

烟草与烟气化学

卷烟纸和接装纸性质对主流烟气中重金属元素释放量的影响

黄海涛¹, 施红林², 金永灿³, 杨光宇³

1 云南烟草科学研究院烟用添加剂安全性评价与研究中心, 昆明市高新技术开发区科医路 41 号 650106;

2 云南烟草科学研究院香精香料研究中心, 昆明市高新技术开发区科医路 41 号 650106;

3 云南烟草科学研究院减害降焦研究中心, 昆明市高新技术开发区科医路 41 号 650106

摘要: 为研究不同卷烟纸和接装纸性质对烟气中 6 种重金属元素释放量及重金属元素释放量在焦油中百分含量的影响, 采用原子吸收光谱法和原子荧光法对不同卷烟纸和接装纸性质卷烟样品主流烟气总粒相物中 6 种重金属元素的含量进行了分析。结果表明: 卷烟纸和接装纸性质的改变对烟气中 6 种重金属元素的释放量和重金属元素在焦油中百分含量的影响不同。随着焦油的降低, 烟气中 6 种重金属元素的释放量均有不同程度的降低, 但二者的降低幅度却有所不同; 选择 70CU 以下透气度大的卷烟纸, 选择静电打孔而且打孔位置离唇端较近的接装纸有助于在保持一定焦油量的基础上降低烟气中这 6 种重金属元素的释放量。

关键词: 卷烟纸; 接装纸; 烟气; 重金属元素; 释放量

doi: 10.3969/j.issn.1004-5708.2010.04.001

中图分类号: TS761.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-5708(2010)04-0001-04

Impacts of cigarette paper and tip paper characters on delivery of heavy metal elements

HUANG Hai-*tao*¹, SHI Hong-*lin*², JIN Yong-*can*³, YANG Guang-*yu*³

1 Tobacco Additives Safety Evaluation and Research Center, Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, China;

2 Casing and Flavor Research Center, Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, China;

3 Center for Reducing Tar and Harmful Components, Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, China

Abstract: Content of the six heavy metal elements in main-stream smoke was determined by atomic absorption spectrometry and atomic fluorescence spectrometry in order to study impacts of different characters of cigarette paper and tip paper, as well as percentage of delivery amounts of heavy metal elements to tar. Results indicated that the amounts of heavy metal elements in main stream smoke decreased with the decrease of tar. However, the decreasing amplitudes of these heavy metal elements and tar were different. It was showed that cigarette paper with higher air permeability (when air permeability lower than 70CU), tipping paper with electrostatic perforation, tipping paper perforated near lip end were helpful for reducing the amounts of heavy metal elements in main stream smoke while maintaining certain tar amount.

Key words: cigarette paper; tip paper; main-stream smoke; heavy metal elements; delivery amounts

近年来,烟草中的重金属元素引起了人们的广泛

关注,很多国家已将其列为烟草安全性评价指标和烟草进出口贸易中的检验项目,并对其在烟草中的含量做出严格的限制。目前,国内外的相关研究主要集中在烟丝、烟用香精香料^[1]、卷烟材料如接装纸^[2]、卷烟烟气^[3-4]中重金属元素的分析检测和卷烟抽吸过程中重金属元素向主流烟气中的转移率研究^[5]方面,但关于卷烟纸和接装纸性质对烟气中重金属元素释放量影

作者简介: 黄海涛,女,硕士研究生,助理研究员,主要研究方向为烟草中有害成分研究,E-mail: hthuang28@gmail.com

基金项目: 云南中烟工业公司资助项目(2007JC01: 烟草中主要农残向卷烟烟气的迁移率研究)

收稿日期: 2009-11-30

响方面的研究较少。

本文研究了不同卷烟纸透气度、不同接装纸透气度、不同接装纸打孔方式及不同接装纸打孔位置对烟气中重金属元素释放量和重金属元素释放量在焦油中百分含量的影响,为低危害卷烟产品的开发提供数据支撑。

1 试验部分

1.1 样品说明

制备相同烟丝、不同辅料性质的卷烟样品。

1.2 材料与方法

1.2.1 材料和仪器

(1)试剂:浓硝酸、过氧化氢(分析纯);实验用水为石英亚沸蒸馏水并用 Milli-Q50(美国 Millipore 公司)超纯水仪处理,电阻 $\geq 18 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$

(2)标样:国家标准物质中心研制的单元素标准溶液(As、Hg、Pb、Cd、Ni、Cr),浓度均为 1000 mg/L;

(3)仪器:AFS-30A 双通道原子荧光光度计(北京万托仪器有限公司);AA-700 原子吸收分光光度计(美国 PE 公司)。

1.2.2 方法

(1)样品制备方法

卷烟样品每个取 1 条,在 GB/T 16447 规定的条件下进行平衡,挑选平均重量 $\pm 0.02 \text{ g}$ 和平均吸阻 $\pm 49 \text{ Pa}$ 的卷烟为样品卷烟,在 YC/T 29 规定的条件下用吸烟机进行抽吸,每次测定取 20 支烟,用剑桥滤片收集总粒相物。

本文研究了超声波振荡浸取法提取剑桥滤片中重金属元素的方法,对提取液浓度、提取液体积、振荡时间等条件进行了优化,结果表明:用 30 mL 浓度为 1.0% 的硝酸溶液,超声浸取 20 min 以上可让样品中的 As、Hg、Pb、Cd、Ni、Cr 完全溶出,方法的加标回收率为 91%~96%。与消化法相比,该法具有简便快捷的优势。因此本实验选用 1.0% 的硝酸溶液超声浸取 30 min。具体操作步骤为:将捕集有总粒相物的剑桥滤片放入三角瓶中,加入 30 mL 1.0% 的硝酸溶液,用超声波超声浸取 30 min,用玻砂坩埚过滤并用 1.0% 的硝酸洗涤滤片 2 次,滤液用水定容至 50 mL,得到样品待测试液。由于实验过程中使用的玻璃仪器、剑桥滤片和试剂中可能存在的重金属元素会干扰本实验的分析结果,故本实验将未捕集烟气粒相物的空白滤片用上述方法进行处理后制备空白样,并将空白样与待测

样品一起检测,待测样品的检测结果减去空白样的检测结果后得到样品的最终检测结果。

(2)重金属元素仪器分析方法

各重金属元素均按照国家标准方法规定的仪器检测条件进行分析:

采用原子吸收光谱法^[6]测定卷烟烟丝及主流烟气中的铅;

采用原子吸收光谱法^[7]测定卷烟烟丝及主流烟气中的镉;

采用氢化物发生-原子荧光法^[8]测定卷烟烟丝及主流烟气中的汞和砷;

采用原子吸收光谱法^[9]测定卷烟烟丝及主流烟气中的镍。

采用原子吸收光谱法^[10]测定卷烟烟丝及主流烟气中的铬。

2 结果分析与讨论

在上述试验条件下对相同烟丝、不同材料性质卷烟样品主流烟气中焦油和重金属元素的释放量进行了测定,并根据测定结果计算出重金属元素释放量在焦油中的百分含量,其中不同卷烟纸透气度样品的分析结果见表 1,不同接装纸透气度样品的分析结果见表 2,不同接装纸打孔方式样品的分析结果见表 3,不同接装纸打孔位置样品的分析结果见表 4。

由表 1~表 4 的数据可以得出以下结论:

(1)随着卷烟纸透气度的增加,主流烟气总粒相物中重金属元素的释放量和焦油量均有不同程度的降低。当卷烟纸透气度 $\leq 60 \text{ CU}$ 时,随着卷烟纸透气度的增加,主流烟气中 As 和 Pb 的释放量逐渐降低;当卷烟纸透气度 $> 60 \text{ CU}$ 时,随着卷烟纸透气度的增加,主流烟气中 As 和 Pb 的释放量基本没有变化。当卷烟纸透气度由 30CU 增加至 100CU,其它 4 种重金属元素在主流烟气总粒相物中的释放量和焦油量均逐渐降低。

(2)当卷烟纸透气度 $\leq 70 \text{ CU}$ 时,随着卷烟纸透气度的增加,6 种重金属元素的释放量在焦油中的百分含量逐渐降低,当卷烟纸透气度 $> 70 \text{ CU}$ 时,随着卷烟纸透气度的增加,这 6 种重金属元素的释放量在焦油中的百分含量变化不大。也就是说,当卷烟纸透气度 $\leq 70 \text{ CU}$ 时,卷烟纸透气度的增加对主流烟气总粒相物中重金属元素的减少快于降焦;而当卷烟纸透气度 $> 70 \text{ CU}$ 时,随着卷烟纸透气度的增加,烟气中重金属元素释放量的降低幅度与焦油的降低幅度相当。

表 1 不同卷烟纸透气度样品分析数据

卷烟纸透 气度/CU	主流烟气总粒相物中重金属元素 分析结果/($\mu\text{g}/20$ 支)						焦油量/ ($\text{mg}/\text{支}$)	重金属元素在焦油中的百分含量/%					
	As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr
30	0.336	0.0722	3.51	4.36	1.92	6.87	12.7	1.32E-04	2.84E-05	1.38E-03	1.72E-03	7.56E-04	2.70E-03
40	0.322	0.0706	3.32	4.26	1.85	6.56	12.6	1.28E-04	2.80E-05	1.32E-03	1.69E-03	7.34E-04	2.60E-03
50	0.315	0.0703	3.21	4.13	1.81	6.28	12.3	1.28E-04	2.86E-05	1.30E-03	1.68E-03	7.36E-04	2.55E-03
60	0.287	0.0726	2.98	3.92	1.68	5.92	11.7	1.23E-04	3.10E-05	1.27E-03	1.68E-03	7.18E-04	2.53E-03
70	0.289	0.0697	2.92	3.84	1.62	5.86	12.2	1.18E-04	2.86E-05	1.20E-03	1.57E-03	6.64E-04	2.40E-03
80	0.308	0.0685	3.01	3.72	1.53	5.67	11.4	1.35E-04	3.00E-05	1.32E-03	1.63E-03	6.71E-04	2.49E-03
100	0.292	0.0647	2.98	3.68	1.49	5.62	11.2	1.30E-04	2.89E-05	1.33E-03	1.64E-03	6.65E-04	2.51E-03

注：表中重金属元素的分析数据均为扣除空白试验结果后的数据。

表 2 不同接装纸透气度样品分析数据

接装纸透 气度/CU	主流烟气总粒相物中重金属元素 分析结果/($\mu\text{g}/20$ 支)						焦油量/ ($\text{mg}/\text{支}$)	重金属元素在焦油中的百分含量/%					
	As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr
0	0.322	0.0751	3.51	4.52	2.02	5.97	13.3	1.21E-04	2.82E-05	1.32E-03	1.70E-03	7.59E-04	2.24E-03
100	0.293	0.0698	3.25	4.11	1.79	5.68	12.4	1.18E-04	2.81E-05	1.31E-03	1.66E-03	7.22E-04	2.29E-03
150	0.282	0.0692	3.21	4.06	1.82	5.62	12.0	1.18E-04	2.88E-05	1.34E-03	1.69E-03	7.58E-04	2.34E-03
200	0.282	0.0671	3.08	3.89	1.75	5.52	11.3	1.25E-04	2.97E-05	1.36E-03	1.72E-03	7.74E-04	2.44E-03
250	0.276	0.0647	2.96	3.81	1.68	5.38	10.8	1.28E-04	3.00E-05	1.37E-03	1.76E-03	7.78E-04	2.49E-03
300	0.285	0.0672	3.02	3.76	1.43	5.47	11.0	1.30E-04	3.05E-05	1.37E-03	1.71E-03	6.50E-04	2.49E-03
400	0.272	0.0658	2.91	3.62	1.56	5.02	10.8	1.26E-04	3.05E-05	1.35E-03	1.68E-03	7.22E-04	2.32E-03
600	0.261	0.0652	2.82	3.58	1.47	5.06	9.6	1.36E-04	3.40E-05	1.47E-03	1.86E-03	7.66E-04	2.64E-03
800	0.258	0.0634	2.78	3.51	1.29	4.99	8.6	1.50E-04	3.69E-05	1.62E-03	2.04E-03	7.50E-04	2.90E-03
1000	0.261	0.0636	2.74	3.42	1.33	5.02	6.4	2.04E-04	4.97E-05	2.14E-03	2.67E-03	1.04E-03	3.92E-03
1600	0.263	0.0638	2.79	3.48	1.24	4.97	6.1	2.16E-04	5.23E-05	2.29E-03	2.85E-03	1.02E-03	4.07E-03

注：表中重金属元素的分析数据均为扣除空白试验结果后的数据。

表 3 不同接装纸打孔方式样品分析数据

接装纸 打孔 方式	接装纸 透气 度/CU	主流烟气总粒相物中重金属 元素分析结果/($\mu\text{g}/20$ 支)						焦油量/ ($\text{mg}/\text{支}$)	重金属元素在焦油中的百分含量/%					
		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr
激光	200	0.328	0.0898	3.34	3.38	1.87	5.82	12.4	1.32E-04	3.62E-05	1.35E-03	1.36E-03	7.54E-04	2.35E-03
激光	250	0.324	0.0878	3.26	3.08	1.76	5.47	11.7	1.38E-04	3.75E-05	1.39E-03	1.32E-03	7.52E-04	2.34E-03
激光	300	0.312	0.0844	3.18	3.15	1.72	5.19	11.3	1.38E-04	3.73E-05	1.41E-03	1.39E-03	7.61E-04	2.30E-03
激光	400	0.285	0.0829	3.16	2.92	1.62	4.56	10.7	1.33E-04	3.87E-05	1.48E-03	1.36E-03	7.57E-04	2.13E-03
静电	200	0.268	0.0821	3.05	2.72	1.85	5.28	12.1	1.11E-04	3.39E-05	1.26E-03	1.12E-03	7.64E-04	2.18E-03
静电	250	0.304	0.0692	3.11	3.02	1.65	4.87	11.5	1.32E-04	3.01E-05	1.35E-03	1.31E-03	7.17E-04	2.12E-03
静电	300	0.257	0.0716	2.97	2.84	1.68	4.16	11.6	1.11E-04	3.09E-05	1.28E-03	1.22E-03	7.24E-04	1.79E-03
静电	400	0.243	0.0625	2.81	2.62	1.53	3.71	10.5	1.16E-04	2.98E-05	1.34E-03	1.25E-03	7.29E-04	1.77E-03

注：表中重金属元素的分析数据均为扣除空白试验结果后的数据。

表4 不同接装纸打孔位置样品分析数据

接装纸 打孔位置 (距唇端)	接装纸 透气 度/CU	主流烟气总粒相物中重金属 元素分析结果/($\mu\text{g}/20$ 支)						焦油量/ ($\text{mg}/\text{支}$)	重金属元素在焦油中的百分含量/%					
		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr		As	Hg	Pb	Cd	Ni	Cr
11、12mm	400	0.235	0.0674	2.62	3.76	1.43	5.77	9.1	1.29E-04	3.70E-05	1.44E-03	2.07E-03	7.86E-04	3.17E-03
14、15mm	400	0.254	0.0699	2.87	3.88	1.68	6.14	9.3	1.37E-04	3.76E-05	1.54E-03	2.09E-03	9.03E-04	3.30E-03
17、18mm	400	0.262	0.0687	2.98	4.08	1.75	6.47	9.5	1.38E-04	3.62E-05	1.57E-03	2.15E-03	9.21E-04	3.41E-03
11、12mm	600	0.228	0.0648	2.47	3.59	1.19	5.47	7.6	1.50E-04	4.26E-05	1.63E-03	2.36E-03	7.83E-04	3.60E-03
14、15mm	600	0.251	0.0692	2.78	3.9	1.47	5.86	8.1	1.55E-04	4.27E-05	1.72E-03	2.41E-03	9.07E-04	3.62E-03
17、18mm	600	0.262	0.0727	2.98	4.08	1.55	5.99	8.4	1.56E-04	4.33E-05	1.77E-03	2.43E-03	9.23E-04	3.57E-03

注：表中重金属元素的分析数据均为扣除空白试验结果后的数据。

(3)随着接装纸透气度的增加,主流烟气总粒相物中重金属元素的释放量和焦油量均有不同程度的降低。当接装纸透气度 $\leq 800\text{CU}$ 时,随着接装纸透气度的增加,主流烟气中6种重金属元素的释放量逐渐降低;当接装纸透气度 $> 800\text{CU}$ 时,随着接装纸透气度的增加,主流烟气中重金属元素的释放量基本没有变化;接装纸透气度由 0CU 增加至 1600CU ,焦油量逐渐降低。

(4)当接装纸透气度 $\leq 400\text{CU}$ 时,随着接装纸透气度的增加,6种重金属元素的释放量在焦油中的百分含量变化不大,当接装纸透气度 $> 400\text{CU}$ 时,随着接装纸透气度的增加,这6种重金属元素的释放量在焦油中的百分含量明显增大。也就是说,当接装纸透气度 $\leq 400\text{CU}$ 时,主流烟气总粒相物中重金属元素释放量的降低幅度与焦油的降低幅度相当;当接装纸透气度 $> 400\text{CU}$ 时,随着接装纸透气度的增加,主流烟气总粒相物中重金属元素释放量的降低幅度明显低于焦油的降低幅度。

(5)由不同接装纸打孔方式样品的分析数据可以看出:静电打孔样品烟气中重金属元素的释放量和焦油量比激光打孔样品小。而且,当接装纸透气度相同时,静电打孔样品烟气中重金属元素的释放量在焦油中的百分含量也低于激光打孔样品。也就是说,接装

纸静电打孔方式降低烟气中焦油和6种重金属元素释放量的效果优于激光打孔方式。

(6)由不同接装纸打孔位置样品分析数据可以看出:接装纸打孔位置离唇端越近,烟气中焦油、重金属元素释放量及重金属元素释放量在焦油中的百分含量越小。

参考文献

- [1] 于明芳,李荣,雷樟泉,等.烟用香精香料中重金属和砷的控制[J].烟草科技,1998(6): 28-30.
- [2] 韩云辉,孙兰成,宋继烟,等.接装纸中汞、砷、铅等8种元素的分析研究[J].中国烟草学报,2001,7(4): 1-6.
- [3] 丁王瑞,祁争健,王宏义.香烟烟气中水溶性重金属含量的测定[J].光谱实验室,2004,21(2): 321-323.
- [4] 谢涛,黄泳彤,徐赐.用ICP-MS法测定卷烟烟气中的重金属元素[J].烟草科技,2003(1): 27-29.
- [5] 黄海涛,孔维松,陈章玉,等.卷烟抽吸过程中重金属元素迁移率的研究[J].云南省烟草学会.云南省烟草学会2006年学术年会(工业篇)优秀论文集,2006:75-81.
- [6] 食品中铅的测定方法.GB/T 5009.12—1996.
- [7] 食品中镉的测定方法.GB/T 5009.15—1996.
- [8] 食品中As、Hg、Se的测定.GB/T 5009.20—1998.
- [9] 食品中镍的测定.GB/T 16343-1996.
- [10] 食品中铬的测定.GB/T 5009.123—2003.

更正

本刊2010年第16卷第3期第64~66页,苏家恩,杨程,米建华,等《红花大金元烟叶烘烤过程中叶柄发霉药剂防治试验》全文中所有“叶柄”更正为“叶基部”。

特此更正。并对给您带来的不便表示歉意,对关心本刊的读者表示感谢。

《中国烟草学报》编辑部