



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1811—2020

纸张(板)耐破度仪校准规范

Calibration Specification for Bursting Strength Testers
for Paper(Board)

2020-01-17 发布

2020-04-17 实施

国家市场监督管理总局 发布

纸张(板)耐破度仪校准规范

Calibration Specification for Bursting

Strength Testers for Paper(Board)

JJF 1811—2020

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

福建省计量科学研究院

中国测试技术研究院

浙江省方正校准有限公司

参加起草单位：杭州轻工检测仪器有限公司

本规范委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

蔡 绯（浙江省计量科学研究院）

林景星（福建省计量科学研究院）

甘 蓉（中国测试技术研究院）

屠彬彬（浙江省计量科学研究院）

孙 坚（浙江省方正校准有限公司）

参加起草人：

王孔祥（福建省计量科学研究院）

曹 荣（杭州轻工检测仪器有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 压力示值有关参数	(2)
5.2 密封性	(2)
5.3 胶膜弹性阻力值	(2)
5.4 夹持压力指示仪表的示值	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 纸张（板）耐破度仪校准记录格式	(5)
附录 B 校准证书（内页）格式	(6)
附录 C 纸张（板）耐破度仪压力示值误差测量不确定度评定示例	(7)
附录 D 夹持压力指示仪表示值误差测量不确定度评定示例	(10)

引 言

本规范依据 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》等基础性系列规范进行制定。

本规范主要参考 GB/T 454—2002《纸耐破度的测定》、GB/T 1539—2007《纸板耐破度的测定》和 QB/T 1057—2004《纸与纸板耐破度仪》编制而成。

本规范为首次发布。



纸张(板)耐破度仪校准规范

1 范围

本规范适用于纸张耐破度仪、纸板耐破度仪(以下简称耐破仪)的校准,其他低强度片状材料的耐破度仪的校准可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 52—2013 弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表

JJG 875 数字压力计

GB/T 454—2002 纸耐破度的测定

GB/T 1539—2007 纸板 耐破度的测定

GB/T 4687—2007 纸、纸板、纸浆及相关术语

QB/T 1057—2004 纸与纸板耐破度仪

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 耐破度 bursting strength

在液压系统施加压力下,弹性胶膜顶破纸或纸板试样圆形面积时的最大压力。

[GB/T 4687—2007, 4.24]

3.1.2 耐破度仪 bursting strength tester

对纸张、纸板及其他低强度片状材料进行耐破度测量的仪器。

3.1.3 夹持系统 clamping system

耐破仪的夹持系统是由夹持压力指示器、上夹盘、下夹盘和气路共同组成,用以牢固均匀地夹住试样。

3.2 计量单位

耐破仪使用的法定计量单位为 Pa(帕斯卡),或是其十进倍数单位: kPa、MPa 等计量单位。

4 概述

耐破仪由压力测量系统、夹持系统、液压系统等组成,是纸张、纸板耐破度试验的专用测量仪器。

耐破仪是根据帕斯卡定律,在仪器密封的油缸和压纸座的容腔内,装满硅油(或其他介质)作为压力传递的介质,当液压系统加压时,胶膜受到硅油的加压而凸起,被夹

持系统固定住的试样，均匀受力，直至试样破裂。这时所施加的液压压力的最大值，即为被试样的耐破度值，此值由耐破仪显示器显示。

5 计量特性

5.1 压力示值有关参数

耐破仪压力示值有关参数应不超过表 1 规定。

表 1 压力示值有关参数

最大允许误差（相对于量程）	重复性	零点误差（相对于量程）
$\pm 0.3\%$	0.3%	$\pm 0.05\%$
$\pm 0.5\%$	0.5%	$\pm 0.1\%$

5.2 密封性

在上下夹盘间夹一专用金属压板，将液压系统升压至上限值，1 min 内压力下降应不大于压力上限值的 10%。

5.3 胶膜弹性阻力值

对纸张耐破度仪，当将胶膜凸起，高出下夹盘表面 9 mm 时，压力示值应在 (30 ± 5) kPa 范围内；对纸板耐破度仪，当将胶膜凸起，高出下夹盘表面 10 mm 时，压力示值应在 (195 ± 25) kPa 范围内，当将胶膜凸起，高出下夹盘表面 18 mm 时，压力示值应在 (300 ± 50) kPa 范围内。

5.4 夹持压力指示仪表的示值

耐破仪如安装夹持压力指示仪表，夹持压力指示仪表示值的最大允许误差为 $\pm 2.5\%FS$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度：不大于 80%。

6.2 测量标准及其他设备

校准时，测量标准及其他设备按表 2 选用，校准装置的不确定度应不超过被校耐破仪最大允许误差绝对值的 1/3。

表 2 校准用测量标准及其他设备

序号	测量标准名称	技术要求	用途	备注
1	数字压力计	测量范围：与被校压力范围相对应 准确度等级：0.05 级（年稳定性合格的）	校准压力示值误差，测试胶膜弹性阻力	也可使用满足要求的其他测量标准
2	精密压力表	测量范围：与夹持压力范围相对应 准确度等级：0.4 级	校准夹持压力指示仪表	

表 2 (续)

序号	测量标准名称	技术要求	用途	备注
3	专用高度规 (3 个)	高度分别为: 9.0 mm、10.0 mm、18.0 mm 最大允许误差: ± 0.1 mm	配合测试胶膜弹性阻力	——
4	计时器	最大允许误差: ± 0.5 s/d	测试密封性用	——

校准时用到的辅助材料有: 专用金属压板: 要求平整, 光洁, 厚度不小于 2 mm; 胶膜、复写纸、白色拷贝纸等辅助材料: 用于检查上、下夹盘盘面的接触平整性。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

耐破仪的校准项目包括外观检查、夹持系统的功能检查、压力示值有关参数、密封性、胶膜弹性阻力值和夹持压力指示仪表的示值等。用户有要求时, 可以根据用户的要求选择其中的校准项目。

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

耐破仪表面应无碰伤、划伤、锈斑及影响测量准确度的其他缺陷, 并应标明仪器名称、型号、出厂日期、编号、制造厂名或商标以及最大允许误差等信息。耐破仪各运动零部件应运动灵活, 无摩擦及阻滞现象, 各操作手柄应动作可靠。耐破仪显示应清晰、完整、无缺笔断码现象, 各控制按键应能正常工作。

用目测的方法进行检查。将耐破仪开机, 检查耐破仪各运动零部件、操作手柄和显示部分是否正常。

7.2.2 夹持系统的功能检查

7.2.2.1 夹持压力

开机检查耐破仪, 通过压力调节阀调节试样夹持压力, 应能将夹持压力调节至仪器说明书规定的压力值。

7.2.2.2 上、下夹盘盘面接触平整性

准备一张复写纸和一张对折的白纸试样, 将复写纸夹在白纸中间, 放在耐破仪上、下夹盘中间, 用规定的夹持压力夹紧试样, 检查白纸上的印痕。对上夹盘可转动的, 应将上夹盘转动一定角度, 转盘压印应与原压印痕重叠, 重复上述检查。上、下夹盘压纸面应平整, 压印试验印痕应清晰, 轮廓分明。

7.2.3 压力示值有关参数

校准前, 耐破仪和压力标准器-数字压力计同时通电预热至少 15 min。

用两块胶膜夹一块专用金属压板, 放在耐破仪上、下夹盘中间, 然后压紧, 封住下夹盘圆孔。

在仪器测量范围内较均匀选取 5 个校准点 (包括测量上限、下限值), 用户有要求时, 可按用户要求选择校准点。

将数字压力计接入耐破仪液压室的适当位置, 当手动控制液压室内活塞向前推进

时,分别读取相应校准点上的数字压力计和耐破仪显示值,直至上限,然后卸压至零点,按该步骤重复测量3次,每次测量卸压后读取零点残余示值并重新置零。

压力示值误差、重复性分别按式(1)和式(2)计算。

$$\Delta = \bar{p}_i - p_{bi} \quad (1)$$

式中:

Δ ——压力示值误差, kPa;

$\bar{p}_i$ ——第*i*个校准点耐破仪3次测量示值的算术平均值, kPa;

p_{bi} ——第*i*个校准点数字压力计的示值, kPa。

$$b = \frac{p_{i\max} - p_{i\min}}{p_{bi}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

b ——重复性;

$p_{i\max}$, $p_{i\min}$ ——第*i*个校准点耐破仪3次测量示值中的最大值、最小值, kPa。

零点误差为卸除试验压力后耐破仪零点的最大残余示值。

7.2.4 密封性

在进行压力示值误差校准时,将液压系统升压至测量范围上限值,承受3 min密封性试验,记录最后1 min数字压力计的压力下降值。

7.2.5 胶膜弹性阻力值

将专用高度规放在耐破仪下夹盘中,然后加压将胶膜凸起至规定高度,读取数字压力计示值。

7.2.6 夹持压力指示仪表的示值

夹持压力指示仪表的示值误差按标有数字的分度线选取校准点。校准时,从零点开始均匀缓慢地加压至第一个校准点,待压力稳定后读取标准器和被校仪表的示值并记录,如此依次在所选取的校准点进行校准直至测量上限,切断压力源,耐压3 min后,再依次逐点进行降压校准直至零点。被校表示值与标准器示值之差即为该点的示值误差。

8 校准结果表达

8.1 校准记录格式

校准记录格式见附录A。

8.2 校准证书

出具校准证书,校准证书应包括的信息及校准证书校准(内页)格式见附录B。

8.3 校准不确定度评定

校准不确定度评定参照附录C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由耐破仪的使用情况、使用者、耐破仪本身质量等诸因素所决定的,因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔为1年。

附录 A

纸张(板)耐破度仪校准记录格式

证书编号					仪器名称		
委托单位					校准地点		
制造厂					校准依据		
型号/规格					出厂编号		
环境温度	℃				相对湿度	%	
校准用测量标准					编号		
外观检查							
密封性检查							
胶膜弹性阻力值							
夹持压力							
盘面接触平整性							
压力示值误差校准							
标准器示值 kPa	耐破仪示值/kPa				示值误差 kPa	重复性 %	示值误差 不确定度/kPa
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值			
零点残余示值					零点误差		
夹持压力指示仪表示值误差校准/kPa							
标准器示值	指示器示值		示值误差	示值误差 不确定度			
	升压	降压					
不确定度评定过程							

校准员：

核验员：

年 月 日

第 1 页共 1 页

附录 B

校准证书(内页)格式

校准项目		校准结果/kPa	扩展不确定度/kPa ($k=2$)
外观检查			---
密封性检查			---
胶膜弹性阻力值			---
夹持压力			---
盘面接触平整性			---
压力示值误差	校准点/kPa	---	---
重复性			---
零点误差			---
夹持压力指示仪 表示值误差	校准点/kPa	---	---

附录 C

纸张(板)耐破度仪压力示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

以校准测量范围为(300~6 000) kPa的纸板耐破度仪为例,用测量范围为(0~6 000) kPa、0.05级的数字压力计作为测量标准,采用直接比较法进行校准,评定、计算耐破仪压力为3 000 kPa时的测量不确定度。校准时的环境温度为21.5℃,相对湿度为65%。

C.2 测量模型和灵敏系数

C.2.1 测量模型

耐破仪压力示值误差的测量模型为:

$$\Delta p = \bar{p}_i - p_{bi} \quad (C.1)$$

式中:

Δp ——被校耐破仪压力示值误差, kPa;

$\bar{p}_i$ ——同一检测点耐破仪3次测量示值的算术平均值, kPa;

p_{bi} ——数字压力计压力显示值, kPa。

C.2.2 灵敏系数

$\bar{p}_i$ 的灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta p}{\partial \bar{p}_i} = 1$$

p_{bi} 的灵敏系数:

$$c_2 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_{bi}} = -1$$

C.3 标准不确定度来源

C.3.1 输入量 $\bar{p}_i$ 导致的标准不确定度 $u(\bar{p}_i)$ 由2个分量构成:

——被校耐破仪测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{p}_{i1})$;

——被校耐破仪显示分辨力引入的标准不确定度 $u(\bar{p}_{i2})$ 。

C.3.2 输入量 p_{bi} 导致的标准不确定度 $u(p_{bi})$ 主要由标准器数字压力计的传递误差引入。

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 $u(\bar{p}_i)$ 的评定C.4.1.1 $u(\bar{p}_{i1})$ 的评定

压力源波动、示值波动以及检定过程中的其他随机因素等均会使被校耐破仪压力示值与标准数字压力计示值之差发生变化。

对被校耐破仪和数字压力计在重复性条件下,在3 000 kPa压力点作10次测量,得到10次数值,耐破仪示值分别为:3 003 kPa、3 003 kPa、3 005 kPa、3 004 kPa、3 004 kPa、3 004 kPa、3 004 kPa、3 004 kPa、3 005 kPa、3 005 kPa。

测量示值的算术平均值：

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_{i=1}^{10} p_i}{10} = 3\,004.1 \text{ kPa}$$

标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (p_i - \bar{p}_i)^2}{10 - 1}} = 0.74 \text{ kPa}$$

实际测量中以 3 次测量结果的平均值作为测量结果，则

$$u(\bar{p}_{i1}) = s / \sqrt{3} = 0.43 \text{ kPa}$$

C.4.1.2 $u(\bar{p}_{i2})$ 的评定

被校耐破仪显示分辨力为 1 kPa，则区间半宽 $a = 0.5 \text{ kPa}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(\bar{p}_{i2}) = 0.5 \text{ kPa} / \sqrt{3} = 0.29 \text{ kPa}$$

C.4.1.3 $u(\bar{p}_i)$ 的计算

$u(\bar{p}_{i1})$ 与 $u(\bar{p}_{i2})$ 有重复部分，取二者较大值，则

$$u(\bar{p}_i) = 0.43 \text{ kPa}$$

C.4.2 $u(p_{bi})$ 的评定

$u(p_{bi})$ 主要由压力标准器-数字压力计的传递误差引入，测量范围为 (0~6 000) kPa、0.05 级的数字压力计在 3 000 kPa 点上的允许误差为 $\pm 3 \text{ kPa}$ ，则区间半宽 $a = 3 \text{ kPa}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(p_{bi}) = 3 \text{ kPa} / \sqrt{3} = 1.7 \text{ kPa}$$

C.5 合成标准不确定度的评定

C.5.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度的来源	标准不确定度 kPa	灵敏系数	标准不确定度分量 kPa
$u(\bar{p}_i)$	被校耐破仪引入	0.43	1	0.43
$u(\bar{p}_{i1})$	测量重复性	0.43	——	——
$u(\bar{p}_{i2})$	显示分辨力	0.29	——	——
$u(p_{bi})$	标准器传递引入	1.7	-1	1.7

C.5.2 合成不确定度的计算

输入量 $\bar{p}_i$ 、 p_{bi} 引入的各标准不确定度互不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{[c_1 u(\bar{p}_i)]^2 + [c_2 u(p_{bi})]^2} = 1.8 \text{ kPa}$$

C.6 扩展不确定度的计算

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k \times u_c(\Delta p)=4 \text{ kPa}$ 。

C.7 测量不确定度的报告

耐破仪在 3 000 kPa 校准点上示值误差的扩展不确定度为： $U=4 \text{ kPa}$ ， $k=2$ 。



附录 D

夹持压力指示仪表示值误差测量不确定度评定示例

D.1 概述

以校准测量范围为(0~1)MPa的夹持压力指示仪表为例,用测量范围为(0~1)MPa、0.4级的精密压力表作为测量标准,采用直接比较法进行校准,评定、计算夹持压力为0.4 MPa时的测量不确定度。校准时的环境温度为21.5℃,相对湿度为65%。

D.2 测量模型和灵敏系数

D.2.1 测量模型

夹持压力指示仪表示值误差的测量模型为:

$$\Delta p = p_i - p_{bi} \quad (\text{D.1})$$

式中:

Δp ——被校夹持压力指示仪表示值误差,MPa;

p_i ——夹持压力指示仪表的示值,MPa;

p_{bi} ——精密压力表示值,MPa。

D.2.2 灵敏系数

p_i 的灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_i} = 1$$

p_{bi} 的灵敏系数:

$$c_2 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_{bi}} = -1$$

D.3 标准不确定度来源

D.3.1 输入量 p_i 导致的标准不确定度 $u(p_i)$ 由2个分量构成:

——被校夹持压力指示仪表测量重复性引入的标准不确定度 $u(p_{i1})$;

——被校夹持压力指示仪表分度值估读引入的标准不确定度 $u(p_{i2})$ 。

D.3.2 输入量 p_{bi} 导致的标准不确定度 $u(p_{bi})$ 主要由标准器精密压力表的传递误差引入。

D.4 标准不确定度的评定

D.4.1 $u(p_i)$ 的评定D.4.1.1 $u(p_{i1})$ 的评定

压力源波动、示值波动以及检定过程中的其他随机因素等均会使被校夹持压力指示仪表示值与精密压力表示值之差发生变化。

对被校夹持压力指示仪表和精密压力表在重复性条件下,在0.4 MPa压力点作10次测量,得到10次数值,夹持压力指示仪表示值分别为:0.40 MPa、0.40 MPa、0.41 MPa、0.41 MPa、0.42 MPa、0.41 MPa、0.41 MPa、0.40 MPa、0.42 MPa、0.42 MPa。

测量示值的算术平均值：

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_{i=1}^{10} p_i}{10} = 0.41 \text{ MPa}$$

标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (p_i - \bar{p}_i)^2}{10 - 1}} = 0.008 \text{ MPa}$$

实际测量中以 2 次测量结果的平均值作为测量结果，则

$$u(p_{i1}) = s / \sqrt{2} = 0.006 \text{ MPa}$$

D.4.1.2 $u(p_{i2})$ 的评定

被校夹持压力指示仪表的分度值为 0.05 MPa，1/5 分度值估读，则区间半宽 $a = 0.005 \text{ MPa}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(p_{i2}) = 0.005 \text{ MPa} / \sqrt{3} = 0.003 \text{ MPa}$$

D.4.1.3 $u(p_i)$ 的计算

$u(p_{i1})$ 与 $u(p_{i2})$ 有重复部分，取二者较大值，则

$$u(p_i) = 0.006 \text{ MPa}$$

D.4.2 $u(p_{bi})$ 的评定

$u(p_{bi})$ 主要由压力标准器-精密压力表的传递误差引入，测量范围为 (0~1) MPa、0.4 级的精密压力表在 0.4 MPa 点上的允许误差为 $\pm 0.004 \text{ MPa}$ ，则区间半宽 $a = 0.004 \text{ MPa}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(p_{bi}) = 0.004 \text{ MPa} / \sqrt{3} = 0.0023 \text{ MPa}$$

D.5 合成标准不确定度的评定

D.5.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度的来源	标准不确定度 MPa	灵敏系数	标准不确定度分量 MPa
$u(p_i)$	被校夹持压力指示仪表引入	0.006	1	0.006
$u(p_{i1})$	测量重复性	0.006	——	——
$u(p_{i2})$	显示分辨力	0.003	——	——
$u(p_{bi})$	标准器传递引入	0.0023	-1	0.0023

D.5.2 合成不确定度的计算

输入量 p_i 、 p_{bi} 引入的各标准不确定度互不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{[c_1 u(p_i)]^2 + [c_2 u(p_{bi})]^2} = 0.0064 \text{ MPa}$$

D.6 扩展不确定度的计算

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k \times u_c(\Delta p)=0.01 \text{ MPa}$ 。

D.7 测量不确定度的报告

夹持压力指示仪表在 0.4 MPa 校准点上示值误差的扩展不确定度为： $U=0.01 \text{ MPa}$ ， $k=2$ 。

