



中华人民共和国国家标准

GB/T 9003—1988

调音台基本特性测量方法

**Methods of measurement for the fundamental
characteristics of mixing console**

1988-01-14 发布

1988-10-01 实施

中华人民共和国电子工业部 发布

本标准参照采用国际标准 IEC 268-3《声系统设备,第三部分:放大器》的部分条款制订。允许采用得到等效结果的其他测量方法。

本标准适用于专业用及其他用途的调音台基本特性的测量。

调音台中带有功率放大器、混响器、移频器及自动控制等电路时,对这些部分特性的测量,按有关的标准执行。调音台的安全、干扰等特性,按有关标准测量。

1 测量条件

1.1 环境条件:

- a. 温度:15~35℃;
- b. 湿度:45%~75%;
- c. 大气压力:86~106 kPa。

1.2 测量时电源电压与标准值之差不大于±2%。使用交流电源时,频率为 50 ± 1 Hz。电源波形失真应不大于5%,使用直流稳压电源时纹波电压不大于1 mV。

1.3 测量时应避免外界电磁场的干扰。

1.4 额定正常工作条件:

满足下列条件时,调音台处于额定正常工作条件。

注:下列条件中的额定值,从制造者给出的参数中取得。

1.4.1 调音台接在额定电源上。

1.4.2 额定源电动势与额定源阻抗串联后,再接到调音台输入端。

注:如果制造者没有规定额定源阻抗,则按有关规定确定。

1.4.3 调音台输出端接额定负载阻抗。

1.4.4 不用的端子按规定连接。

1.4.5 被测通道音量控制器放在额定增益位置,其余通道音量控制器放在增益最小位置。

确定额定增益的方法如下:调节信号源频率为标准参考频率1 000 Hz,使信号源输出电压等于额定源电动势,调节通道音量控制器,使调音台输出达额定正常工作电平,则该通道处于额定增益,被测通道有一个以上音量控制器时,由制造者给出各音量控制器的位置。

被测通道中有可变增益放大器时,可以在此放大器不同增益点,确定相应的几个额定增益。额定增益经调整确定后,如无特别说明,特性的测量在此情况下进行,不再调整各音量控制器。

1.4.6 被测通道中的音调控制器、均衡器、滤波器等放在能给出规定频响的位置,一般为频响平直位置。

1.5 测量用频率:

测量用标准参考频率为1 000 Hz,优选频率为GB 3240《声学测量中的常用频率》中规定的频率。

1.6 其他:

1.6.1 测量带有自动控制电路及其他特殊电路的调音台时,除了测量控制电路的自动特性外,应使控

制电路不起作用。控制电路指限幅器、压缩器、扩张器和电子音量控制电路及补偿电路等。

1.6.2 被测通道如有几个额定增益时(见 1.4.5 条),特性的测量可以在相应状态下进行。

1.6.3 在测量各通道后,可按制造者规定,将同时工作的各个通道置于额定正常工作条件下,选择有代表性的通道,测量其特性。

2 测量方法

2.1 输入特性

2.1.1 输入阻抗

2.1.1.1 特性说明

在输入端子之间测得的内阻抗。

2.1.1.2 平衡输入测量方法

a. 按图 1 连接,调音台置于额定正常工作条件下,信号源不接地(机壳),频率调到 1 000 Hz。

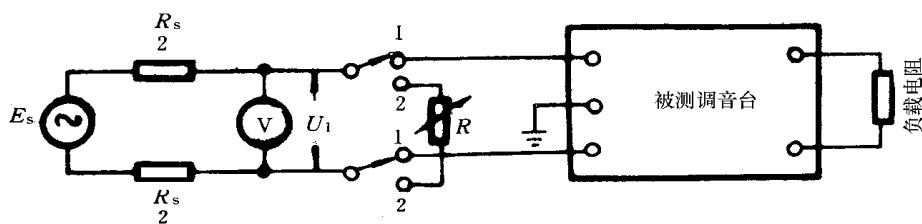


图 1 平衡输入阻抗测量方框图

b. 用平衡输入的电压表测量输入电压 U_1 ,电压表的输入阻抗应远高于调音台输入阻抗。

c. 以一个校正的可变电阻 R 代替调音台的输入,调节电阻值,使电压表上的读数为 U_1 , R 的阻值即等于 1 000 Hz 时调音台输入阻抗的模数。

d. 在优选频率上测量输入阻抗。

注:当输入处于悬浮状态,允许按不平衡方法测量。

2.1.1.3 不平衡输入测量方法

a. 按图 2 连接。

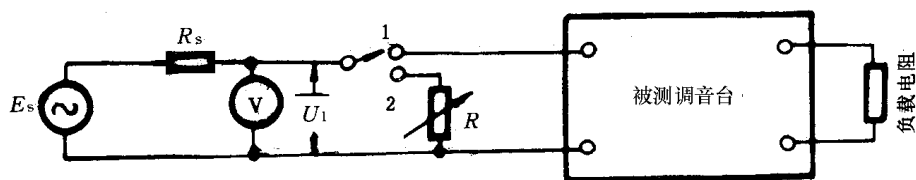


图 2 不平衡输入阻抗测量方框图

b. 测量方法同 2.1.1.2 条。

2.1.2 过载源电动势

2.1.2.1 特性说明

调音台在额定正常工作条件下,音量控制器置于适当的位置,在调音台输出端产生额定谐波失真时的最大源电动势。

2.1.2.2 测量方法

a. 调音台置于额定正常工作条件下。

b. 增加源电动势,逐次调节被测通道音量控制器,使输出恢复到额定正常工作输出电平,直到其总谐波失真达到额定值。

c. 测量源电动势 E'_s ,即为被测通道过载源电动势。

d. 在本通道其他额定增益测量过载源电动势。

注：① 根据额定源电动势 E_s 及过载源电动势 E'_s 按下式计算输入过激励能力(以分贝表示)。

$$H = 20 \log_{10} \frac{E'_s}{E_s}$$

② 被测通道有一个以上音量控制器时,可以逐一测量各个音量控制器前面电路的过激励能力。此时被测通道各获音量控制器置于额定增益,增加源电动势,逐次调节被测音量控制器的位置,恢复到额定正常工作输出电平,直到获得额定的总谐波失真,测量过载源电动势 E''_s ,其过激励能力(以分贝表示)按下式计算。

$$H = 20 \log_{10} \frac{E''_s}{E_s}$$

2.2 输出源阻抗

2.2.1 特性说明

在规定条件下,从输出端子之间测得的内阻抗。

2.2.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下,源电动势减小到零,负载电阻不接。
- b. 把一个测量用正弦信号源与电阻 R 串联后代替负载电阻,见图 3。

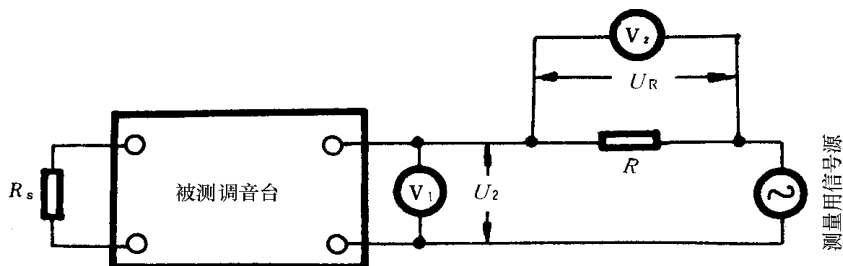


图 3 输出源阻抗测量方框图

- c. 调节测量用信号源输出,使得在调音台输出端得到额定正常工作电平。
- d. 测量输出端电压 U_2 及串接电阻 R 上的电压降 U_R 。
- e. 输出源阻抗按下式计算。

$$|Z| = \frac{U_2}{U_R} \cdot R \quad \dots\dots\dots (1)$$

- f. 测量频率 1 000 Hz。

注： R 值的选择,应接近调音台输出源阻抗,并且不使测量用信号源过载。

2.3 增益

2.3.1 最大电动势增益

2.3.1.1 特性说明

被测通道中各音量控制器均置于增益最大位置时所测得的电动势增益。

2.3.1.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 被测通道各音量控制器均置于增益最大位置,减小源电动势,恢复到额定正常工作条件下原有的输出电平。

- c. 测量输出电压 U_2 。
- d. 测量源电动势 E_s 。
- e. 最大电动势增益按下式计算。

以比值表示:

$$A = \frac{U_2}{E_s}$$

以分贝表示:

$$20\log_{10}\frac{U_2}{E_s} \dots\dots\dots (2)$$

2.3.2 音量控制器的衰减特性

2.3.2.1 特性说明

用分贝表示音量控制器的衰减与控制器机械位置的关系。这个特性可以用图表来表示。衰减特性可能是频率的函数。

2.3.2.2 测量方法

- a. 除被测音量控制器置于增益最大位置外,调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 测量输出电压 U_2 。
- c. 逐步调节音量控制器,每调节一步,记下音量控制器的位置,并测量输出电压 U_2 。
- d. 输出电压 U_2 与每一步测量得输出电压 U'_2 相比,以分贝表示:

$$N=20\log_{10}\frac{U_2}{U'_2}$$

- e. 用表格或图表示这些比值 N 与音量控制器位置的关系。
- f. 在其他优选频率上测量。

2.3.3 多通道平衡控制器的衰减特性

2.3.3.1 特性说明

用分贝表示平衡控制器的衰减特性与控制器机械位置的关系。

2.3.3.2 测量方法

a. 调音台置于额定正常工作条件下,平衡控制器先调到被测通道增益最大位置,源电动势只加到这个通道。

- b. 测量输出电压 U_2 。
- c. 逐步调节平衡控制器,每调节一步,记下平衡控制器的位置,并测量输出电压 U'_2 。
- d. 输出电压 U_2 与每一步测得输出电压 U'_2 相比,以分贝表示:

$$N=20\log_{10}\frac{U_2}{U'_2} \dots\dots\dots (3)$$

- e. 用图表示这些比值 N 与平衡控制器位置的关系。
- f. 在该控制器所控制的其它通道上,重复上述测量。
- g. 可在其他优选频率上重复测量。

注:把同一平衡控制器控制的所有特性,绘制在同一图上。

2.4 响应

2.4.1 增益-频率响应

2.4.1.1 特性说明

调音台对不同频率的增益与特定参考频率的增益的比值以分贝表示。

2.4.1.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下,信号源置于特定参考频率,一般为 1 000 Hz。
- b. 测量源电动势 E_s 及调音台输出电压 U_2 。
- c. 连续或步进改变信号源频率,保持源电动势不变,测量每一个频率的输出电压 U'_2 。
- d. 每个频率的输出电压与特定频率时输出电压的比值,以分贝表示:

$$N=20\log_{10}\frac{U'_2}{U_2} \dots\dots\dots (4)$$

e. 用图表示这些比值与频率的关系。

2.4.2 相位-频率响应

2.4.2.1 特性说明

调音台在额定正常工作条件下,输出电压与源电动势之间的相位差与频率的关系。如果有控制器,置于规定位置。

2.4.2.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 把相位差计接在信号源和调音台输出端,应注意端子的标志。
- c. 连续或步进地改变信号源频率,测量各频率处的相位差。
- d. 相位差 $\Delta\varphi$ 用弧度或度表示,或用时差 τ 表示(以微秒表示)。 τ 的值可用公式(5)、(6)计算:

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{2\pi f} \times 10^6 \quad \Delta\varphi \text{ 的单位为弧度} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{360f} \times 10^6 \quad \Delta\varphi \text{ 的单位为度} \quad \dots\dots\dots (6)$$

e. 这些值用图表示为频率的函数。

2.5 幅度非线性

2.5.1 总谐波失真

2.5.1.1 特性说明

当正弦波输入调音台时,由于调音台的幅度非线性,在输出端出现输入信号中所没有的频率,这些新的频率是输入信号频率的整倍数。

总谐波失真是信号幅度和频率的函数。

2.5.1.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 输出端接谐波失真仪,测出总谐波失真百分数。
- c. 减小信号源电动势到零,检查测量信噪比,应大于 10 dB。
- d. 加大信号源电动势,在不同的输出电压值时进行测量,直至达到额定失真的输出电压值,即为最大输出电压。
- e. 在其他优选频率上测量,至少应在频率范围的上、下限进行。

2.5.2 互调失真

2.5.2.1 特性说明

调音台输入端送入频率等于 f_1 和 f_2 的正弦信号,由于非线性引起调制,在输出端出现的互调频率。

2.5.2.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 输出端接互调失真仪,按下述要求调节 f_1 和 f_2 的频率与幅度,测出互调失真。
 f_1 和 f_2 在输入端的幅度比为 4:1。
 f_1 应选在比有效频率范围下限值高 0.5 到 1.5 倍频程之间。
 f_2 应选在比有效频率范围上限值低 0.5 到 1.5 倍频程之间。

且满足 $f_1 < \frac{1}{8} f_2$ 。

- c. 测量信噪比应大于 10 dB。
- d. 在优选频率及其他输出电压值上测量。

2.6 噪声

2.6.1 特性说明

- a. 噪声输出电压

调音台置于额定正常工作条件下,当输入源电动势等于零时,在输出端测得的宽带噪声电压和 A 计权噪声电压。

b. 信噪比

额定正常工作条件下的输出电压,与噪声输出电压相比的分贝数。

c. 等效噪声源电动势

调音台产生的噪声输出电压,相当于 1 000 Hz 的等效源电动势所产生的输出电压。

d. 剩余噪声输出电压

被测通道中的音量控制器逐个置于通道增益最小位置时,所测得的噪声输出电压。表示音量控制器后面电路产生的噪声水平。

2.6.2 测量方法

a. 调音台置于额定正常工作条件下。

b. 源电动势减小到零,如有干扰也可在调音台输入端接一个阻值等于额定源阻抗的低噪声电阻。

c. 输出端接以测量宽带噪声电压或计权噪声电压的测量设备。宽带滤波器频响特性应符合 GB 1983《声频功率放大器测量方法》中关于宽带滤波器的规定。A 计权特性应符合 GB 3785《声级计的电、声性能及测试方法》中 A 计权网络频响数据的规定。

d. 测量宽带及计权噪声输出电压 U'_{2} 。

e. 信噪比(以分贝表示)可以表示为:

$$S/N = 20 \log_{10} \frac{U_{2ref}}{U'_{2}} \dots\dots\dots (7)$$

U_{2ref} 为正常工作状态时的输出电压。

f. 按测得的噪声输出电压和 1 000 Hz 时的增益,计算等效噪声源电动势(以分贝表示)。

$$E_{in} = \frac{U'_{2}}{A} \text{ 或 } 20 \log_{10} \frac{U'_{2}}{A} \dots\dots\dots (8)$$

E_{in} 为等效噪声源电动势。

A 为 1 000 Hz 时的电动势增益。

$$A = \frac{U_{2ref}}{E_s}$$

E_s 为源电动势

g. 将被测通道中的音量控制器逐个置于调音台增益最小位置,其余音量控制器置于额定位置。测量宽带和计权剩余噪声输出电压。

2.7 平衡

2.7.1 输入平衡

2.7.1.1 特性说明

输入端的平衡可能受到输入端到参考点内阻不等的影响,也会受到共模信号有足够抑制作用的电路失效或不足的影响。这些效应的综合,可表示为共模抑制比(CMRR)。

2.7.1.2 测量方法

a. 调音台置于额定正常工作条件下。

b. 按图 4a 连接,信号源必须平衡输出。

c. 用一个高阻抗的不接地的测量设备测出输入电压 U_1 。

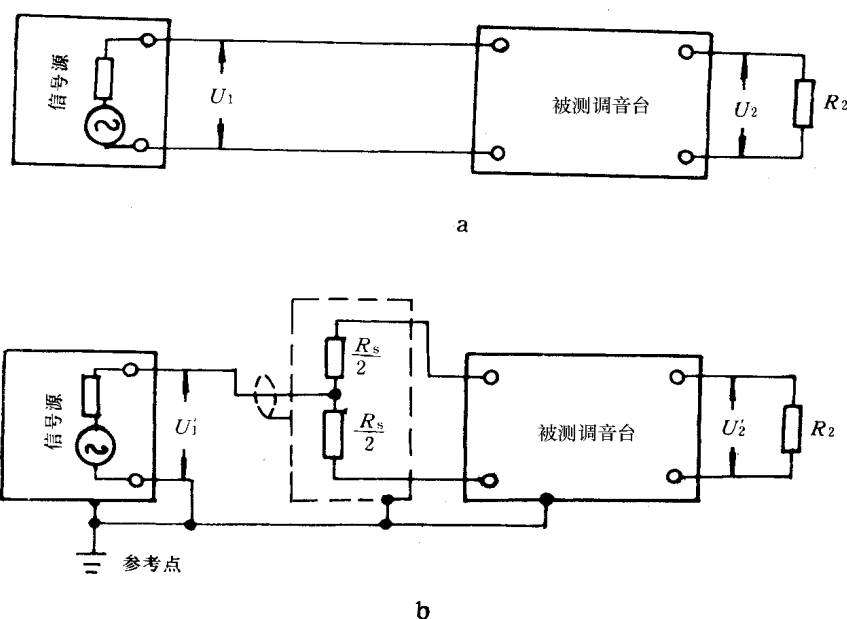


图4 输入平衡的测量方框图

- d. 测量输出电压 U_2 。
- e. 按图 4b 重新连接,增大信号源电动势,直到使 U'_2 值达到 U_2 或高到足以防止哼声或噪声所引起的误差。
- f. 测出 U'_1 和 U'_2 数值。
- g. 共模抑制比 **CMRR** (以分贝表示)按式(9)计算。

$$\text{CMRR} = 20 \log_{10} \left(\frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U'_1}{U'_2} \right) \dots\dots\dots (9)$$

- h. 图 4b 中 $R_s/2$ 两电阻的阻值差尽可能小,由于 $R_s/2$ 的误差引起的测量误差应小于 10 dB。为了保证高频端的测量精度,必须有静电屏蔽和接地装置。
可以用交换输入端的线头,重复本条 e~g,以检查测量线路是否恰当,测得的 **CMRR** 值一致性应在 1 dB 以内。信号源内阻抗 R_s 值,一般采用 600 Ω ,并与测量数据一起说明。
- i. 在有效频率范围内,按优选频率重复上述测量。
- j. 测量结果列成表格或画成曲线,**CMRR** 为纵坐标,用分贝表示在线性刻度上,频率为横坐标,用对数刻度。测量频率应标明。

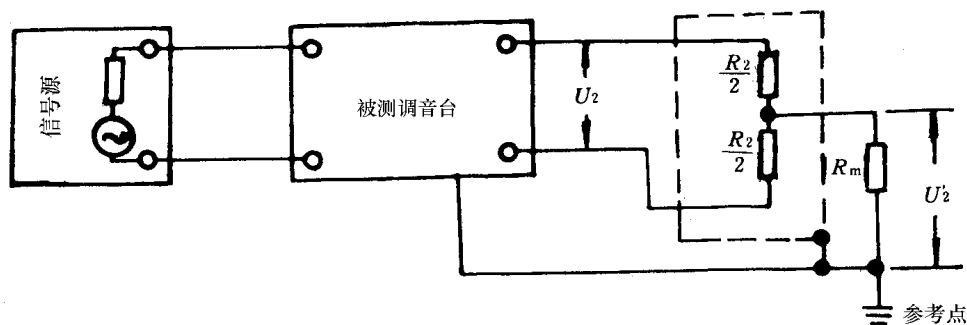
2.7.2 输出平衡

2.7.2.1 特性说明

输出的平衡程度,可以测量输出端对参考点电动势的不等。以输出电压与共模电压的比值来表示。

2.7.2.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 按图 5 连接。
- c. 用一个高阻抗的不接地的测量设备,测出电压 U_2 。
- d. 用适当的仪器,测出 R_m 上的共模电压 U'_2 。
- e. 图中 $\frac{R_2}{2}$ 两电阻的阻值差尽可能小。由于 $\frac{R_2}{2}$ 的误差引起的测试误差小于 10 dB。为了保证高频端的测量精度,必须有静电屏蔽和接地装置。



R_2 为额定负载电阻

图 5 输出平衡的测量方框图

可以交换输出端线头,重复本条 d~e 以检查测量线路是否恰当,测得的比值一致性应在 1 dB 内。

R_m 值一般为 600 Ω 。

f. 在有效频率范围内,按优选频率重复上述测量。

g. 测量结果列成表格或画成曲线,比值作纵坐标用分贝表示在线性刻度上,频率为横坐标用对数刻度。测量频率应标明。

2.8 多通道间的串音衰减和分离度

2.8.1 特性说明

串音衰减以分贝表示为 $20\log_{10} \frac{(U_A)_A}{(U_B)_A}, 20\log_{10} \frac{(U_B)_B}{(U_A)_B}$ (10)

分离度以分贝表示为 $20\log_{10} \frac{(U_A)_A}{(U_A)_B}, 20\log_{10} \frac{(U_B)_B}{(U_B)_A}$ (11)

式中 $(U_A)_A$: A 通道的最大输出电压, $(U_B)_B$: B 通道的最大输出电压。

$(U_B)_A$: A 通道最大输出电压时,在 B 通道上产生的输出电压。

$(U_A)_B$: B 通道最大输出电压时,在 A 通道上产生的输出电压。

2.8.2 测量方法

a. A 通道和 B 通道均置于额定正常工作条件下。

b. 加大 B 通道输入电压达到最大输出电压, A 通道的输入电压减小到零。在 A 通道输出端测量输出电压 $(U_A)_B$ 。

恢复并加大 A 通道的输入电压达最大输出电压,将 B 通道的输入电压减小到零。在 B 通道测量输出电压 $(U_B)_A$ 。在 A 通道测量最大输出电压 $(U_A)_A$ 。

上述测量可以是:

宽带,用有效值电压表测出;

用带通滤波器或选频表在测量频率点上选通;

用带通滤波器或选频表在测量频率的谐波点选通。

c. 根据测得数值计算:

A 通道对 B 通道的串音衰减(以分贝表示)

$$20\log_{10} \frac{(U_A)_A}{(U_B)_A} \text{ (12)}$$

B 通道对 A 通道的串音衰减(以分贝表示)

$$20\log_{10} \frac{(U_B)_B}{(U_A)_B} \text{ (13)}$$

A 通道对 B 通道的分离度(以分贝表示)

$$20\log_{10}\frac{(U_A)_A}{(U_A)_B} \dots\dots\dots (14)$$

B 通道对 A 通道的分离度(以分贝表示)

$$20\log_{10}\frac{(U_B)_B}{(U_B)_A} \dots\dots\dots (15)$$

串音衰减和分离度仅在 $(U_B)_B=(U_A)_A$ 时相等。

宽带测量称为“总串音衰减”或“总分离度”。

选通测量称为“线性串音衰减”或“线性分离度”。

在谐波频率点选通测量称为“非线性串音衰减”或“非线性分离度”，谐波分量的幅度按平方律相加，以得“单值”结果。

d. 可以在其他频率，其他输出电压及另外通道测量，其结果列成表格或画成图。

2.9 多通道间的增益差和相位差

2.9.1 增益表

2.9.1.1 特性说明

A、B 通道的音量控制器放在规定的位置，测得两通道的增益差。增益差是频率的函数。

2.9.1.2 测量方法

a. 两通道均置于额定正常工作条件下并采用同一信号源。

b. 两通道音量控制器和音调控制器置于一定的位置。如果有增益微调，作适当调整。

c. 测量两通道的输出电压 U'_2 和 U''_2 。

d. 连续或步进改变信号源频率，保持源电动势恒定，在各个频率上测量输出电压 U 和 U'' 。

e. 输出电压 U'_2 和 U''_2 之比以分贝表示，作为频率的函数。

f. 在音量控制器和音调控制器的几个相应的位置上，重复上述测量，其中一个位置为额定正常工作条件。有增益微调时按本条 b 调整后，其位置不应再作变化。

g. 测量结果表示成一系列图表，每个图表都要注明控制器的相应位置。以输出电压的比作纵坐标，以频率作横坐标。

2.9.2 相位差

2.9.2.1 特性说明

A、B 通道的控制器放在一定的位置，通道之间的相位响应的差别是频率的函数。

2.9.2.2 测量方法

a. 两通道均置于额定正常工作条件下，采用同一信号源。

b. 两通道音量控制器和音调控制器置于一定的位置。如有增益微调，作适当调整。

c. 相位差计接入两通道的输出端，应注意端子的标志。

d. 连续或步进改变信号源频率，在每个频率上测量相位差。

e. 如 2.4.2 条的规定，将两通道之间的相位差 $\Delta\varphi$ 表示为频率的函数。可以用弧度或时差来表示。

f. 在音量控制器和音调控制器的几个相应的位置上重复上述测量，其中一个位置为额定正常工作条件。有增益微调时，按本条 b 调整后，其位置不应再作变化。

g. 测量结果表示成一系列图表，每个图表都应注明控制器的相应位置。以相位差为纵坐标，以频率为横坐标。

2.10 电源消耗功率

2.10.1 特性说明

调音台的电源消耗功率，应分别测量正常工作状态的电源消耗功率和最大电源消耗功率。

2.10.2 测量方法

- a. 调音台置于额定正常工作条件下。
- b. 用功率表测量电源消耗功率,即为额定正常工作条件下的电源消耗功率。
- c. 按制造者规定,将调音台的通道输出、控制、指示均置于耗电最大状态,用功率表测量电源消耗功率,即为最大电源消耗功率。
- d. 直流电源消耗功率可在电源进线处串接电流表和并接电压表来测量。

3 特性分类

下列表格中用“√”表示制造者必须给出的数据。用“*”表示建议制造者给出的数据。

A 栏表示应在调音台铭牌上标出的数据。

B 栏表示在使用手册或说明书中给出的数据。

C 栏表示制造者可提供的补充数据。

如果表格中有一个以上“√”或“*”,这个数据在两种情况下都应给出。

调音台特性分类表

序号	项 目	A	B	C
1	电源的类别交流或直流	√	√	
2	额定电源电压	√	√	
3	额定电源频率或频率范围	√	√	
4	最大电源消耗功率	√	√	
5	额定正常工作条件的电源消耗功率		√	
6	电源电压的额定容差		√	
7	电源频率的额定容差		√	
8	电源谐波和纹波的额定容差			*
9	额定信号源阻抗	*	*	
10	额定输入阻抗		√	*
11	额定源电动势	*	√	
12	额定过载源电动势	*	√	
13	额定负载阻抗	*	√	
14	额定输出源阻抗		*	*
15	额定正常工作输出电压	*	√	
16	额定最大输出电压	*	√	
17	额定电压增益或电动势增益			*
18	额定最大电动势增益			*
19	音量控制器额定衰减特性			*
20	多通道平衡控制器额定衰减特性			*
21	额定增益频率响应		√	
22	额定相位频率响应			*
23	额定总谐波失真		√	
24	额定互调失真		*	

续表

序号	项 目	A	B	C
25	额定噪声(信噪比、等效噪声源电动势、剩余噪声)		✓	
26	额定输入平衡的共模抑制比			*
27	额定输出平衡的共模电压			*
28	多通道间的额定串音衰减和分离度		*	
29	多通道间的额定增益差		*	
30	多通道间的额定相位差			*
31	尺寸		✓	
32	重量		✓	

附加说明：

本标准由全国电声学标准化技术委员会提出。

本标准由杭州通信广播电视技术研究所等单位起草。

本标准主要起草人董灿。