

网格技术在电力调度信息化中的应用的探讨

杨胜春，姚建国，杨志宏，高宗和，赵京虎，翟明玉

国电南瑞科技股份有限公司，南京 210003

Discussion of Grid Technology Applying in Informatization of Power Dispatching Automation System

YANG Sheng-chun, YAO Jian-guo, YANG Zhi-hong, GAO zong-he,
ZHAO Jinghu, ZHAI Ming-yu

NARI Technology Development Limited Company, Nanjing, 210003

ABSTRACT: Along with electrical network development, information technology application demand in unceasing proposing, application system also during unceasing renewal and improvement. How causes present the system information high sharing, between the system how the more effective realization application integration, realizes the information integration, the system may be nimble, vigorously and healthily adapts future question and so on development is a present electric power dispatch information big hot spot. With our country “the electricity of west delivers to the east, the north and south mutually supplies, the national networking” strategic decision implementation, regarding big electrical network analysis and check engineering research also day by day show its importance. But the information integration and sharing are one of essential technical. Information sharing conforms to the country network company about the data conformity thought, also is urgent demand of the electric power dispatch system enhancement of production and the control level. Future the electric power information system development tendency will be the implementation carries on sharing to the electrical network magnanimous information resource. The grid technology is one kind of important international information technology which emerged in recent years. The grid technology may have the huge conformity ability of all kinds of resource, if applies it in the electrical power system, the information and resource sharing brings conveniently for the different dispatch system between, and finally can become strut distributional platform of electrical power system data sharing and the analysis computation. The advantages of data sharing based on the grid technology also

being proposed in this paper.

KEY WORD: power system; informatization; grid; dispatching automation system

摘要: 随着电网的发展，信息技术的应用需求在不断的提出，应用系统还在不断的更新和改进之中。如何使现在的系统信息高度的共享，系统之间如何更有效的实现应用的集成，实现信息一体化，系统可以灵活、健壮地适应未来的发展等问题是目前电力调度信息化一大热点。我国“西电东送、南北互供、全国联网”的战略决策的实施，对于大电网分析及控制技术研究也日益凸现其重要性。而信息集成和共享是其中的关键技术之一。信息共享符合国网公司关于数据整合的思想，也是电力调度系统提高生产、管理水平的迫切需求。未来电力信息系统的发展趋势就是实现对电网的海量信息资源进行共享。网格（Grid）技术是近年来国际上兴起的一种重要信息技术。网格技术对于网络上各种资源可具有巨大整合能力，如果将其应用到电力系统中，为不同调度系统间信息和资源的共享带来方便，并最终能成为支撑广域电网分布式电力系统数据共享和分析计算的支撑平台。文章还提出了基于网格技术的数据共享的好处。

关键词: 电力系统；信息化；网格；调度自动化系统

0 引言

随着互联电网的扩大和具有更快采集速率的采集装置的出现，给电力调度自动化二次系统带来了很大的变化和挑战^[2-3]。一方面，巨大的数据量对一次系

统的数据采集带来了很大的压力,需要发展大信息量、高速数字实时通信及处理技术。另一方面,众多的调度自动化系统采集和积累了大量的电力系统运行、生产管理以及电力市场运营等方面的相关信息,这是电网公司和调度系统的宝贵资源。但是计算机应用系统越来越多,虽然积累了海量的数据,但是系统间缺乏有效的信息交互,逐渐形成了一个“信息孤岛”。因此,在省级电力调度机构设计和建立电力调度数据平台,整合已有数据,进行深度挖掘已成为国家电网公司“十一五”规划的重点内容之一。建设电力调度数据平台是落实“整合公司信息资源”的具体实现步骤,成为目前建设的热点之一。

目前数据交互和信息共享的方式主要有以下几种:

基于标准的数据交换:如 TASE.2、DL476-92、104 等等。这主要是纵向的数据交换方式。

基于公共信息平台的共享。这主要是在调度中心内部的一种横向的数据交换方式。

基于接口方式:这种接口可以是标准的,也可以是非标准的,包括 CIM/XML 文件、CIS 接口、数据库访问接口、各种数据文件等等。这些接口可用于纵向,也可用于横向。

以上的几种方式中,大多是基于静态的配置建立起来的,有两个缺点,一是维护的工作量大,开发有一定的难度;二是缺乏灵活性。

网格(Grid)技术是近年来国际上兴起的一种重要信息技术。网格的理念是在多个机构动态形成的虚拟组织中共享资源和协同解决问题,其本质是共享+协作。网格的目标是实现网络虚拟环境上的高性能资源共享和协同工作,消除信息孤岛和资源孤岛,实现各种资源的集成。因此网格在电力信息共享方面有着巨大的潜力。

网格打破了传统的共享或协作方面的限制,以前对资源的共享往往停留在数据文件传输的层次,而网格的共享允许对其他的资源进行直接的控制,而且共享资源的各方在协作时可以以各种方式更广泛地交流信息,充分利用网格提供的各种功能。

在美国由于电力公司的私有化,因此决定了电力信息作为一种商业机密,很难实现信息的广泛共享,因此网格技术虽然在美国研究很多,且已有很多的网格产品,但很难在电力系统中得到深入广泛的应用。而在中国,由于实行的是“统一调度、分级管理”的体制,因此网格技术在电力调度自动化中可以很方便的得到应用,并最终将成为一种信息共享的标准手段而得到普遍应用。

1 电力信息化现状及问题分析

1.1 电力信息化现状

电力信息化包括电力生产、调度自动化和管理信息化两部分。厂站自动化历来是电力信息化的重点,大部分水电厂、火力发电厂以及变电站配备了计算机监控系统。发电生产自动化监控系统的广泛应用大大提高了生产过程自动化水平。目前电力调度自动化的各种系统,如 SCADA、AGC 以及 EMS 等已建成,省级电力调度机构全部建立了 SCADA/EMS 系统,电网的三级调度 100%实现了调度自动化系统的建设。

1.2 存在的问题

但是这些系统多数是在未经整体规划下建成的,各系统之间缺乏联系,信息不能共享,业务不能协同开展,对企业管理决策的作用十分有限。此外,由于缺乏总体数据规划、数据整合,存在或多或少的“信息孤岛”,部分数据不能融合到整个管理信息平台上。因此电力信息存在着数据重复存储、业务功能重复、数据不统一、信息无法共享所带来的系统之间集成的问题。

另外,目前电力系统在信息处理技术上还比较落后,主要表现在信息的加工还处于低层的数字信号处理阶段,信息的采集重复性较大,未能实现信息的优化,造成硬件建设的复杂与控制回路的复杂;信息的应用过于简单。作为复杂大系统的信息处理技术,应该具有多信息量、多层次、多综合等优点和特点,能适应与应用到运行方式变化大、系统结构复杂的电力系统中来。改变目前电力系统信息处理模式将是电力系统领域研究的新课题。信息共享已成为电力系统稳定运行的一个瓶颈。

1.3 信息化的目标

随着电力系统的调度自动化的各种系统的迅猛发展,电力系统正在朝着信息化的道路迈进^[12-16]。在《国家电网公司“十一五”信息发展规划》中,明确了公司信息化的工作目标,其核心是实施“SG186”工程:即构筑一体化企业级信息集成平台、建设八大业务应用系统和建立健全六个保障体系。通过实施“SG186”工程,将有效地整合公司的信息资源,实现公司上下信息的快速交换和共享^[1]。在信息社会里我们必须改变我们的基本原则,从“需则可知”(need-to-know)到“需则共享”(need-to-share)。未来电力信息系统的发展趋势不一定要将这些系统整合在一起,但有一点可以肯定的是需要对大量的信息资源进行共享。

在一个网省级调度中心内就存在着十余套系统: 能量管理系统 EMS、配电网管理系统(DMS)、电能量计费系统、电力市场技术支持系统、信息管理系统(MIS)、继电保护故障信息管理系统、基于广域量测的动态分析保护控制系统(WAMAP)、水调系统等等各种各样的监视和控制系统, 这些系统大多按照独立建设的模式在不同时期内完成的, 很多信息重复建设且不共享。实际上这些系统都需要实现互联互通, 目前的做法是建立公共信息平台的方法来部分实现信息的共享, 但从这些系统的平台的底层缺乏有效的支撑, 因此难以完成信息的有效集成, 也很难实现大规模的数据交换和共享, 实现高性能计算能力和计算资源的广泛、安全共享也就无从谈起。

2 目前信息共享的实现方案

2.1 信息共享的需求

电力系统的互联使得在广阔的地域内进行资源的优化配置, 互通有无, 相互支援成为可能。但是, 在紧密相连的互联电力系统中, 一个局部故障能迅速向全系统传播, 会导致大面积停电。

在 EMS 系统中传统的做法是对相邻电网的模型在一定程度上进行简化和等值, 并在此系统模型的基础上进行分析计算, 为电力调度与电网监控提供重要依据。上述简化等值的方法克服了由于电力系统数据资源广域分布所带来的数据难以收集的困难, 降低了系统仿真的复杂程度。对于联系不太紧密的子网在一定的精度范围内能够满足实际工程需要。但是对于紧密联系的互联大电力系统, 分析精确度和可靠性就大为降低, 尤其是在稳定分析方面。

因此为了适应电网统一调度要求和在线分析决策的要求, 需要提供全网统一的完整模型和运行断面。综上所述, 信息共享的需求是: 在调度中心内部各系统间需要共享各种数据和信息, 我们称之为横向信息共享。在调度中心之间也需要共享各种电网运行数据和模型等, 我们称之为纵向信息共享。

2.2 公共信息平台

鉴于调度自动化系统的发展现状和应用需求, 目前调度中心通过建设公共信息平台来开展调度系统的数据整合工作。

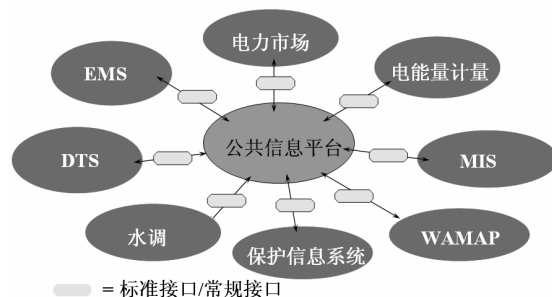
调度数据整合的目标是逐步实现调度系统各应用系统在结构、功能、数据流向、数据命名、设备命名、数据交换等方面的规范化和标准化, 建设安全、可靠、规范、高效的基础数据与应用平台, 实现系统资源、数据资源的最大优化和共享。

公共信息平台系统以 IEC 61970 系列标准为参

考, 结合电网监控模型以及电网管理模型, 在安全 II、III 区分别建设内网数据平台以及外网数据平台, 形成开放式信息集成系统的综合数据平台。为各类应用系统提供基于数据中心的全面一致的数据服务。

建立公共信息平台以后的调度中心各系统间的互联将由原来的网状结构变为星型结构。如图 1 所示。

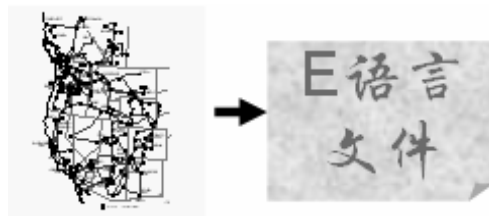
图 1 公共信息平台与自动化系统的接口



2.3 电网运行动态数据交换

由于维护和管理体制的原因, 不可能在一个调度中心内建立起全部的电网模型和收集所有的数据。因此单个调度中心的实时数据资源已经难以满足系统发展要求, 迫切需要其它途径来解决实时数据不足的问题。为此, 国调中心决定在公司系统建立运行数据采集、交换和共享机制, 实现数据分级采集、维护, 全系统共享。为保障调度中心内部 EMS 数据在稳定分析计算中的有效使用, 实现调度中心之间计算用运行数据的交换和共享, 制定了电网运行数据交换规范。并计划今年内将在华中、东北、华北三个网调开展 220kV 电网运行数据交换的工作。数据交换的工作基于电网的分析计算模型进行, 载体为 E 语言。示意如图 2 所示。

图 2 电网运行动态数据交换示意图



2.4 分布式建模及模型拼接

要在某个地点独立实现全网 EMS 系统建模和维护的难度很大, 也存在管理、运维体制上的限制。因此, 要实现一体化的 EMS 信息服务, 其解决之道在于寻求各级 EMS 系统之间模型和图形的交换、拼接和共享途径。为此南网开展了基于 EMS 的在线分布式建模科技项目的研究。需要各省中调配合将各自的

220kV 网络模型实时导出,在南网总调完成模型拼接,从而形成一个南方电网全模型。图 3 为模型拼接的示意图,图 4 显示了分布式建模及模型拼的全过程示意图。

图 3 模型拼接示意图

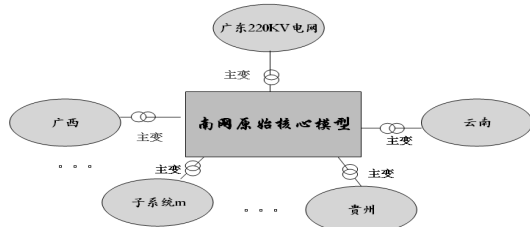
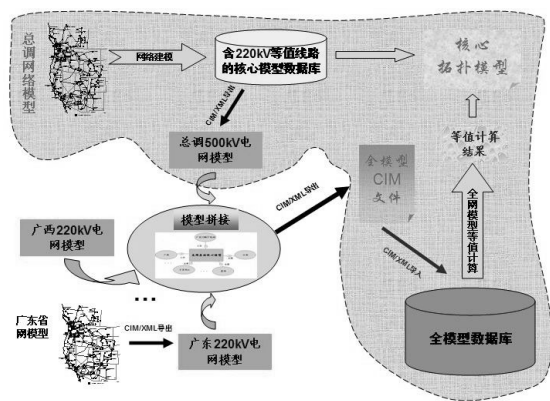


图 4 分布式建模及模型拼接示意图



3 基于网络技术的信息共享的技术思路

3.1 网络技术

网络的概念来自于电网,人们使用电力不需要关心电力来自何方,同样在网格的世界里,使用计算机资源,同样不需要关心这些资源出自那里。这里的资源不仅包括传统的计算机资源,还包括计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、软件资源、通信资源、知识资源、专家资源等的全面共享和协同。

作为下一代互联网的标准,网格技术将会得到不断深入的应用。网格技术在电力调度自动化领域的应用我们可将其称为“电力网格”。电力网格具有很强的分布式处理和信息集成能力。因此电力网格有助于在不同区域调度中心之间交换数据,解决电力系统海量数据之间多种数据格式共存的问题,构建数据网格和信息网格,将数据变成信息,为实现及时、准确地掌握整个电力系统的实时动态创造条件。

3.2 电力网格^[10-11]

网格具备整合电力系统现有数据和资源的功能,

并能提供分布式高性能计算能力,引入网格技术作为解决电力系统信息集成和分析问题的工具,对于解决我国电力系统超大规模计算分析问题具有非常重要的意义。

网格技术是未来解决分布式大规模数据处理和计算的有力工具。而基于网格技术的广域分布式 EMS 平台是研究电力网格功能结构特点和技术实现的基础,有助于解决电网调度系统中存在的分布、异构等问题。网格技术对于网络上各种资源的巨大整合能力使其应用到电力系统中来为不同调度系统间信息和资源的共享带来方便,并最终成为能够支撑整个电力系统数据共享、监控、分析计算和仿真的平台。

3.3 基于网格技术的信息共享

如前所述,电力系统是一个广域分布式的互联系统,对整个系统准确计算时要求获取整个系统的信息,这就要求各个子系统信息有一个比较统一通用的基本信息框架格式。但目前各调度中心采用不同的 EMS 平台,信息结构和处理机制各异,各系统间只具备部分数据交换能力。第二节所述及的信息共享的方案系统的平台的底层缺乏有效的支撑,因此难以完成信息的有效集成,也很难实现大规模的数据交换和共享,实现高性能计算能力和计算资源的广泛、安全共享也就无从谈起。

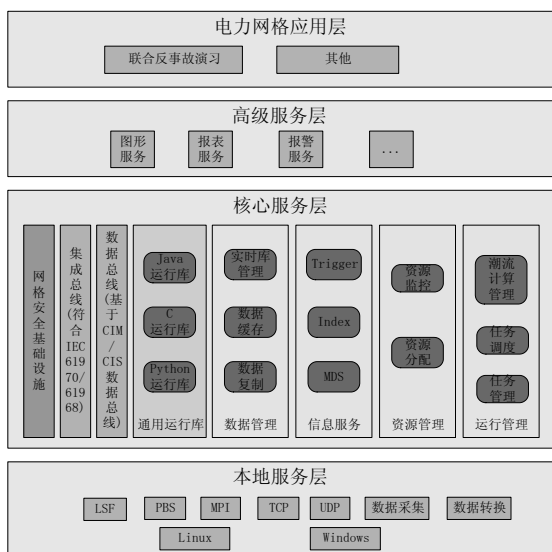
我们需要统筹考虑电力调度中心各自动化系统的数据及应用需求,以面向服务的体系结构,按照应用和数据集成的理念,来构造统一支撑的数据平台和应用服务总线,实现数据整合和应用功能整合,达到数据共享、数据一致、应用功能增值的目的,并为调度自动化的运行和开发提供功能强大、方便易用的集成支撑环境。而这个支撑环境的底层就是网格。基于网格技术的信息共享我们可以称之为“电力数据网格”。电力数据网格的体系结构如图 5 所示。

如上图所示,核心服务层提供了一组基本服务,它们是屏蔽系统的异构性,实现广域资源共享和协同的最基础的支撑环境。具体包括以下几方面:网络安全基础设施、集成总线、数据总线、通用运行库(Common Runtime)、数据管理、信息服务、资源管理、运行管理等。

3.4 网络技术的共享方式的好处

采用网格技术来实现信息共享,最大的好处就是不用像公共信息平台一样把数据全部集中到一起,还是按照原有的数据存放的格式和位置。也不用像 TASE.2 那样对实时数据的共享进行事先定义和维护。完全按照数据的自然特性进行数据的共享。

图5 电力数据网格体系结构示意图



3.5 电力数据网格支撑平台^[4-9]

国电南瑞科技股份有限公司的科技项目《基于网格技术的电网调度自动化集成系统》于2005年获得了江苏省信息产业厅专项经费的资助，资助金额为200万元。在这一项目中，建立了电力网格的支撑平台，并在此基础上构筑数据网格和计算网格。在这个平台中，考虑了如下问题：

(1) 动态。

基于网络的EMS数据资源是在动态变化的、拥有多个调度中心的复杂虚拟组织之内的灵活、安全的协同资源共享与问题求解。网格平台的动态性包括动态增加和动态减少两个方面的含义。

网格资源的动态变化的特点要求网格管理必须充分考虑并解决好这一问题，对于网格资源的动态减少或者资源出现故障的情况，要求网格能够及时采取措施，实现任务的自动迁移，做到对高层用户透明或者尽可能少的损失。

网格资源的动态增加需要提高网格的扩展性问题。也就是说网格的设计与实现时，必须考虑到新的资源能否很自然地加入到网格中来，并且可以和原来的资源融合在一起。

(2) 实时。

电网调度自动化系统是一套面向生产实际的监视和控制系统。因此对于数据和计算资源的共享有实时性的要求。当然这时实时性是粗略的，随着应用的不同对时间响应的要求是不一样的。

这就对网格体系结构的网格服务所采用的技术的效率提出了一定的要求。为了确保实时性，首先需要对网格OGSA体系的支撑技术Web Service的执行效率加以研究，其次需要具体的应用进行分析，结合

应用对实时性的要求来决定采用何种技术。

影响实时性的因素除了Web Service的执行效率以外，还与网络传输的带宽、传输延时以及应用本身有很大的关系。对于大量在广域上传输的数据，这种影响可能会很大。对这种影响需要做出足够的评估，如果不能满足要求，则需要想办法采取一定的措施。从目前的条件来看，调度数据网对于大规模数据传输而言显得太单薄了（带宽小，延迟大），就像大城市之间只有羊肠小道连接。事实上讲，EMS系统是一套实时系统，所采用的任何一项技术都要保证工程的实用性，否则只能作为一种研究成果。

(3) 异构。

网格资源是异构和多样的，存在着系统异构、模式异构和来源异构，硬件上存在着不同体系结构的计算机系统数据上存在着类别不同的数据资源，软件上存在着不同厂家的EMS系统。因此电力网格必须能够解决这些不同结构、不同类别资源之间的通信和互操作问题。

(4) 容错。

网格是一个复杂的异构系统，难免会频繁出错，各种网格资源也会有出现故障的时候，因此网格服务不一定会有正确、及时地返回结果，为了提供可靠稳定的网格服务，必须加强容错性。容错性的处理需要针对具体不同的错误来设计。就像在复杂、不可靠的广域网上需要设计TCP/IP和HTTP一样，网格的实用化依赖于对网格服务平台和应用的细致的深入研究。

(5) 调度。

网格资源的不断动态变化以及资源的差异决定了网格平台应该能够进行有效的资源管理，即拥有高效的资源发现和调度机制，以确保提供最优的网格服务。主要包括三个方面的内容：性能数据的收集、分析与可视化；高性能调度的相关策略和高吞吐率的资源管理。

其中对于资源调度策略非常重要。资源调度是一个极其繁琐复杂的问题。调度的基本原则是保障资源为完成尽可能的任务服务，不能出现死锁是起码的要求，还要考虑资源在时间和空间上的合理搭配，以期达到最好的效果。更为复杂的调度算法还要考虑应用的优先级、资源的预留、自动调度等问题。

(6) 安全。

提供广泛的安全机制，包括认证、授权、记账、审计、完整性、机密性等等。

(7) 数据。

需要提供分布数据管理服务。要能支持访问和操作分布式数据。一些必须的服务包括：数据库访问、

数据传输、复制管理、事务处理、数据安全存储等。

4 结语

互联大电网要求各调度中心对系统的认识是全面和准确的,那么,各调度中心之间必须通过某种形式的相互沟通和协调,及时、准确地掌握整个电力系统的实时动态,以便进行互联电网的安全分析,及时发现问题和采取相应的措施。各电网间的相关信息不应互相封锁、而应彼此交换。这样才能有利于电网安全经济运行和共同的利益。

但现有的信息共享的方案系统的平台的底层缺乏有效的支撑,对维护的工作要求很高,是一种“需则共享”的方式。难以完成信息的有效集成,也很难实现大规模的数据交换和共享。利用网格技术可以建立动态的包括计算、数据、存储等在内的广泛的资源共享,而无需事先定义和维护需要共享的数据,将会使目前的信息“需则共享”的模式转变为“需则可知”的模式,大大加强电力信息化的程度,从而使信息共享的紧密耦合走向松散耦合。

引入网格技术作为解决电力系统分析问题的工具,对于解决我国电力系统超大规模电网的数据共享和计算分析问题具有非常重要的意义。

参考文献

- [1] 石俊杰、李毅松等. 国家电网公司调度系统数据整合总体方案的思考电力信息化, 2006 年第六期。
- [2] 石俊杰, 孟碧波, 顾锦汶. 电网调度自动化专业综述[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (8): 1-5.
Shi Junjie, Meng Bibo, Gu Jinwen. An overview of the practices of power grid dispatch automation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (8): 1-5.
- [3] 陆延昌. 用自动化技术带动中国电力工业的现代化建设[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (24): 1-4.
Lu Yanchang. Boosting China electric industry modernization by using automation technology[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (24): 1-4.
- [4] Systinet Corporation. Web services: a practical introduction to SOAP web services[EB/OL]. [2003-10-01]. http://www.systinet.com/resources/white_papers/.
- [5] Foster I, Kesselman C, Nick J M, et al. Grid services for distributed system integration[J]. Computer, 2002, 35 (6): 37-46.
- [6] Zhu J. Web services provide the power to integrate[J]. IEEE Power and Energy Magazine, 2003, 1 (6): 40-49.
- [7] Matsumoto K, Maruo T, Mori n, et al. A communication network model of electric power trading systems using Web services [C]. Proceedings of 2003 IEEE Power Technology Conference: Vol 3, June 23-26, 2003, Bologna, Italy. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2003: 699.
- [8] Foster I, Kesselman C. The grid: blueprint for a new computing infrastructure[C]. 2nd ed. Singapore: Elsevier, 2005.
- [9] Berman F, Fox G C, Hey T. Grid computing: making the global infrastructure a reality[C]. New York, NY, USA: John Wiley, 2003.
- [10] 张伟, 沈沉, 卢强. 电力网格体系初探: (二) 电力网格体系结构[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (23): 1-5.
Zhang Wei, Shen Chen, Lu Qiang. Framework of the power grid system: Part II architecture of the power grid system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (23): 1-5.
- [11] 张伟, 沈沉, 陈颖, 等. 电力网格体系初探: (三) 原型系统的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (24): 5-8.
Zhang Wei, Shen Chen, Chen Ying, et al. Framework of the power grid system: Part III design and implementation of a prototype system [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (24): 5-8.
- [12] Wu F F, Moslehi K, Bose A. Power system control centers: past, present, and future[J]. Proceedings of IEEE, 2005, 93 (11): 1890-1908.
- [13] 王永福, 张伯明, 孙宏斌, 等. 集中数据管理平台及其在电力市场中的应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (11): 8-11.
Wang Yongfu, Zhang Boming, Sun Hongbin, et al. Integrated data management platform and its application to PMOS[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27 (11): 8-11.
- [14] Humphrey M, Thompson M R, Jackson K R. Security for grids [J]. Proceedings of IEEE, 2005, 93 (3): 644-652.
- [15] Geer D. Taking steps to secure web services[J]. Computer, 2003, 36 (10): 14-16.
- [16] 胡炎, 谢小荣, 辛耀中. 电力信息系统建模和定量安全评估[J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (10): 30-35.
Hu Yan, Xie Xiaorong, Xin Yaozhong. Modeling and quantitative security evaluation for electric power information systems [J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29 (10): 30-35.

收稿日期: 2006-09-08。

作者简介:

杨胜春 (1973—), 男, 硕士, 现主要从事电力系统仿真、电力系统分析和控制方面的研究开发和工程化工作

姚建国 (1963—), 男, 硕士, 现主要从事电力系统分析和控制、WAMS、地铁综合监控系统的研究开发和管理工作的

杨志宏 (1968—), 男, 硕士, 主要从事调度自动化的支撑平台的研发和管理工作的

高宗和 (1963—), 男, 硕士, 现主要从事电力系统分析和控制的研究开发和管理工作