

文章编号:1671-251X(2012)07-0010-04

聂伟峰,余韵,贺琪. 与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案[J]. 工矿自动化,2012(7):10-13.

与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案

聂伟峰¹, 余韵¹, 贺琪²

(1. 华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206;

2. 湖南省电力公司长沙电业局, 湖南 长沙 410000)

摘要:针对配电通信网络存在网络盲区的问题,提出一种与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案;介绍了常用的无线自组织网络、WIA 网络结构及性能分析、配电通信网络延伸方案的三层结构。该方案利用无线自组织网络的多跳性和自组织性,实现了盲区终端数据的回传。实际应用结果表明,该方案不但成本低、功耗低,且具有数据传输时延短、安全性高等优势。

关键词:配电通信网络;网络通信盲区;网络延伸;无线自组网;WIA

中图分类号:TD655.3 文献标识码:A 网络出版时间:2012-07-02 09:44

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120702.0944.004.html>

An Extension Scheme for Distribution Communication Network Combined with Wireless Ad Hoc Network

NIE Wei-feng¹, YU Yun¹, HE Qi²

(1. Department of Electrical and Electronic Engineering of NCEPU., Beijing 102206, China.

2. Changsha Electric Power Supply Bureau of Hunan Electric Power Corporation,
Changsha 410000, China)

Abstract: In allusion to problem of blind area of distribution communication network, the paper proposed an extension scheme for distribution communication network combined with wireless ad hoc

收稿日期:2012-04-24

基金项目:国家科技重大专项基金资助项目(2010ZX03006-005-01)

作者简介:聂伟峰(1984—),男,内蒙古赤峰人,硕士研究生,研究方向为电力通信。E-mail:nieweifeng2008@126.com

参考文献:

- [1] 王佳琦,王宇奇. 我国一次能源供应结构的系统分析[J]. 科技与管理,2011,13(1):62-65.
- [2] 张宇. 煤矿事故应急救援能力评价体系的构建研究[D]. 大连:大连交通大学,2011.
- [3] 李波. 煤矿安全监控系统分析与设计[D]. 北京:北京邮电大学,2009.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局计量司,国家安全生产监督管理总局规划科技司,国家煤矿安全监察局科技装备司,等. 矿山安全计量常用法律法规及标准[M]. 北京:中国计量出版社,2007.
- [5] 汪培芬. 数据库加密技术的研究与实现[D]. 南京:南京理工大学,2008.
- [6] 张超. 数据库加密技术在 SQL Server 2008 中的应用分析[J]. 宿州教育学院学报,2010,13(4):140-143.
- [7] 范瑛. 基于 SQL Server 2008 安全数据库服务器的构建[J]. 甘肃联合大学学报:自然科学版,2009(增刊2):43-44,56.
- [8] 杜立健,唐晓燕,李守荣. 几种信息加密算法的比较研究[J]. 网络安全技术与应用,2006(8):88-89.
- [9] FAROULT S, ROBSON P. SQL 语言艺术[M]. 温昱,靳向阳,译. 北京:电子工业出版社,2008.
- [10] 李文艳,陈运启. 煤矿安全监控系统中模拟量查询算法优化[C]//国际信息技术与应用论坛论文集,昆明,2010:242-244.
- [11] 勾成图,张璟,李军怀. 海量数据分页机制在 Web 信息系统中的应用研究[J]. 计算机应用,2005(8):1926-1929.

network. It introduced common used wireless ad hoc networks, network structure and performance analysis of WIA, and three-layer structure of the scheme. The scheme achieves data transmission of blind area by use of multi-hop performance and ad hoc performance of wireless ad hoc network. The practical application results showed that the scheme not only has low cost and power consumption, but also has advantages of short transmission time and high security.

Key words: distribution communication network, blind area of communication network, network extension, wireless ad hoc network, WIA

0 引言

智能电网是采用先进的电力设备、信息技术和控制技术,支持可再生能源发电系统接入,并有一定自愈、互动功能的安全、可靠、高效的电网^[1]。电力通信网是电网二次系统的重要组成部分,承担了电网中保护、调度、营销等信息的远程传输任务,保障了电网的安全、正常运行。电力通信网可分为电力通信主干网和配电通信接入网(简称配电通信网)两部分^[2]。其中配电通信网主要承载配电网自动化业务和用电信息采集业务,是电力通信网最靠近用户的部分。由于配电通信网节点多、覆盖面广、建设难度大等原因,其在建设时需要根据具体应用环境采取适当的通信技术和建设模式,制约了电力通信网的发展和智能配用电业务的应用。

光纤网络不仅通信容量大、衰减小,而且不受外界电磁场干扰,抗腐蚀性和保密性好,因而比较受欢迎。无线专网是应电力系统通信需求而建立的通信网络,具有高效、安全、覆盖范围广等特点。但在这两种网络中存在光纤无法敷设或无线专网覆盖薄弱的地方,这些网络盲区里的终端数据无法回传,成为亟待解决的问题。与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案利用无线自组织网络的多跳性和自组织性,实现了盲区终端数据的回传。

1 无线自组网技术

无线自组织网络根据应用场合、移动特性、寻址方式等的不同可分为无线传感器网络(WSN)和移动自组织网络(MANET),它们均由不需要任何基础设施的一组具有动态组网能力的节点组成^[3]。无线自组织网络主要包括 ZigBee 无线网络、WiFi-Mesh 网络^[4]、WIA (Wireless Networks for Industrial Automation,工业无线网络)^[5-6]等。

1.1 ZigBee 无线网络

ZigBee 是一种可由多个无线传感器模块组成的无线网络平台,网络中每个 ZigBee 模块之间都可

以互相通信。ZigBee 网络的动态路由所组成的多跳网状拓扑结构能够可靠解决由于路径突然发生变化导致的数据传输故障,从而保障了数据传输的可靠性。此外,每个 ZigBee 网络节点在其自身信号覆盖范围内可以和多个孤立的子节点建立无线连接,形成一个网络平台。ZigBee 具有功耗低、容量大、可快速自愈、时延短、工作频段灵活等优点。

1.2 WiFi-Mesh 网络

WiFi-Mesh 网络也称为多跳网络,它采用多点到多点的连接方式。每个无线节点都可以作为无线接入点(Access Point, AP)或中继器,任何节点都可以发送和接收信号,节点通过多跳方式实现网络连接。WiFi-Mesh 网络的优势:如果最近的 AP 由于流量过大而导致拥塞,那么数据可以自动通过其它路径进行传输;通过中继路由可使数据以最优方式完成传输。但 WiFi-Mesh 技术本身存在缺陷,其移动性支持差、安全性差和空中接口缺乏 QoS 保障等问题仍需要解决。

1.3 WIA 技术

WIA 技术针对恶劣环境下遍布的各种大型器械、金属管道等对无线信号的反射、散射造成的多径效应以及马达、器械运转时产生的电磁噪声对无线通信的干扰,在网络拓扑、管理架构、接入模式、路由等方面拥有众多的创新,可提供能够满足应用需求的高可靠、实时的无线通信服务。WIA 网络技术规范见表 1。

WIA 网络优势:自适应的跳频模式与自动重传机制能够保障通信网络性能的可靠和稳定;支持网内报文聚合,有效地降低了网络开销,延长了电池寿命;兼容 IEEE802.15.4 标准,可使用现有商用器件,降低了技术开发和实现难度;设备冗余机制及自组网模式提高了网络的鲁棒性及易用性。

对比以上几种技术可知,WIA 技术无论在传输距离方面,还是在安全性、可靠性、电源供电和数据传输速率方面都有一定的优势,具有比较广阔的发展前景。

表1 WIA 网络技术规范

参数	指标
无线电标准	基于 IEEE802.15.4 标准,通信速率为 250 kbit/s
波段	2.4 GHz/433 MHz
拓扑	网状网、星型网、网状星型混合网
网络规模	一个网关最多可以管理 100 台设备,系统可以通过以太网互连多个网关形成大规模复杂网络
传输距离	工业环境室内 200 m,室外 800 m
可靠性	数据可靠性大于 99%,采用自适应跳频技术
安全性	网络设备鉴权与认证,基于工业认证的数据加密技术
兼容性	支持 HART 命令,兼容无线 HART 标准
电源	网关外接电源供电;设备由 DC 3.3 V 普通锂电池供电,电池寿命为 1~5 a,具体情况取决于网络规模及设备采集数据率
数据率	数据率可配置,可调范围为 1 s~1 h

2 WIA 网络结构及性能分析

2.1 WIA 网络结构

WIA 终端可以连接现场仪表设备,使其接入 WIA 网络并具备网络路由功能。在配电通信网络中,WIA 终端在网络中承担数据采集、中继和网关的任务。在光纤网络和电力专网无法直接覆盖的盲区(例如地下室、仓库和偏远角落等)布置 WIA 终端,可将采集的数据直接传输至 WIA 网关。如果距离较远,WIA 终端节点可先将数据传输到 WIA 中继节点,再跳传到 WIA 网关,从而实现网络盲区的数据传输。WIA 网络结构如图 1 所示。

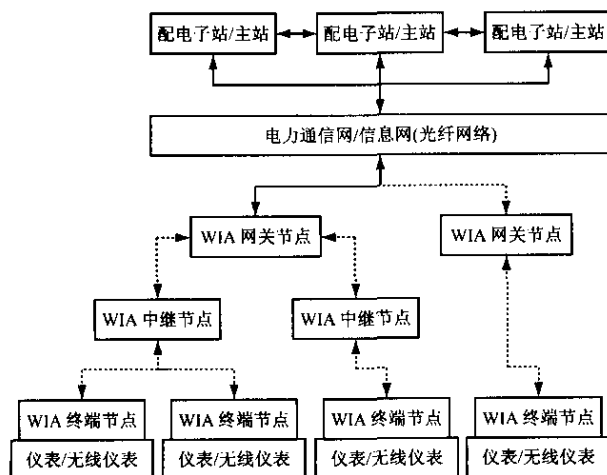


图1 WIA 网络结构

2.2 WIA 网络性能分析

根据 Q/GDW382—2009 中对配电自动化系统指标的要求,遥测和通信数据采用无线通信方式从终端传至配电子站/主站的时间不能超过 60 s,采用光纤通信方式时传输时间不能超过 3 s。根据中国科学院沈阳自动化研究所的测试结果,WIA 终端一跳的时间为 5 ms,中转时间为 5~20 ms。终端之间的数据传输时间 T 为

$$T = N(T_z + T_y) \quad (1)$$

式中: N 为跳数; T_z 为 WIA 终端的中转时间; T_y 为 WIA 终端一跳的时间。

WIA 终端一跳加中转的最长时间 $T_1 = 0.025$ s,则 WIA 终端七跳的时间 $T_7 = 0.175$ s。可见 WIA 终端在七跳之内的时间是毫秒级的,无论是采用无线专网还是光纤通信方式,数据回传的时间都远小于 Q/GDW382—2009 要求的时间。

WIA 网络在工业环境中的室内传输距离为 200 m,室外传输距离为 800 m。对于室内盲点,其形成主要是由于障碍物的阻挡,需要传输的距离在几米到十几米之间,WIA 终端通过一跳传输就能将数据回传至专网。对于户外盲点,无线专网根据电力线路分布建立基站,数据采集盲点最远在 2 km 左右,而 WIA 终端七跳的距离在 5 km 左右,因此 WIA 终端通过一跳或者多跳即可完成数据传输。

3 与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案

图 2 为结合无线自组网的配电通信网络延伸方案。该方案按照配网层次结构分为现场终端、通信通道和主站三层。根据电力系统现有的通信模式,配电通信网络的重点建设点是现场终端层;通信通道层比较稳定,可以使用已有的网络;主站层根据电力系统的要求和其它因素来配置服务器。

现场终端层的主要功能是将现场的各种数据采集、汇总,并上传至主站。在无线专网的覆盖下,无线终端将采集到的信息通过专网上传到基站,再由基站通过光纤将数据传回主站。在无线专网信号薄弱和光纤无法到达的地区,采用 WIA 终端实现数据采集器与无线专网之间的数据传输。WIA 终端通过一跳或多跳的方式实现数据信息的转发和上传,即如果某个采集点的位置与光纤和无线专网的距离过远,则 WIA 终端将数据传给其它 WIA 终端,直到将数据传到光纤节点或者无线专网终端节点为止。

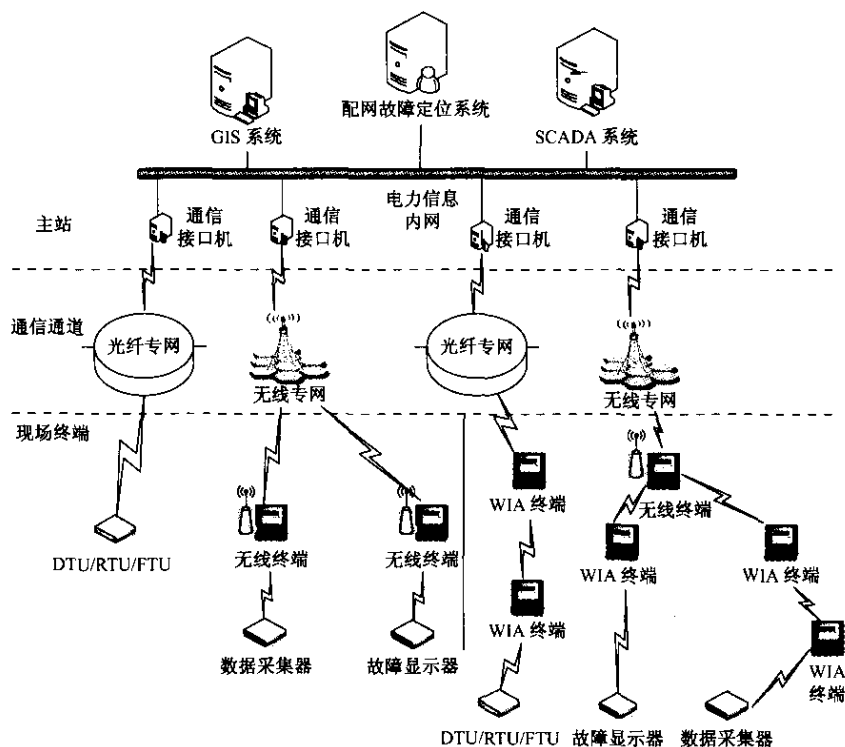


图2 结合无线自组网的配电通信网络延伸方案

以前采用的通信通道为 GPRS 或 CDMA 等公网,它们能够实现数据信息的实时上传,但租借公网所需的费用非常高,且存在一定的安全性问题。目前大部分地区采用光纤通信作为主要的通信方式,部分城市也建立了无线专网。无线专网基站覆盖面积相对较大,终端设备价格相对较低,专网部署在安全性方面也有着明显的优势。

主站主要完成各种数据信息的收集、诊断、管理、维护功能。主站中的故障定位系统可实现配网线路故障的在线监测。在配网自动化程度较高的地区,故障定位系统可以将 GIS 系统作为图形支撑平台,充分利用 GIS 系统分析模型,实现对故障发生区段的准确定位;同时该系统也可作为配网管理系统的高级应用与配网 SCADA 系统集成,加强配网对于配电线路及开闭所等监控对象的监测与控制。

4 结语

针对配电通信网络存在信息采集点网络盲区的问题,提出一种与无线自组网相结合的配电通信网络延伸方案。该方案利用自组织网络的多跳技术,

圆满解决了部分采集点的数据采集问题,对于配电通信网络中其它组网问题的解决具有借鉴意义。该方案已在湖南省电力公司长沙电业局河西麓谷配电网自动化改造项目中成功应用。应用结果表明,该方案不但成本低、功耗低,且具有数据传输时延短、安全性高等优势,对配电通信网络的数据传输是一个非常好的补充。

参考文献:

- [1] 雷锡社,刘敏. 低压配电网通信技术及应用介绍[J]. 现代电子技术,2002(10):14-17.
- [2] 权楠. 智能电网中的配电通信网关键问题探讨[J]. 电信科学,2010(增刊3):149-152.
- [3] 韦云凯,毛玉明,吴凡. 无线自组织网络关键技术与进展[J]. 中兴通讯技术,2007(4):14-19.
- [4] 陈永坚,丛庆. 无线网状网与应用技术[J]. 电脑知识与技术,2010(5):3369-3372.
- [5] 康晓丽. 基于 WIA-PA 标准规范的工业无线网络[J]. 山西科技,2010(6):44-45.
- [6] 曾鹏,于海滨. 工业无线网络 WIA 标准体系与关键技术[J]. 自动化博览,2009(1):24-27.