

无铝内衬纸复合涂层对阻隔性能的影响研究

吴春梅¹, 翁聪泽^{1*}, 李茜¹, 鲁仲学¹, 舒芳誉¹, 黄朝章², 张国强²

(1. 福建鑫叶投资管理集团有限公司, 福建 厦门 361022;

2. 福建中烟工业有限责任公司, 福建 厦门 361022)

摘要: **目的** 研究无铝内衬纸使用不同类型油墨及涂布层数的组合, 得到阻隔性能优良的样品, 推动无铝内衬纸的生产应用。**方法** 采用扫描电子显微镜、水蒸气透过率测试仪、透气性测试仪测试内衬纸的表面微观结构、透湿率和透气性, 考察对比不同来源内衬原纸、单层多层涂布无铝内衬纸的阻隔性能, 并与其他类型内衬纸性能做比对分析。**结果** 无铝内衬纸在原纸基础上涂布多层油墨, 可显著提升产品的阻隔性能。单层涂布透湿率最大降低了 59.80%, 透气性最大降低了 98.37%; 三层涂布后透湿率趋于稳定, 降幅为 79.70%, 而随涂布层数的增加, 阻气效果提升不明显。**结论** 纸张涂布多层油墨能获得阻隔性能优良的无铝内衬纸, 其阻隔性能与常规直镀内衬纸相近。

关键词: 涂布; 内衬纸; 阻隔性; 油墨

中图分类号: TB484.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-3563(2024)05-0118-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.05.014

Effect of Aluminum Free Lining Paper Composite Coating on Barrier Properties

WU Chunmei¹, WENG Congze^{1*}, LI Qian¹, LU Zhongxue¹, SHU Fangyu¹,
HUANG Chaozhang², ZHANG Guoqiang²

(1. Fujian Xinye Investment Management Group Co., Ltd., Fujian Xiamen 361022, China;

2. China Tobacco Fujian Industrial Co., Ltd., Fujian Xiamen 361022, China)

ABSTRACT: The work aims to study the combination of different types of inks and coating layers used in aluminum free lining paper, to obtain samples with excellent barrier properties and promote the production and application of aluminum free lining paper. The surface microstructure, water vapor permeability and air permeability of lining paper were tested by scanning electron microscope, water vapor permeability tester and air permeability tester. The barrier properties of lining base paper from different sources and single-layer coated and multi-layer coated aluminum free lining paper were investigated and compared with those of other types of lining paper. Coating multi-layer ink on the basis of base paper could significantly improve the barrier properties of the product. The maximum water vapor permeability of single-layer coated sample was reduced by 59.80%, and the maximum permeability was reduced by 98.37%. After three-layer coating was adopted, the water vapor permeability tended to be stable, with a decrease of 79.70%. With the increase of the number of coating layers, the effect improvement of air resistance was not obvious. Aluminium free lining paper with excellent barrier properties can be obtained by coating multi-layer ink on paper, and its barrier properties are similar to those of conventional direct plating lining paper.

KEY WORDS: coating; lining paper; barrier property; ink

收稿日期: 2023-10-16

基金项目: 福建中烟工业有限责任公司科技项目 (FJZYKJJH2022YB043)

*通信作者

烟用内衬纸作为烟支的初始包装材料,其主要功能包括保护烟支的香气、保持烟支的湿度以及遮光等,从而防止卷烟霉变并保障其品质^[1-2]。此外,内衬纸还可以展示卷烟的美观特性,进一步提升产品的整体包装效果。在我国的各大烟厂中,常用的内衬纸主要包括铝箔复合内衬纸^[3-4]、转移内衬纸^[5-6]、镀铝内衬纸^[7-8]以及少量的无铝内衬纸^[9-12]。

在环保理念日益深入人心的背景下,无铝内衬纸由于其环保性能,逐渐成为了内衬纸未来发展的主要方向^[9,13-14]。无铝内衬纸是不含铝箔和真空直镀/转移铝膜的内衬纸,其通过特殊的工艺处理,结合印刷工艺以及卷烟包装设备的调整,达到优良的阻隔性和上机包装成型效果。

本文主要研究单层和多层复合涂层无铝内衬纸的阻隔性能,分析不同类型及组合阻隔油墨的阻隔性能与物理外观,制备阻隔性能和外观质量优良的产品,推动无铝内衬纸的生产应用。此外,还选择最接近常规有铝内衬纸外观效果的金属墨进行试验分析,以期在无铝内衬纸的应用提供更多参考。

1 实验

1.1 主要材料

主要实验材料:无铝内衬纸原纸(60~70 g/m²),于潍坊华港公司、浙江仙鹤公司;金属墨、水性光油、水性背涂,浩彩公司;醇溶光油、醇溶背涂,圣德龙公司;酯溶光油、酯溶背涂,金吉利公司;无水乙醇、乙酯,漳州三友化工公司。

1.2 主要仪器

主要实验仪器:SZAY-1000A 型六色凹版印刷机,海盐吉龙公司;YWF-600 型分切机,海宁腾达公司;Ultra55 型扫描电子显微镜,德国蔡司公司;W3/031 型水蒸气透过率测试仪,济南兰光公司;BTY-B2P 型透气性测试仪,济南兰光公司;APL-D100A 型定量取样器,北京奥普乐公司;JA3003N 型电子天平,杭州纸邦公司;9140B 型烘箱,杭州纸邦公司;ZB-HD 型厚度仪,杭州纸邦公司;C0055-M2 型摩擦因素测试仪,IDM 公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

1.3.1.1 无铝内衬原纸性能评估

对华港无铝内衬原纸和仙鹤无铝内衬原纸的物理性能进行检测和评价,并将数据与常规内衬原纸(铝箔复合内衬原纸、直镀内衬原纸、转移内衬原纸)的数据进行对比。从中选择性能最优的阻隔性无铝内衬原纸进行后续的涂布试验。

1.3.1.2 单层阻隔油墨涂布样品制备

分别采用金属墨、水性光油、醇溶光油、酯溶光

油、水溶背涂、醇溶背涂、酯溶背涂进行涂布,制备出样品后,对样品的阻隔性能进行检测和评估。从中选择阻隔性能最优的光油和背涂,用于后续的多层阻隔油墨涂布样品制备。

1.3.1.3 多层阻隔油墨涂布样品制备

用金属墨与先前选定的光油和背涂进行匹配,涂布形成多层阻隔油墨样品。对样品的阻隔性能和物理指标进行检测和评估,将数据与常规内衬纸(铝箔复合内衬纸、直镀内衬纸、转移内衬纸)的数据进行对比。

分别对以上不同的原纸、涂布制备样品以及常规内衬纸进行系列编号,见表 1。

表 1 内衬原纸与涂布样品编号
Tab.1 Numbers of lining base paper and coated samples

样品编号	样品名称	涂布工序
A-1	华港无铝内衬原纸	—
A-2	仙鹤无铝内衬原纸	—
B-1	铝箔复合内衬原纸	—
B-2	直镀内衬原纸	—
B-3	转移内衬原纸	—
C-1		纸张正面涂布金属墨
C-2	正面单层涂布的无	纸张正面涂布水性光油
C-3	铝内衬纸	纸张正面涂布醇溶光油
C-4		纸张正面涂布酯溶光油
D-1	背面单层涂布的无	纸张背面涂布水性背涂
D-2	铝内衬纸	纸张背面涂布醇溶背涂
D-3		纸张背面涂布酯溶背涂
E-1	涂布二层油墨的无	涂布金属墨和酯溶光油
	铝内衬纸	
E-2	涂布三层油墨的无	涂布金属墨、酯溶光油、水
	铝内衬纸	性背涂
E-3	涂布四层油墨的无	涂布金属墨、醇溶油墨、酯
	铝内衬纸	溶光油、水性背涂
F-1	铝箔复合内衬纸	—
F-2	直镀内衬纸	—
F-3	转移内衬纸	—

1.3.2 主要测试方法

1.3.2.1 表面结构的测定

将样品修剪为 1 cm×1 cm 的尺寸,镀金后置于电子显微镜下,在 15.0 kV 电压、高真空模式下记录表面结构形貌。

1.3.2.2 透湿率的测定

按 GB/T 16928—1997《包装材料试验方法 透湿率》测试样品的透湿率。按式(1)计算透湿率下降比,用 E 表示(%)。

$$E = (R_0 - R_1) / R_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中: R_0 为原纸的透湿率; R_1 为涂布样品的透湿率。

1.3.2.3 透气性的测定:

按 GB/T 1038.1—2022《塑料制品 薄膜和薄片气体透过性试验方法 第1部分:差压法》测试样品的透气性。按式(2)计算透气性下降比,用 T 表示(%)。

$$T = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\% \quad (2)$$

式中: A_0 为原纸的透气性; A_1 为涂布样品的透气性。

2 结果与分析

2.1 原纸性能检测评价

2.1.1 表面结构电镜图

通过使用电子显微镜,对样品 A-1、A-2 的正、背面表面结构进行观察和表征,结果见图 1 和图 2。样品 B-1、B-2、B-3 的正、背面表面结构,如图 3~5 所示。

无铝内衬原纸在制造过程中,通过改变木浆配方、调整施胶工艺、在纸张表面涂布阻隔材料或进行超级压光等工艺技术的处理,形成了平整、光滑、致密的材质,从而有效防止空气、水分子、致香成分的扩散和渗透,具有优良的阻隔性^[15]。

对于样品 A-1、A-2 的 SEM 结构,由图 1 和图 2 可以看出,其正面结构都相当致密和平整,看不到纸

张纤维,这说明纸张表面已经被施加的阻隔材料充分填满。在背面结构中,可以清晰地看到纸张纤维,但 A-2 的纤维之间还存在与正面物质一致的阻隔材料,而 A-1 的纤维之间则被造纸过程中添加的滑石粉、碳酸钙等填料所填充,没有施加阻隔材料。同时,正面结构和背面结构都可以清晰地看出纸张被压平的痕迹,表明样品 A-1、A-2 都进行了压光处理,从而使纸质更加致密结实。

对比分析图 1 和图 2, A-2 正面的阻隔涂层排列更为紧密,间隙较小,反面纸张纤维之间有阻隔材料,而 A-1 背面可观察到类似造纸填料。因此可以判断,2 种纸张的致密性存在一定的差异性。

样品 B-1、B-2、B-3 的 SEM 见图 3~5,可以看出 B-1 和 B-3 的正面、背面结构都比较粗糙,纸张纤维脉络,主要由纸张浆料、胶黏剂、填料等组成。而 B-2 的正、背面结构,与 A-2 基本一致,正面覆盖一层阻隔材料,背面纸张纤维间可见阻隔材料,并存在压痕印迹。

2.1.2 阻隔性能的评价分析

采用仪器设备,对 A-1 进行了透湿率和气体透过量检测。通过与样品 B-1、B-2、B-3 的对比,得出样品 A 系列与样品 B 系列的透湿率和气体透过量数据,见表 2。

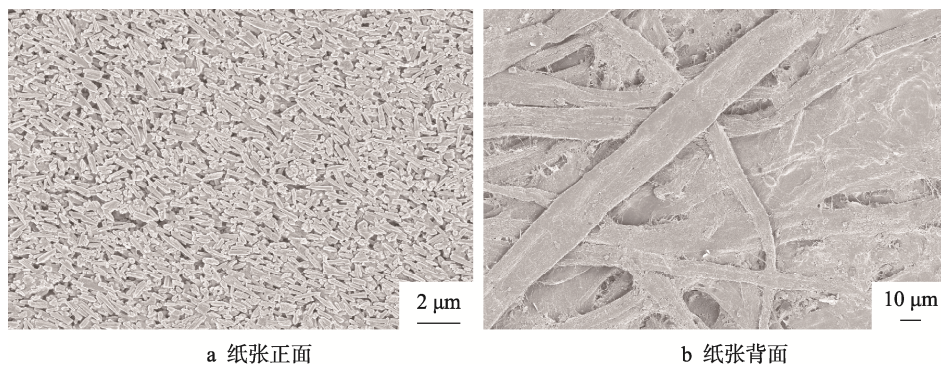


图 1 华港无铝内衬原纸表面微观

Fig.1 Surface microstructure of aluminum free lining base paper from Huagang Company

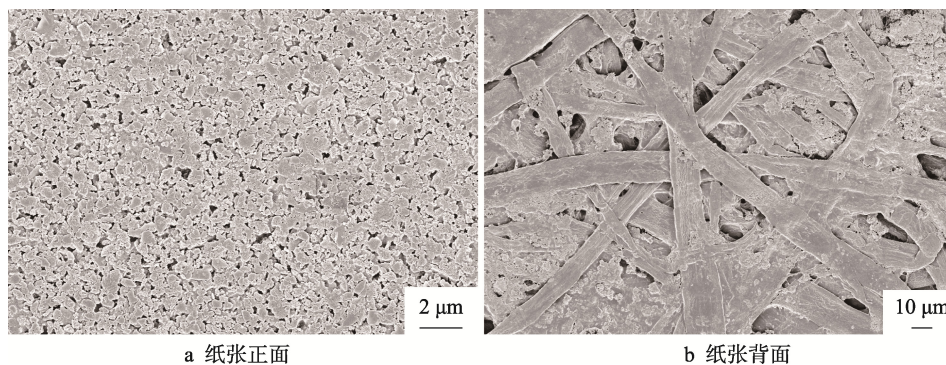


图 2 仙鹤无铝内衬原纸表面微观

Fig.2 Surface microstructure of aluminum free lining base paper from Xianhe Company

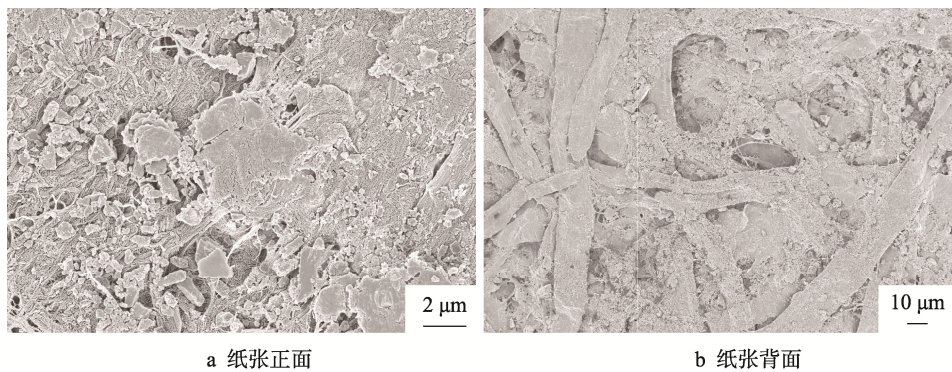


图 3 铝箔复合内衬原纸表面微观
Fig.3 Surface microstructure of aluminum foil composite lining base paper

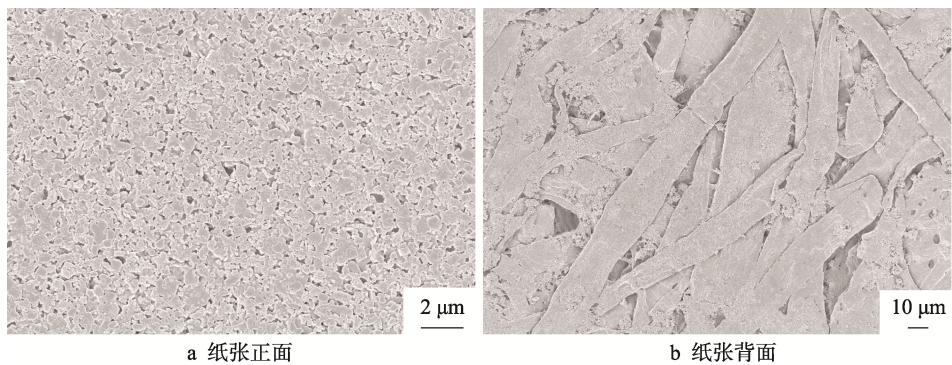


图 4 直镀内衬原纸表面微观
Fig.4 Surface microstructure of direct plating lining base paper

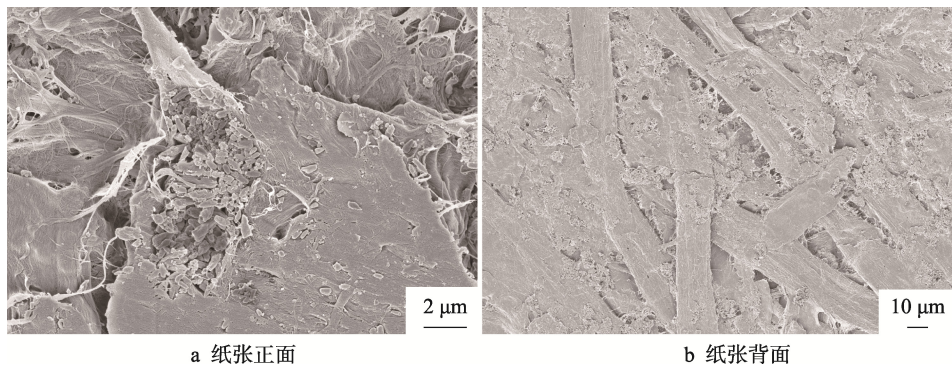


图 5 转移内衬原纸表面微观
Fig.5 Surface microstructure of transfer lining base paper

表 2 无铝内衬原纸和常规内衬原纸的透湿率和气体透过量
Tab.2 Water vapor permeability and air permeability of aluminum free lining base paper and conventional lining base paper

样品	透湿率/ [g·(m ² ·24 h) ⁻¹]	气体透过量/ [cm ³ ·(m ² ·d·Pa) ⁻¹]
A-1	3 125.0	674.00
A-2	2 301.0	73.80
B-1	4 078.0	7 300.00
B-2	2 058.0	64.70
B-3	3 094.0	4 460.00

根据表 2 数据, A-2 的透湿率和气体透过量均低于 A-1 的, 表明 A-2 的阻隔性能优于 A-1。与样品 B-1、B-2、B-3 相比, A-2 的透湿率和气体透过量较

低, 与 B-2 相近, 结合前述对表面结构的观察, 可以推断 A-2 和 B-2 采用相似的生产工艺。而 B-1 和 B-3 的透湿率和气体透过量较高, 这可能是由于这 2 种内衬原纸在生产过程中没有添加阻隔材料或进行超级压光等工艺技术处理。因此, 基于上述分析, 选择 A-2 进行复合涂布测试。

2.2 单层阻隔油墨涂布样品的阻隔性能分析

2.2.1 表面结构电镜图

正面涂布单层油墨样品 C-1、C-2、C-3、C-4 的 SEM 见图 6。背面涂布单层油墨样品 D-1、D-2、D-3 的 SEM 见图 7。图 6、图 7 直观地显示了不同油墨涂布后的表面结构特性。

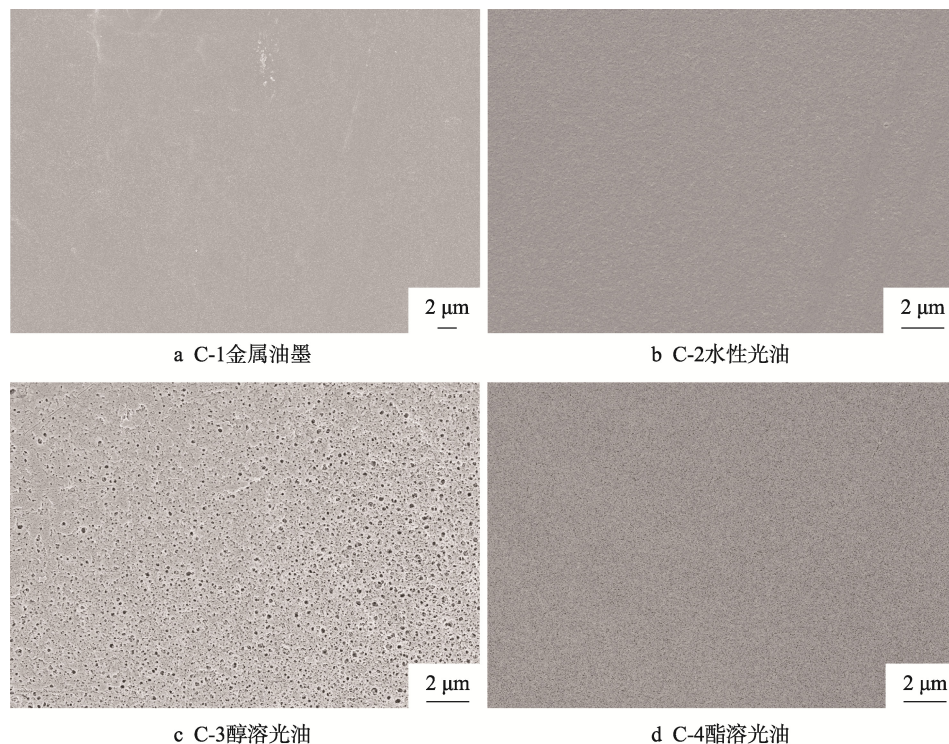


图6 纸张正面单层涂布表面微观
Fig.6 Surface microstructure of the front of single-layer coated paper

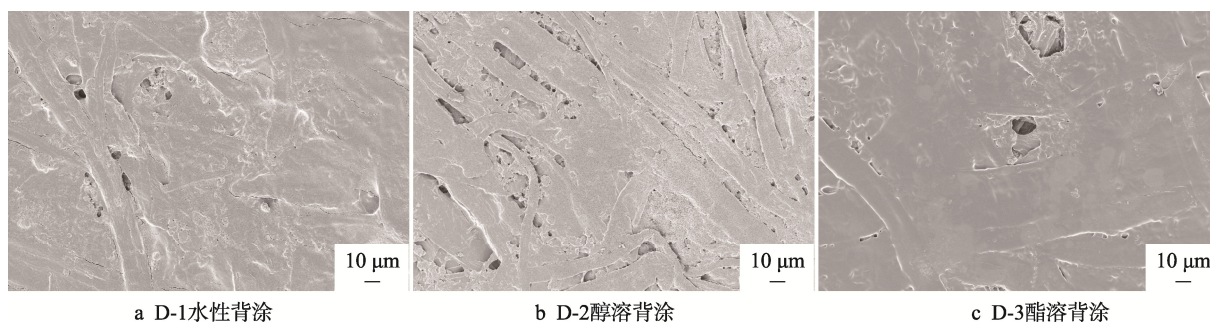


图7 纸张背面涂布表面微观
Fig.7 Surface microstructure of the back-coated paper

图6可见,可以观察样品C-1、C-2、C-4的涂层表面呈现出平整、致密的特点。C-3的涂层表面存在许多孔隙,这表明醇溶光油无法形成紧密的涂层。

图7可见,样品D-1、D-3的涂层表现出较高的致密性,基本覆盖了纸张纤维。D-2的涂层仍然可以清晰地看到纸张纤维,说明其涂层相对较为疏松,不够紧密。

综上表明,C-3和D-2的涂层致密性不足,无法很好地覆盖纸张纤维,形成紧密的涂层。

2.2.2 阻隔性能的评价分析

不同类型油墨的涂布样品阻湿性能见图8,阻气性能见图9。

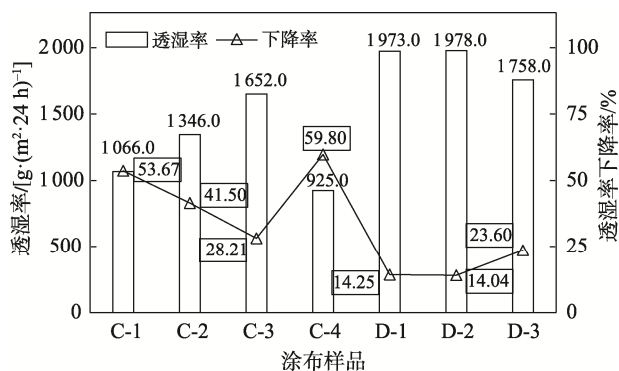


图8 不同类型油墨涂布样品的阻湿性
Fig.8 Moisture resistance of the coated samples with different types of ink

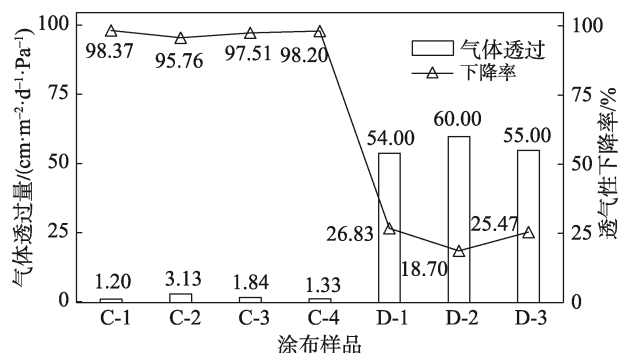


图 9 不同类型油墨涂布样品的阻气性
Fig.9 Air permeability of the coated samples with different types of ink

根据图 8 和图 9 所展示的数据,发现在 A-2 上涂布一层不同类型的阻隔油墨后,其透湿率和透气性均呈现出明显的下降趋势。表明原纸上涂布阻隔油墨,可以进一步增强无铝内衬纸的阻隔效果。

原纸涂布不同类型油墨后,表现出不同的阻隔性能。其中, C-4 的透湿率下降比最大,达到 59.80%,透气性下降比也高达 98.20%。C-1 透湿率下降了 53.67%,透气性下降了 98.37%。而 C-2 和 C-3,透湿率分别下降了 41.50%和 28.21%,透气性下降比分别为 95.76%和 97.51%。

原纸背涂不同类型油墨后,均表现出较差的阻隔性能。其中,样品 D-1、D-2、D-3 相比原纸的透湿率分别下降了 14.25%、14.04%和 23.60%,透气性分别下降了 26.83%、18.70%和 25.47%。造成背涂油墨阻隔性能差的原因可能与纸张背面的表面粗糙度较高,油墨难以完全填充纤维间隙有关。

结果表明,纸张正面涂布阻隔油墨的阻隔效果普遍优于背面涂布。原因可能是正面涂布油墨可以更好地填平纤维间隙,提高纸张的致密度,从而增强其阻隔性能。尤其是酯溶光油在阻气方面的效果显著。

综上所述,纸张正面涂布阻隔油墨可以显著提升其阻隔性能,而背面涂布背涂的效果相对较弱。在实际生产中,应优先考虑在纸张正面涂布阻隔油墨以增强其阻隔性能。

2.3 多层阻隔油墨涂布样品的阻隔性能及质量分析

2.3.1 表面结构电镜图

图 10 展示了不同类型油墨复合涂布的表面构造。其中,三层组合油墨搭配酯溶背涂会造成涂布样品表面不平整,卷曲现象严重,无法达到外观质量及过机要求,因此选择采用水性背涂进行匹配。

图 10 中,样品 E-1 和 E-2 涂层表面平滑、紧凑。纸张表面的阻隔材料被油墨涂层完全覆盖,而且 E-2 的致密程度更胜 E-1,油墨间的间隙结合也更为紧密。

2.3.2 阻隔性能的评价分析

多层涂布的无铝内衬纸样品 E-1、E-2、E-3 与常规内衬纸样品 F-1、F-2、F-3 的透湿率和气体透过量见图 11。

图 11、图 12 中, E-1 的透湿率降低了 65.45%,透气性降低了 98.37%。E-2 的透湿率降低了 79.70%,透气性降低了 97.21%。E-3 的透湿率降低了 81.50%,透气性降低了 98.50%。说明随着油墨层数的增加,透湿率的下降幅度逐渐减小,从二层到三层油墨的降幅为 14.25%,三层到四层油墨的降幅仅为 1.80%。表明阻湿效果随着墨层数的增加而提高,当达到三层墨层时,阻湿趋于稳定。在透气性方面,样品 E-1、E-2、E-3 透气性相当,降幅均在 97%以上。表明在达到一定极限后,阻气性能基本保持稳定,不再随墨层的增加而提高。

对比图 11 中常规内衬纸样品 F-1、F-2、F-3,样品 E-2、E-3 的阻隔性能与 F-2 较为接近,与 F-1 存在一定的差距。

2.3.3 产品物理指标分析

对样品 E-1、E-2、E-3 的物理指标(定量、水分、附着力、耐磨性、厚度和动摩擦因素)进行测试,结果见表 3。

表 3 中各项指标的检测结果显示,样品 E-1、E-2、E-3 的物理指标满足内衬纸产品要求,附着力好且不掉粉,耐磨性好且不脱色,厚度适中,动摩擦因素也在适宜范围内。

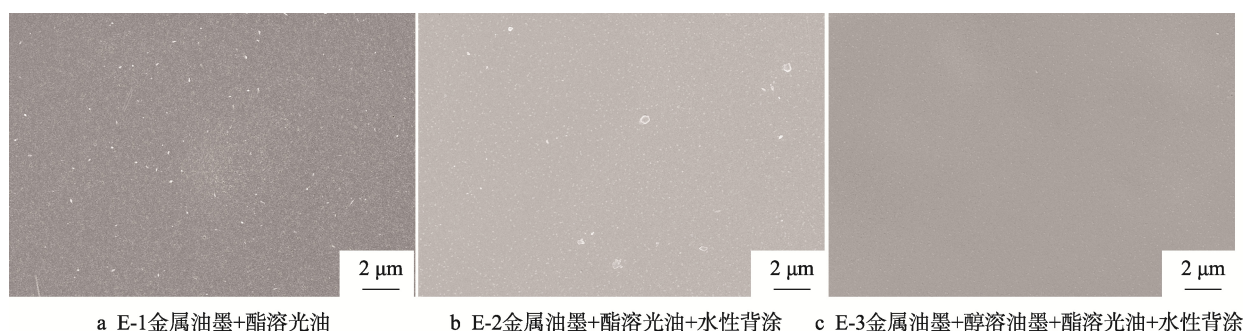


图 10 纸张多层涂布表面微观
Fig.10 Surface microstructure of the multi-layer coated paper

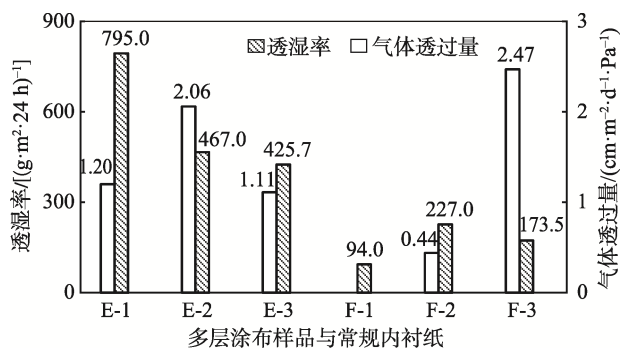


图 11 多层涂布样品与常规内衬纸的透湿率和气体透过量

Fig.11 Water vapor permeability and air permeability of multi-layer coated samples and conventional lining paper

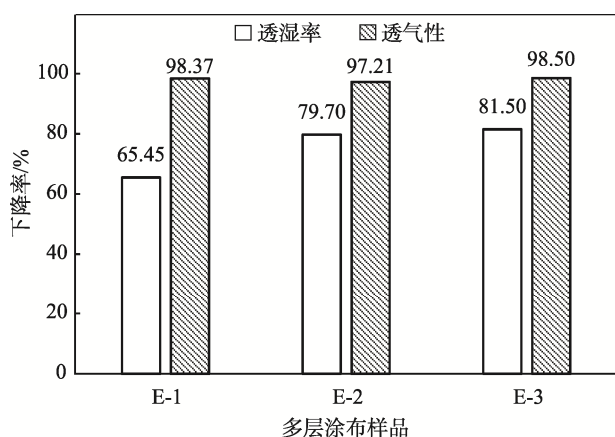


图 12 多层涂布样品的阻湿阻气性

Fig.12 Moisture and air resistance of multi-layer coated samples

表 3 复合涂布无铝内衬纸的物理指标检测结果

Tab.3 Results of physical indexes of coated composite aluminum free lining paper

样品	定量/(g·m ⁻²)	水份/%	附着力	耐磨性	厚度/mm	动摩擦因素
E-1	67.5	5.41	墨层附着力好, 不掉粉	墨层耐磨性好, 不脱色	0.058	0.305
E-2	68.2	5.63	墨层附着力好, 不掉粉	墨层耐磨性好, 不脱色	0.059	0.307
E-3	69.1	5.45	墨层附着力好, 不掉粉	墨层耐磨性好, 不脱色	0.060	0.304

3 结语

通过研究无铝内衬纸复合涂层对阻隔性能的影响, 得出以下结论: 在无铝内衬原纸的基础上, 通过涂布一至多层油墨, 可以显著提高产品的阻隔性能。相较于背面涂布, 正面涂布的阻隔效果更佳。在透湿率方面, 涂布单层油墨的原纸最大降幅可达 59.80%。随着墨层的增加, 降幅逐渐减小, 当墨层达到三层时趋于稳定, 降幅为 79.70%。在透气性方面, 原纸涂布单层油墨的最大降幅可达 98.37%, 即阻气趋于平稳, 不会再因墨层的增加而显著提升。纸张涂布多层油墨能提高无铝内衬纸的阻隔性能。其中, 涂布三层以上油墨后的无铝内衬纸气体透过量为 1.11 cm/(m²·d·Pa), 与常规直镀内衬纸的气体透过量 0.44 cm/(m²·d·Pa) 较为接近。

参考文献:

- [1] 容秀英. 不同类型内衬纸表面结构和防潮保香性研究[J]. 中国包装工业, 2015(10): 146-148.
RONG X Y. Study on the Surface Structure and Moisture Resistance and Fragrance Preservation of Different Types of Lining Paper[J]. China Packaging Industry, 2015(10): 146-148.
- [2] 张朝平, 吴晓炯, 潘鸿, 等. 一种烟盒内衬纸及其制备方法: 中国, 111395048A[P]. 2020-07-10.
ZHANG C, WU X, PAN H, et al. Cigarette Case Lining

Paper and Preparation Method Thereof: China, 111395048A[P]. 2020-07-10.

- [3] 夏殿龙, 钱俊, 邵泽群. 一种铝箔的复合涂布包装用内衬纸的生产工艺: 中国, 103522723A[P]. 2014-01-22.
XIA D, QIAN J, SHAO Z. Production Technology of Aluminum Foil Inner Liner Paper for Composite Coating Packaging: China, 103522723A[P]. 2014-01-22.
- [4] 陈毕峰, 陈慷磊. 一种恒湿保质保香铝箔复合烟用内衬纸及其制造工艺: 中国, 106868933B[P]. 2018-09-25.
CHEN B F, CHEN K L. Constant-Humidity Quality-Maintaining and Aroma-Conservation Aluminum Foil Composite Cigarette Inner Lining Paper and Manufacturing Process Thereof: China, 106868933B[P]. 2018-09-25.
- [5] 郑金河, 崔要学, 苏时光, 等. 一种转移镭射铝箔内衬纸的加工方法: 中国, 110700014B[P]. 2022-05-20.
ZHENG J H, CUI Y X, SU S G, et al. Processing Method of Transferring Laser Aluminum Foil Lined Paper: China, 110700014B[P]. 2022-05-20.
- [6] 陈洋, 于贤保, 朱立纲. 一种易成型铝箔转移全息镭射防伪彩色内衬纸: 中国, 208263629U[P]. 2018-12-21.
CHEN Y, YU X B, ZHU L G. Easy Shaping Aluminium Foil Shifts Interior Slip Sheet of Holographic Radium-Shine Anti -Fake Colour: China, 208263629U[P]. 2018-12-21.
- [7] 姜孟鹏. 真空镀铝内衬纸在 FOCKE703 包装机中的应用与改进[J]. 烟草科技, 2014, 47(7): 27-29.

- JIANG M P. Application and Improvement of Vacuum Aluminizing Inner Liner in FOCKE703 Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2014, 47(7): 27-29.
- [8] 汤德芳, 丁蔚, 李淑萍, 等. 真空镀铝内衬纸在包装设备上的适应性研究[J]. 包装工程, 2015, 36(21): 57-61.
- TANG D F, DING W, LI S P, et al. Flexibility of the Vacuum Metallization Inner Liner in Packer[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(21): 57-61.
- [9] 王睿娜, 韩磊, 惠非琼, 等. 镀陶烟用内衬纸防潮保润保香性研究[J]. 包装工程, 2019, 40(15): 130-135.
- WANG R N, HAN L, HUI F Q, et al. Moisture Proofing, Moisture Retention and Fragrance Retention of Ceramic-Plated Cigarette Lining Paper[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(15): 130-135.
- [10] 周兴, 龚正涛, 杨永, 等. 复合内衬纸涂布印刷加工工艺: 中国, 112522993A[P]. 2021-03-19.
- ZHOU X, GONG Z, YANG Y, et al. Composite Lining Paper Coating, Printing Processing Technology: China, 112522993A[P]. 2021-03-19.
- [11] 陈宸, 高韬, 余赞, 等. 新型涂布内衬纸的性能与应用[J]. 中国烟草学报, 2014, 20(6): 41-48.
- CHEN C, GAO T, YU Z, et al. Properties of Novel Coated Innerliner and Its Application[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2014, 20(6): 41-48.
- [12] 史君齐, 江晓明, 戴贤中, 等. 一种无铝内衬纸的制备方法: 中国, 111676729B[P]. 2022-03-15.
- SHI J Q, JIANG X M, DAI X Z, et al. Preparation Method of Aluminum-Free Lining Paper: China, 111676729B[P]. 2022-03-15.
- [13] 张莹, 詹建波, 余振华, 等. 烟用无铝内衬纸的制备技术与研究进展[J]. 中国造纸, 2016, 35(11): 58-62.
- ZHANG Y, ZHAN J B, YU Z H, et al. Manufacturing Technology and Development Prospects of Aluminum Free Inner Lining Paper for Cigarette Packaging[J]. China Pulp & Paper, 2016, 35(11): 58-62.
- [14] 杨振宇. 烟用无铝内衬纸的制备技术与研究进展[J]. 商品与质量, 2018(43): 97.
- YANG Z Y. Preparation Technology and Research Progress of Aluminum-Free Lined Paper for Tobacco[J]. Commodity and Quality, 2018(43): 97.
- [15] 陈袁星, 蔡兆斌, 谭宁华, 等. 无铝烟用内衬纸基纸的生产方法: 中国, 106320061B[P]. 2018-02-23.
- CHEN Y X, CAI Z B, TAN N H, et al. Production Method of Aluminum-Free Inner Liner Paper for Cigarettes: China, 106320061B[P]. 2018-02-23.