

瓦楞原纸环压强度测量不确定度评定

张映霞, 徐雪萌

(河南工业大学, 郑州 450007)

摘要:目的 为提高瓦楞原纸的检测水平,研究瓦楞原纸环压强度测量的不确定度评定方法。方法 根据JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》,对瓦楞原纸进行抽样,分析其环压强度不确定的主要来源并对其量化,对检测结果进行评定。结果 瓦楞原纸环压强度测量的扩展不确定度为78.78,置信概率为95%,包含因子为2。结论 检测结果可用于瓦楞原纸环压强度的合格判断,对于其他性能如耐破度、戳穿强度的不确定评定具有参考价值。

关键词: 不确定度; 瓦楞原纸; 环压强度

中图分类号: TB484.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)19-0073-03

Uncertainty Analysis of Ring Crush Compression Resistance of Corrugated Base Paper

ZHANG Ying-xia, XU Xue-meng

(Henan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

ABSTRACT: The aim of this work was to study the uncertainty evaluation method of ring crush compression resistance of corrugated base paper in order to raise the level of corrugated base paper test. A group of corrugated Base paper were sampled, then the ring crush compression of some corrugated paper were tested. The main sources of uncertainty of ring crush compression were analyzed according to the standard JJF 1059—2012 "Evaluation and Expression of Uncertainty in measurement". The result showed that the expanded uncertainty of ring crush compression strength measurement of the corrugated base paper was 78.78, the confidence probability was 95%, and the confidence factor was 2. The evaluation results can be used to judge the ring crush compression strength of corrugated base paper, and also have great reference value for other corrugated base paper performance tests such as bursting strength and puncture strength.

KEY WORDS: uncertainty; corrugated base paper; ring crush compression strength

瓦楞纸箱作为一种重要的纸质包装容器,具有质轻、抗压、耐戳穿、缓冲、防震、容易加工成型和印刷等性能,在包装行业得到广泛应用。尤其随着低碳、环保理念的日益深入人心,瓦楞纸箱作为绿色包装容器受到了现代社会的青睐^[1-2]。瓦楞原纸作为制造瓦楞纸箱的原材料,其环压强度严重影响瓦楞纸箱抗压强度等各项性能指标。在此,对一批瓦楞原纸进行抽样,从卷筒纸上裁取原纸,按照GB/T 2679.8—1995《纸和纸板环压强度的测定》进行瓦楞原纸的环压强度测试,对瓦楞原纸环压强度的不确定度进行分析和评

定,进而对各影响环压强度的因素加以控制,以期提高瓦楞原纸的检测水平。

1 试验

1.1 试验模型

瓦楞原纸的环压强度是指将一定尺寸的试样,插在环压中心盘内,形成圆环形,在两测量板之间进行压缩,在压溃前所能承受的最大压缩力即为环压强度

收稿日期: 2015-01-26

作者简介: 张映霞(1978—),女,河南人,硕士,河南工业大学副教授,主要研究方向为包装材料及工艺。

$(\text{kN/m})^{[3-4]}$ 。

建立数学模型为: $R=F/152,R_d=1000R/W$ 。式中: R 为环压强度(kN/m); F 为最大压力(N); R_d 为环压指数($\text{N}/(\text{m}\cdot\text{g})$); W 为试样的定量(g/m^2)。试样的长度为152 mm。

1.2 试样制备

实验仪器采用GY-1多功能瓦楞综合强度试验仪。实验环境温度保持在 $(23\pm1)^\circ\text{C}$,湿度保持在 $(50\pm2)\%$ 。选取同一批号的“兰花”牌瓦楞原纸,共20个样品,要求纸样无任何纸病。按GB 10739—2002的规定进行温湿度处理,并在该条件下测定环压强度。

使用环压专用取样器,从处理后的纸样上严格按纵向切取长 $(152.0\pm0.2)\text{mm}$ 、宽 $(12.7\pm0.1)\text{mm}$ 的试样。切片边缘不能有毛边或影响测定结果的其他缺陷。这里,试样长边平行于纸的纵向,用于测定横向环压强度^[5]。

1.3 测试方法

按规定裁切样品,在厚度测量仪上测量原纸的厚度为0.285 mm,从而决定取样内盘的直径为 $(48.3\pm0.050)\text{mm}$ 。按规定裁切样品,在电子天平上测量出试样的质量,并计算出试样的定量为135 g/m^2 。

将测定环压强度的试样条插入已选好的环压中心盘,同时,使试样的下边与环压中心盘的底部完全接触。下压盘匀速上升对试样施加压力直至试样压溃,施加的最大压力就是 F 。

2 试验结果与讨论

2.1 不确定度分量的分析及计算

标准不确定度的评定可分为A类和B类评定。其中,A类评定的不确定度是由观测列的统计分析评定的,也称为统计不确定度,一般用重复性测量的标准差来表示;B类评定的不确定度是由非统计分析评定的,只能以类似的测量记录、测量中所用的装置、制造说明书、检定证书或材料的一般特性、取自手册的参数等形成信息集合,提供不确定度有意义的测度^[6]。

参考JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》,影响瓦楞原纸环压强度的不确定度分量如下所述。

2.1.1 计算重复性测量引起的不确定度分量 u_1

在重复性测量条件下,分别检测同批号20个试样

的环压强度,由于环压强度的测量会损坏试样,因此每个样品只能测量1个环压强度值。根据GB/T 2679.8—1995《纸和纸板环压强度的测定》计算平均的环压强度,精确至0.01 kN/m ,其平均值为1.02 kN/m ;环压指数的平均值为7.55 $\text{N}\cdot\text{m/g}$ 。20个环压强度值统计见表1。

表1 20个独立测量的环压强度数据
Tab.1 Twenty independent measurement results of ring crush compression strength

序号	作用力/N	环压强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	环压指数/($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{g}^{-1}$)
1	158	1.04	7.70
2	159	1.05	7.75
3	160	1.05	7.80
4	158	1.04	7.70
5	157	1.03	7.65
6	156	1.03	7.60
7	157	1.03	7.65
8	158	1.04	7.70
9	155	1.02	7.55
10	152	1.00	7.41
11	150	0.99	7.31
12	150	0.99	7.31
13	148	0.97	7.21
14	154	1.01	7.50
15	152	1.00	7.41
16	159	1.05	7.75
17	153	1.01	7.46
18	148	0.97	7.21
19	153	1.01	7.46
20	163	1.07	7.94

按A类评定,根据贝塞尔法^[6],单次测量的标准差为 $s(x)=\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i-\bar{y})^2}{n-1}}=0.2037$ 。这里,单次测量的标准差即为重复测量的不确定度分量,即 $u_1=0.0456$ 。自由度 $\nu_1=19$ 。

2.1.2 计算测量仪器准确度引起的不确定度分量 u_2

GY-1多功能瓦楞综合强度试验仪定期计量合格,但设备的测量分辨力和示值误差都会对测量的不确定度产生影响。仪器测量分辨力引起的不确定度 u_{21} 可认为是均匀分布的, $u_{21}=0.577\text{ kPa}$,自由度 ν_{21} 为 ∞ ;示值误差引起的不确定度 u_{22} 也认为是均匀分布的, $u_{22}=16.2\text{ kPa}$,自由度 ν_{22} 为 ∞ 。

这里 u_{21} 和 u_{22} 各不相关,因此,两分量合成的环压强度仪器不确定分量 $u_2=\sqrt{u_{21}^2+u_{22}^2}=16.2$ 。

2.1.3 瓦楞原纸含水率引起的不确定度分量 u_3

瓦楞原纸受环境温湿度变化的影响较大,环压强度试验前测试瓦楞原纸的含水率为7.0%,处于7%~9%区间内,含水率引起的不确定度分量 u_3 是按半宽为62.25 kPa均匀分布。

则瓦楞原纸含水率引起的标准不确定度分量 $u_3=35.9$ kPa,自由度 v_3 为 ∞ 。

2.1.4 数值修约引起的不确定度分量 u_4

GB/T 2679.8—1995《纸和纸板环压强度的测定》中要求对检测结果进行修约,该修约可能是由于数据化简的需要或仪器设备的滞后引起的,因此必定会引起误差。设定修约间隔为 δ ,在 P 为100%的情况下,则误差模 $\leq 0.5\delta$,即为修约不确定度。这里 δ 即为设备的最小分辨率1 N,误差属于均匀分布, k 取 $\sqrt{3}$,则

$$\left(\frac{0.5\delta}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{\delta^2}{12}, \text{则数值修约引起的不确定度分量 } u_4 = \frac{\delta^2}{12} = 0.08, \text{自由度 } v_4 \text{为 } \infty。$$

2.2 合成标准不确定度及扩展不确定度

2.2.1 合成标准不确定计算

对于各测量的结果 $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$,各测量结果 x_i 的标准不确定度 u_i ,可来自于A类评定或B类评定,于是 y 的标准不确定度为各测量结果 x_i 的合成不确定度,即 $u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} = 39.39$ 。

2.2.2 扩展不确定度评定

扩展不确定用以确定测量结果附近区间的量,合理赋予被测量值分布的大部分渴望以高置信概率落入该区间,也称为总的扩展不确定度。取置信概率 $P=95\%$,包含因子 $k=2$,则扩展不确定度 $U_{95}=78.78$ 。

3 结语

对瓦楞原纸进行抽样,依据相关标准进行环压强度的相应测量,根据A类和B类评定方法,对瓦楞原纸环压强度测量各分量标准不确定度进行了评定,计算合成标准不确定度为39.39,得到该批次样品环压强度测量的扩展不确定度为78.78,包含因子为2,置信概率为95%。该评定结果可用于瓦楞原纸环压强度是否合格的评定,从而避免对抽样检测结果的误判。同时,瓦楞纸箱的耐破度、戳穿强度等的不确定度评定也可参考该方法。

参考文献:

- [1] 张晓蓉,蒋伟. AB型瓦楞纸箱边压强度测量不确定度评估[J]. 包装工程,2011,32(1):11—14.
ZHANG Xiao-rong, JIANG Wei. Evaluation of Uncertainty of AB type Corrugated Boxes Edge Wise Crush Resistance Measurement[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(1): 11—14.
- [2] 彭全,宋磊,肖同. 瓦楞纸箱边压强度的不确定度分析[J]. 包装工程,2013,34(17):49—51.
PENG Quan, SONG Lei, XIAO Tong. Uncertainty Analysis of Edgewise-crushed Resistance of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(17): 49—51.
- [3] GB/T 10739—2002, 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件[S].
GB/T 10739—2002, Paper, Board and Pulps Standard Atmosphere for Conditioning and Testing[S].
- [4] GB/T 2679.8—1995, 纸和纸板环压强度的测定[S].
GB/T 2679.8—1995, Paper and Board Determination of Ring Crush Compression Strength[S].
- [5] 计宏伟. 包装工程实验教程[M]. 北京:印刷工业出版社,2014.
JI Hong-Wei. Experiment Tutorial of Packaging Engineering [M]. Beijing: Printing Industry Publishing House, 2014.
- [6] 刘智敏,刘凤. 测量不确定度的评定与表示[J]. 中国计量学报,1994,25(4):96—99.
LIU Zhi-min, LIU Feng. Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement[J]. Chinese Journal of Measurement, 1994, 25(4): 96—99.
- [7] JJF 1059.1—2012, 测量不确定度评定与表示[S].
JJF 1059.1—2012, Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement[S].
- [8] 徐革玲,郭仁宏. 瓦楞纸箱边压强度测定不确定度的评定[J]. 包装工程,2004,25(4):157—158.
XU Ge-ling, GUO Ren-hong. Evaluation and Expression of Uncertainty of Edgewise-crushed Resistance of Corrugated Fiberboard Boxes[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 157—158.
- [9] 余章书. 提高瓦楞原纸环压强度的技术探讨[J]. 湖南造纸,2014(2):14—17.
YU Zhang-shu. Technology Discussion of Improving the Ring Crush Strength of Corrugated Paper[J]. Hunan Paper, 2014 (2): 14—17.
- [10] 刑仁卫,陈夫山. 瓦楞原纸的环压强度影响因素概述[J]. 中国造纸,2006,25(2):19—21.
XING Ren-wei, CHEN Fu-shan. Overview of Factors Affecting Ring Crush Strength of Corrugated Base Paper[J]. Chinese Paper, 2006, 25(2): 19—21.
- [11] 古成昕. 不确定度的分析与计算[J]. 计量与测试技术, (下转第134页)

- RGB to CIEXYZ[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(3): 79—81.
- [8] 刘浩学,崔桂华,黄敏,等. 按波长分区的LCD颜色特征化模型[J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 10(33): 2751—2757.
- LIU Hao-xue, CUI Gui-hua, HUANG Min, et al. Colorimetric Characterization of LCD Based on Wavelength Partition Spectral Model[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2013, 10(33): 2751—2757.
- [9] 刘浩学,郑岚,代黎,等. 基于光谱叠加特性的液晶显示器颜色特征化方法研究[J]. 光学学报, 2007, 27(5): 1233002—1.
- LIU Hao-xue, ZHENG Lan, DAI Li, et al. Color Characterization of LCD Based on Spectral Additive Properties[J]. Acta Optica Sinica, 2007, 27(5): 1233002—1.
- [10] 李金城. 色彩高保真复制的理论与实践[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.
- LI Jin-cheng. Theory and Practice of High-fidelity Color Reproduction[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2013.
- [11] 邹文海,徐海松,王勇. 基于彩色扫描仪的图像光谱重构[J]. 光学学报, 2007, 27(5): 859—863.
- ZOU Wen-hai, XU Hai-song, WANG Yong. Spectral Reconstruction of Images Based on Color Scanner[J]. Acta Optica Sinica, 2007, 27(5): 859—863.
- [12] WANG Yong, XU Hai-song. Spectral Characterization of Scanner Based on PCA and BP ANN[J]. Chinese Optics Letters, 2003(12): 725—728.
- [13] 何颂华,张刚,陈桥,等. 基于BP神经网络的多基色打印机光谱特性化[J]. 包装工程, 2014, 35(13): 110—115.
- HE Song-hua, ZHANG Gang, CHEN Qiao, et al. Spectral Characterization of Multicolor Printer Based on BP Neural Network[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(13): 110—115.
- [14] 卓金武. MATLAB在数学建模中的应用[D]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2011.
- ZHUO Jin-wu. Application of MATLAB in Mathematical Modeling[D]. Beijing: University of Aeronautics and Astronautics Press, 2011.
- [15] 陈奕艺. 基于数码相机的物体表面色光谱重构[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- CHEN Yi-yi. Spectrum Reconstruction of Surface Color Based on the Digital Camera[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2008.

(上接第75页)

- 2008, 35(1): 15—19.
- GU Cheng-Xin. Analysis and Calculation of Uncertainty[J]. Measurement and Testing Technology, 2008, 35(1): 15—19.
- [12] 臧慕义. 分析测试不确定度的评定与表示[J]. 分析实验室, 2005, 24(11): 74—78.
- ZANG Mu-Yi. Evaluation and Expression of Uncertainty for Chemical Analysis and Measurement[J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 2005, 24(11): 74—78.
- [13] 王建清. 包装材料学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- WANG Jian-Qing. Package Material[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2009.
- [14] 刘喜生. 包装材料学[M]. 长春: 吉林大学出版社, 1997.
- LIU Xi-Sheng. Package Material[M]. Changchun: Jilin University Press, 1997.
- [15] 孙诚. 包装结构设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- SUN Cheng. Package Structure Design[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.

欢迎订阅 欢迎投稿