

应对灾变的电力应急指挥平台及其在广东省的应用

侯慧¹, 周建中¹, 张勇传¹, 尹项根², 游大海², 陈庆前^{2,3}, 童光毅³

(1. 华中科技大学水电与数字化工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074;
3. 国家电力监管委员会南方监管局, 广东 广州 510180)

摘要: 在电力系统应对灾变的应急管理体系建设方面进行了一系列探讨, 提出电力系统应急管理建设包括应急预案体系、组织体系和指挥体系等三大方面。在前两方面, 总结了我国电力系统已开展的一系列工作及取得的成果。在第三方面, 提出了一个通用的应对灾变的电力应急指挥平台的系统方案。结合广东省实际, 将提出的电力应急指挥平台方案应用于广东省电力系统, 其一期工程已通过专家验证在广东省投入试用, 验证了该方案的科学性和有效性。

关键词: 灾变; 应急处置; 应急预案; 应急指挥平台; 应急体系

Coping with catastrophe power emergency commanding system and its application in Guangdong province

HOU Hui¹, ZHOU Jian-zhong¹, ZHANG Yong-chuan¹, YIN Xiang-gen², YOU Da-hai², CHEN Qing-qian^{2,3}, TONG Guang-yi³

(1. School of Hydropower & Information Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;
2. College of Electrical & Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;
3. South China Bureau of State Electricity Regulatory Commission, Guangzhou 510180, China)

Abstract: The paper carries out a series of discussions on the construction of power system emergency management system to cope with catastrophe. First it proposes that the power system emergency management system construction should involve three aspects including emergency response plan system, emergency organization system, and emergency commanding system. In the first two aspects, it summarizes a series of work and achievements made by China's electric power system. In the third aspect, it presents a general system scheme for catastrophe power emergency commanding platform to cope with catastrophe. Then the coping with catastrophe power emergency commanding platform scheme is applied to Guangdong province power system considering its actual situation. The first-stage construction of the power emergency commanding platform has been verified by experts and put into trial, which proves the scientific nature and effectiveness of the power emergency commanding platform.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No.50877031).

Key words: catastrophe; emergency handling; emergency response plan; emergency commanding platform; emergency response system

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)17-0158-06

0 引言

近年来, 城市重大灾害和突发事件呈现出增多的态势, 极端气候也比以前更加肆虐。据估计, 1991~2000年的十年里, 全球每年受到气象水文灾害影响的平均人数为2.11亿, 是因战争冲突受到影响人数的7倍。亚洲是遭受自然灾害袭击最频繁的大陆, 在1990~2000年间, 此地区自然灾害占全球

所有极端气候事件的43%。根据最近的统计, 全球气候变化及相关的极端气候事件所造成的经济损失在过去40年平均上升了10倍^[1-2]。这些重大灾害和突发事件不仅令气象学家、政府部门等忧心忡忡, 也引起包括电力系统在内的各个行业的极大关注^[3-5]。各种灾变给电力设施带来极大损害的同时, 也将城市暴露在应急管理能力的巨大考验之下。

我国长期以来在因稳定破坏而引起的电网事故方面的研究较多, 而在因不可抗外力因素等造成电网支解的研究则较少, 在这方面的应急对策和措施机制也不完善。因此, 建立和完善我国电力系统的

基金项目: 国家自然科学基金项目(50877031); 中国博士后科学基金(20090460928)

应急减灾机制迫在眉睫。

世界发达国家都建立了比较完备的公共安全方面的应急体系, 包括电力系统的应急处理体系, 特别是美国、日本及欧洲一些发达国家, 在电力系统应急机制方面, 已有一些成熟的经验。为了保障电力系统的公共安全, 美国政府及电力管理部门从电力系统应急法律法规到应急演练均开展做了大量工作^[2]。特别是在美国 9·11 事件发生以后, 恐怖袭击的可能性备受关注, 而作为推动经济发展的能源基础设施的电力、石油、天然气的生产、传输和分配系统, 其应急处置也是至关重要的。因此, 在美国能源部的领导下, 也特别关注在后 9·11 时代的电力系统的应急处置, 并于 2002 年开始制定了《电力基础设施脆弱性评估方法(草案)》^[6], 其中后评估阶段包括了进行应急培训及应急演练等内容。

在党中央国务院“安全第一, 预防为主”的方针指导下, 我国也加强了电力系统应急安全管理, 初步提出了一些事故预防和隐患控制的措施。然而, 电力系统应对灾变的应急处置是由电力系统学科、经济学、公共管理等多个学科知识交叉形成的新兴研究领域, 关于该领域的研究目前尚比较缺乏。本文提出电力应急工作应充分考虑电力系统的特点, 综合利用经济学、管理学、通信等学科的相关研究成果, 实现电力应急管理理论与指挥平台的实践相结合。科学应对、积极防御, 不断提高我国电力系统在预警、指挥、协调、重建方面的应急能力, 才能使电力系统更好地应对各种重大灾害和突发事件的考验。

1 电力系统应对灾变的应急处置体系

本文认为, 电力系统应对灾变的应急处置的基本体系包括应急预案体系、组织体系和指挥体系等三大方面。如图 1 所示。

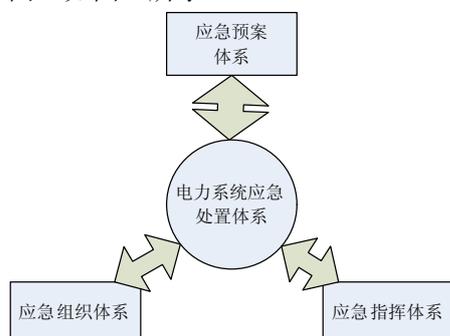


图 1 电力系统应急处置体系

Fig.1 Power system emergency handling system

在前两方面, 我国电力系统已开展了一系列工

作, 特别是在应急预案体系方面, 已经逐步形成了一套较为完善的应急预案体系。目前我国所有电力企业已经按照上级部门的要求制定了应急预案, 内容涵盖电力自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等四个方面的内容, 分为综合应急预案、专项应急预案及现场应急处置等三个层次。

但迄今为止, 我国在建立电力系统应急指挥平台方面还处于初始起步阶段, 关于这方面的研究开展还较少。

(1) 应急预案体系建设

自从国家电监会于 2006 年颁布《国家处置电网大面积停电事件应急预案》以来, 各电网公司、发电企业等都纷纷制定了相应的应急预案体系。

2009 年国家电监会正在主持编制《电力应急预案编制通用规范》及《电力突发安全事件应急演练通用规范》等标准。《电力应急预案编制规范》的出台将明确规定我国各电力企业应急预案的内容, 完善电力应急预案体系, 增强电力应急预案的科学性、针对性、实效性和系统性, 对电力系统应急预案的组织体系也做了相应的规定: 明确由“国家电力监管委员会负责电力行业应急预案的监督管理工作, 指导电力企业应急预案的编制和管理。电监会各派出机构负责所辖区域电力企业应急预案的监督管理工作”。《电力突发安全事件应急演练规范》将规范电力突发安全事件应急演练的组织与开展, 解决目前电力突发安全事件应急演练中所遇到的主要突出问题, 提高应急演练的效果和科学性, 以满足有关部门和电力企业在开展应急演练过程中的策划、准备、组织实施以及评估总结等各环节工作的需要。这两项行业规范的出台, 标志着我国电力系统应急处置工作迈上了一个新的实质性的台阶。

(2) 应急处置组织体系建设

电力系统应急处置的组织体系不仅仅是电力企业内部进行的一种日常应急处置维护的组织, 更需在政府部门的协调和支持下共同创建和完成。例如在美国, 应对大面积停电这样的大型危机就纳入了国家能源部 (Department Of Energy, DOE) 管理的领导小组, 由美国能源部出台的 DOE 115.1B 文件——《电力综合应急管理系统》详细规定了必须参与应急处置系统的部门构成与应急计划的主要程序^[7]。在我国, 应对大面积停电这样的大型危机可以纳入国家电监会这样一个常设的国家电力系统监督管理机构, 进行长期的、由政府部门协调的电力系统应急处置体系建设。这样, 一方面可以利用国家电监会在电力系统内部的监督管理职能来督促各电力部门建立和完善电力应急处置系统, 另一方面可以有

效协调电力部门与其他职能部门,如国家气象部门、通信部门、交通部(铁道部及航空部)、能源部等等,配合共同应对各种涉及电力系统停电的大型危机。

根据我国国情,本文认为,我国电力系统应急处置平台的组织建设应包含的部门如图2所示。

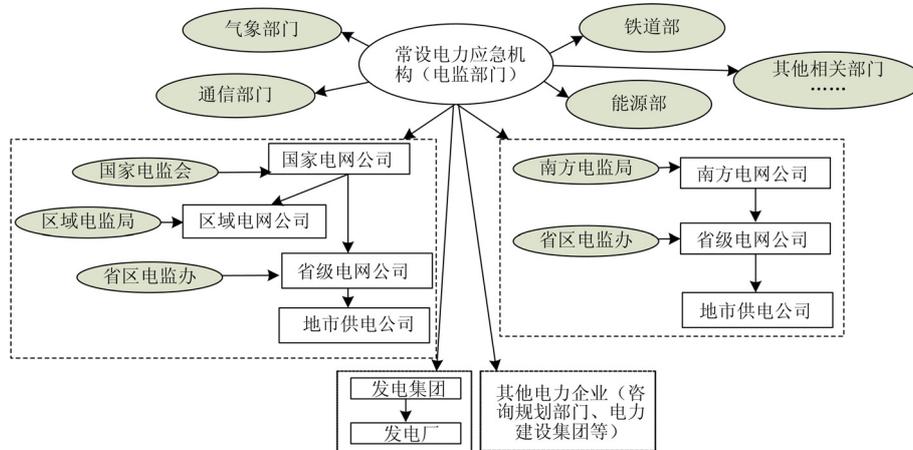


Fig. 2 Structure of China power emergency handling organization system

(3) 电力系统应急指挥平台建设

虽然在应急预案体系和组织体系上,我国电力系统已取得了一些成绩并处在逐渐完善的过程中,但是作为应急处置的重要技术支撑手段,电力应急指挥平台的建设却并未得到足够的重视和开发。因此,我国现阶段必须加快应对灾变的电力系统应急指挥平台的建设,提高我国电力系统在突发灾变情况下的应急处理能力和与社会其他部门之间的协调合作能力^[8]。

电力应急指挥平台将支持应急领导小组及办公室指挥事故处理,形成与政府及各级应急处置机构互通互联、与有关职能部门相互衔接、互有侧重、互为支撑的应急指挥体系。包括指挥中枢系统、通信网络系统、远程访问系统、视频监控系統、专用电话系统、电视电话会议系统,实现对电力应急处置信息的接入和监测功能,提供初步的辅助决策功能和实用的报表统计分析功能。充分整合信息资源,形成包括电网信息、发电厂信息、变电站视频信息、应急预案、应急组织机构管理、短信发布、消息发布、气象信息、物资信息、历史演习或应急处置案例在内的综合应急信息管理平台;建立对外信息发布网,加强灾害预警,及时发布灾害信息,作出警示及指导,使政府部门、社会各界及时认识可能产生的危害,做好各项准备措施,最大程度地减少损失。

2 电力系统应急指挥通用平台的建设方案及主要技术原则

电力系统应对灾变的应急指挥通用平台是对应

急管理理念的技术支撑。其难点不在于技术实现,而在于首先要有一个清晰的、成熟的应急指挥体系框架。本文认为,一个通用的数字化电力应急指挥平台的建设范围应包括两大部分,即主要功能系统和配套功能系统,如图3所示。

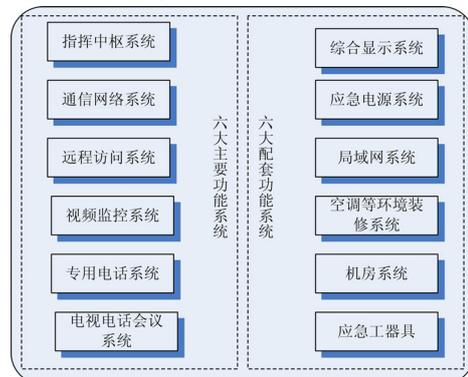


图3 电力系统应急指挥通用平台建设方案

Fig.3 Construction scheme for power emergency commanding platform

实用的电力系统应对灾变的应急指挥通用平台的主要技术原则应包括以下几点:

(1) 系统应采用分层分级信息管理和传送模式,以省电力应急指挥中心通过地区电力应急指挥中心获取现场信息和其他系统信息方式为主,以省电力应急指挥中心与省政府(或其他部委)应急指挥中心接口获取信息为辅,提高信息采集的可靠性。

(2) 基于现有信息资源进行分析利用的数据应用模式。充分利用现有电力调度资源,实现对电力系统的监控,采用远程访问技术实现对现有电力调度系统、视频监控系統以及110、119、交通、三防、

气象等信息的综合展示。

(3) 必须具备多渠道接入和分散协调控制的管理模式。具有远程登陆功能, 支持指挥人员分散状态下能实现联动协调指挥的管理模式。支持互联网(固定和移动)、电话、电力专线、卫星、应急通信网络等多渠道接入方式并有相应的安全防护手段。

(4) 必须支持网站、主流媒体、短信、新闻发布会等多渠道、全方位的信息发布方式。

(5) 必须支持电力通信网络、公众通信网络(固定和移动)、应急通信网络、卫星通信等多种通信方式, 保证在大面积停电事故下的电力应急通信。

(6) 必须具备良好的安全性和保密性。系统应具有安全性, 包括网络系统、主机系统、数据存取系统、数据传输系统的安全性和保密性, 数据备份的可靠性。设置防病毒功能, 保护系统数据, 并建立备份系统, 定期自动进行全量及增量备份, 同时应具备可靠的长时间的后备应急电源。系统应遵守电监会发布的电力二次系统安全防护规定。

(7) 必须具有方便实用性。改变人工统计、人工报表等人工管理模式, 实现管理电子化, 提高管理水平和工作效率。

(8) 系统必须具备稳定可靠性。一方面, 系统应选用可靠的计算机、计算机网络通信、设备执行机构, 同时配备成熟的系统软件保障系统的可靠运行, 采用成熟的数据库系统及操作系统, 所有应用软件的设计编制应遵循规范化标准; 另一方面, 还要从管理入手, 制定科学合理的管理规章制度, 以确保系统可靠地运行。

(9) 系统必须具有可扩充性。所谓可扩充性, 是指根据实际需要, 系统可被方便地裁减和灵活地扩展, 使系统能适应变化和新情况。

(10) 必须具有异常处理的能力。在系统的设计中应该考虑到可能出现的各种异常情况, 如断电, 网络线路故障, 数据流量超载等。在系统中提出各种异常情况的处理办法。

(11) 系统必须具备可维护能力。硬件设备的选型要选择国内具有维护力量和技术能力的设备, 硬件的连接完全采用标准化接口; 软件设计采用结构化程序设计, 便于软件模块的添加与删减, 系统软硬件提供商也应满足大面积停电情况下紧急服务的要求。

3 应急指挥平台在广东省电力系统的应用

本文建议的电力系统应对灾变的应急指挥通用平台的建设方案具有较强的通用性和普适性, 2008年, 广东省利用本文建议的应急指挥通用平台建设

方案, 已初步完成了与政府、重要用户互联互通的电力应急指挥中心建设, 广东省电力系统应对灾变的应急指挥平台的功能系统设计方案如下。

广东省电力系统应急指挥中心本身是一个针对广东省电网大面积停电事件的信息处理和调度系统, 应具备监测监控、信息报告、辅助决策、应急指挥和总结评估等功能, 为指挥人员提供一个便利的、快速的、交互式的操作平台, 以便能迅速、动态地识别电网大面积停电事件, 为电网大面积停电事故的快速有效处理提供帮助, 并为电力应急工作的常态管理提供技术支撑手段, 其功能结构如图4所示。

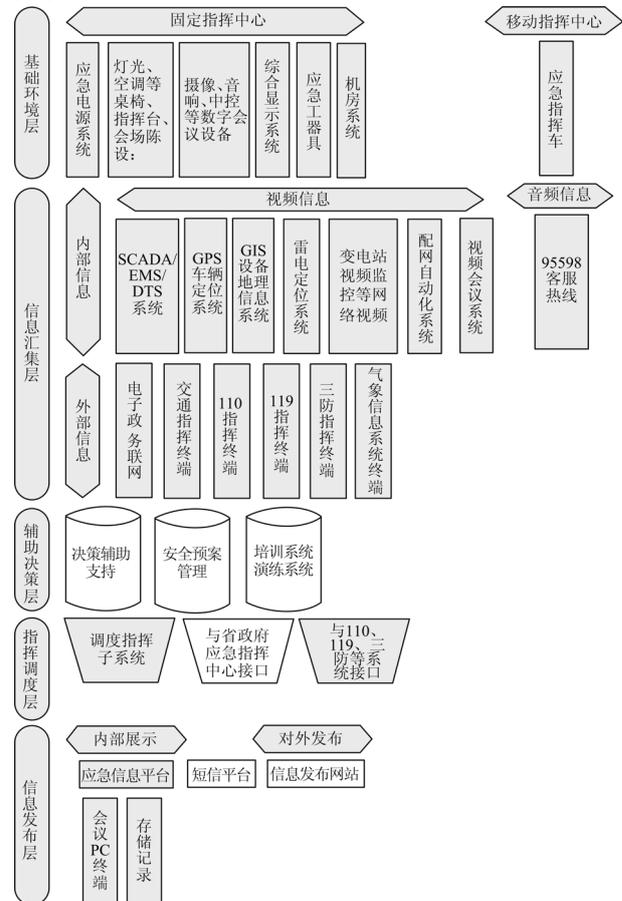


图4 广东省电力应急指挥平台功能系统设计方案

Fig. 4 Function design scheme for Guangdong province power emergency commanding platform

其主要功能系统描述如下:

(1) 指挥中枢系统。指挥中枢系统主要是实现对大面积停电事故的调度指挥和模拟演练, 提高相关人员对已知和未知事件的应变处理能力, 实现电力系统运行信息、突发事件信息的收集, 应急指令的及时发布, 建设应急数据管理信息库, 实现信息和资源的共享, 同时可以自动生成信息发布简报供

对外信息发布。

指挥中枢系统的主要功能模块主要包括四个层面：

决策支持层。应急决策辅助支持子系统。

业务管理层。应急调度指挥系统、应急培训演练系统、应急资源管理系统、信息发布系统。

数据管理层。应急数据管理信息库子系统、数据备份及恢复子系统。

系统管理层。用户门户子系统、安全防护子系统、系统管理子系统。

指挥中枢系统采用 B/S 结构,可通过网络浏览,具有远程登陆功能,在指挥人员分散状态下能实现联动协调作用,形成统一的信息传递、共享、分析、决策的信息平台。

(2) 通信网络系统。通信网络系统主要提供与外部的网络连接,主要包括与公众通信网络(移动、电信运营商)、卫星通信、电力通信网络、应急通信网络的通信。

通信网络系统将实现与电力应急预案各成员单位的应急通信连接,保证大面积停电状况下的应急通信(至少是电话通信)。通信网络系统应具备与电网黑启动电源单位的通信连接,实现视频信号和音频信号的连接。

应急指挥中心的通信建设应统一考虑与上、下级之间的可联通性,既要考虑内部建设的专业性和先进性,也要具备对外部的可延伸性,避免形成“指挥孤岛”。

(3) 远程访问系统。远程访问系统主要利用远程访问技术实现对电力调度系统、视频监控系统以及 110、119、交通、三防、气象等信息的综合展示。

远程访问系统将主要提供远程浏览各电力调度中心调度自动化系统(远期扩展到营销监控中心)和变电站视频监控系统的功能,实现应急指挥中心可以监控电网运行情况的功能。实现与气象信息系统、110 指挥系统、119 指挥系统、交通指挥系统、三防指挥系统、电子政务网以及政府应急指挥中心的联网,可以实现远程访问相关信息。

(4) 专用电话系统。通过专用电话系统能方便快捷可靠地下达指挥调度命令,电话可直达至各省电力调度中心/营销监控中心、各地区电力调度中心/营销调度指挥中心、电力应急预案各成员单位及 110 指挥中心等相关部门。

(5) 电视电话会议系统。视频会议就是利用电视技术和设备通过传输通道在两地或多个地点进行开会的一种通信手段,是现代化通信网络召开会议的一种通信方式,它不仅可以实时传递与会代表的

声音和图象,而且可以传递文件、图表、会议室氛围等各种静止的和活动的图象信息及各种数据。

通过会议电视系统与 110 指挥中心、省级电网公司、发电企业、各地区电网大面积停电应急指挥中心以及电力应急成员单位实现联动,完成紧急事态的协调配合处理。

(6) 视频监控系统。各地区电力应急指挥中心应采用多种技术手段实现对各地区重要场所、重要电力设施等的实时视频监控,对抢修车辆、应急指挥车辆的定位以及现场视频传送。在发生大面积停电时,省级大面积停电指挥中心可以获取各地区分中心转发的实时视频信息,实现对现场的监控,为决策人员提供现场的实时信息。

(7) 综合显示系统。包括投影系统、等离子显示屏/液晶显示屏、大屏幕系统以及桌面显示系统(PC 机),主要满足电网潮流监控、事故现场视频监控、视频会议等多种显示需求。

(8) 应急电源系统。包括配电系统以及在短时停电情况下不间断电源(UPS)系统和长时间停电情况下的柴油发电机系统,柴油机系统由指挥中心所在大楼统一考虑,应保证长时间停电情况下空调、新风以及重要设备的电源,支持不同停电状况和后备电源情况下的电源等级控制。

(9) 空调和新风系统等环境装修系统。配置专用空调和新风系统,在电网大面积停电,中央空调因功率过大,无法用应急指挥中心的自发电源供电时,保证指挥中心内重要设备的基本运行环境。

(10) 机房系统。主要包括防静电地板、天花、墙面、综合布线、气体消防、机房监控、机柜、配电、监控室等,为 IT 设备的运行以及应急指挥中心的监控提供一个可靠、安全的环境。

(11) 应急工器具。配套相应的应急工器具,包括应急指挥车、卫星移动电话、应急器材等。

(12) 局域网系统。主要提供应急指挥中心内互联互通的网络平台,实现用户终端电脑对内对外的通信并考虑相应的安全防护措施。

(13) 应急指挥中心布局设计建议。应急指挥中心面积随需要而定,可分为上、下两层:上层工作区包括机房、机房监控室、办公室、会议室、会客室、资料室。下层包括应急电源设备间指挥中心、培训模拟演练中心/观摩室、新闻发布室、设备间以及休息室、茶水间、服务处、厕所等。

4 结论

电力工业作为国民经济命脉行业,不仅担负着重要的社会经济使命,而且其安全性尤为重要。然

而, 电力工业同其他行业一样, 在运转过程中也同样存在着安全隐患及突发安全事件频繁发生等问题, 加强电力应急工作的需求十分迫切。目前, 我国在电力系统应对灾变的应急处置方面的研究还较少, 有关应急处置的机制和措施也不尽完善。因此, 建立和完善我国电力系统的应急处置机制迫在眉睫。

本文阐述了电力系统应对灾变的应急处置体系的构成: 包括应急预案体系、应急组织体系和应急指挥体系等三大方面。在此基础上, 提出了一个通用的电力系统应急指挥通用平台的建设方案。该方案包括六大主要功能系统和六大配套功能系统, 最后结合广东省电力系统实际, 提出了广东省电力系统应对灾变的应急指挥体系建设方案。该方案 I 期工程已通过专家验证在广东省投入试用, 证明了该方案的科学性和有效性, 为广东省电网大面积停电事故的快速有效处理提供了强有力的技术支持。

参考文献

- [1] 丁一汇, 张锦, 宋亚芳. 天气和气候极端事件的变化及其与全球变暖的联系[J]. 气象, 2002, 28 (3): 3-7.
DING Yi-hui, ZHANG Jin, SONG Ya-fang. Weather and climate extreme affairs and its relationship with global warming[J]. Meteorological, 2002, 28 (3): 3-7.
- [2] 谢强, 李杰. 电力系统自然灾害的现状与对策[J]. 自然灾害学报, 2006, 15 (4): 126-131.
XIE Qiang, LI Jie. Current situation of natural disaster in electric power system and countermeasures[J]. Journal of Natural Disasters, 2006, 15 (4): 126-131.
- [3] 薛禹胜, 费圣英, 卜凡强. 极端外部灾害中停电防御系统构思(二)任务与展望[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (10): 1-5.
XUE Yu-sheng, FEI Sheng-ying, PU Fan-qiang. Upgrading the blackout defense scheme against extreme disaster, part II tasks and prospects[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (10): 1-5.
- [4] 王明, 叶青山, 王得道. 电力系统自然灾害应急系统评价研究[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (13): 57-60.
WANG Ming, YE Qing-shan, WANG De-dao. The development of natural disaster response capacity for power system[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (13): 57-60.
- [5] 侯慧, 尹项根, 游大海, 等. 国外经验对我国应急减灾机制的启示[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (12): 89-93.
HOU Hui, YIN Xiang-gen, YOU Da-hai, et al. Apocalypse of overseas experience on China power system emergency disaster prevention mechanism[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (12): 89-93.
- [6] U.S. Department of Energy Office of Energy Assurance. Vulnerability assessment methodology electric power infrastructure[S]. 2002.
- [7] U.S. Department of Energy. Comprehensive emergency management system[S]. DOE O 151.1B, 2000.
- [8] 田世民, 陈希, 朱朝阳, 等. 电力应急管理平台研究[J]. 电网技术, 2008, 32 (1): 26-30.
TIAN Shi-min, CHEN Xi, ZHU Chao-yang, et al. Study on electric power emergency management platform[J]. Power System Technology, 2008, 32 (1): 26-30.

收稿日期: 2009-09-17; 修回日期: 2009-12-23

作者简介:

侯慧(1981-), 女, 博士后, 研究方向为电力系统风险评估等; E-mail: iamhouhui@yahoo.com.cn

周建中(1959-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水电能源及其复杂系统分析的先进理论与方法等;

张勇传(1935-), 男, 中国工程院院士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水库运行基础理论, 电力控制系统、规划决策与风险管理等。

(上接第 157 页 continued from page 157)

- [5] 于立涛, 王萍, 夏晓滨. 一起特殊故障引起母差保护动作的分析[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (12): 105-107.
YU Li-tao, WANG Ping, XIA Xiao-bin. Analysis of bus differential protection operation result from one special fault[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (12): 105-107.

收稿日期: 2009-09-23; 修回日期: 2009-11-13

作者简介:

刘奇(1978-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行工作; E-mail: jimhence@126.com

林少华(1970-), 男, 高级工程师, 主要从事电网调度运行管理工作;

黄志元(1979-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行工作。