



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102426325 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 25

(21) 申请号 201110273691. 9

(22) 申请日 2011. 09. 15

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72) 发明人 董明 杨代勇 彭华东 周海滨

吴雪舟 缪金

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 王艾华

(51) Int. Cl.

G01R 31/12 (2006. 01)

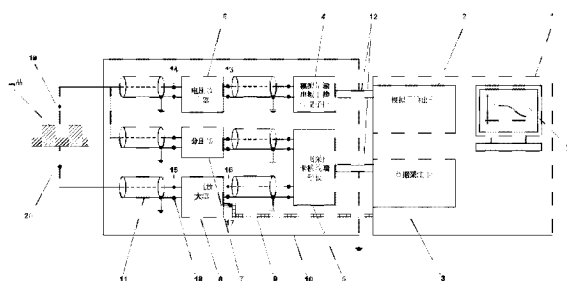
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种油纸绝缘频域谱的测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种油纸绝缘频域谱的测试装置,模拟量输出板卡和数据采集卡插在计算机的 PCI 插槽上,两者分别通过接线电缆与模拟量输出卡接线端子板和数据采集卡接线端子板相连,电压放大器的输入端和输出端分别连接模拟量输出板卡接线端子板和试品的高压端,电阻分压器的两端分别连接试品高压端和数据采集卡接线端子板,电流放大器的电流输入端、电压输出端和控制端分别连接试品接地端、数据采集卡接线端子板和数据采集卡,电压放大器、分压器和电流放大器的接地端均接同一地线。本发明具有操作简单、测量准确、获取信息量多,价格低廉,并可无损测量油纸绝缘设备及材料频域谱的优点。



1. 一种油纸绝缘频域谱的测试装置,包括:计算机(1)、模拟量输出卡(2)、数据采集卡(3)、模拟量输出卡接线端子板(4)、数据采集卡接线端子板(5)、电压放大器(6)、分压器(7)、电流放大器(8)、串口通信电缆(9)、金属屏蔽壳(10)、同轴电缆(11)和虚拟仪器操作面板(21),其特征在于:模拟量输出卡(2)和数据采集卡(3)插在计算机(1)的PCI插槽上,两者分别通过接线电缆(12)与模拟量输出卡接线端子板(4)和数据采集卡接线端子板(5)相连,电压放大器(6)的输入端(13)和输出端(14)分别连接模拟量输出板卡接线端子板(4)和试品的高压端(19),电阻分压器(7)的两端分别连接试品高压端(19)和数据采集卡接线端子板(5),电流放大器(8)的电流输入端(15)、电压输出端(16)和控制端(17)分别连接试品接地端(20)、数据采集卡接线端子板(5)和数据采集卡(3),电压放大器(6)、分压器(7)和电流放大器(8)的接地端(18)均接同一地线。

2. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述电压放大器(6)的放大倍数为40,输出电压幅值范围为 $0 \sim 200\text{V}$ 。

3. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述分压器(7)由无感电阻搭接,分压比为 $100 : 1$ 。

4. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述电流放大器(8)的输出电压幅值范围为 $0 \sim 1.5\text{V}$,放大倍数通过串口通信电缆(9)动态调节,调节范围为 $10^3 \sim 10^{11}$ 倍。

5. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述的模拟量输出卡(2)输出正弦信号的频率范围为 $10^{-4}\text{Hz} \sim 10^3\text{Hz}$;所述的数据采集卡(3)有四个采集通道,采集模式为差分输入,采集精度为 0.05% 。

6. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述的接地端(18)均接同一地线。

7. 根据权利要求1所述的油纸绝缘频域谱的测试装置,其特征在于:所述的虚拟仪器操作面板(21)是由Labview编程实现,具有参数设定和数据处理、分析、展示功能。

一种油纸绝缘频域谱的测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及油纸绝缘的性能测试领域,涉及一种油纸绝缘设备及材料绝缘性能测试装置。

背景技术

[0002] 以油纸绝缘为主绝缘的电力设备如油浸式电力变压器、电抗器、互感器等在电力系统中具有重要作用。在长期运行过程中,由于受到电、热、机械、环境等联合应力的作用,设备的绝缘性能容易逐渐劣化,从而导致其机械强度下降,运行可靠性降低,进而引起故障的发生,严重时甚至会造成供电中断和大量的经济损失。油纸绝缘作为油浸式电力设备的主要绝缘机构,其劣化是不可逆的,一旦绝缘损伤或破坏,很难自我恢复,因此油纸绝缘性能的好坏往往决定了此类设备的运行可靠性和使用寿命。利用优良的测试技术对油纸绝缘的性能参数进行准确测试,进而对电力设备的绝缘状态和剩余寿命进行诊断和评估,这对制定设备的运行维护策略和节约检修成本具有重要意义。油纸绝缘性能参数主要指设备在运行过程中不断改变的一些劣化特征量,这些特征量可以分为直接和间接两种:直接特征量是指电力设备运行中绝缘所必须具有的性能,如介电强度、机械强度等;间接特征量是指和直接特征量相关,但无直接确定关系的参数,如绝缘电阻、介质损耗因数等。直接特征量的测试通常属于破坏性试验,并且存在取样困难,分散性大等缺点,而间接特征量的测试一般属于非破坏性试验,具有操作简单、抗干扰能力强、适用于现场等特点。

[0003] 近几十年来,国内外发明了很多油纸绝缘性能参数的测试方法,就目前的研究现状来看主要包括两大部分:化学测试方法和电气测试方法。化学测试方法主要包括油中微水测试、油中气体分析(DGA)、纸板聚合度和抗张强度测试、油中糠醛成分测试等;电气测试方法主要包括局部放电法、极化/去极化电流法(PDC)、回复电压法(RVM)、频域介电谱法(FDS)等。化学测试方法虽然能直接获得油纸绝缘的性能参数,但一般要对材料进行取样,存在取样困难、操作复杂等缺点,并且取样过程对材料具有一定的破坏性。电气测试方法由于具有无破坏性、易操作、适用于现场等特点,近十年来一直是研究的热点,同时也得到了广泛的应用。RVM和PDC是在时域内对试品进行测试,都需要对试品施加一定的直流电压激励,由于油纸绝缘属于容性试品,具有存储电荷的功能,每次试验后都需要对试品进行长时间放电,因此测试时间较长,且在现场应用时抗干扰能力差;FDS是在频域范围内对试品进行测试,试验后无需对试品进行放电处理,具有较强的抗干扰能力。

[0004] 频域介电谱法(FDS)以扫频的方式控制所施电压的频率,通过检测试品上的电压和流过试品的电流获得宽频范围内试品的介质损耗因数频谱曲线和复介电常数曲线。目前,FDS在国内的发展还处于初步阶段,主要集中在利用频域介电谱法研究水分、温度等因素对电介质绝缘性能的影响以及油纸绝缘状态诊断方面;研究时多是利用国外已有的FDS仪器对油纸绝缘性能进行测试和分析,国内还没有成型的基于频域介电谱的油纸绝缘测试仪器,国外虽具有成熟产品,但价格昂贵,因此有必要开发一种廉价的油纸绝缘频域谱测试装置。

发明内容

[0005] 针对油纸绝缘的化学测试方法一般对油纸绝缘本身具有一定的破坏性，PDC 和 RVM 两种方法测试时间长、现场抗干扰能力差、所获信息量少，国外测试仪器价格昂贵等问题，本发明提出如下技术方案：

[0006] 一种油纸绝缘频域谱的测试装置，包括：计算机、模拟量输出卡、数据采集卡、接线端子板、电压放大器、分压器、电流放大器、串口通信电缆、金属屏蔽壳、同轴电缆和虚拟仪器操作面板，模拟量输出板卡和数据采集卡插在计算机的 PCI 插槽上，两者分别通过接线电缆与模拟量输出卡接线端子板和数据采集卡接线端子板相连，电压放大器的输入端和输出端分别连接模拟量输出板卡接线端子板和试品的高压端，电阻分压器的两端分别连接试品高压端和数据采集卡接线端子板，电流放大器的电流输入端、电压输出端和控制端分别连接试品接地端、数据采集卡接线端子板和数据采集卡，电压放大器、分压器和电流放大器的接地端均接同一地线。

[0007] 所述计算机为工控机，所述虚拟仪器操作面板在工控机上显示，用外接鼠标和键盘进行控制。

[0008] 所述装置可以提供 $0 \sim 200\text{V}$ 的测试电压峰值，扫频范围为 $10^{-4} \sim 10^3\text{Hz}$ ，可以测量 $\text{pA} \sim \text{mA}$ 级的电流。

[0009] 所述装置的所有接地点均为同一接地点。

[0010] 本发明的装置操作简单，方便灵活，可产生丰富的测量信息，便于试验结果的分析与处理，相对于国外的测试仪器，成本较低，因而适应于在实际工作中使用。

[0011] 本发明具有以下有益效果：

[0012] (1) 本发明油纸绝缘频域谱的测试装置通过数据采集卡对试品两端的电压和流过试品的电流进行采集，后续的信号处理多用软件完成，对信号的噪声有良好的滤除作用，抗干扰能力强。

[0013] (2) 本发明所述装置采集电压和电流信号之前，分别采用分压器和微电流放大器对两路信号进行调理，并根据信号幅值的大小调节数据采集卡的采集量程，提高了信号采集的精度。

[0014] (3) 本发明所述装置选用模拟量输出板卡制成试品外施变频电压的信号发生器，通过软件编程实现 $10^{-4}\text{Hz} \sim 10^3\text{Hz}$ 正弦电压信号输出功能，变频过程操作简单。

[0015] (4) 本发明所述装置通过电压放大器放大模拟量输出板卡的输出电压值，可以提高试品上的外施电压，最大峰值达到 200V ，从而增大流过试品的电流，以便于电流信号测量，提高测量精度。

[0016] (5) 本发明所述装置后期信号的分析处理多用软件完成，其中的关键步骤是求取电压和电流信号的相位差，采用 FFT 算法，在一个周期内波形点数大于 1000 时，相位差的相对误差小于 0.1% ，测量精度非常高，保证了后续信号处理不会丢掉试品性能参数的重要信息。

[0017] 综上所述，本发明能够实现油纸绝缘频域谱的测试功能，进而可以对油纸绝缘的性能进行诊断和评估，对保证油纸绝缘结构电力设备的安全运行意义重大。

附图说明

- [0018] 图 1 是本发明试验装置的工作原理示意图；
[0019] 图 2 是本发明试验装置的整体结构示意图；
[0020] 图 3 是本发明试验装置的运行流程图；
[0021] 图 4 是本发明试验装置的虚拟仪器操作面板图；
[0022] 图 5 是本发明试验装置的测试结果图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明加以详细说明：

[0024] 一种油纸绝缘频域谱的测试装置，如附图 2 所示，包括，计算机 1、模拟量输出卡 2、数据采集卡 3、模拟量输出卡接线端子板 4、数据采集卡接线端子板 5、电压放大器 6、分压器 7、电流放大器 8、串口通信电缆 9、金属屏蔽壳 10、同轴电缆 11 和虚拟仪器操作面板 21，模拟量输出板卡 2 和数据采集卡 3 插在计算机 1 的 PCI 插槽上，两者分别通过接线电缆 12 与模拟量输出卡接线端子板 4 和数据采集卡接线端子板 5 相连，电压放大器 6 的输入端 13 和输出端 14 分别连接模拟量输出板卡接线端子板 4 和试品高压端 19，电阻分压器 7 的两端分别连接试品高压端 19 和数据采集卡接线端子板 5，电流放大器 8 的电流输入端 15、电压输出端 16 和控制端 17 分别连接试品接地端 20、数据采集卡接线端子板 5 和数据采集卡 3，电压放大器 6、分压器 7 和电流放大器 8 的接地端 18 均接同一地线。

[0025] 本发明装置的工作原理如附图 1 所示，通过计算机控制试品外施电压的频率和幅值，对试品施加一定频率的正弦电压，采集相应的外施电压信号和流过试品的电流信号，将采集到的电压和电流信号送入计算机，利用 FFT 法求取电压和电流信号的相位差，最后求取此频率下的介质损耗因数，之后改变外施电压的频率，再测量对应频率下的介质损耗因数，如此重复上述步骤，直至测完所需频率范围内的油纸绝缘试品的介质损耗因数为止，频率从高频到低频依次变化。

[0026] 本装置的程序可以控制模拟量输出卡 2 产生幅值 $0 \sim 5\text{V}$ 、频率 $10^{-4}\text{Hz} \sim 10^3\text{Hz}$ 的正弦电压信号，通过电压放大器 6 将电压信号放大 40 倍到 $0 \sim 200\text{V}$ 。电压放大器 6 的输出端 14 连接试品高压端 19，电压信号通过分压比为 $100:1$ 的分压器 7 进行调理，即将试品两端的电压 $0 \sim 200\text{V}$ 转换为 $0 \sim 2\text{V}$ 。电流放大器 8 的电流输入端 15 连接试品的接地端 20，电压输出端 16 的输出幅值为 $0 \sim 1.5\text{V}$ 。当试品上施以 $0 \sim 200\text{V}$ 的正弦电压时，有微弱的电流流过试品内部，当外施电压的频率在 $10^{-4}\text{Hz} \sim 10^3\text{Hz}$ 之间变化时，微电流的峰值大小将在 $\text{pA} \sim \text{mA}$ 之间变化，由于电流值较小且随频率不断变化，需要通过量程可变的电流放大器 8 对电流信号进行调理，其放大倍数为 $10^3 \sim 10^{11}$ 倍，可以由计算机 1 通过串口通信电缆 9 对放大倍数进行控制。经过调理的电压和电流信号由数据采集卡进行同步采集送入计算机 1，然后利用 FFT 算法求出电压和电流信号的相位差，最后求得试品的介质损耗因数。

[0027] 本装置的运行过程，如附图 3 所示，包括系统启动、扫频参数设置、开始测试、数据存储、测试停止等几部分。

[0028] 本装置的虚拟仪器操作面板如附图 4 所示，可以通过计算机外接的鼠标和键盘进行控制，完成整个测试过程。

[0029] 本装置的测试系统启动是指启动计算机上编写的与本发明装置配套的测试系

统。测试系统启动时,将自动对本发明装置进行初始化设置:模拟量输出板卡输出频率为 10^{-4}Hz ,输出幅值为 0V。为了动态调节电流放大器 8 的放大倍数,需要在计算机 1 和电流放大器 8 之间进行通信握手,即电流放大器 8 上电后,由计算机 1 向其内置的嵌入式单片机发送 55H,若单片机向计算机 1 返回 F8H 则表示握手成功;否则,不成功。

[0030] 扫频参数的设置是指用户在操作面板上的扫频参数设定区域,设定试验扫频参数的最大值和最小值,设定完毕后才可进行试验。单击开始按钮后,计算机将自动从设定的最大频率向最小频率扫描,逐次改变外施电压的频率,测量试品的介质损耗因数,并将测量结果绘成曲线。

[0031] 开始测试是指完成参数设置后,单击附图 4 中的开始按钮进行试验测试。数据存储是指在测试过程结束后,测试系统会自动弹出数据存储窗口,可以对将测量结果进行命名和文件格式转换,最后存入计算机硬盘。测试结束时,系统自动停止运行,重新进行初始化设置,单击附图 4 中的停止按钮,可中途停止此次测试。

[0032] 使用过程如下:启动测试系统,设定试验的扫频参数,单击开始按钮开始试验。试验开始后,本装置的虚拟仪器操作面板将实时显示试品外施电压的波形、采集的电压、电流波形和测试结果。测试过程结束后,系统会自动弹出数据存储窗口,测试结果以 TDMS 文件格式存储,此格式可用文本或电子表格阅读软件打开,便于后续的数据处理和分析。在试验进行过程中单击停止按钮可以停止本次测试过程。

[0033] 本发明装置对某油纸绝缘材料的测试结果如图 5 所示,试品上施加电压的幅值为 200V,扫频范围 $10^{-3}\text{Hz} \sim 10^3\text{Hz}$ 。从附图 5 可以看出,测试曲线包含多个频率下的介质损耗因数值,携带信息丰富,便于试验结果的分析 and 处理。

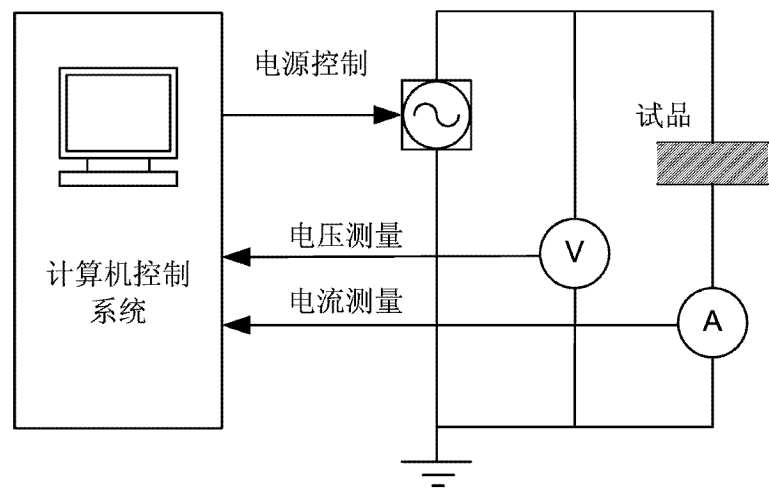


图 1

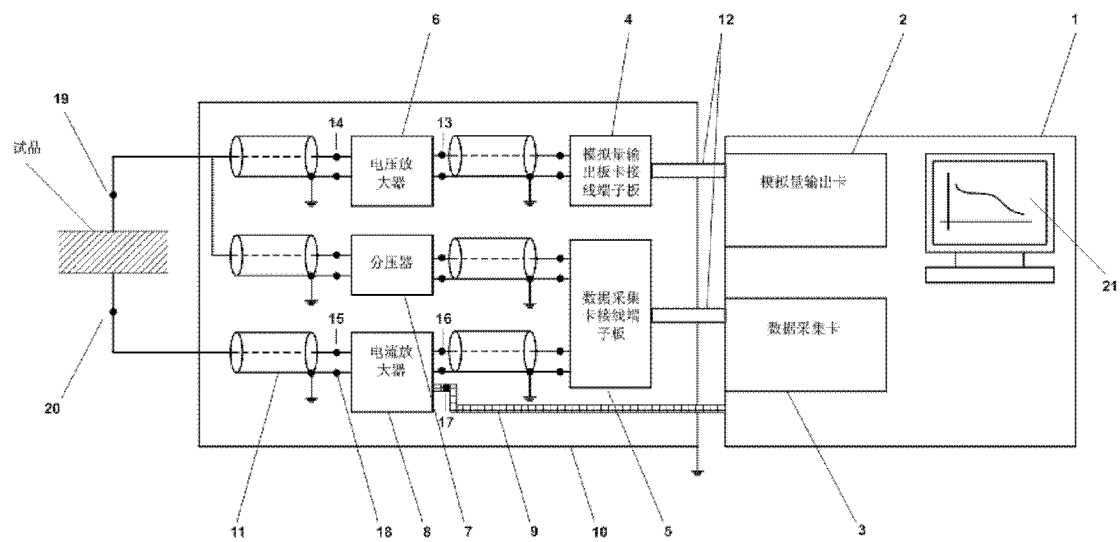


图 2

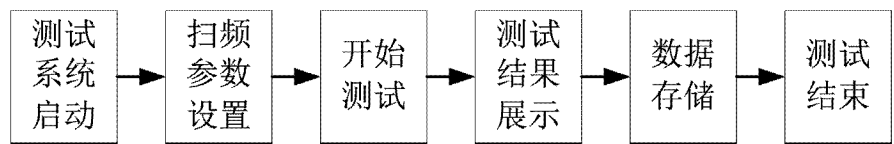


图 3

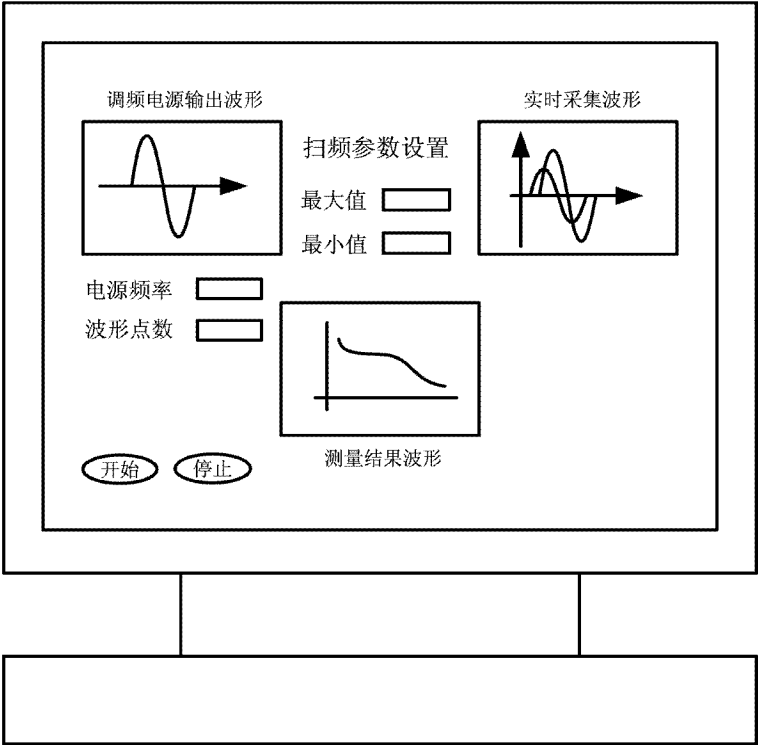


图 4

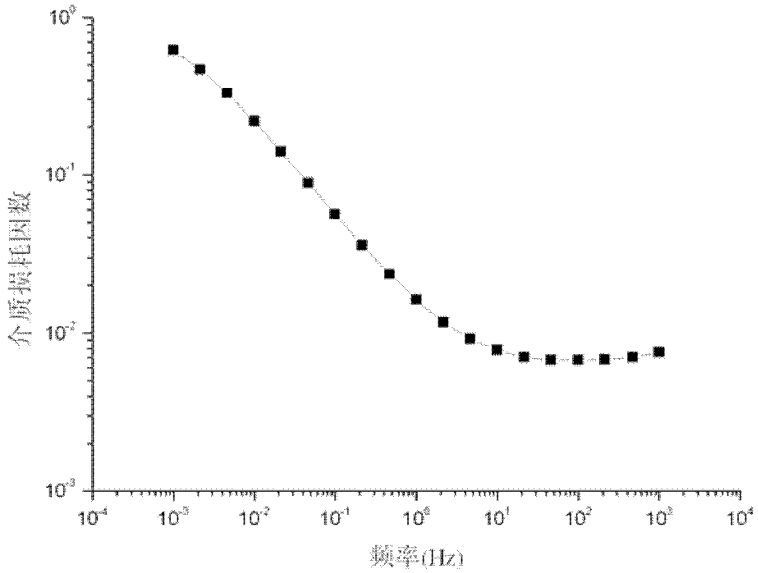


图 5