

低压电力载波抄表系统

王艳, 刘素英, 李玉忠

(山东大学电气工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 结合我国电力工业的实际,分析采用低压电力载波集中抄表系统的必要性和可行性。以 CCLZ-100 型抄表系统为例,介绍抄表系统硬件及通讯部分,包括数据采集终端、集中器、低压电力载波扩频通讯、集中器同主站间的通讯。此外,还分析了抄表数据库的构成及主站软件各模块的功能。

关键词: 自动抄表; 集中抄表; 低压电力载波; 扩频通信

中图分类号: TM764.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)07-0047-04

1 引言

进入 90 年代以来,世界范围内掀起了电力工业改革的热潮。随着我国电网改造及电力商业化运营,国家电力公司明确指出要为开放居民生活用电市场作准备,并且确立了“一户一表、集中抄表、银行联网”的长远目标,这使得自动抄表系统的建立变得更为迫切。随着计算机技术、通信技术及智能仪器仪表技术的发展,出现了多种抄表方式并存的格局。其中,低压电力线载波方式由于其自身的特点而受到广泛的重视。已入网试运行的低压电力用户抄表系统产品中 80% 为低压电力线载波方式。

2 系统运行原理及具体实现

低压配电网是以配电变压器为中心构成的区域供电网络,以低压配电网为通信信道的集中抄表系统在结构上也是以配电变压器为单元,对小区内的用户电能数据进行采集和集中处理,然后将信息发送到抄表系统主站。

本文将 CCLZ-100 型系统为例,对低压电力载波抄表系统进行剖析。如图 1 所示,整个系统分为三层:数据采集层、数据通讯层、抄表信息管理层。

(1) 数据采集 最底层设备称为采集终端,是远程自动抄表系统的前端设备,装于用户表箱侧。采集终端每隔 1ms 循环采集其下每个电能表的功率脉冲。接线如图 2 所示。

实现原理:由电子式电能表的 AD7755 芯片发出功率脉冲,低速部分给走字轮,推动电表走字;高速部分给光电耦合器而使其导通,脉冲经整形后传给采集终端的 CPU,进行累计计数,达到采集脉冲数的目的。对于机械式电能表来说,需要加装一个光

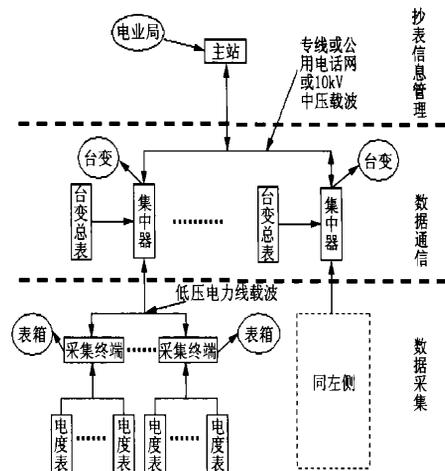


图 1 低压电力载波抄表系统结构示意图

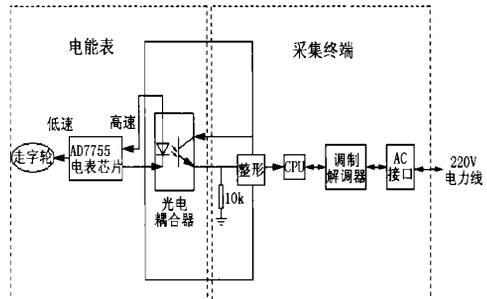


图 2 采集终端原理图

电转换模块,在转盘转动时产生电脉冲。

(2) 集中器 中间层设备称为集中器,装在台变低压侧。集中器是采用微处理器技术及扩频通讯技术开发设计的一种工业测控仪器,它存储量大、集成度高,配合采集终端共同构成完整的集中抄表系统。原理如图 3 所示。

实现原理:集中器同采集终端之间可双向通讯。采集终端上传至集中器:由 220V 低压电力线传递过来的载波信号为扩频后的正弦信号,经 AC 接口(交流电路接口)到载波调制解调器,解调后以方波形式

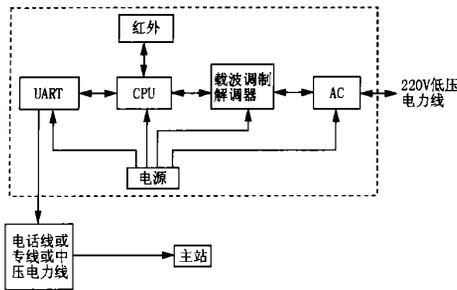


图3 集中器原理图

传给CPU及存储器进行脉冲计数。然后,通过UART(通用异步串行口)经传输介质传至主站,也可以通过红外接口与便携机进行红外通信;由集中器下发命令至采集终端:集中器下发的命令信号为方波信号,经过调制后以正弦波形式通过低压电力线传递给采集终端,对其进行控制。

集中器是整个系统的核心单元,它能够接收主站命令,依次抄收并储存各采集终端的用电数据。然后,通过一定的传输介质将数据传至主站进行数据处理。集中器基本配置为抄录1024只电表和4只台变总表或多只带有RS-232或RS-485接口的其它电能测量设备,可根据用户需要扩充。

(3) 低压电力载波通信 现在有多种通讯媒体,如电缆、微波、专线及无线电台等,但投资较高、维护麻烦。利用现有的低压电力线作为通信信道,自动抄表系统就可以推广和实用化。众所周知,沿着一条电力线,存在着可变的强电磁干扰,这使得信号所处的传输环境就相当复杂。由于传输信道不可预知的特性,使得信号传输后发生畸变,在接收端信号的准确接收和检测变得困难。根据Shannon理论: $C = W \times \log_2(1 + S/N)$ (其中C为信道容量,W为传输带宽,S/N为信噪比)可知,为了获得同样的信道容量,信号带宽与其信噪比的对数成反比。即信号带宽越宽,则所要求的信噪比就越低,甚至信号淹没在噪声之中也能实现可靠通信。扩频通信中最常用的方式是直接序列频谱扩展,即将传输信号与准噪声或伪随机序列噪声码相乘来实现。它将信息码的频谱扩展至很宽的范围内,近乎至白噪声频段,因而可在噪声电平下传输。在接收端采用相干检测,由于噪声信号和信息码流的相干系数为零,所以可以有效地抵抗干扰,从而保证信息码流恢复的正确性。

(4) 集中器同主站之间通信 集中器与主站间常用的通讯方式有以下几种,用户可根据实际情况进行选择。

1) 公用电话网通讯方式:主站与集中器之间通

过公用电话线和Modem连接,可自动或手动拨抄任何一个集中器范围内的所有表户的用电量。

2) 专用线通讯方式:主站与集中器之间采用专用线(如双绞线)进行远方抄表通讯,此方案多用于配网自动化工程,因为其通信电缆可复用;也可用于主站(客户服务中心)与集中器距离不远的情况。

3) 中压电力载波通讯方式:中压载波通讯系统是利用10kV中压电力线进行载波通讯的电力通讯系统。它由中压载波机、结合滤波器、耦合电容器共三部分组成。其中,中压载波机实现信号的调制解调(FSK);结合滤波器与耦合电容器相配组成带通滤波器,把由载波机发出的调频信号传输到高压输电线上去,同时阻隔电力线上的工频高压。中压电力载波通讯的优点是安装简单、造价较低,运行和维护费用低。

(5) 便携机抄表 便携机用于当地采集器和集中器内部参数设置,在现场安装调试的情况下最方便、实用。当通信出现故障需要进行当地抄表或发现用电异常而进行人工现场巡检,以及更换旧表而进行现场新表参数设置时,可使用掌上电脑进行抄表、巡检和参数设置,然后把掌上电脑抄录的数据下载到主站计算机上。

(6) 主站软件 抄表系统主站软件的主体部分采用Power Builder 6.5开发,通讯部分采用Visual C++ 6.0开发,数据库采用Power Builder 6.5自带的本地关系型数据库SQL Anywhere 5.5.04,它与开发工具结合紧密,操作方便。而且,它与MIS库(通常为Sybase、SQL Server)之间互访方便。

由于低压配电网是以配电变压器为中心构成的小区供电网络,所以数据库结构也是以台变为中心,集中器与台变一一对应。而把经常用作查询、统计单元的供电局、供电分所或供电小区等等作为辅助信息。抄表数据库结构的实体-联系模型图如图4所示。

主站软件采用标准的Windows界面风格,模块化设计。系统的主站管理软件包括系统管理、数据信息管理、抄表作业、计量计费、线损计算、低压供电可靠性、综合查询、打印八个模块。

1) 系统管理:维护修改操作员的登录口令、操作权限,维护数据库中各实体的静态信息。值得一提的是用户信息的维护,可以进行用电类别及费率、峰谷平电价时段及费率的设置。实行峰谷电价、可中断负荷电价等措施,是推行电力需求侧管理的一部分,也是用电形势的客观要求。实行峰谷电价,可

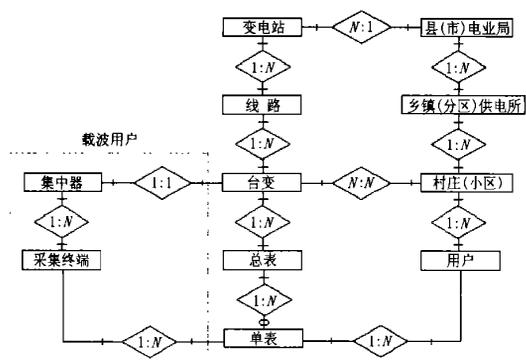


图4 数据库 E-R 模型图

以引导用户调整用电方式,如:采用冰蓄冷空调、蓄热式电锅炉等,从而使用电负荷趋于平稳。目前推行峰谷平电价的地域还不多,却已取得了显著的经济效益和社会效益,所以可预见到不久的将来峰谷平电价将会普及,所以把峰谷平电价考虑进抄表系统是必要的。

2) 数据信息管理:可通过浏览系统的综合信息,查看从供电单位(电业局)到用户的所有信息;清除数据库中陈旧无用的冗余数据,保持数据库中数据的时效性;从用电 MIS 库导入所需数据,用以查询、统计。

3) 抄表作业:抄表作业过程是整个抄表系统的核心部分。它涉及操纵 Modem 访问现场集中器、抄录表码,包括系统对时、集中器定时抄表(每月、每日或每小时可选)、集中器实时抄表、对单个用户实时抄表。为了保证线损计算时原始表码的时间一致性,通过主站下发电表表码冻结命令即在集中器中存储其下所有电表在同一时刻的表码以备抄收。

4) 计量计费:鉴于县市供电局和乡镇(分区)供电所的计费方式不同,主站程序分为城网、农网两个版本。

县市供电局的 MIS 系统内容全面、功能强大,可完成包括计量计费在内的多种业务操作。为了避免计费规则不统一及重复性建设,应该利用其原有的 MIS 系统进行计费。抄表系统中的用户在 MIS 系统中都可以找到对应的信息,为保证两系统数据一致,建立一个中间库。中间库表完全共享,其数据可随时更新,而且数据量小,所以并不设置特殊的用户和权限。当 MIS 系统中的用户信息变更、删除或增加时,在中间库中给出通知,抄表系统通过中间库提取相关数据并据此来修改自己的用户信息。抄表系统抄收用户电表底码之后,将其转入中间库。MIS 系统从中间库中取走表底数,进行计量计费完毕之后,

把用户用电量信息转入中间库或设置已计费标志允许抄表系统访问。如果用电 MIS 系统修改了从抄表系统中提取的表码,则由 MIS 系统在中间库表中增加一个字段,记录修改表码时间,同时将修改结果存入中间库。抄表系统根据中间库更新其表码,同时生成修改日志。如图 5 所示:

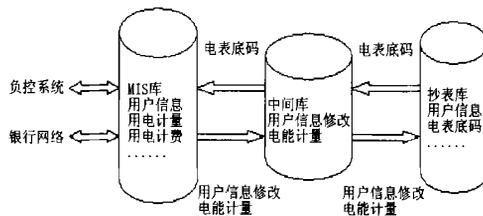


图5 城网版抄表计费数据关联库关系图

乡镇供电所中原有的计费系统功能单一,可利用抄表系统农网版提供的计费模块。考虑到一个区域有可能不全用载波方式来进行抄表,我们设计的计费模块是针对全部用户的——载波抄表和手工抄表用户。对用户电能表的表底码、换表信息、满码标志进行校核后,根据用户的用电类别及费率、峰谷平分时费率及滞纳金等信息进行计费,并且打印收费、欠费通知单。如图 6 所示:

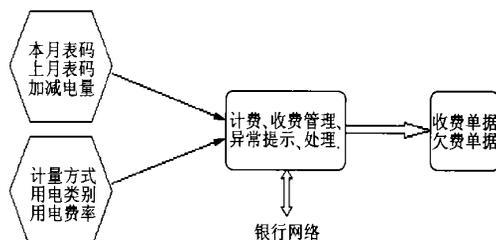


图6 农网版抄表计费模块示意图

5) 线损计算:可以计算台变的线损或台变下分支线路的线损或给定供电区域的线损电量、线损率、线损变化率,为用电分析提供原始数据。

6) 供电可靠性:不但能够对用户进行远程停电、供电控制,以方便电力检修和收缴电费,而且以《供电系统低压用户供电可靠性评价规程》为准则,定时、实时抄收集中器下用户电表的停电信息、送电信息,用作低压用户供电可靠性统计分析的原始数据。这促使我国供电可靠性的统计向低压网络延伸,与国际供电可靠性标准接轨。

7) 综合查询:包括总表、用户表每月、每日或每小时定时或实时抄收到的用电数据的查询、用电量突变查询、零用电量查询等等。

8) 打印作业:包括打印设置,对各种发票、报表进行打印预览及打印输出。

3 结论及前景展望

CCLZ-100型低压电力载波集中抄表系统符合《低压电力用户集中抄表系统技术条件》,现已在国内十余个单位投入运行,运行情况良好,统计表明该系统具有如下特点:采用扩频载波通讯技术,抗干扰性能好,可靠性高;安装调试简单,运行维护方便,对电网污染小且成本低廉;具有对时功能,抄收的表底数带有时标特性,可为配网提供准实时数据和各种典型统计数据;系统的电量冻结功能,可以保证抄收数据的及时性,提高线损计算的准确度,为窃电分析提供依据。对系统稍加扩充,便可完成对煤气表、自来水表的自动抄收,从而推进智能化小区的建设。

参考文献:

[1] 张恺,李祥珍,等.自动抄表系统应用模式的探讨[J].

电网技术,2001,(5):41-45.

- [2] 李庚.扩频通信及其在电力系统中的应用[J].电力系统通信,1995,(5):16-20.
- [3] INTEREST in AMR is keen, but commitment is lean[J]. ELECTRICAL WORLD, September 1993, :59-60.
- [4] Ju - Sang Lee, Seok - Jun, et al. DEVELOPMENT OF AUTOMATIC METER READING SYSTEM FOR HOME UTILITY. ICEE, 2001, (7) :22-26.
- [5] N Miur, H Sato. AUTOMATIC METER READING SYSTEM BY POWER LINE CARRIER COMMUNICATIONS[J]. IEE PROCEEDINGS, Vol. 137, Pt. C, No. 1, 1990.

收稿日期: 2001-12-05

作者简介: 王艳(1978-),女,硕士,研究方向为电力系统自动监控; 刘素英(1944-),女,教授,研究方向为电力系统运行与分析; 李玉忠(1944-),男,高级工程师,从事电力系统营销及用电管理。

Automatic meter reading system via low voltage power line carrier

WANG Yan, LIU Su-ying, LI Yüzhong
(Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: In this paper automatic meter reading system via low-voltage power line carrier is presented by taking the CCLZ-100 system as an example. The hardware and communication, including data acquisition, concentrator, spread spectrum communication via low-voltage power line and communication between concentrators and the master workstation are described. In addition we also explained a scientific structure of meter reading systems and functions of its each module.

Key words: AMR; centerized meter reading; wave carrier via low-voltage power line; spread spectrum communication

(上接第46页)

作者简介: 焦振有(1943-),男,高级工程师,从事电力系统微机保护的教学与科研; 焦艳莉(1974-),女,硕士,从

事电力系统分析的教学与科研; 刘万顺(1941-),男,教授,博士生导师,从事电力系统继电保护及配电自动化的研究。

A mixed communication scheme of distribution automation based on optical fiber and distribution line carrier

JIAO Zhen-you¹, JIAO Yan-li¹, LI Yan-ping², JIAO Shao-hua³, LIU Wan-shun³

(1. Electric Power Institute of Northeast China, Jilin 132012; 2. Beijing Research Institute of Huawei Technique Ltd., Beijing 100085; 3. North China Electric Power University, Beijing 100085, China)

Abstract: This paper presented the communication scheme of Distribution Automation System. A mixed communication scheme based on optical fiber and the new Digital Network Distribution Line Carrier (NDLC) is proposed. It also discussed optical fiber Ethernet communication technique and optical fiber loop network in Distribution Automation System in details.

Key words: distribution automation; communication; optical fiber; distribution line carrier