



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—××××

低失真信号发生器校准规范

Calibration Specification of Low Distortion Oscillators

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局发布

低失真信号发生器校准规范
Calibration Specification for Low
Distrtion Oscillators

JJF XXXX—202X
代替 JJG599—1989

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

中国计量科学研究院

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：

xxxxxxx ()

xxxxxxx ()

xxxxx ()

参加起草人：

xxxxx ()

xxx ()

xxx ()

xxxxxxx ()

目录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 概述.....	1
3 计量特性.....	1
3.1 频率	1
3.2 谐波失真度.....	1
3.3 输出电压.....	1
3.4 衰减	1
3.5 输出阻抗:	1
4 校准条件.....	2
4.1 环境条件	2
4.2 校准用设备	2
5. 校准项目和校准方法.....	3
5.1 外观及工作正常性检查.....	3
5.2 频率	4
5.3 谐波失真度.....	4
5.4 输出电压.....	6
5.5 衰减	7
5.6 输出阻抗	7
6 校准结果表达.....	8
7 复校时间间隔.....	8
附录 A 原始记录格式.....	9
附录 B 校准证书内页格式.....	12
附录 C 主要项目校准结果不确定度评定示例.....	15
附录 D 无源陷波滤波器谐波损耗修正值 b_n 的测量方法.....	18

引言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和JJF1001《通用计量术语及定义》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范是对JJG 599-1989《低失真信号发生器检定规程》的修订。与JJG 599-1989相比，主要变化的内容包括：

- 由检定规程更改为校准规范；
- 修改了频率范围下限由1Hz修改为5Hz；
- 修改了输出谐波失真度技术指标，修改为5Hz~20Hz：0.01%~0.003%；20Hz~10kHz：0.006%~0.0001%；10kHz~50kHz：0.01%~0.003%；50kHz~110kHz：0.03%~0.001%；
- 修改了输出电压范围，修改为：1mV~20V；
- 合并了1kHz电压准确度、主输出电压频响校准方法；
- 增加了输出阻抗技术指标及相应的校准方法；
- 增加了不确定度评定示例；
- 删除了正交输出计量特性技术指标；
- 删除了主输出和正交输出间相位差校准方法；

本规范历次版本发布情况：

- JJG 599-1989。

低失真信号发生器校准规范

1 范围

本规范适用于频率范围 5Hz~110kHz，具有正弦波信号输出谐波失真度低至 0.03%~0.0001% 的低失真信号发生器及音频信号发生器内置低失真信号源的校准，失真度仪校准器中基波信号输出谐波失真度校准可参照执行。

2 概述

低失真信号发生器一般由 RC 振荡电路、放大电路、滤波电路、指示电路、衰减电路及电源等部分组成。主要应用于力学、震动、声学、汽车电子等高品质产品领域的测试以及失真计量实验室。

3 计量特性

3.1 频率

范围：5Hz~110kHz；

最大允许误差：±2%。

3.2 谐波失真度

5Hz~20Hz：0.01%~0.003%；

20Hz~10kHz：0.006%~0.0001%；

10kHz~50kHz：0.01%~0.003%；

50kHz~110kHz：0.03%~0.001%。

3.3 输出电压幅度

电压幅度范围：1mV~20V

电压幅度最大允许误差：±(2%~5%) (参考频率为 1kHz 或按说明书给出的频率值)；

幅频幅度特性：±(0.02~0.2) dB (以 1kHz 为基准)

3.4 衰减

范围：(0~70) dB；

最大允许误差：±(0.3~0.6)dB

3.5 输出阻抗：

额定值：600 欧姆

最大允许误差：±0.5%

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

4 校准条件

4.1 环境条件

4.1.1 环境温度：(23±5) °C

4.1.2 相对湿度：≤80%

4.1.3 电源要求：(220±11) V、(50±1) Hz

4.1.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

4.2 校准用设备

4.2.1 频率计

范围：5Hz~10MHz；

最大允许误差：±1×10⁻⁶。

4.2.2 低失真度测量仪

频率范围：5Hz~110kHz；

失真测量最低量程：≤0.01%；

失真测量最大允许误差：±(6%~40%) (满量程)；

机内引入失真：≤0.0015% (20Hz~10kHz)；

≤0.005% (5Hz~20Hz, 10kHz~50kHz)；

≤0.015% (50kHz~110kHz)。

4.2.3 标准电压表

交流电压测量范围：1mV~20V；

交流电压测量最大允许误差：±0.3%；

频率范围：5 Hz~110kHz。

4.2.4 动态信号分析仪（频谱分析仪）

频率范围：5Hz~550kHz；

幅度测量范围：+20~-130dBV；

幅度测量准确度：0.3dB；

幅度线性度：±2.5dB；

动态范围：>70dB；

输入阻抗： $\geq 1\text{M}\Omega$ 。

4.2.5 无源陷波滤波器：

陷波频率范围：5Hz~110kHz；

陷波深度： $\geq 60\text{dB}$ ；

限波损耗修正值：2X 陷波中心频率时， $\leq 11\text{dB}$ ；3X 陷波中心频率时， $\leq 7\text{dB}$ ；

输入阻抗： 600Ω 。

4.2.6 交直流电阻箱

范围： $100\Omega\sim 1\text{k}\Omega$ ；

最大允许误差： $\pm 0.1\%$ 。

4.2.7 负载电阻

阻值： 600Ω ，1/2W，金属膜电阻；

最大允许误差： $\pm 0.5\%$ 。

5. 校准项目和校准方法

校准项目见表 1。

表 1 校准项目表

序号	项目名称
1	外观及工作正常性检查
2	频率
3	输出谐波失真度
4	输出电压
5	衰减
6	输出阻抗

5.1 外观及工作正常性检查

被校低失真信号发生器外观应完好无损，无影响正常工作的机械损伤，其开关、按键、旋钮应牢固且调节正常。

校准前，被校低失真信号发生器以及所用标准器按照说明书要求预热。

将检查结果记录于附录 A 的 A.1 中。

5.2 频率

5.2.1 仪器连接如图 1 所示。设定被校低失真信号发生器输出电压为 300mV，频

率微调旋钮置“校准”位置。

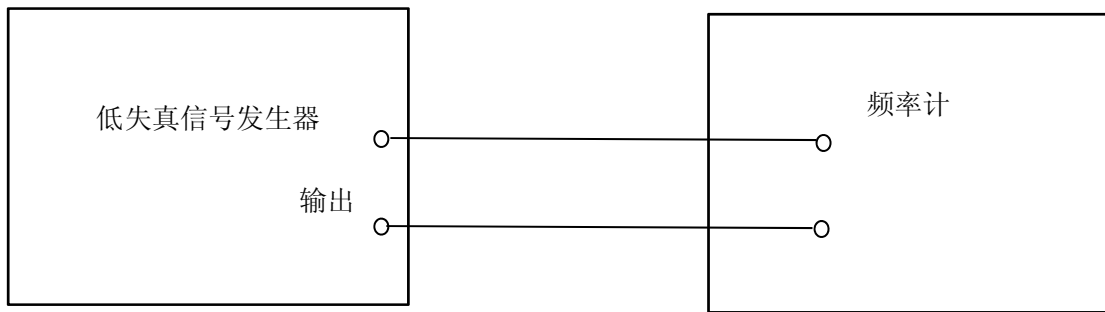


图1 输出信号频率校准框图

5.2.2 设定被校低失真信号发生器输出信号频率，从频率计读取测量结果，并将结果记录于附录 A 表 A.2 中。

5.2.3 校准频率点选取：在频段的高端，选取 N 频率点，该 N 频率点包含频率拨盘开关的每个档位；其余频段，选取 3~4 个频率点，其中应包含每个频段的最低、最高频率点。重复步骤 5.2.2。

5.3 谐波失真度

方法一：

5.3.1 仪器连接如图 2 所示。所有仪器都置于“接地”状态。

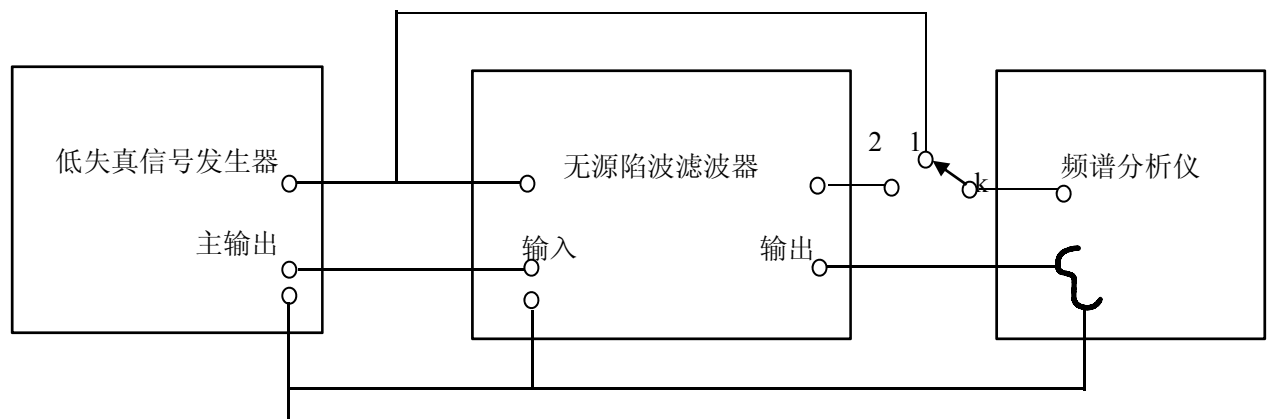


图2 谐波失真度校准框图

5.3.2 将开关“K”接通“1”位置，设定陷波滤波器中心频率与校准频率点 f_0 一致。

5.3.3 设定低失真信号发生器的频率和电压，频率和电压“输出微调”旋钮置“校准”位置，“输出衰减器”置无衰减位置。

5.3.4 动态信号分析仪（频谱分析仪）中心频率置 $3f_0$ ，扫频宽度置 $5f_0$ ，垂直显

示置“对数”刻度，其余自动。改变垂直量程，使 f_0 谱线接近于满量程位置，将 f_0 谱线幅值作为相对电平的参考电平，按“参考电平定义”键，使 f_0 谱线幅值为 0.0dB。

5.3.5 将开关“K”接通“2”位置，微调陷波滤波器中心频率，使的动态信号分析仪（频谱分析仪）上 f_0 谱线幅值为最小。

5.3.6 改变动态信号分析仪（频谱分析仪）的“垂直量程”（其他状态不变），直到显示出 $2f_0\sim 5f_0$ 谐波信号谱线。读取 $2f_0\sim 5f_0$ 谐波信号相对电平值 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 ，并将测量结果记录于附录 A 表 A.3 中。

5.3.7 按公式 (A.1) 计算谐波失真度 d ：

$$d = \sqrt{\sum_{n=2}^5 10^{(a_n+b_n)/10}} \times 100\% \quad (1)$$

式中： a_n — n 次谐波相对电平值；

b_n —无源陷波滤波器对 n 次谐波损耗的修正值。

方法二：

5.3.8 仪器连接如图 3 所示。

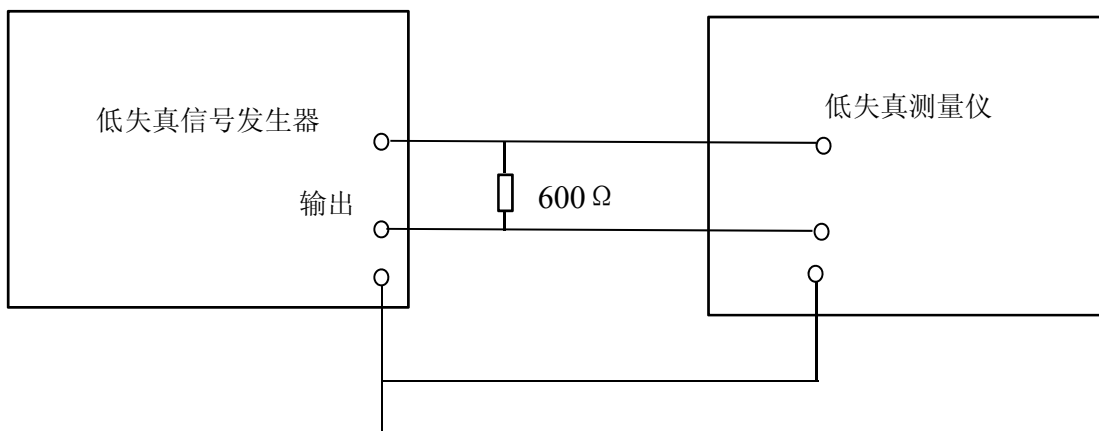


图 3 输出信号谐波失真度校准框图

5.3.9 将被校低失真信号发生器和低失真度测量仪“接地、浮地”开关都置于接地位置。

5.3.10 设定被校低失真信号发生器电压输出置额定电压值(无额定电压输出说明时，电压输出置 1V)，频率置被校准频率，低失真度测量仪设定相应的“高通”、“低通”滤波器，从低失真度测量仪读取测量结果 dr ，将 dr 与低失真度测量仪该频率点的机内引入失真 ds 作比较，当 $dr \geq 2ds$ 时，以“ dr ”作为测量结果，当

$dr < 2ds$ 时, 以 “ $<dr$ ” 作为测量结果, 并将测量结果记录于附录 A 表 A.3 中。

5.3.4 校准频率点的选取: 在频段内选取 6~8 个频率点, 一般应包含最低、1kHz、最高频率点。重复步骤 5.3.10。

5.4 输出电压幅度

5.4.1 仪器连接如图 4 所示。

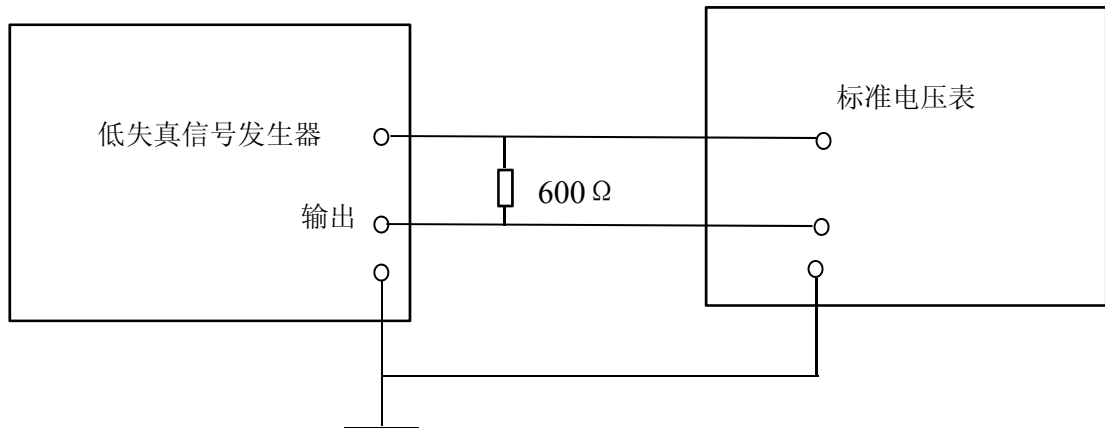


图 4 输出电压幅度校准框图

5.4.2 设定被校低失真信号发生器频率置 1kHz(或按说明书给出的频率值), 电压输出置额定电压(电压置微调旋钮置“校准”位置, “输出衰减器”置无衰减位置), 无额定电压输出时, 电压输出置 1V。从标准电压表读取测量结果并将结果记录于附录 A 表 A.4 中。

5.4.3 对于无额定电压输出的低失真信号发生器, 改变其输出幅度, 在输出幅度范围内选取 6~10 个点, 其中应包含最小幅值、最大幅值点。从标准电压表读取测量结果并将结果记录于附录 A 表 A.4 中。

5.4.4 改变被校低失真信号发生器输出频率值, 输出电压状态保持不变, 从标准电压表读取测量结果 V_f , 并将结果记录于附录 A 表 A.4 中。

5.4.5 校准频率点的选取: 在频段内选取 8~10 个频率点, 其中应包含最低、最高频率点。重复步骤 5.4.3。

5.4.6 按公式 (2) 计算低失真信号发生器的幅频特性 V_F 。

$$V_F = 20 \log V_1 / V_f \text{ (dB)} \quad (2)$$

式中: V_1 ——1kHz 的电压实际值;

V_f ——在其他频率点测得相对应电压实际值。

5.5 衰减

5.5.1 仪器连接如图 5 所示。

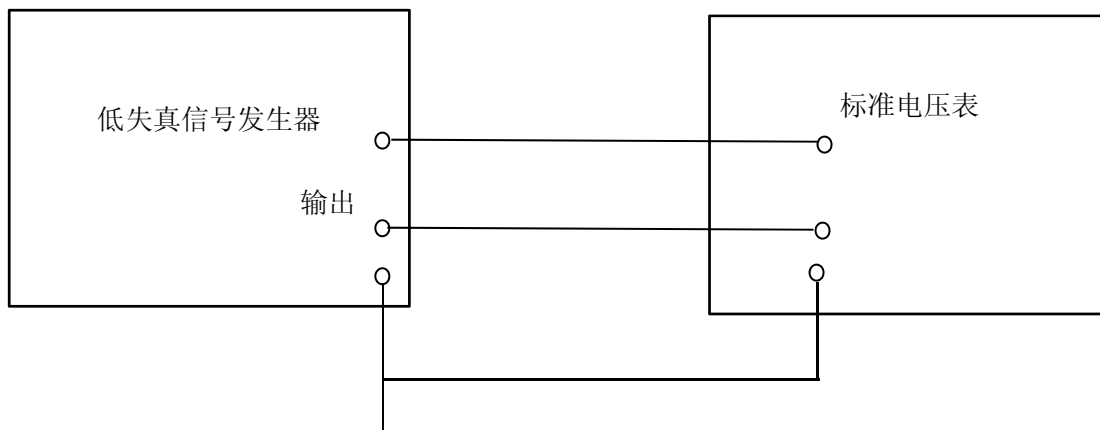


图 5 衰减校准框图

5.5.2 被校低失真信号发生器“输出衰减置”于无衰减位置。设定频率值，调节输出微调旋钮，使标准电压表指示某一适当电压值 V_0 ，逐档改变衰减量，从标准电压表上读取相应电压测量结果 V_x ，并记录于附录 A 表 A.5 中。

5.5.3 按公式 (3) 计算低失真信号发生器的衰减 A 。

$$A=20\log V_x/V_0 \text{ (dB)} \quad \text{公式 (3)}$$

式中： V_0 ——衰减器输入电压值；

V_x ——衰减器输出电压值。

5.5.3 校准频率点的选取：在频段内选取 3~5 个频率点，一般应包含最低、1kHz、最高频率点。重复步骤 5.5.2~5.5.3。

5.6 输出阻抗

5.6.1 仪器连接如图 6 所示。

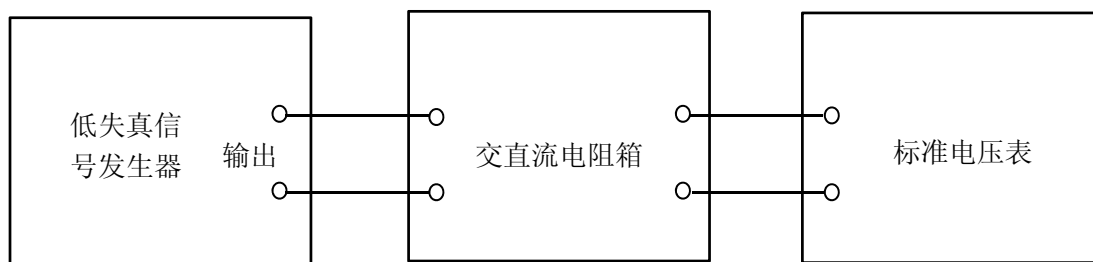


图 6 输出阻抗校准框图

5.6.2 设定被校低失真信号发生器频率置 1kHz(或按说明书给出的频率值), 电压输出置额定电压(电压置微调旋钮置“校准”位置,“输出衰减器”置无衰减位置)。采用串联电阻法, 先测量低失真信号发生器的开路电压, 从标准电压表读取开路电压值, 然后串联交直流电阻箱, 阻值由大到小, 直到标准电压表电压值下降到开路电压值的 1/2 电压值, 此时交直流电阻箱的阻值即为输出阻抗值, 记录于附录 A 表 A.6 中。

6 校准结果表达

低失真信号发生器校准后, 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) 对校准规范偏离的说明
- n) 校准证书及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。

7 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 频率:

频段	标称值	实测值	不确定度 $U(k=2)$
	5Hz		
...	...		
...	...		
...	...		
	110kHz		

A.3 输出谐波失真度:

方法一:

表 A.1 谐波信号相对电平值及失真度

频率	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	d
5 Hz						
...						
...						
1 kHz						
...						
...						
110 kHz						

方法二:

频率	失真度%
5Hz	
...	...
...	...
1kHz	
...	...
...	...
110kHz	

A.4 输出电压幅度：

频率：1kHz		
标称值	实测值	测量不确定度
1mV		
...		
...		
1V		
...		
...		
20V		

额定电压标称值：		
频率	额定电压实测值	幅频特性
5Hz		
...		
...		
1kHz		
...		
...		
110kHz		

A.5 衰减

频率	5Hz		1kHz		110kHz		
	标称值 dB	电压测量值	计算值 dB	电压测量值	计算值 dB	电压测量值	计算值 dB
0			0		0		0
1							
...							
...							
...							
70							

A.6 输出阻抗：

标称值 Ω	实际值 Ω	不确定度 $U(k=2)$
600		

附录 B

校准证书内页格式

B.1 外观及工作正常性检查:

B.2 频率:

频段	标称值	实测值	不确定度 $U(k=2)$
	5Hz		
...	...		
...	...		
...	...		
	110kHz		

B.3 输出谐波失真度:

频率	失真度%
5Hz	
...	...
...	...
1kHz	
...	...
...	...
110kHz	

B.4 输出电压:

频率: 1kHz		
标称值	实测值	测量不确定度
1mV		
...		
...		
1V		
...		
...		
20V		

频率	幅频特性
5Hz	
...	
...	
1kHz	
...	
...	
110kHz	

B.5 衰减

频率	5Hz	1kHz	110kHz
标称值 dB	实测值 dB	实测值 dB	实测值 dB
1			
...			
...			
...			
70			

B.6 输出阻抗:

标称值 Ω	实际值 Ω	不确定度 $U(k=2)$
600		

附录 C

主要项目校准结果不确定度评定示例

C.1 频率校准不确定度评定

C.1.1 测量方法

使用频率计直接测量低失真信号发生器输出信号的频率。

以使用某型号频率计校准 AG15C 低失真信号发生器 10kHz 输出信号为例进行不确定度评定。

C.1.2 不确定度来源

不确定度来源有以下三项：

- (1) 由频率计计数不准引入的不确定度分量 u_1
- (2) 由频率计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_3 ；

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1 频率计计数不准引入的不确定度分量

查使用的频率计，频率测量最大允许误差为 $\pm 1.0 \times 10^{-6}$ 。按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_1 = 5.8 \times 10^{-6}$ 。

C.1.3.2 频率计分辨力引入的不确定度分量

使用频率计频率测量位数为 7 位。按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_2 = 2.9 \times 10^{-6}$ 。

C.1.3.3 测量重复性引入的不确定度分量

AG15C 低失真信号发生器 10kHz 输出信号频率测量结果见表 C.1。

测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结果	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985	9.985
kHz	940	946	953	955	961	968	959	950	957	956

经计算，重复性引入的相对标准不确定度 $u_3 = 7.9 \times 10^{-7}$ 。

C.1.4 合成标准不确定度

以上不确定度分量彼此不相关，则相对合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 1.1 \times 10^{-5}$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则相对扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2.2 \times 10^{-5}$$

C.2 输出电压(加载 600 Ω)校准不确定度评定

C.2.1 测量方法

使用标准电压表直接测量低失真信号发生器输出信号的额定电压（加载 600 Ω ）。

以使用某型号标准电压表校准 AG15C 低失真信号发生器 1kHz 输出信号的额定电压 10V（加载 600 Ω ）为例进行不确定度评定。

C.2.2 不确定度来源有以下三项：

- (1) 由标准电压表不准引入的不确定度分量 u_1 ；
- (2) 由标准电压表分辨力引入的不确定度分量 u_2 ；
- (3) 由输出阻抗和加载 600 Ω 电阻不完全一致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_4 ；

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 标准电压表不准引入的不确定度分量

查使用的标准电压表，其最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ 。按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_1 = 1.7 \times 10^{-3}$ 。

C.2.3.2 标准电压表分辨力引入的不确定度分量

使用标准电压表分辨力为 10 μV 。按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_2 = 2.9 \times 10^{-5}$ 。

C.2.3.3 输出阻抗和加载 600 Ω 电阻不完全一致引入的不确定度分量

输出阻抗 600 Ω 的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ ，加载 600 Ω 电阻的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ ，因此在最差的情况下引入的误差为 $\pm 0.5\%$ ，按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_3 = 2.9 \times 10^{-3}$ 。

C.2.3.4 测量重复性引入的不确定度分量

AG15C 低失真信号发生器 1kHz 输出信号的额定电压 10V（加载 600 Ω ）测量结果见表 C.2。

测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结果	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98
V	364	365	360	366	371	378	380	377	378	383

经计算，重复性引入的相对标准不确定度 $u_4=1.6\times 10^{-5}$ 。

C.2.4 合成标准不确定度

以上不确定度分量彼此不相关，则

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 3.4 \times 10^{-3}$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则相对扩展不确定度为：

$$U_{rel} = ku_c = 6.8 \times 10^{-3}$$

C.3 输出阻抗校准不确定度评定

C.3.1 测量方法

采用串联电阻法，先测量低失真信号发生器的开路电压，从标准电压表读取开路电压值，然后串联交直流电阻箱，阻值由大到小，直到标准电压表电压值下降到开路电压值的 1/2 电压值，此时交直流电阻箱的阻值即为输出阻抗值。

以使用某型号交直流电阻箱校准 AG15C 低失真信号发生器输出阻抗为例进行不确定度评定。

C.3.2 不确定度来源

不确定度来源有以下三项：

- (1) 由交直流电阻箱不准引入的不确定度分量 u_1 ；
- (2) 由交直流电阻箱最小阻值变量引入的不确定度分量 u_2 ；
- (3) 标准电压表的 6dB 非线性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_4 ；

C.3.3 标准不确定度评定

C.3.3.1 交直流电阻箱不准引入的不确定度分量

查使用的交直流电阻箱，其最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。按均匀分布，则包含因子 $k=\sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_1=5.8\times 10^{-4}$ 。

C.3.3.2 交直流电阻箱分辨力引入的不确定度分量

使用交直流电阻箱分辨力为 $0.1\ \Omega$ 。按均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_2 = 4.8 \times 10^{-5}$ 。

C.3.3.3 标准电压表的 6dB 非线性引入的不确定度分量

在 1/2 以上量程处，标准电压表的 6dB 非线性误差，一般小于其最大允许误差。6dB 非线性误差按最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，均匀分布，则包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。计算可得引入的相对标准不确定度 $u_3 = 1.7 \times 10^{-3}$ 。

C.3.3.4 测量重复性引入的不确定度分量

AG15C 低失真信号发生器 10kHz 输出信号频率测量结果见表 C.1

测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
结果	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Ω	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

经计算，重复性引入的相对标准不确定度 $u_4 = 7.8 \times 10^{-5}$ 。

C.3.4 合成标准不确定度

以上不确定度分量彼此不相关，则相对合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 1.8 \times 10^{-3}$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则相对扩展不确定度为：

$$U_{rel} = k u_c = 3.6 \times 10^{-3}$$

附录 D 无源陷波滤波器谐波损耗修正值 b_n 的测量方法

E.1 测量用仪器

1) 低频信号发生器

频率范围：5Hz~110kHz

输出电压： $\geq 3\text{V}$ (加载 $600\ \Omega$)

失真度： $< 1\%$

2) 标准电压表

交流电压测量范围：3mV~10V；

交流电压测量最大允许误差： $\pm 1\%$ ；

频率范围：5 Hz~550kHz。

E.2 无源陷波滤波器谐波损耗修正值 b_n 的测量方法

1) 仪器连接如图 D.1 所示。所有仪器都置于“接地”状态。

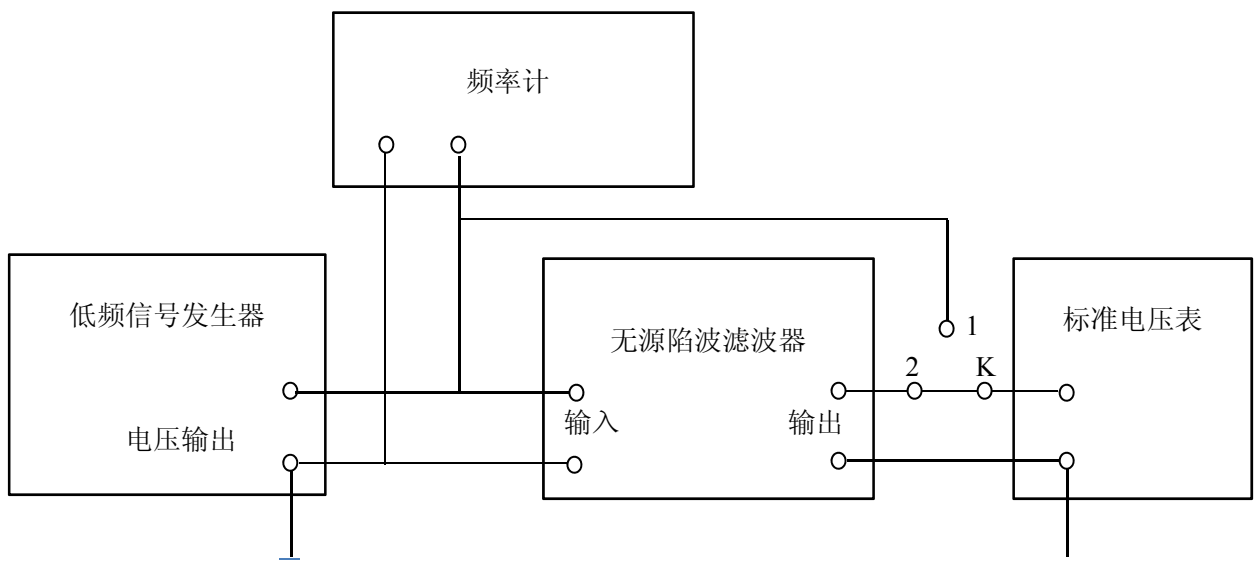


图 D.1 无源陷波滤波器谐波损耗修正值 b_n 的测量框图

2) 将开关“K”接通“2”位置，设定滤波器陷波中心频率为待测频率 f_0 ，低频信号发生器的频率也置 f_0 ，输出幅度置 3V 附近。

3) 在频率 f_0 左右微调低频信号发生器的频率，使标准电压表读数为最小，记录频率计频率值 f_0' ，记录于附录 D 表 D.1。

4) 开关“K”接通“1”位置，改变低频信号发生器输出信号频率，使得频率计读数为 $2f_0'$ 。调节低频信号发生器输出电压使标准电压表读数为 3.00V。

5) 开关“K”接通“2”位置。由标准电压表测得电压值为 V_{h2} 。记录于附录 D 表 D.1。

6) 重复步骤 4) ~5)、保持无源陷波滤波器状态不变。低频信号发生器依次输出频率 $2f_0'$ 、 $3f_0'$ 、 $4f_0'$ 、 $5f_0'$ 的 3.00V 信号电压。由标准电压表分别测得 V_{h3} 、 V_{h4} 、 V_{h5} 。记录于附录 D 表 D.1。

7) 按公式 (D.1) 计算无源陷波滤波器在标称陷波中心频率为 f_0 时的各次谐波损耗修正值 b_n 。结果记录于附录 D 表 D.1。

$$b_n(\text{dB})=20\log 3/V_{hn} \quad \text{公式 (D.1)}$$

式中

n ——取 2, 3, 4, 5.

8) 改变无源陷波滤波器的陷波中心频率 f_0 ，重复步骤 2) ~7)。分别测量在不同陷波中心频率时的 b_n 值。

表 D.1 无源陷波滤波器谐波损耗修正值

陷波中心频率 标称值 (f_0)	陷波中心频率 实测值 (f_0')	$2f_0'$		$3f_0'$		$4f_0'$		$5f_0'$	
		V_{h2} (V)	b_2 (dB)	V_{h3} (V)	b_3 (dB)	V_{h4} (V)	b_4 (dB)	V_{h5} (V)	b_5 (dB)