

三醋酸甘油酯施加量对细支爆珠滤棒及卷烟烟气的影响

唐嘉志¹, 刘娜^{2*}, 彭黔荣², 阮艺斌², 杨敬国², 张辞海², 王伟国²

(1. 贵州中烟工业有限责任公司贵定卷烟厂, 贵州贵定 551300; 2. 贵州中烟工业有限责任公司技术中心, 贵州贵阳 550009)

摘要 为了研究不同三醋酸甘油酯施加量对细支爆珠滤棒物理性质及卷烟主流烟气有害成分释放量的影响, 在其他条件不变的情况下, 对不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒的吸阻、硬度、圆周等物理性质进行了研究, 并比较了不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒所卷制的卷烟主流烟气有害成分释放量。结果表明: 细支爆珠滤棒重量、吸阻、硬度与三醋酸甘油酯施加量呈正相关, 相关系数分别为 0.999、0.923 和 0.863。对于不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒, 添加爆珠会使滤棒圆周、圆度、吸阻和硬度分别平均增加 0.01 mm、0.02 mm、455.50 Pa 和 0.22 百分点, 但不会影响三醋酸甘油酯的施加。细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量与三醋酸甘油酯施加量呈负相关, 当三醋酸甘油酯施加量为 12~42 mg/支时, 三醋酸甘油酯施加量每增加 10 mg/支, 细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量就下降 0.54 $\mu\text{g}/\text{支}$ 。

关键词 三醋酸甘油酯; 细支爆珠滤棒; 细支爆珠卷烟; 物理性质; 主流烟气

中图分类号 TS41⁺1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)22-0177-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.22.044



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Application Amount of Glycerol Triacetate on Slim Breakable Capsule Filter Rod and Cigarette Smoke

TANG Jia-zhi¹, LIU Na², PENG Qian-rong² et al (1. Guiding Cigarette Factory of China Tobacco Industrial Limited Liability Company, Guiding, Guizhou 551300; 2. Technology Center of China Tobacco Industrial Limited Liability Company, Guiyang, Guizhou 550009)

Abstract In order to study the influences of different application amounts of glycerol triacetate on the physical properties of slim breakable capsule filter rod and the release of harmful components in mainstream cigarette smoke, while keeping other conditions unchanged, the suction resistance, hardness, circumference and other physical properties of slim breakable capsule filter rod were studied at different application amounts of glycerol triacetate, and the release of harmful components in mainstream smoke of cigarettes at different application amounts of glycerol triacetate were compared. The results showed that the weight, suction resistance and hardness of slim breakable capsule filter rod were positively correlated with the application amount of glycerol triacetate, the correlation coefficients were 0.999, 0.923 and 0.863 respectively. The circumference, roundness, suction resistance and hardness of slim filter rod with breakable capsule increased 0.01 mm, 0.02 mm, 455.50 Pa and 0.22 percent points respectively with the addition of breakable capsule at different amounts of glycerol triacetate. The release of phenol in mainstream cigarette smoke was negatively correlated with the application amount of glycerol triacetate in slim breakable capsule filter rod, when the application amount of glycerol triacetate ranged from 12 mg/cig. to 42 mg/cig., the release of phenol in mainstream cigarette smoke of slim breakable capsule cigarette reduced 0.54 $\mu\text{g}/\text{cig.}$ as the application amount of glycerol triacetate in filter rod added 10 mg/cig..

Key words Glycerol triacetate; Slim breakable capsule filter rod; Slim breakable capsule cigarette; Physical properties; Mainstream cigarette smoke

三醋酸甘油酯是卷烟滤棒中醋酸纤维束必不可少的增塑剂, 对卷烟成品的吸食品质有一定的影响, 其用量直接影响滤棒的重量、吸阻、硬度等, 从而影响醋酸纤维滤棒的过滤效果及卷烟的感官质量^[1-4]。细支爆珠卷烟在降焦减害、降本增效、增香保润等方面具有天然的优势, 已成为近年来快速增长的中式卷烟新品类^[5-10]。目前, 国内关于三醋酸甘油酯施加量对细支爆珠滤棒物理性质以及细支爆珠卷烟主流烟气有害成分释放量的影响研究鲜见报道。笔者考察了细支爆珠滤棒成型过程中不同三醋酸甘油酯施加量对滤棒物理性质的影响, 并对比了 5 种不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒所卷制的卷烟主流烟气有害成分释放量, 以期对细支爆珠滤棒的设计与生产、细支爆珠卷烟的产品研发与减害提供参考。

1 材料与与方法

1.1 材料与试剂 在其他生产要素均相同的情况下, 调节活门开度, 生产不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒 1#~

42#各 4 000 支, 滤棒规格均为圆周 16.8 mm、长度 120 mm、吸阻 4 100 Pa; 选取 4 个三醋酸甘油酯施加量, 对应生产添加和不添加爆珠的细支滤棒(样品编号 1、2、3、4); 将 5 种不同三醋酸甘油酯施加量的细支爆珠滤棒(样品编号 A、B、C、D、E), 在相同生产条件下生产烟丝净含量相同的细支爆珠卷烟各 4 000 支, 烟支圆周一 17.1 mm、长度 90.0 mm。

苯并芘、苯并芘-d12(内标)(美国 Sigma 公司); 苯酚(梯希爱(上海)化成工业发展有限公司); NNK、NNK-d4(内标)(加拿大 TRC 公司); 环己烷、异丙醇(HPLC 级, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 乙腈(美国 Sigma 公司); 2,4-二硝基苯胍、吡啶(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 邻苯二甲酸氢钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 氢氧化钠(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 氯胺-T(分析纯, 美国 Sigma 公司); 1,3-二甲基巴比妥酸(分析纯, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 甲磺酸(梯希爱(上海)化成工业发展有限公司); 盐酸(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 乙酸铵(HPLC 级, 美国 Honeywell 公司); 异烟酸(分析纯, 美国 Sigma 公司)。

1.2 仪器与设备 KDF2 滤棒成型机; ZJ17 卷接机组(常德烟草机械有限责任公司); CH-XL 卷烟/滤棒综合测试台(北京欧美利华科技有限公司); SM450 直线型吸烟机(英国 CE-

基金项目 贵州中烟科技项目(GZZY/KJ/JS/2017BY013-1, GZZYKJ/JZ2019GSY0071)。

作者简介 唐嘉志(1989—), 男, 贵州贵阳人, 助理工程师, 从事烟草制品及烟用材料研究。* 通信作者, 工程师, 硕士, 从事烟草化学方面的研究。

收稿日期 2021-02-25

RULEAN公司);RM-200A 转盘吸烟机(德国 Borgwaldt 公司)、7890A 气相色谱仪、10-ISQ 气相色谱-质谱联用仪(美国 Thermo 公司)、ACQUITY UPLC 超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司);TSQ Vantage 液相色谱-三重四极杆质谱联用仪(美国 Waters 公司);ICS 3000 离子色谱仪(美国 Dionex 公司);Futura II 连续流动分析仪(法国 Alliance);Milli-Q 超纯水仪(美国 Millipore 公司)。

1.3 试验方法 滤棒样品均固化不低于 48 h,卷烟样品参照 GB/T 16447—2004 方法平衡。

分别从固化后的 1#~42# 滤棒中随机取样各 30 支,在标准大气环境下在同一综合测试台上、由相同操作人员按照 GB/T 22838—2009 标准检测滤棒物理性能,取平均值;按照 YC/T 331—2010 标准检测滤棒中三醋酸甘油酯施加量。

按照 GB/T 16447—2004 的方法平衡卷烟样品,不捏破爆珠,在标准大气环境下用同一台吸烟机、由相同操作人员按照 GB/T 19609—2004、GB/T 23356—2009、GB/T 23355—2009 方法检测焦油、CO 和烟碱的释放量,按照 YC/T 253—2008、TQ/T 29—2013、YC/T 377—2010、GB/T 21130—2007、YC/T 255—2008 和 YC/T 254—2008 方法检测氢氰酸、NNK、氨、苯并芘、苯酚和巴豆醛的释放量,并按照文献[11-12]的方法计算卷烟危害性评价指数 H 值。

2 结果与分析

2.1 三醋酸甘油酯施加量对细支爆珠滤棒物理性质的影响 细支爆珠滤棒物理性质随三醋酸甘油酯施加量的变化见图 1~3。从图 1~3 可以看出,在细支爆珠滤棒加工条件相同的情况下,单颗爆珠重量变化不大[(13.0±0.5)mg],细支爆珠滤棒重量、吸阻、硬度均随三醋酸甘油酯施加量的增大而增大,呈正相关关系,相关系数分别为 0.999、0.923 和 0.863。随着三醋酸甘油酯施加量的增大,由纤维束表面向内部渗透,纤维束黏合在一起,表面逐步固化,细支爆珠滤棒的吸阻和硬度不断提高。当三醋酸甘油酯施加量超过 80 mg/支,整根纤维束形成黏性流层,出现融洞,称为胶孔,细支爆珠滤棒吸阻随之下降。当三醋酸甘油酯施加量超过 60 mg/支,多余的三醋酸甘油酯难以被纤维束吸收,细支爆珠滤棒硬度不再上升。因此,当三醋酸甘油酯施加量不超过 60 mg/支时,细支爆珠滤棒的硬度随三醋酸甘油酯施加量的增大而增加,而硬度的增加幅度随着三醋酸甘油酯施加量的增大而逐渐减小。

2.2 添加爆珠对细支滤棒物理性质和三醋酸甘油酯施加量的影响 细支滤棒和细支爆珠滤棒的物理性质以及三醋酸甘油酯施加量见表 1。由表 1 可知:同一细支滤棒样品在相同加工条件下,添加爆珠会增加细支滤棒的圆周、圆度、吸阻和硬度,平均增加值分别为 0.01 mm、0.02 mm、455.50 Pa 和 0.22 百分点,表明添加爆珠不仅能够提高滤棒的紧实度,而且能够通过重塑丝束的分布状态来提高滤棒的圆度,而硬度的提高和圆度的降低有利于提高滤棒的搓接质量,吸阻的增大则有利于降焦减害。同一细支滤棒样品在相同加工条件下,对比是否添加爆珠对细支滤棒中三醋酸甘油酯施加量的

影响,配对样本 t 检验表明 t 值为 1.012,小于临界值 $t_{(3,0.05)}$ (3.182),表明是否添加爆珠不会对细支滤棒中三醋酸甘油酯施加量产生影响。

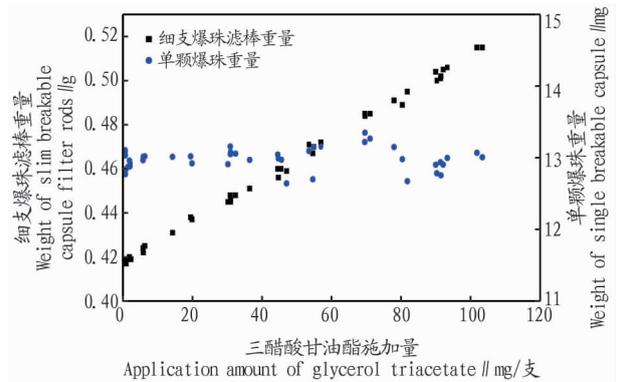


图 1 滤棒重量随三醋酸甘油酯施加量的变化

Fig.1 The weight changes of filter rods with the application amount of glycerol triacetate

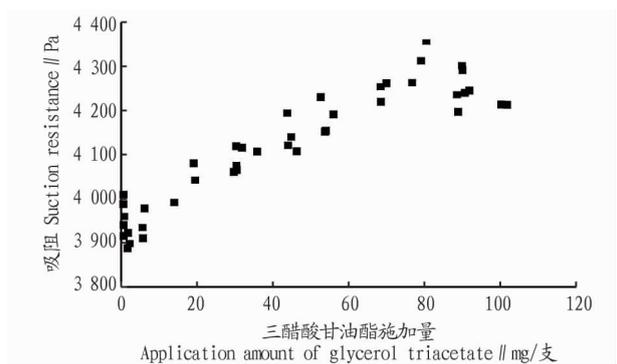


图 2 滤棒吸阻随三醋酸甘油酯施加量的变化

Fig.2 The suction resistance changes of filter rods with the application amount of glycerol triacetate

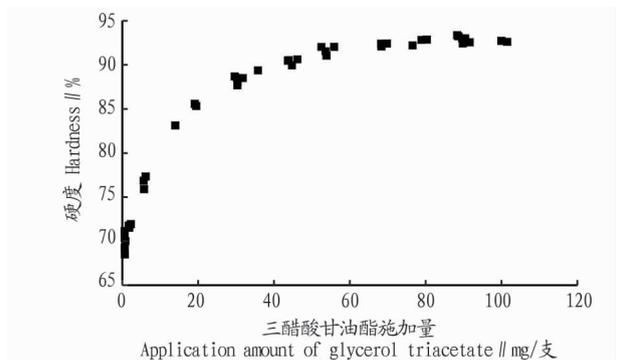


图 3 滤棒硬度随三醋酸甘油酯施加量的变化

Fig.3 The hardness changes of filter rods with the application amount of glycerol triacetate

2.3 三醋酸甘油酯施加量对细支爆珠卷烟主流烟气有害成分释放量的影响 5 种不同三醋酸甘油酯施加量下细支爆珠卷烟主流烟气的检测结果见表 2。由表 2 可知,随着三醋酸甘油酯施加量的增加,苯酚释放量相应降低,而细支爆珠卷烟主流烟气中其他有害成分的释放量未表现出规律性变化;细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量随三醋酸甘油酯施加量的增加而降低,表明细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量

与三醋酸甘油酯施加重呈负相关关系;在 12~42 mg/支范围内,三醋酸甘油酯施加重每增加 10 mg/支,细支爆珠卷烟主流烟

气中苯酚释放量下降 0.54 $\mu\text{g}/\text{支}$ (图 4)。

表 1 滤棒物理性质及三醋酸甘油酯施加重检测结果

Table 1 The physical properties of filter rods and the application amount detection results of glycerol triacetate

样品编号 Sample No.	细支滤棒是否含爆珠 Does the fine filter rods contain breakable capsule	圆周 Circumference mm	圆度 Roundness mm	吸阻 Suction resistance Pa	硬度 Hardness %	三醋酸甘油酯施加重 Application amount of glycerol triacetate // mg/支
1	是	16.74	0.14	4 060.50	88.69	29.74
	否	16.73	0.12	3 593.80	88.42	28.45
2	是	16.73	0.16	4 120.90	90.53	44.02
	否	16.72	0.16	3 681.70	90.43	44.24
3	是	16.74	0.16	4 107.50	90.63	46.31
	否	16.72	0.11	3 645.60	90.23	45.39
4	是	16.73	0.15	4 151.70	91.55	53.77
	否	16.72	0.12	3 697.50	91.46	54.11

表 2 不同三醋酸甘油酯施加重的细支爆珠卷烟主流烟气有害成分释放量

Table 2 The release of harmful components in mainstream cigarette smoke of slim breakable capsule cigarette with different application amounts of glycerol triacetate

样品编号 Sample No.	三醋酸甘油酯施加重 Application amounts of glycerol triacetate mg/支	焦油 Tar mg/支	CO mg/支	烟碱 Nicotine mg/支	苯酚 Phenol $\mu\text{g}/\text{支}$	巴豆醛 Crotonaldehyde $\mu\text{g}/\text{支}$	氨 Ammonia $\mu\text{g}/\text{支}$	氢氰酸 Hydrocyanic acid $\mu\text{g}/\text{支}$	NNK ng/支	苯并芘 Benzopyrene ng/支	H 值 H value
A	12.03	6.82	4.93	0.66	12.96	12.02	9.20	50.60	3.54	7.87	6.55
B	19.62	6.85	5.21	0.69	12.93	12.70	8.63	60.12	4.02	8.17	6.79
C	27.30	7.15	5.25	0.68	12.65	12.31	8.64	55.40	4.10	7.80	6.66
D	32.17	6.66	4.99	0.66	11.98	11.34	8.16	59.43	4.99	7.87	6.70
E	41.90	6.94	5.07	0.67	11.46	12.77	8.21	59.89	4.29	7.61	6.57

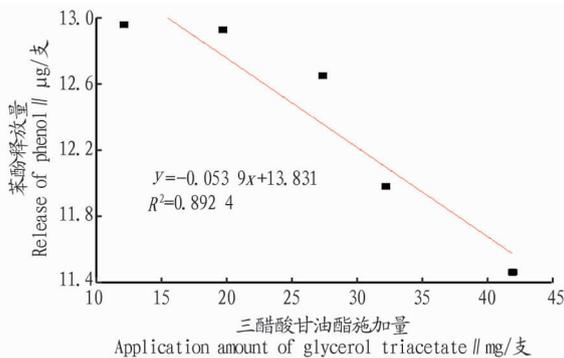


图 4 细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量与三醋酸甘油酯施加重的关系

Fig.4 The relationship between the release of phenol in mainstream cigarette smoke of slim breakable capsule cigarette and the application amount of glycerol triacetate

3 结论

细支爆珠滤棒成型过程中不同三醋酸甘油酯施加重会对滤棒的吸阻、硬度、圆度等物理性质产生影响,在其他条件不变的情况下细支爆珠滤棒重量、吸阻、硬度与三醋酸甘油酯施加重呈正相关,相关系数分别为 0.999、0.923 和 0.863。当三醋酸甘油酯施加重超过 80 mg/支时,细支爆珠滤棒会出现胶孔,使得吸阻下降;当三醋酸甘油酯施加重低于 60 mg/支时,细支爆珠滤棒的硬度随三醋酸甘油酯施加重的增大而增加,而硬度的增加幅度随着三醋酸甘油酯施加重的增大而逐渐减小。对于不同三醋酸甘油酯施加重的细支爆珠滤棒,添加爆珠会使滤棒的圆周、圆度、吸阻和硬度分别平均增加 0.01 mm、0.02 mm、455.50 Pa 和 0.22 百分点,但不会

影响三醋酸甘油酯的施加。硬度的提高和圆度的降低有利于提高滤棒搓接质量,吸阻的增大则有利于卷烟降焦减害。细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量与三醋酸甘油酯施加重呈负相关关系;在 12~42 mg/支范围内,三醋酸甘油酯施加重每增加 10 mg/支,细支爆珠卷烟主流烟气中苯酚释放量下降 0.54 $\mu\text{g}/\text{支}$ 。

参考文献

- [1] EITZINGER B, EDERER G. The use of nonlinear constitutive equations to evaluate draw resistance and filter ventilation [J]. Beitrage zur tabakforschung international, 2014, 19(4): 177-188.
- [2] 孙学辉, 赵乐, 彭斌, 等. 滤棒中三醋酸甘油酯用量对卷烟主流烟气有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2011, 44(6): 35-38.
- [3] 周永芳, 张伟杰, 蒋平平. 国内外烟草用增塑剂三醋酸甘油酯现状及发展趋势[J]. 增塑剂, 2010, 21(2): 4-14.
- [4] 徐晔, 盛培秀, 宗东岳. 细支醋酸纤维滤棒硬度影响因素研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(10): 140-144, 173.
- [5] 王金棒, 洪广峰, 高健, 等. 细支卷烟研究综述[J]. 中国烟草学报, 2018, 24(5): 91-101.
- [6] ASHLEY M, DIXON M, PRASAD K. Relationship between cigarette format and mouth-level exposure to tar and nicotine in smokers of Russian king-size cigarettes [J]. Regulatory toxicology and pharmacology, 2014, 70(1): 430-437.
- [7] DITTRICH D J, FIEBLEKORN R T, BEVAN M J, et al. Approaches for the design of reduced toxicant emission cigarettes [J]. SpringerPlus, 2014, 3(1): 1-23.
- [8] 张志刚, 贺健, 顾秋林, 等. 爆珠对滤棒、卷烟物理性能及卷烟主流烟气的影响[J]. 烟草科技, 2019, 52(10): 75-78.
- [9] 朱凤鹏, 李雪, 罗彦波, 等. 爆珠破碎对主流烟气有害成分释放量和滤嘴截留的影响[J]. 烟草科技, 2017, 50(4): 37-42.
- [10] 曹祥薇, 彭三文, 刘强, 等. 基于凸轮滑块结构的细支爆珠滤棒植珠装置[J]. 烟草科技, 2019, 52(1): 98-102.
- [11] 陈敏, 郭吉兆, 郑赛晶, 等. 烟叶部位、产地与卷烟主流烟气 7 种有害成分释放量关系研究[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(5): 16-22.
- [12] 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.