

# 变电站远程视频监控系统的实现

罗玉春, 都洪基, 张晓萍, 李鹏飞

(南京理工大学动力工程学院, 江苏 南京 210094)

**摘要:** 介绍了一种变电站远程视频监控系统的实现方案。详细探讨了视频监控系统的配置, 传输系统的选择和视频远程传输的两大关键技术, 通过对两种组网方式的理论分析和搭建其实验视频监控系统, 分析了各自的优缺点并确定了视频监控系统的组网方式。介绍了系统软件的功能, 采用 C++ Build 工具, 运用动态链接库 DLL 和 ActiveX 控件对系统软件进行了设计。结合实际工程对远程视频监控系统存在的一些问题进行了分析, 为变电站视频监控系统的实现提供了一种可靠的方案。

**关键词:** 无人值守变电站; 视频监控; 传输系统; 组网方式; MPEG-4; IP 组播

## Realization of the remote digital video monitoring system for substation

LUO Yu-chun, DU Hong-ji, ZHANG Xiao-ping, LI Peng-fei

(Power Engineering College, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** A realization method of the remote digital video monitoring system for substation is introduced. The composition, choice of transmission system and two key technologies of the system are analyzed in detail. It analyzes the strengths and weaknesses of the two forms to construct network based on theoretical analysis and structuring experimental digital video monitoring system, and the form to construct network is identified. The functions of the system software are introduced, and it is designed by using C++ Build tools, DLL and Active X. With an actual project, some problems in the remote digital video monitoring system are analyzed. It is providing a reliable method for the realization of the remote digital video monitoring system.

**Key words:** unmanned substation; digital video monitoring; transmission system; form of constructing network; MPEG-4; IP multicast

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)24-0048-04

## 0 引言

随着无人值守变电站技术改造的不断发展, 用于无人值守变电站的 SCADA 系统在变电站一二次设备外观检测和变电站的防盗方面显得无能为力。为提高变电站管理的有效性、安全性和可靠性, 在电力系统普遍引入数字化视频监控系统是必要的, 它可以方便地监视和记录变电站的环境状况以及设备的运行情况, 监测电力设备的发热程度, 及时发现、处理事故情况, 有助于提高电力系统自动化的安全性和可靠性, 并提供事后分析事故的有关图像资料。

远程视频监控系统一般分为前端(现场)设备、通信设备和后端设备三大部分。前端设备主要包括: 视频切换矩阵、编解码器、摄像机、云台、防护罩、支架、射灯等。通信设备是指所采用的传输信道和相关设备。后端设备由视频监控服务器和若干监控主机组成。

现在远程数字式视频监控系统已经应用于无人值守变电站的运行与管理, 一般采用基于嵌入式 Web 服务器为核心的视频监控系统, 从运行情况看主要存在以下几个问题:

(1) 整个系统有几百个视频摄像机, 几千个防盗消防遥测点, 几百个遥控遥调点, 系统非常庞大, 且整个系统通过局域网连成一个系统, 信息量比较大, 极易造成网络堵塞。

(2) 信息中绝大部分为视频信息, 极少数为遥调、遥测、遥控信息, 因此极易造成遥调、遥测、遥控信息的丢失, 引起防盗消防报警信号的丢失及摄像机遥控的失灵。

(3) 视频监控与防盗消防功能之间的兼容性差, 整合困难。

## 1 前端系统设备

(1) 视频切换矩阵 监控现场一般设有多台摄

像机,有多路视频信号需监控,需要视频切换矩阵,通过软件来控制摄像机输入图像的切换。

(2)编解码器 视频监控系统一般还配有编解码器。监控系统向编解码器发送控制指令,编解码器负责解释指令去控制云台、摄像头的各种动作。控制解码器必须与系统主机同一品牌。

(3)摄像机 对变电站,摄像机安装地点主要是高压室、户外场地和主控室。高压室设备相对集中,占地范围不会很大,而且有封闭式的柜壳,选择不用云台、带标准镜头或广角镜头的摄像机。户外场地范围较大,选用1~2台带万向全方位云台及镜头可变焦的摄像机。主控室有较多的仪表和灯光信号,对控制屏画面的灯光信号和仪表读数进行监察需选用带云台且镜头自动对焦的摄像机。

(4)云台 在视频监控系统中,需要巡回监视的场所(如大厅等)使用云台。

(5)防护罩 室内防护罩主要作用是防尘;而室外防护罩除防尘之外,更主要是保护摄像机在较恶劣自然环境下工作。

(6)支架 用于固定摄像机的部件。

(7)射灯 用以辅助照明。黑白视频监控系统宜配置高压水银灯;彩色视频监控系统宜配置碘钨灯;当需夜间隐蔽监视时应用红外射灯。

## 2 传输系统

### 2.1 ATM 光纤传输系统与无线网络传输系统的比较

如表1所示,对ATM光纤传输系统与无线网络传输系统的优缺点进行了比较。

表1 ATM 光纤传输系统与无线网络传输系统的比较

Tab.1 Comparison of ATM fiber optical cable transmission systems and wireless networks transmission systems

传输系统	优点	缺点
ATM 光纤传输系统	监控距离长,范围广,数字视频质量可调,带宽高,可与其的如调度自动化系统、生产MIS系统、营销MIS系统合用一个传输系统、综合利用性好。	网络布线成本高、受地形影响较大
无线网络传输系统	不受山川、河流、桥梁道路等复杂地形限制;降低网络布线成本、加快建设周期、满足灵活机动应用需求	受带宽限制,适合组成封闭单独的视频监控网、综合利用性差,最大传输距离受限制。

### 2.2 传输系统的选择

现睢宁县供电公司已建成覆盖各变电所和公司各部门的ATM光纤网,已应用于调度自动化系统、办公自动化系统及公司内部信息网。根据公司规划,

还将建设生产MIS系统和营销MIS系统,考虑到ATM光纤可以升级为千兆网的可能性,现有的ATM光纤通信网完全满足视频监控系统的要求。

## 3 组网方式

第一种组网方式——利用现有的广域以太网,系统接线示意图见图1。视频监控系统的信息作为以太网上普通的信息进行传输,路由器的最大传输速率为10M/s。前端系统经10M带宽路由器接入ATM主干网,再接入公司本部的局域网,后端客户端安装视频监控系统的客户端软件,通过网络登录到前端监控主机。

这种组网方式有以下主要特点:

① 前端设备与客户端设备地位平等,客户端数量不受限制。

② 前端设备可选用不同的厂家及制式,只要后端客户机安装相应的不同视频监控软件即可。因此,相互兼容问题较少,选择余地比较大。

③ ATM网的带宽得到充分利用。由于调度自动化系统、公司内部信息网、MIS系统与视频监控系统合用ATM,当视频信号量少时,可让出带宽被其它系统利用。

④ 受网络运行情况影响较大,一旦网络出现瘫痪,视频监控系统也将瘫痪,网络出现拥塞,视频图像出现停顿、图像马赛克,控制、报警信号丢失严重,因此可靠性较差。

⑤ 无需架设和采用专门的视频服务器和网段、网桥,投资成本较低。

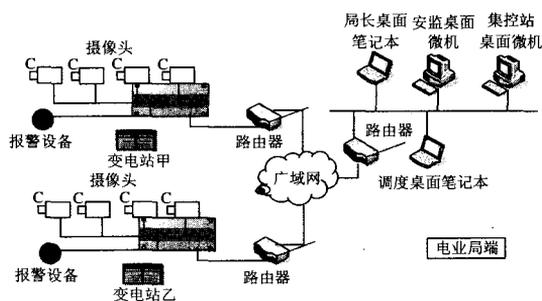


图1 组网方式一的系统接线

Fig. 1 System connection of mode I

第二种组网方式——在ATM网上专辟一个2M带宽作为传输视频监控系统的信息,组成封闭的专用视频监控网,系统接线示意图见图2。前端视频监控主机经2M带宽的路由器经ATM网与公司本部视频专用网段的后端客户机相连,再经网桥与局域网相连。

这种组网方式有以下主要特点:

① 视频监控系统的运行不受 ATM 网通信状况的影响, 系统运行比较稳定, 传输的图像质量得到了保证, 可靠性较高。

② 网络结构比较复杂, 需设置与局域网用户相连的专用网桥, 客户端设置的数量有所限制。视频专用网段上的用户功能不受限制外, 局域网上的普通客户的功能限制较多。

③ ATM 网的带宽利用率低。

④ 该种组网方式需采用专用的网段、网桥, 设有专用的视频服务器, 增加了投资成本; 由于前端设备是根据变电所的建设分次逐步接入视频监控系统的, 对后期增添的前端系统的型号有所限制, 存在设备的兼容性问题, 其选择灵活性也受到了限制。

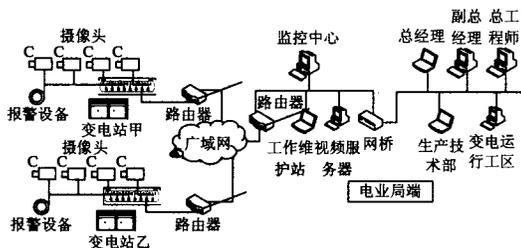


图 2 组网方式二的系统接线

Fig.2 System connection of mode II

通过搭建采用第一种组网方式的实验视频监控系统后发现: (1) 网络状况对视频监控系统的运行影响巨大, 时有堵塞、拥挤的情况发生, 图像出现马赛克、停顿, 大量的报警信号丢失, 出现摄像机无法遥调现象; (2) 由于公司内部信息网经公司服务器与因特网相连, 时常遭到黑客的攻击与病毒的入侵, 曾出现过网络瘫痪; (3) 由于后端客户机的地位平等, 造成负责监视无人值班变电所的监控中心得不到摄像机的控制权, 给系统的正常运行造成了一定影响。而确保远程视频监控系统稳定可靠运行是第一位的, 同时确保监控中心具有最高的优先操作权, 因此视频监控系统的组网方式必须采用第二种组网方式。

#### 4 系统软件功能与设计

视频监控前后端软件系统采用 Borland 公司的 C++ Builder 工具, 综合运用 WINDOWS 动态连接库 DLL 和 ActiveX 控件技术进行开发。系统软件结构如图 3 所示。

客户端软件主要实现: 采集前端系统的图像、各种报警信号; 向前端系统发出控制命令, 实现对所有前端系统的遥控、遥调等。

前端系统软件主要实现: 全方位监控图像的采集、压缩及远程网络传输; 采集报警信号, 通过网络传回监控中心, 并实现报警联动; 接受客户端(指监控中心等)或本地的控制命令, 并执行相应动作, 输出报警控制信号等。

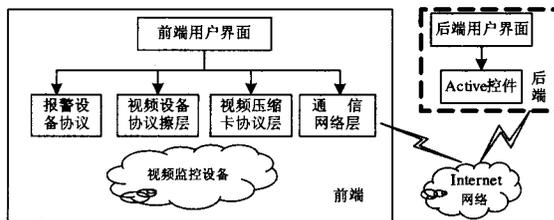


图 3 软件结构图

Fig.3 Diagram of software structure

视频监控前端系统负责视频图像的采集、报警控制等, 因此存在不同的视频、报警设备的兼容性问题。可将前端设备按视频相关设备、报警相关设备分类, 综合其控制协议, 开发出不同设备控制协议对应的 DLL (动态连接库) 和统一的调用接口供前端系统调用, 提高系统的设备兼容性。同时, 为提高网络传输速率和实现后端每个用户可以同时监控多个前端, 不同用户也可同时监控同一前端, 可开发专门的 ActiveX 控件来实现前后端视频、控制数据的传递, 用户在后端使用 IE 浏览器下载该控件后即可和前端实现通讯。

#### 5 数字视频远程监控系统的两大关键技术

由于视频图像的数据量巨大, 而信号传输系统的数据传输能力有限, 因此远程视频监控系统必须解决图像信号的压缩技术和视频信号的实时传输技术, 以减少信息量在网络中的流动, 提高信息传输的质量。

##### 5.1 基于 MPEG-4 的图像压缩技术

目前, 适用于远程视频监控的图像压缩标准有 H. 261, MPEG, 两者的核心技术都是离散余弦变换及运动补偿算法。H. 261 适合在 64~384 kbps 的低带宽下传输实时视频图像, 但图像质量不理想; MPEG 在 800 kbPs~2 Mbps 的传输速率下, 图像清晰度能达到较好的图像效果。MPEG-4 适用于带宽较小的广域网传输和长时间、大容量的视频图像存储, 在保证一定的音/视频质量的前提下, 使流媒体的码流速率尽量高, 视频前端性能好, 流输出能力高, 同时并发请求的能力高等特点。所以可采用 MPEG-4 压缩方式进行视频压缩的数码硬盘录像机。

##### 5.2 基于 TCP/IP 协议的实时通讯技术

不同网络之间不同的计算机之间的通信必须建立在统一的通信协议的基础上, TCP/IP 协议是一种既成事实的网络通信协议标准, 变电站视频监控系统实现不同网络及计算机之间的互相操作, 也必须积极采用 TCP/IP 通信协议。

由于变电站视频的控制信号、防盗消防控制报警信号对实时性、可靠性要求极高, 不允许有丢失的情况发生, 而基于无连接的包交换 IP 网络对带宽资源和图像质量的控制能力都比较弱。因此, 可采用 IP 组播技术来解决传输中的问题, 所有发出请求的客户端共享同一信息包, 这样以减少网络上传输的信息包占用的带宽, 网络利用效率大大提高, 保证信息的实时性、连续性和时序性。

## 6 实例分析

“张圩变”视频监控系统是睢宁县供电公司于 2005 年安装并投入使用的, 经过一年多的运行, 其效果达到了设计的要求。现就具体实施中所遇到的几个主要问题作简要分析。

### 6.1 软件设计的可靠性

在系统的运行调试过程中, 曾经发生在运行一段时间后系统会莫名其妙地死机, 而在实验室阶段运行时从未出现过这种情况, 经反复调试, 发现是图像解压卡的公司所提供的 DEMO 软件上存在问题, 其中存在一个无效指针, 每当出现报警信号时会引发该指针而导致系统死机, 但系统必须处在布防状态, 因此在实验室状态调试时未能发现。

### 6.2 硬件平台的兼容性

由于视频监控系统没有统一的技术标准, 在硬件选型上要对所选产品进行严格的测试。每当作重新选型后必须模拟现场环境进行。在“张圩变”视频监控系统安装到位并运行一段时间后, 解决了软件及工程中所遇到的问题, 运行过程中发现系统偶尔会非正常自动关机并重新启动。对系统进行跟踪调试, 发现是监控主机的显卡型号有问题, 更换显卡后, 系统一切正常。

### 6.3 网络环境

数字视频监控在电力系统应用中的网络模式大致可分为 2 M 专网和电力系统 MIS (局域) 网, 两者各有优缺点。在网络协议方面, 若采用 IP 单播技术很容易造成系统的不稳定, 还会影响视频传输的实时性, 如果控制不力, 还会引起广播风暴, 造成系统全面崩溃。IP 组播技术与单播技术相比, 减

轻了系统和网络的负担, 提高了 CPU 资源和网络带宽的利用率, 极大地改善了视频数据传输的实时性。

## 7 小结

变电站远程视频监控系统实现了变电站现场的可视化和对环境的监控, 是对“四遥”功能的有益补充, 为实现“无人值班, 无人值守”提供了可靠的保证。遥视系统的推广应用对提高变电站运行的安全性、可靠性, 提高运行和管理的科学性, 充分发挥变电站效益, 促进管理工作的现代化有着现实意义。

## 参考文献

- [1] 吕振华. 变电站遥视系统的设计和运行[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14):73-75.  
Lü Zhen-hua. Design and Operation of Remote Visual System for Substation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(14):73-75.
- [2] 徐颖秦, 沈艳霞, 纪志成. 基于网络通信的变电站数字视频远程监控系统[J]. 电力设备, 2005, 6(5):37-39.  
XU Ying-qin, SHEN Yan-xia, JI Zhi-cheng. Digital Video Frequency Long-distance Supervisory Control System for Substation Based on Network Communication[J]. Electrical Equipment, 2005, 6(5):37-39.
- [3] 胡宁, 林明仲. 基于 IP 网络的变电站遥视系统技术方案[J]. 继电器, 2003, 33(8):33-35.  
HU Ning, LIN Ming-zhong. Technical Scheme of Remote Monitoring System of Substation Based on IP Network [J]. Relay, 2003, 33(8):33-35.
- [4] 陈升. 网络化变电站自动化系统的应用[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(10):59-63.  
CHEN Sheng. Application of Computer Network Based Substation Automation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10):59-63.

收稿日期: 2007-05-09; 修回日期: 2007-07-05

作者简介:

罗玉春(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护和变电站自动化; E-mail:leohappy88@163.com

都洪基(1957-), 男, 高级工程师, 现从事电力系统继电保护和变电站综合自动化领域的科研和教学工作;

张晓萍(1984-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护和稳定运行、控制。