

电力图像监控系统集成平台的研究与设计

练笔战, 杨扬

(河南省电力通信自动化公司, 河南 郑州 450052)

摘要: 针对目前电力图像监控系统存在的主要技术问题, 如编码设备不统一, 通信带宽有限, 尚未与动力环境数据实现联动等, 提出了一系列的技术解决方案: 采用级联技术在结构上实现了真正意义上的三级架构; 应用 IEC 60870-5-104 国际标准规约, 实现了图像监控与动力环境的集成; 采用中间件技术实现不同视频编码设备的监控中心接入; 通过流媒体转发技术解决多用户并发访问可能导致的带宽拥堵问题; 通过实现自动巡检管理功能大大提高了值班人员的巡检效率。该平台的研究和设计也为其他领域图像监控系统的集成、整合和完善提供了很好的思路。

关键词: 电力图像监控; 集成平台; 流媒体; 三级架构; 自动巡检; 中间件; 动力环境

Research and design of electric power video surveillance integration platform

LIAN Bi-zhan, YANG Yang

(Henan Electric Power Communication & Automation Company, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In view of the major technique problems existed in the present electric power image monitoring, for example, the encoding equipment is not unified, communication bandwidth is limited, the linkage with dynamic environmental data can not be realized and so on, a series of technology solutions are proposed: using the cascade technology to realize three-layer architecture in the real sense; the intergration of video surveillance and dynamic environmental monitoring is implemented by international standard IEC 60870-5-104; different video coding devices accessing monitoring center is realized by middleware technology; bandwidth congestion issues which may be caused by multi-user concurrent access is solved through streaming media transmitted technique; automatic patrol management function is designed, which improves the inspecting efficiency of operator greatly. The research and design of this platform software also provides some good thoughts for the system's integration, unification and perfection of power image monitoring in other fields.

Key words: electric power video surveillance; integration platform; streaming media; three-layer architecture; automatic patrol; middleware; dynamic environment

中图分类号: TM764; TP277 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)06-0124-07

0 引言

随着无人值守变电站管理模式的推广, 图像监控技术在电力系统中的应用越来越普遍。但目前存在的问题是: 图像监控系统建设往往是不同区域各自为战, 参与的公司众多, 设计、建设缺乏统一规范, 设计质量参差不齐, 设计标准不统一。特别是随着应急中心建设的推进, 需要把各地市的变电站图像监控信息接入省公司应急系统并传到国网应急中心, 建立一个集成的图像平台。这个平台应该有广范围的兼容性, 可以将各类变电站现有图像监控系统接入, 实现不同厂家、不同规模的变电站图像监控系统进行统一的控制。

1 主要技术问题

要完整实现平台的结构和功能, 主要研究内容和需要解决的主要技术问题如下。

(1) 研究实现可灵活扩展的多级互联远程视频监控体系和技术。省电力图像监控系统最少要完成三级结构(省监控中心—地区监控中心—变电站), 简单二级结构无法满足技术要求。真正多级结构的主要技术涉及流媒体服务器和管理服务器的级联问题, 即实现视频流的级联转发和控制指令的级联转发。

(2) 子站到地区主站的带宽有限(E1为2 M带宽^[1], LAN为10 M带宽), 而视频码流较大, 必

须研究实现流媒体服务器代理转发技术, 解决多用户并发访问的带宽瓶颈问题。

(3) 子站视频编码设备 RVU 类型很多, 为确保系统开放性和保护原有投资, 必须研究解决 RVU 的主站接入问题。RVU 接入涉及的主要技术包括视频编码、通信协议和软件中间件技术。

(4) 研究实现完整接入动力环境数据, 达到与视频监控的集成联动。主要技术涉及 IEC 60870-5-104 国际标准规约的应用研究与编程实现, 最后开发完成多功能设备控制主机。

(5) 系统子站多, 上传到主站的视频路数多, 以前无目的的浏览效率低, 发现问题慢。必须研究解决主站视频的利用效率问题, 将随机的视频浏览变为有计划的自动视频巡视。

2 技术解决方案

针对目前电力图像监控集成技术要解决的问题, 通过反复研究、分析和比较, 决定应用以下原理和技术解决上述问题。

2.1 设计开发服务器级联技术, 实现了真正多级体系结构

系统功能结构实现上必须采取真正多级结构方案, 图 1 中省级服务器和地区级服务器应处于不同级别, 图 2 中省级服务器和地区级服务器本质上处于同一级别。真正多级结构开发难度大, 但具有二级结构无法比拟的优越性。

(1) 省级服务器不直接访问前端视频监控主机 (RVU), 而是通过地区级服务器的代理, 间接访问 RVU。优点是可最大程度地复用资源 (尤其是网络带宽资源), 不会给 RVU 带来额外负担。

(2) 各个地区服务器有自己的数据库, 省级服务器也有自己的数据, 但它们之间没有重复数据, 通过网络通信进行实时的数据共享。优点是可靠性高, 地区服务器可不依赖省级独立运行; 数据一致性好, 地区级数据更新后, 省级可立即自动刷新。管理维护工作量小, 不需要同步数据或相同的信息重复配置。

(3) 可灵活扩展。可在不影响原系统基础上, 扩展出四级, 五级甚至更高。并可在同一网络中, 多种级别并存, 如二级, 三级, 四级同时存在。

(4) 上下级客户端在访问同一资源 (如云台控制, 视频调用等) 出现冲突的情况下, 可以统一地进行管理调配。

真正多级结构必须在每级监控中心都设置流媒体服务器, 采用级联技术。如图 3 所示, 本系统中省监控中心和地区监控中心都设置流媒体服务器,

省级流媒体服务器通过地区流媒体服务器代理访问变电站前端视频监控主机, 即要实现多级转发。

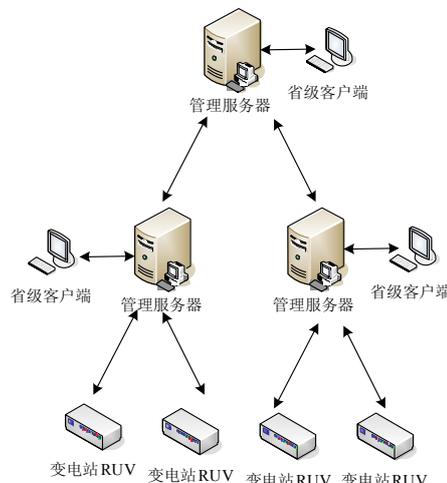


图 1 多级结构

Fig.1 Multi-level structure

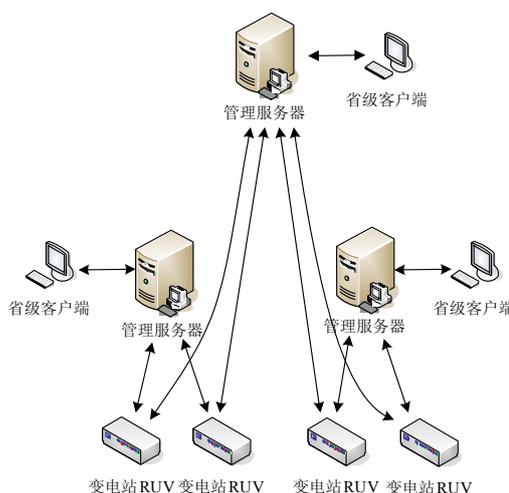


图 2 二级结构

Fig.2 Two-level structure

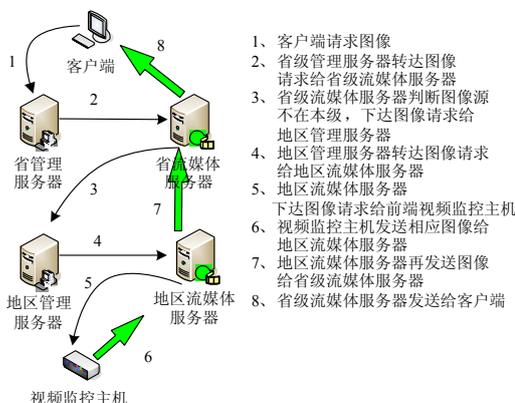


图 3 服务器级联结构示意图

Fig.3 Schematic diagram of server cascading structure

- 1、客户端请求图像
- 2、省级管理服务器转发图像请求给省级流媒体服务器
- 3、省级流媒体服务器判断图像源不在本级, 下达图像请求给地区管理服务器
- 4、地区管理服务器转发图像请求给地区流媒体服务器
- 5、地区流媒体服务器下达图像请求给前端视频监控主机
- 6、视频监控主机发送相应图像给地区流媒体服务器
- 7、地区流媒体服务器再发送图像给省级流媒体服务器
- 8、省级流媒体服务器发送给客户端

2.2 应用 IEC 60870-5-104 国际标准规约应用于动力环境数据（温度、湿度、水浸、消防报警、灯光控制、空调控制、门禁控制等）的采集与传输，实现视频监控与动力环境监控的整合

IEC 60870-5-104 标准适用于具有串行比特数据编码传输的电力远动设备和系统，制定目的是使兼容的远动设备之间达到互操作^[2]。以前都是用于电力系统运动和变电站综合自动化。我们将此标准引入变电站动力环境数据的采集与传输，同样可采集和传输开关量、模拟量和数字量，实现遥测、遥信、遥调和遥控，最终实现视频与动力环境监控的集成。变电站动力环境数据集成是由多功能设备控制主机和动力环境服务器实现的。多功能设备控制主机配置在前端变电站中，连接配置在地区监控中心的动力环境服务器，实现变电站动力环境数据的采集和上传，并且接收下传的动力参数控制变电站前端的环境。多功能设备控制主机通过 104 规约实现与动力环境服务器的数据通信。如图 4 所示，多功能设备控制主机连接温度、湿度、水浸等测量模块，收集动力环境数据。多功能设备控制主机采集、上传的信号主要有：遥信数据（报警信号，水浸信号，消防信号），遥测数据（温度值，湿度值）。接收的下传信号主要有：控制信号（灯光控制信号，空调控制信号，报警开关控制信号，消防、安防控制信号），设定值信号（温度、湿度设定值信号）。由于引入了变电站远动控制中常用的 104 规约，将动力环境参数按照遥信、遥测、遥控、遥调来分类建模，完美地解决了各种监控信息统一传输，统一调用，实现了视频监控和动力环境监控的有机结合。

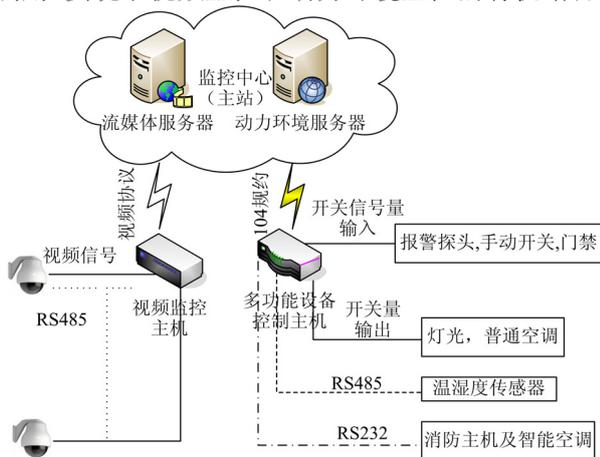


图 4 动力环境信号采集传输示意图

Fig.4 Schematic diagram of dynamic environmental signal gathering transmission

2.3 采用中间件技术实现不同视频编码设备的监控中心（主站）接入

变电站以前采用的视频编码设备的品牌种类繁多，建设的监控中心必须具有开放性，要接入以前这些设备。但不同的视频编码设备的通信接口、码流格式都存在很大差异，给接入主站带来很大困难。中间件是处于底层的视频编码设备和应用程序之间的软件，中间件的作用是为处于上层的应用软件提供运行与开发的环境，便于灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件，屏蔽底层视频编码设备的异构性。中间件具有标准的程序接口和协议，是不同硬件设备和系统平台共享监控资源的一种独立的系统软件或服务程序，能有效解决子站视频编码设备的异构性问题。

本系统提出软件结构上基于中间件的分层结构，在应用层之下设置设备抽象层，通过插件方式将不同视频编码设备的 SDK 嵌入到软件平台(如图 5)。应用层不直接与设备进行通信，而是通过调用设备抽象层的插件（可以 DLL 和控件等形式）接口函数完成。这样就实现了不同类别不同技术的视频编码设备的任意扩展和动态接入，满足了大型视频监控系统的开放性要求。插件由两部分组成：（1）设备通讯插件：负责与设备进行网络通讯和数据交换。（2）音视频解码插件：负责对通过设备通讯插件获得的音视频数据流进行解码，得到还原后的图像和声音。

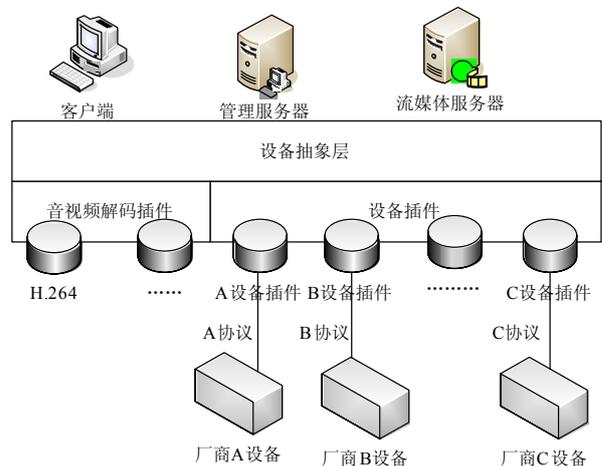


图 5 基于中间件的插件方式示意图

Fig.5 Plug-in schematic diagram based on middleware

2.4 采用流媒体转发技术解决多用户并发访问可能导致的带宽拥堵问题

流媒体服务器采用代理转发机制^[3]，并采用局域网内组播通讯的方式，可有效解决用户并发访问时的有限带宽拥堵问题，更高效地利用有限的网

络带宽资源。如不采用流媒体服务器, 3 人并发访问同一路视频时, 同一视频数据要同时拷贝 3 份(如图 6)同时通过网络进行传输, 由于带宽资源有限, 造成了资源浪费, 拷贝再多甚至会出现信息拥挤、网络拥塞的现象。采用流媒体服务器后, 由于流媒体服务器具有数据代理分发功能^[4], 3 人并发访问同一路视频时, 只需传输 1 个拷贝到流媒体服务器(如图 7), 流媒体服务器再通过宽带局域网(100 M 或 1 000 M)利用组播技术转发给请求此路视频的三个局域网内用户, 从而有效节约了有限的网络带宽资源, 能够将剩下的带宽资源用于传输不同的视频。即做到同一视频不论多少用户请求, 只需传输 1 个拷贝。同时还减轻了前端视频监控主机的传输压力^[5]。

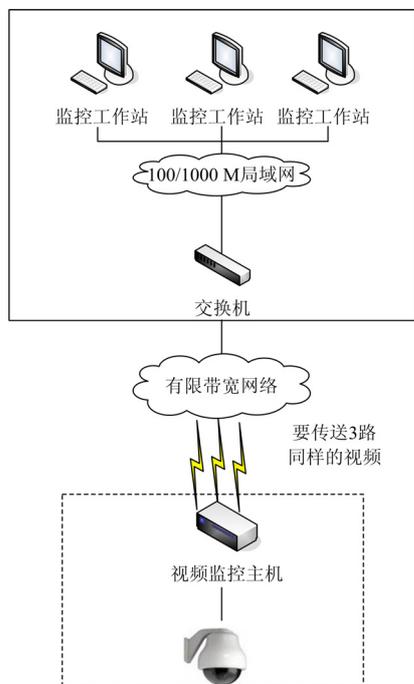


图 6 无流媒体服务器代理转发原理图

Fig.6 Schematic diagram of non-streaming media server proxy transmission

2.5 在远程视频监控基础上设计开发了自动视频巡检管理系统, 彻底改变值班人员手工随机浏览变电站视频的旧模式

以前监控中心的值班人员都是手工随机调看所有变电站的视频, 存在无计划、效率不高、问题不能及时发现等缺点。我们设计了一套自动视频巡检管理系统, 管理人员通过系统设立视频巡视计划, 系统自动生成巡视预案, 值班人员每天按照计划进行巡视, 变电站端的摄像头自动转动和切换, 上传

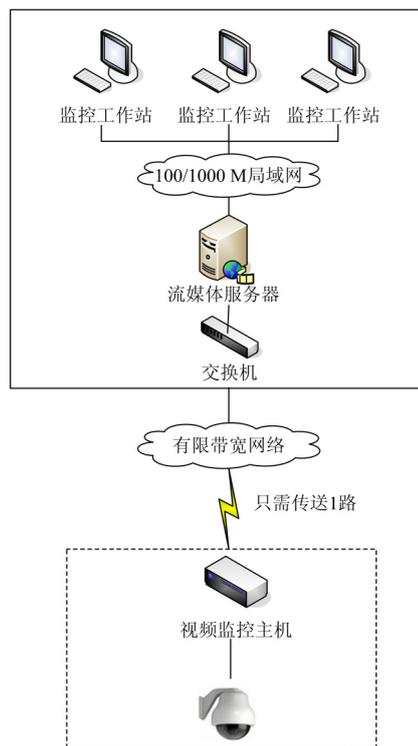


图 7 有流媒体服务器代理转发原理图

Fig.7 Schematic diagram of streaming media server proxy transmission

巡视预案中的所有视频, 值班人员在浏览视频的同时在系统记录缺陷, 系统最后自动生成巡视过程的日志记录。自动视频巡检管理系统极大提高了变电站远程视频监控系统的使用效率。

视频巡检管理系统的功能包括: (1) 管理员制定出相应的巡视计划, 如一般巡视, 标准巡视, 特殊巡视等, 并根据巡视计划, 制定出巡视路线。

(2) 当操作人员登录进入系统后, 可显示出由管理员预先制定好的其所辖范围内的巡视路线。用户选择巡视路线后, 开始巡视。巡视过程中, 单画面显示当前视频图像, 画面按照设定的切换时间和顺序, 在摄像头及预置位间自动切换。除了无须用户干预的自动切换模式外, 用户还可以在巡检过程中, 随时切换为手动切换模式。(3) 每到一个巡视点, 可自动显示出最近一次出现异常情况的巡视记录, 以便巡视人员复查缺陷的消除处理。(4) 在巡视过程中, 系统自动生成巡视过程的日志记录, 日志记录内容有巡视人, 巡视计划, 每个巡视点的完成巡视的时间。如发现异常情况, 可填写巡视记录, 在记录中还可直接插入视频图像截图作为附件。巡视记录直接上传到管理服务器。(5) 管理人员可查看巡视人员填报的缺陷记录, 便于及时处理缺陷。也

可统计每个巡视人员的巡视执行情况，以便于考核其出勤率。

如图 8 所示，视频巡检管理系统由以下三个部分构成：

- (1) 巡视管理服务器：安装数据库和系统管理软件，是整个系统运行的核心。
- (2) 巡视工作站：安装在集控站。巡视工作站上安装巡视客户端软件。
- (3) 巡视管理客户端：可在管理人员处安装管理客户端软件，通过网络登录巡视管理服务器进行管理和查询。

其中巡视工作站主要设计功能包括：(1) 自动巡检；(2) 填报巡视记录；(3) 其它辅助功能：云台控制、灯光 / 空调控制、视频自动锁定等。巡视管理客户端主要设计功能包括：(1) 巡视计划和路线制定；(2) 巡视记录模板制定；(3) 巡视记录查看；(4) 人员权限管理。

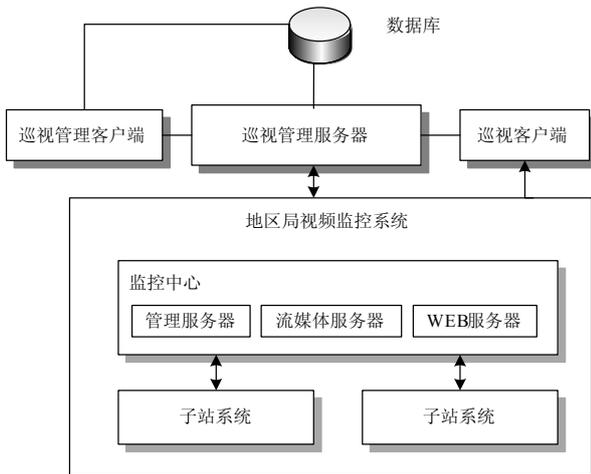


图 8 自动视频巡检管理系统结构示意图

Fig.8 Schematic diagram of automatic patrol management system

3 系统总体架构

该电力图像监控系统集成平台是分布式、网络化的系统，通过数字网络连接了子站（变电站）、主站（地区监控中心和省监控中心），无论从物理连接还是逻辑功能，都实现了三级架构^[6]，如图 9 所示。

子站系统负责采集前端的视频、报警、灯光、空调、消防、环境信号和执行各种控制指令^[7]。子站主要设备为视频监控主机和多功能设备控制主机。视频监控主机负责视频信号的采集、压缩、传输和录像，连接摄像机、云台、云台解码器等设备。多功能设备控制主机负责其它动力环境设备的信号采集和控制，连接报警探头、温湿度传感器、环境

采集适配器、空调通讯适配器、消防通讯适配器、灯光控制适配器等。

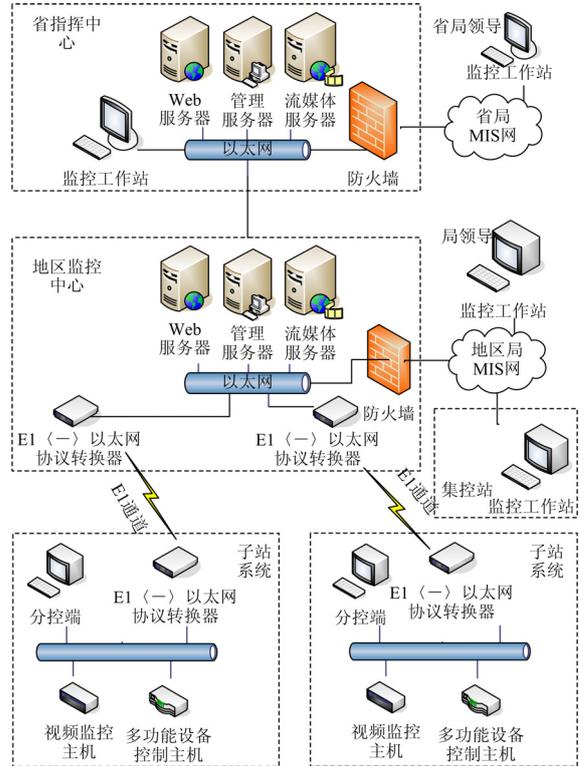


图 9 系统三级架构

Fig.9 Three-layer architecture of system

地区监控中心包括管理服务器、动力环境服务器和流媒体服务器。管理服务器负责对用户、设备、信息进行统一集中管理，其后台安装网络数据库，实现信息集中存储，并对子站视频监控主机上传的音视频信号进行接收和处理。动力环境服务器负责对子站多功能设备控制主机上传的动力环境信号进行接收和处理，并发送相关控制指令。流媒体服务器转发来自各子站的音视频数据流给各个客户端，以解决多个客户端并发访问同一子站视频时的带宽占用问题。WEB 服务器则实现 B/S 架构，为监控工作站提供 IE 浏览器访问服务。监控工作站既可安装客户端软件进行操作，也可直接用 IE 浏览器进行操作。地区局和集控站的用户可在监控工作站上对系统进行监控和操作^[8]。

子站的日常运行监控和安全防范主要由地区监控中心完成，省监控中心则负责紧急情况下的总体指挥和管理。省监控中心侧重视频、报警信号及相关设备的监测和控制，动力环境信号及相关设备的监控主要由地区监控中心直接完成。省监控中心的管理服务器和流媒体服务器与地区监控中心的管理服务器和流媒体服务器可实现级联，以实现数据共

享和负载均衡。

3.1 监控中心应用服务器软件平台介绍

监控中心(主站)的功能实现的核心在于中心的集成平台系统,它包括了在监控中心各个应用服务器上运行的平台软件:管理服务器(动力环境)平台软件、流媒体服务器平台软件和WEB服务器平台软件。

3.1.1 管理服务器(动力环境)平台软件(MS)

管理服务器(动力环境)平台对所有设备以及用户进行集中管理。设备的集中管理主要针对对各种设备进行配置,如:视频处理单元RVU、(周界、双鉴)报警设备、消防主机通讯、空调和照明设备、下级服务器等硬件设备配置信息。用户的集中管理主要针对所有用户进行集中注册、权限分配和登录验证。同时负责动力环境信号的接收和处理。实现以上功能的软件平台包含了下面18个模块:设备参数管理模块、用户权限管理模块、电子地图管理模块、用户登录验证模块、设备状态监测模块、命令解析模块、日志记录模块、报警联动模块、优先级控制模块、多级数据转发模块、双网段互联模块、服务启停控制模块、服务运行状态监测模块、用户活动监测模块、实时日志显示模块、设备抽象层及插件模块、视频巡检管理模块、动力环境管理模块。

3.1.2 流媒体服务器平台软件(SMS)

在联网监控管理系统中,音视频信息通过网络进行传输,怎样克服多人并发访问造成的网络传输瓶颈,以及实现多级网络数据传输,将成为成功组建联网监控系统的关键技术问题。流媒体服务器搭载专用视频流转发软件平台,该软件平台由以下8个模块构成:数据流转发模块、多级级联模块、命令解析模块、RTSP通信接口模块、服务启停控制模块、服务运行状态监测模块、设备抽象层及插件模块、集中录像服务模块。

3.1.3 WEB服务器平台软件(WS)

WEB服务器平台软件主要提供WEB服务,通过中心设立WEB服务器,用户可方便通过IE浏览器方式监视个变电站监控点图像,并可实现云台、镜头的控制操作,该服务器搭载的软件平台为标准的WEB服务专用软件。

3.2 子站视频监控系统结构设计

子站系统负责采集站端的视频、报警、灯光、空调、消防、环境信号和执行各种控制指令。如图10^[9]所示,子站主要设备为视频监控主机和多功能设备控制主机。视频监控主机负责视频信号的采集、压缩、传输和录像,连接摄像机、云台、云台解码器等设备。多功能设备控制主机负责其它动力环境

设备的信号采集和控制,连接报警探头、灯光控制适配器、温湿度传感器、智能空调和消防主机等^[10]。

视频监控主机和多功能设备控制主机如果由1台工控主机实现,由于视频量大,设备输入输出量多,不仅扩展受到限制,而且极易造成系统不稳定。因此建议视频监控主机与多功能设备控制主机独立运行,互不依赖。其中视频监控主机建议采用系统专用、发热量低、不易受病毒感染、长期运行更为稳定的嵌入式监控主机。两者之间的关联动作由地区主站进行协调和控制。

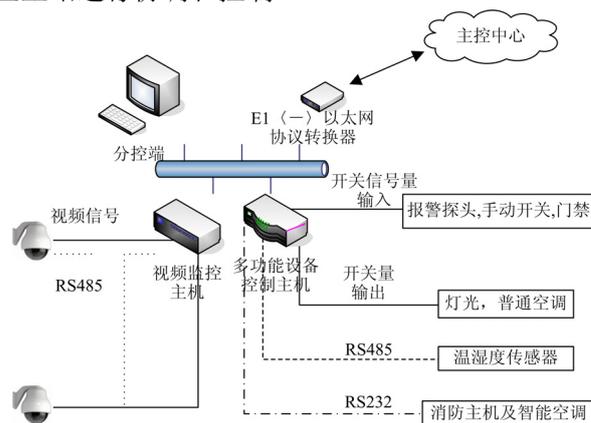


图 10 子站视频监控系统结构

Fig.10 Substation image monitoring system structure

分控端(即客户端)为值班人员提供人机交互界面,可监控站内视频图像及其它设备的运行状态。无人值班变电站可不配分控端。

4 结束语

目前,电力图像监控集成平台软件通过流媒体转发技术实现了省级监控中心、地区监控中心和变电站端的三层架构,并且可以接入各类变电站现有图像监控系统,实现了不同厂家、不同规模的变电站图像监控系统的统一控制。从技术上实现了电力图像监控系统的统一性、可扩展性、兼容性。针对该平台目前推广使用的程度,可以考虑将平台进一步完善和扩展,出台相应的技术标准,最终实现与国网监控中心连接的四层架构。

参考文献

[1] 侯思祖, 田新成, 陆旭. 变电站视频监控系统设计研究[J]. 继电器, 2007, 35 (9) : 60-64.
 HOU Si-zu, TIAN Xin-cheng, LU Xu. Design and research of video supervisory control system of the substation[J]. Relay, 2007, 35 (9) : 60-64.
 [2] 张浩, 王玮, 徐丽杰. 图像识别技术在电力设备监测中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38 (6) : 88-91.

- ZHANG Hao, WANG Wei, XU Li-jie. Application of image recognition technology in electrical equipment on-line monitoring[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38 (6) : 88-91.
- [3] 耿健. 流媒体在网络视频监控中的应用[J]. 科技资讯, 2009 (26) : 13-15
- GENG Jian. Application of streaming media technology in network[J]. Science & Technology Information, 2009, (26) : 13-15.
- [4] 陈超. 电力系统图像监控技术的研究[J]. 硅谷, 2008 (22) : 15-16.
- CHEN Chao. Research of electric power image monitoring system[J]. Silicon Valley, 2008 (22) : 15-16.
- [5] 丁正胜. 无人值班变电站远程图像监控系统应用[J]. 大众用电, 2009 (3) : 24-25.
- DING Zheng-sheng. Application of non-attended substation substation image remote-monitoring system[J]. Popular Utilization of Electricity, 2009 (3) : 24-25.
- [6] 雍文涛. 输电线路危险点远程图像监控系统[J]. 电力信息化, 2008 (1) : 52-55.
- YONG Wen-tao. Image remote-monitoring system of transmission lines dangerous items[J]. Electric Power Information Technology, 2008 (1) : 52-55.
- [7] 李万红. 基于流媒体的视频监控技术在施工工程中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2009 (14) : 3779-3780.
- LI Wan-hong. Application of video-monitoring technique based on streaming media to engineering projects[J]. Computer Knowledge and Technology, 2009 (14) : 3779-3780.
- [8] 马冬雪. 视频监控在安阳供电公司的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (11) : 128-133.
- MA Dong-xue. Video surveillance in the application of Anyang power supply company[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (11) : 128-133.
- [9] 杨俊宏, 李晓彤. 电力远程图像监控系统建设[J]. 云南电力技术, 2009 (1) : 36-37.
- YANG Jun-hong, LI Xiao-tong. Construction of electric power image remote-monitoring system[J]. Yunnan Electric Power, 2009 (1) : 36-37.
- [10] 洪洲, 潘功茂, 赵江良. 变电站图像监控系统[J]. 农村电气化, 2008 (10) : 25-27.
- HONG Zhou, PAN Gong-mao, ZHAO Jiang-liang. Transformer substation image monitoring system[J]. Rural Electrification, 2008 (10) : 25-27.

收稿日期: 2010-04-06; 修回日期: 2010-05-20

作者简介:

练笔战(1964-), 男, 学士, 高级工程师, 研究方向为电力系统及其自动化; E-mail: 51805745@qq.com

杨扬(1982-), 女, 硕士, 助理工程师, 研究方向为信息化技术。

(上接第 116 页 continued from page 116)

- [6] 李辉. 加速功率型 PSS 在抽水蓄能电站的应用[J]. 电网与清洁能源, 2007, 10 (5) : 46-49.
- LI Hui. Application of acceleration power PSS to pumping-storage power station[J]. Power System and Clean Energy, 2007, 10 (5) : 46-49.
- [7] 宫鑫, 宋稳力. 基于 TMS320F28335 的三相 PWM 整流器设计与实现[J]. 机械与电子, 2008, 10 (3) : 75-77.
- GONG Xin, SONG Wen-li. Design and realizing of three-phase voltage PWM rectifier based on TMS320F28335[J]. Mechanical and Electronic, 2008, 10 (3) : 75-77.
- [8] 许其品, 胡先洪, 陈小明. 双输入电力系统稳定器实现方法探讨[J]. 水电自动化与大坝监测, 2008, 32 (5) : 8-11.
- XU Qi-pin, HU Xian-hong, CHEN Xiao-ming. Methods for realization of dual-input power system stabilizer[J]. Hydropower Automation and Dam Monitoring, 2008, 32 (5) : 8-11.
- [9] 康健, 丁凯. 加速功率型电力系统稳定器输入变量的获取[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (11) : 87-96.
- KANG Jian, DING Kai. Discussion on input state variables of an improved rotational speed power system stabilize[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (11) : 87-96.

收稿日期: 2010-04-05; 修回日期: 2010-05-29

作者简介:

李志军(1964-), 男, 教授级高级工程师, 博士, 硕士生导师, 长期从事电力系统及自动化设备的设计和研究工作;

郝伟峰(1984-), 男, 硕士研究生, 现从事励磁装置、电力系统稳定器的研究; E-mail: qieweifeng@163.com

张利(1986-), 女, 硕士研究生, 现从事励磁装置、电力系统稳定器的研究。