



中华人民共和国国家标准

GB/T 22364—2018
代替 GB/T 22364—2008

纸和纸板 弯曲挺度的测定

Paper and board—Determination of bending resistance

(ISO 2493-1:2010, Paper and board—Determination of bending resistance—Part 1: Constant rate of deflection; ISO 2493-2:2011, Paper and board—Determination of bending resistance—Part 2: Taber-type tester; ISO 5629:2017, Paper and board—Determination of bending stiffness—Resonance method, MOD)

2018-12-28 发布

2019-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 22364—2008《纸和纸板 弯曲挺度的测定》。与 GB/T 22364—2008 相比,主要变化如下:

- 修改了范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章);
- 修改了术语和定义(见第 3 章,2008 年版的第 3 章);
- 将静态弯曲法拆分为恒速弯曲法和泰伯式挺度仪法(见第 4 章、第 5 章,2008 年版的第 4 章);
- 修改了试验报告内容(见第 7 章,2008 年版的第 6 章);
- 增加了精密度相关数据(见附录 B);
- 删除了 2008 年版的附录 B。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 2493-1:2010《纸和纸板 弯曲挺度的测定 第 1 部分:恒速弯曲法》(方法一:恒速弯曲法)、ISO 2493-2:2011《纸和纸板 弯曲挺度的测定 第 2 部分:泰伯式挺度仪法》(方法二:泰伯式挺度仪法)、ISO 5629:2017《纸和纸板 弯曲挺度的测定 共振法》(方法三:共振法)。

本标准与 ISO 2493-1:2010、ISO 2493-2:2011、ISO 5629:2017 相比,在结构上有较多调整,附录 A 列出了本标准与 ISO 2493-1:2010、ISO 2493-2:2011、ISO 5629:2017 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 2493-1:2010、ISO 2493-2:2011、ISO 5629:2017 相比,主要技术性差异及其原因如下:

- 关于规范性引用文件,本标准与 ISO 2493-1:2010、ISO 2493-2:2011、ISO 5629:2017 相比,做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中:
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 450 代替 ISO 186;
 - 用等效采用国际标准的 GB/T 451.2 代替 ISO 536;
 - 用等效采用国际标准的 GB/T 10739 代替 ISO 187。

本标准与 ISO 5629:2017 相比,主要技术性差异及其原因如下:

- 将“一般试样宽度为 10 mm~25 mm”修改为“试样宽度为 15 mm,高定量试样的宽度可为 25 mm”,以有助于减小试验的误差(见 6.3.3);
- 将试验方法中的方法 A 和方法 B 内容进行了整合(见 6.4),因两种方法的区别仅在定量测定的方法不同;
- 合并结果表示方法 A 和方法 B,因两者计算方法实质相同(见 6.4.4)。

本标准做了下列编辑性修改:

- 删除了 ISO 5629:2017 的附录 A;
- 将精密度相关内容统一编排到附录 B(见 B.3),以与本标准中其他两种方法协调一致。

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这些专利的责任。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国造纸工业标准化技术委员会(SAC/TC 141)归口。

本标准起草单位:四川长江造纸仪器有限责任公司、中国制浆造纸研究院有限公司、国家纸张质量监督检验中心。

本标准主要起草人:殷报春、温建宇、黎的非、曹凯月。

GB/T 22364—2018

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 2679.3—1981、GB/T 2679.3—1996；
- GB/T 12909—1991；
- GB/T 22364—2008。

纸和纸板 弯曲挺度的测定

1 范围

本标准规定了纸和纸板弯曲挺度的三种测定方法：恒速弯曲法、泰伯式挺度仪法和共振法。

本标准的恒速弯曲法适用于弯曲挺度为 20 mN~10 000 mN 的纸和纸板。本标准的泰伯式挺度仪法主要适用于高定量的纸和纸板，本标准中泰伯式挺度仪不包括使用 10 mm 弯曲长度的低量程泰伯式挺度仪。本标准的共振法适用于大多数纸和纸板，不适用于测定时会产生分层、有明显卷曲的纸和纸板，以及定量低于 40 g/m² 的纸。本标准适用于瓦楞纸板组成成分但不适用于瓦楞纸板。

注：使用不同试验方法得到的测量结果不能相互换算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。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 纸和纸板定量的测定（GB/T 451.2—2002，eqv ISO 536：1995）

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—2002，eqv ISO 187：1990）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

弯曲力 bending force

在本标准规定的试验条件下，弯曲一端被夹持的矩形试样所需要的力。

注：弯曲力定义适用于恒速弯曲法。

3.2

弯曲力矩 bending moment

在本标准规定的试验条件下，弯曲一端被夹持的矩形试样所需要的力矩。

注：弯曲力矩定义适用于泰伯式挺度仪法。

3.3

弯曲挺度 bending resistance

在本标准规定的试验条件下，纸和纸板在弹性变形范围内受力弯曲时所需要的力或力矩。

3.4

弯曲角度 bending angle

夹头从初始位置到弯曲挺度测量位置之间旋转的角度。

注：弯曲角度定义适用于恒速弯曲法和泰伯式挺度仪法，弯曲角度为 15°或 7.5°。

3.5

弯曲长度 bending length

夹头到试样受力点之间的恒定径向距离。

注：弯曲长度定义适用于恒速弯曲法（见图 1 中的 1）和泰伯式挺度仪法。

3.6

自由长度 free length

试样伸出夹头部分的总长。

注：自由长度定义适用于恒速弯曲法（见图 1 中的 L ）。

3.7

弯曲挺度指数 bending resistance index

弯曲挺度除以定量的三次方。

注：弯曲挺度指数适用于恒速弯曲法和泰伯式挺度仪法。

4 方法一：恒速弯曲法

4.1 原理

在规定的弯曲长度（50 mm 或 10 mm）下，用将一端被夹持的试样弯曲到规定角度所需的弯曲力的平均值表示弯曲挺度。

4.2 仪器

4.2.1 取样器

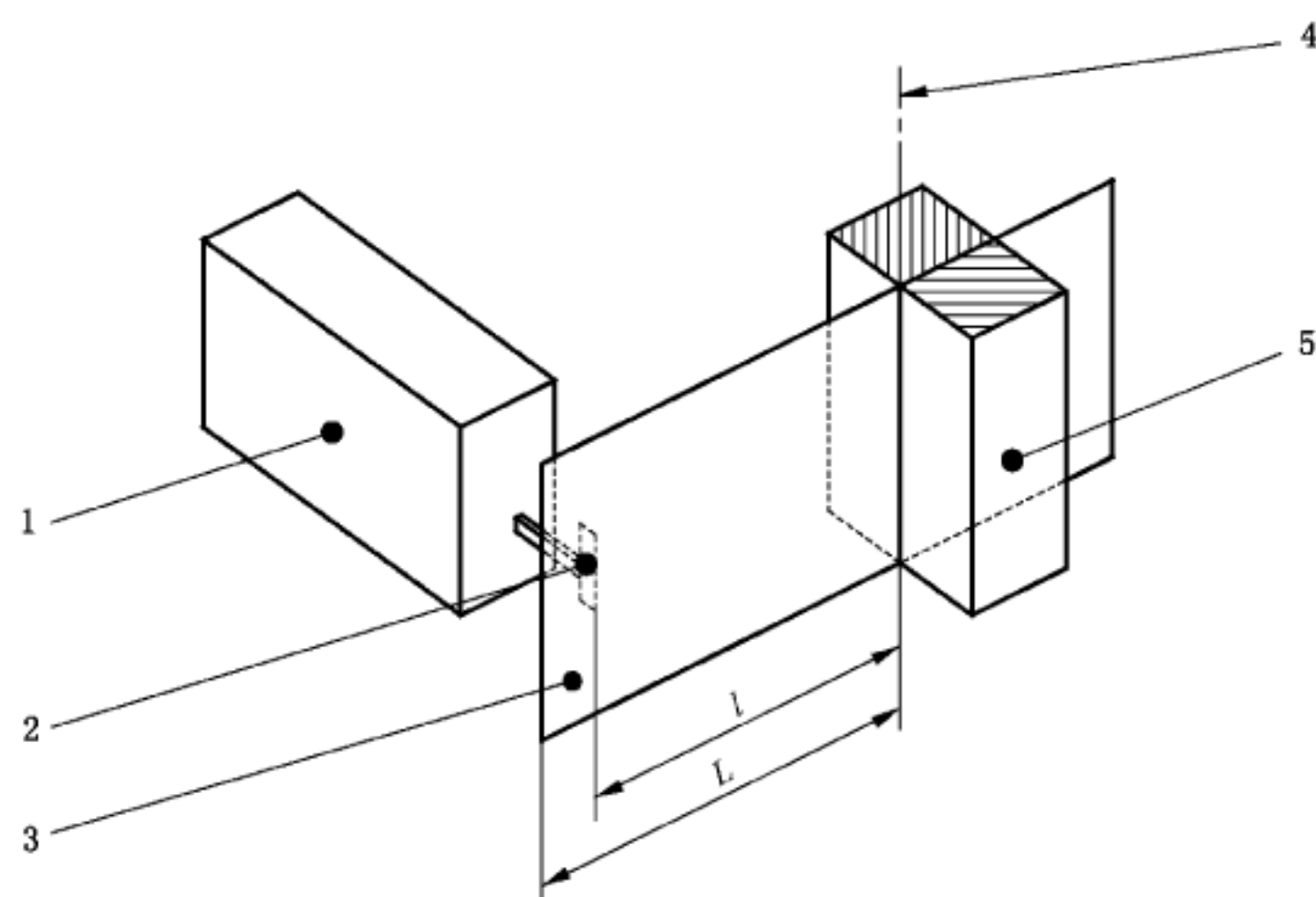
用于切取符合精度要求的试样，例如冲切式取样器或双刀取样器。

4.2.2 弯曲挺度仪（见图 1）

4.2.2.1 夹头：宽度不少于 38 mm，长度不少于 20 mm，在与试样平面垂直的方向上可调节以夹持试样。在初始位置，夹头将试样固定在垂直平面内。夹头应能以 $(5.0 \pm 0.5)^\circ/\text{s}$ 的恒定速度绕夹持线所形成的轴线旋转 $(15.0 \pm 0.3)^\circ$ 的弯曲角度。必要时可以使用 $(7.5 \pm 0.3)^\circ$ 的弯曲角度，见 4.7。

4.2.2.2 刀口：与试样的初始位置垂直，在试样宽度的中间施加弯曲力。刀口线长度为 (16 ± 2) mm 并与夹头的旋转轴（见图 1）平行。刀口线应倒钝，刀口线到夹头旋转轴的距离为 (50.0 ± 0.1) mm。如必要，刀口线到夹头旋转轴的距离可以调整到 (10.0 ± 0.1) mm。

4.2.2.3 弯曲力测量装置：测量当试样弯曲到弯曲角度 $(15.0 \pm 0.3)^\circ$ 或 $(7.5 \pm 0.3)^\circ$ 时，通过试样施加到刀口线的力。读数在 0 mN~100 mN 之间时，弯曲力的最大允许误差为 $\pm 5\%$ ；读数大于 100 mN 时，弯曲力的最大允许误差为 $\pm 2\%$ 。在整个测量范围内，传感器在其受力方向上的变形应小于 0.05 mm，力传感器对横向力应具有较低的灵敏度。



说明:

- 1——弯曲力测量装置;
- 2——刀口;
- 3——试样;
- 4——旋转轴;
- 5——夹头;
- l ——弯曲长度;
- L ——自由长度。

图 1 弯曲挺度仪示意图

4.3 校准

应经常校准力传感器和弯曲角度。校准方法取决于仪器类型,应参照仪器使用说明书进行校准。

4.4 取样

如果试验用于评价一批样品,应按 GB/T 450 规定采取试样。如果试验用于评价其他类型的样品,应确保所取样品具有代表性。

4.5 温湿处理

纸和纸板试样应在 GB/T 10739 规定的大气条件下进行温湿处理,并在此大气条件下进行试样制备和试验。

4.6 试样制备

4.6.1 测定纵、横向挺度时,与试样长度一致的方向为测定方向。试样的测试区域不应有褶皱、折痕、肉眼可见的损伤或其他缺陷。如测试区域包含水印,应在试验报告中注明。标记试样正反面,以确保正反两面获得相同数量的测试结果。

4.6.2 高扭曲和卷曲的试样可能得出不可靠的结果,拉直卷曲或扭曲的试样均可能对原材料造成损坏。

4.6.3 在每个试验方向切取至少 10 片试样,试样宽度为 (38.0 ± 0.2) mm,长度至少 80 mm(弯曲长度为 50 mm)。如使用较短的弯曲长度,试样长度应至少为 40 mm(弯曲长度为 10 mm)。

4.7 试验步骤

4.7.1 如需测量弯曲挺度指数,按 GB/T 451.2 规定测定试样的定量。

4.7.2 在 (50.0 ± 0.1) mm 弯曲长度下进行试验。对弯曲挺度太低以至于在此弯曲长度下无法测定的试样,可使用 (10.0 ± 0.1) mm 的弯曲长度。这种情况下,应在试验报告中注明所使用的弯曲长度。

注:使用不同弯曲长度得到的结果不能相互换算。

4.7.3 将试样放入夹头,确保试样对齐并以规定的自由长度伸出夹头。弯曲长度为 50 mm 时,自由长度(L)为 (57 ± 3) mm;弯曲长度为 10 mm 时,自由长度(L)为 (17 ± 3) mm。不应用裸手接触试样靠近夹头部位的区域,这一区域水分含量的变化会影响到试验结果。

4.7.4 夹持压力应足以保证牢固地夹持住试样,并确保所测得的弯曲力不受夹持压力的影响。

注:过高的夹持压力可能导致弯曲力值降低。

4.7.5 将仪器的弯曲角度设定为 15° 。测试前不应以任何方式弯曲试样,对任何试样的测试不应超过一次。为获得准确的弯曲角度,试验前应确保刀口线与试样表面接触但不对试样施加任何力。

4.7.6 如果最大弯曲力在试样弯曲到 15° 前出现,或在测试过程中出现断裂、扭结或褶皱,应舍弃试验结果。如果超过 10% 的试样出现这种情况,应使用 7.5° 的弯曲角度,并应在试验报告中注明所使用的弯曲角度。

注:使用 7.5° 弯曲角度得到的试验结果,不能通过乘以 2 换算为 15° 弯曲角度的结果,因为其与弯曲角度的关系为非线性的。

4.7.7 根据所使用的仪器型式,按使用说明书指示的步骤测量弯曲力。记录规定数量试样的弯曲力。

4.7.8 测定时试样正反面弯曲试验的数目应相同。对每个测试方向,在规定的弯曲角度下,应至少测试 10 个试样并得到 10 组有效数据。试样从仪器夹头上取下后不得再次使用。

4.8 计算和结果表示

4.8.1 弯曲挺度

对每个试验方向,以所有弯曲力有效数据的平均值计算弯曲挺度及标准偏差。

报告每个方向的弯曲挺度,单位为牛顿(N)或毫牛顿(mN),保留三位有效数字。

4.8.2 弯曲挺度指数

如必要,按式(1)计算每个试验方向的弯曲挺度指数:

$$B_1 = \frac{B}{g^3} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

B_1 ——弯曲挺度指数,单位为牛顿六次方米每三次方克($\text{N} \cdot \text{m}^6 / \text{g}^3$);

B ——弯曲挺度,单位为牛顿(N);

g ——试样的定量,单位为克每平方米(g / m^2)。

报告每个试验方向的弯曲挺度指数,保留三位有效数字。

5 方法二:泰伯式挺度仪法

5.1 原理

使用泰伯式挺度仪将规定尺寸的试样弯曲至一定的弯曲角度,读取仪器度盘上的弯曲力矩值。

5.2 仪器

5.2.1 泰伯式挺度仪(见图 2)

5.2.1.1 摆 P:安装在低摩擦轴承上,绕中心点 CP 旋转。摆上安装夹头 C,夹头上有两个螺钉以夹持试

样 TP 并使试样中心与摆的上端刻划的中心线 L 对齐。摆的下端是一个螺柱 S1, 其上可附加重砣, 在距中心点 $100.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 的位置对摆施加载荷。不加重砣时, 载荷为 $10.000\text{ g} \pm 0.001\text{ g}$ 。

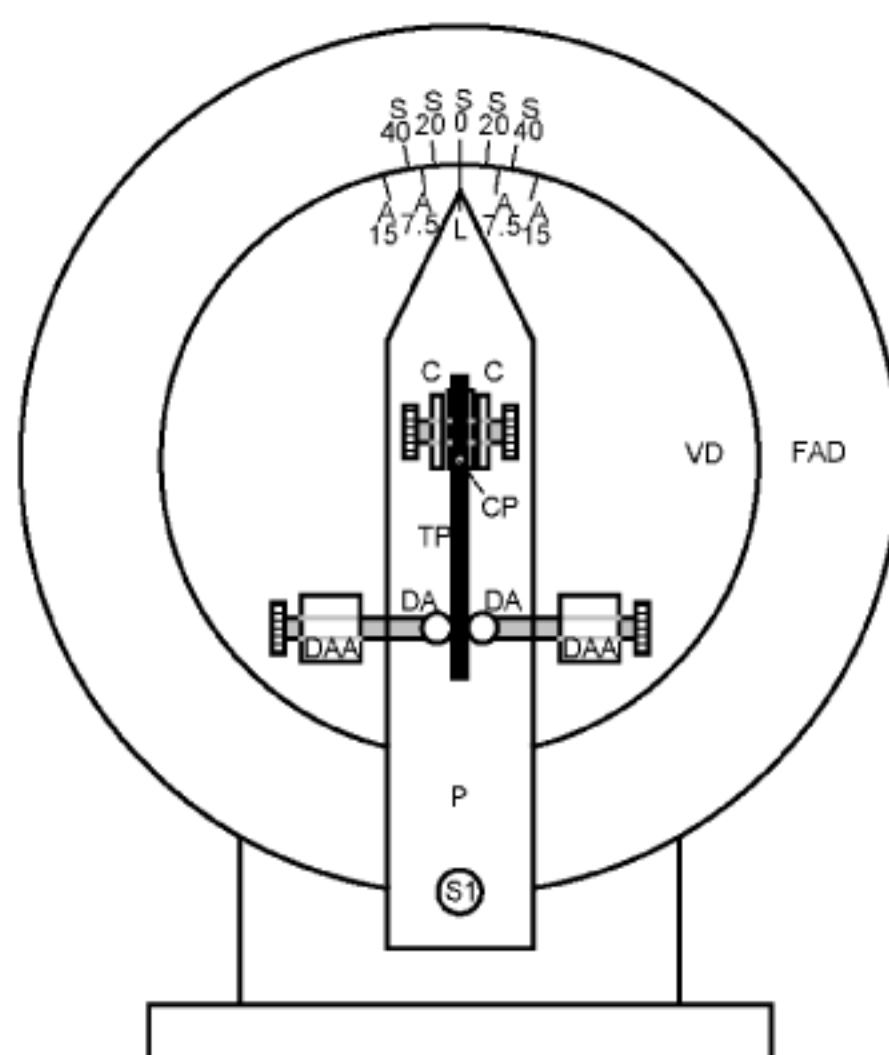
5.2.1.2 垂直度盘 VD: 由电机驱动, 绕中心点 CP 旋转, 上装两个驱动臂支架 DAA, 通过两个驱动臂 DA, 以一定的悬臂长度对试样加载。弯曲长度为 $50.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。驱动臂通过螺纹调节, 以适应不同厚度试样的试验。驱动臂端部有滚筒作为向试样传递力的装置。可以调节驱动臂长度, 使试样到每个滚筒的距离为 $0.33\text{ mm} \pm 0.03\text{ mm}$ 。垂直度盘的上边缘有中心线刻线, 垂直度盘的外围距离中心线刻线两侧 7.5° 和 15° 的位置各刻有两根参考线。驱动装置驱动垂直度盘 VD 以恒定速度转动, 转动速度允许范围为 $170^\circ/\text{min} \sim 210^\circ/\text{min}$ 。

5.2.1.3 固定环 FAD: 位于垂直度盘 VD 边缘的周围。固定环中心线刻线的两侧各刻有 $0 \sim 100$ 标尺, 指示将试样向左或向右弯曲所需要的力矩。

注: 为了图样清晰, 图 2 中只画出了 0、20 和 40 刻度。

5.2.1.4 座体: 用于支撑摆 P、垂直度盘 VD 和固定环 FAD, 装有调节仪器水平的装置。

5.2.1.5 各种载荷重砣: 按制造商给出的测量范围分档安装在螺柱 S1 上, 最大可提供 $490\text{ mN} \cdot \text{m}$ 的弯曲力矩。



说明:

VD ——垂直度盘;

P ——摆;

TP ——试样;

C ——夹头;

CP ——中心点;

S1 ——螺柱;

A7.5 —— 7.5° 偏角参考线;

A15 —— 15° 偏角参考线;

DAA ——驱动臂支架;

DA ——驱动臂;

FAD ——固定环;

S 0 ——挺度值 0 参考线;

S 20 ——挺度值 20 参考线;

S 40 ——挺度值 40 参考线;

L ——摆的中心线。

图 2 泰伯式挺度仪示意图

5.2.2 仪器准备

5.2.2.1 将仪器放置在坚固、平整的台面上。将垂直度盘 VD 置于零位, 将选定的重砣 W 安装在螺柱

S1 上。闭合夹头 C,使夹纸面与摆的中心线重合。调节仪器水平,使摆处于铅垂位置。

5.2.2.2 将摆推移 15° 角并释放以检查轴承摩擦。在摆动停止前,摆的往复摆动次数应不少于 20 次。

5.3 校准

定期校准仪器并检查仪器精度。校准方法取决于仪器类型,应参照仪器使用说明书进行校准。

注:仪器制造商通常会提供弹簧钢试样条用于仪器校准。

5.4 取样

如果试验用于评价一批样品,应按 GB/T 450 规定采取试样。如果用于其他类型的评价试验,应确保所取样品具有代表性。

5.5 温湿处理

纸和纸板试样应在 GB/T 10739 规定的大气条件下进行温湿处理,并在此大气条件下进行试样制备和试验。

5.6 试样制备

5.6.1 如需测量弯曲挺度指数,按 GB/T 451.2 规定测定试样的定量。

5.6.2 试样长度 $70\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$,宽度 $38.0\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$,试样长边方向为测试方向。在试样的纵横两个方向各切取足够数量的试样,确保每个测试方向能进行至少 5 次有效测试。

5.6.3 测试区域应避免褶皱、折痕、裂纹或其他缺陷。如测试区域包含水印,应在试验报告中注明。

5.6.4 高扭曲和卷曲的试样可能得出不可靠的结果,拉直卷曲或扭曲的试样均可能对原材料造成损坏。

5.7 试验步骤

5.7.1 将试样放入夹头 C,试样一端与夹头上边缘平齐,另一端放置在两个驱动臂 DA 端部的滚筒之间。

5.7.2 调节夹头 C 的两个夹紧螺钉,使试样与摆的中心线 L 对齐。

5.7.3 夹头螺钉的夹紧力可能影响试验结果。夹紧力应足以牢固夹持试样,但不致使试样产生压缩或变形。除试样自由端表面与驱动臂 DA 间的摩擦力外,试样的自由端应不受其他限制。

5.7.4 调节驱动臂端部的滚筒使之刚好与试样接触。调节其中一个驱动臂 DA 的长度,使试样与滚筒间的距离为 $0.33\text{ mm}\pm 0.03\text{ mm}$ 。

注:夹入试样后,摆可能不平衡在零位。试样自身的弯曲会造成向两个方向弯曲试验时的读数差异,试样的挺度是两个方向弯曲试验得到的读数的平均值。

5.7.5 开动电机使垂直度盘 VD 向一侧旋转弯曲试样,直至摆的中心刻线 L 对齐垂直度盘的 15° 刻线,记录固定环 FAD 上读取的刻度值并立刻将垂直度盘返回至零位。

5.7.6 用同样方式将试样向另一侧弯曲得到另一个读数。根据需要对至少 5 个纵向(MD)试样和(或)至少 5 个横向(CD)试样进行试验,在要求的每个测试方向得到 5 组有效结果即 10 个有效数据。

5.7.7 如果最大弯曲力在试样弯曲到 15° 前出现,或在测试过程中出现断裂、扭结或褶皱,应舍弃试验结果。如果在某个特定方向(纵向或横向)切取的试样中超过 10% 出现这种情况,应在这一试样方向使用 7.5° 的弯曲角度,并应在试验报告中注明所使用的弯曲角度。

注:使用 7.5° 弯曲角度得到的试验结果,不能通过乘以 2 换算为 15° 弯曲角度的结果,因为其与弯曲角度的关系为非线性的。

5.8 计算和结果表示

5.8.1 弯曲挺度

在每个试验方向,以全部 10 个测试结果(向左 5 个弯曲力矩和向右 5 个弯曲力矩)的平均值计算弯曲挺度。

注:有的仪器可能以泰伯挺度单位给出结果。泰伯挺度单位与国际单位制单位可通过式(2)换算:

$$M = T_r \times 0.098\ 066 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

M ——弯曲挺度,单位为毫牛米($\text{mN} \cdot \text{m}$);

T_r ——泰伯弯曲力矩读数,单位为泰伯挺度单位。

报告纵向和(或)横向弯曲挺度,单位为毫牛米($\text{mN} \cdot \text{m}$),保留三位有效数字。

5.8.2 弯曲挺度指数

如需要,按式(3)计算所需的每个试验方向的弯曲挺度指数:

$$B_g = \frac{B}{g^3} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

B_g ——弯曲挺度指数,单位为毫牛米六次方米每三次方克($\text{mN} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^6/\text{g}^3$);

B ——弯曲挺度,单位为毫牛米($\text{mN} \cdot \text{m}$);

g ——试样的定量,单位为克每平方米(g/m^2)。

按要求报告每个试验方向的弯曲挺度指数,结果保留三位有效数字。

6 方法三:共振法

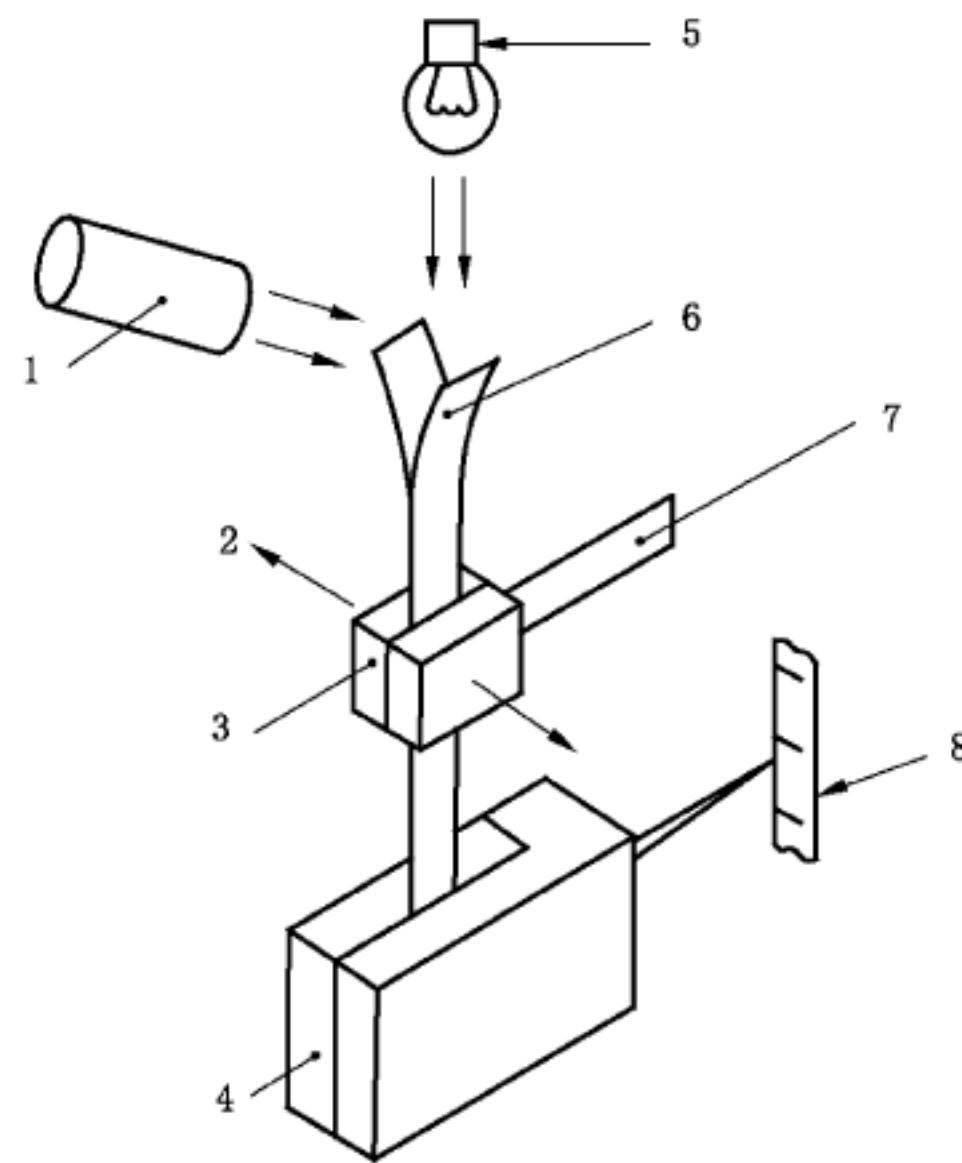
6.1 原理

将试样一端夹住,在标准规定条件下测定其共振长度,由试样定量和共振长度计算弯曲挺度。

6.2 仪器

6.2.1 共振挺度仪

由夹具系统、试样夹振动装置、频闪灯、放大镜等组成。示意图见图 3。



说明:

- 1——放大镜(可选);
- 2——振动方向;
- 3——试样夹;
- 4——下夹具(可选);
- 5——频闪灯;
- 6——试样;
- 7——振动机构;
- 8——标尺(可选)。

图 3 共振挺度仪示意图

6.2.2 夹具系统

6.2.2.1 试样夹由两个平行的金属平板组成,这两个金属平板可以调整到指定的间隙和夹持力。试样应正好能从夹板间拖过,夹板的安装应使试样可以从试样夹的两端伸出。夹板的大小无关紧要,但夹板宽度应超过所测试样宽度,通常应大于 25 mm。试样夹口的上边缘可为圆弧形,圆弧的曲率半径应小于 0.1 mm。

6.2.2.2 活动的下夹具,结构没有严格的规定。试样借助于下夹具可以从试样夹中拉进(有时需推出)。此夹具上还可以适当地连结一个测量装置,使得从刻度上能够直接读出试样的共振长度,其尺寸精度应读准至 0.1 mm。

6.2.3 试样夹振动装置

试样夹在与纸面垂直的水平面上,以 $25.0\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$ 的频率、不大于 0.2 mm 的振幅振动。

6.2.4 频闪灯

在与振动装置相同的频率和相位下工作,用于照亮试样的顶部边缘。通常只要能够提供足够照度的灯亦可使用。

6.2.5 放大镜

用来观察试样自由端的振动情况。

6.3 试样的采取、制备和处理

6.3.1 试样应按 GB/T 450 规定采取。

6.3.2 试样按 GB/T 10739 的规定进行处理,并在规定条件下试验。

6.3.3 每个测定方向上应至少切取 10 张试样,试样宽度为 15 mm,高定量试样的宽度可为 25 mm。试样的长度应足以保证共振长度、夹持长度以及非共振区域方便手拿取的长度和与下夹具连接的长度。试样切口应整洁平直,两个长边应相互平行,其平行度偏差应小于 0.1 mm。

6.4 试验步骤

6.4.1 共振长度

6.4.1.1 夹上试样,使试样从上夹口伸出足够的长度,确保试样垂直于上夹口。调节夹持力,使试样恰好能从振动夹中向下拉出。

6.4.1.2 启动仪器,小心地用活动下夹具将试样从试样夹中拉出,直至试样的自由端开始振动达到最大振幅(共振点)为止。共振点的特点是在灯的照射下,自由端可见的振动轮廓线的清晰度最高。

6.4.1.3 准确测定伸出试样夹口的试样长度。测定方法有两种:第一种是在夹口处小心地作上记号,从试样夹上取下试样,用游标卡尺或其他合适的量具测定其长度,共振长度测定值的误差应在 ± 0.25 mm 或 $\pm 5\%$ 以内(取较大者)。第二种方法是使用仪器上的刻度标尺直接读出共振长度,但应核实试样在测定过程中没有明显的拉伸,这样刻度值才能与伸出夹口的试样长度保持一致。由于可能存在两个波幅和一个波节的共振(见图 4),必要时应进行检查,通过进一步缩短伸出的长度,使之出现一个波幅的振动。

6.4.1.4 按照上述方法,在每个测定方向上测定 10 张试样。如果测定结果波动较大,则可以增加测定次数。

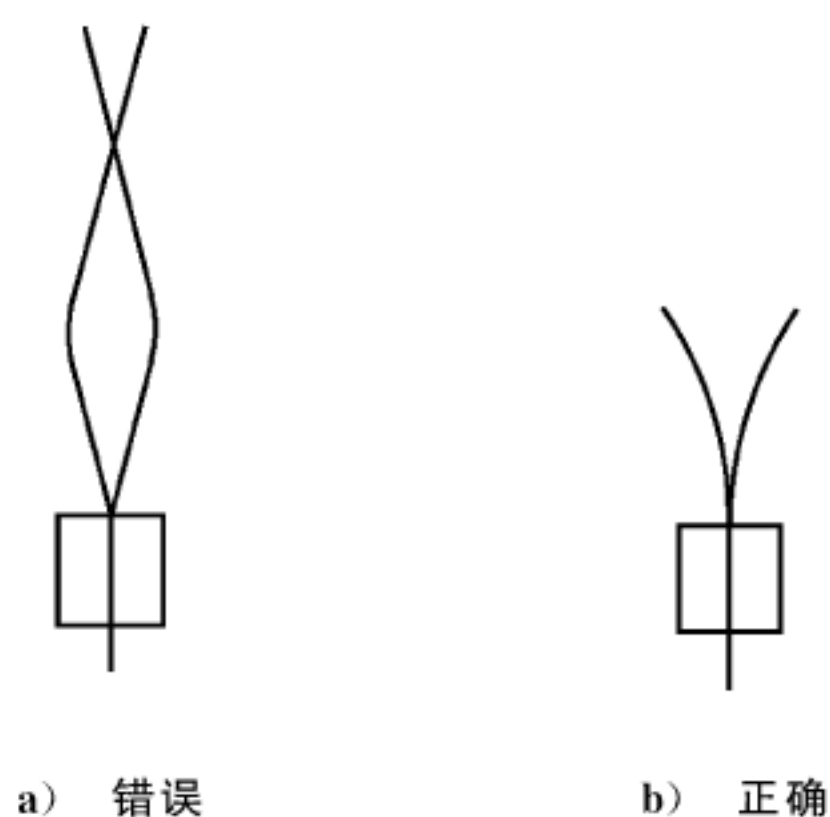


图 4 试样振动状态示意图

6.4.2 定量测定的两种方法

6.4.2.1 称取每张试样的质量,精确至 ± 0.001 g,将质量标在试样上,以便将其质量和相应共振长度的面积或试样面积相匹配,计算其定量。

6.4.2.2 按照 GB/T 451.2 测定试样的平均定量。

6.4.3 面积

与 6.4.2.1 相对应,准确测定每张试样的面积,并将面积标在试样上。

6.4.4 结果表示

6.4.4.1 用式(4) 分别计算每个试样的弯曲挺度 S ,单位为毫牛米($\text{mN} \cdot \text{m}$)。

$$S = \frac{2l^4 \rho_A}{10^9} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

l ——共振长度,单位为毫米(mm);

ρ_A ——试样的平均定量,单位为克每平方米(g/m^2)。

用得到的各个值计算平均弯曲挺度,标准偏差或变异系数,保留三位有效数字。

6.4.4.2 若试样的定量波动较大,平均定量明显影响测定结果或对测定精度要求较高时,可按 6.4.2.1 的方法测定试样的定量,代入式(4)计算每个试样的弯曲挺度,然后计算平均弯曲挺度。

7 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 本标准的编号;
- b) 试验的日期和地点;
- c) 被测试样的描述和鉴别;
- d) 选用的试验方法及使用的仪器类型;
- e) 所用的温湿处理条件;
- f) 对于恒速弯曲法,如试验长度不是 50 mm,报告试验长度;
- g) 对于恒速弯曲法和泰伯式挺度仪法,如弯曲角度不是 15° ,报告弯曲角度;
- h) 每个试验方向的弯曲挺度,保留三位有效数字;
- i) 如需要,报告每个试验方向结果的标准偏差;
- j) 如需要,报告每个试验方向的弯曲挺度指数。

附 录 A

(资料性附录)

本标准与对应的国际标准章条编号对照

表 A.1 给出了本标准与对应的国际标准章条编号对照的一览表。

表 A.1 本标准与对应的国际标准章条编号对照

本标准章条编号	对应 ISO 2493-1:2010 章条编号	对应 ISO 2493-2:2011 章条编号	对应 ISO 5629:2017 章条编号
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4.1	4	—	—
4.2	5	—	—
4.3	6	—	—
4.4	7	—	—
4.5	8	—	—
4.6	9	—	—
4.7	10	—	—
4.8	11	—	—
5.1	—	4	—
5.2	—	5	—
5.3	—	6	—
5.4	—	7	—
5.5	—	8	—
5.6	—	9	—
5.7	—	10	—
5.8	—	11	—
6.1	—	—	4
6.2	—	—	5
6.3.1	—	—	6
6.3.2	—	—	7
6.3.3	—	—	8
6.4.1	—	—	9.2.2、9.3.2

表 A.1（续）

本标准章条编号	对应 ISO 2493-1:2010 章条编号	对应 ISO 2493-2:2011 章条编号	对应 ISO 5629:2017 章条编号
6.4.2	—	—	9.2.1、9.3.1
6.4.4	—	—	10.2、10.3
7	12	12	12
附录 A	—	—	—
B.1	附录 A	—	—
B.2	—	附录 A	—
B.3	—	—	11、附录 B

附 录 B
(资料性附录)
精 密 度

B.1 恒速弯曲法

B.1.1 2008 年 11 月,来自欧洲六个国家的九个实验室对六种样品的纵向(MD)和横向(CD)弯曲挺度进行了试验。对每种样品各测试 10 个试样,5 个向左弯曲,5 个向右弯曲。

B.1.2 计算依据为 ISO/TR 24498 和 TAPPI T 1200。

B.1.3 表 B.1 和表 B.2 报告的重复性标准偏差为合并重复性标准差,即用所有参与实验室的标准偏差的均方根计算得出的标准偏差。这与 ISO 5725 对重复性的传统定义不同。

B.1.4 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%置信概率下评价的最大差值。这一评价对不同材料或不同试验条件无效。

B.1.5 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: $2.77 = 1.96\sqrt{2}$,假定测试结果成正态分布且标准偏差 s_r 基于大量测试得到。

表 B.1 恒速弯曲法重复性

样本		实验室数	平均值 mN	标准偏差 s_r mN	变异系数 $C_{V,r}$ %	重复性限 r mN
涂布牛卡纸,390 g/m ²	纵向	9	1 348	36.7	2.7	102
	横向	9	584	24.2	4.1	67.0
牛皮箱纸板,300 g/m ²	纵向	9	420	20.5	4.9	56.8
	横向	9	176	13.3	7.6	36.7
白卡纸,220 g/m ²	纵向	9	1 526	12.4	8.1	34.2
	横向	9	79.7	8.9	11.2	24.8
复印纸 ^a ,80 g/m ²	纵向	9	100	10.0	10.0	27.7
	横向	9	48	6.9	14.4	19.2
复印纸 ^a ,75 g/m ²	纵向	9	135	11.6	8.6	32.2
	横向	9	43.1	6.56	15.2	18.2
新闻纸 ^a ,45 g/m ²	纵向	9	28	5.3	18.9	14.7
	横向	8	7.0	2.6	37.1	7.3
^a 对复印纸和新闻纸样本,使用 10 mm 弯曲长度。						

表 B.2 恒速弯曲法再现性

样本		实验室数	平均值 mN	标准偏差 s_R mN	变异系数 $C_{V,R}$ %	再现性限 R mN
涂布牛卡纸, 390 g/m ²	纵向	9	1 348	82.2	6.1	228
	横向	9	584	52.7	9.0	146.2
牛皮箱纸板, 300 g/m ²	纵向	9	420	27.9	6.6	77.4
	横向	9	176	15.7	8.9	43.6
白卡纸, 220 g/m ²	纵向	9	1 526	14.6	9.6	40.5
	横向	9	79.7	10.1	12.7	28.0
复印纸 ^a , 80 g/m ²	纵向	9	100	12.8	12.8	35.4
	横向	9	48	7.4	15.4	20.4
复印纸 ^a , 75 g/m ²	纵向	9	135	13.7	10.1	37.9
	横向	9	43.1	6.6	15.3	18.2
新闻纸 ^a , 45 g/m ²	纵向	9	28	5.4	19.3	14.9
	横向	8	7.0	2.7	38.6	7.4
^a 对复印纸和新闻纸样本, 使用 10 mm 弯曲长度。						

B.2 泰伯式挺度仪法

B.2.1 2008 年, 来自欧洲 11 个国家的 16 个实验室对 3 种样品使用泰伯式挺度仪法进行了试验, 每种样品各测试 10 个试样。

B.2.2 计算依据为 ISO/TR 24498 和 TAPPI T 1200。

B.2.3 表 B.3 的重复性标准偏差为合并重复性标准差, 即用所有参与实验室的标准偏差的均方根计算得出的标准偏差。这与 ISO 5725 对重复性的传统定义不同。

B.2.4 表 B.3 和表 B.4 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% 置信概率下评价的最大差值。这一评价对不同材料或不同试验条件无效。

B.2.5 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 1: 重复性标准偏差等同于实验室内标准偏差。然而, 再现性标准偏差与实验室间标准偏差不同, 再现性标准偏差包含实验室间标准偏差和实验室内标准偏差二者。即:

$$s_{\text{重复性}}^2 = s_{\text{实验室内}}^2, \text{ 但 } s_{\text{再现性}}^2 = s_{\text{实验室内}}^2 + s_{\text{实验室间}}^2$$

注 2: $2.77 = 1.96\sqrt{2}$, 假定测试结果成正态分布且标准偏差 s 基于大量测试得到。

表 B.3 泰伯式挺度仪法重复性

样本	实验室数	平均值 mN·m	重复性标准偏差 s_r mN·m	变异系数 $C_{V,r}$ %	重复性限 r mN·m
样本水平 1 ^a	14 ^b	49	1.8	3.7	5.1
样本水平 2 ^a	16	361	9.4	2.6	26.2
样本水平 3 ^a	16	2 565	54.2	2.1	150.2
^a 水平 1、水平 2 和水平 3 依据欧洲造纸工业联合会(CEPI)分类标准。					
^b 不包括离群值。					

表 B.4 泰伯式挺度仪法再现性

样本	实验室数	平均值 mN·m	再现性标准偏差 s_R mN·m	变异系数 $C_{V,R}$ %	再现性限 R mN·m
样本水平 1 ^a	14 ^b	49	2.8	5.7	7.7
样本水平 2 ^a	16	361	22.3	6.1	61.8
样本水平 3 ^a	16	2 565	103.1	4.0	285.8
^a 水平 1、水平 2 和水平 3 依据欧洲造纸工业联合会(CEPI)分类标准。					
^b 不包括离群值。					

B.3 共振法

B.3.1 在常规实验室条件下,用共振法测得的弯曲挺度值的重复性约为 6%。对同一试验材料,在同一仪器上由同一操作者在短时间内进行测定得到的两个测试值的差值不超过重复性的概率为 95%。

B.3.2 2015 年至 2016 年,来自 4 个不同国家的 6 个实验室参与了一次国际循环比对,CEPI-CTS 提供的统计数据见表 B.5 和表 B.6,统计计算依据为 ISO/TR 24498 和 TAPPI T 1200。

B.3.3 表 B.5 中的重复性标准偏差为合并重复性标准偏差,即标准偏差由所有参比实验室标准偏差的均方根计算得到。这与 ISO 5725 中关于重复性的传统定义不同。

B.3.4 表 B.5 和表 B.6 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%置信概率下评价的最大差值。这一评价对不同材料或不同试验条件无效。

B.3.5 重复性限和再现性限由重复性标准偏差和再现性标准偏差乘以 2.77 计算得到。

表 B.5 共振法重复性

样品	实验室数	弯曲挺度平均值 mN·m	重复性标准偏差 s_r mN·m	变异系数 $C_{V,r}$ %	重复性限 r mN·m
光滑的高白纸,100 g/m ²	6	0.50	0.03	5.62	0.08
白卡纸,280 g/m ²	6	6.99	0.19	2.73	0.53
光滑的高白纸,400 g/m ²	6	25.7	0.89	3.46	2.47
涂布白卡纸,380 g/m ²	6	90.7	2.70	3.00	7.50

表 B.6 共振法再现性

样品	实验室数	弯曲挺度平均值 mN·m	再现性标准偏差 s_R mN·m	变异系数 $C_{V,R}$ %	再现性限 R mN·m
光滑的高白纸,100 g/m ²	6	0.50	0.03	6.39	0.10
白卡纸,280 g/m ²	6	6.99	0.66	9.37	1.80
光滑的高白纸,400 g/m ²	6	25.7	3.07	11.9	8.50
涂布白卡纸,380 g/m ²	6	90.7	20.8	22.9	57.5

参 考 文 献

- [1] ISO 5725(所有部分) Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
 - [2] ISO/TR 24498 Paper, board and pulps—Estimation of uncertainty for test methods
 - [3] TAPPI T 1200 Interlaboratory evaluation of test methods to determine TAPPI repeatability and reproducibility
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
纸和纸板 弯曲挺度的测定
GB/T 22364—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年1月第一版

*

书号: 155066 • 1-62005

版权专有 侵权必究



GB/T 22364—2018