

# 烟丝含水率对卷烟落锥及烟气成分的影响

云雪, 訾莹莹, 赖东辉, 王加忠, 毛寒冰, 包亮, 罗熹, 苏鑫, 刘剑\*

(贵州中烟工业有限责任公司技术中心, 贵州贵阳 550009)

**摘要** [目的]了解烟丝含水率对卷烟落锥及烟气成分的影响。[方法]研究了部分贵烟牌号在不同平衡湿度条件下的卷烟落锥及烟气成分情况。[结果]卷烟烟丝含水率随平衡湿度增加而逐渐增加, 卷烟的总颗粒物、烟气烟碱、焦油含量变化不明显, 卷烟抽吸口数、一氧化碳量呈现出相同的增加趋势, 当烟丝水分条件一定, 各烟气成分间并无显著的关联性; 卷烟含水率升高, 卷烟落锥数量明显减少, 不同含水率条件对卷烟落锥的影响要大于不同卷烟之间造成的影响, 不同卷烟之间的落锥个数存在显著差异, 卷烟在 50% 与 60% 水分条件下落锥个数无明显差异, 其余含水率条件下卷烟的落锥个数存在显著差异。[结论]不同烟丝含水率及烟丝结构对卷烟落锥量有明显影响。

**关键词** 卷烟; 含水率; 落锥数量; 烟气

中图分类号 TS41+1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)22-0069-04

## Influence of Moisture Content in Cut Tobacco on Cigarette Fire-drop and Smoke Components

YUN Xue, ZI Ying-ying, LAI Dong-hui, LIU Jian\* et al (China Tobacco Guizhou Industrial Co., Ltd., Guiyang, Guizhou 550009)

**Abstract** [Objective] In order to find the disparity of cigarettes fire-drop conditions and smoke components with different moisture contents. [Method] The changes of moisture content in cigarettes of guiyuan brands of different relative humidity were studied. [Result] As the circumstances relative humidity increased, the moisture content in cut tobacco increased, the total particulate matter, nicotine and tar contents in cigarette smoke were less obvious, while the numbers of smoke and the CO increased at the same time. In addition, no correlation was obvious between matters of smoke, as the moisture content in cut tobacco at a certain level. The cigarettes fire-drop numbers decreased slightly while the increase of moisture content in cut tobacco, which appears to influence moisture content more deeply than brands to brands. otherwise, there were significant difference in each brand from different moisture content in cut tobacco of the fire-drop numbers, except for the moisture content at 50% and 60% levels. [Conclusion] Different moisture contents and structure of tobacco proportion had a significant effect on cigarette fire-drop numbers.

**Key words** Cigarette; Moisture content; Fire-drop numbers; Smoke

卷烟燃烧锥掉落(俗称掉火头、落锥)是指烟支在抽吸过程中,通过一定外力(弹击力度)、弹击位置、弹击距离、弹击时间作用于烟支上,使燃烧锥脱落的现象,其对卷烟产品体验、产品品牌形象、消费者满意度均造成一定负面影响。而卷烟含水率对卷烟的物理性质和化学性质均有着重要影响,如对卷烟感官品质<sup>[1]</sup>、烟气成分<sup>[2]</sup>、卷烟卷制质量<sup>[3]</sup>、卷烟燃吸品质<sup>[4]</sup>的影响等。目前关于卷烟含水率对卷烟燃烧落锥的影响研究少见报道,笔者测定了烟丝在不同卷烟含水率条件下的烟气成分,同时运用卷烟燃烧锥落头倾向检测仪测定了卷烟燃烧落锥的表现,并进行分析和探讨。在此基础上,对卷烟含水率与主流烟气成分及卷烟燃烧锥掉落率进行相关性分析,旨在明确改善卷烟落锥所需合适的卷烟含水量,以便进一步改善卷烟燃烧锥掉落率的其他相关研究提供理论支持。

## 1 材料与方

**1.1 材料** 试验于 2016 年 10 月在贵州中烟工业有限责任公司进行。供试材料为贵阳卷烟厂生产的 2 种某品牌烟支:其中卷烟 A 不掺兑三丝,为纯叶丝配方,不掺兑膨胀烟丝,中下部叶比例为 90%,中部叶比例 75%;卷烟 B 掺兑一定比例膨胀烟丝,掺兑烟丝,膨胀烟丝比例为 100:20,中下部叶比例为 90%,中部叶比例 70%。

## 1.2 方法

**1.2.1 卷烟含水率的测定。**取于(22±1)℃和相对湿度各

为(30±2)%、(40±2)%、(50±2)%、(60±2)%、(70±2)%下平衡 48 h 的烟支各 150 支,取 16 支烟支采用 GB/T 22838.8—2009《卷烟和滤棒物理性能的测定 第 8 部分:含水率》<sup>[5]</sup>规定的方法测定其含水率。

**1.2.2 不同卷烟含水率的卷烟主流烟气指标测定。**该试验所采用的检测标准为 GB/T 19609—2004《卷烟用常规分析用吸烟机测定总颗粒物 and 焦油》<sup>[6]</sup>、GB/T 23355—2009《卷烟总颗粒物中烟碱的测定 气相色谱法》<sup>[7]</sup>、GB/T 23356—2009《卷烟烟气气相中一氧化碳的测定 非散射红外法》<sup>[8]</sup>,检测方法均符合能力验证试验要求。

**1.2.3 不同卷烟含水率的卷烟燃烧锥落头测定。**将置于(22±1)℃和相对湿度各为(30±2)%、(40±2)%、(50±2)%、(60±2)%、(70±2)%下平衡 48 h 的其中 100 支烟支,用型号卷烟落锥测定仪韩国 KARDIEN FDOT-1 的设备进行卷烟燃烧锥落头检测,弹击器力设定为 4.710 kg·f;弹击间隔时间为 0.27 s;弹击中心位置为 25 mm。测试 20 支卷烟为 1 组结果,平行测定 5 组。

卷烟燃烧锥落头率是通过机械装置模拟人弹落卷烟烟灰的行为,以一定程序作用于标准抽吸模式下的卷烟,针对多支卷烟重复实施该行为,发生落头现象的烟支数与被测烟支总数的百分比。

$$HCFP = n/N_{\text{总}} \times 100\%$$

式中,HCFP 表示卷烟燃烧锥落头率;n 表示发生落头现象的烟支数;N<sub>总</sub>表示被测烟支总数。

**1.2.4 方差分析及相关分析方法。**应用 SPSS 16.0 统计软件进行分析<sup>[9]</sup>。

**作者简介** 云雪(1985—),女,贵州贵阳人,助理工程师,从事烟草化学分析研究。\*通讯作者,高级工程师,博士,从事烟草及烟气化学分析研究。

**收稿日期** 2017-05-10

## 2 结果与分析

**2.1 卷烟化学成分与含水率** 由表1可知,卷烟A烟丝总糖及还原糖含量约为卷烟B的90%;卷烟A烟碱及总氮含量约为卷烟B的1.1倍;糖碱比卷烟A为11.0,B为13.0,氮碱比都在0.9左右。总体而言,卷烟B较A糖高碱低。从图1看出,2种卷烟在平衡湿度30%~70%均表现出烟丝含水率随平衡湿度增加而逐渐增加的趋势,2种卷烟含水率的增

幅也基本一致。在30%~60%湿度平衡条件下,烟丝含水率增加表现都较为平稳,而在70%湿度时,均有较明显的拐点上升。另外,在每一个平衡湿度条件下,卷烟B的含水率均较卷烟A稍高,大致在1%~4%。据文献报道<sup>[10-12]</sup>,卷烟不同的三丝掺兑比例及卷烟烟叶的常规化学成分含量均会对卷烟含水率有着密切影响及反映。

表1 不同卷烟常规化学成分

Table 1 Routine chemical components of different cigarette

牌号 Brands	总糖 Total sugar	还原糖 Reducing sugar	总植物碱 Nicotine	氯 Chlorine	总氮 Total nitrogen	钾 Potassium
卷烟A Brand A	26.06	23.41	2.37	0.58	2.20	2.11
卷烟B Brand B	28.37	26.23	2.18	0.50	1.96	2.02

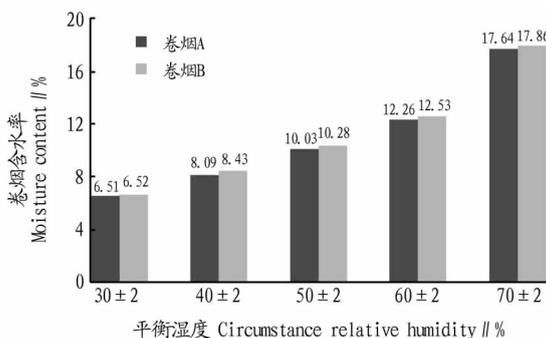


图1 不同平衡湿度卷烟含水率

Fig. 1 Moisture content of different relative humidity in cigarette

**2.2 卷烟含水率和烟气常规指标** 总体来看(表2),随着卷烟含水率增加,卷烟A与卷烟B总粒相物、烟气烟碱、焦油

含量变化不明显;卷烟A与卷烟B抽吸口数、一氧化碳量呈现出相同的增加趋势;卷烟A粒相水分有逐步增加趋势,卷烟B粒相水分则无明显趋势,受影响较小。分别对卷烟A及卷烟B的不同含水率与烟气成分进行简单相关分析和偏相关分析<sup>[9]</sup>(含水率作为控制变量),结果见表3、4。首先当含水率不作为控制变量时,卷烟A总粒相物与焦油量,粒相水分与抽吸口数、一氧化碳量、含水率,抽吸口数与一氧化碳量、含水率,一氧化碳量与含水率表现出显著相关。在卷烟B中,总粒相物与粒相水分,抽吸口数与一氧化碳量、含水率,一氧化碳量与含水率表现出显著相关。而在含水率作为控制变量后,卷烟A与卷烟B的各烟气成分间表现出无显著的相关性。另外,无论含水率是否作为控制变量,卷烟B的各烟气成分间的相互影响程度均要小于卷烟A各烟气成分间的影响。

表2 不同平衡湿度烟气常规成分

Table 2 Cigarette smoke components statistics under different relative humidity

卷烟牌号 Brands	平衡湿度 Relative humidity // %	含水率 Moisture content %	总粒相物 Total parti- culate matter mg/支	粒相水分 Moisture of particulate matter mg/支	烟气烟碱 Nicotine mg/支	焦油 Tar mg/支	抽吸口数 Numbers of smoke 口/支	一氧化碳 CO mg/支
卷烟A Brand A	30 ± 2	6.51	12.25	1.42	1.09	9.74	6.08	11.10
	40 ± 2	8.09	12.05	1.42	1.10	9.53	6.07	11.12
	50 ± 2	10.03	12.89	1.51	1.09	10.29	6.59	11.91
	60 ± 2	12.26	12.26	1.55	0.96	9.80	6.69	12.00
	70 ± 2	17.64	13.11	1.96	1.03	10.12	7.67	13.17
卷烟B Brand B	30 ± 2	6.62	12.80	1.72	0.99	10.09	6.02	9.90
	40 ± 2	8.43	12.83	1.68	1.06	10.09	6.10	10.10
	50 ± 2	10.28	12.62	1.57	0.95	10.10	6.35	10.17
	60 ± 2	12.53	12.64	1.53	0.88	10.20	6.80	10.20
	70 ± 2	17.86	12.74	1.67	0.99	10.08	7.32	11.33

**2.3 卷烟燃烧落锥表现** 由图2可知,随着平衡湿度的升高,卷烟A与卷烟B的落锥数量均呈现出明显逐渐减少的趋势,卷烟A落锥数量由80%降低至10%左右(试验考察了20支卷烟),卷烟B落锥数量由40%降低至5%左右。在各个平衡湿度下,卷烟B的落锥数量均少于卷烟A,在较低湿度30%及较高湿度60%、70%表现最为明显,落锥数量大致为

卷烟A的1/2~1/3。

运用SPSS统计软件对2个牌号卷烟在不同含水率条件下的卷烟落锥数量进行多因素分差分析,其中卷烟落锥数量作为因变量,不同含水率及不同卷烟(A和B)作为固定因子。方差齐性检验表明, $F$ 值为0.955,相伴概率为0.491,大于显著性水平0.05,因此可认为各个组总体方差相等,满足

方差检验的前提条件。从主体间效应检验看出,不同含水率贡献的离差平方和为 760.8,均方为 190.2。不同卷烟(A 和 B)贡献的离差平方和为 154.88。表明不同含水率条件对卷烟落锥的影响要大于不同卷烟。另外,不同含水率条件和不同

同卷烟的  $F$  值对应的相伴概率都小于 0.01,说明不同含水率条件下卷烟的落锥个数存在显著差异,不同牌号卷烟的落锥个数存在显著差异。

表 3 卷烟 A 烟气常规成分相关性

Tab. 3 Correlations of A cigarette smoke components

控制变量 Control variable	常规成分 Routine component	总颗粒物 Total particulate matter	粒相水分 Moisture of particulate matter	烟气烟碱量 Nicotine	焦油量 Tar	抽吸口数 Numbers of smoke	一氧化碳量 CO	含水率 Moisture content
无 None	总颗粒物	—	0.79	-0.07	0.92 *	0.82	0.84	0.73
	粒相水分	0.79	—	-0.41	0.53	0.98 **	0.96 **	0.96 **
	烟气烟碱量	-0.07	-0.41	—	-0.06	-0.50	-0.52	-0.59
	焦油量	0.92 *	0.53	-0.06	—	0.63	0.67	0.52
	抽吸口数	0.83	0.98 **	-0.50	0.63	—	0.99 **	0.98 **
	一氧化碳量	0.84	0.96 **	-0.518	0.667 7	0.99 **	—	0.98 **
	含水率	0.73	0.96 **	-0.59	0.52	0.98 **	0.98 **	—
含水率 Moisture content	总颗粒物	—	0.45	0.65	0.93	0.88	0.94	—
	粒相水分	0.45	—	0.69	0.11	0.71	0.38	—
	烟气烟碱量	0.65	0.69	—	0.35	0.52	0.39	—
	焦油量	0.93	0.11	0.35	—	0.75	0.95	—
	抽吸口数	0.89	0.71	0.52	0.75	—	0.92	—
	一氧化碳量	0.94	0.38	0.39	0.95	0.92	—	—

注: \* 和 \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关

Note: \* and \*\* indicated significant correlations at the 0.05 and 0.01 levels, respectively

表 4 卷烟 B 烟气常规成分相关性

Tab. 4 Correlations of B cigarette smoke components

控制变量 Control variable	常规成分 Routine component	总颗粒物 Total particulate matter	粒相水分 Moisture of particulate matter	烟气烟碱量 Nicotine	焦油量 Tar	抽吸口数 Numbers of smoke	一氧化碳量 CO	含水率 Moisture content
无 None	总颗粒物	—	0.91 *	0.85	-0.57	-0.37	-0.06	-0.34
	粒相水分	0.91 *	—	0.82	-0.78	-0.30	0.07	-0.26
	烟气烟碱量	0.85	0.82	—	-0.82	-0.38	0.04	-0.27
	焦油量	-0.57	-0.78	-0.82	—	0.20	-0.24	0.09
	抽吸口数	-0.37	-0.30	-0.38	0.20	—	0.90 *	0.99 **
	一氧化碳量	-0.06	0.07	0.04	-0.24	0.90 *	—	0.94 *
	含水率	-0.34	-0.26	-0.27	0.09	0.99 **	0.94 *	—
含水率 Moisture content	总颗粒物	—	0.91	0.84	-0.58	-0.27	0.79	—
	粒相水分	0.91	—	0.80	-0.79	-0.29	0.94	—
	烟气烟碱量	0.84	0.80	—	-0.83	-0.75	0.88	—
	焦油量	-0.58	-0.79	-0.83	—	0.73	-0.95	—
	抽吸口数	-0.27	-0.29	-0.75	0.73	—	-0.56	—
	一氧化碳量	0.79	0.94	0.88	-0.95	-0.56	—	—

注: \* 和 \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关

Note: \* and \*\* indicated significant correlations at the 0.05 and 0.01 levels, respectively

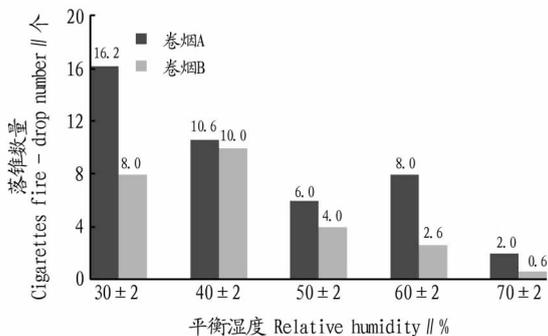


图 2 不同平衡湿度卷烟落锥数量平均值(每 20 支)

Fig. 2 Means of cigarette fire-drop numbers at different relative humidity level

通过 LSD 多个比较看出(表 5),2 种卷烟(A 和 B)在不同含水率下的差异情况,除 50% 与 60% 水分条件下落锥个数差异不明显,其余不同含水率卷烟之间落锥个数均有显著差异,相伴概率都小于显著性水平。具体为,30% 水分条件下落锥表现明显不同于 40%、50%、60%、70% 表现,40% 水分条件下卷烟落锥表现明显不同于 30%、50%、60%、70% 表现,50% 水分条件下卷烟落锥表现明显不同于 30%、40%、70% 表现,60% 水分条件下卷烟落锥表现明显不同于 30%、40%、70% 表现,70% 水分条件下卷烟落锥表现明显不同于 30%、40%、50%、60% 表现。

### 3 结论与讨论

该研究表明,卷烟烟丝含水率随平衡湿度增加而逐渐增

加,在70%湿度时,有较明显的拐点上升。在各个平衡湿度条件下,卷烟B(含20%膨胀烟丝)的含水率均较卷烟A(不含膨胀烟丝)稍高。

表5 不同平衡水分条件下卷烟落锥个数多个比较

Tab.5 Multiple comparisons of cigarettes fire-drop numbers at different relative humidity level

平衡湿度(I) Relative humidity(I) // %	平衡湿度(J) Relative humidity(J) // %	均值差值(I-J) Mean diffe- rence(I-J)	标准误差 Standard error	显著性 Sig.	95% 置信区间 95% confidence interval	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
30.00	40.00	1.80	0.53	0.00	0.73	2.87
	50.00	7.10	0.53	0.00	6.03	8.17
	60.00	6.80	0.53	0.00	5.73	7.87
	70.00	10.80	0.53	0.00	9.73	11.87
40.00	30.00	-1.80	0.53	0.00	-2.87	-0.73
	50.00	5.30	0.53	0.00	4.23	6.37
	60.00	5.00	0.53	0.00	3.93	6.07
	70.00	9.00	0.53	0.00	7.93	10.07
50.00	30.00	-7.10	0.53	0.00	-8.17	-6.03
	40.00	-5.30	0.53	0.00	-6.37	-4.23
	60.00	-0.30	0.53	0.58	-1.37	0.77
	70.00	3.70	0.53	0.00	2.63	4.77
60.00	30.00	-6.80	0.53	0.00	-7.87	-5.73
	40.00	-5.00	0.53	0.00	-6.07	-3.93
	50.00	0.30	0.53	0.58	-0.77	1.37
	70.00	4.00	0.53	0.00	2.93	5.07
70.00	30.00	-10.80	0.53	0.00	-11.87	-9.73
	40.00	-9.00	0.53	0.00	-10.07	-7.93
	50.00	-3.70	0.53	0.00	-4.77	-2.63
	60.00	-4.00	0.53	0.00	-5.07	-2.93

注:均值差值在0.05水平上较显著

Note: the mean difference is significant at the 0.05 level

在烟气指标方面,卷烟含水率增加,卷烟的总颗粒物、烟气烟碱、焦油含量变化不明显;卷烟抽吸口数、一氧化碳量呈现出相同的增加趋势。该研究中当烟丝水分条件一定(作为控制变量),各烟气成分间并无显著的关联性,即相互影响。另外,不同卷烟其烟气成分间的相互影响程度存在差异,如卷烟B的各烟气成分间的相互影响程度均要小于卷烟A。

随着卷烟含水率升高,卷烟落锥数量均呈现出明显逐渐减少的趋势。2种卷烟除了在50%与60%水分条件下落锥个数无明显差异外,其余不同含水率条件下卷烟的落锥个数均有显著差异。并且,不同卷烟之间的落锥个数也存在显著差异,卷烟B的落锥数量均要少于卷烟A。在该研究中,值得注意的是不同含水率条件对卷烟落锥的影响要明显大于不同卷烟之间造成的影响。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 马营,徐静,马起云,等. 总颗粒物含水率、烟丝含水率、感官质量的关系[J]. 食品工业,2013,34(7):73-76.

- [3] 席年生,赵兵,李明哲,等. 烟丝含水率——影响卷制质量的一个重要因素[J]. 烟草科技,2001(7):8-9.
- [4] 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.
- [5] 国家烟草专卖局,中国烟草总公司郑州烟草研究所. 卷烟和滤棒物理性能的测定 第8部分:含水率:GB/T 22838.8—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [6] 国家烟草专卖局,中国烟草总公司郑州烟草研究所. 卷烟用常规分析用吸烟机测定总颗粒物 and 焦油:GB/T 19609—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [7] 国家烟草专卖局,中国烟草总公司郑州烟草研究所. 卷烟总颗粒物中烟碱的测定 气相色谱法:GB/T 23355—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [8] 国家烟草专卖局,中国烟草总公司郑州烟草研究所. 卷烟烟气气相中一氧化碳的测定 非散射红外法:GB/T 23356—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [9] 余建英,何旭宏. 数据统计分析与SPSS应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2006:163-186.
- [10] 楼佳颖,张乾,王兵,等. 不同卷烟原料物理保润机理研究[J]. 中国烟草学报,2014,20(6):49-55.
- [11] 赵春雷,张勇,苏瑶,等. 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.
- [12] 王建民,韩明,张相辉,等. 烤烟化学指标和平衡含水率间的关系[J]. 烟草科技,2011(2):43-46.

## 科技论文写作规范——文内标题

文章内标题力求简短,一般不超过20字,标题内尽量不用标点符号。标题顶格书写,文内标题层次不宜过多,一般不超过4级,分别以1;1.1;1.1.1;1.1.1.1方式表示。