

XLPE 电力电缆中局部放电检测及定位技术的研究现状

郭灿新¹, 张丽², 钱勇¹, 黄成军¹, 姚林朋¹, 江秀臣¹

(1. 上海交通大学电气工程系, 上海 200240; 2. 上海市电力公司, 上海 200122)

摘要: 综述了 XLPE 电力电缆局部放电检测技术的研究现状, 重点介绍了用于电缆的各种局部放电检测技术和定位方法。根据检测原理及选用传感器的不同, 目前电缆局部放电的检测方法大致有发声发射法、电容耦合法、电感耦合法、超高频法和方向耦合法等。对于电缆而言, 局部放电源定位具有重要的实际意义, 笔者在讨论电缆信号传输模型的基础上, 给出了目前主要的定位方法, 包括时域反射法及多种改进技术。根据各种方法优缺点的综合比较, 对各种方法的适用性分别进行了论述, 同时结合电缆局部放电检测的实际需求, 对未来的研究方向进行了展望。

关键词: XLPE 电力电缆; 局部放电; 局放检测; 局放源定位

中图分类号: TM247

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)03-0056-05

Current Status of Partial Discharge Detection and Location Techniques in XLPE Power Cable

GUO Can-xin¹, ZHANG Li², QIAN Yong¹, HUANG Cheng-jun¹, YAO Lin-peng¹, JIANG Xiu-chen¹

(1. Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

2. Shanghai Municipal Electrical Power Company, Shanghai 200122, China)

Abstract: This paper overviews the partial discharge detection techniques and partial discharge source location for cross-linked polyethylene (XLPE) power cable. According to different detection principles and chosen sensors, current methods for XLPE power cable partial discharge detection are classified into acoustic emission, capacitive coupling, inductive coupling, ultra high frequency and directional coupling, etc. As the significant importance of source location to power cable, widely used location methods including time domain reflectometry and improved techniques, are presented on the basis of transmission line model. The characteristics and applications of different detection methods are also compared and briefly analyzed respectively. In addition, the tendency of research is summarized and forecasted.

Key words: XLPE power cable; partial discharge (PD); PD detection; PD source location

0 引言

交联聚乙烯(XLPE)电缆由于其容易敷设、运行维护简便、耐高温和绝缘性能优良等特点, 被广泛地应用于配电网中, 逐步取代油纸绝缘电缆和架空线路, 而由 XLPE 电缆及电缆接头绝缘损坏等问题引起的电力故障事故也不断增加。XPLE 电缆大多以直埋、排管、隧道等形式铺设在地下, 增加了判断电缆工作状态正常与否的困难, 因此, 如何快速有效地通过各种检测手段判断电缆绝缘的劣化状态有着重要的现实意义。

目前, 电力电缆的检测方法主要有直流分量法、直流电压叠加法、电桥法、交流叠加法、低频叠加法、损耗电流测量法、局部放电等方法^[1-3]。而局部放电

(简称局放)法是较有效的电缆诊断工具, 能够在较宽的频带范围内获取电缆内由于绝缘劣化而产生的放电特征信息, 配合一定的数字信号处理方法, 可获得较高的检测灵敏度。对于电力电缆的局部放电检测, IEEE、CIGRE 等权威机构均制定了测试导则与规范^[4,5], 有助于实现电力电缆局放检测的标准化和规范化, 提高检测数据的准确性。

1 电缆局放检测方法

对电缆进行局放检测, 需要通过信号耦合方法, 把由于绝缘劣化而产生的放电信息耦合到观测系统当中。用于电缆局放的检测方法主要有发声发射法和电磁耦合法, 其中电磁耦合法使用的传感器可以分成电容型、电感型、超高频、方向耦合和金属膜传感器等。各种类传感器的放置位置及方法见图 1。

收稿日期: 2008-11-05; 修回日期: 2009-01-23

作者简介: 郭灿新(1980), 男, 博士研究生, 主要研究方向为局部放电检测、大型电力设备的在线监测及故障诊断。

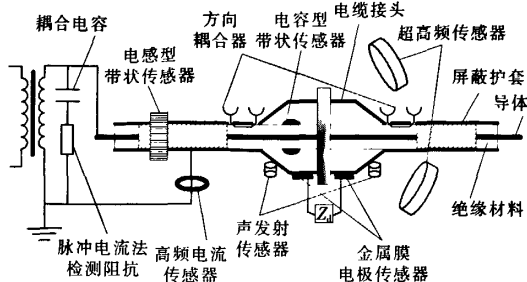


图1 电缆局放检测传感器放置图

1.1.1 声发射(AE)检测法

电力电缆内发生局放时会伴有声波发射现象,使用超声波传感器,能够探测出电缆和电缆附件中的局放现象^[6]。超声波检测法避免了与高压电缆等的直接电气连接,适用于电缆不需断电的局放在线检测。局放声波产生的频率范围为20~110 kHz,声发射检测法的灵敏度可达10 pC。

1.2 脉冲电流法

IEC 60270 标准^[7]规定了局放脉冲电流测试方法,即耦合电容法。由于脉冲电流法有统一的准则和规范,电力电缆离线局放检测广泛运用该测量方法。通过标定,可以检测出局放的视在放电量。脉冲电流法被认为是最灵敏的检测方法。

脉冲电流法需要接高压试验电源,不便于电缆局放在线或带电检测,一般用于离线局放检测。

1.3 电容型带状传感器

电容型带状传感器通常安装在电缆终端或者电缆接头内^[8,9]。由包裹在电缆绝缘外半导体层表面的环状金属带构成,见图2。高频局放脉冲会穿透半导体材料层向外泄漏,并被带状传感器检测到。

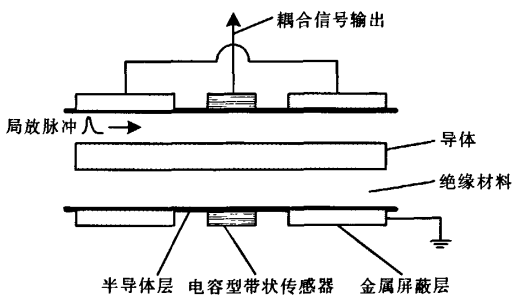


图2 电容型带状传感器

电容型带状传感器的检测灵敏度与带状金属片的面积成正比,但受到安装环境的制约。另外需要和外屏蔽层保持距离以保证能够检测到信号。

1.4 高频电流传感器(HFCT)

高频电流传感器法是常用的电缆局放信号的检测方法,使用 Rogowski 线圈耦合局放脉冲电流流过通路周围产生的电磁场信号,见图3。一般用于电缆局

放检测的 HFCT 选择 100 kHz~20 MHz 的带宽频段。

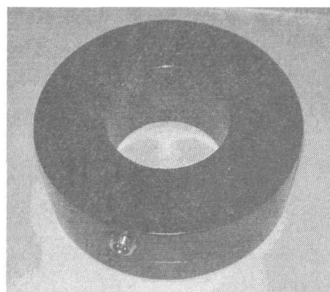
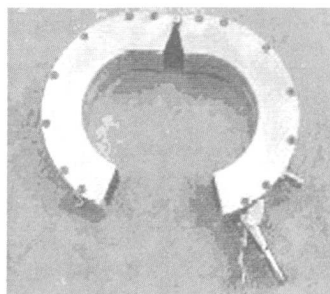


图3 高频电流传感器

HFCT 安装方便,且信号带宽可根据检测需要调整。但 HFCT 仅适用于电缆外屏蔽层有接地线的情况,对于有完全屏蔽的电缆, HFCT 套在电缆本体外难以检测到局放信号。

1.5 电感型带状传感器

电感型带状传感器围绕在电缆的护套外层,只适用于外屏蔽层是螺旋导线结构的电缆^[10],见图4。局放电流在外屏蔽层的螺旋导线中流动时可分解为沿电缆表面切向和沿电缆轴向两个方向的电流分量,其中轴向电流分量可在包绕电缆表面的带状传感器上产生感应电压。

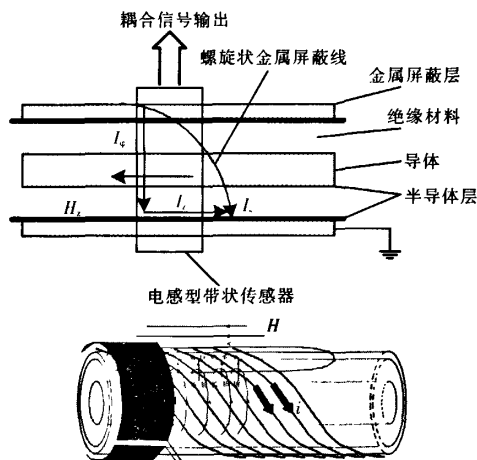


图4 电感型带状传感器

该传感器具有很宽的信号耦合频率带宽。但电

缆外屏蔽层与电感型带状传感器的互感较小,所以灵敏度较低。

1.6 超高频(UHF)传感器

电缆或者电缆附件内发生局放时,会向周围空间辐射出超高频电磁波,UHF检测法通过超宽频频带天线,可以检测到局放所激发的频率为300 Hz~3 GHz的超高频电磁波。常见的双臂平面等角螺旋传感器^[11,12],见图5,可用于外置式电缆局放检测及定位。

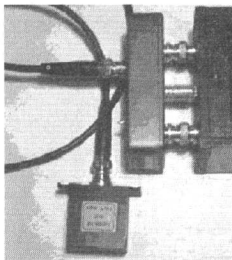
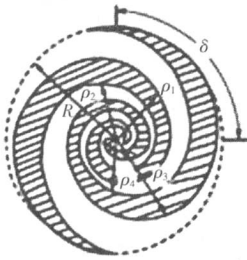


图5 外置式超高频传感器

在电缆头附件外装设屏蔽腔体,根据UHF信号耦合途径的不同,在腔体内放置电容型和电感型的UHF传感器,能够耦合到电缆接头内发生局放所泄漏的高频电磁脉冲^[13],见图6。

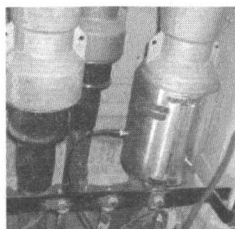
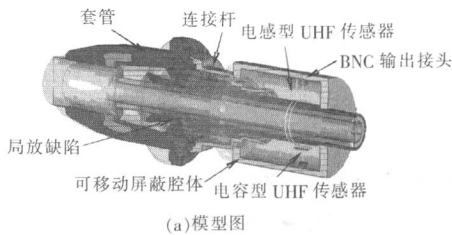


图6 电缆接头附件电容型及电感型UHF传感器

1.7 方向耦合传感器(DCS)

方向传感器安装在外半导体层和金属屏蔽层之间,见图7,装有金属带状片,并且在两个端口引出测量接头。当脉冲前行波经过方向传感器时,两个端口的电容耦合量极性相同,而电感耦合量极性相反,当电容耦合和电感耦合叠加在一起时,会出现一端信号比另外一端信号大很多的现象。

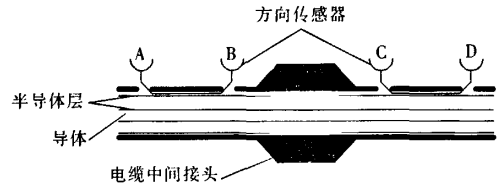


图7 方向传感器结构图

通过A、B、C、D等端口的信号反应,分辨来自外部的噪声以及发生自电缆接头内部的局放信号^[14],判断关系见表1。

表1 方向传感器信号方向判断关系

	A	B	C	D
信号来自左边	√		√	
信号来自右边		√		√
局放信号来自接头内部		√	√	

1.8 金属膜电极传感器

在长距离高压电缆一相交叉互连的绝缘接头两端,装设金属膜电极传感器,可检测绝缘接头两端的局放信号^[15],等效电路见图8。

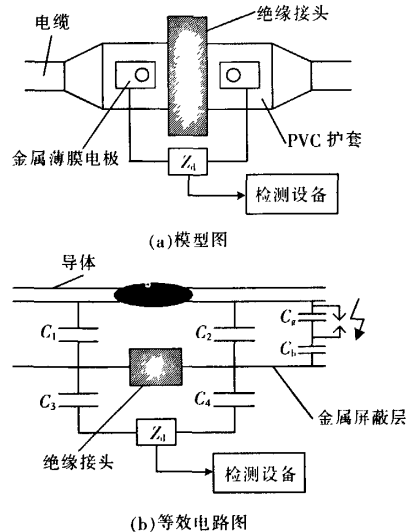


图8 金属膜电极用于绝缘接头局放检测

当图8(b)的等效电容发生局放时,可在检测阻抗 Z_d 上测到局放脉冲电流信号。金属膜电极传感器的灵敏度与金属膜的面积以及金属膜和电缆外半导

体层的间隙距离有关系。研究表明,该方法检测灵敏度可达 10 pC 。

2 局放信号传输模型及局放定位

2.1 电缆传输理论

许多学者对脉冲信号在电缆中的传输模型进行了深入研究,提出了频变参数模型(频率相关线路模型)^[16]、径向半导体损耗模型^[17]及 zCable 模型^[18]等。

根据经典的行波理论,把电力电缆视作同轴结构,求解波动方程组,可以得到电缆的特征阻抗和传播常数等参数,传播常数与信号频率相关,电缆中每个频率分量以各自的速率和衰减率传播。高频分量比低频分量衰减更快,随着信号沿电缆传播,局放信号变化特征表现为脉冲峰值减小、脉冲宽度扩展^[15]。

在局放源定位里面,脉冲信号的衰减和传播速度是关键参数。根据理论计算并经实际验证,电缆内局放脉冲的传播速度一般为 $160 \sim 170 \text{ m}/\mu\text{s}$ 。

2.2 局放源定位

在检测到局放脉冲信号的基础上,还应对外电缆中局放源进行定位,以协助电力电缆的故障诊断。

现在应用较多的基本局放源定位方法是时域反射法(TDR)。该方法计算同一脉冲在初次到达和反射到达电缆一端的时间差,并结合局放脉冲在电缆中传播速度等参数,对局放源进行定位,见图9。

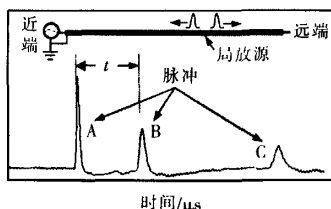


图9 局放源定位时域信号反射波形图

3 电缆局放检测相关技术发展

高频脉冲信号在电缆内的衰减、频散和反射等传输特性,使得单纯的 TDR 法一般只适用于短距离电缆局放检测。为了能够提高电缆局放检测的灵敏度和局放源定位的准确度,开展了多种局放检测技术的研究。

3.1 到达时间分析法(ATA)定位技术

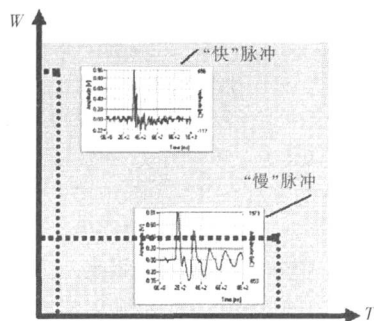
ATA 方法是在一段电缆线路上的每个接头处架设 HFCT 传感器,并同时采集各个传感器上的局放信号^[19]。由于每个传感器信号采集点具有时间同步刻度,通过比较各个接头上局放信号判断出局放源的位置。采样同步性可通过在各个接头之间架设光缆或使用 GPS 授时模块等方法实现。

ATA 法能够对长距离电缆进行局放定位,且较

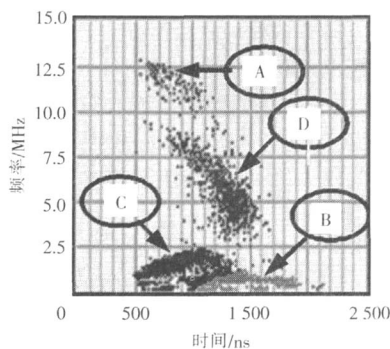
为精确。但要求每个检测点都能够实现信号同步采集,需要特定的同步方法,耗费资源较大。

3.2 幅频映射(AF映射)法定位技术

AF 映射法单独测量每个接头处的高频局放脉冲信号,提取每个单独局放波形,计算脉冲等效时间长度(记为 T)和等效频带(记为 W),每个脉冲的特征参数可以对应映射到 T - W 平面上^[20]。多个局放脉冲在映射图上形成多个簇,通过聚类分析等手段,归结多个主要的类,并提取某个类的局放脉冲群,分析该类局放的幅值衰减情况以判断局放源发生的位置,见图10。



(a)局放脉冲映射到 T - W 平面



(b)局放脉冲簇聚类分析

图10 局放脉冲特征提取和分析例子

AF 映射法也适用于长距离电缆局放定位,但定位精度较低。各检测点可以独立测量,工作量较小,降低测试成本并提高局放定位检测的可行性。

3.3 基于脉冲注入的局放定位方法

由于局放脉冲在电缆中传播过程急剧衰减, TDR 检测方法检测灵敏度较差,往往很难分辨出前后到达脉冲的相关性。为了提高检测灵敏度,使用脉冲收发器技术^[21],见图11。

在远端检测点同时架设 HFCT 和脉冲收发器。远端脉冲收发器通过 HFCT 检测局放信号,当发现出现高过设定阈值的脉冲信号时,会通过另外一个

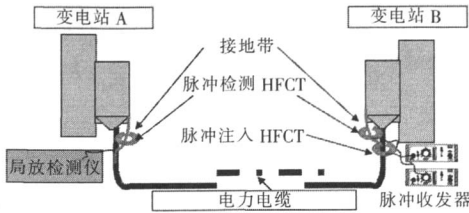


图 11 应用脉冲收发器的电缆局放定位系统

HFCT 向电缆注入高幅值能量脉冲信号,用以替代原来的发射脉冲,可检测灵敏度。

4 结语

目前,用于 XLPE 电缆的检测方法以脉冲电流法和高频电流传感法为主。电缆局放源定位主要以 TDR 方法为主,并采用各种改进措施。

现在的 XLPE 电缆现场局放检测和局放源定位的效果不甚理想,主要原因有:①现实电缆连接系统复杂,局放脉冲电流在电缆内部结构中的传播路径情况不定;②局放脉冲信号在电缆中传播与频率相关,受到衰减、频散、反射等因素影响,导致检测灵敏度较差;③电缆局放检测受窄带干扰、随机噪声等影响较大,一般的检测方法不具有很好的灵敏度。

XLPE 电缆局放源定位技术是电缆局放检测未来的发展方向,多种局放检测方法的组合使用有助于综合分析电缆局放状况。抑制噪声、提高传感器的灵敏度,是推广电缆局放检测应用的关键。如何解释分析数据、识别局放源类型乃至精确定位局放源,需要更多的现场检测经验和理论研究。

参考文献:

[1] 江秀臣,蔡 军,董小兵,等. 110 kV 及以上电压等级交联电缆在线监测技术 [J]. 电力自动化设备, 2005, 25(8): 13-17.

[2] 董小兵,蔡 军,江秀臣,等. 10~35 kV XLPE 电缆在线监测技术 [J]. 电力自动化设备, 2005, 25(9): 20-24.

[3] 罗俊华,马翠姣,邱毓昌. 交联聚乙烯电缆绝缘的在线监测 [J]. 高压电器, 1999, 35(6): 44-46.

[4] IEEE Std 400.3-2006. IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment[S]. 2007.

[5] LEMKE E, GULSKL E, HAUSCHILJO W, et al. Practical Aspects of the Detection and Location of PD in Power Cables [C]// CIGRE WG D1.33, Paris, 2006: 63-69.

[6] TIAN Y, LEWIN P L, DAVIES A E, et al. Acoustic Emission Techniques for Partial Discharge Detection within Cable Insulation [C]// IEE Eighth Int. Conf. on Dielectric Materials, Measurements and Applications, 2000: 503-508.

[7] IEC 60270-2000. Partial Discharge Measurement [S]. 2000.

[8] TIAN Y, LEWIN P L, DAVIES A E, et al. Partial Discharge Detection in Cables Using VHF Capacitive Couplers [J]. IEEE

Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation, 2003, 10(2): 343-353.

[9] ZHONG L, XU Y, CHEN G, et al. Use of Capacitive Couplers for Partial Discharge Measurements in Power Cables and Joints [C]// IEEE 7th Int. Conf. on Solid Dielectrics, Eindhoven, Netherlands, 2001: 412-415.

[10] GARCIA-COLON Y R. Power Cable On-line Diagnosis Using Partial Discharges Ultra Wide Band Techniques [C]// Large Engineering Systems Conf. on Power Engineering, 2001: 201-205.

[11] 钱 勇, 黄成军, 江秀臣, 等. 基于超高频法的 GIS 局部放电在线监测研究现状及展望 [J]. 电网技术, 2005, 29(1): 40-43, 55.

[12] ZHENG B, WANG W, LI C, et al. PD Detection of XLPE Cables Accessories on UHF [C]// IEEE Annual Report Conf. on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, 2005: 438-440.

[13] DENISOV D, KOHLER W, HOEK S M, et al. On-line Partial Discharge Diagnostics for Cable Terminaions [C]// XVth Int. Symp. on High Voltage Engineering, Ljubljana, Slovenia, 2007: 112-117.

[14] POMMERENKE D, STREHL T, HEINRICH R, et al. Discrimination between Internal PD and Other Pulses Using Directional Coupling Sensors on HV Cable Systems [J]. IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation, 1999, 6(6): 814-824.

[15] CHANG-YOUNG L, SEOK-HYUN N, SU-GIL L, et al. High Frequency Partial Discharge Measurement by Capacitive Sensor for Underground Power Cable System [C]// IEEE Int. Conf. on Power System Technology, 2000: 1 517-1 520.

[16] MARTI J R. Accuarte Modelling of Frequency-dependent Transmission Lines in Electromagnetic Transient Simulations [J]. IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, 1982, PAS-101(1): 147-157.

[17] STONE G C, BOGGS S A. Propagation of Partial Discharge Pulses in Shielded Power Cable [C]// Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Washington, 1982: 275-280.

[18] YU T C, MARTI J R. A Robust Phase-coordinates Frequency-dependent Underground Cable Model (zCable) for the EMTP [J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 2003, 18(1): 189-194.

[19] KATSUTA G, TOYA A, MURAOKA K, et al. Development of a Method of Partial Discharge Detection in Extra-high Voltage Cross-linked Polyethylene Insulated Cable Lines [J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1992, 7(3): 1 068-1 079.

[20] MONTANARI G C, CAVALLINI A, PULETTI F. A New Approach to Partial Discharge Testing of HV Cable Systems [J]. IEEE Trans. on Electrical Insulation Magazine, 2006, 22(1): 14-23.

[21] MACKINLAY R R, MICHEL M, RENFORTH L. Partial Discharge Measurements and Damage to High Voltage Cables [C]// Proc. INSUCON, Birmingham, 2006: 321-327.

作者: 郭灿新, 张丽, 钱勇, 黄成军, 姚林朋, 江秀臣, GUO Can-xin, ZHANG Li, QIAN Yong, HUANG Cheng-jun, YAO Lin-peng, JIANG Xiu-chen
作者单位: 郭灿新, 钱勇, 黄成军, 姚林朋, 江秀臣, GUO Can-xin, QIAN Yong, HUANG Cheng-jun, YAO Lin-peng, JIANG Xiu-chen(上海交通大学电气工程系, 上海, 200240), 张丽, ZHANG Li(上海市电力公司, 上海, 200122)
刊名: 高压电器 ISTIC PKU
英文刊名: HIGH VOLTAGE APPARATUS
年, 卷(期): 2009, 45(3)
引用次数: 0次

参考文献(21条)

1. 江秀臣, 蔡军, 董小兵 [110kV及以上电压等级交联电缆在线监测技术\[期刊论文\]-电力自动化设备](#) 2005(08)
2. 董小兵, 蔡军, 江秀臣 [10~35 kV XLPE电缆在线监测技术\[期刊论文\]-电力自动化设备](#) 2005(09)
3. 罗俊华, 马翠姣, 邱毓昌 [交联聚乙烯电缆绝缘的在线监测\[期刊论文\]-高压电器](#) 1999(06)
4. [IEEE Std 400.3-2006. IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment](#) 2007
5. [LEMKE E, GULSKL E, HAUSCHLIO W Practical Aspects of the Detection and Location of PD in Power Cables](#) 2006
6. [TIAN Y, LEWIN P L, DAVIES A E Acoustic Emission Techniques for Partial Discharge Detection within Cable Insulation](#) 2000
7. [IEC 60270-2000. Partial Discharge Measurement](#) 2000
8. [TIAN Y, LEWIN P L, DAVIES A E Partial Discharge Detection in Cables Using VHF Capacitive Couplers](#) 2003(02)
9. [ZHONG L, XU Y, CHEN G Use of Capacitive Couplers for Partial Discharge Measurements in Power Cables and Joints](#) 2001
10. [GARCIA-COLON Y R Power Cable On-line Diagnosis Using Partial Discharges Ultra Wide Band Techniques](#) 2001
11. 钱勇, 黄成军, 江秀臣 [基于超高频法的GIS局部放电在线监测研究现状及展望\[期刊论文\]-电网技术](#) 2005(01)
12. [ZHENG B, WANG W, LI C PD Detection of XLPE Cables Accessories on UHF](#) 2005
13. [DENISSOV D, KOHLER W, HOEK S M On-line Partial Discharge Diagnostics for Cable Terminations](#) 2007
14. [POMMERENKE D, STREHL T, HEINRICH R Discrimination between Internal PD and Other Pulses Using Directional Coupling Sensors on HV Cable Systems](#) 1999(06)
15. [CHANG-YOUNG L, SEOK-HYUN N, SU-GIL L High Frequency Partial Discharge Measurement by Capacitive Sensor for Underground Power Cable System](#) 2000
16. [MARTI J R Accurate Modelling of Frequency-dependent Transmission Lines in Electromagnetic Transient Simulations](#) 1982(01)
17. [STONE G C, BOGGS S A Propagation of Partial Discharge Pulses in Shielded Power Cable](#) 1982
18. [YU T C, MARTI J R A Robust Phase-coordinates Frequency-dependent Underground Cable Model \(zCable\) for the EMTP](#) 2003(01)
19. [KATSUTA G, TOYA A, MURAOKA K Development of a Method of Partial Discharge Detection in Extra-high](#)

20. [MONTANARI G C. CAVALLINI A. PULETTI F A New Approach of Partial Discharge Testing of HV Cable Systems](#) 2006 (01)

21. [MACKINLAY R R. MICHEL M. RENFORTH L Partial Discharge Measurements and Damage to High Voltage Cables](#) 2006

相似文献(10条)

1. 学位论文 [罗俊华 XLPE电力电缆绝缘特性试验方法的研究](#) 2003

目前, XLPE电力电缆竣工交接试验或预防性试验方法的可操作性、发现电缆绝缘早期缺陷的有效性以及工频电压试验的等效性尚处于积累经验阶段, 仍需进行大量研究。该文系统地研究XLPE介质树枝状老化机理和微观结构, 着重对XLPE绝缘电力电缆绝缘特性试验方法进行了理论和试验研究, 并提出有效性和等效性综合评价。同时, 提出基于分形理论的电力电缆局部放电高频宽带电磁耦合在线测量方法, 并在运行现场进行了实际在线测量试验, 填补了电力电缆局部放电高频宽带电磁耦合在线测量技术的空白。树枝早期老化的研究表明: 水树枝转变成为电树枝是XLPE绝缘电力电缆发生介电击穿或电击穿的根本原因, 而直流电场的空间电荷效应是加速水树枝向电树枝质变的重要因素。论文采用分形理论模拟仿真了介质树枝状老化的分形特征, 即不论树枝的长度和形态存在多少差异, 不论显微镜放大倍数如何变化, 水树枝形态的分形维数约 1.66 ± 0.03 , 电树枝形态的分形维数约 1.36 ± 0.02 。针对XLPE电力电缆的人工模拟绝缘缺陷和实际运行中出现的绝缘缺陷, 同时进行了直流、工频、振荡波和超低频电压下平行比击穿试验、介质损耗试验以及局部放电试验, 首次确定了直流电压试验、0.1 Hz超低频电压试验和kHz振荡波电压试验与工频电压试验的等效系数, 分别为 $K<, DC/AC=2.6^{4.3}$ 、 $K<, VLF/AC=1.2^{2.6}$ 和 $K<, OW/AC=1.1^{1.8}$ 。并推荐0.1Hz超低频电压试验作为配电系统XLPE电力电缆绝缘预防性试验方法; kHz振荡波电压试验作为XLPE绝缘电力电缆竣工试验方法。研究还表明, 由于超低频电压的幅值和极性变化缓慢, 不利于准确检测介质缺陷的局部放电。振荡波电压下介电缺陷容易发生局部放电, 有利于发现介质中的绝缘缺陷, 且与工频电压下的试验结果等效性较好。该文基于分形理论度变化量的分形理论, 率先建立了高频宽带电磁耦合在线检测电力电缆局部放电信号数字分析系统, 在接近VHF频段范围内检测XLPE电力电缆的局部放电脉冲信号, 应用分形特征计算方法, 能够很好地抑制噪声信号, 有效提取局部放电信号波形和关键特征量, 灵敏度为1pC。该方法与IEC60270标准的对比试验结果基本一致, 基本满足XLPE绝缘电力电缆局部放电在线检测要求, 具有较强的抗干扰能力。

2. 期刊论文 [罗俊华. 邱毓昌. 马翠姣 急于局部放电频谱分析的XLPE电力电缆在线检测技术 - 电工电能新技术](#) 2002, 21 (1)

基于局部放电频谱特性分析, 本文提出在甚高频(VHF)检测XLPE电力电缆的局部放电量, 并研制出可应用于XLPE电力电缆运行状态现场在线检测新技术。试验结果表明: 该技术在10kHz~28MHz频率范围内可检测XLPE电力电缆本体或附件中小于1pC的局部放电信号。

3. 学位论文 [段乃欣 用于XLPE电力电缆局部放电检测的宽带带电磁耦合的研究](#) 2003

该文研究了一种利用宽带电磁耦合来检测局部放电的方法, 以期主要应用于交联聚乙烯(XLPE)电力电缆的局部放电检测中。XLPE电力电缆近年来已逐渐取代油纸绝缘的电缆, 在配电网中得到广泛应用。它保持良好的绝缘状况, 是降低事故率, 减少损失的重要前提, 而局部放电检测是评价XLPE电力电缆绝缘状况的重要方法之一。目前国内对电力电缆局放进行测量所用的频率较低, 该文所研究的方法则具有相对较宽的频带。

4. 期刊论文 [朱良. 李文斐. Zhu Liang. Li Wenfei 高频电流耦合测量XLPE电力电缆局部放电 - 云南电力技术](#) 2009, 37 (4)

分析了影响XLPE电力电缆正常运行的主要缺陷, 在实验室情况下对110kVXLPE电力电缆不同缺陷时运行状况进行了模拟, 并利用高频电流耦合法实时测量电缆局部放电大小及特征。

5. 期刊论文 [朱海钢. 冯江. 罗俊华 XLPE电力电缆局部放电高频检测技术的研究 - 高电压技术](#) 2004, 30 (z1)

一种由带宽为10 kHz~28 MHz的新型局部放电传感器(电流传感器)和基于数学分形理论的局部放电信号识别和数据处理系统的构成的局部放电试验装置, 用以在较高的频率范围内便捷地检测电力电缆本体或附件中<1 pC的局部放电信号, 并能够有效地抑制外界噪声干扰。

6. 期刊论文 [朱晓辉. 杜伯学. 周凤争. 高宇. 李志坚. 马宗乐. 唐庆华. 干耀生 高压交联聚乙烯电缆在线监测及检测技术的研究现状 - 绝缘材料](#) 2009, 42 (5)

综述了我国高压交联聚乙烯(XLPE)电力电缆的在线监测及检测技术的研究进展及现场应用状况, 对局部放电、温度、接地电流、介质损耗($\tan \delta$)等监测方法的优缺点进行了讨论, 认为 $\tan \delta$ 监测方法在工程上难以实现及无法获取电缆局部劣化信息的缺点, 不宜在高压电缆系统的在线监测或检测系统中采用。提出了适合我国高压XLPE电力电缆的在线监测技术及检测方法。

7. 期刊论文 [罗俊华. 马翠姣. 邱毓昌 XLPE电力电缆局部放电的在线检测 - 高电压技术](#) 1999, 25 (4)

通过实验进行了XLPE绝缘中间接头差分法和电磁耦合法进行局放检测研究, 结果表明它们能有效地避免环境干扰。

8. 学位论文 [杨孝华 交联聚乙烯电力电缆局部放电模式识别的研究](#) 2002

随着电力电缆的广泛应用和故障事故的增加, 交联聚乙烯电力电缆的绝缘故障检测技术取得了长足的进展。本文在总结前有的XLPE电力电缆绝缘故障检测方法和借鉴变压器绝缘局部放电的基础上, 以理论与实验相结合, 研究了基于神经网络的以XLPE电力电缆局部放电信号的模式识别方法。

本文介绍了交联电力电缆的发展状况, 发生局部放电的原因, 综合总结了现有的XLPE电力电缆故障检测方法, 其他如变压器、互感器等电气设备的故障在线监测方法, 说明了研究XLPE电力电缆局部放电在线监测的理论和实践意义。本文的研究, 将为实现XLPE电力电缆局部放电在线监测起到铺垫作用。

论文分析了XLPE电力电缆局部放电模式识别原理, 分析了局放信号特点; 搭建了以脉冲电流传感器感应局放脉冲信号、带通滤波器去除干扰的实验平台; 设计并实现了和实际运行中可能出现的局部放电特征相似的放电模型, 分别测量了它们的局部放电信号, 对实验后的电缆作了解剖, 观察分析其放电痕迹。

论文介绍了由特征量提取器和模式识别分类器两大模块构成的模式识别系统, 阐述了神经网络的模式识别原理, 本文一方面采用信号的PRPD模式的放电次数和统计算子作为BPNN的输入信号, 设计了相应的BPNN模式识别程序; 另一方面采用PRPD模式的统计算子作为SART神经网络的输入, 设计了相应的SART神经网络模式识别程序。

论文设计的人工神经网络模式识别程序识别测量信号: 以PRPD信号模式的放电次数为输入时, BP网络识别率为88%, 识别率和发生局放的强弱程度有关, 局放信号越强, 识别率越高; 以PRPD信号模式的统计算子为输入时, BP网络识别率为95%; 以PRPD信号模式的统计算子为输入时, SART网络识别率为98%, 识别率随着样本量的增加而提高。论文还根据识别结果, 和实验现象, 分析了出现误判的原因。

9. 期刊论文 [陶诗洋. TAO Shi-yang 基于振荡波测试系统的XLPE电缆局部放电检测技术 - 中国电力](#) 2009, 42 (1)

介绍了一种基于振荡波理论的XLPE电力电缆局部放电测试系统的原理及应用现状,讨论了该测试系统在10kV XLPE电力电缆中的使用方法,并结合实际案例,分析了一起局部放电故障,论述了这种技术的有效性和实用性,为在10kV XLPE电力电缆局部放电检测的广泛应用提供了参考依据。

10. 学位论文 [犹登亮 基于分形特征的交联聚乙烯电缆局部放电模式识别研究 2006](#)

目前,交联聚乙烯电力电缆在配电网中的应用越来越广泛,电压等级也越来越高,而电缆故障也随之增加。本论文在总结目前国内外局部放电在线监测方法和对交联聚乙烯故障检测方法的基础上,理论与试验相结合,通过研究XLPE电缆产生的局部放电信号的灰度图像,以及对分形特征值的计算,采用与神经网络相结合的的模式识别系统对电缆局部放电进行模式识别。

本文介绍了交联聚乙烯电力电缆的发展状况,分析了XLPE电力电缆产生局部放电的原因,对现有的XLPE电力电缆的故障检测方法进行了整理分析,说明了研究交联聚乙烯电缆局部放电在线监测的实用意义。

本文分析了XLPE电缆局部放电信号的脉冲仅为 A量级,持续时间短,所包含的频谱约10kHz~100MHz的特征,重点研究了一种利用高频宽带电流耦合传感器来检测局部放电的方法。试验证明,该传感器带宽可达39KHz~43MHz,可有效检测到XLPE电缆的局放信号。

本文针对XLPE电力电缆在实际运行中出现的绝缘缺陷进行了人工模拟各种绝缘缺陷,通过对四种缺陷进行工频电压下的局部放电试验,局部放电随加压时间的增加而增加,放电次数和幅值都有明显的变化。

论文从局部放电的分形特征出发,研究了分形理论和具体分维数的估计方法;通过研究基于局部放电灰度图像识别特征的模式识别系统,取得了较好的识别效果。验证了分形理论在XLPE电缆局部放电识别的实用性。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gydq200903015.aspx

下载时间: 2010年5月31日