



引用格式:陈海需,罗鑫,衡耀付. SJ1237 型叶丝加料机热风温度控制系统的改进[J]. 轻工学报,2017,32(2):64-70.

中图分类号:TS43;TP273 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2017.2.010

文章编号:2096-1553(2017)02-0064-07

# SJ1237 型叶丝加料机 热风温度控制系统的改进

## Improvement of hot-air temperature control system of SJ1237 cut tobacco casing cylinder

陈海需,罗鑫,衡耀付

CHEN Hai-xu, LUO Xin, HENG Yao-fu

### 关键词:

热风温度稳定性;烟叶丝加料机;过程能力指数;PLC 优化控制

黄淮学院 机电工程学院,河南 驻马店 463000

College of Mechanical and Electrical Engineering, Huanghuai University, Zhumadian 463000, China

### Key words:

hot-air temperature stability; cut tobacco casing cylinder; process capability index; PLC optimal control

**摘要:**针对某烟厂 SJ1237 型叶丝加料机工作过程中滚筒内热风温度波动超过工艺要求问题,从改进滤网清吹系统,提高压缩空气压力,优化滤网清吹、排潮、蒸汽喷吹程序等方面,改进设计了叶丝加料机热风控制系统. 运行效果证明:改进后热风温度可控制在 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,热风温度过程能力指数提升至 1.96,出口水分标准偏差降为 0.13%,筒体内粘附物料量降为 1.9kg/d,可达到稳定叶丝加料机热风温度的目的.

收稿日期:2016-07-16

基金项目:国家自然科学基金项目(61404057);河南省科技攻关项目(162102110129)

作者简介:陈海需(1987—),男,河南省南阳市人,黄淮学院讲师,硕士,主要研究方向为工业自动化和机电控制.

通信作者:衡耀付(1966—),男,河南省驻马店市人,黄淮学院教授,硕士,主要研究方向为机电工程技术.

**Abstract:** In order to solve the problem that the hot-air temperature fluctuations of SJ1237 cut tobacco casing cylinder in certain cigarette factory is over technology assessment requirements, the hot-air temperature control system of cut tobacco casing cylinder was improved to improve the compressed air pressure, optimize screen cleaning, moisture removal and steam injection. The operation result showed that hot-air temperature ( $100 \pm 2$ )  $^{\circ}\text{C}$ , process capability index of hot-air temperature was raised to 1.96, standard deviation of outlet water was decreased to 0.13%, the amount of material adhered in cylinder body reduced to 1.9 kg/d. It reached the purpose of stabilizing hot-air temperature.

## 0 引言

某卷烟厂于2013年引进了秦皇岛烟机有限公司的SJ1237型叶丝加料机,在工作过程中通过监测发现:叶丝加料机滚筒中热风温度在( $100 \pm 7$ )  $^{\circ}\text{C}$ 范围波动,水分标准偏差0.225%,过程能力指数 $C_{pk} = 1.12$ .不符合生产工艺要求的热风温度( $100 \pm 3$ )  $^{\circ}\text{C}$ (三类烟),出口水分标准偏差 $< 0.16\%$ ,过程能力指数 $C_{pk} > 1.33$ .制成品不良较多,卷烟质量不符合标准.另外,每天按5批烟(5000 kg/批)计算,加料机筒体粘附物料量约为15.7 kg/d,造成原料浪费.

王兵等<sup>[1-2]</sup>对叶丝加料基础理论、工艺技术和生产应用进行了研究,探讨了烟叶加料过程中不同工艺模式的优劣,指出先切丝后加料有利于料液的快速吸收,提高料液利用率.刘泽等<sup>[3-5]</sup>研究了加料工序和不同加工参数对料液施加效果的影响,提出了最优工艺参数.吴国忠<sup>[6]</sup>对叶片加料滚筒设备的内部导流装置进行重新设计,提高了加料过程的料液有效利用率和加料均匀性.王聪慧等<sup>[7]</sup>研制了筒体旋转风刀自动清扫装置,解决了烟草制丝线滚筒类设备中普遍存在的筒体内粘料问题.现有文献主要对叶丝加料工艺参数和加料机自身机械结构进行了研究与设计,而针对叶丝加料机工作控制系统和滚筒内热风温度随工作参数的变化波动研究鲜见报道,鉴于此,本文拟对影响热风温度稳定性的各种控制系统进行优化,以便实际应用.

## 1 叶丝加料机滚筒热风温度控制过程

### 1.1 过程能力指数

过程能力指数 $C_{pk}$ 也称工序能力指数:

$$C_{pk} = T / (6\sigma) - |M - \mu| / (3\sigma)$$

其中, $T$ 为公差, $M$ 为公差中心, $\mu$ 为分布中心, $\sigma$ 为标准差.

$C_{pk}$ 评级标准如下.

A级: $1.67 > C_{pk} \geq 1.33$ ,能力良好,状态稳定;B级: $1.33 > C_{pk} \geq 1.0$ ,状态欠稳定,生产流程因素稍有变异即有出现不良状态的危险;C级: $1.0 > C_{pk} \geq 0.67$ ,状态较差,生产流程中出现不良状态较多,必须提升其能力.

通常取 $C_{pk} = 1.33$ 为最小可接受值, $C_{pk} > 1.67$ 被认为过程能力充分,技术管理能力很好.

### 1.2 叶丝加料机热风控制系统

SJ1237叶丝加料机结构如图1所示.物料由振动输送机从右侧送入筒体内,依靠自重与筒体 $3^{\circ}$ 倾角,随着筒体旋转向出料端移动.料液和水通过控制管路,在蒸汽的引射下,由进料端喷射到筒体内的物料上,对物料进行加料和增湿.蒸汽通过蒸汽喷头喷射进循环风道内,提高热风温度,进而提高物料温度.循环风系统从进料端向筒体内吹热气,提高物料温度,同时达到减少筒体粘料的目的.热风风机通过变频调速可调整循环风量,通过热风门开度调剂冷热风配比.排潮风机通过排潮管道,不断从筒内抽走少量的空气,使筒内形成负压,以免雾化的料液及蒸汽外溢.通过调节排潮阀的开度,可以方

便调整筒内的排潮风量。

## 2 叶丝加料机热风湿度控制系统存在问题与改进

### 2.1 改进滤网清吹系统

SJ1237 型叶丝加料机使用蒸汽清吹热风滤网,清吹时造成叶丝出口水分增大 2% 以上;同时蒸汽喷口带出的大量水滴将热风滤网打湿后,与滤网上烟末混合成糊状烟末泥堵塞网孔。

生产中监测到的生产时间与热风温度关系如图 2 所示.由图 2 可以看出,连续生产时间与热风温度近似为线性关系,说明系统即使在 PID 闭环控制下,还会因滤网堵塞造成生产时间愈长、热风温度越高的问题,高于给定温度近 10 ℃。

试验发现,使用压缩空气替换原来的蒸汽进行滤网清吹(系统改进见图 3),同时调整 PLC 控制程序,在自动运行状态下,加料机预热

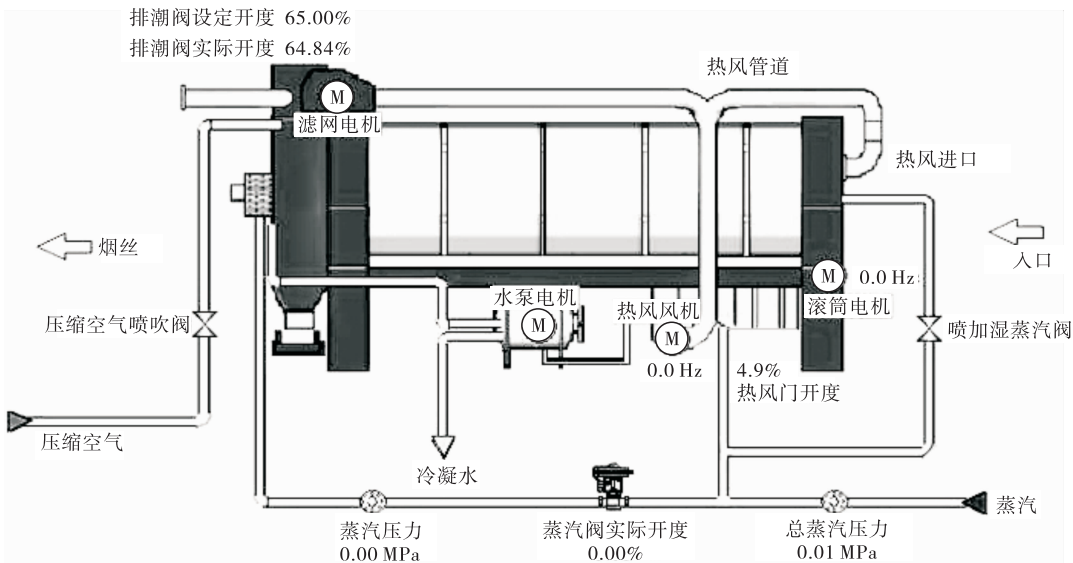


图 1 烟叶丝加料机结构示意图

Fig. 1 Structure diagram of cut tobacco casing cylinder

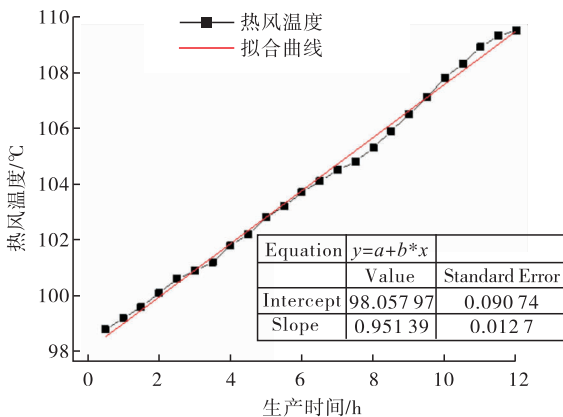
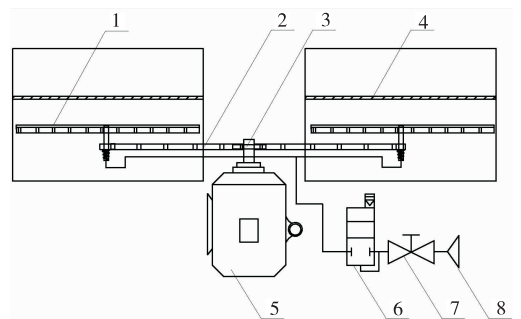


图 2 连续生产时间与热风温度的关系

Fig. 2 Relationship between hot-air temperature and production time



1. 旋转喷嘴 2. 链条 3. 驱动齿轮 4. 滤网  
5. 电机 6. 电磁阀 7. 截止阀 8. 压缩空气阀

图 3 滤网清吹系统改进示意图

Fig. 3 The sketch map of filter cleaning improvement

完成清吹需时 10 s; 生产中过料时每间隔 20 min 进行 10 s 清吹; 生产结束时, 清吹 10 s, 可以保持热风滤网清洁, 系统程序优化见图 4.

### 2.2 提高压缩空气工作压力

SJ1237 型叶丝加料机利用热交换器的冷热风配比阀门进行热风温度恒定控制. 生产过程中, 当热风门开度显示为“0”时, 冷风风门应全部打开, 实际配比阀门的开度调节范围为 0% ~ 25%, 仅为设计值的 1/4 (见图 5). 调查发现, 即使冷热风配比阀门完好, 但由于冷热风阀门伺服气缸工作压缩空气压力小, 动能不足, 不能按比例有效带动风门挡板自动运行, 使挡板无法达到相应位置, 造成热风温度由 111 ℃ 下调至给定值 100 ℃ 时, 用时长达 10 min.

针对上述情况, 将冷热风阀门伺服气缸的压缩空气工作压力由原来 0.05 MPa 提高到 0.1 MPa, 并对风门控制程序进行优化. 改进后,

风门挡板可按自控要求实现 0% ~ 100% 的有效控制, 热风温度由 111 ℃ 降至设定值 100 ℃ 时, 仅需时 3.7 min.

### 2.3 优化预热、排潮并行模式

现有排潮控制模式是排潮电机在预热时不运行、生产线启动后才开始运行, 由此造成叶丝加料滚筒出口端有蒸汽外溢, 冷凝水在出口振槽聚集, 粘附叶丝形成湿团, 筒体粘附量多; 另一方面, 预热时热风回风风门处于关闭状态, 热风不能形成回路, 滚筒预热不充分, 出口端温度达不到工艺要求的预热温度, 导致热风回风温度波动.

利用 PLC 优化预热、排潮并行模式 (部分程序见图 6), 在叶丝加料机预热时同时打开排潮电机和回风风门, 对滚筒出口端提前预热, 杜绝蒸汽外溢, 使热风循环风道温度同步上升并达到恒定.

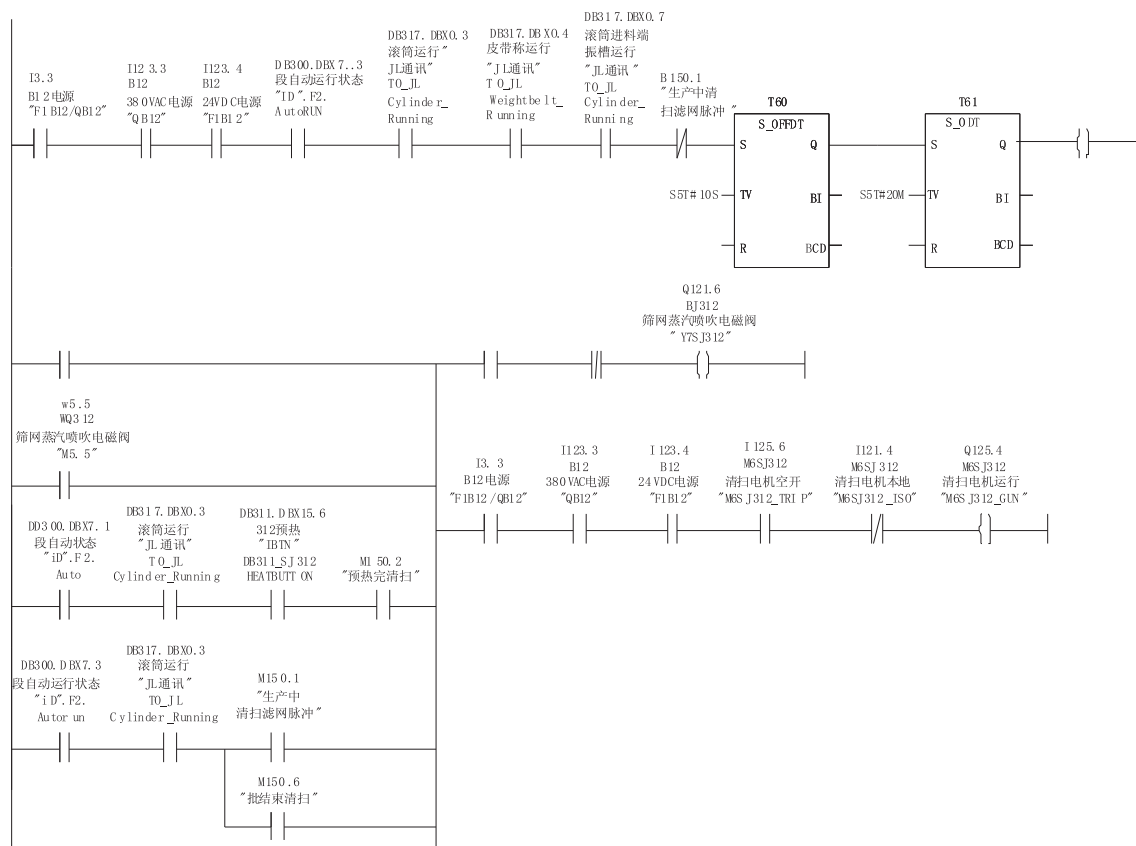


图 4 滤网清吹系统程序优化

Fig. 4 Filter gauze cleaning program optimization

### 2.4 优化蒸汽喷吹程序

SJ1237 叶丝加料机在检测到入口电子皮带秤有料信号后,延时 2 min 开启补偿蒸汽,造成预热时热风管道喷吹蒸汽疏水阀未打开,蒸汽含水量大且热焓值低.此时,对物料喷吹蒸汽后造成物料进口热风温度大幅下降,降幅达 7 ℃ 以上,热风温度波动较大,如图 7 所示.

改进措施:加料机滚筒预热时,打开热风管道的喷吹蒸汽阀,10 min 后打开喷吹蒸汽疏水阀开始疏水,使蒸汽阀开度和工作压力与正常生

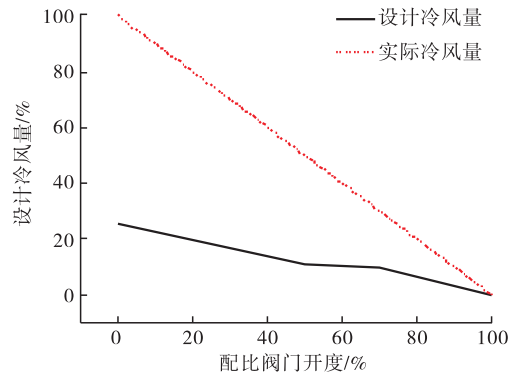


图 5 热风门开度调节范围

Fig. 5 Opening range of the hot-air valve

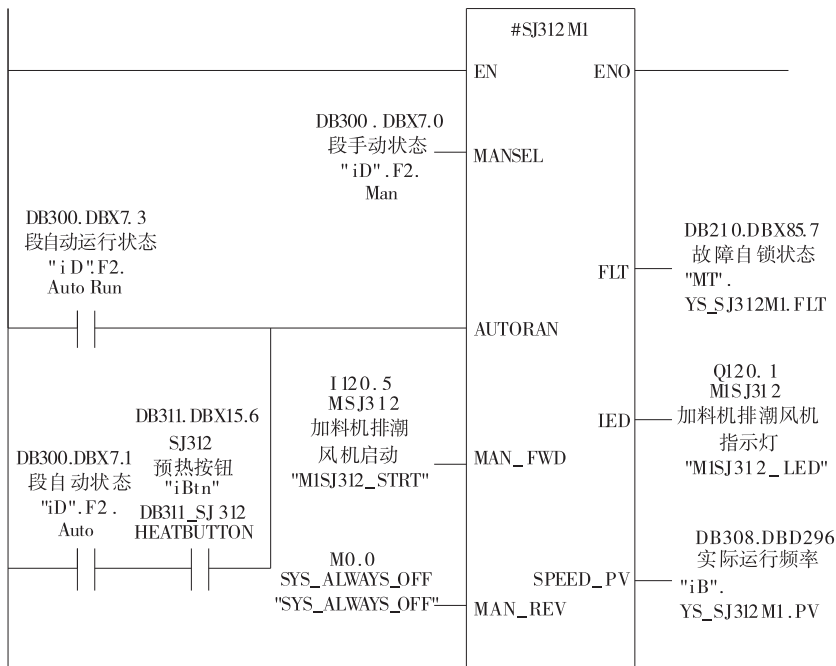


图 6 经优化的预热、排潮并行模式部分程序

Fig. 6 Part program of optimized preheating and moisture removal parallel mode

产时一致,生产结束加料入口秤流量降至 200 kg/h 时,关闭热风管道的喷吹蒸汽阀,同时用气动薄膜调节阀代替气动球阀控制蒸汽开启(见图 8).

### 3 改进效果

以上改进措施实施后,随机抽取改进前后 25 个批次的加料机热风温度样本进行对比分析:改进前热风温度波动幅度达 12 ℃,改进后降为 2 ℃,如图 9 所示.由此说明加料机滚筒内

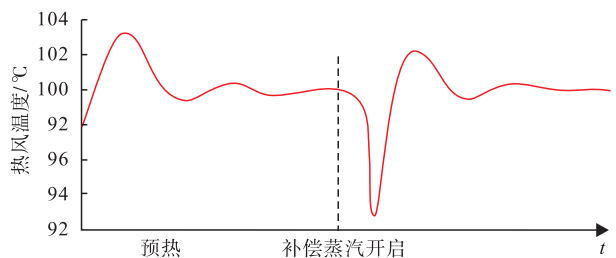


图 7 补偿蒸汽开启时热风温度变化图

Fig. 7 The hot-air temperature variation during steam compensating

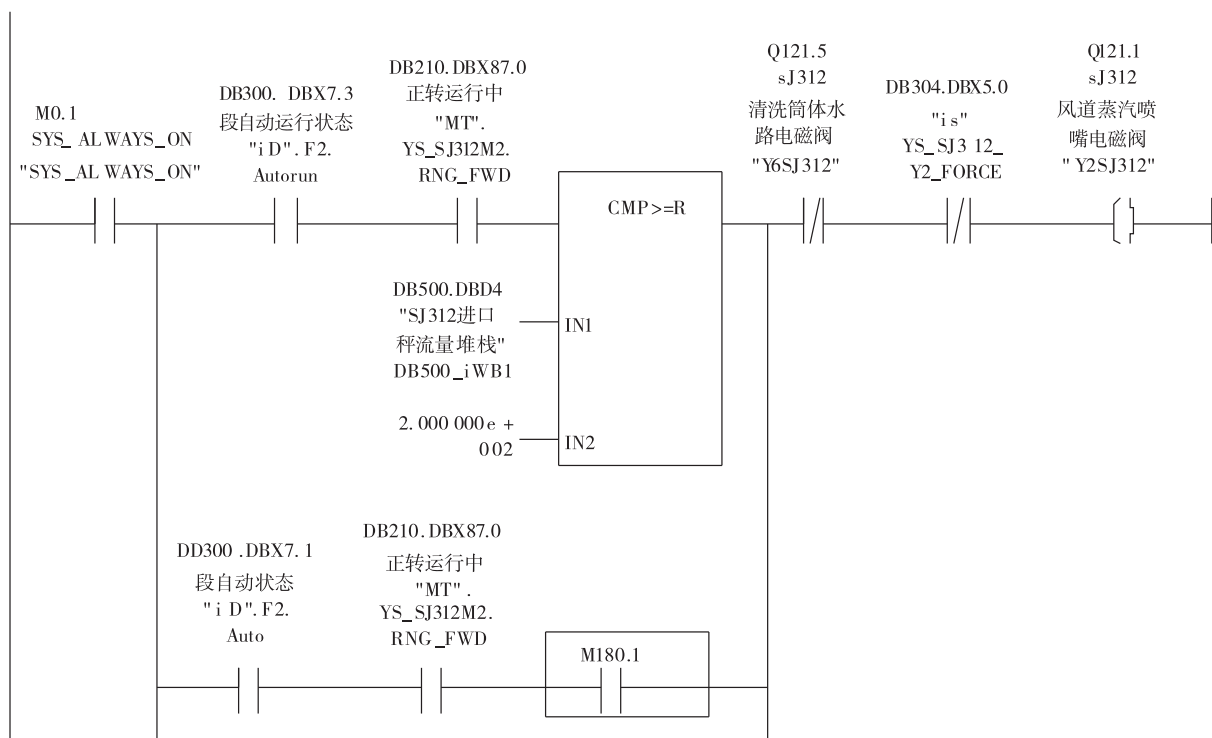


图 8 蒸汽喷吹程序优化

Fig. 8 Program optimization of the steam injection mode

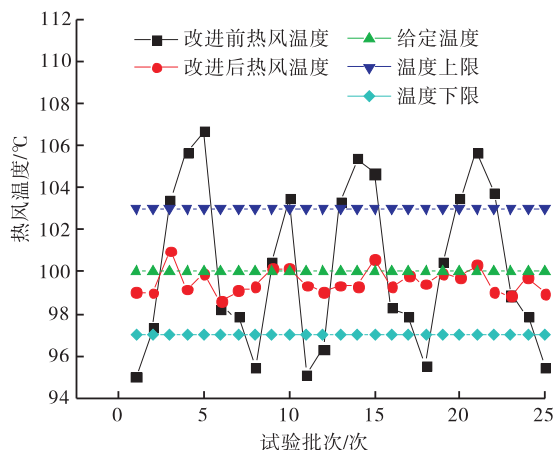


图 9 改进前后热风温度稳定性对比

Fig. 9 Hot-air temperature stability comparison before and after improvement

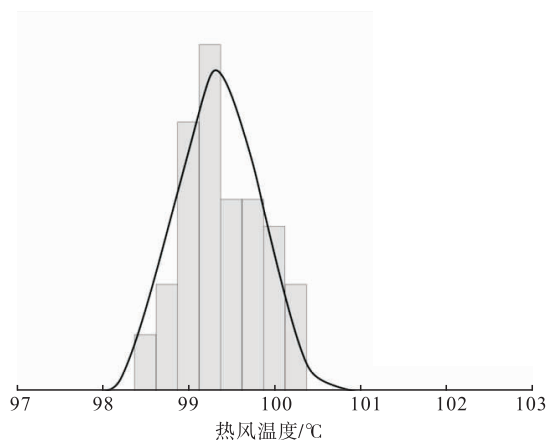


图 10 改进后热风温度过程能力检验结果

Fig. 10 Hot-air temperature process capability test results after improvement

水分失控、气流不畅是导致温度不稳定的主要因素. 控制措施得当使得热风温度过程能力大幅提升, 其检验结果见图 10. 经计算, 热风温度样本均值为 99.40 °C, 过程能力指数  $C_{pk}$  由改进

前的 1.12 升至改进后的 1.96, 达到 A+ 标准, 证明过程能力充分, 技术管理能力很好. 同时, 由系统测得改进后叶丝加料出口水分标准偏差降为 0.13%, 筒体粘附物料量降至 1.9 kg/d.

## 4 结论

针对 SJ1237 型叶丝加料机热风温度波动超过工艺要求的问题,提出以下优化措施:

- 1) 利用压缩空气清吹滤网,生产中每隔 20 min 进行 10 s 清吹;
- 2) 压缩空气工作压力提高到 0.1 MPa,实现风门开度 0% ~ 100% 有效控制;
- 3) 预热时同时启动排潮电机和回风风门,对滚筒出口端提前预热;
- 4) 预热时打开喷吹蒸汽阀,10 min 后打开疏水阀开始疏水,使蒸汽阀开度和工作压力与正常生产时一致. 运行效果表明,改进后该系统可使热风温度控制在  $(100 \pm 2)$  °C 范围内(三类烟), $C_{pk}$  提升至 1.96,出口水分标准偏差降为 0.13%,筒体粘附物料量降至 1.9 kg/d,改善效果明显.

### 参考文献:

- [1] 王兵,姚光明. 卷烟叶丝加料工艺[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2013.
- [2] 温若愚,赵维一,曾建,等. 卷烟叶丝加料工艺创新模式的探讨[J]. 河北农业科学,2010,14(1):68.
- [3] 刘泽,何邦华,陈林,等. 基于料液施加效果的加料工序关键工艺参数优化[J]. 烟草科技,2015(4):71.
- [4] 熊安言,于建春,王二彬. 叶丝加料工艺参数对加料效果的影响[J]. 烟草科技,2016(1):66.
- [5] 许峰,叶鸿宇,张建中,等. 叶丝加料效果影响研究[J]. 烟草科技,2014(10):5.
- [6] 吴国忠. 叶丝加料机内部导流装置的研究及应用[J]. 装备制造技术,2014(8):159.
- [7] 王聪慧,张玉和,任谦,等. 筒体旋转风刀自动清扫装置的研制与应用[J]. 烟草科技,2014(7):24.
- [8] 方敏,徐有宁,丛璐. 烟气脱硫工程中脱硫率、烟气温度稳定性控制的分析及解决方法[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版),2009,25(2):122.
- [9] 李复. 月费托合成反应器温度稳定性控制研究[J]. 计算机仿真,2016,33(2):290.
- [10] 陈鹿民,谭跃奎,黄俊. 基于有限元方法的纵切机床自适应同步回转导套机构的优化设计[J]. 轻工学报,2016,31(3):57.