

无框蜂窝板板式家具结构设计

王道静

(南京财经大学, 南京 210023)

摘要: **目的** 探索无框蜂窝板家具结构设计。**方法** 通过对无框蜂窝板与人造板材的比较,无框蜂窝板材料结构特性的分析,人造板材作为基材的家具结构连接方式的分析,以及板式家具五金件结构原理的分析,得出无框蜂窝板家具结构设计的思路与方法。**结论** 以现有的制造技术为依据,以尽可能多地使用现有板式家具五金件为原则,从螺钉、预埋螺母、连接母体的改进设计等方面进行无框蜂窝板家具五金的开发设计研究。

关键词: 无框蜂窝板; 家具; 结构; 五金

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)14-0006-04

Furniture Structure Design of Cellular-Panel without Frame

WANG Dao-jing

(Nanjing University of Finance & Economic, Nanjing 210023, China)

ABSTRACT: It explores the structure of furniture made by cellular-panel without frame. Comparing man-made board and cellular-panel without frame, it analyzes the structure characteristics of cellular-panel materials without frame, the connecting ways of furniture structure of man-made board as base materials, and the work principle of board furniture hardware, the thinking and methods of structure design of cellular-panel furniture without frame. Based on the existing manufacturing technology and using the principle of board furniture hardware, the improvement design of cellular-panel furniture without frame hardware such as screws, embedded nuts and connecting body is made.

KEY WORDS: cellular-panel without frame; furniture; structure; hardware

蜂窝板是在表板的中间夹一个纸质蜂窝芯,经过胶合固定而成的板材^[1]。一直以来,蜂窝板都被作为轻质板材用于家具行业,只是由于结构连接问题,使用的都是带有边框的蜂窝板,即在蜂窝板的四周加上可以固定结构连接件的边框,称为有框蜂窝板。2005年德国IMA(颐迈)公司推出了无框蜂窝板设备,揭开了蜂窝板在家具上应用的研究序幕。无框蜂窝板无论是性能还是加工工艺,都优于传统的有框蜂窝板,更优于人造板材。然而,作为新材料,无框蜂窝板家具的结构设计是需要突破的难题。

1 无框蜂窝板作为家具用材的优点、存在的问题及解决思路

作为家具用材的无框蜂窝板、有框蜂窝板、人造

板材,在结构、性能及可加工性方面的比较,见表1,无框蜂窝板具有其他任何材料不能比拟的优越性,它为家具设计提供了更多可能性的同时,也存在着结构连接的问题。

无框蜂窝板的芯材为蜂窝纸芯,封边后的边部为空芯结构,不具有连接现有家具结构五金件的能力,因此,作为家具用材必须重新规划设计结构连接的形式。轻质无框蜂窝板边部处理见图1^[4]。此外,如果以人造板为基材的家具结构进行分析研究,会得到关于无框蜂窝板家具结构设计的启示。

首先,人造板材作为基材的家具结构连接为家具五金连接件,因此,无框蜂窝板家具结构设计的内容,依然是家具五金连接件的设计。其次,家具五金与板材的连接形式主要有两种,一种是嵌入卡紧式,典型的五金件有偏心连接件、预埋螺母等;另一种是螺钉安装

收稿日期: 2015-02-15

作者简介: 王道静(1971—),女,吉林人,博士,南京财经大学副教授,主要从事家具设计与环境设计方面的研究。

表1 作为家具用材的无框蜂窝板、有框蜂窝板、人造板材比较

Tab.1 Comparison of cellular-panel without frame,cellularpanel and man-made board as furniture materials

项目	人造板材	有框蜂窝板	无框蜂窝板
板厚规格	9,12,16,18 mm 等标准人造板厚度	按照家具零部件厚度要求加工	
力学性能 ^[2]	结构较疏松,强度刚性较弱	六边形结构,强度刚性好,具有与同样厚度的刨花板相同的抗压强度和抗破碎性能	
性能稳定性	性能不稳定,容易变形	受框架精准度和材料的影响,性能不稳定,较易变形	性能稳定,不易变形
板材可加工性	可以按照家具零部件尺寸进行裁截	制作好的有框蜂窝板材不可以按照家具零部件尺寸进行裁截	可以按照家具零部件尺寸进行裁截后加固边框和封边处理
加工方式	机械加工,大批量、大规模生产	手工、半手工,难以大批量生产形成工业化生产规模	机械加工,大批量大规模生产
加工成本 ^[3]	1220 mm × 2440 mm × 25 mm 的刨花板的价格低于50元,不能获得38 mm厚板材	1220 mm × 2440 mm 的38 mm 厚有框蜂窝板结构:2张2.5 mm 厚的高密度板,4根40 mm × 25 mm 的框架,加上蜂窝纸芯,尿素胶水,成本大于50元;这种大板不具有裁截再利用的特点	1220 mm × 2440 mm 的38 mm 厚无框蜂窝板结构,2张3 mm 厚的高密度板,经拉伸的1220 mm × 2440 mm 蜂窝纸,尿素胶水,成本约为50元
可回收利用性	甲醛污染,不可回收利用	纸质芯材,部分可回收利用	可回收利用
结构连接性	家具五金件连接	家具五金件连接	需要开发符合板材结构性能的新型五金件

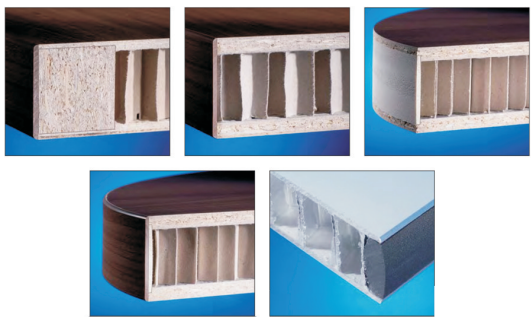


图1 轻质无框蜂窝板边部处理

Fig.1 The edge of lightweight cellular-panel without frame

固定形式,以拉手、轨道、暗铰链等五金件为典型。而各类家具五金件在家具上连接的接口形式主要有3种,即孔、塞孔螺母、紧固螺钉。孔,是用于嵌装连接母体、铰杯或预埋螺母、预安装螺钉等各类五金件需要的各类预钻孔,它是板式家具结构连接的基本体;塞孔螺母,是“孔”内的内含物,是板材与五金件实现“桥接”的载体;紧固螺钉是五金件连接的基本形式。由此可见,无框蜂窝板家具五金件的设计,应该从嵌装连接母体、预埋螺母、螺钉3个方面着手。第三,家具五金件自身各零部件之间的连接形式有4种。勾挂形式,以床五金、偏心件、“一拍即合”^[9]的门铰链为典型;嵌套形式,

例如家具腿;滚动形式,以抽屉滑道、移门轨道等为典型;旋拧形式。在无框蜂窝板家具五金的设计上,这些存在的条件依然是可以使用的要素。第四,人造板与无框蜂窝板的本质区别在于无框蜂窝板内部是空芯结构,现有的家具五金件都没有能力固定在其中,因此,五金连接件设计的核心,就是让其能够固定在无框蜂窝板上或者嵌入其中。

综上所述,无框蜂窝板家具结构设计的焦点是专用五金件的开发,五金件的问题依然是螺钉、嵌装塞孔螺母、连接母体等问题,而需要跨越的障碍是使空芯板材具有抓握咬合五金件的能力,在尽可能保留现有家具五金连接形式和连接件的情况下,解决问题的关键,即让塞孔螺母和螺钉在空腔内固定。

根据海福乐公司的调研,家具上的结构连接件,主要是偏心连接件、暗铰链、导轨与滑轨等。在固定方式上,以预埋连接母体和螺钉固定为主,这也是结构设计的总思路。

2 无框蜂窝板家具结构设计分析

按照上述分析,解决无框蜂窝板家具结构设计问题的思路可以从两个方面入手,一是改造现有五金

件,即尝试从螺钉、预埋螺母、连接母体等方面着手,使其能够用在无框蜂窝板上;二是开发全新的五金件,即让预埋的连接体固定在空腔内,使其自身具有固定连接能力。

2.1 新型螺钉开发

空腔结构意味着连接的载体只能在表层板上,而表层板的厚度一般只有3~5 mm,现有的螺钉不能使用,需要设计新的螺钉。新的螺钉需要在螺牙的形式、锐利的端部、外延的尖陡的倾斜角度方面进行改进,即应该具有非常强的咬合和抓握能力,在板材上形成较深的连接牙槽。海福乐公司于2005年推出一种名为Varianta HC无框蜂窝板专用螺钉,见图2^[6],该螺钉的螺牙具有锐利的端部和特别的角度,能够在3~5 mm的板上固定。然而,这种螺钉连接存在有两个问题,一是会在表板的局部形成应力集中,使局部遭到破坏而失去连接能力;二是由于表板很薄,螺钉攻入时容易产生用力过当的滑脱现象,因此,这种螺钉用在非承重部位的结构连接。

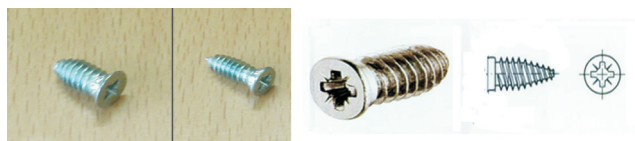


图2 海福乐公司Varianta HC无框蜂窝板专用螺钉
Fig.2 Special screw for cellular-panel without frame from Hafele's Varianta HC

2.2 连接母体的改进设计

板式家具结构连接的母体,主要是以偏心连接件为主的偏心轮。偏心轮埋入预钻孔内,依靠板材的实体内腔支撑。而空芯的蜂窝板结构,因为缺少承托偏心轮的实体,偏心轮不能嵌入,所以解决这个问题就需要给偏心轮一个承托载体。海福乐公司开发了名称为TAB的系列产品,见图3^[6]。这组设计,偏心轮隐藏在结构体内,外部的结构体具有外凸的边缘,可以附着在板材表面,这个结构体自身既具有定位功能,又具有连接能力。

2.3 预埋螺母的设计

现有的家具五金连接的主要固定方法是螺钉,那么只要设计一个载体可以固定螺钉,而这个载体又固定在板材内,问题就解决了。

2.3.1 胀销式预埋胶母

TOPTEN公司研发了一种预埋胶母,见图4^[6],胶母



图3 海福乐公司TAB系列产品
Fig.3 TAB series products from Hafele

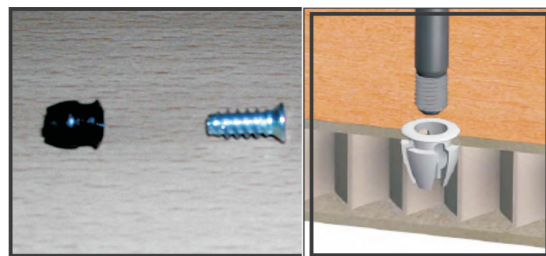


图4 TOPTEN公司研发的无框蜂窝板酵母和螺钉
Fig.4 Yeast and screw for cellular-panel without frame from TOPTEN

外端带有凸缘,内有螺牙,螺钉向内旋入时,如果将螺钉旋拧到胶母内,胶母在表板内侧的部分会涨开,像八爪鱼一样卡紧在表板上,实现连接。该五金件存在的问题,首先是胶母在嵌入表板后,由于表板厚度很薄,在旋入螺钉时,可能出现自体旋转阻碍连接;其次是该五金件也会在表板的局部产生应力集中,产生破坏性损伤。

2.3.2 胶固定内嵌螺母

如果在空芯板材的内部需要连接的部位,出现可以固定螺钉的实体,结构问题就迎刃而解了。按照建筑空芯材料注胶五金件连接的构想,如果五金连接件预埋体的内部有胶,胶固化后自然会将预埋件固定在板材上,预埋件内部则可以进行螺钉、偏心件等的连接。

德国Hettich公司研发的注胶式连接件见图5,这个五金件依然是从嵌装可以固定螺钉的螺母的角度进行设计的,可以称为注胶螺母。其工作方式是:当螺母嵌入到位后,通过注胶的方式向螺母内注入快速凝结的特种胶,胶沿着注胶螺母上的孔隙流出,在上下两层表板上形成胶块,把注胶螺母与上下表板粘结在一起。

Zimmer Kunststofftechnik公司研制的PANFIX100胀销螺母,见图6^[4],相比较Hettich的处理方式要简单很多。两者原理相同,只是后者在五金件内腔中有胶母,胶母为PUR混合胶棒,当螺杆旋入螺杆外套时,螺

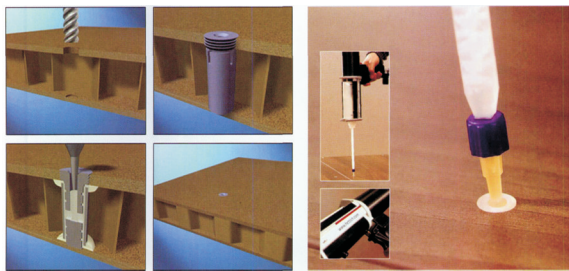


图5 Hettich公司研发的无框蜂窝板结构连接件
Fig.5 Connecting pieces for cellular-panel without frame from Hettich

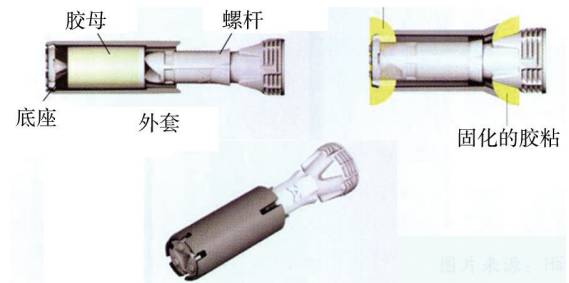


图6 PANFIX100五金结构
Fig.6 PANFIX100 hardware structure

杆套内的胶母被挤压,从螺杆套的顶部和底部的孔洞溢出,固化后外套便固定在表板上,螺杆也固定在外套腔内。螺杆的内腔有螺纹,可以固定偏心螺杆、螺钉等现有五金件。

2.3.3 新技术固定预埋装置

既然无框蜂窝板的内部空腔只要固定一个预埋装置,就可以使用现有的所有五金连接件,那么问题的焦点就是如何固定这个预埋装置了。借用高频固化或者超声波技术可以将塑料套管固定在上下表板上,原理是用这两种技术使塑料熔接,塑料的套管端头熔化后粘结在无框蜂窝板的内表面。这个套管是一个连接的载体,套管内部既可以固定偏心轮,也可以固定螺钉、螺杆等,即现有的所有家具五金件都可以使用。

利用超声波进行“焊接”的加工工艺被称为“木质材料的焊接技术”的新技术和工艺。其焊接采用熔接法,工作原理是设备释放高压信号,通过换能系统,转换为高频机械震荡,并加于工件上,工件接口的温度达到工件本身的熔点时,工件接口迅速熔化,进而填充于接口间的空隙,待震荡停止,工件同时在一定大压力下冷却定型,实现完美的融合。该设计的思路是新技术固定预埋套管,套管形式见图7^[7],理论上内部可以嵌装偏心连接件的偏心轮(如图7a和图7d),或者

安装金属螺钉(如图7b),或者安装偏心螺杆(如图7c)。而这里需要思考的问题是,如果套管需要通过超声或者高频震荡处理,那么如何保证套管内部不熔化。该设计核心技术和设备都是德国研发的,首次投入的资金较大,其应用状况也需要实践。

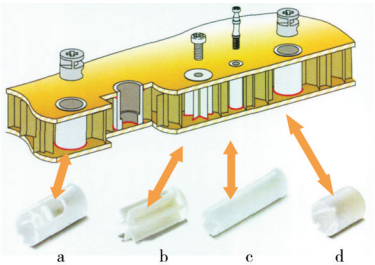


图7 套管形式
Fig.7 Casing form

3 无框蜂窝板家具结构设计的趋势

总体上,关于无框蜂窝板家具结构的研究,依然以五金件的研发为主,从最初的希望改造现有五金件的简单方式解决问题,到最后通过新技术解决问题的思路,说明无框蜂窝板材料的使用和推广,依然是困难重重,结构设计问题看起来是解决了,但是由于成本过高,难以在短时间内推广,因此从中可以理清无框蜂窝板家具结构设计的发展趋势。

无框蜂窝板作为家具用材,若想替代人造板必须突破结构设计的壁垒,而目前结构问题依然困扰着国内外的家具企业。无框蜂窝板家具结构设计的原则是遵循现有的生产与制造模式:要符合“32 mm”设计与制造系统;利用现有的制造设备和制造工艺;新开发的五金配件,以符合顾客自装配的DIY模式为原则。新型五金连接件的开发,应以现有家具五金件的利用与改进为原则,实现低成本的五金产品开发使用,同时,也可以实现无框蜂窝板与人造板材在家具上的应用配合。利用新技术解决新材料问题是无框蜂窝板家具结构设计突破行业内部限制的新思路,也是未来解决问题的重要方向。然而,这个解决方案作为一种新的尝试,需要实验的验证,并且由于成本过高,技术过于复杂,短期内推广的可能性较小。未来的一定时期内,无框蜂窝板家具结构设计应该以具体问题具体分析的方式来解决。任何解决方式,不可避免地涉及到加工设备的引进、加工工艺的改变,以及新加工技术的应用,对于家具企业来说,都是具有变革性的决策,因此,无框蜂窝板技术在不成熟的情况下,人造板家具是不会

(下接第27页)

- XU Xian-min. Palm Leaf Fiber-reinforced Concrete[J]. Construction Workers, 1998(4): 20—21.
- [6] 熊瑞生, 周锡武, 鲍鹏玲. 棕榈纤维增强水泥用于防水工程表面防裂的实验研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2002(3): 38—40.
- XIONG Rui-sheng, ZHOU Xi-wu, BAO Peng-ling. Palm Fiber Reinforced Cement Used in Waterproof Engineering Surface Crack of Experimental Research[J]. China Concrete and Cement Products, 2002(3): 38—40.
- [7] 戴正烈. 基于复合材料的新型纤维床垫设计与力学分析[N]. 科技创新导报, 2008-11-12.
- DAI Zheng-lie. New Type of Fiber Mattress Design and Mechanical Analysis Based on Composite Materials[N]. Science and Technology Herald, 2008-11-12.
- [8] 柯清, 张亚池, 常乐. 基于材料设计学特性的家具结构设计[J]. 包装工程, 2014, 35(22): 41—44.
- KE Qing, ZHANG Ya-chi, CHANG Le. Furniture Structure Design Based on Characteristics of Materials Design Theory[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 41—44.
- [9] 郭叶莹子. 大学生公寓床垫的设计研究——床垫材料对卧姿舒适性的影响[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- GUO-YE Ying-zi. Study and Design of University Student Dormitory Mattress: the Influence of Materials of the Mattress on Prone Position Comfort[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2010.
- [10] 任皎. 人体工程学在家具设计中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(18): 50—53.
- REN Jiao. Application of Ergonomics in the Design of Furniture[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(18): 50—53.
- [11] 张群. 健康生活, 从优质床垫开始[J]. 健康必读, 2004(8): 38—39.
- ZHANG Qun. The Healthy Life, from the Beginning of the High Quality Mattress[J]. Health Required, 2004(8): 38—39.
- [12] 朱芊璇. 分区弹簧床垫的结构研究[J]. 机械设计, 2013(2).
- ZHU Yu-ding. Research on Construction of Zoned Spring Mattress[J]. Journal of Machine Design, 2013(2).
- [13] CAI Chen-yang, WU Zhi-hui, LIU Xin, et al. The Requirements of Structure and Properties of Palm Fiber Mattress[J]. Advanced Material Research, 2013(4): 264—269.

(上转第9页)

退出家具市场的。按照低碳、环保以及可持续发展的构想, 无框蜂窝板家具必将代替人造板家具, 因此, 结构设计难题必定会被攻克。

4 结语

随着人类对环境与生存状态的持续关注, 无框蜂窝板家具成为发展的必然。虽然由于种种原因, 现在探索的各类解决方案还不能推广和普及, 但是, 随着科技的进步, 未来一定会找到更巧妙的解决方案。

参考文献:

- [1] 德国海福乐集团. 中国地区常备家具五金及建筑五金产品手册[K]. 德国海福乐集团, 2006.
- Hafele Hardware Group. Furniture and Architecture Hardware Product Manuals for China Market[K]. Hafele Hardware Group, 2006.
- [2] 许美琪. 家具制造技术进展[J]. 家具, 2006(2).
- XU Mei-qi. The Progress of Furniture Manufacturing Technology[J]. Furniture, 2006(2).
- [3] 徐筱. 瓦楞纸板延展品的应用与设计研究[J]. 生态经济, 2013(5).
- XU Xiao. Research on Application and Design of Corrugated Cardboard Furniture[J]. Eco Economy, 2013(5).
- [4] 岳映明. 蜂窝纸芯在家具工业中的应用[J]. 家具与室内装饰, 2002(5): 74—75.
- YUE Ying-ming. Application of Honeycomb Paperboard in Furniture Industry[J]. Furniture and Interior Design, 2002(5): 74—75.
- [5] 文嘉. 现代家具制造技术讲座——现代家具五金的发展状况和应用[J]. 家具, 1997(6).
- WEN Jia. Lectures for Manufacturing Technology of Modern Furniture: the Development and Application of Modern Furniture Hardware[J]. Furniture, 1997(6).
- [6] 刘晓红, 高新和. 蜂窝复合材料及其在家具中应用的新技术[J]. 中国林业产业, 2006(4): 45—47.
- LIU Xiao-hong, GAO Xin-he. Honeycomb Composite Materials and New Technologies about Its Application in Furniture Industry[J]. Chinese Forestry Industry, 2006(4): 45—47.
- [7] 孙德强, 孙玉瑾. 六边形蜂窝芯异面类静态压缩力学行为的仿真分析[J]. 包装工程, 2014, 35(1): 18—22.
- SUN De-qiang, SUN Yu-jin. Simulation Analysis of the Out-of-plane Quasi-static Compression of Hexagonal Honeycomb Cores[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(1): 18—22.