

文章编号: 1006-3080(2025)03-0316-06

DOI: 10.14135/j.cnki.1006-3080.20240910001

# 基于 GAB 模型预测包装后卷烟烟丝水活度和含水率的方法

薛诗凡<sup>1</sup>, 凌荣鑫<sup>2</sup>, 张 玮<sup>1</sup>, 华 青<sup>1</sup>, 谢雯燕<sup>1</sup>, 吴 达<sup>1</sup>, 陈 勇<sup>1</sup>, 楼佳颖<sup>1</sup>(1. 上海烟草集团有限责任公司技术中心, 上海 201315; 2. 上海牡丹香精香料有限公司  
技术中心, 上海 201210)

**摘要:** 开发了一种预测包装后卷烟烟丝水活度和含水率的新方法。首先, 绘制原辅材料的等温吸湿曲线, 利用 GAB(Guggenheim-Anderson-de Boer)模型进行拟合, 建立相应的等温吸湿曲线方程; 然后, 基于水分总量恒定和平衡后各组分水活度一致的原理, 建立烟丝与包装辅材间水分迁移的预测模型, 以预测烟丝在包装后的水活度和含水率。结果表明, 在水活度 0.2~0.8 的范围内, GAB 模型模拟了 4 种不同盒型卷烟烟丝、滤棒和烟盒的等温吸湿曲线, 拟合后的相关系数  $R^2$  值均大于 0.980, 且预测的包装后卷烟烟丝水活度和含水率的相对偏差均小于 4%。本方法在预测包装后烟丝水活度和含水率方面具有较高的准确性。

**关键词:** 卷烟; 水活度; 含水率; 等温吸湿曲线; 原辅材料; 预测模型

**中图分类号:** TS452

**文献标志码:** A

烟丝含水率是影响卷烟产品风格、品质的重要因素<sup>[1-4]</sup>。卷烟水分过低, 燃烧速度较快, 每口烟气量大, 烟味浓烈不醇和, 刺激性和干燥感增强, 舒适性不佳<sup>[5-7]</sup>; 卷烟水分过高, 则燃烧速度慢, 每口烟气量少, 烟味平淡、沉闷, 香气不凸显, 余味滞舌, 还易在储贮期间发生霉变<sup>[8-9]</sup>。卷烟烟丝的水活度一般会高于滤嘴、包装等烟用材料, 导致烟丝水分向材料发生迁移, 影响卷烟感官<sup>[10-12]</sup>。因此在卷烟产品设计中, 需要掌握包装后烟丝水分的迁移情况, 一是为包装材料选择提供依据, 也是为确定烟丝和烟用材料合适的含水率要求提供技术支撑。

本研究基于等温吸湿曲线建立了一种预测小盒包装内烟丝水活度和含水率的方法。等温吸湿曲线反映了在某一恒定温度下, 样品平衡含水率与水活度之间的热力学关系, 在控制环境温度和湿度、预测平衡含水率、优化温度和湿度参数等方面具有较大的指导作用<sup>[13-15]</sup>。描述等温吸湿曲线的数学模型可分为理论模型和经验模型, 其中 BET(Brunauer-

Emmett-Teller)模型和 GAB(Guggenheim-Anderson-de Boer)模型为常用的理论模型, DLP(Double Layer Potential)模型为常用的经验模型<sup>[16-18]</sup>。迟广俊等<sup>[19]</sup>选择用 14 种常见模型对 18 种不同类型的烟草样本进行探讨, 结果表明以上模型均具有良好的适用性, 其中以 GAB 模型和 DLP 模型最为准确。文献<sup>[20-21]</sup>研究了不同配方烟丝的等温吸湿特性, 发现 DLP 模型拟合的等温吸湿曲线在预测烟丝水活度和含水率方面有较高准确性。文献<sup>[22-23]</sup>发现在一定湿度范围内 GAB 模型能更准确地描述不同类型烟丝样品水活度和平衡含水率的关系。同时, 谭再珏等<sup>[24]</sup>以雪茄原料和烟支为对象, 建立了不同温度下雪茄原料和烟支的等温吸湿曲线及吸湿曲线响应模型, 表明 GAB 模型对雪茄原料和烟支的等温吸湿曲线拟合效果更好。目前关于烟丝等温吸湿曲线模型研究较多, 但是鲜有基于等温吸湿曲线探讨烟丝、烟用材料的水分迁移关系的报道。本文在烟丝、滤嘴、包装材料的等温吸湿曲线基础上, 基于总含水量不

收稿日期: 2024-09-10

基金项目: 上海烟草集团有限责任公司项目(2021-1-017P)

作者简介: 薛诗凡(1992—), 女, 山东烟台人, 博士, 工程师, 主要研究方向为烟草化学。E-mail: 15921912650@163.com

通信联系人: 楼佳颖, E-mail: loujy@sh.tobacco.com.cn

引用本文: 薛诗凡, 凌荣鑫, 张 玮, 等. 基于 GAB 模型预测包装后卷烟烟丝水活度和含水率的方法[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2025, 51(3): 316-321.

**Citation:** XUE Shifan, LING Rongxin, ZHANG Wei, *et al.* A Method for Predicting the Water Activity and Moisture Content of Cut Tobacco after Packaging Based on the GAB Model[J]. Journal of East China University of Science and Technology, 2025, 51(3): 316-321.

变和平衡后各部分水活度相同的原理,预测包装后烟丝的水活度及含水率;同时探讨了包装材料对烟丝水分迁移的影响,为包装材料的材质选型、以及烟丝、滤嘴和盒包装纸的含水率指标设计提供高效、科学、准确的技术支持和理论依据。

## 1 实验部分

### 1.1 原料与仪器

材料:选取上海烟草集团有限责任公司生产线上的4款卷烟产品,烟丝、滤嘴和盒包装纸相关信息如表1所示。

仪器:恒温恒湿箱(德国BINDER公司KBF240型);水活度仪(美国Decagon公司Aqualab 4TE型);分析天平(瑞士Mettler-Toledo公司XP404S型);烘箱(德国Venticell公司VC 111 ECO型)。

### 1.2 研究方法

1.2.1 干基质量 将烟支的烟丝和滤嘴分离,按《GB/T 22838.8—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定 第8部分:含水率》分别测定烟丝和滤嘴的干基质量。按《GB/T 462—2008 纸、纸板和纸浆分析试样水分的测定》测定盒包装纸干基质量。

#### 1.2.2 等温吸湿曲线模型

(1)样品平衡:将烟丝、滤嘴、盒包装纸都分别置于相对湿度为20%、35%、50%、65%、80%,温度为(22±1)℃的恒温恒湿箱中,平衡48 h以上。

(2)水活度测定:取(0.5±0.1)g样品,用水活度仪测定。

(3)平衡含水率:按《GB/T22838.8—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定 第8部分:含水率》测定。

(4)GAB等温吸湿模型:水活度和平衡含水率采用Origin软件中的非线性自定义方程进行拟合,绘制等温吸湿曲线得到GAB模型如下:

$$X = \frac{wck a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + k c a_w)} \quad (1)$$

式中, $X$ 为每个相对湿度下的含水率(%), $a_w$ 是水活度; $w$ 为单分子层含水量(质量分数,%), $k$ 为与水结合位点相关的常数, $c$ 为与吸附热相关的常数。拟合后即可获得 $w$ 、 $c$ 、 $k$ 这3个值。

1.2.3 水分迁移模型 依据烟丝、滤棒、盒包装纸3部分包装前后含水量总和不变以及平衡后各部分水活度一致原则,建立水分迁移模型如下:

$$m_T X_{T,0} + m_P X_{P,0} + m_R X_{R,0} = m_T X_{T,1} + m_P X_{P,1} + m_R X_{R,1} \quad (2)$$

式中, $m$ 为各部分的干基质量(g),下标T、P、R分别表示烟丝、盒包装纸和滤棒,下标0、1分别表示包装前和平衡后。

1.2.4 烟丝含水率预测 利用包装后卷烟混合体系水活度 $a_w$ 求得烟丝的等温吸湿曲线,预测包装后烟丝的含水率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 GAB模型拟合效果

表2所示为温度22℃、水活度范围0.2~0.8条件下,4种样品的等温吸湿曲线方程式。可以看出,相关系数 $R^2$ 均大于0.980,证明GAB模型均适用于烟丝、滤嘴和盒包装纸的等温吸湿曲线的拟合。

图1所示为4种样品卷烟烟丝、滤嘴、盒包装纸的GAB方程拟合效果,可以看出GAB模型可以很好地拟合不同类型卷烟的烟丝、滤嘴和盒包装纸的

表1 4款卷烟产品的相关信息

Table 1 Information of four different cigarettes

Sample	Cigarette length/mm	Circumference/mm	Filter rod length/mm	Packaging type	Component	$m/g$	$w/\%$
A	89	20.0	30	Side-open packaging	Cut tobacco	8.2157	33.43
					Filter rod	2.9942	12.18
					Packaging	13.3693	54.39
B	84	24.5	25	Full-open packaging	Cut tobacco	12.4120	42.59
					Filter rod	3.0435	10.44
					Packaging	13.6898	46.97
C	84	24.5	25	Hard packaging	Cut tobacco	11.8710	57.34
					Filter rod	3.0332	14.65
					Packaging	5.7992	28.01
D	84	24.5	22	Soft packaging	Cut tobacco	12.2591	69.85
					Filter rod	2.5780	14.69
					Packaging	2.7122	15.45

表 2 4 种样品的等温吸湿曲线

Table 2 Isothermal absorption curves of four different samples

Sample	Component	GAB fitting equation	$R^2$
A	Cut tobacco	$X = \frac{10.3903a_w}{(1-0.6814a_w)(1-0.4155a_w)}$	0.999
	Filter rod	$X = \frac{87.0254a_w}{(1-0.6902a_w)(1+17.8748a_w)}$	0.995
	Packaging	$X = \frac{56.5099a_w}{(1-0.7689a_w)(1+11.9076a_w)}$	0.997
B	Cut tobacco	$X = \frac{12.1105a_w}{(1-0.8324a_w)(1+0.0793a_w)}$	0.996
	Filter rod	$X = \frac{8.0218 \times 10^{43} a_w}{(1-0.9616a_w)(1+3.1823 \times 10^{43} a_w)}$	0.992
	Packaging	$X = \frac{37.7020a_w}{(1-0.7387a_w)(1+7.4612a_w)}$	0.994
C	Cut tobacco	$X = \frac{14.1016a_w}{(1-0.9124a_w)(1+0.6836a_w)}$	0.999
	Filter rod	$X = \frac{98.4016a_w}{(1-0.9127a_w)(1+33.4175a_w)}$	0.984
	Packaging	$X = \frac{22.9258a_w}{(1-0.8113a_w)(1+4.4800a_w)}$	0.993
D	Cut tobacco	$X = \frac{13.9138a_w}{(1-0.9085a_w)(1+0.7206)}$	0.997
	Filter rod	$X = \frac{16.4660a_w}{(1-6.4327a_w)(1+5.2137a_w)}$	0.998
	Packaging	$X = \frac{7.9926a_w}{(1-0.2526a_w)(1-0.1810a_w)}$	0.983

含水率与水活度的关系; 总体来说, 相较于滤嘴和盒包装纸, 4 种样品烟丝的等温吸湿曲线较为接近。但是, 如图 1(a) 所示, 样品 A 的烟丝与样品 B、C、D 烟丝的等温吸湿曲线区别较大, 主要表现为相同水活度下含水率更大, 水分吸附量更大, 尤其在高水平水活度条件下, 主要原因为样品 A 的烟丝切丝宽度为 0.8 mm, 而样品 B、C、D 的烟丝切丝宽度均为 1 mm, 切丝宽度越小, 比表面积就越大, 吸附性能越好。由图 1(c) 可以看出, A、B、C 样品的盒包装纸等温吸湿曲线更为接近, 样品 D 相对偏离, 其中 A、B、C 样品的盒包装纸均为硬质盒子, 盒包装纸厚度分别为 906.3、

829.5、328.2, 样品 D 盒包装纸为软质盒子, 盒包装纸厚度为 161.6, 样品 D 的盒包装纸厚度很小, 水分吸附能力较弱, 所以在相同水活度下, 含水率较低。

## 2.2 基于模拟的烟丝水分迁移预测

初始状态模拟: 将 4 个卷烟盒包装材料都放置于温度 22 °C、湿度 (RH) 分别为 30%、40%、50% 的恒温恒湿箱内平衡 48 h 以上, 测定不同湿度条件下盒包装材料的初始水活度和平衡含水率, 结果如表 3 所示。同时, 将烟丝和滤嘴放置于温度 22 °C、湿度 60% 的恒温恒湿箱内平衡 48 h 以上, 测定烟丝、滤嘴的水活度和平衡含水率, 如表 4 所示。

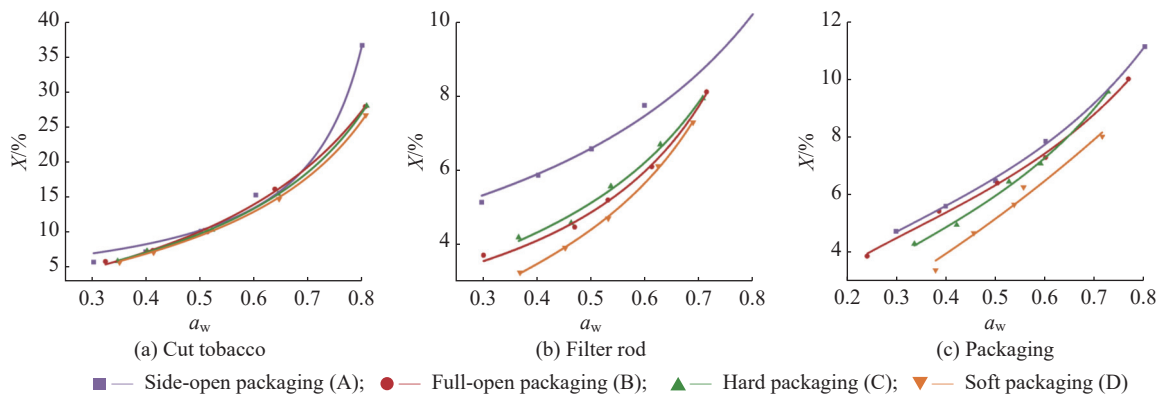


图 1 4 种不同类型香烟的 GAB 拟合的等温吸湿曲线

Fig. 1 GAB fitting curves of four different kinds of cigarettes

表 3 不同湿度下 4 种盒包装纸的水活度和平衡含水率

Table 3 Water activity and equilibrium moisture content of four different packaging papers under different humidity

Sample	RH30%		RH40%		RH50%	
	$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X/\%$
A	0.3065	4.78	0.4224	5.94	0.5098	7.34
B	0.3020	4.41	0.4030	5.55	0.5100	6.46
C	0.3055	4.34	0.4218	5.26	0.5096	6.15
D	0.3502	3.99	0.4928	3.13	0.5160	5.37

表 4 温度 22 °C、湿度 60% 条件下, 4 种样品烟丝和滤嘴的水活度和平衡含水率

Table 4 Water activity and equilibrium moisture content of four different kinds of cut tobaccos and filter rods under 22 °C, RH 60%

Sample	Component	$a_w$	$X/\%$
A	Cut tobacco	0.5834	12.75
	Filter rod	0.5882	6.03
B	Cut tobacco	0.5865	12.75
	Filter rod	0.5869	5.65
C	Cut tobacco	0.5869	12.75
	Filter rod	0.5778	6.03
D	Cut tobacco	0.5897	12.21
	Filter rod	0.5740	5.63

迁移模拟及预测: 将平衡后的烟支重新放入相应的盒包装纸中, 用铝箔袋密封, 室温放置 30 d, 测定烟丝含水率、水活度。根据 GAB 模型和公式(2), 预测烟丝含水率、水活度, 结果如表 5 所示, 相对偏差 (RSD) 均小于 4%, 证明该方法可以较好地预测不同环境下的烟支包装后的含水率。

2.3 基于实际样品的水分迁移预测

为验证该模型对实际样品预测效果, 分别从生产线上取 4 种卷烟的烟支、盒包装和成品包装卷烟, 测定含水率和水活度, 如表 6 所示。

成品包装卷烟室温放置 30 d 后, 测定烟丝、滤嘴、盒包装纸的平衡水活度值和含水率, 结果如表 7 所示, 预测值与实际值偏差小于 3%, 证明该水分迁移模型有着较准确的预测能力。

2.4 水分迁移规律

图 2 所示为 3 种相对湿度盒包装纸包装 4 种不同卷烟后得到的烟丝含水率。由结果可以看出, 卷烟 A 的烟丝含水率受包装纸湿度影响较大, 其次是卷烟 B, 卷烟 C 和 D 的烟丝含水率受盒包装纸湿度影响较小, 这与图 1 所示的不同样品烟丝的等温吸湿曲线分析结果一致。

表 5 不同湿度迁移后 4 种样品烟丝含水率和水活度结果

Table 5 Results of four cut tobaccos after different humidity migration

RH	Sample	Measured value		Predicted value		RSD/%	
		$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X$
30%	A	0.5127	9.89	0.4927	9.69	3.90	2.02
	B	0.5322	10.99	0.5180	10.59	2.66	3.64
	C	0.5701	11.89	0.5600	11.68	1.77	0.65
	D	0.5817	11.89	0.5749	11.84	1.17	0.42
40%	A	0.5520	11.74	0.5380	11.37	2.54	3.15
	B	0.5680	12.17	0.5520	11.85	2.82	2.63
	C	0.5830	12.81	0.5770	12.32	1.03	3.82
	D	0.5979	12.99	0.5940	12.57	0.65	3.34
50%	A	0.5797	12.66	0.5632	12.40	2.85	2.05
	B	0.5826	12.46	0.5615	12.22	3.62	1.93
	C	0.5888	12.46	0.5785	12.38	1.75	0.64
	D	0.5893	12.12	0.5818	12.10	1.27	0.16

表 6 4 种样品最初水活度和含水率

Table 6 Initial water activity and moisture content of four samples

Sample	Component	$a_w$	$X/\%$
A	Cut tobacco	0.6012	13.29
	Filter rod	0.5972	5.87
	Packaging	0.5519	7.54
B	Cut tobacco	0.5897	12.99
	Filter rod	0.5873	5.72
	Packaging	0.4660	6.12
C	Cut tobacco	0.5878	12.86
	Filter rod	0.5784	6.00
	Packaging	0.4679	5.99
D	Cut tobacco	0.5900	12.31
	Filter rod	0.5810	5.69
	Packaging	0.4803	5.32

图 3 所示为用 3 种相对湿度盒包装纸包装 4 种不同卷烟后的烟丝水分迁移率及烟丝质量分数。从图 3 可以看出, 4 种卷烟的烟丝水分迁移率均随着盒包装纸相对湿度的增加而逐渐降低, 说明烟丝与盒包装纸之间的含水率差异越大, 水活度的差异也越大, 水分在烟丝和盒包装纸之间的迁移率也就越大。4 种卷烟烟丝质量分数如图 3 折线所示, 在同样相对湿度的条件下, 烟丝水分迁移率与烟丝质量分

表 7 实际样品迁移后的预测结果

Table 7 Predicted results of four actual samples after migration

Sample	Measured value		Predicted value		RSD	
	$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X/\%$	$a_w$	$X$
A	0.5754	12.93	0.5882	13.14	2.18	1.60
B	0.5592	12.13	0.5716	12.18	2.17	0.41
C	0.5789	12.39	0.5824	12.63	0.60	1.90
D	0.5842	12.19	0.5873	12.31	0.53	0.97

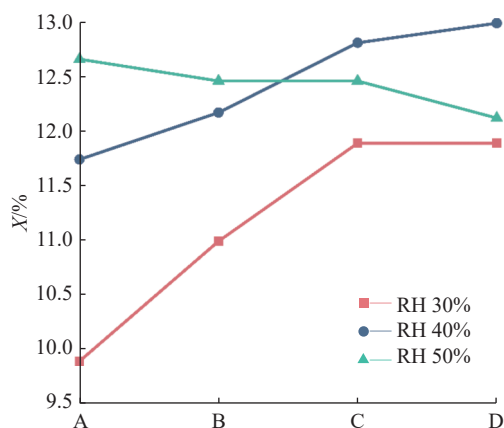


图 2 3 种不同相对湿度烟盒包装后卷烟的烟丝含水率

Fig. 2 Moisture content of cut tobacco packaged with three different relative humidity

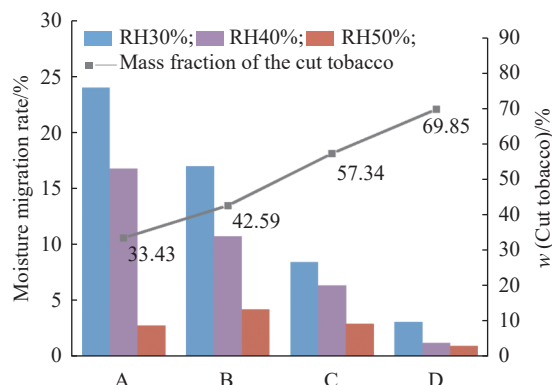


图 3 3 种相对湿度烟盒包装 4 种不同卷烟后烟丝水分迁移率及烟丝质量分数

Fig. 3 Moisture migration rate of cut tobacco packaged with three different relative humidity, and the mass fraction of cut tobacco

数成反比。这说明当盒包装纸质量分数较大时,对烟丝水分的影响较大。结合图 1~3,在卷烟包装过程中,对于烟丝质量分数较小卷烟或者是烟丝切丝宽窄较小烟丝的卷烟,盒包装纸的初始含水率需较高,才能确保包装后烟丝的含水率在正常的范围内。

### 3 结 论

(1)在温度 22 ℃、水活度 0.2~0.8 范围内,利用

GAB 模型拟合水活度和含水率之间的关系,烟丝、滤嘴、盒包装纸的拟合效果的相关系数  $R^2$  均大于 0.980,具有较好的相关性,证明了 GAB 模型拟合后的等温吸湿曲线可用于表征烟丝、滤嘴、盒包装纸的水活度和含水率之间的关系。

(2)基于各组分水分总量不变和平衡后各组分水活度一致的原理,建立烟丝与包装辅材之间水分迁移预测模型,成功预测包装后烟丝的水活度及含水率,预测值与实际值相对偏差小于 4%。

(3)本方法证明烟丝质量分数较小的卷烟盒包装纸的初始含水率需较高,才能确保包装后烟丝的含水率在正常范围内,该方法为卷烟原料及辅材的水分设计提供重要参考。

### 参考文献:

- [1] 刘民昌,温若愚,刘洋,等. 贮存期间盒装卷烟含水率的影响[J]. 烟草科技, 2021, 54(7): 83-88,96.
- [2] 孙雯,李雪梅,曾晓鹰,等. 烟丝含水率对卷烟燃吸品质、烟气水分及颗粒物挥发性成分的影响[J]. 烟草科技, 2009(11): 33-39.
- [3] 张虎,段沅杏,赵杨,等. 含水率对加热卷烟气溶胶主要成分释放量的影响[J]. 食品与机械, 2022, 38(7): 43-46,56.
- [4] EHMKE H, NEURATH G. Effect of moisture content of cigarettes on the composition of smoke II[J]. Beitrage Zur Tabakforschung International, 1964, 2(5): 205-208.
- [5] 刘民昌,刘洋,张荣亚,等. 烟用材料对手工包装卷烟含水率的影响研究[J]. 农产品加工, 2024(2): 38-42.
- [6] 倪立军,郭佳,张鑫,等. 卷烟主流烟气及其物理化学检测数据的挖掘与信息抽提[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2007, 33(1): 79-83.
- [7] ZHA Q, MOLDOVEANU S C. The influence of cigarette moisture to the chemistry of particulate phase smoke of a common commercial cigarette[J]. Beitrage Zur Tabakforschung International, 2004, 21(3): 184-191.
- [8] 杨凯,张朝平,余苓,等. 卷烟烟气水分对感官舒适度的影响[J]. 烟草科技, 2009(7): 9-11.
- [9] 姚珊珊,曾宪立,王辉,等. 云烟 87 烤后烟叶平衡含水率预测模型构建与霉变规律分析[J]. 生物灾害科学, 2022, 44(4): 356-362.
- [10] 黎洪利,文鹏,戴迎雪,等. 烟支含水率对卷烟烟气成分的影响[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(2): 16-20.
- [11] 阎瑾. 环境湿度对卷烟烟气成分和风格品质的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(11): 47-51.
- [12] 顾亮,李春光,刘强,等. 环境湿度对配送烟丝质量及卷烟质量的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(4): 190-194.
- [13] LABUZA T P, LABUZA A. Water activity prediction and moisture sorption isotherms [J/OL]. (2008-04-07) [2024-09-10]. <https://api.semanticscholar.org/corpusID:93694044>
- [14] ANDRADE P R D, LEMUS M R, PEREZ C C E. Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations[J]. Vitae-Revista De La Facultad De Quimica Farmaceutica,

- 2011, 18(3): 324-333.
- [15] RAJI A O, OJEDIRAN J O. Moisture sorption isotherms of two varieties of millet[J]. *Food and Bioproducts Processing*, 2011, 89(3): 178-184.
- [16] SAMEJIMA T, SOH Y, YANO T. Moisture sorption isotherms of various tobaccos[J]. *Agricultural and Biological Chemistry*, 1978, 42: 2285-2290.
- [17] MIYAUCHI M, MIYAKE A, NAKANISHI Y, *et al.* Characteristics of water adsorption isotherms for materials contained in a box of a tobacco product[J]. *Drying Technology*, 1995, 13: 351-370.
- [18] CONDON J B. Surface Area and Porosity Determinations by Physisorption: Measurements and Theory[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 2006.
- [19] 迟广俊, 郭鹏, 洪广峰, 等. 烟草样品等温吸湿模型的分析[J]. *中国烟草学报*, 2017, 23(2): 50-59.
- [20] 常翔, 张珍祺, 王巍巍, 等. 应用等温吸附曲线方程快速测定烟丝的含水率[J]. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2021, 47(3): 356-360.
- [21] 马骥, 马宇平, 陈芝飞, 等. 配方烟草样品等温吸湿曲线预测模型的构建与验证[J]. *烟草科技*, 2015, 48(7): 64-69.
- [22] 张峻松, 李皓, 霍现宽, 等. 烟草等温吸湿线和净等量吸附热的研究[J]. *轻工学报*, 2017, 32(1): 28-34.
- [23] 赵春雷, 张勇, 苏瑶. 烟丝组分的吸湿模型研究[J]. *西安工程大学学报*, 2012, 26(4): 521-523.
- [24] 谭再珩, 王剑, 潘勇, 等. 雪茄原料和烟支等温吸湿模型的建立[J]. *包装工程*, 2022, 43(19): 273-282.

## A Method for Predicting the Water Activity and Moisture Content of Cut Tobacco after Packaging Based on the GAB Model

XUE Shifan<sup>1</sup>, LING Rongxin<sup>2</sup>, ZHANG Wei<sup>1</sup>, HUA Qing<sup>1</sup>, XIE Wenyan<sup>1</sup>, WU Da<sup>1</sup>, CHEN Yong<sup>1</sup>, LOU Jiaying<sup>1</sup>  
(1. Technology Center, Shanghai Tobacco Group. Ltd, Shanghai 201315, China; 2. Technology Center, Shanghai Peony Flavors and Fragrances Co. Ltd, Shanghai 201210, China)

**Abstract:** This research aims to develop a new method for predicting the water activity and moisture content of cigarettes after packaging. First, the isothermal absorption curves of different materials are plotted, and the GAB model is used for fitting to establish the corresponding isothermal equations. Then, based on the principle of constant total moisture content and consistent water activity among various components after equilibrium, this method can successfully predict the water activity and moisture content of cigarettes after packaging. The results show that within the range of water activity from 0.2 to 0.8, the GAB model can effectively simulate the isothermal absorption curves of cut tobacco, filter sections, and boxes of four different types of cigarette packs, with the  $R^2$  values all greater than 0.980, and the relative deviation of the predicted water activity and moisture content of the cut tobacco after packaging is less than 4%. Therefore, this method has high accuracy in predicting the water activity and moisture content of cut tobacco after packaging, providing guidance for the moisture design of cigarette and packaging materials. At the same time, it provides a theoretical basis and methodological support for reducing the migration from cut tobacco moisture to packaging materials and for stabilizing and maintaining the moisture of cigarettes.

**Key words:** cigarette; water activity; moisture content; isothermal absorption curve; raw material; prediction model

(责任编辑: 王晓丽)