

烟用纸张透气度检测技术

吴晓松 刘勇 张龙 王安

(中国科学院环境光学与技术重点实验室; 中国科学院安徽光学精密机械研究所, 安徽合肥, 230031)



作者简介: 吴晓松先生, 硕士, 助理研究员; 主要从事纸张及织物透气性检测技术的研究与应用工作。

透气度是烟用纸张(卷烟纸、水松纸、成形纸)、滤纸、水果套袋纸等特种纸张的一项重要物理指标, 在一些产品的研究开发和质量控制中, 需要对纸张的透气度进行精确测量。面对激烈的市场竞争, 相关企业需要先进的纸张透气度检测技术和设备以提高产品质量和检测效率。纸张透气度检测技术和设备的重要性越来越受到各特种纸制造企业和使用企业的关注, 特别是在烟草行业中, 为了降焦减害的同时保持卷烟口感的稳定性, 必须对烟用纸张的透气度进行严格的检测控制。烟用纸张生产企业为了提高在线产品质量和增强产品竞争力, 促进了在线式纸张透气度检测技术的发展和應用。因此, 烟用纸张透气度检测技术在近些年得到了较快的发展和进步。

1 透气度

1.1 定义

透气度的物理意义是: 在一定的压差下, 透过单位面积的待测纸样的平均空气流量。

烟用纸张对透气度的要求相对较高, 标准 ISO 2965 就是针对卷烟纸、成形纸、接装纸及具有定向透气带材料的透气度测定而制定的国际标准。中国烟草标准化研究中心引用国际标准 ISO 2965: 1997, 制定颁布了烟草行业标准 YC/T172—2002。按照标准的定义, 透气度是在 1.00 kPa 测量压力下, 通过 1 cm² 的被测样品表面的空气流量(cm³/min)^[1]:

$$P = \frac{Q}{S \times \Delta P}$$

摘要: 介绍了有关纸张透气度的基本概念和检测方法, 对国内外离线式和在线式的烟用纸张透气度检测技术和设备进行了分析与比较。

关键词: 透气度; 纸张透气度; 卷烟纸; 水松纸; 成形纸

中图分类号: TS61.2

文献标识码: B

文章编号: 0254-508X(2005)11-0034-04

其中: P ——透气度, cm³/(min·cm²·kPa), 用 CU 表示
 Q ——通过试样的气体流量, cm³/min
 S ——被测试的试样表面积, cm²
 ΔP ——试样两表面之间的压力差, kPa

1.2 烟用纸张透气度检测的意义

卷烟燃烧产生的烟气中含有焦油、尼古丁等对健康有害的物质。为了降低其危害, 可以选用具有一定透气度的卷烟纸以稀释和减少吸入人体的烟气^[2-3]。

自 20 世纪 70 年代以来, 卷烟降焦已是全球性的大趋势。烟草科研人员发现使用高透气度卷烟纸有助于研制出低焦油含量的卷烟, 较高的卷烟纸自然透气度可以提高卷烟烟支的静止燃烧速率, 因为燃烧过程中有更多的空气加入, 加快了燃烧速度。烟支静止燃烧越快, 每次抽吸之间燃烧掉的烟段也越长, 这样就减少了每支烟的抽吸口数^[4]; 另外, 打孔水松纸的应用也可以达到降焦的目的, 因为打孔纸可以稀释每口抽吸时的主流烟气, 从而降低烟气中的焦油含量、烟碱含量等。考虑到不同类型卷烟烟气成分的一致性以及口感的稳定性, 需要对卷烟用紙的透气度进行比较严格的控制。

图 1 是低焦油烟支构造图, 从中可以看出低焦油

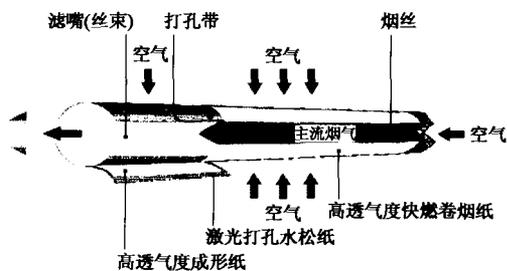


图 1 低焦油烟支构造图

收稿日期: 2005-04-21(修改稿)

的卷烟烟支需要用到高透气度成形纸、激光打孔水松纸和高透气度卷烟盘纸等卷烟用纸。因此, 烟用纸张的透气度是制造优质卷烟的重要物理指标之一。先进的纸张透气度检测技术为卷烟企业和造纸企业保证产品质量和提高生产效率提供了技术保障。

2 烟用纸张透气度的检测方法

2.1 符合烟草行业标准的烟用纸张透气度检测方法

ISO 2965 标准规定了一种测定透气度的方法, 适用于透气度测量值在 1.00 kPa 压差条件下超过 $10 \text{ cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ 的卷烟纸、成形纸、接装纸, 包括具有定向透气带的材料。符合此标准透气度测量仪的透气度测量范围较宽, 覆盖的纸种较多。

其测定原理为: 在一定压力作用下, 将被测样品夹持于合适的测量位置, 测量通过被测试样表面的空气总流量。此气流产生的方式有 2 种: 正压或负压, 即抽吸式或充气式。其中, 采用抽吸式检测方法的设备有: 德国 BORGWALDT 公司的 A10 型透气度仪和瑞士 TEXTEST 公司的 FX3310 型透气度仪; 采用充气式检测方法的设备有: 中科院安徽光机所的 TQY 系列透气度仪、法国 SODIM 公司的 D23 型透气度仪、英国 FILTRONA 公司的 PPM 系列透气度仪。

随着透气度检测技术的不断发展, 此类透气度仪的自动检测能力逐步增强, 减小了误差, 提高了检测效率。

2.2 可用于烟用纸张透气度检测的其他方法

全国造纸工业标准化技术委员会参照国际标准 ISO 5636, 规定了纸和纸板透气度(中等范围)的测定方法, 包括: 肖伯尔法、本特生法、葛尔莱法等。这些方法的透气度仪, 适于中等范围透气度纸和纸板的测定, 而卷烟所用盘纸的透气度一般在 20~90 CU 之间, 透气度在中等范围之内, 所以增加专用测头可对卷烟盘纸的透气度进行检测。

其中: 肖伯尔法适用于透气度在 $(1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^2) \mu\text{m}/(\text{Pa} \cdot \text{s})$ 之间的纸和纸板测定^[5]。在真空度为 1.00 kPa 的压差下进行测定。通过人工关小排水阀而保持纸样两面的压差稳定在 1.00 kPa。在规定的时间内, 测定透过纸两面的气流量, 并按此计算透气度。

本特生法适用于透气度在 $(0.35 \sim 15) \mu\text{m}/(\text{Pa} \cdot \text{s})$ 之间的纸和纸板测定^[6]。在高于大气压的压差(1.47 kPa)下进行测定。将试样夹在密封胶垫和已知直径的环形平面之间, 使试样一面的绝对空气压力与大气压相等, 在试验期间两边的压差很小, 但相当稳定, 在规定的时间内, 测定透过测试区的空气流量, 并按此

计算透气度。

葛尔莱法适用于透气度在 $(0.1 \sim 100) \mu\text{m}/(\text{Pa} \cdot \text{s})$ 之间的纸和纸板测定^[7]。用浮动在液体上的垂直竖立圆筒的自身重力压缩筒内空气, 使压缩空气与试样接触。随着空气通过试样, 圆筒平稳下落。测量一定体积的空气通过试样所需的时间, 并按此计算透气度。

上述检测方法的透气度仪原理简单, 但是操作繁琐、人为误差较大、仪器的精度较低, 而且其透气度单位需要转换才能与国际标准单位(CU)一致, 如今已较少用于烟用纸张的检测。

3 烟用纸张透气度检测技术

3.1 离线式透气度检测技术

20 世纪 80 年代初, 国外仪器开始进入了国内市场, 最早进入国内的是英国 Filtrona 公司的 PPM100 型透气度测量仪和具有自动检测功能的 PPM300 型透气度测量仪。这 2 种仪器能够直接显示和打印纸张透气度的测量结果, 但因单元技术过时, 现在已逐渐退出市场。

近年来, 法国 Sodim 公司生产的 D23 型透气度测量仪和德国 Borgwaldt 公司生产的 A10 型透气度测量仪进入国内市场。这 2 种仪器的自动化程度较高, 具有自动调节压力和自动进纸连续测量的功能, 降低了人为的操作误差和故障率, 测量精度也相对较高, 但价格昂贵。

中国科学院安徽光学精密机械研究所是国内唯一研制生产纸张透气度高档检测设备的机构, 多年来一直跟踪研究国内外纸张透气度检测的先进技术。1990 年研制成功 TQY-II 型透气度测量仪, 2002 年研制成功 TQY-III 型透气度自动测量仪。它采用了当前先进的电子技术和气动技术, 具有自动调节压力和自动进纸连续测量等功能^[8], 有良好的中文交互界面, 测量精度得到了很大提高。TQY-III 型透气度自动测量仪、D23 型透气度测量仪、A10 型透气度测量仪的性能基本接近, 同属于第 2 代纸张透气度检测设备。

通过对国内外离线式透气度检测仪进行研究比较, 其测量基本原理如图 2 所示, 即采用压差法检测纸张透气度^[9]。压差法是基于流体流动的节流原理, 即利用流体流经节流装置时所产生的压差测定流量, 然后根据流量计算出纸张的透气度。气流方向代表的是使用不同的压差产生方式, 即抽吸式和充气式。

为了研究纸张透气度测量仪器中节流装置的层流效果以及仪器测试精度的对比, 笔者对 TQY-III 型、PPM100 型、D23 型 3 种仪器进行了对比测试实验。

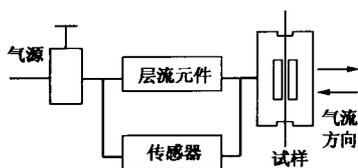


图2 透气度仪的测量原理图

选取 18 个标准流量膜盘，分别在 3 种透气度测量仪上测量。测量前先对每台仪器进行预热和校准，然后对每个膜盘分别测量 5 次取平均值，结果见表 1。对表 1 中每个膜盘在 3 种仪器上的测量值进行统计分析，结果表明，同一膜盘所测数据相对于平均值的偏差均 $\leq 2.7\%$ 。可见，离线式透气度检测技术有较高的测量准确度。

表 1 对比测量结果

CU

膜 盘	仪 器		
	TQY-III	PPM100	D23
1	17.1	17.5	18.0
2	26.0	26.4	26.5
3	28.3	28.2	28.8
4	40.3	39.5	39.0
5	46.1	45.7	46.5
6	55.2	54.9	54.1
7	65.1	64.3	65.5
8	79.4	77.8	77.7
9	93.9	92.6	94.6
10	112.8	110.0	112.4
11	143.6	140.0	142.1
12	163.8	163.0	165.1
13	191.5	188.5	191.1
14	248.0	247.0	250.4
15	289.4	284.0	289.0
16	816.3	800.0	814.8
17	1135.4	1123.0	1145.0
18	1617.7	1588.0	1633.0

目前几种测量仪的校准器具各不相同，TQY-III 型和 PPM100 型透气度测量仪采用的是标准流量膜盘，D23 型透气度测量仪采用的是标准流量板孔，A10 型透气度测量仪采用的是标准流量膜棒。校准器具不统一，造成各种测量仪之间存在一定的系统误差，时常给用户带来纠纷，这是必须解决的问题。

3.2 在线式透气度检测技术

3.2.1 应用于纸机的纸张透气度在线检测

国内造纸企业一般采用抽检的方式对纸张产品的透气度进行检验，在检验室里使用离线式透气度检测仪器进行测定。人工取样检测浪费人力、物力，不能满足高速纸机对纸张透气度的在线快速实时检测和反馈控制的要求。

芬兰 Avatron 公司经过近 10 年的研究，研制出一种透气度在线检测仪，将其安装在纸机上可连续测定纸张的透气度。这种装置的原理是靠与纸表面产生的 1.00 kPa 低压差实现测量，测定已知空气体积在此恒定压差下通过纸张的时间，并将通过的时间转化成透气度^[10]。此装置能够实时检测生产过程中纸张的透气度，并在人机界面上以图形和数值的方式显示，从而为操作人员提供实时的透气度参数，以便快速做出反应，及时调节有关工艺参数以消除在生产过程中引起透气度变化的因素，从而保证透气度在纸张生产过程中的稳定，保证产品质量。

可以预计，在线式纸张透气度检测技术将朝着更加智能化方向发展：造纸设备在生产过程中能实时检测纸张透气度，并根据预先设定的透气度指标快速调节各项工艺参数，从而使纸张透气度具有良好的均一性，测量和调节过程无需人员干预，可极大地提高生产效率和产品质量。

3.2.2 水松纸激光打孔设备中纸张透气度在线检测

激光打孔水松纸是利用高密度、短脉冲激光照射到水松纸表面，激光的能量使水松纸材料蒸发而形成微孔。目前大多数激光打孔水松纸生产企业使用离线式纸张透气度检测设备，采用抽检方式检测，其生产效率较低、产品质量的稳定性不高。激光打孔水松纸透气度的在线检测技术，可以实时检测高速复盘水松纸的透气度，据此控制激光打孔的频率，从而保证水松纸透气度的均一性。

激光打孔水松纸透气度在线检测技术，一般是采用光电测量系统对其透气度进行检测。检测系统采用稳定性好的光源直接照射在高速复盘的打孔水松纸上；打孔水松纸的另一面设有光电传感头，光源与光电传感头作同步运动（光束的有效面积足以覆盖单个检测区域）；在水松纸移动的过程中，光线透过纸页上的孔聚焦在光电传感头上，将光信号转变成了电信号，再经过 A/D 转换后送计算机进行处理。计算机根据预先设定的透气度来控制激光的出光频率，实现对打孔水松纸透气度的控制。水松纸的透气度与电信号之间的对应关系，必须采用离线式透气度检测仪进行标定^[11]。激光打孔水松纸透气度在线检测系统的动态检测过程复杂，干扰因素多，影响光电传感部分的测量精度，其测量误差较大。今后的研究重点是应用图像处理技术建立光信号与透气度之间有效的数学模型，研制高灵敏度的光电探测器，分析和消除环境干扰因素，以提高透气度的测量精度。

4 小结

透气度是烟用纸张重要的技术指标之一,它直接影响卷烟产品的特性和质量,所以烟用纸张透气度的精密检测至关重要。

目前,离线式透气度检测技术的测量精度高于在线式透气度检测技术;离线式透气度检测技术已趋于成熟,有些离线式透气度检测设备的自动化程度很高,已能完全满足烟草行业的技术开发和质量监督的要求。

而卷烟纸生产企业迫切需要高精度、智能化的在线式纸张透气度检测技术,用以提高纸张产品透气度的稳定性和生产效率。在线透气度检测技术的发展需要解决的问题:

(1) 为了进行快速的反馈控制,需要对高速移动纸张的连续高频采样技术进行研究;

(2) 进一步研究环境的温度、湿度及与高速运行纸张测量头的磨损等因素对测量精度的影响;

(3) 提高在线透气度检测设备的测量精度,需要对纸样采集单元部件和信号处理技术做深入的研究。

参 考 文 献

- [1] YC/T 172-2002/ISO2965:1997 卷烟纸、成形纸、接装纸及具有定向透气带的材料-透气度的测定[S].北京:中国标准出版社出版,2002
- [2] 王广海.浅谈卷烟纸的透气度[J].浙江造纸,1992(4):14
- [3] 邵力军.提高卷烟纸的自然透气度有助于降低焦油摄入量[J].浙江造纸,1992(3):62
- [4] 吴殿信,王兵,刘朝贤,等.卷烟降焦技术方法[J].烟草科技,1999(1):8
- [5] GB/T 458-2002 纸和纸板-透气度的测定(中等范围)第2部分:肖伯尔法[S].北京:中国标准出版社出版,2002
- [6] GB/T 2679.13-1996 纸和纸板-透气度的测定(中等范围)第3部分:本特生法[S].北京:中国标准出版社出版,1997
- [7] GB/T 5402-2003 纸和纸板-透气度的测定(中等范围)第5部分:葛尔莱法[S].北京:中国标准出版社出版,2004
- [8] 刘勇,王安,沈忠.新型纸张透气度自动测量仪的研制[J].烟草科技,2003(12):14
- [9] 王安,孙亦农,刘勇,等.气体动力学原理在流量测量中的应用[J].仪器仪表学报,1998,19(1):99
- [10] 刘月明.在线透气度测量的尝试[J].浙江造纸,2002(1):57
- [11] 郭丽.水松纸透气度在线检测系统研究[D].昆明:昆明理工大学,2002

Measuring Technique of Cigarette Paper Permeability

WU Xiao-song* LIU Yong ZHANG Long WANG An

(Key Lab of Environmental Optics & Technology, Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui Province, 230031)

* E-mail: wxs@aiofm.ac.cn

Abstract: The air permeability is an important physical index of cigarette paper. Accurate measurement of paper permeability is increasingly necessary in research and quality assurance. Facing the serious market competition, the enterprise needs the advanced technique and instrument that can accurately measure the permeability of paper to upgrade the quality of product and the efficiency of measurement. The basic concept and measuring methods of paper permeability are introduced in this paper. The measuring techniques of air permeability, off-line and on-line, at home and abroad, are analyzed and compared.

Key words: air permeability; paper permeability; cigarette paper; tipping paper; filter plug wrap

CPP

(责任编辑:孙晓平)

· 消息 ·

山东华金集团吉林华金纸业“治污及浆纸平衡工程”开工建设

近日,为提高山东华金集团有限公司吉林华金纸业的制浆能力、减少环境污染、实现达标排放,集团公司决定在吉林华金纸业有限公司投资建设“治污及浆纸平衡工程”,该工程总投资1.5亿元,建筑面积1.4万m²,占地1.83hm²,由中国轻工业武汉设计工程有限公司设计,主要由以下几个工段组成:治污(碱回收)部分的燃烧工段、蒸发工段、苛化工段和烟卤;浆纸部分的备料工段、蒸煮、洗筛、漂白工段。本工程计划于2006年5月30日完成主体,达到设备

安装条件,预计2006年底投产运行。

“治污及浆纸平衡工程”的建设,能够最大程度地提高纸浆的生产能力和质量,合理利用碱回收燃烧炉产生的蒸汽进行发电,可以满足部分生产用电,治污工程通过碱回收对污水进行处理,不仅可以回收部分烧碱供生产再使用,还可使处理后的水排放到厂区东南约22km的芦苇田形成湿地,最终形成生产源-生产环境有机的生态环,实现经济效益、环境效益的双赢。

(刘峰 郝永恒)