

## 用于精装书壳的发泡革结构分析与评价

邢洁芳<sup>1</sup>, 冉紫媛<sup>2</sup>, 张绪勇<sup>1</sup>, 郝琪<sup>1</sup>

(1. 南京林业大学江苏省制浆造纸科学与技术重点实验室, 南京 210037;

2. 江西传媒职业学院, 南昌 330224)

**摘要:** **目的** 研究用于精装书壳的聚氯乙烯发泡革的综合质量评价方法。 **方法** 利用发泡革的微观结构分析和宏观质量测试相结合的方法, 通过数据量化表征和统计分布计算, 探讨两者间的相关联系。 **结果** 对2种发泡革的物理性能和泡孔结构分别作出对比, 泡孔结构均匀、分布细密、穿孔率少的发泡革的物理性能检测结果较好。 **结论** 发泡革的微观构造与宏观性能存在一定的关联性, 微观结构对宏观性能有着一定的影响作用和评价作用, 发泡革的泡孔结构越完整, 泡孔大小与分布的均匀程度越好, 感观性能和耐折牢度也越好。

**关键词:** 精装书壳; 发泡革; 泡孔结构; 质量评价

**中图分类号:** TS882 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)09-0156-05

## Analysis and Evaluation of the Structure of Foam Leather Used in Hardcover of Books

XING Jie-fang<sup>1</sup>, RAN Zi-yuan<sup>2</sup>, ZHANG Xu-yong<sup>1</sup>, HAO Qi<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037,

China; 2. The Media of Jiangxi Career Academy, Nanchang 330024, China)

**ABSTRACT:** The aim of this study was to investigate a comprehensive quality evaluation method of polyvinyl chloride foam leather for hardcover of books. Using the method of combining the micro structural analysis and macro quality test, the correlation between the two was discussed by means of quantitative characterization and statistical distribution calculation of data. The physical properties of two kinds of foam leather and foam structure were compared respectively. The foam leather with uniform pore structure, fine distribution and low perforation had better test results of physical performance. There was a certain relativity between the micro structure and macro properties of foam leather, and the microstructure had a certain influence on the macro performance. The more complete the pore structure of the foam leather, the higher the uniformity of the pore size and distribution, and the better the performance and the resistance to folding.

**KEY WORDS:** hardcover; foam leather; pore structure; quality evaluation

近年来,电子书与数字出版业迅猛发展,传统书刊市场供求失衡,简装书籍比例下降,精装书籍数量却逐年提高。书籍装帧的质量对于吸引读者、提高书籍的关注度具有重要的意义<sup>[1]</sup>,书籍封面对于书籍来说,就像是人的脸面一样,直接决定人的第一感觉<sup>[2]</sup>,

良好的封面材料以及装帧设计效果能够明显提高书刊对读者的吸引力以及书籍的保存时间和价值<sup>[3]</sup>。

随着化工和皮革技术的发展,人造皮革的技术含量和产品附加值越来越高<sup>[4-5]</sup>,在精装书籍的书壳中得以广泛应用,聚氯乙烯发泡革就是其中的一种。标准

收稿日期: 2015-09-24

基金项目: 国家级大学生实践创新训练计划(201410298044Z)

作者简介: 邢洁芳(1964—),女,江苏南通人,博士,南京林业大学副教授,主要研究方向为印刷图文信息再现与控制、印刷设备及管理。

规范和理论支撑的缺乏,导致发泡革用于制作精装书壳时还存在一些问题。多年来,人们一直积极研究皮革内部微观结构与感官性能和物理性能间的关系。文献[6]探讨了皮革微观结构与感官性能(丰满度、柔软性、弹性)之间存在的关系,但仅限于理化性能测试与主观评价2种方式<sup>[7]</sup>。在针对皮革外观的评价时,文献[8—9]利用计算机图像处理技术以及机器视觉检测等方法对皮革表面瑕疵进行了检测提取和评估。在企业生产中,大多依靠人的感观认知来评价,缺乏科学依据。这里利用发泡革的微观结构分析和宏观质量测试相结合的方法,通过数据量化表征和统计分布计算,探讨两者间的相关联系,最终综合评价发泡革质量,为印刷企业皮革装帧技术提供一定的理论参考。

## 1 实验部分

### 1.1 材料与仪器

实验选用材料:发泡革,厚度0.7 mm,1号为黑色大纹理,2号为红色小纹理,主要成分为聚氯乙烯树脂、增塑剂和发泡剂等,昆山阿基里斯公司;白乳胶, Henkel 胶粘剂, AQUENCE FB A8065;胶版纸(150 g/m<sup>2</sup>),上海剑发纸业公司。

实验仪器:奥林巴斯显微镜 bx41;皮革柔软度测试仪 ST-300;皮革耐折试验机。

### 1.2 实验依据及技术路线图

检测标准:QB/T 2714—2005 皮革 物理和机械试验耐折牢度的测定;GB/T 8948—2008 聚氯乙烯人造革。

实验技术路线见图1。

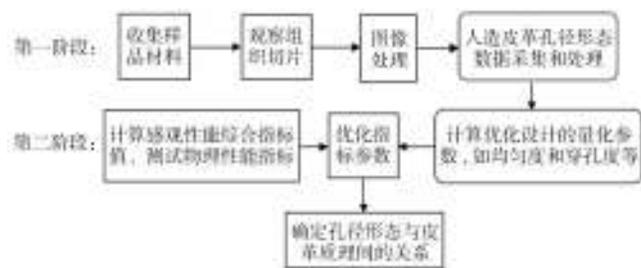


图1 实验技术路线

Fig.1 Experimental technology route

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 宏观检测

1) 感官测试。首先进行基本的外观检验,包括表面压花纹理的清晰程度、深浅一致性、有无色差和气

泡杂质等,用手触摸革感受到的柔软度、丰满性、易弯折度,原料的接头是否较少等<sup>[10—11]</sup>。

2) 起翘观察。选用16开本大小的1号和2号发泡革以及汉克公司生产的白乳胶,用海绵刷胶,与定量为150 g/m<sup>2</sup>的胶版纸粘合,在常温阴凉处用重物压置7 d左右,观察记录书边书角的变化情况,有无起翘以及开本尺寸变化的情况<sup>[12]</sup>。

3) 柔软度的检测。选用由英国BLC技术中心研发、美国MSA公司制造的ST-300皮革柔软度测试仪<sup>[13]</sup>。

4) 耐折牢度检测。依据QB/T 2714—2005《皮革物理和机械试验 耐折牢度》,进行取样和实验,测定发泡革的常温耐折牢度<sup>[14]</sup>。

5) 丰满性与弹性的检测。目前皮革的感观性能检测缺乏相关的技术标准,通过借用前人经验,可采用伸展定型率作为柔软度与弹性的测试依据,借鉴鞋面革弹性的测定方法来衡量<sup>[15]</sup>。

#### 1.3.2 微观检测

取发泡革1,2号样张,从多张皮革的不同部位切取大量的切片试样。使用奥林巴斯 bx41 显微镜, dt2000 成像系统软件,观察比较发泡革的泡孔大小、均匀程度和穿透情况等,记录泡孔的尺寸数据。

## 2 结果与讨论

### 2.1 宏观测试

在外观上,1号发泡革表面纹理压痕深重,花纹均匀密集、面积大且呈波纹状,无杂质与气泡存在,无明显缺陷,手感较柔软,易弯折;2号发泡革手感柔软,丰满度高,颜色鲜艳,均匀一致,压花纹理浅且小,较为稀疏。样品在经过一段时间的压置后,未发生边缘起翘和尺寸变形。在生产中,如能对每本书籍进行一定时间的均匀施压,书封就不容易起翘,书形稳定,大大提高装帧质量。通过测量,1,2号发泡革柔软度分别为0.45,0.55 mm,两者差异不大。总体上,2号发泡革感观性能优于1号发泡革。

2种发泡革在经过10 000次常温曲挠实验后,表面均无破损,说明其耐折牢度达到了国家标准。使用放大镜观察皮革弯折处的细节发现,1号发泡革表面黑色涂层出现发白现象,似有黑色粉末状物质,2号发泡革表面涂层颜色不变,与周围未受力部分颜色差异不明显;1号发泡革弯折处涂层伴随有少量裂纹延续,裂纹内部可见微小片状物,2号发泡革涂层光滑连贯,

无起皮现象,也无细小裂纹。可见,1号发泡革的耐折度低于2号发泡革。

2.2 微观测试

切片处理后,用显微镜观察1号和2号发泡革试样,见图2,测试计算不同组别间的泡孔面积中值数据及穿孔率,见表1。

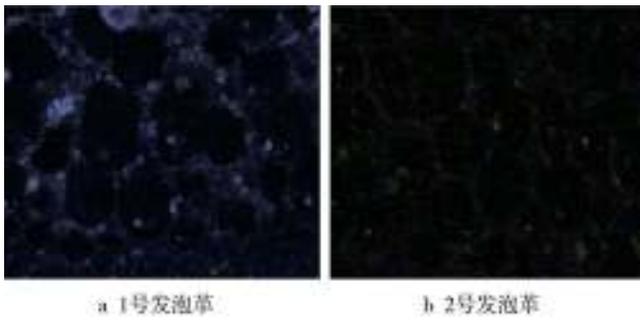


图2 发泡革内部泡孔结构

Fig.2 Internal pore structure of foam leather samples

从以上数据可知,1号皮革的各组面积中值波动大,差异较为明显,2号皮革的各组面积中值分布比较均匀,波动小。发泡革穿孔率对比见图3,2号发泡革的泡孔完整性明显高于1号发泡革,1号皮革抽样样本中有多个泡孔交叉穿透形成大片空洞,发泡结构的独立性受到破坏,皮革性能也会相应受到影响。穿孔率从一定程度上反映了每组泡孔面积和形状的均匀程度,泡孔分布过度密集会导致穿孔率过高,泡孔形状不规则或畸形。

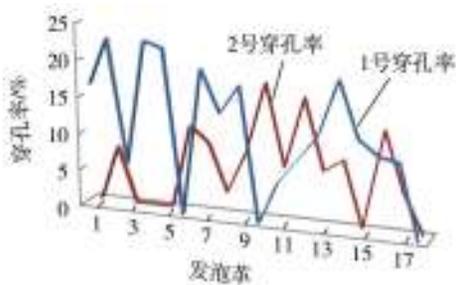


图3 发泡革穿孔率对比

Fig.3 Comparison of penetration rate of leather samples

根据微观结构定量分析,应用抽样方法和统计分布参数,对发泡革孔径状态、均匀度、穿孔率进行量化表征分析<sup>[7]</sup>。设计的参数包括标准差系数V、分布偏度 $\alpha$ 和分布峰度 $\beta$ 。

标准差:

$$V_x = \frac{\delta_x}{x} \quad (1)$$

表1 皮革面积中值与穿孔率

Tab.1 Area median and penetration rate of leather samples

	组别k	面积中值x	面积个数f	穿孔率/%
1号皮革	1	10 773.08	12	16.70
	2	8921.53	13	23.08
	3	12 192.62	16	6.25
	4	3803.51	13	23.08
	5	5937.78	18	22.22
	6	4436.33	20	0.00
	7	7371.85	15	20.00
	8	4919.85	21	14.28
	9	9546.42	11	18.18
	10	9143.48	12	0.00
	11	9523.96	17	5.88
	12	5499.82	11	9.09
	13	7884.97	16	12.50
	14	4899.13	15	20.00
	15	7183.60	16	12.50
	16	6582.67	19	10.53
	17	6737.71	20	10.00
	2号皮革	18	10 142.20	15
19		1812.58	23	0.00
20		2405.76	26	7.69
21		2939.49	18	0.00
22		2977.81	35	0.00
23		4074.34	27	0.00
24		2193.06	26	11.52
25		2943.46	32	9.38
26		2725.47	35	2.86
27		3289.59	23	8.70
28		5335.55	22	18.18
29		3918.29	28	7.14
30		4052.54	30	16.67
31		3451.58	28	7.14
32		2886.84	34	8.82
33		4247.40	25	0.00
34		2539.19	30	13.33
35		3294.37	27	5.30
36		2673.49	31	0.00

分布偏度:

$$\alpha_x = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^3 f_i}{\sum_{i=1}^k f_i \delta_x^3} \quad (2)$$

分布峰度:

$$\beta_x = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^4 f_i}{\sum_{i=1}^k f_i \delta_x^4} - 3 \quad (3)$$

式中:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{\sum_{i=1}^k f_i}, \delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum_{i=1}^k f_i}} \quad (4)$$

$x_i, f_i$ 分别为样本的面积中值和面积个数的观测值, $k$ 代表18组观测值。

标准差系数要求接近于0,表示泡核孔径、均匀程度差异很小;偏度的结果应该接近于0,表示泡孔面积在其平均值左右均匀分布;峰度的结果越接近0,表示泡孔面积分布越密集、数值大小越集中。计算后,1号和2号发泡革的( $V, \alpha, \beta$ )值分别为(0.312, 0.361, -1.180), (0.248, 0.758, 0.459),其值的绝对值越小,越接近于0,代表其性能越佳。

可见,2号发泡革中泡孔面积整体比1号发泡革均匀许多。2号泡孔单个面积间差异较小,直径间隔较一致,泡孔形态大多为规则圆形,泡孔分布较密集,因此泡孔结构更加均匀。

### 2.3 综合评价

为比较2种发泡革微观结构指标参数与外部性能指标的量化关系,首先确定其各自优化后的泡核均匀度指标:标准差系数 $V$ 、分布偏度 $\alpha$ 、分布峰度 $\beta$ ,以及

穿孔率 $X$ 。根据皮革装帧的主要性能要求,感观性能与耐折性能重要程度相似,故赋予宏观性能指标柔软度、丰满度、弹性的比例权重分别为20%,20%,10%,耐折牢度为50%。同时,根据2种皮革的物理性能检测结果,对1,2号发泡革的丰满度和耐折牢度状况赋予一定比例系数,丰满度分别为0.6,0.8,耐折牢度分别为0.7,1.0。由于宏观性能指标的结果值越大,表示其性能越好,而结构指标是绝对值越小性能越佳,为保证计算结果评价的一致性,在综合量化评价表中将结构指标值统一为负号。最后利用宏观指标与微观指标的综合量化给出最终质量评分 $T$ ,确定发泡革的质量评价结果,将这种综合评分作为发泡革质量评价的方法。

发泡革宏观性能与结构量化参数之间的相关分析见表2,综合比较表2中结构指标参数大小和宏观性能数值,可以发现结构指标参数越理想,感观性能和耐折牢度越好,虽然参数间存在微小的不协调,但从整体上来说,发泡革的微观结构对其宏观性能有着一定的影响,两者之间存在一定的相关联系性。发泡革的泡孔结构越完整和泡孔大小与分布的均匀程度越好,皮革的可压缩性越好,柔软度越高,手感舒适,感观性能越理想,同时物理力学性能中的耐折牢度也越强。

表2 发泡革宏观性能与结构量化参数之间的相关分析表

Tab.2 The relevant analysis table of foam leather's external property and quantized parameters

种类	结构量化参数		宏观性能				综合得分
	均匀度参数( $V, \alpha, \beta$ )	穿孔率 $X$	柔软度 $S$	丰满度 $F$	弹性 $E$	耐折牢度 $FF$	
1号发泡革	-0.312, -0.361, -1.180	-0.126	0.450	0.600	0.024	0.700	-1.485
2号发泡革	-0.248, -0.758, -0.459	-0.060	0.550	0.800	0.037	1.000	-1.113

注:综合得分 $T=(V+\alpha+\beta)\cdot(S\cdot a_1+F\cdot a_2+E\cdot a_3+FF\cdot a_4)+X\cdot(S\cdot a_1+F\cdot a_2+F\cdot a_3+FF\cdot a_4)$ ,其中 $a_1, a_2, a_3, a_4$ 分别为20%,20%,10%,50%,综合得分 $T$ 越接近于0,综合性能越好。

通过量化微观结构指标和宏观性能指标,依据装帧工艺对宏观性能的质量要求,赋予宏观性能指标各自的比例权重系数,然后利用上表所示的综合评价计算公式,获得发泡革质量评价的最终得分。2号发泡革较1号发泡革的综合得分值更接近于0,代表其综合性能较好。生产实践也证明,2号发泡革整体质量比1号好,在用于制作精装书壳及其长期使用过程中表现出了良好的适用性。

### 3 结语

用于制作精装书壳的聚氯乙烯发泡革,其微观结

构与宏观性能之间存在一定的关联性,微观泡孔形状结构对发泡革宏观性能会产生一定的影响,泡孔越完整、泡孔大小与分布均匀程度越好,感观性能和耐折牢度也越好。通过权重综合评分算法,将微观结构指标与宏观性能测试结果进行评估计算,以分值高低来评判发泡革的质量,可以为印刷企业在采购及生产过程中合理选择发泡革提供一定的理论支撑。

### 参考文献:

- [1] 傅继强. 探讨书籍装帧设计中的造境之美[J]. 包装工程, 2014, 35(24): 83—86.
- FU Ji-qiang. The Beauty of Artistic Conception in Book Bind-

- ing Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(24): 83—86.
- [2] 应艳. 书籍装帧设计的文化内涵[J]. 包装工程, 2014, 35(22): 81—84.  
YING Yan. Cultural Connotation of Book Binding Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 81—84.
- [3] 李春雷. 精装书封面装帧材料[J]. 印刷技术, 2007(25): 57—57.  
LI Chun-lei. The Material of Hardcover Book Cover[J]. Printing Technique, 2007(25): 57—57.
- [4] 姜艳, 王权. 束状超细纤维合成革微观结构研究[J]. 中国个体防护装备, 2004(1): 20—21.  
JIANG Yan, WANG Huan. The Microstructure Research of Fascicular Superfine Fiber Synthetic Leather[J]. China Personal Protective Equipment, 2004(1): 20—21.
- [5] 潘亚泽. 我国人造革合成革现状及发展趋势[J]. 山东工业技术, 2014(18): 214—215  
PAN Ya-ze. The Current Status and Developing Trend of Synthetic Leather[J]. Shandong Industrial Technology, 2014(18): 214—215
- [6] 王淮珠. 精装书封面的烫印加工[N]. 中国包装报, 2002-12-16(006).  
WANG Huai-zhu. Hot Stamping Process for the Cover of the Book[N]. China Packaging Newspaper, 2002-12-16(006).
- [7] 杨云, 章川波, 杜军. 皮革微观结构参数与成革性能参数之间数学模型的探索[J]. 中国皮革, 2006, 35(13): 19—21.  
YANG Yun, ZHANG Chuan-bo, DU Jun. The Exploration of Mathematics Model between MicroStructure and Performance Parameters of Leather[J]. China Leather, 2006, 35(13): 19—21.
- [8] 陈虹. 基于纹理分析的皮革缺陷检测的应用研究[D]. 成都: 四川师范大学, 2011.  
CHEN Hong. Research on Application of Texture Analysis for Leather Defect Detection[D]. Chengdu: Sichuan Normal University, 2011.
- [9] 贺福强. 大面积皮革表面的视觉检测技术与应用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.  
HE Fu-qiang. Technology and Application of Visual Inspection of Large Area Leather Surface[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2012.
- [10] 张晓镭. 皮革感官特性参数化测试与表征的研究进展[J]. 皮革科学与工程, 2005, 15(3): 26—29.  
ZHANG Xiao-lei. The Research Progress of the Leather Characteristic Parameter Testing and Expressing[J]. Leather Science and Engineering, 2005, 15(3): 26—29.
- [11] 董继先. 皮革感官特性参数的力学表征方法[J]. 皮革科学与工程, 2008, 18(6): 41—44.  
DONG Ji-xian. Expressing Leather Organoleptic Characteristic by Mechanic Parameters[J]. Leather Science and Engineering, 2008, 18(6): 41—44.
- [12] 彭文利. 皮革丰满性和柔软性测定原理及方法的研究[J]. 中国皮革, 2003(9): 9—11.  
PENG Wen-li. Study on Testing Principle and Method of the Leather's Fullness and Softness[J]. China Leather, 2003(9): 9—11.
- [13] 苏真伟. 皮革柔软度的量化测定初探[J]. 皮革科学与工程, 1993(4): 15—20.  
SU Zhen-wei. Preliminary Study on the Quantitative Determination of leather Softness[J]. Leather Science and Engineering, 1993(4): 15—20.
- [14] QB/T 2710—2005, 皮革物理和机械耐折牢度的测定[S].  
QB/T 2710—2005, Determination of Physical and Mechanical Folding Fastness of Leather[S].
- [15] 路华, 马建中. 皮革弹性的分析及表征[J]. 中国皮革, 2008(3): 48—52.  
LU Hua, MA Jian-zhong. Analysis and Characterization of Leather Elasticity[J]. China Leather, 2008(3): 48—52.