

# 基于电力扩频载波的集中抄表系统(AMR)

付丽君<sup>1</sup>, 曲宙强<sup>1</sup>, 程杰<sup>2</sup>, 南勇<sup>2</sup>

(1. 沈阳工业学院信息分院, 辽宁 沈阳 110168; 2. 辽宁北能电力网络技术有限公司, 辽宁 沈阳 110179)

**摘要:** 随着我国电力事业的蓬勃发展和人民群众生活水平的不断提高,传统人工抄表已经无法满足电力系统的管理和需求。介绍了一种已经市场化的基于电力扩频载波的集中抄表系统。在给出系统框图的基础上分析了该系统四大组成部分即数据采集单元 DAU、远程抄表单元 MRU(采集器)、区域现场管理单元 FMU(集中器)、中央处理系统 CPS(主机)的硬件构成、实现过程和系统功能。

**关键词:** 集中抄表系统; 扩频载波; SSC P200

中图分类号: TM767; TP911

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2004)06-0052-03

## 0 引言

随着我国电力事业的蓬勃发展和人民群众生活水平的不断提高,电力已成为人们生活、工作中必不可少的组成部分。人们对用电质量及用电服务质量的要求也越来越高。按照国家电力管理部门的要求,居民用电已逐步实行“一户一表”制,同时电力系统正加速建设现代化的电力营销体系。

由于种种原因,目前居民用户电表及公变数据的抄收基本上是人工完成的。随着居民用户电表数量的增加,公变数据采集考核内容的扩大,人工抄表已经无法满足电力系统的管理和需求。人工抄表的工作越来越繁重,效率低、误差大、成本高,数据的统计分析准确率且滞后,无法实现实时抄表、分时计费、实时监测供用电情况。电力系统迫切需要电力网络技术支持以便及时准确地获得用电管理、收费管理、供用电线损统计、分析及电力安全运行等各方面的信息。

为了满足电力部门对电力网络信息系统的要求,现在研究开发集中抄表系统已经成为一个热点,特别是计算机和信息科学的发展,为集中抄表系统的研究开发奠定了良好的基础。

## 1 集抄系统的整体构架

目前国内许多公司都在开发集抄系统,其实现方式各异。本文介绍的系统基本构架如图1所示。系统由四个部分组成:数据采集单元 DAU、远程抄表单元 MRU(采集器)、区域现场管理单元 FMU(集中器)、中央处理系统 CPS(主机)。

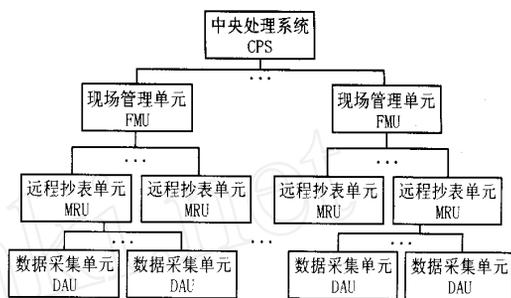


图1 集抄系统构架框图

Fig. 1 Chart of AMR system structure

## 2 集抄系统的设计

### 2.1 用户电能表数据采集单元 DAU(传统电能表的改造)

DAU是整个系统的前端设备,用来将用户电能表的读数转化为电信号,供远程抄表单元 MRU 读取。现在居民使用的电能表大多为传统电能表,它利用电压、电流产生的磁场驱动表盘转动产生读数。要对如此巨大的消费市场直接换用适合集抄系统的电能表,其费用将难以估算。本系统专门开发数据采集模块,供已有电能表的用户改装使用,它采用长寿命光电转换技术,将电能表转盘的转动数据转换成脉冲信号,供 MRU 读取,具有电路简单、准确可靠、体积小、安装方便等特点,适合 DD862、DD28、DD101、DD201 等传统电能表的改造。

### 2.2 远程抄表单元 MRU(采集器)

远程抄表单元 MRU 是微处理器控制的智能设备,是集抄系统的重要设备,其作用是采集、存储、转换和记录多功能电子表输出的数据或将 DAU 输出的脉冲信号转换成数字数据记录保存,故又称数据

采集器。MRU 接收 FMU 发来的命令,向 FMU 传送所记录的用户电能表数据。MRU 也可以通过红外线与在现场的手持机 HHU 通信,接受 HHU 的命令,传送 MRU 所记录的数据。由于采用全开关电源设计及具有特殊的抗电磁干扰 EMI 滤波技术,使 MRU 整机抗干扰能力达到国内同类产品的较高水平。

MRU 可以实时记录 16 路脉冲电能表信号,可以 RS-485 专线方式、低压电力线扩载方式与 FMU 通信。其硬件构成如图 2 所示:

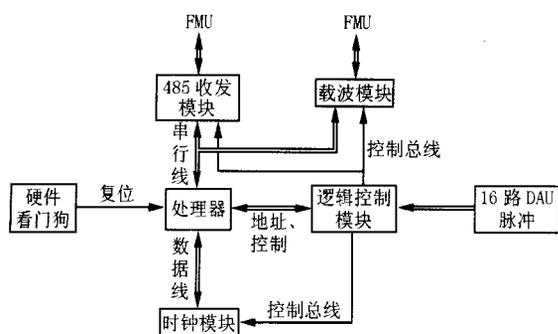


图 2 MRU 硬件框图

Fig. 2 Structure of MRU hardware

电路采用 W78E516B 为核心处理器,它是与 MCS51 系列单片机兼容的可多次编程的快速微处理器,它的内部集成有 32K 的可重复编程的 flash ROM、256 字节的片内存储器、1K 的用 MOVX 指令访问的 SRAM、可编程的看门狗定时器、3 个 16 位定时器、2 个增强型的全双工串行口、片内 RC 振荡器、双 16 位数据指针等诸多功能。本 MRU 未扩展外围芯片就能够满足系统要求。由于它采用了全新设计的微处理器内核,去除多余的时钟和存储周期,因此,在相同的晶振频率下,根据不同的指令类型,其运行速度一般比传统 8051 系列快 1.5 到 3 倍,一般情况下,平均可达 2.5 倍以上。另外,由于 W77E58 采用全静态 CMOS 设计,能工作在低速晶振频率下,因此,和普通的 8051 相比,若 W77E58 采用低速工作频率,在相同的指令吞吐量下,W77E58 的节电性能也将大大提高。MRU 采用可编程逻辑器件负责 16 路脉冲的采集和部分电路的使能控制。FMU 通过 485 专线或扩频载波方式发送命令信息,相关电路检测到信号后,通过可编程逻辑器件向处理器发出中断申请,处理器由串口读入命令数据,核实命令数据中的目标地址为本机后,即通过 A0-A3 地址线经可编程逻辑器件内部 4/16 译码器读取 16 路电能表数据,经串口通过 65LBC184 RS-485 双向收发器

或 SSC P200 扩频通信模块向 FMU 发送数据,从而完成电能表数据的采集与传输。处理器通过红外接口与 HHU 的通信过程基本类似。

## 2.3 区域现场管理单元 FMU(集中器)

### 2.3.1 概述

区域现场管理单元 FMU 是集中抄表系统中的位于现场的中央控制和通信设备,故又称数据集中器。在现场 FMU 接收和存储 MRU 传送过来的 DAU 数据,并按照预先设定的处理方式进行分解和组合,定时抄收或备份 MRU 数据,完成 FMU-MRU 之间的双向通信;CPS 以拨号方式经电话线将相关指令传达给 FMU,FMU 内部 E-MODEM 模块将指令解调后发送给处理器,处理器按照预先设定的处理方式通过 RS-485 收发模块或扩频通信载波模块访问 MRU 读取数据,再通过 E-MODEM 模块将数据传送给 CPS 进行汇总统计,完成 CPS-FMU 之间的双向通信。

集中器是整个 AMR 系统中最重要、技术含量最高的一环。它起着承上启下的作用。本 AMR 系统的集中器硬件结构比较复杂,其结构框图如图 3 所示。

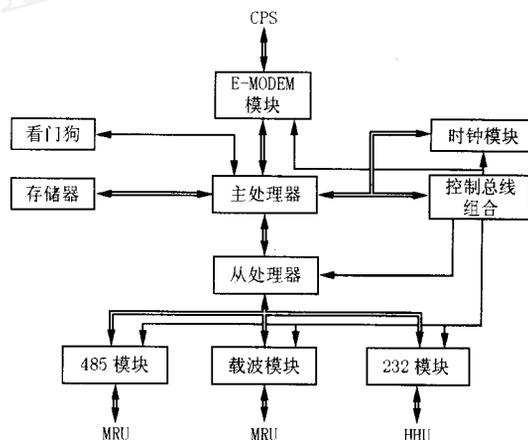


图 3 FMU 硬件框图

Fig. 3 Structure of FMU hardware

### 2.3.2 FMU 硬件组成简介

#### 1) CPU 部分

该电路采用双处理器结构,以 80C52 为主处理器,对两片 SST28SF040 EEPROM 和一片 6264 RAM 进行存储读写,80C52 的主要控制总线经两片 GAL16V8 进行逻辑组合,作为各受控模块的使能控制信号。从处理器采用 M82C51 主要进行串行通信的控制。

#### 2) E-MODEM 模块部分

该模块为嵌入式系统,采用 conexant 公司的

L2800-38 和 R6764 芯片组,内嵌贺氏 AT 指令集。主机通过该模块以拨号方式对 FMU 进行操控,FMU 也通过该模块向主机传送数据信息。

### 3) RS-485 收发模块

该模块采用 485 双向收发器 65LBC184 完成 FMU 与 MRU 的双向 485 专线通信,通信比特率可达 9600 bps,通信距离可达 3 km(双绞屏蔽线)。

### 4) 扩频通信载波模块

模块框图如图 4 所示:

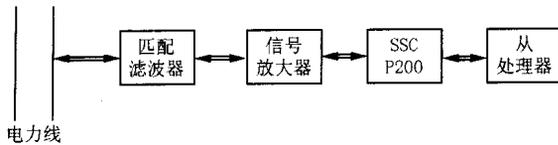


图 4 扩频模块框图

Fig. 4 Structure of SSC hardware

SSC P200 为美国 Intellon 公司生产的一种基于电力载波的扩频收发通信芯片,其硬件结构见图 5,主要特点为: a) 双向收发支持 EIA - 600 标准; b 基于 chips 的扩频技术; c) 支持标准串行通信的 SPI 接口; d) 周边元器件最小化; e) 20 脚 SOIC 封装。

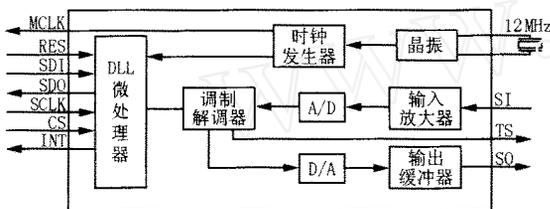


图 5 SSC P200 硬件结构框图

Fig. 5 Structure of SSC P200 hardware

当 FMU 向 MRU 发出指令时,从处理器将指令以串行格式发送给 SSC P200,在其内部进行扩频调制,由 SSC P111 放大信号后经匹配滤波器耦合到电力线发送至下层 MRU。MRU 接到指令后通过电力载波将相关数据传递过来,经匹配滤波器进入 SSC P200 进行解扩,P200 检测到载波信号后以中断方式通知处理器,由从处理器接收串行数据,从而完成 FMU-MRU 之间的载波双向通信。该方式下载波范围 50-200 kHz,通信速度为 4 - 8 kbps,信号耦合输出幅度 VP-P < 10 V,有效通信距离(架空线)大于 300 m。

### 5) RS-232 模块

为了方便现场对 FMU 进行调试,特设了 RS-232 接口与技术人员的 handheld HUU 或便携式电脑进行串行通信。该模块采用 MAX202 进行 232 信号的收发。技术人员可以方便地利用该接口进行电能数据的抄收和对 FMU 进行参数设置。RS-232 接口通信速度可

达 9600 bps。

## 2.4 中央处理系统 CPS(主机)

中央处理系统 CPS 集系统的中央控制和管理系统,负责控制和管理整个用电区域内各个集中器的运行,并对区域内的用电状况进行监测和记录。

CPS 是一套由计算机系统、系统管理软件和应用软件、数据库等组成的收费管理和控制系统。应用软件主要包括以下几部分:用户用电管理系统、用户收费管理系统和区域用电监测管理系统。

CPS 通过电话线与位于现场的 FMU 进行通信,或通过手持机 HHU 收集数据。具有完善的远端参数设置和管理功能,可以远程设置 MRU、FMU 的运行参数;具有良好的数据库接口设计,便于数据查询和共享;支持多种计费方式和类型。

## 3 集抄系统的功能

### 3.1 实时采集和记录电表及公变输出数据

可定时、实时和分时段记录电表读数,可采集公用变的有功、无功、电压、频率等数据从而为分析电力配置提供基础数据。

### 3.2 自动/半自动抄表方式

供电管理中心计算机通过电话线与位于远端的现场管理单元通信,远程自动抄收用户电表、公变输出数据和系统状态信息。管理人员还可以持 HHU 到现场配置参数、收集数据,到管理中心汇总。

### 3.3 用户管理和收费管理

系统采用数据库对用户数据进行管理,自动生成用户账单和统计报告。与银行联网后,可完成电费银行自动划拨。

### 3.4 线损统计/负荷曲线分析

系统配置相关模块,自动定时抄收用户和公变数据,完成日、月负荷曲线分析,定期进行线损统计。

### 3.5 用户电表及公变异常报警/远程控制

系统配置专用监测模块,当用户电表有异常时(窃电或长时间停走),记录起止时间,可根据具体情况进行远程切合闸控制。

## 4 结束语

本文介绍了一种基于电力扩频载波的集中抄表系统(AMR)的设计概况及系统功能,系统的设计符合电力部颁布的《低压电力用户集中抄表技术条件》,已应用于鞍山、本溪等地。实际运行时,预抄

(下转第 59 页 continued on page 59)

30%的动作门槛是借鉴国外资料,是否完全适合我国还需进一步的试验和试运行经验来验证。

在实际使用  $I_5/I_1$  的闭锁判据时,必须结合铁芯的实际材料来考虑  $k\%$  值的选取。由于大型变压器制造时情况千差万别,最好要求变压器提供厂商在出厂试验中提供此方面的资料,以便更合理确定此项定值。

## 5 结论

通过对近年来系统中发生的几起事故的详细分析,找出了进行 PT 倒闸误操作引起变压器过励磁保护误动作的直接原因;并在分析变压器过励磁特点的基础上,提出了一种可行的防止变压器过励磁保护误动作的解决方案——采用五次谐波电流闭锁的过励磁保护的新原理,并从理论上论证了新原理的可行性,其使用效果有待进一步通过实际运行进行验证。

### Improvement on transformer overexcitation protection by studying several incorrect operation accidents of substation

HUANG Ying<sup>1</sup>, CUI Jing'an<sup>2</sup>

(1. Northwest Grid Co., Ltd, Xi'an 710048, China; 2. Xi'an Power Supply Bureau Xi'an 710032, China)

**Abstract:** This paper gives a detailed analysis of several incorrect operations of PT in recent years, which result in maloperation of transformer overexcitation protection devices in northwest power network. To prevent similar accidents, improved scheme of transformer overexcitation protection based on its own characteristics is put forward, and its feasibility in theory is verified at last.

**Key words:** transformer; overexcitation protection; potential transformer(PT)

(上接第 54 页 continued from page 54)

成功率可达 100%,实时抄表成功率达 95%以上,循环补抄可达 100%,实现了设计目标,完全可以取代传统的人工抄表,节省了人力、财力,大大提高了电力营销的自动化程度,是一种切实可行的方法。

## 参考文献:

- [1] 戴娟,王景,朱晓峰(DAI Juan, WANG Jing, ZHU Xiaofeng). 集中抄表系统(An Aggregate Manager for Water Meter, Am Meter and Gas Meter)[J]. 电子工程师(Electronic

## 参考文献:

- [1] 王维俭,侯炳蕴(WANG Wei-jian, HOU Bing-yun). 大型机组继电保护理论基础(第二版)(Relay Protection Theory Foundation of Large-scale Generating Unit, Second Edition)[M]. 北京:中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1989.  
[2] 王维俭(WANG Wei-jian). 发电机变压器继电保护应用(Relay Protection Application of Generator and Transformer)[M]. 北京:中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1998.

收稿日期: 2003-07-22

作者简介:

黄莹(1971-),女,工程师,工学硕士,主要从事电力系统继电保护方面的工作;

崔静安(1968-),男,高级工程师,工学硕士,主要从事继电保护、电力负荷管理和远程自动抄表等方面的工作。

Engineer), 2000, (7): 37-39.

- [2] 周游,高新华(ZHOU You, GAO Xin-hua). 国内几种电能表自动抄录系统之比较(Comparison of Several Automatic Kilo Watt-hour Reading System in China)[J]. 广东电力(Guangdong Electric Power), 2002(2): 55-58.

收稿日期: 2003-07-04; 修回日期: 2003-09-19

作者简介:

付丽君(1962-),女,副教授,研究方向为电力传动、电力通信;

曲宙强(1973-),男,研究生,研究方向为电力通信。

### An AMR system based on power SSC communication

FU Li-jun<sup>1</sup>, QU Zhou-qiang<sup>1</sup>, CHENG Jie<sup>2</sup>, NAN Yong-xie<sup>2</sup>

(1. Information School, Shenyang Institute of Technology, Shenyang 110168, China;

2. Liaoning Beineng Power Network Technology, Co., Ltd, Shenyang 110179, China)

**Abstract:** With the development of the power enterprise and the improvement of people's living standard, the manual meter reading can't satisfy the management and service of the power system. The paper introduces an AMR system based on the power SSC communication which has been employed in some place. On the basis of system structure, this paper analyses the hardware architecture, working process and functions of the four parts of the system: data assembly unit(DAU), meter reading unit(MRU), field management unit(FMU), and central processing system(CPS).

**Key words:** aggregated meter reading AMR system; SSC communication; SSC P200