

---

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX

---

高频标准零电平表校准规范

Calibration Specification of High Frequency Standard Level Meters

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

国家市场监督管理总局 发布

# 高频标准零电平表校准规范

Calibration Specification of High  
Frequency Standard Level Meters

JJF XXXX—XXXX  
代替 JJG 420—1986

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国信息通信研究院  
中国计量科学研究院

参加起草单位：眉山建华仪器有限公司

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

# 目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 概述.....	1
3 计量特性.....	1
3.1 零电平频率响应.....	1
3.2 标准电平（直流）.....	1
3.3 零电平基本误差.....	1
3.4 指示器刻度误差.....	1
3.5 输入阻抗.....	1
4 校准条件.....	1
4.1 环境条件.....	1
4.2 校准用设备.....	2
5 校准项目和校准方法.....	2
5.1 校准项目.....	2
5.2 外观及工作正常性检查.....	3
5.3 零电平频率响应.....	3
5.4 标准电平（直流）.....	4
5.5 零电平基本误差.....	5
5.6 指示器刻度误差.....	5
5.7 输入阻抗.....	6
6 校准结果表达.....	6
7 复校时间间隔.....	7
附录 A 原始记录内页格式.....	8
附录 B 校准证书内页格式.....	11
附录 C 主要项目校准不确定度评定示例.....	14

## 引 言

本规范是对 JJG 420-1986 《高频标准零电平表检定规程》的修订。规范依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》编写。

与 JJG 420-1986 相比，主要变化的内容包括：

- 由检定规程变更为校准规范。
- 零电平频率特性变更为零电平频率响应；
- 增加了不确定度评定示例。

本规范历次版本发布情况如下：

- JJG 420-1986。

# 高频标准零电平表校准规范

## 1、范围

本规范适用于频率范围在 1GHz 以下的高频标准零电平表的校准。

## 2、概述

零电平表是用于电信传输测试的一种电平计量标准仪表。它由测试探头和指示器两部分组成，一般采用超高频真空热电偶作热电转换元件，装在测试探头里，用直流电压等效替代交流电压，实现高频零电平的准确测量。

## 3、计量特性

### 3.1 零电平频率响应

频率：10Hz~1GHz

范围：0.1V~1.5V

最大允许误差： $\pm(0.015\text{dB}\sim 0.2\text{dB})$

### 3.2 标准电平（直流）

范围：0.1V~2V

最大允许误差： $\pm 0.003\text{dB}$

### 3.3 零电平基本误差

频率：10Hz~1MHz

范围：0.1V~2V

最大允许误差： $\pm 0.01\text{dB}$

### 3.4 指示器刻度误差

频率：10Hz~1MHz

范围：0.1V~2V

最大允许误差： $\pm(0.01\text{dB}\sim 0.03\text{dB})$

### 3.5 输入阻抗

范围：75 $\Omega$ ，150 $\Omega$ ，176 $\Omega$ ，600 $\Omega$

最大允许误差： $\pm 2\%$

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

## 4、校准条件

### 4.1、环境条件

- a) 环境温度：(23±5) °C
- b) 相对湿度：≤80%
- c) 供电电源：(220±11) V，(50±1) Hz
- d) 其它：无影响仪器正常工作的强热源、气流、电磁干扰及机械振动。

## 4.2 校准用设备

### 4.2.1 高频电压标准

- 频率范围：DC~1GHz
- 电平范围：0.1V~1.5V
- 电平最大允许误差：±(0.3~1.0)%

### 4.2.2 多功能标准源

- 频率范围：DC~1MHz
- 电压范围：0.1V~2V
- 最大允许误差：±0.02%

### 4.2.3 数字多用表

- 频率范围：DC~100kHz
- 电压范围：0.01V~2V
- 最大允许误差：±0.01%
- 阻抗范围：10Ω~1MΩ
- 最大允许误差：±0.01%

### 4.2.4 信号发生器

- 频率范围：9kHz~1GHz
- 功率范围：-50dBm~27dBm
- 不确定度：(0.05dB~0.30dB) ( $k=2$ )

### 4.2.5 连续可调衰减器

- 频率范围：9kHz~1GHz
- 衰减范围：0dB~10dB

## 5、校准项目和校准方法

### 5.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目列表

序号	校准项目	条款
1	外观及工作正常性检查	5.2
2	零电平频率响应	5.3
3	标准电平（直流）	5.4
4	零电平基本误差	5.5
5	指示器刻度误差	5.6
6	输入阻抗	5.7

### 5.2 外观及工作正常性检查

被校高频标准零电平表的外观应完好，各调整旋钮、开关、按键等功能正常，不应有影响电气性能的机械损伤。表头应能进行机械调零，测试探头应外观良好。

被校高频标准零电平表应有说明书及配套附件。

被校高频标准零电平表按技术说明书规定时间预热，预热后应显示正常。如被校高频标准零电平表具有自校准功能，按要求对仪器进行自校准。

### 5.3 零电平频率响应

a) 频率小于等于 1MHz 时：

5.3.1 按图 1 连接仪器。

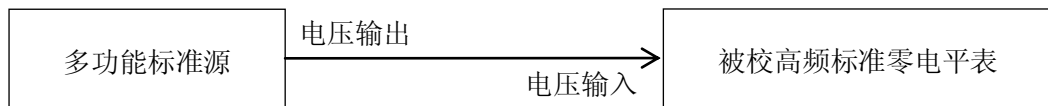


图 1 频率响应连接图 a

5.3.2 设置多功能标准源为频率  $f_0$ ，输出电压从小到大调节到适当位置，使被校高频标准零电平表显示为 0dB，记下此时的多功能标准源电压值  $U_{f_0}$  到原始记录 A.2 中；

5.3.3 设置多功能标准源电压调小，重复 5.3.2 步骤 3~5 次，取算数平均值作为最终结果，记录到原始记录 A.2 中；

5.3.4 改变多功能标准源频率  $f$ ，重复步骤 5.3.2~5.3.3，记下其他频率  $f$  时，多功能标准源电压  $U_f$ ，根据公式（1）计算频率响应：

$$\Delta_f = 20 \log_{10} \left( \frac{U_{f_0}}{U_f} \right) \quad (1)$$

式中：

$\Delta_f$  ——频率响应，单位 dB；

$U_{f_0}$  ——基准频率上的电压值，单位 V；



$U_f$  ——被校频率上的电压值，单位 V；

b) 频率大于等于 10kHz 时：

5.3.5 按图 2 连接仪器。

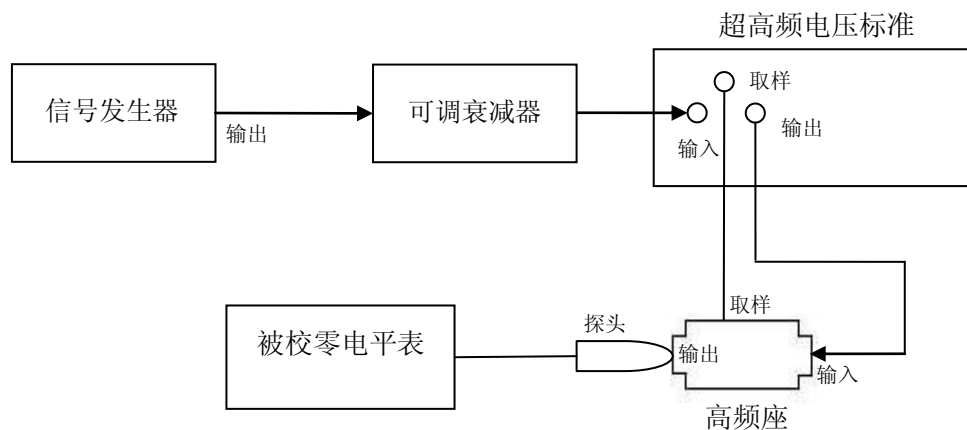


图 2 频率响应连接图 b

5.3.6 设置信号发生器频率  $f_0$ ，输出电平调节到最小，连续可调衰减器调节到最大，逐渐增加信号发生器电平，直到被校高频标准零电平表指针开始移动，调节衰减器，使被校高频标准零电平表显示为 0dB，记下此时的高频电压标准上显示的电压值  $U_{f_0}$ 。重复 3~5 次，取算术平均值作为最终结果，记录到原始记录 A.2 中；

5.3.7 改变信号发生器频率  $f$ ，重复步骤 5.3.6，记下其他频率  $f$  时，高频电压标准电压  $U_f$ ，根据公式 (1) 计算频率响应。

#### 5.4 标准电平（直流）

5.4.1 按图 3 连接仪器。

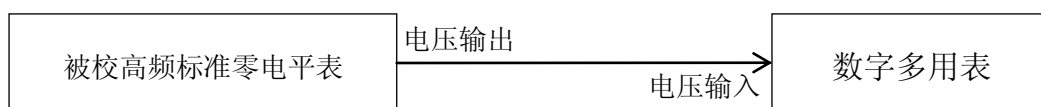


图 3 标准电平连接图

5.4.2 数字多用表设置为直流电压测量功能，按照说明书要求，将数字多用表连接至相应输入阻抗档位置进行测量，正反向各测三次，取算术平均值  $U_0$  作为直流电压的实测值，记录到原始记录 A.3 中；根据公式 (2) 计算标准电平（直流），并将结果记录到原始记录 A.3 中：

$$E = 20 \log_{10} \left( \frac{U_0}{0.7746} \right) \quad (2)$$

式中：

$E$  ——标准电平（直流），单位 dB；

$U_0$  ——直流电压的实测值，单位 V。

5.4.3 改变输入阻抗档，重复 5.4.2，完成所有档位的校准。

## 5.5 零电平基本误差

5.5.1 按照说明书规定，确定校准频率  $f$ （例如 10kHz）。调节输入阻抗档，在自校准完成后，按图 1 连接仪器。

5.5.2 设置多功能标准源的频率为  $f$ ，调整输出电压，使被校零电平表指示 0dB，在多功能标准源读出电压值  $U_1$ ，记录到原始记录 A.4 中；根据公式（3）计算出该输入阻抗档的零电平实测值（dB），记录到原始记录 A.4 中。

$$A = 20 \log_{10} \left( \frac{U_1}{0.7746} \right) \quad (3)$$

式中：

$A$  ——零电平基本误差，单位 dB；

$U_1$  ——零电平的交流电压实测值，单位 V。

5.5.3 改变输入阻抗档，重复步骤 5.5.1~5.5.2，完成所有阻抗档校准。

## 5.6 指示器刻度误差

5.6.1 重复步骤 5.5.1~5.5.2，完成 0dB 电压  $U_1$  的校准；

5.6.2 改变指示器不同的电平测量范围，调节多功能标准源的输出电压，使被校零电平表指示被校刻度值，在多功能标准源读出此时的电压值  $U_2$ ，记录到原始记录 A.5 中；根据公式（4）计算出各被校刻度值的实测值（dB），记录到原始记录 A.5 中。

$$S = 20 \log_{10} \left( \frac{U_2}{U_1} \right) \quad (4)$$

式中：

$S$  ——被校刻度值，单位 dB；

$U_1$  ——零电平的交流电压实测值，单位 V；

$U_2$  ——被校刻度值的电压值，单位 V；

5.6.3 重复 5.6.2，在每一个电平测量范围被校刻度值取 3~5 点，完成指示器刻度误差的校准。

## 5.7 输入阻抗

5.7.1 按图 3 连接仪器。

5.7.2 数字多用表设置为阻抗测量功能，按照说明书要求，将数字多用表连接至相应输入阻抗档位进行测量，记录到原始记录 A.6 中；根据公式（5）计算出直流输入阻抗的误差，记录到原始记录 A.6 中。

$$\Delta_R = \frac{R - R_0}{R_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$\Delta_R$  —— 阻抗误差，单位%；

$R$  —— 被校零电平表输入阻抗的标称值，单位 $\Omega$ ；

$R_0$  —— 数字多用表阻抗测量值，单位 $\Omega$ ；

## 6、校准结果表达

高频标准零电平表校准后，出具校准证书，校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同)；
- d) 证书的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

## 7、复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，推荐为 1 年。

## 附录 A 原始记录内页格式

表 A.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观	
工作正常性	

表 A.2 零电平频率响应

探头型号:		阻抗:	
电平:		基准频率:	
频率	次数	实测值 (V)	频响误差 (dB)
	1		
	2		
	3		
	...		
	平均值		
	1		
	2		
	3		
	...		
	平均值		

表 A.3 标准电平(直流)

阻抗 ( $\Omega$ )	档位	实测值(V)	实测值	误差 (dB)

表 A.4 零电平基本误差

阻抗 ( $\Omega$ )	档位	实测值(V)	实测值	误差 (dB)

表 A.5 指示器刻度误差

电平测量范围 (dB)	刻度示值 (dB)	正向		负向		刻度误差	
		实测值 (V)	实测值 (dB)	实测值 (V)	实测值 (dB)	正向 (dB)	负向 (dB)

表 A.6 输入阻抗

标称值 (Ω)	实测值(Ω)	误差

## 附录 B 校准证书内页格式

表 B.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观	
工作正常性	

表 B.2 零电平频率响应

频率	频率响应 (dB)



表 B.3 标准电平(直流)

阻抗 ( $\Omega$ )	档位	实测值	误差 (dB)

表 B.4 零电平基本误差

阻抗 ( $\Omega$ )	档位	实测值	误差 (dB)

表 B.5 指示器刻度误差

电平测量范围 (dB)	刻度示值 (dB)	刻度误差	
		正向 (dB)	负向 (dB)

表 B.6 输入阻抗

标称值 ( $\Omega$ )	实测值( $\Omega$ )	误差

## 附录 C

## 主要项目校准不确定度评定示例

## C.1 频率响应测量不确定度

## C.1.1 测量方法

该校准系统由高频电压标准、信号发生源、高频座组成，具体连接见图 C.1。

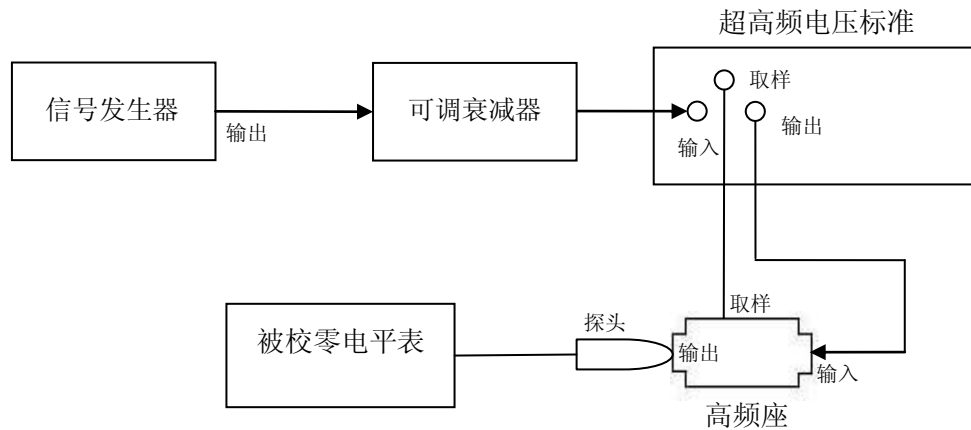


图 C.1 频率响应连接图

## C.1.2 不确定度来源及合成标准不确定度计算公式

## C.1.2.1 不确定度来源

根据式(C.1)，引入的不确定度分量来源包括：

- 1) 高频电压标准测量不准引入的标准不确定度分量  $u_1$ ;
- 2) 高频电压标准读数引入的标准不确定度分量  $u_2$ ;
- 3) 被校零电平表分辨力引入的标准不确定度分量  $u_3$ ;
- 4) 连接及测量重复性引入的不确定度分量  $u_4$ 。

## C.1.2.2 标准不确定度分量评定

- 1) 高频电压标准测量不准引入的标准不确定度分量  $u_1$ ;

高频电压标准其准确度引入的不确定度按 B 类方法评定。取区间半宽度  $a=\pm(0.3\% \sim 1.0\%)$ ，按均匀分布，包含因子取  $k=\sqrt{3}$ ，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_1=a/k=(0.3\% \sim 1.0\%) / \sqrt{3}=(0.17\% \sim 0.58\%)$$

- 2) 高频电压标准读数引入的标准不确定度分量  $u_2$ ;

高频电压标准测量分辨力引入的不确定度按 B 类方法评定，取区间半宽度  $a=0.0001\text{V}$ ，按均匀分布，包含因子取  $k=\sqrt{3}$ ，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_2=a/k=0.0001/\sqrt{3}=0.0000577\text{V}$$

实测值为  $0.7746\text{V}$ ，转换为百分比为  $0.0075\%$ 。

- 3) 被校零电平表分辨力引入的标准不确定度分量  $u_3$ ；

被校零电平表分辨力引入的不确定度按 B 类方法评定，取区间半宽度  $a=0.001\text{dB}$ ，转换为百分数为  $0.012\%$ 。按均匀分布，包含因子取  $k=\sqrt{3}$ ，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_2=a/k=0.012/\sqrt{3}=0.0069\%$$

- 4) 连接及测量重复性引入的不确定度分量  $u_4$ ；

测量重复性引入的不确定度按照 A 类方法评定，对被校零电平表  $10\text{kHz}$  频率响应独立测量 10 次：

测量结果 (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0.7746	0.7743	0.7745	0.7747	0.7749	0.7745	0.7748	0.7745	0.7744	0.7746

按照贝塞尔公式计算其实验标准偏差，则：

$$s_n(y) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 0.000181 \text{ V}$$

由此引入的不确定度分量  $u_4=s_n(y)/\bar{y}=0.023\%$

### C.1.2.3 合成标准不确定度

各标准不确定度分量见表 C.1

表 C.1 频率响应测量的标准不确定度分量

不确定度来源	分布	系数	灵敏系数 $c_i$	标准不确定度分量
$u_1$ 高频电压标准测量不准	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.17%~0.58%
$u_2$ 高频电压标准读数	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.0075%
$u_3$ 被校零电平表分辨力	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.0069%
$u_4$ 连接及测量重复性	/	/	1	0.023%

以上各项标准不确定度分量互不相关的，相对合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.18\% \sim 0.59\%$$

### C.1.2.4 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U=ku_c = (0.36\% \sim 1.2\%) (k=2)$$

---