

# 《纸浆和纸 零距抗张强度的测定》国家标准编制说明

## （征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1 任务来源

2024 年 8 月 23 日，国家标准化管理委员会下达 2024 年第六批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知（国标委发[2024] 35 号）。其中，《纸浆和纸 零距抗张强度的测定》国家标准计划项目获批立项，计划项目号为 20242645-T-607，项目周期为 16 个月。全国造纸工业标准化技术委员会负责该标准的起草工作。

#### 2 修订背景

零距抗张强度通过消除纤维间结合力的干扰，直接反映纤维自身的固有强度。在测试中，试样夹具间距为零，纤维仅依靠自身分子链的氢键结合承受拉伸力。零距抗张强度有助于增强对于纸张纤维强度的认识，同时有助于衡量新的制浆、漂白、抄造纸张方法对纤维特性的影响。

在制浆工业中，打浆通过切断和分丝帚化纤维提升纤维间结合力，但过度打浆会破坏纤维固有强度。零距抗张强度测试可量化打浆对纤维的损伤程度，帮助确定最佳打浆时间和能量输入。在造纸过程中，施胶剂、填料等湿部化学品可能影响纤维的润胀和结合状态。零距抗张强度可反映湿纸页中纤维的原始强度保留情况，对添加助剂和配方进行优化。

纤维的结晶度、微细纤维角度、细胞壁厚度等微观结构直接影响零距抗张强度，该指标可用于评估纤维质量，例如针叶木浆纤维分子较长，排列更紧密，通常表现出更高的零距抗张强度。该指标也可用于在造纸工业中比较不同纤维原料（如木浆、竹浆、回用纤维）的潜在强度贡献，为高强纸种（如钞票纸、工业滤纸）的原料配比提供依据。在生物基材料开发方面，零距抗张强度可用于评价竹纤维、秸秆纤维等生物基纸浆替代传统木浆的可行性。

近年来，纸产品的物理性能不仅是在传统造纸领域，还在一些新兴领域如纸基包装材料、家具和轻量建筑材料等都起到关键作用。纸和纸产品的物理性能主

要是由纤维自身的性质所决定的。因此，除新兴的纸基复合材料之外，本标准在林木生物质化学领域也可以得到广泛应用。零距抗张强度不仅是评价纸浆和纸张内在质量的核心指标，更是连接原料特性、生产工艺与终端性能的桥梁。其重要性贯穿从实验室研发到工业化生产的各个环节，尤其在高性能纸品开发、绿色制造和国际化竞争中具有不可替代的作用。

现有国家标准 GB/T 2678.4—1994《纸浆和纸零距抗张强度测定法》已经实施二十余年，GB/T 26460—2011《纸浆 零距抗张强度的测定（干法或湿法）》修改采用 ISO 15361:2000，也已发布实施十余年，这两项国家标准对纸浆和纸产品以及造纸用纤维原料物理性能的提升起到了积极的作用。但两项标准中的规范性引用文件均已被代替或被废止，所涉及的一些参数单位现已不再使用，标准内容有所交叉，不利于标准的实施。因此，为提高国家标准的技术水平和适应性，确保我国标准的先进性，与国际标准的一致性，有必要对该两项标准进行整合修订，将标准内容进行补充完善。

### 3 起草过程

2024 年 8 月，该项目计划下达，成立标准起草小组，开展前期调研及标准验证样品征集准备工作。

2024 年 9 月～12 月，起草小组对国际标准 ISO 15361:2000 进行全文翻译，完成标准译文。

2025 年 1 月～5 月，起草小组开展标准验证样品征集，进行了试验验证工作，并按照 GB/T 1.1—2020 完成标准草案。

2025 年 6 月～8 月，起草小组对试验数据进行整理分析，并根据试验数据完善形成标准征求意见稿。

### 4 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由      牵头，      等多家企业和研究机构共同参加起草。

主要成员：      。

所做的工作：XXX 主要负责 ISO 标准的翻译、标准文本、编制说明的撰写；XXX 负责文献查询、资料汇总等工作；XXX 主要负责标准技术内容的分析、行业情况调查等。

## 二、国家标准编制原则和主要内容及其确定依据

### 1 标准编制原则

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》的规定编写本标准的内容。本文件是对 GB/T 2678.4—1994《纸浆和纸零距抗张强度测定法》和 GB/T 26460—2011《纸浆 零距抗张强度的测定（干法或湿法）》的整合修订。

### 2 标准的主要内容

本文件描述了实验室纸页和纸在测定初始距离为零时抗张强度的测定方法。  
本文件适用于所有纸浆和纸。

### 3 本文件与 GB/T 26460—2011 主要差异对比

本文件代替 GB/T 26460—2011《纸浆 零距抗张强度的测定（干法或湿法）》和 GB/T 2678.4—1994《纸浆和纸零距抗张强度测定法》。本文件以 GB/T 26460—2011为主，整合了 GB/T 2678.4—1994的内容，与 GB/T 26460—2011相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围（见第1章，GB/T 26460—2011的第1章）；
- b) 更改了规范性引用文件（见第2章，GB/T 26460—2011的第2章）；
- c) 更改了原理（见第4章，GB/T 26460—2011的第4章）；
- d) 更改了试样的采取（见第6章，GB/T 26460—2011的6.1）；
- e) 增加了纸张试样的制备（见7.2）；
- f) 增加了纸张零距抗张强度测定的内容（见8.2）；
- g) 更改了结果表示（见第9章，GB/T 26460—2011的第8章）；
- h) 增加了零距抗张强度标准偏差计算的描述（见9.2）。

### 4 本文件与 ISO 15361:2000 主要差异对比

本文件修改采用 ISO 15361:2000《纸浆 零距抗张强度的测定（干法或湿法）》。

本文件与ISO 15361:2000相比，在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录A。

本文件与ISO 15361:2000的技术差异及原因如下：

- a) 更改了范围，以符合我国造纸行业使用现状（见第1章）；
- b) 删除了ISO 1924-2（见ISO 15361:2000的第2章和3.1），本文件未进行规范性引用；
- c) 更改了原理，以符合整合修订的范围（见第4章，ISO 15361:2000的第4章）；
- d) 更改了试样的采取，以符合本文件整合修订的范围（见第6章，ISO 15361:2000的第6章）；
- e) 增加了规范性引用文件GB/T 450（见第6章），以适应我国技术条件；
- f) 用规范性引用的GB/T 451.2替换了ISO 536（见5.9和7.1.3），以适应我国技术条件；
- g) 用规范性引用的GB/T 462替换了ISO 287（见7.1.4.2和8.2.3），以适应我国技术条件；
- h) 用规范性引用的GB/T 740替换了ISO 7213（见第6章），以适应我国技术条件；
- i) 用规范性引用的GB/T 10739替换了ISO 187（见7.1.3和7.2.1），以适应我国技术条件；
- j) 用规范性引用的GB/T 24324替换了ISO 5269-1（见5.3、7.1.3、7.1.5.1和7.1.5.2），以适应我国技术条件；
- k) 用规范性引用的GB/T 24325替换了ISO 5264-1（见5.11和7.1.2），以适应我国技术条件；
- l) 用规范性引用的GB/T 24326替换了ISO 5269-2（见5.3、7.1.3、7.1.5.1和7.1.5.2），以适应我国技术条件；
- m) 用规范性引用的GB/T 24327替换了ISO 5263-1（见5.10和7.1.2），以适应我国技术条件；
- n) 用规范性引用的GB/T 29285替换了ISO 5263-2（见5.10和7.1.2），以适应我国技术条件；

- o) 用规范性引用的GB/T 29287替换了ISO 5264-2（见5.11和7.1.2），以适应我国技术条件；
- p) 更改了试样长度，统一为15 mm（见7.1.3和7.2.1），以适应我国技术条件；
- q) 将ISO 15361:2000中7.4.2的注调整为条文内容（见7.1.4.1，15361:2000中7.4.2）；
- r) 增加了纸张试样的制备（见7.2），以符合我国造纸行业使用现状；
- s) 删除了关于参照物的测试（见ISO 15361:2000的8.3），以适应我国技术条件；
- t) 增加了结果表示中关于纸张样品的描述（见9.1，ISO 15361:2000的9.1），符合我国造纸行业使用现状；
- u) 增加了试验报告中关于纸张样品的描述（见第11章），符合我国造纸行业使用现状；
- v) 增加了试验报告中关于再湿润状态样品处理方法的描述（见第11章）；
- w) 增加了试验报告中关于纸张样品测试方向的描述（见第11章）。

本文件做了下列编辑性改动：

- a) 标准名称该改为《纸浆和纸 零距抗张强度的测定》；
- b) 增加了附录A（本文件与ISO 15361:2000结构编号对照情况）；
- c) 删除了参考文献。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1 主要试验情况分析

起草小组征集到 12 种测试样品，其中纸张样品 7 种，纸浆样品 5 种，样品信息见表 1。纸张样品测试方向均为纵向，手抄片样品无方向要求。

表 1 样品信息表

| 样品序号 | 样品种类 |       | 定量（g/m <sup>2</sup> ） | 测试状态 |
|------|------|-------|-----------------------|------|
| 1#   | 纸张样品 | 透析纸   | 60                    | 干态   |
| 2#   |      | 单光纸原纸 | 15                    | 干态   |
| 3#   |      | 纸袋纸   | 70                    | 干态   |

|     |               |                |    |       |
|-----|---------------|----------------|----|-------|
| 4#  |               | 牛皮纸            | 50 | 干态    |
| 5#  |               | 半透明纸           | 30 | 再湿润状态 |
| 6#  |               | 食品包装纸          | 38 | 再湿润状态 |
| 7#  |               | 离型纸            | 40 | 干态    |
| 8#  | 纸浆样品<br>(手抄片) | 竹浆(手抄片)        | 60 | 干态    |
| 9#  |               | 竹浆漂白浆(手抄片)     | 60 | 干态    |
| 10# |               | 竹浆木浆混合漂白浆(手抄片) | 60 | 干态    |
| 11# |               | 麦草浆            | 60 | 再湿润状态 |
| 12# |               | 稻草浆            | 60 | 再湿润状态 |

试验过程中使用的两种零距抗张强度试验仪如图 1 所示。

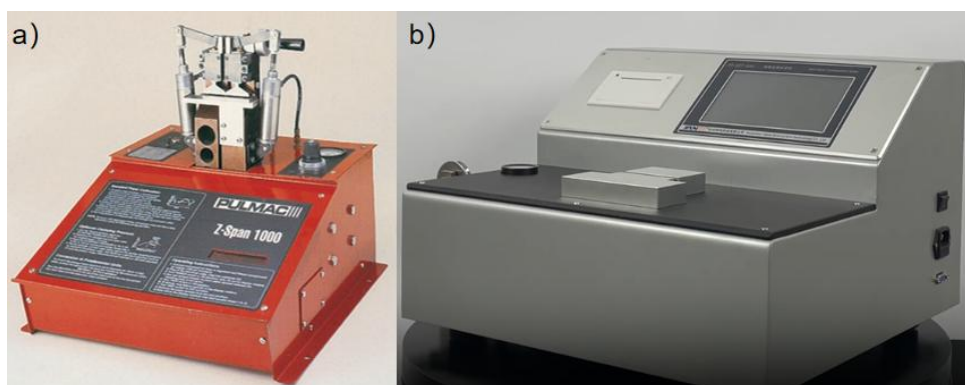


图 1 两种零距抗张强度试验仪

ISO 15361:2000 标准中规定手抄片试样的宽度应超过所用夹具的夹头宽度至少 2 mm，长度应超过两夹具触点总长的 1.2 mm。比较合适的试验纸条长度为 25 mm 至 50 mm，具体值由使用的仪器来决定。本文件为与制浆造纸行业检测相适应，设定试样尺寸与现标准（GB/T 26460—2011 和 GB/T 2678.4—1994）保持一致为 15 mm×100 mm。在使用 PULMAC z-span 1000 试验仪拉伸过程中，上夹头宽度为 15 mm，起到主要施力作用，如图 2 所示。起草小组对同种纸 15 mm 宽和 20 mm 宽的相同长度试样进行测试，发现两者测试结果相对偏差在-1.71%~1.85%之间，试验结果无明显区别，在仪器的允差范围之内，可适用 15 mm 试样进行测试。

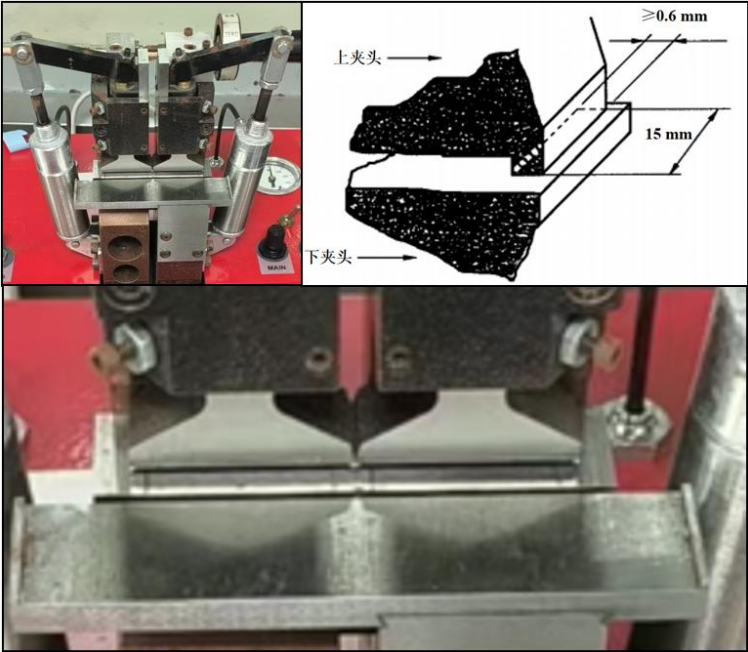


图 2 PULMAC z-span 1000 测试仪

试验要求再湿润状态下的纸张干度范围为 20%~50%，根据标准喷壶和海绵对试样进行湿润，纸页润湿后的绝干物含量结果见表 2。

表 2 纸样绝干物含量

| 浆种    | 绝干物含量/% | 标准偏差/% | 相对标准偏差 |
|-------|---------|--------|--------|
| 针叶木纸浆 | 38.33   | ±1.70  | 4.44%  |
| 桉木浆   | 33.28   | ±1.14  | 3.43%  |

由表 2 可知，对纸页的润湿方式满足本文件中的要求，可使纸页达到 20%~50%的干度。

三种零距抗张试验仪的作业参数见表 3。

表 3 三种零距抗张强度规定的作业参数

| 序号 | 品牌                    | 拉伸速度<br>N/cm/s        | 气源压力                   | 试样尺寸                                           | 输出结果单位         |
|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------------------|----------------|
| 1  | PULMAC<br>z-span 1000 | 24±1                  | 80 psi<br>(0.5516 MPa) | 20 mm×90 mm                                    | 零距抗张强度<br>N/cm |
| 2  | YT-ZL                 | (25±2)<br>每 10 毫米夹头宽度 | (0.6~1.0) MPa          | 宽度 (15±0.1) mm，<br>长度不小于 70 mm，<br>推荐长度 100 mm | 零距最大抗张力<br>N   |

12 个样品的具体试验结果见表 4。

表 4 试验结果表

| 仪器及指标 |              | 纸张    |       |        |        |           |           |       | 实验室纸页 |       |       |           |           |
|-------|--------------|-------|-------|--------|--------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
|       |              | 1     | 2     | 3      | 4      | 5         | 6         | 7     | 8     | 9     | 10    | 11        | 12        |
|       |              | 干态    | 干态    | 干态     | 干态     | 再湿润<br>状态 | 再湿润<br>状态 | 干态    | 干态    | 干态    | 干态    | 再湿润<br>状态 | 再湿润<br>状态 |
| 1#仪器  | 零距抗张指数（kN/m） | 0.140 | 0.087 | 0.110  | 0.067  | 0.062     | 0.063     | 0.098 | 0.135 | 0.130 | 0.118 | 0.058     | 0.065     |
|       | 标准偏差（kN/m）   | 0.006 | 0.007 | 0.009  | 0.005  | 0.003     | 0.005     | 0.004 | 0.008 | 0.011 | 0.009 | 0.004     | 0.005     |
|       | 变异系数 CV（%）   | 4.12  | 8.28  | 8.32   | 8.04   | 5.29      | 7.75      | 3.64  | 6.13  | 8.46  | 7.20  | 6.60      | 7.70      |
|       | 重复性限 r（kN/m） | 0.016 | 0.020 | 0.025  | 0.015  | 0.009     | 0.014     | 0.010 | 0.023 | 0.030 | 0.024 | 0.011     | 0.014     |
| 2#仪器  | 零距抗张指数（kN/m） | 0.119 | —     | 0.117  | 0.074  | —         | 0.068     | 0.100 | 0.138 | 0.123 | 0.112 | 0.063     | 0.069     |
|       | 标准偏差（kN/m）   | 0.006 | —     | 0.010  | 0.005  | —         | 0.004     | 0.005 | 0.010 | 0.007 | 0.011 | 0.003     | 0.006     |
|       | 变异系数 CV（%）   | 4.75  | —     | 8.32   | 7.37   | —         | 5.81      | 5.45  | 7.47  | 5.97  | 9.72  | 4.40      | 9.10      |
|       | 重复性限 r（kN/m） | 0.016 | —     | 0.027  | 0.015  | —         | 0.011     | 0.015 | 0.029 | 0.020 | 0.030 | 0.008     | 0.017     |
| 3#仪器  | 零距抗张指数（kN/m） | 0.121 | 0.079 | 0.107  | 0.071  | 0.057     | 0.066     | 0.092 | —     |       |       |           |           |
|       | 标准偏差（kN/m）   | 0.006 | 0.006 | 0.007  | 0.006  | 0.003     | 0.006     | 0.004 |       |       |       |           |           |
|       | 变异系数 CV（%）   | 5.13  | 7.95  | 6.35   | 7.84   | 4.79      | 9.04      | 4.22  |       |       |       |           |           |
|       | 重复性限 r（kN/m） | 0.017 | 0.017 | 0.0190 | 0.0160 | 0.008     | 0.017     | 0.011 |       |       |       |           |           |

不同零距抗张强度测试仪进行测试时的标准偏差和变异系数范围见表 5。

表 5 试验结果的标准偏差和变异系数范围表

| 仪器编号 | 标准偏差（kN/m）范围 |             |             | 变异系数（%）范围 |           |           |
|------|--------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|      | 全部试样         | 干态试样        | 再湿润试样       | 全部试样      | 干态试样      | 再湿润试样     |
| 1#仪器 | 0.004~0.011  | 0.004~0.011 | 0.003~0.008 | 3.64~8.46 | 3.64~8.46 | 5.29~7.75 |
| 2#仪器 | 0.003~0.011  | 0.005~0.011 | 0.004~0.006 | 4.40~9.72 | 4.75~9.72 | 4.40~9.10 |
| 3#仪器 | 0.003~0.007  | 0.004~0.007 | 0.003~0.006 | 4.22~9.04 | 4.22~7.95 | 4.79~9.04 |

由表 5 可知，三台仪器的标准偏差均为（0.003~0.011）kN/m 范围之内，变异系数均为 3%~10%之间，表明每台测试仪的测试结果都具有一定的可靠性和稳定性，且干态试样和再湿润试样的标准偏差和变异系数无明显差别。样品的具体测试结果对比见表 6。

表 6 样品测试结果表

| 样品序号及状态<br><br>仪器序号 | 纸张    |       |       |       |       |       |       | 实验室纸页 |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|                     | 干态    | 干态    | 干态    | 干态    | 再湿润状态 | 再湿润状态 | 干态    | 干态    | 干态    | 干态    | 再湿润状态 | 再湿润状态 |
| 1#仪器                | 0.140 | 0.087 | 0.110 | 0.067 | 0.062 | 0.063 | 0.098 | 0.135 | 0.130 | 0.118 | 0.058 | 0.065 |
| 2#仪器                | 0.119 | —     | 0.117 | 0.074 | —     | 0.068 | 0.100 | 0.138 | 0.123 | 0.112 | 0.063 | 0.069 |
| 3#仪器                | 0.121 | 0.079 | 0.107 | 0.071 | 0.057 | 0.066 | 0.092 | —     |       |       |       |       |
| 零距抗张指数平均值（kN/m）     | 0.127 | 0.083 | 0.111 | 0.071 | 0.060 | 0.066 | 0.097 | 0.136 | 0.127 | 0.115 | 0.060 | 0.067 |
| 标准偏差（kN/m）          | 0.012 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.003 |
| 变异系数 CV（%）          | 9.07  | 7.06  | 4.57  | 5.02  | 6.24  | 3.48  | 4.27  | 1.42  | 3.60  | 3.51  | 6.17  | 4.88  |

三台仪器 7 个纸张样品的测试结果的标准偏差范围在(0.002~0.012) kN/m, 变异系数范围在 3.48%~9.07%。两台仪器 5 个实验室纸页样品的测试结果的标准偏差范围在 (0.002~0.005) kN/m, 变异系数范围为 1.42%~6.17%。

三台仪器 8 个干态样品的测试结果的标准偏差范围在(0.002~0.012) kN/m, 变异系数范围在 1.42%~9.07%。两台仪器 4 个再湿润状态样品的测试结果的标准偏差范围在 (0.002~0.003) kN/m, 变异系数范围在 3.48%~6.24%。

由表 6 数据可知,干态或再湿润状态下用符合本标准的仪器进行纸张和实验室纸页零距抗张强度的测试具有一定的稳定性。数据具有可靠性,可一定程度上直接反映纸张纤维或纸浆纤维自身的固有强度。

## 2 预期的经济效益、社会效益和生态效益

经济效益上,通过统一零距抗张强度测试方法,可减少企业因标准差异导致的重复检测成本。社会效益上,推动行业向高附加值产品转型,同时为消费者提供更可靠的包材和防伪纸等安全保障。生态效益方面,标准可对回用纤维的强度保留率进行检测,促进循环经济中废纸资源的高效利用,减少原生纤维消耗,推动造纸行业向低碳化、可持续化方向升级。

## 四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况,或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

## 五、以国际标准为基础的起草情况,以及是否合规引用或者采用国际国外标准,并说明未采用国际标准的原因

本标准修改采用国际标准 ISO 15361:2000《纸浆 零距抗张强度的测定(干法或湿法)》。

## 六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与方法标准,与现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

## 七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中未遇到重大分歧意见。

## 八、涉及专利的有关说明

无。

## 九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议 等措施建议

本标准和方法标准，可通过标准宣贯等方式贯彻国家标准。本标准为修订标准，过渡期建议为 6 个月。该标准为修订标准，标准实施后 GB/T 2678.4—1994 和 GB/T 26460—2011 废止。

## 十、其他应予说明的事项

无。

标准起草小组

2025 年 8 月