

引用格式:

刘春奎, 张博莹, 李紫琳, 丁佳, 闫洪洋, 刘强, 梁森, 李萌, 李科都. 2004—2018 年烤烟型卷烟烟气焦油和一氧化碳及烟碱的变化[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(5): 521–528.

LIU C K, ZHANG B Y, LI Z L, DING J, YAN H Y, LIU Q, LIANG M, LI M, LI K D. The changes of tar, carbon monoxide and nicotine contents in the smoke of flue-cured cigarette from 2004 to 2018[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2023, 49(5): 521–528.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



2004—2018 年烤烟型卷烟烟气焦油和 一氧化碳及烟碱的变化

刘春奎^{1,2}, 张博莹¹, 李紫琳¹, 丁佳³, 闫洪洋⁴, 刘强^{5*}, 梁森^{1,2}, 李萌^{1,2}, 李科都¹

(1.郑州轻工业大学烟草科学与工程学院, 河南 郑州 450001; 2.烟草行业烟草工业生物技术重点实验室, 河南 郑州 450001; 3.河北中烟工业有限责任公司, 河北 石家庄 050051; 4.中国烟草总公司职工进修学院, 河南 郑州 450008; 5.河南中烟工业有限责任公司技术中心, 河南 郑州 450000)

摘 要: 采用描述统计、相似优先比、指数和法等统计方法, 研究 2004—2018 年 275 份烤烟型卷烟标准样品的烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量的数量特征及变化、每 5 年变化情况、不同年份的相似性, 并对不同年份卷烟烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量进行适宜性评价。结果表明: 卷烟烟支焦油量 ≤ 10 mg 的样品占卷烟样品总量的 18.54%, 烟支一氧化碳量 ≤ 15 mg 的样品占卷烟样品总量的 89.09%, 烟支烟碱量为 $>0.75\sim 1.25$ mg 的卷烟样品占样品总量的 77.09%; 2011—2016 年, 任意年份的卷烟样品烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量与上 1 年或后 1 年样品烟气的优先比值相对较小, 其相似性较大; 2014—2018 年烤烟型卷烟烟支焦油量均值、一氧化碳量均值和烟气烟碱量均值比 2004—2008 年卷烟样品的分别降低了 21.82%、23.89%、16.09%; 卷烟样品烟气 2004—2008 年卷烟样品的烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量适宜性指数相对较小。

关 键 词: 烤烟型卷烟; 焦油量; 一氧化碳量; 烟气烟碱量; 相似性分析; 方差分析

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2023)05-0521-08

The changes of tar, carbon monoxide and nicotine contents in the smoke of flue-cured cigarette from 2004 to 2018

LIU Chunkui^{1,2}, ZHANG Boying¹, LI Zilin¹, DING Jia³, YAN Hongyang⁴,

LIU Qiang^{5*}, LIANG Miao^{1,2}, LI Meng^{1,2}, LI Kedu¹

(1.College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450001, China; 2.Key Laboratory of Tobacco Industrial Biotechnology, Zhengzhou, Henan 450001, China; 3.China Tobacco Hebei Industrial Corporation Limited, Shijiazhuang, Hebei 050051, China; 4.Further Education College for Professional, China Tobacco Corporation, Zhengzhou, Henan 450008, China; 5.Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Corporation Limited, Zhengzhou, Henan 450000, China)

Abstract: The quantitative characteristics and the changes of tar, carbon monoxide and smoke nicotine contents in 275 standard samples of flue-cured cigarette from 2004 to 2018, including the changes every five years, the similarity among different years were studied by statistical methods including descriptive statistics, similar priority ratio, index summary method, and the suitability index of tar, carbon monoxide and smoke nicotine of cigarette was evaluated among different years. The results showed that the samples with the tar content per cigarette ≤ 10 mg, accounted for only 18.54% of the total cigarette samples, the cigarette samples with carbon monoxide content ≤ 15 mg/cigarette accounted for 89.09% of

收稿日期: 2023-03-11

修回日期: 2023-08-10

基金项目: 河南省科学技术厅科技攻关项目(212102110308); 郑州轻工业大学博士基金项目(2020BSJJ014)

作者简介: 刘春奎(1982—), 男, 河南方城人, 博士, 副教授, 主要从事烟草原料初加工和卷烟产品设计研究, liuck2008@126.com; *通信作者, 刘强, 高级工程师, 主要从事烟草工艺与卷烟开发研究, xyhailang@163.com

the total samples, and the cigarette samples with smoke nicotine content ranging from 0.75 to 1.25 mg/cigarette accounted for 77.09%. The priority ratio between tar, carbon monoxide and smoke nicotine of cigarette samples in any year from 2011 to 2016 and the last year or the next year was relatively small, while the similarity was relatively large. Compared with cigarette samples of 2004-2008, the average content of tar, carbon monoxide and smoke nicotine were decreased by 21.82%, 23.89% and 16.09% during 2014-2018, respectively. The suitability index of main smoke chemical components of cigarette samples from 2004 to 2008 was relatively small.

Keywords: flue-cured cigarette; tar content; carbon monoxide content; smoke nicotine content; similarity analysis; variance analysis

卷烟烟气是卷烟抽吸过程中由烟草燃烧、裂解和蒸馏而形成的成分极其复杂的混合物^[1-4]。一氧化碳、焦油和烟碱是卷烟烟气的主要成分^[5],也是卷烟烟气的主要有害成分^[3,6]。卷烟焦油量、一氧化碳量和烟气烟碱量关乎卷烟品质的稳定性。彭斌等^[7]认为,造成卷烟焦油释放量波动的主要有烟支质量、成形纸透气度、卷烟纸燃烧调节剂和滤棒压降等因素。李超等^[8]研究了烟支物理特性对卷烟烟气主要化学成分释放量的影响,结果表明,卷烟焦油释放量与烟支长度、圆周呈极显著正相关。郭华诚等^[9]研究了不同干燥模式对卷烟烟气主要化学成分的影响,结果表明,随着烘丝机滚筒筒壁温差的增大,卷烟焦油量、烟气烟碱量 and 一氧化碳量呈降低趋势。刘春奎等^[10]以烤烟型卷烟烟气主要化学成分为研究对象,分析烟气主要化学成分与感官质量的关系,筛选烟气烟碱、一氧化碳和焦碱比 3 项烟气指标,建立了一种评价卷烟烟气主要化学成分适宜性指数的方法。邓发达等^[11]分析了 25 种烤烟型卷烟样品的主流烟气化学成分,并采用主成分分析方法剖析了卷烟品牌的风格。王明锋等^[12]研究烤烟型卷烟烟气烟碱量对感官舒适性的影响,结果表明,烟气烟碱量与卷烟劲头呈显著正相关,游离烟碱量与卷烟感官舒适性呈显著负相关。石凤学等^[13]研究了烤烟型卷烟感官质量与烟气主要化学成分的关系,结果表明,卷烟焦油量、烟气烟碱量分别与香气、杂气、余味得分呈显著正相关,烟气一氧化碳量分别与香气、杂气、余味、刺激性得分呈显著负相关。刘春奎等^[14]研究了烤烟型卷烟烟气主要化学成分与感官质量的灰色关联关系,结果表明,卷烟烟气主要化学成分与香气、谐调、刺激性和余味得分的关联度大小排序依次为焦油量、烟气烟碱量、一氧化碳量,与杂气得分的灰色关联系数表现大小依次为烟气烟碱量、焦油量、一氧化碳量。

李荣等^[15]研究了 1988—1998 年卷烟焦油量的变化;雷樟泉等^[16]研究了 1983—2002 年卷烟焦油量的变化;李世勇等^[17]分析了 2004 年前 3 季度卷烟焦油量的变化。笔者分析 2004—2018 年 275 个烤烟型卷烟标准样品烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量的特点、数据分布、不同年份和不同时期的变化,采用相似优先比研究不同年份卷烟烟气主要化学成分的相似性,采用指数和法研究卷烟烟气焦油量、一氧化碳量和烟碱量的适宜性指数,以期对烤烟型卷烟生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

选取 2004—2018 年《卷烟感官标准样品说明书》中 275 个烤烟型卷烟标准样品的烟气一氧化碳量、焦油量和烟气烟碱量数据。这些烤烟型卷烟标准样品来自上海烟草集团有限责任公司、河南中烟工业有限责任公司、云南中烟工业有限责任公司、湖南中烟工业有限责任公司、湖北中烟工业有限责任公司、江苏中烟工业有限责任公司、浙江中烟工业有限责任公司、贵州中烟工业有限责任公司、川渝中烟工业有限责任公司、福建中烟工业有限责任公司、安徽中烟工业有限责任公司、陕西中烟工业有限责任公司、山东中烟工业有限责任公司、吉林烟草工业有限责任公司、甘肃烟草工业有限责任公司等 15 家卷烟企业,各企业提供的卷烟样品数量接近。

1.2 统计分析方法

参照文献[18]的方法,采用 DPS v14.50 软件中的相似优先比方法,分析卷烟烟气一氧化碳量、焦油量、烟碱量的年份间相似性。参照文献[19]的方法,运用 SPSS 22.0 软件对不同年份卷烟烟气一氧化碳量、焦油量、烟碱量进行描述统计分析和方差

分析。

参照文献[10]的方法，选取卷烟烟气一氧化碳量、烟碱量和焦碱比(焦油量/烟碱量)进行打分赋值，一氧化碳量、烟碱量和焦碱比的权重依次为 33.30%、33.33%、33.37%，采用指数和法计算卷烟烟气主要化学成分的适宜性指数。

2 结果与分析

2.1 2004—2018 年烤烟型卷烟烟气一氧化碳量和焦油量及烟碱量

2004—2018 年烤烟型卷烟样品烟气一氧化碳

量、焦油量、烟碱量的描述性统计列于表 1。结果表明，这 15 年烤烟型卷烟样品烟支一氧化碳量的平均值为 12.39 mg，变异系数为 20.02%；烟支焦油量的平均值为 11.39 mg，变异系数为 19.35%；烟支烟碱量的平均值为 0.96 mg，变异系数为 21.72%。烟气一氧化碳量、焦油量、烟碱量的变异系数稍大，可能与 2004—2008 年卷烟样品烟气一氧化碳量和焦油量相对较高、2013—2018 年卷烟样品烟气一氧化碳量和焦油量相对较低有关，与 2004—2013 年卷烟样品烟气烟碱量相对较高、2014—2018 年烟气烟碱量相对较低有关。

表 1 2004—2018 年烤烟型卷烟烟气一氧化碳量和焦油量及烟碱量的描述性统计

Table 1 Statistical analysis of carbon monoxide, tar, and smoke nicotine contents of flue-cured cigarette from 2004 to 2018					
烟气成分	平均值/mg	最小值/mg	最大值/mg	标准差/mg	变异系数/%
一氧化碳	12.39	5.10	19.20	2.48	20.02
焦油	11.39	4.20	15.70	2.20	19.35
烟碱	0.96	0.42	1.56	0.21	21.72

2.2 烤烟型卷烟烟气一氧化碳量和焦油量及烟碱量的区间分布

烤烟型卷烟样品烟气一氧化碳量、焦油量、烟碱量的区间分布列于表 2。可以看出，卷烟烟支烟气一氧化碳量≤10 mg 的样品仅占卷烟样品总量的 13.09%，占比较低；烟支烟气一氧化碳量≤15 mg 的样品占卷烟样品总量的 89.09%。卷烟烟支烟气焦油量多集中在>10.00~15.00 mg，进一步统计仅有 1.82%的卷烟烟支烟气焦油量>15 mg，98.18%的卷烟样品为中焦油(>10.00~15.00 mg)、低焦油(≤10.00

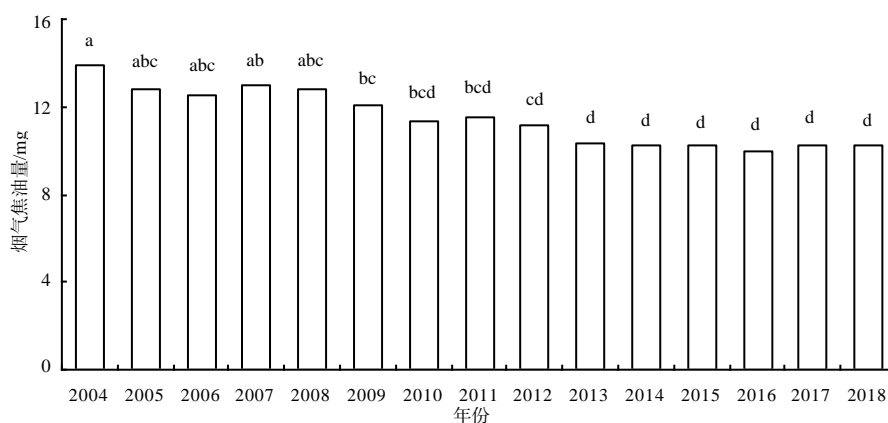
mg)卷烟^[20]。卷烟烟支烟气烟碱量多集中在>0.75~1.25 mg，这些样品占卷烟样品总量的 77.09%，烟气烟碱量>1.25 mg 的卷烟样品占样品总量的 5.82%。

2.3 烤烟型卷烟烟气焦油量和一氧化碳量及烟碱量的逐年变化

2004—2018年烤烟型卷烟烟支逐年的烟气焦油量见图1。可以看出，卷烟样品焦油量从高到低的年份依次为2004年、2007年、2005年、2008年、2006年、2009年、2011年、2010年、2012年、2013年、2018年、2017年、2014年与2015年、2016年。2004—2006年，卷烟烟支烟气焦油量逐渐降低；2007—2012年，卷烟烟支烟气焦油量持续下降；2013—2018年，卷烟烟支烟气焦油量趋于稳定，年份间焦油量无显著变化。2009—2018年卷烟样品焦油量显著低于2004年卷烟样品，2013—2018年卷烟样品焦油量显著低于2004—2009年卷烟样品。2009年卷烟烟支样品焦油量比2004年显著降低，烟支焦油量年均降低；2013年烟支样品焦油量与2009年相比显著降低。

表 2 2004—2018 年卷烟烟气一氧化碳量和焦油量及烟碱量的区间分布

Table 2 Interval distribution of carbon monoxide, tar, and smoke nicotine contents in the smoke of cigarette from 2004 to 2018				
烟气成分	范围/ mg	样本数	占比/%	累积占比/%
一氧化碳	≤10.00	36	13.09	13.09
	>10.00~15.00	209	76.00	89.09
	>15.00	30	10.91	100.00
焦油	≤10.00	51	18.54	18.54
	>10.00~15.00	219	79.64	98.18
	>15.00	5	1.82	100.00
烟碱	≤0.75	47	17.09	17.09
	>0.75~1.25	212	77.09	94.18
	>1.25	16	5.82	100.00



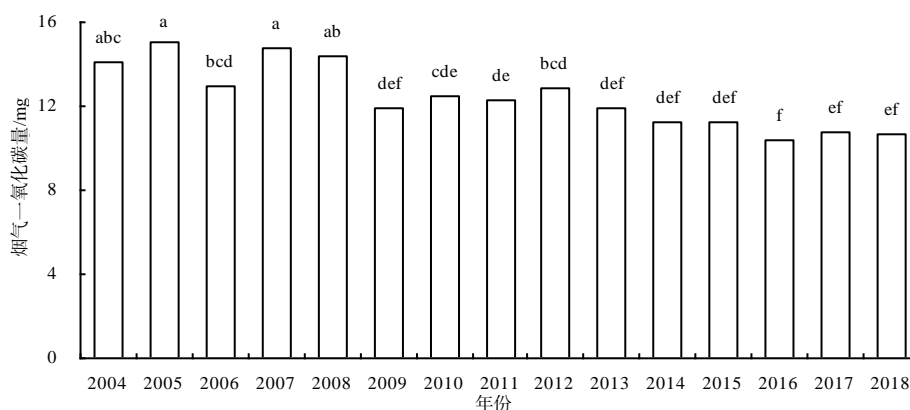
不同小写字母表示年份间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。

图 1 2004—2018 年烤烟型卷烟支烟气焦油量

Fig. 1 Interannual variability of tar contents in flue-cured cigarette from 2004 to 2018

2004—2018 年烤烟型卷烟烟支样品逐年的烟气一氧化碳量见图 2。结果表明, 卷烟样品烟气一氧化碳量从大到小年份依次为 2005 年、2007 年、2008 年、2004 年、2006 年、2012 年、2010 年、2011 年、2009 年、2013 年、2014 年、2015 年、2017 年、2018 年、2016 年。2004—2008 年, 卷烟烟支烟气

一氧化碳量较高, 年份间有一定波动; 与 2004—2008 年相比, 2009—2012 年卷烟烟支烟气一氧化碳量显著降低; 2013—2018 年卷烟烟支一氧化碳量趋于稳定, 一氧化碳量在年份间无显著变化。2005、2007 年卷烟样品烟气一氧化碳量显著高于 2009—2018 年卷烟样品。



不同小写字母表示年份间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。

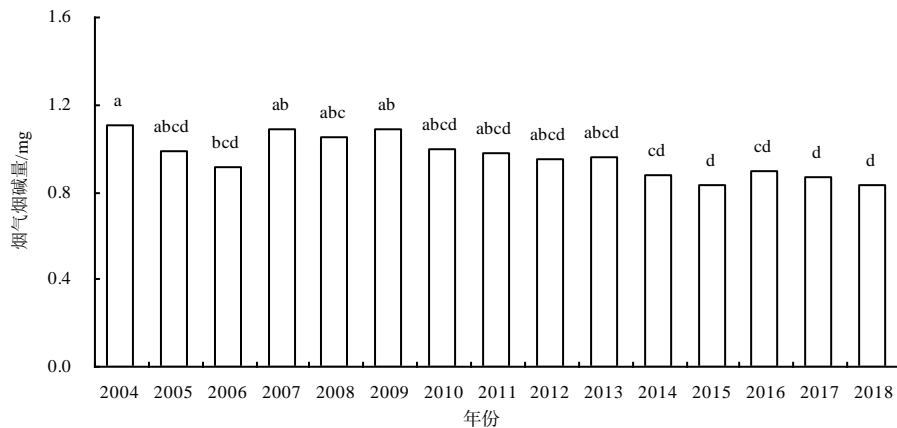
图 2 2004—2018 年烤烟型卷烟支烟气一氧化碳量

Fig. 2 Interannual variability of carbon monoxide contents in flue-cured cigarette from 2004 to 2018

烤烟型卷烟烟支样品逐年的烟碱量见图 3。结果表明, 卷烟样品烟气烟碱量从高到低的年份依次为 2004 年、2009 年、2007 年、2008 年、2010 年、2005 年、2011 年、2013 年、2012 年、2006 年、2016 年、2014 年、2017 年、2015 年、2018 年。

2004—2006 年, 卷烟烟支烟气烟碱量明显降低;

2007—2013 年, 卷烟烟支烟气烟碱量缓慢下降; 2014—2018 年, 卷烟烟支烟气烟碱量又有所降低并趋于稳定, 烟气烟碱量在不同年份间无显著变化。2004、2007、2009 年卷烟样品烟气烟碱量显著高于 2014—2018 年卷烟样品。



不同小写字母表示年份间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。

图 3 2004—2018 年烤烟型卷烟烟支烟碱量

Fig.3 Interannual variability of smoke nicotine contents in flue-cured cigarette from 2004 to 2018

虽然卷烟样品焦油量、一氧化碳量和烟气烟碱量在年份间存在一定的差异，但是相邻年份卷烟样品焦油量和烟气烟碱量无显著差异，除了 2006 年样品与相邻的 2005 年、2007 年以及 2008 年与 2009 年卷烟样品一氧化碳量存在差异，其余相邻年份卷烟样品一氧化碳量的差异不显著。

2.4 不同年份烤烟型卷烟样品烟气一氧化碳和焦油量及烟碱量的相似性

不同年份烤烟型卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量的优先比值列于表 3。2 个年份间的优先比值越小，其相似性越大。2016 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2015、2014 年样品的相似性较大；2015 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦

油量和烟碱量与 2014、2016、2013 年样品的相似性较大；2014 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2015、2016、2013 年样品的相似性较大；2013 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2011、2012、2010、2014 年样品的相似性较大；2012 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2011、2010、2013 年样品的相似性较大；2011 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2010、2012 年样品的相似性较大；2010 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油、烟碱与 2011、2012、2013 年样品的相似性较大；2009 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2011、2010 年样品的相似性较大；2008 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱

表 3 2004—2016 年烤烟型卷烟样品烟气成分(焦油和一氧化碳及烟碱)的优先比值

年份	优先比值												
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
2016		5	4	10	14	16	17	20	26	30	17	28	31
2015	9		3	9	15	17	18	20	27	31	19	29	32
2014	8	5		9	15	17	18	20	27	31	18	29	32
2013	15	14	11		10	9	10	17	25	30	18	24	31
2012	23	22	19	9		7	7	18	22	29	11	24	28
2011	25	23	19	10	9		3	13	22	27	13	21	28
2010	25	23	21	12	8	4		15	22	28	14	22	28
2009	27	25	23	14	19	8	11		15	18	15	19	19
2008	32	32	30	24	20	18	17	14		5	15	8	9
2007	32	32	30	24	20	18	17	13	7		15	6	10
2006	24	25	20	18	11	13	15	17	16	23		20	25
2005	31	31	29	21	17	15	14	20	8	10	13		17
2004	32	32	30	24	20	18	17	14	7	5	16	7	

量与 2007、2005 年样品的相似性较大; 2007 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与 2008、2005 年样品的相似性较大。2010—2016 年每年的卷烟样品主要烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与上 1 年或后 1 年样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量之间的优先比值相对较小, 其相似性较大, 相邻年份样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量的波动较小。

相邻年份卷烟样品焦油量和烟气烟碱量无显著差异, 大多数相邻年份(2006 年、2009 年除外) 卷烟样品一氧化碳量的差异不显著, 这与不同年份卷烟样品的相似性一致。

2.5 每 5 年烤烟型卷烟烟气焦油量和一氧化碳量及烟碱量的变化

2004—2018 年每 5 年卷烟样品焦油量、一氧化碳量和烟气烟碱量的变化列于表 4。可以看出, 2004—2008 年, 卷烟样品焦油量的均值显著高于 2009—2013 年卷烟样品的, 2014—2018 年卷烟样品焦油量的均值最低, 每 5 年卷烟样品焦油量的均值之间存在显著差异。2004—2008 年, 卷烟样品烟气一氧化碳量的均值显著高于 2009—2013 年和 2014—2018 年卷烟样品的, 每 5 年卷烟样品烟气一氧化碳量的均值之间存在显著差异。2004—2008 年, 卷烟样品烟气烟碱量的均值稍高于 2009—2013 年烟气烟碱量的均值, 二者均显著高于 2014—2018 年烟气烟碱量的均值。与 2004—2008 年卷烟样品相比, 2009—2013 年卷烟烟支样品焦油量、一氧化碳量、烟气烟碱量的均值分别降低 13.12%、13.89%、

3.21%; 与 2004—2008 年卷烟样品相比, 2014—2018 年卷烟样品焦油量、一氧化碳量、烟气烟碱量降幅分别为 21.82%、23.89%、16.09%, 这说明 15 年来烟草行业在降低卷烟焦油量、一氧化碳量方面取得了较好的效果。

表 4 2004—2018 年每 5 年烤烟型卷烟烟支烟气焦油量和一氧化碳量及烟碱量均值

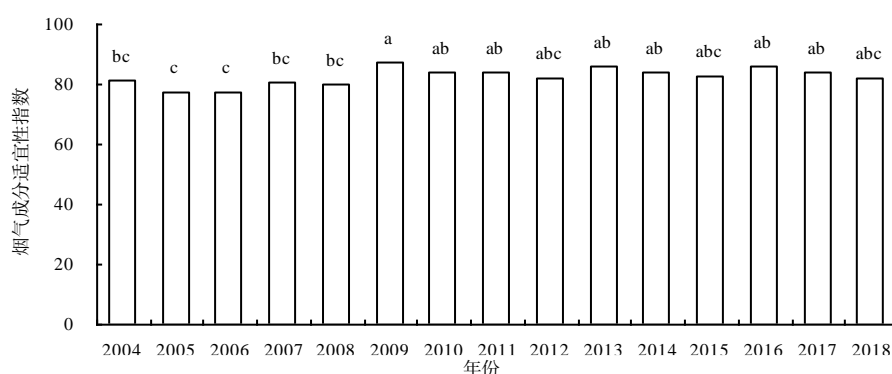
Table 4 The changes of main smoke chemical components(tar, carbon monoxide, smoke nicotine) in flue-cured tobacco every five years from 2004 to 2018 mg

项目	焦油量	一氧化碳量	烟碱量
2004—2008 年均值	13.00a	14.26a	1.03a
2009—2013 年均值	11.30b	12.28b	1.00a
2014—2018 年均值	10.17c	10.86c	0.86b
<i>F</i> 值	45.183	43.918	11.686
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.002

同列不同小写字母表示差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2.6 2004—2018 年烤烟型卷烟烟气成分(一氧化碳和焦油量及烟碱量)的适宜性指数

2004—2018 年烤烟型卷烟样品烟气成分(焦油量和一氧化碳量及烟碱量)的适宜性指数见图 4。结果表明, 卷烟样品的烟气成分适宜性指数从大到小的年份依次为 2009 年、2013 年、2016 年、2014 年、2011 年、2010 年、2017 年、2015 年、2018 年、2012 年、2004 年、2007 年、2008 年、2005 年、2006 年。2005—2008 年卷烟烟气成分的适宜性指数缓慢增大; 2009—2018 年卷烟烟气成分的适宜性指数虽有所波动, 但是不同年份间无显著差异。



不同小写字母表示年份间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。

图 4 2004—2018 年烤烟型卷烟烟气成分(焦油量和一氧化碳及烟碱量)适宜性指数

Fig.4 The suitability index of main smoke chemical components(tar, carbon monoxide, smoke nicotine) of flue-cured cigarette from 2004 to 2018

2004—2008 年, 卷烟样品的烟气一氧化碳量、焦油量和烟碱量适宜性指数相对较小, 2009 年、2013 年、2016 年卷烟样品烟气适宜性指数相对较大。方差分析结果表明, 卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量适宜性指数在不同年份间存在显著差异, 2009 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量适宜性指数显著高于 2004—2008 年任一年份样品的适宜性指数, 2009—2018 年卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量适宜性指数之间的差异较小。

研究每 5 年烤烟型卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量的适宜性指数均值, 结果表明, 不同时间段卷烟烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量适宜性指数之间存在显著差异, 2004—2008 年卷烟烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量适宜性指数均值(79.48)显著低于 2009—2013 年均值(84.78)、2014—2018 年的均值(83.75)。

3 结论与讨论

本研究结果表明, 2004—2018 年, 275 个卷烟烟支烟气焦油量为 $>10.00\sim15.00$ mg 的样品占样品总量的 79.64%, 中、低焦油卷烟占卷烟样品总量的 98.18%, 烟气一氧化碳量 ≤ 15 mg 的样品占卷烟样品总量的 89.09%, 说明这 15 年中、低焦油卷烟占比较大, 在卷烟降焦和减害方面取得了较显著的成效。这与烟草行业及时调整卷烟减害降焦、从“降焦”到“降焦减害”再到“减害降焦”^[21]有密切关系。

2002 年以来英国卷烟烟支焦油量一直在 10.00 mg 以下, 近年来日本卷烟烟支焦油量一直维持在 6.90 mg 水平^[22]。本研究烤烟型卷烟烟支样品焦油量的平均值为 11.39 mg, 高于英国、日本卷烟焦油量, 这可能与早些年份卷烟样品焦油量较高有关。2013 年以来卷烟烟支样品焦油量维持在 10.20 mg 左右, 仍高于英国、日本卷烟焦油量。另外, 低焦油卷烟样品仅占卷烟样品总量的 18.54%, 说明发展低焦油卷烟仍然是卷烟生产的重要任务。

从不同年份卷烟焦油量的变化来看, 烤烟型卷烟烟支样品焦油量从 2004 年的 13.89 mg 降到 2018 年的 10.24 mg, 总降幅为 26.28%, 年均降幅达 0.26 mg。雷樟泉等^[16]研究表明, 1995—2000 年卷烟烟支平均焦油量由 19.61 mg 降至 16.37 mg。谢剑平^[22]指出,

卷烟烟支焦油量从 1983 年的 27.30 mg 降到 2015 年的 10.30 mg, 平均每年降低 0.53 mg。卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量在不同年份间存在一定的差异, 但是相邻年份卷烟样品焦油量没有显著的差异, 多数相邻年份卷烟样品一氧化碳量的差异不显著, 说明卷烟“降焦减害”是一个循序渐进的过程, 这可能与烟草行业实现卷烟焦油量“稳得住、总体降”^[10]的要求有关。

2011—2016 年任意年份的卷烟样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量与上 1 年或后 1 年样品烟气的优先比值相对较小, 其相似性较大, 说明相邻年份样品烟气一氧化碳、焦油量和烟碱量的波动较小。卷烟生产企业根据“稳步降焦”原则和要求, 采取各种技术保证卷烟焦油量的逐渐降低。因为如果每年卷烟焦油量的降幅过大, 可能会影响卷烟消费者的吸食口味^[21]。

石凤学等^[13]指出, 卷烟烟气烟碱量、一氧化碳量和焦油量是评价卷烟烟气质量的重要指标。刘春奎等^[10]提出采用烟气一氧化碳量、烟气烟碱量和焦碱比(焦油量/烟气烟碱量)3 项指标评价卷烟烟气主要化学成分的适宜性。本研究结果表明, 2004—2008 年卷烟烟气焦油量和一氧化碳量及烟碱量适宜性指数相对较小, 这可能与 2004—2008 年卷烟样品烟气一氧化碳量较高, 焦油量较高导致焦碱比较高有关。

与 2004—2008 年卷烟样品烟气成分相比, 2014—2018 年卷烟样品焦油量均值、一氧化碳量均值和烟气烟碱量均值显著降低; 但是低焦油烤烟型卷烟样品仅占卷烟样品总量的 18.54%, 卷烟烟气一氧化碳量为低档次的样品仅占卷烟样品总量的 13.09%。由此可见, “减害降焦”仍然是烤烟型卷烟生产的重要任务, 使卷烟焦油量“稳得住、总体降”, 在卷烟生产过程中要实现卷烟焦油量“循序降低”。

参考文献:

- [1] MCADAM K, ELDRIDGE A, FEARON I M, et al. Influence of cigarette circumference on smoke chemistry, biological activity, and smoking behaviour[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2016, 82: 111–126.
- [2] 程传玲. 卷烟烟气化学[M]. 郑州: 河南人民出版社, 2013.
- [3] 谢剑平, 刘惠民, 朱茂祥, 等. 卷烟烟气危害性指数

- 研究[J]. 烟草科技, 2009, 42(2): 5–15.
- [4] 李朝荣, 张燕, 黄治, 等. 细支卷烟辅材参数对主流烟气苯并[a]芘释放量的影响效应[J]. 轻工学报, 2021, 36(2): 49–54.
- [5] 刘春奎, 刘艳芳, 刘会杰, 等. 混合型卷烟烟气主要化学成分与感官质量的关系[J]. 南方农业学报, 2019, 50(6): 1319–1327.
- [6] BAKER R R, PEREIRA DA SILVA J R, SMITH G. The effect of tobacco ingredients on smoke chemistry. Part I: Flavourings and additives[J]. Food and Chemical Toxicology, 2004(42): S3–S37.
- [7] 彭斌, 纪朋, 孙学辉, 等. 卷烟焦油量稳定性影响因素分析[J]. 轻工科技, 2021, 37(5): 22–23.
- [8] 李超, 崔柱文, 蔡洁云, 等. 不同长度、圆周、切丝宽度卷烟主流烟气常规指标释放量及其变化[J]. 烟草科技, 2021, 54(3): 40–49.
- [9] 郭华诚, 陈康, 张峻松, 等. 不同干燥模式对细支卷烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响[J]. 轻工学报, 2021, 36(4): 45–50.
- [10] 刘春奎, 贾琳, 闫启峰, 等. 卷烟烟气主要化学成分适宜性指数研究[J]. 南方农业学报, 2019, 50(10): 2149–2159.
- [11] 邓发达, 王晓瑜, 罗诚, 等. 基于主流烟气化学成分的卷烟风格剖析[J]. 烟草科技, 2019, 52(10): 52–61.
- [12] 王明锋, 曾晓鹰, 李先毅, 等. 烤烟型卷烟主流烟气中烟碱、游离烟碱的量对感官舒适性的影响[J]. 食品工业, 2010, 31(3): 27–31.
- [13] 石凤学, 王浩雅, 张涛, 等. 卷烟感官质量与烟气成分、烟支物理指标、化学成分间的相关性[J]. 南方农业学报, 2013, 44(3): 486–492.
- [14] 刘春奎, 刘春玲, 刘会杰, 等. 烤烟型卷烟烟气主要化学成分与感官质量的关系[J]. 南方农业学报, 2021, 52(6): 1665–1673.
- [15] 李荣, 范黎. 我国近十年来的卷烟降焦历程与发展建议[J]. 烟草科技, 2000, 33(6): 3–6.
- [16] 雷樟泉, 杨进, 储国海, 等. 我国卷烟降焦历程回顾、现状与展望[J]. 烟草科技, 2003, 36(5): 29–31.
- [17] 李世勇, 胡建军, 熊燕, 等. 2004年我国卷烟焦油量的探索性数据分析[J]. 烟草科技, 2005, 38(7): 7–10.
- [18] 唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2010.
- [19] 武松, 潘发明. SPSS 统计分析大全[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.
- [20] GB 5606.6—2005 卷烟质量综合判定[S].
- [21] 中国科学技术协会, 中国烟草学会. 2009—2010 烟草科学与技术学科发展报告[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2010.
- [22] 谢剑平. 形势与未来: 烟草科技发展展望[J]. 中国烟草学报, 2017, 23(3): 1–7.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维