

变电站视频监控系统设计研究

侯思祖¹, 田新成¹, 陆旭², 谷喜岭¹

(1. 华北电力大学电气与电子工程学院, 河北 保定 071003; 2. 辽宁盘锦供电公司通讯所, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 我们常需对电力系统进行监视和控制, 在计算机尚未普及的时期是采用测量仪表监视, 并利用一些执行机构进行控制。现在电力系统对控制系统功能要求是多方面的。其复杂程度决定于应用领域。介绍了变电站视频监控系统的核心技术, 功能要求, 结合实例—泊头和唐山局视频监控系统对比分析监控系统的设计方案的优点与不足, 最后提出无人值班变电站视频监控系统总体设计方案。

关键词: 变电站; 视频; 监视; 压缩编码

Design and research of video supervisory control system of the substation

HOU Si-zu¹, TIAN Xin-cheng¹, LU Xu², GU Xi-ling¹

(1. School of Electric and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Panjin Power Supply Company, Panjin 124010, China)

Abstract: It is necessary for engineers to monitor and control the electric power system. When computer was not widely applied, engineers used the measuring instrument surveillance, and carried on the control using some implementing agencies. Currently the electric power system requires various functions of control system. Its complex degree is decided by application domain. This paper introduces key technology and function of video supervisory control system of the substation. This paper combines the example of Botou and Tangshan video supervisory control system and comparatively analyze the virtues and shortages of the two monitoring systems. In the end, scheme of the video supervisory control system of self-service substation is proposed.

Key words: substation; video; monitor; compress coding

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)09-0060-05

0 引言

近二十年来视频监控系统从无到有, 经过持续的发展已经进入了一个高速发展时期。视频监控系统是近期发展起来的新技术, 是一个集多媒体信息的综合性、计算机的交互性、通信的分布性和监控的实时性等技术于一体的综合系统。它能实时地把多个监控点的视频等多媒体信息通过网络同时传输给位于不同地点的监控者, 使之能够直观、准确地监视被监控对象, 同时通过多媒体信息传输可对某些问题进行实时处理, 具有占用信道资源少、图像质量好、抗干扰能力强等优点。

现在, 随着变电站自动化运行水平的提高和减人增效方针的推广, 少人或无人值班的变电站越来越多, 一般可通过“三遥”或“四遥”系统完成对这些变电站电气运行状态的监视、测量、控制和调节, 但这类系统只是获取远方电气数据, 并不能反映变电站运行的其它方面情况, 例如: 防火、防盗、变压

器、开关、刀闸等设备表面检查, 甚至 RTU 遥控操作时执行机构位置是否改变, 检修人员是否走错间隔等。远程视频监控系统是对“四遥”功能的进一步补充——“遥视”, 它能监视并记录变电站的安全以及设备的运行情况, 并提供事后分析事故的有关图像资料。同时它还具有防火、防盗等功能。因此越来越多的电力局把远程视频监控系统作为自动化变电站管理的新手段。

1 视频监控系统的两种关键技术概述

视频监控系统包括摄像、传输、存储、显示和控制等部分, 涉及到电子、光学和机械学等相关学科。视频监控系统由前端设备、后端设备等硬件模块组成, 其中包括两种关键技术:

1.1 数字视频图像编码

数字视频图像编码是数字视频监控系统的重要基础, 正是这些年图像编码技术的迅速发展, 才有了视频监控系统的出现和发展。目前常用的压缩编

码方法也可以分成两大类:一类是无损压缩法,也称冗余压缩法或熵编码法;另一类是有损压缩法也称熵压缩法。无损压缩分为哈夫曼编码、游程编码、算术编码等,有损压缩法分为预测编码、变换编码、直接映射等。这些编码方式主要是为了达到视频图像编码三个重要的指标:

- 1) 压缩比要大。
- 2) 恢复效果要好,要尽可能地恢复原始数据。前两个指标合在一起即要求:在保证一定观看质量的情况下尽量提高数据压缩比。
- 3) 实现压缩的算法要简单,压缩,解压速度要快。

1.2 视频图像传输

视频监控系统前端设备与中心端设备通过传输系统建立联系,该系统一方面将前端摄像机,监听头,报警探测器或数据传感器捕获的视音频信号及各种探测数据传往中心监控端,另一方面,将中心监控端的各种控制指令传到前端设备多功能解码器。因此传输系统应是双向的,最新的传输概念是借用已有的通信传输线路或借助计算机网络技术来传输视频监控信号,在这种情况下,往往要用到专用的信号格式转换,传输或接入设备。在变电站巡视系统中,由于传输距离远,通信设备可以是以太网、ISDN、DDN 等形式,传输媒介可以是光纤,微波, E1 专线,电话线等形式。

2 整体方案的比较分析

本节介绍变电站视频监控系统的设计原则和实现功能,对泊头供电公司和唐山供电公司的远程视频监控系统进行系统描述和比较分析。

2.1 变电站视频监控系统的设计原则和功能

在系统设计时,考虑到系统的安全可靠运行及经济合理性,主要按以下原则进行设计:

- 1) 可靠性、稳定性
- 2) 实用性
- 3) 先进性
- 4) 开放性

实现功能:图像监控功能:远程图像监视任意一个监控终端经授权,都可监视来自前端摄像机地图像,不受距离的限制。

1) 报警功能:告警联动功能,告警联动功能是衡量监控系统先进性的重要指标。用户能够接入多种报警信号,包括烟感、红外探测和其他各种报警传感器,并且可以进行视频警戒。

2) 视频检索回放功能:可以根据用户的查询请求(如某路某时)查询录制在硬盘上的数据,并显

示回放,供事后调查取证使用。

3) 人员管理功能:为保证系统使用的安全性,系统可设定操作人员和操作权限,操作人员对系统的控制只能在自己被许可的操作权限范围内,操作人员可设定、修改密码,并进行屏幕锁定等操作。

此外,为了使系统更好地发挥作用,还可具备如下一些扩展功能:能与一些电力控制设备互连,记录和上报这些设备的运行情况;与计算机网络系统(MIS网)互连,兼有会议电视或可视电话功能。

2.2 两种视频监控系统描述

2.2.1 泊头变电站视频监控系统

泊头变电站图像和温度监控系统由监控中心系统和监控站分系统组成。监控中心系统主要包括图像监控管理服务器、监控工作站和以太网交换机等设备,该系统还可以通过路由器与局MIS网,使用户可以灵活地通过MIS访问图像信息。监控站分系统主要包括摄像头、云台、图像编码器、以太网交换机、以太网/E1接口转换器、红外测温系统和PC工作站等。本系统的组成结构如图1所示。监控子站包括图像编码器、摄像机位于主控室、1#主变、2#主变、一次设备区、配电室、红外温度测量系统。如图2表示。

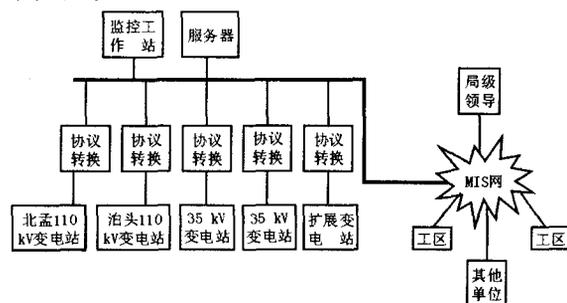


图1 监控中心系统结构

Fig.1 Structure of supervisory and control center

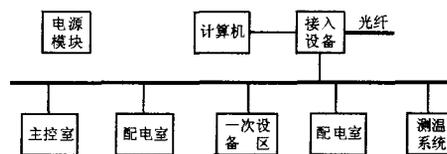


图2 泊镇变 110 kV 监控系统结构图

Fig.2 Structure of 110 kV supervisory and control system of Bo town substation

本系统将视频监视与红外测温系统进行结合,对电力设备的温度和图像在线监测,实现对电力设备的温度信息采集,通过建立数据库,实现对电力设备的故障预测。本系统采用IP网络结构,嵌入式处理器和先进的远程监控、图像压缩和网络传输的技术。针对变电站的实际情况,可以实现变电站重

要设备的温度和图像监视与管理,从而实现电力安全生产现代化、提高运行维护水平。

2.2.2 唐山视频监控系统

唐山视频监控系统采用E1/2M传输,系统采用自下而上逐级汇接的星型结构,唐山局的下面十个变电站都通过2M端口将图像、报警信号传至各集控室(监控中心),在集控室对前端摄像机和云台等进行切换和控制,报警信号输入到服务器上,响应前端报警信号,并有报警声音发出,提示工作人员;古冶控制室、丰润控制室和市区控制室都接入唐山局广域网,局内客户端通过局域网连接到视频服务器,对前端摄像机和云台进行切换和控制,记录显示前端报警信号,通知提示工作人员。图3是唐山局视频监控系统的拓扑结构图。

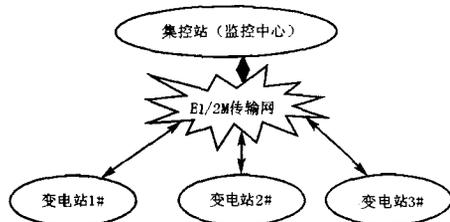


图3 系统拓扑结构

Fig.3 The topology of system

2.2.3 两种系统方案比较

1) 无论是唐山、泊头视频监控系统都分为前端设备、通信设备、后端设备这三大块。前端设备的基本结构如图4所示,后端设备的基本结构如图5所示。

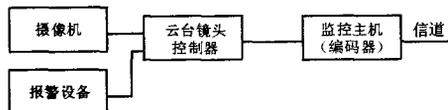


图4 前端监控设备基本结构

Fig.4 Basic structure of front-end supervisory and control equipment

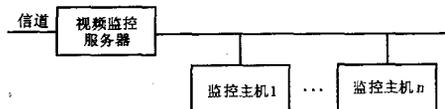


图5 后端监控设备基本结构

Fig.5 Basic structure of rear-end supervisory and control equipment

2) 泊头由采用嵌入式处理器的视频图像编码器完成视频信号,报警信号和其它数据采集,压缩,编码的,图像编码器一般采用10/100M以太网、E1、RJ45网络接口(或光纤)的通信接口和MPEG4图像压缩标准,视音频和报警数据直接通过计算机网络

传输视频图像编码器分为单画面和多画面分割不同形式,具有一点监控多点功能,即在系统中,一个监控终端可同时监控多个摄像机的画面,也就是说在计算机屏幕上以多画面分割方式显示来自不同摄像机的图像信号,且每个画面的图像实时活动,用PAL制式,帧率为25帧/秒;而唐山局用数字视频服务器完成这一功能,有效解决了基于PC机的视频卡,较为复杂,稳定性、可靠性不高的问题。它适应各种复杂的网络结构,使视频监控真正数字化、网络化、规模化和集中化。唐山局的前端设备的核心编码部分较泊头局好。

3) 在图像处理的核心技术即图像压缩方面,唐山局采用H.264压缩技术,H.264的三个优势:更高压缩率和清晰图像质量、抗丢包和抗误码、良好的网络适应性。它具有清晰度高、无马赛克效应、分辨准确、连续性好(帧率达25帧/秒)等优点。泊头局采用MPEG1、MPEG2、MPEG4图像压缩编码方式。我们将MPEG-2、MPEG-4、H.264等三者进行分辨率表现与所用带宽的比较,无论MPEG-2、MPEG-4、H.264,三者都能达1920×1080i(非交错)的高清晰度HD(High Definition)、24 fps(每秒更新24张画面)的影像画质,但传输带宽上MPEG-2需要12~20 Mbps,相对的H.264只要7~8 Mbps,而MPEG-4则介于两者间,更直接地说,若把MPEG-2的带宽用作基准的100%,MPEG-4要达相同效果只需要60%带宽,H.264更是低至40%,约为原MPEG-2的1/2~1/3。H.264力求在40~300 kbps的有限带宽下尽可能得到流畅、清晰的表现。由此可知H.264具有更高的压缩率,这是由它复杂的算法得出的。因此,唐山局的H.264压缩标准优于泊头局。

4) 从传输系统上分析,泊头局监控子站与监控中心传输介质为光纤,频带宽,传输容量大,损耗小,中继距离很长且误码率小。重量轻,抗电磁干扰性能好,尤其在电力系统强电磁干扰情况下,采用光纤可保证传输质量要求。而电力系统当前普遍采用的E1信道只具有2.048 M带宽,对于视频信号数据量很大,即使采用先进的压缩标准,在实时传输多路视频信号时,一条E1信道是显然不够的。因此在以后的扩容方面考虑,应用光纤作为遥视系统的传输介质适应未来扩展的要求。

5) 在监控系统的实时性分析,泊头局系统任何一个变电站的图像监视信号可独立输出视频信息,没有切换时间,不存在延迟响应问题。通过规约转换获得重要自动化信息,用以触发图像联动,并自动推出相关镜头的图像信息以供相关人员参考。唐山局整个监控系统呈立体交叉式的监控管理,

报警信号传到控制中心有不到1 s的延时。相比之下, 泊头局的实时性略好。

6) 在系统组网灵活性方面: 泊头局利用网络传输技术, 采用10/100 M以太网接口, 支持TCP/IP协议, 也可通过LAN/E1通信接口转换, 实现远程图像传输, 是一种分布式系统结构。唐山局多级组网, 设备告警信息可通过网络传至上级监控中心, 支持TCP/IP协议(支持ARP、RARP、IP、TCP、PPP、PPPOE、SNMP)等协议, 具有远程监视和维护功能。在灵活性方面各有特色。

7) 在系统软件功能方面: 泊头局软件系统采用C/S结构, 附加b/s模式浏览。自带SQL数据库桌面引擎, 减少用户投入。与传统监控相比具有的优势:

- 实现远程监控, 只要有网络的地方就可实现对异地的监视和控制。

- 不需为监控系统独立布线, 视频、音频、控制均通过网络同时传输。

- 系统扩展能力强、维护费用低。

- 软件系统功能强大, 全数字化录像方便保存和检索。

唐山局软件也具有以上优点, 采用C/S结构、Sybase数据库, 中心采用以太网, 具有网络通信状态的自动检测功能。可实现实时状态监视(选择某种设备进行监视, 选择某类设备进行监视, 选择某个变电站进行监视, 对某区域所有设备进行监视)等。

综合上述两局视频监控系统比较, 虽然在实际应用两种方案都是可行的, 但各有优缺点, 从性能价格比分析唐山局的视频监控系统有较高的性能价格比, 但虽能扩容, 但升级潜力有限(主要限于传输信道)。相比之下泊头局比较适应今后的发展, 性价比也不错。所以泊头局的视频监控系统总体性能较好。

3 整体方案设计与分析

根据前面的分析和上述两种监控系统的优点, 下面得出系统整体的设计方案。

3.1 传统实现功能

实现功能:

1) 实时监控: 提供1到16路画面分屏显示, 画面尺寸可调。

2) 采用H. 264图像编码方式的视频服务器设备。

3) 可远程控制镜头、云台、球机等设备。提供直观的镜头控制界面, 主控键盘可控制云台, 摄像头动作。

4) 提供多种录像方式: 连续录像、报警录像、按时间段进行录像, 且录像质量可调。

5) 功能强大的查询方式, 用户可根据日期、时间、地点等条件精确查询录像。

6) 强大的系统管理工具、友好的用户操作界面。

7) 较高的性价比。

8) 能够实现可靠性、可管理性、灵活性、可访问性、实时性等多功能。

3.2 系统结构

其中前端设备主要包括: 一体化摄像机(内置镜头), 云台, 防护罩, 报警设备, 监控主机(数字视频服务器)和其它附属设备(如照明灯、解码器等)组成。通信设备主要传输介质为光纤。后端设备包括: 监视器, 管理服务器, 软件系统, 协议转换等设备。

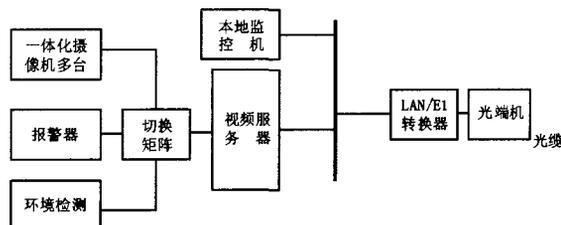


图6 变电站监视前端设备框图(各个变电站)

Fig.6 Structure of front end supervisory equipment of substation (each substation)

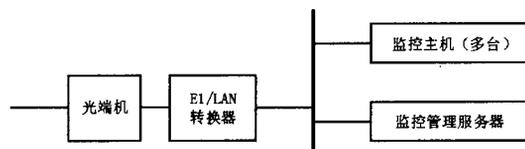


图7 变电站监控中心组成框图

Fig.7 Structure of supervisory and control center of substation

3.3 系统说明

1) 视频信号采集: 在每个前端变电站根据现场需要安装相应的摄像机, 用一体化彩色摄像机搭配云台或智能高速一体化球, 可根据远程管理人员的命令改变摄像机镜头的方位、角度、焦距等, 用于对机房内设备运行情况、现场环境进行监视。通过摄像机采集来的视频模拟信号接入切换控制矩阵。

2) 视频信号处理: 多路音、视频信号传送到切换矩阵, 通过矩阵的编程可实现任意的画面输出, 并将输出的信号连接到视频服务器进行信号编码、压缩。数字视频服务器采用先进的H. 264压缩方式, 除具有图像清晰流畅的特点外, 还具有空间小、实时性好等优势, 数字图像可传输至监控中心, 保留

在监控 PC 机上, 可根据需要随时进行回放、查阅、管理, 并且配合多种录像模式完成各种记录需求。

3) 报警信号及环境量采集和控制: 需要的设备包括: 环境检测主机、紧急按钮、烟雾探测器、红外探测器、周界探测器、门禁系统、现场报警器、温湿度采集模块等。

4) 前端信号传输: 前端摄像机同切换矩阵之间采用图像控制系统专用的视频线及电源线, 用于摄像机视频信号的传输和供电, 再加上数据控制线用 RS-485 数据接口连接云台。各变电站一般可提供 2 M 的 E1 接口, 通过 E1/LAN 的转换器通过光纤连接到网络视频工作站的 RJ45 接口, 或连接到机房内相应的交换机上。该通道可实现数字图像、数字信号的实时上传, 并可接受监控中心下发的各种控制信号。

5) 在监控中心通过监控管理服务器及其软件系统对前端视频服务器的控制, 在监控中心显示器(或监视器)上能够显示所辖变电站的任一画面, 并且切换灵活方式多样。(如定时切换、人工切换和告警联动), 优先级可设。变电站监控中心主要完成现场图像接收, 用户登录管理, 控制信号的协调, 图像的实时监控, 中心录像的存储、检索、回放、备份、恢复等。

6) 工作流程: 前端监控主机(视频服务器)将切换后的视频数字化, 进行图像压缩编码, 并将压缩后的视频, 报警, 环境探测等数据复合后, 通过信道经监控服务器发送到监控接收主机。也可将音频数据进行编码, 复合后一起传输, 同时实现音频通信。另一方面, 前端主机接受来自监控中心的控制信号, 实现对云台, 灯光等的控制, 以及进行报警的布防和撤防。后端监控设备由监控管理服务器(有硬盘录像功能)和监控主机构成, 由监控管理服务器将来自前端的数据发到以太网上, 采用 TCP/IP 协议和组播技术。这样在以太网上的计算机均可配置成监控主机, 每个用户可同时监控多个前端, 不同用户也可同时监控一个前端, 具有很大的灵活性。监控管理服务器除转发视音频数据外, 还完成对整个监控系统的管理, 如优先权、用户权限、日志、控制协调、报警记录等功能。

7) 软件系统可采用泊头局的基于客户机/服务器(C/S)系统框架, 附加 B/S 模式浏览, 软件系统自带 SQL 数据库桌面引擎, 减少用户投入。使全数字化录像方便保存和检索。服务器运行环境: Windows 2000 Pro 或 2000 Sever 操作系统,

P4-1.8G/256M/80G 以上配置计算机(或服务器), Avinfo server 端软件平台, 客户端(各监控主机)运行环境: Windows 98/2000 Pro 操作系统, P4-1G/128M/40G 以上配置的个人计算机, Avinfo Client 端软件平台, IE5.0 以上的浏览器浏览视窗图像。

4 结束语

视频监控系统在电力系统中是必不可少的。随着监控系统的不断发展, 必然会给社会带来更大的效益。视频监控系统不但要实现实时监控、更高的清晰度、更好的性价比、更加友好的操作系统, 还要实现设备智能化、利用多种手段进行传输(如无线传输)等等, 都需要我们继续探讨。

参考文献

- [1] 张琦, 杨盈昀, 张远, 等. 数字电视中心技术[M]. 北京: 北京广播学院出版社, 2001.
ZHANG Qi, YANG Ying-yun, ZHANG Yuan, et al. Center Technology of Digital Television[M]. Beijing: Broadcast Institute Press, 2001.
- [2] 陈传波, 金先级. 数字图像处理[M]. 机械工业出版社, 2004.
CHEN Chuan-bo, JIN Xian-ji. Digital Image Processing[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [3] TEKALP A M. 数字视频处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
TEKALP A M. Digital Video Processing [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 1998.
- [4] 黎洪松. 数字视频技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.
LI Hong-song. Digital Video Technology and Application[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1997.
- [5] 刘增基, 周洋溢, 胡辽林, 等. 光纤通信[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.
LIU Zeng-ji, ZHOU Yang-yi, HU Liao-lin, et al. Optical Fiber Communications[M]. Xi'an: Xidian University Press, 2001.

收稿日期: 2006-10-22; 修回日期: 2006-12-27

作者简介:

侯思祖(1962-), 男, 硕士, 教授, 研究方向为电力通信网;

田新成(1982-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为电力通信网; E-mail: txc_ncepu@163.com

陆旭(1961-), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为电力通信网。