

目 录

目 录	I
1 使用注意事项	II
2 雷击浪涌的产生和 IEC61000-4-5 脉冲群抗扰度测试标准	III
2.1 雷电的产生与危害	III
2.2 IEC61000-4-5 标准简介	III
2.2.1 雷击浪涌的试验等级	III
2.2.2 IEC61000-4-5 对雷击浪涌测试仪的性能要求	IV
2.2.3 耦合/去耦网络	VII
2.2.4 雷击浪涌发生器特性的校验	IX
3 SKS-0506IB 雷击浪涌发生器	1
3.1 SKS-0506IB 技术指标	1
3.1.1 雷击浪涌脉冲波形	1
3.1.2 耦合去耦网络	1
3.1.3 仪器概述	2
3.2 仪器功能操作	3
3.2.1 前面板功能描述	3
3.2.2 液晶显示界面功能描述	4
3.3 仪器组成结构	13
3.4 装箱清单	13
4 试验方法	14
4.1 实验室试验条件	14
4.2 试验步骤	14
5 试验配置	16
5.1 试验设备	16
5.2 EUT 电源端试验的配置	16
5.3 屏蔽线的试验配置	16
5.3.1 直接施加	16
5.3.2 多根屏蔽电缆中对单根电缆的可选耦合方法	17
5.4 施加电位差的试验配置	18
6 参考标准	19
7 试验结果评估	19
附 录	20

1 使用注意事项

本仪器是精密高压仪器，为确保您的人身安全及预防对测试装备的破坏，请在使用时遵守以下预防措施：

1. 本仪器的工作电源为AC 220V±10%，50/60Hz。
2. 注意使用本仪器时应接地状况良好，仪器不能倒置，防止震动。仪器正常使用时，工作场所的温度和相对湿度：温度 -5℃~50℃，相对湿度 ≤70%。
3. 进行试验前务请仔细接线，要确认接线无误时再接入电网。
4. 当手潮湿或相对湿度超过75%时，请不要使用本仪器。
5. 因有高压浪涌加到接线端子，接线时务必在运行停止状态、试品电源处于断开状态（EUT-P 灯灭）下才能进行。
6. 内带高压，请勿随意拆卸或敞开机壳工作。
7. 为保证试验的可比性和可重复性，试验配置必须规范。严格按照IEC61000-4-5标准（与我国的电磁兼容国家标准GB/T17626.5相对应）的要求。
8. 由于仪器的试品电源相线对地存在较大容量的去耦电容，所以在打开仪器试品电源开关的瞬间，可能引起实验室电网的漏电保护开关或空气断路器跳闸。解决办法有两种：一是避免使用漏电保护开关，二是被试品电源输入处添加功率与仪器相匹配的隔离变压器。

2 雷击浪涌的产生和 IEC61000-4-5 脉冲群抗扰度测试标准

2.1 雷电的产生与危害

雷击是很普通的物理现象, 据统计, 全世界有4万多个雷暴中心, 每天大约有8百万次雷击发生, 这意味着每秒钟至少有100次雷击。此外, 输电线路中的开关动作也能产生许多高能量的脉冲。它们对电子设备的可靠性有很大的影响。为此, 许多国际和国内标准都提到要进行雷击浪涌试验。但不同标准的试验目的是不同的, 举例说, 高电压试验也有雷击试验, 但用于材料的脉冲耐压试验。工业过程测量与控制装置的抗电涌性能试验是模拟设备在不同环境与安装条件下可能遇到的雷击或开关切换过程中所造成的电压和电流浪涌。它为评定设备的电源线、输入/输出线, 以及通信线路在遭受到高能量脉冲干扰时的抗干扰能力建立一个共同依据。

其中, 雷击瞬变主要是模拟间接雷击(设备通常都无法经受直接雷击), 如:

- ✧ 雷击击中外部(户外)线路, 有大量的电流流入外部线路或接地电阻, 因而产生的干扰电压。
- ✧ 间接雷击(如云层间或云层内的雷击)在外部线路或内部线路上感应出的电压或电流。
- ✧ 雷击击中线路邻近的物体, 在其周围建立的电磁场, 使外部线路感应出电压。
- ✧ 雷击击中的附近地面, 地电流通过公共的接地系统时所引进的干扰。

切换瞬变则模拟:

- ✧ 主电源系统切换(如电容器组的切换)时的干扰。
- ✧ 同一电网, 在靠近设备附近有一些较小开关跳动时形成的干扰。
- ✧ 切换伴有谐振线路的可控硅设备。
- ✧ 各种系统性的故障, 如设备接地网络或接地系统间的短路或飞弧故障。

2.2 IEC61000-4-5 标准简介

为了评价电气和电子设备在遭受浪涌(冲击)时的性能、评定设备在经受雷击过程中的可靠性, 有必要制定出一些测试标准作为相应行业的试验准则。最著名的要数国际电工委员会(IEC)所颁布的电子与电气产品的电磁兼容性基础标准(IEC61000), 其中第4部分是关于测试方法的标准, 它一共谈到了三十来个分标准, 雷击浪涌测试则是其中的第5部分(IEC61000-4-5)。目前国际和国内所风行的一些行业(或产品)标准中, 关于电磁兼容性的测试方法和要求大都取材于它。

由于IEC61000-4标准是国际电工委员会所颁布的一个基础性标准, 它适合于各种电气与电子设备作电磁兼容性的测试, 所以对针对做雷击浪涌测试的分标准IEC61000-4-5作一些介绍是必要的。

IEC61000-4标准的最大特点首先是体现在它的实用性, 它对不同环境条件下的电气与电子设备的电磁兼容性有不同的要求, 因此标准适用的面就非常之广。其次, 为了确保测试结果的可比性和再现性, 在标准中对仪器的构成、仪器的性能校验方法, 以及配置等都有详细描述。

2.2.1 雷击浪涌的试验等级

优先选择的试验等级范围如表1所示。

试验等级应根据安装情况来选择。

较低的试验等级也应得到满足。

对不同界面的试验等级的选择见附录。

表1 雷击浪涌试验等级

等级	开路试验电压 (±10%) kV
1	0.5
2	1.0
3	2.0
4	4.0
X	特定

1)“X”可以是高于、低于或在其它等级之间的等级。该等级可以在产品标准中规定。

试验的严酷度等级应根据最符合实际的安装与环境条件来加以选择。

2.2.2 IEC61000-4-5 对雷击浪涌测试仪的性能要求

为了真实地模拟上述雷击和切换瞬变，并使试验结果有较好的可比和可信性，在 IEC61000-4-5 标准中对试验用的仪器（雷击浪涌发生器）的性能、试验设备与被试设备的配合（试验信号的耦合与去耦）、整个试验的配置以及具体的试验方法都有详细描述。

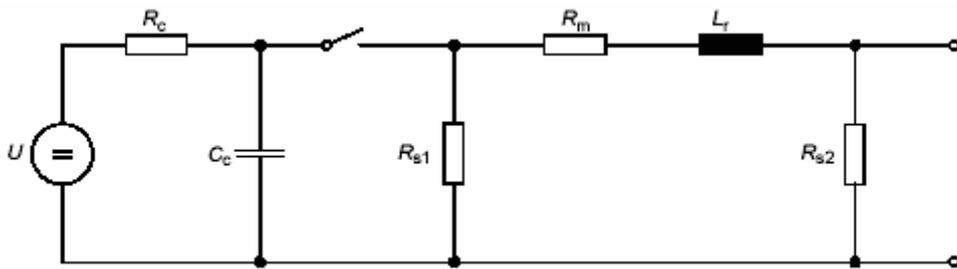
标准中规定了两种类型的组合波信号发生器，并根据受试端口的类型，有各自特殊的应用。对于连接到对称通信线的端口，应使用 10/700 μ s 的组合波信号发生器。对于其他情况，特别是连接到电源线和短距离信号互连线的端口，应使用 1.2/50 μ s 的组合波信号发生器。

标准的目的是要规范施加在 EUT 上的波形。波形由开路电压波形和短路电流波形来定义，应在未连接 EUT 时测量。对交流或直流供电的产品，浪涌施加到交流或直流电源线上，输出必须满足表 4 和表 5 的规定。对于浪涌由信号发生器的输出端直接输出的情况，其输出波形应满足表 2 的规定。当连接到 EUT 时，不要求信号源的输出波形和耦合/去耦网络的输出波形同时满足要求。但在无 EUT 连接的情况下，波形的规定应该被满足。

2.2.2.1 1.2/50 μ s 组合波发生器

信号发生器应产生的浪涌波形：开路电压波前时间 1.2 μ s，开路电压半峰值时间 50 μ s；短路电流波前时间 8 μ s，短路电流半峰值时间 20 μ s。

图 1 为 1.2/50 μ s 组合波信号发生器的电路原理图。选择不同元件 R_{S1} 、 R_{S2} 、 R_m 、 L_r 和 C_c 的值，以使信号发生器产生 1.2/50 μ s 的电压浪涌（开路情况）和 8/20 μ s 的电流浪涌（短路情况）。



U—高压源；

R_c —充电电阻；
 C_c —储能电阻；
 R_s —脉冲持续时间形成电阻；
 R_m —阻抗匹配电阻；
 L_r —上升时间形成电感

图1 组合波信号发生器的电路原理图（1.2/50 μ s—8/20 μ s）

为方便起见，定义浪涌信号发生器的等效输出阻抗为开路输出电压峰值与短路输出电流峰值之比。信号发生器的等效输出阻抗为 2Ω 。

注：电压和电流波形是输入阻抗的函数。当浪涌加至设备时，由于安装的保护装置的适当动作，或当没有保护装置或保护装置不动作而导致飞弧或击穿时，EUT 的输入阻抗可能发生变化。因此，当负载瞬间变化时，从同一试验信号发生器必须能输出负载瞬间变化所需的 1.2/50 μ s 电压波和 8/20 μ s 电流波。

组合波（1.2/50 μ s—8/20 μ s）信号发生器应具备以下特性与性能：

极性：正/负；

相位偏移：相对于 EUT 交流线电压的相位在 $0^\circ\sim 360^\circ$ 变化，允许 $\pm 10^\circ$ ；

重复率：每分钟一次, 或更快；

开路输出电压峰值：0.5kV 起至所需的试验电压，可调；

浪涌电压波形：见图 2 和表 2；

开路输出电压容差：见表 3；

短路输出电流峰值：与电压峰值相关（见表 2 和表 3）；

浪涌电流波形：见图 3 和表 2；

短路输出电流容差：见表 3；

有效输出阻抗： 2Ω （ $1\pm 10\%$ ）；

当开路电压峰值指定后的短路峰值电流见表 3；

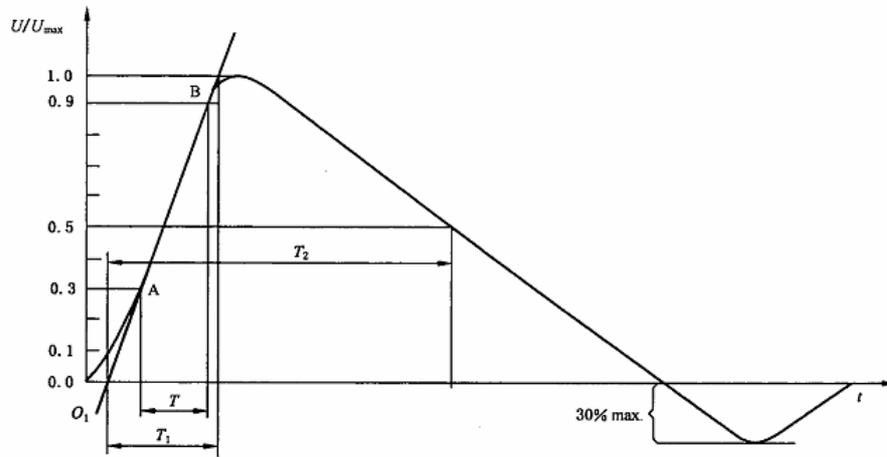
发生器的输出浮地。

表2 1.2/50μs 组合波的波形参数定义

定义	波前时间(μs)	半峰值时间(μs)
开路电压	$1.2 \pm 30\%$	$50 \pm 20\%$
短路电流	$8 \pm 20\%$	$20 \pm 20\%$

表3 开路电压峰值和短路电流峰值的关系

开路电压峰值 $\pm 10\%$	短路电流峰值 $\pm 10\%$
0.5 kV	0.25 kA
1.0 kV	0.5 kA
2.0 kV	1.0 kA
4.0 kV	2.0 kA

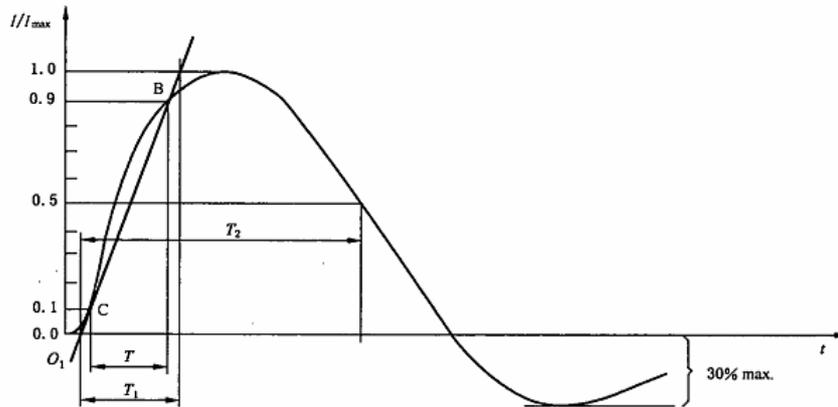


波前时间: $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu s \pm 30\%$

半峰值时间: $T_2 = 50 \mu s \pm 20\%$

注: 耦合/去耦网络输出端的开路电压波形可能存在较大的下冲。

图2 未连接 CDN 的信号发生器输出端的开路电压波形 (1.2/50 μs)



波前时间: $T_1 = 1.25 \times T = 8 \mu s \pm 20\%$

半峰值时间: $T_2 = 20 \mu s \pm 20\%$

注: 30%的下冲规定只适用于信号发生器的输出端。在耦合/去耦网络的输出端, 没有下冲或过冲的限制。竞测量系统应该有足够的带宽, 以便监视开路电压波形。

图3 未连接 CDN 的信号发生器输出端的短路电流波形 (8/20μs)

2.2.3 耦合/去耦网络

每个耦合/去耦网络 (CDN) 都包括去耦网络和耦合元件, 示例见图 7 到图 14。

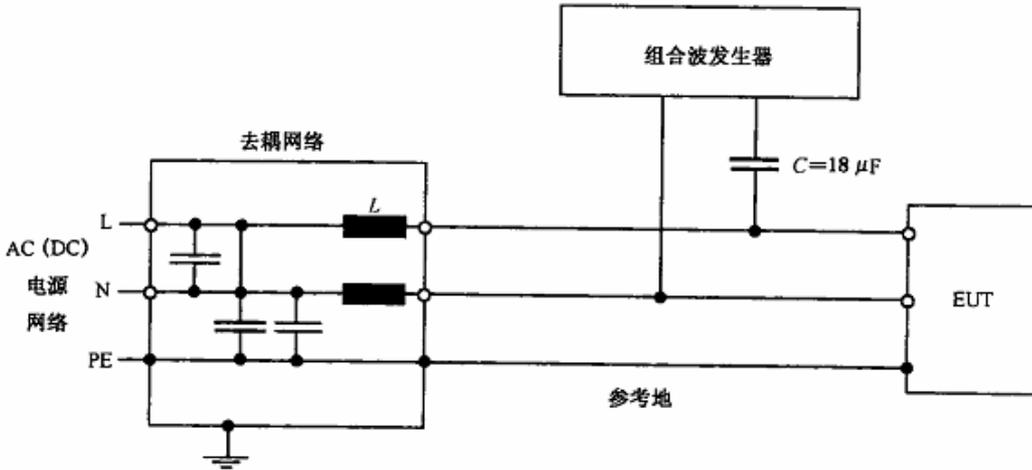


图4 交/直流线上电容耦合的试验配置实例; 线-地耦合

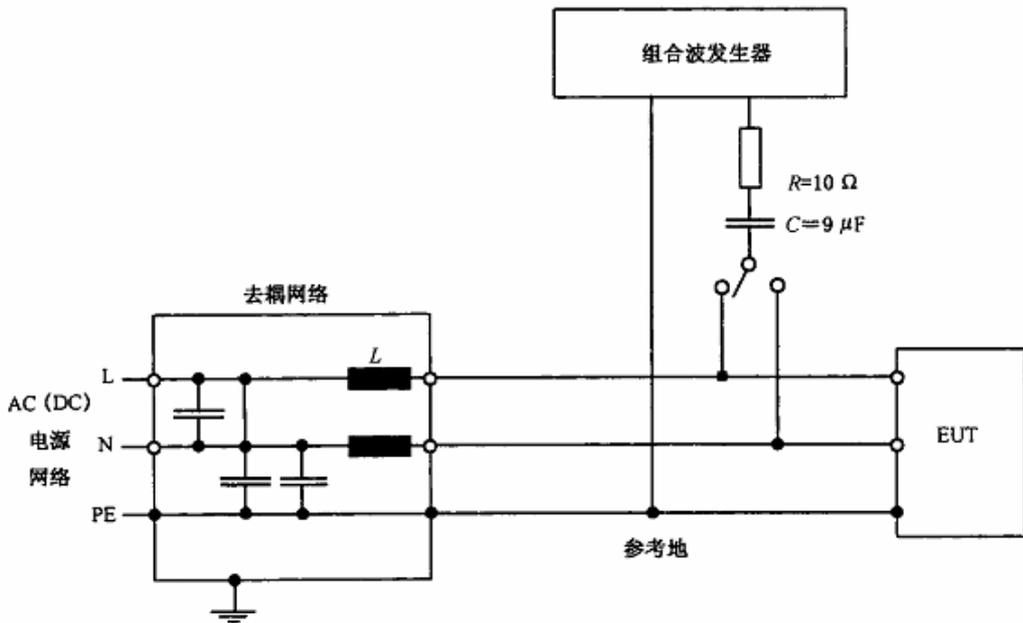


图5 交/直流线上电容耦合的试验配置实例; 线-地耦合

在交流或直流电源线上, 去耦网络提供较高的反向阻抗以阻止浪涌波通过, 但允许交流或直流电源的电流进入 EUT。这个反向阻抗既可以使电压波在耦合/去耦网络的输出端产生, 同时又可以阻止浪涌电流反向流回交流或直流电源。用高压电容作为耦合元件, 其大小应能允许整个波形耦合到 EUT。交流或直流电源用的耦合/去耦网络要设计成开路电压波和短路电流波符合表 4 和表 5 中的允差。

表4 耦合/去耦网络 EUT 端口的电压波形规格

开路条件下的浪涌电压参数		耦合阻抗	
		18 μ F	9 μ F + 10 Ω
波前时间		1.2 μ s \pm 30%	1.2 μ s \pm 30%
半峰值 时间	额定电流 <25A	50 μ s +10 μ s/-10 μ s	50 μ s +10 μ s/-25 μ s
	额定电流 25A~60A	50 μ s +10 μ s/-15 μ s	50 μ s +10 μ s/-30 μ s
	额定电流 60A~100A	50 μ s +10 μ s/-20 μ s	50 μ s +10 μ s/-35 μ s
注：应在耦合/去耦网络电源输入端开路的情况下测量浪涌电压参数。			

表5 耦合/去耦网络 EUT 端口的电流波形规格

短路条件下的浪涌电流参数		耦合阻抗	
		18 μ F	9 μ F + 10 Ω
波前时间		8 μ s \pm 20%	2.5 μ s \pm 30%
半峰值时间		20 μ s \pm 20%	25 μ s \pm 30%
注：应在耦合/去耦网络电源输入端开路的情况下测量浪涌电流参数。			

注：对于额定输入电流大于 100A 的 EUT，浪涌不通过耦合/去耦网络直接施加到未加电的 EUT 上，是唯一可行的试验方法。如果 EUT（如独立的控制单元）由于电源电流要求大于 100A 而不可能对整个系统进行试验，那么局部的试验也是可以接受的。

在以上各例中：

对于线-线耦合，浪涌应通过 18 μ F 电容耦合，如图 4 所示。

对于线-地耦合，浪涌应通过 9 μ F 电容串联 10 Ω 电容耦合，如图 5 所示。

对于额定电流 >25A 的耦合/去耦网络，为了防止其造成过多的电压下降，去耦元件的值通常须减小。在这种情况下，开路电压波形的半峰值时间也可能减小，见表 4 和表 5。

当 EUT 没有连接时，在去耦网络电源输入端上的残余浪涌电压不应超过所施加试验电压的 15% 或耦合/去耦网络额定电压峰值的两倍，两者中取较大者。

当 EUT 没有连接且耦合/去耦网络输入端开路时，在未施加浪涌线路上的残余浪涌电压不应超过最大可施加电压的 15%。

上述单相（相线、中线、保护接地）系统的特性对三相系统（三根相线、中线和保护接地）同样有效。

2.2.4 雷击浪涌发生器特性的校验

为了比较不同发生器的试验结果，有必要定期对发生器的输出波形进行校验（一般周期为一年），在波形检验时需注意必须使用专用的测试设备，如耐压 10kV 以上 1000: 1 的电压探头、1000: 1 的电流探头以及 100MHz 以上的存储示波器，并且将示波器的电源与仪器的工作电源隔离。建议每年请专业检测单位校验或和我公司联系，以免检验时不当的操作损坏仪器或测试设备。



3 SKS-05061B 雷击浪涌发生器

SKS-05061B 雷击浪涌发生器是上海三基电子工业有限公司新研制的产品，旨在为评定电气和电子设备经受浪涌（冲击）时的性能制定一个共同的准则，具有性能稳定、操作方便和实验结果重复性好等优点。适用于雷击浪涌抗扰度试验场合，是电磁兼容试验的理想干扰源。

SKS-05061B 雷击浪涌发生器在性能上完全符合并超过最新国家标准 GB/T17626.5-2008，及国际电工技术委员会标准 IEC61000-4-5: 2004 和欧洲电气标准 EN61000-4-5 的相关规定。

3.1 SKS-05061B 技术指标

3.1.1 雷击浪涌脉冲波形

1) 1.2/50 μ s 组合波

开路电压波：1.2 μ s ($\pm 30\%$)/50 μ s ($\pm 20\%$) (见图 2 和表 2)

短路电流波 (2Ω 阻抗)：8 μ s ($\pm 20\%$)/20 μ s ($\pm 20\%$) (见图 3 和表 2)

极性：正、负、正负交替

输出阻抗： 2Ω

开路输出电压峰值：0.25kV~6kV $\pm 10\%$

短路输出电流峰值：0.125kA~3kA $\pm 10\%$

2) 浪涌触发次数：1~99999 次

3) 浪涌间隔时间：20~99999 秒 (其中 20 秒为仪器固有的充电时间)

4) 相位注入方式：异步、同步、相位渐变

5) 同步相位注入角度：0°~359°，1 度步进

3.1.2 耦合去耦网络

1) 耦合网络容量：三相电源 380V $\pm 10\%$ ，30A_{max}

2) 耦合设置输出方式：自动

3) 1.2/50 μ s 组合波经电源线耦合/去耦网络耦合特性

线-线（差模）耦合：开路电压波：1.2 μ s ($\pm 30\%$)/50 μ s (+10 μ s/-15 μ s)

短路电流波：8 μ s ($\pm 20\%$)/20 μ s ($\pm 20\%$)

开路耦合电压峰值：0.25kV~6kV $\pm 10\%$

短路耦合电流峰值：0.125kA~3kA $\pm 10\%$

线-地（共模）耦合：开路电压波：1.2 μ s ($\pm 30\%$)/50 μ s (+10 μ s/-30 μ s)

短路电流波：2.5 μ s ($\pm 30\%$)/25 μ s ($\pm 30\%$)

开路耦合电压峰值：0.25kV~6KV $\pm 10\%$

短路耦合电流峰值：20.8A~500A $\pm 10\%$

4) 去耦特性

在被测设备未接的情况下，未加浪涌的电源线上，它的残余脉冲电压不应该超过所加入电压波的 15%

在被试设备和试验电源未接的情况下，漏到去耦网络输入端的残余脉冲不超过所加入

电压波的 15%或不超过电源线电压峰值的两倍，两者之中以大者为准。

3.1.3 仪器概述

- 1) 尺寸———480 mm×550 mm×830 mm
- 2) 重量———50kg
- 3) 工作电源——220V ± 10% 50/60Hz



3.2 仪器功能操作

3.2.1 前面板功能描述

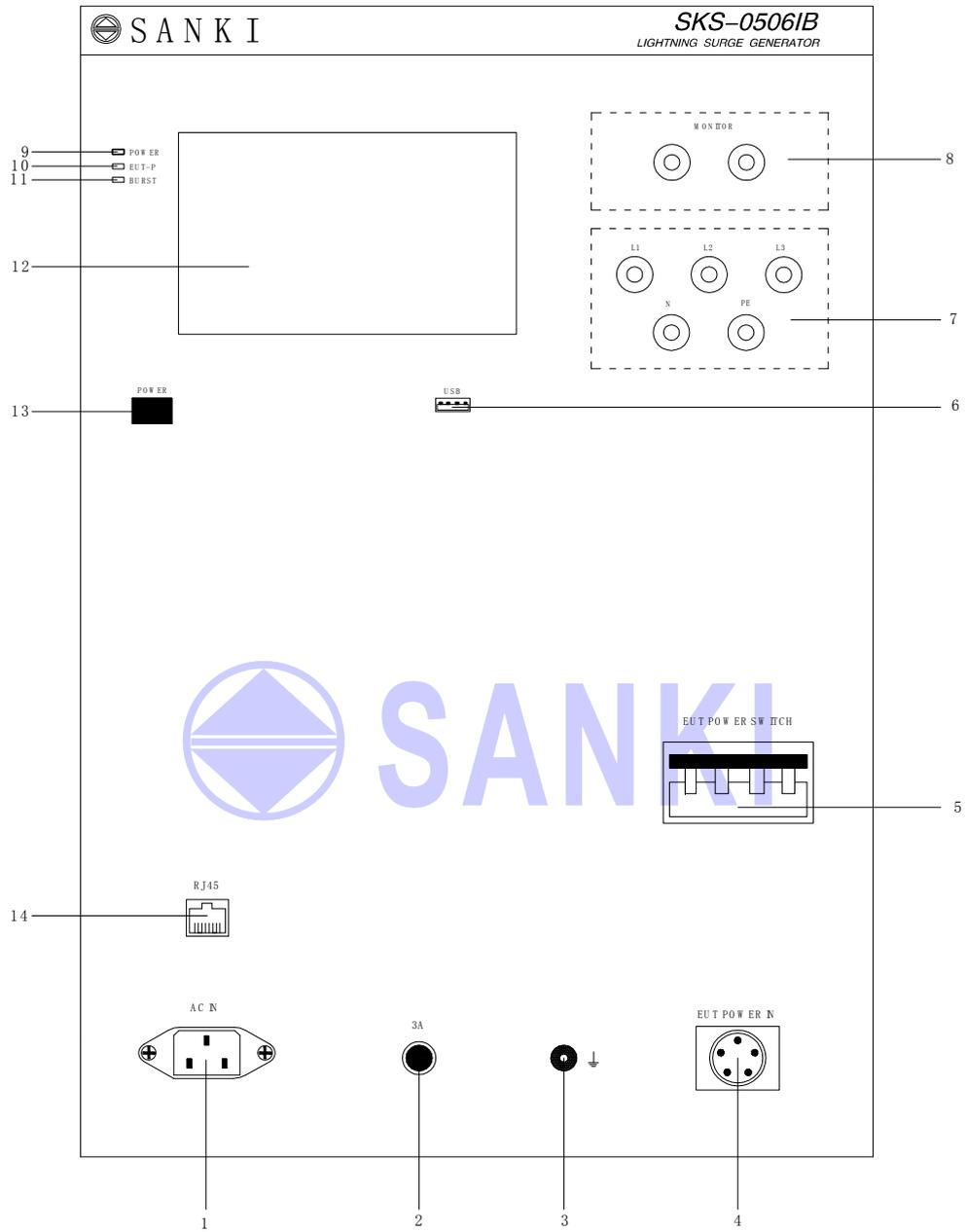


图6 前面板示意图

- 1) 仪器电源输入端“AC IN”
是本仪器工作所用交流电源的输入端口。
- 2) 保险丝“3A”
本机工作电源的熔断器，3A。

- 3) 接地端子
用于与参考接地平面进行连接，使用仪器前请将此接地端子用短而粗的导线与大地相连，以确保实验人员的安全
- 4) 被试设备电源输入端“EUT POWER IN”
被试设备的工作电源输入端（三相五芯），经过仪器内部的耦合/去耦网络，从前面板的被试设备工作电源输出端口输出到被试设备。
- 5) 被试设备电源开关“EUT POWER SWITCH”
控制EUT被试设备电源的通断。
- 6) USB Host接口
可用于系统软件更新（IAP），方便用户升级系统软件，此外该接口还可将用户自定义参数从U盘导入或导出到外部U盘。
- 7) EUT被试品电源输出端“L1、L2、L3、N、PE”
用于被试设备的电源输出连接端口，供被试设备工作的输入电源。通过设定“EUT-P”参数控制EUT电源的通与断。当需要雷击迭加到电源相线时，需设置相应的耦合方式。
- 8) “MONITOR”浪涌脉冲输出端
该输出端口是内阻为 $2\ \Omega$ 的浪涌发生器直接输出的端口，可以用来校验发生器的输出波形参数，也可以用来做电压电流冲击实验。
- 9) 仪器工作指示灯“POWER”
当本仪器电源接通时，指示灯亮。
- 10) 被试品电源指示灯“EUT-P”
提示设置被试品电源开关状态；当被试品电源开时，灯亮。
- 11) 脉冲输出指示灯“PULSE”
当开始运行时“PULSE”指示灯亮，当还剩下倒数5秒时“PULSE”指示灯开始闪烁，提示用户即将有浪涌输出。
- 12) 真彩色LCD（带四线电阻式触摸屏），友好的人机交互界面。
- 13) 电源开关“POWER”
打开电源开关，仪器主电源接通，仪器进入待机状态，同时相应的指示灯亮。关闭开关，仪器立刻切断电源，停止工作。
- 14) 以太网通讯接口“RJ45”
通过网线与电脑PC进行通讯，需配套的上位机软件支持。

3.2.2 液晶显示界面功能描述

- 1) 主菜单：仪器开机，进入系统主菜单，如图7：

主菜单位于屏幕上方，共有两个选项：“测试项目”和“系统设置”。点击主菜单可在两者之间来回切换，并在主菜单下方列出所有子项目。开机默认选中“测试项目”。



图7 系统主菜单

- 2) 系统设置：用手指点击图7中的“系统设置”主菜单项，系统将列出所有关于系统设置的子项目（共8项），如图8。点击子项目图标将弹出相应的子窗口，如图9。



图8 系统设置子项目

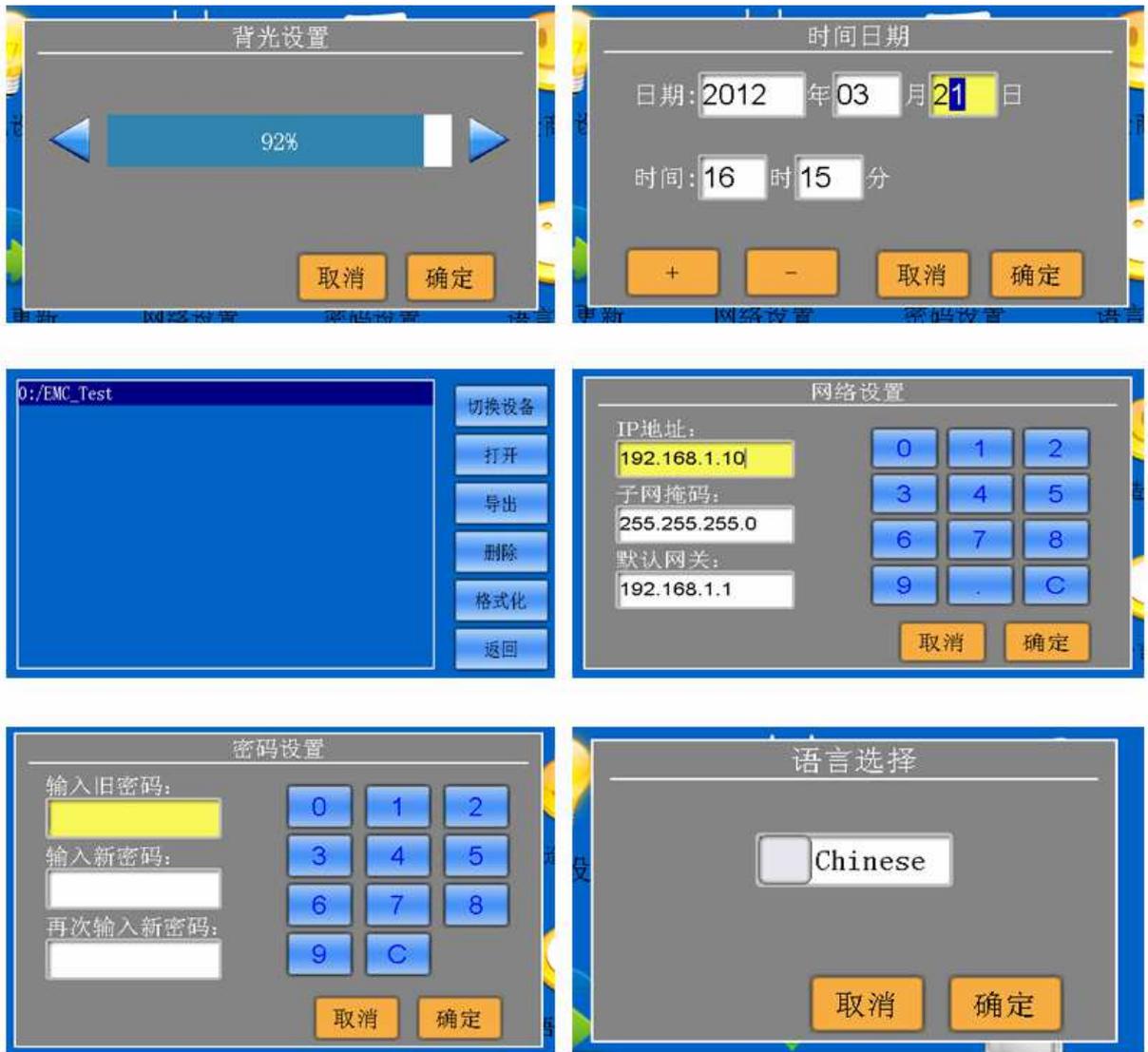


图9

- 背光设置：点击左右两箭头可分别减少或增加液晶背光亮亮度。按“确定”按钮保存设置并关闭子窗口，按“取消”则不做任何修改，直接关闭子窗口。
- 时间日期：点击要修改项目所在的文本框，待文本框中数字位的背景变成深蓝色后，点击“+”或“-”按钮可分别增加或减少相应的数值。按“确定”按钮保存设置并关闭子窗口，按“取消”按钮则不做任何修改，直接关闭子窗口。
- 文件管理：简单的文件管理器，用于管理内部存储器或外部U盘中存储的参数文件，目前支持以下操作：
 - ◇ 按“切换设备”按钮可在内部存储和外部U盘之间来回切换。
 - ◇ 目录及文件浏览。如果某个目录下子目录和文件数量过多，导致无法在一页中全部显示的时候，只需按住屏幕并上下拖动即可实现列表项的上下滚动。

- ✧ 删除内部存储器或外部U盘中存储的参数文件。
 - ✧ 将内部存储器中的参数文件导出的外部U盘。
 - ✧ 将外部U盘中的参数文件导入的内部存储器。
 - ✧ 格式化内部存储器(暂无此功能)。
- 制造商信息**：显示上海三基电子工业有限公司的相关信息。
 - 软件更新**：如果软件有更新版本时，可将其拷贝到U盘并将U盘插入仪器前面板的USB主机接口中，点击“系统更新”子项目图标，仪器将自动从外部U盘中读取软件数据并固化到内部存储器中。系统更新过程中务必不要切断仪器供电电源。
 - 网络设置**：设置仪器与上位机通信的网络地址。首先点击左边相应的参数文本框，待文本框的背景变成黄色后，点击右边的数字键盘进行输入。如果误输入，可点击“C”键清除最后输入的字符。输入结束后按“确定”按钮保存相关设置并关闭子窗口，按“取消”按钮则不做任何修改，直接关闭子窗口。
 - 密码设置**：用于设置系统密码保护。首先点击子窗口左边相应的文本框，待文本框的背景变成黄色后，点击右边的数字键盘进行输入（密码最大长度为15位）。如果误输入，可点击“C”键清除最后输入的字符。若用户想取消密码保护，只需要将新密码设置为空即可。输入结束后按“确定”按钮保存相关设置，按“取消”按钮则不做任何修改。
- 提示：如果用户设置了密码保护，打开仪器电源后，首先显示的将是密码输入窗口，用户输入正确的密码后才能进入系统主菜单。

语言选择：目前只有两种语言可供用户选择：简体中文和英文。

- 3) **测试项目**：在图8系统设置菜单下点击屏幕上方的“测试项目”主菜单，系统将列出所有关于测试项目的子项目（共8项），如图7。

如果子项目图标的右下角被打上红色的“X”说明该仪器内部硬件不支持做该试验。目前SKS-0506IB只支持做雷击浪涌试验。

- 4) **雷击浪涌参数设置界面**：在图7测试项目菜单下点击雷击浪涌子项目图标将进入雷击浪涌参数设置主界面，如图10。点击参数名右边的文本框将弹出相应的参数设置子窗口，如图11、图12。



图10 雷击浪涌参数设置主界面

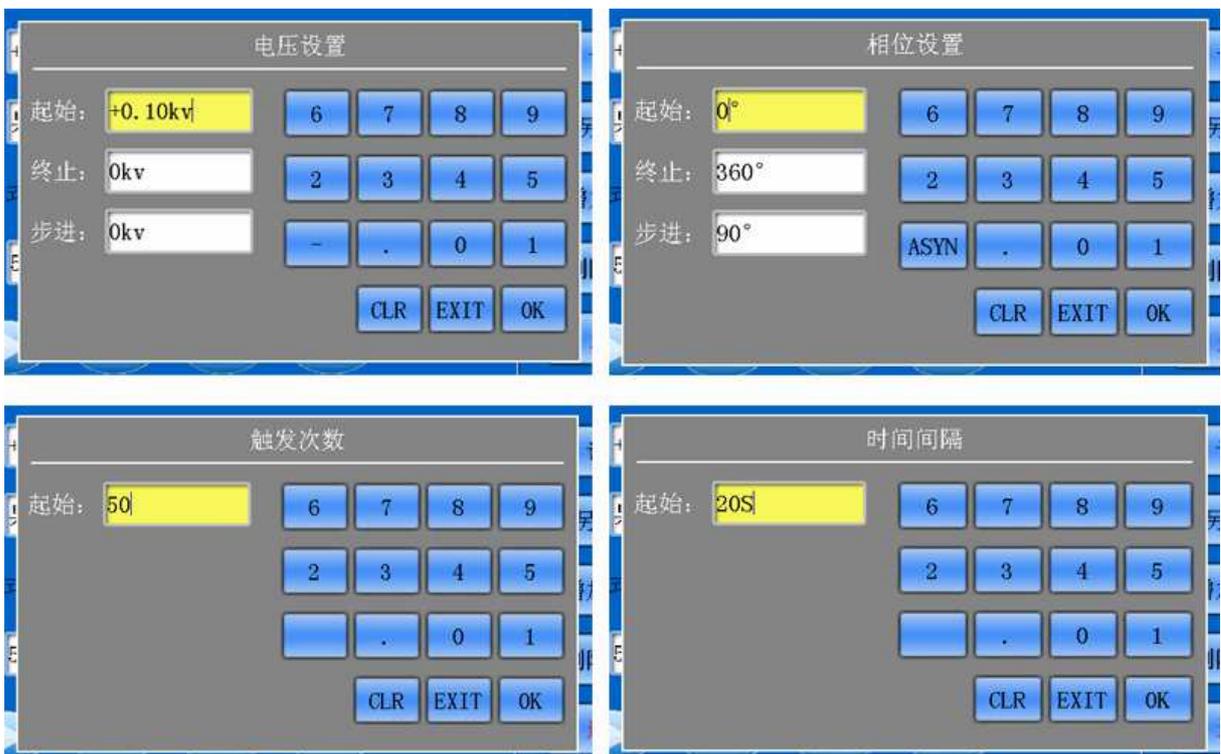


图11 参数设置子窗口（电压、相位、触发次数以及时间间隔）

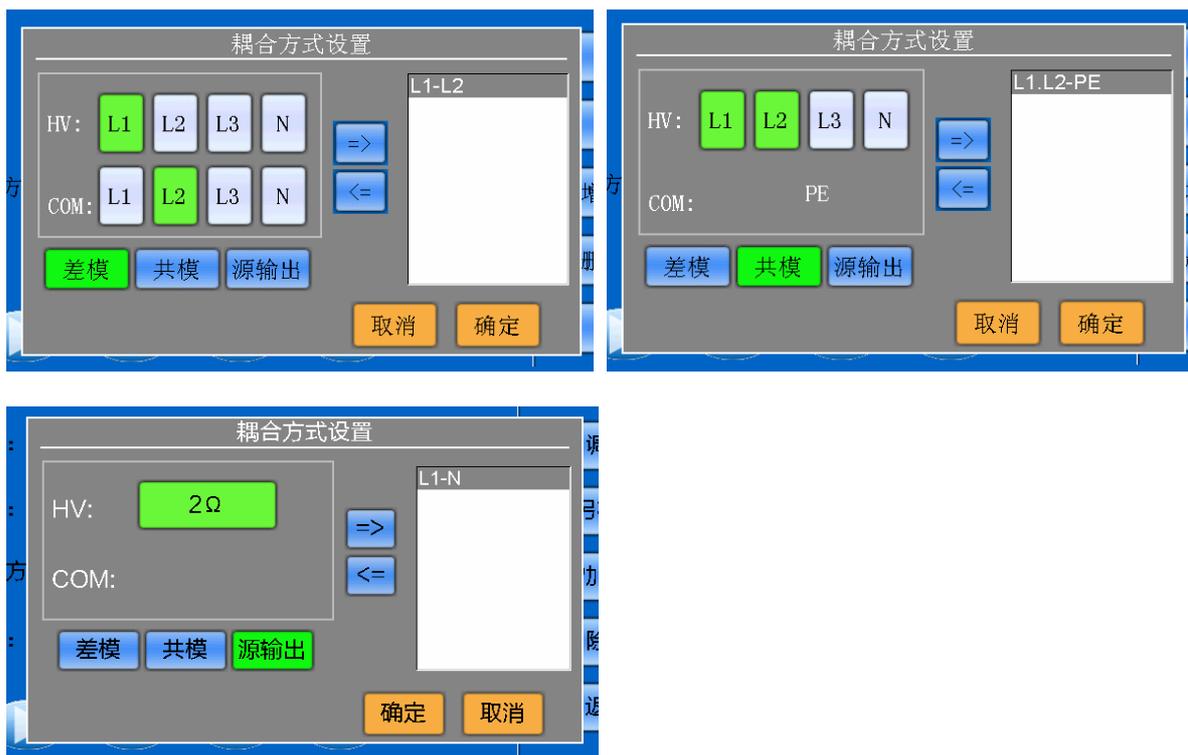


图12 输出方式设置子窗口

●电压设置：设置浪涌输出电压与极性。

- ✧ 电压值设置：首先点击子窗口左边相应的参数文本框，待文本框的背景变成黄色后，点击右边的数字键盘进行输入，最多支持两位小数。如果误输入，可点击“CLR”按钮清零后重新输入。
- ✧ 输出电压支持递增或递减。如果起始电压值大于终止电压值且步进值不为0，那么执行递减操作；如果起始电压值小于终止电压值且步进值不为0，那么执行递增操作；如果步进值为0，禁止递增/递减操作。
- ✧ 极性设置：点击子窗口右侧“+/-/±”按钮进行输出电压极性设置。当前设置结果在起始电压文本框的最左侧显示。
- ✧ 输入结束后按“确定”按钮保存相关设置，按“取消”按钮则不做任何修改，直接关闭子窗口。

●相位设置：选择浪涌的注入方式是同步还是异步，如果设置为同步，则可设置浪涌的注入角度。

- ✧ 同步、异步选择：点击“SYN/ASYN”按钮选择同步或异步触发方式。如果左侧的三个文本框背景同时变成灰色，说明当前设置为异步注入方式，反之为同步注入方式。

- ◇ 注入角度设置：如果选择了同步触发方式，点击子窗口左边相应的参数文本框，待文本框的背景变成黄色后，点击右边的数字键盘进行输入（不知道输入小数）。如果误输入，可点击“CLR”按钮清零后重新输入。
- ◇ 注入角度支持递增或递减。如果起始角度值大于终止角度值且步进值不为0，那么执行递减操作；如果起始角度值小于终止角度值且步进值不为0，那么执行递增操作；如果步进值为0，禁止递增/递减操作。
- ◇ 输入结束后按“确定”按钮保存相关设置，按“取消”按钮则不做任何修改，直接关闭子窗口。

●触发次数：设置浪涌触发次数。

●时间间隔：设置输出浪涌之间的时间间隔。

●EUT按钮：点击图10中的EUT按钮将弹出EUT电源设置子窗口，用户可选择EUT类型（AC或DC）和EUT状态（打开或关闭）。

警告：在EUT被打开之前请务必确认您设置的EUT类型（AC或DC）与实际接入的EUT电源类型相同，否则将导致本仪器的内部元件损坏！

●触发方式：设置触发方式为自动或手动触发。如图10，如果按钮上显示为“自动”则表示当前设置的触发方式为自动触发，反之如果显示“手动”则表示为手动触发。在手动触发方式下，每到该输出浪涌的时候系统自动进入暂停状态，待用户点击运行按钮后，仪器输出浪涌并继续运行。

●耦合方式：两种输出方式选择（电源线输出、直接输出）。

◇ 电源线输出方式可选择差模或共模耦合

◇ 子窗口右侧的列表控件显示了当前已选择的所有输出方式，在运行过程中将按项目从上到下的先后顺序依次逐项耦合。

◇ 在子窗口的左侧选择好输出方式后，点击“=>”按钮即可将其添加到右侧的列表控件中。

◇ 选中右侧列表控件中的项目，点击“<=”按钮即可将其中列表控件中移除。

●增加步骤：为了适应某些特殊应用，在一次试验中可同时设置多套参数。如图10，点击“增加步骤”按钮可增加一套参数，即增加一个步骤。

●删除步骤：如图10，点击“删除步骤”按钮将删除当前步骤。

- 参数调用：如图10，点击屏幕右侧的“调用”按钮屏幕将显示文件浏览窗口（同“系统设置”中的文件管理），待用户选择好将要导入的参数文件后点击“打开”按钮即可导入参数文件中的参数。
- 参数另存为：如图10，点击屏幕右侧的“另存为”按钮将弹出文件名输入子窗口，如图13，待用户输入文件名后点击确定即可将参数保存到仪器内部的存储器中。



图13 文件名输入窗口

- 5) 雷击浪涌运行界面：如图10，点击屏幕中的“运行”按钮系统将进入雷击浪涌运行界面，此时系统处于停止状态，如图14。



图14 雷击浪涌运行界面

- ✧ 系统进入雷击浪涌运行界面后共有三种状态：停止、运行和暂停。首次进入该界面是处于停止状态。
- ✧ 当系统处于停止状态时点击“运行/暂停”按钮，系统将处于运行状态。
- ✧ 当系统处于运行状态时，点击“运行/暂停”按钮，系统将处于暂停状态（仪器将停止浪涌输出，但此时内部高压仍然操作，请谨慎操作），再次点击“运行/暂停”按钮，系统将重新返回运行状态。
- ✧ 在系统处于运行或暂停状态时点击停止按钮，系统将返回停止状态（内部高压被切断）。
- ✧ 当系统运行完成后也将返回停止状态。



3.3 仪器组成结构

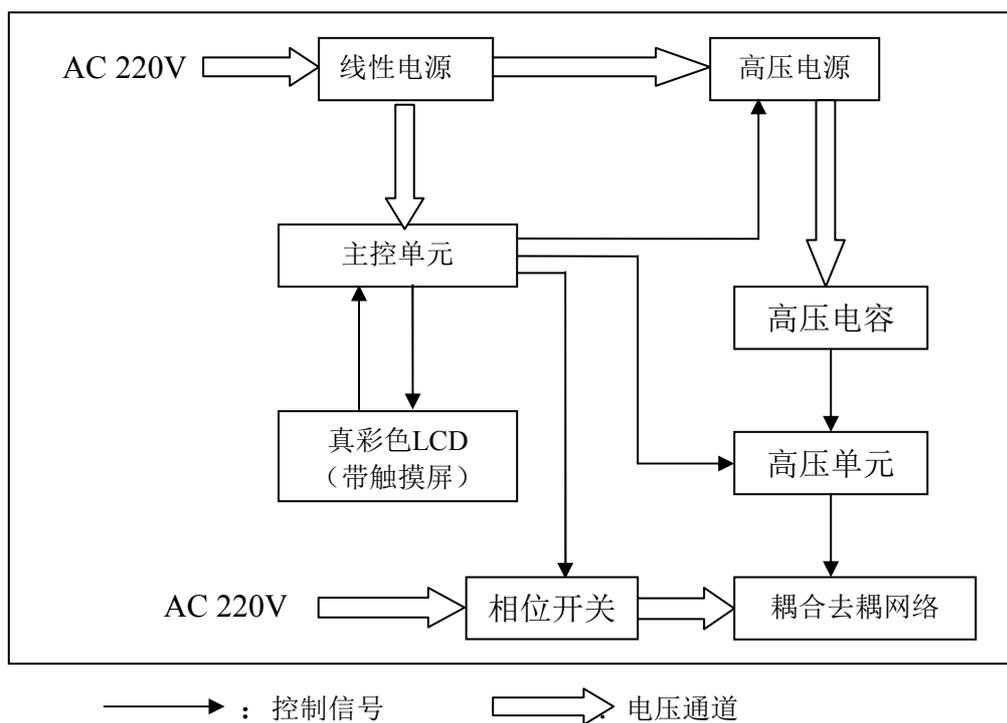


图15 仪器结构图

1) 控制单元

控制单元主要是进行仪器内部动作处理和人机交互界面，如放电开关与继电器动作、用户界面显示、触摸控制和脉冲输出控制等。

2) 耦合去偶网络

耦合/去耦网络是使浪涌脉冲注入到被试设备工作电源上，而不注入电网。SKS-0506IB内置三相耦合去耦网络。

3.4 装箱清单

- 发生器SKS-0506IB
- 仪器供电电源线
- 被试设备供电电缆
- 被试设备供电连接线
- 使用说明书
- 检验报告

4 试验方法

4.1 实验室试验条件

1) 环境条件:

- 工作环境清洁，不含腐蚀性气体
- 环境温度： $-5^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$
- 环境湿度： $\leq 70\%$
- 大气压力： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$
- 额定工作电压： $220\text{V}\pm 10\%$ ，50/60Hz

2) 电磁条件:

实验室的电磁条件应能保证被试设备正确操作，且不致影响试验结果。

4.2 试验步骤

1. 接通仪器电源

将附件中仪器供电电源线一端接入仪器前面板的仪器电源输入端“AC IN”，另一端接入供电网络。

2. 接通被试设备电源

将附件中被试设备五芯供电电缆接入仪器前面板的被试设备电源输入端“EUT POWER IN”，另一端连接到供电网络。

附件中被试设备供电连接线(五根连接线)连接头插入仪器前面板的被试设备工作电源输出端口“L1”、“L2”、“L3”、“N”、“PE”，另一端直接接入被试设备。

3. 地线连接

将SKS-0506IB前面板的接地端接参考接地平面(接线短而粗)。

4. 打开仪器电源

打开前面板电源开关“POWER”，此时面板上“POWER”指示灯亮，同时液晶显示主菜单界面。

5. 进入雷击浪涌主界面

点击主菜单“测试项目”下雷击浪涌子项目进入雷击浪涌参数设置主界面。

6. 被试设备电源开通

打开仪器后面板“EUT POWER SWITCH”电源输入端开关。设置液晶界面“EUT”参数为“打开”状态并正确设置EUT电源类型(AC或DC)，被试设备电源即可接通，同时前面板EUT-P指示灯亮。

7. 浪涌脉冲参数设置

根据需要设置浪涌参数：电压、次数、间隔、相位、耦合方式、触发或导入用户之前保存的参数文件。若要记忆当前的参数设置，按另存为键。

8. 浪涌测试

点击运行按钮系统将进入雷击浪涌运行界面，再次点击运行按钮仪器开始运行。用户中途可暂停或终止试验。

9. 试验结束

测试结束后，合上“EUT POWER SWITCH”电源输入端开关被试设备电源断开；再关本仪器的电源开关“POWER”，结束试验。



5 试验配置

可以区分两种不同类型的试验：

- 在实验室进行的型式试验；
 - 在设备最终安装的条件下对设备进行的安装后试验。
- 优先采用的试验方法是在实验室进行的型式试验。

5.1 试验设备

试验配置包括下列的设备：

- 受试设备（EUT）
- 辅助设备（AE）
- 电缆（规定类型和长度）
- 耦合去耦网络
- 浪涌发生器
- 耦合网络/保护装置

5.2 EUT 电源端试验的配置

1.2/50 μ s 的浪涌经电容耦合网络加到 EUT 电源端上（见图 4、图 5）。为避免对同一电源供电的非受试设备产生不利影响，并为浪涌波提供足够的去耦阻抗，以便将规定的浪涌施加到受试线缆上，需要使用去耦网络。

如果没有其它规定，EUT 和耦合/去耦网络之间的电源线长度不应超过 2m。

5.3 屏蔽线的试验配置

对于屏蔽线，耦合/去耦网络不再适用，在此情况可用 5.3.1 或 5.3.2 所示的试验配置。

5.3.1 直接施加

EUT 与地绝缘，浪涌直接施加在它的金属外壳；受试端口的终端（或辅助设备）接地。该试验适用于使用单层或多层屏蔽电缆的设备（见图 16 和图 17）。

注：图 16 或图 17 提到的接地参考平面是一低阻抗参考点，采用专用电缆或接地平板更易实现该要求。

除受试端口，所有与 EUT 连接的端口都应该通过合适方法如安全隔离变压器或合适的耦合/去耦网络与地绝缘。在受试端口和连接到该端口的电缆的另一端的装置（辅助设备见图 16 和图 17）之间的电缆的长度应该是 EUT 规定的最大长度或 20m 两者之间的短者，如果长度超过 1m，应该按非电感性的结构捆扎。

屏蔽线施加浪涌的规则：

a) 两端接地的屏蔽线

按图 17 给屏蔽层施加浪涌。

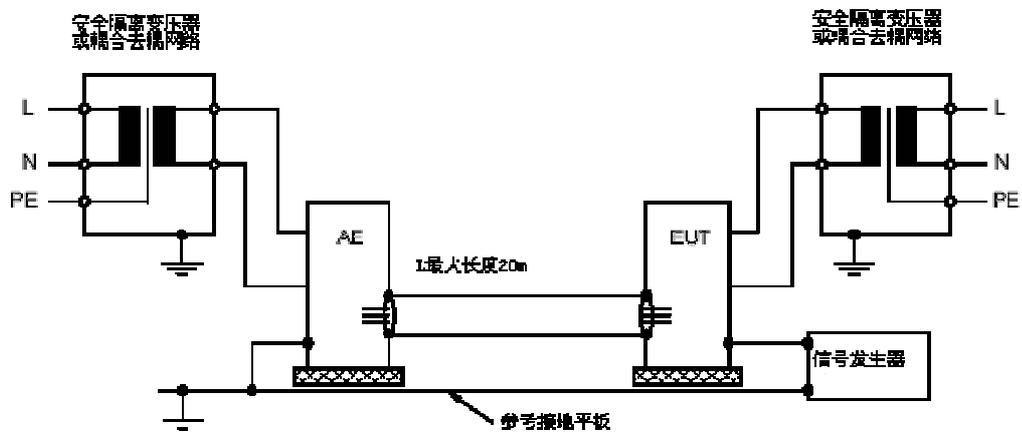
b) 一端接地的屏蔽线

按图 17 进行试验，如果在安装中，屏蔽层仅在辅助设备端接地，则试验应该在这种配置下进行，但是信号发生器仍按图 17 所示连接在 EUT 一侧。如果电缆长度允许，电缆应该置于 0.1m 高

的绝缘垫或线槽上。

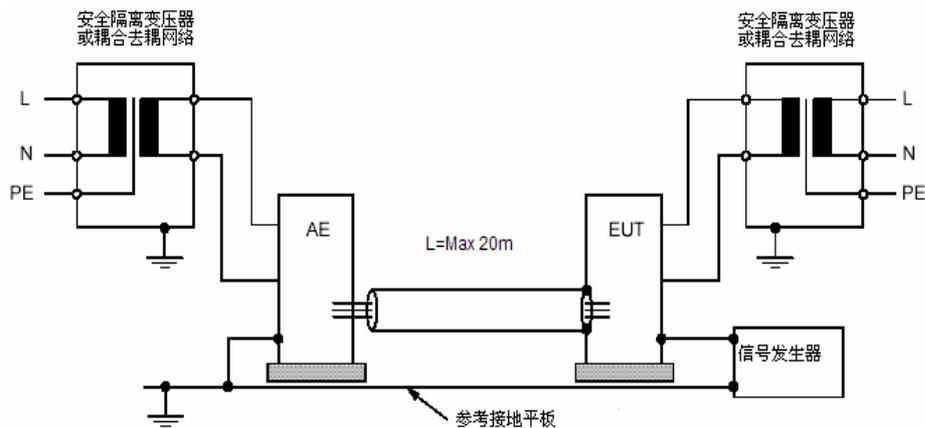
对屏蔽的试验等级用具有 $2\ \Omega$ 源阻抗的浪涌发生器。

对没有金属外壳的产品，浪涌直接施加到屏蔽电缆。



注 1 允许不经过隔离变压器而通过 EUT 和/或 AE 供电，如图 4 所示，但此时应断开 EUT 的保护地
注 2 该配置示意图也适用于直流供电的 EUT。

图16 适用于屏蔽线(见 5.3)和电位差(见 5.4)的试验配置实例

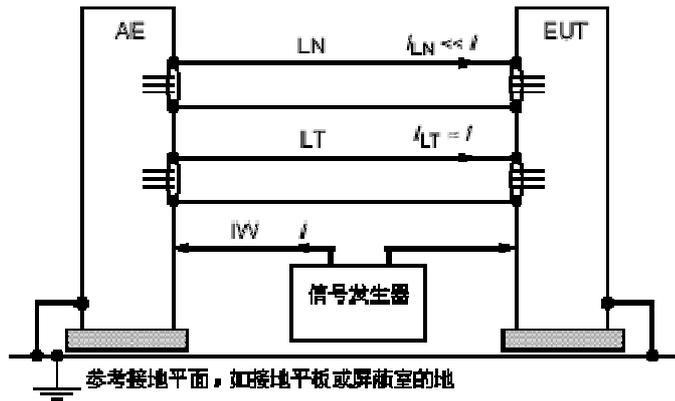


注 1 允许不经过隔离变压器而通过 EUT 和/或 AE 供电，如图 4 所示，但此时应断开 EUT 的保护地
注 2 该配置示意图也适用于直流供电的 EUT。

图17 适用于一端接地的屏蔽线(对应 5.3)和电位差(对应 5.4)的实验配置实例

5.3.2 多根屏蔽电缆中对单根电缆的可选耦合方法

按图 18，用一根导线在尽可能地接近受试互连线缆的位置来施加浪涌。这种耦合方法对于两个和多个 EUT（或一个 EUT 和 AE）之间有多个接地连接的多根屏蔽电缆是有用的，它可以将浪涌施加到一根特定的电缆或一束电缆中。如果每根电缆的典型安装是被捆扎成电缆束的，试验时也应捆扎。



说明：

LT——需测试的信号接口线

LN——不用测试的信号接口线

IW——注入线

注：这种配置也适用于直流供电的 EUT；

实验配置特性（AE 应该连接到地）；

发生器置于 EUT 附近；

发生器的公共输出端连接到 EUT 的结构上；

发生器的输出脉冲通过一根绝缘导线注入到 AE，并尽可能地使绝缘注入导线靠近 EUT 和 AE 之间的接口电缆的。绝缘注入导线的横截面不重要。

使 $I_{LT} \approx I$ 和 $I_{LN} \ll I$ ，则注入电流将经过受试电缆的屏蔽层（邻近效应）。

应根据安装需要选择电缆长度，该长度最长 20m。

受试电缆应离接地参考平板或屏蔽室的墙至少 1m。

为了防止构成电流回路，非受试电缆应离受试电缆和接地平板或屏蔽室的墙面至少 0.4m。

图18 适用于屏蔽线和电位差, 特别适用于有多根屏蔽电缆配置的耦合方式和试验配置

在受试端口和与该端口连接的电缆的另一端的装置之间的电缆长度，应该是EUT规定的最大长度或20m，两者中取小者。如果长度超过1m，则超过的部分应该在电缆的中心位置以0.3m到0.4m的长度捆扎。如果因电缆太多或太硬不易捆扎，或因测试是在用户的安装现场进行的，则在测试报告中，应对超长电缆的处理进行准确的说明。

5.4 施加电位差的试验配置

在系统级测试中，可能需要施加电位差，以模拟系统内部因漏电流、故障或遭受雷击时在暴露的导电部件或机壳间形成的电压。对使用屏蔽线并且屏蔽线两端接地的系统按图 16 进行试验，对使用非屏蔽线或屏蔽线仅在一端接地的系统按图 17 进行试验。

6 参考标准

SKS-0506IB雷击浪涌发生器符合基础性的电磁兼容国家标准GB/T 17626.5—2008和国际标准IEC61000-4-5: 2004, 以及欧洲电气标准EN601000-4-5。试验人员除了熟悉相关的产品标准外, 还要熟悉本产品使用说明书, 必要时还应当熟悉相应的基础性电磁兼容标准, 这是规范试验和保证试验结果重复性和可比性的一个基础。

7 试验结果评估

试验结果应依据受试设备的功能丧失或性能降级进行分类。相关的性能水平由设备的制造商或试验的需求方确定, 或由产品的制造商和购买方双方协商同意。建议按如下要求分类:

- a) 在制造商、委托方或购买方规定的限值内性能正常;
- b) 功能或性能暂时丧失或降低, 但在骚扰停止后能自行恢复, 不需要操作者干预;
- c) 功能或性能暂时丧失或降低, 但需操作人员干预才能恢复;
- d) 因设备硬件或软件损坏, 或数据丢失而造成不能恢复的功能丧失或性能降低。

由制造商提出的技术规范可以规定对受试设备产生的哪些影响是不重要的, 因而这些影响是可接受的。

在没有合适的通用标准、产品标准或产品类标准时, 这种分类可以由负责相应产品的通用标准、产品标准和产品类标准的专业标准化技术委员会制定, 用于作为明确表达性能判据的指南, 或作为制造商和购买方双方协商的性能判据的框架。

附录

试验等级的选择

试验等级应根据安装情况来选择，为此，应使用下表中给出的信息，表中：

- 0类：保护良好的电器环境，常常在一间专用的房间内；
 - 1类：有部分保护的电气环境；
 - 2类：电缆隔离良好，甚至短走线也隔离良好的电气环境；
 - 3类：电流平行敷设的电气环境；
 - 4类：互连线按户外电缆沿电源电缆敷设并且这些电缆被作为电子和电气线路的电气环境；
 - 5类：在非人口稠密区电子设备与通信电缆以及架空电力线路连接的电气环境；
 - X类：产品技术要求中规定的特殊环境。
- 为了证明系统级抗扰度，应该采取与实际安装情况有关的其它措施，例如第一级保护。

试验等级的选择 (取决安装条件)

安装类别	试验等级(kV)											
	交流电源供电和交流输入输出直接连接到电源网络 耦合方式		交流电源供电交流输入输出不直接连接到电源网络 耦合方式		直流电源供电和支流输入输出直接连接到那里 耦合方式		非对称工作的电路/线路 ^{d,f} 耦合方式		对称工作的电路/线路 ^{d,f} 耦合方式		屏蔽的输入输出和通信线 ^f 耦合方式	
	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	NA	0.5	NA	NA
1	NA	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	1.0	NA	1.0	NA	NA
2	0.5	1.0	NA	2.0b	NA	2.0b	0.5	2.0b	NA	2.0b	NA	0.5
3	1.0	2.0	1.0e	e	1.0e	e	1.0c	c	NA	c	NA	2.0c
4	2.0	4.0b	2.0e	4.0b	2.0e	4.0b	2.0c	4.0b	NA	2.0b	NA	4.0c
5	a	a	2.0	e	2.0	e	2.0	c	NA	c	NA	4.0c
				4.0b		4.0b		4.0b		4.0b		

a 取决当地电力系统的等级；
 b 通常带第一级保护进行测试；
 c 如果电缆长度小于等于 10m,试验等级可以小于 1 级；
 d 对 10 以下的数字电缆不做实验；
 e 如果规定的保护方向与 EUT 逆向，当保护措施实效时，试验等级应该与保护等级保持一致。
 f 高速通信线可能包含在非对称，对称，屏蔽输入输出和/或通信线中。