

湿度对烟包条盒纸动摩擦因数和油墨耐磨度的影响

刘丹¹, 张宇^{2a,2b}, 方细玲¹, 朱勇^{2a,2b}, 王志伟^{2a,2b}

(1. 广东中烟工业有限责任公司, 广州 510000;

2. 暨南大学 a. 包装工程研究所; b 广东普通高校产品包装与物流重点实验室, 珠海 519070)

摘要: **目的** 研究湿度对烟包条盒纸动摩擦因数和油墨耐磨度的影响。**方法** 实验测试4种烟包条盒纸试样动摩擦因数和油墨耐磨度。**结果** 随着湿度的增加,4种条盒纸的动摩擦因数均增大,相对湿度为70%时的动摩擦因数比相对湿度为50%的动摩擦因数高34.6%。条盒纸试样的油墨耐磨度受摩擦面的影响十分明显,湿度对摩擦纸上条盒纸的油墨耐磨度影响也十分明显。转移纸油墨耐磨度数据稳定,油墨耐磨性好,对摩擦材料和湿度不敏感。**结论** 研究结果对条盒纸的贮存和上机适应性具有指导价值。

关键词: 条盒纸; 湿度; 动摩擦因数; 油墨耐磨度

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)01-0042-04

Influence of Humidity on Dynamic Friction Coefficient and Ink Abradability of Cigarette Carton Paper

LIU Dan¹, ZHANG Yu^{2a,2b}, FANG Xi-ling¹, ZHU Yong^{2a,2b}, WANG Zhi-wei^{2a,2b}

(1. China Tobacco Guangdong Industrial Co., Ltd., Guangzhou 510000, China;

2. Jinan University, a. Packaging Engineering Institute, b. Key Laboratory of Product Packaging and Logistics of Guangdong Higher Education Institutes, Zhuhai 519070, China)

ABSTRACT: **Objective** To investigate the influences of humidity on dynamic friction coefficient and ink abrasability. **Methods** The dynamic friction and ink abrasability tests were conducted on four types of cigarette carton papers. **Results** The dynamic friction coefficients of four types of cigarette carton papers increased with increasing the humidity. The dynamic friction coefficient under 70% relative humidity was 34.6% higher than that under 50% relative humidity. The friction surface had a significant influence on dynamic friction coefficient of cigarette carton paper, and humidity on ink abrasability. The shift carton paper had excellent ink abrasability, which was little sensitive to friction material and humidity. **Conclusion** The results obtained in this paper have a direct value to the storage and machine adaptability of cigarette carton paper.

KEY WORDS: cigarette carton paper; humidity; dynamic friction coefficient; ink abrasability

烟包条盒纸在生产线上的运动靠动摩擦力的作用,动摩擦因数的大小将影响卷烟包装的速度。当动摩擦因数偏大时,会导致卡纸现象;动摩擦因数偏小,会导致打滑、偏斜、错位等现象^[1]。条盒纸的油墨耐

磨度是考核烟包质量的重要指标,油墨耐磨度过低会导致烟包在高速包装机上出现划痕、掉色等现象^[2]。环境湿度对纸质包装材料的物理特性具有重要影响,许多研究者研究了湿度对各类包装纸制品力学性能

收稿日期: 2013-09-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(50775100); 广东中烟工业有限责任公司科技项目(05XM-QK[2010]023, 05XM-QK[2011]001)

作者简介: 刘丹(1982—), 女, 河北人, 博士, 广东中烟工业有限责任公司技术中心工程师, 主要研究方向为卷烟包装材料。

通讯作者: 王志伟(1963—), 男, 江苏无锡人, 暨南大学教授、博士生导师, 主要研究方向为包装工程、机械设计及理论、复合材料与结构。

的影响^[3-14],可是在湿度对纸制品动摩擦因数和油墨耐磨度的影响方面的研究甚少。

文中通过实验研究了湿度对条盒纸动摩擦因数和油墨耐磨度的影响,实验结果对条盒纸的贮存和上机适应性具有指导价值。

1 测试方法

1.1 动摩擦因数

试验原理参照 GB/T 22895—2008 纸和纸板——静态和动态摩擦因数的测定——平面法^[15],采用数显式动摩擦试验机,测定使试样表面相对移动所需的动摩擦力 F_d ,除以滑块的重量 G ,即得动摩擦因数。

试验装置:数显式动摩擦试验机,水平试验平台清洁钢板。滑块质量为 200 g,滑块尺寸为 63 mm×63 mm。试样相对摩擦速度为 (100 ± 10) mm/min,行程约为 60 mm。

试验步骤如下所述。

- 1) 按照仪器操作规程调整和校准仪器。
- 2) 将烟用内衬纸试样的正面向下,包住滑块,使试样纵向与滑块纵向保持一致。
- 3) 将固定有试样的滑块无冲击地放在试验台上,并将滑块连接到负荷传感器的臂上(注意:当连接上滑块时,不能对负荷传感器施加预负压),使试样的试验方向与滑块运动方向平行。
- 4) 试样接触平台保持 15 s,启动驱动机构使试样移动。
- 5) 试样以 (100 ± 10) mm/min 的速度移动 60 mm 内的力的平均值为动摩擦力。
- 6) 重复以上步骤,进行各组试样的测试。

试验结果:按式(1)计算动摩擦因数,结果以 5 组试样的算术平均值表示,取 2 位有效数字。

$$U_d = \frac{F_d}{G} \quad (1)$$

式中: U_d 为动摩擦因数; F_d 为动摩擦力,N; G 为滑块重量,N。

1.2 油墨耐磨度

试验原理:用反射密度计测定试样在一定条件下摩擦前后的密度比值,得到油墨耐磨度。

试验装置:反射密度计、油墨脱色试验机(包括摩擦台、压条、荷重铁块)。

试验条件:摩擦材料采用铁皮和纸。摩擦纸采用 80 g/m² 的清洁打印纸,宽度为 50 mm。荷重为 (20 ± 0.2) N,摩擦次数为 (43 ± 2) 次/分,行程约为 60 mm。

试验步骤如下所述。

- 1) 用反射密度计测定试样待磨墨层的彩色密度,测 3 点取平均值。
 - 2) 将摩擦铁皮或摩擦纸正面向上固定在摩擦台上。
 - 3) 将一定尺寸的试样固定在摩擦体(荷重铁块)上,试样面积应略大于摩擦体所摩擦的面积。
 - 4) 开启摩擦试验机往返摩擦 (43 ± 2) 次/分,停机取下试样,并取下摩擦纸,更换新的摩擦纸。
 - 5) 用反射密度计测定试样上 3 点的彩色密度,取平均值。此 3 点与摩擦前测定的 3 点为同一位置点。
 - 6) 重复以上实验步骤,进行各组试样的测试。
- 油墨耐磨度按式(2)计算。

$$A_s = \frac{D}{D_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中: A_s 为油墨耐磨度; D 为试样摩擦后的平均密度值; D_0 为试样摩擦前的平均密度值。

文中所用条盒纸试样见表 1。

表 1 条盒纸试样

Tab.1 Samples of cigarette carton papers		
试样编号	原纸类型	原纸定量/(g·m ⁻²)
T-1	白卡纸	210
T-2	白卡纸	230
T-3	玻璃纸	230
T-4	转移纸	232

2 结果与分析

2.1 湿度对动摩擦因数的影响

当环境的湿度变化时,条盒纸具有一定的吸湿特性,条盒纸的动摩擦因数将受到影响。根据实际条盒纸样品储存和生产环境,实验的温度设定为 23 ℃。文中实验研究了 4 种条盒纸在相对湿度分别为 50%、60% 和 70% 条件下的动摩擦因数,结果见图 1。

从图 1 中可看出,动摩擦因数受湿度影响较大。随着湿度的增加,4 种条盒纸的动摩擦因数均增大。相对湿度为 70% 时的动摩擦因数比 50% 时高 34.6%。相对湿度 60% 为临界点,高于该湿度时,湿度对动摩擦因数影响敏感;低于该湿度时,湿度对动

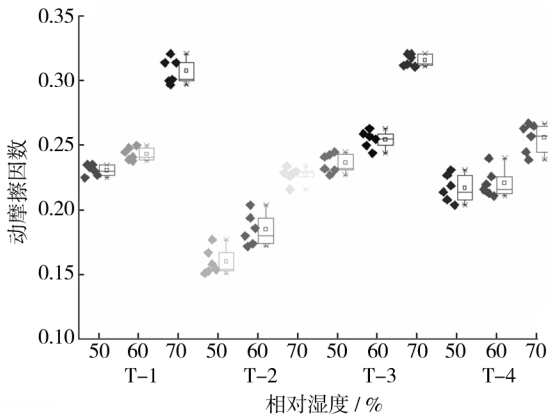


图1 不同湿度条盒纸动摩擦因数

Fig. 1 Dynamic friction coefficients of cigarette carton papers under various humidity conditions

摩擦因数影响相对较小。不同类型的试样,湿度对其影响效果略有不同。由此可见,控制和稳定好环境湿度,将会提高条盒纸动摩擦因数的稳定性,有利于稳定连续生产和提高包装速度。

2.2 湿度对油墨耐磨度的影响

油墨耐磨度是印刷品耐磨质量的重要指标。耐磨度过低会造成烟包在高速包装机上出现划痕、掉色等现象。GB/T 7706—2008 凸版装潢印刷品规定装潢印刷品墨层耐磨度需 $\geq 70\%$,此项指标可有效指导印刷厂对墨层的控制。同时,依据油墨耐磨度参数可对产品进行质量分等。根据实际条盒纸样品储存和生产环境,实验的温度设定为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$,文中实验研究了4种条盒纸在相对湿度分别为50%,60%和70%条件下的油墨耐磨度,见图2—5。

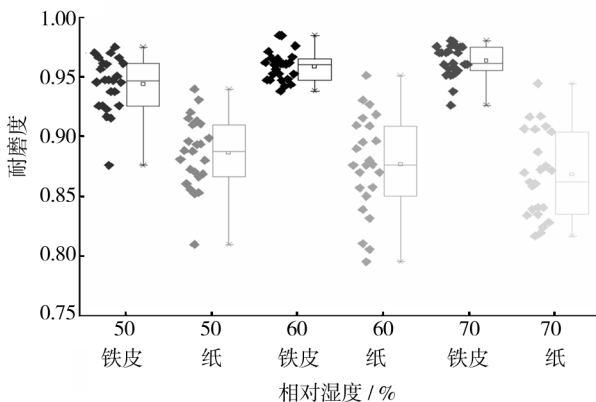


图2 不同湿度条件下 T-1 试样油墨耐磨度
Fig. 2 Ink abrasability of sample T-1 under various humidity conditions

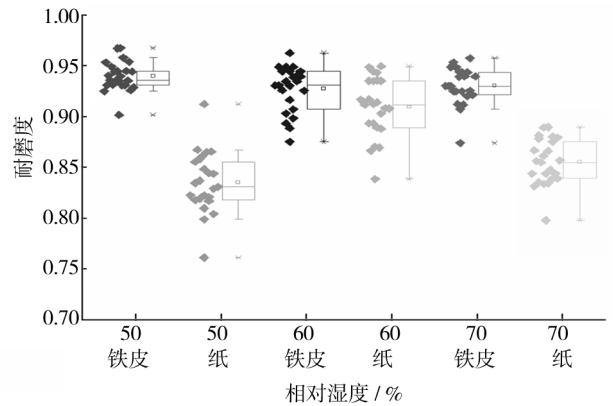


图3 不同湿度条件下 T-2 试样油墨耐磨度
Fig. 3 Ink abrasability of sample T-2 under various humidity conditions

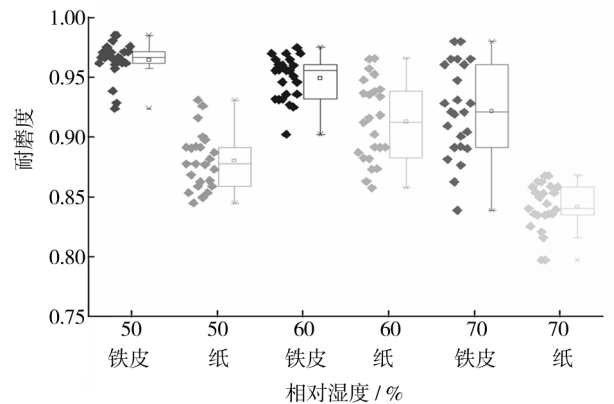


图4 不同湿度条件下 T-3 试样油墨耐磨度
Fig. 4 Ink abrasability of sample T-3 under various humidity conditions

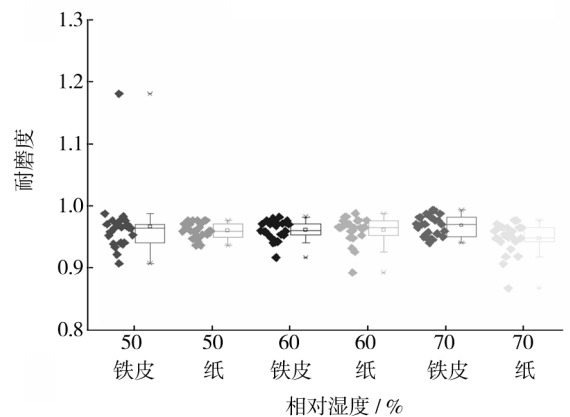


图5 不同湿度条件下 T-4 试样油墨耐磨度
Fig. 5 Ink abrasability of sample T-4 under various humidity conditions

从图2—5中可看出,除条盒纸 T-4 试样(转移

纸)外,试样的油墨耐磨度受摩擦面的影响十分明显,条盒纸在铁皮上的油墨耐磨性比在摩擦纸上的耐磨性好。这是由于铁皮比摩擦纸相对光滑的缘故。湿度对铁皮上条盒纸的油墨耐磨度影响不明显,但对摩擦纸上条盒纸的油墨耐磨度影响十分明显。各试样油墨耐磨度数据分散性较大,摩擦纸上条盒纸的油墨耐磨度数据分散性更大。图5显示,转移纸无论是在铁皮上还是在摩擦纸上的油墨耐磨度数据稳定且相对集中,试样油墨耐磨度均值均在0.95以上。也就是说,转移纸油墨耐磨性好,数据分散性小,且对摩擦材料和湿度都不太敏感。相对湿度在50%~70%变化过程中,4种烟包条盒纸各试验试样的油墨耐磨度均超过0.75,各条盒纸油墨耐磨度均值均在0.83以上。

3 结语

针对4种烟包条盒纸,实验研究了湿度对条盒纸动摩擦因数和油墨耐磨度的影响,所得结果对指导条盒纸的贮存和上机适应性的环境控制有直接的应用价值。

随着湿度的增加,4种条盒纸的动摩擦因数均增大,相对湿度为70%时的动摩擦因数比50%时高34.6%。相对湿度高于60%时,湿度对动摩擦因数影响敏感。相对湿度低于60%时,湿度对动摩擦因数影响相对较小。由此可知,控制好环境湿度是稳定条盒纸动摩擦因数、稳定连续生产和提高包装速度的有效途径。

试样的油墨耐磨度受摩擦面的影响十分明显,湿度对摩擦纸上条盒纸的油墨耐磨度影响也十分明显。转移纸无论是在铁皮上还是在摩擦纸上的油墨耐磨度数据稳定且相对集中,油墨耐磨性好,且对摩擦材料和湿度都不敏感。相对湿度为50%~70%时,各条盒纸油墨耐磨度均值均在0.83以上,有较好的油墨耐磨性,从而保证了烟包的质量和美观。

参考文献:

[1] 汤德芳,李海锋,傅建安.影响烟标纸摩擦系数的因素分析[J].包装工程,2009,30(12):216—217.
TANG De-fang, LI Hai-feng, FU Jian-an. Analysis on the Influences of Friction Coefficient of Tobacco Package Paper[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(12): 216—217.

[2] 韩璐,王炳峰.烟卡的技术指标及其对烟包质量的影响[J].印刷技术,2010(3):34—36.

HAN Lu, WANG Bing-feng. Technical Indicators of Cigarette Card and Its Effect on Tobacco Quality [J]. Printing Technology, 2010(3): 34—36.

[3] 张蕾,潘全玲.印刷过程中温湿度对烟标用纸张伸缩率的影响[J].包装工程,2007,28(11):47—50.
ZHANG Lei, PAN Quan-ling. Influence of Temperature and Relative Humidity on Distortion Rate of Tobacco Package Paper During Printing[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(11): 47—50.

[4] 程小琴,马庭,王一临.环境湿度对瓦楞纸板力学性能的影响[J].包装工程,2002,23(1):17—18.
CHENG Xiao-qin, MA Ting, WANG Yi-lin. Influence of Environmental Humidity on Mechanics Properties of Corrugated Fibreboard[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(1): 17—18.

[5] 何理,丁毅,贾丽萍.不同湿度条件下瓦楞纸箱抗压强度的实验研究[J].包装工程,2012,33(17):68—69.
HE Li, DING Yi, JIA Li-ping. Study of Corrugated Box Compression Strength under Different Humidity[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(17): 68—69.

[6] 王志伟,方艳平.湿度对瓦楞纸箱抗压强度的影响[J].包装学报,2012,4(1):1—4.
WANG Zhi-wei, FANG Yan-ping. Effect of Humidity on Compression Strength of Corrugated Box [J]. Packaging Journal, 2012, 4(1): 1—4.

[7] 王志伟,彭春虎.纸浆模塑制品冲击承载能力和能量吸收分析[J].应用力学学报,2013,30(4):593—597.
WANG Zhi-wei, PENG Chun-hu. Analysis for Impact Load Carrying Capacity and Energy Absorbing of Molded Pulp Products[J]. Chinese Journal of Applied Mechanics, 2013, 30(4): 593—597.

[8] 徐烁,王志伟.基于湿度影响的蜂窝纸板动态压缩能量吸收图[J].振动与冲击,2012,31(23):203—206.
XU Shuo, WANG Zhi-wei. Energy-absorption Diagrams of Honeycomb Paperboards under Dynamic Compression in Different Relative Humidities[J]. Journal of Vibration and Shock, 2012, 31(23): 203—206.

[9] 王志伟,姚著.蜂窝纸板冲击压缩的试验研究和有限元分析[J].机械工程学报,2012,48(12):49—55.
WANG Zhi-wei, YAO Zhu. Experimental Investigation and Finite Element Analysis for Impact Compression of Honeycomb Paperboards[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(12): 49—55.

[10] WANG Zhi-wei, E Yu-ping. Energy Absorption Properties of Multi-layered Corrugated Paperboard in Various Ambient Humidities[J]. Materials & Design, 2011, 32(6): 3476—3485.

- Engineering, 2004, 25(11): 68, 83
- [3] 美国 DS SolidWorks 公司. SolidWorks Motion 运动仿真教程(2012 版)[Z], 2012.
The DS SolidWorks Company. SolidWorks Motion Movement Simulation Tutorials (2012 Edition)[Z], 2012.
- [4] 贺冰. 基于虚拟样机技术的包装机械系统仿真研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 47—49.
HE Bing. Simulation Study of Packaging Machine Based on Virtual Prototyping[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 47—49.
- [5] 秦磊, 禹鑫焱. 面向陶瓷行业的高速自动包装码垛生产线[J]. 自动化与信息工程, 2010, 31(4): 11—15, 19.
QIN Lei, YU Xin-yan. High Speed Automatic Packaging Stacking Line for Ceramic Industry[J]. Automation and Information Engineering, 2010, 31(4): 11—15, 19.
- [6] 陈宝江. 一种包装机械气动控制系统的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(7): 14—16.
CHEN Bao-jiang. A Pneumatic Control System of Packaging Manipulator Research[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(7): 14—16.
- [7] HOSSIENZADEH M, EBRAHIMZADEH A. An Efficient System for Automatic Sorting of the Ceramic Tiles [J]. Multimedia Technology and Its Applications, 2010, 6(1): 72—76.
- [8] TAKAGI M, WATA K, TAKAHASHI Y, et al. Development of a Grip Aid System Using Air Cylinders[J]. Robotics and Automation, 2009, 9(3): 12—17.
- [9] YANG Xiao-qing, WEI Jia-Xing. Mechanical Creation Design Based on 3D CAD[J]. Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, 2009(9): 95—97.
- [10] MARJUDI S, SULAIMAN R, Amran M F M. A Study on CAD Systems for Food Package [J]. Open Systems (ICOS), 2011: 171—174.
- [11] 尹章伟, 毛中彦. 包装机械[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
YIN Zhang-wei, MAO Zhong-yan. Packaging Machinery [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [12] 胡兴军. 我国包装机械行业存在的主要问题[J]. 中国包装, 2008(2): 69—70.
HU Xing-jun. Main Problems of Packaging Machinery Industry in China[J]. China Packaging, 2008(2): 69—70.
- [13] CHEN Yong-liang, ZHANG Guo-quan. Automatic Mechanism of Ceramic Tile Packaging Machine Brick [J]. Package, 2009(1): 49—52.
- [14] 王北海. 瓷砖包装线自动翻砖机构设计[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 39—43.
WANG Bei-hai. Packaging Line Automatic Ceramic Tile Brick Mechanism Design [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(11): 39—43.
- [15] 任工昌, 齐鹏, 刘胜益. 包装机械的计算机辅助运动方案设计[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 78—80, 124.
REN Gong-chang, QI Peng, LIU Sheng-yi. Computer Aid Kinematic Scheme Design of Packaging Machinery [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 78—80, 124.
- [16] 朱建平, 王鹏. 包装机械设计方法研究[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 89—91.
ZHU Jian-ping, WANG Peng. Research on the Design Methods of Packaging Machinery [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7): 89—91.

(上接第 45 页)

- [11] E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Effect of Relative Humidity on Energy Absorption Properties of Honeycomb Paperboards [J]. Packaging Technology and Science, 2010, 23(8): 471—483.
- [12] WANG Zhi-wei, E Yu-ping. Mathematical Modelling of Energy Absorption Property for Paper Honeycomb in Various Ambient Humidities [J]. Materials & Design, 2010, 31(9): 4321—4328.
- [13] E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Plateau Stress of Paper Honeycomb as Response to Various Relative Humidities [J]. Packaging Technology and Science, 2010, 23(4): 203—216.
- [14] E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Stress Plateau of Multilayered Corrugated Paperboard in Various Ambient Humidities [J]. Packaging Technology and Science, 2012, 25(4): 187—202.
- [15] GB/T 22895—2008, 纸和纸板——静态和动态摩擦系数的测定——平面法[S].
GB/T 22895—2008, Paper and Board—Determination of the Static and Kinetic Coefficients of Friction—Horizontal Plane Method[S].