

基于无线通信技术的电缆温度实时监测系统

吴为国¹, 茅 丰²

(1.泰州供电公司,江苏 泰州 225300;2.上海应用技术学院电气与电子信息学院,上海 201418)

摘 要:现有的电缆温度在线监测系统大多由于现场监测装置供电困难、布线复杂等原因无法大规模使用。提出了一种基于无线技术的温度监控系统,采用 SmartNode 模块组成短距离无线传感器网络,实现电缆接头温度的采集和数据传输,并且具有低功耗、易扩充等特点。供电公司现场运行表明,该系统软硬件运行正常,组网和传输性能良好,具有很强的实用性。

关键词:电缆;温度;数据采集;无线;传感器

中图分类号:TM764

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)03-0054-03

随着我国经济的发展,电力负荷快速增长,变电站电缆作为站内传输介质,由于使用年限及安装操作不规范,可能导致老化、绝缘层损坏导致电缆局部温度上升,长时间可能会引起火灾,因此,研究电缆温度的检测,并将其运用于实际现场中,对于及时发现和预控火灾非常有必要,对当前电网的安全稳定运行也有极其重要的作用^[1]。集成了传感器、微机电系统和无线通信三大技术而形成的无线传感器网络是一种全新的信息获取和处理技术。基于无线传感器网络系统所建立的电缆温度监测系统特别适应那些需要获取分散状态参量的场所^[2]。文中研制了一种适合于供配电网电缆接头的在线温度监测系统,终端装置采用低功耗的 SmartNode 模块为核心,组成无线传感器网络,同时采用以太网与上位机之间进行数据交换,该系统具有以下新特点:(1)灵活,探测点可以随时增加;(2)温度阈值监控,通过 GPRS 模块发送报警短信给运行人员;(3)可根据历史数据,对电缆运行状况进行评估。

1 基于无线通信的在线监测系统设计思想

目前电力部门采用的电缆测温系统大多是基于有线数据传输的感温式电缆测温系统(比如分布式光纤测温系统),由于受到已有布线的限制,在原有基础上进行改造时线路容易遭到损坏,监控网络中各个节点不易移动,不利于探点的增减。而无线通信技术相对于目前电缆测温系统普遍采用的有线通信技术^[3]而言,有以下显著特点。

(1) 移动性:在通信区域内的任何地方,用户都可以实时访问信息。

(2) 安装的快速性和简单性:安装无线通信系统既快速又简单,同时消除了穿墙或挖掘电缆沟布线的繁琐工作。

(3) 安装的灵活性:无线技术可以遍及有线通信所不能到达的地方。

(4) 减少投资:无线网络减少了布线的费用,而且维护费用的减少可以使得投资回报在变电站投运以后逐步体现。

(5) 扩展能力:无线通信可以组成多种拓扑结构,容易扩展节点^[4,5]。

2 温度监控系统实施方案

根据实际情况,该系统主要有两部分:(1) 硬件设计主要完成温度数据的采集功能;(2) 软件设计实现对电缆的温度监测及存储、报警等功能即实时评估体系和显示与存档系统^[6,7]。

2.1 系统总体设计

该系统以电力公司内部 380 V 供电电缆以及远端变电站做为参考对象进行设计,系统总体结构如图 1 所示。系统通过无线探测器将电缆温度采集上传至无线数据采集模块,每个无线探测器都具有唯一 ID 号进行识别,可以做到准确定位,无线数据采集器通过 TCP/IP 协议将温度、电压等检测数据通过以太网上传至监控主机,监控主机通过软件实时监控各单位的温度等数据,进行判别并存储数据^[8]。如果发生预警将通过协议转换与电力调度通信,并通过 GPRS 网络向运行人员发送报警信息。

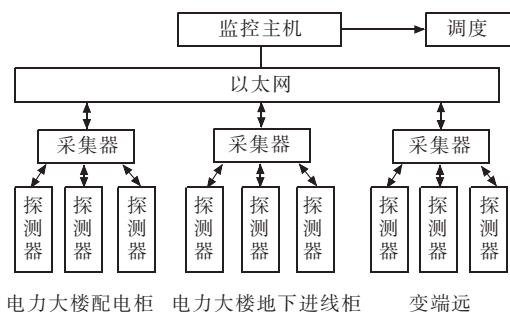


图 1 系统总体结构

2.2 无线传感器

系统无线传感器结构如图2所示,主要包括温度传感器、无线传输模块、电池和天线几个部分。

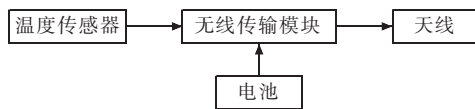


图2 无线传感器结构

2.2.1 温度传感器

温度传感器采用了数字温度传感器DS18B20,具有如下主要特点:(1)数据传输采用单总线(1WireBus)结构,无需外围其他元件;(2)能应用在分布式测量系统中;(3)温度输出为9~12位可编程;(4)测温范围为-55~+125℃,在-10~85℃时精度为±0.5℃;(5)输出分辨率为12位时最大的转换时间为750ms;(6)具有可编程的温度报警功能;(7)具有可靠的CRC数据传输校验功能;(8)电源电压范围为3~5.5V;(9)低功耗,无需外接电源也能可靠工作。

DS18B20为数字化温度传感器,具有体积小、抗干扰能力强等优点,能适应分接箱电接头处的恶劣环境。传感器测量精度高、情况稳定,长期运行无需调校,具有在线自检功能,自动温度校准,自动错误监测,全密封绝缘防水防尘,保证了整个系统的高可靠性。

2.2.2 无线传输模块

探测器采用SmartNode S102无线通信模块,主要特点:(1)超低功耗,侦听电流7uA,休眠电流60nA;(2)功率可调,5mw(7dbm)~400m,40mw(17dbm)~2000m;(3)通信频率,315MHz,434MHz,470MHz,780MHz,868MHz,915MHz,各64信道(或240~960MHz可设);(4)数据传输模式,SmartNode协议传输;(5)数据传输方式,点对点,点对多点,中继转发(8级组网深度);(6)接口支持,1路TTL串口、2路I/O,或4路I/O,或4路10位A/D转换。

2.3 无线数据采集器

系统无线数据采集器结构如图3所示,主要包括单片机、无线传输模块、电源和天线几个部分。无线采集器采用SmartNode协议与无线传感器进行互联,通过它可以接受传感器的参数信息及温度、电压信号,并通过以太网接口与数据终端互联;同时将终端对无线传感器参数设置命令下发给网内的无线传感器。

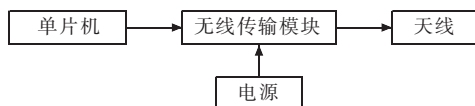


图3 无线数据采集器结构

该无线数据采集器特点:(1)功率可调,调节范围1~18dbm;(2)数据传输模式,透明传输,SmartNode

协议传输;(3)网络结构,点对点、点对多点、多级中继;(4)高抗干扰能力和低误码率,基于FSK的调制方式,采用高效前向纠错和信道交织编码技术,提高了数据抗随机干扰和突发干扰的能力;(5)多种天线配置方案,多种增益的胶棒天线、吸盘天线可满足用户不同的结构需要。

2.4 软件部分

系统软件主要需要实现包括无线传感器、无线采集器组网参数、运行参数的设置,电缆温度、传感器状态的实时监控,温度数据的存储查询以及报警等功能。监控界面简单明了,不需要进行复杂的组网参数设置,将软件分为参数设置、调试软件和运行监控软件。

2.4.1 参数设置软件

系统底层由多个无线传感器及无线信号采集器组成,为了保证物理层能够正确组网成功,需要对网内的无线传感器和信号采集器进行参数设置。软件设置无线传感器参数界面如图4所示,主要可以通过改变工作频率、无线传输速率、功率、休眠时间、上报时间等参数,适应不同的环境需求,提高产品的应用面。



图4 参数设置界面

2.4.2 监控运行软件

监控运行软件主要功能包括站点选择、实时温度显示,温度曲线的绘制、历史温度数据查询等功能。

2.5 报警方式

系统通过各点的测温是否超过限额、电缆温度与室温的比较、各相间的温度进行比较,智能判断火灾告警,并选取了采用GPRS无线短信方式或站内遥信的方式进行报警,将报警信息传与运行监控人员,由运行人员在现场进行故障性质的判断。

3 系统装置实际调试运行

为了更好地验证该系统在各种情况下具有广泛的应用性,选取了两类环境,即供电公司下属的110kV变电站和供电公司生产调度大楼内部的380V配电网。监控终端选择在供电局大楼的监控中心。

在 110 kV 远端变电站,根据现场环境,采用若干个无线传感器加一个无线数据采集器的模式,通过测试,无线数据发送接收正常,一个无线数据采集器能够满足整个变电站的无线接收功能;同时,利用电力局域网,将数据传送至控制终端。

在供电局大楼内部 380 V 配电电缆的温度测试中碰到了调试中最大的问题:电缆进线柜位于地下一层,电缆配线柜位于 17 楼,而数据终端放置于 18 楼。由于无线信号过墙后强度会急剧衰减,18 楼的数据采集器无法采集到地下一楼的传感器数据信号。根据实际情况,采用大楼本身的网络布线,在一楼安装一个数据中继器,通过已有网线与 18 楼数据终端的路由器相联,解决了特殊环境的组网需求。一楼的中继器接受无线传感数据相当稳定,再经网线、路由器传递到数据终端,保证了通信的稳定,实现了遥测数据的正常传递。

在系统安装调试阶段,分别用热源对各点进行加热模拟,监测装置均能正确告警。系统在供电公司调度大楼 380 V 配电电缆以及 110 kV 变电站中挂网试运行至今,运行稳定,无线数据通道稳定,收集了正常运行时电缆温度的历史数据,便于运行人员加强对电缆温度的有效监控。

4 结束语

采用低功耗的短距离无线通信方式组成温度传感器网络的方法,可实现电缆温度的实时监测,存储和报

警等功能。该系统通过对电缆接头温升预警,有效解决了开关柜节点温度越限的此类问题,并对电力设备运行中温度状态进行在线检修、评估、预警和风险分析,进而达到防患于未然的目的。该方案在不改变任何外部接线的基础上进行改造,设备低廉,便于推广。

参考文献:

[1] 王萍萍,孙凤杰,崔维新.电力电缆接头温度监控系统研究[J].电力系统通信,2006,27(2):59-74.
[2] 王财宝,盛戈噪,曾 奕,等.基于 ZigBee 技术的导线接头温度集群监测[J].电力自动化设备,2009,29(11):45-49.
[3] 周怡颖,凌志浩,吴勤勤. ZigBee 无线通信技术及其应用探讨[J].自动化仪表,2005,26(6):5-9.
[4] 王新超,潘贞存.电力电缆接头故障的预警监测系统[J].电力自动化设备,2001,21(5):25-28.
[5] 王新超,王 葵.电力电缆接头运行中的实时监测[J].继电器,2001,29(8):46-48.
[6] 凌伟平,徐蕴锋.电力电缆温度在线监测系统的开发与应用[J].东北电力技术,2012(3):41-43.
[7] 王振浩,辛业春,杜长军,等.城区电力电缆接头故障在线监测系统[J].电力系统保护与控制,2009,37(2):69-72.
[8] 赵炳成,沈立新,丁周松.基于 ZigBee 技术的高压开关柜温度在线监测系统[J].浙江电力,2012,31(2):16-18.

作者简介:

吴为国(1978),男,江苏泰州人,工程师,从事电力系统继电保护设备管理工作;
茅 丰(1978),男,上海人,讲师,从事电气与电子信息技术应用方面研究工作。

Real-time Temperature Monitoring System for Cable Based on Wireless Communication Technology

WU Wei-guo¹, MAO Feng²

(1. Taizhou Power Supply Company, Taizhou 225300, China;

2. School of Electrical and Electronic Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: Due to difficulties in power supply of field monitoring device and wiring complex, the current temperature on-line monitoring systems for power cable can't be used in large scale. This paper proposes a temperature monitoring system based on wireless technology, with characteristics of low power consumption and easy expansion. SmartNode module composed of short-range wireless sensor network is used to realize acquisition of cable connector temperature and data transmission. Field operation by Power Supply Company indicates that the hardware and software of this system are at normal operation, with good networking and transmission performance. The system is proved to have strong practicability.

Key words: cable; temperature; data acquisition; wireless; sensor

广 告 索 引

江苏射阳港发电有限公司	封面	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
江苏省电力设计院	封二	宿迁电力设计院有限公司	(黑白) 文前
南京南瑞继保电气有限公司	前插 1	南京苏逸实业有限公司	封三
《江苏电机工程》协办单位	前插 2、3	南瑞科技股份有限公司	封底