

紫外成像技术在高压设备带电检测中的应用

戴利波

(彼岸科仪有限公司广州办事处, 广东省广州市 510600)

摘要: 以南非 CSIR 公司生产的 CoroCAM IV+ 紫外成像仪在中国的使用情况为依据, 介绍了紫外成像技术的基本原理以及进行高压电力设备检测的方法。通过现场试验, 提出了紫外成像技术在电力系统中的具体应用, 例如导线外伤探测、高压设备污染检查、绝缘子放电检测、绝缘缺陷检测等。

关键词: 紫外成像技术; 电晕; 带电检测

中图分类号: TM835

0 引言

目前, 进行高压设备放电检测常用的仪器有超声波检测仪和红外热像仪等。超声波检测原理是接收放电时发出的超声波, 将其转换为人们可听见的声音, 再根据其信号的强弱判断放电的位置和强度, 这种方法很难直观地准确定位远距离的放电点, 定量分析也十分困难。用红外热像仪可检测放电积累或漏电流引起的温升, 但这是一种间接检测放电的方法。利用紫外成像技术可以直接观察放电情况, 使得现场人员能迅速准确定位放电点, 并可通过记录的动态录像来分析放电的危害程度。彼岸科仪有限公司自 2002 年 8 月以来在国内几个大城市电力企业的高压试验室进行了紫外成像仪的应用试验, 并在高压现场进行了检测。

1 检测原理与方法

在高压设备电离放电时, 根据电场强度(或高压差)的不同, 会产生电晕、闪络或电弧。电离过程中, 空气中的电子不断获得和释放能量。当电子释放能量(即放电)时, 会辐射出光波和声波, 还有臭氧、紫外线、微量的硝酸等。紫外成像技术就是利用特殊的仪器接收放电产生的紫外线信号, 经处理后成像并与可见光图像叠加, 达到确定电晕的位置和强度的目的, 从而为进一步评价设备的运行情况提供依据。紫外线的波长范围是 $40\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$, 太阳光中也含紫外线, 但由于地球的臭氧层吸收了部分波长的紫外线, 实际上辐射到地面上的太阳紫外线波长大都在 300 nm 以上, 低于 300 nm 的波长区间称

为太阳盲区。

空气中的氮气电离时产生紫外线的光谱大部分波长在 $280\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$ 的区域内, 只有一小部分波长小于 280 nm , 即处于太阳盲区内, 若能探测到, 只可能是来自地球上的辐射。试验采用新一代紫外成像仪 CoroCAM IV+, 原理就是利用这一段太阳盲区, 通过安装特殊的滤镜, 使仪器工作在紫外波长 $240\text{ nm} \sim 280\text{ nm}$ 之间, 从而, 在白天也能观测电晕。参见图 1、图 2。

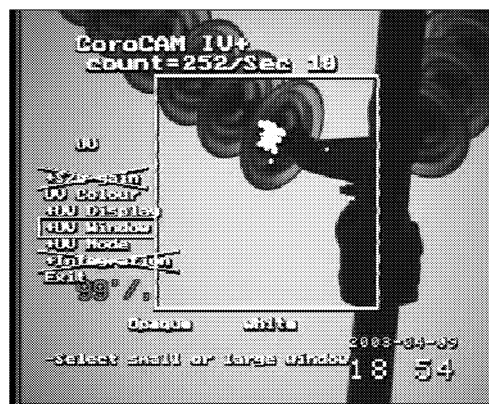


图 1 绝缘子表面因污染产生电晕
(摄于长沙某 220kV 变电站)

Fig. 1 Corona on surface of polluted insulators

由于电晕一般在正弦波的波峰或波谷产生, 且高压设备的电晕在放电初期是不连续且瞬间即逝的, 紫外成像仪根据电晕的这个特性, 在观测电晕时, 有以下 2 种模式可供选择:

a. 活动模式。实时观察设备的放电情况, 并实时显示一个与一定区域内紫外线光子总量成比例的数值, 便于定量分析和比较分析。

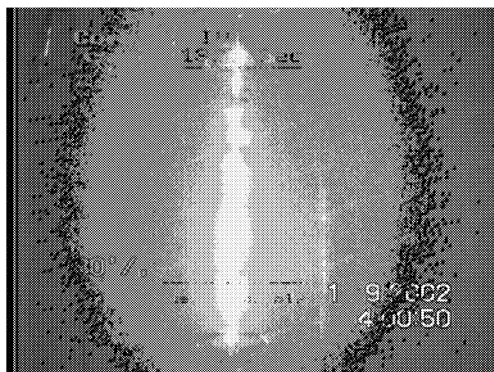


图2 合成绝缘子闪络击穿时的电晕
(摄于某厂,试验品达不到耐压值)

Fig. 2 Corona of flashover and breakdown
of composite insulators

b. 集成模式。将一定时间区域内(该区域长短可调)的紫外线光子显示并保留在屏幕上,按照先进先出(FIFO)和动态平均的算法实时更新。该模式下若正确调节仪器,可清楚地看到设备放电区域的形状和大小。

2 应用

凡是有外部放电的地方都能用紫外成像仪观察到电晕,这意味着该技术在高压带电检测领域的应用范围很广。我们在一些绝缘子厂、变电站、中试所进行了现场试验,根据试验情况,大致有以下几方面的应用。

a. 导线外伤探测

导线架线时拖伤、运行过程中外部损伤(如人为砸伤)、断股、散股等均可检测。导线表面或内部变形都可能导致其附近电场强度变强,在满足条件时会产生电晕。这种电晕用人工方式难以判断,但用紫外成像技术可轻松检测到。这对于日常巡查和检验工程质量很有意义。

b. 高压设备污染检查

污染物通常表面粗糙,在一定电压条件下会产生放电。导线的污染程度及绝缘子上污染物的分布情况等,都可利用该技术有效地进行分析。若配合使用高倍望远镜进行观察,可为制定科学的检修计划和防止污闪及爬电的发生提供依据。

c. 绝缘子放电检测

劣化积污导致盐密过大,在一定条件下会放电,单纯的绝缘子劣化也会产生电晕。利用紫外成像技术在一定灵敏度和一定距离内可观察到放电,便

能对劣化的绝缘子进行定位、定量的测量并评估其危害性(这在以前很困难)。

d. 绝缘缺陷检测

在对试验品进行电气耐压试验时用紫外成像仪进行观察,若在试验时发生闪络,则试品肯定不合格;若观察到电晕,则应根据电力产品的材料、结构形状、使用情况来综合评估是不是绝缘缺陷及缺陷的严重程度。另外,紫外成像的检测结果可为电力产品的绝缘诊断与寿命预测提供大量信息,可建立综合档案资料,以便更好地诊断、分析和评估,甚至可形成行业标准。

e. 高压变电站及线路的整体维护

由于我国气候潮湿,加上近年工业化进程加快,环保力度不够,一般大城市高压变电站内放电点随处可见。传统的放电异常判别方法有听声音和夜间观察放电等手段。由于很多设备的放电并不影响其正常运行,所以,听声音的方法无法排除干扰和主观因素,且受侦测距离的限制,通常不能作为判断的依据。当绝缘设备放电到夜间见光的时候,已经是十分严重了,很多事故正是在绝缘设备未见可见光放电的情况下突然闪络击穿引起的。应用紫外成像技术,可以在地面或直升机上全面扫描变电站和线路上的设备,并根据经验判断哪些电晕是正常的,哪些是不正常的,这种动态监督异常现象的方法,为采取合理的维护措施提供了依据。

f. 寻找无线电干扰源

高压设备的放电会产生强大的无线电干扰,影响到附近的通信和电视信号的接收等,使用紫外成像技术可迅速找到无线电干扰源。

3 结语

实践证明,紫外成像技术能有效和直观地观测到高压设备放电的情况,为带电检测提供了新的诊断手段,且发展到了可在白天进行检测的水平。相信,将来应用领域会更广。紫外成像技术与红外成像技术是互补关系,紫外检测放电异常,红外检测发热异常,这两项技术的结合应用,将会大大提高高压设备故障点的全面检测能力,也为高压产品的可靠性研究提供了手段。

戴利波(1976—),男,助理工程师,从事自动化产品的应用、研发、引进、销售。E-mail: daly@peiport.com.cn