



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1200—2008

声频功率放大器校准规范

Calibration Specification for Audio-frequency Power Amplifiers

2008-04-16 发布

2008-07-16 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

声频功率放大器校准规范

Calibration Specification for
Audio-frequency Power Amplifiers

JJF 1200—2008

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2008 年 4 月 16 日批准，并自 2008 年 7 月 16 日起施行。

归口单位：全国声学计量技术委员会

起草单位：深圳市计量质量检测研究院

上海市计量测试技术研究院

中国计量科学研究院

本规范委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

李 翔（深圳市计量质量检测研究院）

张国庆（深圳市计量质量检测研究院）

于敬哲（深圳市计量质量检测研究院）

焦 践（深圳市计量质量检测研究院）

顾建秀（上海市计量测试技术研究院）

张美娥（中国计量科学研究院）

李 嘉（深圳市计量质量检测研究院）

李阳武（深圳市计量质量检测研究院）

段生许（深圳市计量质量检测研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 声系统	(1)
3.2 额定值	(1)
3.3 额定条件	(1)
3.4 特性的额定值	(2)
3.5 源电动势	(2)
3.6 正常工作条件	(2)
3.7 噪声〔输出〕电压	(2)
3.8 剩余噪声输出电压	(2)
3.9 串音衰减	(2)
3.10 分离度	(3)
4 计量特性	(3)
4.1 频率响应及有效频率范围	(3)
4.2 失真限制的输出电压和功率	(3)
4.3 总谐波失真	(3)
4.4 最大增益	(3)
4.5 增益控制	(3)
4.6 噪声输出电压	(3)
4.7 剩余噪声输出电压	(3)
4.8 增益差	(3)
4.9 串音衰减	(3)
4.10 分离度	(4)
5 校准条件	(4)
5.1 环境条件	(4)
5.2 测量标准及其他设备	(4)
6 校准项目和校准方法	(4)
6.1 校准项目	(4)
6.2 校准方法	(5)
7 校准结果表达	(9)
7.1 校准数据处理	(9)
7.2 校准证书	(9)
7.3 校准结果的测量不确定度	(9)
8 复校时间间隔	(9)
附录 A 校准证书的内容	(10)
附录 B 声频功率放大器校准结果不确定度的评定实例	(13)

声频功率放大器校准规范

1 范围

本规范适用于声学测量用声频功率放大器（以下简称功放）的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献

JJF 1034—2005 《声学计量名词术语及定义》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定和表示》

JJF 1157—2006 《测量放大器》

JJG 449—2001 《倍频程和 1/3 倍频程滤波器》

JJG 607—2003 《声频信号发生器》

GB 3102.7—1993 《声学的量和单位》

GB/T 9001—1988 《声频放大器测量方法》

IEC 60268-2: 1987 Sound system equipment part 2: Explanation of general terms and calculation methods (声系统设备 第 2 部分: 一般术语解释和计算方法)

IEC 60268-3: 2000 Sound system equipment part 3: Amplifiers (声系统设备 第 3 部分: 放大器)

使用本规范时, 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

本规范采用 JJF 1034—2005 中有关的名词术语和定义以及 GB 3102.7—1993 中规定的量和单位。

根据本规范需要, 参照 GB/T 9001 和 IEC 60268-2 给出以下术语及定义。

3.1 声系统 sound system

能够处理、传输声信号或电信号的设备组合, 例如换能器、放大器、记录仪等组合。

3.2 额定值 rated values

由制造商规定的值。无论“额定条件”、“特性的额定值”等不同的技术术语都是这样的含意。

3.3 额定条件 rated conditions

使用或测试某个设备时, 该设备必须在制造商规定的条件下工作, 这些条件包括电气的、机械的和气候条件。从其性质来说, 这些条件不是通过测量来确定的。

注: 在本规范中, 满足下列条件时就应认为该功放在额定条件下工作。

a) 功放接在额定电源上。

b) 源电动势与额定源阻抗串联, 再接到输入端上。

c) 输出端额定负载阻抗。

d) 不用的端子按规定连接。

e) 调整源电动势, 在适当的频率上, 使其正弦电压等于额定源电动势。没有明确的反对理由时, 该频率应该采用 GB/T 9001 附录 B (参考件) 中的规定标准参考频率为 1 kHz。反对的理由可能是标准参考频率在功放有效频率范围之外或接近其极限。

f) 如果有增益、音量控制器, 置于使输出端出现额定失真限制的输出电压的位置。

g) 如果有音调控制器, 置于规定位置以给出规定频响, 规定频响一般为平直频响。

3.4 特性的额定值 rated value of a characteristic

在 IEC 60268-3 标准中, 对很多特性给出了测量方法。对其中的每个特性都要求或允许制造商在其设备的技术说明书中规定一个值。

注:

1 根据定义, 这个规定值就是该特性的额定值。从这个意义上, 术语“额定”的应用, 并不局限于有限的一组主要特性上, 而可以用于已给出测量方法的任何特性。因额定值是由制造商规定的, 通常在定义“待给定值特性”条目时并不包括“额定”这个词; 额定值不是被(直接)测出的, 而是制造商对设备的许多样品的测量及理论允差计算进行综合而得出的。

2 例如, 在 IEC 60268-3 标准中对放大器失真限制的输出功率测量方法的描述。额定失真限制的输出功率是制造商规定的值, 这个值通常是(根据标准测量方法)对放大器若干样品的测量加上允差计算而得出的。

3.5 源电动势 source electromotive force (e. m. f.)

等效源电动势 equivalent source electromotive force (e. m. f.)

用规定频率的正弦源电动势, 产生输出信号, 其电压的有效值等于待研究的特定输出信号电压的有效值。

注: 除另有说明, 该源电动势的频率应为参考频率 1 kHz。在本规范校准项目和校准方法及以后章节中, 用信号源“输出电压 U_i ”来表示“源电动势 E_s ”。

3.6 正常工作条件 normal working conditions

将声频功率放大器置于额定条件下, 然后将源电动势降到此额定源电动势低 10 dB, 即为正常工作条件。

注: 除非有特殊反对理由(见 3.3 注 e)), 否则信号频率为 1 kHz。

3.7 噪声[输出]电压 noise [output] voltage

声系统设备工作在规定条件下, 在输入端末加需要信号时的输出电压, 规定条件包括设备的增益(或衰减)、源阻抗和负载阻抗(如果有的话)。

注: 测量输出电压时应说明采用规定的滤波器、计权特性、表头, 如有关标准中规定的宽带滤波器, 滤波器, JJG 449 规定的 1/1 倍频程或 1/3 倍频程滤波器、噪声 A 计权等。

3.8 剩余噪声输出电压 residual noise output voltage

将音量控制等增益置于最小位置时的噪声输出电压。

3.9 串音衰减 cross-talk attenuation

对于多通道声频功率放大器串音衰减 Att_{c-i} 以分贝表示为

$$Att(A/B)_{c-i} = 20 \lg[(U_A)_A / (U_B)_A] \quad (1)$$

式中: $Att(A/B)_{c-i}$ ——A 通道对 B 通道的串音衰减, dB;

$(U_A)_A$ ——A 通道的额定输出电压, V;

$(U_B)_A$ ——由于加到 A 通道的额定输入电压, 在 B 通道中所产生的输出电压, V。

反之则有, B 通道对 A 通道的串音衰减为

$$Att(B/A)_{c-1} = 20 \lg[(U_B)_B/(U_A)_B] \quad (2)$$

3.10 分离度 separation

对多通道声频功率放大器分离度 Sep 以分贝表示为

$$Sep(A/B) = 20 \lg[(U_A)_A/(U_A)_B] \quad (3)$$

式中: $Sep(A/B)$ ——A 通道对 B 通道的分离度, dB;

$(U_A)_A$ ——A 通道的额定输出电压, V;

$(U_A)_B$ ——由于加到 B 通道的额定输入电压, 在 A 通道中所产生的输出电压, V。

反之则有, B 通道对 A 通道的分离度为

$$Sep(B/A) = 20 \lg[(U_B)_B/(U_B)_A] \quad (4)$$

4 计量特性

4.1 频率响应及有效频率范围^①

有效频率范围由制造商规定, 一般应不低于 20 Hz~20 kHz。在 20 Hz~20 kHz 范围其频率响应优于 ± 0.2 dB, 在 10 Hz~100 kHz 范围应优于 ± 2.0 dB。

4.2 失真限制的输出电压和功率

额定失真限制的输出电压和功率值由制造商规定。

4.3 总谐波失真

额定总谐波失真值由制造商规定。一般不大于 0.5%。

注: 总谐波失真可以是额定的或者是正常工作条件下的, 测试时应注明。

4.4 最大增益

额定最大增益值由制造商规定。

4.5 增益控制

可以是步进的、刻度的或其他的标示。若功放有增益调节指示值, 均由制造商给出在不同频率范围的最大允许误差。

4.6 噪声输出电压

额定噪声输出电压值由制造商规定。

4.7 剩余噪声输出电压

额定剩余噪声输出电压值由制造商规定。

4.8 增益差

额定增益差值由制造商规定, 一般应优于 ± 1 dB。

4.9 串音衰减

额定串音衰减值由制造商规定, 一般应 ≥ 60 dB。

① 注: 在本规范中是指增益限制的有效频率范围而非失真限制的有效频率范围。可简称为频率范围。

4.10 分离度

额定分离度值由制造商规定，一般应 ≥ 60 dB。

注：以上技术指标仅供参考，不作合格性判定。

5 校准条件

5.1 环境条件

空气温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $(45 \sim 80)\%$ ；

气压 $(86 \sim 106)$ kPa。

5.2 测量标准及其他设备

1) 数字式交流电压表

在所用的量程和频率范围，交流电压测量误差优于 $\pm 0.5\%$ ，输入阻抗 $\geq 1\text{ M}\Omega$ 。

2) 测量放大器

应满足 JJF 1157 的相关技术要求。

3) 声频信号发生器

在使用的频率范围，电压输出幅频特性优于 ± 0.2 dB（参考频率为 1 kHz），频率示值误差优于 $\pm 0.25\%$ ，电压输出谐波失真不大于 0.1%。

4) 失真度测量仪

在使用的频率范围，最大允许误差不超过 $\pm 10\%$ （满刻度）。

5) 倍频程和 1/3 倍频程滤波器

符合 JJG 499 对 2 级倍频程和 1/3 倍频程滤波器的计量性能要求。

6) 负载阻抗

依据被校功放的额定负载阻抗选用阻抗及功率参数相对应的扬声器或其他阻抗网络。采用负载电阻时，功率应满足使用要求，阻值的最大允许误差不超过 $\pm 5\%$ 。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

声频功率放大器的校准项目见表 1。

表 1 声频功率放大器校准项目一览表

编号	校准项目名称	技术要求条款号	标准方法条款号
1	外观检查	6.2.1	6.2.1
2	频率响应及有效频率范围	4.1	6.2.2
3	失真限制的输出电压和功率	4.2	6.2.3
4	总谐波失真	4.3	6.2.4
5	最大增益	4.4	6.2.5
6	增益控制	4.5	6.2.6

表 1 (续)

编号	校准项目名称	技术要求条款号	标准方法条款号
7	噪声输出电压	4.6	6.2.7
8	剩余噪声输出电压	4.7	6.2.8
9	增益差	4.8	6.2.9
10	串音衰减	4.9	6.2.10
11	分离度	4.10	6.2.11

6.2 校准方法

6.2.1 外观检查

外观检查包括以下内容：被校功放的名称、型号、编号、制造厂、额定工作电源电压等标识清晰完整，不应有机械损伤，各功能开关、旋钮接触良好、调节正常，通电后表头或数显指示及其他功能均工作正常。

6.2.2 频率响应及有效频率范围

校准按图 1 所示及以下步骤进行。

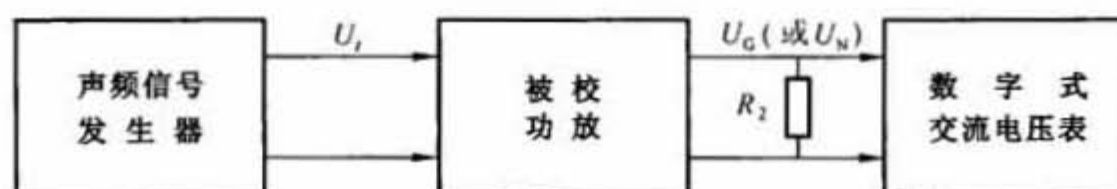


图 1 频率响应及有效频率范围校准示意图

- 将被校功放置于正常工作条件。
- 测量输入电压 U_i 及输出电压 U_G （参考频率时的参考增益为 U_G 与 U_i 之比）。
- 改变信号发生器的频率并保持输入电压不变，测量各频率点的输出电压 U'_{Gi} 。
- 按公式 (5) 计算在各个频率处的增益-频率响应（可简称为频率响应）

$$Resp_i = 20 \lg(U'_{Gi}/U_G) \quad (5)$$

式中： $Resp_i$ ——被校功放在不同频率时的输出电压与参考频率时的输出电压之比（用分贝表示），即为增益的频率响应，dB；

U'_{Gi} ——被校功放在不同频率时的输出电压，V；

U_G ——被校功放在参考频率时的输出电压，V。

e) 以上测得值列表并得出相对于 1 kHz 参考频率的频率响应特性。在制造商给出的有效频率范围内频率响应实测值均不超过对应的限值时，表明被校功放的频率响应和频率范围两项特性均符合其给出技术指标的要求。

注：

1 音频信号发生器在测试所用的频率范围，其输出电压出现明显波动或下降，并对频率响应的测试结果产生影响时，应予以修正输入端的变化量。或者采用不同频率时的增益与参考增益之比（用分贝表示）得到频响值 $Resp_i$ 。

2 在制造商给出的基本（或主要）频率范围内，其频率响应值一般应不超过 ± 0.5 dB，在正常可用的频率范围，一般应不超过 ± 2 dB。

6.2.3 失真限制的输出电压和功率

校准按图 2 所示及以下步骤进行。

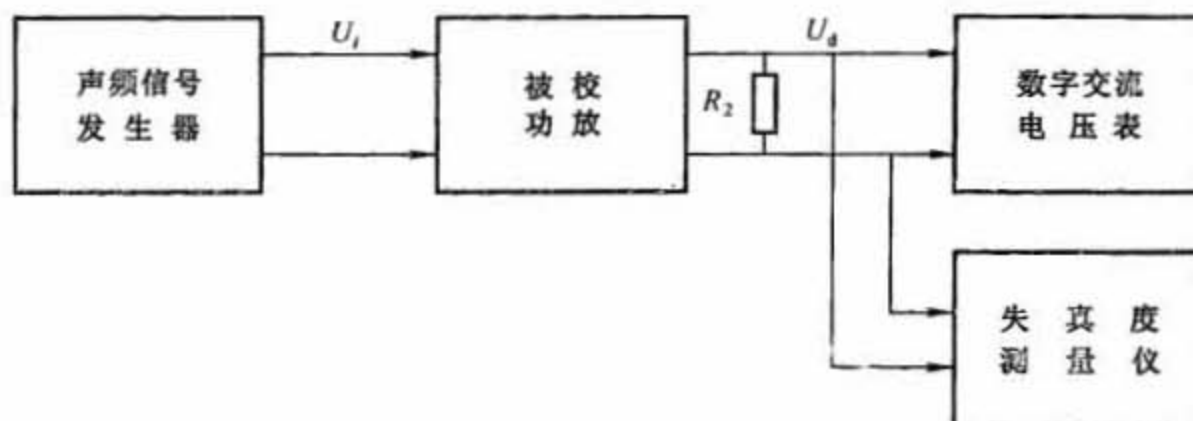


图 2 失真限制的输出电压和功率校准示意图

- 将被校功放置于额定条件，在输出端接上适当的负载电阻 R_2 。
- 在此条件下工作 60 s 以上后，测量额定输出电压和额定输出功率时的总谐波失真。
- 记录测得的总谐波失真值并与制造商给出的总谐波失真限值比较。若均在该限值以下，说明在此失真限制范围的额定输出电压和额定输出功率都是有效的并符合其技术指标的要求。

注：有时制造商只给额定输出电压或额定输出功率一个特性值，它们之间可以通过给出的额定负载阻抗互相换算得出。计算公式如下：

$$P_d = U_d^2 / R_2 \quad (6)$$

式中： P_d ——失真限制的输出功率，W；

U_d^2 ——失真限制的输出电压，V；

R_2 ——额定负载阻抗， Ω 。

6.2.4 总谐波失真

校准按图 3 所示及以下步骤进行。

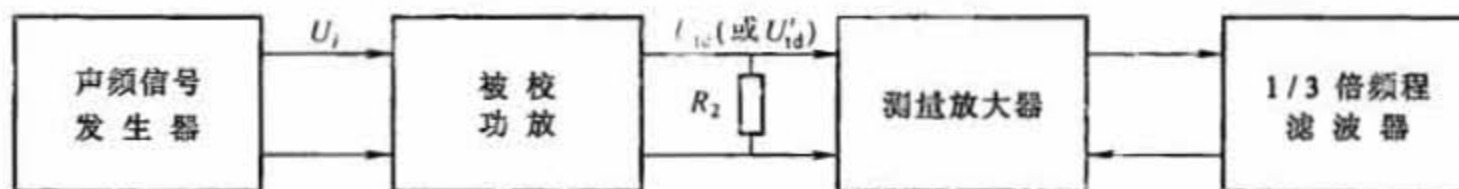


图 3 总谐波失真校准示意图

- 被校功放置于正常工作条件，测量放大器置于线性挡，测量功放输出电压 U_{id} 。
- 测量放大器置于 1/3 倍频程滤波器挡（或外接），根据谐波分量设置滤波器的中心频率，分别测量各次谐波分量的电压值。
- 将各谐波分量电压按有效值合成方法（平方和后开方）得到总谐波失真电压 U'_{id} 。
- 根据公式（7）计算正常工作条件下的总谐波失真

$$d_t = (U'_{id} / U_{id}) \times 100\% \quad (7)$$

式中： d_t ——被校功放正常工作条件下的总谐波失真，%；

U'_{id} ——被校功放正常工作条件下的总谐波失真电压，V；

U_{id} ——被校功放正常工作条件下的输出电压, V。

注: 谐波分量电压小于最大分量 10 dB 以上时, 对合成后的总谐波失真电压贡献不大, 可以忽略。在一般正常情况, 只需要考虑 2 次和 3 次谐波即可。若 3 次以上谐波分量不满足上述条件时, 则都应该加入, 不可忽略。

e) 改变输入信号频率, 重复以上步骤, 可得到其他频率的总谐波失真。测试频率至少应包括 1 kHz 参考频率、总谐波失真所要求的低端和高端频率、及其他要求的频率。测得的总谐波失真均应不超过所给出的限值要求。

若失真度仪 (或具有失真测量功能的音频分析仪、信号分析仪等) 具有直接测量总谐波失真 (THD) 的能力, 可直接在功放输出端测量总谐波失真。

6.2.5 最大增益

在声频信号发生器接到被校功放的输入端后:

a) 将被测功放置于正常工作条件下。

b) 输入信号调到最低后, 将增益 (或音量, 以下略) 控制器调到最大增益位置, 慢慢加大输入信号电压, 使输出电压恢复到正常工作条件下的输出电压值。

c) 用数字交流电压表分别测量输出端的电压 U_{GMax} 和输入端的输入电压 U_i , 计算得出以分贝为单位的最大增益, 根据公式 (8) 计算被校功放的最大增益:

$$A_M = 20 \lg(U_{GMax}/U_i) \quad (8)$$

式中: A_M ——被校功放正常工作条件下的最大增益, dB;

U_{GMax} ——被校功放正常工作条件下最大增益时的输出电压, V;

U_i ——被校功放正常工作条件下最大增益时的输入电压, V。

最大增益的测试结果应符合其技术指标的要求。

6.2.6 增益控制

在声频信号发生器接到被校功放的输入端后:

a) 将功放置于正常工作条件, 增益控制器置于参考位置 (最大或最小), 测量参考输出电压 U_o 。

b) 按增益控制器标示的值或刻度逐步调节并记录对应的输出电压 U_{Gi} 。

c) 被校增益控制用倍数表示时, 实测值按 U_{Gi}/U_o 计算并与标称值或指示值比较, 被校增益控制用分贝表示时, 实测值按 $20 \lg(U_{Gi}/U_o)$ 计算并与标称值或指示值比较, 差值为偏差值, 其结果应符合其技术指标的要求。

d) 需要在其他频率校准时, 可按上述方法和步骤重复进行。

6.2.7 噪声输出电压

参照图 3 所示被校功放置于额定条件, 声频信号发生器输出减小到零, 测量功放输出端电压 U_N , 得到宽带 (不计权) 噪声输出电压值。将倍频程或 1/3 倍频程滤波器接入以后测量输出电压 U_N (1/1 OCT) 或 U_N (1/3 OCT), 得到相应窄带滤波各频点的噪声输出电压值。

6.2.8 剩余噪声输出电压

将被校功放置于额定条件, 然后将增益置于最小位置, 按 6.2.7 条相同的方法得到剩余噪声输出电压 U_{RN} 、 U_{RN} (1/1 OCT) 或 U_{RN} (1/3 OCT)。

6.2.9 增益差

a) 按图 4 所示, 对多通道功放, 以 A 和 B 通道为例, 两通道置于正常工作条件, 输入端接入到同一个信号源输出端。

b) 若有增益控制器和音调控制器, 两通道置于相同某一位置。若有增益微调, 也应调到相同适当位置。

c) 测量两通道的输出电压 U_A 和 U_B 。

d) 计算增益差 (以分贝为单位):

$$A_d = 20 \lg(U_A/U_B) \quad (9)$$

式中: A_d ——被校功放特定增益位置 and 不同测试频率时的增益差, dB;

U_A ——被校功放特定增益位置 and 不同测试频率时 A 通道的输出电压, V;

U_B ——被校功放特定增益位置 and 不同测试频率时 B 通道的输出电压, V。

e) 改变频率, 保持输入电压不变, 重复上述过程; 在增益控制器的其他几个相应位置, 重复上述测量, 其中一个为额定条件时的位置。

f) 测量结果构成以频率变量为横坐标, 以增益差函数为纵坐标的曲线 (或图表), 每条曲线 (或图表) 都要注明控制器的相应位置。

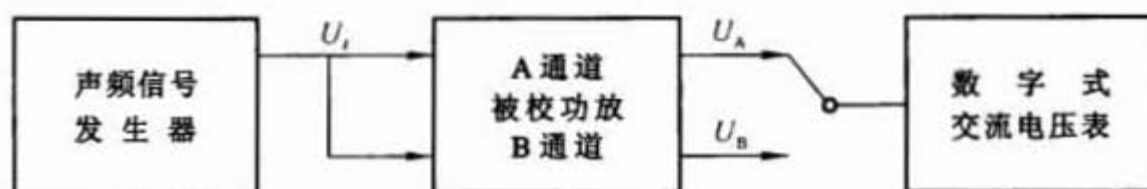


图 4 增益差校准示意图

6.2.10 串音衰减

对多通道功放, 以 A 和 B 通道为例, A、B 通道均置于额定条件。参照图 5 所示, 分别测量 A 通道的额定输出电压 $(U_A)_A$ 和 B 通道的输出电压 $(U_B)_B$ 。然后将 A 通道的输入电压减小到零, 测量由于加到 B 通道的额定输入电压, 在 A 通道所产生的输出电压 $(U_A)_B$; 恢复 A 通道的输入电压, 将 B 通道的输入电压减小到零, 测量由于加到 A 通道的额定输入电压, 在 B 通道所产生的输出电压 $(U_B)_A$ 。根据以上测量, 可以计算出:

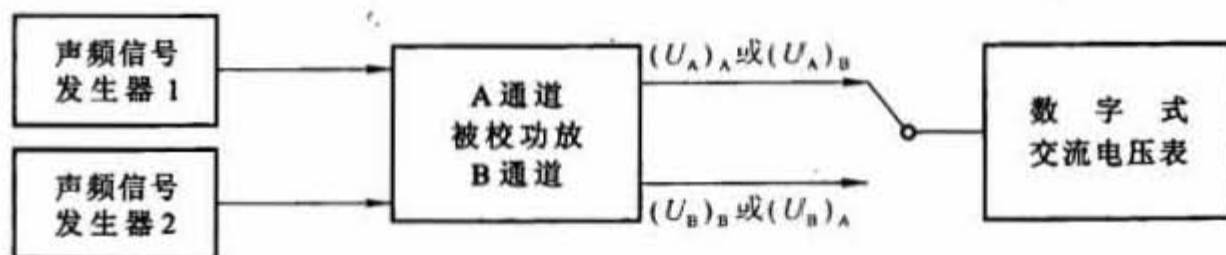


图 5 串音衰减校准示意图

A 通道对 B 通道的串音衰减为 (以分贝为单位):

$$Att(A/B)_{c-1} = 20 \lg[(U_A)_A/(U_B)_A] \quad (10)$$

式中: $Att(A/B)_{c-1}$ ——A 通道对 B 通道的串音衰减, dB;

$(U_A)_A$ ——A 通道的额定输出电压, V;

$(U_B)_A$ ——由于加到 A 通道的额定输入电压, 在 B 通道中所产生的输出电压, V。

B 通道对 A 通道的串音衰减为 (以分贝为单位):

$$Att(B/A)_{c-t} = 20 \lg[(U_B)_B / (U_A)_B] \quad (11)$$

式中: $Att(B/A)_{c-t}$ ——B 通道对 A 通道的串音衰减, dB;

$(U_B)_B$ ——B 通道的额定输出电压, V;

$(U_A)_B$ ——由于加到 B 通道的额定输入电压, 在 A 通道中所产生的输出电压, V。

6.2.11 分离度

根据 6.2.10 所测得结果, 可以计算出:

A 通道对 B 通道的分离度 (以分贝为单位):

$$Sep(A/B) = 20 \lg[(U_A)_A / (U_A)_B] \quad (12)$$

式中: $Sep(A/B)$ ——A 通道对 B 通道的分离度, dB;

$(U_A)_A$ ——A 通道的额定输出电压, V;

$(U_A)_B$ ——由于加到 B 通道的额定输入电压, 在 A 通道中所产生的输出电压, V。

B 通道对 A 通道的分离度 (以分贝为单位):

$$Sep(B/A) = 20 \lg[(U_B)_B / (U_B)_A] \quad (13)$$

式中: $Sep(B/A)$ ——B 通道对 A 通道的分离度, dB;

$(U_B)_B$ ——B 通道的额定输出电压, V;

$(U_B)_A$ ——由于加到 A 通道的额定输入电压, 在 B 通道中所产生的输出电压, V。

7 校准结果表达

7.1 校准数据处理

所有的数据应先计算, 后修约。

7.2 校准证书

声频功率放大器经校准后发给校准证书。

校准证书应包括的信息及推荐的校准证书的内页格式见附录 A。

7.3 校准结果的测量不确定度

声频功率放大器校准结果的不确定度按 JJF 1059 的要求评定, 不确定度评定的实例见附录 B。

8 复校时间间隔

声频功率放大器的复校时间间隔建议为 1 年。然而, 复校时间间隔的长短取决于其使用情况, 如环境条件、使用频率及测量对象等, 因此, 使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间间隔。

附录 A

校准证书的内容

A.1 校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 证书的编号、页码及总页数；
- c) 校准实验室的名称和地址；
- d) 进行校准的日期；
- e) 进行校准的地点；
- f) 送校单位的名称和地址；
- g) 被校声频功率放大器明确标识；
- h) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
- i) 校准所用计量标准的名称、技术参数及有效性说明；
- j) 校准时的环境条件；
- k) 校准结果；
- l) 校准结果的测量不确定度的说明；
- m) 复校时间间隔的建议；
- n) 校准人签名、核验人签名、批准人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

A.2 推荐的声频功率放大器校准证书的内页格式见表 A.1

表 A.1 校准证书的内页格式

校 准 结 果		共 2 页 第 1 页																						
<p>1. 外观检查:</p> <p>2. 频率响应及有效频率范围:</p> <p>2.1 频率响应:</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">频率/Hz</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">频率响应/dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 000</td> <td style="text-align: center;">0.00 (参考响应)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20 000</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">在 Hz~ Hz 频率范围其频率响应为 dB~ dB</p> <p>2.2 有效频率范围:</p> <p style="margin-left: 20px;">在 Hz~ Hz 频率范围其频率响应超 (或不超) 过其限定值, 该频率范围无 (或有) 效。</p> <p>3. 失真限制的输出电压 (或输出功率):</p> <p style="margin-left: 20px;">额定输出电压 (或额定输出功率) 时的失真: %; 超 (或不超) 过其限定值, 其额定输出电压 (或输出功率) 无 (或有) 效。</p> <p>4. 总谐波失真:</p> <p>4.1 正常工作条件下的总谐波失真 d_1: % (参考频率 1 kHz, 输出电压: V)</p> <p>4.2 在正常工作条件下其他频率的总谐波失真:</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">输出电压/V</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">频率/Hz</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">总谐波失真/%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			频率/Hz	频率响应/dB	•	•	20	•	•	•	1 000	0.00 (参考响应)	•	•	20 000	•	•	•	输出电压/V	频率/Hz	总谐波失真/%			
频率/Hz	频率响应/dB																							
•	•																							
20	•																							
•	•																							
1 000	0.00 (参考响应)																							
•	•																							
20 000	•																							
•	•																							
输出电压/V	频率/Hz	总谐波失真/%																						

表 A.1 (续)

校 准 结 果

共 2 页 第 2 页

5. 在正常工作条件时的最大增益 A_M : dB

6. 增益控制偏差

频率/Hz	增益刻度或示值/ (比值或分贝)	增益实测值/ (比值或分贝)	偏差/ (比值或分贝)

7. 噪声输出电压 U_N : mV [或 $U_N(1/10\text{OCT}), U_N(1/30\text{OCT})$]8. 剩余噪声输出电压 U_{RN} : mV [或 $U_{RN}(1/10\text{OCT}), U_{RN}(1/30\text{OCT})$]9. 增益差 A_d

频率/Hz	增益/ (比值或分贝)	增益差/dB

10. 串音衰减:

A 通道对 B 通道的串音衰减 $Att(A/B)_{c-1}$: dBB 通道对 A 通道的串音衰减 $Att(B/A)_{c-1}$: dB

11. 分离度:

A 通道对 B 通道的分离度 $Sep(A/B)$: dBB 通道对 A 通道的分离度 $Sep(B/A)$: dB

校准结果测量不确定度的描述:

校准技术依据:

校准的环境条件:

空气温度: _____ °C; 相对湿度: _____ %; 气压: _____ kPa

附录 B

声频功率放大器校准结果不确定度的评定实例

B.1 引言

被校准的声频功率放大器在控制面板上惟一有刻度或指示值的特性参数是增益控制, 以下依据 JJF 1059 以正常工作条件时的增益控制为例进行的不确定度评定。

B.2 数学模型

声频功率放大器增益控制校准的误差 δ 由 B.1 给出:

$$\delta = A - A_M \quad (\text{B.1})$$

式中: δ ——校准声频功率放大器增益控制的误差, dB;

A ——增益控制刻度或示值, dB;

A_M ——增益控制实测值, dB。

B.3 方差及灵敏系数

由 (B.1) 式可知, A 和 A_M 两个分量完全独立、互不相关, 则方差为

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(A) + c_2^2 u^2(A_M) \quad (\text{B.2})$$

式中各灵敏系数分别为:

$$c_1 = \partial(\delta)/\partial(A) = 1 \quad (\text{B.3})$$

$$c_2 = \partial(\delta)/\partial(A_M) = -1 \quad (\text{B.4})$$

B.4 A 类标准不确定度的评定

B.4.1 被用于校准试验的功放增益控制为 6 dB 一个步进值, 共 5 个步进挡。将声频信号发生器接到被校功放的输入端, 功放置于正常工作条件, 增益控制器置于 0 dB (最小) 参考位置, 用 5 位半数字式交流电压表测量功放的输出电压, 以该电压为参考电压设置相对电压测量方式 (指示值为 0.000 dB)。将功放增益控制转到 6 dB 挡, 此时电压表显示的分贝值即为增益控制在 6 dB 时的实测值。重复 10 次测量, 将以上测量结果记录在表 B.1 中。

B.4.2 根据公式 B.5 计算被测增益控制的平均值

$$\bar{A}_m = \sum_{i=1}^n (A_{mi}) / n \quad (\text{B.5})$$

代入上式: $\bar{A}_m = \sum_{i=1}^{10} (A_{mi}) / 10 = 5.973 \text{ dB}$

B.4.3 计算残差值 $\nu_i = A_{mi} - \bar{A}_m$, 代入 (B.6) 式, 计算 10 次测量序列其测量结果的标准差:

$$s(A_{mi}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \nu_i^2}{n-1}} \quad (\text{B.6})$$

代入上式, 求得实验标准偏差为:

$$s = s(A_{mi})$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (A_{mi} - \bar{A}_m)^2}{10-1}}$$

$$= 0.001\ 1\ \text{dB}$$

表 B.1 功放增益控制为 6 dB 的一组实测值

序号	增益/dB	序号	增益/dB
1	5.974	6	5.973
2	5.973	7	5.972
3	5.972	8	5.974
4	5.972	9	5.972
5	5.975	10	5.973
平均值/dB: 5.973			
标准偏差/dB: 0.001 1			

取 $u_1 = s = 0.001\ 1\ \text{dB}$

B.5 B类标准不确定度评定

B.5.1 增益控制实测值的误差来源主要有以下因素:

1. 数字式交流电压表对交流电压的测量误差;
2. 功放输出电压的短期变化所引起增益的短期漂移;
3. 环境温度变化引起功放输出的变化。

B.5.2

1) 用 5 位半数字式交流电压表对交流电压的测量误差不超过 $\pm 0.5\%$, 换算为分贝时不超过 $\pm 0.043\ \text{dB}$, 以均匀分布考虑时, 取 $k = \sqrt{3}$, 则 $u_2 = 0.043/\sqrt{3} \approx 0.024\ (\text{dB})$

2) 在对增益控制的校准过程中, 功放输出电压的短期变化所引起增益的短期漂移不超过 $\pm 0.005\ \text{dB}$, 以均匀分布考虑时, 取 $k = \sqrt{3}$, 则 $u_3 = 0.005/\sqrt{3} \approx 0.002\ 9\ (\text{dB})$

3) 环境温度变化引起功放输出电压的变化, 经试验在 $\pm 5\ ^\circ\text{C}$ 范围内变化时不超过 $\pm 0.01\ \text{dB}$, 以均匀分布考虑时, 取 $k = \sqrt{3}$, 则 $u_4 = 0.01/\sqrt{3} \approx 0.005\ 8\ (\text{dB})$

B.5.3 测量不确定度来源及分量汇总 (见表 B.2)

表 B.2 测量不确定度来源及分量汇总表

序号	来源	分量	数值/dB
1	A类不确定度	$u_1 = s$	0.001 1
2	数字式交流电压表对交流电压的测量误差	u_2	0.024
3	功放输出电压的短期变化所引起增益的短期漂移	u_3	0.002 9
4	环境温度变化引起功放输出的变化	u_4	0.005 8

注: 表 B.2 (测量不确定度来源及分量汇总表) 中, 第 2 项 u_2 是声频功率放大器增益控制校准不确定度最主要的分量, 应予以重视。

B.6 合成标准不确定度

以上分量相互独立无关, 根据公式 B.2, B.3, B.4 可得到:

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 \quad (\text{B.7})$$

将各分量值代入上式则合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{0.0011^2 + 0.024^2 + 0.0029^2 + 0.0058^2} \\ &\approx 0.025(\text{dB}) \end{aligned}$$

B.7 扩展测量不确定度

取包含因子 $k=2$, 则 $U = k \times u_c$

$$= 2 \times 0.025$$

$$= 0.050(\text{dB})$$

取整小数点后一位有效数值, 则

$$U = 0.05 \text{ dB}$$

注: 本不确定度评定实例所用的功放的增益控制是步进换挡方式, 其准确度和重复性性能都较高。若对连续调节式、度盘刻度标示增益的功放, 会有不同的结果。

中华人民共和国
国家计量技术规范
声频功率放大器校准规范
JJF 1200—2008
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话 (010)64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.25 字数22千字
2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷
印数1—1 500
统一书号155026—2345 定价:26.00元