



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102799748 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201210291386. 7

(22) 申请日 2012. 08. 15

(73) 专利权人 中国科学院自动化研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号

(72) 发明人 赵冬斌 王滨 刘德荣 魏庆来
朱圆恒 苏永生

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006. 01)

C10J 3/48(2006. 01)

(56) 对比文件

赵冬斌等. 煤气化炉的仿真系统开发.《系统仿真学报》. 2005, 第 17 卷(第 5 期), 1258-1260.

赵冬斌等. 煤气化炉的仿真系统开发.《系统仿真学报》. 2005, 第 17 卷(第 5 期), 1258-1260.

审查员 胡丽丽

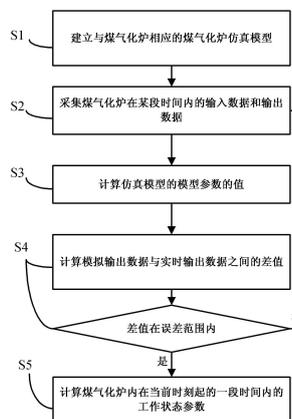
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

煤气化炉的控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种煤气化炉的控制方法,该方法包括依次执行的如下步骤:S1、建立与煤气化炉相应的煤气化炉仿真模型,该仿真模型包含若干模型参数;S2、采集煤气化炉在某段时间内的输入数据和输出数据,所述输入数据和输出数据是指煤气化炉的输入、输出物质的成分与含量以及各项工作参数;S3、根据所采集的输入数据和输出数据,计算仿真模型的模型参数的值;S4、采集煤所化炉的实时输入数据和实时输出数据,通过仿真模型计算模拟输出数据与实时输出数据之间的差值,当该差值不在误差范围时,返回步骤S2,否则继续下一步骤;S5、利用仿真模型计算煤气化炉内在当前时刻起的一段时间内的工作状态参数,据此监控和调节煤气化炉的工作状态。本发明能够高效、实时、精确地调整和监控煤气化炉。



1. 一种煤气化炉的控制方法,其特征在于,包括依次执行的如下步骤:

S1、建立与煤气化炉相应的煤气化炉仿真模型:原料为水煤浆,水煤浆由干煤和水组成,原料的成分包括元素 C、H、O、N、S、灰分和水;生成物为粗煤气,其中包含 CO、CO₂、CH₄、H₂、H₂O、H₂S、N₂;煤气化炉内发生的化学反应为 C+1/2O₂ = CO、CO+1/2O₂ = CO₂、C+2H₂ = CH₄、CO+H₂O = CO₂+H₂、CO+3H₂ = CH₄+H₂O;元素碳的转化率为 U, U 满足 $lg(100-U) = a_0+a_1R_{oc}$, $U = (N_c-n_c)/N_c \times 100$, 其中 a₀ 和 a₁ 是未知的参数, R_{oc} 是原料的氧碳比, N_c 和 n_c 分别为原料的干煤中元素 C 的摩尔量和生成物中 C 的摩尔量;原料中的大部分 S 转化为 H₂S, 其余部分 S 转化为 COS, 且 H₂S 的转化率为 a_s;生成物中 CH₄ 的摩尔量与反应温度成反比关系, 即 $n_{CH_4} = a_2 \exp(a_3 T(t))$, 其中 $T(t) = T_0(t) \times k$, T(t) 为反应温度, t 为反应时刻, T₀(t) 为煤气化炉的出口温度, k、a₂ 和 a₃ 为未知的参数;原料中干煤的 H 全部转换为 H₂ 和 H₂S;反应 CO+H₂O = CO₂+H₂ 的平衡常数为 K, $K = n_{H_2} n_{CO_2} / n_{CO} n_{H_2O} = a_4 \exp(a_5 / T(t))$, 其中 n_{H₂}、n_{CO₂}、n_{CO}、n_{H₂O} 分别为 H₂、CO₂、CO、H₂O 的摩尔量, a₄ 和 a₅ 是未知的参数;

S2、采集煤气化炉在某段时间内的输入数据和输出数据,所述输入数据和输出数据是指煤气化炉的输入、输出物质的成分与含量以及各项工作状态参数;

S3、根据所采集的输入数据和输出数据,计算仿真模型的所述参数 a₀、a₁、k、a₂、a₃、a₄、a₅ 的值和水蒸气比热的值;

S4、采集煤所化炉的实时输入数据和实时输出数据,通过仿真模型计算模拟输出数据与实时输出数据之间的差值,当该差值不在误差范围时,返回步骤 S2, 否则继续下一步骤;

S5、利用仿真模型计算煤气化炉内在当前时刻起的一段时间内的所述工作状态参数,监控和调节煤气化炉的工作状态。

2. 如权利要求 1 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,所采集的输入数据和输出数据为:

输入数据:水煤浆的流量 C_w 和浓度 C_r, 或者干煤的流量 C_d 和水蒸气流 W_g;氧气流量 N_{ox}; 炉内气化压力 P;

输出数据:生成物中粗煤气输出的总摩尔量 n_g, 生成物中各组分的摩尔量。

3. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,模型参数 CO、CO₂、H₂、H₂O、H₂S、N₂ 的含量的计算方法如下:

$$N_{CO} = N_c - n_c - n_{CH_4}$$

$$N_{CO_2} = 2N_0 - 2N_{CO}$$

$$N_{H_2} = 2N_H - n_{H_2S} - 0.5n_{CH_4}$$

$$n_{H_2S} = a_s \times N_S$$

$$n_{COS} = (1-a_s) \times N_S,$$

其中 N_{*} 为各个输入组分的摩尔量,* 表示成分;n_g 为粗煤气输出的总摩尔量,n_{*} 为生成物的各组分的摩尔量。

4. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,参数 a₀、a₁ 的计算方法为:根据式 $lg(100-U) = a_0+a_1R_{oc}$ 并根据实际的两点或多点数据进行。

5. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,参数 k 的值由当前煤气化炉的反应温度与出口温度的比值得到。

6. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,参数 a_2 和 a_3 的值根据式 $n_{CH_4} = a_2 \exp(a_3 T(t))$ 、实际的 n_{CH_4} 的摩尔量、实际反应温度 $T(t)$ 得到。

7. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,参数 a_4 和 a_5 根据多个点的数据,以及式 $K = n_{H_2} n_{CO_2} / n_{CO} n_{H_2O} = a_4 \exp(a_5 / T(t))$ 进行计算。

8. 如权利要求 2 所述的煤气化炉的控制方法,其特征在于,在步骤 S3 中,模型参数中水蒸气比热的计算方法如下:

在各个特定温度点之间的比热值,通过下式计算:

$C_{pw} = C_{p1} + (C_{p2} - C_{p1}) / (T_2 - T_1) \times (T - T_1)$, 其中 C_{pw} 为当前时刻温度 T 下水蒸气的比热, C_{p1} 和 C_{p2} 是两个特定温度点 T_1 和 T_2 下水蒸气的比热。

煤气化炉的控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤气化炉技术领域,具体涉及煤气化炉的控制方法,特别是一种通过煤气化炉的仿真模型来控制煤气化炉的方法,该仿真模型是基于机理建模和基于数据的智能辨识相结合的。

背景技术

[0002] 煤气化炉也称水煤浆煤气化炉,其以水煤浆为原料,氧气为气化剂,工作压力较大,属于加压喷流床煤气化炉。其工作过程:水煤浆通过喷嘴被高速、高压的氧气流破碎、雾化喷入煤气化炉。雾状水煤浆和氧气在煤气炉内受到耐火衬的高温辐射作用,经过预热、水分蒸发、煤的干馏、挥发物的裂解燃烧以及碳的气化等一系列复杂物理化学过程,最终生成以氢气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢和水蒸气为主要组分的粗煤气以及煤渣。粗煤气进入煤气冷却和净化装置。煤渣顺流而下,离开反应区,进入煤气化炉底部急冷室水浴、淬冷、固化后进入渣罐,由排渣系统定时排放。

[0003] 煤气化炉是将煤转为煤气的重要设备,是煤制甲醇、煤气化联合循环发电等系统的基础。为确保煤气化炉系统的正常运行,一方面通过煤气化的主要工作机理分析煤气化炉的工作状态,另一方面要对操作人员进行上岗前培训,使其掌握实际系统的控制流程,避免不必要事故的发生。但在实际生产中,由于煤气化炉设备庞大复杂,反应剧烈、炉内温度高等特点,给实时测量煤气化炉出口气体组分含量和测定炉内温度制造了很大困难。因此,亟需一种能够精确估算煤气化炉内的各项参数,并根据该估算结果来控制煤气化炉工作状态。

发明内容

[0004] (一) 要解决的技术问题

[0005] 本发明所要解决的技术问题是通过建立煤气化炉的仿真模型,以精确控制煤气化炉的工作状态。

[0006] (二) 技术方案

[0007] 本发明基于煤气化生产过程的反应动力学和反应热力学原理,建立煤气化炉的仿真机理模型,并根据实际生产数据对模型参数进行智能优化辨识,最终将模型用于指导实际系统优化,实现系统行为的预测。

[0008] 具体来说,本发明提出一种煤气化炉的控制方法,其包括依次执行的如下步骤:
S1、建立与煤气化炉相应的煤气化炉仿真模型,该仿真模型包含若干模型参数;
S2、采集煤气化炉在某段时间内的输入数据和输出数据,所述输入数据和输出数据是指煤气化炉的输入、输出物质的成分与含量以及各项工作参数;
S3、根据所采集的输入数据和输出数据,计算仿真模型的模型参数的值;
S4、采集煤所化炉的实时输入数据和实时输出数据,通过仿真模型计算模拟输出数据与实时输出数据之间的差值,当该差值不在误差范围时,返回步骤S2,否则继续下一步骤;
S5、利用仿真模型计算煤气化炉内在当前时刻起的一段时间内的工

作状态参数,监控和调节煤气化炉的工作状态。

[0009] (三)有益效果

[0010] 本发明根据基于机理的模型能够精确地仿真煤气化炉,并通过该模型预测煤气化炉一段时间内的工作状态,从而能够高效、实时、精确地调整和监控煤气化炉。

附图说明

[0011] 图 1 是煤气化炉的结构示意图;

[0012] 图 2 是本发明的煤气化炉的控制方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0014] 图 1 是煤气化炉的结构示意图。如图所示,煤气化炉 1 包括进料口 2 和煤气出口 3,水煤浆和氧气从进料口 2 进入煤气化炉 1 后,在一定温度和压力下,经过一系列复杂的化学反应,生成以 CO 、 CO_2 、 H_2 为主要成分的粗煤气,并从煤气出口 3 排出。需说明的是,该图 1 只是示意性的简图,实际的煤气化炉还包括其它各个工作部件,例如排渣口等,但其皆为本领域的技术人员熟知,并且不影响本发明的控制方法,因此在此不加赘述。

[0015] 本发明的煤气化炉的控制方法包括依次执行的如下步骤:

[0016] S1、建立与煤气化炉相应的煤气化炉仿真模型,该仿真模型包含若干模型参数;

[0017] S2、采集煤气化炉在某段时间内的输入数据和输出数据,所述输入数据和输出数据是指煤气化炉的输入、输出物质的成分与含量以及各项工作参数;

[0018] S3、根据所采集的输入数据和输出数据,计算仿真模型的模型参数的值;

[0019] S4、采集煤所化炉的实时输入数据和实时输出数据,通过仿真模型计算模拟输出数据与实时输出数据之间的差值,当该差值不在误差范围时,返回步骤 S2,否则继续下一步骤;

[0020] S5、利用仿真模型计算煤气化炉内在当前时刻起的一段时间内的工作状态参数,据此监控和调节煤气化炉的工作状态。

[0021] 下面分别介绍上述各个步骤。

[0022] S1、建立与煤气化炉相应的煤气化炉仿真模型,该仿真模型包含若干模型参数。

[0023] 本发明的煤气化炉仿真模型是基于机理的建模,就是根据煤气化反应过程的化学反应方程,按照质量平衡、能量平衡和化学反应平衡,进行相应的物料衡算,建立煤气化过程的数学模型。

[0024] 根据煤气化过程反应动力学和热力学原理,严格遵照质量平衡、能量平衡、化学反应平衡,用一组数学方程来描述煤气化炉的状态。稳态建模具体描述如下:假定煤的成分是 C、H、O、N、S 等元素以及灰分和水分,要求计算生成气中的 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 H_2 、 H_2O 、 H_2S 、 N_2 等的含量,煤气总量以及消耗量等。

[0025] 煤气化过程中,煤气化炉 1 的进料口 2 的进料为水煤浆和氧气,煤气出口 3 输出粗煤气。水煤浆和氧气进入煤气化炉 1 后,在一定温度和压力下,经过一系列复杂的化学反应,生成以 CO 、 CO_2 、 H_2 为主要成分的粗煤气。

[0026] 煤气化炉模型中主要考虑的化学反应如下：

[0027] (1) 部分氧化



[0029] (2) 过量氧化



[0031] (3) 加氢气化



[0033] (4) 变换反应



[0035] (5) 甲烷化反应



[0037] 1) 质量衡算

[0038] 根据煤气化反应的化学反应方程式,依据质量守恒原理,推导反应中各化学元素的质量平衡等式,如 C、H、O、N、S 等元素的摩尔守恒方程式。同时,根据煤气化炉的工艺参数:水煤浆流量 C_w 和浓度 C_r (或干煤流量 C_d 和水蒸汽流 W_g)、氧气流量 N_{O_x} 、氧碳比 R_{O_c} 、炉内气化压力 P 等,可以计算出煤气化炉出口粗煤气输出的总摩尔量或质量流量,相应的计算出生成物的各组分的摩尔量或质量,如 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 H_2 、 H_2O 、 H_2S 、 N_2 等的含量。

[0039] 干煤的各个组分的质量百分含量表示为 Y_* , N_* 为各个输入组分的摩尔量, n_g 为粗煤气 13 输出的总摩尔量, n_* 为生成物的各组分的摩尔量。通过下式将实际系统的工艺参数转换为以下模型所需的工艺参数。

[0040] $C_d = C_w C_r$

[0041] $W_g = C_w (1 - C_r)$

[0042] $N_C = C_d Y_C / 12.011$

[0043] $N_{O_2} = C_d Y_{O_2} / 32.0 + W_g / (18.016 \times 2)$

[0044] $N_{H_2} = C_d Y_{H_2} / 2.016 + W_g / 18.016$

[0045] $N_{H_2} = N_{H_2O}$

[0046] $N_{N_2} = C_d Y_{N_2} / 28.014$

[0047] $N_S = C_d Y_S / 32.066$

[0048] 根据质量守恒,有如下等式存在

[0049] $N_C = n_{CO} + n_{CO_2} + n_{CH_4} + n_{COS} + n_C$

[0050] $N_O = n_{CO} + 0.5n_{CO_2} + n_{COS} + n_{H_2O}$

[0051] $N_O = 2N_{O_2} + 2N_{O_x}$

[0052] $N_H = 0.5n_{H_2} + 0.25n_{CH_4} + 0.5n_{H_2S} + 0.5n_{H_2O}$

[0053] $N_H = 2N_{H_2}$

[0054] $N_N = 0.5n_{N_2}$

[0055] $N_S = n_{H_2S} + n_{COS}$

[0056] 因此,建模过程中质量计算的目的是计算出上式中的 n_* ,一共 8 个未知数, n_{N_2} 可

以直接得到,不包括在内。

[0057] 煤气化炉中煤不可能全部燃烧,会有少许残碳剩余。碳的转化率 U 取决于原料的氧碳比 R_{oc} ,用以下函数表示

$$[0058] \quad \lg(100-U) = a_0 + a_1 R_{oc}, U = (N_c - n_c) / N_c \times 100$$

[0059] 其中 a_0 和 a_1 的值是需要计算的参数(即本发明的方法中需要确定具体参数值)。具体计算方法将在下而基于数据的智能辨识详细介绍。

[0060] 因此,可以由上式计算得到 n_c 。

[0061] 煤气化炉中 H_2S 和 COS 变化范围不大,根据经验可假设煤中大部分的 S 转化为 H_2S ,其余部分的硫转化为 COS 。假设 H_2S 的转化率为 a_s ,则

$$[0062] \quad n_{H_2S} = a_s \times N_s$$

$$[0063] \quad n_{COS} = (1 - a_s) \times N_s$$

[0064] 甲烷化反应(5)中生成物中 CH_4 的量可以认为与反应温度成反比关系,

$$[0065] \quad n_{CH_4} = a_2 \exp(a_3 T(t))$$

[0066] 为了计算 n_{CH_4} ,还需要反应温度 $T(t)$,我们可以假定为一个常值,或与出口温度成比例的一个值。

$$[0067] \quad T(t) = T_o(t) \times k$$

[0068] 其中 $T_o(t)$ 为煤气化炉出口温度, k 是需要计算的参数, t 为反应时刻。

[0069] 同样, k 、 a_2 和 a_3 的数值也是需要计算的参数。

[0070] 剩余的 C ,用来和氧气 O_2 燃烧生成 CO ,如反应式(1)所示,则 CO 的量为

$$[0071] \quad N_{CO} = N_c - n_c - n_{CH_4}$$

[0072] 若 O_2 过量,则继续产生 CO_2 ,如反应式(2)所示,因此,

$$[0073] \quad N_{CO_2} = 2N_o - 2N_{CO}$$

[0074] 假设煤中的 H 全部转换为 H_2 和 H_2S ,则生成的 H_2 含量为

$$[0075] \quad N_{H_2} = 2N_H - n_{H_2S} - 0.5n_{CH_4}$$

[0076] 上述 CO 、 CO_2 和 H_2 的量指的是前 3 个化学反应后生成的物质的量,我们最后根据变换反应式(4)来确定模型输出的 n_{H_2} 、 n_{H_2O} 、 n_{CO} 和 n_{CO_2} 的含量,该化学反应的转换率即平衡常数 K 的表达式如下,

$$[0077] \quad K = n_{H_2} n_{CO_2} / n_{CO} n_{H_2O} = a_4 \exp(a_5 / T(t))$$

[0078] 上述表达式中所涉及的参数 a_4 和 a_5 是需要计算的参数,另外,变换反应强烈的依赖于温度,变换反应的温度可表示为,

$$[0079] \quad t(t) = T_o(t) \times k$$

[0080] 其中 $T_o(t)$ 为煤气化炉出口温度, k 是需要计算的参数。

[0081] 令 $x = n_{H_2O} - N_{H_2O}$,则 $n_{H_2} = N_{H_2} - x$, $n_{CO_2} = N_{CO_2} - x$, $n_{CO} = N_{CO} + x$,将此四个等式代入变换反应的转换率公式,可以得到关于 x 的一元二次方程,很容易求得两个解,再根据约束条件,如 $x > 0$, $x < N_{H_2}$, $x < N_{CO_2}$,确定出唯一的一个解。

[0082] 2) 热量衡算

[0083] 遵循能量守恒原理,根据煤气化过程中各化学反应的吸热放热量,计算整个气化过程中反应的热量平衡。认为在煤气化炉内的化学反应过程产生的热量 Q_r 一方面使物料升温 Q_t ,另一方面由煤气化炉本身吸收、或称为散热 Q_d 。在煤气化反应中, Q_t 指为进口物料

水煤浆和氧气从入口温度 T_i 上升到出口温度 T_o 所吸收的热量。

[0084] 则有如下等式

$$[0085] \quad Q_r = Q_t + Q_d$$

[0086] 其中 Q_r 和 Q_t 的表达式如下

$$[0087] \quad Q_r = \sum n * \Delta H$$

[0088] 式中 n 为反应物的物质的量, ΔH 为反应的热焓。

$$[0089] \quad Q_t = \sum m * C_p * (T_o - T_i)$$

[0090] 式中 m 为输入的物料质量, C_p 为物料的比热。

[0091] Q_t 指为进口物料水煤浆 11 和氧气 12 从入口温度 T_i 上升到出口温度 T_o 所吸收的热量。散热 Q_d 所占总热量的比例可以根据设计数据、通过计算方法得到。

[0092] 3) 煤气化炉温度动态变化

[0093] 假设当前的温度为 $T_o(t)$, 煤气化炉温的下一时刻的温度为 $T_o(t+1)$, 则有

$$[0094] \quad \Delta T = T_o(t+1) - T_o(t) = (Q_r - Q_t - Q_d) / C_f$$

[0095] 煤气化炉的热量衡算采用迭代算法。若上式右端不等于零, 则煤气化炉温度处于变化更新状态, 直至温度变化量为零。

[0096] S2、采集煤气化炉在某段时间内的输入数据和输出数据, 所述输入数据和输出数据是指煤气化炉的输入、输出物质的成分与含量以及各项工作参数。

[0097] 该步骤采集实际生产现场的煤气化炉的输入和输出数据, 包括水煤浆、氧气和粗煤气, 以及煤气化炉的温度 T 和压力 P 。利用实际生产现场的流量、温度、压力传感器, 采集一段时间内的流量、温度、压力等数据, 将采集到的一段时间内的数据传输到远端计算机, 通过通讯接口将输入数据输入到模型中, 用作模型参数值的计算。

[0098] S3、根据所采集的输入数据和输出数据, 计算仿真模型的模型参数的值。

[0099] 根据所采集的输入数据和输出数据, 包括水煤浆, 氧气和粗煤气的成分与含量, 对仿真模型的参数进行计算 (或称辨识)。

[0100] 1) 参数 a_0 和 a_1 的计算

[0101] 已知 R_{oc} 根据式 $lg(100-U) = a_0 + a_1 R_{oc}$ 进行计算, a_0 和 a_1 的值可以根据实际的两点或多点数据进行计算, 即通过数据回归方法如最小二乘法等加以推断。也可以根据特定参数经验值加以估算, 例如先给定 a_0 的值, 再根据实际的一点数据计算 a_1 。

[0102] 2) 参数 k 、 a_2 和 a_3 的计算

[0103] 参数 a_2 和 a_3 可以从化工热力学手册中查到, 也可根据多个点的式 $n_{CH_4} = a_2 \exp(a_3 T(t))$ 、实际的 n_{CH_4} 的摩尔量、实际反应温度 $T(t)$ 得到。根据实际的两点或多点数据进行计算, 即通过数据回归方法如最小二乘法等加以推断; 也可以根据特定参数经验值加以估算, 例如先给定 a_2 的值, 根据实际的一点数据计算 a_3 。根据当前反应温度, k 的值可以由当前实际煤气化炉的反应温度与出口温度的比值得到。为更好的拟合出 a_2 和 a_3 的值, 可以采用人工神经网络的方法进行逼近。神经网络的构造采用最基本的三层前向网络结构。输入为参数所在公式中其他已知量, 输出为参数的近似值。

[0104] 3) 参数 a_4 和 a_5 的计算

[0105] a_4 和 a_5 也可以从化工热力学手册中查到, 或者参数 a_4 和 a_5 可根据多个点的数据, 以及式 $K = n_{H_2} n_{CO_2} / n_{CO} n_{H_2O} = a_4 \exp(a_5 / T(t))$ 进行计算, 即通过数据回归方法如最小二乘法

等加以推断;也可以根据特定参数经验值加以估算,例如先给定 a_4 的值,根据实际的一点数据计算 a_5 。

[0106] 4) 水蒸气比热的计算

[0107] 由于煤气化炉 1 的温度变化范围较大,导致水的比热变化也比较大,故采用了分段拟合的方式,在不同温度点,给予不同的水的比热。其中,各特定温度点的比热值可以通过化工热力学手册查询。在各个特定温度点之间的比热值,通过下式计算,

$$[0108] \quad C_{pw} = C_{p1} + (C_{p2} - C_{p1}) / (T_2 - T_1) \times (T - T_1)$$

[0109] 式中, C_{pw} 为当前时刻温度 T 下水蒸气的比热, C_{p1} 和 C_{p2} 是两个特定温度点 T_1 和 T_2 下水蒸气的比热。为更好的拟合出水蒸气的比热,可以采用人工神经网络的方法进行逼近。神经网络的构造采用最基本的三层前向网络结构。输入为参数所在公式中其他已知量,输出为参数的近似值。

[0110] S4、采集煤所化炉的实时输入数据和实时输出数据,通过仿真模型计算模拟输出数据与实时输出数据之间的差值,当该差值不在误差范围时,返回步骤 S2,否则继续下一步骤。

[0111] 根据实时输入数据和实时输出数据,计算实际输出 F_{13} 与模型输出 F'_{13} 之间的误差。将采集到的实时输入数据输入到模型中,得到模型输出 F'_{13} ,计算实际输出 F_{13} 与模型输出 F'_{13} 之间的误差。误差定义为

$$[0112] \quad e = |F_{13} - F'_{13}|$$

[0113] 判断该误差是否满足给定的误差范围。若误差不能满足给定范围,则返回到步骤 S2,重复步骤 S2、S3 和 S4,继续计算并调整模型参数,直至所述误差满足给定的误差范围。

[0114] S5、根据实时输入数据,利用仿真模型计算煤气化炉内在当前时刻起的一段时间内的工作状态参数,据此监控和调节煤气化炉的工作状态。

[0115] 当计算得到了煤气化炉的模型参数时,煤气化炉的模型得以建立,该模型能够精确地模拟煤气化炉的实时工作状态,由此,可以根据该模型对实际的煤气化炉进行实时监控和工作状态的调节。例如,当该模型根据实时输入的数据计算该时刻起 10 分钟内煤气化炉的工作状态,对可能出现的异常情况作出预测,由此对实际的煤气化炉的输入数据进行修正,起到优化煤气化炉工作状态的作用。

[0116] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

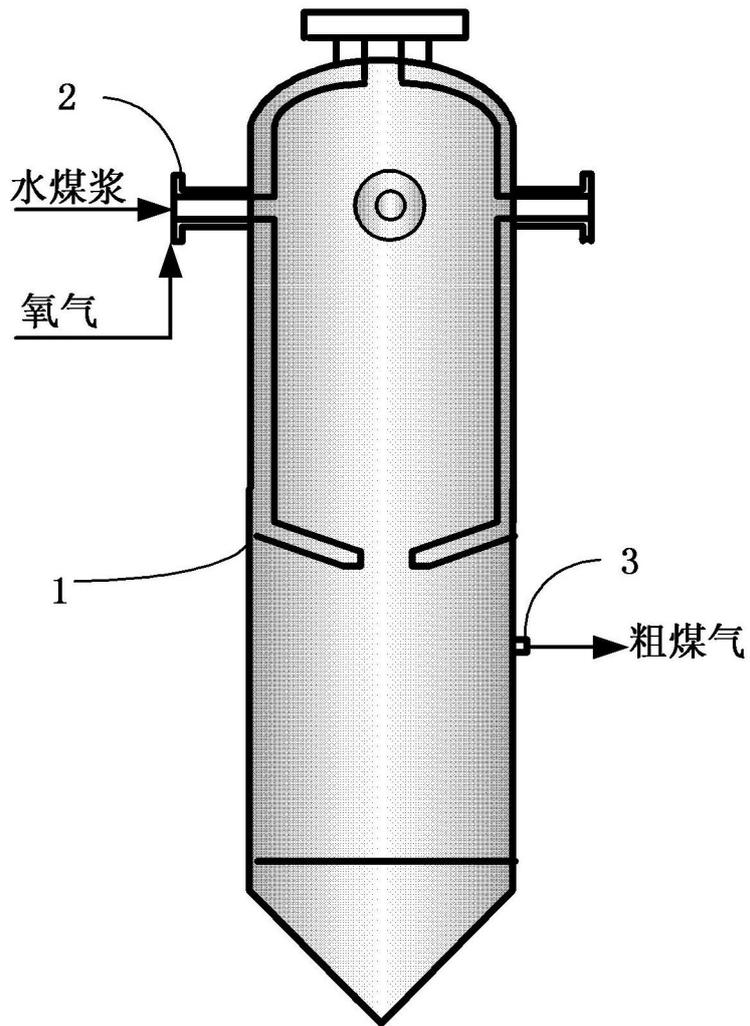


图 1

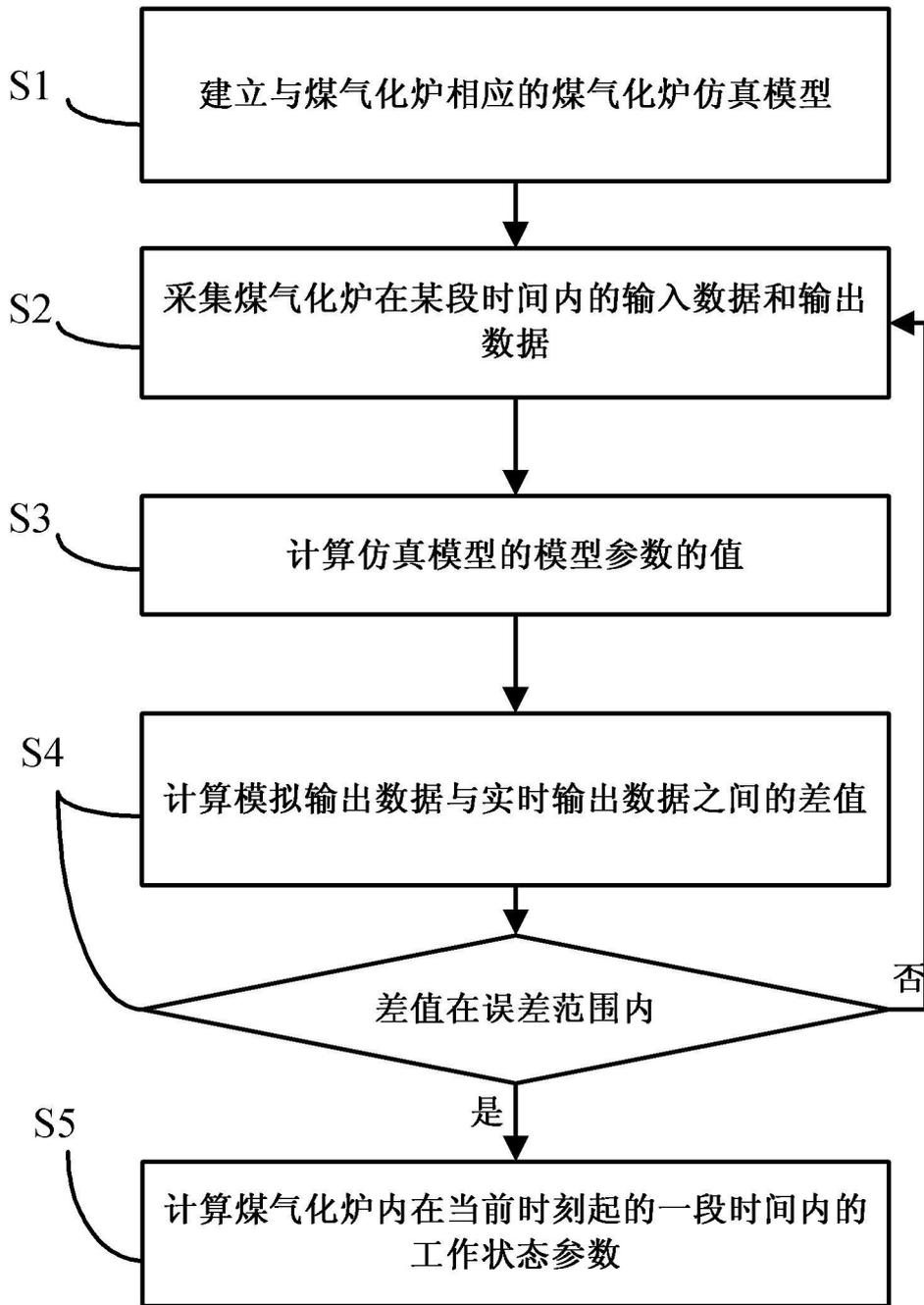


图 2