

阻尼振荡波模拟器校准规范

1 范围

本规范适用于符合 GB/T 17626.18—2016 及 IEC 61000-4-18:2019 中要求的阻尼振荡波发生器及耦合去耦网络的校准,也适用于电磁兼容抗扰度综合测试系统中的阻尼振荡波发生器及耦合去耦网络的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

GB/T 17626.18—2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验

IEC 61000-4-18:2019 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验 (Electromagnetic compatibility—Testing and measurement techniques —Damped oscillatory wave immunity test)

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 猝发 burst

数量有限且清晰可辨的脉冲序列或持续时间有限的振荡。

3.2 振荡频率 oscillation frequency

在初始峰值后第一和第三零点之间时间间隔的倒数。

3.3 容性耦合夹 capacitive coupling clamp

在与受试线路没有任何电连接情况下,以共模形式将骚扰信号耦合到受试线路的、具有规定尺寸和特性的一种装备。

3.4 1 000 Ω 衰减器 1 000 Ω open circuit impedance

输入阻抗为 1 000 Ω ,输出阻抗为 50 Ω 且具有一定衰减比的双端口器件。

3.5 0.1 Ω 衰减器 0.1 Ω short circuit impedance

输入阻抗为 0.1 Ω ,输出阻抗为 50 Ω 且具有一定衰减比的双端口器件。

4 概述

阻尼振荡波模拟器包括阻尼振荡波发生器、耦合去耦网络及容性耦合夹。阻尼振荡波发生器包含慢速阻尼振荡波(振荡频率在 100 kHz 和 1 MHz 之间)信号发生器和快速阻尼振荡波(振荡频率在 1 MHz 以上)信号发生器。慢速阻尼振荡波发生器用来模拟户外 HV/MV 变电站隔离开关的切换情况以及工厂的背景骚扰,快速阻尼振荡波发生器用来模拟开关设备 and 控制设备产生的骚扰,以及高空电磁脉冲(HEMP)产生的

骚扰。耦合去耦网络可分为电源线耦合去耦网络和互联线耦合去耦网络。每个耦合去耦网络由耦合网络和去耦网络两部分构成。阻尼振荡波模拟器特性主要包括开路电压波形参数和短路电流波形参数。阻尼振荡波开路电压（短路电流）波形如图 1 所示，阻尼振荡波重复率波形如图 2 所示，阻尼振荡波猝发周期波形如图 3 所示。

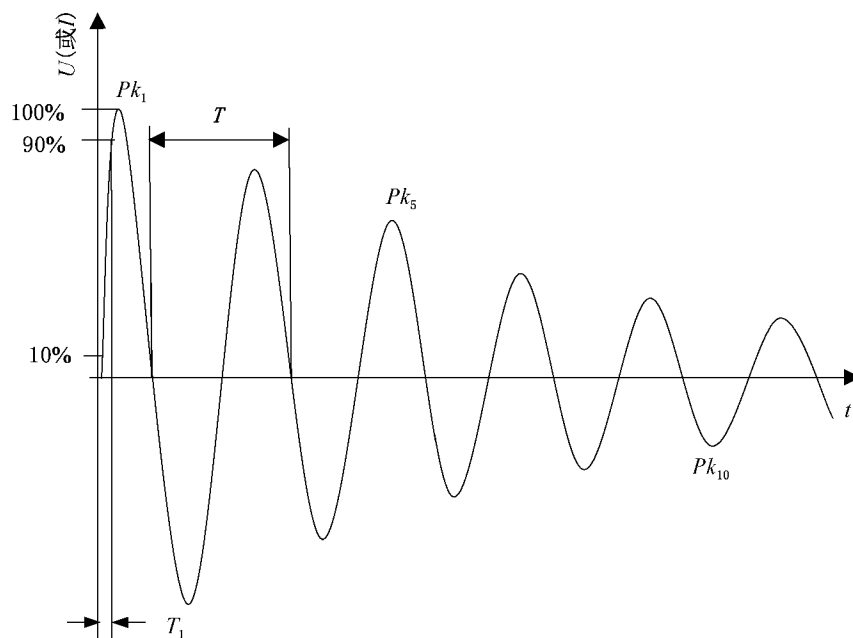


图 1 阻尼振荡波开路电压（短路电流）波形示意图

T —振荡周期； T_1 —上升时间； Pk_1 —第一峰值； Pk_5 —第五峰值； Pk_{10} —第十峰值

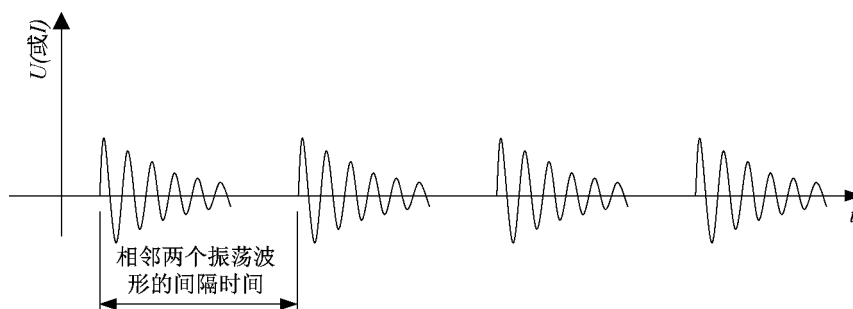


图 2 阻尼振荡波重复率波形示意图

注：重复率为相邻两个振荡波形的间隔时间的倒数

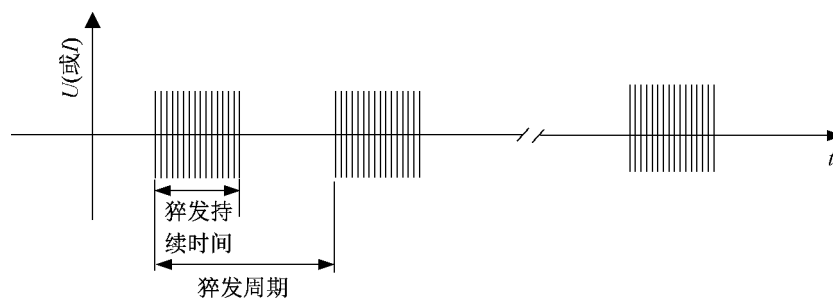


图 3 阻尼振荡波猝发周期波形示意图

5 计量特性

5.1 慢速阻尼振荡波发生器

5.1.1 开路电压峰值 U_{Pk1}

电压范围：(0.25~2.5) kV；

最大允许误差：±10%。

5.1.2 开路电压上升时间

标称值：75 ns；

最大允许误差：±20%。

5.1.3 开路电压振荡频率

标称值：100 kHz 和 1 MHz；

最大允许误差：±10%。

5.1.4 重复率

标称值：100 kHz 时 40 次/s，1 MHz 时 400 次/s；

最大允许误差：±10%。

5.1.5 电压衰减

U_{Pk5} 值应大于 U_{Pk1} 值的 50%，且 U_{Pk10} 值应小于 U_{Pk1} 值的 50%。

5.1.6 猝发持续时间

不小于 2 s。

5.1.7 短路电流峰值

电流范围：(1.25~12.5) A；

最大允许误差：±20%。

5.2 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络

5.2.1 开路电压峰值 U_{Pk1} 、短路电流峰值 I_{Pk1} 、开路电压上升时间、开路电压振荡频率、电压衰减满足表 1 和表 2 要求。

表 1 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络（线一地）计量特性

发生器输出电压设定值		0.5 kV	1.0 kV	2.0 kV
开路电压峰值 U_{Pk1}	标称值	0.5 kV	1.0 kV	2.0 kV
	最大允许误差	±10%		
短路电流峰值 I_{Pk1}	标称值	2.5 A	5 A	10 A
	最大允许误差	±20%		
开路电压上升时间	标称值	75 ns		
	最大允许误差	±20%		
开路电压振荡频率	标称值	100 kHz 和 1 MHz		
	最大允许误差	±10%		
第五峰值电压 U_{Pk5}		大于 50% U_{Pk1}		
第十峰值电压 U_{Pk10}		小于 50% U_{Pk1}		

表 2 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络（线—线）计量特性

发生器输出电压设定值		0.25 kV	0.5 kV	1.0 kV
开路电压峰值 U_{Pk1}	标称值	0.25 kV	0.5 kV	1.0 kV
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
短路电流峰值 I_{Pk1}	标称值	1.25 A	2.5 A	5 A
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压上升时间	标称值	75 ns		
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压振荡频率	标称值	100 kHz 和 1 MHz		
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
第五峰值电压 U_{Pk5}		大于 $50\%U_{Pk1}$		
第十峰值电压 U_{Pk10}		小于 $50\%U_{Pk1}$		

5.2.2 残余阻尼振荡电压

不大于开路电压峰值最大设定值的 15% 和额定电压峰值的 2 倍中的较大者。

5.2.3 非期望阻尼振荡电压

不大于开路电压峰值最大设定值的 15% 。

5.3 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络

开路电压峰值 U_{Pk1} 、短路电流峰值 I_{Pk1} 、开路电压上升时间、开路电压振荡频率、电压衰减计量特性满足表 3、表 4 要求。

表 3 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络（线—地）计量特性

发生器输出电压设定值		0.5 kV	1.0 kV	2.0 kV
开路电压峰值 U_{Pk1}	标称值	0.5 kV	1.0 kV	2.0 kV
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
短路电流峰值 I_{Pk1}	标称值	2.5 A	5 A	10 A
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压上升时间	标称值	75 ns		
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压振荡频率	标称值	100 kHz 和 1 MHz		
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
第五峰值电压 U_{Pk5}		大于 $50\%U_{Pk1}$		
第十峰值电压 U_{Pk10}		小于 $50\%U_{Pk1}$		

表 4 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络（线—线）计量特性

发生器输出电压设定值		0.25 kV	0.5 kV	1.0 kV
开路电压峰值 U_{Pk1}	标称值	0.25 kV	0.5 kV	1.0 kV
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
短路电流峰值 I_{Pk1}	标称值	1.25 A	2.5 A	5 A
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压上升时间	标称值	75 ns		
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压振荡频率	标称值	100 kHz 和 1 MHz		
	最大允许误差	$\pm 10\%$		
第五峰值电压 U_{Pk5}		大于 $50\%U_{Pk1}$		
第十峰值电压 U_{Pk10}		小于 $50\%U_{Pk1}$		

5.4 快速阻尼振荡波发生器

5.4.1 开路电压峰值 U_{Pk1}

电压范围：(0.25~4) kV；

最大允许误差： $\pm 10\%$ 。

5.4.2 开路电压上升时间

标称值：5 ns；

最大允许误差： $\pm 30\%$ 。

5.4.3 开路电压振荡频率

标称值：3 MHz、10 MHz 和 30 MHz；

最大允许误差： $\pm 10\%$ 。

5.4.4 重复率

标称值：5 000 次/s；

最大允许误差： $\pm 10\%$ 。

5.4.5 开路电压衰减

 U_{Pk5} 值应大于 U_{Pk1} 值的 50%，且 U_{Pk10} 值应小于 U_{Pk1} 值的 50%。

5.4.6 猝发持续时间

标称值：50 ms (3 MHz)、15 ms (10 MHz)、5 ms (30 MHz)；

最大允许误差： $\pm 20\%$ 。

5.4.7 猝发周期

标称值：300 ms；

最大允许误差： $\pm 20\%$ 。5.4.8 短路电流峰值 I_{Pk1}

电流范围：(5~80) A；

最大允许误差： $\pm 20\%$ 。

5.4.9 短路电流上升时间

3 MHz 时小于 330 ns、10 MHz 时小于 100 ns、30 MHz 时小于 33 ns。

5.4.10 短路电流振荡频率

标称值：3 MHz、10 MHz 和 30 MHz；

最大允许误差： $\pm 30\%$ 。

5.4.11 短路电流衰减

I_{Pk5} 值应大于 I_{Pk1} 值的 25%，且 I_{Pk10} 值应小于 I_{Pk1} 值的 25%。

5.5 快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络

短路电流峰值 I_{Pk1} 、短路电流衰减、短路电流振荡频率、短路电流上升时间计量特性满足表 5、表 6 要求。

表 5 快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络（线—地）计量特性

短路电流峰值 I_{Pk1} 、短路电流衰减

发生器输出电压设定值		0.5 kV	1.0 kV	2.0 kV	4.0 kV
短路电流峰值 I_{Pk1}	标称值	10 A	20 A	40 A	80 A
	最大允许误差	$\pm 20\%$			
第五峰值电流 I_{Pk5}		大于 25% I_{Pk1}			
第十峰值电流 I_{Pk10}		小于 25% I_{Pk1}			

表 6 快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络（线—地）计量特性

短路电流振荡频率、短路电流上升时间

短路电流 振荡频率	标称值	3 MHz	10 MHz	30 MHz
	最大允许误差	$\pm 30\%$		
短路电流上升时间		小于 330 ns	小于 100 ns	小于 33 ns

5.6 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹

50 Ω 负载开路电压峰值、开路电压振荡频率如表 7 所示。

表 7 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹计量特性

发生器输出电压设定值		2.0 kV		
50 Ω 负载开路 电压峰值	标称值	1.0 kV		
	最大允许误差	$\pm 20\%$		
开路电压振荡频率	标称值	3 MHz	10 MHz	30 MHz
	最大允许误差	$\pm 20\%$		

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $20\%\sim 80\%$ 。

6.1.3 电源电压及频率： $(220\pm 11)\text{V}$ ， $(50\pm 1)\text{Hz}$ 。

6.1.4 周围无影响正常校准工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 慢速阻尼振荡波模拟器测量标准

6.2.1.1 数字示波器

带宽不小于 100MHz ；

幅度测量最大允许误差： $\pm 2\%$ ；

时基最大允许误差： $\pm 1\times 10^{-4}$ 。

6.2.1.2 差分电压探头

衰减比不小于 $100:1$ ，最大允许误差： $\pm 2\%$ ；

带宽不小于 40MHz 。

6.2.1.3 电流变换器

转换系数最大允许误差： $\pm 2\%$ ；

带宽不小于 40MHz 。

6.2.2 快速阻尼振荡波模拟器测量标准及其他设备

6.2.2.1 数字示波器

带宽不小于 400MHz ；

幅度测量最大允许误差： $\pm 2\%$ ；

时基最大允许误差： $\pm 1\times 10^{-4}$ 。

6.2.2.2 $1\,000\,\Omega$ 衰减器

衰减比不小于 $200:1$ ，不确定度： $\leq 2.5\%$ ($k=2$)；

频率响应： 100MHz 以下，优于 $\pm 1\text{dB}$ ；

($100\sim 400$) MHz ，优于 $\pm 3\text{dB}$ ；

输入直流电阻： $1\,000\,\Omega$ ；

输入电阻最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

6.2.2.3 $0.1\,\Omega$ 衰减器

衰减比不小于 $20:1$ ，不确定度： $\leq 2.5\%$ ($k=2$)；

频率响应： 400MHz 以下，优于 $\pm 3\text{dB}$ ；

输入直流电阻： $0.1\,\Omega$ ；

输入电阻最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

6.2.2.4 $50\,\Omega$ 衰减器

分压比不小于 $200:1$ ，不确定度： $\leq 2.5\%$ ($k=2$)；

频率响应： 100MHz 以下，优于 $\pm 1\text{dB}$ ；

(100~400) MHz, 优于 ± 3 dB;

输入直流电阻: $50\ \Omega$;

输入电阻最大允许误差: $\pm 2\%$ 。

6.2.2.5 传感器板

尺寸及结构见附录 D。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 8。

表 8 校准项目表

序号	校准项目	
1	外观及工作正常性检查	
2	慢速阻尼振荡波发生器	开路电压峰值
		开路电压上升时间
		开路电压振荡频率
		重复率
		电压衰减
		猝发持续时间
		短路电流峰值
3	慢速阻尼振荡波发生器接 电源线耦合去耦网络	开路电压峰值
		开路电压上升时间
		开路电压振荡频率
		电压衰减
		残余阻尼振荡电压
		非期望阻尼振荡电压
		短路电流峰值
4	慢速阻尼振荡波发 生器接非屏蔽不对称 互联线耦合去耦网络	开路电压峰值
		开路电压上升时间
		开路电压振荡频率
		电压衰减
		短路电流峰值

表 8 (续)

序号	校准项目	
5	快速阻尼振荡波发生器	开路电压峰值
		开路电压上升时间
		开路电压振荡频率
		重复率
		开路电压衰减
		猝发持续时间
		猝发周期
		短路电流峰值
		短路电流上升时间
		短路电流振荡频率
		短路电流衰减
6	快速阻尼振荡波发生器 接电源线耦合去耦网络	短路电流峰值
		短路电流上升时间
		短路电流振荡频率
		短路电流衰减
7	快速阻尼振荡波 发生器接容性耦合夹	开路电压峰值
		开路电压振荡频率
注：校准开路电压峰值、上升时间、振荡频率、衰减和短路电流峰值、上升时间、振荡频率、衰减时，第一个半周期极性为正、负两种情况都应进行测量。		

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

被校阻尼振荡波模拟器的开关、旋钮、按键应能够正常工作，不应有影响电气性能的机械损伤；被校阻尼振荡波模拟器应设有接地端子，并标明接地符号，接地线应完好无损。将检查结果记录在附录 A.1 中。

7.2.2 慢速阻尼振荡波发生器

7.2.2.1 开路电压峰值

设备连接如图 4 所示。按说明书要求进行预热。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.2 中。

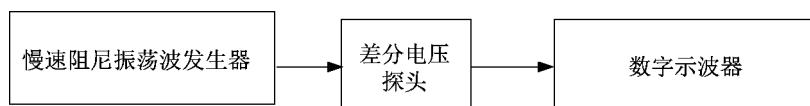


图 4 慢速阻尼振荡波发生器开路电压校准连接示意图

7.2.2.2 开路电压上升时间

设备连接如图 4 所示。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 $10\%\sim 90\%$ 的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.3 中。

7.2.2.3 开路电压振荡频率

设备连接如图 4 所示。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量振荡波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到振荡频率。分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.4 中。

7.2.2.4 重复率

设备连接如图 4 所示。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，电压设定为 2.5 kV ，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使三至四个振荡波形完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量相邻两个振荡波形之间的间隔时间，求倒数计算重复率，将结果记录在附录 A.5 中。

7.2.2.5 电压衰减

设备连接如图 4 所示。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的 10 个峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.6 中。

7.2.2.6 猝发持续时间

设备连接如图 4 所示。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，电压设定为 2.5 kV ，调节数字示波器使一组完整的猝发波形显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量猝发持续时间，记录在附录 A.7 中。

7.2.2.7 短路电流峰值

设备连接如图 5 所示。将慢速阻尼振荡波发生器输出端短接，短路线穿过电流变换器的感应端，短路线电阻应小于 $0.1\text{ }\Omega$ 。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.8 中。

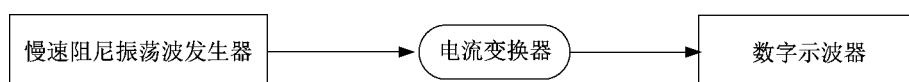


图 5 慢速阻尼振荡波发生器短路电流校准连接示意图

7.2.3 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络

7.2.3.1 开路电压峰值

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压峰值。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的开路电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.9 中。

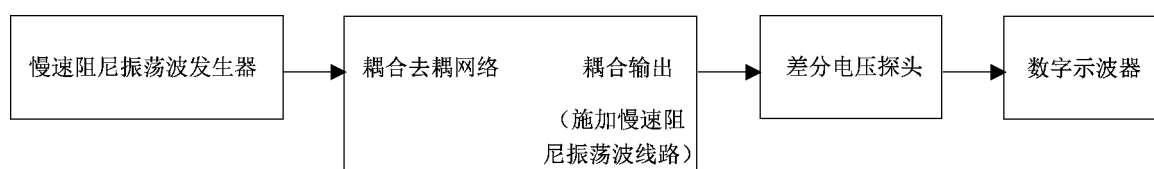


图 6 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络开路电压校准连接示意图

7.2.3.2 开路电压上升时间

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 $10\%\sim 90\%$ 的间隔时间作为开路电压上升时间。分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压上升时间。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的开路电压上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.10 中。

7.2.3.3 开路电压振荡频率

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量振荡波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到振荡频率，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压振荡频率。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的开路电压振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.11 中。

7.2.3.4 电压衰减

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第 10 个峰完整

显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十峰值。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的第一、第五和第十电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.12 中。

7.2.3.5 残余阻尼振荡电压

设备连接如图 7 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与去耦网络共模电源输入端口相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，电压为其能输出的最大电压值，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量残余阻尼振荡电压值。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种共模耦合线路的残余阻尼振荡电压值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.13 中。

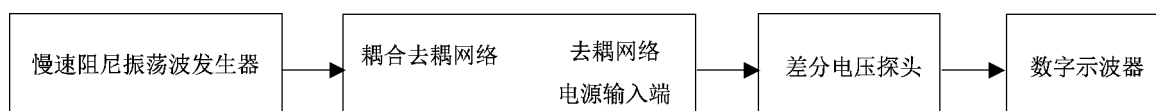


图 7 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络残余阻尼振荡电压校准连接示意图

7.2.3.6 非期望阻尼振荡电压

设备连接如图 8 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与耦合输出端口其中一条未施加阻尼振荡波的线路及地线相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，电压为其能输出的最大电压值，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量未施加阻尼振荡波线路的非期望阻尼振荡电压。改变测量线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的非期望阻尼振荡电压，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.14 中。

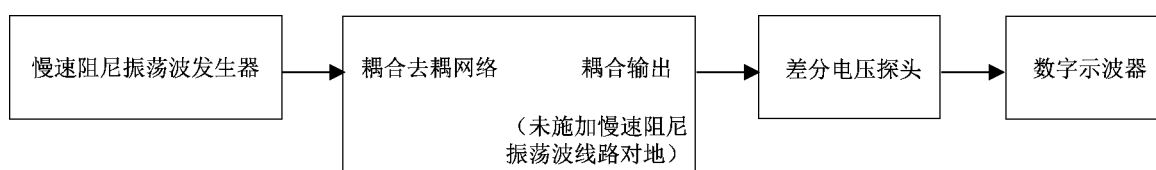


图 8 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络非期望阻尼振荡电压校准连接示意图

7.2.3.7 短路电流峰值

设备连接如图 9 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，将耦合输出施加慢速阻尼振荡波线路短接，短路线（电阻应小于 $0.1\text{ }\Omega$ ）穿过电流变换器的感应端。设置慢速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流峰值。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.15 中。

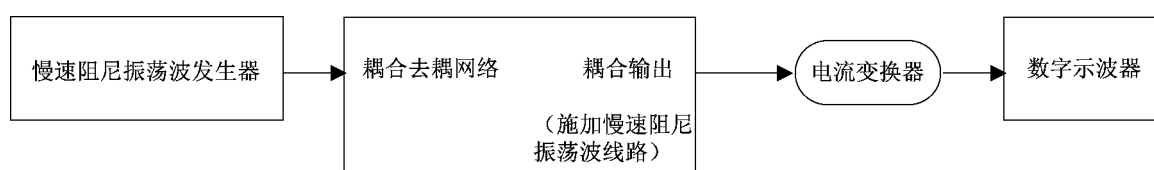


图 9 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络短路电流校准连接示意图

7.2.4 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络

7.2.4.1 开路电压峰值

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压峰值。改变耦合输出线路，重复上述过程，测量每一种耦合线路的开路电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.16 中。

7.2.4.2 开路电压上升时间

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 $10\%\sim 90\%$ 的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压上升时间。改变耦合输出线路，重复上述过程，测量每一种耦合线路的开路电压上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.17 中。

7.2.4.3 开路电压振荡频率

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量阻尼振荡波波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到开路电压振荡频率，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的开路电压振荡频率。改变耦合输出线路，重复上述过程，测量每一种耦合线路的开路电压振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.18 中。

7.2.4.4 电压衰减

设备连接如图 6 所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，差分电压探头与施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端相连。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\text{ M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的前 10 个峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 100 kHz 和 1 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十峰值。改变耦合输出线路，重复上述过程，测量每一种耦合线路的第一、第五和第十电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.19 中。

7.2.4.5 短路电流峰值

设备连接如图 9 所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，将耦合输出施加慢速阻尼振荡波线路短接，短路线（电阻应小于 $0.1\ \Omega$ ）穿过电流变换器的感应端。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $1\ \text{M}\Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 $100\ \text{kHz}$ 和 $1\ \text{MHz}$ 时测量不同设定电压下的短路电流峰值。改变耦合输出线路，重复上述过程，测量每一种耦合线路的短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.20 中。

7.2.5 快速阻尼振荡波发生器

7.2.5.1 开路电压峰值

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 $3\ \text{MHz}$ 、 $10\ \text{MHz}$ 和 $30\ \text{MHz}$ 时测量不同设定电压下的开路电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.21 中。

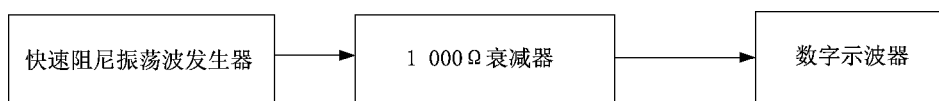


图 10 快速阻尼振荡波发生器开路电压校准连接示意图

7.2.5.2 开路电压上升时间

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 $10\%\sim 90\%$ 的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为 $3\ \text{MHz}$ 、 $10\ \text{MHz}$ 和 $30\ \text{MHz}$ 时测量不同设定电压下的开路电压上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.22 中。

7.2.5.3 开路电压振荡频率

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央。测量阻尼振荡波波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到开路电压振荡频率。分别在振荡频率设置为 $3\ \text{MHz}$ 、 $10\ \text{MHz}$ 和 $30\ \text{MHz}$ 时测量不同设定电压下的开路电压振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A.23 中。

7.2.5.4 重复率

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，电压设定为 $4\ \text{kV}$ ，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使三至四个振荡波形完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 $3\ \text{MHz}$ 、 $10\ \text{MHz}$ 和 $30\ \text{MHz}$ 时测量相邻两个振荡波形之间的间隔时间，求倒数计算重复率，将结果记录在附录 A.24 中。

7.2.5.5 开路电压衰减

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器

输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的前 10 个峰完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十电压峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 25 中。

7.2.5.6 猝发持续时间

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，电压设定为 4 kV，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使一组完整的猝发波形显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量猝发持续时间，记录在附录 A. 26 中。

7.2.5.7 猝发周期

设备连接如图 10 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，电压设定为 4 kV，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使三至四组完整的猝发波形显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量猝发周期，记录在附录 A. 27 中。

7.2.5.8 短路电流峰值

设备连接如图 11 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 28 中。

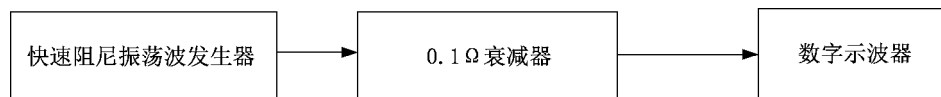


图 11 快速阻尼振荡波发生器短路电流校准连接示意图

7.2.5.9 短路电流上升时间

设备连接如图 11 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 10%~90% 的间隔时间作为短路电流上升时间，分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 29 中。

7.2.5.10 短路电流振荡频率

设备连接如图 11 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量阻尼振荡波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到短路电流振荡频率。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 30 中。

7.2.5.11 短路电流衰减

设备连接如图 11 所示。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的前 10 个峰完整显示于屏幕中央，

分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 31 中。

7.2.6 快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络

7.2.6.1 短路电流峰值

设备连接如图 12 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，耦合去耦网络与 $0.1\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且耦合去耦网络输出端与连接适配器之间的连接应尽可能短，不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流峰值。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 32 中。

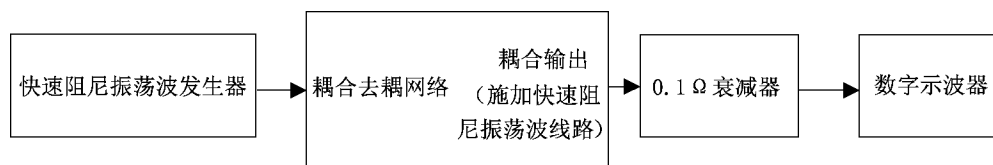


图 12 快速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络短路电流校准连接示意图

7.2.6.2 短路电流上升时间

设备连接如图 12 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，耦合去耦网络与 $0.1\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且耦合去耦网络输出端与连接适配器之间的连接应尽可能短，不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形第一峰的上升沿完整显示于屏幕中央。以第一峰值 10%~90% 的间隔时间作为短路电流上升时间，分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流上升时间。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流上升时间，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 33 中。

7.2.6.3 短路电流振荡频率

设备连接如图 12 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，耦合去耦网络与 $0.1\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且耦合去耦网络输出端与连接适配器之间的连接应尽可能短，不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量阻尼振荡波波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到振荡频率。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的短路电流振荡频率。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流振荡频率，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 34 中。

7.2.6.4 短路电流衰减

设备连接如图 12 所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，耦合去耦网络与 $0.1\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且耦合去耦网络输出端与连接适配器之间的连接应尽可能短，不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。改变电源线耦合输出线路，重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流衰减，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 35 中。

能短，不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的前 10 个峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量不同设定电压下的第一、第五和第十短路电流峰值。重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的第一、第五和第十峰值，建议按试验等级选择校准点，将结果记录在附录 A. 35 中。

7.2.7 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹

7.2.7.1 开路电压峰值

设备连接如图 13 所示。将传感器板置于容性耦合夹中，带有连接器的一端边缘与下面耦合板边缘对齐，且传感器板连接器端与快速阻尼振荡波发生器注入端分别置于容性耦合夹的两侧。传感器板与 $50\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且连接适配器接地端应与接地参考平板良好接地。传感器板与 $50\ \Omega$ 衰减器间的距离不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，按要求设定电压值（一般为 2 kV）。数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量开路电压峰值，记录在附录 A. 36 中。

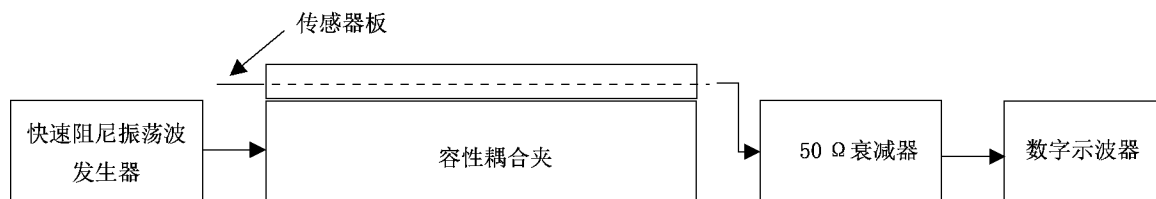


图 13 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹校准连接示意图

7.2.7.2 开路电压振荡频率

设备连接如图 13 所示。将传感器板置于容性耦合夹中，带有连接器的一端边缘与下面耦合板边缘对齐，且传感器板连接器端与快速阻尼振荡波发生器注入端分别置于容性耦合夹的两侧。传感器板与 $50\ \Omega$ 衰减器间通过连接适配器相连，且连接适配器接地端应与接地参考平板良好接地。传感器板与 $50\ \Omega$ 衰减器间的距离不超过 0.1 m。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，按要求设定电压值（一般为 2 kV）。数字示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ ，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰、第三峰和第四峰完整显示于屏幕中央，测量阻尼振荡波波形初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔，求倒数得到开路电压振荡频率。分别在振荡频率设置为 3 MHz、10 MHz 和 30 MHz 时测量开路电压振荡频率，记录在附录 A. 37 中。

8 校准结果表达

阻尼振荡波模拟器校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性或应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，推荐为 1 年。

附录 A

原始记录格式

A.1 外观及工作正常性检查

A.2 慢速阻尼振荡波发生器开路电压峰值

振荡频率	电压设定值/kV	数字示波器 电压测量值/V	差分电压 探头衰减比	开路电压峰值 实测值/kV	不确定度 ($k=2$)
100 kHz					
1 MHz					

A.3 慢速阻尼振荡波发生器开路电压上升时间

振荡频率	电压设定值/kV	上升时间 标称值/ns	开路电压上升 时间实测值/ns	不确定度 ($k=2$)
100 kHz		75		
1 MHz				

A.4 慢速阻尼振荡波发生器开路电压振荡频率

振荡频率标称值	电压设定值/kV	初始峰值后第一和第三个零点之间的时间间隔测量值/ms	振荡频率实测值/kHz	不确定度 ($k=2$)
100 kHz				
1 MHz				

A.5 慢速阻尼振荡波发生器重复率

振荡频率	电压设定值/kV	相邻两个振荡波形之间的时间间隔测量值/ms	重复率实测值次/s	不确定度 ($k=2$)
100 kHz				
1 MHz				

A.6 慢速阻尼振荡波发生器电压衰减

振荡频率	电压设定值 kV	第一峰值 电压实测值 kV	第五峰值 电压实测值 kV	第十峰值 电压实测值 kV	不确定度 ($k=2$)
100 kHz					
1 MHz					

A.7 慢速阻尼振荡波发生器猝发持续时间

振荡频率	电压设定值/kV	猝发持续时间/s	不确定度 ($k=2$)
100 kHz			
1 MHz			

A.8 慢速阻尼振荡波发生器短路电流峰值

振荡频率	电压设定值/kV	电流峰值标称值/A	数字示波器电压测量值/V	电流变换器转换系数	短路电流峰值实测值/A	不确定度 ($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.9 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络开路电压峰值

振荡频率	耦合线路	电压设定值 kV	数字示波器电压测量值 V	差分电压探头衰减比	开路电压峰值实测值 kV	不确定度 ($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.10 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络开路电压上升时间

振荡频率	耦合线路	电压设定值/kV	上升时间 标称值/ns	开路电压上升 时间实测值/ns	不确定度 ($k=2$)
100 kHz			75		
1 MHz					

A.11 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络开路电压振荡频率

振荡频率 标称值	耦合线路	电压设定 值/kV	初始峰值后第一 和第三个零点之 间的时间间隔 测量值/ μs	振荡频率 实测值/kHz	不确定度 ($k=2$)
100 kHz					
1 MHz					

A.12 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络电压衰减

振荡频率	耦合线路	电压设定值 kV	第一峰值电 压实测值 kV	第五峰值电 压实测值 kV	第十峰值电 压实测值 kV	不确定度 ($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.13 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络残余阻尼振荡电压

振荡频率	耦合线路	电压设定值 kV	数字示波器 电压测量值 V	差分电压 探头衰减比	残余阻尼振荡 电压实测值 V	不确定度 ($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.14 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络非期望阻尼振荡电压

振荡频率	耦合 线路	测量 线路	电压设 定值/kV	数字示波器 电压测量 值/V	差分电压 探头 衰减比	非期望阻尼 振荡电压实 测值/V	不确定度 ($k=2$)
100 kHz							
1 MHz							

A.15 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流峰值

振荡频率	耦合线路	电压设定值/kV	电流峰值标称值/A	数字示波器电压测量值/V	电流变换器转换系数	短路电流峰值实测值/A	不确定度($k=2$)
100 kHz							
1 MHz							

A.16 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络开路电压峰值

振荡频率	耦合线路	电压设定值/kV	数字示波器电压测量值/V	差分电压探头衰减比	开路电压峰值实测值/kV	不确定度($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.17 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络开路电压上升时间

振荡频率	耦合线路	电压设定值/kV	持续时间 标称值/ns	开路电压 上升时间 实测值/ns	不确定度 ($k=2$)
100 kHz			75		
1 MHz					

A.18 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络开路电压振荡频率

振荡频率 标称值	耦合线路	电压设定 值/kV	初始峰值后第一和 第三个零点之间的 时间间隔测量值/ μ s	振荡频率 实测值/kHz	不确定度 ($k=2$)
100 kHz					
1 MHz					

A.19 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络电压衰减

振荡频率	耦合线路	电压设定值 kV	第一峰值电 压实测值 kV	第五峰值电 压实测值 kV	第十峰值电 压实测值 kV	不确定度 ($k=2$)
100 kHz						
1 MHz						

A.20 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互联线耦合去耦网络短路电流峰值

振荡频率	耦合线路	电压设定值/kV	电流峰值 标称值/A	数字示波器 电压测量/V	电流变换器 转换系数	短路电流峰值 实测值/A	不确定度 ($k=2$)
100 kHz							
1 MHz							

A. 21 快速阻尼振荡波发生器开路电压峰值

振荡频率	电压设定值 /kV	数字示波器 电压测量值/V	衰减器 衰减比	开路电压峰值 实测值/kV	不确定度 ($k=2$)
3 MHz					
10 MHz					
30 MHz					

A. 22 快速阻尼振荡波发生器开路电压上升时间

振荡频率	电压设定值/kV	上升时间 标称值/ns	开路电压上升 时间实测值/ns	不确定度 ($k=2$)
3 MHz		5		
10 MHz				
30 MHz				

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/456121050124010140>