

植物颗粒在纸质滤棒中的应用研究

杨艳梅, 李明, 张建强, 燕宁宁, 陈丽珠, 袁林翠, 李长昱* (云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 云南昆明 650106)

摘要 通过挥发性成分分析及卷烟感官质量评价, 筛选出 PC 植物颗粒。采用湿法造纸和在线压纹工艺, 开发出一种含有 PC 颗粒的湿法纸原纸及 PC 颗粒湿法纸-醋纤滤棒。结果表明, PC 颗粒原纸及滤棒各项物理指标均满足相关质量标准要求; PC 颗粒的添加对纸质滤棒烟气指标影响不大, PC 颗粒纸质-醋纤滤棒较醋纤滤棒对焦油的降低率达到了 33.4%; PC 颗粒纸质-醋纤滤棒感官评价得分较纯木浆纸质-醋纤复合滤棒高出 1.6 分, PC 颗粒纸质-醋纤滤棒卷烟感官评价质量与纯醋纤滤棒相近。

关键词 植物颗粒; 纸质滤棒; 烟气常规指标; 感官品质

中图分类号 TS426 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)07-0201-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.07.060

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Study on the Application of Plant Particles in Paper Cigarette Filter

YANG Yan-mei, LI Ming, ZHANG Jian-qiang et al (Yunnan Ruisheng Tobacco Technology (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650106)

Abstract PC plant particle was screened out by volatile component analysis and sensory quality evaluation of cigarette. Using wet paper-making and on-line embossing technology, a wet-paper base paper containing PC particle and PC particle wet paper-cellulose acetate filter rod were developed. The results showed that the physical indices of PC particle base paper and cellulose acetate filter rod met the requirements of relevant quality standards. Adding PC particle had no great effect on smoke index of paper filter rod. Compared with the cellulose acetate filter rod, the tar of PC particle paper-cellulose acetate filter rod decreased by 33.4%. The sensory evaluation score of PC particle paper-cellulose acetate filter rod was 1.6 points higher than that of pure paper-cellulose acetate dual filter rod. The sensory evaluation score of PC particle paper-cellulose acetate filter rod was close to that of pure cellulose acetate filter rod.

Key words Plant particle; Paper filter rod; Common smoke index; Sensory quality

减害降焦是烟草行业长期关注并一直致力于解决的重大方向^[1]。滤棒作为卷烟的重要组成部分, 对卷烟的减害降焦和抽吸品质有着重要的影响^[2]。与醋酸纤维滤棒相比, 纸质滤棒因其具有高效的降焦作用及较强的可生物降解性、原料成本较低而受到人们青睐^[3]。目前国内市售卷烟白沙(精品 8 mg)、南京(壹品)、贵烟(喜格)、黄金叶(天香)、中华(大中华)等卷烟均已采用纸质滤棒。

纸质滤棒由于对烟气粒相组分截留效率高, 因此在使用中存在烟香浓度较淡、香气量不足、烟气刺激性增加、有明显纸味等问题。如何在纸质滤嘴棒减害降焦的同时, 改善卷烟的抽吸品质, 一直是烟草行业致力研究和亟待解决的问题^[4-5]。

目前国内外已有一些改善纸质滤棒抽吸品质的研究报道。美国专利 4124033^[6]将平均粒径为 30~50 μm 松树皮粉末添加到木浆纤维中, 制成纸质滤棒, 可在一定程度上改善纸质滤棒对卷烟吸味的负面影响。美国专利 4283183^[7]将 5%~15% 具有高比表面积和黏结性的纤维素酯纤维添加到纸质滤棒中, 可以明显改善卷烟抽吸品质。盛培秀等^[8]将醋纤纤维加入木浆纤维中, 制成含有醋酸纤维素的纸质滤棒, 可提升卷烟抽吸品质, 使其接近于醋纤滤棒的感官抽吸品质。姚二民等^[9]将茶叶粉末添加于木浆纤维中, 制成茶质纸质滤棒, 可以使卷烟烟气具有茶的清香, 改善卷烟抽吸品质, 同时还可以降低烟气中的有害物质。李克等^[10]将保湿剂涂布在纸质滤材原纸上, 制成纸质滤嘴棒, 可提升烟气水分, 改

善卷烟抽吸品质。

目前对纸质滤材抽吸品质改善的报道主要集中在对纤维原料的改善及纸张涂布的研究, 而采用植物颗粒类材料来提升纸质滤棒抽吸品质的研究较少。笔者通过挥发性成分分析及卷烟感官品质评价对植物颗粒进行筛选, 通过颗粒纸的抄造、滤棒成型、烟气指标及抽吸品质评价, 研究植物颗粒在纸质滤棒中的应用效果, 旨在为纸质滤棒的改进及发展提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料。3 种植物颗粒(20~80 目, 实验室自制); 漂白硫酸盐针叶木浆纤维(简称木浆纤维, 购自加拿大 Lion 纸业公司); 市售云产卷烟。

1.1.2 仪器。HR2104/90 搅拌器(飞利浦); ERNST-HAAGE BBS-2 型快速凯塞法抄片器(北京澳普乐科技开发有限公司); QS-1 实验用切丝机; KDF2 滤棒成型机; KDF2-CU20 纸质滤棒成型机; 复合滤棒成型机; RM200A 吸烟机(德国, 博瓦特); KBF 型恒温恒湿试验箱(德国, Binder 公司); MTS 型滤棒综合测试台(成都瑞拓); ML204 型电子分析天平(感量 0.1 mg, 瑞士 METTLER 公司); 20 孔道转盘型吸烟机 RM200A(Borgwaldt, 德国); 7890N/5975C 气/质联用仪(Agilent, 美国); 色谱柱为 HP-5MS 弹性石英毛细管柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, Agilent, 美国); 剑桥滤片(Φ92 mm, 美国)。

1.2 方法

1.2.1 挥发性成分测定。称取 1.000 g 植物颗粒样品置于 20 mL 顶空瓶中, 按照卷烟抽吸过程中卷烟滤嘴的温度变化范围分别设定 40、70 °C 温度条件进行平衡和固相微萃取, 萃

基金项目 中国博士后科学基金第 62 批面上资助项目(2017M623322XB)。
作者简介 杨艳梅(1988—), 女, 云南大理人, 工程师, 从事烟草化学研究。* 通信作者, 工程师, 从事卷烟新材料研究。
收稿日期 2018-11-26

取时间为 30 min,此后将 SPME 进样针在气相色谱高温气化室中解吸附,进行 GC/MS 分析,分析结果用 NIST98 进行检索定性,峰面积归一化法计算相对百分含量。GC/MS 条件如下:进样口温度为 260 ℃,载气为高纯氮(99.999%),流速为 1 mL/min,分流比为 10:1,GC/MS 接口温度为 280 ℃,离子源为 EI 源,电子能量为 70 eV,扫描范围为 35~350 amu,升温程序:50 ℃(2 min)→5 ℃/min→140 ℃(1 min)→10 ℃/min→280 ℃(1 min),标准谱库为 NIST05 和 WILEY275 谱库。

1.2.2 卷烟抽吸品质评价方法。组织 9 位评吸人员准参照 GB 5606.4—2005 评价方法,采用暗标计分方法进行卷烟抽吸品质评价。

1.2.3 烟气指标分析方法。分别依据 GB/T 23355—2009、GB/T 23356—2009、GB/T 19609—2004 及 GB/T 23203.1—2008 检测总粒相物、焦油、水分、烟气烟碱量、一氧化碳及抽吸口数;分别依据 GB/T 21130—2007、YC/T 255—2008、YC/T 254—2008、YC/T 253—2008、YC/T 377—2010 及 GB/T 23356—2009 检测苯并[α]芘、苯酚、巴豆醛、氰化氢、氨和一氧化碳。

1.2.4 湿法颗粒纸物理性能检测。湿法颗粒纸原纸定量、紧度、厚度、纵向抗张强度、水分分别依据 GB/T 451.2—2002、GB/T 451.3—2002、GB/T 12914—2008 进行。

1.2.5 滤棒物理性能检测。滤棒物理性能参照 YC/T 223.2—2007《特种滤棒第 2 部分 复合滤棒》中规定的方法,测定植物颗粒滤棒的长度、圆周、压降、硬度、圆度及外观等指标。

1.2.6 湿法颗粒纸原纸抄造试验。将植物颗粒与木浆纤维按一定质量配比混合,将混合浆料加入搅拌机中进行打浆处理,利用抄片器抄造成湿法颗粒纸。

1.2.7 湿法颗粒纸实验室评价。切丝机切成宽 1 mm 纸条,再将纸条长度裁成 1 cm,称取 80 mg 湿法颗粒纸放于滤棒近烟丝端 10 mm 位置处,于温度(22±1) ℃、相对湿度(60±2)% 条件下平衡 48 h,进行对比评吸(对照烟支为纯木浆手抄片纸)。

1.2.8 湿法颗粒纸及湿法颗粒纸滤棒制备工艺。在木浆纤维中掺入适量植物颗粒,利用湿法造纸工艺,抄造成湿法颗粒纸质滤棒原纸,利用在线压纹工艺制成湿法颗粒纸质滤棒,制备工艺流程见图 1。

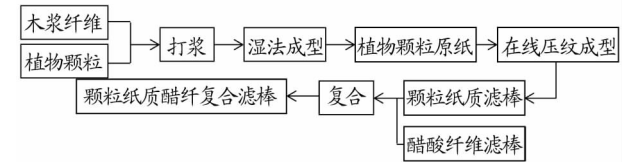


图 1 湿法颗粒原纸及湿法颗粒纸滤棒的制备工艺

Fig.1 Preparation process of wet-particle base paper and wet particle paper filter rod

2 结果与分析

2.1 植物颗粒筛选 通过颗粒挥发性成分分析及烟气感官评价,筛选出 1 种合适的颗粒进行颗粒湿法纸的抄造。

2.1.1 植物颗粒挥发性成分分析。对 3 种植物颗粒进行挥发性成分分析,检测结果见表 1。由表 1 可知,40 ℃时 PC 颗

粒的挥发性成分以酚类物质为主,且相对含量较高,BH 颗粒及 HY 颗粒均以烯烃及醇类物质为主,但 BH 颗粒的挥发性成分相对含量不及 PC 颗粒与 HY 颗粒;70 ℃时 PC 颗粒的挥发性成分仍以酚类物质为主,且相对含量较高,BH 颗粒及 HY 颗粒以酮类、酚类、烯烃类、醇类物质为主,但 HY 颗粒的挥发性成分含量不及 BH 颗粒与 PC 颗粒。烟气中的酯类、酸类、酮类、醛类、醇类、酚类和烯烃类化合物是重要的致香物质,3 种颗粒均含有上述各类致香成分,而 PC 颗粒在 40 和 70 ℃时上述物质的相对含量均较高,可能对改善卷烟抽吸品质会较 BH 颗粒及 HY 颗粒的作用更为明显。

表 1 各类挥发性物质的相对含量

Table 1 Relative percentage of various kinds of volatile substances %

化合物类型 Kinds of compounds	PC 颗粒 PC particle		BH 颗粒 BH particle		HY 颗粒 HY particle	
	40 ℃	70 ℃	40 ℃	70 ℃	40 ℃	70 ℃
	40 ℃	70 ℃	40 ℃	70 ℃	40 ℃	70 ℃
烯烃类 Alkenes	3.86	5.33	26.87	18.27	47.82	18.84
酮类 Ketones	2.90	4.11	13.16	31.08	6.10	5.91
醛类 Aldehyde	—	0.48	—	3.31	11.41	8.02
酚类 Phenols	80.78	76.18	—	24.08	—	19.30
苯系物 Benzene series	1.93	0.64	—	—	—	0.54
醇类 Alcohols	8.93	5.26	37.25	17.72	21.15	15.07
醚类 Ethers	0.57	0.30	—	0.39	—	6.61
酸类 Acids	—	—	—	—	6.07	0.56
酯类 Esters	—	—	—	—	—	1.75
总和 Sum	98.97	92.30	77.28	94.85	92.55	76.60

2.1.2 植物颗粒感官评价。

2.1.2.1 植物颗粒筛选评价。以醋纤滤棒添加颗粒量 1 mg/mm 为参照,称取 10 mg 植物颗粒添加于 10 mm 纯木浆滤棒段与 14 mm 醋纤滤棒段之间,进行卷烟感官质量评价,评价结果见表 2。由表 2 可知,3 种颗粒均有提升纸质滤棒卷烟烟香、降低烟气刺激性及提升烟气舒适性的作用,其中以 PC 颗粒的改善效果最为明显。

结合颗粒挥发性成分分析及感官质量评价,选取 PC 颗粒作为后续植物颗粒纸的颗粒原料。

表 2 植物颗粒的感官评价结果

Table 2 Sensory evaluation results of plant particles

样品 Samples	香气 Aroma	谐调 Har- mony	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritancy	余味 Residual taste	合计 Total score
PC 颗粒纸 PC particle paper	27.33	4.83	10.17	16.94	21.72	85.5
BH 颗粒纸 BH particle paper	27.28	4.61	10.17	16.39	21.11	84.1
HY 颗粒纸 HY particle paper	27.22	4.61	10.17	16.67	21.50	84.7
纯木浆纸 Pure wood pulp paper	27.11	4.67	10.11	16.44	21.17	84.0

注:光泽均计 4.5 分;每项指标均为 9 位评吸人员分值的平均值
Note:The luster score was calculated as 4.5. Each index was the average of 9 smoking evaluation staff's scores

2.1.2.2 PC 植物颗粒配比评价。以相同定量(36 g/m²)不同配比的 PC 植物颗粒与木浆纤维混合浆料在抄片器上进行抄片,将不同配比的植物颗粒纸放于卷烟滤嘴中,进行感官

质量评价,结果见表 3。由表 3 可知,添加 PC 颗粒的纸质滤棒均能在一定程度上改善纸质滤棒的抽吸品质,其中 PC 颗粒含量在 20%的纸质滤棒对卷烟抽吸品质的改善效果最明显,因此可确定 PC 颗粒在纸质滤棒中的添加量为 20%。

表 3 不同配比 PC 颗粒的感官评价
Table 3 Sensory evaluation of different proportions of PC particles

样品编号 Sample No.	纵向抗张强度 Longitudinal tensile strength//kN/m ²	香气 Aroma	谐调 Harmony	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritancy	余味 Residual taste
1-1	123. 0	27. 33	4. 83	10. 17	16. 94	21. 72
1-2	112. 5	27. 44	4. 89	10. 33	16. 94	21. 94
1-3	94. 5	27. 22	4. 83	10. 17	16. 94	21. 72
1-4	165. 0	27. 11	4. 67	10. 11	16. 44	21. 17

注:样品 1-1、1-2、1-3 表示 PC 颗粒含量分别为 10%、20%和 30%;样品 1-4 表示 100%木浆纤维;光泽均计 4. 5 分;每项指标均为 9 位评吸人员分值的平均值
Note: 1,2,3 represented samples with PC particle content of 10%,20%,30% respectively; 1-4 represented 100% wood pulp fiber;The luster score was calculated as 4. 5. Each index was the average of 9 smoking evaluation staff's scores

2.2 植物颗粒纸原纸物理指标分析 将 20 份 PC 植物颗粒物理检测指标见表 4。由表 4 可知,PC 植物颗粒原纸物理指标均符合纸质滤棒原纸上机卷制要求值。

表 4 PC 植物颗粒原纸的物理指标分析
Table 4 Physical indices analysis of PC plant granule base paper

项目 Item	定量 Quota//g/m ²	厚度 Thickness//μm	紧度 Tightness//g/cm ³	纵向抗张强度 Longitudinal tensile strength//kN/m ²	含水率 Moisture content//%
实测值 Measured value	36. 4	123	0. 30	112. 5	5. 5
要求值 Required value	36±2	—	≤0. 40	≥90. 0	6. 0±2. 0

2.3 植物颗粒纸滤棒物理指标分析 将含 20%PC 植物颗粒的原纸进行在线压纹成型,并与醋纤滤棒复合,制成颗粒纸质-醋纤复合滤棒,滤棒物理检测指标见表 5。由表 5 可知,PC 颗粒纸质-醋纤复合滤棒的物理指标均符合质量标准要求。

表 5 PC 植物颗粒纸质-醋纤复合滤棒的物理指标分析
Table 5 The physical indices analysis of PC plant particles paper-cellulose acetate dual filter rod

检验项目 Detection items	长度 Length mm	圆周 Circumference mm	压降 Pressure drop//Pa	硬度 Hardness %	水分 Moisture %	圆度 Roundness mm	复合结构 Composite structure//mm	
							A	C
指标要求 Required value	144. 0±0. 5	24. 20±0. 20	3 920±420	≥84. 0	≤8. 0	≤0. 35	14±1	10±1
平均值 Mean	144. 10	24. 21	4 033	86. 9	5. 47	0. 29	14. 0	9. 9
最大值 Maximum	144. 30	24. 29	4 482	89. 8	5. 51	0. 49	14. 2	10. 2
最小值 Minimum	144. 00	24. 09	3 738	84. 6	5. 43	0. 19	13. 8	9. 6
标准偏差 Standard deviation	0. 08	0. 04	161	1. 1	—	0. 08	—	—
变异系数 Coefficient of variation//%	0. 06	0. 17	4	1	—	26. 66	—	—
不合格支数 Number of unqualified cigarettes//支	0	0	1	0	—	3	0	0

2.4 植物颗粒纸质滤棒烟气指标分析 由表 6 可知,与纯醋纤滤棒相比,PC 颗粒纸质滤棒与纯木浆纸质滤棒均可显著地降低烟气总粒相物,焦油量与总粒相物同幅下降,降幅均在 30%以上,表明 PC 颗粒的添加对纸质滤棒烟气指标的影响不大。与纯木浆纸质滤棒相比,PC 颗粒纸质滤棒对烟气总粒相物的截留能力稍弱,烟气中焦油和水含量略有上升。

表 6 烟气常规化学指标检测结果
Table 6 The detection results of conventional chemical indices of smoke

样品类型 Kinds of samples	总粒相物 Total particulate matter//mg	水分 Moisture mg	烟气烟碱量 Nicotine content of smoke//mg	焦油量 Tar content mg	抽吸口数 Number of puff//口/支	一氧化碳 Carbon monoxide//mg
PC 颗粒纸质滤棒 PC particle paper filter rod	9. 05	1. 11	0. 69	7. 25	8. 0	11. 1
纯木浆纸质滤棒 Pure wood pulp filter rod	8. 61	0. 99	0. 65	6. 97	8. 0	10. 8
醋纤滤棒 Cellulose acetate filter rod	13. 47	1. 53	1. 05	10. 89	7. 9	11. 1

2.5 植物颗粒纸质滤棒感官评价 由表 7 可知,PC 颗粒纸质滤棒比纯木浆纸质滤棒的感官评价得分高 1. 6 分,与醋纤滤棒的感官评价得分相近,表明在木浆纤维中混入一定量的 PC 植物颗粒后能在一定程度上增加烟气浓度、丰富烟香、改善香气质、提升卷烟抽吸舒适性。

(下转第 214 页)

驶员事先做好准备,通过连续、柔和的边坡景观给驾驶员带来心理上的安全感。

3.2.3 生态恢复。植物护坡^[10]有利于生态平衡,绿色植物具有净化空气、防止污染、吸附尘土、降低噪声等作用。资料显示,地球上 60%的氧气来自绿色植物的光合作用,1 km 道路两侧单行道行道树,每天可吸收 1 000 kg CO₂,释放 730 kg 氧气。植物在进行光合作用的同时,还会吸收汽车尾气中的一氧化碳、氮氧化物等有害气体。

4 小结与展望

根据不同边坡环境的特点,尽量采用乔灌木多层次植物搭配栽植,根据不同的坡度,选择合适的植物种类,比如狗牙根搭配迎春或金钟花、黑麦草搭配紫惠槐。在植物选择上,尽量选择当地的乡土植物,不同地区可建立乡土植物种子库,稳定当地植物的遗传基因,保持当地植物的多样性,使植物群落更接近原始的自然状态。

在边坡防护工程的发展过程中,根据当地自身情况,学习国外发达国家边坡防护的新技术和新理念。改变原有的观念,要将景观生态的营建工作看成长期效益目标。将植被的管理养护和施工技术有效结合起来,从科学管理与技术应用角度降低生态防护后期的成本。

总而言之,我国高速公路边坡生态防护工作尚处于不断

探索阶段,其相关理论研究和工程技术还不够完善。笔者通过对高速公路边坡生态防护的实践与研究,初步提出了一些边坡生态建设的方案与措施,存在一定的局限性。边坡生态防护的最终效果和实用性还需要通过不断实践和检验,只有这样才能更科学、透彻地掌握各种防护形式的优劣,探索出适合不同地区的边坡生态防护形式。

参考文献

[1] 周德铭,张俊云. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
[2] 蒋必凤. 几种草本植物护坡效果评价[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2008.
[3] 万芳. 四川生态型公路边坡植被恢复技术应用研究:以映日路为例[D]. 雅安:四川农业大学,2009.
[4] 段晓明,苗增健,刘连新,等. 生态护坡应用及护坡植物群落的选择[J]. 安徽农业科学,2009,37(31):15327-15329,15339.
[5] 倪海满,左芬,申立宏. 绿色混凝土生态防护技术在岩质边坡中的应用[J]. 路基工程,2008(5):179-180.
[6] 于冬梅. 宁常、宁杭高速公路边坡生态防护及景观研究[D]. 南京:南京林业大学,2009.
[7] 王可钧,李焯芬. 植物固坡的力学简析[J]. 岩石力学与工程学报,1998,17(6):687-691.
[8] 叶建军,周明涛,许文年. 喷射护坡绿化技术的发展及分类[J]. 灾害与防治工程,2004(2):66-71.
[9] 刘卫东,刘友全,胡毅夫,等. 高速公路边坡植草技术[J]. 四川草原,2006(5):17-21.
[10] 赵广琦,崔心红,奉树成,等. 植物护坡及其生态效应研究[J]. 水土保持学报,2007,21(6):60-64.

(上接第 203 页)

表 7 PC 颗粒纸质-醋纤复合滤棒感官评价
Table 7 Sensory evaluation of PC granule paper-cellulose acetate dual filter rod

样品 Samples	香气 Aroma	谐调 Harmony	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritancy	余味 Residual taste	总分 Total score
PC 颗粒纸棒 PC particle paper filter rod	27. 33	4. 89	10. 33	17. 11	21. 94	86. 1
纯木浆纸棒 Pure wood pulp filter rod	27. 17	4. 72	10. 17	16. 56	21. 33	84. 5
醋纤棒 Cellulose acetate filter rod	27. 44	4. 94	10. 67	17. 11	21. 67	86. 3

注:光泽均计 4.5 分;每项指标均为 9 位评吸人员分值的平均值
Note:The luster score was calculated as 4.5. Each index was the average of 9 smoking evaluation staff's scores

3 结论

(1)3 种植物颗粒均含有一定量的酯类、酸类、酮类、醛类、醇类、酚类和烯烃类化合物等致香物质,结合卷烟感官质量评价,选取 PC 颗粒作为植物湿法颗粒纸的颗粒原料。

(2)添加量 20%的 PC 颗粒纸原纸物理指标能满足纸质滤棒原纸上机卷制要求,PC 颗粒纸质-醋纤复合滤棒物理指标能满足特种滤棒的质量要求。

(3)PC 颗粒的添加对纸质滤棒烟气指标的影响不大。

(4)PC 颗粒纸质滤棒的感官评价质量与醋纤滤棒相近,感官评价得分比空白纸质滤棒高出 1.6 分,表现在烟香浓度、香气质、余味及舒适性均有一定程度改善。

参考文献

[1] SLAUGHTER E, GERSBERG R M, WATANABE K, et al. Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fishes

[J]. Tobacco control, 2010, 20(S1): i25-i29.
[2] 金勇,王诗太,李克,等. 卷烟滤嘴在降焦减害中的研究进展[J]. 烟草科技,2016,49(11):98-106.
[3] 高鑫,唐荣成,盛培秀,等. 新型天然复合纸基材料对滤棒成型及性能的影响[J]. 中国造纸学报,2012,27(4):14-17.
[4] 尹嵩,燕宁宁,沈靖轩,等. 功能性纤维在纸质滤棒中的应用研究[J]. 合成纤维工业,2016,39(1):39-41.
[5] 翟义龙,刘舒畅,宋豪. 三种纸质复合滤棒对卷烟主流烟气的影响[J]. 轻工科技,2015(7):42-45.
[6] ZIZKA J, JANOUSEK K, PAPANKEK M. Cigarette filter: US4124033[P]. 1978-11-07.
[7] KEITH C H, TUCKER R O. Method of forming cigarette filter material: US4283186[P]. 1981-08-11.
[8] 盛培秀,王月江,黄小雷,等. 含有醋酸纤维素的纤维纸及滤棒的开发与性能研究[J]. 烟草科技,2014(1):5-11.
[9] 姚二民,张峻松,毛多斌,等. 茶质纸-醋纤二复合滤嘴在卷烟中的应用[J]. 烟草科技,2008(8):49-52.
[10] 李克,谭海风,王诗太,等. 保湿剂在卷烟纸质滤材中的应用:CN 101731757 A[P]. 2010-06-16.