

卷烟机运行参数对卷烟成品率影响研究

The effects of operating parameters of cigarette making machine on cigarette yield

姚二民¹ 邵 宁¹ 李 晓¹ 江雪彬¹ 张明亚² 徐秀峰²
YAO Er-min¹ SHAO Ning¹ LI Xiao¹ JIANG Xue-bing¹ ZHANG Ming-ya² XU Xiu-feng²

(1. 郑州轻工业学院食品与生物工程学院, 河南 郑州 450000;
2. 贵州中烟工业有限责任公司贵阳卷烟厂, 贵州 贵阳 550001)

(1. College of Food and Bioeng, Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou, Henan 450000, China;
2. Guizhou Tobacco Industry Co., Ltd. Guiyang Cigarette Factory, Guiyang, Guizhou 550001, China)

摘要:以卷烟成品率为评价指标,采用均匀设计方法研究了跑条丝量、回丝量、供丝总量及剔梗量 4 个参数对 A、B、C 3 种牌号卷烟成品率的影响。结果表明:以不同牌号卷烟的跑条丝量、回丝量、供丝总量及剔梗量运行参数与成品率建立了多项式模型,对于 A 牌号: $Y_A = 27.500 + 0.704X_2 + 1.72E - 03X_1^{2.08} - 2.110E - 03X_1X_3$; 对于 B 牌号: $Y_B = 98.250 + 8.29E - 03X_3 - 1.170E - 03X_2X_4$; 对于 C 牌号: $Y_C = 72.991 + 1.262X_4 + 7.550E - 05X_2X_3$; 具有较高拟合度 R^2 分别为 0.990, 0.994, 0.999, 较好地描述了各运行参数与成品率之间的关系,运行参数优化为:增大供丝总量,适当调整二次风门开度。经生产应用验证,优化后的成品率均高于优化前,成品率最大提高了 2.6%。

关键词:运行参数;回收丝;供丝总量;剔梗量;成品率

Abstract: The effects of cigarette machine operating parameters were studied on the yield of different grades of cigarettes. The effects of operating parameters, such as the amount of running silk, yarn feeding and yarn supply and the volume of ticking, on the yield of cigarettes A, B and C were studied by uniform design method. The results were as follows. ① The polynomial models of the running parameters and yield of different grades cigarettes were established. for A grades, it was $Y_A = 27.500 + 0.704X_2 + 1.72E - 03X_1^{2.08} - 2.110E - 03X_1X_3$; for B grades, it was $Y_B = 98.250 + 8.29E - 03X_3 - 1.170E - 03X_2X_4$; and for C grades, it was $Y_C = 72.991 + 1.262X_4 + 7.550E - 05X_2X_3$. R^2 were 0.990, 0.994, and 0.999 respectively, and they showed good descriptions of the relationship between the operating parameters and the yield.

基金项目: 贵州中烟工业有限责任公司科技创新项目(编号:贵烟工科 201011)

作者简介: 姚二民,男,郑州轻工业学院教授。

通信作者: 徐秀峰(1968—)女,贵州中烟工业有限责任公司工程师。
E-mail: 424032635@qq.com

收稿日期: 2016—11—06

tween the operating parameters and the yield. ② Optimization of operating parameters was found to be increasing the total amount of wire and adjusting appropriately the secondary air damper opening. It was confirmed by practical producing that the optimized yield was enhanced, and the yield was increased by 2.6%. Finally, a certain optimization effect on improving the yield was obtained.

Keywords: operating parameter; the amount of yarn feeding; the total amount of yarn supply; the volume of ticking; yield

成品率是卷烟生产企业生产出的合格制品的产量与实际总产量的比例关系,它代表了卷烟企业的原料消耗情况^[1]。成品率越高说明产出越大,原料利用越充分。近年来烟草行业的主要目标是消除各种浪费、优化资源配置、提升效率和效益,将精益改善理念引入到企业生产中^[2]。随着卷烟原料的稳定性和制丝工艺水平的不断提高,成品烟丝质量的稳定性越来越高,但目前固有的卷烟机运行参数在生产不同档次卷烟时所产生的原料消耗是不同的^[3-9]。如何根据卷烟产品的档次对卷烟机运行参数进行调整以达到原料利用最大化,这方面却鲜有报道。本研究尝试对卷烟机主要运行参数和成品率进行回归分析,得到两者间具体的关系,为提高卷烟生产的稳定性提供技术支持。为了达到降低原料消耗、提高成品率的目的,试验拟对卷烟机运行参数与烟支成品率的关系进行研究,确定对不同档次卷烟的成品率影响较大的运行参数并由此对卷烟机运行参数进行优化,旨在为实际生产中针对不同档次卷烟调整卷烟机运行参数提供一定的理论基础。

1 材料、设备与方法

1.1 材料与设备

A、B、C 3 个不同牌号卷烟的配方烟丝:含梗丝率分别为

5%,8%,12%,贵州中烟工业有限责任公司;
电子天平:PL3001-SMettler 型,瑞士 Mettle 公司;
卷烟机:PROTOS 70 型,德国虹霓机械制造股份有限公司。

1.2 试验方法

- (1) 试验条件:固定机台、同一操作人员(同一抽样时间),进行跑条丝重、回收丝重、供丝总量、剔梗量的取样。
- (2) 取样点:SE 型卷烟机烟枪出口(跑条丝)、回送烟丝贮存区(回收丝)、VE 喂丝机二次分离器出口。
- (3) 取样方法:卷烟机正常生产后,用取样盘在各个取样点从计时开始对 6 s 内接取的样品进行称重测量,每天抽样 3 次,间隔 30 min,样品混合后检测并记录结果。

表 1 不同牌号回归方程参数估计表

Table 1 Parameter estimation table of different grades regression equation					
牌号	参数	系数	标准误差(SE)	T 统计量	显著性
A 牌号	常数项	27.500	2.163	12.714	0.049 0
	X_2	0.704	0.021	33.480	0.019 8
	$X_1^{2.08}$	1.720E-03	5.200E-05	33.113	0.019 2
	X_1X_3	-2.110E-03	6.320E-05	-33.316	0.019 1
B 牌号	常数项	98.250	0.369	266.409	1.400 0E-05
	X_3	8.290E-03	9.480E-04	8.743	0.012 0
	X_2X_4	-1.170E-03	7.910E-05	-14.818	0.004 0
	常数项	72.991	0.843	86.532	0.007 0
C 牌号	X_2^4	0.000	0.000	-21.699	0.029 0
	X_4	1.262	0.041	30.737	0.020 0
	X_2X_3	7.550E-05	4.650E-06	16.253	0.039 0

表 2 不同牌号回归方程模型汇总表

Table 2 Summary table of different brand regression models

模型	R^2	调整 R^2	标准估计的误差
A 牌号	0.990	0.998	6.050 0E-04
B 牌号	0.994	0.989	0.007 8
C 牌号	0.999	0.996	0.003 5

$$Y_A = 27.500 + 0.704X_2 + 1.720E-03X_1^{2.08} - 2.110E-03X_1X_3 \tag{1}$$

$$Y_B = 98.250 + 8.290E-03X_3 - 1.170E-03X_2X_4, \tag{2}$$

$$Y_C = 72.991 + 1.262X_4 + 7.550E-05X_2X_3。 \tag{3}$$

对于 A 牌号卷烟,从表 2 的 $R^2=0.990$ 以及表 3 方差分析显著水平 $P=0.028<0.05$,得出该模型显著。表 1 中跑条丝重量(X_1)与回丝重量(X_2)对成品率有着显著的正相关关系,显著性水平分别是 $P=0.019\ 2$ 和 $P=0.019\ 8$;跑条丝重量(X_1)与供丝总量(X_3)有着显著的交互作用且对成品率成负相关关系,显著性水平为 $P=0.019\ 1$ 。

对于 B 牌号卷烟,根据表 2 中 $R^2=0.994$ 以及表 3 中方差分析显著水平 $P=0.005\ 3<0.01$,得出该模型极显著;表 1 中回丝量(X_2)与剔除梗签量(X_4)的交互作用与成品率呈极

(4) 试验方法:按 GB 5606.6—2005 及文献[10]执行。

1.3 统计方法

采用 Mathematica4.0 软件 Linear Regression 算法对数据进行回归分析。

2 结果与分析

2.1 卷烟机运行参数对卷烟成品率影响研究

以各牌号成品率为指标,以跑条丝重量、回丝重量、供丝总量以及剔除梗签量为自变量,采用 Mathematica 4.0 软件 Linear Regression 算法对数据进行回归分析。得到 A、B、C 牌号自变量参数估计表和模型汇总表,结果见表 1、2。

由表 1 参数估分析结果可以拟合出各牌号卷烟因变量与自变量的曲线方程见式(1)~(3)。

表 3 不同牌号回归方程方差分析表

Table 3 Regression variance analysis of different brand equation number

牌号	变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	显著性
A 牌号	回归	3	1.221	0.407	672.776	0.028
	残差	1	6.050E-04	6.050E-04		
	总和	4	1.222			
B 牌号	回归	2	2.888	1.444	184.991	0.005
	残差	2	0.015	0.007		
	总和	4	2.990			
C 牌号	回归	3	4.276	1.425	399.852	0.036
	残差	1	0.003	0.003		
	总和	4	4.279			

显著的负相关关系($P=0.004\ 0$),供丝总量(X_3)对成品率有着显著的正相关关系($P=0.012\ 0$)。

对于 C 牌号卷烟,从表 2 中 $R^2=0.999$ 以及表 3 的方差分析显著水平 $P=0.036<0.05$,看出该模型显著;表 1 中剔除梗签量(X_4)对成品率有着显著的正相关关系,显著性水平为 $P=0.020\ 0$ 。供丝总量(X_3)与回丝重量(X_2)之间有着显著的

交互作用且对成品率成显著正相关关系($P=0.039\ 0$)。

2.2 卷烟机运行参数优化方案的研究

按照表 1 中各参数在方程中表达的显著性将其进行排序,各参数对 A 牌号成品率的影响强弱顺序为 $X_2>X_1X_3>X_1^{2.08}$ 。由于 A 牌号卷烟烟丝中梗丝比例小,剔梗量对其成品率影响不显著;回收丝比例越大且跑条丝与供丝总量达到合适比例时,成品率越大。依据以上分析对 A 牌号卷烟生产时卷烟机参数调整:① 适量增加供丝总量;② 适当减小剔梗的(二次风分)的风门开度。

各参数对 B 牌号卷烟成品率的影响强弱顺序为 $X_2X_4>X_3$ 。B 牌号烟丝中梗丝比例居中,供丝总量、回丝量与剔除梗签量两者对成品率起重要影响。当供丝总量越大且回丝量与剔梗量两者交互作用比例越小时成品率越大。依据以上分析对 B 牌号卷烟生产时卷烟机参数调整为:① 适量增加供丝总量;② 对剔梗(二次风分)的风门开度进行双向调节。

各参数对 C 牌号成品率的影响强弱顺序为 $X_4>X_2X_3$ 。C 牌号卷烟烟丝中梗丝比例最高,剔梗量对其成品率有显著影响;剔除梗签量越大,成品率也越大;供丝总量与回丝重量交互作用越小,成品率越大。依据以上分析对 C 牌号卷烟生产时卷烟机参数调整为:① 适量增加供丝总量;② 适当增大剔梗的(二次风分)的风门开度。

2.3 运行参数优化后的生产验证

参数优化的最终目的是提高卷烟成品率及其稳定性,根据以上分析对生产 3 种不同牌号卷烟时运行参数的优化是:在均提高供丝总量情况下,A 牌号减小二次风门开度、B 牌号双向调节风门开度、C 牌号增大二次风门开度。根据 1.2 中试验方法在相同条件下对优化后的试验数据进行采集整理并与优化前数据进行对比,结果见表 4。由表 4 可知,在参数优化后,各牌号卷烟成品率均有不同程度提高;从平均值看,在优化后的成品率均高于优化前,其中 C 牌号卷烟成品率提高程度最大,提高了 2.6%。因此,可以判定各牌号卷烟成品率在卷烟机运行参数优化后有所提高。

对表 4 进行双因素方差分析,结果见表 5。由表 5 可知,卷烟的成品率差异与牌号因素相关极显著,与风门开度因素相关极显著。卷烟牌号和风门开度之间不存在交互作用。

3 结论

(1) 对卷烟成品率和主要卷烟机运行参数建立多项式回归模型,经验证,表明所建立的回归方程的 P 值均小于

表 4 参数优化对比试验结果

Table 4 Comparison test results of parameter optimization

样品 编号	A 牌号成品率		B 牌号成品率		C 牌号成品率	
	优化前	优化后	优化前	优化后	优化前	优化后
1	98.68	99.26	96.59	98.27	95.62	98.13
2	98.42	99.15	98.18	99.08	95.44	99.48
3	99.23	99.62	97.41	98.83	97.91	99.52
4	97.70	99.80	97.05	98.65	96.98	99.29
5	98.62	99.82	98.70	99.03	96.94	99.45
平均值	98.53	99.53	97.59	98.77	96.58	99.18

表 5 参数优化对比试验结果的双因素方差分析

Table 5 Two factor variance analysis of parameter optimization and comparison test results

差异源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
牌号	7.159	2	3.580	8.095	0.002
风门开度	4.840	1	4.840	10.946	0.003
牌号 × 风门开度	18.024	2	9.012	20.381	0.650
误差	10.612	24	0.440		

0.05 有较高的拟合度,说明模型可表征各运行参数与成品率之间的关系,可为卷烟机运行参数的优化和卷烟成品率的预测提供一定的参考。

(2) 不同的卷烟机运行参数对不同的牌号成品率影响强度是不同的,在试验范围内,对 A、B、C 3 个牌号卷烟成品率影响较大的参数分别是:回丝量、供丝总量与回丝量的交互作用、剔除梗签量。在试验范围内,回丝量与剔除梗签量、供丝总量与跑条丝之间的交互作用对成品率都有一定的影响。参数优化后经生产验证表明:优化后的成品率均高于优化前,成品率最大提高了 2.6%。因此在生产中优化运行参数时,不仅要考虑一个或几个运行参数对成品率的影响,还应从整体上考虑运行参数之间的交互作用,以达到提高成品率的目的。

(3) 本试验的研究结果,为研究卷烟机运行参数对卷烟成品率的影响提供了新思路和新方法,但是不同卷烟企业在使用不同产品中使用的卷烟机机型与卷烟配方均不同,应根据卷烟产品设计的要求和卷烟机的具体特点,通过试验确定出与之相适应的关键工艺技术参数,因此,实际生产应用还需进一步深入研究。

参考文献

[1] 营威, 谢道良, 宋金华. 优化梗丝生产过程参数降低烟叶消耗[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(4): 100-102.

[2] 张勇, 王良勇, 崔玲玲. 制丝线生产设备节能运行模式的优化设计[J]. 烟草科技, 2016(3): 105-109.

[3] 罗登山, 姚光明, 刘朝贤. 中式卷烟加工工艺技术探讨[J]. 烟草科技, 2005(5): 4-8.

[4] 韦小玲, 康金岭. 管板式烘丝机工艺参数对卷烟香气的影响[J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 193-196.

[5] 王晓燕, 郑利锋, 吴金凤, 等. 不同卷烟机卷制对配方烟丝结构与卷制质量的影响[J]. 轻工科技, 2012, 9(9): 126-127.

[6] 沈宁, 赵娟, 于静洋, 等. 基于 PLSR 分析常规化学成分对市售卷烟感官品质的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 47-52.

[7] 倪克平, 范铁桢, 王涛. 卷烟硬度、吸阻与单支重相关性分析[J]. 烟草科技, 2002(3): 9-13.

[8] 李丹, 李焕威, 赵瑞峰, 等. 干燥方式对上部烟叶感官质量的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(9): 192-195.

[9] 孙东亮, 米强, 胡建军. 卷烟卷制质量的稳定性研究[J]. 烟草科技, 2007(4): 9-12.

[10] 国家烟草专卖局. 卷烟工艺测试与分析大纲[S]. 成都: 四川大学出版社, 2004: 254-256.