

中 华 人 民 共 和 国


计 量 器 具 检 定 规 程

波 导 噪 声 发 生 器

JJG 320—83

波导噪声发生器检定规程

Verification Regulation of
Waveguide Noise Generator



JJG 320—83

本检定规程经国家计量局于1983年10月26日批准，并自1984年10月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

张 涛 （中国计量科学研究院）

蔡新泉 （中国计量科学研究院）

目 录

一、概述	(1)
二、技术指标	(1)
三、检定条件	(1)
(一) 环境条件	(1)
(二) 检定用标准仪器及其它设备	(2)
四、检定项目及检定方法	(3)
(一) 工作正常性检查	(3)
(二) 超噪比的检定	(3)
(三) 超噪比稳定性检查	(5)
五、检定结果的处理	(5)
附录 1 检定误差及误差计算举例	(6)
附录 2 检定记录表	(9)
附录 3 检定证书格式	(10)
附录 4 检定结果格式	(11)

波导噪声发生器检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的波导型噪声发生器（不包括低温噪声发生器）的检定。

一、概 述

波导型噪声发生器主要用于放大接收设备噪声系数的测量。

通常噪声发生器的噪声功率用超噪比（ENR）或等效输出噪声温度（ T_n ）表示。

超噪比定义为：

$$ENR = 10 \log_{10} \frac{T_n - T_0}{T_0} \quad (1)$$

式中：ENR——超噪比（dB）；

T_n ——噪声发生器等效输出噪声温度（K）；

T_0 ——标准室温290K。

经换算：

$$T_n = T_0 (1 + 10^{ENR/10}) \quad (2)$$

二、技术 指标

- 1 频率范围：波导噪声发生器所覆盖的相应频率
- 2 驻波比：不大于1.3
- 3 超噪比范围：0~50dB
- 4 超噪比稳定性：不大于0.005dB/mA
- 5 准确度：一般为 $\pm(0.3\sim0.5)$ dB

三、检 定 条 件

（一）环境 条件

- 6 环境温度：应满足检定准确度要求。完成一次测量，室温变化不应超过 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

- 7 相对湿度应满足检定准确度要求。
- 8 应避免强电磁场干扰。
- 9 室内应避免剧烈振动和强气流的存在。

(二) 检定用标准仪器及其它设备

10 热噪声标准器一台(标准器应具有确定的输出噪声功率和准确度)。

11 温度测量系统

11.1 一等铂铑-铂热电偶一支。

11.2 杜瓦容器(容器内应有盛水银的试管两支)。

11.3 直流低阻电位差计一台,准确度级别0.015级。

11.4 精密直流电源,稳定度优于 $5 \times 10^{-6} \text{V/h}$ 。

11.5 II级标准电池一只。

11.6 检流计一台,灵敏度优于 $4.1 \times 10^{-9} \text{A/mm}$ 。

上述11.3~11.6款所列设备可用相应量程的数字式电压表替代。

12 校准系统

12.1 相应频段的接收机一套,稳定度优于 $\pm 0.01 \text{dB/h}$;分辨力优于 $\pm 0.01 \text{dB}$ 。

12.2 比较通道和参考通道

12.2.1 比较通道输入面的反射系数 Γ_1 及 Γ_1' 不大于0.025。

12.2.2 相应频段的波导开关一只,不重复性及不对称性优于 $\pm 0.005 \text{dB}$ 。

12.2.3 相应频段的调制器、隔离器、调配器和魔T接头等。

12.2.4 相应频段的精密可变衰减器一台,准确度 $\pm 0.02 \text{dB}/10 \text{dB}$ 。

12.2.5 相应频段的电平衰减器一台。

12.2.6 相应频段的参考噪声发生器一台,其长期稳定度应满足校准系统的要求。

13 交流电子稳压器一台,其功率容量为3~5kW。

四、检定项目及检定方法

(一) 工作正常性检查

14 气体放电管应无裂缝、漏气和阴极脱落的现象。

15 气体放电管能顺利地装入波导座内。按照使用说明书操作，气体放电管能点燃，亮度正常。工作电流可调至规定值，匹配负载完好。

(二) 超噪比的检定

16 图1中(a)采用改进的Dicke辐射计作校准系统。(b)采用全功

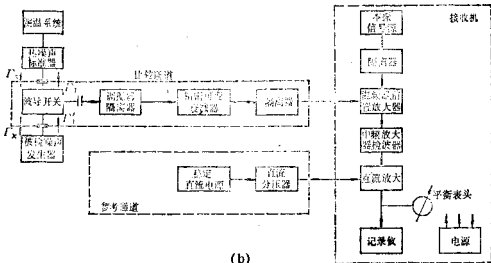
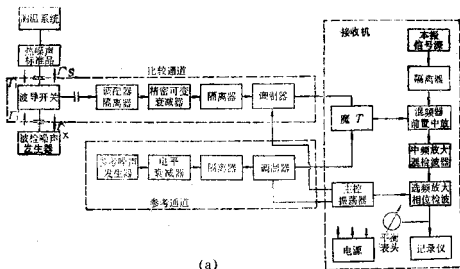


图 1 热噪声标准及校准系统方框图

率辐射计作校准系统。本规程所涉及的有关方面，对这两种校准系统都适用，故不再分别叙述。

17 检定方法采用比较法。被检噪声发生器的输出噪声功率与热噪声标准器的输出噪声功率，通过精密衰减器进行量值比较。根据精密衰减器的衰减变化量、衰减器的温度和热噪声标准器的输出噪声功率，即可用(3)式确定被检噪声发生器的超噪比。

$$ENR = 10 \log_{10} \left(\frac{T_s + T_b - T_a}{T_0} \right) + \Delta A \quad (3)$$

式中： ΔA ——精密可变衰减器上读得的衰减量差值 (dB)；

T_s ——热噪声标准器的输出噪声温度(K)；

T_0 ——标准室温 (290K)；

T_a ——精密可变衰减器的物理温度(K)；

$$T_b = (T_a - T_0) \times 10^{-\Delta A/10}$$

若 $T_a = 298\text{K}$ $\Delta A = 14\text{dB}$ ，则 $T_b = 0.3\text{K}$ 相当于 0.002dB 。

18 热噪声标准器加热并稳定在工作温度 (即物理温度 T_s) 上，稳定度应优于 $\pm 0.5\text{K/h}$ 。

19 校准系统所用仪器按有关规定预热。

20 本振讯号源调到所需要的工作频率。其功率幅度稳定度应优于 $(2 \times 3) \times 10^{-3}/\text{h}$ 。

21 按图1(a)，将波导开关接通被检噪声发生器。在被检噪声发生器和参考噪声发生器熄灭的情况下，调节接收机面板平衡旋钮，使平衡表头指示为零。记录仪同时指示在零位。

22 接收机面板时间常数开关置零位后，波导开关接通热噪声标准器同时，按技术要求点燃被检噪声发生器和参考噪声发生器。

23 把精密衰减器置于适当衰减量 A_1 (通常为 0dB)，接收机时间常数开关选择适当的时间常数 (如 10s ， 40s 等)，调节电平衰减器直至平衡表头指示为零，记录仪回到零位。

24 改变精密衰减器的衰减量例如 0.1dB ，通过记录仪求出系统的分辨率，同时观察稳定性，当确认热噪声标准及校准系统工作正常

后,即可对被检噪声发生器进行检定。

25 由测温系统读取热噪声标准器的物理温度 T' ,求出相应的输出等效噪声温度 T_e 。

$$T_e = T' + \Delta T$$

式中: ΔT —— T' 经传输线至输出端口的总修正量。

26 波导开关接通被检噪声发生器,电平衰减器的衰减量应保持不变。调节精密可变衰减器使平衡表头指示再次为零,记录仪亦重新指示零位。同时读取精密可变衰减器的衰减量 A_2 。

27 计算衰减量 $\Delta A = A_2 - A_1$,记下衰减器所处的温度 T_0 。即完成了对被检噪声发生器的一次测量。

28 重复测量5~10次,记录各项数据于附录1的检定记录表中。根据附录1的数据,按(3)式进行计算并取算术平均值,求出被检噪声发生器的超噪比。

(三) 超噪比稳定性检查

29 在28条基础上,改变噪声发生器的工作电流 $\pm 10\text{mA}$,观察超噪比的变化量,记录于附录1的表中。

30 按(4)式计算出超噪比的稳定性。

$$\text{超噪比的稳定性} = \frac{\sigma_{ENR\max}}{10} \text{ dB/mA} \quad (4)$$

式中: $\sigma_{ENR\max}$ ——变化 $+10\text{mA}$ 和 -10mA 时所对应的两个超噪比变化量中的大者。

五、检定结果的处理

31 经检定合格的噪声发生器,发给检定证书,不合格的噪声发生器发给检定结果通知书,并在检定结果中注明不合格的项目。

32 波导噪声发生器的检定周期最长为一年,必要时可提前检定。

附 录

附录 1

检定误差及误差计算举例

(一) 检定误差

1 检定结果的可能误差有 (1) 系统误差 Δ_1 , (2) 随机误差 Δ_2 , (3) 粗差. 用物理判别法或统计法剔除粗差后, 检定误差 Δ_{ENR} 等于系统误差与随机误差的方和根.

$$\Delta_{ENR} = \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \quad (1-1)$$

1.1 系统误差 Δ_1

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= 4.34 \times \frac{\delta_{T_s}}{T_s - T_a} + 4.34 \times \frac{\delta_{T_a}}{T_s - T_a} + \delta_{\Delta_A} \\ &= \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 \\ &= \sum_{i=1}^5 \delta_i \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中:

$$\delta_1 = 4.34 \times \frac{\delta_{T_s}}{T_s - T_a}, \text{ 热噪声标准器温度不确定度引入的误差;}$$

$$\delta_2 = 4.34 \times \frac{\delta_{T_a}}{T_s - T_a}, \text{ 室温温度下不确定度引入的误差.}$$

$\delta_{\Delta_A} = \delta_3 + \delta_4 + \delta_5$, 其中 δ_3 为精密可变衰减器衰减量不确定度引入的误差; δ_4 为波导开关两通道不对称引入的误差; $\delta_5 = 8.68 |\Gamma_1 \cdot \Gamma_s + \Gamma_1' \cdot \Gamma_x|$ 为由于热噪声标准器和被检噪声发生器与校准系统的失配引入的误差. 符号 Γ_1 , Γ_1' , Γ_x , Γ_s 分别表示校准系统输入端的反射系数, 被检噪声发生器的反射系数和热噪声标准器的反射系数.

1.2 随机误差 Δ_2

随机误差的主要来源可能有开关的重复性，热噪声标准器和被检噪声发生器的噪声功率稳定度，校准系统有限的分辨率和稳定度，衰减器的回差以及视差等不确定因素。随机误差的存在造成了测量数据的离散性，反过来根据测量数据的离散性可以求出随机误差的大小。

$$\Delta_2 = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta v_i^2}{n-1}} \quad (1-3)$$

式中：n——测量次数；

Δv_i ——第*i*次测量值与*n*次测量平均值的差值。

(二) 检定误差计算举例

2 求系统误差 Δ_1

系统误差如下表：

已 知 量	δ_i	误差量 (dB)	确 定 形 式
$T_s = 223 \text{ K}, \delta T_s = \pm 3 \text{ K}$	δ_1	± 0.026	$4.34 \times \frac{\delta T_s}{T_s - T_a}$
$T_a = 290 \text{ K}, \delta T_a = \pm 1 \text{ K}$	δ_2	± 0.007	$4.34 \times \frac{\delta T_a}{T_s - T_a}$
$\Delta A = 14 \text{ dB}$ $0.006 \text{ dB}/10 \text{ dB}$	δ_3	± 0.009	衰减器误差经衰减标准检定后给出
开关通道不对称性和不重复性 $\pm 0.005 \text{ dB}$	δ_4	± 0.005	用交换标准和被检端进行重复测量的方法确定
$ \Gamma_1 = 0.025 \quad \Gamma_2 = 0.05$ $ \Gamma'_1 = 0.025 \quad \Gamma'_2 = 0.15$	δ_5	± 0.043	$8.68 \Gamma'_1 \cdot \Gamma_2 + \Gamma_1 \cdot \Gamma'_2 $
Δ_1	$\sum_{i=1}^5 \delta_i$	± 0.084	$\Delta_1 = \sum_{i=1}^5 \delta_i$

3 求随机误差 Δ_2

随机误差如下表：

计 量 次 数 $i=1\sim 10$	ENR_i (dB)	$v_i^2 = (ENR - ENR_i)^2$
1	17.92	1×10^{-6}
2	17.92	1×10^{-6}
3	17.91	81×10^{-6}
4	17.93	121×10^{-6}
5	17.93	121×10^{-6}
6	17.92	1×10^{-6}
7	17.91	81×10^{-6}
8	17.92	1×10^{-6}
9	17.92	1×10^{-6}
$n=10$	17.91	81×10^{-6}
平均 值 ENR	17.919 ≈ 17.92	
和		490×10^{-6}

$$\Delta_2 = \pm 0.022 \text{ dB}$$

4 求检定误差 Δ_{ENR}

$$\begin{aligned} \Delta_{ENR} &= \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \\ &= \pm \sqrt{(0.084)^2 + (0.022)^2} \\ &= \pm 0.087 \text{ dB} \end{aligned}$$

在这里可选取检定误差为 $\pm 0.10 \text{ dB}$ 。

附录 2

检 定 记 录 表

送检单位：
 噪声发生器编号：
 检定频率：
 工作电流：
 检定日期：

MHz
 mA

年 月 日 检定员：

测量序号 $i=1\sim 10$	室 温 $T_a(^{\circ}\text{C})$	T_s		ΔA (dB)	ENR_i (dB)	σ_{ENR} (dB)	
		(mV)	(K)			+10 mA	-10 mA
1							
2							
3							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
⋮							
$ENR = \frac{\sum_{i=1}^n ENR_i}{n} =$						超噪比稳定性 =	

附录 3

检定证书格式

检 定 证 书

— 字 第 _____ 号



计量器具名称 _____

型号规格 _____

制 造 厂 _____

出 厂 编 号 _____

设 备 编 号 _____

送 检 单 位 _____

检 定 结 果 _____

负 责 人 _____

核 验 员 _____

检 定 员 _____

检 定 日 期 年 月 日

有 效 期 至 年 月 日

附录 4

检定结果格式

检 定 结 果

超噪比 $ENR =$ dB \pm dB

超噪比稳定性 dB/mA

检定条件:

工作频率

工作电流

附: 超噪比计算公式

$$ENR = 10 \log_{10} \frac{T_n - T_0}{T_0} \text{ dB}$$

式中: T_0 ——290 K T_n ——等效输出噪声温度

下次送检请带此证书