



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 387—2005

---

## 同轴电阻式衰减器

Coaxial Attenuator

2005-04-28 发布

2005-10-28 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 同轴电阻式衰减器检定规程

Verification Regulation of  
Coaxial Attenuator

JJG 387—2005  
代替 JJG 387—1985  
JJG 419—1986  
JJG 507—1987

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 04 月 28 日批准，并自 2005 年 10 月 28 日起实施。

归 口 单 位：全国无线电计量技术委员会  
起 草 单 位：中国计量科学研究院

本规程委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

高秋来（中国计量科学研究院）



# 目 录

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 1 范围                  | ( 1 ) |
| 2 概述                  | ( 1 ) |
| 3 计量性能要求              | ( 1 ) |
| 3.1 频段                | ( 1 ) |
| 3.2 量程                | ( 1 ) |
| 3.3 最大允许误差            | ( 1 ) |
| 3.4 驻波系数              | ( 1 ) |
| 4 通用技术要求              | ( 1 ) |
| 5 计量器具控制              | ( 1 ) |
| 5.1 检定条件              | ( 1 ) |
| 5.2 检定项目和检定方法         | ( 2 ) |
| 5.3 检定结果处理            | ( 6 ) |
| 5.4 检定周期              | ( 6 ) |
| 附录 A 检定记录格式           | ( 7 ) |
| 附录 B 泄漏的检测方法          | ( 8 ) |
| 附录 C 检定证书及检定结果通知书内页格式 | ( 9 ) |

## 同轴电阻式衰减器检定规程

### 1 范围

本规程适用于同轴电阻式衰减器的首次检定、后续检定和使用中的检验。

### 2 概述

衰减器是电子测量中常用的重要仪器。衰减器用以衰减或调节测量系统中的功率电平，衰减信号源的输出功率，衰减功率计或电压表输入端的功率或电压以及作为去耦元件以减小负载对信号源的影响等等。

同轴电阻式衰减器是由一个或一系列匹配电阻衰减网络单元组成，根据使用的系统不同，同轴电阻式衰减器有同轴 50  $\Omega$  和 75  $\Omega$  之分，衰减量值以单位 dB 表示。

### 3 计量性能要求

3.1 频段：10 kHz~18 GHz。

3.2 量程：0 dB~100 dB。

3.3 最大允许误差：0.02 dB~1.5 dB。

3.4 驻波系数： $\leq 2.0$ 。

### 4 通用技术要求

被检衰减器应符合一般电子仪器安全规范要求，并具有生产单位名称、仪器名称、仪器型号和仪器编号等标识。

### 5 计量器具控制

包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

#### 5.1 检定条件

##### 5.1.1 环境条件

5.1.1.1 温度 18  $^{\circ}\text{C}$ ~28  $^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.1.2 相对湿度 $\leq 80\%$ 。

5.1.1.3 电源电压 220 V+11 V，50 Hz+1 Hz。

5.1.1.4 无影响正常工作强电磁干扰和机械振动。

##### 5.1.2 检定用设备

###### 5.1.2.1 衰减标准装置

频率范围：10 kHz~18 GHz。

量程范围：0 dB~100 dB。

不确定度 ( $k=2$ ):  $<0.02\text{ dB}/10\text{ dB}$  (0 dB~60 dB);

0.012 dB~0.5 dB (60 dB~100 dB)。

#### 5.1.2.2 信号源和本振源

幅度稳定度： $\leq 0.001$  dB/min。

信号源最大输出电平： $\geq 10$  dBm。

频率准确度： $\leq 10^{-5}$ 。

频率稳定度： $\leq 10^{-6}$ 。

#### 5.1.2.3 数字电压表（或锁定放大器）

幅度测量范围：0 V~1 V。

分辨率：4 位半。

#### 5.1.2.4 测量端口

源驻波系数和负载驻波系数： $\leq 1.1$ （可以用调配器、小驻波系数的隔离器或固定衰减器实现）。

系统信号泄漏： $\geq$  最大测量量程 + 40 dB。

#### 5.1.2.5 网络分析仪

驻波系数测量范围：1~2。

驻波系数测量不确定度（ $k=2$ ）： $\leq 1.01$ 。

### 5.2 检定项目和检定方法

#### 5.2.1 检定项目一览表

表 1 检定项目一览表

| 项目名称                 | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检验 |
|----------------------|------|------|-------|
| 外观及工作正常性检查           | +    | +    | +     |
| 衰减量检定                | +    | +    | +     |
| 起始衰减量检定              | +    | —    | —     |
| 驻波系数检定               | +    | —    | —     |
| 注：“+”为应检项目，“—”为可不检项目 |      |      |       |

#### 5.2.2 外观及工作正常性检查

5.2.2.1 被检衰减器应有说明书及全部配套附件，后续检定带原检定证书。

5.2.2.2 被检衰减器不应有影响正常工作的机械损伤，输入、输出接头和步进开关应牢固，没有机械损伤。被检衰减器的步进开关的位置应与衰减量刻度指示相对应，步进开关转动或按键操作应自如、准确；显示清晰完整。

#### 5.2.3 衰减器衰减量的检定

##### 5.2.3.1 低中频串联替代法

a) 按图 1 连接测量系统，（如果测量频率是衰减校准装置的中频频率时，本振源可省去不用，直接将中频信号连接到衰减校准装置的中频输入端，如图 2 所示。）测量系统连接后，进行系统连接检查，系统中各个设备和所有的连接应稳定牢靠，转动被测衰

减旋钮时，不应引入电连接不良问题。

b) 当被检衰减器特性阻抗为  $50\ \Omega$  时，检定系统应选用特性阻抗为  $50\ \Omega$  的调配器或隔离器；当被检衰减器特性阻抗为  $75\ \Omega$  时，检定系统应选用特性阻抗为  $75\ \Omega$  的调配器或隔离器。调配器或隔离器的接头形式应与被检衰减器的接头形式相同。

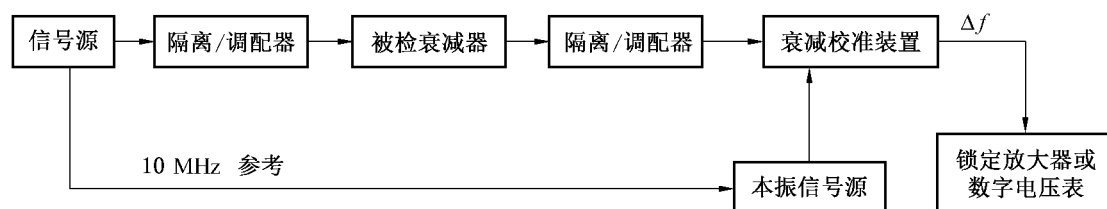


图1 衰减器检定系统方框图

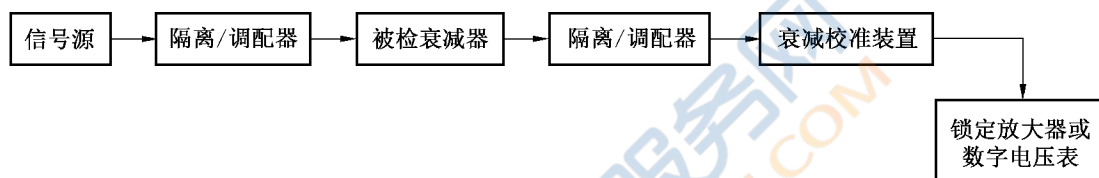


图2 检定频率为中频时，衰减器检定系统方框图

c) 系统中的设备应按设备说明书的操作要求，各个开关置于合适位置，接通电源预热半小时以上。

d) 检定频率应选择被检衰减器频率范围的高、中、低三点；或按出厂时校准所用频率进行检定；衰减量的检定应分别对各盘衰减量进行逐点检定。

e) 将信号源频率调整在测量频率  $f_0$  上，将本振信号源频率调整在  $(f_0 \pm \Delta f)$  上（应依照说明书调节中频频率  $\Delta f$ ）。

f) 调节本振信号源功率电平，使混频器的本振输入端口的功率电平为 9 dBm。调节信号源的输出功率电平至：被检衰减器为“0” dB 时，混频器的输入端功率电平为 -20 dBm。

g) 被检衰减器设置在被检衰减量位置，衰减校准装置内部感应分压器设置在起始比值 (0.95)，依照衰减校准装置的说明书调节放大器增益设置使衰减校准装置工作在线性段（一般原则：放大器增益设置与衰减数值一样的 dB 数，例如被检衰减量为 20 dB，衰减校准装置的放大器增益也设置在 20 dB）。

h) 数字电压表读数稳定后，记录下当前的感应分压器比值  $D_1$  和数字电压表的读数  $U_1$ 。

i) 将被检衰减器设置在参考位置 (0 dB 位置)，调整衰减校准装置内部感应分压器，使数字电压表的读数约为  $U_1$ 。数字电压表读数稳定后，记录下当前的感应分压器比值为  $D_2$  和数字电压表的读数  $U_2$ 。

j) 用公式 (1) 计算被检衰减器衰减量为  $A_1$ ：

$$A_1 = 20 \lg \frac{D_1 \times U_2}{D_2 \times U_1} \quad (1)$$

将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

k) 采用交替读数法再重复测量 2 次, 得到测量结果  $A_2$ ,  $A_3$ , 并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

l) 用公式 (2) 计算被检衰减器衰减量的平均值  $A$ , 并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

$$A = \frac{\sum_{i=1}^3 A_i}{3} \quad (2)$$

m) 重复本条款中的 g)~l) 的操作步骤, 分别对所选的衰减量进行逐点检定, 并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

#### 5.2.3.2 中频并联替代法

a) 按图 3 连接测量系统, 如果测量频率是衰减校准装置的中频频率时, 本振源可省去不用, 直接将射频信号连接到衰减校准装置的输入端。测量系统连接后, 进行系统连接检查, 系统中各个设备和所有的连接应稳定牢靠, 转动被测衰减旋钮时, 不应引入电连接不良问题。

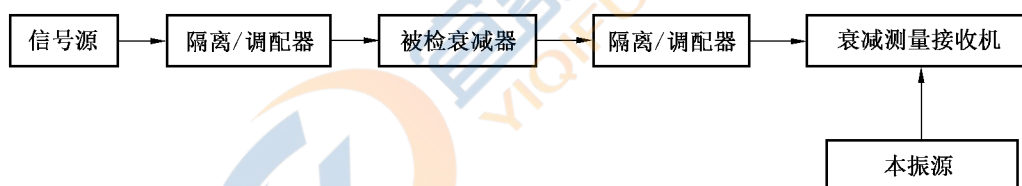


图 3 衰减器检定系统方框图

b) 操作方法同 5.2.3.1 中的步骤 b) ~e)。

c) 依照衰减测量接收机说明书, 调节信号源和本振源的输出功率, 使衰减测量接收机工作在线性测量段。

d) 将被检衰减器设置在参考位置 (0 dB 位置), 依据衰减测量接收机说明书, 设置衰减测量接收机, 使其工作在衰减测量状态, 并将衰减测量显示置成 0 dB。

e) 将被检衰减器设置在被测位置。待衰减测量接收机的读数稳定后, 将读数记录在附录 A 的相应表格内。

f) 采用交替读数法再重复测量 2 次, 得到测量结果  $A_2$ ,  $A_3$ , 并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

g) 用公式 (2) 计算被检衰减器衰减量的平均值  $A$ , 并将所得结果  $A$  记录在附录 A 的相应表格内。

h) 重复本条款中的 d) ~g) 的操作步骤, 分别对所选的衰减量进行逐点检定, 并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

#### 5.2.4 衰减器起始衰减量的检定

注：本项目适用于出厂时和修理后的衰减器检定，使用中的衰减器可以免检。

#### 5.2.4.1 低中频串联替代法

a) 操作方法如同 5.2.3.1 中的步骤 a) ~f)。

b) 将被检衰减器设置在“0” dB 位置，并接入系统中。衰减校准装置内部感应分压器设置在起始比值 (0.95)，放大器增益设置为 0 dB，数字电压表读数稳定后，记录下当前的感应分压器比值  $D_1$  和数字电压表的读数  $U_1$ 。

c) 将被检衰减器从系统中去掉，系统短接，调整衰减校准装置内部感应分压器，使数字电压表的读数约为  $U_1$ 。数字电压表读数稳定后，记录下当前的感应分压器比值  $D_2$  和数字电压表的读数  $U_2$ 。

d) 用公式 (1) 计算被检衰减器的起始衰减量为  $A_1$ 。将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

e) 采用交替读数法再重复测量 2 次，得到测量结果  $A_2$ ， $A_3$ ，并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

f) 用公式 (2) 计算被检衰减器的起始衰减量的平均值  $A$ ，并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

#### 5.2.4.2 中频并联替代法

a) 操作方法和连接如同 5.2.3.2 中的步骤 a) ~c)。

b) 系统短接，被检衰减器不接入系统。依据衰减测量接收机说明书，设置衰减测量接收机，使其工作在衰减测量状态，并将衰减测量显示置成 0 dB。

c) 将被检衰减器设置为“0” dB，并接入系统中，待衰减测量接收机的读数稳定后，将读数  $A_1$ ，记录在附录 A 的相应表格内。

d) 采用交替读数法再重复测量 2 次，得到测量结果  $A_2$ ， $A_3$ ，并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

e) 用公式 (2) 计算被测衰减器的起始衰减量的平均值  $A$ ，并将所得结果记录在附录 A 的相应表格内。

#### 5.2.5 电压驻波比的检定

注：本项目适用于出厂时和修理后的衰减器检定，使用中的衰减器可以免检。

a) 依照网络分析仪的操作说明，首先进行短路、开路、50  $\Omega$  负载校准，然后将衰减器的输入端连接到网络分析仪的校准端面，衰减器的输出端连接 50  $\Omega$  负载，分别对衰减器的每一衰减挡的输入端面的电压驻波比进行检定，并将测量结果记录在附录 A 的相应表格内。

b) 将衰减器的输出端连接到网络分析仪的校准端面，衰减器的输入端连接 50  $\Omega$  负载，分别对衰减器的每一衰减挡的输出端面的电压驻波比进行检定，并将测量结果记录在附录 A 的相应表格内。

#### 5.2.6 固定衰减器的检定方法

固定衰减器的检定方法与衰减器起始衰减量的检定方法相同。

### 5.3 检定结果处理

凡按本规程规定和要求检定合格的衰减器，出具检定证书（证书内页格式见附录 C）。检定不合格的衰减器，出具检定结果通知书，并注明不合格的项目。

### 5.4 检定周期

检定周期一般不得超过 1 年，修理后的衰减器应立即检定。



## 附录 A

## 检定记录格式

共\_\_\_\_\_页 第\_\_\_\_\_页

记录编号：\_\_\_\_\_ 检定证书号：\_\_\_\_\_ 检定日期：\_\_\_\_\_

送检单位：\_\_\_\_\_

衰减器型号：\_\_\_\_\_ 衰减器编号：\_\_\_\_\_

环境条件： 温度：\_\_\_\_\_℃ 湿度：\_\_\_\_\_ %RH

检定员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_

表 1 衰减量和起始衰减量检定原始记录

| f =         |                |                |                |             |            |
|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------------|
| 标称值<br>(dB) | 测量值 (dB)       |                |                | 平均值<br>(dB) | 误差<br>(dB) |
|             | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |
|             |                |                |                |             |            |

表 2 驻波系数检定原始记录

| 衰减档<br>(dB) | $f =$      |            | $f =$      |            | $f =$      |            |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|             | $\rho_{入}$ | $\rho_{出}$ | $\rho_{入}$ | $\rho_{出}$ | $\rho_{入}$ | $\rho_{出}$ |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |
|             |            |            |            |            |            |            |

## 附录 B

### 泄漏的检测方法

#### 1 泄漏误差的概念

泄漏是衰减测量的一项误差源，该项误差是由于信号源输出信号的一部分没有经过测量通道而进入了衰减测量接收机。令  $A_A$  表示通过被测衰减器的衰减量，令  $A_L$  表示与被测衰减器并联的泄漏通道衰减量，由泄漏引入衰减测量最大误差  $\delta_L$  为：

$$\delta_L = \pm 8.69 \times 10^{(A_A - A_L)/20}$$

通常情况下，泄漏信号很小，被测衰减量越大，泄漏误差越大。

#### 2 泄漏误差的检测方法

为了保障衰减器检定的可靠，泄漏信号应比最大被测量信号低 40 dB。即如果衰减的大量程为 100 dB，泄漏通道的衰减量应为 140 dB。检测泄漏通道的衰减量的方法如下：

- 2.1 连接衰减测量系统，测量系统连接后，进行系统连接检查，系统中各个设备和所有的连接应稳定牢靠，转动被测衰减旋钮时，不应引入电连接不良问题。
- 2.2 调节衰减器至 60 dB，打开电源，并调节信号源输出信号至 10 dBm。
- 2.3 逐步增加衰减器的衰减量，随着衰减量的增加，调节衰减测量接收机的灵敏度使之能够分辨小信号电平（如果衰减测量接收机的分辨率不够时，可在衰减测量接收机的输入端插入 40 dB 增益放大器），并观测衰减测量接收机的信号功率电平或电压电平变化，当衰减测量接收机的信号功率电平或电压电平不随着衰减量增加变化时，这时的衰减通道的衰减量就是泄漏通道的衰减量。

## 附录 C

## 检定证书及检定结果通知书内页格式

## C.1 检定证书内页格式

证书编号：\_\_\_\_\_

## 检定结果

| 标称值 (dB) | MHz      |         |
|----------|----------|---------|
|          | 实测值 (dB) | 误差 (dB) |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |
|          |          |         |

检定员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_

C.2 检定结果通知书内页格式要求同上，应指出不合格项目。