

项目一 纸张性能检测

【背景】

在现代生活中，纸张是传播知识和文化的主要媒介，它对工业、商业、教育各行业的发展是必不可少的，在现代的纸张印刷过程中，纸张的因素对印刷品质量的影响最大，不仅要考虑纸张本身的质量问题，还要考虑纸张的印刷适性。由于造纸所用的原料的区别和加工过程的不同，纸张的性质千差万别，但无论什么纸，其基本是植物纤维加入填料、胶料、色料等成分加工而成的一种非匀质材料。在纸张生产与印刷过程中对纸张的性能测试必不可少。

【能力训练】

任务 1 试样的采取及准备

（一）任务解读

为了保证产品质量，给用户合格的产品，除了生产上按时对产品进行取样检查外，在交付使用前，用户也要对整批产品进行抽样检查。抽样的原则是取样尽量要有代表性。

（二）设备、材料及工具准备

- （1）切纸刀，如图 1.1 所示。
- （2）纸样。



图 1.1 切纸刀

(三) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，取样及试样准备结束时，教师根据学生操作及方法进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 操作步骤

按检测所规定的尺寸大小，用切纸刀从纸样上切取一定长宽的纸条或纸片，并注明其纵、横向和正、反面。对有缺陷和有纸病的纸样应废弃不用。

任务 2 纸张表观性能的测定

一、纸张纵、横向的鉴别

(一) 任务解读

纸和纸板经造纸机成型后具有一定方向性。通常把纸张分为纵横两个方向：与造纸机运行平行的方向为纵向；垂直于造纸机运行的方向为横向。

纸张的许多性能因纵、横向的不同而有差别，如抗张强度和耐折度，其纵向大于横向，撕裂度则横向大于纵向。很多纸张在使用时要求纵、横向强度尽量接近一致，但有些纸则要求纵向强度要大。因此，在测定纸张的性能时，一定要区别其纵、横向。图 1.2 所示为抄纸机，图 1.3 所示为纸张成型过程中纵横向的确定的示意图。



图 1.2 抄纸机

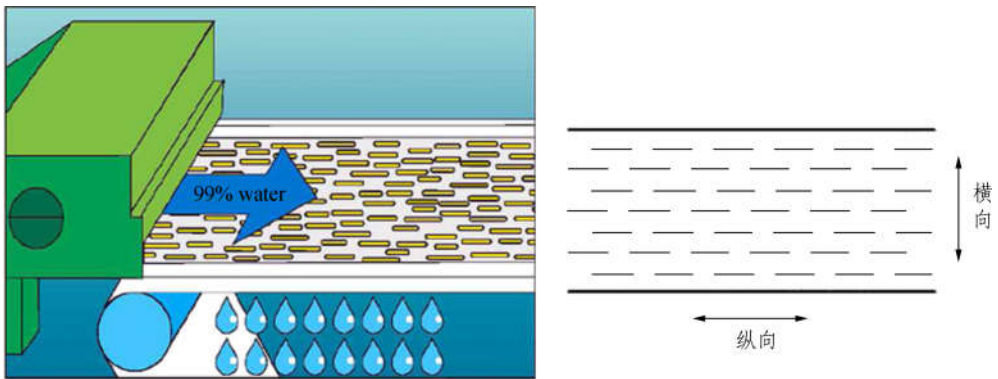


图 1.3 纸张成型过程中决定纸张的纵横向

(二) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，鉴别纸张的纵、横向结束时，教师根据学生操作及方法进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(三) 鉴别方法

未经起皱处理（含弹性处理）的纸的纵、横向按下述方法之一测定：

1. 纸条弯曲法

平行于原样品边，取两条相互垂直的长约 200 mm、宽约 15 mm 的试样，将试样平行重叠，用手指捏住一端，使其另一端自由弯向手指的左方或右方。如果两个试样重合，则上面的试样为横向；如果两个试样分开，则下面的试样为横向。

纸条弯曲法如图 1.4 所示。

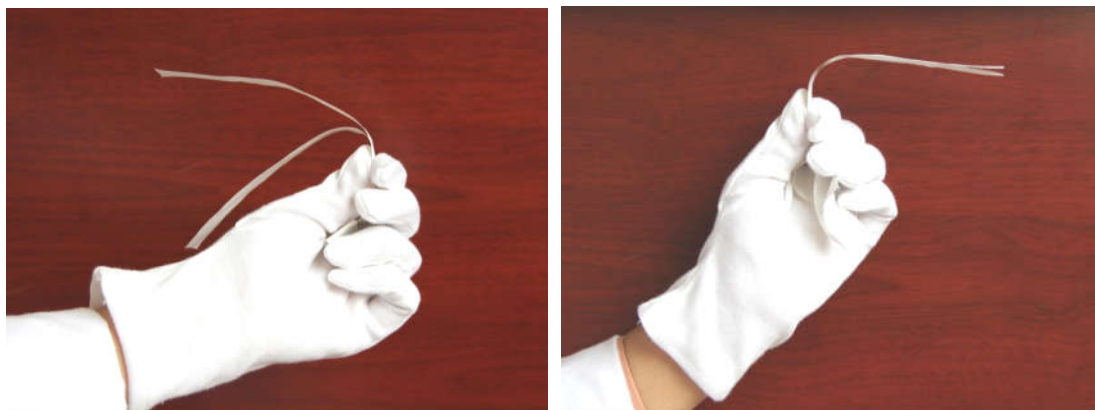


图 1.4 纸条弯曲法

2. 纸页的卷曲法

平行于原样品边，切取 50 mm×50 mm 或直径为 50 mm 的试样，并标注出相当于原试样边的方向，然后将试样漂浮在水面上，试样卷曲时，与卷取轴平行的方向为试样的纵向。纸页的卷曲法如图 1.5 所示。

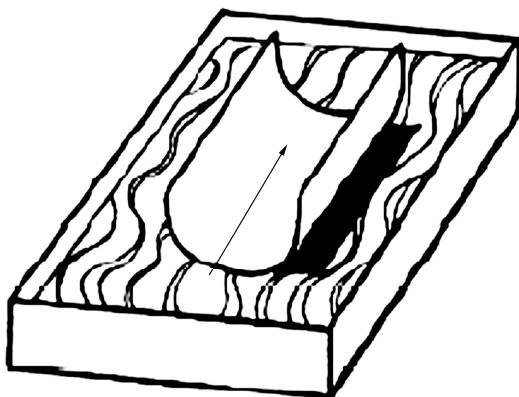


图 1.5 纸页的卷曲法

3. 强度鉴别法

按照试样的强度分辨方向。平行于原样品边切取两条相互垂直的长 250 mm、宽 15 mm 的试样，测其抗张强度。一般情况下抗张强度大的方向为纵向。如果通过测定试样的耐破度来分辨方向，则与破裂主线垂直的方向为纵向。

4. 纤维定向鉴别法

由于试样表面的纤维沿纵向排列，特别是网面上的大多数纤维是沿纵向排列的，观察时应先将试样平放，使入射光与纸面约成 45°角，视线与试样也约成 45°角，观察试样表面纤维

的排列方向。在显微镜下观察试样的表面，有助于识别纤维的排列方向，如图 1.6 所示。

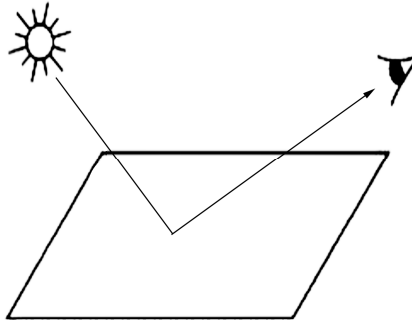


图 1.6 纸页定向观察法

二、纸张正、反面的鉴别

(一) 任务解读

纸张分正、反两个表面，是纸张在成型的时候决定的。贴向铜网的一面为反面，亦称网面；接触毛毯的一面为正面，亦称毛毯面。纸张的反面固有网痕，加之细小纤维流失率大，因而使纸面较粗糙且疏松，正面相对较紧密。纸张两面结构组成的差异，使纸张的一些性能如平滑度、白度、施胶度等因纸张正、反面而呈现差别，成为纸张的两面性。图 1.7 所示为放大后的纸张正反面，从施胶程度就可以准确鉴别。

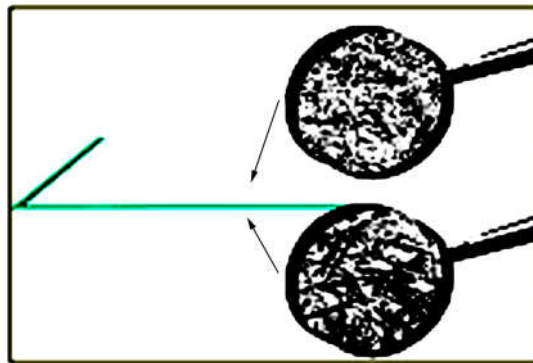


图 1.7 纸张正反面放大图

(二) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，鉴别纸张的正反面结束时，教师根据学生操作及方法进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(三) 鉴别方法

纸张的正、反面可以选用以下方法中的一种进行鉴别。

1. 直观法

折叠一张试样，观察一面的相对平滑性，从造纸网的菱形压痕可以辨别出网面。将试样放平，使入射光与试样约成 45° 角，视线与试样也约成 45° 角，观察试样的表面，如果发现网痕，即为反面，也可在显微镜下观察试样，有助于识别网面。

2. 润湿法

用热水或稀氢氧化钠溶液浸渍试样，然后用吸水纸将多余的溶液吸掉，放置几分钟，观察两面，如有清晰的网印，即为反面。

3. 撕裂法

用一只手拿试样，使其纵向与视线平行，并将试样表面接近于水平放置。用另一只手将试样向上拉，使试样首先在纵向上撕裂。然后将试样撕裂的方向逐渐转向横向，并向试样边缘撕去。反转试样，使其相反的一面向上，并按上述步骤重复类似的撕裂。比较两条撕裂线上的纸毛，一条线上比另一条线上应起的毛显著，特别是纵向转向横向的曲线处，起毛明显的为网面向上，如图 1.8 所示。

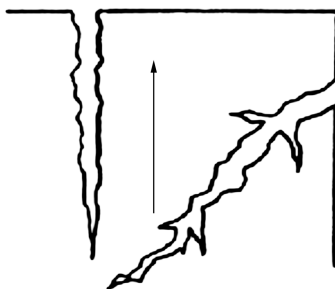


图 1.8 撕裂法示意图

三、纸和纸板尺寸及偏斜度的测定

(一) 任务解读

纸张的尺寸及偏斜度将影响印刷是否正常进行，所以要求纸张的尺寸准确。适用于各种平板、卷筒及卷盘的纸和纸板，不适用于有皱纹的纸张。

(二) 设备、材料及工具准备

(1) 设备：用分度值 1 mm、长度 2 000 mm 的钢卷尺。

(2) 材料：待测纸样。

(三) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，测定结束时，教师根据学生测定过程及测定结果进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 测定步骤

1. 尺寸的测定

(1) 平板纸的尺寸是用分度值 1 mm、长度 2 000 mm 的钢卷尺来测量的。

从任一包装单位中取出三张纸样测定其长度和宽度，测定结果以平均值表示，准确至 1 mm。

(2) 卷筒纸只测量卷筒宽度，其结果以测量 3 次的平均值表示，准确至 1 mm。

(3) 盘纸的尺寸是测量卷盘的宽度，其结果以测量 3 次的平均值表示，准确至 0.1 mm。应用精度 0.02 mm 的游标卡尺进行测量。

2. 偏斜度的测定

(1) 平板纸和纸板的偏斜度是指平板纸的长边（或短边）与其相对应的矩形长边（或短边）的偏差最大值，其结果以偏差的毫米数或偏差的百分数来表示。

(2) 从任一包装单位中抽取 3 张纸样（纸板取 6 张纸样）进行测定。

(3) 将平板纸按长边（或短边）对折，使顶点 A 与 D （或 A 与 B ）重合，然后测量偏差值，即 BC （或 CD ）两点间的距离（见图 1.9）。测量应准确至 1 mm。

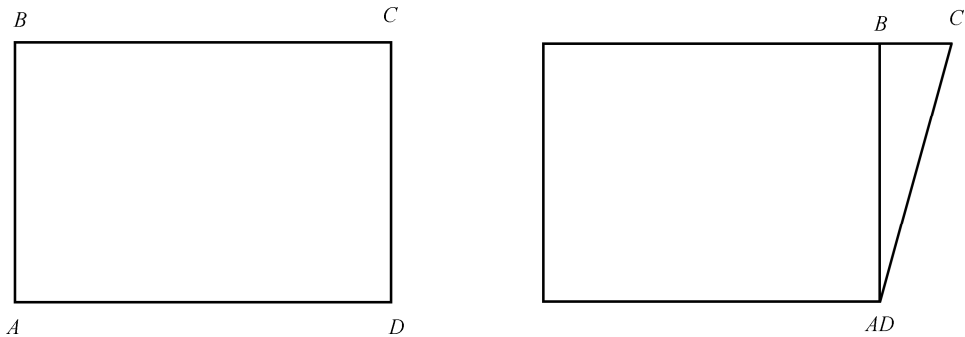


图 1.9 纸张的偏斜度

(4) 若平板纸板较厚不易折叠，可将两张纸板正反面相对重叠，使正面的点 A 与 D 分别与反面的 D' 与 A' 重合，然后测量偏差值，即 BC' （或 CB' ）两点间的距离（见图 1.10）。测量

应准确至 1 mm。

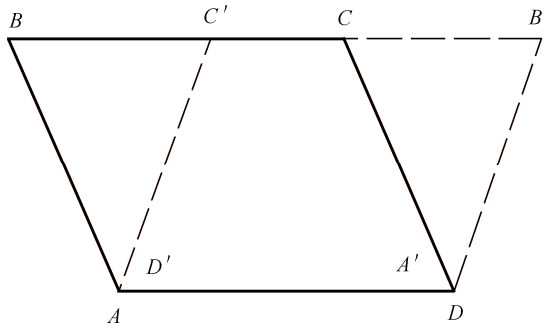


图 1.10

(五) 结果表示

(1) 以平均值表示测定结果。

(2) 如果用偏差的毫米数表示偏斜度，卷盘纸修约至 0.1 mm，其他修约至整数。

(3) 如果用偏差的百分数表示偏斜度，其结果保留两位有效数字，并按式 (1.1) 进行计算。

$$r = \frac{d_1}{d_2} \times 100\% \quad (1.1)$$

式中 r ——偏斜度；

d_1 ——偏差值，mm；

d_2 ——边长，mm。

任务3 纸张定量、厚度、紧度的检测

一、纸张定量的检测

(一) 任务解读

纸张的定量是表示纸张一个平方米的质量，以克/平方米 (g/m^2) 表示。测定试样面积和它们的质量，并计算定量。一般来说，纸张的定量越大，纸张越厚。

(二) 设备、材料及工具准备

(1) 切样设备：用切纸刀或专用裁样器裁切试样。

(2) 纸样：100 mm×100 mm 纸张 30 张，10 张为 1 组。

(3) 天平（见图 1.11）。

试样质量为 5 g 以下的，用分度值 0.001 g 天平。

试样质量为 5 g 以上的，用分度值 0.01 g 天平。

试样质量为 50 g 以下的，用分度值 0.1 g 天平。

所用天平应按规定进行校准，并且在称量时，应防止气流影响天平。



图 1.11 电子天平

(三) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，测定结束时，教师根据学生测定的方法及结果进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 测定步骤

1. 定量的测定

(1) 将 5 张样品沿纸幅纵向叠成 5 层，然后沿横向均匀切取 0.01 m^2 的试样两叠，共 10 片试样，用相应分度值的天平称量。如切样设备不能满足精度要求，则应测量每一试样的尺寸，并计算测量面积。

(2) 宽度在 100 mm 以下的盘纸，应按卷盘全宽切取 5 条长 300 mm 的纸条，一并称量。

(3) 测量所称量的纸条长边及短边，分别准确至 0.5 mm 和 0.1 mm，然后计算面积。应采用精度为 0.02 mm 的游标卡尺进行测量。

2. 横幅定量差的测定

随机抽取一整张纸页，沿纸幅横向均匀切取 0.01 m^2 的试样至少 5 片，用相应值的天平分别称量。

(五) 结果表示

(1) 按式 (1.2) 计算试样的定量 G ，以 g/m^2 表示。

$$G = M \times 10 \quad (1.2)$$

式中 M ——10 片 0.01 m^2 试样的总质量，g。

(2) 横幅定量差 S 按式 (1.3) 或式 (1.4) 计算，以 % 或 g/m^2 表示。

$$S_1 = (G_{\max} - G_{\min}) / G \times 100\% \quad (1.3)$$

或
$$S_2 = (G_{\max} - G_{\min}) \quad (1.4)$$

式中 S_1 ——横幅定量差；

S_2 ——绝对横幅定量差， g/m^2 ；

G_{\max} ——试样定量的最大值， g/m^2 ；

G_{\min} ——试样定量的最小值， g/m^2 ；

G ——试样定量的平均值， g/m^2 。

二、纸张厚度的检测

(一) 任务解读

厚度是指纸张在两测量面间承受一定压力，从而测量出的纸或纸板两表面间的距离。其结果以 mm 或 μm 表示。

在规定的静态负荷下，用符合精度要求的厚度仪，根据试验要求测量出单张纸页或一叠

纸页的厚度，以单层厚度 mm 表示结果。

(二) 设备、材料及工具准备

仪器：厚度仪。

厚度仪装有两个互相平行的圆形测量面，将纸或纸板放入测量面间进行测量。测量过程中测量面间的压力应为 (100 ± 10) kPa，采用恒定荷重的方法，以确保两测量面间的压力均匀，偏差应在规定范围内。

特殊纸或纸板按产品的标准规定，可采用不同压力进行测定。

两个测量面组成厚度仪的主体，即一个测量面被固定，另一个测量面能沿其垂直方向移动。其中一个测量面的直径为 (16.0 ± 0.5) mm，另一个测量面的直径不应小于此值，这样在测量厚度时受压测量面积通常为 200 mm^2 。

当厚度计的读数为零时，较小的测量面的整个平面应与较大测量面完全接触。图 1.12 所示为 ZUS-4 型纸张厚度测定仪。



图 1.12 ZUS-4 型纸张厚度测定仪

(三) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，测定结束时，教师根据学生测定的方法及结果进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 测定步骤

首先调节好仪器“0”点，将试样放入张开的测量面间。测试时慢慢地以低于 3 mm/s 的速度将另一测量面轻轻移到试样上，注意应避免产生任何冲击作用。待指示值稳定后，在

纸被“压陷”下去前读数，通常在 2~5 s 内完成读数，避免人为地对厚度计施加任何压力。

(五) 结果的表示

计算每片试样的厚度平均值，得到单层厚度。厚度均以 mm 或 μm 表示，修约至 3 位有效数值（对于过薄的纸，可按产品标准取有效数字）。

三、纸张紧度的测定

(一) 任务解读

纸张紧度是指纸张单位体积的质量，单位为 g/cm^3 。即应用式 (1.5) 进行紧度的计算。

$$D = \frac{G}{H} \quad (1.5)$$

式中 G ——试样的定量， g/m^2 ；

H ——试样厚度， μm 。

(二) 结果表示

报告结果准确至两位小数。

任务 4 纸张力学性能的测定

一、纸张撕裂度的检测

(一) 任务解读

纸张的撕裂度是表示将预先切口的纸（或纸板），撕至一定长度所需力的平均值。若起始切口是纵向的，则所测结果是纵向撕裂度；若起始切口是横向的，则所测结果是横向撕裂度。结果以毫牛（mN）表示。

具有规定预切口的一叠试样（通常 4 层），用一垂直于试样面的移动平面摆施加撕力，使纸撕开一个固定距离。用摆的势能损失来测量在撕裂试样过程中所做的功。

平均撕裂力由摆上的刻度来指示或由数字来显示，纸张撕裂度由平均撕裂力和试样层数来确定。

每个方向应至少做 5 次有效试验。

(二) 设备、材料及工具准备

(1) 爱利门道夫 (Elmendorf) 撕裂度仪, 如图 1.13 所示。

(2) 纸样: 试样的大小应为 $(63 \pm 0.5) \text{ mm} \times (50 \pm 2) \text{ mm}$, 并按样品的纵横向分别切取试样。

(3) 仪器的调整和维护。

(4) 仪器标尺的校准。



图 1.13 爱利门道夫撕裂度仪

(三) 课堂组织

分组, 5 人 1 组, 实行组长负责制; 每人领取 1 份实训报告, 测定结束时, 教师根据学生测定的操作及测定结果进行点评; 现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 检测步骤

根据试样选择合适的摆或重锤, 应使测定读数在满刻度值的 20%~80%。将摆升至初始位置并用摆的释放机构固定, 将试样一半正面对着刀, 另一半反面对着刀。试样的侧面边缘应整齐, 底边应完全与夹子底部相接触, 并对正夹紧。用切刀将试样切一整齐的刀口, 然后将刀返回静止位置, 使指针与指针停止器相接触, 迅速压下摆的释放装置, 当摆向回摆时, 用手轻轻地抓住它且不妨碍指针位置。读取指针读数或数字显示值时, 应使指针与操作者的

眼睛水平。松开夹子去掉已撕的试样，使摆和指针回至初始位置，准备下一次测定。

当试验中有 1~2 个试样的撕裂线末端与刀口延长线的左右偏斜超过 10 mm，应舍弃不记。重复试验，直至得到 5 个满意的结果为止。如果有两个以上的试样偏斜超过 10 mm，其结果可以保留，但应在报告中注明偏斜情况。若撕裂过程中试样产生剥离现象，而不是在正常方位上撕裂，应按上述撕裂偏斜情况处理。

测定层数应为 4 层，如果得不到满意的结果，可适当增加或减少层数，但应在报告中加以说明。

(五) 结果计算

撕裂度应按式 (1.6) 计算。

$$F = (S \times P) / n \quad (1.6)$$

式中 F ——撕裂度，mN；

S ——试验方向上的平均刻度读数，mN；

P ——换算因子，即刻度的设计层数，一般为 16；

n ——同时撕裂的试样层数。

撕裂指数应按式 (1.7) 计算。

$$X = F / G \quad (1.7)$$

式中 X ——撕裂指数，mN·m²/g；

F ——撕裂度，mN；

G ——定量，g/m²。

二、纸张抗张强度及裂断长的测定

(一) 任务解读

抗张强度是指在标准试验方法规定的条件下，单位宽度的纸或纸板断裂前所能承受的最大张力。裂断长是指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。以 m 表示。

(二) 设备、材料及工具准备

(1) 仪器：抗张强度仪，如图 1.14 所示。

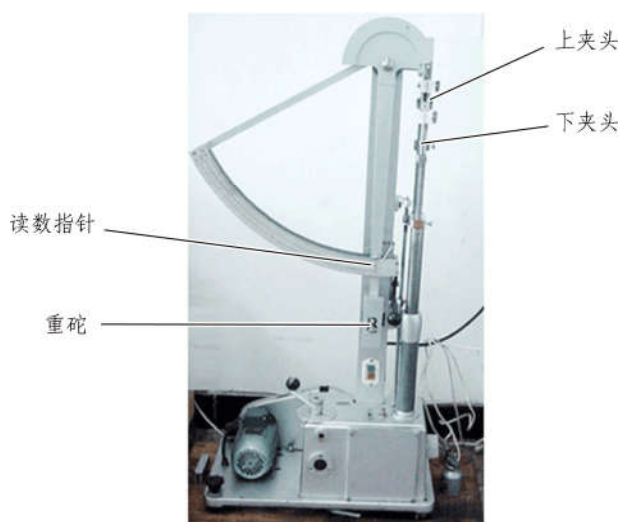


图 1.14 抗张强度仪

(2) 纸样： (15 ± 0.1) mm \times 250 mm 纵、横向各 5 张以上。

(三) 课堂组织

分组，5 人 1 组，实行组长负责制；每人领取 1 份实训报告，测定结束时，教师根据学生测定的操作及测定结果进行点评；现场按评分标准在报告单上评分。

(四) 测定步骤

(1) 仪器的校准和调节。

(2) 测定：试验前将仪器调节至水平，指针指示在零位。

① 切取宽 15 mm、长约 250 mm 的试样，平行地夹紧于抗张强度测定器的两夹子上。上下、两夹子的端面间距为 180 mm。

② 测定纸的抗张强度时，将试样夹紧在上夹后，预先给予轻微的张力把纸拉直，然后夹紧下夹。根据特定的质量标准要求，厚纸板的抗张强度可以采用宽度为 50 mm，夹子间距为 100 mm 进行试验。

注意：先将上夹固定，将纸条（薄纸可同时夹入 10 条，逐条测定，纸板应逐条夹入）平行地置于上、下夹中，先将两夹略为夹紧，确定平行后，再将上夹拧紧，松开上夹固定螺丝，再松开下夹。然后用手拉直纸条下端，拧紧下夹。纸条在夹子内部或夹子附近断裂或断裂线严重倾斜，则表示纸条夹持不正。

③ 一般用手轻轻拉直纸条下端即可，松开摆的销锁，摆略为偏离零点。

调节下夹下降速度，使试样开始加负荷至破裂的时间为 (20 ± 5) s，读取抗张强度至少三位有效数字，伸长率准确至 0.2%。若试样在夹子内部或夹子附近断裂，检验结果作废。

注意：不知道试样抗张强度的大致范围时，应取 2~3 条试样做试探试验，以调节下夹下降速度。为此，测得试样断裂时下夹下降的距离（mm），然后乘以 3 得出调速盘上数据。

（五）结果的计算

（1）抗张力（kg、g、N）：即以纸板标准所规定的试样宽度，在抗张强度测定器上直接测定的数值。

（2）裂断长 L （m）：指一定宽度的纸条，因本身的重量而将纸裂断时的计算长度。按照式（1.8）计算：

$$L = \frac{G_p}{BG} \quad (1.8)$$

式中 G_p ——试样的抗张力，g；

B ——试样的宽度，m；

G ——纸或纸板的定量，g/m²。

计算结果修约至 10 m。

如果纸或纸板的定量波动较大，且精度要求较高时，应采用测定抗张强度的纸样本身质量，裂断长 L 可以按式（1.9）计算：

$$L = \frac{lG_p}{g} \quad (1.9)$$

式中 l ——试验纸条的长度，m；

G_p ——试样的抗张力，g；

g ——每一纸条的平均质量，g。