

JJF(沪苏浙皖)

沪苏浙皖地方计量校准规范

JJF(沪苏浙皖) 4021—2026

共模传导干扰模拟器校准规范

Calibration Specification for Common Mode Conducted Disturbances

Simulators

2026-07-20 发布

2027-01-20 实施

上海市市场监督管理局
江苏省市场监督管理局
浙江省市场监督管理局
安徽省市场监督管理局

发布

共模传导干扰模拟器校准规范

Calibration Specification for Common Mode

Conducted Disturbances Simulators

JJF (沪苏浙皖) 4021—2026

归口单位：上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

主要起草单位：江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）

参加起草单位：苏州泰思特电子科技有限公司

苏州市华测检测技术有限公司

南京南瑞继保电气有限公司

广电计量检测集团股份有限公司

本规范委托江苏省通讯专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

冯铁英 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

赵锦春 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

冯 亮 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

参加起草人：

孙 正（苏州泰思特电子科技有限公司）

孙晶星（苏州市华测检测技术有限公司）

陈志锋（南京南瑞继保电气有限公司）

孙剑辉 [江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）]

张 辉（广电计量检测集团股份有限公司）

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 纹波因数	(1)
3.2 上升时间	(1)
3.3 下降时间	(1)
3.4 总谐波失真	(2)
4 概述	(2)
5 计量特性	(3)
5.1 DC 试验发生器	(3)
5.2 电源频率试验发生器	(3)
5.3 15 Hz~150 kHz 试验发生器	(4)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 测量标准及其他设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(5)
7.1 校准项目	(5)
7.2 校准方法	(6)
8 校准结果表达	(10)
9 复校时间间隔	(11)
附录 A 测量不确定度评定示例	(12)
附录 B 校准原始记录格式	(15)
附录 C 校准证书内页格式	(17)
附录 D 试验电压等级	(20)

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参考 JJF 1023《常用电学计量名词术语（试行）》、JJF 1188《无线电计量名词及术语》、GB/T 17626.16《电磁兼容 试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验》及 IEC 61000-4-16:2015《电磁兼容 第 4-16 部分：试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 传导共模骚扰抗扰度试验》中相关条款进行编写。

本规范为首次发布。

共模传导干扰模拟器校准规范

1 范围

本规范适用 0 Hz~150 kHz 共模传导干扰模拟器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1023 常用电学计量名词术语（试行）

JJF 1188 无线电计量名词及术语

GB/T 17626.16 电磁兼容 试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验

IEC 61000-4-16:2015 0 Hz to 150 kHz 电磁兼容 第 4-16 部分：试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 传导共模骚扰抗扰度试验（Electromagnetic compatibility(EMC)-Part 4-16: Testing and measurement techniques—Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz~150 kHz）

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

3.1 纹波因数 ripple factor

其定义为：

$$\text{纹波因数} = \frac{\text{波动分量的 RMS 值}}{\text{DC 分量值}}$$

注：纹波因数是表征纹波大小的相对量。

3.2 上升时间 rise time

半导体功率开关切换时，DC 试验发生器脉冲幅度的 10%到脉冲幅度的 90%所经历的时间，用 t_r 表示。

3.3 下降时间 fall time

半导体功率开关切换时，DC 试验发生器脉冲幅度的 90%到脉冲幅度的 10%所经历

的时间，用 t_f 表示。

3.4 总谐波失真 total harmonic distortion (THD)

不大于指定次数的所有谐波分量（电压/电流）的均方根值与基波分量（电压/电流）均方根值的比值，亦称为总谐波畸变率。

4 概述

共模传导干扰模拟器由DC试验发生器、电源频率（ $16^{\frac{2}{3}}$ Hz、50 Hz和60 Hz）试验发生器、15 Hz~150 kHz试验发生器组成，其中DC试验发生器、电源频率试验发生器通过内部耦合/去耦网络以共模形式施加在EUT电源端口，主要模拟电力分配系统的故障或大地和接地系统中漏电流产生的电源频率（DC、 $16^{\frac{2}{3}}$ Hz、50 Hz和60 Hz）的电压/电流骚扰。15 Hz~150 kHz试验发生器通过内部耦合/去耦网络以共模形式施加在EUT设备的控制/信号端口、通信端口（通信电缆耦合），主要模拟工业和电站的电力电子设备产生的15 Hz~150 kHz频率范围（包括电源频率谐波）的电压/电流骚扰。DC试验发生器、15 Hz~150 kHz试验发生器的内部主要组成电路如图1所示，电源频率试验发生器的内部主要组成电路如图2所示。

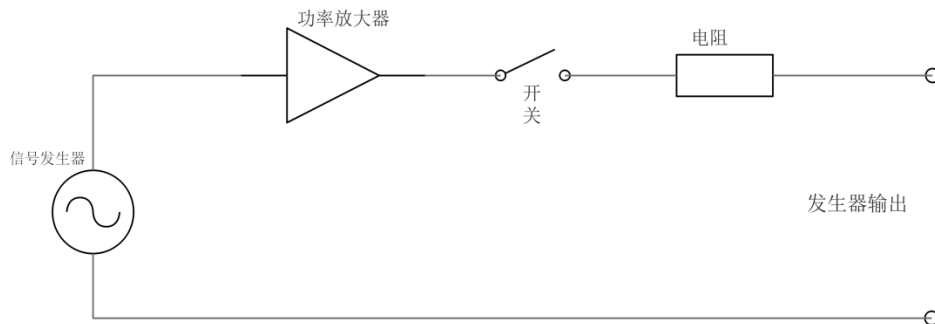


图 1 DC 试验发生器、15 Hz~150 kHz 试验发生器内部主要组成电路

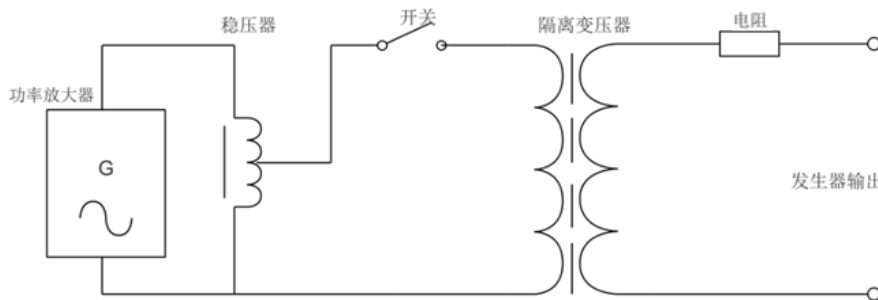


图 2 电源频率试验发生器内部主要组成电路

5 计量特性

5.1 DC 试验发生器

5.1.1 开路电压

持续骚扰电压有效值输出范围: (1~30) V;

短时驻留电压有效值输出范围: (10~300) V;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.1.2 上升时间和下降时间

允许范围: $1\ \mu\text{s} \sim 5\ \mu\text{s}$ 。

5.1.3 驻留时间

标称值: 1 s;

最大允许误差: $\pm 30\%$ 。

5.1.4 纹波因数

小于 5%。

5.1.5 源阻抗

标称值: $50\ \Omega$;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.2 电源频率试验发生器

5.2.1 开路电压

持续骚扰电压有效值输出范围: (1~30) V;

短时驻留电压有效值输出范围: (10~300) V;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.2.2 频率

标称值: $16^{\frac{2}{3}}$ Hz, 50 Hz, 60 Hz;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.2.3 驻留时间

标称值: 1 s;

最大允许误差: $\pm 30\%$ 。

5.2.4 电压总谐波失真

不大于 10%。

5.2.5 源阻抗

标称值: $50\ \Omega$;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.3 15 Hz~150 kHz 试验发生器

5.3.1 开路电压

输出范围: $(0.1\sim 30)\text{ V}$;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.3.2 频率

输出范围: $15\text{ Hz}\sim 150\text{ kHz}$;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

5.3.3 电压总谐波失真

不大于 1% 。

5.3.4 源阻抗

标称值: $50\ \Omega$;

最大允许误差: $\pm 10\%$ 。

注: 上述指标不适用于合格性判别, 仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

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

相对湿度: $\leq 80\%$ 。

电源要求: $(220\pm 22)\text{ V}$, $(50\pm 1)\text{ Hz}$ 。

其他: 周围无影响正常校准工作的电磁干扰及机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 数字示波器

带宽: 不小于 20 MHz ;

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 宽频电压差分探头

带宽: 不小于 1 MHz ;

电压输入范围: (0.09~330) V;

最大允许误差: $\pm 2\%$ 。

6.2.3 谐波分析仪

频率范围: 15 Hz~1 MHz;

电压输入范围: (0.09~33) V;

谐波电压含有率最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 。

6.2.4 电源轨探头

带宽: 不小于20 MHz;

衰减比: 1:1;

最大允许误差: $\pm 1\%$ 。

6.2.5 电流探头

带宽: 不小于1 MHz;

电流输入范围: 1.8 mA~6.6 A;

最大允许误差: $\pm 2\%$ 。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

如表 1 所示。

表 1 校准项目表

序号	校准项目	
1	DC 试验发生器	开路电压
		上升时间和下降时间
		驻留时间
		纹波因数
		源阻抗
2	电源频率试验发生器	开路电压
		频率
		驻留时间
		电压总谐波失真
		源阻抗
3	15 Hz~150 kHz 试验发生器	开路电压
		频率
		电压总谐波失真
		源阻抗

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

被校共模传导干扰模拟器不应有影响正常工作的机械损伤，前面板各按键、开关、连接器应安装牢固，通断分明，转换清晰，定位准确等。此外被校共模传导干扰模拟器应具有良好的接地端子，并标明接地符号。

7.2.2 DC 试验发生器的校准

7.2.2.1 开路电压

1) 如图 3 所示连接设备。

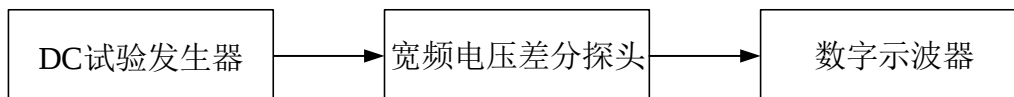


图 3 DC 试验发生器开路电压校准示意图

2) 设置 DC 试验发生器为持续骚扰模式，合理选择宽频电压差分探头的衰减比，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的开路电压波形显示在屏幕中心。测量不同试验电压等级（见附录 D.1）设定下的开路电压(有效值)，记录在附录 B.2。

3) 设置 DC 试验发生器为短时驻留骚扰模式，测量不同试验电压等级设定下的开路电压，记录在附录 B.3。

注：若 DC 试验发生器的输出电压在数字示波器或真有效值电压表的电压测量范围内，可以不用宽频电压差分探头，直接用数字示波器或真有效值电压表测量。

7.2.2.2 上升时间和下降时间

1) 如图 3 所示连接设备。

2) 设置 DC 试验发生器为短时驻留骚扰模式，触发 DC 试验发生器的时间控制开关，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的波形显示在屏幕中心。使用数字示波器的光标测量不同试验电压等级设定下的上升时间和下降时间，记录在附录 B.3。

7.2.2.3 驻留时间

1) 如图 3 所示连接设备。

2) 设置 DC 试验发生器为短时驻留骚扰模式，驻留时间为 1 s，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的波形显示在屏幕中心。使用数字示波器的光标测量不同试验电压等级设定下的驻留时间，记录在附录 B.3。

7.2.2.4 纹波因数

1) 如图 4 所示连接设备。

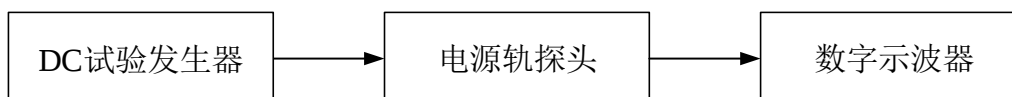


图 4 DC 试验发生器纹波因数校准示意图

2) 设置 DC 试验发生器为持续骚扰模式。调节数字示波器的带宽为低通 20 MHz、输入阻抗为 1 M Ω 和交流耦合模式, 合理选择电源轨探头的接口类型, 调整 DC 轨迹上的波形位移到数字示波器屏幕中心, 测量不同试验电压等级设定下捕捉的交流电压有效值 V 。

3) DC 试验发生器的纹波因数 γ 由式 1) 得到:

$$\gamma = \frac{KV}{U_m} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

γ ——DC 试验发生器的纹波因数;

V ——数字示波器测得的交流电压有效值, 单位 V;

K ——电源轨探头衰减比;

U_m ——DC 试验发生器的试验电压等级实测值, 单位 V。

7.2.2.5 源阻抗

1) 如图 5 所示连接设备。

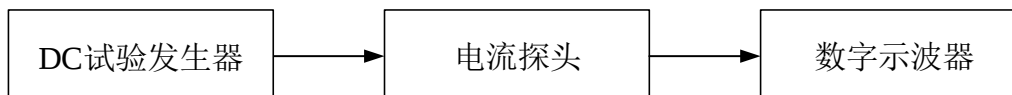


图 5 DC 试验发生器源阻抗校准示意图

2) 设置 DC 试验发生器为持续骚扰模式。切换电流探头为 DC 档, 合理选择电流探头的 V/A 系数, 调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式, 保持完整的波形显示在屏幕中心, 测量不同试验电压等级下的短路电流 (或选择合适量程和精度的数字多用表直接测量), 记录在附录 B.2。

3) 计算相同试验电压等级设定下的开路电压与短路电流比值, 记为 DC 试验发生器的源阻抗, 记录在附录 B.2。

4) 设置 DC 试验发生器为短时驻留骚扰模式, 重复步骤 2) ~ 3), 测量 DC 试验发生器的源阻抗, 记录在附录 B.3。

7.2.3 电源频率试验发生器的校准

7.2.3.1 开路电压和频率

1) 如图 6 所示连接设备。

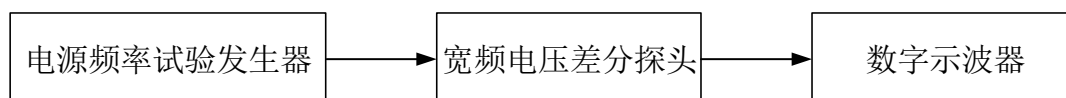


图 6 电源频率试验发生器开路电压和频率校准示意图

2) 设置电源频率试验发生器为持续骚扰模式，频率调至 $16^{\frac{2}{3}}$ Hz，合理选择宽频电压差分探头的衰减比，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的开路电压波形显示在屏幕中心，测量不同试验电压等级下的开路电压和频率，记录在附录 B.4。

3) 改变电源频率试验发生器的频率分别为 50 Hz 和 60 Hz，测量不同试验电压等级下的开路电压和频率，记录在附录 B.4。

4) 设置电源频率试验发生器为短时驻留骚扰模式，重复步骤 2) ~ 3)，测量不同试验电压等级下的开路电压和频率，记录在附录 B.5。

7.2.3.2 驻留时间

1) 如图 6 所示连接设备。

2) 设置电源频率试验发生器为短时驻留骚扰模式，驻留时间为 1 s，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的波形显示在屏幕中心。使用数字示波器的光标测量不同试验电压等级和对应频率下的驻留时间，记录在附录 B.5。

7.2.3.3 电压总谐波失真

1) 如图 7 所示连接设备。

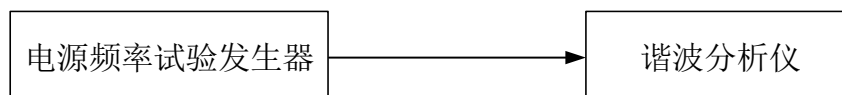


图 7 电源频率试验发生器电压总谐波失真校准示意图

2) 设置电源频率试验发生器为持续骚扰模式，频率调至 $16^{\frac{2}{3}}$ Hz(基波频率)，合理选择谐波分析仪的电压量程，测量电源频率试验发生器在不同试验电压等级下的谐波电压分量，结合公式 2，计算得到电压总谐波失真，记录在附录 B.4。

3) 改变电源频率试验发生器的频率分别为 50 Hz 和 60 Hz，测量电源频率试验发生器在不同试验电压等级和对应频率下的电压总谐波失真，记录在附录 B.4。

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^N V_i^2}}{V_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

V_i ——为第 i 次谐波电压的均方根值，其中 V_1 为基波电压的均方根值，单位 V；

N ——为谐波次数。

7.2.3.4 源阻抗

1) 如图 8 所示连接设备。

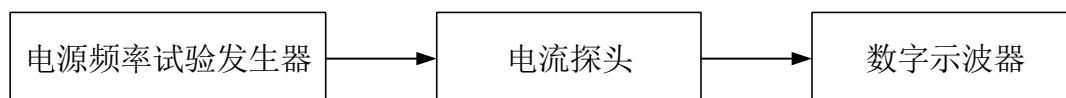


图 8 电源频率试验发生器源阻抗校准示意图

2) 设置电源频率试验发生器为持续骚扰模式，频率调至 $16^{\frac{2}{3}}$ Hz。切换电流探头为 AC 档，合理选择电流探头的 V/A 系数，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的波形显示在屏幕中心，测量不同试验电压等级下的短路电流，记录在附录 B.4 中。

3) 改变电源频率试验发生器的频率分别为 50 Hz 和 60 Hz，测量不同试验电压等级下的短路电流，记录在附录 B.4。

4) 计算相同试验电压等级和对应频率设定下的开路电压与短路电流的比值，记为电源频率试验发生器的源阻抗，记录在附录 B.4。

5) 设置电源频率试验发生器为短时驻留骚扰模式，重复步骤 2)～4)，测量电源频率试验发生器的源阻抗，记录在附录 B.5。

7.2.4 15 Hz～150 kHz 试验发生器的校准

7.2.4.1 开路电压和频率

1) 如图 9 所示连接设备。

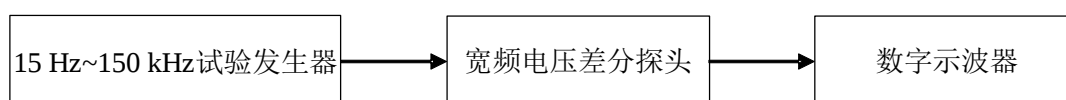


图 9 15 Hz～150 kHz 试验发生器开路电压和频率校准示意图

2) 设置 15 Hz～150 kHz 试验发生器的频率为 15 Hz，合理选择宽频电压差分探头的衰减比，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的开路电压波形显示在屏幕中心，测量不同试验电压等级（见附录 D.2）下的开路电压和频率，记录在附录 B.6。

3) 改变 15 Hz～150 kHz 试验发生器的频率分别为 150 Hz、1.5 kHz、15 kHz 和 150 kHz，测量不同试验电压等级和频率设定下捕捉的开路电压和频率，记录在附录 B.6。

7.2.4.2 电压总谐波失真

1) 如图 10 所示连接设备。

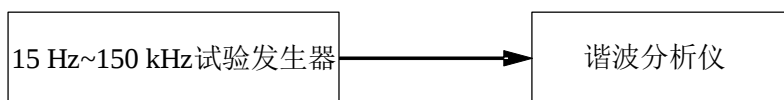


图 10 15 Hz~150 kHz 试验发生器电压总谐波失真校准示意图

2) 设置 15 Hz~150 kHz 试验发生器的频率为 15 Hz，合理选择谐波分析仪的电压量程，测量 15 Hz~150 kHz 试验发生器在不同试验电压等级下的谐波电压分量，结合公式 2，计算得到电压总谐波失真，记录在附录 B.6。

3) 改变 15 Hz~150 kHz 试验发生器的频率分别为 150 Hz、1.5 kHz、15 kHz 和 150 kHz，测量 15 Hz~150 kHz 试验发生器在不同试验电压等级和对应频率下的电压总谐波失真，记录在附录 B.6。

7.2.4.3 源阻抗

1) 如图 11 所示连接设备。

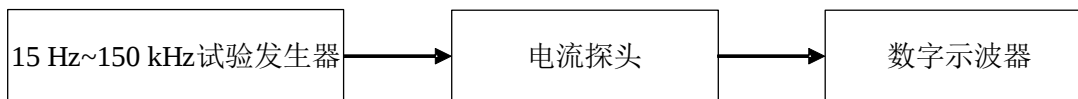


图 11 15 Hz~150 kHz 试验发生器源阻抗校准示意图

2) 设置 15 Hz~150 kHz 试验发生器为单频点持续输出模式，频率调至 15 Hz。切换电流探头为 AC 档，合理选择电流探头的 V/A 系数，调节数字示波器的水平时基、垂直偏置系数和触发模式，保持完整的波形显示在屏幕中心，测量不同试验电压等级下的短路电流，记录在附录 B.6。

3) 改变 15 Hz~150 kHz 试验发生器的频率分别为 150 Hz、1.5 kHz、15 kHz 和 150 kHz，测量不同试验电压等级下的短路电流，记录在附录 B.6。

4) 计算相同试验电压等级和对应频率设定下的开路电压与短路电流的比值，记为 15 Hz~150 kHz 试验发生器的源阻抗，记录在附录 B.6。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

- 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和应用有关时, 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

建议复校时间间隔为 1 年。

送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A 测量不确定度评定示例

主要项目测量不确定度评定示例

A.1 电源频率试验发生器的开路电压不确定度评定

A.1.1 测量方法

将宽频电压差分探头连接到DC试验发生器的输出端口和数字示波器的输入端口，通过数字示波器读取开路电压的测量值。

A.1.2 不确定度来源

- 1) 数字示波器最大允差引入的不确定度分量 u_1 ;
- 2) 宽频电压差分探头最大允差引入的不确定度分量 u_2 ;
- 3) 示值分辨力误差引入的不确定度分量 u_3 ;
- 4) 测量重复性引入的不确定度分量 u_A 。

A.1.3 标准不确定度评定

- 1) 数字示波器最大允差引入的不确定度分量 u_1

数字示波器幅度测量最大允许误差为 $\pm 2\%$ ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，则不确定度分量 $u_1 = \frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.15\%$ 。

- 2) 宽频电压差分探头最大允差引入的不确定度分量 u_2

宽频电压差分探头最大允许误差为 $\pm 2\%$ ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，则不确定度分量 $u_2 = \frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.15\%$ 。

- 3) 示值分辨力引入的不确定度分量 u_3

数字示波器幅度测量时分辨力为 0.1 V，半区间 $a=0.05$ V，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，则不确定度分量 $u_3 = \frac{0.05 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ V}$ ，相对于有效值为 100 V 不确定度分量 $u_3 = 0.029\%$ 。

- 4) 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_A

对电源频率试验发生器在 100 V 设定电压下进行 10 次重复性测量，结果如下表(V)：

测量序号	1	2	3	4	5
测量结果	99.6	99.5	99.5	99.8	99.9
测量序号	6	7	8	9	10
测量结果	99.7	99.6	99.9	99.6	99.7

平均值 $\bar{x}$	99.68	标准偏差 s	0.148
---------------	-------	----------	-------

测量重复性引入的不确定度分量 $u_A = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0.148 \text{ V}$, 相对不确定度分量 $u_A = 0.15\%$ 。

由于测量重复性包含了人员读数时因分辨力引入的误差, 因此由分辨力引入的不确定度分量 u_3 和测量重复性引入的不确定度分量 u_A 取大者。

A.1.4 合成标准不确定度

表 A.1 不确定度来源汇总表

不确定度来源	标准不确定度		灵敏系数	标准不确定度分量
	符号	数值		
数字示波器最大允差	u_1	1.15%	1	1.15%
宽频电压差分探头最大允差	u_2	1.15%	1	1.15%
示值分辨力	u_3	0.029%	1	0.029%
测量重复性	u_A	0.15%	1	0.15%

以上各项不确定度分量相互独立不相关, 合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_A^2} = 1.6\%$$

A.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度为: $U_{\text{rel}} = k u_c = 3.2\%$, $k=2$ 。

A.2 电源频率试验发生器的频率不确定度评定

A.2.1 测量方法

将宽频电压差分探头连接到电源频率试验发生器的输出端口和数字示波器的输入端口, 通过数字示波器读取电源频率试验发生器的频率测量值。

A.2.2 不确定度来源

主要不确定度来源如下:

- (1) 数字示波器时基最大允许误差引入的不确定度分量 u_1 ;
- (2) 频率示值分辨力引入的不确定度分量 u_2 ;
- (3) 测量重复性引入的不确定度分量 u_A ;

A.2.3 标准不确定度评定

- 1) 数字示波器时基最大允许误差引入的不确定度分量 u_1

数字示波器时基最大允许误差为 1×10^{-4} , 按均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则不确定度分量

$u_1=1\times 10^{-4}/\sqrt{3}=5.8\times 10^{-5}$ 。

2) 频率示值分辨力引入的不确定度分量 u_2

数字示波器频率测量的分辨力为 0.01 Hz, 半区间 $a=0.005$ Hz, 按均匀分布, 取 $k=\sqrt{3}$, 则不确定度分量 $u_2=0.005\text{ Hz}/\sqrt{3}=0.0029\text{ Hz}$, 相对频率 50 Hz 处的不确定度分量 $u_2=5.8\times 10^{-5}$ 。

3) 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_A

对电源频率试验发生器在 50 Hz 频率处进行 10 次重复性测量, 结果如下表(Hz):

测量序号	1	2	3	4	5
测量结果	49.96	49.97	49.98	49.98	49.98
测量序号	6	7	8	9	10
测量结果	49.98	49.97	49.98	49.99	49.98
平均值 $\bar{x}$	49.977		标准偏差 s	0.0082	

测量重复性引入的不确定度分量 $u_A=\frac{s}{\sqrt{10}}=1.6\times 10^{-4}$ 。

由于测量重复性包含了人员读数时因分辨力引入的误差, 因此分辨力引入的不确定度分量 u_2 和测量重复性引入的不确定度分量 u_A 取大者。

A.2.4 合成标准不确定度

表 A. 2 不确定度来源汇总表

不确定度来源	标准不确定度		灵敏系数	标准不确定度分量
	符号	数值		
数字示波器时基最大允许误	u_1	5.8×10^{-5}	1	5.8×10^{-5}
频率示值分辨力	u_2	5.8×10^{-5}	1	5.8×10^{-5}
测量重复性	u_A	1.6×10^{-4}	1	1.6×10^{-4}

以上各项不确定度分量相互独立不相关, 合成标准不确定度为:

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_A^2}=1.7\times 10^{-4}。$$

A.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度为: $U_{rel}=ku_c=3.4\times 10^{-4}$, $k=2$ 。

附录 B 校准原始记录格式

共模传导干扰模拟器原始记录

B.1 外观及工作正常性检查:

B.2 DC 试验发生器

骚扰形式	开路电压(V)		短路电流(A)	源阻抗(Ω)	纹波因数(%)
	设定值	实测值	实测值	实测值	实测值
持续	1				
	3				
	10				
	30				

B.3 DC 试验发生器

骚扰形式	开路电压(V)		短路电流(A)	源阻抗(Ω)	上升时间(μ s)		下降时间(μ s)		驻留时间(s)	
	设定值	实测值	实测值	实测值	参考值	实测值	参考值	实测值	设定值	实测值
短时驻留	10				1~5		1~5		1	
	30				1~5		1~5		1	
	100				1~5		1~5		1	
	300				1~5		1~5		1	

B.4 电源频率试验发生器

骚扰形式	频率(Hz)		开路电压(V)		短路电流(A)	源阻抗(Ω)	电压总谐波失真(%)
	设定值	实测值	设定值	实测值	实测值	实测值	实测值
持续	$16\frac{2}{3}$		1				
	50						
	60						
	$16\frac{2}{3}$		3				
	50						
	60						
	$16\frac{2}{3}$		10				
	50						
	60						
	$16\frac{2}{3}$		30				
	50						
	60						

B.5 电源频率试验发生器

骚扰形式	频率(Hz)		开路电压(V)		短路电流(A)	源阻抗(Ω)	驻留时间(s)	
	设定值	实测值	设定值	实测值	实测值	实测值	设定值	实测值
短时驻留	$16\frac{2}{3}$		10				1	
	50						1	
	60						1	
	$16\frac{2}{3}$		30				1	
	50						1	
	60						1	
	$16\frac{2}{3}$		100				1	
	50						1	
	60						1	
	$16\frac{2}{3}$		300				1	
	50						1	
	60						1	

B.6 15 Hz~150 kHz 试验发生器

等级	频率(Hz)		开路电压(V)		短路电流(A)	源阻抗(Ω)	电压总谐波失真(%)
	设定值	实测值	设定值	实测值	实测值	实测值	实测值
1	15		1				
	150		0.1				
	1500		0.1				
	15000		1				
	150000		1				
2	15		3				
	150		0.3				
	1500		0.3				
	15000		3				
	150000		3				
3	15		10				
	150		1				
	1500		1				
	15000		10				
	150000		10				
4	15		30				
	150		3				
	1500		3				
	15000		30				
	150000		30				

附录 C 校准证书内页格式

校准证书内页格式

C.1 外观及工作正常性检查:

C.2 DC 试验发生器

(1) 开路电压

骚扰形式	开路电压(V)		不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	

(2) 上升时间和下降时间

骚扰形式	上升时间(μs)		下降时间(μs)		不确定度($k=2$)
	参考值	实测值	参考值	实测值	

(3) 驻留时间

骚扰形式	驻留时间(s)		不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	

(4) 纹波因数

骚扰形式	开路电压(V)	纹波因数(%)	不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	

(5) 源阻抗

骚扰形式	开路电压(V)	短路电流(A)	源阻抗(Ω)	不确定度($k=2$)
	实测值	实测值	实测值	

C.3 电源频率试验发生器

(1) 开路电压

骚扰形式	频率(Hz)	开路电压(V)		不确定度($k=2$)
	设定值	设定值	实测值	

(2) 频率

骚扰形式	开路电压(V)	频率(Hz)		不确定度($k=2$)
	设定值	设定值	实测值	

(3) 驻留时间

骚扰形式	驻留时间(s)		不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	

(4) 电压总谐波失真

骚扰形式	频率(Hz)	开路电压(V)	电压总谐波失真(%)	不确定度($k=2$)
	设定值	设定值	实测值	

(5) 源阻抗

骚扰形式	频率(Hz)	开路电压(V)	短路电流(A)	源阻抗(Ω)	不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	实测值	实测值	

C.4 15 Hz~150 kHz 试验发生器

(1) 开路电压

频率(Hz)	开路电压(V)		不确定度($k=2$)
设定值	设定值	实测值	

(2) 频率

开路电压(V)	频率(Hz)		不确定度($k=2$)
设定值	设定值	实测值	

(3) 电压总谐波失真

骚扰形式	频率(Hz)	开路电压(V)	电压总谐波失真(%)	不确定度($k=2$)
	设定值	设定值	实测值	

(4) 源阻抗

骚扰形式	频率(Hz)	开路电压(V)	短路电流(A)	源阻抗(Ω)	不确定度($k=2$)
	设定值	实测值	实测值	实测值	

附录 D 试验电压等级

试验电压等级

D.1 DC 试验发生器和电源频率试验发生器

试验电压等级 (DC、 $16^{\frac{2}{3}}$ Hz、50 Hz 和 60 Hz) 见表 D.1 和表 D.2。

表 D.1 持续骚扰等级

等级	开路试验电压(V)
1	1
2	3
3	10
4	30

表 D.2 短时驻留骚扰等级

等级	开路试验电压(V)
1	10
2	30
3	100
4	300

D.2 15 Hz~150 kHz 试验发生器

表 D.3 15 Hz~150 kHz 试验发生器试验等级

等级	开路试验电压(V)			
	15 Hz~150 Hz	150 Hz~1.5 kHz	1.5 kHz~15 kHz	15 kHz~150 kHz
1	1~0.1	0.1	0.1~1	1
2	3~0.3	0.3	0.3~3	3
3	10~1	1	1~10	10
4	30~3	3	3~30	30

试验电压与频率的关系如下：

- 从 15 Hz 开始到 150 Hz，试验电压以 20 dB/十倍频程减小；
- 从 150 Hz 开始到 1.5 kHz，试验电压保持不变；
- 从 1.5 kHz 开始到 15 kHz，试验电压以 20 dB/十倍频程增加；
- 从 15 kHz 开始到 150 kHz，试验电压保持不变。

沪苏浙皖地方计量技术规范
共模传导干扰模拟器校准规范
JJF (沪苏浙皖) 4021—2026