HM5009 发电机转子交流阻抗测试仪

使 用 说 明 书

武汉国电华美电气设备有限公司

目　　录

第一节 产品概述 …… 2
第二节 功能特点 …… 2
第三节 技术参数 …… 2
第四节 使用条件 …… 2
第五节 面板介绍 …… 3
第六节 操作说明 …… 3
第七节 注意事项 …… 15

V.2018.C1 版

一、产品概述

发电机转子绕组匝间短路是电力系统中常见的故障。当此类故障发生时，转子电流增大，绕组温度升高，限制发电机的出力，严重时会影响发电机的正常运行。匝间短路通常通过测量发电机转子绕组的交流阻抗和功率损耗来判别。传统的测量方法是采用多个测试仪器仪表，在现场组装后进行测量。这种需要很多测试仪器仪表组建测量系统的方法存在试验设备笨重、费时费力、整理数据繁琐、测量准确度不高等缺点。

随着数字信号处理技术的不断发展，新的微处理器和算法不断涌现，据此我们研制了基于数字信号处理器的发电机转子交流阻抗测试仪。该仪器以数字信号处理系统为硬件平台，充分发挥了数字信号处理器的计算能力，使得仪器的计算速度和计算精度得到大大提高，为电力系统的正常运行提供了保障。

二、功能特点

- 自动（手动）采集、测量、显示、存储、打印所有测量参数和交流阻抗特性曲线；
- 实时显示测量数据和交流阻抗特性曲线，方便存储和打印；
- 采用 320×240 大屏幕液晶显示器，中文菜单提示，操作简便；
- 内置大容量非易失性存储器：可存储 200 组测量数据及曲线；
- 内置高精度实时时钟功能：可进行日期及时间校准；
- 自带高速微型热敏打印机：可打印测量及历史数据；
- 兼做单相变压器的空载、短路试验和电压（流）互感器、消弧线圈的伏安特性试验；
- 具有完善的过压、过流保护功能，其中过压过流保护值根据试验参数的设置情况自动调整，既简便又能保证被试设备的安全。

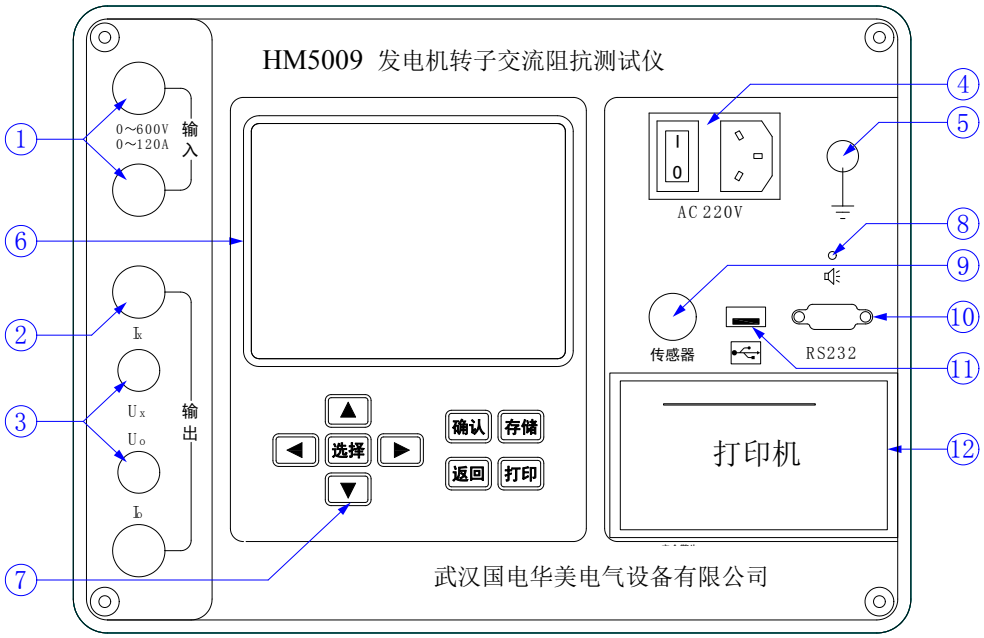
三、技术参数

测量范围	阻抗：0～999.9Ω
	电压：0～600V
	电流：0～120A
	功率：0～72kW
	转速：0～3600rpm
	频率：45～65Hz
准 确 度	电压、电流、转速、频率：0.2 级
	阻抗：0.5 级
	功率：0.5 级（cosφ ＞ 0.5）、1.0 级（0.5 ≥ cosφ ≥ 0.2）
外形尺寸	345mm×295mm×175mm
仪器重量	5kg

四、使用条件

环境温度	-10℃～50℃
环境湿度	≤85%RH
工作电源	AC220V±10%
电源频率	50±1Hz

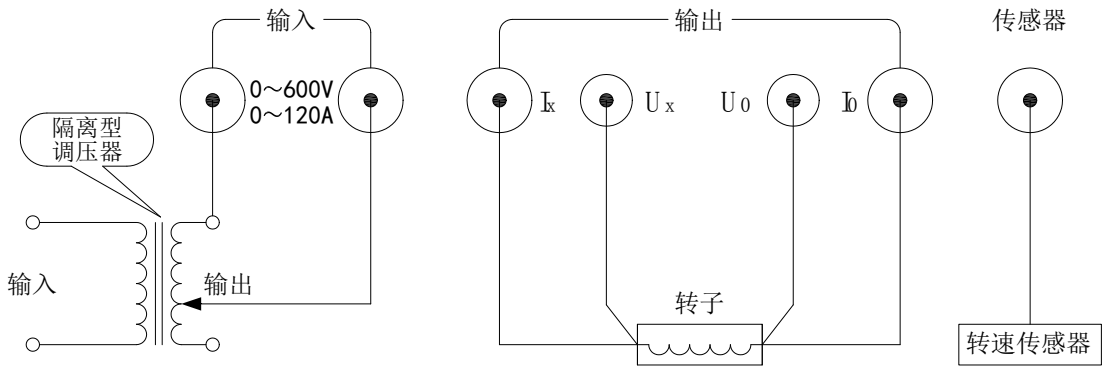
五、面板介绍



1. 电源输入：测试回路的输入接线柱，连接试验调压器的输出端；
2. 电流输出：测试回路的电流测量接线柱，范围 0～120A；
3. 电压输入：测试回路的电压测量接线柱，范围 0～600V；
4. 电源开关：仪器的电源开关及保险；
5. 接 地 柱：仪器安全接地专用；
6. 液 晶 屏：用于显示各种数据和曲线；
7. 键　　盘：用于各种功能的操作及参数设置；
8. 蜂 鸣 器：用于超限、过压和过流等报警；
9. 传 感 器：用于接入转子转速传感器信号，幅值 12V；
10. RS-232：用于仪器和 PC 机之间的数据通讯；
11. U S B ：用于大容量外部移动存储；
12. 打印机：用于快速打印各种数据和曲线。

六、操作说明

6.1 发电机转子交流阻抗试验接线图（推荐使用）。



6.2 当仪器按要求接好测试线及电源线后，打开电源开关，液晶显示主菜单，如下图所示：

6.3 参数设置

在主菜单界面下，按<选择>键或<↑>、<↓>键，选择 开始测试 功能按钮后，按<确认>键，进入试验设置界面，液晶显示如下图所示：

图（a）

图（b）

在试验设置界面，按<选择>键选择修改选项，按<↑>、<↓>键修改某位数据。

其中：阻抗测试类型--可选择自动或手动测试。

选择录入模式--可选择电压或转速；

选择电压时，可进行交流阻抗测试，相关参数设置如图（a）所示；

选择转速时，可进行转速阻抗测试，相关参数设置如图（b）所示。

最大试验电压--是指试验时需要测试的最大电压值，范围：0～600V；

过压保护动作值为设定值的 1.2 倍。

最大试验电流—是指试验时需要测试的最大电流值，范围：0～120A；

过流保护动作值为设定值的 1.2 倍。

电压采样步长--是指试验时以电压为基准进行数据采集，每次采集数据之间的间隔电压数值的大小，范围：5～100V，步长间隔 5V。

最大试验转速--是指试验时需要测试的最大转速，范围：0～4000rpm。

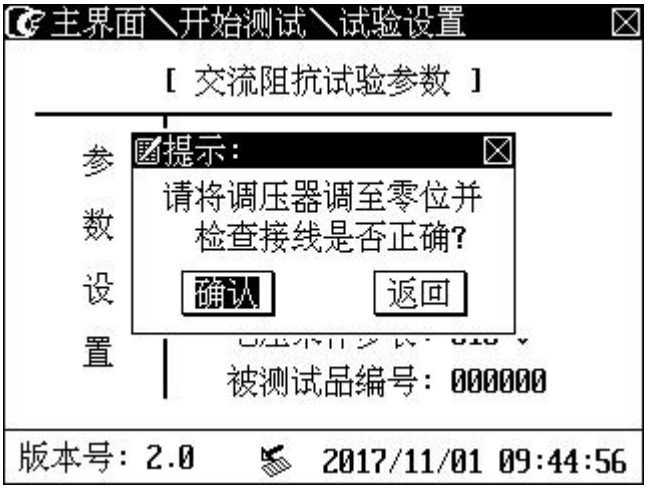
转速采样步长--是指试验时以转速为基准进行数据采集,每次采集数据之间的间隔转速数值的大小，范围：60～600rpm，步长间隔60rpm。

被测试品编号--是指用于区分不同被测试品或设备的编号,以便于在历史记录中查询和技术管理。

6.4 交流阻抗自动测试

在试验设置界面，将阻抗测试类型设置为自动，选择录入模式设置为电压，其他参数按试验要求进行修改，液晶显示如下图所示：

当参数修改为满足试验需要时，按<确认>键，液晶显示如下提示：



此时如果调压器没有调至零位或接线有误，请按<返回>键，返回到试验设置界面；如果调压器置零位并且接线正确，请按<确认>键，进入交流阻抗自动测试状态，液晶显示如下图所示：

主界面＼开始测试＼交流阻抗自动测试

NO.	U(V)	I(A)	P(kW)	Z(Ω)	F(Hz)
001	10.00	1.090	0.011	9.166	50.00
002	20.00	2.168	0.052	9.223	49.99
003	30.00	3.258	0.100	9.205	50.01
004	40.00	4.348	0.191	9.198	50.01
005	50.00	5.429	0.284	9.208	50.02
006	60.00	6.503	0.412	9.226	50.03
007	70.00	7.540	0.558	9.283	50.02
008	80.00	8.577	0.725	9.327	50.02
009	90.00	9.574	0.877	9.400	50.02

U = 101.8 V　I = 10.51 A　F = 50.02 Hz

试验数据　阻抗曲线　升序测试　01/02

在交流阻抗自动测试界面下，慢速调节调压器开始升压，仪器将自动采集、显示所有参数在各电压采样步长测试点的测量数值；直到最大试验电压或电流设定值，仪器蜂鸣器发出提示音，提示升序测试完毕，此时应先存储或打印测试数据，然后选择 升序测试 功能按钮，再按<确认>键切换至 降序测试 ，液晶显示如下图所示：

主界面＼开始测试＼交流阻抗自动测试

NO.	U(V)	I(A)	P(kW)	Z(Ω)	F(Hz)
001	100.0	10.05	0.981	9.942	49.98
002	90.00	9.129	0.806	9.858	50.00
003	80.00	8.162	0.650	9.800	50.00
004	70.00	7.193	0.482	9.731	50.00
005	60.00	6.210	0.356	9.661	50.02
006	50.00	5.214	0.244	9.589	50.01
007	40.00	4.193	0.156	9.538	50.03
008	30.00	3.159	0.069	9.495	49.99
009	20.00	2.108	0.039	9.485	50.02

U = 0.794 V　I = 0.085 A　F = 0.000 Hz

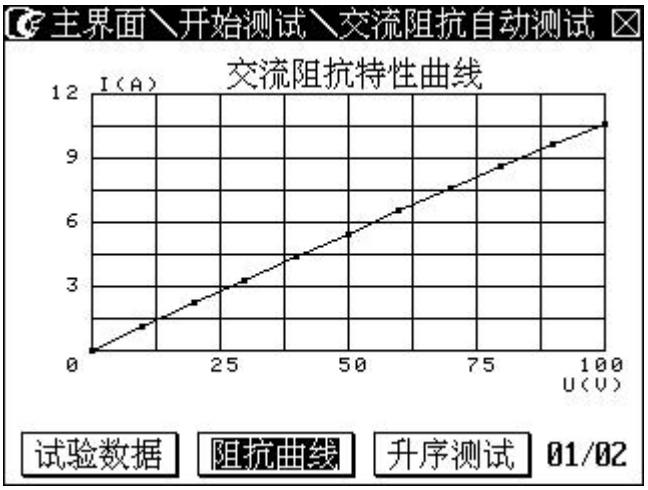
试验数据　阻抗曲线　降序测试　01/02

慢速调节调压器开始降压，仪器将自动采集、显示所有参数在各电压采样步长测试点的测量数值；直到试验电压小于电压采样步长或试验电流归零，仪器蜂鸣器发出提示音，提示降序测试完毕，此时应迅速将调压器归零，然后存储或打印测试数据。

提示：(1). 开始降序测试后，液晶显示的所有测试数据将被清除，所以升序测试完毕后，应先存储或打印测试数据。

(2). 当出现误操作，使输出电压或电流其中一项超过设定最大值的 1.2 倍时，仪器的保护电路将动作并切断测试回路。

存储所有测试数据直接按<存储>键，测试数据将存储于仪器内置存储器，生成历史记录；打印所有测试数据，直接按<打印>键；查看所有测试数据，可以按<↑>、<↓>键来实现；查看交流阻抗特性曲线可以按<选择>或<←>、<→>键，选择 阻抗曲线 功能按钮，再按<确认>键，进入交流阻抗特性曲线界面，液晶显示如下图所示：



在交流阻抗特性曲线界面下，曲线图形会根据测试数据和电压、电流设定值的大小自动生成。查看试验数据和阻抗曲线的测试结果，移动光标随意选择 试验数据 和 阻抗曲线 功能按钮在两个界面下查看测试结果。

6.5 转速阻抗自动测试

按 6.1 交流阻抗试验接线图正确接线。当仪器按要求接好测试线及电源线后，打开电源开关，液晶显示主菜单；在主菜单下选择 开始测试 功能按钮，按<确认>键，进入试验设置界面，将阻抗测试类型设置为自动，选择录入模式设置为转速，其他参数按试验要求进行修改，液晶显示如下图所示：

当参数修改为满足试验需要时，按<确认>键，根据液晶提示对调压器及接线进行检查，确认无误后，请按<确认>键，进入转速阻抗自动测试状态，液晶显示如下图所示：

主界面＼开始测试＼交流阻抗自动测试

NO.	U(V)	I(A)	P(kW)	Z(Ω)	N/rpm
001	220.6	5.515	1.216	39.99	0000
002	221.0	5.500	1.215	40.18	0300
003	221.1	5.492	1.214	40.26	0618
004	220.5	5.471	1.206	40.31	0900
005	221.1	5.476	1.210	40.37	1200
006	220.1	5.447	1.199	40.41	1500
007	220.4	5.453	1.201	40.41	1800
008	221.0	5.465	1.208	40.45	2100
009	220.1	5.439	1.197	40.47	2399

U = 220.8 V　I = 5.474 A　N = 3599 rpm

试验数据　阻抗曲线　记录数据　01/02

在交流阻抗自动测试界面下，调节调压器使其输出电压为 220V，转子转速从 0rpm 逐渐加速，在各转速采样步长测试点保持 5 分钟，仪器将自动采集、显示所有参数在各转速采样步长测试点的测量数值；直到最大试验转速或电流设定值，仪器蜂鸣器发出提示音，提示升序测试完毕，此时应先存储或打印测试数据，然后选择 升序测试 功能按钮，再按<确认>键切换至 降序测试 ，液晶显示如下图所示：

主界面＼开始测试＼交流阻抗自动测试

NO.	U(V)	I(A)	P(kW)	Z(Ω)	N/rpm
001	220.6	5.515	1.216	39.99	3599
002	221.0	5.500	1.215	40.18	3193
003	221.1	5.492	1.214	40.26	2981
004	220.5	5.471	1.206	40.31	2647
005	221.1	5.476	1.210	40.37	2400
006	220.1	5.447	1.199	40.41	2100
007	220.4	5.453	1.201	40.41	1800
008	221.0	5.465	1.208	40.45	1500
009	220.1	5.439	1.197	40.47	1140

U = 220.8 V　I = 5.474 A　N = 0000 rpm

试验数据　阻抗曲线　降序测试　01/02

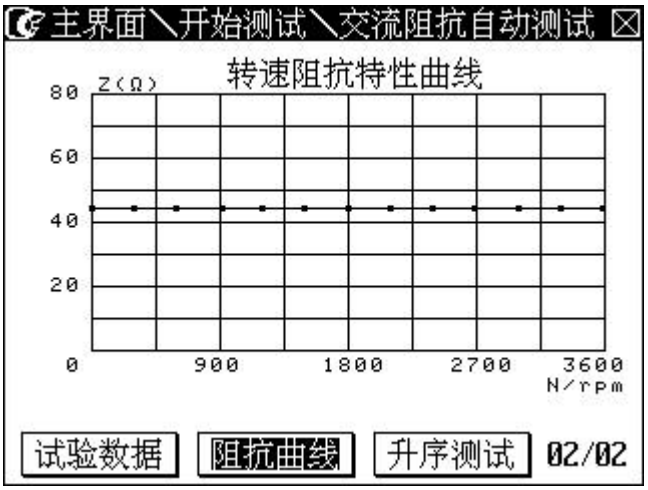
转子转速从最大试验转速逐渐减速，在各转速采样步长测试点保持 5 分钟，，仪器将自动采集、显示所有参数在各转速采样步长测试点的测量数值；直到试验转速小于转速采样步长或试验电压、电流归零，仪器蜂鸣器发出提示音，提示降序测试完毕，此时应迅速将调压器归零，转子转速降为零，然后存储或打印测试数据。

提示：(1). 开始降序测试后，液晶显示的所有测试数据将被清除，所以升序测试完毕后，应先存储或打印测试数据。

(2). 当出现误操作，使输出电压超过 600V 时，过压报警，仪器蜂鸣器发出提示音。

(3). 当出现误操作，使输出电压或电流其中一项超过设定最大值的 1.2 倍时，仪器的保护电路将动作并切断测试回路。

当测试完毕后，存储或打印测试数据直接按<存储>键或<打印>键；查看所有测试数据，可以按<↑>、<↓>键来实现；查看交流阻抗特性曲线可以按<选择>或<←>、<→>键，选择 阻抗曲线 功能按钮，再按<确认>键，进入转速阻抗特性曲线界面，液晶显示如下图所示：



在转速阻抗特性曲线界面下，曲线图形会根据测试数据和最大试验转速自动生成。查看试验数据和阻抗曲线的测试结果，移动光标随意选择 试验数据 和 阻抗曲线 功能按钮在两个界面下查看测试结果。

6.6 交流阻抗手动测试

按 6.1 交流阻抗试验接线图正确接线。当仪器按要求接好测试线及电源线后，打开电源开关，液晶显示主菜单；在主菜单下选择 开始测试 功能按钮，按<确认>键，进入试验设置界面，将阻抗测试类型设置为手动，选择录入模式设置为电压，其他参数按试验要求进行修改，液晶显示如下图所示：

当参数修改为满足试验需要时，按<确认>键，根据液晶提示对调压器及接线进行检查，确认无误后，请按<确认>键，进入交流阻抗手动测试状态，液晶显示如下图所示：

主界面＼开始测试＼交流阻抗手动测试

NO.	U(V)	I(A)	P(kW)	Z(Ω)	F(Hz)
001	10.45	1.131	0.011	9.246	50.00
002	21.62	2.326	0.050	9.296	50.01
003	31.11	3.345	0.104	9.298	50.00
004	42.69	4.588	0.195	9.306	50.00
005	49.76	5.316	0.264	9.359	50.00
006	60.08	6.386	0.383	9.407	49.97
007	71.33	7.518	0.536	9.488	49.98
008	79.89	8.337	0.666	9.582	49.98
009	90.92	9.324	0.847	9.751	50.01

U = 100.2 V　I = 10.12 A　F = 50.03 Hz

试验数据　阻抗曲线　记录数据　01/02

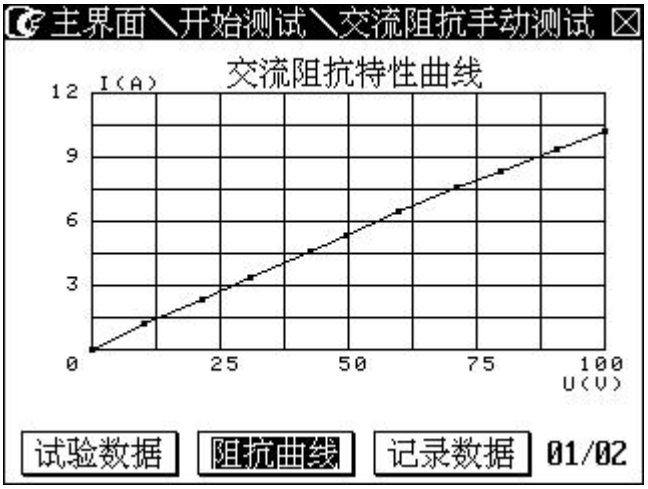
在交流阻抗手动测试界面下，慢速调节调压器开始升压，当出现试验需要的电压或电流值时，选择 记录数据 功能按钮按<确认>键，仪器将自动记录、显示一组在当前测试点下的各参数的测试数据；以此类推……直到最大试验电压或电流设定值，仪器蜂鸣器发出提示音，提示升序测试完毕，此时慢速调节调压器开始降压，当出现试验需要的电压或电流值时，记录测试数据，直到调压器归零，结束测试。

提示：(1). 电压采样步长在手动测试时不可操作。

(2). 当出现误操作，使输出电压或电流其中一项超过设定最大值的 1.2 倍时，仪器的保护电路将动作并切断测试回路。

(3). 当提示升序测试完毕， 记录数据 功能按钮将不可操作，电压小于最大试验电压后， 记录数据 功能按钮可恢复操作。

当测试完毕后，存储或打印所有测试数据，直接按<存储>或<打印>键；查看所有测试数据，可以按<↑>、<↓>键来实现；查看交流阻抗特性曲线可以按<选择>或<←>、<→>键，选择 阻抗曲线 功能按钮，再按<确认>键，进入交流阻抗特性曲线界面，液晶显示如下图所示：



在交流阻抗特性曲线界面下，曲线图形会根据测试数据和电压、电流设定值的大小自动生成。

查看试验数据和阻抗曲线的测试结果，移动光标随意选择 试验数据 和 阻抗曲线 功能按钮在两个界面下查看测试结果。

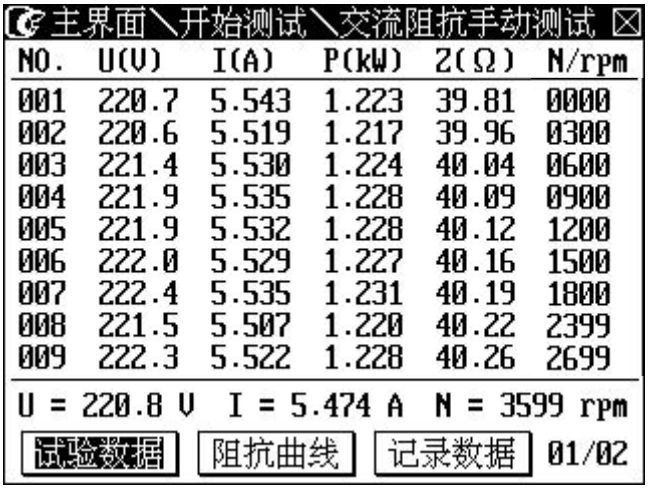
6.7 转速阻抗手动测试

按 6.1 交流阻抗试验接线图正确接线。当仪器按要求接好测试线及电源线后，打开电源开关，

液晶显示主菜单；在主菜单下选择 开始测试 功能按钮，按<确认>键，进入试验设置界面，将阻抗测试类型设置为手动，选择录入模式设置为转速，其他参数按试验要求进行修改，液晶显示如下图所示：

其中，转速采样步长在手动测试过程中为无关参数。

当参数修改为满足试验需要时，按<确认>键，根据液晶提示对调压器及接线进行检查，确认无误后，请按<确认>键，进入交流阻抗手动测试界面，液晶显示如下图所示：



在交流阻抗手动测试界面下，调节调压器使其输出电压为 220V，转子转速从 0rpm 逐渐加速，当出现试验需要的转速时，在该转速测试点保持 5 分钟，选择 记录数据 功能按钮按<确认>键，仪器将自动记录、显示一组在当前测试点下的各参数的测试数据；以此类推……直到最大试验转速或电流设定值，仪器蜂鸣器发出提示音，提示升序测试完毕，此时调节转子转速开始减速，再次记录各测试点的测试数据，直到转子转速归零或电流归零，将调压器归零，结束测试。

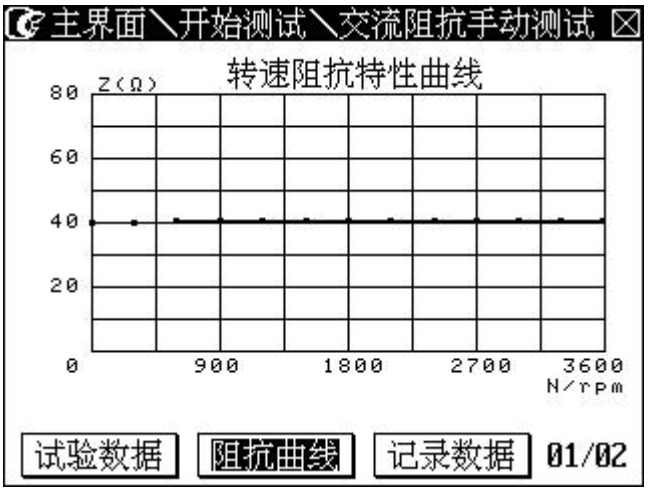
提示：(1). 转速采样步长在手动测试时不可操作。

(2). 当出现误操作，使输出电压超过 600V 时，过压报警，仪器蜂鸣器发出提示音。

(3). 当出现误操作，使输出电压或电流其中一项超过设定最大值的 1.2 倍时，仪器的保护电路将动作并切断测试回路。

(4). 当提示升序测试完毕， 记录数据 功能按钮将不可操作，转子转速小于最大试验转速后， 记录数据 功能按钮可恢复操作。

当测试完毕后，存储或打印所有测试数据，直接按<存储>或<打印>键；查看所有测试数据，可以按<↑>、<↓>键来实现；查看交流阻抗特性曲线可以按<选择>或<←>、<→>键，选择 阻抗曲线 功能按钮，再按<确认>键，进入转速阻抗特性曲线界面，液晶显示如下图所示：

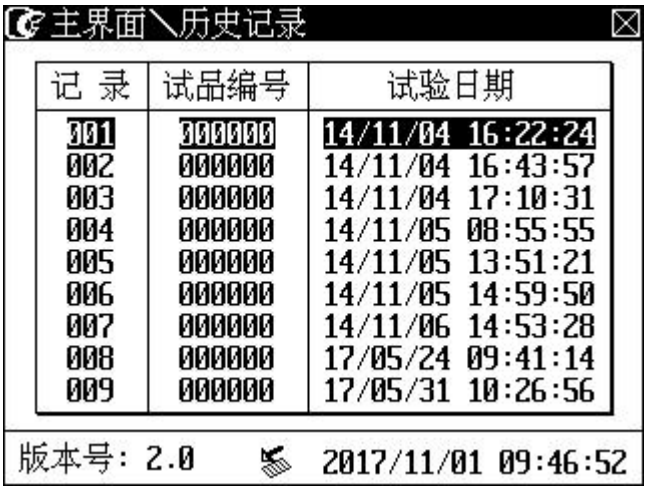


在转速阻抗特性曲线界面下，曲线图形会根据测试数据和最大试验转速自动生成。

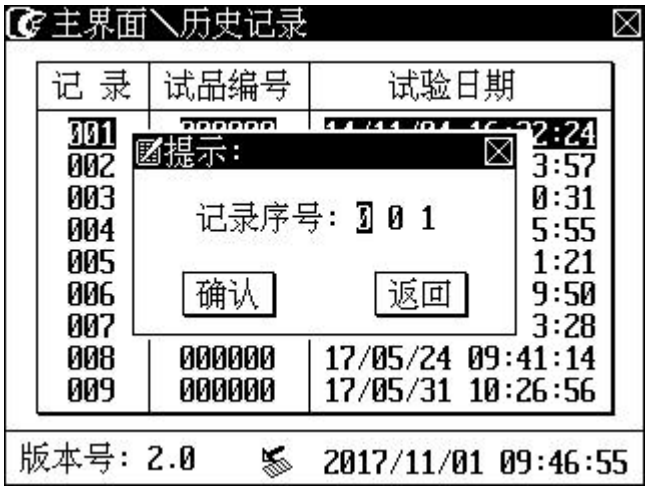
查看试验数据和阻抗曲线的测试结果，移动光标随意选择 试验数据 和 阻抗曲线 功能按钮在两个界面下查看测试结果。

6.8 历史记录查询

在主菜单下选择 历史记录 功能按钮，按<确认>键，进入历史记录查询界面，液晶显示如下图所示：

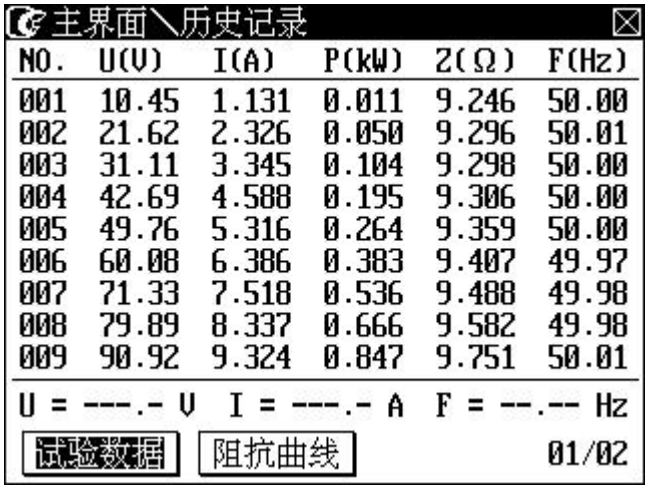


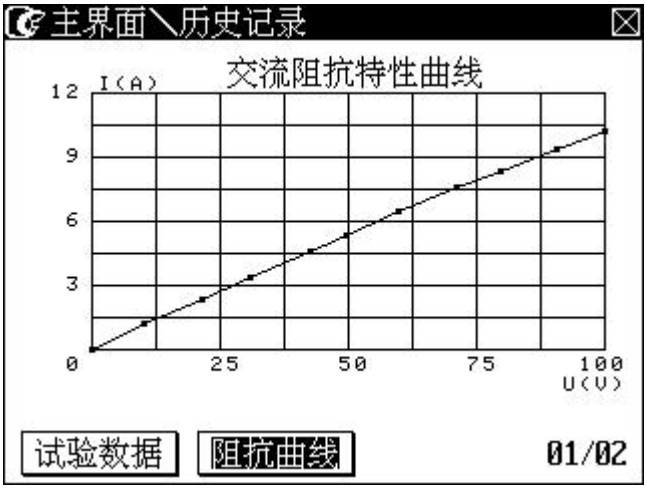
在历史记录查询界面，按<↑>、<↓>键来选择要查询的历史记录；按<选择>键，液晶显示如下提示：



在该提示界面，按<选择>键或<←>、<→>键可移动光标位置，按<↑>、<↓>键可修改记录序号相应位的数值;选择 确认 功能按钮,按<确认>键,可快速查找相应序号的记录,选择 返回 功能按钮，按<确认>键，返回历史记录查询界面。

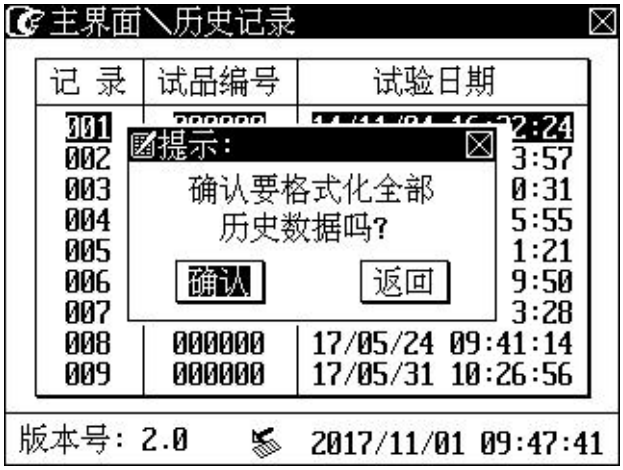
在历史记录查询界面，按<确认>键，进入相应记录的数据查询界面，可查看测试数据和阻抗曲线，液晶显示如下图所示：





在相应的历史记录界面按<存储>键，可以将当前的历史数据和曲线导出至U盘，按<打印>键，可以打印当前的历史数据和曲线。

在历史记录查询界面，同时按下<存储>和<选择>键，液晶显示如下提示，选择 确认 功能按钮，按<确认>键，可以删除全部历史数据。



6.9 日期时间设置

在主菜单下选择 时间设置 功能按钮，按<确认>键，进入时间设置界面，液晶显示如下图所示：

在时间设置界面下，按<选择>或<←>、<→>键选择相应设置位，按<↑>、<↓>键修改相应设置位的数据。修改为需要的日期和时间后，选择 确认 功能按钮按下<确认>键，保存相应设置并返回主菜单。

七、注意事项

1. 使用本仪器前请仔细阅读使用说明书，检查接线正确无误、接地良好。
2. 试验时调压器应在测试点附近缓慢调节，以确保数据采集的可靠性。
3. 转速阻抗测试时，转子转速在测试点应保持适当时间，以确保数据采集的可靠性。
4. 试验中所加试验电压峰值不得超过转子绕组的额定励磁电压。
5. 试验中如出现过压、过流保护动作，须查明原因排除异常情况后方可继续试验；不可盲目操作，以免带来不必要的损失。
6. 在测量完毕并退出测量状态后，方可进行接线拆除。
7. 如出现无法解决的问题，请及时与本公司取得联系。