

基于灰色关联法的短支烟烟丝结构优化研究

Research on optimization of short-smoke tobacco structure based on grey correlation method

王天怡¹ 高尊华² 范磊³ 楚晗¹

WANG Tian-yi¹ GAO Zun-hua² FAN Lei³ CHU Han¹

李静浩¹ 李晓¹ 姚二民¹

LI Jing-hao¹ LI Xiao¹ YAO Er-min¹

(1. 郑州轻工业学院食品与生物工程学院, 河南 郑州 450000; 2. 河南中烟工业有限责任公司
技术中心, 河南 郑州 450000; 3. 河南中烟工业有限责任公司许昌卷烟厂, 河南 许昌 461000)

(1. College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450000, China; 2. Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450000, China; 3. Xuchang Cigarette Factory, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Xuchang, Henan 461000, China)

摘要:采用灰色关联法对切丝后、烘丝后、加香后、卷烟机料斗处的烟丝结构进行关联性分析,确定最优切丝尺寸,并用烟丝截短设备对其进行优化。结果表明:短支卷烟整体存在整丝率低,长丝率高的问题,其中整丝率 $<80.00\%$,长丝率 $>40.00\%$,中丝率占 $20.00\% \sim 30.00\%$,碎丝率 $<2.00\%$;切丝后 $6.50 \sim 8.00$ mm烟丝与烘丝后 $3.35 \sim 8.00$ mm烟丝、烘丝后 $3.35 \sim 10.00$ mm烟丝与加香后 $2.50 \sim 6.50$ mm烟丝、加香后 $3.35 \sim 8.00$ mm烟丝与卷烟机料斗处 $3.35 \sim 8.00$ mm烟丝均存在较强正关联性;通过烟丝截短设备切短切丝 $6.50 \sim 8.00$ mm烟丝后,短支卷烟长丝率降低了 10.79% ,中丝率增加了 15.13% ,烟支质量标偏、吸阻标偏、硬度标偏、端部落丝量分别降低了 9.52% , 2.11% , 22.46% , 23.21% ,卷烟质量得到明显改善。

关键词:短支卷烟;烟丝结构;灰色关联法

Abstract: Tobacco structure after shredding, baking, flavoring and storage was analyzed by the gray correlation method to determine the optimal shredding size, and then the tobacco structure was optimized by using a tobacco cutting device. The results

showed that the short cigarette had the problems of low full strands rate and high long strands rate. It was found that the full strands rate was less than 80.00% , and the long strands rate was more than 40.00% ; the middle strands rate ranged from 20.00% to 30.00% , and the broken strands rate was less than 2.00% . There was strong positive relation between the size of $6.50 \sim 8.00$ mm after shredding and that of $3.35 \sim 8.00$ mm after baking, the size of $3.35 \sim 10.00$ mm after baking and that of $2.50 \sim 6.50$ mm after flavoring, the size of $3.35 \sim 8.00$ mm after flavoring, and the size of $3.35 \sim 8.00$ mm after storage. After cutting $6.50 \sim 8.00$ mm tobacco with the tobacco cutting device, the long strands rate was reduced by 10.79% , but the middle strands rate increased by 15.13% . The cigarette weight standard deviation, pressure drop standard deviation, the hardness standard deviation and the loss of tobacco from cigarette end decreased by 9.52% , 2.11% , 22.46% , and 23.21% , respectively. And then the quality of cigarette was significantly improved.

Keywords: short cigarette; tobacco structure; grey correlation method

基金项目:河南省科技攻关计划项目(编号:142102210639);郑州轻工业学院2018年研究生教育创新计划基金项目(编号:2018031)

作者简介:王天怡,女,郑州轻工业学院在读硕士研究生。

通信作者:姚二民(1961—),男,郑州轻工业学院教授。

E-mail: 46440195@qq.com

范磊(1977—),男,河南中烟工业有限责任公司高级工程师。E-mail: 935288677@qq.com

收稿日期:2019-03-05

随着消费者生活水平和健康意识的提高,低焦油卷烟迎来新的发展机遇。在众多低焦油卷烟类型中,短支卷烟由于其独特的外观和舒适的口感,更受年轻消费者的喜爱。而烟丝结构对卷烟品质的影响至关重要^{[1]225-228},如长丝率过高会导致卷制出现竹节烟,对烟支的单支重、密度等物理指标的稳定性都有很大影响,进而影响卷烟燃吸品质^[2]。而且烟丝结构的波动具有传递

性,会影响卷烟生产的稳定性^[3-4],应通过适当降低长丝率和碎丝率,提高中丝率的方法,使烟丝结构均匀化,稳定卷烟生产,获得较好的卷制质量^[5]。

姚光明等^[6]研究表明,当烟丝整丝率达到80%以上时,可使烟丝填充值稳定提高、卷烟单支质量显著降低。申晓峰等^[7]研究表明,不同长度烟丝对卷烟单支重量和烟支密度及其稳定性的影响程度不同,5.60 mm以上烟丝的影响较小,2.80~4.75 mm烟丝的影响最大。堵劲松等^[8]研究发现,分布在2.00~4.75 mm的烟丝结构,减少1.40 mm以下的烟丝比例可获得较为理想的卷烟物理指标。现有文献多是对常规卷烟烟丝结构和物理指标的关系进行研究,并未见对短支烟烟丝结构优化方面的报道。

本试验拟对主要工序的烟丝进行筛分,分析短支烟烟丝结构存在的问题,通过灰色关联法研究工序间烟丝结构的关联性,查找影响其波动的因素,并用烟丝截短设备对烟丝结构进行优化,提高短支卷烟物理质量的稳定性,为提高卷制质量提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

短支烟烟丝:河南中烟许昌卷烟厂。

1.2 仪器与设备

多功能检测振筛:Y2SJO型,筛网孔径为10.00,9.00,8.00,6.50,5.00,4.00,3.35,2.50,1.00 mm,徐州市铁建机械制造有限公司;

烟丝在线振动分选机:CA25A型,南京大树智能科技有限公司;

烟支综合测试台:KCOMI2000型,德国Bogwalt公司;

烟丝截短设备:TYQ-A型,河南省金马机电设备有限公司;

电子天平:PL3001-SMettler型,感量0.1 g,瑞士SMettler公司。

1.3 试验方法

1.3.1 制样 待卷烟加工线各设备参数运行稳定后,分别在切丝后、烘丝后、加香后和卷烟机料斗处随机取样4 000 g,单次取样时间间隔30 min,每批次取样4次。混合均匀后装入密封袋中,放置于温度(20±1)℃、相对湿度(60±5)%的恒温恒湿箱中平衡48 h,备用。

1.3.2 检测方法

(1) 烟丝结构检测:采用振动频率40.00 Hz,每间隔1 min变更一次旋转方向,每次筛分3 min的条件,将各工序烟丝样品筛分为10个区间,每个样品烟丝筛分3次,每次筛分样品质量约1 000 g。

(2) 烟支物理质量检测:参照相关标准^[9-13],检测卷

烟质量、吸阻、通风率、密度、硬度、圆周、含末率及端部落丝量。

1.3.3 优化方法 采用灰色关联法^[14]以下一工序烟丝尺寸分布比例为母序列、上一工序烟丝尺寸分布比例为子序列,按式(1)计算关联度。

$$\gamma = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N K_{ij}, \quad (1)$$

式中:

γ ——关联度;

K_{ij} ——第*i*个子序列的第*j*个参数和母序列(0序列)的第*j*个参数之间的关联系数;

N ——样本数。

根据 γ 表示关联程度,进而确定影响烟丝结构均匀性的具体烟丝尺寸,通过在切丝后安装烟丝截短设备对其切短,由切短前后烟丝结构变化情况考察其优化效果。

1.4 数据处理

采用Origin 8.0软件绘制不同工序的烟丝结构分布,Matlab 2016软件^[15]对不同工序间烟丝结构进行关联度分析,找出影响卷烟质量的具体烟丝尺寸。

2 结果与分析

2.1 不同工序的烟丝结构分析

取切丝后、烘丝后、加香后、卷烟机料斗处烟丝样品进行在线振动分选后,得到各工序的烟丝结构,即整丝(>2.50 mm)率、长丝(>3.35 mm)率、中丝(2.50~3.35 mm)率和碎丝(<1.00 mm)率。以烟丝尺寸为横坐标,尺寸分布比例为纵坐标,绘制不同工序的烟丝结构图(图1)。

由图1可知,不同工序的烟丝结构各有差异,但整体来看,整丝率分布在70.00%~80.00%;长丝率有很大比重,占40.00%以上;中丝率次之,占20.00%~30.00%;碎丝率波动较小,在2.00%以下。在短支卷烟烟丝的加工过程中,烟丝结构变化较大,整丝率和长丝率都在逐渐下降,中丝率上升,短丝率比较稳定。根据文献^[1]²²⁵⁻²²⁶中目前的工艺技术现状,要求成品烟支在卷制前整丝率>80.00%,碎丝率<2.00%,短支卷烟烟支长度小于常规

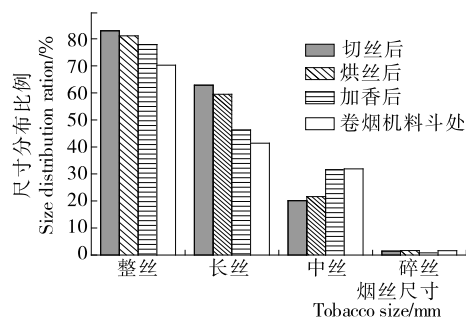


图1 不同工序的烟丝结构

Figure 1 Cut tobacco structure in different processes

烟,烟丝结构要求更加严格。显然,卷烟厂的品牌短支卷烟在卷制前整丝率偏低,长丝率偏高,不利于短支卷烟物理质量的稳定。

2.2 不同工序间烟丝尺寸分布的关联性

为进一步改善烟丝结构,查找影响卷制质量的烟丝尺寸,将各工序的烟丝样品按照 1.2 中的方法进行筛分,通过获得的 10 层烟丝分布,计算各尺寸烟丝分布比例。采用 Matlab 软件计算两两工序之间烟丝结构的灰色关联度(表 1~3),并按照关联度大小将其分为微关联,弱关联,较强关联和强关联 4 个作用强度,采用最短距离法对关联度进行聚类分析。

由表 1 可知,切丝后 6.50~8.00 mm 尺寸的烟丝与烘丝后 3.35~8.00 mm 尺寸的烟丝有较强关联性,其中切丝后 4.00~5.00 mm 的烟丝与烘丝后 3.35~4.00 mm

的烟丝关联性最强,关联度为 0.787 3;切丝后 4.00~10.00 mm 尺寸的烟丝与烘丝后 2.50~3.35 mm 尺寸的中丝有较强关联性。烘丝后的中长丝主要受切丝后长丝影响,切丝后烟丝与烘丝后同尺寸或下一尺寸关系密切,原因是切丝后烟丝经过烘丝工序后都有不同程度的造碎,但烘丝后烟丝水分增加,长丝由于烟丝较长,容易卷曲粘连,故中长丝关联性更强。因此,控制好切丝后 6.50~8.00 mm 的烟丝可以调整烘丝后 3.35~8.00 mm 烟丝。

由表 2 可知,烘丝后 3.35~6.50,5.00~10.00 mm 尺寸的长烟丝分别与加香后 3.35~4.00,5.00~6.50 mm 尺寸的长烟丝有较强正关联性,其中,烘丝后 5.00~6.50 mm 与加香后 3.35~4.00 mm 的烟丝关联性最强,关联度达到 0.445 5;烘丝后 3.35~8.00 mm 尺寸的烟丝

表 1 切丝后烟丝结构与烘丝后烟丝结构的关联度[†]

Table 1 Correlation between shredded tobacco structure and shredded tobacco structure after shredding mm

烘丝后烟丝 区间分布	切丝后烟丝区间分布									
	>10.00	9.00~10.00	8.00~9.00	6.50~8.00	5.00~6.50	4.00~5.00	3.35~4.00	2.50~3.35	1.00~2.50	<1.00
>10.00	-0.271 9 ^a	+0.302 3 ^b	+0.302 6 ^b	+0.360 1 ^b	-0.414 2 ^c	-0.440 8 ^c	+0.240 0 ^a	+0.306 7 ^b	+0.392 9 ^b	+0.434 4 ^c
9.00~10.00	-0.319 5 ^b	+0.382 1 ^b	+0.382 7 ^b	+0.439 3 ^c	-0.633 1 ^d	-0.540 5 ^c	+0.221 5 ^a	+0.318 6 ^b	+0.410 2 ^c	+0.531 3 ^d
8.00~9.00	-0.319 5 ^b	+0.380 6 ^b	+0.381 2 ^b	+0.437 6 ^c	-0.629 1 ^d	-0.538 5 ^c	+0.220 9 ^a	+0.316 9 ^b	+0.411 6 ^c	+0.534 6 ^c
6.50~8.00	-0.346 0 ^b	+0.447 9 ^c	+0.447 9 ^c	+0.522 5 ^d	+0.493 3 ^c	+0.665 7 ^d	+0.230 0 ^a	+0.408 7 ^c	+0.438 6 ^c	+0.568 9 ^c
5.00~6.50	+0.201 0 ^a	+0.507 6 ^c	+0.512 1 ^c	+0.586 3 ^d	+0.428 7 ^c	+0.711 0 ^d	+0.270 0 ^a	+0.273 0 ^a	+0.435 1 ^c	-0.500 2 ^c
4.00~5.00	+0.232 6 ^a	+0.545 9 ^c	+0.547 0 ^c	+0.596 7 ^d	+0.412 8 ^c	+0.747 0 ^d	+0.300 1 ^b	+0.310 3 ^b	+0.513 3 ^d	-0.591 8 ^d
3.35~4.00	+0.242 0 ^a	+0.538 4 ^c	+0.539 5 ^c	+0.564 1 ^c	+0.493 1 ^c	+0.787 3 ^d	-0.233 2 ^a	-0.310 3 ^b	-0.548 1 ^d	+0.639 8 ^d
2.50~3.35	+0.197 5 ^a	-0.620 3 ^d	-0.621 2 ^d	+0.616 4 ^d	+0.597 8 ^d	+0.700 3 ^d	-0.261 4 ^a	-0.278 8 ^a	-0.470 5 ^c	-0.548 9 ^c
1.00~2.50	+0.176 6 ^a	-0.641 2 ^d	-0.647 8 ^d	+0.713 5 ^d	+0.463 4 ^c	+0.571 6 ^c	-0.343 9 ^b	-0.293 4 ^a	-0.536 3 ^c	-0.558 1 ^c
<1.00	+0.208 4 ^a	-0.647 3 ^d	-0.650 3 ^d	-0.747 1 ^d	-0.494 1 ^c	-0.545 6 ^c	+0.346 2 ^b	+0.355 1 ^b	+0.570 6 ^c	+0.508 6 ^c

[†] 关联度数值的正负表示影响趋势,正值表示增进,负值表示削弱;a、b、c、d 分别对应为微关联、弱关联、较强关联和强关联。

表 2 烘丝后烟丝结构与加香后烟丝结构的关联度[†]

Table 2 Correlation between shredded tobacco structure and flavored tobacco structure after drying mm

加香后烟丝 区间分布	烘丝后烟丝区间分布									
	>10.00	9.00~10.00	8.00~9.00	6.50~8.00	5.00~6.50	4.00~5.00	3.35~4.00	2.50~3.35	1.00~2.50	<1.00
>10.00	+0.312 0 ^c	+0.308 4 ^c	+0.305 8 ^c	+0.332 0 ^c	-0.247 3 ^b	+0.245 9 ^b	+0.262 3 ^b	-0.242 3 ^b	-0.220 2 ^a	-0.214 3 ^a
9.00~10.00	-0.427 0 ^d	-0.245 5 ^b	-0.240 0 ^b	-0.305 7 ^c	-0.327 2 ^c	-0.278 9 ^b	+0.348 3 ^c	+0.386 5 ^c	+0.226 8 ^b	-0.320 2 ^c
8.00~9.00	-0.423 1 ^d	-0.243 3 ^b	-0.238 0 ^b	-0.309 7 ^c	-0.329 4 ^c	-0.281 0 ^b	+0.352 6 ^c	+0.385 4 ^c	+0.227 7 ^b	-0.324 6 ^c
6.50~8.00	-0.446 3 ^d	-0.239 7 ^b	-0.233 7 ^b	+0.285 3 ^b	+0.342 2 ^c	+0.260 0 ^b	+0.325 7 ^c	+0.336 7 ^c	+0.199 3 ^a	-0.284 4 ^b
5.00~6.50	+0.364 2 ^c	+0.344 5 ^c	+0.342 9 ^c	+0.404 7 ^c	+0.428 8 ^d	+0.222 6 ^b	-0.299 3 ^b	-0.310 3 ^c	-0.175 9 ^a	+0.233 8 ^b
4.00~5.00	+0.197 1 ^a	+0.227 6 ^b	+0.223 8 ^b	+0.311 0 ^c	-0.294 2 ^b	-0.306 5 ^c	+0.635 5 ^d	-0.462 5 ^d	-0.326 2 ^c	-0.427 6 ^d
3.35~4.00	-0.207 4 ^b	-0.220 9 ^b	-0.219 2 ^b	-0.295 5 ^b	+0.445 5 ^d	+0.411 8 ^d	+0.339 4 ^c	+0.322 2 ^c	+0.332 4 ^c	-0.415 8 ^c
2.50~3.35	-0.237 3 ^b	-0.290 4 ^b	-0.289 2 ^b	+0.445 2 ^d	+0.441 6 ^d	+0.425 9 ^d	+0.496 2 ^d	+0.398 0 ^c	+0.370 0 ^c	+0.330 7 ^c
1.00~2.50	+0.219 5 ^b	+0.250 2 ^b	+0.249 6 ^b	+0.336 5 ^c	+0.437 6 ^d	+0.412 5 ^c	-0.373 8 ^c	-0.440 2 ^d	-0.458 9 ^d	+0.328 0 ^c
<1.00	-0.175 9 ^a	-0.309 1 ^b	-0.306 0 ^b	+0.363 8 ^c	+0.291 2 ^b	+0.345 1 ^c	+0.333 8 ^c	+0.311 4 ^c	+0.339 3 ^c	-0.381 0 ^c

[†] 关联度数值的正负表示影响趋势,正值表示增进,负值表示削弱;a、b、c、d 分别对应为微关联、弱关联、较强关联和强关联。

表 3 加香后烟丝结构与卷烟机料斗处烟丝结构的关联度[†]

Table 3 Correlation between the structure of tobacco after flavoring and the structure of tobacco in the hopper of cigarette machine		mm									
卷烟机料斗处		加香后烟丝区间分布									
烟丝区间分布	>10.00	9.00~10.00	8.00~9.00	6.50~8.00	5.00~6.50	4.00~5.00	3.35~4.00	2.50~3.35	1.00~2.50	<1.00	
>10.00	+0.252 2 ^a	+0.514 2 ^c	+0.517 7 ^c	+0.441 7 ^c	-0.404 1 ^c	+0.403 0 ^c	+0.317 1 ^b	-0.402 7 ^c	-0.376 2 ^b	+0.436 4 ^c	
9.00~10.00	-0.279 7 ^a	+0.476 0 ^c	+0.477 0 ^c	+0.581 7 ^d	-0.521 8 ^c	+0.522 8 ^c	+0.400 1 ^c	+0.587 8 ^c	-0.580 8 ^c	+0.504 7 ^c	
8.00~9.00	-0.280 8 ^b	+0.471 5 ^c	+0.472 4 ^c	+0.579 0 ^d	-0.516 6 ^c	+0.517 5 ^c	+0.400 8 ^c	+0.592 2 ^c	-0.582 0 ^c	+0.505 7 ^c	
6.50~8.00	-0.222 1 ^a	+0.394 7 ^b	+0.394 8 ^b	+0.443 0 ^c	-0.615 6 ^d	+0.547 6 ^c	+0.440 4 ^c	+0.591 0 ^c	-0.626 4 ^d	+0.621 4 ^d	
5.00~6.50	-0.209 6 ^a	+0.399 2 ^b	+0.398 5 ^b	+0.429 3 ^c	-0.545 3 ^d	+0.674 3 ^d	+0.502 8 ^c	+0.641 6 ^d	-0.722 8 ^d	+0.497 0 ^c	
4.00~5.00	-0.210 1 ^a	+0.408 7 ^c	+0.407 6 ^c	+0.432 3 ^c	-0.537 9 ^c	+0.600 0 ^d	+0.465 9 ^c	+0.603 5 ^d	-0.630 2 ^d	+0.496 4 ^c	
3.35~4.00	-0.290 0 ^b	+0.342 2 ^b	+0.342 7 ^b	+0.365 6 ^b	-0.417 4 ^c	+0.488 7 ^c	+0.848 9 ^d	+0.547 5 ^c	-0.577 4 ^c	+0.421 0 ^c	
2.50~3.35	-0.230 3 ^a	-0.522 1 ^c	-0.523 9 ^c	-0.572 4 ^d	+0.704 8 ^d	-0.841 8 ^d	-0.476 0 ^c	+0.818 8 ^d	+0.702 7 ^d	-0.555 5 ^d	
1.00~2.50	+0.283 8 ^b	-0.428 2 ^c	-0.426 0 ^c	-0.485 6 ^c	+0.680 7 ^d	-0.724 2 ^d	-0.455 6 ^c	-0.549 4 ^c	+0.490 6 ^c	-0.389 3 ^c	
<1.00	+0.257 6 ^a	-0.406 4 ^c	-0.406 7 ^c	-0.511 0 ^c	+0.450 9 ^c	-0.523 5 ^c	-0.349 8 ^c	-0.621 3 ^d	+0.571 8 ^c	-0.490 1 ^c	

[†] 关联度数值的正负表示影响趋势,正值表示增进,负值表示削弱;a、b、c、d 分别对应为微关联、弱关联、较强关联和强关联。

与加香后 2.50~3.35 mm 尺寸的中丝呈强正关联性。说明烘丝后的长丝比例影响加香后的中长丝比例,烘丝后的烟丝输送入加香滚筒后,由于滚筒内壁上齿钉的作用,使烟丝有了一定的造碎,中丝由于吸湿性更快,不易造碎,关联性更强。故调整烘丝后 3.35~10.00 mm 烟丝可以更好地改善加香后 2.50~6.50 mm 烟丝。

由表 3 可知,加香后 3.35~8.00 mm 尺寸的烟丝与卷烟机料斗处 3.35~8.00 mm 尺寸的长烟丝有较强关联性;加香后 2.50~8.00 mm 尺寸的烟丝与卷烟机料斗处 2.50~3.35 mm 尺寸的中丝有强关联性。加香后到卷制前烟丝贮存于贮丝柜中,烟丝中各组分充分混合均匀,水分和温度得到了平衡,并未经过强加工,故加香后的烟丝与料

斗处同尺寸烟丝关联性较强。影响卷制质量稳定性的长丝主要来源加香后 3.35~8.00 mm 尺寸的烟丝,对卷制前卷烟机料斗处的中丝有着正关联作用的是加香后的中长丝。

2.3 烟丝结构优化

因切丝后长丝率最高,且烟丝柔软,分切不易造碎,故在切丝后安装烟丝截短设备对烟丝结构进行改善。由 2.2 分析可知,切丝后 6.50~8.00 mm 的烟丝对卷制前即卷烟机料斗处>3.35 mm 的烟丝影响最大,调整设备打辊参数以便于截取 10.00 mm 以下烟丝,安装设备待卷烟加工线稳定生产后,检测卷烟机料斗处的烟丝结构和成品短支卷烟物理质量,并与优化前对比(表 4~6)。

表 4 烟丝截短设备处理前后烟丝结构检测结果

Table 4 Results of tobacco structure detection before and after treatment %

序号	优化前				优化后			
	整丝率	长丝率	中丝率	碎丝率	整丝率	长丝率	中丝率	碎丝率
1	72.88	40.67	32.21	1.82	71.39	35.49	35.90	2.02
2	71.53	39.03	32.50	1.96	69.59	33.08	36.51	2.07
3	70.76	41.35	32.41	1.59	72.59	35.90	36.69	1.73
4	70.97	38.41	32.56	1.81	71.92	37.69	34.23	1.46
5	71.88	45.92	30.83	1.27	70.81	35.54	35.27	1.67
6	73.36	41.82	31.54	1.54	67.77	33.56	34.21	2.33
7	71.37	43.84	30.79	1.38	72.53	36.72	35.81	1.38
8	72.29	40.20	32.09	1.60	68.38	33.89	34.49	1.67
9	69.72	42.46	32.26	1.80	71.36	35.67	35.69	2.52
10	72.65	39.76	32.89	1.77	68.33	34.32	34.01	1.89
11	71.16	40.66	30.50	1.16	70.36	33.57	36.79	0.87
均值	71.68	41.28	31.87	1.61	70.46	35.04	35.42	1.78
标偏	1.06	2.17	0.82	0.25	1.72	1.47	1.04	0.46

表 5 烟丝结构变化结果

Table 5 Results of tobacco structure changes %

项目	长丝率	中丝率	碎丝率	整丝率
变化量	-6.24	3.55	0.17	-1.23
变化率	-10.79	15.13	11.13	-1.71

表 6 优化前后卷烟物理质量检测结果

Table 6 Physical quality test results of cigarettes before and after optimization

样品	质量/ g	质量标 偏/g	吸阻/ Pa	吸阻标 偏/Pa	通风率/ %	通风率 标偏/%	密度/ (mg·cm ⁻³)	密度标偏/ (mg·cm ⁻³)	硬度/ %	硬度标 偏/%	圆周/ mm	含末 率/%	端部落丝量/ (mg·Cig ⁻¹)
优化前	0.791	0.021	1 026	33.20	10.10	1.556	225.34	5.51	70.33	2.36	24.29	1.63	11.2
优化后	0.801	0.019	1057	32.50	10.50	1.213	226.08	6.49	72.25	1.83	24.33	1.62	8.6
变化率/%	1.26	-9.52	3.02	-2.11	3.96	-22.04	0.33	17.79	2.73	-22.46	0.16	-0.61	-23.21

由表 6 可知,优化后,短支卷烟的单支质量标偏为 0.019 g,降低了 9.52%;吸阻标偏为 32.50 Pa,降低了 2.11%;烟支硬度标偏为 1.83%,降低 22.46%;含末率为 1.62%,变化不显著;端部落丝量为 8.6 mg/支,降低了 23.21%。经过烟丝截断设备优化烟丝结构后,短支烟各项物理质量指标均有改善,有力保障了卷烟质量的稳定。

3 结论

通过分析短支烟烟丝结构,针对其制丝过程中出现整丝率偏低,长丝率偏高的问题,采用灰色关联法对工序间烟丝结构的关联性进行研究,确定对卷制质量产生负影响的烟丝尺寸为切丝后 6.50~8.00 mm,通过在切丝后增设烟丝截短设备,对其进行切短处理后,长丝率降低了 10.79%,中丝率增加了 15.13%,卷烟质量标偏降低了 9.52%,吸阻标偏降低了 2.11%,硬度标偏降低了 22.46%,端部落丝量降低了 23.21%,烟丝结构和卷烟质量得到明显改善。本试验将烟丝尺寸更加细分,对总体烟丝尺寸分布变化的作用进行全面探究,满足短支烟烟丝结构的高要求,为改善烟丝结构,提升卷制质量提供了新思路和方法。但卷烟企业针对不同的卷烟品牌,其加工工艺有所差异,应根据实际加工情况,通过查找不同工序之间烟丝结构的关联性,确定与之适应的烟丝结构优化方案。

参考文献

[1] 于建军. 卷烟工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
[2] 陈良元. 生产工艺技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2002: 210-220.
[3] 王夏婷, 潘文, 邹泉, 等. 2 种叶片成丝方式对细支卷烟质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(23): 177-180, 191.
[4] SHEN Xiao-feng, LI Hua-jie, LI Shan-lian, et al. Study on characterization of cut tobacco filament size distribution[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2010, 16(2): 2-4.

由表 4、5 可知,优化后,短支卷烟卷制前整丝率略有降低,长丝率显著降低,中丝率显著增加,碎丝率有所增加。与优化前相比,长丝率降低 6.24%,降低了 10.79%;中丝率增加 3.55%,增加了 15.13%。说明在切丝后对 6.50~8.00 mm 的长丝进行截短,卷制前的烟丝结构得到明显改善。

[5] 杨洋, 高辉, 王慧, 等. 不同宽度烟丝组合对卷烟物理指标及其综合稳定性的影响[J]. 云南农业大学学报: 自然科学, 2017, 32(3): 488-497.
[6] 姚光明, 王文辉, 尹献忠, 等. 烟丝结构对烟丝填充值和卷接质量的影响[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2003, 18(4): 62-64.
[7] 申晓锋, 李华杰, 王锐亮, 等. 烟丝结构与卷烟单支重量和烟支密度及其稳定性的灰色关联分析[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(6): 23-26.
[8] 堵劲松, 申晓锋, 李跃锋, 等. 烟丝结构对卷烟物理指标的影响[J]. 烟草科技, 2008(8): 8-13.
[9] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22838.4—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定第 4 部分: 卷烟质量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
[10] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22838.5—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定第 5 部分: 卷烟吸阻和滤棒[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
[11] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22838.6—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定第 6 部分: 硬度[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
[12] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22838.3—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定第 3 部分: 圆周激光法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
[13] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22838.7—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定第 7 部分: 卷烟含末率[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
[14] 邓聚龙. 灰色控制系统[J]. 华中工学院学报, 1982, 23(3): 11-20.
[15] 秦贝贝, 毛一敏, 王艳梅, 等. MATLAB 在数字图像处理中的应用[J]. 无线互联科技, 2018, 15(12): 135-136.