

基于多天线无线局域网的变电站地线监测系统研究

Study on Multi-antennae WLAN Based Grounded Line Detecting System of Transformer Substation

(辽宁工程技术大学)王雪平 刘建辉 刘超

Wang,Xueping Liu,Jianhui Liu,Chao

摘要:提出了一种基于多天线无线局域网的变电站地线监测系统的设计与实现方法。介绍了系统结构、软件和硬件构成,以及所采用的多天线通信的原理。其优良的结构保证了电磁干扰环境及条件下系统的稳定和可靠性,完全适用于电力系统场合的需要。

关键词:多天线,无限局域网,组态软件,客户机/服务器体系结构

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1008-0570(2005)08-1-0078-03

技术创新

Abstract: This paper proposes the methods of design and implementation of a type of multi-antennae WLAN based detecting system of transformer substation grounded line. And it also introduces the structure of system and software and hardware, and theory of multi-antennae wireless telecommunication which its adpted. The excellent configuration of system assured the stability and reliability under electromagnetism interfering. The system completely fit for the need of situation of electric power industry.

Keywords: multi-antennae, WLAN, Configuration software, Client/Server

引言

随着我国变电站自动化水平不断提高,变电站的在线监测技术在电网运行中显示了重要的作用,许多关系到电网安全生产运行的重要数据,诸如:地刀、地线(临时地线)、刀闸、开关气体变化等等,采用在线监测技术,保证电网的安全运行,尤其是变电站地线监测在电网安全运行中具有重大意义。

电力系统对高压设备进行停电检修时需要装设地线(临时地线),其作用包括:防止工作地点突然来电;释放停电设备的剩余电荷;消除由于邻近线路及雷电引起的感应电压,使工作地点始终在“低电位”的保护中,确保人身安全。对地线操作是电力生产运行过程中经常进行的工作,易发生操作事故,且后果严重,如“带地线合刀闸”,“带电接地线”等。对此电力系统采取了多种防止误操作措施。

电力系统的操作票制度可以约束电气运行工作人员的操作行为,减少地线误操作。但因受人员素质、精神状态、客观环境等因素的影响,不严格执行规章制度,习惯性违章现象时有发生,经常造成操作事故。

并且因缺少必要的强制监督机制操作票制度不能很好的得以执行。

为了更好的防止地线误操作,国内很多厂家分别研制生产各种相关防误装置,如电磁闭锁,机械闭锁。它们各有特色,在一定程度上可以减少地线误操作。但因科技含量较低,维护量大,管理能力差,缺少监督的实时性和统计管理功能。例如,如何在远方实时观测地线的连接状态。

因此本文提出了变电站地线监测系统来完善地线防误装置,它是基于先进的计算机局域网的变电站地线监测系统。

1 地线监测系统的基本结构

系统由监测器——接收服务器——终端(微机)三部分组成。系统构成如图1所示。系统采用基于客户机/服务器模型,可实现地线状态实时显示,状态信息有效共享,数据及数据显示准确、形象,信息处理能力强,且系统监测点多。

监测器由通信部分,控制部分和在线监测部分组成。通信部分可采用嵌入式双芯片方案,与接收模块一同采用简化的TCP/IP协议实现在网络中的数据传输;数据在线监测部分采用超低功耗的系统完成。数据输入端采用光电耦合器。在线监测部分通过光电耦合器将地线的状态模拟量装换为数字量,该数字量由单片机系统监测到后,由单片机系统采用简化的TCP/IP协议格式进行打包成帧,数据帧形成后发送到通信芯片,采用约定的数据传输格式向外发送。

接入服务器接入端使用安装在户外的无线接入点(AP)进行数据接收,接收到数据后接入点将信息通过有线网络送入负责信息处理的工控机中。

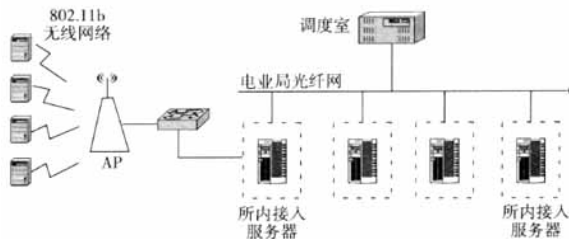


图1 系统构成

终端(微机)将接入点发送的数据帧接收,采用约

王雪平:硕士

中国自控网: <http://www.autocontrol.com.cn>

电话: 010-62132436, 62192616 (T/F)

- 78 - 120元/年 邮局订阅号: 82-946

《PLC技术应用200例》

定的协议格式进行帧解包,将监测端的地线状态信息还原出来,通过局内的光纤网络实现数据的共享,按照局内用户的授权提供相应的数据检索,同时完成用户管理功能。可以将地线监测从接入服务器端实时检索出来,并且显示在终端用户显示器上,以便掌握前端地线状态,进行有效的管理。并可通过光纤网络实现各个变电站间的互连,将数据送至调度室。

系统监测器与接收服务器间的数据传输通信链路可采用 IEEE802.11b 无线局域网标准。它具有良好的抗射频干扰性,灵活移动性以及完善的安全机制,它具有与有线以太网速率相当的 11Mbps 的高数据吞吐量,同时系统软件还可以提供准确、可靠的开关数据和可视界面。

2 地线监测系统的设计实现

2.1 硬件实现

监测系统硬件设计的关键是监控数据采集模块部分,它主要由连接检测器、光电耦合器、低功耗单片机组成。其结构图如图 2 所示。其核心部分是单片机部分。

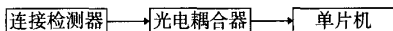


图 2 监测前端硬件结构图

连接监测器将地线的状态信息通过光电耦合器装换位数字量,由于电力系统处于强电压、强电流环境下,因此为了避免连接监测器所传信号混有强电压、强电流,单片机部分不能直接和连接监测器相连,需要增加光电耦合器进行隔离,避免单片机被强电压、强电流所损坏。单片机将数字化的状态信号接收并传向道发送部分;发送部分可采用嵌入式双芯片结构,完成数据的打包成帧和通信过程的完成。接收端的接入点在接收到数据帧后通过有线网络将其送到接入服务器端,接入服务器通过 RS232 或 RS485 接口将数据还原,存入其存储器后供授权用户检索。

由于系统处于电力系统的高频、高压的强电磁干扰下,因此系统选用扩频通信方式进行监测前端到中心的数据传送,由于直接序列扩频方式实现简单、成型产品多且安装、维护方便,直接序列扩频采用伪随机码队所发送的数据进行异或运算,所得的结果即为所要发送的序列,该信号在频域中得到与伪随机序列相应的扩展,接收端接收到发送端的数据后通过相同伪随机发生器产生与发送端相同的伪随机序列,通过与接收信号的异或运算,不但解得所传输信号,而且根据香农定理(Shannon Theroy),在相同通信容量的情况下可将信道中的噪声信号弱化,只需较小的信噪比就可以使信息得到较好的还原,因此在这种强电磁干扰的情况下采用这种方式非常合适。

由于系统不仅需要避免电磁的干扰,而且在信号发射端与接收端间由于建筑物的遮挡,建筑物所引起

的信号反射与折射等引起的多径衰减不可忽略,也必须采取有效措施进行有效的抑制。对抗多径衰落技术的研究一直倍受关注,已经有很多研究成果,主要包括:自适应均衡、交织和分集技术等。其中主要且行之有效的技术之一是分集技术。分集接收技术是将接收到的多径信号分离成不相关的多路信号,然后将这些信号的按一定规则合并起来,使接收的有用信号能量最大,从而提高接收端的信噪比,对数字信号而言,使误码率最小。

分集技术用来减小衰落的影响,在不增加发射机功率或信道带宽的情况下提高系统的可靠性。分集接收的基本思想,如果对同一信号做两个或多个采样,这些样本的衰落是互不相关的。这意味着所有样本同时低于一个给定电平的概率比任何一个样本低于该值的概率要小得多。如果其中单个样本低于给定值的概率是,则个样本同时低于该值的概率是,因此,在接收端将不同样本适当合并而成的信号比任何一个单个样本的衰落要小得多,从而改善了传输的可靠性。

由于在接收端获得相互独立的路径,可以通过空间分集方法来实现,且这种方法较为简单。空间分集,也称天线分集,其原理如图 3 所示。发射端采用一副发射天线,接收端采用多副接收天线。接收端天线之间的间隔应足够大,以保证各接收天线输出信号的衰落特性是相互独立的。在理想情况下,接收天线的间隔就可以保证各支路接收的信号是不相关的,但在实际系统中,接收天线之间的间隔要根据地形、地物等具体情况而定。

空间分集也可以是多个天线发射,比如在每个站都使用多个天线。由于多径的影响,在移动台很难得到直线到达的信号,通过基站天线的空间分集,可以减少支路间的相关性。基站天线之间的距离一般在几十个波长。当然也可以在移动台使用多个天线以达到空间分集的目的,当然,随着天线数量的增加,移动台的体积也得增加。对于空间分集而言,分集的支路数 L 越大,分集效果越好,但当 $L>3$ 时,分集的复杂性增加,分集增益的增加随着 L 的增大而变得缓慢。因此本系统采用三天线系统。

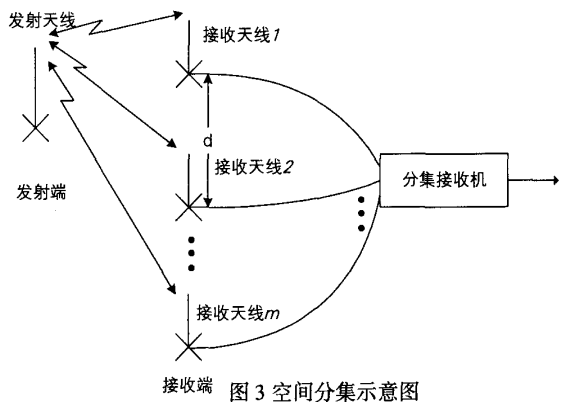


图 3 空间分集示意图

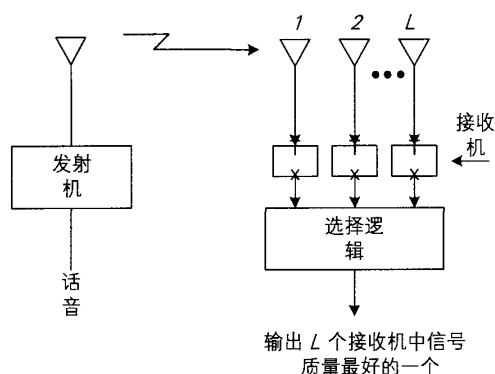


图4 选择性合并原理图

信噪比是衡量系统性能的重要指标之一。最大信噪比准则,就是使接收信号的平均信噪比最大。选择性合并是选择接收功率最大的支路输出;对于最大比合并,每一路有一个权重,权重根据各个支路的信噪比来分配,信噪比大的支路权重重大,信噪比小的支路权重小。

在接收端获得 L 条相互独立的支路信号以后,必须通过合并技术来得到分集增益,达到抗多径的目的。选择性合并是所有合并方法中最简单的。一个理想的选择性合并器选择具有最高瞬时 SNR 的信号,故输出 SNR 等于最好输入信号的 SNR。在实际系统中,系统不能在瞬时的基础上操作,但是要求选择系统内部的时间常数比信号衰落速率的倒数要小得多。选择性合并的原理如图 4 所示。

2.2 软件设计

① 监测软件设计:

根据系统所需完成的功能,监测软件主要包括:前端状态数据获取部分,前端数据发送部分,接收端通道选通部分及解调部分。

前端状态数据获取部分:单片机根据系统所设定的时间,轮训各个前端的光电耦合器的输出信号,并将所得到的状态数据按约定的帧格式打包,通过数据总线传送到发送端,同时使能发送端控制器的中断引脚,已使其对发送数据进行处理。

前端数据发送部分:发送端的嵌入式双芯片将接收到的数据与内部产生的伪随机码序列相异或后,通过内部总线发送至调制解调器芯片,调制解调器芯片将信号调制到 2.4GHz 发送往接收端。

接收端通道选通部分及解调部分:接收端的接入点采用三天线的分集方式进行选择式接收,接收芯片的控制器首先判断每个通道中的前导码的信噪比,然后选通其中信噪比功率最大的那个通道,将该通道中的信息接收后与伪随机码异或后将发送端数据解调出来。解调后的数据送至控制中心的接入服务器。

② 系统软件设计

由于组态软件具有延续性和可扩充性、易学易用性、通用性的特点,使用组态软件开发的程序,当

现场(包括硬件设备或系统结构)或用户需求发生改变时,不需作很多修改而方便地完成软件的更新和升级;用户不需掌握太多的编程语言技术(甚至不需要编程技术),就能很好地完成一个复杂工程所要求的所有功能;每个用户根据工程实际情况,利用组态软件提供的底层设备的 I/O Driver、开放式数据库和画面制作工具,就能完成一个具有动画效果、实时数据处理、历史数据和曲线并存、具有多媒体功能和网络功能的工程,不受行业限制。因此,系统软件部分可使用组态软件进行设计

3 结束语

本文详细分析了基于多天线无线局域网的变电站地线监测系统的构成、通信方式、多天线分集技术的原理与优点、软硬件设计的关键技术。它充分发挥了无线局域网的组网灵活性的优点,同时利用无线通信中已有的经验技术,克服了传统无线网络抗多径衰弱能力差的缺点。应用通用组态软件,使系统的开发成本和周期得到缩短,具有安装、维护和升级方便,可靠性和稳定性强的优点。因此,具有很大的发展潜力和应用潜力。同时,该套方案已被辽宁省某电力公司立项采用。

参考文献

- [1] 马国华. 监控组态软件及其应用. 清华大学出版社, 2001
- [2] 赵红礼, 吴昊, 黄清. 无线局域网. 科学出版社, 2004
- [3] 郭峰, 曾兴雯, 刘乃安, 马义广. 无线局域网. 电子工业出版社, 1997
- [4] Cotter W. Sayre/张之超 黄世亮 吴海云等译. 无线通信设备与系统设计大全. 人民邮电出版社, 2004

作者简介:王雪平(1979-),女,汉族,河南安阳人,硕士研究生,研究方向:网络通信与应用。E-mail: wxp_0508@tom.com; 刘建辉(1948-),男,汉族,辽宁阜新,辽宁工程技术大学电子与信息工程系书记,教授,博士生导师。刘超(1981-),男,汉族,辽宁朝阳人,硕士研究生,研究方向:网络通信与应用,嵌入式系统。

Author Introduce: Wang Xueping (1979-), female, the Han nationality, Graduate, Major in: Network Telecommunication and Application; Liu Jianhui (1948-), male, the Han nationality, Liaoning Technical University-Department of Electronic and Information Engineering SEC, Professor, Doctoral supervisor; Liu Chao (1981-), male, the Han nationality, Graduate, Major in: Network Telecommunication and Application, Embedded System (123000 辽宁阜新辽宁工程技术大学 电子与信息工程系) 王雪平 刘建辉 刘超 (Department of Electronic and Information Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China) Wang, Xueping Liu, Jianhui Liu, Chao

通信地址: (123000 辽宁工程技术大学 362#) 王雪平

(投稿日期: 2005.1.31) (修稿日期: 2005.1.23)

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>