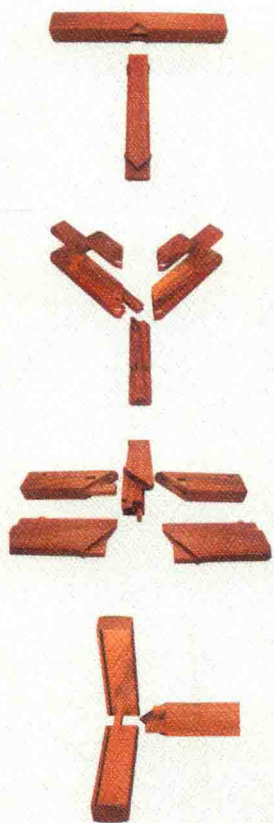


# 传统家具 榫卯结构研究

Research on  
the Mortise and Tenon Joints  
of Traditional Furniture

薛坤

著



中国林业出版社

China Forestry Publishing House

山东省高等学校人文社会科学计划项目(J14WJ06)

# 传统家具榫卯结构研究

薛 坤 著

中国林业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

传统家具榫卯结构研究 / 薛坤著. —北京: 中国林业出版社, 2018. 6  
ISBN 978-7-5038-9659-0

I. ①传… II. ①薛… III. ①木家具 - 木结构 - 研究 - 中国  
IV. ①TS664. 103

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 146379 号

**中国林业出版社·建筑分社**

责任编辑: 纪亮 樊菲

---

出版: 中国林业出版社 (100009 北京市西城区刘海胡同7号)

电话: 83143610

发行: 中国林业出版社

印刷: 北京中科印刷有限公司

版次: 2018年11月第1版

印次: 2018年11月第1次

开本: 787mm × 1092mm 1/16

字数: 150千字

印张: 8.75

定价: 58.00元

# 目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 研究的内容与框架	(1)
一、研究内容	(1)
二、研究框架	(2)
第二节 研究的背景与意义	(3)
一、中国传统家具产业的现状	(4)
二、中国传统家具产业目前存在的问题	(4)
第三节 文献探讨	(8)
一、古代文献	(8)
二、近现代学者对传统家具的研究	(9)
三、当代学者关于传统家具现代化的研究	(9)
第四节 研究方法	(11)
一、田野调研法	(11)
二、结构强度试验法	(11)
三、对比分析法	(11)
第二章 传统家具榫卯结构概述	(12)
第一节 传统家具榫卯结构的源流与演变	(12)
一、传统家具榫卯结构的发展脉络	(12)
二、传统建筑与传统家具结构的关系	(15)
三、传统竹家具结构对传统家具结构的影响	(19)
第二节 传统家具的榫卯接合形式	(23)
一、传统家具榫卯结构与现代接合方式的比较	(23)
二、传统家具榫卯接合形式的分类	(25)
第三节 小结	(27)
第三章 传统家具榫卯结构的性能研究	(29)
第一节 传统家具结构的整体性能分析	(29)
一、传统家具结构的整体性	(29)

二、传统家具结构的梁柱结构体系 .....	(31)
第二节 传统家具的榫卯结构与木材性能 .....	(34)
一、木材性能与传统家具构件基本破坏模式 .....	(34)
二、木材纹理与传统家具结构 .....	(38)
第三节 部分典型传统家具结构的力学性能研究 .....	(43)
一、传统家具中45°角接合(二维)的力学性能试验 .....	(43)
二、传统家具中格肩榫的力学性能试验 .....	(48)
三、传统家具中粽角榫结构的力学性能试验 .....	(50)
四、传统家具中走马销结构的力学性能试验 .....	(53)
第四节 小结 .....	(57)
<b>第四章 基于文化的传统家具结构的现代设计转化 .....</b>	<b>(59)</b>
第一节 传统木作文化 .....	(59)
一、神圣叙事:传统木作行业的鲁班信仰 .....	(60)
二、业缘连接:传统木作行业的社会组织形式及其作用 .....	(61)
三、圣人之作:传统木作行业的工具文化 .....	(63)
四、沟通天地:传统木作行业的仪式 .....	(70)
五、敬畏之心:传统木作行业中的禁忌与厌胜 .....	(73)
第二节 传统家具的结构特征 .....	(75)
一、传统家具结构的形态 .....	(75)
二、传统家具结构的视觉特征 .....	(76)
第三节 传统家具榫卯结构的文化符码 .....	(77)
第四节 传统家具榫卯结构与材料文化 .....	(78)
一、量材为用 .....	(79)
二、因材施艺 .....	(79)
三、顺应自然 .....	(80)
第五节 传统家具结构的设计转化 .....	(80)
第六节 小结 .....	(82)
<b>第五章 基于功能的传统家具结构的改造 .....</b>	<b>(83)</b>
第一节 面向拆装功能的传统家具的结构改造 .....	(83)
一、传统家具拆装结构的类型与功能 .....	(83)
二、面向拆装功能的传统家具结构改造的原则 .....	(86)
三、面向拆装功能的传统家具结构改造的途径 .....	(87)
四、案例1:传统鲁班锁的设计元素与现代家具产品开发 .....	(92)
五、案例2:Clamex P连接系统用于传统家具拆装结构的探索 .....	(97)
第二节 面向折叠功能的传统家具的结构改造 .....	(101)
一、传统家具的折叠方式研究 .....	(101)

二、传统家具折叠结构的设计应用·····	(106)
第三节 小结·····	(107)
<b>第六章 基于生产方式的传统家具榫卯结构的改造·····</b>	<b>(108)</b>
第一节 数控生产条件下传统家具榫卯结构的改造·····	(108)
一、木家具制造经过的三个阶段·····	(108)
二、数控加工技术的工艺过程·····	(109)
三、传统家具结构的数字化设计·····	(111)
四、对于数控生产条件下传统家具榫卯结构改造的建议·····	(114)
第二节 传统粽角榫的改造与性能比较·····	(114)
一、传统粽角榫结构改造的原则·····	(114)
二、几种粽角榫结构的改造与力学性能测试·····	(115)
第三节 小结·····	(123)
<b>第七章 结论·····</b>	<b>(124)</b>
第一节 传统家具榫卯结构的性能研究·····	(124)
一、榫卯接合形式方面·····	(124)
二、榫卯接合整体性方面·····	(124)
三、榫卯接点的材料因素方面·····	(124)
四、接点本身在荷载作用下的力学性能方面·····	(125)
第二节 传统家具榫卯结构创新的途径·····	(125)
一、榫卯结构的文化创新·····	(126)
二、榫卯结构的功能创新·····	(126)
三、榫卯结构的技术创新·····	(127)
第三节 传统家具榫卯结构改造的原则·····	(127)
第四节 后续研究建议·····	(128)
<b>参考文献·····</b>	<b>(129)</b>
<b>致谢·····</b>	<b>(134)</b>

## 第一节 研究的内容与框架

### 一、研究内容

榫卯结构是一种应用木质纤维强度和摩擦力的结构形式，它是我国传统家具的主要连接方式。“榫”为凸出的构件，通“笋”；“卯”为凹入的构件，也称为榫孔、榫眼或卯口。榫卯又称枘凿，枘、凿分别指榫头与卯眼。<sup>①</sup> 唐代之前称榫卯为枘凿，如“不胜枘凿”等，《伊川语录》中对此专门做过解释，“枘凿者，榫卯也。榫卯圆则圆，榫卯方则方”。古代常以方榫头和圆形卯眼难相容合的工艺现象喻理，如《九辩·九辨》中的“圆凿而方枘兮，吾固知其齟齬而难入”，《庄子·天下篇》中的“凿不围枘”。后以“笋”通“榫”，李渔曾专门在“木之为器”中说明榫卯的重要性以及用榫多少的辩证关系，“木之为器，凡合笋使就者，皆顺其性以为之者也；雕刻使之成者，皆戕其体而为之者也；一涉雕镂，则腐朽可立待矣”。一件家具的好坏跟榫卯是否合适有很大关系，榫卯的位置、深度和大小，几乎决定了制作的家具的品质。如王世襄先生所言：“中国传统家具从明代至清前期发展到了顶峰，这个时期的家具，采用了性坚质细的硬木材料，在制作上榫卯严密精巧……各构件之间能够有机地交代连结而达到如此的

<sup>①</sup> 《韶会》通作内。《周礼·冬官考工记注》调其凿内而合之。又《博雅》枘，柱也。又《集韶》奴困切，音嫩。草始生貌也。《集韵》：“榫，剡木入窍也。”又：“卯，事之制也。”《六书故》：“儒税切，木之相入，牝为凿，牡为枘，凿空为凿，入空为枘。《淮南子》借用芮，又音讷。”《正字通》：“枘以入凿，其象牡；凿以受柄，其象牝。今俗犹云公母榫。”剡木入柄曰榫，俗曰榫头。受榫之孔曰卯，俗曰卯眼。明周圻《名义考·地部·榫卯》：“枘凿者，榫卯也。榫卯员则员，榫卯方则方，今俗犹云公母榫。”

成功，是因为那些互避互让、但又相辅相成的榫头和卯眼起着决定性的作用。构件之间，金属的钉子完全不用，鳔胶黏合也只是一般辅佐手段，凭借榫卯就可以做到上下左右、粗细斜直，连合理，面面俱到，工艺精确，扣合严密，间不容发，常使人喜欢赞叹，有天衣无缝之妙。”

“榫卯结构”构成了中国传统家具的基本框架，并以此在世界家具艺术中独树一帜。李约瑟在《中国科学技术史》中写到：“就技术的影响而言，在文艺复兴之时和之前，中国占据着一个强大的支配地位……世界受中国古代和中世纪的顽强的手工业者之赐远远大于受亚历山大时代的技工、能言善辩的神学家之赐。”传统家具的生产方式在中国延续了几百年甚至上千年，中国的榫卯技术成就，为世界文明的发展做出了贡献。然而，随着西方现代文明的强势输入，明清之后中国风格的家具出现了断档，我国家具的形式和风格长期停留在单一的层面。与批量化、个性化的现代家具生产相比，传统家具的生产方式难以适应现代生产和生活。因此，生活方式的变迁和制造技术的现代化，对于中国传统而言缺少主体性。这种现代化是从西方移植的，没有建立在中国的社会和技术传统之上。针对传统家具的断档所引发的问题，我们需要探索如何充分提炼传统的生活文化，提升审美品格，使传统家具进入现代生活体系；如何对传统家具的结构进行改造，以适应现代生产条件。从这个意义上说，对传统家具榫卯结构的研究是理解传统家具结构、发扬传统家具文化的切入点，目的是用现代生活方式及生产方式的角度和理论来探讨中国传统家具的创新问题。

本书以传统家具中的榫卯结构为研究对象，主要研究如何通过创新过程撷取、储存以及再利用榫卯结构中蕴含的文化性与技术性。

## 二、研究框架

本书的研究脉络分为三大步骤：第一部分介绍研究的内容与背景，回顾传统家具榫卯结构的起源与发展过程。传统建筑的大木构造系统及竹家具结构系统，均是影响家具结构发展的主要构造形式，本书通过配合已有史料，整理出根源与发展的脉络，寻找传统家具结构系统演化的相关因素，希望从结构发展的脉络中对传统家具结构的现代改造有所启发。第二部分着重于传统家具榫卯结构的分析，从传统家具构造的损坏现象、类型、部位以及木材特性等方面进行初步探讨，由整体性能、典型部件分析等模式，建立传统家具榫卯结构研究的基本架构。第三部分从文化符号、功能、生产方式等不同的角度探讨传统家具结构改造的途径，并根据前面分析获得的经验，以粽角榫改造的实际案例验证传统家具结构改造的原则，并针对粽角榫改造的分析结果，讨论相关改造的缺失，拟定后续应用的策略。



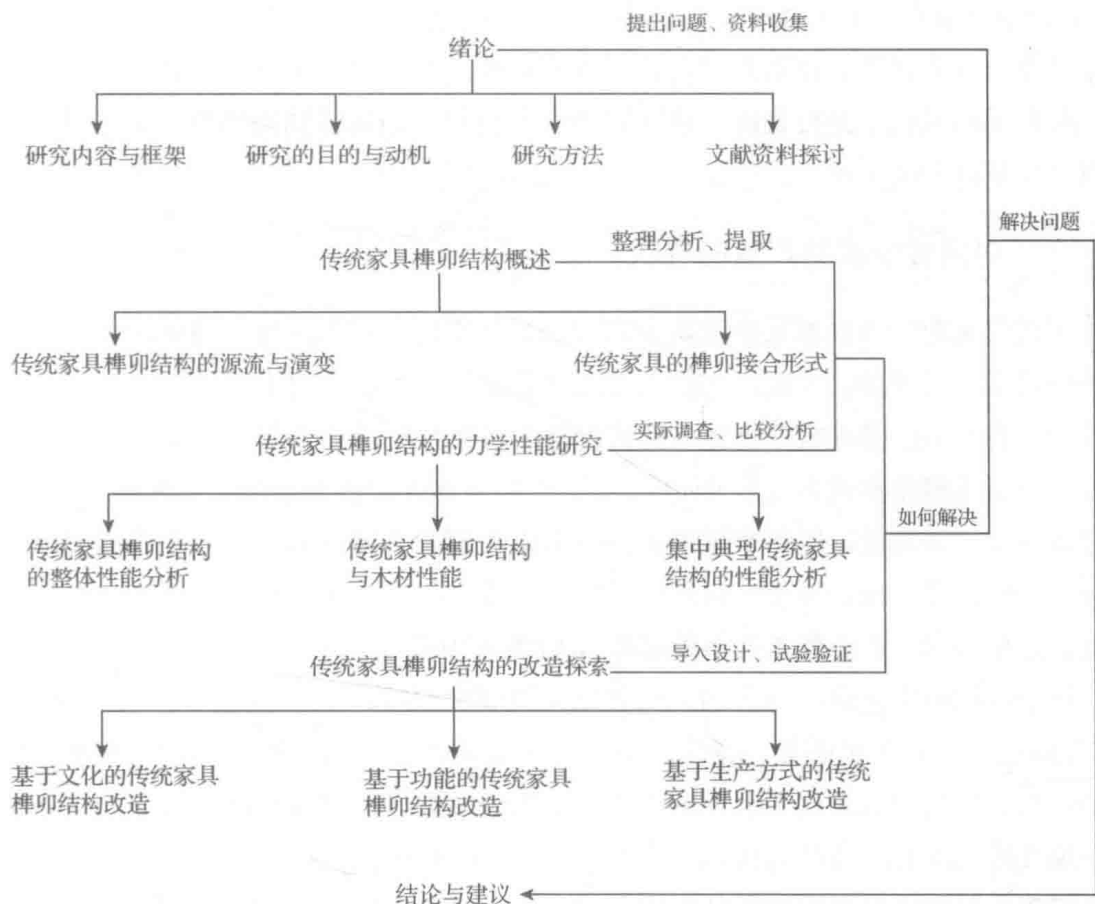


图 1-1 本书研究框架示意图

## 第二节 研究的背景与意义

在中国走向全球化的时代，中国人越来越清楚地认识到文化的重要性。十七届六中全会首次从完整意义上制定“文化强国战略”，强调“文化自觉与自信”；十八大报告强调“建设社会主义文化强国，关键是增强全民族文化创造活力”；十九大报告强调“要坚持中国特色社会主义文化发展道路，激发全民族文化新创造活力，建设社会主义文化强国”。

英国文化研究学者雷蒙·威廉斯(Raymond Williams)在解释文化定义时，提出：“文化是一个整体生活方式，艺术是社会组织的一部分，从根本上受经济变化的影响”。中国文化首先是生活的文化。传统家具承载着生活的文化，它和人们的生活息息相关，传递着身份地位、伦理观念、宗教信仰、愿景期望、生活习惯等信息，又体现了一个民族的智慧与审美。

经济的发展潜移默化地改变着人们的心理和需求，人们在生活文化上“回归传

统”，开始寻求本民族的东西。在此背景下，传统家具再次兴起，渐成潮流。中国人对于传统家具的热爱，使得我们有必要重新审视过去所拥有的文化资源，汲取传统精神，在传承的基础上进行创新，设计能使人们获得熟悉和认同的情感、真正适合并属于自己民族的产品。

## 一、中国传统家具产业的现状

现代意义上的传统家具生产始于20世纪70年代，首先从具有传统制作工艺基础的一些沿海地区开始，形成一些使用当地材料制作传统家具的手工业生产作坊。自90年代起，在土地、劳动力取得容易的情况下，过去只有几台简易木工设备的作坊很快成长至具有规模生产线的生产企业，传统家具产业得到快速的发展。除北京、苏州、广东等传统产地之外，近年来形成了广东中山大涌、福建仙游、浙江东阳等新兴的传统家具产业集聚区域，据统计目前中国传统家具中仅红木家具年总产值就已达1000亿元，占中国家具产业年总产值的10%，传统家具迎来了发展的黄金时期。

从产品风格上来看，由于现代社会交通和信息上的高度发达，“京作”“苏作”“广作”等地域性区分不再明显，传统家具生产企业的产品工艺、风格与所在地域过去的风格没有直接的联系。由于生活方式、居住条件以及人们的价值观念发生了很大的变化，现代传统家具产品的风格趋向多元化，有原汁原味保留传统家具韵味的仿古家具，也有根据现代审美意识设计的新中式家具，产品向实用性、功能性的方向发展，与生活更加贴近。如20世纪80年代出现的“宝鼎沙发”、90年代的“战国沙发”及21世纪初友联的“明式客厅家具”等都很有代表性，传统家具产业在发展中正逐渐形成自己的特色。

从行业特色来看，传统家具企业以中小企业居多，加工设备投资小且效率较低，属于技术密集型产业。虽然近年来行业内涌现了一批领军企业，产业集聚区域的政府也加大支持力度进行技术攻关，如大涌镇在2007年成立了木材干燥中心，引导企业向现代化干燥方向发展。但总体来说，传统家具生产企业缺少产品设计、工艺研究和设备研发，科研滞后于产业的需求和发展，还有许多关键技术需要攻克。

## 二、中国传统家具产业目前存在的问题

传统家具产业经过三十年的发展，取得了一定的进步。但是近年来随着全球经济下行，传统家具产业面临市场萎缩、成本上涨的情况，加之传统家具属劳力密集型产业，准入门槛低，前几年盲目扩张，导致产能、商能过剩。传统家具产业在高速增长时期曾经被暂时掩盖的一些行业性深层次矛盾和问题，开始逐步暴露出来。总体来说，传统家具产业的发展主要存在着对材料的高度依赖、结构改造的不尽合理、缺乏创新

意识等问题，这些问题影响和制约着传统家具产业的发展。

### 1. 唯材质论

在传统家具文化的发展过程中，曾先后使用过黄花梨、紫檀、红酸枝等材料。明代文人欣赏黄花梨家具，因为其“层峦叠嶂”的纹理体现了文人对自然、诗意生活的追求，明代文人文震亨所著《长物志》中把“天然几”描述为“以文木如花梨、铁梨、香楠等木为之……”，这里说的“文木”，指的是纹理美观的硬木。清中期，紫檀已稀少，此时出现的红酸枝材料，纹理深似紫檀、光泽可见，满足了达官贵人在使用及心理上的需求。“红木”一词，最早出现在郑怀德所著的《嘉定通志》一书中，“红木，叶如枣，花白，所产甚多；最宜几案柜栳之用，商船常满载而归。其类有花梨、锦莱，物价较贱”。在其后的历史文献中红木被普遍认为是一个树种。《古玩指南》中提及：“唯世俗所谓红木者，乃系木之一种专名词，非指红色木言也”，木之一种，指的是老红木，“木质之佳，除紫檀外，当以红木为最”。古斯塔夫·艾克在《中国花梨家具图考》中也提到：“乾隆年代制品的老红木同样也被鉴定为安达曼红木的一个亚种。经过上蜡和经过年久成熟，其黑红色质地更加美观，可能使这种木材作为贵重紫檀木的替代品得以流行起来。”

现在，红木成为人们对传统家具用材约定俗成的名称。在功能之外，红木家具成为一种身份和地位的象征。根据2000年实行的《红木》国家标准(GB/T 18107—2000)，红木的范围确定为5属8类33个主要品种。2018年7月起实施的《红木》新国标(GB/T 18107—2017)把红木的范围修改为5属8类29种。5属以树木学的属来命名，即紫檀属、黄檀属、柿属、崖豆属及决明属；8类以木材的商品名来命名，即紫檀木类、花梨木类、香枝木类、黑酸枝类、红酸枝木类、乌木类、条纹乌木类和鸡翅木类。红木是指这5属8类木料的心材。这一标准出台的背景是当代传统家具企业生产用料主要依靠进口，硬木产地主要是东南亚、非洲和南美洲。这些材料类别名称十分复杂，商家经常以相似的木材冒充“名贵”木材。

实际上，红木家具的大量使用已经对砍伐地的森林和生态造成了严重的影响。红木家具标准中的大部分材种来自热带雨林的树种，其中很多都是濒危灭绝的树种。比如通常被用来制成地板、家具的鸡翅木，是世界自然保护联盟红色名录(IUCN)上列出的濒危物种之一。森林资源的利用应当满足人类的社会、经济、生态、文化和精神需求，消费者应该要求他们购买的木材和其他林产品不会对森林造成破坏。

唯材质论混淆红木与传统家具的概念，忽略了传统家具的结构、工艺与文化价值，人为地贬低了日常生活用具中淳朴自然的民间工艺，割断了地域性家具材料特色，审美倾向繁复、臃肿。日本著名民艺理论家柳宗悦认为：“只有从民艺的世界中，才能寻求产生于自然的、健康的、朴素的灵动之美。”红木家具“热”折射了一定的社会现

象,如果说明式家具代表的是明代的文人文化,红木家具则体现了追求缤纷亮丽的物质和世俗文化,发展到现在只有少数人能消费,市场越来越小,慢慢地和广大的民众消费者脱节。在这种情况下,传统家具的发展失去了其赖以生存的土壤,导致了停滞不前和畸形发展。

2012年8月,《红木家具通用技术条件》(GB 28010—2011)开始实施,该项标准首次定义了红木家具:“红木家具在各类木家具产品中是使用耐久性最长、最具代表性的中国传统家具,它综合了历史上自明清至今硬木家具的榫卯接合工艺、木雕工艺、线脚工艺、镶嵌工艺、攒边(嵌板)工艺、髹漆工艺、烫蜡工艺、藤编工艺、涂饰工艺、金属件装饰工艺等,集中展现了我国优秀的传统技艺和装饰艺术的精华,是当今世界家具产品中具有鲜明中国民族特色的传统工艺家具中的一类产品。”与原来的《红木》国标相比,此标准提倡开发和使用新型的家具材料,在继承传统的基础上,立足于传统技艺与当代科技的结合与发展。

长期以来,传统家具产业的发展形成所谓的“材料依赖”,制约着人们的主观选择,材料商在其中扮演着举足轻重的角色,材料成为制约产业进一步发展的“瓶颈”。相信随着资源的约束和人们环保意识的增强,传统家具的核心竞争力并非局限于材料本身,应该更多地重视设计和工艺,以做到材尽其美,材尽其用。

## 2. 结构问题

为适应现代工业生产,生产企业对传统家具的结构进行了改造。这中间有些改造是成功的,在保证强度的同时提高了加工效率;有些改造的合理性有待商榷,需要时间来检验;有些改造甚至是偷工减料的,莫里斯所批评的机械生产所显露的劣质,在部分急功近利的企业的产品中体现出来,成为营利主义的牺牲品,下面以传统抱肩榫的改造为例加以说明。

抱肩榫是传统家具中束腰的常见榫卯构造,作用是接合腿足与束腰、牙条、面板,如图1-2所示。具体做法是在腿足束腰以下的部位,切出与牙条对应的 $45^\circ$ 斜肩,并凿三角形榫眼,与牙条三角形的榫舌拍合。斜肩上还做有上小下大、断面呈梯形的“挂销”,与开在牙条背面的槽口配合。这样面板自身的重量及承重分散在束腰和牙板上,通过抱肩榫传递到腿足。挂销的使用,限制了构件在水平方向上的移动,从而使牙条和腿足成为一体。此外,牙条通过 $45^\circ$ 角斜肩嵌入,与腿足在同一平面上,保证了外观的简洁性和整体性,也提高了重量传递的均匀程度。传统的做法在腿足上需要进行多次铣切加工,且基准面不容易确定。因此,现代生产中往往改变抱肩榫原来的三维结构,在牙板与腿足上各自开槽,使用楔钉固定牙板和腿足,如图1-3所示;有些甚至将腿与顶面的接合分离,通过大量使用栽榫,依靠胶黏剂的作用连接面板和束腰,如图1-4所示。这些做法节省了腿足部分的材料,工艺简单,但主要依靠胶黏剂的作

用，失去了传统榫卯结构三维连接的优点。牙板拍合后起不到左右拉紧、越拉越紧的作用。在胶黏剂失去作用以后，牙板容易拉开并且不容易修理。

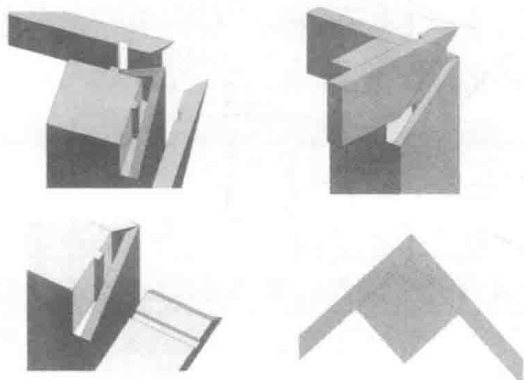


图 1-2 抱肩榫中牙板与腿足的接合

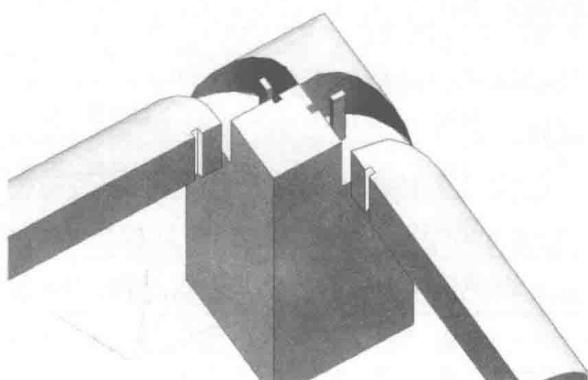


图 1-3 改造的抱肩榫中牙板与腿足通过楔钉接合

注：为清楚地显示牙板与腿足连接的结构，图中略去腿足部分上端与面板连接的榫头，下同。



图 1-4 假抱肩榫中使用栽榫

### 3. 观念受到束缚

对于传统家具的创新问题，一直存在不同的观点。有人认为传统家具的改造不能改变其榫卯结构，不能使用现代的连接件；有人认为在改造过程中传统家具的内部结构可以改变，但要保持外观造型不变。作者认为传统家具不应该被理解为固化的概念，而是一个不断发展的、开放的体系。从文化的角度来看，中国传统文化是兼容之学，而非封闭的系统；从实用的角度来看，家具是生活的艺术，应该随着社会的发展和人们审美意识的变化而不断创新。与农耕时代的生活方式、生产方式相比，现代社会发

生了巨大的变化,传统家具的各方面都应该相应地做出调整,如表 1-1 所示。

表 1-1 传统家具与现代家具的时代背景比较

属性	传统家具	现代家具
时代	农业时代	工业时代
环境	封闭性、稳定性	开放性、流变性
发展	微调、渐变	经常演变、革新
原料	天然材料	工业生产的原料
生产方式	单件定单生产	部件化批量生产
结构	木质结构、依靠经验	多元化结构、科学计算
传统技艺掌握程度	熟练木工	半熟练或无基础
新技术接受程度	文化低、接受新技术较慢	专业教育、接受新技术较快
设计创新	遵循法式、则例	突破法式、灵活设计
	程式化	注重功能、个案处理
	传统引导、风格统一	时尚引导、理念与风格多样
	空间类型少、功能简单	空间类型多、功能复杂

### 第三节 文献探讨

#### 一、古代文献

中国古代的营造技术在木结构建筑、家具方面都取得了很高的成就,但因历史上重文轻技的原因,工匠技艺仅靠师徒传承,而不靠规范存世,留存下来的记述木作技艺的典籍非常少。留存的典籍可分为两类,一类以记录当时生活场景为主,描述各类家具的形制;一类是官方颁布的类似于规范或标准的手册,用于工程考核和管理。描述形制类的代表性文献有《鲁班经》《三才图会》及《遵生八笺》等。《三才图会》又名《三才图说》,是由明代王圻及其子王思义撰写的百科式图录类书籍。成书于明代万历年间,共 108 卷。对早期家具尤其几、俎、屏风的形制有详细的描述。《遵生八笺》由明代高濂撰写,全书共分 8 卷,其中《起居安乐笺》从养生的角度谈家具的形制和材料,将部分家具归类为“怡养动用事具”,如宜床、竹榻、禅椅、几等,富有生活气息。《鲁班经》又名《鲁班经匠家镜》,成书于明代,是一本民间匠师的业务用书。《鲁班经》记录家具形制多达 30 余种,如桌椅式、大床式、箱柜式、镜架式等,构件尺寸记

录较为详细。

用于工程考核和管理的标准或手册有《考工记》《营造法式》《清代匠作则例》等。《考工记》是目前所见年代最早的手工业技术文献，记述了当时手工业生产的制造工艺和质量规格，包括木工、金工、皮革、染色、刮磨、陶瓷等六大类，其中攻木之工又细分为轮、舆、弓、庐、匠、车、梓七种，文中对于不同木材用于不同部位有详细的记载，并提出相应的选材、用材要领。《考工记》中所表述的“天有时、地有气，材有美，工有巧，合此四者然后可以为良”成为中国传统造物的原则和价值标准。此后五代至北宋有《木经》，元代有《梓人遗制》，但都不完备且大部分失传。宋代李诫的《营造法式》相对比较完整，其第6至第11卷介绍小木作制度，但这里的小木作所指并非家具，而是门窗、室内外隔断类，天花板类，神龛、经橱类等固定性陈设。

在清代的各种则例中，匠作则例是有关修建、营造并涉及清代社会许多方面的重要文献。《清代匠作则例》已见者约70种，内容涉及40余作，王世襄先生整理的《清代匠作则例汇编》中关于装修作有2259条。《清代匠作则例》对于研究传统家具来说，最大的帮助是通过物料名称和规格清单，能找出器物构件的名称及构件之间的关系。比如明式圈椅，则例中列出了边、抹、心子板、拖枱、腿子、踏枱、顺枱、横枱、牙带、荷包牙子、迎面欢门牙子、踏枱下螳螂牙子、月牙扶手、背板、金刚掙柱、扶手前坠角牙子等16种构件的名称及尺寸，以及各种连接构件如透榫、半榫、平头榫、合角扣榫、板槽、穿带槽的数量，以及雕刻纹样番草结子花的做法等。因为匠作则例不以传授技法而以经济核算为主要目的，与《营造法式》相比，《清代匠作则例》有很大的局限性，比如制作工艺、整体及构件的式样等，在匠作则例中较少提到。

## 二、近现代学者对传统家具的研究

1932年，古斯塔夫·艾克先生出版了第一本有关明式家具的专著《中国花梨家具图考》，对传统家具进行开创性的研究工作。该书不但是中国传统家具的经典著作，也是最早对明式家具进行系统介绍的外文书籍。杨耀曾协助艾克进行传统家具的研究，撰写《中国明代室内装饰和家具》《我国民间的家具艺术》等明式家具重要论文，对明式家具的产生背景、类型、榫卯结构、造型及装饰、工艺技艺等方面进行了比较系统的研究和总结。陈增弼将其论文整理，出版《明式家具研究》一书。王世襄根据使用功能对传统家具进行分类，收集和整理了传统榫卯结构的一些术语，描述并绘制了较为完整的榫卯结构图。王世襄的《明式家具珍赏》与《明式家具研究》的出版，将中国传统家具的研究成果推向了世界。

## 三、当代学者关于传统家具现代化的研究

对家具结构进行系统地量化研究的是美国普渡大学的卡尔·艾克曼(Carl A.

Eckelman), 他系统地介绍了适用于家具强度设计的理念和原则, 提出大部分家具破坏都是由于接点强度不够引起的, 力求使设计师可以分析特定的某种家具的强度需求, 从而可以科学地确定零件所需的尺寸, 以及为满足这种需求应采用的接合方式。艾克曼教授主要研究了现代的连接方式, 包括圆棒榫及简单的榫接合形式、螺钉等。在结构改造方面, Haviarova 等与 Eckelman 等通过试验发现为发展中国家设计的校园椅可以使用简单工具, 采用椭圆棒榫卯结构, 榫眼可以使用电钻或铣床进行加工, 榫头可以通过铣刀或刨刀成型, 这种接合无需复杂的安装与特殊设备。在榫卯结构方面, Tom McKenna 等试验了 18 种接合形式并进行破坏性试验, 比较不同形式的强度, 发现在使用 Titebond III 型胶黏剂的情况下, 最强的结构分别是 Half lap joint(半搭接榫)和 Bridle joint(搭嵌榫)。周忠祥对三种常用的、易于机械加工的斜角榫接合试件的强度(抗拉强度与抗弯强度)进行了实验测定, 并从各个方面对其进行比较分析。研究表明, 斜角榫接合形式、胶黏剂种类、加压时间等各个因子都不同程度地影响着木框角部接合的整体结构性能, 单肩斜角明榫接合效果最好。Aman 和 Ronald L 等通过实验证明栽榫结构的强度介于传统榫卯结构和现代圆棒榫结构之间。栽榫结构在保证结构强度的同时提高了木材的利用率, 已经成为传统榫卯结构之外的一种选择。

许柏鸣提出在家具的设计方面要继承中国的传统文化, 综合应用人体工程学原理、现代工程力学的方法、材料科学知识以及现代设计理论对明式家具的设计思想与形成基础进行了深入的剖析, 并提出传统家具现代化改造的途径, 即一是品种扩充; 二是工业化设计改造; 三是根据明式家具中提炼的有型元素进行现代设计; 四是以设计思想为主不拘泥于明式家具外在形式来开创中国家具的新局面。林作新主张将明式家具中优秀的形态元素提取出来, 重新组合以符合现代人的生活习惯和审美习惯, 在观念上解放了传统家具的材料和工艺。关惠元提出传统家具现代化应遵循五个基本原则, 一是进行传统结构现代化时, 应充分保留设计所需要的传统风格或传统家具元素的外在特征; 二是尽可能以机械或半机械代替手工加工的比例; 三是改进后的结构具备能实现高效生产的能力; 四是结构的装配简单快捷、接合强度高、刚性好; 五是固定与拆装使用, 榫接合与连接件接合搭配使用, 在提高接合强度、降低接合成本、减小包装体积、节省总成本等方面做综合优化选择。唐开军认为榫卯结构不适应工业化大生产的需要, 在其结构改进的举例中选用现有的可拆装式五金件结构和 32mm 系列模数系列来替代榫卯结构。

此外, 王天在《古代大木作静力初探》一书中首次对古代建筑大木作进行了结构力学的研究, 尽管他研究的重点是传统的大木作结构, 但其研究方法值得借鉴。如同陈明达先生在《古代大木作静力初探》的序中所言, 一般致力于古代建筑的研究者, 都缺乏结构力学的基础; 而专攻结构力学的学者, 又缺乏古代建筑的知识, 因此两方面均因无从着手而退避三舍。在传统家具的榫卯结构研究方面, 情况亦是如此, 在该领域



有很多方面的研究仍然是空白的。总体而言，对于传统家具榫卯结构理论的探索仍较为缺乏。

## 第四节 研究方法

### 一、田野调研法

作者多次对北京、中山、浙江、山东等传统旧家具销售集聚区域进行田野调查，搜集传统家具破坏模式的案例，整理资料并分析、总结传统家具结构的优缺点；选择传统家具生产企业，记录不同的结构做法，观测生产工序。

### 二、结构强度试验法

本书进行了大量的结构强度试验，主要包括抗弯强度、引拔强度的测试。试验中综合运用定量分析和定性分析的方法，通过数据验证理论，记录现象并进行深入分析。

### 三、对比分析法

如表 1-2 所示，本书使用对比分析的方法阐述了中国传统家具结构与西方家具结构、传统建筑结构与家具结构、传统竹家具结构与硬木家具结构之间的关系；比较传统夹角榫与其他 45°角接合形式、格肩榫与直角榫、传统粽角榫与其他各种改造接合方式的抗弯强度；比较走马销与直榫的引拔强度。

表 1-2 对比分析方法在本研究中的应用

项目	内容	
结构形式	传统家具结构	传统建筑结构
	传统家具结构	传统竹家具结构
	中国传统家具结构	西方家具结构
抗弯强度	传统夹角榫	直角榫、揣揣榫、燕尾榫
	格肩榫	直榫
	传统粽角榫	各种改造接合形式
引拔强度	走马销	直榫