



中华人民共和国国家标准

GB/T 22896—2008

纸和纸板 卷曲的测定 单个垂直悬挂试样法

Paper and board—Determination of curl—
Single vertically suspended test piece

(ISO 11556:2005, Paper and board—Determination
of curl using a single vertically suspended test piece, MOD)

2008-12-30 发布

2009-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准修改采用 ISO 11556:2005《纸和纸板 利用单个垂直悬挂试样测定卷曲》。

本标准与 ISO 11556:2005 相比,主要技术差异如下:

- 在规范性引用文件中将 ISO 标准引用的国际标准转化为与之相应的国家标准,即 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);
- 在规范性引用文件中将 ISO 标准引用的国际标准转化为与之相应的国家标准,即 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)。

本标准的附录 B、附录 C 为规范性附录,附录 A、附录 D 为资料性附录。

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:中国制浆造纸研究院、中国造纸协会标准化专业委员会。

本标准主要起草人:崔立国。

纸和纸板 卷曲的测定

单个垂直悬挂试样法

1 范围

本标准规定了垂直悬挂试样测定纸张卷曲的方法。

在下列情况时,本标准可用于测定所有卷曲情况:

——所形成的卷曲形状近似为圆弧;

——在试样进行裁切和测定过程中,卷曲应一直保持稳定,应保证试样发生卷曲或卷曲之后暴露在一个恒定的环境下,比如一个试验室或印刷车间。

注1:测定所需环境和时间的选择取决于测试目的。

注2:对于单面涂布的纸张或胶粘标签纸来说,其生产出来后,应至少放置 24 h,待其性能稳定后,才能进行所有卷曲测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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 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、代号

下列术语和定义、代号适用于本标准。

3.1

卷曲 curl

偏离一个平面。

注:卷曲的测定由三大部分组成:

——卷曲度;

——与纸张纵向有关的卷曲轴的角度;

——纸张的卷曲朝向面。

3.1.1

卷曲度 magnitude

所测定试样偏离平面的大小程度。

注1:卷曲度可表示为卷曲试样曲率半径的倒数,单位 m^{-1} 。

注2:卷曲试样的曲率半径指的是圆弧到圆弧中心的距离。对于平直的纸张来说,其曲率半径的倒数值为 0。

注3:纸张的卷曲特性取决于时间,并且发生的所有卷曲可能都是暂时性的。

3.1.2

卷曲轴角度 angle of curl axis

ϕ

从纸张凹面观察卷曲轴与纸张纵向之间的夹角(参见附录 A)。

注 1: 纸页卷曲轴与纸张纵向垂直时, $\Phi=90^\circ$; 卷曲轴与纸张纵向平行时, $\Phi=0^\circ$ 。当卷曲轴与纸张纵向既不垂直也不平行时, 称作“对角卷曲”(偶尔也称作“不对称卷曲”, “螺旋卷曲”或“缠绕卷曲”)。对于对角卷曲来说, 如果纸张纵向位于卷曲轴顺时针方向, 则认为其是正旋转; 但如果纸张纵向位于卷曲轴逆时针方向, 则认为其是负旋转。卷曲轴的角度介于 0 和 90° 之间, 有时为正, 有时为负。

注 2: 注意对角卷曲的旋转方向指的是从卷曲轴到纸张纵向的正、负旋转, 而不是从纸张纵向到卷曲轴的正、负旋转。

3.1.3

凹面 concave side

朝向纸张卷曲的面。

注: 参见附录 A。

3.2

诱导卷曲 induced curl

对纸张的一面或两面进行一些处理所发生的卷曲变化。

注: 为了显示纸张在终端使用情况下的可加工性能, 经常对试样进行诱导卷曲。

3.3

双重卷曲 double curl

鳍状卷曲 flipper curl

经过光处理后, 纸张两面发生交替卷曲的趋势。

注: 这种趋势是一种可描述为具有两种卷曲类型的现象, 并且这两种卷曲类型在同一张纸上可以很好地达到平衡。

4 原理

试样暴露 in 所需的试验环境中, 利用悬挂的试样(比如卷曲轴是垂直的)来测定卷曲。

5 仪器

5.1 将试样整齐地裁切到一定直径或尺寸的仪器。圆形试样, 首选的直径是 $112.8\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ (100 cm^2)。正方形试样, 首选的尺寸是 $(100\pm 0.1)\text{ mm}\times(100\pm 0.1)\text{ mm}$ 。

注: 商用的裁切 100 cm^2 试样的圆形和正方形试验室裁切器可用于测定纸张的定量。

5.2 测定过程中用于支撑试样的仪器, 见附录 B。

5.3 用于测定弦长及弦到弧距离的仪器, 准确至 0.5 mm (例如, 已校准的工程游标卡尺, 见附录 C)。

5.4 用于测定卷曲度的仪器, 准确至 1° 。

注: 也可采用测定卷曲度和卷曲轴角度的自动方法, 但该方法至少应与本标准中所描述的方法一样准确。

6 取样

如对一批纸张的卷曲情况进行评价, 应按 GB/T 450 取样。如测定试样的卷曲, 应保护试样, 以免其水分发生变化。

应报告试样的来源, 如果可能的话, 还应包括取样方法。应保证试样具有代表性。

取样后, 应保证所有试样都保持相同的排列方向。

7 试样的制备

7.1 选择未受损的样品, 避开折痕、皱纹及水印。在试样裁切的区域, 轻轻标上纵向标记。如果有可能, 在每个试样的同一面也标上纵向标记。标记试样时应小心, 不应产生凹痕, 否则会影响卷曲, 我们称试样的这一面为“标记面”。一次裁切 10 个试样, 纵向标记方向应与试样中心线方向一致。

7.2 优先选择圆形试样。然而, 也可使用符合 5.1 中规定尺寸的正方形试样。

7.3 在试样的一个面标上标记非常重要。如有可能, 应通过显著的特点对标记面进行识别, 比如网印、涂布、水印、抛光等。如果该面没有显著的识别标识, 那么朝向包装口或最顶层纸的上面应是标记面。

8 试验步骤

8.1 概要

8.2 中所用仪器(5.3)为一个校准过的工程游标卡尺(见附录 C)。该仪器用于测定弦长和弦到弧的距离,利用这两个参数可以计算卷曲度(曲率半径的倒数)。根据 9.1 中的公式,原则上该仪器可用于测定所有试样的卷曲情况。然而,仪器的几何特性将给操作上带来一些限制。可能发生的卷曲形状的实例如附录 A 所示,附录 A 中也给出了弦长(C)和弦到弧的距离(h)。

注:弦到弧的距离,指的是弦到弧的最大垂直测定距离。

8.2 步骤

8.2.1 将试样暴露在试验环境下

用挂钩或夹子沿纵向标记线将试样悬挂在试验环境下,挂钩或夹子位于试样的边缘附近。在规定的时间内,观察试样的近似卷曲轴和凹面。并在同样的环境下,小心地移动试样。使用一个小头别针从中心位置将试样固定(背对)在垂直支撑物(5.2)上,以保证试样的凹面朝向操作员。旋转试样以使卷曲轴保持垂直。在试样的顶部,标上卷曲轴的中心线,然后用另一个别针在该点处将试样顶部固定到支撑物上。

如果测定未经一定条件处理(比如,刚收到的试样)的纸张的卷曲情况,暴露和测定过程应尽可能快地进行,这样可最大程度减少所有大的卷曲变化。

注 1:将试样系到悬挂设备或支撑设备上时应小心,避免试样发生弯曲对卷曲造成影响。

注 2:如果能够显示在试验误差范围内,重力对测定结果不会产生重大影响,可以将试样放置在一个平面上,并且凹面朝上,在水平方向上对试样进行暴露和测定。

一旦正方形试样呈现出一个明显的对角卷曲,测定起来就比较困难,因此对测定结果应慎重对待。

8.2.2 测定弦长和弦到弧的距离

使用圆形或正方形的试样,测定过程中应确保试样免受拖曳。使用校准过的游标卡尺测定穿过试样中心的弦长(C)和弦到弧的距离(h),前者和后者的测定结果应准确至 0.5 mm。

对其他 9 个试样重复进行以上测定步骤。

注 1:当使用校准过的游标卡尺时,为了获得准确的测定结果,建议借助一个试验室起重器来支撑游标卡尺。

注 2:对于从不同形状的试样所得测定结果,应相互之间进行比较。

8.2.3 鉴别纸张的卷曲面

如果能准确地鉴别出卷曲面,则应对每个试样的卷曲面进行记录。如果不能鉴别出卷曲面,则应记录是朝向标记面卷曲还是偏离标记面卷曲。

8.2.4 测定卷曲轴角度

用 5.4 中描述的仪器测定每个试样,记录从卷曲轴到纸张纵向最近的角度,以及该角度是正还是负(如 3.1.2 定义)。

9 结果计算

9.1 卷曲度

每个试样的卷曲度(K)可表示为曲率半径的倒数,由式(1)计算:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{8h}{C^2 + 4h^2} \times 1\,000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$1/R$ ——曲率半径的倒数,单位为米⁻¹(m⁻¹);

C ——弦长,单位为毫米(mm);

h ——弦到弧的距离,单位为毫米(mm)。

如果可能的话,应计算卷曲度的平均值和标准偏差。

9.2 卷曲轴的角度

9.2.1 所有试样应朝同一面卷曲。

9.2.2 如果所有角度具有相同的标记,那么计算平均角度和标准偏差,并且记录平均角度是正还是负。

9.2.3 如果一些测定角度是正的,另一些是负的,但所有角度都小于 20° ,那么计算代数平均值和标准偏差,并记录代数平均值是正还是负。

9.2.4 如果一些测定角度是正的,另一些是负的,并且所有角度都大于 70° ,为了产生大于 90° 的正值,从 180° 里减去每一个负值。将这些计算出来的负值与测定的负值结合在一起,并计算平均角度和标准偏差。如果平均角度小于 90° ,则从 180° 里减去该角度并记录所得角度为负角度。

9.2.5 如果一些测定角度是正的,另一些是负的,并且一些角度介于 $20^\circ \sim 70^\circ$ 之间,则应分别记录每个试样的卷曲构成。

9.3 纸张卷曲面的变化

如果一些试样的卷曲方式与另一些试样的卷曲方式不同,则应分别记录每个试样的卷曲构成。

10 重复性和再现性

以 4 个实验室测定 4 种不同纸张,每种纸张测定 10 次所得的数据为基础,可以发现卷曲度的精密度如下:

- a) 重复性:对于单个试验室,卷曲度为 2.2 m^{-1} 的圆形或者正方形试样,所得两种测定结果间差异的概率极限值为 95%;
- b) 再现性:对于不同试验室,卷曲度为 2.6 m^{-1} 的圆形或者正方形试样,所得两种测定结果间差异的概率极限值为 95%。

11 试验报告

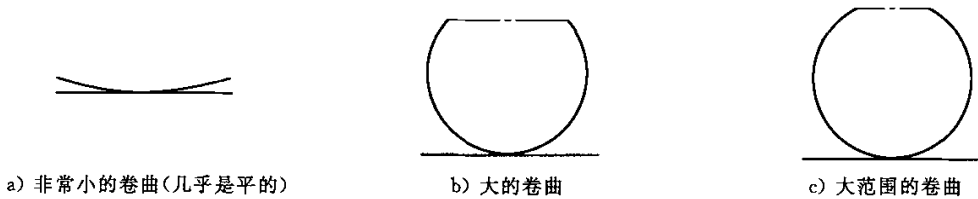
试验报告应包括以下列项目:

- a) 本国家标准编号;
- b) 测定的日期和地点;
- c) 鉴定试样的全部资料;
- d) 鉴定试验环境的全部资料;
- e) 纸张试样是接收后测定还是环境处理后测定;
- f) 如果需要环境处理,应写上环境处理的时间和大气条件;
- g) 试样的形状;
- h) 试样是在垂直面还是在水平面上测定;
- i) 试样的测定数量;
- j) 如有要求,应计算卷曲度的平均值和标准偏差, m^{-1} ;
- k) 如有要求,应计算卷曲轴角度的平均值、标准偏差以及是正值还是负值(见 3.1.2 和 9.2.1);
- l) 如果卷曲轴角度的平均值和标准偏差不能计算出来(见 9.2.1 和 9.3),应记录每个试样的卷曲构成;
- m) 试样是朝相同面卷曲还是朝不同面卷曲;
- n) 如有要求,应识别标记面(见 7.3);
- o) 试样是否表现出任何双重卷曲的趋势(见 3.3);
- p) 任何违反规定步骤的操作。

附录 A
(资料性附录)
卷曲度和卷曲类型说明

图 A.1~图 A.5 的目的仅在于说明。这些图对各种卷曲度和用于测定卷曲度的测量参数进行了简要说明,所有卷曲度要么在工程游标卡尺的测量范围内,要么超出工程游标卡尺的测量范围。这些图例也显示了可能发生的卷曲类型。

A.1 卷曲度的可测量性

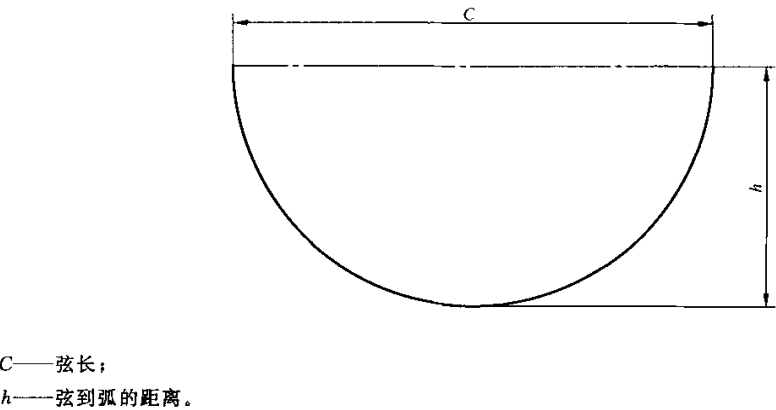


注 1: 卷曲度可能在工程游标卡尺的测量范围内。
注 2: 由于不能对突出部分进行准确定位,因此卷曲度可能超出工程游标卡尺的测量范围。

图 A.1 卷曲度的可测量性

A.2 用于测定卷曲度的测量参数

单位为毫米

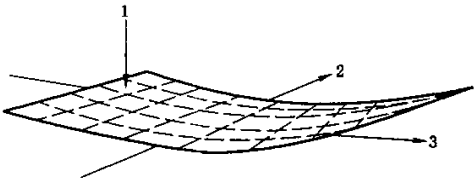


C——弦长;
h——弦到弧的距离。

图 A.2 卷曲度的测量参数

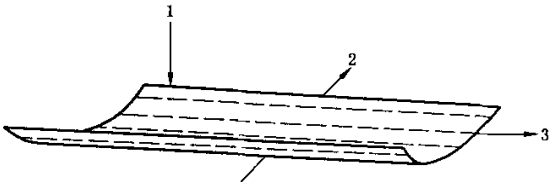
A.3 卷曲类型

如果一个对称卷曲发生在纸机纵向或横向方向,那么在依赖试样尺寸和测试性能的情况下,可能发生下列卷曲类型:



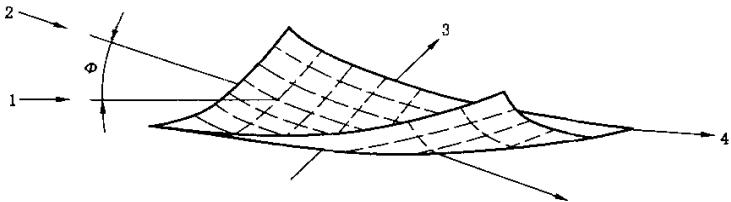
- 1——正面；
- 2——横向(CD)；
- 3——纵向(MD)。

图 A.3 卷曲轴垂直于纸张纵向的正面卷曲



- 1——正面；
- 2——横向(CD)；
- 3——纵向(MD)。

图 A.4 卷曲轴平行于纸张纵向的正面卷曲



- 1——卷曲轴；
- 2——纵向(MD)；
- 3——横向(CD)；
- 4——卷曲轴。

注：在该实例中，对于卷曲轴来说，纵向轴为顺时针方向(clockwise)。

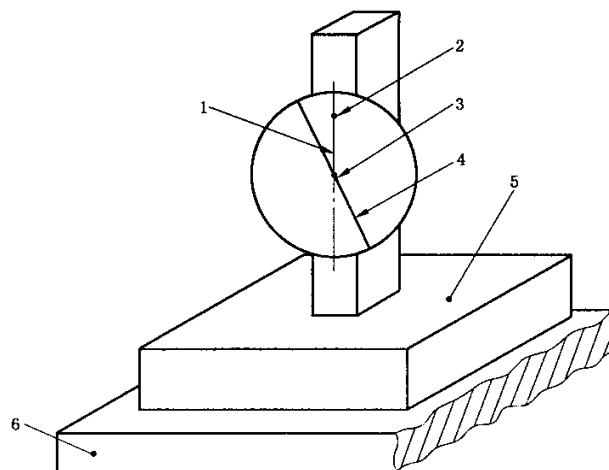
图 A.5 正面对角线卷曲或缠绕卷曲

附录 B

(规范性附录)

卷曲测定中试样的支撑方法(以圆形试样进行图解说明)

卷曲测定中用于支撑试样的仪器见图 B.1。



- 1——卷曲轴线,垂直;
- 2——上部别针;
- 3——中心处别针;
- 4——试样,直径 112.8 mm(标上纵向);
- 5——木制支撑物;
- 6——工作台。

图 B.1 卷曲测定中用于支撑试样的仪器

附 录 C
(规范性附录)

用于测量弦长(C)和弦到弧距离(h)的已校准的工程游标卡尺

将一把尺子垂直固定于已校准的工程游标卡尺(图 C.1)上。
用尺子测量 C 值,用游标卡尺测量最突出部分的距离 h 值。

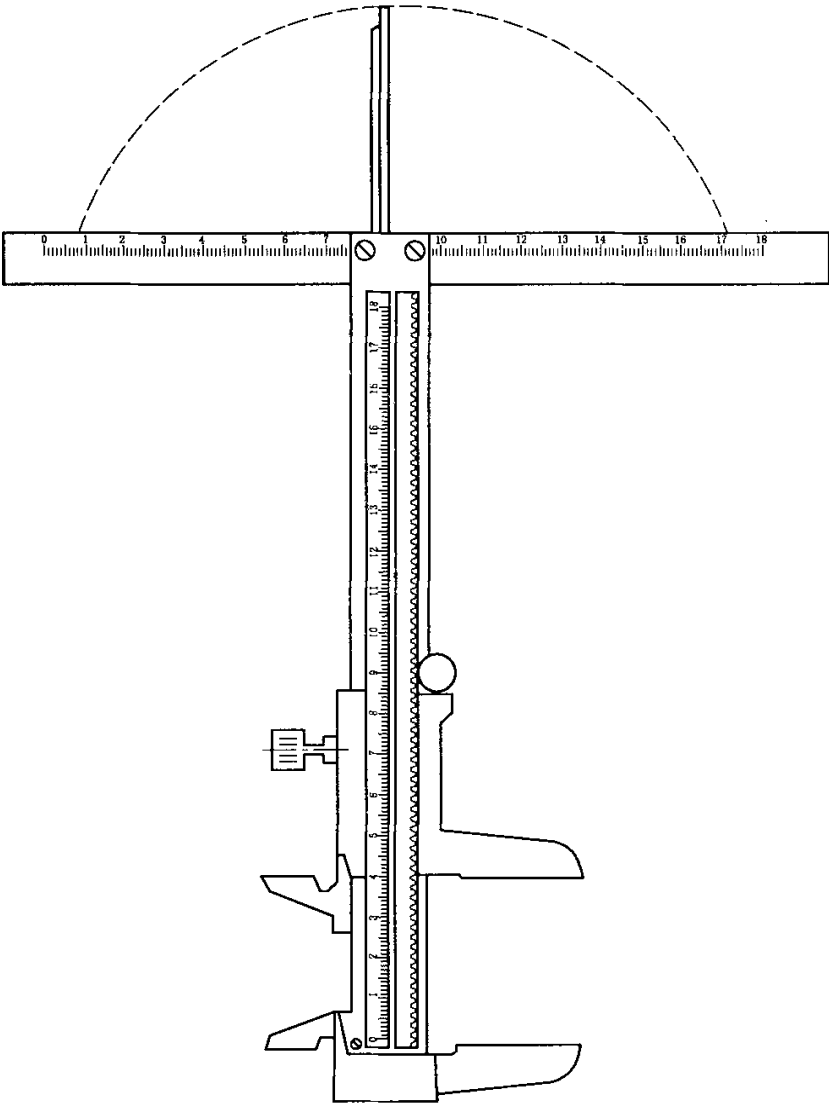


图 C.1 已校准的工程游标卡尺

附录 D
(资料性附录)

可选用的计算卷曲的实例

D.1 卷曲值常常十分稳定,有时一个轻微的纵向或横向卷曲就会被消费者指出。然而,对角卷曲(缠绕卷曲)也许不很稳定,并独立于纵向或横向卷曲值,而且是不希望得到的。本标准中提供了一个用测定角(Φ)于计算卷曲度(K)的方法,使计算与纵向、横向或对角方向(与纵向成 40°)平行的卷曲度成为可能。

D.2 相对于纵向(K_x)、横向(K_y)和对角方向(K_{xy})的卷曲及缠绕值可由式(D.1)、式(D.2)和式(D.3)计算得出:

$$K_x = k_\Phi \sin^2 \Phi \dots\dots\dots (D.1)$$

$$K_y = k_\Phi \cos^2 \Phi \dots\dots\dots (D.2)$$

$$K_{xy} = 2k_\Phi \sin\Phi \cos\Phi \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

Φ ——3.1.2 中定义的卷曲轴角度;

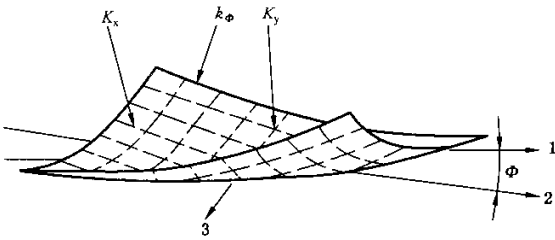
k_Φ ——测定角度 Φ 下的卷曲度。

D.3 在纵向、横向和对角方向的卷曲值已知的情况下,用式(D.4)测定最大卷曲轴方向:

$$\Phi = -0.5 \tan^{-1} \frac{K_{xy}}{K_x - K_y} \dots\dots\dots (D.4)$$

在给定角度下,用式(D.5)计算卷曲度:

$$k_\Phi = K_x \sin^2 \Phi + K_y \cos^2 \Phi + K_{xy} \sin\Phi \cos\Phi \dots\dots\dots (D.5)$$



- 1——卷曲轴;
- 2——纵向(MD);
- 3——横向(CD)。

图 D.1 卷曲和缠绕试样