

析因设计优化叶丝干燥加工参数

谭奇忠, 黄治, 何蓉, 丁康钟, 齐延鹏, 刘华, 周苗苗

(川渝中烟 重庆烟草工业有限责任公司, 重庆 400060)

摘要:采用析因设计方法,探讨了管板式环形烘丝机各工艺参数对烘后烟丝质量指标的影响. 研究表明,管板式环形烘丝机干燥过程各工艺参数对烘后烟丝主要质量指标的影响程度各不相同:含水率标偏主要受到热风-排潮风门开度的影响,温度标偏主要受到热风温度及热风-排潮风门开度的影响,填充值主要受到筒壁温度的影响,结构主要受到HT蒸汽压力的影响. 可以选取筒壁温度、热风温度、HT蒸汽压力作为优化因素,根据不同产品特点设定其范围;正常生产过程中建议将热风-排潮风门开度作为出口烟丝水分的控制参数,用以提高烟丝水分的稳定性.

关键词:管板式环形烘丝机;烟丝干燥加工参数;析因设计

中图分类号:TS452.4 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.1004-1478.2012.04.019

Application of factorial design to optimize parameter of cut tobacco drying

TAN Qi-zhong, HUANG Zhi, HE Rong, DING Kang-zhong,

QI Yan-peng, LIU Hua, ZHOU Miao-miao

(Chongqing Tobacco Ind. Co., Ltd., China Tobacco Chuanyu Ind. Co., Chongqing 400060, China)

Abstract: Using factorial design, the effect of annular cylinder dryer process parameter on the quality indexes of cut tobacco was investigated. The results showed that process parameters of cut tobacco drying have different effects on quality indexes of cut tobacco. Standard deviation of moisture mainly affected by hot-moisture exhaust opening; standard deviation of temperature mainly affected by hot air temperature and hot air-moisture exhaust opening; fill value mainly affected by cylinder wall temperature; structure mainly affected by HT steam pressure. Cylinder wall temperature, hot air temperature, HT steam pressure can be selected optimization factors according to different product features to set range. The hot air-moisture exhaust opening is suggested as cut tobacco moisture control parameters to be used to control the stability of cut tobacco moisture in the normal production process.

Key words: annular cylinder dryer; parameter of cut tobacco drying; factorial design

0 引言

烟丝干燥工序是制丝线生产的关键工序之一,其加工质量直接影响到卷烟产品物理、化学、感官

等指标的优劣^[1]. 行业内对薄板烘丝机和管板式环形烘丝机的研究多集中在加工参数的组合优化方面^[2-3],而设备的不同工艺参数对各质量指标影响程度及差异性方面的研究较少. 由于设备加工参数

收稿日期:2012-02-12

作者简介:谭奇忠(1968—),男,重庆市人,重庆烟草工业有限责任公司工程师,主要研究方向为卷烟工艺及质量管理.

通信作者:黄治(1977—),男,贵州省贵定县人,重庆烟草工业有限责任公司工程师,主要研究方向为卷烟工艺及质量管理.

较多,且对烘后烟丝各质量指标的影响程度不尽相同,切实掌握烟丝干燥过程各参数对烘后烟丝质量指标影响情况,有利于指导工艺参数的分类研究及参数的合理设置.本文拟采取析因设计方法,对管板式环形烘丝机主要参数进行实验,以获取影响管板式环形烘丝机烘后烟丝质量指标的关键参数.

1 实验与检测方法

1.1 材料与设备

材料:重庆烟草工业有限责任公司 A 牌号配方烟丝.

设备:SH315D 滚筒管板式环形烘丝机,秦皇岛烟草机械有限公司产;WQ713 叶丝增温增湿机(HT),云南昆船第一机械有限公司产;PASSIM—7000 卷烟机,英国 MOLINS 公司产;W50 烟支质量分选仪,德国 Borgwaldt 公司产;D51 烟丝填充值测定仪,法国索定公司产;YQ—2 型烟丝振动分选筛,郑州烟草研究院产;JB285 电子天平(感量0.1 g),瑞士 METTLER TOLEDO 公司产.

1.2 实验方法

采用析因设计方法^[4]对管板式环形烘丝机进行参数实验,依据各参数对加工感官品质、物理指标以及物理指标稳定性的影响程度,对参数进行排序.

选取 HT 蒸汽压力(A)、筒壁温度(B)、热风温度(C)、热风—排潮风门开度(D)、筒体转速(E)5 个工艺参数,以正常生产参数为中心,各参数分别取高、低 2 个水平,采用 2^{5-1} 析因设计见表 1,对 A 牌号配方烟丝进行实验.

1.3 样品的制备和检测方法

1.3.1 评吸样品的制备 均匀间隔分 10 次抽取烘后叶丝共 30 kg,混合均匀,常温平衡至 $(12.0 \pm 0.5)\%$ 标准水分,并在贮丝房中贮存 12 h. 使用相同的卷烟材料进行卷制,采用烟支质量分选仪对卷制好的卷烟样品进行分选,选取质量 (0.94 ± 0.05) g 的烟支样品,按照 GB/T 16447—2004^[5] 进行评吸样品平衡.

1.3.2 烟丝物理指标的测定 烘后烟丝填充值的取样与测定依照 YC/T 152—2001^[6] 方法进行,烘后烟丝结构的取样与测定采用文献^[7] 方法进行.烘后烟丝含水率、温度等数据使用在线监测装置进行采集.

表 1 管板式环形烘丝机析因设计表

序号	A/MPa	B/°C	C/°C	D/%	E/(r·min ⁻¹)
01	-(0.1)	+(130)	+(105)	-(50-45)	+(13)
02	-	+	-	-	-(9)
03	+(0.4)	+	+	-	-
04	-	-(110)	-(85)	+(50-75)	-
05	-	+	+	+	-
06	+	-	+	+	-
07	+	+	+	+	+
08	-	+	-	+	+
09	+	-	-	+	+
10	+	+	-	+	-
11	+	-	+	-	+
12	-	-	+	+	+
13	+	-	-	-	-
14	-	-	-	-	+
15	-	-	+	-	-
16	+	+	-	-	+

注:“+”表示高水平,“-”表示低水平.

1.3.3 内在质量评吸方法 对样品进行感官评吸,将样品感官品质按香气特性(香气质、香气量、透发性、杂气),烟气特性(劲头、浓度、细腻程度、成团性),吸味特性(刺激性、干燥感、回甜、残留)分为 3 部分,单项指标最高 9 分,最低 1 分,各特性最高 36 分,最低 4 分,计算实验样品与正常生产样品各特性之间的感官品质差值.

2 结果与讨论

2.1 实验结果与分析

管板式环形烘丝机参数实验物理指标测试及样品感官品质评价结果见表 2. 对表 2 测试及评吸结果进行分析,可以得到各参数对烘后烟丝指标的影响程度,分析结果见表 3.

从表 3 可以看出:管板式环形烘丝机烟丝干燥过程中,脱水量受筒壁温度、HT 蒸汽压力的影响比较大,均达到了显著水平;出口含水率标偏受热风—排潮风门开度及筒体转速的影响较大;出口温度标偏主要受热风—排潮风门开度和热风温度的影响,且极为显著;填充值指标受到筒壁温度的影响,其程度呈显著水平;整丝率、碎丝率指标主要影响因素为 HT 蒸汽压力,且整丝率受到 HT 蒸汽压力影响程度比较显著;各参数在对烘后烟丝感官质量各类特征的影响上虽然也有程度上的差异,整体来看均未表现出统计上的显著性,但是可以从效应值上看

表2 管板式环形烘丝机参数实验物理指标测试及样品感官品质评价结果

编号	参数物理指标						样品感官品质评价		
	出口含水率 标偏/%	出口温度 标偏/℃	脱水量 /%	整丝率 /%	碎丝率 /%	填充值 /($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	香气特征 差值	烟气特征 差值	吸味特征 差值
01	0.15	0.42	9.04	82.77	2.01	4.74	0	0	0
02	0.17	0.14	8.54	81.42	2.03	4.53	-0.18	0.06	-0.75
03	0.12	0.87	8.09	83.46	2.05	4.65	-0.27	-0.34	0.2
04	0.09	0.51	6.14	82.96	2.19	3.49	0.33	-0.2	-1
05	0.21	0.79	9.84	82.95	1.87	4.91	0.08	0.08	-0.58
06	0.07	0.76	5.27	83.63	2.07	3.35	1.24	0.5	0.59
07	0.11	0.97	8.50	85.19	1.63	4.62	0	-0.06	-0.81
08	0.28	0.72	10.07	80.98	2.60	5.09	0.27	0.01	-0.14
09	0.33	0.83	6.14	84.28	1.95	3.69	0.07	0.74	-0.2
10	0.19	0.47	8.27	85.22	1.72	4.52	-0.07	0.13	-0.94
11	0.08	0.49	5.53	83.13	2.20	3.88	-0.39	-0.2	-0.66
12	0.28	0.96	6.75	83.86	1.92	3.64	-0.73	0.13	-0.54
13	0.07	0.49	5.31	83.18	2.04	3.69	-0.53	0	-0.26
14	0.11	0.35	6.37	82.58	2.08	3.66	-0.53	0.14	-0.33
15	0.10	0.64	6.14	82.53	2.06	3.68	-0.2	0.06	0.27
16	0.11	0.29	8.24	83.55	1.90	4.67	0.4	0.47	0.27

表3 管板式环形烘丝机各参数对烘后烟丝指标影响程度分析表

指标	A/MPa		B/℃		C/℃		D/%		E/($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)		因素排序
	效应值	P值	效应值	P值	效应值	P值	效应值	P值	效应值	P值	
脱水量	-0.943	0.000	2.868	0.000	0.010	0.950	0.465	0.014	0.380	0.036	B>A>D>E>C
出口含水率标偏	-0.039	0.305	0.024	0.522	-0.029	0.438	0.082	0.047	0.055	0.160	D>E>A>C>B
出口温度标偏	0.078	0.358	-0.046	0.587	0.264	0.009	0.286	0.006	0.047	0.579	D>C>A>E>B
填充值	-0.084	0.372	1.081	0.000	0.016	0.860	-0.024	0.796	0.146	0.134	B>E>A>D>C
整丝率	1.449	0.007	-0.076	0.863	0.419	0.355	0.806	0.091	0.124	0.780	A>D>C>E>B
碎丝率	-0.150	0.223	-0.088	0.466	-0.088	0.466	-0.053	0.659	0.033	0.784	A>B>C>D>E
香气特征差值	0.120	0.493	-0.103	0.635	-0.148	0.988	0.143	0.176	0.118	0.524	C>D>A>E>B
烟气特征差值	0.158	0.421	-0.078	0.490	0.228	0.326	-0.295	0.342	0.008	0.430	D>C>A>B>E
吸味特征差值	0.131	0.563	0.256	0.774	0.199	0.407	-0.106	0.288	0.239	0.978	B>E>C>A>D

出各参数对于感官质量特征影响的趋势性,特别是筒壁温度对于香气特征及烟气特征均呈负面影响。

2.2 参数控制范围优化

根据析因分析结果选取 HT 蒸汽压力、筒壁温度、热风温度 3 个参数进行 5 水平实验设计(见表 4),对每一个工艺参数的 5 个水平分别进行单因素实验,检测结果见表 5。

从表 5 可以看出,HT 蒸汽压力在 0.05 ~ 0.45 MPa 范围内,筒壁温度在 98 ~ 122 ℃ 范围内,热风温度在 80 ~ 95 ℃ 范围内,干燥后烟丝结构及填充值指标基本能够满足工艺要求。所选参数水平范围内,随着 HT 蒸汽压力增大,整丝率指标呈上升趋势;随筒壁温度的升高,干燥后烟丝填充值有所提

升,但碎丝率有所增加,感官品质与对照样品无明显差异;热风温度 100 ℃ 时,感官品质出现差异。由上述分析可知,实验牌号在管板式环形烘丝机干燥过程中参数可调范围较大,对于某一质量指标的改善需求可视情况对个别参数进行适当调整。

3 结论

本文选取管板式环形烘丝机的 5 个主要工艺参数,采用的 1/2 分式设计,分析了各参数对于烟丝主要质量指标和感官指标影响的差异性。通过分析可以看出,出口含水率标偏受热风-排潮风门开度及筒体转速的影响较大;出口温度标偏主要受热风-排潮风门开度和热风温度的影响,且极为显著;筒壁

表4 烘丝机3参数实验设计表

编号	HT 蒸汽压力/MPa	筒壁温度/°C	热风温度/°C
01	0.25	98	90
02	0.25	104	90
03	0.25	110	90
04	0.25	116	90
05	0.25	122	90
06	0.05	110	90
07	0.15	110	90
08	0.35	110	90
09	0.45	110	90
10	0.25	110	80
11	0.25	110	85
12	0.25	110	95
13	0.25	110	100

表5 单因素实验检测结果

编号	叶丝结构/%		填充值/ ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	感官品质与对照样品 是否存在明显差异
	整丝率	碎丝率		
01	83.69	1.93	3.88	无
02	82.71	2.06	3.98	无
03	83.60	1.78	4.41	无
04	83.19	1.97	4.60	无
05	79.49	3.59	5.54	无
06	82.85	1.92	4.19	无
07	83.74	1.64	4.21	无
08	83.48	1.78	4.27	无
09	85.23	1.54	4.35	无
10	83.70	1.94	4.57	无
11	83.02	2.04	4.52	无
12	83.52	1.97	4.36	无
13	81.69	2.39	4.44	有

温度、热风温度、HT 蒸汽压力对于干燥后烟丝结构、填充值等主要质量指标相对于其他参数有较大影响;对于干燥烟丝感官品质的影响,各参数间略有差异.

从分析结果来看,针对管板式环形烘丝机,可以选取筒壁温度、热风温度、HT 蒸汽压力作为重点参数优化对象,根据不同产品特点确定3个参数设定范围;正常生产过程中可以将热风-排潮风门开度作为出口烟丝水分控制的微调参数,用以控制烟丝水分的稳定性.

参考文献:

- [1] 陈良元. 卷烟生产工艺技术[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2002.
- [2] 周学政,汪长国,戴亚,等. 综合平衡法在滚筒管板烘丝机工艺参数优化中的应用[J]. 烟草科技,2009(4):18.
- [3] 卢彦华,张峻松,于录,等. 滚筒烘丝工艺参数优化研究[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2009,24(1):5.
- [4] Douglas C Montgomery. Design and Analysis of Experiments[M]. New York:John Wiley & Sons Inc,2004.
- [5] GB/T 16447—2004,烟草及烟草制品·调节和测试的大气环境[S].
- [6] YC/T 152—2001,卷烟·烟丝填充值的测定[S].
- [7] YC/T 178—2003,烟丝整丝率、碎丝率的测定方法[S].