

ZDM 便携式录波仪（一体机）

使 用 手 册

武汉智能星电气有限公司

目 录

ZDM 便携式录波仪（一体机）	2
一、概述	2
二、 技术参数	3
三、 仪器结构	4
四、故障录波监测程序	6
五、 录波数据分析程序	18
六、监测与电气试验	22

ZDM 便携式录波仪（一体机）

一、概述

ZDM 便携式录波仪，是一款是基于工业便携机结构，以高性能 DSP、高精度 ADC 芯片、嵌入式操作系统为硬件、软件架构，集数据采集、处理、传输、存储、分析等功能为一体的便携式装置。

DSP 采集芯片进行数据采集、计算，从而实现全数字模拟信号滤波，灵活多样的采样频率从 10K/s、20K/s、50K/s、100K/s 可以让用户选择，可用于暂态电气信号的波形录制、分析。

采用先进工控内核，结合嵌入式操作系统，用户可以很方便地进行数据存储、备份、分析、输出等操作。

便携式录波仪是一款集故障录波、发电机特性试验等功能于一体的智能仪器，以其体积小，功能强，适用范围广，配置灵活等诸多优点被广大用户所青睐，是一个电力工作者常备的实用工具，它将为电力工业生产及技术进步做出应有的贡献。

主要功能包括：

- 1、故障录波：可对接入设备中的工作参量进行监测并完成故障时的数据记录及故障数据分析；
- 2、实时监测：装置可实现模拟量、开关量实时监测显示功能；
- 3、计算量：有功功率、无功功率、频率、正序、负序、零序、矢量和（差）和相角等，并对所生成的计算量进行实时显示；

4、发电机总启动电气试验：可以完成发电机特性试验，包括发电机空载试验，发电机短路试验，主励空载、负载试验等；励磁试验，包括零起升压试验、灭磁试验、10%阶跃试验等；同期试验；用户要求的其它试验。

本仪器可用于电力系统或其他行业的关键设备的在线监测；也可作为便携式仪器，用于各种工业设备的故障的监录、分析；或利用其数据处理计算能力，作为数据源，向其他系统提供实时数据。

二、 技术参数

名 称	规 格 参 数
机箱	便携式工控机箱
操作系统	嵌入式WindowsXP
显示屏	15.6"LCD显示屏 分辨率：1366×768
存储	120GB固态硬盘
接口	1个LAN接口 2个USB
键盘、鼠标	88键键盘、触摸板
工作电源	AC85-260V 50Hz ±0.5Hz DC110-370V
机箱尺寸（宽×深×高）	407*307*150（mm）
仪器重量	10kg

通道技术规格

1、16 路模拟通道特性

通道隔离耐压1500VDC

A/D分辨率：16位

有效值准确度：0.2%

模拟量采样频率：10K/s、20K/s、50K/s、100K/s可选

共有8个模拟信号处理模块，每个模块由2路模拟通道组成，通道配置如下：

交流电压AC150V3路	内阻 > 80k Ω
交流电流钳AC10A3路	内阻 < 0.1 Ω
交流电流AC10A2路	内阻 < 0.1 Ω
交流电压AC500V3路	内阻 > 80k Ω
交流电流钳AC100A1路	内阻 < 0.1 Ω
直流电压DC $\pm$ 2000V	1路 内阻 > 1M Ω
直流电压DC $\pm$ 32V	1路 内阻 > 15k Ω
直流电压DC $\pm$ 100mV	1路 内阻 > 8k Ω
直流电流DC4-20mA	1路 内阻120 Ω

2、 16路开关量通道特性

开关量事件分辨率：0.1ms

标准配置:8路无源节点和8路有源节点（有源节点外部电压：DC24V-220V）。

3、 故障启动方式

模拟量：突变、过量、欠量

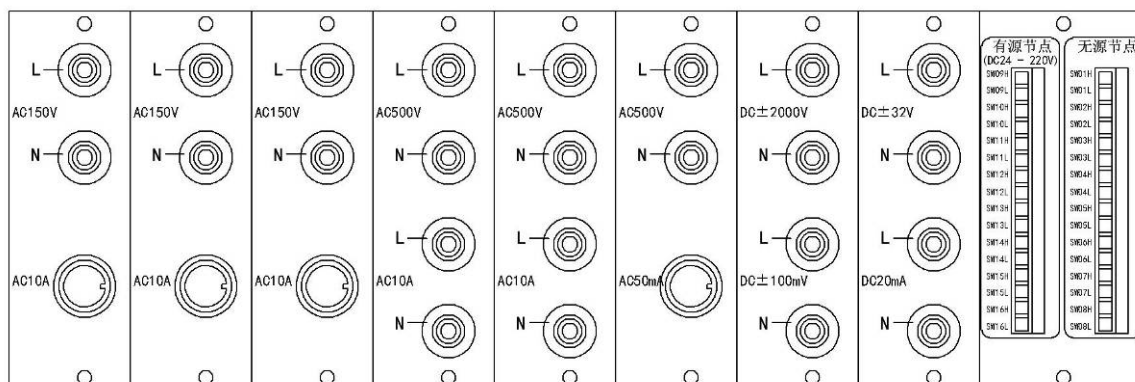
开关量：变位（闭合、断开）

三、仪器结构

3.1. 仪器示意图



3.2. 通道面板示意图

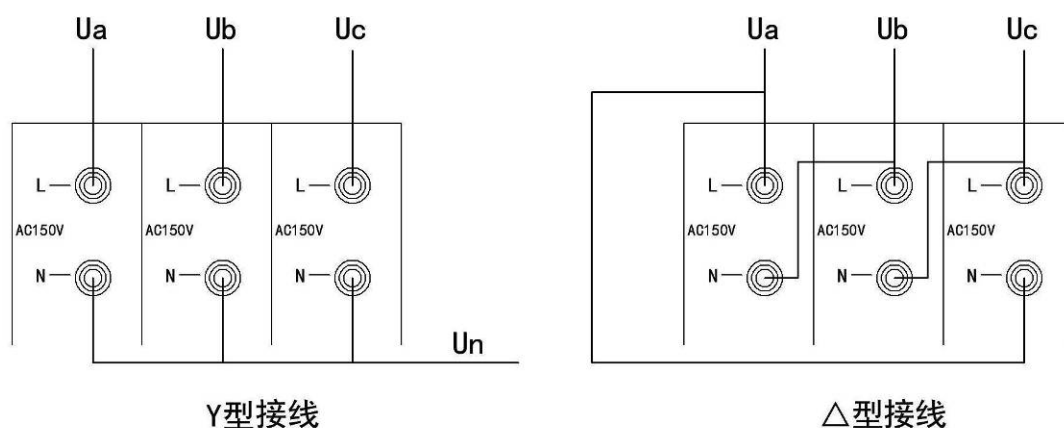


3.3. 信号接线

在接入被测信号时，应注意确认端子通道类型和量程；错误接线会损坏仪器。以下几点应特别注意：

3.3.1 交流电压接线

由于每路交流电压通道均是各自独立的，即通道内部没有连线。接线时，应按被使用要求进行星型或三角形接线，即显示相电压或线电压。



3.3.2 毫伏量通道

只能接入分流器输出的毫伏电压信号（0-75mV），如果接线错误，可能会导致该通道损坏。

四、故障录波监测程序

监测程序可以实时显示模拟量及计算量有效值、开关量状态、参数设置、故障记录等。并将各种记录文件保存到本地硬盘。

4.1. 故障监测程序界面

运行监测程序后在桌面上部的出现工具条。工具条可以固定在桌面，

也可以自动隐藏。



状态条包括以下信息：



图钉标志可以将监测程序固定在桌面上端或隐藏在顶端。



未连接



远程机

监测程序正在与远程机通讯。

故障记录区状态： 3个故障记录区的状态，录波时循环记录。



（黑）此记录区当前空闲。



（绿）此记录区正在录制故障记录。

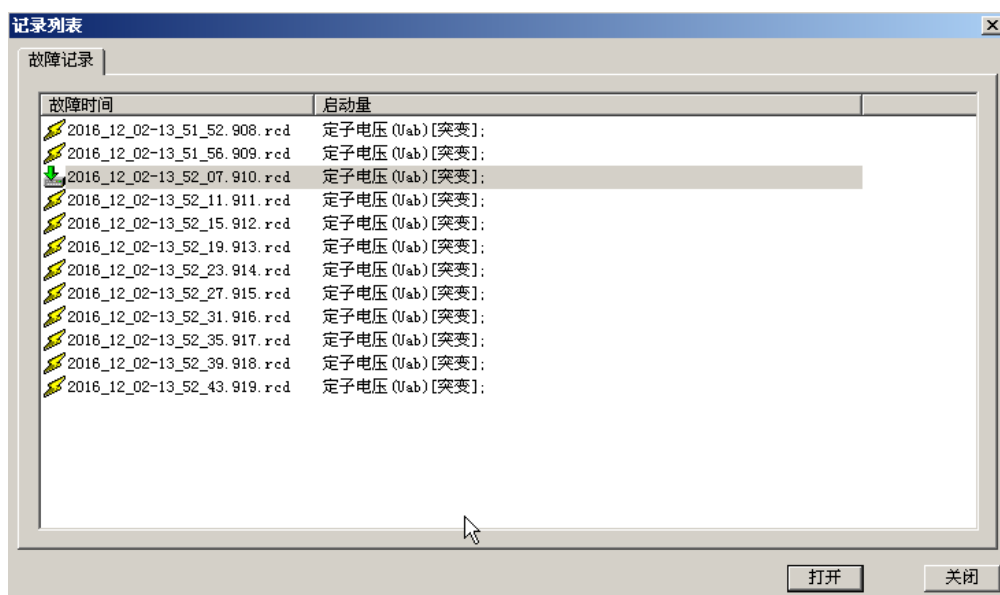


（红）此记录区正在将录制完成的记录存储到硬盘。

时钟： 实时显示本机时间。

4.2. 故障记录列表

单击“故障记录”按钮弹出“记录列表”窗口录了。



记录列表

⚡: 表示为未打开过此数据;

⬇️: 表示为已打开过此数据;

打开按钮: 使用数据分析程序打开列表中选中的故障文件

4.3. 模拟量总览窗口

定子电压A相 U_a V	0.0	交流阻抗电流 I_z (E I_z A	0.00	负序电流 I_2 A	0.00
定子电流A相 I_a A	0.00	发电机转子电压 U_f V	0	零序电流 $3I_0$ A	0.01
定子电压B相 U_b V	0.0	发电机转子电流 I_f A	0.0	机端频率 F_g Hz	—
定子电流B相 I_b A	0.00	直流电压 (DC±32V DCU V	0.00	三相四线有功 P_3 MW	0
定子电压C相 U_c V	0.0	直流电流 (DC4~20mA DCI mA	0.00	三相四线无功 Q_3 MVar	0
定子电流C相 I_c A	0.00	发电机有功功率 P MW	0.0	同期电压频率 F_s Hz	—
系统电压B相 (500V U_j V	0.0	发电机无功功率 Q MVar	-0.0	系统电压频率 F_j Hz	—
交流电流1A相 $1I_a$ A	0.00	发电机功率因数 $\cos \Phi$	—	交流阻抗 Z Ω	—
同期电压B相 (500V U_s V	0.0	同期角差 Δs_j °	—	(交流阻抗)有功功 P_z W	0.0
交流电流1B相 $1I_b$ A	0.00	同期压差 ΔU V	—	(交流阻抗)无功功 Q_z Var	-0.0
交流阻抗电压 U_z (E U_z V	0.0	正序电流 I_1 A	0.00		

4. 4. 开关量总览窗口

主开关(无源) MK	OFF	开入通道10(有源 $dCh10$	OFF
灭磁开关(无源) FMK	OFF	开入通道11(有源 $dCh11$	OFF
开入通道3(无源 $KG3$	OFF	开入通道12(有源 $dCh12$	OFF
开入通道4(无源 $KG4$	OFF	开入通道13(有源 $dCh13$	OFF
开入通道5(无源 $KG5$	OFF	开入通道14(有源 $dCh14$	OFF
开入通道6(无源 $KG6$	OFF	开入通道15(有源 $dCh15$	OFF
开入通道7(无源 $KG7$	OFF	开入通道16(有源 $dCh16$	OFF
开入通道8(无源 $dCh 8$	OFF		
开入通道9(有源 $dCh 9$	OFF		

4.5. 输入口令/关闭授权

如果已经设置密码，可以保护“功能菜单”下的各项设置，避免他人误操作。

如果没有设置密码，可以直接打开“功能菜单”。

4.6. 参量配置

打开 功能菜单→参数设置。配置的参量包括有16路模拟通道、24路计算量、16路开关输入量。用户可以修改这些参量的设置。类型： 2种模拟通道类型（交流通道、直流通道）

名称：最多18个汉字

代号：最多7个字符

单位：最多5个字符

额定值：不能为零

额定频率：对于交流通道，输入信号的额定频率；直流通道频率为0。

小数位数：显示的小数位数。

变比一次：PT、CT、分流器的一次值

变比二次：PT、CT、分流器的二次值。

当不需要设置变比时，将”变比一次”、”变比二次”两栏清空。

4.6.1. 模拟量通道

通道：模拟通道序号。单击图标切换模拟通道的运行、禁止。运行，

❌禁止。被关闭的通道不进行采样、计算、显示、记录。

模拟量

开关量

机组名称:

采样频率: 10K/s

模拟通道:

通道	类型	名称	代号	单位	额定值	额定频率	小数位数	变比一次	变比二次
1	交流	定子电压A相	Ua	V	100.0	50	1		
2	交流	定子电流A相	Ia	A	5.00	50	2		
3	交流	定子电压B相	Ub	V	100.0	50	1		
4	交流	定子电流B相	Ib	A	5.00	50	2		
5	交流	定子电压C相	Uc	V	100.0	50	1		
6	交流	定子电流C相	Ic	A	5.00	50	2		
7	交流	系统电压B相(500V)	Uj	V	100.0	50	1		
8	交流	交流电流1A相	IIa	A	5.00	50	2		
9	交流	同期电压B相(500V)	Us	V	100.0	50	1		
10	交流	交流电流1B相	IIb	A	5.00	50	2		
11	交流	交流阻抗电压Uz(500V)	Uz	V	100.0	50	1		
12	交流	交流阻抗电流Iz(电流钳100A)	Iz	A	50.00	50	2		
13	直流	发电机转子电压	Uf	V	2000	0	0		
14	直流	发电机转子电流	If	A	100.0	0	1		
15	直流	直流电压(DC±32V)	DCU	V	32.00	0	2		
16	直流	直流电流(DC4-20mA)	DCI	mA	20.00	0	2		

派生量:

	类型	名称	代号	单位	额定值	小...	参量1	参量2	参量3	参量4	参量5	参量6
1	两表法三相有功	发电机有功功率	P	MW	300.0	1	Ua	Ia	Ub	Ic		
2	两表法三相无功	发电机无功功率	Q	MVar	300.0	1	Ua	Ia	Ub	Ic		
3	cosφ	发电机功率因数	cosφ		1.000	3	P	Q				
4	相角差	同期角差	Asj	°	180.0	1	Us	Uj	0.00			
5	同期压差	同期压差	ΔU	V	100.0	1	Us	Uj	Asj	0.00	0.00	
6	正序	正序电流	I1	A	5.00	2	Ia	Ib	Ic			
7	负序	负序电流	I2	A	5.00	2	Ia	Ib	Ic			
8	零序	零序电流	3I0	A	5.00	2	Ia	Ib	Ic			
9	频率	机械频率	Fg	Hz	50.00	2	Ub	Ia				
10	三相累加和有功	三相四线有功	P3	MW	1500	0	Ua	Ia	Ub	Ib	Uc	Ic

增加派生量

删除派生量

加载...

另存...

确定

取消

应用(A)

4.6.2. 计算量

设置要求：a、模拟通道和计算量的名称和代号必须唯一。

b、模拟参量额定值不能为零。

计算量定义表

类型	参量 1	参量 2	参量 3	参量 4	参量 5	参量 6
频率	交流量 1	交流量 2 (可选)	交流量 3 (可选)			
相角差	交流量 1	交流量 2				
两表法三相有功	UAB	IA	UBC	IC		
两表法三相无功	UAB	IA	UBC	IC		
单相有功	U	I				
单相无功	U	I				
三相累加和有功	UA	IA	UB	IB	UC	IC
三相累加和无功	UA	IA	UB	IB	UC	IC
正序	IA	IB	IC			
负序	IA	IB	IC			
零序	IA	IB	IC			
两矢量差	交流量 A	交流量 B				
两矢量和	交流量 A	交流量 B				
功率因数	有功	无功				
交流阻抗	U	I				
同期压差	机端电压	系统电压	同期角差			
标量和	参量 1	参量 2	参量 3 (可选)			
标量差	参量 1	参量 2				
一次函数	参量 1	系数	偏移			
两相负序	交流量 A	交流量 B				

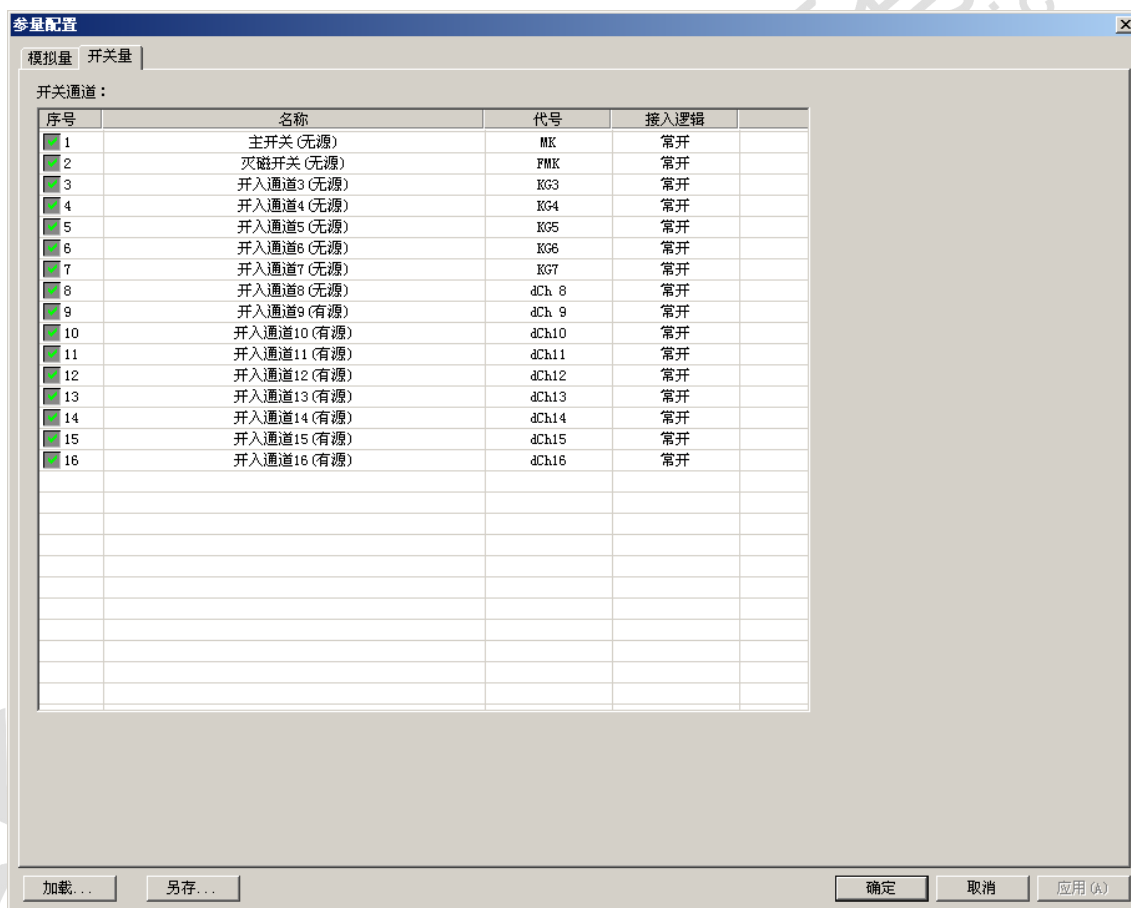
4.6.3. 开关信号

序号：通道序号。单击图标切换模拟通道的运行、禁止。运行，禁止。

名称：最多20个汉字

代号：最多8个字符

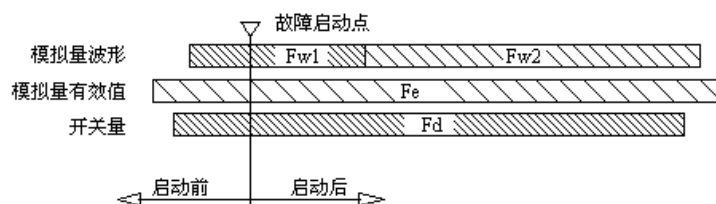
接入逻辑：外接的开关辅助节点的类型：常开或常闭，当选择“常闭”时，将实测的开关状态取反。



4.6.4. 故障启动设置

记录格式：当仪器监测到接入参量的状态满足启动判据时，即开始按用户设定的记录格式记录模拟量波形、模拟量有效值、开关量状态。为了减小

故障记录，模拟量波形可以采用分段记录。记录内容如下图：



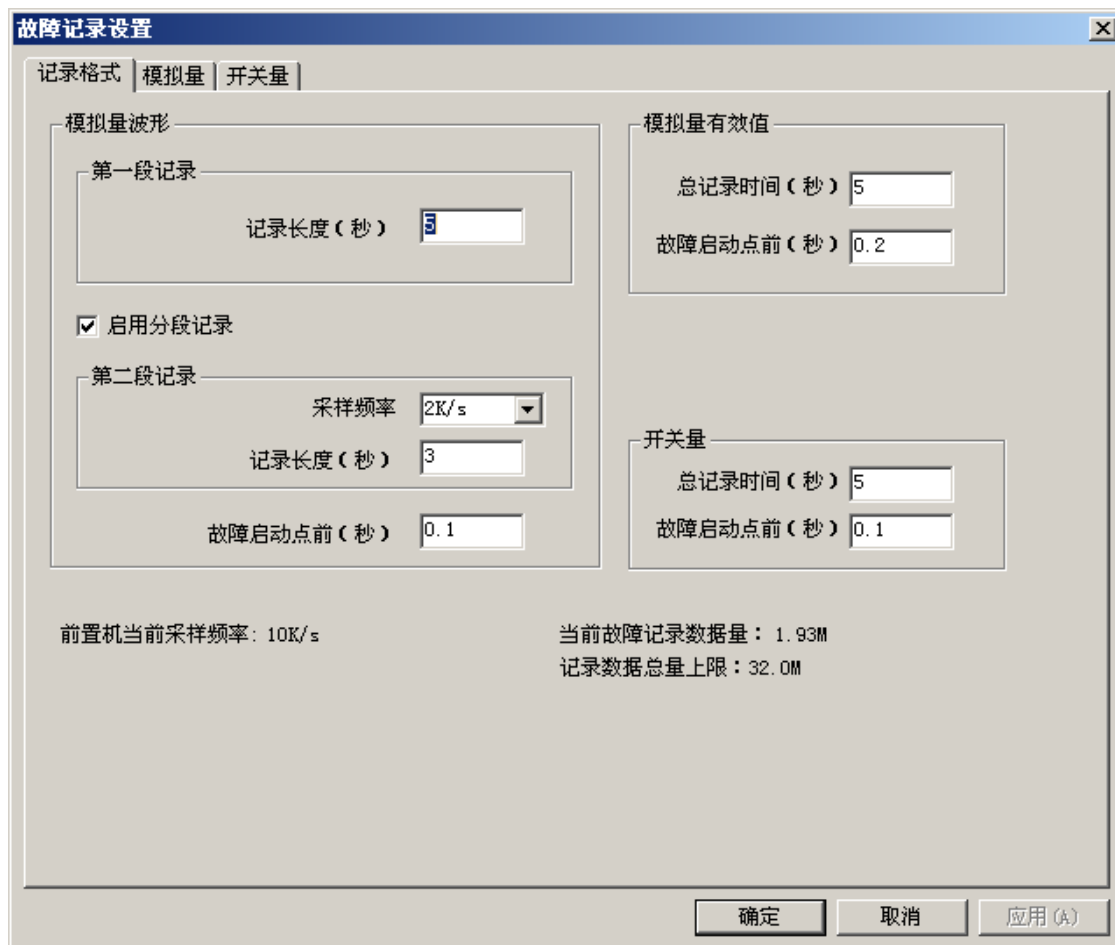
故障记录的三种数据（模拟量波形、模拟量有效值、开关量状态）采用不同的记录格式（故障前、后记录长度，对于波形还有第一段、第二段的长度和第二段记录频率）。

Fw1：波形第一段记录频率，与仪器当前采样频率一致。

Fw2：波形第二段记录频率，用户设置。波形第二段为可选项。

Fe：有效值（含计算量）记录频率，固定为1点/20ms。

Fd：开关量记录频率，与仪器当前采样频率一致。



故障记录设置

记录格式 | **模拟量** | 开关量

模拟量波形

第一段记录

记录长度 (秒)

☒ 启用分段记录

第二段记录

采样频率

记录长度 (秒)

故障启动点前 (秒)

模拟量有效值

总记录时间 (秒)

故障启动点前 (秒)

开关量

总记录时间 (秒)

故障启动点前 (秒)

前置机当前采样频率: 10K/s

当前故障记录数据量: 1.93M

记录数据总量上限: 32.0M

确定 取消 应用 (A)

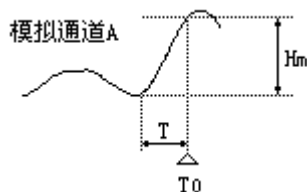
本机能够保存最大故障记录数量取决于机器D盘空间大小，当D盘存储空间记录满时会把最早的记录覆盖，覆盖后不能找回，请定期及时备份重要数据。

4.6.5 模拟量故障启动方式及含义

运行中，仪器实时监测各个模拟量（含计算量）的变化，当模拟量设置了突变、过量、欠量中的某一个或者某几个时，达到启动值就会启动故障录波。如果不需要自动录波，模拟量故障类型对应项值设为空，则不自动录波。注意：不能设成零。设置表格中，每个模拟量对应有“突变启动值”、“过量启动值”、“欠量启动值”3栏，如果3栏均为空，则禁止了该通道的该种

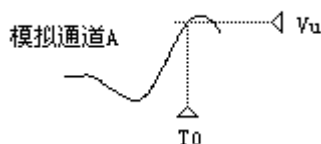
启动方式。3种方式的写入值的含义如下：

突变启动值



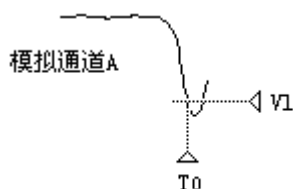
假设某通道模拟量的“突变启动值”一栏，写入了值 H_m 。如上图，如果模拟量有效值有一个大于等于 H_m 的阶跃（正或负），仪器将启动故障记录，并把 T_0 作为故障零点。其中阶跃时间 T 必须小于等于60ms，即仪器不把缓变的模拟量有效值变化认作突变。

过量启动值



假设某模拟量的“过量启动值”一栏，写入了值 V_u 。如上图，如果模拟量有效值大于 V_u ，仪器立即启动故障记录，并把 T_0 作为故障零点。

欠量启动值



假设某模拟量的“欠量启动值”一栏，写入了值 V_l 。如上图，如果模拟量有效值小于 V_l ，仪器立即启动故障记录，并把 T_0 作为故障零点。

注意：当仪器因某通道过量（欠量）而启动故障数据录制后，为避免该通道保持过量（欠量）状态而持续启动故障录制，仪器锁定该通道的过量（欠量）启动，直到该通道退出过量（欠量）状态。但是，处于锁定状态的通道，仍然可以以突变启动故障数据录制。

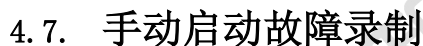


The dialog box titled "故障记录设置" (Fault Record Setting) contains a table for configuring fault recording parameters. The table has columns for sequence number, name, code, unit, rated value, and three start methods: mutation start, over-range start, and under-range start. All checkboxes in the first column are checked.

序号	名称	代号	单位	额定值	突变启动	过量启动	欠量启动
1	定子电压A相	Ua	V	100.0			
2	定子电流A相	Ia	A	5.00			
3	定子电压B相	Ub	V	100.0			
4	定子电流B相	Ib	A	5.00			
5	定子电压C相	Uc	V	100.0			
6	定子电流C相	Ic	A	5.00			
7	系统电压B相 (500V)	Uj	V	100.0			
8	交流电流1A相	1Ia	A	5.00			
9	同期电压B相 (500V)	Us	V	100.0			
10	交流电流1B相	1Ib	A	5.00			
11	交流阻抗电压Uz (500V)	Uz	V	100.0			
12	交流阻抗电流Iz (电流钳100A)	Iz	A	50.00			
13	发电机转子电压	Uf	V	2000			
14	发电机转子电流	If	A	100.0			
15	直流电压 (DC±32V)	DCU	V	32.00			
16	直流电流 (DC4~20mA)	DCI	mA	20.00			
17	发电机有功功率	P	MW	300.0			
18	发电机无功功率	Q	MVar	300.0			
19	发电机功率因数	cos φ		1.000			
20	同期角差	Asj	°	180.0			
21	同期压差	ΔU	V	100.0			
22	正序电流	I1	A	5.00			
23	负序电流	I2	A	5.00			
24	零序电流	3I0	A	5.00			

4.6.6 开关量故障启动参数

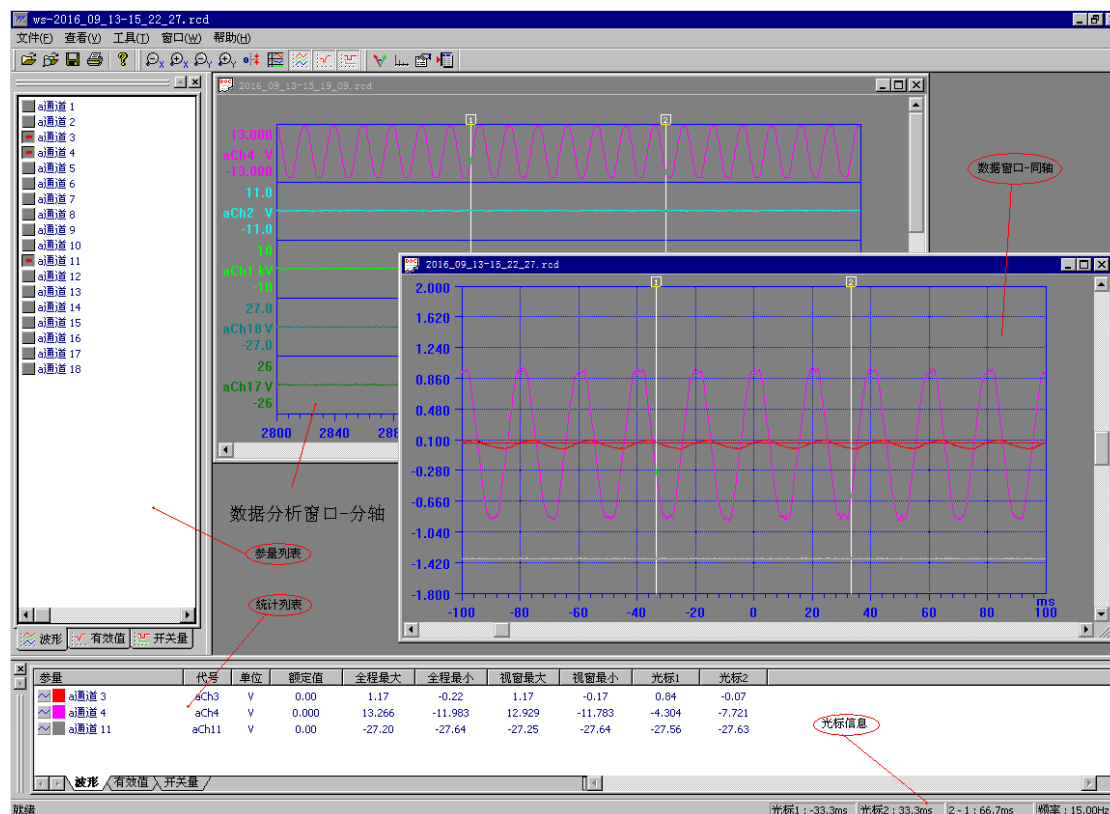
运行中，仪器实时监测开关量的状态，如果“闭合启动”、“断开启动”对应栏写入“√”，则允许该通道的该种启动方式，否则禁止。如果“闭合启动”和“断开启动”同时勾选即为变位启动。



五、录波数据分析程序

数据分析程序可以显示、分析、打印仪器内的故障记录文件。

5.1 数据分析程序界面



数据分析程可以打开同时多个记录数据文件。

数据窗口：每个数据文件占有一个子窗口。

 **同轴分轴显示按钮：**

同轴：模拟量波形、模拟量有效值在同一个X轴上显示。开关量从坐标系的上方依次向下排列。

分轴：模拟量波形、模拟量有效值在纵向上依次分区显示

参量列表：分成波形、有效值、开关量3页，单击参量名前的图标可以在数据分析窗口中绘制/隐藏该参量。

统计窗口：分成波形、有效值、开关量3页，显示模拟量波形、模拟量有效值的名称、代号、单位等，包括参量的最大值、最小值、光标所在点对应的数值。对于开关量，除名称、代号外，显示开关量动作系列的前5次，

以及光标所在点的状态。

改变曲线颜色：单击参量名称前的颜色方块，会弹出颜色选择菜单改变颜色。

光标信息：可以通过时间信息分析各相波形之间相位。

5.2 工具条

通用工具条



 打开文件对话框

 故障文件选择对话框

 保存文件

 打印

 帮助

显示工具条



 数据曲线X轴（时间轴）方向缩小

 数据曲线X轴（时间轴）方向放大

 数据曲线Y轴（幅值轴）方向缩小，仅对同轴显示窗口有效。

 数据曲线Y轴（幅值轴）方向放大，仅对同轴显示窗口有效。

 使Y轴（幅值轴）的零点居中，仅对同轴显示窗口有效。

 同轴/分轴显示方式切换

 按下时，显示模拟量波形曲线，仅对同轴显示窗口有效。

 按下时，显示模拟量有效值曲线，仅对同轴显示窗口有效。

 按下时，显示开关量曲线，仅对同轴显示窗口有效。

分析工具条



 矢量图

 谐波分析

 故障数据属性

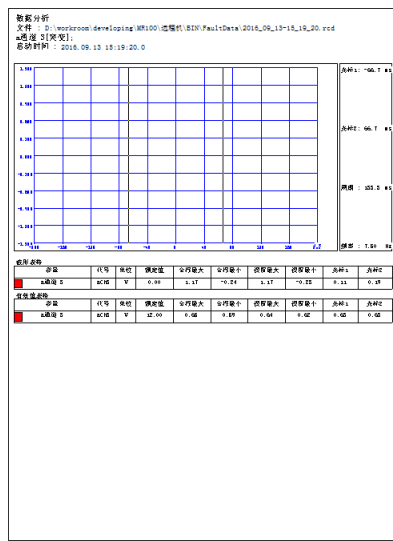
 数据输出：可输出txt文件和Excel文件。

5.3 打印

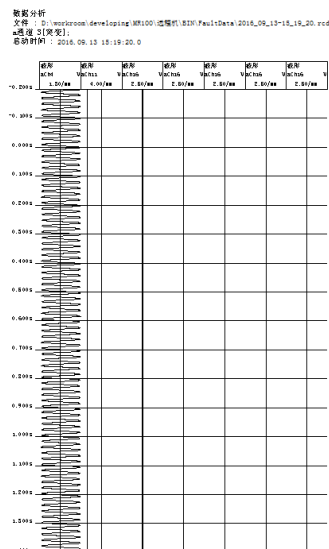
在数据分析程序：

5.3.1 当数据窗口处于同轴显示时，打印（或打印预览）指令将直接输出当前窗口的内容，即所见即所得。

5.3.2 当数据窗口处于分轴显示时，打印（或打印预览）指令将出现分轴打印设置对话框，要求用户选择打印参量、比例、时间段等属性，打印效果如下。如果数据曲线超过一页，将分页输出。



轴曲线打印



分轴曲线打印

印

对于其它记录文件，打印将输出数据窗口的内容，以及文件名等信息。

六、监测与电气试验

“电气试验”程序，包含实时监测、发电机总启动电气试验等功能。

可以完成发电机总启动电气试验，例如发电机空载、短路、励磁调节器特性、同期试验、甩负荷试验、转子交流阻抗试验等。

程序的曲线类试验、波形类试验功能用途广泛，可满足多种动态过程记录要求。

程序也包含几种实时监测功能，如实时值列表、谐波分析、矢量图等。

实时监测功能包括：

- ◆ 实时参量列表
- ◆ 实时谐波分析
- ◆ 实时矢量图

电气试验功能包括：

- ◆ 曲线类试验
- ◆ 波形类试验
- ◆ 特性类试验
- ◆ 同期试验
- ◆ 发电机转子交流阻抗试验

6.1. 试验程序公共部分操作和说明

进行电气试验前，可参考以下步骤做试验准备：

6.1.1 参量配置、建立本次试验用文件夹

打开试验程序中，选择“菜单→设置→参量配置”，加载试验机组的配置文件，或手工设置相关参数，如额定值、变比等。为正确表示被测参量值（一次值），变比、额定值、单位、小数点需要正确设置，具体操作在 4.6 节中已讲。

在”机组名称”处输入机组名称。在”安装目录→试验数据”下新建一个本次试验专用的文件夹，用于试验中保存试验文件。

6.1.2 确定试验项目、接线方案

根据现场试验方案，确定要进行的试验项目；进而统计出要接入仪器的参量。

6.1.3 检查试验模板

可模拟进入要做的试验项目，检查试验模板是否需要调整。必要时，根据试验要求创建新的模板。

特性类试验是按照试验模板内绑定的参量名称、代号，在参量配置中查找对应参量的，如果当前参量名称、代号与原有模板内绑定的名称不符，则程序会给出参量不存在的提示。

而其它如同期试验、进相试验等，也需要检查绑定的参量。

软件安装程序内置了常用的试验模板。如果用户修改了参量名称、代号等，这些模板的参量应重新选择。

6.1.4 参量配置

在试验前，应根据试验机组的参数正确配置参量的名称、代号、额定值、变比等。此对话框中，也可以输入机组名称。如“**电厂**机组”。使用这一套参量配置进行的所有电气试验，其试验数据文件的文件名都将包含此机组名。如：

****电厂**机组-零起升压试验**

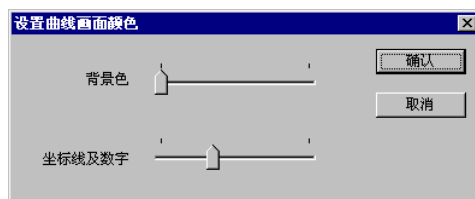
针对一个机组的参量配置，可以保存为参数文件（“另存…”按钮），供以后加载（“加载…”按钮）使用。

在试验进行中，例如曲线类试验正在录制数据时，可以进行参量配置，但此时部分设置项被禁止，包括：

- ◆ 打开→关闭通道
- ◆ 增加→删除计算量
- ◆ 更改模拟通道属性
- ◆ 更改计算量类型、引用参量

6.1.5 画面颜色

曲线画面的背景、坐标线灰度，可由用户调节。由“菜单→查看→试验画面颜色”打开设置对话框



曲线画面可保存为位图文件，由”菜单→查看→试验画面输出BMP文件”进入。

6.1.6 实时参量列表

通过“菜单→查看→常量总汇”或工具条按钮打开参量列表窗口



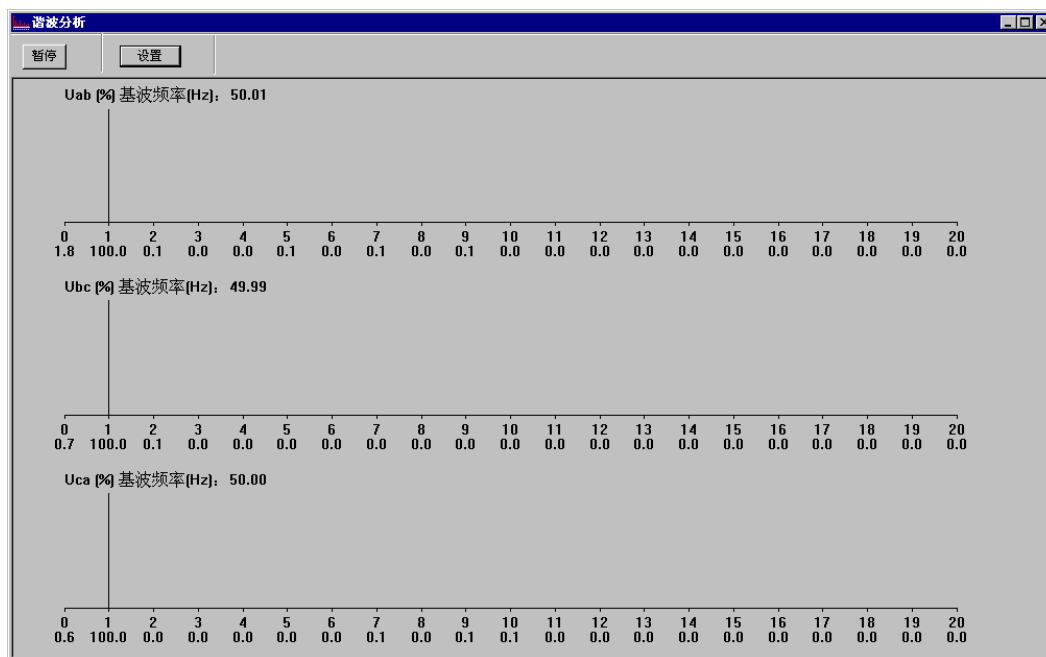
这个窗口中，显示参量的实时有效值及开关状态，每秒刷新一次。显示刷新可以暂停。

在设置对话框中，可以选择窗口显示的参量。可以指定一个文本文件，启动自动记录功能，程序按设定的记录间隔周期地记录参量值。无论是否启动自动记录功能，用户都可以随时记录一点数。记录总点数显示在窗口上方。



6.1.7 实时谐波分析

通过“菜单→查看→实时谐波分析”或工具条按钮打开谐波分析窗口



可以同时显示3个交流量最高到20次谐波值。显示参量可选择。



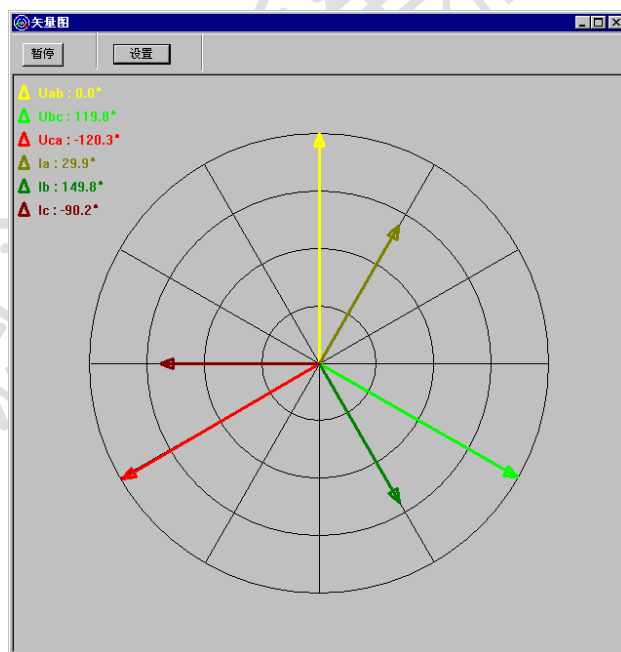
实时谐波分析设置 (Real-time Harmonic Analysis Settings) dialog box. It contains a table for selecting simulation quantities to display. The table has two columns: '模拟量名称' (Simulation Quantity Name) and a checkbox column. The quantities listed include stator voltages (Uab, Ubc, Uca), system voltages, synchronous voltages, AC impedance voltages (500V), stator currents (Ia, Ib, Ic), system currents, AC currents (10A), AC impedance currents (50A), generator speed, generator rotor voltage, generator rotor current, DC voltages (1, 2), and DC currents (1). The '确认' (Confirm) and '取消' (Cancel) buttons are at the bottom.

模拟量名称	
☒ 定子电压 (Uab)	
☒ 定子电压 (Ubc)	
☒ 定子电压 (Uca)	
☐ 系统电压	
☐ 同期电压	
☐ (交流阻抗)电压 (500V)	
☐ 定子电流 (Ia)	
☐ 定子电流 (Ib)	
☐ 定子电流 (Ic)	
☐ 系统电流	
☐ 交流电流 (10A)	
☐ (交流阻抗)电流钳 (50A)	
☐ 发电机转速	
☐ 发电机转子电压	
☐ 发电机转子电流	
☐ 直流电压1	
☐ 直流电压2	
☐ 直流电流1	

谐波含有率用百分数表示。基波固定为100%，而直流分量、高次谐波为该次谐波分量的方均根值与基波分量的方均根值之比。

实时谐波分析以连续两个上升过零点界定一个基波周波，如果高次谐波含有率过高，使得一个基波周期内出现多个上升过零点，则程序不能正确地识别基波，此时的谐波分析功能失效了。对于这种信号，请使用“波形类试验”录制一段波形数据，再使用该试验的谐波分析功能，手工界定基波进行谐波分析。

6.1.8 实时矢量图



矢量图需要选择一个“基准参量”，其在图上显示的角度固定为零，其它参量的角度都是相对基准参量的。

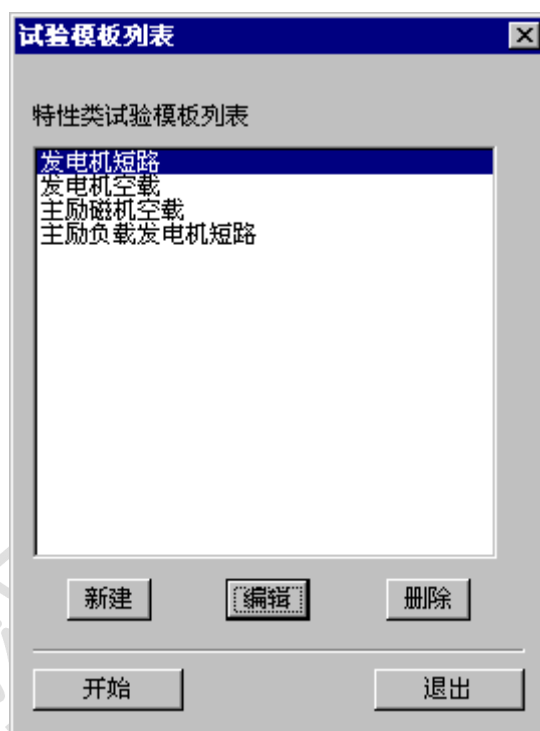
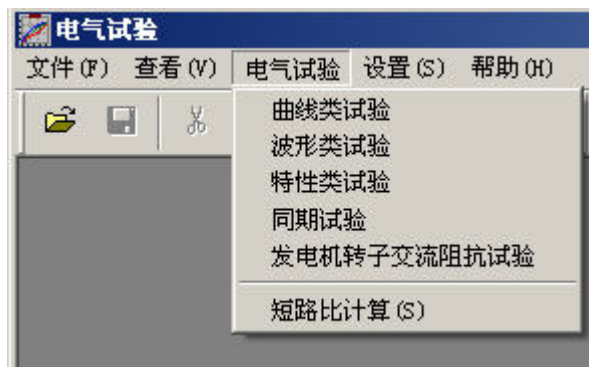


6.2 特性类试验

发电机短路试验需要的参量：发电机定子电流 I_a 、 I_b 、 I_c ；发电机转子电压；发电机转子电流；

发电机短路试验需要的参量：发电机定子电压 U_a 、 U_b 、 U_c ；发电机转子电压；发电机转子电流；

6.2.1 运行试验程序→电气试验→特性类试验→发电机短路试验（这里以短路试验为例，发电机空载试验过程相同）→编辑→设置参数



特性类试验模板

试验名称:

☐ 双坐标系 ☒ 坐标系1 ☐ 坐标系2

X轴

名称: 参量:

起点:

终点:

刻度数:

Y轴

名称: 参量:

起点:

终点:

刻度数:

参量列表

- 定子电压A相
- 定子电流A相
- 定子电压B相
- 定子电流B相
- 定子电压C相
- 定子电流C相
- 系统电压B相(500V)
- 交流电压1A相
- 同期电压B相(500V)
- 交流电流1B相
- 交流阻抗电压Uz(500V)
- 交流阻抗电流Iz(电流钳1)
- 发电机转子电压
- 发电机转子电流
- 直流电压(DC±32V)
- 直流电流(DC4-20mA)
- 发电机有功功率
- 发电机无功功率
- 发电机功率因数
- 同期角差
- 同期压差
- 正序电流
- 负序电流
- 零序电流
- 转子励磁

试验过程

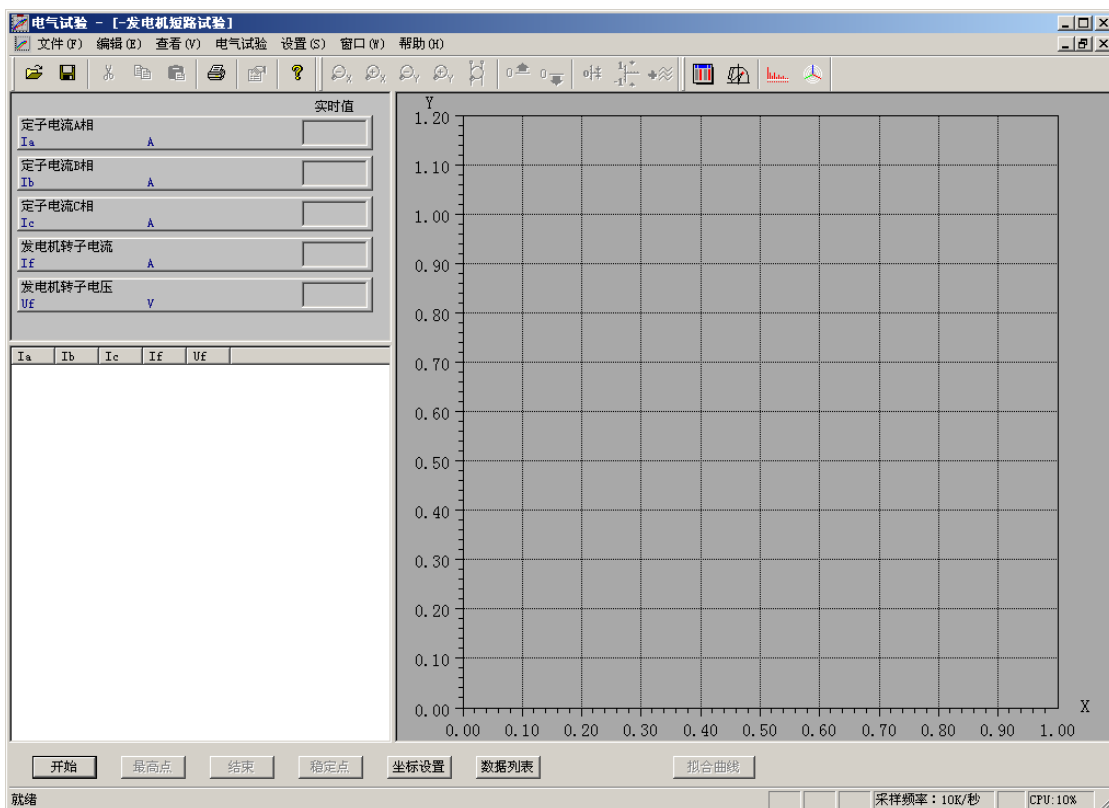
☐ 只记录单调上升

☒ 单调上升、下降

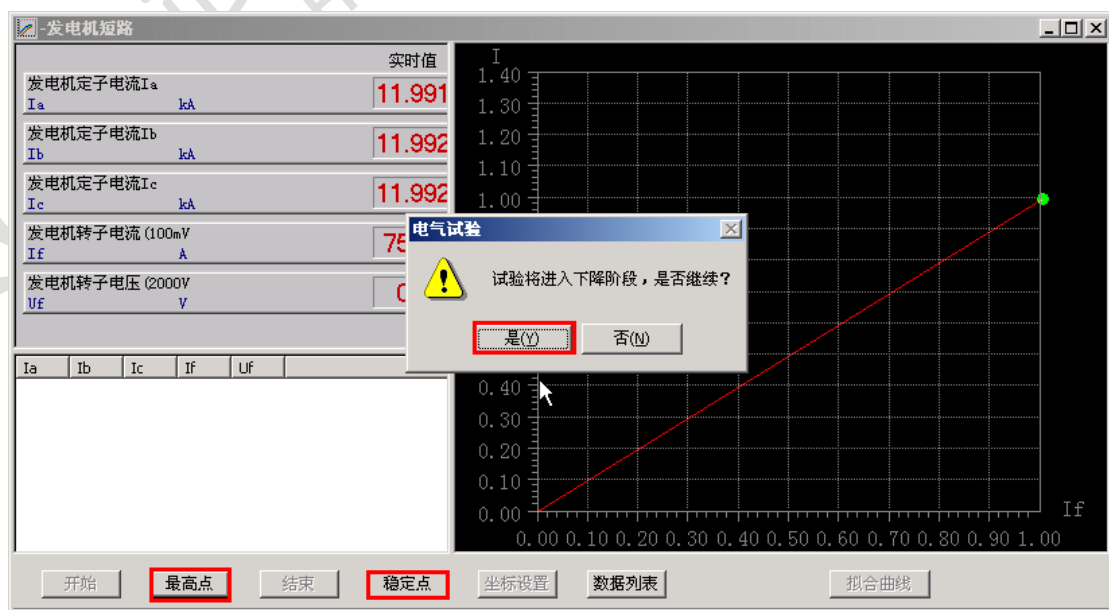
☐ 自动捕捉表格

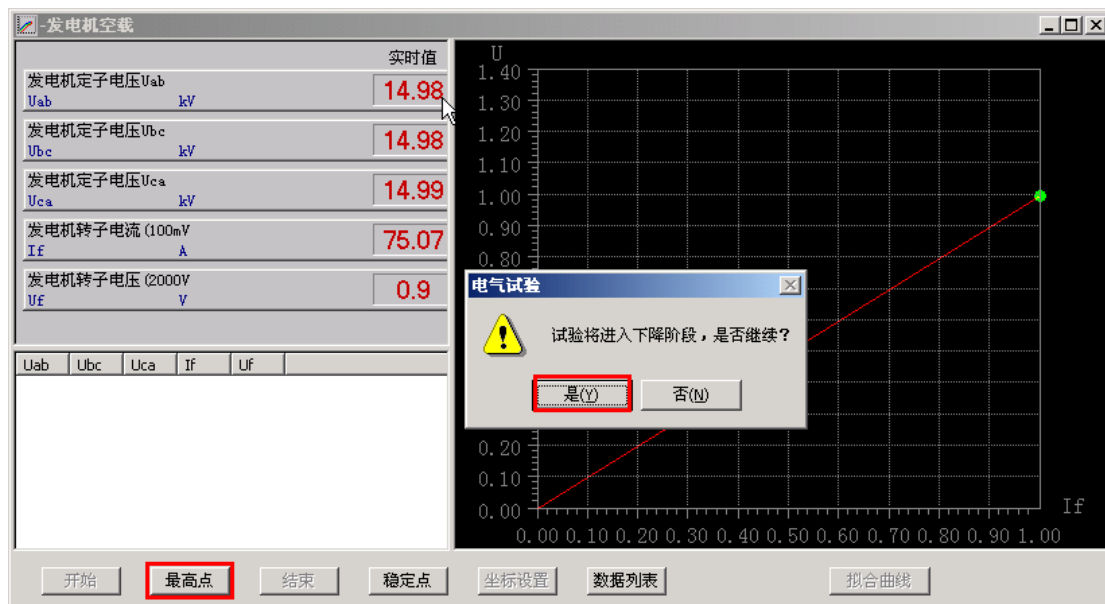
附加显示参量:

6.2.2 点开始，进入做短路试验过程：

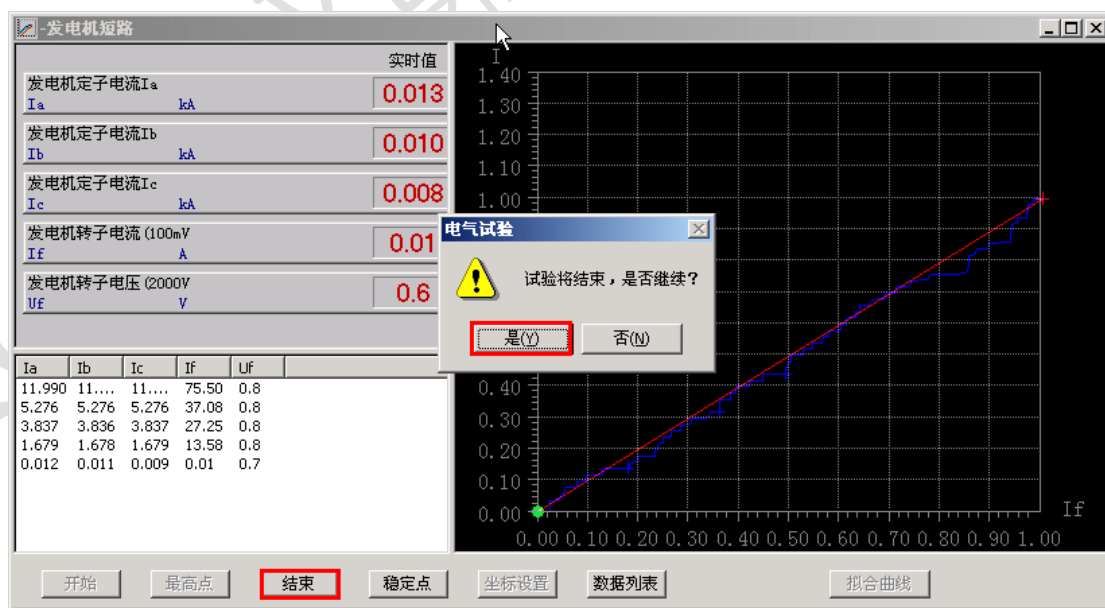


6.2.3 下图为模拟的上升曲线，在做试验过程中如果需要记录稳定点可以点稳定点，在励磁加到最大时需要点最高点，进入下降阶段

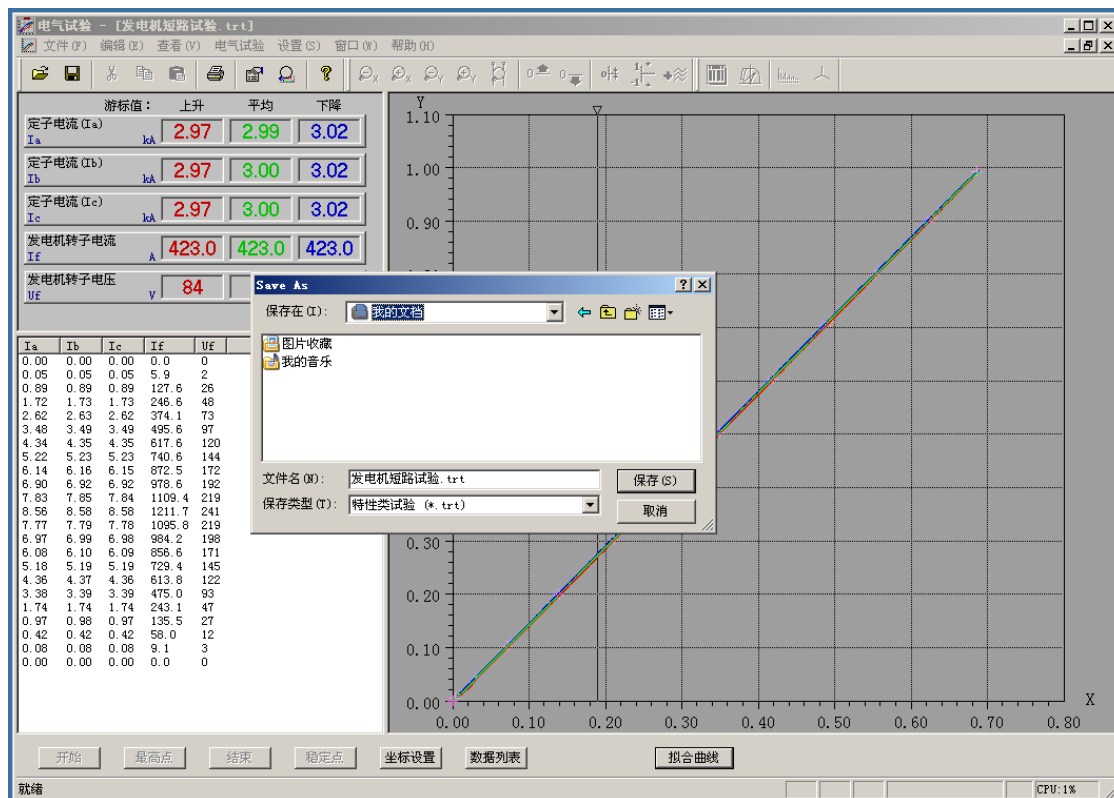


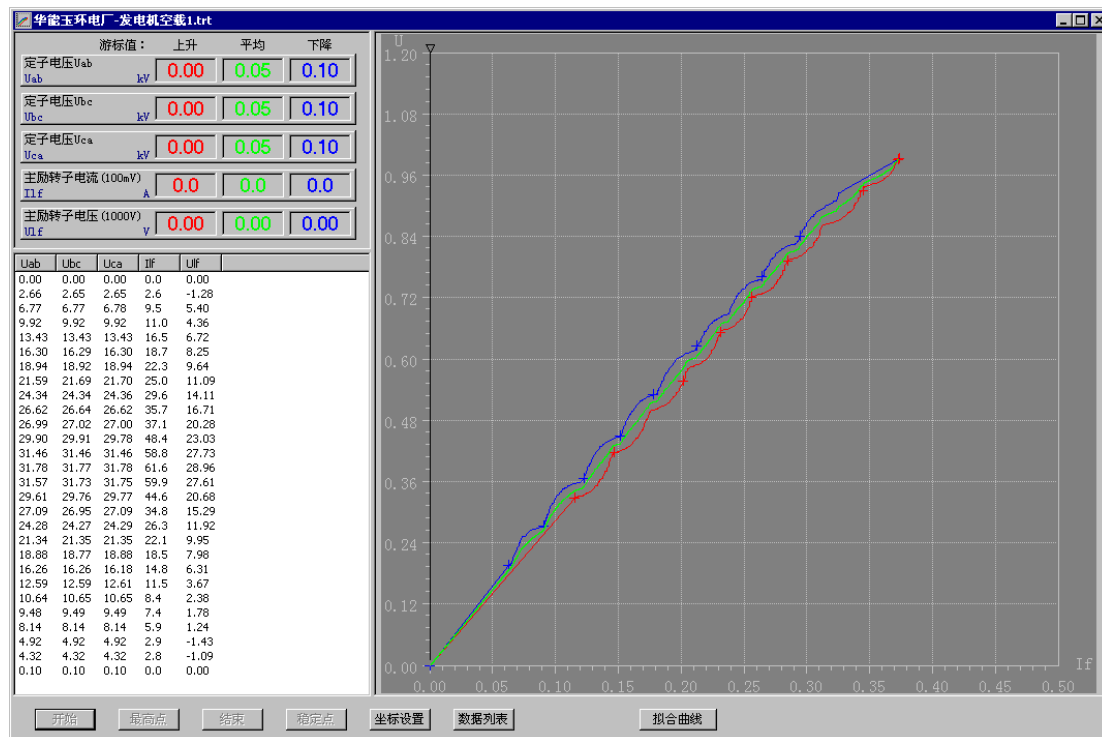


6.2.4 当励磁减小到最小时，短路试验完成，点结束

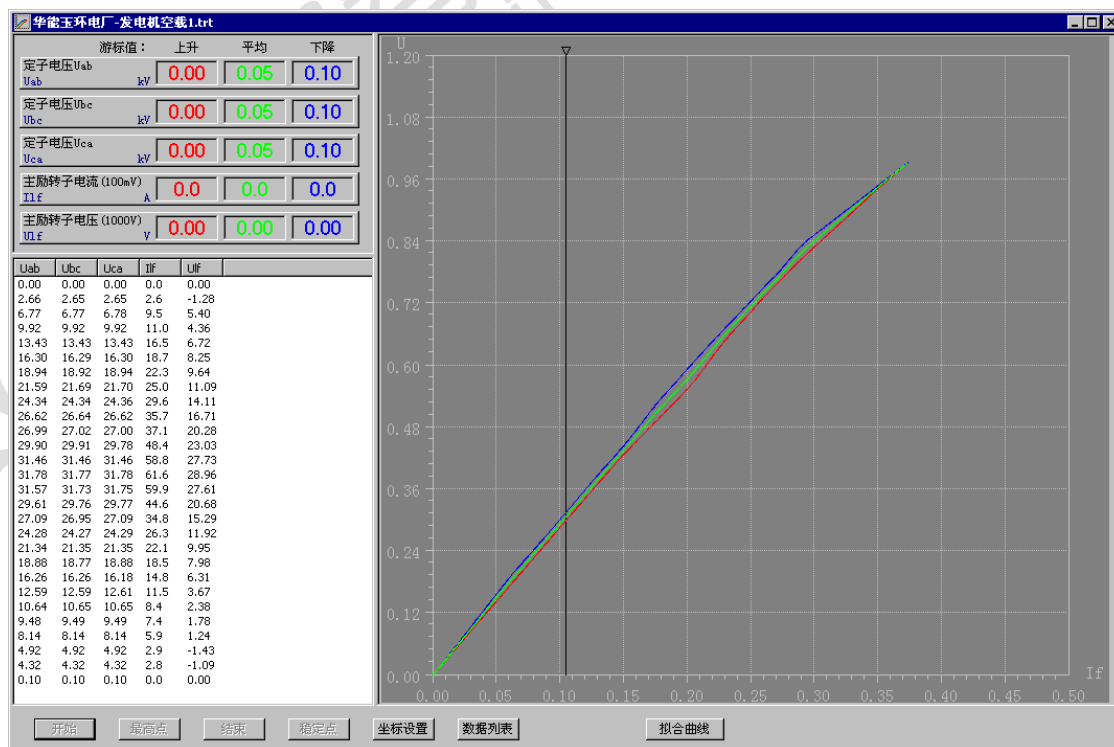


6.2.5 保存试验结果：





原始曲线



拟合曲线

6.2.6 数据分析

试验结束后，打开数据列表对话框，表格中记录了参量数据，包括全部试验数据、稳态点数据、按自动捕捉表格记录的数据。数据列表可以输出为 EXECL 表格或文本文件。

坐标系中有一个游标，在用鼠标拖动时，参量值显示窗口显示游标所在点的上升、下降、平均曲线的值。

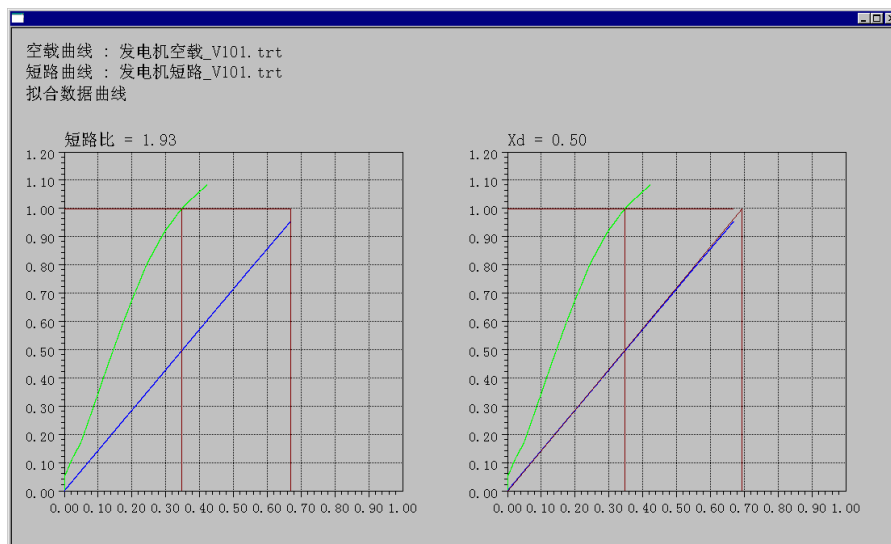
点击“坐标设置”按钮，可以调整坐标系设置。



6.2.7 短路比计算

使用发电机空载、发电机短路试验数据，程序可以做短路比计算。

选择”菜单→电气试验→短路比”，按提示选择空载、短路试验数据文件。



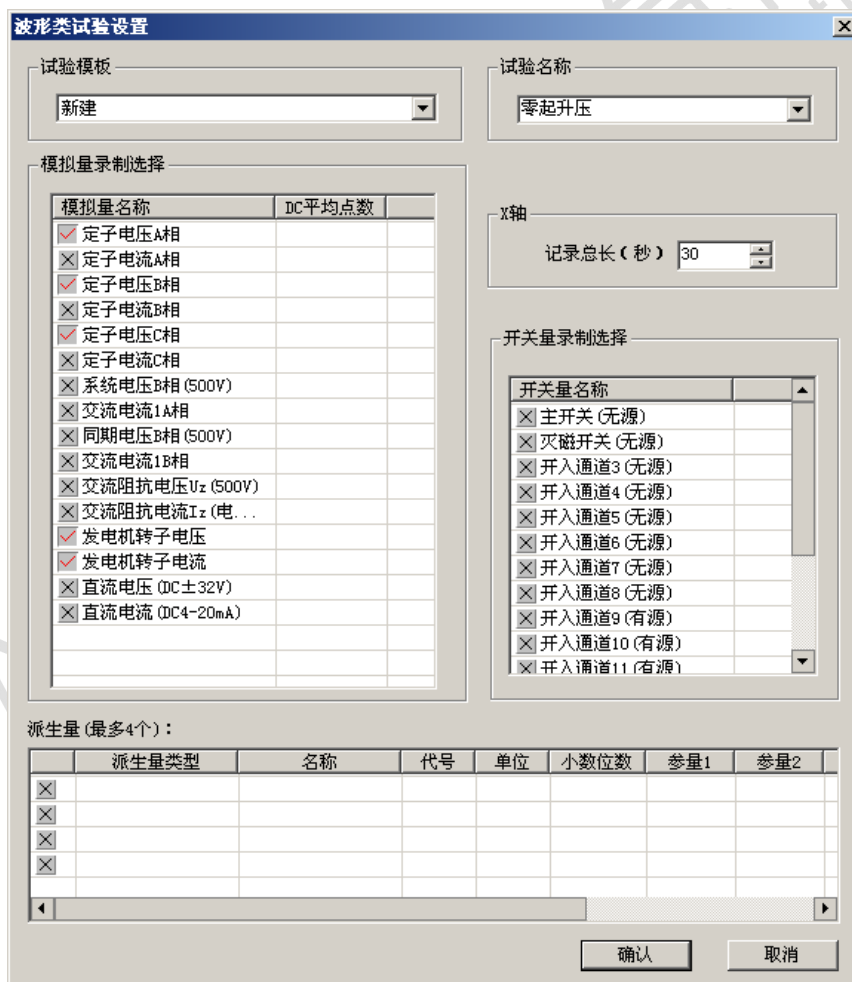
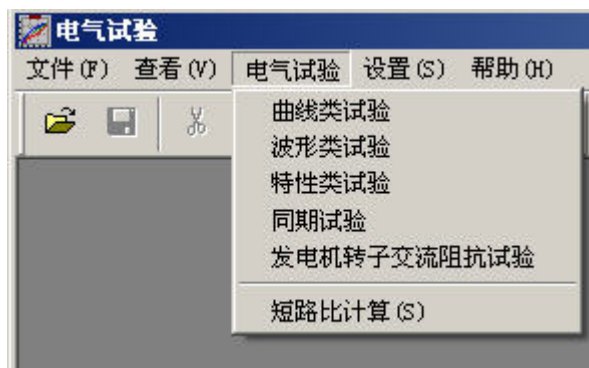
计算窗口给出了机组的短路比、Xd值。此项功能要求发电机空载数据达到机端电压的1.0倍以上。

6.3 曲线类试验和波形类试验

励磁类用波形类试验或曲线类试验都可以，参数选择和试验步骤基本是一样的，区别是波形类试验最长记录 60 秒，曲线类试验最长记录 600 秒。

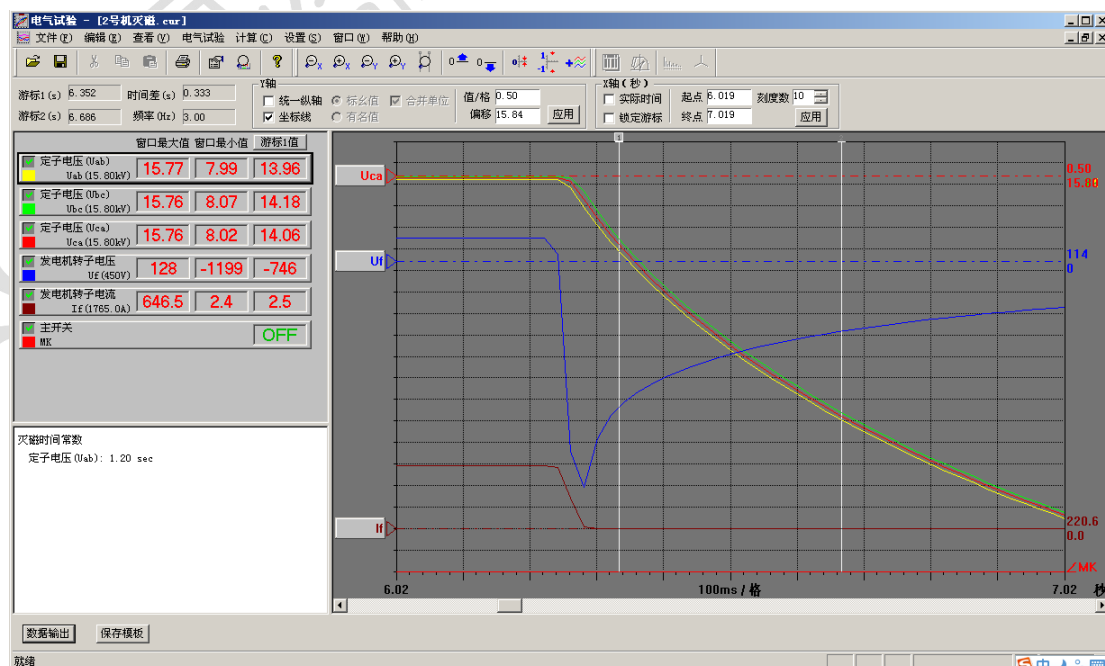
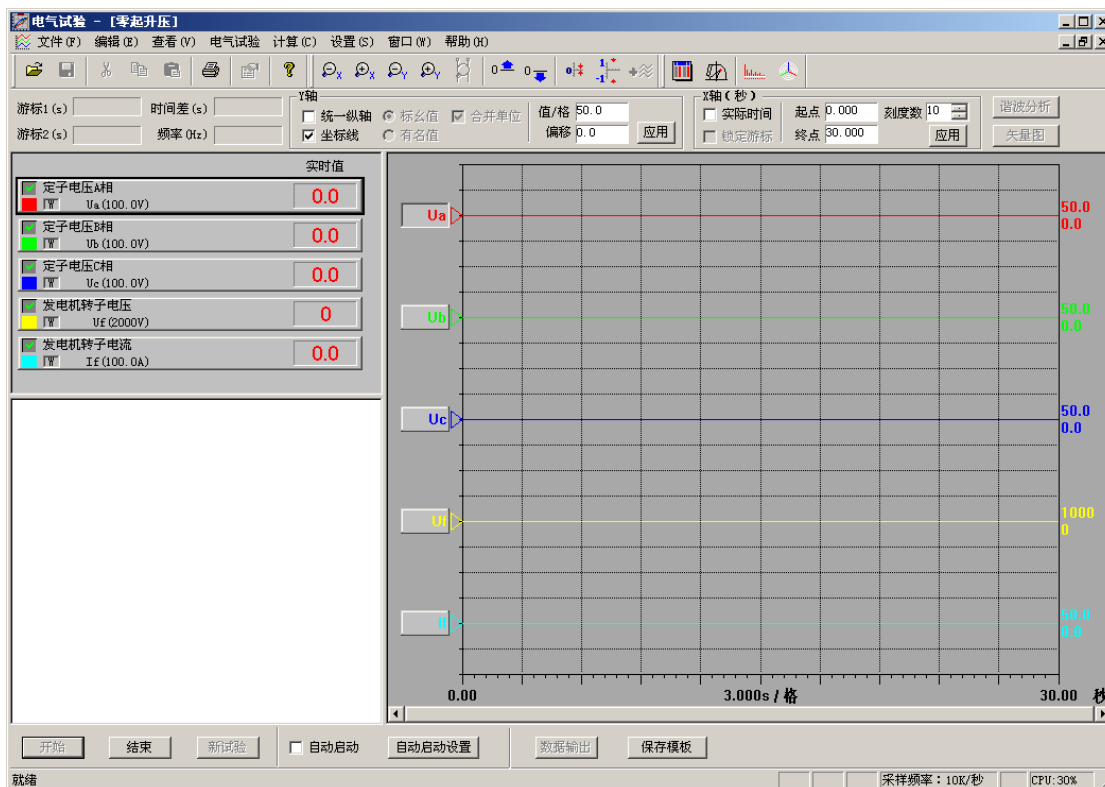
大部分励磁类试验只用到以下参量（例：零起升压试验、灭磁试验、通道切换试验、PT 断线试验、V/Hz 曲线试验、励磁调节器、甩负荷、PSS 等）：发电机定子电压 U_a 、 U_b 、 U_c ；发电机转子电压；发电机转子电流；

6.3.1 以波形类零起升压试验为例，运行试验程序→电气试验→波形类试验→选择参数



6.3.2 点击开始按钮开始试验，当我们需要的波形处于试验图中间位

置时点击结束，然后保存试验。如果所需试验波形超出了试验的设置时间就无法保存正确试验数据，这时需要重新重复一遍试验。



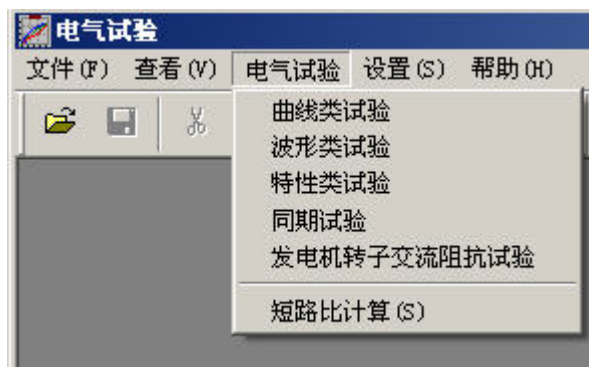
6.3.3 计算参数

打开试验文件，不同试验类型的计算参量不同，然后根据计算参量的提示操作。



6.4 假同期试验（同期表）

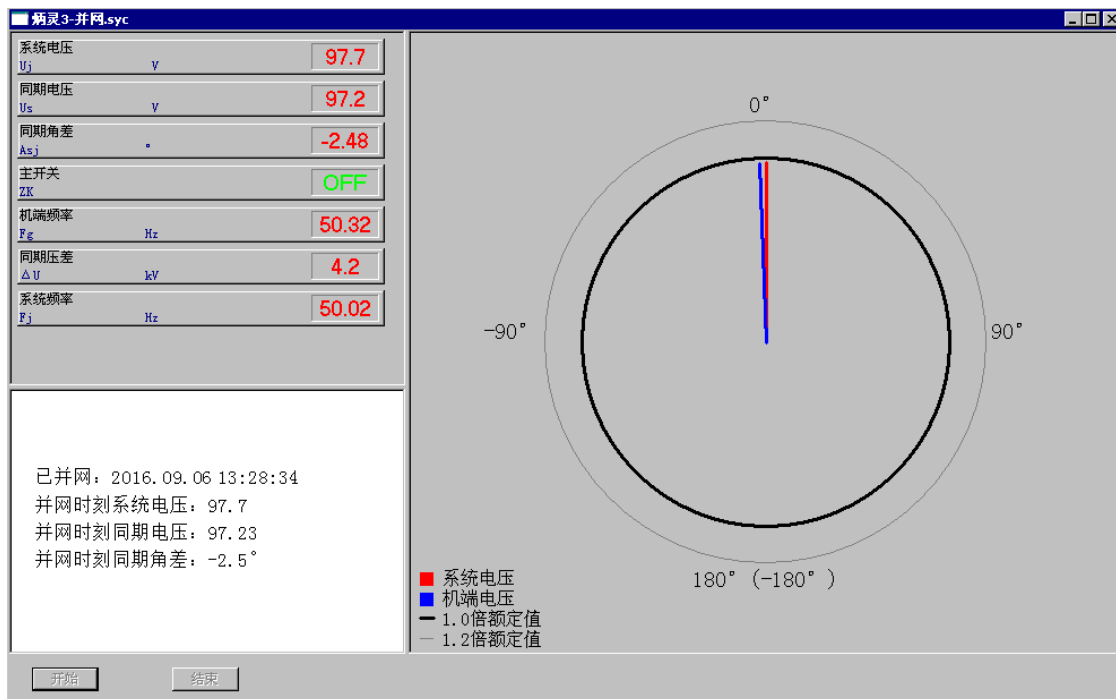
6.4.1 运行试验程序→电气试验→同期试验



6.4.2 选择试验参量



6.4.3 点击开始进行假同期试验，当主开关动作时同期表自动停止，点击结束按钮，保存试验数据



假同期注意事项:

同期试验用于记录并网时刻 U_j, U_s' 的相角差；试验中，通常需要用 U_s 折算 U_j' ，所以，必须获得正确的主变升压比、转角差。在“电气试验” (Trial.exe) 的同期试验模板中，有“主变升压比”、“主变转角补偿”，是必须正确设置的参数；其定义如下：

主变升压比 = $U_j \text{ 额定值} / U_s \text{ 额定值}$

主变转角补偿 = U_j' 与 U_s 的夹角 (°)， U_j' 超前取负号，滞后取正号。

如果 U_s 取自专用的同期电压，该电压与 U_j' 同相，主变转角补偿为 0，这是最简单的情况。

一般而言，用户可以选择显示 U_j, U_s 的一次或二次值；建议采用二次值，以简化设置。

同期角差:

同期压差是指 U_j 、 U_j' 的角差，生成此参量，需在计算量中增加一项：

计算量类型	名称	代号	单位	参量（保证次序）
相角差	同期角差	Ajs		U_s 、 U_j 、转角补偿

同期压差:

同期压差是指 U_j 、 U_j' 的矢量差，生成此参量，需在计算量中增加一项：

计算量类型	名称	代号	单位	参量（保证次序）
同期压差	同期压差	dU	V(kV)	U_s 、 U_j 、Ajs、 U_j 额定值、 U_s 额定值

所有不同试验类型可以同时进行。例如：同期试验可以同时打开同时试验和波形类试验。其中同期试验如上设置和开始。波形类同期试验选择参量：系统电压，同期电压，主开关合闸节点（无源节点），同期装置信号，派生量选择参量：同期压差，同期角差。操作如曲线类试验。

6.5 发电机转子交流阻抗类试验

发电机转子交流阻抗试验需要使用交流阻抗电压通道 (AC500V)、交流阻

抗电流通道（AC100A电流钳），这两个通道不是标准配置，如果用户需要这一试验功能，需要在订货时声明。基于阻抗电压、阻抗电流，仪器配置了有交流阻抗有功功率、交流阻抗无功功率、交流阻抗三个计算量。

6.5.1 运行试验程序→电气试验→发电机转子交流阻抗试验→选择参数→设置新阶段（即当前转速）→开始，在试验升压过程中可以自动记录数据或者手动记录数据。

试验方式：手动记录数据点和自动捕捉数据点两种。

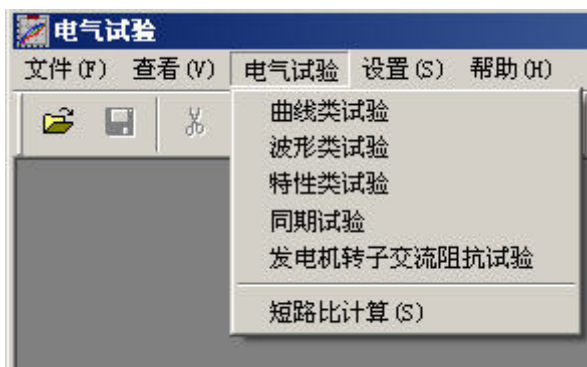
手动记录：在手动记录试验模板中，手动控制记录采样点；自动方式时无效。

自动捕捉依据：在基准参量中选择自动捕捉数据的参量

参量选择：按实际接线选择交流电压、电流通路，以及有功、无功、交流阻抗

按步长等距取值：输入步长、点数，在基准参量上升过程中，程序自动录制数据点

按表格取值：在基准参量上升过程中，按表格数值捕捉、录制数据点



试验方式

☐ 手动记录数据点
 ☒ 自动捕捉数据点

参量选择

阻抗电压

交流阻抗电压 U_z (500V)

阻抗电流

交流阻抗电流 I_z (电流钳)

有功功率

交流阻抗有功功率

无功功率

交流阻抗无功功率

阻抗

交流阻抗

自动捕捉依据

基准参量

阻抗电压 U

☐ 按步长等距取值

5

共取

0

点数据

☒ 按表格取值

序号	数值	
1	30	
2	50	
3	80	
4	100	
5	120	
6	150	
7	180	
8	200	
9	220	
10	250	
11	280	

增加一点

删除一点

清空表格

确认

取消

[illegible]

6.5.2 试验结束后，保存试验数据或者导出数据进行分析

输出Excel文件：试验结束后将数据表格转换为Excel表格。

输出文本文件：试验结束后将数据表格转换为*.TXT文件。