

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

高频电压标准装置校准规范

Calibration Specification of High Frequency Voltage Standard Device

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局

发布

高频电压标准装置 校准规范

Calibration Specification of
High Frequency Voltage Standard Device

JJFXXXX-XXXX
代替 JJG 318—1983

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国航天科工集团二院 203 所

参加起草单位：中国计量科学研究院

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：

xxx（中国航天科工集团二院 203 所）

xxx（中国航天科工集团二院 203 所）

参加起草人：

xxx（中国计量科学研究院）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 概述	1
3 计量特性.....	1
4 校准条件.....	2
4.1 校准环境条件	2
4.2 校准用设备	2
5 校准项目和校准方法	3
5.1 校准项目	3
5.2 校准方法	3
6 校准结果表达	5
7 复校时间间隔	6
附录 A	7
原始记录内页格式	7
附录 B.....	8
校准证书内页格式	8
附录 C	9
测量不确定度评定示例	9

引 言

本规范是对 JJG 318-1983《DO-2 型高频电压校准装置检定规程》的修订，规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写，相关术语及测量不确定度评定遵循 JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》两个文件。

与 JJG 318-1983 相比，主要变化的内容包括：

- 由检定规程更改为校准规范；
- 删除直流标准电压的校准项目；
- 删除 10kHz 低频电压的校准项目；
- 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 318-1983。

高频电压标准装置校准规范

1 范围

本校准规范适用于频率范围为 10Hz~2GHz 的高频电压标准装置的校准,其它具有与高频电压标准装置相类似计量特性的同类装置也可参照执行。

2 概述

高频电压标准装置采用热电变换的原理和交直流替代的方法,把高频电压的测量转换为直流电压的测量,主要用来检定/校准宽频带电压表 10Hz~2GHz 频率范围内的频率附加误差。高频电压标准装置一般由主机、高频电压座、信号发生器等组成,采用固定被检读标准的方法直接检定被检表。原理图见图 1 所示。

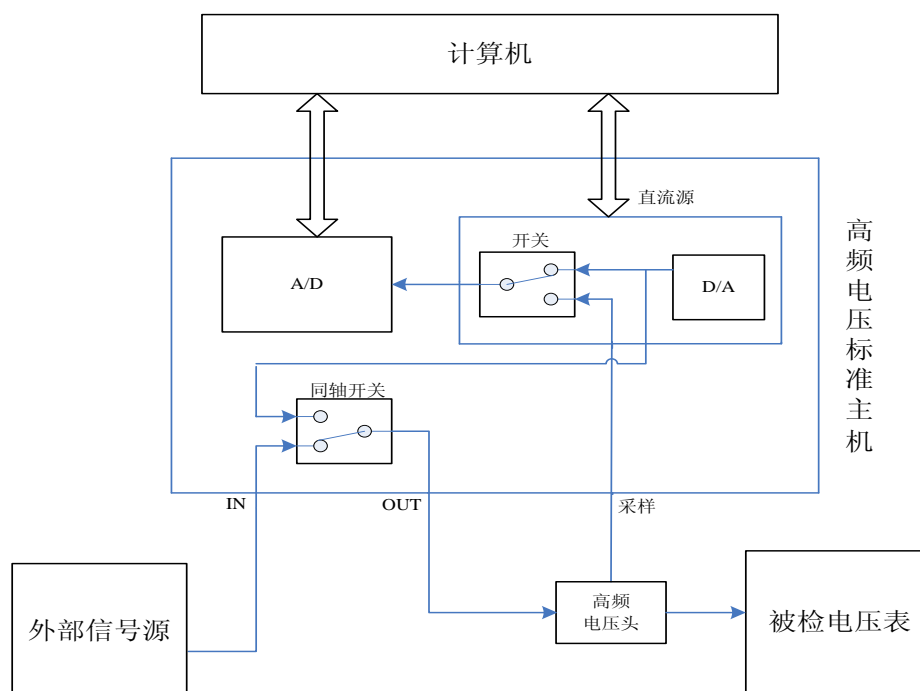


图1 高频电压标准装置原理示意图

3 计量特性

电压范围: 0.2V~1.5V (10Hz~2GHz);

电压最大允许误差: $\pm(0.2\% \sim 0.6\%)$ (10Hz~1GHz 以下);

$\pm(0.6\% \sim 2\%)$ (1GHz~2GHz)。

注: 以上技术指标不作合格性判定, 仅提供参考。

4 校准条件

4.1 校准环境条件

环境温度：23°C ±5°C；

相对湿度：≤80%；

供电电源：电压 220V±11V，频率 50Hz±1Hz；

其它：周围无影响校准系统正常工作的机械振动和电磁干扰。

4.2 校准用设备

4.2.1 射频电压国家基准

- a) 频率范围：30MHz ~ 3GHz；
- b) 电压范围：0.1V ~ 2V；
- c) 扩展不确定度：0.25%~0.7% ($k=3$)。

4.2.2 宽频带电压标准

- a) 频率范围：10Hz ~ 2GHz；
- b) 电压范围：0.2V ~ 1.5V；
- c) 最大允许误差：±(0.5%~1%)。

4.2.3 信号发生器

- a) 频率范围：10kHz ~ 2GHz；
- b) 电压范围：0.1V~3V；
- c) 最大允许误差：±(0.5dB~1.0dB)。

4.2.4 校准源

- a) 频率范围：10Hz ~ 10kHz；
- b) 电压范围：0.1V~3V；
- c) 最大允许误差：±(0.1%~3%)。

4.2.5 高频电压过渡指示器

- a) 频率范围：DC~2GHz；
- b) 电压范围：0.1V~3V；
- c) 最大允许误差：±(0.04dB~0.1dB)。

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 校准项目表

序号	校准项目名称	条款
1	外观及工作正常性检查	5.2.1
2	高频电压	5.2.2

5.2 校准方法

5.2.1 外观及工作正常性检查

被校高频电压标准装置的外观应完好，无影响正常工作及读数的机械损伤，各开关、按键、旋钮应牢固且调节正常。

被校高频电压标准装置应附有说明书，以及保证仪器正常工作所必需的配套附件。

被校高频电压标准装置通电后，按说明书规定的时间预热，预热后应能够正常工作；如被校高频电压标准具有自检功能，按要求对仪器进行自检，自检结果应显示各项功能正常。将结果记录到表 A.1 中。

5.2.2 高频电压

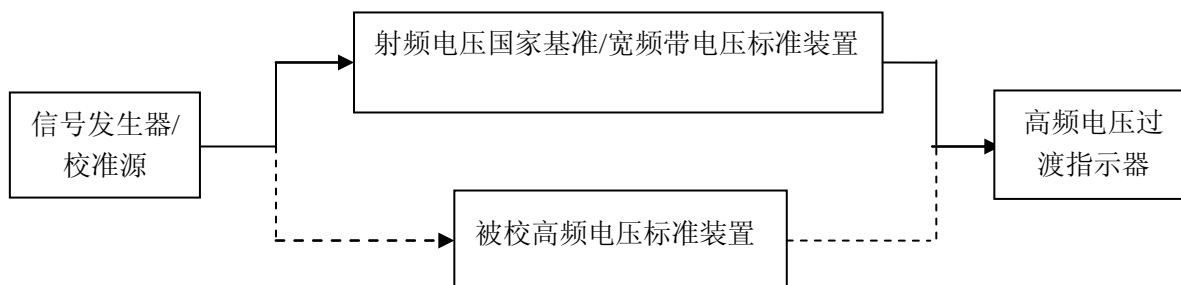


图2 高频电压标准装置校准连接示意图

1) 使用射频电压国家基准进行校准（30MHz~2GHz）

a). 使用一台稳定性好、分辨率高的功率敏感器或高频电压表作为过渡指示器，将射频电压国家基准与信号发生器、过渡指示器按图 2 实线连接。

b). 首先进行射频电压国家基准自动电桥直流平衡调节，当自动电桥完成直流平衡后开始进行射频电压测量。

c). 设置信号发生器输出规定频率下的功率电平，调节信号发生器的输出功率电平，使得过渡指示器达到某一固定值（一般选择 0.8V，有特殊需要的可以自行选择其他电压

点)。

d). 开始射频电压国家基准自动电桥的交流平衡, 当自动电桥在信号源输出的状态下再次达到平衡后, 射频电压国家基准会通过计算直流平衡和交流平衡时自动电桥两端的电压差值计算出交流电压值, 并将计算出来的交流电压值计入表 A.2 中的标准值数列中。

e). 测试频率根据表 A.2 的规定从 30MHz 至 2GHz, 对于每一个频率点重复 b)到 c)的操作步骤, 直至全部频率点测完。

f). 将被校高频电压标准装置按图 2 的虚线连接, 设置信号发生器的频率在所需要测量的频率上, 调节信号发生器的输出功率电平, 使过渡指示器的示值为同一固定值(和步骤 c)设定的固定值一致)。

g). 点击高频电压标准装置面板上的开始测量按键, 读取测得的电压值, 记入附录 A 表 A.2 中。

h). 测试频率根据表 A.2 的规定从 30MHz 至 2GHz, 对于每一个频率点重复步骤 f)到 g)的操作步骤, 并将所测得的电压值 U_x 记入附录 A 表 A.2 中的示值一栏, 直至完成所有校准点的测量。

i). 按公式(1)计算各个频率点的高频电压误差, 记入附录 A 表 A.2 中:

$$\Delta = \frac{U_x - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

Δ ——高频电压相对误差;

U_0 ——射频电压国家基准测得的电压标准值, 单位为 V;

U_x ——被校高频电压标准装置测得的电压示值, 单位为 V。

2) 使用宽频带电压标准装置进行校准 (10Hz~2GHz)

a). 仪器连接如图 2 所示。使用一台稳定性好、分辨率高的功率敏感器或高频电压表作为过渡指示器, 分别对宽频带电压标准装置和被校高频电压标准装置进行测量。

b). 首先将宽频带电压标准装置按图 2 的实线连接。设置信号发生器/校准源的频率在所需要测量的频率上, 调节信号发生器/校准源的输出功率电平/电压, 使过渡指示器的示值为某一固定值(一般选择 0.8V, 有特殊需要的可以自行选择其他电压点)。

c). 点击宽频带电压标准装置面板上的开始测量按键, 读取测得的电压值, 记入附录 A 表 A.2 中。

d). 改变信号发生器/校准源的频率, 重复 b)到 c)的操作步骤, 并将所测得的电压值 U_0

记入附录 A 表 A.2 中的标准值一栏，直至完成所有校准点的测量。

e). 将被校高频电压标准装置按图 2 的虚线连接，重复步骤 b)到 d)的操作步骤，并将所测得的电压值 U_x 记入附录 A 表 A.2 中的示值一栏，直至完成所有校准点的测量。

f). 按公式(2)计算各个频率点的高频电压误差，记入附录 A 表 A.2 中：

$$\Delta = \frac{U_x - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δ ——高频电压相对误差；

U_0 ——宽频带电压标准装置测得的电压标准值，单位为 V；

U_x ——被校高频电压标准装置测得的电压示值，单位为 V。

6 校准结果表达

高频电压标准装置校准后，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，应对被校对象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说明；
- 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，推荐为一年。

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 高频电压校准结果

频率	标准值(mV)	示值(mV)	误差	$U_{rel}(k=2)$
10Hz				
.....				
.....				
30MHz				
100MHz				
.....				
.....				
.....				
1GHz				
.....				
.....				
.....				

附录 B

校准证书内页格式

一、 仪器外观检查情况：

二、 高频电压

频率	标准值(mV)	示值(mV)	误差	$U_{rel}(k=2)$
10Hz				
.....				
.....				
30MHz				
100MHz				
.....				
.....				
.....				
1GHz				
.....				
.....				
.....				

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 测量方法

采用比对校准法，使用宽频带电压标准装置和被校高频电压标准装置测量同一台高频电压表，将两者所测得的结果进行比对。

C.2 测量模型

$$\Delta = U_x - U_0$$

式中：

Δ ——高频电压绝对误差；

U_x ——被校高频电压标准装置的测量值，单位为 V；

U_0 ——宽频带电压标准装置的测量值，单位为 V。

C.3 不确定度来源

- 1) 宽频带电压标准装置不准引入的不确定度 u_{B1} ；
- 2) 测量重复性引入的不确定度 u_A ；
- 3) 分辨力引入的不确定度 u_{B2} 。

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 宽频带电压标准装置不准引入的不确定度 u_{B1}

根据宽频带电压标准装置的技术说明书给出的技术指标，在 30MHz、0.8V 上电压最大允许误差为 $\pm 0.6\%$ ，按 B 类进行不确定度评定，分布按均匀分布考虑，取 $k = \sqrt{3}$ ，则不确定度分量 u_{B1} 为：

$$u_{B1} = 0.6\% / \sqrt{3} \approx 0.35\%$$

C.4.2 测量重复性引入的不确定度 u_A

测量重复性引入的不确定度分量按 A 类进行不确定度评定，选用性能稳定的高频电压表，在 30MHz、0.8V 上重复测量 10 次，测量结果见表 C.1。

表 C.1 高频电压重复性试验数据(30MHz、0.8V)

电压 测量次数	测量结果 (V)
1	0.8012
2	0.8008
3	0.8010
4	0.8013
5	0.8010
6	0.8013
7	0.8013
8	0.8013
9	0.8012
10	0.8013
\bar{U}_x	0.8012
s_n	0.00018

由此引入的不确定度分量为:

$$u_A = S_n(x) / \bar{U}_x / \sqrt{10} = 0.007\%$$

C.4.3 分辨力引入的不确定度 u_{B2}

高频电压表在测量 0.8V 时的分辨力为 0.0001V, 则由此引入的不确定度分量 u_{B2} 为:

$$u_{B2} = 0.0001 / 2 / \sqrt{3} / 0.8 \approx 0.004\%$$

C.5 标准不确定度分量汇总表

表 C.2 标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	符号	分布	数值
高频电压标准	u_{B1}	均匀	0.35%
测量重复性	u_A	正态	0.007%
分辨力	u_{B2}	均匀	0.004%

C.6 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之间互不相关, 则合成标准不确定度为:

$$u_C = \sqrt{u_{B1}^2 + u_A^2 + u_{B2}^2} \approx 0.36\%$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 U_{rel} 为: $U_{rel} = k \cdot u_C = 0.7\%$ 。