

# **VLF**

# **超低频高压发生器**

## **使用说明书**

**上海晟皋电气科技有限公司**

衷心感谢您选用了本公司的产品。您因此将获得本公司的技术支持和服务保障。

关于本用户手册

本用户手册适用于 0.1HZ 超低频高压发生器。

当您在使用本产品，请仔细阅读本用户手册并妥善保存以备今后参考之用。

如果您在使用本产品的过程中有疑问或困难，请及时与本公司联系。

# 目 录

超低频系列产品及选用

超低频绝缘耐压试验原理

产品简介

技术参数

仪器结构说明

操作说明

电缆的超低频耐压试验方法

大型高压发电机的超低频耐压试验方法

电力电容器的超低频耐压试验方法

注意事项

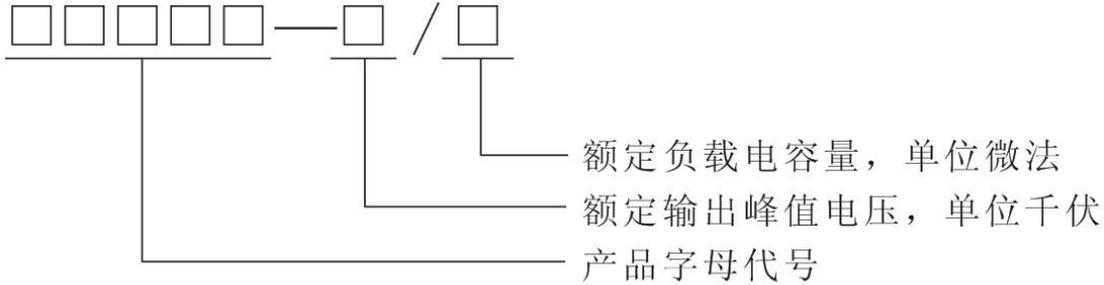
随机附件

运输、贮存

其他

# 超低频系列产品及选用

## 1、命名说明



## 2、超低频系列产品

表 1

型号	额定电压	带载能力	电源保险管	产品重量
30KV	30kV/20mA (峰值)	0.1Hz, ≤0.5μF~1.1μF	5A	控制器: 4 kg 升压体: 25 kg
		0.05Hz, ≤0.5μF~2.2μF		
		0.02Hz, ≤0.5μF~5.5μF		
50KV	50kV/30mA (峰值)	0.1Hz, ≤0.5μF~1.1μF	7A	控制器: 4 kg 升压体: 50 kg
		0.05Hz, ≤0.5μF~2.2μF		
		0.02Hz, ≤0.5μF~5.5μF		
60KV	60kV/30mA (峰值)	0.1Hz, ≤0.5μF	9A	控制器: 4 kg 升压体 1 (30kV): 25 kg 升压体 2 (30kV): 25 kg
		0.05Hz, ≤0.5μF~1μF		
		0.02Hz, ≤0.5μF~2.5μF		
80KV	80kV/30mA (峰值)	0.1Hz, ≤0.5μF	12A	控制器: 4 kg 升压体 1 (30kV): 25 kg 升压体 2 (50kV): 50 kg
		0.05Hz, ≤0.5μF~1μF		
		0.02Hz, ≤0.5μF~2.5μF		

根据被试对象选择适当规格的产品。使用时，试品电容量不得超过仪器的额定容量。试品电容量过小，会影响输出波形。若小于 0.05 μ f，仪器将不能正常输出。可并联 0.1 μ f 的电容辅助输出。下面是一些设备的电容量，供用户参考。  
不同发电机的单相对地电容量

表 2

	火 电			水 电			
发电机容量 (MW)	200	300	600	85	125-150	300	400
单相对地电容 (μ f)	0.18-0.25	0.18-0.26	0.31-0.34	0.69	1.8-1.9	1.7-2.5	2.0-2.5

交联聚乙烯绝缘单芯电力电缆的电容量(  $\mu f$  /Km)

表 3

电 容 量 $\mu f/Km$	截 面 $mm^2$											
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	270	
电压kV												
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	

4、试品电流的估算方法：

计算公式： $I = 2 \pi f C U$

## 超低频绝缘耐压试验原理

超低频绝缘耐压试验实际上是工频耐压试验的一种替代方法。我们知道，在对大型发电机、电缆等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，电力部门采用了降低试验频率，降低了试验电源的容量。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五百分之一。试验程序大大地减化，与工频试验相比优越性更多。这就是为什么发达国家普遍采用这一方法的原因。我国电力部以委托武汉高压研究所起草了《35KV 及以下交联聚乙烯绝缘电力电缆超低频（0.1Hz）耐压试验方法》行业标准，我国正在推广这一方法，本仪器是根据我国这一需要研制而成的。可广泛用于电缆、大型高压旋转电机、电力电容器的交流耐压试验。

## 产品简介

本产品结合了现代数字变频先进技术，采用微机控制，升压、降压、测量、保护完全自动化，并且在自动升压过程中能进行人工干预。由于全电子化，所以体积小重量轻、大屏幕液晶显示，清晰直观、且能显示输出波形、打印机输出试验报告。设计指标完全符合 DL/T849.4-2004《电力设备专用测试仪器通用技术条件，第 4 部分：超低频高压发生器通用技术条件》电力行业标准，使用十分方便。现在国内外均采用机械式的办法进行调制和解调产生超低频信号，所以存在正弦波波形不标准，测量误差大，高压部分有火花放电，设备笨重，而且正弦波的二、四象限还需要大功率高压电阻进行放电整形，所以设备的整体功耗较大。本产品均能克服这样一些不足之处，另外，还有如下特点需要特别说明：

- ★ 电流、电压、波形数据均直接通过高压侧采样获得，所以数据真实、准确。
- ★ 过压保护：当输出超过所设定的限压值时，仪器将停机保护，动作时间小于 20 毫秒。
- ★ 过流保护：设计为高低压双重保护，高压侧可按设定值进行精确停机保护；低压侧的电流超过额定电流时将进行停机保护，动作时间都小于 20 毫秒。
- ★ 高压输出保护电阻设计在升压体内，所以外面不需另接保护阻。
- ★ 由于采用了高低压闭环负反馈控制电路，所以输出无容升效应。

## 技术参数

1. 输出额定电压：参见表 1
2. 输出频率：0.1Hz、0.05Hz、0.02Hz
3. 带载能力：参见表 1

0.1 Hz	最大 1.1 $\mu$ f
0.05 Hz	最大 2.2 $\mu$ f
0.02 Hz	最大 5.5 $\mu$ f
4. 测量精度：1%
5. 电压正，负峰值误差： $\leq 3\%$
6. 电压波形失真度： $\leq 5\%$
7. 使用条件：户内、户外；温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；湿度： $\leq 85\%RH$
8. 电源：交流 50 Hz，220V  $\pm 5\%$
9. 电源保险管：参见表 1

## 仪器结构说明

1. 控制器面板示意图



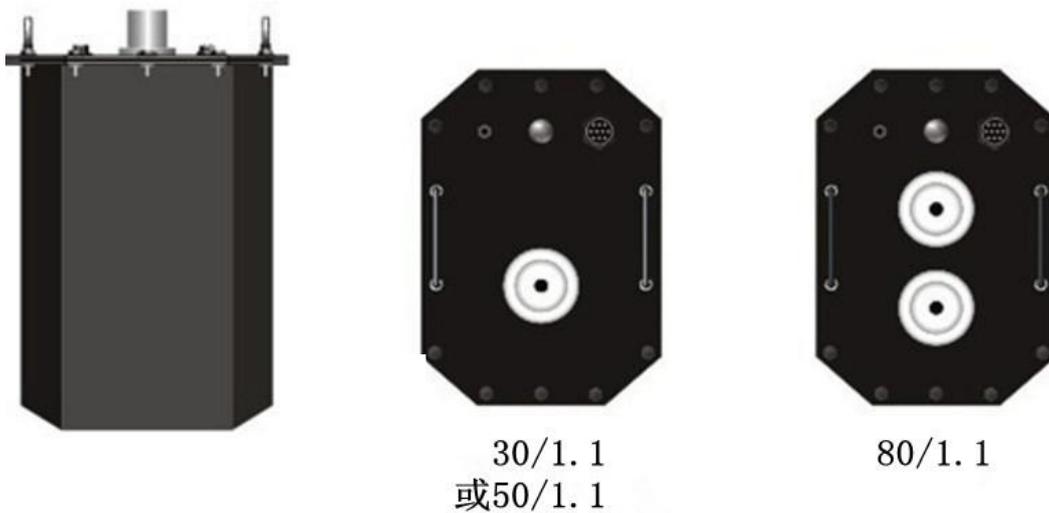


图 1 中各部件示意以及功能说明：

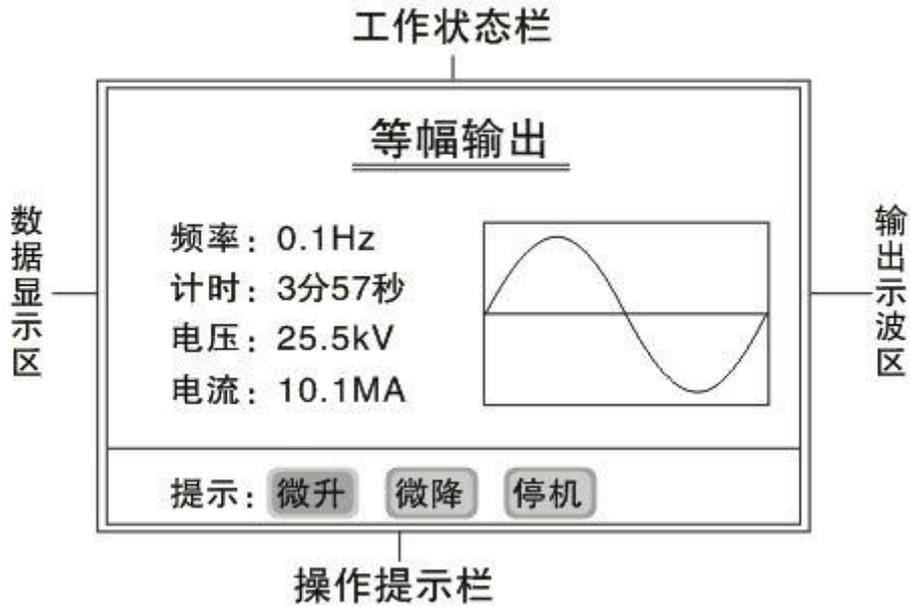
- (1) “地”：接地端子，使用时与大地相连。
- (2) “输出”：输出多芯插座，使用时与升压体的输入多芯插座相连。
- (3) “对比度”：对比度调节旋扭，用于调节液晶显示器的对比度。
- (4) “功能键”：其功能由显示器提示栏对应位置提示。
- (5) “AC220V”：电源输入插座，内藏保险管。
- (6) “开关”：电源开关。内藏指示灯，开时亮，关时熄。
- (7) “打印机”：打印测试报告。
- (9) “液晶显示器”：显示测试数据以及输出波形。

仪器结构说明

## 2. 升压体结构示意图



### 3. 显示器显示示意说明



### 操作说明

#### 1. 连线方法

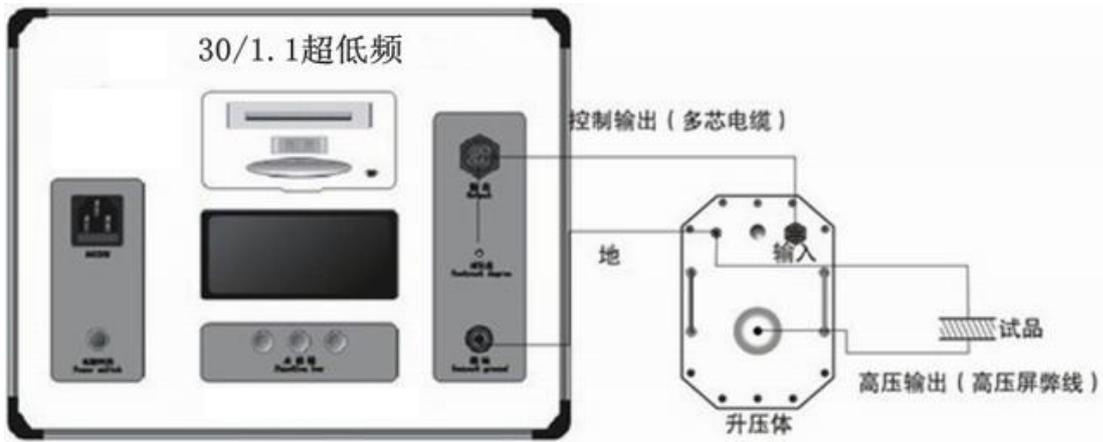


图 4a 30/1.1 或 50/1.1 (连接图)

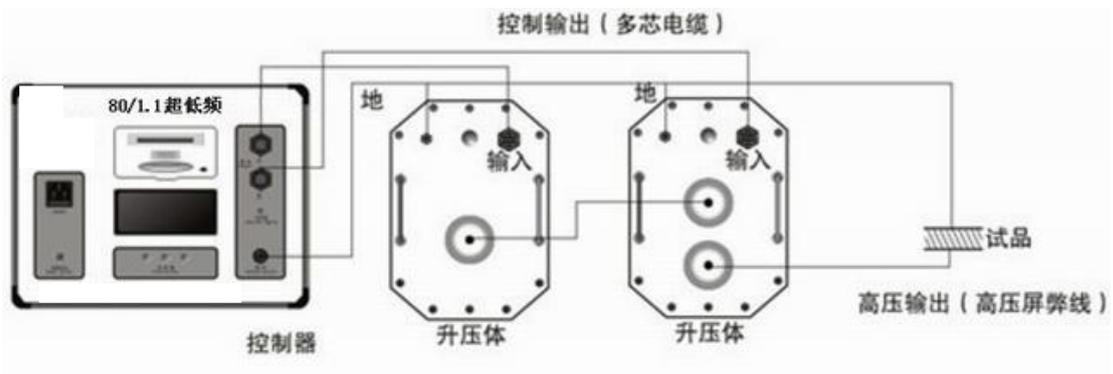


图 4b 80/1.1 (连线图)

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

## 2. 操作程序

### (1) 开机、关机、复位。

按上述方法连好所有线路之后，就可以将电源开关打开。仪器在微机上电复位下，自动进入如图 5 所示的设限界面。在进行连线、拆线、或暂不使用仪器时，应将电源关掉。电源插座上装有保险管。若开机屏幕无显示，应先检查保险管是否熔断。大小应按表 1 提供的数据更换。

### (2) 设置限定参数



图 5 ( 设限界面 )

在图 5 所示的设限界面上，可根据试验的需要设定好输出频率、试验时间、试验电压、高压侧的过流保护值、过压保护值。修改方法如下：

(A) 点击“选择”键，可在参数之间循环移动特选方框。被选中的参数可用“改数”键修改之。

(B) 点击：“改数”键，可将特选方框选中的参数按递增的方式循环修改之。

★ 频率有三种选择：0.1、0.05、0.02。它规定了仪器的输出频率。单位为 Hz。

★ 定时修改范围：0-99 分。它规定了试验时间的长短。单位为分钟。

★ 试验电压范围为 0 至额定值，单位为 K V。它规定了我们所要升至的试验电压。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。

★ 电流保护值设定范围为 0 至额定值，单位为 mA。它规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，进行停机操作。

★ 电压保护值设定范围为 0 至额定值，单位为 KV。它规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，进行停机操作。以上电压，电流均为峰值，仪器显示的测量数据，以及打印报告上的电压电流值均为峰值。

(C) 点击“返回”键，仪器进入图 6 所示的升压待命界面。

### (3) 待命界面

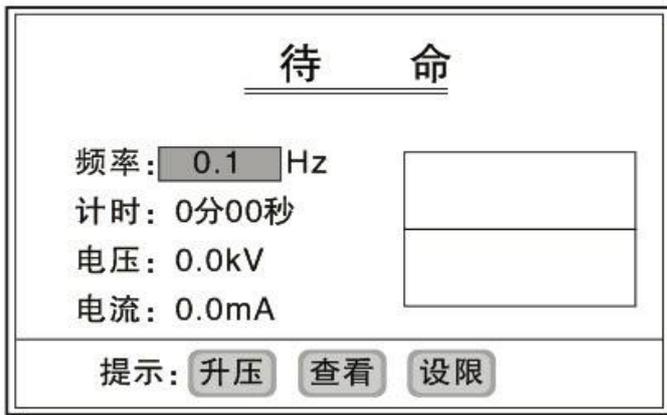


图6 (待命界面)

待命界面提供如下三种功能:

- (A) 点击“升压”键，仪器进入自动升压程序。
- (B) 点击“设限”键，仪器返回至图 5 所示的设限子界面，以便重新修改参数。
- (C) 点击“查看”键，查看最近九次的试验数据。
- (4) 自动升压

按图 6 点击升压键后，仪器在电脑的控制下，按如下流程进行升压试验：自检→升压→等幅输出→停机

分别说明如下：

- (A) 自检

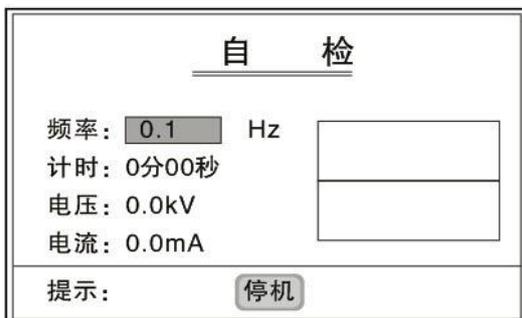


图7

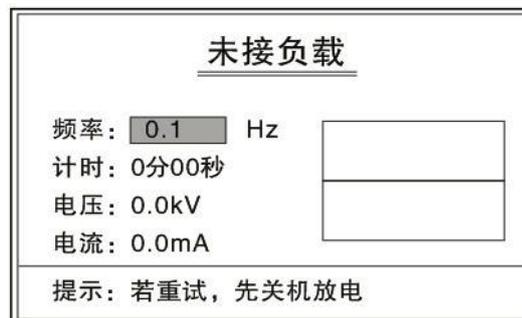


图8

自检时出现如图 7 所示的提示界面。仪器输出一个探测电压，对系统进行检测，若正常则进行升压；若不正常则会停机，出现图 8 所示的提示信息：“未接负载”，表示未接升压体或未接容性试品或仪器有故障。

- (B) 升压

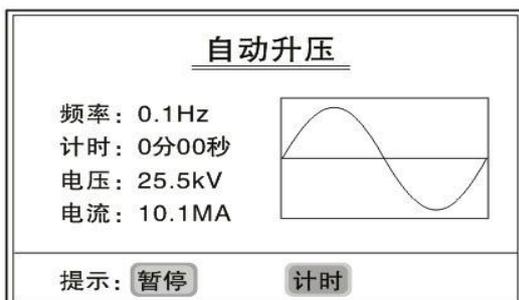


图9

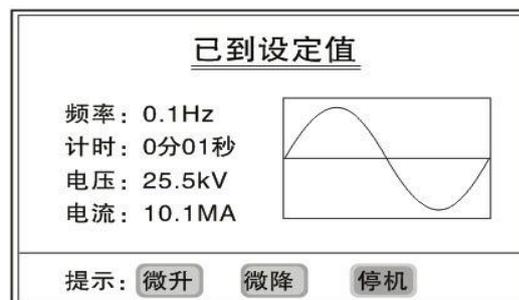


图10

自检成功后，仪器自动进入升压状态，如图 9。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，若想暂停升压，可点击图 9 中的“暂停”键，仪器将进行等幅输出，同时此键自动变为“升压”键。若想继续升压，可点击此键，仪器将继续升压，直至设定电压为止。这两种功能可反复交替进行。在升压过程中，点击“计时”键，仪器开始计时，也可等到电压升至设定值后，仪器自动开始计时。同时“计时”键自动变为“停机”键，如图 10。

(C) 电压微调

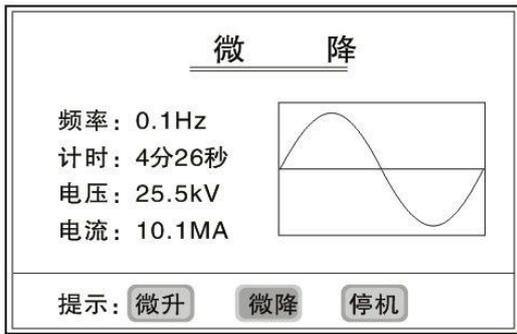


图11

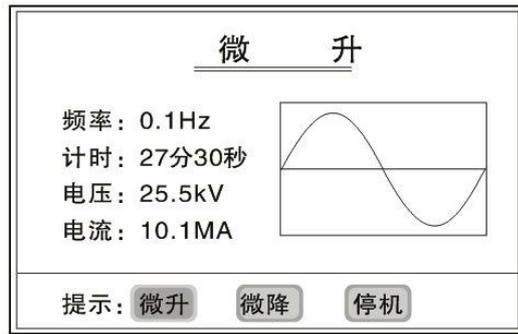


图12

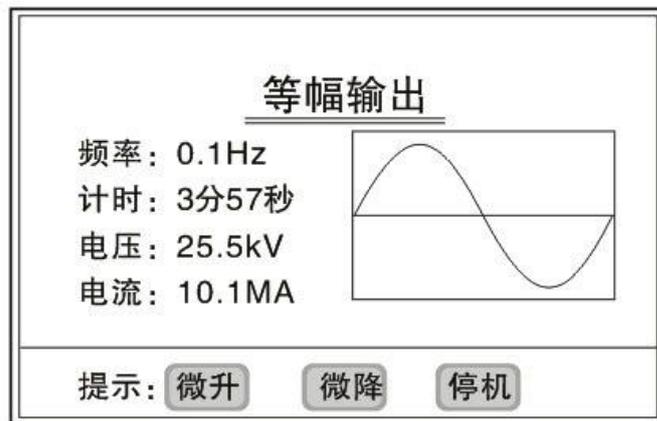


图13

若输出电压不满足要求，可点击“微升”或“微降”键来调整电压。每点击一次之后，应至少观察一个周期再作调整，直到满意为止。微升，微降期间出现如图 1 1、1 2 所示界面。而后迅速回到图 1 3 所示的等幅输出状态。

(5) 停机

本仪器提供两种停机方式：

- ★ 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”键可停机。

这两种停机方式为正常停机。停机后出现图 1 4 所示的“试验通过”提示界面。一般电流未出现异常情况、试品未有放电现象或出现过流保护，就可认为试验通过。

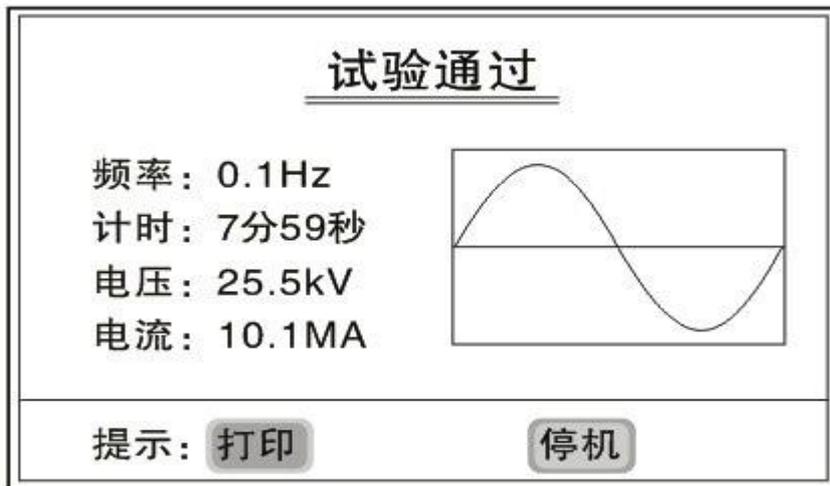


图14

★另外还有两种非正常停机：过压保护停机、过流保护停机。停机后出现图 15，图 16 所示的提示界面。

起动停机指令后，仪器自动切断输出，再执行数据历史保存，并进入相应的提示界面。

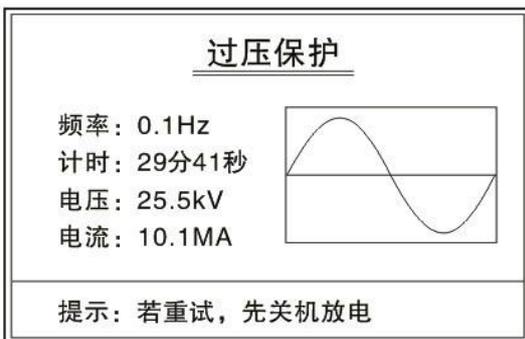


图15

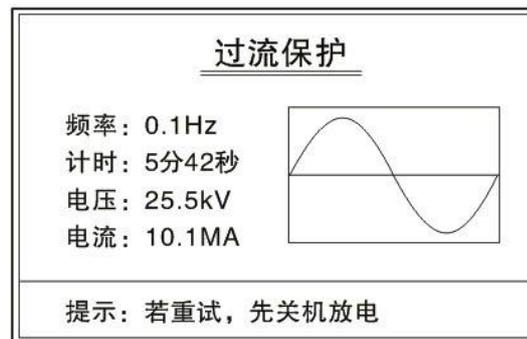


图16

(6) 打印

根据图 14 的提示点击“打印”键，可将显示器上的本次数据打印成试验报告。在查看历史数据状态下，点击“打印”键，可打印屏幕上显示的上一次历史数据。

(7) 查看历史数据

凡是通过了定时停机、点击“停机”键进行的停机、过压保护停机、以及过流保护停机的数据仪器自动将其保存为历史数据。最多能保存九次测量的数据，九次以前的将自动删除。点击图 6 中的“查看”键，可查看最近九次试验的历史数据

## 电缆的超低频耐压试验方法

1. 将与试品相连的电器设备全部脱离试品电缆。
2. 采用 10000V 兆欧表对试品电缆各相分别进行绝缘电阻试验，记录试验值。
3. 试验电压峰值： $U_{max}=3U_0$ ，其中  $U_0$  为电缆导体对地或金属屏蔽之间的额定工作电压。例如：额定电压为 10KV 电缆，单相额定电压  $U_0$ ：

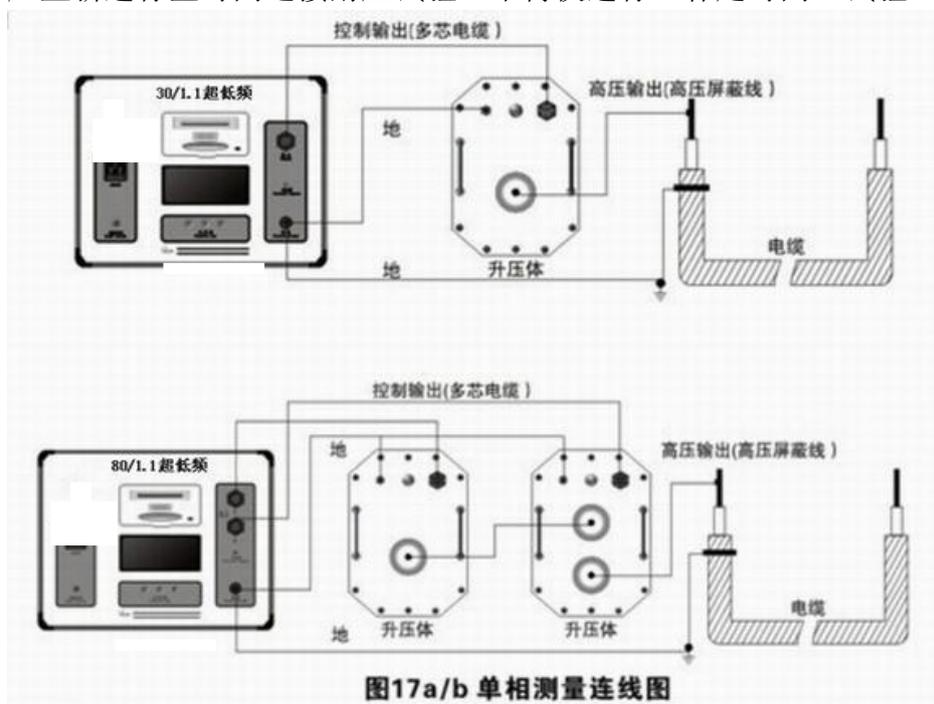
$$U_0=10\text{ K V} \div \sqrt{3}$$

所以试验电压峰值为： $U_{max}=3U_0$   
 $=3 \times 10\text{ K V} \div \sqrt{3}$

$$= \sqrt{3} \times 10 \text{ K V}$$

$$= 17.32 \text{ K V}$$

4. 试验时间：60 分钟。
5. 可分相进行测试。试品电缆的电容值在试验设备负载容量能力范围内时，可将试品电缆三相线芯并联后，同时进行耐压试验。
6. 用随机附带的专用柔性连接电缆将试验设备与试品电缆按图 17 a/b 所示的方法相连接。合上电源，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，监听试品电缆是否有异常响声。升至试验电压时，即开始记录试验时间并读取试验电压值。
7. 试验时间到后，仪器自动停机。试验中若无破坏性放电发生，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，试品电缆发生异味，烟雾或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。如确定是试品电缆由于空气湿度或表面脏污等原因所致，应将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，应重新进行全时间连接耐压试验。不得仅进行“补足时间”试验



## 大型高压发电机的超低频耐压试验方法

对发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重点补充说明。

- 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. 连线方法：试验时应分相进行，被试相加压，非被试相短接接地。如图 18 a/b 所示
3. 按照有关规程的要求，试验电压峰值可按如下公式确定：

$$U_{\max} = \sqrt{2} \beta K U_0$$

其中  $U_{\max}$  : 为 0.1Hz 试验电压的峰值 (K V)

$\beta$  : 0.1Hz 与 80Hz 电压的等效系数, 按我国规程的要求, 取 1.2

K : 通常取 1.3~1.5 一般取 1.5

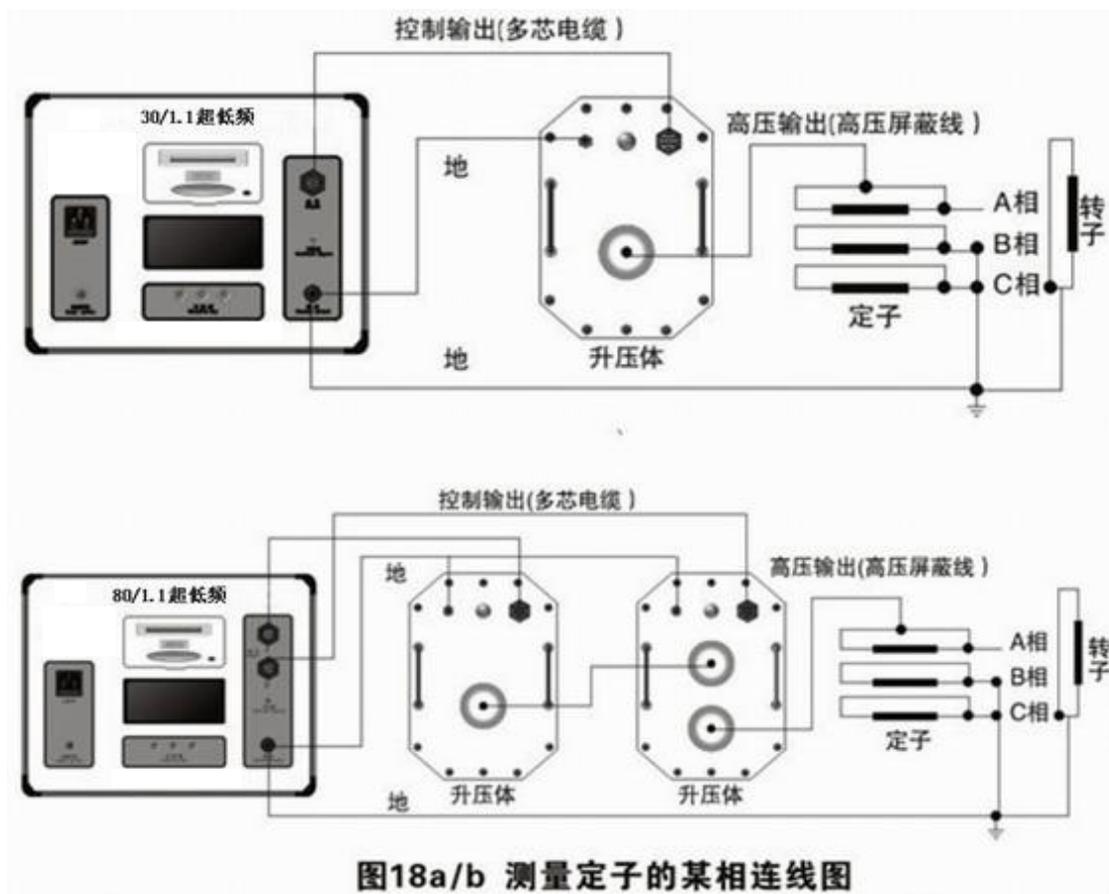
$U_0$  : 发电机定子绕组额定电压 (K V)

例如：额定电压为 13.8KV 的发电机，超低频的试验电压峰值计算方法为：

$$U_{\max} = \sqrt{2} \times 1.2 \times 1.5 \times 13.8 \approx 35.1 \text{ (KV)}$$

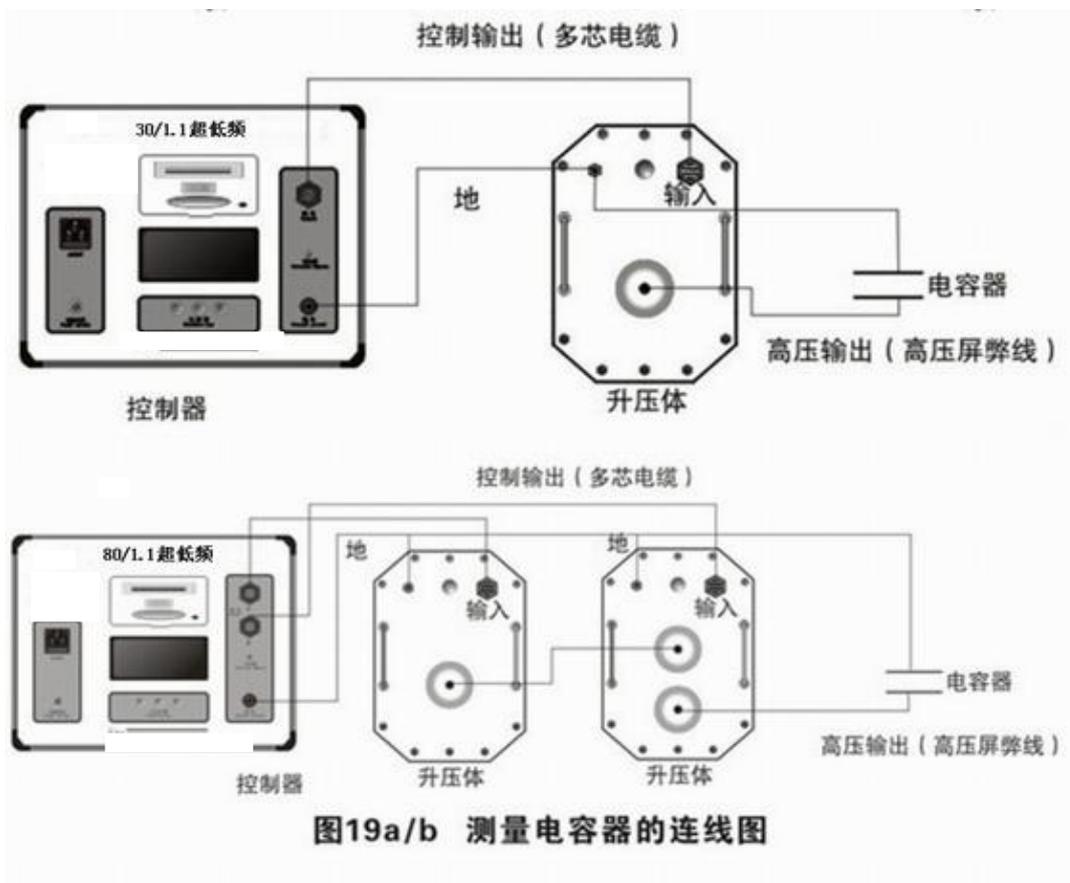
4. 试验时间按有关规程进行

5. 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，可以认为绝缘耐受住了试验的考验。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发电机绝缘不正常现象，如表面电晕、放电等。



## 电力电容器的超低频耐压试验方法

试验操作方法与上述方法相似，连线方法如图 19 所示。在确定试验电压和试验时间时，应按照有关规程办。



### 注意事项

1. 本仪器所配升压体不得作它用。
2. 机内带电，切勿自行拆机修理，以免发生意外。仪器有故障，应与我公司联系修理。
3. 关机后应用放电棒对试品进行充分放电，再拆线。
4. 连续工作，升压体将发热，属正常现象。

### 随机附件

1. 专用高压连接电缆一根。
2. 专用低压连接电缆一根。
3. 电源线一根。
4. 电源保险管十只。
5. 放电棒一根。

## 运输、贮存

### 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。

产品在日常使用中的运输，必须采取防震、防冲击措施，以防设备损坏。

### 2、贮存

存放本产品的库房环境温度为-10~80℃，相对湿度不大于 95%，室内应无酸、碱及腐蚀气体，且无强烈的机械冲击、振动。

## 其 它

1. 本公司对售出产品的保修期为一年，三年内负责维修。（保修期自用户购买仪器之日起计算），保修期内免费维修，维修期内只收取成本费。用户要求维修请与本公司售后服务部联系。

2. 保修期内出现下列情况之一时，维修后将收成本费：

- ◆用户使用或搬运过程中因摔落而造成的故障或损坏；
- ◆用户自选委托其它单位修理而引起的故障或损坏；
- ◆因电压不正常导致设备故障或损坏；
- ◆如出现不可抗力（如火灾、水灾、天灾等）而引起的故障或损坏；
- ◆不按产品使用说明书要求超负载使用和随意连接其它设备而引起的故障或损坏；
- ◆无仪器保修卡且又无法确认该仪器是处于保修期内的故障产品。请将本公司的仪器保修登记卡填写好迅速寄回本公司销售部，以便维修时备查。