

椅类家具悬伸腿节点结构的改良设计

陈炳睿,余秀娇,胡文刚*

(南京林业大学家居与工业设计学院,南京 210037)

摘要:通过调研分析法归纳现行悬伸腿接合结构,梳理其在造型、结构、拆装等方面的优缺点,采用问卷调查及拆装实验对椅子悬伸腿结构设计痛点进行了研究,并以此为基础提出改良设计方案,对悬伸腿节点的结构及造型进行设计实践。悬伸腿结构椅类家具的实际消费者中,59.40%的用户认为悬伸腿结构家具的拆卸时长过长;而未购买过的潜在消费者中,58.82%的用户较为担心产品稳定性的问题。拆装观察实验结果表明,平直垫片与自攻螺丝组合的典型方式安装时长的平均值为7 min 48 s,拆卸时长为3 min 16 s,且拆装过程中易出错,用户体验感不佳。现行典型结合方式五金外露,美观度、拆装便捷度均亟需优化,所提出的嵌入式垫片与紧固件组合接合、榫与螺栓组合接合两个方案,可显著提升节点外观实木质感,优化拆装流程。

关键词:现代实木家具;椅子设计;悬伸腿结构;改良设计

中图分类号:TS664

文献标志码:A

文章编号:1000-4629(2022)05-0049-05

DOI:10.16610/j.cnki.jiaju.2022.05.010

Improved Structural Design of Cantilever Leg Joints of Chair

CHEN Bingrui, YU Xiuqiao, HU Wen'gang*

(College of Furnishings and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The aim of this study was to improve the cantilever leg structure design of chair furniture, including optimizing the appearance and improving disassembly efficiency of the joint. The advantages and disadvantages of current cantilever legs were summarized in aspects of shape, structure, and disassembly. In addition, the defects and shortcomings of cantilever legs were investigated through questionnaire survey and disassembly experiment. Finally, the innovative solutions of cantilever joints were put forward considering appearance, structure, and disassembly efficiency. Among the consumers of chair furniture with cantilever leg structure, 59.40% of the actual users think that the disassembly time of cantilever leg structure furniture is too long; Among the potential consumers who have not purchased, 58.82% are worried about the stability of products. The experimental results of disassembly and assembly show that the average assembly time is 7 minutes and 48 seconds, and the disassembly time is 3 minutes and 16 seconds in the typical way of combining flat gasket with self-tapping screw. Moreover, the disassembly and assembly process is prone to errors and the user experience is not good. The existing typical combination method urgently needs optimized in aspects as exposed hardware, poor aesthetic appearance and long disassembly and assembly time. The two proposed schemes, including embedded gasket and fastener combination joint, tenon and bolt combination joint, can significantly improve the solid wood texture of the joint appearance and optimize the disassembly and assembly process.

Key words: modern solid wood furniture; chair design; cantilever leg joints; improved optimal design

基金项目:南京林业大学水杉师资科研启动基金(163104060);江苏省高校优势学科建设项目(PAPD);江苏省研究生科研与实践创新计划(KYCX21_0905)。

作者简介:陈炳睿(1998—),男,硕士研究生,主要研究方向为家具设计及理论。E-mail:cbr@njfu.edu.cn。

通信作者:胡文刚(1989—),男,副教授,主要研究方向为家具设计及理论。E-mail:hwg@njfu.edu.cn。

引文格式:陈炳睿,余秀娇,胡文刚.椅类家具悬伸腿节点结构的改良设计[J].家具,2022,43(5):49-53.

在现代主义审美的主导下,家具设计逐渐趋向于更加简约的造型、合理的结构以及高效的生产,椅子作为最常使用的家具,其造型、结构和制造工艺都随着时代变迁而不断发展。中国传统椅类家具种类繁多,具有鲜明的时代及地域特色^[1-3]。而现代实木家具则追求更简洁的造型和结构,椅腿周围望板和拉档等辅助结构部件被简化甚至是省略,形成由椅腿单独与座面连接的悬伸腿结构^[4-5]。现有的悬伸腿节点广泛应用于桌椅类及床柜类家具的腿部接合,可分为以榫接合为主的固定式结构和以五金件接合为主的拆装式结构,其中,采用榫卯接合的家具节点因施胶缘故不便拆卸,而采用五金件接合的节点则因五金件外露影响实木家具的美观度^[6-7]。针对椅类家具悬伸腿结构进行改良设计,通过结构分析,开展问卷调查及拆装观察实验等研究方法,对现有接合方式的痛点及拆装流程进行研究,以期在保留其简洁造型的前提下,优化外观设计,提升拆装效率。

1 现有悬伸腿结构接合方式

1.1 固装式节点

在固装式悬伸腿结构中,腿部构件与座面构件主要以榫接合及榫与木螺钉接合为主,安装时通常施加胶黏剂以增加接合强度^[8-9]。按照榫头形状可进一步分为直角榫、椭圆形榫、圆棒榫等,而按照榫头数量则可进一步分为单榫与双榫^[10-11]。榫与木螺钉组合接合一般在柜类家具中出现,在腿部构件开出长短不一的双榫,使用木螺钉将长榫与旁边的横梁连接,上置板面构件,从外观上达到悬伸腿的视觉效果,但安装效率较低。因此,上述固装式悬伸腿节点具有接合方式隐蔽、结构稳定且凸显家具实木质感等优点,但因其生产工艺较繁琐且施加胶剂的原因,用户不能多次拆装,从而导致使用范围受限^[12]。

1.2 拆装式节点

拆装式悬伸腿节点以垫片与紧固件组合接合的结构为主,腿部构件与座面构件不直接接触,而是分别通过紧固件、垫片及构件连接来实现接合。根据构件造型、接合形式的不同,垫片的形制也有所区别,常见的垫片如图1所示。预埋螺栓、自攻螺丝等紧固件常用于垫片与实木构件的接合,其中预埋螺栓由预埋螺母与螺杆组成,需提前加工预制孔或安装在构件内,而自攻螺丝则可直接用手电钻或

螺丝刀安装,但反复拆卸会影响接合部位的力学性能^[13]。因此,拆装式结构所使用的紧固件通用性强,具有拆装简便和易于推广的显著优势,其力学强度由五金件自身材料强度及家具构件材料的握钉力提供^[14-15]。而拆装式节点中使用的金属垫片往往大面积外露在家具表面,隐蔽性较差,部分垫片与腿部构件之间留有明显缝隙,美观度不佳,且一个节点需要使用3~7个螺栓或螺丝,安装时间长^[16]。随着家具工业的进一步发展,拆装式节点的美观性和拆装效率将进一步被消费者重视^[17-18]。



图1 拆装式悬伸腿节点中的垫片形式

Fig. 1 Metal shim forms in detachable cantilever leg joints

2 悬伸腿结构接合方式需求分析

2.1 问卷设计

针对椅类家具悬伸腿结构接合方式的具体使用情况进行了问卷调查,主要包括基本信息、是否购买或使用过悬伸腿椅子、最常见的悬伸腿结构、使用过程中的用户痛点等问题。为使调查对象快速地了解悬伸腿结构,采用图片为主、文字为辅的问题及选项。

2.2 调研样本

通过实地与网络平台结合的方式发放调研问卷,调查对象性别、年龄、学历、职业均不做特定限制。共发放127份问卷,有效问卷为120份。有效调查对象的基本信息如下:男女比例为47.5%与52.5%;年龄分布为18岁以下占10.00%,18~25岁占39.17%,26~35岁占35.83%,36~45岁占13.33%,45岁以上占1.67%。学历分布为高中(含中专及以下)占31.67%,大学(含大专)占43.33%,研究生及以上占25.00%;职业分布为学生占比15.00%,公务员及事业单位人员占13.33%,教师占6.67%,企业人员占49.17%,个体及自由职业占14.17%,离退休人员占0.01%。

2.3 调研结果与设计痛点

在悬伸腿接合方式类型的多选题中,平直垫片

与紧固件组合接合被选择的频数最高,为56%。除“其他”选项外,整体式垫片接合未被选中的概率最高为84%。这可从侧面进一步证明平直垫片与紧固件组合接合方式应用率最高,而整体式垫片接合的应用率较低。

将用户家中是否有悬伸腿结构家具作为自变量,用户使用痛点设置为因变量,通过交叉分析实际使用用户及潜在用户的痛点。调研结果如图2所示。

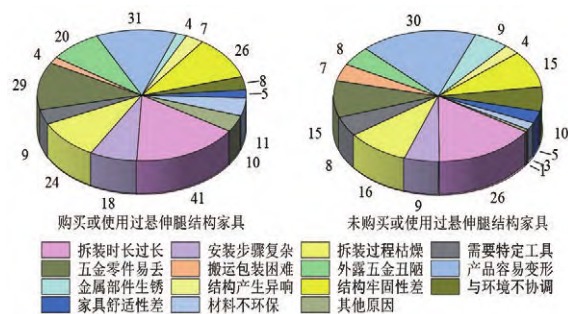


图2 悬伸腿结构椅类家具用户使用痛点交叉分析

Fig. 2 Cross-analysis of users' pain points of chair furniture with cantilever legs

由图可知悬伸腿结构家具的实际消费者69人中,41人认为悬伸腿家具的安装时长过长,占实际消费者人数的59.40%;而悬伸腿结构椅类家具的大众与潜在消费者51人中,有30人较为担心产品容易变形的问题,占大众与潜在消费者人数的58.82%。而综合来看,安装时长过长、产品容易变形、五金零件易缺失是悬伸腿结构椅类家具最常见

的3个问题。

3 悬伸腿结构拆装效率试验

3.1 试验工具及被试者

试验工具为悬伸腿结构典型五金连接件接合方案零部件,其中家具部件如图3a所示,包括1个480 mm(L)×440 mm(W)的座面构件、1个截面为20 mm(L)×40 mm(W),腿长为422 mm的斜腿构件;五金连接件包括1个平直金属垫片、4个直径为3 mm,长度为10 mm的沉头自攻螺丝、1个直径为5 mm,长度为25 mm的沉头自攻螺丝;节点结构设计如图3b所示。辅助工具为内六角扳手、秒表、直尺等。

被试者为4名身体健康的青年人,视力或矫正视力正常,四肢健全。

3.2 试验方法

座面与垫片接合的螺丝用A1、A2、A3、A4表示,其中A1、A2为内侧螺丝,A3、A4为外侧螺丝,椅腿与垫片接合的螺丝用B表示,如图3a所示。悬伸腿结构的安装步骤为首先将自攻螺丝B穿过垫片旋入椅腿构件中,其次将椅腿反向对入座面,并通过依次旋紧A1~A4螺丝使椅腿与座面接合。采用观察法,记录被调查对象拆卸与安装悬伸腿结构的整个过程,包括安装与拆卸的总时长与单个螺丝拧出与拧入的时长,安装完成后采访被试者安装体验。

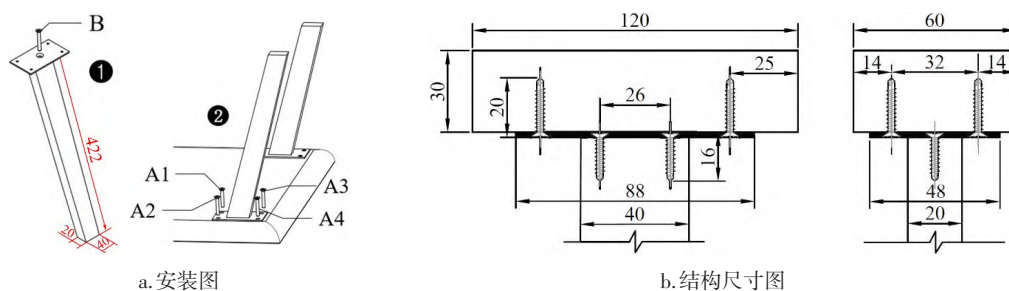


图3 悬伸腿结构典型结合方式

Fig. 3 Typical cantilever leg joint of assembly and structural dimension diagram

3.3 试验结果与分析

每个被测试者安装与拆卸单个螺杆的时长如图4所示,对于连接垫片与座面的螺杆,其拆装过程因椅腿干扰而导致拆卸内外侧螺杆时间差异较大。安装单个无椅腿干扰的内侧螺杆A1、A2平均耗时27.50~34.00 s,拆卸耗时17.75~20.00 s;安装单个外侧螺杆A3、A4平均耗时49.00~49.75 s,拆卸平均耗时33.75~44.00 s;而安装椅腿与垫片的螺杆B

平均需要30.75 s,拆卸平均需要17.75 s。4名被试者主要耗时点在于螺杆A3、A4被椅腿挡住,产生干扰,降低了安装效率,被试者1号反馈安装过程枯燥,被试者2、4旋入螺杆B使未拧紧导致拆卸重装。平直垫片与紧固件接合而成的悬伸腿结构作为现行的典型接合方式,其单个的安装时长的平均值为7 min 48 s,拆卸时长为3 min 16 s,且拆装过程中易出错,用户体验感不佳。

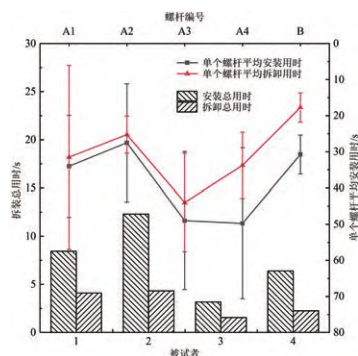


图4 节点拆装实验结果

Fig. 4 Experimental results of joint assembly and disassembly

注:被测试者2与4第一次安装失败,图示为第二次安装的数据。

4 悬伸腿结构改良设计

4.1 设计目标

明确了现有接合方式存在的问题及设计痛点后,以改善椅类家具悬伸腿结构的可拆装性及结构外隐性为首要目标,兼顾强度、生产等方面需求,在垫片与紧固件组合接合的基础上,对椅类家具的悬伸腿结构进行改良设计。改良设计目标如下:

(1)提高生产效率和零部件通用性。在工业4.0的大背景下,我国的家具制造企业致力于通过实现家具生产的信息化、数据化和自动化,降低家具生产的固有成本,从而达到提高市场占有率的目的^[17-18]。这预示着家具结构设计应符合现代数控生产的需求,可实现零部件规模化自动加工,从而减少浪费,提高效率,降低成本。

(2)简化拆装过程,优化拆装体验。安装家具是用户对家具产品的初次体验,尤其对网购家具来说,其扁平化的包装意味着用户将自己组装家具。安装信息的传达仅凭借一张图纸甚至是一段文字,能否简便快速的安装影响着用户对家具的第一印象,也影响着家具生产、包装、售卖、运输、使用乃至回收的全过程。而简化拆装过程就是通过减少相关零部件及五金件的使用或者减少家具拆装的步骤,从而缩短拆装时长,提高拆装效率^[19-20]。

(3)结构安全稳定,节点强度、刚度符合使用需求。结构安全关系到家具的寿命,强度达标是每个家具产品的基本要求,而可拆装家具则更加要求在用户反复拆装后,产品结构强度仍能满足用户的安全使用需求。

(4)接合方式美观隐蔽,不影响现代家具的造

型设计表现。家具的造型表达离不开合理的结构设计,而于风格多样化的现代家具而言,低调内敛的接合方式具有较强的风格普适性,也逐渐成为近年来家具五金连接件的发展趋势。

4.2 设计方案

4.2.1 嵌入式垫片与紧固件组合接合方案

该方案由紧固件与金属角码组成,座面构件上开有与垫片相对应的T型榫眼,所述角码弯折部位分别设有两个与紧固件相对应的贯通沉头孔,腿部构件与座面构件上分别开有榫头与榫眼,采用过渡配合的方式从而便于后续安装。安装过程如图5a所示,首先,将两个金属角码通过沉头螺栓或螺钉连接在椅腿两侧上;其次,将角码与椅腿塞入座面构件的榫眼;最后,将沉头螺钉穿过角码旋入座面构件底部,即完成安装。装配后外观如图5b所示。

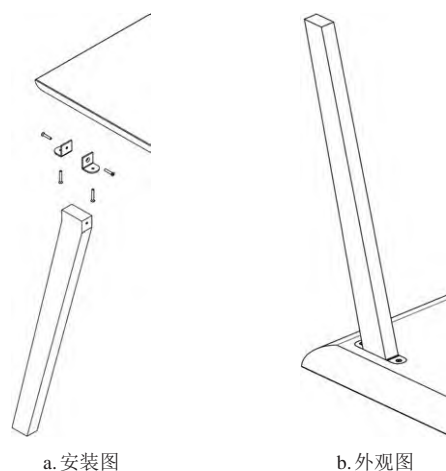


图5 节点改良设计方案安装图与外观图

Fig. 5 Assembly diagram and appearance drawing of joint improvement design

此方案的主要创新点在于垫片形式与榫眼的创新,不限制紧固件的类型,沉头螺栓与内外牙螺母的组合也可用沉头自攻螺丝代替。它是垫片接合方式的一次延伸,与传统垫片接合方式相比,金属角码易于生产应用,生产成本较低,并在视觉上隐藏了悬伸腿接合结构,提高了家具的美观度。

4.2.2 榫与五金件组合接合方案

该结构由内外牙螺母、辅助实木构件、紧固件组成,座面构件上安装两个内外牙螺母,所述辅助实木构件左右两边分别设有与沉头螺栓相对应的锥形预制孔,下端开有榫眼,在榫眼的一侧设有贯通孔,同时旁开有供螺栓传经的锥形预制孔,另一侧塞有内外牙螺母。椅腿构件开有与辅助结构的榫眼相对

应的榫头,其设有与辅助件对应的贯通孔。安装方式如6a所示。首先,将椅腿的榫头插入辅助件的榫眼中;其次,将沉头螺栓穿过椅腿榫头处预制孔旋入内外牙螺母中;然后,将辅助件与桌板的两个预制孔对准;最后,将沉头螺母穿过辅助件旋入座板的内外牙螺母中。装配后外观如图6b所示。

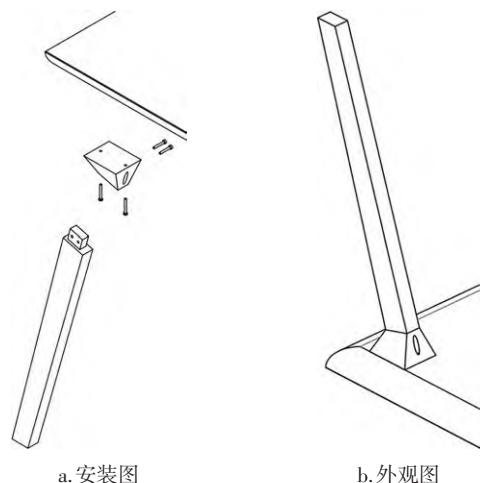


图6 榫与五金件组合方案示意图

Fig. 6 Schematic diagram of joint scheme of tenon and hardware combination

此方案方腿与圆腿均适用,实木辅助构件样式可根据具体家具造型改变,与现有的接合方式相比,拆装工序简便,使用较少螺栓,辅助构件与椅腿视觉一体化程度较高,凸显出结构实木质感,美观度较高。

5 结 语

悬伸腿家具结构满足现代实木家具对简洁轻快风格的追求,具有广阔的应用前景。基于现有悬伸腿结构及其发展趋势,以生产、拆装、外观为出发点,对现有悬伸腿结构接合方式进行了优缺点分析。针对用户使用过程中的痛点进行问卷分析,并进行悬伸腿节点安装试验,得出了安装不便、紧固件繁多和外观不佳的问题,并基于上述问题提出了以减少装配流程、改良外观形式为主要目标的悬伸腿结构改良设计。方案包括嵌入式垫片与紧固件组合接合、榫与螺栓组合接合,可显著提升节点外观实木质感,优化拆装流程,达到改良目标。后期研究中将进一步通过更换紧固件形式、调整垫片及实木辅助件尺寸,进一步对悬伸腿节点力学性能进行研究对比,从而在满足节点拆装、美观需求下追求更加合理的悬伸腿结构设计。

参考文献:

- [1] 李莉莉,赵小矛. “四出头”官帽椅与南官帽椅的比较研究[J]. 家具, 2014, 35(1): 36-42.
- [2] 周橙旻,赵哈肖,王小梦,等. 传统中式座椅形态语义分析研究[J]. 家具与室内装饰, 2021, 28(6): 17-19.
- [3] 牛晓霆,郭伟,曹静楼. 明清家具匠师割线的工艺原则及措施[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(6): 174-180.
- [4] 余继宏,高伟霞,吴智慧. 明清苏作家具木雕饰面比例与视觉感受相关性分析[J]. 林产工业, 2019, 56(12): 52-57.
- [5] 常小龙,陈于书. 悬伸腿桌类家具结构研究[J]. 家具, 2017, 38(1): 38-41.
- [6] 王安正,关惠元. 基于传统榫卯结构的家具可拆卸性设计研究[J]. 家具, 2017, 38(6): 49-53.
- [7] 谷林姣,关惠元,邹峰. 速生杨木榫接合性能增强研究[J]. 家具, 2019, 40(3): 51-54.
- [8] 张胜欢,陈于书. 低质人工林木材家具关键连接部位接合方式研究[J]. 家具, 2014, 35(6): 15-19.
- [9] 赵元,关惠元,张贤俊. 棕角榫接合结构的优化设计研究[J]. 家具, 2021, 42(6): 61-64, 101.
- [10] HAJDAREVIC S, OBUĆINA M, MESIC E, et.al. Strength and stiffness analyses of standard and double mortise and tenon joints[J]. Bioresources, 2020, 15(4): 8249-8267.
- [11] 王笑辉,关惠元,黄琼涛. 胶合弯曲与实木构件圆榫接合最佳配合量研究[J]. 家具与室内装饰, 2018, 25(5): 127-128.
- [12] 朱云,申黎明. 面向用户装配的实木家具榫卯结构设计[J/OL]. 林业工程学报, 2018, 3(3): 142-148.
- [13] 郭勇,李大纲,陈玉霞,等. 拆装次数对螺钉连接的木塑构件机械性能的影响[J]. 林产工业, 2009, 36(2): 34-37.
- [14] 杜雪,关惠元,董宝同. 速生杨木椅拆装式接合点强度增强[J]. 家具, 2021, 42(4): 26-30.
- [15] 陈于书,许文萌. 杨木桌腿新型补强结构力学性能分析[J]. 木材工业, 2017, 31(3): 44-48.
- [16] 黄婷,顾颜婷,颜敏,等. 现代可拆装家具连接件的设计与应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2019, 26(5): 41-43.
- [17] 丁霞辉,李军. 成组技术提高实木餐椅椭圆榫卯生产效率[J]. 家具, 2019, 40(3): 33-39.
- [18] 汤琳,陆蕾,关惠元. 传统攒边格角榫的改良设计与抗弯性能[J/OL]. 林业工程学报, 2022, 7(4): 166-173.
- [19] 孙香,王华,刘子欢,等. 快装式抽屉箱框结构设计研究[J]. 林产工业, 2021, 58(5): 50-53.
- [20] 赵元,关惠元,张贤俊. 棕角榫接合结构的优化设计研究[J]. 家具, 2021, 42(6): 61-64, 101.

(责任编辑 周橙旻 吴 为)