**WSN-1型无线绝缘在线监测系统**

**北京中安智美科技有限公司**

**二零一三年三月一日**

**目录**

I．研发背景 2

II. 产品特点 3

III. 产品概况 3

IV. 应用配置 8

## I．研发背景

变电站容性设备长期在高电压、室外环境下运行，设备绝缘逐渐劣化，如不能早期发现和排除，会引发电网停电事故。对电气设备进行绝缘在线监测在我国已有很多年的应用经验,在线监测系统对及时发现电气设备绝缘缺陷、保证设备安全运行起到了良好作用。但目前的容性设备在线监测系统采用的大多是有线传输方式，有线传输方式面临着线路铺设难度大、成本高等诸多问题。

近几年，在智能电网建设过程中，变电设备绝缘在线状态监测正在迅速推广，通过实时测量反映设备绝缘特征的介质损耗值、电容量和电流值（tan&值±0.1%、电容值±5%和电流值±5%），智能分析这些测量值的变化量及发展趋势，图表形式描绘出设备的绝缘状态，准确提供设备绝缘状态检修依据。

2011年，国家电网公司颁布变电设备绝缘在线监测装置入网试验和型式试验技术标准，中国电力科学研究院成立容性设备绝缘在线监测装置检测试验室。国家电网公司规定，在线监测产品必须通过中国电科院容性设备绝缘在线监测试验室产品型式试验才能进入国家电网应用。

由北京中安智美科技有限公司和长春供电公司共同研发的WSN-1型变电设备绝缘在线监测系统是省网公司科技项目。经过几年的研发，该产品于2013年1月通过了中国电力科学研究院容性设备绝缘在线监测试验室的产品型式试验。

变电站容性设备绝缘无线在线监测装置与系统属自主创新，国内首创。

## II．产品特点

1、采用无线技术测量容性设备绝缘方法，其技术关键是无线传感器网络（zigbee）技术和无线时间同步技术。无线同步时间达到纳秒级。测量终端智能化，采用无线通信不用铺设数据电缆线。

2、 终端设备低功耗设计，3瓦太阳能板满足设备供电需求，不用铺设电源电缆。

3、该装置现场施工不用现场铺设数据电缆和电源电缆，特别适合在已建变电站安装应用。

4、 产品体积小，重量轻，运行稳定，安装维护简单方便。

## III．产品概况

目前，电力设备的预防性检修通常是定期的，这样也可以发现许多绝缘缺陷，避免电力运行故障的产生，从而保证电力设备正常地运行。但是随着电力变电站系统高压电力设备的大容量化和设备结构的多样化，以及对电力系统越来越高的安全可靠性要求，使得这种传统的检修方法显得越来越不适应，主要表现在以下几个方面：

(1)试验时需要停电。

(2)试验周期长，试验时间集中，耗费大量的人力、物力。

(3)试验方法的有效性、灵敏性较差。

为了减小对电力设备绝缘性检修和维护的难度，降低现场干扰对测量精度的影响，维护检修时需要停电的不足，本装置可对电力设备绝缘实行在线实时监测，提供真实可靠的电力设备绝缘性能参数，通过所测量的参数可对电力设备绝缘情况进行状态检修和分析，这种方法对于提前发现电力设备绝缘劣化，减少电力运行事故发生可发挥巨大的作用。

本系统所采用的技术方案是：基于无线传感器网络（WSN: Wirless Sensor Networks ）通信及时钟同步，采用相关性算法对电力设备进行介质损耗角的计算，从而判断电力设备的绝缘性能的好坏。WSN基于Zigbee技术实现通信，Zigbee节点通常使用2.4Ghz的ISM频段进行通信，其传输速率为250kbps，发射功率通常为1mW-10mW，甚至更低。该技术不但提供了较高的通讯速率，足可以满足在线监测系统的通讯速率要求，同时有着很低的发射功率，对其他设备的干扰可以忽略。同时ZigBee的发射机采用O-QPSK调制方式，这种独特的调制方式有着很好的抗噪声性能，在电磁干扰很强的电力现场完全可以正常通讯；相比其他调制方式，相同功率下通讯距离有着明显的提高。本装置中采用了全新的无线同步方式，不但解决了传统同步方式需要铺设有线电缆的问题，同时无线同步不需要任何额外的同步装置（如GPS接收机），整个同步由无线通讯模块完成，来实现节点间的时间同步。同步技术实现精度100ns以内。

介损的测量基于谐波分析法和相关法，并在其上加入修正算法，保证测量的准确性。无线数据传输部分遵循IEEE 802.15.4标准协议，节点之间的同步性基于无线同步原理，保证同步测量，减少误差，提高精度。

无线测量节点由信号调理单元、A/D采集单元、微处理器单元以及无线通信模块组成。无线通信采用基于ZigBee™技术的射频收发芯片CC2530，载波频率选用2.4GHz。无线同步测量触发信号由中心控制单元提供，各节点CC20接收到帧同步信号后开始测量，时间差不超过100ns。

系统节点电源采用太阳能供电技术，应用卷绕式阀控密封铅酸蓄电池和天阳能电池板，根据节点能量消耗设计电路，从而研究出功耗3W的太阳能供电电池板。卷绕式阀控密封铅酸蓄电池克服了平板结构的固有缺点，具有优异的大电流放电性能及快充性能，比功率高，循环寿命长，使得供电维护更加简单。从最初的电脑串口取电和蓄电池供电，到后期的太阳能供电方式的研究，使得无线节点的使用更加灵活方便，克服了室外供电电缆布线和蓄电池供电耗费人力物力的缺点并节约成本，有一定的经济效益和社会先进性。

附图说明：

图１　系统结构框图

电压互感器

无线测量节点0

Cx1

待 测设备1

无线测量节点1

中心基站

工控室

待测设 n

无线测量节点n

Cxn

电流互感器





电流互感器



……

母线

图1 系统节点框图

系统组成图形

图2：系统组成示意图

具体实施方式:

在图1中母线电压通过使用电压互感器获取，经过模数转换器（ADC）实时采集，经过MCU处理，相关数据通过ZIGBEE技术上传，构成母线电压无线测量节点。电力设备的泄漏电流时通过使用单匝电流互感器获取，电流信号转成电压信号经过ADC实时采集，经由MCU处理，相关数据经过Zigbee技术上传，组成电路无线测量节点。所有测量数据汇聚到中心节点，中心基站由无线通信模块和微处理器单元构成。它与各测量节点处的无线模块组成星形网络，向各测量节点广播同步采样授时信息、发送休眠指令、预约下次启动时间，并向各节点逐一收集测量结果信息，将所得数据传递给监控室内的工控机。图2是系统的组成示意图。被测电力设备的绝缘特性数据曲线等由工控机显示。

该系统已经在长春市供电公司所属临河街，三家子，榆树、五棵树220kv变电站实际运行2--3年，性能稳定可靠。

该系统监测的数据信息已经和长春供电公司数控中心、国家电网变电设备数据平台对接，长春供电公司数控中心、国家电网变电设备数据平台能远程监测设备的绝缘状态。

## IV.应用配置

一座220KV变电站需要在线测量绝缘的容性设备约有60多台，每个被测设备旁边配置一个无线测量终端。由60余台无线测量终端和设置在变电站机房的计算机及设置在当地供电公司的计算机及智能软件组成容性设备绝缘在线监测系统。