

基于 B/S 模式的负荷管理系统研究

张红旭¹, 邱武², 姚建刚¹, 张凯³, 李川⁴

(1. 湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082; 2. 益阳电业局调度管理所, 湖南 益阳 413000;
3. 湖南省电力调度通信局, 湖南 长沙 410007; 4. 湖南湖大华龙电气与信息技术有限公司, 湖南 长沙 410012)

摘要: 针对电力负荷管理工作的需要, 基于网络技术开发了负荷管理系统。该系统采用 3 层浏览器/服务器体系架构和动态服务器页面技术, 弥补了当前负荷调度管理工作自动化的不足, 使得负荷预测管理工作更加科学化、有效化。系统容易维护, 页面友好, 操作简单实用, 数据安全, 可以有效减轻调度人员的工作负担, 大大提高预测精度和工作效率, 成为电力负荷管理人员的有力辅助工具。

关键词: 负荷管理; 管理系统 (MS); 浏览器/服务器模式 (B/S); 活动服务器页面 (ASP)

Study on the load management system based on browser/server mode

ZHANG Hong-xu¹, QIU Wu², YAO Jian-gang¹, ZHANG Kai³, LI Chuan⁴

(1. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China; 2. Yiyang Electric Power Dispatching Department, Yiyang 413000, China; 3. Hunan Electric Power Dispatch and Communication Bureau, Changsha 410007, China; 4. Hunan HDHL Electric & Information Tech Co., Ltd, Changsha 410012, China)

Abstract: According to present need of load management, a load management system is developed based on intranet network technology. In the system, the 3-layer browser/server architecture and active server page technology are adopted to remedy the defects of automation degree in load management. It makes load management more scientific and efficient. The system possesses many advantages of easy maintainability, friendly interface, simple and practicable, data security, so it can effectively reduce workload and improve forecasting accuracy and efficiency. It becomes a powerful accessorial tool for load forecasting management.

Key words: load management; management system (MS); browser/server (B/S) mode; active server page (ASP)

中图分类号: F123.9 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)08-0025-05

0 引言

电力负荷预测管理是电网调度机构制定发供电计划和做好电网供需平衡的关键, 也是电力市场运行的基础之一。科学预测电力负荷是实现电力供需平衡的重要手段, 是电力系统规划、计划、运行和决策的重要组成部分, 可以节约能源消耗, 促进电力企业高效管理运行, 优化电力工业布局, 更进一步满足国民经济持续健康发展和人民生活水平不断提高的需要^[1]。

目前, 部分地区电力系统负荷管理工作的自动化程度很低, 调度员手工输入预测结果保存在本地 EMS 系统, 利用传真或载波电话方式向上一级调度部门传输数据。数据上报耗时, 程序复杂且易出错, 当滚动预测结果变化时, 又必须花费大量时间对已上报数据重新修正。

随着电力市场化改革的加速和网络环境的日益成熟^[2-7], 为了加强地区负荷预测专业管理, 提高

负荷预测水平, 结合电力系统实际情况, 必须进行充分的负荷管理研究, 从而制定高效的负荷管理办法, 满足负荷管理工作的需要。而传统的手工和单机系统已经无法适应需求。本文根据电力调度部门工作的特点, 综合运用系统软件工程方法, 以浏览器/服务器 B/S (browser/server) 体系架构和网络信息技术为手段^[5-11], 研发出基于活动服务器页面 ASP (active server page) 的负荷管理系统, 提高调度部门的工作效率, 提高负荷预测的精度。

1 系统体系框架

1.1 网络体系架构

系统采用最先进且成熟的三层 Browser/Server (B/S) 体系架构, 从技术上保证系统灵活的扩展能力、良好的可再升级性能和快速移植的能力^[4]。

随着计算机技术的快速发展, Microsoft 提出的一套以 Web Service 为核心的解决方案 Microsoft .NET^[3-7]。Web 客户端为通用浏览器, 显

示用户界面并处理部分功能；Web 服务器负责处理业务，实现与客户端、服务器的交互；数据库服务器对分布在网络服务器上的各种信息进行动态管理，满足应用程序对数据的合法请求。Web 系统的框架结构如图 1 所示。



图 1 三层(B/S)架构

Fig.1 Three-layer B/S structure

采用 B/S 模式使得调度员能够跨越地域和客户端的限制，远程办公的实现改进了传统的业务模式。同时系统支持远距离通信，外部用户在许可下可以通过 Internet 进行访问。B/S 模式降低了系统维护和二次开发费用，在技术上还增强了负荷预测管理系统的安全性、可靠性，所有重要数据和信息均保存在数据库服务器中，数据库服务器只响应 Web 服务器的合法请求。

1.2 系统相关设计

1.2.1 用户权限划分

按照系统安全性和功能分配，可分为四类：系统管理员、中调调度员、地调调度员、小水电专员。随着系统的需要，可以增添或修改用户及权限。

系统管理员负责维护系统，控制用户权限，以及增添新用户，具备最高操作权限，可以完成系统的每项工作。中调调度员负责省中调端的日常工作，包括汇总地调负荷计划、制定本区域负荷计划、上报和下达计划、制作表单等。地调调度员负责制定本地区负荷计划、上报数据及统计制定表单。小水电专员接收和下达地调传输的小水电相关数据，统计数据制定表单，管理日常小水电业务。

1.2.2 系统安全性设计

系统总体上采用防火墙隔离和基于浏览器的身份验证进行访问限制。对本地或其他子网、广域网中的用户，系统提供的是 Web Port 80(网络 80 端口)通信端口，以及安全嵌套层 SSL (security socket layer) 端口。B/S 模式服务器上的普通信息采用浏览器权限控制。利用授权访问控制技术，系统按照登陆用户提交的用户名和密码确定其权限范围，然后为该用户建立一个会话连接并保存用户名，授权用户对数据库进行适当权力的访问；也会同时生成一个唯一的会话 (Session) 来防止匿名用户进入系统，限制用户的访问范围。对于系统中的重要文件夹、数据库文件、应用程序采用基于数字证书的 SSL 端

口进行连接^[2]。

2 系统主要功能分析与实现

2.1 系统功能分析

2.1.1 总体功能

负荷预测管理系统的总体功能是对数据的运算、组织和汇总，核心功能模块是负荷分析、负荷预测。具体来讲，负荷管理的具体内容一般包括八个方面：

- (1) 收集和统计本地区电网负荷资料；
- (2) 进行用电情况分析；
- (3) 进行负荷需求预测；
- (4) 编制、下达供电调度计划；
- (5) 参与编制、下达有序用电方案和事故限电方案；
- (6) 向有关部门报送地区日、月、年用电情况报表；
- (7) 向省调提出修改地区功率总加关口和计量关口的申请；
- (8) 负荷管理技术平台基础数据录入、完善和补充。

其中，(1)、(8)属于基础数据的收集和积累过程；(3)是负荷预测阶段；(4)、(5)数据编制报表阶段；(6)、(7)属于具体的工作中的业务阶段。功能模块如图 2 所示。

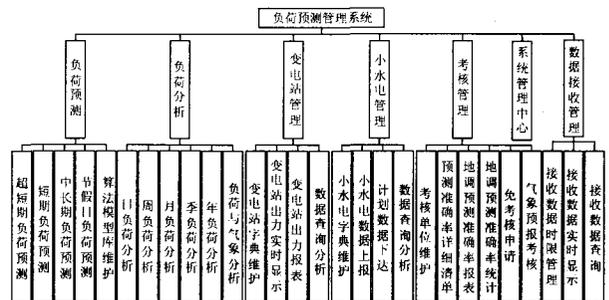


图 2 系统功能结构

Fig.2 Diagram of system function blocks

2.1.2 负荷预测模块

该模块是系统的核心所在。按照电力负荷预测的目的和时间域上的差别分为四类。其中超短期负荷预测的时限是未来一小时，短期负荷预测的时限是未来一天，中长期负荷预测的时限是年度或月度，节假日负荷预测其实是属于短期负荷预测类别中间特殊的一类，由于其所呈现出的变化规律明显区别于短期负荷预测中间其他类别的日期负荷的变化，因此在处理中要做特殊考虑。由于任何一种方法都有其自身的优点和短处，而多种模型的有效综合可

以实现强强联合, 互为补充, 丰富的预测算法模型库可以有效提高预测精度。操作页面友好、功能丰富, 为预测人员提供极大的方便。

2.1.3 负荷分析模块

分析负荷与各种影响负荷要素之间的相关关系以及负荷自身的内在规律, 并以丰富的方式呈现出来, 有助于负荷预测与管理人员把握负荷的变化规律, 积累宝贵的专家经验。其中日负荷分析包括日负荷分析、日时间段电量分析、单点趋势分析、查找典型日; 周、季、年负荷分析包括负荷指标对比分析以及负荷特性分析; 负荷与气象分析包括最大负荷与最大温度、平均负荷与平均温度等。

2.1.4 变电站管理模块

变电站管理是对各级电力企业所属的变电站母线负荷和总加负荷的管理, 其中包括了各种报表和数据分析, 这部分也是母线负荷预测的基础。

2.1.5 小水电管理模块

小水电不断增多, 已成为影响负荷预测准确率的重要因素之一。小水电管理模块是对小水电的管理、分析和汇总功能的总加。包括了小水电站计划的上报、确认下达、数据分析汇总和分类报表等日常管理功能。

2.1.6 考核管理模块

考核管理模块主要是执行对下级单位负荷预测准确率考核与奖罚的过程, 其中考核和奖罚功能按照相关标准由系统自动执行, 并将结果以各种报表的形式呈现给用户。

考核指标是用于衡量负荷预测效果的因子, 本系统涉及到六个指标: 负荷预测准确率^[8]、点合格率、最高负荷预测准确率、最低负荷预测准确率、预测数据上报准确点率和电量预测准确率。本文重点介绍如下指标:

$$\text{最高负荷预测准确率} = 1 - \left| (Y_{\max} - \hat{Y}_{\max}) / Y_{\max} \right| \quad (1)$$

$$\text{最低负荷预测准确率} = 1 - \left| (Y_{\min} - \hat{Y}_{\min}) / Y_{\min} \right| \quad (2)$$

$$\text{预测数据上报准确点率} \% = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (3)$$

式(1)中: Y_{\max} 和 \hat{Y}_{\max} 分别代表实际最高负荷和预测最高负荷; 式(2)中: Y_{\min} 和 \hat{Y}_{\min} 分别代表实际最低负荷和预测最低负荷; 式(3)中: n 代表某段时间内准点上报数据次数, N 代表总次数。

考核类型包括: 日考核、周考核、月考核、季考核和年度考核。每一种考核类型都包括除预测数据上报准确点率以外的五种指标。在考核类型中日考核是基础, 其余四种的考核指标的计算方法都是通

过对日考核相应考核指标值取平均得来的。其意义在于, 电力系统是一个连续运行、受多种随机因素干扰的复杂系统, 在无法确保每一天的预测工作都达到较高水平的条件下, 引入周(月、季、年)考核从不同的时间段上整体地反映负荷预测的效果, 可以更科学合理地评价预测工作。

考核模块还包括免考核申请和气象预报考核; 由于气象预报的准确程度直接影响到了负荷预测准确率, 建立有效的气象预报考核机制, 约束气象部门不断提高电力气象预报准确率。

2.1.7 数据接收管理模块

本系统搭建的省地一体化平台不仅涉及到复杂的数据共享、交换和传送, 还牵扯到数据的安全性、格式规范和及时性等问题。本系统采用统一的数据规范, 以电力企业内部广域网为主, 以电力企业 OA 系统为辅, 实现数据的自动和人工接收发送确保数据和信息准确、及时的传递。该模块涉及的接收数据包括地市计划负荷、每日气象数据、明日小水电计划、昨日水情数据、昨日小水电实际数据。

2.1.8 系统管理中心模块

系统管理中心主要完成对用户及用户权限的管理、字典维护和日志管理、数据补齐设置管理等功能。

2.2 数据库设计

2.2.1 数据库规划设计

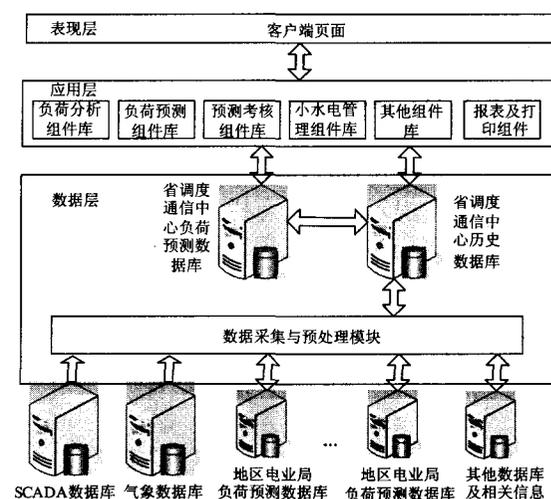


图3 数据流程图

Fig.3 Flow of data

数据库设计根据平台需要划分为两个库: 本地数据库和对外接口数据库。在本地数据库中, 管理员对重要的数据库对象建立了数据库快照, 以防备出现数据库系统网络掉线。对于海量数据分析库建立了相应的数据仓库, 以便于数据分析及预测分析

使用。在对外的接口数据库建立了只有可写权限的用户以供外部数据写入。如图3所示。

2.2.2 数据接口

在平台中对数据库的数据访问采用SQL Server 专用接口，它具有连接速度快、可靠性好等特点，并且平台中还采用不间断连接等技术，可以保证平台数据访问的连续性。

平台采用三层结构的Web设计，数据库访问必须通过Web接口程序、业务逻辑接口程序等才能到达数据库接口，充分地保证了数据库访问的安全性。为了提高Web用户的访问速度，平台设计采用了数据库缓冲技术。对于每项数据访问，平台都建立了相应的数据库数据连接池。

同时系统灵活提供多种形式实现与网调、调度通信中心内其他系统、发电计划系统及电力市场运营系统的接口。

2.2.3 数据读取和传输

通过指定“定义文件”的版本标示，程序定期自动判别版本标示是否变化。若发生变化则重新读取定义文件，并根据文件的相关信息修改内部的数据定义，然后根据新的数据定义进行数据读取。

数据文件形成后，启动数据传输的进程，须保证数据传输的方式与数据读取相隔离。其利用 ftp 标准协议对外发布数据。

其他需要的数据包括：经批准的重大排灌和检修计划、各水火电站经批准的发电计划、电价等。这些数据可从其他系统采集或根据调研实际情况，可进行手工录入、文件导入。

2.3 程序实现

系统采用模块化设计，易于扩充。界面分为侧边栏、目录树、提示框、状态栏及信息框等，精心设计界面风格布局 and 操作流程，符合电力行业人员习惯。另外，平台支持全屏显示，确保平台图形界

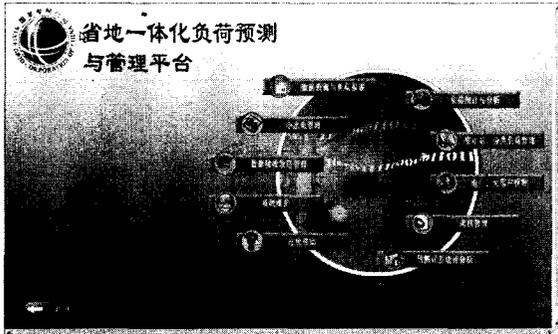


图 4 系统主页面

Fig.4 Main menu page of system

面最大化原则。采用 Microsoft .NET 开发，数据库使用 SQL Server 2000，Web 服务器采用的是 IIS6.0。

系统的主界面如图 4 所示。负荷预测界面如图 5 所示。负荷分析页面如图 6 所示。

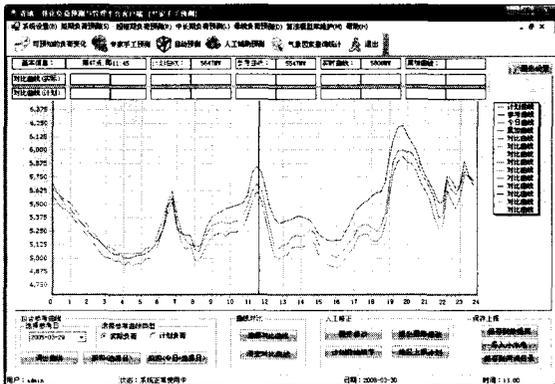


图 5 短期负荷预测页面

Fig.5 Page layout of short term load forecasting

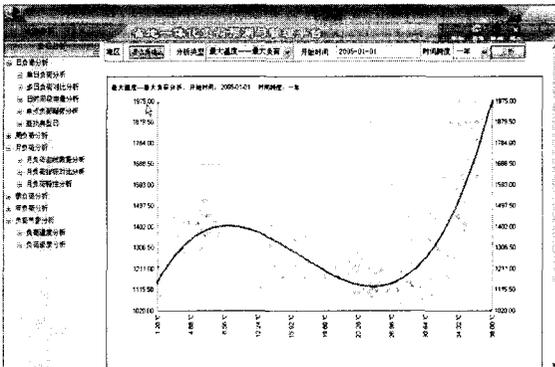


图 6 负荷分析页面

Fig.6 Page layout of load analysis

3 结语

负荷预测管理系统为负荷预测管理人员提供了有力、有效的辅助工具。系统自动完成数据的读取和处理、考核等工作，提供规定的报表格式。丰富的预测模型库提供了科学全面的预测策略，并有效地应用专家经验干预预测过程，提高了预测精度。系统在最大程度上优化工作流程，简化操作，提高工作效率，方便用户使用，这是省地一体化负荷预测管理系统的根本目的和出发点。

在湖南电网的运行结果表明，系统提高了总体预测精度，加快了数据统计报表生成的速度，有效优化了负荷管理工作。下一步要同电力负荷管理人员紧密沟通，获取操作人员在实际中发现的问题，对系统及时改善、升级换代。

参考文献

[1] 牛东晓, 曹树华, 等. 电力负荷预测技术及其应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

- [2] 冯志强, 杨宗霄, 程传业, 等. 基于 B/S 模式的火电厂安全评价信息系统[J]. 电网技术, 2007, 31(21): 67-71.
FENG Zhi-qiang, YANG Zong-xiao, CHENG Chuan-ye, et al. Security Assessment Management Information System for Power Plants Based on Browser/Server Mode[J]. Power System Technology, 2007, 31(21): 67-71.
- [3] 明玲玲, 李晓明. 基于 B/S 和 C/S 结合模式的地区模拟电力市场负荷考核系统[J]. 继电器, 2005, 33(4): 49-52
MING Ling-ling, LI Xiao-ming. A New Load Test Simulation System in Power Market of Local Region Based on B/S&C/S Combined Mode[J]. Relay, 2005, 33(4): 49-52.
- [4] 楼平, 张鹰. 基于 B/S 结构的变电站自动化信息采集发布系统[J]. 电网技术, 2006, 30(6): 92-94.
LOU Ping, ZHANG Ying. Automation Information Collection and Release of Transformer Substation Based on B/S Mode[J]. Power System Technology, 2006, 30(6): 92-94.
- [5] 胡俊, 沈利华, 等. 电力市场技术支持系统主站的三层体系方案[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(2): 17-20.
HU Jun, SHEN Li-hua, et al. A Three-tier Infrastructure Solution Based on Socket API and ITS Application to Electricity Market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 13(13): 89-91.
- [6] 卫伟, 陈慧娟. 微软 .NET 平台初探[J]. 微机发展, 2003, 13(13): 89-91.
WEI Wei, CHEN Hui-juan. The Primarily Study of Microsoft .NET Application Architecture[J]. Microcomputer Development, 2003, 13(13): 89-91.
- [7] 马永光, 陆振国, 林永君. 基于 Internet 的电厂远程实时监控[J]. 电网技术, 2007, 31(2): 80-83.
MA Yong-guang, LU Zhen-guo, LIN Yong-jun. An Internet Based Remote Real-time Monitoring and Control System for Power Plant[J]. Power System Technology, 2007, 31(2): 80-83.
- [8] 陈亚红, 马丽, 等. 两种短期负荷预测精度考核标准的比较[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(17): 73-77.
CHEN Ya-hong, MA Li, et al. Comparison Studies on Two Types of Accuracy Criteria for Short-term Load Forecast [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(17): 73-77.

收稿日期: 2008-06-08; 修回日期: 2008-07-23

作者简介:

张红旭(1984-), 男, 硕士研究生, 主要从事电力市场软件开发、负荷预测及电力系统稳定性方向的研究;
E-mail: zhohxu@163.com

邱武(1972-), 男, 工程师、高级技师, 主要从事电力系统自动化方向研究;

姚建刚(1952-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事负荷预测、电力市场、配电系统自动化、高压绝缘等方面的研究与教学工作。

(上接第 24 页 continued from page 24)

- [9] 李元诚, 方廷健, 于尔铿, 等. 短期负荷预测的支持向量机方法研究[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(6): 55-59.
LI Yuan-cheng, FANG Ting-jian, YU Er-keng, et al. Study of Support Vector Machines for Short-term Load Forecasting[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(6): 55-59.
- [10] QI Miao, WANG Shi-fu. Nonlinear Model Predictive Control Based on Support Vector Regression[A]. In: Proceedings of the First International Conference on Machine Learning and Cybernetics[C]. Beijing: 2002.
- [11] Theodore B T, Huseyin I. Support Vector Machine for Regression and Application to Financial Forecasting[J]. Proceeding of the IEEE-INNSPENS International Joint Conference on Neural Network, 2000, (6): 348-353.
- [12] 谢开贵, 李春燕, 周家启, 等. 基于神经网络负荷组合预测模型研究[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(7): 85-89.
XIE Kai-gui, LI Chun-yan, ZHOU Jia-qi, et al. Research of the Combination Forecasting Model for Load Based on Artificial Neural Network[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(7): 85-89.
- [13] 王成山, 肖峻, 罗凤章. 多层分区空间负荷预测结果综合调整的区间方法[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(12): 12-17.
WANG Cheng-shan, XIAO Jun, LUO Feng-zhang. Interval-based Multilayer Decomposed Calibration Method for Spatial Load Forecasting[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(12): 12-17.

收稿日期: 2009-03-01

作者简介:

陈志强(1965-), 男, 博士研究生, 从事电力系统规划、可靠性及配电网设备优化检修以及需求管理研究。E-mail: czq@he.sgcc.com.cn