

HYARAP 避雷器工频参考自动测试系统

使用说明书



武汉市华英电力科技有限公司

地址：武汉市东湖高新区光谷大道 62 号光谷总部国际 7 栋 4 层

电话：400-027-0098 / 027-82850969

传真：027-82210223

E-mail: whhy97@126.com

网址: <http://www.hy-dl.cn>

一 前言

本手册的目的是为了让用户熟悉避雷器工频参考自动测试系统的功能和正确的使用方法。手册的内容包括系统的构成原理，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安全、快速、准确的完成系统的操作，并且能有效地避免错误操作导致系统的损坏。

测试系统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，校准系统输出电压最高可达 300kV（或者 300kV），进行试验时，相关操作人员必须具备高电压电气试验资质。

避雷器自动测试系统的使用安全规程

- 1) 必须在测试系统各项指标正常的情况下才能使，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) 遵循用户手册进行各项试验
- 4) 禁止对自动测试系统进行任何修改，扩展和改进
- 5) 请使用校准系统的原配附件进行试验和操作
- 6) 校准系统输出电压高达 300kV，且输出容量高达 30KVA，操作人员应始终和高电压回路保持 3 米以上的安全距离
- 7) 在使用校准系统之前，校准系统的所有电气安全接地点都必须被可靠接地
- 8) 如果高压测量方式是分压器，在进行接线之前必须先对高压分压器进行对地放电，以确保安全
- 9) 试验完成后，必须先对高电压回路进行对地放电，然后才能拆除高压回路的连线
- 10) 试验过程中操作人员必须始终保持在可以控制操作台按钮的范围内，严禁试验过程中操作人员离开操作控制台
- 11) 在满载情况下使用校准系统请勿停留超过 5 分钟
- 12) 测试系统的安装和放置必须符合国家标准对高电压设备电气安全的要求与规定

二 系统连接原理图

避雷器自动测试系统的连接原理图如图 1 所示

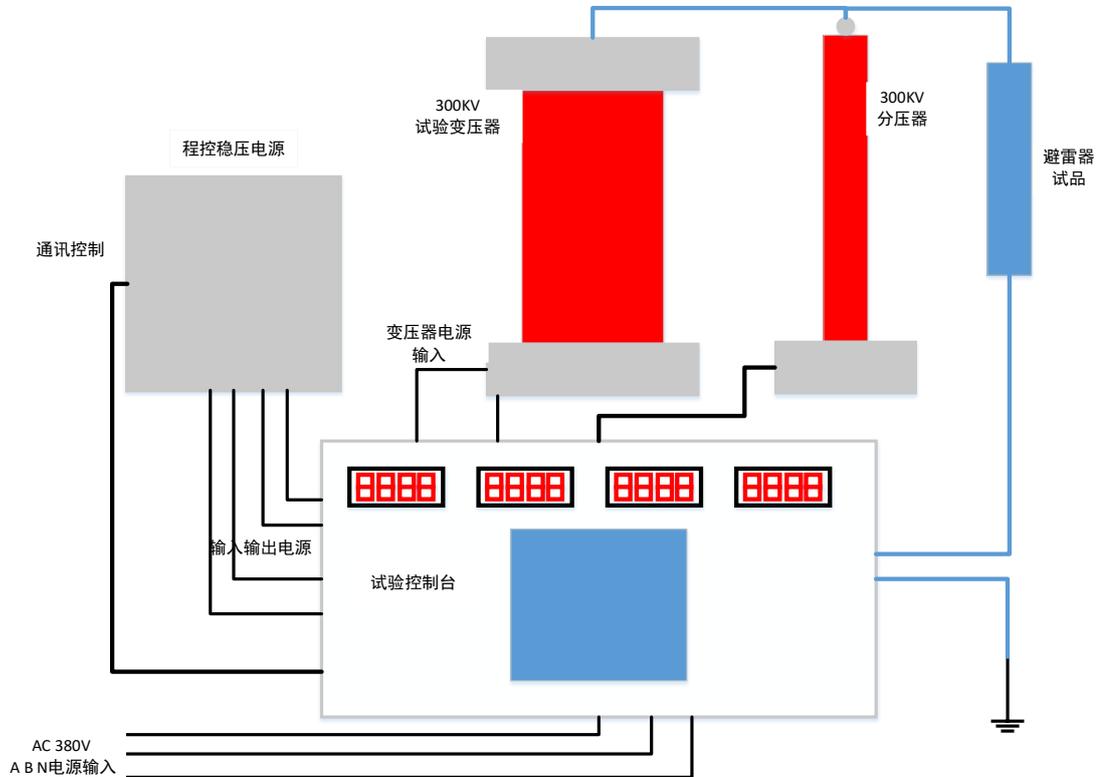


图 1 系统原理图

整个测试系统由操作控制台，交流稳压电源，升压变压器和 300KV 分压器组成。所有的升压过程控制，测试读数均由操作控制台的控制计算机完成。在测试开始前按照图 1 所示连接测试系统与待检测的避雷器试品，并且在操作控制计算机软件上设定测试要达到的电压点或者电流点，当测试过程被启动后，操作控制台的电脑向交流稳压电源发送升压指令以控制交流稳压电源的升压，操作控制台的电脑实时采集 300KV 电压互感器的二次侧输出电压以及避雷器泄露电流，以监测升压过程输出电压或避雷器电流是否达到设定的目标值，如果达到目标值则自动停止升压，此时测试人员点击记录当前点的数据和波形。测试完成后点击停止试验，测试系统转入降压过程，当电压降到输出 5KV 时，控制台切断试验变压器输入，试验自动停止。

测试系统的交流稳压电源负责产生 0~440V 频率可变的交流电压至 300kv 升压变压器的低压侧，与被检测试品并联的 300kv 电压互感器负责将高电压回路的反馈送至操作计算机进行测量并显示。

三 技术指标

避雷器自动校准系统的详细技术指标如下：

1 操作控制台输入电源：AC380V， 输入电源频率 45Hz~65Hz，， 输入电源
连接线 A B N

2 操作控制台输出电源：AC380V 单相

3 操作控制台最大输出功率：30KVA

4 交流稳压电源输入电源：AC380V ， 输入电源频率 45Hz~65Hz

5 交流稳压电源输出电压：单相 0~440V， 输出电源频率 50/60Hz

6 交流稳压电源输出电流：单相 0~70A

7 升压变压器最大输出电压：300KV， 最大输出容量 30KVA

8 升压变压器工作频率：50-60Hz

9 升压变压器输入电压：AC 0~400V

10 标准分压器输入电压：AC 0~300KV

11 标准分压器工作频率：50-60Hz

14 测试系统电压测量误差：0.5% 读数值+0.05%FS

15 测试系统泄露电流测量误差：0.5% 读数值+0.05%FS

15 测试系统频率测量范围：50-60Hz， 测量分辨率 0.01Hz， 频率测量误差
0.02Hz

16 输出高压电压波形畸变率典型值小于 1.0%， 保证值小于 1.5%

17 操作模式：触摸屏

18 校准系统工作环境要求：

1> 温度 0~50 度

2> 湿度小于 80%

四 系统连线与安装

4.1 避雷器工频参考自动测试系统实物图

避雷器自动测试系统的连接图如图 1 所示, 在进行系统安装时需要完成操作控制台, 交流稳压电源, 升压变压器和 300KV 电压互感器的连接和调试。试验控制台的实物图如图 2 所示



图 2 校准系统实物图

避雷器工频参考自动测试系统的交流稳压电源，试验变压器和分压器实物连接图如图 3 所示：



图 3 交流稳压电源 变压器 分压器实物连接图

4.2 安装与测试接线

自动测试系统的详细接线说明如下：

1 操作控制台安装与接线

自动测试系统操作控制台的输入电源为 AC380V，电气原理图如图 4 所示，需要连接 380V 的电源 A B N 三根线，AB 电压首先进入操作控制箱的断路器，经过断路器控制后给装置供电，A N 相电压供给操作控制台的控制系统，经过断路器后 A,B 线电压经过交流接触器后为交流稳压电源进行供电。

(1) 试验控制台的电源输入

打开操作控制台的舱门，可以看到控制台的接线端子如图 5 所示，左上侧的接线

端子排标识 AC380V 的接线排连接至系统电源 A 相和 B 相，接线端子排标识 N 的连接只系统电源零线 N，注意连接的导线至少应能够承受 70A 以上的工作电流。

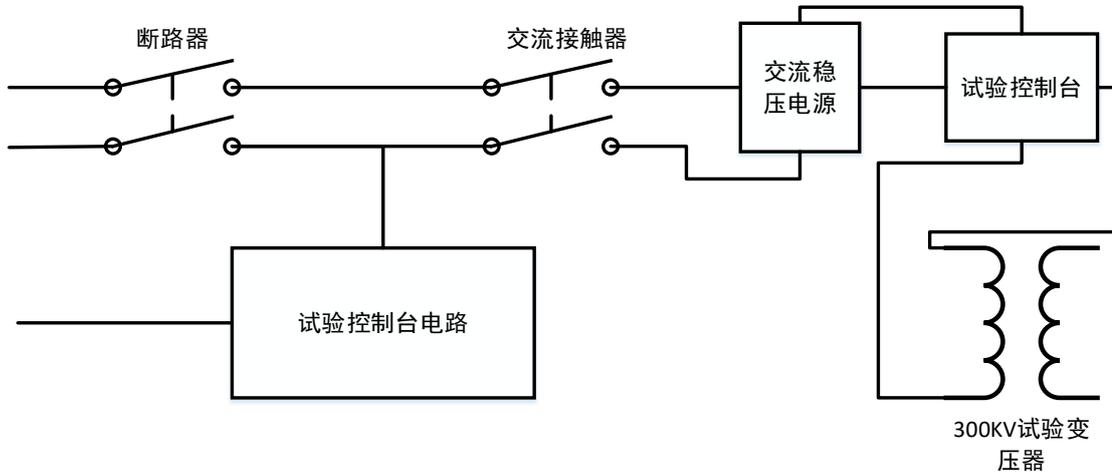


图 4 试验控制台电气原理图

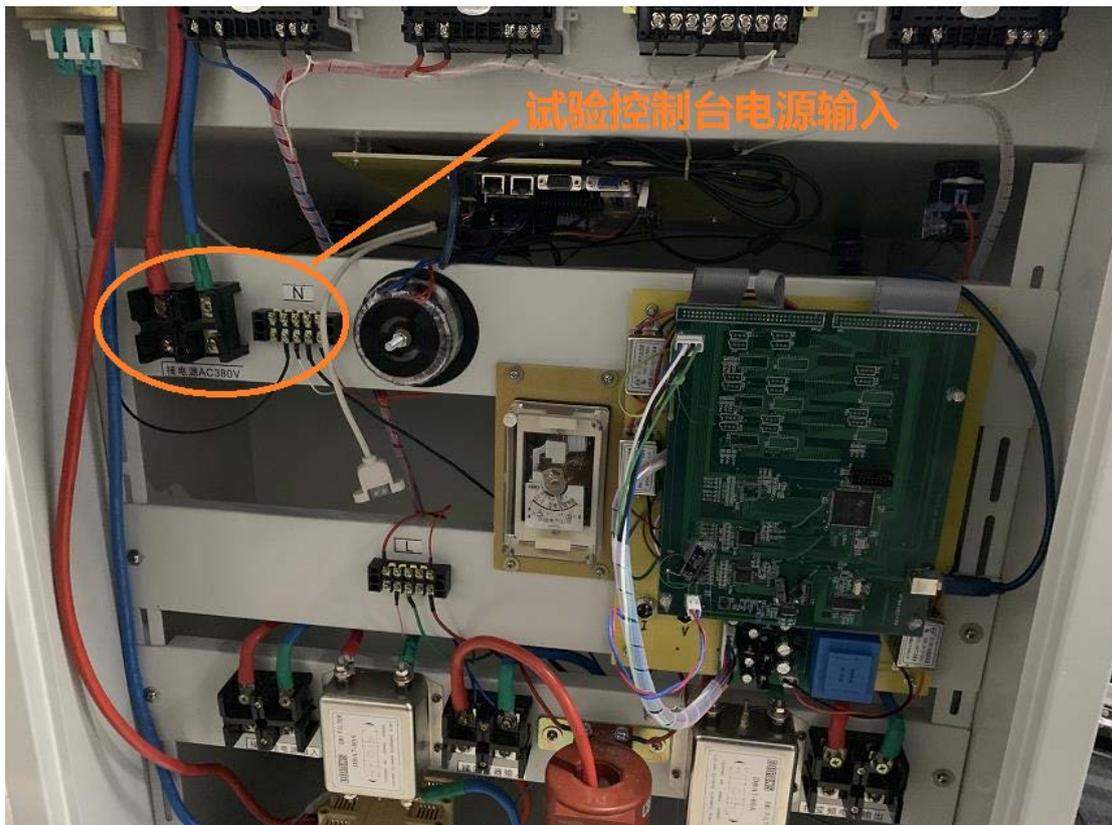


图 5 试验控制台背板电源输入

(2) 试验控制台与交流稳压电源的连接

试验控制台背板左下侧标识为“接变频电源输入”的接线端子排连接至交流稳压

电源的 AC380V 电源输入端子如图 6 所示，所使用连接线应至少能承受 70A 电流。

试验控制台的右下侧标识为“接变频电源输出”的接线端子排连接至变频电源的输出端子，如图 6 所示，所使用连接线应至少能承受 70A 电流。

试验控制台中下部的标识为“接变压器输入”的接线端子排连接至 300KV 试验变压器的低压输入绕组，所使用连接线应至少能承受 70A 电流。

（3）连接大地

交流稳压电源的中间接线端子标识了接大地符号，应将此接线柱可靠连接至大地。

试验控制台底装有操作控制台的安全接地端子，此处必须被可靠接地。

300KV 试验变压器和 300KV 分压器的接地端子也必须可靠连接至大地

（4）测量与控制箱连接

位于控制台上方的控制接口，用于连接控制台各测量控制信号；

1 其中 2 芯航插连接控制台与 300KV 分压器，用于装置输出高压的测量，同时该信号会被接入操作控制台面板的高压测量数字表和频率表，用于监视输出过程的电压和频率。

2 操作控制台的 3 芯航插,用于连接避雷器泄露电流测量,其输入阻抗为 200 欧,

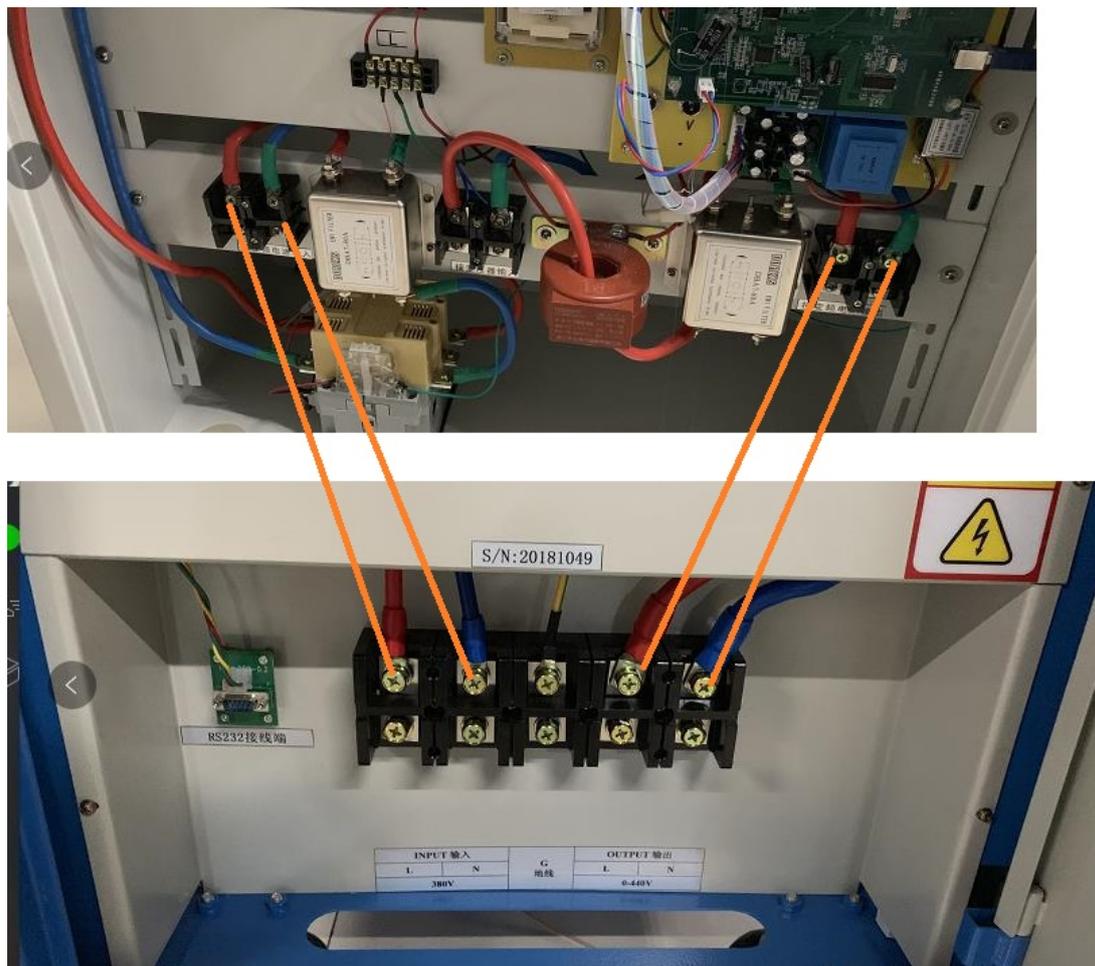


图 6 试验控制台与交流稳压电源连接

当避雷器有避雷器计数器时,可直接连接计数器,当避雷器没有计数器时,直接连接只避雷器的末端和大地,此处有效的测量电流为 20mA,允许输入的电流为小于 1A

试验控制台通过 RS232 口完成与交流稳压电源的通讯与控制,在试验控制台内部工控机板卡的 RS232 口直接通过我们提供的专用通讯电缆连接至交流稳压电源的 RS232 通讯口。

2 交流稳压电源安装与接线

交流稳压电源负责产生频率可变的单相交流 AC0~440V 电压源,其接线端位于机柜的前部下方,具体的接线含义请参照面板的定义,注意该连接线允许的额定工作电流应不低于 70A,允许的额定工作电压应不低于 450V。在进行通电之前交流稳压电源的接地端子必须可靠接地。

交流稳压电源接收操作控制台的命令进行电压调整和控制,因此在试验开始前交流稳压电源的 RS232 端口必须连接至操作控制台。

3 中频升压变压器安装与接线

中频升压变压器的输入接线端子如图 7 所示，端子排从左至右的含义依次是接地柱，仪表测量端子和励磁电压输入端子。

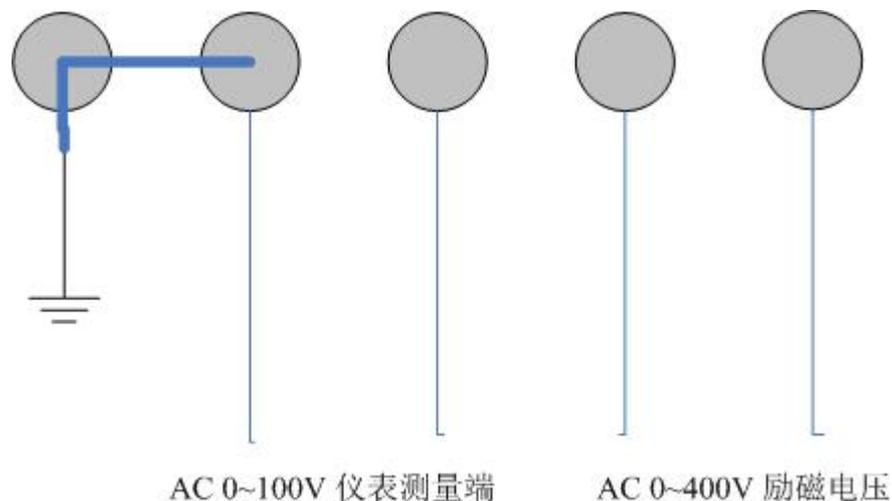


图 7 中频升压变压器接线端子

4 交流分压器的安装与接线

300KV 交流分压器的高压侧与试验变压器的输出并联，在连接试验变压器与高压分压器时电缆需使用屏蔽罩盖住电缆以降低电晕声和局放放电。同时高压电缆及屏蔽罩与大地及其它电路之间应保证足够的绝缘距离。分压器低压侧通过 BNC 电缆直接连接至试验控制台的电压输入端子

5 避雷器试品安装

避雷器试品的高压端与交流分压器的高压端直接并联，应注意高压端与大地之间的安全距离，避免高压端直接对大地放电。

避雷器的末端串联试验控制台的电流输入回路（200 欧电阻）连接至大地，为了保证试验过程的安全，建议避雷器末端通过一个氧化锌电阻片对地，以保证避雷器末端不会产生过电压同时又不会对测试过程产生影响。

五 避雷器工频参考自动测试系统操作

5.1 系统启动

检查确认所有测试线以及大地可靠连接后，合上试验控制台右上角的断路器启动控制台电源，在该断路器合闸之后，交流稳压源及后级电路依然是处于无电源状态，通过操作控制台面板上的合闸与分闸按钮，可以分别控制交流稳压源的启动与关闭。

注意在启动操作控制台面板的合闸按钮前，交流稳压源的电源输入断路器需处于合闸状态，否则合闸按钮启动后，交流稳压电源依然处于关闭状态



图 8 控制软件连接失败

5.2 试验参数设置

启动电源之后操作控制台的软件会处于运行状态，首先是操作系统启动，然后控制软件启动，如果在控制软件启动之后交流稳压源依然处于关闭状态，则软件系统会提示联机失败如图 8 所示，此时你需要首先通过操作控制台的合闸按钮启动交流稳压源，然后点击重新连接，使之重新与交流稳压源连接进入试验主界面如

图 9 所示。

正常操作时合上断路器，接着通过控制台的合闸按钮启动交流稳压电源的电源输入，则当装置软件启动时，控制台直接进入试验主界面如图 9 所示



图 9 控制软件主界面

操作控制台点击避雷器测试可以进入避雷器试验界面，在进入试验主界面前装置会显示如图 10 所示的参数设置界面：

在进行避雷器试验前需要设定试验相关的参数，这些参数如图 10 所示，主要包括以下几个方面：

1) 试验电源选择

用于决定试验过程中为避雷器供电的电源来源，如果选择装置电压源则有交流稳压源给 300KV 试验变压器供电，然后升压到试验电压进行试验。如果选择外部电压源，则装置仅用于记录，此时给避雷器供电的为外部高压源，装置通过电流采样回路和分压器记录试验过程中的高压电压和泄露电流数值

2) 装置电压频率

用于设定试验过程中高压电压的频率，如果选择试验电源为装置电源，改选择会改变交流稳压源的输出电压频率至设定值

3) 升压停止条件

升压停止条件仅影响试验电源为装置电源时的试验控制，用于设定自动升压时的停止条件，当选择升压停止条件为电压时，试验电压达到或者超过设定

值则不再继续上升；当选择升压停止条件为电流时，则当装置监测到避雷器的阻性电流峰值达到或者超过该设定值时，输出电压不再上升；当选择升压停止条件为手动升压时，则装置的输出电压由操作人员手动控制。

避雷器持续运行电压设定也会对试验过程的调压产生影响，当装置升压达到设定的避雷器持续运行电压时，调压分辨率会变成细调，在此之前调压为粗调，升压较快单次升压幅度较大

当用户选择的试验电源为外部电压源时，此项设置无效



图 10 试验参数设置界面

4) 装置电压档位

用于设定试验电源为装置电源时的高压输出档位，当选择输出电压档位为 0-150KV 时，交流稳压电源的输出档位为 0-220V，此时调压分辨率更高，允许的变压器低压回路电流更大，当选择输出电压档位为 0-300KV 时，交流稳压电源的输出档位为 0-440V，此时调压分辨率较低，允许输出的变压器低压回路电流也更小

5) 电流测量档位选择

用于设定避雷器泄露电流测量回路的最大测量电流值，当选择电流为 4mA 时则此时的最大泄露电流量程为 4mA，当选择最大测量电流为 20mA 时则此时的最大泄露电流测量量程为 20mA，此处使用 4mA 和 20mA 电流是指有效值，对于电流峰值，其最大允许测量值为设定值的 1.4 倍。此项设定影响测量回路的档位，不受试验电源选择的影响

6) 电压测量档位选择

用于设定高压测量回路，输入到装置的低电压测量量程，当设定测量档位是 20V 时，则实际有效的高压测量量程为 20 倍的分压器变比，当设定的测量档位是 100V 时，则实际有效的高压测量量程为 100 倍的分压器变比。

7) 避雷器参数设定

避雷器参数设定用于输入和记录被测试品的制造厂家，避雷器 ID 和额定电压等参数，这些参数不会影响试验过程控制，但是避雷器 ID 会作为最终存储试验记录文件名称的一部分，避雷器 ID 项中不能包含“* / \ - . \$ #”等特殊字符，否则会造成试验结果无法存储

5.3 试验过程

参数设置完成后，点击开始试验则试验被启动，如果使用的是装置电压源，则试验流程如下所述：

- 1) 装置通过 RS232 完成对交流稳压源的初始化和参数设定
- 2) 交流稳压源初始化完成后，装置控制输出电压升高，并在此过程中不断监视输出高压值，避雷器全电流，阻性电流，容性电流，功率因素，相角等指标
- 3) 当电压上升到设定的避雷器持续运行电压后，调压输出由粗调变成细调
- 4) 当电压变成细调输出后继续上升，直到设定的升压停止条件达到
- 5) 若有必要在输出达到停止条件并稳定后，用户通过调节按钮细调输出电压
- 6) 待输出稳定后点击记录此时的数据则输出高压值，避雷器全电流，阻性电流峰值，容性电流，阻性电流谐波，电压电流相角，功率因素等参数都会被记录存储，记录的数据和波形如图 11 所示

试验过程及试验结果界面的主要参数定义及解释如下：

1 高压

试验升压过程和试验结果参数中的高压是指加载在避雷器两端高压电压的有效值，

2 全电流

装置检测到的流过避雷器全部泄露电流的有效值

3 Ir

装置检测到流过避雷器的阻性电流分量的有效值

4 Ic

装置检测到的流过避雷器的容性电流分量的有效值

5 Irp

装置检测到的流过避雷器的阻性电流分量的峰值

6 有功

加载在避雷器上电压所产生的有功功率值

7 角差

避雷器上电压和全电流的角度差

8 频率

加在避雷器上电压信号的实测频率值

9 Ir 畸变率

避雷器阻性电流的波形畸变率

10 Ir1p Ir3P Ir5P Ir7P 和 Ir9P

避雷器阻性电流 1/3/5/7/9 次谐波的峰值

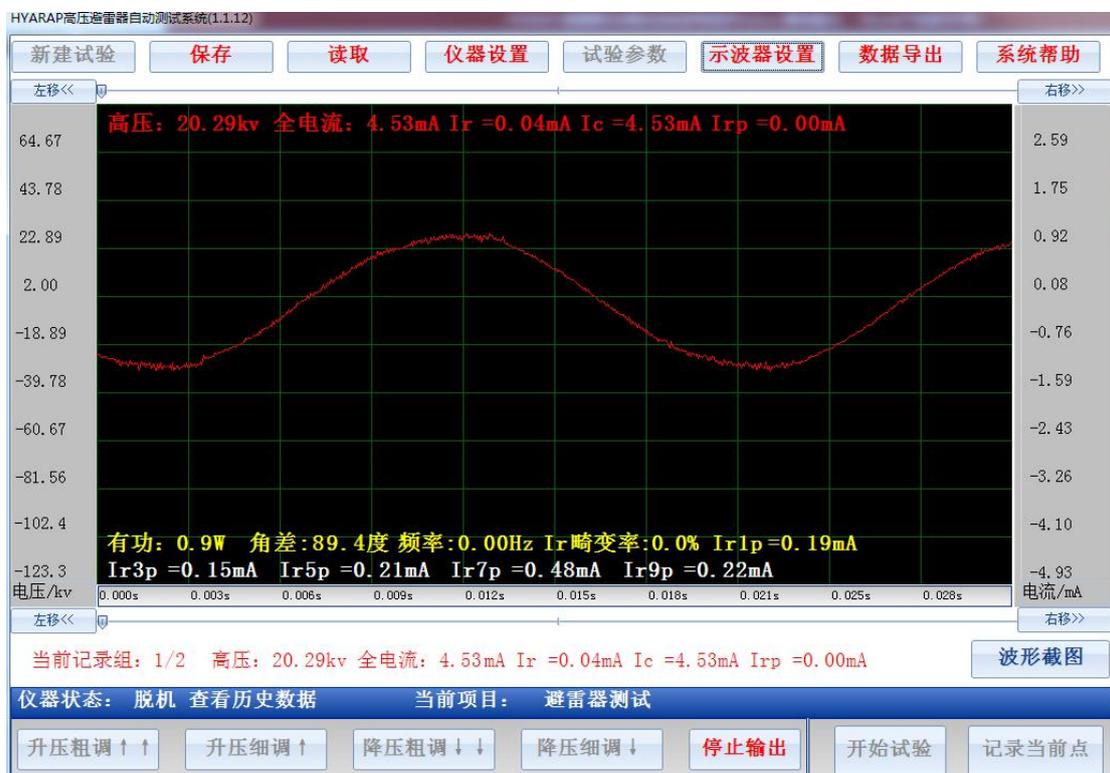


图 11 避雷器测试界参数与结果界面

在试验完成后对记录的波形进行分析和调节时，可以点击示波器设置用于调整或

者更改显示波形的参数和设置，示波器设置界面如图 12 所示，可以设置的示波



12 示波器显示参数设置界面

器显示参数包括：

1) 曲线否显示及坐标设置

装置记录的曲线包括高压，泄露全电流及阻性电流 3 条曲线，如果其对应的复选框被选中则对应的曲线显示，否则对应的曲线不在示波器中显示。每根曲线的 Y 坐标范围都可以修改，修改 Y 坐标时需要设置坐标的最小值和最大值，通过更改 Y 坐标范围可以更改曲线在 Y 轴的位置和显示比例。

Y 坐标小数点位数用于调整对曲线数据进行提取时显示数值的分辨率

2) X 坐标设置

用于设置当前显示曲线的 X 轴曲线位置和显示比例，X 坐标小数点位置则用于调整显示曲线的时间分辨率，仪器的采样频率为 25KHz，因此最高的时间有效分辨率为 0.00001s

3) 其它设置

当选择更新至模板时，则在试验结果界面调整的曲线是否显示设置，曲线 Y 坐标设置，曲线 Y 轴小数点位数设置，X 轴小数点位数设置参数会保存至模板，当启动试验时模板参数会加载到示波器用于配置试验过程中示波器的显示参数。

如果退出参数设置界面时没有选择更新至模板，则当前的参数修改仅仅影响当前界面的示波器曲线显示方式，点击启动试验后，示波器又会被还原到默

认的显示参数配置状态

启动工具尺是指在试验结果参数查看界面，开启曲线定位线用于读取曲线上某一点对应的实际数值

默认坐标用于将当前显示的曲线配置还原到装置的默认显示参数配置模板

注意：

- 1 试验启动前，请确定分压器的变比是正确的，否则可能会造成实际输出高压与显示不一致
- 2 在升压过程中操作控制台同时检测高压输出和升压变压器的励磁电压，当两个电压的比值偏离升压变压器的变比过大时，校准系统会立即切断高压输出，以保护系统和被试品。
- 3 如果在升压过程中校准系统检测到中频升压变压器的励磁电流达到 75A，校准系统会立即切断输出以保护系统和被试品

5.4 文件保存读取与导出

试验完成后，自动测试装置会提示用户是否保存当前的试验记录，如果用户点击确定则试验过程中用户点击“记录”所存储的计算数据和实测波形都会被保存。如果用户点击取消，则记录当时不会被保存，但在后续查看和分析数据过程中用户还可以通过主菜单工具栏的保存按钮，将当前工作区的试验结果数据和波形全部保存。

在保存试验结果时，其对应的存储文件名称格式为“XXXX 年 XX 月 XX 日 XX 时 XX 分 XX 秒 *****.arap”，其中“*****”代表的时试验参数设置界面对应的避雷器 ID，避雷器 ID 字符串可以包含“* / \ : \$ % - ”等不能构成 windows 文件名称的字符，否则保存记录将失败

点击读取按钮，则装置中存储的所有记录文件会以列表的形式显示，用户可以选择想要查看的记录，然后选择读取将其加载到当前的工作区进行分析和浏览

装置存储的所有测试记录文件都可以导出，首先插入 U 盘到装置的 USB 接口，然后，点击主界面工具栏的导出按钮，则装置中存储的所有记录文件也会以列表形式展现，用户可以选择所需要导出的记录文件，然后点击导出按钮，则对应的文件会被存储到 U 盘的“试验数据”文件夹下

5.5 系统参数设置

自动试验装置的系统参数设置界面包含了生成 WORD 格式试验报告相关的一些仪器参数设置，试验单位，试验人员，试验地点，报告页脚，报告页眉，WORD 报告格式信息等，这些参数的修改不会对试验过程产生影响，其信息仅反应的自



图 13 仪器参数设置界面

动生成的 WORD 格式报告中。

六 系统维护

在避雷器工频参考自动测试系统使用过程中请注意以下事项，并按照如下建议的方案管理和维护校准系统：

- 1) 避雷器工频参考自动测试系统在出厂前，我司已经完成对其调试和校准，因此在运行过程中切勿更改系统的校准参数，否则会导致校准系统的测量误差增加。只有在对该系统进行校准后发现误差过大时才可以通过控制软件的主界面修改校准系统从而减少系统的测量误差
- 2) 测试系统的升压变压器必须与操作人员，大地或者建筑物的墙壁之间保持足

够的安全距离

- 3) 在使用测试系统前应确保升压变压器和交流分压器表面清洁，若发现有大量灰尘或污垢应首先清理变压器的套管表面污垢再进行通电
- 4) 若测试系统的某些部件尤其是控制回路的部件工作不正常时，应及时联系我司进行更换或维修后再使用
- 5) 测试前需确认分压器的变比正确，错误的分压器变比可能会造成实际电压与装置显示电压误差巨大