

中 华 人 民 共 和 国

计 量 器 具 检 定 规 程

用 JJ1-2 型衰减标准装置 检定衰减器

JJG 253—81

国 家 计

北



用M1-2型衰减标准装置检定

衰减器检定规程

Verification Regulation of Calibrating Attenuator by M1-2 Type Attenuation Standard Equipment

JJG 253—81

本检定规程经国家计量总局于1981年2月11日批准，自1982年1月1日起施行。

归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：四机部一〇一〇所
中国计量科学研究院

主要起草人：何文轩、顾 及

本规程技术条文由起草单位负责解释。

目 录

一、概述.....	(1)
二、J1-2 的主要技术特性.....	(1)
三、检定条件.....	(2)
(一) 环境条件.....	(2)
(二) 检定用主要仪器设备.....	(2)
四、检定和测试项目.....	(2)
五、检定方法及程序.....	(3)
(一) 被检衰减器工作正常性检查.....	(3)
(二) 检定前的准备工作.....	(3)
(三) 驻波系数的测试.....	(3)
(四) 信号源系统和检测系统的调配.....	(4)
(五) 衰减量的检定.....	(5)
六、检定结果的处理.....	(7)
附录1 混频器非线性误差的测试	(9)
附录2 高频段总随机误差的实测	(9)
附录3 检定证书格式.....	(10)

用 JJG-2 型衰减标准装置检定衰减器检定规程

本规程适用于用 JJG-2 型衰减标准装置 (以下简称 JJG-2) , 对新制造、使用中和修理后的, 准确度不低于表 1、表 2 给出值的、单个衰减器或标准信号发生器中的衰减器的检定或定度。

一、概 述

JJG-2 采用超外差法, 将被测微波信号线性地变换成中频信号, 使被检微波衰减器与工作中频的标准衰减器进行比较, 来检定被检衰减器的衰减量。

二、JJG-2 的主要技术特性

- 1 频段: 1000~16600 MHz.
- 2 量程: 0~80dB (混频器输入功率为 $10^{-4} \sim 10^{-12} W$) .
- 3 准确度: 随机误差和系统误差 (未计入失配误差) 列于表1和表2.

随机误差——一系列测量的标准偏差 表 1

标准衰减器分段 (dB)	1000~7200			7150~16600		
	10~70	0~70	0~30	10~70	0~70	0~80
随机误差 (dB)						
中频衰减测量	0.02	0.02	0.10	0.02	0.02	0.10
高频不稳定性	0.02	0.02	0.02	0.10	0.10	0.10
总随机误差	0.03	0.03	0.10	0.10*	0.10*	0.14

*为了提高准确度, 可按附录2的方法确定总随机误差值。

系统误差——极限值

表 2

频率 (MHz)	1000~7200			7150~16600		
	标准衰减器分段 (dB)					
系统误差 (dB)	10~70	0~70	0~80	10~70	0~70	0~80
标准衰减器	± 0.03	± 0.05	± 0.10	± 0.03	± 0.05	± 0.10
混频器非线性	0	-0.10	-0.10	0	-0.10	-0.10
总系统误差	$+0.03$ -0.03	$+0.05$ -0.15	$+0.10$ -0.20	$+0.03$ -0.03	$+0.05$ -0.15	$+0.10$ -0.20

三、检定条件

(一) 环境条件

- 4 环境温度: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- 5 相对湿度: $(65 \pm 15) \%$.
- 6 大气压力: $(750 \pm 30) \text{ mmHg}$.
- 7 电源电压: $220\text{V} \pm 5\%$ 、 $380\text{V} \pm 10\%$.
- 8 周围环境无强电磁干扰和影响检定系统正常工作的机械振动.
- 9 在测试过程中, 室内不得有强气流 (过堂风) .

(二) 检定用主要仪器设备

- 10 $\Pi 1-2$ 及其有关配套设备.
- 11 相应频段的测量线, 同轴测量线剩余驻波比应不大于1.05, 波导测量线剩余驻波比应不大于1.02.
- 12 工作频率可达 10 kHz 的测量放大器, 灵敏度优于 $10\mu\text{V}$ /满度.
- 13 相应频段的功率计、波长计、调配器、隔离器和驻波系数 ≤ 1.02 的负载.
- 14 交流电子稳压器.

四、检定和测试项目

- 15 被检衰减器工作正常性检查.
- 16 驻波系数的测试.
- 17 起始衰减量的测试.
- 18 衰减量的检定.

五、检定方法及程序

(一) 被检衰减器工作正常性检查

19 被检仪器应附有制造厂说明书、合格证书、校准曲线或图表以及保证仪器正常工作所必须的成套附件.

20 检定前应对被检仪器进行外观检查, 不能有影响仪器正常工作的松动、卡死等机械故障. 可变衰减器度盘指示器应能在所有刻度点均匀调节, 被检信号发生器除能正常工作外, 应能外加 $\Pi 1-2$ 给出的 10kHz 方波调制.

(二) 检定前的准备工作

21 检定前必须熟悉 $\Pi 1-2$ 、被检仪器及检定所用仪器设备的说明书.

22 检定系统连接的注意事项

22.1 放置检定系统的工作台应平稳牢固.

22.2 所有连接头应牢靠, 同轴接头在连接前要用专用工具对插头进行校正, 以保证接触良好.

22.3 在检定 40dB 以上衰减量时, 对波导连接应在连接处加弹簧垫片, 并用弓形夹或螺钉固紧.

22.4 使用软电缆连接时, 要把接头拧紧. 软电缆尽可能不弯曲, 或使其曲率半径尽量大, 并保持电缆形状不变. 检定 60dB 以上的衰减量时, 应采用双层屏蔽电缆.

22.5 信号源应尽可能远离检测部分.

22.6 当使用不是 $\Pi 1-2$ 配套的连接或转换器件时, 应选择与其性能相当的器件.

23 按 $\Pi 1-2$ 使用说明书规定, 正确接通电源, 对 $\Pi 1-2$ 进行预热, 半小时后, 按 $\Pi 1-2$ 使用条例进行预调.

(三) 驻波系数的测试

24 按方块图 1 测试可变衰减器的驻波系数.

24.1 信号源工作在方波调制状态, 并准确调谐在被测频率上.

24.2 在被检衰减器度盘起始、中间和最大位置, 分别测出输入

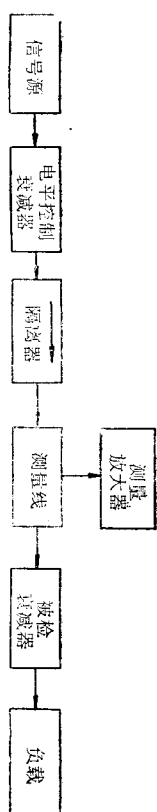


图 1

端驻波系数，记起始位置的驻波系数为 S_{in} ，记中间和最大位置的最大驻波系数为 S_{in}' 。

24.3 把被检衰减器左端与右端调换，按24.2款确定的衰减器度盘位置，分别测出输出端驻波系数，记起始位置的驻波系数为 S_{out} ，记中间和最大位置的驻波系数为 S_{out}' 。

25 固定衰减器输入端驻波系数 S_{in} 及输出端驻波系数 S_{out} 按24条方法测试。

26 按方块图2和24.1~24.2款测出被检标准信号发生器中可变衰减器的驻波系数 S' 和 S'' 。

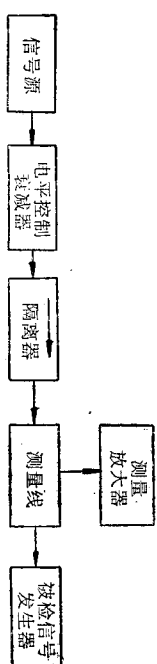


图 2

(四) 信号源系统和检测系统的调配

27 按方块图3对信号源系统进行调配。

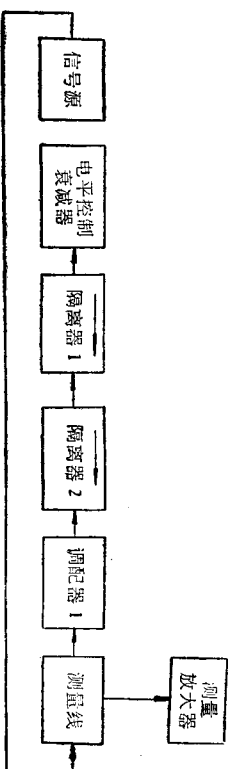


图 3

27.1 信号源工作在方波调制状态，用波长计监测（同轴系统用外接波长计），将频率准确调在被测频率上，然后使波长计失谐。

27.2 调节调配器1，使从测量放大器上读得的驻波系数 ≤ 1.02 。

28 按方块图4对检测系统进行调配。

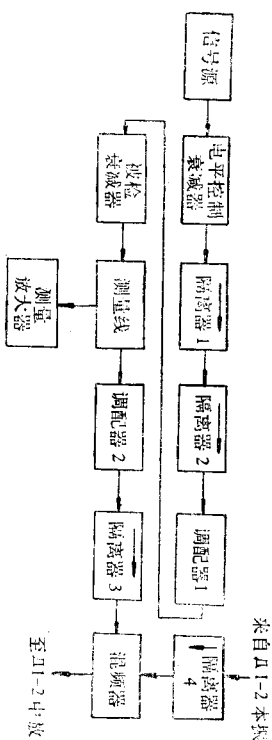


图 4

28.1 调D1-2本振信号输出，使混频电流为400~600 μ A。

28.2 按27.1~27.2款调节调配器2，使从测量放大器上读得的驻波系数 ≤ 1.02 。

29 检定标准信号发生器中的衰减器时，仅对检测系统进行调配。

30 当所用隔离器（或衰减器）的驻波系数能满足被检衰减器的准确度要求时，系统可不调配。

(五) 表减量的检定

31 检定频率一般选被检衰减器工作频率的高、中、低三个频率，或被检衰减器出厂时校准所用的频率进行检定；或根据送检单位需要而定。

32 可变衰减器衰减量检定点的选取，对需要定度的衰减器，应以能给出光滑曲线为原则，对已有曲线或数据的衰减器，则在整个衰减程中均匀选取5~10点为检定点；或根据送检单位需要而定。

33 检定前按使用条例对D1-2进行最后调整。

34 可变衰减器起始衰减量的测试和衰减量的检定按方块图4进行。

34.1 把被测衰减器从检定系统中去掉，系统“短接”，调D1-2

第一次平衡, 读标准衰减器示值 A_1 。把刻度放在起始位置的被测衰减器迅速投入系统, 调 Π -2 第二次平衡, 读标准衰减器示值 A_2 , 则起始衰减量为 $(A_1 - A_2)$ dB。应采用交替读数法重复测量 4~6 次, 取算术平均值为测试值。

34.2 被检衰减器放起始位置, 调 Π -2 第一次平衡, 读标准衰减器示值 A_1 , 被检衰减器放被检位置, 调 Π -2 第二次平衡, 读标准衰减器示值 A_2 , 则被检点衰减量为 $(A_1 - A_2)$ dB。每一检定点应采用交叉读数法重复测量 4~10 次, 取算术平均值为检定值。

35 固定衰减器的检定方法同 34.1 款。

36 标准信号发生器中衰减器的检定按方块图 5 和 34.2 款方法进行。

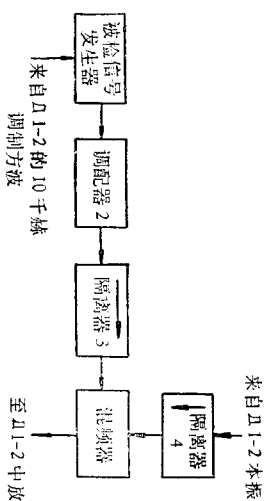


图 5

37 检定中注意事项

37.1 当 Π -2 预热 1 小时后, 利用示波器观察 1~2 分钟内差拍的稳定情况, 确认稳定后, 用波长计检查信号源是否漂离原定频率, 如已漂离, 则应重新调回到原定频率。

37.2 检定过程中, 信号源系统和检测系统的匹配状态均不能破坏, 若被检衰减器检定频率改变, 则应重新调配。

37.3 检定过程中, 混频电流应维持在 400~600 μ A 范围内。

37.4 调 Π -2 第一次平衡前, 注意用示波器监视中频差拍频率, 如果频率漂移, 应微调本振频率。

37.5 调 Π -2 第二次平衡时, 只能改变标准衰减器, 而信号、本振及中振的频率和幅度均不得变动。

37.6 Π -2 两次平衡时, 示波器上波形高度应尽可能保持一致 (约 20 mm)。

37.7 Π -2 两次平衡的时间间隔要尽量短, 检定工作应由二人进行。

37.8 检定不大于 60 dB 的衰减量时, 应在混频器线性段进行, 检定 70~80 dB 衰减量时, 允许在混频器非线性段进行。

37.9 检定前应排除信号泄漏, 检定大衰减量时, 应将测量线从系统中去掉。

六、检定结果的处理

38 用 Π -2 检定衰减器的误差 e_i (n 次测量算术平均值的误差) 为:

$$-e_n - \sqrt{9 \frac{\sigma^2}{n} + e_i^2 + e_{mis}^2} \leq e_i \leq \sqrt{9 \frac{\sigma^2}{n} + e_i^2 + e_n^2} \quad (1)$$

式中: σ ——一系列衰减量测量的标准偏差;

n ——同一检定点的测量次数;

e_i ——标准衰减器的系统误差;

e_{mis} ——失配误差;

e_n ——混频器非线性误差。

38.1 一系列测量算术平均值的标准偏差 $\frac{\sigma}{n}$, 式 (1) 中取随机

误差的极限值为 $3 \sqrt{\frac{\sigma}{n}}$, (σ 的计算方法参照附录 2)。

38.2 失配误差的计算:

可变衰减器的最大可能失配误差为:

$$e_{mis} \approx \pm 8.69 (|T_s| |T_d| + |T_{is}| |T_s| + |T_{out}| |T_d| + |T_{is}| |T_s| + |T_{out}| |T_d|) \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

式中: T_{is} ——衰减器在起始位置输入端的反射系数;

T_{in} ——衰减器在被测位置输入端最大的反射系数;

T_{out} ——衰减器在起始位置输出端的反射系数;

Γ'_{out} ——衰减器在被测位置输出端最大的反射系数;

Γ_s ——信号源系统输出端的反射系数;

Γ_d ——检测系统输入端的反射系数。

固定衰减器的最大可能失配误差为:

$$e_{mis} \pm 8.69(|\Gamma_s| |\Gamma_d| + |\Gamma_s| |\Gamma_{in}| + |\Gamma_d| |\Gamma_{out}|) \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

式中: Γ_{in} ——衰减器输入端的反射系数;

Γ_{out} ——衰减器输出端的反射系数。

标准信号发生器中衰减器的最大可能失配误差为:

$$e_{mis} \pm 8.69(|\Gamma'| |\Gamma_d| + |\Gamma'| |\Gamma_d|) \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

式中: Γ' ——衰减器在起始位置输出端的反射系数;

Γ'' ——衰减器在被测位置输出端最大的反射系数。

式(2)、(3)、(4)中各 $|\Gamma|$ 值为反射系数的模,由 $|\Gamma| = \frac{S-1}{S+1}$, 据已测知的驻波系数 S (波导系统时,取信号源系统和检测

系统的 $S=1.04$,对同轴系统,取 $S=1.07$),可算得各相应的 $|\Gamma|$ 值。

38.3 从表2查得标准衰减器误差 e_e 及混频器非线性误差 e_n ,由式(1)求出 n 次衰减测量算术平均值的误差 e_t 。

39 根据送检衰减器的技术指标及检定结果,对被检衰减器给出“合格”或“不合格”的结论,在某种情况下也可只给出检定结果或作若干说明。

40 根据检定结果,对定标衰减器给出定标值和定标值的误差 e_t 。

41 检定周期一般为一年。

附录 1

混频器非线性误差的测试

若有条件,对M1-2不同混频头的混频器非线性误差 e_n 要定期进行测试。

测试方法:在不同功率电平下,测量重复性良好的可变衰减器同一个10 dB衰减量,非线性段与线性段测得的衰减值之差,就是混频器的非线性误差。

当有实测的 e_n ,由式(1)计算时,则采用实测的 e_n 值。

附录 2

高频段总随机误差的实测

为了实测M1-2在高频段的总随机误差,在同一功率电平下,多次测量(不得少于10次)重复性良好的可变衰减器的同一衰减量,并按下列各式计算:

1 算术平均值 A_n

$$A_n = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (1)$$

式中: A_i ——各次测量值;

n ——测量次数。

2 多次测量的标准偏差(总随机误差) σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - A_n)^2}{n-1}} \quad (2)$$

附录3

武 格 井 正 隆

检定证书

第 号



计量器具名称

规格型号

制 造 厂

出厂编号

设备编号

送检单位

检定结果

负责人

核 驗 員

檢定員

檢定日期

年 月 日

有效期至

年 月 日

结果达标或定量检测量减少

[illegible]

说明:

