

细支卷烟片烟原料的片形需求分析

Analysis on the lamina shape requirement of flaky tobacco for slim cigarettes

田震¹ 胡宗玉¹ 许强¹ 张玉海² 纪铭阳¹

TIAN Zhen¹ HU Zong-yu¹ XU Qiang¹ ZHANG Yu-hai² JI Ming-yang¹

陈超³ 黄长庚⁴ 葛霓志⁵ 徐如彦¹

CHEN Chao³ HUANG Chang-geng⁴ GE Ni-zhi⁵ XU Ru-yan¹

(1. 江苏中烟工业有限责任公司, 江苏 南京 210019; 2. 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 河南 郑州 450001; 3. 华环国际烟草有限公司, 安徽 滁州 233121; 4. 福建省三明金叶复烤有限公司, 福建 三明 365001; 5. 云南烟叶复烤有限责任公司, 云南 昆明 650000)

(1. China Tobacco Jiangsu Industrial Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210019, China; 2. Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou, Henan 450001, China; 3. Hua Huan International Tobacco Co., Ltd., Chuzhou, Anhui 233121, China; 4. Fujian Sanming Gold Leaf Redrying Co., Ltd., Sanming, Fujian 365001, China; 5. Yunnan Tobacco Redrying Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000, China)

摘要:目的: 确定细支卷烟片烟原料的片形需求。方法: 应用图像分析技术系统开发了 6 种片形表征方法, 综合片形系数数值与视觉感官判定结果的符合度确定适宜的片形表征方法, 以江苏中烟烟叶区域加工中心片烟原料为材料建立片烟片形系数数据库, 通过建立模拟切丝模型开展片烟片形需求模拟研究, 并制备 114 个样品进行片烟片形需求试验研究。结果: ① 圆度率法可作为适宜的片形表征方法; ② 片形系数 < 0.35 时, 碎丝率最大; ③ 片形系数 > 0.428 时, 碎丝率基本在 2% 以下。结论: 建议细支卷烟片烟原料的片形系数应大于 0.428。

关键词: 细支卷烟; 表征方法; 片形系数; 碎丝率

Abstract: **Objective:** This study focus on determining the lamina shape requirement of flaky tobacco in slim cigarettes. **Methods:** Six characterization methods of lamina shape were systematically developed by image analysis technique, and the most suitable characterization method of leaf blade shape was determined by the conformance of lamina shape coefficient and visual decision. The lamina shape coefficient database was established by using flaky tobacco from the regional processing center of China Tobacco Jiangsu Industrial Co., Ltd.. Simulation Study on the requirement

of lamina shape was conducted based on simulation cutting model, and 114 samples were prepared to discuss the requirement of lamina shape in the laboratory. **Results:** The results were showed as follows: ① The "Roundness Rate" was the most suitable characterization method of lamina shape. ② There was the largest broken filament rate when the lamina shape coefficient was less than 0.35. ③ When the lamina shape coefficient was greater than 0.428, the broken filament rate was basically under 2%. **Conclusion:** It is recommended that the lamina shape coefficient of slim cigarettes should be greater than 0.428.

Keywords: slim cigarettes; characterization methods; lamina shape coefficient; broken filament rate

烟丝结构影响卷烟质量^[1], 而叶片的结构分布是影响烟丝结构的重要因素^[2], 随着细支卷烟的快速发展以及行业对细支卷烟质量的日益关注, 卷烟工艺对片烟原料和烟丝结构提出了更高要求, 传统的叶片和烟丝结构难以适应细支卷烟的质量控制需求。

叶片结构是指打叶后叶片中不同大小的叶片所占的比例^[3], 叶片结构的测定主要是利用筛分方法使不同尺寸的片烟分离, 结果以各层或某层筛网上的累积质量占总质量的比例来表示^[4-5]。图像分析法被广泛应用于叶片面积的检测^[6-9], 余娜等^[10]利用建立的基于图像法的叶片面积分布在线检测系统检测打后烟叶的叶片面积, 同时采用粒度分形理论建立叶片的分布分形模型。目

基金项目: 江苏中烟科技项目(编号: 201904)

作者简介: 田震, 男, 江苏中烟工业有限责任公司农艺师, 硕士。

通信作者: 徐如彦(1974—), 男, 江苏中烟工业有限责任公司高级工程师。E-mail: xy_xury@jszygs.com

收稿日期: 2021-03-11

前,中国烟草科技工作者^[11-15]对叶片结构和烟丝结构的关系进行了较多研究,发现叶片结构中 >12.7 mm 的叶片对烟丝结构中 >3.2 mm 的烟丝有显著影响,而 <12.7 mm 的叶片对 <1.4 mm 的烟丝有显著影响。此外,李善莲等^[16-18]也通过建立检测与表征方法研究了片烟尺寸分布对烟丝结构及卷烟质量的影响规律。然而对于片烟形状的表征及与烟丝结构的关系方面鲜有报道。

试验拟结合《卷烟工艺规范(2016 版)》提出的片形系数定义,系统开发片形表征方法,根据片形系数表征结果与视觉感官判定结果的符合度确定适宜的片形表征方法。同时,分析片形系数与长丝波动、碎丝波动及碎丝率的相关关系,以期对打叶复烤加工过程中片烟形状的调控技术研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

片烟原料:云南、福建、河南等烟叶基地;

烟叶综合测试台:GTM-600 型,上海创和亿电子科技有限公司;

振动分选机:CA24 型,北京长征高科技公司;

筛网:38.1 mm 和 50.8 mm,由振动分选筛 CA23 改造;

烟丝结构测定仪:YQ-2 型,郑州嘉德机电科技有限公司;

切丝机:切丝宽度 0.9 mm,实验室自制。

1.2 方法

1.2.1 片形表征方法 在打叶后汇总皮带处随机抽取片烟样品,分别将其展开铺在烟叶综合测试台获取图像,应用 Matlab 软件对图像进行二值化处理,去除图像中面积小于指定像素面积的图像区域和干扰图像区域,计算每个片烟样品的面积、周长、最小外接圆面积、最大内切圆面积、最小外接矩形面积;在此基础上,系统开发了以下 6 种片形表征方法。

(1) 圆弧度系数法:片烟面积对应的理论圆弧长度与实际边缘弧长的比值。

(2) 圆度率法:片烟最大内切圆面积与其面积的比值。

(3) 面积比外接圆面积法:片烟面积与其最小外接圆面积的比值。

(4) 面积比周长平方法:片烟面积与周长平方的比值。

(5) 内切圆比外接圆法:片烟最大内切圆面积与最小外接圆面积的比值。

(6) 面积比外接矩形面积法:片烟面积与其最小外接矩形面积比值。

综合 6 种片形表征方法的片形系数与视觉感官判定结果的符合度,选取较为适宜的片形表征方法,并建立不同片烟尺寸规格的片形数据库。

1.2.2 模拟切丝原理 按照片烟面积比例分布,从片形数据库随机抽取符合江苏中烟细支卷烟片烟原料质量要求的片烟组合,每次抽取片烟数量为 5 000 片;将抽取的片烟图像在二维平面进行 360° 旋转切丝,每旋转 1° 形成一组烟丝长度数据,并根据不同规格烟丝长度的临界值将烟丝长度数据转化为烟丝结构,每个片烟可形成 360 组烟丝结构数据;再从每个片烟形成的 360 组烟丝结构数据中随机抽取一组数据,研究片烟片形系数与烟丝结构的相关关系;其中,片烟和烟丝结构随机抽取次数均为 100 次。

1.2.3 样品制备 分别收集振动分选机 CA24 和自制筛网各筛网上的片烟样品 828 个,其中筛网规格分别为 50.80、38.10、25.40、12.70、6.35、2.36 mm;每个样品按照四分法选取 30 片以上片烟,应用烟叶综合测试台检测片形系数,取其均值作为该样品的片形系数;按片烟规格和片形系数大小制备 114 个样品,每个样品 0.5 kg。

2 结果与分析

2.1 片形表征方法的确定

根据片烟样品与圆形的接近程度,分别在振动分选机的不同筛网上随机选取若干样品,共计选取了 17 个片烟样品。由 10 名评委根据样品与圆形的接近程度进行排序,综合评委排序进行编号,并通过综合测试台获取片烟样品的原始色彩图像(见图 1)。利用不同的片形表征方法,计算得出相应的片形系数,验证其与视觉感官判定的符合情况(见表 1)。

由表 1 可知,相较其他评价方法,圆度率法与视觉感官判定的结果符合度最高,不符合数为 1。由图 2 可知,圆度率越大的片烟形状越接近圆形,与烟草行业《卷烟工艺规范(2016 版)》中叶片形状系数的定义要求基本一致,即叶片形状与圆形叶片形状的接近程度越接近圆形,叶片形状系数越高;圆度率在 $0.1\sim 0.2$ 、 $0.2\sim 0.3$ 、 $0.3\sim 0.4$ 、 $0.4\sim 0.5$ 、 $0.5\sim 0.6$ 、 $0.6\sim 0.7$ 、 >0.7 各个范围内片烟图像的规则程度基本一致。因此,确定圆度率法为适宜的片形表征方法进行后续研究。

2.2 片形系数数据库的建立

建立了包含近 30 万个片形系数的数据库,烟叶片形

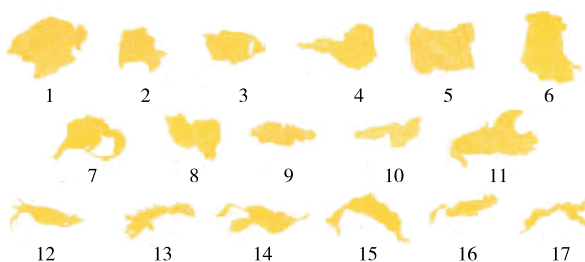


图 1 原始色彩图像

Figure 1 Original color image

表 1 不同评价方法与视觉感官判定的符合情况[†]

Table 1 The coincidence between different evaluation methods and visual decision

编号	圆弧度系数法	面积比周长平方法	面积比外接圆面积法	圆度率法	内切圆比外接圆法	面积比外接矩形面积法
1	0.58	0.80	0.62	0.61	0.38	0.53
2	0.51	0.74	0.62	0.61	0.37	0.58
3	0.65	0.71	0.50	0.54	0.27	0.42
4	0.64	0.76	0.65	0.52	0.34	0.70
5	0.51	0.65	0.52	0.50	0.22	0.46
6	0.50	0.62	0.40	0.53	0.21	0.33
7	0.54	0.70	0.49	0.50	0.24	0.42
8	0.52	0.67	0.46	0.42	0.19	0.59
9	0.51	0.57	0.35	0.37	0.13	0.28
10	0.34	0.47	0.29	0.31	0.09	0.25
11	0.35	0.58	0.43	0.29	0.12	0.36
12	0.18	0.54	0.23	0.27	0.06	0.19
13	0.27	0.44	0.27	0.26	0.07	0.24
14	0.20	0.50	0.22	0.26	0.06	0.17
15	0.21	0.52	0.25	0.23	0.06	0.22
16	0.24	0.45	0.21	0.23	0.05	0.18
17	0.20	0.45	0.20	0.16	0.03	0.20
不符合数	6	5	5	1	4	8

[†] 不符合数为结果中与感官评价排序有冲突的数据个数。

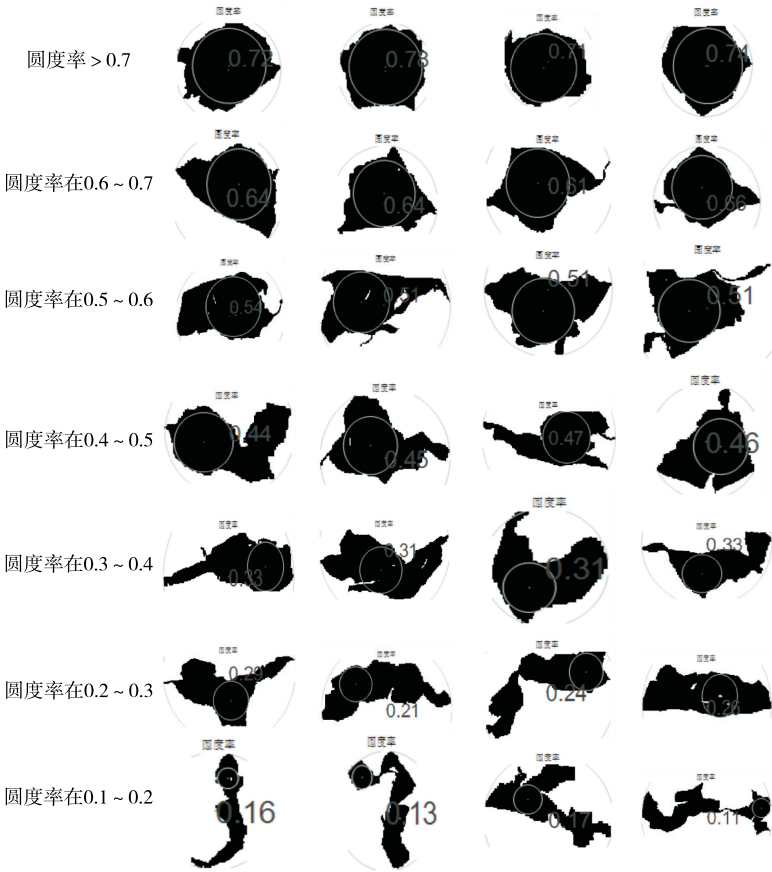


图 2 不同片烟圆度率示意图

Figure 2 Schematic diagram of roundness ratio of different tobacco leaves

系数分布见图 3。由图 3 可知,烟叶片形系数大部分介于 0.30 与 0.60 之间,均值为 0.428,呈正态分布。

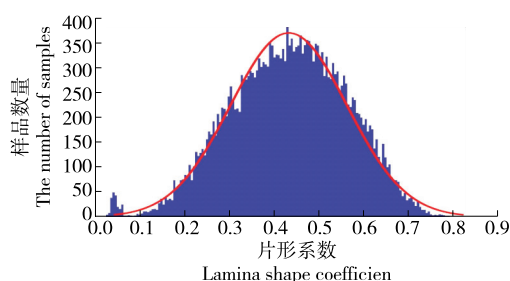


图 3 烟叶片形系数分布

Figure 3 Distribution of tobacco lamina shape coefficient

2.3 片烟片形需求的模拟研究

试验发现片烟的片形系数与长丝波动的相关性系数都在 0.60 以上。随机选取一次抽样模拟数据进行分析,结果见图 4。由图 4 可知,当片形系数 < 0.40 时,长丝波动的范围和均值均较大,当片形系数 > 0.40 时,长丝的波动范围基本在 15% 范围内、均值基本在 10% 范围内。

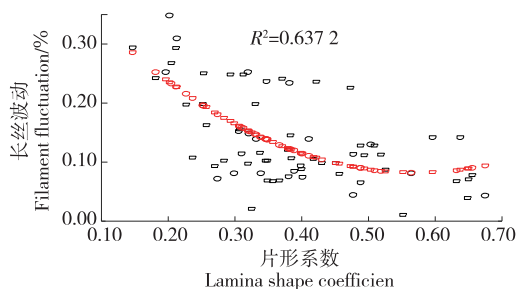


图 4 片形系数与长丝波动关系

Figure 4 Relation between lamina shape coefficient and filament fluctuation

同时,模拟了相同面积(160 mm^2)的圆形片烟、正方形片烟、正三角形片烟、长方形片烟(长宽比 1:2)切丝(切丝宽度 0.9 mm)后与碎丝率($< 1 \text{ mm}$)之间的关系,结果见表 2。由表 2 可知,随着片形系数的升高,碎丝率和碎丝率波动呈降低趋势。目前细支卷烟产品烟丝结构中碎丝率均 $< 3.5\%$ 。因此,为进一步提升细支卷烟烟丝结构中长丝率的稳定性、降低碎丝率及其波动,综合烟叶片形与长丝波动及碎丝率之间的关系,可初步确定细支卷烟片烟原料片形系数需求为 > 0.41 。

2.4 片烟片形需求的实验室研究

收集打叶过程中 6 层筛网的片烟,计算出不同尺寸规格片烟的片形系数,制备了 114 个样品,每个样品 0.5 kg(见表 3)。

对样品进行实验室切丝(切丝宽度 0.9 mm),利用烟丝结构测定仪检测其烟丝结构。分别使用 A、B、C、D 表

表 2 不同片烟片形系数与碎丝率关系

Table 2 Relationship between lamina shape coefficient and broken filament rate of different strips

片形	片形系数	碎丝率/%	碎丝率波动/%
圆形	1.00	0.04	0.26
正方形	0.64	2.08	1.89
长方形	0.51	2.32	1.98
正三角形	0.41	5.58	4.43

表 3 试验样品分布情况

Table 3 Distribution of test samples

规格	片形系数			
	< 0.350	$0.350 \sim 0.428$	$0.428 \sim 0.452$	> 0.452
2.36 mm 筛网上片烟	9	1	/	/
6.35 mm 筛网上片烟	/	4	8	6
12.70 mm 筛网上片烟	/	5	8	13
25.40 mm 筛网上片烟	/	8	11	9
38.10 mm 筛网上片烟	/	5	7	9
50.80 mm 筛网上片烟	/	5	4	2

示片形系数为 < 0.350 , $0.350 \sim 0.428$, $0.428 \sim 0.452$, > 0.452 , 分别使用 1、2、3、4、5、6 表示片烟规格 2.36 ~ 6.35, 6.35 ~ 12.70, 12.70 ~ 25.40, 25.40 ~ 38.10, 38.10 ~ 50.80, $> 50.80 \text{ mm}$, 不同片形系数不同规格的片烟与其切丝后烟丝结构的对应关系见表 4。

由表 3 和表 4 可知,片形系数最小(< 0.35)的片烟基本集中于小片,切丝后其整丝率最小,碎丝率最大;片烟规格为 6.35 ~ 12.70 mm 时,整丝率随片形系数的增加而增加,碎丝率随片形系数的增加而减小;片烟规格分别为 12.7 ~ 25.4, 25.4 ~ 38.1, $> 50.8 \text{ mm}$ 时,整丝率变化不明显,碎丝率随片形系数的增加而减小。当片形系数 > 0.428 时,碎丝率基本在 2% 以下。

3 结论

研究表明,通过图像采集和处理设计开发的 6 种片形表征方法中,“圆度率法”所得的片形系数与感官判定结果符合度最高,能够直观、准确地表征片烟形状与圆形的接近程度。利用该方法建立打叶后片烟原料片形系数数据库,通过理论模拟切丝研究了片形系数与碎丝率的关系,并通过实验室切丝试验,研究了不同尺寸规格片烟的片形系数与烟丝结构的关系,最终确定了细支卷烟片烟原料片形系数 > 0.428 。研究从理论模拟和实验室试验等方面对细支卷烟原料片形需求进行了探索,待其调控技术具备批量生产能力后,可制备不同片形系数的片烟

表 4 不同片形系数不同规格的片烟与烟丝结构的对应关系

Table 4 The relationship between the cut tobacco structure and strips with different lamina shape coefficient and specifications

编号	片形	规格	长丝率/%	中丝率比例/%	整丝率/%	短丝率/%	碎丝率/%
A1	A	1	9.65	36.02	45.68	49.91	4.42
B2	B	2	30.57	39.70	70.27	26.84	2.89
C2	C	2	33.66	38.29	71.94	25.97	2.08
D2	D	2	36.57	36.96	73.53	24.60	1.87
B3	B	3	59.53	25.94	85.46	13.32	1.22
C3	C	3	58.25	27.22	85.47	13.46	1.06
D3	D	3	58.66	26.47	85.12	13.83	1.04
B4	B	4	70.41	19.00	89.41	9.68	0.91
C4	C	4	69.79	19.51	89.30	9.84	0.86
D4	D	4	69.43	20.09	89.51	9.67	0.82
B5	B	5	72.51	17.05	89.56	9.28	1.16
C5	C	5	67.68	20.55	88.23	10.70	1.07
D5	D	5	75.82	15.54	91.36	7.98	0.66
B6	B	6	73.05	16.23	89.28	9.66	1.07
C6	C	6	75.27	15.08	90.35	8.83	0.82

样品在制丝生产线进行试验研究和生产验证,进一步优化完善细支、中支和常规等不同品类卷烟的片烟原料片形系数需求。

参考文献

[1] 郭华诚, 吴艳艳, 张峻松, 等. 切丝宽度对细支烟卷制质量、主流烟气及感官质量的影响[J]. 食品与机械, 2021, 37(2): 194-198.

GUO Hua-cheng, WU Yan-yan, ZHANG Jun-song, et al. Influences of cut tobacco width on physical indexes, mainstream smoke and sensory quality of slim cigarette[J]. Food & Machinery, 2021, 37(2): 194-198.

[2] 罗登山, 曾静, 刘栋, 等. 叶片结构对卷烟质量影响的研究进展[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2010, 25(2): 13-17.

LUO Deng-shan, ZENG Jing, LIU Dong, et al. Development of the effects of strip size distribution on the quality of tobacco[J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry (Natural Science), 2010, 25(2): 13-17.

[3] 谢博文, 朱智寅, 崔程瑞, 等. 打叶复烤工艺对提升烟叶叶片结构均匀性的影响研究现状[J]. 南方农业, 2020, 14(27): 215-218.

XIE Bo-wen, ZHU Zhi-yin, CUI Cheng-rui, et al. The research status of the effect of threshing and rebaking process on improving the uniformity of tobacco leaf structure[J]. South China Agriculture, 2020, 14(27): 215-218.

[4] ALLISON Ford, CRAWFORD Moodie, ANNE M MacKintosh, et al. Adolescent perceptions of cigarette appearance[J]. The European Journal of Public Health, 2014, 24(3): 464-468.

[5] SIU May, MLADJENOVIC Nemanja, SOO Evelyn. The analysis of

mainstream smoke emissions of canadian 'super slim' cigarettes[J]. Tob Control, 2013, 22(6): 10-15.

[6] 黄伟丽, 周明, 刘涛, 等. 图像处理技术在小麦生产中的应用与展望[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(6): 19-22.

HUANG Wei-li, ZHOU Ming, LIU Tao, et al. Application and prospect of image processing technology in wheat production[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2021, 49(6): 19-22.

[7] 王雪晴, 郭亚航. 基于视觉技术的植物叶片面积测量研究[J]. 农业与技术, 2020, 40(20): 8-11.

WANG Xue-qing, GUO Ya-hang. Research on plant leaf area measurement based on vision technology[J]. Agriculture and Technology, 2020, 40(20): 8-11.

[8] 王键, 梁春娇, 郭俊先, 等. 基于 OpenCV 确定植物叶片面积[J]. 分子植物育种, 2020, 18(6): 2 023-2 027.

WANG Jian, LIANG Chun-jiao, GUO Jun-xian, et al. Measurement of plant leaf area based on OpenCV[J]. Molecular Plant Breeding, 2020, 18(6): 2 023-2 027.

[9] 杜雨青. 基于图像处理农作物叶面积测量系统设计与实现[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2019: 11-13.

DU Yu-qing. Design and implementation of crop leaf area measurement system based on image processing[D]. Harbin: Heilongjiang University, 2019: 11-13.

[10] 余娜, 徐大勇, 堵劲松, 等. 基于图像法和粒度分形模型的打叶过程烟片结构在线检测[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 173-177.

YU Na, XU Da-yong, DU Jin-song, et al. Online detection of tobacco lamina structure based on fractal and image analysis method[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(5): 173-177.

- [11] 江雪彬, 胡开利, 吴雪芹, 等. 叶片结构与烟丝结构的相关关系[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(1): 129-132.
JIANG Xue-shan, HU Kai-li, WU Xue-qin, et al. Relationships between leaf structure of tobacco strips structure of cut tobacco[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(1): 129-132.
- [12] 刘泽, 何邦华, 林文强, 等. 片烟形态、结构与烟丝结构的关系[J]. 烟草科技, 2020, 53(11): 83-88.
LIU Ze, HE Bang-hua, LIN Wen-qiang, et al. Relationships between morphology and structure of tobacco strips and structure of cut tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 2020, 53(11): 83-88.
- [13] 唐军, 邱昌桂, 周冰, 等. 不同尺寸片烟及不同长度成品烟丝化学成分的变化[J]. 烟草科技, 2016, 49(11): 42-55.
TANG Jun, QIU Chang-gui, ZHOU Bing, et al. Variations of chemical components in different strip sizes and cut filler lengths of tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 2016, 49(11): 42-55.
- [14] 余娜, 夏艺丰, 朱文魁, 等. 叶片结构与叶丝结构关系模型研究[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2013, 28(3): 24-28.
YU Na, XIA Yi-feng, ZHU Kui-wen, et al. Study on the model of relation of tobacco lamina structure and cut tobacco structure[J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry (Natural Science), 2013, 28(3): 24-28.
- [15] 刘志平, 姜焕元, 林平, 等. 叶片大小与叶丝尺寸关系的探讨[J]. 烟草科技, 2002, 17(2): 15-17.
LIU Zhi-ping, JIANG Huan-yuan, LIN Ping, et al. Discussion on the relationship between leaf size and cut tobacco size[J]. Tobacco Science & Technology, 2002, 17(2): 15-17.
- [16] 李善莲, 申晓锋, 李华杰, 等. 烟丝结构对卷烟端部落丝量的影响[J]. 烟草科技, 2010(2): 5-7, 10.
LI Shan-lian, SHEN Xiao-feng, LI Hua-jie, et al. Effects of cut tobacco size on tobacco loss from cigarette end[J]. Tobacco Science & Technology, 2010(2): 5-7, 10.
- [17] 段鹏, 韩李峰, 赵亚恒, 等. 滚筒复烤方式下不同尺寸烟片的干燥与收缩特性对比分析[J]. 食品与机械, 2021, 37(3): 47-51.
DUAN Kun, HAN Li-feng, ZHAO Ya-heng, et al. Variations of chemical components in different strip sizes and cut filler lengths of tobacco[J]. Food & Machinery, 2021, 37(3): 47-51.
- [18] 刘超, 赵阔, 杨永锋, 等. 打叶后浓香型烤烟不同尺寸片烟质量变化特征[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 56-60.
LIU Chao, ZHAO Kuo, YANG Yong-feng, et al. The quality variation characteristics among different strip size of robust flavor style flue-cured tobacco leaf in henan[J]. Food & Machinery, 2018, 34(11): 56-60.

(上接第 137 页)

- [16] 杨阳, 汪玉成, 吕玉祥, 等. 基于软件定义的电力通信网络业务感知流量调度机制研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(8): 146-149.
YANG Yang, WANG Yu-cheng, LU Yu-xiang, et al. Research on service-aware traffic dispatch mechanism of power communication network based on software definition[J]. Automation and Instrumentation, 2017(8): 146-149.
- [17] 徐彬泰, 周洁, 于秋生, 等. 基于协作智能与子梯度优化算法的电力业务差异化 QoS 路由策略[J]. 电测与仪表, 2020, 57(10): 50-57.
XU Bin-tai, ZHOU Jie, YU Qiu-sheng, et al. Differentiated QoS routing strategy for power services based on collaborative intelligence and sub-gradient optimization algorithm[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2020, 57(10): 50-57.
- [18] 翟学明, 王佳, 李金泽. 基于蚁群算法和 BP 神经网络的信道分配策略的研究[J]. 传感技术学报, 2016, 29(3): 445-450.
ZHAI Xue-ming, WANG Jia, LI Jin-ze. Research on channel allocation strategy based on ant colony algorithm and BP neural network[J]. Journal of Sensing Technology, 2016, 29(3): 445-450.
- [19] 李祝红, 赵灿明, 闫龙, 等. 智能电网中电力线通信网络负载均衡的机会路由协议[J]. 计算机应用, 2019, 39(3): 812-816.
LI Zhu-hong, ZHAO Can-ming, YAN Long, et al. Opportunistic routing protocol for load balancing of power line communication network in smartgrid[J]. Computer Applications, 2019, 39(3): 812-816.
- [20] 叶波. 基于负载均衡度的云计算任务调度算法[J]. 东北电力大学学报, 2019, 39(1): 88-95.
YE Bo. Cloud computing task scheduling algorithm based on load balancing degree [J]. Journal of Northeast Electric Power University, 2019, 39(1): 88-95.

(上接第 160 页)

- [12] 曹琳, 秦利霞, 康诗钊, 等. 香精香料的常见检测方法综述[J]. 上海应用技术大学, 2017, 45(21): 17-20.
CAO Lin, QIN Li-xia, KANG Shi-zhao, et al. Review of common detection methods of flavors and fragrances [J]. Shanghai University of Technology of Technology, 2017, 45(21): 17-20.
- [13] 黄曼艳, 陈森林, 陶红, 等. 烟叶中致香成分前处理与检测方法研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(9): 2 072-2 079.
HUANG Man-yan, CHEN Sen-lin, TAO Hong, et al. Research progress of pretreatment and detection methods for aroma components in tobacco leaves[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2018, 9(9): 2 072-2 079.
- [14] 蒋举兴, 夏启东, 段焰青, 等. 卷烟香精香料中 23 种加香物质的气相色谱质谱法检测[J]. 食品工业, 2013, 34(9): 221-223.
JIANG Ju-xing, XIA Qi-dong, DUAN Yan-qing, et al. Determination of 23 flavor compounds in cigarette flavor by gas chromatography mass spectrometry[J]. Food Industry, 2013, 34(9): 221-223.
- [15] 李超, 刘秀明, 秦云华, 等. 基于挥发性特征组分的卷烟烟丝质量趋势分析[J]. 烟草科技, 2017, 50(11): 41-46.
LI Chao, LIU Xiu-ming, QIN Yun-hua, et al. Analysis of tobacco quality trend based on volatile characteristic components[J]. Tobacco Science and Technology, 2017, 50(11): 41-46.