

模块化瓦楞纸家具的研究与设计实践

宁旭, 耿晓杰, 张璐霞
(北京林业大学, 北京 100083)

摘要: **目的** 模块化瓦楞纸家具系列产品设计。**方法** 从纸质家具的发展史出发,研究了瓦楞纸的分类、瓦楞纸家具的定义以及瓦楞纸家具的特点,并引入模块化设计等相关概念,分析了模块化设计的优势及模块划分的原则和注意事项,设计出几种专用模块和通用模块,模块的不同组合形式可得到不同的家具造型。**结论** 瓦楞纸家具模块的设计要遵循功能独立和结构独立的原则。将模块化设计方法应用于瓦楞纸家具的设计提高了纸板家具的可拆装和重复利用等方面的性能,降低了生产成本,便于家具的批量化生产,可实现家具企业的利益最大化。

关键词: 瓦楞纸家具; 模块化; 模块; 设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)02-0078-04

Research and Design Practice of Modular Corrugated Cardboard Furniture

NING Xu, GENG Xiao-jie, ZHANG Lu-xia
(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: The design of modular corrugated cardboard furniture series products. Starting from the history of cardboard furniture, it researches the classification of corrugated cardboard, the definition of corrugated cardboard furniture and the characteristics of corrugated cardboard furniture. Besides, it introduces modular design and other related concepts and analyze the advantages of modular design and principle and attention of module partition. Then, it designs a few of special modules and general modules that obtain different furniture with different combination. The design of corrugated cardboard furniture needs to follow functional independence and structure independence. Applying modular design to corrugated cardboard furniture will improve the function of dismounting and reuse, reduce production cost, be easy to batch production, and realize maximization of furniture enterprise benefit.

KEY WORDS: corrugated cardboard furniture; modular; module; design

纸在家具中的应用由来已久,最早出现于17世纪的欧洲,18世纪时在法国、荷兰、意大利及俄罗斯风靡一时,但当时纸只是作为一种用来美化家具的装饰材料。20世纪60年代,由彼得·莫多什设计的“圆斑椅”是第一件商品化的纸家具,随后越来越多的设计师开始选择纸质材料进行家具设计,瓦楞纸家具从此渐渐走入人们的生活。模块化家具设计方法是一种新兴的设计方法,赋予家具极强的灵活性和实用性,因此,将模块化设计方法应用于瓦楞纸家具并设计出兼具多种优点的家具产品具有重大的现实意义。

1 瓦楞纸家具

1.1 家具用瓦楞纸分类

瓦楞纸板是指使用纸箱板和加工成波形瓦楞的瓦楞纸层层粘合而成的纸板材料,主要可以分成以下几种:微型瓦楞纸板、X-PLY 超强瓦楞纸板、D-PLY 双瓦楞纸强化瓦楞纸板、蛇形瓦楞纸板、蜂窝纸板、蜂窝衬垫纸板、瓦楞纸复合瓦楞纸板(立式瓦楞纸板)。其

收稿日期: 2015-09-09

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(RW2013-29)

作者简介: 宁旭(1990—),女,河北人,北京林业大学硕士生,主攻纸板家具。

通讯作者: 耿晓杰(1974—),女,黑龙江人,博士,北京林业大学副教授,主要从事新中式家具方面的研究。

中,用于制作家具的瓦楞纸板有微型瓦楞纸板、蜂窝纸板、蜂窝衬垫纸板、瓦楞纸复合瓦楞纸板(立式瓦楞纸板)。

微型瓦楞纸板于1990年问世,由国外兴起,常见类型有F楞、G楞、N楞、O楞等,质优量轻,成本低廉,是一种良好的缓冲材料,见图1。

蜂窝纸板属于夹层板结构,是一种由2层面纸和1层芯纸复合加工而成的一种全纸质包装材料,具有强度高、质量轻、缓冲性能好、环保等特点,是一种新型夹层结构的环保节能材料^[1],见图2。

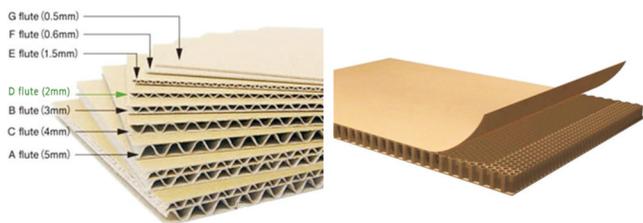


图1 微型瓦楞纸板

Fig.1 Micro corrugated cardboard

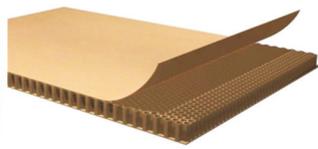


图2 蜂窝纸板

Fig.2 Honeycomb cardboard

蜂窝衬垫纸板这类纸板相当于蜂窝纸板的纸芯,弹性、伸展性好,易弯曲、易折叠,适合作缓冲衬垫,能够吸收冲击和振动能量,对力学负荷环境有良好的适应能力,见图3。

瓦楞纸复合瓦楞纸板(立式瓦楞纸板)由一层层竖立的瓦楞纸板复合而成,抗压能力高,强度高,平整稳定,质轻便捷,节能环保,是一种代替木材的理想材料,见图4。



图3 蜂窝衬垫纸板

Fig.3 Honeycomb liner cardboard



图4 立式瓦楞纸板

Fig.4 Vertical corrugated cardboard

1.2 瓦楞纸家具的定义

瓦楞纸家具是指以瓦楞纸板作为基础材料,配以木材、玻璃、金属等材料制作的家具和完全由瓦楞纸材料制作的纸家具^[2]。瓦楞纸家具的连接主要通过插接、折叠、胶合和金属连接件连接等方式组装成形;使用的加工工艺主要有划样、刻痕、粘贴和折叠;表面处理装饰的手法主要有喷绘、手绘、印刷、覆膜、贴面和

烫印等。

1.3 纸板家具特征

1.3.1 绿色环保

瓦楞纸板作为生态环保材料,绿色环保是其最为显著的特征。一方面,纸质材料是由植物纤维加工制造而成的,节约木材资源又可循环回收利用,可达到85%的回收率^[3],废弃后自然降解;另一方面,完全用瓦楞纸作为材料制作的纸家具一般通过折叠、锁扣的方式连接,符合现代绿色设计思想,避免了甲醛、重金属等有害物的产生,不会对环境造成污染。

1.3.2 便携价廉

纸板家具质量轻,搬运省力。插接式和折叠式纸家具在结构上可以设计成可拆卸的单元,将单元组件展开堆叠后,其收缩体积仅为展示状态下的1/10,携带方便^[4]。同时,因其来源广泛,可回收再利用,使得瓦楞纸家具成本低廉,仅为普通木制家具的1/3,甚至更低。

1.3.3 制作简单

瓦楞纸板质感较软,易于加工,通过划样、刻痕、折叠等工序就可进行各种造型,这使得瓦楞纸板家具具有更大的可塑性。纸质家具的结构可以由各种几何图形穿插连接而得到,不需要用榫卯结构或者五金件连接,结构简单,易于批量化生产^[5]。

1.3.4 装饰多样

瓦楞纸板除具备一般纸张的可涂饰、可着色的特点外,具有一定厚度的纸板还可雕刻、烫烙和贴面。各式各样的装饰手法赋予瓦楞纸家具简洁明快、直接易懂的视觉传达特性,从而增强顾客对商品和企业的好感,利于销售。

1.3.5 时尚趣味

瓦楞纸家具造型新奇且富有个性,再加上其价格低廉、可回收再利用的特点,方便家具更新换代,同时又不会造成资源浪费。

2 模块化设计方法

2.1 模块化设计方法的概述

家具模块化设计指的是在对家具进行功能分析的基础上,划分并设计出一系列的家具功能模块,将通用模块与专用模块通过标准化的接口组合成家具的设计方法。通用模块是指具有通用性和互换性,可用于多种产品的模块;专用模块是指具有特殊功能和

结构的模块,通常仅在某一种组合方式中使用。通用模块和专用模块的组合方式不同,最终获得的家具形式也不相同。使用模块化设计方法对瓦楞纸家具进行设计不仅体现了纸板家具的绿色环保、可拆装等特点,而且降低了家具生产成本,便于批量化大规模生产,实现了家具企业利益最大化。

2.2 模块的划分

模块划分指的是将家具进行功能的分解,将具有相同或相似功能的部分进行分离,并使用模块化设计原理将其合并简化^[6]。瓦楞纸家具在进行模块划分时应遵循功能独立、结构独立两点原则。功能独立是指每种家具模块的使用功能各不相同;结构独立是指每种家具模块在结构方面都能够保证独立,组合后能够满足家具正常的使用强度^[7]。在进行模块的划分时应注意以下4点:(1)保证模块具有相对的功能独立和结构独立;(2)保证模块的通用性,能适应多种产品的需要;(3)保证模块的互换性,具有标准化接口;(4)保证模块满足产品系列化的要求,规格、尺寸的设计要按照整个系列来设计。

3 模块化瓦楞纸家具设计

3.1 模块化瓦楞纸家具的设计原则

根据纸质材料的特性以及模块组合家具的特点,模块化瓦楞纸家具在设计时应遵循以下设计原则。

3.1.1 安全性

家具的安全性首先应该考虑儿童家具的安全性,根据《儿童家具通用技术条件》要求,儿童家具在使用过程中不应出现具有危险性的凸出零部件和边缘尖端,对于家具中的凸出物、孔及间隙的大小也作出了具体的要求^[8]。

3.1.2 益智性

瓦楞纸板材料具有柔软轻便可折叠的特性,消费者只需进行简单的裁切、压痕和折叠便可自行进行家具的制作,加以模块化这种设计形式,使用有限数量的模块便可制作出多种不同造型的家具。使用瓦楞纸进行儿童家具设计,儿童可以在家长的帮助下进行家具的组装,可以提高孩子的动手能力。

3.1.3 艺术性

产品的形态设计始终是产品设计工作中的重要方面,体现了设计师对产品本身及其所处的市场、社会和环境的总体理解与把握^[9]。纸家具在设计中也要

遵循美学原则,如变化与统一的结合,均衡与稳定的结合等,无论是在形体、线型还是色彩等方面都要考虑这些因素^[10]。

3.1.4 环保性

社会发展至今,人们对于环保越来越重视,现代家具设计也要将环境友好型家具作为设计生产的重点。在设计时要合理运用纸板材料,尽可能降低家具制作时废料的比列,通过设计出合理的结构形式使家具达到需要的强度。同时,瓦楞纸家具尽量只通过家具模块间的穿插和锁扣来实现连接。

3.2 瓦楞纸家具设计实例

根据模块化设计理念,笔者目前共确定了7种模块,其中有4种专用模块,见图5,3种通用模块,见图6。并确定了3种模块的组合方式,分别是纸板椅、纸板凳和纸板圆几,见图7-9。其中纸板椅使用的模块为专用模块5a,5b,通用模块6a,6b,6c;纸板凳使用的模块为专用模块5c,通用模块6a,6c;纸板圆几使用的模块为专用模块5d,通用模块6b。

1) 专用模块a。纸板椅椅腿模块设计充分考虑到纸板在“面”的元素上的优势,将椅子的前后腿和椅背的侧面轮廓构成一个整体,承重的同时起到装饰的作用;扶手的设计与椅腿合成一体,经过3次弯折后插入椅腿模块中。为了提供更加舒适的坐感,纸板椅的靠

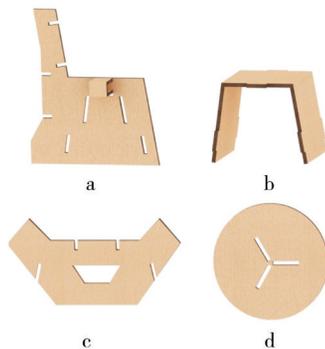


图5 专用模块
Fig.5 Special modules

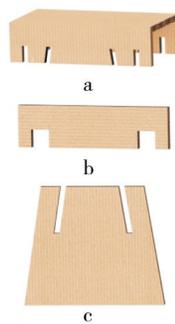


图6 通用模块
Fig.6 General modules



图7 纸板椅
Fig.7 Cardboard chair



图8 纸板凳
Fig.8 Cardboard stool



图9 纸板圆几

Fig.9 Cardboard round table

背倾角设计为 100° ,如图5a。

2) 专用模块b。纸板椅座面造型简单,将一张矩形纸板进行两次弯折即可,弯折后形成的3个部分通过类似于榫结构的凸起与椅腿模块连接,其中中间的部分为座面部分,前后两部分起到遮挡支撑件和连接加固作用,如图5b。

3) 专用模块c。椅腿模块整体上宽下窄,上部左右两边各有一个三角形凸起,作为扶手使用;中部掏空,形状同样上宽下窄,掏空中部为纸板凳增添了轻巧的感觉,同时可将脚踩在空档处,如图5c。

4) 专用模块d。“圆形”专用模块用于纸板圆几的专用模块,形状为圆形,中间开有3个缺口,如图5d,纸板圆几的设计体现了家具与玩具的结合,直立使用时是一件家具,而将圆几放倒后,同时因其外形酷似滚轮,又可作为玩具让儿童在地上滚动玩耍,“圆形”模块上的大面积留白供儿童随意写画,例如将其绘制成轮胎的样子会让这件玩具变得更加有趣。

5) 通用模块a。纸板椅的靠背和纸板凳的座面都使用的“U”型通用模块。在纸板椅中提供对后背的支撑,同时可用在椅子的后部,作为穿插部件;在纸板凳系统中作为座面,如图6a。

6) 通用模块b。纸板椅的“矩形”穿插部件与纸板圆几的竖向支撑部件是相同的。在纸板椅中,“矩形”模块通过左右两个缺口与“梯形”模块搭配使用,在纸板圆几中与“圆形”模块搭配使用,如图6b。

7) 通用模块c。考虑到纸板的承重问题,纸板椅和纸板凳除椅腿模块作为承重部件外,还设计了其他支撑件。支撑件采用“梯形”的设计,通过左右两个缺口搭配“矩形”穿插部件模块和椅腿模块构成纸板椅的承重部件,如图6c。

4 结语

将模块化设计方法用于瓦楞纸家具的设计,其优势是非常突出的。首先,模块化设计方法使纸板家具

外形完全区别于其他材质的家具;其次,模块的连接可直接使用插接和锁扣的方式,完全不使用胶黏剂及五金件等,绿色环保性能大幅提高;最后,通过不同模块的组合方式得到不同的家具形式,这种系列化的纸板家具形式大大提高了家具带给人们的趣味性。随着我国科学技术的快速发展以及人们环保理念的逐渐加强,瓦楞纸家具将有良好的发展前景,将模块化与瓦楞纸家具结合,为瓦楞纸家具的工业化生产提供了条件^[1]。

参考文献:

- [1] 曾克俭,刘珊.蜂窝纸板动态缓冲性能分析研究[J].包装工程,2014,35(17):15—18.
ZENG Ke-jian, LIU Shan. Analysis on Dynamic Cushioning Property of Honeycomb Paperboard, 2014, 35(17): 15—18.
- [2] 刘爱平,于伸.纸板家具设计与制作工艺探析[J].包装工程,2011,32(12):57—60.
LIU Ai-ping, YU Shen. Analysis of Design and Production Process of Cardboard Furniture[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(12): 57—60.
- [3] 吴萍,邱海涛,周丰.纸质环保可回收家具设计[J].生态经济,2013(3):194—199.
WU Ping, QIU Hai-tao, ZHOU Feng. Paper Environmental Recycling Furniture Design[J]. Ecological Economy, 2013(3): 194—199.
- [4] 徐筱.瓦楞纸家具的开发与应用研究[J].包装工程,2013,34(8):98—100.
XU Xiao. Research on the Development and Application of Corrugated Paper Furniture[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(8): 98—100.
- [5] 王利舟.基于纸质材料的家具设计研究[D].太原:太原理工大学,2012.
WANG Li-zhou. The Study and Design of Paper-based Furniture[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2012.
- [6] 李锐.模块组合家具设计及销售模式的研究[D].长沙:中南林业科技大学,2010.
LI Rui. Research on Modules Furniture Design and Sales Mode [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2012.
- [7] 宁旭,耿晓杰.模块组合儿童纸板家具的研究与设计[J].家具,2014,35(1):65—69.
NING Xu, GENG Xiao-jie. Study and Design of Modular Children Cardboard Furniture[J]. Furniture, 2014, 35(1): 65—69.
- [8] GB 28007—2011, 儿童家具通用技术条件[S].
GB 28007—2011, Children's Furniture—General Technical Requirements[S].

(下转第86页)

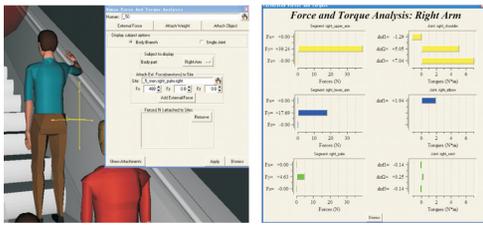


图9 第5百分位的人受力与扭矩分析

Fig.9 Analysis of force and torque of fifth percentile

分析了扶梯客伤事故中不合理的人机关系,对其安全距离的设计、辨识度设计、零部件尺寸设计、公共交通型自动扶梯的动态设计提出了具体的改进措施。改进内容主要有:(1)防止手掌、手指、脚趾被夹的危险,其间隙应设计为小于4 mm;(2)扶手带与墙体大于400 mm,扶梯之间距离大于600 mm;(3)扶梯每个安全标志的直径设计为250 mm;(4)扶手带的高度统一设计为1000 mm;(5)扶手带统一的宽度为85 mm。并将人机分析软件JACK应用于自动扶梯的设计中,使人机关系更合理有效。

参考文献:

- [1] 王保国,王新泉,刘淑艳.安全人机工程学[M].北京:机械工业出版社,2012.
WANG Bao-guo, WANG Xin-quan, LIU Shu-yan. Safety Ergonomics[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2012.
- [2] 侯建军,申黎明.床屏设计的人机工程学探讨[J].包装工程, 2014, 35(4): 32—35.
HOU Jian-jun, SHEN Li-ming. The Bed Screen Design Based on Ergonomics[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(4): 32—35.
- [3] 申福林,杜国省.学龄前儿童专用校车座椅参数设计[C]//2009中国汽车工程学会年会论文集, 2009.
SHEN Fu-lin, DU Guo-sheng. Preschool Children Special School Bus Seat Design Parameters[C]//2009 Chinese Automobile Engineering Society Annual Meeting Proceedings, 2009.
- [4] 马西沛,贾会欣,吴婷.基于人机工程学的双屏手机研究[J].包装工程, 2014, 35(14): 61—64.
MA Xi-pei, JIA Hui-xin, WU Ting. Double-Screen Mobile Phone Based on Ergonomics[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 61—64.
- [5] 程东东,翟华,永成赵.安全人机工程学主动设计方法研究[J].锻压设备与制造技术, 2013(6): 9—11.
CHENG Dong-dong, ZHAI Hua, YONG Cheng-zhao. Study on the Method of Design of Active Safety Ergonomics[J]. Forging Equipment and Manufacturing Technology, 2013(6): 9—11.
- [6] 叶佳娜.自动扶梯的安全人机工程学分析及改进[J].工业设计, 2010(5): 115—116.
YE Jia-na. Analysis and Improvement of Safety Ergonomics of Escalator[J]. Industrial Design, 2010(5): 115—116.
- [7] MAATTA T. Virtual Environments in Machinery Safety Analysis and Participatory Ergonomics[J]. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 2007, 17(5): 435—443.
- [8] SIEFERT A, PANKOKE S, WOLFEL H. Virtual Optimisation of Car Passenger Seats: Simulation of Static and Dynamic Effects on Drivers' Seating Comfort[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2008, 38(5): 410—424.
- [9] 马智,薛红军,苏润娥.基于JACK的人体建模与人机工效分析[J].航空计算技术, 2008(1): 97—100.
MA Zhi, XUE Hong-jun, SU Run-e. Based on JACK Human Modeling and Analysis of Ergonomics[J]. Aeronautical Computing Technique, 2008(1): 97—100.
- [10] 智睿瑞,刘社明.基于虚拟人的驾驶舱布局分析[J].机械制造, 2014(2): 32—35.
ZHI Rui-rui, LIU She-ming. Analysis of the Cockpit Layout Based on Virtual Human[J]. Machinery Manufacturing, 2014(2): 32—35.
- [11] 刘刚田,吉晓民.人机工程学[M].北京:北京大学, 2010.
LIU Gang-tian, JI Xiao-min. Ergonomics[M]. Beijing: Peking University, 2010.
- [9] 张吴湖. POP瓦楞纸板展示架的形态与结构设计研究[D].无锡:江南大学, 2008.
ZHANG Wu-hu. Conformation and Configuration Research on POP Corrugated Displays[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [10] 林立平.纸家具的设计策略与原则[J].家具与室内装饰, 2010(11): 48—49.
LI Li. The Application of Paper in Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(16): 75—77.

(上接第81页)

- [9] 张吴湖. POP瓦楞纸板展示架的形态与结构设计研究[D].无锡:江南大学, 2008.
ZHANG Wu-hu. Conformation and Configuration Research on POP Corrugated Displays[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [10] 林立平.纸家具的设计策略与原则[J].家具与室内装饰, 2010(11): 48—49.

LIN Li-ping. Study and Design of Modular Children Cardboard Furniture[J]. Furniture & Interior Design, 2010(11): 48—49.

- [11] 李莉.纸在家居设计中的应用研究[J].包装工程, 2014, 35(16): 75—77.
LI Li. The Application of Paper in Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(16): 75—77.