



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103207632 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201210009161. 8

(22) 申请日 2012. 01. 13

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司
地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

(72) 发明人 吴建光 唐卫东 吴春晖

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

代理人 刘锋 王传林

(51) Int. Cl.

G05D 27/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101482732 A, 2009. 07. 15, 全文.

CN 1125857 A, 1996. 07. 03, 全文.

CN 101286042 A, 2008. 10. 15, 全文.

US 3841344 A, 1974. 10. 15, 全文.

李飞. 煤气混合过程热值与压力的模糊补

偿解耦控制. 《中南大学学报(自然科学版)》. 2011, 第 42 卷(第 1 期), 第 94-99 页.

邓万里. 宝钢煤气混合加压站控制系统综述. 《冶金动力》. 2007, (第 5 期), 第 10-15 页.

审查员 朱永盛

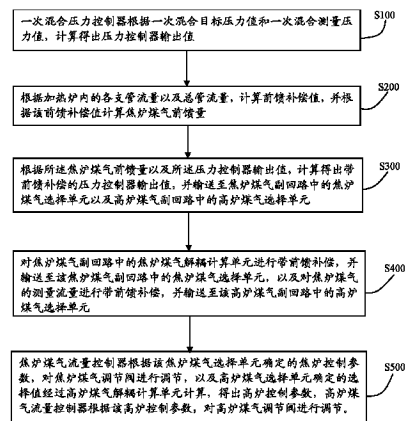
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于煤气混合压力调节的控制系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于煤气混合压力调节的控制系统和方法,该系统包括:前馈计算单元,用于根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量;压力控制器输出前馈计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值;前馈焦炉煤气计算单元,用于对所述焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿;以及前馈高炉煤气计算单元,用于对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿。本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统和方法,可很好地实现焦炉煤气流量和高炉煤气流量对一次混合后煤气流量和压力的跟踪,从而满足加热炉的热需求响应。



1. 一种用于煤气混合压力调节的控制系统,包括一次混合主回路、焦炉煤气流量控制副回路以及高炉煤气流量控制副回路,其中,所述一次混合主回路包括一次混合煤气压力控制器,所述焦炉煤气流量控制副回路包括焦炉煤气解耦计算单元、焦炉煤气选择单元和焦炉煤气流量控制器,所述高炉煤气流量控制副回路包括高炉煤气选择单元、高炉煤气解耦计算单元和高炉煤气流量控制器,其特征在于,该控制系统还包括:

前馈计算单元,用于根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量;

压力控制器输出前馈计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值;

前馈焦炉煤气计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,对所述焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿;以及

前馈高炉煤气计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿。

2. 一种用于煤气混合压力调节的控制方法,该方法包括如下步骤:

a, 一次混合压力控制器根据一次混合目标压力值和一次混合测量压力值,计算得出压力控制器输出值;

b, 根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量;

c, 根据所述焦炉煤气前馈量以及所述压力控制器输出值,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值,并输送至焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元以及高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元;

d, 根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿,并输送至该焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元,以及:根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿,并输送至该高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元;

e, 焦炉煤气流量控制器根据该焦炉煤气选择单元确定的焦炉控制参数,对焦炉煤气调节阀进行调节,以及:高炉煤气选择单元确定的选择值经过高炉煤气解耦计算单元计算,得出高炉控制参数,高炉煤气流量控制器根据该高炉控制参数,对高炉煤气调节阀进行调节。

3. 根据权利要求2所述的用于煤气混合压力调节的控制方法,其特征在于,所述步骤b中,根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值的公式为:

$$\Delta X = \sum_{i=1}^n F_{DMDi} - F_{MG} + (F_{MG} - \sum_{i=1}^n F_{PVi}) \times K_{MG_DEV} + F_{\Delta DEV};$$

式中, ΔX :前馈补偿值; $\sum_{i=1}^n F_{DMDi}$: 加热炉满足供热所需要的煤气总量; F_{MG} :混合煤气

当前总管流量; $\sum_{i=1}^n F_{PVi}$: 加热炉内混合煤气各支管流量总和; K_{MG_DEV} :混合煤气总管与支管

偏差修正系数; $F_{\Delta DEV}$:加热炉与煤气站固定偏差修正值;并且:

根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量的公式为:

$$\Delta X_{COG} = \Delta X \times (1 - R_{LDG}) \times K_{COG} \times \frac{F_{COG}}{R_{COG} \times (F_{COG} + F_{BFG})};$$

式中, ΔX_{COG} : 焦炉煤气前馈量; R_{LDG} : 转炉煤气总流量量程上限; K_{COG} : 修正系数; F_{COG} : 焦炉煤气总流量测量值; R_{COG} : 焦炉煤气总流量量程上限; F_{BFG} : 高炉煤气总流量测量值。

4. 根据权利要求 3 所述的用于煤气混合压力调节的控制方法, 其特征在于, 所述步骤 c 中, 根据所述焦炉煤气前馈量以及所述压力控制器输出值, 计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值, 计算公式为:

$$OP_{COG}' = (OP + \frac{\Delta X_{COG}}{R_{COG}}) \times R_{COG};$$

式中, OP_{COG}' : 带前馈补偿的压力控制器输出值; OP : 压力控制器输出值。

5. 根据权利要求 3 所述的用于煤气混合压力调节的控制方法, 其特征在于, 所述步骤 d 中, 对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿, 利用以下公式进行:

$$F(X1)' = \Delta X_{COG} \times K_3 + F(X1);$$

其中, $F(X1)'$: 带前馈补偿后的输出值; K_3 : 补偿修正系数; $F(X1)$: 焦炉煤气解耦计算单元输出值。

6. 根据权利要求 5 所述的用于煤气混合压力调节的控制方法, 其特征在于, 所述步骤 d 中, 对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿, 利用以下公式进行:

$$F(X3) = \Delta X_{COG} \times K_3 + F_{COG};$$

式中, $F(X3)$ 为对焦炉煤气的测量流量经带前馈补偿后的输出值。

用于煤气混合压力调节的控制系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及对混合煤气的加压控制,更具体地,是一种用于煤气混合压力调节的控制系统和方法。

背景技术

[0002] 在现代钢铁企业中,大多数加热设备,如加热炉等,都是靠混合煤气燃烧来提供热能的,如图 1 所示,主要包括焦炉煤气 COG、高炉煤气 BFG 和转炉煤气 LDG。其中,三个流量调节阀 SV1、SV2 和 SV3 用于分别对焦炉煤气、高炉煤气和转炉煤气的流量进行调节,温度检测器 T1, T2 和 T3 分别用于检测不同管路内的温度,压力检测器 P1、P2、P3、P4、P5 和 Ps 用于检测不同管路内的压力。流量检测器 FI1、FI2 和 FI3 用于对各管路中的流量进行检测。

[0003] 继续结合图 1,以上述三种煤气为例,煤气加压站根据热值需求,将高炉煤气 BFG 和焦炉煤气 COG 按一定比例进行一次混合,经过压机加压后,再与转炉煤气进行二次混合,然后按照一定的压力要求输送给加热炉使用,对于转炉煤气的二次混合,其混合量只需要依据焦炉煤气和高炉煤气总量比例掺入,无热值控制要求,因此控制较为简单。在各煤气流量控制中,普遍采用了大小管的流量控制来改善不同流量需求下的调节能力。压机加压前的一次混合过程是满足混合煤气热值控制的关键,同时控制中又需要稳定的压机前压力。但是,由于热值与压力两者具有较强的耦合作用,因此其控制是混合煤气加压自动化控制中的一个较为复杂的问题。特别是当加热炉因故障或停机情况下,煤气需求受到较大扰动干扰的情况下,混合煤气一次混合调节往往存在一定的滞后,系统容易产生超调现象,并且需要很长时间才能再次进入稳定状态。

[0004] 综上,混合煤气加压是多输入双输出系统,控制量对输出压力、热值存在直接或间接影响,即它们之间存在强耦合作用,这严重影响了混合煤气压力和热值的稳定,因此,为减少混合煤气压力和热值的波动,必须引入解耦环节。

[0005] 如图 2 所示,是一种典型的一次混合煤气压力和热值解耦控制回路,它由一次混合煤气压力控制器 PICs 控制的主回路与焦炉煤气流量控制、高炉煤气流量控制两个副回路控制组成。一次混合煤气压力控制器和焦炉和高炉流量控制器均采用 PID 控制。PID 控制主要适用于基本线性和动态特性不随时间变化的系统,为行业内常规的控制手段。结合图 1、2,其中,在主回路中,压力控制器 PICs 根据一次混合后测得的压力测量值 PVs 以及设定值 SPs,输出压力控制器输出值 OP;在焦炉煤气流量控制副回路中,FI2 测得的高炉煤气流量以及 FI3 测得的转炉煤气流量经过该回路计算单元 F(X1) 的解耦计算后,输出给该回路中的选择单元 SL1,在该选择单元中,F(X1) 的输出值在选择单元中经过限幅比例调节系数 K1 的调节,输出高选值和低选值,两值与压力控制器 PICs 的输出值 OP 进行比较,取中位值作为焦炉煤气流量控制器 FIC1 的目标值 SP1,流量控制器 FIC1 进而根据该目标值 SP1 以及测得的焦炉煤气流量测量值 PV1,对焦炉煤气的调节阀 SV1 进行调节;类似地,在高炉煤气流量控制副回路中,FI1 测得的焦炉煤气流量经选择单元 SL2 选择,在该选择单元中,根据限幅比例调节系数 K2 调节,输出高选值和低选值,其与压力控制器输出值 OP 比较后,取

中位值经过计算单元 F(X2) 的解耦计算, 得出高炉煤气流量控制器 FIC2 的目标值 SP2, 流量控制器 FIC2 根据该目标值 SP2 以及测得的高炉煤气压力测量值 PV2, 对焦炉煤气的调节阀 SV2 进行调节。在上述三个回路中, 压力控制器 PICs、焦炉煤气流量控制器 FIC1 以及高炉煤气流量控制器 FIC2 可利用行业内常用的 PID 控制方法进行控制。限幅比例调节系数 K1、K2 的取值根据实际限幅控制需要进行设定, 其范围通常为 0.4-1.4, 另外, 两个副回路的计算单元 F(X1) 和 F(X2) 的计算模型分别为:

$$[0006] \quad F(X1) = \frac{F_{BFG} \times R_{BFG} \times (Q_{MG} - Q_{BFG}) + F_{LDG} \times R_{LDG} \times (Q_{MG} - Q_{LDG})}{(Q_{COG} - Q_{MG}) \times R_{COG}} \quad (1)$$

$$[0007] \quad F(X2) = \frac{F_{COG} \times R_{COG} \times (Q_{MG} - Q_{COG}) + F_{LDG} \times R_{LDG} \times (Q_{MG} - Q_{LDG})}{(Q_{BFG} - Q_{MG}) \times R_{BFG}} \quad (2)$$

[0008] 其中, F_{BFG} : 高炉煤气总流量测量值 (%); R_{BFG} : 高炉煤气总流量量程上限 (单位为标准立方米每小时); F_{LDG} : 转炉煤气总流量测量值 (%); R_{LDG} : 转炉煤气总流量量程上限 (单位为标准立方米每小时); F_{COG} : 焦炉煤气总流量测量值 (%); R_{COG} : 焦炉煤气总流量量程上限 (单位为标准立方米每小时); Q_{MG} : 混合煤气目标热值; Q_{COG} : 焦炉煤气热值; Q_{LDG} : 转炉煤气热值; Q_{BFG} : 高炉煤气热值。

[0009] 如图 3 所示, 利用上述解耦回路进行混合煤气压力调节, 可分为如下步骤: 在步骤 S1 中, 一次混合压力控制器根据一次混合目标压力值和一次混合测量压力值, 经 PID 计算得出压力控制器输出值; 在步骤 S2 中, 根据高炉煤气和转炉煤气流量值经过解耦计算, 并进行限幅调节, 得出焦炉解耦高、低限值, 该高、低限值与压力控制器输出值进行比较后, 取中位值输入到焦炉煤气流量控制器, 并根据焦炉煤气流量值的限位调节和与压力控制器输出值进行比较, 取中位值经解耦计算后, 输入到高炉煤气流量控制器; 接下来, 在步骤 S3 中, 焦炉煤气流量控制器根据计算所得的焦炉煤气压力目标值以及焦炉煤气压力测量值, 对焦炉煤气调节阀进行调节, 并且高炉煤气流量控制器根据高炉煤气压力目标值以及高炉煤气压力测量值, 对高炉煤气调节阀进行调节。

[0010] 上述的控制方案能够根据各炉煤气的流量和压力进行交叉解耦操作, 但是它具有明显的滞后过程, 各控制器在滞后的时间内得不到合适的反馈信号而保持增长, 导致系统响应超调, 甚至使系统失灵。这是因为在滞后的时间阶段内, 控制作用对变量过程而言是不可测的, 产生超调, 延长了系统的进入稳定的时间。对于上述的双交叉限幅控制而言, 限幅比例系数的限制减缓了 PID 控制器对流量和压力的调节作用, 这进一步增加了调节的滞后。

[0011] 如图 4 所示, 如果正在进行的工序因故障异常停机时, 引起一次混合煤气压力 PVs 和二次混合压力 PVt 出现波动, 此时焦炉煤气流量测量值 F1 和高炉煤气流量测量值 F2 并没有马上跟进, 而是存在一个滞后时间。而当一次混合后的压力 PVs 回到控制目标时, 上述两个副回路中的流量控制器的输出仍然继续增大, 从而使系统产生超调, 其后需很长时间才能恢复到稳定状态, 并且热值 Q (指混合后最终送往加热炉的煤气的热值, 即二次混合后的热值) 在这前后的波动过程一直处于不稳定状态。

[0012] 因此, 需要在上述控制方案的基础上, 进行改进, 以消除该已有方案中响应滞后和热值波动大的缺陷, 从而改善对混合煤气的压力调节。

发明内容

[0013] 本发明的目的,在于解决现有的混合煤气压力控制调节中所存在的上述问题,从而提供了一种改进的用于煤气混合压力调节的控制系统和方法。

[0014] 本发明的用于煤气混合压力调节的控制系統,包括一次混合主回路、焦炉煤气流量控制副回路以及高炉煤气流量控制副回路,其中,所述一次混合主回路包括一次混合煤气压力控制器,所述焦炉煤气流量控制副回路包括焦炉煤气解耦计算单元、焦炉煤气选择单元和焦炉煤气流量控制器,所述高炉煤气流量控制副回路包括高炉煤气选择单元、高炉煤气解耦计算单元和高炉煤气流量控制器,该控制系统还包括:

[0015] 前馈计算单元,用于根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量;

[0016] 压力控制器输出前馈计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值;

[0017] 前馈焦炉煤气计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,对所述焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿;以及

[0018] 前馈高炉煤气计算单元,用于根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿。

[0019] 本发明的用于煤气混合压力调节的控制方法包括如下步骤:

[0020] a, 一次混合压力控制器根据一次混合目标压力值和一次混合测量压力值,计算得出压力控制器输出值;

[0021] b, 根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量;

[0022] c, 根据所述焦炉煤气前馈量以及所述压力控制器输出值,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值,并输送至焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元以及高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元;

[0023] d, 根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿,并输送至该焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元,以及:根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿,并输送至该高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元;

[0024] e, 焦炉煤气流量控制器根据该焦炉煤气选择单元确定的焦炉控制参数,对焦炉煤气调节阀进行调节,以及:高炉煤气选择单元确定的选择值经过高炉煤气解耦计算单元计算,得出高炉控制参数,高炉煤气流量控制器根据该高炉控制参数,对高炉煤气调节阀进行调节。

[0025] 优选地,所述步骤 b 中,根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值的公式为:

$$[0026] \quad \Delta X = \sum_{i=1}^n F_{DMDi} - F_{MG} + (F_{MG} - \sum_{i=1}^n F_{PVI}) \times K_{MG_DEV} + F_{\Delta DEV};$$

[0027] 式中, ΔX :前馈补偿值; $\sum_{i=1}^n F_{DMDi}$: 加热炉满足供热所需要的煤气总量; F_{MG} :混合

煤气当前总管流量； $\sum_{i=1}^n F_{PI}$ ：加热炉内混合煤气各支管流量总和； K_{MG_DEV} ：混合煤气总管与

支管偏差修正系数； $F_{\Delta DEV}$ ：加热炉与煤气站固定偏差修正值；并且：

[0028] 根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量的公式为：

$$[0029] \quad \Delta X_{COG} = \Delta X \times (1 - R_{LDG}) \times K_{COG} \times \frac{F_{COG}}{R_{COG} \times (F_{COG} + F_{BFG})}$$

[0030] 式中， ΔX_{COG} ：焦炉煤气前馈量； R_{LDG} ：转炉煤气总流量量程上限； K_{COG} ：修正系数； F_{COG} ：焦炉煤气总流量测量值； R_{COG} ：焦炉煤气总流量量程上限； F_{BFG} ：高炉煤气总流量测量值。

[0031] 优选地，所述步骤 c 中，根据所述焦炉煤气前馈量以及所述压力控制器输出值，计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值，计算公式为：

$$[0032] \quad OP_{COG}' = (OP + \frac{\Delta X_{COG}}{R_{COG}}) \times R_{COG}$$

[0033] 式中， OP_{COG}' ：带前馈补偿的压力控制器输出值； OP ：压力控制器输出值。

[0034] 优选地，所述步骤 d 中，对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿，利用以下公式进行：

$$[0035] \quad F(X1)' = \Delta X_{COG} \times K_3 + F(X1)；$$

[0036] 其中， $F(X1)'$ ：带前馈补偿后的输出值； K_3 ：补偿修正系数； $F(X1)$ ：焦炉煤气解耦计算单元输出值。

[0037] 优选地，所述步骤 d 中，对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿，利用以下公式进行：

$$[0038] \quad F(X3) = \Delta X_{COG} \times K_3 + F_{COG}；$$

[0039] 式中， $F(X3)$ 为对焦炉煤气的测量流量经带前馈补偿后的输出值。

[0040] 本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统和方法，可很好地实现焦炉煤气流量和高炉煤气流量对一次混合后煤气流量和压力的跟踪，从而满足加热炉的热需求响应，避免了现有的调节手段中因滞后性而带来的不能正确响应和调节的缺点。

附图说明

[0041] 图 1 为混合煤气加压站的工艺流程示意图；

[0042] 图 2 为一次混合煤气压力及热值解耦控制系统示意图；

[0043] 图 3 为利用图 2 中的控制系统进行混合煤气压力调节的流程图；

[0044] 图 4 为图 2、3 中调节方案的曲线示意图；

[0045] 图 5 为本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统组成示意图；

[0046] 图 6 为本发明的用于煤气混合压力调节的控制方法的流程图；

[0047] 图 7 为利用本发明控制方法对煤气混合压力进行调节的曲线示意图。

具体实施方式

[0048] 以下根据附图和具体实施方式，对本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统和

方法的组成、步骤以及工作原理进行详细说明。

[0049] 如图 5 所示,是本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统的组成示意图,该控制系统是在图 2 中所示的解耦控制回路的基础上所改进的,为与图 2 相对应,相同的部分利用相同的标号来标注。具体地,与图 2 中的解耦控制回路类似,本发明的控制系统包括一次混合主回路、焦炉煤气流量控制副回路以及高炉煤气流量控制副回路,其中,一次混合主回路包括一次混合煤气压力控制器 PICs,焦炉煤气流量控制副回路包括焦炉煤气解耦计算单元 F(X1)、焦炉煤气选择单元 SL1 和焦炉煤气流量控制器 FIC1,焦炉煤气解耦计算单元 F(X1)、焦炉煤气选择单元 SL1 和焦炉煤气流量控制器 FIC1 的作用与图 2 中相同;高炉煤气流量控制回路包括高炉煤气选择单元 SL2、高炉煤气解耦计算单元 F(X2) 和高炉煤气流量控制器 FIC2,高炉煤气选择单元 SL2、高炉煤气解耦计算单元 F(X2) 和高炉煤气流量控制器 FIC2 的作用与图 2 中相同。进一步结合图 2、5,在图 2 中所示基础上,本发明的控制系统还包括:前馈计算单元 C1、压力控制器输出前馈计算单元 C2、前馈焦炉煤气计算单元 C3 以及前馈高炉煤气计算单元 C4。

[0050] 具体地,前馈计算单元 C1 用于根据加热炉内的混合煤气各支管(混合煤气各支管指混合后的煤气送往各加热炉的支管,每只炉子由支管接到煤气总管上)流量以及总管(指二次混合后的煤气总管,该总管通往加热炉区域)流量,计算前馈补偿值 ΔX ,并根据该前馈补偿值 ΔX 计算焦炉煤气前馈量 ΔX_{COG} ;压力控制器输出前馈计算单元 C2 用于根据焦炉煤气前馈量 ΔX_{COG} ,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值 OP_{COG}' ;前馈焦炉煤气计算单元 C3 用于根据焦炉煤气前馈量 ΔX_{COG} ,对所述焦炉煤气解耦计算单元 F(X1) 进行带前馈补偿;前馈高炉煤气计算单元用于根据焦炉煤气前馈量 ΔX_{COG} ,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿。为更清楚地说明本发明,对于前馈计算单元 C1、压力控制器输出前馈计算单元 C2、前馈焦炉煤气计算单元 C3 以及前馈高炉煤气计算单元 C4,将结合基于该控制系统的本发明的用于煤气混合压力调节的控制方法,进行详细说明。

[0051] 如图 6 所示,是基于本发明的上述控制系统,对煤气混合压力进行调节的控制方法的流程图,如图所示,该方法包括步骤 S100-S500,以下结合图 5、6,对各步骤进行详细说明。

[0052] 步骤 S100

[0053] 在该步骤中,一次混合压力控制器根据一次混合目标压力值和一次混合测量压力值,计算得出压力控制器输出值。

[0054] 与现有技术采取的方案相同,一次混合压力控制器 PICs 以一次混合目标压力值 SPs 和一次混合测量压力值 PVs 为输入参数,进行 PID 控制计算,得出压力控制器输出值 OP。

[0055] 步骤 S200

[0056] 在该步骤中,根据加热炉内的混合煤气各支管流量以及总管流量,计算前馈补偿值,并根据该前馈补偿值计算焦炉煤气前馈量。

[0057] 结合图 5,前馈补偿值以及焦炉煤气前馈量的计算,可利用前馈计算单元 C1 来完成。

[0058] 具体地,在该前馈计算单元中,对于前馈补偿值的计算,根据下式进行:

$$[0059] \quad \Delta X = \sum_{i=1}^n F_{DMDi} - F_{MG} + (F_{MG} - \sum_{i=1}^n F_{PVi}) \times K_{MG_DEV} + F_{\Delta DEV}; \quad (3)$$

[0060] 式 (3) 中, ΔX : 前馈补偿值; $\sum_{i=1}^n F_{DMDi}$: 加热炉满足供热所需要的煤气总量; F_{MG} :

混合煤气当前总管流量; $\sum_{i=1}^n F_{PVi}$: 加热炉内混合煤气各支管流量总和; K_{MG_DEV} : 混合煤气

总管与支管偏差修正系数; $F_{\Delta DEV}$: 加热炉与煤气站固定偏差修正值。上述指代量参数中,

$\sum_{i=1}^n F_{DMDi}$ 为从加热炉的控制系统获得的已知量; K_{MG_DEV} 的作用为修正总管和各支管的检测装

置的计量偏差,以减少计算中的误差,其范围在 ± 1 之间。

[0061] 在此基础上,根据该前馈补偿值 ΔX 计算焦炉煤气前馈量的公式为:

$$[0062] \quad \Delta X_{COG} = \Delta X \times (1 - R_{LDG}) \times K_{COG} \times \frac{F_{COG}}{R_{COG} \times (F_{COG} + F_{BFG})} \quad (4)$$

[0063] 式 (4) 中, ΔX_{COG} : 焦炉煤气前馈量; 并且与式 (1)、(2) 中各指代量相同, R_{LDG} : 转炉煤气总流量量程上限; K_{COG} : 修正系数,其是根据实际生产情况修正该式的计算结果,取值范围为 0-1; F_{COG} : 焦炉煤气总流量测量值; R_{COG} : 焦炉煤气总流量量程上限; F_{BFG} : 高炉煤气总流量测量值。

[0064] 步骤 S300

[0065] 在该步骤中,根据焦炉煤气前馈量以及所述压力控制器输出值,计算得出带前馈补偿的压力控制器输出值,并输送至焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元以及高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元。

[0066] 具体地,当前馈计算单元 C1 计算出焦炉煤气前馈量 ΔX_{COG} 后,将该结果输入至压力控制器输出前馈计算单元 (即 OP 前馈计算单元) C2, OP 前馈计算单元 C2 对压力控制器输出值 OP 进行补偿计算,得出前馈补偿后的输出值,OP 前馈计算单元 C2 对 OP 进行补偿计算的公式为:

$$[0067] \quad OP_{COG}' = (OP + \frac{\Delta X_{COG}}{R_{COG}}) \times R_{COG}; \quad (5)$$

[0068] 式 (5) 中, OP_{COG}' : 带前馈补偿的压力控制器输出值; OP: 压力控制器输出值,其它指代量与以上各式相同。

[0069] 当利用 OP 前馈计算单元 C2 计算出补偿后的 OP_{COG}' 后,将该补偿值分别输送至焦炉煤气选择单元 SL1 以及高炉煤气选择单元 SL2。

[0070] 步骤 S400

[0071] 在该步骤中,根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿,并输送至该焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气选择单元,以及:根据所述焦炉煤气前馈量,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿,并输送至该高炉煤气流量控制副回路中的高炉煤气选择单元。

[0072] 该步骤包括利用前馈焦炉煤气计算单元 C3 进行带前馈补偿的步骤,以及包括利

用前馈高炉煤气计算单元 C4 进行带前馈补偿的步骤。具体地,前馈焦炉煤气计算单元 C3 对焦炉煤气流量控制副回路中的焦炉煤气解耦计算单元进行带前馈补偿,利用以下公式进行:

$$[0073] \quad F(X1)' = \Delta X_{\text{COG}} \times K_3 + F(X1); \quad (6)$$

[0074] 其中, $F(X1)'$:带前馈补偿后的输出值; K_3 :补偿修正系数(其作用为根据实际情况修正该式的计算结果,取值范围为 0-1); $F(X1)$:焦炉煤气解耦计算单元输出值。 $F(X1)$ 的计算参见上述公式(1)。

[0075] 结合图 5,利用前馈焦炉煤气计算单元 C3 计算得出带有前馈补偿的输出值 $F(X1)'$ 后,该输出值被输送到焦炉煤气选择单元 SL1。

[0076] 另一方面,对焦炉煤气的测量流量进行带前馈补偿,利用以下公式进行:

$$[0077] \quad F(X3) = \Delta X_{\text{COG}} \times K_3 + F_{\text{COG}}; \quad (6)$$

[0078] 式中, $F(X3)$ 为对焦炉煤气的测量流量经带前馈补偿后的输出值。其它指代量与上述各式相同。

[0079] 结合图 5,利用前馈高炉煤气计算单元 C4 计算出带有前馈补偿的输出值 $F(X3)$ 后,该输出值被输送到高炉煤气选择单元 SL2。

[0080] 步骤 S500

[0081] 在该步骤中,焦炉煤气流量控制器根据该焦炉煤气选择单元确定的焦炉控制参数,对焦炉煤气调节阀进行调节,以及:高炉煤气选择单元确定的选择值经过高炉煤气解耦计算单元计算,得出高炉控制参数,高炉煤气流量控制器根据该高炉控制参数,对高炉煤气调节阀进行调节。

[0082] 该步骤 S500 与现有技术类似。具体地,在焦炉煤气流量控制副回路中,选择单元 SL1 接收到步骤 S400 计算得出的 $F(X1)'$ 后,利用限幅比例调节系数 $K1$ 取高选以及低选值,然后再根据输入的带前馈补偿的压力控制器输出值 OP_{COG}' ,对三个值取中位值后,作为焦炉控制参数输入到焦炉煤气控制器 FIC,焦炉煤气控制器 FIC 利用常规的 PID 控制计算方法,输出控制量对焦炉煤气调节阀 SV1 进行调节。常规地,在 PID 控制计算中,压力控制器的输出值、经过前馈补偿后的输出值、以及焦炉控制参数均为百分数,其经过 PID 计算输出的控制量也是百分数,该输出控制量与阀门开度成比例,从而实现对焦炉煤气调节阀 SV1 的调节。

[0083] 另一方面,在高炉煤气流量控制副回路中,选择单元 SL2 接收到在步骤 S400 中得出的 $F(X3)$ 后,利用限幅比例调节系数 $K2$ 取高选以及低选值,然后再根据输入的带前馈补偿的压力控制器输出值 OP_{COG}' ,对三个值取中位值后,利用 $F(X2)$ 进行解耦计算,得出高炉控制参数,类似于焦炉煤气流量控制器,高炉煤气流量控制器根据该高炉控制参数利用常规的 PID 控制计算方法,输出控制量,对高炉煤气调节阀进行调节。

[0084] 本发明通过各前馈量计算的增加,可及时地为待输入到焦炉煤气流量控制器和高炉煤气流量控制器中的各输入量进行补偿,从而消除了现有的调节系统(如图 2 所示的调节控制回路)所带来滞后性。如图 7 所示,是利用本发明控制方法对煤气混合压力进行调节的曲线示意图,由图可以看出,当一次混合煤气压力 P_s 和二次混合煤气压力 P_{vt} 发生变化时,利用本发明的控制系统以及控制方法,可使得焦炉煤气流量 $F1$ 和高炉煤气流量 $F2$ 进行快速的跟踪调节,并且热值 Q 的波动也保持在在控制范围内。

[0085] 综上所述,本发明的用于煤气混合压力调节的控制系统和方法,可很好地实现焦炉煤气流量和高炉煤气流量对一次混合后煤气流量和压力的跟踪,从而满足加热炉的热需求响应,避免了现有的调节手段中因滞后性而带来的不能正确响应和调节的缺点。

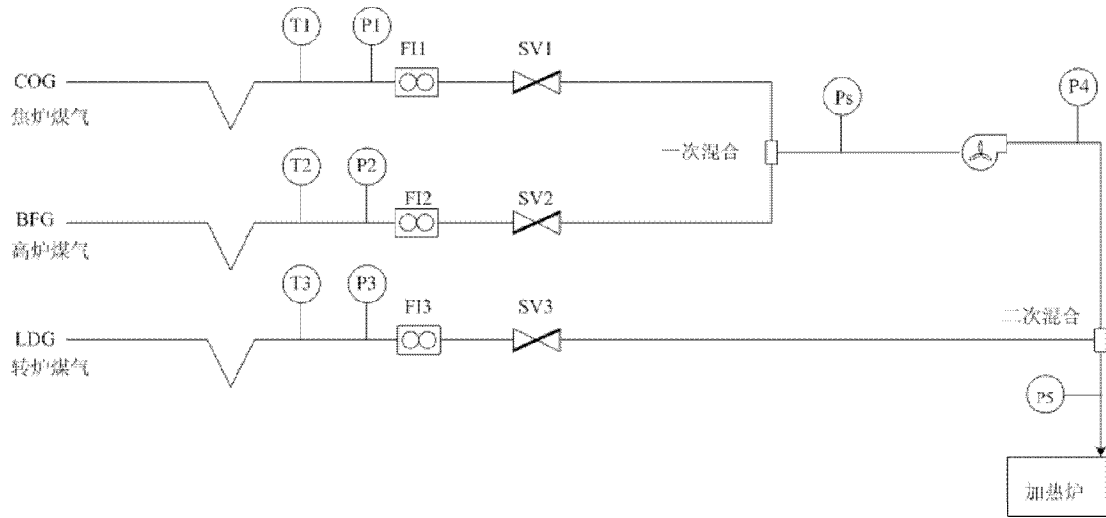


图 1

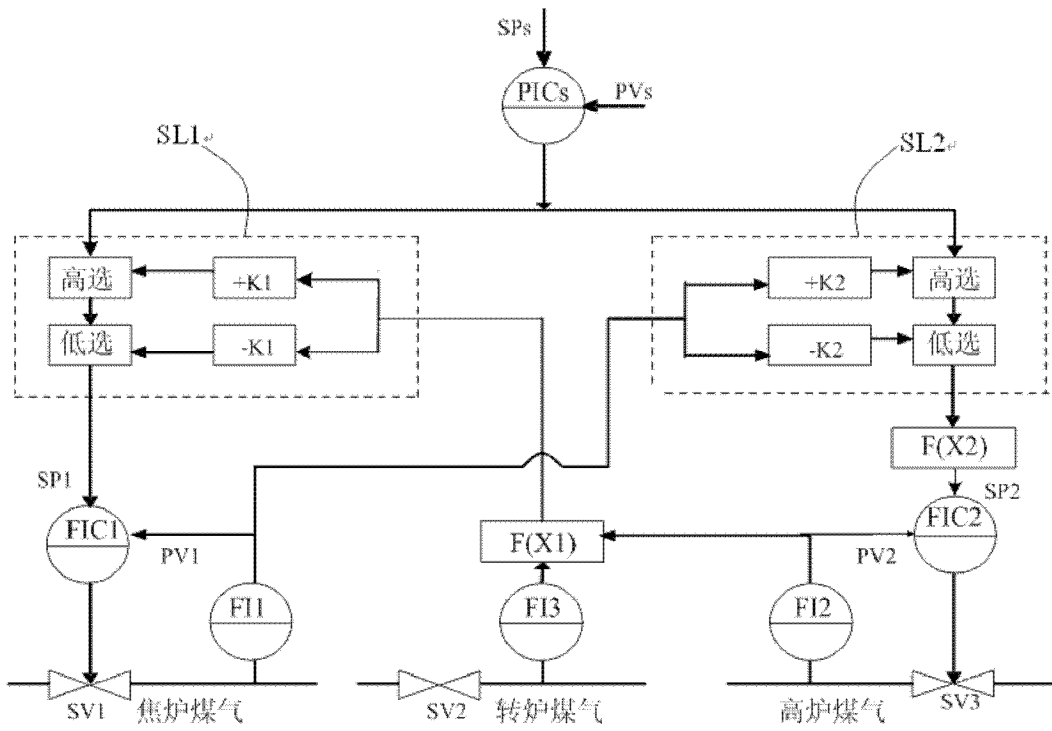


图 2

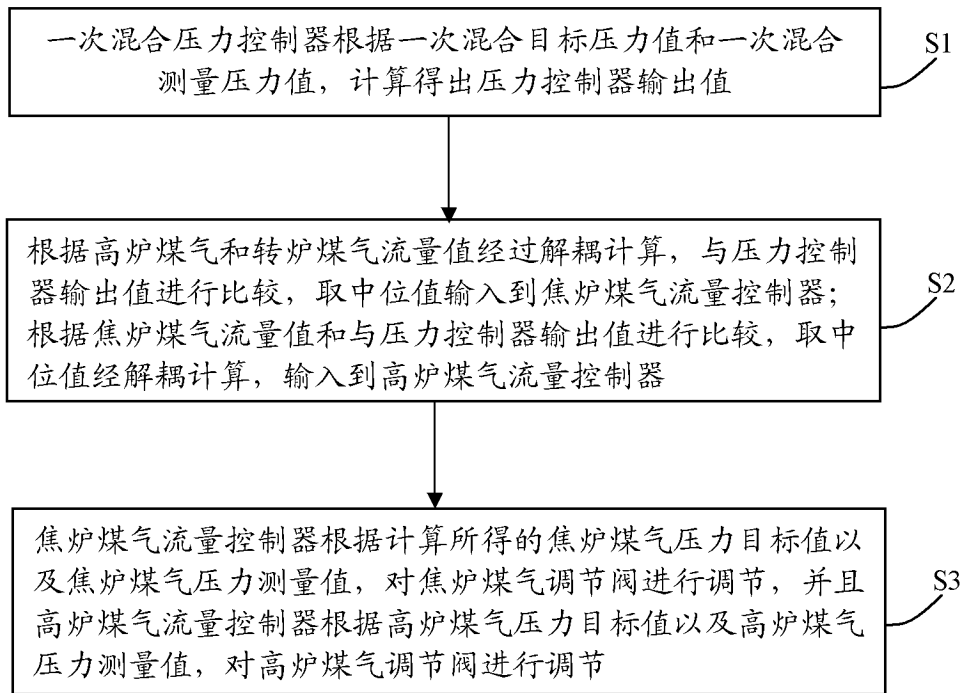


图 3

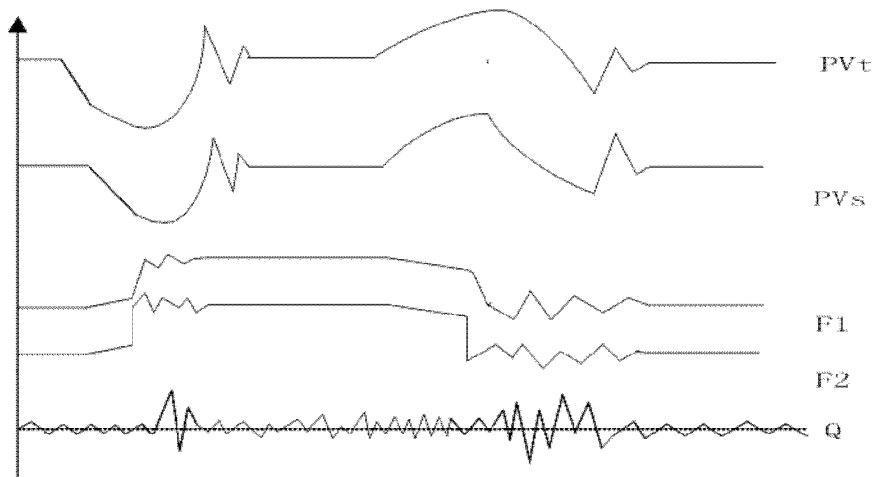


图 4

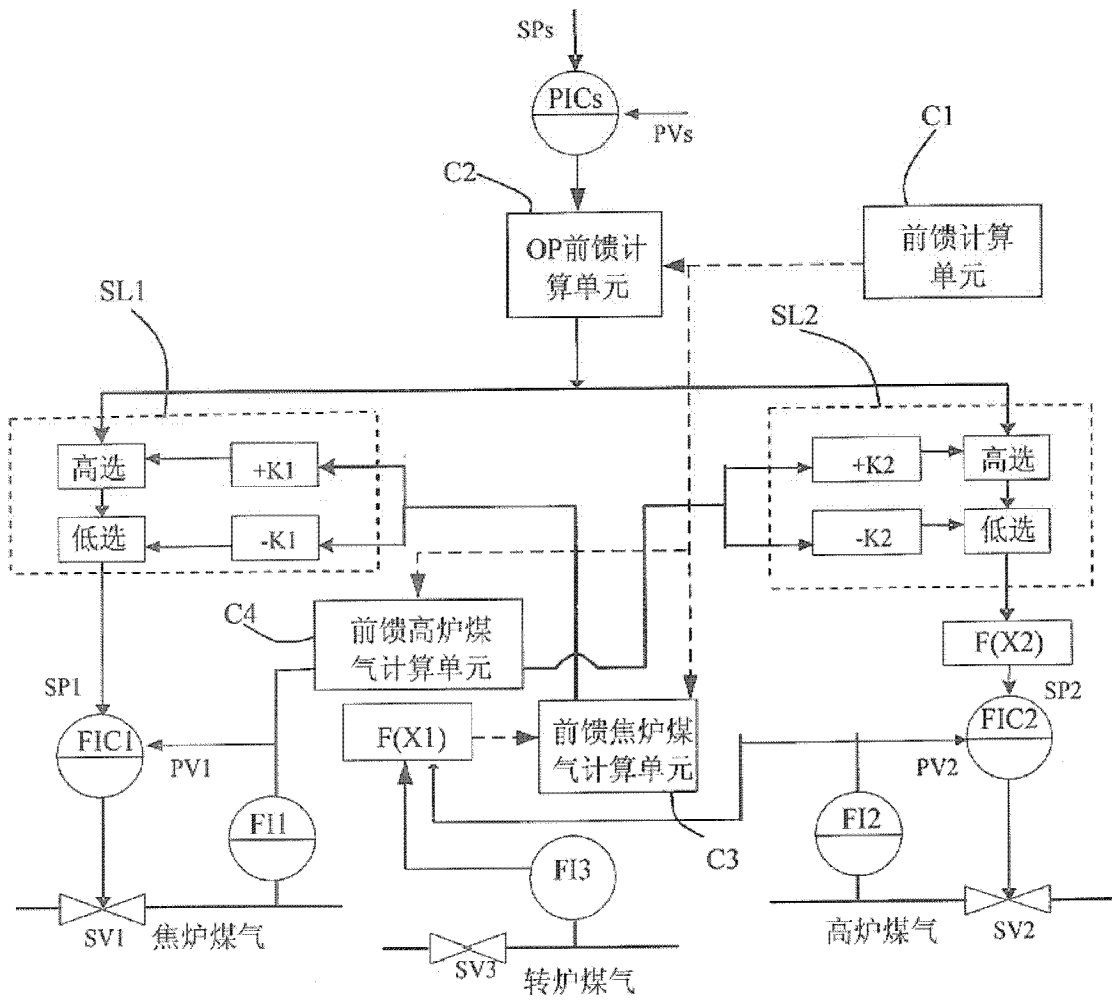


图 5

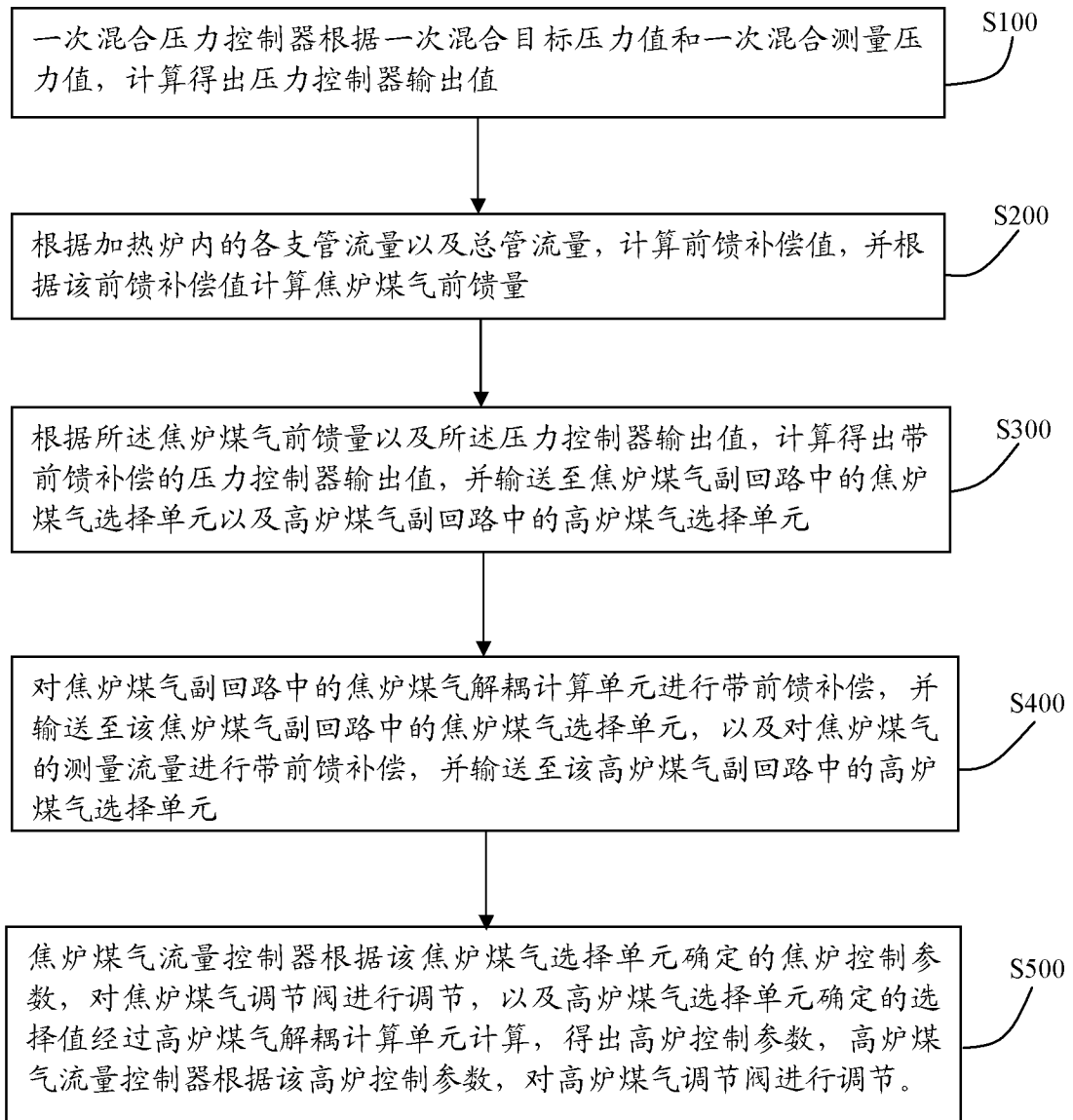


图 6

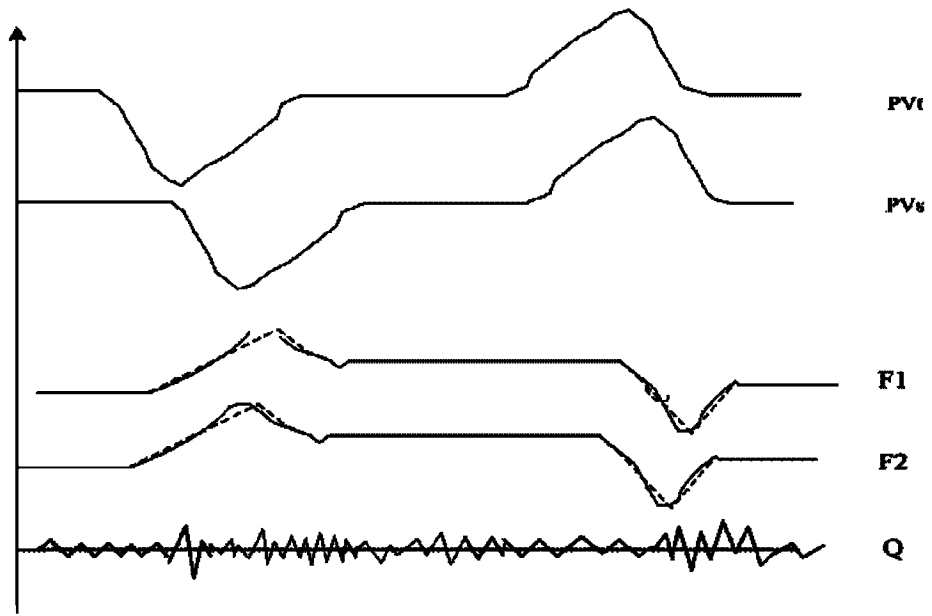


图 7