

基于 Internet 的电厂远程实时监控系統

马永光, 陆振国, 林永君

(华北电力大学 控制科学与工程学院, 河北省 保定市 071003)

An Internet Based Remote Real-Time Monitoring and Control System for Power Plant

MA Yong-guang, LU Zhen-guo, LIN Yong-jun

(School of Control Science & Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, Hebei Province, China)

ABSTRACT: It makes the sharing of power plant information resources possible to lead Internet technology into the field of power plant monitoring and control, in addition it can offer a more convenient tool for remote monitoring and control, safety production, management and condition diagnosis of power plant. The authors present the implementation of an Internet based remote real-time monitoring and control system for power plant in which the design philosophy of modular structure and Web mode based on mixed B/S and C/S modes is adopted. By use of VC++ programming language and active server pages (ASP), the system functions such as remote monitoring and real-time supervision are realized. Besides, the key technologies such as data transport agent, dynamic data display and system security are also analyzed.

KEY WORDS: Internet; B/S mode; remote monitoring and control; data transport agent; dynamic data display

摘要: 将 Internet 技术引入电厂监控领域, 实现了电厂信息资源的共享, 也为电厂远程监控、安全生产、管理、状态诊断等提供了更便捷的工具。文章介绍了基于 Internet 的电厂远程实时监控系统的实现, 系统采用基于 B/S 和 C/S 混合模式的 Web 模式和模块化结构设计思想, 应用 VC++ 高级语言、动态服务器网页(active server pages, ASP)技术等实现监控系统的远程监控和实时监测功能等。此外分析了数据传输代理、动态显示、系统安全等关键技术。

关键词: Internet; B/S 模式; 远程监控; 数据传输代理; 动态数据显示

0 引言

电力体制改革不断深入, 发电集团作为独立的经济实体参与市场竞争, 竞价上网, 更加注重提高电厂的经济安全性, 降低发电成本。因此, 目前各发电集团都在加强电厂监控系统的升级和功能改进, 以期对分散在各地的下属电厂实现远程实时监测、数据资源共享、优化生产, 提高经济效益和管

理水平等^[1]。

远程监控是指利用计算机通过 Internet 网络系统实现对电厂生产过程控制系统的远程监测和控制。将电厂生产过程数据接入 Internet, 电力集团、电厂和科研院所等机构可根据不同的权限取用数据: ①电厂人员可进行设备监测, 实现对现场机组的实时监测和控制; ②电力集团可监控各下属电厂机组的重要参数, 利用生产数据对电厂生产状况进行分析, 制定区域规划、成本预算等; ③电力集团、设备厂家、高校和其他科研机构发挥各自的优势, 进行远程诊断, 总结机组运行规律, 并进行在线会诊, 提供更加准确的诊断结论^[2-6]。

但目前基于 Internet 的远程监控技术存在许多关键技术问题亟待解决, 主要有监控画面的动态显示、现场数据如何穿越 Internet 层层网关传输、数据的实时性和系统安全性等关键技术。本文以某火电厂机组的监控系统作为研究对象, 介绍了基于 Internet 的电厂机组远程监控系统的设计思路、结构方案及其功能实现, 并着重对其关键技术进行了分析。

1 监控系统的设计思路和总体结构

1.1 监控系统的设计思路

目前的电厂网络系统可分为电厂内部网(Intranet)和公共网(Internet)2 部分, 外网用户不能直接访问电厂内部服务器, 而电厂内网用户既可访问内部服务器又可访问公共网, 因此远程监控系统的设计思路就是以电厂厂级监控系统(supervisory information system, SIS)为服务平台, 以内网客户端为代理机, 建立一个数据传输代理服务器向外部发送数据和监控画面。各电厂对外服务器将数据和画面上传到专用公共网站上, 供集团总部和授权用户访问, 实现对各个电厂的集中远程监测和故障诊断

等。电厂远程实时监控系统的的设计思路如图1所示。

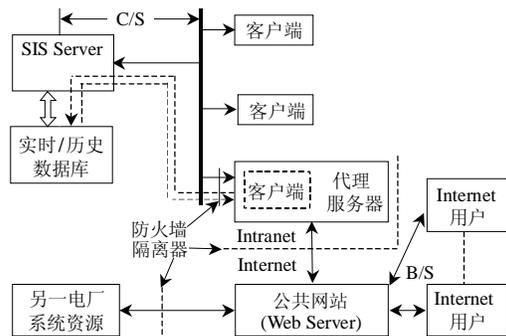


图1 电厂远程监控系统设计思路
Fig. 1 Design idea of remote monitoring and control system for power plant

1.2 监控系统的体系结构

对于电厂监控系统，电厂内部用户通过局域网直接访问数据库服务器，系统仍以C/S(client/server)体系结构为主，有助于现场实时监测分析；外部用户通过Internet访问Web服务器，再通过Web服务器与后台数据库服务器连接，系统主要采用B/S(browser/server)体系结构，有助于远程用户的在线监测浏览^[7-9]。因此，基于Internet的远程实时监控采用基于C/S与B/S的混合结构模型，如图2所示。其网络模型可用公式表示为：B/S+C/S模式=多Browser+Web Server+多(Proxy Server+ Application Sever)+多Database Server+性能动态计算。

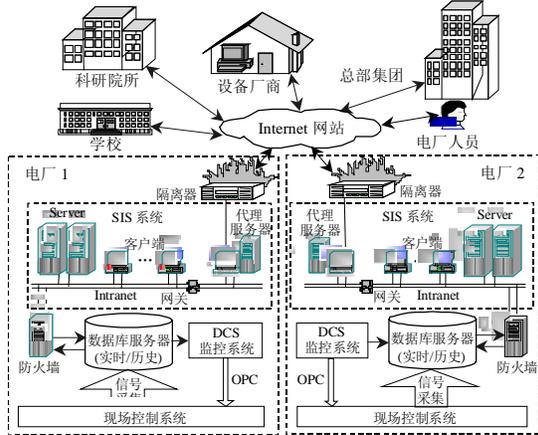


图2 基于Internet的监控系统功能结构
Fig. 2 Structure of monitoring and control system based on Internet

根据远程监控技术的研究现状和电厂的实际情况，基于Internet的火电机组远程监控系统除具有3层结构外，还包括现场数据采集系统(data collection system, DAS)、分散控制系统(distributed control system, DCS)、SIS厂级监控系统、设备诊断中心等部分。

2 监控系统功能设计

2.1 系统工作流程

基于Internet的电厂远程监控系统的工作流程如图3所示，具体运行流程如下：

(1) 远程客户通过Web浏览器登录到Web网站，根据客户权限列出客户可浏览的监控网页，并显示给用户。

(2) 远程客户根据需要点击并下载相应的监控网页，同时下载相应的ActiveX组件^[10-11]，并进行浏览器初始化。

(3) 嵌套的组件根据网页参数设置向指定的代理服务器提交数据请求，代理服务器响应并向应用服务器转发客户请求，应用服务器启动相应的模块，向数据库请求前端需求的数据并打包，经数据传输代理服务器发送到远程客户端。

(4) 远程客户端的ActiveX组件接受并解析数据包，然后采用文本、图形、图像、音频、视频等形式将监控数据信息显示给用户。

(5) 客户端发出的组态或控制指令则经代理服务器中转传输，直接保存到相应的数据库服务器中，然后由应用服务器调用执行该指令。

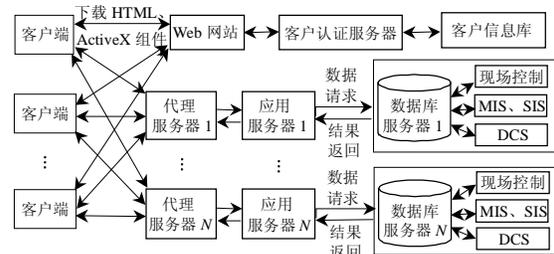


图3 网络实时监控系统的的工作流程
Fig. 3 Work flow of real-time monitoring and control system

2.2 系统主要功能模块

远程监控功能即Web网页模块是监控系统的主要部分，也是人机交互的界面模块。这部分功能主要包括系统流程监视、参数显示及性能分析、实时/历史趋势曲线分析、远程故障诊断、系统维护等，此外还有统计报表、在线BBS、数据下载等功能。

(1) 远程系统监测。

利用电厂统一的过程数据平台提供可靠的实时/历史数据，远程客户端能全面准确地掌握各电厂的生产运行情况，包括系统流程浏览、参数监视、性能分析、趋势曲线分析等。

(2) 远程故障诊断。

机组诊断的内容包括设备监测、运行状态评

估、潜伏故障预测报警、残余寿命预测、检修策略建议等诸多方面内容。因此远程故障诊断中心具有：①信息共享能力，诊断中心将电厂数据整理分类供授权用户通过Web、FTP(file transfer protocol)等服务下载，供深入研究使用；②远程会诊能力，总部诊断中心与高校、科研院所和设备厂家等合作，共同诊断，一方面利用概率统计、证据推理等数据融合技术汇总多个诊断系统结果，另一方面组织专家在线会诊，得出更可靠的诊断结果，全面提高电厂运行的经济性和安全性。

3 系统关键技术分析及系统配置

3.1 关键技术分析

3.1.1 数据传输代理

数据传输代理是数据的收发传输和请求模块，实现远程客户端和应用服务器端间的数据中转传输^[12-13]。按要实现的功能模块可划分为：①监测远程客户端运行状况和数据请求；②与现场应用服务器建立通信，向远程客户端发送现场实时数据；③向现场监控中心发送远程控制信息。

数据传输代理机的线程包括：①主线程，其功能为初始化线程，建立一个 socket 侦听套接字，负责为新客户连接请求开启一个线程，建立数据传输套接字；②远程监控线程，负责监视远程客户端运行状况和向控制中心发送控制命令；③数据传输线程，该线程为并发服务进程，线程数目一定，一方面同时响应多个客户的数据请求，另一方面限定访问用户的数量，防止系统过于繁忙。图 4 为代理机线程工作流程。

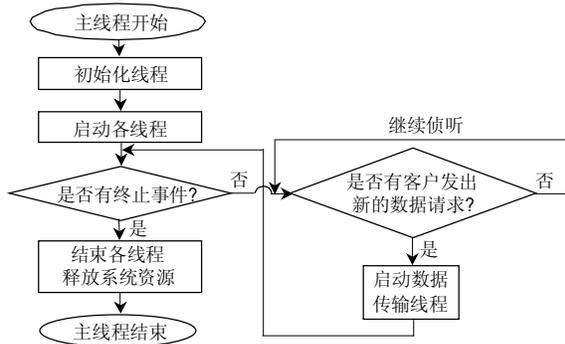


图 4 数据传输代理机工作线程

Fig. 4 Work threads chart of data transport agent server

监控系统中传输的数据可分为 3 类：周期数据、猝发数据和非实时数据。因此在实现时采用优先级队列，对数据类型定义优先级，确保优先级高的数据先从传输队列中发送，对优先级相同的数据则按先后顺序发送。同时，对应用服务器传递来的数据

要进行过滤、加标记和加密 3 步处理^[14]，保证数据信息的优化和传输安全性。代理机的模块调度与处理示意图如图 5 所示。

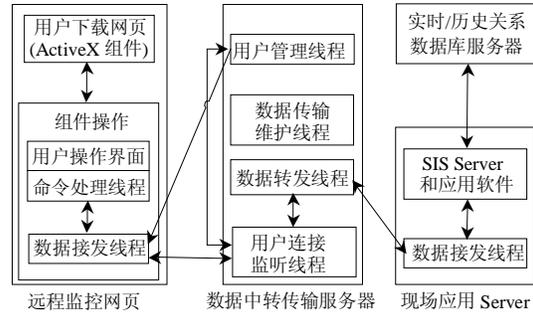


图 5 模块调度与处理示意图

Fig. 5 Sketch map of module scheduler and disposal

3.1.2 图形动态显示刷新无闪烁

远程监控系统利用 ActiveX 控件和多线程技术实现监控画面的动态显示功能，但在显示过程中要避免出现闪烁现象，其方法有 2 种：一是避免反复设置背景监控画面和清屏；二是避免直接在屏幕上重画。对于实时性要求不高的监控图形，将 Web 网页中相应的刷新频率设置稍低即可解决图形刷新闪烁现象；但对于实时性较强的数据图形则需采用双缓冲技术来解决，即利用 ActiveX 组件在客户端内存中建立数据缓冲区，将原来组件直接在屏幕上的绘图操作都改在缓冲区中进行，最后将缓存区中绘制好的图形曲线一次性画到屏幕上。首先在 ActiveX 组件中增加 Image()和 Graphics() 2 个函数，然后建立函数对象，最后调用 CreateImage()和 GetGraphics()函数绘图。利用这种方法可以彻底解决远程监控系统中图形动态显示产生的刷新闪烁现象，达到实时监控的理想效果。

3.1.3 系统安全性

电厂对于网络信息的安全性要求很高，为保障电厂网络安全，防止非法用户对电厂的恶意攻击，在网络访问安全控制方面需要做几方面工作^[15-16]：

(1) 对外安全控制通过网络隔离器来实现，如网络安全物理隔离器(S&Q SAF-101)等；对内安全控制依靠 Web 服务器来实现。

(2) 利用授权访问控制技术，只允许授权用户对数据库进行适当权利的访问，限制他们随意修改或拷贝数据信息。

(3) 利用绑定 IP 地址的方法实现系统的安全控制，客户机的 IP 地址利用动态服务器网页(active server pages, ASP)的 Request 对象获取。

3.2 系统配置和软件组成

本监控系统以 Windows 2000 Server+IIS 5.0 作为系统服务平台,以 DAS 和 SIS 系统为基础;客户端使用 Windows XP/2000 + IE 6.0 进行浏览查询。采用 VC++ 语言开发支撑框架系统和 ActiveX 控件;网页开发环境采用 ASP,采用 MS Visual InterDev 制作 ASP 网页和 Visio 2003 绘制监控系统画面图元^[17]。图 6 为远程客户端监控画面。

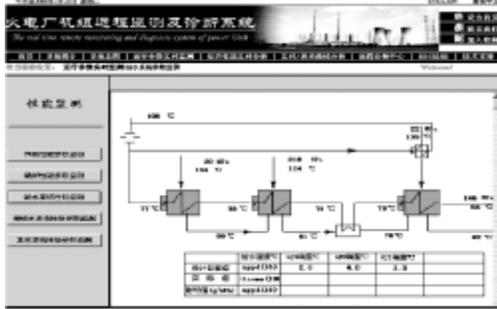


图 6 远程客户端画面

Fig. 6 Display of remote client

4 结论

基于Internet的远程实时监控很好地实现了系统远程监控和数据浏览,结构简单、界面统一、易维护、扩展性好、可移植性强、共享度高,是现代电力监控技术的发展趋势。目前,基于Internet的远程监控系统已通过测试,测试性能良好,数据传输实时性强,可靠性高,能满足电厂远程监测的要求。

参考文献

- 王英涛, 印永华, 蒋宜国, 等. 我国实时动态监测系统的发展现状 & 实施策略研究[J]. 电网技术, 2005, 29(11): 44-48.
Wang Yingtao, Yin Yonghua, Jiang Yiguang, et al. Study on current development situation and implementation strategy of real-time dynamic monitoring system in power systems in China[J]. Power System Technology, 2005, 29(11): 44-48(in Chinese).
- 赵文彬, 张冠军, 严璋. 基于 Internet 的电气设备远程在线状态监测与诊断系统[J]. 中国电力, 2003, 36(4): 60-63.
Zhao Wenbin, Zhang Guanjuan, Yan Zhang. Remote on-line condition monitoring and diagnosis system based on Internet techniques for power equipment[J]. Electric Power, 2003, 36(4): 60-63(in Chinese).
- 瞿翌, 朱建林, 赖旭. 基于 Internet 的水轮发电机组远程监测和故障诊断系统的研究[J]. 电网技术, 2004, 28(24): 4-9.
Qu Zhao, Zhu Jianlin, Lai Xu. Design and implementation of an Internet based remote monitoring and diagnosis system for hydroelectric generating set[J]. Power System Technology, 2004, 28(24): 4-9(in Chinese).
- 赵书涛, 李宝树, 崔桂彦, 等. 基于计算机视觉的远程变电站状态监测与诊断新策略[J]. 电网技术, 2005, 29(6): 63-66.
Zhao Shutao, Li Baoshu, Cui Guiyan, et al. Remote state monitoring and diagnosis of substation based on computer vision[J]. Power System Technology, 2005, 29(6): 63-66(in Chinese).

- 王新鹏, 孙冬生. 应用虚拟私有数据网络技术实现远程电力监控系统[J]. 电网技术, 2003, 27(10): 29-31.
Wang Xinpeng, Sun Lingsheng. A virtual private network based remote supervisory control for power system[J]. Power System Technology, 2003, 27(10): 29-31(in Chinese).
- 郝晓弘, 苏渊. 基于 Web 的变电站远程监控系统[J]. 电网技术, 2003, 27(7): 32-35.
Hao Xiaohong, Su Yuan. A Web based substation remote supervisory control system[J]. Power System Technology, 2003, 27(7): 32-35(in Chinese).
- 佟鹏, 高建强, 王兵树, 等. 基于 B/S 模式的电厂性能监测系统研究[J]. 热力发电, 2003, 32(10): 67-79.
Tong Peng, Gao Jianqiang, Wang Bingshu, et al. Study on the performance monitoring system in power plants based on the B/S mode[J]. Thermal Power Generation, 2003, 32(10): 67-79(in Chinese).
- 张红先, 曹一家, 汪新秀. 一种基于 Web 技术的远程监测系统[J]. 电网技术, 2003, 27(6): 33-35.
Zhang Hongxian, Cao Yijia, Wang Xinxiu. A Web based remote supervisory system[J]. Power System Technology, 2003, 27(6): 33-35(in Chinese).
- 徐立中, 马小平. 多媒体监视监控技术与系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
- 宇鹏, 王晓峰, 李云飞. Visual C++ 实践与提高——ActiveX 篇[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
- 盛德仁, 任浩仁, 陈坚红, 等. ActiveX 控件在火电厂 Intranet 中的应用[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(8): 82-84.
Sheng Deren, Ren Haoren, Chen Jianhong, et al. ActiveX technology's application in power plant Intranet[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(8): 82-84(in Chinese).
- 谢明. 基于 Internet 的 SCADA 数据传输系统研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2004.
- 李刚, 王少荣, 程时杰. 广域网同步状态监测系统中的实时通信[J]. 电网技术, 2004, 28(18): 39-43.
Li Gang, Wang Shaorong, Cheng Shijie. Real-time communication in a synchronous states monitoring system for wide area power systems[J]. Power System Technology, 2004, 28(18): 39-43(in Chinese).
- Bruce Schnerier. 应用密码学——协议、算法与 C 源程序[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- 韩祯祥, 曹一家. 电力系统的安全性及防治措施[J]. 电网技术, 2004, 28(9): 1-6.
Han Zhenxiang, Cao Yijia. Power system security and its prevention[J]. Power System Technology, 2004, 28(9): 1-6(in Chinese).
- 王刚军, 张学松, 郭志忠. 电力信息安全的监控与分析[J]. 电网技术, 2004, 28(9): 50-53.
Wang Gangjun, Zhang Xuesong, Guo Zhizhong. Monitoring and analysis of electric power information security[J]. Power System Technology, 2004, 28(9): 50-53(in Chinese).
- 汪晓平, 钟军. ASP 网络开发技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.

收稿日期: 2006-09-19。

作者简介:

马永光(1964—), 男, 教授, 主要从事电厂生产过程综合自动化技术、热力系统建模、电厂仿真技术的研究;

陆振国(1981—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电厂综合自动化技术, E-mail: erinan@126.com。

(责任编辑 沈杰)