

榫卯结构家具的模块化设计研究

蒋湘婷, 马梦云*, 尹佳丽, 黄永晴, 蒲洪樾

嘉兴南湖学院时尚设计学院, 浙江 嘉兴

收稿日期: 2024年5月9日; 录用日期: 2024年6月17日; 发布日期: 2024年6月24日

摘要

通过探究榫卯结构家具在当前社会背景下的模块化设计路径, 为传统文化的继承和创新提供新思路。本研究采用文献归纳法、综合分析法、案例分析法对榫卯结构家具进行深入研究, 结合模块化设计理念探索现代家具中榫卯结构的应用。我国传统的榫结构与当今流行的模块化设计方法结合, 可以丰富现代家具产品的设计形式, 为设计师提供独特的设计角度。在进行榫卯结构家具模块化设计的过程中, 设计师可以结合不同模块化、榫卯结构设计方式, 通过“模块的造型 - 模块组合的产品造型 - 整套的产品造型”的设计路径进行创作, 从而设计出符合现代用户需求的现代家具。

关键词

榫卯结构, 模块化, 家具设计, 结构形式

Research on the Modular Design of Mortise and Tenon Structure Furniture

Xiangting Jiang, Mengyun Ma*, Jiali Yin, Yongqing Huang, Yiyue Pu

School of Fashion Design, Jiaxing Nanhu University, Jiaxing Zhejiang

Received: May 9th, 2024; accepted: Jun. 17th, 2024; published: Jun. 24th, 2024

Abstract

By exploring the modular design path of mortise and tenon structure furniture in the current social background, it provides new ideas for the inheritance and innovation of traditional culture. In this study, the literature induction method, comprehensive analysis method and case analysis method were used to conduct in-depth research on mortise and tenon structure furniture, and combined with the modular design concept to explore the application of mortise and tenon structure in modern furniture. The combination of China's traditional tenon structure and today's pop-

*通讯作者。

文章引用: 蒋湘婷, 马梦云, 尹佳丽, 黄永晴, 蒲洪樾. 榫卯结构家具的模块化设计研究[J]. 设计, 2024, 9(3): 782-790.
DOI: 10.12677/design.2024.93383

ular modular design method can enrich the design form of modern furniture products and provide designers with a unique design angle. In the process of modular design of mortise and tenon structure furniture, designers can combine different modular, mortise and tenon structure design methods, and create through the design path of “module modeling-module combination product modeling-complete set of product modeling”, so as to design modern furniture that meets the needs of modern users.

Keywords

Mortise and Tenon Structure, Modularization, Furniture Design, Structural Form

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

榫卯是中国传统家具创作的精髓，作为中国古代木材连接的基本结构形式，最常见的榫卯结构就有几十种之多，其组合形式的不同形态也因此而改变[1]。榫卯结构逐渐沦为装饰性选择，这是由于榫卯家具结构复杂，难以实现机械化量产，市场上可供选择的空間也不多。随着现代社会的发展，现代家具设计趋向多样化和模块化，以满足现代人的使用需求。因此，现代家具需要以榫卯结构为切入口，进行模块化设计的探索与实践是十分有必要的。

2. 榫卯结构家具和模块化设计的结合

2.1. 榫卯结构概述

榫卯是依据木材的特性将木材与木材衔接的构造方式，即基于木材的共性所创造的节点技术[2]。在中国古代家具生产过程中，大多数结构关节都是采用榫卯结构进行的[3]，早在浙江余姚河姆渡文化时期，原始居民建造的栏杆建筑便早已利用了榫卯这一结构形式[4]。榫卯结构经过几百年的继承和发展，使其成为了中国最早的具有科学意义的设计语言[5]。榫卯结构通过历代工匠们的传承和创新，在基本模式体系的基础上衍生出千变万化的组合形式[6]。榫卯结构不仅具有很高的美学价值，而且还有丰富的文化内涵，它已是我国传统文化的重要组成部分[7]。近年来随着人们探寻本土化的热潮高涨，一些研究者对充满智慧、富有文化特色的中国传统家具的使用方式和艺术价值加以再认识和新发现，榫卯结构也开始得以重生[8]。

2.2. 模块化设计概述

模块化设计是指每个部件作为单独的模块存在，可以更换任意模块进行组装拼合成新的产品[9]。模块化设计和积木游戏类似，通过各个模块进行有序排列、组合后可以得到新的产品使用形式[10]。翻看国内外知名设计师、设工作室的家具作品，模块化的设计似乎渐渐成为一种放之四海而皆准的设计潮流。运用模块化设计的优秀家具作品并不缺乏，无论是沙发、餐桌、书柜还是桌子。模块化家具设计具有机动灵活、适应性强的特点，用户通过组合搭配可以产生新用途的不止一种购买家具的功能，非常吸引以实用为目的的消费者。模块化家具可以让用户根据自己的不同需求，通过简单的单体模块进行多种组合，这是模块化设计为用户提供的最大乐趣[11]。

2.3. 榫卯结构家具和模块化设计结合的必要性

通过文献归纳法调研发现榫卯结构的优点有很多，它作为一种木质柔性连接结构，能够充分发挥木材本身稳定性良好的特性，而无需借助胶水、钉子等外部材料。以自然贴合的方式连接[12]。另外，榫卯结构具有自我修复功能，只需更换局部受损部件即可修复损坏部分，大大节约材料，符合当前绿色设计理念。榫卯结构经过长时间地继承与发展，吸收了中国传统文化以及科学理性，但是其发展也是具有双面性的[13]。

1. 榫卯结构缺点和不足

榫卯结构虽是优秀的家具连接结构，但在实际设计应用中也存在缺点和不足：(1) 不适合批量化大生产，由于榫卯结构较为复杂，机械化生产只能制作出结构较为简单的直榫、圆榫等，结构复杂的榫卯结构特别是多零件、带弧度的榫卯结构无法实现机械化量产；(2) 工艺生产问题，通常榫卯结构安装精度要求较高，并且不使用胶水、钉子进行固定，制作过程繁复，需要经验丰富的木工师傅才能完成；(3) 设计上难度，榫卯结构大多适用于造型偏方正的木质结构，较难运用到曲线形的家具设计中，所以设计师在设计的过程中需要考虑诸多因素；(4) 生产成本较高，榫卯结构家具的设计周期往往很长，大多需要采用手工制作，基础的榫形也需要工匠花费半天的时间制作完成，人工费用较高，生产效率较低[14]。

2. 榫卯结构家具和模块化设计结合的可能性

榫卯结构家具的局限性在于实际应用中无法机械化生产、工艺生产繁复、设计受限、手工成本高等问题，这就使得榫卯的发展被制衡[15]。所以我们要从传统的工艺(榫卯结构)中取其精华，结合现代的设计方法(模块化)，并从中继承创新，让更多的人了解榫卯结构，提高对传统工艺的认知，从而更好地把它传承下去，这是我们要做的一件非常重要的事情，我们要做的就是将榫卯结构和现代设计方法(模块化)结合在一起，把它结合在一起。模块化家具设计为用户拓展了家具灵活使用的可能性，而满足现代消费者追求个性、期望与众不同的心理的再设计、再创造所带来的喜悦，使成品家具不再是以前概念中固定不变的产品，而是能够重新创造的[16]。榫卯结构作为一种传统工艺，为现代家具提供了新的设计元素，结合模块化的设计理念，赋予现代家具新的生命和时代价值，体现了现代设计师对传统文化的继承和发扬[17]。传统的榫卯结构和现代的模块化设计相结合的家具设计，为用户的个性表现提供了探索空间。

3. 榫卯结构家具的模块化设计研究

3.1. 模块化家具设计分类

模块化家具设计是以系统为出发点[18]，采用综合分析法根据构建模块体系的不同形式可以将模块化家具划分为三类：标准件模块化家具(多个相同模块)、非标准件模块化家具(多个不同模块)或混合式模块化家具(多个相同、不同模块混合)，如表 1 所示。标准件模块化家具是指整体家具由多个造型一致的标准件模块构成，各个模块间具有互换性，用户自由组合即可拼装成自己想要的家具，通过标准件的拼合使得家具具有使用方式上的多样性。非标准件模块化家具是指整体家具由造型各不相同的模块构成，通过变换不同的模块的排列组合方式得到不同的家具使用形式。混合式模块化家具是指整体家具的一部分为形态相同的标准件模块，另一部分为造型各不相同的非标准件模块，可以组合成不同使用形式的家具，用户可以自由发挥、尽情创造。

3.2. 榫卯结构家具连接方式分类

现有的榫卯结构有几十种，按照构合作用大致可以分为三类：面、边自由拼合式，点结构拼合式，多方向拼合式，如表 1 所示。面、边自由拼合式是指面与面、边与边、面与边之间的拼合；点结构拼合

Table 1. Classification of modular furniture
表 1. 模块化家具的分类^①

分类	参考图	介绍
标准件 模块化		这款名为 Little Tikes Vier Modular Playhouse 模块化家具由方形和扇形的标准件构成，每个标准件可以任意叠加组合成不同的家具产品，既能满足父母快速清理的需要，又能作为收纳空间，供孩子们娱乐玩具和儿童玩具使用。简约而富于变化的极具现代感的家具产品。
非标准件 模块化		这是一款由丹麦设计师 Rosan Bosch 与创新家具制造商 Stykka 合作推出的儿童纸板套件家具，使用者透过不同形态的硬纸板穿插组合成书柜、置物架、桌板等家具产品，打造出不一样的家具使用体验，以不同形态的非标准件硬纸板模组构成的儿童硬纸板套件家具。用户结合自身审美和实际需求，自由进行创作组合。
混合式 模块化		这款家具取名为 FreiRaum，它的标准件模块都被设计成了 60 × 60 大小的正方形小桌子形态，它的非标准件模块由沙发、靠垫、座椅等组成，连接方式上采用插脚形式的榫卯结构。用户可以自由组合出茶几、沙发、椅子、置物架等不同的家具，它将模块化设计思想做到了极致，用户可以根据自己的喜好自由拼装，让家居环境充满个性。

Table 2. Classification of mortise and tenon structures
表 2. 榫卯结构的分类

分类	定义	应用	榫卯形式
面、边自由 拼合式	面与面、边与边、面与边之间的拼合。	主要应用于平面板材间的衔接的家具中。	企口榫、扎榫、槽口榫、穿带榫、燕尾榫等
点结构拼 合式	用横竖两个方向的丁字拼合，成角，交叉拼合，将圆点结构拼合在一起的直材和弧形材拼合的拼法。	主要应用于弧形弯材接合处，如椅子的扶手、腿部、支撑架等。	格肩榫、双夹榫、双榫、螺钉榫、半榫、通榫等
多方向拼 合式	多个方向构件组合一起并相互联结的构造方法。	主要应用于肩部、转角部位，也常出现在有腰家具的束腰处及腿足束腰位置。	长短榫、抱肩榫、粽角榫、托角榫等

式是指利用横竖方向的丁字结合、成角结合、交叉结合,以及直材和弧形材的拼合[19];多方向拼合式是指多个方向构件组合一起并相互连结的构造方法。在进行家具设计的过程中设计师可以根据不同的应用场景和使用方式选择不同的榫卯结构类型。

3.3. 榫卯结构家具的模块化设计路径研究

现在越来越多的设计师热衷于将传统榫卯结构应用于现代家具的创新设计实践中,在传统榫卯的基础上加以改进、深化、创新,从而使家具产品更加符合现代人的审美[20]。为使榫卯结构最大程度的还原保留,设计师在进行家具设计过程中可以将榫卯结构家具进行模块化设计,为了尽可能保留榫卯结构的原味,设计师在家具设计中可采用模块化设计,需先提炼模块形态,将榫卯结构置于首要位置。简化华丽但无实际意义的设计。榫卯结构家具的模块化设计路径是一个层层递进的过程,模块的造型-模块组合的产品造型-整套的产品造型,如图1所示。首先设计师需要对“模块的造型”进行探索,可以设计成“标准件模块化”、“非标准件模块化”或“混合式模块化”形式,连接方式采用榫卯结构“面、边自由拼合式”、“点结构拼合式”或“多方向拼合式”,然后对模块进行组合,形成各个不同的“模块组合的产品造型”,将所有模块进行组合后形成最终“整套的产品造型”,从而完成设计,设计师可以基于此设计路径进行现代家具的设计创新。在设计的过程中设计师需要充分考虑单体模块造型的可延展性与灵活性,模块的延展性越高家具所适配的家居环境就越多。通过榫卯结构家具的模块化设计,用户可以自由拼合成不同形式的家具,满足多样化的使用需求,使用户体会到榫卯结构模块化设计家具使用过程中的乐趣。

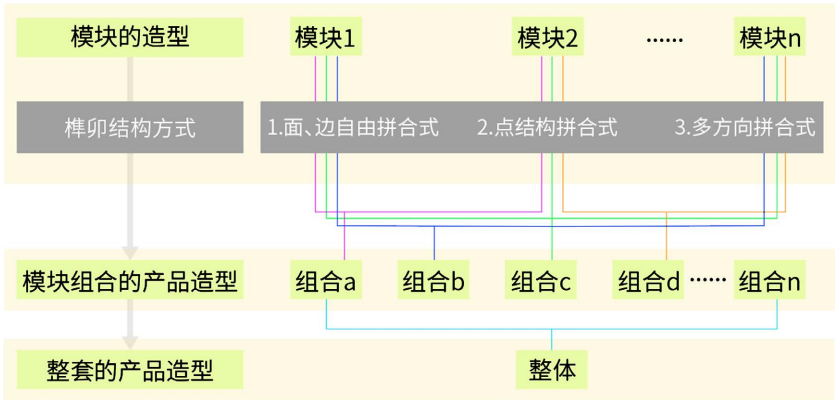


Figure 1. Modular design path of mortise and tenon furniture
图 1. 榫卯结构家具的模块化设计路径^②

通过案例分析法对榫卯结构家具进行研究,设计师 Ariyan Davoodian 设计了名为 Un-Lim 模块化榫卯结构家具,如图2所示,这款家具的设计理念就是:无需通过更换或者购买新的家具来满足需求。它由多个标准件模块组成,用户可以按照自己的需求进行组装,每隔一段时间更换组装方法,就不用不断的换新家具了。该款家具的设计方法和本研究提出的设计方法一致,如图3为该款家具的设计路径分析。Un-Lim 模块化榫卯结构家具的“模块的造型”采用的是标准件模块化方式,通过多种标准件的组合拼装成各种不同的家具,每个零件之间使用带有齿轮的木棍榫卯结构连接,这种榫卯结构属于点结构拼合式。“模块组合的产品造型”可以从大型的书柜、餐桌、沙发,到单人椅、凳子,都能自由组装,就像大型的乐高积木一般,每次组装都能带来不一样的体验。“整套的产品造型”可以适用于任何家居环境中,如卧室、餐厅、客厅、书房等,整体和谐统一。



Figure 2. UN-Li modular mortise and tenon structure furniture
图 2. UN-Li 模块化榫卯结构家具[®]

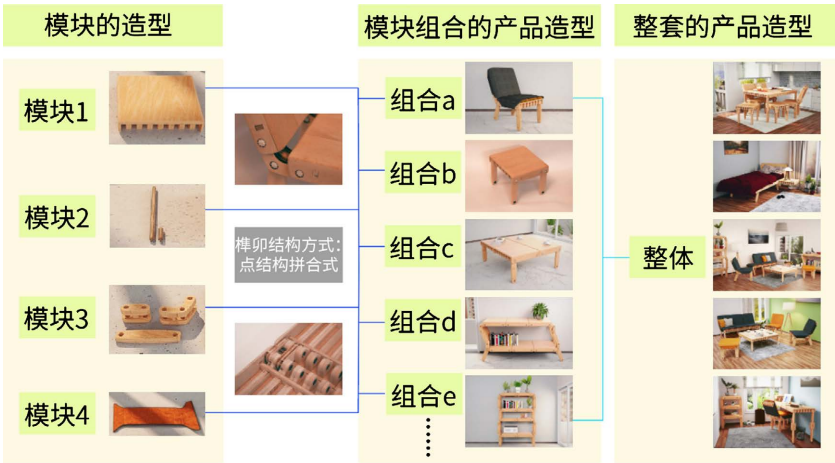


Figure 3. Design path of Nn-Lim modular mortise and tenon structure furniture
图 3. Nn-Lim 模块化榫卯结构家具设计路径[®]

4. 基于榫卯结构的模块化家具设计实践

面对市场上同质化严重的榫卯结构家具款式，本次设计实践以模块化设计为切入点，进行了榫卯结构家具模块化设计的探索，设计了这款三合一家具产品，如图 4 所示。该产品由圆柱形的标准化模块构成，模块通过榫卯结构进行连接，组合起来是一个高台置物产品，用户通过对模块的任意摆放、组合可以拥有椅子、桌子、茶几、储物盒等实用功能，模块内镂空，除了储藏物品外还可作为大盆栽美化家居环境，用户可以在使用过程中慢慢探索其它的使用形式。

如图 5 所示，是三合一模块化榫卯结构家具设计路径分析。该家具产品“模块的造型”采用标准件模块化方式，标准件模块造型类似于圆润的圆柱体，通过榫卯结构(面、边自由拼合式)进行连接。该家具产品的单个模块可独立使用，同时具有桌、椅、储的功能，通过榫卯拼合后“模块组合的产品造型”是一张高台。“整套的产品造型”用户可以自由发挥，自己随心所欲创造良好的居住体验。



Figure 4. Effect picture of three-in-one furniture
图 4. 三合一家具效果图^②

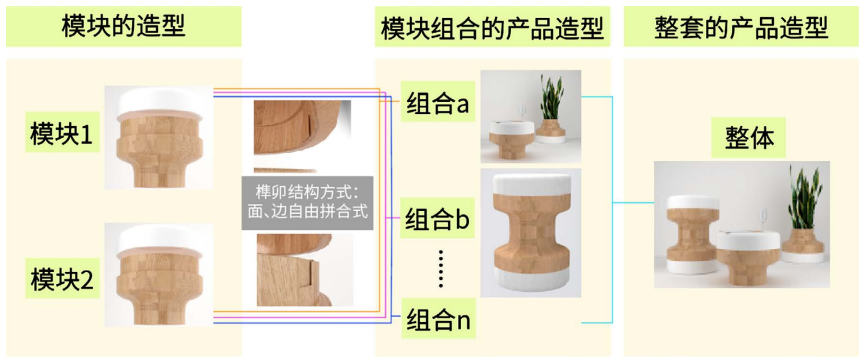


Figure 5. Design path of three-in-one modular mortise and tenon structure furniture
图 5. 三合一模块化榫卯结构家具设计路径^②

4.1. 造型分析

该家具设计造型上整体选择了类似沙漏的形态，提醒着人们时间的流逝，应把握当下的美好时光，好好享受生活。模块单体给人一种胖墩墩的可爱感，大多数人都对圆滚滚的事物更有好感度，圆润的造型能一定程度上获得了大众的喜爱。标准件模块的形态相似，不仅更适合生产，也从侧面寓意家庭是需要双方的磨合才能更好地生活这个概念。标准件模块组合使用与单独使用都可以极大程度地美化家居空间，同时合体时也不会多占使用空间。

4.2. 结构分析

在结构连接处，该家具设计采用的是面、边自由拼合式的榫卯结构，如图 6 所示。标准件模块采用的是原木与烤瓷的结合的材料，连接处运用榫卯结构中类似平肩榫的方式进行连接。两个单体模块连接部分处也用了榫卯连接以确保其组合后的稳定性和安全性。

4.3. 色彩分析

在色彩上，以素雅平淡为主，木质纹理的风格更能让人在视觉上感受到舒适和轻松，色彩简单充满灵性，可营造一种轻松、自由的环境，净化和放松人们的心灵。为在外忙碌一天拖着疲惫身心走进家门的人们减轻其生活和空间的压力，既美观又实用。

4.4. 材料分析

在材料的选择上采用木材，坚固耐用，这种来自于自然的材料，能够更好地拉近人与产品的距离，使空间环境更加自然、亲切。考虑到使用人群的多样化，因此家具表面圆滑，缺少棱角，减少人与边角接触而受伤的可能。标准件模块采用木材和烤瓷的结合，整体给人清新淡雅的感觉，符合大众审美。



Figure 6. Three-in-one modular mortise and tenon structure
图 6. 三合一模块化榫卯结构^②

5. 结语

榫卯结构家具的发展源远流长，将模块化设计理念应用到榫卯结构家具设计中，其优势是十分突出的。本研究分析了榫卯结构家具在当前社会背景下的模块化设计路径，并依托设计实践进行验证，形成了一套行之有效的家具设计方法，传统的榫卯结构和现代的模块化设计结合，有助于传统文化的弘扬和发展，更为现代模块化榫卯结构家具的设计提供了理论依据。

基金项目

嘉兴南湖学院大学生研究训练计划项目(8517234015)；2024 年度国家级大学生创新创业训练计划项目。

注 释

①表 1 来源：

《Little Tikes Vier Modular Playhouse》图片来源：<https://www.zale.design/vier>

《纸板套件》图片来源 <https://www.puxiang.com/galleries/d0f9533c033bbd7a3c331a728933c6a1>

《FreiRaum》图片来源 https://www.sohu.com/a/122318561_478714

②图 1、图 3~6 来源：自绘

③图 2 来源：《Un-Lim 模块化家具》图片来源：https://www.sohu.com/a/397252452_565993

参考文献

- [1] 李敏, 吴智慧, 毛轶超. 现代红木家具榫卯形式的研究[J]. 包装工程, 2015, 36(4): 88-92.
- [2] 李孙霞, 王菁菁. 基于榫卯结构方式的现代实木家具设计研究[J]. 设计, 2014(7): 18-20.

-
- [3] 黄薇, 张露芳, 吴明. 明式家具中的卯榫结构[J]. 包装工程, 2002, 23(3): 159-161.
 - [4] 董华君, 沈隽. 榫卯结构在儿童益智玩具设计中的应用[J]. 林产工业, 2018, 45(6): 59-62.
 - [5] 詹秀丽, 王滔, 戴向东, 李敏秀. 榫卯的传承——从明式家具结构的工艺美到现代实木家具结构的技术美[J]. 林产工业, 2017, 44(6): 39-43+62.
 - [6] 王洁. 榫卯结构的创新性研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2018(5): 165-168.
 - [7] 苏晨, 马莹莹, 苏玉涵, 王海强. 万字符形态在榫卯结构家具中的设计研究[J]. 林产工业, 2021, 58(8): 48-52.
 - [8] 朱家仪, 陈海英. 明式家具榫卯结构在现代家具设计中的改良研究[J]. 家具与室内装饰, 2019(7): 22-23.
 - [9] 宁旭, 耿晓杰, 张璐霞. 模块化瓦楞纸家具的研究与设计实践[J]. 包装工程, 2016, 37(2): 78-81.
 - [10] 王岳. 模块化理论在产品中的应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(12): 92-95.
 - [11] 吴琼, 贾凯, 刘雨. 基于模块化的儿童床可持续设计[J]. 包装工程, 2019, 40(18): 140-144.
 - [12] 李永斌, 陈婷. 互联网背景下可拆装榫卯结构创新设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(22): 212-216.
 - [13] 唐可. 榫卯结构在现代家具设计上的应用[J]. 大众文艺, 2016(17): 124-125.
 - [14] 李衡, 董华君. 中国传统家具榫卯结构传承中的问题与启示[J]. 工业设计, 2018(4): 33-34.
 - [15] 刘秋云. 探析榫卯结构在现代家具设计中的传承与创新[J]. 美与时代(城市版), 2015(8): 63-64.
 - [16] 王梓涵, 杨国新. 基于老年人居家生活需要的模块化家具研究[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 276-280.
 - [17] 陈静. 榫卯元素在现代设计领域的拓展设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(6): 138-142.
 - [18] 蔡思敏捷, 胡若曦, 余香怡, 郭琼. 阳台家具模块化设计研究与应用[J]. 林产工业, 2021, 58(2): 56-60.
 - [19] 贾晶晶. 模块划分的榫卯结构在灯具设计中的应用[J]. 包装工程, 2021, 42(14): 230-235.
 - [20] 周雪冰, 董世丽. 中国传统家具榫卯结构优化设计原则的探讨[J]. 家具与室内装饰, 2019(11): 63-65.