

一种超声波局部放电检测辅助装置的研制

董小顺, 刘 鹏, 王 喆, 宋昆峰, 马海军, 何海丹

(国网新疆电力有限公司乌鲁木齐供电公司, 新疆 乌鲁木齐 830001)

摘要: 为了克服现有 GIS 设备局部放电测试仪的不足, 提出在不改变原有超声波测试仪结构的基础上, 增加可拆卸的伸缩绝缘杆、超声波传感器固定组件、传感器与绝缘杆连接部分组件、无线传输信号组件以及伸缩绝缘杆固定底座的设计理念。经过组装之后应用到某变电站, 现场检测数据表明, 该装置与传统装置比较, 现场测试数据偏差不大, 同时节省了时间, 提高了工作效率, 避免了人员登高作业风险。

关键词: GIS 设备; 局部放电; 超声波; 伸缩绝缘杆; 固定组件; 无线传输信号

中图分类号: TM855 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2020)02-0080-04

DOI: 10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2020.02.018

Development of An Ultrasound Partial Discharge Detection Device

Dong Xiaoshun, Liu Peng, Wang Zhe, Song Kunfeng, Ma Haijun, He Haidan

(Urumqi Electric Power Supply Company, State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Urumqi 830001, Xinjiang, China)

Abstract: In order to overcome the shortcomings of the existing partial discharge tester for GIS equipment, the design concept of adding detachable extendible insulating pole, fixed component of ultrasonic sensor, connecting component of sensor and insulating pole, wireless transmission signal component and fixed base of extendible insulating pole is presented without changing the structure of the original ultrasonic tester. After assembly, the device is applied to a substation. The field test data show that compared with the traditional device, the deviation of field test data is small, which saves the time, improves the work efficiency and avoids the climbing operation for the staff.

Key words: GIS equipment; partial discharge; AE; extendible insulating pole; fixed component; wireless transmission signal

0 引 言

近年来, GIS 设备因其结构紧凑、绝缘性能好、可靠高、安全性强、环境适应能力强、占地面积小及安装便捷等特点在电力系统中被广泛使用^[1-2]。GIS 设备中的电气元件都封闭在金属外壳中, 结构密闭、内部电场比较集中。当存在电晕、自由金属颗粒、导体或接触电极的突起或毛刺、悬浮电位等缺陷时引发设备局部放电, 如果不能及时检测并进行处理, 绝缘性能将遭到严重的破坏, 最终导致设备故障, 造成重大的停电事故, 极大地降低设备可靠性^[3]。由于 GIS 设备结构密封性, 当其发生故障时, 故障定位难, 故障处理时间长, 维修困难, 耗时耗力, 而且还需要进行大面积的停电^[4], 因此, GIS 设备的安全稳定运行对于电网安全的重要性日益凸显。

目前, GIS 设备局部放电故障检测主要利用超声检测技术或者超高频检测技术^[5-10]。超声波检测技术具有抗电磁干扰能力强、便于实现放电定位等优势, 是目前除了特高频检测方法外最为成熟的局部放电检测方法之一。目前超声波局部放电测试仪主要设备有主机、超声波传感器及信号传输, 超声波传感器通过信号传输线与主机相连。各个地区 GIS 布置各不相同, 在检测过程中需要根据检测位置登高或将传感器伸向远处等各种操作^[11-12]。在登高作业过程中, 检测人员要将探头牢固地贴在 GIS 的外壳表面等指定位置, 劳动强度大、耗时耗力且危险性高: 在安装和拆除探头时无法完全避免探头与设备外壳的碰撞, 易造成探头的损坏, 严重影响局部放电检测工作的开展; 对母线或套管出线部位进行检测时, 工作人员与裸露带电部分距离很近, 易发生感应电伤人事故, 需专人监护以确保足够的安全距

离;有些测试点所在位置狭小,检测人员无法靠近。

鉴于上述问题,提出了在不改变原有超声波测试仪结构的基础上,增加可拆卸的伸缩绝缘杆、超声波传感器固定组件、传感器与绝缘杆连接部分组件、无线传输信号组件以及伸缩绝缘杆固定底座的设计。根据设计思路,将各个部件组装并应用于现场,现场检测结果表明,该装置提高了工作效率,降低了劳动强度,保证了人身安全。

1 超声波局部放电检测辅助装置设计

传统超声波检测装置是大都由设备主机、超声波传感器以及信号传输线组成,现有的设备已无法满足现代电网带电检测的需求。针对这一问题,在传统超声波局放检测装置的基础上,增加了伸缩绝缘杆、超声波传感器固定组件、无线传输模块以及固定底座,如图1所示。

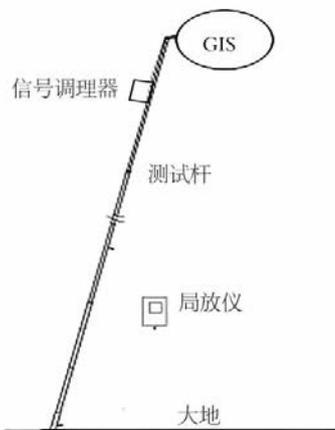


图1 便携式超声波检测装置

1.1 伸缩绝缘杆设计

伸缩式绝缘杆主要采用优质玻璃纤维布、环氧树脂、306树脂苯酐、玻璃钢纤维布以及固化剂等绝缘材料制成。可以根据现场需求,设计不同长度、不同电压等级的绝缘杆,并且该技术较为成熟。伸缩绝缘杆的应用可以避免人员登高作业,降低工作效率。

1.2 传感器固定结构设计

要满足远程测试过程中传感器与GIS壳体紧密接触避免测试时信号衰减,就必须对原有的传感器外壳进行重新设计并加装防护,来提高传感器的机械强度。因此根据超声波传感器的外形以及现场操作实际情况,设计了传感器固定结构,主要由弹簧底

座、外壳及传感器金属卡环组成,简易设计图如图2所示。

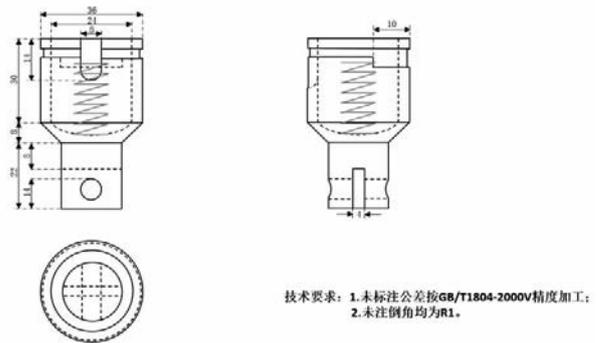


图2 传感器固定方式设计

主要设计思路:将传感器嵌入到外壳内,配置专用金属固定卡环;在外壳内底部设置弹簧底座,将传感器内嵌于卡槽中且依托于弹簧之上。传感器通过伸缩绝缘杆上举进行测试时,金属卡环可将传感器可靠固定于外壳内,弹簧将在传感器与壳体接触时进行缓冲并达到防止抖动的效果。

1.3 传感器与绝缘杆连接部分设计

测试过程中常常需要根据测试部位实时调整探头方向,现场作业时具有一定的不便。考虑这一因素,借鉴相机云台(见图3)可以万向转动的设计理念,设计了连接部分,如图4、图5所示。



图3 相机云台转动装置

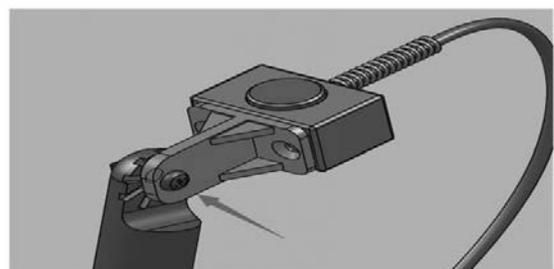


图4 模型

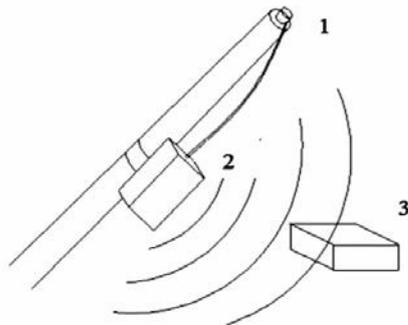
所设计的万能转向连接部分能够实现传感器的水平0°至360°、垂直0°至90°范围内任意角度固定。通过该设计理念可以高效地将传感器对准被测物外壳,实现有效贴合,更方便现场测量。



图5 实物

1.4 无线传输信号模块设计

Zigbee 技术是目前比较流行的有较大优势和较高关注度的无线传输技术,具有能量损耗较小、传输速率高的优点,且适合传输电气设备之间距离近的数据。这里通过无线传输技术,将传感器采集到的信号传输到主机,但这涉及信号衰减和延迟的问题。因此,在超声波传感器后方加装了一个信号调理器,并利用前置放大电路放大信号,再将接收到的信号汇集后用 ZigBee 技术传输回主机的方式,可以解决信号衰减和延迟问题,实现了信号无线传输。其设计简易图如图6所示。



1. 超声波传感器 2. 信号调理器 3. 信号处理及显示器

图6 简易设计示意

1.5 伸缩绝缘杆固定底盘设计

现场实际检测时需要对绝缘杆进行扶举,而

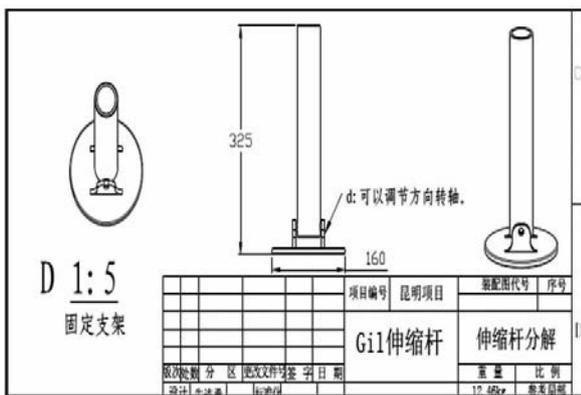


图7 伸缩绝缘杆固定底盘设计

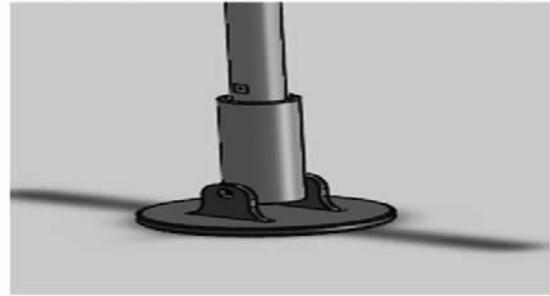


图8 伸缩绝缘杆固定底盘模型

人为施力容易造成绝缘杆移动,导致测试不准确。因此考虑在伸缩绝缘杆底部加装固定底盘,将绝缘杆部分放置固定在地面,使得测试过程中杆体稳定。固定底盘设计如图7所示,模型如图8所示。

所设计的固定底盘可自由调节绝缘杆角度(0°~90°),当测试杆长度大于 GIS 离地高度时,可调节绝缘杆角度,使其倾斜依靠 GIS 外壳以便测试。

2 现场检测

根据设计思路将各个部分组装后,在 220 kV 某变电站与传统的手持传感器测试方式取得的数据进行了对比,如图9所示,测试数据对比如表1所示。表2为测试时间对比。



(a) 传统测试方法

(b) 本装置测试方法

图9 带电局部放电测试仪超声无线测量装置应用前后对比

表1 GIS 设备局部放电测试数据对比

气室名称	测试值/(dB · mV ⁻¹)		误差率 /%
	传统方式	所设计装置	
2275 某二线断路器气室	0.81	0.80	-1.23
2275 某二线 电流互感器气室	0.92	0.95	+3.26
22757 某二线 隔离开关气室	0.84	0.84	0
2250 母联断路器气室	0.90	0.89	-1.11
22501 母联隔离开关气室	0.88	0.88	0
22502 母联隔离开关气室	0.92	0.89	-3.26
110 kV 母线筒	0.75	0.74	-1.33
1101 避雷器气室	0.83	0.80	-3.61
1101 断路器气室	0.98	1.00	+2.04
221Y 电压互感器气室	0.97	0.96	-1.03

表2 GIS设备局部放电测试时间对比

气室名称	测试时间/min		时差 /min
	传统方式	所设计装置	
2275 某二线断路器气室	28	8	20
2275 某二线 电流互感器气室	27	8	21
22757 某二线 隔离开关气室	31	11	20
2250 母联断路器气室	29	8	21
22501 母联隔离开关气室	28	9	19
22502 母联隔离开关气室	27	9	18
110 kV 母线筒	26	8	18
1101 避雷器气室	28	9	19
1101 断路器气室	27	7	20
221Y 电压互感器气室	28	7	21

由表1、表2可知,检测的数据误差率均在±5%以内,但大大缩减了检测时间,既省时省力,又避免了人员登高作业的危险。

3 结 语

1) 提出了一种新型超声波局部放电检测辅助装置的设计思路,在不改变原有测试仪结构的基础上,增加可拆卸的伸缩绝缘杆、超声波传感器固定组件、传感器与绝缘杆连接部分组件、无线传输信号组件以及伸缩绝缘杆固定底座。

2) 现场测试数据表明,所设计装置不仅实现了原有测试仪的功能,而且避免了人员登高风险以及防止传感器表面与GIS外壳发生碰撞和摩擦,提高了工作效率,降低了劳动强度。

参考文献

[1] 王迪. GIS局部放电检测技术研究及应用[D]. 秦皇岛:燕山大学,2016.

[2] 张洋. GIS局部放电带电检测技术研究与应用[D]. 北

(上接第79页)

变压器的安全运行是否存在危害,需要进一步研究。

参考文献

[1] 王建中. 变压器油中氢气含量异常的分析与处理[J]. 农村电气化,2006(6):26-27.

[2] 朱文兵,陈玉峰. 电力变压器状态监测参量及监测方法综述[J]. 山东电力高等专科学校学报,2011,14(6):8-12.

[3] 李浩纯. 分析化学手册 第五分册:气相色谱分析[D]. 北京:化学工业出版社,1999.

京:华北电力大学,2018.

[3] 王峥,袁乐童,智李. 超声波检测技术在GIS中的应用[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2018,40(4):64-67.

[4] 王志强. GIS局部放电检测方法探讨[J]. 自动化应用,2018(11):51-52.

[5] 国家电网公司运维检修部. 电网设备带电检测技术[M]. 北京:中国电力出版社,2015.

[6] 王磊. GIS设备超声波局部放电带电测试方法及故障研究[J]. 电声技术,2018,42(9):35-37.

[7] 郭路遥. GIS设备局部放电带电检测技术有效性研究[D]. 北京:华北电力大学,2018.

[8] 董化新,孙大为. GIS设备局部放电检测装置的研制[J]. 黑龙江电力,2008,30(6):433-435.

[9] 杨坤. 变电设备局部放电带电检测技术研究[D]. 济南:山东大学,2014.

[10] 戴武昌,赵永财. 一种新型的GIS局部放电检测便携装置[J]. 东北电力学院学报,2004(6):88-91.

[11] 高超,刘航,舒鸿科,等. GIS设备超声波局部放电带电检测操作杆总成[P]. 北京:CN204731376U,2015-10-28.

[12] 王斌,李杰,郑建,等. 一种便携式多功能局部放电检测用探测杆[P]. 山东:CN205786694U,2016-12-07.

[13] 王伟,张弛,李松原,等. 用于GIS超声波巡检的传感器固定装置[P]. 天津:CN204613250U,2015-09-02.

作者简介:

董小顺(1989),硕士,助理工程师,主要研究方向为高电压与绝缘技术;

刘 鹏(1987),硕士,工程师,主要研究方向为高电压绝缘技术;

王 喆(1990),工程师,主要研究方向为带电检测技术。

(收稿日期:2019-12-04)

[4] 谢超,郑望其,谭华安,等. 油色谱在线监测装置载气进入变压器本体情况分析[J]. 仪表技术,2014(8):35-37.

[5] 刘栋梁,王新彦. 浅谈变压器油中溶解气体在线监测系统的脱气技术[J]. 江苏电机工程,2009,28(3):72-73.

作者简介:

谭华安(1980),高级工程师,主要从事高压直流输电系统运维技术研究工作;

刘春涛(1981),高级工程师,主要从事高压直流输电系统运维工作。

(收稿日期:2019-12-04)