

影响卷烟烟气稳定性的主要因素源分析

刘畅^{1,2}, 欧亚非², 胡林², 王建民¹, 张迪¹

(1. 郑州轻工业学院 烟草科学与工程学院, 河南 郑州 450001;

2. 上海烟草集团 北京卷烟厂, 北京 101121)

摘要:针对同一品牌卷烟产品,运用变异系数分析、极差分析、多重比较等方法研究了烟气指标在不同配方批、生产批间的差异性,分析了烟气指标稳定性的主要影响因素源.分析结果表明:部分生产批间的差异程度大于配方批,其中烟气烟碱量表现最明显,说明影响稳定性的主要因素来自加工过程,包括不同生产批间原料、材料和加工质量等的波动.研究方法的结果可为稳态生产体系内快速筛选影响卷烟烟气指标稳定性的关键因素提供指导.

关键词:卷烟;烟气稳定性;影响因素

中图分类号:TS411.2 文献标志码:A DOI:10.3969/j.issn.2095-476X.2014.05.008

Analysis on source of the main factors influencing cigarette smoke stability

LIU Chang^{1,2}, OU Ya-fei², HU Lin², WANG Jian-min¹, ZHANG Di¹

(1. College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. Beijing Cigarette Factory, Shanghai Tobacco Group Co., Ltd., Beijing 101121, China)

Abstract: For the same brand of cigarette products, the differences of smoke indexes between the batch of different formulations and the batch of production and the source of the main factors which influenced the stability of smoke indexes were studied by the use of methods of coefficient of variation analysis, variance analysis, multiple comparison analysis. The results showed that the degree of difference among some indexes of production batch was greater than the formulation batch. The most obvious index was the content of smoke nicotine. It indicated that the main factors affecting the stability came from the process of manufacture, including fluctuations in raw material and processing quality among the different production batches. Research methods and results could provide guidance for the critical factor affecting the stability of cigarette smoke indexes.

Key words: cigarette; smoke stability; influencing factor

0 引言

卷烟焦油量、烟气烟碱量和CO量是衡量吸烟危害性的重要指标,焦油量、烟气烟碱量的高低还

会直接影响卷烟的感官品质和风格特征.在产品研发阶段,减少这些烟气成分的释放量是降低吸烟危害性的重要途径;在生产过程中,控制其稳定性则有利于保持卷烟感官品质和风格特征稳定.文献

收稿日期:2014-06-25

作者简介:刘畅(1980—),男,河北省廊坊市人,郑州轻工业学院硕士研究生,北京卷烟厂工程师,主要研究方向为卷烟工艺.

通信作者:王建民(1963—),男,河南省安阳市人,郑州轻工业学院教授,主要研究方向为烟草加工技术及统计分析.

[1-2]建立了烟叶单克焦油量或烟叶化学成分的卷烟焦油量预测模型,以降低配方维护对烟气成分稳定性的影响;倪力军等^[3]采用 KNN-KSR 方法建立了不同批次卷烟质量等 6 项物理指标和总糖等 5 项化学指标与主流烟气成分间关系的预测模型;任志强等^[4]应用主成分分析法研究了评价卷烟烟气成分稳定性的方法;石凤学等^[5]研究了评价多点加工卷烟烟气指标稳定性的方法,并建立了评价标准。目前,相关报道较多侧重于卷烟原料、材料等对烟气成分的影响研究,以指导低焦油卷烟设计,有关卷烟烟气成分稳定性评价与控制方面的研究报道相对较少。本文以同一品牌卷烟为对象,将影响卷烟烟气稳定性的因素划分为配方调整和加工过程两方面,以烟气指标在配方批和生产批间的差异性分析为切入点,研究、分析稳态生产体系内影响烟气稳定性的主要因素源,旨在为进一步筛选关键影响因素提供指导。

1 材料与方 法

1.1 材料和仪器

材料:卷烟样品,北京卷烟厂某品牌卷烟,盒标焦油量、烟气烟碱量和 CO 量分别为 6.0 mg/支, 0.5 mg/支和 8.0 mg/支。

仪器: PROTOS70 型卷烟机, Hauni 公司产; ZB25 型包装机, GD 公司产; SM450 型吸烟机, Cerulean 公司产; Agilent 7890 气相色谱仪, 安捷伦科技有限公司产。

1.2 试验方法

1.2.1 取样方法 以每次配方调整作为 1 个配方批,以同一配方批内每次投料作为 1 个生产批,在同一生产批内按班次取样 2—3 次,每次固定从同一台卷接机组取样 1 条(200 支),共抽取了 6 个配方批、43 个生产批的 125 个试验样品。

1.2.2 检测方法 检测指标包括烟气总粒相物、烟气水分、烟气烟碱、焦油、烟气 CO。分别采用文献[6-9]方法制样,并检测烟气总粒相物量、烟气水分量、烟气烟碱量、烟气 CO 量,按(烟气总粒相物量-烟气水分量-烟气烟碱量)计算烟气焦油含量。

1.3 数据分析方法

用变异系数法评价烟气指标的稳定性;用极差法评价烟气指标的波动程度;用方差分析和多重比较法分析烟气指标在配方批和生产批间的差异性。所有数据分析用 SPSS 16.0 和 Excel 软件完成。

2 结果与分析

2.1 卷烟烟气指标的变异系数分析

表 1 是各项烟气指标的总 体变异系数及在 6 个配方批内的变异系数。

表 1 卷烟烟气指标的变异系数统计表 %

配方批	总粒相物	烟气水分	烟气烟碱	焦油	CO
PF01	3.95	7.97	4.62	4.43	4.87
PF02	4.55	11.44	4.84	4.76	5.75
PF03	4.18	10.62	4.87	3.92	6.30
PF04	6.56	19.13	7.35	5.69	6.34
PF05	7.75	16.70	9.20	7.16	9.37
PF06	5.02	16.24	6.40	4.72	6.41
总体	7.92	18.89	7.65	7.61	8.28

由表 1 可知: 1) 总体变异系数中,除烟气水分量属于中等变异外,其他指标均属于弱变异^[10],其中包括《标准》^[11]中控制的烟气烟碱量、焦油量、CO 量 3 项指标,说明该品牌卷烟烟气指标的总 体稳定性较好; 2) 由各配方批内各项指标的变异系数可知,不同配方批的稳定性存在较大差异,PF04 和 PF05 批各项指标的变异系数明显高于其他批次,某些指标的变异系数甚至大于总 体变异系数,说明该品牌卷烟烟气指标的总 体稳定性较好,但也存在某些配方批次内波动较大的问题; 3) 3 项《国标》控制指标中烟气烟碱量和 CO 量的变异系数大于焦油量,是主要的不稳定指标。

2.2 不同配方批间卷烟烟气指标的差异性分析

以配方批为因素进行多重比较,分析烟气烟碱量、焦油量、CO 量 3 项指标在不同配方批间的差异性,结果见表 2。多重比较前,首先进行 6 个配方批的方差齐性检验,结果表明:烟气焦油含量的方差在 6 个配方批间差异不显著,故选择最小显著差异性(LSD)方法进行多重比较;另外 2 项指标的方差在 6 个配方批间差异显著,选择 Tamhane's 法进行多重比较^[12]。多重比较结果表明,3 项指标在不同配方批间的差异性均达到了极显著水平,其中 PF06 批与 PF01, PF02, PF05 批的烟气烟碱量差异极显著,平均值的极差为 0.05 mg/支; PF01—PF04, PF05, PF06 批的焦油量差异彼此极显著,平均值的极差为 1.04 mg/支; PF01, PF03, PF04 批与 PF05, PF06 批的 CO 量差异极显著,平均值的极差为 1.20 mg/支。

表2 各配方批烟气指标均值及

多重比较结果

mg/支

配方批	样本容量	烟气烟碱 ^②	焦油 ^①	CO ^②
PF01	16	0.52 ^{Bb}	6.97 ^{Ab}	9.16 ^{Aa}
PF02	13	0.51 ^{Bb}	6.98 ^{Ab}	9.12 ^{ABab}
PF03	18	0.53 ^{ABb}	7.24 ^{Aa}	9.20 ^{Aa}
PF04	27	0.54 ^{ABab}	7.17 ^{Aab}	9.56 ^{Aa}
PF05	24	0.51 ^{Bb}	6.20 ^{Cd}	8.36 ^{Bc}
PF06	27	0.56 ^{Aa}	6.58 ^{Bc}	8.56 ^{Bbc}

注:A,B,...表示在0.01水平上差异显著,a,b,...表示在0.05水平上差异显著;①表示方差齐性检验不显著,采用LSD法进行多重比较,②表示方差齐性检验显著,采用Tamhane's法进行多重比较。

2.3 相同配方批内卷烟烟气指标的差异性分析

采用2.2的方法,在同一配方批内对不同生产批间卷烟烟气指标进行多重比较,并计算不同生产批均值间的极差,结果见表3。由表3可知:1)生产批间的差异程度在不同配方批和不同指标间均不一致:按配方批分析,PF04,PF05配方批内生产批间各项指标差异均显著,波动最大;按指标分析,烟气烟碱量在5个配方批内生产批间差异显著、波动最大。2)PF04,PF05批内生产批间各项指标平均值的极差均大于配方批间的极差;PF03,PF04,PF05,PF06批内生产批间烟气烟碱量平均值的极差均大于配方批间的极差。

表3 生产批间的均值极差及显著性

mg/支

配方批	烟气烟碱	焦油	CO
PF01	0.04 ^②	0.57 ^{①*}	0.77 ^②
PF02	0.04 ^{①*}	0.31 ^②	0.79 ^①
PF03	0.06 ^{①**}	0.51 ^{①*}	0.42 ^①
PF04	0.12 ^{①**}	1.23 ^{②*}	1.31 ^{①**}
PF05	0.13 ^{①**}	1.09 ^{①**}	1.87 ^{①**}
PF06	0.08 ^{②*}	0.61 ^②	0.92 ^{①*}

注:**表示在0.01水平上差异显著,*表示在0.05水平上差异显著;①表示方差齐性检验不显著,采用LSD法进行多重比较,②表示方差齐性检验显著,采用Tamhane's法进行多重比较。

2.4 影响卷烟烟气指标稳定性的主要因素源

在稳定生产体系内,烟气指标的波动是由大量细小因素共同作用的结果,这些因素按来源划分包括原料、材料、烟丝和卷接质量的波动,以及配方替代等方面。配方批间及配方批内生产批间的多重比

较结果表明,烟气指标在配方批和生产批间均存在极显著差异。由于配方批的范畴大于生产批,将引起配方批间差异的因素按来源分为2类:第1类是配方调整因素,特指叶组配方变化引起的波动,与配方批内生产批间的波动无关;第2类是加工过程因素,包括原料、材料、烟丝及卷接质量等的波动,是导致配方批内生产批间差异的因素源。按上述方式对影响因素进行分类并结合烟气指标在配方批间及配方批内生产批间的差异程度,可以判别影响卷烟烟气指标稳定性的主要因素源,为进一步筛选关键因素提供依据。

如果导致卷烟烟气指标波动的主要因素源是配方调整,则所有配方批内不同生产批间的差异程度(变异系数、均值极差)均应小于配方批间的差异程度。而分析结果表明,在6个配方批内有2个配方批的全部指标的生产批间差异程度大于配方批,有4个配方批的烟气烟碱量的生产批间差异程度大于配方批,由此可以判断加工(生产)过程是导致该品牌卷烟烟气指标波动的主要因素源。

3 结论

本文针对同一品牌卷烟产品,运用变异系数分析、极差分析、多重比较等方法研究了烟气指标在不同配方批、生产批间的差异性,分析了烟气指标稳定性的主要影响因素源。

1)将影响卷烟烟气指标稳定性的因素按来源划分为配方替代因素和加工过程因素两方面。综合变异系数分析、极差分析、配方批间及配方批内生产批间的多重比较分析结果,证明影响卷烟烟气指标稳定性的主要因素源是加工过程。因此,从原料、材料以及加工质量等方面进一步筛选关键因素并加以控制,将会更明显地提高其烟气指标的稳定性。

2)在《国标》控制的3项烟气指标中,烟气烟碱量的稳定性最差,且波动主要表现在不同生产批之间。由于烟气烟碱量的波动会对卷烟的感官品质和风格特征造成较大的影响,因此应重点加以研究和解决。

影响卷烟烟气稳定性的因素多且复杂,而在一个相对稳定的生产体系内,每个单一因素的影响往往是有限的,关键因素的识别更加困难,且随着生产体系的不同或者变化,关键因素也会不一样。因

此,分层次确定主要影响因素源有利于快速识别关键因素并加以控制,可不断提高卷烟烟气成分的稳定性.

参考文献:

[1] 徐雅静,汪远征,王建民,等. 卷烟焦油含量预测的数学模型[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2005, 20(3):35.

[2] 王建民,甘学文,李晓,等. 叶组配方卷烟烟气预测模型的建立[J]. 烟草科技,2006(6):5.

[3] 倪力军,曾晓虹,张立国. KNN-KSR 建模方法及其在卷烟主流烟气预测中的应用[J]. 华东理工大学学报:自然科学版,2008(8):547.

[4] 任志强,谭宏祥,潘文亮,等. 应用主成分分析法评价卷烟产品质量及其稳定性[J]. 烟草科技,2013(2):5.

[5] 石凤学,张涛,张强,等. 基于多元质量控制限的卷烟

均质化评价方法研究[J]. 陕西科技大学学报,2013(2):10.

[6] GB/T 19609—2004, 卷烟·用常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油[S].

[7] GB/T 23203. 1—2008, 卷烟·总粒相物中水分的测定. 第1部分:气相色谱法[S].

[8] GB/T 23355—2009, 卷烟·总粒相物中烟碱的测定. 气相色谱法[S].

[9] GB/T 23356—2009, 卷烟·烟气气相中一氧化碳的测定. 非散射红外法[S].

[10] 雷志栋,扬诗秀,许志荣,等. 土壤特性空间变异性初步研究[J]. 水利学报,1985(9):10.

[11] GB/T 5606. 5—2005, 卷烟·第5部分:主流烟气[S].

[12] 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,2004.

(上接第 34 页)

汞 6 种重金属的吸收能力. 结果表明:

1)不同烤烟品种烟叶中的 6 种重金属含量,由高到低依次为铜 > 铅 > 镉 > 铬 > 砷 > 汞. 其中,铜含量最高,平均含量为 10. 077 mg/kg;铅、镉、铬、砷含量中等,平均含量为 0. 471 ~ 4. 222 mg/kg;汞含量最低,平均含量为 0. 057 mg/kg.

2)各烤烟品种烟叶对镉的富集系数均大于 1,均有富集作用;对铜、铅、铬、砷、汞的富集系数均小于 1,均无富集作用.

3)根据烤烟品种吸收不同重金属的能力,可将重金属划分为 3 类:第 1 类是镉,各烤烟品种对其吸收能力都较强,平均富集系数为 3. 751;第 2 类是汞,各烤烟品种对其吸收能力都属中等,平均富集系数为 0. 735;第 3 类是铜、铅、砷、铬,各烤烟品种对其吸收能力都较弱,平均富集系数为 0. 066.

参考文献:

[1] 陈庆园,商胜华,陆宁. 覆膜栽培对烤烟重金属含量的影响[J]. 烟草科技,2010(6):68.

[2] 陈庆园,商胜华,陆宁. 不同打顶方式对烤烟吸收重金属的影响[J]. 中国烟草学报,2011,17(2):49.

[3] 程新胜,陈学平. 烟叶中农药残留和重金属元素的含量[J]. 安徽烟草科技,1992(2):57.

[4] 牛钢. 当国产香烟遭遇“重金属门”[J]. 上海标准化,2010(11):46.

[5] 赵涵漠. 烟草重金属超标根源在土壤[J]. 农产品市场周刊,2010(41):32.

[6] 张艳玲,尹启生,周汉平,等. 中国烟叶总铅、总镉、总砷的含量及分布特征[J]. 烟草科技,2006(11):49.

[7] 张晓静,秦存永,朱凤鹏,等. 国内 10 省区烟叶中重金属含量的差异与聚类分析[J]. 中国烟草学报,2011, 17(3):89.

[8] 张艳玲,张仕祥,杨杰,等. 施肥对植烟土壤重金属输入的影响[J]. 烟草科技,2010,(11):51.

[9] 黄爱纓,木志坚,王强,等. 土壤-气候和烤烟品种及其互作对昭通烟叶重金属含量的影响[J]. 中国烟草科学,2013,34(5):1.

[10] 鲁黎明,顾会战,彭毅,等. 不同品种烟草对重金属积累的动态差异[J]. 贵州农业科学,2013,41(4):40.