

小功率电子管电性能测试方法
低频放大状态下的输出功率
和非线性失真的测试方法

UDC 621.385.1
:621.317.08

GB 3306.12—82

Measurements of the electrical properties
of low-power electronic tubes
Methods of measurement of output
power and nonlinear distortion under test
in the conditions of low-frequency amplification

本标准适用于阳极耗散功率不大于25 W的电子管。并规定了以下的测试方法：
被测管用作甲类低频放大时输出功率的测试方法——阳极电阻法和阳极阻流圈法；
被测管用作乙类低频放大时输出功率的测试方法——用于推挽状态的阳极电阻法；
被测管用作甲类和乙类低频放大时非线性失真系数的测试方法。
采用的测试方法和测试规范应在电子管产品标准中规定。

1 一般要求

1.1 供测试低频放大状态下输出功率和非线性失真系数用的测试设备以及测试总的要求应符合 GB 3306.1—82《小功率电子管电性能测试方法 测试设备及电气测试总则》的规定。

1.2 低频放大状态下输出功率和非线性失真系数应在下列条件下进行测试：

- a. 给定激励电压；
- b. 给定非线性失真系数；
- c. 给定输出功率。

2 被测管用作甲类低频放大时输出功率的测试方法

2.1 被测管用作甲类低频放大时的输出功率决定于阳极电流的交流分量在阳极负载电阻上所汇集的功率大小。

2.2 阳极电阻法

2.2.1 用本方法测试的输出功率决定于阳极电流交流分量在阳极负载电阻上所汇集的功率大小。

2.2.2 输出功率的测试电原理图如图1或图2所示（以测试控制栅极为固定偏压的四极管输出功率为例。点划线方框为电子稳压器线路）。

图1和图2中的主要元件应符合下列要求：

ZDQ_1 、 ZDQ_2 —— 频率固定在400~1500 Hz范围内的正弦电压振荡器。有负载时，其波形失真系数不应超过2%。

振荡器 ZDQ_1 的输出端之间应为直流耦合，允许在输出端之间接入外加电阻来得到直流耦合。

在控制栅极交流电压给定时，振荡器 ZDQ_1 的输出端之间的直流电压降不应超过控制栅极电压的0.5%。

R_a —— 无感电阻。其阻值应给定，而误差不大于 $\pm 1\%$ 。在振荡器的频率选定后，电阻的电抗

量不应超过该阻值的 5 %。

R_g —— 电阻。在控制栅极交流电压给定后, 该电阻上的直流电压降不应超过控制栅极电压的 0.5 %。

R —— 电阻。其阻值不应小于电阻 R_a 的 100 倍。

CB_1 —— 电压表或附有分压器的电压表。

CB_2 —— 电压表。其内阻不应小于电阻 R_g 的 100 倍。允许采用小于电阻 R_a 100 倍的电压表。但在这种情况下测试输出功率时, 电压表必须断开。

CB_3 —— 电压表。应采用平方律检波或平均值检波的仪表。电压表的刻度允许直接用功率单位标出。

电压表的输入阻抗不应小于电阻 R_a 的 100 倍。若输入阻抗小于电阻 R_a 的 100 倍时, 则必须考虑其分路作用。此时, 阳极总负载值仍应等于电阻 R_a 。

允许电压表接在接点 b (代替 c 点的位置) 上。但此时电压表的输入阻抗不应小于电阻 R'_a 的 100 倍。

C_1 —— 电容器。其容量不应小于 $0.1\mu\text{F}$, 并应满足下列条件:

$$RC_1 < 0.5S \dots\dots\dots (1)$$

C_2 —— 电容器。在振荡器 ZDQ_2 的频率选定后, 其容抗不应超过电阻 R_g 的十分之一。

C_3 —— 隔直流电容器。在振荡器的频率选定后, 其容抗不应超过电压表 CB_3 输入阻抗的十分之一。

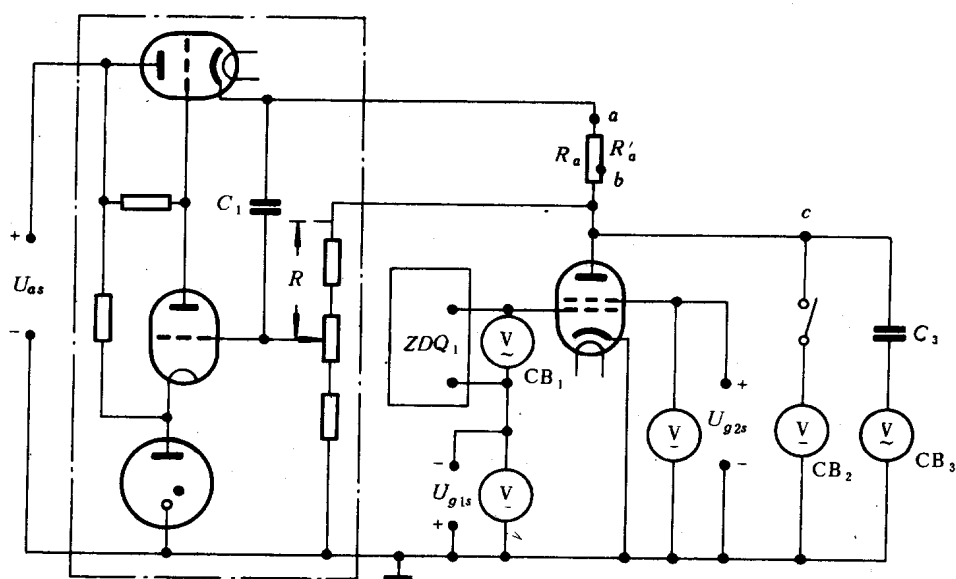


图 1

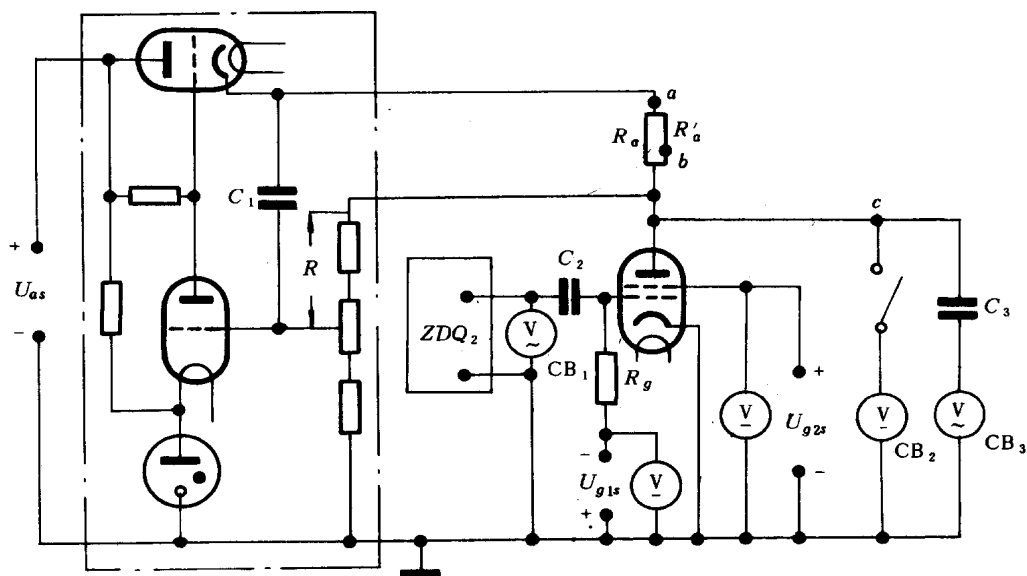


图 2

2.2.3 使用符合图 1 或图 2 的测试设备进行测试:

a. 电压表 CB₃ 接在接点 C 上进行测试时, 输出功率 P_{out} (W) 应按下式计算:

$$P_{out} = \frac{U_{a\sim}^2}{R_a} \dots\dots\dots (2)$$

b. 电压表 CB₃ 接在接点 b 上进行测试时, 输出功率 P_{out} (W) 应按下式计算:

$$P_{out} = \left(\frac{U_{a\sim}}{R'_a} \right)^2 \cdot R_a \dots\dots\dots (3)$$

式 (2) 和 (3) 中: $U_{a\sim}$ ——在电压表 CB₃ 上测出的阳极交流电压, V;

R_a ——阳极负载电阻, Ω ;

R'_a ——在接点 a 和 b 之间测出的电阻, Ω 。

2.3 阳极阻流圈法

2.3.1 用本方法测试的输出功率决定于阳极电流交流分量在与阻流圈并联的电阻上所汇集的功率大小。

2.3.2 输出功率的测试电原理图如图 3 和图 4 所示 (以测试控制栅极为固定偏压或自偏压的三极管输出功率为例)。

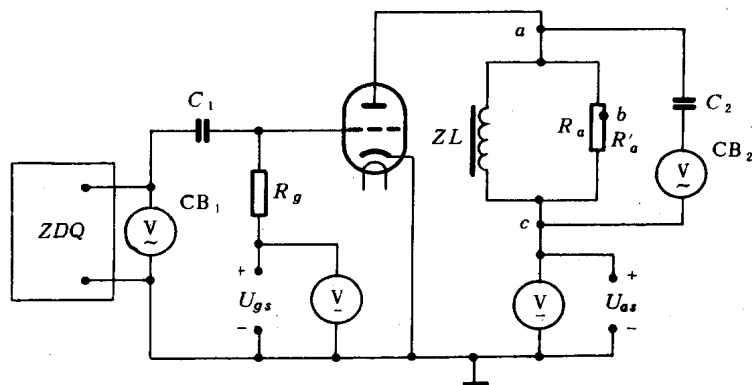


图 3

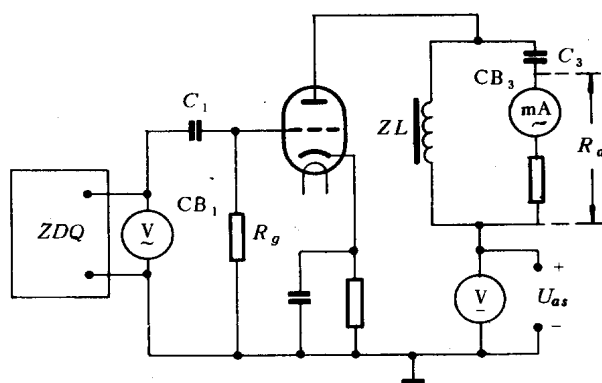


图 4

图 3 和图 4 中的主要元件应符合下列要求:

ZDQ ——频率固定在 400~1500 Hz 范围内的正弦电压振荡器。有负载时,其波形失真系数不应超过 2%。

在控制栅极交流电压给定时,振荡器 ZDQ 的输出端之间的直流电压降不应超过控制栅极电压的 0.5%。

R_a ——无感电阻。其阻值应给定,而误差不大于 $\pm 1\%$ 。在振荡器的频率选定后,电阻的电抗分量不应超过该阻值的 5%。

R_g ——电阻。在控制栅极交流电压给定时,该电阻上的直流电压降不应超过控制栅极电压的 0.5%。

CB_1 ——电压表或附有分压器的电压表。

CB_2 ——电压表。应采用平方律检波或平均值检波的仪表。电压表的刻度允许直接用功率单位标出。

电压表的输入阻抗不应小于电阻 R_a 的 100 倍。若输入阻抗小于电阻 R_a 的 100 倍时,则必须考虑其分路作用。此时,阳极总负载值仍应等于电阻 R_a 。

允许电压表接在接点 b (代替 a 点) 上,但此时电压表的输入阻抗不应小于电阻 R'_a 的 100 倍。

在图 3 中,电压表的一个极允许从接点 c 换接到公共点上。

CB_3 ——毫安表。应采用平方律检波或平均值检波的仪表。毫安表的刻度允许直接用功率单位标出。

ZL ——阻流圈。在振荡器的频率选定后,以及被测管阳极电流直流分量达到最大值时,其阻抗不应小于电阻 R_a 的 7 倍。

阻流圈的谐振频率应大于振荡器的选定频率。当频率高于振荡器的选定频率 4 倍时,则阻流圈的阻抗不应小于电阻 R_a 的 3 倍。

阻流圈的直流电阻应满足以下要求:当被测管阳极电流为最大或最小时,所通过的阳极电流直流分量在阻流圈上产生的电压降与通过被测管阳极平均电流在阻流圈上产生的电压降之差不应大于阳极直流电压的 1%。

当直流电压降大于 1% 时,则应根据被测管阳极平均电流在阻流圈直流电阻上产生的直流电压降来修正。

C_1 ——电容器。在振荡器的频率选定后,其容抗不应超过电阻 R_g 的十分之一。

C_2 ——隔直流电容器。在振荡器的频率选定后,其容抗不应超过电压表 CB_2 输入阻抗的十分之一。

C_3 ——隔直流电容器。在振荡器的频率选定后,其容量应满足以下的要求:使用电磁式毫安表

图 5 中的主要元件应符合下列要求:

ZDQ ——频率固定在 400~1500 Hz 范围内的正弦电压振荡器。有负载时, 其波形失真系数不应超过 2%。

B ——次级线圈有中心抽头的降压变压器。

R_g ——电阻。在振荡器的频率选定后, 其阻值应满足下列要求:

$$R_g = R_B - \frac{R_{B2}}{2} \dots\dots\dots (7)$$

式中: R_B ——给定的保护电阻值。其误差不大于 $\pm 10\%$;

R_{B2} ——变压器次级线圈的总电阻。

R_a ——无感电阻。其阻值应给定, 而误差不大于 $\pm 1\%$ 。在振荡器的频率选定后, 电阻的电抗分量不应超过该阻值的 5%。

R ——电阻。其阻值不应小于电阻 R_a 的 50 倍。

CB_1 ——电压表。应采用平方律检波或平均值检波的仪表。

电压表的输入端应对称。电压表的刻度可直接用功率单位标出。

电压表的输入阻抗不应小于电阻 R_a 的 100 倍。若输入阻抗小于电阻 R_a 的 100 倍时, 则必须考虑其分路作用。此时, 阳极总负载值仍应等于 R_a 。

允许电压表接入接点 c 与 d 之间 (代替 a 与 b 接点)。此时, 电压表的输入阻抗不应小于电阻 R'_a 的 100 倍。

CB_2 ——电压表。应采用平方律检波或平均值检波的仪表。

其输入阻抗不应小于电阻 R_a 的 50 倍。若输入阻抗小于电阻 R_a 的 50 倍时, 则在这种情况下测试输出功率时, 电压表必须断开。

C_1 ——隔直流电容器。在振荡器的频率选定后, 其容抗不应超过电压表 CB_1 输入阻抗的十分之一。

C_2 ——电容器。其容量不小于 $0.1\mu F$ 。并应满足下列条件:

$$RC_2 < 0.5S \dots\dots\dots (8)$$

3.2.3 使用符合图 5 的测试设备进行测试:

a. 电压表 CB_1 接在接点 a 与 b 之间进行测试时, 输出功率 P_{out} (W) 应按下式计算:

$$P_{out} = \frac{U_{a\sim}^2}{R_a} \dots\dots\dots (9)$$

b. 电压表 CB_1 接在接点 c 与 d 之间进行测试时, 输出功率 P_{out} (W) 应按下式计算:

$$P_{out} = \left(\frac{U_{a\sim}}{R'_a} \right)^2 R_a \dots\dots\dots (10)$$

式 (9) 和 (10) 中: $U_{a\sim}$ ——电压表 CB_1 上测出的阳极间交流电压, V;

R_a ——阳极负载电阻, Ω ;

R'_a ——在接点 c 与 e 、 d 与 f 之间测出的电阻之和, Ω 。

4 被测管用作甲类和乙类低频放大时非线性失真系数的测试方法

4.1 非线性失真系数 K_f 是在阳极负载电阻上谐波的输出功率对基波的输出功率之比, 并按下式计算:

$$K_f = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots\dots}}{U_1} \dots\dots\dots (11)$$

或按下式计算:

$$K_f = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1} \dots\dots\dots (12)$$

在非线性失真系数 K_f 不大于15%时, 可按下式计算:

$$K_f = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + \dots}{U_1^2 + U_2^2 + \dots}} \dots\dots\dots (13)$$

或按下式计算:

$$K_f = \sqrt{\frac{I_2^2 + I_3^2 + \dots}{I_1^2 + I_2^2 + \dots}} \dots\dots\dots (14)$$

4.2 测试非线性失真系数时, 应使用能直接测出该参量的仪器。

4.3 被测管用作甲类低频放大时, 产生的非线性失真的测试应按测试输出功率时的阳极电阻法或阳极阻流圈法进行。

4.4 被测管用作乙类低频放大状态时, 产生的非线性失真的测试应按测试输出功率时的推挽线路阳极电阻法进行。

4.5 测试非线性失真系数时, 供被测管控制栅极电路用的正弦电压振荡器, 在有负载时的波形失真系数不应超过0.5%。

如果测试非线性失真系数的仪器是按输出讯号与输入讯号比较的原理进行时, 则允许使用波形失真系数不超过2%的振荡器。

4.6 测试非线性失真时, 仪器必须与全部或部分的阳极负载相并联。此时, 应考虑仪器阻抗的分路作用。

附加说明:

本标准由电子工业部提出。

本标准由曙光电子管厂等单位负责起草。

自本标准实施之日起, 原四机部标准SJ 14—74《小功率电子管在甲类和乙类低频放大状态下的输出功率和非线性失真的测试方法》作废。