



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 12914—2018  
代替 GB/T 12914—2008

---

## 纸和纸板 抗张强度的测定 恒速拉伸法(20 mm/min)

Paper and board—Determination of tensile properties—  
Constant rate of elongation method(20 mm/min)

[ISO 1924-2:2008, Paper and board—Determination of tensile properties—  
Part 2: Constant rate of elongation method(20 mm/min), MOD]

2018-12-28 发布

2019-07-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 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 12914—2008《纸和纸板 抗张强度的测定》。与 GB/T 12914—2008 相比,主要技术变化如下:

- 修改了标准名称;
- 修改了范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章);
- 增加了本标准与 GB/T 22898—2008[ISO 1924-3:2005,MOD]差异的说明(见第 1 章的注);
- 修改了术语和定义(见第 3 章),增加了伸长量(见 3.3)、伸长率(见 3.4)的定义;
- 删除了恒速加荷法相关内容(见 2008 年版的第 4 章)并重新编排标准章条;
- 将伸长率测量精度修改为伸长量测量精度(见 5.1,2008 年版的 5.2.1.1)并增加了对伸长量测量精度的补充说明(见 5.1 注 2);
- 增加了裂断长的计算公式(见 9.5);
- 修改了弹性模量的计算公式(见 9.8,2008 年版的 10.8);
- 增加了精密度的相关数据(见 10.3 中表 2、表 3)。

本标准采用重新起草法修改采用 ISO 1924-2:2008《纸和纸板 抗张强度的测定 第 2 部分:恒速拉伸法(20 mm/min)》。

本标准与 ISO 1924-2:2008 相比,主要技术差异及原因如下:

——关于规范性引用文件,本标准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,具体调整如下:

- 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;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 451.3 代替 ISO 534;
- 用等效采用国际标准的 GB/T 10739 代替 ISO 187;

——鉴于裂断长指标在我国仍被广泛使用,增加了裂断长的定义和计算公式(见 3.6 和 9.5)。

本标准做了下列编辑性修改:

- 参考 ISO 1924-3 对伸长量测量精度进行了补充说明(见 5.1.2 的注 2)以区别不同试验项目对伸长量测量精度的不同要求;
- 修改了各项抗张性能指标的字母代号(见第 9 章)以便于仪器显示、打印并保持与相关标准的一致性;
- 修改了抗张指数的单位(见 9.3),数值不变,以保持与相关产品标准和现有仪器的一致性;
- 增加了附录 B(资料性附录),本标准与 ISO 1924-2:2008 的符号对照。

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、山东世纪阳光纸业集团有限公司、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、黎的非、温建宇、盛永忠、王东兴。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 453—1989、GB/T 453—2002;
- GB/T 12914—1991、GB/T 12914—2008。



# 纸和纸板 抗张强度的测定

## 恒速拉伸法(20 mm/min)

### 1 范围

本标准规定了使用恒定拉伸速度(20 mm/min)的试验仪器测定纸和纸板抗张强度、断裂时伸长率、裂断长和抗张能量吸收的方法,并规定了抗张指数、抗张能量吸收指数和弹性模量的计算公式。

本标准适用于除瓦楞纸板外的所有纸和纸板。

注: GB/T 22898—2008《纸和纸板 抗张强度的测定 恒速拉伸法(100 mm/min)》(ISO 1924-3:2005,MOD)规定了恒速拉伸法的另外一种形式,使用100 mm/min的恒定拉伸速度和100 mm试验长度。对于不同的试样,拉伸速度对抗张强度、断裂时伸长率、抗张能量吸收和弹性模量的影响不同。大多数情况下,当拉伸速度从20 mm/min(180 mm试验长度)增加到100 mm/min(100 mm试验长度)时,抗张强度增加5%~15%。使用两种方法得到的试验结果不宜相互比较。

### 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 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文件。

#### 3.1

**抗张强度 tensile strength**

在规定的试验条件下,单位宽度的试样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。

注:以毫米(mm)表示。

#### 3.4

**伸长率 strain**

试样的伸长量与初始试验长度的比值。

注 1: 伸长率用相对初始试验长度的百分比表示。

注 2: 试样的初始试验长度等于两夹持线间的初始距离。

### 3.5

#### 断裂时伸长率 **strain at break**

在规定的试验条件下,试样断裂瞬间的伸长量与初始试验长度的比值。

### 3.6

#### 裂断长 **breaking length**

假设将一定宽度的纸或纸板的一端悬挂起来,计算由其因自重而断裂的最大长度。

### 3.7

#### 抗张能量吸收 **tensile energy absorption**

单位面积的试样被拉伸至最大抗张力时所吸收的能量。

注: 试样面积用试验长度乘以试样宽度计算。

### 3.8

#### 抗张能量吸收指数 **tensile energy absorption index**

抗张能量吸收除以定量。

### 3.9

#### 弹性模量 **modulus of elasticity**

抗张力-伸长量曲线的最大斜率乘以初始试验长度再除以试样的宽度和厚度的乘积。

注: 参见图 2。

## 4 原理

使用抗张试验仪,在恒定的拉伸速度下将规定尺寸的试样拉伸至断裂,记录其抗张力。如需要,记录其伸长量。如果能够连续记录抗张力和伸长量,则可测定出断裂时伸长率、抗张能量吸收和弹性模量。通过记录的数据和已知的试样定量,可计算出抗张指数和抗张能量吸收指数。

## 5 仪器

### 5.1 抗张试验仪

5.1.1 抗张试验仪应能以恒定的拉伸速度(20 mm/min)拉伸规定尺寸的试样,测定其抗张力,并在必要时测定其伸长量。

5.1.2 抗张试验仪抗张力测定和显示装置的最大允许误差为 $\pm 1\%$ ,必要时,其伸长量测定和显示装置的最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。抗张力可在电子积分仪或其他等效装置上记录为伸长量的函数。

注 1: 伸长量测量精度非常重要。为准确测定实际伸长量,建议在试样上直接安装适当的引伸计,以避免由于试样在夹头内不可觉察的滑移及仪器连接部位的拉紧而带来虚假的伸长量。后者取决于所施加的载荷,对使用一段时间的仪器,由于连接部位的磨损,误差将会增大。在试样上安装引伸计所带来的附加载荷宜控制在要求的抗张力允许误差极限范围内。

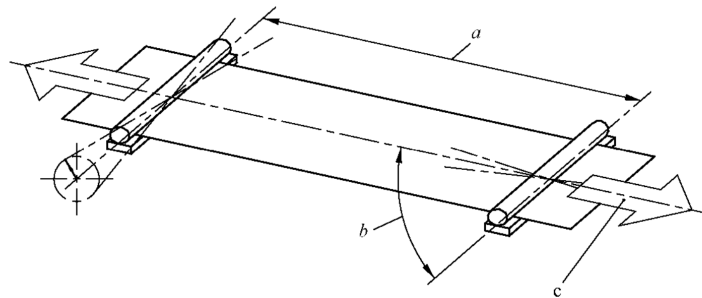
注 2: 如果伸长量测定结果只用于断裂时伸长率和抗张能量吸收计算, $\pm 0.1$  mm 的伸长量测量精度是可以接受的。

5.1.3 抗张试验仪包含两个用于夹持规定宽度试样的夹头。每个夹头应设计为能在试样全宽上以一条直线牢固地夹持住试样而不致损坏或滑移,并具有夹持力的调节装置。两组夹头的夹持表面应位于同一平面,以使试样在整个测试过程中始终被夹持在该平面。

注: 夹头将试样夹持在一个圆柱面和一个平面之间,或者两个圆柱面之间,试样面与圆柱面相切。如果试样在测定过程中不发生损伤或滑动,也可使用其他类型的夹头。

5.1.4 试样被夹持后,两条夹持线应互相平行,其夹角不超过 $1^\circ$ (见图 1)。同时,在受力状态下,夹持线

应保持与抗张力的施加方向及试样长边垂直,偏差不得超过 $\pm 1^\circ$ (见图1)。两夹持线间距离应能调节至要求的试验长度,误差不超过 $\pm 1\text{ mm}$ 。



说明:

$a$  —— 两夹持线之间的夹角,  $a = 0^\circ \pm 1^\circ$ 。

$b$  —— 试样中心线与夹持线的夹角,  $b = 90^\circ \pm 1^\circ$ 。

$c$  —— 张力方向,与试样中心线平行,夹角不大于 $1^\circ$ 。

图1 夹持线与试样的关系

## 5.2 试样裁切装置

用于将试样裁切至规定尺寸。

## 5.3 在线测量装置

如积分仪,最大允许误差为 $\pm 1\%$ 。此装置应可编程,以适应不同的初始试验长度。如需测定抗张能量吸收,应使用此装置。

注:某些抗张试验仪自身具备计算抗张能量吸收的功能,不需外接上述装置。

## 5.4 绘制抗张力-伸长量曲线并测量曲线最大斜率的装置

仅在需要测定弹性模量时使用。

注:某些抗张试验仪自身具备绘制抗张力-伸长量曲线和计算弹性模量的功能,不需外接上述装置。

## 6 试验仪的调节和校准

6.1 按使用说明书安装仪器。如需要,按附录A校准仪器的抗张力测定装置和伸长量测定装置。

6.2 调节夹头位置,使试验长度即两夹持线间距离为 $(180 \pm 1)\text{ mm}$ 。

注:在某些情况下,例如高伸长率的纸或长度受限的样品,可使用较小的试验长度。此时,建议将拉伸速度数值调节到初始试验长度的 $(10 \pm 2.5)\%$ ,并在试验报告中注明所采用的试验长度和拉伸速度。

6.3 在夹头内夹持一条薄的铝箔,测量两夹持压痕之间的距离,检查试验长度是否准确。

6.4 调节夹头分离速度即试样拉伸速度至 $(20 \pm 5)\text{ mm/min}$ 。

6.5 调节夹持压力,使试样既无滑移又无损伤。

注:对某些纸和纸板,试样可能很快(如5 s内)断裂或需要较长时间(如超过30 s)才断裂。此时,可使用不同的拉伸速度,并在试验报告中注明该速度。

## 7 试样制备和处理

### 7.1 取样

按GB/T 450规定采取试样。

7.2 温湿处理

按 GB/T 10739 规定对试样进行温湿处理并在此大气条件下制备试样并进行试验。

7.3 试样制备

7.3.1 从无损的纸和纸板试样上,切取宽度为(15±0.1)mm,长度足够夹持在两夹头之间的试样条。避免用裸手接触位于两夹头之间的试样部分,试验区域不得有水印、折痕和皱褶。如果必须包含水印,应在试验报告中注明。试样的两长边应平直,在整个夹持长度内其平行度误差应不超过±0.1 mm。试样切口应整齐、无损伤。一次切取足够数量的试样条,以保证在每个方向(纵向或横向)各有 10 个有效的测定结果。

注:某些纸张难以切齐,可将两层或三层纸夹在较硬的纸(如证券纸)中形成一叠,然后再切取试样。

7.3.2 如需测定抗张指数或抗张能量吸收指数,则应按 GB/T 451.2 规定测定试样定量。

7.3.3 如需测定弹性模量,则应按 GB/T 451.3 规定测定试样厚度。

8 试验步骤

8.1 检查试验仪及记录仪(如使用)零位。

8.2 将夹头距离调节到规定的初始试验长度并将试样夹在夹头上,注意不应用手接触试样两夹持线之间的试验区域。建议处理试样时,佩戴一次性手套或轻质的棉手套。摆正并夹紧试样,不留任何可觉察的松弛,并且不产生明显的应变。保证试样平行于所施加的张力方向(见图 1)。

注 1:仪器在垂直方向夹持试样时,为防止试样松弛,可以在试样下端附上一个小砝码,如低定量的纸可以附上一个 10 g 砝码。该方法不适用于高伸长率的纸。

注 2:对特定类型的纸,不对试样施加张力时很难辨别“可觉察的松弛”。此时,试样可以保留最低限度的松弛。

8.3 开始试验直至试样断裂。记录所施加的最大抗张力,如需要,还应记录伸长量(单位为 mm),或者从仪器上直接读出断裂时伸长率(%)。

8.4 在要求的每个方向(纵向或横向)各测试至少 10 个试样,舍去所有在距夹持线 10 mm 范围内断裂的试样的试验数据,每个方向上得到 10 个有效结果。如果 20%以上的试样在距夹持线 10 mm 范围内断裂,则应检查试验仪是否符合 5.1 和第 6 章要求,如仪器有故障,则舍弃全部试验结果并采取补救措施。在试验报告中注明在距夹持线 10 mm 范围内断裂的试样数量。

9 计算和结果报告

9.1 总则

分别计算并以纸和纸板每个方向所得结果表示。机制纸或纸板有纵向和横向,而实验室手抄片没有方向的区别。

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 S,单位为千牛每米(kN/m):

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

式中:

$\bar{F}$  ——最大抗张力的平均值,单位为牛顿(N);



$b$  ——试样的宽度,单位为毫米(mm)。

抗张强度用三位有效数字表示。

### 9.3 抗张指数

如需要,按式(2)计算抗张指数  $I$ ,单位为牛顿米每克(N·m/g):

$$I = \frac{1\ 000S}{w} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$w$  ——试样的定量,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ )。

抗张指数用三位有效数字表示。

注:由抗张强度平均值和定量计算抗张指数。测定定量和抗张力时,二者的变异性不同,彼此之间也不存在相关性,因此不能真实地反映出抗张指数的偏差,影响标准偏差的计算。鉴于上述原因,不推荐计算抗张指数的标准偏差。

### 9.4 断裂时伸长率

如需要,且仪器进行了伸长量测定,按式(3)计算每次试验的断裂时伸长率  $\epsilon$ ,以断裂时伸长量与初始试验长度的比值(%)表示:

$$\epsilon = \frac{\delta}{l} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$\delta$  ——断裂时伸长量,单位为毫米(mm);

$l$  ——试样的初始试验长度,单位为毫米(mm)。

计算断裂时伸长率的平均值,结果保留一位小数。

如果仪器直接以百分数的形式给出断裂时伸长率,计算其平均值,结果保留一位小数。

### 9.5 裂断长

如需要,按式(4)计算裂断长  $L_B$ ,单位为千米(km):

$$L_B = \frac{1}{9.8} \times \frac{S}{w} \times 10^3 \dots\dots\dots(4)$$

裂断长用三位有效数字表示。

### 9.6 抗张能量吸收

如需要,通过与抗张试验仪相连的积分仪或通过抗张力-伸长量曲线下最大抗张力点之前的面积测定每个试样的抗张能量吸收。按式(5)计算抗张能量吸收  $Z$ ,单位为焦耳每平方米( $\text{J}/\text{m}^2$ ):

$$Z = \frac{1\ 000 \times \bar{E}}{b \times l} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

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

抗张能量吸收用三位有效数字表示。

### 9.7 抗张能量吸收指数

如需要,按式(6)计算抗张能量吸收指数  $I_Z$ ,单位为焦耳每千克( $\text{J}/\text{kg}$ ):

$$I_Z = \frac{1\ 000 \times Z}{w} \dots\dots\dots(6)$$

抗张能量吸收指数用三位有效数字表示。

### 9.8 弹性模量

如需要,按式(7)计算每个试样抗张力-伸长量曲线的最大斜率  $S_{\max}$  (见图 2),单位为牛顿每毫米 (N/mm):

$$S_{\max} = \left[ \frac{\Delta F}{\Delta \delta} \right]_{\max} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\Delta F$  ——抗张力增量,单位为牛顿(N);

$\Delta \delta$  ——伸长量增量,单位为毫米(mm)。

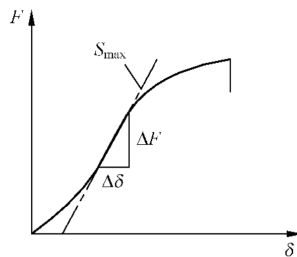
用最大斜率的平均值  $\bar{S}_{\max}$ ,按式(8)计算弹性模量  $E^*$ ,单位为兆帕(MPa):

$$E^* = \frac{\bar{S}_{\max} \times l}{b \times t} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$l$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

弹性模量用三位有效数字表示。



说明:

$F$  ——抗张力;

$\delta$  ——伸长量;

$S_{\max}$  ——最大斜率;

$\Delta F$  ——抗张力增量;

$\Delta \delta$  ——伸长量增量。

图 2 测定弹性模量所用的概念

## 10 精密度

### 10.1 总则

试验的精密度取决于被测纸和纸板的离散性及所使用的试验仪器。表 1 为荷兰和美国进行的独立试验结果的数据统计,表 2 和表 3 为欧洲造纸工业联合会比较试验机构(CEPI-CTS)在欧洲范围内开展的比较试验结果。

### 10.2 重复性

同一实验室重复性试验的结果以变异系数  $CV$  (实验室内)在表 1 中列出,以重复性标准偏差  $s_r$  和重复性限  $r$  在表 2 和表 3 中列出。

### 10.3 再现性

不同实验室再现性试验的结果以变异系数  $CV$ (实验室内)在表 1 中列出,以再现性标准偏差  $s_R$  和再现性限  $R$  在表 2 和表 3 中列出。

表 1 抗张强度和断裂时伸长率的重复性和再现性

范围	试验项目	$CV$ (实验室内)平均值 %	$CV$ (实验室间)平均值 %
0.5 kN/m~1.3 kN/m	抗张强度	5.8	未知
2.9 kN/m~11.5 kN/m	抗张强度	3.8	12
0.7%~1.9%	断裂时伸长率	9.0	未知
1.4%~2.6%	断裂时伸长率	6.6	30
2.3%~7.0%	断裂时伸长率	4.5	未知
30 J/m <sup>2</sup> ~200 J/m <sup>2</sup>	抗张能量吸收	10	28

表 2 抗张强度的重复性和再现性

范围 kN/m	平均值 kN/m	实验室数	$s_r$ kN/m	$r$ kN/m	$s_R$ kN/m	$R$ kN/m
1.30~1.70	1.50	19	0.06	0.166	0.06	0.235
4.50~5.50	5.00	18	0.23	0.637	0.18	0.810
6.50~7.50	7.00	18	0.23	0.637	0.24	0.921
11.0~12.5	11.75	19	0.65	1.801	0.50	2.273

表 3 断裂时伸长率的重复性和再现性

范围 %	平均值 %	实验室数	$s_r$ %	$r$ %	$s_R$ %	$R$ %
2.50~3.50	3.00	19	0.46	1.274	0.19	1.380
1.40~2.00	1.70	17	0.14	0.388	0.08	0.447
1.40~2.00	1.70	19	0.11	0.305	0.13	0.472
4.50~5.50	5.00	19	0.32	0.886	0.28	1.179

## 11 试验报告

试验报告应包括以下信息:

- a) 本标准的编号;
- 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) 第 9 章所要求的试验结果；
- g) 距夹持线 10 mm 内断裂的试样数量；
- h) 所要求的试验结果的标准偏差；
- i) 如测定,报告试样的定量和厚度以及厚度测定时使用的压力；
- j) 任何偏离本标准及可能影响试验结果的情况。

附 录 A  
(规范性附录)  
抗张试验仪的校准

依据仪器的使用频率定期校准仪器。建议每月至少校准一次。

使用已知质量、最大允许误差为±0.1%的砝码校准仪器的测力装置和记录装置(如使用)。根据砝码质量和重力加速度计算所施加的力。此外,也可使用如预先校准的弹性校准体等校准装置。

加载状态下,在要求的伸长量测量范围内,使用游标卡尺或者块规校准抗张试验仪的伸长量测量装置和记录装置(如使用)。

有些抗张试验仪的抗张力测量装置在受力后可能伸长。在仪器有效工作范围内的不同点同时校准抗张力和伸长量测量装置,以确保不致影响测量结果。

如果使用积分仪测定测量抗张能量吸收,则应在抗张力和伸长量的相应量程内按使用说明书校准积分仪。

检查夹头是否符合 5.1.3 和 5.1.4 要求。

检查用于弹性模量测定的绘图装置。

**附 录 B**  
(资料性附录)

**本标准与 ISO 1924-2:2008 的符号对照**

表 B.1 给出了本标准与 ISO 1924-2:2008 所使用符号的对照表。

**表 B.1 本标准与 ISO 1924-2:2008 使用符号对照表**

参数项目	本标准使用符号	ISO 1924-2:2008 使用符号
抗张强度	$S$	$\sigma_T^b$
最大抗张力平均值	$\bar{F}$	$\bar{F}_T$
抗张指数	$I$	$\sigma_T^w$
断裂时伸长率	$\epsilon$	$\epsilon_T$
抗张能量吸收	$Z$	$W_T^b$
抗张力-伸长量曲线下方面积的平均值	$\bar{E}$	$\bar{U}_T$
抗张能量吸收指数	$I_Z$	$W_T^w$
弹性模量	$E^*$	$E$