

### 高压技术

## 变压器油纸绝缘频域介电谱特性的仿真与实验研究

廖瑞金, 郝建, 杨丽君, 梁帅伟, 马志钦

输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室(重庆大学)

摘要: 变压器油纸绝缘是一种复合电介质, 油纸绝缘的老化会引起油纸绝缘体系介电特性的变化。为研究油纸绝缘频域介电谱特性参数与油纸绝缘复合电介质极化过程的关系, 以及更好地将频域介电谱技术用于变压器老化状态无损诊断, 通过变压器油纸绝缘扩展 Debye 等效电路模型仿真了绝缘电阻、几何电容以及时间常数分支电路参数的变化对油纸绝缘系统复电容频域介电谱的影响规律, 通过频域介电谱实验研究了油纸绝缘系统的复相对介电常数、复电容、介损等参数与油纸绝缘状态和测试温度的关系, 并根据电介质极化理论深入分析了油纸绝缘极化参数随频率和温度变化的规律。结果表明, 频域介电谱法既可准确评估绝缘纸含水量和油纸绝缘试样老化程度, 又能反映油纸绝缘试样的介电性能; 用频域介电谱法评估油纸绝缘状态要保证测试温度的同一性。

关键词: 油纸绝缘 Debye模型 复介电系数 频域介电谱 绝缘状态

## Simulation and Experimental Study on Frequency-domain Dielectric Spectroscopy of Oil-paper Insulation for Transformers

LI AO Rui-jin, HAO Jian, YANG Li-jun, LIANG Shuai-wei, MA Zhi-qin

State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security and New Technology (Chongqing University)

Abstract: The oil-paper insulation used in transformers is a kind of composite dielectric. The aging of oil-paper insulation will lead to the change of dielectric. To study the relationship between the parameters of frequency-domain dielectric spectroscopy (FDS) and the polarization process for oil-paper insulation, and better apply FDS in non-destructive diagnosis of transformer's aging state, the affecting laws of insulation resistance, geometric capacitance and components of time-constant branch of circuit on the complex capacitance of oil-paper insulation were simulated firstly with the extended Debye equivalent circuit model. The relative permittivity, complex capacitance, dielectric loss and other parameters of the oil-paper insulation under different aging state and different test temperature were investigated by the FDS. The laws of polarization parameters of oil-paper insulation changing with frequency and temperature were analyzed on the basis of dielectric polarization theory. The results show that FDS can not only indicate the water content inside of insulating papers and the aging condition of oil-paper insulation accurately, but also reflect the dielectric property of oil-paper insulation simultaneously. The identity of the test temperature should be ensured to assess the condition of oil-paper insulation with FDS.

Keywords: oil-paper insulation Debye model complex dielectric coefficient frequency-domain dielectric spectroscopy (FDS) insulation condition

收稿日期 2009-11-11 修回日期 2010-01-11 网络版发布日期 2010-08-10

DOI:

基金项目:

国家重点基础研究发展计划项目(973项目) (2009CB724505-1); 国家自然科学基金项目(50677073); 输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室自主研究项目(2007DA10512708103)。

通讯作者: 廖瑞金

作者简介:

作者Email: rjliao@cqu.edu.cn

### 参考文献:

### 本刊中的类似文章

1. 李晓虎 李剑 孙才新 党剑亮 李勇. 植物油-纸绝缘的电老化寿命试验研究[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(9): 18-22
2. 梁帅伟 廖瑞金 杨丽君 孙会刚 向彬. 天然酯与矿物油纸绝缘的加速热老化特性研究[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(25): 20-24
3. 杨丽君 廖瑞金 孙会刚 孙才新 李剑. 油纸绝缘热老化特性及生成物的对比分析[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(22): 53-58
4. 周利军 汤浩 张血琴 吴广宁. 油纸绝缘微水扩散的暂态分布模型[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(7): 134-140
5. 廖瑞金 冯运 杨丽君 向彬 刘刚. 油纸绝缘老化特征产物生成速率研究[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(10): 142-147

### 扩展功能

#### 本文信息

- Supporting info
- PDF(301KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

#### 服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

#### 本文关键词相关文章

- 油纸绝缘
- Debye模型
- 复介电系数
- 频域介电谱
- 绝缘状态

#### 本文作者相关文章

- 廖瑞金
- 郝建
- 杨丽君
- 梁帅伟
- 马志钦

#### PubMed

- Article by Liao,R.J
- Article by Hao,j
- Article by Yang,L.J
- Article by Liang,S.W
- Article by Ma,Z.Q

6. 郝艳捧 谢恒堃.基于热重和红外光谱分析研究大电机定子绝缘中环氧的老化过程[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(13): 15-19
  7. 吕超 胡晓光.基于吸附势理论的SF6高压电器设备气体绝缘状态预测[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(1): 151-154
  8. 李军浩 司文荣 姚秀 郭治峰 李彦明.油纸绝缘内部气隙缺陷电劣化过程中局部放电的测量与模拟[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(31): 128-134
  9. 廖瑞金 桑福敏 刘刚 杨丽君.变压器不同油纸绝缘组合加速老化时油中水分和酸值含量研究[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(4): 125-131
  10. 王世强 魏建林 杨双锁 董明 张冠军 刘孝为.油纸绝缘加速热老化的频域介电谱特性[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(34): 125-131
-