

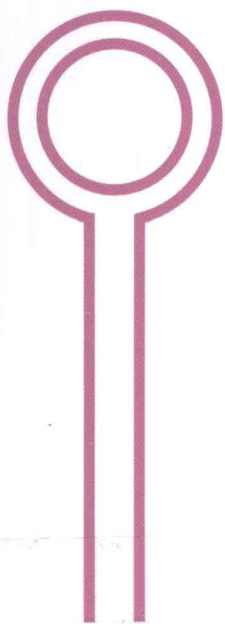
包装专业系列 实验指导书

主 编：陈景华

副主编：马 爽 郝发义 吕 剑 孙 平

主 审：刘 真

BAOZHUANG ZHUANYE XILIE
SHIYAN ZHIDAOSHU



印刷工业出版社

包装专业系列实验指导书

主 编：陈景华

副主编：马 爽 郝发义

吕 剑 孙 平

主 审：刘 真

印刷工业出版社

内容提要

本书在实验项目及实验内容上经过精选加工, 共分为六章内容: 第一章纸包装材料性能测试实验; 第二章塑料包装材料性能测试实验; 第三章纸包装结构与输出实验; 第四章包装工艺实验; 第五章包装件性能测试实验; 第六章印后加工实验。本书在内容上包括实验目的、实验材料、实验设备、实验原理、实验步骤和分析讨论等部分, 在内容上力争全面而又简洁。

本书可供相关院校包装工程专业学生的实验和实践课程教学使用, 也适合作为相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

包装专业系列实验指导书/陈景华主编. —北京: 印刷工业出版社, 2012.5

ISBN 978-7-5142-0442-1

I. 包… II. 陈… III. 包装印刷—高等学校—教材 IV. TS851

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第095867号

包装专业系列实验指导书

主 编: 陈景华

副 主 编: 马 爽 郝发义 吕 剑 孙 平

主 审: 刘 真

责任编辑: 张宇华

文字编辑: 刘淑婧

责任校对: 岳智勇

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)

网 址: www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店: [//pprint.taobao.com](http://pprint.taobao.com)

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: 160千字

印 张: 7.75

印 次: 2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

定 价: 25.00元

I S B N : 978-7-5142-0442-1

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

前 言

社会的迅猛发展，行业的不断提升对包装工程本科专业的教学提出了新的需求。为了满足新的教学需求，促进和提高相关专业的教学水平，并最终提高学生动手操作的能力，以及提高学生分析问题、解决问题的能力，实验教学环节在高等教育教学体系中越来越显现出其重要性，迫切需要相应的实验指导书来配合实践教学。本书包含了包装工程专业各门实验课程的内容，旨在通过系统的实验操作将理论知识学习和实践教学更好地结合起来，通过实验操作和实践教学的培养，夯实学生的专业理论基础并提高他们的创新能力。

根据上海理工大学包装工程专业理论教学和实践教学经验的积累，同时汲取了多个学校的实践教学经验，本书在实验项目及实验内容上经过缜密精选加工，共分为六章内容：第一章为纸包装材料性能实验，第二章为塑料包装材料性能实验，第三章为纸包装结构与输出实验，第四章为包装工艺实验，第五章为包装件性能实验，第六章为印后加工实验。在内容上包括实验目的、实验材料、实验设备、实验原理、实验步骤和分析讨论若干个部分，在内容上力争全面、简洁。

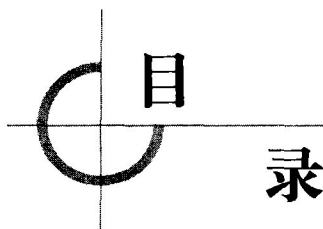
本书中第一章、第二章和第五章由陈景华、孙平编写，第三章由马爽编写，第四章由郝发义编写，第六章由吕剑编写。在编写过程中，刘真教授、王晓红教授和孔玲君副教授提出了诸多宝贵的意见，姜中敏老师和常旭东、顾文捷、汤玉红等同学为本书完成了部分图片修改和文字编辑工作，在此深表感谢。本书在编写过程中，同时得到诸多设备供应商的大力支持，在此也一并表示感谢。

本书可供相关院校包装工程专业学生的实验和实践课程教学使用，也适合作为相关专业师生的参考书。

由于编写水平有限，时间较紧，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2012 年 2 月



第一章 纸包装材料性能实验

实验一	纸张方向性判定	2
实验二	纸和纸板耐折度测试	4
实验三	纸和纸板撕裂度测试	7
实验四	纸张透气性能测试	9
实验五	纸和纸板耐破度测试	11
实验六	纸和纸板抗张强度测试	14
实验七	纸和纸板挺度测试	17
实验八	纸板压缩强度测试	20
实验九	纸板戳穿强度测试	25

第二章 塑料包装材料性能实验

实验一	塑料薄膜拉伸性能测试	28
实验二	塑料薄膜透气性能测试	33
实验三	塑料薄膜透湿性能测试	35
实验四	塑料薄膜密封性能测试	37
实验五	塑料薄膜热封性能测试	39

第三章 纸包装结构与输出实验

实验一	巧克力纸包装结构总体设计	42
实验二	利用 ArtiosCAD 软件绘制巧克力钻石型包装盒	45
实验三	利用 Adobe Illustrator 软件绘制巧克力三棱锥型包装盒	51



实验四	利用 AutoCAD 软件绘制巧克力礼品包装盒	56
实验五	利用 Kongsberg 打样机对折叠纸盒制作输出	61
实验六	结构设计文件格式转换过程	65

第四章 包装工艺实验

实验一	袋成型—充填—封口包装工艺综合实验	72
实验二	包装件捆扎工艺实验	74
实验三	热收缩包装工艺实验	76
实验四	贴体包装实验	79
实验五	真空包装工艺实验	82

第五章 包装件性能实验

实验一	瓦楞纸箱整箱抗压强度测试	85
实验二	运输包装件跌落冲击性能测试	88
实验三	运输包装件振动性能测试	90
实验四	瓶盖扭矩测试	92
实验五	金属罐体耐压性能测试	94

第六章 印后加工实验

实验一	覆膜工艺实验	97
实验二	上光工艺实验	100
实验三	烫金工艺实验	103
实验四	模切工艺实验	106
实验五	压纹工艺实验	112
实验六	印刷测试样张质量综合评价实验	115

参考文献



第一章

纸包装材料性能实验

- 实验一 纸张方向性判定
- 实验二 纸和纸板耐折度测试
- 实验三 纸和纸板撕裂度测试
- 实验四 纸张透气性能测试
- 实验五 纸和纸板耐破度测试
- 实验六 纸和纸板抗张强度测试
- 实验七 纸和纸板挺度测试
- 实验八 纸板压缩强度测试
- 实验九 纸板戳穿强度测试

实验一

纸张方向性判定

一、实验目的

1. 加深对纸张方向性概念的理解。
2. 了解纸张方向性的形成原因。
3. 了解纸张方向性对纸张性能的影响。
4. 掌握纸张方向性的测试方法。

二、实验材料

材料：各种纸张。

三、实验原理

纸张方向性也称为纸张丝缕性（图 1-1），是由纸张的形成过程所决定的。经制浆工艺得到的纸浆中的纤维最终要经网上脱水，浆料中的纤维在高速运转行进的网上顺着流动的方向排列起来，进入压榨部和干燥部，在张力作用下一边脱水一边干燥，而使纤维的排列更具有方向性，即成品纸具有明显的方向性。纸张方向性使纸张表现出各向异性，同一纸张，其挺度、抗张强度、伸长率等性能指标在纵向和横向的测定值不同。

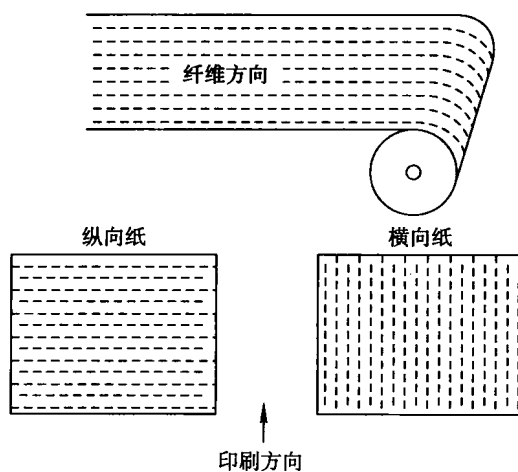


图 1-1 纸张方向性示意图

四、实验方法

1. 水中卷曲判定：将试样切成 50mm × 50mm 的正方形。将其放在水上，当纸张发生卷曲时，与卷曲轴平行的方向为纸张纵向，而与卷曲轴垂直的方向则为纸张横向。

2. 挺度判定：由于纸张具有一定的挺度（刚度），而且纸张纵向和横向差别很大，所以可以将纸张按互相垂直方向切取长 200mm、宽 15mm 的试样条，并标上方向。将相互垂直方向切取的两张试样条重叠，用手捏住一端，另一自由端则弯向左方或右方，如果两张纸条弯曲程度不同而且分开，则下面的纸条为横向纸，上面的纸条为纵向纸。如果两张纸条向另一面弯曲，两张纸条不分开，则上面的纸条为横向纸，下面的纸条为纵向纸。

五、分析与讨论

1. 什么是纸张方向性？纸张方向性的形成原因是什么？
2. 试分析纸张方向性如何影响纸张性能？

实验二

纸和纸板耐折度测试

一、实验目的

1. 加深对纸和纸板耐折度概念的理解。
2. 理解纸张内部纤维构成及纸张纵横向对纸张耐折度的影响。
3. 掌握纸张耐折度测定原理及方法。

二、实验材料及实验设备

1. 材料：厚度 $< 1\text{mm}$ 的纸张、纸板及其他片状材料，尺寸 $[L(\text{mm}) \times W(\text{mm})]$ ： $150\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。
2. 设备：ZZD-135A 型 MIT 耐折度测定仪（图 1-2）。

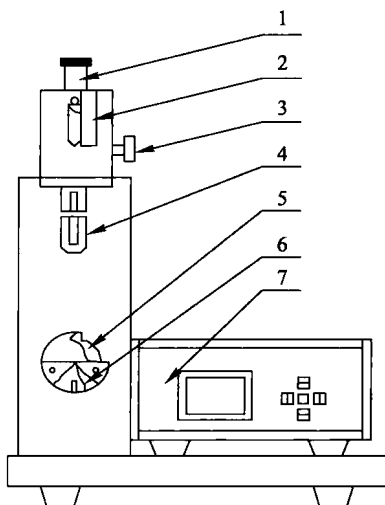


图 1-2 ZZD-135A 型 MIT 耐折度测定仪

1 - 张力杆；2 - 张力尺；3 - 制动螺钉；
4 - 上夹头；5 - 折头座；6 - 折叠头；7 - 电控箱

三、实验原理

纸张（纸板）耐折度是指纸张（纸板）受一定外力拉伸后，将其来回折叠使其断裂，以其往返折叠的次数表示纸张（纸板）耐折的性能。纸张（纸板）耐折度分纵向耐折度

和横向耐折度两种，通常纵向耐折度值比横向耐折度值大。ZZD-135A 型 MIT 测定仪是根据试样在特定条件下，往复折叠，并记录试样被折叠断裂时的折叠次数表征耐折度。

四、实验步骤

1. 试样按 GB 450《纸张与纸板平均试样的采取及检验前试样的处理方法》的规定，进行采取及处理。

2. 打开电源开关，仪器进入通电状态，显示屏显示开机信息 [图 1-3 (a)]，然后显示测量子菜单 [图 1-3 (b)]，预热 15min。

开机信息	欢迎使用 MIT 纸张 耐折度测定仪
------	--------------------------

(a) 显示屏信息

设置	测量	删除	打印
“测量”子菜单			
No. :			
本次值:			
平均值:			

(b) 测量菜单信息

图 1-3 屏幕信息

3. 根据被测量试样厚度选择合适的折叠头，并装在主机摆动轴的折叠座上。

4. 按下张力杆，设定弹簧张力，一般纸为 9.8N，纸板为 9.8~14.7N，并用制动螺钉锁定。

5. 将纸样上端垂直地夹紧在上夹块上，下端夹在折叠头的折叠块之间，然后松开张力杆制动螺钉，此时张力弹簧对试样施加张力，观察弹簧张力指针是否在所需的设定力的位置，如有位差需重新调整。

6. 如图 1-4 所示，通过“<”键、“>”键选择“设置”，按下“确定”键进入设置子菜单，通过“<”键、“>”键选择设置张力大小、纵横方向和耐折上限，再通过“V”、“^”键选择各个位置的选项。按下“确定”键后设置完成。退出设置子菜单，子菜单停留在测量菜单上。

设置	测量	删除	打印
“设置”子菜单			
张力选择: 9.8			
纵横选择: 横向			
耐折上限: 000000			

(a) “设置”子菜单 1

设置	测量	删除	打印
进入“设置”子菜单			
张力选择: 9.8			
纵横选择: 横向			
耐折上限: 000000			

(b) “设置”子菜单 2

设置	测量	删除	打印
设置“纵横”选择			
张力选择: 9.8			
纵横选择: 纵向			
耐折上限: 000000			

(c) “设置”子菜单 3

设置	测量	删除	打印
设置完成后			
张力选择: 9.8			
纵横选择: 纵向			
耐折上限: 000000			

(d) “设置”完成后信息

图 1-4 “设置”菜单

7. 按下“确定”键进入测量，屏幕上显示第几次测量并实时显示耐折的次数，折断纸样后或者达到耐折上限，电机返回到起始位置，显示平均值，如图 1-5 所示。夹好试样后按

“确定”键进入第二次试验，在做完一组试验（默认10个为一组）后，自动打印测试数据。

测量过程中欲退出测量，则按下“<”键或“>”键即可，退出后本次测量值无效。

	设置	测量	删除	打印
“测量” 子菜单	No. :			
	本次值:			
	平均值:			

(a) “测量”子菜单1

	设置	测量	删除	打印
进入 “测量” 子菜单	No. : 01			
	本次值: 000053			
	平均值: 000000			

(b) “测量”子菜单2

图 1-5 “测量”菜单

8. 测量过程中如果此次试验数据异常或无效需要删除，则应该按“<”键或“>”键停留在删除菜单上，按“确定”键进入删除子菜单，这时会出现一箭头指向所测量的序号，如图1-6所示，通过“^”键、“V”键可以选择删除第几次测量数据，按下“确定”键删除数据，删除数据后自动排序，并显示删除数据后的平均值。同时箭头标志消失。若不想删除数据欲退出此菜单，则按“<”键或“>”键均可返回到主菜单，箭头标志消失。

	设置	测量	删除	打印
“删除” 子菜单	No. : 05			
	本次值: 000126			
	平均值: 000130			

图 1-6 “删除”菜单

注：耐折度仪测定是以纸张往复折叠的双次数或以10为底的双折叠次数对数值表示。计算结果应将数值精确到两位小数，双折叠次数精确到整数位。

五、分析与讨论

1. 比较同种纸张纵向和横向的耐折度值大小，并分析其原因。
2. 分析同种同方向纸张在不同温湿度条件下测定的耐折度值大小。
3. 请举例分析纸张耐折性能在纸包装材料使用过程中的作用。

实验三

纸和纸板撕裂度测试

一、实验目的

1. 加深对纸和纸板撕裂度概念及其物理意义的理解。
2. 理解纸张内部纤维构成及其方向性对纸和纸板撕裂度的影响。
3. 掌握纸和纸板撕裂度测试原理和方法。

二、实验材料及实验设备

1. 材料：撕裂度在 0 ~ 1000N 之间的各种包装纸、书写纸、工业用纸及各种适当厚度的纸板。
2. 设备：ZSE - 1000 型纸张撕裂度测定仪（图 1 - 7）。

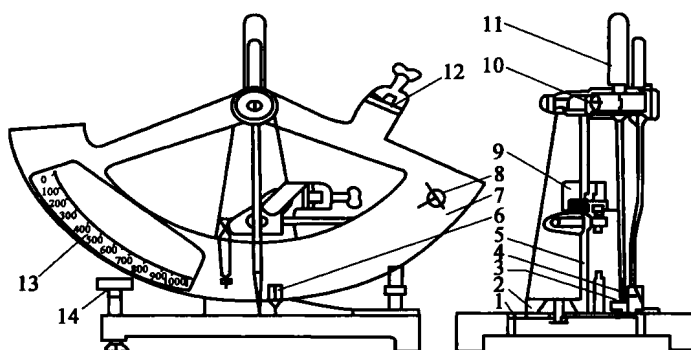


图 1 - 7 ZSE - 1000 型纸张撕裂度测定仪

- 1 - 基座；2 - 支架；3 - 摆锤限制器；4 - 指针限制器；5 - 指针；6 - 按钮；7 - 扇形体
8 - 刀杆；9、12 - 试样夹；10 - 摆支轴；11 - 把手；13 - 标尺；14 - 水平调节螺丝

三、实验原理

ZSE - 1000 型纸张撕裂度仪测定纸的内部撕裂阻抗或称撕裂度，仪器的工作原理是基于把被测试样撕裂一定的长度所消耗的功，在通常情况下是用 16 张纸互相重叠在一起进行撕裂试验。因此，将撕裂这些试样所消耗的总功除以撕裂试样的张数和撕裂距离的乘积，所得结果就是撕开一张试样所需要的力，以克数表示。仪器标尺和刻度就是按照撕裂试样为 16 张，撕裂距离为 86mm（试样撕裂长度为 43mm，撕裂距离为其 2 倍）的条件刻制的。



为了使试验结果和读数尽可能的精确,在撕裂以后,指针指在刻度标尺的 200 ~ 600mN 范围,因此对于较厚的纸或纸板,可以采用少于 16 张的试样重叠在一起试验,一般采用 8、4、2、1 张,按照所得试验结果,应用下式求出实际的撕裂度值:

$$a = \frac{sp}{n} \quad (1-1)$$

式中 a ——撕裂度, mN;

s ——在试验方向上的平均刻度读数;

p ——换算因数即刻度的设计层数, $p = 16$;

n ——同时撕裂试样的层数。

本仪器可用来试验包装纸、书写纸、照相纸、工业技术用纸及各适当厚度的纸板。

四、实验步骤

(一) 试样制备

试样应精确地按规定截取,长度为 76mm,宽度为 (63 ± 0.5) mm,把试样装在仪器上,用附在仪器上的切纸刀切开 20mm 的裂口,裂口的终端到试样另一边的长度为 (43 ± 0.5) mm。

(二) 测定过程

测定应该在经过校准的仪器上进行,仪器如图 1-7 所示。每次测定前,须先检查一下仪器安放是否水平,必要时可以拧动水平调节螺丝 14 调节水平,直到扇形体 7 上表示重心位置的刻线与在仪器基座上或限制器上的相应标记相吻合。此标记通常就取摆锤限制器 3 的左端面,扳动扇形体及其附属物升高到左面起撕位置,摆锤限制器 3 靠本身弹簧的弹力,顶住扇形体 7 的右面边缘,在试样夹 9、12 的夹口上插入试样,并拧紧夹口,抬起刀杆 8,将试样的下端切成一个 20mm 长的裂口,再把指针 5 拨到垂直位置,紧靠指针限制器 4,按下按钮 6 进行撕裂。当扇形体摆向原位时,用左手顺势平稳地将它接住并记下读数。为使测定时读数能介于 200 ~ 600mN 之间需要有足够的张数叠加在一起撕裂,记下一起撕裂的试样的张数(可用 1 ~ 16 张)并按前述公式计算每次测定的撕裂度值,分别在试样的两个主方向(纵向和横向)上的测定不得少于 5 次。

注:实验数据以撕裂一张试样所需力的毫牛数来表示,因为读数标尺被制成实际撕裂力的 1/16,所以应将测得的平均数乘以 16 再除以一起撕裂的试样张数。记下试样纵横两个方向上测定结果的平均值。

五、分析与讨论

1. 比较同种纸张纵向和横向的撕裂度大小,并分析其原因。
2. 比较不同种类相同方向(纵向或横向)的纸张撕裂度大小,并分析其原因。
3. 请举例分析纸张撕裂度在纸包装材料使用过程中的作用。
4. 简述纸张撕裂度测试原理。

实验四

纸张透气性能测试

一、实验目的

1. 加深对纸张透气性概念及其在纸包装材料中作用意义的理解。
2. 了解纸张透气性原理及测试方法。

二、实验材料及实验设备

1. 材料：透气性能在 $0 \sim 1000 \text{ mL/min}$ 范围内的各种纸张 ($60 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$)。
2. 设备：ZQX-1000 型纸张透气度测试仪 (图 1-8)。

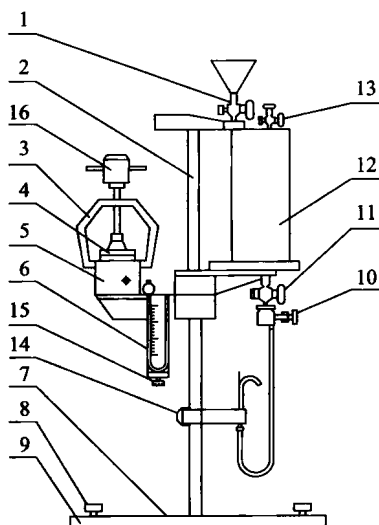


图 1-8 ZQX-1000 型纸张透气度测试仪

1 - 加水阀门; 2 - 固定支柱; 3 - 支架; 4 - 夹环; 5 - 空气盒; 6 - 压力计; 7 - 水准器; 8 - 支足螺钉;
9 - 底座; 10 - 调节阀门; 11 - 溢水阀门; 12 - 容器; 13 - 透气阀门; 14 - 锁紧螺钉; 15 - 螺钉; 16 - 加压螺钉

三、实验原理

许多技术用纸, 如水泥袋纸、纸袋纸、卷烟纸、电缆纸、拷贝纸及工业滤纸等, 都需要测定其透气度的大小。ZQX-1000 型纸张透气度测试仪的工作原理: 在试验过程中转动加压螺钉, 使纸样紧压在纸样夹环与空气盒之间, 空气盒和压力计与插入容器水面以下的

排气管相通,开启溢水阀门、针形阀门,容器内的水流入量筒,使容器上部产生真空,空气透过纸页出入空气盒,再经由排气管进入容器的真空部分,单位时间内流出的水量的体积等于通过纸样的空气体积,即为透气度。

四、实验步骤

1. 关闭溢水阀门和调节阀门。
2. 开启加水阀门和透气阀门。
3. 将蒸馏水从带漏斗的加水阀门注满容器。
4. 向压力计(U型玻璃管)内加蒸馏水,至两侧水平面到达刻尺上的零位为止,再旋螺钉使刻尺零位对准水平面。
5. 关闭加水阀门和透气阀门。
6. 将试样夹紧于纸样夹环与空气盒之间。
7. 在溢水管口下方放置量筒。
8. 开启溢水阀门,并转动调节阀门,将真空度调至 $100\text{mmH}_2\text{O}$ (或 $50\text{mmH}_2\text{O}$),如不能达到目的,则可松开锁紧螺钉升降溢水管,一直到真空度达到 $100\text{mmH}_2\text{O}$ 或 $50\text{mmH}_2\text{O}$,稳定之后再锁住锁紧螺钉。
9. 开启秒表,1min 量筒内积得的水量,便为该纸的透气度。

五、分析与讨论

1. 影响纸张透气性能的因素有哪些?
2. 试分析纸张透气性能过大或过小对内包装产品的影响。
3. 简述纸张透气性能的测试原理。

实验五

纸和纸板耐破度测试

一、实验目的

1. 加深对纸张耐破度概念及其物理意义的理解。
2. 掌握纸张耐破度测试原理及方法。

二、实验材料及实验设备

1. 材料：耐破度值在 70 ~ 1600kPa 范围内的各种纸张和纸板。
2. 设备：ZDNP-1 型电子式耐破度测定仪（图 1-9）。

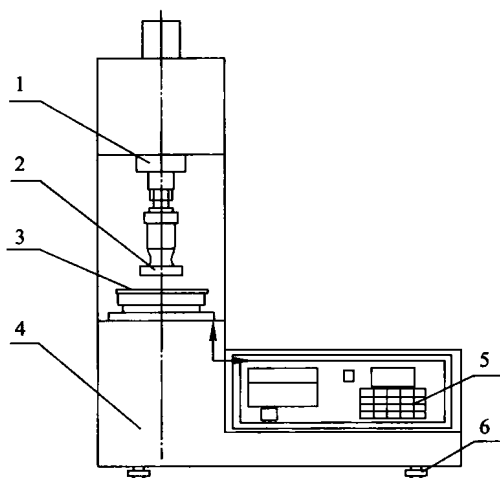


图 1-9 ZDNP-1 型耐破度仪

1 - 传感器；2 - 上压环；3 - 下压环；
4 - 主机；5 - 操作面板；6 - 调平螺钉

三、实验原理

耐破度指纸张在单位面积上能承受的均匀增大的最大压力（N）。当纸张承受垂直于其表面的压力时，就会开始变形，随着压力的增大，变形也相应增大，直至其破裂，此时最大压力就是耐破度，属于纸张的静态强度。

ZDNP-1 型耐破度仪采用以单片机为核心的测控手段，实现检测、控制及数据处理的全部数字化和微机化；依据液压递增原理测定纸张耐破度。试样的夹紧是通过气压实现，