

电力线通信技术在海洋测量船上的应用探讨

刘保良, 邓玉芬, 王 川

(海军海洋测绘研究所, 天津 300061)

摘要: 电力线通信技术就是通过电力线网络适配器, 把数字宽带信号调制在一定的信号频率范围内并加载到 220V 市电中进行传输, 这样对事先未布置有线网络的地方, 就可通过现有电线传输数据, 实现扩展网络而无需另外铺设网线。主要介绍了电力线通信的基本原理、连接方法及其在测量船上的应用实例分析, 并通过试验验证了电力线通信方法的有效性。

关键词: 电力线通信; 网络适配器; 网络控制器; OFDM; PDAI

中图分类号: P204

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2011)01-0065-03

1 引言

如今在大、中型海洋调查测量船上都安装有多种调查测量设备, 且各设备之间都需要铺设网线进行频繁的数据传输, 但布线时要依据船体结构实施, 如果同时安装网线和电源线, 不仅受船体空间限制, 还浪费网络建设成本。通过电力线进行数据传输, 就可实现即插即用, 轻松组建数据传输网络。再者随着调查测量技术的迅速发展, 船上原有的设备不断被更新, 或随测量任务的需要, 还要不断加装一些新的测量设备, 对这些事先未布置有线网络的新设备的数据传输, 也可通过现有电线传输数据, 实现扩展网络而无需另外铺设网线。本文结合海洋测量船构建的数据传输系统, 研究了电力线通信的特点及其应用。

2 电力线通信原理与网络适配器组成

2.1 电力线通信原理

电力线通信(power line communication)技术就是通过电力线网络适配器, 把数字宽带信号调制在一定的信号频率范围内并加载到 220V 市电中进行传输。这样在电网范围内的任何一个节点上, 都可以通过另一个网络适配器把电网中调制信号解调成原来的宽带数字信号, 达到把电网变成宽带网络的目的, 这种技术也称为 PLC 技术。PLC 技术分为窄带传输技术和宽带传输技术, 窄带技术通常用于电力线集中抄表系统, 而宽带技术则用作数据传输。市面上的宽带 PLC 产品分为 14Mbps、85Mbps 和

200Mbps 几种物理传输速度标准。

电力线信道和无线信道二者都易受到噪声、衰落、多径和干扰的影响。为了应对这些问题, 必须要有相应的调制技术和编码技术。在 HomePlug 电力线联盟中应采用正交频分复用(OFDM), 因为 OFDM 使用多载波调制, 对抗噪声和干扰特别有效。OFDM 技术的主要思想就是在频域内将给定信道分成许多正交子信道, 在每个子信道上使用一个子载波进行调制, 并且各子载波并行传输。OFDM 每个载波所使用的调制方法可以不同。各个载波能够根据信道状况的不同选择不同的调制方式, 比如 BPSK、QPSK、8PSK、16QAM、64QAM 等, 以频谱利用率和误码率之间的最佳平衡为原则。在 HomePlug 1.0 标准中载波的频率范围是 4.5 ~ 21 MHz。在 HomePlug AV 标准中载波的频率范围是 2 ~ 28 MHz。当载波的频率范围内, 某一个频段受到了干扰, 只影响到频段中的子信道, 并不影响到未受干扰频段中的子信道。因此, 在复杂的电力线的环境下, 电力线的传输速率能维持相对的稳定, 满足客户对于带宽的需求。

在 PLC 数据传输网络中, 电力线可以被多个设备同时接入。为了决定哪个设备有权发送数据, 需要 MAC 层协议。最常用的有线 MAC 协议——载波检测多址/碰撞检测(CSMA/CD), 虽然也可用于电力线网络, 但是由于电力线中的噪声变动很大, 使碰撞检测变得非常困难, 所以人们在电力线网络上使用更有效的带有冲突避免的载波侦听多路访问(CSMA/CA)协议。

收稿日期: 2010-10-04; 修回日期: 2010-12-02

作者简介: 刘保良(1959-), 男, 天津人, 高级工程师, 硕士, 主要从事海洋测绘仪器与自动控制研究。

2.2 网络适配器的组成

电力线通信就是利用网络适配器组成对等计算机组成电力线宽带传输网络,实现多台计算机之间的文件共享和数据交换,实现打印机或其他设备的共享。网络适配器主要由电力线网络控制器与电力线数据存取接口(PDAI)组成。

2.2.1 电力线网络控制器

电力线网络控制器由内核采用与 8051 指令兼容的微处理器及数据收发器组成,具有网络的 MAC/PHY 层的控制功能。使用外加的 ROM 存储程序以完成电力线网络的协议控制、数据的调制/解调等功能。该处理器的程序存储和外部数据存储空间均为 64KB,内部数据存储为 256B,寄存器区为配合电力线网络通信而增加了几个特殊的寄存器,如数据指针选择(DPS)、看门狗时标控制(WDTCR)等。该芯片内部带有 2KB 缓冲区的 RAM,具有较强的安全及出错检测能力,如 32B 的加密阵列,256 位密钥,数据包级认证,16 位硬件 CRC。该芯片在硬件上提供了电力线交换的嵌入式协议。控制器与网络相关操作包括两方面:将数据分成独立的数据包;对来自其他节点的数据包进行分发或接收。在电力线网络控制器内置了用于数据信号调制/解调及转换的数据发送器和接收器,数据发送使用 4 个通道同时发送到 PDAI。数据的每一个字节在完成了并行—串行转换之后,可以选用两种调制方式——BPSK 或 QPSK 进行 PSK 编码。数据接收器为并行 4 通道接收器,用于接收来自 PDAI 的 4 路电力线载波数据,每一个接收通道内均有独立的缓存,8051 微控制器在开始初始化接收工作后,数据包的接收由接收器完成。

2.2.2 电力线数据存取接口 PDAI

PDAI 是电力线与电力线网络控制器的连接部分,主要完成信号的变换、功放、滤波等工作。

数据接收部分:按照 OFDM 调制方式,数据利用 4 个频率通道进行调制。来自电力线的数据由带通滤波器进行滤波,每一通道的中心频率都是不同的。中频部分使用 Motorola 公司的宽带中频电路 MC13158。每一个通道使用不同的频率(频率范围为 13.8~18.9MHz)进行混合,得到 10.7MHz 的中频信号。信号经陶瓷滤波器滤波后,由限幅器转换为数字信号。

数据发送部分:先由高速 DAC 将数据转换成模拟信号,经过一个频率为 2~10MHz 的多阶 LC 带通滤波器滤波后,通过差分驱动的功率放大直接送到电力线信号耦合变压器,该耦合变压器保证了适配

器的低压部分与电力线电压隔离,从而保证使用者的安全。

3 电力线通信的特点

3.1 电力线通信的优点

对于复杂的网络环境来说,如果在拓展上遇到了麻烦,电力线适配器是一种很好的解决方案。电力线通信利用现有电力线网络组网,能更好满足数据语音、视频、IPTV、VoIP 等多应用的需求,有效促进宽带数据网、电话网、有线电视网和低压配电网的四网融合。

(1) 无需布线:利用已有的电力线组网,无需为组网单独布线,节省人力和成本;

(2) 传输稳定:通过实体电力线传输,不受障碍物影响,数据传输稳定不掉线;

(3) 移动便捷:电源插座分布密度远远高于以太网接口,电力线网络使局域网范围内有插座的地方都可以上网,移动便捷、扩展方便;

(4) 使用简便:只需要将设备插在电源插座上便可以享受高速宽带网络,无需设置;

(5) 高效环保:功耗低,且使用实体电力线进行信号传输,基本无辐射,绿色环保。

3.2 电力线通信的缺点

(1) 带宽问题:如果在一个接入点内有多个设备同时进行数据传输,那么传输速率将打折扣。设备越多,分配给每个设备的有效带宽资源就越少。另外,电力线上网是基于铜线的接入技术,传输速度受铜线的限制。

(2) 稳定性问题:电力线上承载着各种各样的电器,它们开关的启动和停止等操作,有时会对电力线上网产生一定的干扰,尤其在 20MHz 频段左右。

4 电力线通信在测量船上的应用实例

4.1 硬件组成

在测量船上构建以网络为基础的调查测量数据传输系统,数据的传输采用电力线的方式来实现。在该系统中,使用普联公司的 TL-PA201 型的 200Mbps 电力线以太网适配器,将 TL-PA201 型网络适配器接在插座上后,它会和同一电表下的测量设备相互实现连接,传输速度高达 200Mbps,理论最远使用距离为 300m,拥有足够带宽应用。此适配器工作电压在 100~240V,符合 HomePlug AV 标准。电力线适配器使用时必须要两个或两个以上才可以,其中用网线与 LAN 口相连接。其余的就可以在同一电表下舱内任

何房间使用,只要插入电源,用网线相连接之后,不同的测量设备之间就可进行数据传输了。组建网络示意图见图 1。

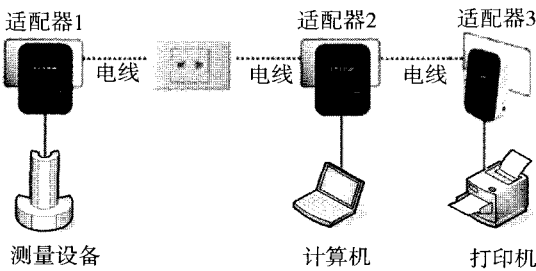


图 1 硬件组网示意图

4.2 软件功能

利用适配器的管理软件可以对电力线网络进行管理,包括划分 VLAN、设置传输优先级等,即可根据需要进行设置电力线网络。此管理软件可以识别电力线上的适配器,检测数据传输速率。同时当电力线网络中存在多个同类设备且要求相互之间相对隔离时,也可以通过该管理软件划分网络,保证网络安全。

4.3 运行情况分析

为检验利用电力线传输数据的可行性,在测量船上分别采用电力线、网线、串口线、无线四种传输媒介,对 5GB 的多波束水深数据进行传输并比对,试验记录见表 1。由表 1 中可以看出:

(1)在传输距离约为 100m 的及空间障碍物相同的情况下,RS-232 串口线无法进行数据传输,因为 RS-232 串口线的传送距离最大为约 15m,最高速率为 20kb/s,所以和网线及电力线相比,网速慢、且传输距离短,传输距离大于 15m 时则不能用串口线进行数据传输。同样条件电力线和网线相比较,电力线的传输速度稍慢,误码率也稍高,但利用电力线传输的数据各项技术指标能够满足传输需求,所以在铺设网线困难时可以用电力线来代替网线。

(2)同样条件下,如采用无线方式进行数据传输,由于受舱室隔断屏蔽作用,无线信号很弱,不同舱室之间则无法进行数据传输。

综上所述可见,利用电力线传输数据,各项技术指标能够满足传输需求,网络运行良好,速度也比较快,说明对由于受船体空间限制铺设网线困难,或由于新增加的调查测量设备事先未铺设网线等情况,可以采用电力线适配器,利用已有的电力线进行数据传输,这也充分体现了 PIE 技术在网络接入方面的独特优势。

表 1 不同传输媒介对多波束水深数据传输比对结果

传输媒介	文件类型	数据大小	传输距离	障碍物	传输速度	误码率
电力线	多波束水深数据	5GB	100m	舱室隔断	2.5MB/s	10^{-5}
网线					11.2MB/s	10^{-6}
串口线(232)					传送距离最大为约 15m,最高速率为 20kb/s 由于受舱室隔断屏蔽作用,无线信号很弱,不同舱室之间无法进行数据传输	
无线						

5 结束语

在海洋调查测量船上的数据传输,更多的是不同设备之间的数据传输,因此只需利用电力线适配器即可,无需构建复杂的电力线传输网络,所以对由于受船体空间限制铺设网线困难或由于新增加的调查测量设备事先未铺设网线等数据传输受限制时,都可以采用电力线适配器,利用已有的电力线进行数据传输,实现扩展网络而无需另外铺设网线。

目前随着电力线通讯技术瓶颈的突破和成熟,应用电力线进行数据传输越来越受到广泛的关注。随处可见的电力线插头,即插即用的便利性,稳定的高速的网络速率。因此,预期电力线通信技术和相关的配套技术的发展能让用户享受到更便利、更快捷、更高速数据通信服务。

参考文献:

[1] 陈英梅,段景汉,张家荣. 以太网供电(PoE)的关键技术解析[J]. 今日电子,2006(2):45-47.

[2] Hooijen O G. On the Channel Capacity of the Residential Power Circuit Used as a Digital Communications Medium [J]. IEEE Communications Letters, 1998, 2(10):121-125.

[3] 丁 丁,黄成军,沈 昊. 以太网供电技术研究[J]. 自动化仪表,2005,26(1):32-34.

[4] Klaus Dostert. PowerlineCommunications[M]. NewYork: Prentice Hall PTR,2001. 11-20.

[5] 黄荣辉,周明天. 电力线通讯技术研究述评[J]. 计算机科学,2000(4):65-68.

[6] 鲁 冰. 宽带电力线通信调制解调器[J]. 电子产品世界,2009(4):23-26.

[7] 冯瑞明. HomePlug AV 电力线调制解调器设计与实现[J]. 电子产品世界,2008(3):55-57.

[8] 冯瑞明. 200M 速率电力线 Modem 设计与实现[J]. 今日电子,2008(7):35-37.

(下转第 76 页)

- [8] 熊正南,蔡开仕,武凤德,等. 21 世纪美国战略潜艇导航技术发展综述[J]. 舰船科学技术,2002(3):30-37.
- [9] 袁书明,孙 枫,刘光军,等. 重力图形匹配技术在水下导航中的应用[J]. 中国惯性技术学报,2004(2):13-17.
- [10] 刘繁明,孙 枫,成 怡. 基于 ICCP 算法及其推广的重力定位[J]. 中国惯性技术学报,2004(5):36-39.
- [11] 冯 浩,晏 磊,葛远声,等. 水下运载体基于 INS 的重力数据实时修正[J]. 武汉大学学报·工学版,2004(3):135-138.
- [12] 张飞舟,文 芳,晏 磊,等. 水下无源导航系统仿真匹配算法研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2003(2):153-157.
- [13] 李广建. 海洋测量与海战场准备[J]. 现代军事,2006(6):16-27.

Prospects and Development in the Military Applications of Marine Gravity and Magnetic Information

HUANG Mo-tao¹, ZHAI Guo-jun¹, OUYANG Yong-zhong^{1,2}, LU Xiu-ping¹,
REN Lai-ping¹, WANG Ke-ping¹, SONG Hai-ying¹

(1. Naval Institute of Hydrographic Surveying and Charting, Tianjin, 300061;

2. School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan, Hubei, 430079)

Abstract: After a brief introduction to the basic technique characteristic of marine gravity and geomagnetic field, this paper gives an outline of recent progress in the military applications of marine gravity and magnetic Information. The future development trends are discussed and presented. Some suggestions are proposed on the same research field in our country.

Key words: marine geomagnetic field; marine gravity field; military application; development; prospect

(上接第 67 页)

- [9] 赵志鹏,罗映红. 电力线载波通信 EMI 滤波电路研究[J]. 现代电子技术,2008(11):78-80.
- [10] 曹海江,高沁翔. 扩频调制/解调电路 SC1128 在电力线载波中的应用[J]. 电子世界,2004(1):45-49.
- [11] 陈宏林,杜建强. 电力线上网卷土重来[J]. 微电脑世界,2004(15):56-58.

The Discuss of Power Line Communication Technology in the Application of Oceanographic Survey Ship

LIU Bao-liang, DENG Yu-fen, WANG Chuan

(Naval Institute of Hydrographic Surveying and Charting, Tianjin, 300061)

Abstract: The power line communication technology is to transmit digital broadband signal which is modulated to a certain frequency range though power line network adapter and loaded into the 220V electricity. In this way, the areas without wired network can transmit data through the existing cable, and achieve extended network without additional network cable. The paper mainly introduces the basic principles of power line communication, the method of connection and its application analysis on the oceanographic survey ship, moreover, verifies the effectiveness of power line communication by the experiment.

Key words: power line communication; network adapter; network controller; OFDM; PDAI