

---

# 操作说明书

气有限公司  
ric Co., Ltd.

## ZWFLC-T

### 24 通道高速数据采集分析仪

武汉中能新仪电气有限公司

---

## 简介

WFLC-T 便携式故障录波仪，是以 DSP、嵌入式操作系统为核心，采用三层体系结构，实现了数据采集、处理、传输、存储功能的便携式装置。

基于 DSP 的先进数据处理能力，录波仪实现全数字模拟信号滤波，可以根据用户需要，灵活地采用不同的采样频率，最高为 100K/S，可用于暂态电气信号的录制分析。

采用先进工控内核，结合嵌入式操作系统，高效、可靠地实现数据高级处理、传输、存储、显示功能。

录波仪提供上位机软件包，可安装于基于 Windows 操作系统的计算机，如笔记本电脑、工程师站、DCS 主机等。上位机通过现场总线或局域网与录波仪连接，实现远程控制、数据共享、电气试验等功能。

### 录波仪主要功能包括：

**故障录波：**按用户预先定义的故障判据，录波仪实时监测被测信号，并在出现故障时，启动波形录制，同时通知上位机，录制的数​​据保存在永久存储器上，掉电不失。此功能可用于电力系统或其他关键设备的运行监测，用于故障诊断、排除故障。

**实时监测：**录波仪接入了 16 路开关量、24 路模拟量。录波仪实时计算模拟量有效值，计算量值（频率、有功、无功、零序、负序等），并可实时计算谐波（同时计算 3 路，最高 21 次）、矢量图（最多 4 组，每组最多包括 6 个模拟量）。所有以上数据，包括开关量状态、模拟量波形都可以实时显示。有效值、开关量可以实时传输给上位机。

**3 天历史曲线：**录波仪可以以每秒一点的频率，记录 16 路开关量和 8 个模拟量（任选、包括计算量），总计 3 天，循环记录，用以描述被测信号的长期趋势。录制的数​​据掉电不失。

**发电机总启动电气试验：**录波仪可以方便实现任意二组参量的 X-Y 特性试验，可做曲线拟合。也可以替代振子示波器，录制任选的模拟量有效值。功能覆盖发电机空载试验、短路试验等，以及励磁调解器阶跃试验、灭磁试验、零起升压试验等。录波仪进行电气试验，可提高试验效率、测量精度和数据处理能力，实现电气试验的自动化。

录波仪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。

# 目 录 A

## 录波仪使用说明

一、	功能特征	A-1
二、	技术规格	A-2
三、	录波仪 结构	A-5
3.1	前面板示意图	A-5
3.2	后面板示意图	A-5
3.3	信号接线	A-5
3.3.1	接线前，确认模拟通道的输入阻抗	A-5
3.3.2	交流电压接线	A-6
3.3.3	毫伏量通道	A-6
3.4	转速信号通道	A-6
四、	参量配置	A-8
4.1	模拟通道	A-8
4.2	派生量	A-9
4.3	开关信号	A-10
五、	界面和基本操作	A-12
5.1	状态条	A-12
5.2	按键	A-12
5.3	主菜单操作	A-12
5.4	对话框操作	A-12
5.5	画面信息条	A-13
六、	设置	A-14
6.1	采样频率	A-14
6.2	通讯	A-14
6.2.1	串行口	A-14
6.2.2	网络（TCP/IP）	A-14
6.3	模拟通道	A-14
6.4	开关通道	A-15
6.5	故障记录格式	A-15
6.6	模拟量启动参数	A-16

6.7	开关量启动参数	A-16
<b>七、</b>	<b>故障监录</b>	<b>A-17</b>
7.1	自动启动	A-17
7.2	手动启动	A-17
7.3	故障区	A-17
7.4	记录管理	A-17
7.5	记录自动覆盖	A-17
7.6	记录的永久保存	A-17
7.7	打开故障记录	A-18
7.7.1	放大/缩小	A-18
7.7.2	移动	A-18
7.7.3	光标1、光标2	A-19
7.7.4	显示参量选择	A-19
7.8	上传故障记录到PC机	A-19
<b>八、</b>	<b>谐波分析</b>	<b>A-20</b>
8.1	实时显示/谐波分析	A-20
8.2	选择模拟通道对话框	A-20
<b>九、</b>	<b>实时监测仪</b>	<b>A-21</b>
9.1	实时显示/列表	A-21
9.2	实时显示/波形	A-21
9.2.1	放大/缩小	A-22
9.2.2	移动	A-22
9.2.3	光标1、光标2	A-22
9.2.4	显示参量选择	A-23
9.3	实时显示/矢量图	A-23
9.3.1	矢量图设置对话框	A-24
<b>十、</b>	<b>趋势图</b>	<b>A-25</b>
10.1	设置	A-25
10.2	实时显示	A-26
10.3	趋势图记录文件	A-26
10.4	模拟通道设置对趋势图的影响	A-26
<b>十一、</b>	<b>发电机总启动电气试验</b>	<b>A-27</b>

---

## 目 录 B

### PC软件使用说明

一. 软件包构成	B-1
二. 运行准备	B-2
2.1 PC机需求	B-2
2.2 运行准备	B-2
2.2.1 设备通讯	B-2
2.2.2 参量设置	B-3
三. 监测程序	B-4
3.1 界面	B-4
3.2 记录列表	B-4
3.3 模拟量总汇窗口	B-5
3.4 开关量总汇窗口	B-5
3.5 输入口令/关闭授权	B-5
3.6 录波仪参量设置	B-5
3.7 录波仪故障记录格式设置	B-5
3.8 修正录波仪时钟	B-6
3.9 数据分析	B-6
3.10 软件启动故障录制	B-6
3.11 实测功角初始角	B-6
四. 数据分析程序	B-7
4.1 界面	B-7
4.2 工具条	B-8
4.3 打开记录文件	B-8
4.4 打印	B-9
五. 电气试验	B-10
5.1. 实验准备	B-10
5.1.1. 参量配置、建立本次试验用文件夹	B-10
5.1.2. 确定试验项目、接线方案	B-10
5.1.3. 检查试验模板	B-10
5.1.4. 接线	B-10

5.2. 设置	B-11
5.2.1 通讯设置	B-11
5.2.2 参量配置	B-11
5.2.3 实测功角初始角归零	B-11
5.2.4 画面颜色	B-11
5.3. 监测功能	B-12
5.3.1. 实时参量列表	B-12
5.3.2. 运行容量图	B-13
5.3.3. 实时谐波分析	B-13
5.3.4. 实时矢量图	B-15
5.4. 曲线类试验	B-16
5.4.1. 试验界面	B-16
5.4.2. 试验模板	B-17
5.4.3. 试验操作	B-18
5.4.4. 曲线画面刷新速率	B-19
5.4.5. 计算功能	B-19
5.4.6. 加入参量	B-19
5.4.7. 打印	B-20
5.5. 波形类试验	B-20
5.5.1. 直流量	B-21
5.5.2. 派生量	B-21
5.5.3. 试验界面	B-22
5.6. 特性类试验	B-23
5.6.1. 试验模板	B-23
5.6.2. 试验操作	B-24
5.6.3. 拟合曲线	B-25
5.6.4. 数据分析	B-26
5.6.5. 短路比计算	B-26
5.7. 进相类试验	B-26
5.7.1. 试验设置	B-27
5.7.2. 试验画面	B-28
5.7.3. 试验操作	B-28

---

5.8. 同期类试验	B-29
5.8.1. 试验所需参量	B-29
5.8.2. 试验设置	B-30
5.8.3. 同期试验窗口简介	B-31
5.8.4. 同期类试验的试验步骤	B-31
5.9. 发电机转子交流阻抗类试验	B-31
5.9.1. 试验设置	B-32
5.9.2. 试验窗口	B-32
5.9.3. 自动录制的试验步骤	B-33
5.9.4. 手动录制的试验步骤	B-33
5.10. 发电机定子铁心磁化试验	B-33
5.10.1 设置	B-33
5.10.2 计算铁心轭部质量	B-33
5.10.3 进行试验	B-34



武汉中能新仪电气有限公司  
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.

---

# 录波仪 使用说明 **A**



武汉中能新仪电气有限公司  
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd



## 一、 功能特征

### ◆ 电气隔离24路模拟量、16路开关量同步采样

输入信号处理通道全部采用电气隔离，隔离耐压3000VDC。

### ◆ 灵活的采样频率

录波仪允许选择从 10K/s 到 100K/s 的多种采样频率，以满足不同应用需要。最高采样频率为 100K/s（2路模拟通道、16路开关通道），当24路模拟量、16路开关量全部打开时，录波仪的采样频率为10K/s。

### ◆ 实时有效值计算

录波仪对模拟通道进行无延迟的有效值计算。交流量RMS每10ms生成一点。

### ◆ 实时派生量计算

用户可以定义最多达24个派生量，包括频率、有功、无功等多个类型。录波仪进行无延迟的派生量计算。

### ◆ 对接入通道、派生量实时监视，多种故障启动方式

在任何运行状态下，录波仪都根据用户设置的启动量、启动方式、启动值，实时监视接入量，一旦满足启动判据，即按用户设置格式记录波形。故障记录文件存储容量为2GB。如果连接了上位机（PC机），录波仪即时通知上位机。

### ◆ 发电机总启动电气试验功能

连接PC机，录波仪可以进行发电机总启动电气试验，包括发电机、励磁机的短路、空载试验，励磁调节器特性试验等。

### ◆ 实时监测

实时谐波分析、实时波形显示、矢量图画面。

### ◆ 6.4" TFT显示屏

分辨率为640\*480

### ◆ 串行口通讯RS-232C

可以定制为半双工时序，可通过RS232/485转换器接入RS-485总线。

### ◆ 10/100Mbps局域网接口

录波仪具备1个局域网接口，可以直接连接PC机，也可接入局域网。

### ◆ PC软件

PC软件运行于Windows平台，通过串行口或网络接口连接。提供实时监视、参数设置、数据分析、发电机总启动电气试验等功能。

## 二、 技术规格

### 1. 24路同步采样模拟通道

◆ 模拟通道A/D分辨率：16位

◆ 有效值准确度：0.2%

录波仪装有6个模拟信号处理模块，每个模块由3路模拟通道组成。

模块种类：

型号	第1通道	第2通道	第3通道
PMRC1001	AC150V	AC150V	AC150V
PMRC1002	AC10A	AC10A	AC10A
PMRC1003	DC±2000V	DC±500V	DC±100mV
PMRC1004	DC±10V	DC±10V	DC±10V
PMRC1005	DC4-20mA	DC4-20mA	DC4-20mA
PMRC1006	AC150V	AC150V	AC500V
PMRC1007	AC10A	AC10A	AC100A 电流钳
PMRC1008	AC500V	AC500V	AC500V
PMRC1009	AC100A 电流钳	AC100A 电流钳	AC100A 电流钳
PMRC1010	AC10A 电流钳	AC10A 电流钳	AC10A 电流钳
PMRC1011	转速信号(1:1/1:60)	DC±2000V	DC±100mV
PMRC1012	转速信号(1:1/1:60)	DC±100V	DC4-20mA
PMRC1013	DC±100V	DC±100V	DC±100V

输入特性：

信号类型	输入阻抗
AC150V	> 80k Ω
AC500V	> 300k Ω
AC10A	< 0.05 Ω
DC±2000V	> 2.0M Ω
DC±500V	> 500k Ω
DC±100V	> 100k Ω
DC100mV	> 8k Ω
转速信号(1:1/1:60)	> 300k Ω (50Hz)
DC±10V	> 15k Ω
DC4-20mA	120 Ω

6个模块的种类配置、量程，可根据用户要求调整，或可根据用户要求提供其他种类模块。

### 2. 16路同步采样开关量通道

标配为外接无源节点，通道内部输出+24V。可根据用户要求配置为各种电压范围的有源节点。

### 3. 24路实时派生量

录波仪最多可设置24路派生量，各类型的准确度如下表所示。派生量的具体种类、算法请参见“3.4 派生量”。

类型	准确度	备注
频率	$\pm 0.02\text{Hz}$	
有功功率	0.5%	$\cos \phi 1.0 - 0.5$ 电压>50% 电流>10%
无功功率	0.5%	$\sin \phi 1.0 - 0.5$ 电压>50% 电流>10%
功率因数	1.0%	
正序	1.0%	
负序	1.0%	
零序	1.0%	
两相负序	1.0%	
相角差	$\pm 0.3^\circ$	
实测功角	$\pm 0.3^\circ$	
两矢量差	0.5%	
两矢量和	0.5%	
线路功角	$\pm 0.3^\circ$	
交流阻抗	0.5%	
同期压差	1.0%	
计算功角	$\pm 1.5^\circ$	
标量和		由引用参量决定
标量差		由引用参量决定
一次函数		由引用参量决定

#### 4. 同步采样频率

采样通道数与最高可选采样频率的关系如下（适配）：

模拟通道数	开关通道数	最高采样频率
24	16	10K/s
10	16	20K/s
4	16	50K/s
2	16	100K/s

#### 5. 故障启动方式

模拟量：突变、过量、欠量

开关量：变位（闭合、断开）

#### 6. 故障记录容量

1GB

#### 7. 通讯

串行口：1个RS-232C端口，最大通讯波特率115200bps。使用专用串口通讯电缆（5芯）

网络：1个10/100Mbps 802.3u接口

## 8. 显示屏

6.4” 262144色TTF显示屏。

分辨率：640×480

## 9. 机箱尺寸 (mm)

448 (宽) ×178(高) ×318(深)

## 10. 重量

14kg(含铝合金包装箱)

## 11. 工作电源

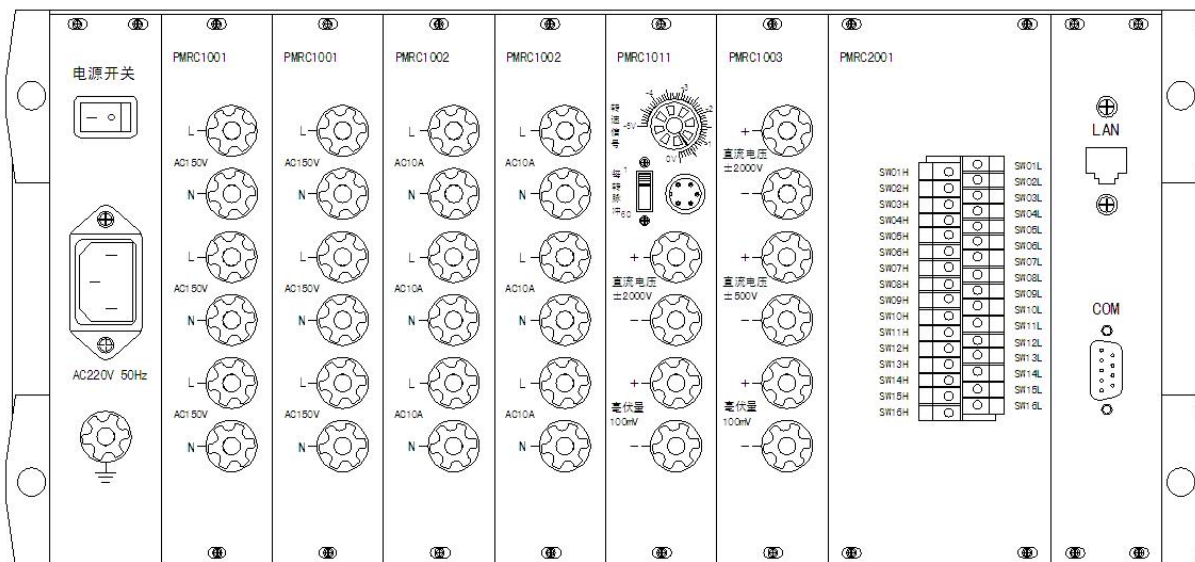
AC220V±15% 50Hz±0.5Hz；DC220V±15%



### 三、录波仪 结构

#### 3.1. 面板示意图

#### 3.2. 后面板示意图



#### 3.3. 信号接线

在接入被测信号时，应注意确认端子标记；接线错误可以损坏仪器。以下几点应特别注意：

##### 3.3.1 接线前，确认模拟通道的输入阻抗

用万用表电阻档，检查录波仪输入通道内阻：

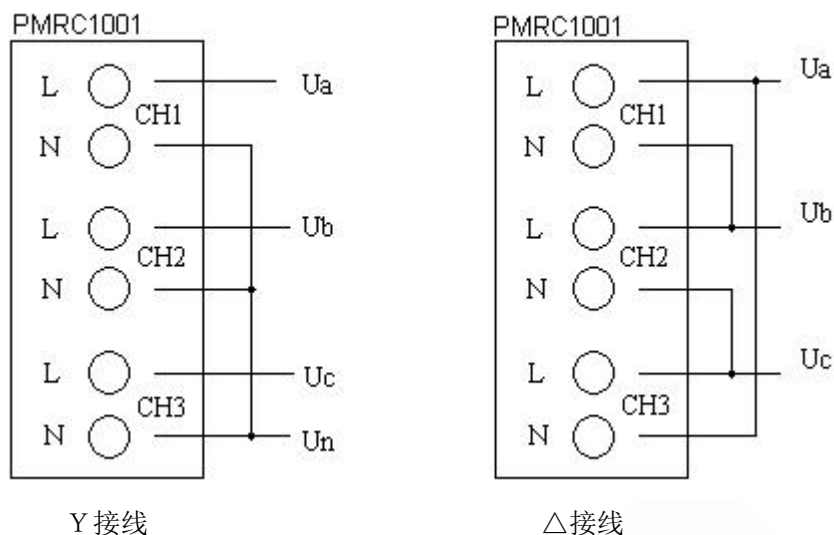
交流电流(AC10A)通道，内阻  $< 0.1 \Omega$

交流电压(AC150V)通道，内阻  $> 80k \Omega$

直流电压通道，内阻  $> 1M \Omega (\pm 2000V)$ ； $> 400k \Omega (\pm 500V)$

##### 3.3.2 交流电压接线

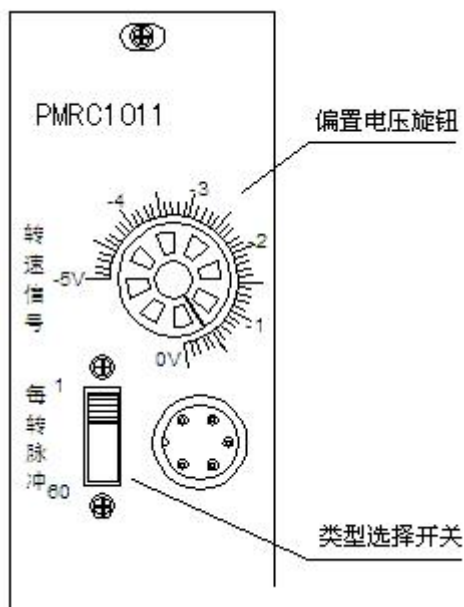
录波仪的交流电压通道，是每路独立的，即通道内部没有连线。接线时，应按被测信号的要求接线



### 3.3.3 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。

### 3.4. 转速信号通道



转速信号通道面板示意图

录波仪可以测量 3 种转速信号：

#### 1. 1 : 1 信号

即发电机转子每旋转一周发生一个脉冲信号。例如，在轴上刷一条反光漆，使用光电传感器发生的信号。

此时应将面板上的拨动开关拨至 1: 1 处，并通过调节偏置旋钮，使得脉冲信号基本达到正负对称。传感器发生的脉冲信号可以使用示波器观察，也可以将其并联至录波仪的 DC±300V，用”实时波形”功能观察。例如，观察到脉冲信号  $V_{pp}$  为 1-5V，则应将偏置旋钮调至 2-3V 位置，使得脉冲信号产生有效的过零点。

## 2. 1: 60 信号

这种信号来自 60 齿的齿轮盘，发电机转子每旋转一周发出 60 个信号。对应的，使用的一般是铁磁类型的传感器，发生的是正弦电压信号。此时偏置旋钮应该置于 0 位。

## 3. 脉冲数等于极对数

转子上的测速齿轮盘的齿数与机组的极对数相同，这种情况一般出现在水轮机组上。此时应将面板上的拨动开关拨至 1: 1 处，并在参量配置中设置极对数，详见 4.1 模拟通道。偏置旋钮应根据转速传感器的类型和信号的形态做具体的调节。

使用录波仪的”实时波形”观察到的转速通道的波形，不是转速传感器发生的信号，而是经过录波仪处理后得到的锯齿波。如果转速信号正常，且配置正确，应生成稳定的锯齿波，并且转速值、发电机功角值正常。转速信号的  $V_{pp}$  高于 1.0V，且有稳定的过零点，即可正常测量。



## 四、 参量配置

录波仪配置的参量包括有24路模拟通道、24路派生量、16路开关输入量。用户可以调整这些参量的设置。录波仪本机可做部分设置，完整的设置功能需要联机后使用PC软件进行。

参量配置功能由PMR.EXE的“功能菜单\参量配置”或TRIAL.EXE的“菜单\设置\参量配置”进入。



在这个对话框里，对录波仪的模拟通道、派生量、开关量进行全面设置。

### 4.1. 模拟通道

表格各栏的定义：

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。

类型：录波仪定义了3种模拟通道类型，各自有不同的处理方法：

交流通道：按均方根10ms计算一点有效值。

直流通道：对采样值平均，每10ms生成一点有效值。

转速通道：按信号过零点计算转速。

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、转速通道，输入信号的额定频率；直流通道输入0。

小数位数：显示时取小数的位数。

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”二栏清空。



对于转速信号，变比是极对数的含义。对于部分水轮机组，其转子上的测速齿轮盘的齿数与其极对数相同，此时应将极对数输入对应的设置项。

例如，某水轮机组的极对数为 28，额定转速为 107.1rpm，其安装于转子上的齿轮盘的齿数也是 28。此时，应将“变比一次”设为 1、“变比二次”设为 28，并将录波仪模块上的转速信号选择开关拨至 1:1 处。在运行时，仪表接收到的转速信号，是每分钟发生  $107.1 \times 28 = 3000$  个脉冲，仪表使用极对数（28）计算： $3000 / 28 = 107.1\text{rpm}$ ，得到了机组实际的转速。设置的极对数值，不影响发电机功角的计算。

对于额定转速为 3000rpm 的火电机组，应将“变比一次”、“变比二次”二栏清空。

此页面包含采样频率的选择，程序根据此时打开的模拟通道数，自动给出了可选的最高采样频率。模拟通道数与最高采样频率的关系请参见第二章技术规格中“同步采样频率”的说明。请根据信号特性选择采样频率。对于发电机总启动电气试验，录波仪的基本采样频率（10KHz）可充分满足准确度、响应时间的要求。

## 4.2. 派生量

**类型：**派生量类型，见下表

**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

**小数位数：**显示时取小数的位数

**参量1-6：**参与计算的参量，见下表

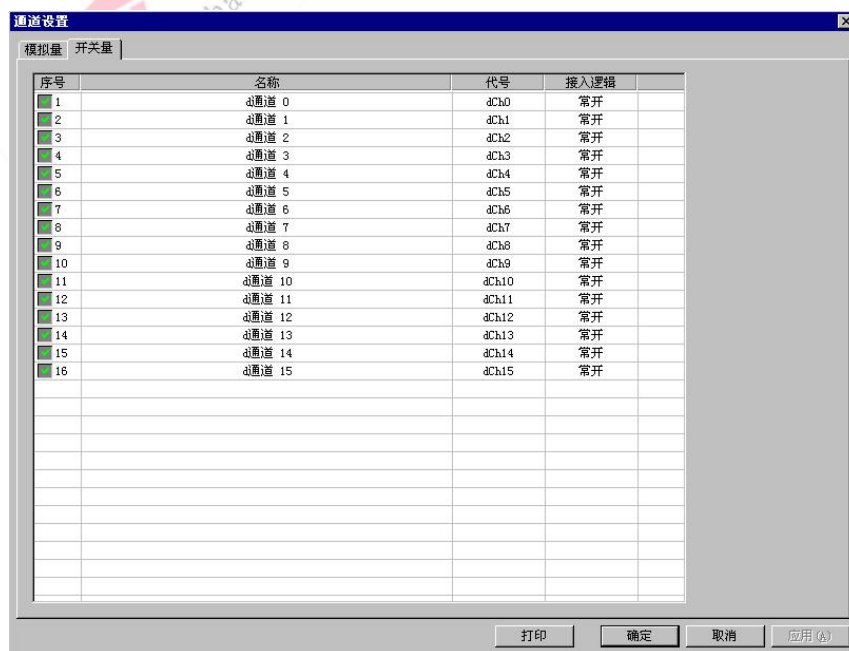
**设置要求：**



1. 模拟参量，含模拟通道和派生量，名称和代号必须唯一。
2. 模拟参量额定值不能为零。
3. 如果设置了模拟通道变比，则变比一次、变比二次都不能为零。
4. 派生量的参量1-6，依据类型不同，需要正确选择。

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				
线路功角	系统电压	系统电流	线路电阻	线路感抗	初始角	
计算功角	有功	无功	机端电压			
同期压差	机端电压	系统电压	同期角差			
实测功角	转速信号	机端电压				
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				

派生量定义表

## 4.3. 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：**如果外接的是开关的辅助节点，此处输入辅助节点的类型：常开或常闭。



## 五、界面和基本操作

### 5.1. 状态条



在运行中，录波仪在显示画面下部显示状态条，状态条包括以下信息：

**功能路径：**显示录波仪的IP地址，及所处的显示画面，或者打开的记录文件名。

**采样频率：**当前所用采样频率。

**故障记录区状态：**录波仪共分配了3个故障记录区，此项指示了各区的状态。



（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永久存储器。

**趋势图运行状态：**显示趋势图当前是否运行。



趋势图处于停止状态。



交替显示，趋势图处于运行状态。

**串行口运行状态：**显示串行口数据包的传送。



交替显示，每次交替表示发送了一个数据包。

**网络运行状态：**显示网络数据包的传送。



交替显示，每次交替表示发送了一个数据包。

**实时时钟：**实时显示录波仪时钟。

**运行/暂停状态：**有些实时显示画面支持暂停，暂停时此处显示提示。

### 5.2. 按键

此处说明在没有打开对话框的时候，录波仪的按键的通用用途。各按键在对话框中的用途，请参见“对话框操作”。

- ◆ **菜单：**弹出主菜单。
- ◆ **F1：**对于实时显示画面，暂停画面刷新（不影响录波仪的其他功能）。
- ◆ **F2：**用于翻页（对于实时列表），或存储一个当前画面的记录（对于其它实时显示画面）。
- ◆ **F3：**打开画面设置对话框。
- ◆ **↵、Esc：**在对话框中使用。
- ◆ **Tab：**参见“画面信息条”，或在对话框中使用。
- ◆ **→、←、↓、↑：**参见“画面信息条”，或在菜单、对话框中使用。

### 5.3. 主菜单操作

在没有打开对话框的时候，按菜单键弹出菜单。

- ◆ **↓、↑：**移动选择焦点。
- ◆ **→：**进入子菜单。
- ◆ **↵：**选择菜单项。
- ◆ **Esc：**退出菜单（返回到上一级菜单）。

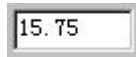
### 5.4. 对话框操作

在录波仪的对话框中，有基本的操作提示。以下是录波仪的对话框操作的总结：

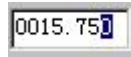
- ◆ **↵ 键**：记录、应用对话框的输入，并退出。
- ◆ **Esc键**：放弃对话框的输入，并退出。
- ◆ **Tab键**：切换对话框中控件的输入焦点。
- ◆ **F1**：状态切换，包括复选框和列表控件。
- ◆ **F2**：编辑列表控件中的选中的行。
- ◆ **方向键**：在一组单选按钮中选择；在列表框中选择。
- ◆ **对话框中数字输入框的使用**

在设置过程中，有时需要输入数字，录波仪的数字输入框采用方向键操作。录波仪对每个数字输入框预先定义了格式，包括：整数位数、小数位数、是否有负号。

例如，对于模拟量额定值，数字预先定义的格式为：4位整数、3位小数、可以有负号。某模拟量的额定值为15.75，在设置对话框中，输入框没有获得输入焦点时的状态：



按Tab键，使其获得输入焦点：



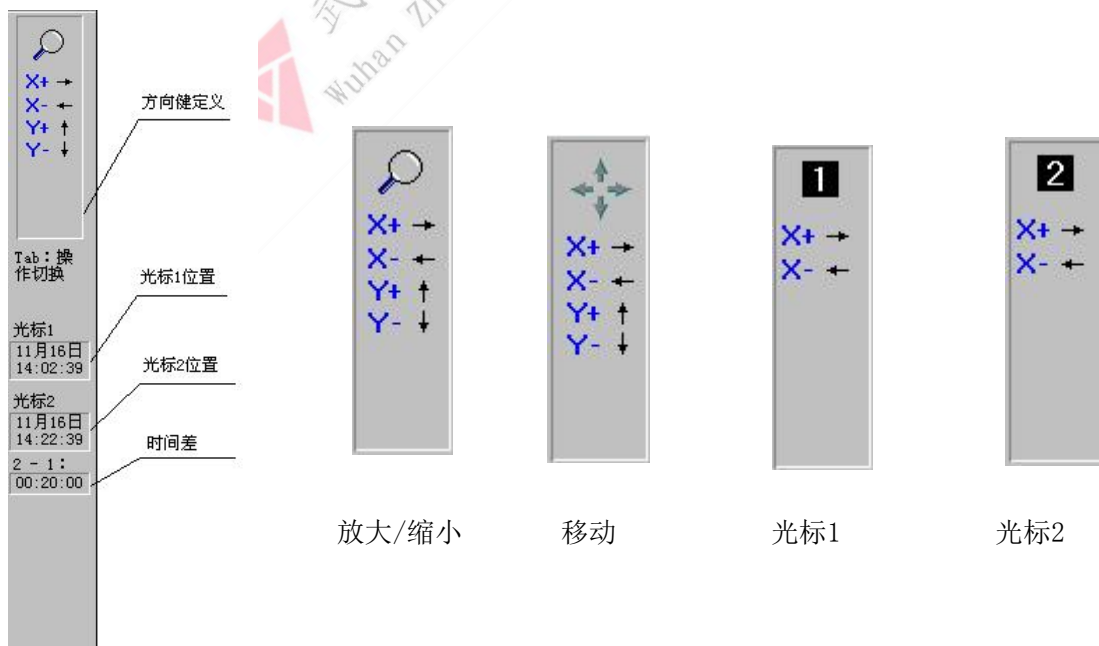
此时可以使用方向键→、←选择要改变的位，然后用方向键↓、↑改变该位的值；对于最高位，如果格式规定可以有负号，则在“0”时，按方向键↓出现负号。

## 5.5. 画面信息条

在“实时显示/波形”等画面，屏幕右侧出现信息条。信息条分为：

**方向键定义区**：指示当前的方向键功能定义，使用Tab键轮换功能。

**光标信息区**：显示2个光标在时间轴上的位置。



## 六、 设置

按“菜单”键，选择弹出菜单的“设置”，可以进入以下的设置项。受录波仪的键盘限制，部分需要输入字母、汉字的设置内容，需要在PC机上进行。

### 6.1. 采样频率

录波仪的模拟量、开关量使用相同的采样频率，同步采样。可选用的最高采样频率取决于采样的模拟通道的数目，对应关系请参见“技术规格”一章的相关说明。

使用上、下箭头键，选择录波仪当前使用的采样频率，如果选择超过了最高可用值，录波仪会给出提示，并自动选用当前可用的最高值。

### 6.2. 通讯

#### 6.2.1 串行口

设置串行口的波特率；对于具有485接口的型号，还在此选择使用的串行端口号（COM1、COM2）。

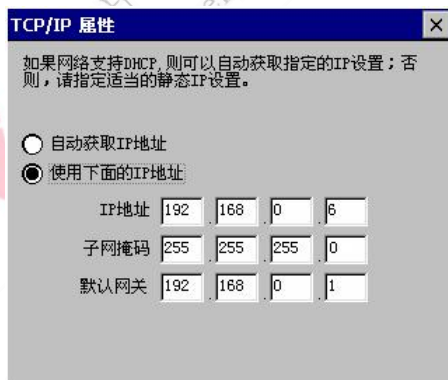


**串行口：**用随机附带的专用串口通讯电缆（5芯），连接PC机串口。

**波特率：**4800 - 115200可选；由用户选择能够保证通讯稳定的最高值。

**注意：**更改录波仪的串口设置后，应关机，重新启动。

#### 6.2.2 网络（TCP/IP）



TCP/IP协议需要根据接入的局域网的具体要求设置。

**注意：**更改录波仪的TCP/IP属性后，应关机，重新启动。

### 6.3. 模拟通道

#### 1. 打开/关闭某个（些）模拟通道。

运行时，录波仪跳过被关闭的通道，不进行采样、计算、显示、记录。关闭不使用的模拟通道，可以：

- ◆ 提高录波仪的可用采样频率。
- ◆ 减小故障记录，可以存储更多记录，并缩短记录上传时间。

- ◆ 使显示画面简洁清晰。
- 2. 选择模拟通道的单位符号。
- 3. 设定模拟通道额定值。
- 4. 设定模拟通道是否接有外部变换器。

外部变换器指CT、PT、分流器等设备。通过设置变换器变比，使录波仪显示、记录接入参量的一次值。

#### 6.4. 开关通道

1. 打开/关闭某个（些）开关通道。

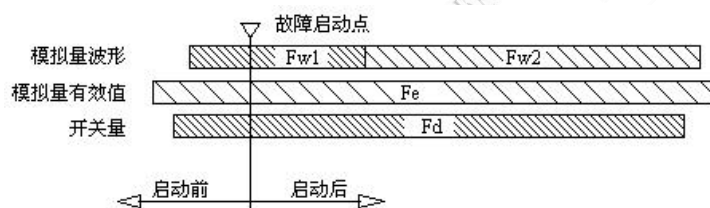
关闭开关通道，不能提高录波仪的可用采样频率。

2. 设定开关通道的外接逻辑。

有“常开”、“常闭”两个选项。当选择“常闭”时，录波仪将实测的开关状态取反。

#### 6.5. 故障记录格式

当录波仪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：



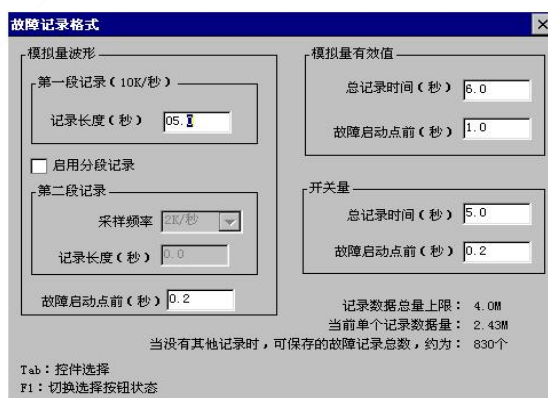
故障记录的三种数据（模拟量波形、模拟量有效值、开关量状态）采用不同的记录格式（故障前、后记录长度，对于波形还有第一段、第二段的长度和第二段记录频率）。

Fw1: 波形第一段记录频率，使用录波仪当前采样频率。

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（含派生量）记录频率，固定为1点/20ms。

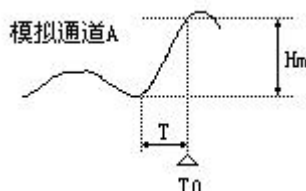
Fd: 开关量记录频率，使用录波仪当前采样频率。



## 6.6. 模拟量启动参数

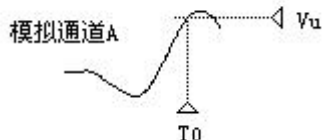
运行中，录波仪监测模拟量（含派生量）的状态，模拟量的突变、过量、欠量，可以启动故障记录。设置表格中，每个模拟量对应应有“突变启动值”、“过量启动值”、“欠量启动值”3栏，如果栏为空，则禁止了该通道的该种启动方式。3种方式的写入值的含义如下：

### 1. 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），录波仪将启动故障记录，并把 $T_0$ 作为故障零点。其中阶跃时间 $T$ 必须小于等于60ms，即录波仪不把缓变的模拟量有效值变化认作突变。

### 2. 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 $V_u$ ，录波仪立即启动故障记录，并把 $T_0$ 作为故障零点。

### 3. 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 $V_l$ ，录波仪立即启动故障记录，并把 $T_0$ 作为故障零点。

**注意：**当录波仪因某通道过量（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，录波仪锁定该通道的过量（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。

## 6.7. 开关量启动参数

运行中，录波仪监测开关量的状态，开关量的变位可以启动故障记录。设置表格中，每个开关通道对应应有“闭合启动”、“断开启动”2栏。如果栏写入“√”，则允许该通道的该种启动方式，否则禁止。



## 七、故障监录

### 7.1. 自动启动

处于运行状态，录波仪即依据用户定义的故障判据（参见“设置”一章），实时监测故障的发生，这是录波仪不可禁止的功能。

### 7.2. 手动启动

- ◆ 当录波仪不在故障记录状态时，用户可以手动启动一次故障记录：
- ◆ 通过“菜单\启动”选项。
- ◆ 通过上位机的“启动录制”按钮。

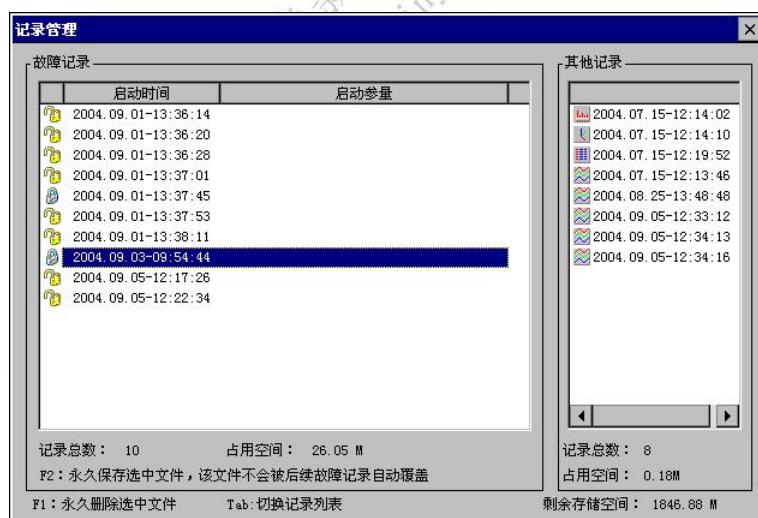
### 7.3. 故障区

为了避免在使用较慢速永久存储器（如CF卡）时，由于故障记录写入的延时，造成故障记录盲区，录波仪在内存中分配了3个故障记录缓冲区，运行时轮流使用。在状态条上，有这3个区的状态指示，参见“界面和基本操作”一章。

### 7.4. 记录管理

按“菜单”键，选择弹出菜单的“记录”，打开记录列表对话框，对话框左侧的列表是故障记录列表。

在打开的记录列表对话框中，按 $\checkmark$ 键，打开选定的记录文件，进入分析画面；用户可以手动删除故障记录（F1），这是永久删除。




### 7.5. 记录自动覆盖


录波仪采用循环方式管理故障记录。故障启动后，录波仪生成一个新的记录，如果此时存储空间不足，录波仪会删除最旧的一个故障记录，然后保存新记录。

录波仪能够保存的记录数目，取决于故障记录的大小，而故障记录的大小由记录格式决定，请参见“故障记录格式”。

### 7.6. 记录的永久保存

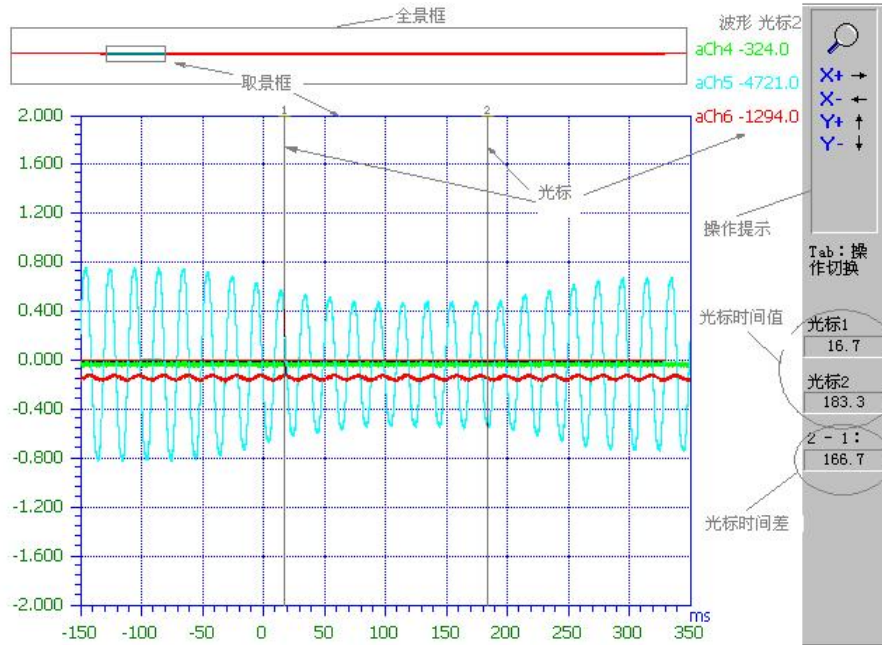
在打开的记录列表对话框中，用户可以“永久化”需要保留的记录(F2)。永久化的记录，即便是当前最旧的记录，也不会被新的记录覆盖。建议将需要长期保存的记录上传至PC机，因为过多的永久化记录减少了录波仪的循环存储空间。列表中用图标标明故障记录的状态：

 未被永久化的记录。

 被永久化的记录。

### 7.7. 打开故障记录

在打开的记录列表对话框中，按“↵”键，打开选定的故障记录，进入分析画面。分析画面如下图所示：



画面横向为时间轴，时间零点为故障启动点，故障前时间显示为负；纵向为幅值，由于各模拟量的额定值可能不同，为方便比较，纵轴采用标幺制，即为“实时值/额定值”。而光标对应处显示为有名值（实际值）。

开关量从下向上依次排列，坐标系右侧的“∠xxxx”标明开关量的代号，符号“∠”的尖角位置与开关量的“断开”状态对应，高于此处的位置为“闭合”状态。

模拟量曲线与光标对应值使用一致的颜色。

**全景框**，横向为记录的时间全长，纵向为记录的最小到最大标幺值，显示了记录的“全景”。

**取景框**，显示了当前画面在记录全景中的位置。

按“Tab”键，切换键盘操作，共有4组操作：“放大/缩小”、“移动”、“光标1”、“光标2”。

#### 7.7.1. 放大/缩小



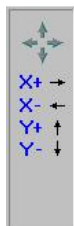
方向键 →：放大取景框时间轴，波形横向压缩。

方向键 ←：缩小取景框时间轴，波形横向展开。

方向键 ↑：放大取景框纵轴（标幺值轴），波形纵向压缩。

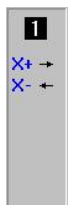
方向键 ↓：缩小取景框纵轴（标幺值轴），波形纵向展开。

#### 7.7.2. 移动



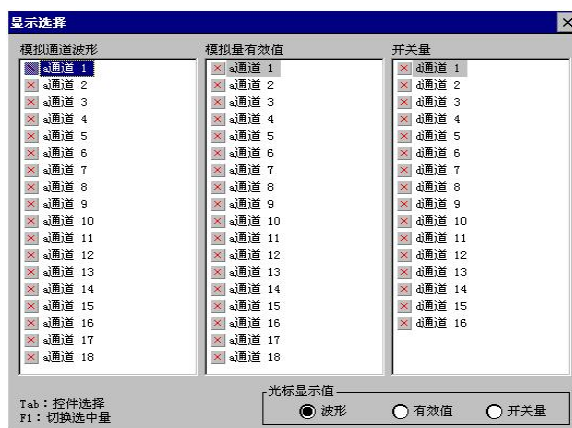
方向键 →: 取景框右移, 波形向左移动。  
 方向键 ←: 取景框左移, 波形向右移动。  
 方向键 ↑: 取景框上移, 波形向下移动。  
 方向键 ↓: 取景框下移, 波形向上移动。

### 7.7.3. 光标1、光标2



方向键 →: 光标右移  
 方向键 ←: 光标左移

### 7.7.4. 显示参量选择



按F3键打开参量选择对话框, 选择在画面上显示的参量。

按F1键切换选中的参量。

按Tab键在列表框间切换输入焦点。

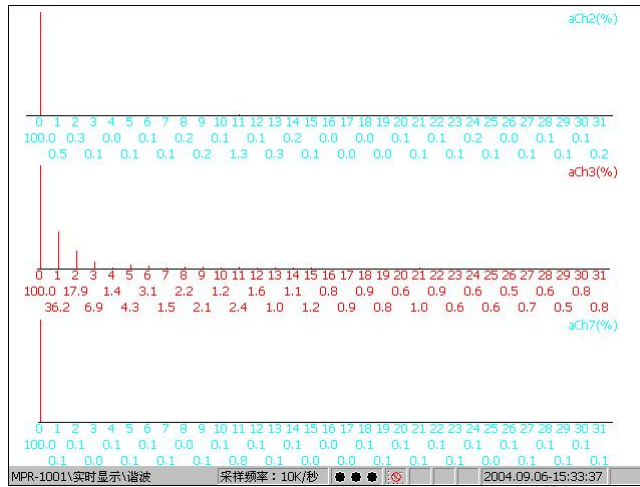
## 7.8. 上传故障记录到PC机

上位机可以列出当前录波仪存储的全部故障记录文件, 并可上传文件到本地硬盘, 具体操作请参见PC机软件包用户手册。

## 八、 谐波分析

### 8.1. 实时显示/谐波分析

按“菜单”键，选择弹出菜单的“实时显示/谐波分析”，进入实时谐波分析画面。



谐波分析画面支持的操作：

**F1:** 运行/暂停

**F2:** 保存当前数据到存储器。记录的类型用图标  标记，文件扩展名为“HAR”。在记录列表中，可以打开、删除记录。

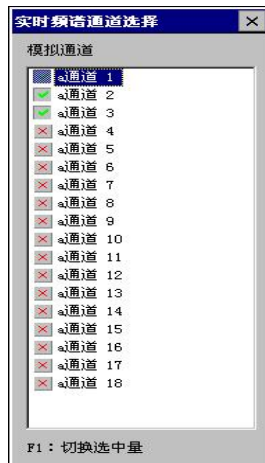
**F3:** 选择模拟通道

保存的数据作为一种记录，可以用记录列表对话框（按“菜单”键，选择弹出菜单的“记录”）打开、删除。

### 8.2. 选择模拟通道对话框

按F1键切换选中的参量。

录波仪最多可同时进行3个模拟通道的谐波显示，选择多于3个通道的操作将被禁止。



## 九、实时监测

运行中，录波仪实时进行有效值、派生量计算，所以可以作为实时监测仪使用。并且录波仪可以作为其他设备的数据源，通过串行口或网络接口发送实时数据包。作为实时监测仪使用时，不影响录波仪的故障录波功能。

### 9.1. 实时显示/列表

按“菜单”键，选择弹出菜单的“实时显示/列表”。列表分2页显示模拟量、派生量有效值，以及开关量状态。用户可以选择每个页面显示的参量。画面刷新频率 1次/秒。

第1页		F1:暂停 F2:换页 F3:设置			
定子电压(Uab) Uab	0.11	V	发电机转子电流 If	-3.00	mV
定子电压(Ubc) Ubc	0.47	V	直流电压1 Udc	-67.4	V
定子电压(Uca) Uca	0.21	V	直流电压2 Ulf	-8.1	V
系统电压 Uj	0.22	V	直流电流1 If	-3.76	mV
同期电压 Us	0.34	V	发电机有功功率 P	0.0	MW
定子电流(Ia) Ia	0.024	A	发电机无功功率 Q	-0.0	MVar
定子电流(Ib) Ib	0.026	A	发电机功率因数 cos φ	—	
定子电流(Ic) Ic	0.034	A	发电机功率角 δg	—	°
系统电流 Ij	0.009	A	负序电流 I2	0.00	A
交流电流(10A) I0	0.011	A	机端频率 Fs	—	Hz
发电机转速 n	—	rpm	开入通道 1 dCh 1	OFF	
发电机转子电压 Uf	-1.0	V	开入通道 2 dCh 2	OFF	

169.254.235.193\实时显示\实时值 采样频率: 10K/秒 2011.09.22-07:34:53

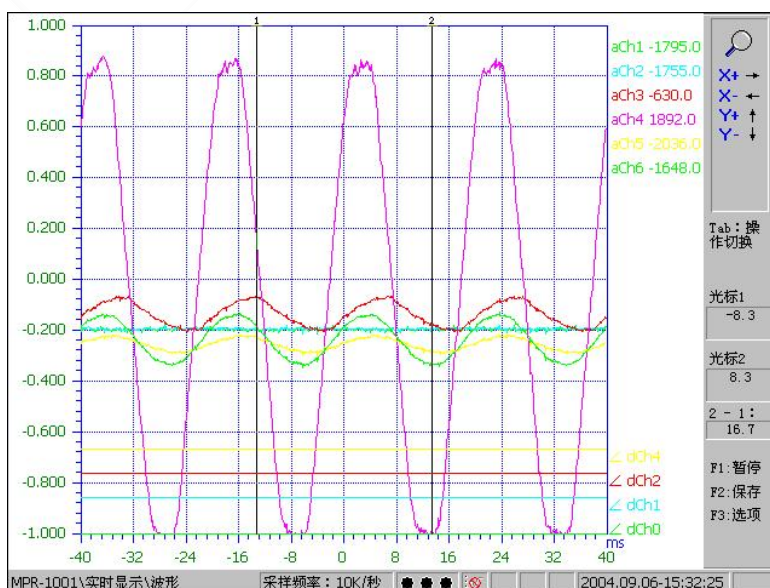
F1: 运行/暂停

F2: 切换显示页面


F3: 设置; 选择每个页面选择的参量。

### 9.2. 实时显示/波形

按“菜单”键，选择弹出菜单的“实时显示/波形”。此画面显示模拟量、开关量实时波形。此画面支持的操作：



F1: 运行/暂停。

F2: 保存当前数据到存储器。记录的类型用图标标记，文件扩展名为“WVF”。在记录列表中，可以打开、删除记录。

F3: 选择模拟通道、开关通道。

Tab: 操作切换

方向键: 决定于当前的操作定义。

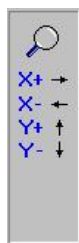
画面横向为时间轴，中点为零点；纵向为幅值，由于各模拟量的额定值可能不同，为方便比较，纵轴采用标么制，即为“实时值/额定值”。而光标对应处显示为有名值（实际值）。

模拟量曲线的颜色，与窗口右侧光标实时值的颜色一致。

开关量从下向上依次排列，坐标系右侧的“∠xxxx”标明开关量的代号，符号“∠”的尖角位置与开关量的“断开”状态对应，高于此处的位置为“闭合”状态。开关量状态的正确显示依赖于“外接逻辑”的正确设置，请参见“设置/开关通道”。

按“Tab”键，切换画面操作组，共有4组操作：“放大/缩小”、“移动”、“光标1”、“光标2”。

### 9.2.1. 放大/缩小



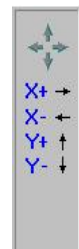
方向键 →: 放大时间轴，波形横向压缩。

方向键 ←: 缩小时间轴，波形横向展开。

方向键 ↑: 放大纵轴（标么值轴），波形纵向压缩。

方向键 ↓: 缩小纵轴（标么值轴），波形纵向展开。

### 9.2.2. 移动



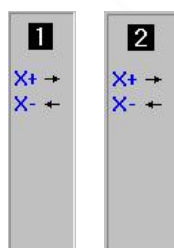
方向键 →: 只有在暂停状态下有效，波形向左移动。

方向键 ←: 只有在暂停状态下有效，波形向右移动。

方向键 ↑: 纵轴零点上移，波形向上移动。

方向键 ↓: 纵轴零点上移，波形向下移动。

### 9.2.3. 光标1、光标2



方向键 →: 光标右移

方向键 ←: 光标左移

如果录波仪当前的采样频率为100kHz，且与“电气试验”联机，则不支持实时波形功能。如果先进入了实时波形画面，再与电气试验联机，则会自动退出到常量列表画面。

### 9.2.4. 显示参量选择



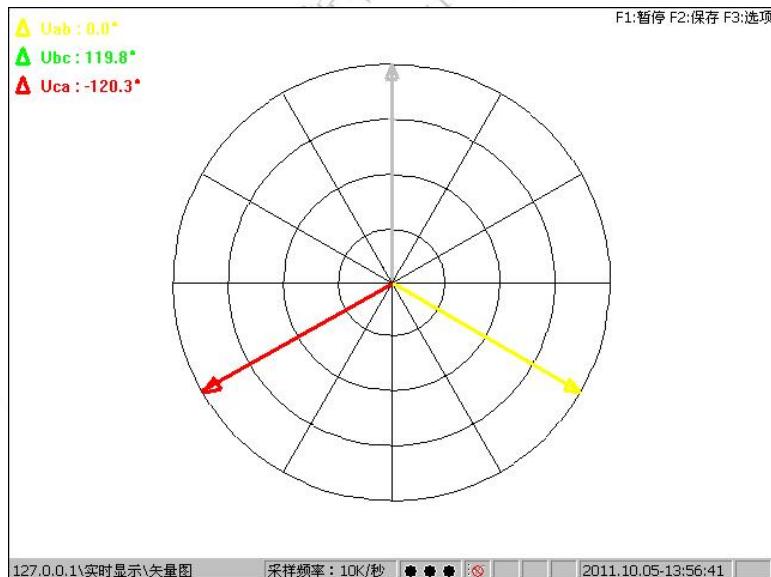
按F3键打开参量选择对话框，选择在画面上显示的参量。

按F1键切换选中的参量。

按Tab键在列表框间切换输入焦点。


### 9.3. 实时显示/矢量图

按“菜单”键，选择弹出菜单的“实时显示/矢量图”。画面最多可显示8个交流量的相角，以选择的第一个为基准。



此画面支持的操作：

**F1:** 运行/暂停。

**F2:** 保存当前数据到存储器。记录的类型用图标  标记，文件扩展名为“VCT”。在记录列表中，可以打开、删除记录。

**F3:** 矢量图设置。

### 9.3.1. 矢量图设置对话框。

在列表框中选择模拟通道。最多可选择8个。

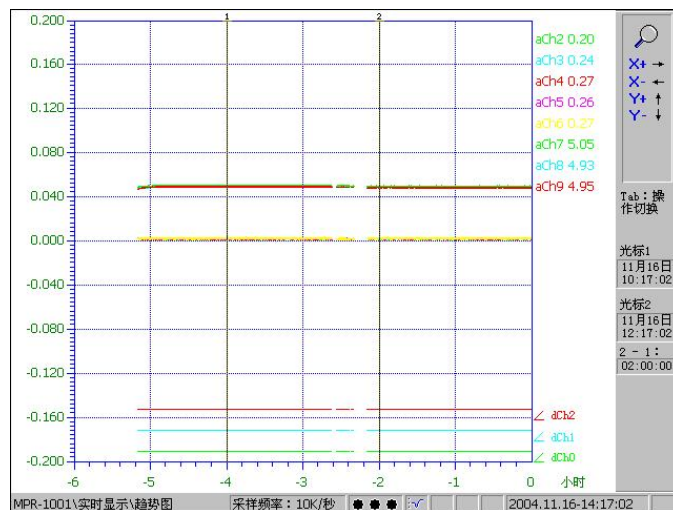


武汉中能新仪电气有限公司  
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.



## 十、趋势图

录波仪在永久存储器上建有趋势图文件，可以以1点/秒的频率连续记录历史曲线，并随时写入该文件。趋势图可记录不多于8个模拟量，以及16路开关量。记录时间总长为1小时、2小时、6小时、12小时、1天、2天、3天可选。



此画面支持的操作：


### F3: 趋势图设置

运行中，用户可以启动趋势图的记录（主菜单/设置/趋势图管理/运行趋势图），也可以停止之前启动的趋势图（主菜单/设置/趋势图管理/停止趋势图）。状态条显示了趋势图的运行状态。趋势图数据包含绝对时钟信息，如果记录过程中曾被停止或关机，则显示的趋势曲线会有中断。

录波仪在出厂时，趋势图的记录被设定为停止。

### 10.1. 设置



趋势图的设置由（主菜单/设置/趋势图管理/趋势图设置）进入，在这个对话框中可以选择要记录的模拟量。如果当前趋势图已经记录有数据，而用户改变了模拟量的选择，则必须重建趋势图文件；此时，录波仪会提示用户，在删除或保存数据为文件之间作出选择。将趋势图数据保存为一个记录文件，记录类型为，文件扩展名为“TRD”。

## 10.2. 实时显示

按“菜单”键，选择弹出菜单的“实时显示/趋势图”。如果趋势图正在运行，则画面会实时刷新。

画面横向为时间轴，可选的显示画面时间轴长度为：1小时、2小时、6小时、12小时、1天、2天、3天，并且不超过记录时间总长；时间轴最右端显示为0，从右向左，依次显示距离最右端的时间。在趋势图运行时，时间轴最右端是当前时刻；在停止时，因为画面不再刷新，所以时间轴最右端是停止的时刻。

画面纵向为幅值，由于各模拟量的额定值可能不同，为方便比较，纵轴采用标么制，即为“实时值/额定值”。而光标对应处显示为有名值（实际值）。

开关量从下向上依次排列，坐标系右侧的“∠xxxx”标明开关量的代号，符号“∠”的尖角位置与开关量的“断开”状态对应，高于此处的位置为“闭合”状态。开关量状态的正确显示依赖于“外接逻辑”的正确设置，请参见“设置/开关通道”。

按“Tab”键，切换画面操作组，共有4组操作：“放大/缩小”、“移动”、“光标1”、“光标2”。  
画面设置：



此对话框的设置与趋势图设置不同，请注意区分。此处是从趋势图记录的模拟量、开关量中选择需要在画面中显示的，对趋势图的数据记录没有影响。

## 10.3. 趋势图记录文件

在打开的记录列表对话框中，选定要打开的趋势图记录，按“↵”键，进入分析画面。分析画面与停止记录时的趋势图实时显示画面类似，即数据、时间轴不刷新，而且状态条的功能路径部分显示当前打开的文件名。

## 10.4. 模拟通道设置对趋势图的影响

- ◆ 禁止该通道，需要重新设置趋势图。
- ◆ 修改该通道的变比，从修改后生效，此前记录的趋势图数据不变。

## 十一、 发电机总启动电气试验

作为发电机总启动电气试验仪使用时，录波仪需要连接PC机，使用PC机软件（电气试验 Trial.exe）进行试验。PC机软件包的电气试验功能支持用户建立试验模板和动态参数绑定，可以进行多种试验。具体操作请参见PC机软件包用户手册。

在与电气试验程序联机后，录波仪的设置功能、故障记录功能被禁止，此时故障判据不再被监测。当电气试验退出后，录波仪自动回复全部功能。



# PC 软件使用说明 **B**



武汉中能新仪电气有限公司  
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.

## 一、 PC软件构成

录波仪 PC软件，通过串行口或局域网连接录波仪仪器。PC软件包括以下程序：

### **在线监测 (PMR. EXE)：**

实时与录波仪通讯，显示模拟量有效值、开关量状态、故障记录状态。

上传录波仪各种记录文件到本地硬盘。

PMR. EXE可以完成录波仪全部的参数设置功能。虽然录波仪可以完成一部分设置功能，但是一些复杂的或需要汉字的输入的项目需要使用软件包进行，例如：通道类型、通道名称、代号、额定频率等。

### **数据分析 (WS. EXE)：**

PC 机有更好的人机操作环境，可以使用 WS. EXE 对包括故障记录在内的各种记录文件作更详尽的分析，并且可以输出打印。

### **电气试验 (TRIAL. EXE)：**

包含多项电气试验功能，可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、甩负荷试验等。此外还包含转子交流阻抗试验、定子铁心磁化试验、进相试验等试验功能。

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。

电气试验程序需要用网络线连接录波仪。

如果录波仪当前的采样频率为100kHz，则在与“电气试验”联机后，录波仪禁止了“实时波形”功能。



武汉中能新仪电气有限公司  
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.

## 二、 运行准备

### 2.1. PC机需求

CPU : Intel Pentium 4(或兼容) 2.8GHz以上处理器

操作系统: Windows NT/2000/XP/Win7

RAM : 2GB或以上

显卡及显示器: 1024×768/16bit色, 推荐1280×960以上

串行口(可选): 标准RS-232C串行口

网络接口: 802.3 100M

### 2.2. 运行准备

#### 2.2.1. 设备通讯

运行前, 需要配置PC机与录波仪的通讯选择项。由PMR程序的”通讯设置”按钮或TRIAL程序的”菜单\设置\通讯设置”进入。



在此选择通讯方式。



在此页设置串行通讯口的参数。“本机端口”, 指的是PC机的端口。



在此页输入录波仪的IP地址。录波仪的IP地址显示在状态条上。

#### 1、 串行口 (COM)

使用随机附带的专用串行通讯线连接PC机和录波仪。分别在PC机和录波仪上选择所用的串行端口, 并选择相同的波特率。波特率的选择取决于通信线路的长度, 如不改变串口通讯线, 则不必更改。

更改录波仪的串口设置后，应重新启动。

## 2、网络（TCP/IP）

录波仪的IP地址可在其本机设置。在录波仪运行后，从其状态栏读取IP地址，并填入此对话框的“IP地址”一栏。建议使用随机附带的直联网络线连接PC机和录波仪；如果是跨地域联网，应基于对网络充分了解做出正确的设置，并应确认所使用的网络线、交换机等设备处于良好的运行状态。

### 2.2.2. 参量配置

部分参量配置内容可以在录波仪上进行；使用PC机软件，可以进行全部设置。运行前，至少应设置：

1. 模拟通道：名称、代号，额定值、变比。
2. 开关量通道：名称、代号、接入逻辑。
3. 派生量：根据需要配置派生量。



### 三、 监测程序（PMR. EXE）

录波仪监测程序需要与录波仪联机运行，并且不能与“电气试验”程序同时运行。

#### 3.1 界面

PMR. EXE是一个位于桌面上部的工具条。工具条可以固定在桌面，也可以自动隐藏。



#### 通讯状态指示：



监测程序不能与录波仪建立通讯，通常是由于设置错误引起，也可能是硬件错误。

监测程序正在



与录波仪通过串行口通讯，画面的刷新反映了数据包传输速率。

#### 3.2 记录列表

点击“前置机记录”按钮，出现如下“前置机记录列表”窗口。

记录列表分为两页：故障记录、其他记录。

在监测程序与录波仪建立通讯后，第一次打开记录列表时，监测程序会读取录波仪内故障记录的列表。此后，每当录波仪记录了故障，都会通知监测程序，后者会更新列表。而其他记录列表，不会自动读取、更新，需要用户按“上传文件列表”按钮，手动更新。



列表项的图标表明记录文件是否已经上传到了本地硬盘。🚧表示尚未上传；✅表示已经上传。

**上传按钮：**上传列表中选中的记录文件。

**打开按钮：**使用数据分析程序打开列表中选中的记录文件；但选中的数据尚未上传时，不能打开。

数据上传的速度，取决于通讯方式和数据的大小。通过局域网通讯时，上传的速度很快；但通过串行口通讯时，上传速度决定于串行口波特率和文件大小，通常会长达几分钟。进度窗口显示上传过程。





### 3.3 模拟量总汇窗口

通道名称	单位	数值	通道名称	单位	数值	通道名称	单位	数值
a通道 1 aCh1	kV	1	a通道 9 aCh9	V	3	a通道 17 aCh17	V	2
a通道 2 aCh2	V	1.5	a通道 10 aCh10	V	27.5	a通道 18 aCh18	V	2.1
a通道 3 aCh3	V	1.19	a通道 11 aCh11	V	27.20	频率	Hz	—
a通道 4 aCh4	V	1.246	a通道 12 aCh12	V	2.852	有功 P	MW	1.7
a通道 5 aCh5	V	2	a通道 13 aCh13	V	2	无功 Q	MVar	0.0
a通道 6 aCh6	V	1.8	a通道 14 aCh14	V	1.7	pp p2	hz	0.00
a通道 7 aCh7	V	1.73	a通道 15 aCh15	V	1.75			
a通道 8 aCh8	V	1.732	a通道 16 aCh16	V	1.739			

每秒刷新一次，显示模拟通道有效值、派生量值。

### 3.4 开关量总汇窗口

通道名称	状态	通道名称	状态
d通道 0 dCh0	ON	d通道 9 dCh9	ON
d通道 1 dCh1	ON	d通道 10 dCh10	ON
d通道 2 dCh2	ON	d通道 11 dCh11	ON
d通道 3 dCh3	ON	d通道 12 dCh12	ON
d通道 4 dCh4	ON	d通道 13 dCh13	ON
d通道 5 dCh5	ON	d通道 14 dCh14	ON
d通道 6 dCh6	ON	d通道 15 dCh15	ON
d通道 7 dCh7	ON		
d通道 8 dCh8	ON		

每秒刷新一次，显示开关量状态

### 3.5 输入口令/关闭授权

如果已经设置了口令，则单击“输入口令”，会弹出对话框，在用户输入正确的口令后，使能“功能菜单”，按钮的文字切换为“关闭授权”；单击“关闭授权”，会禁止“功能菜单”。

如果没有设置口令，则单击“输入口令”，会直接使能“功能菜单”。

### 3.6 录波仪参量配置

由功能菜单\通道设置...进入。参量配置的详细介绍请参见

### 3.7 录波仪故障记录格式设置

由”功能菜单\故障设置”进入。



故障记录格式的详细信息，请参见《录波仪用户手册》6.8“故障记录格式”。

### 3.8 修正录波仪时钟

选择”功能菜单\前置机时钟修正！”执行此功能。取PC机当前系统时间，校准录波仪时钟。此处应注意，录波仪的趋势图的每点数据都附加了时间值；如果校准时钟时，录波仪的趋势图正在运行，则可能导致趋势图数据间断，或者后记录的数据反而在前的“超越”错误。

### 3.9 数据分析

选择”功能菜单\数据分析”打开数据分析程序（WS.EXE）（等同于从程序组中打开：开始\程序\录波仪\数据分析）。

### 3.10 软件启动故障录制

选择”功能菜单\前置机启动故障录制”，则指令录波仪立即启动故障记录，如同使用录波仪的菜单命令“启动记录”。

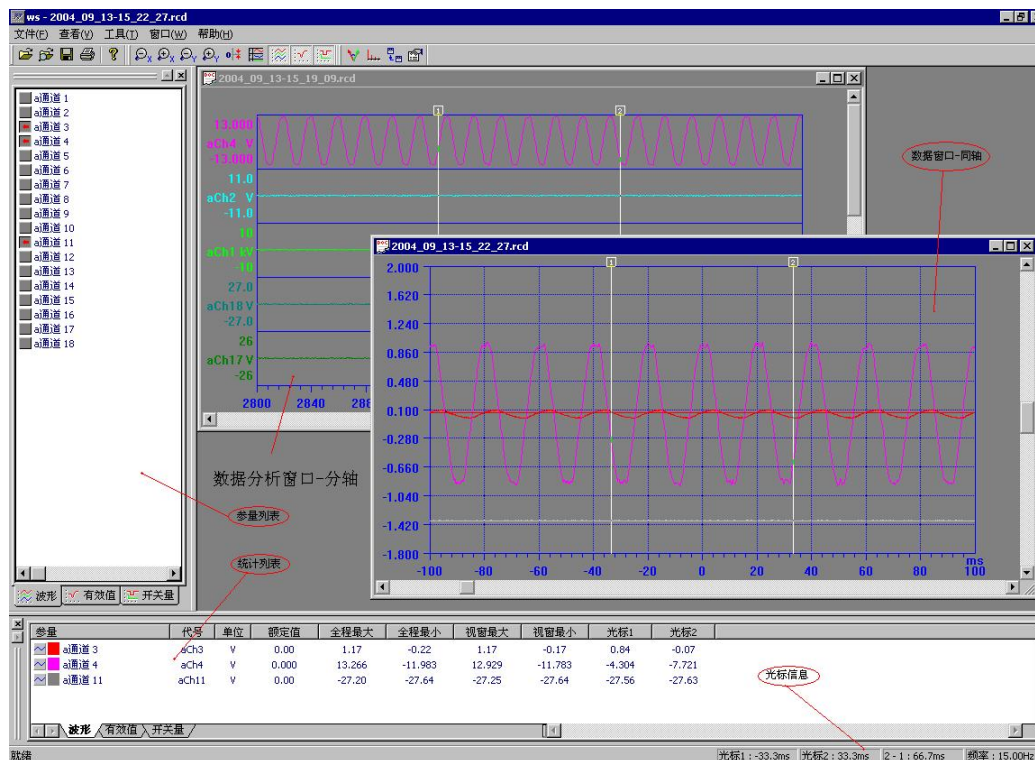
### 3.11 实测功角初始角

录波仪通过转速信号和机端电压的角差计算发电机功角。由于转速信号传感器在发电机轴上的位置与机端电压并没有确定关系，所以功角测量前应修正因此带来的初始角。应在发电机并网后、有功功率为零时修正。

## 四、 数据分析程序(WS. EXE)


数据分析程序可以显示、分析、打印各种录波仪生成的记录文件。

### 4.1. 界面



数据分析程序采用多文档结构，可以打开多个记录数据文件。

**数据窗口：**每个数据文件占有一个子窗口。

对于**故障记录**，模拟量波形、模拟量有效值、开关量绘制在子窗口内，绘制有可选的两种方式（点击进行切换）：

**同轴：**统一的X-Y坐标系，横轴为时间轴，纵轴采用标么制。模拟量波形、模拟量有效值的实际值除以自己的额定值，得到在这个坐标系中的纵向取值。开关量从坐标系的上方依次向下排列。

**分轴：**横轴是统一的时间轴，模拟量波形、模拟量有效值在纵向上依次分区显示。对于模拟量波形、模拟量有效值，每个分区的纵向幅值是额定值的整数倍。这种方式下，不显示开关量。

**参量列表：**分成波形、有效值、开关量3页，列出当前最前的子窗口（数据窗口）的数据文件对应的参量列表，单击参量名前的图标可以在子窗口中绘制/隐藏该参量。

**统计窗口：**分成波形、有效值、开关量3页，列出当前最前的子窗口（数据窗口）的数据文件对应的参量信息。对于模拟量波形、模拟量有效值，显示的信息包括名称、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区，会弹出颜色选择菜单。






**趋势图记录：**与故障记录类似，只是没有模拟量波形部分，参量列表、统计窗口中的波形部分为空。

其它的记录，参量列表、统计窗口为空。

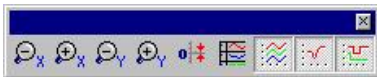
## 4.2. 工具条










### 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
-  数据格式转换，生成COMTRADE格式数据。
-  故障数据属性

## 4.3. 打开记录文件

在数据分析程序中，有两种方式打开一个记录文件：

1. Windows通用文件对话框，可以打开所有类型的记录文件，这种方式不限制文件名的格式，只要是录波仪记录文件即可。
2. 故障文件选择对话框，该对话框按照录波仪生成的故障文件的名称格式，查找指定文件夹中的故障文件，并且列出。在列表中，显示了故障数据的启动时间、启动量。

直接点击工具栏中的，打开“故障文件选择”对话框。需要更改默认文件夹时，点击该对话框中的右上角的扩展按钮…，打开“浏览文件夹”对话框，选择目标文件夹。

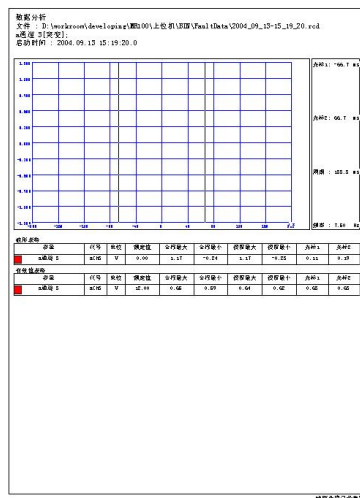


如果用户改变了故障文件的初始文件名，那么只能用Windows通用文件对话框打开这个文件。

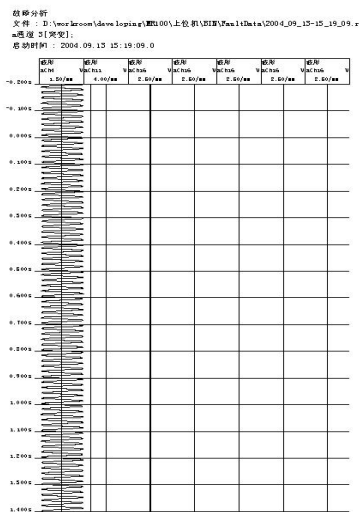
#### 4.4. 打印

在数据分析程序中，由两种方式打印故障记录、趋势图记录数据：

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。
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。



同轴曲线打印



分轴曲线打印

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。

## 五. 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。程序需要与录波仪联机运行，并且不能与“录波仪监测”程序同时运行。

### 实时监测功能包括：

- ◆ 实时参量列表
- ◆ 运行容量图
- ◆ 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
- ◆ 进相试验
- ◆ 同期试验
- ◆ 发电机转子交流阻抗试验
- ◆ 发电机定子铁心磁化试验

### 电气试验程序必须使用RJ45网络线与录波仪联机运行。

程序运行后，即与录波仪建立通讯，在窗口下方的状态条上显示数据传输状态，同时实时监测、电气试验相关的菜单、工具条按钮处于时能状态。未联机状态下，程序可以打开已保存的数据文件。

因电缆脱开等原因导致通讯中断，程序在重试5-8秒后显示通讯失败。在检查通讯电缆后，可以按

 重新建立通讯。

### 5.1. 试验准备

进行电气试验前，应确认与录波仪通讯正常；此外，可参考以下步骤做试验准备：

#### 5.1.1 参量配置、建立本次试验用文件夹

在试验程序中，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；其中小数点，可按最低有效位占总量程的0.1% - 0.3%选择。

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。

#### 5.1.2 确定试验项目、接线方案

根据试验大纲，确定要进行的试验项目；进而统计出要接入录波仪的参量。

#### 5.1.3 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。

录波仪软件安装程序包含常用的试验模板。如果用户修改了参量名称、代号等，这些模板应作响应的调整。

#### 5.1.4 接线

注意事项请参见《录波仪使用说明》3.3信号接线。

## 5.2. 设置

电气试验程序包含部分设置功能。

### 5.2.1 通讯设置

此处需要输入正确的前置机（录波仪）的IP地址，以建立通讯。IP地址在录波仪上设置，并可在其屏幕的左下角读到。在电气试验程序只能使用网络通讯功能，串口通讯的选项被禁止了。



### 5.2.2 参量配置

录波仪有16开入量通道、24路模拟量通道，并且可以配置多至24路派生量。这些参量的名称、代号、额定值、变比等，应根据具体的机组进行设置。在试验前，应做正确的参数配置。

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。

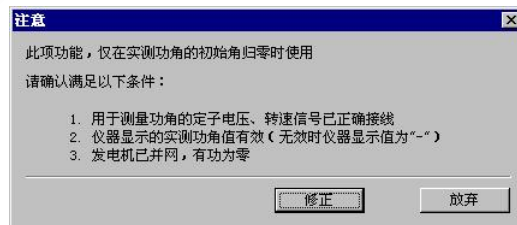
在试验进行中，例如曲线类试验正在录制数据时，可以进行参量配置，但此时部分设置项被禁止，包括：

- ◆ 打开\关闭通道
- ◆ 增加\删除派生量
- ◆ 更改模拟通道属性
- ◆ 更改派生量类型、引用参量

参量配置的详细介绍，请参见《录波仪用户手册》第四章“参量配置”。

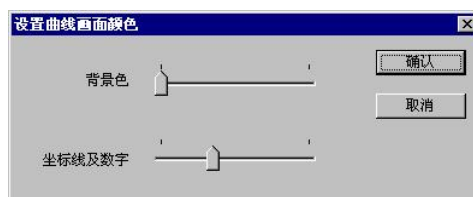
### 5.2.3 实测功角初始角归零

由于录波仪通过转速信号和机端电压的角差测量发电机功角，在发电机并网前，定子电压升到额定值范围内时应进行发电机功角的初始角修正，单击“实测功角初始角…”，在如下画面中点击修正后在常量监测画面应看到实测功角显示值为零。



### 5.2.4 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。

### 5.3. 监测功能

#### 5.3.1. 实时参量列表

通过菜单” ”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。





### 5.3.2. 运行容量图

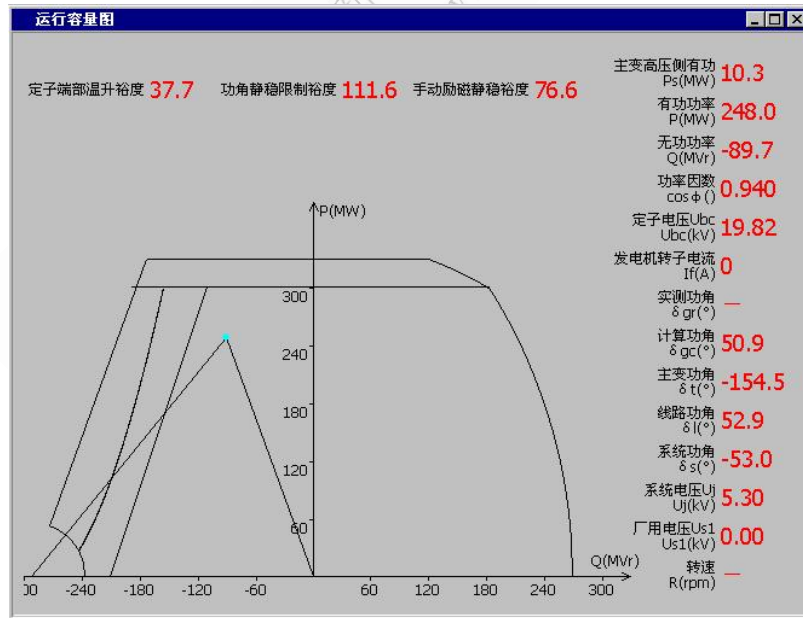
通过菜单” ”或工具条按钮打开参量列表窗口

运行容量图需要配置多个参量，并需设置部分输入机组参数。每次打开窗口，用户需确认设置对话框的内容正确。




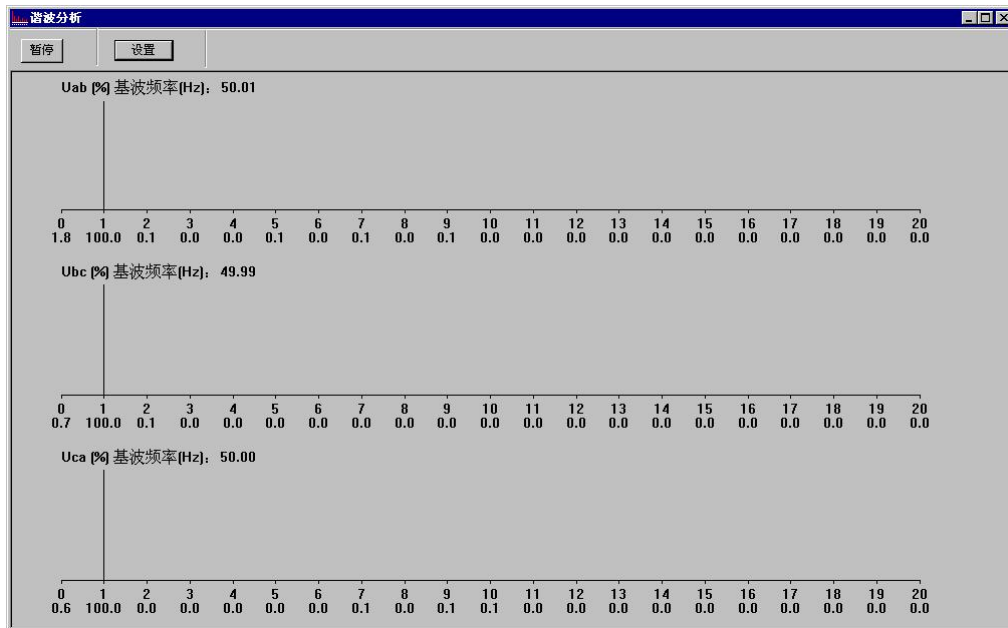
设置内容的详细解释请参见5.7进相试验

用容量图的形式实时显示发电机的运行状态，并给出运行稳态限制线



### 5.3.3. 实时谐波分析

通过菜单” ”或工具条按钮打开谐波分析窗口



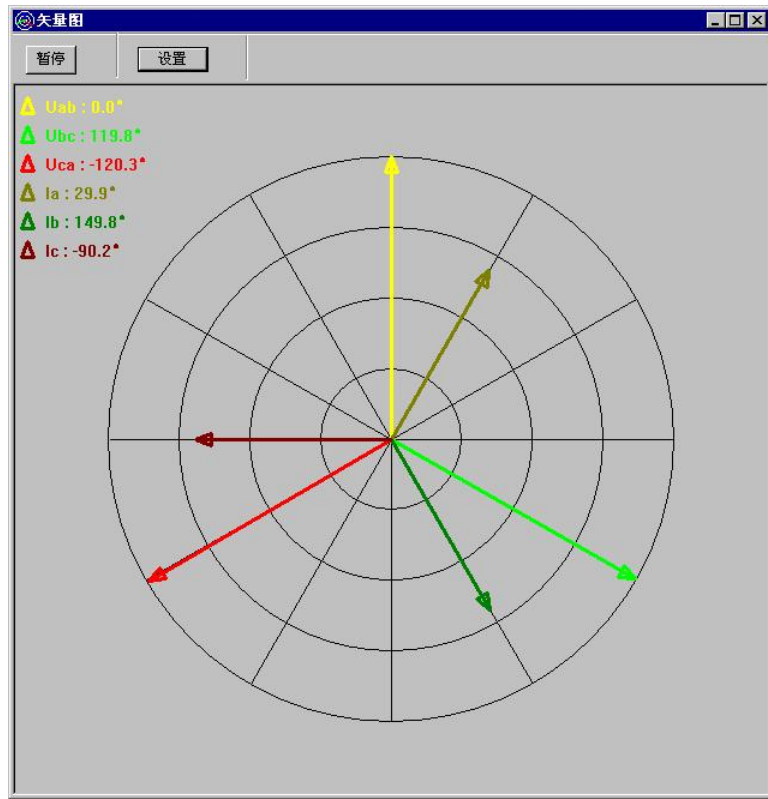
可以同时显示3个交流量最高到20次谐波值。显示参量可选择。



谐波含有率 (harmonic ratio /HR)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。详细介绍请参见5.5波形类试验。

### 5.3.4. 实时矢量图



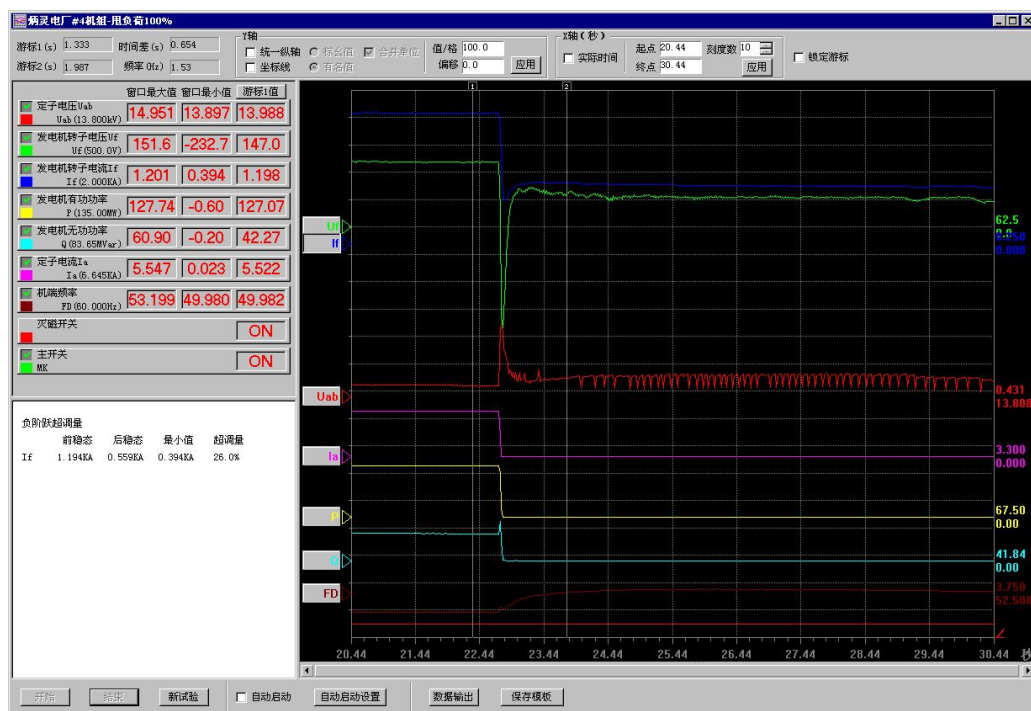
矢量图需要选择一个“基准参量”，其在图上显示的角度固定为零，其它参量的角度都是相对基准参量的。



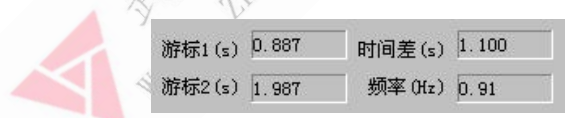
## 5.4 曲线类试验

曲线类试验记录并绘制模拟量有效值、派生量及开关状态的曲线，记录时长最长可设置为10分钟。此功能可以完成励磁调节器、甩负荷、PSS等多项试验。

### 5.4.1. 试验界面



试验窗口分为三个区，分别显示参量值、曲线、计算结果。窗口上部有操作栏，左上区域显示参量值，在试验进行中，仅显示参量的实时值。试验结束后，显示参量的窗口最大值、窗口最小值、焦点游标值。在这个区域也可选择曲线的颜色、显示\隐藏曲线。程序包含多种计算功能，计算结果显示在窗口的左下区域。游标在试验结束后出现。游标的相关信息在操作栏显示。其中“频率”值，即是时间差的倒数。

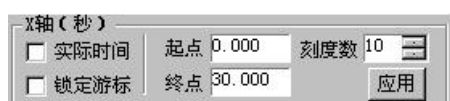


游标的移动有几种方法：

- ◆ 鼠标左键拖曳
- ◆ 鼠标在曲线画面上双击或选择右键菜单
- ◆ 使用→键或←键移动焦点游标

在游标线上双击可选择焦点游标。如果在操作栏上选择了“锁定游标”，则在横轴（时间轴）放大/缩小时，游标保持其原有时间点，此时游标可能被移出画面。如未选择“锁定游标”，则游标相对画面保持不动。

X轴（横轴），即是时间轴，时间单位是秒。可在工具栏的“X轴（秒）”的区域调整横轴。内容更改后，需要点击“应用”按钮。



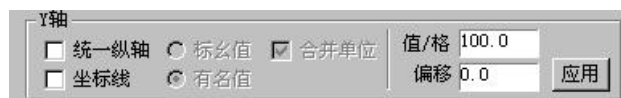
在Y轴（纵轴）方面，曲线有两种显示方式：分轴、同轴。

分轴：每个参量有独立的基线、比例值，可以单独在画面上纵向移动，可以单独放大、缩小。基

线在画面以点划线表示，与曲线颜色一致。

同轴：所有参量使用统一的纵轴坐标（标么制或有名值），零点、比例值是一致的。

在操作栏上，有纵轴的操作选项：



其中：

- ◆ 统一纵轴：选择显示方式（分轴、同轴）
- ◆ 标么制、有名值：尽在同轴时有效
- ◆ 合并单位：仅在有名值是有效，将单位相同的参量的纵轴合并
- ◆ 值/格：分轴时，焦点参量的比例，即纵轴每小格代表的参量值（有名值）
- ◆ 偏移：分轴时，焦点参量的基线对应的参量值（有名值）

当显示方式选择同轴时，则有：

- ◆ 起点：纵轴起点，标么制
- ◆ 终点：纵轴终点，标么制

在纵轴选择了“有名值”时需要特别注意，上述两项的内容依然是标么制。值/格、偏移的内容更改后，需要点击“应用”按钮。

在主窗口上部，有曲线操作工具栏。各按钮作用如下：



- 横轴时间段加长，曲线横向压缩
- 横轴时间段缩短，曲线横向放大
- 纵轴比例加大，曲线纵向压缩
- 纵轴比例缩小，曲线纵向放大
- 使横轴坐标取二游标之间的时间段
- 基线下移一格，曲线上移
- 基线上移一格，曲线下移
- 基线对应值归零（分轴），或使纵轴零点居中（同轴）
- 使值/格取该参量的额定值（分轴），或使纵轴坐标取标么制的-1.0至+1.0(同轴)
- 从其它曲线类试验数据文件中选择部分参量加入本文件

#### 5.4.2. 试验模板

针对一类特定的电气试验，需要选择特定的参量、记录时长、不同参量的比例值、偏移、颜色等等，这些设置内容可以保存为一个配置文件，即模板。以后做同类试验时，模板可以重复加载使用。录波仪软件附带部分常用模板。

用户也可以点击试验窗口的下方工具条上的”保存模板”按钮，保存自己的模板。模板文件必须保存于”安装目录\试验模板”文件夹中，且不能更改模板文件的扩展名（curp）。

模板保存后，下次开始试验时，可在设置对话框中选择该模板，即加载了其中的设置内容。

### 5.4.3. 试验操作

选择”菜单\电气试验\曲线类试验”，启动曲线类试验。首先出现设置对话框，用户再次选择模板，如果没有合适的模板，则选择”新建”，并选择要记录的模拟量、开关量。同时需选择或输入试验名称、确定记录总时长。



点击确认后，即进入试验窗口。

点击”开始”后，参量开始持续记录、绘制，曲线自右向左推移；直至点击”停止”，记录停止，画面上出现游标，进入分析状态。停止后的试验窗口，可点击”新试验”重新进入试验状态，在此之前应保存数据。

在参量的动态过程之前，就应点击”开始”，开始记录曲线，以录制适当长度的前稳态。当动态过程录制完整，进入后稳态时，可随时停止，不一定要等待记录长度达到总时长。

参量的动态过程开始后，要保持观察，适时停止，以免有用的数据因超出记录总长而丢失。

试验程序具有可选的”自动启动”功能，即在参量出现用户设定的模拟量突变（100ms内）或开关量变位时，试验进入”已启动”状态，此后持续记录到用户设定的”启动前保留”时间，试验自动停止。



突变启动值：参量在100ms内，出现突变（正阶跃或负阶跃），突变值达到此启动值，则试验进入”已启动”状态。

开关量变位启动：开关量出现变位，则试验立即进入”已启动”状态。

试验进入”已启动”状态，则出现倒计时对话框，在试验自动停止前，用户可以点击”取消启动”，退出”已启动”状态。



模拟量突变启动功能应在充分了解参量的动态特性的基础上谨慎使用，以免出现拒动（启动值过大）或误动（启动值过小）。

#### 5.4.4. 曲线画面刷新速率

试验开始后，程序按10帧/s的速率绘制曲线。如果在试验中，程序检测到计算机负荷过重，会逐级下调曲线刷新速率，以降低计算机负荷。最低的刷新速率为1帧/2s。无论当前的刷新速率是多少，参量数据都会被正确记录、绘制。导致刷新速率下调可能有以下原因：

- ◆ 曲线类试验选择的参量多、记录时间长
- ◆ 计算机系统有其它程序占用资源
- ◆ 计算机性能不足

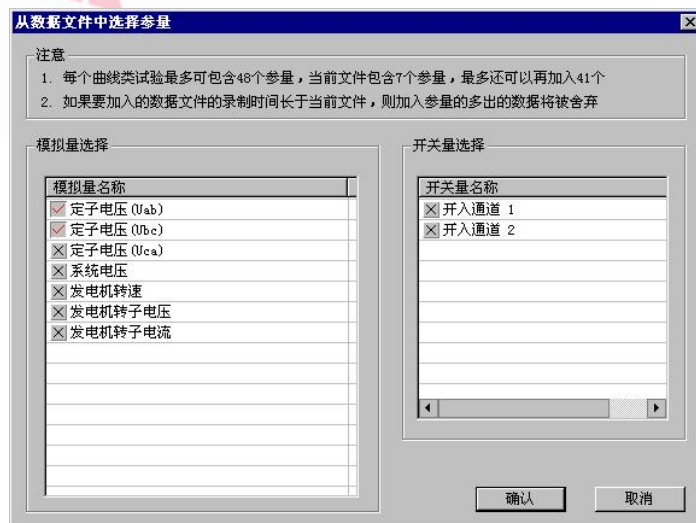
刷新速率下调之后，若程序检测到计算机负荷较低，会逐级恢复曲线刷新速率。

#### 5.4.5. 计算功能

“菜单\计算”提供多种计算功能。各类计算功能的算法请参考相关专业资料。计算功能需要指定参量，并用游标确定时间点，请根据提示操作。计算结果显示在窗口左下部。计算结果可以清除。

#### 5.4.6. 加入参量

试验数据文件添加来自其它曲线类试验文件的参量。被添加的参量的记录时长可以与本文件不同，但长于本文件记录时长的部分数据将被截断。



参量添加后，其名称、代号将加注一个前缀，如参量的原代号为”  $U_{AB}$  ”，则加入后变为” A1- $U_{AB}$  ”，

前缀中的” A”表示此参量是来自其它文件的；” 1”代表此参量属于本文件第一次加入的。

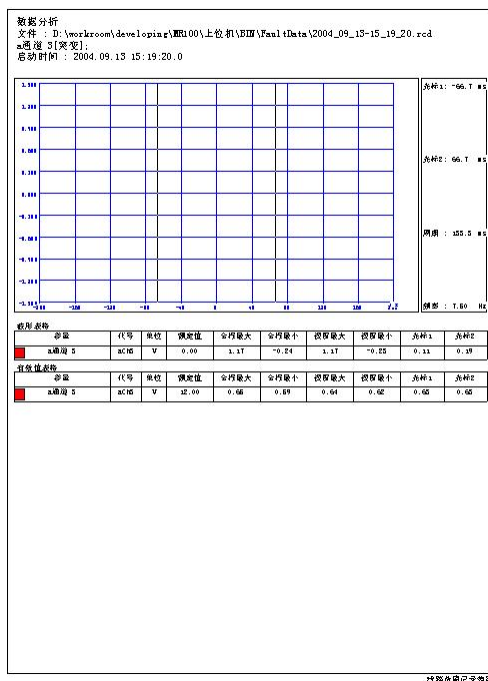
参量加入后，通常需要在时间轴上左右移动以对齐动态过长的起点，方法是：

在曲线画面上，鼠标左击该参量的代号框，并保持不放；用→键或←键移动曲线。在窗口左上方的数值区，右击参量块，可以按提示删除加入的曲线。

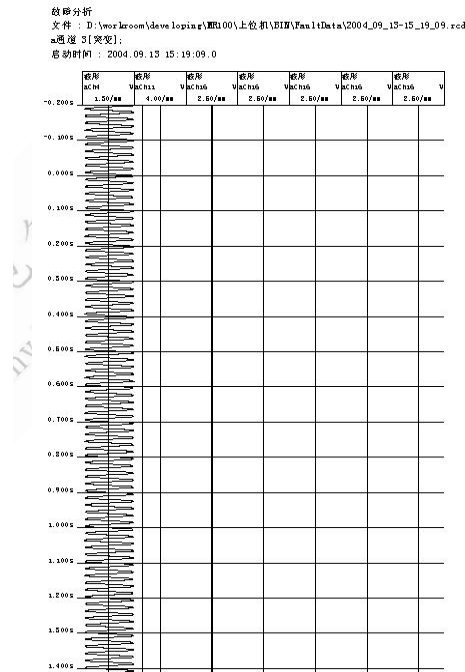
当移动一个参量时，同一批次加入的其它参量同步移动。

### 5.4.7. 打印

曲线类试验的数据打印，分为同轴、分轴两种形式。在打印时，程序根据当前曲线窗口的显示模式自动选择。



同轴打印



分轴打印

## 5.5 波形类试验

波形类试验在界面、操作方面与曲线类试验类似。用户可以在熟悉曲线类试验的基础上，了解波形类试验与之的差异。二者的主要差异概况如下：

1. 曲线类试验记录的是模拟参量的有效值（交流量的RMS、直流量是10ms平均值），包括开关量的所有参量的数据点间隔是10ms。而波形类试验使用录波仪当前的采样频率（基本频率是10KHz，通过关闭部分通道可达20KHz、50KHz、100KHz），记录参量（含开关量）的实时波形。

2. 曲线类试验记录的有效值，按标准算法10ms生成一点，其准确度符合录波仪的技术规格。而波形类试验的有效值取定长的时间窗口按采样频率同步生成，在交流参量的频率偏离50Hz时，有效值的准确度下降。



3. 曲线类试验可以记录录波仪定义的所有派生量，派生量均按标准算法10ms生成一点，其准确度符合录波仪的声明。而波形类试验仅支持有限种类的派生量，派生量按采样频率同步生成，在交流参量的频率偏离50Hz时，派生量的准确度下降。

4. 可对已记录的数据做谐波分析、矢量分析
5. 波形类试验数据文件不能从其它数据文件加入参量。

相对地，波形类试验具有更高的采样频率，更短的响应时间，可以更真实准确地记录暂态过程。

### 5.5.1. 直流量

对于直流量，可以在试验初始的设置对话框中指定其平均点数。如下图，模拟量列表中，直流量可设置“DC平均点数”。



运行中，程序对该直流量建立一个滑动窗口，窗口长度即为设定的平均点数，窗口逐点滑动，每个采样点都生成该参量窗口内的平均值，这个值同步记录。

例如，当前录波仪的采样频率为10kHz，对于含有300Hz周期信号的发电机转子电压U<sub>f</sub>，设定其平均点数为33，则可控硅整流信号的纹波被有效滤除，得到平滑的转子电压曲线，而且其阶跃响应时间约为3ms。

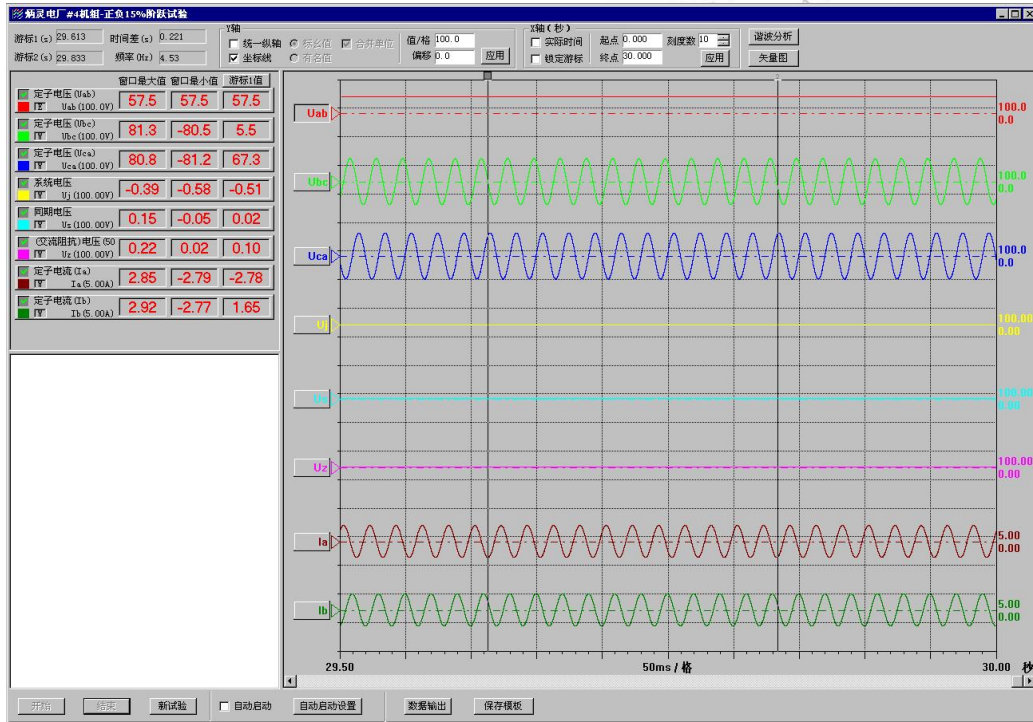
### 5.5.2. 派生量

波形类试验定义了以下的派生量类型

类型	引用参量（保证次序）	算法
单相有功	U、I	逐点乘
单相无功	U、I	移位后逐点乘
三相累加和有功	UA、IA、UB、IB、UC、IC	三相逐点乘，求和
三相累加和无功	UA、IA、UB、IB、UC、IC	三相移位后逐点乘，求和
两表法三相有功	UAB、IA、UBC、IC	逐点乘，求和
两表法三相无功	UAB、IA、UBC、IC	移位后逐点乘，求和
一次函数	参量 A、fA（系数）、fB（偏移量）	$A * fA + fB$
二参量和	参量 A、参量 B	逐点相加
三参量和	参量 A、参量 B、参量 C	逐点相加
二参量差	参量 A、参量 B	逐点做差
三相实时有效值	三相电压	三相真有效值

每次试验最多可定义4个派生量。

### 5.5.3. 试验界面



与曲线类试验不同的是，波形类试验窗口中可以选择显示参量波形或有效值（交流量的RMS，或直流量的平均值）。



可以在数值统计区的参量条上，点击上图所示区块，切换波形/有效值。

**W:** 曲线画面上显示的是参量实时波形，统计数据（最大值、最小值、游标值）也是波形值。

**E:** 曲线画面上显示的是参量有效值，统计数据也是有效值。

## 5.6 特性类试验

特性类试验，是指在标幺制的X-Y坐标系中，记录两组参量的特性曲线。典型的特性类试验包括发电机空载、发电机短路等。试验过程可以区分上升、下降过程，也可以只进行上升过程。试验中同时手动录制稳态点，并在试验后进行曲线拟合。

### 5.6.1. 试验模板

进行试验前，特性类试验需要设置绑定的参量、坐标系等内容；这些基本的试验设置项称为”试验模板”。录波仪软件附带常用的特性类试验模板，用户也可以创建自己的模板。



选择”菜单\电气试验\特性类试验”，在打开的试验模板列表对话框中选择要编辑的模板，并点击“编辑”。



在此对话框中编辑模板。

**试验名称：**为此类试验命名，也就是模板名；

**坐标系：**特性类试验默认为单坐标系1，即一个X-Y关系曲线；同时也支持双坐标系，即两组X-Y特性曲线绘制，当选择双坐标系时，坐标系1、坐标系2分别定义，请注意区分

**参量列表：**列表中的参量来自录波仪的模拟量有效值，包括派生量，模板设置中的<<、>>为参量选择、删除退出按键

**X 轴：**需选择X轴的参量，并定义X轴的名称、起点、终点、刻度数

**Y 轴：**需选择Y轴的参量，并定义Y轴的名称、起点、终点、刻度数

X 轴（横轴）、Y 轴（纵轴）均采用规一化值（标么值）。X 轴、Y 轴可分别绑定 1-3 个参量，由绑定的参量取平均值后绘制试验曲线。

试验过程：如果试验要进行上升、最高点、下降的过程，请选择“单调上升、下降”，如果只需记录上升过程类型的数据关系则选择“只记录单调上升”

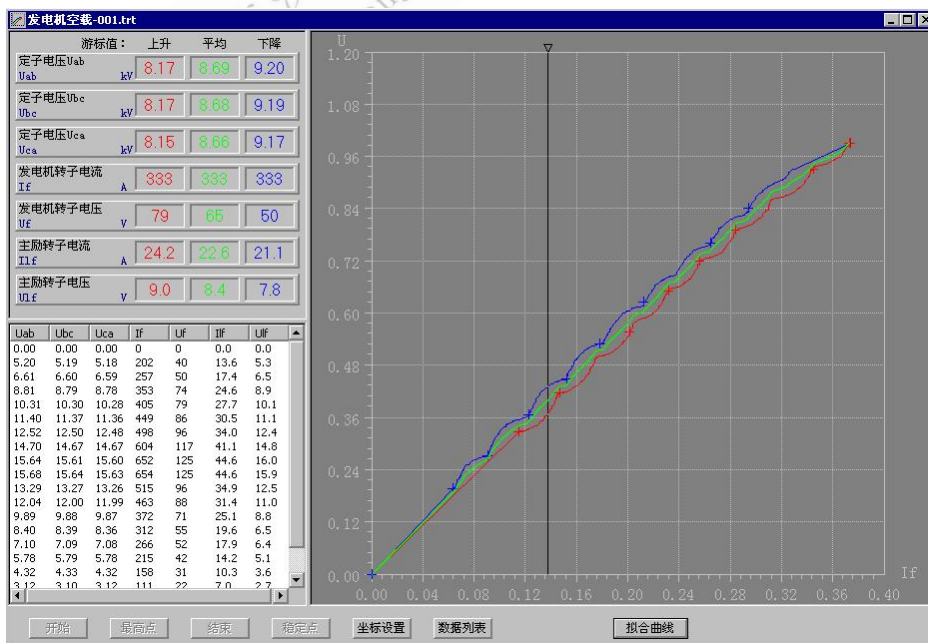
**附加显示参量：**除了直接参与X-Y特性曲线绘制的参量外，试验程序还可以同时显示、记录其它参量的实时值

**自动捕捉表格：**试验过程中，以X轴或是Y轴为基准参量，在上升和下降阶段表格中填入基准量各个取样点的有名值，程序将自动记录所有选择量在取样点的值



### 5.6.2. 试验操作：

选择”菜单\电气试验\特性类试验”，在打开的试验模板列表对话框中选择模板，并点击“开始”。



试验窗口分为3部分：曲线窗口、参量值窗口、稳态点窗口。

工具栏按钮的定义：

**开始：**开始试验，参量开始刷新，曲线开始绘制

**最高点：**试验由上升阶段转为下降阶段。对于单向试验，此按钮禁止

**结束：**结束试验，通讯停止。曲线窗口出现光标，参量窗口显示光标对应值

**稳定点：**在试验进行时，用于标定稳态点

**坐标设置：**进入试验时，曲线坐标以模板设定为默认值，未开始试验时和试验分析时可用此功能修改曲线坐标，实验进行中时该按钮无效

**数据列表：**打开数据列表对话框

**拟合曲线/原始曲线：**选择显示拟合曲线或原始曲线

点击”开始”按钮，试验开始，参量值开始刷新，坐标系中出现实时值点（红色圆点），曲线开始按参量值绘制。曲线的绘制是单调的，例如上升过程中，X轴、Y轴参量出现下降，曲线并不跟随向下绘制。实时值点则反映参量的实时值。

**包含上升、下降过程的试验：**

A. 试验开始后，随着X、Y轴参量的增加，曲线单调上升（红线）。当参量处于调节间隔的稳定状态时，点击”稳定点”按钮，把当前参量值记录为一点稳定点。稳态点显示于窗口左下，同时在坐标系中该点处绘制一个+标记。

B. 当参量增加到了最高点，需要用户手动按“最高点”按钮，程序记录当前值为稳定点的同时在曲线处绘制一个+后，试验进入下降阶段，将只记录下降的数据，所以在试验时一定要确认上升阶段结束时才能按“最高点”按钮。

C. 下降阶段，曲线（蓝色）单调下降，此阶段同样应记录稳态点。当参量降至最低点时（通常不能完全归零），点击“结束”按钮，试验结束，此时程序自动绘制处特性曲线的平均曲线（绿色）。

**仅单调上升过程的试验：**

对于单向特性试验，只有上升一个阶段，试验步骤与单调上升、下降类特性类试验的试验步骤中的A阶段一样，当曲线达到最高点，即可按“结束”按钮结束试验。

对于发电机空载、短路试验，应注意：

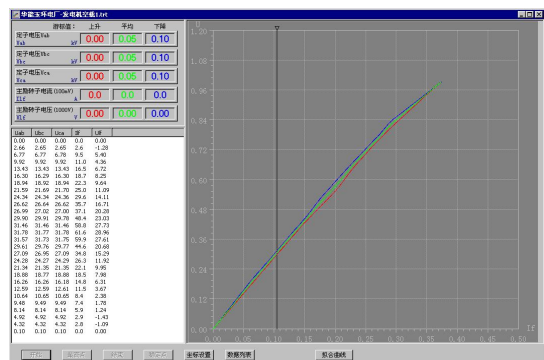
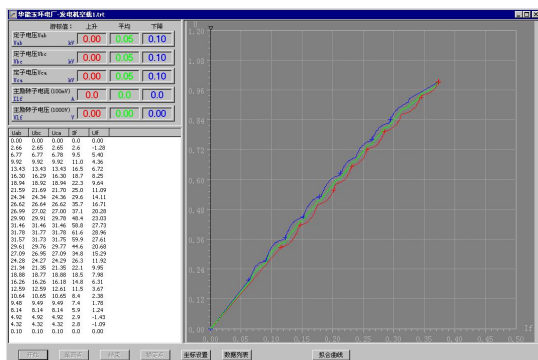
1. 建议在灭磁开关合闸后再点击”开始”按钮，以避免合闸冲击。如果此前想观察参量值，可以打开实时参量列表。

2. 应在试验前规划好要记录的稳态点。在试验中，程序操作者应与励磁操作者全程配合，在稳态点做充分停顿，以记录准确的稳态值。

3. 在试验的最高点，程序操作者应与励磁操作者应相互确认，以免错过。

### 5.6.3. 拟合曲线：

在试验结束后，点击拟合曲线/原始曲线按钮，程序用记录于稳定点表格中的稳态点数据绘制拟合曲线；一般而言，上升和下降（如果有）阶段各自标定的稳态点数不应超过10个，超出10个后，对于绘制光滑的拟合曲线并没有帮助。



#### 5.6.4. 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。

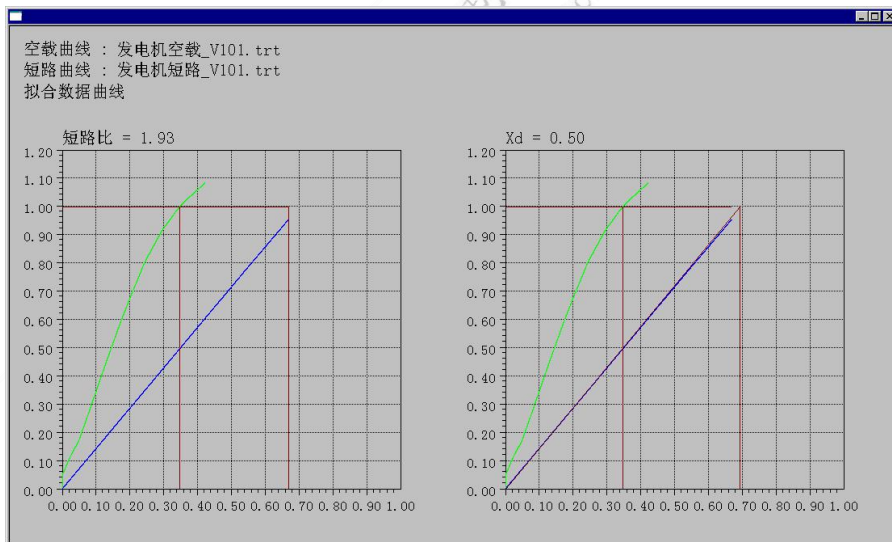
点击“坐标设置”按钮，可以调整坐标系设置。



#### 5.6.5. 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。

### 5.7 进相类试验

进相试验显示运行容量图，并同时记录数据、绘制曲线。数据点间隔为1-3秒，试验总时长最长可设定为3天。

试验之前，应确认录波仪已正确配置了以下参量：

名称	类型	参与计算的模拟量（保证次序）及参数
计算功角	计算功角	发电机有功、发电机无功、发电机机端电压、Xq 值
实测功角	实测功角	发电机转速信号、发电机机端电压

主变角差	相角差	发电机机端电压、主变高压侧电压
主变功角	标量和	发电机功角、主变角差
线路功角	线路功角	系统电压、系统电流、线路电阻、线路感抗、初始角
系统功角	标量和	主变功角、线路功角
系统功率	一次函数	系统单相功率、3（乘数）、0（偏移）

注：

1. 计算功角作为备用，如果现场转速信号不良，可以用计算功角代替实测功角。
2.  $X_q$ 值：发电机的饱和电抗值。如果没有 $X_q$ 值，可查电机手册中的不饱和 $X_d$ \*值，按 $X_d=X_d* \times Z_b=X_d* \times U(\text{线额定})/I(\text{线额定})$ ， $X_q=0.85 \times 0.9 \times X_d$ ，0.85相当于饱和系数，0.9相当于 $X_q$ 与 $X_d$ 的系数。
3. 线路功角中的初始角：用于修正系统电压与电流的初始角度，**系统电压超前系统电流时输入负角度补偿。**
4. 线路电阻：线路电阻值。
5. 线路电抗：线路电抗值。
6. 线路功角中用到的系统电压、系统电流回路一般不需要修正硬件测量角差，如要修正则在**通道修正**中修正二者的角差，消除测量回路硬件本身的误差。
7. 系统电压为相电压，系统电流为同相电流；  
由”菜单\电气试验\进相试验”进入试验。

### 5.7.1. 试验设置

进入试验时，首先出现设置对话框。



**容量图参量指定：**为正确显示运行容量图，在此指定所需的参量

**试验方式：**记录时长1—3天可选，数据点间隔随天数自动确定：

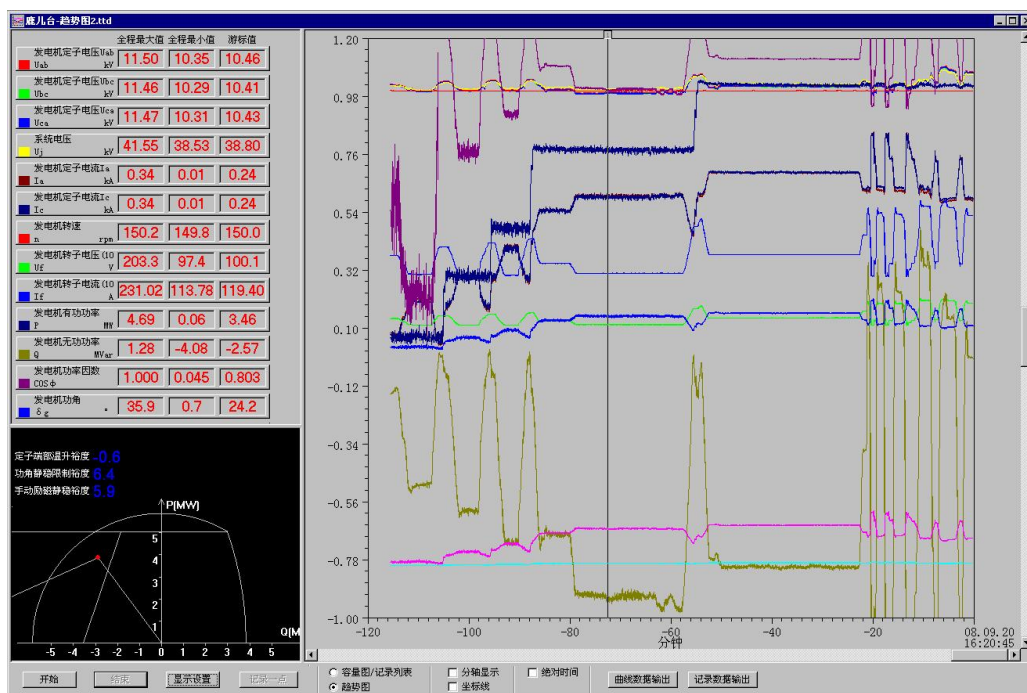
记录时长(天)	数据点间隔（秒）
1	1
2	2
3	3

**运行容量图设置：**输入绘制容量图中所需的机组参数；

进相试验将记录所有模拟量及开关量数据，在试验画面中显示的参量另有设置对话框选择。试验设置完成后确认即进入试验画面。

### 5.7.2. 试验画面

进入试验画面后系统将提示进相试验需先给出一个文件名，以便程序自动将所有参量数据自动存盘。另存进相试验文件后，进入试验画面。



试验窗口分为3部分：曲线窗口、实时值窗口、功率图窗口，各窗口显示大小可用鼠标调节窗口边框决定。

#### 按钮的作用：

**开始：**开始试验，通讯开始，参量开始刷新，曲线开始绘制。

**结束：**结束试验，通讯停止。

**显示设置：**从参量中选择试验记录显示的模拟量和开关量，并且设定Y轴的起始点及刻度数。

**输出文本：**将试验数据以.txt文件输出。

**分轴显示：**录制的曲线以同轴（标么值）还是分轴（有名值）来显示。

**坐标线：**在分析曲线时让显示画面中无坐标虚线。

**绝对时间：**点击此项，时间标志在相对时间和绝对时间显示之间转换。

在主窗口上部，有曲线操作工具栏。各按钮作用如下：

横轴时间段加长，曲线横向压缩

横轴时间段缩短，曲线横向放大

纵轴比例加大，曲线纵向压缩

纵轴比例缩小，曲线纵向放大

### 5.7.3. 试验操作：

A. 进入程序画面后首先进行**显示设置**，从全部记录的参量中选择本次试验需在曲线显示窗口显示的模拟量和开关量，并且设定合适的Y轴的标么值的起始点及刻度数；此项功能也可在试验进行中完成、更改。



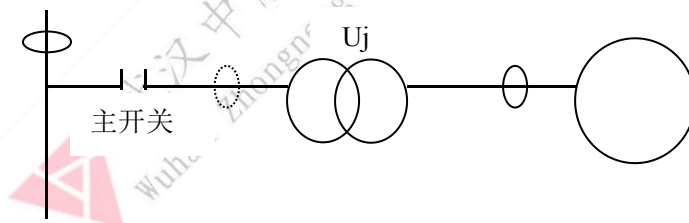


B. 点击**开始**按钮，趋势图窗口开始自右向左绘制参量曲线，实时值窗口显示参量值，容量图窗口实时绘制发电机容量图及限制曲线；试验记录过程中可通过选择趋势图、极限图来切换右侧大窗口的显示内容。试验记录过程中可通过放大和缩小坐标轴来改变曲线的显示状态。

C. 如果试验过程结束，可随时点击**结束**按钮来停止参量的录制，程序将以当前时刻为终点保存试验画面中的参量数据。

## 5.8 同期类试验操作：

### 5.8.1. 试验所需参量



同期试验示意图

同期试验用于记录并网时刻  $U_j$ 、 $U_j'$  的相角差、电压差；试验中，通常取  $U_s$ 、 $U_j$ ，而软件要显示、记录  $U_j$ 、 $U_j'$  在主开关动作前后的状态，所以，推荐的试验状态是：

- ◆  $U_s$ 取自机端，是在并网后与 $U_j$ 同相的一个电压

- ◆  $U_j$ 、 $U_s$ 的PT二次值都是100V

- ◆  $U_j$ 、 $U_s$ 都不设置变比值，额定值设为100V；同期压差  $\Delta U$ 的额定值设为100V，或200V，模板中绑定的“同期压差”主变高压侧电压、主变低压侧电压额定值输入100。

当以上试验状态不能满足时，应按以下进行设置：

#### 1、当 $U_j$ 、 $U_s$ 的 PT 二次值，不都是 100V 时

在联机的状态下，在“**通道设置**”里将该电压的变比一次设为 100，变比二次设为 PT 的二次值，设置完成后在常量监测中可观察到该量的显示应为 100。

例如接入的  $U_j$  的 PT 二次值是 57.735V，这时，将它的变比设为：

变比一次 = 100, 变比二次= 57.735

注意, 该电压的额定值仍然设为 100V

## 2、当 $U_s$ 在与 $U_j$ 存在转角补偿问题时:

这里定义: **转角补偿**= 并网后  $U_j$  与  $U_s$  的夹角,  $U_j$  超前取正号, 滞后取负号;

在**电气试验**程序中, 在联机的状态下, 由菜单“设置\参量设置”打开参量设置对话框, 在派生量“同期角差”的“参量 3”一栏输入**转角补偿**值  $U_s\_U_j$ 。注意应选择“确定”退出对话框。

## 3、试验中, 要求显示、记录电压一次值时

系统电压、机端电压的变比、额定值按实际设置。“同期压差”中也按实际参数输入, 其他情况参考上面所述。

同期脉冲、主开关, 应接入无源节点(录波仪的开关量通道, 对外提供 24V);

同期过程, 可以同时用同期试验(同期表)、曲线类试验来记录, 前者可直观表现同期时刻的角差、压差、频差, 后者除以上信息, 还可记录并网过程的调节过程、功率震荡, 但对角差、压差、频差的表达不如前者直观。

**特别注意:** 如果做了上述设置(之一), 应在试验后恢复原有参数设定(转角补偿清零), 以避免在下次使用录波仪时, 使用了错误参数。

### 5.8.2. 试验设置:



**系统电压:** 从模拟量列表中, 指定选择系统电压;

**发电机机端电压:** 从模拟量列表中, 指定发电机机端电压;

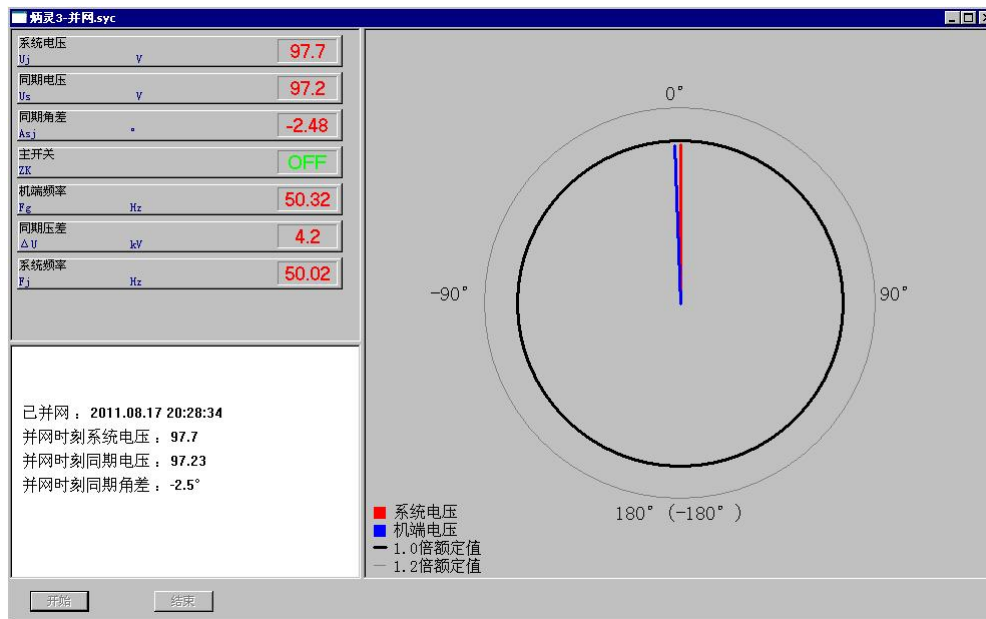
**系统角差:** 从模拟量列表中, 指定系统角差; 系统角差是一个派生量, 类型为相角差, 其第一个参量取机端电压, 第二个参量取系统电压, 需在试验前派生好, 还要在**通道修正**中正确设置主变转角补偿, 以使系统角差正确反映合闸前主开关两侧的电压夹角;

**主开关:** 从开关量列表中, 指定主开关所接开关量;

**附加模拟量:** 选择试验中要显示记录的任意模拟量;

**附加开关量:** 选择试验中要显示记录的任意开关量;

### 5.8.3. 同期试验窗口简介



◆ 同期试验窗口分为3部分：同期表窗口、参量值窗口、信息窗口。

◆ 按钮的作用：

**开始：**开始试验，通讯开始，参量开始刷新，曲线开始绘制。

**结束：**结束试验，通讯停止。

#### 5.8.4. 同期类试验的试验步骤：

A. 点击**新试验/同期试验**后，先进行**同期试验设置**，确认后进入**同期试验**画面，按“**开始**”按钮，试验开始，参量开始刷新、同期表开始运行，红色表针代表系统电压，蓝色表针代表机端电压。红色圈是额定值所在位置。红色表针不动，只是长度变化，反映系统电压值的变化。蓝色表针除了反映机端电压值，还反映了机端电压与系统电压的夹角同时自右开始绘制参量曲线，此时“**结束**”按钮失效。

B. 当主开关变位时，红蓝表针的大小、夹角不再刷新，停止在并网时刻，试验结束，同时在信息窗口显示本次同期试验的信息。如果是假同期，实际的机端电压与系统电压继续各自变化，但同期表也不再刷新。

试验结束后，应立即保存文件。

## 5.9 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阻抗电压通道(AC500V)、阻抗电流通(AC50A, 150A电流钳)，这两个通道不是录波仪的标准配置，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，录波仪配置了有功功率、无功功率、交流阻抗三个派生量。

试验由”菜单\电气试验\发电机转子交流阻抗试验”进入。

### 5.9.1. 试验设置



**试验方式:** 分手动记录数据点和自动捕捉数据点两种。

**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

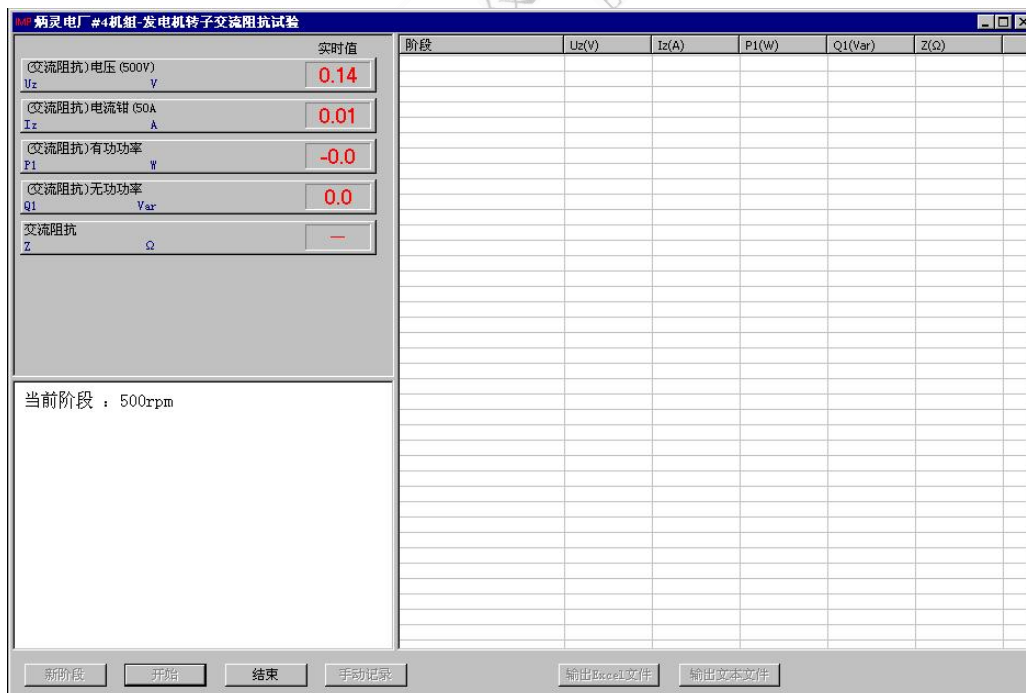
**自动捕捉依据:** 在基准参量中选择自动捕捉数据的参量

**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

### 5.9.2. 试验窗口

试验画面分为3部分：记录表格窗口、参量值窗口、阶段显示窗口。



按钮的定义如下

**新阶段:** 输入当前试验的阶段（例如转速）信息，作为表格阶段栏中的标志。

**开始:** 开始试验，通讯开始，参量开始刷新，表格开始录制；

**结束:** 结束试验，通讯停止。

**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。

**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。

### 5.9.3. 自动录制的试验步骤

A. 进入试验画面，点击“新阶段”，在对话框中输入当前试验的阶段（转速）信息，确定后，阶段（转速）信息显示在阶段显示窗口。

B. 点击“开始”按钮，试验开始，参量开始刷新、同时按模板设定的步长等距取值至设定点数；或是按自动设定的表格取值。

C. 按照模板设定的点数记录完成后，程序自动结束；此时应立即保存文件。

### 5.9.4. 手动录制的试验步骤

A. 进入试验画面，点击“新阶段”，在对话框中输入当前试验的阶段（转速）信息，确定后，阶段（转速）信息显示在阶段显示窗口。

B. 点击“开始”按钮，试验开始，参量开始刷新，点击**手动记录按钮**，记录所需采样点数据。

C. 记录完成后，点击**结束按钮**，程序结束；此时应立即保存文件。

## 5.10 发电机定子铁心磁化试验

发电机定子铁心磁化试验包含铁心轭部质量的算法，使用录波仪替代电压表、电流表、瓦特表，测量励磁电压、励磁电流、有功功率等参量，并同步地生成定子铁心比损耗、铁心轭部磁通密度。

试验由”菜单\电气试验\发电机定子铁心磁化试验”进入。

### 5.10.1. 设置

进入试验，首先需要指定试验参量、选择发电机类型、指定线圈匝数和温度测点数。在录波仪的默认配置中，本试验的励磁线圈电压、励磁线圈电流等5个参量，是复用自其它参量的。对于特定的用户，如果视此实验为常用功能，则可在订货时声明，在出厂时配置专用参量。

试验参量选择	
励磁线圈电压 (U1)	同期电压
励磁线圈电流 (I)	系统电流
测量线圈电压 (U2)	系统电压
实测功率 (P)	系统有功功率
实测电源频率 (F1)	系统频率

试验发电机类型		
<input type="radio"/> 透平型同步发电机	励磁线圈匝数 (W1)	63
<input checked="" type="radio"/> 水轮发电机	测量线圈匝数 (W2)	1
	温度测点数	0

### 5.10.2. 计算铁心轭部质量

在此对话框中，输入相关参数，计算定子铁心轭部质量。输入的参数可以保存为文件，以备以后加载使用。此处的计算过程，在进入试验画面后，试验开始之前，可以重复进行，修正之前的计算结果。

**计算定子铁心轭部质量**

加载参数 defaultSCMparam01.scmp

定子铁心轭部质量

定子铁心外径 (D1) 15.9400 m

定子铁心内径 (Di1) 15.0000 m

定子铁心长度 (L) 3.1000 m

定子槽深 (hs) 0.19768 m

定子通风道数 (nv) 68

定子通风道宽 (bv) 0.0060 m

定子铁心叠压系数 (kfe) 0.9600

硅钢片密度 ( $\rho$ ) 7600.0 kg/m<sup>3</sup>

定子铁心轭部质量 (m) = 263280 kg

### 5.10.3. 进行试验

在试验画面中，用户可以指定记录数据的时间间隔。点击“开始”后，程序显示实时值，并在时间间隔到时，记录一点数据填入表格。也可以点击“手动记录一点”，不受记录间隔限制，直接记录一点。

温度值，需要用户从温度表计读出后，手工写入表格，程序将保存用户的输入。

一旦开始试验，计算铁心轭部质量的功能就被禁止了，所以请在试验前确认计算结果。

**测试3#-定子铁心磁化试验.scmp**

实时值	时间	Ua(V)	Ua(A)	U2(V)	R0(W)	F1(Hz)	F1(W/kg)	B(T)
励磁绕组电压 (同期电压) U <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/>							
励磁绕组电流 (系统电流) I <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/>							
励磁绕组电压 (系统电压) U <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>							
实测功率 (系统有功功率) P	<input type="checkbox"/>							
实测电功率 (系统功率) F <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/>							
定子铁心比损耗 P <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/>							
铁心轭部磁通密度 B	<input type="checkbox"/>							

发电机类型: 水轮发电机  
 励磁绕组匝数 (N<sub>1</sub>): 63  
 励磁绕组匝数 (N<sub>2</sub>): 1  
 定子铁心外径 (D1): 15.9400 m  
 定子铁心内径 (Di1): 15.0000 m  
 定子铁心长度 (L): 3.1000 m  
 定子槽深 (hs): 0.19768 m  
 定子通风道数 (nv): 68  
 定子通风道宽 (bv): 0.0060 m  
 定子铁心叠压系数 (kfe): 0.9600  
 硅钢片密度 ( $\rho$ ): 7600.0 kg/m<sup>3</sup>  
 定子铁心轭部面积 (A): 0.7038 m<sup>2</sup>  
 定子铁心轭部质量 (m): 263280 kg  
 -----  
 已记录点数: 0  
 试验开始时间:

记录间隔 (分钟)