



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106773681 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611101417.2

F01D 17/10(2006.01)

(22)申请日 2016.12.05

(71)申请人 国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院

地址 110006 辽宁省沈阳市和平区四平街39-7号

申请人 国家电网公司

(72)发明人 姚远 王英荟 金元 刘洋 李建军 郝欣 王聪颖 宋圣军 张天放 胡绍宇 付宇

(74)专利代理机构 辽宁沈阳国兴知识产权代理有限公司 21100

代理人 何学军

(51) Int. Cl.

G05B 13/04(2006.01)

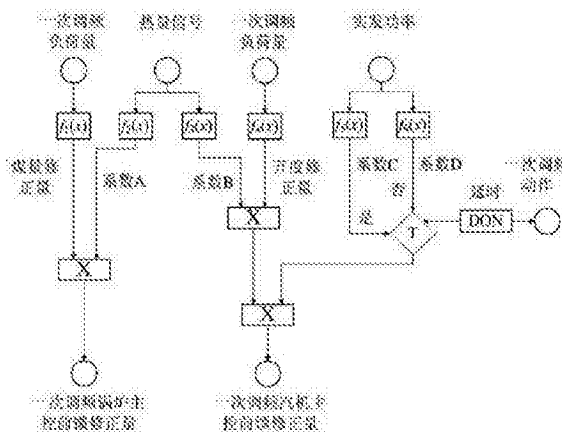
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法

(57)摘要

本发明属于火力发电机组自动控制技术领域,尤其涉及一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法。可用于汽包锅炉火电机组在实际运行过程中的一次调频自动控制,保证机组在运行过程中,自动将一次调频负荷控制在合理范围内。包括在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑组态中增加一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑。本发明可降低运行人员劳动强度,且控制效果不依赖于运行人员的技术水平。通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,实时性好,现场调试过程简单,便于工程实现。



1. 一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其特征是,包括以下步骤:

第一步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑组态中增加以下控制逻辑:一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑;

第二步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑锅炉主控控制回路组态中增加一次调频锅炉主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽机主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制回路接口,并将一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机抽汽量修正量控制回路接口,并将一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中;

第三步:控制系统投入实际运行,根据实时运行曲线,在线整定一种汽包锅炉火电机组一次调频控制各个控制回路相关参数,最终达到预期的控制效果。

2. 根据权利要求1所述的一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其特征在于:所述的第一步中,一次调频锅炉主控前馈修正量由一次调频煤量修正量和一次调频热量信号修正系数A形成,其中一次调频煤量修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_1(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数A由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_2(x)$ 折算后形成;一次调频汽机主控前馈修正量由一次调频汽轮机综合阀门指令修正量、一次调频热量信号修正系数B和一次调频时间修正系数形成,其中一次调频汽轮机综合阀门指令修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_4(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数B由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_3(x)$ 折算后形成,一次调频时间修正系数由机组实发功率经过非线性函数 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 折算后形成,切换条件为一次调频动作计时的时间到达。

3. 根据权利要求1所述的一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其特征在于:所述的第一步中,一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数由DEH功率方式修正系数E、DEH顺序阀方式修正系数和DEH单阀方式修正系数H形成,其中DEH功率方式修正系数E由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_7(x)$ 折算后形成,DEH顺序阀方式修正系数由汽轮机综合阀门指令经过非线性函数 $f_8(x)$ 折算系数F与主蒸汽压力经过非线性函数 $f_9(x)$ 折算系数G之和形成,DEH单阀方式修正系数H由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_{10}(x)$ 折算后形成。

4. 根据权利要求1所述的一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其特征在于:所述的第一步中,一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑包括汽轮机一次调频能力判断逻辑和汽轮机抽汽量控制逻辑;其中一次调频能力判断逻辑为一次调频加负荷能力判断和一次调频减负荷能力判断,汽轮机抽汽量控制逻辑为依据一次调频能力进行汽轮机抽汽量的控制,当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量,提高机组实发功率,当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量,减少机组实发功率,满足一次调频要求;一次调频加负荷能力不足由多个条件判断得出,包括汽轮机高压调门全开,并且一次调频加负荷量大于定值I;一次调频减负荷能力不足由多个条件判断得出,包括主蒸汽压力大于定值J,并且一次调频减负荷量大于定值K;当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量的控制

包括关闭6号低加抽汽门,切除6号低加,同时提高除氧器水位,提高高压加热器水位,延长时间L秒后,关闭5号低加抽汽门,切除5号低加;当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量的控制包括降低除氧器水位,降低高压加热器水位,降低低压加热器水位。

5. 根据权利要求1所述的一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其特征在于:所述的一次调频锅炉主控前馈修正量、一次调频汽机主控前馈修正量、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数、一次调频汽轮机抽汽量修正量的算法逻辑是:一次调频负荷量,汽轮机调节级压力,汽包压力,实发功率,综合阀门指令,主蒸汽压力,DEH顺序阀方式,DEH功率方式均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取; $f_1(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频煤量修正量,此函数的设置分为一次调频小幅度动作时输出值为0,一次调频大幅度动作时输出值为一次调频负荷量的函数; $f_2(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数A; $f_3(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数B; $f_4(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频汽轮机阀门开度修正量; $f_5(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间后的汽轮机阀门开度修正系数C; $f_6(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间前的汽轮机阀门开度修正系数D; $f_7(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH功率方式时的一次调频DEH修正系数E; $f_8(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为综合阀门指令,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数F; $f_9(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数G; $f_{10}(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH单阀方式时的一次调频DEH修正系数H; $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、 $f_3(x)$ 、 $f_4(x)$ 、 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 、 $f_7(x)$ 、 $f_8(x)$ 、 $f_9(x)$ 、 $f_{10}(x)$ 的参数可根据实时曲线在线整定,整定的原则是通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求。

一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法

技术领域

[0001] 本发明属于火力发电机组自动控制技术领域,尤其涉及一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法。可用于汽包锅炉火电机组在实际运行过程中的一次调频自动控制,保证机组在运行过程中,自动将一次调频负荷控制在合理范围内。

背景技术

[0002] 一次调频是电网公司维持电网频率稳定的重要手段。为了电网的安全、稳定、经济运行和提高供电电能质量,电网公司要求上网火力发电机组必须具备一次调频功能,并提出了具体的技术指标和考核办法。火电机组协调控制系统是机组控制中的最高级控制器,负责协调汽轮机与锅炉间的能量平衡控制,保证机组参与电网一次调频的调节品质。协调控制被控对象为多输入多输出系统,具有非线性、参数慢时变、以及大迟滞与大惯性的特点。尤其体现在制粉和燃烧系统的控制环节,从提高给煤机转速增加给煤量,到锅炉燃烧增强产生的蒸汽量增加,实现机组的实际负荷增加,整个过程环节较多,惯性较大,给一次调频功能设计与实现带来许多困难。

[0003] 近些年众多国内学者对火电机组一次调频控制相关问题进行了研究与探讨,例如《中国电机工程学报》的《机组一次调频参数指标在线估计方法》,发展稳定可靠的一次调频特性参数在线估计方法,提出在电网突发扰动后衡量机组快速支援能力的指标及其算法,将该算法应用于实际机组的在线监测,获得了准确有效的估计结果。《热力发电》的《超超临界机组一次调频控制策略的优化》针对原机组的一次调频控制策略,设计了基于数字式电液控制系统(DEH)的一次调频控制策略,采用电网频率取代汽轮机转速参与一次调频控制;利用DEH扫描周期速度快的特点,在DEH中组态一次调频功率控制、一次调频阀位控制值设定和机组协调控制(UCC)的一次调频功率控制等逻辑;在UCC组态中一次调频功率控制逻辑,直接从DEH向UCC传输调频功率,以便快速获得电网频率偏差值,从而快速调频;根据超临界机组直流锅炉蓄热小的特点,将调频功率加入锅炉负荷指令的静、动态前馈控制中,以保证一次调频的快速性、有效性、安全性以及长期稳定性。中国专利“一种防止一次调频反向调节器”专利申请号201510072922,公开了一种防止一次调频反向调节器,它包括输出回路,一次调频方向判断回路、一次调频动作判断回路和AGC动作判断回路与机组目标功率选择判断回路连接,机组目标功率选择判断回路与输出回路连接;本发明解决了现有技术采用一次调频技术来维持电网频率稳定存在的发电机组一次调频控制系统由于设计的不完整,不能适应生产过程中出现的所有工况,引起电网频率变化对应的功率需求与发电机组一次调频动作实际的功率变化作用相反,最终加剧了电网频率的不稳定性等问题,解决了电网频率变化对应的功率需求与发电机组一次调频动作实际的功率变化作用相反,存在的影响电力系统电网频率稳定等问题。

[0004] 以上这些文献主要从一次调频在线监测、一次调频的常规设置、防止一次调频反向调节等方面进行了阐述,但对汽包锅炉机组一次调频锅炉主控前馈修正量、一次调频汽机主控前馈修正量、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数、一次调频汽轮机抽汽

量修正量没有进行有针对性的研究。

发明内容

[0005]

针对上述现有技术中存在的问题,本发明提供一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,其目的是为了解决一种汽包锅炉火电机组一次调频自动控制问题,充分发挥设备潜力,满足电网一次调频要求。

[0006] 本发明的目的是通过下述技术方案实现的:

一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,包括以下步骤:

第一步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑组态中增加以下控制逻辑:一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑;

第二步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑锅炉主控控制回路组态中增加一次调频锅炉主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽机主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制回路接口,并将一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机抽汽量修正量控制回路接口,并将一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中;

第三步:控制系统投入实际运行,根据实时运行曲线,在线整定一种汽包锅炉火电机组一次调频控制各个控制回路相关参数,最终达到预期的控制效果。

[0007] 第一步中所述的一次调频锅炉主控前馈修正量由一次调频煤量修正量和一次调频热量信号修正系数A形成,其中一次调频煤量修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_1(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数A由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_2(x)$ 折算后形成;一次调频汽机主控前馈修正量由一次调频汽轮机综合阀门指令修正量、一次调频热量信号修正系数B和一次调频时间修正系数形成,其中一次调频汽轮机综合阀门指令修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_4(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数B由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_3(x)$ 折算后形成,一次调频时间修正系数由机组实发功率经过非线性函数 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 折算后形成,切换条件为一次调频动作计时的时间到达。

[0008] 第一步中所述的一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数由DEH功率方式修正系数E、DEH顺序阀方式修正系数和DEH单阀方式修正系数H形成,其中DEH功率方式修正系数E由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_7(x)$ 折算后形成,DEH顺序阀方式修正系数由汽轮机综合阀门指令经过非线性函数 $f_8(x)$ 折算系数F与主蒸汽压力经过非线性函数 $f_9(x)$ 折算系数G之和形成,DEH单阀方式修正系数H由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_{10}(x)$ 折算后形成。

[0009] 第一步中所述的一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑包括汽轮机一次调频能力判断逻辑和汽轮机抽汽量控制逻辑;其中一次调频能力判断逻辑为一次调频加负荷能力判断和一次调频减负荷能力判断,汽轮机抽汽量控制逻辑为依据一次调频能力进行汽轮机

抽汽量的控制,当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量,提高机组实发功率,当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量,减少机组实发功率,满足一次调频要求;一次调频加负荷能力不足由多个条件判断得出,包括汽轮机高压调门全开,并且一次调频加负荷量大于定值I;一次调频减负荷能力不足由多个条件判断得出,包括主蒸汽压力大于定值J,并且一次调频减负荷量大于定值K;当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量的控制包括关闭6号低加抽汽门,切除6号低加,同时提高除氧器水位,提高高压加热器水位,延时时间L秒后,关闭5号低加抽汽门,切除5号低加;当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量的控制包括降低除氧器水位,降低高压加热器水位,降低低压加热器水位。

[0010] 所述的一次调频锅炉主控前馈修正量、一次调频汽机主控前馈修正量、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数、一次调频汽轮机抽汽量修正量的算法逻辑是:一次调频负荷量,汽轮机调节级压力,汽包压力,实发功率,综合阀门指令,主蒸汽压力,DEH顺序阀方式,DEH功率方式均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取; $f_1(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频煤量修正量,此函数的设置分为一次调频小幅度动作时输出值为0,一次调频大幅度动作时输出值为一次调频负荷量的函数; $f_2(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数A; $f_3(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数B; $f_4(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频汽轮机阀门开度修正量; $f_5(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间后的汽轮机阀门开度修正系数C; $f_6(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间前的汽轮机阀门开度修正系数D; $f_7(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH功率方式时的一次调频DEH修正系数E; $f_8(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为综合阀门指令,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数F; $f_9(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数G; $f_{10}(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH单阀方式时的一次调频DEH修正系数H; $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、 $f_3(x)$ 、 $f_4(x)$ 、 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 、 $f_7(x)$ 、 $f_8(x)$ 、 $f_9(x)$ 、 $f_{10}(x)$ 的参数可根据实时曲线在线整定,整定的原则是通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求。

[0011] 本发明的优点及有益效果是:

(1)通过设计一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑保证一次调频满足要求。

[0012] (2)可有效降低运行人员的劳动强度,且控制效果不依赖于运行人员的技术水平。

[0013] (3)实时性好,现场调试过程简单,便于工程实现。

[0014] 下面结合附图和具体实施例,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0015]

图1是本发明算法一次调频锅炉主控前馈修正量和一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑图;

图2是本发明算法一次调频DEH修正系数控制逻辑图；

图3是本发明的工作流程框图。

具体实施方式

[0016] 本发明是一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法,如图3所示,包括如下步骤:

第一步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑组态中增加以下控制逻辑:一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑,保证汽包锅炉火电机组一次调频控制性能满足要求。

[0017] 第二步:在汽包锅炉火电机组分散控制系统DCS的控制逻辑锅炉主控控制回路组态中增加一次调频锅炉主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽机主控前馈修正量控制回路接口,并将一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制回路接口,并将一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑的输出引入到此回路接口中,增加一次调频汽轮机抽汽量修正量控制回路接口,并将一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑的输出引入到此回路接口中;

第三步:控制系统投入实际运行,根据实时运行曲线,在线整定一种汽包锅炉火电机组一次调频控制各个控制回路相关参数,最终达到预期的控制效果。

[0018] 第一步中所述的一次调频锅炉主控前馈修正量由一次调频煤量修正量和一次调频热量信号修正系数A形成,其中一次调频煤量修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_1(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数A由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_2(x)$ 折算后形成;一次调频汽机主控前馈修正量由一次调频汽轮机综合阀门指令修正量、一次调频热量信号修正系数B和一次调频时间修正系数形成,其中一次调频汽轮机综合阀门指令修正量由一次调频负荷量经过非线性函数 $f_4(x)$ 折算后形成,一次调频热量信号修正系数B由汽轮机调节级压力与汽包压力的微分之之和经过非线性函数 $f_3(x)$ 折算后形成,一次调频时间修正系数由机组实发功率经过非线性函数 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 折算后形成,切换条件为一次调频动作计时的时间到达。

[0019] 第一步中所述的一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数由DEH功率方式修正系数E、DEH顺序阀方式修正系数和DEH单阀方式修正系数H形成,其中DEH功率方式修正系数E由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_7(x)$ 折算后形成,DEH顺序阀方式修正系数由汽轮机综合阀门指令经过非线性函数 $f_8(x)$ 折算系数F与主蒸汽压力经过非线性函数 $f_9(x)$ 折算系数G之和形成,DEH单阀方式修正系数H由主蒸汽压力经过非线性函数 $f_{10}(x)$ 折算后形成。

[0020] 第一步中所述的一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑包括汽轮机一次调频能力判断逻辑和汽轮机抽汽量控制逻辑;其中一次调频能力判断逻辑为一次调频加负荷能力判断和一次调频减负荷能力判断,汽轮机抽汽量控制逻辑为依据一次调频能力进行汽轮机抽汽量的控制,当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量,提高机组实发功率,当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量,减少机组实发功率,满足一次调频要求;一次调频加负荷能力不足由多个条件判断得出,包括汽轮机高压调门全开,并且一次调频

加负荷量大于定值I;一次调频减负荷能力不足由多个条件判断得出,包括主蒸汽压力大于定值J,并且一次调频减负荷量大于定值K;当一次调频加负荷能力不足时,减少汽轮机抽汽量的控制包括关闭6号低加抽汽门,切除6号低加,同时提高除氧器水位,提高高压加热器水位,延时时间L秒后,关闭5号低加抽汽门,切除5号低加;当一次调频减负荷能力不足时,增加汽轮机抽汽量的控制包括降低除氧器水位,降低高压加热器水位,降低低压加热器水位。

[0021] 所述的一次调频锅炉主控前馈修正量、一次调频汽机主控前馈修正量、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数、一次调频汽轮机抽汽量修正量的算法逻辑是:一次调频负荷量,汽轮机调节级压力,汽包压力,实发功率,综合阀门指令,主蒸汽压力,DEH顺序阀方式,DEH功率方式均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取; $f_1(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频煤量修正量,此函数的设置分为一次调频小幅度动作时输出值为0,一次调频大幅度动作时输出值为一次调频负荷量的函数; $f_2(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数A; $f_3(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数B; $f_4(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频汽轮机阀门开度修正量; $f_5(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间后的汽轮机阀门开度修正系数C; $f_6(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间前的汽轮机阀门开度修正系数D; $f_7(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH功率方式时的一次调频DEH修正系数E; $f_8(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为综合阀门指令,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数F; $f_9(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数G; $f_{10}(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH单阀方式时的一次调频DEH修正系数H; $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、 $f_3(x)$ 、 $f_4(x)$ 、 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 、 $f_7(x)$ 、 $f_8(x)$ 、 $f_9(x)$ 、 $f_{10}(x)$ 的参数可根据实时曲线在线整定,整定的原则是通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求。

[0022] 本发明的核心思想是通过设计一次调频锅炉主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数控制逻辑、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制逻辑保证一次调频满足要求。

[0023] 本发明中一次调频锅炉主控前馈修正量和一次调频汽机主控前馈修正量算法逻辑图,即一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法的一次调频锅炉主控前馈修正量和一次调频汽机主控前馈修正量控制逻辑如图1所示。图1中,一次调频负荷量,实发功率,一次调频动作,均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取;热量信号由汽轮机调节级压力和汽包压力计算得出; $f_1(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频煤量修正量,此函数的设置分为一次调频小幅度动作时输出值为0,一次调频大幅度动作时输出值为一次调频负荷量的函数; $f_2(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数A; $f_3(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为热量信号,输出为一次调频热量信号修正系数B; $f_4(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为一次调频负荷量,输出为一次调频汽轮机阀门开度修正量; $f_5(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间后的汽轮机阀门开度修正系数C; $f_6(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为实发功率,输出为一次调频动作一定时间前的汽轮机阀门开度修正系数D;

$f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、 $f_3(x)$ 、 $f_4(x)$ 、 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 的参数可根据实时曲线在线整定,整定的原则是通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求。

[0024] 本发明中一次调频DEH修正系数算法逻辑图,即一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法的一次调频DEH修正系数控制逻辑如图2所示。图2中,综合阀门指令,主蒸汽压力,DEH顺序阀方式,DEH功率方式均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取; $f_7(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH功率方式时的一次调频DEH修正系数E; $f_8(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为综合阀门指令,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数F; $f_9(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH顺序阀方式时的一次调频DEH修正系数G; $f_{10}(x)$ 为非线性函数发生器,其输入为主蒸汽压力,输出为DEH单阀方式时的一次调频DEH修正系数H; $f_7(x)$ 、 $f_8(x)$ 、 $f_9(x)$ 、 $f_{10}(x)$ 的参数可根据实时曲线在线整定,整定的原则是通过现有机组分散控制系统DCS协调控制系统,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求。

[0025] 下面以某300MW汽包锅炉火电机组一次调频控制为例,介绍算法参数整定结果,如表1所示。

[0026] 机组概况:该机组的亚临界汽包锅炉火电机组,制粉系统采用正压直吹式,配有5台磨煤机,每台磨煤机配置一个热一次风调节门和一个冷一次风调节门,设有两台50%容量的一次风机提供一次热、冷风输送煤粉。

[0027] 如表1所示,表1是一次调频锅炉主控前馈修正量、一次调频汽机主控前馈修正量、一次调频汽轮机数字电液控制系统DEH修正系数、一次调频汽轮机抽汽量修正量控制参数整定。

[0028] 表1中与 $f_1(x)$ 对应的 x 为一次调频负荷量(MW);与 $f_2(x)$ 对应的 x 为热量信号;与 $f_3(x)$ 对应的 x 为热量信号; $f_4(x)$ 对应的 x 为一次调频负荷量(MW);与 $f_5(x)$ 对应的 x 为实发功率(MW);与 $f_6(x)$ 对应的 x 为实发功率(MW);与 $f_7(x)$ 对应的 x 为主蒸汽压力(MPa); $f_8(x)$ 对应的 x 为综合阀门指令(%);与 $f_9(x)$ 对应的 x 为主蒸汽压力(MPa);与 $f_{10}(x)$ 对应的 x 为主蒸汽压力(MPa);该机组的一次调频负荷量,汽轮机调节级压力,汽包压力,实发功率,综合阀门指令,主蒸汽压力,DEH顺序阀方式,DEH功率方式均可直接从机组分散控制系统DCS实时数据库中读取;完成一种汽包锅炉火电机组一次调频控制优化方法控制回路逻辑组态,将系统投入实际运行,根据机组运行曲线,反复在线整定 $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、 $f_3(x)$ 、 $f_4(x)$ 、 $f_5(x)$ 、 $f_6(x)$ 、 $f_7(x)$ 、 $f_8(x)$ 、 $f_9(x)$ 、 $f_{10}(x)$ 相应参数,保证机组在运行过程中,满足一次调频要求;现场调试过程简单,便于工程实现。

[0029]

表1 一种汽包锅炉火电机组一次调频控制参数整定。

$x(\text{MW})$	-24	-5	0	5	24
$f_1(x)$ (t/h)	-5	0	0	0	5
x	0	10	13	15	18
$f_2(x)$	1	1	0.9	0.8	0.8
x	0	10	13	15	18
$f_3(x)$	1	1	0.95	0.9	0.8
$x(\text{MW})$	-24	-2	0	2	24
$f_4(x)$ (%)	-6	0	0	0	6
$x(\text{MW})$	0	150	250	290	300
$f_5(x)$	1	1	1	0.9	0.9
$x(\text{MW})$	0	150	250	290	300
$f_6(x)$	1	1	1.2	1.1	1
$x(\text{MPa})$	0	10	13	15	18
$f_7(x)$	1	1	1	1	1
$x(\%)$	0	70	71	72	100
$f_8(x)$	0	0	0.2	0	0
$x(\text{MPa})$	0	10	13	15	18
$f_9(x)$	1.1	1.1	1.1	1	1
$x(\text{MPa})$	0	10	13	15	18
$f_{10}(x)$	1	1	1	1	1

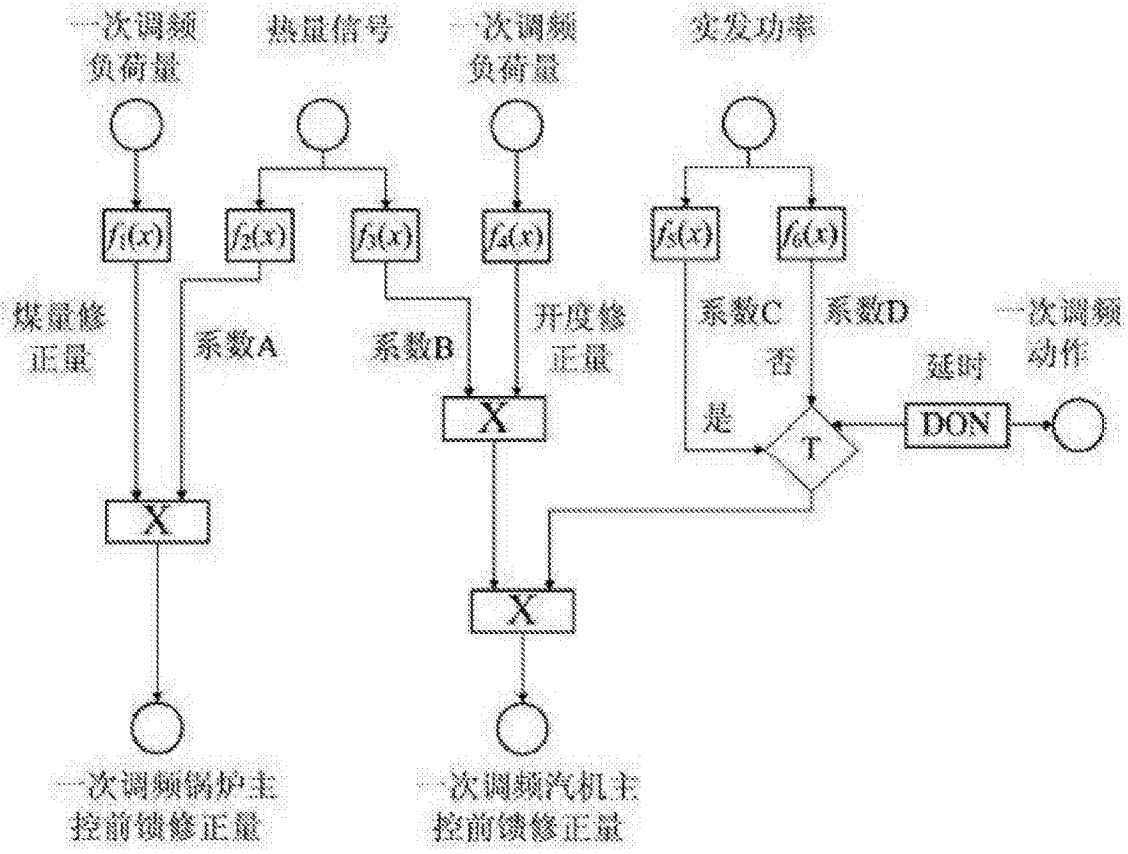


图1

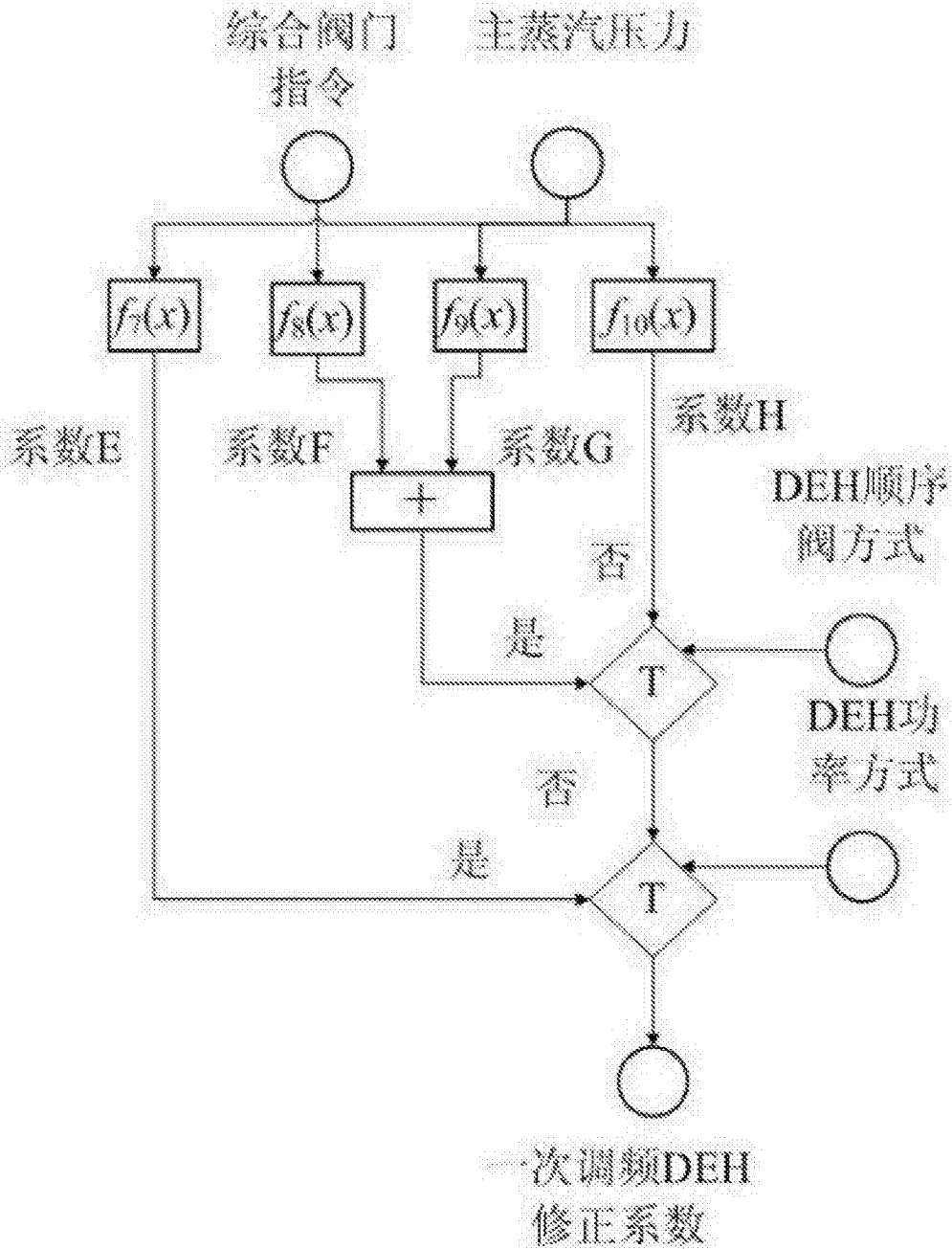


图2

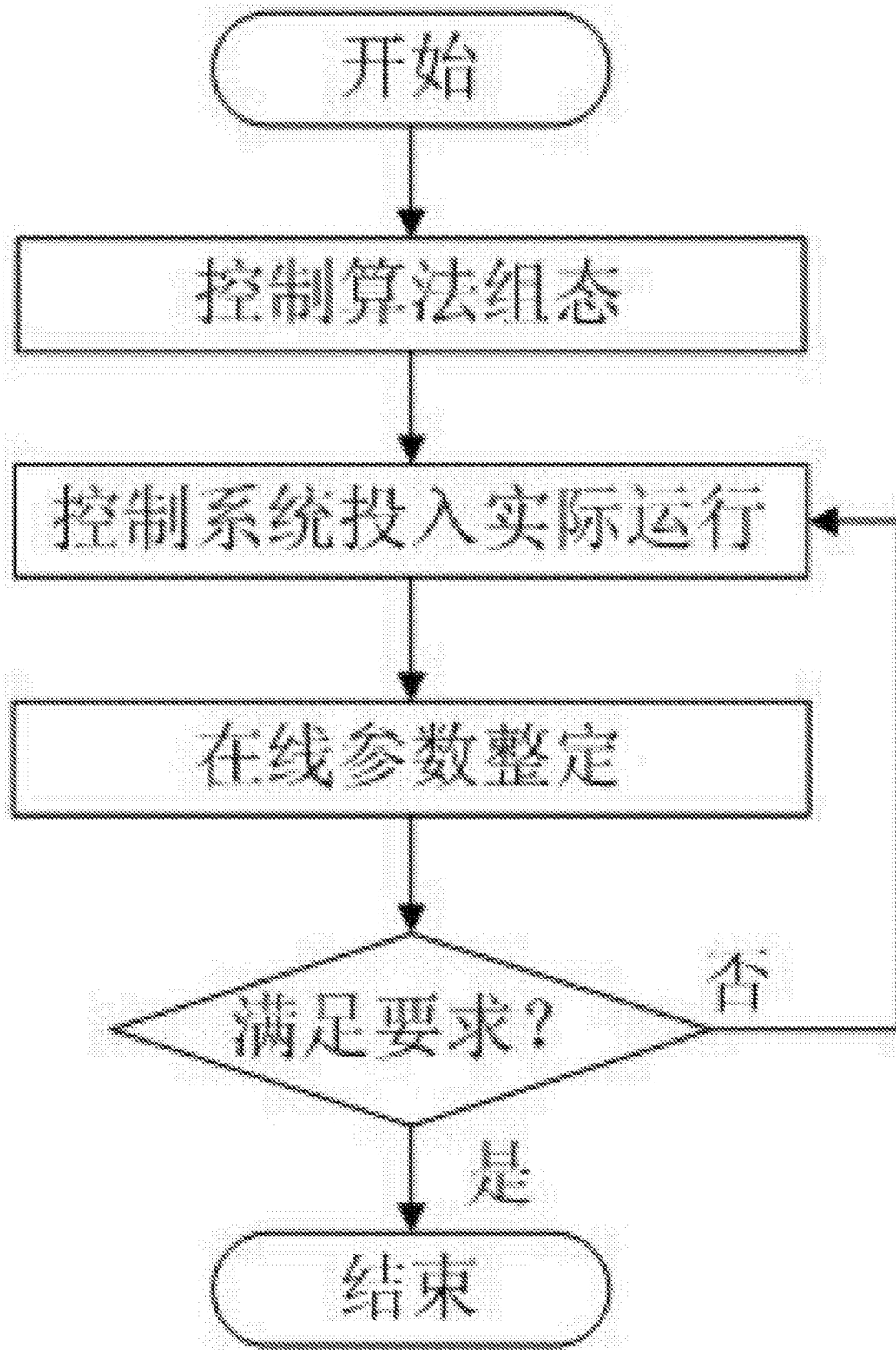


图3