

华北电网“黑启动”试验研究情况综述

Review the Test and Research of Black Start in North China Power Network

华北电力集团公司(北京 100053) 王 越

摘 要:随着华北电网规模不断扩大,负荷量和发电量逐渐增大,电力系统存在发生严重事故全网失去稳定,甚至垮网的危险。对此,华北电力集团公司领导高度重视,提出并组织领导了“黑启动”试验。即北京地区如果出现大面积停电,可以利用十三陵蓄能电厂恢复其它电厂厂用电以及逐步恢复整个电力系统。这次“黑启动”试验,是我国首例的成功试验。文章对 2000 年 5 月 5 日进行的“黑启动”试验进行了全面的概述。

关键词:华北电网;“黑启动”试验;综述

中图分类号:TM 733

文献标识码:B

文章编号:1003-9171(2001)05-0001-02

近些年来,世界范围内发生的几起大电网停电事故提醒我们,作为电力系统安全运行的重要措施之一,研究电力系统事故后的恢复问题即“黑启动”问题具有重大的理论和实际意义。电网“黑启动”是指整个电网因故障停运后,在无法依靠其它电网送电恢复的条件下,通过电网内具有自启动能力的机组启动,带动无自启动能力的机组,进而逐步扩大电力系统的恢复范围,最终实现整个电力系统的恢复。

1998 年在华北电网中期发展规划的计算分析报告,提出了随着华北电网规模的不断扩大,负荷量和发电容量逐渐增大,存在着电力系统发生严重事故全网失去稳定甚至垮网的危险。此事引起了华北电力集团公司领导的高度重视。在 1998 年 12 月召开的“1999 年电网年度方式汇报会”上,集团公司杨祝辉副总经理指示,为了保证首都电网的安全、可靠运行,对最恶劣事故一定要有好的预防措施。会议明确,由集团公司生计部牵头,华北电力科学研究院、华北电力调度局、十三陵蓄能电厂参加,开展对十三陵蓄能电厂“黑启动”方案的研究。即北京地区如果出现大面积停电,利用水电厂恢复其它电厂厂用电,以及逐步恢复整个电力系统。

按照集团公司领导和“1999 年电网年度方式

汇报会”纪要的要求,集团公司生计部迅即着手开展了这项工作,组织华北电力科学研究院(现为华北电力科学研究院有限责任公司,以下仍称华北电力科学研究院)、华北电力调度局、十三陵蓄能电厂、京能热电股份有限公司石景山热电厂(下称石热)、北京供电公司等单位,多次研究“黑启动”试验研究课题方向、试验方式、步骤,草拟、制订了电网“黑启动”调度预案,实施了两次大型的“黑启动”试验工作。1999 年 3 月,组织召开了“水电机组‘黑启动’保电网方案研讨会”。明确此项工作应分三步进行:第一步完成在十三陵蓄能电厂失去全部外部电源后,通过抽水蓄能机组“黑启动”自带厂用电的试验工作;第二步研究十三陵蓄能电厂“黑启动”成功并自带厂用电后如何向京内其它火电厂送电,恢复其它火电机组;第三步制订切实可行的电网“黑启动”调度实施预案(经集团公司领导审批后,做为电网的反事故快速恢复供电措施留在华北电力调度局及有关单位备用)。与会人员一致认为利用水电机组“黑启动”保电网的方式是电网的一种极特殊的、非正常的运行方式,涉及电网调度、供电公司、火、水电厂、科研等许多单位的各相关专业,范围广且试验内容复杂,应立专题科技项目,应由华北电力科学研究院承担此项目,并对整个方案的实施在安全、技术上总负责。在集团公司科技部的支持下,华北电网“黑启动”试验研究工作列为 1999~2000 年集团公司重点科技项目。另外,在 1999 年四季度,国家电力公司从保电网安全、稳定运行的角度出发,确立了“首都电网快速恢复技术研究”为 2000 年度国家电力公司科技项目,项目承担单位仍为华北电力科学研究院。

为了推动电网“黑启动”试验工作的进行,加强对试验研究工作的统一协调、组织、领导,集团公司成立了以施定中副总工程师为组长,集团公司生计部、科技部、调度局及华北电力科学研究院等单位领导为副组长的电网“黑启动”试验工作领导小组。在试验领导小组统一组织、领导下,于 1999 年 5 月 4 日,在十三陵蓄能电厂 4 号机组上成功地进行了

失去厂用电后机组自起动的试验。试验结果,在 3 min 时间内,机组达到额定转速、额定电压,并通过 2 号厂高变反送厂用电,同时将电空充至昌平变电站;4 号机各部瓦温正常;机组调速器、励磁系统在孤立小电网状态下,均能稳定控制机组的转速、电压等,为进一步向系统送电打下基础。

在十三陵蓄能电厂 4 号机“黑启动”试验成功的基础上,试验领导小组又组织有关单位开展第二步研究工作。其重点是选择首先起动的火电机组、送出路由,研究与整个“黑启动”试验过程相关的一系列技术问题,确定试验方案,提出安全技术措施等。研究发电机自励磁;工频、暂态过电压;负荷调整及频率、电压控制;继电保护配合;同期点选择等问题。^{*} 经过比较、论证,选定起动十三陵蓄能电厂 4 号机,经过昌平、清河变电站,送至石热 3 号机厂用电段,起动石热 3 号机组,然后水、火电 2 台机组联成小网的试验方案。^{**} 为了确保试验工作有序、顺利,试验过程中设备、人身的安全,华北电力调度局精心编制了《“黑启动”试验调度执行方案》。按照该试验方案的要求,逐条明确了各厂、站的操作步骤,停送电范围,整体试验项目,试验过程中电网运行方式,保护配置及安全措施等。该方案的编制,为整个试验工作的顺利进行创造了条件。在各有关单位共同努力配合下,经过长时间认真、细致的准备,华北电网利用十三陵蓄能电厂水电机组进行“黑启动”的实际试验于 2000 年 5 月 5 日正式进行。

2000 年 5 月 5 日,0:00~8:00 从电网正常运行方式中倒出“黑启动”试验系统接线方式,即用陵昌二线、昌清一线、石清线分别经昌平站及清河站 6 号母线串联为连接十三陵蓄能电厂和石热的临时直通试验线路。8:25 十三陵蓄能电厂在失掉外界电源的情况下,靠蓄电池和油、气储能装置自起动 4 号机组(200 MW),起机时间仅用了 2 min 15 s。经过 91 km 线路及昌平、清河 2 个 220 kV 变电站,充电至石热 220 kV 5 号母线。9:15 石热 3 号机打闸停机(模拟系统事故情况),9:28 石热

3 号炉点火,9:46 石热 3 号机重新启动后与十三陵蓄能电厂 4 号机所带小系统并列,9:52 小系统通过石热母联 2245 开关与主网并列成功。至此,试验工作基本完成,然后各厂站恢复正常方式。

在整个试验过程中,集团公司黄金凯总经理、杨祝辉副总经理亲临华北电力调度局坐镇指挥,试验工作领导小组全体成员及有关部门的领导和专业技术人员,都坚守在各自的试验工作岗位上,精心监视、操作、认真记录,各厂、站服从华北电力调度局的统一指挥,通力合作,使得华北电网首次“黑启动”试验取得圆满成功。据了解,迄今为止国内尚未有在实际电网中进行“黑启动”试验的实例,2000 年 5 月 5 日华北电网利用十三陵蓄能电厂水电机组进行的成功的“黑启动”试验为我国首例。

试验工作结束后,集团公司组织召开了专门的总结会,集团公司领导明确指示,要认真总结试验成果,并在总结试验成果的基础上形成一套完整、规范的电网“黑启动”实际操作预案,交付华北电力调度局和有关单位使用,作为电网最恶劣情况下的反事故措施。按照这一要求,华北电力科学研究院、华北电力调度局、十三陵蓄能电厂、石热分别对各自的试验工作情况进行了认真的总结,形成了各自的试验总结报告。华北电力科学研究院又在各单位分析报告的基础上,归纳、汇总,提出了《华北电网利用十三陵蓄能电厂水电机组进行“黑启动”的试验研究报告》,这份报告将作为集团公司所列电网“黑启动”科技项目成果之一,提交专家评审会审查。同时,在此基础上,华北电力科学研究院、华北电力调度局将牵头拟定《华北电网“黑启动”恢复供电预案》。经专家审查、集团公司领导批准后,交付华北电力调度局使用。此举为进一步提高华北电网,特别是首都电网安全、稳定运行水平创造了条件。

* 详见华北电力科学研究院编制的《华北电网利用十三陵蓄能电厂水电机组进行“黑启动”试验研究报告》;

** 详见华北电力科学研究院编制的《试验大纲》。

(收稿日期:2001-02-19)