

环境湿度对卷烟烟气成分和风格品质的影响

Influence of environmental humidity on cigarette smoke components and sensory features

阎瑾

YAN Jin

(河北中烟工业有限责任公司技术中心, 河北 石家庄 050051)

(Technology Center, China Tobacco Hebei Industrial Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

摘要:以不同厂家、不同价位的产品作为研究对象,测定不同环境湿度下的烟丝含水率、烟气含水率、焦油、烟碱、一氧化碳及 70 种烟气成分的含量,并对卷烟风格及品质指标进行感官评吸。结果表明:测试烟支主流烟气成分含量均值总体随环境湿度增大呈递减趋势;测试烟支随环境湿度提高,在风格特征指标上总体呈先增后减的趋势,最大值出现在 50% 湿度上;在品质特征上,指标总体呈先增后减的趋势,最大值出现在 60% 湿度上,其中舒适感指标呈提高趋势,香气、细腻柔和、丰富性呈先增后减趋势,最大值出现在 60%、70% 上,烟气浓度和劲头呈递减趋势。该研究表明环境湿度对品质特征影响大于风格特征,略干燥的环境,更适于卷烟风格的表现。

关键词:卷烟;湿度;含水率;烟气成分;风格特征;品质特征

Abstract: The cut tobacco moisture content, smoke moisture content, tar, nicotine, carbon monoxide and 70 kinds of smoke components of cigarettes with different environmental humidity were measured, and the cigarette feature indexes and quality indexes were evaluated. ① In general, with increasing of the environmental humidity, the contents of mainstream smoke components increased. ② With the increasing of the environmental humidity, the features indexes were overall increased firstly and then decreased, and the maximum value appeared at 50% humidity. In quality characteristics, the total score were increased first and then decreased, the maximum value appeared in 60% humidity, and the comfort indexes showed a increasing trend. However, aroma, smoothness, aroma abundance showed a increasing first and then decreasing trend, and the maximum value appeared in 60% and 70%. The smoke concentration and strength showed a decreasing trend. The influence of environmental humidity on the quality characteristics of cigarette was greater than that of feature character-

istics, and the slightly drier environment, was more suitable for the performance of feature characteristics.

Keywords: cigarette; humidity; moisture content; smoke components; feature characteristics; quality characteristics

环境湿度与烟丝含水率呈正相关,对卷烟的感官品质及烟气成分具有显著影响^[1-2]。一般来说,过低的环境湿度会带来刺激性增强、烟气干燥、舒适性降低等负面影响^[3],过高则会导致烟气沉闷、吸味浓度下降和余味滞舌。此外,环境湿度也会对卷烟的风格特征产生影响。从烟气成分角度来看,环境湿度变化可引起总粒相物、烟气水分的变化,尤其是干燥卷烟中低分子量挥发性成分明显高于正常卷烟^[4-5]。目前,有关湿度条件对卷烟风格特征影响的研究^[6-7],一般采用描述性语言进行对比,或仅对少量风格指标进行量化,难以全面表达湿度对卷烟的总体影响规律。本试验选取不同厂家、不同价类的产品作为研究对象,从烟气化学成分、品质特征和主要风格特征多个角度进行量化研究,以期较为全面地了解环境湿度对卷烟的影响规律。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂和仪器

材料:6 个卷烟样品价类及主要指标见表 1。

表 1 试验卷烟盒标参数

Table 1 Experimental cigarette packing mark parameters
mg/cig

卷烟编号	卷烟价类	盒标焦油	盒标烟碱	盒标一氧化碳
1#	五类	11	0.8	13
2#	四类	11	1.0	12
3#	三类	10	1.0	11
4#	三类	10	1.0	10
5#	二类	10	1.0	10
6#	一类	10	1.0	10

作者简介:阎瑾(1986—),女,河北中烟工业有限责任公司工程师,硕士。E-mail: yjin1986@163.com

收稿日期:2017-07-24

二氯甲烷、异丙醇、乙醇:色谱纯,德国 Merck 公司;
 正十七碳烷:99%,比利时 Acros 公司;
 烘箱:FD240 型,德国 Binder 公司;
 恒温恒湿箱:KBF720 型,德国 Binder 公司;
 气相色谱仪:6890N 型,美国 Agilent 公司;
 气质联用仪:7890B/5977A 型,美国 Agilent 公司;
 吸烟机:SM450 型,英国 Cerulean 公司;
 综合测试台:D74 型,法国 Sodim 公司;
 旋转蒸发仪:RE-52AA 型,上海亚荣生化仪器厂;
 分析天平:AR2140 型,美国 Ohaus 公司;
 超纯水机:Milli-Q Advantage A10 型,瑞士 Millipore

公司。

1.2 方法

1.2.1 卷烟样品制备 将 6 种卷烟在标准条件^[8]下平衡 48 h,筛选出烟支重量在平均支重 ± 0.02 g,且吸阻在平均吸阻 ± 49 Pa 内的烟支。将选好的烟支在 22 °C、不同相对湿度条件(30%,40%,50%,60%,70%,80%)下平衡至恒重。

1.2.2 常规理化指标的检测

- (1) 烟丝含水率:按 YC/T 31—1996 执行。
- (2) 烟碱:按 GB/T 23355—2009 执行。
- (3) 水分:按 GB/T 23203.1—2013 执行。
- (4) 一氧化碳:按 GB/T 23356—2009 执行。

1.2.3 烟气主要成分检测 按 GB/T 19609—2004 抽取卷烟,将捕集有 20 支卷烟总粒相物的剑桥滤片置于 250 mL 具塞三角瓶中,分别加入 1.0 mL 内标溶液(200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 正十七烷/异丙醇)和 50 mL 二氯甲烷,振荡提取 40 min,40 °C 条件下浓缩至 2 mL,过 0.45 μm 有机相滤膜后,进行气质联用仪分析。

仪器条件:进样量 1 μL ,不分流进样,载气 He,流量 1 mL/min,进样口温度 250 °C,色谱柱 HP-FFAP(50 m \times 200 μm \times 0.33 μm),传输线温度 250 °C;程序升温初温 60 °C,1.5 °C/min 升至 120 °C,保持 10 min,1 °C/min 升至 180 °C,1.5 °C/min 升至 240 度保持 25 min;离子源温度 230 °C,四极杆温度 150 °C,溶剂延迟 7 min,扫描范围 33~550 amu。

1.2.4 感官品质风格的评吸 按 GB 5606.4—2005 的要求组成 7 人评吸小组,依据 YC/T 497—2014 对上述卷烟的风格和品质特征进行感官评吸。

2 结果与分析

2.1 相对湿度对烟丝含水率的影响

由图 1 可知,在测试湿度范围内,随湿度增大,烟丝含水率增加且增加速度变快,而各烟支在相同湿度条件下的含水率差异不大。

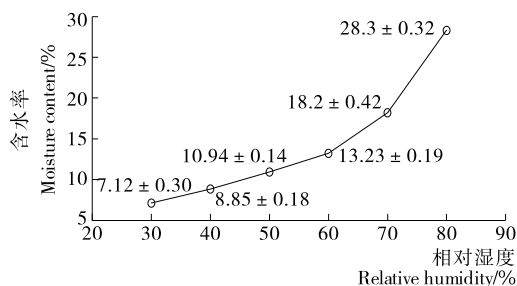


图 1 不同环境湿度下的烟丝含水率

Figure 1 Cut tobacco moisture content in different environmental humidity

2.2 相对湿度对常规烟气成分的影响

在标准条件下抽取不同湿度条件平衡的烟支,测定其常规烟气指标,为使各指标变化趋势更具代表性,将相同湿度下 6 支卷烟的检测数据进行平均,考查各项指标随湿度变化的总体规律。由表 2 可知,总粒相物、焦油、一氧化碳、烟气水分和抽吸口数均随湿度增大而增加,而烟碱则随湿度增大而减少。

2.3 相对湿度对主流烟气成分的影响

按 1.2.3 所述方法制样并检测,获得主流烟气粒相物总离子流图(图 2),用 NIST 和 WILEY 谱库联合对 70 种化合物

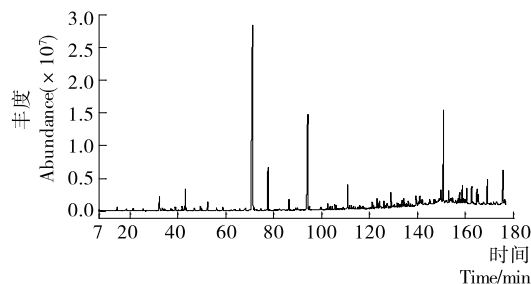


图 2 主流烟气粒相物总离子流图

Figure 2 Total ion current chromatography of mainstream smoke particulate matter

表 2 不同环境湿度条件下常规烟气指标检测结果

Table 2 Result routine smoke indexes in different environmental humidity

相对湿度/ %	总粒相物/ ($\text{mg} \cdot \text{cig}^{-1}$)	焦油/ ($\text{mg} \cdot \text{cig}^{-1}$)	烟碱/ ($\text{mg} \cdot \text{cig}^{-1}$)	一氧化碳/ ($\text{mg} \cdot \text{cig}^{-1}$)	烟气水分/ ($\text{mg} \cdot \text{cig}^{-1}$)	抽吸口数
30	12.99	10.98	1.03	10.08	0.98	5.64
40	13.95	11.47	1.03	12.80	1.45	5.99
50	14.66	11.69	0.97	13.53	2.00	6.29
60	15.14	11.87	0.96	14.61	2.31	6.87
70	15.63	12.14	0.88	15.50	2.62	8.06
80	16.04	12.34	0.83	16.16	2.88	11.37

物(不计烟碱)进行了定性,以各目标物与内标的相对面积计算相对含量,为使各指标变化趋势更具代表性,将相同湿度下 6 支卷烟的检测数据进行平均,结果(表 3)表明,各化合物随湿度变化趋势不尽相同,总体随环境湿度增大呈递减趋势,与焦油变化趋势恰好相反,说明主流烟气气相物中易挥发成分随湿度增大逐渐减少,而未能被质谱检测到的相对难挥发成分是逐渐增加的;从出峰时间顺序上看,保留时间在 30 min 以内的化合物,大多随湿度增大其含量先增加后减

少,含量最高点大多出现在 50%,60%,70% 3 个环境湿度下,如 2,3-戊二酮、柠檬烯、2-甲基吡啶、羟基丙酮、甲基环戊烯醇酮等;保留时间在 30~105 min 的化合物,大多随湿度增大其含量呈减少趋势,如醋酸、丙酸、3,4-二甲基-2-环戊烯酮、5-甲基糠醛、丙二醇、新植二烯、苯酚、植酮等;保留时间在 105 min 以后的成分,大多随湿度增大其含量呈增加趋势或没有明显的变化趋势,如巨豆三烯酮、4-羟基吡啶、苯甲酸、吡啶酮、烟酸、可替宁、角鲨烯和硬脂酸等。

表 3 不同环境湿度条件下主流烟气成分比较

Table 3 Mainstream smoke components in different environmental humidity $\mu\text{g}/\text{cig}$

化合物名称	保留时间/min	RH30%	RH40%	RH50%	RH60%	RH70%	RH80%
2,3-戊二酮	8.8	1.27	1.88	2.04	1.93	1.26	1.07
吡啶	14.5	3.48	4.43	5.16	3.74	3.24	1.66
柠檬烯	14.8	2.01	3.32	4.13	3.43	2.48	2.12
2-甲基吡啶	16.3	1.16	1.36	1.62	1.53	0.88	0.38
丙酮酸甲酯	17.4	1.45	1.66	1.73	1.10	1.07	0.56
3-甲基吡啶	21.3	3.59	3.90	4.13	2.63	2.48	1.00
羟基丙酮	21.7	9.47	8.38	7.67	5.10	3.86	1.70
4,5-二甲基嘧啶	23.3	0.65	0.75	0.88	0.64	0.79	0.48
2-环戊烯-1-酮	25.6	3.66	3.90	4.21	2.65	2.51	0.98
甲基环戊烯醇酮	26.4	2.42	2.71	3.04	2.31	2.07	1.07
3-乙基吡啶	27.2	0.74	0.78	0.80	0.58	0.56	0.27
2-环己烯-1-酮	32.1	0.67	0.72	0.79	0.66	0.60	0.37
醋酸	32.2	35.38	34.51	29.78	26.75	26.19	20.82
3-乙基吡啶	34.5	2.44	2.51	2.58	1.88	1.76	0.91
3,4-二甲基-2-环戊烯酮	34.6	0.83	0.85	0.90	0.69	0.68	0.40
2,3,4-三甲基-2-环戊烯酮	35.7	0.73	0.77	0.81	0.67	0.70	0.51
2-乙酰基呋喃	36.7	2.06	2.09	2.21	1.50	1.48	0.75
3-甲基-2-环戊烯-1-酮	37.7	2.89	2.76	2.74	2.14	1.72	0.79
丙酸乙酯	38.4	0.94	0.93	0.91	0.63	0.56	0.26
丙酸	39.0	4.38	4.18	3.70	3.50	3.19	2.34
2,3-二甲基-2-环戊烯酮	39.1	3.16	3.17	3.24	2.67	2.45	1.52
5-甲基糠醛	41.9	5.63	5.49	5.39	3.92	3.53	1.92
4-环戊烯-1,3-二酮	42.9	2.57	2.47	2.46	2.40	2.40	1.73
丙二醇	43.2	43.51	40.48	34.30	35.50	32.32	27.27
苯乙酮	48.2	0.69	0.70	0.73	0.58	0.56	0.35
糠醇	49.5	4.92	4.48	4.28	3.53	3.51	2.45
2-甲基己酸	50.0	2.83	2.67	2.66	2.40	2.35	1.80
2(5H)-呋喃酮	60.1	1.61	1.39	1.16	1.13	0.88	0.58
2,4-二甲基-1,3-环戊二酮	64.0	1.05	1.09	1.01	0.80	0.72	0.41
3-乙酰基吡啶	66.0	2.45	2.91	2.93	2.71	2.66	2.63
2,6-二甲基苯酚	76.5	0.69	0.68	0.68	0.59	0.57	0.42
新植二烯	77.9	19.63	19.66	19.78	19.84	19.74	18.33
2-甲氧基-4-甲酚	81.2	0.79	0.78	0.77	0.64	0.58	0.40
1-萘酮	86.0	1.39	1.38	1.39	1.22	1.18	0.89
苯酚	86.5	25.94	23.65	22.40	19.15	14.56	8.29
2-吡咯烷酮	90.0	3.84	3.84	3.84	3.94	4.27	4.37
2-乙基苯酚	93.1	1.51	1.49	1.48	1.31	1.23	0.97

续表 3

化合物名称	保留时间/min	RH30%	RH40%	RH50%	RH60%	RH70%	RH80%
2,4-二甲基苯酚	93.6	1.04	1.00	0.99	0.94	0.82	0.63
间甲酚	94.0	11.75	11.24	10.99	9.78	8.49	6.12
对甲酚	94.7	3.65	3.43	3.41	3.02	2.60	1.84
植酮	97.3	0.34	0.37	0.41	0.45	0.41	0.49
3,4-二甲基苯酚	100.3	0.71	0.69	0.66	0.64	0.60	0.49
4-乙基苯酚	102.7	7.34	7.15	7.08	6.58	6.27	5.17
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚	104.5	3.88	3.78	3.55	3.30	3.15	2.43
巨豆三烯酮	112.3	0.81	0.82	0.82	0.87	1.04	1.04
2-甲基-3-羟基吡啶	114.3	2.35	2.35	2.24	2.40	2.71	2.66
二烯烟碱	115.3	1.20	1.16	1.32	1.15	1.32	1.29
异丁香酚	117.6	0.64	0.62	0.61	0.59	0.56	0.48
2-异丙氧基苯酚	120.6	2.07	2.18	2.38	2.62	2.48	2.42
2,3-二氢苯并呋喃	121.2	8.81	8.77	8.71	8.03	7.72	6.76
3-羟基-6-甲基吡啶	121.8	3.34	3.20	3.19	3.47	3.75	3.75
4-羟基吡啶	123.2	20.86	20.36	18.96	20.54	22.85	21.41
苯甲酸	123.7	4.44	4.34	4.48	4.49	4.61	4.44
吡啶	124.4	4.53	4.68	4.91	4.07	3.94	3.64
吡啶酮	125.1	1.09	1.11	1.32	1.25	1.71	2.01
5-羟甲基糠醛	129.1	16.95	18.64	21.97	20.01	17.93	14.18
苯乙酸	132.1	4.73	4.52	4.58	4.70	4.82	4.62
橙花叔醇	134.4	2.67	2.89	2.91	3.20	3.12	2.80
DL-焦谷氨酸甲酯	135.4	5.52	5.56	5.61	6.00	6.16	6.27
烟酸	141.8	2.13	1.92	1.55	2.23	2.26	1.91
油醇	147.1	0.69	0.77	0.86	0.69	0.99	0.92
可替宁	149.1	1.96	1.96	1.97	2.09	2.19	2.20
棕榈酸	151.0	29.18	28.46	28.15	29.33	28.86	28.86
4-甲基邻苯二酚	157.0	3.38	3.56	3.72	3.70	4.55	4.71
1,4-苯二酚	158.7	28.44	29.92	30.20	31.62	40.21	41.23
角鲨烯	160.2	1.95	2.01	2.19	2.16	2.38	2.66
硬脂酸	162.8	5.76	5.62	5.83	5.85	6.22	6.42
油酸	165.7	6.55	6.28	5.61	6.79	6.02	5.67
亚油酸	169.4	11.73	11.38	11.67	11.55	12.11	11.79
亚麻酸	175.9	21.89	21.53	22.34	21.79	22.93	21.84
合计		423.61	419.83	412.20	391.14	386.05	334.63

2.4 相对湿度对感官品质风格的影响

按 1.2.4 所述方法对 6 种卷烟品质风格指标和部分品质指标进行感官评吸,为使各指标变化趋势更具代表性,将相同湿度下 6 支卷烟的评吸数据进行平均,结果(表 4、5)表明,在风格特征上,随环境湿度提高,各指标总体呈先增后减的趋势,最大值出现在 50% 上,在较干燥的环境(30%, 40%, 50%)和比较潮湿的环境(60%, 70%, 80%)中,香气风格表现稍好,但清香、烘焙香在较潮湿的环境中略好;在品质特征上,随环境湿度提高,各指标总分呈先增后减的趋势,最大值出现在 60%,其中舒适感指标(刺激/灼烧、残留/干燥感、收敛、喉部刺激、喉部干燥、鼻腔刺激)均为提高趋势,香气、细腻柔和、丰富性和杂气 4 个指标表现为先增后减,最大值出

现在 60%, 70% 上,烟气浓度和劲头呈递减趋势。

3 结论

环境湿度直接影响烟丝含水率,从而对卷烟的燃烧特性、烟气成分释放、感官风格品质等方面带来影响^[9]。本试验在平衡含水率、常规烟气指标和烟气成分几个方面,与前人^[4-5, 10-11]的研究相比,基本变化规律相近,但在变化程度、烟气成分种类等细节方面存在一定差异,可能是由研究对象^[12-13]、检测条件等方面的差异造成的。

在感官风格方面,与文献^[4]和^[9]相比,对更多的指标进行了量化,数据显示,环境湿度对品质特征影响具有较大规律性,最佳点出现在 60% 附近,对风格特征的影响小于品质特质,规律性也较为复杂,不同风格指标的最佳点不尽相

表 4 不同环境湿度下卷烟风格特征指标评吸结果

Table 4 Result of feature indexes in different environmental humidity

评吸指标	RH30%	RH40%	RH50%	RH60%	RH70%	RH80%
烤烟烟香	7.0	6.9	7.4	7.2	6.9	6.7
清香	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2
果香	1.2	1.1	1.2	1.3	1.1	1.0
辛香	1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	1.1
木香	1.2	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0
青滋香	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
奶香	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
膏香	1.1	1.3	1.4	1.2	1.2	1.2
烘焙香	2.4	2.3	2.6	2.6	2.5	2.7
甜香	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7
甜味	2.0	2.3	2.2	2.3	2.1	2.2
酸味	1.5	1.7	1.7	1.7	1.5	1.4
合计	21.4	22.1	22.9	22.7	21.5	21.0

表 5 不同环境湿度下卷烟品质特征指标评吸结果

Table 5 Result of quality indexes in different environmental humidity

评吸指标	RH30%	RH40%	RH50%	RH60%	RH70%	RH80%
刺激/灼烧	6.5	6.7	7.0	7.2	7.3	7.1
残留/干燥感	6.4	6.9	7.1	7.2	7.3	7.2
收敛	5.8	6.6	7.1	7.3	7.2	7.3
喉部刺激	6.5	6.8	7.3	7.1	7.1	7.2
喉部干燥	6.0	6.4	7.0	7.3	7.4	7.3
鼻腔刺激	7.2	7.5	7.7	7.9	7.7	7.8
香气	7.2	7.4	7.5	7.4	7.3	7.1
丰富性	7.2	7.3	7.5	7.3	7.2	6.9
细腻/柔和	7.0	7.0	7.3	7.4	7.5	7.2
杂气	6.8	6.6	7.0	7.3	7.4	7.4
烟气浓度	8.0	7.9	7.8	7.6	7.4	6.9
劲头	5.3	5.3	5.3	5.2	5.1	5.0
合计	80.0	82.5	85.5	86.3	86.0	84.4

同,总体上说,略干燥的环境,更适于卷烟风格的表现。

环境湿度对卷烟风格质量的影响,归根结底是通过烟气化学成分的变化引起的,有关化学指标对卷烟风格质量的影响规律,将在后续研究中进行探讨。

参考文献

- [1] 郭东锋,邹鹏,姚忠达,等. 烟叶平衡含水率与感官质量关系研究[J]. 湖南文理学院学报:自然科学版, 2013, 25(3): 82-84.
- [2] 宋旭艳,柯炜昌,张耀华,等. 环境湿度对卷烟理化指标及感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2007, 40(10): 9-13.
- [3] 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, 42(7): 9-11.
- [4] 孙雯,李雪梅,曾晓鹰,等. 烟丝含水率对卷烟燃吸品质、烟气水分及粒相物挥发性成分的影响[J]. 烟草科技, 2009, 42(11): 33-39.
- [5] 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): 10-14.

- [6] 高川川,赵瑞峰,刘珊,等. 区域环境对卷烟主流烟气化学特性和感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2010, 43(6): 51-56.
- [7] 鹿洪亮,曾世通,蓝洪桥,等. 不同区域环境中开包 24 h 卷烟品质的变化[J]. 烟草科技, 2012, 45(2): 33-38.
- [8] 国家烟草专卖局. GB/T 16447—2004 烟草及烟草制品 调节和测试的大气环境[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [9] 沈宁,赵娟,于静洋,等. 基于 PLSR 分析常规化学成分对市售卷烟感官品质的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 47-52.
- [10] 赵瑞峰,饶国华,叶荣飞,等. 季节环境对卷烟烟气化学特性和感官质量的影响[J]. 现代食品科技, 2011, 27(10): 1 196-1 199, 1 191.
- [11] 云雪,晔莹莹,赖东辉,等. 烟丝含水率对卷烟落锥及烟气成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(22): 69-72.
- [12] 何文婕,付新明,史蕾,等. 卷烟不同配方组分吸湿性能研究[J]. 科技创新与应用, 2016, 37(31): 46-47.
- [13] 韩聃,田兆福,王宏生,等. 基于低场核磁技术和环境扫描电镜的卷烟吸湿机制研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 14-18.