



中华人民共和国国家标准

GB/T 22898—2008

纸和纸板 抗张强度的测定 恒速拉伸法(100 mm/min)

Paper and board—Determination of tensile properties—
Constant rate of elongation method (100 mm/min)

[ISO 1924-3:2005, Paper and board—Determination of tensile properties—
Part 3: Constant rate of elongation method (100 mm/min), 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 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准修改采用 ISO 1924-3:2005《纸和纸板 抗张强度的测定 第3部分:恒速拉伸法(100 mm/min)》。

本标准与 ISO 1924-3:2005 相比,主要差异如下:

- 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 451.2 纸和纸板定量的测定(GB/T 451.2—2002,eqv ISO 536:1995);
- 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、国家纸张质量监督检验中心。

本标准主要起草人:殷报春。

纸和纸板 抗张强度的测定

恒速拉伸法(100 mm/min)

1 范围

本标准规定了使用 100 mm/min 恒定拉伸速度的试验仪器测定抗张强度、断裂时伸长率、抗张能量吸收和抗张挺度的方法,并规定了抗张指数、抗张能量吸收指数、抗张挺度指数和弹性模量的计算公式。

与其他抗张强度性能相比,抗张挺度对伸长量的测定准确度要求更高。如果使用较低的准确度进行伸长量的测定,得到的抗张挺度值将与本标准不一致。

本标准适用于所有纸和纸板,包括高伸长率的纸,如皱纹纸和伸性纸袋纸。

本标准不适用于低密度的纸,如卫生纸及其制品。

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 451.2 纸和纸板定量的测定(GB/T 451.2—2002,eqv ISO 536:1995)

GB/T 451.3 纸和纸板厚度的测定(GB/T 451.3—2002,idt ISO 534:1988)

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标准。

3.1

抗张强度 tensile strength

在本标准试验方法规定的条件下,单位宽度的纸和纸板断裂前所能承受的最大张力。

3.2

抗张指数 tensile index

抗张强度除以定量。

3.3

伸长量 elongation

试样长度的增加量。

3.4

伸长率 strain

试样的伸长量与初始试验长度的比值。

注:试样的初始试验长度与两夹持线间的初始距离相同。

3.5

断裂时伸长率 strain at break

最大抗张力下的伸长率。

3.6

抗张能量吸收 tensile energy absorption

将单位表面积(试验长度×宽度)的试样拉伸至最大抗张力时所吸收的能量。

3.7

抗张能量吸收指数 tensile energy absorption index

抗张能量吸收除以定量。

3.8

抗张挺度 tensile stiffness

单位宽度的抗张力与伸长率之间关系曲线的最大斜率。

3.9

抗张挺度指数 tensile stiffness index

抗张挺度除以定量。

3.10

弹性模量 modulus of elasticity

抗张挺度除以厚度。

4 原理

使用试验仪以恒定的拉伸速度将规定尺寸的试样拉伸至断裂,自动记录抗张力和伸长量。从记录下的数据可以计算出抗张强度、断裂时伸长率、抗张能量吸收和抗张挺度。

5 仪器

5.1 抗张试验仪

5.1.1 包括抗张力测定装置(比如传感器)、伸长量测定装置及抗张力-伸长量曲线与伸长量坐标轴之间面积的计算装置。试验仪设计为以 $100\text{ mm/min} \pm 10\text{ mm/min}$ 的恒定拉伸速度拉伸试样,并记录抗张力和伸长量。

注:由于传感器和试验仪的变形,实际的拉伸速度会小于动夹头的移动速度。然而,该速度的差异对抗张强度值的影响通常可以忽略不计。

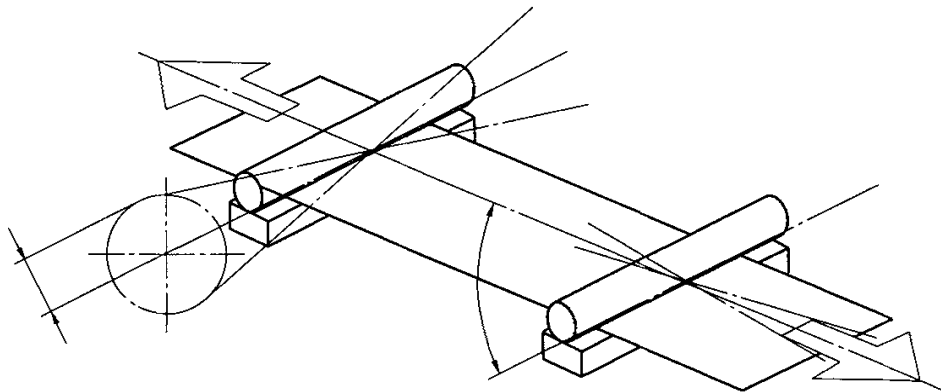
5.1.2 试验仪应具有两个用于夹持试样的夹头。每个夹头应设计为能在试样全宽上以一条直线(夹持线)牢固地夹持住试样且不损坏试样,并具有夹持力的调节装置。

注:夹持线是用一个圆柱面与一个平面或者两个轴线互相平行的圆柱面夹持试样得到的接触区域。对某些等级的纸,也许不适合使用线接触的夹头,可能应采用其他类型的夹持表面。可以使用其他类型的夹头,但试验过程中试样不应有滑动或损伤。

5.1.3 试样被夹持后,两条夹持线应互相平行,其夹角不超过 1° (见图1)。试验过程中,两夹持线在试样平面上的夹角变化应不超过 0.5° 。试样中心线应与夹持线垂直,偏差应不超过 1° 。

5.1.4 如果怀疑试样滑移,则应进行改变夹持力的试验。如果夹持力影响到断裂时伸长率,意味着试样可能在夹头中产生了滑移。如果断裂时伸长率与夹持力无关,则说明试样在夹头内没有滑移。

5.1.5 在试样的长边方向,施加的张力应与试样的中心线平行,夹角应不大于 1° 。两夹持线间的距离(试验长度)应为 $100\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。



夹持线互相平行，
角度应不大于 1°。

试样中心线与夹持线垂直，
角度应不大于 1°。

张力方向与试样中心线平行，
角度应不大于 1°。

图 1 夹持线与试样的关系

5.1.6 试验仪的抗张力和伸长量的记录准确度应符合表 1 规定。

表 1 抗张力和伸长量的记录准确度

参 数	伸 长 量	抗 张 力
抗张强度	—	对真实力值的准确度±1.0 %
断裂时伸长率	准确度±0.1 mm	—
抗张能量吸收	准确度±0.1 mm	对真实力值的准确度±1.0 %
抗张挺度	在 0~1 mm 范围内,准确度±0.01 mm	对真实力值的准确度±1.0 %

5.1.7 伸长量由两夹头距离的变化计算得出,或者使用变形量测定装置得到。

注:如果伸长量是通过动夹头的移动距离计算得到的,应考虑传感器和试验仪的变形,并予以调整。

5.2 取样装置

切取规定尺寸的试样(见 7.3)。

6 试验仪的调节和校准

6.1 试验仪应根据制造商的使用说明书进行校准,确保符合表 1 的规定。

6.2 正确设定夹头位置,使试验距离为 100 mm±0.5 mm。在夹头内夹持一条薄的铝箔,测量两夹持压痕之间的距离,以此检查试验长度。

6.3 调节试验速度至 100 mm/min±10 mm/min。调节夹持压力,使试样既无滑移又无损伤。

7 试样的制备

7.1 取样

如果试验用于评价一批产品的性能,应按照 GB/T 450 规定进行取样。如果用其他方法取样,应确保试样具有代表性。

7.2 温湿处理

按 GB/T 10739 规定对试样进行温湿处理,并在试验过程中保持相同的温湿环境条件。

与其他物理试验相似,本试验对试样水分的变化非常敏感。应小心拿取试样,避免用裸手接触试样的试验区域。试样应远离可能引起其水分变化的湿气、热源及其他影响因素。

7.3 试样制备

7.3.1 如需测定抗张指数、抗张挺度指数或抗张能量吸收指数,应按 GB/T 451.2 规定测定试样定量。如需测定弹性模量,应按 GB/T 451.2 规定测定试样厚度。

7.3.2 从无损伤的样品上,切取宽度为 $15\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$,长度足够夹持在两夹头之间的试样。应避免用裸手接触试样的试验区域,试验区域内不应有水印、折痕和皱褶。应确保试样在被测样本中具有代表性。试样的两长边应平直,在整个夹持长度内其平行度应不超过 $\pm 0.1\text{ mm}$ 。切口应整洁、无损伤。切取足够数量的试样,使要求的每个方向(纵向或横向)至少可进行 10 次试验。

注:若所得的试样能满足以上要求,且与一次一个切出的试样得到相同的结果,则可以一次同时切取几个试样。

7.3.3 允许使用 $25\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 或 $50\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 的试验宽度,但应在试验报告中注明。

8 试验步骤

8.1 确保试验仪已按第 6 章要求进行校准。将试样放入夹头内,轻轻拉直试样以排除任何可见的松弛。避免用手指接触到两夹头之间的试验区域。牢固夹持试样并进行试验。

8.2 在要求的每个方向(纵向或横向)各进行至少 10 次试验。舍去所有在距夹持线 2 mm 范围内断裂的试样的试验数据。

注:如果超过 20% 的试样在距夹持线 2 mm 范围内断裂,检查试验仪是否符合规定并采取适当的补救措施。如果试验仪与 5.1 的规定相一致,则接受该结果。否则,舍弃该特定试样的所有试验数据。

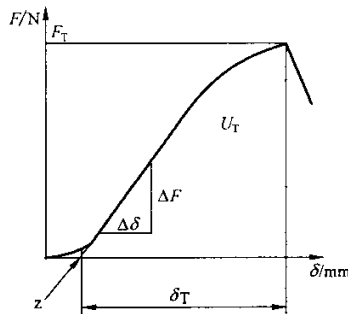
9 计算和报告

9.1 概述

对试样纵向和横向分别计算并报告试验结果。

为区分报告的结果,使用下标 MD 和 CD 分别表示试样的纵向和横向。例如: $\sigma_{T,MD}^w$ 用于纵向抗张指数, $\sigma_{T,CD}^w$ 用于横向抗张指数, $\sigma_{T,GM}^w$ 用于抗张指数几何平均值。

典型的抗张力-伸长量曲线如图 2 所示。



F ——抗张力,单位为牛顿(N);

δ ——伸长量,单位为毫米(mm);

z ——曲线最大斜率处的切线与伸长量轴线的交点;

F_T ——最大抗张力,单位为牛顿(N);

δ_T ——断裂时伸长量,单位为毫米(mm);

U_T ——抗张力-伸长量曲线下方的面积,单位为毫焦耳(mJ)。

其余符号见式(6)。

图 2 典型的抗张-伸长量曲线

9.2 抗张强度

测定每个试样的最大抗张力,计算最大抗张力的平均值,按式(1)计算抗张强度:

$$\sigma_T^b = \frac{\overline{F_T}}{b} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ_T^b ——抗张强度,单位为千牛顿每米(kN/m);

$\overline{F_T}$ ——最大抗张力的平均值,单位为牛顿(N);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm)(通常为 15 mm)。

报告抗张强度,保留三位有效数字。

9.3 抗张指数

按式(2)计算抗张指数:

$$\sigma_T^w = \frac{1\,000\sigma_T^b}{w} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

σ_T^w ——抗张指数,单位为千牛顿米每千克(kN·m/kg);

σ_T^b ——抗张强度,单位为千牛顿每米(kN/m);

w ——试样定量,单位为克每平方米(g/m²)。

报告抗张指数,保留三位有效数字。

9.4 断裂时伸长率

所有伸长量的值应从点 z ,即曲线最大斜率处的切线与伸长量轴线的交点(见图 2)开始计算。

在抗张力-伸长量曲线上测定从点 z 到最大抗张力处对应的伸长量(见图 2),得到每个试样的断裂时伸长量。计算断裂时伸长量的平均值,并按式(3)计算断裂时伸长率:

$$\epsilon_T = \frac{100\overline{\delta_T}}{l} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ϵ_T ——断裂时伸长率(伸长量对初始试验长度的百分率),%;

$\overline{\delta_T}$ ——断裂时伸长量的平均值,单位为毫米(mm);

l ——试样的初始试验长度,单位为毫米(mm)(100 mm)。

如果伸长量的测定准确度较高,则用两位小数报告断裂时伸长率;如果伸长量的测定准确度较低,则用一位小数报告断裂时伸长率。

9.5 抗张能量吸收

对每个试样,测定从点 z 到最大抗张力对应的点之间抗张力-伸长量曲线下方的面积(见图 2)。计算面积的平均值,并按式(4)计算抗张能量吸收:

$$W_T^b = \frac{1\,000\overline{U_T}}{bl} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

W_T^b ——抗张能量吸收(TEA),单位为焦耳每平方米(J/m²);

$\overline{U_T}$ ——抗张力-伸长量曲线下方面积的平均值,单位为毫焦耳(mJ);

b ——试样的初始宽度,单位为毫米(mm)(通常为 15 mm);

l ——试样的初始试验长度,单位为毫米(mm)(100 mm)。

报告抗张能量吸收,保留三位有效数字。

9.6 抗张能量吸收指数

按式(5)计算抗张能量吸收指数:

$$W_T^w = \frac{1\,000W_T^b}{w} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

W_T^w ——抗张能量吸收指数,单位为焦耳每克(J/g);

W_T^b ——抗张能量吸收,单位为焦耳每平方米(J/m²);

w ——试样定量,单位为克每平方米(g/m²)。

报告抗张能量吸收指数,保留三位有效数字。

9.7 抗张挺度

借助于计算机,对每个试样,通过对大量抗张力和伸长量数值进行适当的线性回归分析,求出抗张力-伸长量曲线的最大斜率(见图 2)。

按式(6)计算抗张力-伸长量曲线的最大斜率:

$$S_{\max} = \left(\frac{\Delta F}{\Delta \delta} \right)_{\max} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$S_{\max}$ ——抗张力-伸长量曲线的最大斜率,单位为牛顿每毫米(N/mm);

ΔF ——抗张力增量,单位为牛顿(N);

$\Delta \delta$ ——伸长量增量,单位为毫米(mm)。

伸长量增量 $\Delta \delta$ 选择 0.1 mm。线性回归分析应包括至少 10 组抗张力-伸长量数值。

计算最大斜率的平均值 $\bar{S}_{\max}$,并按式(7)计算抗张挺度:

$$E^b = \frac{\bar{S}_{\max} l}{b} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

E^b ——抗张挺度,单位为千牛顿每米(kN/m);

$\bar{S}_{\max}$ ——最大斜率的平均值,单位为牛顿每毫米(N/mm);

b ——试样的初始宽度,单位为毫米(mm)(通常为 15 mm);

l ——试样的初始试验长度,单位为毫米(mm)(100 mm)。

计算并报告抗张挺度,保留三位有效数字。

注:由于纸张平面的拉伸和压缩挺度相同,式(7)中省略了下标 T。

9.8 抗张挺度指数

按式(8)计算抗张挺度指数:

$$E^w = \frac{E^b}{w} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

E^w ——抗张挺度指数,单位为兆牛顿米每千克(MN·m/kg);

E^b ——抗张挺度,单位为千牛顿每米(kN/m);

w ——试样定量,单位为克每平方米(g/m²)。

报告抗张挺度指数,保留三位有效数字。

9.9 弹性模量

按式(9)计算弹性模量:

$$E = \frac{E^b}{t} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

E ——弹性模量,单位为兆帕(MPa);

E^b ——抗张挺度,单位为千牛顿每米(kN/m);

t ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

报告弹性模量,保留三位有效数字。

10 精确度

10.1 重复性

在标准实验室条件下,对取自同一样品的试样进行重复试验。随纸张等级不同,抗张强度和抗张挺度试验结果的变异系数约为3%~5%,抗张能量吸收的变异系数约为5%~10%。

10.2 再现性

北欧纸浆、纸和纸板试验委员会内部的7个实验室对相同的纸和纸板试样进行试验。抗张挺度按公式(7)计算。再现性如表2所示。

表2 实验室间不同纸张等级的抗张性能和变异系数
(试验长度:100 mm,拉伸速度:100 mm/min)

试样种类	抗张强度		断裂时伸长率		抗张能量吸收		抗张挺度	
	kN/m	CV/%	%	CV/%	J/m ²	CV/%	kN/m	CV/%
新闻纸,MD	2.62	1.9	1.1	8.1	16.4	4.3	395	10.2
新闻纸,CD	1.09	3.3	1.9	8.7	12.8	7.8	152	17.0
纸袋纸,MD	8.34	4.3	2.4	6.4	131	8.5	888	6.0
纸袋纸,CD	4.88	1.9	6.9	3.4	231	3.5	422	14.2
单一纸板,MD	19.3	1.7	1.7	9.3	212	8.8	2 311	6.0
单一纸板,CD	6.69	2.2	5.7	4.2	279	3.7	730	7.4
复合纸板,MD	19.3	1.7	2.1	5.3	262	5.2	1 948	6.0
复合纸板,CD	7.27	2.2	5.1	3.0	264	4.7	682	7.7
注: CV——变异系数; MD——纵向; CD——横向。								

11 试验报告

试验报告应包括以下项目:

- a) 本国家标准编号;
- b) 试验的日期和地点;
- c) 用于准确鉴别试样的全部信息;
- d) 所用的温湿处理条件;
- e) 试样方向;
- f) 使用夹头的类型;
- g) 如测定抗张挺度,在0 mm~1 mm范围内伸长量的记录准确度;
- h) 第9章中规定的试验结果;
- i) 如试样宽度不是15 mm,报告试样宽度;
- j) 试验结果的变异系数;
- k) 偏离本标准并可能影响试验结果的任何情况。