

紫外成像技术在电力设备故障检测中的应用初步研究

江志文¹, 叶会生¹, 雷红才¹, 藏春艳²

(1. 湖南省电力公司试验研究院; 湖南 长沙 410007; 2. 华中科技大学, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 紫外成像技术通过特殊的设备检测电气设备放电时产生的紫外光子来检测放电点, 通过检测到的光子数量来表征放电的强度, 可有效地指导运行、检修工作。

关键词: 紫外成像; 紫外光子; 放电; 电气设备; 故障检测

中图分类号: TN23; TM85 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-0198(2009)01-0010-04

Application of UV imaging technology in detecting electric power equipment fault

JIANG Zhi-wen¹, YE Hui-sheng¹, LEI Hong-cai¹, ZANG Chun-yan²

(1. Hunan Electric Power Test & Research Institute, Changsha 410007, China; 2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: UV-photons can be used to detect discharge point of power equipment by using special U-violet detection instrument. The number of UV-photons can be characterized as the degree of discharge and give reference to direct operation and maintenance.

Key words: U-violet detection; U - Violet photons; discharge; power equipment; malfunction detection

1 引 言

随着电网电压等级的提高, 输变电设备的放电问题也日益突出。这些放电本身会造成能量损失, 其产生的电磁辐射、噪声干扰也给环境带来一定影响。同时, 某些异常的放电也是设备故障的先期征兆, 因而要求运行、检修人员能快速、准确地找到放电点并加以分析处理。在这种背景下, 诞生了紫外成像检测技术。

2 检测原理

紫外成像技术是利用特殊的仪器接收电晕放电时, 设备表面附近空气中的 N_2 电离、复合过程中产生的紫外线信号, 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。一般来说, 紫外线的波长范围是 $40 \sim 400 \mu\text{m}$, 太阳光中也含有紫外线, 但由于地球的臭氧层吸收了部分波长分量, 实际上辐射到地面上的太阳紫外线波长大

都在 $300 \mu\text{m}$ 以上, 低于 $300 \mu\text{m}$ 的波长区间称为太阳盲区。空气中的 N_2 电离时产生紫外线的光谱大部分波长在 $280 \sim 400 \mu\text{m}$ 区域内, 只有小部分波长小于 $280 \mu\text{m}$, 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。现有的能够在白天工作的紫外检测仪就是利用“太阳盲区”原理进行工作的。

3 国内外研究应用情况

前苏联的西伯利亚电力科学研究院于 1984 年左右开始将此项技术应用于电力系统的故障检测; 美国电力科学研究院 (EPRI) 与其他公司合作, 经过 3 年的研究探索, 已经编写了 1 份架空线电晕现象的评估导则, 此外, 也有其他国家将紫外成像检测技术应用于输电线路放电检测、发电机线圈表面放电检测的报道。

国内的有关研究机构、电力公司等, 近几年也开始了这方面的研究工作: 武汉高压研究院在

1 000 kV 特高压基地的建设调试过程中,应用此项技术,准确地找到了放电源,解决了噪音干扰的问题;上海电力公司已经开始运用紫外检测技术指导带电水冲洗;河南、贵州、湖北、辽宁等省电力科研机构已开始了此方面的研究,并已取得了一定的进展。

4 紫外成像的实验室研究

当设备内部存在空气间隙放电时,由于 N_2 电离、复合,势必会产生紫外光子。如果紫外光子能

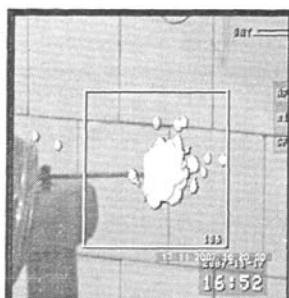


图 1 无外界屏蔽

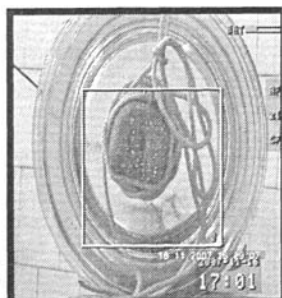


图 2 玻璃绝缘子屏蔽

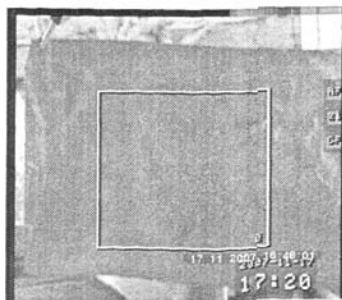


图 3 铜箔屏蔽 (厚: 0.3 mm)

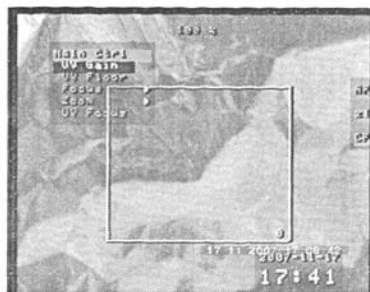


图 4 铝箔屏蔽 (厚: 0.1 mm)

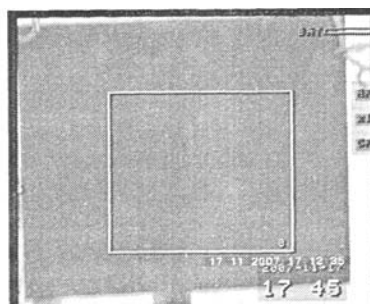


图 5 硅橡胶屏蔽 (厚: 1.5 mm)

够穿透介质,则可利用紫外测试仪器检测设备内部放电。试验室内采用介质分别为玻璃、铜箔、铝箔、硅橡胶片等,使用南非产 corocam504 紫外检测仪。

试验自做 1 根针电极,用普通串级式试验变压器升压,加压到 20 kV。图 1 为加压至 20 kV 用紫外仪直接观测到的图片,图 2 至图 5 为在紫外仪至针电极之间加不同屏蔽物后加压至 20 kV 用紫外仪观测到的图片(屏蔽物距针 10 cm)。试验表明,紫外光子不具有穿透性,即紫外检测技术不能检测设备内部的放电性故障。

5 现场应用

5.1 输电线路绝缘子放电检测

图 6,图 7 为直流 500 kV 江城线 991 塔(耐张塔)同一位置绝缘子污闪图片。图 6 中,中间串左起第 4 片绝缘子已经爬电。现场应用表明,紫外成像技术可准确发现线路绝缘子放电性故障。

5.2 变电站电气设备放电检测 (见图 8~11)

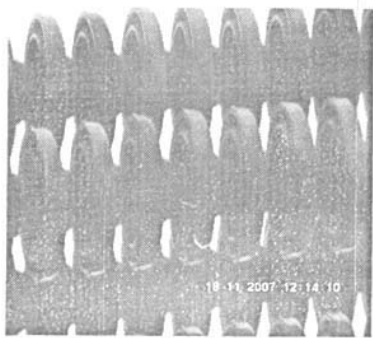


图 6 用普通 DV 拍的画面

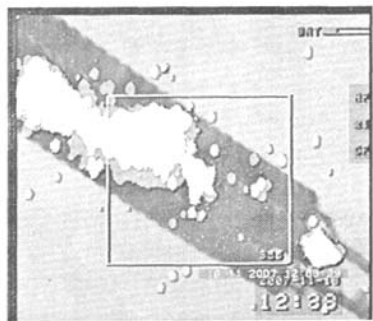


图 7 用紫外成像仪拍的画面

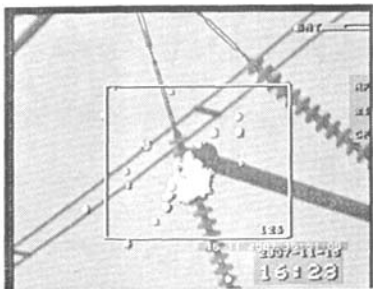


图 8 管母线均压球放电

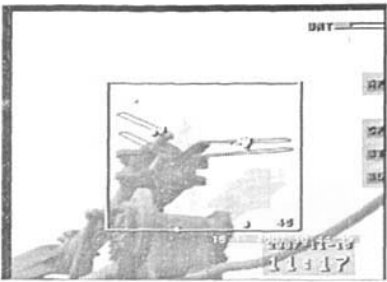


图 9 隔离开关触头放电

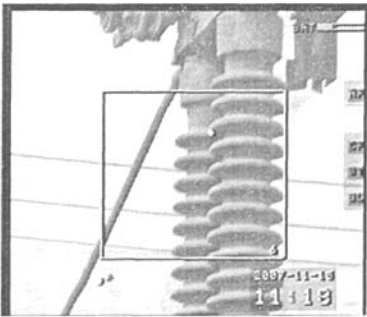


图 10 隔离开关支柱瓷瓶放电

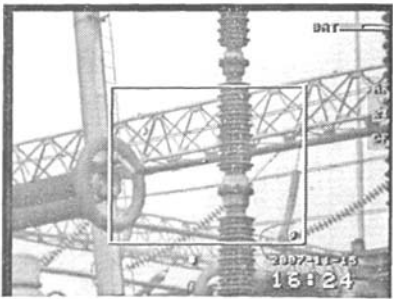


图 11 管母线支柱瓷瓶放电

6 紫外应用尚需解决的问题

紫外成像检测技术作为一种输变电设备的新型检测手段，其全面应用仍有几个技术难题亟待解决：

6.1 紫外光子标定问题

现有紫外检测设备,都以检测到的紫外光子数量多少来表征放电强度,但仪器显示的光子数与仪器自身的增益(可调)密切相关,而且与检测仪器与放电点的距离、空气湿度等环境因素有关,要准确反应放电强度,必须对仪器显示的光子数进行有效标定。

6.2 放电强度的量化问题

以往利用紫外成像仪在现场进行电晕放电检测的过程中,是根据仪器所显示的单位时间内紫外光子数对电晕放电强度进行量化的。

这种量化手段的特点是可以实时统计单位时间内目标电晕发生时带电粒子电离和复合过程中所发出的紫外光子,并以此为参量表征电晕放电的强度。但是这种手段没有客观比较的依据,即依据这样的参数,不能有效判断(电气设备)电晕放电处在什么阶段,是否存在即将发生闪络的危险,也不能有效判断(输电线路)电晕损失是否在正常的范围之内。

因此,利用紫外成像重新选择合适的表征参数对电晕放电强度进行量化,找出此参数和电晕放电各阶段的对应关系,并作为今后判断电晕放电强度的依据,这是今后紫外成像检测电晕放电的重要研究内容。

6.3 对放电导致后果的评价问题

不同设备或同一设备不同部位的放电所导致的后果不同。如设备均压环上的放电,在一定时间段内不会影响设备的安全稳定运行,而绝缘套管表面的放电,则有可能导致系统事故。因而,正确评估放电后果,也是紫外成像检测技术在系统中应用亟需解决的一大问题。

7 结束语

(1) 紫外成像检测技术能有效、直观地观测到高压设备外部放电的情况,为带电检测提供新的诊断手段。

(2) 紫外成像检测技术在电力系统故障检测中全面应用还需进行大量的试验、研究工作。

参 考 文 献

- [1] 傅晨钊,等. 紫外电晕检测仪检测线路绝缘子的模拟试验[J]. 华东电力, 2005, 33(6): 50~53.
- [2] 蓝耕,等. 紫外电晕检测技术在变电站设备带电水冲洗中的应用研究[J]. 华东电力, 2006, 34(7): 111~112.

作者简介:

江志文(1976—), 工程师, 现从事高电压试验及研究工作。

(上接第9页)

- [15] 朱顺泉. 基于突变级数法的上市公司绩效综合评价[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(2): 34~38.
- [16] 周荣义, 黎忠文, 牛会永. 基于突变理论的油库火灾爆炸分析与模糊动态评价[J]. 中国安全学报, 2006, 16(6): 97~101.

作者简介:

周 晖(1964—), 女, 副教授, 硕士生导师, 从事电力负荷预测、电力市场运营、电力系统经济调度方面的研究。

王 毅(1957—), 男, 教授, 博士生导师, 从事高电压、智能电器, 电气设备检测等方面的研究。

王 玮(1959—), 男, 教授, 硕士生导师, 从事 MIS、电力系统分析与控制、电气设备检测等方面的研究。

紫外成像技术在电力设备故障检测中的应用初步研究

作者: [江志文](#), [叶会生](#), [雷红才](#), [臧春艳](#), [JIANG Zhi-wen](#), [YE Hui-sheng](#), [LEI Hong-cai](#), [ZANG Chun-yan](#)

作者单位: [江志文, 叶会生, 雷红才, JIANG Zhi-wen, YE Hui-sheng, LEI Hong-cai \(湖南省电力公司试验研究院, 湖南, 长沙, 410007\)](#), [臧春艳, ZANG Chun-yan \(华中科技大学, 湖北, 武汉, 430074\)](#)

刊名: [湖南电力](#)

英文刊名: [HUNAN ELECTRIC POWER](#)

年, 卷(期): 2009, 29(1)

被引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. 傅晨钊 [紫外电晕检测仪检测线路绝缘子的模拟试验](#)[期刊论文]-[华东电力](#) 2005(06)
2. 蓝耕 [紫外电晕检测技术在变电站设备带电水冲洗中的应用研究](#)[期刊论文]-[华东电力](#) 2006(07)

相似文献(6条)

1. 会议论文 [何爽, 臧春艳, 尹小根, 雷红才, 蒋正龙, 叶会生, 何俊佳](#) [污秽绝缘子的紫外成像检测](#) 2009
绝缘子积污是电力系统常见的一种现象, 严重时可能引起绝缘子串闪络, 导致大面积、长时间的停电事故, 现已成为对电网安全最具威胁的因素之一。目前的检测手段存在着固有的缺陷和局限性, 如红外检测存在检测盲区, 不能检测早期故障。本文研究如何用紫外成像法检测绝缘子的绝缘状况, 采用固体涂层法模拟线路上的绝缘子串积污, 通过导电杆对积污绝缘子串加压, 用CoroCAM504紫外成像仪观察其紫外成像图。实验结果表明, 紫外光子数的最大值与对应时间段的泄漏电流的最大值有着较好的对应关系。在环境湿度较大, 如毛毛雨、雾等天气条件下, 用紫外成像仪可以检测积污程度在a级以上的绝缘子, 这为紫外成像仪在工程实际中的应用提供了一定的依据。
2. 期刊论文 [肖猛, 文曹, XIAO Meng, WEN Cao](#) [一种新型绝缘子带电检测方法-紫外成像法](#) -[高电压技术](#)2006, 32(6)
用泄漏电流法来检测绝缘子的运行状态是目前常用的检测方法, 但有工作量大、数据不能做到综合的分析不足之处。因此提出一种新的检测方法-紫外成像法, 即通过用紫外成像仪观察线路绝缘子的紫外成像特点来分析其沿面放电特点, 从而判断绝缘子的运行状态。试验证明, 绝缘子盐密越大, 紫外光子数越多;由弱电过程中紫外光子数量可以已能污秽绝缘子的弱电阶段。
3. 期刊论文 [叶会生, 刘敏, 雷红才, 臧春艳, 蒋正龙, 江志文, 周卫华](#) [紫外成像仪在电力设备缺陷检测的应用研究](#) -[华中电力](#)2009, 22(5)
采用针-板间隙产生极不均匀场, 施加一定的电压使针产生稳定的电晕放电, 分析了紫外光子数与距离、增益的关系;然后进行了零值、污秽绝缘子及均压环安装不平、导线“断股”等缺陷的模拟试验。试验结果表明, 利用紫外成像仪能对这些缺陷进行有效的检测。值得进一步深入研究紫外成像仪在电力设备缺陷检测的应用。
4. 会议论文 [肖猛, 文曹](#) [一种新型绝缘子带电检测方法——紫外成像法](#) 2007
用泄漏电流法来检测绝缘子的运行状态是目前常用的检测方法, 但有工作量大、数据不能做到综合的分析不足之处。因此提出一种新的检测方法-紫外成像法, 即通过用紫外成像仪观察线路绝缘子的紫外成像特点来分析其沿面放电特点, 从而判断绝缘子的运行状态。试验证明, 绝缘子盐密越大, 紫外光子数越多;盐密越小, 紫外光子数则越少。
5. 期刊论文 [叶会生, 雷红才, 臧春艳, 蒋正龙, 江志文, 何爽, 赵新杰, YE Hui-sheng, LEI Hong-cai, ZANG Chun-yan, JIANG Zheng-long, JIANG Zhi-wen, HE Shuang, ZHAO Xin-jie](#) [极不均匀场中电晕放电的紫外成像检测特性研究](#) -[高压电器](#)2010, 46(1)
目前, 紫外检测技术在电力系统的应用已受到广泛关注, 但其应用方法和标准都处在探索阶段。结合模拟试验方法, 研究紫外光子数与增益、距离之间的关系, 考虑极不均匀场下的电晕放电, 研究光子数与放电强度量化参数(局部放电量、电晕电流)的对应关系。试验结果表明, 增益、距离对光子数影响较大, 在应用中需选择合适的增益;光子数与距离基本成反比的关系, 且在一定程度上能反映出电晕放电强度变化趋势。
6. 会议论文 [叶会生, 雷红才, 臧春艳, 蒋正龙, 江志文, 何爽, 周卫华](#) [紫外成像仪在电力设备缺陷检测的应用研究](#) 2008
本文首先采用针-板间隙产生极不均匀场, 施加一定的电压使针产生稳定的电晕放电, 分析了紫外光子数与距离、增益的关系;然后进行了零值、污秽绝缘子及均压环安装不平、导线“断股”等缺陷的模拟试验。试验结果表明, 利用紫外成像仪能对这些缺陷进行有效的检测, 值得进一步深入研究紫外成像仪在电力设备缺陷检测的应用。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hndl200901003.aspx

授权使用: 武汉大学(whdx), 授权号: f2d7bb69-2a65-49b4-8c89-9df900fd73bc

下载时间: 2010年9月22日