



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108803309 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810708659.0

(22)申请日 2018.07.02

(71)申请人 大唐环境产业集团股份有限公司  
地址 100097 北京市海淀区紫竹院路120号

(72)发明人 孟磊 谷小兵 李广林 马务  
宁翔 江澄宇 李叶红 贾英韬

(74)专利代理机构 北京君尚知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11200

代理人 司立彬

(51)Int.Cl.

G05B 11/42(2006.01)

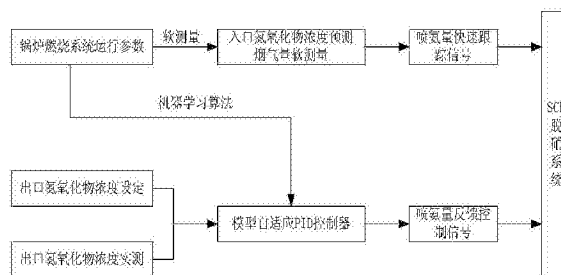
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法及系统。本方法为:1)基于燃煤火电机组燃烧系统的运行数据,建立入口氮氧化物浓度模型;然后利用该模型和当前采集的运行数据,得到入口氮氧化物浓度的预测值;2)根据预测值计算当前运行工况下喷氨量作为前馈信号发送给SCR脱硝系统;3)将出口氮氧化物浓度的实测值与出口氮氧化物浓度设定值做偏差后输入自适应PID控制器,得到喷氨量反馈控制信号并发送给SCR脱硝系统;其中,自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数;4)SCR脱硝系统根据该喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号控制SCR脱硝反应器的喷氨量。



1. 一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法,其步骤包括:

1) 基于燃煤火电机组燃烧系统的运行数据,建立入口氮氧化物浓度模型;然后利用该入口氮氧化物浓度模型和当前采集的运行数据,得到入口氮氧化物浓度的预测值;

2) 根据入口氮氧化物浓度预测值计算当前运行工况下喷氨量作为前馈信号,将该喷氨量前馈信号发送给SCR脱硝系统;

3) 测量燃煤火电机组燃烧系统的出口氮氧化物浓度的实测值,将该实测值与出口氮氧化物浓度设定值做偏差后输入自适应PID控制器,自适应PID控制器基于该偏差得到喷氨量反馈控制信号并发送给SCR脱硝系统;其中,自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数;

4) SCR脱硝系统根据该喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号控制SCR脱硝反应器的喷氨量。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,通过主元分析算法对所述运行数据进行划分,确定出与入口氮氧化物关联紧密的参数;然后将确定出的与入口氮氧化物关联紧密的参数作为训练数据,采用深度学习算法或者最小二乘支持向量机算法,建立入口氮氧化物浓度模型。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述运行数据包括机组负荷、一次风量、二次风量、总煤量、磨煤机运行台数。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,得到所述喷氨量前馈信号的方法为:将所述预测值乘以烟气量,然后再乘以氨氮摩尔比计算出氨气量需求量,作为SCR脱硝系统的所述喷氨量前馈信号。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述自适应PID控制器根据入口氮氧化物浓度和出口氮氧化物浓度建立SCR喷氨系统模型;然后采用遗传算法或者PSO优化算法对SCR喷氨系统模型参数进行优化,得到所述自适应PID控制器的PID最佳参数。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数的方法为:初次调试时根据现场测试,得到燃煤火电机组燃烧系统不同工况下的特性参数,建立SCR脱硝输入输出系统模型,通过该SCR脱硝输入输出系统模型确定所述自适应PID控制器的PID参数;在运行过程中,实时采集燃煤火电机组燃烧系统的运行数据,并对该SCR脱硝输入输出系统模型进行修正,然后基于修正后的SCR脱硝输入输出系统模型得到当前工况下的最佳PID参数。

7. 一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化系统,其特征在于,包括喷氨量前馈信号产生单元、自适应PID控制器和SCR脱硝系统;其中,

所述喷氨量前馈信号产生单元,连接煤火电机组燃烧系统运行数据传感器,基于燃煤火电机组燃烧系统运行数据传感器采集的运行数据,建立入口氮氧化物浓度模型;并利用该入口氮氧化物浓度模型和当前采集的运行数据,得到入口氮氧化物浓度的预测值,然后根据入口氮氧化物浓度预测值计算当前运行工况下的喷氨量前馈信号;

所述自适应PID控制器,连接出口氮氧化物浓度测量仪表,用于根据燃煤火电机组燃烧系统的出口氮氧化物浓度的实测值与出口氮氧化物浓度设定值的偏差得到喷氨量反馈控制信号;其中,自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数;

所述SCR脱硝系统,分别连接所述喷氨量前馈信号产生单元和所述自适应PID控制器以

接收所述喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号,用于根据该喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号控制SCR脱硝反应器的喷氨量。

8.如权利要求7所述的系统,其特征在于,通过主元分析算法对所述运行数据进行划分,确定出与入口氮氧化物关联紧密的参数;然后将确定出的与入口氮氧化物关联紧密的参数作为训练数据,采用深度学习算法或者最小二乘支持向量机算法,建立入口氮氧化物浓度模型;所述运行数据包括机组负荷、一次风量、二次风量、总煤量、磨煤机运行台数。

9.如权利要求7所述的系统,其特征在于,所述自适应PID控制器根据入口氮氧化物浓度和出口氮氧化物浓度建立SCR喷氨系统模型;然后采用遗传算法或者PSO优化算法对SCR喷氨系统模型参数进行优化,得到所述自适应PID控制器的PID最佳参数。

10.如权利要求7所述的系统,其特征在于,所述自适应PID控制器基于初次调试时燃煤火电机组燃烧系统不同工况下的特性参数,建立SCR脱硝输入输出系统模型,通过该SCR脱硝输入输出系统模型确定所述自适应PID控制器的PID参数;在运行过程中,基于实时采集的燃煤火电机组燃烧系统的运行数据对该SCR脱硝输入输出系统模型进行修正,然后基于修正后的SCR脱硝输入输出系统模型得到当前工况下的最佳PID参数。

## 一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于燃煤火电厂脱硝技术领域,具体涉及一种基于软测量和模型自适应的SCR(选择性催化还原)脱硝智能喷氨优化方法及系统。

### 背景技术

[0002] 目前,为了实现氮氧化物超低排放,大部分燃煤火电厂都安装了SCR脱硝装置,采用CEMS系统(烟气在线监测系统)采集入口、出口氮氧化物浓度,然后再进行PID(比例-积分-微分)反馈控制。

[0003] PID反馈控制如图1所示,氨流量计算值为(入口氮氧化物浓度测量值-出口氮氧化物浓度测量值)×烟气量×氨氮摩尔比,其中氨氮摩尔比基本为固定值,入口氮氧化物浓度,出口氮氧化物浓度,烟气量通过仪表测量得到。

[0004] 上述方案存在下述问题:

[0005] 1.入口、出口氮氧化物浓度采用CEMS系统测量,CEMS系统采样管线比较长,造成测量纯迟延较大,测量值有2-3分钟延迟;

[0006] 2.现有CEMS系统采用单点取样测量,因此导致测量数据不能代表整个截面平均浓度;

[0007] 3.采用PID控制,PID参数在初始设定好后就不再改变,所以在机组负荷运行工况变化时,脱硝系统调整不及时,容易出现超标排放;

[0008] 4.为了保证达标排放,电厂运行人员将PID参数的设定值设定得非常低,导致喷氨量过大,控制系统超调量较大,系统响应速率较低。不仅浪费还原剂,还增加了后续设备堵塞的风险。

[0009] 因此,开发一种SCR智能优化喷氨系统,实现精准喷氨对于SCR脱硝装置安全经济运行具有重要意义。

### 发明内容

[0010] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的在于提供一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法及系统。

[0011] 本发明技术方案为:

[0012] 一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化方法,其步骤包括:

[0013] 1)基于燃煤火电机组燃烧系统的运行数据,建立入口氮氧化物浓度模型;然后利用该入口氮氧化物浓度模型和当前采集的运行数据,得到入口氮氧化物浓度的预测值;

[0014] 2)根据入口氮氧化物浓度预测值计算当前运行工况下喷氨量作为前馈信号,将该喷氨量前馈信号发送给SCR脱硝系统;

[0015] 3)测量燃煤火电机组燃烧系统的出口氮氧化物浓度的实测值,将该实测值与出口氮氧化物浓度设定值做偏差后输入自适应PID控制器,自适应PID控制器基于该偏差得到喷

氨量反馈控制信号并发送给SCR脱硝系统;其中,自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数;

[0016] 4) SCR脱硝系统根据该喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号控制SCR脱硝反应器的喷氨量。

[0017] 进一步的,通过主元分析算法对所述运行数据进行划分,确定出与入口氮氧化物关联紧密的参数;然后将确定出的与入口氮氧化物关联紧密的参数作为训练数据,采用深度学习算法或者最小二乘支持向量机算法,建立入口氮氧化物浓度模型。

[0018] 进一步的,所述运行数据包括机组负荷、一次风量、二次风量、总煤量、磨煤机运行台数。

[0019] 进一步的,得到所述喷氨量前馈信号的方法为:将所述预测值乘以烟气量,然后再乘以氨氮摩尔比计算出氨气量需求量,作为SCR脱硝系统的所述喷氨量前馈信号。

[0020] 进一步的,所述自适应PID控制器根据入口氮氧化物浓度和出口氮氧化物浓度建立SCR喷氨系统模型;然后采用遗传算法或者PSO优化算法对SCR喷氨系统模型参数进行优化,得到所述自适应PID控制器的PID最佳参数。

[0021] 进一步的,所述自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数的方法为:初次调试时根据现场测试,得到燃煤火电机组燃烧系统不同工况下的特性参数,建立SCR脱硝输入输出系统模型,通过该SCR脱硝输入输出系统模型确定所述自适应PID控制器的PID参数;在运行过程中,实时采集燃煤火电机组燃烧系统的运行数据,并对该SCR脱硝输入输出系统模型进行修正,然后基于修正后的SCR脱硝输入输出系统模型得到当前工况下的最佳PID参数。

[0022] 一种基于软测量和模型自适应的SCR脱硝智能喷氨优化系统,其特征在于,包括喷氨量前馈信号产生单元、自适应PID控制器和SCR脱硝系统;其中,

[0023] 所述喷氨量前馈信号产生单元,连接燃煤火电机组燃烧系统运行数据传感器,基于燃煤火电机组燃烧系统运行数据传感器采集的运行数据,建立入口氮氧化物浓度模型;并利用该入口氮氧化物浓度模型和当前采集的运行数据,得到入口氮氧化物浓度的预测值,然后根据入口氮氧化物浓度预测值计算当前运行工况下的喷氨量前馈信号;

[0024] 所述自适应PID控制器,连接出口氮氧化物浓度测量仪表,用于根据燃煤火电机组燃烧系统的出口氮氧化物浓度的实测值与出口氮氧化物浓度设定值的偏差得到喷氨量反馈控制信号;其中,自适应PID控制器采用自适应PID控制算法调整当前工况下的PID参数;

[0025] 所述SCR脱硝系统,分别连接所述喷氨量前馈信号产生单元和所述自适应PID控制器以接收所述喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号,用于根据该喷氨量前馈信号和喷氨量反馈控制信号控制SCR脱硝反应器的喷氨量。

[0026] 本发明首先采集燃煤火电机组燃烧系统一次风、二次风、负荷等数据,然后基于采集数据建立入口氮氧化物浓度模型,然后根据当前采集数据和入口氮氧化物浓度模型得到入口氮氧化物浓度预测值,然后根据入口氮氧化物浓度预测值计算当前运行工况下喷氨量前馈,将前馈加入到氮氧化物浓度反馈控制回路,实现精准喷氨。另外,基于运行数据建立SCR喷氨系统模型,检测到运行工况变化时,自适应调整PID参数,从而实现优化控制。

[0027] 入口氮氧化物浓度预测方法:

[0028] 根据锅炉运行数据,初步选择机组负荷、一次风量、二次风量、总煤量、磨煤机运行

台数参数及对应的入口氮氧化物浓度,首先通过主元分析算法对所选参数进行分析,确定出与入口氮氧化物关联紧密的参数,即确定出主要参数和次要参数。然后,将确定出的与入口氮氧化物关联紧密的参数作为训练数据,采用深度学习算法或者最小二乘支持向量机算法,建立入口氮氧化物浓度模型,从而利用该入口氮氧化物浓度模型实现对入口氮氧化物浓度的预测。其中,与入口氮氧化物关联紧密的参数包括总风量、总煤量、风煤比、一次风与二次风比值。

[0029] 然后,基于运行数据建立SCR喷氨系统模型,检测到运行工况变化时,自适应调整PID参数,从而实现优化控制。

[0030] SCR喷氨系统模型是根据入口氮氧化物浓度和出口氮氧化物浓度建立的脱硝模型,基于机理与数据相结合建立(比如首先通过机理分析假定一个模型的结构公式: $a = bx + c$ ,通过实际运行数据确定模型参数, $a, b, c$ ),数据为入口氮氧化物浓度和出口氮氧化物浓度参数。基于当前喷氨系统模型参数,采用遗传算法或者PSO优化算法,可得到当前工况下的最佳PID控制参数。在实际运行中,系统不断在线辨识SCR喷氨模型,当监测到模型变化比较大的时候,重新计算PID参数,从而实现PID参数自适应调整,始终保持较好的控制参数。

[0031] 本发明也可通过现场测试获得典型工况的系统特性参数。然后,根据不同典型工况,确定几组PID控制器参数。在实际运行中,自动检测运行工况,然后确定采用当前工况对应的较优PID参数,即根据运行工况不同进行切换,实现分段PID。

[0032] 本方案的创新之处包括三点:

[0033] 第一,传统控制方案入口氮氧化物浓度通过CEMS仪表测量,测量滞后较大。本方案基于机理和数据建模获得,实时性较好。

[0034] 第二,当锅炉燃烧系统发生变化时,传统方案是被动调节,本方案在控制方案中引入了燃烧系统变化前馈信号,可以提前进行调节。

[0035] 第三,传统方案PID控制参数整定后保持不变,本方案根据系统运行工况实时调整PID控制参数,实现控制参数优化。

[0036] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0037] 1. 脱硝出口氮氧化物浓度偏差可以控制在 $5-10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 之间,可以保证在变工况情况下稳定达标排放。

[0038] 2. 脱硝控制系统的系统响应速率较高,投资较小,改造工期短。

## 附图说明

[0039] 图1为现有系统控制流程图;

[0040] 图2为本发明的控制流程图;

[0041] 图3为本发明的系统控制平台架构图。

## 具体实施方式

[0042] 下面通过具体实施例和附图,对本发明做进一步详细说明。

[0043] 本方案主要是提出一种入口氮氧化物浓度软测量与工况自适应PID相结合的脱硝优化控制方法。

[0044] 本发明首先采集燃煤火电机组燃烧系统一次风、二次风、负荷等数据及与这些参

数对应的入口氮氧化物浓度,建立入口氮氧化物浓度模型。

[0045] 如图2所示,基于锅炉一次风量、二次风量、给煤量、制粉系统运行台数等参数,根据上述入口氮氧化物浓度模型,得到入口氮氧化物浓度预测值,再乘以烟气量,然后再乘以氨氮摩尔比计算出氨气量需求量,作为SCR脱硝系统前馈信号(即喷氨量快速跟踪信号),前馈信号可以保证负荷变化时,可以快速调节喷氨量。出口氮氧化物浓度设定值与实测值做偏差后进入自适应PID控制器,作为喷氨量反馈控制信号。自适应PID控制器参数根据锅炉燃烧工况自适应调整。

[0046] 其中,“入口氮氧化物浓度预测值”的计算方法是:基于运行参数和入口氮氧化物浓度历史数据,采用机器学习算法或者最小二乘支持向量机模型,建立入口氮氧化物浓度模型,在实际运行中,实时采集输入数据并输入到模型中,可以得到入口氮氧化物浓度预测值。

[0047] 反馈控制回路PID采用自适应PID控制算法。所述“自适应PID控制算法”的步骤为:

[0048] 1) 初次调试时根据现场测试,得到系统不同工况下特性参数,建立SCR脱硝输入输出系统模型,通过模型可以确定PID参数;

[0049] 2) 在运行过程中,实时采集运行数据,并对模型进行修正,然后再基于修正后模型,采用优化算法得到当前工况下最佳PID参数,从而实现自适应PID控制。

[0050] 其中,“烟气量”是指(实际测量的锅炉烟气量),单位是(NM<sup>3</sup>/h)。“氨氮摩尔比”是指(脱硝中氨气和氮氧化物浓度的比值,是脱硝中常用概念,一般为0.7-0.9)。“氨气量需求量”的计算公式是:(氨气需求量=入口氮氧化物乘以烟气量乘以氨氮摩尔比)。

[0051] 为了保证该算法可以在现场应用,并对控制算法进行保密,本方案的实施基于脱硝优化控制平台实现。该平台的核心是一个高性能的控制器,通过数据采集卡件从DCS系统获得计算所需参数(负荷、一次风量、二次风量、总煤量、等锅炉运行参数),经过计算后,再返回原DCS系统,实现闭环控制。控制器与原DCS系统通信采用modbus、RS485等通信方式,可以与国内主流DCS系统进行双向通信。脱硝优化控制器与DCS现场控制器可以实现无扰切换。控制平台如图3所示,优化控制器中主要包括系统通信模块和核心算法计算模块,系统通信模块主要负责实现与DCS进行数据输入,输出。核心算法模块主要是实现优化控制算法。系统运行时,首先通过系统通信模块采集运行数据,然后输入到核心算法模块,核心算法模块再输出到DCS系统,从而实现闭环控制。

[0052] 表1为采用本发明方法和现有方法在实际运行中的对比,从这些对比中可以看出,采用本发明方法,可以实现SCR脱硝装置的精准喷氨,提高系统运行效率,降低成本。

[0053] 表1为实际运行效果对比

	入口氮氧化物 浓度预测精度 $\text{mg} / \text{Nm}^3$	还原剂 节约量	变负荷出口氮 氧化物浓度偏 差 $\text{mg} / \text{Nm}^3$	稳态出口 氮氧化物 浓度偏差 $\text{mg} / \text{Nm}^3$
[0054] 实施例 1	$\pm 10\%$	15-20%	$\pm 10$	$\pm 8$
实施例 2	$\pm 10\%$	15-20%	$\pm 10$	$\pm 8$
实施例 3	$\pm 10\%$	15-20%	$\pm 10$	$\pm 8$
对比例	实测	对比值	$\pm 20-50$	$\pm 20$

[0055] 动态工况运行效果对比分析

[0056] 1改造前运行效果

[0057] 【1】机组升负荷工况

[0058] 变工况下反应器出口 $\text{NO}_x$ 含量的动态特性是考察脱硝系统自动控制效果最重要的部分之一。此部分分析升负荷过程中反应器出口 $\text{NO}_x$ 含量的动态特性。

[0059] 负荷由365MW附近升至395MW附近过程中,脱硝系统甲、乙侧反应器出口 $\text{NO}_x$ 含量的统计分析如表2。

[0060] 表2为365MW升至395MW负荷段脱硝性能数据

[0061]

	出口 $\text{NO}_x$ 含量设定 值 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	$O_{\max}$	$O_{\min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	52	54.79	-33.69	21.04	60.12
乙	51.5	30.82	-16.70	11.39	23.80

[0062] 【2】机组降负荷工况

[0063] 以下是降负荷过程中反应器出口 $\text{NO}_x$ 含量的动态特性的分析。

[0064] 负荷由500MW附近降至330MW附近过程中,脱硝系统甲、乙侧反应器出口 $\text{NO}_x$ 含量的统计分析如表3。

[0065] 表3为500MW降至330MW负荷段脱硝性能数据

[0066]

	出口 $\text{NO}_x$ 含量设定 值 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	$O_{\max}$	$O_{\min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	56	32.88	-27.49	12.49	26.84
乙	52	20.91	-23.36	11.60	27.20

[0067] 2改造后运行效果

[0068] 【1】机组升负荷工况

[0069] 以下为机组负荷从400MW上升至500MW时的运行过程,一般在此升负荷区间,会启



动一台磨煤机。磨的启停期间对反应器入口NO<sub>x</sub>含量的短时影响很大,反应器出口NO<sub>x</sub>含量超标也多半是受此影响。

[0070] 负荷由400MW升至500MW过程中,脱硝系统甲、乙侧反应器出口NO<sub>x</sub>含量的统计分析如表4。

[0071] 表4为负荷由400MW升至500MW运行区间脱硝性能数据

[0072]

	出口NO <sub>x</sub> 含量设定值 mg/Nm <sup>3</sup>	$O_{max}$	$O_{min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	48.5	14.9	-11.32	5.53	11.45
乙	47.5	6.62	-4.12	2.57	5.44

[0073] 负荷由550MW升至600MW运行区间,脱硝系统甲、乙侧反应器出口NO<sub>x</sub>含量的统计分析如表5。

[0074] 表5为负荷由550MW升至600MW运行区间脱硝性能数据

[0075]

	出口NO <sub>x</sub> 含量设定值 mg/Nm <sup>3</sup>	$O_{max}$	$O_{min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	55.5	8.71	-10.15	3.34	6.25
乙	53.5	5.68	-4.16	2.07	3.87

[0076] **【2】**机组降负荷工况

[0077] 此部分将用同样的方式对降负荷过程中脱硝反应器的性能进行了分析。

[0078] 负荷由600MW降至550MW运行区间,脱硝系统甲、乙侧反应器出口NO<sub>x</sub>含量的统计分析如表6。

[0079] 表6为负荷由600MW降至550MW运行区间脱硝性能数据

[0080]

	出口NO <sub>x</sub> 含量设定值 mg/Nm <sup>3</sup>	$O_{max}$	$O_{min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	54	10.88	-5.98	2.64	4.78
乙	54	4.54	-4.58	1.63	3.01

[0081] 负荷由550MW降至500MW运行区间,脱硝系统甲、乙侧反应器出口NO<sub>x</sub>含量统计分析如表7。

[0082] 表7为负荷由550MW降至500MW运行区间脱硝性能数据

[0083]

	出口NO <sub>x</sub> 含量设定值 mg/Nm <sup>3</sup>	$O_{max}$	$O_{min}$	$RMSO$	$RRMSO$ /%
甲	52	10.52	-8.01	4.09	7.74
乙	54	6.36	-3.69	2.37	4.35

[0084] 负荷由500MW降至400MW运行区间,脱硝系统甲、乙侧反应器出口NO<sub>x</sub>含量统计分析如表8。

[0085] 表8为负荷由500MW降至400MW运行区间脱硝性能数据

[0086]

	出口NO <sub>x</sub> 含量设定 值 mg/Nm <sup>3</sup>	$O_{\max}$	$O_{\min}$	<i>RMSO</i>	<i>RRMSO</i> /%
甲	54	14.66	-15.91	6.48	13.19
乙	58	9.29	-11.28	4.49	8.23

[0087] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其进行限制,本领域的普通技术人员可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明的精神和范围,本发明的保护范围应以权利要求书所述为准。

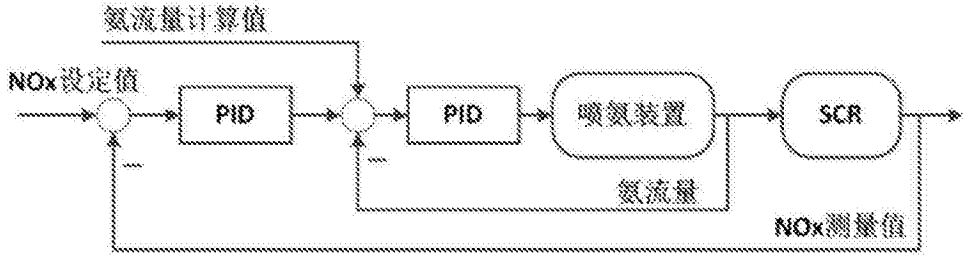


图1

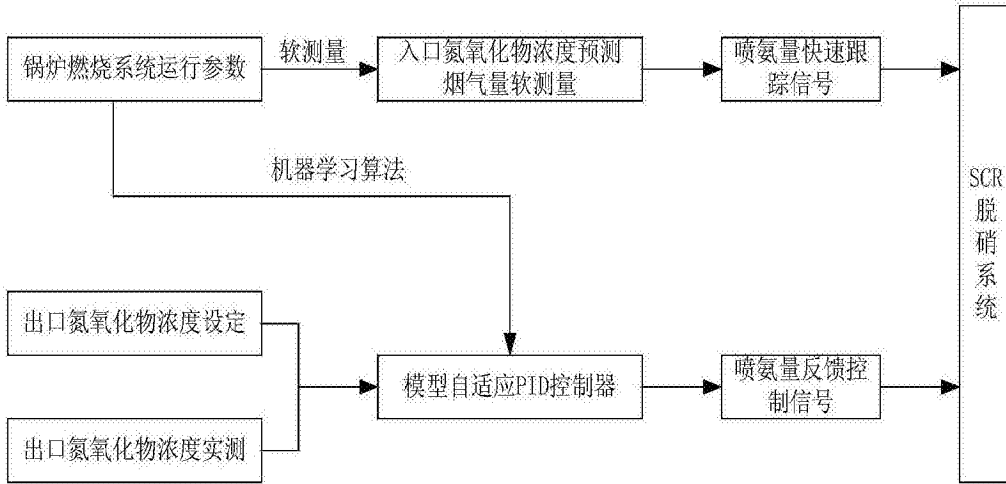


图2

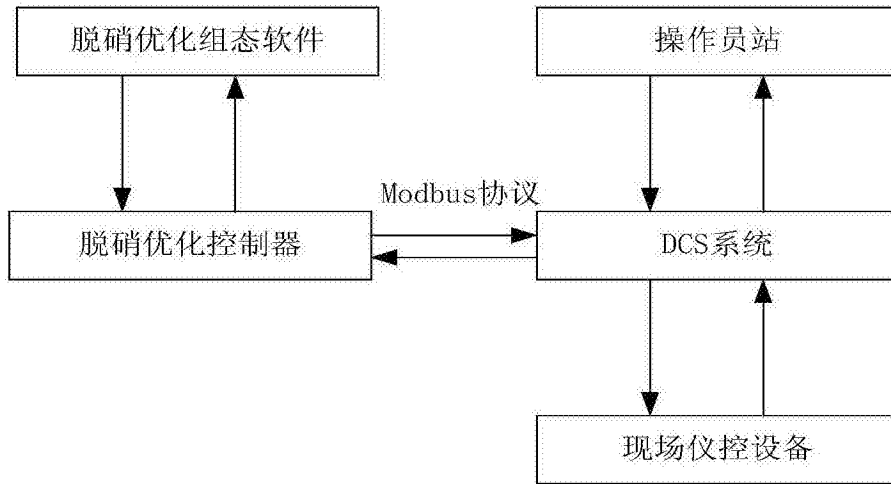


图3