

基于阻隔性的卷烟内衬材料应用性能研究

刘润昌, 何雪峰, 陈婉, 张勇, 马涛, 温光和, 尧珍玉

(云南瑞升烟草技术集团有限公司, 昆明 650106)

摘要: 为探讨不同阻隔性能卷烟内衬材料的实际应用性能, 模拟了卷烟包装条件, 采用烘箱法和静态顶空-气质联用法, 分别评价了不同存储条件下内衬材料对烟丝含水率和 2 种外加致香成分含量的影响。结果显示, 内衬材料的透氧透湿性能与烟丝含水率及致香成分含量之间没有明显的对应关系, 实际应用性能基本不受透湿透氧性能的影响。

关键词: 内衬材料; 透氧性; 透湿性; 烟丝含水率; 致香成分

中图分类号: TB484.3; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)07-0043-05

Study of Application Performance of Cigarette Inner Liner Materials Based on Barrier Properties

LIU Run-chang, HE Xue-feng, CHEN Wan, ZHANG Yong, MA Tao, WEN Guang-he, YAO Zhen-yu

(Yunnan Reascend Tobacco Technology (Group) Co., Ltd., Kunming 650106, China)

Abstract: To investigate the application performance of cigarette inner liner materials with different barrier properties, cut tobacco was packaged with inner liner materials in a simulated way and treated under different storage conditions, of which the moisture and added aroma compounds content were determined by oven method and static headspace gas chromatography combined with mass spectrum (SHS-GS-MS), respectively. The results indicated that the moisture and added aroma compounds content show no obvious relations to inner liner materials' moisture penetrability and oxygen permeability; barrier properties are not key factors influencing application performance of cigarette inner liner materials.

Key words: inner liner material; oxygen permeability; moisture penetrability; moisture content of cut tobacco; aroma compounds

卷烟包装对卷烟产品的储存、运输及销售起着重要的作用, 其形式与社会政治、经济的关联十分密切^[1]。随着社会的发展, 个性化的卷烟包装不甚枚举, 它们都注重体现卷烟的品牌特征^[2]。作为一种较为特殊的商品, 卷烟产品的包装材料的安全性一直以来都得到了行业内外的高度重视, 其挥发性成分及含量的研究较为充分^[3-9]。在社会对环保要求呼声日益提高的情形下, 卷烟包装材料也朝着可降解材料的方向发展^[10-11]。在内衬材料方面, 铝箔内衬纸因其优异的阻隔性能及折叠性能在卷烟包装中得到了广泛应用, 但其环保性能却不足^[12]。降解性能研究表明, 铝箔内衬纸的环保性能较差^[13], 因此, 目前市场上逐渐出现了一些新的替代产品——无铝箔内衬纸,

它们在环保性能上具有相当的优势, 然而它们的阻隔性能(透氧、透湿)却相对较差^[14]。新型内衬材料的环保性能与阻隔性能是矛盾的。为了探讨阻隔性能相对较差的新型内衬材料在实际使用时的应用效果, 笔者以不同内衬材料为对象, 测定了其透氧透湿能力, 模拟了卷烟包装条件, 评价了其对于烟支含水率变化及致香成分含量变化的影响。

1 实验

1.1 材料和仪器

材料: 无铝箔内衬纸, 编号分别为 1, 2, 3 和 4 (云南瑞升烟草技术(集团)有限公司); 复合铝箔内衬

收稿日期: 2012-12-16

作者简介: 刘润昌(1983-), 男, 江西人, 硕士, 云南瑞升烟草技术集团有限公司工程师, 主要从事卷烟功能材料的开发研究。

纸,编号为 5(福建泰兴特纸有限公司);BOPP 膜(福建中烟工业有限责任公司);PARAFILM (BEMIS FLEXIBLE PACKAGING Co., Ltd);苯甲醇和苯乙酮(分析纯,西陇化工股份有限公司);顶空瓶(20 mL,安捷伦);实验用广口瓶(100 mL)。

仪器:压差法气体渗透仪(VAC-V1,济南兰光机电有限公司);水蒸气透过率测试仪(PERME-W3-060,济南兰光机电有限公司);恒温恒湿箱(德国 Binder KBF);静态顶空仪(7694E,安捷伦);气相色谱/质谱仪(7890A/5975c,安捷伦);实验用烘箱;分析天平。

1.2 方法

1.2.1 阻隔性能测定

透氧测试(压差法,GB 1038—2000);透水蒸汽测试(称量法,GB 1037—88)。

1.2.2 烟丝含水率测定

样品准备:称量 5 g 左右烟丝,装入到预先清洗并烘干的广口瓶中,用无铝箔内衬纸或复合铝箔内衬纸盖住瓶口,再用 BOPP 膜包裹瓶口,并用封口膜密封。

样品处理:室温下敞开环境中储存样品 30 d 后,测定烟丝含水率(常温组);于温度 40 ℃,相对湿度 80% 环境中(恒温恒湿箱)储存样品 72 h 后,测定烟丝含水率(加速组);同时测定初始时刻烟丝的含水率作为参照值(参照组)。均采用烘箱法,称量时精确至 0.0001 g。

1.2.3 烟丝致香成分含量测定

样品制备:精确称量苯甲醇、苯乙酮各 0.5000 g,加无水乙醇定容到 50 mL 容量瓶中,配成 10.0 mg/mL 的内标溶液,备用;称量 0.7 g 左右烟丝(绝干,精确到 0.0001 g),装于顶空瓶中,用进样器取内标溶液 10 μ L 缓慢、均匀滴加到烟丝上;分别用无铝箔纸或复合铝箔纸盖住瓶口(不密封),再加盖 BOPP 膜并用封口胶密封。

样品处理同含水率测定。同时测定初始时刻(用顶空瓶盖密封)烟丝中内标物含量作为参照值(参照组)。采用静态顶空-气质联用法测定。

仪器条件:静态顶空仪(7694E,安捷伦,美国),顶空瓶为 20 mL,样品环为 3.0 mL,样品平衡温度为 80 ℃,样品环温度为 100 ℃,传输线温度为 120 ℃,样品平衡时间为 45 min,样品瓶加压力为 135 kPa,加压时间为 0.20 min,充气时间为 0.20 min,样品环平

衡时间为 0.05 min,进样时间为 1.0 min。

气相色谱/质谱仪(7890A/5975c,安捷伦,美国),DB-624 毛细管柱,60 m $\times$ 0.32 mm(内径) $\times$ 1.8 μ m(膜厚),载气:氦气(He),进样口温度:150 ℃,恒流模式,流量 2.5 mL/min,分流比 10:1,程序升温:50 ℃(保持 1 min),以 20 ℃/min 的速率升温至 170 ℃(保持 1 min),然后以 8 ℃/min 的速率升温至 190 ℃(保持 1 min),再以 20 ℃/min 的速率升温至 250 ℃(保持 5 min),质谱条件:MS 传输线温度 230 ℃,离子源 230 ℃,四极杆 150 ℃,溶剂延迟:8 min。

分析步骤:定性分析,取第 3 级混合标样进行顶空-气质分析,采用全扫描模式确定其保留时间及挥发性物质的选择离子。

定量分析:分别取 5 级标准溶液(含量分别是 1.002,2.004,4.016,8.032,10.02 μ g)采用选择离子模式进行顶空-气质分析。根据目标化合物的峰面积及其标准溶液的含量建立相应工作曲线,计算线性回归方程。将制备好的样品采用 GC-MS 外标法进行苯甲醇、苯乙酮的含量测定,根据相应组分的回归方程由峰面积计算样品中各组分的含量。

2 结果与讨论

2.1 内衬材料阻隔性能

以标准方法测定的内衬纸样品透氧透气结果见表 1。

表 1 内衬纸样品透氧透湿性能

Tab.1 Oxygen permeability and moisture penetrability of inner-backing paper samples

样品 编号	试样厚度 / μ m	氧气透过率 $/(cm^3 \cdot m^{-2} \cdot d^{-1} \cdot (0.1 MPa)^{-1})$	水蒸气透过率 $/(g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1})$
1	75	10 242.013	957.378
2	75	10 284.777	964.147
3	55	1698.733	1502.338
4	92	925.717	513.365
5	80	1.862	0.868

表 1 结果表明,无铝箔内衬纸(1~4)的氧气透过率和水蒸气透过率都远远高于复合铝箔内衬纸 5。根据这一结果,在实际应用中,无铝箔内衬纸似乎达不到复合铝箔内衬纸的使用效果,对卷烟水分和致香物质的保持带来负面影响。

2.2 内衬材料对烟丝含水率的影响

选择 3 号和 5 号纸样作对比研究,以所述方法制

备样品并测定了烟丝的含水率,检测结果见表 2。

表 2 不同样品烟丝的含水率

Tab.2 Moisture content of various cut tobacco samples

		样品编号	样品含水率 /%	含水率平均值 /%
参 照 组		1 [#]	13.27	13.43
		2 [#]	13.48	
		3 [#]	13.21	
		4 [#]	13.76	
常 温 组	复合铝箔纸	A-1	14.41	14.31
		A-2	14.37	
		A-3	14.16	
	无铝箔纸	UA-1	13.98	14.18
		UA-2	14.58	
		UA-3	13.98	
加 速 组	复合铝箔纸	A-4	14.50	14.52
		A-5	14.77	
		A-6	14.30	
	无铝箔纸	UA-4	14.24	14.13
		UA-5	14.16	
		UA-6	14.00	

根据表 2 结果,相同样品平行样含水率重现性很好(RSD<2.5%),表明采用该方法准备和处理样品在操作上是可行。参照组烟丝含水率平均值为 13.43%;常温组铝箔纸样品烟丝含水率平均值为 14.31%,无铝箔样品烟丝含水率平均值为 14.18%,分别增加了 0.88% 和 0.75%;加速组铝箔纸样品烟丝含水率平均值为 14.52%,无铝箔样品烟丝含水率平均值为 14.13%,分别增加了 1.09% 和 0.7%。含水率变化见图 1。

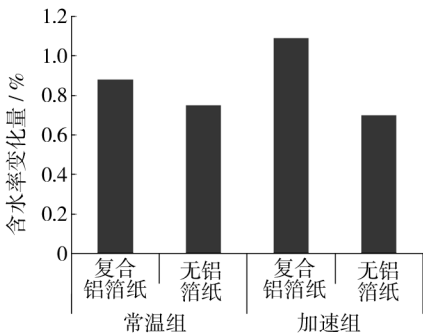


图 1 不同处理方法对烟丝含水率的影响

Fig.1 Effect of treatment processes
on cut tobacco's moisture content

结果表明,虽然复合铝箔纸对水蒸气的阻隔性能

优于无铝箔纸,但在本实验条件下,烟丝含水率变化与内衬纸的透湿性能之间关联性较小。表明在实际包装中,烟支中烟丝含水率受内衬纸透湿性能的影响很小。推测认为,实际上受 BOPP 膜及密封效果的影响较大。

2.3 内衬材料对烟丝致香成分的影响

以 3 号和 5 号纸样为对象制备样品,定性分析确定挥发性物质的保留时间和选择离子,结果见表 3。

表 3 挥发性物质的保留时间和选择离子

Tab.3 Retention time and selected ion
of the added volatile compounds

序号	时间 /min	成分	SIM
1	11.22	苯甲醇	79.108
2	11.66	苯乙酮	105.77

通过标准溶液的定量分析确定标准曲线,得到各组分的线性回归方程,两组分的线性回归方程分别为:苯甲醇 $y = 4.826 + 105x$, $r = 0.9968$; 苯乙酮 $y = 1.811 + 106x$, $r = 0.9980$ 。 r 值表明,实验设计中采用的分析纯样品可以用于本研究的目的,纯度较差带来的仅为系统误差。

测定各样品中苯甲醇和苯乙酮的含量,从而考察内衬纸对烟丝中外加致香成分含量的影响,结果见表 4。

表 4 不同样品中外加致香物质含量

Tab.4 Content of added aroma compounds
in various cut tobacco samples

		样品 编号	苯甲醇 含量/ μg	苯乙酮 含量/ μg	苯甲醇平 均值/ μg	苯乙酮平 均值/ μg
参 照 组		1 [#]	2.93	6.74	2.82	6.58
		2 [#]	2.76	6.43		
		3 [#]	2.85	6.75		
		4 [#]	2.72	6.39		
常 温 组	复合 铝箔纸	A-1-2	0.84	3.40	0.88	3.54
		A-2-2	0.91	3.57		
		A-3-2	0.89	3.65		
	无铝 箔纸	UA-1-2	1.51	4.25	1.48	4.42
		UA-2-2	1.47	4.46		
		UA-3-2	1.45	4.55		
加 速 组	复合 铝箔纸	A-1-1	1.90	5.58	1.89	5.57
		A-2-1	1.83	5.44		
		A-3-1	1.94	5.69		
	无铝 箔纸	UA-1-1	2.09	5.62	2.05	5.59
		UA-2-1	2.10	5.57		
		UA-3-1	1.95	5.59		

根据表 3 结果,每组样品平行样的苯甲醇和苯乙酮的含量重现性较好(RSD 值均<4%),表明该方法处理样品在操作上是可行的。参照组中苯甲醇和苯乙酮的含量的平均值分别为 2.82 μg 和 6.58 μg;常温组复合铝箔纸烟丝样品中苯甲醇和苯乙酮的含量的平均值分别为 0.88 μg 和 3.54 μg,降幅分别为 68.79% 和 46.20%;无铝箔纸烟丝样品中苯甲醇和苯乙酮含量的平均值分别为 1.48 μg 和 4.42 μg,降幅分别为 47.52% 和 32.83%;加速组复合铝箔纸烟丝样品中苯甲醇和苯乙酮的含量的平均值分别为 1.89 μg 和 5.57 μg,降幅分别为 32.98% 和 15.35%;无铝箔纸烟丝样品中苯甲醇和苯乙酮含量的平均值分别为 2.05 μg 和 5.59 μg,降幅分别为 27.30% 和 15.05%。降幅对比见图 2。

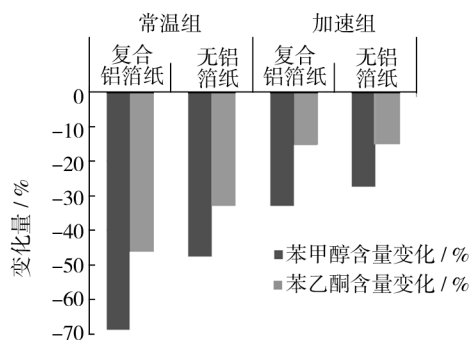


图 2 不同处理方法对烟丝中致香成分含量的影响
Fig. 2 Effect of treatment processes on the content of cut tobacco's aroma compounds

以上结果表明,不同处理条件下,苯甲醇和苯乙酮均具有较大程度的损失(透过纸张、薄膜以及存在的微小缝隙等),相对分子质量较小的苯甲醇损失程度较大,其他影响因素可能有沸点、饱和蒸汽压等。常温组和加速组的实验中,在致香成分保持能力上,对氧气阻隔能力更优的复合铝箔纸并未体现出优势。表明该包装条件下,纸张对氧气的阻隔性能与致香成分的保持(本实验中为苯甲醇和苯乙酮)没有直接的正相关关系。推测在实际包装中,致香成分的流失与 BOPP 膜的阻隔性能以及密封效果的关联性更大。

3 结论

较之复合铝箔内衬纸,无铝箔内衬纸的环保性能有明显的优势,但经研究发现,无铝箔内衬纸对水蒸气、氧气等的阻隔性能却明显不如复合铝箔纸。

烟丝中特定致香成分的含量相对较低,定量分析时精确性难以保证。在卷烟制备过程中添加致香物质并采用不同材料进行卷包,将影响实际生产,因此模拟了卷烟的包装形式进行不同阻隔性能内衬材料实际应用效果的探索。

采用本方法准备样品,测定样品的含水率和外加致香成分的含量变化,结果表明,每组样品的含水率和致香物质含量平行性较好(RSD 值较低),实验方法可行;不同存储条件下,透湿透氧性能较优的无铝箔内衬纸对烟丝含水率、致香物质含量没有负面的影响。研究结果表明,无铝箔内衬纸的实际使用效果与复合铝箔纸基本无异。

参考文献:

- [1] 易斌. 中国近代卷烟包装设计的特色[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 259-260.
YI Bin. Characteristics of Neoteric Cigarette Packaging Design in China[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 259-260.
- [2] 孙明海, 于琳. 黄鹤楼品牌个性化卷烟包装形态的造型设计[J]. 包装工程, 2012, 33(10): 12-16.
SUN Ming-hai, YU Lin. Modeling Design of Packaging form of Huanghelou Personalized Cigarette[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(10): 12-16.
- [3] 郭紫明, 李艳春, 董道竹, 等. 卷烟包装材料中残留的挥发性有机物[J]. 烟草科技, 2007, 235(2): 35-37.
GUO Zi-ming, LI Yan-chun, DONG Dao-zhu, et al. Chromatographic Determination of VOC Residues in Cigarette Packing Material[J]. Tobacco Science and Technology, 2007, 235(2): 35-37.
- [4] 刘春波, 陆舍铭, 李希强, 等. 吹扫捕集-GC 法检测卷烟包装材料中挥发性有机化合物[J]. 烟草科技, 2009, 259(2): 42-45.
LIU Chun-bo, LU She-ming, LI Xi-qiang, et al. Determination of Volatile Organic Compounds in Cigarette Packing Materials by Purge and Trap-Gas Chromatography[J]. Tobacco Science and Technology, 2009, 259(2): 42-45.
- [5] 刘春波, 陆舍铭, 刘正聪, 等. 采用 P&T-GC 和 HS-GC 检测卷烟包装材料中的挥发性有机物[J]. 中国造纸, 2009, 28(08): 16-20.
LIU Chun-bo, LU She-ming, LIU Zheng-cong, et al. Determination of Volatile Organic Compounds in Cigarette Packing Material by P&T-GC and HS-GC[J]. China Pulp and Paper, 2009, 28(8): 16-20.

- [6] 招云芳,陆舍铭,曲国福,等. HS/GC-MS 法对卷烟包装材料中挥发性有机化合物的检测[J]. 分析测试学报, 2009,28(8):954-957.
ZHAO Yun-fang, LU She-ming, QU Guo-fu, et al. Analysis of Volatile Compounds in Packaging Materials Using HS/GC-MS[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2009,28(8):954-957.
- [7] 孙林,杨柳,缪明明,等. 吹扫捕集-串联双检测器气相色谱法同时测定卷烟包装材料中的 6 种溶剂残留[J]. 中国烟草学报, 2008,14(3):8-12.
SUN Lin, YANG Liu, MIAO Ming-ming, et al. Simultaneous Determination of Six Solvent Residues in Cigarette Packaging Materials by Purge-and-trap Coupled to Gas Chromatography with Series Connected Dual Detectors[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2008,14(3):8-12.
- [8] 刘春波,陆舍铭,李希强,等. 吹扫捕集-气相色谱检测卷烟包装材料中的苯系物[J]. 光谱实验室, 2008,25(5):801-804.
LIU Chun-bo, LU She-ming, LI Xi-qiang, et al. Determination of Benzene Series, Benzaldehyde and Phenol in Cigarette Packing Material by Purge-Trap and Gas Chromatography[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2008,25(5):801-804.
- [9] 蒋次清,段晓洁,王岚,等. 卷烟与食品包装材料中挥发性有机化合物的比较分析及其安全性探讨[J]. 包装工程, 2010,31(15):10-14.
JIANG Ci-qing, DUAN Xiao-jie, WANG Lan, et al. Comparison Analysis and Safety Probe to Volatile Organic Compounds in Packaging Material of Cigarette and Food[J]. Packaging Engineering, 2010,31(15):10-14.
- [10] 王宗英,邵云. 卷烟包装发展趋势分析[J]. 包装工程, 2004,25(6):171-172.
WANG Zong-ying, SHAO Yun. Analysis on Developing Trend of Cigarette Packaging[J]. Packaging Engineering, 2004,25(6):171-172.
- [11] 吴迪,胡群,段昌群,等. 卷烟行业可降解包装材料发展趋势[J]. 云南环境科学, 2002,22(1):9-11.
WU Di, HU Qun, DUAN Chang-qun, et al. Developing Trend of Degradable Packing Materials in Cigarette Industry[J]. Yunnan Environmental Science, 2002,22(1):9-11.
- [12] 王理珉,魏杰,胡群. 卷烟主要包装材料环保性能概述[J]. 包装工程, 2004,25(6):168-170.
WANG Li-min, WEI Jie, HU Qun. Summary on Environmental Protection Performance of Cigarette Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2004,25(6):168-170.
- [13] 王理珉,胡群,马静,等. 卷烟内衬材料生物降解率的测定[J]. 烟草科技, 2004,204(7):10-13.
WANG Li-min, HU Qun, MA Jing, et al. Biodegradation Experiments on Cigarette Packet Inner Liner[J]. Tobacco Science and Technology, 2004,204(7):10-13.
- [14] 王理珉,马静,胡群. 卷烟包装材料的透湿透氧性能研究[J]. 湖南包装, 2004(3):27-28.
WANG Li-min, MA Jing, HU Qun. Research on Moisture Permeability and Oxygen Penetrability of Cigarette Packaging Materials[J]. Hunan Packaging, 2004(3):27-28.

(上接第 20 页)

- [2] 陈希荣. 解读《“十二五”规划》探索瓦楞纸箱行业未来发展之路[J]. 印刷技术, 2011(2):15-19.
CHEN Xi-rong. Interpretation of " " 十二五 " Planning " to Explore the Corrugated Box Industry Future Development Road[J]. Printing Technology, 2008(2):36-39.
- [3] 杨瑞丰. 瓦楞纸箱生产使用技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2008.
YABG Rui-feng. Corrugated Box Production Technology[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2008.
- [4] GB/T 6544—2008, 瓦楞纸板[S].
GB/T 6544—2008, National Standards for Corrugated Fiberboard[S].
- [5] 唐少炎,魏星,吴若梅,等. 瓦楞纸箱配纸方法的研究[J]. 包装工程, 2011,32(9):27-29.
TANG Shao-yan, WEI Xing, WU Ruo-mei, et al. Study of Paper Matching Method for Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2011,32(9):27-29.
- [6] 孙诚. 纸包装结构设计[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2010.
SUN Cheng. Paper Packaging Structural Design[M]. Beijing:China Light Industry Press, 2010.
- [7] GB/T 13023—2008, 瓦楞芯(原)纸[S].
GB/T 13023—2008, National Standards for Corrugating Medium[S].
- [8] GB/T 13024—2003, 箱纸板[S].
GB/T 13024—2003, National Standards for Linerboard[S].