

小功率电子管电性能测试方法 跨导的测试方法

UDC 621.385.1
:621.317.08

GB 3306.7—82

Measurements of the electrical properties
of low-power electronic tubes
Methods of measurement of transconductance

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：

电压比法；

电阻比法；

阳极电流交流分量法；

两点法。

电压比法和电阻比法是比较准确的实验室用法。

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 供测试跨导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 跨导是在阳极、其它栅极和灯丝的电压保持不变时，由阳极电流的增量对相应的控制栅极电压的增量的比值来确定。

在某些情况下，多极管的跨导可以按任一电极电流的增量对其它任一电极电压的增量的比值来确定。

这种情况下，跨导的测试方法与基本的测试方法相似。

2 电压比法

2.1 用本方法测试跨导是按被测管栅极—阳极间的电导与已知电阻的电导比较来确定。

2.2 跨导的测试电原理图如图1所示（以测试控制栅极为固定偏压的三极管跨导的电原理图为例）。

图1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。具有可调的输出电压，其波形失真系数不应超过5%。

B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 ——测试变压器。变压器 B_2 和 B_4 的变压比应相等，其变压系数差不应大于1%。变压器绕组应反相连接到衰减器 SJ_1 和 SJ_2 上。

C_1 ——电容器。其容量应选择得能与变压器 B_3 的初级线圈产生谐振，其谐振频率应在振荡器ZDQ的频率范围内。此时，变压器的磁化电流应等于被测管的额定阳极电流。

C_2 ——差动电容器。其容量和变压器 B_4 的次级线圈应选择得能补偿通过电子管极间电容和电路寄生电容的电流。

R ——无感电阻。其阻值应给定，而误差不大于 $\pm 0.2\%$ 。

SJ_1 、 SJ_2 ——衰减器。供改变跨导测试范围用。

SJ_3 ——三位十进位衰减器。供测出跨导数值用。分压器 FY 和衰减器 SJ_3 的输出阻抗应相等。

3 电阻比法

3.1 用本方法测试跨导是在电路完全平衡时，由电阻的比值来确定。

3.2 跨导的测试电原理图如图 2 所示（以测试控制栅极为固定偏压的五极管跨导的电原理图为例）。

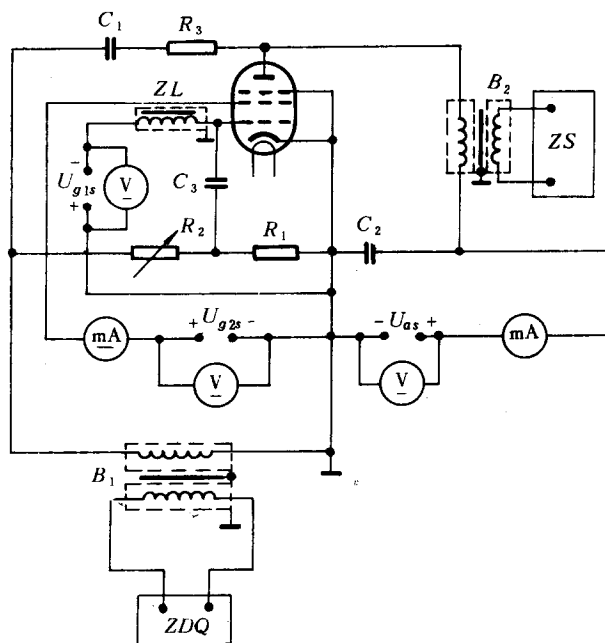


图 2

注：在控制栅极回路中的交流电源与直流电源可以并联连接，也可以串联连接。

图 2 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。具有可调的输出电压，其波形失真系统不应超过 5 %。

ZL —— 阻流圈。在振荡器的频率选定后，其感抗应满足下列条件：

$$X_{zL} \geq 10 R_1 \quad (2)$$

B_1 —— 屏蔽变压器。

B_2 —— 屏蔽变压器。在振荡器的频率选定后，其输入阻抗在接有指示器 ZS 负载时不应小于 15 k Ω 。

变压器初级线圈的直流电阻应使阳极电流直流分量在其上所产生的电压降：对三极管而言不应超过阳极电压的 0.5 %；对四极管和五极管则不应超过 1.5 %。

R_1 、 R_2 、 R_3 —— 无感电阻。其阻值应给定，而误差不大于 $\pm 0.2\%$ 。

C_1 、 C_3 —— 隔直流电容器。在振荡器的频率选定后，其容抗应满足下列条件：

$$X_{C_1} < 0.01 R_3 \quad (3)$$

$$X_{C_3} < 0.01 R_1 \quad (4)$$

C_2 —— 旁路电容器。其容量不应小于 1 μF ；

ZS —— 平衡电路指示器。

3.3 被测管控制栅极交流电压有效值不应超过表 2 的规定。

表 2

跨导测试范围 mA/V	控制栅极交流电压 mV
< 0.1	500
0.1 ~ 1	50
> 1	5

3.4 由十进位电阻箱 R_2 上直接读取跨导 S 时, 建议采用表 3 所示的电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 的阻值。

表 3

S mA/V	R_3 k Ω	R_2 k Ω	R_1 k Ω
0.01 ~ 0.11	100.00	0 ~ 1.0 (三位十进位电阻箱)	0.1
0.03 ~ 0.33	33.33		
0.1 ~ 1.1	10.00		
0.3 ~ 3.3	3.333		
1.0 ~ 11	1.000		
3 ~ 33	0.3333		
10 ~ 110	0.1000		

3.5 跨导的测试应按下列顺序进行:

改变电阻 R_2 来调节加到被测管栅极上的电压值, 使平衡指示器 ZS 的指示获得最小为止。

3.6 跨导 S (mA/V) 应按下式计算:

$$S = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_3} \dots\dots\dots (5)$$

式中: R_1 、 R_2 、 R_3 ——电阻, k Ω (见本标准第 3.2 条)。

4 阳极电流交流分量法

4.1 用本方法测试跨导是按阳极电流交流分量对控制栅极电压交流分量的比值来确定。

4.2 跨导的测试电原理图如图 3、图 4 和图 5 所示 (以测试四极管跨导的电原理图为例: 图 3 ——控制栅极为固定偏压, 也可为自给偏压。图 4 和图 5 ——控制栅极为自给偏压, 也可为固定偏压。点划线方框 1 为电子稳压器线路, 供稳定直接加在被测管阳极上给定的直流电压。点划线方框 2 为用作仪表 CB 的校准线路)。

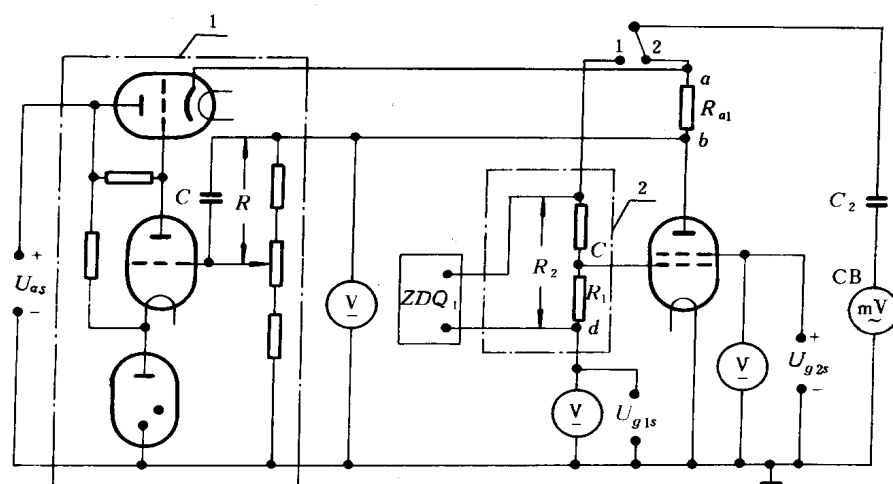


图 3

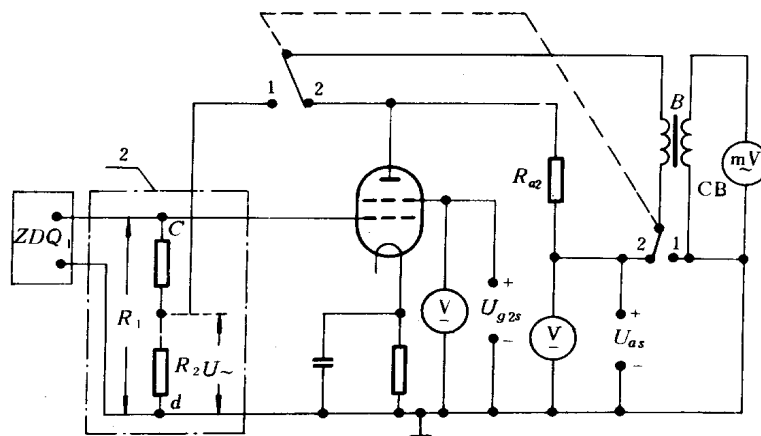


图 4

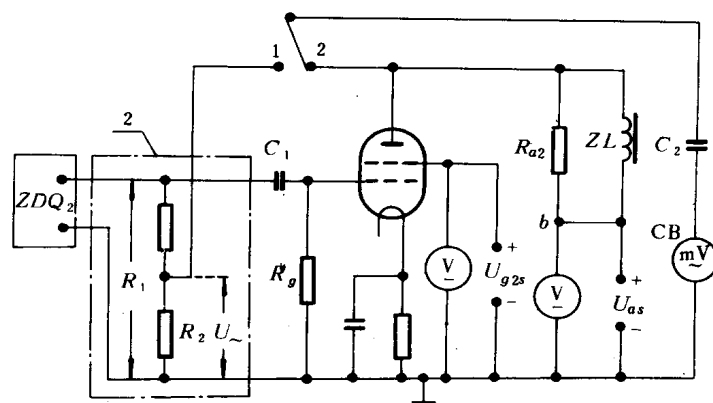


图 5

图3、4和5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。其波形失真系数不应超过5%。在接点c与d(图4)之间应是纯电导性的。测试跨导时,在此接点间的直流电压降不应超过控制栅极电压的0.5%。

R_{a1} 、 R_{a2} ——无感电阻。其阻值应给定,而误差不大于0.5%。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_{a2} 的阻值不应超过被测管内阻的1%。

R_g ——电阻。其电阻上的直流电压降不应超过控制栅极电压的0.5%。

R_1 、 R_2 ——分压电阻。电阻 R_2 与 R_1 比值应给定,而误差不大于0.2%。

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为最大值时,其感抗应满足下列条件:

$$X_{zL} \geq 10 R_{a2} \quad \text{..... (6)}$$

阻流圈的直流电阻应选择得使阳极电流直流分量在其上所产生的电压降:对三极管而言不应超过阳极电压的0.5%;而对四极管和五极管则不应超过1.5%。

B ——变压器。在振荡器的频率选定后,以及被测管阳极电流直流分量为最大值时,其初级线圈的感抗应满足下列条件:

$$X_B \geq 10 R_{a2} \quad \text{..... (7)}$$

$$X_B \geq 10 R_2 \quad \text{..... (8)}$$

当被测管阳极电流直流分量由零增加到量大可能值时,变压器的变压比不应改变。

变压器初级线圈的直流电阻应使阳极电流直流分量在其上所产生的电压降:对三极管而言不应超过阳极电压的0.5%;而对四极管和五极管则不应超过1.5%。

变压器 B (图4)或阻流圈 ZL (图5),只有当阳极电流直流分量在电阻 R_{a2} 上所产生的电压降超过阳极电压的0.5%(对三极管而言)或超过阳极电压的1.5%(对四极管及五极管而言)的情况下才采用。

CB ——灵敏度可调的毫伏表。毫伏表工作范围的刻度必须均匀。其输入电阻不应小于电阻 R_{a1} 的100倍(图3)或不应小于电阻 R_{a2} 的100倍(图5)。

允许采用灵敏度不可调的毫伏表。但在这种情况下,应调节 ZDQ_1 和 ZDQ_2 的输出电压振幅。未插上被测管时,毫伏表的起始读数不应超过满刻度的1%。

毫伏表的刻度建议直接用跨导单位标出。在图3和图5中,允许毫伏表的接地端转接在接点b上。

C ——电容器。其容量不小于0.1 μF ,并应满足下列条件:

$$RC \leq 0.5 S \quad \text{..... (9)}$$

C_1 ——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_2 ——隔直流电容器。在振荡器 ZDQ 的频率选定后,其容量应选择得使其容抗不超过毫伏表 CB 输入电阻的十分之一。

方框1——电子稳压器。其交流内阻应满足下列条件:

$$R_i \leq 0.01 R_{a1} \quad \text{..... (10)}$$

4.3 被测管控制栅极的交流电压有效值不应超过表4的规定。若被测管跨导的范围不同于表4的规定,则按被测跨导最大值来确定控制栅极交流电压的允许值,并在电子管产品标准中规定。

表 4

跨导测试范围 mA/V	控制栅极交流电压 mV
<0.3	1500
0.3~0.75	600
0.75~1.5	300
1.5~3.0	150
3.0~7.5	60
>7.5	30

4.4 跨导的测试应按下列顺序进行：

首先将开关转到位置 1 上，并调节毫伏表 CB 的灵敏度（或调节振荡器 ZDQ₁或 ZDQ₂的输出电压），使毫伏表 CB 的指针指在规定的刻度上。然后将开关转到位置 2 上，并根据毫伏表 CB 的指示读出电压值。

4.5 跨导 S（mA/V）应按下式计算：

$$S = \frac{1}{R_a} \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{U_{a\sim}}{U_{g\sim}} \dots\dots\dots (11)$$

式中：U_{a~}——开关在位置 2 时，用毫伏表 CB 测出的阳极交流电压，mV；
U_{g~}——开关在位置 1 时，用毫伏表 CB 测出的控制栅极交流电压，mV；
R_a——电阻 R_{a1} 或 R_{a2}，kΩ，由所采用的电路确定。见本标准第 4.2 条；
 $\frac{R_2}{R_1}$ ——电阻的比值。其决定于被测跨导的数值范围。见本标准第 4.2 条。

5 两点法

5.1 用本方法测试跨导是由阳极电流的增量对控制栅极电压的增量的比值来确定。

本方法不适用于控制栅极为自给偏压的电子管。

5.2 跨导的测试电原理图如图 6 和图 7 所示（以测试三极管跨导的电原理图为例）。

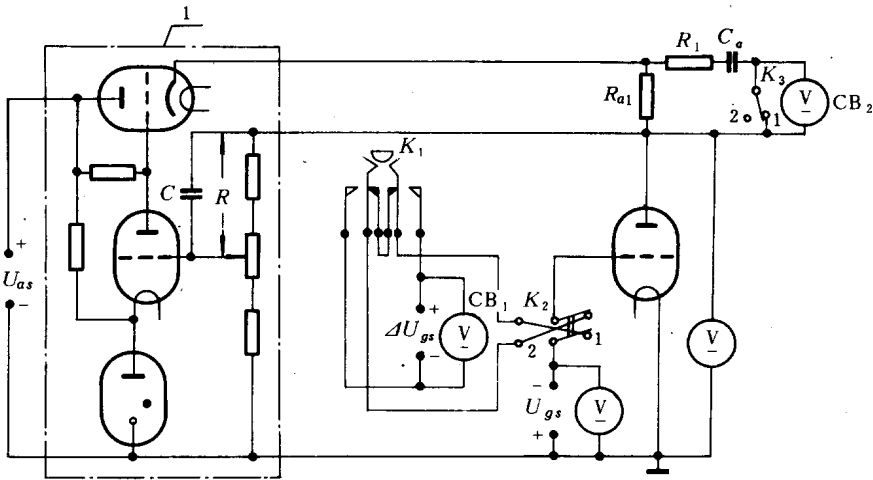


图 6

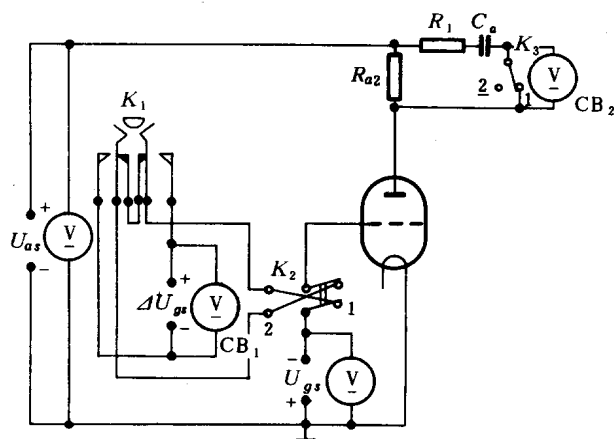


图 7

图 6和图 7中的主要元件应符合下列要求:

CB₁、CB₂——毫伏表。毫伏表CB₂的输入端应是对称的。

毫伏表CB₁和CB₂建议采用同一类型和性能相同的仪表。建议毫伏表CB₂的刻度直接以跨导单位标出。

R_{a1}、R_{a2}——电阻。其阻值应给定,而误差不大于0.5%。

阳极电流直流分量在电阻上所产生的电压降;对三极管而言不应超过阳极电压的0.5%;而对四极管及五极管则不应超过1.5%。

R₁——电阻。其阻值的大小应能限制由于电压的偶然变动对毫伏表CB₂读数的影响。

C——电容器。其容量不应小于0.1μF。并应满足下列条件:

$$RC \leq 0.5S \dots\dots\dots (12)$$

C_a——电容器。其容量和它的绝缘电阻以及毫伏表CB₂的输入电阻应选择得使毫伏表CB₂在测试过程中(开关在位置2)的指针偏转变化不大于0.5%。

5.3 控制栅极电压的增量 ΔU_g 不应超过表5的规定。

表 5

跨导测试范围 mA/V	控制栅极电压的增量 mV
<0.3	2000
0.3~0.75	800
0.75~1.5	400
1.5~3.0	200
3.0~7.5	80
>7.5	40

若被测跨导范围不同于表5规定时,则按被测跨导的最大值来确定控制栅极电压的增量允许值,并在电子管产品标准中规定。

5.4 跨导的测试应按下列顺序进行:

首先将开关K₂和K₃转到位置1上,并放开开关K₁的按钮,然后插上被测管,并调节到给定的工作状态。

按下开关K₁的按钮,并经过一段不太长的时间后,再将转换开关K₂和K₃同时转到位置2上,然后记下毫伏表CB₂的读数。

从按下开关 K_1 时到开关 K_2 和 K_3 转到位置 2 的时间间隔, 必须选定得使虽再增加此时间间隔也不至影响测试的结果。

测试跨导时, 也允许采用另外一种顺序进行: 首先将开关 K_3 转到位置 1 上以及开关 K_2 转到位置 2 上, 并放开开关 K_1 的按钮, 然后插上被测管, 并调节到给定的工作状态。

按下开关 K_1 的按钮, 同时将 K_3 转到位置 2 上, 并记下毫伏表 CB_2 的读数。

按该顺序进行测试时, 表 5 中的控制栅极电压的增量 2000、800、400 和 200 mV 应减少一倍。

5.5 跨导 S (mA/V) 应按下式计算:

$$S = \frac{1}{R_a} \cdot \frac{U_a}{2 \Delta U_g} \dots\dots\dots (13)$$

式中: U_a ——用毫伏表 CB_2 测出的阳极电压, V;

ΔU_g ——用毫伏表 CB_1 测出的控制栅极电压增量, V;

R_a ——电阻 R_{a1} 或 R_{a2} 。由所采用的电路来确定。见本标准第 5.2 条。

注: 当根据本标准第 5.4 条另外一种顺序进行跨导的测试时, 则跨导 S (mA/V) 应按下式计算:

$$S = \frac{1}{R_a} \cdot \frac{U_a}{\Delta U_a}$$

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, 原四机部部标准 S J 11—74 《小功率电子管跨导的测试方法》作废。