ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪

产品说明书（V1.01）

武汉启亦电气有限公司

武汉启亦电气有限公司

Wuhan Qiyi Electric Co.,Ltd

武汉启亦电气有限公司

本说明书对应 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪，软件版本 V1.01。

武汉启亦电气有限公司版权所有。

本说明书中的产品信息、技术参数代表说明书编写时的技术状态，更改恕不另行通知。

我们已经尽力确保本说明书中的信息可靠和准确，但仍可能存在不准确或者错误的地方。

使用说明

尊敬的用户：

感谢您购买本公司 **ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪**。在您初次使用该产品前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。

产品说明书是提供关于如何安全、正确和高效地使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪的资料。ZT-3000 变压器扫频阻抗产品说明书包含使用该设备的重要安全说明，让您熟悉设备操作。请阅读并遵循“安全规程”一节中所说明的安全规定以及所有相关的安装和运行说明。遵从产品说明书里的指示有助于规避风险、减少修理费用及由于不正常操作导致的仪器故障。

应该在使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪的现场常备产品说明书。所有 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪的操作者必须要阅读它。除了遵守 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪说明书的内容，您还要遵守在高电压电力设备上工作的所有相关的国家及国际安全规程。

在高压电力设备上工作是非常危险的。使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪进行的测量必须由具有相关资质的、熟练并经认可的人员来进行。在工作开始前，请清晰地明确责任。接受过 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪训练、指导、培训的人员在从事高压电力设备的工作时，仍然需要有经验的操作员监督下进行。

武汉启亦电气有限公司

安全规程：

请阅读下列安全注意事项，以避免人身伤害！

（1）在操作 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪之前，请仔细阅读本章中的说明。如果您不理解其中某些安全规程，在继续操作前请联系武汉启亦电气有限公司。在使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪工作时，要注意遵守安全规程。

（2）只有本公司专业技术人员或经认证的专业机构才能对 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪进行维护和修理。

使用概述：

（1）检查仪器本体及其附件完整无破损，尤其是要避免影响安全的损坏。

（2）做好主机及试验线可靠接地措施，将其试验线黑色接地端子短接后可靠连接到待测试变压器上的接地端子。

（3）做好免受相邻带电部分伤害的安全措施。

（4）不要触摸任何没有明显接地连接的端子。

（5）禁止打开 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪的机箱。

（6）禁止修理、改造、扩展或是改变 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪及其附件。

（7）只在符合规程、且技术条件良好的情况下使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪及其附件。

武汉启亦电气有限公司

操作细则：

防止电击或人身伤害！

注 意 事 项

- **正确的接地。**仪器在使用前请有效接地。待关机及其他引线拆除之后最后才能拆除地线。
- **正确地连接和断开。**当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。
- **注意所有终端的额定值。**为了防止火灾或电击危险，请注意所有额定值和标记。在进行连接之前，请阅读使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。
- **避免接触裸露电路和带电金属。**有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。
- **请勿在潮湿环境下操作。**
- **请勿在易爆环境中操作。**
- **只有合格的技术人员才可执行维修。**

免责声明：

如果没有按照厂家规定的方式使用 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪，可能损坏 ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪或者危及人身安全。

武汉启亦电气有限公司

目 录

1 概述 1
1.1 扫频阻抗法测试原理 1
1.2 功能特点 1
1.3 测试注意事项 2
1.4 接线要求和测量范围 2
1.5 遵循的标准 2
2 仪器简介 4
2.1 主机 4
2.2 装箱清单 5
2.3 软件 5
2.4 技术参数 6
3 试验接线 8
4 Android 软件使用 12
4.1 测量功能 12
4.2 配置功能 14
4.2.1 变压器配置 14
4.2.2 测量配置 16
4.2.3 接线示意图 18
4.2.4 对比配置 19
4.3 对比功能 20
4.4 我的功能 22

武汉启亦电气有限公司

4.4.1 本地历史纪录 23
4.4.2 主机历史记录 24
4.4.3 单点测量模式 25
5 结果判断 26
5.1 基本原则 26
5.2 比较方法 26
5.2.1 横向比较法 26
5.2.2 纵向比较法 26
5.3 特征参数 26
5.3.1 极值点偏移 26
5.3.2 相关系数 26
5.3.3 低频斜率变化值 27
5.3.4 阻抗电压 Uk>4%的同心圆绕组对额定频率阻抗值 27

武汉启亦电气有限公司

ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪

1 概述

1.1 扫频阻抗法测试原理

利用扫频阻抗法对变压器进行测试时，变压器绕组可看作由电阻、电感和电容等元件组成的电路系统，当其中某一元件发生变化时，变压器的扫频阻抗值也会产生相应的改变，而这些元件的具体参数则是由绕组的几何尺寸所决定的，绕组尺寸的改变必然引起变压器扫频阻抗值变化。若绕组发生变形，绕组内部的分布电感、电容等参数必然改变，导致其短路状态等效网络发生变化，使网络的频率响应特性发生变化。用扫频阻抗分析法检测变压器绕组变形，是通过检测变压器各个绕组的幅频响应特性，并对检测结果进行纵向或横向比较，根据幅频响应特性的差异，判断变压器可能发生的绕组变形。

扫频阻抗法是一个全新的概念，它很好地结合了传统频率响应分析法和短路阻抗法的优点，实现了一次测量可以同时取得变压器绕组的短路阻抗值和频响特性曲线。采用该方法，可计算出 50Hz 下的变压器短路阻抗值，与铭牌值进行比较；同时又可以测量出频率响应的幅频特性，中高频段的测试曲线与以前的频响法曲线可以相比较，利用现有的标准进行判断，可为变压器绕组的状态判断提供更有效的判断、分析依据。

1.2 功能特点

1) 遵循 T/CEC 201-2019《电力变压器绕组变形扫频阻抗法检测判断导则》中电联团体标准。
2) 遵循 DL/T 911《电力变压器绕组变形的频率响应分析法》行业标准。
3) 基于扫频阻抗法，只用 1 次接线完成 2 个试验项目，1 次测试可同时取得变压器绕组的短路阻抗值和频响特性曲线。
4) 在 10Hz~1MHz 的测试频率下，测试电压信号不低于 20V（有效值），现场抗干扰能力更强。
5) 智能化程度高，接线完成后，一键操作即可完成测量、数据保存、上传

下载、数据分析等工作。

6) 内置锂电池供电，无需外接电源，支持快充模式。

7) 测试主机通过无线通讯与手持移动终端连接，通过无线实现智能操控。

8) 配备数据分析软件，支持 Andriod 终端的 APP 客户端。

9) 测量数据自动存盘，一键生成 Word 版测试报告，避免人工抄录数据及编制报告导致的费时、费力和出错等问题。

1.3 测试注意事项

（1）检测工作应在所有直流试验项目之前或者在绕组充分放电以后进行，必要时进行退磁处理。检测时应按照接线要求和接线方式，逐一对变压器的各个绕组对进行检测，分别记录测试结果；

（2）首次检测时，应在变压器最高、额定、最低分接档位下检测，运行档位明确时应增加该档位下的检测；

（3）已投运的变压器宜在运行档位下进行检测；当变压器承受短路冲击等不良工况，怀疑变压器存在绕组变形时宜在最高、额定、最低分接位置及运行档下检测；

（4）针对同一绕组对，测试时应在较高电压侧和较低电压侧的绕组上分别进行加压测试。

1.4 接线要求和测量范围

（1）被测绕组对的短路侧绕组的包括中性点在内的所有线端全部短接；

（2）短接线采用铜或铝材质，导线截面积应根据被试品容量进行合理选取，以满足短接线及其接触电阻的工频阻抗不大于被测绕组对短路侧等值阻抗 0.1%的要求；

（3）检测时第三绕组（如有）应开路。

1.5 遵循的标准

《T/CEC 201-2019 电力变压器绕组变形扫频阻抗法检测判断导则》

《GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范》

《DL/T 911-2016 电力变压器绕组变形的频率响应分析法》

《DL/T 1093-2008 电力变压器绕组变形的电抗法检测判断导则》

《DL/T 596-2005 电力设备预防性试验规程》

《Q/CSG 114002-2011 电力设备预防性试验规程》

以及上述规范所引用的规范性文件。

武汉启亦电气有限公司

2 仪器简介

变压器绕组变形扫频阻抗分析仪由测试主机及分析软件两部分组成，测量主机是由信号发生源、功率运放及信号测量等组成的仪器，分析软件在平板 APP 完成，测试主机通过无线通讯与平板连接。

2.1 主机

ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪提供以下接口和操作控制，其外观样式如图 1 所示。

图 1 中包括：电源开关、测试/停止按钮、充电指示灯、电量指示灯、电源接口、WiFi 天线接口、A 相接线端子、B 相接线端子、C 相接线端子、O 相接线端子、接地端子以及平板。

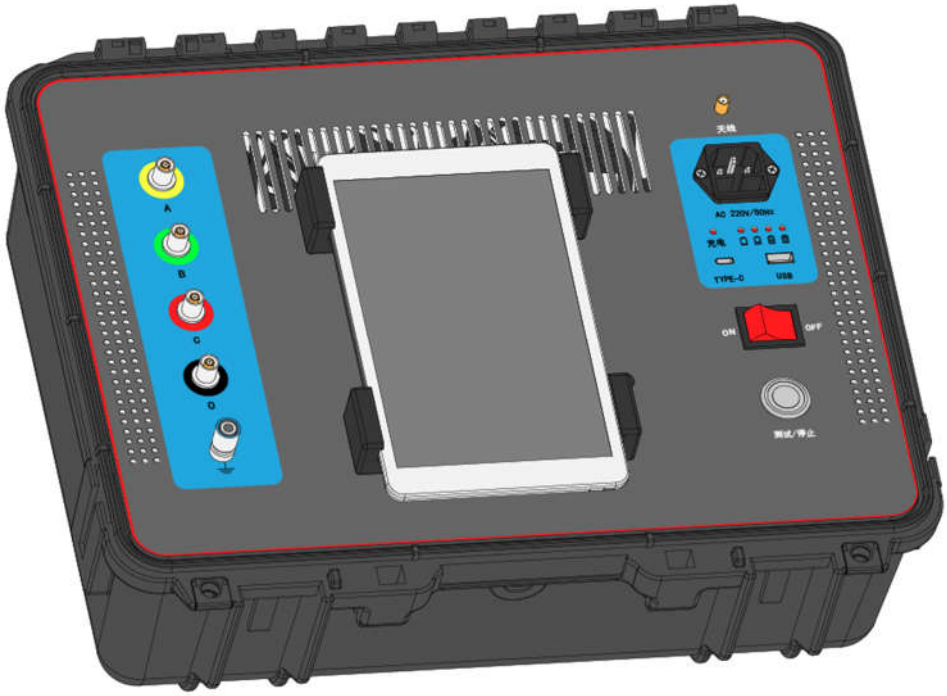

图 1 整体效果图

2.2 装箱清单

ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪包括下表中的所有装置。

表 1 装箱清单

序号	规格/型号	数量	单位
1	测试主机	1	台
2	测试线	1	套
3	测试夹	1	套
4	接地线	1	根
5	电源线	1	根
6	手持终端设备	1	台
7	Android软件	1	套
8	说明书	1	份
9	合格证书	1	份
10	出厂报告	1	份

2.3 软件

ZT-3000 变压器绕组变形扫频阻抗分析仪提供支持 andriod 系统的 APP 客户端，测试软件可以和主机建立有效的连接，控制主机工作状态并具有显示、对比、保持数据功能。

武汉启亦电气有限公司

2.4 技术参数

主要性能指标	
输出电压	不小于 20Vrms 的峰值输出能力
输出电流	不小于 1Arms 的峰值输出能力
输出频率	10Hz~1MHz
频率精度	0.1%±0.2Hz
检测范围	0.10Ω~100kΩ 的动态阻抗检测范围
阻抗测量精度	0.1Ω~10Ω：±(1%+0.01Ω) 10.1Ω~100Ω：±(1%+0.1Ω) 100.1Ω~1kΩ：±(1%+1Ω) 1.001kΩ~10kΩ：±(2%+10Ω)
功能参数	
工频短路阻抗	准确测量 50Hz 工频短路阻抗
扫频方式	线性或对数可选
扫频间隔	多种间隔模式可选，在 10Hz~100Hz、100Hz~1kHz、1kHz~10kHz、10kHz~100kHz、100kHz~1MHz 共 5 个区间内，每个区间不少于 50 个频率测量点，并对 50Hz 频率点有效测量
曲线显示	曲线形式显示阻抗值、角度值、实部值（电阻值）、虚部值（电抗值），可设置为线性/对数显示模式
结果导出	可导出通用的 CSV 文件
通讯方式	内置 WIFI 主站，可同时连接多台人机交互终端设备
APP 功能	APP 控制测试过程，自动保存数据
离线测量	主机可在不连接人机交互终端的情况下由面板按键控制启动和停止测量，并存储测试数据
环境要求	

武汉启亦电气有限公司

标准工作温度	-5℃～+40℃
被试品温度	-5℃～+135℃
相对湿度	≤80%
海拔高度	<2000 米
供电、重量及外形尺寸	
供电方式	内置锂电池供电，支持快充模式
主机尺寸	430mm（长）×345mm（宽）×188mm（高）
主机重量	5kg

武汉启亦电气有限公司

3 试验接线

仪器所有需要连接的测试附件有：

1、AC220V 电源线；

2、黄、绿、红、黑同轴测试线缆各一根（每根 20m，带屏蔽层，需接地）；

3、黑色鳄鱼夹短接线×4（3m、两端鳄鱼夹，用于短接短路侧）；

4、透明接地线×5（3m、黑色香蕉头、接地夹，用于测试线缆屏蔽层接地和仪器接地）。

简要接线方法：测试时，将黄、绿、红、黑测试夹分别夹在对应套管出线处，测试夹处的接地线需要与大地可靠连接，将同轴电缆 BNC 端和主机对应的端子连接，同时主机的接地端子需要与大地可靠连接。具体接线如下图所示：

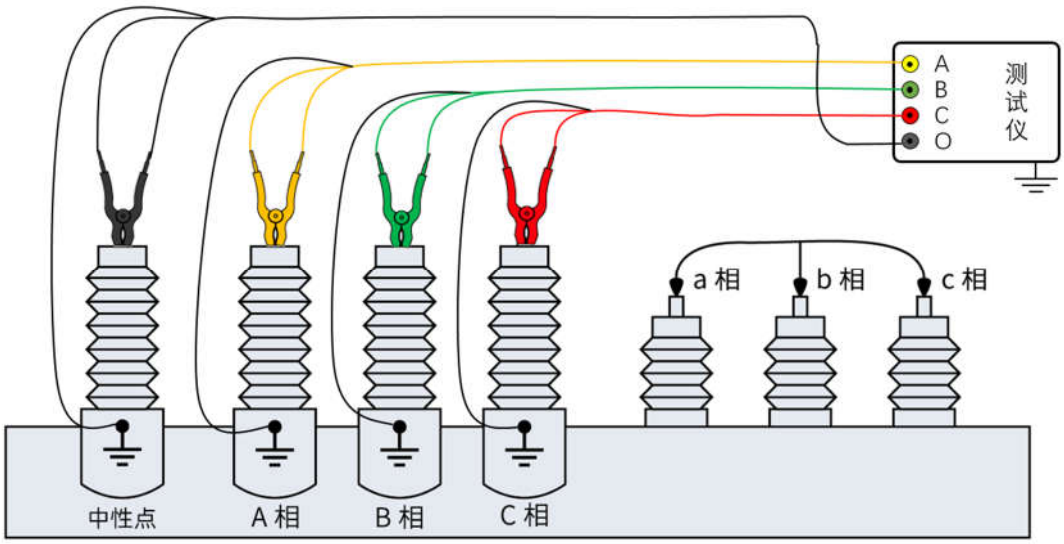

图 2 测试接线图

测试时，一般在高压侧测量，中压侧或低压侧短路。本仪器具备单次测量或自动三相测量，单相测量可只接一相输出，三相自动测量需要三相接线，仪器**逐次测量三相**（AO、BO、CO 或 AB、BC、CA）。

对于双绕组变压器，有一个绕组对，测量三次就可以完成测量；对于三绕组变压器，有高-中、高-低、中-低三个绕组对，共需要九次测量（使用自动测量三相只需要操作三次）。具体测试如下图所示（以高-中绕组下的 8 种测试模式为例）。

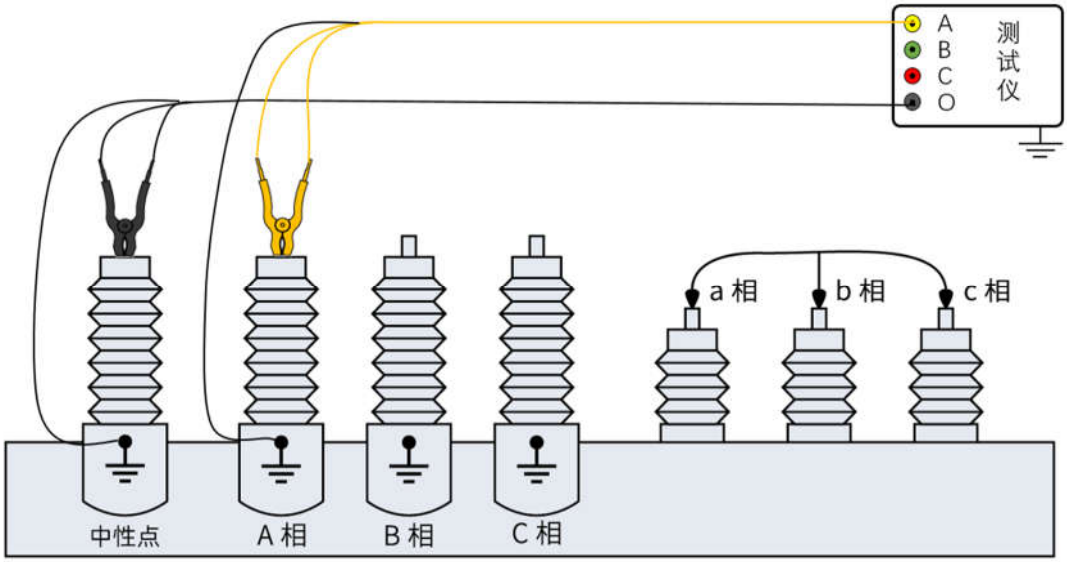

图 3 单相测量 AO

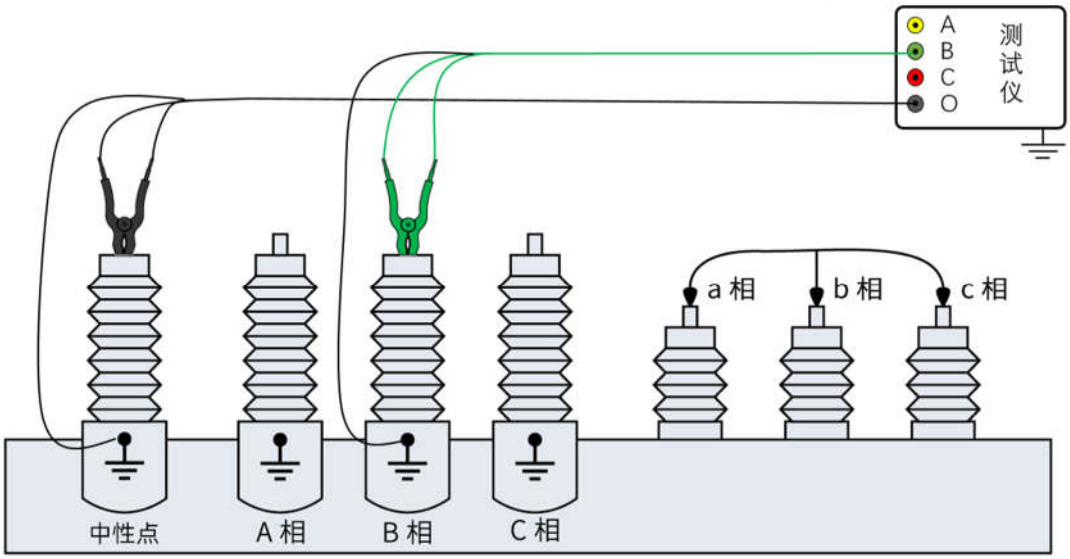

图 4 单相测量 BO

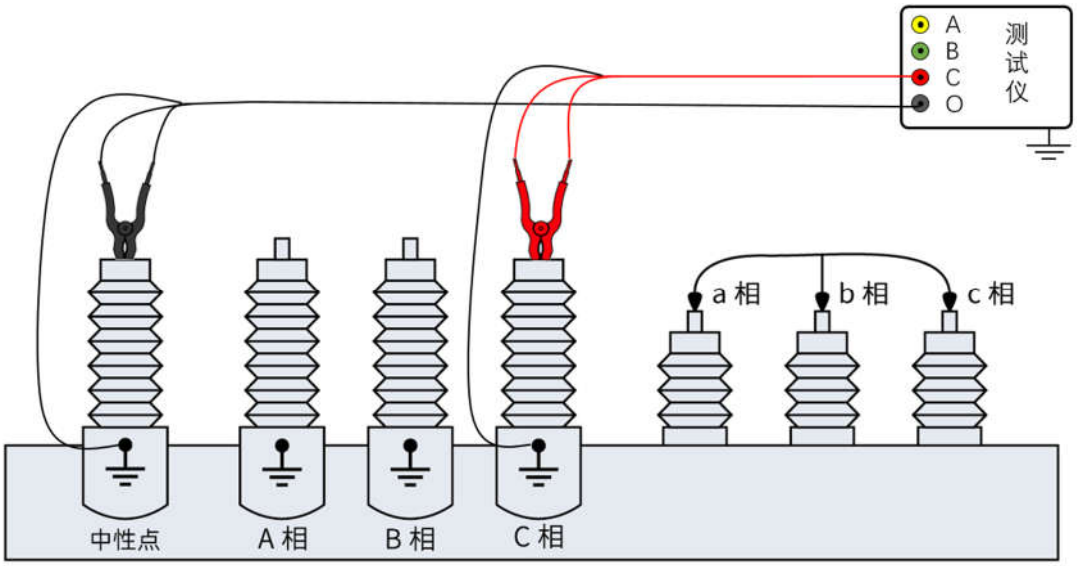

图 5 单相测量 CO

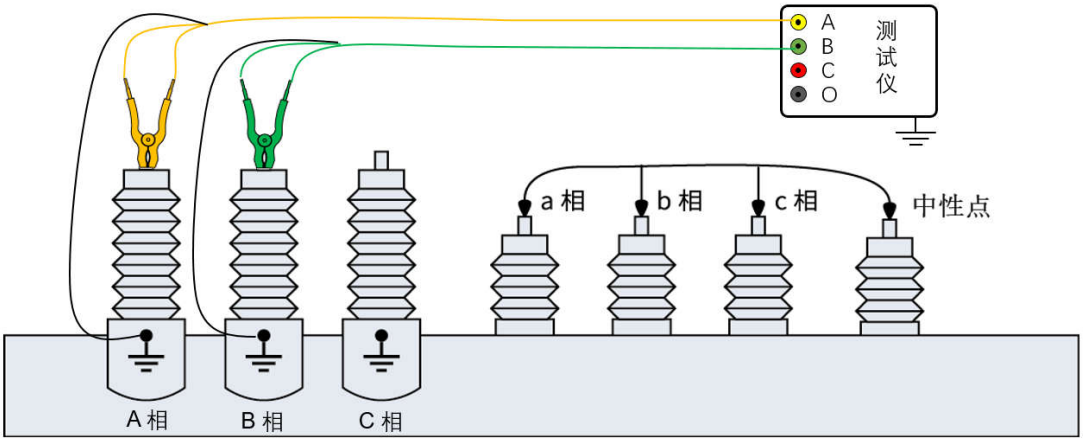

图 6 单相测量 AB

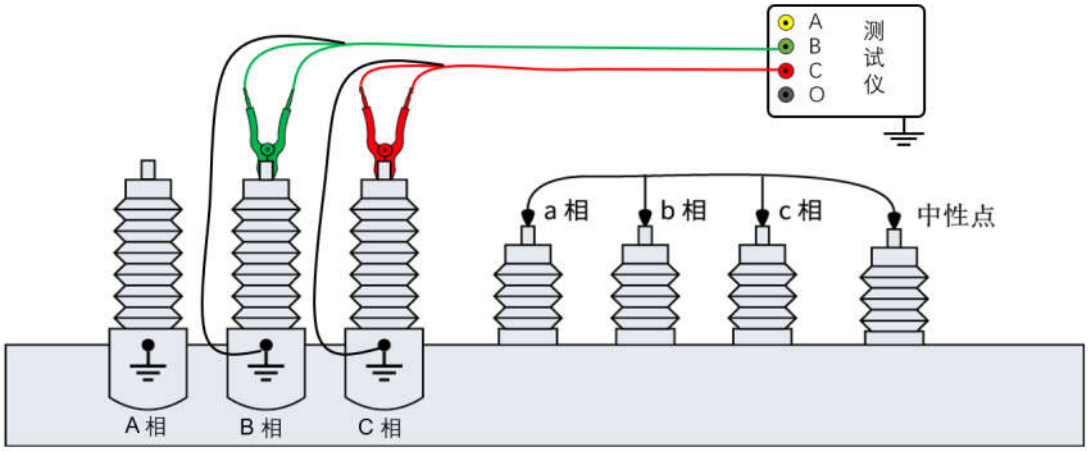

图 7 单相测量 BC

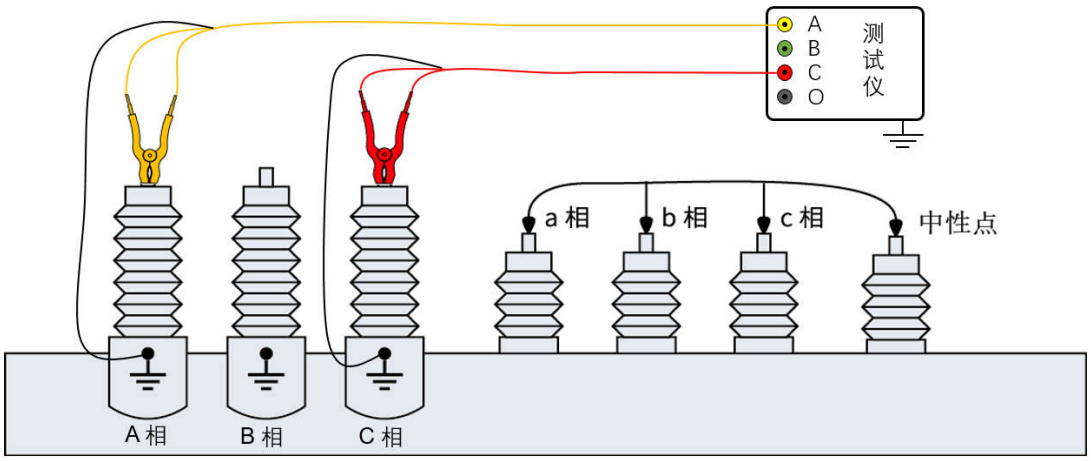

图 8 单相测量 CA

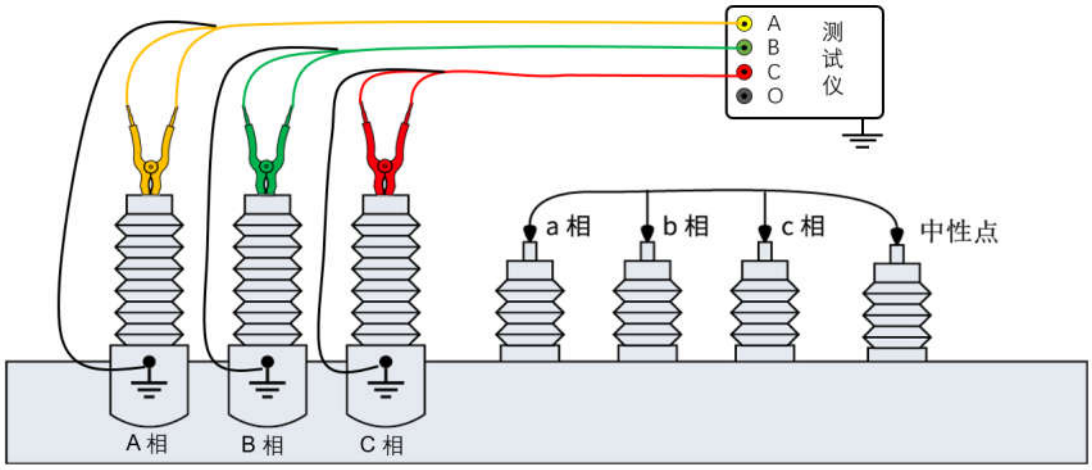

图 9 Δ绕组自动三相测量(AB-BC-CA)

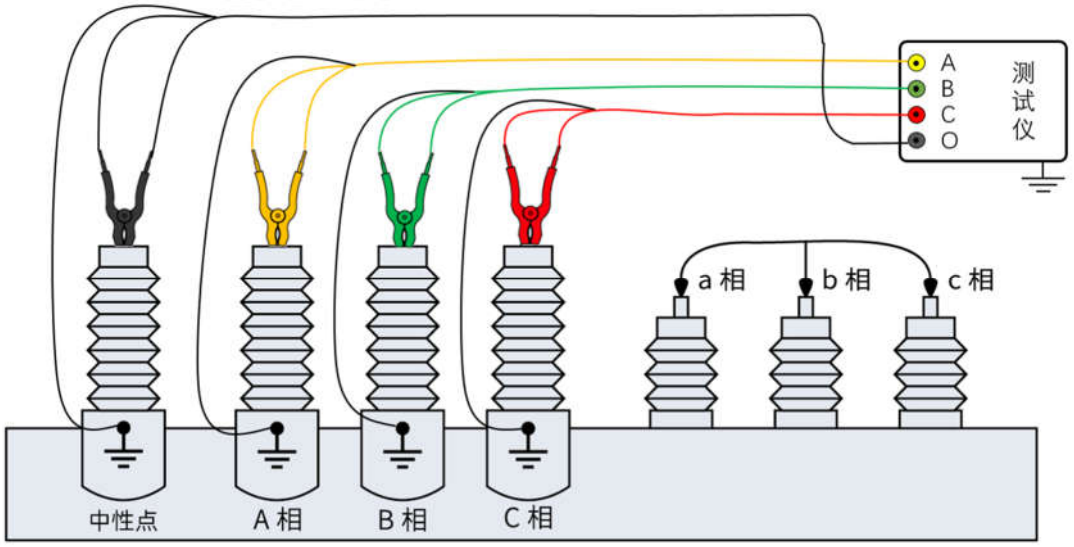

图 10 Y 绕组自动三相测量(AO-BO-CO)

4 Android 软件使用

注意：由于不同移动终端硬件和操作系统不尽相同，软件界面与说明书中可能存在差异；软件版本仅以产品出厂时为参考，后续如有更新恕不另行通知。

打开扫频阻抗软件

，进入软件 APP，包括“**测量**”、“**配置**”、“**对比**”，“**我的**”四个页面。

4.1 测量功能

测量页面包含折线图及表格的数据显示，同步配置按钮、开始测量按钮、保存按钮（保存测量数据）。

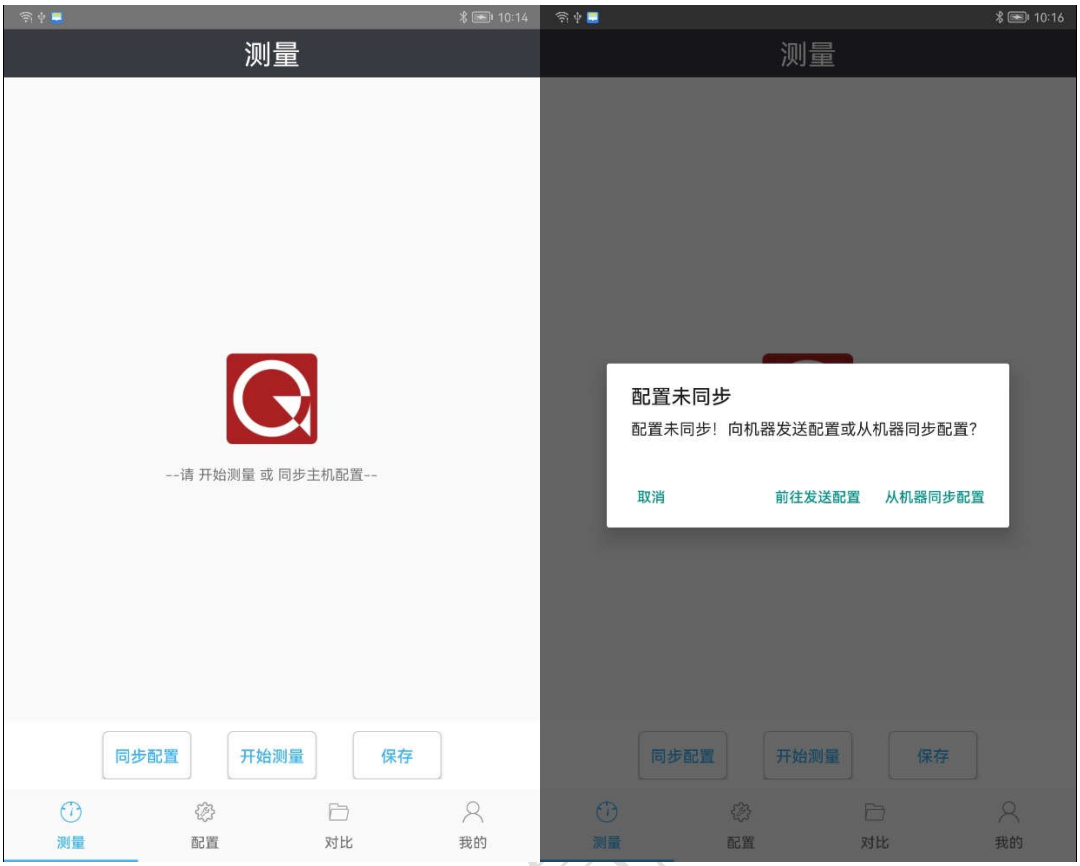

图 11 测试示例

测量页面包含折线图及表格的数据显示，**同步配置按钮、开始测量、保存按钮**。进入 APP 后，当软件未连接到正确的 WIFI（**QYWIFI-******）时，会出现提示，引导用户前往 WIFI 连接页面连接正确的 WIFI。当点击“**开始测量**”按钮，若未发送配置或同步配置，会出现“配置未同步”提示，需要主动下发配置或者同步配置。

- **同步配置**
  - 从主机召唤已有配置，保证 APP 的配置信息与主机同步；
- **开始测量/停止测量**
  - 点击“开始测量”启动测试，图标变为“**停止测量**”；
  - 手动点击“**停止测量**”，或 WIFI 断开，仪器将停止测试，图标变为“开始测量”；
- **保存**

- 将本次测试结果保存至数据库，可前往“我的->历史记录”中查看。

4.2 配置功能

- **重置：**

将配置重置为初始值；

- **确认：**

使配置修改生效，下次进入 APP 时配置依旧是点击确认后的配置值。

4.2.1 变压器配置

配置分为四部分，分别为**变压器配置、测量配置、接线示意图**以及**对比配置**。

图 12 变压器配置示例

- **名称**

设置变电站名称或其他名称，便于用户记录测量信息及查看历史；

- **编号**

设置变压器编号或测量编号，便于用户记录测量信息及查看历史；

- **变压器型号**

  设置变压器型号，便于用户记录测量信息及查看历史；

- **描述**

  添加用户备注，便于用户记录测量信息及查看历史；

- **变压器类型**

  有单相变压器、三相双绕组变压器及三相三绕组变压器可供选择，不同的变压器类型对应不同的测量绕组对、测量方式及测量相别；

- **接线方式**

  若变压器类型为单相变压器或三相双绕组变压器，只需要选择高压侧接线方式，若选择三相三绕组变压器，则需要选择高压侧和低压侧接线方式；

- **额定电压**

  变压器对应绕组额定电压；

- **额定容量**

  变压器对应绕组对额定容量；

- **额定短路阻抗**

  变压器对应绕组对额定短路阻抗值；

- **重置**

  变压器配置重置为默认值；

- **确认**

  确认修改配置，上位机下发配置给主机且保存，修改配置后需要确认，否则不会下发配置。

武汉启亦电气有限公司

4.2.2 测量配置

图 13 测量配置示例

- **起始/截止频率**

  设置测量时的频率范围；

- **扫描方式**

  设置机器扫描的方式为线性还是对数；

- **扫描点数**

  设置测量时的测量点数目；

- **数据显示**

  测量界面数据的显示方式为幅度/相位还是实部/虚部；

- **横/纵坐标显示**

  设置测量界面横/纵坐标的显示方式为线性还是对数；

- **测量绕组对**

  设置变压器的测量绕组对；

- **测量方式**

  设置变压器测量方式（单相测量或自动三相测量），单相变压器只有单相测量方式，三相变压器有单相测量方式及自动三相测量方式；单相测量方式一次操作只能测量指定相别，自动三相测量可对三相变压器三相逐次测量（AO、BO、CO 或 AB、BC、CA）；

- **测量相别**

  设置变压器的测量相别，单相测量方式根据绕组对不同可选 AB、BC、CA 或 AO、BO、CO；自动三相测量方式根据绕组对不同可选 AB-BC-CA 或 AO-BO-CO；

- **分接位置**

  设置变压器当前分接档位;

- **重置**

  变压器配置重置为默认值；

- **确认**

  确认修改配置，上位机下发配置给主机且保存，修改配置后需要确认，否则不会下发配置。

武汉启亦电气有限公司

4.2.3 接线示意图

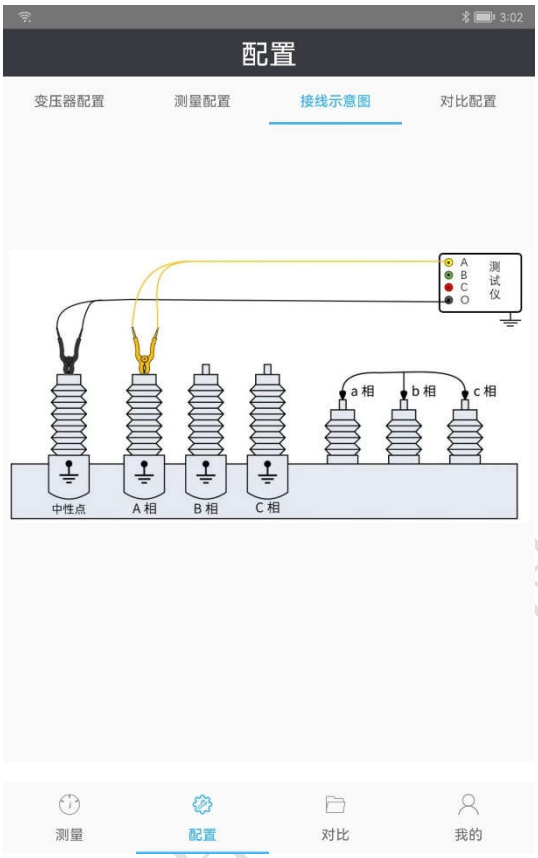

图 14 接线示意图示例

接线示意图根据配置的不同显示不同的接线图。

武汉启亦电气有限公司

4.2.4 对比配置

图 15 变压器变形判断标准

对比配置是变压器变形的判断标准，不允许修改。

- **注：**

  LF：低频；MF：中频；HF：高频；

  RLF：低频时相关系数的判断阈值；

  RMF：中频时相关系数的判断阈值；

  RHF：高频时相关系数的判断阈值。

4.3 对比功能

对比
--历史记录对比--
--线圈形变计算--
导入
测量
配置
对比
我的
对比
导入数据
请输入需要搜索的名称
2018-01-01
2023-04-27
搜索
1001
70条
恒变110kv 分接:1 测量相:AO 对数 时间:2023-04-10 10:07:31 单相测量第一次
恒变110kv 分接:1 测量相:AO 对数 时间:2023-04-10 10:11:10 单相测量第二次
恒变110kv 分接:1 测量相:AO 对数 时间:2023-04-10 10:15:32 单相测量第三次，挪到A相输出线
恒变110kv 分接:1 测量相:AO 对数 时间:2023-04-10 10:19:39 单相测量第四次，挪到A相输出线
恒变110kv 分接:1 测量相:BO 对数 时间:2023-04-10 10:24:45 单相测量第五次
恒变110kv 分接:1 测量相:BO 对数 时间:2023-04-10 10:28:18 单相测量第五次，B相第二次
恒变110kv 分接:1 测量相:BO 对数 时间:2023-04-10 10:33:23 单相测量第七次，B相第三次，仪器接地
恒变110kv 分接:1 测量相:BO 对数 时间:2023-04-10 10:37:43 单相测量第七次，B相第四次，仪器接变压器外壳，不接地
恒变110kv 分接:1 测量相:CO 对数 时间:2023-04-10 10:42:11 单相测量第八次，C相第一次
恒变110kv 分接:1 测量相:CO 对数 时间:2023-04-10 10:45:19 单相测量第九次，C相第二次
恒变110kv 分接:1 测量相:CO 对数 时间:2023-04-10 10:49:01 单相测量第十一次，C相第三次，挪动测试线
导入
幅相
对比
横轴-对数
纵轴-对数
幅度
相位
信息
数据
94.36dB Ω
71.49dB Ω
48.62dB Ω
25.74dB Ω
2.87dB Ω
-20.00dB Ω
10Hz
100Hz
1000Hz
10000Hz
100000Hz
1000000
AO AO
R-LF=4.318;R-MF=5.357;R-HF=4.264
23-04-10 10:07
23-04-10 10:11
导入
判断
测量
配置
对比
我的
107.96°
64.78°
21.60°
-21.59°
-64.77°
-107.95°

图 16 对比功能示例

- **导入**

（1）从历史纪录中导入数据，进行对比分析；

（2）导入数据页面可由条件搜索符合的记录；

（3）对比可以对比 2 到 3 条记录（根据测量相位 A，B，C 的不同，可以选择测量相位不同的记录进行对比）；

- **判断**

根据”配置->对比配置”中的配置项，进行相应的判断，判断结果会在上方显示；

- **幅相**

可根据需要选择幅相（结果显示幅值和相位）或实虚（结果显示实部和虚部）；

- **横轴/纵轴**

可以选择数据显示的方式是线性/对数，是幅度/相位还是实部/虚部。

4.4 我的功能

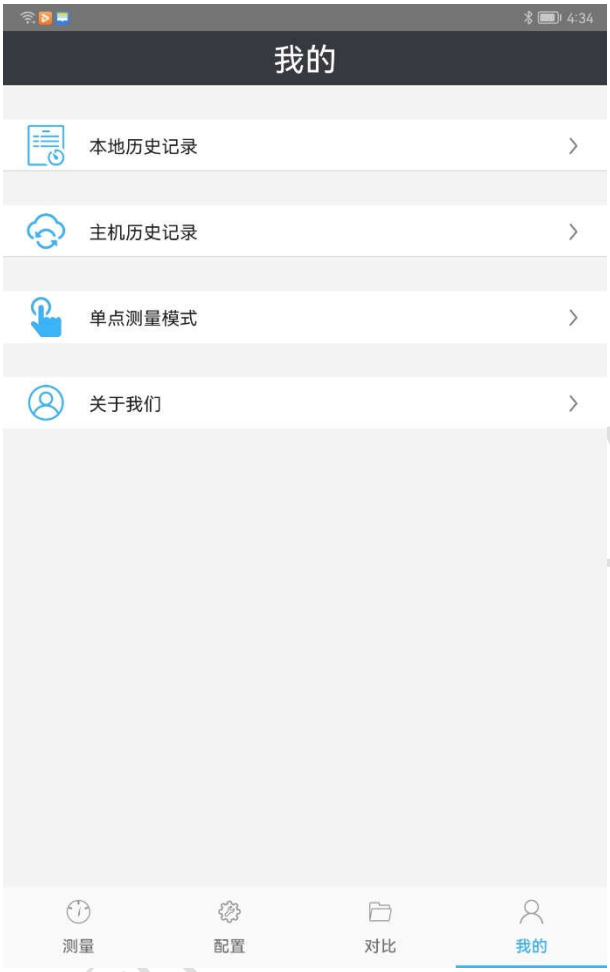

图 17 关于我的示例

4.4.1 本地历史纪录

图 18 本地历史记录示例

- **本地导入**

  支持从本地导入 csv 文件到 APP 里，并保存在 APP 内置数据库中；

- **查看**

  查看选中的一条记录；

- **管理/完成**

  点击管理后，进入记录的管理功能，可实现多选删除记录，多选导出记录。点击完成退出管理模式；

- **删除**

  删除选中记录；

- **导出**

  导出记录到文件系统中格式为 csv 格式，可通过 WPS 等软件打开查看。

4.4.2 主机历史记录

图 19 主机历史记录示例

点击主机历史记录，主机首先会上传所有的历史信息（可能需要等待一会），点击需要查看的历史，APP 会显示历史上传的进度条。

武汉启亦电

4.4.3 单点测量模式

图 20 单点测量模式示例

单点测量模式主要用于设备校准，只需配置测量频率（只能配置整数频率点）及测量相位，然后单击单点测量即可，仪器会显示相关测量信息。

武汉启亦电

5 结果判断

5.1 基本原则

（1）扫频阻抗测试结果判断应根据绕组扫频阻抗曲线及其特征参量纵向或横向比较，以及变压器遭受短路冲击、变压器结构以及电气试验结果等因素确定。表征变压器绕组变形的特征参数应包括基频阻抗值、低频斜率变化值、相关系数和极值点偏移（波峰波谷个数及对应的波峰波谷间的幅差与频差）；

（2）采用扫频阻抗测试结果判断绕组变形时，可根据短路阻抗、电容量、频率响应等电气试验结果综合判断确定。

5.2 比较方法

5.2.1 横向比较法

横向比较法应对变压器同一电压等级的三相绕组扫频阻抗曲线比较，变压器绕组变形判断可根据同一制造厂在同一时期制造的同型号变压器扫频阻抗曲线确定。应排除变压器三相绕组发生相似程度的变形或正常变压器三相绕组的扫频阻抗曲线本身存在差异的可能性。

5.2.2 纵向比较法

纵向比较法应对同一台变压器、同一绕组、同一分接开关位置、不同时期的扫频阻抗曲线比较，变压器绕组变形判断可根据扫频阻抗曲线变化确定。应预先获得变压器原始的扫频阻抗曲线，并应充分考虑油温、绕组温度等运行参量，检测条件及检测方式对检测结果的影响。

5.3 特征参数

5.3.1 极值点偏移

扫频阻抗曲线中的波峰或波谷分布位置及数量变化可直观反映扫频阻抗特性变化。极值点偏移程度的评价方法和绕组变形的判据可参照附录 C。

5.3.2 相关系数

相关系数可反映两条扫频阻抗曲线相关程度。与频率响应法一致，相关系数

可直观反映变压器绕组扫频阻抗特性变化，可作为判断变压器绕组变形的参考手段。相关系数计算方法及判据参可参照附录 D。

5.3.3 低频斜率变化值

检测频率为 10Hz～500Hz 时，扫频阻抗曲线呈现明显的线性上升趋势，可利用斜率变化情况对变压器绕组变形辅助判定。可利用线性拟合法将 10Hz 至 500Hz 的短路阻抗值拟合，得到拟合曲线斜率，利用该斜率变化判断变压器绕组变形。低频斜率变化值注意值应为 0.5%，警示值应为 1.0%。

5.3.4 阻抗电压 Uk>4%的同心圆绕组对额定频率阻抗值

纵向比较，可参照 DL/T 1093-2008 中 6.3.1 执行：

（1）容量 100MVA 及以下且电压 220kV 以下的电力变压器绕组参数相对变化不应大于±2.0%；

（2）容量 100MVA 以上或电压 220kV 以上的电力变压器绕组参数的相对变化不应大于±1.6%。

横向比较，可参照 DL/T 1093-2008 中 6.3.2 执行：

（1）容量 100MVA 及以下且电压 220kV 以下的电力变压器绕组三个单相参数的最大相对互差不应大于±2.5%；

（2）容量 100MVA 以上或电压 220kV 以上的电力变压器绕组三个单相参数的最大相对互差不应大于±2.0%。

（3）对某些特殊结构变压器（如幅向分裂变）的判断，本标准规定的注意值仅供参考。

武汉启亦电气有限公司

安卓版 APP 下载网址：

http：//download.powerqiyi.com/csg_saopin.apk

安卓版 APP 下载二维码：

武汉启亦电气有限公司

联系信息 / 技术支持

武汉启亦电气有限公司

Wuhan Qiyi Electric Co.,Ltd

地址：武汉市东湖高新区光谷大道 303 号 电话：027-81311318

企业微信公众号

武汉启亦电气有限公司

版权所有 仿冒必究