



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103016379 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201210514383. 5

(22) 申请日 2012. 12. 04

(73) 专利权人 广东红海湾发电有限公司

地址 516622 广东省汕尾市红海湾经济开发区白沙湖畔

(72) 发明人 朱军 李建 刘海波 蔡健

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司  
44202

代理人 郝传鑫

(51) Int. Cl.

F04D 27/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 62-41514 A, 1987. 02. 23,

JP 1-119329 A, 1989. 05. 11,

高生辉等. 国华锦能公司 RB 逻辑设计与优化. 《自动化博览》. 2011, (第 4 期),

高旭峰等. 深圳西部电厂烟气海水脱硫自动控制  
系统调试. 《电力环境保护》. 2008, 第 24 卷  
(第 1 期),

张永军等. 增压风机和引风机协调控制策略  
的应用. 《自动化博览》. 2009, (第 11 期),

朱军超等. 火电厂脱硫装置增压风机的动叶  
控制技术. 《新形势下长三角能源面临的新挑战和  
新对策—第八届长三角能源论坛论文集》. 2011,

审查员 邓翠婷

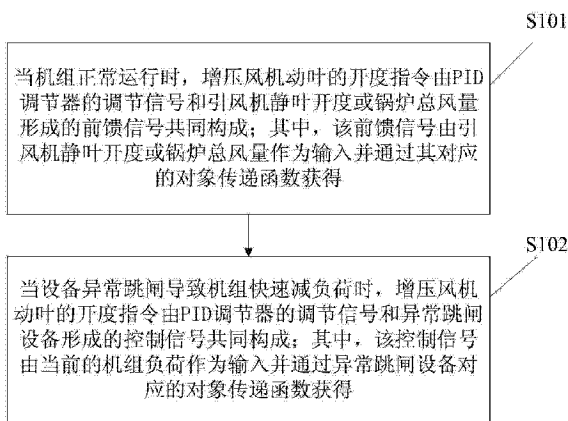
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法,包括步骤:当机组正常运行时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成;其中,该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得;当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成;其中,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得。从而解决了机组快速减负荷(RB)时脱硫增压风机的控制问题,使机组快速减负荷(RB)时增压风机能够将系统入口压力控制在合适的范围,不会因为压力波动大而导致机组跳闸。



1. 一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法,其特征在于,包括步骤:

当机组正常运行时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成;其中,该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得;

当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成;其中,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得;

所述引风机静叶开度或锅炉总风量对应的对象传递函数如(1)式:

$$f(x) = ax \quad (1)$$

其中,  $x$  为引风机静叶开度或锅炉总风量的输入变量,  $f(x)$  为前馈信号的输出变量,  $a$  为比重系数;

所述异常跳闸设备对应的对象传递函数如(2)式:

$$f(x) = bx \quad (2)$$

其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f(x)$  为控制信号的输出变量,  $b$  为比重系数。

2. 如权利要求1所述的无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法,其特征在于,当多台设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,所述控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过对压力影响最大的异常跳闸设备所对应的对象传递函数获得。

3. 如权利要求2所述的无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法,其特征在于,空预器发生异常跳闸时对压力的影响大于引风机发生异常跳闸时对压力的影响,引风机发生异常跳闸时对压力的影响大于送风机发生异常跳闸时对压力的影响,送风机发生异常跳闸时对压力的影响大于一次风机、磨煤机发生异常跳闸时对压力的影响。

## 无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及火力发电领域,尤其涉及一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法。

### 背景技术

[0002] 脱硫系统阻力主要由吸收塔、烟气换热器、除雾器和烟道阻力 4 部分组成。经对国华电力大部分 600MW 机组配套的脱硫系统的调研,在锅炉满负荷下吸收塔阻力为 1200Pa,除雾器阻力为 200Pa,烟气换热器阻力为 580Pa,烟道阻力为 500Pa,系统实际阻力损失为 2480Pa 左右,烟道阻力增加了近 4 倍。因为脱硫系统与锅炉风烟系统分开设计,所以引风机的出力不能满足该工况下的需要,按照《火力发电厂设计技术规程》的规定,锅炉引风机的选定是按锅炉 BMCR 工况的烟气流量裕量不低于 10%、温度裕量 10℃、压头裕量不低于 20% 的原则考虑,因此需要配套独立的增压风机。

[0003] 增压风机通常设计为一台动叶可调轴流风机。轴流风机的静态性能由不同角度对应的多条性能曲线族表达,动叶可调的优点是叶片角度增大时,流量、扬程(压头)、功率均增大,4 个参数之间呈正比例关系。引风机出口的烟气流量、压力都是需要控制的参数,因此选择动叶可调轴流风机。

[0004] 增加了增压风机后的脱硫吸收塔系统(FGD, Flue Gas Desulfurization)工作过程如下:将来自锅炉引风机的原烟气通过增压风机升压,然后进入吸收塔脱硫,吸收塔中包括浆液喷淋系统、除雾系统和烟气再热器(GGH, Gasto Gas Heater, ),浆液系统中的浆液循环泵从浆池中抽取浆液到喷浆管中进行喷淋,吸收烟气中的二氧化硫等有害气体,经除雾和再热后,由烟囱排出,此外,为防止机组启动时或吸收塔发生事故时烟气损坏吸收塔,在锅炉引风机的出口处还设置有直接通往烟囱的旁路,旁路入口处设置有旁路烟气入口挡板门,当机组启动时或吸收塔发生事故时,操作人员可开启旁路烟气入口挡板门、关闭吸收塔进口挡板门,使烟气不经过吸收塔而直接排放,以保护吸收塔,但这通常只能在致命故障的情况下使用,而目前一些企业为降低生产成本,偷开旁路进行排放,对环境造成严重污染。

[0005] 国家环保部 2010 年下发了“关于火电企业脱硫设施旁路烟道挡板实施铅封的通知”,要求各级政府、各大电力集团要积极鼓励火电企业逐步拆除已建脱硫设施的旁路烟道,对暂时保留旁路烟道的,所有旁路烟道必须实行铅封。现役火电厂必须按规定在“十二五”期间全部取消脱硫烟气旁路。可见,取消脱硫旁路是大势所趋。

[0006] 为了弥补引风机出力的不足,克服脱硫系统形成的阻力,脱硫增压风机设计了入口压力自动调节系统,其被控变量为增压风机前的压力,控制方案采用单回路模式。现在的脱硫增压风机的自动调节控制方法为:通过增压风机动叶开度控制增压风机入口压力,增压风机动叶开度的控制指令由 PID 调节器的调节信号、锅炉引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号给出。此种控制方法能够满足机组正常运行的工况,当发生设备异常跳闸导致机组快速减负荷(RB, Rapidly Decreasing Load)时(例如,锅炉辅机,包括送风

机、引风机、一次风机、空预器、磨煤机等发生故障跳闸), 增压风机前压力将快速减小, 在脱硫烟气旁路取消前, 可以打开脱硫烟气旁路来防止压力下降过低, 保证机组安全运行。但是, 当脱硫烟气旁路取消以后, 增压风机入口压力高、低均作为锅炉的主保护, 增压风机入口压力可能达到保护动作值(过小) 导致机组停运(一般增压风机入口压力低于 -2500Pa 到 -3000Pa 之间会导致机组跳闸, 具体的定值取决于烟道的承压能力)。如果因为锅炉辅机(送风机、引风机、一次风机、空预器、磨煤机等) 故障跳闸导致机组快速减负荷, 是一个瞬态的过程, 而“PID 调节器、锅炉引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈”是一个模拟量调节回路, 调节回路不能解决设备瞬间跳闸的工况, 因此此种控制方法不能保证机组快速减负荷(RB) 时机组安全运行。

## 发明内容

[0007] 本发明实施例提出一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法, 解决了机组快速减负荷(RB) 时脱硫增压风机的控制问题, 使机组快速减负荷(RB) 时增压风机能够将系统入口压力控制在合适的范围, 不会因为压力波动大而导致机组跳闸。

[0008] 本发明实施例提供一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法, 包括步骤:

[0009] 当机组正常运行时, 增压风机动叶的开度指令由 PID 调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成; 其中, 该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得;

[0010] 当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时, 增压风机动叶的开度指令由 PID 调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成; 其中, 该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得。

[0011] 较佳地, 所述引风机静叶开度或锅炉总风量对应的对象传递函数如(1) 式:

$$[0012] \quad f(x) = ax \quad (1)$$

[0013] 其中,  $x$  为引风机静叶开度或锅炉总风量的输入变量,  $f(x)$  为前馈信号的输出变量,  $a$  为比重系数。

[0014] 较佳地, 所述异常跳闸设备对应的对象传递函数如(2) 式:

$$[0015] \quad f(x) = bx \quad (2)$$

[0016] 其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f(x)$  为控制信号的输出变量,  $b$  为比重系数。

[0017] 较佳地, 当多台设备异常跳闸导致机组快速减负荷时, 所述控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过对压力影响最大的异常跳闸设备所对应的对象传递函数获得。

[0018] 较佳地, 空预器发生异常跳闸时对压力的影响大于引风机发生异常跳闸时对压力的影响, 引风机发生异常跳闸时对压力的影响大于送风机发生异常跳闸时对压力的影响, 送风机发生异常跳闸时对压力的影响大于一次风机、磨煤机发生异常跳闸时对压力的影响。

[0019] 实施本发明实施例, 具有如下有益效果: 本发明针对无旁路的脱硫系统提供了一种脱硫增压风机入口压力的自动控制方法, 该控制方法针对机组当前的不同的工作情况作出不同的增压风机动叶的开度指令: 当机组正常运行时, 增压风机动叶的开度指令由 PID 调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成; 以及当设备

异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成。从而解决了机组快速减负荷(RB)时脱硫增压风机的控制问题,使机组快速减负荷(RB)时增压风机能够将系统入口压力控制在合适的范围,不会因为压力波动大而导致机组跳闸。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明所提供的无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法的流程图。

[0021] 图2是图1所示无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法的具体流程图。

[0022] 图3为图1所示无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法的示意图。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 请参照图1,本发明提供了一种无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法,所述方法包括:

[0025] 步骤S101、当机组正常运行时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成;其中,该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得;

[0026] 步骤S102、当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成;其中,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得。

[0027] 下面,结合图2和图3,对本发明的无旁路的脱硫系统增压风机的控制方法进行详细描述。首先,请看图3,具体描述一下包括无旁路的脱硫系统的锅炉燃烧系统的结构和工作过程。该系统具体包括一次风机101a、送风机101b、空预器102、磨煤机103、锅炉104、引风机105、增加风机106、脱硫吸收塔107和烟囱108。其中,磨煤机103连接于锅炉104和一次风机101a出口之间,送风机101b(二次风机)出口连接与锅炉104,在空预器102中实现烟气管道、二次风管道、一次风管道间的空气预热,引风机105的入口连接于空预器102的烟气管道,出口与增加风机106相连。所述的一次风机101a将外部送入的空气通过空预器102和磨煤机103送入所述锅炉104对煤粉进行燃烧。所述磨煤机103研磨燃料得到煤粉,将燃料研磨成煤粉是为了将增大燃料的表面积,以用于更充分燃烧。所述空预器102将锅炉104尾部烟道中的烟气通过内部的散热片将进入锅炉104前的空气预热到一定温度,有助于燃料充分燃烧及提高锅炉的热交换性能,降低能量消耗,对于节能来说,空气预热具有重要的意义。所述送风机101b(二次风机)入口抽入的为空气,在对经过混合一次风干燥过后的煤粉再输入二次风是为了使煤粉更充分的燃烧。

[0028] 然后,来自锅炉104的引风机105的原烟气通过增压风机106升压,升压后进入脱硫吸收塔107进行脱硫,吸收烟气中的二氧化硫等有害气体,经除雾和再热后,由烟囱108排出。锅炉引风机105的出口处没有设置有直接通往烟囱108的旁路。

[0029] 为了解决机组快速减负荷(RB)时脱硫增压风机的控制问题,使机组快速减负荷(RB)时增压风机能够将系统入口压力控制在合适的范围,不会因为压力波动大而导致机组跳闸。本发明针对无旁路的脱硫系统提供了一种脱硫增压风机入口压力的自动控制方法,该控制方法针对机组当前的不同的工作情况作出不同的增压风机动叶的开度指令,具体包括:

[0030] 情况一:当机组正常运行时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成;其中,该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得;以及

[0031] 情况二:当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成;其中,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得。

[0032] 在上述情况一中,当机组(一般为锅炉辅机,如送风机101b、引风机105、一次风机101a、空预器102、磨煤机103等)正常运行时,增压风机动叶的开度指令直接由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同给出。其中,如图2所示,调节信号是通过将增压风机入口压力偏差通过PID调节器获得,而该前馈信号由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得,在本实施例中,取引风机静叶开度作为输入量,而其对应的对象传递函数如(1)式:

$$[0033] \quad f(x)=ax \quad (1)$$

[0034] 其中,  $x$  为引风机静叶开度的输入变量,  $f(x)$  为前馈信号的输出变量,  $a$  为比重系数。该函数为线性函数,输入为锅炉引风机静叶开度,具体的函数关系需试验确定,每台机组的比重系数  $a$  不同。在机组正常运行的情况下,只要将增压风机入口压力偏差通过PID调节器获得的调节信号和将引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得的前馈信号叠加(通过加法器)而得到带增压风机动叶开度信号的控制指令,对增压风机动叶的开度进行合适的调整,保证增压风机入口压力控制在合适的范围。

[0035] 在上述情况二中,当设备异常跳闸导致机组快速减负荷(RB)时,即,锅炉辅机(如送风机101b、引风机105、一次风机101a、空预器102、磨煤机103等)故障跳闸而导致增压风机入口压力快速减小,由于该过程是一个瞬间的过程,而上述“PID调节器、锅炉引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈”是一个模拟量调节回路,调节回路不能解决设备瞬间跳闸的工况。此时,增压风机动叶的开度指令由两部分组成:一部分仍然由PID调节器的调节信号给出,而另一部分由引起RB的异常跳闸设备所形成的控制信号给出,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过该异常跳闸设备对应的对象传递函数获得。所述异常跳闸设备对应的对象传递函数如(2)式:

$$[0036] \quad f(x)=bx \quad (2)$$

[0037] 其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f(x)$  为控制信号的输出变量,  $b$  为比重系数。该函数为线性函数,输入为当前的机组负荷,具体的函数关系需试验确定,每台机组的比重系数  $b$  不同,取决于设备异常跳闸(跳闸)对锅炉风量的影响。因此,在机组快速减负荷(RB)的情况下,需要将增压风机入口压力偏差通过PID调节器获得的调节信号和将当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得的控制信号叠加(通过加法器)而得到带增压风机动叶开度信号的控制指令,对增压风机动叶的开度进行合适的

调整,保证增压风机入口压力控制在合适的范围。也就是说,当发生设备异常跳闸导致机组快速减负荷(RB)时,需要将由当前的机组负荷作为输入并通过异常跳闸设备对应的对象传递函数获得的控制信号替换掉(利用切换器 T)机组正常运行情况下的由引风机静叶开度或锅炉总风量作为输入并通过其对应的对象传递函数获得的前馈信号,而与由增压风机入口压力偏差通过 PID 调节器获得的调节信号叠加成增压风机动叶开度信号。

[0038] 另外,当多台机组设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,所述控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过对压力影响最大的异常跳闸设备所对应的对象传递函数获得。例如,空预器发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响大于引风机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响,引风机发生异常跳闸时对压力的影响大于送风机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响,送风机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响大于一次风机、磨煤机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响。

[0039] 下面,只列举几种发生异常跳闸触发 RB 时对压力影响最大的机组设备进行描述。如图 2 所示,当引起 RB 的异常跳闸设备为送风机时,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过送风机对应的对象传递函数获得,送风机对应的对象传递函数如(3)式:

$$[0040] \quad f_1(x)=b_1x \quad (3)$$

[0041] 其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f_1(x)$  为控制信号的输出变量,  $b_1$  为比重系数。该函数为线性函数,输入为当前的机组负荷,具体的函数关系需试验确定,每台机组的比重系数  $b_1$  不同。

[0042] 当引起 RB 的异常跳闸设备为引风机时,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过引风机对应的对象传递函数获得,引风机对应的对象传递函数如(4)式:

$$[0043] \quad f_2(x)=b_2x \quad (4)$$

[0044] 其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f_2(x)$  为控制信号的输出变量,  $b_2$  为比重系数。该函数为线性函数,输入为当前的机组负荷,具体的函数关系需试验确定,每台机组的比重系数  $b_2$  不同。

[0045] 当引起 RB 的异常跳闸设备为空预器时,该控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过空预器对应的对象传递函数获得,空预器对应的对象传递函数如(5)式:

$$[0046] \quad f_3(x)=b_3x \quad (5)$$

[0047] 其中,  $x$  为当前的机组负荷的输入变量,  $f_3(x)$  为控制信号的输出变量,  $b_3$  为比重系数。该函数为线性函数,输入为当前的机组负荷,具体的函数关系需试验确定,每台机组的比重系数  $b_3$  不同。

[0048] 由于空预器发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响大于引风机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响,引风机发生异常跳闸时对压力的影响大于送风机发生异常跳闸(触发 RB)时对压力的影响。这样,当引起 RB 的异常跳闸设备为送风机和引风机时,控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过引风机对应的对象传递函数  $f_2(x)=b_2x$  获得;当引起 RB 的异常跳闸设备为送风机和空预器时,控制信号由当前的机组负荷作为输入并通过空预器对应的对象传递函数  $f_3(x)=b_3x$  获得;当引起 RB 的异常跳闸设备为送风机、引风机和空预器时,控制信号仍然由当前的机组负荷作为输入并通过空预器对应的对象传递函数  $f_3(x)=b_3x$  获得。

[0049] 综上所述,本发明针对无旁路的脱硫系统提供了一种脱硫增压风机入口压力的自

动控制方法,该控制方法针对机组当前的不同的工作情况作出不同的增压风机动页的开度指令:当机组正常运行时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和引风机静叶开度或锅炉总风量形成的前馈信号共同构成;以及当设备异常跳闸导致机组快速减负荷时,增压风机动叶的开度指令由PID调节器的调节信号和异常跳闸设备形成的控制信号共同构成。从而解决了机组快速减负荷(RB)时脱硫增压风机的控制问题,使机组快速减负荷(RB)时增压风机能够将系统入口压力控制在合适的范围,不会因为压力波动大而导致机组跳闸。

[0050] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。



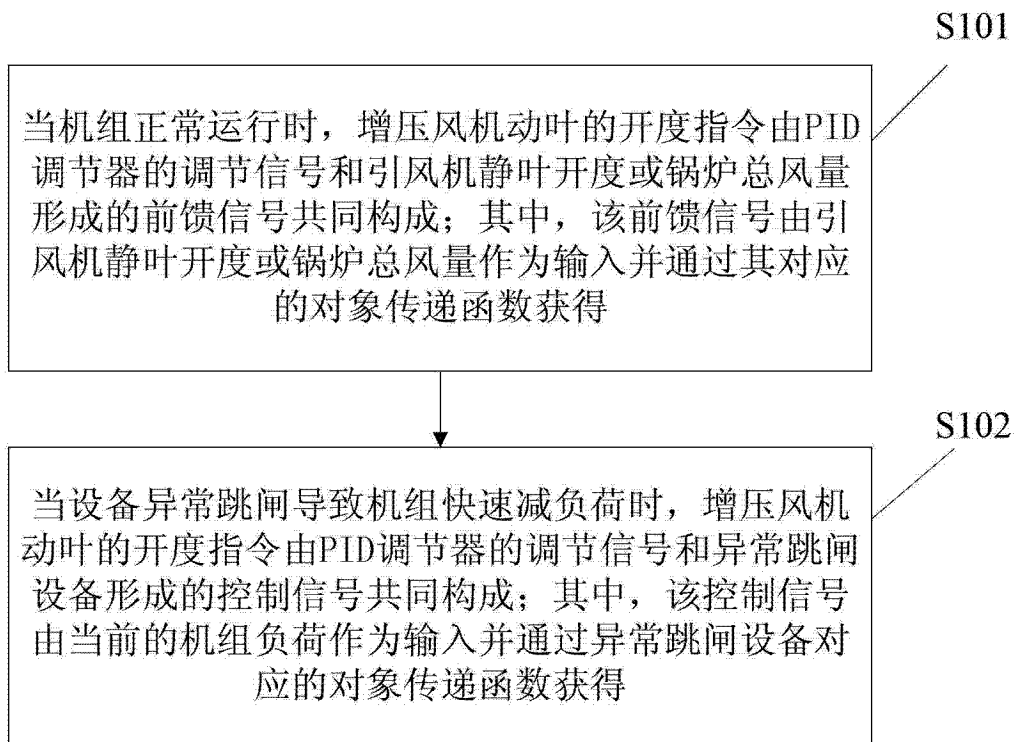


图 1

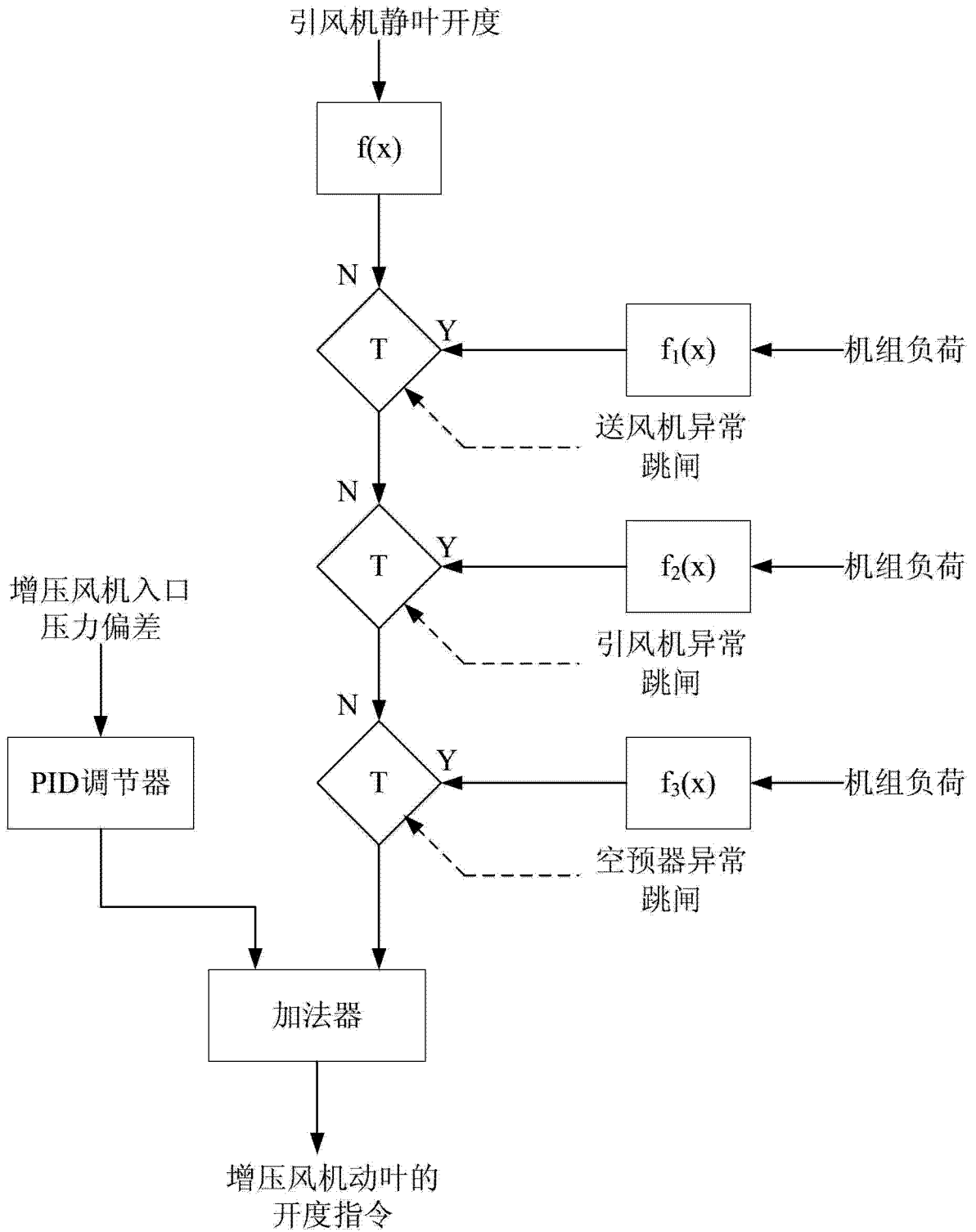


图 2

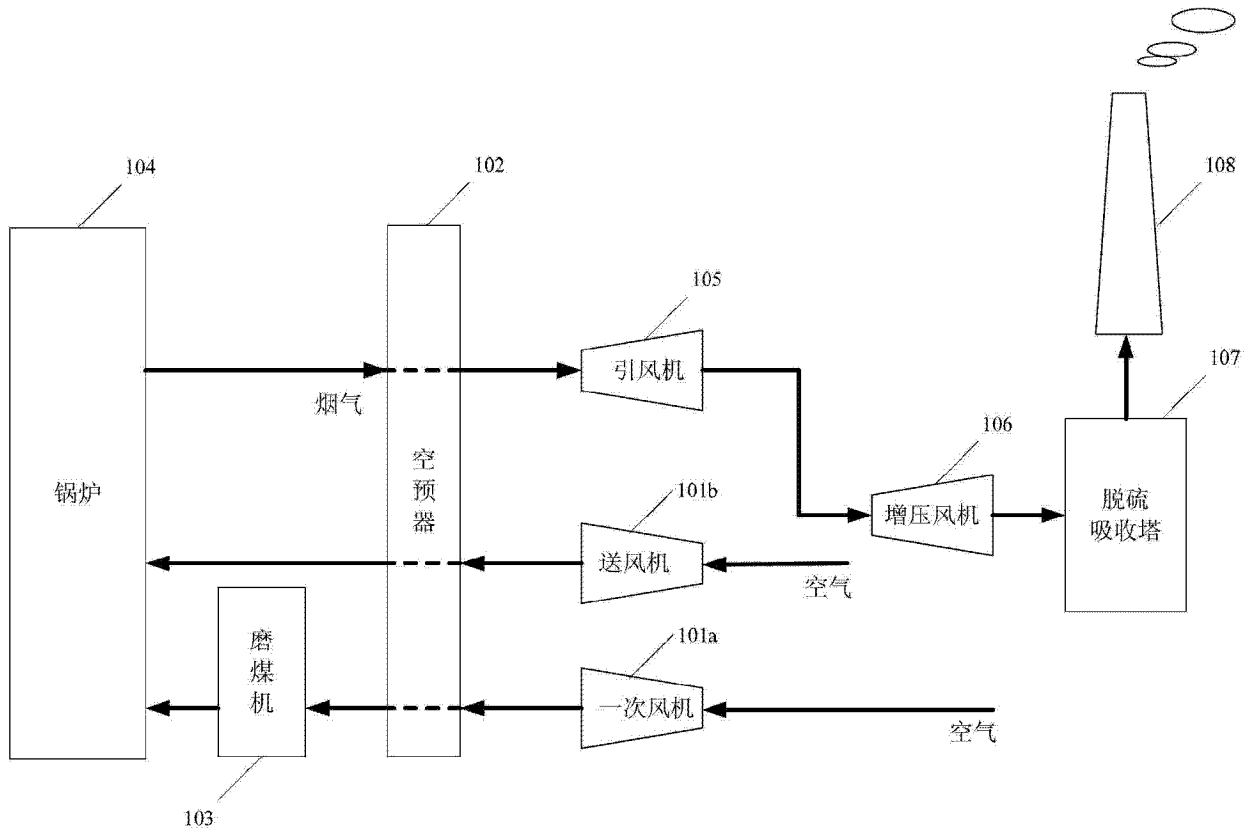


图 3