

## 对提高地区电网调度系统抗灾能力的探讨

刘育权<sup>1</sup>, 吴国沛<sup>1,2</sup>, 熊文<sup>1,2</sup>, 邹俊雄<sup>1</sup>, 黄欣<sup>1</sup>, 王斐<sup>1</sup>, 刘涛<sup>1</sup>, 邓国豪<sup>1</sup>

(1. 广州供电局, 广东 广州 510620; 2. 华南理工大学电力学院, 广东 广州 510630)

**摘要:** 日趋频繁的严重自然灾害给电网安全运行带来巨大压力。地区调度系统作为电网运行指挥中枢, 提高其抗灾能力和应急反应能力具有十分现实而紧迫的意义。针对地区电网调度系统的抗灾能力进行探讨, 对电网应急预案编制与演练、通信自动化系统强壮性、电网黑启动有效组织、调度中心选择原则、调度命令的有效执行、调度及集控中心抗灾设施配置与人员防灾演练等问题进行分析, 并提出处理建议, 对保证地区电网的安全稳定运行具有重要意义。

**关键词:** 地区电网; 调度系统; 抗灾能力

### Research on improving the regional power network dispatching system ability to resist disaster

LIU Yu-quan<sup>1</sup>, WU Guo-pei<sup>1,2</sup>, XIONG Wen<sup>1,2</sup>, ZOU Jun-xiong<sup>1</sup>, HUANG Xin<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>1</sup>, LIU Tao<sup>1</sup>, DENG Guo-hao<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510620, China;

2. South China University of Technology, Guangzhou 510630, China)

**Abstract:** Power grid dispatching system works as the command center of the regional network, however it sustains more stress nowadays by ever-increasing natural disasters in China, which means that it is important and emergent to improve its ability to resist natural hazards and response to emergency quickly. The regional power network dispatching system's ability to resist natural disaster is mainly discussed in this paper, and other relevant aspects such as contingency plans and training, the robust of communications automation system, the effective organization of the black start of regional power grid, the choosing principle of the control center, the effective implimentations of the dispatching order, the facilities configuration and staff training are analyzed. Moreover, detailed recommendations are proposed in order to guarantee the secure operation in the regional power grid.

**Key words:** regional power grid; dispatching system; capability against disasters

中图分类号: TM734 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)24-0203-04

## 0 引言

近年来, 台风、强降雨、洪水、雨雪冰冻等极端恶劣天气、地震、洪灾等日趋频繁的严重自然灾害给电网安全运行带来巨大压力; 同时经济社会的高速发展对电力的可靠供应提出了更高的要求。目前我国电网还处在高速发展阶段, 系统负荷增长迅速, 网架结构相对薄弱, 电网装备水平较为落后, 运行外部环境恶劣。一旦发生地区电网事故, 将对社会产生较大的政治影响和经济损失。地区电网调度系统作为地区电网运行指挥中枢, 提高其抗灾能力和应急反应能力是保障地区电网安全稳定运行的重要措施。研究地区电网调度系统的抗灾能力, 提出有针对性的解决方案具有十分现实而紧迫的意义。

本文针对地区电网调度系统的抗灾能力和应急反应能力进行探讨, 从电网应急预案编制与演练、通信自动化系统强壮性、地区电网黑启动有效组织及防止通信终端信息淹没、交通受阻时电网操作灵

活性、备用调度中心选择原则、调度及巡检中心抗灾设施配置与人员防灾演练等几个重要方面进行分析, 并提出有针对性的解决方案, 对提高调度系统运行管理水平, 保证地区电网的安全稳定运行具有重要意义。

## 1 完善电网应急预案编制和演练

地区电力调度机构应不断组织评估完善应急预案, 建立健全保供电组织体系, 全力保证电网安全稳定运行和电力可靠供应<sup>[1,2]</sup>。地区电力调度机构负责紧急情况下的电网事故处理, 确保电网连续安全稳定运行, 组织落实对社会抗灾抢险设施连续供电的保障措。

南方电网调度系统应对 2008 年初南方冰雪灾害的成功经验表明, 完善电网事故预案对于有效应对电网紧急状态十分有效。目前地区调度的事故预案一般按照关键设备 N-1、N-2 或单个 220 kV 站全停考虑。在严重灾害时, 电网可能大范围停电, 当

前事故预想不能完全覆盖,有必要做新的修订并进行演练。目前系统运行方式变化频繁,有关电网监控手段和分析工具的适应性有限,应积极推进电网自动化水平的提高和在线分析工具的应用。

应急预案的演练是检验、评价和保持应急能力的重要手段。2005年10月12日,广州供电局联合广州市政府、市经贸委、市公安消防局、公安交警支队、地铁总公司、天河城广场、中山大学附属医院等多个单位、部门组织举行了广州首次大面积停电事故联合演习,交警、消防、医院、地铁、商场等部门参加演习,充分检验了应对大面积停电的能力。

## 2 提高通信系统强壮性

近年来,台风、强降雨、洪水、雨雪冰冻等极端恶劣天气和严重自然灾害给电网安全运行带来巨大压力。目前电网通信通道基本以 OPGW、ADSS 为主,信息容量大,但防灾能力较弱。灾害情况下,微波、卫星等无线传输方式体现出它的重要性。2008年5月19日,工业和信息化部表示四川震后灾区通信在传输手段上将考虑“天地合一”方式,强调了卫星通信在应急救援上的重要性。

经济社会的高速发展对电力的可靠供应提出了更高的要求;2010年广州将举办第16届亚运会和亚残会,届时电网应急保障能力就被提出更高的要求。地区电网调度系统作为地区电网运行指挥中枢,其通信通道可靠性的提高是抗灾能力和应急反应能力是保障地区电网安全稳定运行的重要措施。目前电网通信通道基本以 OPGW、ADSS 为主,防灾能力较弱。灾害情况下,卫星通信传输方式体现出它的重要性。

卫星电话系统包括铱星、海事卫星、全球星、欧星、亚星电话等,最为常用的是铱星和海事卫星电话。发达国家卫星通信技术应用的民用化程度越来越高,在美国,卫星通信已占全社会电信收入的7%,而我国只有0.007%。与发达国家相比,我国卫星通信规模小,由于缺乏自主知识产权,话费和终端价格居高不下,目前尚未普及。甚小孔径终端 VSAT 由于其终端的小型化和低廉的价格,在近几年得到迅速的发展。近年 VSAT 通信技术由窄带低速率向宽带高速率(2 Mbit/s 速率的 BVSAT)发展,可满足会议电视、数据、语言等多媒体的应用服务。目前,美国已有10万多个 VSAT 站投入应用,已广泛应用于新闻、气象、民航、人防、银行、石油、地震和军事等部门以及边远地区通信。中国铁道部采用 NEC 的 BVSAT 作为内部调度系统通信手段。广东电信也运用 BVSAT 的系统为中资驻外机构提

供端到端的通信服务,作为跨地区、跨国公司、内部点到点专网通信系统。

对于电力系统而言,应密切跟踪卫星通信发展情况,可以考虑在调度机构、关键厂站事前就建好应急通信设施。必要时应急指挥中心、调度机构、重要枢纽站可配置卫星电话。针对广州电网调度自动化系统的要求,利用卫星链路为电网调度和数据传输提供通信保障,不仅可以作为调度系统防灾备用通道和应急通信通道使用,提高调度系统抗灾防灾和应急保障能力,而且可以在系统正常运行时提供电网信息远动调试通道,使电网的信息远传调试时间大大提前,极大地提高电力基建调试的工作效率,缩短地区电网高风险运行的时间,具有良好的经济和安全效益。广州电网正在开展此项技术的研究。

## 3 地区电网黑启动的有效组织

“黑启动”是指整个系统因故障停运后,不依赖别的网络帮助,通过系统中具有自启动能力机组的启动和外来电源,带动无自启动能力的机组启动,逐步扩大系统的恢复范围,最终实现整个系统的恢复和供电<sup>[3]</sup>。目前,各级电力系统均按照《电力系统安全稳定导则》的要求制定了电力系统全停后的事故恢复方案,即黑启动方案。

通过开展地区电网黑启动方案的研究,深入全面地分析本地区的电网特点和电网运行存在的各方面风险,科学评估本地区电网的黑启动能力,以便制定适合地区电网特点的黑启动方案<sup>[4]</sup>。2007年5月,广州供电局选点增城地区的2家电厂、1座220 kV 变电站及3座110 kV 变电站进行局部电网黑启动试验,积累电网黑启动的实际经验。通过试验,掌握了黑启动操作中的关键问题,为合理设置黑启动电厂提供了参考数据。目前受地方小火电关停、油价上涨经营困难等因素影响,地区电网黑启动电源面临较大困难。如何在符合国家产业政策的前提下,保证地区电网黑启动电源的正常运行,需要给予特别的关注。

在黑启动方案的执行过程中,保护、通信、远动、开关及安全自动装置均应满足自启动和逐步恢复其它线路和负荷供电的特殊要求;电网调度部门应在大范围停电后能迅速判断电网状态和停电范围,直接指导系统重建。

## 4 备用调度中心的选择及运作

从2003年北美大停电事故分析来看,停电事故不断扩大的一个重要原因是调度自动化主站系统在电网发生事故时失效,使调度员无法及时了解电网

事故的具体情况,丧失了事故紧急处理的关键时刻,从而使电网事故不断扩大发展。这次停电事故引起了各个国家和各大电力公司对建设备用电网控制中心及备用调度自动化系统的重视。

国外大型电力 SCADA 系统中已经普遍规定必须具备灾难恢复计划。《北美电力可靠性协会(NERC)互联系统运行导则》规定,“每个控制区应有在事故中其控制中心不能运行时保持继续运行的计划。”东南亚某国家电力公司在对电网调度自动化系统的升级改造时,不但要建设备用控制室,还要同时建设异地备用控制中心并安装可以独立运行的备用调度自动化系统。

在抗击非典工作中,国家电力调度中心,华北、南方、广东等电网公司都安排了备用调度中心。黑龙江省调、云南省调投运了异地备用系统。国内大城市供电系统中,已有广州、南京、绍兴等地建设了备用调度控制系统。

广州供电局于 2004 年开始备用调度自动化系统的建设工作。备用系统必须保证在主调系统退出运行的情况下可以全面承担起对电网监视和调度控制的任务。备用系统与主系统之间必须具有相互通讯和信息共享的能力,以实现相互间的备用支持、减少系统维护工作量。为了节省投资,备用调度/集控系统可以暂时不配置 PAS/DTS 等功能模块,但在系统可靠性、开放性、安全性等方面的性能要求与主系统应当是一样的。

调度集控系统需要维护的参数数据主要有电网模型参数、量测点参数、各种电网接线图等。目前国内知名的调度自动化系统都支持基于 IEC 61970 CIM 的电网模型和参数的导入导出操作。在主备系统运行后,对电网模型的部分修改也可以非常方便地更新到另一套系统中。IEC 组织相关工作组也在初步制定 SCADA/EMS 系统之间电网接线图形交换的标准,并采用了 SVG 技术。这样主备系统的图形修改可以通过 SVG 格式文件实现图形文件的免重绘工作。

目前 RTU/远动工作站都支持与多套主站同时通讯,各个厂站一般都建设了网络通道实现远动的调度数据网接入。备用系统前置通信采用网络接入方式和 104 通信规约,新厂站接入的工作量极少。

对于用户侧(调度、集控、巡检工作站),可以在硬件上不增设备用工作站的情况下,在同一工作站上同时安装两套系统。为了保证所有用户监控电网信息的一致性,在同一时刻应保证所有用户工作站基于同一系统进行使用,一旦某系统故障退出运行时保证快速切换。制定合适的全网值班和切换

策略和配套的调度管理规定从技术上是可以保证备用系统可靠地为全网运行监控提供服务。

需要特别注意调度自动化系统的附属系统的可靠性。在交流电源消失后,通过自动化机房配置的 UPS 向 EMS 系统的服务器、工作站供电,至少可维持系统正常运行数小时。需要考虑调度系统的中长期紧急备用电源,如应急发电车和应急电源。

如果冷却空调消失,在南方地区夏季高温天气,设备发热将可能一小时内导致机房过热,大量死机导致系统崩溃。因此必须高度重视自动化系统的机房环境问题,特别是冷源及其工作电源的双重化问题。

目前部分特大型地区电网设置了异地备用调度中心。在主调度中心出现故障时,转由备调中心执行电网调度工作。但是实际演习中发现,在紧急情况下应充分考虑灾难情况下的交通等外部环境问题,例如大面积的交通堵塞将使调度员很难及时到达异地备用调度中心。经分析建议采取以下措施:

(1) 异地备用调度中心选择设在枢纽 500 kV 变电站。必要时由变电运行人员暂时负责电网监控,考虑部分变电值班人员接受基本的调度专业培训,掌握基本调度知识和技能。

(2) 可以跨区委托调度,紧急情况下由上级调度或临近兄弟地调临时进行调度指挥工作。

## 5 灾害条件下调度命令的有效执行

目前电网多数变电站已实现无人值班,同时设立巡检中心负责接受调度命令,执行附近数座变电站的倒闸操作。在发生严重自然灾害时,交通条件一般十分恶劣或发生大规模交通拥堵,巡检中心运行人员到达变电站的时间延长,甚至无法到达变电站进行操作。而此时电网又面临及时调整特殊方式,尽快减少电网损失的任务。因此,如何在灾害条件下保证调度命令的有效执行,是调度系统提高抗灾能力所必须面对的问题。

提高电网设备自动化水平,开展变电站设备远程控制,特别是继电保护设备的远方控制,包括远程投退保护、更改定值、远程操作开关刀闸等技术在应急状态下十分必要。在满足自动化系统安全性有关规定的前提下,通过 EMS 系统或集控自动化系统实现继电保护设备的远方控制,作为紧急情况下的备用控制手段,是提高调度系统抗灾能力的有效手段。

## 6 加强防灾设施配备及应急培训

在电网规划设计时应充分考虑防灾设施配置。调度中心的值班室和机房应提高防护等级,保证运

行人员安全,配置必要的安全防护设施和生活物资,进行必要的应急知识培训,并定期组织抗灾演习,提高调度人员的抗灾应急能力。

### 7 结论

近年来,日趋频繁的严重自然灾害给电网安全运行带来巨大压力。地区电网调度系统作为地区电网运行指挥中枢,研究地区电网调度系统的抗灾能力,提出有针对性的解决方案具有十分现实而紧迫的意义。本文针对地区电网调度系统的抗灾能力和应急反应能力进行探讨,对提高调度系统运行管理水平,保证地区电网的安全稳定运行具有重要意义。主要结论如下:

(1) 应不断完善电网应急预案编制和修订,并组织演练。针对严重灾害和电网大范围停电组织必要的修订,积极推进电网自动化水平的提高和在线分析工具的应用。

(2) 采用光纤通信、卫星通信等多种通信方式,提高通信系统强壮性。考虑在调度机构、关键厂站事前就建立应急通信设施,必要时应急指挥中心、调度机构、重要枢纽站可配置卫星电话。

(3) 保证地区电网黑启动方案的有效性,需要特别重视自动化系统的“黑启动”方案制定。目前地区电网黑启动电源面临一定困难,需要给予特别的关注。

(4) 大型地区调度中心可考虑建设备用调度自动化系统,并建立备用调度中心。备用调度中心的设备和人员配置需充分考虑抗灾和应急指挥的需要。需要特别注意调度自动化系统的附属系统(包括中长期备用电源、机房环境电源等)的可靠性。异地备用调度中心的切换过程可考虑变电运行人员临时接管或委托调度。

(5) 提高电网设备自动化水平,开展变电站设

备远程控制,保证灾害条件下调度命令的有效执行。

(6) 在电网规划设计时应充分考虑抗灾设施配置,组织应急知识培训,提高调度人员的抗灾应急能力。

### 参考文献

[1] 刘铁民. 应急体系建设和应急预案编制[M]. 北京: 企业管理出版社, 2004.  
LIU Tie-min. The Construction of Emergency Response System and the Emergency Operations Planning[M]. Beijing: Enterprise Management Press, 2004.

[2] 邢娟娟. 企业重大事故应急管理预案编制[M]. 北京: 航空工业出版社, 2005.  
XING Juan-juan. The Management of Major Accident Emergency and Operations Planning of Enterprises[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2005.

[3] DL 755-2001. 电力系统安全稳定导则[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.  
DL 755-2001. Guide on Security and Stability for Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[4] 袁季修. 防御大停电的广域保护和紧急控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.  
YUAN Ji-xiu. Wide Area Protection and Emergency Control to Prevent Large Scale Blackout[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2007.

收稿日期: 2009-02-01; 修回日期: 2009-02-23

#### 作者简介:

刘育权(1971-), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统运行与管理工

作; 吴国沛(1975-), 男, 高级工程师, 博士研究生, 主要从事电力系统运行与管理工

作; E-mail: wuguopei@gzpsc.com  
熊文(1973-), 男, 高级工程师, 博士研究生, 主要从事电力系统运行与管理工

(上接第 202 页 continued from page 202)  
合的缺陷造成开关偷跳重合闸不起动的现象进行分析,找出原因,制定解决方案,有效地排查了生产安全隐患。

据此,提出以下建议:

(1) 供电部门在购置断路器及配套的保护等装置前应充分了解相关的资料,事先做好逻辑回路配置等方面验收工作,对于不当之处及时向厂家提出修改意见,使其满足实际生产条件;

(2) 生产保护装置的部门应全面了解生产部门应用的各种断路器的操作控制回路,针对不同之

处,在保护及重合闸启动回路中增加可选择模块,可供用户根据断路器的不同选择相应的启动回路,避免配合缺陷。

收稿日期: 2009-01-06

#### 作者简介:

王宏茹(1979-), 女, 工程师, 从事电力系统变电运行工

作; E-mail: whr\_email@163.com  
甘红庆(1972-), 男, 长期从事变电运行管理和培训工

作; 郭剑黎(1979-), 男, 助工, 从事输变电设备状态检修工