

# 现代工艺夏布使用性能的 CAE 仿真分析

于红梅<sup>1</sup>, 王伟<sup>2</sup>, 陈东生<sup>1</sup>

(1.江西服装学院, 江西 南昌 330201; 2.江铃汽车公司, 江西 南昌 330200)

**摘要:** 针对目前夏布家居产品设计试制过程中的成本高和周期长的问题,以方凳和床的设计为例进行研究,对采用现代工艺夏布的产品性能进行 CAE 仿真分析,提前对产品进行预测评估,求证其科学性,缩短开发流程,降低研发成本。通过试验得出:在 CAE 模拟过程中,根据现代工艺夏布的实际测试数据进行标定,产品设计方案经过 CAE 模拟可预知其使用性能;仿真得出的结果可供设计师参考,有利于更科学地进行产品开发及应用。

**关键词:** 现代工艺夏布; 性能; CAE; 仿真分析

**中图分类号:** TS101.923

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)10-0040-03

## CAE simulation analysis of modern technology grass cloth use performance

YU Hongmei<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>, CHEN Dongsheng<sup>1</sup>

(1.Jiangxi Institute of Fashion Technology, Nanchang 330201, China)

(2. Jiangling Motors Co., Ltd., Nanchang 330200, China)

**Abstract:** In view of the home furnishing products which have long development cycle and high-cost problems, taking square stool and bed aras the research object, CAE simulation is analyzed on the product performance of modern technology grass cloth to predict the product in advance, verify its scientificity, shorten the development process and reduce the cost of research and development. The tests show that calibration in the CAE simulation is based on the actual test data, and the products design program could predict the performance. The simulation conclusion can guide designers more scientifically use of the material product development and application.

**Key words:** modern technology grass cloth; performance; CAE; simulation analysis

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.10.012

现代工艺夏布是指经纱选择机纺苧麻纱、纬纱选择手工苧麻纱,再进行合理配比,采用现代织布机织造的传统风格夏布<sup>[1-2]</sup>。计算机辅助设计(CAE)是将现实中的工程问题抽象出数学模型,运用有限元方法或其他方法,将模型离散为网格单元,赋予其合理的材料和属性,并加载适当的工况,由计算机进行模拟分析。CAE 技术是产品设计强有力的协助工具,其大大优化了产品设计流程,减少了样品试制的成本和周期,可快速实现产品可行性分析,协助营销人员与客户沟通,提高产品设计的科技含量。现代工艺夏布可在方凳和床的坐面材料中应用,在设计环节对坐面材料的使用状态进行 CAE 模拟仿真,模拟测试夏布产品在不同设计款式、造型中的实用性。传统的产品设计流程是根据客户要求效果图设计,确定方案并生产后,才能进行各种测试。若发现问题需重新设计和试制样品,然后再测试验证,反复修正缺陷,这不仅增加了成本,而且影响新产品开发投入市场的周期。因此提前利用 CAE 模拟仿真,预测评估产品使用性能,科学验证产品的合理性,对产品设计具有重要意义。

## 1 仿真方案设计

采用 Abaqus/Standard 模块作为求解器对现代工艺夏布应用于方凳、床产品的结构强度进行仿真设计和静态分析,模拟人体静坐在现代工艺夏布方凳和躺在床上时,其承载极限和最大变形量。传统设计过程与引入了 CAE 仿真模拟环节设计过程的异同如图 1 所示。

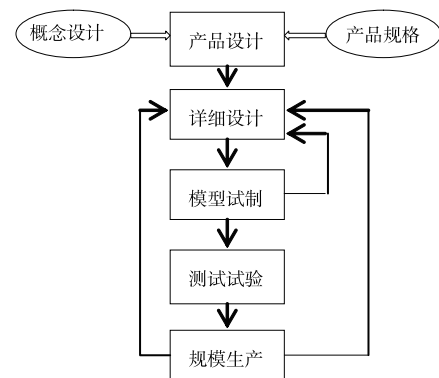


图 1 2 种设计流程对比

采用 Abaqus 软件对现代工艺夏布方凳、床产品进行模拟测试,由于现代工艺夏布属于柔性材料,只能受拉不能受压,垂向和切向力学性能差异很大,与常见的金属、塑料、橡胶等材料不同,而且往往涉及大位移、大应变等高度非线性问题,所以需建立专门的材料本构模型,采用非线性有限元算法才能进行分析。非线性

收稿日期: 2018-03-28

作者简介: 于红梅(1982—),女,黑龙江省讷河人,硕士,副教授、高级技师,主要从事创意类纺织产品开发设计、旅游商品包装与媒体推广、文创知识产权管理研究。

有限的算法正是 Abaqus 软件的优势,因此选用该软件作为现代工艺夏布结构强度的仿真分析工具。

## 2 分析过程与结果

### 2.1 标定材料参数

材料参数对仿真分析结果的准确性至关重要,选择已有试验数据进行对标,分析结果具有参考价值。现代工艺夏布面料应选取品质较好的材料,测试结果才具有代表性,有利于得出更客观的结果,因此选择密度为 118 根/10 cm 的现代工艺夏布进行试验。利用 YG026H 型多功能电子织物强力机,以条样法进行测试。试验条件为:温度 20℃,相对湿度 65%,调温时间 4 h;试样尺寸 50 cm×5 cm;每个样品分别取经向 10 块、纬向 10 块;上下夹具限距 10 cm;检查校准仪器后,设置测试参数,织物的断裂伸长率<8%,隔距长度设为 20 cm,拉伸速度设为 2 cm/min。每组测试样本去掉最高数值与最低数值,得到 8 个正常断裂值。若其中有试验结果为钳口断裂,则舍弃,另加试验量得到 8 个正常值,最后统计出结果<sup>[2-3]</sup>,取平均值,见表 1。

表 1 现代工艺夏布性能测试结果表

项目		平均值	CV
断裂强力	经向	388.9 N	4.39%
	纬向	617.4 N	16.28%
断裂伸长率	经向	3.76 N	4.32%
	纬向	3.2 N	8.15%

采用 CAE 软件建立 50 mm×5 mm 模型,网格尺寸 1 cm,一端固定,一端施加强制位移,使经向断裂强力为 390 N,纬向断裂强力为 617.4 N 时,最大应变 3%。设现代工艺夏布材料模型为正交各向异性材料,分别标定经向和纬向弹性模量,法向剪切模量设为 0。

### 2.2 现代工艺夏布方凳强度结构分析

在对方凳的模拟测试过程中,“人体质量”的测试条件是人体坐姿状态下,只有臀部接触凳子表面,与“均匀质量”有差别,依此公知常识来设定模拟测试参数。

首先,建立人体和方凳有限元模型。人体臀部与现代工艺夏布接触类型设置为(surface to surface),椅子底端与地面接触点固定约束 DOF123456。DOF123456 是 6 个方向的自由度,分别代表笛卡尔直角坐标系 xyz 平动和转动。1 是 x 向平动,2 是 y 向平动,3 是 z 向平动,4 是 x 向转动,5 是 y 向转动,6 是 z 向转动。约束 DOF 123456 就是固定,没有平动也不允许转动;约束 dof12456 放开 3 自由度,就是沿 z 向/

垂向可以平动。人体只能垂向位移,故约束 DOF12456。根据现代工艺夏布样品实测数据,以应变不超过 3%为评价标准,对常见规格的方形凳坐面(现代工艺夏布材质)做了测试分析,其应变云图可以反映出承载极限仿真分析结果。

其次,由仿真软件模拟出的应变云图得知,最大应变出现在座椅骨架结构和现代工艺夏布连接处,受人体重心分布影响,位置稍靠前,在身体两侧对称分布。承载极限随现代工艺夏布方凳尺寸变化而变化,现代工艺夏布面料凳承受最大压力仿真结果见表 2。

表 2 现代工艺夏布面料(矩形)凳承受最大压力仿真结果

项目	尺寸/cm	面积/cm <sup>2</sup>	承受极限值		
			人体质量/kg	均匀质量/kg	均匀压力/N
1#	25×25	625	92.5	104.7	1 0711
2#	30×30	900	127.9	109.4	1 4808
3#	35×35	1 225	156.6	115.5	2 0051
4#	40×40	1 600	173.4	123.2	2 5823
5#	45×45	2 025	171.1	132.1	3 2281

由表 2 可知,承受最大人体质量在 92.5~173.4 kg,包含了正常人群的体重范围,所以分析范围内的常见规格(边长 25~45 cm)矩形凳子或椅子坐面,采用现代工艺夏布制作是可行的。由表 2 中的 5 组等差尺寸测试数据可知,当方凳或椅子坐面为 40 cm×40 cm 时,承载极限达到峰值,最大承重达到 173.4 kg,最耐用。在座椅面料尺寸 25 cm×25 cm 到 40 cm×40 cm 范围内,承载极限随现代工艺夏布面积增大而增加;但继续增加尺寸,当面料尺寸为 45 cm×45 cm 时,承载极限却在变小。

### 2.3 现代工艺夏布床结构强度分析

在对床的模拟测试过程中,“人体质量”是指人体睡姿状态下,只有部分接触床表面,因此与均匀质量有差别。依此公知常识来设定模拟测试参数,按照身高 167.1 cm,设定其上身宽度为 43 cm,下身宽度为 25 cm;设定受力部分为人平躺时接触到床的部分,对该部分施加压力。

首先,在模拟软件中设置床与地面接触点固定、约束,人体与现代工艺夏布接触区域施加均匀压力。根据本试验选取的有代表性现代工艺夏布实测数据,以应变不超过 3%为承载极限的评价标准,对常见规格的床(宽度为 70~150 cm 等数量递增,分成 9 组)做了测试分析,现代工艺夏布目前最宽可达 150 cm,因此床的宽度最宽取到 150 cm,总结得出 9 组不同且有规

律的应变云表征数据,见表3。

其次,由仿真软件模拟出的应变云图及数据得知,现代工艺夏布床较窄时,发生断裂的部位在身体左右两侧;宽度超过120 cm后上下左右同时出现断裂;宽度超出140 cm后,断裂出现在上下两侧。受人体重心影响,应变和变形左右对称分布,最大变形与重心一致。承载极限随现代工艺夏布床尺寸变化见表3。

表3 现代工艺夏布面料(矩形)床承受最大压力仿真结果

项目	尺寸/cm	面积/cm <sup>2</sup>	承受极限值		
			人体质量/kg	压力/kPa	变形/cm
6 <sup>#</sup>	180×70	12 600	199.2	4.1	114.2
7 <sup>#</sup>	180×80	14 400	173.9	3.6	139.9
8 <sup>#</sup>	180×90	16 200	159.3	3.3	178.3
9 <sup>#</sup>	180×100	18 000	147.3	3.1	210.4
10 <sup>#</sup>	180×110	19 800	140.1	2.9	252.8
11 <sup>#</sup>	180×120	21 600	135.1	2.8	300.4
12 <sup>#</sup>	180×130	23 400	127.9	2.7	317.5
13 <sup>#</sup>	180×140	25 200	120.6	2.5	323.5
14 <sup>#</sup>	180×150	27 000	103.5	2.4	322.8

最后,由表3可以总结出:现代工艺夏布面料(矩形)床承受最大质量范围在103.5~199.2 kg,所分析范围内的常见规格矩形床面采用现代工艺夏布制作是可行的。该(矩形)床承受最大压力仿真结果,包含了正常人群的体重范围,压力承载极限的断裂区域,断裂处为压力重心位置,即在使用过程中人体重心位置受耐用性的挑战最大。床的宽度为70 cm时承重最大,最耐用;承载极限随宽度增加而降低,宽度100~140 cm变化较小,即宽度变化对承载极限的影响较小;大于140 cm或小于100 cm时变化大,即宽度对承载极限的影响较为明显。由表3示出的最大位移随床宽变化数据可知,宽度70~120 cm时,最大位移随宽度的增加成比例线性增大;宽度为140 cm时,最大位移达到峰值,即宽度再增加而最大变形也基本不变。

### 3 结 语

将仿真技术应用于现代工艺夏布类产品开发设计过程中,是一种在夏布纺织品开发中的新体验。利用计算机对即将生产的产品在软件虚拟的环境下进行模拟预测评估,总结规律和经验,指导产品设计和加工工艺的改进,可以对产品从设计、生产到投入市场的风险进行评估,从而进一步优化设计方案。将现代工艺夏布应用于方凳和床产品的承载面,对其设计方案采取CAE仿真测试,试验总结得出:

(1)选择品质稳定的现代工艺夏布试验数据与夏布性能测试结果进行对标,常见规格产品经过CAE模拟预测,其使用性能与质量可以得到保证。

(2)仿真得出的不同规格产品所承受压力极限不同,可以指导设计师更科学地使用现代工艺夏布面料适配合适的规格进行应用,从而发挥出其最优越的性能。



#### 参考文献:

- [1] 于红梅,杨小明.中国传统纺织品时尚化设计中科学与艺术的关系——夏布设计中的科学与艺术[J].包装世界,2015(4):100-101.
- [2] 于红梅,郁崇文.采用现代工艺的传统风格夏布开发[J].纺织学报,2016,37(5):37-41.
- [3] 于红梅,郁崇文.半自动有梭织布机织造传统夏布[J].上海纺织科技,2015,43(9):29-31.
- [4] 于红梅.传统现代工艺夏布及现代制作工艺研究[D].上海:东华大学,2014.
- [5] 石亦平,周玉蓉.有限元分析实例详解[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [6] 庄茁.基于abaqus有限元分析和应用[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [7] 王泽鹏.ANSYS13.0LS-DYNA非线性有限元分析实例指导教程[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [8] 张文元.ABAQUS动力学有限元分析指南[M].深圳:中国图书出版社,2005.

## 力克公司

力克公司是软性材料整合技术解决方案的全球领导者,为使用纺织品、皮革、工业面料以及复合材料的制造行业提供专业的软件、自动裁剪设备 and 专业服务。力克服务于全球市场,涵盖时尚服装业、汽车、家具以及其它行业。力克公司的解决方案为每个用户量身定制,帮助客户实现产品设计、开发和制造的自动化及运营优化。力克公司拥有1 500名员工,已与来自全球100多个国家的知名客户建立伙伴关系,致力于帮助客户实现卓越运营。

欲了解更多信息,请访问 [www.lectra.com](http://www.lectra.com)。