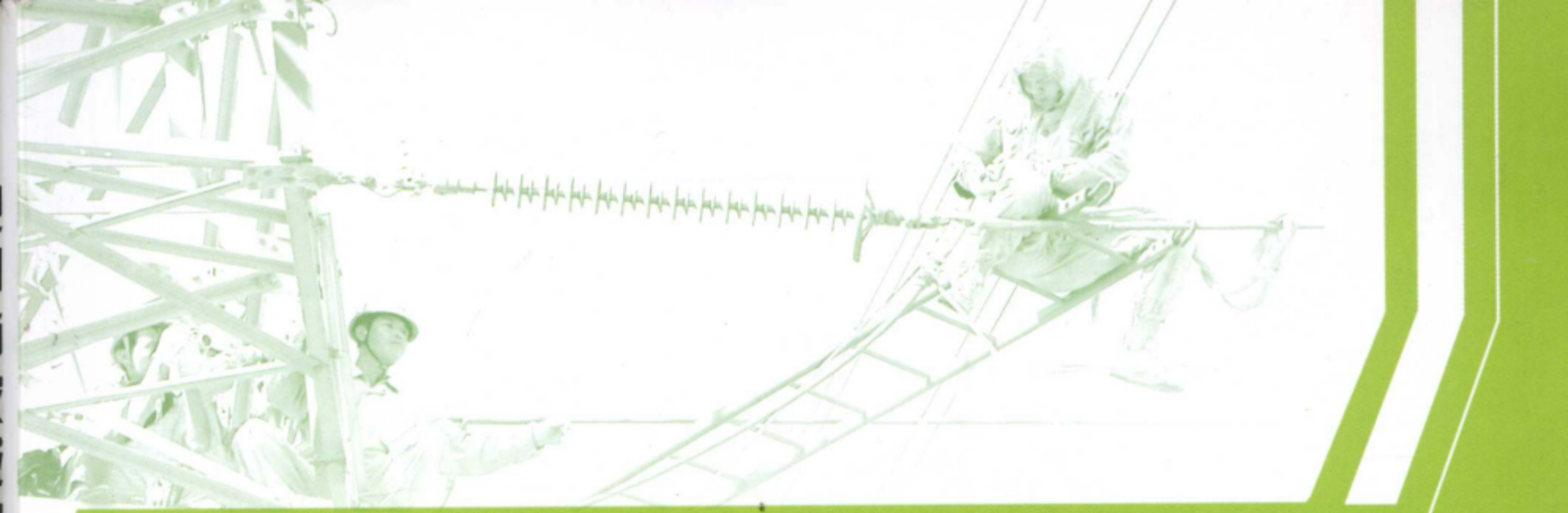




电网 防灾减灾 应急管理系统

建设与应用

林 韩 等 编著

- 国内第一部电网防灾减灾应急管理技术专著
- 九大专题
- 一个典型案例



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑：杨星豪 xhyang@ndip.cn
责任校对：钱辉玲
封面设计：陆 阳

电网 防灾减灾 应急管理系统 建设与应用

► 上架建议：电力、信息技术 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-06264-9



9 787118 062649 >

定价：38.00 元

电网防灾减灾应急管理 系统建设与应用

林 韩 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以电网防灾减灾应急管理系统建设与应用为主线,阐述了电网防灾减灾应急管理系统工程全过程、全方位的内容。

全书共10章,内容包括:电网灾害与成灾因子及综合治理、电网防灾减灾应急管理系统的核心技术、电网防灾减灾应急管理系统的支撑——电网GIS平台、电网防灾减灾应急管理系统的总体设计、电网防灾减灾应急管理系统的的功能、电网防灾减灾应急管理系统的在线预警事故分析、灾害环境下的电网在线综合评估与辅助决策、电网防灾减灾应急管理系统的建设与功能规范、电网防灾减灾应急管理系统建设与运行管理、案例——福建电网综合防灾减灾应急指挥信息系统。

本书可供各级电网与信息技术相关职能机构、相关管理部门、各级电力系统的领导、各类电网管理的技术人员、行业协会、信息系统设计单位、建设单位和公司等人员参考,也可作为大中专院校相关专业教学的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电网防灾减灾应急管理系统建设与应用 / 林韩等
编著. —北京:国防工业出版社,2009.5

ISBN 978-7-118-06264-9

I. 电... II. 林... III. 电力系统—防灾—管理
信息系统—研究 IV. TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第040042号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 插页 4 印张 17¼ 字数 388千字
2009年5月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 38.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《电网防灾减灾应急管理系统建设与应用》

编 著 人 员

顾 问 谭伟贤

编 著 林 韩 王庆华 刘金长 庄玉林 蔡振才 张景生

参加编写 杨成月 张建国 熊 军 林雨场 耿 渊 黄仕勇

林智敏 邵振国 李 凌 黄道珊 李文琦 杨 苑

唐 忠 黄 波 兰瑞乐 李一林

前 言

中国电力工业已进入了以大机组、高电压、高自动化为特征的大电网时代。随着电网建设步伐的不断加快,电网结构逐步完善,电网管理水平不断提高,电力系统的安全稳定水平也大幅度提高,电力系统稳定破坏事故次数明显下降。但是,自然灾害引发的电网事故仍时有发生;尤其是重大自然灾害造成的严重后果不容忽视。近年来我国东南沿海地区遭遇的超强台风,2008年我国南方部分地区严重低温雨雪冰冻灾害和四川汶川特大地震灾害引起的区域电网大面积停电,已经给我们敲响了警钟。

在重大自然灾害面前,电网是脆弱的,在科学面前,灾害是可以减轻的。“明者远见于未萌,而智者避危于无形”,要防患于未然,必须做好电网防灾减灾工作。电网防灾减灾是一个复杂而浩大的系统工程,包括做好电网的规划、设计、建设,加强电力的生产、技术、调度、营运与员工管理,建立健全电网灾害与事故预警、应急处理、抢险救灾、灾后处置机制等庞大的系统性工作。其中,比较薄弱的一环是如何利用现代信息技术有效地预报、监测灾情,如何高效利用有限的资源,提高电力企业对应急事件快速反应和抗风险能力,更安全有效地为国民经济服务。构建一个完善的电网灾害应急管理体系,需要一个较长的过程。我们要充分意识到这项工作的艰巨性和长期性。今天,国家高度重视强化灾害管理工作,强调要居安思危,要求经常做好思想准备、机制准备、预案准备和工作准备,对统筹城乡发展、经济社会发展、人与自然和谐发展提出了新的任务和要求。

国家电网公司高度重视电网防灾减灾工作,近年先后发布了一系列文件和政策,指导和规范这项工作的开展,正在建立健全国家电网应急指挥体系。可以说,在强化我国电网灾害管理工作的关键时期,我们正迎来良好机遇,在这个时候,我们更需要理性、科学的态度和务实精神。建立电网灾害管理体制和运行机制,要结合各地实际情况,因地制宜,把有限的资金用在关键处。我们为此所做的全部工作,都要经得起时间和历史的考验。只要遵循科学、理性的要求,踏踏实实地工作,就可以做好我国电网灾害管理工作;构筑起强有力的电网防灾减灾保障系统,为国民经济的快速、稳定、协调发展,为全面建设小康社会做出积极贡献。

要有效地监测、预警灾情,高效地整合和利用有限的资源,提高电力企业对应急事件快速反应和抗风险能力,增强电网的健壮性,更安全有效地为国民经济服务,以现代信息技术为支撑,建设电网灾害应急管理体系已势在必行。一个优良的电网综合防灾减灾与应急指挥管理系统(简称电网应急管理系统)是这个体系的坚实基础。

电网防灾减灾应急管理系统是电网灾害应急管理体系的核心,是电网灾害应急管理的神经中枢和信息总汇,是电网灾害处理正确决策和应急管理指挥的平台,是集电力、通信、计算机、网络、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、图形图像、视频监控、数据库、信息处理与行政管理、工程管理、灾害处理等多种交叉学科为一体的综合技术的应用。

为了满足国民经济建设的需要,我国电力部门加快了电网防灾减灾应急管理系统的建设的步伐。面对这种新的形势,必须高度重视建设电网防灾减灾应急管理系统的科学性、合理性和严谨性,防止盲目性,警惕由此带来的种种风险,谋定而后动,保证电网防灾减灾应急管理系统的健康发展。

我们作为在国内较早涉足电网防灾减灾应急管理系统的建设者,尽管水平有限,但为了加快我国电网防灾减灾应急管理系统建设的发展,通过不断的研究和实践,把我们近几年在电网防灾减灾应急管理系统建设探索中积累的一些的经验、获得的教训、领悟到的体会,进行认真的思考和总结,把其精华进行提炼。同时,选择了福建电网综合防灾减灾应急指挥信息系统这个国内第一个电网防灾减灾应急管理系统作为案例进行解剖,写成这本有关电网防灾减灾应急管理系统建设与应用的专著。我们将与热心于电网防灾减灾应急管理系统建设的人们进行交流,力求回答好什么是电网防灾减灾应急管理系统,为什么要建设电网防灾减灾应急管理系统,建设什么样的电网防灾减灾应急管理系统和怎样建设电网防灾减灾应急管理系统等几个问题。把它作为我们探索的习作,奉献给国家、社会和同行。希望本书的出版能对我国各地电网防灾减灾应急管理系统的建设有一些启迪,同时,对我们自己也是一种鼓励和鞭策。

本书共 10 章,内容包括:电网灾害与成灾因子及综合治理、电网防灾减灾应急管理系统的关键技术、电网防灾减灾应急管理系统的支撑——电网 GIS 平台、电网防灾减灾应急管理系统的总体设计、电网防灾减灾应急管理系统的的功能、电网防灾减灾应急管理系统在线预警事故分析、灾害环境下的电网在线综合评估与辅助决策、电网防灾减灾应急管理系统的建设与功能规范、电网防灾减灾应急管理系统建设与运行管理、案例——福建电网综合防灾减灾应急指挥信息系统。本书将紧扣电网防灾减灾应急管理系统的建设与应用这一主题进行深入的介绍。

本书以电网防灾减灾应急管理系统建设与应用为主线,涵盖了电网防灾减灾应急管理系统工程全过程、全方位的内容;力求观点前瞻、理论翔实、内容全面、题栏醒目、结构新颖、案例典型;力求深入浅出,图文并茂,重在实用,启迪性强。本书可供各级电网与信息技术相关职能机构、相关管理部门、各级电力系统的领导、各类电网管理的技术人员、行业协会、信息系统设计单位、建设单位和公司等单位参考,也可作为大中专院校相关专业教学的辅助教材。

本书在编著过程中得到了国家电网公司信息中心、武汉大学、福建省电力公司、厦门亿力吉奥信息科技有限公司、广西联信科技顾问有限公司等单位的帮助和指导;还得到了

谭庆彪、覃炜革、林丹、农涛、商裕、唐君、卢冠合等同志从集材、选题、编目、插画、绘图到录入、修改、制版、审校的具体帮助,对上述单位和同志一并表示衷心感谢。

由于电网防灾减灾应急管理系统的题材新颖、范围广泛,涉及现代信息技术的各个门类和行政管理学、工程管理等多个学科,涉及技术管理、经济管理、组织管理、工作协调等领域;同时,我国的电网防灾减灾应急管理系统建设起步不久,还需要随着社会发展和技术进步而不断完善。在这些方面,我们虽然有所感悟,但限于水平,书中难免会有缺点和错误。恳请各级领导和同行以及读者批评指正,对此我们将不胜感激。

编著者
2009年1月

目 录

第 1 章 电网灾害、成灾因子及综合治理.....	1
1.1 国内外典型的因灾停电或电网事故.....	1
1.1.1 风灾造成的电网事故	1
1.1.2 洪涝灾害造成的电网事故	3
1.1.3 雷害袭击电网造成的事故	4
1.1.4 火烧山引发地区电网事故	5
1.1.5 持续大雾造成输电线路污闪跳闸	6
1.1.6 地震及地质灾害造成的电网事故	6
1.1.7 覆冰造成的严重电网灾害	8
1.2 自然灾害对电网的成灾因子 ...	10
1.2.1 电网风灾的成灾因子 ...	10
1.2.2 洪涝形成电网灾害的成灾因子	11
1.2.3 电网的雷害成灾因子 ...	11
1.2.4 火烧山形成电网灾害的成灾因子	12
1.2.5 电网污闪的成灾因子 ...	12
1.2.6 地质灾害形成电网灾害的成灾因子	13
1.2.7 覆冰形成电网灾害的成灾因子	13
1.3 电网抵御自然灾害能力偏低也是不可忽视的成灾因子 ...	14

1.3.1 电网防灾减灾及应急管理机制尚不健全	14
1.3.2 电网抵御灾害的设计标准偏低	14
1.3.3 变电站选点及线路走廊选择不当	14
1.3.4 一些地区电网装备水平偏低	15
1.4 综合治理提高电网防灾减灾能力	16
1.4.1 组建电网重大事故应急处置机构,建立健全应急处理机制	16
1.4.2 统筹协调,消除电网自身成灾因子	16
1.4.3 加强对并网发电厂的技术监督和接入系统安全性评估	20
1.4.4 严肃调度纪律,优化“黑启动”方案	21
1.4.5 加强对用户侧的供电设备建设和管理	21
1.5 电网灾害应急管理指挥体系	22
1.5.1 国家高度重视电网防灾减灾工作	22
1.5.2 电网需要强有力的应急管理指挥体系	23
1.5.3 电网防灾减灾应急管理系统的功能	23
1.5.4 电网应急管理系统的功能需求	23

1.5.5 电网应急管理系统的结构	24
1.5.6 国内电网防灾减灾应急管理系统的管理系统的管理	26
1.6 术语解释	28
第2章 电网防灾减灾应急管理系统的核心技术	30
2.1 电力 GIS 及其软件平台选择	30
2.1.1 GIS 的特点与基本功能	30
2.1.2 GIS 的构成	31
2.1.3 GIS 的系统集成与系统集成	33
2.1.4 基于互联网的 GIS(WebGIS)	34
2.1.5 电力 GIS 的功能	35
2.1.6 电力 GIS 的应用系统	37
2.1.7 常用电力 GIS 软件	39
2.1.8 电网 GIS 的优秀平台——吉奥之星 GeoStar	41
2.1.9 电力 GIS 平台的选择	49
2.2 数据仓库技术	51
2.2.1 数据仓库的概念	51
2.2.2 数据仓库的特点	51
2.2.3 数据仓库的组成	51
2.2.4 数据集市	52
2.2.5 数据仓库在电网应急管理中的应用	53
2.3 交互式网页应用的网页开发技术(AJAX)	53
2.4 矢量可标记语言(VML)技术	54
2.5 Web 服务技术	54
2.6 FlashGIS 技术	55
第3章 电网防灾减灾应急管理系统的支撑——电网 GIS 平台	57
3.1 电网 GIS 平台	57

3.1.1 概述	57
3.1.2 体系结构	57
3.1.3 图形管理平台	58
3.1.4 图形服务平台	59
3.1.5 业务构件平台	59
3.2 电网规划管理应用	60
3.2.1 输变电网规划管理	60
3.2.2 配电网规划管理	61
3.3 电网生产管理系统	63
3.3.1 电网生产信息监管子系统	63
3.3.2 输电生产管理子系统	64
3.3.3 变电生产管理子系统	65
3.3.4 配电生产管理子系统	66
3.4 电网调度管理应用	67
3.4.1 省级电网故障分析定位系统	67
3.4.2 市级电网调度管理应用	68
3.5 通信资源管理应用	71
3.5.1 概述	71
3.5.2 体系架构	71
3.5.3 基本功能	71
3.6 GPS 车辆调度管理应用	72
3.6.1 技术架构	72
3.6.2 体系架构	72
3.6.3 网络架构	72
3.6.4 主要功能	72
3.7 电网专题数据生产	75
3.7.1 数据生产服务	75
3.7.2 电网数据采集	75
3.7.3 自动批量建模	76
第4章 电网防灾减灾应急管理系统的总体设计	77
4.1 系统建设的目标、功能、内容与业务范围	77
4.1.1 建设目标	77

4.1.2	系统功能	78
4.1.3	建设内容	78
4.1.4	业务范围	79
4.2	建设原则与建设方针	79
4.2.1	建设原则	79
4.2.2	建设方针	79
4.2.3	设计原则	80
4.3	建设依据	81
4.3.1	计算机行业国家标准、 相关法规与规范	81
4.3.2	空间、地理、测绘技术 国家标准、相关法规 与规范	82
4.3.3	电力行业相关标准、 相关法规与规范	83
4.3.4	区域电网信息化相关 标准与规范	84
4.4	电网应急管理系统的体系 结构	85
4.4.1	电网应急管理系统的 体系框架	85
4.4.2	电网应急管理系统 体系的组织架构	86
4.4.3	电网应急管理系统 体系的层次结构	86
4.4.4	电网应急管理系统 体系的总体结构	87
4.4.5	电网应急管理系统 体系的应用系统结构	89
4.5	电网应急管理系统体系 信息资源的整合	89
4.5.1	基础地理数据	91
4.5.2	电网设备和运行台账	91
4.5.3	电网状态信息	92
4.5.4	电网环境、分析决策 和相关保障信息	92
4.6	系统应用软件设计	93
4.6.1	C/S 与 B/S 模式相	

	结合的体系结构	93
4.6.2	应用程序设计	93
4.6.3	应用系统性能指标 与要求	97
4.7	系统数据库	97
4.7.1	数据库组成	97
4.7.2	系统数据库设计	98
4.7.3	数据部署策略	99
4.8	系统安全设计	100
4.8.1	系统安全设计要点	100
4.8.2	应用系统安全	101
4.8.3	数据库安全	103
4.8.4	网络安全	103
4.8.5	病毒预防	105

第5章 电网防灾减灾应急管理 系统的配置与基本功能

5.1	系统开发与运行环境的 软件配置	106
5.1.1	系统应用软件基本 结构	106
5.1.2	GIS 软件平台	106
5.1.3	中间件平台	114
5.1.4	Oracle 9.i 大型 数据库软件	115
5.1.5	操作系统软件	116
5.2	系统开发与运行环境 的硬件配置	116
5.2.1	尽量利用原有资源 建立硬件系统	116
5.2.2	省、地两级系统硬件 配置建议	116
5.3	系统的主要功能、任务 与工作流程	118
5.3.1	系统的主要功能	118
5.3.2	系统的任务	119
5.3.3	系统的工作流程	120
5.4	系统的基本功能	121

5.4.1	基础服务	121
5.4.2	电网成灾因子管理	122
5.4.3	电网设备与故障 管理	131
5.4.4	后勤保障	131
5.4.5	信息发布	131
5.4.6	电网灾害预警	131
5.4.7	预案应用管理	132
5.4.8	灾害评估管理	132
5.4.9	电网状态评估	133
5.4.10	灾害专题研究与 应用	134
5.4.11	决策管理	134
5.4.12	教育培训	135
5.5	系统的应用集成	136
5.6	建设步骤	140
第 6 章	电网防灾减灾应急管理 系统在线预警事故分析	141
6.1	预警事故概述	141
6.1.1	预警事故分析的意义	141
6.1.2	预想事故(集)与预警 事故(集)基本概念	142
6.2	灾害环境下预警事故发生 的相对概率分析	142
6.2.1	天气状态等效模型	143
6.2.2	模糊分析计算模型	144
6.3	预警事故的生成	147
6.3.1	预警事故集的来源	147
6.3.2	自动生成规则	147
6.3.3	预警事故集初步生成	148
6.4	预警事故接口模块功能 设计	149
6.4.1	预警事故接口模块	149
6.4.2	预警事故接口模块的 功能流程	149
6.4.3	预警事故集筛选排序	149
6.4.4	运行环境差异度分析	152

6.5	灾害环境电网预警 事故分析	152
6.5.1	“圣帕”台风登陆时刻 预警事故分析	152
6.5.2	“桑美”台风登陆时刻 预警事故分析	159
第 7 章	灾害环境下的电网在线 综合评估与辅助决策	162
7.1	电网在线综合评估与辅助 决策模块结构与功能	162
7.1.1	功能与模块划分	162
7.1.2	状态评估与辅助决策 的基本思路	163
7.2	电网稳定性在线评估	164
7.2.1	在线预算实时匹配	164
7.2.2	稳定控制的决策优化	165
7.2.3	预防控制辅助决策	166
7.3	运行可靠性在线评估	167
7.3.1	故障模式的分类	168
7.3.2	可靠性评估的基本 指标	168
7.3.3	运行可靠性在线评估 的原理	168
7.3.4	软件体系结构	172
7.4	经济水平评估及在线 发电计划调整	177
7.4.1	经济水平研究的 主要内容	177
7.4.2	系统功能	178
7.5	实时状态评估与辅助 决策的实施流程	179
第 8 章	电网防灾减灾应急管理 系统建设与功能规范	182
8.1	电网 GIS 平台建设规范	182
8.1.1	电网 GIS 平台选型 原则	182

8.1.2	电网 GIS 平台总体架构	183
8.1.3	平台组件构成	185
8.1.4	基础地理数据建设	187
8.1.5	电网空间数据建设	189
8.2	电网 GIS 基础功能规范	189
8.2.1	基本图形功能	189
8.2.2	电网资源管理	191
8.2.3	电网变更管理	194
8.2.4	电气图管理	194
8.2.5	专题图管理	196
8.2.6	电网规划设计	197
8.2.7	智能移动终端	197
8.2.8	高级应用	197
8.3	电网防灾减灾应急管理 系统建设规范	201
8.3.1	目标与功能	201
8.3.2	业务范围	202
8.3.3	系统状态与工作流程	202
8.3.4	系统结构	202
8.3.5	数据支撑	204
8.3.6	基础服务及应用	207
8.3.7	教育培训	209
8.3.8	故障抢修	209
8.3.9	应急处理	210
第 9 章	电网防灾减灾应急管理 系统的建设与运行管理	211
9.1	电网防灾减灾应急管理 系统建设的管理	211
9.1.1	构建一个强有力的 领导和管理机构	211
9.1.2	电网应急管理系统建设 前期管理的要点	213
9.1.3	电网应急管理系统建 设的步骤	214
9.1.4	电网应急管理系统硬 件设施的质量控制	215

9.1.5	电网应急管理系统应用 软件的质量控制	216
9.1.6	电网应急管理系统建设 的投资控制	217
9.1.7	电网应急管理系统建设 的进度控制	217
9.2	电网应急管理系统 的运行管理	218
9.2.1	组织与制度管理	218
9.2.2	设备管理	219
9.2.3	软件管理	221
9.2.4	技术文档管理	222
9.2.5	场地设施管理	222
9.2.6	网络的监管与维护	223
第 10 章	案例——福建电网综合 防灾减灾应急指挥信息 系统	225
10.1	系统简介	225
10.1.1	总体情况	225
10.1.2	系统效果	226
10.2	建设目标、思路与业务 流程	226
10.2.1	系统目标	226
10.2.2	建设思路	227
10.2.3	业务流程	227
10.3	系统架构	227
10.3.1	系统体系架构	227
10.3.2	数据流架构	228
10.3.3	系统网络架构	229
10.3.4	系统架构的特点	230
10.4	系统设计	230
10.4.1	GIS 平台选择	230
10.4.2	Web - GIS 应用 设计	230
10.4.3	系统安全设计	232
10.4.4	技术手段	232

10.5	系统功能及应用	234
10.5.1	系统功能介绍	234
10.5.2	系统功能模块	234
10.5.3	系统功能特点与 创新性	248
10.5.4	灾害的综合整治	249

10.6	应用效果	257
10.6.1	系统效益	257
10.6.2	应用前后效果 对比	257
参考文献		260

第1章 电网灾害、成灾因子及综合治理

随着电网的逐步完善,电网管理水平不断提高,电力系统的安全稳定水平大幅度提高,电力系统稳定破坏事故次数明显下降。20世纪70年代,我国电网平均每年发生19次稳定破坏事故;21世纪以来,全国各大电网的安全稳定水平逐年提高。但是自然灾害、一次和二次设备故障、局部电网结构薄弱仍是威胁电网安全的主要因素。2008年初,我国南方部分地区先后出现历史罕见的强降温和持续雨雪冰冻天气,严重低温雨雪冰冻灾害对我国西南、华中、华南、华东地区的电网运行造成了重大危害。由于线路覆冰大大超过规定的设计标准,造成电网设施大量损毁,在短时间内倒塔、断线事故集中发生,电网设施遭到严重破坏。近几年,我国东南、南部沿海遭遇的超强台风和2008年四川汶川特大地震灾害,也给电力设施造成大面积损毁,给社会经济发展和人民群众生活造成严重影响。

“安而不忘危,治而不忘乱,存而不忘亡”是中国历史上“防灾克难”的重要经验。正如汉代司马相如所言:“明者远见于未萌,而智者避危于无形”,电网要防患于未然,必须做好防灾减灾工作。提高电网防灾减灾能力是一个复杂而浩大的系统工程,包括做好电网的规划、设计、建设,加强电力的生产、技术、调度、营运与员工管理,建立健全电网灾害与事故预警、应急处理、抢险救灾、灾后处置机制等庞大的工作。其中,比较薄弱的一环是如何利用现代信息技术有效地预警、监测灾情,如何高效利用有限的资源,提高电力企业对应急事件快速反应和抗风险能力,更安全可靠地为国民经济服务,这是电力企业当前迫切需要解决的问题。

1.1 国内外典型的因灾停电或电网事故

电网重大停电事故主要有自然灾害引发的事故、一次设备故障引发的事故、安全自动装置及继电保护装置异常引发的事故、控制及辅助系统故障引发的事故、通信及自动化设备事故、人员责任事故、外力破坏事故、电网电厂事故、电网振荡等几种,其中自然灾害引发的事故约占70%。

很多自然灾害对电网都具有极强的破坏性,如台风、洪涝、雷电、火烧山、雾(污)闪、地质灾害、冰灾等,会造成高压杆塔倒塌、输电线路断落以及跳闸等事故。这些事故不但会对电网本身造成巨大的损害,而且,供电故障引发的其他设施瘫痪等问题也会对社会造成巨大的经济损失。

1.1.1 风灾造成的电网事故

1. 超强台风“桑美”给福建、浙江局部电网造成巨大损失

2006年,50年一遇的第8号超强台风“桑美”于8月10日在浙江与福建交界的浙江

省苍南县马站镇(霞关)登陆后马上折向福建省福鼎市,登陆时中心最大风力 17 级(60m/s)以上,福鼎局部(微地形)风力达 70m/s 以上。“桑美”台风挟 17 级以上风力,横扫闽东北和浙江温州南部地区,对福建宁德电网和浙江温州南部电网造成前所未有的严重破坏。宁双、德龙线跳闸,福建成孤网运行,宁德市区以及福鼎、霞浦、柘荣、福安等县市大面积停电,特别是福鼎市电网遭受灭顶之灾,仅福鼎电网就有 13 座变电站、4281km 输电线路、1681 台配电变压器处于瘫痪状态。福鼎市内陆地区线路倒杆、断杆达 50% 以上,沿海地区倒杆、断杆达到 90% 以上。220kV、110kV 及 35kV 共 13 条线路累计断线长度 54km,倒杆、断杆(塔)133 基;10kV 及以下电网 90% 以上受到摧毁,线路断线 930.5km,倒杆、断杆达 9284 根;特别是主干输变电线杆(塔)倒塌、断线严重,致使重灾区变电站全部停运,整个福鼎电网遭受毁灭性破坏,受灾损失达 1 亿元人民币,抢修福鼎电网几乎是再造一个福鼎电网。

在温州南部电网,500kV 线路跳闸 2 次,220kV 线路跳闸 5 次,1 座 220kV 变电所全停,3 台 220kV 主变停役;110kV 线路跳闸 24 次,拉停 4 次,110kV 变电所全停 13 座;35kV 线路跳闸 57 次,拉停 7 次,35kV 主变跳闸停电 12 台,拉停 14 台,35kV 变电所全停 23 座。线路跳闸、拉停共 516 次。220kV 线路倒塔 3 基,110kV 线路倒塔(杆)98 基,35kV 线路倒杆、斜杆 106 基。35kV 及以上线路损坏 260 km。10kV 线路损坏 620 km,配电设备损坏 483 台(件)。苍南泰顺、平阳几乎全县失电,导致苍南、泰顺、平阳、文成和庆元等多个县市的 179 个乡镇、3317 个行政村受灾断电。

2. “达维”台风造成海南电网事故

2005 年,18 号台风“达维”于 9 月 26 日在海南省登陆,受其影响,海南省从 25 日 20 时至 26 日 1 时 20 分,电网持续发生了大量线路跳闸和负荷损失,220kV 线路累计跳闸 5 条次,1 条线路退出运行,110kV 线路累计跳闸 26 条次,11 条线路退出运行。东部的 3 个 110kV 变电站因线路永久性故障全站失压;牛路岭电站因 3 条 110kV 出现永久性故障,与系统解列;通什、保亭地区电网与主网解列,由小水电维持孤网运行。大量的线路永久性故障跳闸及 10kV 以下配网线路倒杆、断杆、断线等破坏情况造成了大量负荷损失和大面积停电,9 月 25 日 20 时至 9 月 26 日 1 时 20 分,全网统调负荷从 675MW 下降至 253MW,减少 62.5%;海口市(含琼山区)供电负荷从 269.3MW 下降至 50.0MW,减少 81.4%;三亚市供电负荷从 113.8MW 下降至 68.9MW,减少 39.5%。此外,离台风中心较近的文昌、琼海、万宁 3 市县供电负荷减少均超过 90%。

3. “云娜”台风造成浙江电网事故

2004 年,第 14 号强台风“云娜”8 月 12 日在浙江省温岭石塘登陆,受强台风正面袭击,台州、温州电网遭到严重破坏,杭州、宁波、绍兴、金华、丽水、衢州地区电网也受到不同程度的影响。据统计,在台风影响期间共有 9 座 220kV 变电所全所失电(其中台州地区 7 座,温州地区 2 座),45 座 110kV 变电所全所失电,137 座 35kV 变电所全所失电;500kV 天海 5471 线因事故跳闸 10 次,43 条 220kV 线路跳闸(其中 23 条送电成功,20 条故障跳闸无法恢复运行),106 条 110kV 线路跳闸,2362 条 35kV 和 10kV 配电线路故障跳闸。部分输电线路倒塔、断线,台州、温州地区变电设备和配电设备(设施)受损直接经济损失初步估计为 4.5 亿元。受台风影响,台州地区网供电负荷由 1069MW 减少到接近零,温州地区网供电负荷由 2057MW 减少到 294MW,全省网供用电负荷由 14541MW 减少到低谷时

的 8405MW。据估计,台风期间,全省电量损失 1.24 亿 kWh。

4. 江苏飊线风导致倒塔事故

2005 年 6 月 14 日晚,受强对流天气影响,江苏省局部地区出现特大飊线风风灾,国家“西电东送”和华东、江苏“北电南送”的重要通道江苏溧阳 500kV 线上 5237 线因飊线风致倒塔事故,一次性串倒 10 基输电塔。大风同时造成临近 2 条线路同时停止输电,导致 500kV 三堡—双溧的双线功率由 1760MW 上升至 2920MW,严重超出了稳定限额,致使先后紧急切除阳城电厂 1 号、3 号、5 号、6 号机组和彭城电厂 2 号、3 号机组,总计迫停发电出力超过 1700MW,对华东电网造成了严重影响。

5. 福建飊线风导致事故

2005 年 5 月 5 日,受高空潮和低层切变共同影响,福建全省全境遭飊线风袭击。12:54 起至 18:54,飊线风先后在龙岩、漳州、三明、南平、福州、莆田、泉州等地区过境,飊线风所过之处,先后发生雷风大风,福州地区最高风速达 36m/s,风力 12 级以上,其他地区风力达 8 到 11 级,据雷电定位系统统计,当天福建全省落地雷达 10 万个以上。福建电网因飊线风及其雷暴造成 500kV 线路跳闸 7 条次,其中 3 次重合不成功;220kV 线路跳闸 24 条次,其中 12 次重合不成功;110kV 线路跳闸 25 条次;35kV 线路跳闸 118 条次;10kV 线路跳闸 666 条次;220kV 园田变电站因大风将站外异物吹到 220kV 母线上造成短路故障;水口水电厂 220kV 两条出线同时跳闸,电网安全自动装置启动切除水口电厂 2 台机组。

飊线风及其雷暴造成龙岩、古田溪电厂电网短时孤立运行;局部地区不同程度的停电,其中福州、泉州和漳州地区负荷损失较大,全省约损失电量 300 万 kW·h。

6. 开封飊线风导致倒塔事故

2007 年 7 月 27 日晚,开封供电区内肩负本地及豫东、豫南地区供电和输电任务的 500kV 郑祥线,遭受极强的飊线风破坏,6 基铁塔倾倒,220kV 杏明线、110kV 杏河线因此直接跳闸,豫东、豫南及尉氏县等地的供电安全受到严重威胁。

7. 美国西切斯特郡飊线风使电网遭受严重破坏

2006 年 7 月,美国西切斯特郡遭受飊线风袭击,风速达到 55 英里/h~60 英里/h,飊线风及其伴随的雷击使大量树木毁倒,电网遭受严重破坏,共造成 3.5 万用户断电。2006 年 9 月,该地区又遭受到热带风暴袭击,断电用户超过 7.6 万。

1.1.2 洪涝灾害造成的电网事故

1. “龙王”台风带来的严重洪涝灾害重创福州配网供电设施

2005 年第 19 号台风“龙王”于 10 月 2 日在福建登陆,受其影响,10 月 2 日福建省福州市区普降特大暴雨,市区 1h 最大降雨量达 118mm,3h 最大降雨量达 276mm(福州市区年平均降水量为 1393.6mm),达到超百年一遇,为 1937 年有实测纪录以来的最大值。福州市区配网供电设施因此而遭受重创,10kV 线路停电 113 条,受灾供电台区 301 个,受损配电变压器 167 台,751 面低压柜、409 面高压柜、250 台环网开关受到不同程度的影响。此外,233 个设置在地下层的配电站(开闭所)和用户专用配电房也遭受“灭顶之灾”。洪水浸泡造成大量高低压开关、干式变压器损坏,二次保护、仪表以及电子器件全部报废,相当部分设备已无法使用,必须更换。台风致使 118 个住宅小区停电,众多高楼大厦停电停水,直接影响约 10 万居民的生活用电和数十座写字楼、商场的正常运行。台风给福州电