

接装纸的吸湿特性及其对上机适应性的影响

Moisture-absorbability of tipping paper and its influence on machine applicability

刘文婷¹ 蔡冰¹ 程占刚¹ 贾伟萍¹ 闫爱华¹

LIU Wen-ting¹ CAI Bing¹ CHENG Zhan-gang¹ JIA Wei-ping¹ YAN Ai-hua¹

褚玮¹ 吴凯¹ 冯年捷² 王磊²

CHU Wei¹ WU Kai¹ FENG Nian-jie² WANG Lei²

(1. 湖北中烟工业有限责任公司, 湖北 武汉 430040;

2. 湖北工业大学材料与化学工程学院, 湖北 武汉 430068)

(1. China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430040, China; 2. School of Materials and Chemical Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei 430068, China)

摘要:通过质构仪测定了6种接装纸的剥离力,采用可勃值、渗透时间、接触角和红外光谱分析了其相应的吸湿特性,并建立了吸湿特性与剥离力的关系。结果表明:剥离力主要受接装纸反面吸湿性能的影响,吸湿性越好,剥离力越大。接装纸的疏水涂层不利于水溶性胶黏物的吸收,降低了剥离力。

关键词:接装纸;吸湿特性;上机适应性;剥离力

Abstract: To evaluate the moisture-absorbability of tipping paper and its influence on machine applicability, 6 types of tipping paper were used to reveal the relationship of stripping resistance and moisture-absorbability. Stripping resistance was measured by texture analyzer, and moisture-absorbability were studied by different methods including Cobb value, penetration time, contact angle and infrared spectroscopy. The results showed that the stripping resistance mainly depended on the reverse moisture-absorbability, and enhanced with its increasing. The hydrophobic coating on the tipping paper was against the absorption of water-soluble adhesive, and consequently reduced the stripping resistance.

Keywords: tipping paper; moisture-absorbability; machine applicability; stripping resistance

烟用接装纸是卷烟产品的主要材料之一,其作用是

将滤嘴和烟支牢固地接装在一起^[1]。近年来,由于消费者对卷烟外观的日益关注,卷烟企业对烟用接装纸的功能不再仅仅局限于外包装,而是更加注重烟用接装纸的装饰性与印刷美观性等指标要求^[2-3]。因而,用于卷烟材料的接装纸逐渐多样化,接装纸类型由普通型拓展到烫金、珠光、镭射覆膜等多种类型^[4]。新工艺、新材料在接装纸上的广泛应用,在增强接装纸美观性的同时,表面性能也发生了变化,使接装纸的吸胶性有较大差异,从而产生了上机适应性的问题,造成烟支滤嘴端翘边、粘连等关键性技术问题^[5]。

然而,绝大多数企业在判断上机适用性好坏方面仍然依靠自身经验,采用直接上机试验,然后根据问题反馈再进行改进^[6]。如何衡量接装纸的上机适应性未有全面、准确和关键性的特性指标进行检测与分析,缺乏系统的理论数据支持,导致无法对上机适应性问题进行预判和解决。接装纸的上机适应性受接装纸表面性能影响较大,尤其是接装纸表面的吸湿特性^[7]。因此,本试验拟通过分析可勃值、渗透时间、接触角和红外光谱,评价接装纸的吸湿性能,同时建立吸湿性能与剥离力的关系,制订出相应的技术标准及检测方法,以期解决接装纸翘边、粘连等上机适应性技术问题。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

普纸(H1)、转移纸(H2、H3、H4)、防渗转移纸(H5、H6);湖北中烟工业有限责任公司,室温避光保存,并规定印刷面为正面,未印刷面为反面;

基金项目:湖北省自然科学基金(编号:4115/00051);湖北工业大学博士生启动基金(编号:BSQD2017016)

作者简介:刘文婷,女,湖北中烟工业有限责任公司工程师,博士。

通信作者:冯年捷(1987—),男,湖北工业大学讲师,博士。

E-mail: njfeng@hbut.edu.cn

收稿日期:2019-01-08

胶黏物:水性聚氨酯,固形物含量 63.9%,密度 1.07 mg/mL,湖北中烟工业有限责任公司提供,4℃冷藏;

其他化学品:分析纯,国药化学试剂有限公司。

1.1.2 仪器与设备

质构仪:TA.XT puls 型,英国 Stable Micro System 公司;

可勃(Cobb)吸水仪:ZB-COBB125 型,杭州纸邦自动化技术有限公司;

接触角测量仪:JC2000C1 型,上海中晨数字技术设备有限公司;

傅里叶变换红外(FTIR)光谱仪:Nicolet 750 型,美国 Thermo Fisher Nicolet 公司。

1.2 方法

1.2.1 剥离力 采用质构仪,配备 P100 探头,在 25℃ 条件下,测定接装纸的剥离力。事先在接装纸上滴加胶黏物,胶黏物用量 0.01 g,并通过热敏胶带固定接装纸。质构仪探头轻压,随后匀速剥离,自动记录剥离力。

1.2.2 可勃值 采用 Cobb 吸水仪,测量接装纸的 Cobb 值,记录接装纸吸水前后质量变化。Cobb 值为单位面积吸水质量。

1.2.3 渗透时间 根据文献[8]测定接装纸的渗透时间。

1.2.4 接触角 根据文献[9]测定接装纸接触角。本试验采用超纯水和二碘甲烷为检测液体。

1.2.5 红外光谱 采用 FTIR 光谱仪,配备 ID5 衰减全反射附件,检测接装纸的红外特征吸收峰。红外光谱波长采集范围为 4 000~400 cm^{-1} ,以空气作为空白扣除。

1.3 数据分析

采取 3 组平行试验,取平均值,绘制图形。利用 Origin 8.0 软件,线性拟合关系曲线,并做误差分析。

2 结果与讨论

2.1 剥离力

模拟实际生产过程,采用接装纸正面与反面粘连,测得剥离力见图 1(a)。普纸 H1 的剥离力最大,为 10.2 N,防渗转移纸 H5 和 H6 的剥离力较小,分别为 3.7、3.0 N,与实际生产过程一致,即较普纸,防渗转移纸易发生翘边、粘不牢等上机适应性问题。防渗转移纸的表面涂层具有疏水性,降低了接装纸的吸湿性能,影响了胶黏物的吸收,从而造成上述上机适应性问题^[10]。

分别研究接装纸正面与正面、反面与反面粘连后的剥离力,并和正面与反面的剥离力比较,见图 1(b)。无论是普纸、转移纸还是防渗转移纸,正面与正面的剥离力相似,且均较小。但 3 种接装纸反面与反面的剥离力存在差异,且均较大。由此不难推测,接装纸的上机适应性问题,与其反面的表面性能关系较大。

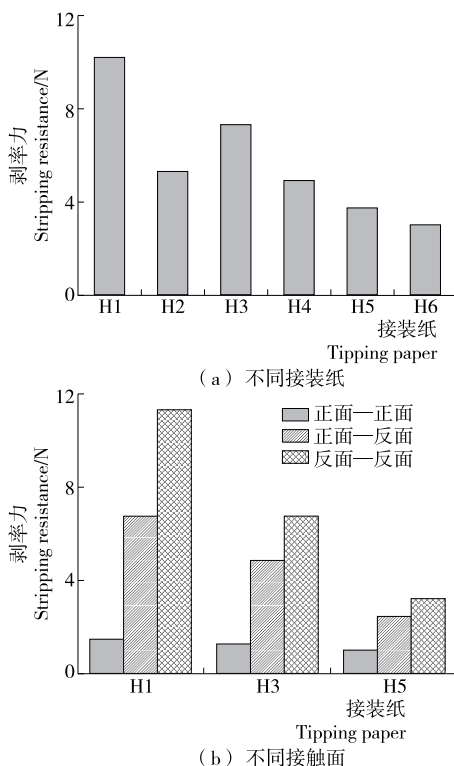


图1 接装纸的剥离力

Figure 1 The stripping resistance of tipping paper

2.2 吸湿特性

图 2(a)为接装纸反面的 Cobb 值。Cobb 值越大,接装纸的吸湿性能越好。普纸(H1)的 Cobb 值较大,达到 38.6 g/m^2 。转移纸(H2、H3、H4)和防渗转移纸(H5、H6)的 Cobb 值相似,且均 $<32.5 \text{ g/m}^2$ 。接装纸反面的渗透时间见图 2(b)。渗透时间越小,接装纸的吸湿性能越好。普纸 H1 的渗透时间较短,为 639 s。转移纸和防渗转移纸的渗透时间相似,且均 $>797 \text{ s}$ 。由图 2(a)、(b)可知,普纸吸湿性能较好。

图 2(c)为接装纸的接触角。采用双溶剂体系,即通过超纯水和二碘甲烷分别测定接装纸的接触角。接触角越小,接装纸的吸湿性能越好。对极性溶剂超纯水而言,普纸、转移纸和防渗转移纸的正面接触角较大,且相似,分布在 $61^\circ\sim74^\circ$;对非极性溶剂二碘甲烷而言,普纸、转移纸和防渗转移纸的正面接触角较小,且相似,分布在 $11^\circ\sim21^\circ$ 。根据相似相溶原理,上述数据说明,接装纸表面涂层为非极性,有利于非极性溶剂胶黏物吸收。无论是超纯水还是二碘甲烷,普纸和转移纸的反面接触角均小于正面接触角[图 2(c)],即接装纸反面的吸湿性能较好。然而,防渗转移纸的反面接触角均较大,对超纯水分别可达 $83^\circ, 85^\circ$,对二碘甲烷分别为 $55^\circ, 57^\circ$ 。防渗转移纸反面较大的接触角可能与其防渗涂层有关^[11]。

2.3 红外谱图

图 3(a)为接装纸正面的红外谱图。普纸、转移纸和

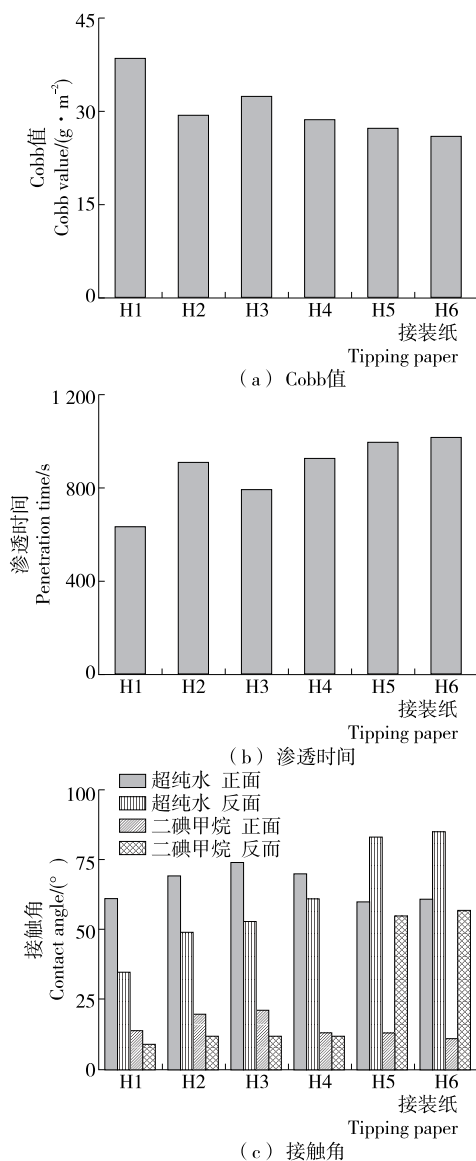


图 2 接装纸的吸湿特性

Figure 2 The moisture-absorbability of tipping paper

防渗转移纸的正面具有相似红外吸收峰:① 2 990 cm⁻¹处为甲基或亚甲基上 C—H 伸缩振动吸收峰;② 1 430 cm⁻¹为芳香环骨架振动与 C—H 平面内构型转变的协同作用吸收峰;③ 1 370 cm⁻¹为脂肪族 CH₃上 C—H 的伸缩振动吸收峰。其中,仅普纸具有木质纤维特征吸收峰^[12]:① 3 430 cm⁻¹为多糖 O—H 伸缩振动吸收峰;② 1 030, 853 cm⁻¹分别为木质素芳环 C—H 的平面构型转变和立体构型转变吸收峰。转移纸和防渗转移纸具有不饱和键特征吸收峰^[13]:① 1 720, 1 270, 1 170 cm⁻¹为非共轭酮、羧基和酯键上的 C=O 伸缩振动吸收峰;② 987 cm⁻¹为—CH=CH—立体构型转变吸收峰。上述数据说明,普纸正面纤维得到了更好的暴露,大量 O—H 使其具有较好的吸湿性;而转移纸和防渗转移纸正面,由于涂层中

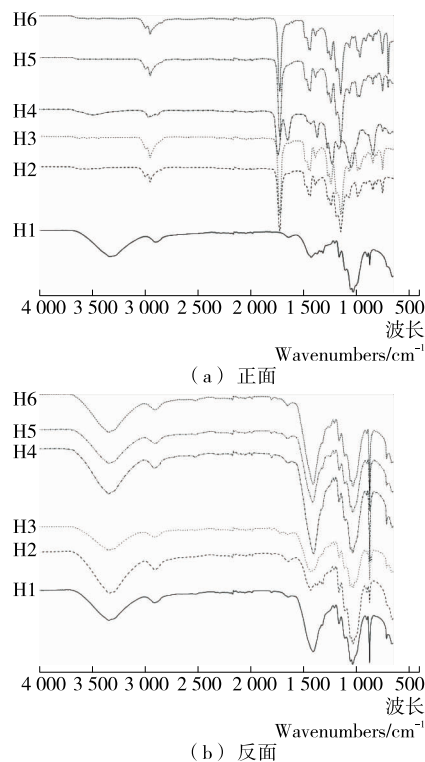


图 3 接装纸的红外谱图

Figure 3 The infrared spectra of tipping paper

大量 C=O 和 C=C 键的存在,使其具有疏水性。

图 3(b)为接装纸反面的红外图谱。普纸、转移纸和防渗转移纸的反面具有相似红外吸收峰:① 3 430 cm⁻¹为 O—H 伸缩振动吸收峰;② 2 990 cm⁻¹处为甲基或亚甲基上 C—H 伸缩振动吸收峰;③ 1 430 cm⁻¹为芳香环骨架振动与 C—H 平面内构型转变的协同作用吸收峰;④ 1 328 cm⁻¹为苯环 5 号位缩合的吸收峰;⑤ 1 225, 1 170 cm⁻¹为 C=O 吸收峰;⑥ 1 141, 1 030, 853 cm⁻¹分别为芳环 C—H 的平面构型转变和立体构型转变吸收峰。上述数据说明,3 种接装纸反面均存在亲水官能团,使其具有较好吸湿性。

2.4 剥离力与吸湿性的关系

由表 1 可知,剥离力与接装纸反面的 Cobb 值正相关,且相关系数为 0.987,即 Cobb 值越大,剥离力越大;剥离力与接装纸反面的渗透时间负相关,且相关系数为

表 1 剥离力与吸湿性的关系

Table 1 The relationship of stripping resistance and moisture-absorbability

吸湿性能	回归方程	相关系数	标准误差
Cobb 值	$y = 1.714x + 20.60$	0.987 1	0.544 2
渗透时间	$y = -53.790x + 1\ 190$	0.997 0	8.157 0
接触角	$y = -6.700x + 99.42$	0.757 3	10.230 0

(下转第 128 页)

- on Alaska Pollack[J]. Food Chemistry, 2004, 86(4): 493-499.
- [15] 彭勇, 李云飞, 项凯翔. 绿茶多酚提高壳聚糖包装膜的抗氧化性能[J]. 农业工程学报, 2013, 29(14): 269-276.
- [16] YIN Shou-wei, TANG Chuan-he, WEN Qin-biao, et al. Properties of cast films from Hemp (*Cannabis sativa* L.) and soy protein isolates a comparative study[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(18): 7 399-7 404.
- [17] EDRIS A E, MALONE C F R. Preferential solubilization behaviours and stability of some phenolic-bearing essential oils formulated in different microemulsion systems[J]. International Journal of Cosmetic Science, 2012, 34(5): 441-450.
- [18] DICKINSON E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 23(6): 1 473-1 482.
- [19] BONILLA J, ATARÉS L, VARGAS M, et al. Effect of essential oils and homogenization conditions on properties of chitosan-based films[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 26(1): 9-16.
- [20] CHANTRAPORNCHAI W, CLYDESDALE F, MCCLEMENTS D J. Influence of droplet size and concentration on the color of oil-in-water emulsions [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(8): 2 914-2 920.
- [21] JOUKI M, MORTAZAVI S A, YAZDI F T, et al. Characterization of antioxidant-antibacterial quince seed mucilage films containing thyme essential oil[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 99: 537-546.
- [22] HUSSEIN M H, RAZAVI S H, MOUSAVI M A. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2009, 33(6): 727-743.
- [23] MA Xiao-fei, CHANG P R, YU Jiu-gao. Properties of biodegradable thermoplastic pea starch/carboxymethyl cellulose and pea starch/microcrystalline cellulose composites [J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 72(3): 369-375.
- [24] PÉREZ-GAGO M B, KROCHTA J M. Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax emulsion films [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(2): 996-1 002.
- [25] AGUIRREA A, BORNEOA R, LEON A E. Antimicrobial, mechanical and barrier properties of triticale protein films incorporated with oregano essential oil[J]. Food Bioscience, 2013, 1: 2-9.

(上接第 122 页)

0.997, 即渗透时间越短, 剥离力越大; 剥离力与超纯水在接装纸反面的接触角负相关, 且相关系数为 0.757, 即接触角越小, 剥离力越大。由此可见, 剥离力与接装纸的吸湿性关系较大, 吸湿性越好, 剥离力越大。

3 结论

本研究发现, 接装纸吸湿性(Cobb 值、渗透时间和接触角)与剥离力之间具有较好的线性相关性, 接装纸翘边、粘连等上机适应性问题的产生是由于其表面疏水性涂层所引起, 且反面(非印刷面)比正面(印刷面)的影响更为显著。通过进一步改进检测方法, 有望实现针对接装纸上机适应性问题快速、简单和准确的预判断。

参考文献

- [1] 陈华, 陈克复, 杨仁党, 等. 烟用接装纸的生产及发展趋势[J]. 纸和造纸, 2011, 30(1): 29-32.
- [2] OCONNOR R J, BANSAL-TRAVERS M, CUMMINGS K M, et al. Filter presence and tipping paper color influence consumer perceptions of cigarettes[J]. BMC Public Health, 2015, 15(1): 1 279-1 285.
- [3] 岳玉亭, 王云丰, 刘春亮. 烟用接装纸印刷适性的研究[J]. 造纸装备及材料, 2018, 47(2): 24-28.
- [4] 张晶, 马晓伟, 冯欣, 等. 接装胶及接装纸种类对胶水渗透性的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(6): 98-101.
- [5] 栗勇伟, 乔建军, 马少军, 等. 卷接机组烟支搓接质量的研究及改进[J]. 烟草科技, 2012, 45(10): 24-27.
- [6] 梁洁, 翟继岚. 自透接装纸对降焦减害及感官质量的影响[J]. 中华纸业, 2017, 38(16): 54-57.
- [7] 荔亮. 接装纸吸水性对卷烟卷接质量的影响[J]. 科技创新与应用, 2014(10): 52-52.
- [8] 吴云影, 赖鹤璠, 倪泽萍, 等. 表面分子修饰方法制作超疏水纸[J]. 造纸科学与技术, 2011, 30(5): 19-22.
- [9] 司红燕, 商士斌, 刘鹤, 等. 接触角法测量马来海松酸改性双组分水性聚氨酯的表面能[J]. 林产化学与工业, 2016, 36(2): 1-8.
- [10] 邱宝平, 郭鹏. 接装纸和成型纸规格对卷烟感官质量的影响研究[J]. 轻工科技, 2018, 34(4): 107-109.
- [11] 董浩, 刘锋, 荆熠, 等. 不同类型烟用接装纸表面性能及其对卷接效果的影响[J]. 烟草科技, 2011, 44(4): 10-22.
- [12] FENG Nian-jie, ZHAI Hua-min, LAI Yuan-zong. On the Chemical Aspects of the Bidelignification of Wheat Straw with *Pycnoporus sanguineus* and Its Combined Effects with the Presence of *Candida tropicalis*[J]. Industrial Crops and Products, 2016, 91: 315-322.
- [13] FAIX O. Classification of lignins from different botanical origins by FT-IR Spectroscopy[J]. Holzforschung, 1991, 45(1): 21-27.