

# 带电检测技术在电网设备中的应用

胡明峰<sup>1</sup> 孙业雷<sup>2</sup> 毕玉江<sup>3</sup>

1. 山东联合电力产业发展有限公司 山东 济南 250101

2. 山东联合电力产业发展有限公司 山东 济南 250101

3. 山东德源电力科技股份有限公司 山东 济南 250000

**摘要:** 随着现代电力系统的不断转型升级,对于检测技术也提出了更高的要求,确保电力系统的稳定运行。带电检测技术可以突破传统检测模式的限制,无需停电也可完成检测,从而定量分析电网设备的运行状况,并准确定位故障位置,减少各种故障引起的供电中断。

**关键词:** 带电检测技术; 电网设备; 应用

**引言:** 当前,由于中国的信息经济和科技发展得很快,而国家电网的建设规模也逐渐增加,因此要求国家电网设备检测技术人员的任务量也在相应地增加。带电监测技术如今早已形成了供电设备监测的重点发展技术,它对于保证供电装置的稳定性以及相关监测的准确度有着十分关键的意义。但在带电测量技术的实践运用过程中,还是出现了若干问题亟待解决。

## 1 带电检测技术概述

带电监测是指在设备带电操作情况下,对设备状态量进行的实时监测,以电气设备出现质量问题时所导致的“声、光、电、磁、热”等异常现象为突破口,重点监测“振动、超声波、电磁波、发热”等数据,在揭示设备潜在的运行风险方面起到了实际作用。通过完善的带电监测、状态检测等诊断手段提取的仪器状态记录,可以更有效地对电力设备的健康状况评估,从而确定仪器异常,采用特制的测试仪器、仪表设备、对被检测的设备进行特殊的测试,可用来发现正在运行的电器设备中所产生的潜在性故障<sup>[1]</sup>。

## 2 带电检测技术的作用

带电检测技术是指对在通电状况下的供电设施开展状态检测工作,这一技术的运用可以进一步维护供电设施的工作稳定性,从而降低对电气设备检测成本。技术人员在使用带电检查技术时,通常都会通过专门的检测器具或特定的检测方法进行相关工作。应用带电监测技术能够准确检出供电设备工作时间的安全隐患,从而合理确定配电设施的使用年限,保证供电设施的工作质量。在外部条件不平衡原因的作用下,配电装置往往会在工作时间发生局部放电的问题,产生这些情况是由于配电装置绝缘装置所用的金属材料品质不良、整体设备长时间在潮湿环境工作,和配电装置内的孔洞以及杂物

等。有关人员在开展带电检查工作时,必须提高对局部放电问题的关注,并增加带电检查频次,为供电设施的正常运转和使用者的安全提供保证。

## 3 电检测技术重要性分析

### 3.1 安全角度

随着中国经济社会的发展和科学技术的提高,中国人民对生活品质的需求也越来越高,随着制造业、农村经济以及各种新兴产业的迅速发展,以及各种国际国内重要展会、重大庆典活动等的频繁举行,充能检测手段往往以其检测手段在带电短时间内检测,其灵活、高效、准确的特性在保电作业中起到了关键性作用。我国电力系统为了建设强大供电,近年来新建了许多变压器,电力设备数量大增,但这种装置能够正常稳定地工作是提高电源安全性的前提条件。近年来,对电力设备的检查策略也逐步地由过去定时停电检查向状态检测转变,其主要检测手段的重点也从定时停电检测,转变为越来越倾向于灵活、快捷的带电检查测试。而传统家用电设备的主要检测模式也一直是定期停电检测,但因为设备的大量集中停电,检测时间紧、任务重,而且设备使用票较复杂,极易出现误操作事件;设备频繁的停止、送电或运行,对设备本身运行状况也有一定作用;许多老旧装置由于设备陈旧,不能经受停送电源的大电流和强电动力的影响而不能开展停电测试。带电监测技术正好克服了上述问题,因而在智能供电系统的运行检测系统中的重要性更加突出。

### 3.2 技术层面

设备进行断电检查并不满足其正常工作条件,有时,测试人员已对设备进行过停电例行测试,营运后仍然出现现象,这说明了系统的某些潜在情况,在试验仪器停电时,使用了测量信号的情况下是不能检查出来

的。应用了设备带电作业状态检测技术,在设备的正常运行条件下就可以带电作业并进行设备状况检测,且不受总停电的干扰,并且还可以针对设备的情况灵活设定设备状态检测时间,以便于及时发现设备的问题,并了解问题的发展趋势。红外热像检测技术,能够很准确地检测到设备元器件的工作温度以及温度的变化,并且使用红高新科技外热图像技术,还能够很直观的观察设备中各点的温度值,从而快速确定了电子设备的总体工作状况等<sup>[2]</sup>。

#### 4 带电检测技术的应用分析

##### 4.1 红外线成像技术

红外测量技术对所监测的环境并无特殊要求,因此一般在测量时的配电装置上都可以采用这种测量方式,检测方法是通常对被测量设备进行大范围的快速扫描,应用于因电压引起的过热,能够实现被测装置整体过热状况的监控。在准确测量时主要是针对由于电流而产生发热内部故障,同时对于测量的环境和仪器设备也具有相应的条件,在测量时还必须减少因风速以及其他辐射所引起的影响,以免干扰被检测仪器的故障诊断。如今在实际使用中先采用常规的检查手段进行快速检测,继而再根据快速检测中所出现的情况做出精确检查,此类检验方法既可提高检验效率,同时也可增强检验的精度。由于因为环境因素的作用,造成器件的散热和热传导上的偏差,对得到的发热点的温度升高产生偏差,从而造成对所测器件过热问题的判定的错误。因为红外线测量设备可以看到配电装置外表的高温状态,对装置内部的高温状态无法进行了解,也无法对由于装置内部出现过热引起的异常进行检测。

##### 4.2 紫外成像法

紫外成像法主要是利用放电现象会产生的紫外线,通过探测设备有无紫外线产生,可以作为其是否存在放电现象的依据。目前常用的紫外电晕检测仪主要就是利用设备放电时产生的紫外线信号,在经过处理之后可以与可见光影像相结合,从而确定放电位置以及严重程度,从而评估设备的整体运行状况。该方法多适用于检验设备的绝缘子、管母,可以观察有无碳化通道、电蚀伤、导线外伤、绝缘缺损、设备污染等情况。虽然其具有无损检验的优势,但是由于应用时间短,国内外尚未对电晕是否会影响设备运行以及设备是否需要进一步处理给出明确结论,因此对于该技术还需要进一步的研究。总体来说,紫外成像技术可以与红外检测法联合应用,可以进一步提高电网设备故障的检测能力。

##### 4.3 超声波检修技术

在发生局部放电情况之前,在其位置附近的电场应力、介质应力和粒子力必须彼此保持平衡。当发生局部放电现象时,可能会引起电量的迅速释放或转移,正负电荷之间会发生的电流中和现象,从而产生了电压陡脉冲现象,这一情况会导致局部放电现象在很短时间内受热量的作用而产生膨胀现象,从而造成仪器内部发生了类似于“爆炸”的现象。局部放电结束时,受热而产生膨胀的位置又回复到了原来位置。当物质的扩张和压缩同时发生时,周围介质的疏密程度也发生了改变,使得在放电中心周围的电场应力、介质应力与粒子力间的平衡被打破,产生一定范围的振动过程,形成工作频率为20~200kHz范围内的声音现象,另外,也可引起配电装置的金属外壳表面产生的声音样式,包括纵波、横波、表面波等。必须注意的是,由局部充放电所产生的声辐射也包括在整个声谱范围中。超声波检测设备也被用作配电装置发生表面放电后的检测,把超声波测量装置的感应器直接放置到配电装置的金属表面上,进行了局部放电声信号的测试,在测量结果中,局部放电的强度与声音的震荡幅度和声音相位直接有关。如果放电程度一致,则声波的震荡幅度可能被传播介质的弹性参数所影响。通常,固态介质与液态介质都不能对其形成产生很大影响,但气体介质却会增加振动情况。超声波检修技术,对配电变压器、环网柜、配电箱、电缆分支装置和断路器等配电装置的放电信息除了具有较好的检测功效外,还可以进行如SF<sub>6</sub>等无法直接观察气体的泄露状况的检测,通过研究空气介质中声波的影响现象,能够掌握配电装置的工作状态。必须注意的是,电缆的端子和连接器这些地方如果进行局部放电,一般不会引起很大的震动,所以针对上述区域的状态检修一般不使用超声波检测设备<sup>[3]</sup>。

##### 4.4 高频检修技术

高频检测技术的基本原理,是通过使用频率范围为3~30MHz的高电压脉冲采集配电装置中出现局部放电问题后所形成的电压脉冲信号,进而分析电压脉冲信号,了解在带电的工作状态下配电装置的绝缘情况。当配电装置出现局部放电现象时,所形成的磁场向装置内不同介质传递,会形成新的电磁场,在电磁场中,可以使用计算机断层扫描等技术手段检测电压。在检测设备时,通过提高设备检测的频率就可以保证所获取的电磁波信息更具备及时性,在同步输入端口就可以完成对线圈内相位信息的收集工作。得到了放电法后的光波形状后,才能通过群集分析正确区分放电信号与干扰信号,从而减少了干扰信号所引起的噪声等,对电磁波的信息分析

操作也造成了不良干扰。研究各种信号的分离现象,可以判断放电类型。所以,高频探测设备比较适用于对复杂带电装置的检测工作。高频检测技术主要是指对于高频状态下的穿心式电流互感器测试结果的检测,根据接地线的交叉互连线以及配电装置的局部放电状态,通常将传感器设备安装在供电终端设备和配电装置电缆的连接处。使用高频检测技术,可以监测小颗粒毛刺和在绝缘盆内故障时的放电状况,不过这种检测方法在使用中往往容易受到外部不安定因素的影响,使得检测结果的可靠性不能得以保证。所以,有关技术人员在开展配电装置检测中,必须充分防止其他原因对检测项目产生影响,并对相同情况进行反复检查,以确保结果的真实性。

#### 4.5 氧化锌避雷器带电测试

对金属氧化锌避雷器的带电测试,将重点检测在其工作中的泄漏电压大小。全电压设定值的大小最能体现氧化锌避雷器的绝缘情况,而其阻性泄漏电流值的高低是表现绝缘性能好坏的最灵敏指标。无间隙金属氧化物避雷装置泄漏电流带电测试所通过的MOA运行在全电流,以及分析基殃和三次谐波的阻性电流变化等,均反应了MOA工作中的诸如受潮、老化等恶劣状况。通过计数器上附有的泄漏电流表,可在线测量MOA全电流;而MOA带电的日常巡检管理仪器,则可检测全电压和高阻性电压,并动态检测避雷设备的绝缘状态。

### 5 电网设备应用带电检测技术的优化策略

#### 5.1 加强监督,规范管理

随着中国电力科技的进一步发展。目前,市面上虽然存在着众多的带电测量侧背产品,但是因为部分设备在产品上无论是有效性或可靠性等方面均不能得到合理提高,加之部分产品自身质量也不符合市场要求,所以并不能真正发挥带电测量技术的积极效果。因此,为了改变这样的现状,作为供电公司方面,应该务必加大对带电检查工作的监督力度,并在充能检验技术方面进行持续地完善以及建立科学合理的检验规范,这样方能推动公司对电力设备的管理逐渐向标准化的方面发展。

#### 5.2 完善数据采集工作

电力企业需要构建高水平的检测团队,并且要制定完善的管理规范,对电网设备进行大范围、多渠道的设备检测与数据采集,从而为带电检测技术标准制定提供相应的数据支持。各企业之间也要相互交流,实现信息

共享,分享带电检测技术的应用经验,逐步提升带电检测技术的应用能力,对断路器、互感器、GIS设备以及变压器等重要的电网设备配置高性能的检测仪器,从而及时发现设备故障,尽早排查故障,避免影响电力系统的运行状况。

#### 5.3 加大仪器的配置力

为真正充分发挥电力设备中带电监测技术的优越性,首当其冲之务就是要保证对监测中每一种仪器设备的配备力度。所以,人们需要针对国情设置高水平的电力装置监测设施,充分利用科学合理的监测技术来保障电力装置监测技术的安全性。因此,对二百二十Kv的变压器、传感器和GIS等大型的变电装置,需要按照现场状况合理增加监测仪器的安装能力,这可以在很大的范围上提高电网装置的检测效能,以便确定电网装置可能出现问题的精确位置,提高动力系统工作的安全性<sup>[1]</sup>。

#### 5.4 结合在线监测

深化检修带电监测技术的使用与发展,尚需结合先进电力设备的在线监测技术,因为只有二者的充分几何,方能确保了带点测量与在线检测现场数据的准确性,从而为先进电力设备的检测工作奠定了物质基础,进而有利于先进电力设备充能检验工作的全面开展。与此同时,政府唯有给予更完善的家庭用电设备监测技术。方能够促使电力装置的检测管理工作逐渐向规范化、标准化的方向发展,从而推动有效电力装置监测技术管理体系的建立,并最终为电力装置监测技术的成功实现提供保证。

#### 结语

电力设备的运行是电力系统高效率和安全可靠工作的关键保障。不断创新和发展中国电力设备的带电检测方法,确保带电检测方法在中国电网系统运行中的合理运用,从而提升电力系统的效率,提高动力系统的安全运行。

#### 参考文献

- [1]王永胜.带电检测技术在电网设备中的应用[J].百科论坛电子杂志,2020(9):1406.
- [2]李函,张凯铃,林红仔.立体带电检测技术在电网设备中的应用[J].电力系统装备,2021(10):185-186.
- [3]任昊,王麒.带电检测技术在电网设备中的应用分析[J].建筑工程技术与设计,2017(29):267-267.