考虑电网运行备用的火电机组负荷快速调节研究与实施

Research and Implementation of Fast Load Regulation of Thermal Power

Units Considering Standby Operation of Power Grid

尚洪奎¹ 赵博¹ 朱志军² 王涛² 雷文涛²

HongKui Shang¹ Bo Zhao¹ ZhiJun Zhu² Tao Wang² WenTao Lei²

1. 华能嘉祥发电有限公司 中国·山东 济宁 272400

2. 山东纳鑫电力科技有限公司 中国·山东 济南 250101

Huaneng Jiaxiang Power Generation Co., Ltd, JiNning, ShanDong, 272400, China

ShanDong NaXin Electric Power Technology CO., LTD, JiNan, ShanDong, 250101, China

摘要: 为了平抑网、源侧用电、发电负荷的随机波动, 电网调度要求火电机组提供更大的负荷调节范围和更高的负荷响应速率, 统筹解决大型火电机组的负荷响应、爬坡能力以及优化技术具有重要意义。

Abstract: In order to suppress the random fluctuation of power grid, source side and generation load, grid dispatching requires thermal power units to provide larger load regulation range and higher load response rate. It is of great significance to solve the load response, climbing ability and optimization technology of large thermal power units as a whole.

关键词: 备用容量; 旋转备用; 一键爬坡

Keywords: spare capacity; rotary standby; one-click climbing

DOI: 10.36012/etr.v2i9.2656

1 电网的运行备用

在目前电力市场环境下制定旋转备用方案, 首先需要考虑和兼顾电力系统运行的可靠性和经济性。目前电网备用容量分负荷备用、事故备用以及检修备用三种, 而备用总量约占总容量的 16%-20% 左右。当电网的备用率降至红线之下时, 电网调度部门将不会再让风电等新能源并网机组继续发电; 另外, 由于各电网所处的地理自然环境不同, 电网能源结构的差异, 导致市场出现很多难以调整的因素, 以风电、光伏等新能源的规模在当前电力系统能源结构的比例, 当其将备用率拉低至电网安控规定时, 限电、弃风是一种必然的结果。

2 机组的调节空间和调节速率提升

带汽包具有蓄热能力的机组调节速率可超过并网机组

运行管理要求的规定值。因此, 提升频率的动态调整能力, 可通过确保机组自身安稳运行的同时, 合理调整燃煤并网机组的调节速率。

2.1 现有管理规定

各个区域电网对火电机组 AGC 性能的考核管理主要为以下三个方面:

1) 考核细则关于调节速率的要求: ①一般的直吹式制粉系统的汽包炉的火电机组为机组额定有功功率的 1.5%; ②一般的带中间储仓式制粉系统的火电机组为机组额定有功功率的 2%; ③循环流化床机组和燃用特殊煤种(如劣质煤, 高水分低热值褐煤等)的火电机组为机组额定有功功率的 1%;

2) 调节精度: 指并网机组负荷响应稳定后, 发电负荷实际出力与设定点值之间的差值。

【作者简介】尚洪奎(1971~), 男, 山东济宁人, 大学, 工程师, 从事热工控制及自动调节研究, 华能嘉祥发电有限公司生产部工程专工研究。

3) 响应时间:指能量管理系统 EMS 发出负荷指令之后,并网机组出力在原出力点的基础上,可靠地跨出与调节方向一致的调节死区所用的时间。

2.2 调节区间统计分析

以典型的 300MW 级别火电机组为例,从省调 D5000 系统中提取 ACE 数值和机组 AGC 指令值,对其进行分析,如图 1 所示,在低负荷区间 [150, 210] 和高负荷区间 [290, 330] 时,电网分配给机组的最终 AGC 指令值的动作频次大幅降低,也就是说在这部分区间内,机组的负荷指令基本是保持不变或变化较小的。因此,重点需放在 210-290MW 负荷区间段的 CCS 控制系统分析与优化。

图 1 ACE-AGC 关联曲线

2.3 优化控制方案设计

2.3.1 增加网源交互信号

信号功能如下:机组具备一键爬坡能力;机组负荷调节速率;一键爬坡指令;ACE 指令。

2.3.2 控制逻辑

机组是否具备一键爬坡能力重点关注机组的主蒸汽压力偏差是否超出限值、主蒸汽温度是否超限、炉膛负压偏差是否超出限值、汽包水位偏差是否超出限值、机组主控指令是否超限,同时,为充分考虑试验的安全性,设计了运行人员手动控制判断机组是否具备一键爬坡能力。同时,针对 ACE 以及机组调节速率的大小,对锅炉主控器参数进行动态调整优化,合理配置风煤响应幅值,维持主蒸汽压力的稳定,以有效确保 AGC 调节性能。

3 试验情况和效果

项目实施后,从省调下发的 AGC 性能考核指可看出,机组在调度主站侧负荷调节速率由 5MW 提升至 9MW 的过程中,虽然负荷调节速率提升了 80%,但调节速率 K1、调节精度 K2、响应时间 K3 均能保持原有水平;机组主蒸汽压力最大偏差 0.44MPa,满足 DL/T774《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程》中规定的 300MW 等级机组主蒸汽压力波动范围 $\pm 0.5\text{MPa}$ 的要求;汽包水位、炉膛负压等重要参数指标均与正常 AGC 调节时一致,满足安稳运行要求。

表 1 试验期间 AGC 性能指标

日期	K1	K2	K3	Kp	调节深度
10-30	1.200	1.262	1.795	2.719	6494.61
10-31	1.200	1.240	1.788	2.661	6521.18
11-01	1.200	1.253	1.798	2.703	6824.92
11-02	1.200	1.240	1.783	2.654	6862.20

表 1 中运行时间均超过 4 小时,满足旋转备用的需求。通过调节深度统计可以很清楚的看出,随着调度主站侧和电厂子站侧负荷调节速率的同步提升,机组的调节深度呈现上升趋势,一方面能够增加机组同样时间内的经济收益,一方面可为电网应急调整奠定坚实基础,加快电网频率回归 50Hz。

4 小结

项目根据电网实际需求,提出了火电机组 AGC 方式下负荷应急调整方法,当电网发生电量缺口事故后,根据区域控制偏差值 ACE 的大小,确保自身安稳运行的情况下,启动加速负荷调节工作模式,可以使机组在一定时间内以较快的调节速率进行负荷的增减,能灵活快速调整火电机组的调节速率,提升火电机组对电网调频调峰的贡献力度,快速有效地保证电网系统的频率稳定。

参考文献

- [1] 傅玥雯. 被“吃掉”的备用容量 [N]. 中国能源报, 2012-11-19(005).
- [2] 郭敏, 艾剑钊. AGC 的投运与品质判断 [J]. 内蒙古石油化工, 2014, 40(22): 92-93.
- [3] 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.