

基于无线传感网的智能电网线路传感器系统的研制

吴卫华¹, 唐健¹, 杨瑞景¹, 王斌¹, 李勇辉¹, 龙福刚¹, 张凤国²

(1. 贵州电网公司兴义供电局, 贵州 兴义 562400;

2. 北京国电海明科技发展有限公司, 北京 100081)

摘要: 从传统传感器的特点出发, 研制了一种基于物联网的多参数集成的线路传感器, 该传感器将实现对输电和配电线路的多参数检测, 同时该传感器将完全采用线路感应取能工作。介绍了无线传感网的相关体系及结构, 并把线路传感器和无线传感网相结合, 完成了该系统的设计。最后指出智能集成传感器在智能电网中应用的发展趋势。

关键词: 无线传感器网; 物联网; 智能电网; 输配电系统; 传感器

中图分类号: TN212.9

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)05-0054-03

Research of smart grid line sensor system based on wireless sensor network

Wu Weihua¹, Tang Jian¹, Yang Ruijing¹, Wang Bin¹, Li Yonghui¹, Long Fugang¹, Zhang Fengguo²

(1. Xingyi Power Supply Bureau, Guizhou Power Grid Corporation, Xingyi 562400, China;

2. Beijing State Power Seawise Technology Co. Ltd, Beijing 100081, China)

Abstract: Smart grid and advanced sensing measurement technology have closed relationship with communication technology, which provides a new application platform for the integrated and intellectualized sensor. Based on the features of the traditional sensor, this paper has developed an integrated and multi-parameter sensor of the circuit for networking. This new kind of sensor makes it possible to do multi-parameter tests of the transmission and distribution lines, and at the same time it completely works by the way of electromagnetic induction. In succession, this paper introduced the structure of wireless sensor network (WSN), and it combines the line sensor and wireless sensor network to complete the system design. At last, this paper points out the development trend of this intelligent sensor's application in smart grid.

Key words: wireless sensor network; IOT; smart grid; transmission and distribution system; sensor

智能电网建设是我国电力行业的头等大事, 未来十年将取得飞速发展。智能电网数字传感器作为关键性的技术之一, 需要进行重新设计和研发, 实现高度智能化、集成化和长寿命。

只有解决了用量最大的传感器问题, 才能保证整个智能电网建设的成功。智能电网建立在集成的高速双向通信网络的基础上, 通过应用先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术应用, 实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标。其主要特征包括自愈、激励和保护用户、抵御攻击、提供满足 21 世纪用户需求的电能质量、容许各种不同发电形式的接入、启动电力市场

以及资产的优化高效运行。

本文研制的智能电网线路传感器系统是智能电网的“眼睛”, 是智能电网的最基本构成部分, 该传感器将广泛用于电力建设的一线运行线路, 对智能电网的战略具有突出的贡献。

1 智能电网线路传感器的设计方案

由于传统传感器都是单参数检测, 无法实现智能化、高精度、复合多参数集成和中小型化, 因此本文综合现代电力电子技术、电源技术、传感技术和 GPRS 通信技术, 研制开发出一种新型智能电网集成线路传感器。该传感器能够实现对输电和配电线路的电场、负荷电流、导线温度、线路风偏、线路舞动和覆冰等 7 种参数的

网络与通信

Network and Communication

实时监测。可方便地面监控人员及时获取线路当前运行状况,对运行状态作出评估,并及时采取措施加以维护或维修。该智能电网线路传感器的系统结构图如图 1 所示。

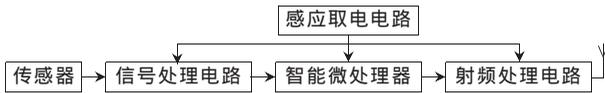


图 1 智能电网传感器系统结构图

1.1 感应取电设计

智能电网线路传感器是一款从高压母线上提取能量供电,实现同时监测输电和配电线路的运行电场、负荷电流、导线温度、线路风偏、舞动和覆冰等 7 种参数的集成传感器。该传感器采用专用高效互感器技术和特殊能源转换芯片解决目前的高压隔离和电压供电不稳的难题,实现从高压输电线路直接获取低压电源,在提高电网供电可靠性、减少事故隐患及保障安全生产等方面具有积极的意义。

整个在线感应取电结构框图如图 2 所示。由于一次侧电流变化范围较大,在正常的电流变化范围内,特制的线圈直接从一次侧感应出交流电压,经过前端冲击保护电路、整流滤波电路后输出直流电,为后端系统提供足够的能量。当一次侧电流较小,感应出的电能不能满足后端采集系统的需要时,运用超级电容储存的电能供电。当一次侧电流较大,感应出的电能大大超过后端采集系统的需要时,可通过电压取样和保护电路来保证后端温度采集系统的安全运行,同时给超级电容充电储能,以便在感应取电电能不足时使用。

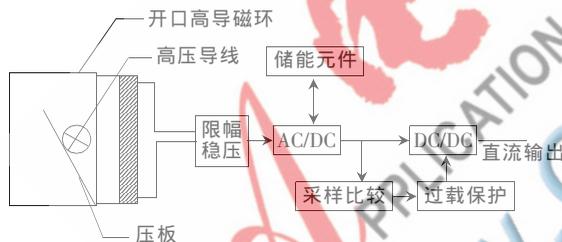


图 2 在线感应取电装置框图

当一次侧发生短路故障时,暂态电流可能达到数十千安,会在感应线圈中产生冲击电流,但在经过前端冲击保护电路以及后续电路的多重保护后,完全可以将输入到模块的电压值箝位到允许电压以内,保护了后端子电路的安全。

1.2 智能微控制器

本文研制的传感器硬件系统 CPU 单元采用德州仪器公司的 MSP430 微控制器,该微控制器具有低供电电压范围、丰富的片上外围模块、多种时钟模块、强大的处理能力、方便高效的开发方式、高安全性、管脚功能封装的兼容性等特点。

由于该传感器的设计采用在线感应取能供电,因此该传感器必须具备低功耗、小体积等特点,所以选用 MSP430。而且该微控制器在线系统设计、开发调试及实

际应用上都表现出非常明显的优势。

1.3 射频处理电路

由于该传感器采用无线的方式进行数据传送,因此必须具有无线通信的处理电路及相关模块。GPRS 数据传输终端系统为用户提供永远在线、透明数据传输的虚拟专用数据通信网络;可提供点对点、外围设备间、外围设备与中心节点之间的通信方式,适用于信息互传、远程数据采集等;可实现点对点、中心对多点以及多点之间实时、对等的数据传输。中心对多点的传输方式是电力等行业较常见的应用。

由于 GPRS 的这些特点,所有在线的线路传感器都可以同时向数据采集站发送采集的数据。但是 GPRS 通信必须在有 GPRS 信号的情况下才能进行数据通信,因此,为了在没有 GPRS 信号的情况下也能把传感器采集到的数据发送到千米以外的数据采集站,该传感器同时采用 433 MHz 的无线通信方式,这样就可以保证传感器采集的数据能够实时地发送至数据采集站。

本文无线射频模块采用上海逻迅信息科技有限公司的“Smart Port-Wireless USB”无线收发模块,该模块具有体积小、功耗低和传输距离远等优点。

2 在线传感器的软件设计

在具备线路传感器的同时,为了实现输电线路的实时检测,必须具有对采集到的数据进行分析处理的软件系统。在传感器硬件设计的基础上,本文把整个系统管理分析软件开发完毕,可以对全线路安装的在线监测设备采集装置进行数据管理,按照指定的时间间隔自动与每个监测仪通信,读取测量数据,保存在数据库中,并能够作误差初步处理,计算平均值。能够根据要求采用一定的判断规则对所测量的数据进行分析,给出每个被监测设备的工作参数,当出现潜在的故障威胁时发出故障预警信号报警或发送短信到指定手机上。程序的功能结构如图 3 所示。

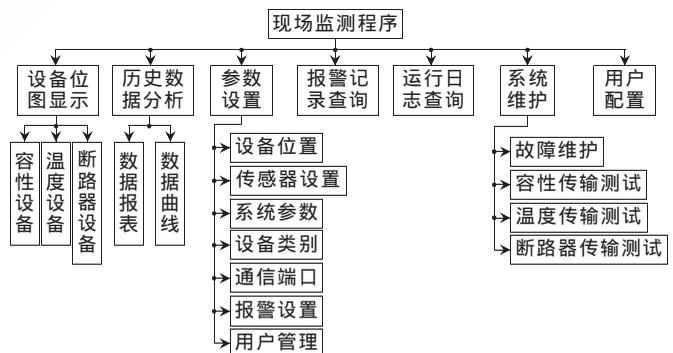


图 3 程序的功能结构图

3 无线传感网系统

无线传感器网络 WSN (Wireless Sensor Network) 通常是由一组带有嵌入式处理器、传感器以及无线收发装置的节点以自组织的方式构成的无线网络,通过节点间的协同工作来采集和处理网络覆盖区域中的目标信息。

网络与通信

Network and Communication

典型的 WSN 网络架构如图 4 所示。

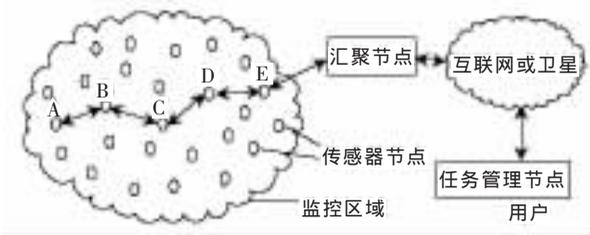


图 4 WSN 的典型网络架构

利用无线传感器网络可以简单方便地获取输电和配电线路的运行电压、负荷电流、导线温度、线路风偏及线路舞动等参数,同时通过无线方式将数据发送到千米外的数据采集站,为电网运行和管理人员提供更为全面、完整的电网运营数据,有利于决策系统控制实施方案和应对预案,使其成为智能电网的有效组成部分。

无线传感器网络将传统的传感器信息获取技术从独立的单一化模式向集成化、微型化、网络化和智能化方向发展。无线传感器网络由随机分布的集成了传感器、数据处理单元和通信模块的微小节点通过自组织的方式构成网络,借助于节点中内置的形式多样的传感器进行测量,采用短距离的无线低功率通信技术,能够协作地感知和采集网络分布区域内监测对象的信息,并传送给观测者。

在不同应用中,无线传感器网络节点的组成不尽相同,但一般都由数据采集、数据处理、数据传输和电源这 4 部分组成。无线传感器的类型由被监测物理信号的形式决定。处理器通常选用嵌入式 CPU,数据传输单元主要由低功耗、短距离的无线通信模块组成。无线传感器网络体系构架如图 5 所示。



图 5 无线传感器网络体系构架图

数据采集层主要是对各个电力设备以及变电站设备进行实时的状态数据采集。通过无线传感器节点的部署,对不同设备进行信息采集时,节点上装备的无线传感器不同。这些节点按照区域进行划分,每一个区域的数据存储在对应变电站的存储器中,存储器对采集的数据进行初步处理,然后加上地域标签传输到上一层。

数据传输层分为变电站层级、区级、县市级、省级国家级 4 个级别。上一层的数据管理中心可以查看下一层的数据,下一层的数据管理中心有义务定时地向上一层的数据管理中心上传最新采集的数据。不同的层向上一层提交数据的时间间隔是不同的。

数据处理层不同,其数据处理能力也是不同的,因此得到的数据形式和传输的数据量也不同。第一层是在无线传感器节点将采集的数据进行简单处理,主要是去掉冗余的数据;第二层是各个变电站将自己管辖范围内的各个区域的数据收集后,周期性地进行处理,确定是

否该区域有异常事件发生,并将一些基本的检测数据进行上传;第三、四层分别是区级、市县级的数据处理,分别确定该级别的数据是否有异常,并做好备份处理;最后是国家级的数据收集处理中心,对数据进行统一格式的存储和管理。

应用系统层主要是对不同层次的数据进行分析处理,并进行相应的预测和故障排除。及时地预报电力元件是否出现或将会故障,如果出现故障,则分析问题出现在何处,是什么原因造成的,并将分析结果提供给维修人员进行相应的维修处理。

4 基于无线传感网的线路传感器系统

智能电网线路传感器在线监测系统通过各种探测器探测到输电和配电线路的温度、湿度、风速、风向、泄漏电流、覆冰状况、视频图像或图片等数字化信息,通过 GPRS/CDMA 通道上传到输电线路状态在线监测监视中心,实现输电线路的实时检测。其系统结构原理图如图 6 所示。



图 6 在线传感器系统原理示意图

本智能电网线路传感器系统的成功研究为我国智能电网建设做出了基础性和革命性的贡献,极大提高我国数字智能电网的整体技术水平。本文不仅介绍了智能电网线路传感器系统的组成,而且研究开发了功能完善的监测分析软件,最终形成一套实用的智能电网线路传感器系统。该系统为智能电网电力线的实时状态进行检测,保证电力线的正常运行,在提高电网供电可靠性、减少事故隐患、保障安全生产等方面具有积极意义。

参考文献

- [1] 张强,孙雨耕,杨挺,等.无线传感器网络在智能电网中的应用[J].中国电力,2010,43(6):31-36.
- [2] 吴佳伟.智能电网中无线传感器网络技术的应用研究[J].

- 供用电, 2010, 27(4): 17-21.
- [3] 王阳光, 尹项根, 游大海. 无线传感器网络应用于智能电网的探讨[J]. 电网技术, 2010, 34(5): 7-11.
- [4] 侯付红, 赵颖辉. 智能电网关键技术及面临挑战. 中国水运, 2011, 11(8): 3.
- [5] 黄新波, 李国倡. 智能输电线路综合在线监测装置[P]. 中国专利: CN201020202730.7, 2010-05-26.
- [6] 李成榕, 马国明. 输电线路覆冰监测用光纤布拉格光栅风速传感器及系统 [P]. 中国专利: CN201010621828.0, 2010-12-27.
- [7] 王平平, 杨慧. 基于取能电源的输电线路状态在线监测系统[J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2010, 15(4): 14-17.
- [8] 李维峰, 付兴伟, 白玉成, 等. 输电线路感应取电电源装置的研究与开发[J]. 武汉大学学报(工学版), 2011(4): 516-520.
- [9] 徐金涛, 王英利, 王嘉, 等. 全光纤电流传感器在智能电网中的应用[J]. 电器工业, 2011(1): 53-57.
- [10] 李颖. 一种电网参数智能传感器 [P]. 中国专利: CN201020617379.8, 2011-07-06.
- [11] 马维青. 输电线路铁塔倾斜智能监测系统的研究[J]. 山西电力, 2008(5): 27-28, 33.

(收稿日期: 2012-09-08)

作者简介:

吴卫华, 男, 1969年生, 本科, 中级工程师, 主要研究方向: 输电线路运行与检修。

