

## 梗丝与膨胀丝及薄片丝对卷烟主流烟气中 3 种有害成分释放量的影响

徐成龙<sup>1</sup>, 宋朝鹏<sup>1</sup>, 戴亚<sup>3</sup>, 马扩彦<sup>3</sup>, 王文超<sup>1</sup>, 石盼盼<sup>1</sup>, 王梅<sup>1</sup>, 余世科<sup>2\*</sup>

(1.河南农业大学烟草学院,河南 郑州 450002;2.安徽中烟工业有限责任公司,安徽 合肥 230088;3.川渝中烟工业有限责任公司,四川 成都 610066)

**摘要:**采用正交试验方法,用掺配不同比例“三丝”(梗丝、膨胀丝及薄片丝)的烟丝(不加香)卷制烟支,测定卷烟主流烟气中 3 种有害成分(NH<sub>3</sub>, HCN, CO)的释放量。结果发现:以烟气 NH<sub>3</sub> 释放量为主要考虑因素时,梗丝、膨胀丝和薄片丝最优掺配比例分别为 15%、15%和 15%;以烟气 HCN 释放量为主要考虑因素时,梗丝、膨胀丝和薄片丝最优掺配比例分别为 15%、5%和 15%;以烟气 CO 释放量为主要考虑因素时,梗丝、膨胀丝和薄片丝最优掺配比例分别为 15%、15%和 0%。

**关键词:**卷烟;梗丝;膨胀丝;薄片丝;氨;氰化氢;一氧化碳;正交试验

中图分类号:S572 文献标志码:A 文章编号:1007-1032(2013)01-0023-03

### Effects of stem wire, expansion wire and flake wire on 3 harmful components in mainstream cigarette smoke

XU Cheng-long<sup>1</sup>, SONG Zhao-peng<sup>1</sup>, DAI Ya<sup>3</sup>, MA Kuo-yan<sup>3</sup>, WANG Wen-chao<sup>1</sup>, SHI Pan-pan<sup>1</sup>, WANG Mei<sup>1</sup>, SHE Shi-ke<sup>2\*</sup>

(1.College of Tobacco, Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China; 2. Anhui Tobacco Industry Co., Ltd., Hefei 230088, China; 3. Sichuan and Chongqing Tobacco Industry Co., Ltd., Chengdu 610066, China)

**Abstract:** Orthogonal test was used to make cigarette (no flavor) using cut tobacco added with different proportions of three kinds of wires (stem wire, expansion wire and flake wire), and the contents of 3 harmful components (NH<sub>3</sub>, HCN, CO) released in mainstream smoke of cigarettes were determined. The results indicated that when mainly considering the cigarette smoke emission of NH<sub>3</sub>, the optimum proportions of stem wire, expansion wire and flake wire were 15%, 15% and 15% respectively; when mainly considering the cigarette smoke emission of HCN, the optimum proportions of stem wire, expansion wire and flake wire were 15%, 5% and 15% respectively; when mainly considering the cigarette smoke emission of CO, the optimum proportions of stem wire, expansion wire and flake wire were 15%, 15% and 0% respectively.

**Key words:** cigarette; stem wire; expansion wire; flake wire; ammonia; hydrogen cyanide; carbon monoxide; orthogonal test

吸烟对人类健康的影响是制约烟草行业能否长期稳定发展的重要因素<sup>[1]</sup>。烟草减害技术的研究,已深入到烟草农业和烟草工业领域的诸多方面<sup>[2-3]</sup>。在烟草工业方面,主要涉及叶组配方、卷烟设计、加工工艺与辅助材料等<sup>[4]</sup>。添加膨胀梗丝、膨胀烟丝和烟草薄片能减少卷烟烟气中的有害成分<sup>[5]</sup>。目前,有关卷烟“三丝”结构、形态和制造应用<sup>[6-9]</sup>等方面的

研究比较深入,但三者掺配比例对于主流烟气有害成分影响的研究还少见报道。笔者采用正交试验方法,以都宝(新)叶组为研究对象,对比分析了“三丝”不同掺配比例对卷烟主流烟气中 NH<sub>3</sub>、HCN 和 CO 释放量的影响,探寻相应的最优组合,旨在为研制新型“减害”都宝卷烟系列提供参考依据。

收稿日期:2012-03-04

基金项目:川渝中烟工业公司重点项目(2011JH03)

作者简介:徐成龙(1988—),男,河南洛阳人,硕士研究生,主要从事烟草调制生理及减害研究,wwdzxcl@126.com;\*通信作者,sheshike@qq.com

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选取都宝(新)叶组为研究对象,按照正常工艺流程处理至烘丝工序后,取一定烟丝与梗丝、膨胀丝、薄片丝(KY4)进行人工掺配后卷制(不加香),制备的卷烟支均质量为 $(0.86\pm 0.02)$  g,圆周长为 $(24.56\pm 0.06)$  mm,开式吸阻为 $(1170\pm 103)$  Pa,总通风率为 $(12.77\pm 2.75)\%$ ,嘴段通风率为 $(0.34\pm 0.07)\%$ ,烟丝段通风率为 $(12.48\pm 2.69)\%$ 。

### 1.2 试验设计

试验设计参照文献[10]进行。采用三因素四水平(水平1,三丝比例均为0;水平2,三丝比例均为5%;水平3,三丝比例均为10%;水平4,三丝比例均为15%)正交试验设计,以确定影响卷烟烟气有害成分释放量的较显著因素。并对正交试验结果进行验证试验。

### 1.3 主流烟气有害成分的测定

$\text{NH}_3$ 释放量采用离子色谱法<sup>[11]</sup>测定;HCN释放量采用YC/T253—2008中的连续流动法<sup>[12]</sup>测定;CO释放量采用GB/T 23356—2009中的非散射红外法<sup>[13]</sup>测定。

### 1.4 数据处理

采用Microsoft Excel等软件进行数据处理,用SPSS 18.0进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 正交试验结果

#### 2.1.1 烟气 $\text{NH}_3$ 释放量的极差分析

正交试验结果及极差分析(表1)表明,当主要考虑烟气 $\text{NH}_3$ 释放量时,梗丝比例对 $\text{NH}_3$ 释放量的影响最大,其次为膨胀丝比例,薄片丝比例对 $\text{NH}_3$ 释放量的影响最小。最优组合为 $A_4B_4C_4$ ,即梗丝比例15%,膨胀丝比例15%,薄片丝比例15%。

表1 卷烟“三丝”掺配比例正交试验结果及极差分析

Table 1 The orthogonal text results and range analysis for proportions of three kinds of wires added in tobacco

试验编号	掺配比例/%			支均 $\text{NH}_3$ 释放量/ $\mu\text{g}$	支均HCN释放量/ $\mu\text{g}$	支均CO释放量/ $\mu\text{g}$
	梗丝(A)	膨胀丝(B)	薄片丝(C)			
1	0	0	0	26.03	182.2	12.81
2	0	5	5	22.53	171.4	13.47
3	0	10	10	17.90	170.9	12.80
4	0	15	15	14.03	166.6	12.50
5	5	0	5	19.93	175.4	13.71
6	5	5	0	18.95	173.3	13.32
7	5	10	15	12.18	162.1	12.81
8	5	15	10	12.35	169.8	12.44
9	10	0	10	15.63	177.0	13.07
10	10	5	15	11.45	147.7	13.30
11	10	10	0	13.25	171.8	12.52
12	10	15	5	10.13	169.3	12.24
13	15	0	15	11.35	138.2	12.88
14	15	5	10	10.55	153.6	12.90
15	15	10	5	11.38	141.5	12.38
16	15	15	0	11.95	154.7	11.92
$K_1(\text{NH}_3)$	20.12	18.23	17.54			
$K_2(\text{NH}_3)$	15.85	15.87	15.99			
$K_3(\text{NH}_3)$	12.61	13.68	14.11			
$K_4(\text{NH}_3)$	11.31	12.11	12.25			
$R(\text{NH}_3)$	8.81	6.12	5.29			
$K_1(\text{HCN})$	172.80	168.20	170.50			
$K_2(\text{HCN})$	170.20	161.50	164.40			
$K_3(\text{HCN})$	166.50	161.60	167.80			
$K_4(\text{HCN})$	147.00	165.10	153.70			

续表

试验编号	掺配比例/%			支均 NH <sub>3</sub> 释放量/ $\mu\text{g}$	支均 HCN 释放量/ $\mu\text{g}$	支均 CO 释放量/ $\mu\text{g}$
	梗丝(A)	膨胀丝(B)	薄片丝(C)			
R (HCN)	25.80	6.70	16.90			
K <sub>1</sub> (CO)	12.89	13.12	12.64			
K <sub>2</sub> (CO)	13.07	13.25	12.95			
K <sub>3</sub> (CO)	12.78	12.63	12.80			
K <sub>4</sub> (CO)	12.52	12.27	12.87			
R (CO)	0.55	0.98	0.31			

### 2.1.2 烟气 HCN 释放量的极差分析

由表 1 可见,当主要考虑烟气 HCN 释放量时,梗丝比例对 HCN 释放量的影响最大,其次为薄片丝比例,膨胀丝比例对 HCN 释放量的影响最小。最优组合为 A<sub>4</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>,即梗丝比例 15%,膨胀丝比例 5%,薄片丝比例 15%。

### 2.1.3 烟气 CO 释放量的极差分析

由表 1 可见,当主要考虑烟气 CO 释放量时,膨胀丝比例对 HCN 释放量的影响最大,其次为梗丝比例,薄片丝比例对 HCN 释放量的影响最小。最优组合为 A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>1</sub>,即梗丝比例 15%,膨胀丝比例 15%,薄片丝比例 0%。

## 2.2 “三丝”掺配比例的试验结果验证

对由正交试验所得的主要考虑烟气 NH<sub>3</sub>、HCN、CO 释放量时的最优组合 A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>4</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>1</sub>,分别进行验证。由于最优组合 A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>1</sub> 为表 1 中编号 16 的试验结果(A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>1</sub> 组合的 NH<sub>3</sub> 释放量为 11.95  $\mu\text{g}$ ,HCN 释放量为 154.7  $\mu\text{g}$ ,CO 释放量为 11.92  $\mu\text{g}$ )无需再进行验证,因此,只须对 A<sub>4</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>、A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>4</sub> 进行验证。结果表明,A<sub>4</sub>B<sub>4</sub>C<sub>4</sub> 组合的 NH<sub>3</sub> 释放量为 11.34  $\mu\text{g}$ ,HCN 释放量为 166.6  $\mu\text{g}$ ,CO 释放量为 12.80  $\mu\text{g}$ ;A<sub>4</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub> 组合的 NH<sub>3</sub> 释放量为 12.17  $\mu\text{g}$ ,HCN 释放量为 151.4  $\mu\text{g}$ ,CO 释放量为 13.01  $\mu\text{g}$ ,验证结果与正交试验结果一致。在卷烟生产中,可根据不同香烟品牌减害要求,采取相应的“三丝”掺配比例,以达到降低有害成分释放量的目的。

## 3 结论

本试验结果表明:不同“三丝”掺配比例对都宝(新)叶组卷烟主流烟气中 NH<sub>3</sub>、HCN 和 CO 释放量的影响有较明显的差异,对烟气 NH<sub>3</sub> 和 HCN 释放量影响最大的为梗丝比例,对烟气 CO 释放量影

响最大的为膨胀丝比例。烟气 NH<sub>3</sub>、HCN 和 CO 释放量基本上均是随“三丝”掺配比例的增加而降低。不同“三丝”掺配比例组合中,降低烟气 NH<sub>3</sub> 释放量的最优组合的掺配比例为梗丝 15%,膨胀丝 15%,薄片丝 15%;降低烟气 HCN 释放量的最优组合的掺配比例为梗丝 15%,膨胀丝 5%,薄片丝 15%;降低烟气 CO 释放量的最优组合的掺配比例为梗丝 15%,膨胀丝 15%,薄片丝 0%。

### 参考文献:

- [1] 陈秋会,赵铭钦.降低烟叶中硝酸盐和亚硝酸盐含量的途径[J].西南农业学报,2008,21(2):508-512.
- [2] 朱尊权.卷烟减害与自主创新[J].中国烟草学报,2006,12(1):3-7.
- [3] 李春,向能军,沈宏林,等.卷烟纸对卷烟烟气有害物质的影响[J].光谱实验室,2009,26(6):1464-1468.
- [4] 刘立全,周雅宁,龚安达,等.烟草工业减害研究进展[J].烟草科技,2011(2):25-34.
- [5] 王兵,马永亮,申玉军,等.“三丝”对卷烟烟气特性及感官质量的影响[J].烟草科技,2004(8):13-15.
- [6] 高尊华,鲍文华,程红军,等.梗丝结构对卷烟质量稳定性的影响[J].烟草科技,2007(2):5-7.
- [7] 吴桂兵,张楚安,蔡冰,等.CO<sub>2</sub> 膨胀烟丝分类加工应用研究[J].烟草科技,2007(12):5-9.
- [8] 缪应菊,刘维涓,刘刚,等.烟草薄片制备工艺的的现状[J].中国造纸,2009,28(7):55-60.
- [9] 陈霞,魏秀云,孟霞,等.梗丝填充值与烟支吸阻关系的建模及应用[J].烟草科技,2010(8):18-21.
- [10] 崔丽,李敏,龚志华,等.二氯甲烷萃取绿茶咖啡碱工艺参数的优化[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2011,37(5):562-566.
- [11] 王希琴,蔡继宝,杨艳,等.卷烟主流烟气中氨的捕集及其离子色谱法测定[J].分析测试学报,2005,24(6):81-84.
- [12] YC/T253—2008,主流烟气中氰化氢的测定—连续流动法[S].
- [13] GB/T 23356—2009,烟香气相中一氧化碳的测定—非散射红外法[S].

责任编辑:罗维

英文编辑:罗维