



NEPRI-6850

交直流保护电器级差配合测试仪

使用说明书

国科电研（武汉）股份有限公司

目 录

一、概述.....	4
二、主机尺寸及接口说明.....	5
2.1 尺寸.....	5
2.2 外观及接口说明.....	6
三、功能特点及技术参数.....	7
3.1 功能特点.....	7
3.2 技术参数.....	8
3.3 使用要求.....	9
3.3.1 现场条件.....	9
3.3.2 对操作人员要求.....	9
3.3.3 短路测试及注意事项.....	10
四、操作说明.....	10
4.1 准备工作.....	10
4.2 接线说明.....	11
4.3 界面操作.....	11
4.3.1 开机界面.....	12
4.3.2 级差测试.....	13
4.3.3 预估测试.....	14
4.3.4 短路测试.....	15

4.3.5 漏电流测试	17
4.3.6 设置	18
4.3.7 文件管理	20
五、报表转换	23
5.1 系统要求	23
5.2 软件安装	23
5.3 使用说明	24
5.3.1 软件功能介绍	24
5.3.2 软件主界面	25
5.3.3 数据导入	25
5.3.4 数据显示	26
5.3.5 导出	29
六、操作注意事项	31
七、问题及处理	31
八、售后服务	31

一、概述

目前变电站的馈电网络多采用辐射结构，一般经过三级配电，每级配电大多采用断路器作为保护电器。由于上下级断路器保护动作特性不匹配，在系统运行过程中，当下级用电设备出现短路故障时，经常一起上一级断路器的越级跳闸，从而引起其他馈电线路的断路事故，进而引起变电站一次设备如高压开关、变压器、电容器等的事故。为防止因断路器及其他直流保护电器动作特性不匹配带来的隐患，发电厂、变电站的交流配电系统基本上都能按照相关标准进行设计，保证 2-4 个级差，但现场运行的断路器级差配合是否满足选择性保护的要求，检修维护人员因不具备相应的测试手段和工具，无法进行试验验证，这就给电力系统安全留下隐患。

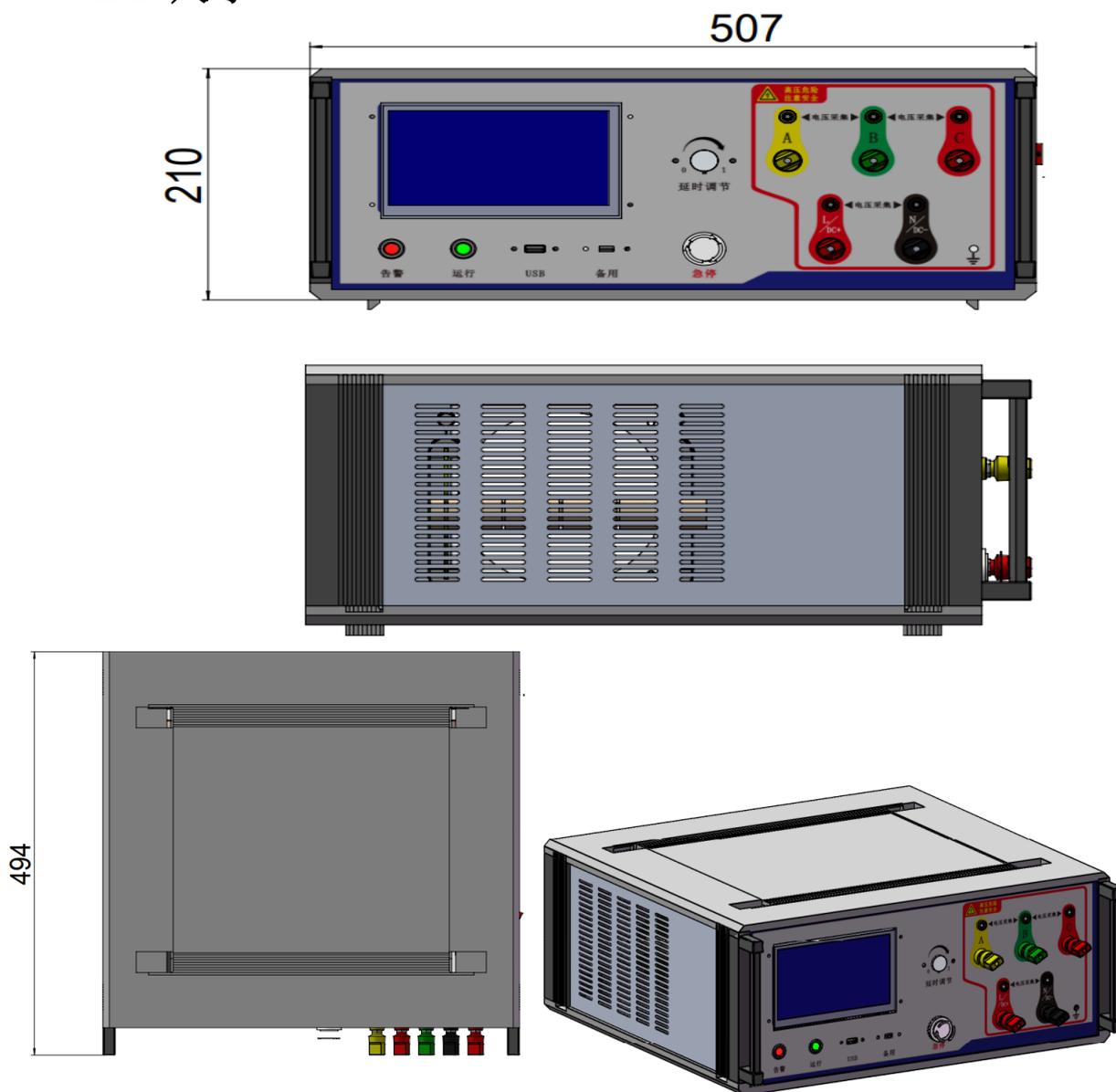
变电站控制电源系统分为站内交流电源、UPS 电源、直流系统操作电源以及直流通信电源，电源的馈线网络分为交流馈线、直流馈线两大类，由于系统不一样、灭弧的原理不同，因此交流断路器与直流断路器在结构和性能上有很大区别。目前，市场上对这两种断路器采用不同的设备进行级差配合测试，对使用者来说增加了成本预算以及携带不方便等问题。

为此，我公司推出了一种适合变电站现场使用、方便携带、自动化程度高的交流及直流断路器级差配合测试仪，以方便运行维护部门对保护电器级差配合进行校验，提高电源系统运行的可靠性，保证电网安全可靠运行。

本测试仪适用电压等级 AC220V、AC380 交流电源系统, 以及 DC220、DC110V 直流电源系统。

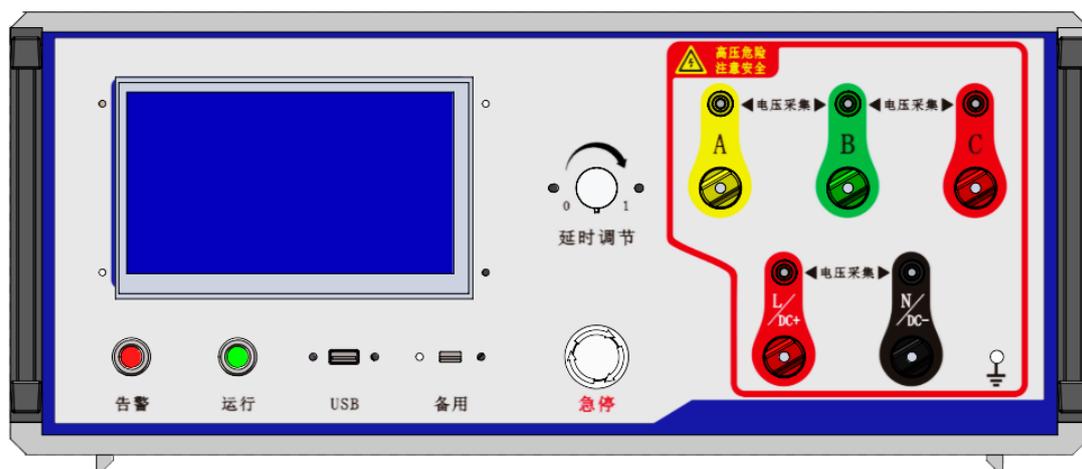
二、主机尺寸及接口说明

2.1 尺寸



单位: mm, 误差: $\pm 2\text{mm}$

2.2 外观及接口说明



- ① USB：数据导出及程序升级
- ② 备用：备用
- ③ 延时调节：延时调节时间继电器：用于保护测试过程，调整范围：1~1000ms
- ④ 电源开关：设备电源开关
- ⑤ 电源插座：设备供电电源接口
- ⑥ 急停开关：用于强制断开短路测试，按下为断开测试，向左旋转半圈，按钮弹上来后，方可正常测试
- ⑦ 三相接口（A,B,C）：用于接入三相交流电源，香蕉插座接入三相母线电源，该接口用于检测交流电源信号；大电流接线端子用于接入断路器末级开关输出侧，**请勿接入单相电源，不可与单相同时进行测试**
- ⑧ 单相接口（L/DC+,N/DC-）：用于接入单相交流电源或是直流电源，香蕉插座接入单相母线电源，该接口用于检测交流电源信号；

大电流接线端子用于接入断路器末级开关输出侧，请勿接入三相电源，不可与单相同时进行测试。

⑨ 接线端子：接大地

⑩ 指示灯：运行指示灯：表示设备正在运行中；

报警指示灯：

● 当选择电源类型为三相：请检查面板三相放电端子，采集端子信号是否正常接入，信号是否小于三相电压报警下限设置；

● 当选择电源类型为单相：请检查面板单相放电端子，采集端子信号是否正常接入，信号是否小于单相电压报警下限设置；

● 当选择电源类型为直流：请检查面板单相放电端子，采集端子信号是否正常接入，信号是否小于直流电压报警下限设置；

● 查看主界面的负载箱温度是否超过温度报警上限设置。

三、功能特点及技术参数

3.1 功能特点

① 采用 32 位 168M 高速微控制器作为主控芯片，配合 1M 采样速率，高精度 ADC 采样芯片，保障信号的可靠，准确记录；

② 具有回路电阻、短路电流预估；

③ 模拟交流回路金属性短路故障试验，测试回路开关级差配合可靠性；

④ 模拟直流回路金属性短路故障试验，测试回路开关级差配合

可靠性；

⑤ 智能交直流系统自动识别，避免因待测试系统选择错误而造成的故障；

⑥ 短路校验保护：提供自动延时断开和人工急停按钮切断回路保护方式；

⑦ 采用可控硅控制，稳定输出电流，保障装置安全运行；

⑧ 采用过零触发功能，不损伤交流开关；

⑨ 装置支持任意间的相相测试、相零测试、直流测试，可显示短路电流、分断时间、燃弧时间、熄弧时间及开关分断时波形曲线；

⑩ 模拟漏电开关的漏电流跳闸试验；

11 装置使用可视图形化界面，自带数据库管理系统，可随时查看记录、生成 EXCEL 报表或转换成 WORD 报表供打印，存档；

12 装置具有容量记忆功能，可以点击快速测试，不必每次重复输入同样的开关容量参数，方便快捷测量，大大提高工作效率。

3.2 技术参数

① 工作电源：AC220V±15% 频率 50Hz，功率：≤72W

② 测试电源电压等级：AC220V、AC380V、DC220V、DC110V

③ 电压精度：0.5%FS

④ 电流精度：1% FS

⑤ 预估精度：<5% FS

⑥ 电流测量范围：预估测量范围：0-8000A

- ⑦ 短路测量范围： $\leq 2500A$
- ⑧ 延时保护： $\leq 1000ms$
- ⑨ 存储容量： $\geq 120M$ ，可最少存储 3000 次测试数据。
- ⑩ 安全：采用 3 重保护：可控硅保护、时间继电器延时保护、手动强制断电保护；

- 11 短路方式：相线短路、相零短路、直流短路
- 12 延时调节范围：5%~100%
- 13 录波时间：测试前半个周期，测试后半个周期。
- 14 录波分辨率：24 位；
- 15 装置外型尺寸：492*210*490（mm），重量：20kg

3.3 使用要求

3.3.1 现场条件

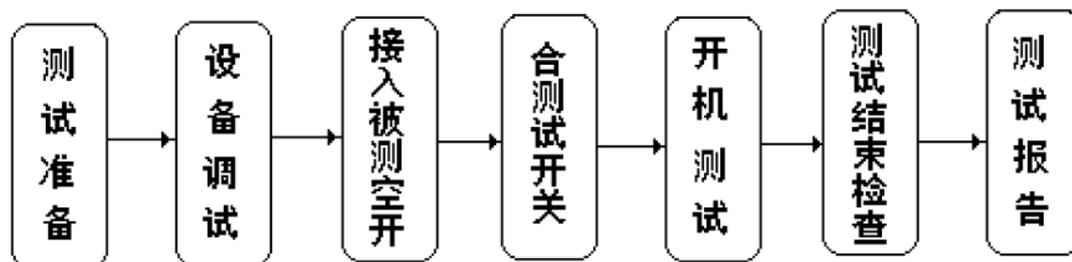
- 1) 配电盘设有单相 220V 交流输出，输出功率不小于 1KW，输入有自动空气开关保护。
- 2) 配电盘的电源与被测试电源属于不同电源回路。

3.3.2 对操作人员要求

- 1) 带安全手套、佩戴防护眼镜；
- 2) 携带常用五金工具和万用表；
- 3) 使用绝缘的工具接线（防止漏电）。

3.3.3 短路测试及注意事项

1) 测试流程



2) 级差配合试验要求及注意事项

- ✓ 电源接线务必关断电源，确保接线过程安全；
- ✓ 身体（特别是手）和衣物鞋子保持干燥。有人在旁边辅助，以应对紧急情况发生；
- ✓ 设备供电电源与待测试回路应属于不同回路，保证测试过程的可靠；
- ✓ 测试过程中，禁止触碰接线端子裸露部分，防止触电。

四、操作说明

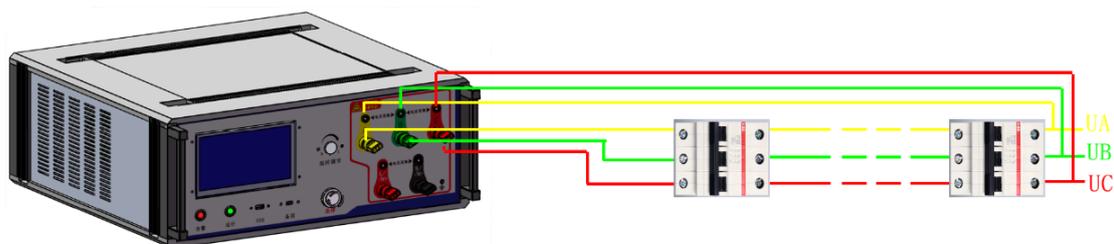
4.1 准备工作

- ✓ 确认急停开关处于正常位置，可以用手顺时针旋转急停开关，开关不会跳起，则此时位置正确；
- ✓ 确认时间继电器位置正常，将时间继电器旋钮顺时针旋转到约1/3 刻度位置，本时间继电器可调节时间延时范围为：1~1000ms；
- ✓ 确认待测电源是单相、三相或是直流；

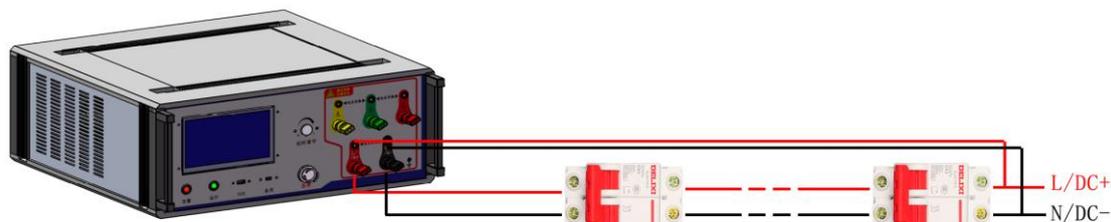
✓ 确定接地电缆已可靠接地。

4.2 接线说明

三相交流级差测试接线图示：



LN 交流/DC 直流级差测试接线图示：



4.3 界面操作



页面操作说明：页面由页眉、页标题、内容及页底部的页面切换

按钮组成。页眉左侧实时显示设备内部温度，右侧显示当前时间；页标题由左侧标题，提示框组成；页面切换由页面底部两侧箭头按钮来执行。

4.3.1 开机界面



- ✓ 交流级差：交流电源系统进行级差测试入口。
- ✓ 直流级差：直流电源系统进行级差测试入口。
- ✓ 漏电流测试：交流断路器漏电流测试入口。

- ✓ 设置：时间设置，报警设置、参数设置、出厂设置入口。
- ✓ 文件管理：历史数据管理，包括文件浏览，删除，导出。

4.3.2 级差测试

确认待测试的电源系统是交流系统或是直流系统后，点击主界面“交流级差”或“直流级差”按钮，进入测试信息设置界面。

25.00°C 08:00:00

交流测试

厂站信息

厂站名称：

操作人员：

厂站备注：

测试信息

断路器级数：

一级 二级 三级 四级 五级

额定电流(A)：

电源类型：

- ✓ 厂站名称：厂站信息输入，可输入中文，最多不超过 20 个汉字。
- ✓ 使用人员：使用人员信息输入，可输入中文，最多不超过 20 个汉字。
- ✓ 备注：备注信息输入，可输入中文，最多不超过 20 个汉字。
- ✓ 左上角返回按钮：返回上一层界面。
- ✓ 右上角返回主界面按钮：快速返回主界面。

4.3.3 预估测试



24.43°C 13:06:50

预估测试 等待测试

预估测试	AB相	BC相	CA相
母线电压	407.95V	406.62V	406.47V
末端电压	406.55V	405.94V	405.96V
测试电流	2.08A	2.08A	2.08A
回路阻抗	0.393Ω	0.469Ω	0.459Ω
短路电流	1038.1A	868.2A	890.5A
配合概率	0.0%	0.0%	0.0%

母线电压: Vab:408.31V Vbc:407.27V Vca:407.33V
末端电压: Vab:407.80V Vbc:407.50V Vca:407.83V

预估测试 短路测试

预估测试的界面根据设置的电源规格自动调整显示范围。

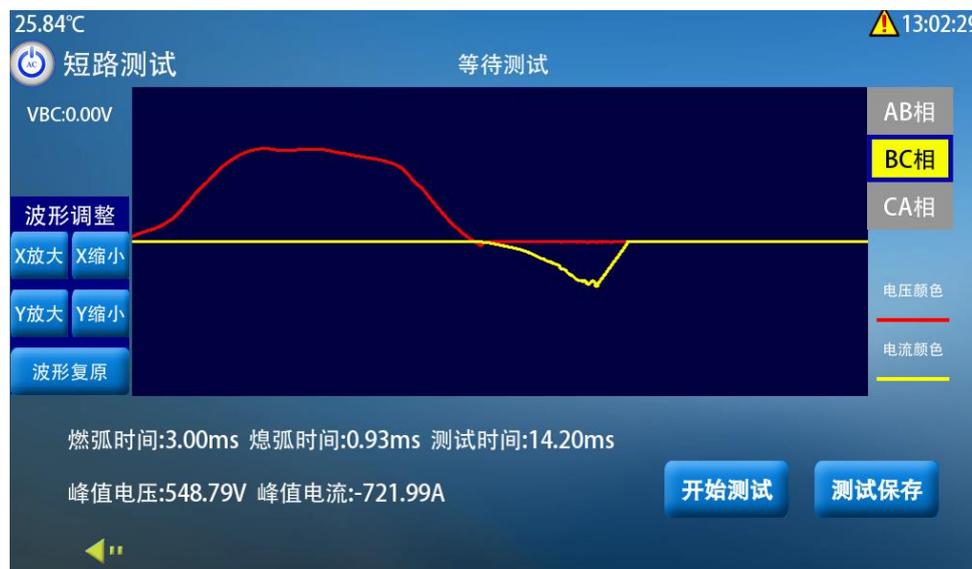
预估测试的目的是根据电源规格及回路阻抗值，推算出短路电流，从而计算级差配合的概率，该值作为短路测试前的辅助手段，当预估的短路电流超过 2000A 时，不建议做短路测试。

在接入正确电源后，设备方可进行测试。

开始测试：设备会根据断路器最末级断路器的电流规格，选择合适的测试电流，对回路进行测试，计算回路阻抗。

当预估测试完成后，系统将自动弹出短路测试按钮，当短路电路不超过测试短路电流上限时，进入断路器短路测试。

4.3.4 短路测试



短路测试的界面根据设置的电源类型自动调整显示内容。

✓ 选项卡：当选择电源类型是 AC380V 时，可通过选择 AB/BC/CA 选项卡，分别对相间进行短路测试。

✓ 开始测试：当满足测试条件时，可通过点击“开始测试”对交流级差进行校验。

✓ 预估测试：点击“短路测试”按钮，进入预估测试页面。

✓ 波形调整：对波形显示范围进行放大或缩小。

注意事项：

✓ 本设备电源不可取自被测回路的交流电源；

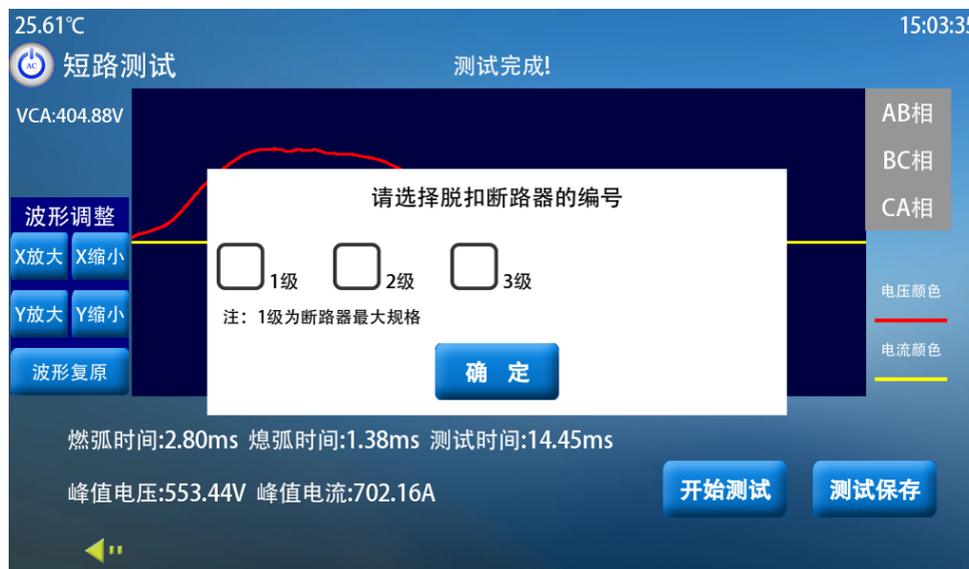
✓ 当交流电源存在异常时，不可启动短路测试；

✓ 当交流级数小于 2 级时，理论上不可启动短路测试，以免对开关产生永久性故障；

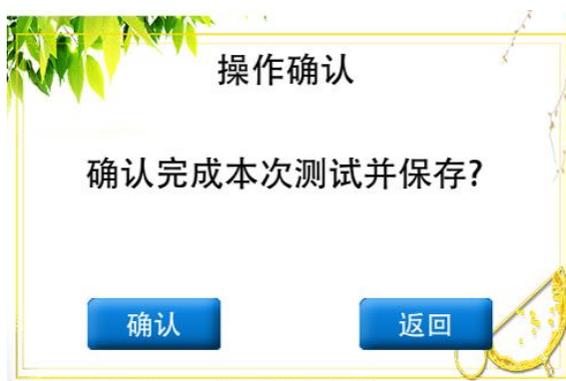
✓ 短路测试时，系统会模拟金属性短路故障，开关会产生电弧及开关会跳闸，人尽量带护目镜保护眼睛免受伤害。

✓ 短路测试时间间隔建议 10 分钟以上。

短路测试结束，界面将弹窗，选择实际脱扣的断路器，选择完成后，点击确认。



在结束测试前，务必对本次测试进行保存，点击“测试保存”。



4.3.5 漏电流测试



主界面选择“漏电流测试”进入漏电流测试设置界面，选择被测开关漏保电流值和交流电源类型，完成设置后，点击“”，进入漏电流测试窗口。



开启被测开关后，点击“启动测试”。

注：设备供电与被测开关电源不应属于同个回路，防止上级漏保开关断电后，导致设备断电。

4.3.6 设置

主界面选择“设置”，进入设置界面。该界面对装置的时间、报警参数、参数设置及出厂设置等进行相应的参数设置。



4.3.6.1 时间设置



自动判断闰年，日期，防止时间设置错误导致时间不准确。设置完成后，务必点击“保存”，装置将更新时间。

4.3.6.2 报警设置



26.11°C 16:24:43

报警设置

交流220V电压下限(V):	198.00	温度报警上限(°C):	60.00
交流380V电压下限(V):	342.00	预估时间上限(s):	60
直流220V电压下限(V):	187.00	测试短路电流上限(A):	2000
直流110V电压下限(V):	97.00		

保存

该窗口有权限要求，密码：8888。

交流 220V 电压下限：用于设置单相电压的下限，在对单相电源进行测试时，实际电压低于该设置值时，禁止系统进行各种测试；

交流 380V 电压下限：用于设置三相电源电压的下限，在对三相电源进行测试时，实际电压低于该设置值时，禁止系统进行各种测试；

直流 220V/110V 电压下限：用于设置直流电压的下限，在对直流电源进行测试时，实际电压低于该设置值时，禁止系统进行各种测试；

温度报警上限：当机箱内部温度高于该设置值时，禁止系统进行各种测试；

预估时间上限：当预估时间超过该设置值时，系统自动停止预估测试；

测试短路电流上限：当预估的短路电流值超过该设置值时，禁止进行短路测试。

4.3.6.3 参数设置



该窗口有权限要求，密码：**8888**。

提供 SD 卡格式化及报警声音设置。在对 SD 卡格式化前，务必确认设备的历史数据已导出备份。

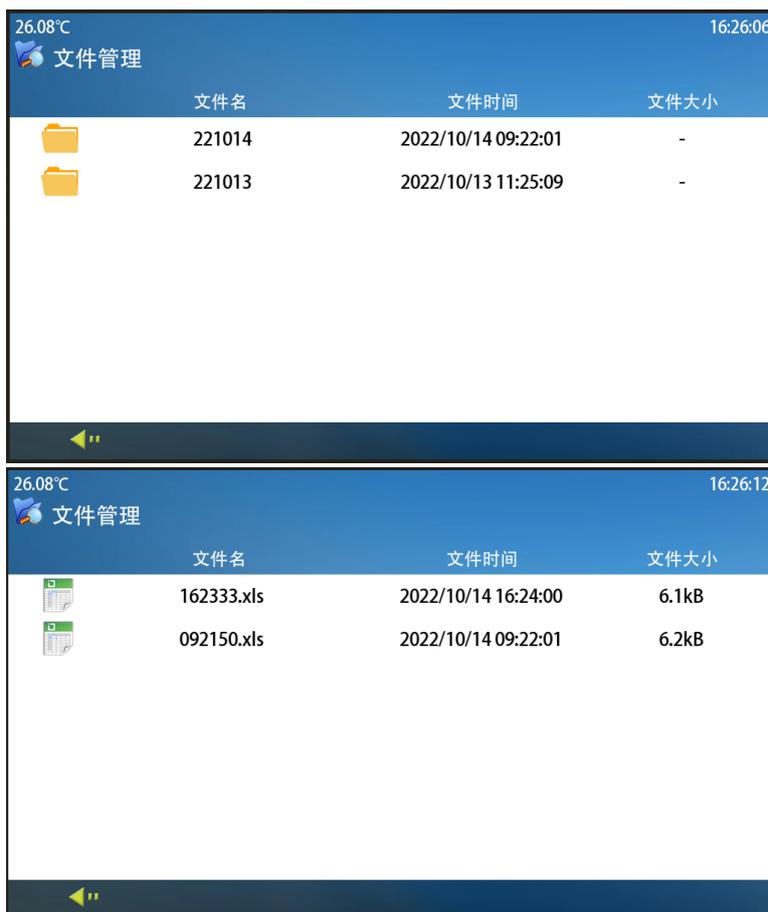
4.3.6.4 出厂设置

该窗口有权限要求，非厂家专业人员不能进入。

4.3.7 文件管理

对存储的数据进行浏览，导出，删除操作。





在需要导出或删除的文件或文件夹上，按压 1 秒以上，将弹出导出或删除选项。数据删除将不可恢复。



点击文件，可对文件进行浏览。

26.22°C 16:47:12
文件浏览 0:/级差测试/221014/164452.xls 存储器剩余容量 60.4M

厂站信息

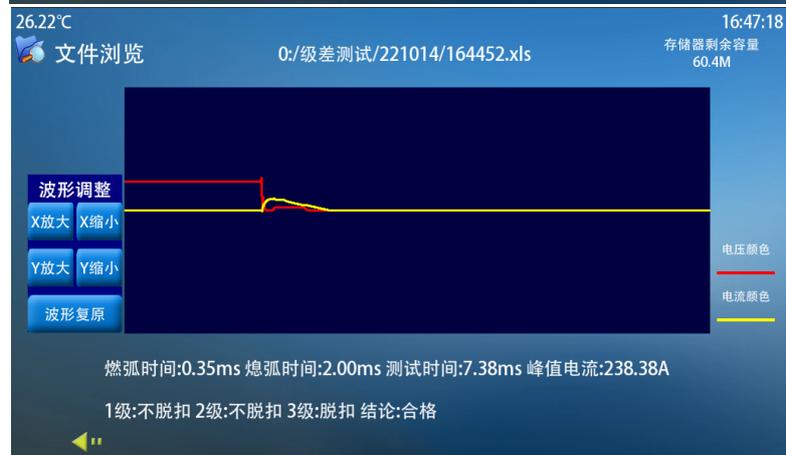
厂站名称: 浙江科畅
操作人员: 张三
厂站备注: 实验室

测试信息

断路器级数: 3
一级 二级 三级
额定电流(A): 50.0 10.0 3.0
电源类型: DC220V
测试时间: 2022/10/14 16:44:52

26.22°C 16:47:14
文件浏览 0:/级差测试/221014/164452.xls 存储器剩余容量 60.4M

预估测试	测试结果
母线电压	215.20V
末端电压	213.00V
测试电流	3.90A
回路阻抗	0.530Ω
短路电流	403.0A



文件浏览 0:/漏电测试/221214/145547.xls 存储器剩余容量 119.9M

厂站信息

厂站名称:
操作人员:
厂站备注:

测试信息

漏电流设置(mA): 30
脱扣时间(s): 0.397
电源类型: AC220V
测试时间: 2022/12/14 14:55:47

五、报表转换

5.1 系统要求

为使交直流断路器级差配合测试报表导出工具正常运行，电脑的最低配置要求如下：

- 操作系统： WindowsXP,Windows7
- 中央处理器： 3.30Ghz
- 内存： 2GB
- 显卡： Super VGA（800 x 600） Super VGA（800 x 600）或更高分辨率
- 硬盘剩余空间： 1.5GB 或 1.5GB 以上

5.2 软件安装

(1). Net FramkWork 4.0 安装

I.Net FrameWork 4.0 的安装程序位于 DotNetFX40 文件夹下。

名称 ▲	大小	类型
dotNetFx40_Full_x86_x64.exe	49,268 KB	应用程序
dotNetFx40LP_Full_x86_x64zh-Hans.exe	3,077 KB	应用程序

图中 dotNetFx40_Full_x86_x64.exe 是.Net FrameWork 4.0 的安装文件。

dotNetFx40LP_Full_x86_x64zh-Hans.exe 是.Net FrameWork 4.0 的语言汉化文件。

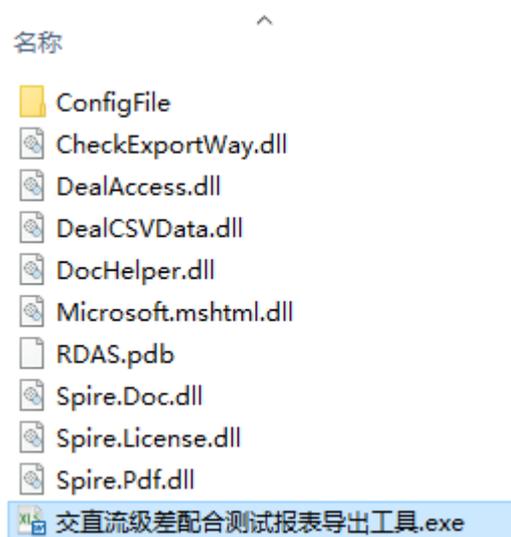
II.双击 dotNetFx40_Full_x86_x64.exe，开始安装。

III.双击 dotNetFx40LP_Full_x86_x64zh-Hans.exe 开始安装语言汉

化文件。

(2). 交直流级差配合测试报表导出工具安装

1. 交直流级差配合测试报表导出工具位于交流级差报表导出工具文件夹内，解压后运行交直流级差配合测试报表导出工具.exe 即可使用。



5.3 使用说明

5.3.1 软件功能介绍

交直流级差配合测试报表导出工具有以下主要功能：

- 分析导入的级差测试数据并显示在界面
- 将导入的级差测试数据导出为 word 文档

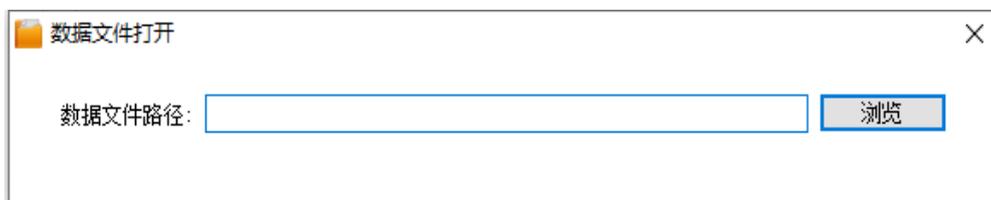
5.3.2 软件主界面



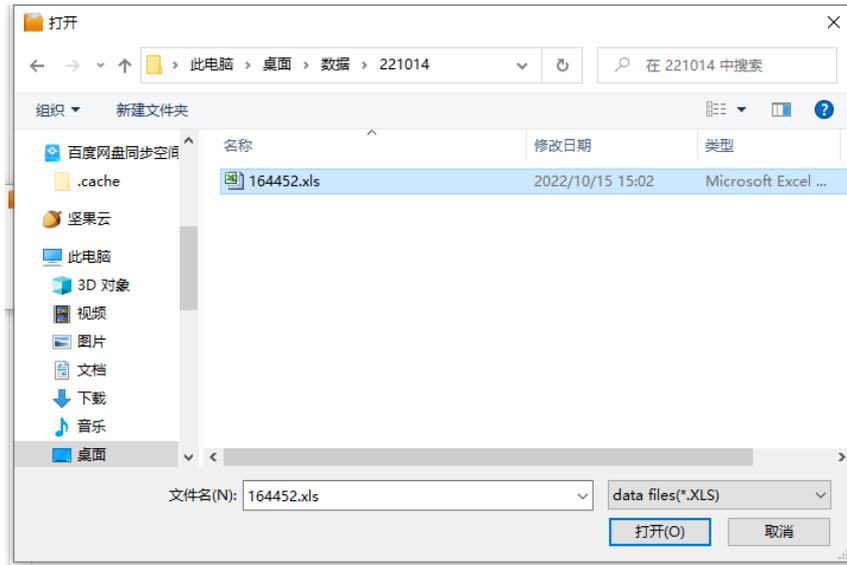
左侧用于显示测试基础信息，右侧显示具体的测试信息

5.3.3 数据导入

单击菜单栏导入数据按钮，会打开导入数据窗口。



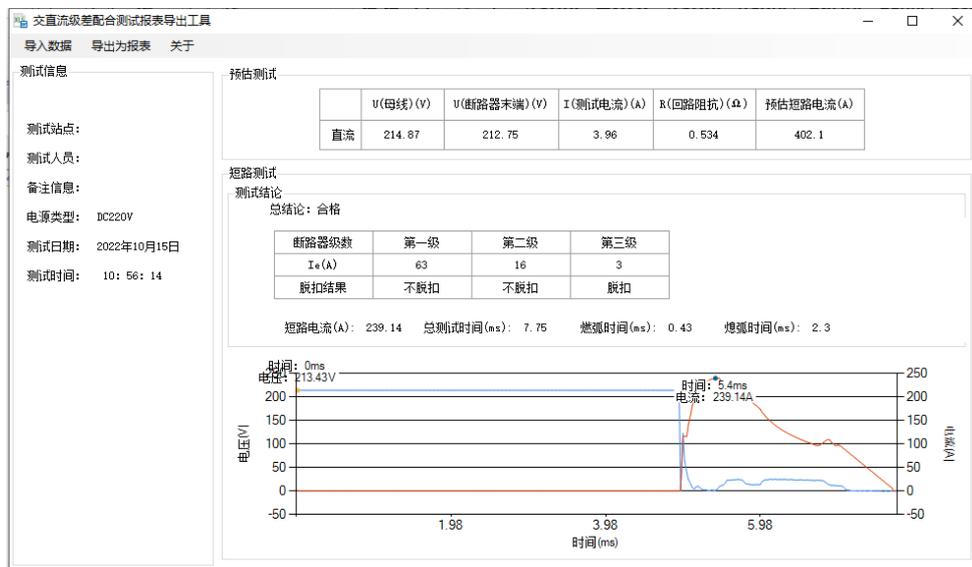
单击浏览，找到需要导入的测试数据文件。



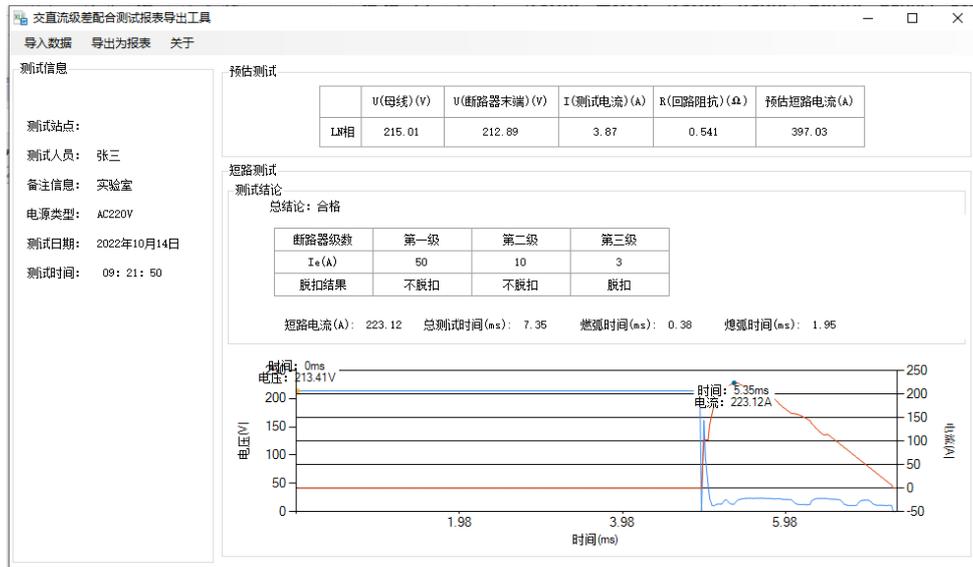
单击打开。

5.3.4 数据显示

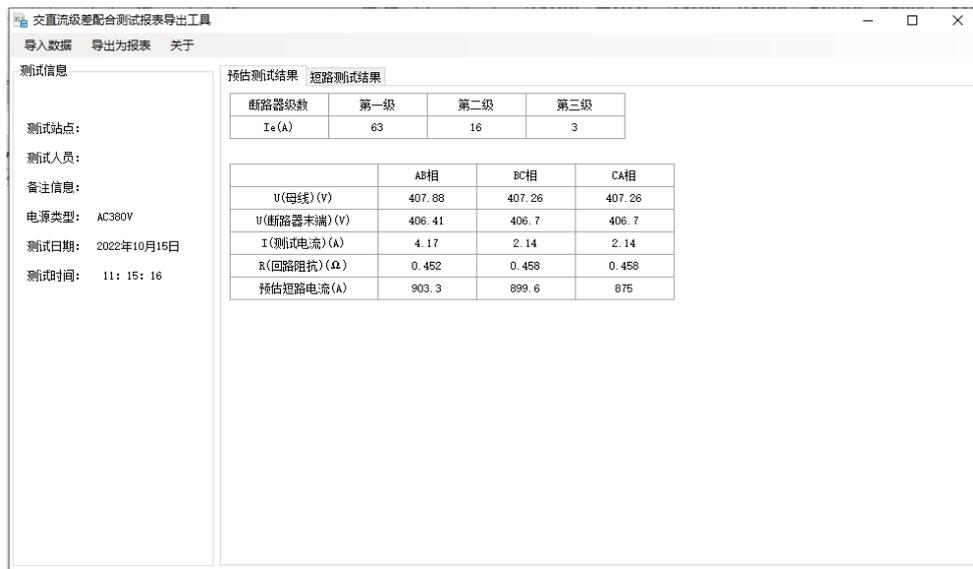
1) 直流 220V 电源预估和短路测试

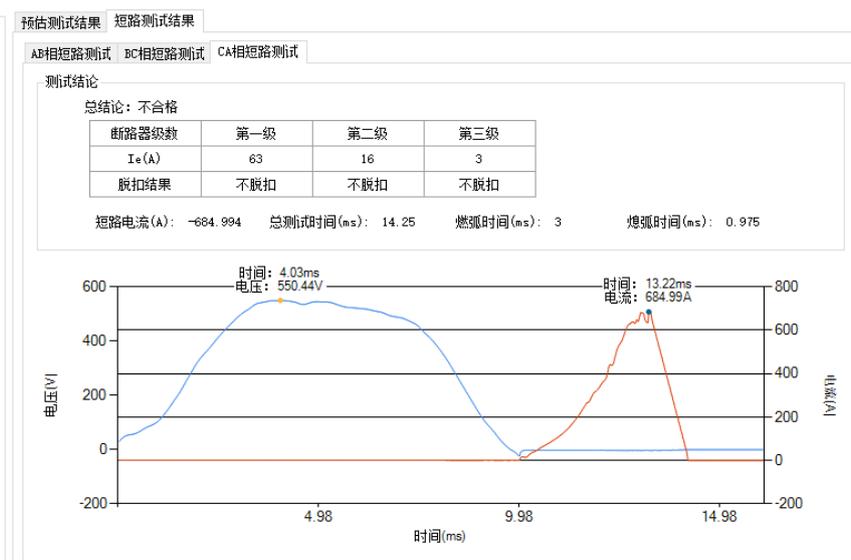
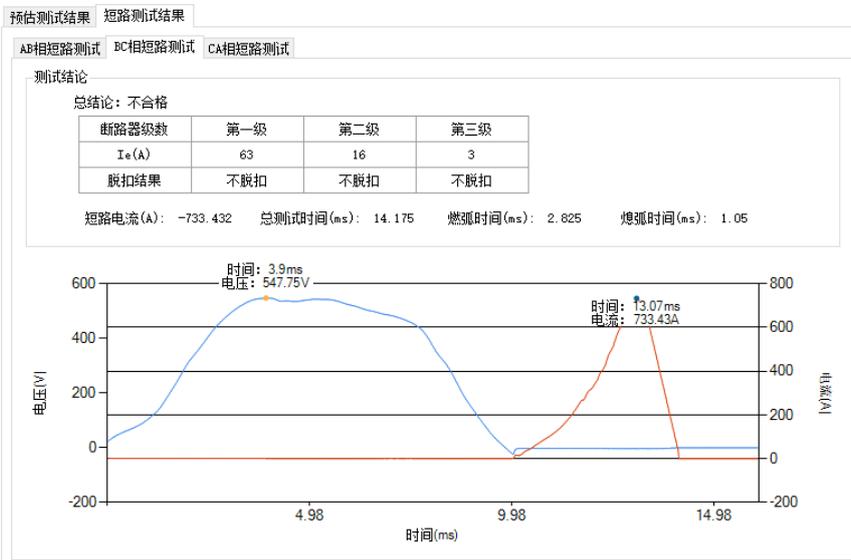
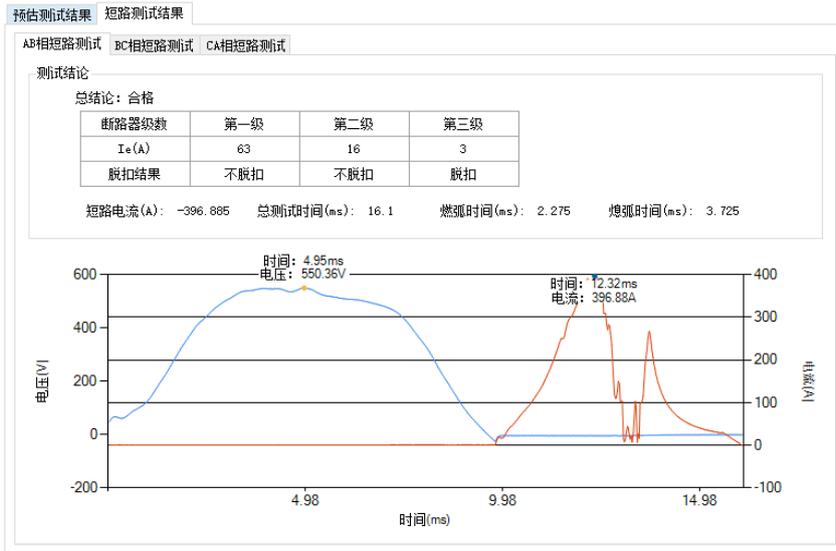


2) 交流 220V 电源预估和短路测试



3) 交流 380V 电源预估和短路测试

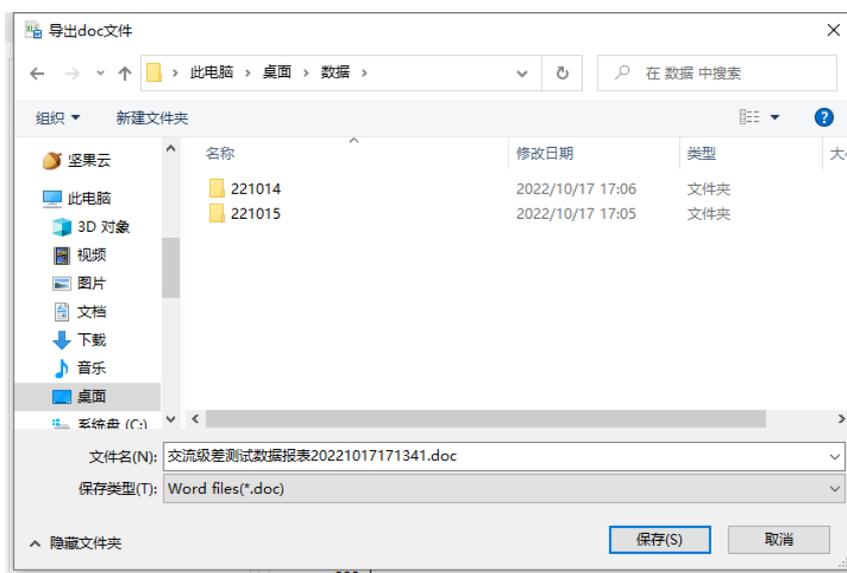




5.3.5 导出

单击菜单栏的导出为报表按钮，会打开导出 doc 文件窗口，选择好保存的位置，则会开始将数据以及数据图导出成 word 保存在选择的位置。

导出过程可能会占用一些时间。



导出文档内容

文件编号：
 起讫时间：
 报告日期：
 项目负责人：
 工作人员：
 编写人员：
 审核：
 批准：

摘 要

依照委托对_____断路器进行级差配合测试，考虑现场电源系统的具体结构和断路器的配置情况，选择 2 组典型支路与其上级进行级差配合测试。

目前电源系统多采用树状结构，从蓄电池到用电设备，一般经过三级配电，主要使用熔断器和断路器作为主要保护电器。由于上下级断路器保护动作特性不匹配，在电源系统运行过程中，当下级用电设备出现短路故障时，经常引起上级断路器的越级脱扣，从而引起其它馈电线路的断电事故，进而引起一次设备如高压开关、变压器、电容器等的事故。

本测试检验馈线回路中上下级的熔断器和断路器之间能否做到配合适当，不越级脱扣，实现继电保护的选择性，从而将故障限制在最小范围内。

关 键 词

电源系统；小电流预估法；短路模拟校验法

交流电源保护级差配合测试检测报告

1 前言

1.1 任务来源

1.2 测试目的

应要求对其断路器进行级差配合测试，测试馈线回路中上下级断路器之间能否做到配合适当，不越级脱扣，实现继电保护的选择性，从而将故障限制在最小范围内。

2 测试参照标准及仪器设备

2.1 测试参照标准

本测试所参照的标准和规范见下表。

序号	标准/规范编号	标准/规范名称
1	国能安全[2014]161号	防止电力生产重大事故二十五项重点要求
2	国家电网公司十八项电网重大反事故措施	国家电网公司十八项电网重大反事故措施

2.2 测试所用仪器设备

测试所用仪器设备，见下表。

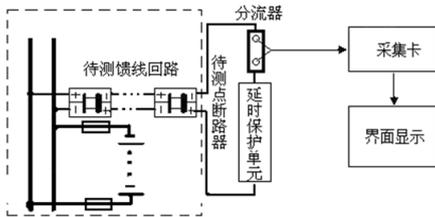
序号	仪器名称及型号	仪器编号/软件版本

3 测试步骤

3.1 选择被测支路

由于电源系统的树状结构，级差配合关系有许多组，没有必要对其逐一测试。一般需要考虑现场电源系统的具体结构和断路器的配置情况，然后选择若干典型的重要支路与其上级进行级差配合测试。

短路模拟校验法真实准确可靠，但有一定越级脱扣风险，因此必须在整个电源系统都不工作的条件下进行。通过该测试可直接校验上下级开关级差配合是否合格，同时可看出短路电流大小和开关灭弧特性的好坏，短路模拟校验法测试的原理如下图所示。



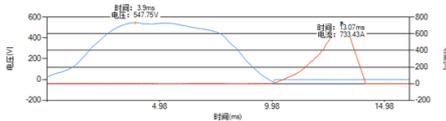
若通过“小电流预估法”得到的级差配合概率在 0~100%之间，则视具体概率值和现场电源系统运行状态来决定是否进行“短路模拟校验法”测试。如此通过模拟真实的短路故障，可以直接观察到是否发生了越级脱扣事故，可靠地检查了被测断路器的级差配合关系。

4 测试数据

断路器信息

断路器级数	第二级	第三级	第四级
ie(A)	63	16	3

4.1 预估测试结果

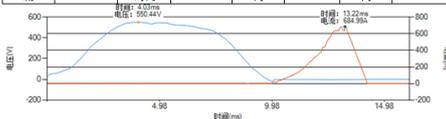


CA 相短路测试断路器脱扣情况

结论：不合格			
断路器级数	第二级	第三级	第四级
脱扣情况	不脱扣	不脱扣	不脱扣

短路测试信息

短路电流	总测试时间	燃弧时间	熄弧时间
-684.994A	14.25ms	3ms	0.975ms



5 测试结论及建议

本次测试为交流电源保护级差配合测试，受试交流断路器在本次级差配合测试种存在异常脱扣情况，不满足交流保护电器级差配合选择性要求，需整改。

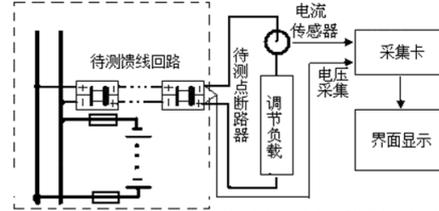
3.2 连接测试仪器

首先断开待测回路开关，用正负连接电缆和电压采样线将测试仪的输入端子和电压采样端子连接到待测开关的出口。连接时，注意连接电缆和电压采样线极性是否对应。

连接完毕后，插上测试仪的工作电源，闭合测试仪开关。

3.3 小电流预估法测试

小电流预估法测试的原理如下图所示。



小电流预估法简单安全，只影响被测支路，可在电源系统其它部分正常运行的状态下进行测试，但结果有一定误差。该方法可预估一个“级差配合概率”值——若该级差配合概率≥100%，则基本可以认为级差配合符合要求；若该概率在 0~100%之间，则说明有越级脱扣的可能性，需要采用其它方法进一步验证。

3.4 短路模拟校验法测试

	AB 相	BC 相	CA 相
U(母线)(V)	407.88	407.26	407.26
U(断路器末端)(V)	406.41	406.7	406.7
I(测试电流)(A)	4.17	2.14	2.14
R(回路阻抗)(Ω)	0.452	0.458	0.458
预估短路电流(A)	903.3	899.6	875

4.2 短路测试结果

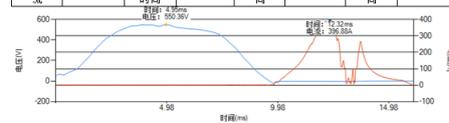
AB 相短路测试断路器脱扣情况

结论：合格

断路器级数	第二级	第三级	第四级
脱扣情况	不脱扣	不脱扣	脱扣

短路测试信息

短路电流	总测试时间	燃弧时间	熄弧时间
-396.885A	16.1ms	2.275ms	3.725ms



BC 相短路测试断路器脱扣情况

结论：不合格

断路器级数	第二级	第三级	第四级
脱扣情况	不脱扣	不脱扣	不脱扣

短路测试信息

短路电流	总测试时间	燃弧时间	熄弧时间
-733.432A	14.175ms	2.825ms	1.05ms

六、操作注意事项

- 禁止三相电源与单相电源同时接入设备；
- 设备正常启动后，再接入待测电源；
- 设备放电端口应接在最末级空开进行测试，当预估短路电流大于 2000A 时，应考虑短路电流对设备及空开破坏性的影响；
- 测试完成后，应及时保存，为避免文件丢失，请及时将数据导出到电脑；

七、问题及处理

状况	处理
无法开机	查看设备交流插座里保险是否正常，本设备采用 5A 保险
测试无法启动	检查是否存在告警信息
测试过程无电流	检查急停按钮是否被按下
文件无法升级或导出	检查 U 盘格式是否是 FAT 或 FAT32

八、售后服务

- 1) 凡订购本公司产品，本公司将免费为用户提供技术培训和咨询。用户享受终身维修服务。
- 2) 产品质量保证期为：自出厂之日 12 个月内。
- 3) 在质量保证期内，仪器出现因制造质量引起的故障，负责免

费维修。

- 4) 仪器在出厂一个月内，发现制造质量问题，负责免费调换。
- 5) 凡收到质量投诉信息，如不能通过通讯工具或其他沟通方式解决的，保证 72 小时内派维修人员到达用户所在

