

西北电网并网火电机组一次调频 投入现状评估与研究

林波, 陈巍

(宁夏电力公司能源科技有限公司, 宁夏 银川 750011)

摘要: 西北电网是国家电网公司所属区域大电网之一,具有地域宽,线路长,电源点和受电用户较为分散,火电机组比例高等特点,为充分发挥并网机组的一次调频功能,保证电网频率稳定,通过对影响机组一次调频贡献量因素的分析,结合西北电网200 MW及以上火电机组一次调频投入的评估结果,提出一次调频治理措施与建议。研究表明:加强机组的设备健康状态管理,建立健全一次调频定期试验制度,加强考评管理,能够保证一次调频功能的正常投入,满足电网对一次调频的要求。

关键词: 一次调频; 并网; 发电机组

中图分类号: TK39 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3643(2013)03-0042-04

有效访问地址: <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2013.03.011>

Evaluation and research on primary frequency modulation putting into operation for thermal electric generation units combined to the Northwest Power Grid

LIN Bo, CHEN Wei

(Ningxia Electric Power Energy Resource Science & Technology Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: In order to fully exert primary frequency modulation function of electric generation units combined to the grid and assure power grid frequency stability, analyzes the influencing factor of primary frequency modulation, combine the evaluation result of primary frequency modulation putting into operation for 200 MW and upwards of 200 MW thermal electric generation units combined to the northwest power grid, brings forward the managing measre and suggestion. The research result shows that strengthen the condition management of unit's equipment, constitute and perfect regular test system and verify and evaluation management system of primary frequency modulation, can guarantee primary frequency modulation putting into operation up to snuff and satisfy the request of power grid for primary frequency modulation.

Key words: primary frequency modulation; combined to the grid; power generation units

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3643.2013.03.011

收稿日期: 2013-03-26

作者简介: 林波(1967),男,高级工程师,从事发电厂热工自动化技术工作。

一次调频功能对维持单元机组和电网的稳定起着重要作用。大电网战略的实施,对各局部电网和运行机组提出了更高的要求。随着灵宝扩建项目和德宝直流联网工程投运,西北电网外送电能力进一步增强,西北“三型”智能送端电网建设步伐加快,直流的稳定外送和电网频率稳定性成为需要解决的突出问题。为保证电网频率的安全稳定,需要对并网机组的一次调频投入进行调查和评估,建立和完善并网机组的一次调频数据库,加强对电厂一次调频能力的监控和管理。为准确掌握西北电网并网机组一次调频投入的真实现状,在通过样本调查的方法获取网内机组一次调频的数据的基础上,通过分析影响机组一次调频投入的各环节技术因素,帮助发电厂有针对性地开展一次调频的治理和改进,解决机组一次调频投入低、电网频率控制能力弱的现状,实现电网频率的安全稳定。

1 一次调频考评指标

为了保证发电机组的供电质量,保证电网频率的稳定,西北电网根据电监会发布的文件精神制定了《西北电网发电机组一次调频运行管理办法》和《西北电网发电机组一次调频运行考评管理办法》,这两个办法对一次调频的参数设置、功能实现和考评管理提出了详细的指标要求。表1是西北电网并网机组一次调频指标。

根据西北电网一次调频两个管理办法的要求,一次调频在机组运行中严禁退出,并根据退出时间长短考核电量;两个办法明确规定严禁设置一次调频投、退按钮。一次调频的性能指标主要包括转速不等率 δ 、转速死区、一次调频量限幅、稳定时间、响应时间(滞后时间)、完全响应时间、一次调频的正确动作率。性能指标完全满足后,才能满足电网对一次调频贡献量

的考核要求。

2 机组一次调频调查样本汇总

电网频率是一个频繁变化的参数,也是电网运行的重要品质指标。西北电网作为区域性电网,火电机组占有相当的比重,根据国家电监会2010年12月份的统计数据,西北区域火电装机容量占区域总装机的70.2%,陕西和宁夏火电比重超过90%。区域内水电主要集中在青海、甘肃,其中,青海水电装机容量占全省装机容量的81.9%,因此,火电机组一次调频投入的好坏,直接关系到电网一次调频的治理效果。这次调查样本抽取西北电网的31家并网发电企业,总装机容量26 770 MW,都是西北电网内的重点骨干发电企业,其中陕西省共有13家火电发电企业,涉及装机容量12 630 MW;甘肃省共有9家火力发电企业,涉及装机容量7 780 MW;宁夏回族自治区共有8家火力发电企业,涉及装机容量5 700 MW;青海省1家火力发电企业,涉及装机容量660 MW。调查分布情况见图1。

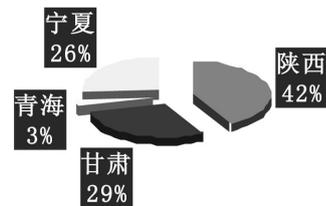


图1 西北电网火电机组一次调频调查分布

一次调频贡献量是考核发电企业维护电网安全和保证电能质量的重要指标之一,从负荷的调节角度看,火电机组具有惯性大、负荷变化迟缓的特点,因此,做好火电机组的一次调频投入工作,相对比较复杂,技术环节众多,主要影响因素包括频差函数设置与管理、机组特性与控制策略、火电厂专业基础管理、机组健康状态、电煤因素等。一

表1 西北电网并网机组一次调频指标

项目	转速不等率 δ /%	频率死区 /Hz	一次调频量限幅 /MW	迟缓率 ε /%	稳定时间 /s	滞后时间 /s	完全响应时间 /s
要求值	4~5	± 0.033	6%~10%额定负荷	<0.06	<45	<3	<15

次调频的基础调查和治理工作和上述的影响因素密切相关。

3 影响火电机组一次调频贡献量的因素分析

从本次西北电网核查结果分析,影响电网一次调频贡献量的因素主要有以下几个方面。

3.1 一次调频的控制策略

火电机组的一次调频投入品质与其控制策略密切相关,一次调频回路的控制策略不合理,直接影响机组的一次调频贡献量不足和机组本身的安全稳定运行。影响一次调频贡献量不足的因素,主要有以下几个技术环节。

(1)一次调频回路中频差函数的设置^[1]。频差函数反映频差一负荷的函数关系,包含转速不等率 δ 、转速死区、一次调频量限幅。函数设置的正确性直接影响机组的一次调频贡献量的大小和精度。

(2)一次调频的响应速度直接影响一次调频的贡献量^[2]。根据考核指标的要求,一次调频动作时,响应时间(滞后时间)小于3 s,完全响应时间小于15 s,稳定时间小于45 s。

(3)一次调频的正确动作率。所谓一次调频的正确动作率是指机组并网运行时,在电网频率越过机组一次调频死区的一个积分期间,如果机组的一次调频贡献量为正,则统计该机组一次调频正确动作1次,否则,为不正确动作1次。当机组的AGC和一次调频均投入的情况下,会出现AGC和一次调频反调的现象,直接影响一次调频的正确动作率。

3.2 一次调频的基础管理

一次调频的专业基础管理是影响一次调频贡献量的主要因素之一,基础管理工作包括一次调频的投/退按钮的设置、一次调频投/退管理制度的建立、控制系统中设计一次调频的退出逻辑设置、一次调频的定期试验工作等几个方面的内容。从调查的结果反映出并网机组设置一次调频投/退按钮和一次调频退出逻辑的比例很高;一次调频管理制度的建立和新机组的并网时间长短有关系,这次调查也将新并网机

组列为调查样本。定期开展一次调频试验的发电企业比例很低,一次调频试验报告的连续性和时效性较差。

3.3 机组设备的健康因素

机组的一次调频能否正常发挥作用,受到锅炉、汽轮机、发电机及其辅机设备健康状态的影响,当机组的主、辅设备状态处于缺陷状态时,机组的出力受到限制,直接影响机组一次调频的投入效果。根据2010年的统计数据,全网100 MW及以上火电机组非计划停运平均0.77次/(台·年),非计划停运小时数46.23 h/(台·年),等效可用系数92%,等效强迫停运率0.71%。以某电厂3号机组(330 MW)为例,热控设备2类障碍及以上故障2009年为0.38次/台机组(其中DCS软、硬件故障37.2%,现场设备故障22.6%),2010年为0.33次/台机组(其中DCS软、硬件故障27.6%,现场设备故障32.3%),多数故障由局部设备引起,导致机组限出力、减负荷工况的发生。

4 一次调频投入现状评估与分析

随着西北电网建设步伐的加快,超高压、交直流混合运行、大规模风电接入等新技术的不断出现,对电网的运行和安全水平提出了更高的要求,对并网发电企业的装备水平和新技术的运用能力也提出了新的挑战。只有积极推动电力装备制造技术的不断进步和自动化控制技术的快速发展,为并网发电企业的技术改造和技术进步提供物质保障和技术平台,通过对并网机组一次调频投入现状的调查和治理,使全网并网机组的一次调频功能均能正常投入,才能确保电网频率的稳定性大幅提高。这次西北电网并网机组一次调频投入现状的评估与调查,也集中反映出一次调频投入过程中的一些问题,这些问题的存在会影响本企业机组一次调频治理的结果。根据这次样本调查的结果,运用概率统计的方法,对一次调频投入效果的影响因素进行统计运算分析,折算出主要影响因素的加权系数,以供发电企业进行一次调频品质优化治理时的参考。加权系数统计结果见表2。

表2 机组一次调频品质影响因素加权系数

影响因素	加权系数	影响程度评价	解决办法
调频函数	0.938	严重	严格按电网要求设置
控制策略	0.766	严重	根据本厂实际优化
专业基础管理	0.851	严重	完善一次调频管理制度
设备健康状态	0.883	严重	加强设备状态管理
电煤品质	0.577	一般	影响机组负荷调节特性

5 措施与建议

机组一次调频投入效果的优与劣,是一条复杂的技术链条,在这根链条的各个环节上包含有控制系统的调节特性因素,热工、运行等专业的基础管理因素,电煤影响、辅机缺陷等方面的内容,通过对影响机组一次调频贡献量因素的分析,结合西北电网火电机组一次调频投入现状的评估分析结果,提出以下一次调频治理措施与建议,供发电企业参考和借鉴:

(1)严格执行电网对一次调频参数设置的技术要求。

一次调频动作的负荷指令不受机组指令回路的速率限制,在机组的负荷控制回路中,可将机组的主汽压力拉回回路的死区定值放宽,弱化主汽压力拉回回路的作用,来保证一次调频的响应速度和控制精度。为保证一次调频的正确动作率,可以在控制策略上优先保证一次调频的动作,暂时闭锁AGC指令的调节。具体方法是当转速(频率)偏差 $>\pm 3$ r/min时,增加闭锁机组指令和指令前馈变化的控制逻辑,此时机组执行的负荷指令=频率指令+发生闭锁时的负荷指令,优先满足一次调频的变化要求,有效避免AGC可能对一次调频造成的反调影响。优化机组的负荷闭锁逻辑,负荷闭锁是机组参数越限时的一种保护手段,为保证一次调频的投入效果,满足电网的指标考核要求,可以对本机组的负荷闭锁逻辑进行优化整合,既满足机组的安全稳定运行需求,又满足电网对一次调频贡献量的要求。

(2)定期开展一次调频试验,对一次调频实际动作情况分析,编制分析报告。

机组大修或机组调速系统发生较大改变后,需再进行一次调频试验。由于一次调频在机组实际运行中,会对机组的负荷和运行参数造成波动,对机组的安全运行产生影响,因此,做好发电企业内部热工专业的技术管理和热工设备的可靠性管理工作,定期开展模拟量控制系统调节品质试验,优化控制系统参数。在满足一次调频的控制指标的同时,才能更好的保障机组的安全稳定运行。机组一次调频投退按钮和退出逻辑的设置比例很高,根据西北电网一次调频两个管理办法的要求,一次调频在机组运行中严禁退出,禁止设置一次调频投退按钮。建立健全一次调频定期试验制度,保证一次调频功能的正常投入,这样才能满足电网对一次调频的要求。新并网机组尽快建立健全一次调频管理制度,及时借鉴一次调频投入的成功经验,充分发挥新建机组的优势,确保一次调频的正常投入。

(3)加强机组的设备健康状态管理,防止由于设备缺陷导致限制机组出力的现象发生,满足电网频率控制的需求。

根据《西北电网发电机组一次调频运行考评管理办法》和《西北电网发电机组一次调频运行管理办法》的相关规定,电网对一次调频考核指标优良的企业,奖励力度非常优厚,建议发电企业加强和电网的沟通,发掘机组一次调频投入的潜力,对一次调频的考核情况认真分析总结,从一次调频的各个环节查找原因,在一次调频工作上要有技术手段、有技术保障、有资金投入,在兼顾机组安全性和经济性的同时,共同做好全网的一次调频的投入工作。

参考文献:

- [1] 毕贞福,王文宽,孟祥荣.火力发电厂热工自动控制[M].北京:中国电力出版社.2008.
- [2] 朱北恒.火电厂热工自动化系统试验[M].北京:中国电力出版社.2008.