



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 607—2003

声频信号发生器

Audio - frequency Signal Generator

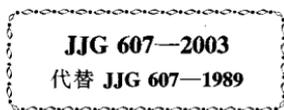
2003 - 09 - 23 发布

2004 - 03 - 23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

声频信号发生器检定规程

Verification Regulation of
Audio - frequency Signal Generator



本检定规程经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 09 月 23 日批准，
· 并自 2004 年 03 月 23 日起施行。

归口单位： 全国声学计量技术委员会
主要起草单位： 湖北省计量测试技术研究院
参加起草单位： 广州市计量测试所

本规程委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

姚秋平 （湖北省计量测试技术研究院）

时根火 （湖北省计量测试技术研究院）

参加起草人：

许 颖 （湖北省计量测试技术研究院）

张国庆 （广州市计量测试所）

孙 涛 （湖北省计量测试技术研究院）

罗亚清 （湖北省计量测试技术研究院）

陶丽君 （湖北省计量测试技术研究院）

李前进 （湖北省计量测试技术研究院）

姚永年 （湖北省计量测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 电压输出幅频特性	(1)
5.2 频率示值误差	(2)
5.3 频率稳定度	(2)
5.4 电压输出幅值稳定度	(2)
5.5 电压表示值误差	(2)
5.6 白噪声频谱的均匀性	(2)
5.7 粉红噪声频谱的均匀性	(2)
5.8 输出阻抗	(2)
5.9 衰减器误差	(2)
5.10 电压输出谐波失真	(2)
5.11 信噪比	(2)
5.12 最大压缩量	(2)
6 通用技术要求	(2)
6.1 外观、标志及说明书	(2)
6.2 标记	(2)
7 计量器具控制	(2)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(3)
7.3 检定方法	(4)
7.4 检定结果的处理	(8)
7.5 检定周期	(8)
附录 A 不确定度分析实例	(9)
附录 B 检定证书及检定结果通知书内页格式	(11)

声频信号发生器检定规程

1 范围

本规程适用于声频信号发生器的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

GB/T 3240—1982 《声学测量中的常用频率》

GB/T 3241—1998 《倍频程和分数倍频程滤波器》

GB/T 3947—1996 《声学名词术语》

JJF 1001—1998 《通用计量术语及定义》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

JJG 449—2001 《倍频程和 1/3 倍频程滤波器》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 白噪声

用固定频带宽度测量时，频谱连续并且均匀的噪声。白噪声的功率谱密度不随频率改变。

注：白噪声不一定是无规噪声。

3.2 粉红噪声

用正比于频率的频带宽度测量时，频谱连续并且均匀的噪声。粉红噪声的功率谱密度与频率成反比。

3.3 输出阻抗

声频信号发生器源电动势（有时也称开路电压）除以短路电流，它们均以有效值表示。

注：输出阻抗以欧姆（ Ω ）表示。

4 概述

声频信号发生器是一种正弦信号源，其频率一般在 10Hz ~ 20kHz 范围内，可连续扫频，它广泛应用于声学计量、声频测量、建筑声学、噪声控制学等领域。它主要由振荡混频、压缩和输出放大等部分组成，有些声频信号发生器还包括白噪声和粉红噪声信号发生器。

5 计量性能要求

5.1 电压输出幅频特性：在频率范围 10Hz ~ 20kHz 内优于 $\pm 0.2\text{dB}$ （参考频率为

1000Hz)。

- 5.2 频率示值误差： $\pm 0.25\%$ 。
- 5.3 频率稳定度：1000Hz 频率点上 1h 漂移不大于 6Hz。
- 5.4 电压输出幅值稳定度：1h 内优于出厂说明书指标。
- 5.5 电压表示值误差：优于 $\pm 2.5\%$ 。
- 5.6 白噪声频谱的均匀性：在规定的频段内不超过 2.0dB。
- 5.7 粉红噪声频谱的均匀性：在规定的频段内不超过 3.0dB。
- 5.8 输出阻抗
 - 5.8.1 电压输出阻抗：不超过标称值的 $\pm 1\%$ 。
 - 5.8.2 功率输出阻抗：不超过标称值。
- 5.9 衰减器误差：每 10dB 挡优于 $\pm 0.1\text{dB}$ ，全量程优于 $\pm 0.2\text{dB}$ 。
- 5.10 电压输出谐波失真：不大于 0.1%。
- 5.11 信噪比：不小于 65dB。
- 5.12 最大压缩量：不小于 60dB（输入压缩电压不大于 1V）。

6 通用技术要求

6.1 外观、标志及说明书

6.1.1 声频信号发生器应具有以下清晰而耐久的标志：

- a) 制造厂的厂名；
- b) 产品的型号和序列号；
- c) 电压输出的输出阻抗；
- d) 功率输出的输出阻抗的上限值；
- e) 国产的声频信号发生器应有  标志及编号。

6.1.2 声频信号发生器应无影响仪器正常工作及读数的机械损伤、旋钮失灵、衰减器错位和接触不良等现象。

6.1.3 每台声频信号发生器应附带使用说明书

说明书中应包括下列资料：

- a) 各功能的描述及全部操作说明；
- b) 仪器正常工作的电源及环境条件；
- c) 预热时间；
- d) 主要技术指标。

6.2 标记

6.2.1 声频信号发生器中非操作者使用的部件应采用密封或标记的方法加以保护。

6.2.2 声频信号发生器应留有标注检定标记的适当位置。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定以及使用中的检验。声频信号发生器规定的允差为首次检定和后续检定的最大允许误差，使用中检验的最大允许误差为检定的最大

允许误差的 1.25 倍。

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

检定时应满足以下环境条件：

- a) 温度：(23 ± 5)℃；
- b) 相对湿度：(60 ± 30)%。

7.1.2 检定用设备

7.1.2.1 数字频率计：在检定的频率范围 20kHz 内，最大允许误差优于 ±0.01%。

7.1.2.2 失真度测量仪：在检定频率范围内，最大允许误差 ±10%（满刻度）。

7.1.2.3 数字电压表：测量范围 10mV ~ 100V，最大允许误差 ±0.5%，在检定频率范围内，频率响应优于 ±0.05dB，输入阻抗大于 1MΩ。

7.1.2.4 测量放大器：频率范围 10Hz ~ 20kHz，主要指示器 30dB 内，每 10dB 线性误差不得超过 ±0.02dB，幅值稳定度 ±0.02dB，输入阻抗大于 1MΩ。

7.1.2.5 正弦信号发生器：频率 1000Hz，输出电压 1V（有效值）。

7.1.2.6 交直流电阻箱：0.1Ω ~ 100kΩ，最大允许误差不超过 ±0.1%。

7.1.2.7 负载电阻：

阻值：8Ω，50Ω，75Ω，100Ω，600Ω；

最大允许误差不超过：±5%；

功率：2W。

7.1.2.8 标准电阻：

阻值：8Ω 标称值；

最大允许误差不超过：±0.1%；

功率：2W。

7.1.2.9 1/3 倍频程滤波器：在标称中心频率为 20Hz ~ 20kHz 的频率范围内，应满足 GB/T 3241—1998 中 1 级滤波器的要求。

7.2 检定项目

检定项目见表 1。

表 1 声频信号发生器的首次检定、后续检定和使用中检验项目一览表

项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	+
使用说明书	+	-	-
电压输出幅频特性	+	+	-
频率示值误差	+	+	+
频率稳定度	+	+	+
电压输出幅值稳定度	+	+	+
电压表示值误差	+	+	+

表 1 (续)

项目	首次检定	后续检定	使用中检验
白噪声频谱	+	+	-
粉红噪声频谱	+	+	-
输出阻抗	+	+	-
衰减器误差	+	+	-
电压输出谐波失真	+	+	-
信噪比	+	+	-
最大压缩量	+	-	-

注：“+”为应检项目，“-”为可不检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

7.3.1.1 声频信号发生器应有生产厂商标、型号、名称、出厂编号、CCC标志及编号；

7.3.1.2 声频信号发生器应满足 6.1.2 的要求，否则应先进行修理后再检。

7.3.2 电压输出幅频特性的检定

7.3.2.1 检定装置方框图如图 1 所示，按出厂规定的时间进行预热。



图 1 电压输出幅频特性检定方框图

7.3.2.2 被检仪器置于电压输出，调节输出电压旋钮，使 1000Hz 的输出电压值为 1V (有效值)，由数字电压表读出，在 10Hz ~ 20kHz 范围调节声频信号发生器频率，然后记下与 1000Hz 输出电压偏差最大点的电压值。按式 (1) 计算不均匀度：

$$\Delta L = 20 \lg \frac{V_x}{V_0} \quad (1)$$

式中： V_0 ——1000Hz 电压值，V；

V_x ——与 1000Hz 输出电压偏差最大点的电压值，V。

检定结果应满足 5.1 条要求。

7.3.3 频率示值误差的检定

7.3.3.1 检定装置方框图如图 2 所示。

7.3.3.2 对于具有“频率校准”功能的声频信号发生器先进行“频率校准”，输出幅值应调至满足频率计输入幅值的要求，分别测出 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000Hz 等各点的频率值，其示值误差应满足 5.2 条要求。



图2 频率示值误差检定方框图

7.3.4 频率稳定度的检定

检定装置方框图如图2所示，将被检声频信号发生器的频率调至1000Hz，输出幅值调至满足频率计输入幅值的要求，每隔10min从频率计上读得一个频率值，共测1h，依次读得 f_1, f_2, \dots 共7个频率值，将其中的最大值减去最小值，即为该点的漂移量，其结果应满足5.3条的要求。

7.3.5 电压输出幅值稳定度的检定

检定装置方框图如图1所示，将被检声频信号发生器置于电压输出，频率调至1000Hz，输出电压调至1V（有效值），在1h范围内，用数字电压表测量幅值的稳定性，记录下绝对值最大的偏移量。幅值稳定度应满足5.4条要求。

7.3.6 电压表示值误差的检定

检定装置方框图如图3所示。被检仪器置于1V挡电压输出，频率置于1000Hz，调节输出电压旋钮，使被检仪器的电压指针分别位于3, 7, 10各点，由数字电压表读出相应的值，其误差应满足第5.5条要求。

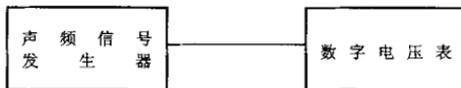


图3 电压表示值误差检定方框图

7.3.7 白噪声、粉红噪声频谱均匀性的检定

7.3.7.1 检定装置方框图如图4所示，声频信号发生器接上相应负载，测量放大器频率计权置“线性”，平均时间大于“20s”，被检声频信号发生器置于衰减输出，功能挡置白噪声或粉红噪声，输出信号调至1V（有效值）。测量中心频率在20Hz~20kHz范围内，用测量放大器和1/3倍频程带通滤波器在标称1/3倍频程间隔频率点上测量输出噪声的频谱。

7.3.7.2 白噪声均匀性计算：将测量数据画于一对数坐标纸上，X轴为频率，Y轴为频带声压级，以0.1dB步进移动一个Y方向宽度为2dB、斜率为每倍频程3dB上升的区域，尽可能地使各测量点的值落于该区域内，如果各点均能落于该区域（包括等于临界值），则视为满足5.6条要求。

7.3.7.3 粉红噪声均匀性计算：方法与7.2.7.2条相同，只是移动的区域变为Y方向宽度为3dB、水平方向平行于X轴。其结果应满足5.7条要求。

7.3.8 输出阻抗的检定

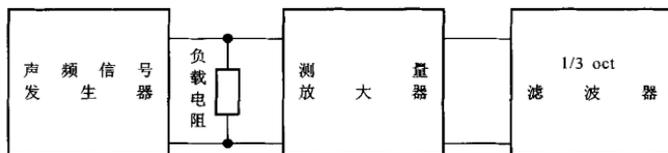


图4 白噪声、粉红噪声频谱均匀性检定方框图

7.3.8.1 检定装置方框图如图5所示。声频信号发生器置于电压输出，频率调至1000Hz，幅值调至1V（有效值），采用并联电阻法，先测量声频信号发生器开路输出电压，用测量放大器直接测量，然后并上交直流电阻箱，阻值由大到小，调至测量放大器测量值较开路值下降6dB，此时电阻箱的阻值即为被检输出阻抗。

声频信号发生器衰减输出阻抗与其标称值的误差应满足5.8.1条要求。

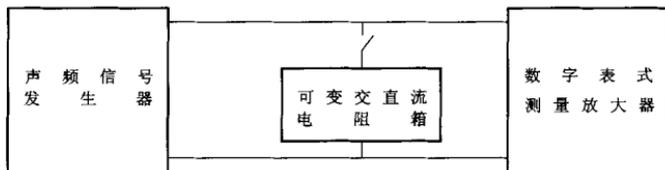


图5 衰减输出阻抗检定方框图

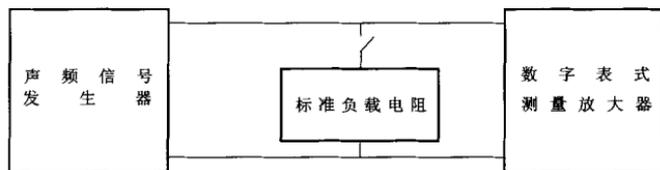


图6 功率输出阻抗检定方框图

7.3.8.2 功率输出阻抗检定采用并联电阻法（如图6），声频信号发生器置于功率输出，频率置1000Hz，电压置1V，先测量开路电压 V_0 ，然后接上标准电阻 R 为负载，并测量并联上精密电阻 R 上的电压 V_R ，输出阻抗按式（2）计算：

$$R_0 = \frac{V_0 - V_R}{V_R} R \quad (2)$$

式中： R_0 ——功率输出阻抗， Ω ；

V_0 ——开路电压值，V；

V_R ——负载 R 上电压值, V;

R ——标准负载电阻 (精确到 0.01Ω), R 取 8Ω 。

声频信号发生器功率输出阻抗应满足 5.8.2 条要求。

7.3.9 衰减器误差的检定

7.3.9.1 10mV ~ 10V 挡检定装置方框图如图 7 所示。被检仪器置于衰减输出, 输出调至最大, 频率置于 1000Hz, 分别读出衰减器依次衰减 10dB 前后数字电压表的数值 V_1 和 V_2 。根据式 (3) 计算实际衰减量:

$$\Delta V = 20 \lg \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

式中: V_1 ——衰减前的电压值, V;

V_2 ——衰减后的电压值, V;

ΔV ——衰减量, dB。



图 7 10mV ~ 10V 挡衰减器误差检定方框图

7.3.9.2 10mV 以下挡检定装置方框图如图 8 所示, 声频信号发生器置 10mV 挡, 频率置于 1000Hz, 输出电压置满刻度, 测量放大器置 A 频率计权、“慢”时间计权, 调节测量放大器至满刻度, 然后, 从测量放大器交(直)流输出上用数字电压表检定声频信号发生器衰减器, 其检定方法、计算方法同 7.3.9.1。

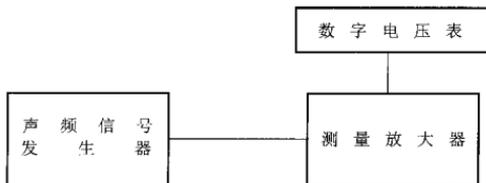


图 8 10mV 以下挡衰减器误差检定方框图

声频信号发生器衰减器误差应满足 5.9 条要求。

7.3.10 电压输出谐波失真的检定

7.3.10.1 检定装置方框图如图 9 所示。

7.3.10.2 将被检仪器置于衰减输出, 使输出电压为最大, 测量 10, 20, 200, 1000, 2000, 20000Hz 的谐波失真, 结果应满足 5.10 条要求。

7.3.11 信噪比的检定



图9 衰减输出谐波失真检定方框图

检定装置方框图如图 10 所示。将声频信号发生器置于衰减输出，频率置 1000Hz，调节输出电压，使输出电压最大，从测量放大器上读出电压的分贝数，然后，按下“停振”按钮（即声频信号发生器无信号输出），记下测量放大器上电压分贝数，两者之差即为信噪比，其值应满足 5.11 条要求。

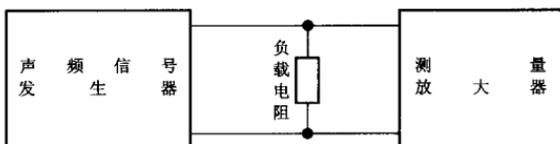


图 10 信噪比检定方框图

7.3.12 最大压缩量的检定

检定装置方框图如图 11 所示。被检仪器压缩速度和输出电压都置于最大，分别由测量放大器读出输入 1V 压缩电压信号和不输入压缩信号前后的电压分贝数，两者之差即为最大压缩量，其结果应满足 5.12 条要求。

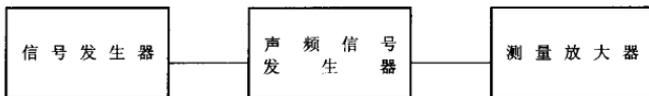


图 11 最大压缩量检定方框图

7.4 检定结果的处理

经检定合格的声频信号发生器发给检定证书；经检定有不合格的项目，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.5 检定周期

声频信号发生器的检定周期一般为 1 年。

附录 A

不确定度分析实例

声频信号发生器测量结果不确定度的评定，主要内容就是评定检定声频信号发生器电压表示值误差的不确定度。

A.1 数学模型

采用直接测量法，被检声频信号发生器电压表的示值与数字电压表测量的电压值之差即为被检声频信号发生器电压表的示值误差。数学模型如下：

$$\Delta V = V_1 - V_2$$

式中： ΔV ——被检声频信号发生器电压表示值误差，V；

V_1 ——被检声频信号发生器电压表的示值，V；

V_2 ——数字电压表的电压值，V。

A.2 方差及灵敏系数

由于 $f(V_1, V_2)$ 中的 V_1 、 V_2 互不相关，故其合成估计方差为

$$u_c^2(\Delta V) = c^2(V_1)u^2(V_1) + c^2(V_2)u^2(V_2)$$

式中灵敏度系数为

$$c(V_1) = \frac{\partial(\Delta V)}{\partial(V_1)} = 1$$

$$c(V_2) = \frac{\partial(\Delta V)}{\partial(V_2)} = -1$$

A.3 标准不确定度

不确定度与被检电压的大小有关，现以规程中规定的 1V 为例分析检定声频信号发生器电压表示值误差的不确定度。不确定度的来源有：重复测量的标准差、数字电压表示值误差引入不确定度分量，校准数字电压表引入的不确定度分量，数字电压表输入阻抗影响，被检仪器电压表分辨力影响等。

A.3.1

1) A 类标准不确定度

因被检仪器幅值稳定性及数字电压表测量时的稳定性噪声等各种因素引起的重复性测量标准差，可以通过对声频信号发生器电压表值进行 9 次测量，计算标准差得到测量数据见表 A.1。

A.1

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
测量值/mV	98 6.60	98 6.58	98 5.90	98 5.60	98 6.12	98 6.90	98 5.70	98 6.20	98 6.08

标准差： $u_1 = s_1 = 0.43\text{mV}$

2) B 类不确定度

数字电压表校准时引入的不确定度为 0.5mV , $k=2$, 则

$$u_2 = U/k = 0.5/2 = 0.25\text{mV}$$

3) 数字电压表最大示值误差为 0.59mV , $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_3 = U/k = 0.59/\sqrt{3} = 0.34\text{mV}$$

4) 数字电压表输入阻抗影响, 被测仪器输出阻抗为 600Ω , 理想测量应为开路, 而实际数字电压表输入为 $(1\text{M}\Omega \sim 10\text{M}\Omega)$, 取 $1\text{M}\Omega$ 计算影响数据误差为 0.06mV , $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_4 = U/k = 0.06/\sqrt{3} = 0.03\text{mV}$$

以上分量独立无关, 合成标准不确定度为

$$u_{c2}^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 = 0.3639$$

A.3.2 被检仪器电压表的分辨力 2mV , $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_{c1} = U/k = 2/\sqrt{3} = 1.15\text{mV}$$

A.4 合成标准不确定度

以上分量独立无关, 且数值相差不是太大, 可以直接进行合成。

$$u_c = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c2}^2} = 1.30\text{mV}$$

A.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U = ku_c = 2 \times 1.30 \approx 2.6\text{mV}$$

A.6 相对扩展不确定度

$$U_r = \frac{2.6}{1000} \times 100\% = 0.26\%$$

由 5.5 条得, $\frac{0.26\%}{2.5\%} = \frac{1}{9.6} < \frac{1}{3}$

本方法有效, 满足检定要求。

附录 B

检定证书及检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式

检 定 结 果	共 页 第 页
<p>1. 外观检查：_____</p> <p>2. 电压输出幅频特性：_____ dB</p> <p>3. 频率示值误差：_____ %</p> <p>4. 频率稳定度：_____ Hz/h</p> <p>5. 电压输出幅值稳定度：_____ dB/h</p> <p>6. 电压表示值误差：_____ %</p> <p>7. 白噪声频谱均匀性：</p> <p>8. 粉红噪声频谱均匀性：</p> <p>9. 电压输出阻抗：_____ Ω，功率输出阻抗：_____ Ω。</p> <p>10. 衰减器误差（1000Hz）：</p> <p>11. 衰减输出谐波失真：</p> <p>12. 信噪比：_____ dB</p> <p>13. 最大压缩量：_____ dB</p> <p>检定环境条件：</p> <p>温度：_____ $^{\circ}\text{C}$；相对湿度：_____ %。</p> <p>检定依据：JJG 607—2003《声频信号发生器检定规程》</p> <p>测量结果不确定度（必要时）：</p> <p>使用的标准装置名称：</p> <p>说明：</p>	

B.2 检定结果通知书内页格式

要求同上，指出不合格项目。