

前 沿	3
第一章 断路器机械特性分析仪的使用范围与技术指标	4
1.1 概述.....	4
1.2 断路器分析仪的功能与使用场合.....	4
1.3 断路器分析仪技术指标.....	5
第二章 测试仪面板与内部原理	6
2.1 仪器面板.....	6
2.2 仪器原理框图.....	7
第三章 测试原理	9
3.1 时间测量原理.....	9
3.2 行程与速度测量原理.....	10
3.3 回路电阻与动态电阻原理.....	11
3.4 振动信号测量原理.....	12
第四章 测试连线	13
4.1 内电源合闸与分闸试验接线.....	13
4.2 外触发合闸与分闸试验连线.....	14
4.3 循环试验.....	15
4.4 额定操作序列.....	15
4.5 石墨断路器合闸与分闸试验.....	16
4.6 回路电阻测量.....	17
4.7 动态电阻测量.....	17
4.8 振动试验.....	18
第五章 软件操作	20
5.1 软件主界面.....	20
5.2 系统参数设置.....	23
5.3 示波器操作.....	25
5.4 自动评估.....	29
5.5 参考断路器参数模板管理.....	29
第六章 试验操作与流程	35
6.1 合闸试验.....	35
6.1.1 试验流程.....	35
6.1.2 合闸试验测试结果.....	37
6.2 分闸试验.....	40
6.2.1 试验流程.....	40
6.2.2 分闸试验测试结果.....	41
6.3 循环试验.....	41
6.3.1 试验流程.....	41
6.3.2 循环试验测试结果.....	43
6.4 额定操作序列.....	46

6.4.1 试验流程.....	46
6.4.2 额定操作序列试验测试结果.....	47
6.5 动态电阻测量.....	47
6.5.1 试验流程.....	47
6.5.2 动态电阻试验测量结果.....	48
6.6 回路电阻测量.....	48
6.6.1 试验流程.....	48
6.6.2 回路电阻试验测量结果.....	49
6.7 石墨触头合闸与分闸试验.....	49
6.9 振动试验.....	51
6.9.1 试验流程.....	51
6.9.2 振动试验测量结果.....	52
第七章 参数计算说明	53
第八章 订货信息与装箱清单.....	55

前 沿

本手册的目的是为了让用户熟悉断路器分析仪的功能和正确的使用方法。手册的内容包括仪器的技术指标，操作方法，试验连线和安全风险等方面，仔细阅读本手册将有助于您快安全，快速，准确的完成各个试验项目，并且能有效地避免错误操作导致仪器损坏或减少仪器的使用寿命。

断路器分析仪的使用必须遵循现有国家标准对电气安全和试验项目流程的技术要求，阅读本手册并不能代替相关国家标准对电气试验项目的要求，对于在高电压场合使用断路器分析仪进行试验时，相关操作人员必须具备电气试验资质。

断路器分析仪的使用安全规程

1) 必须在断路器分析仪各项指标正常的情况下才能使用仪器，如出现异常应立即联系厂家进行维修

2) 在特殊地点应用时应遵循相关国家标准的安全技术要求

3) 应始终注意高电压，高电流对设备直接造成损坏

4) 遵循用户手册进行各项试验

5) 禁止打开断路器分析仪，如果断路器分析仪被打开则对断路器分析仪的质保将失效

6) 禁止对断路器分析仪进行任何修改，扩展和改进

7) 请使用断路器分析仪的原配附件

8) 在非实验室环境使用断路器分析仪时，应使用接地电缆将断路器分析仪可靠接地

9) 在使用断路器分析仪前请检查仪器是否有明显的外观损坏

10) 不要在多雨或极其潮湿的环境下使用断路器分析仪

11) **严禁将断路器分析仪的恒流电源输出连接至电感性负载，否则仪器的恒流输出模块会被损坏**

12) **选择内电源输出时，断路器分析仪的合闸/分闸功率输出控制端子输出 30~300V 的直流电压，请勿将控制端子短路**

13) **严禁将任何外部电源连接至断路器的合闸/分闸功率输出控制端子，断路器分析仪的功率输出控制端子非机械继电器接点，不能用来作为外部电源控制开关，否则会损坏仪器的电源输出模块**

14) 在运行的高压变电站进行试验时，请先连接仪器的地线，然后再对被试断路器进行接线

15) A1/B1/C1 和 A2/B2/C2 断路器时间测量端口的参考地为大地，A3/B3/C3 和 A4/B4/C4 断路器时间测量端口的参考地为相互隔离的独立电源信号地

第一章 断路器机械特性分析仪的使用范围与技术指标

1.1 概述

断路器分析仪是一款用于电力系统断路器，负荷开关和隔离开关等交流高压开关机械特性，回路电阻，消弧触头和振动特性等参数测量，分析与智能化评估的综合性分析仪器。仪器功能涵盖了当前所有交流高压开关所需要检测的参数项目。与传统的断路器动特性测试仪相比，此款断路器分析仪具有以下独特新优势。

1) 分析仪内部集成的振动测试功能为用户提供了一种全新的断路器机械特性检测手段，相比于传统的时间测量和速度测量，振动指纹检测更简单，更有效。

2) 振动指纹测试结果包含的断路器信息更丰富，对于存在潜在故障风险或已经存在故障的断路器，能够快速定位故障原因。

3) 断路器振动测试无需改变断路器原来的线路连接，因此可以实现对断路器机械特性的带电检测。

4) 消弧触头分析模块，使用户能够在不分拆断路器的情况下实现对断路器内部弧触头磨损程度的自动评估

5) 仪器单机可以完成断路器回路电阻的测量，用户无需再购买回路电阻测试仪，减轻现场试验仪器的重量并节约用户成本

1.2 断路器分析仪的功能与使用场合

断路器分析仪用于交流高压断路器，负荷开关，隔离开关等交流高压开关的参数检测与分析，主要功能与特性如下：

- 1、断路器的合闸时间，分闸时间，最大时间不同期，弹跳等参数检测
- 2、断路器刚合速度，刚分速度，平均速度等参数检测
- 3、断路器开距，超程，过冲，总行程等参数检测
- 4、断路器合闸线圈电流，分闸线圈电流曲线与线圈电流最大值检测
- 5、断路器行程时间曲线，速度时间曲线，加速度时间曲线检测
- 6、合闸电阻阻值与投入时间检测
- 7、断路器回路电阻测量
- 8、断路器消弧触头过渡时间和触头长度测量
- 9、断路器断口动态电阻曲线测量
- 10、断路器振动试验，包括振动指纹曲线采集，管理以及振动指纹曲线自动比对
- 11、C0-t1-C0, 0-t-C0-t1-C0, C0 等额定操作序列验证测试
- 12、参考机械行程曲线包络线绘制
- 13、断路器行机械程曲线自动比对

- 14、断路器合分时间(金属短接时间)，分合时间(无电流时间)测量
- 15、石墨触头合闸时间，分闸时间，过渡电阻曲线测量
- 16) 丰富的数据处理功能，可以自动完成采集图形的缩放，编辑，统计与分析等操作
- 17、12.1 寸大屏显示，全触摸操作，内置微型打印机及时打印试验测试报告
- 18、自动生成 WORD 格式试验报告，并且所有的数据和报告都可以通过 U 盘导出

1.3 断路器分析仪技术指标

1、12 路时间测量输入通道，其中三路同时支持电阻触头和时间触头，6 路完全隔离断口输入，可以同时检测 4 级串联断口

2、时间测量

测量量程：4000ms 分辨率 0.01ms, 最大测量误差 $<0.1\text{ms}$

3、行程传感器：

线性电阻尺测量范围：0~250mm 分辨率：0.01mm 误差 $<0.5\text{mm}$

线性电阻尺测量范围：0~25mm 分辨率：0.01mm 误差 $<0.05\text{mm}$

角度传感器测量范围：0~360 度分辨率：0.01 度误差 <0.5 度

加速度传感器测量范围：0~250mm 分辨率：0.1mm 误差 $<5\%RDG+2D$

4、合闸电阻

测量量程：50 欧~5000 欧姆，测量误差 $<1\%RDG+2D$

5、动态电阻：

试电流：25~100A，动态电阻测量误差 $<1\%RDG+2D$

6、回路电阻：

最大测量量程：10mohm，测量误差 $<0.5\%RDG+2D$

最大测量量程：2mohm，测量误差 $<0.5\%RDG+2D$

7、速度测量范围：

250mm 线性电阻尺：0~20m/s，测量误差 $<0.5\%RDG+2D$

25mm 线性电阻尺：0~20m/s，测量误差 $<0.5\%RDG+2D$

角度传感器：0~20m/s，测量误差 $<0.5\%RDG+2D$

加速度传感器：0~20m/s，测量误差 $5\%RDG+2D$

8、线圈电流测量：

测量量程：0~20A, 分辨率：0.001A, 误差 $<0.01A$

9、振动信号测量：

测量量程：0~5000G, 测量误差 $<5\%$

10、内置直流电源电压输出 DC 30~260V, 输出电流：0-20A

11、内置 8G 存储空间，2 个 USB 接口用于数据导出和外接键盘或鼠标

12、工作电源：AC220V $\pm 10\%$ 50Hz

13、使用环境温度：-10~50 $^{\circ}\text{C}$ ，环境湿度 $<90\%$

14、尺寸：448 \times 260 \times 150 重量： $<15\text{kg}$

第二章 测试仪面板与内部原理

2.1 仪器面板



图 2.1 HYGK-307 仪器外形图

断路器分析仪的外形如图 2.1 所示，仪器面板左上角为接线区域，各个接插件的功能描述如下：

1) A1/B1/C1 与 A2/B2/C2 无源开关量接点

用于断路器断口动作时间测量，其信号输入形式为无源开关量，试验时分别连接断路器主触头的 A 相，B 相和 C 相的一端，此 2 组断口动作时间测量端口的参考地为大地，试验时应将断路器的 A/B/C 三相静触头全部短接并连接至接地柱。

2) A3, B3, C3, A4, B4, C4 无源开关量输入接点

此 6 组端子为独立的无源开关量输入接点，可用于测量无源开关量跳变，用于多级断路器断口动作时间测量和断路器辅助接点动作时间测量

3) 外触发输入

外触发输入端子可用作断路器动作时间测量的计时启动信号输入，当仪器工作在外触发模式时，此端口的输入电压信号跳变会启动仪器的试验计时。输入电压范围是 AC24V~220V 或者 DC24V~300V

4) 行程与振动传感器连接端子

行程传感器输入端子用于连接行程传感器，可以选择的传感器包括 25mm 电阻尺，250mm 电阻尺，角度传感器和加速度传感器。

振动传感器用于连接外部的加速度振动测量传感器

5) 功率输出控制端子

仪器工作在内电源模式时，此组控制端子用于为断路器的合闸线圈或者分闸线圈提供直流电压源。

注意：

- 1) 严禁连接外部电源至功率输出控制端子
- 2) 试验时请仔细核对设置的试验电压，以免仪器输出的电压过高损耗断路器的控制线圈

6) USB 接口

可以通过仪器的移动 U 盘和仪器的 USB 接口将仪器内部存储的试验文件导出至 PC 机进行数据分析和报告制作。也可以通过 USB 接口连接外部键盘或者鼠标来控制 and 操作仪器。

7) 动态电阻测量接口

动态电阻测量模块的接线端子包括 A/B/C 三组，在不同的试验模式下此三组输出接头工作模式不同，详细情况如下：

1) 石墨触头测试

在石墨触头合闸试验和分闸试验时， I_a 、 I_b 和 I_c 三组电流输出接头分别输出 25A 恒定直流电源， U_a 、 U_b 和 U_c 用于测量断路器断口的电压，测量量程为 0-200mV

2) 动态电阻和回路电阻测试

在动态电阻试验和回路电阻试验时， I_a 输出电流为 50A， I_b 和 I_c 输出电流分别为 25A，通过并联 I_a 、 I_b 和 I_c 可以得到 DC100A 的测试电流，通过 I_a 、 I_b 和 I_c 的组合可以产生 25A、50A 和 100A 的测试电流。

在动态电阻和回路电阻测试模式下电压测量端子只有 U_a 有效， U_b 和 U_c 均失效， U_a 的量程为 200 mV 和 2V，仪器自动切换档位

2.2 仪器原理框图

断路器分析仪内部原理图如图 2.2 所示，仪器的主要功能模块包括直流大电流发生模块，线圈电压功率模块，高速数据采集模块和工控机系统，触摸屏 LCD 和微型打印机

1) 直流大电流发生模块

连接至仪器左侧板的动态电阻电流输出 I_a 、 I_b 、 I_c ，通过并联组合此三组电流输出回路，最大可以产生直流 100A 的试验电流

2) 线圈电压功率模块

用于为被试验断路器的控制线圈提供直流电源，电压范围是 DC 30V~260V，最大输出电流为 20A

3) 工控机

用于测试界面控制和测试数据与结果的分析，处理与存储

4) 微型打印机

打印测试结果，包括测试的数据结果和曲线图形

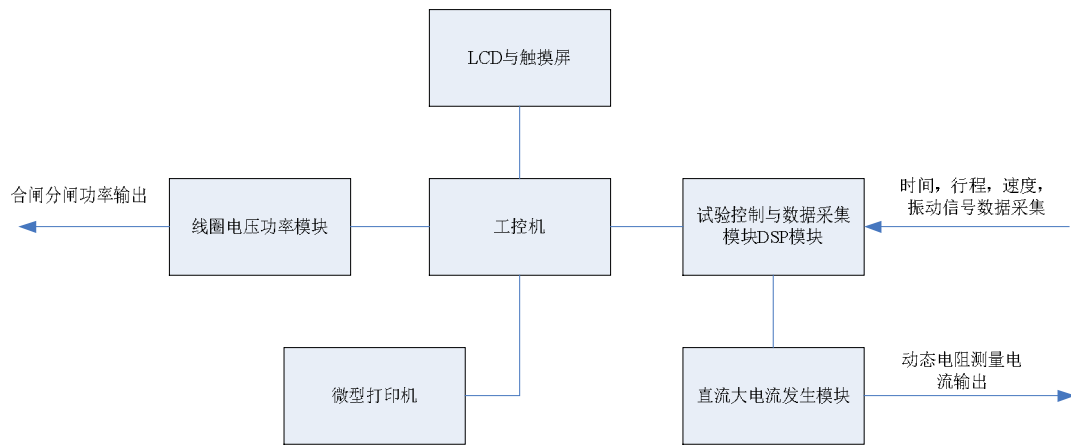


图 2.2 断路器分析仪内部原理图

第三章 测试原理

3.1 时间测量原理

分析仪的时间参数测量分为 3 种模式：

1) 时间触头

线圈（合闸线圈或分闸线圈）获得电源时作为时间测量的计时起始点 T1，测量回路有无电流流过时（ $>0.5\text{mA}$ 为合，否则为分）作为计时的终点 T2，T2 与 T1 的时间差即为断路器某一路通道的动作时间。分析仪的 A1/B1/C1 端口可以被配置为时间触头，A2/B2/C2，A3/B3/C3 和 A4/B4/C4 仅能工作在时间触头模式

工作在时间触头测量模式时，断路器断口的连接和电流流向如图 3.1 所示。其中 A1/B1/C1，A2/B2/C2 测量回路具有共同的参考地，并且此参考地连接在仪器面板的大地端子，A3/B3/C3 和 A4/B4/C4 等 6 个测量回路具有单独的参考地，所有的参考地相互隔离，并且与大地也是相互隔离。

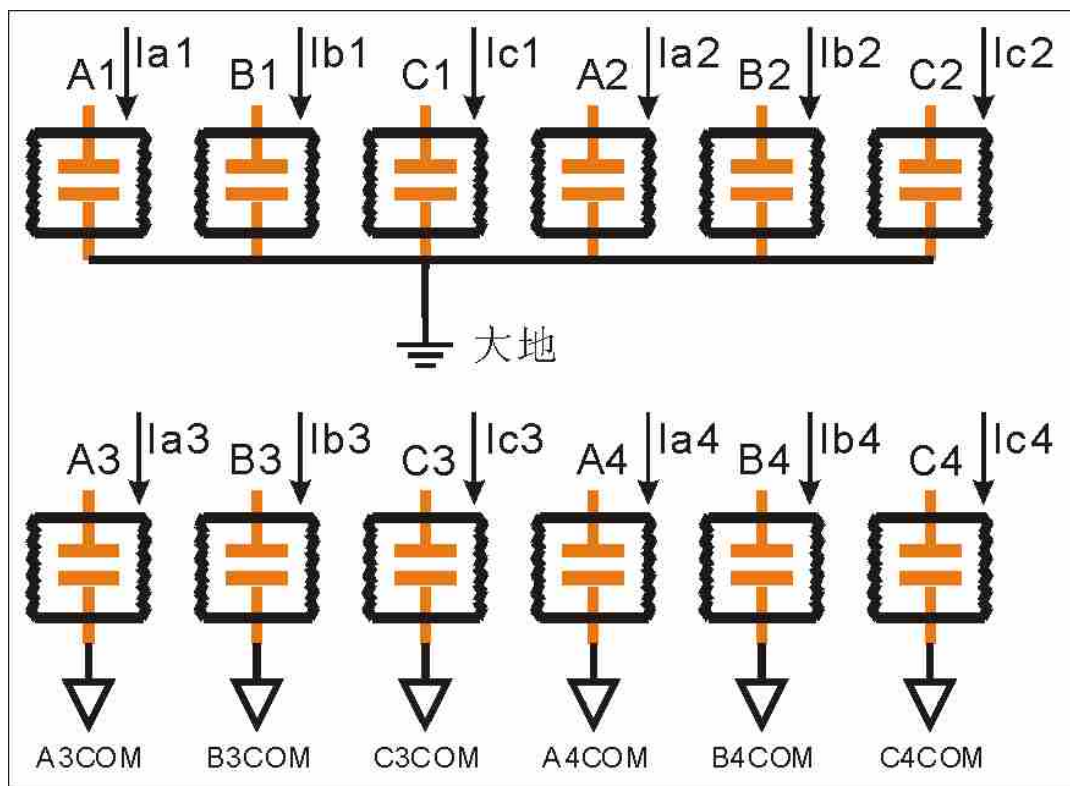


图 3.1 时间触头测量回路工作原理

2) 电阻触头

分析仪的 A1/B1/C1 端口可以被配置为电阻触头，当此 3 个端口工作在电阻触头模式时，分析仪实时测量 A1/B1/C1 对大地的电阻变化，线圈（合闸线圈或分闸线圈）获得电源时作为时间测量的计时起始点 T1，断路器断口间的回路电阻是否小于 3000 欧作为计时的终点 T2，T2 与 T1 的时间差即为断路器某一路通道的动作时间

A1/B1/C1 工作在电阻触头模式时，测量回路的原理图如图 3.2 所示。当断口间的回路电阻大于 3000 欧时断路器处于分闸状态，断口间回路电阻小于 50 欧时断路器处于合闸状态，断路器断口间回路电阻处于 50 欧到 3000 欧之间时断路器合闸电阻处于投入状态）

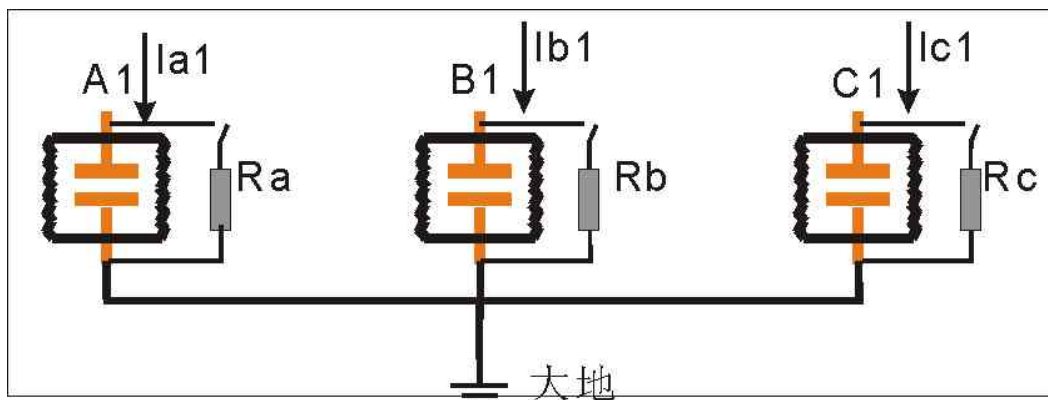


图 3.2 电阻触头测量回路工作原理

3) 石墨触头

测量西门子石墨触头断路器的动作时间时，断路器主触头 A/B/C 连接至分析仪的 I_a 、 I_b 和 I_c 如图 3.3 所示，仪器输出 25A 直流电流至断路器主回路，并实时监测 A/B/C 端口之间的电压降 U_a 、 U_b 、 U_c ，当电压降小于 100mV 时，分析仪认为断路器完全处于合闸状态，并以此作为断路器合闸与分闸的试验的计时终点 T2，线圈（合闸线圈或分闸线圈）获得电源时作为时间测量的计时起始点 T1，T2 与 T1 的时间差即为断路器通道的试验动作时间

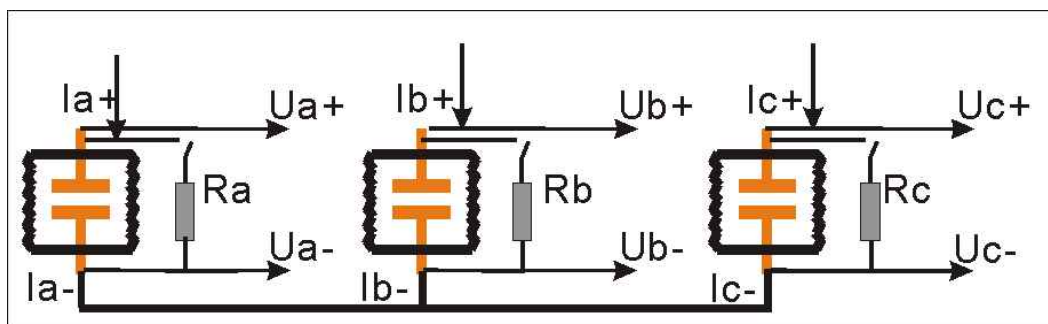


图 3.3 石墨触头测量回路工作原理

3.2 行程与速度测量原理

测试仪的行程传感器包括直线传感器，角度传感器和加速度传感器：

1) 直线传感器

直线传感器连接在直线运动机构之上，其内部为滑动电阻器，如果直线传感器连接在断路器动触头 1:1 的传动连杆上，传感器可以直接测量动触头的运动行程曲线，并以此曲线计算断路器的速度与速度时间曲线。

如果直线传感器与断路器动触头的运动轨迹不是 1:1 的关系，则需要预置断路器的总行程，分析仪根据传感器从开始运动到停止的最终运动行程 S 和预置的行程 Y 自动计算传感器运动轨迹和断路器动触头运动轨迹的换算比例关系 $K=Y/S$ ，然后再根据比例系数 K 和直线传感器运动行程时间曲线计算断路器动触头的行程时间曲线，并在此基础上计算断路器的速度

与速度时间曲线

2) 角度传感器

角度传感器连接在断路器的转角运动机构之上，分析仪的直接测量物理量是转动的角度，因为断路器运动的角度与动触头之间为线性关系，所以在测试之前预置断路器的行程，分析仪可以根据预置的行程 Y 和从开始运动到停止运动角度差 Δ 计算角度与行程曲线的比例换算关系 $K=Y/\Delta$ ，并以此比例关系 K 和角度时间曲线计算行程时间曲线。在计算所得的行程时间曲线基础上再计算断路器的速度与速度时间曲线

注意：使用角度传感器时，断路器的行程需要预置，速度与开距都是基于角度时间曲线间接计算的数值，预置的行程是否正确直接影响速度和开距计算是否正确

3) 加速度传感器

加速度传感器安装在断路器的直线运动部件之上，分析仪采集加速度传感器测量的加速度时间曲线，并且对其进行2次积分，首次积分的数值作为断路器动触头运动的速度时间曲线，二次积分作为断路器运动的行程时间曲线，使用加速度传感器时断路器的总行程需要预置。

注意：

1> 由于在断路器触头刚性碰撞瞬间加速度数值会超出传感器的测量范围，因此对于具有较大过冲的断路器不适合使用加速度传感器进行测量

2> 由于加速度传感器使用了二次积分进行行程时间曲线的测量，因此累积的误差较大，加速度传感器测量的误差要大于直线传感器和角度传感器

3.3 回路电阻与动态电阻原理

使用回路电阻和动态电阻测量模块时回路原理图如图 3.4 所示，分析仪输出最高可达100A的直流电流至断路器主回路，恒流源的开口电压为5V，电流通过 I_a 、 I_b 和 I_c 回路三个端子同时输出， I_a 输出为50A恒定直流电流， I_b 和 I_c 分别输出25A恒定直流电流，通过 I_a 、 I_b 、 I_c 的并联组合可以产生25A、50A或者100A的直流电流作为测试电流源

在进行动态电阻和回路电阻测试时 U_a 通道作为电压测量通道，此时 U_a 的量程为0-200mV，和0-2V，仪器内部自动切换电压测量的量程

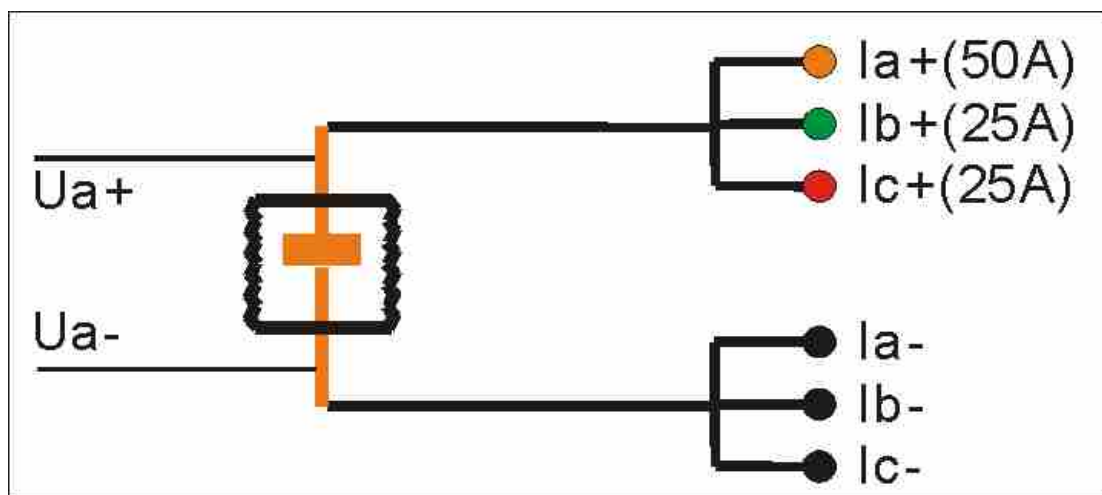


图 3.4 回路电阻与动态电阻测量原理图

3.4 振动信号测量原理

分析仪使用加速度传感器测量断路器底座，A 相主回路，B 相主回路和 C 相主回路在断路器动作期间的振动信号作为断路器机械系统的指纹。振动信号与行程断口状态的对应时序如图 3.5 所示。

通过分析断路器指纹特征信号的变化检测断路器机械系统的特性是否发生变化。断路器振动指纹信号包含了断路器内部各部件动作时间点事件，通过这些事件与参考信号的比较可以快速定位断路器机械系统的故障原因。

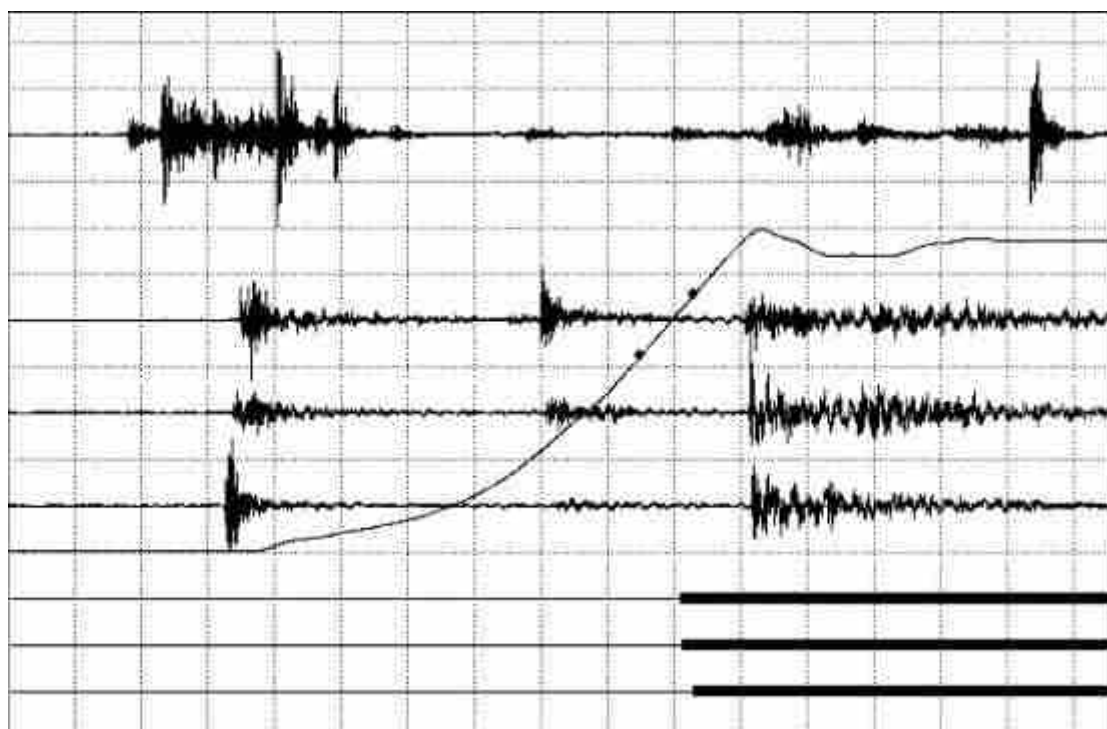


图 3.5 断路器振动测试信号图

第四章 测试连线

4.1 内电源合闸与分闸试验接线

使用分析仪的内部电源执行断路器进行合闸与分闸试验时的典型连线图如图 3.1 所示，测试的详细连线说明如下：

- 1) 测试仪 A1/B1/C1 输入端口分别连接至断路器的主触头的 A 相，B 相和 C 相
- 2) 断路器主触头的 A，B，C 三相一端全部短接并且连接至大地
- 3) 测试仪合闸控制,分闸控制和 COM 端子连接至断路器的合闸线圈与分闸线圈

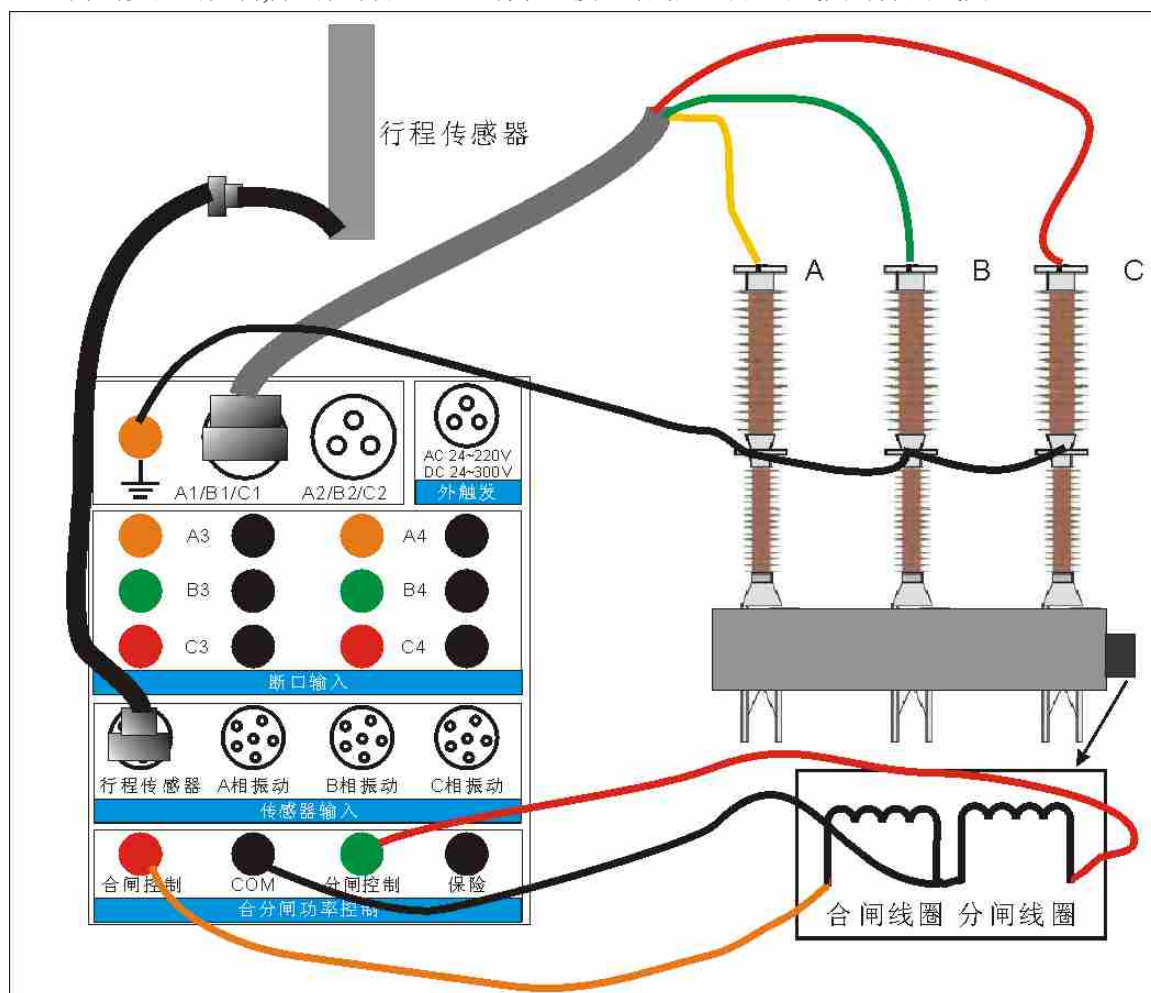


图 4.1 断路器合闸与分闸试验基本接线图

- 4) 如果需要测试断路器的速度和行程，连接行程传感器至测试仪的行程传感器输入端子，仪器支持的行程传感器包括：
 - 1> 25mm 直线传感器（可以完成行程和速度的精确测量）
 - 2> 250mm 直线传感器（可以完成行程和速度的精确测量）
 - 3> 角度传感器（仅用于速度测量）
 - 4> 加速度传感器（仅用于速度测量）

- 5) 如果需要测量断路器辅助系统的开关动作时间或者继电器动作时间,可以将这些无源开关量接点连接至断路器的 A3/B3/C3 或者 A4/B4/C4 触头
- 6) 对于具有 2 极断口的断路器,其合闸与分闸试验的接线如图 4.2 所示,将断路器主回路的中间点短接并且连接至大地。

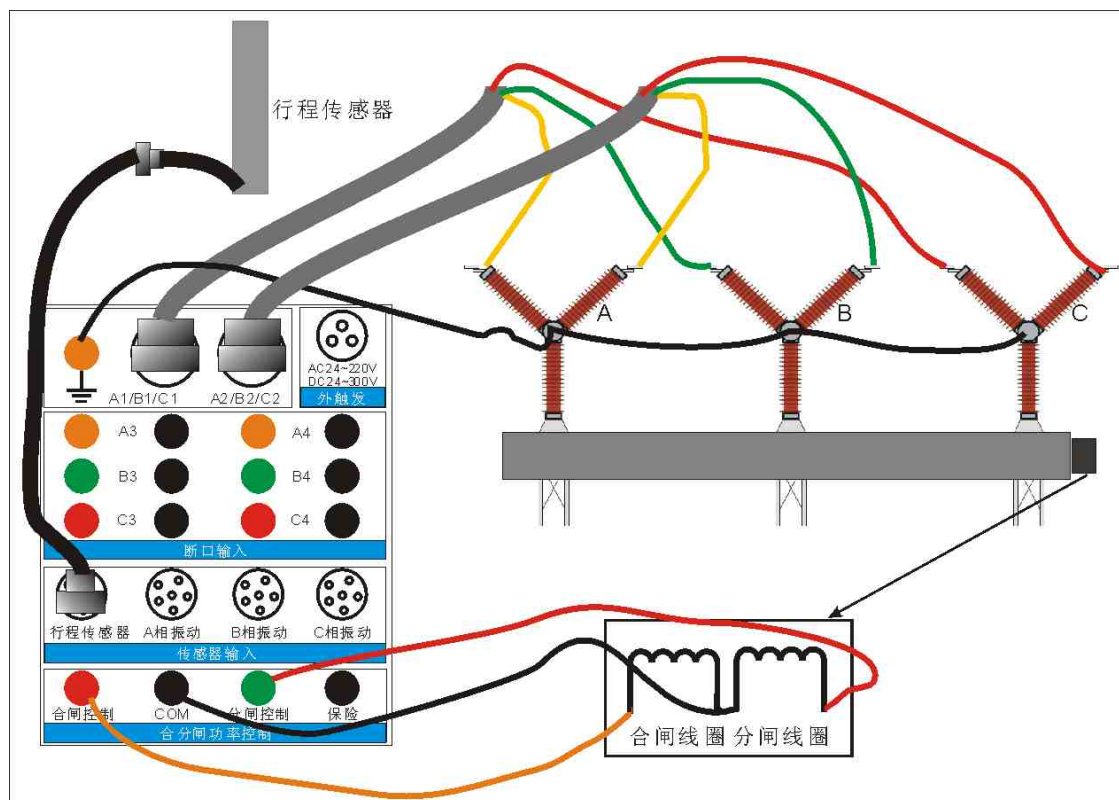


图 4.2 两极断口断路器合闸与分闸试验接线图

4.2 外触发合闸与分闸试验连线

使用仪器外部的独立电源对断路器控制线圈进行供电,执行断路器合闸与分闸试验的典型连线图如图 4.3 所示,测试的详细连线说明如下:

- 1) 测试仪 A1/B1/C1 输入端口分别连接至断路器的主触头的 A 相, B 相和 C 相
- 2) 断路器主触头的 A, B, C 三相一端全部短接并且连接至大地
- 3) 如果需要测试断路器的速度和行程,连接行程传感器至测试仪的行程传感器输入端子,仪器支持的行程传感器包括:
 - 1> 25mm 直线传感器(可以完成行程和速度的精确测量)
 - 2> 250mm 直线传感器(可以完成行程和速度的精确测量)
 - 3> 角度传感器(仅用于速度测量)
 - 4> 加速度传感器(仅用于速度测量)
- 4) 如果需要测量断路器辅助系统的开关动作时间或者继电器动作时间,可以将这些无源开关量接点连接至断路器的 A3/B3/C3 或者 A4/B4/C4 触头
- 5) 对于具有两极断口的断路器,其合闸与分闸试验的控制线圈连线与图 4.3 一致,断路器

的断口连线与图 4.2 一致

注意： 使用外部独立电源为断路器合闸线圈与分闸线圈供电时，仪器的功率输出端子需要保持悬空，并且进行合闸试验与分闸试验切换时，需要更换外触发的连线位置

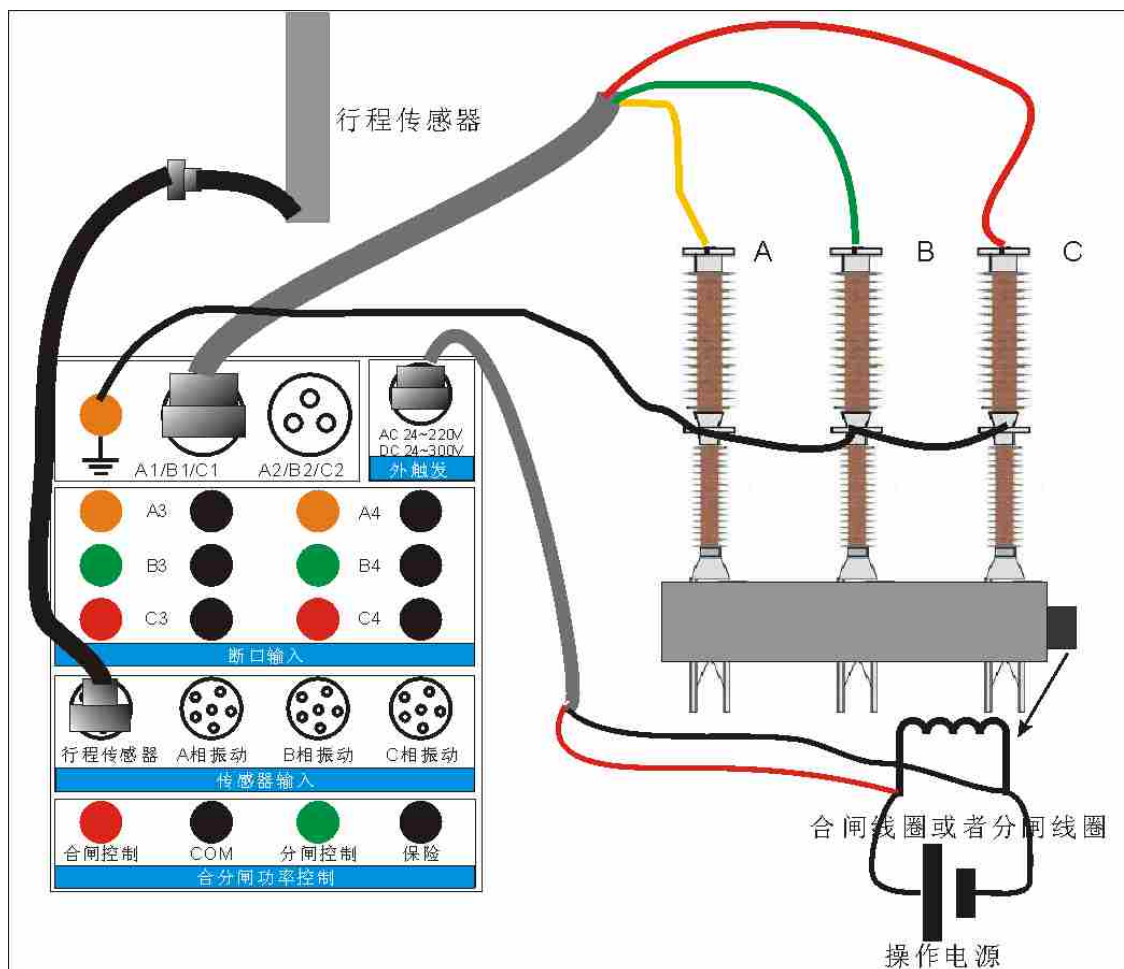


图 4.3 外触发合闸与分闸试验连线图

4.3 循环试验

循环试验是对断路器执行 C-t-0 操作序列，并且在此过程中记录断路器合闸参数与断路器分闸参数，其试验连线与断路器合闸/分闸试验联系完全相同，使用外触发时仪器不能执行循环试验。

4.4 额定操作序列

额定操作序列试验是对断路器可以执行的操作序列进行验证，并且测量断路器的合分时间（金属短接时间），分合时间（无电流时间）和重合闸时间，其试验连线与断路器合闸/分闸试验连线完全相同，但是测试过程不需要连接外部传感器，使用外触发时仪器不能执行额定操作序列试验

4.5 石墨断路器合闸与分闸试验

使用仪器的内部电源对石墨断路器进行合闸与分闸试验的典型连线图如图 4.4 所示,测试连线的详细连线说明如下:

- 1) 分析仪的 Ia, Ib 与 Ic 电流输出连接主触头的 A 相, B 相和 C 相
- 2) 使用四线法测电阻连线方式连接分析仪的电压测量端子 Ua, Ub 与 Uc, 石墨电阻测试连接电缆已经做成了开尔文四线法连接, 如图 4.4, 电缆一端分别连接测试钳之中的两个钳口, 另一端连接分析仪的 Ia/Ib/Ic 与 Ua/Ub/Uc
- 3) 测试仪合闸控制,分闸控制和 COM 端子连接至断路器的合闸线圈与分闸线圈
- 4) 如果需要测试断路器的速度和行程, 连接行程传感器至测试仪的行程传感器输入端子, 仪器支持的行程传感器包括:
 - a) 25mm 直线传感器 (可以完成行程线和速度的精确测量)
 - b) 250mm 直线传感器 (可以完成行程线和速度的精确测量)
 - c) 角度传感器 (仅用于速度测量)
 - d) 加速度传感器 (仅用于速度测量)
- 5) 如果需要测量断路器辅助系统的开关动作时间或者继电器动作时间, 可以将这些无源开关量接点连接至断路器的 A3/B3/C3 或者 A4/B4/C4 触头

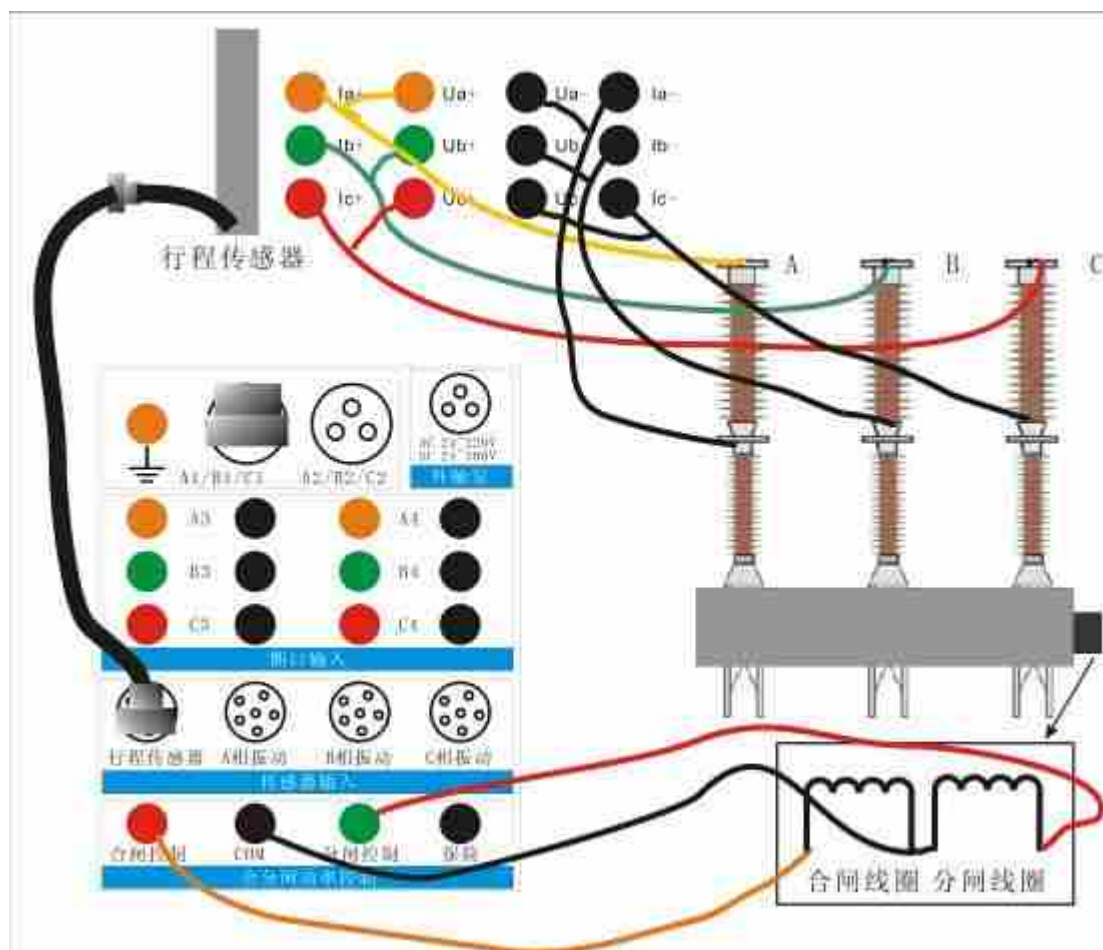


图 4.4 石墨触头断路器测试连线

注意:

对于使用外触发方式进行合闸与分闸操作的石墨断路器试验, 其断路器断口连线, 传感器连线与图 4.4 完全一致, 分析仪的控制线圈保持悬空, 其线圈控制回路的连线与图 4.3 一致。

4.6 回路电阻测量

测量断路器主回路电阻的测试连线如图 4.5 所示, 并联 I_a , I_b 与 I_c 以产生 100A 直流测试电流, 此时回路电阻测试的电压取样通道为 U_a 输入通道。

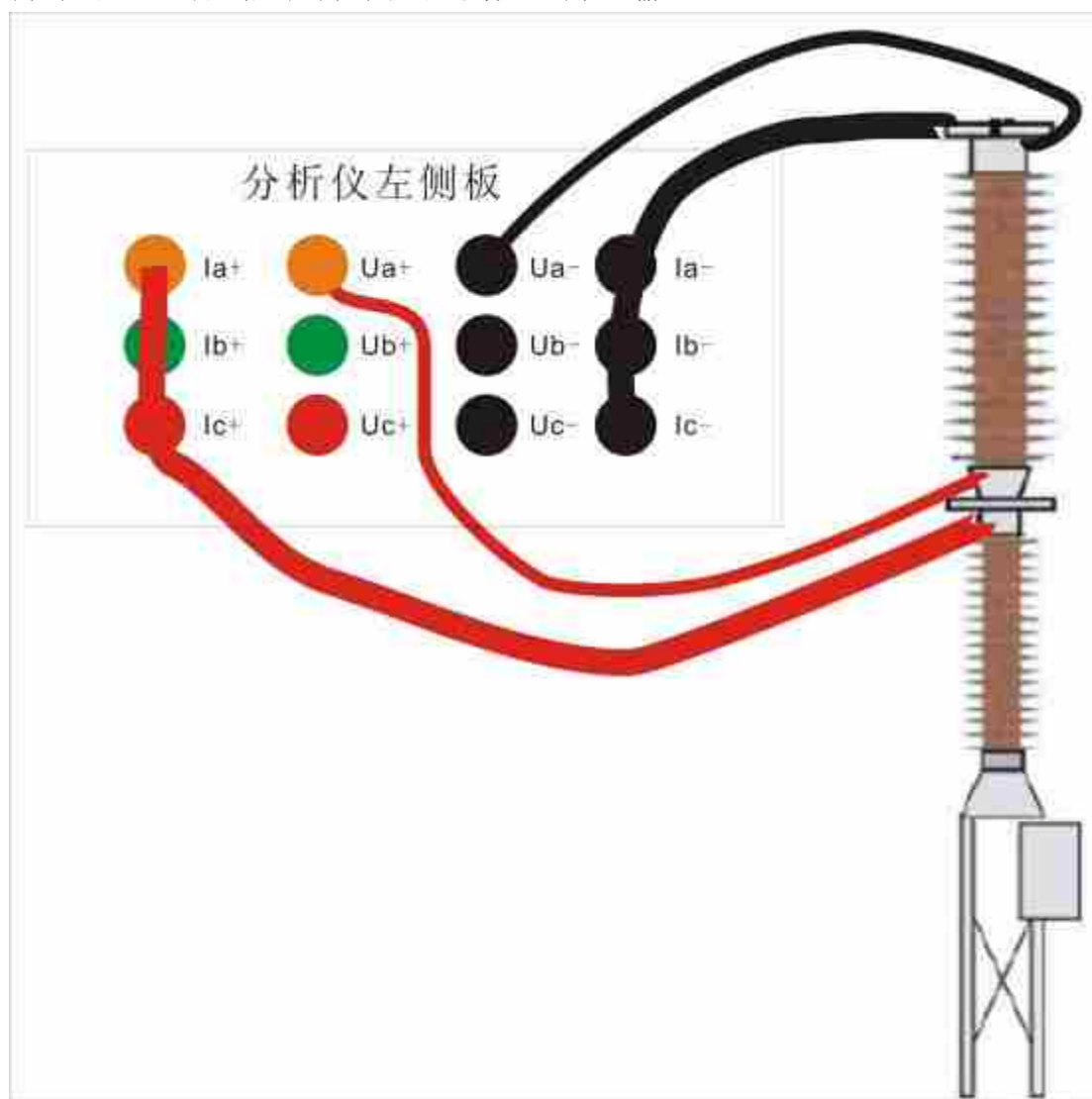


图 4.5 回路电阻测量接线图

4.7 动态电阻测量

使用分析仪的内部电源对断路器的分闸线圈进行供电时, 动态电阻测量试验的测试连线如图 4.6 所示, 详细连线说明如下:

1) 并联 Ia, Ib 与 Ic 以产生 100A 直流测试电流, 此时回路电阻测试的电压取样通道为 Ua 电压采集通道。

2) 连接分析仪的分闸控制端子与断路器的分闸线圈

注意: 如果在进行动态电阻试验时, 断路器的分闸线圈供电电源为分析仪外部独立电源, 则需要将分析仪的合分闸功率控制的所有输出端子保持悬空, 并且将外触发端子并联在分闸线圈的两端如图 4.3 所示

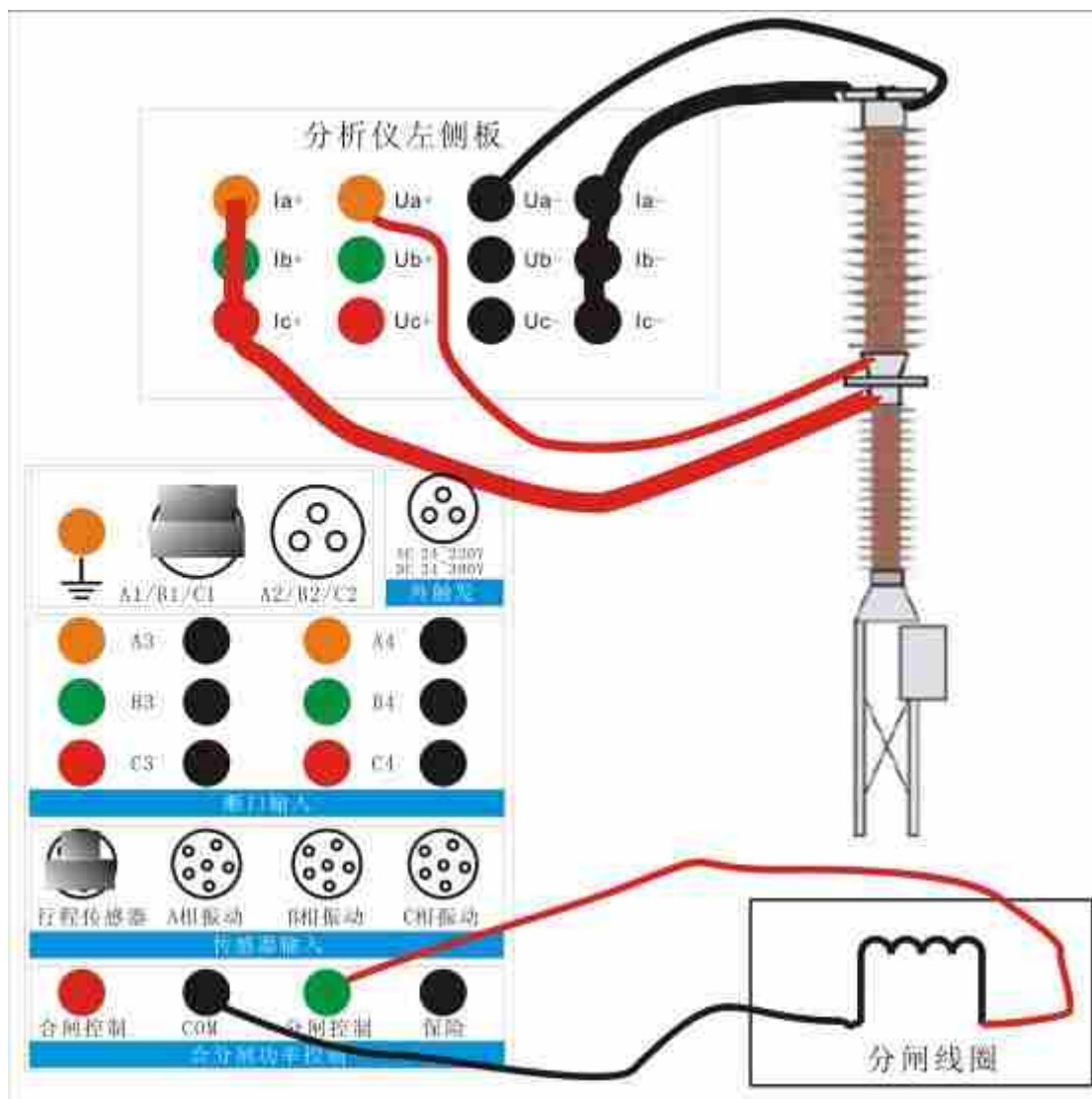


图 4.6 使用内电源时断路器动态电阻试验

4.8 振动试验

使用分析仪的内部电源对断路器的合闸与分闸线圈进行供电时, 断路器振动测量试验的测试连线如图 4.7 所示, 详细连线说明如下:

- 1) 连接断路器的合闸线圈与分闸线圈至分析仪的合闸控制与分闸控制
- 2) 连接分析仪的传感器行程至断路器底座振动传感器

3) 连接分析仪的 A 相振动, B 相振动, C 相振动至断路器的 A/B/C 三相振动传感器

注意: 如果在进断路器振动测量试验时, 断路器的合闸线与分闸圈供电电源为分析仪外部独立电源, 则需要将分析仪的合分闸功率控制的所有输出端子保持悬空, 并且将外触发端子并联在合闸线圈或者分闸线圈的两端如图 4.3 所示

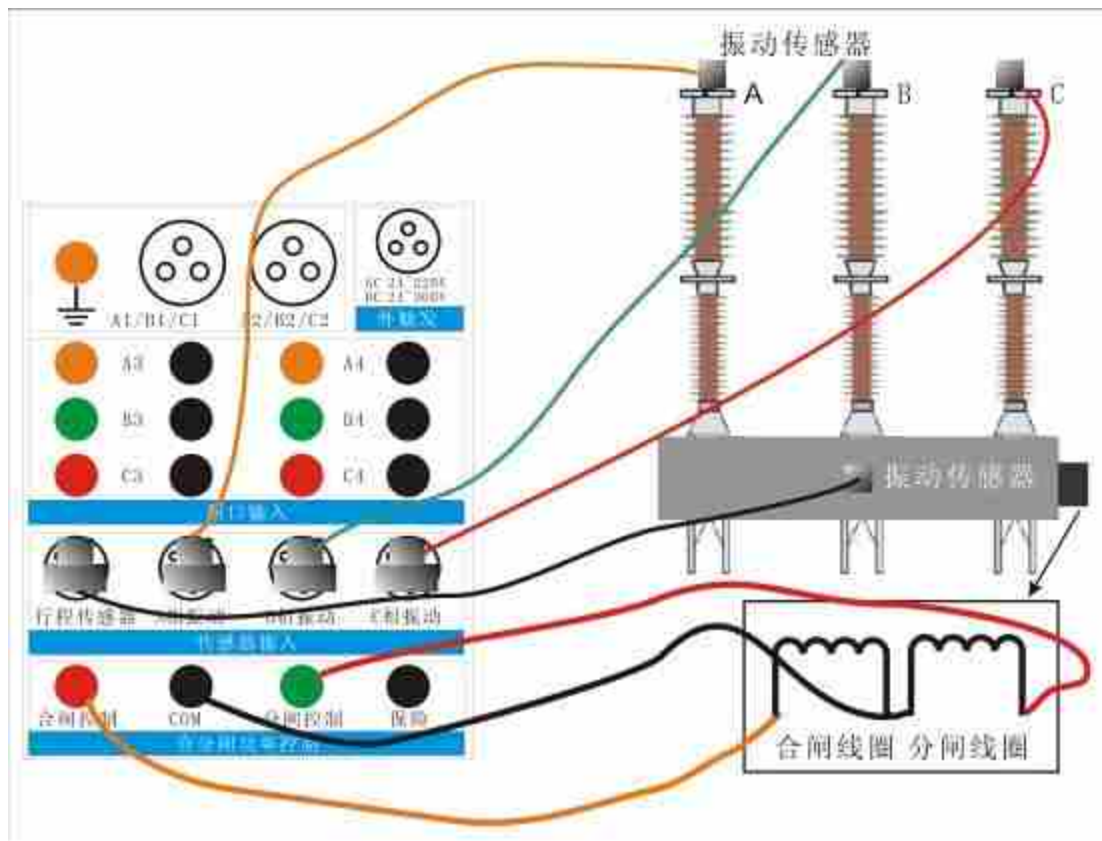


图 4.7 断路器振动试验连线图

第五章 软件操作

5.1 软件主界面

启动分析仪后，仪器显示软件主界面如图 5.1 所示，软件主界面分为 4 个部分



图 5.1 软件主界面

1) 软件工具栏

软件工具栏中各个按钮的功能说明如表 5.1 所示

表 5.1 工具栏按钮说明

按钮名称	功能描述
新建试验	返回软件主界面，重新选择试验项目，只有当仪器处于联机状态时，该按钮才有效
保存	保存当前界面中的试验数据和结果，只有当界面中存在需要保存的数据时，该按钮才有效
读取	读取保存的试验文件
系统参数	设置分析仪的运行参数，详细情况见 5.2 系统参数设置
语言选择	选择分析仪的工作语言，可选语言为中文和英语
试验设置	设置当前所选择试验模板的运行参数

数据导出	将存储的试验文件，WORD 报告等导出至移动存储设备
帮助	在分析仪中打开仪器的在线帮助文档

2) 试验选择

试验选择区域包含了仪器所支持的所有试验项目，鼠标点击所对应的试验项目，分析仪将进入对应的试验模板程序

3) 断口状态与曲线分析

当仪器处于主界面时，在分析仪的左下部的断口状态与曲线分析栏实时显示了分析仪 12 个断口输入开关量的分合状态信息。

当仪器处于试验结果分析状态时，该栏除了显示实时的断口状态信息之外还会列出可以用于曲线分析操作的工具按钮，这些工具按钮的说明如表 5.2 所示

表 5, 2 曲线分析工具按钮说明

按钮名称	功能描述
曲线 1	显示第一组试验所对应的曲线，包括断口曲线，行程曲线，速度曲线等等
曲线 2	显示第二组试验所对应的曲线，包括断口曲线，行程曲线，速度曲线等等，如果只进行了 1 组试验，则该按钮无效
曲线 3	显示第三组试验所对应的曲线，包括断口曲线，行程曲线，速度曲线等等，如果只进行了 1 组试验，则该按钮无效
绘制包络线	在查看断路器合闸或者分闸行程曲线时，绘制行程曲线所对应的包络线，当测量结果中无行程曲线时，该按钮无效
读取包络线	在查看断路器合闸或者分闸行程曲线时，读取参考行程曲线所对应的包络线与当前行程曲线进行自动对比。当测量结果中无行程曲线时，该按钮无效
曲线对比	1) 在查看断路器合闸或者分闸行程曲线时，读取参考行程曲线与当前行程曲线进行自动对比。当测量结果中无行程曲线时，该按钮无效 2) 在查看振动指纹曲线时，读取参考指纹曲线与当前指纹曲线进行自动对比

4) 试验操作与控制

试验操作栏包含“运行试验”和“查看数据”两个控制按钮，其主要功能如表 5.3 所示

表 5.3 试验操作控制按钮说明

按钮名称	功能描述
运行试验	1) 当分析仪处于联机状态，并且界面中没有试验结果文件，按钮有效，点击该按钮试验被启动 2) 当分析仪处于联机状态，并且界面中正显示上一次试验的结果数据时，该按钮的文字标识为“重新运行试验”，点击该按钮试验以上一次试验相同的参数被启动
查看数据	完成试验结果中曲线显示和数据显示的转换，分析仪处于在查看试验结果状态时该按钮有效。

	<p>点击“查看数据”按钮，分析仪隐藏显示的曲线并显示该此试验所获得的测试数据结果，按钮的文字变成“查看曲线”</p> <p>点击“查看曲线”按钮，分析仪隐藏显示的数据并显示该次试验所获得的测试曲线结果，按钮的文字变成“查看数据”</p>
--	---

5.2 系统参数设置

点击软件主界面的“系统参数”按钮显示分析仪参数设置界面如图 5.2 所示



图 5.2 系统参数设置

在系统参数设置界面中各个设置项目的详细说明如表 5.4 所示

表 5.4 系统参数设置

项目	详细说明
振动传感器选择	采集振动指纹时所使用的加速度传感器型号，其区别主要是加速度传感器的最大量程，可选的加速度传感器为 500G 和 2500G，分析仪振动试验的标准传感器配置为 500G，如果加速度传感器的量程不够，可选的配件为 2500G
振动曲线对比时间范围	分析仪自动对比所采集的振动指纹曲线和参考振动指纹曲线时，进行匹配计算的时间范围，计算的起始点为采集曲线和参考曲线的第 1 点，即 0 时刻
振动曲线匹配条件	当采集的振动曲线与参考曲线对比的时间误差和欧拉距离方差，小于此处设置的阈值时，分析仪会给出匹配成功的结论，否则分析会给出匹配不成功的结论
刚分刚合速度定义	分析仪在计算刚分速度与刚合速度时所使用的计算条件，各个条件的详细说明为： 1) 10ms 刚合速度：从合闸时间点之前 10ms 到合闸瞬间的平均速度作为刚合速度

	<p>刚分速度：从分闸时间点到之后的 10ms 处的平均速度作为刚分速度</p> <p>2) 5ms</p> <p>刚合速度：从合闸时间点之前 5ms 到合闸瞬间的平均速度作为刚合速度</p> <p>刚分速度：从分闸时间点到之后的 5ms 处的平均速度作为刚分速度</p> <p>3) 10mm</p> <p>刚合速度：从触头运动至合闸时间点之前 10mm 到合闸点之间的平均速度作为刚合速度</p> <p>刚分速度：从触头运动至分闸点之后的 10mm 处与分闸点之间的平均速度作为刚分速度</p> <p>4) 5mm</p> <p>刚合速度：从触头运动至合闸时间点之前 5mm 到合闸点之间的平均速度作为刚合速度</p> <p>刚分速度：从触头运动至分闸点之后的 5mm 处与分闸点之间的平均速度作为刚分速度</p> <p>5) 自定义</p> <p>按照上述定义条件去重新设计刚合速度与刚分速度的计算方法</p>
试验曲线显示范围	试验完成后示波器初始画面所显示的行程，断口状态，电流，速度等曲线的最大时间范围，计算方式为合闸跳变点或分闸跳变点加上所选择的时间
预储能时间	对于需要进行预储能的断路器，分析仪在进行测试结果计算时会减去此处设置的预储能时间值
对行程曲线进行滤波	对所采集的行程时间曲线进行数字滤波以去除所采集的噪声干扰，如果选择了启动滤波功能，行程曲线的时间分辨率会下降至原来的 1/4
对电流曲线进行滤波	对所采集的电流时间曲线进行数字滤波以去除所采集的噪声干扰，如果选择了启动滤波功能，电流曲线的时间分辨率会下降至原来的 1/4
无行程传感器	如果此项被选择则在试验过程中分析仪不会采集行程曲线，也不会计算刚合与刚分速度等参数
恢复出厂默认坐标	在系统参数设置窗口中选择此项目并点击确定按钮，则软件示波器的坐标设置会被恢复至出厂参数设置
仪器 ID	分析仪的出厂编号
试验单位	该参数出现在 WORD 试验报告中，调整该参数可以改变 WORD 试验报告的模板

操作人员	该参数出现在 WORD 试验报告中，调整该参数可以改变 WORD 试验报告的模板
试验地点	该参数出现在 WORD 试验报告中，调整该参数可以改变 WORD 试验报告的模板
报告页眉	该参数出现在 WORD 试验报告中，调整该参数可以改变 WORD 试验报告的模板
报告页脚	该参数出现在 WORD 试验报告中，调整该参数可以改变 WORD 试验报告的模板
自动评估设置	设置试验结果自动评估条件，详细说明见 5.4 节
断路器模板管理	管理参考断路器的模板信息，详细说明见 5.5 节
虚拟键盘	在分析仪中启动虚拟键盘
软件升级	分析仪应用软件升级接口，当有新的软件升级包时，将软件升级包文件夹存储至移动存储设备，然后插入分析仪，点击该按钮可以完成对分析仪应用程序的更新升级
时间设置	设置分析仪的系统时间。 注意：时间设置完成后，必须使用软件按钮对分析进行关机操作，直到分析仪提示 “It is safe to turn off your computer” 时，才可以关闭系统的电源，否则设置的时间在下次系统启动时又会被还原
取消	退出系统参数设置窗口
确定	确认并保存所设置的系统参数

5.3 示波器操作

分析仪的示波器组件实现的主要功能包括：

- 1) 对曲线数据进行波形回放
- 3) 曲线波形的整体放大，整体缩小，X 轴放大，X 轴缩小，定位，撤销操作等
- 4) 曲线波形的参数统计，统计内容包括平均值，最大值，最小值，开关量跳动次数，以及这些参数所对应的时间轴
- 5) 对单条曲线进行，Y 轴放大，Y 轴缩小，Y 轴上移/下移/平移，双线统计等操作
- 6) 通道名称定义，物理量单位定义

示波器组件外形如图 5.3 所示，左右两边的工具栏是针对示波器的操作，当鼠标离开工具栏时，工具栏会自动收起显示当前的坐标系，当鼠标进入工具栏的文字提示处时，工具栏会自动打开，显示可以进行的操作按钮。

针对于示波器的操作包括：通道与坐标设置，图形放大，缩小，X 轴放大，X 轴缩小，参数统计，撤销操作，坐标自动选择，数据定位，单线统计分析，单线上移，单线下移，单线平移，单线放大，单线缩小，应用当前坐标设置至模板等操作。



图 5.4 通道设置

1) 通道与坐标设置完成通道名称定义，单位定义，颜色设置，是否显示，信号坐标范围，时间轴范围，当前坐标系配置等设置功能。

其中通道设置如图 5.4 所示，通道名称文本框是信号通道在该试验模板中的物理量名称，后面紧跟的是物理量的单位，展示时曲线的颜色，当是否显示复选框选中时，曲线将显示在示波器中，否则曲线将不在示波器中展示。



图 5.5 示波器的坐标设置

坐标设置对话框如图 5.5 所示, 通过最小值和最大值来定义当前信号展示时的坐标范围, 调整坐标范围可以实现对曲线的放大和缩小, 通道小数点位数用于控制示波器数据展示和分析时小数点位数, 此项决定了此通道数据在系统中展示时所需要的小数点位数。

X 轴设置即为时间轴的范围设置, 将 X 坐标小数点增多将可以增加时间分析的分辨率。

坐标系选择可以选择 4 条曲线的坐标作为当前显示的坐标系。当设置的 X 轴范围超过限制时, 仪器会自动调整至允许设置的最大值。

2) 图形的放大与缩小

仪器提供四种方式对当前窗口的波形进行放大与缩小, 第一种方式是使用示波器左边快捷工具栏的放大与缩小工具, 第二种方式是调整波形的坐标范围, 第三种通过按下鼠标或者一直接触触摸屏在 LCD 上绘制一个矩形区域以实现图形的精确缩放, 第四种是通过示波器右边快捷工具栏对特定曲线进行放大和缩小。

其中波形放大, 缩小和矩形区域缩放控制这两种方式是针对当前窗口的所有信号进行的操作, 而坐标调整和特定曲线的缩放则是针对特定的某一条曲线, 并且对特定曲线的缩放只影响 Y 坐标的调整

3) X 轴放大与缩小

X 轴的放大与缩小操作是指调整当前示波器图形的时间窗口, 并不改变曲线的 Y 轴坐标范围。

4) 图形定位

在示波器左边快捷工具栏可以启动或者关闭数据定位操作, 启动数据定位操作后, 示波器中会显示一条定位红线如图 22 所示, 示波器数据框会显示当前红线对应的时间, 以及该时刻各个通道的数值



图 5.6 参数统计

5) 参数统计

在左边的快捷工具栏中选择参数统计, 仪器会展示当前示波器时间窗口中模拟信号的平均值, 最大值, 最小值, 以及它们的时间位置, 开关量跳变次数, 以及它们首次跳变的时间位置。展示结果如图 5.6 所示。

6) 自动坐标

在左边快捷工具栏中有一个自动坐标选项, 此选项的作用是保持当前的时间窗口不变, 自动调整曲线的 Y 坐标值, 使所有的曲线都能以合适的大小显示在当前窗口中

7) 应用至模板

仪器处于非运行状态时,点击应用至模板则当前示波器的设置参数会被自动保存至当前试验的模板参数中,下次再次启动试验时会以当前坐标为模板进行初始化设置。

8) 单线的放大, 缩小, 上移, 下移

在示波器的右边模板点击单线选择, 确定需要操作的曲线, 然后通过放大, 缩小, 上移和下移可以调整该曲线的 Y 轴大小和位置

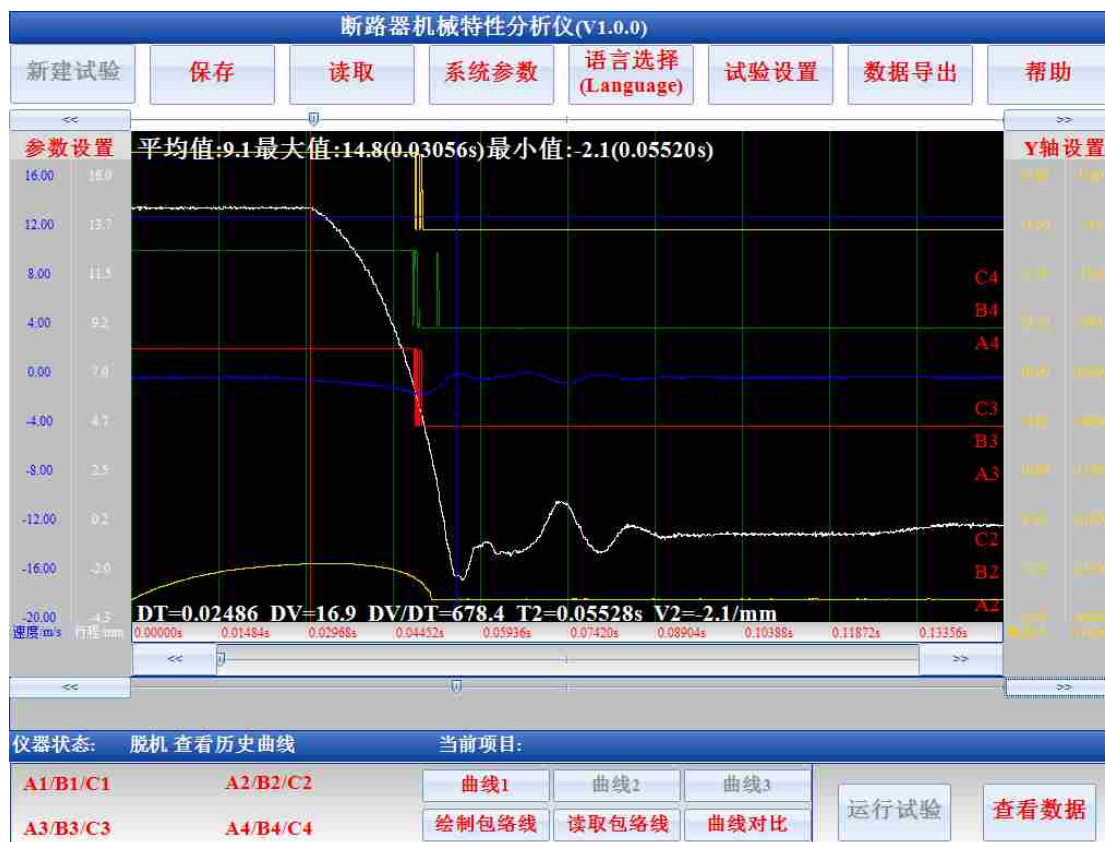


图 5.7 双线统计

9) 单线的平移

在示波器的右边模板点击单线选择, 确定需要操作的曲线, 点击曲线平移, 则用户在示波器中按下鼠标 (或触摸屏压下), 然后移动鼠标, 曲线会在屏幕上移动与鼠标等值的 Y 轴距离。

10) 曲线的双线统计

在示波器的右边模板点击单线选择, 确定需要操作的曲线, 点击开启双线统计, 则示波器中会出现红色和蓝色的两条曲线, 并且示波器中会给出该曲线划定时间区间内的平均值, 最大值, 最大值时间, 最小值, 最小值时间, 两根定位线的时间差 DT, 数值差 DV, 数值时间变化率 DV/DT, 以及蓝色曲线对应的 T2 时间和数值 V2. 在进行双线统计分析时, 红色曲线 T1 所对应的数值全部在示波器中的文本框中更新。双线统计图形如图 5.7 所示

5.4 自动评估

分析仪软件的自动评估模块将测试所获得的断路器参数如时间，行程，开距，速度，电阻等与参考断路器的参数进行自动比对，如果比对结果符合要求，分析给出断路器合格结论，否则分析仪给出断路器不合格结论。

参考断路器参数存储在分析仪的断路器参数模板数据库中，用户可以将自己辖区内所维护的所有类型断路器的参数信息（可以从断路器说明书中得到断路器的各种参数）输入至分析仪当前断路器参数模板数据库中，然后每次对所检修的断路器进行试验时，直接调用存储的模板对测试结果进行自动评估，这样可以大大提高测试的工作效率。

在系统参数设置窗口和试验模板参数设置窗口都可以找到自动评估设置按钮，点击自动评估设置按钮，分析仪显示图 5.8 所示窗口，在该窗口中可以设置分析仪进行自动评估时所比对的项目，所有被选中的项目在自动评估程序中都会参与和参考断路器标准信息对比，未被选择的项目则不会参与自动对比过程。



图 5.8 自动评估设置

5.5 参考断路器参数模板管理

断路器参数模板数据库中存储了参考断路器的参数信息，通过模板数据库管理工具可以

对这些参考断路器参数信息进行维护和更新。在系统参数设置窗口和试验模板参数设置窗口都可以找到“断路器模板库管理”按钮，点击该按钮，分析仪显示如图 5.9 所示的断路器参数模板库管理窗口。在断路器参数模板库管理窗口中可以对参考断路器模板进行修改，删除，增加等操作。参考断路器参数模板管理窗口中各个按钮的功能详细说明如表 5.5 所示

表 5.5 断路器参考模板管理窗口按钮说明

项目	详细说明
导入模板库	从移动存储设备中导入参考断路器参数模板数据库文件，用于从分析仪制造厂家获取更新的参考断路器参数模板数据信息
清空模板库	删当除前数据库中所有已经存储的参考断路器参数模板
删除制造厂家	删除当前所选择制造厂家所对应的所有断路器的参数模板
添加新模板	添加新的断路器参数模板，断路器参数模板添加窗口如图 5.10 所示，其中各个项目的详细说明如表 5.6 所示
行程曲线	对断路器的参考机械行程曲线进行管理，详细说明见后续章节的断路器参考行程曲线
合闸振动曲线	对断路器的合闸振动指纹曲线进行管理，详细说明见后续章节的断路器振动指纹参考曲线
分闸振动曲线	对断路器的分闸振动指纹曲线进行管理，详细说明见后续章节的断路器振动指纹参考曲线
删除	删除当前所选择的断路器参考模板信息
修改	修改当前所选择的断路器参考模板信息
取消	退出断路器参考模板管理窗口

对于每一个标准类型断路器，存储在模板库中的参数项目分为如下三类：

- 1) 断路器基本参数
- 2) 断路器参考行程曲线
- 3) 断路器参考振动曲线

1 断路器基本参数

其中断路器基本参数主要包括表 5.6 所列项目，基本参数设置界面如图 5.10 所示。

表 5.6 断路器基本参数设置

项目	详细说明
额定电压	断路器的额定工作电压，用于标识断路器型号，此参数不参与自动评估
额定电流	断路器的额定工作电流，用于标识断路器型号，此参数不参与自动评估
制造厂家	断路器的制造厂家，用于标识断路器型号，此参数不参与自动评估
断路器型号	断路器的型号标识，此参数不参与自动评估
合闸时间	断路器主触头的合闸时间限制，设定最大值与最小值，如果测试

	结果的合闸时间落在此区间内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
分闸时间	断路器主触头的分闸时间限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的分闸时间落在此区间内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
合闸最大不同期	断路器主触头的三相合闸时间最大不同期限制, 设定最大值, 如果测试结果的合闸最大不同期小于此值则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
分闸最大不同期	断路器主触头的三相分闸时间最大不同期限制, 设定最大值, 如果测试结果的分闸最大不同期小于此值则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
行程	合闸与分闸试验中, 断路器主触头的运动行程实测值限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测行程落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
开距	合闸与分闸试验中, 断路器主触头的开距实测值限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测开距落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
刚合速度	合闸试验中, 断路器触头运动的刚合速度限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测合闸速度落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
刚分速度	分闸试验中, 断路器触头运动的刚分速度限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测分闸速度落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
最大合闸电流	合闸试验中, 断路器合闸控制线圈通过电流的最大值限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测合闸电流落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
最大分闸电流	分闸试验中, 断路器分闸控制线圈通过电流的最大值限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的实测分闸电流落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
合分时间	C-0 序列试验中, 断路器触头的金属短接时间限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的金属短接时间落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
分合时间	0-C 序列试验中, 断路器触头的无电流时间限制, 设定最大值与最小值, 如果测试结果的无电流时间落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合格
合闸电阻	带预插入合闸电阻的断路器在合闸试验过程中合闸电阻实测值限制, 设定最大值与最小值, 如果测试过程中实测合闸电阻值落在此区间范围内, 则该项自动评估通过, 否则自动评估结果不合

	格
合闸电阻预插入时间	带预插入合闸电阻的断路器在合闸试验过程中合闸电阻预插入时间限制，设定最大值与最小值，如果测试过程中实测合闸电阻预插入时间值落在此区间范围内，则该项自动评估通过，否则自动评估结果不合格
回路电阻	断路器主回路电阻限制，设定最大值与最小值，如果实测的回路电阻数值落在此区间范围内，则该项自动评估通过，否则自动评估结果不合格
弧触头长度	对于断路器弧触头长度的限制，设定最大值与最小值，如果在动态电阻试验中实测的弧触头长度数值落在此区间范围内，则该项自动评估通过，否则自动评估结果不合格
弧触头投入时间	对于断路器弧触头预插入时间的限制，设定最大值与最小值，如果在动态电阻试验中实测的弧触头预插入时间数值落在此区间范围内，则该项自动评估通过，否则自动评估结果不合格
断路器类型	断路器类型设置，用于标识断路器型号，此参数不参与自动评估

2 断路器参考行程曲线

断路器参数模板中的参考行程曲线包括参考合闸行程曲线和分闸行程曲线，点击断路器参数模板中行程曲线，分析仪显示图 5.11 所示参考行程曲线管理窗口，此时所管理的参考行程曲线为当前所选择的断路器模板所对应的行程曲线。可以在参考行程曲线管理窗口中修改或者删除参考行程曲线，修改参考行程曲线时，曲线来源于已存储的合闸试验文件或者分闸试验文件。

3 断路器振动指纹参考曲线

断路器参数模板中的振动指纹参考曲线包括合闸振动曲线与分闸振动曲线，在断路器参数模板管理窗口点击“合闸振动曲线”或“分闸振动曲线”按钮可以进行振动指纹参考曲线管理，分析仪显示如图 5.12 所示。在断路器振动指纹参考曲线窗口中可以对当前所选择断路器参考模板的振动特征指纹信号进行修改或者删除，在修改参考断路器模板的振动指纹信号时，新的振动指纹信号从已经存储的振动试验结果文件中提取。



图 5.9 断路器参数模板库管理

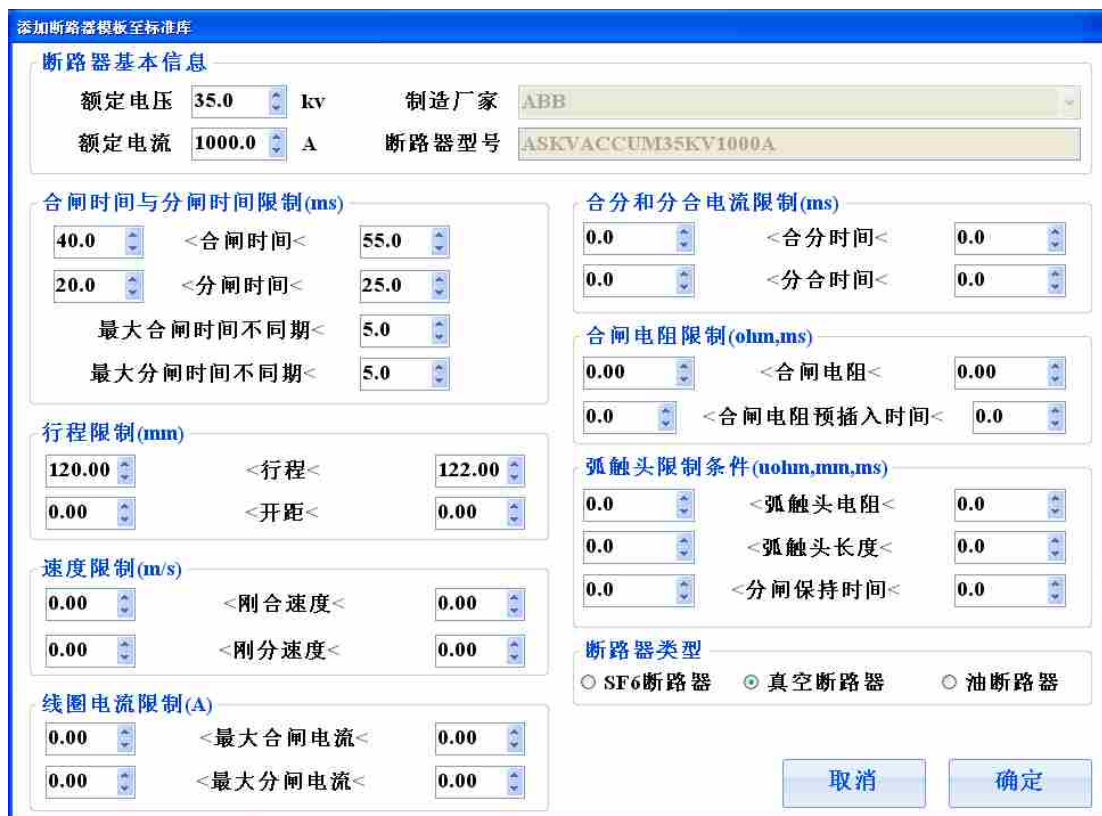


图 5.10 断路器参数模板

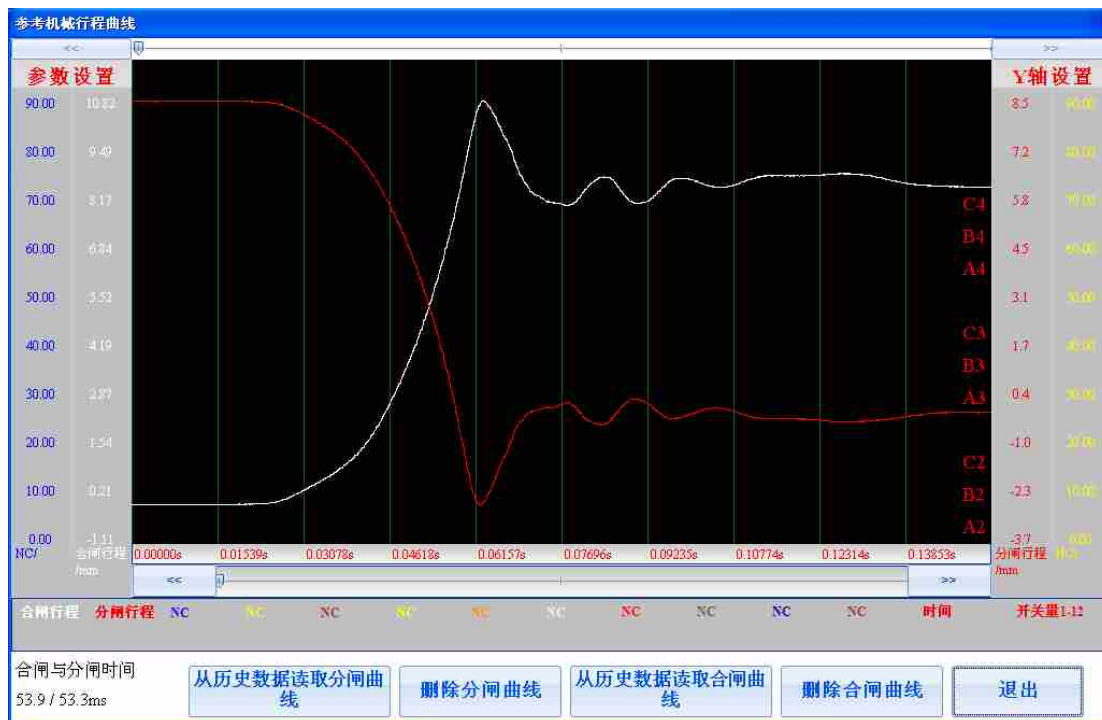


图 5.11 断路器参考机械行程曲线管理

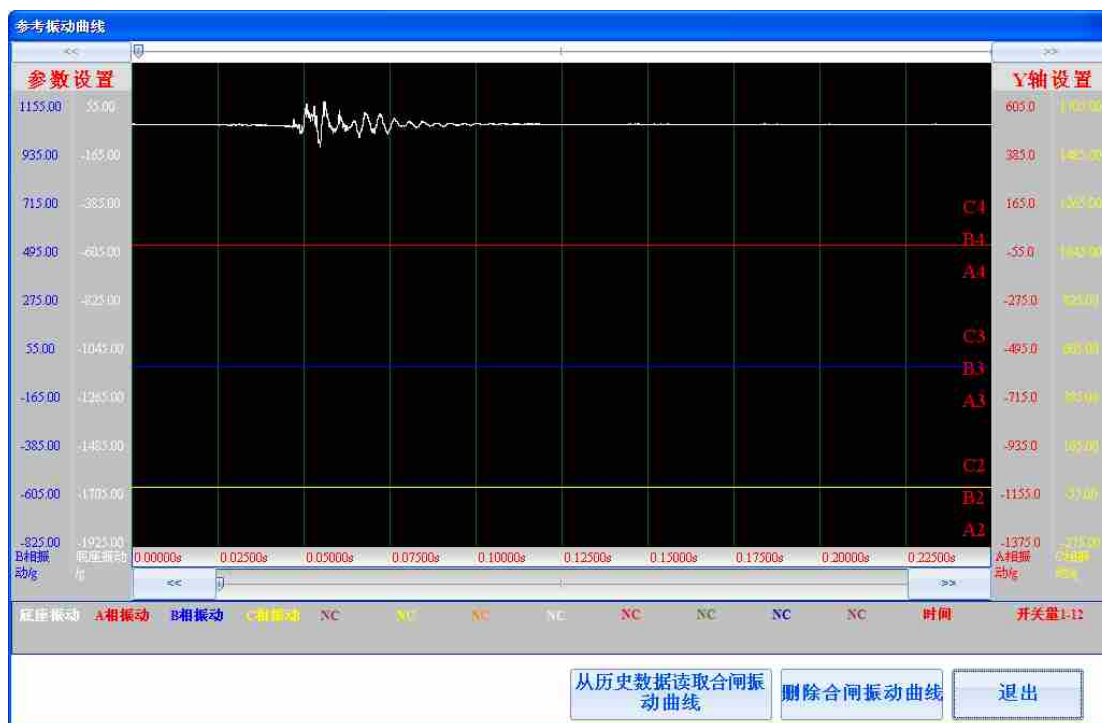


图 5.12 合闸振动曲线参考模板

第六章 试验操作与流程

6.1 合闸试验

6.1.1 试验流程

断路器合闸试验的试验流程如下：

- 1) 根据断路器合闸线圈供电类型（内电源或外触发）连接断路器与分析仪
- 2) 在软件主界面点击“合闸试验”，出现如图 6.1 所示的参数设置界面
- 3) 设置合闸试验的参数，详细的参数说明如表 6.1 所示
- 4) 点击运行试验
- 5) 分析仪进入试验运行状态，如果此时断路器合闸线圈使用的供电电源为分析仪内部电源，则严禁在试验过程中断开合闸控制功率输出电缆，否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 6) 试验完成后，分析自动切断功率输出并显示测量结果

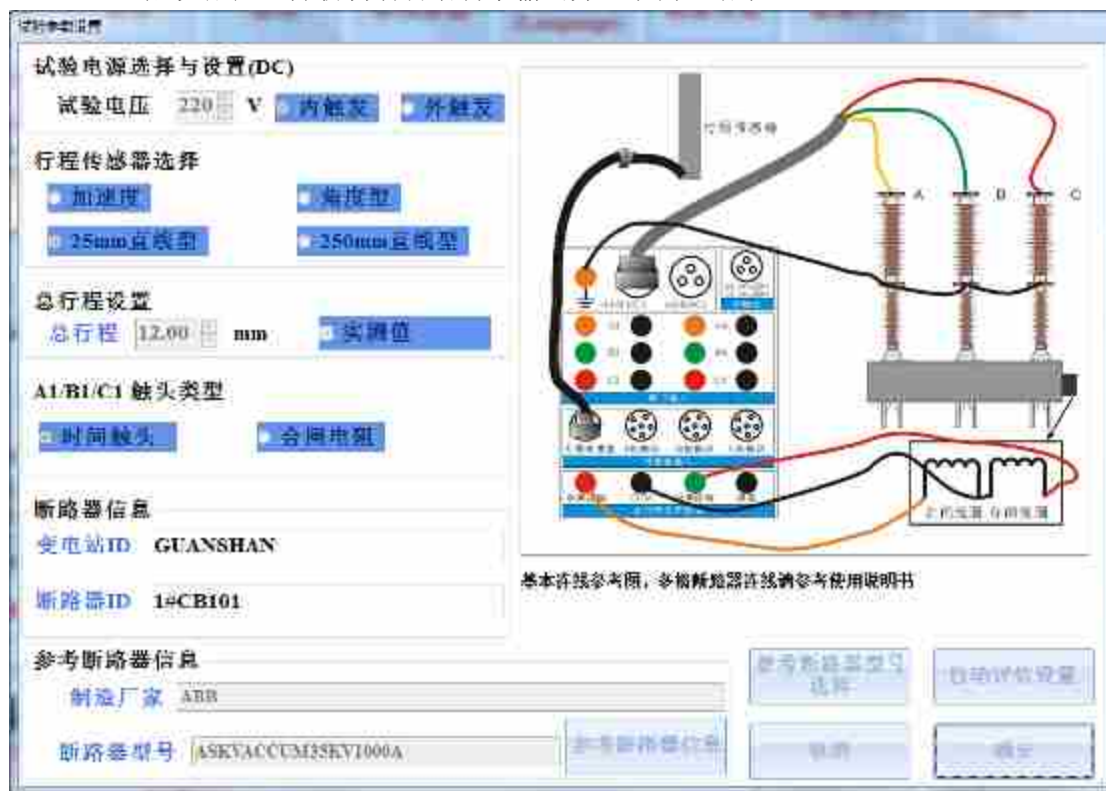


图 6.1 断路器合闸试验参数设置

表 6.1 合闸试验设置参数说明

项目	详细说明
试验电压选择与设置	选择断路器合闸控制线圈的供电电源方式，包括内触发和外触发两种。

	<p>1) 如果选择为内触发, 则使用分析仪内部的电源对断路器合闸线圈进行供电, 此时需要设置试验电压数值, 该试验电压值即为试验时断路器合闸线圈的供电电压。</p> <p>2) 如果选择外触发, 则使用分析仪外部的独立电源对断路器合闸线圈进行供电, 此时应保持断路器合闸与分闸控制功率输出端子无任何连接, 并且将分析仪外触发的计时触发信号并联在断路器合闸线圈两端</p>
行程传感器选择	<p>根据测试时实际使用的行程传感器选择对应的传感器类型, 分析仪支持的传感器包括:</p> <p>1) 25mm 直线传感器, 可测量总行程, 开距和速度</p> <p>2) 250mm 直线传感器, 可测量总行程, 开距和速度</p> <p>3) 角度传感器, 可测量开距与速度</p> <p>4) 加速度传感器, 可测量开距与速度</p>
总行程设置	<p>如果所安装的传感器运动距离与断路器触头运动距离不是 1: 1 的关系, 则需要预置断路器的总行程, 否则可以选择实测值。</p> <p>1) 对于 25mm 与 250mm 直线传感器, 如果其运动轨迹与断路器触头运动轨迹为 1: 1 则选择实测值, 分析仪将传感器的运动轨迹曲线直接作为断路器触头运动的轨迹曲线, 并以此计算断路器的总行程</p> <p>2) 对于角度传感器, 加速度传感器以及与断路器触头运动轨迹不是 1: 1 关系的直线传感器, 需要预置断路器的总行程, 分析仪根据传感器的实际运动距离与预置的断路器总行程计算断路器触头运动与传感器运动的比例关系, 并通过传感器的运动轨迹曲线与比例关系 K 换算真实的断路器运动轨迹曲线</p>
A1/B1/C1 触头类型	<p>分析仪 A1/B1/C1 所连接的断路器断口类型选择, 可选的项目包括:</p> <p>1) 时间触头 被检测的断路器主触头不带有合闸电阻</p> <p>2) 电阻触头 被检测的断路器主触头具有合闸电阻</p>
变电站 ID	用于标识被检测断路器, 此参数会成为存储文件名的一部分
断路器 ID	用于标识被检测断路器, 此参数会成为存储文件名的一部分
参考断路器信息	自动评估程序所比对的参考断路器模板型号名称, 点击参考断路器型号选择, 可以更改当前所选择的参考断路器模板, 点击参考断路器信息, 可以查到当前所选择断路器的所有基本参数, 参考行程曲线, 振动曲线等详细信息, 断路器参考模板信息与管理详细说明见 5.5 节

自动评估设置	设置自动评估条件，详细说明见 5.4 节
--------	----------------------

6.1.2 合闸试验测试结果

试验完成后显示合闸试验的测量数据与曲线如图 6.2 和 6.3，详细的测试结果说明如表 6.2，点击“查看数据”按钮可以实现测量数据与曲线显示的切换。

表 6.2 合闸试验结果说明

项目	详细说明
合闸时间	合闸试验中 12 个通道对应的合闸时间值，如果在合闸过程中分析仪检测到端口输入开关量没有跳变即没有检测到合闸跳变，则对应的通道无显示
弹跳次数与时间	合闸试验中 12 个通道对应的合闸弹跳次数和弹跳时间，如果在合闸过程中分析仪检测到端口输入开关量没有跳变即没有检测到合闸跳变，则对应的通道无显示
三相最大合闸不同期	A/B/C 三相最大合闸时间不同期时间值，分别对 4 组端口进行统计，在对每一组进行统计时，如果有两个以上通道没有检测到合闸时间，则改组对应的三相最大合闸时间不同期不会显示
同相不同期	第一组端口 A1/B1/C1 至第四组端口 A4/B4/C4 中同一相合闸时间的最大不同期值，如果某一相检测到的有效合闸时间小于两组，则该相对应的时间不同期不会显示
刚合速度	按照设定的刚合速度定义计算所得的断路器合闸速度，如果没有连接行程传感器或者行程传感器工作不正常则该项显示计算错误，刚合速度计算所绑定的断口是 A1
平均速度	断路器合闸过程中从触头开始运动到断路器触头接触时刻的触头运动平均速度，如果没有连接行程传感器或者行程传感器工作不正常则该项显示计算错误，平均速度计算所绑定的断口是 A1
总行程	如果选择的传感器是直线传感器并且参数设置为实测值则该项参数显示的是断路器触头运动的实测行程，否则该项参数显示的是预置的总行程
开距	断路器完全分离到断路器触头接触之间距离的实测值，如果没有接传感器，传感器工作不正常，或者 A1 端口没有检测到合闸时间则该项参数显示计算失败
超程	断路器触头接触到断路器触头停止运动之间距离的实测值，如果没有接传感器，传感器工作不正常，或者 A1 端口没有检测到合闸时间则该项参数显示计算失败
最大合闸电流	断路器合闸试验过程中合闸控制线圈回路检测到的最大电流值，此项参数只在使用内电源时有效，如果测试模式为外触发则此项参数无效

合闸电阻阻值	对于具有预插入合闸电阻的断路器，三相合闸电阻的实测值。如果试验参数设置的触头类型为时间触头则此项结果参数无效，并且不会被显示
合闸电阻预插入时间	对于具有预插入合闸电阻的断路器，三相合闸电阻的预插入时间数值。如果试验参数设置的触头类型为时间触头则此项结果参数无效，并且不会被显示

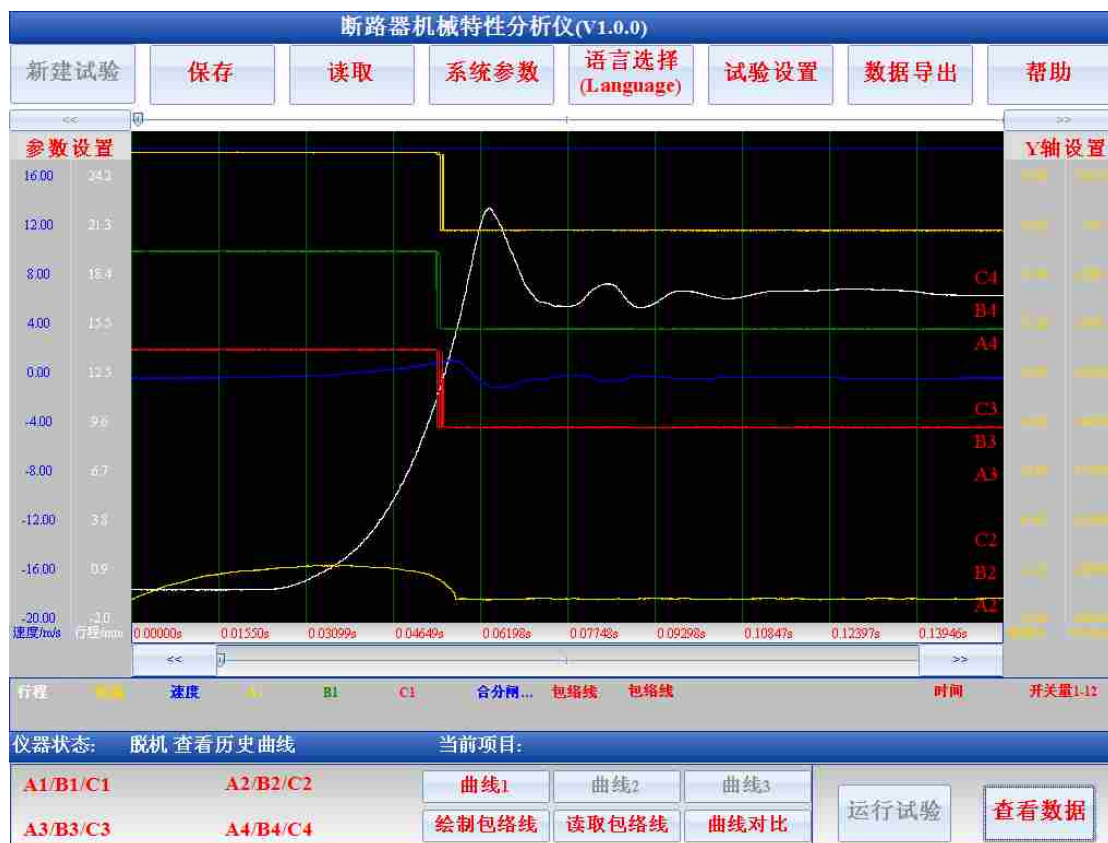


图 6.2 合闸试验曲线

断路器合闸试验的曲线测量结果包括以下几种：

- 1> 断路器触头运动行程-时间曲线
- 2> 断路器触头运动速度-时间曲线
- 3> 断路器合闸线圈电流-时间曲线
- 4> 断路器合闸试验断口状态-时间曲线

5> 如果所选择的触头类型为“电阻触头”，则试验结果曲线中会包含 A1/B1/C1 断口电阻-时间曲线

分析仪提供的测试结果分析与处理功能如表 6.3 所示



图 6.3 合闸试验测试结果

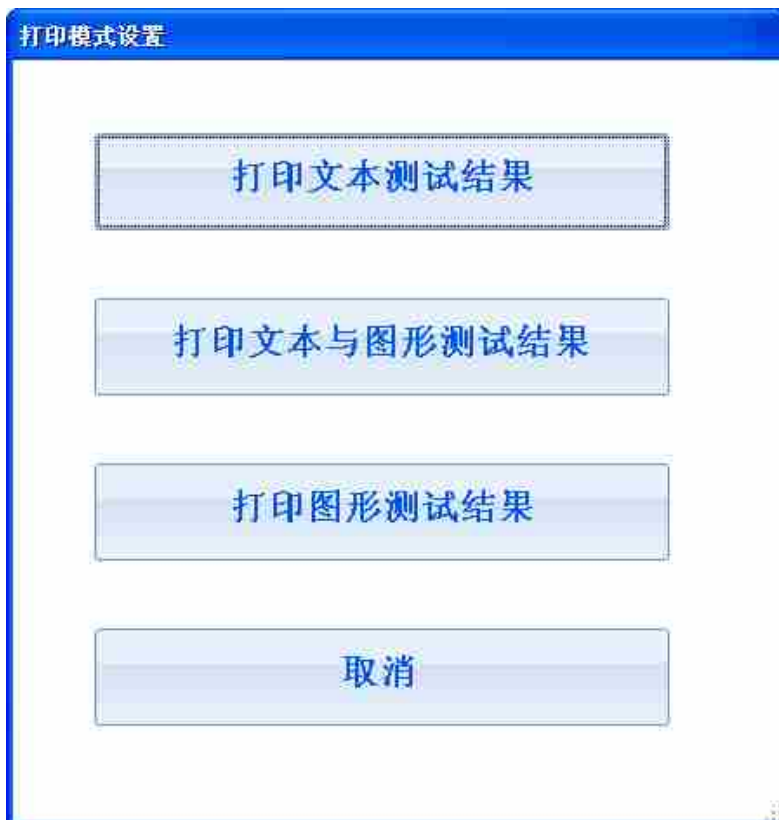


图 6.4 打印功能选择窗口

表 6.3 试验结果的分析与处理功能描述

项目	功能说明
自动评估	按照自动评估设置与所选择的参考断路器进行自动对比, 如果对比结果符合要求, 则显示自动评估合格, 否则显示不合格
测试结果打印	通过微型打印机打印合闸试验的数据与曲线, 点击“打印报告”按钮后, 分析仪显示图 6.4 所示的打印设置窗口, 窗口中各个按钮的功能如下: 1> 打印文本测试结果 仅打印合闸试验所测量的数据参数, 不打印曲线 2> 打印文本与图形测试结果 同时打印合闸试验所测量的数据与曲线, 打印曲线时花费的时间可能较长, 并且消耗的打印纸数量较多 3> 打印图形测试结果 仅打印曲线测试结果, 此时花费的时间可能较长, 并且消耗的打印纸数量较多 4> 取消 取消对测试结果进行打印
生成 WORD 报告	将合闸试验所获得的数据结果和曲线结果全部写入 WORD 格式的文档作为自动生成的测试报告
绘制包络线	绘制当前示波器窗口所显示机械行程曲线的包络线
与存储的包络线进行对比	读取已存储的机械行程曲线, 并绘制其包络线, 将此包络线与当前示波器窗口中的机械行程曲线进行比较
与存储的历史曲线进行对比	读取已存储的机械行程曲线, 并将此机械行程曲线与当前示波器窗口中的机械行程曲线进行比较

6.2 分闸试验

6.2.1 试验流程

断路器分闸试验的试验流程如下:

- 1) 根据断路器分闸线圈供电类型 (内电源或外触发) 连接断路器与分析仪
- 2) 在软件主界面点击“分闸试验”, 出现如图 6.1 所示的参数设置界面
- 3) 设置分闸试验的参数, 详细的参数说明如表 6.1 所示
- 4) 点击运行试验
- 5) 分析仪进入试验运行状态, 如果此时断路器分闸线圈使用的供电电源为分析仪内部电源, 则严禁在试验过程中断开分闸控制功率输出电缆, 否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 6) 试验完成后, 分析仪自动切断功率输出并显示测量结果

6.2.2 分闸试验测试结果

试验完成后显示分闸试验的测量数据与曲线，除时间参数不同之外，分闸试验的结果参数与合闸试验的测试结果参数基本相同，详细说明见 6.1 节合闸试验。两个试验结果参数的区别在于，分闸试验测量结果没有弹跳参数，并且分闸试验的时间参数均基于分闸时间计算所得。

6.3 循环试验

6.3.1 试验流程

断路器循环试验的试验流程如下：

- 1) 只有使用分析仪内电源进行供电时，仪器才能工作在循环试验模式，所以首先应连接分析仪合闸控制与分闸控制功率输出至断路器的合闸控制线圈与分闸控制线圈
- 2) 在软件主界面点击“循环试验”，出现如图 6.5 所示的参数设置界面
- 3) 设置循环试验的参数，详细的参数说明如表 6.4 所示
- 4) 点击运行试验
- 5) 分析仪进入试验运行状态，严禁在试验过程中断开合闸与分闸控制功率输出电缆，否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 6) 试验完成后，分析仪自动切断功率输出并显示测量结果

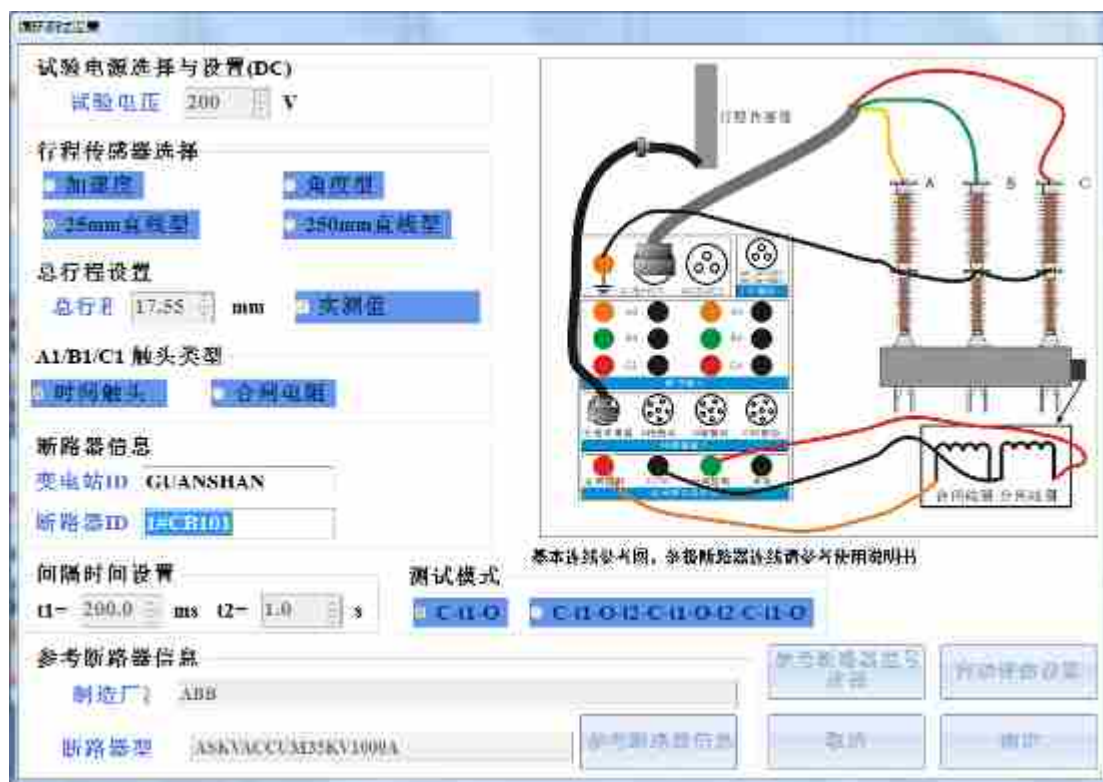


图 6.5 循环试验参数设置

表 6.4 循环试验设置参数说明

项目	详细说明
试验电压设置	选择循环试验时, 分析仪只能工作在内触发模式, 使用分析仪内部的电源对断路器合闸线圈与分闸线圈进行供电, 此时需要设置试验电压数值, 该试验电压值即为试验时断路器合闸线圈与分闸线圈的供电电压。
行程传感器选择	根据测试时实际使用的行程传感器选择对应的传感器类型, 分析仪支持的传感器包括: 5) 25mm 直线传感器, 可测量总行程, 开距和速度 6) 250mm 直线传感器, 可测量总行程, 开距和速度 7) 角度传感器, 可测量开距与速度 8) 加速度传感器, 可测量开距与速度
总行程设置	如果所安装的传感器运动距离与断路器触头运动距离不是 1: 1 的关系则需要预置断路器的总行程, 否则可以选择实测值。 3) 对于 25mm 与 250mm 直线传感器, 如果其运动轨迹与断路器触头运动轨迹为 1: 1 则选择实测值, 分析仪将传感器的运动轨迹曲线直接作为断路器触头运动的轨迹曲线, 并以此计算断路器的总行程 4) 对于角度传感器, 加速度传感器以及与断路器触头运动轨迹不是 1: 1 关系的直线传感器, 需要预置断路器的总行程, 分析仪根据传感器的实际运动距离与预置的断路器总行程计算断路器触头运动与传感器运动的比例关系, 并通过传感器的运动轨迹曲线与比例关系 K 换算断路器的运动轨迹曲线
A1/B1/C1 触头类型	分析仪 A1/B1/C1 所连接的断路器断口类型选择, 可选的项目包括: 3) 时间触头 被检测的断路器主触头不带有合闸电阻 4) 电阻触头 被检测的断路器主触头具有合闸电阻
变电站 ID	用于标识被检测断路器, 此参数会成为存储文件名的一部分
断路器 ID	用于标识被检测断路器, 此参数会成为存储文件名的一部分
测试模式	选择循环试验的控制序列模式, 分析仪支持连续合闸分闸模式有两种: 1> C-t1-0 连续一次合闸与分闸 2> C-t1-0-t2- C-t1-0-t2- C-t1-0 连续三组合闸与分闸试验
间隔时间设置	合闸与分闸试验控制脉冲之间的间隔时间, t1 是合闸试验脉冲与下一次分闸试验脉冲之间的延时, t2 是分闸试验与下一次合闸试验脉冲之间的延时

参考断路器信息	自动评估程序所比对的参考断路器模板型号名称，点击参考断路器型号选择，可以更改当前所选择的参考断路器模板，点击参考断路器信息，可以查到当前所选择断路器的所有基本参数，参考行程曲线，振动曲线等详细信息，断路器参考模板信息与管理详细说明见 5.5 节
自动评估设置	设置自动评估条件，详细说明见 5.4 节

6.3.2 循环试验测试结果

试验完成后显示循环试验的测量数据与曲线如图 6.6 和 6.7，详细的测试结果说明如表 6.5，点击“查看数据”按钮可以实现测量数据与曲线显示的切换。

断路器循环试验所测量的断路器触头运动行程-时间曲线，速度-时间曲线，线圈电流-时间曲线，断口状态-时间曲线结果中同时涵盖了合闸试验过程与分闸试验过程

表 6.5 循环试验结果说明

项目	详细说明
合闸时间	当前所选择循环试验组的合闸试验所得 12 个通道对应的合闸时间值，显示界面中的 C 代表合闸
分闸时间	当前所选择循环试验组的分闸试验所得 12 个通道对应的分闸时间值，显示界面中的 0 代表分闸
弹跳次数与时间	当前所选择循环试验组的合闸试验所得 12 个通道对应的合闸弹跳次数和弹跳时间
三相最大不同期	当前所选择循环试验组的合闸试验所得合闸三相最大不同期与分闸试验所得分闸三相最大不同期，C 代表合闸，0 代表分闸
同相不同期	当前所选择循环试验组的合闸试验所得合闸同相不同期与分闸试验所得分闸同相不同期，C 代表合闸，0 代表分闸
刚合速度与刚分速度	当前所选择循环试验组的合闸试验所得刚合速度与分闸试验所得刚分速度
平均速度	当前所选择循环试验组的合闸试验所得合闸平均速度与分闸试验所得分闸平均速度
总行程	当前所选择循环试验组的合闸试验所得触头运动总行程值，分闸试验的触头运动总行程测量值将会被忽略
开距	当前所选择循环试验组的合闸试验所得触头开距实测值，分闸试验的触头开距实测值将会被忽略
超程	当前所选择循环试验组的合闸试验所得触头超程实测值，分闸试验的触头超程实测值将会被忽略
合闸最大电流与分闸最大电流	当前所选择循环试验组的合闸试验过程合闸控制线圈电流最大值和分闸试验过程分闸控制线圈电流最大值
合闸电阻阻值	对于具有预插入合闸电阻的断路器，当前所选择循环试验组的合

	闸试验时，三相合闸电阻的实测值。如果试验参数设置的触头类型为时间触头则此项结果参数无效，并且不会被显示
合闸电阻预插入时间	对于具有预插入合闸电阻的断路器，当前所选择循环试验组的合闸试验时，三相合闸电阻预插入时间的实测值。如果试验参数设置的触头类型为时间触头则此项结果参数无效，并且不会被显示
循环试验组选择	选择当前显示的试验结果参数所对应的 C-0 序列，如果测试结果中只包含了一组 C-0 测试结果数据，则只能选择第一组，其余两组不可选，当前所选择的循环试验组号改变后，对应的测试结果和曲线都会重新加载

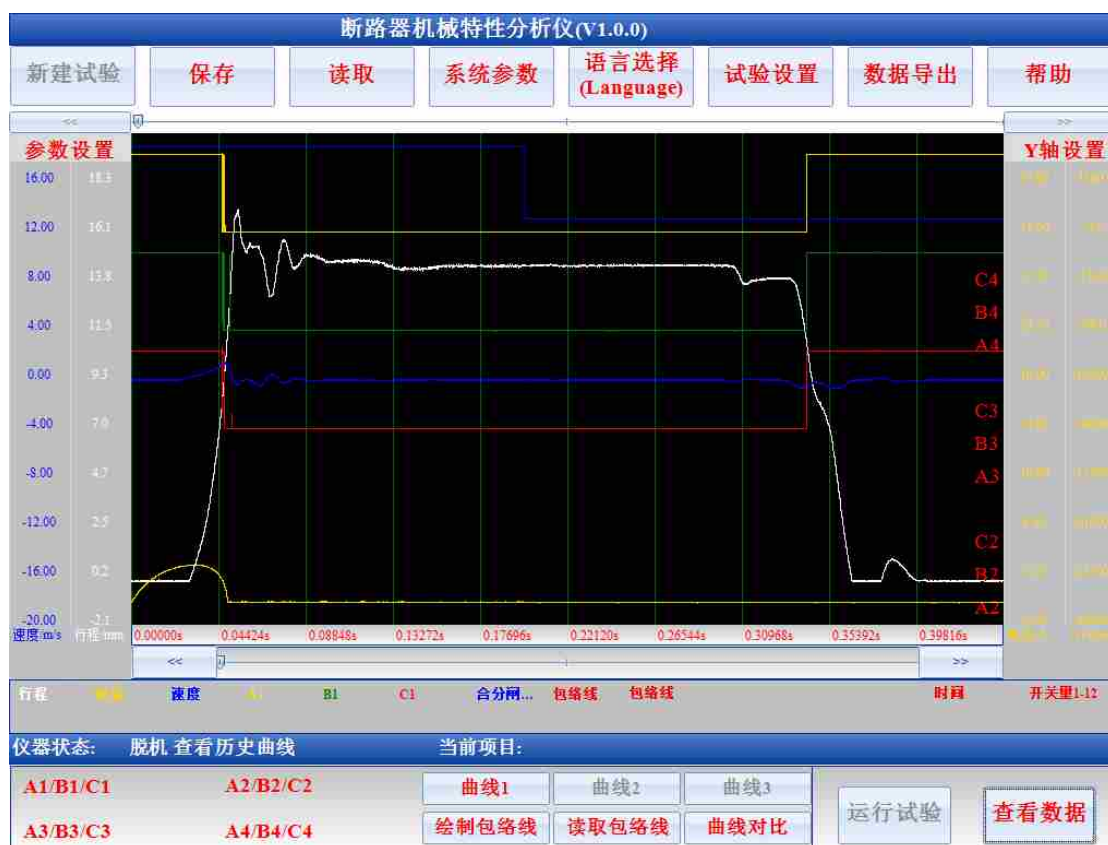


图 6.6 循环试验曲线



图 6.7 循环试验测试结果

6.4 额定操作序列

6.4.1 试验流程

断路器额定操作序列试验的试验流程如下：

- 1) 只有使用分析仪内电源进行供电时，仪器才能工作在额定操作序列试验模式，所以首先应连接分析仪合闸控制与分闸控制功率输出至断路器的合闸控制线圈与分闸控制线圈
- 2) 在软件主界面点击“额定操作序列”，出现如图 6.8 所示的参数设置界面
- 3) 设置额定操作序列试验的参数，除试验流程项外，其余参数设置功能与说明和循环试验的设置完成一致。额定操作序列试验的试验流程设置即选择断路器操作的合闸与分闸脉冲序列，并设置合闸试验脉冲与分闸试验脉冲之间的延时 t ，以及分闸试验与合闸试验脉冲之间的延时 $t1$
- 4) 点击运行试验
- 5) 分析仪进入试验运行状态，严禁在试验过程中断开合闸与分闸控制功率输出电缆，否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 6) 试验完成后，分析仪自动切断功率输出并显示测量结果

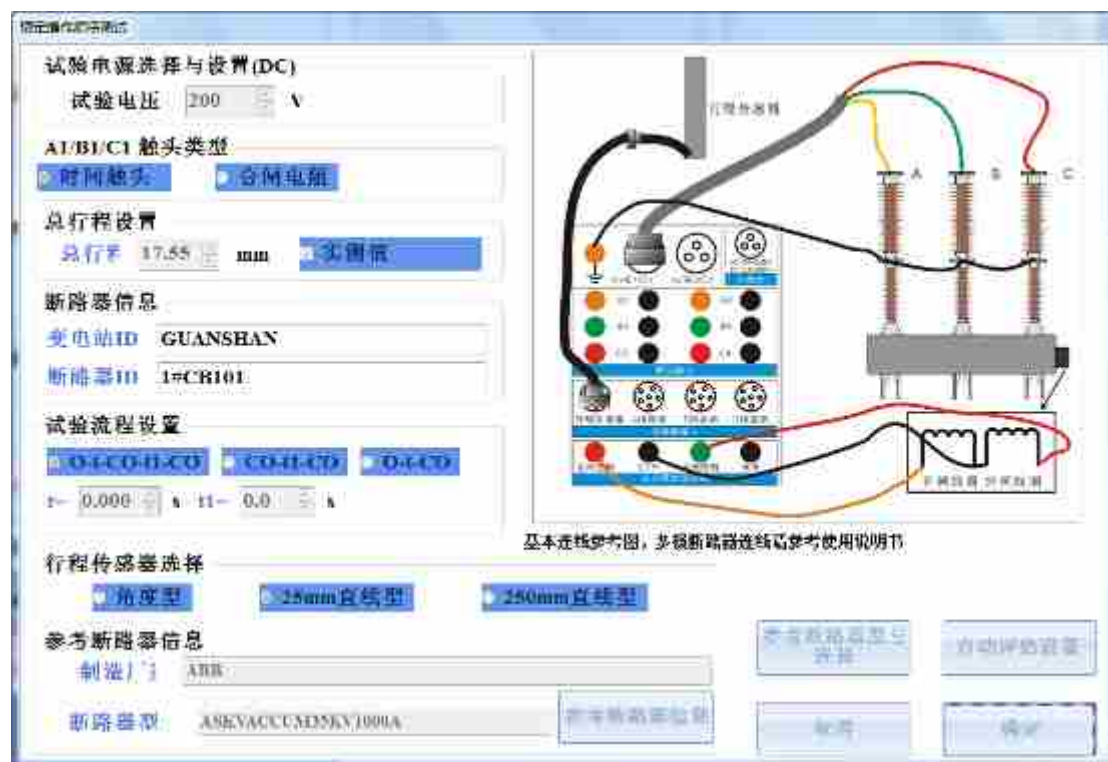


图 6.8 额定操作序列试验参数设置

6.4.2 额定操作序列试验测试结果

试验完成后显示额定操作序列试验的测量数据如图 6.9 所示，点击“查看数据”按钮可以实现测量数据与曲线显示的切换。

测试结果中的合分时间（金属短接时间）是断路器合闸触头刚刚接触到断路器完全分离的最短时间延时，分合时间为断路器触头刚刚分离到下一次断路器合闸过程触头刚刚接触之间的时间延时，重合闸时间是分闸时间与分合时间之和。



图 6.9 额定操作序列试验测试结果

6.5 动态电阻测量

6.5.1 试验流程

断路器动态电阻试验的试验流程如下：

- 1) 将断路器置于合闸状态
- 2) 根据断路器分闸线圈供电类型（内电源或外触发）连接断路器与分析仪
- 3) 在软件主界面点击“动态电阻试验”，出现如图 6.10 所示的参数设置界面
- 4) 设置动态电阻试验的参数，图 6.10 窗口所列动态电阻试验参数的功能与意义和合闸试验参数的功能与意义完全一致，详情见 6.1 节合闸试验

- 5) 点击运行试验
- 6) 分析仪进入试验运行状态,如果此时断路器分闸线圈使用的供电电源为分析仪内部电源,则严禁在试验过程中断开分闸控制功率输出电缆,否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 7) 试验完成后,分析仪自动切断功率输出并显示测量结果

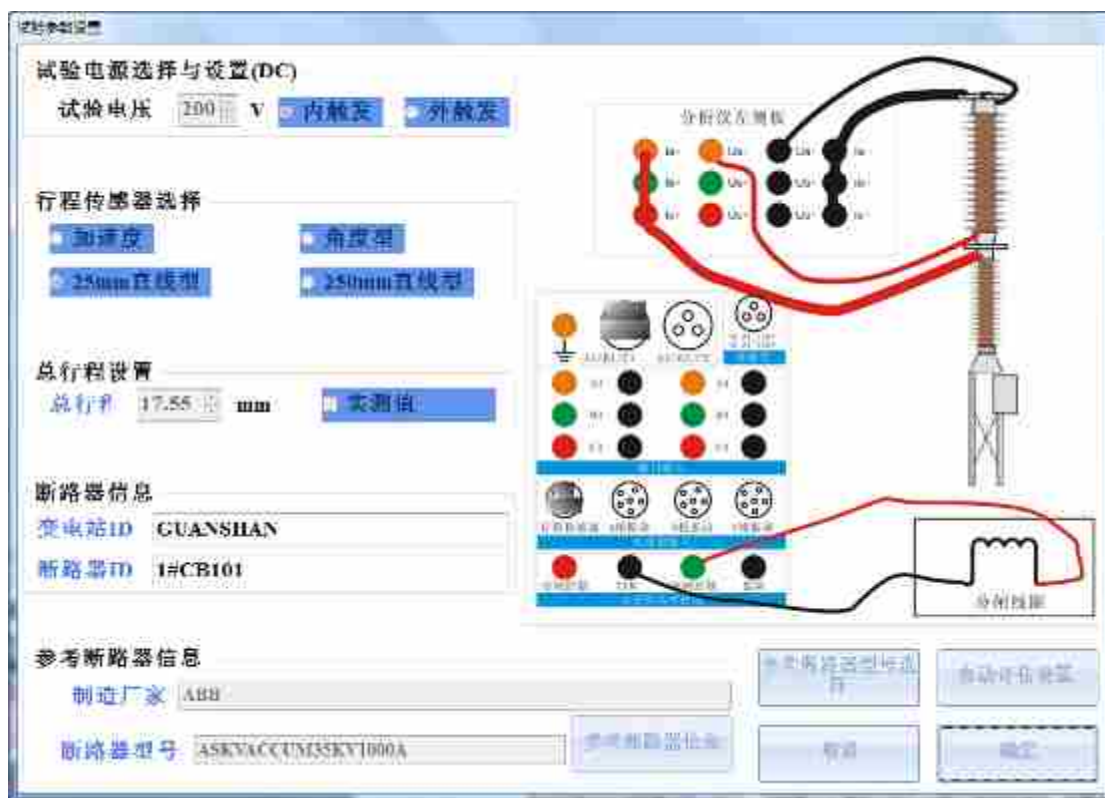


图 6.10 额定操作序列试验参数设置

6.5.2 动态电阻试验测量结果

试验完成后显示动态电阻试验的测量数据,点击“查看数据”按钮可以实现测量数据与曲线显示的切换。

测试结果中包含消弧触头投入时长,消弧触头长度和 A/B/C 三相过度电阻曲线,如果在测试时没有连接行程传感器则无法获得消弧触头长度数值。

6.6 回路电阻测量

6.6.1 试验流程

断路器回路电阻试验的试验流程如下:

- 1) 将断路器置于合闸状态

- 2) 按照回路电阻测试参考连线图，连接测试仪与断路器
- 3) 在软件主界面点击“回路电阻试验”，出现如图 6.11 所示的参数设置界面
- 4) 设置回路电阻试验的参数，图 6.11 窗口所列回路电阻试验参数的功能与意义和合闸试验参数的功能与意义完全一致，详情见 6.1 节合闸试验
- 5) 点击运行试验
- 6) 测试仪输出 100A 测试电流至断口，并记录断口间的电阻值
- 7) 试验完成后，分析仪自动切断功率输出并显示测量结果

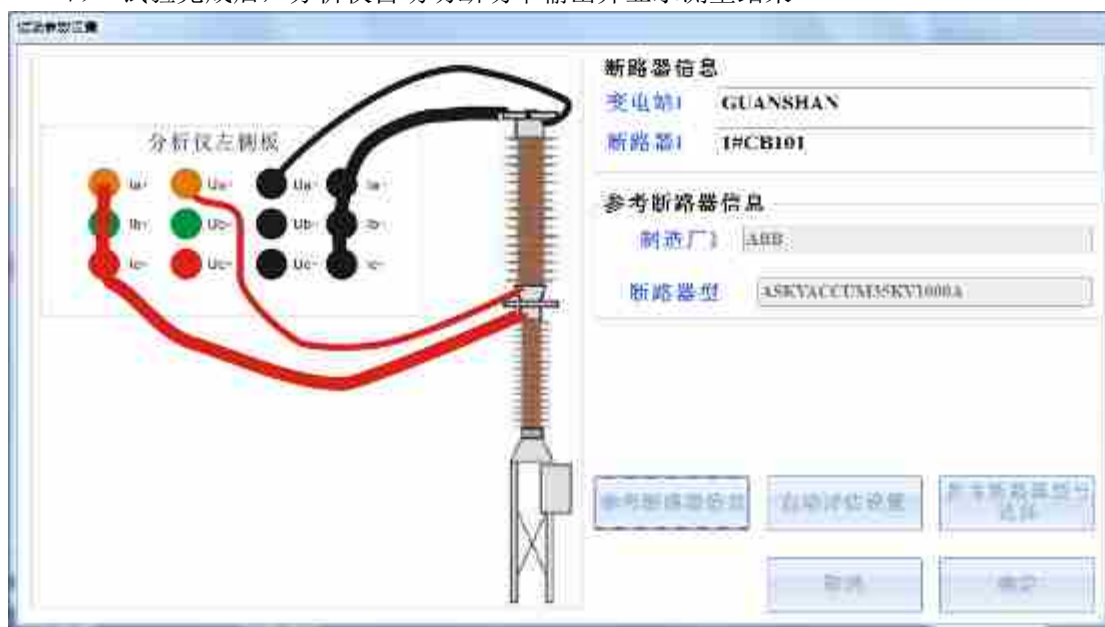


图 6.11 额定操作序列试验参数设置

6.6.2 回路电阻试验测量结果

试验完成后分析仪显示实测的回路电阻阻值和测试电流，测试电流的数值由试验的连线方式决定，分析仪工作在回路电阻试验模式时，Ia 输出 50A 直流电流，Ib 和 Ic 分别输出 25A 直流，通过三组电流源的并联组合可以产生最高 100A 的测试电流。点击“查看数据”可以浏览回路电阻测试期间断口的电阻，电压和电流变化曲线

6.7 石墨触头合闸与分闸试验

石墨触头合闸/分闸试验的试验流程和测量结果与普通断路器的合闸/分闸试验完全一致，唯一的区别是试验的连线方式，详细说明见合闸试验，分闸试验以及试验连线章节。

石墨触头合闸试验的合闸时间定义与普通合闸试验的合闸时间定义有所区别，在本分析仪所获得的测试结果中，针对石墨断路器的合闸时间与分闸时间参数定义如下：

1) 石墨触头合闸时间定义为断路器合闸控制线圈获得电源时刻至断路器断口间电阻小于 4mohm 时的时间差。

2) 石墨触头分闸试验的分闸时间定义为断路器分闸控制线圈获得电源时刻至断路器间

电阻大于 4mohm 时的时间差。

分析石墨触头合闸时间与分闸时间的意义在于寻找其三相不同期性,其真正的合闸时间与分闸时间与本分析仪所获得的测试结果区别如下:

1) 本分析仪所测量的合闸时间包含 IEC 标准所定义合闸时间与石墨断路器弧触头接触时间之和

2) 本分析仪所测量的分闸时间为 IEC 标准所定义分闸时间与石墨断路器弧触头分闸运动时间之差

6.9 振动试验

6.9.1 试验流程

断路器振动试验的试验流程如下：

- 1) 根据断路器合闸/分闸线圈供电类型（内电源或外触发）连接断路器与分析仪
- 2) 在软件主界面点击“合闸振动试验”或“分闸振动试验”，出现如图 6.12 所示的参数设置界面
- 3) 设置振动试验的参数，详细的参数说明如表 6.6 所示
- 4) 点击运行试验
- 5) 分析仪进入试验运行状态，如果此时断路器合闸/分闸线圈使用的供电电源为分析仪内部电源，则严禁在试验过程中断开合闸/分闸控制功率输出电缆，否则会导致分析仪合分闸电源输出功率模块损坏
- 6) 试验完成后，分析自动切断功率输出并显示测量的振动曲线与自动对比结果

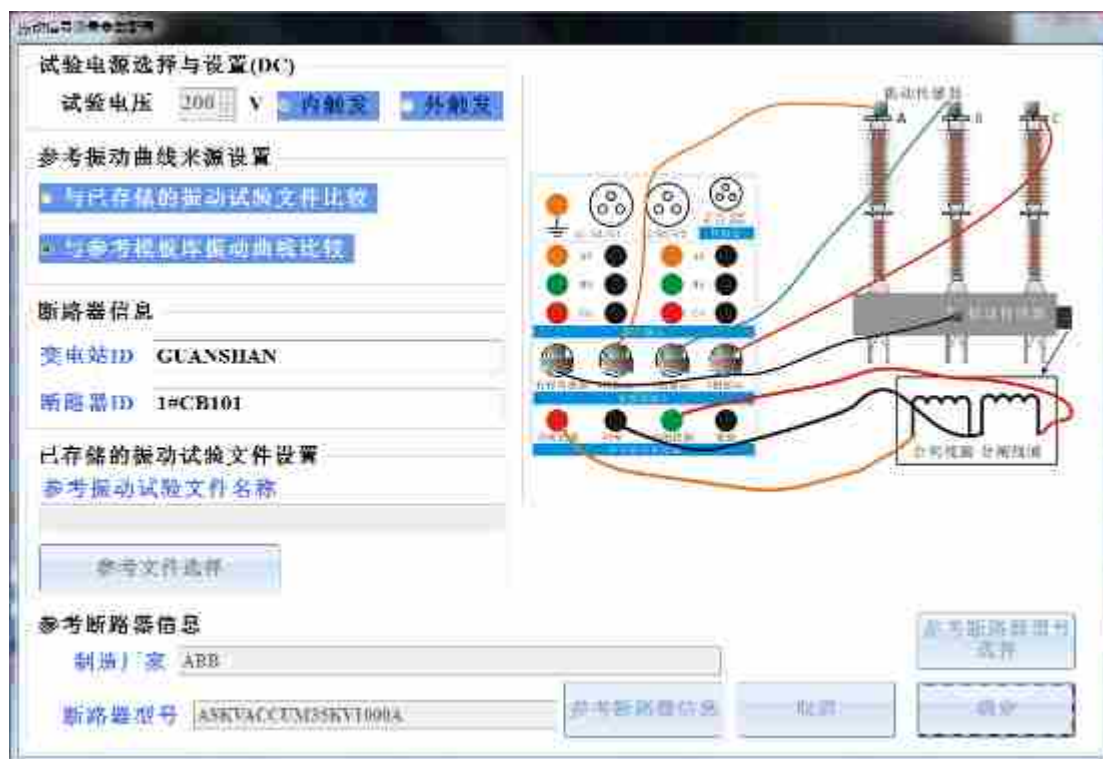


图 6.12 断路器振动试验参数设置

表 6.6 断路器振动试验参数设置说明

项目	详细说明
试验电压选择与设置	选择断路器合闸/分闸控制线圈的供电电源方式，包括内触发和外触发两种。 1) 如果选择为内触发，则使用分析仪内部的电源对断路器合闸

	<p>/分闸线圈进行供电，此时需要设置试验电压数值，该试验电压值即为试验时断路器合闸/分闸线圈的供电电压。</p> <p>2) 如果选择外触发，则使用分析仪外部的独立电源对断路器合闸/分闸线圈进行供电，应保持断路器合闸与分闸控制功率输出端子无任何连接，并且将分析仪外触发的计时触发信号并联在断路器合闸/分闸线圈两端</p>
参考振动曲线来源选择	<p>设置断路器振动指纹自动对比的参考对象类型，分析仪支持两种对比模式：</p> <p>1) 与已经存储的历史测量振动指纹进行自动对比</p> <p>2) 与参考模板库中的振动指纹进行自动对比</p>
参考文件选择	<p>如果选择的参考振动曲线来源为已存储的振动试验文件则此项有效，其功能为浏览并选择参考振动指纹曲线所对应的文件名称</p>
变电站 ID	<p>用于标识被试断路器，此参数会成为存储文件名的一部分</p>
断路器 ID	<p>用于标识被试断路器，此参数会成为存储文件名的一部分</p>
参考断路器信息	<p>自动评估程序所比对的参考断路器模板型号名称，点击参考断路器型号选择，可以更改当前所选择的参考断路器模板，点击参考断路器信息，可以查到当前所选择断路器的所有基本参数，参考行程曲线，振动曲线等详细信息，断路器参考模板信息与管理详细说明见 5.5 节</p>
自动评估设置	<p>设置自动评估条件，详细说明见 5.4 节</p>

6.9.2 振动试验测量结果

试验完成后分析仪显示实测的断路器振动指纹曲线，如果已经设置了自动对比的参考振动指纹，则分析仪会将实测的断路器振动指纹与参考断路器振动指纹进行曲线对比，并绘制曲线对比的时间差值和欧拉距离方差，用户可以根据时间差值曲线和距离方差曲线，发现曲线不重合点的位置以及不重合程度。

第七章 参数计算说明

分析仪中所使用的部分参数计算方法如下：

1 合闸时间

对于普通断路器，合闸时间为断路器合闸线圈获得电源至断路器弧触头开始接触

对于具有合闸电阻的断路器，合闸时间为断路器合闸线圈获得电压至断路器主触头开始接触

对于石墨触头断路器，合闸时间为断路器合闸线圈获得电源至断路器触头间电阻小于4mohm

2 分闸时间

对于普通断路器和具有合闸电阻的断路器，分闸时间为断路器分闸线圈获得电源至断路器主触头开始分离

对于石墨触头断路器，分闸时间为断路器分闸线圈获得电源至断路器触头间电阻大于4mohm

3 三相最大不同期

分析仪第一组至第四组端子的 A/B/C 三相中合闸时间对应的最大差值为三相合闸时间最大不同期，三相中分闸时间对应的最大差值为三相分闸时间最大不同期。

4 同相最大不同期

分析仪第一组至第四组端子的A1~A4中合闸时间对应的最大差值为A相合闸时间最大不同期，B1~B4中合闸时间对应的最大差值为B相合闸时间最大不同期，C1~C4中合闸时间对应的最大差值为C相合闸时间最大不同期，并且分析仪以同样的方式计算分闸同相不同期

5 合分时间

在进行额定操作序列试验时，C-0序列之间从断路器触头开始接触至断路器触头分离的时间差即为合分时间，合分时间又可称为金属短接时间

6 分合时间

在进行额定操作序列试验时，0-t-C序列之间从断路器触头开始分离至断路器触头再次接触的时间差即为分合时间，分合时间又可称为无电流时间

7 重合闸时间

在进行额定操作序列试验时，0-t-C序列之间从断路器分闸指令发出至断路器触头再次接触的时间差即为重合闸时间

8 刚合速度

在合闸试验中，按照所选择的速度定义方式计算的合闸前某一区间平均速度，常见的定义包括合闸前10mm平均速度或合闸前10ms平均速度，合闸速度反应的是断路器在通过电弧区间时的速度

9 刚分速度

在分闸试验中，按照所选择的速度定义方式计算的分闸后某一区间平均速度，常见的定义包括分闸后10mm平均速度或分闸后10ms平均速度，分闸速度反应的是断路器在通过电弧

区间时的速度

10 总行程

在合闸或分闸试验中，断路器触头从刚开始运动位置到停止运动位置的距离之差

11 开距

在合闸试验中，断路器触头从刚开始运动位置到断路器触头刚接触位置的距离之差，在分闸试验中，断路器触头从刚开始分离位置到断路器触头停止运动位置之间的距离之差

12 超程

断路器总行程和开距之差

13 过冲

断路器合闸试验过程中，断路器运动的最大距离和总行程之差

14 合闸电阻阻值

具有合闸电阻的断路器在合闸试验过程中 A/B/C 三相接入的消弧电阻阻值

15 合闸电阻预插入时间

具有合闸电阻的断路器在合闸试验过程中，从合闸电阻刚开始接触到主触头接触的时间之差

16 机械行程曲线包络线

在合闸行程曲线中，以断路器行程曲线刚合时刻到断路器静止时刻的曲线作为标准值，绘制其上包络线和下包络线，上包络线为该曲线上移总行程 5% 距离，不足 2mm 时以 2mm 为准，下包络线为该曲线下移总行程 5% 距离，不足 2mm 时以 2mm 为准。

在分闸行程曲线中，以断路器刚分时刻至断路器静止时刻的曲线作为标准值，绘制其上包络线和下包络线，上包络线和下包络线的定义与合闸试验的包络线定义一致

17 消弧触头长度

在断路器分闸过程中，主触头分离时刻到弧触头分离时刻，断路器触头的运动距离即为消弧触头长度，其实际物理意义为断路器消弧触头的厚度，该数值的变化能够反应弧触头的磨损程度

18 消弧触头投入时长

在断路器分闸过程中，主触头分离时刻到弧触头分离时刻的时间差，消弧触头投入过程即为断路器分闸过程中弧触头承受弧电流的时间长度。

19 振动指纹曲线对比时间方差与距离方差

计算实测振动指纹曲线与参考振动指纹曲线的最小欧拉距离，即在此条件下两条曲线的匹配程度最高，此时需要对实测曲线进行时间位移即为对应时刻的时间方差，位移之后 2 段曲线对应的欧拉距离即为距离方差

第八章 订货信息与装箱清单

根据功能的区分本分析仪分为普通型和增强型，其区别如下：

- 1) 普通型仪器不包含振动测试模块
- 2) 增强型包含振动测试软件和硬件传感器，增强型仪器型号的尾缀带有字母“A”

分析仪的装箱清单如表 8.1

表 8.1 装箱清单

名称	数量	备注
分析仪主机	1 台	
25mm 直线行程传感器	1 只	
250mm 直线行程传感器	1 只	
转角行程传感器	1 只	
加速度行程传感器	1 只	
500G 振动传感器	4 只	仅增强型配置
万向节型行程传感器支架	1 套	
6 芯传感器电缆	1 根	增强型配置 4 根
外触发电缆	1 根	
3 芯断口时间测量电缆	2 根	
通用测试电缆	6 套	(黄绿红各 2 套)
100A 回路电阻测试线	1 套	
回路电阻测试短接排	2 只	
供电电缆	1 根	
热敏打印纸	2 卷	
数据光盘	1 张	
使用说明书	1 份	
检验报告	1 份	
合格证	1 份	