



作者: 陈运珍

基于工业以太网的供水工程 SCADA 系统

SCADA System in Water Supply Project Based on Industry Ethernet

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100045) 陈运珍

摘要 介绍了某供水工程 SCADA 控制系统的设计方案, 所采用的 SCADA 控制系统是完全基于工业以太网的分布式控制系统。

关键词 供水工程; SCADA 系统; 实时工业以太网; 分散控制; TCP/IP 协议

Abstract: The paper introduces the design of SCADA control system of a water supply project based on industry Ethernet.

Key words: Water supply project; SCADA system; Realtime industry Ethernet; Distributed control; TCP/IP protocol

1 引言

供水工程的综合自动化监控系统采用以计算机为核心和网络信息化为基础的监控与数据采集 SCADA 系统。整个系统采用工业以太网作为主要的通信平台。该系统将达到在调度控制中心完成对全网进行监控、调度、管理的自动化水平, 操作人员在调度控制中心通过 SCADA 系统可完成对管道的监控和运行管理。

具体表现为: 各站场达到无人操作, 有人值守的管理水平; 自动控制系统将自动、连续的监测和控制管道的运行, 保证人身、管道、设备安全; 使管道以最低的运行成本、最优的工况正常运行; 采用的设备、控制系统及材料是技术先进、性价比高、能满足所处环境和工艺条件、在工业应用中被证明是成熟的产品; 各工艺站场的站控系统 (Station Control System, SCS) 和 RTU 与调度中心之间的通信采用一主一备的通讯通道, 同时兼容 GSM 无线通讯等通道; 调度控制中心与各个站场的 SCS 之间采用光纤进行通信; 调度中心与各站场在网络上都是点对点的链接。

2 系统网络结构

供水系统网络结构如图 1 所示。

收稿日期: 2005-08-30

作者简介: 陈运珍 (1941—), 男, 广东梅州人, 高级工程师, 历任中国电工技术学会水工业电工专委会秘书长, 全国水泵电机调速研究会副理事长兼秘书长和土木工程学会水工业分会机电委员会委员; 承担过北京水源九厂、北京石化外部给水工程、深圳东湖取水泵站、北京市及深圳市供水调度广域网络系统工程、深圳市水源调度广域网络系统工程及几十项大中小型给水排水工程中变配电系统仪表监控系统的设计, 是主要设计人、专业负责人或项目负责人; 承担过深圳雅园、深南、滨河等几十座大型现代化的立交工程设计, 承担过毛主席纪念堂、首都机场等绝密工程的设计任务。

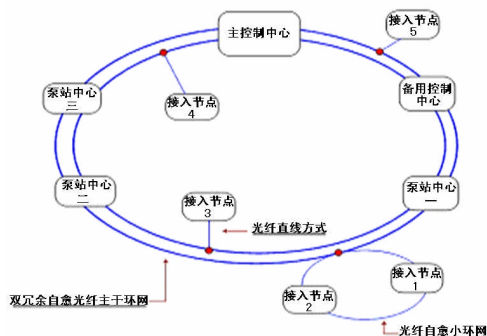


图 1 供水系统通信网络结构图

为了确保供水系统安全、平稳、可靠和高效的运行, 采用先进的西门子自动化 SCADA 技术对其供水管网及配套设施的工艺参数和设备运行情况进行监视和控制的系统, 同时 SCADA 系统与管理信息系统 (MIS) 和地理信息系统 (GIS) 相结合, 这也是必然的发展趋势。它是整个供水系统中非常重要的部分。

城市供水系统站控系统由 RTU 进行站场的监视和控制, 并将站场、管线上的关键运行参数以 SCADA 系统特有的数据规程, 都遵守 TCP/IP 通讯协议, 通过光纤通信数传通道或 GSM 网、无线网送至调度控制中心, 并接受调度控制中心的操作指令, 完成关键设备的远程控制。要保证系统提供详尽、可靠的实时信息, 及时发现隐患, 突发事故维修现场的指挥调度反应迅速, 保持整个供水系统的业务联系随时畅通, 就必须保证通信系统的绝对可靠性。

通信系统的设计原则是:

(1) 技术的先进性: 新建系统一次投资大, 必须充分采用最新的成熟技术, 避免技术落后重复改造、重复建设, 如采用光纤环网、监控中心、各站场的管理运行操作软件统一化。

(2) 系统建设的前瞻性: 城市供水系统是复杂的信息管理系统, 必须考虑新增的需求, 如视频监控、用水信息管理等。新、老、及将来的项目都必须极易兼容、链接。

(3) 经济实用性: 在满足语音、数据业务的同时, 要综合考虑光纤通信网络的综合建设费用和维护费用, 采用最经济最可靠的综合方案。

(4) 系统的资源增值性: 系统建设本身就是资源投资, 必然考虑资源的增值性, 铺设光纤以资源投资的形式成为新

的经济增长点。

根据设计要求, 选用双冗余自愈环主干网, 到各节点可采用“直线”或“小环网”的接入方式。对于集中在一个片区, 或距离较近的几个点, 建议选用“小环网”的组网方式, 可以提高可靠性, 在其中某一段光纤出现通信故障, 如因管道检修维护造成光缆损伤的情况下不影响正常的语音视频数据通信。

光纤采用单模, 适用于 SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字体系) 技术, 配以 2.5Gb/s (STM16), 传输 1550nm 光信号。通过光端机分离出若干个标准 E1 (G.703) 接口, 组成 PABX 网。配合可提供 E1 标准接口的路由器接入 LAN (TCP/IP 10/100M) 网。对于无人值守的站点, 不需要语音通信, 也可选用光纤直接转换到以太网的设备。

3 控制系统的配置组成

供水工程 SCADA 系统设有一个控制调度中心、若干个站控系统、几十个管网监控点 (RTU) 控制系统。近则几百米、远则几百公里, 如图 2 所示。

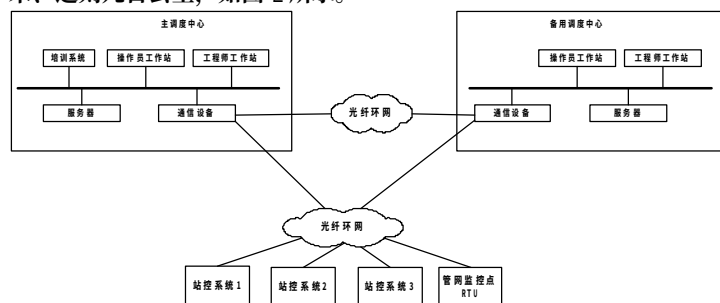


图 2 某供水 SCADA 监控方案图

控制调度中心的两台服务器要互为备份, 协同工作, 共同完成对各站控系统、管网监控点进行不间断的监控。

各站系统 and RTU 作为 SCADA 系统的远方控制单元, 是保证 SCADA 系统正常运行的基础, 为调度控制中心调度、管理与控制命令的远方执行单元, 是 SCADA 系统中最基础的监控级。SCS 和 RTU 不但能独立完成对所在工艺站场的数据采集和控制, 而且将有关信息传送给调度控制中心并接受下达的命令。

站控系统主要由计算机网络系统、可编程逻辑控制器 PLC、操作员工作站及进行数据传输的通讯设备组成。

RTU 是一种独立的小型智能控制设备, 具有编程组态灵活、功能齐全、通讯能力强、维护方便、自诊断能力强, 可适应恶劣的环境条件、可靠性高等特点。

各个站场的站控系统或 RTU 将完成对本工艺站场的监控及连锁保护等任务, 并接受和执行调度控制中心下达的命令。

综合自动化系统实现以下操作模式:

- 整个系统的调度控制中心集中监视和控制;
- 站场的站控系统自动/手动控制;
- 站场单体设备 (如压缩机组) 的自动/手动控制、站场子系统的自动/手动控制;
- 就地手动操作控制。

在正常情况下, 由调度控制中心对全网进行集中监视, 对特别重要的个别设备也可进行远方控制。操作人员在调度控制中心通过计算机系统完成对全网的监视、操作和管理。各站控制系统或 RTU 在调度控制中心的统一指挥下完成各自的控制任务。控制权限由调度控制中心确定, 经调度控制中心授权后, 才允许操作人员通过站控系统或 RTU 对各站进行授权范围内的技术任务。当数据通讯系统发生故障或系统检修时, 由站控系统或 RTU 应独自完成对本站的监视控制。当进行设备检修或紧急停车时, 可采用就地手动控制。

SCADA 系统在正常和非正常的情况下将自动完成对输水管道的监控、保护和管理。为了保证 SCADA 系统各站点之间的数据交换的实时性, 使其及时、准确、可靠、协调、高效率的工作, SCADA 系统的数据更新应采用多种方式进行, 如周期扫描、例外扫描、查询、例外报告、报警等。

调度控制中心的实时服务器对各站控系统采用点对点的通讯方式, 都是通过网络在线进行工作。

在正常情况下, 系统采用周期扫描, 即按固定周期有规律地集中更新数据, SCADA 数据库中的每一个点根据其性质不同为它们定义不同的扫描周期。SCADA 系统管网全线扫描一次的数据更新时间不超过 15s。

系统中有突发事件或特殊请求发生时 (如发布操作命令、对某一局部重点监控、发生报警等), 系统将中断周期扫描, 采用其他扫描方式工作, 优先保证重要数据/命令的传输, 确保系统实时性。

3.1 调度控制中心

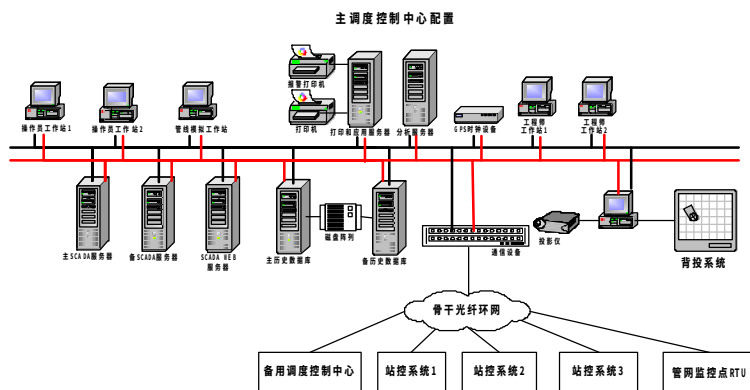


图 3 调度控制中心配置

如图 3 所示, 调度控制中心的 SCADA 计算机系统采用双网冗余、分布式。SCADA 计算机系统由 SCADA 实时数据服务器、SCADA 历史数据服务器、SCADA WEB 服务器、分析服务器、打印和应用服务器、操作员工作站、工程师工

作站、管线模拟工作站、背影系统、投影仪、冗余磁盘阵列、磁带机、打印机、交换机、网络通信设备和 GPS 时钟设备等组成。为提高系统的可靠性, SCADA 实时数据服务器、SCADA 历史数据服务器和局域网采用热备冗余配置。调度控制中心通过骨干光纤环网与各个站控系统、管网监控点 RTU 通信。

使用西门子 SIMATIC NET 技术, 组成开放性的工业以太网, 符合 IEEE802.3U 规定, 可从网络中任何点进行设备互动和故障检查, 具有冗余网络拓扑结构。网络元件通过 EMC 测试, 具有很强的抗干扰能力, 并能够适用了严酷的工业环境中。通过以太网卡, 即可实现与任何站控系统的 PLC 的通信连接, 系统都遵循 TCP/IP 通信协议。网络上的以太网交换机, 是实现 SCADA 系统监控功能的关键设备。特别要指出的是, 西门子交换机的光纤交换机模块 OSM 和电气交换机 ESM 模块, 成本低、效率高, 用西门子 SCALANCE 系列交换机, 建立 10/100Mbit/s 的工业以太网, 能方便构建网络拓扑结构, 能提供功能强大的、网络质量优良的管理和诊断服务, 为客户提供理想化的网络解决方案。

3.2 站控系统

站控系统是抽水泵站的控制系统, 包括 PS1、PS2、PS3; 该系统主要由远程终端装置 RTU/PLC、站控计算机、通信设施及相应的外部设备组成。站控系统由 RTU/PLC 进行站场的监视和控制, 并将站场、管线的关键运行参数以 SCADA 系统特有的数据规程, 通过光纤通道送至调度控制中心, 并接受调度控制中心的操作指令, 完成关键设备的远程控制。

站控系统具有独立运行的能力, 当 SCADA 系统某一环节出现故障或站控系统与调度控制中心的通信中断时, 不影响其数据采集和控制功能。

利用工业以太网组网, 站控系统结构图如图 4 所示。

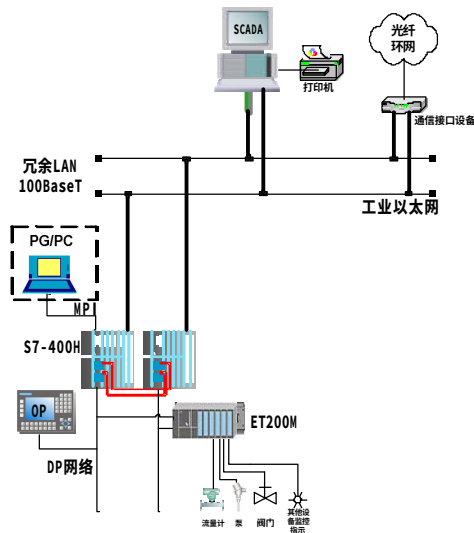


图 4 站控系统配置

泵站的 SCADA 计算机系统采用单机冗余、分布式结构, SCADA 计算机系统由 SCADA 工作站、打印机、交换机和网络通信设备等设备组成。SCADA 工作站实时采集泵站

PLC 的数据, 并进行分析、处理, 操作员通过 SCADA 软件可以了解泵站的工作状况, 控制管网的运行。

使用开放性工业以太网组网, 符合 IEEE802.3U, 可从网络中任何点进行设备启动和故障检查, 具有冗余网络拓扑结构。服务器通过配置以太网卡即可实现与 PLC 的即时通信连接, 系统遵循 TCP/IP 通信协议。

3.3 管网监控点

本工程的管网监控点包括: 压力稳定装置—PI 站、提升池站、几十个管网沿线城市分输站。

这些监控点的 PLC 和工作站计算机之间的通信用局域网实现, 使用标准的 TCP/IP 协议来完成 PLC 和计算机通过网络共享资源, 如图 5 所示。

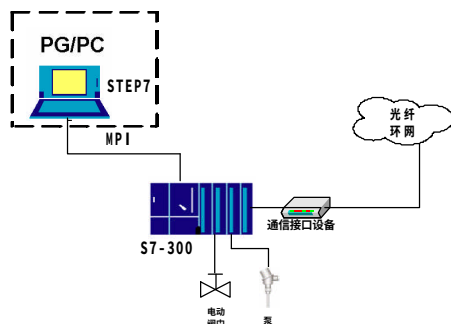


图 5 管网监控点系统配置

以上各类监控站通常分布在城网管线上, 在野外且无人值守, 根据实际环境的考虑, 如果有必要还可采用户外型 PLC, 适用于恶劣环境。对 PLC 的设计采用集中式原则, PLC 通过 I/O 口采集或控制相应的信号量。通过以太网通信模块, 由以太网转光纤接口设备连接到主干光纤网, 为方便操作, 也可通过适配器完成便携式 PC 对 PLC 的操作。

4 结语

对于供水工程 SCADA 控制系统设计方案, 本文仅就其中的工业以太网部分如何应用西门子自动化技术构建开放性的监控系统作了介绍, 为类似工程的自控系统设计提供一个参考。

随着自动控制技术和 IT 技术的不断发展, 国际上先进自动化控制理念和技术在水行业越来越受到广泛的推崇, 以工业以太网络构成的集散监控系统已成为水行业自动化的主流。通过标准开放的 TCP/IP 协议、100Mbps 快速以太网 (1000Mbps 以上的快速以太网) 将各种控制设备及不同的网络都能无缝连接, 实现数据的高速传输和实时控制, 对水行业来说是安全、可靠和经济适用的。