

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 支撑平台

国家电网公司国家电力调度控制中心 组编
辛耀中 陶洪铸 尚学伟 翟明玉 等 编著
许洪强 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 支撑平台

国家电网公司国家电力调度控制中心 组 编

辛耀中 陶洪铸 尚学伟 翟明玉 等 编 著

许洪强 主 审

王玉玲 李 丹 刘永奇 凌卫家 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 支撑平台》分册，共14章，包括：支撑平台总体架构、服务总线、消息总线、消息邮件及工作流程、实时数据库、时间序列数据库、关系数据库、模型维护与方式描述、数据采集与交换、并行计算、图形人机界面、公共服务、支撑平台管理、安全防护与等级保护。

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、检修的专业技术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. 支撑平台/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 978-7-5198-0290-5

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 (2017) 第 009580 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 21.25印张 489千字

印数4001—5000册 定价92.00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 支撑平台》

编 委 会

主 编	辛耀中			
副主编	陶洪铸	尚学伟	翟明玉	
主 审	许洪强			
副主审	王玉玲	李 丹	刘永奇	凌卫家
编 委	严亚勤	彭 晖	梅 峥	王 恒
	杜 鹏	米为民	严剑峰	孙云枫
	李军良	马发勇	高 原	陈 宁
	高保成	李 伟	赵 林	黄 昆
	陈 鹏	孙 炜	何毅斌	崔恒志
	王民昆	苏大威	彭清卿	王清让
	马 骁	杨维永	刘 涛	张 勇
	葛朝强	路 轶		

《智能电网调度控制系统 支撑平台》

编写组名单

(按姓氏笔画排序)

丁平	丁捷	丁德鑫	于宏文	万书鹏	万博	马云龙
马发勇	马仲佳	马志斌	马骁	王玉军	王永福	王民昆
王兴志	王军	王昌频	王恒	王清让	王景	王智伟
王瑾	卞月峰	邓兆云	厉启鹏	卢长燕	叶飞	田国辉
史东宇	史浩秋	巩泽平	吕超	朱世顺	伍凌云	任升
刘仁勇	刘金波	刘柏私	刘艳	刘涛	米为民	许花
孙云枫	孙文彦	孙炜	孙湃	严亚勤	严剑峰	严振
芦玉英	苏大威	苏运光	苏瑞	杜鹏	李汇群	李西太
李伟	李汝阳	李军良	李昊	李勃	李猛	杨维永
时勇	吴庆曦	吴京京	吴晓娜	何飞	何春江	何毅斌
余勇	辛耀中	汪小闯	汪洋	沙一川	沈国辉	张伟
张凯	张亮	张勇	张鸿	张瑞	张骞	陈宁
陈俊安	陈勇	陈清山	陈鹏	邵伟	武力	武会超
武冰	武杨	武瑞龙	尚学伟	易强	罗志强	季学纯
季惠英	金芬兰	金鑫	周劼英	郑春伟	屈刚	孟鑫
赵林	赵昆	赵静	南贵林	侯勇	袁鑫	耿仁辉
顾文杰	晏亮	钱行	徐建航	徐项帅	殷霞	高昆仑
高明慧	高宝山	高保成	高原	郭海龙	陶洪铸	黄昆
黄海峰	梅峥	曹跃峰	曹蓉蓉	常青	崔恒志	梁云
梁野	隋国星	彭晖	彭清卿	葛云鹏	葛以踊	葛朝强
董玮	蒋小龙	蒋军	蒋国栋	程大闯	程亿强	程旭
程芸	鲁广明	温昭琦	谢小刚	谢晓冬	谢梅	靳晶
雷宝龙	路轶	詹庆才	解梅	管玉昕	翟明玉	魏娜

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院的 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院和国网电力科学研究院为核心，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，自主研发出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，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、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“领先欧美电网三至五年”。

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 支撑平台》分册，详细介绍了智能电网调度控制系统支撑平台的设计思路、技术特点、功能规范、接口标准和应用案例，内容覆盖了支撑平台总体架构、服务总线、消息总线、消息邮件及工作流程、实时数据库、时间序列数据库、关系数据库、模型维护与方式描述、数据采集与交换、并行计算、图形人机界面、公共服务、支撑平台管理、安全防护与等级保护。本书由辛耀中、陶洪铸、尚学伟、翟明玉等编著，由辛耀中、陶洪铸、严亚勤负责全书统稿，由许洪强、王玉玲、李丹、刘永奇、凌卫家负责审核。其中：第1章由辛耀中、翟明玉、尚学伟、陶洪铸、严亚勤、崔恒志编写；第2章由辛耀中、梅峥、李军良、叶飞、马发勇、李西太、黄海峰、邓兆云、彭清卿等编写；第3章由辛耀中、王恒、武瑞龙、叶飞、马发勇、李军良、何毅斌、厉启鹏、谢小刚等编写；第4章由梅峥、辛耀中、程旭、李西太、梁云、叶飞、李军良、王恒、马云龙等编写；第5章由彭晖、陶洪铸、李军良、马志斌、金芬兰、王瑾、吴庆曦、侯勇、刘金波等编写；第6章由彭晖、陶洪铸、严亚勤、王瑾、葛云鹏、吴庆曦、谢晓冬、靳晶、刘涛等编写；第7章由陈鹏、解梅、季学纯、马志斌、王玉军、孙炜、季惠英、王清让、梅峥等编写；第8章由辛耀中、米为民、解梅、蒋国栋、张伟、王智伟、严剑峰、万博、邵伟等编写；第9章由杜鹃、高保成、陈宁、李汇群、叶飞、王民昆、陈清山、晏亮、温昭琦等编写；第10章由严剑峰、辛耀中、何春江、陈勇、严亚勤、解梅、史东宇、鲁广明编写；第11章由辛耀中、李伟、赵林、孙云枫、孟鑫、黄昆、孙湃、程芸、沈国辉等编写；第12章由孙云枫、李军良、陶洪铸、曹蓉蓉、梅峥、雷宝龙、叶飞、蒋国栋、陈鹏等编写；第13章由陶洪铸、翟明玉、高原、王恒、陈鹏、叶飞、黄昆、马志斌、曹蓉蓉等编写；第14章由辛耀中、南贵林、高昆仑、孙炜、杨维永、朱世顺、高明慧、徐项帅、吕超等编写。其他参编人员详见各章后注。

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：总部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院和国网电力科学研究院为核心、相关科研院所和基础设施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院周孝信院士和郭剑波院士，国网电力科学研究院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 支撑平台总体架构	1
1.1 智能电网调度控制系统总体架构	1
1.2 支撑平台内部结构	2
1.3 支撑平台功能模块	3
参考文献	4
第 2 章 服务总线	5
2.1 技术背景	5
2.2 SOA 体系架构	6
2.3 服务文本描述	7
2.4 服务二进制描述	11
2.5 服务模式及流程交互	12
2.6 资源定位及域管理	13
2.7 服务消费者	15
2.8 服务提供者	15
2.9 远程服务代理	16
2.10 通用服务原语	18
2.11 通用服务列表	26
2.12 本章小结	29
参考文献	31
第 3 章 消息总线	32
3.1 技术背景	32
3.2 功能结构	33
3.3 消息数据结构	34

3.4	消息原语	36
3.5	消息频道	38
3.6	消息订阅与传输	39
3.7	消息多态应用	40
3.8	集群化支持	41
3.9	部署与应用	42
3.10	本章小结	43
	参考文献	44
第 4 章	消息邮件及工作流程	45
4.1	技术背景	45
4.2	消息邮件功能结构	46
4.3	消息邮件描述格式	47
4.4	消息邮件路由转发	48
4.5	消息邮件负载均衡与安全机制	50
4.6	消息邮件部署与应用	53
4.7	工作流程引擎功能结构	55
4.8	工作流程描述规范	56
4.9	工作流程流转模式	58
4.10	工作流程部署与应用	66
4.11	本章小结	69
	参考文献	70
第 5 章	实时数据库	71
5.1	技术背景	71
5.2	功能结构	74
5.3	分区存储与直接定位	76
5.4	模型数据验证	78
5.5	数据同步与复制	78
5.6	多应用和多态的支持	80
5.7	访问接口	81
5.8	远程安全访问	87
5.9	冗余互备与集群化配置	90
5.10	广域实时数据库	91
5.11	本章小结	95
	参考文献	96
第 6 章	时间序列数据库	97
6.1	技术背景	97
6.2	时间序列实时库元数据结构和存储方式	100

6.3	时间序列实时库数据服务	100
6.4	时间序列实时库访问接口	101
6.5	时间序列实时库远程访问和多态支持	103
6.6	时间序列历史库总体结构	104
6.7	时间序列历史库索引机制	107
6.8	时间序列历史库压缩存储机制	108
6.9	时间序列历史库数据服务	109
6.10	时间序列历史库数据访问接口	111
6.11	本章小结	113
	参考文献	114
第7章	关系数据库	115
7.1	技术背景与功能框架	115
7.2	关系数据库服务	116
7.3	关系数据存储	121
7.4	数据库访问标准接口	122
7.5	历史数据采样与访问	133
7.6	应用与部署	135
7.7	本章小结	136
	参考文献	137
第8章	模型维护与方式描述	138
8.1	技术背景	138
8.2	通用电网描述规范 (CIM/E)	139
8.3	电网公共模型和业务专用模型	143
8.4	当前历史及未来调控全业务统一建模	143
8.5	多级调度统一电网建模	148
8.6	模型版本管理	150
8.7	通用运行方式描述规范	150
8.8	电网稳定规定与安控策略定制要素	152
8.9	电网运行方式描述的解析与匹配技术	154
8.10	在线稳定分析中安全控制策略辨识	160
8.11	停电计划中系统设备关系描述	162
8.12	自适应运行方式的限额服务	163
8.13	本章小结	164
	参考文献	166
第9章	数据采集与交换	167
9.1	技术背景	167
9.2	功能架构	168

9.3	远程数据索引表同步	169
9.4	多机负载均衡及多源数据处理	171
9.5	数据转发及统一监视服务	172
9.6	对 IEC 60870、IEC 61850、DL/T 476 系列标准的支持	173
9.7	电力系统通用服务协议及其测试实施	178
9.8	本章小结	193
	参考文献	194
第10章	并行计算	195
10.1	技术背景	195
10.2	功能结构	197
10.3	并行任务调度	198
10.4	并行计算通信方式	201
10.5	在线数据及计算参数准备	209
10.6	计算程序接口及交互机制	210
10.7	在线并行计算流程	216
10.8	广域并行计算	217
10.9	本章小结	222
	参考文献	223
第11章	图形人机界面	224
11.1	技术背景与总体架构	224
11.2	图形文件的格式规范	226
11.3	通用图形原语	228
11.4	电力系统图形原语	230
11.5	图形样式与菜单描述	233
11.6	图形的编辑与生成	236
11.7	图形的交换与浏览	244
11.8	地理信息系统和可视化	249
11.9	本章小结	252
	参考文献	253
第12章	公共服务	254
12.1	功能架构	254
12.2	通用告警服务	254
12.3	文件传输服务	259
12.4	报表服务	260
12.5	图形服务	263
12.6	地理信息服务	265
12.7	历史数据服务	268

12.8 本章小结	270
参考文献	271
第13章 支撑平台管理	272
13.1 支撑平台管理功能架构	272
13.2 集群管理	273
13.3 节点管理	275
13.4 应用管理	277
13.5 进程管理	281
13.6 多网冗余	283
13.7 服务器资源监视	284
13.8 权限与安全管理	288
13.9 日志与审计	291
13.10 系统文件备份恢复	293
13.11 关系数据库备份恢复	295
13.12 CASE 管理	296
13.13 时钟同步	297
13.14 主备调系统同步	299
13.15 本章小结	300
参考文献	301
第14章 安全防护与等级保护	302
14.1 技术背景	302
14.2 安全防护体系	303
14.3 等级保护	304
14.4 基础设施安全	307
14.5 结构安全	307
14.6 本体安全	310
14.7 安全免疫	311
14.8 应急备用	311
14.9 安全管理	313
14.10 本章小结	314
参考文献	315
索引	316