

文章编号:1671-6833(2010)01-0125-04

三相电能预付费控制系统研究

章健, 孙嘉, 郑文棋, 许珉

(郑州大学 电气工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:介绍了一种电能预付费系统,主要用于三相动力用户。采用预付费控制器终端和电能表分离的方式,从原有电表读取相关数据用于比较,在尽量少改动原有接线的情况下安装预付费控制系统。采用安全性和稳定性高的RFID卡,数据存储空间大,实现不开箱操作。控制器终端数据存储采用数据冗余技术,有效降低数据丢失和出错可能性。后台管理系统嵌入有电能质量管理程序,分析从电表读出的相关参数数据,提高供电质量;增设用户信用度管理,实现信用管理。后台管理系统和控制器终端相结合,实现丢卡不丢电,充分保障用户权益。系统可升级,可以增设用户账号,做到一卡多户或者一表多卡。引进开箱记录的防窃电思想,可以实现开箱管理,防止窃电。

关键词:三相动力;预付费系统;电能质量管理;RFID;防窃电

中图分类号:TP216+.1 **文献标识码:**A

0 引言

在电能用户群中,很多小型企业为三相动力用户,他们用电量比较大,电费额高。由于某些用户信用度较差、经营风险较大、经济效益差,及时足额回收其电费是供电企业经营中的重点与难点。目前很多供电企业都面临着某些大用户电费回收难的问题,造成这一问题的根本原因在于“先用电后付费”的营销模式。为了解决这个问题,目前常用且有效的方法是采用预付费控制系统^[1-2]。预付费控制系统包括后台管理系统和预付费控制终端两大部分,前者包括计算机、IC卡读写器、打印机等设备,后者由读卡模块、数据存储模块、开关信号输出等部分构成。现有的预付费电能表一般采用存储媒介(IC卡)来传递信息,用户购电的同时,信息将自动通过存储媒介传回售电部门,售电部门可以对传回的用电信息及时进行分析 and 统计。

目前,预付费控制系统种类繁多,采用的方式也很多^[1-5]。大部分的预付费控制系统是与电能表相结合,采用预付费电能表的方式,这种方式适用于普通居民等电流量较小的用户。由于电表系统和预付费系统及其控制部分一体化的预付费电能表的通断能力有限,电表需要国家相关计量部门验证通过才能使用,再考虑到当前在很多场合

已经有电表投入到使用中,完全重新安装新系统成本较高。所以笔者研究一种分体式的预付费控制系统,电能从原有电表读出。该系统除应用于普通居民用电还可用于一些三相动力和临时施工场所,有一定的应用前景。

1 设计思想与总体结构

整个系统由后台售电管理系统、RFID射频卡和控制终端组成。用户拿电卡(射频IC卡)到供电部门缴费充电,供电部门利用读卡器对电卡写数据充值,同时后台管理系统记录相关的信息。用户拿充值后的电卡到安装在配电柜里的控制器终端刷卡充电。控制器终端记录相关信息,并直接从电表读取数据对比电量,到相应的电量发出警报或断开电路。

控制器终端和电表是分离的,控制器终端起到读取并保存电量,读取电表数据并比对的功能,还有实现接触器的通断控制。可以在原有系统上稍作改动而实现预付费功能。配电柜里的一次接线如图1所示。

这样的系统可用于三相三线系统和三相四线系统中。进线经过刀闸和电能表后再通过交流接触器接到用户设备。控制器终端的用电则取自线电压或者某一相电压,它的485接口从电能表的485输出口读取电能。控制器带有射频卡读卡器,

收稿日期:2009-08-01;修订日期:2009-10-13

作者简介:章健(1963-),福建福州人,郑州大学教授,硕士研究生导师,研究方向为电力系统运行与分析,E-mail: hnpowersoft@tom.com.

用户持保有电量数据的射频卡到控制器的读卡器附近可以将电量数据输入到控制器内,与此同时,射频卡上的电量数据将被清零。控制器内部经过计算和比对后,控制继电器信号输出,继而控制交流接触器来控制主线路的通断。交流接触器的工作电压取自线电压,经过自身的辅助触点和继电器的配合,接成一个脱扣和吸合互斥的电路。

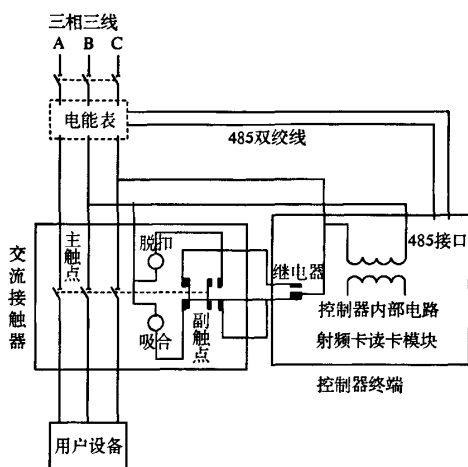


图1 一次接线图

Fig. 1 Main circuit

2 后台管理系统

目前已经应用的后台管理系统以及读卡器都已较多,但是很多管理系统只是简单地记录相关的数据和对读卡器操作^[6]。本后台管理系统是综合信息记录、读卡器操作、数据反馈分析、电能质量管理于一体的智能化系统^[7]。后台管理系统采用的是 Visual BASIC 和 ACCESS 数据库编写。数据查询结果输出到功能最强大的表格处理软件 Excel 中方便编辑和打印。

数据分析的功能是后台管理系统和控制终端以及电卡相结合而实现的。在控制终端嵌入有读取电表各种数据的程序,可以将 A、B、C 各相的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因素等数据读取,在刷卡充电时将数据写入电卡。当电卡拿到后台管理系统充电时,数据读出保存到硬盘。此功能可以实现电能质量管理和线损管理,提高供电可靠性和供电质量。

3 预付费控制器终端

预付费控制器终端是应用于现场的控制器件。总体结构如图2所示。

3.1 读卡模块

在控制器中,读卡部分采用的是读卡模块。读

卡模块把飞利浦的读卡芯片 MFRC522^[8]及其所需要的外围电容等器件以及印刷天线做成集成电路,留出电源和数据通信接口用于与母板单片机连接。模块与单片机之间的通信方式采用具有协议完善、支持芯片较多和占用 I/O 线少等诸多优点的 I²C 协议。模块的接口及其定义如图3所示。

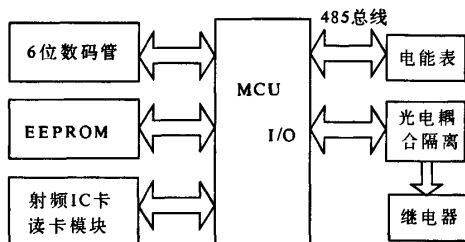


图2 控制器终端总体结构

Fig. 2 Structure of the controller

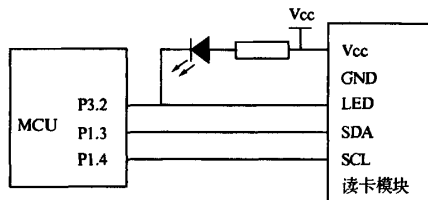


图3 读卡模块接口及与单片机的连接

Fig. 3 Interface of card reader module

LED 引脚的作用是有卡进入射频区标志位,该引脚输出低电平,可用于触发单片机中断并点亮指示发光二极管。SDA 为 I²C 总线的数据线, SCL 为串行时钟线,用于同步收发机。I²C 协议的具体通信过程请参考文献[9]。

3.2 数据存储

由于单片机的内存存在掉电后丢失所有数据,而电量等重要信息要求在控制器掉电后不能丢失,所以要求控制器内有非易失性的存储器。笔者采用的是 Atmel 公司的 AT24C256 型非易失性 EEPROM,其存储容量为 32k × 8 bits。通信方式也是 I²C 协议,数据通信有其特定的帧格式。其引脚定义及操作方式请参阅参考文献[9]。

数据保护措施:①只有在写 EEPROM 时才将其使能,其它情况不能对其进行写操作。②数据冗余保护法。将数据分成 1 个正本和 2 个副本(或者 4 个副本,总本数为奇数即可),每次存储,在读取数据时采用软件自动修补功能,即采用“少数服从多数”的原则,将异常的数据修补完整,读出正确的数据。此方法大大提高了数据存储的可靠性,将数据丢失和出错的概率几乎降到零。

3.3 电能表通信

控制器与电能表的通信采用 485 通信,其协议采用 DL/T645 电表通信规约. 485 通信的电气连接较简单,采用 485 转换芯片与单片机的串行口连接,用一个 I/O 口选择接收或发送即可. 这里重点说一下 DL/T645 电表通信规约. 该规约的字节格式为:每字节含 8 位二进制码,传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)共 11 位. D0 是字节的最低有效位, D7 是字节的最高有效位. 先传低位,后传高位. 初始速率采用 1 200 bpd. 如图 4 所示.



图 4 电表通信字节格式和帧格式

Fig. 4 Format of byte and frame in communication

读取电表数据还有固定的帧格式,以 68H 开头. 比如,读取电表点总电量的指令为:

68 DF 01 23 45 5D DF 68 01 02 43 C3 5D 16H

DF 01 23 45 5D DF 为电能表地址.

图中相关的术语和细节请参阅参考文献 [10],这里不再赘述.

3.4 工作流程

控制器终端的工作流程和中断处理流程如图 5 和图 6 所示.

控制器终端系统处于一直读取电表数据和比较的循环中,如果有电卡进入射频区则进入中断处理程序. 上电开机后从 EEPROM 读取保存的信息,读取的内容包括电表表号、剩余电量、报警门限等信息. 读取完成后从电能表读取当前电量,比较相关数据判断是否到达相应的动作条件. 如果到达低电量则报警,电用完则向继电器发送断开信号,由继电器控制交流接触器断开主电路.

电卡进入射频区则触发中断处理程序,先检查卡种. 如果是设置卡读出卡内报警门限设置值并保存;如果是检查卡则按照要求读取相应的数据并写入电卡中,可用于后台管理系统分析;如是用户卡则读出充电量并清除卡内电量.

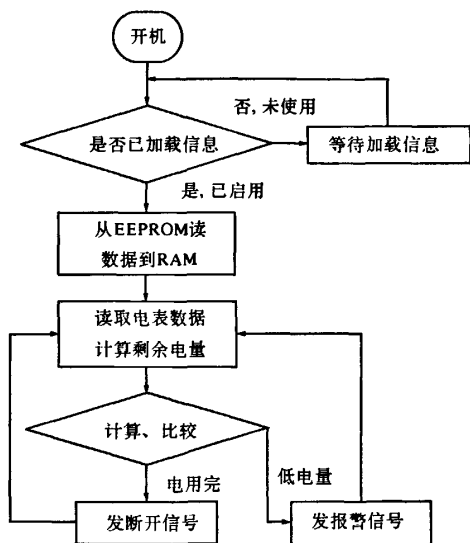


图 5 控制器终端的工作流程

Fig. 5 Work flow of controller

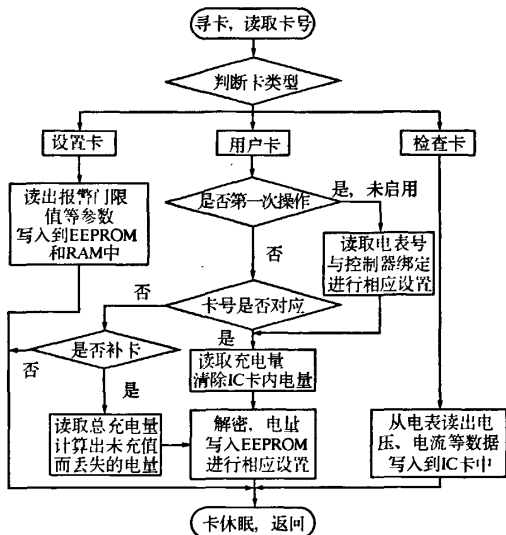


图 6 中断处理流程

Fig. 6 Process of interrupt

如果还有一定的电没有充到控制器里边而电卡丢失,可以到售电处补卡,后台管理系统把原来电卡卡号写入新卡. 新卡在控制器终端感应后验证为补卡,将从总充电量中计算出丢失卡的时候没有充进去的电量以及补卡时再次充值量,从而实现丢卡不丢电功能.

4 电卡

电卡采用的是非接触式射频 IC 卡,克服了接触式 IC 卡易损坏,读卡口易遭破坏的弊端,并且

可以实现不开箱操作.采用飞利浦公司的 Mifare1 S50 卡^[11],该卡容量为 8k 位,分为 16 个扇区,每个扇区为 4 块,每块 16 个字节,以块为存取单位,每个扇区有独立的一组密码及访问控制,每张卡有唯一 4 字节序列号,具有防冲突机制,支持多卡操作等性能. Mifare 卡是一种技术成熟、性能稳定、内存容量大的一种感应式智能 IC 卡,它可靠性高,安全性好,有利于提升系统的性能.

5 结论

小型工厂和临时施工用电客户等三相动力客户是比较大的用电群体,电费额高,管理复杂.采用预付费管理实现“先付费后用电”可以有效解决电费回收难的问题.数据分析和管理的可以把营销和管理思想有效地融入到电力销售中,并且有利于提高供电质量.非接触式射频 IC 卡具有稳定性高,安全性好,操作方便等优点,可以实现不开箱操作,提升整个系统的可靠性和防窃电性能.数据冗余技术增强了数据存储的安全性,有效降低数据出错和丢失的可能性.

预付费控制器和电表分离的方式,大大降低了预付费系统的安装成本,可以继续使用原来的电表系统,尽量少地改动原有接线.同时也提高了线路的通断能力,提高控制和供电可靠性.该系统成本低、安装方便,能较好地适用于三相小动力用户.

参考文献:

- [1] 高舒,庞剑玲.预付费电能表的使用状况和前景[J].河北电力技术,2006,25(1):28-29.
- [2] 杨莉.浅析预付费电能表的应用[J].云南电力技术,2006,34(6):69-70.
- [3] 易霞,滕召胜,张向程,等. Mifare 1 射频卡在预付费电能表中的应用[J].自动化仪表,2007,28(6):10-13.
- [4] 李林,赵锦春.预付费电能表在使用中的问题及改进[J].应用研究与管理,2005,12(12):432-433.
- [5] 王秋光,马怀俭.红外式电费预付费系统[J].哈尔滨理工大学学报,2002,7(5):66-69.
- [6] 颜春兰,周敬泉,袁鹏.基于 VB 的预付费售电管理系统[J].电气时代,2002,11(4):100-101.
- [7] 王安红,薛永刚.电能计量管理信息系统的设计与开发[J].郑州大学学报:工学版,2003,24(1):105-108.
- [8] NXP Semiconductors Corporation. Contactless Reader IC MFRC522 Data Sheet [Z]. NXP Corporation. 2007.
- [9] ATMEL Corporation. AT224C128/AT24C256 2-wire Serial EEPROMS[EB]. ATMEL Corporation. 2007.
- [10] 电力工业部. DL/T 645-1997. 多功能电能表通信規約[S]. 北京:电力工业出版社,1997.
- [11] NXP Semiconductors. Highly Integrated MF1 IC S50 Data Sheet[EB]. NXP Corporations. 2007.

Research on Prepaid Power Control System Used in Three-phases Power System

ZHANG Jian, SUN Jia, ZHENG Wen - qi, XU Min

(School of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: A prepaid electric system which is mainly used in the three-phase system is introduced. Based on the way that the prepaid controller terminals and the power meters are installed separately, reading data from the original meter for comparison, we install the prepaid control system with the least alteration of the original wiring. The use of high security and stability RFID cards which has large data storage capacity ensures that we can operate it in the case of non-opening electric meter boxes. Terminal control unit uses data redundancy technology to store datum in order to effectively reduce the possibility of data loss and error. The power quality management program which is embedded in the background management system analyzes the relevant parameter and datum reading out of the power meters, so as to improve power quality. The combination of background management system and terminal control unit ensure that users will not lose any information even if the card is lost. So we will be able to fully secure the rights of users. This system allows of updating and creating new user accounts for the purpose of one card with more users or one meter with multi-cards. This paper puts forward the idea of box-opening recorder for anti power-stealing to reach the goal of box-opening management and the prevention of power theft.

Key words: three-phases power; prepaid system; power quality management; RFID; anti power-stealing