



中华人民共和国工业和信息化部
电子计量技术规范

JJF(电子)XXXX-20XX

同轴终端负载校准规范

Calibration Specification for Coaxial Termination Loads

(报批稿)

2026-××-××发布

2026-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

同轴终端负载校准规范

Calibration Specification for Coaxial
Termination Loads

JJF (电子) XXXX-20XX

归口单位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：广电计量检测集团股份有限公司

中国电子技术标准化研究院

参加起草单位：河南广电计量检测有限公司

广电计量检测（湖南）有限公司

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张 辉（广电计量检测集团股份有限公司）

钟 毅（广电计量检测集团股份有限公司）

黄雪吟（中国电子技术标准化研究院）

周坚俊（广电计量检测集团股份有限公司）

参加起草人：

徐亚文（河南广电计量检测有限公司）

曹天庆（河南广电计量检测有限公司）

罗望春 [广电计量检测（湖南）有限公司]

目录

引 言	I
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和计量单位	1
4 概述	1
5 计量特性	1
5.1 反射系数	1
5.2 电压驻波比	1
5.3 回波损耗	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其它设备	2
7 校准项目和校准方法	2
7.1 校准项目	2
7.2 外观检查	3
7.3 反射系数	3
7.4 电压驻波比	3
7.5 回波损耗	4
8 校准结果表达	4
9 复校时间间隔	5
附录 A 原始记录格式	6
附录 B 校准证书内页格式	7
附录 C 测量不确定度评定示例	8

引 言

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》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

同轴终端负载校准规范

1 范围

本规范适用于频率 9kHz~67GHz 端口特性阻抗为 50Ω 的同轴终端负载的校准, 其它频率范围和阻抗的同轴终端负载可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

IEEE Std 287™—2007 精密同轴连接器标准 (DC~110GHz) [IEEE Standard for Precision Coaxial Connectors (DC to 110 GHz)]

注: 凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规范; 凡是不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规范。

3 术语

3.1 OSL 校准 Open-Short-Load calibration

OSL 校准是通过测量三种已知反射标准件 (开路、短路、负载) 来修正单端口测量系统误差系数的校准方法。

4 概述

同轴终端负载一般由金属外壳、内导体和电阻元件组成, 金属外壳和内导体之间连接电阻元件并通过绝缘介质支撑固定, 端口特性阻抗一般为 50Ω, 从功能上主要分为匹配负载和失配负载。匹配负载用于吸收全部入射功率、消除反射干扰、实现最大功率传输; 失配负载用于部分吸收或反射入射功率、提供一个稳定的电压驻波比或反射系数, 也可用于矢量网络分析仪和天馈线测试仪的校准。

5 计量特性

5.1 反射系数

频率范围: 9kHz~67GHz;

反射系数模值: $0 \sim 1$, $U=0.01 \sim 0.04$ ($k=2$);

反射系数相角 (失配负载): $-180^\circ \sim 180^\circ$, $U=3^\circ$ ($k=2$)。

5.2 电压驻波比

频率范围: 9kHz~67GHz;

电压驻波比：1~6；

最大允许误差：±（3%~20%）。

5.3 回波损耗（匹配负载）

频率范围：9kHz~67GHz；

回波损耗：（3~65）dB；

最大允许误差：±2dB。

注：以上技术指标仅提供参考，不作为符合性判定依据。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（23±5）℃。

6.1.2 相对湿度：20%~80%。

6.1.3 电源电压及频率：（220±11）V，（50±1）Hz。

6.1.4 其他：周围无影响校准工作正常进行的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其它设备

6.2.1 矢量网络分析仪

频率范围：9kHz~67GHz；

OSL 校准后方向性：≥34dB；

反射系数最大允许误差：≤0.03；

相角最大允许误差：±0.3°。

6.2.2 线缆或连接器

频率范围：9kHz~67GHz；

电压驻波比：≤1.25；

线缆或连接器幅度稳定度：±0.05dB。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目表

序号	项目名称	校准方法条款
1	外观检查	7.2

2	反射系数	7.3
3	电压驻波比	7.4
4	回波损耗	7.5

7.2 外观检查

被校同轴终端负载的接头及外表面应无影响正常工作的机械损伤，必要的附件和文件应齐全，检查结果记录于附录A表A.1中。

注：被校同轴终端负载的端口表面和内部如有污垢会影响校准结果，也会将污垢带给校准中使用的其他标准设备，因此需按被校同轴终端负载的使用指南对被校同轴终端负载进行清洁。

7.3 反射系数

7.3.1 根据被校同轴终端负载的接口类型和极性，在矢量网络分析仪的测试端口连接与被校同轴终端负载接口同类型但参考面极性相反的线缆或连接器，如图1所示。

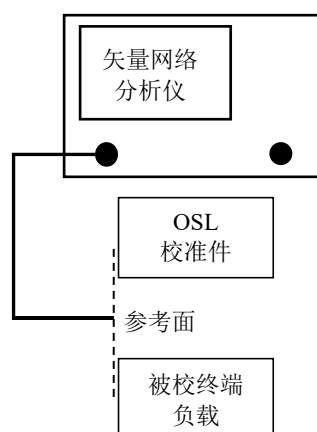


图1 校准件及被校终端负载连接框图

7.3.2 矢量网络分析仪预热至少30分钟，设置矢量网络分析仪为单端口测量，测试信号频率覆盖被校终端负载的频率范围，功率设置在 $(-20\sim-10)$ dBm，接收机中频带宽设至为100Hz或100Hz以下。

7.3.3 使用OSL校准件在线缆或连接器端面对矢量网络分析仪进行完全单端口自校准。

7.3.4 在自校准参考面连接被校同轴终端负载，设置矢量网络分析仪为反射系数测量功能，在同轴终端负载频率范围内均匀选点或根据技术手册分频段测量，所选频率点应至少包括同轴终端负载频率或频段的上下限，测得被校同轴终端负载的反射系数模值 $|\Gamma|$ 和相角 θ ，记录到附录A的表A.2中。

7.4 电压驻波比

7.4.1 重复操作步骤7.3.1~7.3.3。

7.4.2 设置矢量网络分析仪为电压驻波比测量功能，在自校准参考面连接被校同轴终端负载，测量被校同轴终端负载的电压驻波比 S 。

7.4.3 在同轴终端负载频率范围内均匀选点，所选频率点应至少包括同轴终端负载频率的上下限，用矢量网络分析仪标记功能读取各频率点的电压驻波比 S ，记录到附录 A 的表 A.3 中。

7.5 回波损耗

7.5.1 重复操作步骤 7.3.1～7.3.3。

7.5.2 设置矢量网络分析仪为回波损耗测量功能，在自校准参考面连接被校同轴终端负载，测量被校同轴终端负载的回波损耗 L_R 。

7.5.3 在同轴终端负载频率范围内均匀选点，所选频率点应至少包括同轴终端负载频率的上下限，用矢量网络分析仪标记功能读取各频率点的回波损耗 L_R ，记录到附录 A 的表 A.4 中。

8 校准结果表达

同轴终端负载校准后，出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息：

- 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) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校准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。

9 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，建议不超过 1 年。

附录 A

原始记录格式

A.1 外观检查

表 A.1 外观检查

项目	检查结果
外观检查	

A.2 反射系数

表 A.2 反射系数

频率/频段	反射系数 Γ		不确定度 $U(k=2)$
	模值 $ \Gamma $	相角 θ	
9kHz~...			
...			
...			

A.3 电压驻波比

表 A.3 电压驻波比

频率	电压驻波比 S	不确定度 $U(k=2)$
9kHz		
...		
...		

A.4 回波损耗

表 A.3 回波损耗

频率	回波损耗 L_R	不确定度 $U(k=2)$
9kHz		
...		
...		

附录 B

校准证书内页格式

B.1 外观检查

表 B.1 外观检查

项目	检查结果
外观检查	

B.2 反射系数

表 B.2 反射系数

频率/频段	反射系数 Γ		不确定度 $U(k=2)$
	模值 $ \Gamma $	相角 θ	
9kHz~...			
...			
...			

B.3 电压驻波比

表 B.3 电压驻波比

频率	电压驻波比 S	不确定度 $U(k=2)$
9kHz		
...		
...		

B.4 回波损耗

表 B.3 回波损耗

频率	回波损耗 L_R	不确定度 $U(k=2)$
9kHz		
...		
...		

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 电压驻波比测量结果不确定度评定

C.1.1 测量方法

矢量网络分析仪自校准后，直接测量同轴终端负载的电压驻波比。

C.1.2 不确定度来源

不确定度来源主要有：矢量网络分析仪测量误差引入的不确定度分量、测量重复性和示值分辨力等引入的不确定度分量。

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1 矢量网络分析仪自校准后测量误差引入的不确定度分量 u_1

矢量网络分析仪自校准后 1GHz 频点电压驻波比不确定度为 $U=0.014$ ， $k=2$ ，则不确定度分量 $u_1=0.014/2=0.007$ 。

C.1.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

使用矢量网络分析仪在 1GHz 对电压驻波标称值为 1.5 的同轴终端负载进行重复测量，结果如下表 C.1 所示：

表 C.1 电压驻波比重复性测量结果

测量序号	1	2	3	4	5
测量结果	1.48	1.49	1.49	1.49	1.48
测量序号	6	7	8	9	10
测量结果	1.47	1.49	1.49	1.48	1.48
平均值 $\bar{x}_n$	1.484		标准差 s	0.007	

$$\text{测量重复性引入的标准不确定度分量 } u_2=s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}(x_i - \bar{x}_n)^2}{(n-1)}}=0.007。$$

C.1.3.3 示值分辨力引入的不确定度分量 u_3

矢量网络分析仪电压驻波比测量分辨力为 0.01，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，由分辨力引入的不确定度分量 $u_3=0.005/\sqrt{3}=0.0029$ 。

C.1.4 合成标准不确定度

C.1.4.1 主要不确定度汇总表

不确定度来源(u_i)	α_i	k_i	u_i
矢量网络分析仪误差, u_1	0.014	2	0.007
测量重复性, u_2	0.007	---	0.007
示值分辨力, u_3	0.005	$\sqrt{3}$	0.0029

C.1.4.2 合成不确定度计算

以上各项不确定度分量相互独立不相关, 合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.010$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度为: $U=ku_c=0.02$, $k=2$ 。

C.2 反射系数相角测量结果不确定度评定

C.2.1 测量方法

矢量网络分析仪自校准后, 直接测量同轴终端负载的反射系数相角。

C.2.2 不确定度来源

不确定度来源主要有: 矢量网络分析仪测量误差引入的不确定度分量、测量重复性和示值分辨力等引入的不确定度分量。

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 矢量网络分析仪自校准后测量误差引入的不确定度分量 u_1

矢量网络分析仪自校准后以 10GHz 频点、反射系数相角 75° 为例, 网络分析仪引入的测量不确定度分量 $u_1=0.07^\circ$ 。

C.2.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

使用矢量网络分析仪在相同条件下对失配负载频率为 10GHz 时的相角测量 10 次, 测量结果如表 C.2 所示:

表 C.2 反射系数相角重复性测量结果

测量序号	1	2	3	4	5
测量结果	73.7	74.1	74.9	74.8	75.0
测量序号	6	7	8	9	10

测量结果	75.5	74.9	74.8	75.5	76.0
平均值 $\bar{x}_n$	74.92°		标准差 s	0.67°	

$$\text{测量重复性引入的标准不确定度分量 } u_2=s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}(x_i-x_a)^2}{(n-1)}}=0.67^\circ。$$

C.2.3.3 示值分辨力引入的不确定度分量 u_3

矢量网络分析仪反射系数相角测量分辨力为 0.1° ，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，由分辨力引入的不确定度分量 $u_3=0.05^\circ/\sqrt{3}=0.029^\circ$ 。

C.2.4 合成标准不确定度

C.2.4.1 主要不确定度汇总表

不确定度来源(u_i)	$a_i(^\circ)$	k_i	$u_i(^\circ)$
矢量网络分析仪误差, u_1	0.14	2	0.07
测量重复性, u_2	0.67	---	0.67
示值分辨力, u_3	0.05	$\sqrt{3}$	0.029

C.2.4.2 合成不确定度计算

以上各项不确定度分量相互独立不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.68^\circ$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为： $U=ku_c=1.4^\circ$ ， $k=2$ 。