

辽宁电力市场技术支持系统概述

王芝茗¹, 武亚光¹, 张 锐¹, 施毅斌¹, 王 文², 金钟鹤¹, 周长春³, 张志刚², 邵 滨²

(1. 辽宁省电力有限公司, 沈阳 110006; 2. 中国电力科学研究院, 北京 100085)

(3. 中国科学研究院沈阳计算研究所, 沈阳 110004)

摘要: 对辽宁电网电力市场技术支持系统的总体构成、功能模块、网络结构、软硬件配置做了总体介绍。辽宁电力市场技术支持系统实现了网络连接、网络设备和服务器的完全备份方案, 该系统与原有的能量管理系统(EMS)无缝集成, 并利用 EMS 的安全约束调度软件实现了闭环安全校核自动生成发电计划的功能。

关键词: 电力市场; 技术支持系统; 发电计划; 安全校核; 自动化

中图分类号: TM 73; F 123.9

0 引言

进入 90 年代, 世界上许多国家都在进行电力市场改革的探索与实践, 建立和完善电力市场已是电力工业发展的必然^[1,2]。从 1998 年开始, 我国开始在电力行业实行“厂网分开, 竞价上网”, 并先后确定山东、上海、浙江、辽宁、吉林、黑龙江等 6 个省市为首批发电侧电力市场的试点单位。技术支持系统是保证电力市场各种报价、交易、结算、发布等市场行为能够正常运作的技术支撑平台^[3], 辽宁电力市场技术支持系统于 2000 年 4 月 1 日正式投入运行。本文概述其结构及特点, 以期对今后其他电网在技术支持系统建设时能有所借鉴。

1 系统总体结构和配置

辽宁电力市场技术支持系统由 8 个功能模块组成(参见图 1), 分别为报价处理系统、交易管理系统、结算系统、合同管理系统、信息发布系统、电能量计量系统、能量管理系统、报价辅助决策系统。

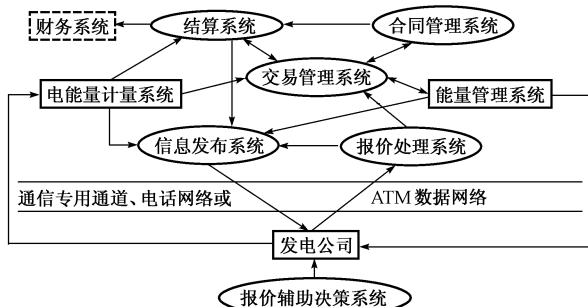


图 1 辽宁电力市场技术支持系统总体结构
Fig. 1 Overall structure of Liaoning power market operator system

辽宁电力市场技术支持系统的服务器采用 Compaq AlphaServer ES40 小型机系统。它是可用于商业、技术和科学应用的高性能、可扩展的企业服务器。采用 Rackmount 结构, 构成 TruCluster 集群系统; 采用 TruCluster 技术, 可以支持大量的并行共存用户, 提高了系统的可用性; 支持用于数据仓库的海量存储; 采用 MC2 内存通道互联, 达到高速、低待机; 可实现系统资源的负载平衡和冗余备份。

辽宁电力市场技术支持系统共配置了 10 台 AlphaServer ES40 服务器, 与原有的 2 台 AlphaServer 4100 服务器共组成 6 套双机磁盘阵列 TruCluster 集群系统。其广域网拓扑结构如图 2。

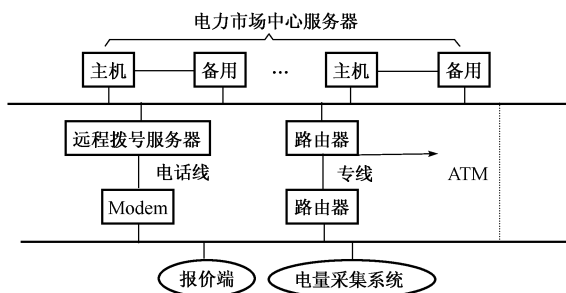


图 2 技术支持系统广域网拓扑图
Fig. 2 WAN topology structure of Liaoning power market operator system

辽宁电力市场技术支持系统的广域网通过 DDN 数字专线或模拟专线与电厂相连, 为了增强远程连接的可靠性和可用性, 为每一个发电厂配置了按需拨号连接, 实现远程链路的备份。目前, 辽宁电网正在进行 ATM 数据网络的建设, 估计 2001 年中期可投入使用, 一旦 ATM 数据网建成, 技术支持系统将以数据网为主通道, 专线或拨号通道作为备用通道。届时远程网络的速率可高达 155 Mbit/s。目

前,电厂端电量采集装置的远程传输通道均已改成与技术支持系统相同的通道,大大提高了电量自动远传的可靠性和安全性。

辽宁电力市场技术支持系统局域网是采用 1 Gbit/s 双以太网作为主干网,主要连接各服务器和中心数据库服务器。为了保证网络的安全,除配置防火墙系统外,同时采用了堡垒主机的安全模式来防止内部网络或外部网络其他用户对数据库的直接访问。为了提高系统的可靠性,网络中的服务器主机全部为双机配置,彼此之间实现热备份,而且所有的网络连接均为双链路连接,实现了网络连接、网络设备、主机设备的完全备份方案。

2 系统软件结构

辽宁电网电力市场技术支持系统采用 3 层架构的体系结构,主要特点是:用户界面的重心由一般应用程序界面转为浏览器界面(Browsers);网络通信协议统一为 TCP/IP 协议;分布式计算结构由单一的 2 个~3 个层次扩展到由客户、不同功能的服务器组成网络拓扑结构的多个层次。该体系结构灵活地利用了已有的软、硬件资源,更好地支持分布式计算环境,大幅度降低前端的开发和维护难度,并且具有高度的安全性等优点。

基于 3 层架构的电力市场技术支持系统的逻辑结构如图 3 所示。

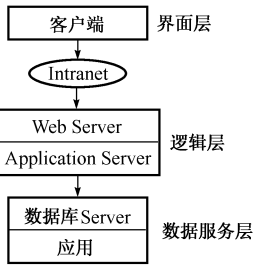


图 3 3 层架构逻辑结构图
Fig. 3 Three-tier logical structure

辽宁电力市场技术支持系统客户端编程语言全部采用标准 Java,它具有跨平台、浏览器编程等优点,为将来系统跨平台移植提供了强大的扩展空间。系统采用了分布式数据库,其主要优点是:①集中式数据库可能因某时刻对多个数据库的访问量太大而性能下降,分布式数据库则可以避免这种情况的发生;②系统的大量数据来自调度自动化系统,采用分布式数据库后对数据的存取变得更加灵活。

3 系统功能特点

辽宁电力市场技术支持系统充分利用了原有 EMS 的资源^[4],例如负荷预测、调度员潮流、安全约

束调度、AGC、SCADA 等功能模块,两者基于同一操作系统平台,无缝集成。因此,在国内首次实现了闭环安全校核自动生成发电计划的功能,在安全校核过程中,采用交流潮流,将无功的影响也考虑在内,对全天 48 个时段的各个断面进行稳态安全校核,大大提高了计算精度。技术支持系统其他模块与 EMS 的信息交换如图 4 所示。

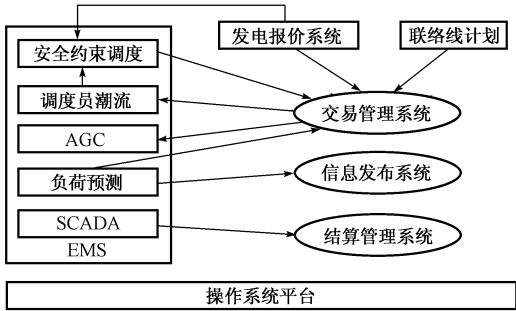


图 4 与 EMS 信息交换图
Fig. 4 Information exchanging with EMS

由于与 EMS 的高度集成,辽宁电力市场技术支持系统的结算管理系统实现了辅助服务的定量结算,较传统定性结算前进了一大步。首先,结算管理系统从 EMS 每 30 s 获取一次联络线的 ACE 值、各竞价机组的有功出力值、无功出力值、投入 AGC 方式等信息,依据上述信息进行辅助服务的定量结算,同时进行机组的电力考核,减少了人为干预,为电力市场条件下的公平竞争提供了有效的技术支持。

辽宁电力市场技术支持系统通过与辽宁省气象台联网,每日获取未来 1 d、3 d、5 d 的气象信息作为输入条件,大大提高了负荷预测的精度;AGC 功能读取交易计划,通过调频(BLR)、调峰(BLO)两种运行方式在国内首次实现了完全闭环指令下达及执行功能;调度员潮流及安全约束调度软件经过改造,获取报价数据及交易计划,并综合考虑报价及网络安全两种因素进行阻塞管理,通过与交易管理系统的计划生成软件进行闭环迭代。

辽宁电力市场技术支持系统的报价辅助决策系统是根据成本分析、市场结算、市场交易、市场预测、效益期望等信息辅助报价决策的综合管理系统。主要功能包括:根据各个生产环节实际发生的成本,核算电厂在不同出力的状态下的成本;依据负荷预测、电网运行数据等对未来市场进行分析预测,为未来报价提供依据;根据本厂的发电成本和对未来市场的预测,编制多个报价决策,进行资源优化、市场分析、风险分析、运行计划、检修计划、风险评估;对主站发布的考核结算结果进行校核;对电厂数据进行综合查询等。

辽宁电力市场技术支持系统采用了先进的交易模型与算法,例如排队法、等微增法、动态规划法、线性规划法、网流法等,适用于各种报价曲线。

由于系统完全基于 Internet/Intranet 的 Web 技术,实现了网上浏览、报价、交易、结算,为未来电子商务的应用奠定了基础。

4 结语

基础自动化工作是电力市场技术支持系统的前提,只有市场及电网信息的实时性、稳定性达到一定的程度,才能保证技术支持系统的可靠运行,特别是电网的 AGC 容量达到了一定的比例,才能进一步实现实时交易。

电力市场技术支持系统本身必须能够满足实时性、可靠性及可扩展性的要求,实时交易系统界面应尽量简化、直观,使调度员操作更为快捷,这样才能达到实用。

要真正发挥电力市场技术支持系统的作用,必须因网因地制宜,结合电网的自动化、数据通信网络、EMS 的实际,使之能够充分利用原有自动化系统的功能。

INTRODUCTION OF LIAONING POWER MARKET OPERATOR SYSTEM

Wang Zhiming¹, Wu Yaguang¹, Zhang Rui¹, Shi Yibin¹, Wang Wen²

Jin Zhonghe¹, Zhou Changchun³, Zhang Zhigang², Shao Bin²

(1. Liaoning Electric Power Corp, Shenyang 110006, China)

(2. Electric Power Research Institute of China, Beijing 100085, China)

(3. Shenyang Institute of Computing Technology, Shenyang 110004, China)

Abstract: The general architecture, network structure, hardware and software configuration of Liaoning power market operator system are introduced. It implements absolute backup of network connection, network equipment and servers, and it is integrated with energy management system (EMS) seamlessly. The security constrained generation scheduling can be built automatically by the security analysis function of EMS in close loop mode.

Keywords: power market; power market operator system; generation scheduling; security analysis; automation

参 考 文 献

- 1 史连军,韩 放(Shi Lianjun, Han Fang). 中国电力市场的现状与展望 (Status Quo and Prospects of Power Market in China). 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 2000, 24(3)
- 2 韩 放,杨以涵,曹 昉,等(Han Fang, Yang Yi-han, Cao Fang, et al). 在我国建立电力市场是必然趋势 (On Developing Power Market in China). 电网技术 (Power System Technology), 1995, 20(8)
- 3 于尔铿,谢 开,韩 放,等(Yu Erkeng, Xie Kai, Han Fang, et al). 电力市场概述 (A Preliminary Introduction to Electric Power Market). 电网技术 (Power System Technology), 1995, 20(3)
- 4 于尔铿,刘广一,周京阳,等(Yu Erkeng, Liu Guangyi, Zhou Jingyang, et al). 能量管理系统 (EMS) 技术展望 (The Technique Development Forecasting of EMS). 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 1998, 22(2): 68~72

王芝茗,男,硕士,从事电网调度运行与管理工作。

武亚光,男,硕士,从事电网调度运行与管理工作。

张 锐,男,硕士,从事电力市场交易与管理工作。