

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102488308 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201110414796. 1

(22) 申请日 2011. 12. 14

(71) 申请人 东华大学

地址 201620 上海市松江区人民北路 2999
号

(72) 发明人 任正云 吕骏

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001

代理人 翁若莹 柏子震

(51) Int. Cl.

A24B 3/04 (2006. 01)

A24B 3/10 (2006. 01)

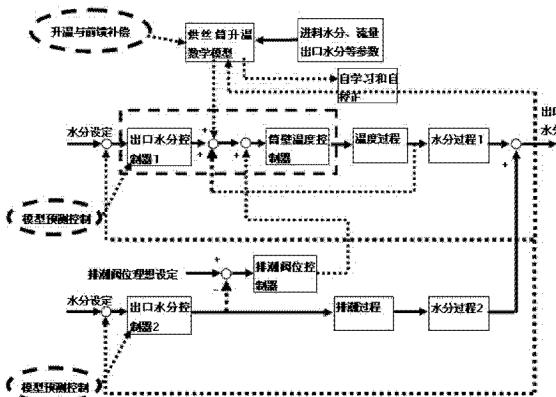
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

烘丝机水分先进协调控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种烘丝机水分先进协调控制系统，其特征在于：包括头部控制系统、中部控制系统及尾部阶段控制系统，头部控制系统采用多输入单输出模型；中部控制系统采用将水分引入到控制系统，进行反馈校正，模型预测控制采用过程实际输出与模型输出之间的误差进行反馈来弥补这一缺陷；尾部阶段控制系统建立尾部过程的模型。此发明的有益效果是：1. 控制过程完全自动；2. 克服干扰能力强，控制精度高；3. 具有自适应控制功能；4. 最大限度的降低头部和尾部干烟丝量；5. 避免调整过程中的振荡；6. 减少烟丝在生产过程中的造碎；7. 避免分段拟合造成的跳跃和非平滑性；8. 避免排潮过大或者过小而影响烘丝筒内的相对湿度。



1. 一种烘丝机水分先进协调控制系统,其特征在于:包括头部控制系统、中部控制系统及尾部阶段控制系统,其中,

头部控制系统采用多输入单输出模型,就可以根据期望出口水分响应曲线来综合调整筒壁的升温速率,热风的温度,热风的流量,根据该模型,在初始阶段升温速度比较快,然后升温的速度趋于平缓;

中部控制系统采用将水分引入到控制系统,进行反馈校正,模型预测控制采用过程实际输出与模型输出之间的误差进行反馈来弥补这一缺陷,这样在全局优化中可有效地克服系统中的不确定性,提高系统的控制精度和鲁棒性;

中部控制系统采取排潮控制为主,筒壁温度控制为辅,并将两者协调统一,在短期以排潮控制出口水分,由于排潮控制水分具有快速的响应速度,这样可以极大限度的提高水分控制的精度,而当排潮的阀位过小或者过大时,将以适当的速率调整筒壁温度,这样由于筒壁温度的改变,将使得排潮阀位恢复到所期望的设定值;

尾部阶段控制系统建立尾部过程的模型,进而进行模型预测控制;快速的降低筒壁温度,加快尾部烟丝的流速,缩短烟丝在烘丝筒中的停留时间,也就是减少烟丝脱水时间,防止烟丝过干,大大降低干烟丝的数量。

2. 如权利要求1所述的一种烘丝机水分先进协调控制系统,其特征在于:所述头部控制系统的头部烟丝水分控制精度比较高,设计了先进控制算法的自学习功能,它依据实际过程的输入与输出测量信息,采用一定的目标函数改建烘丝筒升温数学模型,在经过1-2个批次的自学习后,使得烘丝头部水分控制达到较高的控制精度,并将有关模型的特性参数保存下来。

烘丝机水分先进协调控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于卷烟厂烘丝工段的全新的烘丝机水分先进协调控制系统，用于控制烟丝在经过烘丝阶段后的水分含量，属于先进过程控制领域。

背景技术

[0002] 烘丝筒出口烟丝水分是制丝过程中的一个重要的质量控制指标，目前国内外烘丝筒出口水分控制(如德国 Huani, 昆船和秦皇岛烟机厂)，均采用简单数学模型结合传统的 PID 算法进行控制。由于在烘丝过程中影响烟丝出口分水的干扰因素多(如：进料烟丝水分，进料烟丝流量，蒸汽压力，烘丝机热风温度，风速等)，被控对象存在大滞后和较强的非线性。在实际的生产过程中存在如下问题：

筒壁温度和含水量具有较强的非线性关系，在不同的温度水平上，每升高或降低相同的温度引起的水分变化量不相同，运用线性控制算法，如 PID 控制算法，难以达到满意的控制效果。

[0003] 烘丝含水率的大小和很多干扰因素有关，如：进料水分、烟丝牌号、环境温度、环境湿度、烘丝筒转速、热风温度、热风湿度、热风流量、加热蒸汽温度、加热蒸汽饱和程度等等。这些因素有一些是可以测量和控制的，如烘丝筒转速、热风温度、热风流量、加热蒸汽温度；一些因素是可以测量但不可控制的，如进料水分、烟丝牌号；而一些因素是即不可测量又不可控制的，如环境温度、环境湿度、热风湿度、加热蒸汽饱和程度。

[0004] 过程存在不确定性和大滞后特性，主要表现在相同的控制条件和环境下，控制效果不完全相同；控制变量调整一段时间后，被控变量的变化才能体现出来，呈现出纯滞后特性。

[0005] 烘丝过程中的头部没有含水率的测量值，无法进行反馈控制，完全要依据经验进行控制。在尾部，由于烟丝量突然减少，而烘丝筒具有较大热容，筒壁的温度难以按规定的速率下降，使得尾部干烟丝比较多。水分过程本身具有特殊性，不是普通的一阶或者二阶过程，是一类新型的组合积分过程，动态特性比较复杂。调整筒壁温度控制水分的过程比较慢，而调整排潮控制水分的过程比较快，两者之间的动态关系比较复杂，存在耦合现象，常规的 PID 控制算法难以在两者之间有效的平衡，常常导致振荡或者调节作用太弱，需要人工干预。正是烘丝过程具有以上特征，运用常规的控制方法，难以达到令人满意的控制品质。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种控制系统，通过该系统使得烟丝水分控制平稳，消除人工干预，提高过程控制精度。使新系统具有更高的自适应性和自学习功能。随着时间的推移和工况条件的变化，系统具有一定的自学习自适应能力，不需要人工干预，而且具有较强的抗干扰性。

[0007] 为了达到上述目的，本发明的技术方案是提供了一种烘丝机水分先进协调控制系

统,其特征在于:包括头部控制系统、中部控制系统及尾部阶段控制系统,其中,

头部控制系统采用多输入单输出模型,就可以根据期望出口水分响应曲线来综合调整筒壁的升温速率,热风的温度,热风的流量,根据该模型,在初始阶段升温速度比较快,然后升温的速度趋于平缓;

中部控制系统采用将水分引入到控制系统,进行反馈校正,模型预测控制采用过程实际输出与模型输出之间的误差进行反馈来弥补这一缺陷,这样在全局优化中可有效地克服系统中的不确定性,提高系统的控制精度和鲁棒性;

中部控制系统采取排潮控制为主,筒壁温度控制为辅,并将两者协调统一,在短期以排潮控制出口水分,由于排潮控制水分具有快速的响应速度,这样可以极大限度的提高水分控制的精度,而当排潮的阀位过小或者过大时,将以适当的速率调整筒壁温度,这样由于筒壁温度的改变,将使得排潮阀位恢复到所期望的设定值;

尾部阶段控制系统建立尾部过程的模型,进而进行模型预测控制;快速的降低筒壁温度,加快尾部烟丝的流速,缩短烟丝在烘丝筒中的停留时间,也就是减少烟丝脱水时间,防止烟丝过干,大大降低干烟丝的数量。

[0008] 优选地,所述头部控制系统的头部烟丝水分控制精度比较高,设计了先进控制算法的自学习功能,它依据实际过程的输入与输出测量信息,采用一定的目标函数改建烘丝筒升温数学模型,在经过1-2个批次的自学习后,使得烘丝头部水分控制达到较高的控制精度,并将有关模型的特性参数保存下来。

[0009] 本发明的有益效果是:

1. 控制过程完全自动,真正做到一键式操作;
2. 克服干扰能力强,控制精度高;
3. 具有自适应控制功能,在头部通过在线学习和精确的数学模型,确保头部水分快速的到达设定值,不冲高;
4. 通过精确的数学模型,优化头部和尾部的控制模式,最大限度的降低头部和尾部干烟丝量;
5. 协调筒壁温度和排潮对水分调整之间的关联,消除它们之间的耦合,避免调整过程中的振荡;
6. 在稳定烘丝筒内的湿度场的同时,尽可能的稳定筒壁温度,减少烟丝在生产过程中的造碎;
7. 采用高次多项式,对压力和温度转换进行拟合,提高转换的精度,避免分段拟合造成的跳跃和非平滑性;
8. 不仅控制出口的水分,而且将排潮的阀位控制在一定的设定值上,排潮的阀位在所期望的理想值上波动,即所谓的IRV控制,避免排潮过大或者过小而影响烘丝筒内的相对湿度,进而影响烟丝的吸味。

附图说明

[0010] 图1为本发明提供的一种烘丝机水分先进协调控制系统示意图。

具体实施方式

[0011] 为使本发明更明显易懂,兹以一优选实施例,并配合附图作详细说明如下。

[0012] 如图 1 所示,本发明提供的一种烘丝机水分先进协调控制系统,该系统对烘丝过程实施先进模型预测控制最主要是建立对象的头部,中部和尾部模型。这些模型包括:进料流量对出口水分的模型,进料水分对出口水分的模型,热风温度对出口水分的模型,热风流量对出口水分的模型,筒壁温度对出口水分的模型等。这些模型采用现代的渐进辨识方法(ASYM)进行辨识得到。ASYM 方法分为 4 个步骤:

(1) 测试信号的设计。采用伪随机二进制信号叠加在输入信号上,信号的幅度和平均周期有过程的特性决定,测试时间大约为过程稳态时间的 10~15 倍。

[0013] (2) 模型的结构确定以及参数估计。采用 ARX 模型,并根据最小二乘准则进行参数估计。

[0014] (3) 高阶模型的降阶和阶次的选取。采用频率加权模型降阶方法,并运用渐进准则确定模型的阶次。

[0015] (4) 模型的有效性检查。根据模型的边界误差,确定建模质量的好坏。如果模型质量差,回到第一步,重新设计测试信号。其具体构成为:

1、头部控制系统

头部阶段由于被控含水率无法测量,不能进行反馈控制,完全依靠所建立的动态数学模型,因此,模型的精度直接影响到头部控制质量。该数学模型为多输入单输出(MISO)模型。正因为采用了模型,就可以根据期望出口水分响应曲线来综合调整筒壁的升温速率,热风的温度,热风的流量,这就是一个动态的过程,目的是使调整达到一个全局最优。

[0016] 根据该算法,在初始阶段升温速度比较快,然后升温的速度趋于平缓,这样既保证了头部烟丝含水率不至于过高,又保证了随后的烟丝含水率不至于过低。

[0017] 为确保在生产不同产地,不同品牌的烟丝的时候,头部烟丝水分控制精度比较高,设计了先进控制算法的自学习功能。它依据实际过程的输入与输出测量信息,采用一定的目标函数改建烘丝筒升温数学模型,在经过 1~2 个批次的自学习后,使得烘丝头部水分控制达到较高的控制精度,并将有关模型的特性参数保存下来。

2、中部控制系统

在中部阶段,出口水分可以测量,本发明将水分引入到控制系统,进行反馈校正。由于实际系统中存在非线性,不确定性等因素的影响,在预测控制算法中,基于不变模型的预测输出不可能与系统的实际输出完全一致,为此,模型预测控制采用过程实际输出与模型输出之间的误差进行反馈叫做来弥补这一缺陷,这样在全局优化中可有效地克服系统中的不确定性,提高系统的控制精度和鲁棒性。

[0019] 本发明的中部控制方案与传统的控制方案有着本质的区别:传统方案一般采用固定排潮阀位,通过调整筒壁温度来控制水分;或者是在筒壁温度固定的情况下,通过调整排潮来控制水分。这两种方案没有将调整排潮和筒壁温度有机结合起来,不能真正保证烘丝筒内湿度相对稳定。

[0020] 本发明的方案采取排潮控制为主,筒壁温度控制为辅,并将两者协调统一。在短期以排潮控制出口水分,由于排潮控制水分具有快速的响应速度,这样可以极大限度的提高水分控制的精度,而当排潮的阀位过小或者过大时,将以适当的速率调整筒壁温度,这样由于筒壁温度的改变,将使得排潮阀位恢复到所期望的设定值。这种控制模式既能提高水分

的控制精度,又能在进料状态(如入口水分,入口流量)发生变化的情况下,保持烘丝筒内湿度相对恒定,进而保证烘丝的工艺质量品质。具体方案见附图:

3、尾部阶段控制系统

从机理分析和实际操作知道:影响尾部烟丝含水率的因素有烘丝筒的温度,进风温度,进风速度,烘丝筒的转速。这些因素对干烟丝的影响有大有效,有快有慢,有先有后。为了定性的确定它们对过程的影响,进行如下试验:(1) 提前关热风的蒸汽,并提前关烘丝筒的蒸汽;(2) 关进风同时关排潮;(3) 加快烘丝筒的转速;(4) 提高进风的速度。

[0021] 结果表明:提前关热风的蒸汽,并提前关烘丝筒的蒸汽对减少“干尾”烟丝有一定效果,但效果不显著。如果提前过早的话,则有一部分烟丝含水量过高。

[0022] 在进风温度不变的情况下,关闭进风,虽然不利于烟丝脱水,但降低了烟丝在烘丝筒中的流动速度,烟丝在烘丝筒中的停留时间变长,干烟丝增加。

[0023] 加快烘丝筒的转速可以加快烟丝在烘丝筒中的流动速度,降低干燥时间。将烘丝筒从 12 转 /min 转换到 18 转 /min 的时间提前,但对尾部干烟丝的减少影响不大。因此,可以认为:烟丝在烘丝筒中的流动速度主要决定于风的速度,而不是烘丝筒的转速。

[0024] 根据以上实验,建立尾部过程的模型,进而进行模型预测控制;快速的降低筒壁温度,加快尾部烟丝的流速,缩短烟丝在烘丝筒中的停留时间,也就是减少烟丝脱水时间,防止烟丝过干,大大降低干烟丝的数量。

[0025] 该协调控制的实施包括:通过渐进辨识方法(ASYM)进行辨识建立头部,中部和尾部的控制模型,头部依靠模型进行控制,中部通过以排潮为主,筒壁温度控制为辅的控制方式控制,尾部快速降低筒壁温度,加快尾部烟丝流速的方式进行控制。

[0026] 该控制策略已经成功应用到两家卷烟厂,到目前为止,一家平稳运行了 60 个月,另外一家综合调试运行良好,即将验收投入运行。实际应用效果如下:

1、控制过程完全自动,真正做到一键式操作,避免在生产过程中的人工干预,降低操作强度和操作的随意性;

2、克服干扰能力强,控制精度高,出口水分完全控制在设定值的 $\pm 0.2\%$,标准偏差在 0.006 以下,出口水分的平均值和设定值在 0.01 以下;

3、通过精确的数学模型,优化头部和尾部的控制模式,最大限度的降低头部和尾部干烟丝量,干烟丝量在原有基础上减少 75%,或者少于 15 公斤 / 批次。

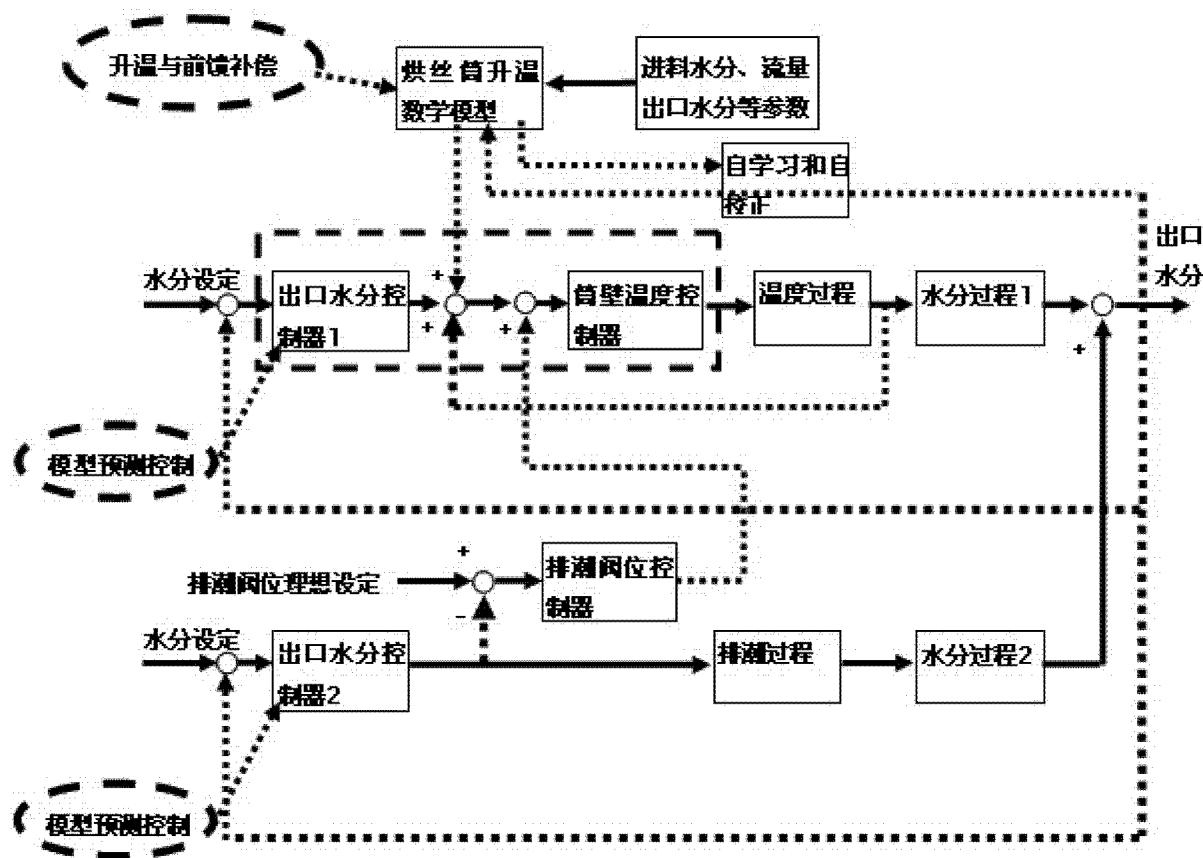


图 1