

基于 Mobitex 的无线抄表系统设计

周江¹, 施安存², 唐良瑞²

(1. 华北电力大学计算机科学与技术学院, 北京 102206; 2. 华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206)

摘要: 相对于传统的无线抄录电表方式, 基于 Mobitex 无线抄表方式具有数据量大、数值准确、效率高、实时性强、成本低等特点, 具有十分重要的使用和推广价值。结合无线抄表系统的工作原理和结构特点, 介绍了一种基于 Mobitex 无线通信网络的抄表系统, 系统中 Mobitex 抄表器定时读取电表的电能量等数据, 并通过 Mobitex 网络将数据上传到中心站, 中心站管理软件对数据进行分析处理, 实现线损分析管理等高级功能, 同时, 中心站管理软件可对抄表器进行远程在线升级软件、远程复位、补数等管理。系统目前已在鞍山市试点运行一年多, 性能可靠, 满足要求, 实现了无线抄表系统的智能化管理。

关键词: Mobitex; 开关电源; CCU; PCU; 无线抄表器

Design of wireless meter reading form system based on Mobitex

ZHOU Jiang¹, SHI An-cun², TANG Liang-ru²

(1. School of Computer Science and Technology, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. School of Electronic and Electric Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Comparing with the traditional wireless meter reading, Mobitex wireless meter reading has characteristics of processing more data precisely and effectively, high security and real-time of the data transmission economically, and has the value of application and popularization. In this paper, from the point of designing the frame of wireless meter reader, it interprets the system's basic structure and work principle, and introduces a meter reader system based on Mobitex wireless communication network. In this system, the Mobitex meter Reader reads the data of meter, and sends the data of meter reader to management software in CCU by Mobitex network. Once management software receives data, it will analyze and process it, and calculate the energy losses, moreover, the management software can update the software on meter reader, reset the meter reader and repair the data long-distance. By far, this system has already run reliably for about one year in Anshan city, and achieve the intelligent management of wireless meter reading.

Key words: Mobitex; switch power; CCU; PCU; wireless meter reading

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)15-0045-05

0 引言

随着社会的发展, 电能表无线自动抄表技术的需求越来越强烈, 目前, 欧美等发达国家已广泛应用无线自动抄表技术, 而国内的无线自动抄表技术的研究起步较晚, 未得到广泛应用。但是, 随着我国电力市场管理体制改革的不断深入和发展, 无线自动抄表技术的研究和应用必将成为新的热点和方向。

无线抄表技术常用的通信方式有 230 M 电台、GSM 短信、GPRS 公网和 Mobitex 专网等。其中, GSM 短信方式实时性差, 数据量小; 230 M 电台的频点资源和主站所带终端数量有限, 信号辐射大, 速率低; GPRS 公网话音通信优先, 数据传输安全性和实时性差, 而且在节假日, 电力紧张的时候, 也是 GPRS 公网通信最拥挤的时候, 不能保证数据传输的可靠性; Mobitex 无线数据专网, 以专网专用的形式,

只传数据, 不传语音, 因此具有很高的通信可靠性、安全性和实时性, 完全满足无线抄表的需求。

目前, Mobitex 无线通信网络已经在我国试点使用, 其中包括河北电力、辽宁电力、北京电力、上海电力等, 网络运行良好, 通信质量高, 但是, 目前 Mobitex 网络配套使用的都是国外产品, 国产化的产品基本没有, 因此 Mobitex 网络产品的研究和开发具有很好的科研创新和市场价值^[1]。本文主要针对 Mobitex 无线抄表系统的数据采集器、通信网络和中心站管理软件等进行阐述, 力求进一步推动 Mobitex 的应用, 提高电力系统的现代化管理水平。

1 系统框架

Mobitex 无线抄表系统的设计, 在满足普通抄表系统功能的同时, 着重强化其可靠性、安全性和智能性, 因此在设计中采取了多种技术措施, 使其

具有成本低、抄收可靠性高的特点,实现了科研创新与市场需求的真正结合。Mobitex 无线自动抄表系统分为三个层次:最低层为数据采集单元;第二层为 Mobitex 无线通信网络及通信管理单元;第三层是数据管理系统。图 1 是基于 Mobitex 无线抄表系统结构图。

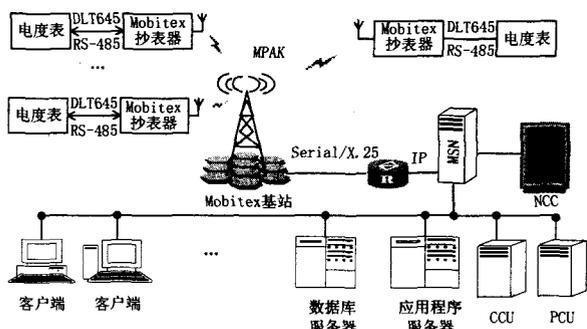


图 1 基于 Mobitex 无线抄表系统结构
Fig.1 Structure of wireless meter copies form system based on mobitex

2 数据采集单元

数据采集单元由基于 Mobitex 的无线抄表器和智能电表组成。两者之间通过 RS485 总线连接,无线抄表器通过多功能电能表通信规约 (DL/T 645-1997)^[2] 对智能电表进行控制。在本系统里面,无线抄表器除了按规定时间抄取电表、保存数据及上传数据外,还要接收并执行 Mobitex 基站下发的各种指令,比如:升级抄表器程序、设置抄表时间等。图 2 是数据采集单元的结构,其中虚线框内为无线抄表器框架。

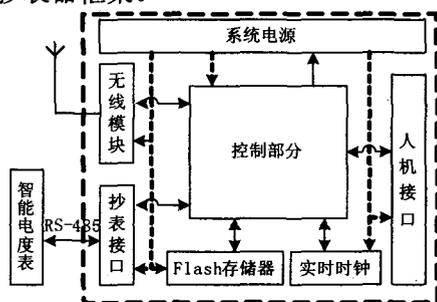


图 2 数据采集单元
Fig.2 Data sampling unit

因为无线抄表器工作环境比较恶劣,而且长时间无故障运行,这就对系统的稳定性、抗干扰性有很高的要求。为此,在抄表器的整体设计中,软硬件均采用了嵌入式和模块化设计的思想,各模块间相互独立,这样大大提高了抄表器工作的可靠性,

并方便了产品的升级换代和维护。

2.1 无线抄表器的硬件设计

无线抄表器硬件设计分控制部分、系统电源、抄表接口、无线模块、Flash 存储器、实时时钟及人机接口构成,其中实线表示数据及控制信号,虚线表示电源供电情况。

控制部分是无线抄表器的核心。控制部分依据基站命令设定抄表时间间隔并以此初始化实时时钟 RTC,并启动实时时钟;当到读表时间时,通过抄表接口读取电表数据,而后通过无线模块向基站上传数据,并将数据保存在 Flash 存储器中。另外在本系统中采用了在系统可编程单片机 STC89C58RD+ 作为系统 CPU,从而实现了系统的远程升级。

抄表接口单元提供了无线抄表器与智能电度表的接口。由于该单片机只有一个串口,而该串口在本系统中用于无线模块通信,所以我们用 TL16C550 芯片扩展了一个多功能串口用于读电表,并采用 RS485 总线接口方式,这是因为 RS232 的信号标准电位是参考地线而来的,容易受到干扰,为了提高系统抗干扰能力,将 TL16C550 扩展出的 RS232 总线通过光电耦合器进行隔离,而后用 MAXIM 公司的 MAX485 芯片将 RS232 信号变换成 RS485 信号,RS485 的信号是差分信号,可以有效防止噪声干扰,同时也大大提高了信号传输距离。图 3 是 RS485 接口电路。

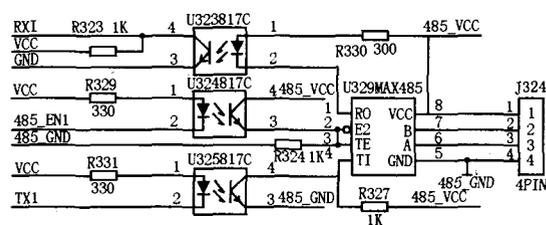


图 3 RS485 接口电路
Fig.3 Interface circuit of RS485

无线模块单元使无线抄表器与 Mobitex 基站建立了连接。单片机串口在本系统中用于无线模块通信,在本系统中 Mobitex 无线通信模块采用了 M3000 无线调制解调器^[3],由于 M3000 逻辑电路采用 3.3 V CMOS 技术,而系统控制部分为 TTL 电平,所以要进行电平转换。在本系统中,二者之间采用 74LV244 芯片,实现电平转换。为了提高无线模块抗干扰能力,对无线模块射频电路进行了独立供电,并且对该电源采取了软件控制。

国标规定无线抄表器的数据存储时间至少为 7 天,数据存储容量最小为 4 M 位,而且要求数据掉

电不丢失,因此在本系统中选用 Flash 芯片 S T 公司的 29SF040A,该芯片是 8 位并行 Flash 芯片,数据读写速度快,允许擦写次数 10 万次。存储部分需地址总线为 20 位,由单片机产生低 13 位,高 7 位由锁存器 74HC377 提供(如图 4 所示)。

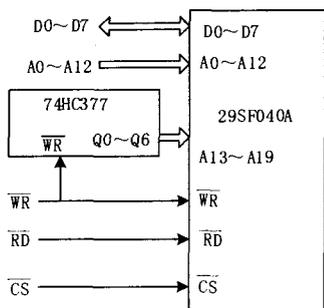


图 4 29SF040A 接口电路

Fig.4 Interface circuit of 29SF040A

为了保证实时抄表,时钟芯片选用 DS12887。DS12887 是微机系统中常用的时钟芯片,采用 CMOS 技术,内部集成石英晶体、锂电池、实时时钟、日历时钟、报警时钟、方波发生器、计数器、四个功能寄存器和 128 字节 RAM,具有功耗低、精度高、良好的系统接口和可靠性高等优点。平时由外部供电,断电时由其内部锂电池提供,内部锂电池可以持续供电 10 年,在本系统中由其产生系统时钟,并依此定时读取电表、上传数据。

系统电源采用了以 UC3842 为核心的反激式开关电源,开关管采用了 MOS 管 12N100,该电源可以产生控制部分电源、读表接口电源、通信部分电源,每一路都有过流过热保护。其中读表接口采用隔离供电,且与其它部分通信也是光电隔离的,以提高系统抗干扰能力;通信模块射频电路在发射时存在瞬时电流突变,最高电流可达 1.6 A,而平时接收模式下为 120 mA,为保证通信的稳定要求射频电路电源能有很宽、很快的调整能力,因此在该系统中,采用开关稳压模块 LM2576 对通信射频电路电源进行稳压。LM2576 开关频率是 52 kHz,最大输出电流可以达到 3 A,内部有短路、过热保护,利用 LM2576 可以很好的为射频电路提供电源,另外 LM2576 有 ON/OFF 控制端,为了系统的安全、可靠,系统中利用该管脚对通信模块发射供电进行了软件控制。

人机接口单元由数码管、指示灯及开关组成,通过接口电路,可以方便地进行无线抄表器的调试,并向用户提供了操作平台。

另外为了使单片机安全运行,在硬件上,添加

了看门狗电路,在本无线抄表器中采用了 MAXIM 公司的 MAX813L 芯片作为看门狗芯片,在单片机程序跑飞后能及时复位,使程序能够正常运行。

2.2 无线抄表器的软件设计

无线抄表器系统刚上电时,首先对系统进行初始化,包括通信波特率、数据长度、检验方式、设置抄表时间间隔等。当判断到抄表时间时,无线抄表器通过内嵌的多功能电能表通信规约对智能电表进行抄表,并对数据进行 CRC 冗余校验;而后将解析处理后的数据通过 Mobitex 无线模块 M3000 上传,并同时把数据保存到 Flash 中。在软件的运行过程中,系统通过对无线模块状态的分析监测无线模块,在通信模块万一发生死机并且复位无效时,对其进行重新上电,从而使其正常运行(见图 5)。

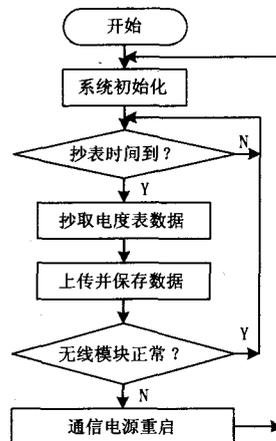


图 5 主程序

Fig.5 Flow chart of the main program

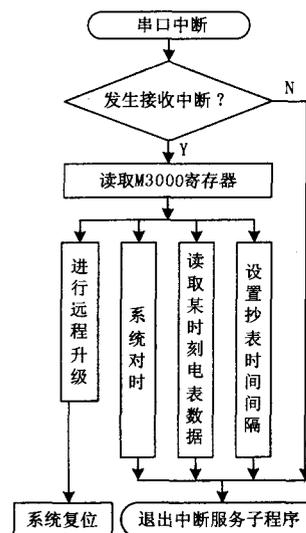


图 6 串口中断服务子程序

Fig.6 Serial port interrupt service

为了提高系统实时性,采用串口中断接收并处理通信管理单元管理命令。当系统接收到通信管理单元的数据时,引发串口中断,先判断中断类型,当为接收中断时,系统读取 M3000 寄存器,判断引起中断的原因,并以此执行相应的操作。其中当判断为进行系统远程升级时,利用在系统可编程 ISP 技术,对单片机 STC89C58RD+进行编程,完成后系统重新启动(如图 6 所示)。

3 通信管理单元

通信管理单元主要由 PCU(前置通信单元)和 CCU(中央通信单元)构成。通信管理单元一方面接收 Mobitex 无线通信网络上传的数据,并对数据进行解析打包处理后发送到数据库进行数据的统一管理,另一方面向 Mobitex 无线通信网络发布对 Mobitex 无线抄表器管理和补数命令。

PCU 即前置通信单元主要功能是实现数据的转发。Mobitex 无线抄表系统是一个多数据采集单元、多基站、单通信管理模块的系统,而数据采集单元在系统中属于低速设备,导致上传的数据是无序的(例如某一时刻只接收到某一台区数据采集单元的数据,接下来收到的是另一个台区数据采集单元的数据,所以是杂乱无序的),这样就需要 PCU 将接收到的无序的数据进行处理,将数据按台区编号和数据采集单元的编号(MAN 号)进行打包,完成后再转发给 CCU 处理;同样,PCU 同时也接收 CCU 下发的命令数据,接收到数据后按台区编号和数据采集单元的编号发给 Mobitex 无线通信网络,再由通信管理模块通过 Mobitex 无线通信网络下发给无线抄表器。

CCU 即中央通信单元,主要功能是实现数据的有效接收和管理。它相对 PCU 要复杂一些,接收到具体功能有:

- 1)实时显示各数据采集单元对时及数据上传信息,并根据数据上传情况自动生成补数指令。
- 2)可以对各终端下达各种指令,对终端进行控制和监视。
- 3)引入等待应答命令队列,保证补数命令得到最终执行。
- 4)通信日志的记录和保存将利于对系统进行各种通信指标的分析。
- 5)数据存储日志的记录和保存,保证系统由于各种原因造成的数据丢失得到正确的追补。
- 6)在线数据分析,保证了分析结果的及时性;
- 7)对 Mobitex 无线抄表终端进行远程的程序升级管理。

最后,通信管理单元将处理好的有效数据发往数据库服务器进行数据的保存,为进一步的数据分析提供了坚实的基础。

4 数据管理系统

数据管理系统为用户提供了完善的系统管理、数据分析及报表显示,良好的人机界面方便用户操作(如图 7 所示)。

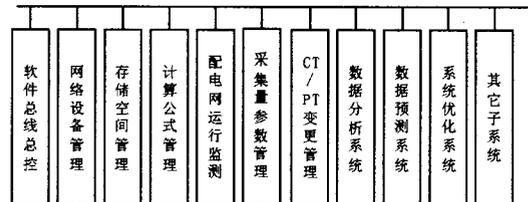


图 7 数据管理系统框架

Fig.7 System structure of data management

2005 年 Mobitex 无线抄表系统在辽宁省鞍山试点运行,选定 2 条 10 kV 配电线路上的 30 个变压器进行数据的读取、分析和管理。在鞍山市供电局内设立无线抄表中心站服务器,运行数据管理系统,该系统主要完成软件总线总控、网络设备管理、存储空间管理、计算公式管理、配电网运行监测、采集量参数管理、CT/PT 变更管理、数据分析系统、数据预测系统、系统优化系统等功能。

软件总线总控模块是数据管理系统的基本模块,它实现了对用户、角色及权限的全面管理,保证系统安全性;实现了对流程的动态配置和管理,最大限度满足企业应用需求;实现了系统运行结构的动态配置,保证系统提供不间断的服务;实现了客户端和服务器的免维护功能;还有一个完善的任务发布系统,极大地提高了用户的工作效率。

网络设备管理模块实现了对配电网的线路、台区、电表、设备(采集点)的四级基本信息管理。存储空间管理模块对采集量的存储方案进行定制,保证系统历史数据存储空间利用的高效性及数据查询的快速性;计算公式管理模块通过对采集量各种运算得到与管理贴近的各种指标公式的定制和管理,使所有计算公式均实时计算,极大的实时数据的应用价值;采集量参数管理模块对采集量参数的申报、审批流程进行管理,这些采集量参数将直接参与实时数据的各种运算;CT/PT 变更管理模块对 CT/PT 变比变更的申报、审批流程进行管理,这些 CT/PT 变比将直接参与实时数据的各种运算;

配电网运行监测模块对配电网的运行进行实时监视,并根据用户要求提供不同的显示画面、灵活多样的曲线、报表及多种数据文件的导出,另外还可

实现组态画面的实时显示和历史截面状态显示。

数据分析也是数据管理系统重要的一部分,主要有配电网线损分析系统、配电网潮流分析系统、配电网故障分析系统。配电网线损分析系统针对实时的购电关口信息、考核表信息、配电网电量信息、营业集抄信息、营销系统的用户等信息,实时分析一次网损、二次网损、配电网损、配电变损,分析损失的分布规律、损失原因,通过对积累的数据进行分析,找出线路、设备损失电量的规律,为技术、管理降损提供科学依据。配电网潮流分析系统通过对任意复杂的负荷模型比如衡电流、衡功率、衡阻抗、或者三者的组合等模型进行配电网潮流计算分析,可以完成三相对称或不对称的网络,环状的或辐射型的网络的各种网络结构。配电网故障分析系统可以计算各种类型的故障,并支持对同一线路多个不同故障的同时计算,并通过在界面上直接显示的方式给出各个设备及统计计算后的网络数据。系统支持补偿电容器计算,可以模拟线路加补偿电容器后的电压和损耗变化情况。

数据预测系统主要是通过对各种历史数据的分析、计算,预测未来的趋势、走向。这里主要介绍配电网负荷预测系统,通过短期区域实时电量信息的积累,用短期负荷预测模型,预测区域电量需求趋势,根据区域电量需求趋势,结合优化售电结构方案,给出峰谷调整方案,实现售电效益最大化。

系统优化系统是数据管理系统功能的延伸。这里主要介绍配电网电压优化系统和配电网优化系统。配电网电压优化系统通过对数据的分析计算,确定网络中放置电容器的最优位置,并在图形界面上显示优化前后的损耗和电压分布比较。配电网优化系统对现有网络分析后给出建议操作的开关对,及操作前后的网络损耗变化,给运行提供有力的参考指标。

除了以上介绍的一些单元子系统外,数据管理

系统还有报表系统、依靠 Mobitex 无线通讯网络为基础的广域网移动售电系统等子系统,除了这些现有的系统,我们还可以就不同的企业用户开发出一些特定的数据管理系统,在这里就不一一赘述。

5 结论

相对于传统的人工抄录电表方式, Mobitex 无线抄表方式具有数据量大、数值准确、效率高、实时性强、成本低等特点,为电力部门提供了及时、详细和精确的电力系统运行数据,使得电网改造和配电管理有了真实可靠的依据,提高了电力系统的现代化管理水平。本文中的 Mobitex 无线自动抄表系统已在鞍山市该系统试点运行一年多,性能可靠,满足要求,实现了无线抄表系统的智能化管理,具有很好的推广和应用价值。

参考文献

- [1] 牡丹,唐良瑞,杨春萍.基于Mobitex 数据通信网的自动抄表系统研究[J].现代电力,2005:59-62.
DU Dan,TANG Liang-ru,YANG Chun-ping. Study of Automatic Copying Meter Reading System Based on Mobitex Data Communication Network[J].Modern Electric Power,2005:59-62.
- [2] DL/T645-1997,多功能电能表通信規約[S].
DL/T645-1997,Multi-function Watt-hour Meter Communication Protocol [S].
- [3] Ericsson.Radio Modem M3000 Integrator's Manual, 2001.

收稿日期:2006-12-26; 修回日期:2007-01-22

作者简介:

周江(1973-),男,硕士,讲师,研究方向为软件工程、分布式软件技术、发电侧电力市场; E-mail: sachthy@163.com

施安存(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统通信、无线通信等;

唐良瑞(1966-),男,博士,副教授,主要从事多媒体通信、电力系统通信、无线通信等方面的研究。

“继电保护应用技术”研讨会征文通知

继电保护是一门技术含量高、涉及范围广,对制造、安装、运行和管理工作要求标准非常高的专业。为了推动我国继电保护技术的发展,提高继电保护设备的研发、制造和运行水平,加深本专业的广泛交流和深入探讨,促进与世界先进水平接轨,《继电器》杂志社与清华大学电机工程与应用电子技术系、华中科技大学电气与电子工程学院、华北电力大学电气与电子工程学院定于2007年四季度召开“继电保护应用技术”研讨会,征文内容如下:

- (1) 继电保护新技术及其应用;
- (2) 电力系统安全稳定控制;
- (3) 保护及自动装置运行经验与事故分析;
- (4) 继电保护设备的电磁兼容;
- (5) 继电保护标准的制定与应用;
- (6) 继电保护制造技术与工艺;
- (7) 继电保护检测与试验技术。

详情请访问继电器杂志社网站 <http://www.dlwg.net/repress/>