

基于 VPN 的株洲某污水泵站 远程监控系统的设计与实现

唐小琼, 严锦程, 唐亚明

(湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412008)

摘要: 为顺应系统远程监控的发展趋势, 以株洲某污水泵站为背景工程, 分析了该泵站和上位机的系统配置, 并采用虚拟专用网 (VPN) 技术, 把 PLC 工业控制和远程通讯结合起来, 实现了该远程控制系统。同时介绍了 VPN 网络的定义及其技术特点, 阐述了整个系统的结构及 VPN 网络在其中的关键作用。现场运行情况证明了该方案具有较强的可行性。

关键词: 污水泵站; 虚拟专用网; PPTP; 远程监控系统; PLC

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)04-0077-04

Design and Realization of Remote Monitoring System in a Zhuzhou Sewage Pumping Station Based on VPN

Tang Xiaoqiong, Yan Jincheng, Tang Yaming

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: With an engineering case of a sewage pumping station in zhuzhou, analyzes the system configuration of the sewage pumping station and upper computer. Applies virtual private network (VPN) technology to combine PLC industrial control with remote communication for realizing the remote monitoring system. Meanwhile introduces technical characteristics and the definition of VPN, and expounds the key role of overall system structure and VPN on the control system. On-site operation proves the project is feasible.

Keywords: sewage pumping station; virtual private network; PPTP; remote monitoring system; PLC

株洲某污水泵站和远程中控室不能通信, 而随着流经该泵站污水量的增大, 传统的人工操作因具有工作量大、效率低、反应慢等缺点, 显然不能适应其发展, 并且导致污水处理厂的运行成本相应增加^[1]。为了顺应系统远程监控的发展趋势, 提高该污水泵站的运行管理水平, 降低其运营成本, 笔者拟对原泵站进行自动化升级, 通过采用虚拟专用网 (virtual private network, VPN) 技术, 使之实现泵站

远程监控的功能。

1 工程概况

1.1 泵站构成及控制要求

所研究的泵站主要由格栅机、污水泵房和控制室组成。

1) 格栅机。泵站装有 2 台格栅机, 格栅机主要用于把附于格栅上的垃圾和污物从进水渠道中提出

收稿日期: 2011-05-02

作者简介: 唐小琼 (1989-), 女, 湖南武冈人, 湖南工业大学学生, 主要研究方向为工业自动化。

E-mail: tangxiaoqiong929@163.com

来处理, 以免其进入污水泵房。格栅机上装有液位计, 用来检测格栅机前后的液位差。

2) 污水泵房。污水泵房内有4台污水提升泵, 泵房内壁装有液位计, 以实时检测污水液位。

3) 控制室。控制室装有1台低压进线柜、1台软启动柜、2台变频启动柜、1台可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)柜, 并接入非对称数字用户环路(asymmetric digital subscriber line, ADSL)上网。

控制室以污水泵站为控制对象, 主要有以下监控内容:

1) 通过格栅机前后液位差的检测, 提示或自动启动格栅机, 以清除、处理附着在格栅上的污物。

2) 通过PLC, 提升泵将根据泵的状态、液位等自动投切。

3) 泵站数据需要在远程中控室监控画面中显示, 如格栅机和污水泵房液位、提升泵电流和频率、设备启停状况、报警等。

1.2 中控室构成

中控室采用固定IP方式上网, 配置1台研华610H工控机。同时中控室要求能够实现远程监测泵站数据, 并在权限许可时, 远程控制格栅机及提升泵的启停。

1.3 远程通讯系统

图1所示为泵站系统结构简图。

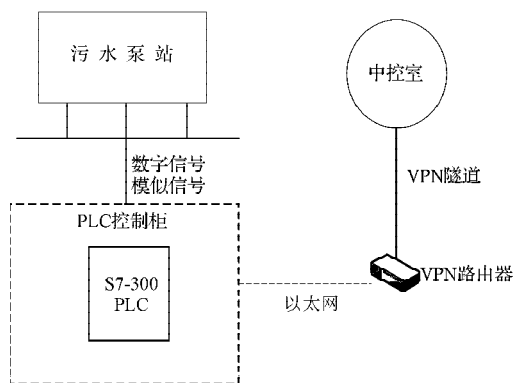


图1 泵站结构图

Fig.1 The structure of pump station

从图1中可看出, 远程通讯是泵站和中控室的枢纽。本系统采用VPN技术实现泵站与中控室的远程通讯。使用VPN, 可以用模拟点对点专用衔接的方式, 通过共享或公用网络在2台计算机之间传送数据, 将一些相互连接的设备组成一个虚拟的专用网络来管理^[2]。泵站不仅向中控室传送数据、网络 and 音频信号, 同时, 监控中心通过该网络实现对泵站的远程监控。

2 虚拟专用网简介

虚拟专用网络VPN是专用网络的延伸, 其任意2个节点之间的连接没有传统网络所需要的物理链路, 被定义为通过一个公用网络建立一个临时的、安全的连接, 是一条穿过混乱的公用网络的安全、稳定的隧道, 架构在公用网络服务商所提供的网络平台, 并拥有与专用网络相同的安全性、管理及功能^[3]。

2.1 VPN分类

VPN作为一种综合的网络安全方案, 包含了很多重要的技术, 当前的VPN技术分为IPSec, PPTP, L2TP, GRE等, 其中比较常用的是PPTP和L2TP^[4], 它们都属于第二层隧道协议, 使用PPP(point to point protocol)协议对数据进行封装, 然后添加附加包头用于数据在互联网上的传输。

2.2 基于点对点隧道协议的VPN

点对点隧道协议(point to point tunneling protocol, PPTP)是在PPP协议基础上开发的一种增强型安全协议, 可以通过密码身份验证协议、可扩展身份验证协议等方法增强其安全性^[5]。PPTP主要用于PPTP客户端和PPTP服务器之间的安全通信, 用于Microsoft的路由和远程访问服务。在数据加密上, PPTP采用了PPP点到点协议的身份验证方法和微软的MPPE(microsoft point-to-point encryption)点到点加密协议。在控制连接和隧道维护上, PPTP建立在PPTP客户机IP地址和PPTP服务器IP地址之间。PPTP控制连接携带PPTP呼叫控制和管理信息, 用于维护PPTP隧道。其中包括周期性地发送回送请求和回送应答消息, 用于检测出客户机和服务器之间可能出现的连接中断^[6]。在数据封装上, PPTP数据的隧道化过程采用多层封装的方法, 包括PPP帧的封装、GRE(generic routing encapsulation)报文的封装、数据链路层的封装以及PPTP数据包的接受处理^[7]。本系统的VPN隧道正是基于PPTP协议, 建立起泵站到中控室的远程通信。

PPTP VPN协商过程^[6]为:

- 1) 客户端通过PPP建立到ISP NAS的连接;
- 2) 客户端建立到PNS的PPTP连接;
- 3) 客户端与PNS之间建立1个2层的隧道, 多种协议能够在这个协议上传输;
- 4) 使用MPPE加密PPP数据包, 这些数据包接下来通过enhanced GRE封装, 并在IP网络上传输;
- 5) 在客户端和PPTP服务器之间建立第二个PPP over GRE会话;
- 6) 数据能够在这个IP/GRE/PPP上传输;

7) PPTP 隧道使用不同的 TCP 连接来控制会话。

3 系统设计与实现

污水泵站控制系统由下位机(西门子 S7-300 PLC)、上位机(工控机,采用 RSView32 监控软件)及远程通讯系统 3 部分构成,上位机和下位机是基础,它们之间的通讯由 VPN 构成的远程通讯系统实现。

3.1 远程通讯的实现

3.1.1 组网分析

1) 中控室。中控室是污水处理厂的信息存放与处理中心,其采用固定 IP 方式上网,数据流量较大。考虑到经济及网络状况,VPN 服务器采用 Windows 自身系统建立,并且对中控室路由器设置端口映射,上位机电脑无需作任何适应性调整,其网络配置也不必作任何改动。

2) 泵站。考虑到 VPN 连接的稳定性,采用 PPTP 硬件客户端的方式接入,配置 VPN 路由器,直接向中控室固定 IP 发起连接。

3.1.2 VPN 实现

图 2 为 VPN 隧道实现的网络结构图。

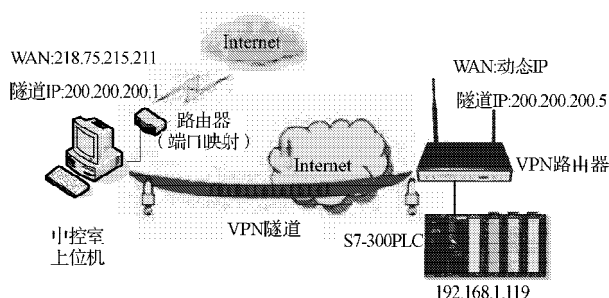


图2 VPN隧道结构图

Fig. 2 The structure of VPN tunnel

VPN 实现过程中,首先应在上位机上建立 Windows 自带的 VPN 服务器,泵站的 VPN 路由器作为 VPN 客户端(需要设置用户名和密码),主动发起一个 PPTP 连接,以连接到 VPN 服务器。VPN 服务器所在的上位机的 IP 地址是由上网路由器自动分配的,为了使 VPN 客户端成功拨入 VPN 服务器,必须在上网路由器中进行端口映射,当 VPN 客户端拨入上位机的公网地址时,端口映射就将数据包转发到内网的上位机上。同时,VPN 服务器对其进行认证,认证通过后,终端获得隧道 IP: 200.200.200.5,中控室的隧道 IP 是 200.200.200.1。这样,泵站的 VPN 路由器和中控室的工控机就组成了一个私有且安全的局域网,局域网内的各台设备可以互相通讯。

此时建立的 VPN 隧道是上位机和 VPN 路由器之间的隧道,最后的目的是访问 VPN 路由器后面的

PLC。因此,需要添加一条静态路由,把 PLC 的 IP 地址和 PLC 端的 VPN 隧道 IP 添加进来。这样,便实现了上位机对 PLC 的远程访问。

3.2 下位机和上位机的实现

3.2.1 下位机

泵站监控系统的 PLC 采用西门子公司的 S7-300 系列。根据系统控制要求,PLC 的主要配置^[8]如下:

1) 中央处理模块(central processing unit, CPU)。选用 CPU314-2DP,属于紧凑型 CPU(自带 I/O 模块),同时内存 RAM 扩展到 64 kB。

2) 通讯模块(communication processor, CP)。选用 CP343-1,可以独立处理数据通信,并与 VPN 路由器连接。

3) 数字量输入模块(digital input, DI)。选用 SM321,共 1 块(16 点/块)。

4) 模拟量输入模块(analogy input, AI)。选用 SM331,共 1 块(8 点/块)。

5) 模拟量输出模块(analogy output, AO)。选用 SM332,共 1 块(8 点/块)。

PLC 的组态和编程通过 STEP7 实现。STEP7 软件是用于 SIMATIC S7 可编程控制器的标准工具,具硬件组态、通信组态、程序编写、故障诊断等功能^[9]。因为 PLC 后面连了 VPN 路由器,在组态 CP 模块时,需要进行网关设置(地址为路由器 IP)。泵站程序用结构化编程实现,采用可读性较强的梯形图,由 OB (organization block), FC (function), SFC (system function), DB (data block) 块组成,能够实现格栅机和提升泵的自动和手动运行及切换。

3.2.2 上位机监控系统

上位机监控软件选用罗克韦尔公司的 RSView32 软件。其已被广泛应用于现代工业领域,具有丰富的模块库,同时支持 OPC (OLE for process control),可以广泛地和不同的 PLC 建立通讯连接^[10]。因为 RSView32 没有 S7-300 PLC 的驱动,因此要在上位机安装西门子 SIMATIC NET 软件建立 OPC 服务器,以实现与 PLC 的通讯。当 VPN 隧道建立后,中控室工控机与泵站的 PLC 就在同一个局域网内,在 OPC 服务器中建的变量可以观察到状态为“good”,此时通讯便建立起来,监控画面便可以看到数据。监控画面主要包括泵站的实时数据和设备状态显示、报警、趋势图和报表等,可以实现监视生产流程的运行状态、控制设备启停、分析运行数据、故障报警、定时生成报表等。本系统的监控界面还包括了网络恢复设置,当中控室网络从故障转为正常,只需点击按钮就可以恢复对泵站的远程监控。上位机监控画面如图 3 所示。

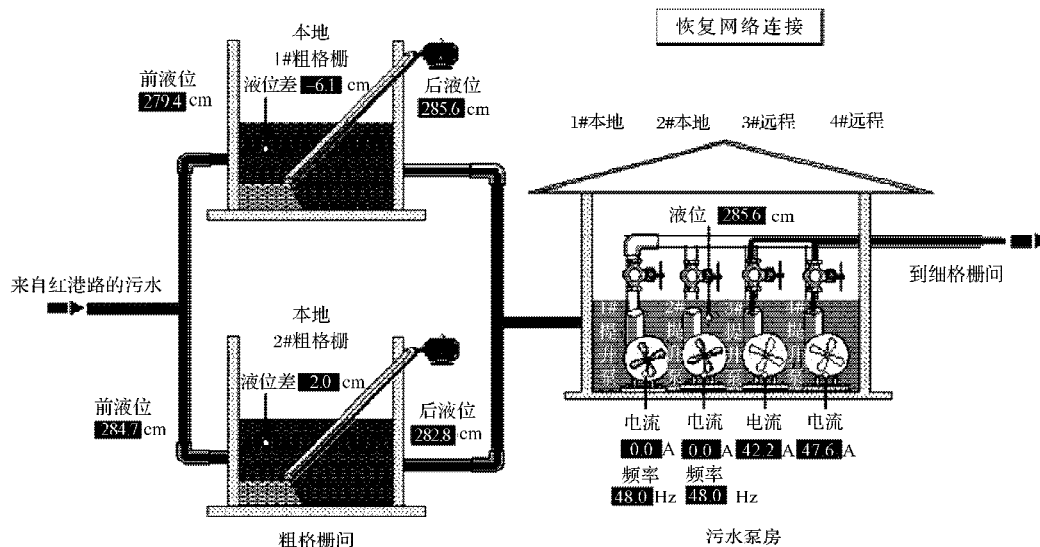


图3 上位机监控画面

Fig. 3 The monitoring picture of upper computer

4 结语

污水泵站远程监控是污水处理厂管理的发展趋势。该系统已投入运行近1 a, 从其运行情况来看, 该系统的使用大大提高了泵站的工作效率, 使污水泵站运行、控制与管理更加真实、准确。相比其他远程通讯方案, 采用VPN技术大大降低了网络建设成本, 只相当于普通家庭每年上网的费用, 并且其安全性能好, 操作简单方便、直观, 为其他污水泵站的改建提供了参考经验。

参考文献:

- [1] 张旭. 中国泵站工程的现状与发展[J]. 科技情报开发与经济, 2002, 12(4): 210-211.
Zhang Xu. Present Situation and Development of Pump Station Engineering in China[J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2002, 12(4): 210-211.
- [2] 刘晓东. 基于VPN的天然气管道实时汇总统计的实现[J]. 科技情报开发与经济, 2010, 20(1): 111-112.
Liu Xiaodong. Realization of the Real-Time Summary Statistics of Natural Gas Conversion Based on VPN[J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2010, 20(1): 111-112.
- [3] 袁睿翕, Timothy Strayer W. 虚拟专网: 技术与解决方案[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003: 101-119.
Yuan Ruixi, Timothy Strayer W. Virtual Private Networks: Technologies and Solutions[M]. Beijing: China Power Press, 2003: 101-119.
- [4] 廖光忠, 胡静. 基于PPTP协议和混沌理论认证的VPN的实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(14): 47-50.
Liao Guangzhong, Hu Jing. Realization of VPN Based on

PPTP and Chaos Theory[J]. Computer Engineering and Design, 2007, 28(14): 47-50.

- [5] 王涛, 周琦. 污水提升泵站无人值守的改造[J]. 中国给水排水, 2010, 26(10): 137-138.
Wang Tao, Zhou Qi. Reconstruction of Wastewater Lifting Pump Station Based on Unmanned Mode[J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(10): 137-138.
- [6] Wang L N, Yu G. Design of Virtual Private Network for a Virtual Enterprise Information Integrating System[J]. Proc. of Web-Age Information Management, 2000, 39(6): 165-177.
- [7] 魏广科. VPN技术及其应用的研究[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(3): 714-715.
Wei Guangke. Research on VPN Technique and Its Application[J]. Computer Engineering and Design, 2005, 26(3): 714-715.
- [8] 柴瑞娟, 陈海霞. 西门子PLC编程技术及工程应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 25-32.
Chai Ruijuan, Chen Haixia. SIEMENS PLC Programming Technologies and Engineering Application[M]. Beijing: China Machine Press, 2007: 25-32.
- [9] 刘浩江, 佟为明. SIEMENS自动化系统应用于污水泵站的监控网络[J]. 自动化技术与应用, 2005, 24(4): 41-45.
Liu Haojiang, Tong Weiming. Application of SIEMENS Automation System in Supervision Control of the Waste Water Pump Station[J]. Techniques of Automation and Application, 2005, 24(4): 41-45.
- [10] 孙登科. 基于RSView32的监控画面工程设计[J]. 可编程控制器与工厂自动化, 2010(10): 91-95.
Sun Dengke. Engineering Design of Monitoring Pictures Based on RSView32[J]. Programmable Controller & Factory Automation, 2010(10): 91-95.

(责任编辑: 廖友媛)