

基于 LonWorks 现场总线技术的电力线数据采集系统

杜祺漳 罗飞 许少云
(华南理工大学电子与信息学院自动化系)

摘要: 本文利用 LonWorks 技术, 建立了一个以电力线为介质的三相数据采集系统的结构框架, 并提供了解决信号跨电网传输问题的途径以及处理非实时信号的技巧。

关键词: 电力线通信; LonWorks

1 引言

当前, 国际上利用电力线为介质传输控制信号的技术已渐趋成熟, 其在欧洲以及北美的应用越来越广泛, 荷兰阿姆斯特丹的整个城市路灯控制, 就是采用 LonWorks 电力线数据传输技术的。本文致力于把国外的这套先进技术应用于我国的低压电网(380 V/220 V)中, 实现自动采集现场结点数据。

2 LonWorks 电力线通信

LonWorks 是由美国 Echelon 公司开发的一种完整的、全开放、可互操作, 目前已十分成熟的分布式控制网络技术的总称。它支持多种网络拓扑, 在一个网域内, 还可通过网络中继器、网桥、路由器将多个网段或子网联接成一个相当大的网域, 故十分适合电力网这种具有复杂拓扑结构的系统。此外, 由于采用 48 位寻址编码, 在一个网域内可支持 3 万多个结点的数据采集, 若有更大的数据区, 则只需增加网域数即可。

LonWorks 现场总线可以使用双绞线、同轴电缆、光纤、无线电波红外光波以及电力线等多种介质进行通信。本系统是以 PLT-22 电力线收发器为核心的 LonWorks 电力线载波通信系统, 其中载波频率分别为 132 kHz 和 115 kHz 信号为载波, 采用以 BPSK 的方法调制的双频数据传输模式。

2.1 BPSK (Binary Phase Shift Keying) 调制

BPSK 为两相移相键控调制, 是利用载波的不同相位来表示数字信息的一种调制方式。

2.2 双频数据传输模式

双频数据传输模式(Dual Band Data transmission Mode)指信号以 132 kHz 作为主信道传输, 当主信道受噪声或衰减影响而不能正常工作时, 结点的信号收发器就会自动切换到副信道 115 kHz 传输, 从而减少传输失败的概率。

2.3 基于 DSP(Digital Signal Processing)技术

收发器 PLT-22 上设有高速的 DSP 处理器, 可对信号进行数字滤波, 具有多种容错及纠错功能。

3 系统设计 (见图 1)

整个系统由数据结点, 集中器, 路由器, Modem, 远程 PC 机等五大部件组成, 以集中器为中央结点,

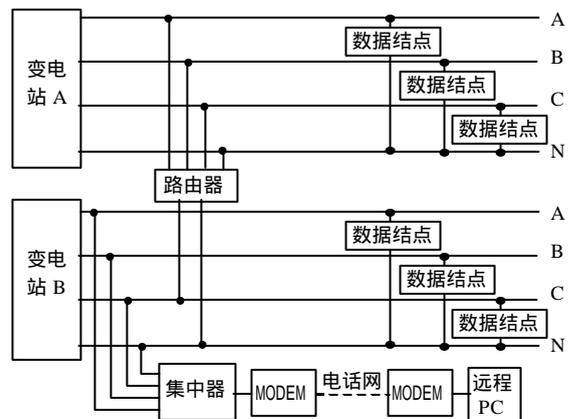


图 1 三相数据采集系统原理图

大体呈星形拓扑结构。

集中器随时采集位于三相上的各结点的数据，当远程 PC 计算机电话网以及 MODEM 向集中器发出数据采集命令时，集中器即把最近一次采集到的数据送出，保证实时响应远程 PC。

3.1 数据结点和集中器

数据结点和集中器结构上的相同之处是通信处理部分，均是由 Neuron3150 神经元芯片，电力线收发器 PLT-22 和耦合器组成。Neuron3150 芯片，负责通信协议的解释，数据的运算处理，芯片应用程序的执行；电力线收发器 PLT-22 作用是实现载波信号与 LonWorks 总线信号的转换，以双频数据传输模式工作，鉴别与去除噪声；耦合器的作用是把信号耦合到电力线上的 50Hz 交流上，同时起硬件上的滤波作用。就 PLT-22 的抗噪能力来说，只有在其接收端的信噪比达 2 倍以上，它才能高效地获取电力线信号。在低压电网中，噪声的范围主要是属于低频段，而且幅值较大，持续时间长，因此，必须通过耦合器的高通滤波作用对 110 kHz 以下的噪声进行消除或者衰减，通过降低噪声幅值来提高信噪比，增强 PLT-22 对信号的接收能力。

3.1.1 数据结点

每一个数据结点均与一组用户设备连接，自动记录各设备的相关数据，当接收到集中器的查询请求时，即把数据发送到电力线上。实质上，数据结点提供了用户设备与电力线的通道，只是结点本身还有一定的数据处理功能。图 2 为数据结点结构图，连接器的作用是扩展 Neuron3150 芯片的 I/O 端子。



图 2 数据结点结构图

3.1.2 集中器

集中器（见图 3）充当星形拓扑的根结点，统一收集各相结点的数据。它与数据结点一个很大的不同之处在于要采用 PLA-21 信号放大器芯片对发送的

信号进行放大。原因在于集中器的信号是向三相广播发送的，信号强度自然要比只向单相发送时要弱，因此要增加信号放大器以弥补功率的损失。

此外，集中器还有很重要的一项功能，就是充当数据缓冲区，以克服数据不能实时传输的缺点。电力网的通信环境是相当复杂的，负载的电子开关器件会产生频域很广的噪声，电力线间的耦合电容会造成信号的衰减，线路上的频变元件会造成信号的失真，所以有可能在某一段时间内，通信双方都收不到对方的信息，或者收到不能辨别的信息包，这样就形成了电力线通信的非实时性特点。根据现场测试报告，在信噪比为 1:1 甚至 0.5:1 的情况下，令发送端每秒钟发一个信号包，接收端平均滞后约 15 秒才能接收到有效信号包；而信噪比达 2:1 以上时，通信的两个电力线结点均能实现实时响应。可见造成滞后的原因跟电网噪声情况有较大关系。系统中，数据结点与用户设备是通过高速接口连接的，故其数据的实时性可以得到保证，造成系统通信滞后的环节在于集中器与数据结点之间的通信上，有一个技巧能够减少通信非实时性对用户的影响：考虑到低压电网噪声的影响有时变性，故可令集中器周期性地启动数据采集任务，周期地访问各数据结点，读取其中数据，通过增加采集次数以减少单位时间内通信失败的概率。当上位机发出数据采集命令时，集中器即把最近一次所采集的数据送出，这样可为用户节省等待获得数据的时间。当然，这种做法只适合于对数据的实时性要求不高的领域，如抄电表，水表等。



图 3 集中器结构原理图

3.2 路由器

还可能存在这样的一种情况，电网的供电有可能是由完全独立的两个或几个变电机组所控制，要

实现电网间的信号互通, 扩展通信范围, 而又不改变电网的架构, 就必须增加电力线路由器。

在图 1 中, 电力线路由器跨接于两完全独立的低压电网, 由于电力线路由器外接有耦合器的原因, 故只有 110 kHz 以上的高频信号能无损到达路由器。在 LonWorks 网络中, 子网以路由器为分隔点, 在本系统中, 每一独立低压电网在逻辑上均可以看作是 LonWorks 网络中的一个独立子网, 在电网上广播的 LonWorks 电力线信号都要到达电力线路由器, 由路由器根据相线上信号包的始端和终端地址, 判断是

否子网间的传送, 若是则把信号路由到下一个子网, 若否, 则阻隔信号, 避免在另一子网上存在冗余信号。所以, 有了电力线路由器的存在, 集中器就可与另一独立电网的数据结点透明通信了。

图 4 中, RTR-10 是 Echelon 公司所提供的 LonWorks 路由器核心模块, 功能是对两侧的 LonWorks 信息包进行路由。RTR-10 与 PLT-22 之间的通信信号是 LonWorks 现场总线信号, PLT-22 则在 LonWorks 信号和电力线载波信号之间起中介转换作用。



图4 路由器结构原理图

4 结束语

虽然本系统的设计目标是要实现采集数据, 但只要对数据结点稍加扩展, 即可以实现对用户设备的控制功能。例如, 若把本系统应用于电表数据采集上, 如何处理用户欠交电费的问题呢? 现时的做法是供电局派人到现场切断用户的供电线路, 但在本系统中, 只要在数据结点增加一个控制继电器的 I/O 点, 即可远程控制用户供电线路的通断, 而且并不用重新布线。本文设计的是一个基于 LonWorks 技术的电力线通信和控制系统的核心模型, 在此基础

上进行扩展即可得到不同应用领域的系统。

参考文献

- [1] PLT22 Power Line Transceiver User's Guide (110 kHz-140 kHz Operation). Echelon Corporation. 1999
- [2] RTR-10 User's Guide. Echelon Corporation. 1999
- [3] RTR-10 ROUTER CORE MODULE DATA SHEET. Echelon Corporation. 1999
- [4] 杨育红编著. LON 网络控制技术及应用. 西安: 西安电子科技大学出版社. 1999
- [5] 张传生编. 数字通信原理. 西安: 西安交通大学出版社. 1989 年

Power Line Data Communicating System Based on LonWorks Field Bus System

Du Qizhang Luo fei Xu Shaoyun
(South China University of Technology)

Abstract: This paper discusses deals with a structure of 3-phase data collecting system which uses the power line as the communicating media and LonWorks technology. The techniques of communicating between power nets and processing un-realtime signal are also provided.

Key words: Powerline Communication; LonWorks