

HYG-540kVA/54kV
变频串联谐振耐压试验装置

**使
用
说
明
书**

武汉华能阳光电气有限公司

尊敬的顾客

感谢您购买本公司变频谐振试验装置。在您初次使用该产品前，请您详细地阅读本使用说明书，将可能帮助您熟练地使用本仪器。

我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的产品可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有

不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。

警告！

由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。一年（包括一年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。一年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修

一防止火灾或人身伤害！

使用适当的电源线：只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开：当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地：本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值：为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作：如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

在有可疑的故障时，请勿操作：如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作

请勿在易暴环境中操作

保持产品表面清洁和干燥

变频串联谐振试验装置操作手册

目录:

第一章 产品概述

第二章 HYG-540kVA/54kV变频串联谐振耐压试验装置主要技术参数

第三章 HYG-540kVA/54kV变频串联谐振耐压试验装置设备应用

第四章 变频电源详细使用介绍

第五章 变频电源通用说明

第六章 常见故障排除

第七章 相关资料

第一章 产品概述

该装置主要针 35kV 电缆交流耐压试验设计制造。电抗器采用多只分开设计,既可满足高电压、小电流的设备试验条件要求,又能满足象 10kV 电缆这样的低电压的交流耐压试验要求,具有较宽的适用范围,是地、市、县级高压试验部门及电力安装、修试工程单位理想的耐压设备。

该装置主要由变频电源、激励变压器、电抗器、电容分压器组成。

串联谐振在电力系统中应用的优点:

- 1、所需电源容量大大减小。串联谐振电源是利用谐振电抗器和被试品电容谐振产生高电压和大电流的,在整个系统中,电源只需要提供系统中有功消耗的部分,因此,试验所需的电源功率只有试验容量的 $1/Q$ 。
- 2、设备的重量和体积大大减少。串联谐振电源中,不但省去了笨重的大功率调压装置和普通的大功率工频试验变压器,而且,谐振激磁电源只需试验容量的 $1/Q$,使得系统重量和体积大大减少,一般为普通试验装置的 $1/10-1/30$ 。
- 3、改善输出电压的波形。谐振电源是谐振式滤波电路,能改善输出电压的波形畸变,获得很好的正弦波形,有效的防止了谐波峰值对试品的误击穿。
- 4、防止大的短路电流烧伤故障点。在串联谐振状态,当试品的绝缘弱点被击穿时,电路立即脱谐,回路电流迅速下降为正常试验电流的 $1/Q$ 。而并联谐振或者试验变压器方式做耐压试验时,击穿电流立即上升几十倍,两者相比,短路电流与击穿电流相差数百倍。所以,串联谐振能有效的找到绝缘弱点,又不存在大的短路电流烧伤故障点的忧患。
- 5、不会出现任何恢复过电压。试品发生击穿时,因失去谐振条件,高电压

也立即消失，电弧即刻熄灭，且恢复电压的再建立过程很长，很容易在再次达到闪络电压前断开电源，这种电压的恢复过程是一种能量积累的间歇振荡过程，其过程长，而且，不会出现任何恢复过电压。

我公司调频谐振装置主要功能及其技术特点：

- 1、装置具有过压、过流、零位启动、系统失谐（闪络）等保护功能，过压过流保护值可以根据用户需要整定，试品闪落时闪落保护动作并能记下闪络电压值，以供试验分析。
- 2、整个装置单件重量很轻，最大不超过 40kg，便于现场使用。
- 3、装置具有三种工作模式，方便用户根据现场情况灵活选择，提高试验速度。

工作模式为：全自动模式、手动模式、自动调谐手动升压模式、

- 4、能存储，存入的数据编号是数字，方便的帮助用户识别和查找。
- 5、装置自动扫频时频率起点可以在规定范围内任意设定，扫频方向可以向上、向下选择，同时液晶大屏幕显示扫描曲线，方便使用者直观了解是否找到谐振点。
- 6、采用了 DSP 平台技术，可以方便的根据用户需要增减功能和升级，也使得人机交换界面更为人性化。

第二章 HYG-540kVA/54kV 变频串联谐振耐压试验装置主要技术参数

(一) HYG-指生产厂家代码

540 指设备能输出的最大额定容量，单位为 kVA

/54 指设备能输出的电压等级，单位为 kV；

(二) HYG-540kVA/54kV 变频串联谐振耐压试验装置技术指标

1. 额定电压：

54kV——满足 35 kV 电缆, 10kV 变电站的交流耐压试验；

2. 输出电压波形畸变率：<1.0%

3. 允许连续工作时间：额定条件下一次性工作 15 分钟，

4. 装置自身品质因数：Q>50

5. 火力发电机试验时满负荷下品质因数：Q>10（与负载相关）

6. 电缆试验时满负荷下品质因数：Q>30（与负载相关）

7. 主变压器试验满负荷时品质因数：Q>30（与负载相关）

8. GIS，开关等试验满负荷时品质因数：Q>50（与负载相关）

9. 输入电源：三相 380V

10. 频率调节范围：20Hz~300Hz

11. 系统测量精度：1.5%

12. 装置具有过压、过流、零位启动等保护功能

(三) 设备遵循标准

《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》	GB50150-2006
《高压谐振试验装置》	DL/T 849.6—2004
《电抗器》	GB10229.88
《电力设备预防性试验规程》	DL/T596-1996
《耦合电容器和电容分压器》	IEC358(1990)

(四) 设备主要配置及技术参数说明:

1. 变频电源 1 台:

额定功率: 25kVA;

输入电压: 380V \pm 10% 45~65Hz

输出电压: 0~400V 可调

输出电压频率: 30~300Hz

0.1Hz 步进可调

频率不稳定度 \leq 0.02%

输出电流: 0~62.5A

2. 高压谐振电抗器 (共 8 台): 27kV/2.5A

额定工作电压: 27kV

额定工作电流: 2.5A

额定电感量: 50H

连续工作时间: 60min

温升: 小于 60 度

工作频率: 30~300Hz

3. 激励变一台:

额定容量: 25kVA

输入电压: 400V

输出电压: 2.5kV, 2.5kV 用于 35kV 电缆耐压试验。

4. 电容分压器一台: 60kV 纯电容式:

自身电容量: 2000pF

工作频率: 30~300Hz

不确定度: 1.5%

额定电压: 60kV/2000pF

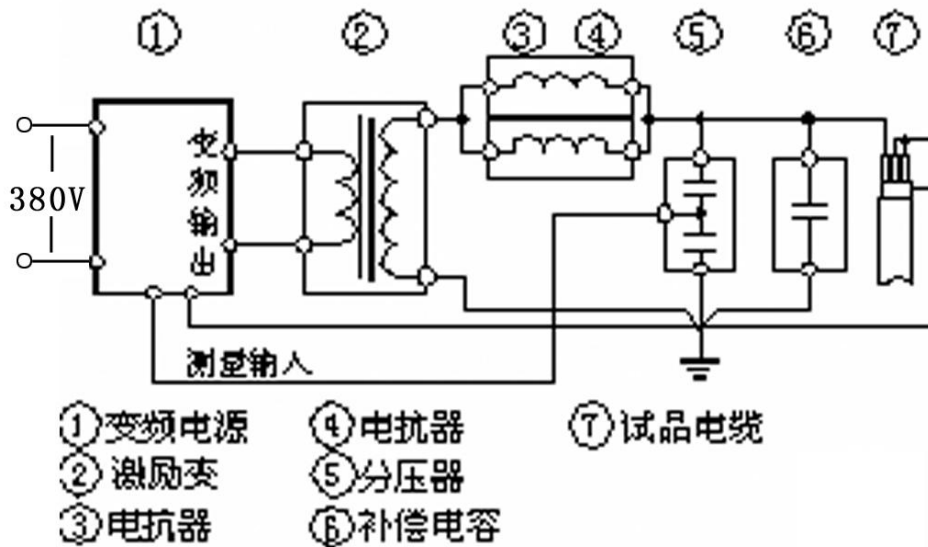
5. 测试线及附件壹套:

- | | |
|----------|-----|
| 1) 内部连接线 | 1 套 |
| 2) 使用说明书 | 1 份 |
| 3) 试验报告 | 1 份 |

第三章 HYG-540kVA/54kV变频串联谐振耐压试验装置设备应用

(一) 交联聚乙烯电缆的交流耐压

电缆耐压试验接线图



35kV 电缆 300mm² 长度不大于 4km, 试验电压为 52kV, 试验频率为 30Hz~300Hz

(1) 电缆长度: 4km 截面积: 300mm² 对应的电容量范围为 0.76 μF, 最高耐压试验值 52kV

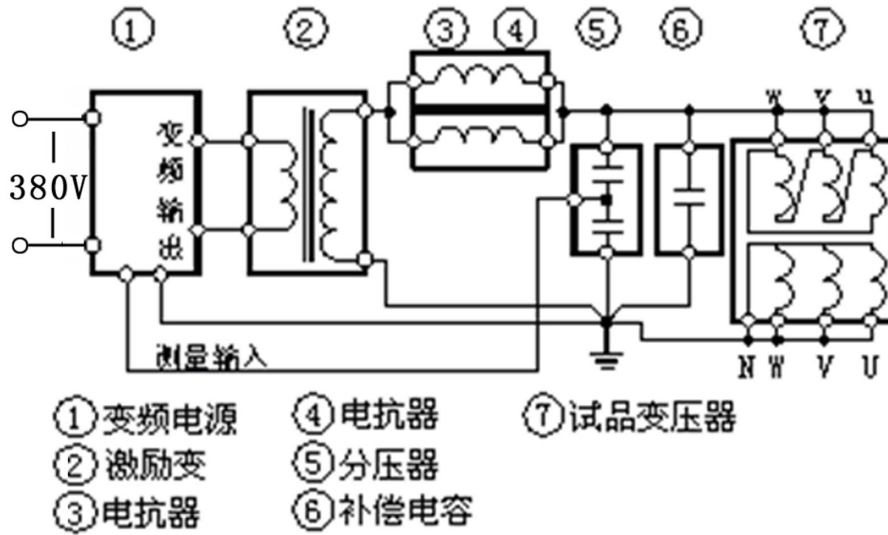
(2) 谐振频率: $1/6.28 \times \sqrt{25 \times 0.76 \times 10^{-6}} = 36.5\text{Hz}$

36.5Hz 下最大被试电容量时的试验电流: $36.5 \times 6.28 \times 0.76 \times 10^{-6} \times 52 \times 10^3 = 9\text{A}$ 。

(3) 选择设备: 25kVA 变频电源; 27kV/2.5A 电抗器二台串联四组并联; 25kVA (2.5kV/10A) 激励变; 60kV 分压器;

(二) 变压器、开关等的交流耐压试验

变压器耐压试验接线图



所以对于开关母线等断口电容小的试品也可以进行试验。

试验时使用关系表

试品	设备组合	电抗器 67.5kVA/27kV 八节	激励变压器输出 端选择
满足 35kV/300mm ² 电 缆, (试验电压 52kV, 试 验时间 60min)	长度 1000m 以下	使用电抗器二节串联	2.5kV
	长 度 1000~2000m	使用电抗器二节串联 二组并联	2.5kV
	长 度 2000~3000m	使用电抗器二节串联 三组并联	2.5kV
	长 度 3000~4000m	使用电抗器二节串联 四组并联	2.5kV

第四章 变频电源详细使用介绍

4.1. 设备基本说明

4.1.1. 电源:

- 将三相380V直接与变频电源的“输入”连接，当电源为380V时接A，C二相。

4.1.2. 操作面板说明

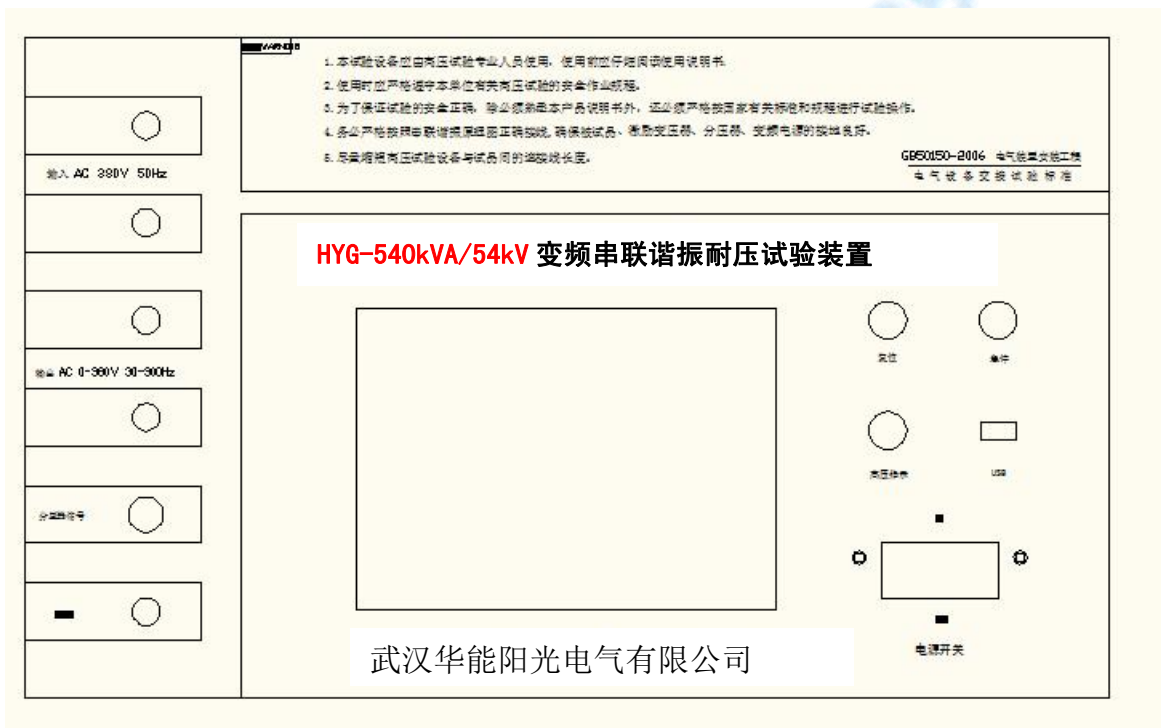


图1

- **电源开关**：负责计算机部分的电源供给或断开。
- **复位**：负载失谐、变频源过热以及其它保护动作后的故障复位。
- **停止**：发生紧急情况的应急中断按键。
- **分压器信号**：用于接入分压器低压臂，最大电压 100V，输入阻抗 100M。

- **接地**: 用于系统安全接地。
- **液晶显示器**: 用于系统各参数、波形、菜单等的显示。
- **USB**: 用于上传试验数据。
- **输入**: 当电源为 220V 时, 接输入 A, C 两相, 当电源为 380V 时接 A, B, C 三相。
- **输出**: 变频电源输出至激励变压器输入。

4.1.3. 接通电源

操作箱在上电后合上“电源开关”, 液晶点亮显示。

注意: 仪器两侧开孔处的风扇在运行则表示仪器内部功率器件正常工作。否则表示仪器内部过热或上次试验时没有复位。此时应该切断电源, 将仪器置于通风处静置1小时左右, 待内部适当降低温度后再启动电源。

当风扇经常性的不启动时, 建议立即与厂家联系。

当设备出现不可恢复性故障时, 请不要自行拆卸仪器。

4.2.0. 触摸屏显示器:

调频电源的控制屏幕为全触摸屏, 你只需要在屏幕上要操作的位置轻轻点击, 即可以进行操作。

4.2.1. 开机后, 液晶的显示界面如图 2 所示。



图2

- 自动试验：自动试验模式；
- 手动试验：全手动试验模式和半自动试验模式；
- 参数设置：各种试验参数的设置；
- 文件管理：查看和输出试验记录；
- 参数计算：电感，电容，频率之间的换算，已知两个量，可求出第三个量；

4.2.2. 试验参数设置：在每次试验前必须正确设置当次试验是的各种参数！
点击“参数配置”后，液晶的显示界面如图3所示。



图 3

- **起始频率:** 自动调谐时的开始频率，下限频率最高为 20Hz，上限频率最低为 200Hz。
- **终止频率:** 自动调谐时的终止频率，下限频率最高为 200Hz，上限频率最低为 300Hz，设置"起始频率"不可高于"终止频率"。当第一次试验时建议采用 30Hz~300Hz 进行扫描。当已经知道大概频率范围时，可以选定在适当的频率段扫描，以减少试验时间。
- **起始电压:** 设置调谐时输出电压的初此值。
 1. 对 Q 值较低的试品如发电机、电动机、架空母线，初此值设定为 30~40V；
 2. 对 Q 值较高的试品如电力电缆、变压器、GIS 等，初此值设定为 20V。
- **阶段试验电压, 试验时间:** 设置耐压试验电压的最高值和耐压时间。
 1. "阶段试验电压", 如没有分段耐压试验, 只设置第一阶段试验电

压和第一阶段试验时间,其它阶段试验电压及时间均设0;

2. 如需要分段设置时,分别点击相应的试验电压、试验时间栏即可完成设置;

- **激励变变比:** 试验时选择激励变抽头电压与原边电压的比值。例如: 4kVA/1.5kV/3kV/0.4kV 激励变压器,当试验时选择激励变抽头为3kV,这时激励变比为 $3/4=7.5$
- **分压器变比:** 电容分压器的分压比。当分压器分压比为 1000:1 时,就输入 1000;当分压器分压比为 2000:1 时,就输入 2000。当分压器分压比是多少时,就输入多少。**注意:如不是配套电容分压器时,电容分压器二次电压不能大于 100V,超过 100V 显示不出电压。**
- **自动调谐频率步进:** 自动试验时,自动扫频时的频率步进。自动试验时,一定要设置频率步进,否则自动试验时不扫频。频率步进可设置为 2Hz 以下,设置高了,找到的谐振点不是最佳谐振点,试验电压有可能升不上去。
- **电路电感,电路电容:** 当知道回路中电感,电容时,可设置此项,如不知道也可不设置,设置其中任意一项时,文档管理中记录数据可显示出另外一项的值,如不设置,就不显示此两项。
- **闪络保护:** 击穿时的保护电压。该值越设小,击穿保护越灵敏,有时可能误动作。一般情况下,当设备最高电压小于 150kV 时,设置为 3kV;当设备最高电压小于 150~300kV 时,设置为 5kV;当设备最高电压小于 300~500kV 时,设置为 8kV;当设备最高电压小于 500~800kV 时,设置为 12kV;此值为理论值,可根据现场需要自行设置。
- **过压保护电压:** 设置试验电压的极限值,电压超过时自动终止试验,

保护试验设备和被试品。一般设置比试验电压高 10%。

- **过流保护系数:** 设置变频电源输出电流的最高值, 一般设置为 100%。短时间也可设置 150%, 主要是用于保护变频电源功率器件烧坏。
- **设置帮助:** 设置时一些提示帮助。

- **返回菜单:** 返回到主菜单, 图 2。
- **选择模式:** 当设置完试验参数时, 不需返回到主菜单选择自动试验和手动试验, 点击“选择模式”, 即可选择是自动试验或手动试验, 如图 4。



标记, 正确设置各项试验参数。

1. 自动试验:

进入图 2 或图 4 界面, 点击“自动试验”, 进入下图 5 界面, 点击“开始试验”, 则自动进行调谐、升压、计时、降压。



图 5

界面依次如下：调谐

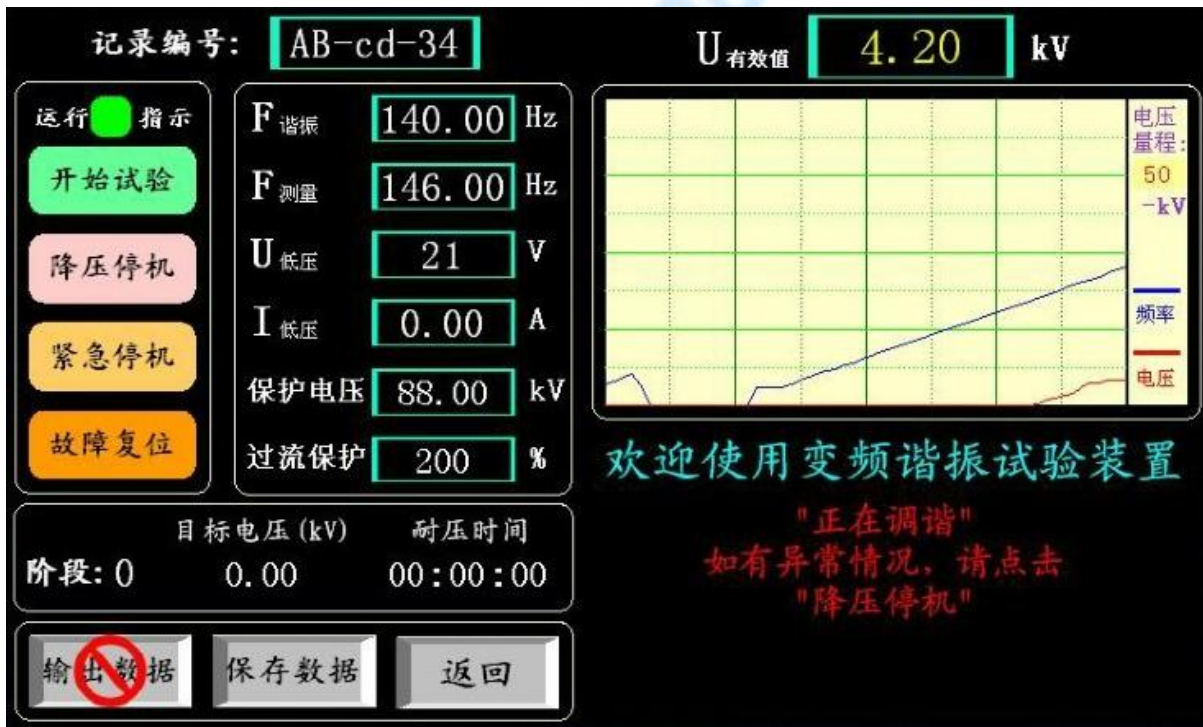




图 7

计时:



图 8

降压:



图 9

在试验过程中出现保护动作时，均有相关界面显示如图 10，11。

过压保护：



图 10

闪络保护：



图 11

2. 手动/半自动试验:

进入图 2 或图 4 界面, 点击“手动试验”, 进入下图 12 界面, 点击“开始试验”, 则可以进行手动/自动调频、手动升降压。



图 12

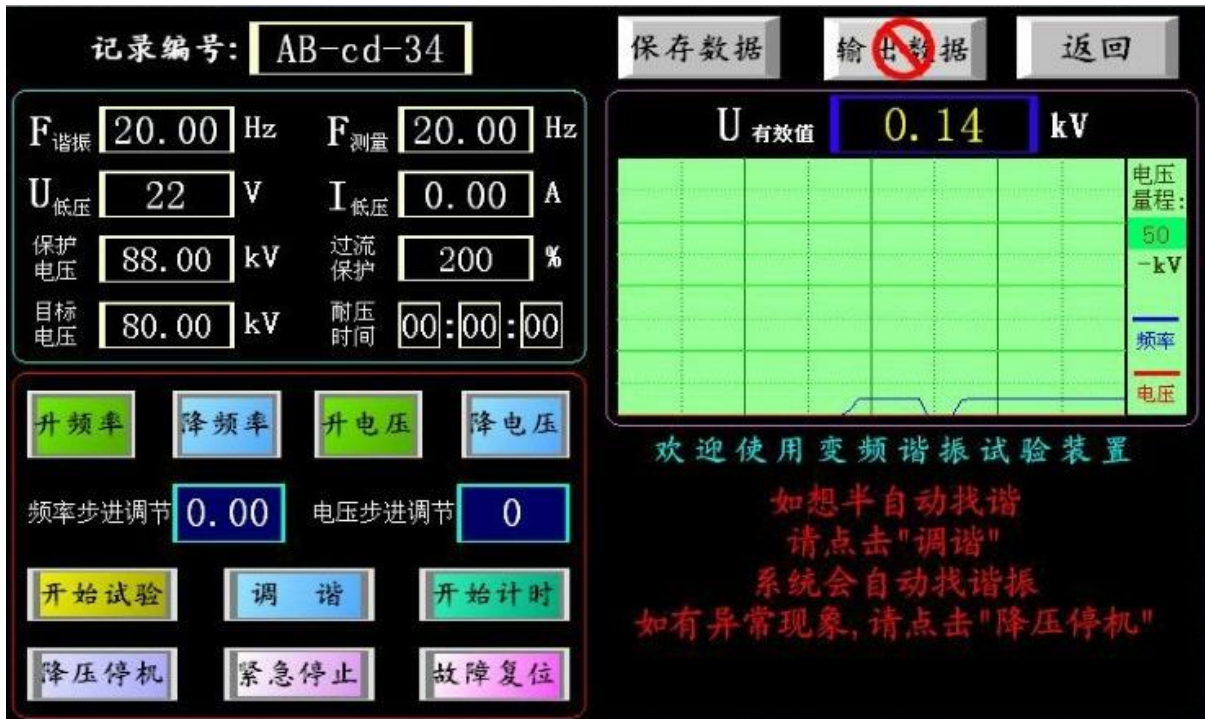


图 13

半自动试验：点击“调谐”，则自动调谐，调谐完成后点击电压“升电压”，“降电压”手动升压。注意：在点击“调谐”前，先要设置“频率步进调节”，“电压步进调节”，否则不会自动调谐。

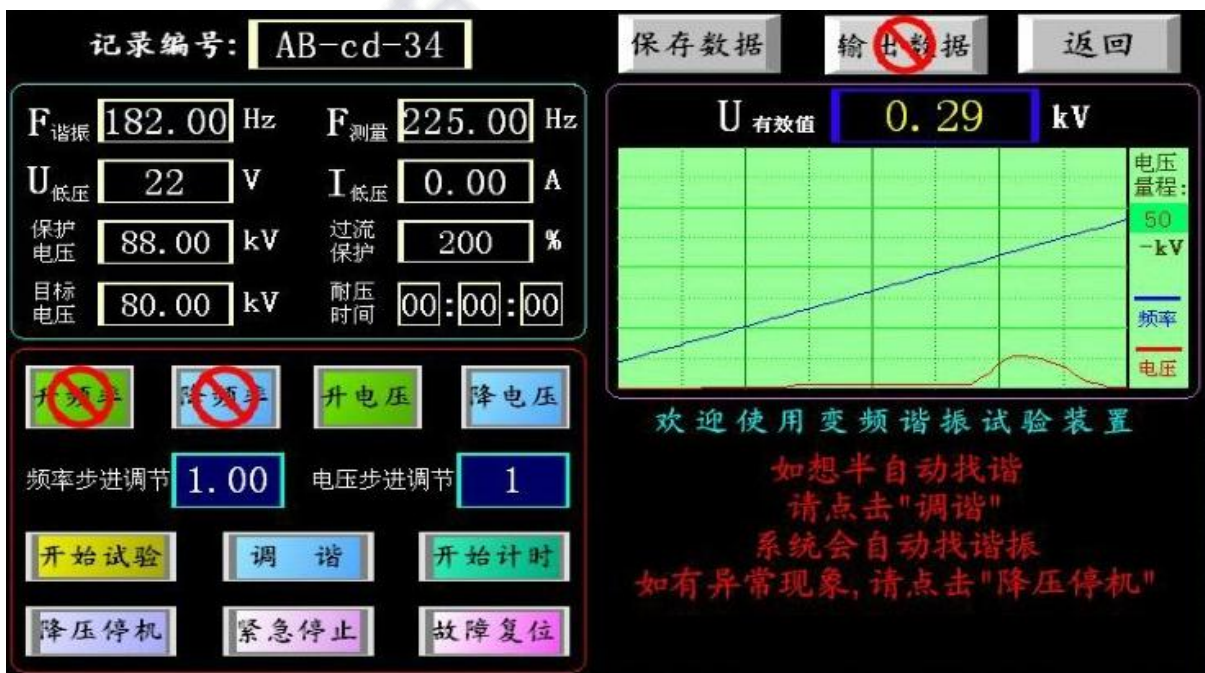


图 14

手动试验：点击频率“升频率、降频率”，则手动调谐，调谐完成后点击电压“升电压、降电压”手动升压。注意：在点击“升频率”，降频率，“升电压”，“降电压”前，先要设置“频率步进调节”，“电压步进调节”，否则不会“升频率”，降频率，“升电压”，“降电压”点击不动。

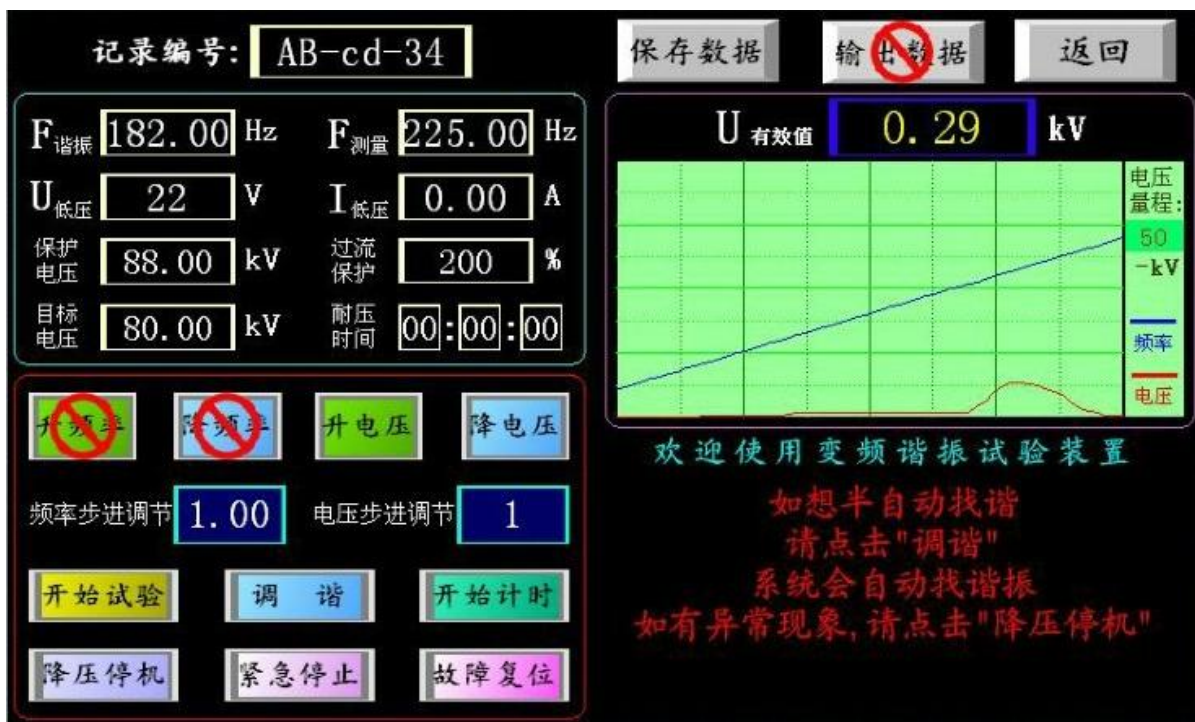


图 15

5.5.3. 资料查询及输出试验结果

进入图 2 界面，点击“文件管理”，进入资料界面，可以调阅历次试验记录，如图 16。



图16

在自动试验或手动试验时，必须点击“保存数据”，才能保存当次试验值，如没有点击“保存数据”，则不会保存实时数据。用U盘插入USB接口，选择历史数据从几条到几条，点击“发送历史数据”，可将历史数据保存到U盘，点击“发送历史数据”后台，等30min后方可拔出U盘，否则历史数据保存不到U盘。通过我公司自编的软件，在电脑上可生成 "Excel" 文件。

第六章 常见故障排除

6.1 通用注意事项

1. 本试验设备应由高压试验专业人员使用，使用前应仔细阅读使用说明书，并经反复操作训练。
2. 操作人员应不少于2人。使用时应严格遵守本单位有关高压试验的安全作业规程。
3. 为了保证试验的安全正确，除必须熟悉本产品说明书外，还必须严格按照国家有关标准和规程进行试验操作。
4. 各联接线不能接错，否则可导致试验装置损坏
5. 本装置使用时，输出的是高电压或超高电压，必须可靠接地，注意操作安全。

6.2 常见故障原因及排除

1. 风扇不能启动:

- 1) 急停、故障保护、失谐保护后，没有按“故障复位”;
- 2) 内部温度过高，功率元件热保护;

排除方法: 关断仪器电源，将仪器静置30分钟左右，重新开启电源，按仪器面板上的“复位”键，再启动仪器。

如果依然不能启动风扇，请和厂家联系，不可拆卸仪器!

2. 自动调谐不能完成，找不到谐振点:

现象:

调谐曲线完全是一条直线，调谐完成后仪器提示没有谐振点

原因:

回路接地不好，试验回路接线错误，装置某一仪器开路

排除方法：

- 1) 检查接地装置可靠，接地连接线是否有断开点；
- 2) 检查励磁变压器的高低压线圈的通断；
- 3) 检查每一只电抗器的通断；
- 4) 检查分压器的信号线的通断；
- 5) 检查分压器的高低压电容臂的通断；
- 6) 装置自身升压时没有谐振点，还需要检查补偿电容器的通断；

如果所有部件正常，依然没有谐振点，请和厂家联系，不可拆卸仪器！

3 不能升压到试验电压

现象：

- 1) 调谐曲线是一条曲线，有较低的尖峰；
- 2) 试验时一次电压较高，高压却较低，甚至在升到试验电压时，

一

- 3) 次电压已经到达额定电压，回路自动降压；

原因：

- 1) 电抗器与试品电容量不匹配，没有准确找到谐振点；
- 2) 试品损耗较高，系统Q值太低；
- 3) 励磁变压器高压输出电压较低；
- 4) 高压连接线过长或没有采用高压放晕线

排除方法：

- 1) 将补偿电容器并接入试验回路，加大回路电容量；

- 2) 尽可能将多只电抗器串联，提高回路电感量；
- 3) 提高励磁变压器的输出电压；
- 4) 干燥处理被试品，提高被试品的绝缘强度，减少回路的有功损耗；
- 5) 一般在设备较高电压输出时，采用高压放晕线，或将普通高压输出线改为较短的连线，一般不超过5米。

如果全部处理完后，依然不能解决问题，请和厂家联系，不可拆卸仪器！

第七章 相关资料

7.1 相关省份电缆试验规程

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程														
省份: 江苏 安徽 湖北 福建	电缆电压等级		1.8	3.6	6	6	8.7	12	21	26	—	64	127	
			3	6	6	10	10	20	35	35	66	110	220	
交 接	U	KV	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	-	1.7U0	1.4U0	
			3.6	7.2	12	12	17.4	24	42	52	-	109	178	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
试验频率: 30~30 0Hz	预	U	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	-	1.36U0	1.15U0
		KV	3	6	10	10	14	19	34	42	-	87	146	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
共4页 第1页		试												

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程														
省份: 浙 江	电缆电压等级		1.8	3.6	6	6	8.7	12	21	26	—	64	127	
			3	6	6	10	10	20	35	35	66	110	220	
交 接	U	KV	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	-	1.7U0	1.4U0	
			3.6	7.2	12	12	17.4	24	42	52	-	109	178	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
中低压 45~65H z 高压: 35~75H z 共4页 第2页	预	U	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	-	1.36U0	1.15U0
		KV	3	6	10	10	14	19	34	42	-	87	146	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
共4页 第2页		试												

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程

省份:	试验频率 (HZ)	1.8/3	3.6/6	6/6	6/10	8.7/10	12/20	21/35	25/35	—/66	64/110	127/220		
华北	1↕↔↕300HZ	交 U KV	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	5	5	
		预 U KV	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.36U ₀	1.36U ₀	1.36U ₀
		防 T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
山东	20↕↔↕300HZ	交 U KV	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	—	1.7U ₀	1.7U ₀	
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	—	5	5	
		预 U KV	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	—	1.36U ₀	1.36U ₀	
		防 T min	5	5	5	5	5	5	5	5	—	5	5	

共4页 第3页

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程

省份:	试验频率 (HZ)	1.8/3	3.6/6	6/6	6/10	8.7/10	12/20	21/35	25/35	—/66	64/110	127/220	
吉林	20↕↔↕70HZ	交 U KV	3.5U ₀	11.6U ₀	3.0U ₀	3.0U ₀	3.0U ₀	—	—	—	—	—	
		接 T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—	
		预 U KV	5.7U ₀	9.9U ₀	9.9U ₀	14.8U ₀	14.8U ₀	—	—	—	—	—	
		防 T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—	
广西 贵州 云南 东西州南	20↕↔↕300HZ	交 U KV	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	—	1.7U ₀	1.7U ₀
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60
		预 U KV	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	—	1.36U ₀	1.12U ₀
		防 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60

共4页 第4页

7.2 谐振装置容量选择

试验电流: $I=2\pi fCU \times 10^{-3}$ (A)

频率的选择 (HZ)

- 1、发电机———50HZ, 取 50HZ
- 2、变压器———45~65HZ, 取 50HZ
- 3、GIS、开关、母线———30~300HZ, 取 45HZ
- 4、电力电缆: 30~300HZ, 取 35HZ

电压的选择 (KV)

按照规程要求, 确定最高试验电压。

电容量的选择 (uf)

根据被试品最大电容量确定

装置最大容量: $P=UI \times 1.25$ (KVA)