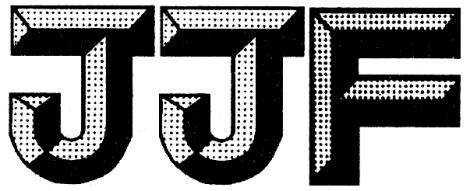
****

**中华人民共和国国家计量技术规范**

JJF XXXX—201X

阻尼振荡波模拟器校准规范

Calibration Specification of Damped oscillatory wave Simulators

（征求意见稿）

201X-XX-XX发布 201X-XX-XX实施

国家市场监督管理总局发布

阻尼振荡波模拟器

校准规范

Calibration Specification of Damped oscillatory wave Simulators

Damped oscillatory wave

**JJF XXXX─××××**

归 口 单 位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：河南省计量科学研究院

中国计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘文芳（河南省计量科学研究院）

白冰（中国计量科学研究院）

郝松（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

陆进宇（河南省计量科学研究院）

邵峰（河南省计量科学研究院）

杨靖研（河南省计量科学研究院）

目 录

引言...................................................................（Ⅱ）

1 范围................................................................( 1 )

2 引用文件............................................................( 1 )

3 术语和计量单位......................................................( 1 )

3.1 猝发..............................................................( 1 )

3.2 振荡频率..........................................................( 1 )

3.3 容性耦合夹........................................................( 1 )

4 概述................................................................( 1 )

5 计量特性............................................................( 3 )

5.1 慢速阻尼振荡波发生器..............................................( 3 )

5.2 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络..........................( 3 )

5.3 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互连线耦合去耦网络..............( 4 )

5.4 快速阻尼振荡波发生器..............................................( 4 )

5.5 快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络..........................( 5 )

5.6 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹..................................( 6 )

6 校准条件............................................................( 6 )

6.1 环境条件..........................................................( 6 )

6.2 测量标准及其他设备................................................( 6 )

7 校准项目和校准方法..................................................( 8 )

7.1 校准项目..........................................................( 8 )

7.2 校准方法..........................................................( 9 )

8 校准结果........................................................... (18)

9 复校时间间隔....................................................... (18)

附录A 阻尼振荡波模拟器校准记录格式................................... (19)

附录B 阻尼振荡波模拟器校准证书内页格式............................... (32)

附录C 主要项目校准不确定度评定示例................................... (44)

附录D 传感器板尺寸及结构............................................. (50)

# 引言

本规范依据JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》中的要求进行编写。

本规范参考GB/T 17626.18《电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验》及IEC 61000-4-18 Electromagnetic compatibility–Testing and measurement techniques –Damped oscillatory wave immunity test中相关条款进行编写。

本规范为首次发布。

阻尼振荡波模拟器校准规范

# 范围

本规范适用于符合GB/T 17626.18《电磁兼容试验和测量技术阻尼振荡波抗扰度试验》及IEC 61000-4-18 Electromagnetic compatibility–Testing and measurement techniques –Damped oscillatory wave immunity test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。

# 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 17626.18 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 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。

# 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](javascript:;)

在初始峰值后第一和第三零点之间时间段的倒数。

3.2 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。

# 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100kHz和1MHz之间）信号发生器和快速阻尼振荡波（振荡频率在1MHz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和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。阻尼振荡波发生器输出端开路电压波形示意图如图1所示，阻尼振荡波发生器重复率、猝发周期如图2所示。

*T* 振荡周期 *T*1 上升时间

*pk*1峰值 *pk*5 第五峰值 *pk*10第十峰值

100%

*T*

*Pk*5

*T*1

*Pk*1

*U* (*I* )

*Pk*10

*t*

90%

10%

图1 阻尼振荡波开路电压(短路电流)波形示意图

重复率

25ms（100kHz）

2.5ms（1MHz）

*t*

*U* (*I* )

*t*

*U* (*I* )

猝发持

续时间

猝发周期

图2 阻尼振荡波开路电压(短路电流)重复率、猝发周期波形示意图

# 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*Upk*1

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：75ns，

最大允许误差：±20%。

### 5.1.3 开路电压振荡频率

标称值：100kHz和1MHz，

最大允许误差：±10%。

5.1.4 重复率

100kHz时40次/s，1MHz时400次/s，

最大允许误差：±10%。

5.1.5 电压衰减

*Upk*5值应大于*Upk*1值的50%，且*Upk*10值应小于*Upk*1值的50%。

5.1.6 猝发持续时间

不小于2s。

### 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*Upk*1、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*Ipk*1满足表1要求：

表1 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络计量特性

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 耦合去耦网络 | 开路电压振荡频率  ±10% | 发生器输出电压 | 开路电压  峰值*Upk*1  ±10% | 开路电压上升时间  ±20% | 第5峰值电压*Upk*5 | 第10峰值电压*Upk*10 | 短路电流峰值*Ipk*1  ±20% |
| 电源线耦合去耦网络（线—地） | 100kHz  1MHz | 0.5kV | 0.5kV | 75ns | ﹥50%*Upk*1 | ﹤50%*Upk*1 | 2.5A |
| 1.0 kV | 1.0 kV | 5A |
| 2.0 kV | 2.0 kV | 10A |
| 电源线耦合去耦网络（线—线） | 100kHz  1MHz | 0.25kV | 0.25kV | 75ns | ﹥50%*Upk*1 | ﹤50%*Upk*1 | 1.25A |
| 0.5kV | 0.5kV | 2.5A |
| 1.0 kV | 1.0 kV | 5A |
| 非屏蔽不对称耦合去耦网络（线—地） | 100kHz  1MHz | 0.5kV | 0.5kV | 75ns | ﹥50%*Upk*1 | ﹤50%*Upk*1 | 2.5A |
| 1.0 kV | 1.0 kV | 5A |
| 2.0 kV | 2.0 kV | 10A |
| 非屏蔽不对称耦合去耦网络（线—线） | 100kHz  1MHz | 0.25kV | 0.25kV | 75ns | ﹥50%*Upk*1 | ﹤50%*Upk*1 | 1.25A |
| 0.5kV | 0.5kV | 2.5A |
| 1.0 kV | 1.0 kV | 5A |

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连线耦合去耦网络

开路电压峰值*Upk*1、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*Ipk*1计量特性满足表1要求。

## 5.4 快速阻尼振荡波发生器

### 5.4.1 开路电压峰值*Upk*1

电压范围：（0.25～4）kV，

最大允许误差：±10%。

### 5.4.2 开路电压上升时间

标称值： 5ns，

最大允许误差：±30%。

### 5.4.3 开路电压振荡频率

标称值：3MHz、10MHz和30MHz，

最大允许误差：±10%。

5.4.4 重复率

5000次/s，

最大允许误差：±10%。

### 5.4.5 电压衰减

*Upk*5值应大于*Upk*1值的50%，且*Upk*10值应小于*Upk*1值的50%。

### 5.4.6 猝发持续时间

标称值：3MHz时50ms、10MHz时15ms、30MHz时5ms，

最大允许误差：±20%。

### 5.4.7 猝发周期

标称值： 300ms，

最大允许误差：±20%。

### 5.4.8 短路电流峰值*Ipk*1

电流范围：（5～80）A，

最大允许误差：±20%，

### 5.4.9 短路电流上升时间

3MHz时小于330ns、10MHz时小于00ns、30MHz时小于33ns 。

### 5.4.10 短路电流振荡频率

标称值：3MHz、10MHz和30MHz，

最大允许误差：±30%。

### 5.4.11 短路电流衰减

*Ipk*5值应大于*Ipk*1值的25%，且*Ipk*10值应小于*Ipk*1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*Ipk*1、短路电流上升时间、短路电流振荡频率、短路电流衰减计量特性满足表2要求。

表2 快速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络计量特性

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 耦合去耦  网络 | 发生器输出电压 | 短路电流峰值*Ipk*1  ±10% | 短路电流振荡频率  ±30% | 短路电流上升时间 | 第5峰值电流*Ipk*5 | 第10峰值电流*Ipk*10 |
| 电源线耦合去耦网络（线—地） | 0.5kV | 10A | 3MHz  10MHz  30MHz | ﹤330ns  ﹤100ns  ﹤33ns | ﹥25% *Ipk*1 | ﹤25% *Ipk*1 |
| 1.0 kV | 20A |
| 2.0 kV | 40A |
| 4.0 kV | 80A |

## 5.6 快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹

开路电压峰值、振荡频率如表3所示。

表3 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 | 50Ω负载开路电压峰值  ±20% | 开路电压振荡频率  ±20% |
| 2.0kV | 1.0kV | 3MHz  10MHz  30MHz |

# 校准条件

## 6.1 环境条件

### 6.1.1 环境温度：（23±5）℃

### 6.1.2 相对湿度：20%～80%

### 6.1.3 电源电压及频率：（220±22）V，（50±1）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 慢速阻尼振荡波测量标准及其他设备

### 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：±2%，

时基最大允许误差：±1×10-4，

### 6.2.1.2 差分电压探头

衰减比不小于100：1，最大允许误差：±2%，

带宽不小于2 MHz，

可承受脉冲电压峰值：不小于4 kV。

6.2.1.3 电流变换器

转换系数最大允许误差：±2%，

带宽不小于1 MHz，

脉冲电流峰值：不小于2 kA。

6.2.2 快速阻尼振荡波测量标准及其他设备

### 6.2.2.1 数字示波器

带宽不小于400 MHz，

幅度测量最大允许误差：±2%，

时基最大允许误差：±1×10-4，

具有50Ω输入阻抗。

### 6.2.2.2 1000Ω衰减器

分压比不小于200:1，不确定度优于2.5%，

频率响应：100MHz以下，优于±1dB，

（100～400）MHz，优于±3dB，

输入直流电阻：1000Ω，

输入电阻最大允许误差：±2%，

可承受脉冲电压峰值：不小于4 kV。

### 6.2.2.3 0.1Ω衰减器

分压比不小于20:1，不确定度：优于2.5%

频率响应：400MHz以下，优于±3dB

输入直流电阻：0.1Ω，

输入电阻最大允许误差：±2%，

可承受脉冲电压峰值：不小于4 kV。

### 6.2.2.4 50Ω衰减器

分压比不小于200:1，不确定度：优于2.5%

频率响应：100MHz以下，优于±1dB

（100~400）MHz，优于±3dB

输入直流电阻：50Ω，

输入电阻最大允许误差：±2%，

可承受脉冲电压峰值：不小于4 kV。

6.2.2.5 传感器板

尺寸及结构见附录D。

# 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

如表4所示。

表4 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 |
| 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 |
| 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 |
| 衰减 |
| 短路电流峰值 |
| 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的校准

### 7.2.2.1 开路电压峰值

设备连接如图3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，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1MHz时测量不同设定电压下的开路电压峰值。校准结果记录在附录A.2中。

慢速阻尼振荡波发生器

数字示波器

高压差分

探头

图3 慢速阻尼振荡波发生器开路电压校准接线示意图

### 7.2.2.2 开路电压上升时间

按照7.2.2.1进行连接、设置，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%的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz时测量不同设定电压下的开路电压上升时间，记录在附录A.3中。

### 7.2.2.3 开路电压振荡频率

按照7.2.2.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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。测量不同设定电压下的100 kHz和1MHz开路电压振荡频率，记录在附录A.4中。

7.2.2.4 重复率

设备连接如图3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，调整数字示波器使三至四个脉冲完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz时测量阻尼振荡波的重复率，将结果记录在附录A.5中。

### 7.2.2.5 衰减

按照7.2.2.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的前10个峰完整显示于屏幕中央，分别测量振荡频率设置为100 kHz和1MHz时不同设定电压下的第一、第五和第十峰值，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3所示。设置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，调节数字示波器使一组完整的波形显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz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

慢速阻尼振荡波发生器

数字示波器

电流变换器

图4 慢速阻尼振荡波生器短路电流校准接线示意图

设备连接如图4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（尽可能短，电阻应小于0.1Ω）。设置慢速阻尼振荡波发生器为高压端口输出模式，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1MHz时测量不同设定电压下的短路电流峰值，记录在附录A.8中。

## 7.2.3 慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络的校准

### 7.2.3.1 开路电压峰值

慢速阻尼振荡波发生器

数字示波器

差分电压探头

耦合输出

耦合去耦网络

（施加慢速阻尼振荡波线路）

图5 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络开路电压校准接线示意图

设备连接如图5所示。按说明书要求进行预热。电源线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，调节数字示波器参数设置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1MHz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，记录在附录A.9中。

### 7.2.3.2 开路电压上升时间

按照7.2.3.1进行连接、设置，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%的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz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，记录在附录A.10中。

### 7.2.3.3 开路电压振荡频率

按照7.2.3.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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，测量不同设定电压下的100 kHz和1MHz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，记录在附录A.11中。

### 7.2.3.4 衰减

按照7.2.3.1进行连接、设置，调整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1MHz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、第五和第十峰值，记录在附录A.12中。

### 7.2.3.5 阻尼振荡残余电压

设备连接如图6所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，差分电压探头与去耦网络电源输入端口相连。设置阻尼振荡波发生器为电源线耦合输出模式，电压为2.5 kV，调整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1MHz时测量阻尼振荡残余电压值。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耦合线路的阻尼振荡残余电压值，记录在附录A.13中。

慢速阻尼振荡波发生器

数字示波器

差分电压探头

去耦网络

电源输入端

耦合去耦网络

图6 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络阻尼振荡残余电压校准接线示意图

### 7.2.3.6 非期望阻尼振荡电压

设备连接如图7所示。电源线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2.5 kV，调节数字示波器参数设置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1MHz时测量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峰值，记录在附录A.14中。

耦合去耦网络

耦合输出

差分电压探头

数字示波器

慢速阻尼振荡波发生器

（未施加慢速阻尼振荡波线路对地）

图7 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接线示意图

### 7.2.3.7 短路电流峰值

电流变换器

慢速阻尼振荡波发生器

数字示波器

耦合输出

耦合去耦网络

（施加慢速阻尼振荡波路）

图8 慢速阻尼振荡波发生器接耦合去耦网络短路电流校准接线示意图

设备连接如图8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（尽可能短，电阻应小于0.1Ω）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，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于示波器中央，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz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，记录在附录A.15中。

## 7.2.4 慢速阻尼振荡波发生器接非屏蔽不对称互连线耦合去耦网络的校准

### 7.2.4.1 开路电压峰值

设备连接如图5所示。耦合去耦网络辅助设备端输入端口开路，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高压端口输出模式，调节数字示波器参数设置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1MHz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，记录在附录A.16中。

### 7.2.4.2 开路电压上升时间

按照7.2.4.1进行连接、设置，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%的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz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，记录在附录A.17中。

### 7.2.4.3 开路电压振荡频率

按照7.2.4.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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，测量不同设定电压下的100 kHz和1MHz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，记录在附录A.18中。

### 7.2.4.4 衰减

按照7.2.4.1进行连接、设置，调整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1MHz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、第五和第十峰值，记录在附录A.19中。

### 7.2.4.5 短路电流峰值

设备连接如图8所示。耦合去耦网络辅助设备端口开路，将施加慢速阻尼振荡波线路的耦合输出端短接，短路线（尽可能短，电阻应小于0.1Ω）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，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰完整显示于示波器中央，分别在振荡频率设置为100 kHz和1MHz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，记录在附录A.20中。

## 7.2.5 快速阻尼振荡波发生器的校准

### 7.2.5.1 开路电压峰值

设备连接如图9所示。按说明书要求进行预热。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50Ω。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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的开路电压峰值。记录在附录A.21中。

快速阻尼振荡波发生器

数字示波器

1000Ω衰减器

图9 快速阻尼振荡波发生器开路电压校准接线示意图

### 7.2.5.2 开路电压上升时间

按照7.2.5.1进行连接、设置，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%的间隔时间作为开路电压上升时间，分别在振荡频率设置为3 MHz、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的开路电压上升时间，记录在附录A.22中。

### 7.2.5.3 开路电压振荡频率

按照7.2.5.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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。测量不同设定电压下3MHz、10MHz和30MHz的开路电压振荡频率，记录在附录A.23中。

7.2.5.4 重复率

设备连接如图9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50Ω。电压设定为4 kV，调整数字示波器使三至四个脉冲完整显示于屏幕中央，分别在振荡频率设置为3 MHz、10MHz和30MHz时测量阻尼振荡波的重复率，将结果记录在附录A.24中。

### 7.2.5.5 开路电压衰减

按照7.2.5.1进行连接、设置，调整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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的第一、第五和第十峰值，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9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50Ω。电压设定为4 kV，调节数字示波器使一组完整的波形显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为3 MHz、10MHz和30MHz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9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50Ω。电压设定为4 kV，调节数字示波器使三至四组完整波形显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为3 MHz、10MHz和30MHz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50Ω。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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的短路电流峰值。记录在附录A.28中。

快速阻尼振荡波发生器

数字示波器

0.1Ω衰减器

图10 快速阻尼振荡波生器短路电流校准接线示意图

### 7.2.5.9 短路电流上升时间

按照7.2.5.8进行连接、设置，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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的短路电流上升时间，记录在附录A.29中。

### 7.2.5.10 短路电流振荡频率

按照7.2.5.8进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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。测量不同设定电压下3 MHz、10MHz和30MHz的短路电流振荡频率，记录在附录A.30中。

### 7.2.5.11 短路电流衰减

按照7.2.5.8进行连接、设置，调整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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的第一、第五和第十峰值，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的校准

### 7.2.6.1 短路电流峰值

快速阻尼振荡波发生器

数字示波器

耦合输出

耦合去耦网络

（施加快速阻尼振荡波路）

0.1Ω衰减器

图11 快速阻尼振荡波生器接耦合去耦网络短路电流校准接线示意图

设备连接如图11所示。耦合去耦网络电源输入端口开路，耦合去耦网络与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0.1m。设置快速阻尼振荡波发生器为电源线同时耦合输出模式。数字示波器输入阻抗设置为50Ω。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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的短路电流峰值。重复上述过程，测量电源线耦合输出每一种耦合线路的短路电流峰值，记录在附录A.32中。

### 7.2.6.2 短路电流上升时间

按照7.2.6.1进行连接、设置，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、10MHz和30MHz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，记录在附录A.33中。

### 7.2.6.3 短路电流振荡频率

按照7.2.6.1进行连接、设置，调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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。测量不同设定电压下3 MHz、10MHz和30MHz的短路电流振荡频率。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，记录在附录A.34中。

### 7.2.6.4 短路电流衰减

按照7.2.6.1进行连接、设置，调整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、10MHz和30MHz时测量不同设定电压下的第一、第五和第十峰值。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，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的校准

7.2.7.1 开路电压峰值

设备连接如图12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。传感器板与衰减器间的距离不超过0.1m。设置快速阻尼振荡波发生器为同轴输出模式，设定电压为2kV。数字示波器输入阻抗设置为50Ω，调节数字示波器使脉冲波形的第一峰峰完整显示于屏幕中央。分别在振荡频率设置为3 MHz、10MHz和30MHz时测量开路电压峰值，记录在附录A.36中。

传感器板

快速阻尼振荡波

发生器

数字示波器

50Ω衰减器

容性耦合夹

图12 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

按照7.2.7.1进行连接、设置。调整数字示波器使脉冲波形的第一峰、第二峰和第三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、10MHz和30MHz时测量开路电压振荡频率，记录在附录A.37中。

# 校准结果

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和应用有关时，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说明；

p）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

# 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的。因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，推荐复校时间间隔为1年。附录A

阻尼振荡波模拟器校准记录格式

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 | 差分电压探头分压比 | 开路电压峰值  实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

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/μs | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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 | 重复率实测值  次/s | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |

A.6慢速阻尼振荡波发生器衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.12慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

A.13慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络阻尼振荡残余电压

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 阻尼振荡残余  电压实测值/V | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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（μs） | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

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衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

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 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

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 | 衰减器分压比 | 电压实测值  /kV | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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） |
| 3MHz |  | 5 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

A.23快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/μs | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.24快速阻尼振荡波发生器重复率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 重复率实测值  次/s | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

A.25快速阻尼振荡波发生器开路电压衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.26快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） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

A.27快速阻尼振荡波发生器猝发周期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 猝发周期/s | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

A.28快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） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.29快速阻尼振荡波发生器短路电流上升时间

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 上升时间  标称值/ns | 短路电流上升时间实测值/ns | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  | ＜330 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  | ＜100 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  | ＜33 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

A.30快速阻尼振荡波发生器短路电流振荡频率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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（μs） | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.31快速阻尼振荡波发生器短路电流衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值短路电流/A | 第五峰值短路电流/A | 第十峰值短路电流/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.32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

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

A.33快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流上升时间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 上升时间  标称值/ns | 短路电流上升时间实测值/ns | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  | ＜330 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  | ＜100 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  | ＜33 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

A.34快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流振荡频率

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.35快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡  频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值短路电流/A | 第五峰值短路电流/A | 第十峰值短路电流/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

A.36快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹开路电压峰值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡  频率 | 电压设定值/kV | 电压峰值  标称值/kA | 数字示波器电压测量值/V | 衰减器  分压比 | 开路电压峰值实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

A.37快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹开路电压振荡频率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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/μs | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 附录B

阻尼振荡波模拟器校准证书内页格式

B.1 外观及工作正常性检查

B.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 | 开路电压峰值实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.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 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.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 | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.5慢速阻尼振荡波发生器重复率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 重复率实测值/次/s | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |

B.6慢速阻尼振荡波发生器衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.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 |  |  |  |
|  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |
|  |  |  |

B.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 | 短路电流峰值  实测值/A | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 | 开路电压峰值实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.12慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

B.13慢速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络阻尼振荡残余电压

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 阻尼振荡残余电压实测值/V | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 | 非期望阻尼振荡电压实测值/V | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.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 | 短路电流峰值  实测值/A | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.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 | 开路电压峰值  实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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 | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.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衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

B.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 | 短路电流峰值  实测值/A | 不确定度（*k*=2） |
| 100 kHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.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 | 电压实测值/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.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） |
| 3MHz |  | 5 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.23快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 | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.24快速阻尼振荡波发生器重复率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 重复率实测值  次/s | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

B.25快速阻尼振荡波发生器开路电压衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值电压/kV | 第五峰值电压/kV | 第十峰值电压/kV | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.26快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） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

B.27快速阻尼振荡波发生器猝发周期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 猝发周期/s | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

B.28快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 | 短路电流峰值  实测值/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.29快速阻尼振荡波发生器短路电流上升时间

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 上升时间  标称值/ns | 短路电流上升时间实测值/ns | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  | ＜330 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  | ＜100 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  | ＜33 |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.30快速阻尼振荡波发生器短路电流振荡频率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率标称值 | 电压设定值/kV | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.31快速阻尼振荡波发生器短路电流衰减

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 电压设定值/kV | 第一峰值短路电流/A | 第五峰值短路电流/A | 第十峰值短路电流/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.32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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 电流峰值  标称值/A | 短路电流峰值  实测值/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

B.33快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流上升时间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 上升时间  标称值/ns | 短路电流上升时间实测值/ns | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  | ＜330 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  | ＜100 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  | ＜33 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.34快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流振荡频率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率  标称值 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.35快速阻尼振荡波发生器接电源线耦合去耦网络短路电流衰减

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡  频率 | 耦合线路 | 电压设定值/kV | 第一峰值短路电流/A | 第五峰值短路电流/A | 第十峰值短路电流/A | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

B.36快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹开路电压峰值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 振荡  频率 | 电压设定值/kV | 电压峰值  标称值/kV | 开路电压峰值  实测值/kV | 不确定度（k=2） |
| 3MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.37快速阻尼振荡波发生器接容性耦合夹开路电压振荡频率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 振荡频率标称值 | 电压设定值/kV | 振荡频率实测值 | 不确定度（*k*=2） |
| 3MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 10MHz |  |  |  |
|  |  |  |
| 30MHz |  |  |  |
|  |  |  |

# 附录C

主要项目校准不确定度评定示例

C.1 慢速阻尼振荡波发生器开路电压峰值校准不确定度评定

C.1.1 测量模型及不确定度传播律

C.1.1.1 测量模型



式中，——开路电压峰值测量值，kV；

——衰减器分压比；

——数字示波器示值，V。

C.1.1.2 不确定度传播律

各输入量独立不相关，可得不确定度传播率：



灵敏系数： ,

C.1.2 标准不确定度的评定

C.1.2.1 测量重复性引入的不确定度

重复测量慢速阻尼振荡波发生器的开路电压峰值为2kV（100kHz）的10次数据如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/kV | 1.958 | 1.954 | 1.955 | 1.947 | 1.949 | 1.942 | 1.957 | 1.955 | 1.959 | 1.956 |

1.953 kV

单次试验的标准差0.006 kV

不确定度0.006 kV ，0.30%

C.1.2.2 差分电压探头衰减比不准引入的不确定度

差分电压探头的衰减比最大允许误差±2%，则



C.1.2.3数字示波器电压测量引入的不确定度分量**

数字示波器电压测量最大允许误差为±1%，设为均匀分布，则



C.1.2.4数字示波器读数分辨力的引入的不确定度分量

设读取脉冲幅度0%和100%时因读数分辨力引入的最大相对误差分别为和，则最大相对误差相等，即==，根据仪器指标=±0.5%，按均匀分布，则每次测量引入的不确定度分量为：



2次测量相对独立，则因读数分辨力引入的不确定度分量



C.1.3 合成标准不确定度的计算

开路电压峰值标准不确定度分量汇总表如表C.1所示。

表C.1 开路电压峰值标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度分量（xi） | 标准不确定度分量 | 分布类型 |
| 测量结果的重复性 | 0.30% | / |
| 差分电压探头衰减比 | 1.16% | 均匀分布 |
| 数字示波器电压测量 | 0.58% | 均匀分布 |
| 数字示波器读数分辨力 | 0.41% | 均匀分布 |

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：



C.1.4 扩展不确定的确定

3% （*k*=2）

C.2 慢速阻尼振荡波发生器开路电压上升时间校准不确定度评定

C.2.1 测量模型测量模型及不确定度传播律

C.2.1.1 测量模型

*y* = *tr*

式中，*y* ——脉冲上升时间测量值，ns；

*tr*——10%峰值和90%峰值两点之间所对应时间间隔数字示波器示值，ns。

C.2.1.2 不确定度传播律

各输入量独立不相关，可得不确定度传播率：



灵敏系数： 

C.2.2 标准不确定度的评定

C.2.2.1 测量重复性引入的不确定度

重复测量慢速阻尼振荡波发生器75ns的开路电压上升时间的10次数据如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/ns | 74.553 | 75.630 | 75.488 | 74.778 | 76.404 | 75.096 | 74.038 | 75.163 | 74.821 | 75.114 |

75.109ns

单次试验的标准差0.645ns

不确定度=0.645ns ， =0.86%

C.2.2.2 测量装置带宽不充分宽引入的不确定度

标准器由数字示波器（带宽4GHz）和差分电压探头（带宽10 MHz）组成，则测量标准的瞬态响应时间为，被测的发生器开路上升时间为75ns,n=75ns/35 ns=2.14，则测量标准的上升时间引入的测量误差为，设误差为均匀分布，则测量标准的频带不充分宽引入的不确定度分量



C.2.2.3 数字示波器时间间隔测量不准引入的不确定度**

根据数字示波器的相关技术指标，在数字示波器1V/div垂直分辨率，20ns/div水平分辨率，20GS/s采样速率下，测量75ns左右的上升时间时，时间间隔测量准确度有效值为100ps，即为引入的不确定度分量。



C.2.3 合成标准不确定度的计算

开路电压上升时间标准不确定度分量汇总表如表C.2所示。

表C.2 开路电压上升时间标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度分量（xi） | 标准不确定度分量 | 分布类型 |
| 测量结果的重复性 | 0.86% | / |
| 测量装置带宽不充分 | 5.95% | 均匀分布 |
| 数字示波器时间间隔测量不准确 | 0.13% | 均匀分布 |

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：



C.2.4 扩展不确定的确定

12% （*k*=2）

C.3 短路电流峰值校准不确定度评定

C.3.1 测量模型测量模型及不确定度传播律

C.3.1.1 测量模型



式中，——短路电流峰值测量值， A；

——电流变换器转换系数，A/V；

——数字示波器脉冲电压峰值示值，V。

C.3.1.2 不确定度传播律

各输入量独立不相关，可得不确定度传播率：



灵敏系数： ,

C.3.2 标准不确定度的评定

C.3.2.1 测量的重复性引入的不确定度

重复测量慢速阻尼振荡波发生器短路电流峰值为10A的10次数据如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/A | 10.90 | 10.96 | 10.94 | 10.91 | 10.90 | 10.93 | 10.89 | 10.91 | 10.97 | 10.94 |

10.925 A

单次试验的标准差0.028A

不确定度0.028A ，0.28%

C.3.2.2 电流变换器转换系数误差引入的不确定度

电流变换器转换系数最大允许误差±1%，则



C.3.2.3数字示波器测量电压引入的不确定度分量  **

数字示波器测量电压最大允许误差为±1%，设为均匀分布，则



C.3.2.4数字示波器读数分辨力的引入的不确定度分量

设读取脉冲幅度0%和100%时因读数分辨力引入的最大相对误差分别为和，则最大相对误差相等，即==，根据仪器指标=±0.5%，按均匀分布，则每次测量引入的不确定度分量为：



2次测量相对独立，则因读数分辨力引入的不确定度分量



C.3.3 合成标准不确定度的计算

短路电流峰值不确定度分量汇总表如表C.3所示。

表C.3 短路电流峰值标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度分量（xi） | 标准不确定度分量 | 分布类型 |
| 测量结果的重复性 | 0.28% | / |
| 电流变换器转换系数 | 0.58% | 均匀分布 |
| 数字示波器电压测量 | 0.58% | 均匀分布 |
| 数字示波器读数分辨力 | 0.41% | 均匀分布 |

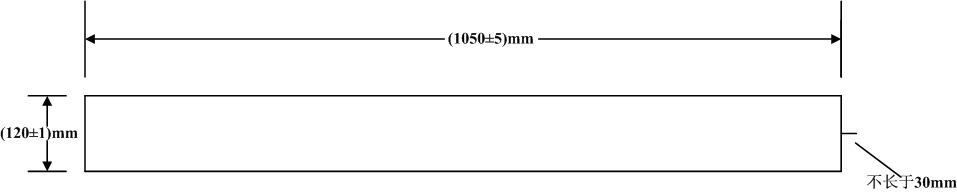
以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

C.3.4 扩展不确定的确定

2% （*k*=2）附录D

传感器板尺寸及结构

传感器板主体为（1050±5）mm ×（120±1）mm、厚度不大于0.5 mm的金属板。金属板表面绝缘介质厚度为0.5 mm，且所有表面具有2.5 kV绝缘能力。金属板的一端带有不长于30mm的低阻抗连接器，可与校准所用的适配器相连。传感器板示意图如图D.1所示。



D.1 传感器板示意图