

氟塑料绝缘电缆快速检测方法的研究

阎孟昆, 罗俊华, 杨黎明, 杨荣凯
(国网武汉高压研究院, 武汉 430074)

摘 要: 为快速准确地检测判断氟塑料绝缘电缆, 基于氟塑料绝缘电缆的温度特性, 提出了一种快速、简单的氟塑料识别及检测方法。该方法针对绝缘材料不同的耐高温性能, 检测其能够快速准确地识别和判断出电缆所采用的绝缘材料类型。多种绝缘材料的电快速、准确地识别和判断氟塑料、再生氟塑料和交联聚乙烯电缆用绝缘
关键词: 电缆绝缘; 检测方法; 氟塑料; 再生氟塑料; 高温性能; 机械强度和
中图分类号: TM247.1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6

0 引 言

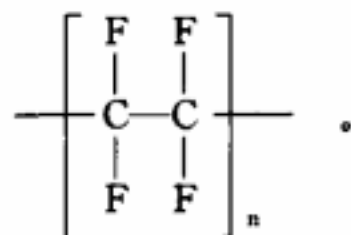
随着电缆制造技术的不断发展, 各种电缆的使用量日益增多, 氟塑料绝缘电缆作为一种新型电缆也被广泛用于各电力部门^[1]。但是, 到目前为止, 这种新型电缆既没有可适用的国家标准, 也没有行业标准。为了电力系统安全运行, 防止使用不合格电缆, 如何快速而准确地对电缆作出判断就显得非常重要。通过对部分电厂采购的氟塑料绝缘电缆进行检测研究, 提出了氟塑料性能的快速检测方法, 并对检测结果进行分析判断。

1 电线电缆用氟塑料的性能

氟塑料具有许多优异的性能, 如电绝缘性能、耐热性、耐油性、耐溶性、耐湿性和耐低温性等, 使得氟塑料绝缘电力电缆在电厂、冶金、石油化工等行业的应用范围日益广泛。目前, 应用于电力电缆绝缘的氟塑料主要有聚四氟乙烯、聚全氟乙丙烯、四氟乙烯和乙烯共聚物等^[2]。

1.1 聚四氟乙烯塑料

聚四氟乙烯(TFE 或 PTFE, 简称 F4)由四氟乙烯聚合而成, 是分子结构完全对称的无枝化线性聚合物, 其分子结构式为

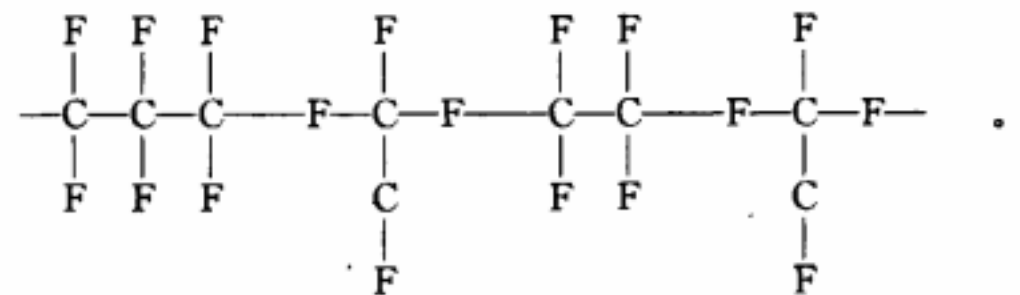


由于 C-F 键键能达 460 kJ/mol, 是最牢固的键之一, 大分子主碳链的周围被氟原子紧密包围着, 使 C-C 主链不受其它分子的侵袭; 另外氟原子体积较大, 相互排斥, 整个大分子键呈螺旋状, 在大分子主链上具有对称的氟原子, 整个分子不带极性。这种结构上的特殊性, 使聚四氟乙烯具有各种优异性能, 高低温使用范围宽, 化学稳定性优异, 电绝缘强度高, 机械性能好, 耐大气老化性能好。即使在高温 250 °C 到低温 -60 °C 大范围的温度变化, 对其机

械强度和

1.2 聚全氟乙丙烯

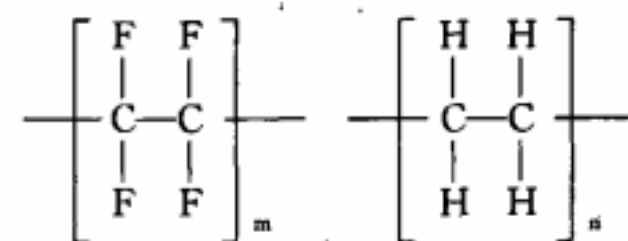
聚全氟乙丙烯(FEP, 简称 F46)是四氟乙烯和六氟丙烯的共聚物, 是聚四氟乙烯的改性材料, 其分子结构式为



从分子结构式可见聚全氟乙丙烯也是由碳氟元素组成, 碳键周围完全被氟原子包围, 但 F46 大分子的主链上有分支和侧链, 易受其它分子的侵袭, 使其上限使用温度略有下降, 这种结构上的差距, 使 F46 可用一般热塑性加工方法加工成型, 加工工艺比聚四氟乙烯简单, 弥补了聚四氟乙烯加工困难的不足, 成为聚四氟乙烯的替代材料。F46 可在 -80 ~ 200 °C 温度范围内连续使用。

1.3 四氟乙烯-乙烯共聚物

四氟乙烯-乙烯共聚物(PETFE, 简称 F40)是四氟乙烯与乙烯的共聚物, 是分子式中含有一 CF₂-CH₂-结构的线性聚合物, 其分子结构式为



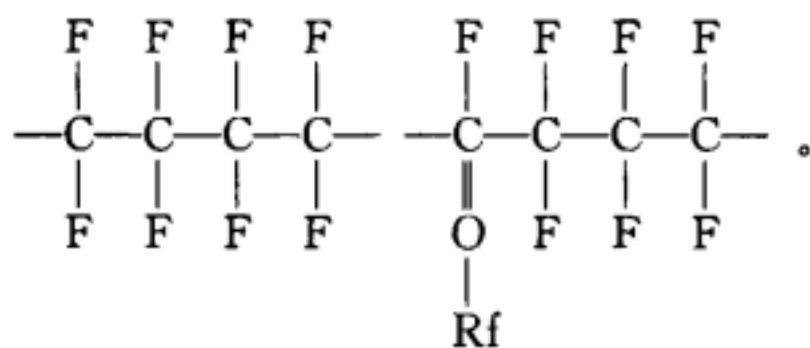
从分子结构式可见 F40 大分子是聚四氟乙烯的长碳链和乙烯长碳链组成的线性聚合物, 其结构具有较高的规整性, 因此结晶度高, 熔点也高, 这种材料既具有氟塑料的优良性能, 又可大大降低成本, 成为代替聚全氟乙丙烯的材料。F40 最高使用温度为 180 °C, 最低使用温度可达 -190 °C。

1.4 四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物

四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物(简称 PFA)分子结构式为 ...

表 1 电线电缆用绝缘材料的性能

性能	聚四氟乙烯	聚全氟乙丙烯	四氟乙烯-乙烯	四氟乙烯-全氟烷基乙烯	聚氯乙烯	交联聚乙烯
	F4	F46	共聚物 F40	基醚共聚物 PFA	PVC	XLPE
密度/(g·cm ⁻³)	2.1~2.2	2.14~2.17	1.73~1.75	2.12~2.17	1.25~1.40	0.91~0.97
24 h 吸水率/%	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.5~1.0	<0.01
氧指数(OI)	>95	>95	21	/	23~40	17.5
抗张强度/MPa	23~30	23~30	42~51			2.5
断裂伸长率/%	250~400	250~330	100~400			200
最高使用温度/°C	260	205	180			0
击穿场强/(kV·mm ⁻¹)	20	20~25	16			5
体积电阻率/(Ω·cm)	10 ¹⁸	2×10 ¹⁸	10 ¹⁶			10 ¹⁶
耐辐照性能	差	差	优			良



从分子结构可见除侧链含有部分全氟烷基醚(-ORf)外,具有聚四氟乙烯相似的氟-碳骨架,并与氧原子结合而构成特殊的分子结构,由于全氟烷基醚侧链比 F46 分子结构中的 -CF₃ 侧链长,而侧链数比 F46 分子结构中的 -CF₃ 侧链少,容易受其它活性分子侵袭,使其容易熔融加工,同时又保持了聚四氟乙烯的全部特点。在电线电缆产品中要求具有聚四氟乙烯而又加工困难时常使用该聚合物代替,在实际应用中常用于制造大长度,大截面的耐高温的电缆。

1.5 其它氟塑料

电线电缆制造过程中,除使用上述介绍的 4 种氟塑料作为电缆的绝缘外,还有其它氟塑料作为电缆的绝缘,如聚偏氟乙烯(PVDF,简称 F2)和聚三氟氯乙烯(PCTFE,简称 F3)等,这些氟塑料聚合物加工制成的电缆都具有各种优异的特性,表现在耐热性、耐低温性、耐化学药品性,同时又具有优异的电绝缘性和高频特性等,这些性能略有差异,可根据使用条件和加工条件的不同进行选择使用。表 1 给出了电线电缆用氟塑料的性能对比,同时也给出了电缆绝缘常用的聚氯乙烯绝缘和交联聚乙烯绝缘两种材料的性能参数^[2,3]。

1.6 再生氟塑料

再生氟塑料是将废旧的或已加工成型的氟塑料经过回收处理后,再次利用的一种氟塑料。由于再生氟塑料中含有大量的杂质和各种填加物,其电气性能和机械性能均明显的下降,耐温等级也有明显下降。试验证实:再生氟塑料在 250 °C 下,1 h 内就会出现熔化现象。

2 氟塑料绝缘电缆的快速检测方法

氟塑料聚合物应用于电力电缆绝缘是近年来发展起来的一种新产品,属特种电缆,目前还没有可适用的国家标准或电力行业标准。而用户非常关心所使用的电缆是否是采用氟塑料作为主绝缘,如果对绝缘材料进行化学成份分析,则时间长,费用高,实际应用中难以实现。

2.1 检测机理

比较表 1 列出的聚氯乙烯绝缘电缆、交联聚乙烯绝缘电缆、氟塑料绝缘电缆的主要理化性能。可见氟材料的耐温等级比较高,一般在 180~260 °C 温度范围内长期运行,且它的密度 > 1.7 g/cm³;聚氯乙烯材料的耐温等级比较低,长期运行温度约 70 °C,密度约为 1.3;交联聚乙烯材料的耐温等级介于氟材料和聚氯乙烯材料之间,长期运行温度约 90 °C,密度 < 1.0 g/cm³。根据这 3 种材料所特有的不同温度特性和密度差异,通过对电缆用绝缘材料进行高温特性检测和密度的测定,就能够快速地对电缆用绝缘材料是否具有氟材料性质做出准确判断。并能对再生氟塑料做出准确判断^[4,5]。

2.2 检测方法

从每种电缆试样上截取适当长度的试样,制作试片:对绝缘试样应将所有外护层除去;对护套试样,应将导电线芯和绝缘除去,仅留下外护层。在室温下,将试片紧密地在金属试棒上绕成螺旋形状,并将试片的两个端头固定在试棒上,以防松散^[6-8]。将绕在试棒上的试片放入 200 °C 和 250 °C 热老化箱中,保持 1 h。然后取出试片,自然冷却至室温,用正常视力或矫正视力(不用放大镜)检查试棒上的试片。试样的密度通过测量试样的质量和体积计算。

2.3 检测结果

根据不同绝缘材料的性质,从电力工程实际应用中抽取不同绝缘材料的电缆试样,按上述试验方

表2 某工程不同绝缘材料的检验结果

试样	电缆型号规格	高温状态检查	密度/(g·cm ⁻³)	材料判断
试样1	ZL-KFGP2 450/750 10×6	200℃ 1h后试样熔化;250℃ 1h后试样碳化	1.4	聚氯乙烯
试样2	ZL-KFGP2 450/750 10×2.5	200℃ 1h后试样熔化;250℃ 1h后试样碳化	1.4	聚氯乙烯
试样3	ZL-HLYFY-1 3×70+1×35	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样颜色变黑	<1	交联聚乙烯
试样4	ZL-HLYFY-1 3×10	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样颜色变黑		聚乙烯
试样5	NH-HLYFY-1 3×50	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样无裂纹和开裂		塑料
试样6	ZL-HLYFY-1 3×35	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样颜色变黑		聚乙烯
试样7	NH-HLYFY-1 3×10	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样无裂纹和开裂		塑料
试样8	ZL-KFGP-300/500 10×1.5	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样无裂纹和开裂	2.2	氟塑料
试样9	ZL-KFGP-0.6/1 10×4	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样无裂纹和开裂	2.2~2.3	氟塑料
试样10	ZL-KFG-1 4×1.5	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样无裂纹和开裂	2.4	氟塑料
试样11	NH-HLYFG-1 2×70	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样熔化	1.9~2.0	再生氟塑料
试样12	ZRKFP-450/750 10×1.0	200℃ 1h后试样无裂纹和开裂 250℃ 1h后试样熔化	2.0	再生氟塑料
试样13	ZRC-KFFP22 450/750 4×2.5	绝缘 200℃ 1h后 试样无裂纹和开裂 绝缘 250℃ 1h后 试样熔化 护套 200℃ 1h后 试样无裂纹和开裂 护套 250℃ 1h后 试样熔化	2.0~2.1	再生氟塑料

法进行检验判断,检验判断结果列入表2中。

3 快速监测方法评估分析

大量的试验研究结果证明,不同绝缘材料放入200℃和250℃热老化箱中,保持1h后,表现出不同的状态。氟塑料试样放入200℃和250℃热老化箱中,保持1h,试样无裂纹和不开裂,试样颜色未发生变化,试样的密度 $>1.7\text{ g/cm}^3$;该绝缘材料在高温下可长期运行;再生氟塑料试样放入200℃热老化箱中,保持1h,试样无裂纹和不开裂,放入250℃热老化箱中,保持1h,试样出现熔化现象,试样的密度 $>1.7\text{ g/cm}^3$,该绝缘材料不能够在高温下长期运行;交联聚乙烯试样放入200℃热老化箱中,保持1h,试样无裂纹和不开裂,放入250℃热老化箱中,保持1h,试样颜色变黑,试样的密度 $<1.0\text{ g/cm}^3$,该绝缘材料不能够在高温下长期运行;聚氯乙烯试样放入200℃热老化箱中,保持1h,试样有熔化痕迹,放入250℃热老化箱中,保持1h,试样碳化,试样的密度约 1.3 g/cm^3 ,该绝缘材料不能够在高温下长期运行。

图1是氟塑料试样放入200℃和250℃热老化箱中,保持1h,试样无裂纹和不开裂,试样颜色未

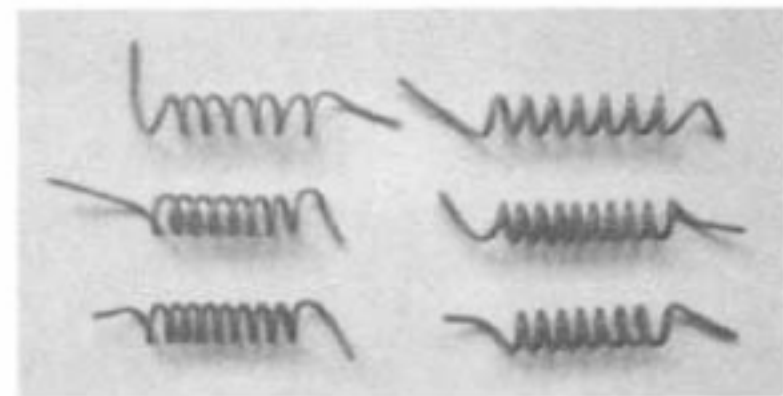


图1 氟塑料



图2 试样颜色变黑

发生变化,试样的密度 $>1.7\text{ g/cm}^3$ 的检测结果;图2是交联聚乙烯材料放入250℃热老化箱中,保持1h后绝缘材料颜色变黑,材料的密度 $<1\text{ g/cm}^3$ 的检测结果;图3是回收的或者废旧的再生氟塑料,虽然密度 $>1.7\text{ g/cm}^3$,但将材料放入200℃和250℃热老化箱中,保持1h后材料会发生熔化现象的检测结果,其耐温性能很差。



图3 试样熔化

参 考 文 献

[1] 史济康,朱海钢,徐永铭,等. 35 kV 及以下 XLPE 绝缘电力电缆品质分析[J]. 高电压技术,2005, 31(11): 48-51.

[2] 徐应麟. 电线电缆手册(第2册)[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[3] 冯孝中,李亚东. 高分子材料[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.

[4] 阎孟昆,杨黎 [J]. 广东电 检验

[5] 刘子玉. 电气 1983. 反社,

[6] 中华人民共和国含氟聚合物部,2000. 天用 装备

[7] 中华人民共和国国家标准. GB/T 2951.6-1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第3部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,1998.

[8] 中华人民共和国国家标准. GB/T 12706-2002 额定电压 1 kV ($U_m=1.2$ kV) 到 35 kV ($U_m=40.5$ kV) 挤包绝缘电力电缆及附件[S]. 北京:中国标准出版社,2003.

4 结 论

a)不同的绝缘材料在 200 °C和 250 °C热老化箱中,保持 1 h 后,会表现出不同的温度特性。根据其温度特性差异和密度变化差异,可以简单而快速地识别和判断电力电缆所用材料的类型。

b) 氟塑料在 200 °C和 250 °C下无裂纹和不开裂,试样的密度 > 1.7 g/cm³;再生氟塑料试样在 250 °C下出现熔化现象,试样的密度 > 1.7 g/cm³;交联聚乙烯试样在 250 °C下,试样颜色变黑,试样的密度 < 1.0 g/cm³;聚氯乙烯试样在 250 °C下,试样碳化,试样的密度约 1.3 g/cm³。

c) 氟塑料作为电力电缆绝缘材料能够在高温下长期运行;再生氟塑料、交联聚乙烯和聚氯乙烯作为电力电缆绝缘材料不能够在高温下长期运行。

阎孟昆 1965—,男,高工,主要从事 500 kV 及以下电力电缆的质量检测、试验研究和技术服务方面的工作。E-mail: yanmk@whvri.com

收稿日期 2007-10-24 编辑 陈 蔓

“1000 kV 交流特高压试验示范工程输电线路与无线电台间防护距离的研究”项目顺利通过自验收

2008 年 4 月 11 日,国网武汉高压研究院组织国内相关专业的专家和学者,在武汉对国网公司重大科技项目《1000kV 级交流特高压输变电工程关键技术》框架子课题《1000kV 交流特高压试验示范工程输电线路与无线电台间防护距离的研究》进行了自验收。

该课题的主要工作是论证 1000kV 交流特高压输电线路与邻近无线电台间防护间距的合理值,为特高压输电线路走廊的畅通“保驾护航”。项目由国网武汉高压研究院牵头组织实施,华北电力大学、总参五十八所、空军无线电频谱管理委员会、国家广播电影电视总局广播电视规划院、空军装备研究院雷达与电子对抗研究所、中国电子科技集团公司第二十研究所等六家单位参与完成。



课题组成员对项目中的相关研究作了汇报。专家们认真听取了课题组的汇报,审查了有关资料,对课题组的工作成果给予肯定,并对若干问题进行了讨论,经质询和充分讨论,专家组认为提供的验收文件资料内容详实、完整,研究技术路线正确,论证结果国内领先,符合验收要求,一致同意通过自验收。

(国网武汉高压研究院 输电所 供稿)

氟塑料绝缘电缆快速检测方法的研究

作者: [阎孟昆](#), [罗俊华](#), [杨黎明](#), [杨荣凯](#)
 作者单位: [国网武汉高压研究院, 武汉, 430074](#)
 刊名: [高电压技术](#) ISTIC EI PKU
 英文刊名: [HIGH VOLTAGE ENGINEERING](#)
 年, 卷(期): 2008, 34(4)
 被引用次数: 0次

参考文献(8条)

1. [史济康](#), [朱海钢](#), [徐永铭](#) 35 kV及以下XLPE绝缘电力电缆品质分析[期刊论文]-[高电压技术](#) 2005(11)
2. [徐应麟](#) [电线电缆手册](#) 2004
3. [冯孝中](#), [李亚东](#) [高分子材料](#) 2007
4. [阎孟昆](#), [杨黎明](#), [杨荣凯](#) [电力工程用氟塑料绝缘电缆的检验](#) 2007(04)
5. [刘子玉](#) [电气绝缘结构设计原理](#) 1983
6. [GJB 773A-2000](#). 航空航天用含氟聚合物绝缘电线电缆 2000
7. [GB/T 2951.6-1997](#). 电缆绝缘和护套材料通用试验方法第3部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法 1998
8. [GB/T 12706-2002](#). 额定电压 1 Kv($U_m=1.2$ Kv) 到35 Kv($U_m=40.5$ kV) 挤包绝缘电力电缆及附件 2003

相似文献(10条)

1. 学位论文 [王爱华](#) [高压电力电缆故障检测技术的研究](#) 2009

随着现代工业的发展和城市化水平的提高, 电力电缆作为传输电能的重要工具, 越来越得到人们的重视, 其运行的可靠性直接影响电力系统的正常运行。电力电缆局部放电故障与电力电缆绝缘状况密切相关, 局部放电量的变化预示着电缆绝缘存在着可能危及电缆安全运行的缺陷。因此准确测量电缆局部放电量是判断电缆绝缘品质的最直观、理想的方法。电缆局部放电信号的特性分析对于电力电缆故障的判断具有重要的意义。

本文以高压交联聚乙烯电力电缆为研究对象, 介绍了国内外电力电缆绝缘诊断技术现状和发展趋势, 从宏观及微观的角度分析了电力电缆故障原因及类型。结合大连电业局现场运行实践, 对运行中电缆易出现的故障的原因、部位进行了统计分析, 并提出了相应的防范措施。

在对现有电力电缆局部放电检测方法总结分析的基础上, 本文重点对高压电缆局部放电信号相关特性进行了仿真分析。通过Matlab产生一个双指数函数脉冲信号来仿真电缆中的局部放电信号, 建立相应的仿真电路模型, 仿真分析了局部放电信号在电缆中的传输和衰减规律。

电缆局部放电信号在实际检测中不可避免的会夹杂着各种噪声信号。本文分析了电缆局部放电量中常见噪声的种类和来源, 并采用小波变换对局部放电信号进行仿真分析处理。对加入随机噪声的脉冲信号通过小波分析, 去噪、还原原始信号。仿真结果证明小波变换对于局部放电信号的提取及其去除噪声有着非常好的应用价值和研究意义。

2. 期刊论文 [李杭生](#), [肖迎春](#), [LI Hang-sheng](#), [XIAO Ying-chun](#) [铁道信号微机监测系统中电缆绝缘在线检测](#) -[武汉水利电力大学学报](#)2000, 33(6)

简要分析了电缆绝缘检测方法中最常用的电流电压法所存在的问题, 结合信号微机检测系统的电缆绝缘检测, 详细讨论提高检测精度的具体方法和技术, 介绍了提高电缆绝缘在线检测的安全性和可靠性的基本方法。

3. 期刊论文 [韦斌](#), [李颖](#), [WEI Bin](#), [LI Ying](#) [XLPE电缆绝缘接头局放在线检测方法探讨](#) -[高电压技术](#)2005, 31(10)

用基于电磁耦合法的VHF宽频带钳型电流传感器配合基于阿基米德螺旋天线的UHF传感器的方法研究了在线检测带有交叉互联线的XLPE电缆绝缘接头局部放电。该法对电缆绝缘接头处VHF和UHF信号的时域和频域分析可有效地识别被测电缆绝缘接头部内、外部的局放信号。VHF和UHF检测技术相互配合降噪可有效抑制宽带脉冲干扰, 实验室和现场试验证明该法效果较好。

4. 学位论文 [姚志](#) [船用电缆绝缘老化的研究](#) 2007

船用电缆作为舰船上电气系统的组成部分, 担负为船上各种电气设备提供动力电源及信号传输等重要任务。船用电缆常年运行在恶劣的环境当中, 容易造成绝缘层的老化甚至损坏。老化的电缆成为舰船正常运行的重大安全隐患。因此, 本论文拟对船用电缆的绝缘和老化状态进行研究, 并预测电缆的使用寿命, 提高舰船电气系统的可靠性, 避免灾难性事故的发生。

目前, 国内外对船用电缆的绝缘状态检测还没有规范的技术标准和有效的测试方法, 因此, 试验借鉴电力系统中对电力电缆绝缘状态的检测方法, 如介质损耗的测量、泄漏电流和绝缘电阻测量等, 结合船用电缆检测的特殊要求, 完成对船用电缆绝缘状态的评估。

试验选取乙丙绝缘线缆(CEF)和天然丁苯橡胶绝缘线缆(CXFR)两种常用船用电缆, 将电缆分别在120℃、140℃和160℃的温度下进行热老化试验。对老化后的电缆进行直流耐压试验, 并分别测量其在空气中和水中的泄漏电流和绝缘电阻。试验结果显示, 老化后电缆的泄漏电流和绝缘电阻变化有突变性, 可以用来定性判断电缆绝缘状态的好坏。

然后试验采用测量电缆的机械性能来分析电缆寿命趋势。使用拉伸仪器测量老化电缆的抗拉强度和断裂伸长率等机械性能参数, 将测得的数据分析整理, 通过综合对比发现断裂伸长率有较好的变化趋势, 因此选用它作为电缆寿命评估的参数。对断裂伸长率的趋势用指数函数进行数学拟合, 得到两种线缆在三种温度下的断裂伸长率指数公式。由于电线电缆产品所采用的高分子材料在一定温度范围内热老化时大多符合化学反应动力学的热老化寿命方程, 文中最后使用最小二乘法计算出乙丙绝缘线缆(CEF)和天然丁苯橡胶绝缘线缆(CXFR)的热老化寿命数学公式。根据线缆的允许温度对试验的两种船用电缆进行寿命评估。

5. 期刊论文 [周志成](#), [何俊佳](#), [张洪](#), [陈俊武](#), [周亚子](#) [交流叠加法带电测试XLPE电缆绝缘性能的研究](#) -[高电压技术](#) 2005, 31(1)

为避免直流成分法、直流叠加法、低频叠加法等XLPE电缆绝缘检测方法测试困难的缺点, 基于交流叠加法理论分析了101 Hz信号劣化机理, 论证了该法高灵敏、抗干扰、可带电测试的优点。用多种数字滤波结合FFT的办法排除现场干扰及器件漂移电压的影响研制了测试仪器。现场试验结果与实际分析一致, 证明该法可行。

6. 学位论文 [栗秋硕 XLPE电缆运行故障分析和在线检测研究](#) 2008

在现代电力系统中, XLPE电缆以其安全可靠, 隐蔽耐用等优点受到人们的青睐, 但随着运行时间的增加, 电力电缆的各种潜在发展便有可能引发绝缘击穿事故, 离线试验可以对电缆绝缘状态进行评估, 但不能及时地发现潜在缺陷, 对整个电力系统的正常运行造成影响, 导致用电的可靠性和经济性降低。因此, 电力电缆在线检测的发展势在必行。

本文通过分析XLPE电缆绝缘故障, 认为水树枝是导致运行多年XLPE电缆绝缘故障的主要原因, 论述了水树枝的形成机理及其在电缆绝缘劣化中所起到的关键作用, 归纳了影响水树枝的因素, 提出抑制水树枝的方法。通过比较各种在线检测方法, 总结了交流叠加法的优点。以仿真和试验论证为基础, 基于交流叠加法测量原理对1Hz特征量的提取进行了设计, 1Hz特征量远离工频及其谐波信号方便提取, 采用电容对特征电流进行取样, 通过模拟信号调理电路将1Hz特征量从混频信号中分离出来, 通过模数转换后供单机器进行运算处理, 通过液晶显示器进行显示, 将测量出的1Hz信号与参考标准进行比较, 判断XLPE电缆绝缘状态。

7. 期刊论文 [白建社, 江秀臣, 沈小军, 曾奕, 达世鹏, 窦同江, 沈坚强, Bai Jianshe, Jiang Xiuchen, Shen Xiaojun,](#)

[Zeng Yi, Da Shipeng, Dou Tongjiang, Shen Jianqiang 基于直流漏泄电流的无铠装电缆绝缘性能检测方法 -城市轨道交通研究](#)2006, 9(1)

电缆绝缘性能的好坏对供电系统连续运行具有重要意义, 采用直流漏泄电流方法, 提出一种无铠装电缆的绝缘性能检测方法, 该方法把电缆两端电流的同步测量, 转换成电缆输出端开路时输入端电流的准确测量, 简化了测量的复杂性, 提高了直流漏泄电流的测量精度, 改善了电缆绝缘性能的诊断准确度, 该方法用于地铁牵引变电站直流馈线电缆绝缘性能检测中, 取得了良好的效果。

8. 期刊论文 [栗秋硕, 廖洪根, 张泽秋, 王富荣 电力电缆故障分类和绝缘检测方法 -红水河](#)2007, 26(4)

文章介绍电力电缆故障的形成原因以及分类的方法, 对几种电力电缆绝缘在线检测方法进行探讨, 针对多种测量原理给出原理图, 对电力电缆绝缘测量装置的研制具有指导作用。

9. 学位论文 [顾媛媛 电力电缆局部放电信号理论及处理研究](#) 2007

随着现代工业的发展和城市化水平的提高, 电力电缆作为传输电能的重要工具, 越来越得到人们的重视, 其运行的可靠性直接影响电力系统的正常运行。电力电缆的绝缘结构中往往会由于加工技术上的难度或原材料不纯而存在气隙和有害性杂质, 或者由于工艺原因在绝缘与半导电屏蔽层之间存在间隙或半导电体向绝缘层突出, 在这些气隙和杂质尖端处极易产生局部放电。电力电缆局部放电量与电力电缆绝缘状况密切相关, 局部放电量的变化预示着电缆绝缘一定存在着可能危及电缆安全运行的缺陷。因此准确测量电缆局部放电量是判断电缆绝缘品质的最直观、理想、有效的方法。然而目前大部分局部放电检测都是在离线状态下进行, 对于在线局部放电检测还没有出现很好的检测方法和实践手段。

本文在总结前有的XLPE电力电缆局部放电检测方法的基础上, 对在线检测局部放电做了大量的理论分析和仿真计算。在对三相铠装电力电缆在线测量时局部放电信号的激发和传播过程进行理论分析和计算机仿真后发现在线测量局部放电跟离线测量时大有不同。由于离线测量时只对被测量相电缆单独通电而在线测量时三相电缆都通电, 所以在线测量局部放电时与离线测量有很大不同。在线测量时, 导体和屏蔽层中的感应电荷不仅仅取决于放电点的位置而且与放电时对应的相角有关, 而且仿真结果显示在线测量时局部放电的分布和旋转电场的离心率有关。

在借鉴前人对放电产生的机理、波性特性和检测原理的研究的基础上, 提出以衰减指数函数和衰减振荡函数模拟局部放电信号。本文对小波理论进行了深入的理论研究, 对小波变换在局部放电信号检测中的应用作了一定的理论分析和仿真验证。研究证明相关系数 ρ 可以用来作为评价局部放电脉冲提取中小波选择的一个标准。此外, 根据局部放电测量中常见的窄带周期干扰和白噪声干扰的具体性质来选择相应的小波处理方法, 仿真结果证明小波对于局部放电信号的提取及其去噪有着非常好的应用价值和研究意义。

10. 期刊论文 [陈巧勇, 文习山, 王一, 张云建 交联聚乙烯电力电缆的绝缘在线检测 -高压电器](#)2003, 39(1)

为了保证XLPE电缆的可靠运行, 在线检测电缆绝缘意义重大。笔者综述了XLPE电缆最常用的3种检测方法, 分析了每种检测方法的优点和实际应用中存在的问题, 并介绍了国外XLPE电缆在线检测方面的最新动态。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gdyjs200804045.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(dndxytsg), 授权号: 6dc70e2c-6781-43f9-a341-9dc50052f6f3

下载时间: 2010年8月1日