

基于网源协同的火电机组负荷快调及综合调频技术改造

冯浩¹ 陈亮¹ 李成路² 朱志军²

1. 华能济宁运河发电有限公司 山东 济宁 272000
2. 山东纳鑫电力科技有限公司 山东 济南 250101

摘要: 为了提高电网安全运行的稳定性,降低风光等新能源发电不稳定性带来的波动对电网影响,增强电网抗事故的能力,对作为调峰调频扮演重要角色的火力发电机组提出了越来越严格的要求。为了更好地适应新时代电网发展的要求,现对火力发电机组进行AGC负荷快调和机组综合调频进行改造。

关键词: AGC; 负荷快调; 网源; 技术改造

中图分类号: TP29

Technical transformation of fast load regulation and integrated frequency regulation of thermal power unit based on network-source cooperation

Feng Hao¹, Chen Liang¹, Li Chenglu², ZHU Zhijun²

1. Huaneng Jining Canal Power Co., Ltd., Jining 272000, China;
2. Shandong Naxin Electric Power Technology Co., Ltd., Jinan 250101, China

Abstract: In order to improve the stability of the safe operation of the power grid, reduce the fluctuation brought about by the continuous development of new energy sources and the instability of power generation from new energy sources such as wind and solar, and enhance the ability of the power grid to resist accidents, increasingly stringent requirements for fossil-fuel power station, which play an important role in peak-shaving and frequency regulation. In order to better adapt to the requirements of the development of the power grid in the new era, the fossil-fuel power station are retrofitted with AGC fast load adjustment and integrated frequency modulation of generating units.

Keywords: AGC; load fast adjustment; network source; technical transformation;

引言

近年来,随着特高压输电和新能源发电的快速发展,我国电力系统面临极大变化。当特高压直流输电因故障中断时,或风力等新能源发电出现大幅度波动时,电网的安全稳定运行就依赖于火电机组的调峰调频能力。在我国智能电网大规模发展的趋势下,各个省、市、县区域电网将面临越来越大的调频压力,结合电厂侧和电网侧综合数据处理,如何有效确保发电机组在各运行工况下调频能力满足电网调频的要求,实现并网机组负荷调节速率的灵活快速调整,提升机组对电网故障的应急贡献力度,有着迫切的市场需求各省大力发展自动发电控制(AGC)机组以快速满足ACE偏差最小化的要求,不断提高AGC的性能以满足新时代下电网需求,以推动电网进行改革。

目前,山东电网AGC-R模式机组投入率较低,调节速

率在50~80MW/min之间,受国内和国际经济形式等各方面影响,用电负荷低位运行,同时受特高压长南线长时间存在较大偏差,以及火电与新能源AGC配合不协同等因素影响,日内ACE时段性调整困难;山东电网内,新能源功率比重越来越大,但其随机波动性强给运行调度带来极大挑战,造成ACE变化。

由于电网负荷指令的变化,火电机组的实发功率在不断随之变化,加上煤质、执行机构等因素的变化,导致AGC以及相关控制系统普考存在性能不稳定状况。

在我国智能电网大规模发展的趋势下,各个省、市、县区域电网将面临越来越大的调频压力,结合电厂侧和电网侧综合数据处理,如何有效确保发电机组在各运行工况下调频能力满足电网调频的要求,实现并网机组负荷调节速率的灵活快速调整,提升机组对电网故障的应急贡献力度,有着迫

切的市场需求。

1 AGC 性能差的原因

由于新能源发电的快速发展，火力发电机组的生存空间受到了极限的压制，而新能源发电受天气、空间的限制具有随机性、不确定性的特点。使电网的安全运行产生了巨大的挑战。此时，用于调峰、调频的火力发电机组提出了更高的技术要求，为了应对电网突发事件的发生，要求火力发电机组必须具备快速调节的能力。但是，由于煤质、机组负荷参数设置不妥当、设备的老化等因素导致火力发电机组的AGC的调节性能普遍存在着下降的问题。常见的主要问题有：

1、火力发电机组的负荷升速率普遍低于电网要求的标准速率，同时有的机组汽机主控负荷调节PID比列参数设置不合适，使得负荷调节量不够，这样就使得机组的AGC的K1值达不到电网要求的数值。

2、机组在实际生产过程中由于高调门（GV）在设备安装时产生的偏差、通流的改造、DEH的改造、运行老化以及检修时解体等原因，DEH设定的阀门流量特性曲线会偏离实际流量特性，使得调节阀实际流量特性与配汽过程中参数设置不一致，导致机组出现调节失稳（如：调门摆动、功率波动、瓦温升高、振动异常等问题），配汽方式切换时负荷波

动大、自动发电控制（AGC）和一次调频等调节性能下降、机组协调响应能力不足等问题。从而导致AGC的K2值普遍较低，不能达到电网规定要求，从而导致AGC的性能满足不了电网的要求。

2 机组负荷快速调及综合调频改造方案

2.1 硬件改动

1) 在火电机组汽机电子间原一次调频同源机柜内增加一套网源协调综合调频装置和一套AGC自动校正装置用于数据采集、储存、运算、控制策略的执行。

2) 远动RTU系统需要增加DO卡件和modbus通讯串口用于和AGC校正装置进行数据的传输。

3) DCS侧需要增加AO、AI、DO、卡件用于系统的控制和测点的传输。

2.2 网源互动DCS侧逻辑及画面的修改

1) 在单元机组原始的AGC逻辑中增加SUM算法块，使AGC校正优化装置送至DCS的信号与原AGC测点相加，然后再与原逻辑进行运算。

2) 同时增加AGC校正信号投切条件，当RTU通讯断开或DCS通讯断开时切除AGC校正信号。

3) AGC调节速率动态调整逻辑修改

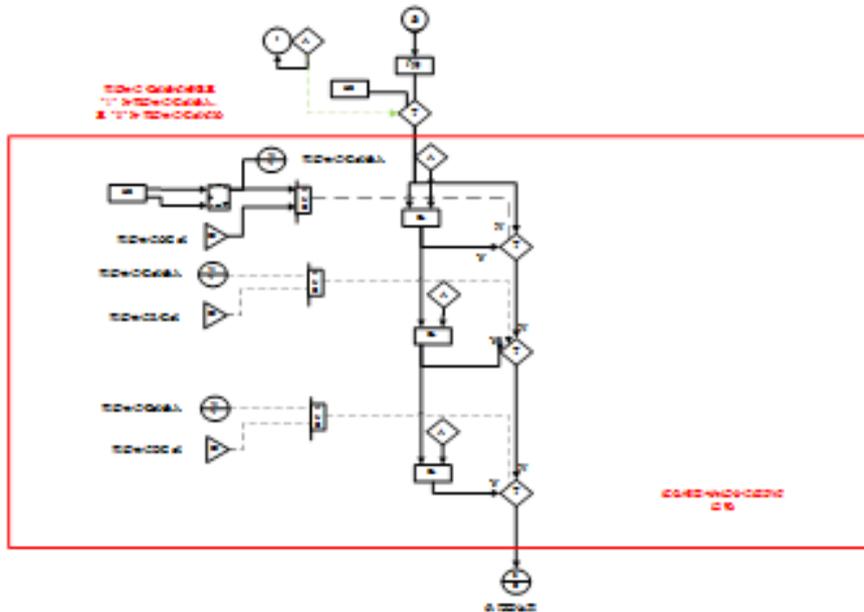


图1: 逻辑修改示意图

4) DCS逻辑修改后，统一按逻辑执行次序重新排列逻辑块顺序，确保一个扫描周期内完成该逻辑页中的所有逻辑运算。

5) DCS机组负荷控制中心画面新增网源协调模式投切按钮，增加网源协调O、R、E模式显示测点以便运行人员进行操作和监视。同时，将网源协调模式的机组负荷调节速率、网源协调模式的机组升速率测点添加到画面上，使运行监视人员能够更好的监控网源协调模式下的机组运行参数。

2.3 网源互动信号及逻辑设计

综合快速调频装置敷设控制信号电缆分别到达单元机组RTU远动控制柜、机组DCS协调控制站和一次调频同源机柜，同时还需要敷设双绞线到达单元机组RTU远动控制柜和机组工程师站分别进行Modbus485协议数据通信。在各单元机组RTU分屏控制柜内利用现有的卡件预备通道，另增加一块AO卡件，用于调度指令的下发O模式指令、R模式指令、E模式指令、解除一次调频闭锁指令和调整一次调频不等率指令的下发。

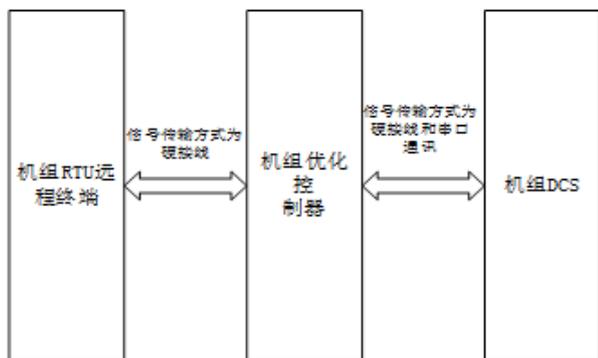


图2: 网源互动信号示意图

2.4 网源互动信号接口的设计

1) 机组负荷快速调节速率: 机组根据自身实际运行情况和设备状态, 上报机组负荷调节速率所能达到的最大值, 即上传——模拟量。

2) 机组具备负荷上调能力: 机组根据自身实际运行情况和设备情况, 向省调上报机组具备负荷上调能力, 即上传——开关量。

3) 机组具备负荷下调能力: 机组根据自身实际运行情况和设备情况, 向省调上报机组具备负荷下调能力, 即上传——开关量。

4) O、R、E模式指令: O、R、E三种模式指令信号的下发, 即省调下发两个开关量信号分别为A信号和B信号, 经过综合调频系统组合后形成O、R、E三种模式指令信号送给DCS系统, 将机组负荷调节速率切换至电网对应的期望值。

5) 一次调频应急快速调整指令: 收到省调下发的指令或实时判断频差值超出一定范围时, 将机组一次调频切换至快速配合模式。

2.5 逻辑设计

当火力发电机组上报省调机组的最大调节速率、机组具备负荷上调能力和负荷下调能力后, 省调根据实际情况下发O、R、E三种模式中的一种指令信号, 机组根据省调下发的指令自动切换负荷变化率, 实现机组速率动态调整, 通过对机组速率的动态调整, 使机组具备了在不同工况下的应急能力。同时针对不同的调节速率, 同时对锅炉主控参数进行优化调整, 合理调配机组燃料参数, 保持机组主蒸汽压力的稳定, 来确保机组AGC的性能的提升。

2.6 一次调频转速不等率的动态调整

电网大功率缺口出现大频差时, 省调通过RTU远动分屏下发一次调频不等率调整信号指令, 实现机组的一次调频切换至快速配合模式, 通过一次调频同源系统在灵活切换4%~5%不等率的基础上提升机组调频能力。

2.7 基于数据同源的AGC系统信号动态校正

自动发电控制系统AGC是能量管理系统的重要组成部分, AGC通过自动控制和计算机程序对频率和有功功率进行二次设定来实现的, 然后通过计算机软件功能形成各发电厂的AGC命令, 通过远动RTU柜与DCS系统间使用4~20mA信号进行传输, 由于4~20mA信号通过硬接线之间进行传输过程中会产生信号漂移的现象, 影响了负荷指令信号的精确度; DCS实发功率反馈与RTU远动分屏控制柜至省调功率反馈与上述信号相互独立, 两者的误差不能够完全消除, 而且影响了送至省调度中心实发功率的精度。目前, 以485通讯的方式将省调下发至RTU的AGC负荷指令信号和实际负荷信号送至AGC校正装置, 同时将RTU转发至单元机组的AGC负荷指令信号和机组实发实际负荷信号同时也通过485通信的方式送至AGC校正装置, 通过信息的收集、比较、大数据的分析来校正实际负荷和AGC负荷指令信号。

3 改造预期效果

在完成基于网源协同的火电机组负荷快调及综合调频技术改造后, 当电网发生大频率跌落时, 根据电网调节速率需求合理调配各类型火电机组组合, 实施基于区域电网有功功率缺口的AGC动态调配, 确保电网ACE满足A1、A2规定要求, 促使电网频率快速回归50Hz, 增强火电机组自身应对电网事故的能力, 电网应急一次调频的变转速不等率控制系统, 在4%~5%不等率灵活切换的基础上提升机组调频能力, 实现机组对电网的友好互动。

同时通过进一步提升火电机组可调范围内的AGC调节速率, 增加单位时间内的AGC调节深度, 提升机组AGC收益, 提升机组的调频能力, 保证机组和电网的安全运行。

参考文献:

- [1]张东宝,王雁军. 一次调频功能控制策略的分析及优化[J]. 自动化博览,2007,24(5):81-85.
- [2]王焰. AGC机组调节性能与补偿算法的研究[D].华北电力大学(北京),2010.
- [3]李露. 火电机组快速变负荷控制方法研究[D].华北电力大学(北京),2016.
- [4][1]潘勇伟,陈美珠.AGC过程控制及其分析[J].华东电力,1996(03):14-19.

联系人:

山东省济南市高新区汉峪金谷A2-4-902

朱志军

17798226520

gptesd@163.com