

AB型瓦楞纸箱边压强度测量不确定度评估

张晓蓉, 蒋伟, 朱洪坤, 石彦琳, 姚丽芳

(国家质量监督检验检疫总局 上海出入境检验检疫局, 上海 200135)

摘要: 根据 GB/T 6546—1998, 对一批 AB 型瓦楞纸箱进行边压强度的测试, 并根据标准 JJF 1059—1999 对其进行了不确定度的评估。其不确定度主要来源是重复性测量、仪器自身示值准确度、数值修约。这批 AB 型瓦楞纸箱边压强度测量扩展不确定度为 78.26 N。

关键词: 不确定度; 瓦楞纸箱; 边压强度

中图分类号: TB484.1; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—3563(2011)01—0011—04

Evaluation of Uncertainty of AB Type Corrugated Boxes Edgewise Crush Resistance Measurement

ZHANG Xiao-rong, JIANG Wei, ZHU Hong-kun, SHI Yan-lin, YAO Li-fang

(Shanghai Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200135, China)

Abstract: The edgewise crush resistance of AB type corrugated boxes was determined according to GB/T 6546—1998 and the uncertainty was evaluated according to JJF 1059—1999. It was founded that the source of uncertainty mainly comes from repeated test, accuracy of equipment, and rounding off for value. Expanded uncertainty of edgewise crush resistance of the AB type corrugated boxes is 78.26 N.

Key words: uncertainty; corrugated box; edgewise crush

近几年,我国的包装产值不断提升,纸箱因其特有的优势已然占据了主力地位,其质量引发的问题也越来越受到人们的重视。边压强度是衡量纸箱质量的一个重要项目,各界对其都制定有相应的标准和规定,例如:国标 GB/T 6543—2008^[1]和 GB/T 6544—2008^[2];行标 SN/T 0262—93^[3];企标《夏新电子股份有限公司包装箱质量验收标准》^[4]等。由此,检测边压强度的实验室所提供的数据的有效性、可靠性、科学性也就倍受关注,实验室的测量不确定度评估也逐渐被认知和使用开来。

笔者以 AB 型瓦楞纸箱边压强度试验为对象,通过对重复性测量、纸板抗压试验仪自身示值准确度、试验环境温湿度误差、数值修约、裁样 5 个方面来分析不确定度分量,从而完成对纸箱边压强度测量不确定度的评估,该评估将对包装测量不确定度评估具有参考价值。

1 实验

1.1 边压强度试验原理^[5]

矩形的瓦楞纸板试样放置在仪器的压板中间,并使之瓦楞方向垂直于仪器的压板,然后对试样施加压力,直至试样被压溃为止。依次测量每一个试样所能承受的最大压力。

1.2 仪器^[5]

试验仪器:国产纸板抗压试验仪,型号:YQ-ZB-3000;瓦楞纸箱边压强度标准取样刀;2块打磨平滑的尺寸为 100 mm×20 mm×20 mm 的金属导块。

1.3 方法

1) 试验环境条件。试验环境维持在——温度(23±1)℃,湿度(50±2)%^[6]。试验的周围环境无震动源,工作台稳固平整。

收稿日期: 2010-10-19

作者简介: 张晓蓉(1970—),女,浙江宁波人,上海出入境检验检疫局工程师,主要从事包装检测和管理工

通讯作者: 蒋伟(1969—),男,上海人,上海出入境检验检疫局高级工程师,主要从事包装检测和管理工

2) 试验对象。选取同一生产线、同一时间段内生产出的同种配料的、瓦楞楞型为 AB 型的双瓦楞纸箱若干(面纸和里纸均为中隆纸业生产的 200 g/m² A 级牛皮纸,瓦楞纸和芯纸均为优质 140 g/m² 瓦楞纸。),并进行粘合强度、耐破强度、戳穿强度、厚度、空箱抗压、边压强度等物理性能的试验,验证此批纸箱质量合格,再从中选取 20 个优质纸箱,用以开展边压强度测量不确定度评估的实验。

3) 试样的处理^[6]。对这 20 个纸箱,按照 GB/T 10739-2002 的规定进行温湿预处理。

4) 试样的制备^[5]。在每个纸箱的箱壁上(边缘部位不取)切取数量为 10 个,瓦楞方向为短边的矩形试样,尺寸为(25±0.5)mm×(100±0.5)mm,试样上无压痕、印刷痕迹和破损。切取总试样量:20 组,每组 10 个,共 200 个试样。

5) 试验步骤。按动设备的电源开关,使纸板抗压试验仪预热 30 min,然后将仪器调整至边压试验状态,将试样放于上下压板正中间,并用导块支持试样,使之与两压板保持垂直,按“测试”键开始试验,至压力为 50 N 左右,迅速移开导块,直至试样被压溃,记录此时的读数,取出试样,按上述步骤测试完剩余试样。以上试验是在重复性测量条件下进行的。

2 边压强度数学模型^[5]

边压强度的数学模型为:

$$R = F/L \times 10^3 \quad (1)$$

式中: R 为边压强度(N/m); F 为平均最大压力(N); L 为试样长边的尺寸(mm)。

由于 L 为固定值 100 mm,所以在不确定度评估中可忽略,即可仅考虑:

$$F = \Delta f \quad (2)$$

式中: F 为平均最大压力值(N); Δf 为电脑测控压缩试验仪所示数值的平均值(N)。

3 主要不确定度分量的来源分析

经过专业的不确定度培训,结合几年来不确定度评估的经验,并参考文献[7-10],分析确定了以下几个方面应该会对边压强度的检测带来不确定度:

1) 重复性测量引起的标准不确定度分量 $u(x_1)$ 。对同一被测量对象进行的连续多次的测量,其结果存在一定的分散性,因此存在重复性标准差,需要考虑

由此带来的不确定度。

2) 纸板抗压试验仪自身示值准确度引起的标准不确定度分量 $u(x_2)$ 。测量瓦楞纸箱边压强度所使用的设备是纸板抗压试验仪,型号:YQ-ZB-3000,测量范围:60~3000 N。从使用说明书和上海市质量监督检验技术研究院的检定证书得知,示值准确度是影响和检定纸板抗压试验仪准确度的最重要和最主要因素,最终示值准确度会影响测量结果,因此,由它产生的不确定度需要考虑。

3) 试验环境温湿度误差引起的不确定度分量 $u(x_3)$ 。纸箱的强度会根据环境的温湿度变化而变化,所以,需要考虑由此带来的标准差。

4) 数值修约引起的标准不确定度分量 $u(x_4)$ 。根据标准要求,将对纸箱边压强度检测结果进行修约^[5],必然会带来修约误差,因此也需要考虑这个不确定度来源。

5) 裁样引起的标准不确定度分量 $u(x_5)$ 。由标准取样刀裁切出的试样存在一定的偏差,偏差越大,对测量结果影响越大,带来的不确定度越大,这一来源也应被考虑在内。

4 不确定度的计算

依据技术规范 JJF 1059-1999^[11],参考文献[7-10],对不确定度分量进行计算。

4.1 重复性测量引起的标准不确定度分量 $u(x_1)$

在重复性条件下,测得的这批样品 20 组数据(每组进行了 10 次独立观测),通过 Excel^[7] 进行统计计算,见表 1。

20 组 10 次独立观测的数据的平均值标准不确定度的计算公式和过程如下^[11]:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

式中: $n=10$ 。

$$s(\bar{x}) = s(x) / \sqrt{n} \quad (4)$$

$$u(x_1) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s^2(\bar{x})} \quad (5)$$

式中: $m=20$; $\sum_{i=1}^m s^2(\bar{x}) = 6\ 203.699\ 4$ N,则:

$$u(x_1) = \sqrt{\frac{6\ 203.699\ 4}{20}} = 17.612\ \text{N}。$$

表 1 20 组 10 次独立观测数据统计

Tab.1 10 times of independent observation results of 20 groups of specimen

数据										平均值	单次测量标	平均值标准	$s^2(\bar{x})$
										\bar{x}	准偏差 $s(x)$	偏差 $s(\bar{x})$	
782	752	778	792	759	803	788	805	794	777	783	51.749	16.366	267.847 03
766	763	822	819	768	776	827	820	813	803	797.7	78.735	24.900	620.021 99
820	793	762	797	770	787	801	793	806	813	794.2	50.749	16.050	257.588 34
800	778	779	793	783	772	785	798	802	804	789.4	31.352	9.915	98.309 708
816	779	770	802	833	822	799	834	824	789	806.8	65.452	20.700	428.471 68
796	814	817	793	785	796	778	795	794	804	797.2	35.107	11.103	123.271 42
812	807	776	778	777	786	782	778	777	773	784.6	39.405	12.462	155.306 38
795	798	782	766	809	798	795	832	792	827	799.4	52.491	16.600	275.576 39
761	764	775	758	776	792	781	783	798	792	778	39.367	12.450	155.005
760	780	757	818	794	777	789	759	769	797	780	57.036	18.038	325.368 25
783	823	819	838	820	808	793	842	815	821	816.2	54.047	17.093	292.163 3
819	819	836	834	802	793	818	795	840	816	817.2	49.722	15.725	247.275 42
844	843	835	800	799	786	801	781	776	788	805.3	75.776	23.965	574.307 29
789	797	824	816	831	820	785	792	791	820	806.5	50.085	15.840	250.894 06
757	770	755	781	815	795	823	819	809	825	794.9	76.913	24.324	591.659 67
771	769	810	820	839	828	789	785	771	808	799	76.000	24.035	577.701 44
778	812	796	810	818	805	772	797	779	785	795.2	47.214	14.932	222.951 15
755	761	747	771	808	779	775	802	765	792	775.5	58.090	18.371	337.509 27
767	768	800	794	781	758	748	783	775	758	773.2	47.626	15.062	226.862 95
772	766	762	777	764	782	763	797	797	810	779	41.902	13.252	175.608 61
Σ										15 872	1 078.819	341.182	6203.699 4

因为数学模型： $F = \Delta f$ ，所以灵敏系数 $C_i = 1$ 。

由于选用在重复性条件下测得的 20 组数据，每组包含 10 次独立观测，所以，参照 JJF 1059—1999^[11] 中的 2.18，自由度计算公式：

$$\gamma = m(n - 1) \tag{6}$$

式中： $m = 20$ ， $n = 10$ ，则：

$$\gamma = 20(10 - 1) = 180$$

4.2 纸板抗压试验仪自身示值准确度引起的标准不确定度分量 $u(x_2)$

此次实验所使用的纸板抗压试验仪，定期计量均合格。在仪器使用说明上标明，仪器示值准确度为 $\pm 1\%$ 。20 组 10 次独立观测共 200 个数据的平均值，为 795.55 N，所以分散区间的半宽为 7.955 5 N。根据技术规范 JJF 1059—1999^[11]，在缺乏任何其他信息的情况下，一般估计为矩形分布是合理的，所以查表 3 得到 $k = \sqrt{3}$ 。根据 JJF 1059—1999^[11]：

$$u(x) = a/k = 4.593 \text{ N} \tag{7}$$

灵敏系数 C_i 为 1，自由度 γ 为 ∞ 。

4.3 环境温湿度误差引起的不确定度分量 $u(x_3)$

由于瓦楞纸板的物理性能受环境温湿度影响较大，故 GB/T 10739—2002^[6] 和 GB/T 6546—1998^[5] 中都对其预处理环境和检测环境的温湿度做了规定。此次实验系将试样放置在温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，湿度 $(50 \pm 5)\%$ 的环境中预处理，并在这种环境下进行测量。在控制记录上可读出，实验期间实验室一直控制在温度 $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，湿度 $(50 \pm 2)\%$ 范围内，在这个前提下，根据经验，其不确定度分量值相当小，在最终合成中贡献极小，根据文献^[8]，由此带来的标准不确定度可以忽略不计。

4.4 数值修约引起的标准不确定度分量 $u(x_4)$

GB/T 6546—1998^[5] 中规定，测量数值精确至 1 N。参照规范 JJF 1059—1999^[11] 中的 5.9：

$$u(x_4) = 0.29 \times \delta_x \tag{8}$$

式中： $\delta_x = 1$ 。则 $u(x_4) = 0.29 \times 1 = 0.290 \text{ N}$ 。

灵敏系数 $C_i = 1$ ，自由度 $\gamma = \infty$ 。

4.5 裁样引起的标准不确定度分量 $u(x_5)$

GB/T 6546—1998^[5]中规定测试边压强度的试样尺寸为:25 mm×100 mm,试样尺寸误差范围是±0.5 mm。本实验室的专用裁切刀定期计量,处于校准的精度要求范围内,裁切出的试样均在标准规定的范围内,在这种前提下,根据经验,其不确定度分量值

相当小,在最终合成中贡献极小,根据文献^[8],由此带来的标准不确定度可以忽略不计。

5 合成标准不确定度

1) 标准不确定度分量汇总表见表 2。

表 2 标准不确定度分量汇总表

Tab.2 Summary table of standard uncertainty component

序号	标准不确定度分量	不确定度来源	不确定度值/N	灵敏系数 C_i	$ C_i u(x_i)$ /N	自由度 γ
1	$u(x_1)$	重复性测量引起的标准不确定度	17.612	1	17.612	180
2	$u(x_2)$	电脑测控压缩试验仪自身示值准确度引起的标准不确定度	4.593	1	4.593	∞
3	$u(x_3)$	试验环境温湿度误差引起的不确定度			忽略不计	
4	$u(x_4)$	数值修约引起的标准不确定度	0.290	1	0.29	∞
5	$u(x_5)$	裁样引起的标准不确定度			忽略不计	

2) 合成标准不确定度的计算^[11]。

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left[\frac{\alpha f}{\alpha X_i} \right]^2 u^2(X_i)} = 18.20 \text{ N} \quad (9)$$

3) 合成标准不确定度的有效自由度 γ_{eff} ^[11]。

$$\gamma_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(F_e)}{\frac{u_1^4}{v_1} + \frac{u_2^4}{v_2} + \frac{u_4^4}{v_4}} = 1.135 \approx 2 \quad (10)$$

6 扩展不确定度的评定

以 $\gamma_{\text{eff}} = 2, p = 0.95$, 查 t 分布表, 得到包含因子 k_p 为 4.30。扩展不确定度 u_p ^[11]:

$$u_p = k_p u_c = 4.30 \times 18.20 = 78.26 \text{ N} \quad (11)$$

7 结论

介绍了 AB 型瓦楞纸箱边压强度测量不确定度的评估过程, 通过特别制备一致性的样品, 并按相应标准进行重复性测量, 然后, 运用数理统计求标准偏差等的方法, 最终得出, 此批 AB 型瓦楞纸箱的扩展不确定度是 ±78.26 N。

参考文献:

- [1] GB/T 6543—2008, 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱[S].
- [2] GB/T 6544—2008, 瓦楞纸板[S].
- [3] SN/T 0262—93, 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程[S].
- [4] 王彤. 液晶电视瓦楞纸箱材料选择与强度计算研究[J]. 包装工程, 2008, 29(1): 29—31
- [5] GB/T 6546—1998, 瓦楞纸板边压强度的测定法[S].
- [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].
- [7] 李慎安. 商品检验不确定度评定释例[M]. 北京: 中国计量出版社, 2002.
- [8] 李慎安. 测量不确定度表达百问[M]. 北京: 中国计量出版社, 2000.
- [9] 倪育才. 用测量不确定度评定[M]. 北京: 中国计量出版社, 2009.
- [10] 倪晓丽. 化学分析测量不确定度评定指南[M]. 北京: 中国计量出版社, 2008.
- [11] JJF 1059—1999, 测量不确定度评定与表示[S].