

咨询热线：400-6213-027
专利号：ZL201520486728.X



华胜 FS-VLF 系列 0.1Hz 超低频高压发生器

使用说明书

武汉世纪华胜科技有限公司
WUHAN CENTURY FARSEE TECHNOLOGY CO.,LTD.

前 言

- 一．感谢您使用本公司的产品，您因此获得本公司全面的技术支持和服务。
- 二．本产品说明书适用于**华胜 FS-VLF 系列 0.1Hz 超低频高压发生器**。
- 三．在使用本产品之前，请您仔细阅读使用说明书，并妥善保管以备查阅。
- 四．本产品为高压电气设备测试仪器，使用时请按使用说明书要求步骤操作，并严格遵守国家相关规定。若使用不当，可能危及设备和人身安全。
- 五．在阅读使用说明书或使用仪器的过程中如有疑问，可向本公司咨询。

技术热线：400-6213-027 027-59234859

电话/传真：027-59234856 59234857 / 59234850

E—mail：FS18@100MW.cn 或 FS1188@188.com

目 录

一、0.1Hz 超低频耐压技术优势	- 1 -
二、华胜 0.1Hz 超低频耐压产品特点	- 2 -
三、华胜 0.1Hz 超低频 FS-VLF 系列产品技术参数.....	- 3 -
四、华胜 0.1Hz 超低频产品结构及功能说明	- 5 -
五、试验操作步骤及说明	- 7 -
六、电力电缆耐压试验方法	- 17 -
七、同步电机耐压试验方法	- 20 -
八、注意事项	- 21 -
九、产品组件	- 21 -
十、运输及保存	- 22 -
十一、质量保证	- 23 -
附录：华胜公司产品和技术	- 24 -

华胜 FS-VLF 系列 0.1Hz (触摸屏) 超低频高压发生器(2018 款)



一、0.1Hz 超低频耐压技术优势

电气设备的高压耐压试验是国家《电气设备交接试验标准 GB50150-91》和电力行业《电力设备预防性试验规程 DL/T596—1996》规定的最重要项目之一。高压耐压试验一般可分为交流耐压试验和直流耐压试验，由于直流耐压试验对被试品的破坏性较大，一般不推荐或者禁止使用；而交流耐压试验又可分为工频、变频和 0.1Hz 超低频测试技术，其中 0.1Hz 超低频技术由于试验设备体积小、对被试品的绝缘破坏性小、接线简单等优点，是当前国际电工委员会推荐的技术之一。特别在对大中型发电机、电动机、电力电缆等被试品进行工频耐压试验时，由于它们的绝缘层呈现较大的电容量，所以需要很大容量的试验变压器或谐振变压器，这样一些巨大的设备，不但笨重，造价高，而且使用十分不便。为了解决这一矛盾，国际上普遍采用了降低试验频率，从而降低了试验电源容量的方法。从国内外多年的理论和实践证明，用 0.1Hz 超低频耐压试验替代工频耐压试验，不但能有同样的等效性，而且设备的体积大为缩小，重量大为减轻，理论上容量约为工频的五分之一，且接线盒操作简单，这就是为什么发达国家普遍采用 0.1Hz 超低频耐压技术的主要原因。

下表-1 为四种耐压试验性能比较，从中可以分析出 0.1Hz 超低频耐压试验的技术优势！

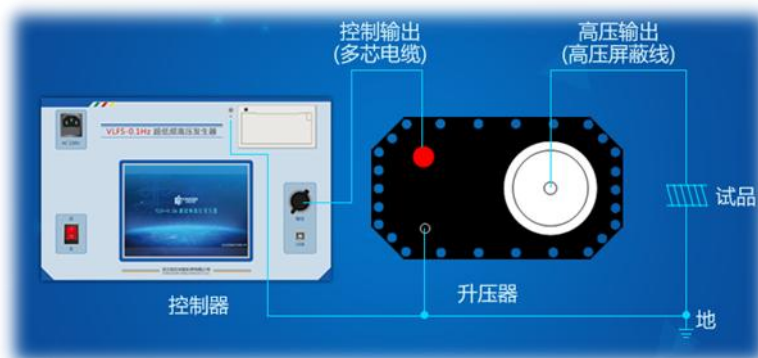
表-1 四种耐压试验的性能比较

比较内容	工频耐压	变频耐压	0.1Hz 耐压	直流耐压
等效性	好	好	好	差
绝缘破坏性	小	小	小	大
操作安全性	较低	较低	高	较低
试验接线复杂性	复杂	最复杂	最简单	复杂
设备体积	最大	较大	小	最小

二、华胜 0.1Hz 超低频耐压产品特点

(一) 华胜 FS-VLF 产品特点

华胜公司经过十几年的技术积累，自主开发 0.1Hz 超低频耐压装置专利产品，本产品特点如下：



- 1.技术先进**：8 寸工业触摸屏，ARM 处理器，智能控制，自动存储、打印。
- 2.操作方便**：傻瓜式接线，傻瓜式操作，因而接线简单、操作方便。
- 3.保护全面**：多重保护包括高压侧过压保护、高低压侧过流保护，突然断电保护等，保护动作迅速（动作时间 $\leq 20\text{ms}$ ），仪器安全可靠。
- 4.使用安全**：操作控制器和高压发生器低压连接，光电隔离控制，使用安全可靠。
- 5.测试范围大**：0.1Hz、0.05Hz 及 0.02Hz 三种频率选择，测试范围成倍增加。
- 6.设备轻便**：设备体积理论上只有工频耐压的 1/500，变频谐振的 1/5，十分利于户外作业。
- 7.功能齐全**：自动保存数据，接线错误提醒，通过 USB 口可将试验数据上传至电脑，仪器具有帮助文档功能，无需查看说明书就能知道仪器的接线、步骤、注意事项等。

(二) 华胜 FS-VLF 与同类产品的比较

- 1. 智能化程度更高**：32 位 ARM 处理器，8 寸工业触摸屏，智能控制，自动存储、打印。
- 2. 使用更安全**：多重保护，包括高压侧过压保护、高低压侧过流保护，突然断电保护等，保护动作迅速（动作时间 $\leq 20\text{ms}$ ），仪器安全可靠；仪器具有在使用过程中断电和突然关机不烧坏升压器和主机的功能。
- 3. 测试容量更大**：30kV、0.1Hz 频率下，真正最大测试绝缘电容量 $1.1\mu\text{F}$ （相当于 10kV 交联聚乙烯绝缘 $1 \times 150\text{mm}^2$ 截面电缆 4~5 公里长电缆），其他等级测试容量见表 2。
- 4. 设备一体化**：运输、使用更方便。

三、华胜 0.1Hz 超低频 FS-VLF 系列产品技术参数

1. 系列产品主要参数如表-2。

表-2FS-VLF 系列超低频高压发生器主要技术参数

型号	峰值电压	测量范围	重量	用途
FS-VLF-30/1.1	30kV	0.1Hz 时 $\leq 1.1\mu\text{F}$	控制器：4kg 升压器：25kg	10kV 及以下电压电缆、发电机等
		0.05Hz 时 $\leq 2.2\mu\text{F}$		
		0.02Hz 时 $\leq 5.5\mu\text{F}$		
FS-VLF-50/1.5	50kV	0.1Hz 时 $\leq 1.5\mu\text{F}$	控制器：5kg 升压器：35kg	20kV 及以下电压电缆、发电机等
		0.05Hz 时 $\leq 3.0\mu\text{F}$		
		0.02Hz 时 $\leq 7.5\mu\text{F}$		
FS-VLF-90/1.1	90kV	0.1Hz 时 $\leq 1.1\mu\text{F}$	控制器：5kg 升压器：45kg	35kV 及以下电压电缆、发电机等
		0.05Hz 时 $\leq 2.2\mu\text{F}$		
		0.02Hz 时 $\leq 5.5\mu\text{F}$		

2. 使用电源：220V $\pm 10\%$ ，50 $\pm 5\%$ Hz。

注意：若使用便携式发电机供电，要求发电机输出电压、频率稳定（一般要求功率

大于 3kW , 频率 50Hz , 电压 220V±5%) , 否则要使用一些辅助措施稳定发电机输出。

3. 输出电压精度 :

输出高压峰值不稳定性 : ≤1%

输出电压频率不稳定性 : ≤3%

输出电压波形畸变率 : < 5%

4.使用环境 : 温度 - 10°C ~ + 40°C , 湿度≤85%RH

5.测试范围 :

1. 被试品绝缘电容量不得超过仪器额定电容量最大值 , 数值大小见表 2 ;
- 2.被试品电容量过小 , 会影响输出波形。若小于 0.05μF , 仪器将不能正常输出 , 此时可采用本公司提供的辅助装置 (选配) 即可。
- 3.常用电气设备电容量的估算见表-3 和表-4

表-3 不同类型发电机的单相对地电容量

	汽轮发电机			水轮发电机			
发电机容量 (MW)	200	300	600	85	125-150	300	400
单相对地电容 (μF)	0.198	0.18-0.26	0.31-0.34	0.69	1.8-1.9	1.7-2.5	2.0-2.5

表-4 交联聚乙烯绝缘单芯电力电缆的电容量($\mu\text{F}/\text{km}$)

电容 ($\mu\text{F}/\text{km}$)	截面 mm^2											
		16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	270
10	0.15	0.17	0.18	0.19	0.21	0.24	0.26	0.28	0.32	0.38	—	
35	—	—	—	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.19	

四、华胜 0.1Hz 超低频产品结构及功能说明

本仪器由两个部分组成：即控制器和升压器，两部分结构和功能如下：

(一) 控制器面板示意图

控制器面板各部件布置如图 1 所示，各部件功能说明如下：



图 1 控制器面板示意图

- ① “AC220V” ——交流 220V 电源输入插座，内置保险管。
- ② “开关” ——电源开关：内置指示灯，开时亮，关时熄。
- ③ “8 寸工控触摸屏” ——菜单的操作，数据的设置以及输出波形。

- ④ “输出”——输出多芯插座，使用时与升压器的输入多芯插座相连。
- ⑤ “USB 口”——用于与计算机相连，交互数据使用。
- ⑥ “打印机”——打印测试报告。
- ⑦ “地”——接地端子，使用时与大地相连。

(二) 升压器结构示意图

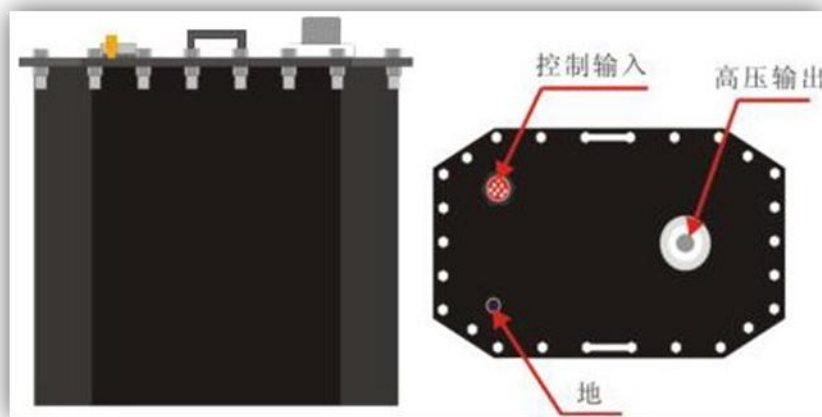


图 2 升压器结构示意图

- ① 控制输入——通过专用多芯电缆与控制器相连。
- ② 高压输出——通过专用高压绝缘电缆与试品相连。
- ③ 地——通过地线，使控制器、试品和升压器三个接地端一起与地可靠相连。

(三) 触摸显示屏主界面示意图

触摸显示屏主界面示意图如 3 所示，各部分功能及操作详见后文。



图 3 触摸显示屏主界面示意图

五、试验操作步骤及说明

(一) 试验原理接线



图 4 原理接线示意图

控制器、升压器和试品三大件按图 4 所示连接，其中控制器与高压升压器之间保持足够的安全距离，且接地线要可靠接地。被试品例如电力电缆、发电机、电动机试验时内部接线有所差异，分别见图 20、图 21。

接线说明：用本产品随机配备的专用测试线和接地线按图 4 的方法连接。电源插座用电源线连至 220V/50Hz 的交流电上。

(二) 操作步骤

1. 开机、关机

控制器合上电源后显示屏自动进入如图 3 所示的主界面。

【注意：在进行接线、拆线、检查或暂不使用仪器时，应关断电源，为安全起见甚至可以暂时拔掉电源线。插座上装有保险管，若开机屏幕无显示，应先检查保险管是否熔断，保险管型号应按要求配置、更换。】

2. 设置限定参数

在图 3 所示的主界面上点击“系统测试”菜单，进入图 5 的参数设置界面。



图 5 参数选择界面

① 试验频率设定

试验频率有三种选择，分别为 0.1、0.05、0.02，单位为 Hz。

② 试验时间设定

试验时间设定范围为 0~60 分钟。它设定了试验时间的长短，单位为分钟。

③ 试验电压设定

试验电压设范围为 0~额定值，单位为 kV。它设定了试验电压的大小。仪器升至这个设定电压值时，就不再升压,并保持在这个峰值下进行等幅的正弦波输出。

④ 过流保护值设定

过流保护值设定范围为 0~额定值，单位为 mA。它设定了通过试品的电流上限值，当电流超过此设定时，仪器自动切断输出。

⑤ 过压保护值设定

过压保护值设定范围为 0~额定值，单位为 kV。它设定了通过试品的电压上限值，当电压超过此设定时，仪器自动切断输出。

(注意：以上电压、电流及仪器显示的测量数据均为峰值。)

⑥ 确定设定

检查所有参数准确无误后，点击“确认”键确认，若修改参数需再次按“确认”键。

3. 测试界面

点击“参数选择”界面“确定”键后，仪器自动进入图 6 所示的升压待命界面。



图 6 升压待命界面

4. 自动升压

点击“开始”键后，进入自动测试界面如图 7 所示。



图 7 升压过程界面

仪器自动升压按如下流程进行试验：

自检→升压→等幅输出→至设定时间停机

自检成功后，仪器自动进入升压状态，如图 8 所示,仪器将用若干个周期的时间将电压

升至设定值。在升压过程中，若需暂停升压，可点击图 8 中的“停止/放电”键，仪器将停机。等到电压升至设定值后，仪器自动开始计时。点击“停机/放电”键仪器停止高压输出，并对试品进行自动放电。

(6) 停机

本仪器提供两种正常停机方式：

- ★ 定时停机：当计时达到设定时间，仪器自动停机。
- ★ 手动停机：点击“停机/放电”键可停机。

这两种停机方式为正常停机。停机后出现图 9 所示的提示界面。

本仪器还有两种正常停机方式：

- ★ 测试过程还有可能出现过压保护动作停机和过流保护动作停机。

一般电流未出现异常情况、被试品未有放电现象或未出现过流保护动作，就可认为被试品试验通过，耐压试验合格。



图 9 试验通过界面

点击“停止/放电”键后，仪器自动停止输出，并进行自动放电。当放电电压值至较低时，

主机回到如图 9 所示的页面，点击“存储”键可以对试验数据进行保存；点击“打印报告”键可以对试验的数据进行打印，点击“返回”键界面返回到图 5 界面。

(7) 查看历史数据

点击主菜单中的“数据查看”键进入图 10 界面，可以对存储的数据进行查看。



序号	时间	测试结果		
1		电压: kV	电流: mA	时长: 分
2		电压: kV	电流: mA	时长: 分
3		电压: kV	电流: mA	时长: 分
4		电压: kV	电流: mA	时长: 分
5		电压: kV	电流: mA	时长: 分
6		电压: kV	电流: mA	时长: 分
7		电压: kV	电流: mA	时长: 分
8		电压: kV	电流: mA	时长: 分
9		电压: kV	电流: mA	时长: 分
10		电压: kV	电流: mA	时长: 分

图 10 数据查看

可以存储 50 组数据，数据中记录测试的时间（年月日时分秒）试验的电压值，试验的电流值，还有测试的时长等。

(8) 帮助文档

点击主页面中的“帮助文档”键，系统进入如图 11 的页面，可以查看各帮助信息。

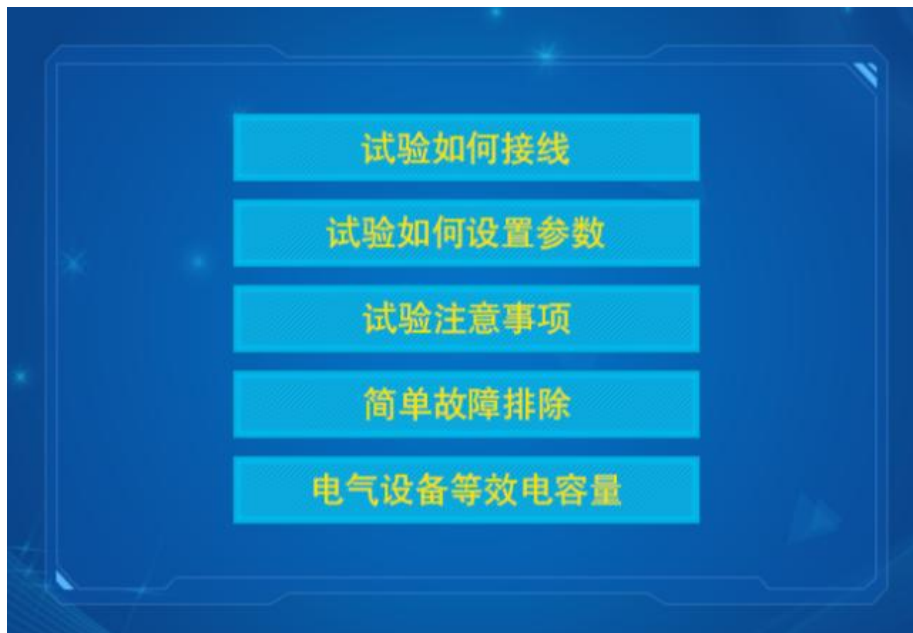


图 11 帮助文档

1) 点击界面中“试验如何接线”将展示不同被试品的接线图示意图，如图 12 所示为原理接线图。点击下一页分别为电缆或发电机耐压试验接线示意图。



图 12 原理接线图

2) 点击界面中“试验如何设置参数”将介绍不同被试品的参数设置，如图 13、14 所示。

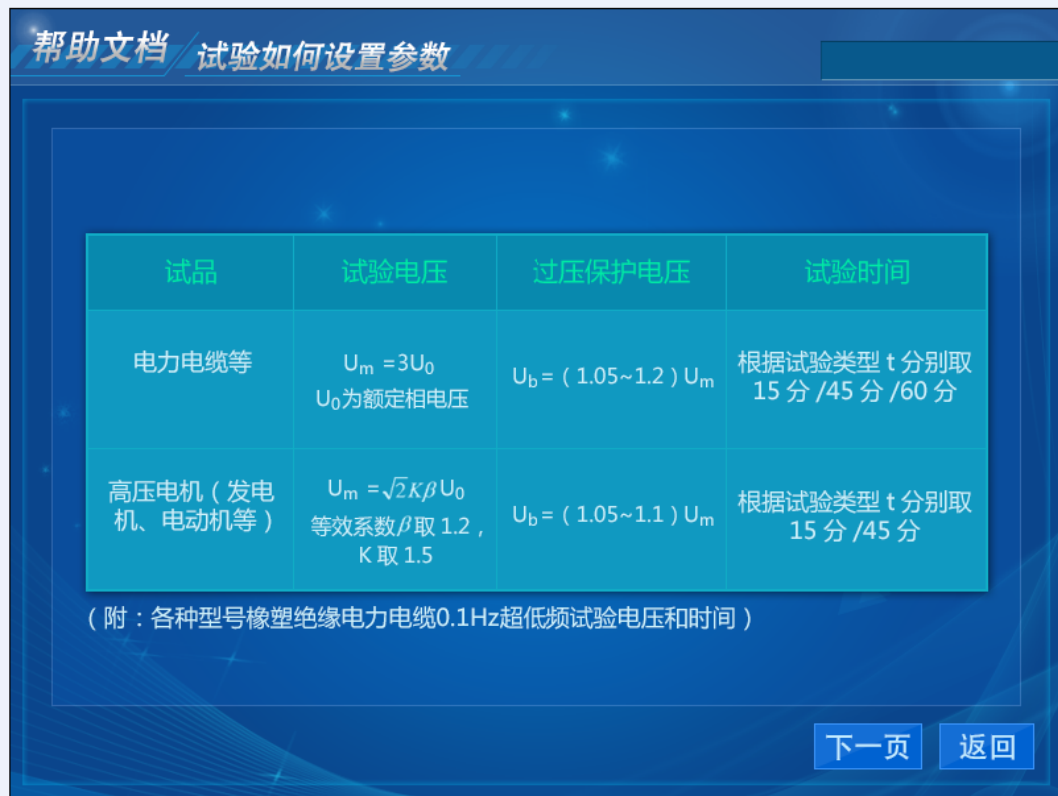


图 13 参数设置原理



图 14 参数设置

3) 点击界面中“注意事项”将介绍试验过程注意事项，如图 15 所示。

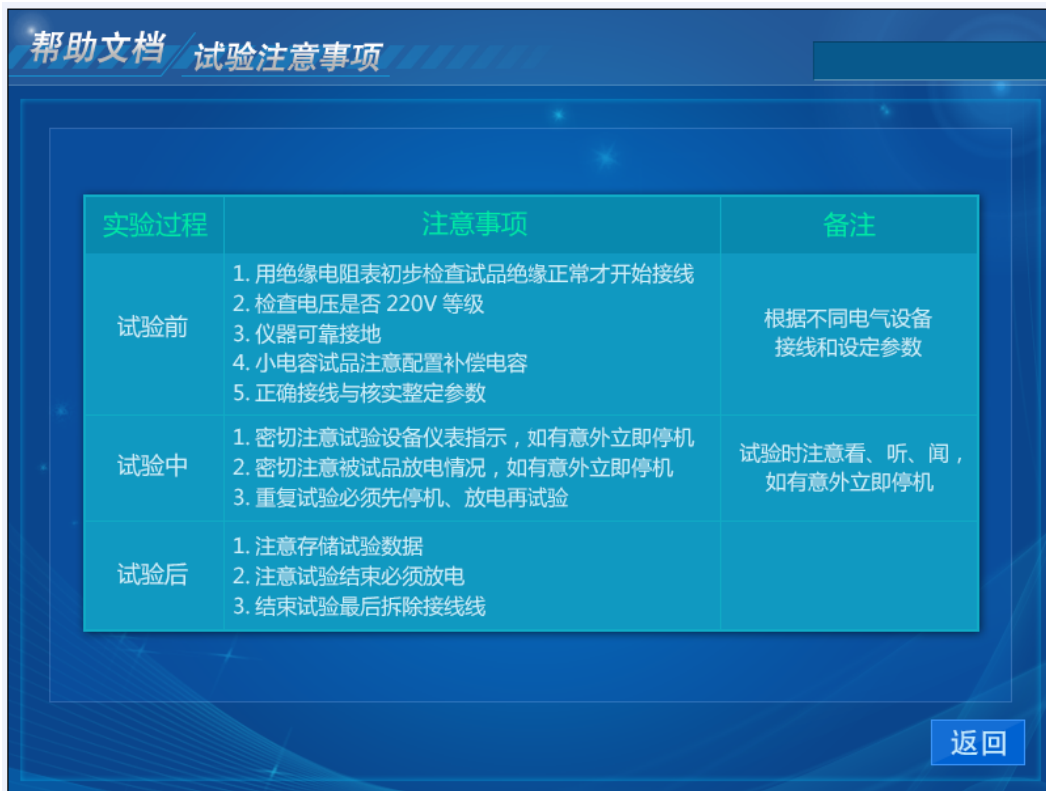


图 15-注意事项

4) 点击界面中“简单故障排除”将介绍试验过程一些简单故障的排除方法，如图 16 所示。

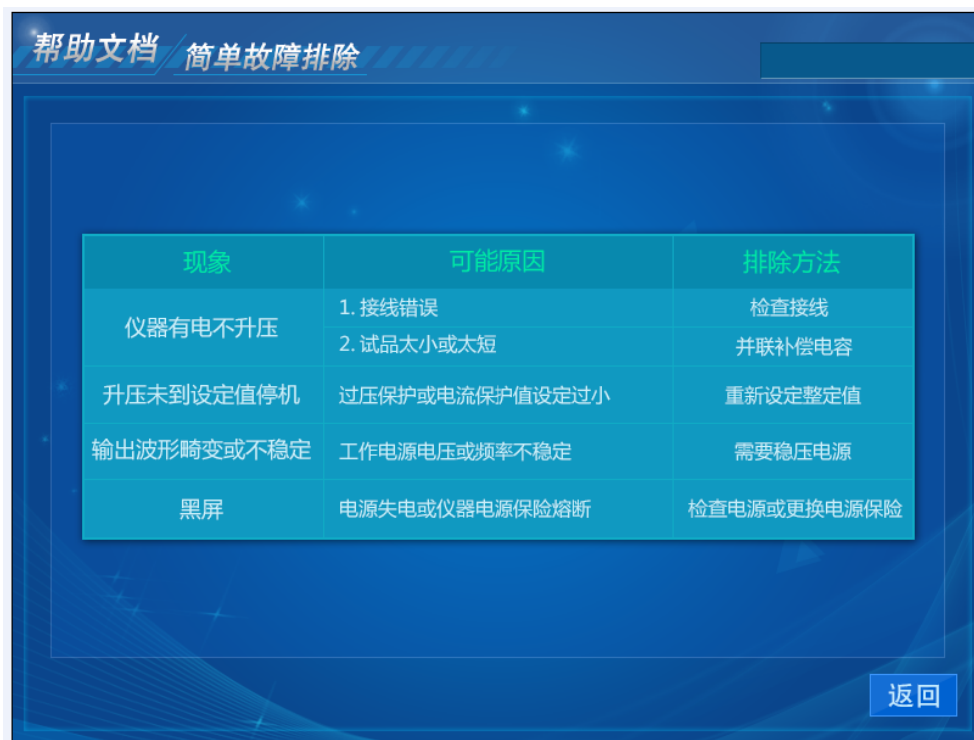


图 16-简单故障排除

(9) 版本信息

点击主页面中的“版本信息”系统跳转到如图所示的页面，显示系统的版本信息如图 17 所示。

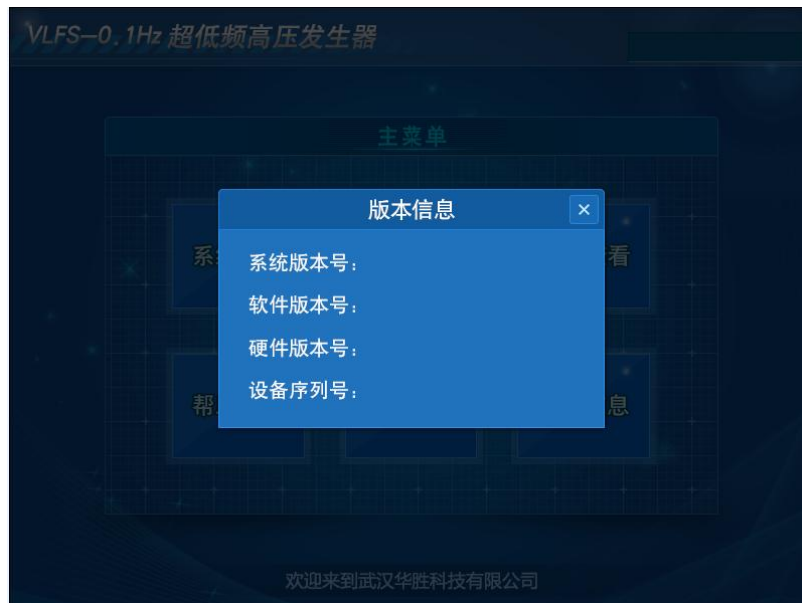


图 17 版本信息

(10) 点击主页面“数据通信”按键系统跳转到如图 18 所示的页面，可以通过面板上的 USB 插口和电脑进行通信，将“数据查看”中的数据上传到电脑。



图 18 数据通信

(11) 系统设置

点击主菜单中的“系统设置”键，系统跳转到如图 19 所示的页面可对当前的时间进行修改。



图 19 系统设置

六、电力电缆耐压试验方法

1. 将与被测试电缆相连的电气设备全部断开。
2. 用兆欧表测试电缆各相绝缘参数，测试合格方可进行超低频耐压试验。
3. 整定试验电压值： $U_{max} = 3U_o$ ，其中 U_o 为电缆的额定相电压值。

例 1：某电缆参数：额定线电压为 8.7/10kV、额定相电压 $U_o = 8.7kV$ ，所以试验电压整定值为：

$$U_{max} = 3U_o = 26kV。$$

各种型号橡塑绝缘电力电缆 0.1Hz 超低频试验电压值整定值如表 5。

表 4 各种型号橡塑绝缘电力电缆 0.1Hz 超低频试验电压和时间

额定电压 U ₀ /U _N (kV)	交接试验			预防性试验		
	倍数	试验电压 (kV)	试验时间 (分钟)	倍数	试验电压 (kV)	试验时间 (分钟)
1.8/3	3U ₀	5	60	3U ₀	5	15
3.6/6	3U ₀	11	60	3U ₀	11	15
6/6	3U ₀	18	60	3U ₀	18	15
6/10	3U ₀	18	60	3U ₀	18	15
8.7/10	3U ₀	26	60	3U ₀	26	15
12/20	3U ₀	36	60	3U ₀	36	15
21/35	3U ₀	63	60	3U ₀	63	15
26/35	3U ₀	78	60	3U ₀	78	15

注：U_N为电缆额定线电压，U₀为额定相电压

4. 试验时间：交接试验时试验时间为 60 分钟，预防性试验时间为 15 分钟。

5. 过流保护整定电流值：

超低频耐压试验试品容性电流（或泄漏电流）的估算方法：

$$I_0 = 2\pi fCU = 2 \times 3.14 \times 0.1CU(\text{mA}) \quad \dots\dots\dots(\text{公式 1})$$

其中：C 为电缆对地电容量，单位为 μF；U 为试验电压有效值，单位为 kV。

例 2 :某型号 10kV(U_N=10kV ,U₀=8.7kV)电缆长 4km,单相对地电容 0.21μF/km ,0.1Hz

超低频耐压试验电压为 26kV(峰值)，则泄漏电流近似为：

$$I_0 = 2\pi fCU = 2 \times 3.14 \times 0.1CU = 0.628 \times 0.21 \times 4 \times 26 / \sqrt{2}$$

$$= 9.69 (\text{mA})$$

过流保护整定电流值：

$$I = k I_0 \quad \dots\dots\dots(公式 2)$$

其中：k 为过流保护可靠系数，显然 $k > 1$

若 k 取 1.5，则过流保护整定电流值可取：14.5mA

6. 试验接线：用随机附带的专用连接线将试验设备与试验电缆按图 20 所示的方法连接。仔细检查接线正确后合上电源，再次设定好试验频率、时间和电压以及高压侧的过流保护值、过压保护值，然后开始升压试验。

升压过程应密切监视高压回路，监听被试品电缆是否有异常声响。升至试验电压时，仪器开始自动记录试验时间、显示试验电压值。

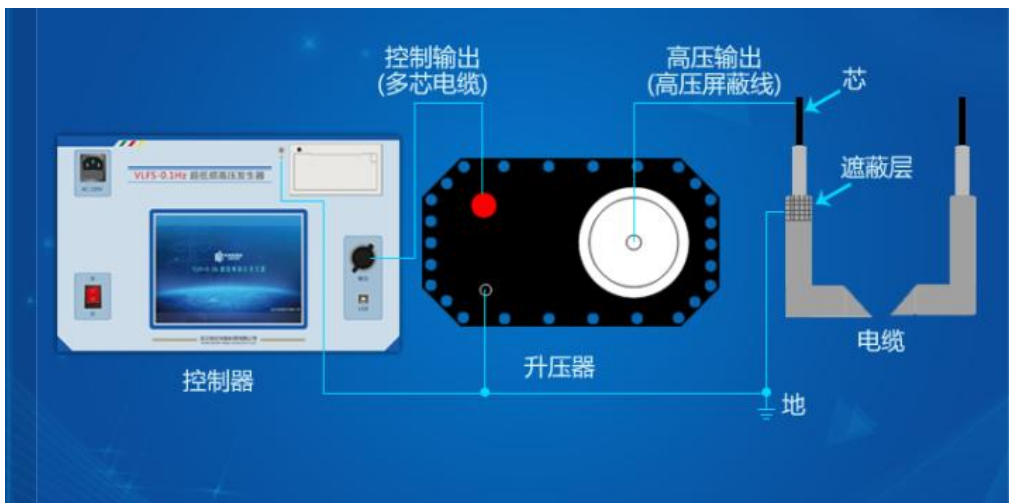


图 20 单相电缆测试接线图

7. 试验时间到后，仪器自动停机。若试验中无破坏性放电发生，则认为通过耐压试验。

8. 在升压和耐压过程中，如发现输出波形异常畸变，而且电流异常增大，电压不稳，被试品电缆发生异味、烟雾、异常响声或闪络等现象，应立即停止升压，停机后查明原因。这些现象如果是被试品电缆绝缘部分薄弱引起的，则认为耐压试验不合格。如确定是被试品电

缆由于空气湿度或表面脏污等原因所致，应将被试品电缆清洁干燥处理后，再进行试验。

9. 试验过程中，如果遇到非被试品电缆绝缘缺陷使仪器出现过流保护，在查明原因后，应重新进行耐压试验。

七、同步电机耐压试验方法

对同步电机的超低频耐压试验操作方法与以上对电缆的操作方法相似。下面就不同的地方作补充说明。

1. 在交接、大修、局部更换绕组以及常规试验时，均可进行此项试验。用 0.1Hz 超低频对电机进行耐压试验，对发电机端部绝缘的缺陷比工频耐压试验更有效。其原因是在工频电压下，由于从线棒流出的电容电流在流经绝缘外面的半导体防晕层时造成了较大的电压降，因而使端部的线棒绝缘上承受的电压减小；而在超低频情况下，此电容电流大大减小了，半导体防晕层上的压降也大为减小，故端部绝缘上电压较高，便于发现缺陷。

2. 接线方法：试验时应分相进行，给被试相加压，非被试相短接接地。试验接线如图 21 所示。



图 21 测试某相定子的接线图

3. 按照规程规定，试验电压峰值可按如下公式 3 确定：

$$U_{max} = \sqrt{2} \beta K U_0 \dots\dots\dots(\text{公式 3})$$

其中 U_{max} : 0.1Hz 试验电压的峰值 (kV);

β : 0.1Hz 与 50Hz 电压的等效系数，一般 β 取 1.2 ；

K :50Hz 交流耐压试验电压与定子额定电压关系系数，一般取 1.5

U_0 : 同步电机定子绕组额定相电压 (kV)

例 3：额定电压为 10.5kV 的同步电机，超低频的试验电压峰值计算方法为：

$$U_{max} = \sqrt{2} \times 1.2 \times 1.5 \times 10.5 / \sqrt{3} \approx 15(\text{kV})$$

4. 试验时间整定：与工频耐压的试验时间相同，一般为 1min。

5. 过流保护动作电流整定值：整定方法与电缆相同。

6. 在耐压过程中，若无异常声响、气味、冒烟以及数据显示不稳定等现象，可以认为绝缘耐受了试验的考验。为了更好地了解绝缘情况，应尽可能全面监视绝缘的表面状态，特别是空冷机组。经验指出，外观监视能发现仪表所不能反映的同步电机绝缘不正常现象，如表面电晕、放电等。

注：异步电机的结构与同步电机相比只是没有转子绕组，其试验接线与同步电机类似。

八、注意事项

1. 试验时请严格遵守高压试验的安全规范，由专业人员操作；
2. 仪器如有故障，切勿自行拆机修理，应与我公司联系；
3. 关机后应用放电棒对被试品进行充分放电,确信放电完毕后，再拆线！

九、产品组件

1. 电源线.....一根；

2. 接地线.....一根；
3. 控制箱.....一台；
4. 升压器.....一台；
5. 高压输出线.....一根；
6. 控制连接线.....一根；
7. 保险管.....两只；
8. 放电棒.....一套；
9. 电容器.....一个；
10. 打印纸.....两卷。

十、运输及保存

(1) 运输

本产品运输时必须进行包装，包装箱可用纸箱或木箱，包装箱内应垫有泡沫防震层。包装好的产品，应能经公路、铁路、航空运输。运输过程中不得置于露天车箱。仓库应注意防雨、防尘、防机械损伤。

(2) 储存

仪器平时不用时，应储存在环境温度-20℃~60℃，相对湿度不超过85%，通风，无腐蚀性气体的室内。存储时不应紧靠地面和墙壁。

(3) 防潮

在气候潮湿的地区或潮湿的季节，本仪器如长期不用，要求每月开机通电一次（约二小时），以使潮气散发，保护元器件。

(4) 防曝晒

仪器在室外使用时，尽可能避免或减少阳光的直接曝晒。仪器在室外使用时，尽可能避免

或减少阳光的直接曝晒。

十一、质量保证

(1) 本仪器严格按照国家标准和企业标准制造，每一台仪器都经过严格的出厂检验。

(2) 本仪器享有一年/两年的保修期，在此期间由于制造上的原因而使质量低于特性要求，本公司将免费予以保修。

(3) 在仪器使用寿命内，本公司将终身提供仪器的维护、使用培训、软件升级等相关服务。

(4) 如果在使用过程中发现问题，请及时与本公司联系，我们将根据情况采取最便捷的方式为您服务。

附录：华胜公司产品和技术

仿真系统

500kV、220kV、110kV、35kV 系列变电站仿真系统

监控系统

FS 输电线路绝缘子在线监测系统

FS 变电站远程图像监控系统

FS 中小水电站微机监控系统

微机继电保护测试系统

FS 系列微机继电保护测试系统

FS 常规继电保护综合测试仪

电气试验仪器、仪表

FS-VLF 系列 0.1Hz 超低频高压发生器

FS 系列变压器直流电阻速测仪 (1A~60A)

FS6000 无线语音高压核相仪

FS100/200 回路电阻测试仪(接触电阻测试仪)

FS3030 变比组别测试仪

FA-102 CT 伏安特性综合测试仪

FS1011 氧化锌避雷器直流特性测试

FS3011 抗干扰氧化锌避雷器带电测试仪 (交流特性)

FS2005 绝缘油介电强度测试仪

FS3001 高压介质损耗测试仪

FS3071/3072 高压兆欧表 (2500V/5000V)

FS3041 接地电阻测试仪

FS3042 地网接地电阻测试仪

FS30ZK 发电机转子交流阻抗测试仪

FS20SN 变压器容量特性测试仪

FS 系列高压开关动特性测试仪

FS 系列直流高压发生器

FRC 系列高电压分压器 (千伏表)

FS 系列大电流发生器 (升流器)

FS 系列油浸式/干式/充气式试验变压器

电 话：027-59234855 027-59234857

传 真：027-59234850

技术服务：400-6213-027 13349852100

详情登陆：<http://www.100MW.cn>