

# 基于物联网技术的-安科瑞无线测温系统设计

产品名称	基于物联网技术的-安科瑞无线测温系统设计
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:无线测温系统 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

## 产品详情

摘要:传统10kV环网柜存在智能化程度低、电缆头故障率高、测温困难等问题,缺乏一种有效的在线测温技术,难以满足数字配电网发展需求。为有效解决这些问题,实现设备状态感知,设计了一种基于物联网技术的无线测温系统。该方法采用高压感应取能、基于Zigbee协议的无线传输通信方式,可实现10kV环网柜关键位置温度状态感知,为智能电网运行维护提供可靠的管理方案。

关键词:电力物联网;无线测温传感器;感应取能;无线传输;状态感知

## 0引言

电力设备在运行中,由于过负荷、电缆和触头接触不良、短路等原因造成的事故时有发生。由于电缆头制作工艺问题,10kV环网柜在运行中可能会因电缆头发热进而引起局部放电或绝缘老化,可能会导致环网柜发生单相接地并发生相间短路爆炸事故。随着我国经济的快速增长和配电网规模的迅速发展,设备数量与种类越来越多,但相关设备的智能化程度却较低,运行和维护的复杂度也越来越高。传统的运维方式费时、费力,无法保证配电网运行的经济性和安全性,因而单一依赖于传统的人工运维模式难以满足未来发展需求。苏东、马仲能等人对配网开关柜全生命周期成本模型及敏感度做出分析,分析表明一个配网开关柜的巡检成本高达327万,而故障成本高达120.44万[2]。因此,实现配电设备状态感知、运行数据的自动获取、故障信息主动预警,降低运营成本,是落实“数字南网”的具体举措。本文设计了集成物联网技术、大数据技术、无线通信等技术,通过在环网柜电缆头植入无线测温传感器,从而实时监控环网柜温度变化趋势,该方法可以为智能运维提供决策依据,解决环网柜电缆头测温难题。

## 1无线测温系统解决方案

无线测温系统按三层架构设计,感知层主要包括布置于环网柜的无线测温传感器、数据采集终端,负责底层数据采集和边缘计算;网络层由网络管理系统、有线或无线数据网络、云计算平台等组成,负责将采集终端的数据通过网络安全加密后传输给云计算平台;应用层物联网与用户的接口,与用户的业务需求相结合,实现物联网的智能化服务应用。

## 1.1无线测温硬件架构

无线测温监控硬件系统主要由测温传感器、Zigbee通信模块、数据采集终端、通信总线或以太网口、工控机、云服务器和移动应用终端等组成。通过传感器实时采集环网柜电缆头位置的温度，以无线通信形式传输给数据采集终端，经数据处理、运算分析后在本地显示测量温度值，同时通过RS48总线或以太网接口，将数据传输工控机，并保存在云服务器，客户可通过监控主站或移动应用客户端查阅温度信息。

图1环网柜无线测温系统架构

## 1.2数据无线传输方案

无线测温装置直接测量环网柜高压电缆头关键位置温度，长期处于高压磁场中，既要解决电磁干扰问题，同时需解决绝缘以及数据传输问题，这是本系统设计的难点之一。为解决上述问题，本测温系统采用模块化设计，传感器浇注于高压电缆堵头中，数据采集终端安装于环网柜的低压二次小室，传感器与数据采集终端之间采用基于Zigbee协议无线传输，无需改变环网柜的内部结构，避免受高压电磁场的干扰，同时便于今后运行与维护。该方案数据传输基于Zigbee协议，Zigbee是基于IEEE802.15.4标准的个域网协议[3-4]。基于Zigbee协议的通讯技术是一种功耗低、距离较近且简单易实现的无线通讯技术，能够很好地应用于变配电站内的数据传输。

图2测温装置无线数据传输原理框图

如图2所示，传感器中集成了无线数据传输发射模块，数据采集终端中集成了接收模块，接收端实现数据集中器的功能，接收、上传、运算所在范围内温度传感模块的数据，从而实时、可靠地收集范围内的有效数据。该模块采用树状拓扑结构，具有较强的可扩展性，从而实现系统架构中的通信功能。

## 2无线传感器设计及其关键技术

### 2.1微功率感应取能传感器设计

无线测温传感器是利用压感应取能，热电阻接触式测温与无线传输技术原理，实现环网柜电缆头的温度实时采集。测温传感器是将测温探头、电源模块、金属屏蔽罩、无线数据发射模块和MCU核心模块浇注于环氧树脂电缆堵头内，结构设计如图3所示。当电缆运行时，在传感器高压导电端内部产生交变电场，由金属屏蔽罩和电缆芯线之间的悬浮电容C1形成电势差，该电势差经滤波、整流和稳压后为传感器供电。传感器电路板设有热电阻，直接与电缆连接螺杆连接，测量此处温度。MCU核心模块监测热电阻的线性变化，来判断电缆头连接处的温度变化，并将采集的数据经无线的方式传输给数据采集终端，由采集终端完成数据采集、处理与运算，并将数据传输给监控后台或移动客户端，测温原理如图4所示。

图3传感器结构设计

图4无线测温装置原理框图

### 2.2传感器的耐高温和抗干扰等性能设计

传感器内置于经环氧树脂浇注的电缆堵头内，且处于高压磁场中，为确保传感器运行时的可靠性，需解决传感器的自身的局部放电、散热与抗干扰等问题。传感器需要在设计取能装置时候充分考虑到杜绝间隙放电和介质放电的问题。因此，结构设计方面通过在传感器电路板外设计了金属屏蔽罩，用于均匀内部场强分布，并通过ANSYS仿真系统进行仿真验证，传感器的浇注工艺方面，保证浇注后传感器内部无

气泡。传感器在高温环境中工作也是本研究的难点之一，本设计采用电压感应取能，传感器采用低功耗电路设计，基于Zigbee协议的低功耗通信模块，确保微弱能量情况下工作，传感器运行时的工作电流为微安级，通讯瞬时电流15mA。同时，传感器应考虑高温环境下的正常工作，因此，传感器选用的材料能够保障60 以上的环境温度稳定运行，150 时数据能正常测量，280 时传感器内部元器件不发生形变或损坏。无线信号传输采取抗干扰措施，在元器件选择上采用抗干扰力强，温度范围广的器件。同时，在结构设计和电路设计根据规则充分考虑EMC特性。\*后，传感器信号传输采用ZigBee协议进行无线传输，ZigBee采用O-QPSK信号调制方式，自身具有很强的抗干扰和纠错能力。

## 2.3提高绝缘与避免局放

由于测温传感器集成在电缆绝缘堵头内部，因此如何确保绝缘强度，避免局放产生是设计的核心要素之一。测温传感器优化电路板设计，将所有的器件集成在很小的环型电路板内，确保电路板安装在绝缘堵头铜金属件内，不会因为传感器的存在而降低环氧树脂的厚度。传感器依靠分压原理获取能量，需要在高压与接地端中间布置一金属电极。该电极的布置在高压电场中会形成悬浮电极，造成较大的局部放电。为了避免悬浮电极产生局放，需要在取能电路中充分考虑。依靠取能电路稳定工作，且充放电频率匹配来确保悬浮电极无局放产生。

## 3数据处理与告警机制

### 3.1软件抗干扰设计

测温传感器与采集器之间采用无线传输方式，无线信号在传输中，易收到外界干扰而造成误传、误收和信号无法接收等情况。为提高可靠性，载软件设计方面，通过以下几种措施解决：CRC循环冗余校验：循环冗余校验对传输数据进行校验，根据传输数据内容和CRC算法，得到16比特的CRC校验码，填充在帧的CRC部分发送给接收方。若接收方对接收到数据和CRC算法进行计算，得到16比特的CRC校验码如果和数据传输部分的CRC吻合，则发送时没有出现比特错误；若不吻合，则发送时出现比特错误，丢弃该数据。防碰撞与无线信道监测机制：ZigBee采用的是CSMA/CA（载波监听多路访问）的防碰撞机制。送出数据前，监听媒体状态，等没有人使用媒体，维持一段时间后，再等待一段随机的时间后依然没有人使用，才送出数据。由于每个设备采用的随机时间不同，所以可以减少冲突的机会。或者送出数据前，先送一段小小的请求传送报文给目标端，等待目标端回应报文后，才开始传送。

### 3.2数据储存

数据采集终端收到传感器数据，对数据进行分析 and 存储。在数据存储上，按照队列的先进先出法制进行存储，支持3年的历史数据存储。

### 3.3告警与防误报机制

#### 图5告警与防误报程序逻辑

无线测温系统通过实时监测与处理后的数据，在就地或通过后台显示温度值，当设备发生温度异常或由于线路中的谐波等干扰因素造成误报，系统将根据传感器采集的温度值、温差、相对温差（三相不平衡）、历史趋势这五项指标进行分析，发出报警信号或闭锁报警。数据采集终端针对每个测温传感器进行告警设置，通过实时监测数据与预设定的阈值进行比较判断。具体逻辑如图5所示，当状态处于正常时，监测到数据突然超出允许波动范围，装置记录次数，若记录次数达到预设次数时，装置发出告警信号，否则进入休眠状态；当监测数据超过波动范围时间持续达到时间阈值时，产生告警信息并发送。这种多次超限统计判断告警模式，可避免周边电磁干扰带来的误报问题。

#### 图6G01柜温度监测曲线图

## 4现场应用

本系统经过严格的测试，并在广州某智能配电房项目中开展了挂网运行。该智能配电房内安装12面智能环网柜，分别由10kV南翔F20与10kV石桥F16进行环网型供电。在每面开关柜A、B、C三相电缆头内分别安装1只无线测温传感器，每段母线安装1套数据采集终端，传感器与数据采集终端之间采用Zigbee协议自组网通信。数据采集终端通过RS485总线与该房的智能电房监控终端连接，数据经物联网关传输到某\*\*\*主站，系统架构如图1所示。经过3个月的挂网试运行和现场测试结果对比分析，数据传输准确可靠，能在后台实时掌握环网柜的温度变化，为该运行单位减少了线下运维工作量。图1摘取该房G01柜2019年10-12月监测温度绘制的曲线图，运行人员能准确掌握开关柜的运行温度变化趋势，运行期间未曾发生数据误报信息。

## 5.安科瑞电气火灾监控系统

### 5.1概述

Acre1-6000电气火灾监控系统，是根据中心的消防电子产品试验认证，并且均通过严格的EMC电磁兼容试验，保证了该系列产品在低压配电系统中的安全正常运行，现均已批量生产并在全国得到广泛地应用。该系统通过对剩余电流、过电流、过电压、温度和故障电弧等信号的采集与监视，实现对电气火灾的早期预防和报警，当必要时还能联动切除被检测到剩余电流、温度和故障电弧等超标的配电回路;并根据用户的需求，还可以满足与AcreIEMS企业微电网管理云平台或火灾自动报警系统等进行数据交换和共享。

### 5.2应用场合

适用于智能楼宇、医院、高层公寓、宾馆、饭店、商厦、工矿企业、国家重点消防单位以及石油化工、文教卫生、金融、电信等领域。

### 5.3系统结构

### 5.4系统功能

- 1) 监控设备能接收多台探测器的剩余电流、温度信息，报警时发出声、光报警信号，同时设备上红色“报警”指示灯亮，显示屏指示报警部位及报警类型，记录报警时间，声光报警一直保持，直至按设备的“复位”按钮或触摸屏的“复位”按钮远程对探测器实现复位。对于声音报警信号也可以使用触摸屏“消声”按钮手动消除。
- 2) 当被监测回路报警时，控制输出继电器闭合，用于控制被保护电路或其他设备，当报警消除后，控制输出继电器释放。
- 3) 通讯故障报警：当监控设备与所接的任一探测器之间发生通讯故障或探测器本身发生故障时，监控画面中相应的探测器显示故障提示，同时设备上的黄色“故障”指示灯亮，并发出故障报警声音。电源故障报警：当主电源或备用电源发生故障时，监控设备也发出声光报警信号并显示故障信息，可进入相应的界面查看详细信息并可解除报警声响。
- 4) 当发生剩余电流、超温报警或通讯、电源故障时，将报警部位、故障信息、报警时间等信息存储在数据库中，当报警解除、排除故障时，同样予以记录。历史数据提供多种便捷、快速的查询方法。

## 5.5配置方案

应用场合	型号	产品照片	功能
消防控制室	Acrel-6000/B		适用于1~4条通信总线*多 可连接256个探测器，可适 用于壁挂安装的场所。
	Acrel-6000/Q		适用于大型组网，壁挂式 监控主机数量较多且需集 中查看的场所，主要监测 壁挂主机信息。
一、二级  低压配电	ARCM200L-Z2		三相(I、U、kW、Kvar、k Wh、Kvarh、Hz、cos中) ，视在电能、四象限电能 计量，单回路剩余电流监 测，4路温度监测，2路继 电器输出，4路开关量输 入，事件记录，内置时钟 ，点阵式LCD显示，2路 独立RS485/Modbus通讯
	ARCM200L-J8		8路剩余电流监测，2路继 电器输出，4路开关量输 入，事件记录，内置时钟 ，点阵式LCD显示，1路R S485/Modbus通讯

	ARCM300-J1		1路剩余电流监测，4路温度监测，1路继电器输出，事件记录，LCD显示，1路RS485/Modbus通讯
	AAFD-		检测末端线路的故障电弧，485通讯，导轨式安装。
	ASCP200-		短路限流保护、过载保护、内部超温限流保护、过欠压保护、漏电监测、线缆温度监测，1路RS485通讯，1路GPRS或NB无线通讯，额定电流为0-40A可设。
			短路限流保护、过载保护、内部超温限流保护、过欠压保护、漏电监测、线缆温度监测，1路RS485通讯，1路NB或4G无线通讯，额定电流为0-63A可设。
配套附件	AKH-0.66		测量型互感器，采集交流电流信号

			余电流信号
	ARC-10.667C		温度传感器采集数据
			配电箱体温度

## 6结束语

随着数字电网与配电物联网的快速发展，实现配电设备运行状态感知、数字化以及可观、可测、可控是配电物联网发展的必然趋势。开关柜的电连接处温度过高或者升高过快，对开关柜的安全可靠运行的影响十分重大，而基于Zigbee通信的高压感应取电测温技术，具有测量精度高、体积小、抗干扰能力强、成本低，可以更准确的掌握环网柜的温度变化曲线和健康状况。后续工作还可以结合人工智能技术，为运维单位实现智能运维，进一步提高运维工作效率和供电可靠性。