

瓦楞纸箱边压强度的不确定度分析

彭全, 宋磊, 肖同, 汪新

(重庆市计量质量检测研究院, 重庆 401123)

摘要: 根据 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》, 分析了纸箱边压强度不确定度的主要来源并对其进行量化, 同时对纸箱边压强度不确定度进行了评定。结果表明, 影响不确定度的主要因素是重复性测量、仪器的示值误差、数值修约。这批瓦楞纸箱测量结果及不确定度 $U = (8.94 \pm 0.23) \times 10^3 \text{ N/m}$, $k=2$ 。

关键词: 不确定度; 瓦楞纸箱; 边压强度

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)17-0049-03

Uncertainty Analysis of Edgewise-crushed Resistance of Corrugated Box

PENG Quan, SONG Lei, XIAO Tong, WANG Xin

(Chongqing academy of metrology and quality inspection, Chongqing 401123, China)

Abstract: The main factors influencing uncertainty of edgewise-crushed resistance of corrugated box were analyzed and measured according to JJF 1059.1—2012 Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement. The results showed that the source of uncertainty mainly comes from repeated test, accuracy of equipment, and rounding off of value; the uncertainty of edgewise-crushed resistance of the corrugated boxes is $U = (8.94 \pm 0.23) \times 10^3 \text{ N/m}$, $k=2$.

Key words: uncertainty; corrugated box; edgewise-crushed resistance

瓦楞纸箱是用瓦楞纸板制成的刚性纸质容器, 以其优越的使用性能和良好的加工性能逐渐取代了木箱等运输包装容器, 成为运输包装的主力军。它除了保护商品, 便于仓储、运输之外, 还起到美化商品、宣传商品的作用。近几年, 纸箱因其特有的优势依然占据了主力地位, 其质量引发的问题也越来越受到人们的重视^[1]。在瓦楞纸箱的物理性能中, 边压强度是衡量纸箱力学性能的一个重要物理指标, 各界对其都制定了相应的标准, 如: 国标 GB/T 6543—2008^[2] 和 GB/T 6544—2008^[3], 行标 SN/T 0262—1993^[4] 等。由此对瓦楞纸箱边压强度的不确定度分析和评定, 可以对测量结果的影响因素加以控制, 对提高瓦楞纸箱的检测水平具有一定的指导意义^[5]。

1 实验部分

1.1 纸箱样品

实验样品: 选取 15 个同种配料、同一批号的 CB

型双瓦楞纸箱, 按 GB 10739—2002 的规定进行温湿处理^[6]。

1.2 仪器与设备

实验仪器与设备: 压缩强度仪, GT-6011, 高铁检测仪器有限公司; 精密控制模块化恒温恒湿机房专用空调, Jov20, 上海约顿机房设备有限公司; 2 块打磨平滑的长方形金属块, 截面大小为 20 mm×20 mm, 长度小于 100 mm; 瓦楞纸箱边压强度标准裁样刀。

1.3 样品制备

使用裁样刀切出光滑、笔直且垂直于纸板表面的以瓦楞方向为短边的矩形试样, 尺寸为 $(25 \pm 0.5) \text{ mm} \times (100 \pm 0.5) \text{ mm}$, 试样上不得有压痕、印刷痕迹和损坏。

1.4 性能测试

试样置于压缩试验仪的两压板之间, 使试样的瓦楞方向垂直于压缩试验仪的两压板, 然后对试样施加压力, 直至试样压溃为止。测定每一试样能承受的最大压力^[7]。

收稿日期: 2013-06-06

作者简介: 彭全(1986-), 男, 重庆人, 硕士, 重庆市计量质量检测研究院检验员, 主要从事包装检测等工作。

2 不确定度分量的来源及分析

参考 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》^[8],影响纸箱边压强度的不确定度分量见图 1。

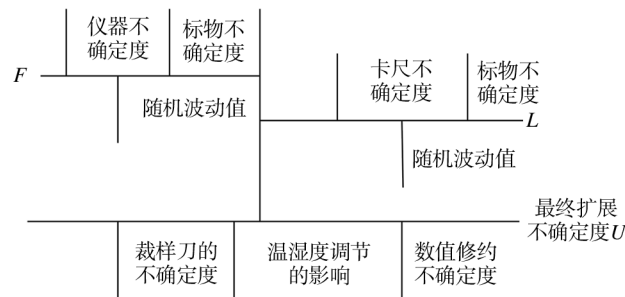


图 1 纸箱边压强度不确定度来源因素
Fig. 1 Source factors of uncertainty of corrugated box edgewise-crushed resistance

- 1) 在相同条件下,压缩强度仪和电子数显卡尺因重复测量所带来的不确定度。
- 2) 压缩强度仪和电子数显卡尺的计量性能,如最大允许误差、灵敏度、分辨力及稳定性等局限性引起仪器本身的不确定度。
- 3) 计量压缩强度仪的标准测力仪和计量电子数显卡尺的 5 等量块均会带来不确定度,但标准计量件引起的不确定度相当小,可以忽略不计。
- 4) GB/T 6546—1998《瓦楞纸板边压强度的测定法》中要求对检测结果进行修约,数值修约必然引起误差。
- 5) 纸箱力学性能受温湿度影响较大,环境会带来一定的不确定度。由于纸箱在标准的恒温恒湿屋内预处理,实验记录中显示环境一直控制在温度(23±1)℃,湿度(50±2)% 范围内,说明温湿度的控制符合标准 GB/T 10739—2002《纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件》的要求^[6],且纸箱预处理充分,所以温湿度引起的不确定度可忽略。
- 6) 裁样刀引起的不确定度。该试验所使用的标准裁样刀切口平整光滑,引起的不确定也可忽略不计。

3 不确定度的推导及计算

3.1 建立数学模型

建立数学模型^[7]为:

$$R = \frac{F \times 10^3}{L}$$

式中: R 为边压强度(N/m); F 为最大压力(N); L 为试样长边尺寸(mm)。

3.2 推导相对标准测量不确定度

推导相对标准测量不确定度过程如下:

$$R = \frac{F \times 10^3}{L} = 10^3 \cdot F \cdot L^{-1}$$

$$u_{\text{crel}}^2(R_{\text{whole}}) = u_{\text{crel}}^2(F) + u_{\text{crel}}^2(L)$$

$$\text{由于: } u_{\text{crel}}(x) = \frac{u_c(x)}{x}, u_{\text{crel}}^2(x) = \left(\frac{u_c(x)}{x} \right)^2,$$

$$u_c(x) = \sqrt{\frac{s^2(x)}{n} + \frac{MPE^2}{k_1^2} + \frac{U^2}{k_2^2}}$$

$$\text{因此: } u_{\text{crel}}^2(R_{\text{whole}}) = \frac{\frac{s^2(F)}{n} + \frac{MPE_F^2}{k_1^2} + \frac{U^2}{k_2^2}}{F^2} +$$

$$\frac{\frac{s^2(L)}{n} + \frac{MPE_L^2}{k_1^2} + \frac{U^2}{k_2^2}}{L^2}$$

式中: $u_{\text{crel}}(x)$ 为相对不确定度; $u_c(x)$ 为标准不确定度; $s(x)$ 为标准偏差; R_{whole} 为全数值; k 为包含因子。

3.3 各个参数分析

各量测得值: $F = 901.52 \text{ N}$, $L = 100.814 \text{ mm}$, $R = 8942.4 \text{ N/m}$ 。

重庆造纸计量站对压缩强度仪评定的示值误差的测量不确定度 $U_{95} = 1.0\%$, 根据 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》中,对被测量的可能值落在区间内的情况缺乏了解时^[8],一般假设为均匀分布, k 取 $\sqrt{3}$, 则其扩展不确定度 $MPE = 9.0152 \text{ N}$ 。压缩试验仪用 0.3 级标准测力仪标准装置进行计量,其准确度等级为 0.3 级,不确定度非常小,可以忽略不计。

电子数显卡尺的最大示值误差 MPE 为 0.03 mm , 同样假设为均匀分布, k 取 $\sqrt{3}$ 。计量电子数显卡尺的 5 等量块的不确定度非常小,也可以忽略不计。

$$\text{贝塞尔公式: } s^2(x_k) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

由表 1 和表 2 的统计分析得出:

$$s^2(F) = 1086.15, s^2(L) = 0.11036$$

$$\text{则: } u_{\text{crel}}^2(R_{\text{whole}}) = \frac{\frac{s^2(F)}{n} + \frac{MPE_F^2}{k_1^2} + \frac{U^2}{k_2^2}}{F^2} +$$

表 1 10 次独立重复测定力值结果的统计分析

Tab.1 Statistical analysis of 10 times of independent force measurement results

序号	F/N	$F_i - \bar{F}$	$(F_i - \bar{F})^2$
1	941.8	40.28	1622.5
2	906.5	4.98	24.8
3	950.5	48.98	2399
4	867.1	-34.42	1184.7
5	922.3	20.78	431.81
6	881.2	-20.32	412.9
7	862.2	-39.32	1546.1
8	888.2	-13.32	177.42
9	928.9	27.38	749.66
10	866.5	-35.02	1226.4
平均值 $\bar{F}$	901.52		
Σ			9775.3

表 2 10 次独立重复测定长度结果的统计分析

Tab.2 Statistical analysis of 10 times of independent length measurement results

序号	L/mm	$L_i - \bar{L}$	$(L_i - \bar{L})^2$
1	100.81	-0.004	0.000 016
2	100.58	-0.234	0.054 756
3	101.21	0.396	0.156 816
4	100.68	-0.134	0.017 956
5	101.38	0.566	0.320 356
6	100.33	-0.484	0.234 256
7	100.92	0.106	0.011 236
8	100.86	0.046	0.002 116
9	100.97	0.156	0.024 336
10	100.40	-0.414	0.171 396
平均值 $\bar{L}$	100.814		
Σ			0.993 240

$$\frac{\frac{s^2(L)}{n} + \frac{MPE_L^2}{k_1^2} + \frac{U^2}{k_2^2}}{L^2} = \frac{\frac{1086.15}{10} + \frac{9.0152^2}{3}}{901.52^2} + \frac{\frac{0.110\ 36}{10} + \frac{0.03^2}{3}}{100.814^2}$$

$$u_c(R_{\text{whole}}) = R^2 u_{\text{crel}}^2(R_{\text{whole}}) = 13\ 441.4139$$

3.4 数值修约引起的不确定度

设修约间隔为 δ , 在 p 为 100% 的情况下, 则误差模小于等于 0.5δ , 即为修约不确定度。因为修约误差

的分布属于均匀分布, k 取 $\sqrt{3}$, 则 $\left(\frac{0.5\delta}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{\delta^2}{12}$ 。GB/T 6546—1998《瓦楞纸板边压强度的测定法》中要求结果精确至 1 N, 故 $\delta = 1$ 。 R_{Round} 为修约值。

$$u_c^2(R_{\text{Round}}) = u^2(R_{\text{whole}}) + \frac{\delta^2}{12} = 13\ 441.4972$$

$$u_c(R_{\text{Round}}) = \sqrt{u_c^2(R_{\text{Round}})} = \sqrt{13\ 441.497\ 2} = 115.9\ \text{N/m}$$

3.5 扩展不确定度

取置信概率 $P = 95\%$, 包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为:

$$U_{\text{pr}} = k u_c(R_{\text{Round}}) = 2 \times 115.9 = 231.8\ \text{N/m}$$

3.6 测量结果及不确定度

$$U = (8.94 \pm 0.23) \times 10^3\ \text{N/m}; k = 2$$

4 结语

综上所述, 纸箱边压强度不确定度的分析须分清主次, 压缩力值和长度的重复测定结果的随机波动、压缩强度仪和电子数显卡尺的示值误差、数值修约引起的不确定度为五大主要来源。通过对瓦楞纸箱边压强度不确定度进行评定, 可以明确分析出瓦楞纸箱检测过程中关键控制点, 并对影响测量结果不确定度的因素加以控制, 对提高瓦楞纸箱检测水平具有一定的指导意义。

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] GB/T 6543—2008, 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱[S].
GB/T 6543—2008, Single and Double Corrugated Boxes for Transport Packages[S].

[3] GB/T 6544—2008, 瓦楞纸板[S].
GB/T 6544—2008, Corrugated Fiberboard[S].

[4] SN/T 0262—1993, 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程[S].
SN/T 0262—1993, Rules for the Inspection of Transport Packaging for Export Commodities-Corrugated Fiberboard Box[S].

表 1 2 组图像配准参数
Tab.1 Two sets of image registration parameters

指标	图像 1 (1585×1156)	图像 2 (1280×940)
全局搜索点对	126	68
缩小范围点对	79	32
减少误匹配率/%	75.8	68.9
平方根误差	0.003	0.002
配准时间/ms	115	76
时间减少率/%	78.9	82.3

4 结语

针对印品图像检测,提出了一种基于 SIFT 检测特征点通过改进缩小搜索范围实现多幅图像拼接的检测方法。该方法可以完成图像拼接,减小数据处理量和时间,提高检测效率。该方法在一定实验条件下完成,经进一步改进移植,提高了执行效率,实现了在线联机测试。

参考文献:

[1] 徐明亮,李成渊,梅娟. 基于 SURF 特征的印铁图像色差在线检测研究[J]. 包装工程,2012,33(15):103-108.
XU Ming-liang,LI Cheng-yuan,MEI Juan. Research of On-line Detection of Chromatic Aberration of Image Printed on Tin[J]. Packaging Engineering,2012,33(15):103-108.

[2] 章国艺,应自炉. 印刷品缺陷在线检测系统中的关键技术研究[J]. 工业控制计算机,2008(7):24-26.
ZHANG Guo-yi,YING Zi-lu. Research on Key Technologies of Online Printed Matter Defect Detection System[J]. Industrial Control Computer,2008(7):24-26.

[3] 易端阳,唐万有,郝健强,等. 图像拼接在印品检测中的

应用研究[J]. 包装工程,2011,32(5):111-114.
YI Duan-yang,TANG Wan-you,HAO Jian-qiang,et al. Application Research of Image Mosaic in Print Detection[J]. Packaging Engineering,2011,32(5):111-114.

[4] 邹晓春,何明一,赵歆波. 基于二维投影变换的视频全景图拼接算法[J]. 数据采集与处理,2012,27(5):528-531.
ZOU Xiao-chun,HE Ming-yi,ZHAO Xin-bo. Video Panorama Mosaic Algorithm Based on 2D Projection Transform[J]. Journal of Data Acquisition & Processing,2012,27(5):528-531.

[5] 程红,郑悦,孙文邦,等. 基于曲线拟合的拼接缝消除方法[J]. 光电工程,2013,40(5):72-78.
CHENG Hong,ZHENG Yue,SUN Wen-bang,et al. A Seam-line Removal Method Based on Curve Fitting[J]. Opto-Electronic Engineering,2013,40(5):72-78.

[6] 章毓晋. 图像工程[M]. 北京:清华大学出版,2009.
ZHANG Yu-jin. IMAGE Engineering[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2009.

[7] 蔡叶菁,龙永红,罗海霞. 改进型 RGB 色差计算及其在印品检测中的应用[J]. 包装工程,2010,31(1):68-71.
CAI Ye-jing, LONG Yong-hong, LUO Hai-xia. Improved RGB Color Difference Calculation Method and Its Application in Print Inspection[J]. Packaging Engineering,2010,31(1):68-71.

[8] 练笔战,杨扬. 电力图像监控系统集成平台的研究与设计[J]. 电力系统保护与控制,2011,39(6):124-130.
LIAN Bi-zhan,YANG Yang. Research and Design of Electric Power Video Surveillance Integration Platform[J]. Power System Protection and Control,2011,39(6):124-130.

[9] 苏光大. 图像并行处理技术[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
SU Guang-da. Image Parallel Processing Technology[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2002.

(上接第 51 页)

[5] 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 of Uncertainty of Edgewise-crushed Resistance of Corrugated Fiberboard Boxes[J]. Packaging Engineering,2004,25(4):157-158.

[6] 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].

[7] GB/T 6546—1998,瓦楞纸板边压强度的测定法[S].
GB/T 6546—1998, Corrugated Fibreboard Determination of Edgewise Crush Resistance[S].

[8] JJF 1059.1—2012,测量不确定度评定与表示[S]. 北京:中国质检出版社,2012.
JJF 1059.1—2012, Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement[S]. Beijing: China Zhijian Publishing House,2012.