法去理解家具的造型和结构; 从竞赛方面, 国家在中职学段也出现了 3D 打印综合应用的赛项, 还有“创新杯”这样的行业大赛, 金砖国家 3D 打印这样的国际性综合大赛, 在提升 3D 打印的操作水平外, 还能够使学生在家具建模方面得到长足的锻炼; 不论是人力资源和社会保障部, 还是工业和信息化部, 都有相应的技能证书对学习者的技能掌握水平进行测试和认定, 为学生日后走向社会, 步入工作岗位进行技能评定。

三、家具案例分析

(一) 打印模式对比

本文下述分析使用 3D 打印机为 hori E3 机型, 耗材使用 HORI PLA1.75mm, 切片软件为 HORI Modlight。在打印家具模型的过程中, 如果以一体式打印为主, 即家具模型合并为一体, 整体打印; 此种打印方式需要考虑打印机的最大尺寸。虽然可以快速建模打印出家具模型, 但是有以下几个弊端: 一是整体打印模型受打印机尺寸限定, 尤其是小尺寸打印机, 无法做出有偏大缩放比例的家具, 而小尺寸家具对于一些细节的还原, 并不准确; 二是受到模型打印方向的制约, 从下往上的高度方向进行切片, 会导致家具承重件单层截面太小, 容易产生断裂; 三是家具模型, 往往是框架类型, 悬挑结构较多, 容易产生大量的支撑, 会造成耗材浪费, 且在拆除支撑的过程中, 容易损坏主体构件。

使用拆分式打印, 则可以完美的解决上述问题。经过零部件拆分的家具模型, 可以有效打破整体尺寸的限制, 可以打印出更加大型的家具; 拆分出的零部件, 可以按照不同的长度尺寸以合理的方向进行打印, 增加单层截面粘合面积, 让家具构件有更高

的强度；同时，也可以有效减少悬挑结构，从而减少支撑率，有效的使用耗材。

(二) 中式家具说明

在分析造型的过程中，采用中式传统家具进行模拟，主要有以下几点考虑：一是中式家具作为我国传统家具，不仅在国内，而且在国外都享有较高的评价；二是造型比例优美多变，对家具造型有较高的研究意义；三是可接触的资料较多，可以通过图片、视频、书籍等多种媒体手段获得。在分析中式传统家具腿足造型时，从方形、圆形等简单的几何形状到外圆内方，学生从打印的家具中，了解到内方形在横撑上的作用；三弯腿和鼓腿彭牙的造型，通过打印成型的模拟，学生会腿足重心及材料弯曲的原因，有更为深刻的理解；这些理解，远不是绘制二维图形就能感受得到。

(三) 榫卯打印优势

对于结构和造型的先后顺序，通过打印过程的逻辑顺序来看，先进行榫卯结构的打印对于整体家具打印而言会比较。原因如下：一是家具结构可以从简单到复杂，有循序渐进的顺序可以依据；二是家具结构的尺寸往往不大，可以作为前期技术练习的铺垫；三是家具结构打印成型的时间少，易成型，可以建立初期练习的成就感；四是家具榫卯结构的行程对家具的组装起到决定性作用。

(四) 装配尺寸分析

结构的打印不仅仅是结构的组装关系本身，还会设计到家具设计中另一个重要的因素：装配。在木质家具中，榫卯的尺寸，在长、宽和进深，都会有装配余量的保留。比如在榫头和榫孔制作的过程中，吃线和留线的问题能够影响到榫卯组装过程中，是否能够紧密插接而不会造成松散或者无法插接的情况发生。3D打印家具同样会遇到组装尺寸的问题。为了解决这样的问题，设计了这样一个实验，来进行测试。设计凹型和凸型两个模块，以凹型块为标准，尺寸不变；以凸型块为变化块，变化的尺寸以0.1mm为变化，从0~0.5mm，共计6个变化凹型模块。如此设计的原因如下：

1. 模块尺寸。是要设计原始模块，凹凸之间的结合关系，以数学关系配合并进行打印（如图1），结果是进行装配，所以需要调整装配间隙，为了方便调整，固定凸型模块，调整凹型模块

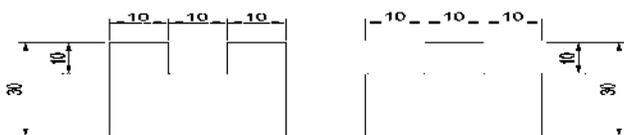


图1 凹凸型原始模块

2. 尺寸分布。调整凹型模块豁口处尺寸，以0.1mm为一档，向外扩大，再打印5个模块。（图2）

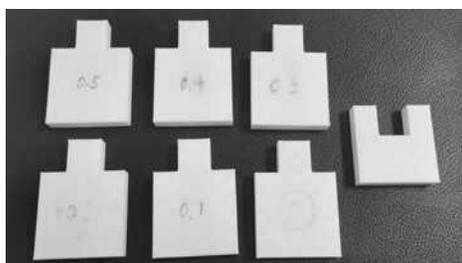


图2 5个变化模块

3. 最优尺寸。最终装配尺寸以0.2~0.3之间为最佳，0.1mm的模块在组装过程中，依然无法组装；0.4mm~0.5mm模块，组装时，过于松散，无法呈现夹紧状态。产生上述装配松紧状态的原因如下：

(1) 路径补偿的影响。挤出器的喷嘴尺寸是0.4毫米，PLA通过喷嘴到达打印平台的尺寸最小是0.4毫米（图3）；而打印过程是喷嘴沿着切片软件得出的路径线进行移动并挤出耗材进行粘合成型。数字模型以数学关系进行建模，势必会产生路径重合，重合边缘刚好是0.2mm，这也就解释了至少要留有0.2mm装配缝隙的原因。

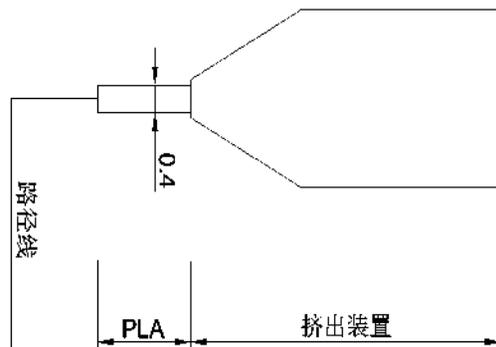


图3 喷头挤出料与路径线关系

(2) 平台调平的影响。虽然从原理上解决了装配尺寸间隙的问题，但是在后续的测试中发现调平也会影响装配尺寸。使用A4纸，进行调平测试中，出现阻滞感比较强时，最底一层的打印喷头和平台会出现挤压状态，从而使贴近平台一侧的第一层由于收到挤压而向外扩展，从而影响装配尺寸（图4）；使用双层A4纸进行调平，装配效果会好一些。

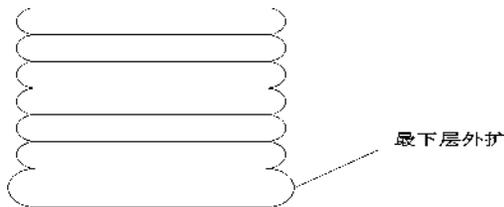


图4 首层外扩示意图

(3) 打印速度的影响。打印速度，尤其是表面打印速度会对阳角位置产生较大影响，主要是在打印过程中，速度过快，会导致在转角时，熔化变软的PLA耗材会在喷头惯性的带动下继续向前，从而导致阳角位置会有突出，会增加装配缝隙尺寸，从而导致无法装配。

FDM型3D打印技术与家具设计课程结合的过程中，应先从结构入手，从榫卯结构中的直角榫出发，研究榫卯接合的特点与打印原理，为后续奠定建模和打印基础；后延伸到家具模型，从中式模型入手，中式家具的造型，相对于欧式家具，直线状态较多，具象的雕刻元素少，便于中职阶段学生建模，同时，家具直线的变化和细节的内容较多，有利于学生对设计的认知和理解。

参考文献：

[1] 冯鑫浩, 吴智慧. 家居制品3D打印制造的现状与发展前景[J]. 林业工程学报, 2019, 4(06): 20-28.
 [2] 邱春来, 衡小东. 3D打印技术在苏作家具设计中的应用研究[J]. 美与时代(上), 2021(06): 7-9.
 [3] 刘晓东. 3D打印在家具产品中的应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2019(12): 26-27.