(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 17 日 (17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/181679 A1

(51) 国际专利分类号:
G05B 13/02 (2006.01) *F23N 1/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/092431

(22) 国际申请日: 2019 年 6 月 22 日 (22.06.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910189042.7 2019年3月13日 (13.03.2019) CN

(71) 申请人: 西 安 交 通 大 学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号刘明, Shaanxi 710049 (CN)。

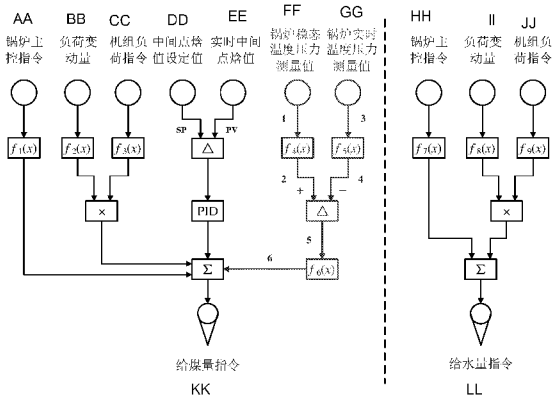
(72) 发明人: 刘明(LIU, Ming); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号刘明, Shaanxi 710049 (CN)。 赵永亮(ZHAO, Yongliang); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号赵永亮, Shaanxi 710049 (CN)。 严俊杰(YAN, Junjie); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号严俊杰, Shaanxi 710049 (CN)。 种道彤(CHONG, Daotong); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号种道彤, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西 安 智 大 知 识 产 权 代 理 事 务 所 (XI'AN CYDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中 国 陕 西 省 西 安 市 曲 江 新 区 雁 翔 路 3269 号 旺 座 曲 江 L 座 1801 何 会 侠, Shaanxi 710061 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** CONTROL METHOD FOR TRANSIENT VARYING LOAD COAL SUPPLY QUANTITY CONSIDERING EXERGY STORAGE MODIFICATION OF COAL-FIRED BOILER

(54) **发明名称:** 一种计及燃煤锅炉蓄㶲修正的瞬态变负荷给煤量控制方法



AA	Boiler main control instruction
BB	Load variation
CC	Unit load instruction
DD	Intermediate point enthalpy set value
EE	Real time intermediate point enthalpy value
FF	Steady-state boiler temperature and pressure measurement value
GG	Real time boiler temperate and pressure measurement value
HH	Boiler main control instruction
II	Load variation
JJ	Unit load instruction
KK	Coal supply quantity instruction
LL	Water supply quantity instruction

图 1

(57) **Abstract:** The present invention discloses a control method for transient varying load coal supply quantity considering exergy storage modification of a coal-fired boiler. The method comprises: measuring and recording in real time the working medium of a coal-fired boiler system and the temperature and pressure of the metal heating surface for conversion into exergy storage capacities at different operating load points; comparing, during the transient operating process, the real time exergy storage capacity of the boiler system with the exergy storage capacity of the corresponding steady-state load point so as to obtain a real time exergy storage variable; and then superposing the feedforward control signal for inputting coal supply quantity to the existing boiler coal supply quantity instruction so as to finally produce a boiler coal supply quantity signal based on the boiler exergy storage modification. The method according to the present invention performs feedforward modification to the coal supply quantity at the boiler inlet using the boiler exergy storage difference during transient process to realize dynamic accurate control of the coal quantity at the inlet, thereby guaranteeing the stability of the parameters of each thermal devices, weakening the function of thermal inertia and time delay, and greatly increasing the operating flexibility of the coal-fired generator unit during transient process as well as balancing economic efficiency and safety.

WO 2020/181679 A1

[见续页]

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明：

— 关于发明人身份(细则4.17(i))
— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明公开了一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法，通过实时对燃煤机组锅炉系统的工质和金属受热面的温度和压力进行测量和记录，并换算成不同运行负荷点的蓄烟量；在瞬态运行过程中，将锅炉系统的实时蓄烟量与对应稳态负荷点的蓄烟量进行对比，得到实时蓄烟变化量，进而将给煤量输入的前馈控制信号叠加到现有锅炉给煤量指令中，最终产生基于锅炉蓄烟修正的锅炉给煤量信号。本发明方法利用瞬态过程锅炉部分蓄烟偏差对锅炉入口的给煤量进行前馈修正，从而实现对入口煤量的动态精准控制，保证各热力设备参数稳定，削弱热惯性和延时的作用，从而在兼顾经济性和安全性的基础上大幅度地提高燃煤发电机组瞬态过程的运行灵活性。

一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法

技术领域

本发明属于火电厂热工控制技术领域，具体涉及一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法。

背景技术

当前我国的电力系统结构中，可再生能源发电装机容量已达到总发电装机容量的三分之一以上，其中风电、太阳能发电装机总量均居世界首位。但是，由于风能、太阳能等间歇性能源大规模的并网发电，加剧了电网的波动，同时降低了电网系统的调峰容量比，造成我国可再生能源发电消纳困难，部分地区弃风、弃光问题严重。为有效消纳可再生能源发电，需要以燃煤为主的化石能源电站，提高变负荷的幅度与速率，即提升运行灵活性。然而，燃煤发电机组在频繁变负荷过程中，由于锅炉部分存在非线性、大惯性、大时滞的问题，一方面，如果锅炉部分的储热不能有效释放，会造成重要金属受热面的超温，对机组安全性产生影响，且多加入的煤量导致经济性较差；另一方面，如果锅炉部分的储热不能有效存储，必然会导致参数品味不高，经济性较差。因此，如何实现燃煤电站热力系统中能量的高效、安全和灵活转化成为制约我国电力行业进一步低碳化、清洁化发展的瓶颈问题。

发明内容

本发明正是着眼于燃煤机组参与运行灵活性调节的瞬态变负荷过程，对现有燃煤机组的锅炉水煤比控制策略进行修正，力求从瞬态变负荷中储热充放的本质-蓄烟出发，解决燃煤机组遇到的灵活、安全和经济性相矛盾的问题；提供一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法，该方法可以根据锅炉系统稳态和变负荷瞬态过程的蓄烟变化量，对锅炉入口的给煤量进行前馈调节，从而实现对入口煤量的动态精准控制，保证各热力设备参数稳定，提高机组出口参数品味，削弱储热惯性和延时的作用，从而大幅度提升

系统经济性和安全性；

本发明解决其技术问题采用的技术方案是：

一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法，根据稳态和瞬态变负荷过程燃煤机组锅炉系统的蓄烟变化量，作为锅炉主汽温控制的前馈信号，来修正瞬态变负荷过程中的锅炉给煤量；具体步骤如下：

(一) 获取燃煤机组锅炉系统各设备的蓄烟量

对于编号 i 的锅炉过热器，通过压力传感器获得锅炉过热器 i 内工质的压力 $P_{s,i}$，通过温度传感器得到锅炉过热器 i 的工质温度 $T_{s,i}$ 和金属受热面的温度 $T_{w,i}$，进而查水和蒸汽性质计算表即能够求取锅炉过热器 i 在当前状态的总蓄烟量 Ex_i，总蓄烟值 Ex_i 包含工质和金属受热面两部分蓄烟量：

$$Ex_i = Ex_{s,i} + Ex_{m,i}$$

$$Ex_{s,i} = M_s \cdot \left[u(P_{s,i}, T_{s,i}) - u_0 - T_0 \cdot \left(s(P_{s,i}, T_{s,i}) - s_0 \right) \right]$$

$$Ex_{m,i} = M_m \cdot C_m \left[T_{m,i} - T_0 - T_0 \cdot \ln(T_{m,i} / T_0) \right]$$

式中：$Ex_{s,i}$ 和 $Ex_{m,i}$ 分别为锅炉过热器 i 内的工质和金属受热面的蓄烟量，kJ；M_s 和 M_m 分别为过热器 i 内的工质和金属受热面的质量，kg；T_0 为环境温度，K；u_0 为环境温度、环境压力对应下的焓值，kJ/kg；s_0 为环境温度、环境压力对应下的熵值，kJ/(kg·K)；$u(P_{s,i}, T_{s,i})$ 为工质压力 $P_{s,i}$ 和工质温度 $T_{s,i}$ 计算得到的工质热力学能，kJ；$s(P_{s,i}, T_{s,i})$ 为工质压力 $P_{s,i}$ 和工质温度 $T_{s,i}$ 计算得到的工质熵值，kJ/(kg·K)；C_m 为过热器 i 金属受热面的比热容，kJ/(kg·K)；$T_{m,i}$ 为过热器 i 金属受热面的平均温度，K；

锅炉系统是由众多热力设备组成，故锅炉系统总蓄烟量 Ex 为各个热力设备中蓄烟量之和：

$$Ex = \sum_{i=1}^{n} Ex_i$$

式中：Ex 为锅炉总蓄烟量；n 为锅炉系统热力设备总数量；

(二) 获得燃煤机组锅炉系统瞬态变负荷过程实时蓄烟变化量

首先，根据锅炉系统在各个稳态负荷点运行时，各个热力设备温度、压

力数据，获得锅炉系统的稳态蓄烟量 Ex_0；而在燃煤机组瞬态运行过程中，根据实时测量得到的各个热力设备温度和压力数据，获得锅炉系统实时蓄烟量 Ex_1，则在比较器中即能够获得锅炉系统实时蓄烟变化量ΔEx：

$$\Delta Ex = Ex_0 - Ex_1$$

(三) 产生基于锅炉蓄烟变化量的前馈控制信号

根据计算得到的锅炉系统实时蓄烟变化量ΔEx，获得给煤量输入的前馈控制信号：

$$\Delta B = \Delta Ex \cdot \xi$$

式中：ΔB 为给煤量输入的前馈控制信号； ξ 为转换系数；

(四) 对变负荷过程中的锅炉给煤量进行修正

将给煤量输入的前馈控制信号ΔB，叠加到未进行修正的锅炉给煤量指令 B 中，最终产生基于锅炉蓄烟修正的锅炉给煤量信号 B'：

$B' = B + \Delta B$ 。

优选的，升负荷过程中，锅炉系统的稳态蓄烟量大于实时运行负荷点的蓄烟量，故转换系数 ξ 为正数，前馈控制信号实现加速加煤的动作，保证机组出口蒸汽参数维持在较高水平，提高了机组的经济性；降负荷过程中，锅炉系统的稳态蓄烟量小于实时运行负荷点的蓄烟量，故转换系数 ξ 为负数，前馈信号实现减缓加煤的动作，保证机组各设备和出口蒸汽参数不至于超温，提高了机组的安全性。

和现有技术相比较，本发明具有如下优点：

1、本发明基于热力学第二定律，从能量传递的本质角度出发，实时跟踪燃煤机组锅炉系统的蓄烟量，将稳态和瞬态过程的蓄烟变化量引入到了锅炉给煤的前馈控制中，保证机组快速变负荷灵活性的基础上，有效提升系统经济性和安全性。

2、本发明实现简单，无需增加额外设备，投资低，回收周期极短。

附图说明

图 1 为锅炉给煤蓄热修正的瞬态变负荷水煤比控制逻辑。

图 2 为升负荷过程中锅炉稳态蓄烟与实时蓄烟变化趋势。

图 3 为降负荷过程中锅炉稳态蓄烟与实时蓄烟变化趋势。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

现有燃煤机组锅炉部分主要控制的目的是参与机组协调控制且保证蒸汽参数稳定。而其中水煤比是重要的控制参数，具体可通过水跟煤控制和煤跟水控制来实现。本发明对煤跟水控制逻辑进行校正。在瞬态变负荷过程中，现有的控制系统中，根据锅炉主控指令和负荷变动量首先确定给水量指令，而对于给煤量指令，首先也是根据锅炉主控指令和负荷变动量生成基本控制信号，之后根据中间点焓值差异来校正水煤比，保证锅炉出口参数的品味和稳定。

但是由于锅炉系统庞大，热力设备众多，在瞬态过程中储热的释放和存储均是大惯性超延时环节，单纯的依靠负荷指令来控制，容易造成参数品味不足或严重超温。同时，锅炉部分的储热中只有部分蓄烟量才能真正提高蒸汽参数，并最终转化为机组做功能力。所以，考虑锅炉系统在瞬态和稳态过程中的蓄烟变化量，从而将这部分蓄烟变化量作为前馈信号反映到基本煤跟水控制策略中，具体引入的控制逻辑包括，过程 1：在各稳态运行过程中，根据温度和压力测点测量得到各热力设备的温度和压力数据，将数据传递给 $f_4(x)$；过程 2：在 $f_4(x)$中计算得到各稳态负荷点的蓄烟量，拟合成函数或支撑表格形式，并将数据实时传递给比较器；过程 3：在瞬态变负荷过程中，根据实时温度和压力测点测量得到各热力设备的温度和压力数据，将数据传递给 $f_5(x)$；过程 4：在 $f_5(x)$中计算得到实时运行工况下的蓄烟量，并将数据实时传递给比较器；过程 5：在比较器中将实时运行工况下的蓄烟量与对应稳态负荷点的蓄烟量作差计算得到实时蓄烟变化量，并将该数据传递给 $f_6(x)$；过程 6：在 $f_6(x)$中将蓄烟变化量转化为锅炉煤跟水的前馈控制指令，最后叠加

到总的给煤量指令中。

图 2 说明，升负荷过程中各负荷点的锅炉稳态蓄烟要比实时蓄烟量大，经过本发明方法将前馈信号实现加速加煤的动作，保证机组出口蒸汽参数维持在较高水平，提高了机组的经济性。

图 3 说明，降负荷过程中各负荷点的锅炉稳态蓄烟要比实时蓄烟小，经过本发明方法将前馈信号实现减缓加煤的动作，保证机组各设备和出口蒸汽参数不至于超温，提高了机组的安全性。

权利要求书

1、一种计及燃煤锅炉蓄烟修正的瞬态变负荷给煤量控制方法，其特征在于，根据稳态和瞬态变负荷过程燃煤机组锅炉系统的蓄烟变化量，作为锅炉主汽温控制的前馈信号，来修正瞬态变负荷过程中的锅炉给煤量；具体步骤如下：

(一) 获取燃煤机组锅炉系统各设备的蓄烟量

对于编号 i 的锅炉过热器，通过压力传感器获得锅炉过热器 i 内工质的压力 $P_{s,i}$，通过温度传感器得到锅炉过热器 i 的工质温度 $T_{s,i}$ 和金属受热面的温度 $T_{w,i}$，进而查水和蒸汽性质计算表即能够求取锅炉过热器 i 在当前状态的总蓄烟量 Ex_i，总蓄烟值 Ex_i 包含工质和金属受热面两部分蓄烟量：

$$Ex_i = Ex_{s,i} + Ex_{m,i}$$

$$Ex_{s,i} = M_s \cdot \left[u(P_{s,i}, T_{s,i}) - u_0 - T_0 \cdot \left(s(P_{s,i}, T_{s,i}) - s_0 \right) \right]$$

$$Ex_{m,i} = M_m \cdot C_m \left[T_{m,i} - T_0 - T_0 \cdot \ln(T_{m,i} / T_0) \right]$$

式中：$Ex_{s,i}$ 和 $Ex_{m,i}$ 分别为锅炉过热器 i 内的工质和金属受热面的蓄烟量，kJ；M_s 和 M_m 分别为过热器 i 内的工质和金属受热面的质量，kg；T_0 为环境温度，K；u_0 为环境温度、环境压力对应下的焓值，kJ/kg；s_0 为环境温度、环境压力对应下的熵值，kJ/(kg·K)；$u(P_{s,i}, T_{s,i})$为工质压力 $P_{s,i}$ 和工质温度 $T_{s,i}$ 计算得到的工质热力学能，kJ；$s(P_{s,i}, T_{s,i})$为工质压力 $P_{s,i}$ 和工质温度 $T_{s,i}$ 计算得到的工质熵值，kJ/(kg·K)；C_m 为过热器 i 金属受热面的比热容，kJ/(kg·K)；$T_{m,i}$ 为过热器 i 金属受热面的平均温度，K；

锅炉系统是由众多热力设备组成，故锅炉系统总蓄烟量 Ex 为各个热力设备中蓄烟量之和：

$$Ex = \sum_{i=1}^{n} Ex_i$$

式中：Ex 为锅炉总蓄烟量；n 为锅炉系统热力设备总数量；

(二) 获得燃煤机组锅炉系统瞬态变负荷过程实时蓄烟变化量

首先，根据锅炉系统在各个稳态负荷点运行时，各个热力设备温度、压力数据，获得锅炉系统的稳态蓄㶲量 Ex_0；而在燃煤机组瞬态运行过程中，根据实时测量得到的各个热力设备温度和压力数据，获得锅炉系统实时蓄㶲量 Ex_1，则在比较器中即能够获得锅炉系统实时蓄㶲变化量ΔEx：

$$\Delta Ex = Ex_0 - Ex_1$$

(三) 产生基于锅炉蓄㶲变化量的前馈控制信号

根据计算得到的锅炉系统实时蓄㶲变化量ΔEx，获得给煤量输入的前馈控制信号：

$$\Delta B = \Delta Ex \cdot \xi$$

式中：ΔB 为给煤量输入的前馈控制信号； ξ 为转换系数；

(四) 对变负荷过程中的锅炉给煤量进行修正

将给煤量输入的前馈控制信号ΔB，叠加到未进行修正的锅炉给煤量指令 B 中，最终产生基于锅炉蓄㶲修正的锅炉给煤量信号 B'：

$B' = B + \Delta B$ 。

2、根据权利要求 1 所述的一种计及燃煤锅炉蓄㶲修正的瞬态变负荷给煤量控制方法，其特征在于，升负荷过程中，锅炉系统的稳态蓄㶲量大于实时运行负荷点的蓄㶲量，故转换系数 ξ 为正数，前馈控制信号实现加速加煤的动作，保证机组出口蒸汽参数维持在较高水平，提高了机组的经济性；降负荷过程中，锅炉系统的稳态蓄㶲量小于实时运行负荷点的蓄㶲量，故转换系数 ξ 为负数，前馈信号实现减缓加煤的动作，保证机组各设备和出口蒸汽参数不至于超温，提高了机组的安全性。

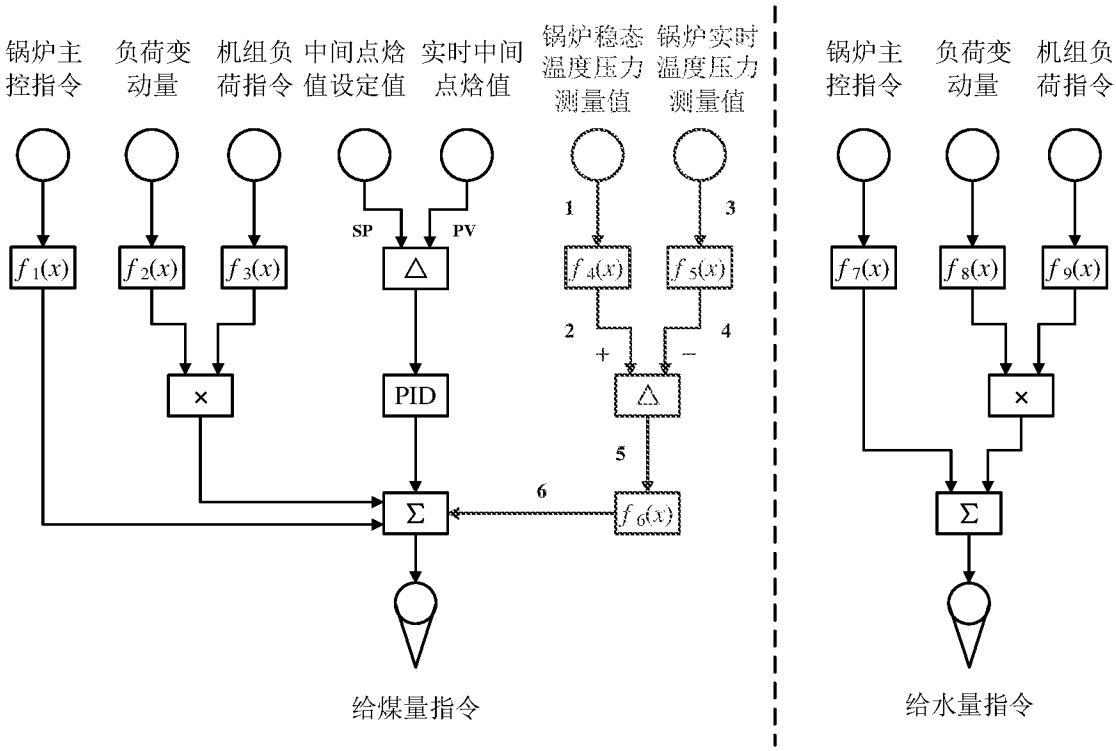

锅炉主控指令
负荷变动量
机组负荷指令
中间点焓值设定值
实时中间点焓值
锅炉稳态温度压力测量值
锅炉实时温度压力测量值
SP
PV
PID
给煤量指令
锅炉主控指令
负荷变动量
机组负荷指令
给水量指令

图 1

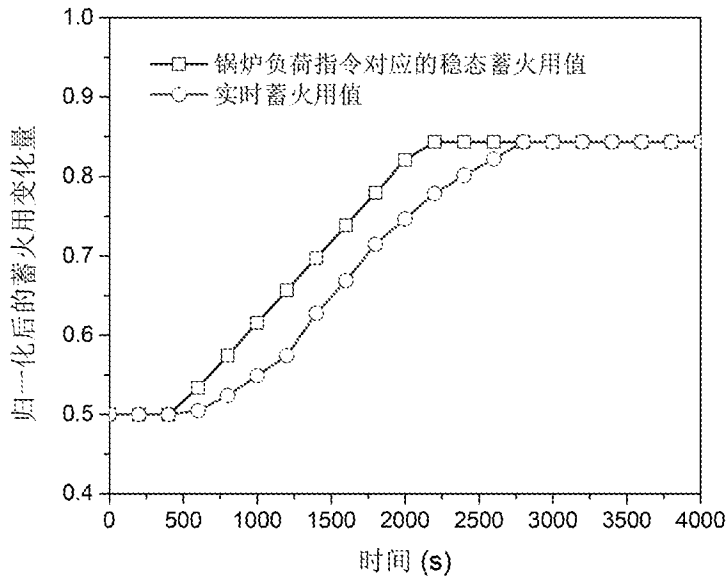

锅炉负荷指令对应的稳态蓄火用值
实时蓄火用值
归一化后的蓄火用变化量
时间 (s)

图 2

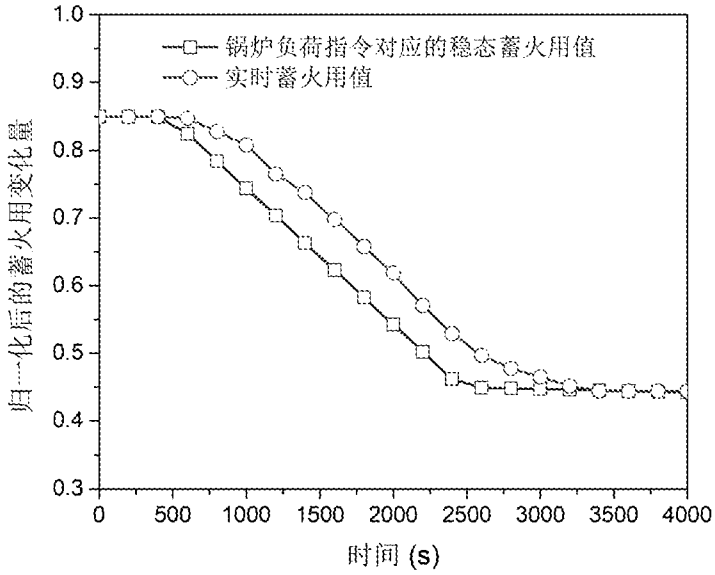

锅炉负荷指令对应的稳态蓄火用值
实时蓄火用值
归一化后的蓄火用变化量
时间 (s)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000

图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/092431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 13/02(2006.01)i; F23N 1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B F23N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; IEEE; Elsevier Science: 西安交通大学, 刘明, 赵永亮, 严俊杰, 种道彤, 锅炉, 煤, 水, 补偿, 校正, 稳态, 瞬态, 实时, 变负荷, 火用, #, 前馈, 过热器, 工质, 金属, 温度, 压力, 焓, 熵, 变化, 差值, 增量, 蓄热, 储热, 有效能, exergy, heat, change, difference, load, steady, stationary, transient, calibrat+, compensat+, feedforward, boiler, coal, fuel, water, temperature, pressure, entropy, enthalpy, work medium, metal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109856966 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 07 June 2019 (2019-06-07) description, paragraphs [0003]-[0036], and figures 1-3	1, 2
A	CN 108679640 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 19 October 2018 (2018-10-19) description, paragraphs [0004]-[0046], and figures 1 and 2	1, 2
A	CN 104238520 A (ANHUI XINLI ELECTRIC TECHNOLOGY CONSULTING CO., LTD. et al.) 24 December 2014 (2014-12-24) entire document	1, 2
A	CN 107368049 A (HUANENG HAINAN POWER INC.) 21 November 2017 (2017-11-21) entire document	1, 2
A	熊杰 (XIONG, Jie). "600MW超临界燃煤锅炉#分析 (Exergy Analysis of a 600 MW Supercricital Coal-fired Boiler)" *锅炉技术 (Boiler Technology)*, Vol. 45, No. 1, 28 January 2014 (2014-01-28), ISSN: 1672-4763, entire document	1, 2

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 November 2019	**03 December 2019**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/092431

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WANG, Chaoyang et al. "Thermodynamics analysis on a heat exchanger unit during the transient processes based on the second law" *Energy*, Vol. 165, 28 September 2018 (2018-09-28), ISSN: 0360-5442, entire document	1, 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/092431

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109856966	A	07 June 2019	None			
CN	108679640	A	19 October 2018	CN	108679640	B	14 June 2019
CN	104238520	A	24 December 2014	CN	104238520	B	28 September 2016
CN	107368049	A	21 November 2017	None			

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/092431

A. 主题的分类

G05B 13/02(2006.01)i; F23N 1/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G05B F23N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;WOTXT;EPTXT;USTXT;IEEE;Elsevier Science: 西安交通大学，刘明，赵永亮，严俊杰，种道彤，锅炉，煤，水，补偿，校正，稳态，瞬态，实时，变负荷，火用，#，前馈，过热器，工质，金属，温度，压力，焓，熵，变化，差值，增量，蓄热，储热，有效能，exergy，heat，change，difference，load，steady，stationary，transient，calibrat+，compensat+，feedforward，boiler，coal，fuel，water，temperature，pressure，entropy，enthalpy，work medium，metal

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109856966 A (西安交通大学) 2019年 6月 7日 (2019-06-07) 说明书第[0003]-[0036]段，附图1-3	1，2
A	CN 108679640 A (西安交通大学) 2018年 10月 19日 (2018-10-19) 说明书第[0004]-[0046]段，附图1、2	1，2
A	CN 104238520 A (安徽新力电业科技咨询有限责任公司 等) 2014年 12月 24日 (2014-12-24) 全文	1，2
A	CN 107368049 A (华能海南发电股份有限公司) 2017年 11月 21日 (2017-11-21) 全文	1，2
A	熊杰. "600MW超临界燃煤锅炉#分析" 锅炉技术, 第45卷，第1期，2014年 1月 28日 (2014-01-28)， ISSN：1672-4763, 全文	1，2

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2019年 11月 4日	2019年 12月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	盛琳
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(0512)-88997349

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/092431

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	Chaoyang Wang 等. "Thermodynamics analysis on a heat exchanger unit during the transient processes based on the second law" Energy, 第165卷, 2018年 9月 28日 (2018-09-28), ISSN: 0360-5442, 全文	1, 2

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/092431

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109856966	A	2019年 6月 7日		无		
CN	108679640	A	2018年 10月 19日	CN	108679640	B	2019年 6月 14日
CN	104238520	A	2014年 12月 24日	CN	104238520	B	2016年 9月 28日
CN	107368049	A	2017年 11月 21日		无		