

国家“十三五”规划图书



国家电网公司
电力科技著作出版项目

智能电网调度控制系统 应用技术

国家电网公司国家电力调度控制中心 组编
辛耀中 郭建成 杨胜春 戴则梅 等 编著
李明节 主审



 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

国家“十三五”规划图书



国家电网公司
电力科技著作出版项目

智能电网调度控制系统 应用技术

国家电网公司国家电力调度控制中心 组 编
辛耀中 郭建成 杨胜春 戴则梅 等 编 著
李明节 主 审
张晓华 张 磊 董 昱 陈 刚 副主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

在国家“核高基”重大专项和“863”项目的大力支持下,国家电网公司统一组织中国电科院、国网电科院、各网省调度中心、相关科研院所和生产厂家等几十家单位,联合开发了智能电网调度控制系统。该系统已成功运用到国家电网公司国家电力调度控制中心、6个区域电网调度控制中心和27个省级电网调度控制中心,并在部分地级调控中心推广应用共249套。为总结和交流相关经验,国家电网公司国家电力调度控制中心组织编著了《智能电网调度控制系统》丛书,包括《智能电网调度控制系统 总体架构》《智能电网调度控制系统 支撑平台》《智能电网调度控制系统 应用技术》3个分册。

本书是《智能电网调度控制系统 应用技术》分册,共15章,包括电网实时监控与智能告警、清洁能源发电监测分析、电网调度自动控制、电网稳态分析、在线安全稳定分析、电网调控培训仿真、运行环境及设备辅助监测、电力负荷预测、清洁能源发电预测及调度、调度计划、日前和实时电力市场、调度计划静态安全校核、基础数据管理、业务工作流程管理、统计报表分析及综合查询展示等内容。

本书可供从事调度自动化与电力系统规划、设计、研究、制造、测试、运行、检修的专业人员与管理人员学习、培训使用,也可供大专院校相关专业广大师生阅读参考,还可作为工程招标的参考技术规范。

图书在版编目(CIP)数据

智能电网调度控制系统. 应用技术/辛耀中等编著;国家电网公司国家电力调度控制中心组编. —北京:中国电力出版社,2016.12(2017.8重印)

ISBN 978-7-5198-0218-9

I. ①智… II. ①辛…②国… III. ①智能控制-电网-电力系统调度 IV. ①TM76

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第326722号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年12月第一版 2017年8月北京第三次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 24印张 555千字

印数4001—5000册 定价98.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

《智能电网调度控制系统 应用技术》

编 委 会

主 编	辛耀中			
副主编	郭建成	杨胜春	戴则梅	
主 审	李明节			
副主审	张晓华	张 磊	董 昱	陈 刚
编 委	滕贤亮	潘 毅	徐泰山	谢晓冬
	张 伟	周京阳	高宗和	戴 赛
	徐家慧	汤必强	严亚勤	王 峰
	王 磊	陆进军	孟勇亮	魏文辉
	常乃超	许 涛	王德林	董 存
	冷喜武	崔 晖	陈乃仕	鲁广明
	牛四清	励 刚	刘天斌	李 焱
	赵家庆	黄志龙	王茂海	汤卫东
	罗亚洲	刘拥军	曹越峰	杨笑宇

《智能电网调度控制系统 应用技术》

编写组名单

(按姓氏笔画排序)

丁宏恩	丁 强	于之虹	于昌海	门德月	马发勇	马 洁
马晓忱	王少芳	王 帅	王兴平	王茂海	王 波	王 峰
王海涛	王跃峰	王 淼	王 斌	王 磊	牛四清	田 浩
史东宇	白 洋	冯树海	闪 鑫	邢 颖	吕 颖	朱泽磊
乔匡华	任先行	庄卫金	刘天斌	刘 升	刘圣楠	刘志成
刘 芳	刘拥军	刘 栋	刘 聪	齐洋洋	汤卫东	汤必强
许 丹	孙世明	严亚勤	严剑峰	杜 磊	李晓红	李晓磊
李 理	李培军	李 博	李 森	李 焱	李 强	李 静
李 锴	杨军峰	杨胜春	杨笑宇	励 刚	肖小刚	吴继平
邱 健	何鸣一	余 璟	邹 昱	冷喜武	辛耀中	宋旭日
张小白	张 印	张加力	张 伟	张传成	张华宁	张 昊
张金龙	张 震	陆进军	陆建宇	陈乃仕	陈天华	陈建华
环加飞	罗亚洲	罗治强	罗雅迪	金芬兰	周京阳	周 玲
周海松	庞郑宁	郎燕生	孟勇亮	赵永龙	赵家庆	胡晨旭
查显煜	贾育培	顾叶青	徐 英	徐泰山	徐家慧	徐 瑞
高宗和	郭建成	郭 亮	郭 骏	郭 磊	席丽塘	唐元合
涂建华	陶洪铸	黄 华	黄志龙	黄国栋	黄 寅	黄越辉
曹越峰	曹 敬	盛灿辉	盛振明	常乃超	崔 晖	葛文林
葛敏辉	董 存	董 炜	韩 肖	韩 锋	韩 彬	程 芸
鲁广明	曾兴嘉	温丽丽	谢 昶	谢晓冬	赖宏毅	窦成龙
蔡 帜	翟 勇	翟海保	滕贤亮	潘 毅	燕京华	戴则梅
戴 赛	魏文辉					

序言一

我国电网调度自动化技术四十多年来大体经历了四个发展阶段：十年早期探索，以华北 SD176 为代表；十年技术引进，以“四大网”引进 EMS 为代表；十年自主开发，以中国电力科学研究所的 CC2000 和南瑞集团的 OPEN3000 为代表；十年逐步超越，以国家电网公司统一组织开发的智能电网调度控制系统（D5000）为代表，辛耀中是该项目负责人，率领研发团队编著的《智能电网调度控制系统》丛书，正是对近十年调度自动化技术的系统总结。

2003 年“8·14”北美电网停电事故后，国际特大电网运行组织（VLPGO，后改名 GO15）于 2004 年成立，研究提出了《面向 21 世纪的 EMS 体系结构》白皮书；2006 年“11·4”欧洲电网停电事故后成立的欧洲电网运行协调机构 ENTSO-E，提出建设全欧洲电网实时告警与事件感知系统；2008 年中国大面积冰灾和“5·12”汶川地震后，国家电网公司提出建设多级调度统一协调的调度控制系统和备用调度体系；2009 年全球兴起智能电网的研究建设热潮，国家电网公司提出建设坚强智能电网。所有这些都是研究开发智能电网调度控制系统的驱动力量。

D5000 系统研发团队由国家电网公司国家电力调度控制中心统一组织，以中国电力科学研究所和国网电力科学研究所为核心，各网省调度机构深度参与，联合相关科研院所和生产厂家等几十个单位，集中数百名技术专家，经过数年的联合攻关，在国际上率先成功研制出智能电网调度控制系统，并在国家电网公司地级以上调度实现规模化应用。

D5000 系统继承了 CC2000 和 OPEN3000 的优秀基因，吸收了云计算、物联网、大数据等的先进理念，充分利用多核集群、并行处理、面向服务等先进技术，将安全防护要求融入控制系统内部，全面采用安全可靠的国产计算机、操作系统和数据库等，研制出满足国家等级保护四级安全要求的智能电网调度控制系统，在国际上率先实现了 VLPGO 提出的大电网运行工况实时共享、故障同步感知、风险主动预判的功能，成功抵御着平均每天数千次的恶意网络攻击，有效支撑了国家电网的安全稳定运行。

人类的科研活动大都经历着未知时的困惑、探索时的艰辛、收获时的释然及使用时的

理所当然四个过程。当我们心安理得地运用智能电网调度控制系统驾驭大电网运行时，有必要体验作者当年所经历的一个个科研实践，既是对智能电网调度控制系统的全面了解，也是对一个成功科学实践活动的全方位体验。这是我看完本书书稿后的一点感悟，相信将来不少的读者也会有同感。

本丛书是对智能电网调度控制系统的研究设计、系统开发、工程实施和运行维护等的全方位总结，其结构新颖、内容清晰，是近年来不可多得的电网调度技术专著。希望本书的出版，能为电网调度自动化专业人员提供有益的帮助，进一步提高我国电网调度技术水平。

周孝信

2016年12月

序言二

进入 21 世纪以来，我国电力系统经历着跨越式发展的重要阶段。三峡工程促成了全国联网，“西电东送”工程扩大了联网范围，特高压工程改变了电网“手拉手”简单互联的模式，全国电网互联的格局基本形成，电网一体化的特征日益明显。电网结构和特性的这种深刻变化，对电网运行与控制提出了新的要求，30 多家省级以上调度机构需要协同运行管理好物理上耦合成一体的国家电网，电网运行监视、自动控制、在线分析、计划统筹等核心业务需要突破调度管辖的范畴，电网调度的一体化势在必行。面对电网和调度业务一体化的趋势，传统的调度自动化系统在平台架构、应用体系和建设模式上均存在着先天不足，既要解决调度中心内部系统集成问题，又要实现各级调度中心之间纵向的应用互动，急需研发新一代电网调度自动化系统。

2008 年，国家电网公司决定全面建设备用调度体系，并以此为依托，加快新一代调度自动化系统的研发和应用。国家电网公司国家电力调度控制中心牵头组织，中国电力科学研究院、国网电力科学研究院全面参加，调控领域专家深入参与，组建了数百人的系统联合研发团队，历经 3 年的潜心研究、集中开发和联合攻关，成功研制了新一代电网调度自动化系统——全面采用国产软/硬件的智能电网调度控制系统（D5000）。该系统经过 10 个试点工程的验证后，全面支撑国家电网公司“大运行”体系建设和备用调度体系建设，实现了“省级以上调度全面部署、地（县）调规模化应用”的规划目标，推动了国家电网调控技术装备的升级换代。该系统的研制和应用，实现了电网运行工况的全网实时共享、大电网安全的在线分析预警、调度计划多时段多层次优化及安全校核等新功能，大幅提升了调度驾驭特大电网的能力，支撑了国家电网的一体化运作；实现了电网监视从稳态到动态、电网分析从离线到在线、经济调度从局部到全局、事故处置从单独到协同的重大技术进步，促进了可再生能源的有效消纳，保障了国家电网的安全优质经济运行。D5000 系统的成果多次获得国家 and 行业的科技进步奖项，国际电工委员会（IEC）、国际特大电网运营商组织（GO15）等国际组织公认其处于国际领先水平。

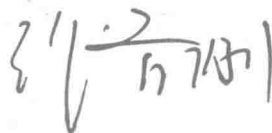
回顾我国电网调度自动化技术的发展，20 世纪 80 年代至 90 年代初期，主要靠引进国

外调度自动化系统；90年代中期，自主研制出CC2000、OPEN3000等产品，逐步占据了国内市场；近年来，基于国产软/硬件的D5000系统已全面推广应用，实现了调度自动化技术的国际引领。从引进到领先，时间跨度30年，系统的交替更迭见证了我国电网调度自动化发展的奋斗历程。

作为D5000系统研发和建设的亲历者，我亲身体会了研制过程中的艰辛和困难，亲眼目睹了研发人员的拼搏、努力和奉献，也见证了该系统的应用和成果的收获，如今又看到他们以丛书的方式凝练成果，甚感欣慰。D5000系统的研制和应用，既有国家电网公司智能电网发展战略和“大运行”体系建设的历史推动，又有最新计算机和通信技术快速发展的机遇，但更是历代调度人坚持不懈、持续努力、长期积淀的结果。

当前，我国电网正发生着深刻的变化：特高压网架正在形成，风电、光伏等新能源仍在高速发展，全球能源互联网的理念正在为人们所接受。D5000系统作为我国引领推动的调度自动化系统跨代发展成果，所建立的系统结构、平台技术和标准体系将具有长期指导意义，值得调度自动化系统乃至电力系统的设计、建设、运行和管理人员认识、学习和领会，以作为下一步发展的积蓄和铺垫。

希望此书能给我国电网调度控制事业注入新的活力。



2016年12月

前 言

我国电网随着国民经济的腾飞而快速发展，“十二五”末已成为世界上装机规模最大、电压等级最高、年发电量最大、新能源装机最多的特大电网。如何保障特大电网的安全稳定运行、全局经济优化调度、重大事故协同处置、可再生能源有效消纳，是各国电网调度都面临的重大挑战。原电网调度中心的十余套各自独立的自动化业务系统，难以支持调度中心内部的横向集成和调度系统的纵向贯通，难以支撑多级电网的协调控制和优化调度，难以满足纵深安全防护和等级保护的要求，迫切需要研发新一代的智能电网调度控制系统，以支撑特大电网的调度运行。

为有效解决特大电网调度控制的技术难题，在国家“核高基”重大专项和“863”项目的支持下，国家电网公司统一组织中国电力科学研究院、国网电力科学研究院、各网省调控中心、相关科研院所和生产厂家等五十余家单位，联合研制了智能电网调度控制系统。该系统包含一体化支撑平台和实时监控与预警、调度计划、安全校核、调度管理四大类应用，目前已成功运用到国家电力调度控制中心、6个区域电网调度控制中心、27个省级电网调度控制中心和部分地级调控中心共249套，覆盖了国家电网公司全部等级保护四级系统，实现了国网省多级调度控制业务的一体化协同运作，推动了调度技术装备的升级换代，实现了电网实时监测从稳态到动态、电网分析从离线到在线、电网控制从局部到全局、电网调度从单独到协同的重要技术进步，促进了可再生能源有效消纳，已成为特大电网调度须臾不可或缺的主要技术手段。

智能电网调度控制系统具有自主知识产权，相关技术获授权发明专利9项、软件著作权4项，核心技术形成国际标准2项、国家标准6项、行业标准7项、企业标准24项，项目团队共发表论文135篇。系统的支撑平台和应用技术成果分获2011年度、2012年度中国电力科技进步一等奖；总体成果获2013年度国家科技进步二等奖；国家电网智能电网工程获得了2014年度国家科技进步一等奖。中国电机工程学会对系统给出了“主要成果为国际首创”的鉴定意见，国际电工技术委员会（IEC）主席评价该项目为“世界级成果”，国际特大电网运行组织（GO15）秘书长称项目成果“领先欧美电网三到五年”。

智能电网调度控制系统大规模推广应用后，已在我国电网运行中发挥着重要作用，受到国内外同行的高度赞扬，不少从事调控运行的技术人员、调度自动化系统厂商以及高校电力专业的师生都对智能电网调度控制系统相关技术予以高度关注，期望能有一本专著对其进行系统性的阐述和介绍。

为深入总结项目成果，实现与同行的深度交流，国家电网公司国家电力调度控制中心组织编著了《智能电网调度控制系统》丛书，包括《智能电网调度控制系统 总体架构》《智能电网调度控制系统 支撑平台》和《智能电网调度控制系统 应用技术》3个分册。

本书是《智能电网调度控制系统 应用技术》分册，主要围绕智能电网调度控制系统实时监控与预警、调度计划、安全校核、调度管理四大类应用展开论述，从近年电网调度自动化领域应用技术的发展，到智能电网调度控制系统主要功能，包括综合智能分析与告警、在线安全稳定分析、安全约束发电计划、联合安全校核、调度运行管理等功能的详细设计、技术特点和应用案例。本书由辛耀中、郭建成、杨胜春、戴则梅等编著，辛耀中、郭建成、张伟负责全书统稿，李明节、张晓华、张磊、董昱、陈刚负责审稿。其中：第1章由辛耀中、戴则梅、孟勇亮、孙世明、赵家庆、谢晓冬、王茂海、赖宏毅、杨胜春等负责编写；第2章由董存、王峰、王兴平、周玲、黄越辉、王跃峰、郭磊、赵永龙、吴继平负责编写；第3章由滕贤亮、郭建成、张小白、吴继平、刘天斌、李焱、徐瑞、于昌海、郭亮等负责编写；第4章由王磊、周京阳、郭建成、李强、汤必强、郎燕生、陶洪铸、严亚勤、徐英等负责编写；第5章由严剑峰、徐泰山、牛四清、史东宇、辛耀中、翟海保、于之虹、张伟、张金龙等负责编写；第6章由魏文辉、杨胜春、郭建成、汤必强、常乃超、汤卫东负责编写；第7章由孟勇亮、陆进军、孙世明、马洁、冷喜武、王海涛、牛四清、田浩、周海松等负责编写；第8章由戴赛、李博、门德月、郭建成、杨军峰、盛灿辉、罗治强、程芸、刘拥军等负责编写；第9章由王峰、王兴平、周玲、辛耀中、黄越辉、王跃峰、张昊负责编写；第10章由潘毅、励刚、崔晖、丁强、陈乃仕、许丹、陆建宇、戴赛、李锴等负责编写；第11章由戴赛、刘拥军、刘芳、蔡帜、李晓磊、王帅、辛耀中、崔晖、王斌等负责编写；第12章由张伟、鲁广明、谢昶、严剑峰、吕颖、戴赛、黄志龙、董炜、张传成负责编写；第13章由冷喜武、曹越峰、庞郑宁、黄寅、顾叶青、葛敏辉负责编写；第14章由徐家慧、杨笑宇、庞郑宁、刘圣楠、余璟、郭骏负责编写；第15章由曹越峰、涂建华、杨笑宇、席丽塘、王耀武、张远来负责编写。其他参与编写人员详见各章后注。

智能电网调度控制系统的成功开发、广泛应用以及本书的顺利出版，均得益于国家电网公司特高压坚强智能电网的发展战略和“集团化运作、集约化管理”的企业运营模式。正是这种战略推动和运营支撑的企业环境，催生了智能电网调度控制系统的研发和建设的需求；国家电网公司国家电力调度控制中心负责统一组织，搭建广泛联合、深度合作、倾

力攻关的机制和平台，形成以中国电力科学研究所和国网电力科学研究所为核心、相关科研院所和基础设备生产厂家广泛参加的研发团队，建立各级调控机构全面参与系统的功能设计、技术论证、检验测试和工程实施的供需互动氛围。在此特别感谢刘振亚、舒印彪、栾军、张智刚、张丽英、张启平、吴玉生、王益民等国家电网公司领导的关心与指导，感谢国家电网公司科技部、运检部、基建部、信通部、物资部、财务部等兄弟部门的大力支持，感谢系统研发、工程建设、书稿编写过程中做出贡献的各个单位和各位同仁。正是因为公司领导的关心指导和兄弟部门的大力支持，系统的研制和建设才得以顺利推进；正是因为各研制单位和各位专家的努力，才使得项目获得了预期的成功，丛书得以成稿出版。

感谢参与课题研究和联合开发的清华大学、华北电力大学、浙江大学、天津大学、山东大学等高校；感谢参与联合开发并提供操作系统支持的北京凝思、湖南麒麟等单位，感谢参与联合开发并提供数据库支持的武汉达梦、人大金仓等公司，感谢提供计算机和数据网络支持的曙光、联想、浪潮、华为、中兴、华三等生产厂家，感谢提供地理信息系统（GIS）支持的北京超图等企业，正是诸多合作单位的联合攻关和通力合作，系统的集成创新才得以实现。

感谢国家科技部对两个“863”课题的支持，感谢工信部对“核高基”项目的支持，感谢国家发展和改革委员会与国家能源局对电网安全等重大专项的支持，感谢公安部对网络安全等级保护方面的支持与指导，正是这些课题项目的支持和有关部门的专业指导，系统的关键技术才得以突破。

特别感谢中国电力科学研究所周孝信院士和郭剑波院士，国网电力科学研究所薛禹胜院士和沈国荣院士，清华大学卢强院士和韩英铎院士，华中理工大学程时杰院士，天津大学余贻鑫院士，东北电网公司黄其励院士，南方电网公司李立涅院士等，在技术研发、工程实施和书稿编写过程中给予的诸多指导，作者受益匪浅。

本书作者多为科研、工程一线技术人员，由于编写水平有限，书中如有不足或疏漏之处，敬请读者批评并不吝赐教。

编者

2016年9月

目 录

序言一

序言二

前言

第1章 电网实时监控与智能告警	1
1.1 技术背景及功能架构	1
1.2 SCADA 数据处理	2
1.3 SCADA 计算与统计	6
1.4 电力系统运行稳态监视	8
1.5 电网设备调度监控	11
1.6 调度操作与控制	18
1.7 电网拓扑分析与着色	24
1.8 低频振荡与扰动监视	25
1.9 电力系统动态运行监视与分析	30
1.10 二次设备在线监视	36
1.11 电力系统事故追忆	44
1.12 综合分析与智能告警	45
本章小结	49
参考文献	51
第2章 清洁能源发电监测分析	52
2.1 技术背景	52
2.2 水电数据接入及储存	53
2.3 水电运行监测分析	54
2.4 水电实时运行分析	57
2.5 水务综合计算	58
2.6 风电光伏运行监测	61
2.7 风电光伏实时运行分析	62

2.8 抽水蓄能机组运行监控	63
本章小结	65
参考文献	66
第 3 章 电网调度自动控制	67
3.1 技术背景	67
3.2 AGC 功能架构	69
3.3 特高压电网多级协调控制	76
3.4 适应新能源接入的 AGC 控制	78
3.5 AGC 防误及辅助控制	79
3.6 分级协调的 AVC 控制架构	81
3.7 自适应电网结构的 AVC 控制分区	86
3.8 全局优化分区协调的 AVC 控制决策	87
3.9 应用情况	91
本章小结	94
参考文献	96
第 4 章 电网稳态分析	98
4.1 功能结构	98
4.2 网络拓扑分析	100
4.3 状态估计	102
4.4 调度员潮流	107
4.5 灵敏度分析	111
4.6 静态安全分析	116
4.7 可用输电能力	124
4.8 短路电流计算	129
4.9 在线外网等值	137
本章小结	140
参考文献	141
第 5 章 在线安全稳定分析	142
5.1 技术背景及功能结构	142
5.2 静态稳定分析	145
5.3 暂态稳定分析	148
5.4 小干扰稳定分析	152
5.5 电压稳定分析	160
5.6 频率稳定分析	164
5.7 稳定裕度评估	167
5.8 静态安全辅助决策	175

5.9	暂态稳定辅助决策	178
5.10	电压稳定辅助决策	182
5.11	短路电流辅助决策	184
5.12	小干扰稳定辅助决策	188
	本章小结	192
	参考文献	193
第6章	电网调控培训仿真	195
6.1	技术背景	195
6.2	总体结构	196
6.3	电力系统仿真	199
6.4	教员台功能	205
6.5	调度控制中心仿真	206
6.6	变电站设备机理仿真	206
6.7	变电站三维场景仿真	208
6.8	联合反事故演习仿真	209
	本章小结	212
	参考文献	213
第7章	运行环境及设备辅助监测	214
7.1	功能结构	214
7.2	雷电监测	215
7.3	气象监测	218
7.4	火电机组综合监测	221
7.5	输变电设备在线监测	226
	本章小结	231
	参考文献	232
第8章	电力负荷预测	233
8.1	短期系统负荷预测	233
8.2	短期母线负荷预测	235
8.3	超短期系统负荷预测	236
8.4	超短期母线负荷预测	239
8.5	基于数值天气预报的母线负荷预测	240
	本章小结	243
	参考文献	244
第9章	清洁能源发电预测及调度	245
9.1	水库来水预报	245

9.2	水电优化调度	251
9.3	水库调洪演算	260
9.4	风电功率预测	261
9.5	光伏发电功率预测	264
9.6	风电、光伏发电中长期优先调度	266
9.7	风电、光伏发电日前及实时优先调度	267
	本章小结	271
	参考文献	272
第10章	调度计划	273
10.1	功能结构	273
10.2	年度月度电量计划	275
10.3	检修计划	276
10.4	月度和周安全约束机组组合	280
10.5	日前和日内安全约束经济调度	289
	本章小结	297
	参考文献	298
第11章	日前和实时电力市场	300
11.1	技术背景及功能架构	300
11.2	发电能力申报及报价	302
11.3	日前电力市场运营	304
11.4	实时电力市场运营	305
11.5	辅助服务市场运营	306
11.6	信息发布	307
11.7	考核结算	308
	本章小结	308
	参考文献	310
第12章	调度计划静态安全校核	311
12.1	功能架构	311
12.2	年度、月度调度计划安全校核	312
12.3	日前调度计划安全校核	314
12.4	实时调度计划安全校核	320
	本章小结	321
	参考文献	322
第13章	基础数据管理	323
13.1	技术背景及功能结构	323

13.2	电力系统设备数据	324
13.3	电网运行数据	325
13.4	运行日志数据	326
13.5	机构、人员及其他数据	327
13.6	基础数据质量控制	328
13.7	电网模型数据映射	328
13.8	应用关联及对外数据接口	329
	本章小结	331
	参考文献	332
第14章	业务工作流程管理	333
14.1	技术背景及功能架构	333
14.2	调度倒闸操作流程	335
14.3	设备监控操作流程	337
14.4	新设备启动流程	338
14.5	继电保护定值整定流程	339
14.6	日前停电计划流程	339
14.7	设备缺陷管理流程	344
14.8	日前电能平衡计划流程	344
	本章小结	345
	参考文献	346
第15章	统计报表分析及综合查询展示	347
15.1	技术背景及功能架构	347
15.2	电网调度运行统计报表	350
15.3	水电及新能源调度统计报表	351
15.4	电力二次系统统计报表	352
15.5	综合查询展示功能结构	352
15.6	综合查询应用示例	353
	本章小结	354
	参考文献	355
索引	356