

文章编号 :0559-934X(2005)02-0062-03

大朝山电站工业电视系统 及技术问题解决方案

贺晨鸿¹, 许 晔², 侯一楠³, 邵文远³

(1.北京木联能工程科技有限公司,北京 100011;2.北京勘测设计研究院,北京 100024;
3.南京自动化股份有限公司,江苏 南京 210003)

关键词:全数字工业电视网;设备配置;国内先进;大朝山水电站

摘 要:大朝山水电站工业电视系统组成方式为 MPEG-2 图像压缩方式全数字工业电视网,在国内的图像监控系统中极为少见,是较先进、现代化的工业电视图像网络之一。在此,对大朝山工业电视系统的网络结构、主要设备配置情况及在实施过程中遇到的几个技术问题进行概述。

Industrial television system introduction and its technical solution method of Dachaoshan Hydropower Station

He Chen-hong¹, Xu Ye², Hou Yi-nan³, Shao Wen-yuan³

(1.Beijing Millennium Engineering Technology Co.,Ltd., Beijing 100011;

2. Beijing Hydroelectric Investigation and Design Institute, Beijing 100024;

3. Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210003)

Key Words: digital industrial television network; devices configuration; advanced level at home; Dachaoshan Hydropower Station

Abstract: The industrial television system of Dachaoshan hydropower station is an MPEG-2 digital industrial network with image compression technique. Absolutely rarely used in China, it is one of the most advanced industrial television image network for hydropower projects in China. This paper describes the net configuration, the main device information and some technology problems and corresponding solutions in application.

中图分类号:TP277(274)

文献标识码:B

大朝山水电站位于云南省云县和景东县交界处的澜沧江中游河段上,是澜沧江上紧接漫湾水电站的梯级电站。电站地址距昆明公路里程为 630 km,距上游漫湾水电站 131 km。该电站以发电为主,设计总装机容量 1 350 MW,安装 6 台单机容量为 225 MW 的水轮发电机组。电站的第一台机组已于 2001 年 12 月并网发电,全部工程已于 2003 年竣工。

大朝山水电站采用工业电视系统,此工程的中标单位为“木联能—南自联合体”。本文就大朝山水电站工业电视系统的网络结构、设备配置情况及在实施过程中遇到的几个技术问题作简要介绍。

1 网络结构

大朝山水电站工业电视系统组成方式为 MPEG-2 图像压缩方式全数字工业电视网,在系统稳定可靠的基础上,最大限度地实现数字图像网络扩张,其网络范围广、网络内数据流量大,在国内的图像监控系统中少见,是较先进、现代化的工业电视图像网络。

该系统的特点在于数字图像网络。摄像机输出的视频图

像信号在就近的信号箱内进行 MPEG-2 压缩编码,转成 TCP/IP 格式的数据流。各 MPEG-2 编码器有 2 个固定设置的 IP 地址,一个是组播 IP 地址,向网内发送图像数据,不同的终端可以同时观看同一路图像信号;另一个是控制数据 IP 地址,不同的终端可以向该 MPEG-2 发送控制命令,使得相应的云台、镜头、灯光控制器和雨刷运动;大朝山水电站“枢纽上游全景”和“开关楼主楼入口”各装有 1 台温湿度传感器,在管理服务服务器发出命令时,可向管理服务服务器发送温湿度数据,各 MPEG-2 编码器还可以向管理服务服务器发送视频丢失、视频运动信号。

通过网络光端接口和光缆,所有压缩后的数字图像信号接入电站地下厂房中心机房的两台 48 口以太网交换机,这两台交换机之间采用堆叠方式连接,设置在 CLIENT 状态,相当

收稿日期 2004-10-26

作者简介:贺晨鸿(1972—),男,内蒙集宁人,工程师,主要从事安全监测和电站监控等管理工作;许晔(1973—),男,江苏扬州人,工程师,从事电站工程电气设计研究工作。

于 1 台 96 口以太网交换机;另一台 24 口交换机安装在邦旭办公楼,设置在 SERVER 状态。邦旭办公楼的交换机与地下厂房的交换机通过单模光纤长距离千兆光收发器连接,此外,邦旭办公楼的交换机另有一个多模光纤短距离千兆光收发器,可以与邦旭办公楼的 OA 系统连接。

交换机的每个口之间的速率为 100 Mbps,地下厂房和邦旭办公楼交换机之间的速率为 1 000 Mbps,地下厂房堆叠的交换机之间速率为 6 000 Mbps。

网内的终端(多媒体工作站)可以控制和调用所有数字图像信号,通过向设在地下厂房中心控制室的服务器对各摄像机发送控制命令,服务器根据各终端的控制优先级响应命令,例如对同一个摄像机,高优先级的终端在停止控制一段时间内(缺省为 20 s)低优先级的终端才能获得控制权。

服务器协调其他各终端和昆明公司总部终端发出的控制命令,接收来自各 MPEG-2 编码器的视频丢失、运动图像信息以及温湿度数据,并随时或定时在网上发布上述信息。

昆明总部终端观看和控制各摄像机,是通过安装在地下厂房中心控制室的 1 台 MPEG-2 解码器把图像数据信号转化为视频信号,再接入 E1 编码器编码,通过 E1 的图像通道发送至昆明,温湿度数据由服务器定时通过 E1 的正向通讯通道发送到昆明;昆明总部安装 1 台 E1 解码器,可输出从中心控制站送出的视频图像信号和温湿度信号,控制信号(包括图像的切换和云台/镜头的运动)则通过 E1 的反向数据通道发送到中心控制站的服务器上,服务器根据指令完成图像切换和运动控制。昆明总部的图像信号由 MPEG-2 解码器从网络内独立解出,可以任意切换,不受网内各终端的影响,但控制命令的优先级最低。

火灾报警信号来自于地下厂房中控室,接口是 RS485 双向半双工,9 600 bps,无校验位,接到服务器的 COM3 口。当服务器收到报警信号后,把报警信号对应的摄像机调用到设置的预置位,并在网内广播,网内的其他终端可以屏蔽该信号,录像电脑则自动切换图像到有报警信号发生的对应的摄像机画面,同时开始录像,直到人为停止。

2 设备配置

大朝山水电站工业电视系统的主要功能为在数字图像网内、昆明远端观看并控制前端设备以及在 OA 系统内观看前端设备、录像、拍照等其他监控功能。前端设备分布在地下厂房、大坝和开关楼三个区域及尾水洞、1 号桥等;监控终端则分布在地下厂房、邦旭办公楼和昆明办公楼。系统前端设备包括 90 台摄像机(其中有 72 台可控云台摄像机、14 台固定摄像机、4 台电梯摄像机)以及 6 个灯光控制器、2 个温湿度传感器、4 对视频光收发器和 6 个电源箱。系统网络包括 168 芯光纤(光纤总量为 244 芯),13 个节点信号箱(分散布置),2 个中心机房信号箱,82 对数字网络光收发器,90 个 MPEG-2 编码器,1 个 MPEG-2 解码器,1 对 E1 图像编解码器,3 台 CISCO 交换机,1 对 CISCO 交换机单模光纤长距离千兆光收发器,1 对 CISCO 交换机多模光纤短距离千兆光收发器以及邦旭办公楼内的 14 个终端节点的图像局域网络。其中中心机房信号

箱安装在地下厂房中心机房,集中了所有的数字图像信号。系统终端包括 10 台电脑,其中 1 台管理服务器(中心机房),1 台昆明办公楼远端工作站,7 台网内工作站(1 台在地下厂房的中控室,6 台在邦旭办公楼),1 台移动工作站。此外,还有 1 台 9 路录像机(中心机房),1 台网络彩色打印机,1 台在线式 5 kV·A 不间断电源。

2.1 前端设备

(1)摄像机。摄像机是工业电视监控系统的最基本的组成部份,在此选用 Honeywell GC755P,最大光学放大倍数为 25 倍。该系统中的摄像机利用同轴电缆把视频图像信号发送到节点信号箱,用双绞线把控制信号从节点信号箱发送到摄像机。所有的同轴电缆距离基本小于同轴电缆传输最佳图像信号的最长距离(200 m),这样可以保证在系统前端的图像信号质量。

(2)灯光控制器。可控制灯光安装在 6 个水机室,利用安装在节点信号箱内的灯光控制器,可以接收监控终端的信号。

(3)湿度传感器。温湿度传感器安装在“枢纽上游全景”和“开关楼主楼入口”的标准气象箱内,其数据通讯与相应的摄像机并联后连接 MPEG-2 编码器的通讯接口。

(4)视频光收发器。视频光发射器把视频电信号调制成光信号,通过光纤发送到中心机房,同时接收视频光接收机发送的控制信号,转换成 RS485 控制电信号;视频光接收机接收视频光发射器发送的视频光信号,并转换成视频电信号输出,并把 RS485 信号转换成光信号发送给视频光发射器。大朝山水电站尾水洞出口距离中心机房约 2 km,附近无条件较好的位置安装 MPEG-2 编码器,故在尾水洞变压器室安装了 1 个视频光发射器。1 号桥、进厂交通廊道、压力钢管施工支洞堵头 3 个位置距离中心机房不远,但附近无条件较好的位置安装 MPEG-2 编码器,故在此 3 处各安装了 1 个视频光发射器,所有的光接收机安装在中心机房。

(5)供电电源。系统前端的电源由节点信号箱提供,每个摄像机的供电电压为 220 V(交流),电流小于 1 A,由节点信号箱内的 1 A 双联空气开关控制。温湿度传感器的功率很小,与相应的摄像机共用一个电源。灯光控制器的电源在节点信号箱内,功率也很小,光源的电源也在节点信号箱内,但使用单独的电源开关。

2.2 网络设备

(1)MPEG-2 编码器。该系统选用的 N2000-MPEG2-EN 系列网络编码器,图像压缩方式为 MPEG-2,数据流方式为 TCP/IP,所以有 1 个 100Base-T 的 RJ45 接口和 1 个 RS485 双向半双工 DB9 头。

(2)光纤网络收发器。光纤网络收发器是长距离局域网必须使用的光/电转换器,是五类双绞线的延长。光纤收发器有 1 个 100Base-T 的 RJ45 接口,连接 MPEG-2 编码器,2 个多模光纤口,一收一发,与远端的光纤收发器成对使用,1 台光纤收发器的收端光纤与对应光纤收发器的发端相连。

(3)CISCO 交换机。邦旭办公楼内的 CISCO WS3550/24 EMI 是带 3 层交换协议的交换机,可以作为多个交换机的 SERVER,设置其他 CLIENT 的配置,中心控制室的 CISCO

WS3550/48 SMI 不带 3 层交换协议,只能作为 CLIENT 使用。

(4) E1 编码器/解码器。该系统选用 N2000-E1 系列编/解码器,视频的压缩方式为 MPEG-2,数据流方式为 E1。E1 通道中的图像流量为 30×64 kbps,双向数据通道流量为 1×64 kbps,另有 1 个 1×64 kbps 为 E1 通道的自身控制信号。

3 系统实施过程中的几个问题及解决方案

3.1 图像信号的传送

在监控系统中,往往在某一区域内集中了几个甚至数十个摄像机,摄像机到节点信号箱的距离可能超过百兆网五类双绞线的极限距离(100 m),而到中心机房的距离则更远。市场上有少数直接输出 MPEG-1 图像数据的摄像机,还存在以下两个问题:① MPEG-1 图像压缩方式不符合本系统的要求;② 五类双绞线在工业场合容易损坏。因此,该系统中的摄像机是采用同轴电缆把视频图像信号发送到节点信号箱,用双绞线把控制信号从节点信号箱发送到摄像机。所有的同轴电缆距离不超过 250 m,除“开关楼电梯”、“枢纽下游全景”的电缆长度在 240 m 左右外,其他的电缆长度都不大于 150 m,小于同轴电缆传输最佳图像信号的最长距离(200 m),这样可以保证在系统前端的图像信号质量。

中控室、尾水洞施工支洞堵头、中控楼一楼、副厂房电梯距中心机房很近,所以这四路信号直接用同轴电缆和通讯控制线连接到中心机房,没有使用光纤。

3.2 网络流量

大朝山工业电视系统的特点在于数字图像网络。整个系统由 90 个摄像机、10 台电脑组成。每个摄像机经编码压缩后的数据流量为 3~4 MHz,控制信号和温湿度传感器状态信号的流量相对于图像数据来说很小,但温湿度传感器需回传信号,整个数据流是一个单向海量图像数据和少量双向控制/状态数据。

由于需要所有的图像数据上网,该网络的总流量为 270~360 MHz,对于千兆网络来说,如此多的图像数据对网络的压力很大,甚至会造成网络瘫痪。为此,本系统把整个图像网络分成 10 个不同的虚拟网络(VLAN),另外木联能—南自联合体特别设计了 MPEG-2 编码器,图像数据可以使用组播方式。如在某终端调用某图像时该终端和调用的图像在一个 VLAN 中,其图像数据从 MPEG-2 编码器在

VLAN 内流向该终端;如果终端和图像不在一个 VLAN 中,则图像数据通过网关直接跨越两个 VLAN 传送,不再通过网络内的其他 VLAN。在多画面显示时,也只是从各摄像机的 VLAN 直接流向终端的 VLAN。这样,可以有效地减小碰撞域,数据流随机分配在不同的 VLAN 上,得到高质量的图像画面。

4 实验参数

工程竣工时,对整个系统的网络流量和 CPU 性能以及 MPEG-2 编码器流量等主要指标进行了测试。

4.1 网络流量和 CPU 性能测试

2004 年 4 月 2 日,在邦旭办公楼的 DELL OptiPlex(tm) GX270SMT/2.4G CPU/512MB 电脑上,使用流量测试软件 netspeed 1.0.0.1 测试出,四画面图像显示时其接收流量为 2 250 kbps,约 18 Mbps,同时,使用 Windows 自带的“任务管理器”,测试出 CPU 的使用率为 83%。

2004 年 4 月 16 日,在邦旭办公楼的 DELL OptiPlex(tm) GX270SMT/2.4G CPU/512MB 电脑上,使用流量测试软件: netspeed 1.0.0.1,单画面图像显示时,其测试出接收流量为 498 KB/s,约 3.98 Mbps;同时,使用 Windows 自带的“任务管理器”测试出 CPU 的使用率为 13%。

作为对比,使用 MYIE2 浏览器下载某个文件,下载对话框内显示流量为 110 kbps, netspeed 显示流量为 109 kbps,如果 Windows 系统测试的流量是正确的,可以推断 netspeed 测试出的流量是可以信任的。

在上述的 3 个测试中,网络流量和 CPU 性能正常,表示网络的设计、MPEG-2 编码器的设计和设置都达到了预期效果。

4.2 MPEG2 编码器流量

该系统采用 MPEG-2 编码方式,故有关编码的参数是该系统的重要指标之一。我们在网上寻找到测试 MPEG 参数的软件,在系统的电脑上录下“枢纽上游全景”的一个 TS 数据流后对该数据流进行测试,使用的编码器数据流量为 3 000 kbps,每秒 25 帧, MPEG-2 的 Main 类 Main 级,水平解析度为 720,垂直解析度为 576(相关的标准说明是: MPEG-2 主级 ML(Main Level)图像输入格式符合 ITU-R Rec. BT 601 格式,即 720×480×30 或 720×576×25。相应编码的最大输出码率为 15 Mbps。)完全符合 MPEG-2 的要求。

(上接第 40 页)

5 结论

通过以上分析认为,悬栅消能率主要影响因素是栅高和栅距,流量是次要的,栅距以 1.5~2 倍栅条后涡区长度为宜。投影寻踪回归是处理非正态非线性数据、分析其客观规律并仿真优化的有效数学工具。

参考文献:

[1] 邱秀云,侯杰,孙涛,等.一种消能陡坡弯道急流冲击坡的新措

施[J].水力发电,1998(11):18-20.

[2] 刘光临.水泵全性能曲线的计算机仿真[J],水力学报,1998,(8):1-7.

[3] 王顺久,张欣莉,丁晶.投影寻踪回归技术在自由面重力流数值模型拟和仿真中的应用[J].四川大学学报(工程科学版),2001,33(6):117-118.

[4] 李祚泳,投影寻踪回归技术及其应用进展[J].自然杂志,1997,19(4):224-227.

[5] 项静恬,史久恩.非线性系统数据处理的统计方法[M].北京:科学出版社,2000.