

# 直读远程抄表系统设计

李沙<sup>1</sup>, 支长义<sup>1</sup>, 朱郴良<sup>1</sup>, 王瑞玲<sup>1</sup>, 唐道奎<sup>1</sup>, 李新雷<sup>2</sup>

(1. 郑州大学电气工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 安阳优创实业有限责任公司, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 针对目前国内抄表系统中所存在的缺点和问题, 设计了一种基于 RS-485 通信标准的远程自动抄表系统。介绍了整个系统的组成、通信标准的选取、系统总体方案的确定和软硬件平台及其设计方法。在抄表系统软硬件设计的基础上, 增加了红外抄表器作为对系统的补充, 从而增强了系统的灵活性与可靠性。该远程抄表系统可以对多用户的电表信息进行远程自动抄录, 因此可以对住宅能耗计量进行高质量和高效的管理, 减轻了人工上门抄表的劳动量, 提高了工作效率。

**关键词:** 远程抄表; 数据通信; RS-485; 抄表器

## Design of direct-reading remote meter reading system

LI Sha<sup>1</sup>, ZHI Chang-yi<sup>1</sup>, ZHU Chen-liang<sup>1</sup>, WANG Rui-ling<sup>1</sup>, TANG Dao-kui<sup>1</sup>, LI Xin-lei<sup>2</sup>

(1. College of Electric Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Anyang Youchuang Industry Co., Ltd, Anyang 455000, China)

**Abstract:** In view of the current meter reading system's shortcomings and problems, the paper designs an automatic meter reading system based on the RS-485 correspondence standard. It introduces the whole system's composition, the correspondence standard's selection and the system overall concept's determination. The software and hardware platform and its implementation are presented as well. On the basis of software and hardware's design, a meter reading device is added as the supplement of the system. Thus the system's flexibility and the reliability are strengthened. The remote meter reading system can get the multi-user's electric instrument information automatic. Therefore it may carry on high grade and high efficiency management to the housing energy consumption measurement. It also can reduce the amount of manual working and improve the working efficiency of the meter reading.

**Key words:** remote meter reading; data communication; RS-485; meter reading device

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)19-0119-03

## 0 引言

采用传统抄表方式人工抄取电表数据, 不可避免地存在以下问题: 抄读数据存在误读, 无法真实反映用户用电情况; 操作难以规范化, 造成不明损失增加; 数据采集不及时, 无法实时反映系统状况, 不能对用户行为进行有效监控; 耗费人工多、成本高、效率低。上述弊端使得人工抄表管理模式不能适应电力体制的改革。随着计算机在查表领域的广泛应用, 以计算机为基础的自动化抄表系统取代传统的人工抄表也势在必行。

自动抄表集计算机技术、通信技术、用电及计量技术于一体, 具有抄收速度快、计算精度高、抄表实时性好、可直接与营业计算机联网等突出优点。采用自动抄表可以缓解抄表人员的劳动强度, 降低人为因素造成的抄表误差, 并能迅速地统计低压时线损, 降低用电成本, 同时对于加强用电管理, 防

止国家电力资源的大量流失, 都具有积极的意义<sup>[1]</sup>。

## 1 抄表系统总体结构设计

### 1.1 系统组成

自动抄表系统是一个完整的通信检测体系, 最上层是计算机管理层, 中间层是集中器层和采集器层, 最下层是电表层。

计算机管理层由配备管理软件的计算机设备组成, 实现数据的读取、统计用电情况、收费等功能; 集中器负责向上与管理层、向下与采集层之间的通信及数据的暂存; 采集器则负责向上与集中器、向下与电表通信; 电表层由计量用户用电情况的电表组成。

### 1.2 通信标准的选择

通信问题是本系统的一个重要问题, 应当根据系统的通信距离选择合适的通信标准。串行通信方式是一种应用普遍的通信方式。常用的串行总线标

准有 RS-232、RS-422 和 RS-485 等，下面对这几种常见的串行总线标准进行比较。

RS-232 是异步串行通信中应用最广泛的一种标准总线，其单向数据传输最大速率为 20 Kbps，最大传送距离为 15 m，且其数据传输速率较慢、易产生干扰，显然这种总线标准不能满足本系统的技术要求。RS-422 传输距离较远，最短为 12 m，数据传输最大速率为 10 Mbps；当传输速率为 1 Mbps 时，传输距离可达 120 m；当速率 100 Kbps 时，传输距离可达 1 200 m；RS-422 抗干扰能力强、传输速率快，且为全双工。但是 RS-232 接口与 RS-422 接口通常只用于点对点通信的系统中，若系统中需要相互通信的节点数超过两个时，它们都无法直接满足要求。而 RS-485 支持一点对多点的通信，RS-485 的电气标准与 RS-422 完全一样，只是 RS-485 工作于半双工方式。RS-485 标准总线是一种平衡传输方式的串行口接口标准，它允许在电路中有多个发送器，且允许一个发送器驱动多个负载设备，负载设备可以是被动发送器、接收器或收发器的组合单元。RS-485 标准总线的特点是：抗干扰能力强、传输速率高、传输距离远，在采用双绞线，不用 Modem 的情况下，在 100 Kbps 的传输速率时可传送 1 200 m，若速率为 960 bps 时，可以传送 1 500 m，甚至更远<sup>[2]</sup>。

由于 RS-485 具有上述优点，它能够支持一点对多点的通信，便于组网；通信距离能够满足本系统的设计要求。另外，电表联网远程抄表系统对实时性要求不高，能耗的抄取也是不经常发生的，一般情况下仅需要每月抄一次。所以本系统选择了半双工的 RS-485 通信标准。

### 1.3 系统总体方案

确定通信标准之后，就可以对整个系统进行设计了。在设计中一方面要考虑 RS-485 通信标准中对传输距离和波特率的限制，另一方面要兼顾到系统的带载能力，确保系统运行的可靠性。系统的总体分布结构如图 1 所示。

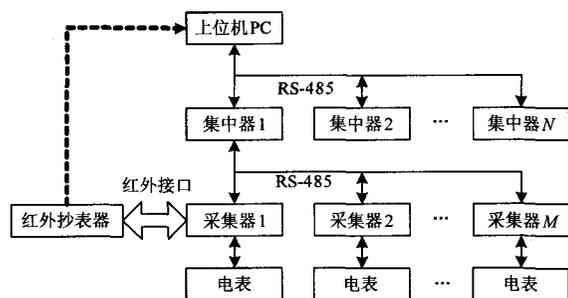


图 1 系统总体结构图

Fig.1 The overall schematic diagram of AMRS

上位机与集中器之间通过 RS-485 总线进行数据传输，采集器通过屏蔽双绞线采集用户各种远传能耗基表的信息，并进行换算和存储；采集器对电量的采集可以直接通过电能表上的 RS-485 接口接收用户的电量信息，也可以通过采集器上的红外接口，利用专用的红外抄表器对采集器进行各种能耗信息的读取。

## 2 抄表器的设计

对于获取采集器中存储的用户各种远传表能耗数据的方法，一方面，可以采用由 RS-485 通信接口电路实现采集器和集中器与上位机的远程通信，实现远程数据通信和信息交换；另一方面，可以利用红外技术、通过设计相关红外通信电路实现红外抄表，这是对自动抄表系统的一种补充，是在系统总线出现意外情况时的备用通讯方式。在这种情况下使用红外技术通过便携式抄表器采集并存储用户各种能耗信息，再由抄表人员带回机房后上传给管理中心计算机<sup>[3]</sup>。

为了使抄表器的功能更加完善，设计的抄表器具有计数、数据存储和数据处理、电量及状态的显示、控制中心通讯等基本功能。其整体结构如图 2 所示。

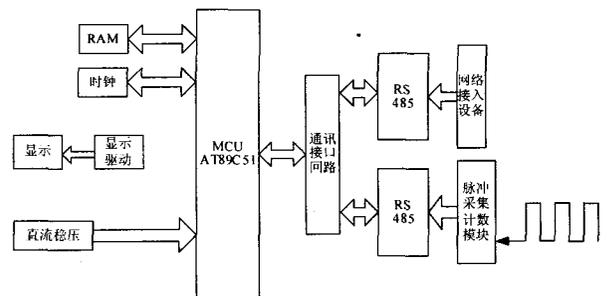


图 2 抄表系统的整体结构框图

Fig.2 The overall schematic diagram of the whole system

系统的整个工作流程如下：

(1) 脉冲采集计数模块根据脉冲数计算电表的能耗信息，将数据存储在内外部 RAM 中。

(2) AT89C51 根据时钟模块的时间设定，定时向脉冲计数模块发送数据传输命令，收集电表中的数据，并根据设定好的程序，将数据存储于外部 RAM 中，等待上位机的查询，当遇到无响应的终端时记录其终端号在上位机查询时与能耗信息一并传送到上位机。

(3) 在上位机操作中，有定时抄送和随时抄送两种模式：定时抄送，即上位机根据系统设定的时间，查询各脉冲采集计数模块中的数据；随时抄送，指在某种特殊情况下，需要单独的对某一用户进行

复查等。在两种模式下,对没有响应的终端做备份,并警告等。

本系统中红外通信技术是利用红外发射器和红外接收器来实现信号的无线收发。在发射端,对发送的数字信号经过适当的调制后,送入光电转换电路,驱动红外发光二极管发射红外光脉冲;在接收端,红外接收器对收到的红外信号进行光电逆变换,并进行相应的解调器、恢复出原信号。

### 3 抄表系统的软件设计

在微机测量与控制系统中,软件系统的设计同样重要。确定系统的硬件电路之后,系统功能的实现还需要软件系统的配合。在硬件设计合理的前提下,软件系统在很大程度上决定了系统的性能。

#### 3.1 软件设计的基本原则

为了满足远程抄表系统的设计要求,应根据以下基本原则进行软件系统的设计:易读性和易维护性;可测试性;准确性;实时性;可靠性。

#### 3.2 系统软件设计

##### 3.2.1 命令到达路径

集中器主程序等待 PC 机发送命令,当 PC 机发送“电表清零”命令时,集中器先将存储的电表清零,再向采集器转发“电表清零”的命令;当采集器终端接收到这个命令时,采集器同样先将采集器中存储的电表清零,再向电表发送“电表清零”命令;当电表接收到“清零命令”后,它把所有电表清零,然后向采集器发送“电表清零”命令;当采集器接收到电表的“电表清零应答信号”后,它就知道了电表清零命令已经接收到且已经完成。这时,采集器就可以向集中器应答了,集中器接收到应答命令后,再将其转发给 PC 机,PC 机就知道“电表清零”命令已经完成<sup>[4]</sup>。

其它命令的执行路径与上述命令的执行路径基本相似,不再进行详细叙述。

对于集中器来说,一方面要接收 PC 发来的命令、进行相关处理,读、写存储器中的能耗、参数;另一方面还要根据情况把这个命令继续向其下一级站点的采集器转发,然后等待接收采集器的应答命令,当采集器应答成功时,集中器就可以向 PC 机发应答命令了。

对于采集器来说,采集器既要接收集中器转发的命令、进行相应处理;又要读、写存储器,进行能耗、参数的预置和抄取;还要与红外抄表器进行通信,进行能耗、参数的预置和抄取;另外,它还向电能表发送命令,等待接收电表的应答,如果不需要进一步向电能表发送命令时则要做处理成功的

标志,这时采集器就可以向上一级集中器应答了。

##### 3.2.2 远程抄表主程序设计

在远程抄表系统中,集中器主要起通信作用,它是采集器与上位机之间进行信息交换的桥梁和纽带。

在集中器的主程序中应当打开串行中断,使它处于接收 PC 机命令的状态。另外,还要采用定时中断的方式来定时抄取采集器中存储的能耗等信息。由于集中器主程序处于等待接收状态,当 PC 机发送命令时,集中器中断接收,且当接收 PC 机命令成功时,在中断中置接收 PC 机成功标志,当在主程序中检测到这个标志时,调用相应的子程序。

此时主程序处于延时等待状态,当处理成功之后,调用集中器向 PC 机应答子程序;当需要集中器进一步将 PC 机发来的命令向采集器转发时,调用集中器向采集器发送命令子程序;当延时时间到而未得到响应,则认为向采集器发送不成功,再次向采集器发送命令,如果再次发送失败,则做故障处理;若成功,则调用向 PC 机应答子程序。当向 PC 机应答完成后,返回主程序等待接收 PC 机命令。

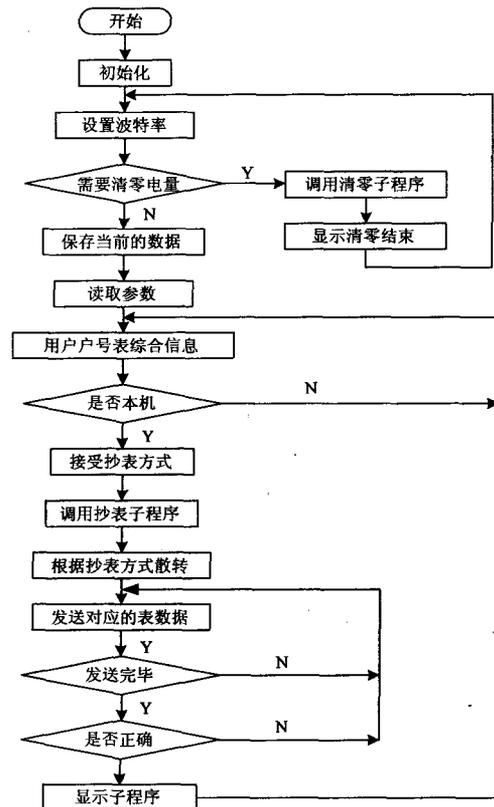


图3 整个抄表系统的主流程图

Fig.3 Flow chart of main program in system

(下转第 150 页 continued on page 150)

tions, Technical and Economical Benefits, Simulations and Test Results[A]. in: CIGRE[C]. Paris:2000.

[17] Ueda Kiyotaka. Super-GM and Other Superconductivity Projects in Japanese Electric Power Sector[J]. IEEE Trans on Applied Superconductivity, 1997,7(2).

[18] Paul W, Chen M, Lakner M, et al. Fault Current Limiter base -d on High Temperature Superconductors - different Concepts Test Results, Simulations, Applications[J]. Physica C, 2001,354: 27-34.

[19] Oswald B R, Noe M. Technical and Economical Benefits of Superconducting Fault Current Limiters[J]. IEEE Trans on Appl Superconductivity, 1999,9(2):1347-1350.

[20] Ueda T, Morita M, Arita H, et al. Solid-state Current Limiter for Power Distribution System [J]. IEEE Trans on PWRD, 1993, 8: 1796-1801.

[21] Hanspeter K R, Wolfgang S, Bernd U. et al. Test of a 1 kA Superconducting Fault Current Limiter for DC Applications[J]. IEEE Trans on Appl Superconductor,

2005,15(2):1986-1989.

[22] Yasukitada H, Hiroshi O, Atsushi K. Analytical Methods for Determining a System Configuration Acceptable from Viewpoints of Both Short Circuit Current and Voltage Stability[J]. Electrical Eng in Japan, 1998, 124(3):30.

[23] Solide-state High Voltage DC Power Distribution & Control[A]. in: Proceedings of the 1999 Particle Accelerator Conference[C]. New York:1999.568-570.

[24] Asplund G. Application of HVDC Light to Power System Enhancement[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2000,8(2):2498-2503.

收稿日期: 2008-10-15; 修回日期: 2008-11-25  
 作者简介:

胡杰(1983-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力电子技术  
 在电力系统中的应用; E-mail: jieandbin@hotmail.com  
 王莉(1969-), 女, 副教授, 主要从事智能电器、航空  
 航天电源系统、电力系统自动化等方面的研究。

(上接第 121 页 continued from page 121)

AT89C51 的主程序大部分是通过调用相应的子程序来实现电能脉冲的采集、分时段显示、通信等功能。系统在上电复位后进入主程序, 除了初始化程序和上电电量数据清零程序外, 其他部分是一个循环的过程, 系统的功能都在这个大的循环里面实现, 其流程如图 3 所示<sup>[4]</sup>。

#### 4 抄表系统管理软件设计

电表远程抄表系统管理软件是运行在物业管理中心计算机上, 它实现对整个系统进行管理。主站是远程抄表系统的数据处理中心, 处于系统的最高层, 在集中器、采集器的协助下通过网络接口负责完成设备管理、用户管理、电量的抄收以及报表打印等工作。

#### 5 结论

智能抄表系统是利用当代计算机技术, 数字通讯技术与计量技术的完美结合, 集能耗计量、数据采集、数据处理于一体。该系统的运用是办公自动化的发展趋势, 它可以减轻人工上门抄表的劳动量, 提高工作效率。本系统充分利用了居民住宅现有的电表资源和通讯资源, 借助 RS-485 串口通信, 建立了智能远程抄表系统, 具有一定的参考价值。

#### 参考文献

[1] 宋荣, 周巍. 电能计量自动抄表系统现状及发展趋势[J]. 山西科技, 2007, (4): 120-121.

SONG Rong, ZHOU Wei. Current Situation and Development Trend of the Auto-recording System of Electrical Power Calculation[J]. Shanxi Science and Technology, 2007(4):120-121.

[2] 赵新民. 智能仪器设计基础[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1999. 101-108.

ZHAO Xin-min. Intelligent Instrument's Basic Design[M]. Harbin: Harbin Institute of Technology Press, 1999. 101-108.

[3] 东伟. 电子电能表和红外抄表[J]. 仪表技术, 2001, (2): 21-23.

DONG Wei. Electronic Watt-hour Meter and Infrared Measurement[J]. Instrumentation Technology, 2001, (2): 21-23.

[4] 姜轶宁. 远程智能电表抄表系统设计[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.

JIANG Yi-ning. Research and Development of Automatic Ammeter Reading[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2008.

收稿日期: 2008-10-27

作者简介:

李沙(1983-), 女, 硕士, 研究方向为仪表与控制、图像处理; E-mail: liqiuyilisha@163.com

支长义(1964-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为电测仪表与控制方面的研究与开发;

朱榭良(1982-), 男, 硕士, 从事数字信号与图像处理方面的研究。