

基于 LONWORKS 的变电站远程数据监控系统

熊晓云¹ 杨 苹²

(1. 华中科技大学 管理学院,湖北 武汉 430074;2. 华南理工大学 电力学院,广东 广州 510640)

摘 要:在概述变电站综合自动化系统中远动技术发展现状的基础上,指出传统的串行通信模式已无法满足大量实时数据传输的要求.采用基于 LONWORKS 现场总线的变电站远程数据监控系统实现方案,运用现场总线技术代替传统的串行通信,不但改善了系统的性能,而且使系统可靠、灵活、易于扩展.系统的现场运行结果表明,该方案对于实现变电站远程数据监控是有效的,其数据传输效率比传统的串行通信有明显的提高.

关键词:变电站;远程数据监控;现场总线;LONWORKS

中图分类号:TM 764 **文献标识码:**A

为保证变电站安全而经济地运行,必须实时、准确地采集各个变电站的大量数据,并传送到中央控制站进行处理,然后将适当的控制信号传送回变电站现场.如何实现变电站数据的远程实时监控是远动技术要解决的问题,是实现变电站综合自动化的基础.

变电站参数的收集与测量,主要是由变电站的远方终端单元(Remote Terminal Unit,简称 RTU)来完成的.安装于各个变电站内的 RTU,负责收集变电站的实时数据、监视供电设备、执行中央控制站发来的命令,并向中央控制站发送信息.为了实现可靠的运行管理,RTU 必须保证快速而又非常可靠的信息传输.

目前,无论是国内还是国外的分散式变电站自动化系统,由 RTU 组成的远动系统绝大部分采用串行口通信方式(RS232,RS422,RS485 总线等)^[1].串行通信传输速率慢,易受干扰,通信距离受限制且通信方式不灵活,故无法满足大量实时数据传输的要求.现场总线既是一个开放式的通信网络,又是一种全分布式的控制系统.它作为智能设备的联系纽带,把挂接在总线上、作为网络节点的智能

设备连接为网络系统,并进一步构成自动化系统,实现基本控制、补偿计算、参数修改、报警、显示、监控、优化及控管一体化等综合自动化功能^[2].应用现场总线技术来解决变电站自动化系统的通信问题已成为当今的发展趋势^[1].如 SIEMENS 公司的 SICAM 系统采用了 ProfiBus 总线,GE 公司的 GESA 系统采用 Modbus 和 Mlink,国内自行研制的全分散型控制系统 DISA2、DISA3 型采用 CAN 总线以及 CSC2000 型采用 LonWorks 总线等^[1,3,4].运用现场总线技术提高我国变电站自动化水平,已成为我国电力工作者的共识.

本文在概述变电站综合自动化系统中远动技术发展现状的基础上,指出传统的串行通信模式已无法满足大量实时数据传输的要求.针对这一问题,本文介绍基于 LONWORKS 现场总线的变电站远程数据监控系统解决方案及其关键技术.

1 远动技术发展概况

远动技术是实现电网实时数据遥远监视与控制的技术.80 年代末,美国首先开展远动技术的研究,其后其他工业发达国家也逐步开展了相关的理论研究及产品开发.远动技术的核心是远动装置(RTU)的研制及其应用.目前国内外在 RTU 方面的研究与应用基本处于同一水平,其通信方式大多采用 RS-422/RS-485 总线连接方式.归纳起来,RTU 的

收稿日期:2001-10-08

作者简介:熊晓云(1956-),女,博士,现在广东省科技厅工作,主要从事科技管理研究.

研制和应用经历了三个发展过程:传统的 RTU 模块、基于 RS-422/485 总线方式的 RTU 系统和基于现场总线的 RTU 系统。

对于传统的 RTU 模块,模拟电气参数需要通过各自的变送器转换为统一标准的电信号,才能送进 RTU 以实现遥测(YC)功能;开关接点则直接进入 RTU 的开关量通道,以完成遥信(YX)功能;RTU 送出的开关接点信号可接入电站控制回路并完成遥控(YK)功能。这种集中控制方式的电缆铺设工作量很大,现场改造较困难,系统扩展能力差。

随着微机技术和通信技术的发展,RTU 摒弃了各电气量专用变送器,采用了交流采样技术,即采用电流互感器(CT)和电压互感器(PT)将电压和电流按统一标准变换,RTU 直接对它们输出的瞬时值进行采集,并计算出线路相对应的电气参数,从而省去了变送器。这就是基于 RS-422/485 总线方式的 RTU 系统。这种通信模式采用面向对象的分布式设计,使变电站自动化的设计简化,功能增强、结构紧凑、施工维护方便。与集中控制方式的 RTU 系统相比,基于 RS-422/485 串行通信方式的 RTU 系统的电缆铺设工作量已大大减少,但由于不同厂家的产品采用不同的通信规约,因此,一个系统中如需要采用不同厂家的产品,还需做连接接口的开发工作。另外,串行通信传输速率慢,易受干扰,通信距离受限而且通信方式不灵活,故无法满足大量实时数据传输的要求。目前国内外的远动系统大部分仍采用这类 RTU 模块。

随着电网技术与控制技术的发展和变电站自动化系统正朝着分散化、网络化方向发展。另一方面,计算机通信技术的快速发展,促使现场总线技术逐步成熟并获得成功应用,RTU 模块与现场总线技术的结合也就成为必然的趋势。由现场总线构成的面向对象的分布式 RTU 系统如图 1 所示。

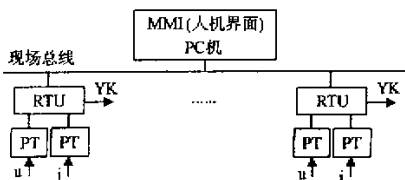


图 1 基于现场总线的 RTU 系统

Fig.1 RTU system at substation based on fieldbus

表面上看,基于现场总线的 RTU 系统与基于 RS-422/485 总线方式的 RTU 系统没有什么区别,然而其通信方式却发生了质的变化。由于现场总线

定义了用户层通信协议,统一的通信协议和组态方式使不同厂家的产品可以互连、互换和互操作,所以说现场总线是一个开放式的通信网络。由于现场总线采用全数字化通信方式,并增加抗干扰信息位、改善错误检验方式和采用直接抗干扰 LSI 芯片作为硬件通讯接口,大大提高了通信的可靠性。目前,研制和应用基于现场总线的 RTU 系统在国内外都还处于起步阶段。

从以上论述可以看出,随着电网技术的发展,对变电站综合自动化系统及其远动技术的要求越来越高,传统的串行通信模式已无法满足大量实时数据可靠传输的要求。本文采用基于 LONWORKS 现场总线的变电站远程数据监控系统实现方案,不但可以实现大量实时数据可靠传输,而且改善了系统性能,使系统灵活而易于扩展。

2 监控系统结构

根据变电站综合自动化系统的功能和工程要求,通常将远程数据监控系统设计为开放式的三级系统,即监测控制级、网络数据传输级和实时数据后处理级。

监测控制级也即现场级,它负责数据信息的采集和预处理,统一通讯规程、设计、制作通讯软硬件。它对下连接控制机构的各种传感器和执行机构以及监控系统中的 DAS(数据采集系统)部分,以获取不同数据源的实时数据信息。

网络数据传输级通过各种标准通讯链路,对下连接监测控制级,对上连接数据后处理级。其主要工作是完成实时数据的通讯,包括网络协议服务器的安装调试,网络系统软件的安装调试,网络通讯设备及其驱动软件的安装调试。这一级数据网络一般采用开放式结构,可以由组态软件灵活组态,形成自由拓扑结构,并按监控系统的要求将实时数据信息进行预处理。

数据后处理级即集成级,把实时数据信息与监控界面和功能联系起来,实现对现场实时数据的监测,并进行基本控制、补偿计算、参数修改、报警、显示、监控、优化及控管一体化等综合自动化功能。

基于以上的设计思想,采用基于 LONWORKS 现场总线技术实现的广州港务局变电站远程数据监控系统结构如图 2 所示。

首先,各控制器之间通过双绞线连接,构成基于 LONWORKS 现场总线型网络结构的现场监控子

系统.由于 LONWORKS 网络是对等式网络,网络上无专门的网络服务器,因而局部的网络故障不会影响网络其余部分的正常工作,保障了整个监控系统的可靠性.

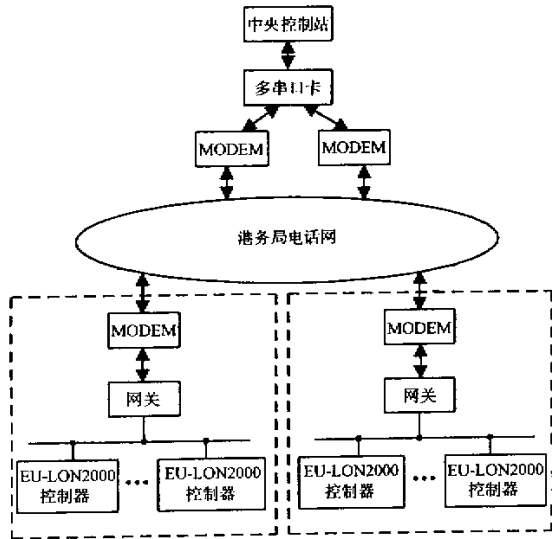


图 2 基于 LONWORKS 现场总线的变电站远程数据监控系统

Fig.2 Structure of substation monitoring and control system based on LONWORKS

监控现场包括广州港务局的若干个变电站,这些变电站负责附近居民生活小区的供配电.监控系统需对每个变电站的 0.4 kV 三相电压、三相电流(包括零相电流)、变压器绕线温度、高压总开关、低压总开关、多个环网柜熔断器开关状态和风机开关状态等参数进行实时监测,并允许对变电站低压总开关的分合闸、排风机启停等进行远程控制.

考虑到各变电站的位置分布相当分散,而且与监控中心的距离比较远,为不增加专线投资,所以采用港务局局内电话网络作为通信介质,监控中心通过远程拨号方式与各变电站建立通信,进行远程监控.

2.1 主控制器

选用 EU-LON2000 系列控制器作为主控制器. EU-LON2000 系列产品是基于 LONWORKS 现场总线技术的智能控制器,它以神经元芯片(NEURON-CHIP)和 FTT-10 收发器为核心,以双绞线为通讯介质,提供多种数字量/模拟量输入/输出组合以供选择. EU-LON2000 系列控制器提供了强大的信息处理能力和丰富的网络接口,采用模块化设计,扩展能力很强.

EU-LON2000 系列控制器作为主控制器,与各

种传感器/变送器和执行机构的输入/输出端子直接连接,完成现场参数的实时监测、处理和远程控制,并通过专用网关与远程监控中心通讯.由 EU-LON2000 系列控制器构成的现场监控子系统结构如图 3 所示.

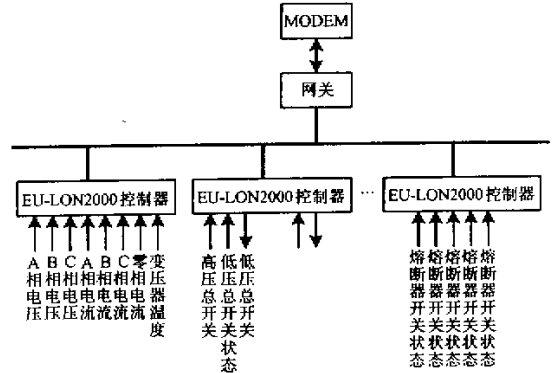


图 3 现场监控子系统结构

Fig.3 Structure of substation monitoring and control system

EU-LON2000 系列控制器体积小,可直接安装在被控设备附近,有利于减低传感器输出信号线路过长造成的输出信号衰减失真,并减少了现场施工时间和强度.由于 EU-LON2000 系列控制器具有很强的信号处理能力,不必要上传的数据可以就地处理,减少了上传的数据量,这也是提高整个系统可靠性的一种方式.在构成实际系统时,可根据每个变电站的 I/O 点数目合理选择 EU-LON2000 系列控制器的型号和数目,各个控制器之间通过双绞线连接,构成基于 LONWORKS 现场总线型网络结构. LONWORKS 现成总线技术支持包括总线型、环型、星型甚至自由拓扑结构在内的多种网络拓扑结构,具有良好的可扩展性,极大地方便了现场监控单元的改造和扩充.

2.2 设备通信

远程数据监控系统设计为开放式的三级系统,即监测控制级、网络数据传输级和实时数据后处理级.

监测控制级是由主控制器通过双绞线连接构成的基于 LONWORKS 现场总线型网络结构,各主控制器之间的通信遵循 LONTALK 协议,采用“网络变量”设置的方式,使网络通讯的设计简化成为参数的设置,增加了通信的可靠性.

网络数据传输级采用电话网络作为监测控制级(各变电站)与实时数据后处理级(监控中心)之间的通讯介质,而 LONWORKS 技术现有的通讯软件不

支持多个串口同时拨号功能.为此,我们使用 Modbus 协议作为监控中心与现场监控子系统的通讯协议.远程监控中心通过多串口卡拨号实现对多个现场监控子系统的远程通讯^[5,6].

实时数据后处理级对现场信息进行采集、存储、处理、打印和人工控制,对现场监控子系统进行远程实时监控.

2.2.1 Modbus 协议

Modbus 协议也是一种工业控制领域常用的网络协议. Modbus 协议有两种传输模式,其中 RTU (远程终端单元)模式的通信数据包结构简单,容易实现.由于 Modbus 协议的 RTU 模式采用 CRC 校验,可以保证数据远程传输的正确性. RTU 模式的另一个特点是在每 8 Bit 中包含两个 4 Bit 的 16 进制字符,所以在同样的比特率下可一次传送较多的数据.因此我们采用 Modbus 协议的 RTU 模式作为网络数据传输级的远程通信模式.

2.2.2 专用网关

远程数据监控系统的监测控制级遵循 LONWORKS 技术的 LONTALK 协议,而网络数据传输级采用 Modbus 协议.为了实现 LONTALK 协议与 Modbus 协议的转换,需要设计专用网关.专用网关一方面接收各个主控制器的数据,进行合并、打包,通过调制解调器向监控中心发送;另一方面接收远程监控中心的控制指令,解释指令后下达给相应的主控制器.

本系统的专用网关,是在欧宇公司开发的 LONWORKS 网络接口模块 LON-EU/SLTA 的基础上进行二次开发实现的,可对两种不同通信协议的数据包进行自动翻译、转换和 CRC 校验,还可对各控制节点的工作状态进行实时检测,具有故障自动检测和上报功能.

主控制器采用两种方式向专用网关发送数据:

(1) 按需要发送,若现场采集信号有变化,主控制器将实时向网关发送数据;(2) 定时发送,定时将本控制器采集的所有数据发送给专用网关.所以,网关无须向各主控制器请求发送数据.远程拨号网络见图 2.

3 监控软件

实时数据后处理级的监控软件采用图形化界面,具有友好的人—机交互形式.软件采用模块化设计方法,主要实现对现场主控制器进行实时数据采集和存储,对所存储的数据进行处理和打印,并根据需要向现场主控制器发送信息对其进行控制,以实

现现场监控子系统的远程实时监控.因此,监控软件包括主程序、数据通信模块、数据采集模块、数据处理模块、动态画面显示模块、打印模块和控制模块等.

在主程序的控制下,监控软件的各个模块将完成各自的功能.其中,数据通信模块具有自动监测断线的功能,一旦拨号通讯方式存在自动断线现象时,监控软件能够自动拨号,迅速恢复正常连接和通信,另外,通信模块还实时监测各网关的工作状态,确认网关是否处于正常工作状态;数据采集模块负责向各现场监控子系统发送读取数据指令,并接收现场数据,实现多站点远程实时监控,动态画面显示模块主要实现远程画面监视,为便于管理人员监视,监视画面采用电力系统标准线路图,管理人员可以通过监视画面远程监视各变电站的实时运行参数;控制模块则向各现场监控子系统发送控制指令,管理人员可以远程控制各变电站的低压总开关的分合闸以及风机的启停状态.

4 结论

该远程数据监控系统已经调试完毕,并稳定运行了一段时间,通过了用户验收.运行结果表明:基于 LONWORKS 现场总线技术的变电站远程数据监控系统稳定可靠,其中采用 EU-LON2000 智能控制器就地处理现场信息,减少了上传数据量,大大提高了工作效率和通信的可靠性.

采用先进的 LONWORKS 现场总线技术,使监控系统具有灵活的扩充性和良好的兼容性,系统成为一种高性能的开放式系统.本文为变电站的远程数据监控管理提供了一种可靠而高效的方法.

参考文献:

- [1] 金午桥. 变电站自动化系统的发展策略[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(22): 58-62.
- [2] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [3] 陶晓农. 分散式变电站监控系统中的通信技术方案[J]. 电力系统自动化, 1998, 22(4): 51-54.
- [4] 张红芳, 向金淦, 滕小羽, 等. CAN 总线和 DeviceNet 协议及其在变电站监控系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 1998, 22(6): 52-54.
- [5] 杨育红. LON 网络控制技术及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999. 4.
- [6] 杜祺漳, 罗飞, 许少云. 基于 LONWORKS 现场总

线技术的电力线数据采集系统 [J]. 广东自动化与信

息工程 , 2001 , 22(2) : 11 - 13 .

Remote Monitoring and Control System of Substation Based on LONWORKS

Xiong Xiao-yun¹ Yang Ping²

(1. College of Management , Huazhong University of Sci. and Tech. , Wuhan 430074 , China ;

2. College of Electric Power , South China Univ. of Tech. , Guangzhou 510640 , China)

Abstract : Based on the brief description of the present development in substation automation systems , it is pointed out that the traditional series communication can not meet the requirement of real-time transmission for large amount of data. The distributed substation monitoring and control system based on LONWORKS technology is introduced in this paper. Compared with the traditional series communication , the fieldbus not only improves the whole system 's performance , but also benefits customers with flexibility , reliability and expendability. The running results of the substation monitoring and control system based on LONWORKS show that the original idea is feasible to solve practical problems.

Key words : substation ; remote monitoring and control ; fieldbus ; LONWORKS



(上接第 85 页)

和力矩控制 (即 $\alpha = 0, \beta = 0$) , 本文的主要结论定理 1、定理 2 不能成立.

注记 3 若无边界控制力和力矩 (即 $\alpha = 0, \beta = 0$) , 但挠性附件存在结构阻尼 (即 $\zeta \neq 0$) , 由本文的论证推知 , 其主要结果仍成立. 即是说 , 结构阻尼的存在可使系统的能量指数 (或渐近) 衰减 , 保证系统稳定性. 所以作为振动的被动控制 , 在挠性结构中设法增大结构阻尼是改善其动态特性的有效方法.

参考文献 :

[1] Wang Z L , Xu J G. Attitude dynamics and control of

spacecraft filled with liquid and attached to a flexible appendage [A]. In : Qian W C ed. Proceedings of the 2nd international conference on nonlinear mechanics [C]. Beijing : Peking University Press , 1993. 741 - 744.

[2] 荣莉莉 , 范懋基. 机器人弹性手臂的模型和控制 [J]. 机器人 , 1992 , 14(1) : 32 - 36.

[3] Mörögül Ö. Control and stabilization of a flexible beam attached to a rigid body [J]. International Journal of Control , 1990 , 51(1) : 11 - 31.

[4] Pazy A. Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations [M]. Berlin : Springer-Verlag , 1983. 115 - 117.

Attitude Dynamics and Control of a Motional Rigid Body Filled with Liquid and Attached to a Flexible Appendage

Xu Jian-guo

(Department of Mathematics , Foshan University , Foshan 528000 , China)

Abstract : The attitude control of the motion of a rigid body filled with liquid and attached to a flexible appendage was studied. The dynamical differential equation of the system was established and the control law of the rigid body liquid and flexible appendage was given. The results that the controlled system is asymptotic attitude orientation and is exponential stabilization were obtained by means of modern mathematics.

Key words : dynamics ; attitude orientation ; stabilization ; functional space