

一种新型远程抄表系统的集中抄表器设计及通信协议研究

蔡子亮, 赵忠彪, 高荣

(许昌学院电气信息工程学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对目前出现的一种新型户用计量仪表——基于RS485/CAN总线构成的双层网络抄表系统的集中抄表器给出了硬件设计原理图,在TI微处理器MSP430F449硬件平台上,根据远程抄表系统的通信特点设计了集中抄表器和用户信息采集器以及集中抄表器与管理中心计算机之间的通信协议,进行了软件设计,画出了它们的软件实现框图。最后,在实验条件下对所设计的系统进行了测试,测试表明所设计的系统运行平稳、成本低廉,能够可靠地完成抄表系统通信需求,达到了设计要求。

关键词: 远程抄表; CAN总线; 集中抄表器; 管理中心计算机; RS485总线

Study on remote reading meter's protocol of a new kind and design of the concentrated reading meter system

CAI Zi-liang, ZHAO Zhong-biao, GAO Rong

(School of Electrical and Information Engineering, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: Aiming at the problems of existing later in the remote concentrated reading meter, which is double-layer network of remote concentrated reading meter system based on RS-485 and CAN field bus is designed in this paper. According to the character of remote reading meter's protocol, the remote reading meter system software among the user measure meter, the concentrated reading meter system and the center management computer is designed based on TI micro-processor MSP430F449 hardware platform. The practical test shows that this system has the characters of high stability, low-cost, which has reached the demand of the design.

Key words: remote reading meter; CAN field bus; concentrated reading meter system; center management computer; RS485 bus

中图分类号: TM764

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)07-0046-03

0 引言^[1]

目前,我国普遍将户用计量仪表即水表、电表、燃气表、热表(四表)安装在用户室内,抄表人员走家串户,手工抄表采集数据,然后结算的计量收费方式。由于用户面广、量大,极易造成差错,人工抄表不但效率低,且不利于科学管理,给城市管网的建模、分析、规划等都带来很大的困难。随着电子技术和计算机技术的迅速发展,为实现自动抄表(Automatic Reading Meter)提供了技术支持。我国从90年代初开始研制全电子式电能表,并且取得了一定的成果。目前已研制出多种实用远程抄表系统,在众多的远程抄表系统中,以通信数据可靠性高、建网成本低、系统扩展性能好而著称的基于CAN和RS485双层网络组成的抄表系统越来越引起

了人们的注意。这种抄表系统的集中抄表器及其通信协议的设计逐渐成为研究的重点,它不同于普通的网桥,网桥仅仅用以完成通信协议的转换,而集中抄表器一方面要完成用户信息的可靠采集;另一方面又要实现两边不同网络协议的转化。因此,集中抄表器设计的好坏直接影响到远程抄表系统能否可靠运行。

本文从实际应用角度出发,较详细地讨论了这种双层抄表网络方案中的集中抄表器设计及其通信协议的实现。

1 集中抄表器的硬件设计^[2]

集中抄表器的核心处理模块框图如图1。

集中抄表器的核心处理模块主要由5部分组成:小区抄表器、RS485电平转换芯片、SJA1000

总线控制器、总线驱动器 82C250 和高速光耦 6N137。

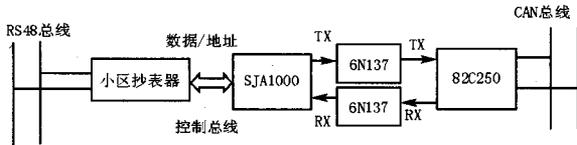


图 1 集中抄表器的核心处理模块框图

Fig.1 Core process module of concentrated reading meter system

小区抄表器的微处理器采用 TI 公司的 MSP430F449 超低功耗单片机作为核心处理器,它具有 60K 的片内 FLASH,最低工作电压 1.8V,能够很方便地实现数据的备份(掉电用户信息不会丢失)。小区抄表器的主要任务可以归纳以下几点:(1)对用户信息采集器信息的可靠采集;(2)将采集到的用户信息通过 CAN 总线准确、及时、可靠地发送到管理中心计算机;(3)接收并且执行管理中心计算机送过来的各种指令;(4)将采集到的信息进行必要的备份处理。由于小区抄表器与管理中心计算机之间的通信距离较远,故它们之间的信息传输采用兼容性能好、可靠性能高、数据传输速度快、传输距离远(在 5 000 bps 时传输距离 10 km)的 CAN 总线。CAN 总线采用短帧结构,传输时间短,受干扰概率低,有 CRC 校验和出错标定能力,而且具有故障节点自动脱离 CAN 总线等功能(一个节点出现故障不影响其它节点的可靠运行)。由于远程抄表系统常年挂网运行,所处工作环境恶劣,容易受到外部电源波动和磁场的干扰,CAN 总线的这些高可靠性特点正好适合远程抄表系统的抄表需求。如果适当地采用中继器,用这种抄表方法设计的系统完全可以满足一座中等城市的远程抄表需求。而且,CAN 总线中继器的设计可靠性高、成本低廉,仅需两个驱动器和两个防反射电阻即可,除此之外,CAN 总线还具有很好的扩展性能。

用户信息采集器通过 RS485 总线 and 小区抄表器相连。用户信息采集器主要安装在户内,接收耗能表(四表)送出的脉冲信号,实现用户费用的计量、数据处理、发送用户信息、显示用户状态、用户欠费处理和数据保存等功能。由于用户信息采集器与小区抄表器之间传输距离近故采用 RS-485 总线,它具有结构简单、成本低廉、对布线要求不高的特点,加之 RS-485 总线在 9 600 bps 下最远传输距离可以达到 1 200 m,完全能够承担一栋楼与小区抄表器之间的通讯距离需求(小区抄表器通常安装在

小区内),再加上它们之间的通讯数据量小,数据结构简单,所以 RS-485 总线完全能够可靠地实现小区抄表器与用户信息采集器之间的通信需求。

SJA1000 是 PHILIPS 公司生产的 CAN 通信控制器,它集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层功能,能够完成数据的透明传输、数据的打包、故障检测等功能。SJA1000 内集成了控制、状态、命令等功能寄存器,以及接收和发送缓存器,并以接口芯片的控制方式与单片机连接,电路连接简单,软件操作方便。CAN 总线数据的发送和接收均由 SJA1000 独立完成。发送时,集中抄表器将数据送入 SJA1000 内的发送缓存器;接收缓存器收到数据后即以中断的方式通知集中抄表器,集中抄表器取走接收缓存器的数据。82C250 是 CAN 控制器和物理总线之间的接口,对总线数据提供差动发送和差动接收。为了提高系统的抗干扰能力,在 SJA1000 和 82C250 之间增加了光耦 6N137。

2 集中抄表器的通信协议设计^[3,4]

由于用户信息采集器与集中抄表器之间采用 RS-485 总线进行通信,从严格意义上讲 RS-485 不包含通信协议,它仅仅提供了一个物理的接口,所以,要实现系统的通信就需要根据实际情况单独设计通信协议。

2.1 集中抄表器与用户信息采集器之间帧格式设计

由于集中抄表器与用户信息采集器之间数据交换频繁,为了有效利用数据帧,提高通信速率、减少通信过程中的误码率,集中抄表器与用户信息采集器之间的通信上行数据和下行数据采用了不同的帧格式。

2.1.1 集中抄表器对用户信息采集器(下行数据)的数据帧格式设计

集中抄表器向用户信息采集器发送的数据帧格式如表 1。

表1 集中抄表器与用户信息采集器之间通信帧格式

Tab.1 Frame format between the concentrated reading meter system and the user measure meter

1 字节	2 字节	4 字节	1 字节
用户 ID	命令参数	数据	校验码

用户 ID: 用户信息采集器的编号;

命令参数: 管理中心计算机发送给集中抄表器的命令字(修改电、水费等单价信息,要求发送用户四表信息等);

数据: 水费、电费单价等信息;

校验码: FFH。

2.1.2 用户信息采集器对集中抄表器(上行数据)的数据帧格式设计

用户信息采集器向集中抄表器发送的数据帧格式如表2。

表 2 用户信息采集器与集中抄表器之间通信帧格式
Tab.2 Frame format between the user measure meter and the concentrated reading meter system

1 字节	1 字节	4 字节	1 字节
用户 ID	数据编号	数据	校验码

用户ID: 用户信息采集器的编号;
数据编号: 对水表、电表、气表等的编号;
数据: 用户各种仪表的用量信息;
校验码: FFH。

2.1.3 集中抄表器与用户信息采集器之间的软件设计流程图

集中抄表器能够准确接收管理中心计算机送来的各种指令, 并且能够根据指令完成一些相应的操作。它与用户信息采集器之间的程序设计流程图设计如下(图2)所示。

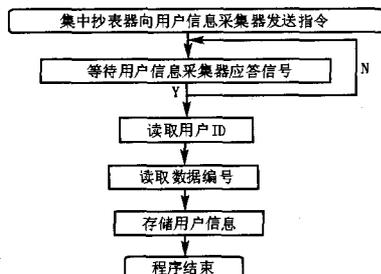


图2 集中抄表器与用户信息采集器之间的通信程序设计流程图

Fig.2 Communication flow chart between the concentrated reading meter system and the user measure meter

为了保证集中抄表器与用户信息采集器之间通信的可靠性, 它们之间采用了握手式通信。

2.2 集中抄表器与管理中心计算机之间的软件设计

集中抄表器与管理中心计算机之间通过CAN总线连接。集中抄表器通过中断方式接收到管理中心计算机的控制指令后, 置通信处理标志位为1, 主程序立刻调用通信处理子程序, 并根据不同的命令作相应的处理。与CAN通信相关的程序有SJA1000的初始化子程序、中断接收程序。

(1) 初始化CAN总线控制器

CAN控制器的初始化是CAN总线系统中极为重要的一部分, 是系统能否正常工作的前提。CAN控

制器初始化设置是在控制寄存器中的复位请求位为高电平的状态下进行的。接收码寄存器和接收屏蔽码寄存器的设置用于标志符的确认。

本系统将集中抄表器的接收码寄存器设置为该集中抄表器的编号, 当接收码为全部相关(接收屏蔽码寄存器设置为00H), 并且管理中心计算机发送的标志符与集中抄表器的接收码完全一致时, 该集中抄表器才做出相应的处理。因此当接收屏蔽码寄存器设置为FFH, 则接收码为全部不相关, 此时他们不能进行通信。

输出控制寄存器主要用于设置总线输出驱动方式。总线上所有节点的总线定时器0、总线定时器1、输出控制寄存器设置要相同, 否则总线不能正常工作。这是因为一种总线只能允许一种传输速率。

初始化设置结束后, 将复位请求位置为低电平, 总线进入正常工作状态。

(2) 以中断的方式接收数据的子程序(见图3)。

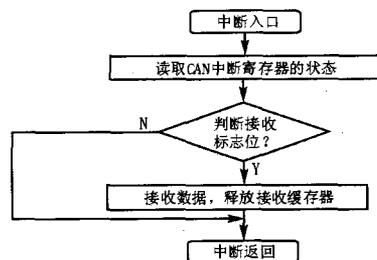


图3 CAN接收程序流程图

Fig.3 Flow chart of CAN data receiving

集中抄表器接收到管理中心计算机发送来的数据后, 读取CAN中断寄存器的状态, 判断是否接收数据, 如果需要接收, 则接收, 否则中断返回。

3 结束语

以这种方式设计的集中抄表器具有结构简单、体积小、成本低廉和可靠性高的特点, 特别适合作为远程抄表系统集中抄表器设计的一种解决方案被推广和应用。在实验条件下对所设计的系统进行测试, 测试表明所设计的系统运行平稳、成本低廉, 能够可靠地完成抄表系统通信需求, 达到了设计要求, 具有很好的应用前景。

参考文献

[1] 徐春辉. 远程抄表系统通讯接口的设计[J]. 华东交通大学学报, 2005, 22(2).

(下转第 53 页 continued on page 53)

- 2004, 28(13):80-84.
- WANG Wei, XU Li-jie, WANG Lin, et al. The Modeling Method and Realization of the Power System Overhaul and Repair Management Based on Workflow Technique[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(13):80-84.
- [3] 陈森利, 陈卫中, 陈忠义. 基于 MIS 的输变电设备智能巡检和修试 ABC 规范化文档管理系统的开发及应用[J]. 电力系统通信, 2004(10):44-48.
- CHEN Sen-li, CHEN Wei-zhong, CHEN Zhong-yi. Development and Application of ABC Standardized Document Management System of Intelligent Inspection Tour, Repair and Test for the Transmission and Transformation Electricity Equipment Based on MIS[J]. Electric Power System Telecommunication, 2004(10):44-48.
- [4] 崔南方, 周二华. 基于流程的设备管理信息系统[J]. 计算机工程与应用, 2002(5):244-245.
- CUI Nan-fang, ZHOU Er-hua. Maintenance Information System Based on Business Process[J]. Computer Engineering and Application, 2002(5):244-245.
- [5] 秦盟军, 黄炜, 基于组件的工作流管理平台的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(10):88-90.
- ZOU Meng-jun, HUANG Wei. Design and Implementation of the Workflow Management Platform Based on Component[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(10):88-90.
- [6] 李源, 提兆旭, 张沛超, 等. 变电站管理信息系统的设计与优化[J]. 电网技术, 1999, 23(2):28-30.
- LI Yuan, TI Zhao-xu, ZHANG Pei-chao, et al. Design and Optimization of MIS for Substation[J]. Power System Technology, 1999, 23(2):28-30.
- [7] 麻秀芳, 鲍海, 张粒子, 等. 智能化供电设备状态检修决策支持系统设计[J]. 东北电力学院报, 2002, 22(2):43-46.
- MA Xiu-fang, BAO Hai, ZHANG Li-zi, et al. Design of Intelligent Condition Based Maintenance Decision Support System for Power Supply Equipment[J]. Journal of Northeast China Institute of Electric Power Engineering, 2002, 22(2):43-46.
- [8] 许允之, 宗剑. 变电设备管理信息与决策支持系统[J]. 高电压技术, 2005, 31(6):85-86.
- XU Yun-zhi, ZONG Jian. System of MIS and DSS for Electrical Equipments[J]. High Voltage Engineering, 2005, 31(6):85-86.
- [9] 柴永生, 吴秀丽, 孙树栋, 等. 设备管理信息系统及其关键技术研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, (12):212-215.
- CHAI Yong-sheng, WU Xiu-li, SUN Shu-dong, et al. Research on Equipment Management Information System[J]. Computer Engineering and Application, 2004, (12):212-215.
- [10] 巫世晶, 向农. 电力设备维修计划优化管理研究[J]. 电力建设, 2004, 25(2):48-51.
- WU Shi-jing, XIANG Nong. Study on Optimization of Maintenance Planning for Power Equipment[J]. Electric Power Construction, 2004, 25(2):48-51.

收稿日期: 2006-07-17

作者简介:

李书勇 (1979-), 男, 硕士, 主要从事换流站的运行维护工作, 研究方向为电力信息的分析、处理和高压直流输电; E-mail: oliver0057@tom.com

彭鲁昌 (1968-), 男, 工程师, 本科, 从事电力自动化设计工作;

张海凤 (1976-), 男, 工程师, 学士, 从事高压直流系统技术管理工作。

(上接第 48 页 continued from page 48)

- XU Chun-hui. Design of Communication Interface for Remote Meter-Reading System[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2005, 22(2).
- [2] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与引用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- RAO Yun-tao, ZOU Ji-jun, ZHENG Yong-yun. The Principle and Technic—CAN Field Bus[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2003.
- [3] 王晓兰, 刘伟平, 王慧中. 电力抄表系统的握手式串行通信协议的研究[J]. 测控技术, 2006, 25(3):70-72.
- WANG Xiao-lan, LIU Wei-ping, WANG Hui-zhong. Research on Handshaking Serial Communication Protocol for Electrical Meter Reading System[J]. Measurement & Control Technology, 2006, 25(3):70-72.
- [4] 阳宪惠. 现场总线技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社.
- YANG Xian-hui. The Application—CAN Bus Technic [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1996.

收稿日期: 2006-10-07; 修回日期: 2006-11-23

作者简介:

蔡子亮 (1965-), 男, 副教授, 从事电路与系统、信号与信息处理等方面的研究; E-mail: caizl2002@xctc.edu.cn

赵忠彪 (1977-), 男, 讲师, 从事精密测试与控制、模式识别等方面的研究;

高荣 (1979-), 女, 本科, 从事计算机软件开发等方面的研究。