

新型低压电力载波集中抄表系统的研究

刘春强 董知周

(温州电业局, 浙江 温州 325000)

摘要: 针对我国目前电力集中抄表系统的不足, 以美国 Echelo 公司的 LonWorks 现场总线技术为参照, 设计出一种符合我国低压电力线信道传输特性的新型低压电力载波集中抄表系统, 该系统是以 PL3150 芯片为核心开发的智能型分布式监控网络产品, 系统包括主站管理软件、集中器和单相电子式载波多功能电能表和三相电子式载波多费率电能表, 具有低成本、高可靠性的特点。

关键词: 自动抄表系统 LonWorks 现场总线技术 低压电力载波通信

对于拥有大量低压居民用户的电网公司而言, 低成本、高可靠性的载波通信, 是解决我国配电网自动化和负载监控等最有效、最直接的手段。但是, 目前的突出问题是电力系统的低压线路不是专门为通信设计的, 现有的集中抄表系统都存在不能完全适应的多种问题; 如电力线路中各种用电设备的使用对电力线造成了强干扰、通断电不稳定、导致已投入运行的抄表系统出现抄表实时性差等问题, 这些是造成供电管理部门对抄表成功率诟病的主要原因。

本文结合电力企业在抄表管理与服务方面的问题及需求, 介绍了 LonWorks 现场总线技术、双频传输的新型低压电力载波集中抄表系统的结构和特点等, 并针对以往使用中所出现的问题提出了解决方案。

1. 新型低压电力载波集中抄表系统

1.1 总体布局

新型低压电力载波集中抄表系统采用美国 Echelon 公司的 LonWorks 现场总线技术、以 Echelon 公司的神经元微处理器 PL3150 芯片为核心开发的智能型分布式监控网络产品。系统主要由集中器、三相电子式多费率载波电能表、单相电子式多功能载波电能表、主站管理系统四部分组成, 如图 1 所示。

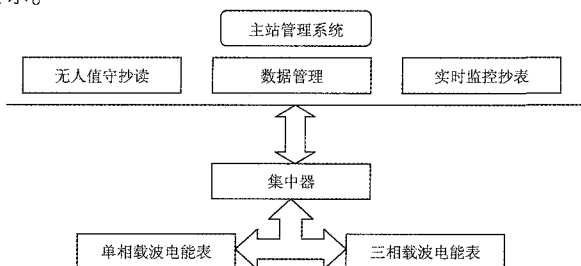


图 1 系统原理图

集中器上行信道采用公用电话网 (或者 GPRS、无线), 下行信道采用低压电力线; 集中器可实时采集 1000 块电能表数据, 同时可记录电能表运行状况; 还可根据要求通过低压电力线采集用户电能表数据; 主站管理系统通过公用电话网 (或者 GPRS/ 无线) 抄收集中器存储用户电能表数据或直接抄读用户电能表数据, 实现抄表。

集中抄表系统主站管理系统采用基于 Windows 平台的高级语言开发, 管理软件在功能上分为四大模块: 数据管理模块、操作模块、数据处理模块和在线帮助。数据管理模块的功能是对使用的数据库进行维护; 它主要由编辑台区表数据、编辑用户信息、数据导入、数据导出、掌上机接口、系统安全设置组成; 操作模块的主要功能是主站对远端集中器发送各种操作指令, 传送数据和接收集中器的抄表数据, 主要由串口通讯设置、时钟校对、抄表时段和表号操作、系统状态和参数设置、抄表、安全验证组成; 数据分析与处理模块是对抄收回来的数据进行数据查询、分析、计算、形成报表及生成电量分析曲线图, 在线帮助功能可在线指导用户进行操作。

1.2 系统结构概述

1.2.1 集中器

集中器主要由电源 (三相供电)、时钟、数据显示、存储、数据处理、通讯接口 (电力线载波、RS485、RS232、调制解调器) 等单元组成, 分别实现信号耦合、用户数据接收和处理、接收主站命令及通过低压电力线控制载波表工作。考虑到布线及电磁兼容, 电源部分将采用单独一块线路板, 使用 AC/DC 电源模块; 时钟部分采用时钟芯片加后备电池方式; 存储部分采用 d5 铁电存储器, 以确保数据存储安全可靠; 数据处理部分采用 C51(W77W516B) 系列芯片; 另外, PL3150 本身内置电力线收发器具有双频载波、BPSK 调制等特性, 再

Technical Exchange | 技术交流

稍加一点外围电路，即可保证电力线通讯的可靠性。

1.2.2 单相电子式多功能载波电能表和三相电子式多费率载波电能表

电能表主要包括电源、计量、数据处理、数据存储、数据显示、通讯接口部分（包括电力线载波、红外接口）等，分别实现用户电能计量、显示、数据采集、处理、接收集中器命令等功能。单相电子式多功能载波电能表电源部分（单相供电）、存储部分和时钟采用的器件与集中器相同；另外，电力线数据处理部分也和集中器相同；显示部分采用 LCD 显示；计量部分采用 ADE7753 计量芯片，通过 SP1 口与 MCU 完成数据交换；数据处理及控制部分采用瑞萨的单片机 H8/3694F；三相电子式多费率载波电能表为了方便生产，电源、时钟和存储部分及载波通讯方面与集中器相同。而计量部分则采用 ATT7026 计量芯片。

1.3 主要工作原理

主站管理系统通过电话网（GPRS/无线）对集中器发送命令，集中器接收到主站管理系统命令后，对命令进行分析，并做相应处理：集中器将数据命令通过 CPU 耦合到电力线上，载波电能表将数据命令从电力线上提取出来并进行相关处理，根据命令做相应动作，然后相应数据通过 PL3150 芯片内置电力线收发器耦合到电力线上；集中器将载波表返回的数据进行解析、处理，并将处理后的数据通过电话网（GPRS/无线）送回主站管理系统。

集中器原理框图如图 2 所示，集中器具有两个核心芯片 PL3150 和 MCU，其中 MCU 负责数据处理，PL3150 负责通过电力线收发器和外部通讯，从电力线上接收数据信息，交给 MCU 处理，然后把处理好的数据信息耦合到电力线上。MCU 从双口 RPM 读取数据信息、处理数据，根据要求把处理好的数据信息分别送到铁电、双口 RAM、显示 LED、RS232 等。集中器还要增加红外传输功能：当供电部门现场查询用户用电信息时，红外通讯将是非常方便的。

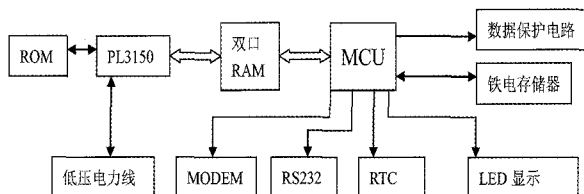


图 2 集中器原理图

单 / 三相载波电能表原理框图如图 3 所示，采用一片 PL3150 和一片 MCU 负责载波电能表的通讯（RS485、红外

等）和数据处理的任務；PL3150 负责电力线载波方面，将从 MCU 接收到命令来做相应处理，并将处理结果通过电力线收发器耦合到电力线发给集中器；另外采用一片计量芯片 ADE7753（单相）/ATT7026（三相）负责电能计量方面，通过 SPL 口与 MCU 通讯。

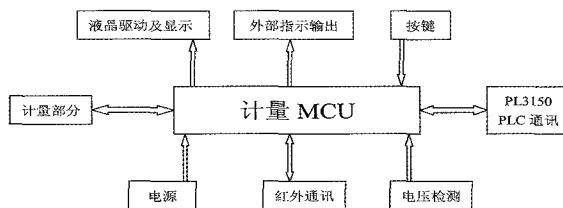


图 3 单 / 三相载波电能表原理框图

2. 新型低压电力载波集中抄表系统的特点

与国内外同类产品水平分析比较，新型低压电力载波集中抄表系统具有以下特点：

(1) 系统采用 LonWorks 现场总线技术，与国内常见的基于软扩频技术的低压电力线通信系统相比，基于 LonWorks 技术的载波通讯采用双频载波，前向纠错等技术，配合强大的输出放大器，能有效抵制低压电网普遍存在的马达、开关电源及家用电器等失真源的干扰；先进的双频载波技术，在其主要通讯频率受到噪声阻塞后，自动选择另一频率进行传输，有效的避免了低压电网随机产生的噪声干扰，从而提高了系统的抄表成功率，满足了家居自动化对通信可靠性的苛刻要求；系统电力线传输速率为 5kbps，相对国内其他系统 300bps 左右的通讯速率，本系统的通讯效率更高，实时性能更好，更能满足家居自动化对通讯速度的要求。

(2) 系统将基于 LonWorks 技术的智能电力线收发器嵌入系统的底层设备——载波电能表中，可将载波电能表作为未来家居自动化的主要终端设备以“无缝”接入流行的 LonWorks 家居及楼宇网络，通过路由器，可连接 INTERNET 网络，真正实现家居智能化。

(3) 先进的自安装功能。现国内常见的安装方式是将集中器和载波电能表安装后，通过主站管理系统，手动输入数据（如载波电能表表号），然后下载到集中器和主站管理系统数据库中，从而构建一个系统；而本系统在安装完成集中器和载波电能表通电后，载波表和集中器能自动建立连接，避免了因为人工手动输入可能造成的失误，更能提高工作效率。当载波电能表由于各种原因不能正常工作，只要将故障表换下，换上正常的载波电能表即可，无需改动现有整个系统，真正实现了即插即用功能。

Technical Exchange | 技术交流

(4) 更好的兼容性。相比国内现有的低压电力载波集中抄表系统, 本系统兼容性更好, 它除了能满足国内各种标准外, 还符合欧洲 CLCEN50065-1《低压电力低压配电网信号传输规范》、美国 FCC15.107 规范和 ANSI/EIA709.2《控制网络电力线信道规范》的要求。

3. 集中抄表系统建设的难点和解决方法

集中抄表系统主要技术难点在于如何保证电力线载波通讯的可靠性。低压电力网组网复杂, 阻抗变化大, 线路衰减等特点影响电力线载波传输信号的可靠性, 我们采用的 Echelon 公司的神经元芯片 PL3150 就能较好的解决这一问题。其内置电力线收发器运用的是一种基于 DSR9 (数字信号处理) 为基础的 5kbpsBPSK, BPSK 是二进制移相键控法, 是指用载波不同的相位直接来表示相应的数字信号的移相键控。

以 DSP (数字信号处理) 为基础的 5kbpsBPSK 技术具有以下优点: 多元门的数据相关器, 在噪波干扰的情况下, 能够保全信号; 消除脉冲噪波; 自行失真校正; 错误校正。电力线收发器是将待传送的信息数据以某一相位为基准进行移相键控调制, 调制后再耦合到电力线上传输; 接收端也采用相同的固定相位基准进行解调及相关处理, 恢复原始数据。另外, 电力线收发器具有双频载波模式, 它可以两个频带内进行通讯, 一旦它的主要通讯频率受到噪声阻塞后, 它会主动选择另一个频率进行信号传输。

发送端: 数字信号从 MCU 送到 3150, 接着 PL3150 通过自带的电力线收发器将接收的信号进行二进制移相键控调制 (BPSK), 然后将调制后的二进制移相键控信号通过专用耦合器耦合到电力线上。

接收端: PL3150 自带的电力线收发器将从电力线耦合过来的信号解调、还原, 然后由 PL3150 发送到 MCU。这样, 就保证了电力线载波的可靠性。

在 LonWorks 网络上, 针对有两个以上节点同时向集器发送信息时出现 LonWorks 网络堵塞的问题, 可以在 LonWorks 网络程序处理方面采用最小发送时间和最大发送时间等一系列竞争机制来保证 LonWorks 网络的实时性。

4. 结束语

新型低压电力线载波集中抄表系统具有自动抄表、用电检测、防窃电等功能, 同时可以作为智能系统之一“无缝”接入基于 LonWorks 现场总线标准的“家居及楼宇自动化”网络。这为电力部门提高用电管理水平、服务水平和企业形象作出贡献。同时随着电力系统集中抄表系统的推广和深入, 新型低压电力线载波集中抄表系统将凭借其良好的性能受到电力用户的认可, 拥有广阔的市场, 创造良好的经济效益。 **CHF**

作者简介

刘春强, 男, 全国电工仪器仪表标准化技术委员会委员, 研究方向: 电能计量技术管理。

(接 46 页)

表 3 动态平衡与静态平衡的比较

项目	动态平衡	静态平衡	同程与静态平衡相结合
投资	末端定流量阀估价: 374 万元 末端电动两通阀估价: 288 万元 合计: 662 万元	末端静态平衡电动两通阀估价: 400 万元 (若扣除电动两通阀价格, 末端平衡阀相当增加 152 万元) 分支路平衡阀估价: 183 万元 合计: 623 万元	分支路平衡阀估价: 183 万元 管道及安装附加费用 (估): 400 万元 末端电动两通阀估价: 288 万元 合计: 871 万元
平衡效果	动态的自动流量平衡, 可以在水泵任意转速下以较低阻力损失获得设计流量, 平衡效果好; 每个末端流量永远保持设计流量, 水泵节能效果明显。	达到静态平衡, 部分末端关闭时, 未关用户流量将偏大, 影响水泵节能效果。	达到静态平衡, 部分末端关闭时, 未关用户流量将偏大, 影响水泵节能效果。
综合评价	投资大, 但平衡效果最好。若资金充足, 建议采用。	价格适中。可以满足平衡需要, 建议采用。	施工难度费用增加, 受现场安装位置限制。不建议采用。

注: 投资为系统平衡需增加部分的暂估参考价, 均按进口阀门估价。

三、总结

通过对静态平衡阀在建筑住宅水环热泵空调实际工程的应用, 总结出一些经验和节能方法, 水环热泵空调由于设备的结构性原因, 对冷却水的质量要求较高, 对水系统的流量及水温反映敏感, 水力平衡必须满足设计的冷却水流量。

静态平衡阀在本项目的使用, 经统调检测, 达到原设计的目的及效果, 水环热泵空调能在良好的水环境中运行, 制冷效果良好, 水泵能在最节能的状态下运行。

总而言之, 平衡阀在空调水系统中起着平衡各回路阻力, 恒定与调节流量等作用, 它能促进系统以最经济的流量, 保证空调末端设备获得满意出力, 因此它是一个能提高空调水系统输送效率的节能部件。 **CHF**

作者简介

周毅峰, 男, 广州凯华城房地产开发有限公司工程师, 研究方向: 住宅节能。