

改性木材用于实木家具的构造特征与创新设计

杨子倩, 吴智慧

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: **目的** 研究改性木材用于实木家具设计的构造特征和创新设计方法。**方法** 从结构设计与造型设计两方面进行分析,探讨结构设计进行前的接合方式、典型接合方式的强度比对、构件的尺寸计算与设计,并探讨以现代设计手法进行传统意象的家具设计。**结论** 将改性木材应用于家具的设计中,而不是照搬常用实木家具的技术要素,需要重新考虑改性木材各属性对家具接合强度的影响,在此基础上,让改性木材实木家具的设计更具传统文化气息,期望摆脱浅显的符号化而向更深层次的设计技术进行理解和探索。

关键词: 家具结构; 传统意象; 改性木材

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)14-0010-04

Structural Features and Innovative Design of Furniture Made of Modified Wood

YANG Zi-qian, WU Zhi-hui

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

ABSTRACT: It analyzes the structural features and innovative design of furniture made of modified wood. It analyzes the structure design and style design from two aspects including connection strength test, typical combination strength comparison test, design and calculation of component, and modern design methods of the traditional image of furniture design. We can not copy the common technical factors used in furniture industry, and need to reconsider the change of each attribute of modified wood which influence on furniture. On this basis, the modified wood furniture should have a more strong cultural character. The more deep design can be understood and explored.

KEY WORDS: furniture structure; traditional image; modified wood

中国人对于木材的情感非常深厚,五行中木属东方,是一切生命之源,中国人用木材做建筑、家具,用木的品德喻人;江南人家女儿出生时,在院子里种一株香樟树,待女儿出嫁时,家人将树砍断做成两只箱子并放入丝绸,取名“两厢厮守”。《唐宋传奇》中,红拂女初遇李靖,顿生倾慕之心,写下“丝萝非独生,愿托乔木”自剖心迹。中国古人住在木建筑中,居在木家

具上,往生后寄托在木棺里,将一生托于乔木。中国人对木材尤其是硬木的情感延续至今,人工速生材的出现从根本上改变了人们对木材的直观感觉和体验。通过一系列改性技术对速生林木进行物理、化学处理,使得原本材质疏松易开裂变形和不耐腐蚀的速生林木材,摆脱干缩湿胀大、尺寸稳定性差、易变色、不耐腐、不耐磨等缺陷,同时赋予木材某些特殊的功

收稿日期: 2015-02-15

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费资助(201404501); 江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(KYLX_0895); 江苏省林业三新工程项目(LYSX[2014]04)

作者简介: 杨子倩(1984—),女,江苏扬州人,南京林业大学博士生、讲师,主要从事家具设计与制造方面的研究。

通讯作者: 吴智慧(1963—),男,江苏人,南京林业大学教授、博士生导师,主要从事家具设计与工程方面的教学及研究。

能,这对于满足社会经济和行业可持续发展的需求都具有积极意义。然而木材改性技术需要解决的是:人类心理层面对改性木材的观感。怎样通过设计使改性木材与人之间产生共鸣,使人们能够认同并愿意尝试用改性木材制造的实木家具,是需要面对并解决的课题。

1 改性木材实木家具发展现状

1.1 国内速生林木材改性发展现状

当前,国外主要木材输出国已经限制原木出口,且我国的优质林木资源日趋减少,国家已经出台“全面扩大天然林保护实施范围,全面停止天然林商业性采伐”这一重大措施,这将会对行业的木材供应产生较大影响,导致我国优质大径级木材严重短缺,当下应充分挖掘人工林木材资源。杨树作为我国重要的速生人工林树种,因其疏松轻软、易变形及装饰性差的天然材质,较难应用于实木家具等高附加值产品的生产中。近年来,对于杨木改性技术的研究,有效地提高了速生杨木的材质性能,可以部分替代常用阔叶材的使用,破解了天然木材资源不足的难题。木材改性的研究始于20世纪30年代,可分为通过改变木材化学性质的主动改性和未改变木材化学性质的被动改性等。木材改性方法的分类见表1^[1]。

表1 木材改性方法的分类

Tab.1 The classification of wood modification methods

改性方式	主动改性	被动改性	联合改性
	热改性、化学改性	浸渍改性 压密改性	压密化与热改性
作用区域	细胞壁表面	细胞壁、细胞腔	细胞壁、细胞腔
应用技术	热处理、乙酰化	有机物浸渍、无机物浸渍	热压 热压、热处理

1.1.1 热改性

木材的热改性也称为炭化处理,是指用160℃~230℃的过热蒸汽对木材进行长时间热解处理得到的木材,其尺寸稳定性高,颜色内外一致,防潮性强,防腐和耐候性能较高,环保安全,易于保存^[2]。但随着热处理温度的增高,会使木材的颜色逐渐变深,因此,对于不同的处理工艺以及不同木材的热处理,它的使用场合也不一样。根据需要,可以用于室外的户外家具

或木制品,也可用于室内家具、墙板、地板、木门或浴室卫生间家具等。

1.1.2 乙酰化改性

乙酰化改性是通过乙酰剂对木材进行处理。乙酰化木材具有稳定均匀、防腐、热延展性低等优点。由于乙酰化木材成本较高,主要用于制作高附加值产品^[2]。有研究表明:杨木等人工速生林木材经过乙酰化处理后,木材的热塑性提高,尺寸稳定性增强,漆膜附着力无显著变化,但胶合强度有所下降,因此建议对乙酰化木材进一步进行压缩处理,以提升其密度和表面硬度等性能,满足家具,特别是厨卫用家具材料的要求^[2]。

1.1.3 浸渍改性

浸渍改性是工业化较为成熟的改性方法之一,在我国的研究起步较早。浸渍木的尺寸稳定性好,硬度相对增加,通过不同树脂的浸渍能得到不同程度的性能改善^[2],但如果使用脲醛树脂浸渍木材会存在诸如释放甲醛污染环境的问题。近年来,在室内外家具与建筑用材中木材改性工业化较为成功的是糠基化改性^[1]。糖醇是一种可再生的资源,可从水解生物质废弃物如玉米棒子中获得糖醛,从而制备出糖醇,而糖醇是小分子浸渍剂的主要原料,用浸渍剂处理木材,使木材细胞壁中的糖醇混合液固化,之后调节木材中的含水率,并进行铣削等后加工^[3]。较高程度高糠基化的木材能获得很大的材料特性提升:材质的耐腐蚀性和尺寸稳定性明显增加,材质硬度明显增强,抗弯强度,抗弯弹性模量和横纹抗压强度都有增大。糠基化的发展瓶颈在于,其设备投资较低,但加工成本及加工复杂程度较高,目前在欧洲和美国应用较为广泛。除此之外,我国木材加工行业已经开始尝试用无机化学物质来对杨木进行浸渍处理,既能提高材性,也不产生污染。

浸渍与热改性处理相结合的改性木材性能优于单一的浸渍改性材或热处理改性材,但是,在已达到家具局部部件或整体强度要求的前提下,没有必要对改性材料的结构性能做到尽善尽美,造成不必要的成本耗费。

1.1.4 压缩改性

使用特定方法使木材软化或塑化后,经过加热加压处理便可制得高密度、高强度的压缩木材。这种材质均匀、物化性能优良的材料不仅可以代替普通硬质木,甚至可以达到高档阔叶树材的效果。此外,木材的压密化和热改性联合改性的方法实用价值较高,适用于速生人工材的改性,经过联合改性过程,材料的

表面密度增幅较大,与气干材相比,其抗弯强度,抗弯弹性模量和横纹抗压强度都有增大。通过对速生人工材用途如室内实木家具、室外实木家具、实木地板等的分析,调整合理的木材压缩率,以减少材积损失,并减少挥发性有机物的排放,都是联合改性研究的重点与方向。如杜超、涂登云在改性杨木的制备中,改进了联合改性的工艺流程^[4],采用了先高温热处理再密实化压缩的流程,有效回避了压缩木在炭化过程中的回弹变形造成的出材率低的问题。

1.2 改性木实木家具的设计现状

2014年上海国际家具展中,作为国内对于竹集成材室内家具的首次设计创新,曲美展出了由竹钢材质制作的“万物”系列家具与家居饰品。而改性木材在国内主要应用在户外家具及地板等领域,尚未应用于室内家具产品中,国外对于改性木材的室内家具产品设计已有探讨先例。日本种植有大量的雪松,其材质太过于松软,无法作为家具用材,飞驒株式会社通过压缩日本雪松,使之更坚硬耐用,从而能够用这样一种速生且本土生长的木材,创作出如月扶手椅,见图1,并批量生产,这把椅子也获得了2014年日本最优设计奖。

2012年,Kihyun Kim受二战时英国木质蚊式轰炸机的启发,设计制作了只有1.3 kg的巴尔沙椅,见图2,蚊式轰炸机是采用模压胶合成型的巴尔沙木,巴尔沙椅使用的是热压缩改性的巴尔沙木作为椅腿和拉挡,并由硬木单板构成座面和靠背从而获得牢靠的稳定性,其舒适性和紧凑性非常适合于小空间使用。巴尔沙木是世界上最轻的木材,生长速度快,色泽浅,有着柔软温暖的质感,但因为太软无法承重所以从未作为家具用料。



图1 如月扶手椅
Fig.1 Kisaragi armchair

图2 巴尔沙椅
Fig.2 Balsa chair

2 由改性木材特性决定的家具构造特征分析

从设计艺术的角度看,材料的特性使得相应的造物技术和工艺发展成熟,同时也会形成符合材料特性的不同造型语言,对于材料固有的特性和表现力的理

解决了设计师的造型能力,由于改性木材其材质特殊的物理力学特性,以及目前国内对改性木材实木家具的接合强度研究有限,在进入造型设计之前需要进行改性木的结点接合强度实验及与常用木材的对比,而不能照搬常用实木家具的技术要素。几种改性杨木与常用木材的力学性能对比见表2。

表2 几种改性杨木与常用木材的力学性能对比
Tab.2 The physical properties comparison of modified poplar and common species

材料种类	气干密度 /g·cm ⁻³	抗弯弹性量 /MPa	抗弯强度 /MPa
杨木素材	0.445	5493	58.63
酚醛树脂改性杨木	0.743	10828	107.52
三聚氰胺树脂改性杨木 I	0.63	10717	151.6
三聚氰胺树脂改性杨木 II	0.46	6514	98.5
热处理再压缩改性杨木	0.61	9242	88
刺猬紫檀	0.85	11375	154.8
山毛榉	0.72	12600	118
桦木	0.581	11069	127.79
水曲柳	0.64	11203	118

不同的改性方法使得改性结果的木材性能各有偏重,在同类结构类型的改性后,抗弯强度随着密度的增大而提高,提高密度在一定程度上可以提高改性杨木的材料性能,而密度过大也会造成成本的增加,设计师需要针对不同的家具用途选取合适的改性工艺和参数的改性木材,如表2中的三聚氰胺树脂改性杨木 I 适用于改性杨木地板材料和不可拆装的榫卯结构家具,而密度稍低的三聚氰胺树脂改性杨木 II 可实现年轻化风格的便携可折叠家具与家具小品。即明确家具的不同设计定位和局部部件对改性材性能的要求,依据改性杨木不同的密度级别开发产品体系,在此基础上形成改性杨木实木家具较为合理的结构形式。

2.1 不可拆装的榫卯结构家具

不可拆装的榫卯结构家具与木构建筑同源,其力量支撑和对剪切力的平衡是由榫卯框架与梁柱传导,对于改性木实木家具而言,构件的载荷能力,对循环加载的耐久性是对结构的强度要求^[5]。

浸渍改性和压密化与热改性联合改性的杨木顺纹抗压强度都在50 MPa以上,能承受510.2 kg/cm²以上的压力,由于生活中家具在垂直方向上不会突然受到外来巨力的压迫,因此家具垂直构件的尺寸大体以设计师的美学要求为主导,以实验室得出的顺纹抗压强度数值

作为参考。

实木框架家具的部分部件受到垂直于木材纤维方向的压力即横纹压力,改性材的横纹抗压强度在顺纹抗压强度的30%以下,而实验室计算出的受力面面积没有考虑实际生产中的材料纹理、取材部位等问题,因此实际生产中的家具部件尺寸比实验室数据大。

榫卯结合处是家具使用过程中最易产生剪切破坏的地方,对改性材的性能要求最高:整体榫的精准装配要求开榫的改性材料尺寸的稳定性与硬度,家具在使用过程中的载荷则要求榫头部件材料的抗弯强度和抗剪强度。现代西方实木家具制造中较多使用分体榫中的双圆榫结合代替整体榫,首先要求制作圆榫的改性木材具备较高抗剪与抗弯强度,并且含水率比家具其他部件低,其次圆榫的插入深度与配合尺寸直接影响结合强度,波兰 Jerzy Smardzewski 用 ANSYS 对实木椅后腿与座面结合处的双圆榫进行剪应力有限元分析中^[6],发现上方的圆榫受最大剪应力约是下方圆榫的3倍,如果依然按照双圆榫平均受剪应力的条件设计结构,将导致椅子安全性能不足,一方面可以对上方圆榫使用抗剪强度更高的改性材,另一方面也可以在结合部位使用五金件进行连接。

2.2 便携可折叠家具

关注到木材的技术改性与加工的投入和最终产出之间的平衡,除了使用高性能的改性材制造不可拆装的卯榫结构家具之外,密度稍低,硬度性能略次的改性材可以用来实现年轻化风格的便携可折叠家具与家具小品,可分为单一点折叠和多点折叠两类结构。

单一点折叠结构可广泛应用于延伸家具尺寸和调节家具角度或姿态中,其折叠点或折叠轴的合理布局不仅能增强家具的功能性,也能使家具功能变得灵活。多点折叠结构可以是单一点折叠结构的累加,也可以运用平行四边形的几何原理,实现联动折叠,在定位于年轻化风格的改性材可折叠家具设计中,折叠结构的趣味性和易操作是设计成功的关键。

3 新中式改性杨木实木家具的创新设计类型

3.1 改性材料与常用木材的混搭

王世襄在《明式家具珍赏》中指出,木材美为明式家具的首美。改性材料不同于天然木材,设计师怎样通过作品使得改性木材与人之间产生共鸣,使人们能够认同并愿意尝试改性木制造的实木家具,除了在造

型手法上的推敲外,对改性材质的运用也可作出变化。首先,在新中式家具的结构设计中,可不全部使用改性材料,而将改性材料使用在家具中强度要求高,易变形的地方,如拼板、搁板、床梁等处。其次,改性材与普通木材在家具中的双色搭配也是设计探讨的方向,既可通过突出两种材质丰富的质感和肌理,表现出先锋性和实验性的新中式家具作品,也可通过弱化其质地的不同,在新中式家具中再现传统气质的舒展凝重。

3.2 改性材家具边线的处理

英国设计师迈克贝克斯提出整体意象优先原则,指出影响产品识别的主要标志特征形态就在于边线的处理,边线表达的张力情态决定了产品风格^[7]。贝聿铭在卡塔尔伊斯兰教博物馆的内部空间结构中,无论是中庭的顶与吊灯,还是楼梯、门窗乃至最细节处的指示牌,都是对伊斯兰教传统建筑元素进行边线解构分解后的重新表达^[8],空间语意内敛且含有宗教传统文脉的亲切感。对于具有中国传统气质的家具造型创新设计,以形态语意为基础,从传统元素入手,将有造型意义的边线轮廓得以分解与提炼,并将其特征运用到新中式家具之中,并在设计中进行提高,即并不是单一的针对某一个传统边线形态,而是某一类的多种传统边线形态,摆脱碎片化和标签化的手法,并针对改性材质的硬度,以硬朗紧凑或舒缓的不同边线形态进行设计实验。

今天,社会文化反复回味和把玩的传统是以《遵生八笺》为代表的明代文人的传统,明式家具成为文人们消遣人生情怀的载体之一。针对明式家具造型特征形态的提炼、衍生、提高,是择优并转译的过程,其中线条比例的调整,逻辑关系的定义,开合方式的表述,都是见仁见智,对解构深度理解的考验。

3.3 传统情怀的表达

边线是影响造型整体意象的主要特质,关于意象的研究在文学、艺术理论中备受关注,意象思维在东方人的思维和表达习惯中表现得尤为突出^[9]。在解构的基础上,设计师将对传统文脉,对物的态度,对家具的人文理解等内化后,与当今普世的审美和使用习惯产生碰撞,并通过温雅内敛的方式表达出来,表现出超越符号化的精神气质上的传统,使得国人尤其是年青一代在对改性木新中式家具的使用和把玩中能细细品味出其中的东方传统。学古者昌,似古者亡,如同

(下接第38页)

- [7] 孙婷, 焦华. 论中国食品包装设计的现状和出路[J]. 包装工程, 2011, 32(4): 84—86.
SUN Ting, JIAO Hua. Discussion on the Current Situation and Solution of China Food Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(4): 84—86.
- [8] 李洁, 王勇. 绿色生态设计在包装设计中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(4): 5—8.
LI Jie, WANG Yong. Application of Green Ecological Design in Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(4): 5—8.
- [9] 俞大丽. 低碳经济背景下绿色包装发展之路探析[J]. 江西社会科学, 2011(12): 225—229.
YU Da-li. On Green Packaging Development Path under the Background of Low Carbon Economy[J]. Jiangxi Social Sciences, 2011(12): 225—229.
- [10] 郑桂玉. 从可持续发展角度谈绿色包装设计[J]. 现代商业, 2008(8): 180—181.
ZHENG Gui-yu. Talking about Packaging Design from the Point of View of Sustainable Development[J]. Modern Business, 2008(8): 180—181.

(上转第13页)

日本建筑大师丹下健三所说: 传统元素在建筑设计中担任的角色应该像化学反应中的催化剂, 它能加速反应, 却在最终的结果里不见踪影^[10]。

4 结语

设计师的职责在于引领大众, 而不只是“迎合大众”, 设计师对于改性木材的应用并非在于试图替代或模仿珍贵硬木从而仿制红木家具, 而是在于设计出能表现改性木材自身特质的创新家具, 以诗人般的设计手法去改变人们对改性材质的陌生感或不认同想法。改性材用于实木家具的实践中, 不能简单粗放地直接以改性木材代替普通木材去复制结构部件, 只有根据材料性能设计产品的力学结构和零部件形状、尺寸, 进行常用接合结构的力学性能实验, 并与常用木材对比, 在此基础上设计改性木材家具的连接方式, 内敛地融入传统意象, 以现代的设计手法实现人们在精神层面对改性材的认可。

参考文献:

- [1] 顾炼百. 木材改性技术发展及应用前景[J]. 木材工业, 2012, 26(5): 78—80.
GU Lian-bai. Current Status and Application Prospects of Wood Modification[J]. China Wood Industry, 2012, 26(5): 78—80.
- [2] 常方圆, 曹亚威, 崔蒙蒙, 等. 新型材料在现代家具设计与制造中的应用[J]. 家具, 2015, 36(2): 31—37.
CHANG Fang-yuan, CAO Ya-wei, CUI Meng-meng, et al. Application of New Materials in Modern Furniture Design and
- Manufacturing[J]. Furniture, 2015, 36(2): 31—37.
- [3] PILGARD A, TREU A, VAN Z A N, et al. Toxic Hazard and Chemical Analysis of Leachates from Furfurylated Wood[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2010, 29(9): 1918.
- [4] 杜超, 涂登云. 高温热处理杨木再压缩工艺试验[J]. 林业科技开发, 2013, 27(6): 105—107.
DU Chao, TU Deng-yun. The Experiment on Hot Pressing Process for Thermally Treated Populous Tomentosa Carr Lumber [J]. China Forestry Science and Technology, 2013, 27(6): 105—107.
- [5] HAJDAREVIC S, MARTINOVIC S. Effect of Tenon Length on Flexibility of Mortise and Tenon Joint[J]. Procedia Engineering, 2014, 26(9): 679—685.
- [6] SMARDZEWSKI J. Stress Distribution in Angle Joints of Skeleton Furniture[J]. Journal of Polish Agricultural Universities, Wood Technology, 2004, 7(1).
- [7] BAXTER M. Product Design: Practical Methods for the Systematic Development of New Product[M]. London: Chapman Hall, 1995.
- [8] 韩旭. 非主流艺术对主题设计的积极影响[J]. 包装工程, 2014, 35(6): 88—90.
HAN Xu. Positive Influences of Non-mainstream Art on the Subject Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(6): 88—90.
- [9] 李嵇扬, 张凌浩. 苏式家具意象在当代中式灯具中的转化方式研究[J]. 包装工程, 2014, 35(2): 35—36.
LI Ji-yang, ZHANG Ling-hao. The Transition of Su-style Furniture Imagery in Contemporary Chinese Lamp Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(2): 35—36.
- [10] 马国馨. 丹下健三[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989.
MA Guo-xin. Kenzo Tange[M]. Beijing: China Building Workshop, 1989.