

大型城市污水输送 SCADA 系统通信 网络设计与实现

张皓孙

(上海市城市排水有限公司 竹园第一污水输送分公司, 上海 200070)

摘要: 通过对数个通信技术的分析, 依照城市污水输送 SCADA 系统完善污水泵站无人值守运行要求, 应用 MPLS-VPN 技术对运行 24 年的上海合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络实施升级改造。以 MPLS-VPN 技术所提供的高可靠性、高安全性、易扩展性及良好的经济性, 完成整合泵站设备运行数据、泵站安防信息数据, 以及泵站设备运行及泵站安防视频图像的城市污水输送 SCADA 系统数据的稳定传输, 给稳定运行二十多年的大型城市排水传统 SCADA 系统注入了新的活力。

关键词: 污水输送; SCADA; 通信网络; MPLS-VPN; 无人值守

中图分类号: TU 992 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-6540(2017)07-0076-04

Design and Realization of Communication Network of SCADA System in Metropolitan Sewage Transportation

ZHANG Haosun

(ZhuYuan No. 1 Sewage Transportation Branch, Shanghai Municipal Sewerage Company Ltd.,
Shanghai 200070, China)

Abstract: Through analysis of the several communication technology, according to SCADA system in the metropolitan sewage transportation, completely unattended operation in the sewage pumping station. Used MPLS-VPN technology to upgrade the communication network of the central monitoring system of the first stage of the Shanghai sewerage project that had run for 24 years. We complete integration stable transmission SCADA system in the metropolitan sewage transportation pumping station data and video image of the equipment running, Security precaution information according to the high reliability, high safety, scalability and good economical efficiency over the MPLS-VPN technology. It injection new vitality for the tradition of SCADA system in the metropolitan sewage transportation that had stable run for 20 years.

Key words: sewage transportation; SCADA; communication network; MPLS-VPN; unattended operation

0 引言

上海市合流污水治理(一期)工程中央监控系统是我国第一个大型城市排水 SCADA 系统, 已稳定运行二十多年。系统由一个中央监控中心和 45 个辖属泵站的 RTU 及通信网络组成。系统 20 世纪 90 年代初建设时, 我国的电信资源十分匮乏, 合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通

信网络仅有 200 M 民用频段自建数据通信网络方式和租借电信电话线路组成专网方式可供选择, 又由于上海 200 M 民用频段可用的频点已分配完毕, 合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络只有租用电信电话线, 通过采用当时先进的专线 MODEM 和串口服务器构成 SCADA 系统的通信网络。由于电信电话线存在的众多不足, 形成了 SCADA 系统稳定运行最大隐患, 在一定程

作者简介: 张皓孙(1959—), 男, 工程师, 研究方向为自动化实时监控管理。

度上造成了泵站运行信息的缺失。21 世纪初,结合上海排水信息系统的建设,对合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络进行了改造,采用上海电信有限公司无线数据通信网 CDPD 通信方式实施了合流污水治理(一期)工程中央监控系统通信网络的更新,在运行了近十年,CDPD 技术退出市场时,采用中国电信的 CDMA-1X 技术对合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络进行了更新升级。随着城市建设的发展,对城市市政管理的要求不断提高,城市污水输送泵站无人值守也渐渐成为污水输送泵站控制、管理的首要目标,原通信网络 2G 技术已不能胜任,鉴于此,合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络应有适应新要求的升级改造。

1 污水输送泵站无人值守对通信网络的需求

污水输送泵站的无人值守是一个建立在可远程监控基础上,结合众多技术系统的中央监控系统的远程终端,其 RTU 系统不只是采集污水输送泵站设备运行数据和接收中央监控系统监控中心下发的控制命令,而是有所拓展,要实现污水输送泵站的远程可见,即视频监控,同时还需将污水输送泵站的安防系统纳入其中,确保泵站在无人状态下的安全运行。要实现污水输送泵站的无人值守,合流污水(一期)工程中央监控系统除采集泵站设备运行数据,还需接收泵站设备运行的视频信息以及泵站安防系统的数据和视频信息,通常泵站运行信息和安防系统信息所占的带宽约 0.3~0.5 M,而视频信息所占的带宽需不小于 2 M^[1]。污水输送泵站的无人值守需要通信网络的必须具有足够的数据传输带宽、系统稳定性高、易维护、扩展性强以及有较强的安全性,以保证数据在网络中传输的过程,信息不被窃听或截获,有完善的用户安全机制及可防御来自内部和外部的恶意攻击。

2 通信方式的优选

从污水输送泵站无人值守对通信网络的要求可见,就当今数据传输技术,有着众多的选择。如何在这些选择中找到既满足合流污水(一期)工

程中央监控系统通信网络的要求,又要有着良好的经济性,在众多技术方案中,对无线 4G 技术组网方案、VPN 虚拟专网技术组网方案、ADSL 宽频拨号技术组网方案以及电信专网上公网(EPON)技术组网方案进行分析比较,进而确定合流污水(一期)工程中央监控系统通信网络方案^[2-4]。

2.1 无线 4G 技术组网方案

4G 指第四代移动电话行动通信标准。该技术包括 TD-LTE 和 FDD-LTE 两种制式。集 3G 及 WLAN 于一体,能够快速传输数据、高质量、音频、视频和图像等。4G 能够以 100 Mbps 以上的速度下载,能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求,4G 有着不可比拟的优越性。

若本系统组网以 4G 的通信方式进行组网,如采用 4G 网络覆盖相对完善的上海电信 4G 网络。按上海电信的 4G 运营资费进行计算,要满足污水输送泵站数据、视频传输 24 h 实时监测、监控需求,以包月制的算法,费用极高。对仅传输数据,且每月数据流量在一个限值内的污水输送泵站,无线 4G 技术组网方案是一个可选方案。采用 4G 技术组网方案如图 1 所示。

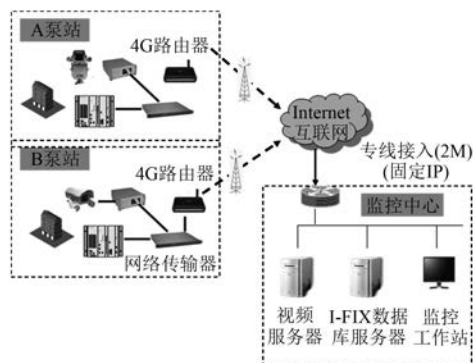


图1 无线 4G 组网方案

4G 通信均在公网上进行数据传输,前端 A 泵站、B 泵站 RTU 的数据、视频数据通过 4G 路由器上传至互联网,再从互联网传传输至中央监控中心服务器,前端两个泵站 4G 路由器可设定中心固定 IP 地址来实现指向。其优势是安装便捷,无需布线,即装即用。劣势则是通信的速率常会受到周边用户数及覆盖情况等因素而发生变化,不够稳定;另数据均在公网上进行传输数据,在安全性方面需要进行一定的安全保护措施,防止系统

受攻击、数据受破坏。

2.2 VPN 虚拟专网技术组网方案

所谓虚拟专网是建立在公共基础网络上,在一定范围内提供可控的连接建立和访问能力的通信结构。VPN 虚拟专网是建立在公共基础网络上的专用网络。就目前技术而言,从 TCP/IP 协议的分层结构来看,主要是网络层 VPN 和链路层 VPN,网络层 VPN 则有可控路由表泄漏、隧道机制(如 PPTP)和网络层加密(如 IPSec)等方法;链路层 VPN 则有 ATM 和帧中继(F.R)虚链路、MPOA 和 MPLS 方法。

目前上海电信主推的 VPN 是应用 MPLS 技术所构成的 VPN, MPLS-VPN (Multi Protocol Label Switching Virtual Private Network) 是基于上海宽带城域网(IP MAN),以专线接入方式提供 VPN 服务的虚拟专网业务,是一个代表当今 IP 尖端技术的网络,是上海电信 IP 核心业务的一个具有世界级电信网络,可实现数据、语音、图像多业务宽带连接,提供原有 VPN 网络所有功能的同时,提供强有力的 QoS 能力,具有可靠性高、安全性高、扩展能力强、控制策略灵活及管理能力强等特点。若本系统通信网络组网以 MPLS-VPN 方式进行组网,按上海电信的 MPLS-VPN 运营资费,要满足污水输送泵站数据、视频传输 24 h 实时监测、监控需求,其性价比是非常高的。采用 MPLS-VPN 技术的组网方案如图 2 所示。

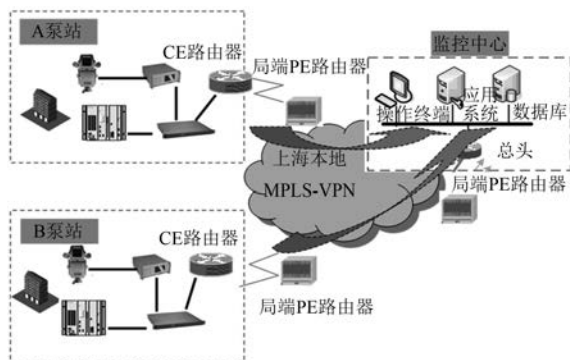


图2 MPLS-VPN 组网方案

MPLS-VPN 技术组网中 A 泵站、B 泵站及监控中心三点均采用光纤通信接入,总头位于监控中心,每个点可以提供几个 RJ45 网口,供污水输送泵站 RTU 系统,视频监控、工控机网络等使用。

MPLS VPN 组网的优势在于光纤通信,上下行速率对称;类似内部局域网,安全性较高;无需拨号,实时在线。由于污水输送泵站往往地处偏僻,电信光纤资源可能不足,需要实施光缆敷设工程,存在不确定因素,这是 MPLS VPN 组网的劣势所在。

2.3 宽带 ADSL 技术及电信专网上公网 (EPON) 技术方案

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Loop)技术即非对称数字用户环路技术,就是利用现有的一对电话铜线,为用户提供上、下行非对称的传输速率(带宽),上行(从用户到网络)为低速的传输,可达 640 kbps;下行(从网络到用户)为高速传输,可达 7 Mbps。它最初主要是针对视频点播业务开发的,随着技术的发展,逐步成为了一种较方便的宽带接入技术。ADSL 是通过电信的公网实施污水输送泵站与监控中心的互联,通常电信公司提供给客户的是动态 IP 地址,为确保中央监控系统通信网络的稳定运行,需申请固定 IP 地址。由于污水输送泵站与监控中心是电信公网上的一个 IP,虽可以采用安装防火墙等手段,但其安全性难以保证,同时采用电话线路,数据传输的带宽有限且不够稳定。资费与 VPN 相比,无优势可言。

EPON 采用无源光纤传输方式,成本低、维护简单、容易扩展、易于升级。语音、数据实现同步接收,高带宽接入。提供 1-13 固定普通 IP 地址及精品网地址。对网络协议透明、模块化程度高。数据传送安全可靠。大容量,广覆盖,在满足污水输送泵站无人值守要求的通信网络带宽条件下,EPON 的性价比不高。若污水输送泵站所在点无电信光纤资源,需实施光缆敷设工程,更是该方案的劣势。

2.4 通信网络组网方案的确定

通过对上述几个方案的调研,以及结合其他污水输送系统中央监控系统通信网络的使用状况,应用 MPLS-VPN 技术组成合流污水治理(一期)工程中央监控系统的通信网络是合理、可行的,同时考虑到中央监控系统所辖的泵站未全面完成泵站无人值守的技术升级改造,而未改造的泵站仅传输泵站设备的运行信息,所用流量不大,仍暂时保留采用无线 4G 网络组网的通信网络。

3 工程实施

在合流污水治理(一期)工程中央监控系统辖属的静安组、杨浦组以及长二组泵站无人值守技术升级改造中,其通信网络采用 MPLS-VPN 技术组网,各泵站与中央监控系统传输泵站设备运行数据、泵站安防信息数据以及泵站设备运行及泵站安防视频图像。在实现泵站运行数据显示及控制指令下达的基础上,以嵌入方式显示设备运行视频系统、泵站安防视频系统、围界系统、门禁系统、感烟报警系统、安全报警系统、紧急报警系统、智能照明系统等运行信息,实现泵站层各应用子系统的综合显示,联动调用。图 3 所示的是在合流(一期)中央监控中心所显示污水泵运行监控状态。图 3 不仅显示了污水泵的运行数据,同时嵌入显示污水泵运行的视频,改变呆板的数据显示方式,辅以直观的动态视频影像,为中央监控中心的值班人员和管理人员提供可信的污水泵站设备运行状态显示,提升了对污水泵站的远程监控能力。同时安防系统数据的上传不仅仅监控污水泵站运行设备,而是对污水泵站全方位实施远

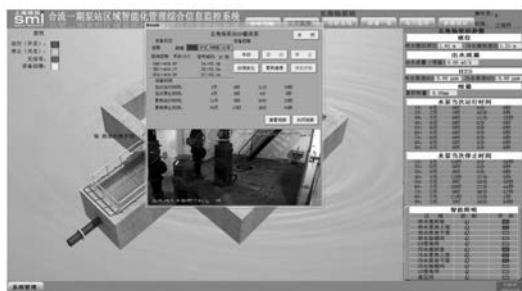


图 3 污水泵运行监控

程监控,既做到污水输送泵站设备可靠运行,还做到污水泵站安全运行,实现污水泵站的无人值守。工程实施的成功是得益于对合流污水治理(一期)工程中央监控系统通信网络的升级改造,得益于 MPLS-VPN 技术所提供的高可靠性、高安全性、易扩展性以及良好的经济性。

4 结 语

通过对合流污水治理(一期)工程中央监控系统通信网络升级改造,以及所辖班组污水泵站的无人值守技术方案的实施,应用 MPLS-VPN 虚拟局域网技术,实现城市污水泵站或雨水泵站运行数据、视频图像、安防信息的可靠、稳定和迅捷传输;使得原 SCADA 所具有的污水泵站无人值守功能得到充分发挥,为稳定运行 24 年的合流污水治理(一期)工程中央监控系统这一大型城市污水输送 SCADA 系统注入新的活力。

【参考文献】

- [1] 李顺意,朱伟鹏,贺思菱.利用城域网实现污水厂外泵站的远程监控[J].世界仪表与自动化,2005,39(3): 58-59.
- [2] 徐益挺,黄平捷,张光新,等.基于 IP VPN 的城市污水泵站远程监控系统[J].中国给水排水,2012,28(10): 80-82.
- [3] 何鹏,石盛平,戴勤书.基于 MPLS 的 VPN 技术[J].电信技术研究,2008(12): 26-33.
- [4] 许莉,郑红梅,巩娟霞.浅析基于 MPLS 的虚拟专网技术[J].电脑知识与技术,2009(9): 1594-1595.

收稿日期: 2017-06-08

〔读者群〕

《电机与控制应用》杂志的读者包括电机与控制领域内从事科研、设计、生产的工程技术人员,全国各大高等院校师生,企业经营、管理、营销、采购人员,各类产品代理分销渠道人员以及最终用户等,遍及电力、石油、冶金、钢铁、交通、航

天、工控、医疗、机械、纺织、矿山等多个行业。

杂志读者群专业、稳定、层次高,无论是交流前沿技术、实践经验,还是传递行业信息,开展企业及产品的广告宣传都能达到事半功倍的效果。