

硝化棉煮洗工艺专家控制系统的工程设计

高 丽 李 锂 樊文侠
(西安工业学院, 陕西 西安 710032)

摘要:介绍了硝化棉煮洗工艺过程及影响其安定处理质量的因素,在分析硝化棉煮洗工艺过程控制的特点和难点的基础上,设计构造了一个专家控制系统,并采用了不同的专家智能控制方法。在对控制变量状态模糊区分的基础上,采用仿人智能方法控制煮洗温度,实时系统和专家系统协同工作控制煮洗压力,解决了硝化棉安定性处理过程控制中的安全问题,并将该系统应用于工程技术改造中。

关键词:硝化棉;安定性处理;专家系统

中图分类号:TQ352.65

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)07-0053-03

Engineering design of an expert control system for boiling nitrocellulose under pressure

GAO Li, LI Li, FAN Wen-xia

(Xi'an Institute of Technology, Xi'an 710032, China)

Abstract: The process of boiling nitrocellulose under pressure and the factors influencing on its stable treatment were introduced. Based on the analysis of the difficulties and characteristics of controlling the process, an artificial expert control system has been put forward, and different control methods were used in this system. On the basis of fuzzy treatment of variable state, the human-like intelligent control method was used to control the temperature, the expert system and the real-time system work synergistically to control the pressure. The safety problems existing in the process control of boiling under pressure of nitrocellulose were thus resolved. This expert control system was applied in the modification of engineering technology.

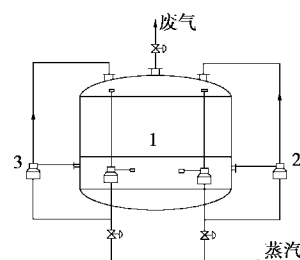
Key words: nitrocellulose; invariability treatment; expert system

硝化棉在军事上是制造火药及推进剂的主要原料,在民用方面主要用于生产油漆、涂料、赛璐珞等。精制棉经硝化反应生成的硝化棉经驱酸、水洗后仍含有许多杂质,主要是附着的残酸、纤维素硫酸酯、硝硫混合酯和各种硝化糖类,必须对其进行安定性处理。硝化棉安定处理主要包括 2 个过程:①本身的安定处理,清除硝化棉中不安定的杂质和影响安定性的副产物,保证化学安定性;②使硝化棉符合技术指标,即保证它所需的黏度、聚合度、溶解度及细断度。煮洗是硝化棉安定处理的关键工艺过程,一般来讲,煮洗分为酸煮和碱煮 2 个阶段,硝化棉通过酸煮去掉残酸、纤维素硫酸酯,通过碱煮去掉硝硫混合酯和各种硝化糖类,使其中的不安定因素杂质分解和破坏而除去,从而提高硝化棉的安定性。国内硝化棉煮洗工艺过程一般采用间断式加压煮洗,1 个煮洗桶即为 1 个单独的反应单元。

1 影响安定处理质量的因素

1.1 工艺过程简介

图 1 是硝化棉煮洗工艺过程流程图。



1—煮洗桶;2,3—蒸汽喷射器

图 1 硝化棉煮洗工艺过程流程图

煮洗桶底部有假底,以滤去硝化棉中的废水。在煮洗桶内部沿侧壁装有 4 个喷射器,2 大 2 小,将蒸汽通入 4 个喷射器,借蒸汽通过喷射器的喷射作用产生的负压形成煮洗水循环,煮洗过程中的废气经排气管排出。酸煮和碱煮过程分别有 3 个阶段:升温、保温、降温。硝化棉酸煮结束后,将酸煮过程中产生的废水排出,加入自来水洗涤至中性,再加入弱碱进行碱煮,将碱煮过程中产生的废水排出洗涤至中性,煮洗过程全部结束。经煮洗安定处理的硝化棉用泵输送至下一工序处理^[1]。

1.2 影响因素

经煮洗工艺处理后的硝化棉,其安定度和黏度必须达到规定的工艺指标。煮洗工艺过程中硝化棉的安定度和黏度的变化是相当复杂的,除原材料、操作方法及煮洗方式外,影响硝化棉安定处理质量的因素主要有煮洗温度和煮洗时间。煮洗温度高,除去不安定杂质的过程会加快,煮洗时间缩短,煮洗产量会提高,但同时裂解等副反应也增加;反之,煮洗温度低,煮洗时间延长,不利于提高煮洗产量。除此之外,煮洗桶内各点的温度应均匀,以保证产品质量的均匀性。因此,要保证硝化棉安定处理质量,应根据不同的硝化棉产品,选择最佳的煮洗温度和煮洗时间^[2]。

2 安定处理过程控制的难点

2.1 过程控制

硝化棉安定处理过程控制曲线如图 2 所示。

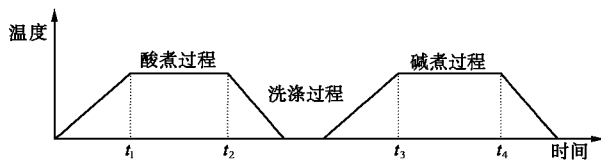


图 2 硝化棉安定处理过程控制曲线

酸煮和碱煮过程的升温阶段,蒸汽同时通入 4 个喷射器;保温阶段,蒸汽同时通入 2 个小喷射器;降温阶段停止加入蒸汽。

2.2 控制难点分析

2.2.1 煮洗温度和煮洗时间的选择与控制

根据不同的硝化棉产品,选择最佳的煮洗温度和煮洗时间以保证硝化棉安定处理的质量。但是在煮洗过程中由于外界干扰,如煮洗桶加入的水量、原材料品质的差异,特别是蒸汽压力的波动,煮洗温度往往达不到给定值,此时要求控制系统应具有很好的自适应能力,并能根据实际煮洗温度与给定值的差来调整相应的煮洗时间。

2.2.2 外界干扰与采样时间的调整

由于煮洗桶是一个大滞后的控制对象,且滞后时间随外界干扰(如蒸汽压力)的变化而变化,所以采用常规的采样调节控制策略控制效果并不好:压力高时,控制对象的滞后时间相应要短;压力低时,控制对象的滞后时间相应要长。因此,要求所设计的控制系统能根据外界干扰自动调整采样时间,以取得较好的控制效果。

2.2.3 煮洗压力和煮洗温度关系的不确定性

煮洗桶压力和煮洗温度同为安全控制指标,在正常情况下二者有一个相互对应的关系,但由于外界干扰或操作失误,二者将偏离正常情况下的相互对应关系。一旦煮洗桶压力和煮洗温度高于上限值,极有可能造成燃爆事故,因此,控制系统应能够对非正常情况做出判断并能做出相应的控制。

3 控制方案及实施

笔者在对煮洗工艺过程控制系统进行改造时,构造了一个专家智能控制系统。该专家智能控制系统分为 3 部分:①在对控制变量状态模糊区分的基础上,采用仿人智能控制策略控制煮洗温度;②采用了实时系统和专家系统协同工作的控制策略控制煮洗压力;③监视系统的运行情况,当系统控制参数偏离给定指标时,重新调整控制参数。在极限情况下,则转入紧急状态处理程序。

3.1 煮洗温度专家智能控制系统

煮洗桶共有上、中、下 3 个温度检测点,其中中部温度作为被控参数。目标参数的模糊化处理是把煮洗桶中部的煮洗温度模糊量化,根据经验设定模糊边界及隶属函数。HH、H、M、L 分别表示超高、高、中、低等模糊概念,而 FR、SR、ST、SD、FD 则分别表示煮洗温度快升、慢升、平稳、慢降、快降等变化率的模糊化概念,其中煮洗温度超高为紧急事故状态。然后根据上面参数的模糊分类确定对象所处的状态 S_T :

$$S_T = f(T_1, \Delta T_1)$$

其中 T_1 、 ΔT_1 分别表示煮洗桶中部温度及其变化率的模糊量, f 为状态函数。

根据对象所处的状态和上一次状态,并根据控制系统当前状态和上次的动作状态,经过专家推理得到控制系统的输出:

$$U_i = f_i(S_T, S_{T-1}, S_{TM}, S_{TM-1})$$

式中 $i = 1, 2, 3$; U_1, U_2, U_3 为大小蒸汽调节阀和废气调节阀控制输入; $S_T, S_{T-1}, S_{TM}, S_{TM-1}$ 分别为系统当前状态、上次状态、当前动作状态、上次动作状态。系统的控制原理如图 3 所示。

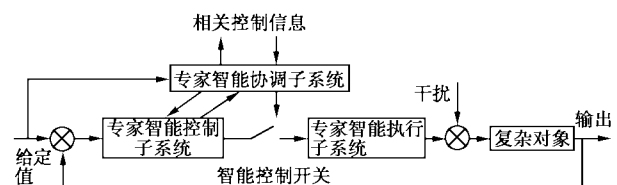


图 3 专家智能控制系统控制原理图

根据采集信息和目标要求,专家智能协调子系统做出开关决策,专家智能控制子系统根据规则得出控制输出值,专家智能执行子系统起保持输出的作用。智能开关的决策依据由基于规则的经验产生,它模仿操作人员的思维方式和操作经验。若对象的控制参数在控制后不向不利的方向转变,则智能开关断开,控制系统输出不变;反之,则智能开关闭合,调整控制系统的输出。这种仿人智能控制方法通过专家智能控制器来确定系统是开环还是闭环,避免了大滞后可能带来的影响,较好地解决了大滞后过程造成的控制难题^[3]。

对煮洗时间的调整根据实际煮洗温度和给定值的差,选用一组专家控制规则,根据差值对煮洗时间进行修正。

3.2 煮洗压力实时控制系统

把煮洗压力模糊量化为超高、高、中、低等模糊概念,煮洗压力变化模糊量化为快升、慢升、平稳、慢降、快降等变化率的模糊化概念,其中煮洗压力超高为紧急事故状态。

根据压力变化和压力变化率的模糊化值,由专家系统选用相应的控制策略。如当压力变化和压力变化率处于模糊化值中时,开关 K_2 闭合,开关 K_1 断开,控制器采用常规 PID 控制策略;当压力变化和压力变化率高于或低于模糊化值时,专家系统接管实时控制直接进行专家控制输出。煮洗压力控制结构如图 4 所示。

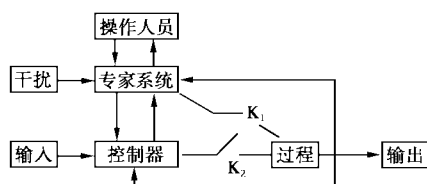


图 4 煮洗压力控制结构图

3.3 操作提示及监控

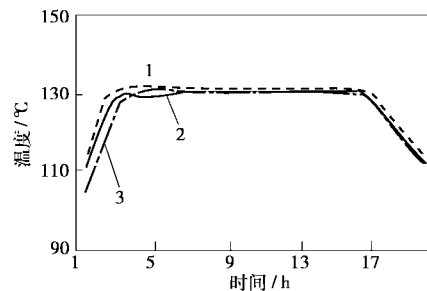
计算机控制系统监视煮洗工艺过程控制情况,给运行人员提供相应的操作指导,一旦系统控制参数偏离给定指标时,则报警提示运行人员调整控制参数或转入紧急状态处理程序。煮洗温度和煮洗时间给定值可方便地在数据控制系统(DCS)流程图上实时在线修改。

3.4 实施效果

以上方案在 SUPCON JX-300X DCS 系统上实施,配备 1 个控制站和 1 个操作站。控制系统知识

库包括紧急状态处理规则库、故障诊断知识库及正常操作规则库,主要的知识和规则来自于操作经验、现场经验摸索和在运行过程中的不断完善^[4]。

图 5、图 6 分别是煮洗温度和煮洗压力的实时控制曲线。



1—上部温度;2—中部温度;3—下部温度

图 5 煮洗桶温度的实时控制曲线

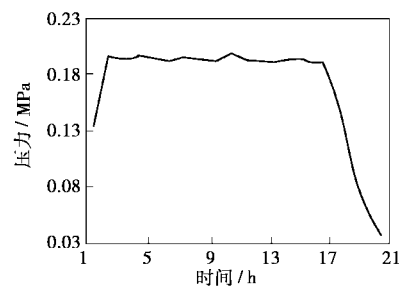


图 6 煮洗桶压力的实时控制曲线

4 结论与存在的问题

该系统已成功投运,取得了很好的控制效果。从煮洗温度和煮洗压力的实时控制曲线中可以看出,采用不同的专家智能控制方法解决硝化棉安定处理过程的控制难题是成功的。该控制系统的投运优化了工艺操作条件,提高了工艺控制水平,特别是生产过程的安全问题得到较好的解决,产品质量和均匀性得到明显提高,但通过实时控制曲线可以看出,升温 and 保温阶段,上、中、下 3 个温度差别偏大,这会影响到硝化棉的产品质量,需进一步解决。

参考文献

- [1] 邵自强. 硝化棉纤维生产工艺及设备[M]. 北京:北京理工大学出版社,2002.
- [2] 华东工程学院 301 教研室. 硝化棉工艺学[M]. 上海:华东工程学院,1977.
- [3] 章兢.[J]. 控制与决策,1999,14(5):428-432.
- [4] 蒋慰孙.[J]. 自动化仪表,1999,26(5):1-4. ■