

模块划分的榫卯结构在灯具设计中的应用

贾晶晶

(山西工学院, 朔州 036000)

摘要: **目的** 将我国传统的榫卯工艺与现代灯具产品设计相结合,一方面可以唤起用户对传统文化及交互情感体验的需求;另一方面有利于探索榫卯元素怎样运用到灯具设计领域及在该领域发展的可能性,为灯具设计开发应用提供新的设计思路。**方法** 从模块划分的产品功能、结构、生命周期三方面入手,根据造型因子分析法选择恰当的榫卯结构结合传统文化造型元素,建立系统的模块榫卯结构设计流程模型。**结论** 按照模块划分的设计方法,结合传统榫卯文化进行灯具设计尝试,这样既可以丰富灯具产品的设计风格,又关注到用户情感方面的需求。本研究详细分析了榫卯元素与现代灯具设计结合的优势,并通过设计流程模型指导完成了落地灯的设计实例。研究所做的一系列探索有利于提升灯具产品的文化价值,拓展现有灯具市场。

关键词: 模块划分; 榫卯结构; 灯具设计

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)14-0230-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.14.029

Application of Mortise-Tenon Connection of Module Division in Lamp Design

JIA Jing-jing

(Shanxi University of Technology, Shuzhou 036000, China)

ABSTRACT: The traditional mortise and tenon joint technology in China is combined with the design of modern lamps and lanterns. On the one hand, it arouses users' demand for traditional culture and interactive emotional experience, it provides a new design idea for the lamp design development and application. From three aspects of module division, product function, structure and life cycle design thinking. According to the modeling factor analysis, the proper Mortise-Tenon connection and traditional cultural modeling elements were selected, set up the design process model of Mortise-Tenon connection for system module partition. The design method of lamp design according to module division is put forward. Combined with the traditional Mortise-Tenon connection culture, It can not only enrich the design style of lamps and lanterns, it also focuses on the emotional needs of users. The advantages of the combination of mortise elements and modern lamp design are analyzed, and completed the application example of home lighting design under the guidance of model process, it is conducive to enhancing the cultural value of lamps and lanterns, Expand the existing lamp Market.

KEY WORDS: module division; Mortise-Tenon connection; lamp design

灯具作为最基本的照明设备,与人们日常生活结合非常紧密。现代灯具设计研究主要从功能、造型、情感、装饰、文化等方面入手,与人建立有效的交互沟通,最终达到人性化设计目的。榫卯结构在中国传统木结构中是极为精巧的发明,普遍运用于结构间的

连接,结实且没有修订痕迹浑然一体^[1]。目前,榫卯结构常应用于家具设计中,将榫卯工艺应用于灯具市场的开发却显不足,如何继承并发展这门传统文化技艺,让其在灯具设计中焕发新的生命,搭建传统文化技艺与产品创新的桥梁,是本研究的重点方向。

收稿日期: 2021-04-03

作者简介: 贾晶晶(1986—),女,山西人,硕士,山西工学院讲师,主要研究方向为文创产品设计、数字媒体设计。

1 榫卯结构的应用前景

榫卯结构在我国拥有七千多年的历史,早在 2009 年,中国传统的榫卯结构营造技艺就被入选联合国非物质文化遗产^[2]。榫卯结构不需要其他钉或胶辅助,利用两个构件之间的“凹”与“凸”结构,通过两者相互咬合,巧妙连接后形成的关节节点^[3]。“榫”为构件中凸出来的部分,“卯”为构件中凹进去的部分,对不同位置的利用,榫卯的名称也不一样。

1.1 榫卯结构的分类及选择

榫卯结构种类多达百种,常用的也有 30 多种,如何选择适合的节点结构应用于灯具设计,作者采用因子划分的方式对榫卯结构进行分类,按照造型结构划分成单因子和复合因子进行筛选,见表 1,单因子由线、面两部分构成,线造型因子利用横竖方向的成交、交叉、丁字连接,或是直材和弧形材的伸延接合;面造型因子利用面与边或两条边交接接合;复合因子由多个方向构件互相组合,连结的构造形式会涉及更为复杂和特殊的工艺。

1.2 榫卯结构与灯具设计结合的可能

选择灯具设计作为榫卯结构开发的产品切入点,是发现目前灯具设计缺少对非物质文化的大胆拓展和创新应用。

榫卯结构本身很有特点,它没有多余的装饰,天然接缝对产品外观形态不会造成破坏,保证了外观的完整性。凹凸的节点造型变化多样,装配后整体造型稳重、比例协调、统一中又有细节的变化,优雅且自然的极简设计风格同现代人的简约审美观念一致,集中了形式美、科学美为一体,具有一定的美学价值。

榫卯结构由两个构件组成,将一个构件的榫头插入另一个构件的卯眼中,使两个构件连接并固定。榫卯工艺要求精确度高,构件之间长短、高低、多少的巧妙组合,能够有效地限制结构扭动。虽然每个榫卯构件都相对单薄,但是通过特殊的穿插结合,相互支撑,整体却可以承受较大的压力,同时榫卯技术方便了零部件的拆装,可拆装的组合又提供了丰富的形式。

榫卯结构多选用坚硬的材料,硬质材料能够保证结构不发生形变。木材硬度高,磕碰不易损坏,造价成本低,本身又天然、安全、环保、健康,尤其符合现代人对环保的要求,这些都为榫卯结构与灯具设计结合提供了物质基础。

榫卯结构的凸凹形式犹如中国太极符号一样,有着阴阳相生天人合一的哲学思想^[4]。精湛的榫卯木作技艺,展现出古人精妙的智慧,侧面反映出人们尊重自然、合理利用自然、达到与万物和谐共生的平衡状态。这种含蓄、淡雅、朴实正是民族精神,也奠定了榫卯结构与灯具设计结合的文化基础。

1.3 榫卯结构与灯具设计结合的现实意义

榫卯结构可以利用灯光的实用价值、艺术感染力引起人们对传统榫卯文化的关注,通过频繁地“使用—关注—认同—传播—保护—发扬”我国宝贵的文化遗产。随着设计的发展,人们逐渐意识到民族文化的艺术魅力,很多产品设计重心转向文化的继承和创新,通过挖掘本土的艺术特色,摆脱西化、同质的设计思维模式,开辟市场的新路径。因此,灯具设计可以从榫卯结构中寻找文化切入点,榫卯结构也可以通过灯具设计来发扬壮大,两者相辅相成。

1.4 榫卯结构文化要素的重要性

如何设计好一款灯具,通常从六点要素入手,即功能、结构、造型、材料、工艺、文化,除了文化要素,现阶段已对其他要素做过大量的研究。好的设计不能只停留在形态层面,更需要关注用户情感、精神和文化内涵,文化也是产品设计的灵魂主线,带有强烈的可持续性。引入榫卯文化可增强灯具的文创性,带给灯具设计第二次生命,制定完善的榫卯设计体系,可以丰富灯具产品形态的同时,增强用户与产品的交互性。通过设计出符号化的榫卯单元构件,用户在组装过程中既可以体验动手拼装乐趣,又可以学习到榫卯知识,间接增加了用户的使用黏度,引起文化共鸣。当代灯具设计不仅是照明技术从白炽灯、卤素灯、荧光灯、节能灯、高压钠灯、到 LED 灯的创新,也是与非物质文化多角度的有机融合,通过赋予产品

表 1 造型因子分析对应的榫卯结构选择

Tab.1 Selection of Mortise-Tenon Connection corresponding to shape factor analysis

因子划分	单因子		复合因子
因子种类	线因子	面因子	多方向因子
可用榫卯结构	格肩榫、双榫、双夹榫、勾挂榫、楔钉榫、半榫、通榫等	槽口榫、企口榫、燕尾榫、穿带榫、扎榫等	托角榫、长短榫、抱肩榫、粽角榫等
案例			

更多人文价值、美学意识, 从而提升民族文化自信, 体现民族骄傲。

2 模块划分的榫卯结构在灯具中的应用前景

模块划分是产品模块化的基础, 直接影响产品的功能、性能、时间、成本、通用、维修等^[5]。采用榫卯工艺, 根据功能、结构、生命周期等模块划分组合方式, 实现私人定制化和用户需求化为中心的灯具设计。

2.1 模块划分的方法

首先, 将模块划分成产品功能、产品结构、产品生命周期3个部分, 见图1。其中可将产品功能部分拆解为产品的各种附加子功能, 通过对产品的子功能进行装配、信息和空间等方面的关联分析^[6]。产品结构部分可拆解为零部件的互换、共享、总线来描述模块化下的产品组合方式, 既可以满足客户的个性需求, 又可以丰富产品种类, 形成同族产品^[7]。产品生命周期部分又可拆解为环境因素、绿色设计、可维修、可拆卸、再回收、再制造、再利用多模块的划分, 从整体考虑, 在功能与结构的基础上, 总结各模块对产品设计及使用的影响。

2.2 模块划分的灯具设计分析

1) 根据模块划分的设计思想, 展开榫卯结构应用于灯具设计的实践探讨。本研究主要从灯具的结构及生命周期两部分模块进行研究, 功能模块部分以实现基础照明为主, 不考虑例如加湿、音响、智能 AI 等子功能, 因此不作为研究范畴。

2) 按照产品结构模块的方法设计灯具, 可满足设计者、灯具、企业、用户之间的多种需求。该方法从灯具的设计研发阶段开始, 由于榫卯结构都是相对独立的标准件, “榫”和“卯”按照构件之间长与短、疏与密、高与低等多种形式进行巧妙组合, 不同的组合方式可以产生多套设计方案, 从而节省了研发时间及成本。组件替换见图2, 只需设计灯罩中榫卯单元构件的造型样式, 就可以实现不同用途类型灯具间的相互共享, 实现同组件的替换, 这样方便了灯具的二次改装。灯具外观的可塑性除了丰富灯具种类之外, 还使得静态展示的灯具增加了动态的可能性; 用户在动手参与灯具的改装过程中, 利用不同造型的榫卯构件对原构件替换, 从中体验到灯具造型变化的乐趣, 这也是站在用户情感设计、人性化设计的角度出发, 获得对灯具功能与形式的理解和情境的认知, 产生心理共鸣, 达到放松心情作用^[8]。

3) 生命周期模块划分包括产品的培育期、生产期、储运期、销售期、使用期、淘汰期^[9]。灯具产品的社会需求量大, 每家每户都会使用, 有着广泛的市场基础, 设计研发阶段重点集中在榫卯构件样式的系

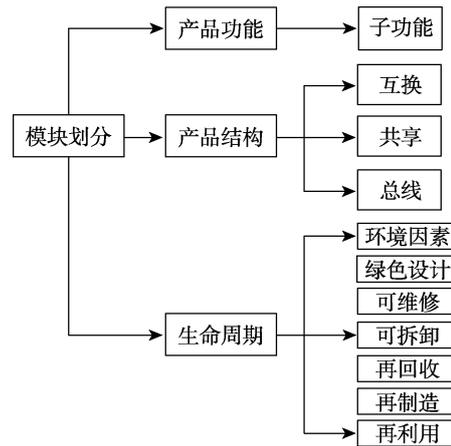


图1 模块划分的方向

Fig.1 Classification of module division

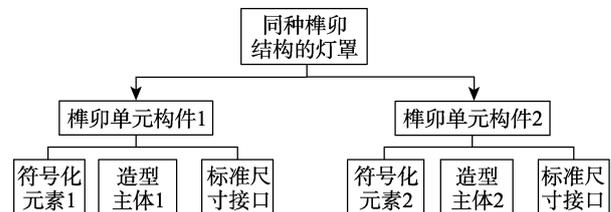


图2 组件替换

Fig.2 Component replacement

列化开发。木材相较于其他人工合成材料的生产工艺单一, 以对原材料的切割为主, 前期投入门槛及规模较低, 常用设备有传统的开榫机, 数控开榫机, 现代数控木工机械, 由于加工生产以这种标准的榫卯连接构件为主, 所以只需设计好榫卯构件的结构和尺寸后使用开榫设备进行切割加工即可, 保证了高效的生产过程。这种标准化可拆卸的榫卯构件能较好地突出灯具在运输途中省空间、安全性、便捷性等优势, 当产品到达用户手中后, 用户自己组装即可。榫卯是传统木作结构的精华, 也是一种文化的传承, 它有机地将文化与灯具结合, 增加了新的卖点, 填补了现有市场上的空白。木材是良好的热、电绝缘材料, 材质轻、强度大, 释放的芬多精具有抗菌、净化空气的作用, 居家环境中使用非常安全, 能唤起用户对自然的追忆。用户可灵活地使用标准榫卯构件自由搭配设计灯罩, 局部替换不同造型的榫卯构件达到等同购买一件新产品的效果。模块重组最大化利用了榫卯结构的特性, 方便灯具在后续使用过程中的维护, 如果有部分榫卯结构件丢失或损坏, 直接替换新的即可, 间接延长了产品的使用寿命。

3 模块划分的卯结构灯具创新设计实践

借鉴燕尾榫结构进行落地灯的创新设计, 依据模块划分的榫卯结构设计流程(见图3), 利用和改造传统手工艺, 将灯罩部分设计成自由组合的标准构件, 实现批量化下榫卯结构与灯具产品的结合。这

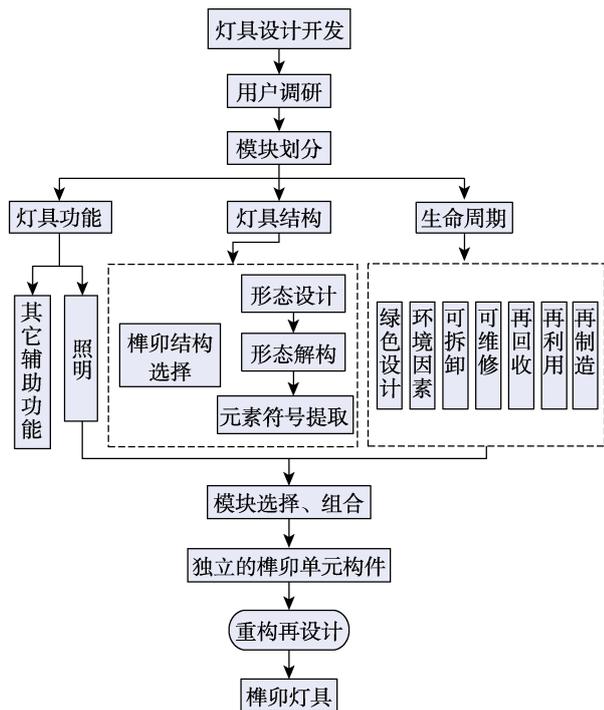


图 3 模块划分的榫卯结构设计流程

Fig.3 The design process of mortise and tenon structure divided by modules

种探索使得传统民族文化在新时代中重新散发生机，更是对用户人文和情感需求的关注，非遗文化传承在产品设计中往往转化为形态的语意进行表达，通过具体的造型实现最终方案。

模块划分贯穿整个落地灯的设计，标准化的榫卯凹凸构件接口，简化了生产流程，模块的自由组合满足了用户的个性需求，标准化的榫卯构件对灯具各部分起到连接、固定、成形、调整的作用。整个落地灯由灯罩、灯柱、灯座三部分结构模块构成，这些模块可设计成不同的造型，但榫卯结构的接口和尺寸要保持相同。用户根据个人喜好，利用模块的互换性、独立性、通用性，选择不同造型的结构模块进行自由搭配，实现灯具造型的多样变化。

3.1 用户需求分析与设计定位

1) 用户需求分析：通过对灯具进行市场调研后，将目标用户群体锁定在 21~42 岁的中低消费群体。该群体比较年轻，普遍受过良好教育，思想独立，追求个性，注重情感需求，易于接受新鲜事物，喜欢简洁、实用、环保的现代设计风格。该群体有一定购买基础，选购灯具时关注实用性、装饰性、经济性三方面，希望以适中的价格买到使用寿命长，易于保养维修的灯具。材料上选择木板材，符合家庭环保的要求，榫卯元素的应用恰好符合该群体对文化个性的需求，灯具需要构件间的穿插安装，这种交互性也满足了情感的需求，实现用户追求文化层面的富足和自我价值的实现。

2) 设计定位：随着生活范围空间的扩大，分为家居空间和公共空间，灯具衍生种类也随之增多^[10]。考虑到用户与空间活动的紧密程度，家居灯具更能引起人们的关注，根据家居使用环境可将灯具细分为顶灯、台灯、壁灯、落地灯等。榫卯文化与灯具设计结合需要更广泛的生存领域，结合灯具行业生产特点，形成一整套榫卯灯具的设计体系，系列化灯具便于开发新类型、扩大生产、降低成本，选定系列化家居灯具作为研究对象，引入模块化划分的方法，将灯罩设计成榫卯结构的模块组件可替换变化，使灯具造型灵活多样。今天越来越多的消费者喜欢通过网络平台完成对商品的购买，线上购物就格外关注物流和安装，可拆装的灯具降低了包装运输和安装成本，节约了物流体量。

3) 灯具设计还要考虑照明对环境的影响，光的照度、亮度、炫光性、色温、显色性等因素均能对人的情感和精神产生明显影响^[11]。根据居家照度标准，所设计的落地灯以环境照明中的营造氛围为主，便于黑暗中行动；采用直接照明为主，照明标准在 20~50 lx，光源选择暖色的 LED 灯或白炽灯，间隔镂空的灯罩，灯光从木头间隔中流出甚感温馨。

3.2 标准件的符号化提取

从形态、纹样、线条及精神寓意等方面收集了 15 个具有代表性的传统元素，根据灯罩造型特点最终选择以“如意”元素进行解构重构再设计。“如意”在中国传统图形图案中有着吉祥富贵的美好寓意，成为承载着祈福等美好愿望的馈赠礼物，后演化为财富、身份、地位的象征，不少文人墨客把它作为文房把玩件。“如意”能唤起用户对传统文化的视觉记忆，其形态中显著的特征是柄首三瓣卷云式和手柄的曲线线条，把握造型的典型特征，将“如意”形象进行抽象化和符号化的提炼，保留手柄的曲线线条，概括柄首的三瓣卷云式，保留一大一小的柄首形态特征，用几何形的方式表达，最终概括提取出符号化的单元构件形态，既可以传递传统的视觉价值，又可以将其背后代表的文化内涵融入灯具设计中。

3.3 榫卯结构的选择

根据系列化的设计要求，应用榫卯结构前需要先进行筛选，选取适合设计的结构。将灯罩部分的“如意”凹构件和灯罩中起固定支撑的圆环状凸构件对接，由于两个连接面不在同一水平方向上，两部分构件需一定的接触面，可视作面与面的结合。根据从面因子的榫卯结构中选用易于加工制作且能较好防止松动的燕尾榫作为各构件之间的连接方式，既可以保证灯罩的使用结实，又可实现模块化替换的拆装理念。

3.4 模块划分的设计实施方案

根据模块划分的设计思想进行落地灯设计，最大

表2 落地灯设计流程实施过程
Tab.2 Floor lamp design process implementation process

文化符号元素提取	提炼后的符号形态	形态象征意识	加工灯罩的燕尾榫单元构件	组合转化后的效果
		整体轮廓呈现出自然非对称的曲线美, 造型饱满圆润, 体现一种韵律之美		



图4 落地灯设计作品
Fig.4 Floor lamp design work

化地实现易损件可替换, 外观形态可更新, 易拆卸安装等。灯罩部分应用榫卯结构的独立单元构件进行设计, 标准化的接口可为灯罩设计出两种以上的造型效果; 灯柱和灯座部分设计出基本型后, 采用统一尺寸的肩榫接合, 搭配出多种造型组合。

设计实施流程见表2。灯罩采用仿生设计方法, 将提取的“如意”元素符号加工成“如意”榫卯单元构件, 利用燕尾榫形式拼成一个抽象牵牛花的造型, 设计不同造型的单元构件或是调整内部圆环状凸构件的直径大小都可以改变灯罩外观, 扩展设计。灯柱与灯座底部同样也应用榫卯连接方式, 实现了灯柱造型模块的替换, 为用户提供更大自由度的选择。灯罩部分选用五厘板, 灯柱和灯座选用榆木, 整体设计保留原木本色, 不上有色漆, 展现自然的现代风格, 为消费者营造一种简洁、雅致、温馨、安全的感受, 既绿色环保能够传递家的亲切感, 又保留榫卯结构最初的样子, 涵盖了传统的韵味, 最终完成了对灯具设计新的探索, 笔者根据模块划分的思想结合榫卯元素指导学生完成的设计成品见图4。

落地灯的榫卯接口采用模块设计, 通过自由组合这3个部分的结构模块, 实现了灯具主体造型的多种变化, 除了上文中阐述的设计实例之外, 还进行了其他方案的探索。组合的可能性很多(见图5), 一种造型的灯罩榫卯构件模块, 搭配3种造型底座和灯柱



图5 落地灯的模块组合方案
Fig.5 Module combination scheme of floor lamps

的模块,至少可以形成 4 种不同样式方案;一种底座和灯柱造型的模块组合,只需要替换灯罩模块的样式,可以实现两种以上落地灯的设计方案。当灯具构件有损坏时,每部分结构模块都是独立的,很好拆卸并进行局部替换,延续了产品的可持续使用。

4 结语

榫卯文化不应该局限于传统的行业、形式、结构中,将榫卯元素应用于现代灯具设计领域进行创新开发,赋予其具有时代气息的表现形式^[12]。根据模块划分的设计流程,利用榫卯的稳定结构,采用自由拆装的标准件,既可丰富灯具形式,又可重复利用,调动用户动手参与的乐趣,为传统文化及手工艺在现代设计中继承和发展提供新的尝试途径。

参考文献:

- [1] 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.
DONG Hua-jun, SHEN Xie. Application of Mortise and Tenon Structure in the Design of Children's Educational Toys[J]. China Forest Products Industry, 2018, 45(6): 59-62.
- [2] 晓航. 非物质文化遗产—中国木结构[J]. 产权导刊, 2011(4): 76-77.
XIAO Hang. Intangible Cultural Heritage: Chinese Ancient Wooden Building[J]. Property Rights Guide, 2011(4): 76-77.
- [3] 王洁. 榫卯结构的创新性研究[J]. 南京艺术学院学报, 2018(5): 165-168.
WANG Jie. Innovative Research on Tenon-tenon Structure[J]. Journal of Nanjing Arts Institute, 2018(5): 165-168.
- [4] 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.
CHEN Jing. Tenon Element in the Field of Modern Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(6): 138-142.
- [5] 龚京宗. 基于 FPBS 的机械系统模块化设计方法与应用研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2008.
- [6] 谌炎辉. 产品模块划分方法研究综述[J]. 机械设计与制造, 2013(5): 264-266.
SHEN Yan-hui. Review of Research of Product Modular Division[J]. Machinery Design & Manufacture, 2013(5): 264-266.
- [7] 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.
WU Qiong, JIA Kai, LIU Yu. Sustainable Design of Children's Bed Based on the Modularity[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(18): 140-144.
- [8] 刘雨佳,程宝飞,杨晓丹. 阿基米德立体在模块化灯具设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 204-208.
LIU Yu-jia, CHENG Bao-fei, YANG Xiao-dan. Application of Archimedes Solid in the Modular Lighting Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(10): 204-208.
- [9] 郭万林. 机械产品全生命周期设计[J]. 中国机械工程, 2002(13): 1153-1158.
GUO Wang-lin. The Total Lifecycle Design of Engineering Products[J]. China Mechanical Engineering, 2002(13): 1153-1158.
- [10] 陈诗东. 我们需要怎样的社区公共空间[J]. 社会科学文摘, 2004(9): 22-24.
CHEN Shi-dong. What Kind of Community Public Space Do We Need[J]. Social Sciences Digest, 2004(9): 22-24.
- [11] 黄爱军. 基于室内光环境的台灯设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2015(10): 30-31.
HUANG Ai-jun. Based on Indoor Light Environment Design Research of The Desk Lamp[J]. Furniture & Interior Design, 2015(10): 30-31.
- [12] 徐嘉莉. 中国传统元素之榫卯结构在现代灯具中的应用研究[J]. 大众文艺, 2018(11): 86-87.
XU Jia-li. Application of Traditional Chinese Tenon and Tenon Structures in Modern Lamps and Lanterns[J]. Popular Culture & Arts, 2018(11): 86-87.