

国内外电力应急演练现状分析及对中国的启示

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: 以中国与欧美等发达国家电力行业应急体系及演练状况为调研对象, 对国内外电力行业应急演练现状进行了调研综合分析。从电力应急法规制度方面详细阐述了美国等发达国家及中国的电力应急法规制度建设现状。从电力行业事故分类、电力应急预案体系及电力应急演练开展情况等几个方面分别详细阐述了国内外应急演练体系的情况。根据调研结果对国内外应急演练工作进行了对比分析, 最后根据结果对我国电力应急演练体系整体工作提出了意见和建议。

关键词: 电力系统; 突发安全事件; 应急预案; 应急演练; 应急管理

Analysis of power emergency drills system at home and abroad and its inspiration for China

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 investigates current emergency response and drills system situation in China, Europe, United States and other developed countries and conducts a comprehensive analysis of the status of emergency response and drills system in power industry at home and abroad. First, the paper summarizes the law and regulations specialized in power system emergency response and drills system in some developed countries such as US, Canada, UK as well as in China. Then from the aspects of the power industry accident classification, power industry emergency response plan system and power industry emergency response drills situation, some detailed descriptions in different countries are summarized. According to the research results, the comparison analysis of the emergency handle system at home and abroad is presented. Finally, according to research results, some comments and suggestions to improve the power industry emergency response and drills system in China are proposed.

Key words: power system; emergency security incidents; emergency response plan; emergency drills; emergency management

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)24-0236-06

0 引言

电力作为国民经济的基础产业, 对经济社会发展和人民生活起着重要的支撑和保障作用。随着我国经济持续快速增长, 电力系统规模不断扩大, 系统安全面临形势更为复杂和严峻, 电力系统发生重特大事故的潜在风险增大^[1]。

长期以来, 电力系统已在以预防为主的传统稳定分析及技术对策方面作了大量的研究。例如我国老一辈电力工作者创建的电力系统“三道防线”等。此外, 电网运行方式的计算与调整、继电保护及安

稳装置的配置、风险评估与应急预案的编制等均是预防系统大面积停电的有效方法和措施^[2-9]。然而, 在各种自然灾害频发、国际形势变换的新形势下, 电力系统因外力破坏(如冰灾、台风等自然灾害)或人为蓄意攻击造成的电网支解情况也屡见不鲜, 例如类似于2008年初的冰灾对电力系统造成的大面积破坏等情况也是时有发生^[10]。全球近年来连续发生的各种灾变导致的电力系统事故表明, 以往的系统安全分析手段仅停留在以预防为主的技术层面上是不够的。除了继续完善现有各种预防控制分析方法外, 还必须从实用化的角度建立更为完备的电力突发安全事件应急处置体系, 建立政府、电力企业与用户端共同参与的应急机制, 并将该机制置于

基金项目: 中国博士后科学基金(20090460928)

相应的政策约束之下, 定时开展应急演练, 使之成为电力系统预防控制措施的有力补充。本文对国内外电力行业应急处置特别是电力应急演练状况进行了调研综合分析, 为我国建立实用化的电力应急处置体系提供了建议。

1 国内外电力应急体系建设现状

1.1 国内外电力系统应急法规制度建设现状

1.1.1 美国电力系统应急管理相关法规制度

在美国, 与电力行业应急管理相关的三个管理机构分别是能源部 (Department Of Energy, DOE)、国家核安全管理局 (National Nuclear Safe Agency, NNSA) 和联邦应急事物管理局 (Federal Emergency Management Agency, FEMA)。美国能源部于 2000 年出台了 DOE 115.1B 文件——《电力综合应急管理系统》^[11], 该文件主要内容有: 应急责任、应急管理领导机构、能源应急程序、能源应急计划、应急辅助计划、通信规定、公共事务物政策及预案要求、评估与预备、计划管理等。FEMA 于 2003 年制定发布了《联邦应急响应计划》, 这个计划是为协调联邦与州地方政府建立应急框架专门提出的, 综合了各联邦机构预防、应对突发紧急事件的措施, 通过全国突发事件管理系统, 为各州和地方政府应对恐怖袭击、灾难事故和其他突发事件提供指导。

1.1.2 加拿大电力系统应急管理相关法规制度

在电力系统应急管理方面, 《加拿大电力法案 (1998)》^[12]第 39 章规定: 由能源部及独立电力运营商作为责任组织负责组织市场参与者进行应急预案建设并保障能对电力应急事件进行有效管理。加拿大独立电力运营商建立了应急预案管理机构 (Emergency Planning Team Framework, EPTF), 进行统筹准备应急预案体系并提供长期维护。依据加拿大《加拿大电力法案 (1998)》^[12]第 5 章 11 节规定, 由独立电力市场运营商建立相关应急预案标准, 其中主要包含电力预案内容标准、电力预案测试标准、电力应急通信标准等。电力应急通信标准规定企业必须提供全天候 24 h 运行联系电话以及企业主管领导电话以供应急管理。

1.1.3 英国电力系统应急管理相关法规制度

在英国, 与电力应急管理相关的法规主要有: 《电力法》、《电力供应紧急状态实施规则》、《国民紧急事故法》等。英国政府 1989 年的《电力法》中明确提出: 设置“电监会”代表英国政府对电力市场进行统一管理。电监会负责起草、修改、核定所有有关法律法规, 内容涉及到电力市场的运营规则、电力市场参与者必须达到的技术经济指标和安

全生产标准、应急机制等。

1.1.4 中国电力系统应急管理相关法规制度

电网事故对民生影响严重, 因此, 我国政府也十分重视电网安全, 为了应对电力系统大面积停电事故, 近年来已制订了一系列法规、标准和应急预案^[13-14]。为电力系统的应急处置提供了大量的指导性意见。然而, 纵观我国城市公共安全方面的法律, 仍然缺乏一个电力系统安全运行方面的基本法。出台这样的一项法律, 能为国家电力系统在灾前预防、灾时应急救援以及灾后恢复、重建起到指导作用, 使得各电力部门根据法律要求办事, 还可以协调各部门在各个时期的工作, 使各种工作能够依法、高效、快捷地进行。近年来频发的极端外部自然灾害, 例如 2008 年罕见的冰雪灾害对电网的破坏, 正是对电力系统应急处置管理进行立法的一次呼吁。

1.2 国内外电力系统应急预案及演练现状

1.2.1 美国电力系统应急预案与演练现状

(1) 电力行业事故分类。对于美国电力行业, 尽管并不存在关于电力行业突发安全事故的统一分类标准, 然而, 为了让应急预案体系能够更有效地针对不同的突发安全事故, 美国将不同的电力突发安全事故进行了界定。电力突发安全事故一般可以分为两大类: 人为事故和非人为事故^[2]。

人为事故包含: 计划事故、非计划事故、需求调整、避峰限电等。

非人为事故指完全没有预先征兆突然发生的事件, 而且也是最难解决的, 一般可分为如下几类: 由电力设施或供电方引起的事故; 由于老化、不当操作等引起的设备故障或失效; 供电方或用电方出现过载; 劣质电力设备引起的事故; 由于风暴等引起的树木桥接输电线路; 人为非法故意破坏; 天气等自然因素导致树木断裂压断供电线路等。

(2) 应急预案体系建设。美国的电力系统突发安全事故预案体系建设涉及预防、准备、响应和恢复四个典型环节, 这四个环节是一个整体, 也是一个动态过程, 见图 1 所示^[14]。预防环节包括危险源及威胁的识别和危险缓解等。应急准备环节主要是应急资源准备、预案编写与修订、演练以及预测预警和模拟分析, 主要目的是提高应急处置能力。应急响应环节包括使用应急资源缓解灾害对人身安全、电力设施、国家安全、社会环境的危害并启动相关救援行动。恢复环节就是采取行动终止应急状态、恢复正常秩序等。

(3) 应急演练开展情况。为了预防电力系统突发安全事故发生, 做好应急准备, 美国电力行业存在三种方式的应急演练: 桌面演练、功能演练、实

战演练^[15]。除了进行一般意义上的上述三种电力系统事故应急演练（如大范围停电应急演练）外，也会针对不同电力设施种类进行专门的应急演练，其中规模比较大、演练次数比较频繁的有核电设施突发安全事故的应急演练。

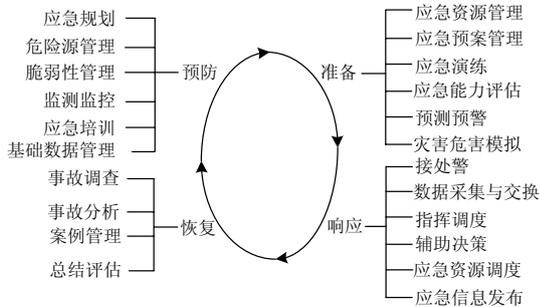


图 1 美国电力系统应急管理系统

Fig.1 Power emergency response management system in US

1.2.2 加拿大电力系统应急预案与演练现状

(1) 电力行业事故分类。对于加拿大电力行业，电力行业突发安全事故包含三种：电力系统事故；建筑结构事故；流行病事故^[12]。电力系统事故是指可能影响发电站供应市场电网及配电系统的事故，这种事故需要启动应急计划。当电力传输设施由于火灾或其他灾害导致建筑结构部分或全部不可用时，可被认作为建筑结构事故，这种事故同样需要采取应急计划。一场流行病疫影响输电系统 20%~40% 的员工 3~4 周不能进行工作时，可被认作为流行病事故。

(2) 应急预案体系建设。加拿大电力系统应急预案体系建设涉及三方面部门：能源部、发电企业、独立市场电力运营商。加拿大应急预案体系建设主要包含：突发安全事件分析、应急管理支持团队、应急运行中心、应急演练规划、应急预案体系维护等五个方面，见图 2。

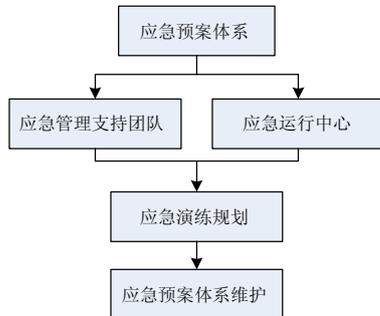


图 2 加拿大电力系统应急预案体系

Fig.2 Power emergency response plan system in Canada

(3) 应急演练开展情况。加拿大电力行业应急演练开展一般包含三个环节：培训、实战检查、评

估。除培训及实战检查环节外，应急演练评估环节将根据应急演练说明书的要求对应急演练中的各项操作进行逐项评估。评估过程包含对应急演练参与者的回顾口述及记录口述回顾内容的相关书面文档两方面进行评估，所有应急演练参与者都必须对他们相关的操作进行研究总结，最终应急管理机构将对这些报告进行评审并提出改正建议。

1.2.3 法国电力系统应急预案与演练现状

(1) 电力行业事故分类。法国电力以核电为主，因而核电行业应急管理在法国电力行业应急管理中占据十分重要的地位。欧洲经合组织核能署（Nuclear Energy Agency/ Organization for Economic Co-operation and Development, OECD/NEA）在核演练报告中对核电事故场景进行了描述，这些事故主要包含^[16]：① 涡轮机房爆炸及火灾、蒸汽排线管爆裂、放射性蒸汽通过破裂窗户排放、反应堆不起作用；② 由飞机撞击、区域告急等电力失效激发的未能紧急停堆预计瞬态；③ 线路泄露、安全阀门开启导致的核能释放；④ 冷却液耗损事故、抑制延迟、应急冷却与排放时间等产生的不确定因素。

(2) 应急预案体系建设。法国的核应急管理体制概括起来为“二条主线、二级管理、二个决策中心”。二条主线分别是政府行政当局和核电运营者单位。二级管理是指政府行政当局线上的国家核应急协调机构、核安全与辐射防护总局、民防总局构成的国家级机构及以省长为主的地方级机构，在运营者单位线上有法国电力公司总部为主要的国家级机构（业主总公司）及以核电站为主的地方级机构。二个决策中心分别是省长为保护公众、保护环境而采取行动的行政中心及核电企业为控制机组状态、保护电站工作人员、保证信息畅通的技术中心。

核应急预案体系建设是核应急管理中的重要组成部分。交流、评估、计划及行动是法国核应急预案体系建设工作的四个主要环节。

(3) 应急演练开展情况。各类演习是法国核电行业应急准备的主要工作内容，法国规定每个核电站每三年应参与一次国家级核应急演练。法国每年要组织 8 次左右的全国核事故应急演练，其中 6~7 次是模拟核电站核事故，1~2 次模拟其他核设施事故。

1.2.4 我国电力系统应急预案与演练现状

(1) 电力行业事故分类。2009 年中国国家电监会正在主持制订《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》等一系列电力应急体系方面的规范，在该规范中，拟把我

国电力行业事故分为以下四类：自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件。

(2) 应急预案体系建设。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，预案编制主要根据国家应急管理的相关规定编制，各电力企业（两大电网公司、五大发电集团及其他电力企业）应急预案按照国家相关要求进行，并结合本系统的特点编制了应急预案编制导则，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。

(3) 应急演练开展情况。2005年5月，国务院办公厅印发了《国家处置电网大面积停电事件应急预案》，标志着国家电力安全应急机制的建立。此后，国家电网公司及南方电网公司都进行过大规模的（省级）综合应急演练。

2006年10月12日，广东省在全国率先举行省级电网大面积停电事故应急联合演练，开创了国内大规模的（省级）综合应急演练的先河，为之后国家其他省（区）的大规模综合应急演练打下了良好的基础。2007年国家电网公司在浙江省开展了省级大面积停电事件应急联合演练。这些大面积停电包括了政府、电网企业、发电企业和用户，但此类演练主要在于演练联动性及配合性，一般都有相应的演练方案和脚本，缺乏相应的真实性。

2 国内外电力系统应急演练工作的对比分析

综上所述，电力系统应急处置工作作为一种成熟有效的防灾减灾管理措施，不论是国内和国外，都已经认识到了应急处置工作的重要性。然而由于各国国情的不同，在执行方式与执行力度上仍存在较大差别。为了充分了解与借鉴国外的应急处置工作的经验，对比国内与国外的应急处置工作的差异，本节从组织、立法、培训及核电等四个方面对国内外应急处置工作的现状进行了详细的对比分析。

2.1 组织方面

电力系统应急处置工作是一项公共性很强的管理活动，并不能仅仅依靠一两个部门去完成，需要社会各界很多部门一起建立应急管理网络，为应急指挥提供方便条件。

在这方面，美国经过其长期的努力已树立了典范。美国自1979年以来，花了25年时间建立了无缝联结的灾难应急管理系统，统一由联邦应急管理总署负责管理。其制定的联邦应急计划非常明确地规定了27个不同的联邦职能部门和机构在各种不同的灾难情况下所应担负的责任。根据联邦应急反

应计划，所有的信息都进入一个机构，有关部委将迅速派出负责人和高级专家到应急指挥中心工作。这种防灾管理方式充分体现了决策过程中信息处理层、决策辅助层的特点和需要，值得国内借鉴。

比较之下，中国还没有建立一个独立的常设危机管理协调机构。每次灾害发生后，根据灾害程度，临时成立一个工作小组，应付国内或省内的危机。例如在2008年初的雪灾中临时成立的“国务院煤电油运应急指挥中心”，下设有“抢修电网指挥部”。这种临时成立的领导小组有三个缺点：临时成立的工作小组不具有延续性，因而危机处理后的经验不能够有效保留；危机处理需要政府各个机构的合作，临时成立的小组每次都需要大量的时间与相关的机构进行协调；临时领导小组事先没有一个有效的危机处理计划，而专门的危机处理协调机构有一套成熟的危机处理操作方案。因此，在应对突发危机方面，参照美国等发达国家的经验，我国应尽快设置独立的危机管理协调机构，建立政府与社会共治的应急管理体系。

2.2 立法方面

关于电力系统突发事件管理的立法，目前世界发达国家都建立了比较完备的公共安全方面的法律体系，为城市的防灾、救灾、灾后重建和恢复以及城市防灾机构的设置提供了法律依据。美国陆续制定了一系列法规和计划，著名的有《联邦应急计划》（US Federal Response Plan）、《洪水灾害防御法》（Flood Disaster Protection Act of 1973）等；日本则拥有一个以《灾害对策基本法》为龙头的庞大体系，共有52项法律构成，属于灾害应急对策的有《消防法》、《水防法》、《灾害救助法》等。这些法律法规为国家减灾救灾系统的合理配置与利用、科学管理等方面提供了基本的依据。

近年来，中国也借鉴各国经验，结合实际制定了很多城市公共安全方面的法律。如《中华人民共和国安全生产法》、《破坏性地震应急条例》、《中华人民共和国防震减灾法》、《突发事件应对法》等法律法规及防灾减灾方面的条例。然而，从电力系统安全的角度来看，中国仍然缺乏一个电力系统安全运行方面的基本法。出台这样的一项法规法律，能为国家电力系统在灾前预防、灾时应急救援以及灾后恢复、重建等方面起到指导作用，使得各电力部门根据法律要求办事，还可以协调各部门在各个时期的工作，使各种工作能够依法、高效、快捷进行。

2.3 培训方面

国外比较重视人作为电力系统应急处置的主体，而国内则比较偏重应急预案体系的建设。在应

急事故的分类上,如加拿大等国,均把由于流行病所导致的电力系统运转不正常考虑为电力系统紧急事件,可见国外比较强调作为主体的人与电力系统突发事件之间的纽带关系。另外,在电力系统应急演练的培训上,国外也十分重视应急演练参与人员的理论知识修养。在员工入职及日常安全防护方面,都会安排进行电力系统应急准备措施训练。对于每一栋建筑,都要求建立电力系统紧急情况下的个人应急指南。

我国在电力应急演练工作中比较注重电力应急设施及应急预案体系的建设,如国家电网公司及南方电网公司针对不同电力紧急场景建立了综合应急预案、专项应急预案及现场应急预案,但这些预案都是以部门为单位主体设计的,涉及到参与主体中的人的因素还很欠缺。应急演练中虽然也十分重视参与人员的演练素质的提高,但相比国外还存在应急演练参与主体有限(主要是电力部门员工参与),公众参与积极性不高等弱点。

2.4 核电方面

在核电应急处置工作方面,相比欧美等国,我国还相对落后。这主要归结于我国核电工业基础还比较薄弱。如法国等核电大国均比较重视核电应急处置工作,投入大量人力物力财力以保障核电设施的安全。法国政府及欧洲经合组织核能署对核电事故分类、核应急预案体系建立、核电应急演练等方面,均作了大量详细的政府指导性工作。英国政府也十分重视核电企业有计划地安排进行核电设施的应急演练,在组织方面强调媒体、安全部门等多方面的协调参与。加拿大核电应急演练则十分重视考核评估与总结工作,对于核电应急演练的每个环节,都会安排评审员进行督导。

我国核电事业目前还处在发展阶段,在核电应急处置方面由于缺乏工业基础,尚未全面开展。党中央、国务院高度重视我国核电事业的发展,做出了引进国外第三代核电技术和组建国家核电技术公司,并由其负责组织实施我国第三代核电技术的引进、消化、吸收和再创新工作的重大决策。国家核电技术公司于2007年成立,目前各项核电管理工作还在逐步完善中。在需求拉动下,未来我国核电产业规模将逐步壮大,核电安全应急处置的矛盾也将逐步突出,因而在核电应急处置工作方面,我国还需重视积极吸收引进国外核电应急管理工作的经验,做到未雨绸缪,防患于未然。

3 我国电力应急演练体系建设的对策与建议

通过对目前国内外电力行业应急体系情况进行

的研究,笔者特提出以下建议。

3.1 规范应急预案编制

因目前我国电力企业的应急预案的编制要求不统一,突发事件的分类及综合、专项、现场处置方案的要求不统一,所以造成演练的内容不一致;建议规范突发事件的类别及须要编制预案的目录;演练规范中明确的演练就以规范性的预案为基础。

3.2 进一步明确应急预案各方职责

目前对于电力企业内部自身的演练,政府不需要介入,主要目的在于检验本单位应急预案的正确性及锻炼各级人员的应急处置能力;但对于涉及多方的大面积停电演练,特别是省级及以上规模的大面积停电演练,目前没有统一的规定,主要以电网企业为主。但是电网企业不是政府部门,常常难以有效协调和组织此类演练,保证各相关单位及公众的参与,所以要在应急演练的规定中明确各方职责,确保演练工作能有效开展。

3.3 提高演练实战效果

针对现在大部分演练存在较多“演”的成分,缺乏真实性,演练效果值得进一步检验。因此,应更加重视演练中对实际情况的真实性模拟,真正加强“练”的成分,检验突发事件真正发生时电力企业人员的应急能力。

3.4 加大演练管理人员及物资投入

根据现在不同电力企业对应急演练重视程度的不同,演练人员及物资资源在大部分电力企业中还缺乏相应建设。因此,应加大应急演练管理人员的编制,充分重视应急物资的建设与协调。

最好由政府等部门牵头,建立统一的应急管理指挥平台,使得应急演练各部门积极配合工作,加强及协调跨企业、单位和部门之间的应急联系。

3.5 尽快出台应急体系规范

因目前电力行业没有明确的演练规范,演练的频率、内容、方式、手段及评价等都没有标准,均由各单位自行开展,演练的模式千差万别。要对每种预案的演练都进行规范不太容易,但是如果电力监管委员会能从管理职责上对大面积停电演习进行规范,以及涉及到政府、电网企业、电厂企业、用户等多方参与的演练进行规范是较为可行的;所以在演练规范中以大面积停电及多方参与为主。

事实上中国电力监管委员会已于2008年开始启动了《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》的编制工作,可望为电力应急工作的开展提供明确的参考。

参考文献

- [1] 李文沅. 电力系统风险评估模型方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
LI Wen-yuan. Risk assessment of power systems: models, methods, and applications[M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [2] McCalley J D, Vittal V, Abi-Samra N. An overview of risk based security assessment[C]. //Proceeding of IEEE Power Engineering Society Summer Meeting. Edmonton(Canada): 1999.
- [3] Sermanson V, Maruejouis N, Lee S, et al. Probabilistic reliability assessment of the North American Eastern interconnection transmission grid[C]. //Proceeding of CIGRE Conf. Paris(France): 2002.
- [4] 郭永基. 加强电力系统可靠性的研究和应用——北美东部大停电的思考[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (19): 1-5.
GUO Yong-ji. To focus on improving power system reliability——a pondering over the East North-America major blackout[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27 (19): 1-5.
- [5] Anderson P M, Lemeverend B K. Industry experience with special protection schemes[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11 (3): 1166-1179.
- [6] 卢强, 梅生伟. 现代电力系统灾变防治和经济运行若干重大基础研究[J]. 中国电力, 1999, 32 (10): 25-28.
LU Qiang, MEI Sheng-wei. Vital research on collapse prevention and optimal operation of modern power systems[J]. Electric Power, 1999, 32 (10): 25-28.
- [7] 杨卫东, 徐政, 韩祯祥. 电力系统灾变防治系统研究的现状与目标[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (1): 7-12.
YANG Wei-dong, XU Zheng, HAN Zhen-xiang. Review and objective of research on power system collapse prevention[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (1): 7-12.
- [8] 薛禹胜. 暂态稳定预防控制和紧急控制的协调[J]. 电力系统自动化, 2002, 26 (2): 1-5.
XUE Yu-sheng. Coordinations of preventive control and emergency control for transient stability[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26 (2): 1-5.
- [9] 韩祯祥, 曹一家. 电力系统的安全性及防治措施[J]. 电网技术, 2004, 28 (9): 1-6.
HAN Zhen-xiang, CAO Yi-jia. Power system security and its prevention[J]. Power System Technology, 2004, 28 (9): 1-6.
- [10] 侯慧, 尹项根, 陈庆前, 等. 南方部分500 kV主网架2008年冰雪灾害中受损分析与思考[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (11): 12-15.
HOU Hui, YIN Xiang-gen, CHEN Qing-qian, et al. Review on the wide area blackout of 500 kV main power grid in some areas of South China in 2008 snow disaster[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (11): 12-15.
- [11] Federal Emergency Management Agency (FEMA). Federal Response Plan[S]. USA, 2003.
- [12] Canada Electrical Safety Authority. Electricity act[S]. Canada, 1998.
- [13] 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 experiences on emergency anti-disaster mechanism for China power system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (12): 89-93.
- [14] 田世民, 陈希, 朱朝阳, 等. 电力应急管理理论与技术对策[J]. 电网技术, 2007, 31 (24): 22-27.
TIAN Shi-min, CHEN Xi, ZHU Chao-yang, et al. Theory of electric power emergency management and its technological countermeasures[J]. Power System Technology, 2007, 31 (24): 22-27.
- [15] U. S. Department of Homeland Security. State preparedness report guidance[R]. 2007.
- [16] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Nuclear Energy Agency. Strategy for developing and conducting nuclear emergency exercises[S]. 2007.

收稿日期: 2009-12-29; 修回日期: 2010-05-11

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, 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。