基于激光雕刻技术的木质书的设计与制作

吴慧兰，曾卓骐，刘毅
（华东理工大学，上海 200237）

摘要：目的 研究以木材为书籍制作材料下的融合书籍艺术加工的一种新型展现形式。**方法** 以一个人成长过程中童年、青年、大学、未来几个重要阶段发生的故事为创作背景，并选用了 CorelDRAW 软件进行了图形设计。在制作方面采用了先进的激光雕刻技术制作木质书籍，并从雕刻功率、雕刻速度等工艺参数的设置方面对木材加工书籍进行了研究。**结果** 用激光雕刻机加工木质书具有工艺精细、效率高、表面质量好、复杂工艺简单化和可批量生产等优点，特别是对复杂图像、曲线数量较多的产品部件通过雕刻机都可以完美地加工出来，其制作的产品精致和准确。**结论** 激光雕刻机制作木质书，是文化艺术形式的方法和理念的升华，是激光雕刻技术在制造领域的深入挖掘，是制作品种的创新。

关键词：激光雕刻技术；木质书；设计；制作
中图分类号：J524　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1001-3563(2018)24-0125-05
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.24.023

Design and Manufacture of Wooden Books Based on Laser Engraving Technology

WU Hui-lan, ZENG Zhuo-qi, LIU Yi
(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT: The work aims to study a new form of book processing in which books are made of wood. With the stories of childhood, youth, university and the next several important stages during a person's growth as the background, the CorelDRAW software was selected for graphic design. In the aspect of production, advanced laser engraving technology was used to produce wooden books, and the books made of wood were studied from the aspects of engraving power, engraving speed and other parameters. The laser engraving machine used for the processing of wooden books had many advantages, such as fine technology, high efficiency, good surface quality, simplification of complex technology and mass production. Especially, the product parts with complex images and numerous curves could be perfectly processed by the engraving machine. The products made by laser engraving machine were exquisite and accurate. Laser engraving machine for making wooden books is the sublimation of the methods and ideas of cultural and artistic forms, the deep excavation of laser engraving technology in the field of manufacturing, and the innovation of production varieties.

KEY WORDS: laser engraving technology; wooden book; design; manufacture

现如今，越来越多的激光加工产品已经开始走进人们的日常生活，这对工艺加工等行业起到了至关重要的作用[1]。在激光技术中，激光雕刻技术是其中的一种，激光雕刻技术具有雕刻质量好、效率高、工序简单等诸多优点，越来越受到大家的关注，其雕刻出来的产品也已经应用到了许多行业[2]。木材作为一种天然材料，其朴素、自然、无毒的特性，与其他材料相比，被认为是最具有人性特征的材料，用其制作的工艺品外观精细[3-4]。书可以学习知识，拓宽人的眼界，提高人的精神境界和对事物的认知。人类长期使用的是纸质材料的书[5-6]，这里将研究融合书籍艺术加工的一种新型展现形式，即以木材为书籍制作材料，以一个人成长过程中几个重要阶段发生的故事为设计背景，在制作方面提出了采用先进的激光雕刻技

收稿日期：2018-08-16
基金项目：上海市设计学 IV 类高峰学科资助项目（DC17013）；2017 年度上海市教委本科重点课程项目（沪教委高[2017]40 号）
作者简介：吴慧兰（1962—），女，江西人，硕士，华东理工大学教授，主要研究方向为工业设计。

术来制作木质书籍，并从雕刻功率、雕刻速度等工艺参数方面进行了研究。研究证明：激光雕刻机加工木质书具有效率高、表面质量好、复杂工艺简单化和可批量生产等优点，特别是复杂图像、曲线数量较多的产品部件通过雕刻机都可以完美地加工出来，它能使产品制作更加精致和准确。

1 激光雕刻技术

1.1 激光雕刻技术概述

激光雕刻机是由激光器、数控快速成型系统、图象处理系统及直接 CAD 控制系统组成的[7]。激光雕刻机的工作原理是利用经聚焦的高功率密度激光束照射工件，在超过阀值功率密度的前提下，光束能量及部分燃烧产生的热能被切割处的材料所吸收，引起温度急剧上升，部分材料立即汽化而逸出，部分材料燃烧而形成熔渣，被辅助气体吹走[8]。

1.2 激光雕刻木材的优点

激光雕刻机就是利用这种高能激光束作用于被加工材料，使其吸收激光能量而发生熔化、汽比、断裂等现象，从而达到雕刻、切断材料的目的。其优点有：切缝窄、可以节省木材；不产生锯屑，对环境无污染；雕刻精度高，表面平整光洁；雕刻各种复杂的曲线轮廓；比常规方法快 10 倍；木材噪音极微；特别适合加工复杂图形和自由曲线[9]。

1.3 木质材料激光雕刻的种类

根据木质材料激光雕刻的加工方式不同，木质材料激光雕刻可分为以下 3 类[10]：（1）切割雕刻，利用切割方式在木质材料表面加工出要求的图案，即首先将图案分解表示成若干个线条形式，然后利用激光切割出这些线条，进而得到利用切割线条表示的图案；（2）凹模雕刻，对所需图案进行切除加工，对所需图案外围部分保持原样不动；（3）凸模雕刻，与凹模雕刻相反，这种雕刻加工形式只切除图案外围的材料，而对图案本身材料保留不切除。

2 "MEIN BUCH"的设计

书籍作为文字与图片的物质载体，承载着历史的记忆，是智慧的结晶，其中也有自己的记忆。在书籍的公寓——书柜里，找到了过去的记忆。下面将以一个人的成长故事为创作背景，即童年、青年、大学、未来，该书名为“我的书”。

2.1 童年

黄色蔷薇，代表着永恒的微笑。每个人都有自己五彩缤纷的童年，童年就像一幅流光溢彩的画，令人神往，令人回味。童年的设计包含了两个故事，故事一是国际象棋，童年时最爱的是下国际象棋，是因为它的造型很美，所以每次都会和老师、同学、教练一起出去参加国际象棋比赛，设计元素是国际象棋；故事二是钢琴，这是妈妈的意愿，为了学习钢琴，妈妈总是风雨无阻地带我去练琴，正如“曾经的几度风雨、几度飞花，我看到了你额头上留下了几缕白色的银发，那是你对我的寄托；你脸颊上留下了岁月的痕迹，那是你对家的承诺”，设计元素是钢琴、妈妈和我；故事三是爸爸和我，由于工作原因，常常见不到爸爸，特别想念爸爸。童年故事设计见图 1。

图 1 童年故事设计
Fig.1 Childhood story design

2.2 青年

粉色玫瑰，代表着感动和初恋。繁忙的学业充斥着生活，每天家、学校、补习班三点一线的生活。故事一是学习和画画，初高中时奔波于学习，由于要考艺术类专业，还要学习画画，设计元素是学习、画画用具；故事二是花样跳绳的训练，初中时特别喜欢花样跳绳，设计元素是花样跳绳的训练；故事三是重庆建筑，曾经代表学校到重庆参加全国画画比赛，美丽的山城留下了美好的记忆，设计元素是重庆建筑。青年故事设计见图 2。

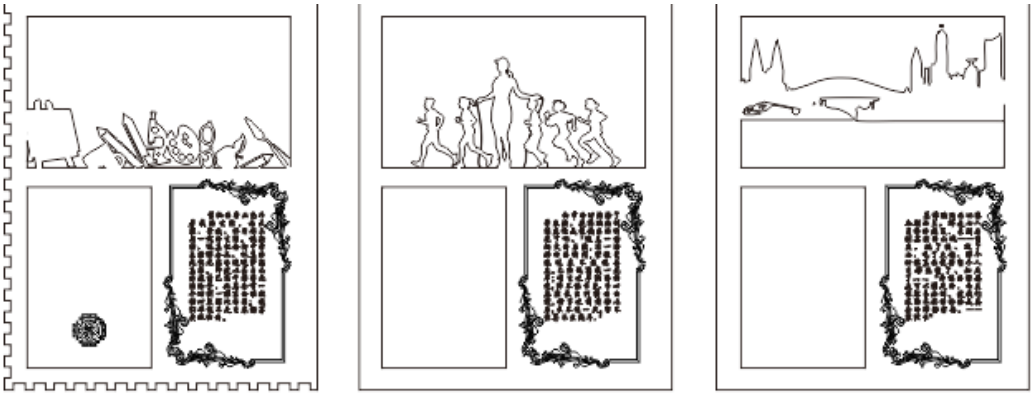

图 2　青年故事设计
Fig.2 Youth story design

2.3　大学

白色丁香花，代表着青春欢笑。故事一是考上大学，考上了华东理工大学，每天都在不断地设计中，设计元素是设计类软件；故事二是喜欢表演，加入了华理秋叶剧社，演了 3 部话剧，分别是契诃夫《求婚》中的娜妲丽亚，柳亚刀《安的秘密》中的李雨格子，周申、刘露《驴得水》中的张一曼，设计元素是 3 个角色。大学故事设计见图 3。

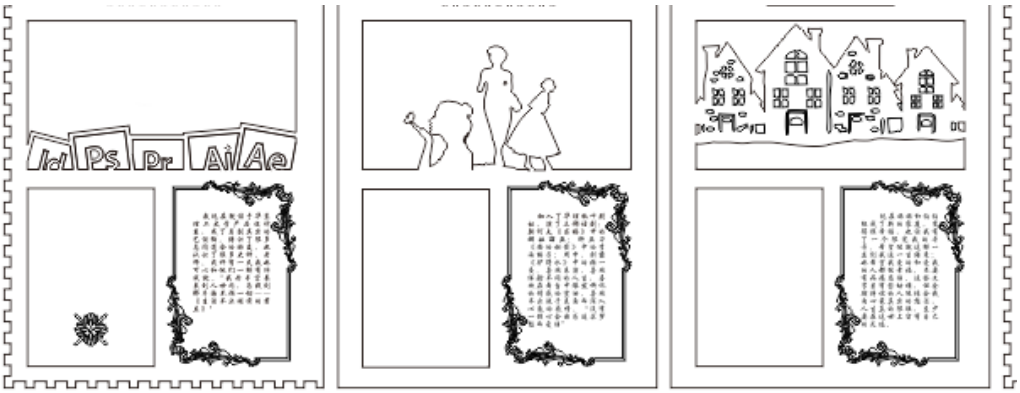

图 3　大学故事设计
Fig.3 University story design

2.4　未来

毕业后的梦想是希望能够去德国继续深造，设计元素是德国地图。未来设计见图 4。

图 4　未来设计
Fig.4 Future design

2.5　封面："MEIN BUCH"

选择了黄色花瓣的三色堇暗示成长过程忧喜参半，设计元素是黄色花瓣的三色堇。封面设计见图 5。

图 5　封面设计
Fig.5 Cover design

以上设计可用 CorelDRAW 软件或三维建模软件来进行设计，本设计采用的是 CorelDRAW X6 进行设计的。

3 "MEIN BUCH"木质书的制作

3.1 制作条件和方案

设备方面需要计算机和激光雕刻机；软件方面的图形设计软件 CorelDRAW X6，雕刻软件是 LaserCut5.3；材料方面是 5 mm 厚的椴木板。

3.2 制作步骤

3.2.1 确定设计软件

首先要进行雕刻排版，可以选择 AutoCAD、CorelDRAW、Iluustrator3 个软件中的其中一个来进行排版，本次木质书籍制作选择的是 CorelDRAW 6 软件，因为前面设计也是用的这个软件。需要注意的是激光雕刻机中位图雕刻效果不理想，而矢量图雕刻效果很好，并能够被激光雕刻机软件识别，当然选择 AutoCAD、Iluustrator 这两个软件分别导出的 DXF 和 AI 也是可以的。

3.2.2 CorelDRAW 6 软件排版

在 CorelDRAW 6 软件中，把图形排列整齐或密切贴合可节约材料，输出为 PLT 文件并拷贝优盘。雕刻图形排版见图 6。

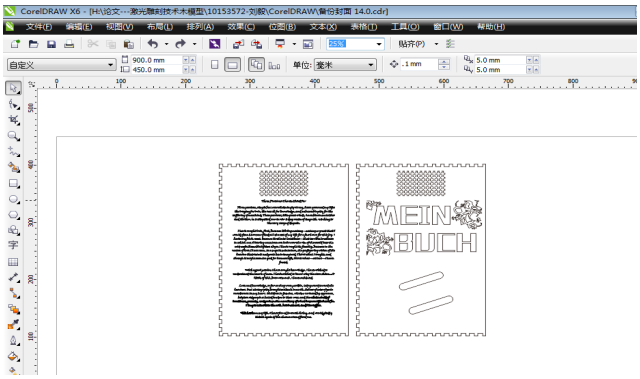

图 6 雕刻图形排版
Fig.6 Engraving graphics typesetting

3.2.3 选择材料

激光雕刻工艺与材料质量、纹理的好坏有着密切关系，木材有松木、桦木、椴木、榉木、枫木、紫檀木、樟木等[11]，在众多种类的木材中，用椴木来制作工艺品或装饰材料的较多。椴木是一种上等木材，属于软木，质地比较轻，其具有独特的油脂，且椴木耐磨耐腐蚀，不易开裂，加之椴木本身也易加工，因此此次制作选择了椴木[12]。

3.2.4 雕刻参数的确定

影响加工质量的因素很多，如加工参数的设定、加工的纹理方向、切缝宽度和激光器的模式等因素，另外输出功率对切缝宽度的影响程度比切割速度的影响程度还要大得多。在 LaserCut5.3 软件中，要正确输入雕刻功率、雕刻速度、聚焦距离、雕刻气压等不同的激光工艺参数，参数选得合适，雕刻的宽度就小，就能够获得好的雕刻效果。

在实验中发现，以 5 mm 厚的椴木板激光雕刻为例。若进给速度在 600 ram/rain 以上，即使板厚有所增加，雕刻宽度虽然会略有减少，但是变化不会太大。如果进给速度为 100 ram/rain，输出功率较高时，由于进给速度较慢，照射时间就会延长，输出功率密度也会提高，表面质量也会下降。

3.2.5 雕刻

打开激光雕刻软件，在文件菜单下导入模型二维图形，正确设置参数。然后确定好木板的正面与反面，将木板平整地放在雕刻机平台上，设置其加工坐标的原点，激光雕刻机在接到计算机的指令后会根据软件产生的飞行路线进行自动雕刻。注意在正式加工前，可以先在木板上模拟一下加工路径，若没有问题就可以正式雕刻，木板激光雕刻见图 7，雕刻好的模型见图 8。注意木板加工时要避免用眼睛直视雷射光[13]。

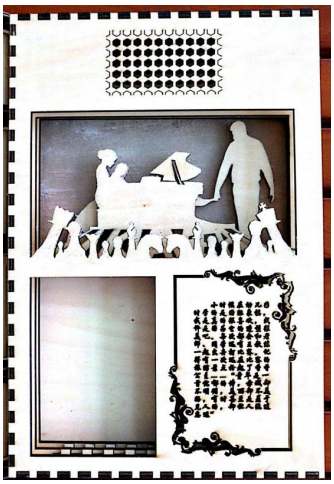

图 7 木板激光雕刻
Fig.7 Laser engraving of wooden board

图 8 雕刻好的模型
Fig.8 Well carved models

3.2.6　组装

设计时就考虑了每一个零部件之间都有与之插接的刻画缝隙，因此在组装时要严格按照设计方案依次完成拼合，这个过程不仅是对设计尺寸的考验，而且是对手工制作工艺能力的检测。组装好的“MEIN BUCH”模型见图 9。

图 9　组装好的"MEIN BUCH" 模型
Fig.9 Well-asssembled "MEIN BUCH" model

4　结语

以一个人成长过程中的故事为设计背景，采用先进的激光雕刻技术来制作木质书，是激光雕刻技术在制造领域的深入挖掘。将文化艺术形式的方法和理念加以升华，是制作品种的创新；融合了书籍的艺术加工和展现形式，是书籍的最高境界。随着激光雕刻技术的不断发展，低成本、高效率的激光雕刻技术将在更多的领域发挥作用[14-15]。

参考文献：

[1] 黄宁秋. 精密激光加工机及其应用实例[J]. 工具展望, 2010(1): 15—18.
HUANG Ning-qiu. Precision Laser Processing Machine and Its Application Example[J]. Tool Outlook, 2010(1): 15—18.

[2] 刘洁. 四川芦山地区阴沉木雕刻工艺品产业的发展[J]. 家具, 2014, 35(3): 51—55.
LIU Jie. Development of Wood Carving Crafts Industry in Sichuan Lushan Area[J]. Furniture, 2014, 35(3): 51—55.

[3] 胡成朵. 木模型的制作技术[J]. 河北工业科技, 2012, 29(1): 49—52.
HU Cheng-duo. Manufacturing Technology of Wood Model[J]. Hebei Industrial Science and Technology, 2012, 29(1): 49—52.

[4] 郑建启. 模型制作[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
ZHENG Jian-qi. Model Making[M]. Beijing: Higher Education Press, 2010.

[5] 徐世垣. 纸质书将长久存在[J]. 印刷杂志, 2017(6): 61—62.
XU Shi-yuan. Paper Books Will Long Exist in[J]. Print Magazine, 2017(6): 61—62.

[6] 刘华. 同题名电子书与纸质书借阅比较研究[J]. 图书馆建设, 2017(6): 46—52.
LIU Hua. Comparative Study of E-books and Paper Books on the Same Title[J]. Library Construction, 2017(6): 46—52.

[7] 叶建斌, 戴春祥. 激光切割技术[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2012.
YE Jian-bin, DAI Chun-xiang. Laser Cutting Technology[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2012.

[8] 晏光辉, 王雅娜, 李平立. 柔印激光雕刻机的一种多光路方法[J]. 激光杂志, 2014, 35(6): 54.
YAN Guang-hui, WANG Ya-na, LI Ping-li. A Multi Light Path Method for Flexo Laser Engraving Machine [J]. Journal of Lasers, 2014, 35(6): 54.

[9] 任萌萌, 倪晓昌. 基于 CO2 激光加工机的木材雕刻工艺参数研究[J]. 天津职业技术师范大学学报, 2012, 22(4): 21—24.
REN Meng-meng, Ni Xiao-chang. Study on Wood Carving Process Parameters Based on CO2 Laser Processing Machine[J]. Journal of Tianjin Vocational and Technical Normal University, 2012, 22(4): 21—24.

[10] 王晓光, 闫海倩. 试论激光雕刻机雕刻渗透印章印文的特征[J]. 刑事技术, 2013(1): 52—54.
WANG Xiao-guang, YAN Hai-qian. The Laser Engraving Machine Engraving Penetration Seal Features[J]. Criminal Technology, 2013(1): 52—54.

[11] 廖声熙, 喻景深. 中国非木材林产品分类系统[J]. 林业科学研究, 2011(1): 103—109.
LIAO Sheng-xi, YU Jing-shen. China Non Wood Forest Product Classification System[J]. Forestry Scientific Research, 2011(1): 103—109.

[12] 罗慈航. 数控技术在木材加工装备中的运用[J]. 中国高新技术企业, 2016(16): 5—6.
LUO Ci-hang. Using Numerical Control Technology in Wood Processing Equipment in[J]. China High-tech Enterprises, 2016(16): 5—6.

[13] 许卢伟, 邓昌奇. 激光雕刻机控制系统的研究[J]. 广东石油化工学院学报, 2017(1): 45—47.
XU Lu-wei, DENG Chang-qi. Research on Control System of Laser Engraving Machine[J]. Journal of Guangdong Institute of Petrochemical Technology, 2017(1): 45—47.

[14] 吴树玉. 激光雕刻技术在艺术首饰中的应用及创作实践[J]. 宝石和宝石学杂志, 2016, 6(18): 67—73.
WU Shu-yu. Laser Engraving Technology in the Art of Jewelry in the Application and Creation Practice[J]. Gemmological Journal, 2016, 6(18): 67—73.

[15] 张涛, 高英新. 直接激光雕刻(DLE)柔性版最新技术进展[J]. 中国印刷, 2016(6): 75—78.
ZHANG Tao, GAO Ying-xin. Direct Laser Engraving (DLE) Latest Developments in[J]. Technology Chinese Flexo Printing, 2016(6): 75—78.