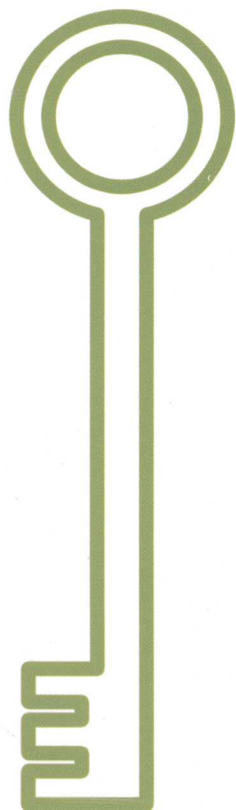


印刷材料及适性 实验指导书

齐晓堃 周文华
刘江浩 杨永刚 ◎ 编著

YINSHUA CAILIAO JI SHIXING
SHIYAN ZHIDAOSHU



印刷工业出版社

印刷材料及适性实验指导书

编 著 齐晓堃 周文华
刘江浩 杨永刚

印刷工业出版社

内容提要

本书是一本印刷专业实验指导教材,内容涉及纸张、油墨、润版液等印刷材料各种性能测定的实验30余个,对于帮助学生更好地理解和巩固所学的理论知识,提高实际动手能力,获得分析问题和解决问题的能力具有一定的指导作用。

本书适合作为高等院校印刷工程和相关专业的专业实验课程教学的教材,可与普通高等教育印刷工程本科规划教材《印刷材料及适性(第二版)》配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

印刷材料及适性实验指导书/齐晓堃等编. —北京:印刷工业出版社, 2008.12

ISBN 978-7-80000-789-7

I. 印… II. 齐… III. 印刷材料—印刷适性—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TS802-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第192230号

印刷材料及适性实验指导书

编 著: 齐晓堃 周文华 刘江浩 杨永刚

责任编辑: 魏 欣 责任校对: 郭 平

责任印制: 张利君 责任设计: 张 羽

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 140千字

印 张: 7.125

印 数: 1~2000

印 次: 2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

定 价: 19.00元

I S B N : 978-7-80000-789-7

◆ 如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275707 88275602

前 言

《印刷材料及适性实验指导书》是与普通高等教育印刷工程本科规划教材《印刷材料及适性（第二版）》配套使用的实验教材。本书是根据印刷材料及适性课程教学大纲的要求和现有的实验设备能力，以一些典型的实验项目为对象进行编写的。

《印刷材料及适性实验指导书》作为专业实验的参考资料，能够在专业实验中对学生起到一定的指导作用，并帮助学生更好地理解 and 巩固所学的理论知识，提高实际动手能力，获得较强的分析问题和解决问题的能力；同时，也便于学生预习专业实验课，明确实验目的、要求，掌握实验原理和实验内容，对实验所用的精密仪器有所了解，掌握其操作规程和注意事项。

《印刷材料及适性实验指导书》包括以下四部分内容：

纸张部分主要讲解了对承印材料进行选择（主要是白度、光泽度、吸收性等）及各种性能（主要是抗张强度、耐折度、平滑度、白度、光泽度、吸收性等）的测试方法。

油墨部分主要讲解了油墨各种性能（细度、黏度、黏着性、临界拉毛速度）的测试方法，及加入不同比例的调墨油或撒黏剂对油墨性能和印刷品密度的影响。

润版液部分主要讲解了润版液各种性能（表面张力、电导率、pH 值）的测试方法。

印刷适性仪部分比较系统、全面地介绍了 AIC2-5 型印刷适性试验机的结构、组成、各部分功能与调节方法；用印刷适性试验机测定纸与纸板表面强度、表面吸收性、粗糙度的测定原理与方法，印品磨损性与耐摩擦性的测定方法，胶印与凹印油墨的性能与油墨转移量的测定方法等。

附录介绍了密度计的使用方法。

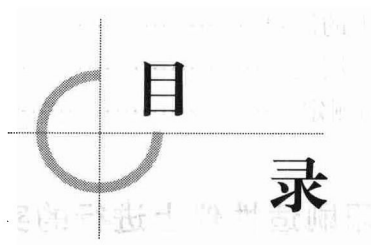
本书可供学生实验课程使用，也可供学生在进行课程设计或毕业论文研究、科研项目研究时参考。

在本实验指导书的编写过程中，北京印刷学院的夏琳英老师提供了大量的基础素材，北京印刷学院印刷与包装工程学院的领导给予了悉心指导，同时得到了魏先福、黄蓓青、何晓辉、金杨等老师的帮助，在此一并表示感谢！

由于编者水平所限，书中难免有疏漏之处，恳请读者指正。

编者

2008 年 12 月



第一部分 纸张性能的测定实验

实验一	纸张定量的测定	2
实验二	纸张厚度测量及紧度计算	5
实验三	纸张印刷平滑度的测定	7
实验四	纸与纸板粗糙度的测定	10
实验五	纸与纸板 K&N 油墨吸收性的测定	12
实验六	纸张抗张强度和伸长率的测定	14
实验七	纸与纸板耐折度的测定	20
实验八	纸与纸板表面强度的测定	23
实验九	纸与纸板白度的测定	27
实验十	纸与纸板不透明度的测定	30
实验十一	纸与纸板光泽度的测定	32

第二部分 油墨性能的测定实验

实验一	油墨细度的检测	36
实验二	油墨黏着性 (tack 值) 的测定	38
实验三	油墨黏性增值的测定	41
实验四	油墨飞墨的检测	42
实验五	油墨黏度的测定方法之一: 利用平行板黏度计进行测定	43
实验六	油墨黏度的测定方法之二: 利用“QND-4 型福特杯黏度计” 进行测定	46
实验七	油墨黏度的测定方法之三: 利用“拉雷黏度计”进行测定	48
实验八	油墨乳化率的测定	51
实验九	油墨干燥时间的测定	53
实验十	凹印油墨性能的测定	56

第三部分 润版液性能的测定实验

实验一 润版液表面张力的测定	60
实验二 润版液电导率的测定	62
实验三 润版液 pH 值的测定	64

第四部分 在 IGT 印刷适性仪上进行的实验

实验一 印刷适性试验机简介	68
实验二 印刷适性试验机主机的调节与操作	74
实验三 纸与纸板表面强度的测定：干拉毛强度测定	80
实验四 纸与纸板表面强度的测定：湿拉毛与湿排斥测定	84
实验五 纸与纸板吸收性能的测定	89
实验六 纸与纸板粗糙度的测定	91
实验七 纸与纸板耐摩擦性的测定	94
实验八 纸张掉毛掉粉的测定	97

附 录 密度计的使用

实验 反射密度的测量	102
------------------	-----

第一部分

纸张性能的测定实验

实验一

纸张定量的测定

(GB/T 451.2—2002)

一、定义

定量是指单位面积纸张的重量，用 g/m^2 表示。

二、实验器材

(1) 象限秤 (YQ-Z-12 型纸张象限秤)，其结构如图 1-1 所示，图 1-2 所示为其实物图。

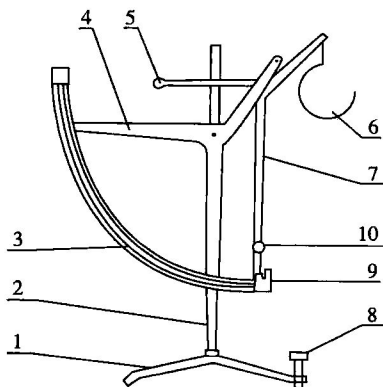


图 1-1 YQ-Z-12 型纸张象限秤的结构

1—底座；2—立柱；3—刻度盘；4—支架；5—平衡锤；
6—载物盘；7—象限杆；8—调整螺丝；9—指针；10—重锤

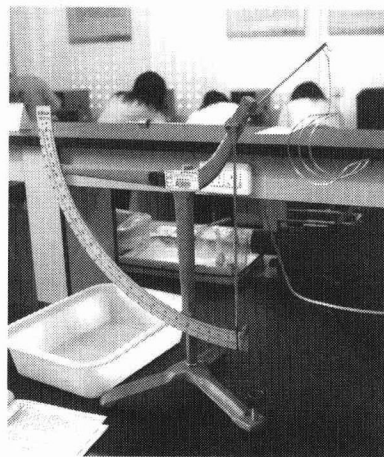


图 1-2 YQ-Z-12 型纸张象限秤实物图

(2) 精确度为 0.01g 的天平。

(3) 裁刀。

(4) 各种纸样。

三、实验原理

象限秤是由象限杆、载物盘、刻度盘支架、底座、立柱等组成，是一个简单的字盘秤，它采用了杠杆比率不变的第一杠杆系统。当在这稳定的平衡系统杠杆的一个臂上加一些负荷，杠杆系统必然倾斜某一角度，根据此角度的大小，就可以从事先根据杠

杆原理计算好的刻度盘上读取数值。

由于此杠杆系统的旋转角只用在象限内 (90°)，故称为象限秤。

四、实验方法

1. 仪器测试法——用象限秤

①调整仪器零点。用调整螺丝 8，调整好底座，使指针 9 对准零点。

②裁切标准纸样。在标准测试条件下，从每批要测试的纸样中抽出几张，顺着纸的横幅切成 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的试样 10 张或 $250\text{mm} \times 200\text{mm}$ 的试样 2 张待用。

③在象限秤上测试。把准备好的试样放入载物盘 6 中，待指针稳定后读取指针所指的数值，第一行刻度值即为该试样的定量 (g/m^2)，第二行刻度值为该试样的重量 (g)。

此试验需做三次，以算术平均值表示测定结果，并记录最大值和最小值。

2. 天平测定法

①从每张纸样上切取 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的试样，至少 5 张为一组，一并称量。宽度在 100mm 以下的盘纸应按卷盘全宽切取 5 条长 300mm 的纸条，一并称量，并应测量所称量纸条的长、短边边长，精确到 0.1mm ，然后计算面积。

②定量 W (g/m^2) 按下式计算。

$$W = \frac{g}{F}$$

式中 g ——试样总重量， g ；

F ——试样总面积， m^2 。

③取值。在每一包装单位中，取出三组试样分别测定，以所有测定值的算术平均值表示测定结果，并记录最大值和最小值。

五、注意事项

切纸取样时，要求平行度准确。尺寸要求精确到 0.25% 。仪器要防止撞击与振动，防止各部分螺钉松动。

六、小常识介绍

1. 平板纸令重的计算方法

令重是表示一令纸张 (500 张全开纸) 的总重量，以 kg 为单位。计算公式为：

$$Q = \frac{L \times B \times 500 \times W}{1000} = 0.5LBW$$

式中 Q ——令重， kg ；

L ——纸的长度， m ；

B ——纸的宽度， m ；

W ——纸的定量， g/m^2 。

2. 用纸量的计算方法

例：要计算一本书的正文及封面各用多少纸，可以根据页码、开本和印数来计算。

$$\text{正文用纸令数} = \frac{[(\text{页数} \times \text{印数}) / \text{开本}]}{1000}$$



$$\text{封面用纸令数} = \frac{\text{印数}}{\text{封面开本} \times 1000}$$

注意:这两种计算方法都没有考虑损耗。

七、思考题

影响测量结果准确性的因素有哪些?

实验二

纸张厚度测量及紧度计算

(GB/T 451.3—2002)

一、定义

厚度：在规定的面积和一定压力条件下，测定纸或纸板的两个表面之间的垂直距离，即为纸张的厚度，用 mm 表示。

紧度：纸张单位体积的重量，用 g/cm^3 表示。

二、实验仪器

采用 YQ-Z-11 型高精度电动厚度测定仪，其结构如图 1-3 所示，图 1-4 所示为电子纸张厚度测定仪的实物图。

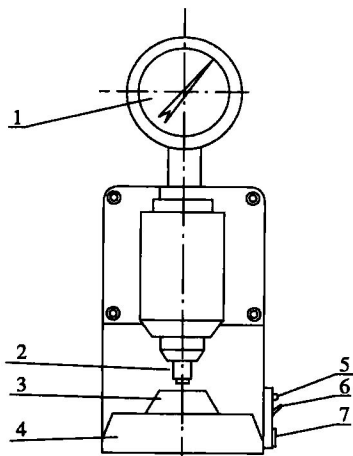


图 1-3 YQ-Z-11 型高精度电动厚度测定仪的结构

1—指示表盘或显示屏；2—测量头；3—量砣；
4—底座；5—指示灯；6—电源开关；7—启动钮



图 1-4 电子纸张厚度测定仪实物图

三、实验原理

厚度测定分为手动和电动两种操作方式。测量机构主要是由量砣 3、测量头 2 及指示表盘或显示屏 1 所组成。利用测量头 2（面积为定值）对位于它和量砣之间的纸施加



一定压力。由于纸夹在其中，有一定的距离，这距离传给厚度测定器的千分表测量杆，经过表头内齿轮传动机构或数字转换，使千分表盘上的指针顺时针方向进行转动，指示出纸的厚度或直接由数字显示。

四、实验步骤

1. 准备工作

①切取试样。在每一张纸样上切取 100mm × 100mm 的试样 5 张。

②处理试样。在标准条件下进行平衡处理。

③调整仪器零点。标准表上的指针要对准表盘上的“0”位置。调好之后，还要反复进行基调，使零点的误差在百分表上不得超过 0.005mm，在高精度的千分表上误差不得超过 0.0005mm。对于电子纸张厚度测定仪，只需按“zero”键进行调零。

④选择单位。按“unit”键，选择 m，inch，mm，μm 中的一种。

⑤对于电动的厚度测定仪，选择测量模式，即连续测量、单独测量、累加测量中的任一种，一般选择自动的厚度仪单独测量，可以通过显示屏直接显示结果。

2. 测量工作

①放入试样。手动测试时，要将测量头提起至少 1mm，电动测试是由仪器本身自动控制的。将试样插入测量头和量砧之间，同时离试样边缘至少 2cm。

②测量。将测量头轻轻降下与试样面接触，接触时间即试样受压时间至少保持 2s，不要多于 5s，立即从刻度盘上读取读数。读数精确到 0.005mm 或 0.0005mm。

③测量盘纸。测量宽度在 100mm 以下的盘纸时，应按全宽切取 5 条长 300mm 的纸条，在每条不同的位置上测量其厚度至少两处。

④全幅测量时，沿试样的整幅有规则地间隔测定 10 个点。

3. 取值

在每一包装单位中，取出三张纸样进行测定，以所有测定值的算术平均值表示测定结果。

五、计算结果

厚度小于 0.05mm 的纸，计算结果修约至 0.001mm。

厚度小于 0.2mm 的纸，计算结果修约至 0.005mm。

厚度大于 0.2mm 的纸，计算结果修约至 0.01mm。

六、紧度的测定

紧度由纸或纸板的定量及其厚度计算而得，单位为 g/cm³。

$$D = \frac{W}{T \times 1000}$$

式中 W——定量，g/m²；

T——厚度，mm；

D——紧度，g/cm³，有效数字取小数点后三位。

七、思考题

多张纸测定除以张数的厚度与单张厚度是否相同？为什么？

实验三

纸张印刷平滑度的测定

(GB/T 456—2002)

一、定义

印刷平滑度是指纸张在一定压力下的平整程度。

二、实验原理

采用 ZPD-10B 型无汞纸张平滑度测定仪，此仪器是根据空气泄漏法原理设计的，是在一定的真空度、一定的面积、一定的试验压力下，测定一定容积的空气通过试样和玻璃砧之间的接触表面所需的时间，用“s”表示。试样越平滑，它与玻璃砧接触就越紧密，空气通过的速度就越慢，需要的时间就越长。

三、实验仪器

1. 仪器结构

电子平滑度测定仪主要分为三部分，其结构如图 1-5 所示，图 1-6 所示为其实物图。

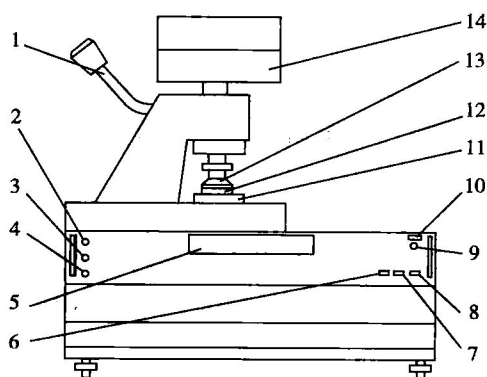


图 1-5 电子平滑度测定仪结构示意图

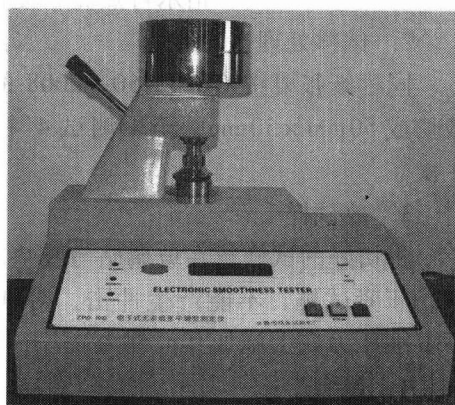


图 1-6 电子平滑度测定仪实物图

1—手柄；2、3、4—压力指示灯；5—数字显示器；6—操作按钮；

7—挡位按钮；8—电源开关；9—调零按钮；10—调零指示灯；

11—砧座；12—玻璃砧；13—砧盖；14—压力砧

①加力部分。主要由加力架、加力座、压力砧、压力轴、压轴、拨动块、手柄、砧



盖等组成。

②容积部分。主要由容积块、砧座、玻璃砧、电磁阀、真空泵气嘴等组成。

③电控部分。主要由信号源、控制器、传感器、放大器、计数译码器、恒流源、稳压源等组成。

2. 仪器要求

①真空系统容积： $\times 1$ 挡 (380 ± 1) mL；

$\times 10$ 挡 (38 ± 1) mL。

②试验面积： (10 ± 0.05) cm²。

③试样所受压力： (100 ± 2) kPa。

④试样工作区域压力：50.66 ~ 48.00kPa。

⑤胶垫要求。

厚度： (4 ± 0.2) mm；

平行度：0.05mm；

直径： ≥ 45 mm；

硬度： (45 ± 5) IRHD（国际橡胶硬度）；

复原弹性：至少 62%。

⑥计时器要求。

计时范围： $\times 1$ 9999.99s；

$\times 10$ 99999.9s。

计时精度： (1000 ± 1) s。

四、实验步骤

1. 开机

打开电源开关，指示灯点亮，使机器预热 30min。

2. 试样处理

同种纸张要按 GB/T 450—2008 的规定采集试样，并在标准温、湿度下进行处理，裁切成 50mm × 50mm，至少测试 4 个样品（要测一半正面，一半反面），每面只能测一次。

3. 放试样

将切好的试样放在玻璃砧与胶垫之间（注意：测试面应朝向玻璃砧），慢慢松开手柄，压紧试样，不能产生冲击，否则会影响试验结果。此时的压力为 100kPa（注意：不要在压力砧上施加其他外力）。

4. 操作

按动操作按钮 6，数字显示器 5 自动清零，真空泵开始工作。当容腔内与外界气压压差为 53.33kPa 时，三个指示灯依次点亮，真空泵停止工作。外界空气逐步进入容腔，使内外压差变小，当 50.66kPa 指示灯一灭，数字显示器开始同步计数；当 48.00kPa 指示灯一灭，计数同时停止，此时显示器上显示出的数值即是该纸样的平滑度值，单位为 s。

五、试验结果处理

(1) 不论采用“×1”还是“×10”挡位，显示器上所显示的数值均是该纸样的平滑度数值，不需要做任何计算。

(2) 对不少于2个试样进行测定，分别以正、反面所有测定值的算术平均值表示测定结果，并记录最大值和最小值。计算结果修约至1s。

(3) 平滑度两面差的计算

$$\Delta P (\%) = \frac{[P_{\text{大}} - P_{\text{小}}]}{P_{\text{大}}}$$

式中 $P_{\text{大}}$ ——平滑度较大测量值，s；

$P_{\text{小}}$ ——平滑度较小测量值，s。

六、注意事项

(1) 此仪器需放在清洁无尘的房间内，室内应保持恒温、恒湿，工作台要稳固、水平。

(2) 试验时，50.66kPa 指示灯必须点亮一分钟以上，否则数据不准。

七、思考题

(1) 为什么纸张每面只能测量一次？反复使用对测量结果有什么影响？

(2) 纸张平滑度仪有什么优缺点？

实验四

纸与纸板粗糙度的测定

(GB/T 2679.9—1993)

一、定义

纸张粗糙度是指纸面偏离理想参考平面或滚筒形参考表面的程度。

二、实验原理

采用空气泄漏法，在接近实际印刷的压力条件下，试样压在一个平的金属圆环和弹性衬垫之间，将测量环与纸面之间泄漏的空气流量换算成以 μm 表示的绝对单位的粗糙度值，可以直接预测出填充纸面凹坑所需的墨膜厚度。纸张粗糙度测定仪的测试原理如图 1-7 所示。

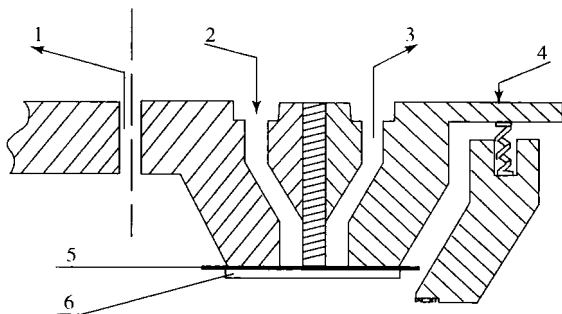


图 1-7 PPS 粗糙度测定仪的测试原理图

1—中心气孔；2—空气入口；3—空气出口；4—测量头背面；5—试样；6—衬垫

三、实验仪器

PPS 粗糙度测定仪由测量头、气动控制装置和测量板三大部分组成，结构如图 1-8 所示。图 1-9 所示为其实物图。

四、实验步骤

1. 选择衬垫类型

测试票据纸、证券纸、涂布凸版纸等用硬衬垫，其他常用纸都用软衬垫。

2. 安装

安装测量头和衬垫。

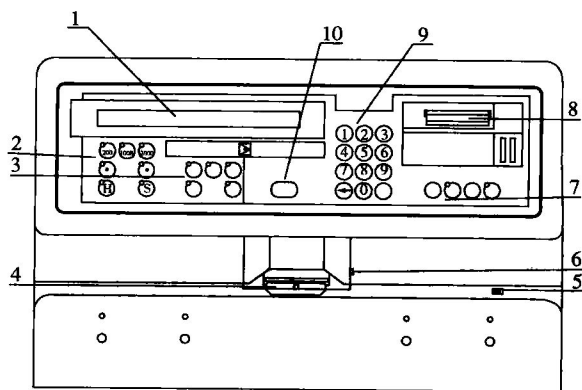


图 1-8 PPS 粗糙度测定仪外形结构示意图

1—显示屏；2—压力面板；3—调节压力控制面板；

4—测量头；5—进气控制钮；6—纸张传感器开关；

7—打印控制面板；8—打印机口；9—数字键；10—测试按钮

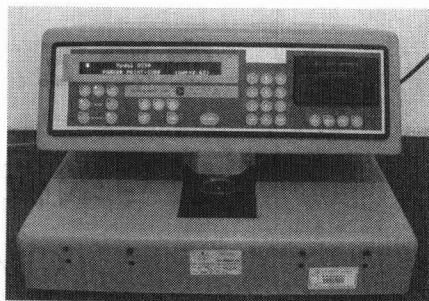


图 1-9 PPS 粗糙度测定仪实物图

3. 开机

打开仪器，预热 15min，调整仪器。首先打开空气压力泵，保证气压达到 300 ~ 600kPa。

4. 选择测试模式

①选择粗糙度测量。在压力面板区按下“R”键，该键绿灯亮，表示是粗糙度测定。再按下“S”键，LED 指示灯亮，表示选用软衬垫。

②选择压力。压力有“500kPa”、“1000kPa”、“2000kPa”三个挡。测试时，推荐凸印用纸采用压力为 2000kPa，胶版纸、铜版纸等推荐采用压力为 1000kPa。

③设置测量结果平均值。在打印控制面板上，按下“AVE”键，LED 灯亮后，按数字键“4”，这就表示一张样张测 4 个点取平均值。按下“ENT”键，设置完毕。

5. 测试

将样张依次插入测量头下方，纸样宽度要覆盖测量头底部。按下测量键“START”，挪动纸样，测量 4 处不同位置。完成 4 处测量后，按下“END”键，自动求出平均值，单位 μm 。

五、注意事项

- (1) 测量前确保测量头不漏气、表面干净，如有灰尘，用配备的软布擦拭。
- (2) 测量头每次用完放回原处。
- (3) 不要划伤、碰伤、撞伤测量头，否则会严重影响测量结果。

六、思考题

- (1) 同种纸张在不同压力下测量的 PPS 值是否相同？为什么？
- (2) 画出不同纸样的压力与 PPS 值关系曲线。