



中华人民共和国国家标准

GB/T 455—XXXX
代替 GB/T 455—2002

纸和纸板 撕裂度的测定

Paper and board—Determination of tearing resistance

(ISO 1974:2012, Paper—Determination of tearing resistance—Elmendorf method,
MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2025.07)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 455—2002《纸和纸板撕裂度的测定》，与GB/T 455—2002相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义（见3.3）；
- b) 更改了撕裂度仪的要求（见5.1，2002年版的附录A）；
- c) 增加了试样制备设备（见5.2）；
- d) 更改了试样制备（见第8章，2002年版的第7章）；
- e) 更改了试验步骤（见第10章，2002年版的第8章）；
- f) 增加了数字显示撕裂度的结果计算和表示（见第11.1.1，2002年版的第9章）；
- g) 更改了试验报告（见第12章，2002年版的第10章）；
- h) 更改了仪器的调整和维护（见附录A，2002年版的附录B）。

本文件修改采用ISO 1974:2012《纸 撕裂度的测定 爱利门道夫法》。

本文件与ISO 1974:2012的技术差异及其原因如下：

- a) 用规范性引用的GB/T 450替换了ISO 186（见7.1），以适应我国的技术条件；
- b) 用规范性引用的GB/T 451.2替换了ISO 536（见7.7），以适应我国的技术条件；
- c) 用规范性引用的GB/T 10739替换了ISO 187（见第6章），以适应我国的技术条件；
- d) 更改了试验步骤，使描述更加清晰（见第10章）；
- e) 更改了试验报告，以符合行业习惯（见第12章）；
- f) 更改了仪器的调整和维护，以符合国内的技术条件（见附录A）；
- g) 更改了校正刻度读数计算公式中的系数，以使测试结果更加精确（见附录B）。

本文件与ISO 1974:2012相比，做了下列编辑性改动：

- a) 更改了原理的描述（见第4章），以便于理解。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国造纸工业标准化技术委员会（SAC/TC 141）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1960年首次发布为GB/T 455.1—1960《纸撕裂度的测定法》，1964年第一次修订，1979年第二次修订，1989年第三次修订；
- 1960年首次发布为GB/T 455.2—1960《纸板撕裂度的测定方法》，1964年第一次修订，1979年第二次修订，1989年第三次修订；
- 2002年第四次修订时，将GB/T 455.1和GB/T 455.2合并为GB/T 455《纸和纸板撕裂度的测定》；
- 本次为第五次修订。

纸和纸板 撕裂度的测定

1 范围

本文件描述了纸和纸板撕裂度的测定方法。
本文件适用于纸和在仪器测量范围内的低定量纸板。
本文件不适用于瓦楞纸板，但适用于瓦楞原纸。
本文件也不适用于测定高度定向纸或纸板的横向撕裂度。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 450 纸和纸板 试样的采取及试样纵横向、正反面的测定（GB/T 450—2008，ISO 186:2002，MOD）

GB/T 451.2 纸和纸板 第2部分：定量的测定（GB/T 451.2—2023，ISO 536:2019，MOD）

GB/T 10739 纸、纸板和纸浆 试样处理和试验的标准大气条件（GB/T 10739—2023，ISO 187:2022，MOD）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

撕裂度 tearing resistance

将预先切口的纸（或纸板），撕至一定长度所需力的平均值。

注1：若起始切口是纵向的，结果为纵向撕裂度；若起始切口是横向的，结果为横向撕裂度。

注2：撕裂度以毫牛顿（mN）表示。

3.2

撕裂指数 tearing index

纸（或纸板）的撕裂度除以其定量。

注：撕裂指数以毫牛顿平方米每克（ $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$ ）表示。

3.3

试样 tear piece

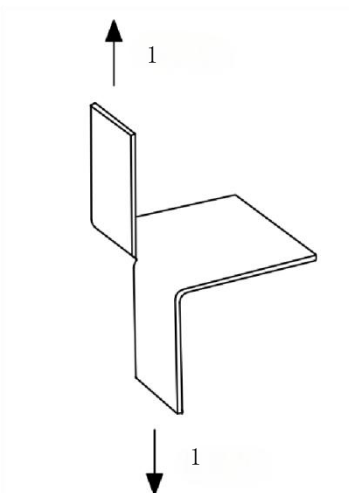
将四张相同尺寸的矩形纸页叠在一起。

注：尺寸取决于所用仪器夹具的设计（见第8章）。

4 原理

具有规定预切口的试样（通常 4 层），用一垂直于试样面的移动平面摆施加撕裂力，使纸撕开一个固定距离。用摆的势能损失来测量在撕裂试样的过程中所做的功。

平均撕裂力由摆上的刻度来指示或由数字来显示，纸（或纸板）撕裂度由平均撕裂力和试样层数来确定。



标引序号说明：

1——撕裂力。

图 1 撕裂度测定原理示意图

5 仪器

5.1 爱利门道夫撕裂度仪，具有合适的测量范围，并由以下部分组成。

5.1.1 基架，安装在刚性底座上，并配有调平装置。在测量过程中，基架应通过其自身质量或将撕裂度仪固定在坚固的架子上而保持不动。

5.1.2 摆，由一个扇形刻度盘组成，支撑在基架上，可在低摩擦轴承上绕水平轴自由摆动。为扩大撕裂度的测量范围，可换摆（见表 1）或附加砝码，但应使测定读数在满刻度值的 20%~80% 范围内。除表 1 中推荐摆的最大测量范围外，可能还有其他测量范围的摆，如 32000 mN。测量范围大的摆可用于测试强度高的纸，如沥青纸。同时，摆应具有安装校准砝码的装置。

注 1：当将多个试样（即四个以上纸页）叠在一起撕裂时，使用测量范围大的摆。但该操作不符合本文件规定。

注 2：在本文件中，摆所做的总功包括撕裂试样做的功、升高和弯曲试样以及克服试样撕裂边缘之间的摩擦所做的功。对于某些仪器来说，摆所做的总功还包括克服试验过程中试样与摆摩擦产生的摩擦力。这是此类撕裂度仪的主要误差来源，发生这种情况的撕裂度仪不适合根据本文件进行试验，但能通过适当的措施改良仪器来避免这个问题。

表 1 推荐摆的最大测量范围

| 最大测量范围/（mN） |
|-------------|
| 2000 |
| 4000 |
| 8000 |
| 16000 |

5.1.3 停止器，当摆从平衡位置升至初始位置时，停止器能固定摆也能立即释放摆。

5.1.4 两个夹具，一个固定夹具在基架上，另一个活动夹具在摆上。夹具的安装方式应使试样在撕裂过程中弯曲时不会碰触到摆或基架。当摆处于初始位置时，两夹具的间距应为 (2.8 ± 0.3) mm，两夹口在一条直线上，使夹在其中的试样位于与摆轴线平行的垂直面内。每个夹具的夹紧面宽度应为 (25 ± 1) mm 或 (36 ± 1) mm，深度应为 (15 ± 1) mm，夹紧面应平整且互相平行。夹具上边缘的水平线与摆轴中心的距离应为 $102.7_{+3.3}^{-0.5}$ mm，该水平线和摆轴所在的平面应与垂直方向成 $(27.5 \pm 0.5)^\circ$ 。夹具应能夹紧试样，以防止试样在试验过程中发生滑动。

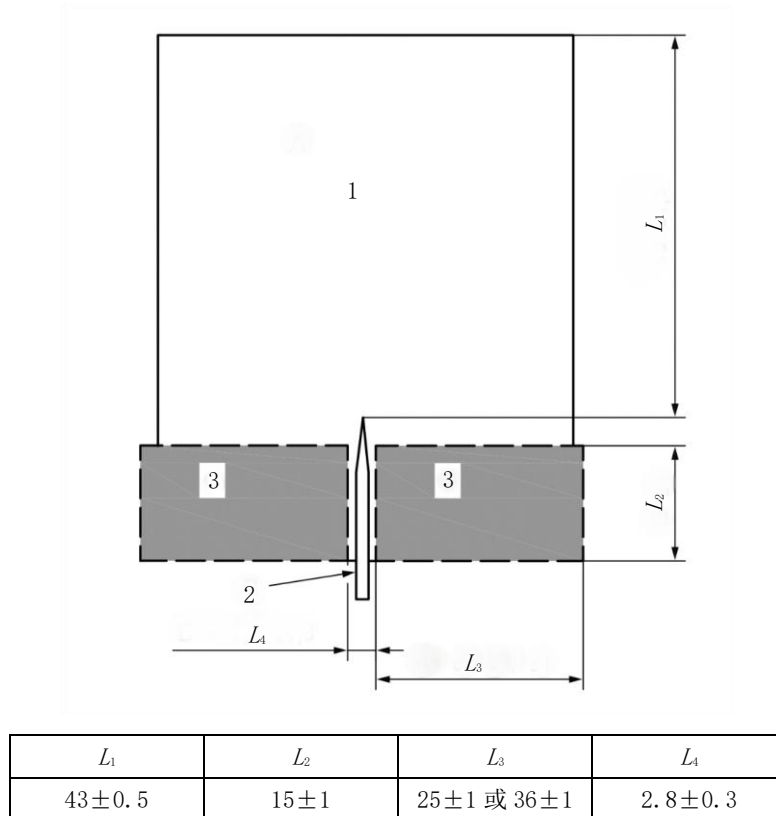
注：夹具上边缘的水平线与摆轴中心距离的不对称公差是考虑到市场上存在不同型号的设备，将值保持在预期范围内。

5.1.5 切纸刀（见图 2），安装在基架上，且处于两夹具中间。当摆处于初始位置夹紧试样时，能在试样的底部进行初始裁切。当试样的下边缘在两夹具底部时，应调整切纸刀，使初始裁切后的撕裂长度为 (43.0 ± 0.5) mm。

5.1.6 测量装置，一种是直接读取撕裂度[对应公式（1）中的读数 F]，例如使用传感器输出数据；另一种是通过指针组件等装置记录摆释放后的最大摆动弧度[对应公式（2）中的刻度读数 A]。

5.2 专用冲切样器具，冲切试样的尺寸要求见图 2。

单位为毫米



标引序号说明：

1——试样；

2——切纸刀；

3——夹具。

图 2 冲切试样的尺寸示意图

6 取样

如果评价一批样品，按 GB/T 450 采取试样。如果进行其他类型样品的评价，应确保所取试样具有代表性。

7 试样处理

按 GB/T 10739 对样品进行温湿处理，试样的制备和试验应在相同条件下进行。

与其他试验类似，该试验易受试样水分变化的影响。不应裸手触摸试样的待测区域，应使试样远离水、热和其他可能影响试样水分变化的情况。

8 试样制备

8.1 样品应无褶皱、折痕或其他可见明显缺陷，且试样裁切边缘距离样品边缘应不小于 15 mm。若有水印，应在试验报告中注明。

8.2 区分样品的正反面，并以同一面朝上。从样品上裁切四张相同尺寸的矩形纸页，每张纸页的宽度应为 (50 ± 2) mm 或 (76 ± 2) mm（取决于夹具的尺寸，25 mm 或 36 mm）（见图 2）。每张纸页的边缘应平行于待测方向，并且其长度应确保在进行初始裁切后，未切长度为 (43.0 ± 0.5) mm。纸页长度是夹持深度、初始裁切长度和未切长度之和。将裁切好的纸页叠成四层，同一面朝上以组成试样。

8.3 或将四张同侧朝向相同的纸页，以纵向平行的方式排列在一起，按 8.2 规定同时进行裁切。未切长度应满足 8.2 规定。若纸张纵向与样品的短边平行，则进行横向试验，反之进行纵向试验。

8.4 组成试样的纸页边缘应是散开的，不能粘连在一起。

8.5 裁切足够数量的试样，每个方向至少准备 40 张矩形纸页，以使每个试验方向上应至少做 10 次有效试验。

8.6 若计算撕裂指数，按 GB/T 451.2 测定样品定量。

注：撕裂度取决于同时撕裂的纸页数量。对于某些纸种，撕裂一张纸页和同时撕裂四张纸页的撕裂度差异可能超过 20%。当同时撕裂四张纸页和撕裂两张或更多张纸页（直至 16 张）的撕裂度差异，尽管比当撕裂一张纸页和同时撕裂四张纸页的差异小，但这种差异可能仍是显著的。

9 仪器的调整 and 校准

9.1 仪器的调整和维护应符合附录 A 的规定。

9.2 仪器的校准应符合附录 B 的规定。

10 试验步骤

10.1 根据试样选择合适的摆或增重砝码，以使测定读数在满刻度值的 20%~80% 范围内。若读数超出范围，应在试验报告中注明。

10.2 将摆升至初始位置并用摆释放装置固定，用夹具夹紧试样（由四张纸页组成），使试样一半正面对着刀，另一半反面对着刀。试样的侧面边缘应整齐，底边应完全与夹具底部相接触，并对正夹紧。若试样有预切口，应夹在两夹具中心。若无，用切纸刀将试样切一整齐的刀口，将切纸刀返回静止位置。使指针与指针停止器相接触，迅速压下摆释放装置，当摆向回摆时，用手轻轻地抓住它且不妨碍指针位置，记录读数。使摆和指针回至初始位置，松开夹具去掉已撕的试样。重复此步骤，直至做完其余九个

试样。

10.3 检查试样是否完全撕裂，撕裂方向可能偏离刀口方向。当 10 次试验中有 1~2 个试样的撕裂线末端与刀口延长线的左右偏斜超过 10 mm，应舍弃不记。重复试验，直至得到 10 个满意的结果为止。如果有两个以上的试样偏斜超过 10 mm，其结果可保留，但应在报告中注明偏斜情况。若在撕裂过程中，试样产生剥离现象，而不是在正常方位上撕裂，应按撕裂偏斜情况处理。

10.4 测定层数应为 4 层，如果得不到满意的结果，可适当增加或减少层数，但应在报告中加以说明。

10.5 若纸页卷曲，在夹紧试样时，应使试样靠近摆而不是远离摆，以免影响测试区域的水分。

11 结果的计算和表示

11.1 撕裂度

11.1.1 数字显示撕裂度

对于读数直接显示为撕裂度的仪器，首先计算读数的平均值，然后按公式（1）计算撕裂度。

$$F = \frac{\bar{F}}{n} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

F ——撕裂度，单位为毫牛顿（mN）；

\bar{F} ——试验方向上的读数（通常为 10 个）平均值，单位为毫牛顿（mN）；

n ——同时撕裂的试样层数（通常为 4 层）。

按要求分别计算和报告纵向撕裂度和横向撕裂度，结果保留三位有效数字。

11.1.2 刻度指示撕裂度

对于读数为刻度值的仪器，首先计算刻度读数的平均值，然后按公式（2）计算撕裂度。

$$F = \frac{\bar{A} \times p}{n} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

F ——撕裂度，单位为毫牛顿（mN）；

\bar{A} ——试验方向上的刻度读数平均值，单位为毫牛顿（mN）；

p ——换算因子，即刻度的设计层数，通常为 4，8，16 或 32；

n ——同时撕裂的试样层数。

结果保留三位有效数字。

按要求分别计算和报告纵向撕裂度和横向撕裂度，结果保留三位有效数字。

11.2 撕裂指数

按公式（3）计算撕裂指数。

$$X = \frac{F}{g} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

X ——撕裂指数，单位为毫牛顿平方米每克（mN·m²/g）；

F ——撕裂度，单位为毫牛顿（mN）；

g ——定量，单位为克每平方米（g/m²）。

结果保留三位有效数字。

11.3 变异系数

根据撕裂度结果计算变异系数。

注：结果以百分比表示（标准差×100/平均值）。

12 试验报告

试验报告应包括以下信息：

- a) 本文件编号；
- b) 试验日期和地点，使用的仪器型号；
- c) 试样处理条件；
- d) 试样的信息和标识，若报告撕裂指数，需包含定量；
- e) 试验次数和同时撕裂纸页的数量；
- f) 试验结果（撕裂度或撕裂指数）；
- g) 试验结果的变异系数；
- h) 摆（摆型号、换算因子）和/或摆的最大测量范围；
- i) 超出满刻度值 20%~80%范围的单个测定读数；
- j) 偏斜 10 mm 以上的撕裂试样或剥离试样；
- k) 任何偏离本文件或其他可能影响试验结果的情况。

附录 A
(规范性)
仪器的调整和维护

A.1 检查

检查下列项目，并在必要时进行调整。

- a) 检查摆轴是否弯曲；
- b) 摆在初始位置时，两夹具应成一条直线，且间距为 (2.8 ± 0.3) mm；
- c) 确保指针无损坏，并紧固在轴套上；
- d) 若安装了切纸刀，切纸刀应紧固，刀刃锋利且无损坏。切纸刀应在两夹具中间，并与夹具顶部成直角。若需打磨，确保更换后，试样未切部分的长度符合第 8 章的规定；
- e) 对于数字显示的仪器，应按制造商说明书进行检查安装和操作。

A.2 水平调整

将仪器放在坚固无振动的工作台上，闭合空夹。用仪器底座上的水平泡调节仪器前后的水平，然后压下摆的停止器，使摆轻轻地自由摆动。待摆静止后，观察摆上的标记是否与底座上的标记重合，若不重合用底座左边的支足螺丝进行调节，直至标记重合为止。

在操作过程中，指针宜垂直地向上转动。

对于数字显示的仪器，应按制造商说明书进行水平调整。

A.3 零点调节

水平调零后，不夹试样空摆几次，观察指针是否指零。若指针的指示不为零，应调整指针停止器，直至调节至零点。不应改变仪器水平的调节零点。

对于数字显示的仪器，应按制造商说明书进行检查和调节零点。

A.4 摆的摩擦

在摆的停止器距摆边缘右侧 25 mm 处作一标记。将摆置于初始位置，将指针拨开使其在摆摆动时，不碰触指针停止器。当按下摆的停止器使摆自由摆动时，最轻摆不应少于 20 次；轻摆不应少于 25 次；标准摆不应少于 35 次。每次在摆摆向左边时，摆的边缘应摆过所作标记的左侧，否则应清洗、加油或检查轴承是否与仪器类型相一致。

对于数字显示的仪器，需要在摆释放装置之外的其他地方以及摆上作一标记。

一些仪器（皮带和编码器版的仪器）具有零点校准功能，以消除不同类型摩擦的影响。即在空摆摆动时，仪器将其作为参考值存储在内部存储器中。当进行试样撕裂度试验时，仪器自动从测量值中减去参考值。若仪器装有气动手柄，检查所用的管道是否会阻碍摆的运动。

A.5 指针摩擦

按 A.3 检查零点设置，闭合空夹，并使指针在零点，然后将摆升至初始位置。释放摆，当摆返回到

左边以前停止摆动。指针偏离零标记的距离应为：最轻摆 10 个刻度单位，轻摆 6 个刻度单位，标准摆 3 个刻度单位。对于另外一些仪器来说，距离宜在（4~8）个刻度单位内。若不在这些范围内，应清洁或调整轴承表面及指针套顶针的位置。

指针摩擦力太小通常是由于衬垫磨损或压缩造成的，可通过加粗或更换衬垫来补救。调整指针摩擦后，应重新校准零点。

注：通常不能直接给指针轴承上油，但能在指针摩擦销柱塞上滴一滴时钟油，使其灵活转动。

A.6 撕裂长度

检查撕裂长度，即初始裁切后试样的长度应为 (43.0 ± 0.5) mm。若不是此长度值，调整切纸刀和专用冲切样器具。

附录 B (规范性) 仪器的校准

B.1 专用检查器具的校准

测量摆升高不同的校正砝码所做的功来检查仪器的校准。比较指示刻度读数与所做的功。很多撕裂度仪有一螺丝孔可固定校正砝码。附加砝码重心的位置宜是已知的。

安装好仪器并按附录 A 校准。闭合摆上的空夹并装上校正砝码，操作仪器，测定刻度读数及与读数相对应的附加砝码重心对基准水平面的高度。

按公式 (C.1) 计算校正的刻度读数 Y 。

$$Y = \frac{9.807 \times m \times (h - H) \times 10^3}{0.086 \times p} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

Y ——校正的刻度读数，单位为刻度单位；

m ——校正砝码质量，单位为千克 (kg)；

h ——摆在刻度读数 Y 的位置时，附加砝码重心离基准平面的高度，单位为米 (m)；

H ——摆在初始位置时，附加砝码重心离基准平面的高度，单位为米 (m)；

p ——换算因子 (见 11.1.2)；

0.086——当试样被撕裂 43.0 mm 时，摆夹具移动的距离，单位为米 (m)。

其他砝码重复上述步骤进行校准，绘制不同刻度读数的 ($h-H$) 图。

常规校准时可仅测定给定校正砝码的刻度读数，读出相应的 ($h-H$) 值，计算使用该值所产生的误差。

校准值和指示刻度读数的差别宜在 $\pm 1\%$ 之内，假若不是这样，宜进行调整。另一方法是准备一张准确的校准表，按此表调整结果。

数字显示仪器因有电子传感系统，如按上述方法校准不便，可用制造商所提供的校准方法。

B.2 其他程序

一套可校准到特定值、带有可夹到摆上夹具中舌板的校正砝码，按下列步骤用这些砝码检查仪器的校准。

按附录 A 安装仪器并进行检查。将摆升至初始位置，在夹具中安装校正砝码。操作仪器，测定刻度读数。重复装上其他校正砝码，刻度读数宜与校正砝码标称值的偏差在 $\pm 1\%$ 以内。若不是这样，宜进行调整。另一方法是准备一张准确的校准表，并按此表调整结果。

附 件 C
(资料性)
精密度

D.1 概述

计算依据为 ISO/TR 24498 和 TAPPI T 1200。

当使用来自欧洲造纸工业联合会的比较测试服务中心 (CEPI-CTS) 的数据时, 需重新计算数据以显示重复性限和再现性限。

重复性限 r 的计算公式: $r = 1.96 \times \sqrt{2} \times s_{\text{实验室内}}$ 。

再现性限 R 的计算公式: $R = 1.96 \times \sqrt{2} \times \sqrt{s_{\text{实验室内}}^2 + s_{\text{实验室间}}^2}$ 。

表 C.1 和表 C.2 中报告的重复性标准偏差为“合并”重复性标准偏差; 也就是说, 标准偏差表示为参与实验室标准偏差的均方根。与 ISO 5725-1 中重复性的传统定义不同。

报告的重复性限和再现性限是在相同试验条件下, 对相同材料得到的两组试验结果进行比较时, 在 95% 置信概率下可能出现的最大差值的估算。这种评价对不同材料或不同试验条件无效。重复性限和再现性限通过重复性标准偏差和再现性标准偏差乘以 2.77 计算得到。

注: $2.77 = 1.96\sqrt{2}$, 前提是试验结果服从正态分布并且标准偏差 s 基于大量测试。

D.2 来自 CEPI-CTS 的数据

2010 年, 来自 14 个欧洲国家的 17 家实验室对 4 个样品进行了测试。对于每个样品, 测试 10 个试样。撕裂度数据来自欧洲造纸工业联合会的比较测试服务中心 (CEPI-CTS)。

表 C.1 重复性

| 样品 | 实验室数量 | 平均值 mN | 标准偏差 S_r mN | 变异系数 $C_{v,r}$ % | 重复性限 r mN |
|--|-------|-----------|------------------|---------------------|----------------|
| 样品 1 ^a | 15 | 356 | 15.5 | 4.4 | 43.0 |
| 样品 2 ^b | 17 | 895 | 16.4 | 1.8 | 45.5 |
| 样品 3 ^c | 17 | 1299 | 30 | 2.3 | 83.2 |
| 样品 4 ^d | 16 | 1828 | 58 | 3.2 | 160.8 |
| ^a 测量结果范围 320~370。 ^b 测量结果范围 750~900。 ^c 测量结果范围 1300~1500。 ^d 测量结果范围 1700~2000。 | | | | | |

表 C.2 再现性

| 样品 | 实验室数量 | 平均值 mN | 标准偏差 S_R mN | 变异系数 $C_{v,R}$ % | 再现性限 R mN |
|-------------------|-------|-----------|------------------|---------------------|----------------|
| 样品 1 ^a | 15 | 356 | 29.2 | 8.2 | 81.1 |
| 样品 2 ^b | 17 | 895 | 45.6 | 5.1 | 126.5 |
| 样品 3 ^c | 17 | 1299 | 64.4 | 5.0 | 178.5 |

| | | | | | |
|--|----|------|-------|-----|-------|
| 样品 4 ^d | 16 | 1828 | 150.6 | 8.2 | 417.5 |
| ^a 测量结果范围 320~370。 ^b 测量结果范围 750~900。 ^c 测量结果范围 1300~1500。 ^d 测量结果范围 1700~2000。 | | | | | |

参考文献

- [1] ISO/TR 24498:2006, Paper, board and pulps—Estimation of uncertainty for test methods
 - [2] TAPPI T 1200, Interlaboratory Evaluation of Test Methods to Determine TAPPI Repeatability and Reproducibility
 - [3] ISO 5725-1:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 1: General principles and definitions
-