

# 瓦楞纸板耐破强度测量不确定度评定

白亮亮

(吉安出入境检验检疫局, 吉安 343009)

**摘要** 测量不确定度是测量系统最基本也是最重要的特性指标, 是测量质量的重要标志。根据《SN/T 0262-93 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程》, 对一批 BC 型双瓦楞纸箱进行抽样, 从纸箱样品上截取瓦楞纸板, 按照《GB/T 6545-1998 瓦楞纸板耐破强度的测定方法》进行耐破强度测试, 并根据《JJF 1059-1999 测量不确定度评定与表示》对检测结果进行了不确定度的评定。最终得到瓦楞纸板耐破强度测量的扩展不确定度是 $\pm 90.2\text{kPa}$ , 置信因子为1.96, 置信概率95%。该评定结果可用于瓦楞纸板耐破强度合格判定, 同时对于瓦楞纸箱其他性能, 如边压强度、戳穿强度的测量不确定度评定具有参考价值。

**关键词** 不确定度; 瓦楞纸板; 耐破强度

中图分类号 TB484.1; TB487

文献标识码 A

文章编号 1674-5752(2012)05-46-04

## Evaluation on Measurement Uncertainty of Bursting Strength of Corrugated Paperboard

BAI Liang-liang

(Ji'an Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Ji'an 343009, China)

**Abstract** The uncertainty of measurement is the most basic and the most important characteristic index in measurement system and also is an important symbol of the measurement quality. According to the standard SN/T 0262-93 "Rules for the Inspection of Transport Packaging for Export Commodities - Corrugated Fiberboard Box", a group of BC type double corrugated carton were sampled, then the bursting strength of some corrugated paperboard obtained from these corrugated cartons were tested according to the standard GB/T 6545-1998 "Corrugated Paperboard Determination of Bursting Strength". Uncertainty of results were evaluated according to the standard JJF 1059-1999 "Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement". The results showed that expanded uncertainty of bursting strength measurement of the corrugated paperboards is  $\pm 90.2\text{kPa}$ , confidence factor is 1.96, and confidence probability is 95%. The evaluation results were used to judge the bursting strength performance of corrugated paperboards, and also were of great value for reference to other corrugated carton performance tests such as edgewise crush resistance, puncture strength.

**Key words** Uncertainty; Corrugated paperboard; Bursting strength

## 0 引言

随着世界经济的不断发展, 国际间贸易往来的不断增加, 瓦楞纸箱因其特有的优势在包装行业中占据了主

力地位, 而因其质量引发的问题也越来越受到人们的关注。我国检验检疫行业标准《SN/T 0262-93 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程》<sup>[1]</sup>规定只要出口商品包装用瓦楞纸箱的性能检测项目(包括耐破强度、粘合强度、边压试验、戳穿试验和抗压力试验)出现一项不合

格,则判定整批瓦楞纸箱不合格。性能检测项目的检测结果直接影响到对该批瓦楞纸箱合格的判定和买卖双方的合法权益。因此对瓦楞纸箱耐破强度测量结果的不确定度进行评定,对检验检疫部门正确执行标准及维护有关各方的合法权益有着重要的现实意义。

由于测量的不完善和人们认识的不足,通常所得的被测量值具有分散性,即每次测得的结果不是同一值,而是以一定的概率分散在某个区域内的许多值。测量不确定度是与测量结果相联系的一个参数,用于表征被测量值在合理范围内的分散性。它是测量系统最基本也是最重要的特性指标,是测量质量的重要标志,测量结果的可用性很大程度上取决于其不确定度的大小。不确定度越小,结果与真值越靠近,测量的质量越高,结果的使用价值越大;反之,不确定度越大,结果与真值偏离越远,测量的质量越差,结果的使用价值越小。

在瓦楞纸板的性能检测项目中,耐破强度是非常重要的一个指标,它是指在试验条件下,瓦楞纸板在单位面积上所能承受的垂直于试样表面的均匀增加的最大压力,是衡量纸箱质量的一个重要项目,体现出纸箱流通过程中搬运、装卸、撞击、撕扯力量的承受能力。本文根据《SN/T 0262-93 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程》<sup>[1]</sup>对一批 BC 型瓦楞纸箱进行抽样,从纸箱样品上截取瓦楞纸板,按照《GB/T 6545-1998 瓦楞纸板耐破强度的测定方法》<sup>[2]</sup>进行瓦楞纸板耐破强度测试,并根据《JJF 1059-1999 测量不确定度评定与表示》<sup>[3]</sup>对其进行了不确定度的评定。

## 1 实验部分

### 1.1 耐破试验

1) 仪器: HD-504A 型国产全自动破裂强度试验机;

2) 环境条件: 试验环境维持在温度 $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 湿度 $(50 \pm 2)\%$ <sup>[2]</sup>;

3) 试样的抽取: 抽取同一生产线、同一时间段内生产的 BC 型双瓦楞纸箱若干进行耐破强度试验;

4) 试样的处理<sup>[2]</sup>: 对抽取用于检测的纸箱,从每个样箱壁上(边缘部位不取)裁取 4 块不小于  $140\text{mm} \times 140\text{mm}$ 、无水印、折痕或明显损伤的试样,共计 20 块样

品,并按照 GB/T 6545-1998 标准进行温湿预处理。

5) 耐破试验: 按照试验机说明书操作试验,并从试验机显示屏上直接读取及记录耐破强度数据。

### 1.2 耐破强度测试步骤

将试样置于胶膜之上,用试样夹夹紧,然后均匀地施加压力,使试样与胶膜一起自由凸起,直至试样破裂为止,施加液压的最大值便是试样的耐破强度。

### 1.3 主要不确定度分量分析

测量不确定度的评定方法可以分为 A 类评定和 B 类评定。A 类评定是指用对观测列进行统计分析的方法,来评定标准不确定度。标准不确定度用标准偏差来表征。B 类评定是指用不同于对观测列进行统计分析的方法,来评定标准不确定度。B 类评定是基于经验和其他信息的假定概率分布估算的,也用标准偏差来表征。

耐破强度可直接测得,本文不再描述其数学模型。测量中影响测量不确定度的因素很多,根据参考文献[3],并结合试验情况,通过不确定度的 A 类和 B 类评定方法,从以下几个方面分析确定了耐破强度检测结果的不确定度。

1) 重复性测量引起的不确定度分量  $u_1$

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,需要由此带来的不确定度。此不确定度分量是通过观测列统计分析的方法来评定标准不确定度,属于 A 类评定方法,其他几个不确定度分量的评定属于 B 类评定方法。

2) 耐破强度试验仪示值准确度引起的不确定度分量  $u_2$

仪器测试范围:  $250 \sim 5600\text{kPa}$ ; 分辨力:  $1\text{kPa}$ ; 示值误差:  $\pm 0.5\% \text{FS}$ 。仪器示值准确度和分辨力均是影响检测不确定度的主要因素,因此,必须考虑由其产生的不确定度。

3) 瓦楞纸板的含水率引起的不确定度分量  $u_3$

根据文献[4]介绍,瓦楞纸板水份含量在  $5\% \sim 6\%$  时,耐破强度最大;水份含量  $8\% \sim 14\%$  内变化时,耐破强度变化不超过  $5\%$ ; 但水份含量达到  $18\%$  时,耐破强度下降幅度可达  $10\%$  左右。因此,必须考虑瓦楞纸板的含水率对耐破强度的影响。

4) 试验环境温湿度变化引起的不确定度分量  $u_4$

纸板的耐破强度会根据环境的温湿度变化而变化,

所以,必要时需要考虑由此带来的标准差。

## 2 不确定度分量计算

### 2.1 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(即在尽量相同的条件下,包括操作程序、人员、仪器、环境等),分别检测 20 个样品的耐破强度。值得注意的是耐破强度测试会损坏样品,因此,每个样品只测得 1 个耐破强度值。20 个样品的耐破强度检测值统计见表 1(根据 SN/T 0262-93 标准要求,保留 3 位有效数字),其平均值  $\bar{y}$  为  $2.49 \times 10^3$  kPa。

表 1 20 个样品独立检测的耐破强度数据(单位:  $\times 10^3$  kPa)  
Tab.1 20 samples' bursting strength independent observation results

样品序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
数据	2.49	2.56	2.40	2.60	2.58	2.40	2.39	2.58	2.40	2.61
样品序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
数据	2.51	2.68	2.28	2.54	2.37	2.59	2.41	2.58	2.39	2.47

按 A 类评定,根据贝塞尔法<sup>[3]</sup>,单次测量的标准差为:

$$s(x) = \sqrt{\sum_{i=1}^{20} \frac{(y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}} = 106.2(\text{kPa})$$

日常测量中通常测 20 个样品求算术平均值作为最终测量结果,算术平均值的标准差即为重复测量的不确定度分量,所以重复测量的不确定度分量为<sup>[3]</sup>:

$$u_1 = \frac{s(x)}{\sqrt{20}} = 23.7(\text{kPa})$$

$$\text{自由度: } \nu_1 = 20 - 1 = 19$$

### 2.2 计算耐破强度试验仪准确度引起的不确定度分量 $u_2$

试验使用的仪器定期计量合格。仪器设备的测量分辨力和示值误差均会对测量不确定度产生影响,因此,耐破强度试验仪引起的不确定度分量  $u_2$  由仪器测量分辨力引起的不确定度  $u_{21}$  和示值误差引起的不确定度  $u_{22}$  合成。

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<sup>[3]</sup>,计算式如下:

$$u_{21} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577(\text{kPa}), \text{自由度: } \nu_{21} = \infty;$$

示值误差引起的不确定度  $u_{22}$  也可以认为是均匀分布的<sup>[3]</sup>,计算式如下:

$$u_{22} = \frac{0.5\% \times 5600}{\sqrt{3}} = 16.2(\text{kPa}), \text{自由度: } \nu_{22} = \infty.$$

由于  $u_{21}$  和  $u_{22}$  各不相关,此二分量合成的耐破强度仪器不确定度分量  $u_2$  为

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = 16.2(\text{kPa}), \text{自由度: } \nu_2 = \infty.$$

### 2.3 计算瓦楞纸板的含水率引起的不确定度分量 $u_3$

耐破试验前检测的瓦楞纸板试样的含水率为 9.3%,处于 8%~14% 区间内,根据文献[4]介绍,含水率引起的不确定度分量  $u_3$  是按半宽为 62.25kPa ( $2490 \times 2.5\%$ ) 的均匀分布。

则瓦楞纸板的含水率引起的标准不确定度分量  $u_3$  为

$$u_3 = \frac{62.25}{\sqrt{3}} = 35.9(\text{kPa}), \text{自由度 } \nu_3 = \infty.$$

### 2.4 计算试验环境温度湿度变化引起的不确定度分量 $u_4$

本试验严格按照 GB/T 6545-1998 标准将试样放置在温度  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ,湿度  $50 \pm 5\%$  的环境中预处理,并进行测量。在此前提下,根据文献[5],其不确定度分量值相当小,由此带来的标准不确定度可以忽略不计。

### 2.5 不确定度分量汇总

对上述各不确定度分量进行汇总,结果见表 2。

表 2 不确定度分量汇总  
Tab.2 Summary of uncertainty components

不确定度分量	不确定度分量值(kPa)	自由度
重复性测量引起的不确定度分量 $u_1$	23.7	19
试验仪准确度引起的不确定度分量 $u_2$	16.2	$\infty$
瓦楞纸板的含水率引起的不确定度分量 $u_3$	35.9	$\infty$
试验环境温度湿度误差引起的不确定度分量 $u_4$	忽略不计	-

## 3 合成标准不确定度

若测量不确定度具有若干个分量时,总不确定度应由所有各标准不确定度分量(A类评定和B类评定结果)来合成,称为合成标准不确定度,合成标准不确定度的自由度称为有效自由度。由于以上分析的各个标准不确定度分量之间是不相关的,合成标准不确定度和有效自由度的计算可以通过以下公式计算得出。

### 3.1 合成标准不确定度的计算

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = \sqrt{23.7^2 + 16.2^2 + 35.9^2} \\ = 46.0 (\text{kPa})$$

### 3.2 合成标准不确定度的有效自由度 $\nu_{eff}$ 的计算

$$\nu_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum \frac{u_i^4}{\gamma_i}} = \frac{46.0^4}{\frac{23.7^4}{19} + \frac{16.2^4}{\infty} + \frac{35.9^4}{\infty}} = 269.6 \approx 270$$

## 4 扩展不确定度的评定

扩展不确定度是由合成标准不确定度的倍数表示的测量不确定度。在合成标准不确定度确定后,将合成标准不确定度乘以给定置信概率  $p$  的包含因子(置信因子)  $k_p$ ,从而得到扩展不确定度  $U$ 。可以期望在  $[Y - U, Y + U]$  ( $Y$  为测量值)的区间内,以置信概率  $p$  包含测量结果的可能值。

以有效自由度  $\nu_{eff}=270$ ,置信概率  $p=0.95$ ,查  $t$  分布表,得到置信因子  $k_p$  为 1.96。计算扩展不确定度为:

$$U_{95} = k_p \cdot u_c = 1.96 \times 46.0 = 90.2 (\text{kPa})$$

评定结果显示,在耐破强度的测量中,测量结果平均值的可能值以 95% 概率位于  $[Y - U_{95}, Y + U_{95}]$  区间内,即区间  $[2400, 2580]$  内。

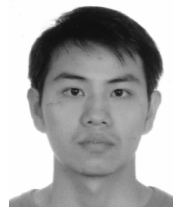
## 5 结论

本研究介绍了瓦楞纸板耐破强度的测量试验,按照相关标准进行了重复性测量,并通过 A 类评定及 B 类评定方法对瓦楞纸板耐破强度测量各分量标准不确定度进行评定,然后计算合成标准不确定度,最终得到此批瓦楞纸板耐破强度测量的扩展不确定度是  $\pm 90.2 \text{kPa}$ ,置信因子为 1.96,置信概率 95%。评定结果可以用于耐破强度是否合格的判定,对于瓦楞纸板耐破强度测量结果接近限制的数据,综合考虑其不确定度的影响,从而避免检测结果的误判。同时该评定方法对于瓦楞纸箱其他性能检测如边压强度、戳穿强度的测量不确定度评定同样具有参考价值。

### 参考文献

- [1] SN/T 0262 - 93. 出口商品运输包装瓦楞纸箱检验规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [2] GB/T 6545 - 1998. 瓦楞纸板耐破强度的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [3] JJF 1059 - 1999. 测量不确定度评定与表示[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [4] 彭国勋. 瓦楞包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2007.
- [5] 李慎安. 测量不确定度表达百问[M]. 北京: 中国计量出版社, 2000.
- [6] 张晓蓉, 蒋伟, 朱洪坤, 等. 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.

### 主要作者



白亮亮 (1983 年 -), 硕士; 主要研究方向为电气安全检测和实验室管理工作。

BAI Liang-liang, born in 1983. He got the master degree and his main research interests include electrical safety testing and laboratory management.

E-mail: hnbll2005@163.com