

棕纤维材料在床垫用品中的创新设计应用

刘鑫¹, 吴智慧¹, 吴燕¹, 鲁秋红¹, 蔡晨阳¹, 李渝黔²

(1. 南京林业大学, 南京 210037; 2. 贵州大自然科技有限公司, 贵阳 550017)

摘要: **目的** 对棕纤维材料应用于床垫用品设计中的创新进行归纳和研究。**方法** 引入现代床垫设计中健康环保等理论, 借鉴人体工程学和弹性力学等理论, 对床垫用品进行创新设计。**结论** 棕纤维是制作床垫的优质材料, 在设计中突破传统, 与胶黏剂及弹簧相结合, 实现棕纤维结合形式的创新; 从舒适性考虑应用现代床垫纵向3层结构和横向的分区设计, 实现结构形式的创新; 从工艺优化的角度探索棕纤维床垫生产工艺的创新改良; 从弹性力学角度探索床芯的波浪结构和圆筒结构形式, 实现最优设计。

关键词: 棕纤维; 床垫; 设计; 创新

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)14-0023-05

Innovative Design Application of Palm Fiber Materials in Mattress Products

LIU Xin¹, WU Zhi-hui¹, WU Yan¹, LU Qiu-hong¹, CAI Chen-yang¹, LI Yu-qian²

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Guizhou Nature Technology Co., LTD, Guiyang 550017, China)

ABSTRACT: It aims to summarize and research the innovation for the palm fiber material used in the design of mattress products. It introduces the theory of modern mattress design for health and environmental protection, learning from the theory of human engineering and elasticity, the innovative design of mattress products is made. Palm fiber is high quality material for making mattress, breakthrough tradition in the design, combined with spring and adhesives, the innovation in the form of palm fiber combination is realized. Application of longitudinal three layer structure and vertical partition design from the comfort of considering, innovation for structure form is considered. The innovation and improvement of the palm fiber mattress production technology from the perspective of process optimization is explored. The wave and cylinder structure of the bed core structure is explored from the angle of mechanics of elasticity to achieve optimal design.

KEY WORDS: palm fiber; mattress; design; innovation

棕榈为常绿乔木, 属棕榈科, 除西藏外我国秦岭以南地区均有分布, 从长江出海口, 沿长江上游西岸500 km地带广为分布, 主要集中在云贵高原地区^[1]。棕榈种类较多, 可分为山棕、油棕和椰棕等, 这里的棕纤维特指山棕。棕榈纤维在棕树自然生长过程中交

织成网, 形成片状层层包裹树茎。棕纤维性能优良, 利用胶黏剂胶结成网状结构, 会有较好弹性和耐久性, 是制作床垫的优质材料。近年来, 国内市场上棕纤维床垫逐渐兴起, 越来越受到消费者的喜爱。棕纤维是床垫用品的优良材料, 研究棕纤维材料在床垫用

收稿日期: 2015-02-15

基金项目: 江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD); 江苏省2013年度普通高校研究生科研创新计划项目(CXZZ13-0546)

作者简介: 刘鑫(1985—), 男, 安徽宿州人, 南京林业大学博士生, 主要研究方向为家具设计与工程。

通讯作者: 吴智慧(1963—), 男, 江苏人, 南京林业大学教授、博士生导师, 主要研究方向为家具设计与工程。

品中的创新设计具有重要的现实意义。

1 棕纤维材料的研究及应用现状

1.1 研究现状

目前,世界各国对天然纤维资源的开发研究十分重视,欧美、日本、印度等国,对大麻、菠萝麻等开展了大量研究工作,并正逐步关注特种纤维如香蕉纤维、菠萝纤维、构树叶纤维等^[1]。棕榈作为我国重要的经济林木,广泛分布于南方各地,棕纤维材料也成为众多科技工作者的研究目标。

1.2 应用现状

由于人们越来越重视天然棕纤维材料的开发利用,棕纤维作为天然纤维材料的原材料来源丰富,棕榈树广泛种植于四川、云南、贵州、湖南、湖北各省,年产棕纤维3.5万吨,作为经济林木,收益较高,其种植面积也呈逐年上升的趋势^[2]。在日常的生产生活中,棕纤维材料比较重要的研究和应用有:水利、建筑工程,增强水利建筑工程强度;环境工程,过滤材料、活性炭材料等;弹性材料,垫材、缓冲材料、包装材料等^[4-6]。

2 棕纤维材料在床垫设计领域的应用

2.1 应用的合理性

近年来,消费者健康环保意识不断增强,绿色消费成为时尚。由于棕床垫有纯天然环保、成本低、弹性舒适等优点,与普通金属床垫相比,生产过程也更为绿色环保^[7]。由于棕榈纤维性能优良且使用寿命长(至少8年),欧美等发达国家已停止在坐垫中使用海绵,而以棕纤维代替^[8]。

棕纤维材料取材广泛,棕榈树广泛生长于我国南方地区,在云贵部分地区作为经济作物种植,棕纤维的原材料来源充裕,材料的储量丰富,可以运用于大规模的工业化生产。棕纤维是非人工合成材料,在自然状态下就可以降解,不会对自然环境造成污染。另外,棕纤维材料具有喷胶成片等模压工艺适应性,适合制作各类尺寸的床垫。

棕纤维的材料特性适宜应用于床垫用品设计。棕纤维透水透气,吸收人体汗液并从床垫底部散发出去;棕纤维软硬适中,做成床垫后相对较硬,适宜保持人体睡眠时骨骼的良好形态,又有一定弹性,舒适性

较好;睡眠时正常翻身,即使在床面跳跃翻滚,也悄然无声,无机械噪音,保证睡眠质量。

棕纤维材料大规模应用于床垫用品领域有助于棕榈产业的成熟发展。近代以来以席梦思为代表的弹簧床垫改变了国人的睡眠方式,但我国古代就有“富人睡棕垫,穷人睡草垫”的说法,民间对棕床垫印象良好,如果棕纤维材料大规模应用于床垫,可以促进棕榈产业经济链的发展,对我国建设环境友好型、可持续发展的社会有重要意义。

2.2 应用的局限性和解决方案

性能较为优良的棕片纤维产量少。棕纤维根据纤维提取处不同,分为从包裹树干的外皮中提取的棕片纤维(见图1)和棕树枝茎中提取的棕板纤维(见图2)。棕片纤维弹性韧性俱佳,不含糖分和鞣质,是制作棕纤维床垫最佳的材料,但产量小,价格高,一棵棕榈树一年仅仅产出2 kg左右的棕片。棕板纤维产量较高但含有一定的糖分和可水解鞣质,较易霉变生虫,因而生产中常较多应用经过处理过的棕板纤维来代替棕片纤维。



图1 棕片纤维
Fig.1 Palm bark fiber



图2 棕板纤维
Fig.2 Palm branch fiber

棕纤维作为天然材质,必然会有一定潜在的霉变虫蛀问题,棕纤维材料必须经过高温物理蒸煮去鞣质及去糖脱脂处理等多道工序,解决吸潮、霉变、生虫等问题,或者浸渍化学物质,填充细胞腔,隔绝水分和菌类,但此类化学改性尚处于研究阶段。

床垫经常受力部分易塌陷。根据床垫的使用习惯,床沿等部位易受到重力施压,长久容易出现塌陷,这和材料的力学性能直接相关,材料刚度和强度等力学性能的高低,直接关系到床垫的结构能否有效抵抗外部载荷的作用,床沿主要是受冲击载荷^[9],因此在床垫制作过程中,棕纤维单片码垫应注意加强边缘位置的码垫厚度和强度。根据体压分布理论,考虑身体各部位压力情况设计软硬度不同的缓冲层,探索棕纤维床垫的分区设计。

3 棕纤维材料在床垫中的结构设计

3.1 棕床垫的基本形式

棕纤维床垫的形式多样,市场上大致有棕绷床垫、喷胶棕床垫和棕簧结合床垫3种。

3.1.1 棕绷床垫

棕绷床制作工艺独特,用木头做成框架,在上面打眼,棕线密密地串成结实的床面,见图3(图片摘自家居商城网)。优质棕绷床木框要选用大的硬木料,且木料最好阴干两三年,从而不易变形,棕丝采用强度好的山棕片丝,再加上精湛的手艺,床面韧性好,强度高,受力均匀,防潮透气,冬暖夏凉,为我国江浙地区的传统卧具,有“一块棕板睡三代”的说法。棕绷床是纯手工制作,产量小,不能大规模工业化生产,棕绷床对原料、手工要求较高,否则平整度欠佳,容易下榻松软,需要定期修理。

3.1.2 喷胶棕床垫

喷胶棕床垫是以棕纤维为主体材料,通过一定的加工工序,采用胶黏剂使之相互粘连,棕纤维之间交联成网状,形成胶点交结的多空结构及具有一定弹性的床芯,再在其表面覆以面料形成的床垫,见图4(图片摘自中团网)。喷胶棕床垫中,棕纤维和胶黏剂的质量尤其关键。



图3 棕绷床

Fig.3 Wooden bed frame strung with crisscross coir ropes



图4 喷胶棕床垫

Fig.4 Palm fiber mattress

3.1.3 棕簧结合床垫

棕簧结合床垫是棕床垫和弹簧床垫的结合,缓冲层为弹簧,支撑层为棕垫,再覆以面料层,或者另一面还有海绵支撑层,可以两面使用,见图5(图片摘自家具网)。棕簧结合床垫利用弹簧作为缓冲层,受冲击时有良好的柔和缓冲作用,考虑人体对于舒适性的需求,使骨骼和肌肉的结构能够处于一种较为合理与放松的状态,并发挥了棕垫的吸湿透气和硬度特性,冬夏两用,冬天睡海绵支撑层一面,温暖舒适,夏天睡棕

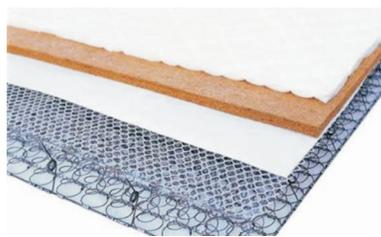


图5 棕簧结合床垫

Fig.5 Palm & spring combination mattress

垫支撑层一面,凉爽透气^[9-10]。

3.2 棕床垫结构

3.2.1 3层结构

依照现代科学对床垫舒适性和健康性的研究,同其他材料的床垫相似,棕床垫的结构也以3层结构为优。最上面一层为接触层,约2~3 cm,由于与人体几乎直接接触,从舒适性考虑,采用柔软的材料,如乳胶、海绵或山棕棕片纤维。中间支撑层,约2~6 cm,使人体在床垫上活动时整体移动,睡眠时保持人体良好的姿态,选用较硬质的材料,如棕板纤维、椰棕、油棕纤维或混合使用。最下面为缓冲层,约6~18 cm,选用厚软的材质,出于成本的考虑,多采用山棕棕板纤维。

3.2.2 其他结构

根据市场的需要,除3层结构的床垫外,还有单层、双层以及多层结构的棕床垫。单层床垫及单一纤维材料制成的床垫,如山棕纤维、油棕纤维或椰棕纤维,弹性和舒适性较差,用于集体宿舍或为老年人所使用。双层结构将缓冲层和支撑层合二为一,采用同一材质,接触层仍是较为柔软的面层。多层结构是将缓冲层再细分多层,用不同材质,探索提高缓冲层的支撑性能。

3.2.3 分区设计

正常人站立时,脊椎形状是S形,后背及腰部的曲线也随着起伏,躺下时重心位于腰部附近,人体平躺时身体各部位重量分布为臀部40%,背部15%,头部10%,脚部10%,腰部25%,人体各部位的受力和其质量成正比^[11]。因而,对床垫进行分区设计是非常有必要的,也进行了相关的研究,且市场上分区床垫的设计越来越细致,从三区、五区、七区,甚至九区,根据头部、肩背部、腰部、臀部、大腿、小腿和脚部不同压力情况,设计软硬度不同的缓冲层^[12],棕纤维床垫也需要摆脱单一硬度的平板结构,根据体压分布理论,实现分区化的软硬度设计,从而实现高质量和高舒适度的睡眠。

4 棕床垫设计领域中的探索与创新

4.1 棕纤维成片工艺的创新

喷涂工艺将天然纤维作为缓冲材料是将纤维铺展好,喷涂胶黏剂,使胶液充分渗透,再干燥模压固化而成型材。现在市场上棕床垫以棕纤维成片喷胶固化成型为主流,它经过了棕纤维预处理、棕纤维喷胶成片、码叠、热压、硫化、冷却和切割成型等工序完成。每个工序都有自己的操作规范,其中棕纤维的预处理、棕纤维喷胶成片、码叠等工艺流程有继续深入创新的现实需要。

棕纤维的预处理是在棕纤维打散铺装前,筛除纤维中的沙土、棕皮等杂料,进而蒸煮、碾压、梳理,然后利用制绳机绞成单股单向的螺旋绳,保持存放一段时间,使其弯曲定型,弯曲的棕纤维铺叠在一起更能增加弹性。棕纤维是自然材料,没有达到像金属弹簧类似的精确量化的打绳弯曲角度等数据,因而需要进一步创新。

棕纤维喷胶成片是将棕绳打散,铺成单片施胶,单片的厚度、质量以及每个单片的施胶量都有一定的规范,但如何实现单片的厚度、密度均匀,橡胶均匀地包裹在每个纤维上,并实现在纤维交结处形成胶花,从而实现最优的工艺性能,也是需要创新的内容。

码垫是将单片铺叠成一定面积和质量的棕垫,然后经过热压、硫化形成成品。现在的码叠工序还是依靠人工操作,根据经验清理未喷透的单片和棕疙瘩,补齐有漏洞的单片和在四周加上加强片,如何实现机械化、自动化甚至智能化的码叠,也是需要创新的工艺设计内容。

4.2 棕床垫结构的创新

市场上常见的棕纤维床垫基本都是平板结构,创新的波浪和圆筒结构设计的棕床垫正处在研究和探索阶段。波浪结构的棕垫是将铺叠好的单片放入波浪形的模压机中热压而成,见图6^[13]。圆筒结构的棕垫是通过模具将铺叠好的单片胶合定型成圆筒状,再平铺成板状,见图7^[13]。

3种床垫中,平板结构受力均匀,但需要较多的棕纤维单片码叠才能实现较高的强度。波浪结构的颈部受挤压,密度增加,强度加大,加上腹部吸纳能力,是性能较强的弹性体。圆筒结构受压时空空部位产生位移,而紧密的纤维材料产生抗力,压力消除后恢复原状,弹性也较强。3种比较,波浪和圆筒结构的受压强

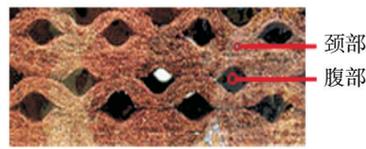


图6 波浪结构
Fig.6 Wave structure

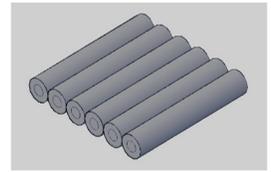


图7 圆筒结构
Fig.7 Cylinder structure

度和弹性较强,且通风透气性较好,但两种创新结构设计的量化的力学弹性模量仍需要进一步探索^[7,13]。

5 结语

棕纤维是绿色环保、环境友好型的可再生资源,材料特性适合应用于床垫用品设计。棕纤维在古代中国就应用于床具,现在结合现代床垫设计理论,根据床垫垂直方向3层结构理论,实现棕纤维与弹簧等新材料结合的创新设计;结合睡眠体压分布理论,实现纵向分区的棕纤维床垫创新设计;借鉴弹性力学理论,实现波浪、圆筒等新结构的创新设计。多视角研究床垫用品中棕纤维材料的设计应用,使棕纤维这个古老的自然材料实现现代科技的创新设计。

参考文献:

- [1] 李渝黔,韦贵菊,朱利军,等.床垫用山棕纤维材料的基础研究[J].家具,2013(5):21—28.
LI Yu-qian, WEI Gui-ju, ZHU Li-jun, et al. Basic Research on Palm Fiber Materials Used in Palm Mattress[J]. Furniture, 2013(5):21—28.
- [2] 陈惠敏. 构树纤维理化性能初探[J]. 麻纺织技术, 1998, 21(5):27—28.
CHEN Hui-min. Fiber Physical and Chemical Properties of Broussonetia Papyrifera[J]. Bast Textile Technology, 1998, 21(5):27—28.
- [3] 张同华,李晓龙,程岚,等. 棕榈纤维的性能及其应用现状[J]. 产业用纺织品, 2010(6):35—38.
ZHANG Tong-hua, LI Xiao-long, CHENG Lan, et al. Properties and Application Status of Palm Fiber[J]. Industrial Textiles, 2010(6):35—38.
- [4] 肖兴富,李文奇,常佩丽,等. 棕榈纤维垫法恢复水库岸边植被施工技术[J]. 南水北调与水利科技, 2005, 3(4):26—28.
XIAO Xing-fu, LI Wen-qi, CHANG Pei-li, et al. Technique of Macrophyte Restoration in Littoral Zone by Palm Mat with Interpolatory Sallow[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2005, 3(4):26—28.
- [5] 许贤敏. 棕榈树叶纤维增强混凝土[J]. 建筑工人, 1998(4):20—21.

- 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] 朱芋锭. 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.