

城市供电应急管理研究与展望

范明天¹, 刘思革², 张祖平¹, 周孝信¹

(1. 中国电力科学研究院, 北京市 海淀区 100085; 2. 上海交通大学 电气工程系, 上海市 徐汇区 200030)

A Research and Review on the Emergency Management of Power Supply in Urban Power Network

FAN Ming-tian¹, LIU Si-ge², ZHANG Zu-ping¹, ZHOU Xiao-xin¹

(1. China Electric Power Research Institute, Haidian District, Beijing 100085, China;

2. Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Xuhui District, Shanghai 200030, China)

ABSTRACT: The emergency management of power supply in urban power network is the ensurance and in the emergency management of urban public service. This paper introduces the state-of-the-art in emergency management of urban power supply network in both macroscopic and microscopic fields. The specifications are investigated for the emergency management of urban power supply network in detail in the paper, and the preliminary considerations are paid on how to construct the emergency management system of urban power supply network. Finally, the reason why the future emergency management system for urban power supply network should be merged into the urban public emergency management system is presented.

KEY WORDS: emergency management; urban power network; outage accident

摘要: 城市供电是城市公共事业的重要内容之一, 城市供电应急管理可为城市公共事业应急管理提供基本保障。文章介绍了国内外城市供电应急管理在宏观和微观领域需要研究的内容, 提出了城市供电应急管理的功能需求, 对城市供电应急管理系统的建设进行了初步探索, 指出应将城市供电应急管理纳入城市总体联动应急管理中。

关键词: 应急管理; 城市电网; 停电事故

0 引言

目前, 城市应急管理和应急预案的制定已经成为城市各级政府部门的重要工作之一, 作为城市其它各项公共事业应急管理基本保障的城市电网的应急管理还未有完整的功能规范和明确的管理模式。近年来, 国内外电力系统发生的大停电事故引

起了人们对电网安全的高度重视和深入研究。以电网发生重大事故后的黑启动为例, 大电网从黑启动到全面恢复供电的时间间隔少则 3~5h, 多则十几个小时, 这期间的城市电网必然陷入大面积停电的混乱状态。美加“8.14”大停电事故^[1]、莫斯科大停电事故、洛杉矶大停电事故以及 2006 年发生在中国郑州的“7.1”停电事故和发生在欧洲的“11.4”的突发大停电事故均表明, 各个国家的城市、尤其是大城市随时面临着超过设防水平的电网突发事件带来的大面积停电威胁。因此, 迫切需要对电网突发事件和大规模停电应对措施进行全面、系统的研究^[2-6]。

城市供电应急管理的主要任务是在城市发生大面积停电事故时确保重要用户(党政军主要部门、要害部门和公共基础事业部门)的持续供电、维护社会稳定、减少停电损失。城市供电应急管理是针对城市电网发生紧急事故的可能性制订完善的应急体系^[7-9], 其目的是确保城市电网的各相关部门采取确实可行的措施应对紧急停电事故, 最大限度地减少大面积停电造成的社会影响。

北京市为迎接 2008 年奥运会, 发布了《北京市“十一五”期间城市减灾应急体系建设规划》^[10]。该规划构建了北京市在“十一五”期间的城市应急体系, 并将重大电力突发公共事件归入该应急管理体系中。

上海市成立的突发公共事件应急管理委员会是上海市应急管理工作的最高行政领导机构, 其下设机构——市应急管理办公室与其它工作部门共同形成了统一指挥、分级负责、协调有序、运转高效的应急联动体系。该联动体系与上海电力公司共同负责上海电网的应急管理工作。

基金项目: 国家科技部社会公益事业项目(2004DIB51195)。

广州市政府也成立了包括广州市 20 多个相关单位的电力应急工作小组,由市政府领导指挥和负责电力应急管理工作。广州市发布的广州地区重、特大电力突发事件应急预案中指出,一旦出现电力预警和应急状态,电力应急工作小组自动转为电力应急指挥部,全面指挥、协调并承担相应的应急抢险工作。

中国电力科学研究院在国内率先提出了城市供电应急管理概念,探索性地提出了城市供电应急管理的功能需求,并在 2000 年就与日本电力中央研究所联合开展了城市电力系统防灾减灾的前导研究。但我国对城市供电应急管理的研究还处在初步阶段,其应急管理机制和相应的政策、法规都有待完善。

本文以建立有效的城市供电应急管理体系为目标,从管理层面介绍了国内外城市供电应急管理的组织机制和相关法规,从技术层面指出了城市供电应急管理需研究的内容,提出了城市供电应急管理的功能规范和系统框架。

1 城市供电应急管理的组织机制

城市供电应急管理的组织机制主要包括的应急机制、政策和法规等。我国政府相关部门已经给出了供电应急管理措施和应急预案方面的一些具体规定。发达国家基本上都是依据法律建立立体化、网络化的综合减灾和应急管理体系,从上到下常设专职机构,由相关专业人员组成抢险救援队伍,运用严格、高效的政府信息发布系统,明确政府职能及其与其它部门的合作事项,形成超前的灾害研究和事故预防机制^[11-12],通过灾害意识的培养和全社会的应急培训获得更充足的应急准备。

美国应急管理署(federal emergency management agency, FEMA)成立于 1979 年,主要负责美国突发事件的应急管理,其核心业务包括减灾、应急准备、应急反应和灾后恢复重建 4 个方面。北美电网由 3000 多家电力公司的电网互联形成,其总传输容量为 900GW,为此 FEMA 专门制定了大面积突发停电事故的应急管理措施^[13]。美国西部 1996 年的 2 次大停电事故和 2003 年 8 月 14 日的大停电事故再次说明了调整和改进美国应急管理体系的必要性。2003 年 7 月,美国能源部主持召开了美国电力传输技术展望专题研讨会,提出了美国 Grid2030 研究计划项目,强调输电网与城市配电网和通信信息网的结合,建议在 2010 年之前建成美国国家电网控制中心,并提出应减少外力和自然界对电力系统设备的破坏,改善电网的运行环境。

英国应急管理措施的实施不依赖国家层面的机构,一般是在突发事件发生后,由当地政府负责处理^[14],但当灾难过于严重,超过当地政府的承受能力时,通常从邻近地区就近调度支援。1987 年 10 月,英国南部电网被狂风暴雨破坏,包括伦敦在内的几百万用户用电中断,部分地区电力中断长达十几个小时,为此英国投入巨额资金改进了供电系统,建立了周密的供电应急管理机制。在 2003 年 8 月伦敦南部地区电网发生的大停电事故中,伦敦地方的应急管理机制在维护社会安定、恢复供电等方面发挥了重要的作用。

日本的应急管理制度比较完善,各级政府为了应对各种可能的突发公共事件,采取了完善立法、加强应急基础设施建设、建立危机管理体制等有效措施。日本是一个地震和海啸频发的国家,日本电力中央研究所根据地震频发的特点,研究了地震等外部危机因素对城市电网的影响,并以安全性和经济性为评价目标,提出了提高城市电网抗灾能力的改造方案和详细的电网应急预案。

中国电监会在 2005 年 6 月 12 日颁布了《国家处置电网大面积停电事件应急预案》^[15],国家电网公司按照《国家电网公司重特大生产安全事故预防与应急处理暂行规定》^[16]发布了《国家电网公司大面积停电应急预案》^[17]和《城区电力系统突发事件应急预案编制导则》^[18],具体规定了城市电网进入紧急状态的启动标准(如负荷损失比例)、重要单位和城市重要基础设施、大型公共场所发生大面积长时间停电事故的应急措施等。这些文件旨在指导和规范我国各级电网公司制定大面积停电应急预案,建立自上而下、分级负责的大面积停电应急救援与处理体系。

2006 年 1 月 8 日,国务院公开发布实施的《国家突发公共事件总体应急预案》^[19]旨在加强指导我国的应急管理工作,提高预防和处置突发公共事件的能力。

2 城市供电应急管理的研究内容

城市供电应急管理的研究内容包括危机因素分类、应急能力评估、资源配置、预案编制和应急系统的功能配置和系统构建等。

(1) 供电危机因素分类与重要用户管理问题。供电危机因素分类与重要用户管理^[20-23]的主要任务是分析和评估电力系统面临的各种风险,认清整个电网、特别是城市电网供电的风险及其造成的危害,以便采取有效的措施预防和缓解大面积停电事故的发生,减少经济和社会损失。

(2) 应急能力评估问题。应急能力评估是城市

供电应急管理的基础性工作之一。为了保证城市电网具有一定的供电应急能力,国内外的应急管理部门一般采取提高电网安全裕度^[24]、增强备用容量^[25]等措施。如何确定合理的安全裕度和备用容量、使城市电网保持技术经济合理的应急供电能力,是当前迫切需要解决的问题。

应急能力评估可以从2方面入手:一方面从城市电网所能遭受的突发事件的程度评估城市电网的停电容忍程度和停电损失,反映城市电网的网络适应性和受损失程度;另一方面从城市电网的可挽救性和可缓解性进行评估,反映城市电网自身的控制能力和供电企业的应急管理能力。

(3) 应急规章制度与应急资源管理问题。应急规章制度问题主要研究如何在应急管理中依据法律建立制度化、立体化的综合减灾应急管理体系。该体系从上到下常设专职机构,各机构按相应的制度高效、有序地进行应急管理。应急资源管理问题主要解决应急资源的保障问题,即应急资源的布局、调度和评估等。

(4) 应急管理信息系统的建设问题。应急管理信息系统的建设问题是研究如何利用现代信息技术实现高效的应急管理、建设完善的应急信息化基础设施。为准确迅速地收集、处理、分析和传递有关事件的信息、有效地实施危机预防,危机应急信息系统的建设应从信息化基础设施抓起,建立起功能完善、技术先进的应急通讯网络。目前我国的城市电网供电应急管理信息系统仍不够成熟,一方面这与用户个性化的需求有关,另一方面各城市一些历史系统的存在会对应急信息系统的建设产生影响。

(5) 应急预案的编制问题。应急预案编制问题是城市电网应急管理中的核心问题,应急处理的效果很大程度上是由应急预案的执行效果决定的,执行准确、有效的应急预案可提高应急反应速度、减小突发事件的影响面、甚至将突发事件消灭在萌芽状态。目前应急预案编制问题的研究主要集中在防范措施的选取上,一般选取最有代表性、危害程度最严重的灾害场景进行研究并制定详细的预案,以便在此类灾害发生时,迅速为决策者提供支持方案。

(6) 应急处理的决策技术支持问题。有效的决策辅助工具和准确充足的信息是应急处理的决策技术支持问题的基础,如文献^[26]提出将动态博弈技术应用到应急处理的在线决策支持中。

(7) 应急教育的培训问题。应急教育培训可分为专业技能培训和非专业技能培训。专业技能培训主

要培训电力专业人员处理突发事件的专业技术和本领。非专业技能培训是对公共大众进行科普培训,如当出现大面积停电事故时如何通过自救确保自身人身安全等。

3 城市电网应急管理系统的构建

城市电网的应急管理是其它公共事业应急管理的基本保障,城市供电应急管理是城市公共事业应急管理中的重要组成部分。建立城市供电应急管理系统是城市供电应急管理的核心工作。城市供电应急管理的功能规范为城市供电应急管理的科学规划、决策、建设和管理提供了依据,解决了当前城市电网供电应急管理面临的问题。

公共事业是城市的生命线。社会经济越发达,城市越脆弱,公共事业的地位越重要。本文提出的城市供电应急管理的功能框架见图1。通过对城市供电应急管理的深入研究,本文认为城市供电应急管理系统至少应具备图1示出的主要功能。

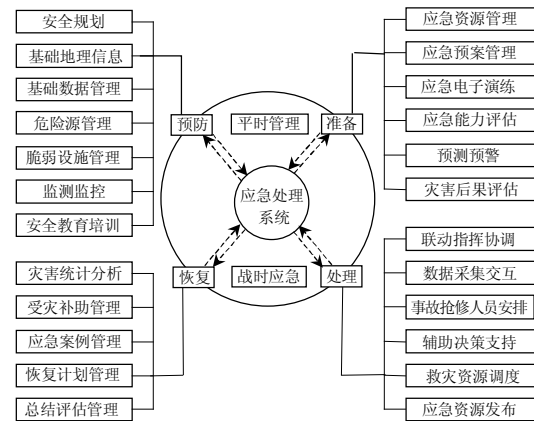


图1 城市供电应急管理的功能框架

Fig. 1 The framework of the emergency management of power supply about urban power network

城市供电应急管理根据突发事件发生的时间可分为事前管理、事中管理和事后管理。明确这些管理功能可使应急管理具有针对性、有效性和可操作性。

事前管理遵循未雨绸缪、预防为主的思想对城市电网进行监测和预警,并采集相关的数据。事前管理主要包括危机分析、预案编制、规章管理和应急措施的准备等。事中管理旨在及时、有效地处理突发紧急事件。在应急处理中,事中管理要全面整合多部门、多行业、多层次已有的系统和信息资源,实现对突发公共事件的实时响应和调度指挥。事中管理包括电网的紧急调度指挥、电网数据的采集与交互、应急处理的在线辅助决策支持、应急资源的调配等。事后管理旨在尽量减少大面积停电事故带来的各种损失,快速

有序地完成对突发事件处置全过程的跟踪和处理,将突发事件的危害程度降到最低,并为公众提供相应的紧急救援服务。

在应急管理模式上,本文提出应统一电网管理和调度,建立完善的安全运行制度,确保电力系统安全可靠地运行。

4 结语

本文提出了目标明确、定位合理、可操作性强的城市供电应急管理功能需求。指出城市供电应急管理应重点加强应急信息系统的建设,应将城市供电应急管理纳入城市总体应急管理体系中^[27]。

本文指出城市供电企业应根据现有的企业信息系统建立预警信息系统,对可能发生的突发公共事件进行缜密布控,同时指出应加强应急预案的研究,提高危机处理的针对性、及时性和有效性。

参考文献

- [1] 周孝信. 在国家电力公司电网建设专家委员会第六次会议全体闭幕式上的总结讲话[J]. 电网技术, 2002, 26(2): 8-9.
Zhou Xiaoxin. Concluding remarks at the closing ceremony of the sixth plenary session of power network construction experts committee of state power corporation of China[J]. Power System Technology, 2002, 26(2): 8-9(in Chinese).
- [2] 张雪敏, 梅生伟, 卢强. 基于功率切换的紧急控制算法研究[J]. 电网技术, 2006, 30(13): 26-31.
Zhang Xuemin, Mei Shengwei, Lu Qiang. Study on emergency control algorithm based on power switching[J]. Power System Technology, 2006, 30(13): 26-31(in Chinese).
- [3] 袁季修. 电力系统安全稳定控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.
- [4] Balu N, Bertram T, Bose A, et al. On-line power system security analysis[J]. Proceedings of IEEE, 1992, 80(2): 262-279.
- [5] Fouad A, Zhou Q, Vital V. System vulnerability as a concept to access power dynamic security[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1994, 9(2): 1009-1015.
- [6] Kundur P, Paserba J, Ajarapu V, et al. Definition and classification of power system stability[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2004, 19(3): 1387-1401.
- [7] Liu C C, Vittal V. The strategic power infrastructure defense system[J]. IEEE Control System Magazine, 2000, 13(8): 40-52.
- [8] Phadke G, Thorp J S. Expose hidden failures to prevent cascading outages[J]. IEEE Computer Application in Power, 1996, 9(3): 20-33.
- [9] 胡建, 郭志忠, 刘迎春, 等. 故障恢复问题和发电机恢复排序分析[J]. 电网技术, 2004, 28(18): 1-4.
Hu Jian, Guo Zhizhong, Liu Yingchun, et al. Power system restoration and analysis of restoration sequence of generating sets [J]. Power System Technology, 2004, 28(18): 1-4(in Chinese).
- [10] 北京市政府. 北京市“十一五”期间城市减灾应急体系建设规划[Z]. 北京, 2006.
- [11] 卢强. “我国电力系统灾变防治与经济运行的重大科学问题的研究”项目简介[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(1): 1-6.
- [12] 杨卫东, 徐政, 韩祯祥. 电力系统灾变防治的现状与目标[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(1): 7-12.
Yang Weidong, Xu Zheng, Han Zhenxiang. Review and objective of research on power system collapse prevention[J]. Automation of Power Systems, 2000, 24(1): 7-12(in Chinese).
- [13] Wilsona J, Oyola Y A. The evolution of emergency management and the advancement towards a profession in the United States and Florida[J]. Safety Science, 2001, 39(12): 117-131.
- [14] Williams G, Batho S, Russell L. Responding to urban crisis - - the emergency planning response to the bombing of Manchester city centre[J]. Cities, 2000, 17(4): 293-304.
- [15] 曾有权. 国家处置电网大面积停电事件应急预案[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [16] 国家电网公司. 国家电网公司重大生产安全事故预防与应急处理暂行规定[Z]. 北京: 国家电网公司, 2003.
- [17] 国家电网公司. 国家电网公司大面积停电应急预案(试行)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [18] 国家电网公司. 城区电力系统突发事件应急预案编制导则(试行)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [19] 国务院. 国家突发公共事件总体应急预案[M]. 北京: 中国法制出版社, 2006.
- [20] 吴宗之, 刘茂. 重大事故应急预案分级、分类体系及其基本内容[J]. 中国安全科学学报, 2003, 13(1): 15-18.
- [21] Brady T F. Emergency management: capability analysis of critical incident response[C]. Proceeding of Winter Simulation Conference, Louisian, 2003.
- [22] Farrow S, Hayakawa H. Investing in safety an analytical precaution any principle[J]. Journal of Safety Research, 2002, (33): 165-174.
- [23] 张峰, 江道灼, 张怡. 基于变结构耗散网络的特殊配电网接线故障恢复的改进算法[J]. 电网技术, 2003, 27(4): 49-54.
Zhang Feng, Jiang Daozhuo, Zhang Yi. An improved algorithm special distribution network connection service restoration based on variable structure dissipated net theory[J]. Power System Technology, 2003, 27(4): 49-54(in Chinese).
- [24] 姚峰, 张保会, 周德才, 等. 输电断面有功安全性保护及其快速算法[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(13): 31-36.
Yao Feng, Zhang Baohui, Zhou Decai, et al. Active power security protection of transmission section and its fast algorithm [J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(13): 31-36(in Chinese).
- [25] 别朝红, 王锡凡. 复杂电力系统一类连锁反应事故可靠性评估模型和算法[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(20): 15-18.
Bie Zhaohong, Wang Xifan. Studies on models and algorithms of reliability evaluation for cascading faults of complicated power systems[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(20): 15-18(in Chinese).
- [26] 姚杰, 计雷, 池宏. 突发事件应急管理中的动态博弈论分析[J]. 管理评论, 2005, 17(3): 46-50.
- [27] 郭剑波. 我国电力科技现状与发展趋势[J]. 电网技术, 2006, 30(18): 1-7.
Guo Jianbo. Present situation and development trend of power science and technology in China[J]. Power System Technology, 30(18): 1-7(in Chinese).

收稿日期: 2006-12-15。

作者简介:

范明天(1954—), 女, 工学博士, 教授, 研究方向为城市电网规划与应急管理;

刘思革(1975—), 男, 博士研究生, 研究方向为城市电网规划与应急管理, E-mail: sgliu@epri.ac.cn;

张祖平(1950—), 男, 教授, 研究方向为电力系统分析。

(编辑 杜宁)