

地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统的研究与实现

刘友波¹, 刘俊勇¹, 唐杰明¹, 梁洪星²

(1. 四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065; 2. 云南电网公司红河供电局, 云南 红河 661000)

摘要: 在电力市场当前阶段, 地区供电局亟需一种实用性强、接口定义灵活、操作方便的电力营销辅助决策技术支持系统以高效地开展电力营销工作。结合负荷管理系统思路, 详细地阐述了一种基于 .Net 技术开发的 B/S 与 C/S 结构地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统的系统构造与主要功能, 并在电力营销计算机辅助决策的实用化方面有所创新, 该系统的实现保证了电力营销工作精细化管理的同时充分体现了优化决策思想。目前该系统已投入实际工程应用。

关键词: 电力市场; 地区供电局; 电力营销; 辅助决策技术支持系统; 优化

Research and implementation of power marketing aided decision-making technology support system

LIU You-bo¹, LIU Jun-yong¹, TANG Jie-ming¹, LIANG Hong-xing²

(1. School of Electrical Engineering and Information, Sichuan University, Chengdu 610065, China

2. Yunnan Honghe Electric Power Supply Bureau, Honghe 661000, China)

Abstract: On the current stage of electricity market, power marketing department of local electric power bureau needs a kind of system platform who has high level of practicability, flexible data interface and easy-use way to improve efficiency. Considering common power load management system, this paper expatiates structure and function of power marketing aided decision-making technology support system based on B/S and C/S mixed structure developed by .Net framework which can ensure success of the task and issue of optimization adequately, and has some innovation in the practice of computer aided decision-making. System mentioned in the paper has been applied into an actual project.

This project is supported by Special Fund of the National Basic Research Program of China(No.2004CB217905).

Key words: electricity market; local electric power bureau; power marketing; aided decision-making technology support system; optimization

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)10-0040-05

0 引言

随着我国电力市场改革稳步推进, 电力营销工作重要性日益凸现^[1], 地区供电局对营销工作的认识逐步加强。面对海量的营销数据, 供电局不仅需进行简单的电力用户与业务流程管理, 还亟需一套具有可靠性、实时性、科学性与易操作性的技术支持系统以完成对供电辖区内营销数据与信息的深入加工, 从而快速地为决策者提供准确、翔实的辅助决策数据, 提高经营管理水平。因此有必要利用当前较为先进且稳定的计算机技术与科学算法, 开发一种符合地区供电局营销工作实际情况的计算机系

统以辅助电力营销工作高效进行^[2]。

本文所开发的地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统能充分利用各部门已有的数据, 如 SCADA 系统与 MIS 系统数据, 并能将海量数据作优化整合, 实时计算出相关指标以提取所关心的营销信息。与目前普通电力营销系统相比, 其最大特点在于提供了优化算法接口, 可对营销部门最关心的购售电问题进行不同时间尺度的理论优化计算, 该算法考虑购售电两侧, 计及市场与政策因素, 构建出的数学模型使购售电利润最大化, 从而为决策者提供科学的营销辅助决策。所有信息按权限进行 Web 发布, 让各部门能迅速掌握第一手营销数据。为提高效率, 该套技术支持系统还提供工作报表自动制作功能和简单易行的数据维护方案。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 项目 (2004CB217905)

1 系统结构

1.1 系统硬件结构

本文研究开发的基于.net 技术开发的 B/S 与 C/S 混合结构地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统利用了地区供电局普遍已有的 SCADA、电能量采集、负控等实时系统, 进行供电辖区电力营销数据的优化整合及指标分析。为方便后期电力营销决策高层软件的开发与应用, 系统搭建了独立的数据库服务器, 按权限开放给局域网内的用户。硬件结构如图 1 所示。电力营销辅助决策技术支持系统挂在地区供电局内部局域网中, 利用 C/S 方式的数据采集终端通过数据中心的 Web Servers 数据输出接口进行实时数据采集汇总, 采集频率可进行自定义, 如 15min、1h 等。系统与 SCADA 等系统进行数据传输采取了安全隔离措施, 以保证各个系统的安全。在系统用户侧, 亦采用一定安全措施, 使局域网内用户只能通过 Web 方式按权限浏览或打印系统发布的信息, 只有超级用户才能通过客户终端机进行数据维护。

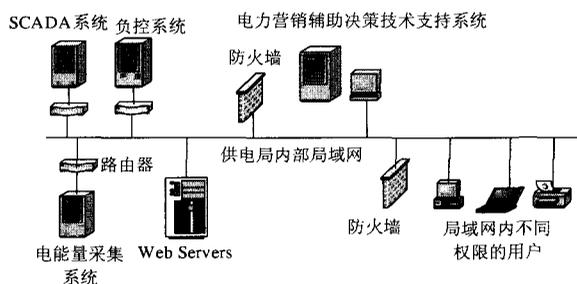


图 1 系统硬件结构
Fig.1 Hardware structure of system

1.2 系统软件结构

软件部分采用 B/S 与 C/S 相结合的结构。B/S 结构具有很好的灵活性与可扩展性, 但服务器开销大, 对网络支持要求较高。C/S 模式是传统的面向数据的信息系统开发技术, 交互性强, 对网络要求不高, 但有维护与管理难度较大, 不能实现程序的快速部署和配置等不足^[3]。系统软件部分结构如图 2 所示, 图中箭头表示数据流。系统信息发布侧与数据维护功能采用 B/S 模式, 该模式无需在每个客户端安装终端程序, 通过浏览器即可完成工作。考虑到数据需从不同实时系统中取出, 而其数据接口差异较大, 为使采集稳定, 提高系统适应性, 数据采集部分采用 C/S 模式, 数据采集程序安装在系统服务器上, 即可进行实时数据汇总。该系统采用 .Net 框架设计, 其提出的 Webservice 技术定位于开放的

标准, 能够用于任何平台, 更能体现系统的开发要求^[4]。系统以 VS.Net 2003 作为开发环境, 以高效的 C# 语言作为开发语言, 采用性能稳定的大型关系数据库 ORACLE 作为数据存储工具。

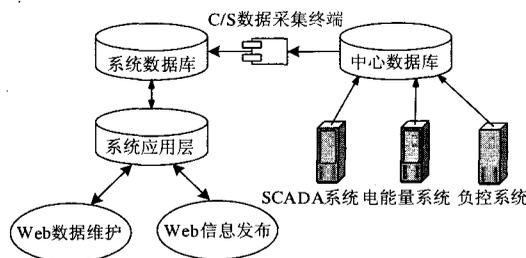


图 2 系统软件结构
Fig.2 Software structure of system

2 系统功能模块分析

如图 3 所示, 地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统包括四个主要模块: 实时数据采集模块、基于 Excel 操作的数据维护模块、电力营销技术支持基本数据系统、购售电优化辅助决策系统。后两者是核心功能。

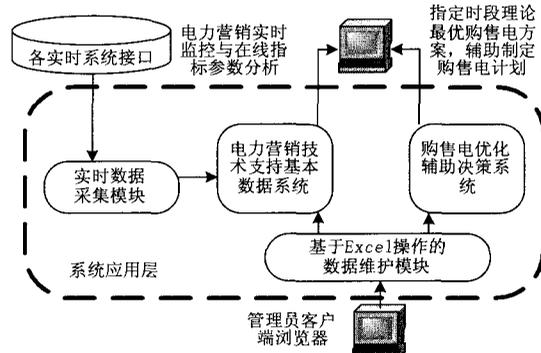


图 3 系统主要功能模块
Fig.3 Main function module of system

2.1 实时数据采集模块

具有用户自定义接口的实时数据采集模块为系统最重要的功能之一, 通过安装在服务器上的 C/S 模式数据采集程序实现, 主要解决和已有的实时系统的数据通讯问题。该系统所应用的地区供电局有专门用于集成实时系统数据的中心数据库 (如图 2 所示), 目前以中心数据库形式集成电力系统各部门数据作为高层应用基础数据平台已越来越普遍^[5]。该中心数据库提供了 Web 方式的接口函数, C/S 数据采集终端通过调用此类函数, 即可采集到不同类型实时系统的数据。接口函数一般定义为:

GetData(String service, String Operation, String

key, String XmlOption)。

调用函数后,生成 XML 格式的实时数据返回值供程序解析。该返回值与所关注的数据还有一定差异,例如 SCADA 系统多是各厂站数据,而营销人员所关注的是以电力用户为单位的数据,对用电点分布较广且具有多处计量点的用户,数据表达可能不完整,因此需对采集数据进行对应处理及维护,这些处理均由营销人员给出规则后自动完成。

2.2 基于 Excel 操作的数据维护模块

系统所需大部分数据都可通过实时采集到,但部分数据,如人工抄表数据、部分地区电厂数据无法从 SCADA 等实时系统直接得到,这时就需要人工进行数据录入。考虑通用性与工作惯例,系统应用层的 Web 方式数据维护功能提供 Excel 远端上传接口,可根据权限按用户自定义格式上传数据,亦可具有针对性的修正数据,以进行数据维护。

2.3 电力营销技术支持基本数据系统

电力营销技术支持基本数据系统是整个系统的核心之一,主要包括了以电力用户及地区电厂为对象的数据查询显示及深入加工处理,具体包含用电量、负荷、地区小电管理、供电量分析、购售电经济分析、系统维护等模块,如图 4 所示。电力营销技术支持基本数据系统的功能是对购、售电侧各项数据与指标进行实时控制与分析,以达到精细化管理目的,并向决策者提供准确的实时数理依据。

2.4 购售电优化辅助决策系统

作为地区内最主要的电力供应企业,供电局面临从多种类型电源点以不同方式购电与向不同电价用户售电的问题,由于电量基数大,因此优化购售电策略以增加利润具有重大经济意义。购售电优化辅助决策系统着重解决地区供电局最为关心的购、售电问题^[6],在国内较早地实现了优化算法应用于电力营销工作的实用化。购售电优化辅助决策系统综合考虑了市场和政策两方面因素,可根据用户输入信息(如省公司购电指标约束、各厂电价、最大上网能力、重点用户标识、用户目录电价等)对年月日等不同时间尺度进行优化计算,得出相应时段基于各种约束的理论最优购售电策略以实现辅助决策。采用线性规划对购售电问题进行数学建模,各时间段优化模型用矩阵形式统一表示如下:

$$\max S_p \cdot x_t - A_p \cdot y_t \quad (1)$$

s.t

$$\sum x_t = \sum y_t \quad (2)$$

$$C \leq A \cdot \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} \leq B \quad (3)$$

$$x_t = x_i \cdot \varphi \quad (4)$$

$$t \in T \quad (5)$$

式中: S_p 和 A_p 为目标函数系数矩阵,一般分别为售电侧各用户电价与购电侧各电源点购电价,目标函数为在用户选择的时段 T 内利润最大。 x_t 和 y_t 为决策变量,即时段 T 内对不同电源点和用户的最优购、售电量, φ 为考虑了政策因素的重点用户标识矩阵。 A 、 B 、 C 分别为用户和电源点时段 T 内的不等式系数及购售能力上下限矩阵。



图 4 电力营销技术支持基本数据系统功能模块

Fig.4 Main module of basic data system of power marketing technology support system

实际应用中,考虑重点用户不间断供电、省网购电指标保证完成等约束,将地区供电局不同时间尺度的购售电计划分别作为一个联动的整体进行优化,该类优化问题是一个高维的规划问题,考虑到解此类数学模型的稳定性,可将购售电优化辅助决

策系统中的算法封装成独立的动态链接库安装于系统应用层中, 通过 Web 方式与用户进行交互, 操作原理流程如图 5 所示, 箭头表示数据流。操作人员以自定义 Excel 报表格式通过应用层的数据录入模块进行优化信息输入, 考虑适用性, 系统提供了数据检查功能进行数据合理性分析, 以防止由于数据录入错误而造成的模型无解, 该功能亦可检测出数据有误的具体位置。位于服务器系统应用层的优化算法根据用户输入信息, 自动生成 (1) ~ (5) 模型, 并将解出的优化值存入数据库中, 同时通过 Web 方式按权限发布给局域网内其他用户。所得到的结果即为在操作人员所选时段内, 供电局向省网和各地区电厂的最优购电量曲线分配, 以及向所选用户的最优售电曲线, 综合结果为在优化时段中考虑了政策因素的购售电理论利润最大化。此结果对决策人员极具参考价值。

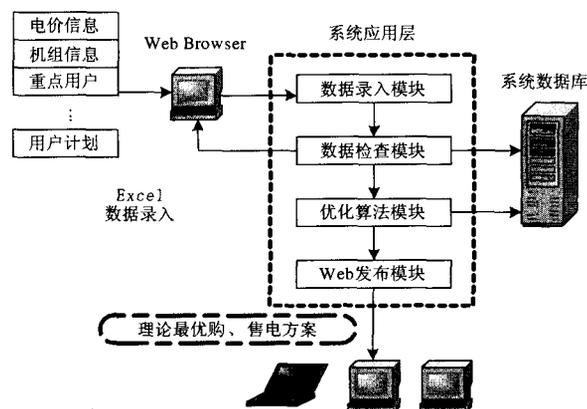


图 5 购售电优化系统操作原理流程图

Fig.5 Flow chart of optimization system operation principle

3 主要技术特点

(1) 数据接口定义灵活, 扩展性强

从数据采集角度来看, 基本数据系统是一个功能面向电力营销工作、功能强大的数据汇总与实时分析技术支持系统, 能充分利用地区供电局各部门现有数据资源, 采用用户自定义接口方式, 因此具有覆盖面较广的数据来源, 为后期电力营销高层软件的应用打下了技术基础。

(2) 采用 B/S 与 C/S 混合结构

为保持数据来源稳定安全与快速相应, 采用 C/S 进行数据采集, 节省了网络通讯量开支; 信息发布均采用 B/S 模式, 使电力营销辅助决策不受客户端限制, 系统维护与扩展方便。

(3) 按用户自定义格式自动制作报表

系统所有模块均提供了按用户定义格式自动生成 Excel 工作报表的功能, 极大地提高了电力营销工作效率, 方便后期数据报表制作。

(4) Web 方式批量数据维护

管理员可通过客户端浏览器利用事先定义格式的 Excel 上传数据进行批量数据维护, 使维护工作量大大减小, 一定程度上减小了对硬件的依赖。

(5) 强化地区电厂管理

与一般的负荷管理及电力营销软件不同, 地区电厂管理模块是该系统的一个组成部分, 可对地区电厂进行实时动态监控, 为管理地区地调、县属及自备等电厂提供了技术支持。

(6) 计划值、实际值与优化值的比较

系统提供了购售电优化辅助决策功能, 能计算出所选时段的购售电理论最优值, 以进行辅助决策。电力营销人员可通过对购售电量的计划值、实际值与优化值的比较, 摸索出一套适合本局的电力营销策略, 以完善营销工作体系, 达到增效的目的。

(7) 优化决策算法的实用化

系统将基于线性规划的地区供电局购售电优化模型引入工程实际, 并在程序上考虑了工程实用的特点, 做了相应处理, 保证了程序稳定性与易操作性。用户无需深入了解算法, 输入指定数据即可。

4 应用实例

地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统已成功开发并应用在云南省红河供电局, 系统页面风格如图 6 所示。红河供电局是云南省售电量较大的地区供电局之一, 该地区工业用户集中, 不到 70 家大用户 (含趸售供电) 负荷所占比例超过总负荷的 90%, 负荷特性较为平稳, 用户行业跨度大, 涵盖了黄磷、化肥、有色金属、水泥、铁合金等行业,

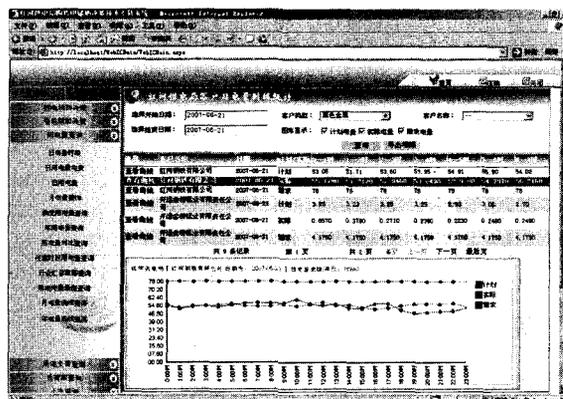


图 6 用户电能实时控制页面

Fig.6 Real-time control of users' consumption

各用户用电特性差异较大, 电价也不相同。目前该电力营销辅助决策技术支持系统运行稳定, 功能正常, 为该局电力营销工作成功地提供了有力的数理依据与决策支持。这里列出日购售电优化系统算例与该局实际购售电量数据相比较。以计算 2007 年 5 月 20 日的理论最优日购售电计划为例, 系统计算出优化结果供决策人员参考, 如表 1~2 所示, 本文研究的系统所得购售电方案可使购电费用节省 9.118 万元, 售电收入可增加 6.79 万元。通过计算出的购、售电理论最优值与实际值的比较可以看出, 系统可通过所提算法对电力营销中的购售电量进行最优分配, 在购、售总量一致前提下, 使得购电支出最少而售电收入最多, 从而为决策人员提供有力的辅助决策技术支持, 算例结果印证了这一结论。系统还可计算出该日 24 个时段最优购售电方案, 结果也极具参考价值, 限于篇幅不再列出。

表 1 日购电优化结果

Tab.1 Result of acquisition optimization

编号	名称	购电量 /MWh	购电费用/ 万元	实际购电 /MWh	实际费用 /万元
1	A 电站	202.89	4.54476	200	4.3
2	B 电站	329.03	4.27739	341.4	4.75
3	C 电站	239.84	3.11792	210	2.67
4	D 电站	41.19	0.94737	45	0.983
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	E 电站	267.7	5.75548	278.5	6.43
36	F 电站	125.11	2.6898	130	3.25
37	网购	18056.76	704.345	18443	716.4
总	计	25795.37	871.3321	25795.4	880.45

表 2 日售电优化结果

Tab.2 Result of sale optimization

编号	名称	售电量 /MWh	限电量 /MWh	收入 /万元	实际 售电 /MWh	实际 收入/ 万元
1	A 化工厂	1760.9	0	51.19	1761	51.2
2	某纸品厂	364.05	0	17.1	364	17
3	某锌品厂	137.94	110.5	6.4	158.6	7.33
4	B 化工厂	59.64	0	2.95	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	某水泥厂	189.96	0	22.98	170	18.9
46	某化肥厂	88.81	0	2.58	72	2.23
47	某矿冶厂	290.34	80.13	14.5	278.2	13.1
总	计	25795	423.1	1095.79	25795	1089

5 结语

本文所阐述的地区供电局电力营销辅助决策技术支持系统已投入实际工程应用, 能满足电力营销部门的工作需求, 同时为供电局决策层提供了有力的辅助决策技术支持, 对电力营销工作的改进与提

高起到了较大的帮助作用。所建立的营销数据支持系统与购售电优化系统是一套覆盖面广、面向电力营销工作的大型技术支持平台, 该平台的建立只是第一步, 下一步应着重研究基于该技术支持系统的电力营销高层应用软件的开发与应用, 使整套系统逐渐成为一个接口统一、功能清晰的自动化体系, 从而逐步实现灵活的需求侧管理及其他高层应用, 使地区供电局在电力市场改革中同步具有强大的理论与技术支持。

参考文献

- [1] 国家发展与改革委员会. 关于“十一五”深化电力体制改革的实施意见[EB/OL]. <http://www.sdpc.gov.cn/>
- [2] 裴辉东, 梁云凤. 电力营销管理信息系统的应用框架设计与实现技术[J]. 电力系统自动化, 2004,28(11):83-86.
PEI Hui-dong, LIANG Yun-feng. Application Framework Design and Implementing Technology of a Power Marketing Management Information System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004,28(11): 83-86.
- [3] 李国栋, 顾强, 郭浩, 等. 基于 C/S 和 B/S 结构的多数据源电能质量数字化管理平台[J]. 电网技术, 2006,30(增刊): 642-645.
LI Guo-dong, GU Qiang, GUO Hao, et al. C/S and B/S Based Multiple Data Sources Digital Management Platform for Power Quality[J]. Power System Technology, 2006,30(S): 642-645.
- [4] 王玉荣, 魏萍, 李庆昌, 等. 电力市场仿真和培训系统的设计及实现[J]. 电力系统自动化, 2007,31(12): 96-99.
WANG Yu-rong, WEI Ping, LI Qing-chang, et al. Design and Implementation of Power Market Simulation and Training System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007,31(12):96-99.
- [5] 吴克河, 郑培昊, 周景. 用于 MIS 的实时数据共享软件平台的设计与实现[J]. 电网技术, 2006,30(增刊): 108-111.
WU Ke-he, ZHENG Pei-hao, ZHOU Jing. Establishment of Real-time Sharing Software Platform for MIS in Power Grid[J]. Power System Technology, 2006,30(S): 108-111.
- [6] Woo Chi-Keung, Rouslan I, Ira Horowitz. Managing Electricity Procurement Cost and Risk by a Local Distribution Company[J]. Energy Policy, 2004, 32: 635-645.

收稿日期: 2007-09-09; 修回日期: 2007-10-30

作者简介:

刘友波(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为地区级电力市场结构及其优化、地区供电公司的最优购售电方案; E-mail: mailtobo@163.com

刘俊勇(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电力市场、分布式发电、电力系统可视化等方面的研究。