

# 小功率电子管电性能测试方法 等效噪声电阻的测试方法

UDC 621.385.1  
:621.317.08

GB 3306.11—82

## Measurements of the electrical properties of low-power electronic tubes Method of measurement of equivalent noise resistance

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：  
在栅极电路内用噪声二极管的比较法；  
在阳极电路内用噪声二极管的比较法。  
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 供测试等效噪声电阻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 等效噪声电阻  $R_{eq}$  为某一电阻。将该电阻接到理想无噪声电子管的控制栅极和阴极之间，则该电阻在290 K温度的条件下所产生的噪声电动势，在此理想电子管阳极回路内激起的噪声电流应与由电子管本身的散粒效应和电流分配所引起的实际噪声电流相等。

1.3 等效噪声电阻的测试应在1 ~ 20 MHz 的频率范围内进行。

### 2 在栅极电路内用噪声二极管的比较法

2.1 用本法测试等效噪声电阻是在放大器的输入端，由被测管的阳极噪声电流和与加到被测管栅极—阴极之间的噪声电压而在被测管阳极电路内所产生的噪声电流相比较来确定。

2.2 等效噪声电阻的测试电原理图如图1所示（以测试控制栅极为自给偏压三极管等效噪声电阻的电原理图为例）。

图1中的主要元件应符合下列要求：

$FD$ ——宽频带放大器。中心频率  $f_0$  应选择在1 ~ 20 MHz 范围的某一频率上。带宽  $\Delta f$  应尽可能大，以使指示器的读数稳定。在测等效噪声电阻时，被测噪声功率对放大器固有噪声功率之比应大于10 dB。

$SJ$ ——3 dB 衰减器。

$B$ ——高频变压器。

$G$ ——被测管。

$G_n$ ——工作在饱和状态下的噪声二极管。

$ZS$ ——指示器。其指示应与噪声功率成比例。

$R_g$ ——低噪声电阻。其阻值为1 M $\Omega$ 。

$R_1$ ——低噪声电阻。其阻值按量程可选择100 ~ 500  $\Omega$ ，而误差不大于1%。并应满足下列条件：

$$2\pi f_0 C R_1 \leq 0.1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：  $C$ ——栅极回路的分布电容。

$R_K$ ——阴极电路电阻。其阻值应给定。

$C_1$ ——电容器。在测试频率下，其容抗不应超过被测管输入电阻的2%。

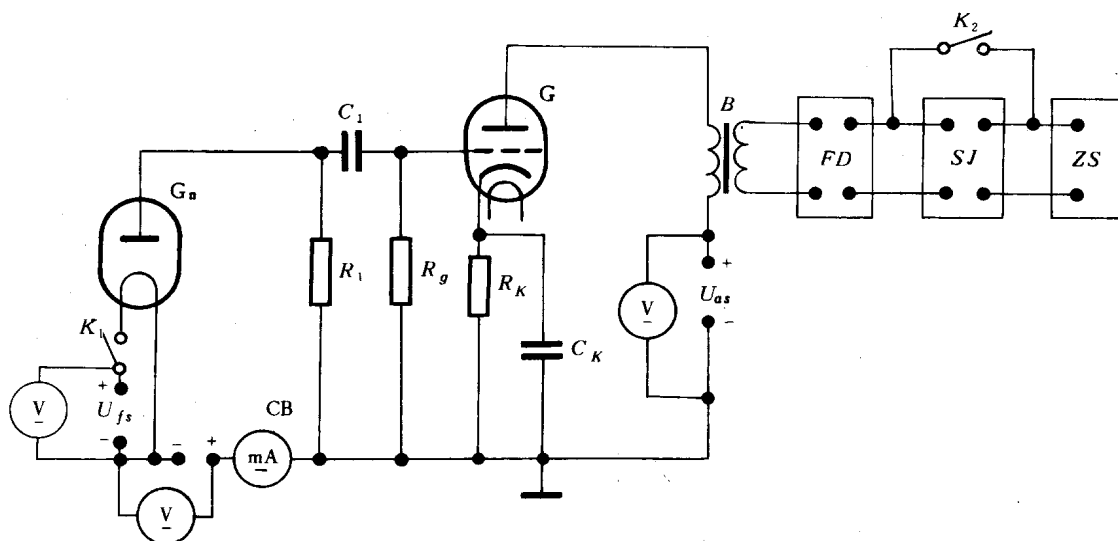


图 1

### 2.3 等效噪声电阻的测试应按下列顺序进行：

通过开关 $K_1$ 断开噪声二极管的灯丝电源，接通开关 $K_2$ 使衰减器短路，然后调节放大器 $FD$ 的增益，使指示器 $ZS$ 有一合适的读数。

接通开关 $K_1$ 加上噪声二极管的灯丝电源，断开开关 $K_2$ 使衰减器接入电路，并调节噪声二极管的灯丝电压使指示器 $ZS$ 读数保持不变。然后由毫安表 $CB$ 测出噪声二极管的阳极电流 $I_{aD}$ 。

### 2.4 等效噪声电阻 $R_{eq}$ ( $k\Omega$ ) 应按下列式计算：

$$R_{eq} = \frac{e I_{aD} R_1^2}{2 K T} R_1 \quad (2)$$

式中： $e$ ——电子电荷。等于 $1.60 \times 10^{-19} C$ ；

$I_{aD}$ ——测出的噪声二极管阳极电流，mA；

$K$ ——波尔兹曼常数。等于 $1.38 \times 10^{-23} J/K$ ；

$R_1$ ——噪声二极管的负载电阻， $k\Omega$ ；

$T$ ——噪声二极管负载电阻的热力学温度，K。

由于等效噪声电阻通常是对温度等于290K而言，所以式(2)可简化为下式：

$$R_{eq} = 20 I_{aD} R_1^2 - R_1 \quad (3)$$

注：本方法不适用混频管和变频管。

## 3 在阳极电路内用噪声二极管的比较法

3.1 用本方法测试等效噪声电阻是在放大器的输入端，由被测管阳极噪声电流与噪声二极管的已知噪声电流比较来确定。

3.2 等效噪声电阻的测试电原理图如图2所示(以测试控制栅极为自给偏压三极管等效噪声电阻的电原理图为例)。

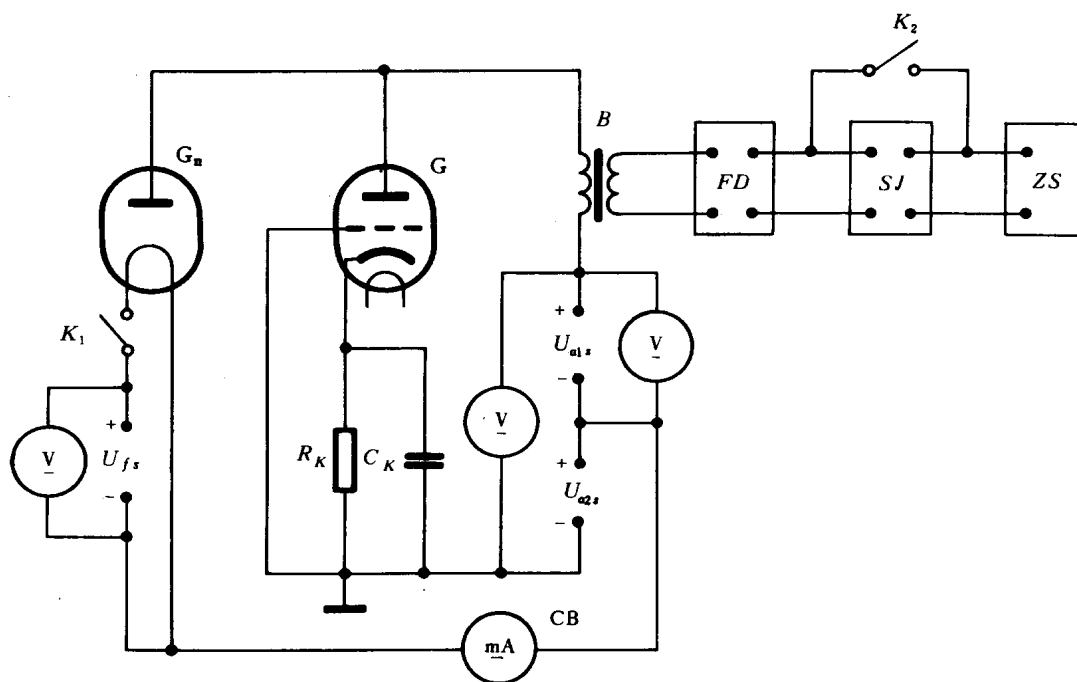


图 2

图 2 中的主要元件要求应与本标准第 2.2 条的规定相同。

3.3 等效噪声电阻的测试顺序应按本标准第 2.3 条的规定进行。

3.4 等效噪声电阻  $R_{eq}$  ( $k\Omega$ ) 应按下式计算:

a. 对于放大管:

$$R_{eq} = \frac{e}{2KT} \cdot \frac{I_{aD}}{S^2} \dots\dots\dots (4)$$

b. 对于变频管:

$$R_{eq} = \frac{e}{2KT} \cdot \frac{I_{aD}}{S_c^2} \dots\dots\dots (5)$$

式 (4) 和 (5) 中:  $e$ 、 $K$ 、 $T$  与本标准第 2.4 条相同;

$I_{aD}$  ——测得的噪声二极管阳极电流, mA;

$S$  ——被测管在测试条件下的跨导,  $mA/V$ ;

$S_c$  ——被测管在测试条件下的变频跨导,  $mA/V$ 。

由于等效噪声电阻通常是对温度等于 290 K 而言, 所以式 (4) 和 (5) 可简化如下:

a. 对于放大管:

$$R_{eq} = \frac{20 I_{aD}}{S^2} \dots\dots\dots (6)$$

b. 对于变频管:

$$R_{eq} = \frac{20 I_{aD}}{S_c^2} \dots\dots\dots (7)$$

注: ① 放大器和衰减器后面的指示器的动态范围应足够大, 以便在讯号峰值达到其最大平均值约十倍的情况下, 讯号仍不失真。

② 由于放大器的增益必须很高和测试过程中可能会遇到微伏数量级的低输入讯号电平, 因此测试设备必须注意采取适当的屏蔽以防止外来干扰和寄生反馈。

- ③ 当被测管的跨导相当高和跨路电容相当大时，则允许采用普通的中和技术来消除不希望的反馈。
  - ④ 用在被测管输入电路的电阻应选用低噪声类型的电阻。
  - ⑤ 如果不采用 3 dB 衰减器，允许直接采用指示器的功率读数增加一倍的方法来进行测量。但此时不应影响测试精度。
- 

**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 824—74 《小功率电子管等效噪声电阻的测试方法》作废。