

远程无线抄表系统的研究

Research of Remote Wireless Meter Reading System

王益祥 牛径平

(南京理工大学机械工程学院,江苏 南京 210094)

摘要: 针对传统的手工抄表方式费时、费力,以及准确性和及时性都得不到保障的缺点,基于 GPRS 网络和 ZigBee 无线通信技术,构建了一种无线抄表系统。该系统避免了长距离布线和复杂的线路干扰,可以快速抄写并实时上传表上的数据,且数据传输可靠。结果表明,此无线抄表系统能够准确、可靠地完成数据的采集、处理以及传输等功能,完全满足要求。

关键词: 无线抄表系统 GPRS 网络 数传终端 ZigBee 协调器 路由器

中图分类号: TP338.1 **文献标志码:** A

Abstract: The traditional manual meter reading method has many shortcomings such as low efficiency, hard sledding, low accuracy, and not promptly. Based on GPRS network and ZigBee wireless communication technology, the wireless meter reading system is constructed. The system avoids long distance wiring and complicated circuitry interference, the real-time data can be read and transferred rapidly, and the data transmission is reliable. The result shows that this wireless meter reading system is able to precisely and reliably accomplish data acquisition, processing, and transmission, and fully meets the requirements.

Keywords: Wireless meter reading system GPRS network Data transfer unit (DTU) ZigBee Coordinator Router

0 引言

随着城市居民住宅建设日益发展,抄表计量也日趋复杂。传统的手工抄表方式费时、费力,准确性和及时性都得不到保障,已经不适应社会的发展需求。虽然目前自动抄表系统的研制开发在我国有着强劲的发展势头,但实际应用的自动抄表系统的通信介质大多都采用总线方式。目前,国内比较流行的是 RS-485 总线,其复杂的布线不仅会对用户家中的装修造成很大的破坏,而且也使得系统调试和维护困难重重,这在很大程度上影响了自动抄表系统的推广和应用,所以迫切需要寻求一种无线的解决方案。

对此,本文提出了一种基于 GPRS 网络和 ZigBee 无线通用技术的无线抄表系统技术方案。此方案不仅能满足远程自动抄表系统的迫切需要,促进抄表系统自动化的发展,而且在科研上提出了一种新的设计思想,即将 ZigBee 技术和 GPRS 通信技术相结合。

1 系统总体结构设计

抄表系统整体由监控中心站、GPRS 无线数传终

端 DTU (data transfer unit) 和数据采集终端三大部分构成。其中,监控中心站主要由监控中心计算机、企业内部局域网 (Intranet) 和数据库服务器等外围设备组成; GPRS 无线数传终端由 MSP430F149 单片机及外围电路和 Motorola 公司生产的 G24 无线通信模块两部分组成^[1-2]; 数据采集终端采用的是 Chipcon 公司生产的 CC2430 产品。系统基于 ZigBee 技术进行收发信号,通过 ZigBee 终端节点进行采集数据,然后经 ZigBee 总结点协调器将采集的数据传给 DTU,最后通过 GPRS 网络传给监控中心。无线抄表系统总体结构如图 1 所示。

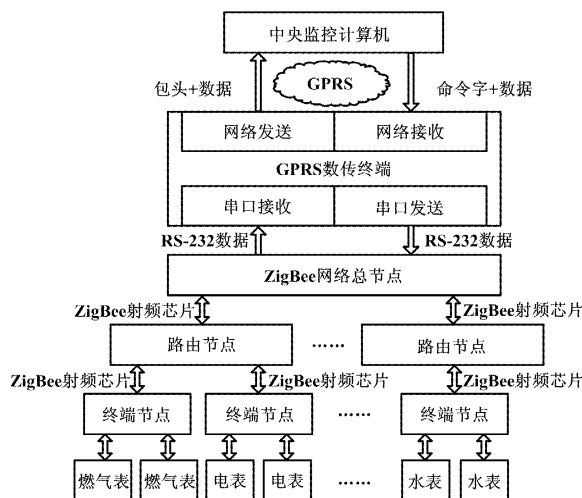


图 1 系统总体结构图

Fig. 1 The overall structure of the system

国家自然科学基金资助项目(编号:F030101)。

修改稿收到日期:2010-08-14。

第一作者王益祥,男,1965年生,1988年毕业于四川大学机械制造及其自动化专业,获硕士学位,副教授,主要从事嵌入式系统与测控技术的研究与应用开发。

2 系统硬件设计

2.1 数传终端硬件设计

GPRS 数传终端 DTU 是数据采集端与监控中心之间数据传输的桥梁。通过 GPRS 网络,现场数据能够及时传送到监控中心计算机中,同样,监控中心的查询或控制命令也可以通过 GPRS 网络发送给采集终端^[3]。数传终端的主要功能有:①数据的存储、转发和遇错重发 ARQ(automatic repeat-request);②为监控中心和数据采集端建立一个透明的连接;③数据传输过程中可使用密匙检验。

数传终端主要由 GPRS 无线数传模块、数据通信接口、串行存储模块、微处理器(MCU)、电源模块及 JTAG 接口与复位模块组成。其硬件框图如图 2 所示。

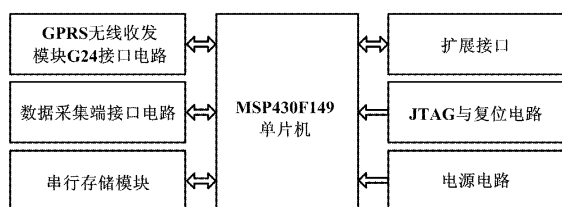


图 2 数传终端的硬件结构框图

Fig. 2 Hardware structure of DTU

系统设计时,考虑所要实现的任务、性价比和片内资源等问题,选择 TI 公司的 MSP430F149 作为系统的中央处理器。TI 公司的 MSP430 系列单片机是一种超低功耗的混合信号控制器,其中包括一系列器件,它们根据不同的应用而由各种不同的模块组成。其中 MSP430F149 是一款片内带 Flash 存储器的 MSP430 单片机。它具有 16 位 RISC 结构,CPU 中的 16 个寄存器和常数发生器使其能达到最高的代码效率;灵活的时钟源可以使器件功率消耗降至最低;数字控制的振荡器 DCO(digital control oscillator)可使器件从低功耗模式迅速唤醒,在少于 6 μs 的时间内激活到活跃的工作方式^[4]。

GPRS 无线通信模块选用的是 Motorola 公司生产的 G24 模块。G24 模块是一款高速的 GSM/GPRS/EDGE 模块,支持 850/900/1 800/1 900 MHz 四种频率,所在频段功耗分别为 2 W(850/900 MHz)和 1 W(1 800/1 900 MHz);自动波特率范围为 300 bit/s ~ 115 kbit/s,由标准的 AT 指令控制。G24 模块通过一个 70 PIN、0.5 mm 间距的表面安装插座和应用电路板相连,其外围电路主要由供电电路、SIM 卡接口电路和串行口电路等几大部分组成。

MSP430F149 有 USART₀ 和 USART₁ 两个串行通

信模块,分别与 G24 模块和 ZigBee 网络总结点协调器进行通信;使用了 Flash 存储器,存储器有主存储器段和信息段两种类型,应用程序存储在主存储器段,数传终端的设置信息通过对 Flash 信息段的编程和擦除写入;其余的通用 I/O 端口分别实现数传终端的各种控制和传输功能。

2.2 数据采集端硬件设计

ZigBee 技术是一种新的短距离无线通信技术,它具有成本低、体积小、能量消耗小和传输速率低的特性。由于整个抄表系统采集的数据量小,对传输速率要求不高,且现场由电池供电,因此,ZigBee 技术符合此要求。ZigBee 网络包含三种类型的节点,即协调器 ZC(ZigBee coordinator)、路由器 ZR(ZigBee router)和终端设备 ZE(ZigBee end device)。其中,协调器和路由器均为全功能设备 FFD(full function device),而终端设备选用精简功能设备 RFD(reduced function device)^[5-6]。

CC2430 是一个真正的系统芯片(SoC)COMS 解决方案,这种解决方案能够提高数据采集终端的性能,并满足以 ZigBee 为基础的 2.4 GHz ISM 波段应用对低成本、低功耗的要求。它包括了 1 个高性能的 2.4 GHz 直接序列扩频 DSSS(direct sequence spread spectrum)射频收发器核心和 1 个工业级小巧高效的 8051 控制器,在单个芯片上集成了 ZigBee 射频 RF(radio frequency)前端、内存和微控制器;具有 2/64/128 kB 可编程闪存和 8 kB 的 RAM,还包括 ADC、定时器、32 kHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路、掉电检测电路和 21 个可编程 I/O 引脚,可实现节点的微型化。CC2430 无线单片机功耗非常低,待机时电流消耗仅为 0.2 μA ,在 32 kHz 晶体时钟下运行时,电流消耗也小于 1 μA ,使用小型电池寿命可以长达 10 年^[7-8]。节点硬件框图如图 3 所示。

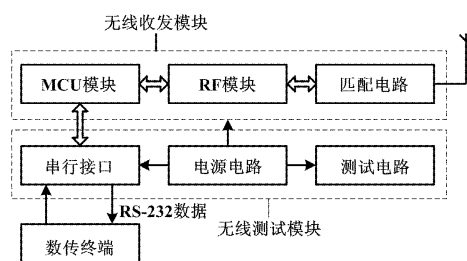


图 3 节点硬件设计框图

Fig. 3 Hardware design of the node

为了实现网络的硬件基础架构,将硬件设计分为无线收发模块和无线测试模块两大部分。无线收发模

块电路包括 CC2430 芯片及其相关外围电路。由于 CC2430 将 8051 内核与无线收发模块集成到一个芯片当中,简化了电路的设计过程,省去了对单片机与无线收发芯片之间接口电路的设计,缩短了研发周期。无线测试模块电路主要有测试电路、JTAG 电路、供电电路和串口转换电路四部分,它为实现节点程序的下载、在线调试、开关与 LED 指示灯模拟测试、节点信息数据以及网络数据传输提供硬件接口。

3 系统软件设计

3.1 数传终端软件设计

系统采用 C 语言作为开发工具,软件开发环境为广泛应用的 MSP430 开发软件 IAR 集成开发环境,包括 IAR 嵌入式工作台(embedded workbench)和 C-SPY 调试器。在此,系统重点解决监控中心与数据采集终端的通信问题,采用 GPRS 无线通信模块 G24 实现两者的数据通信,监控中心采用个人 PC 机,GPRS 无线通信模块 G24 通过 AT 指令来进行控制,数据传输采用内置 TCP/IP 发送数据。

数传终端软件设计部分可分为初始化模块、数据发送处理模块、数据接收处理模块、数据存取模块和串口中断等。主程序流程图如图 4 所示。

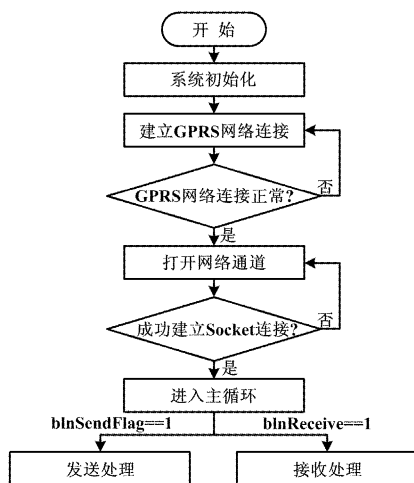


图 4 主程序流程示意图

Fig. 4 Flowchart of the main program

主程序的任务是将几个功能模块联结成一个整体,处理各个功能模块之间的调度任务,实现系统的稳定高效运行。主程序首先完成整个系统的初始化设置,包括单片机的初始化和 G24 模块的初始化;然后通过 AT + MIPCALL 指令控制 G24 模块建立 GPRS 网络连接,如果 GPRS 网络能正常登录即模块成功获得一个动态分配的 IP 地址,则通过 AT + MIPOPEN 指令

控制模块建立一个和远端服务器(即监控中心服务器)的 Socket 连接。数传终端和监控中心服务器成功建立联系后,系统进入主循环,主程序在主循环中通过查询各功能标志来判断是否需要进入相应的模块进行处理。各个模块在完成各自的任务后通过改变标志的方式通知主程序可以继续执行下一步工作。

3.2 数据采集端软件设计

数据采集端的软件设计主要包括协调器 ZC 节点软件设计和终端设备 ZE 节点软件设计^[9]。协调器通过串口 RS-232 和数传终端相连,并将各终端节点采集的数据通过数传终端传给监控中心。由于实际情况中采集的数据是各用户的用表数据,所以监控中心必须要对监测区域有宏观的把握,即将数据和各用户对应起来。这就需要每个终端设备节点在加入网络后把网络地址发送给协调器,协调器收到终端节点的网络地址后建立地址表并存储起来,以便采集数据时依据地址表来采集每个终端节点的数据。协调器节点和终端设备节点软件设计流程总图如图 5 所示。

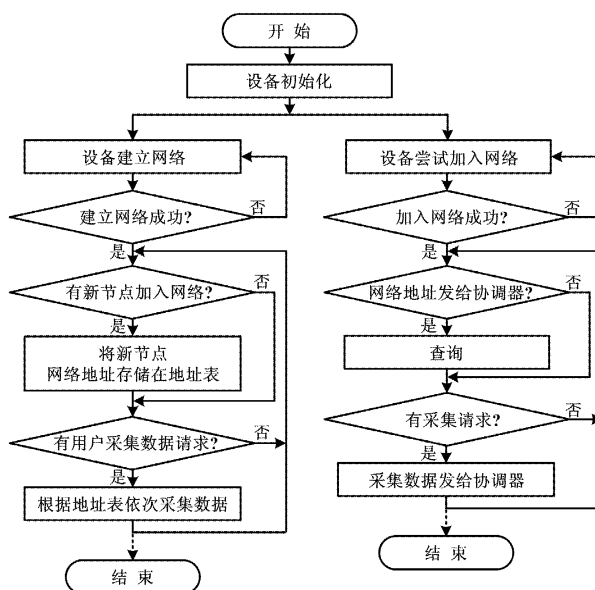


图 5 协调器和终端节点程序流程总图

Fig. 5 General program flowchart of the coordinator and terminal node

3.3 系统软件实现方案

当终端节点成功加入网络后,各节点会按照入网先后顺序自动获得一个网络地址,并将网络地址发给协调器。当协调器收到信息时,根据数据的第一个标志字符来判断是终端节点的网络地址还是节点采集的数据。若是网络地址,则将该网络地址存储在地址表里,然后把网络地址通过串口发送给数传终端,经数传终端传给上位机,由上位机作进一步处理;若是节点采

集的数据信息,需要把该数据存到临时数组里,依据地址采集下一个节点的数据信息,当整个监测区域的节点数据采集完毕后,根据临时数组里的数据作融合,并把最终结果传给监控中心。同时,在监控中心的上位机中建立一个数据库,分别将各节点的地址和该节点采集的数据一一对应起来,这样就实现了各用户用表数据的准确抄读。

4 结束语

基于 GPRS 无线通信技术的远程自动抄表系统,结合基于 ZigBee 技术的数据采集设备,改变了以往全人工抄表的模式,从本质上提高了抄表人员的工作效率和准确率;集中抄表范围广且安装、维护方便,不需要进行专门布线,同时可对表具设备进行远程控制、参数调整和开关等控制操作。在实际应用中,可根据抄表用户的不同分布,灵活地构建抄表的无线网络,甚至可以将 ZigBee 无线模块集成到电能表、水表和燃气表中,从而完全实现居民区集中抄表、无布线和快速组网以及三表统一抄收的功能。

参考文献

- [1] 沈建华,杨艳琴,翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机实践与系统设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 许克滨,陈新,胡兰馨,等. 一种基于 GPRS 网络的 GPS 数据传输系统的实现[J]. 福州大学学报:自然科学版,2004(5):541-545.
- [4] 胡大可. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [5] 龙玉湘,章兢,戴瑜兴. 基于 ZigBee 的无线抄表系统的集中器设计[J]. 低压电器,2007(20):14-17.
- [6] 李文仲,段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实战[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007:189-371.
- [7] 马永强,李静强,冯立营. 基于 ZigBee 技术的射频芯片 CC2430[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2006(3):45-46.
- [8] 王盛慧,邓志东,裴忠民. 无线传感器网络室内空气污染物节点的硬件设计与实现[C]//2007 年中国智能自动化会议论文集. 长沙:中南大学出版社,2007:52-55.
- [9] ZigBee Alliance. ZigBee specification version 1.0[EB/OL]. [2010-06-05]. <http://www.zigbee.org>.
- [10] 高志国,李巧鸽,高新鹏. 视频监控数据远程传输的设计与实现[J]. 石油化工自动化,2010,46(5):51-53.

(上接第 3 页)

统的 Wi-Fi 设备驱动程序结构框架,具体分析了 WLAN 和 SPI 驱动实现的详细过程,并对所实现的驱动代码进行测试。测试结果表明,该驱动程序实现了所要求的所有功能,具有实时性好和加载方便等优点,为类似的 Wi-Fi 设备驱动开发提供了很好的参考价值。

参考文献

- [1] 沈韬,李绍荣. 无线网卡驱动分析与 WLAN 性能测试[J]. 通信技术,2009(10):105-110.
- [2] 黄猛,杜红彬. 移动机器车的 Wi-Fi 接口设计[J]. 自动化仪表,

2010,31(3):50-56.

- [3] 索炜. 基于 S3C2440 + Linux 的无线射频模块的驱动程序设计[D]. 北京:北京邮电大学,2008.
- [4] 范皖勇. 嵌入式 Wi-Fi 技术应用与研究[D]. 上海:华东师范大学,2008.
- [5] 朱轶,赵洁. Linux 内核 802.11 无线网络协议栈的设计与实现[J]. 计算机工程,2008,34(1):140-144.
- [6] 宋宝华. Linux 设备驱动开发详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [7] Corbet J, Rubini A, Kroah-Hartman G. Linux 设备驱动程序[M]. 魏永明,耿岳,钟书毅,译. 西安:中国电力出版社,2006.

行业信息

贝加莱获大同集团"2010 年度优秀战略合作伙伴"殊荣

近日,大同机械集团 2010 年年在东莞市隆重举行,贝加莱也应邀参加。会上,大同集团向与其合作的供应商颁发了“年度优秀供应商”和“年度优秀战略合作伙伴”两个奖项。凭借多年深入的合作,贝加莱获得了“优秀战略合作伙伴”这一殊荣。

大同集团在技术上追求领先,积极创新,这与贝加莱的创新理念非常契合,也正是因为这个原因,双方在过去 10 年里一直保持着紧密的合作。贝加莱产品的缩短“Time to Market”、降低成本、提升整机性能与竞争力方面充分满足了大同集团对于竞争力塑造的迫切需要;同时,在自动化方案研发理念、系统架构以及服务理念方面也相互认同。双方的合作不仅包括产品供应,同时还涉及方案集成、对未来产品架构设计以及共同服务终端客户等方面。

会上,大同集团展示了“2010 年技术革新成果”,其中,使用了贝加莱巧塑 88 控制器的 S09 注塑机系列是其最重要的一个成就,众多参与此项目的员工也获得了大同集团年度优秀员工的称号。

2011 年,作为长期的战略合作伙伴,贝加莱将与大同的优秀团队继续合作,深入参与未来更具竞争力的产品开发计划,共同研发最具有竞争力的机器系统。相信在不久的将来贝加莱与大同机械将共同取得更加辉煌的战绩。