

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 599—89

低失真信号发生器

1989年4月7日批准

1990年2月7日实施

国家技术监督局

低失真信号发生器检定规程

Verification Regulation
of Low Distortion Oscillator



本检定规程经国家技术监督局于1989年4月7日批准，并自1990年2月7日起施行。

归口单位： 浙江省计量局

起草单位： 浙江省计量测试技术研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

李大琳 （浙江省计量测试技术研究所）

朱唯伦 （浙江省计量测试技术研究所）

目 录

一	技术要求.....	(1)
二	检定条件.....	(2)
三	检定项目和检定方法.....	(4)
四	检定结果处理及检定周期.....	(11)
附录		
附录 1	检定结果表格	(12)
附录 2	检定记录格式	(15)
附录 3	无源陷波滤波器谐波损耗修正值 b_n 的测定方法	(17)

低失真信号发生器检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的 QF-1020 型和 VP-7220 C 型等一类频率范围为 1 Hz~110 kHz 的低失真信号发生器的检定。

一 技术要求

1 频率范围：1 Hz~110 kHz。

2 频率准确度

1 Hz~110 kHz：±[2% + (0.1~0.2 Hz)]。

3 主输出谐波失真度

20 Hz~20 kHz：(0.005 6~0.000 1)%；

5 Hz~50 kHz：(0.01~0.000 32)%；

50~110 kHz：(0.03~0.001)%。

4 输出电压

4.1 额定值

主输出：6~10 $V_{r.m.s.}$ (开路)；

3~5 $V_{r.m.s.}$ (加载 600 Ω)。

正交输出：6~10 $V_{r.m.s.}$ (开路)；

3~5 $V_{r.m.s.}$ (加载 600 Ω)。

4.2 准确度

1 kHz 时，主输出：±3%；

正交输出：±10%。

5 输出电压频响 (以 1 kHz 为基准)

10 Hz~110 kHz：±(0.02~0.2) dB。

6 输出衰减器

6.1 衰减量

10 Hz~110 kHz：≤83 dB。

6.2 准确度

- 60 dB 以内: $\pm(0.3\sim 0.5)$ dB;
- 70 dB 以内: ± 0.6 dB.
- 7 主输出与正交输出之间的相位差: 90° .
- 8 输出阻抗: $600\ \Omega$.

二 检定条件

9 环境条件

- 9.1 环境温度: $20\pm 5^\circ\text{C}$.
- 9.2 相对湿度: $(65\pm 15)\%$.
- 9.3 大气压力: $86\sim 106$ kPa.
- 9.4 电源电压: $220\text{ V}\pm 2\%$, 50 ± 2 Hz.
- 9.5 周围无影响正常工作的机械振动和电磁场干扰.

10 检定设备

10.1 频率计

- 频率范围: $1\text{ Hz}\sim 550\text{ kHz}$.
- 频率测量准确度: 优于 $\pm 1\times 10^{-8}$.
- 输入阻抗: $\geq 1\text{ M}\Omega$.
- 参考型号: E 312 型数字式频率计.

10.2 低失真测量仪

- 频率范围: $5\text{ Hz}\sim 110\text{ kHz}$.
- 失真测量最低量程: $\leq 0.01\%$.
- 失真测量准确度: 优于 $\pm(6\sim 30)\%$ (满量程).
- 机内引入失真 (包括噪声、电源干扰):
- 输入电压 $\geq 1\text{ V}_{\text{r.m.s}}$ 时,
 - $20\text{ Hz}\sim 20\text{ kHz}$: $\leq 0.0028\%$;
 - $5\text{ Hz}\sim 50\text{ kHz}$: $\leq 0.005\%$;
 - $50\sim 110\text{ kHz}$: $\leq 0.015\%$.

参考型号: 经过检定达到上述指标的 MAK-6581 型或 725 B 型失真测量仪.

10.3 无源陷波滤波器

陷波频率范围：5 Hz~110 kHz。

陷波深度： ≥ 60 dB。

谐波损耗修正值：2×陷波中心频率时， ≤ 11 dB；3×陷波中心频率时， ≤ 7 dB。

输入阻抗：600 Ω 。

参考型号：TEK 公司“067-0938-00 校准设备”或自制无源双 T 陷波滤波器。

10.4 频谱分析仪

频率范围：5 Hz~550 kHz。

幅度测量范围： $+20 \sim -131$ dB(V)。

幅度线性度（相对于参考电平）：优于 ± 2.5 dB。

动态范围： > 70 dB。

输入阻抗： ≥ 1 M Ω 。

参考型号：HP-3561 A 型和 HP-3585 A 型频谱分析仪。

10.5 低频信号发生器

频率范围：5 Hz~550 kHz。

输出电压： $\geq 3 V_{r.m.s.}$ （加载 600 Ω ）。

失真度： $< 1\%$ 。

参考型号：XD-1 型低频信号发生器。

10.6 标准电压表

频率范围：5 Hz~550 kHz。

电压测量范围：1 mV~10 V。

电压测量准确度

1~10 V_r

30 Hz~20 kHz 优于 $\pm 0.06\%$ （读数）；

20~50 kHz 优于 $\pm 0.1\%$ （读数）；

10 Hz~100 kHz 优于 $\pm 0.3\%$ （读数）；

100~200 kHz 优于 $\pm 0.7\%$ （读数）；

5 Hz~550 kHz 优于 $\pm 1\%$ （读数）。

1 mV~1 V_r

10 Hz~110 kHz 优于 $\pm 1\%$ (读数)。

参考型号: 经 5200 A 型交流校准仪修正的 931 B 型真有效值差动电压表。

10.7 相位计

频率范围: 10 Hz~110 kHz。

相位测量范围: $80^\circ\sim 180^\circ$ 。

相位测量准确度: 优于 $\pm 3\%$ 。

参考型号: SG 4161 A 低频相位计。

10.8 负载电阻

规格 600 Ω , 1/2 W, 金属膜电阻。

准确度: 10 Hz~110 kHz 优于 $\pm 0.5\%$ 。

三 检定项目和检定方法

11 外观及工作正常性检查

11.1 被检仪器应无影响仪器正常工作及读数的机械损伤。旋钮转动灵活, 波段开关跳步清晰, 定位正确, 电表的机械零点应正常可调。

11.2 接通电源之后, 仪器应能正常工作。在各波段上, “频率微调”和“输出微调”均正常可调。若有输出电压表, 调节“输出微调”旋钮, 输出电压表应能被均匀地调至“校准”刻度线, 且有余量。

11.3 送检仪器应附有制造厂说明书, 附件和前次检定证书。

11.4 检定前被检仪器预热时间不少于 30 min。

12 频率准确度的检定

12.1 按图 1 连接仪器。将频率计接于被检仪器的“主输出”端。

12.2 调节被检仪器的频率波段开关和频率开关至被检频率点上, 置“频率微调”旋钮于“校准”位置, 调节输出电压使频率计正常工作。

12.3 选任一波段, 在此波段取 29 个检定点 (该 29 个检定点应

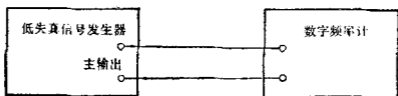


图 1

能包括三个频率开关的 28 个档位及该波段的满度值)；在其余波段选取 3~4 个检定点。

12.4 从频率计上测得被检点的实际值，记入附录 1 表 1，并按公式 (1) 计算频率相对误差。

$$\delta_f = \frac{f_0 - f_x}{f_x} \times 100\% \quad (1)$$

式中： f_0 —— 被检频率标称值；

f_x —— 被检频率实际值。

13 主输出谐波失真度的检定

13.1 方法 1

13.1.1 按图 2 连接仪器，连接电缆线 L_2 长度应小于 50 cm，所有仪器都置于“接地”工作状态。

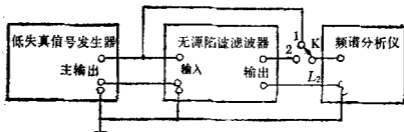


图 2

13.1.2 将开关“K”接通“1”位置，置陷波滤波器中心频率为被检频率点 f_0 。

13.1.3 置低失真信号发生器的输出信号频率为 f_0 ，输出于“校

准”状态（无输出电压表的置“输出微调”旋钮于“校准”位置；有输出电压表的调节“输出微调”旋钮，使输出电压表指示于“校准”刻度线）。置“输出衰减器”于无衰减位置。

13.1.4 将频谱仪的垂直显示置于“对数”位置；“扫频宽度”为 $5f_0$ ，“中心频率”为 $3f_0$ 。改变“垂直量程”使 f_0 谱线幅度接近于满量程处，将 f_0 谱线幅度作为相对电平测量的参考电平，按“参考电平定义”键，使 f_0 谱线幅度读数为“0.0 dB”。

13.1.5 将开关“K”接通“2”位置，微调陷波滤波器的中心频率，使得频谱仪上 f_0 谱线幅度为最小（必要时可微调低失真信号发生器频率）。

13.1.6 改变频谱仪“垂直量程”（其它工作状态不变），直到显示器显示出 $2f_0 \sim 5f_0$ 的谐波分量谱线，测得各次谐波相对于基波 f_0 的电平读数（对具有“平均”功能的频谱仪，应采用取3~5次平均值法测量），测得相对电平读数分别记为 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 ，记入附录2表1。其中，比最高幅度谐波分量低20 dB以上的谐波分量可忽略不计。

13.1.7 根据测得的 $a_2 \sim a_5$ ，按照公式(2)计算该被检频率点主输出谐波失真 d ，并将计算结果记入附录1表2。当 $d < 0.0001\%$ 时，以“ $< 0.0001\%$ ”作为检定结果。

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

式中： b_n ——无源陷波滤波器对 n 次谐波损耗的修正值（单位为dB）。

注：若无源陷波滤波器对 n 次谐波损耗的修正值未知，可按照附录3“ b_n 测定方法”测定。

13.1.8 主输出谐波失真度的被检频率点按照附录2表1。

13.2 方法2

13.2.1 按图3连接仪器，两仪器的“接地，浮地”开关都置于接地位置。

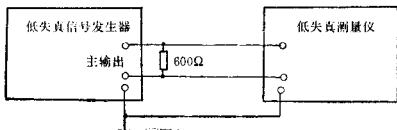


图 3

13.2.2 按照步骤 13.1.3 操作, 使得低失真信号发生器在被检频率点输出额定电压值。

13.2.3 选择低失真测量仪电压量程, 使得电压表指示值在 2/3 量程以上区间 (必要时, 可改变低失真信号发生器的细调衰减)。

13.2.4 用低失真测量仪测量信号的谐波失真度。在测量中按照低失真测量仪使用说明合理使用“高通”, “低通”滤波器。使用具有谐波“分析方式”的低失真测量仪时, 应采用“分析方式”来测量。测得谐波失真读数为 d_r 。

13.2.5 将 d_r 与低失真测量仪在该频率点的机内引入失真 k_1 比较, 当 $d_r \geq 2k_1$ 时, 以“ d_r ”作为检定结果; 当 $d_r < 2k_1$ 时, 以“ $< d_r$ ”作为检定结果, 记入附录 1 表 2。

13.2.6 主输出谐波失真度的被检频率点按照附录 1 表 2, 或者根据送检单位要求适当增、删。

14 1 kHz 输出电压的检定

按图 4 连接仪器, 将标准电压表接于仪器“主输出”端。

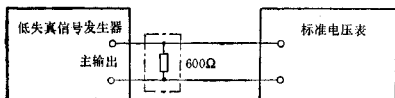


图 4

14.1 将被检测仪器的频率置 1 kHz，置输出于“校准”状态，“输出衰减器”于无衰减位置。

14.2 从标准电压表上分别测得低失真信号发生器在开路 and 加载 600 Ω 时输出电压的实际值 U_{x1} 、 U'_{x1} 记入附录 1 表 3。

14.3 按图 5 连接仪器，将标准电压表接于被检测仪器的“正交输出”端。

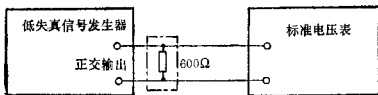


图 5

14.4 频率置 1 kHz，置输出于“校准”状态，将被检仪器正交输出的“输出幅度”旋钮按顺时针方向旋到底。

14.5 从标准电压表上分别测得低失真信号发生器正交输出在开路 and 加载 600 Ω 时输出电压的实际值 U_{x2} 、 U'_{x2} 记入附录 1 表 3。

14.6 1 kHz 输出电压误差 γ_v 按公式 (3) 计算，其结果应符合技术指标要求。

$$\gamma_v = \frac{U_0 - U_x}{U_x} \times 100\% \quad (3)$$

式中： U_0 ——低失真信号发生器 1 kHz 时输出电压标称值；
 U_x ——低失真信号发生器 1 kHz 时输出电压实际值。

15 输出电压频响的检定

15.1 主输出电压频响的检定

15.1.1 按图 4 连接仪器（加载 600 Ω）。

15.1.2 重复步骤 14.1，从标准电压表上测得 1 kHz 时的电压值 U_{r01} ，只改变频率点，使输出始终保持在“校准”状态。从标准电压表上测得相对应的电压值 U_{r1} ，记入附录 1 表 4。

15.1.3 频率点选择 10 Hz、20 Hz(30 Hz)、100 Hz、20 kHz、50kHz、99.9 kHz(109.9kHz) 或根据被检仪器技术说明书给出的频响指标设定。

15.2 正交输出电压频响的检定

15.2.1 按图 5 连接仪器 (加载 600 Ω)。

15.2.2 重复步骤 14.6 从标准电压表上测得 1 kHz 时的电压值 $U_{f_0.2}$ 。只改变频率点, 使输出始终保持在“校准”状态。从标准电压表上测得相对应的电压值 U_{f_2} , 记入附录 1 表 5。

15.2.3 重复步骤 15.1.3。

15.3 按公式 (4) 分别计算低失真信号发生器主输出和正交输出的频响误差, 其结果应附合技术指标要求。

$$A_v = 20 \log \frac{U_{f_0}}{U_f} \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

式中: U_{f_0} ——1 kHz 时电压实际值;

U_f ——在其他频率点测得相对应电压实际值。

16 输出衰减器误差的检定

16.1 按图 4 连接仪器 (加载 600 Ω)。

16.2 细调衰减器的检定

16.2.1 将被检仪器“输出衰减器”置于无衰减位置。频率置 1 kHz, 调节“输出微调”旋钮, 使标准电压表指示某一适当电压值 U_0 。

16.2.2 逐级增加细调衰减器衰减量。从标准电压表上依次测得相对应的电压值 U_x 记入附录 2 表 2。

16.3 粗调衰减器的检定

16.3.1 重复 16.2.1。

16.3.2 逐级增加粗调衰减器衰减量。从标准电压表上依次测得相对应的电压值 U_x 记入附录 2 表 2。

16.4 按公式 (5)、(6), 分别计算低失真信号发生器粗、细调衰减器的衰减实际值及衰减误差, 将结果记入附录 1 表 6。

衰减实际值为:

$$A_v = 20 \log \frac{U_x}{U_0} \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

衰减误差为:

$$\delta_A = A_0 - A_v \quad (6)$$

式中: U_0 ——衰减器输入电压;
 U_x ——衰减器输出电压;
 A_0 ——被检仪器衰减标称值;
 A_v ——被检仪器衰减实际值。

16.5 分别在频率 10 Hz、20 kHz、99.9 kHz (109.9 kHz) 上重复步骤 16.2、16.3、16.4。

17 主输出与正交输出间相位差的检查 (此项根据用户需要进行)

17.1 按图 6 连接仪器, 将被检仪器的“主输出”端与“正交输出”端分别接于相位计的两个输入端。

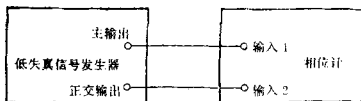


图 6

17.2 将被检仪器的频率置 1 kHz。调节主输出与正交输出电压, 使相位计正常工作。从相位计上测得主输出与正交输出间相位差的实际值 ϕ_x , 记入附录 1 表 7。

17.3 分别在频率 10 Hz、99.9 kHz (109.9 kHz) 上重复步骤 17.2。

四 检定结果处理及检定周期

18 经检定合格的低失真信号发生器，发给检定证书；检定不合格者，发给检定结果通知书，指出不合格项目。

19 检定周期一般不得超过一年，必要时可提前送检。

附 录

附 录

检 定 结 果 表 格

频 率 准 确 度 的 检 定 结 果

表 1

波段	标称值 (Hz)	实际值 (Hz)	误差 (%)	波段	标称值 (kHz)	实际值 (kHz)	误差 (%)

主输出谐波失真度的检定结果

表 2

频 率	失 真 度	频 率	失 真 度
5 Hz		10 kHz	
10 Hz		20 kHz	
20 Hz		50 kHz	
100 Hz		100 kHz	
1 kHz			

1 kHz 输出电压的检定结果

表 3

标 称 值	主输出开路 V	主输出加载 600 Ω V	正交输出开路 V	正交输出加载 600 Ω V
实际值 (V)				
误差 (%)				

主输出频响的检定结果

表 4

频 率							
实际值 (V)							
误差 (dB)							

正交输出频响的检定结果

表 5

频 率							
实际值 (V)							
误差 (dB)							

“输出衰减器”的检定结果

表 6

标称值 (dB)	实际值 与误差	10 Hz		1 kHz		20 kHz		109.9 kHz	
		实际值 (dB)	误差 (dB)	实际值 (dB)	误差 (dB)	实际值 (dB)	误差 (dB)	实际值 (dB)	误差 (dB)
细 衰 减 器	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
粗 衰 减 器	10								
	20								
	30								
	40								
	50								
	60								
	70								

主输出与正交输出间相位差的检查结果

表 7

标称值	实际值	频率	10 Hz	1 kHz	109.9 kHz
90°					

附录 2

检 定 记 录 格 式

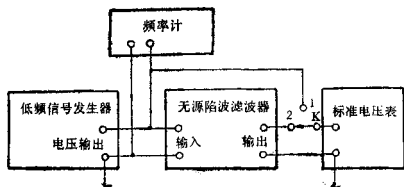
主输出谐波失真度的检定记录

表 1

频 率 f_0 (Hz)	$2f_0$ 电平 读数 a_2 (dB)	$3f_0$ 电平 读数 a_3 (dB)	$4f_0$ 电平 读数 a_4 (dB)	$5f_0$ 电平 读数 a_5 (dB)	谐波失 真度 d (%)
5					
10					
20					
100					
1 k					
10 k					
20 k					
50 k					
100 k					

附录 3

无源陷波滤波器谐波损耗

修正值 b_n 的测定方法

- 1 按上图连接仪器。
- 2 开关“K”接通“2”位置。置滤波器陷波中心频率为待测频率 f_0 。置低频信号发生器频率也为 f_0 。输出约 3 V 电压。
- 3 在频率 f_0 左右微调低频信号发生器频率使标准电压表读数为最小。此时频率计读数为 f'_0 。记入附录 3 记录表中。
- 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 3.00 V。
- 5 开关“K”接通“2”位置。由标准电压表测得电压值为 V_{h2} 。记入附录 3 记录表中。
- 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 $3f'_0$ 、 $4f'_0$ 、 $5f'_0$ 的 3.00 V 信号电压。由标准电压表分别测得 V_{h3} 、 V_{h4} 、 V_{h5} 。记入附录 3 记录表中。
- 7 按照下列公式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 。结果记入附录 3 记录表中。

$$b_n(\text{dB}) = 20 \log \frac{3}{V_{h_n}}$$

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 2~7 步骤。分别测定在不同陷波中心频率时的 b_n 值。

