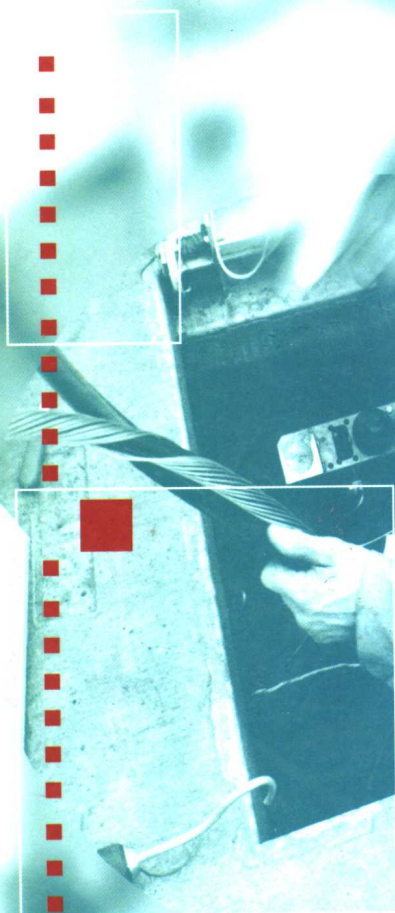


大面积停电 预防控制与抢修

实用手册



当代中国音像出版社
电子出版物数据中心



大面积停电预防控制与抢修 实 用 手 册

葛清华 主编

(上)

当代中国音像出版社
电子出版物数据中心

大面积停电预防控制与抢修实用手册

主 编： 葛清华

出版发行： 当代中国音像出版社

出版时间： 2003 年 10 月

制 作： 北京海传光盘有限公司

书 号： ISBN 7-900108-47-5

定 价： 798.00 元(1CD, 含三卷手册)

本书编委会

主编:葛清华

编委:杨成清

黎明锋

杨莉

赵蕊

徐国芹

刘树生

胡林

张玉洁

罗玲

刘华丽

贺宝莉

黄多远

杜晓娟

赵德庆

耿娟

王真宏

白玲

冯志根

周如莲

宋晓玲

章雨欣

徐长文

目 录

强化电网安全 保障可靠供电(代序).....	(1)
------------------------	-----

第一篇 大面积停电预防控制与用电管理

第一章 电力负荷及其计算与管理	(15)
第一节 用电负荷特性	(21)
第二节 用电负荷计算	(28)
第三节 用电负荷预测	(44)
第二章 电力平衡与需求侧管理	(51)
第一节 电力平衡概念	(51)
第二节 电力平衡重要性	(52)
第三节 调整负荷	(55)
第四节 供用电技术管理	(57)
第五节 供用电经济管理和法规管理	(63)
第六节 电力需求侧管理	(64)
第三章 企业用电管理	(70)
第一节 企业电能平衡管理	(70)
第二节 企业用电功率因数管理	(77)
第二节 企业供电损耗及降损措施	(86)
第四章 用电设备节约用电	(109)
第一节 电动机节约用电	(109)
第二节 泵与风机节约用电	(120)

第三节 电加热节约用电	(123)
第四节 电气照明节约用电	(125)

第二篇 大面积停电的预防与控制实用技术

第一章 变电运行与维护	(131)
第一节 设备的巡视检查	(131)
第二节 电气倒闸操作	(135)
第三节 防止电气误操作措施	(138)
第四节 变电站设备异常的处理原则	(139)
第五节 无人值班变电站的运行	(144)
第二章 输电线路的运行与维护	(146)
第一节 线路运行工作的概述	(146)
第二节 线路巡视	(147)
第三节 输电线路运行中的测量工作	(150)
第四节 线路的运行管理	(154)
第三章 配电网的运行与维护	(163)
第一节 配电网运行的几项指标及改进措施	(163)
第二节 配电网的调度与操作	(166)
第三节 技术管理	(168)
第四节 配电设施的巡视与维护	(170)
第五节 配电网的测量和调整	(173)
第四章 电气设备的运行维护	(177)
第一节 变压器的运行维护	(177)
第二节 断路器的运行维护	(206)
第三节 互感器的运行维护	(213)
第四节 消弧线圈的运行维护	(219)
第五节 电力电容器的运行维护	(224)
第六节 避雷器的运行维护	(232)
第七节 绝缘子、套管的运行维护	(234)
第八节 接地装置的运行维护	(237)

第九节 架空电力线路的运行维护	(242)
第十节 电力电缆线路的运行维护	(252)

第三篇 供电生产管理与大面积 停电预防控制

第一章 供电网与供电企业概述	(263)
第一节 供电网在电力系统中的作用	(263)
第二节 供电企业在电力行业中的地位	(264)
第三节 供电网发展规划概述	(266)
第四节 供电网发展规划的内容	(266)
第五节 技术经济比较	(274)
第六节 规划手段现代化	(277)
第二章 供电生产与技术管理	(280)
第一节 运行管理	(280)
第二节 设备管理	(285)
第三节 扩大再生产管理	(294)
第四节 生产技术档案管理	(300)
第三章 供电可靠性管理	(302)
第一节 电力工业可靠性管理的任务及意义	(302)
第二节 供电系统用户供电可靠性	(305)
第三节 输变电设施可靠性	(307)
第四章 供电企业生产能力与负荷统计	(315)
第一节 企业生产能力的统计	(315)
第二节 负荷统计	(319)
第五章 供电生产技术的发展方向	(322)
第一节 国家有关电力工业技术政策	(322)
第二节 有关电网发展的新装备新技术	(326)
第六章 变配电常见停电故障处理	(334)
第一节 变配电所全站无电	(334)

第二节	开关拉合闸失灵的原因及处理	(341)
第三节	10kV 中性点不接地系统一相接地的故障处理	(343)
第四节	电压互感器一、二次熔丝熔断的处理	(346)
第五节	电流互感器二次侧开路的处理	(349)

第四篇 变电设备与线路故障抢修

第一章	变电所概述	(353)
第一节	变电所主结线	(353)
第二节	变电所一次电气设备	(360)
第三节	变电所的布置方式	(367)
第四节	变电所的二次系统	(375)
第五节	10kV 变配电所继电保护常用的继电器	(389)
第六节	35kV 电力变压器的继电保护	(394)
第七节	线路的电流电压保护	(399)
第八节	方向过电流保护装置	(411)
第九节	变配电保护	(416)
第十节	变配电所的自动装置	(419)
第十一节	变配电所的微机实时监控系统	(430)
第十二节	电气测量和绝缘监视	(431)
第十三节	变配电所的技术资料、制度及运行管理	(436)
第十四节	值班人员的安全技术	(445)
第二章	变电设备概述	(450)
第一节	电力变压器	(450)
第二节	断路器	(455)
第三节	无功补偿设备	(470)
第四节	成套配电装置	(474)
第五节	互感器和避雷器	(476)
第六节	变电站附属设备及其他设施	(482)
第三章	变电设备检修概述	(488)
第一节	检修的作用与分类	(488)

第二节 变压器和断路器的检修周期及检修项目	(488)
第三节 检修作业程序	(490)
第四节 检修工作安全管理	(493)
第五节 带电作业项目简介	(495)
第六节 状态检修	(496)
第四章 变压器故障抢修	(499)
第一节 变压器检修的基本原理	(500)
第二节 变压器的大修试验和交接验收	(578)
第五章 断路器故障抢修	(582)
第一节 高压断路器的抢修	(582)
第二节 油断路器的异常与故障抢修	(615)
第三节 真空断路器的抢修	(624)
第四节 SF ₆ 断路器的故障抢修	(632)
第六章 互感器故障抢修	(689)
第一节 电压互感器的故障处理	(689)
第二节 电流互感器的运行与维护	(700)
第三节 电流互感器的故障抢修	(704)
第七章 其他变电设备故障抢修	(712)
第一节 消弧线圈的故障处理	(712)
第二节 电容器的故障处理	(714)
第三节 二次回路故障处理	(728)

第五篇 输电设备与线路故障抢修

第一章 概 述	(737)
第一节 输电线路的作用与特点	(737)
第二节 导线力学计算的主要参数	(739)
第二章 架空输电线路的设备与设施	(742)
第一节 架空输电线路的导线和避雷线	(742)
第二节 架空输电线路的绝缘子及金具	(749)
第三节 架空输电线路的杆塔及基础	(755)

第四节 架空输电线路的接地装置·····	(759)
第三章 输电线路的检修概述·····	(763)
第一节 检修的目的及原则·····	(763)
第二节 输电线路检修的分类·····	(764)
第三节 输电线路检修的主要项目·····	(765)
第四节 检修管理·····	(768)
第五节 带电作业·····	(772)
第六节 输电线路的事故抢修·····	(776)
第四章 输电线路与设备的障抢修·····	(778)
第一节 避雷器的故障抢修·····	(778)
第二节 绝缘子的故障抢修·····	(784)
第三节 接地装置的故障处理·····	(794)
第四节 架空线路的检修·····	(800)

第六篇 配电设备与线路故障抢修

第一章 配电网概述·····	(815)
第一节 城市配电网概述·····	(815)
第二节 城市配电网规划·····	(816)
第二章 配电设备与设施·····	(832)
第一节 高压成套配电装置·····	(832)
第二节 高压开关柜·····	(833)
第三节 低压成套配电装置·····	(856)
第四节 常用低压成套配电装置·····	(861)
第三章 配电设施的检修管理·····	(945)
第一节 概 述·····	(945)
第二节 季节性检查·····	(945)
第三节 值班急修·····	(946)
第四节 日常维修和缺陷处理·····	(946)
第五节 事故抢修·····	(948)
第六节 状态检修·····	(949)

第七节 配电网的带电作业	(950)
第八节 检修作业的安全	(952)
第四章 配电线路抢修	(955)
第一节 配电线路的巡视检查	(956)
第二节 运行中线路的测量和预防性试验	(959)
第三节 配电线路检修的组织与安全工作	(971)
第四节 架空配电线路的检修	(976)
第五章 低压配电装置的运行维护与抢修	(987)
第一节 低压配电装置的运行维护及故障处理	(987)
第二节 低压断路器的运行维护及故障处理	(997)
第三节 刀开关的运行维护及故障处理	(1010)
第四节 低压熔断器的运行维护及故障处理	(1016)
第五节 按钮的运行维护及故障处理	(1025)
第六节 交流接触器的运行维护及故障处理	(1029)
第七节 控制继电器的运行维护及故障处理	(1044)
第八节 起动器的运行维护及故障处理	(1053)

第七篇 发电设备状态检修与技术

第一章 概 述	(1061)
第一节 发电设备检修体制	(1061)
第二节 发电设备状态检修	(1072)
第三节 推行发电设备状态检修的收益	(1074)
第四节 国内外发电设备状态检修的发展状况	(1075)
第五节 以经济效益为中心的发电设备管理	(1082)
第二章 发电设备状态检修管理	(1084)
第一节 发电设备状态检修管理的基本原则	(1084)
第二节 发电设备检修管理的基础工作	(1085)
第三节 发电设备状态检修的技术组织	(1097)
第四节 发电设备状态检修管理	(1100)
第三章 发电设备状态监测诊断技术	(1109)

第一节 概 述	(1109)
第二节 发电设备状态监测	(1112)
第三节 发电设备性能监测	(1118)
第四节 发电设备故障诊断	(1123)
第五节 诊断专家系统	(1135)
第六节 监测诊断与维修决策	(1143)
第四章 发电设备状态检修管理系统	(1145)
第一节 计算机化维修管理系统(CMMS)	(1145)
第二节 发电设备运行维修(O&M)工作站	(1152)
第三节 区域性发电设备优化维修计划编制系统	(1156)

第八篇 高压电线路与设备抢修

第一章 高压电力缆	(1165)
第二章 高压电的保养及检查	(1182)
第三章 高压电器运行与故障诊断	(1195)
第一节 高压电器的结构	(1195)
第二节 高压电器运行与维护	(1209)
第三节 高压电器故障诊断	(1221)
第四章 各类保护继电器的测试	(1264)

第九篇 停电抢修安全技术

第一章 送电检修安全技术	(1299)
第一节 概 述	(1299)
第二节 杆、塔基础施工	(1299)
第三节 立、撤杆、塔	(1305)
第四节 杆塔上作业	(1309)
第五节 放线、撤线、紧线作业	(1312)
第六节 高架绝缘斗臂车	(1317)

第二章 变电检修安全技术	(1319)
第三章 配电检修安全技术	(1345)
第一节 概 述	(1345)
第二节 土方施工	(1348)
第三节 立杆和撤杆	(1350)
第四节 杆、塔上作业	(1351)
第五节 杆、塔上带电作业	(1351)
第六节 配电变压器台上的工作	(1352)
第七节 放、撤线、紧线	(1352)
第八节 10kV 配变站作业	(1359)
第九节 高架绝缘斗臂车	(1361)
第十节 停电作业的组织防护措施	(1363)
第十一节 停电作业的班组防护措施	(1367)
第十二节 作业人员的安全防护措施	(1368)
第四章 高压设备带电作业安全技术	(1369)
第五章 电气安全	(1387)
第一节 电气安全的基本规定	(1387)
第二节 安全用电装置	(1392)
第三节 安全用具	(1406)
第四节 电气安全措施	(1408)
第五节 电工安全作业	(1410)
第六节 电气防火和防爆	(1414)
第七节 触电防范与现场急救	(1417)

第十篇 火力发电设备抢修

第一章 发电机的抢修	(1429)
第一节 概 述	(1429)
第二节 水氢氢冷发电机的检修	(1429)
第三节 全氢冷发电机转子的检修	(1433)
第四节 氢、油、水系统的检修	(1438)

第五节 氢冷发电机及其氢系统的气密检验	(1444)
第六节 双水内冷发电机的检修	(1451)
第七节 双水内冷发电机冷却系统的检修	(1476)
第二章 电动机检修	(1479)
第一节 高低压异步电动机检修	(1479)
第二节 电动机绕组的损坏及修理	(1490)
第三节 直流电动机的检修	(1498)
第三章 交流不停电电源(UPS)的抢修	(1510)
第一节 停机操作步骤	(1510)
第二节 维修和故障寻找	(1511)

强化电网安全 保障可靠供电（代序）

——美加“8·14”停电事件给我们的启示

国家电网公司总经理 赵希正

二十一世纪的今天，中国电力发展已步入了大电网、大机组、高参数、超高压和自动化、信息化的新阶段，电力已成为经济发展和人民生活须臾不可缺少的生产资料和生活资料，保证安全可靠的电力供应至关重要。电网瓦解和大面积停电事故，不仅会造成巨大的经济损失，影响人民正常生活，还会危及公共安全，造成严重的社会损失。美加“8.14”停电事件引发了我们对电网安全问题的深入思考。

一、美加停电事件反映的主要问题

美国东部时间8月14日16时11分（北京时间8月15日4时11分）开始，美国东北部和加拿大联合电网发生大面积停电事故。事故发生的最初3分钟内，包括9座核电站在内的21座电厂停止运行。随后美国和加拿大的100多座电厂跳闸，其中包括22座核电站。负荷损失总计6180万千瓦，停电范围为9300多平方英里，涉及美国的密歇根、俄亥俄、纽约、新泽西、马萨诸塞、康涅狄格等8个州和加拿大的安大略、魁北克省，受影响的居民约5000万人。到8月15日晚9时30分，纽约城在停电29小时后全面恢复供电。

这次事件造成了巨大的经济损失和社会影响，引起了世界各国的普遍关注。目前，美国和加拿大有关部门正在联合调查，对事故原因、扩大过程等进行分析。美、加停电事件是一起由电网局部故障，扩大到电网稳定破坏，电压崩溃，最后造成电网瓦解，引起大面积停电的严重恶性事故，波及面之广，影响之大，是北美历史上没有过的，也是世界上从未有过的。从“8.14”停电事件本身来看，反映了北美在电网规划、建设、调度和管理等方面存在一些突出问题。

电网缺乏科学统一的规划，没有形成合理的网架结构。北美电网由多个电网逐步联合而成，由于没有实行统一规划，造成电网电压等级多，网络结构复杂，电磁环网交错，事故时很难实施有效的控制和解列措施。

电网建设滞后，网络输送能力不足。美国过于强调市场机制的作用，特别是控制销

售电价，放开上网电价，使得电网的利润水平下降，投资回报率低，投资商对电网建设失去兴趣，影响了电网的发展。据美国电力研究协会分析，过去十年美国电力需求增长了30%，而电力输送能力仅增长了15%。由于电网建设滞后，在夏季负荷高峰时段，线路负载过重，一旦有异常情况，容易引起连锁反应，导致大面积停电事故。

电网管理缺乏有效协调机制，难以统一调度，统一指挥。电力的发、供、用瞬间同时完成，电力的生产和消费必须保持瞬时平衡。大电网必须实行统一调度，协调控制，事故时统一指挥，这是由电力生产客观规律所决定的。在美国却因电网管理体制和运行机制的制约而难以实现。美国电网采取分散管理模式，每个电网管理上相对独立，运行时没有统一调度，事故时缺乏统一指挥。在电力市场中，市场主体众多（负责电力传输的输电商有100多个），每个主体为了局部经济利益，容易忽视电网安全，忽视电力生产的客观规律。在事故时，常常出现优先考虑局部利益，而置全局利益于不顾的情况，结果导致事故扩大。1965年以来，美国电网先后多次发生大面积停电事故，电网管理体制和机制上的问题不能不说是一个重要原因。另外，这次事故从局部发生，一个多小时没能及时处理，而扩展成电网瓦解，又经过长达29小时后才得以恢复，表明美国电网事故时的应急处理机制也不健全。美国以前虽然已意识到这些问题，也采取过改进措施，在1965年11月的事故后，成立了北美电力可靠性协会，但仅仅是一个行业组织，由于缺乏强制性的管理手段，收效并不明显。

电网继电保护和安全自动装置的协调性差，没能阻止事故扩大。由于电网不能统一调度和管理，美国电网的二次系统无法统一配置和整定，在这次事故中，没能根据事故状况，及时、有效地消除故障影响，导致一系列连锁反应，发展为大面积停电事故。这表明二次系统的配置及其协调存在明显缺陷，功能不完善。

各电网公司为了降低成本，对高压输电线路未进行正常的维护。美国电网曾因未及时清理输电线路通道内的树木而引发事故，这个问题在1996年西部大停电事故中已经暴露，今年又再一次成为事故的导火索。

北美电网存在的这些问题，值得我们认真对照和反思。

二、我国电网安全管理现状及美、加停电事件的启示

我国电网基本是以行政区划为基础，由小到大逐步发展起来的。20世纪80年代初，我国第一项500千伏超高压输变电工程（平武工程）的建设，启动了跨省、超高压电网建设的进程。80年代末投运的 ± 500 千伏葛沪直流输电工程，拉开了跨大区联网的序幕。到2000年，全国已形成东北、华北、华中、华东、西北、川渝、南方互联共7个跨省（区）大电网，以及山东、福建、新疆、海南等独立省（区）网。

进入 21 世纪,随着经济发展和西部大开发战略的实施,电力需求快速增长,电力建设不断加强,我国电网发展开始进入全面推进西电东送、南北互供和全国联网,实现更大范围资源优化配置的新阶段。2001 年 5 月,华北与东北电网通过 500 千伏线路实现了第一个跨大区交流联网。2001 年 10 月,华东电网与福建电网通过单回 500 千伏交流线路联网;2002 年 5 月,川电东送工程实现了川渝与华中联网。

今年,随着三峡电站机组的陆续投产和华中—华北联网工程的投入,将形成由东北、华北、华中、川渝电网互联、容量超过 1.4 亿千瓦的交流同步电网。该系统东部通过直流与华东电网(含福建)相连,南部将通过正在建设的三峡—广东直流工程与南方电网相联,形成全国联网的基本框架。但目前,各区域电网的网架结构以及区域之间的联系还较为薄弱。

在电力发展方面,我国坚持统一规划,力争做到电力发展与国民经济发展相协调,电网建设与电源建设相协调。近年来,国务院确定的西电东送、南北互供、全国联网战略得到积极贯彻,电网建设不断加强。国家发行国债进行城市和农村电网改造,初步扭转了重发、轻供的状况。实践表明,统一规划是保证电力持续健康发展的前提,应长期坚持下去。

在电网管理方面,我国始终坚持“安全第一、预防为主”的方针,牢牢把握安全生产这个关键环节不动摇。国家通过颁布和实施《电力法》、《电网调度管理条例》、《电力设施保护条例》和《电力系统安全稳定导则》等一系列法律法规,从法律上确立了我国电网实行统一调度的基本原则,保证了电网运行、管理、指挥的协调和统一,奠定了电网安全运行的基础。在统一调度原则的指导下,形成了一套行之有效的电网安全管理模式,供电可靠性逐年提高。

在电网安全管理上,我国一直坚持做好六个方面的工作:

一是统一安排电力系统运行方式,合理安排系统备用容量和检修。

二是统一电网运行标准,按照《电力系统安全稳定导则》的要求,制定统一的电网稳定运行规定,全网统一进行系统安全稳定分析和校核。

三是统一配置和整定电网继电保护装置和安全稳定控制装置,对继电保护进行了普遍更新,采用了当前国际上先进的微机保护,大大提高了正确动作率,能够实现正确、可靠动作,及时隔离故障,防止事故扩大。

四是建立统一、可靠的专用通信和调度自动化系统,保证通信畅通,并采用逐级采集、传递信息方式,使运行信息能够准确、可靠、快速地传递。

五是统一进行事故处理,服从调度命令,缩短事故处理时间。预先通过组织联合反事故演习以及制定电网“黑启动”方案等措施,不断提高调度人员和生产一线人员应付