

# 烤烟烟叶的等温吸湿和解湿特性

顾中铸, 吴 薇

(南京师范大学 动力工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 对几种中国烤烟烟叶的等温吸湿和解湿特性进行了实验研究. 研究表明, 烟叶的平衡含水量取决于环境温度、相对湿度及烟叶类型和等级等; 烟叶存在吸湿滞后现象, 在不同的相对湿度  $\Phi$  下, 其滞后的程度有显著的差别. 在  $\Phi$  为 50% ~ 70% 范围内, 吸湿滞后非常明显; 但当  $\Phi$  较高( $> 90\%$ )或较低( $< 10\%$ )时, 吸湿滞后现象不明显, 甚至完全消失.

[关键词] 烟叶, 吸湿, 解湿

[中图分类号] F768. 29; TK722, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292-(2004)04-0032-03

## 0 引言

烟草的吸湿和解湿过程, 贯穿于卷烟生产的全过程, 诸如烟叶调制、复烤、发酵、真空回潮、润叶加料、蒸梗、烘丝、贮叶、贮丝等. 制丝是卷烟生产的关键环节, 在此过程中温度、水份的大小及其变化, 对于原料损耗、产品内在质量均有极其重要的影响. 因此了解烟叶(丝)的吸湿与解湿特性, 对于卷烟生产具有重要的意义.

烟草是一种生物物质毛细多孔体物料, 其热湿迁移过程十分复杂. 迄今为止, 国内外相关的研究很少. 通过静力学试验, 对几种中国烤烟烟叶的等温吸湿和解湿规律进行了初步的探讨, 旨在为今后进一步深入研究烟叶(丝)在加工过程中的热质传递规律, 提供有关的理论和实验依据.

## 1 试验原理和方法

湿烟草同周围空气的相互作用可沿两个方向进行:

(1) 如果烟草表面的蒸汽分压  $P_{物}$  大于空气中的蒸汽分压  $P_{蒸}$  ( $P_{物} > P_{蒸}$ ), 那么将产生蒸发过程(解吸作用);

(2) 如果  $P_{物} < P_{蒸}$ , 那么烟草将从周围空气中吸湿(吸附作用).

经过一段时间, 当  $P_{物}$  和  $P_{蒸}$  相等时, 出现动力学平衡状态. 相当于平衡状态的烟草含水率叫作平衡水分  $W_{平}$ . 不难看出, 平衡水分的数值取决于空气中的蒸汽分压  $P_{蒸}$ , 或者取决于空气的相对湿度  $\Phi = P_{蒸}/P_{饱}$  ( $P_{饱}$  为该温度下的饱和蒸汽压).

在平衡状态下  $P_{蒸} = P_{物}$ , 因而空气的相对湿度等于烟草表面的相对蒸汽压  $P_{物}/P_{饱}$ .

平衡水分是用饱和蒸汽压法(静力学)来测定的. 实验时, 把一定湿度的烟草样品放于小烧杯内, 小烧杯置于干燥器内, 干燥器内装有已知浓度的硫酸溶液. 定期称量小烧杯中的物料样品, 直到它的重量恒定为止; 这时, 证明它达到了平衡状态, 据此得出烟草在一定条件下的平衡水分.

一定的硫酸浓度相当于空气的一定相对湿度  $\Phi$ . 在不同的硫酸浓度下重复试验, 即把烟草放到不同空气湿度的大气中, 根据试验可得如下关系式:

$$W_{平} = f(\Phi)$$

如果各批试验都是在等于周围空气温度的同一烟草温度下进行的, 那么, 在  $\Phi$  和  $W$  坐标中画成的曲线就叫作等温线.

## 2 吸湿和解湿特性

图 1 示出了 25℃ 时山东 C<sub>1</sub>F 原烟的吸湿等温线. 纵坐标表示相对湿度  $\Phi = P_{蒸}/P_{饱}$ , 横坐标为平衡水分  $W_{平}$ ; 等温线上的诸点相当于  $P_{蒸} = P_{物}$ .

如由等温线的任意一点增加  $\Phi$  值, 即造成  $P_{蒸} > P_{物}$  的条件, 那么产生吸湿(回潮)作用; 如  $\Phi$  减小( $P_{蒸} < P_{物}$ ), 那么产生蒸发(干燥)作用. 表 1 和表 2 分别给出了 15℃ 和 20℃ 条件下, 几种原烟的平衡水分与相对湿度之间的关系. 由此可见, 相对湿度越大, 平衡水分越高; 烟叶的等级越高, 吸湿性越强, 越难干燥.

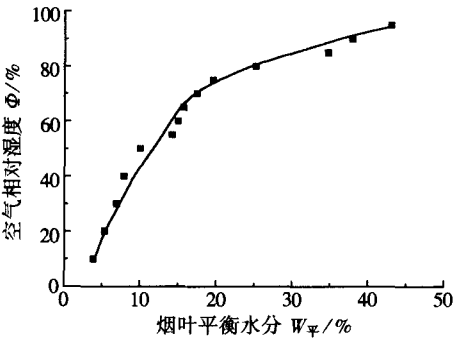


图 1 25℃时山东 C<sub>1</sub>F 原烟的吸湿等温线

表 1 15℃时几种原烟的平衡水分

试样	平衡水分/ %						
	相对湿度 45%	相对湿度 55%	相对湿度 65%	相对湿度 75%	相对湿度 80%	相对湿度 90%	相对湿度 95%
安徽 C <sub>1</sub> F	7.5	11.1	14.7	18.1	22.1	27.1	30.1
安徽 C <sub>2</sub> F	6.9	10.3	14.4	17.2	21.5	26.1	28.2
安徽 C <sub>3</sub> F	6.7	10.1	13.1	16.1	20.8	25.6	26.9

表 2 20℃时几种原烟的平衡水分

试样	平衡水分/ %						
	相对湿度 45%	相对湿度 55%	相对湿度 65%	相对湿度 75%	相对湿度 80%	相对湿度 90%	相对湿度 95%
安徽 C <sub>1</sub> F	8.5	14.5	15.2	19.8	21.3	30.8	36.0
安徽 C <sub>2</sub> F	7.6	12.8	13.5	14.7	19.1	25.5	35.5
安徽 C <sub>3</sub> F	7.1	12.1	13.2	14.3	18.9	24.7	34.8

表 3 和图 2 列出了 25℃时, 山东 C<sub>1</sub>F 原烟吸湿滞后的数据和曲线. 表 4 和图 3 列出了 20℃时安徽 C<sub>2</sub>F 原烟吸湿滞后的数据和曲线. 由图表可以发现, 烟草存在吸湿滞后现象, 亦即如果湿烟草被干燥之后重新吸湿, 那么, 为了得到同样的平衡水分, 必须具有更高的空气湿度, 即在同样的平衡水分下, 吸附湿度  $\Phi_{\text{吸}} >$  解析湿度  $\Phi_{\text{解}}$ .

表 3 25℃时山东 C<sub>1</sub>F 原烟的平衡水分

相对湿度/ %	平衡水分/ %		
	吸湿时 W	解湿时 W	滞后值 $\Delta W$
10	3.8	4.5	0.7
20	5.3	6.5	1.2
30	6.9	8.0	1.1
40	7.9	9.4	1.5
50	10	11.6	1.6
55	14.2	15.9	1.7
60	15	16.8	1.8
65	15.7	17.3	1.6
70	17.5	19.1	1.6
75	19.6	21.0	1.4
80	25.2	26.4	1.2
85	34.7	35.3	0.6
90	37.9	38.0	0.1
95	43	43	0

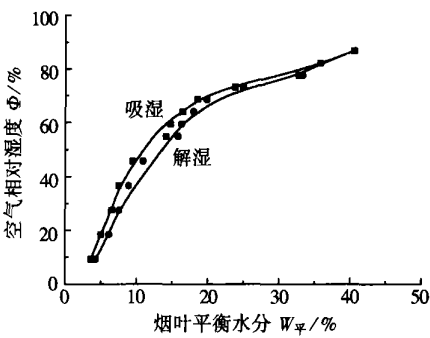


图 2 25℃时山东 C<sub>1</sub>F 原烟的吸湿与解湿等温线

表 4 20℃时安徽 C<sub>2</sub>F 原烟的平衡水分

相对湿度/ %	平衡水分/ %		
	吸湿时 W	解湿时 W	滞后值 $\Delta W$
10	3.8	4.5	0.7
20	5.3	6.5	1.2
30	6.9	8.0	1.1
40	7.9	9.4	1.5
50	10	11.6	1.6
55	14.2	15.9	1.7
60	15	16.8	1.8
65	15.7	17.3	1.6
70	17.5	19.1	1.6
75	19.6	21.0	1.4
80	25.2	26.4	1.2
85	34.7	35.3	0.6
90	37.9	38.0	0.1
95	43	43	0

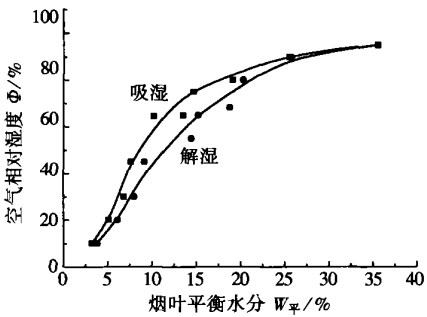


图 3 20℃时安徽 C<sub>2</sub>F 原烟的吸湿与解湿等温线

由上述图表还可以看出, 不同的相对湿度下, 吸湿滞后的程度有相当大的差别.  $\Delta W$  的较大值发生在  $\Phi = 50\% \sim 70\%$  的范围内, 相对湿度过高 ( $> 90\%$ ) 或过低 ( $< 10\%$ ), 滞后现象均不明显. 吸附滞后现象的机理比较复杂, 烟草是一种毛细多孔体固体物料, 其吸附滞后原因是其中存在空气, 在干燥过程中毛细管水脱出时, 空气进入它的毛细管中, 且被吸附在管壁上. 当随后吸湿时, 发生不完全的润湿作用 ( $\cos\theta < 1$ , 这里  $\theta$  是接触角). 因而, 为了

克服空气的阻力, 必须增加蒸汽分压, 即增加  $\Phi$ . 滞后现象还取决于物料的结构, 不同类型、不同等级的烟叶, 其滞后的程度也应有所不同.

3 结论

- (1) 环境温度和相对湿度对烟叶的吸湿过程影响很大, 在温度相同的情况下, 相对湿度越大, 平衡含水量越高.
- (2) 烟叶的类型与等级对其吸湿性能有一定的影响, 对于同一类型的烟叶, 等级越高, 吸湿性越强, 越难干燥, 烟草的这一特性对我们合理安排烟草加工工艺过程有一定的指导意义. 例如烘丝过程, 若要把烟丝干燥到某一最终水分  $W_e$ , 低档烟丝对应于较大的空气相对湿度  $\Phi$ , 从干燥动力学的角度出发, 采用顺流烘丝方法较好; 相反, 对于高档烟丝, 与水分  $W_e$  相对应的相对湿度较低, 宜采用逆流方式进行烘烤.

(3) 烟草存在吸湿滞后现象, 在不同的相对湿度  $\Phi$  下, 吸湿滞后有相当大的差别. 在  $\Phi$  为 50% ~ 70% 范围内, 吸湿滞后非常明显 ( $\Delta W \geq 1$ ), 但当  $\Phi$  较高 ( $> 90\%$ ) 或较低 ( $< 10\%$ ) 时, 吸湿滞后现象不明显, 甚至完全消失. 吸湿滞后程度还取决于烟草的类型和等级.

致谢 试验用烟叶由南京卷烟厂提供, 特此致谢!

[参考文献]

[1] 金兹布尔格 A C. 食品干燥原理与技术基础[M]. 高奎元译. 北京: 轻工出版社, 1986.

[2] 顾中铸, 张奕. 烘丝过程烟丝中某些化学成分变化数值模拟[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2002, 2 (2): 75 - 77.

[3] 韩吉田. 含湿多孔介质热湿迁移特性的非稳定测试理论与技术的研究[D]. 南京: 东南大学, 1996.

[4] 解俊. 多孔介质(烟丝)干燥过程热湿迁移特性研究与计算模拟[D]. 南京: 东南大学, 2001.

Hygroscopicity and Dehydration Properties of Cured tobacco Leaves

GU Zhongzhu, WU Wei

(School of Power Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

**Abstract:** The hygroscopicity and dehydration properties of some Chinese cured tobacco have been investigated experimentally. The results show that the equalization moisture content of tobacco leaves depends on temperature, relative humidity, type and grade of the tobacco. There exists hygroscopic hysteresis in tobacco, which is significantly affected by relative humidity  $\Phi$ . The hygroscopic hysteresis will be obvious when  $\Phi$  ranges from 50% to 70% while there is a little hygroscopic hysteresis when  $\Phi$  is above 90% or below 10%.

**Key words:** Tobacco leaf, hygroscopicity, dehydration

[责任编辑: 严海琳]