

基于 Modbus 总线的智能配电监控系统设计与实现

万力¹, 杨丽²

(1. 合肥工业大学 建筑设计研究院, 安徽 合肥 230009;
2. 合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 以某医院智能配电监控系统的设计为例, 提出了一种基于现场总线的智能配电监控系统, 在分析了该系统的结构及特点的基础上, 给出了系统上位机通信软件流程图、从设备通信软件流程图以及最后实现的监控界面图。该系统实现了对配电系统的智能化管理, 提高了配电保护的可靠性和管理的效率。

关键词: Modbus 协议; 智能配电监控系统; 监控软件

中图分类号: TP277

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2012)05-0045-03

Design of intelligent power distribution and monitoring system based on Modbus

Wan Li¹, Yang Li²

(1. Architecture Design Institute, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. School of Electrical Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: This paper takes one of the hospital's monitoring system for intelligent power distribution as an example, presents a design of intelligent power distribution and monitoring system based on Modbus. It gives the flow chart of upper computer and slave equipment communications software, and the final realization of monitor interface map that based on the analysis of the structure and characteristics of the system. The proposed system achieves the intelligent management of power distribution system, improves the reliability of power distribution protection and management efficiency.

Key words: Modbus protocol; intelligent power distribution; monitoring software

随着我国建筑行业的快速发展, 对供电系统的技术要求越来越高。现有的供电系统设备大都采用断路器、电压互感器和继电器保护装置为机械节点结构, 系统运行性能差, 易误动作且缺乏智能化的信息管理措施。因此, 基于 Modbus 的智能配电监控系统将会有效提高整个行业的智能化水平。作为目前全球工业领域最流行的协议, Modbus 协议支持传统的 RS-232、RS-485 和以太网设备, 广泛应用于过程自动化、制造自动化、楼宇自动化等领域的现场智能设备互连通信网络^[1]。国内外主要低压电器制造商从 20 世纪 90 年代就开始不断开发新一代低压电器产品, 以大幅度提高电气寿命和运行分断能力, 增强电器产品的运行可靠性, 同时具有可通信性能, 能实现与现场总线的连接。由这些智能电器元件构成的智能型开关柜与 Modbus 总线技术及上位机构

成的配电自动化监控系统具有功能强、系统完善、可靠性高、编程简易、控制简便及通信协议开放等特点^[2]。

1 智能配电监控系统的设计

1.1 项目背景

合肥市第二人民医院是一所集医疗、教学、科研、预防、康复、急救等多项功能为一体的大型综合医院。该项目共设置 3 个 10 kV 变配电所, 分别在外科病房大楼地下层(4×10 kVA)、门急诊医技大楼地下层(10 kVA)和食堂一层(4×800 kVA); 在门急诊医技楼地下一层战时急救医院内设置柴油发电机房, 安装两台 200 kVA 自备应急柴油发电机组。该工程设置智能配电监控管理系统, 监控管理主机设置在外科病房大楼地下层 BA 控制室内, 并兼作变电所值班室。3 个变电所内所有高低压进出线回路、母联开关及无功补偿设备的电能参数均在控

网络与通信 Network and Communication

制室内实现监控显示,并在控制室内对所有回路开关设备进行远程控制。本文着重介绍该智能配电监控系统的设计及实现。

1.2 系统结构

本系统采用分层分布式网络结构,分为现场设备层、通信传输层和监控管理层3个层次,如图1所示^[3]。

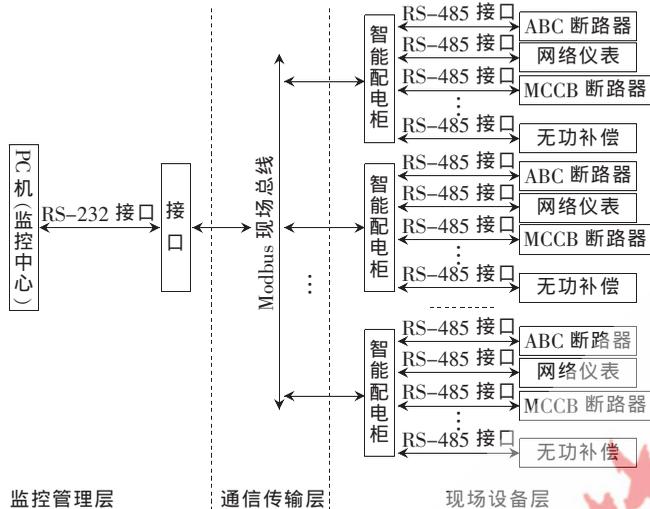


图1 智能配电监控系统网络结构图

(1)现场设备层。现场设备主要由多个智能型高低压配电柜组成。每个智能型配电柜中均安装智能框架断路器、智能塑壳断路器和网络仪表等,采用综合继电器保护装置对高压母线、母联及初相回路进行综合保护和监测,并且相关产品都配有RS-485通信端口。系统通过监控主机的上位机软件实现了对各供电回路的各种电量参数(如电压、电流、有功功率等)的监测,对各回路的分合状态、故障信息报警和配合软件进行监视、控制。在现场设备层通过对各个现场设备进行地址编排,可以清楚地查看各设备的物理地址,方便查询各个配电线路。整个通信系统采用设备与协议解析分层的原则,它们之间有标准的模块接口,这增强了系统的可组态性和可扩展性。

(2)通信传输层。在整个分布式控制系统中,通信传输是监控系统的神经网络,提供了各现场的配电和控制设备与计算机之间的数据通信连接。本设计采用Modbus通信协议,使用RS-232接口实现串行的Modbus。

本系统采用的是远程终端单元(RTU)通信模式。Modbus的RTU协议规定了消息、数据的结构、命令和就答的方式,数据通信采用Master/Slave方式,Master端发出数据请求消息,Slave端接收到正确消息后就可以发送数据到Master端以响应请求;Master端也可以直接发送消息修改Slave端的数据,实现双向读写。

使用RTU模式,消息发送至少要以3.5个字符时间的停顿间隔开始,也就是说在最后一个传输字符之后,一个至少3.5个字符时间的停顿标定了消息的结束。整

个消息帧必须作为一个连续的流传输。如果在一个消息帧完成之前有超过1.5个字符时间的停顿时间,接收设备将刷新不完整的消息并假定下一字节是一个新消息的地址域。

Modbus协议需要对数据进行校验,RTU模式采用16bitCRC校验。CRC域是2B,包含一个16bit的二进制值,它由传输设备计算后加入到消息中。接收设备重新计算收到的CRC,并与接收到的CRC域中的值比较,如果两值不同,则有误。CRC是先调入一个值是全“1”的16bit寄存器,然后调用过程将消息中连续的8bit数据当前寄存器中的值进行处理。CRC校验码添加到消息帧最后,低字节在前,高字节在后,仅对每个消息帧中的8bit数据进行CRC校验,起始位、停止位以及奇偶校验位均不进行CRC校验。

(3)监控管理层。通过计算机和软件来实现现场数据的采集、用户界面、系统组态、数据储存管理、报警提示和故障记录等功能。为保证通信的可靠性,可加UPS电源一台,在断电的情况下,可切换至UPS电源,避免数据的丢失。

2 智能配电监控系统的实现

由图1可以看出,该智能配电监控系统的硬件部分主要采用一台基于Windows平台的计算机作为上位机,监控整个配电系统的运行状态,并可以发出指令,改变系统运行方式,控制断路器通断。智能配电柜中采用具有RS-485通信接口的智能电器元件,经转换器与上位机RS-232接口相连,使用Modbus协议实现通信功能。

该系统的软件部分是整个系统实现的关键,主要包括两个部分。(1)下位机的驱动及通信程序的设计,使下位机具备和PC通信的能力,以实现监控系统对各控制线路的数据采集;(2)上位机的通信软件设计,主要包括上位机的通信软件设计和监控系统的数据库设计。

2.1 上位机通信软件设计

上位机串口通信是采用高级语言在Windows平台上编程的,系统在WIN2000系统下采用Visual C++6.0直接运用第三方编写的通信驱动软件实现串口通信,采用多线程完成对通信数据的打包、数据解析以及对命令的打包和发送,实现了串口的初始化、串口参数设置以及串口事件监视等。一般而言,在对串口进行初始化操作时应关闭串口和串口中断。

上位机Modbus协议的软件流程图如图2所示。首先主设备对串口进行初始化,然后对现场设备层的各个站点进行轮询,以0.5s为一个周期,发送运行参数消息帧后等待那个从设备的响应。如果超时,则进行下一个,并且实时判断从设备的响应消息是否正确,无论帧错误还是响应超时都将产生一个错误,并在实时数据库系统中显示并记录下来。调试时,如果连续三轮对同一站点轮询都出错,则此站点将被屏蔽,直到调试人员来重新

网络与通信 Network and Communication

调整。第一次读取协议规定的所有参数,以后如果整个系统都正常,既没有调整参数也没过载时,上位机将以 0.5 s 为周期发送运行参数消息帧一直轮询。

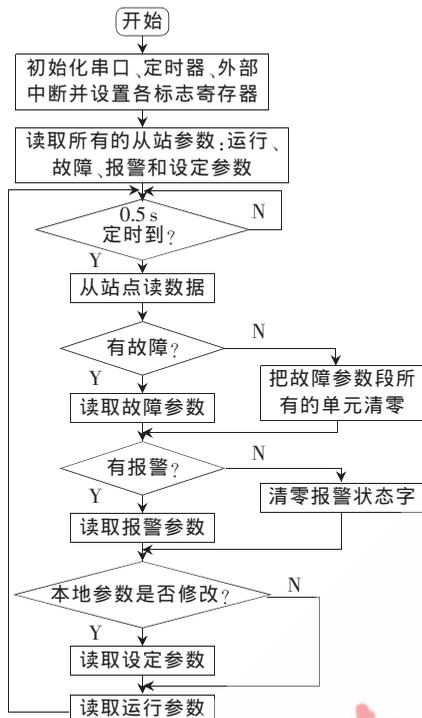


图2 上位机通信软件流程图

2.2 从设备通信软件设计

采用 Modbus RTU 协议模式时,消息发送至少要以 3.5 个字符时间的停顿间隔开始,整个消息帧必须作为一个连续的流传输。如果在帧完成之前有超过 3.5 个字符的停顿时间,接收设备将刷新不完整的消息并假定下一个字节是一个新消息的地址域。同样,如果一个新消息在小于 3.5 个字符的时间内接着前一个消息开始,接收设备将认为它是前一消息的延续,这将导致一个错误,因为在最后的 CRC 域的值不可能正确。因此,时间间隔必须计算准确,本次设计采用一个 0.5 s 定时器完成。

当从设备在上电时就对串口进行了初始化,采用中断的方式实时检测串口事件,一旦接收到消息,就会产生相应的中断。接收到完整的消息帧后根据 Modbus 协议对消息帧进行解析,首先判断地址是否相符,如果不符合就不回应主设备,如果符合就对该消息进行校验。其中包括 CRC 校验,一旦错误就生成并发送出错命令回应帧,返回主设备;如果正确则解析该消息帧并根据要求回应相应的参数。从设备通信软件流程图如图 3 所示。

2.3 数据库及监控界面设计

本设计采用微软的 Access 作为后台的数据库管理系统,前台界面开发工具为 Visual C++6.0,数据库访问技术采用 ADO。该系统中的数据存储主要涉及三个实体:现场设备信息实体、设备的运行信息实体以及设备的故障判断标准实体^[4]。为简化起见,将设备信息实体

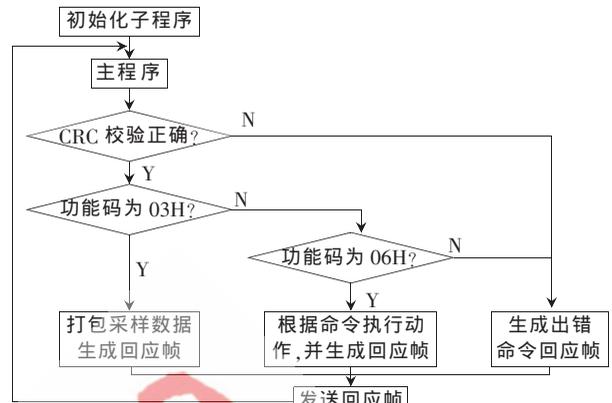


图3 从设备通信软件流程图

和设备的故障判断标准合并在一起。数据库中定义了两张表,一张包含设备的一些基本信息以及相应的故障判断标准,另一张包含某一线路设备当前运行的具体状态信息。

监控界面可以动态显示配电系统主接线图,如图 4 所示。主监控界面包括配电主接线图、通信状况、负荷曲线、温度监控、历史记录、故障报警记录和报表管理等菜单。在主界面的高压配电主接线图中选择某条线路,点击显示按钮可实时显示出此时该回路的电流 I 、开关状态以及回路名称等,以了解高压设备的运行状况;而点击低压实时数据按钮可选择显示某条线路的电流 I 、电压 U 、有功功率 P 、无功功率 Q 、视在功率 S 、需要系数 K_x 及频率 f 。其中,电流和电压为有效值,其余为计算值。

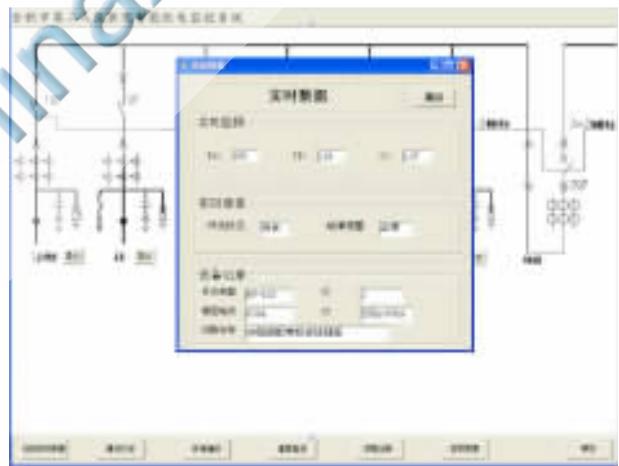


图4 监控界面图

3 系统应用效果

(1) 可及时、准确地了解各设备的运行状态

管理者可通过计算机在监控中心随时了解全院任何一个时刻的总用电情况,值班电工也可全面及时、准确地了解配电设备的各项运行参数。通过“配电主接线图”功能了解高压设备的运行状态,为管理者确定运行方式提供了必要的信息。通过报表管理可以了解各个供

电单元每天、每月或者每季度的用电情况, 综合评估该单元经济效益。通过“低压实时数据”能随时掌握每一供电单元的用电情况。“参数查看”一栏可以提供每个用电单元的技术信息(供电范围、电缆型号、投入时间), 为增减该单元设备提供依据, 从而提高了电能的管理效率, 降低了运行成本。

(2) 配电设备运行安全、稳定

通过“高低压实时数据”、“负荷曲线”、“报警一览”、“温度监控”掌握设备运行状态, 合理安排巡视重点及设备检测保养周期, 有效提高了设备的安全性、可靠性和稳定性。

(3) 节能

通过“低压实时数据”掌握每一供电单元的用电峰段、平段及谷段, 尽可能减少高峰时段用电。根据“日报表”了解各供电单元的用电情况, 分析评价该单元的电能使用效率, 合理安排电能消耗。对于重点耗电设备(如水井、中央空调、电梯、锅炉等)实施重点监测。通过对有功、无功及功率因数的检测, 适时投入、退出电容器, 使功率因数保持在较好范围内, 以节省电费支出。同时, 由于配电监控系统可靠性高、抗干扰能力强、实时性好且维护简单, 也节省了人力投入, 减少了不少开支。

本文提出的基于 Moubus 总线的智能配电监控系统实现了对配电系统的智能化管理, 在主监控室就可以对各个站点实行集中监控管理, 节省了人力资源的同时提高了配电保护的可靠性以及管理的效率。此外, 在二院项目的实际使用过程中发现, Moubus 总线开放性好、灵活度高且现场适应性好, 可广泛应用于其他工业控制领域, 具有广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 吉秀卿, 魏来. 现场总线在电力行业中的应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 陈平, 王宏. 智能低压配电系统的分析及实现[J]. 低压电器, 2010(21): 25-28.
- [3] 陈堂, 赵祖康, 陈星莺, 等. 配电系统及其自动化技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [4] 戴瑜兴, 马茜. 现场总线技术在智能断路器系统设计中的应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.

(收稿日期: 2011-11-01)

作者简介:

万力, 男, 1967年生, 硕士, 教授级高工, 主要研究方向: 楼宇自动化, 建筑电气。

杨丽, 女, 1986年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 楼宇自动化。