



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103077305 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201210583956. X

US 6343614 B1, 2002. 02. 05, 全文.

(22) 申请日 2012. 12. 30

审查员 秦春芳

(73) 专利权人 华北电力大学(保定)

地址 071003 河北省保定市永华北大街 619 号

(72) 发明人 田亮 刘鑫屏 霍秋宝 武现聪

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所
有限公司 13108

代理人 李羨民 高锡明

(51) Int. Cl.

G06F 19/00(2011. 01)

(56) 对比文件

CN 102226904 A, 2011. 10. 26, 全文.

CN 102620774 A, 2012. 08. 01, 说明书第
[0007]-[0039] 段.

CN 102840889 A, 2012. 12. 26, 说明书第
[0002]-[0033] 段及附图 1.

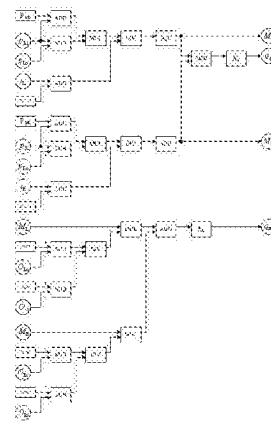
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法

(57) 摘要

一种大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法, 所述方法实时测量大型燃煤锅炉左侧引风机入口烟气流压力 p_{li} (kPa)、左侧引风机出口烟气流压力 p_{lo} (kPa)、当地大气压 p_{act} (kPa)、左侧引风机入口烟气流温度 t_{li} (°C)、右侧引风机入口烟气流压力 p_{ri} (kPa)、右侧引风机出口烟气流压力 p_{ro} (kPa)、右侧引风机入口烟气流温度 t_{ri} (°C), 并依据引风机的流量-压力特性计算引风机出口烟气流流量 q_g 。同传统燃煤锅炉烟气流量测量方法相比, 本发明具有可靠性高、测量准确度好、动态响应速度快、实施成本低、维护简单等优点。



1. 一种大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法,其特征是,所述方法实时测量大型燃煤锅炉左侧引风机出口烟气压力 p_{Lo} , 单位为 KPa、左侧引风机入口烟气压力 p_{Li} , 单位为 KPa、当地大气压 p_{act} , 单位为 KPa、左侧引风机入口烟气温度 t_L , 单位为 $^{\circ}\text{C}$ 、右侧引风机出口烟气压力 p_{Ro} , 单位为 KPa、右侧引风机入口烟气压力 p_{Ri} , 单位为 KPa、右侧引风机入口烟气温度 t_R , 单位为 $^{\circ}\text{C}$, 并利用以下公式计算引风机出口烟气流量 q_g , 单位为 Nm^3/s :

$$q_g = K_g(M_L + M_R), \quad M_L = \sqrt{\frac{(p_{Lo} - p_{Li})(p_{Li} + p_{act})}{t_L + 273.15}}, \quad M_R = \sqrt{\frac{(p_{Ro} - p_{Ri})(p_{Ri} + p_{act})}{t_R + 273.15}},$$

其中, K_g 为流量系数, 通过标定获得; M_L 为标么化左侧烟道烟气流量变量, 单位为 Nm^3/s ; M_R 为标么化右侧烟道烟气流量变量, 单位为 Nm^3/s ;

所述方法实时测量左侧空气预热器前烟气氧量 O_{Li} , 单位为 %、左侧空气预热器后烟气氧量 O_{Lo} , 单位为 %、右侧空气预热器前烟气氧量 O_{Ri} , 单位为 %、右侧空气预热器后烟气氧量 O_{Ro} , 单位为 %, 并利用下式计算省煤器出口烟气流量 q_m , 单位为 Nm^3/s :

$$q_m = K_g \left(M_L \frac{20.67 - O_{Lo}}{20.67 - O_{Li}} + M_R \frac{20.67 - O_{Ro}}{20.67 - O_{Ri}} \right);$$

所述流量系数按以下步骤标定 :

在锅炉额定负荷下进行标定实验, 实验时保持锅炉给煤量、送风量、炉膛压力稳定, 记录锅炉左右两侧引风机入口烟气压力、左右两侧引风机出口烟气压力、左右两侧引风机出口烟气温度、当地大气压、锅炉送风量、左右两侧空气预热器前烟气氧量、左右两侧空气预热器后烟气氧量 ;

流量系数 K_g 的计算公式为 :

$$K_g = \frac{q_{g0}}{(M_{L0} + M_{R0})}$$

$$M_{L0} = \sqrt{\frac{(p_{Lo0} - p_{Li0})(p_{Li0} + p_{act})}{t_{L0} + 273.15}},$$

$$M_{R0} = \sqrt{\frac{(p_{Ro0} - p_{Ri0})(p_{Ri0} + p_{act})}{t_{R0} + 273.15}},$$

$$q_{g0} = q_{m0} \frac{20.67 - 0.5(O_{Li0} + O_{Ri0})}{20.67 - 0.5(O_{Lo0} + O_{Ro0})},$$

$$q_{m0} = q_{s0} + \frac{100q_{a0}(O_{Li0} + O_{Ri0})}{(100 - \eta_{a0})(41.34 - O_{Li0} - O_{Ri0})},$$

$$q_{s0} = \frac{100q_{a0}}{100 - \eta_{a0}} \left[1 + \frac{0.0012(41.34 - O_{Li0} - O_{Ri0})}{Q_{ar}} M_{ar} \right],$$

其中 : q_{g0} 为标定工况下引风机出口烟气流量, 单位为 Nm^3/s ; M_{L0} 为标定工况下标么化左侧烟道烟气流量变量, 单位为 Nm^3/s ; M_{R0} 为标定工况下标么化右侧烟道烟气流量变量, 单位为 Nm^3/s ; p_{Lo0} 为标定工况下左侧引风机出口烟气压力, 单位为 KPa; p_{Li0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气压力, 单位为 KPa; t_{L0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气温度, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;

$p_{R_{o0}}$ 为标定工况下右侧引风机出口烟气压力,单位为 KPa ; $p_{R_{i0}}$ 为标定工况下右侧引风机入口烟气压力,单位为 KPa ; $t_{R_{o}}$ 为标定工况下右侧引风机入口烟气温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$; q_{m_0} 为标定工况下省煤器出口烟气流量,单位为 Nm^3/s ; $O_{L_{i0}}$ 为标定工况下左侧空气预热器前烟气氧量,单位为 % ; $O_{R_{i0}}$ 为标定工况下右侧空气预热器前烟气氧量,单位为 % ; $O_{L_{o0}}$ 为标定工况下左侧空气预热器后烟气氧量,单位为 % ; $O_{R_{o0}}$ 为标定工况下右侧空气预热器后烟气氧量,单位为 % ; q_{s_0} 为标定工况下锅炉省煤器出口理论烟气量,单位为 Nm^3/s ; q_{a_0} 为标定工况下锅炉送风量,单位为 Nm^3/s ,取一次风量、二次风量之和 ; η_{a_0} 为额定负荷工况下锅炉炉膛及制粉系统漏风率,单位为 % ,可取锅炉热效率实验时的数据或锅炉设计值 ; Q_{ar} 为煤收到基低位发热量,单位为 MJ/Kg ; M_{ar} 为煤收基水份,单位为 % 。

大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量大型燃煤锅炉烟气流量的方法,属于锅炉技术领域。

背景技术

[0002] 燃料在锅炉内同空气中的氧气发生化学反应生成烟气并释放热量,准确测量烟气流量有助于对燃烧过程及其相关设备实施更为有效的监测和控制,优化风、煤全燃烧过程中的动态精确配比,提高锅炉的燃烧效率。

[0003] 另外为了有效控制大气污染物的排放量,目前火力发电厂大型锅炉已经普遍安装脱硫设备,并开始逐步加装脱硝设备。在脱硫和脱硝过程中,除需要实时准确测量烟气中 SO_2 、 NO_x 的浓度外,也需要测量烟气流量,以控制脱硫剂和脱硝剂的投入量,在保证脱硫、脱硝效果的前提下降低成本,防止造成二次污染。应用最为普遍的湿法脱硫设备安装在锅炉引风机出口后,烟气流量指的是引风机出口烟气流量;应用最为普遍的 SCR (选择性催化还原技术)脱硝设备安装在锅炉省煤器出口处,烟气流量指的是省煤器出口烟气流量。两处烟气流量存在一定差别,主要是由于锅炉空气预热器漏风造成的。

[0004] 目前,烟气流量的测量面临着诸多困难。首先,大型锅炉烟气流动通道截面为矩形并且非常粗大,烟道内布置有各种受热面等设备,很难找到适合安装流量测量装置的位置并且前后直管段不能满足要求;其次,烟气中携带有大量的飞灰颗粒,高速流动时会对常规测量装置造成严重的磨损,同时飞灰也会沉积在测量装置的取压管路中造成堵塞,测量装置使用寿命难以保证;再次,烟气中还包含有 SO_2 、 NO_x 等气体,温度降低到一定程度后这些气体会与烟气中的水蒸汽发生化学反应生成腐蚀性液体,腐蚀测量装置并黏结烟尘,导致测量装置准确度降低或损坏,特别是烟道内存在漏风点时这种现象更容易发生;最后,由于烟气流量测量装置为非标准节流装置,其流量系数需要现场标定,标定环境十分恶劣,标准测量装置的安装和拆除都比较困难,导致标定费用高昂,并且只能进行冷态标定,标定准确度难以保证。因此,有必要探索一种新的烟气流量测量方法,以提高烟气流量测量的可靠性和准确度,并降低测量成本。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术之弊端,提供一种测量可靠性高、准确度好、实施成本低的大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法。

[0006] 本发明所述问题是以下述技术方案实现的:

[0007] 一种大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法,所述方法实时测量大型燃煤锅炉左侧引风机出口烟气压力 p_{Lo} (kPa)、左侧引风机入口烟气压力 p_{Li} (kPa)、当地大气压 p_{act} (kPa)、左侧引风机入口烟气温度 t_L ($^{\circ}\text{C}$)、右侧引风机出口烟气压力 p_{Ro} (kPa)、右侧引风机入口烟气压力 p_{Ri} (kPa)、右侧引风机入口烟气温度 t_R ($^{\circ}\text{C}$),并利用以下公式计算引风机出口烟气流量 q_g (Nm^3/s):

$$[0008] \quad q_g = K_g(M_L + M_R) \quad , \quad M_L = \sqrt{\frac{(P_{L0} - P_{Li})(P_{Li} + P_{act})}{t_L + 273.15}} \quad , \quad M_R = \sqrt{\frac{(P_{R0} - P_{Ri})(P_{Ri} + P_{act})}{t_R + 273.15}} \quad ,$$

[0009] 其中, K_g 为流量系数,通过标定获得; M_L 为标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); M_R 为标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s)。

[0010] 上述大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法,所述方法实时测量左侧空气预热器后烟气氧量 q_{L0} (%)、左侧空气预热器前烟气氧量 q_{Li} (%)、右侧空气预热器后烟气氧量 q_{R0} (%)、右侧空气预热器前烟气氧量 q_{Ri} (%) ,并利用下式计算省煤器出口烟气流量 q_m (Nm^3/s) :

$$[0011] \quad q_m = K_g(M_L \frac{20.67 - q_{L0}}{20.67 - q_{Li}} + M_R \frac{20.67 - q_{R0}}{20.67 - q_{Ri}}) \quad .$$

[0012] 上述大型燃煤锅炉烟气流量软测量方法,所述流量系数的标定方法是:

[0013] 在锅炉额定负荷下,保持锅炉给煤量、送风量、炉膛压力稳定,记录锅炉左右两侧引风机出口烟气压力、左右两侧引风机入口烟气压力、左右两侧引风机入口烟气温度、当地大气压、锅炉送风量、左右两侧空气预热器前烟气氧量、左右两侧空气预热器后烟气氧量,

[0014] 流量系数 K_g 采用以下公式计算:

$$[0015] \quad K_g = \frac{q_{g0}}{(M_{L0} + M_{R0})} \quad ,$$

$$[0016] \quad M_{L0} = \sqrt{\frac{(P_{L00} - P_{Li0})(P_{Li0} + P_{act})}{t_{L0} + 273.15}} \quad ,$$

$$[0017] \quad M_{R0} = \sqrt{\frac{(P_{R00} - P_{Ri0})(P_{Ri0} + P_{act})}{t_{R0} + 273.15}} \quad ,$$

$$[0018] \quad q_{g0} = q_{m0} \frac{20.67 - 0.5(q_{L10} + q_{R10})}{20.67 - 0.5(q_{L00} + q_{R00})} \quad ,$$

$$[0019] \quad q_{m0} = q_{s0} + \frac{100q_{s0}(q_{L10} + q_{R10})}{(100 - \eta_{a0})(41.34 - q_{L10} - q_{R10})} \quad ,$$

$$[0020] \quad q_{s0} = \frac{100q_{s0}}{100 - \eta_{a0}} \left[1 + \frac{0.0012(41.34 - q_{L10} - q_{R10})}{Q_{s0}} M_{s0} \right] \quad ,$$

[0021] 其中: q_{g0} 为标定工况下引风机出口烟气流量(Nm^3/s); M_{L0} 为标定工况下标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); M_{R0} 为标定工况下标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); P_{L00} 为标定工况下左侧引风机出口烟气压力(kPa); P_{Li0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气压力(kPa); t_{L0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气温度($^{\circ}\text{C}$); P_{R00} 为标定工况下右侧引风机出口烟气压力(kPa); P_{Ri0} 为标定工况下右侧引风机入口烟气压力(kPa); t_{R0} 为标定工况下右侧引风机入口烟气温度($^{\circ}\text{C}$); q_{m0} 为标定工况下省煤器出口烟气流量(Nm^3/s); q_{L10} 为标定工况下左侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{R10} 为标定工况下右侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{L00} 为标定工况下左侧空气预热器后烟气氧量(%); q_{R00} 为标定工况下右侧空气预热器后烟气氧量(%); q_{s0} 为标定工况下锅炉省煤器出口理论烟气量(Nm^3/s); q_{a0} 为标定工况下锅炉送风量(Nm^3/s),取一次风量、二次风量之和; η_{a0} 为额定负荷工况下锅炉炉膛及制粉系统漏风率

(%),可取锅炉热效率实验时的数据或锅炉设计值; Q_{ar} 为煤收到基低位发热量(MJ/kg); M_{ar} 为煤收基水份(%).

[0022] 本发明依据引风机的流量-压力特性,利用引风机出口和入口烟气压力、烟气温度计算引风机出口烟气流量;在此基础上利用空气预热器前后氧量增加空气预热器漏风修正后,计算省煤器出口烟气流量;其流量系数通过送风量与燃料化学成份的计算分析在线标定。

[0023] 同传统燃煤锅炉烟气流量测量方法相比,本发明具有以下优点:

[0024] (1)可靠性高。软测量方法避免了在恶劣的环境中安装风量测量装置,测量过程不受烟气中所携带飞灰的影响,不受烟气中腐蚀性气体的影响,具有很高的可靠性。

[0025] (2)测量准确度好,动态响应速度快。经过标定后,在锅炉全负荷范围内,软测量烟气流量的相对误差可控制在 $\pm 2\%$ 以内,这对于烟气流量测量而言准确度已经足够。另外,引风机入口、出口压力对烟气流量变化的响应非常灵敏,测量动态响应速度快。

[0026] (3)实施成本低、维护简单。软测量不需要增加额外测量装置,标定过程也不需要烟道内安装及拆卸额外的流量标定装置,节约设备和人力资源,实施成本低廉。同时,计算过程在机组DCS内实现,维护非常方便。

附图说明

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0028] 图1是烟气流量计算组态逻辑。

[0029] 图中或文中所用符号清单为:ADD为加法计算模块;SUB为减法计算模块;MUL为乘法计算模块;DIV为除法计算模块;SQU为开平方计算模块;

[0030] q_g 为引风机出口烟气流量(Nm^3/s); K_g 为流量系数(无量纲); M_l 为标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); M_r 为标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); q_m 为省煤器出口烟气流量(Nm^3/s); q_{l1} 为左侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{l0} 为左侧空气预热器后烟气氧量(%); q_{r1} 为右侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{r0} 为右侧空气预热器后烟气氧量(%); p_{l0} 为左侧引风机出口烟气压力(kPa); p_{l1} 为左侧引风机入口烟气压力(kPa); p_{act} 为当地大气压(kPa); t_l 为左侧引风机入口烟气温度($^{\circ}C$); p_{r0} 为右侧引风机出口烟气压力(kPa); p_{r1} 为右侧引风机入口烟气压力(kPa); t_r 为右侧引风机入口烟气温度($^{\circ}C$); q_{g0} 为标定工况下引风机出口烟气流量(Nm^3/s); M_{l0} 为标定工况下标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); M_{r0} 为标定工况下标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s); p_{l00} 为标定工况下左侧引风机出口烟气压力(kPa); t_{l0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气温度($^{\circ}C$); p_{l10} 为标定工况下左侧引风机入口烟气压力(kPa); p_{r00} 为标定工况下右侧引风机出口烟气压力(kPa); p_{r10} 为标定工况下右侧引风机入口烟气压力(kPa); t_{r0} 为标定工况下右侧引风机入口烟气温度($^{\circ}C$); q_{m0} 为标定工况下省煤器出口烟气流量(Nm^3/s); q_{l10} 为标定工况下左侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{r10} 为标定工况下右侧空气预热器前烟气氧量(%); q_{l00} 为标定工况下左侧空气预热器后烟气氧量(%); q_{r00} 为标定工况下右侧空气预热器后烟气氧量(%); q_{s0} 为标定工况下锅炉省煤器出口理论烟气量(Nm^3/s); q_{a0} 为标定工况下锅炉送风量(Nm^3/s),取一次风量、二次风量之和; η_{a0} 为额定负荷工况下锅炉炉膛及制粉系统漏风率(%),可取锅炉热效率实验时的数据或锅炉设计值; Q_{ar} 为煤收到基低位发热量(MJ/kg); M_{ar} 为煤收基水份(%).

具体实施方式

[0031] 本发明按以下步骤进行：

[0032] (1) 烟气流量计算

[0033] 引风机出口烟气流量计算公式为：

$$[0034] \quad q_g = K_g (M_L + M_R) \quad (1)$$

[0035] 其中： q_g 为引风机出口烟气流量(Nm^3/s)； K_g 为流量系数(无量纲)； M_L 为标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s)； M_R 为标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s)。

[0036] 省煤器出口烟气流量计算公式为：

$$[0037] \quad q_m = K_g \left(M_L \frac{20.67 - O_{L0}}{20.67 - O_{L1}} + M_R \frac{20.67 - O_{R0}}{20.67 - O_{R1}} \right) \quad (2)$$

[0038] 其中： q_m 为省煤器出口烟气流量(Nm^3/s)； q_{L1} 为左侧空气预热器前烟气氧量(%)； q_{L0} 为左侧空气预热器后烟气氧量(%)； q_{R1} 为右侧空气预热器前烟气氧量(%)； q_{R0} 为右侧空气预热器后烟气氧量(%)。

[0039] (2) 标么化烟气流量变量计算

[0040] 标么化左侧烟气流量变量计算公式为：

$$[0041] \quad M_L = \sqrt{\frac{(P_{L0} - P_{L1})(P_{L1} + P_{act})}{t_L + 273.15}} \quad (3)$$

[0042] 其中： P_{L0} 为左侧引风机出口烟气压力(kPa)； P_{L1} 为左侧引风机入口烟气压力(kPa)； P_{act} 为当地大气压(kPa)； t_L 为左侧引风机入口烟气温度($^{\circ}\text{C}$)。

[0043] 标么化右侧烟气流量变量计算公式为：

$$[0044] \quad M_R = \sqrt{\frac{(P_{R0} - P_{R1})(P_{R1} + P_{act})}{t_R + 273.15}} \quad (4)$$

[0045] 其中： P_{R0} 为右侧引风机出口烟气压力(kPa)； P_{R1} 为右侧引风机入口烟气压力(kPa)； t_R 为右侧引风机入口烟气温度($^{\circ}\text{C}$)。

[0046] (3) 流量系数标定

[0047] 通过标定实验获得流量系数。标定实验前对锅炉燃煤进行工业分析，确定煤收到基低位发热量、水份、灰份。保持煤质稳定，在锅炉额定负荷下进行标定实验。实验时保持锅炉给煤量、送风量、炉膛压力稳定，记录锅炉左右两侧引风机入口烟气压力、左右两侧引风机出口烟气压力、左右两侧引风机出口烟气温度、当地大气压、锅炉送风量、左右两侧空气预热器前烟气氧量、左右两侧空气预热器后烟气氧量。

[0048] 流量系数采用以下公式计算：

$$[0049] \quad K_g = \frac{q_{g0}}{(M_{L0} + M_{R0})} \quad (5)$$

[0050] 其中： q_{g0} 为标定工况下引风机出口烟气流量(Nm^3/s)； M_{L0} 为标定工况下标么化左侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s)； M_{R0} 为标定工况下标么化右侧烟道烟气流量变量(Nm^3/s)。

[0051] 标定工况下标么化左侧烟道烟气流量变量计算公式为：

$$[0052] \quad M_{L0} = \sqrt{\frac{(P_{L00} - P_{L10})(P_{L10} + P_{act})}{t_{L0} + 273.15}} \quad (6)$$

[0053] 其中： P_{L00} 为标定工况下左侧引风机出口烟气压力(kPa)； P_{L10} 为标定工况下左侧引风机入口烟气压力(kPa)； t_{L0} 为标定工况下左侧引风机入口烟气温度(°C)。

[0054] 标定工况下右侧烟道烟气流量变量计算公式为：

$$[0055] \quad M_{R0} = \sqrt{\frac{(P_{R00} - P_{R10})(P_{R10} + P_{act})}{t_{R0} + 273.15}} \quad (7)$$

[0056] 其中： P_{R00} 为标定工况下右侧引风机出口烟气压力(kPa)； P_{R10} 为标定工况下右侧引风机入口烟气压力(kPa)； t_{R0} 为标定工况下右侧引风机入口烟气温度(°C)。

[0057] 标定工况下锅炉引风机出口烟气流量采用以下公式计算：

$$[0058] \quad q_{g0} = q_{m0} \frac{20.67 - 0.5(Q_{L10} + Q_{R10})}{20.67 - 0.5(Q_{L00} + Q_{R00})} \quad (8)$$

[0059] 其中： q_{m0} 为标定工况下省煤器出口烟气流量(Nm³/s)； Q_{L10} 为标定工况下左侧空气预热器前烟气氧量(%)； Q_{R10} 为标定工况下右侧空气预热器前烟气氧量(%)； Q_{L00} 为标定工况下左侧空气预热器后烟气氧量(%)； Q_{R00} 为标定工况下右侧空气预热器后烟气氧量(%)。

[0060] 标定工况下锅炉省煤器出口烟气流量采用以下公式计算：

$$[0061] \quad q_{m0} = q_{s0} + \frac{100q_{a0}(Q_{L10} + Q_{R10})}{(100 - \eta_{a0})(41.34 - Q_{L10} - Q_{R10})} \quad (9)$$

[0062] 其中： q_{s0} 为标定工况下锅炉省煤器出口理论烟气量(Nm³/s)； q_{a0} 为标定工况下锅炉送风量(Nm³/s)，取一次风量、二次风量之和； η_{a0} 为额定负荷工况下锅炉炉膛及制粉系统漏风率(%)，可取锅炉热效率实验时的数据或锅炉设计值。

[0063] 标定工况下锅炉理论烟气量采用以下公式计算：

$$[0064] \quad q_{s0} = \frac{100q_{a0}}{100 - \eta_{a0}} \left[1 + \frac{0.0012(41.34 - Q_{L10} - Q_{R10})}{Q_{ar}} M_{ar} \right] \quad (10)$$

[0065] 其中： Q_{ar} 为煤收到基低位发热量(MJ/kg)； M_{ar} 为煤收基水份(%)。

[0066] 本发明的实施步骤

[0067] (1) 实验准备

[0068] 实施烟气流量软测量需要确认锅炉以下信号正常：左右侧引风机出口烟气压力、左右侧引风机入口烟气压力、左右侧引风机入口烟气温度、左右侧空气预热器前烟气氧量、左右侧空气预热器后烟气氧量。由于现场使用的氧化锆氧量表误差较大，实验前需要采用氧气含量为5%标准气体对其进行标定。

[0069] 实验前对锅炉入炉煤质进行工业分析，获得煤收到基低位发热量、水份、灰份数据。测量当地大气压力。

[0070] 确认锅炉热力性能实验时测算的炉膛及制粉系统漏风率，或者查找炉膛及制粉系统漏风率的设计值。

[0071] (2) 标定实验

[0072] 在保证煤质稳定的条件下，将锅炉给煤量、一次风量、二次风量投入手动控制，一

次风压、二次风压投入自动控制,炉膛压力控制投入自动,停止吹灰。保持锅炉给煤量、一次风量、二次风量稳定,开始实验。实验期间炉膛压力变化小于 $\pm 50\text{Pa}$;空气预热器前左右侧烟气氧量平均值变化小于 $\pm 0.2\%$ 。待这些参数稳定后,记录以下数据:左右侧引风机出口烟气压力、左右侧引风机入口烟气压力、左右侧引风机入口烟气温度、左右侧空气预热器前烟气氧量、左右侧空气预热器后烟气氧量。

[0073] (3) 流量系数计算

[0074] 依据标定实验记录数据,利用公式 5- 公式 10 计算烟气流量系数。

[0075] (4) 现场组态

[0076] 在机组分散控制系统(DCS)中,以组态的方式实现公式 1 ~ 公式 4,如附图 1 所示。附图 1 中,各个组态符号的意义:ADD 为加法计算模块;SUB 为减法计算模块;MUL 为乘法计算模块;DIV 为除法计算模块;SQU 为开平方计算模块。将标定实验得到的流量系数 K_g 设置好,软测量逻辑可投入运行。

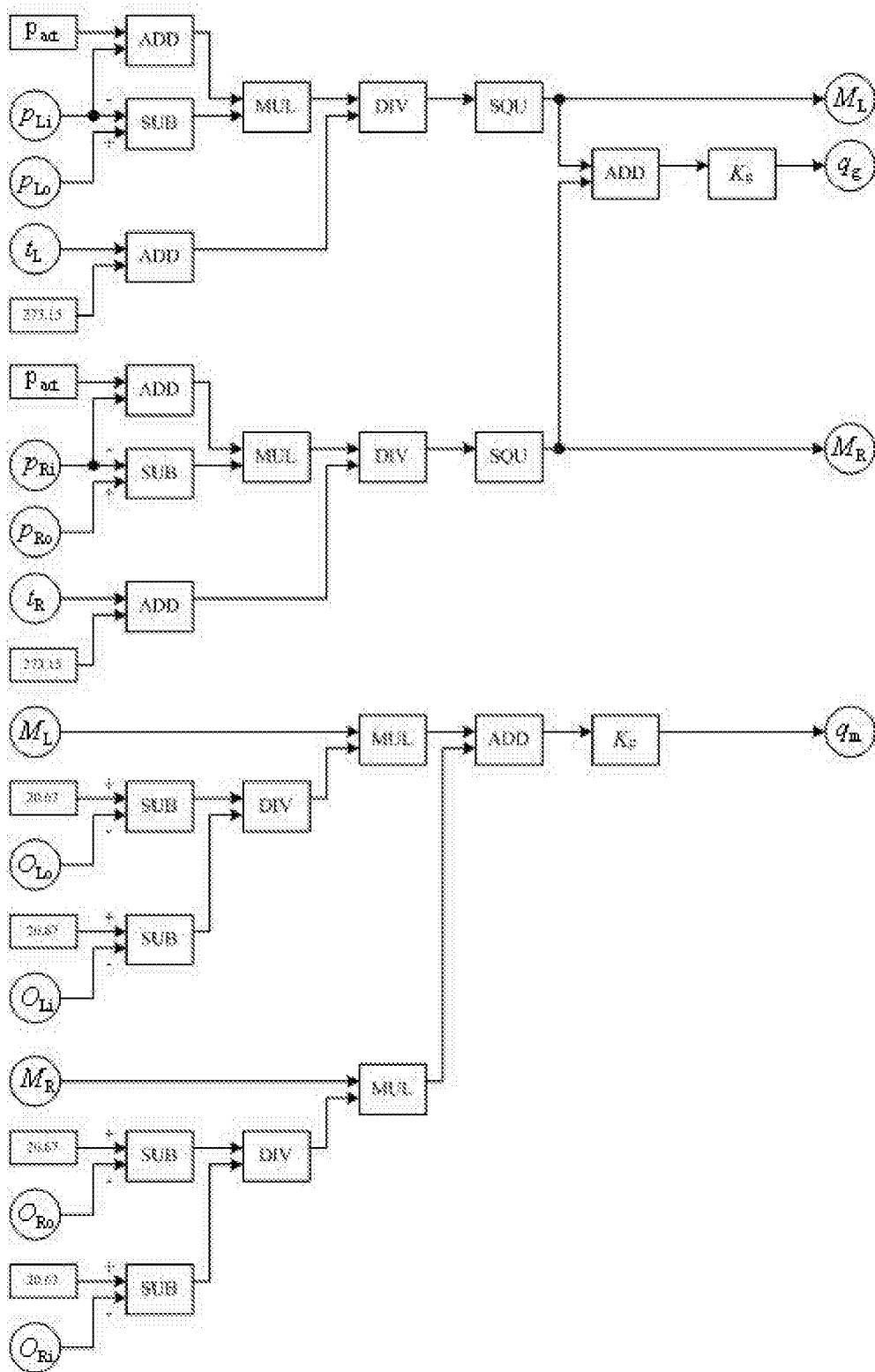


图 1