

文章编号:1005-0523(2011)06-0024-04

基于PLC和Modbus协议的供水生产监控系统构建

李波¹, 谢昕¹, 王小锋², 刘觉夫¹

(1. 华东交通大学信息工程学院, 江西南昌 330013; 2. 荆门供水总公司调度监控中心, 湖北 荆门 448000)

摘要:根据供水生产监控系统的应用需求,提出了有效的监控网络结构模型,通过PLC模块实时采集现场仪表数据,采用Modbus协议进行远程数据传输。在采集服务器的指令配置过程中,该文提出灵活的指令装配方法,通过指令列表动态装配PLC访问指令,解决了PLC模块的动态配置问题。通过实践检验,本方案具有可靠性高、采集数据量大等特点,成功的应用于供水生产监控应用中。

关键词:Modbus协议;监控系统;供水生产

中图分类号:TP277.2 **文献标志码:**A

随着信息技术的发展,信息网络建设和实时信息采集与处理技术逐渐成为现代企业生产中不可缺少的一部分。远程数据监控是保障工业生产正常进行的方法之一,其内容是通过远程传感器实时采集生产环节中各项指标数据,并实时传输到上位机服务器中进行分析处理,以数据列表或图形化方法对数据信息进行监控显示。Modbus协议是一种开放性好、可靠性高的远程通信协议,基于TCP/IP体系的Modbus协议可以使用户摆脱非标准的、封闭的专用工业控制网络和现场总线技术的束缚,从而提供可靠和灵活的通信方案^[1-2]。目前,Modbus/TCP已被列为我国工业网络的标准,并由国际互联网编号分配管理机构(internet assigned numbers authority, IANA)分配专门的TCP端口号502。

本文研究的是应用于供水生产行业中的远程数据采集与监控系统,由于制水厂、加压站和管网站点具有地理分布式和采集数据量大等特点,因此采用PLC作为各个站点Modbus通信主站可以满足系统性能需求,而且还具有低成本和高可靠性方面的优势。

1 供水生产监控网络结构设计

1.1 Modbus通信协议

Modbus协议是由Modicon公司提出的一种电子控制器设备通用协议,通过该协议各种控制器和其它相关设备之间可以进行透明通信。Modbus协议是一种典型的主从结构的协议。Modbus协议在Master/Slave模式下工作,Master端发送数据请求,Slave端收到消息后反馈请求数据,同时Master端还可以直接发送消息修改Slave端数据实现双向读写^[3]。

Modbus协议定义了一个控制器能识别的消息结构,描述了控制器请求访问其它设备的过程,以及侦测和记录来自其它设备返回的请求。控制器与设备在网络上采用基于Modbus协议进行通信时,需要确定各种设备的硬件地址,通过识别消息中的各种动作,进行数据反馈或数据处理^[4]。Modbus消息格式还定义了多种误差检测校验,保证了数据传输正确性。标准的Modbus口支持RS-232/422/485等异步串行接口,2002年5月施耐德公司又发表了Modbus/TCP规范,该规范将Modbus帧简单地嵌入到TCP帧中,促进了

收稿日期:2011-10-06

基金项目:江西省自然科学基金(2010GZS0031);华东交通大学基础研究基金项目(2010XJ016)

作者简介:李波(1980—),男,讲师,博士,研究领域为计算机图形学、科学工程计算。

Modbus消息在因特网上传播,其逐渐发展成为工业以太网协议标准Modbus/TCP协议按照ISO网络应用分层模型划分,属于应用层^[2,5-6]。Modbus协议帧作为上层的数据嵌入TCP帧中,接收方在收到对应的TCP帧后,提取数据部分,并按照Modbus协议解释数据。Modbus/TCP协议在包格式中增加了Modbus应用帧头(MBAP)。Modbus协议与Modbus/TCP协议对Modbus数据帧的解释基本一致,主要的区别在于数据帧的校验方式上,Modbus协议需自行生产校验数据,而Modbus/TCP协议借助于TCP协议本身有校验机制的优势,不用再次生成校验数据^[7]。本项目开发充分利用了Modbus两种传输方式的优点,结合供水生产企业应用工业以太网,提供灵活的监控网络设计。

1.2 供水企业生产流程结构

自来水生产一般分为制水和管网供给两大部分,其中制水主要包括水厂生产和加压站处理等两个过程。制水设备监控量主要包括电流、电压等电参量和压力、水质、流量等水参量,管网供给监控量主要为流量、压力等水参量。除了远程监控量以外,制水设备还有部分需要远程控制设备,通过标准协议在终端进行远程控制。以上各种电参量、水参量以及远程控制数据都是通过Modbus协议在前端传感器和监控终端之间进行数据交换。

1.3 监控网络结构设计

供水生产监控网是一种典型的IP网,其网络拓扑结构由IP以太网和无线IP网组成,应用于监控应用层和现场层数据采集服务。在一般的应用系统中,水厂和加压站采用的是IP以太网,同时应用Modbus/TCP协议与远程仪表通信;而管网检测点采用的是在CDMA网络上承载的IP网络,通往IP网络模拟串口服务,应用Modbus协议。本文中,我们采用Modbus协议方式,对这两层进行连接,数据存储和数据应用服务处于监控应用层,PLC数据采集处于现场层,其网络物理结构如下图1所示。

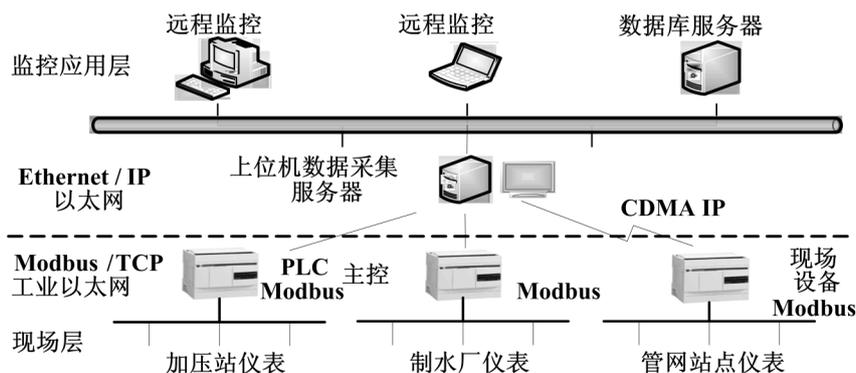


图1 自来水厂数据采集与监控物理结构图

Fig.1 Data acquisition and monitoring physical structure in the water plant

在以上系统结构中,上位采集服务器主要承担3项工作:①对水厂、加压站充当Modbus/TCP主站;②对管网检测点通过在CDMA IP网络上模拟的串口服务,充当Modbus主站;③负责对采集数据按照格式写入数据库服务期。

2 数据采集管理与数据监控软件设计

为了确保系统实时性和稳定性,本文研究中上位机数据采集服务与实时监控平台系统采用的是Visual C++ 6.0平台进行开发,其软件模型主要由通信模型与Modbus数据访问管理、数据存储和监控平台等功能模块组成。

2.1 通信模型与Modbus数据访问管理

2.1.1 通信模型

现场数据采集采用的是Modbus协议通信方式,其中PLC设备为主站,现场智能仪表为从站设备。

PLC通过RS485网络经Modbus协议将智能仪表的采集的数据收集并存储到自己内置的存储单元。普通传感器输出为4~20 mA电流数据或为0/1开关数据,连接到PLC的输入输出,并经PLC采集电路变换后,将数据存储到PLC内置的存储单元中^[8-9]。上位机服务通过Modbus/TCP方式定时访问PLC存储单位数据,从而实时获得现场设备各种参数数据。Modbus/TCP协议是搭载在TCP协议上的,工作方式是一致的TCP协议方式,即是面向连接的方法,即经过“建立连接、通信和断开连接”3个操作步骤。开发过程中可以根据事务需求灵活选择长连接和临时短连接,以及利用并发连接队列进行大数量设备端口实时访问。

在Windows 2000平台中Modbus/TCP协议服从服务端/客户端模式,一般采用Winsock技术进行开发,由于本系统具有多连接大数据量实时访问的特点,因此采用异步非阻塞Socket封装类CAsyncSocket来解决,异步CAsyncSocket类具有非阻塞特性,函数调用后立即返回并反馈信息,支持异步操作,具有较强的灵活性。服务端CAsyncSocket类首先调用函数Create()完成创建及初始化操作,然后调用函数Listen()将该套接字转换成侦听套接字,之后调用函数Accept()等待接收客户端套接字连接请求。客户端CAsyncSocket类调用函数Create()函数完成创建后即可通过函数Connect()和服务端建立连接。客户端和服务端建立连接后即可通过函数Send()和Receive()进行数据的发送和接收,最后通信完成后通过调用函数Close()关闭双方套接字。

2.1.2 Modbus数据访问管理

由于Modbus协议具有灵活命令组合方式,因此在本系统的采集服务器中,可以采用灵活的指令配置方式,对设备现场数据进行实时读取与控制。在本系统中,我们提出一种动态指令装配方法,采集服务器动态读取Modbus指令队列表,并实时装配成不同的访问命令,下发给现场PLC设备。Modbus指令队列表格式如下表1所示。

表1 Modbus指令队列表
Tab.1 Modbus instruction queue

指令ID	站点地址或IP	功能代码	数据起始地址	数据长度
101	4	4	30001-30008	8
...

采集服务器通过以上方法,对每一个现场PLC设备装配好一条命令后,通过与该PLC设备建立的Socket连接,将命令发送给PLC模块,由于每个PLC具有单独IP地址的独立通信模块^[8],因此系统可以采用串行轮询访问方式或并行多线程访问方式,采集服务器与PLC模块通信模型如下图2所示。

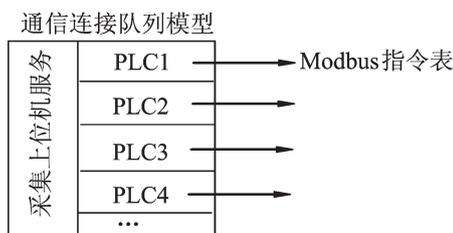


图2 采集服务端PLC连接模型图
Fig.2 PLC connection model in data acquisition server

2.2 数据实时存储

由于Oracle具有存储数据容量大,实时性效率高,而且具有高效的可编程辅助开发工具,因此在本系统数据存储中采用Oracle数据库进行数据实时存储。对于数据的存储,时间性要求相对高,如果采用ODBC驱动方式,数据存储过程耗费较长时间,而OCI接口方式是Oracle提供的底层的数据接口,具有灵活性好、速度快等特点,因此在本系统中采用了OCI数据接口方式,解决了并发大规模数据高效实时存储于数据库的难点,为上层数据分析与应用提供可靠基础。

2.3 实时监控平台实现

监控客户端显示从采集服务器上传来的数据,数据的传输采用是TCP连接。一旦采集服务器按照定义的指令,完成请求一响应过程,并采集正确的数据后,采集服务器立即通过TCP连接,将数据发送给客户

端显示。本系统实现是采用基于VC++6.0开发平台进行多层次多框架组合方式的界面编程,在数据通信方面,采用TCP连接方式连接到采集服务端,实时获取传感器数据并实时显示。如下图3所示为监测客户端显示效果图。

为了使客户端具有一定的智能功能,客户端系统还加入了自动报警服务功能,该功能是根据供水行业的特定,对监测值设定不同上下限级别的报警提示。系统可以按不同的颜色显示不同的报警级别,同时本系统能将文本进行TTS转换,实现语音报警。



图3 监测客户端实现图
Fig.3 Realization of client

3 系统测试与性能分析

在本系统的实现应用中,采集服务器采用当前通用工控机配置,管网采集站和水厂采集站共有13个站点,各类传感器近800个,每次采集轮询的Modbus指令近30条。在网络通讯平均延迟低于150 ms的环境中(通过ping命令测试显示的结果),采集系统能按照每20秒的轮询周期,对系统中所有站点进行轮讯,并实时记录各项传感器数据到数据库中,该数据采集频率达到每分钟3次基本适合大多数实时监控要求。数据库服务器采用IBM 3650 M2,系统配置为:CPU Intel Xeon E5504 2.0 GHZ/内存4 GB。在一个客户端以及一般的网络环境下,根据TPC组织提供的信息,TPC-C标准的测试性能近似在26 000 tpmC左右。按照目前的传感器定义方式,每写入一个传感器,需对数据库产生一次写入请求(交易过程),每分钟为2400次,这个系统的负载是较轻的,数据库的能力是完全适应操作要求。由于系统总在不停的定时轮询各个站点,采集服务器、通讯系统、数据库系统等各系统的负载,相对恒定。供水系统的管网压力变化是相对缓慢的,系统设计并实现的采集频率完全满足生产实际的实时需要。

4 小结

在数据采集系统网络中采用Modbus协议,可以有效地满足供水、供气等行业对生产监控的要求。该协议简单有效,对工程人员的技术能力要求不高,日常的维护管理简单有效。在荆门市供水总公司和绍兴市自来水公司SCADA调度应用中,我们引入了上述的方案,系统已经正常稳定运行了12个月以上,该方案能满足中、小型数据采集与监控服务的应用。

参考文献:

[1] 邓卫平. 基于Modbus协议的PLC通信控制模块的实现[J]. 软件导刊, 2008, 7(11): 114-115.
 [2] 邓欣茹, 丁建兴, 杨翼, 等. Modbus/TCP工业以太网现状与发展[J]. 工业控制计算机, 2004, 7(9): 14-15.
 [3] 朱小襄. ModBus通信协议及编程[J]. 电子工程师. 2005, 31(7): 42-44.
 [4] 司马莉萍, 贺贵明, 陈明榜. 基于Modbus/TCP协议的工业控制通信[J]. 计算机应用, 2005, 25(12): 33-34.
 [5] 史运涛, 孙德辉, 李志军, 等. 基于Modbus协议的通讯集成技术研究[J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37(4): 67-72.
 [6] 吴爱国, 刘屏凡. Modbus协议客户/服务器通讯模型的实现[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2005(1): 55-57.
 [7] 姜斌, 刘彦呈, 孙凡金, 等. 基于Modbus/TCP的工业控制网络设计[J]. 低压电器, 2007(13): 30-33.
 [8] 刘晓玲, 方彦军, 李京丽. 基于Modbus的PLC与多台电量智能仪表的通信研究[J]. 工业仪表与自动化装置, 2003(1), 24-26.

(下转第113页)

- [4] O' HALLORAN, KAY L. Multimodal discourse analysis: systemic-functional perspectives[M]. London: Continuum, 2004: 131-162.
- [5] KRESS G, VAN LEEUWENT. Reading image: the grammar of visual design[M]. London: Routledge, 1996: 1-120.
- [6] VAN LEEUWEN. Discourse and practice -new tools for critical analysis[M]. London: Oxford Scholarship Online, 2008: 4-52.
- [7] HALLIDAY, M A K. An introduction to functional grammar[M]. London: Arnold, 1985/1994: 168-175.
- [8] 李战子. 多模式话语的社会符号学分析[J]. 外语研究, 2003(5): 1-8.

Multimodal Representation of Social Actors in Economic Publicity Discourse ——A Case Study of Pudong/Binhai New Area Websites

Zhao Ying, Zhang Xiaohui

(School of Foreign Languages, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin, 300222 China)

Abstract: Kress & Van Leeuwen explained Halliday's sociosemiotics from the visual perspective, and Van Leeuwen established Social Actor Network. The studies of multimodal economic publicity discourse of Pudong New Area and Tianjin Binhai New Area websites show that combination of verbal and visual semiotics such as words, pictures and colors is very important in representing social actors. As a result, the case studies of economic publicity discourse are to testify the feasibility and applicability of multimodal discourse framework in analyzing Chinese economic publicity discourse.

Key words: social actor; multimodal discourse analysis; publicity discourse; sociosemiotics

(上接第27页)

Water Supporting Monitoring Control System Construction Based on PLC and Modbus Protocol

Li Bo¹, Xie Xin¹, Wang Xiaofeng², Liu Juefu¹

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Operation Monitoring Center of Jingmen Water Supply Co., Jingmen 448000, China)

Abstract: According to the application requirement of water supply monitoring control system, an effective network model is put forward by using PLC module to collect on-the-spot instrumental data and adopting Modbus protocol to teletransmit data. In the process of instruction configuration in data acquisition server, the paper presents a flexible method to resolve the problem of PLC module configuring dynamically. Through instruction list to assemble dynamically accessing instruction for PLC, the problem of the dynamic configuration PLC module is resolved. The system, which has been applied successfully in water supply monitoring, has been proved to be reliable and available to plentiful data.

Key words: Modbus protocol; monitoring control system; water supporting