



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

同轴机械校准件校准规范

Calibration Specification for Coaxial Mechanical Calibration Kit

(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

同轴机械校准件校准规范

JJFXXXX-XXXX

Calibration Specification for Coaxial Mechanical Calibration Kit

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：北京芯宸科技有限公司

中国计量科学研究院

深圳市计量质量检测研究院

参加起草单位：中国电子技术标准化研究院

中国电子科技集团有限公司第 41 研究所

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 引用文件	1
3 术语和计量单位	1
3.1 TRL/LRL 校准	1
3.2 滑动负载	2
4 概述	2
5 计量特性	2
5.1 插针深度	2
5.2 频率范围	2
5.3 开路器	2
5.4 短路器	2
5.5 负载反射系数	2
5.6 滑动负载反射系数	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	3
7.1 校准项目	3
7.2 外观检查	3
7.3 插针深度	3
7.4 开路器反射系数	3
7.5 短路器反射系数	4
7.6 负载反射系数	4
7.7 滑动负载反射系数	5
8 校准结果表达	5
9 复校时间间隔	6
附录 A 原始记录参考格式	7
附录 B 校准证书内页格式	10
附录 C 主要测量不确定度评定示例	1
附录 D 同轴机械校准件电路模型	4
附录 E 85052D 实际测量数据示例	6

附录 F 同轴机械校准件电路模型参数	7
附录 G 常用校准件特性	8

引 言

本规范依据 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 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》两个文件。

本规范为首次发布。

同轴机械校准件校准规范

1 范围

本规范适用于 N、7mm、3.5mm、2.92mm、2.4mm 以及 1.85mm 接头型式的 50Ω 同轴机械校准件的校准，频率范围 300KHz~67GHz，其它同轴接口类型及特性阻抗的校准件可参照执行。

2 引用文件

JJF 1495-2014 矢量网络分析仪校准规范

IEEE Std 287™-2007 IEEE Standard for Precision Coaxial Connectors (DC to 110 GHz)

凡是注日期的应用文件，仅是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 术语和计量单位

3.1 TRL/LRL 校准

TRL (Through、Reflect、Line standard) 校准是目前矢量网络分析仪中准确度最高的一种双端口校准法，能够修正具有四通道接收机结构的矢量网络分析仪全部 12 项误差。矢量网络分析仪通过“T”，“L”标准的两次传输反射测量和“R”标准在各个端口的反射测量可以得到 14 组参数，利用这 14 组参数除了可以解出系统误差外还能得到另外两组常数即“R”标准的反射系数和“L”标准的长度。通过 TRL 校准后的矢量网络分析仪可以对传统 SOLT 校准方法中的同轴机械校准件进行校准。与传统的 SOLT 校准法不同，用 TRL 方法进行校准时不必已知所有校准标准件的特性指标，使用传输线标准件(L)代替直通(T)，称之为 LRL 校准。

TRL 校准件由一组直通标准件(Through(T))、反射标准件(Reflect(R))、传输线标准件(Line standard(L))组成。直通标准件是一个二端口器件，它建立两个测试端口之间的低损耗直连，使用测试端口类型相同而阴阳极性不同的接头(或者类型相同而无阴阳极性的接头)直接互连两个测试端口，具有 0mm 的插入电长度。反射标准件是反射系数 $|\Gamma| > 0$ 的单端口器件，低频特性通常描述为偏容性或偏感性，如果标准件长度偏移使相位落在 0° 到 -90° 或 0° 到 $+90^\circ$ ，则须已知长度偏移的近似值。传输线标准件是一个二端口器件，同轴系统中，一般使用空气介质传输线(空气线，Air line)实现，其关键参量是特性阻抗，可以通过精确的机械设计和精密的机械加工使其尽可能与参考阻抗(通常为 50Ω)相匹配。同时传输

线标准件与直通标准件必须具有不同的电长度，其长度差不能等于半波长的整数倍。

3.2 滑动负载

滑动负载是由一段可变传输线和终端加上小反射特性负载组成。

4 概述

同轴机械校准件包括开路器（Open）、短路器（Short）、匹配负载（Load）、直通（精密连接器，Through），通常作为矢量网络分析仪进行单端 OSL 校准、双端 OSLT 校准的标准件，是一种广泛应用于矢量网络分析仪系统误差修正的校准标准件。

5 计量特性

5.1 插针深度

+15 μm ~-70 μm

5.2 频率范围

300KHz~67GHz

5.3 开路器

相位：相角-180° ~ 180°

模值：0.95~1.00

5.4 短路器

相位：相角-180° ~ 180°

模值：0.95~1.00

5.5 负载反射系数

模值：0~0.02

5.6 滑动负载反射系数

模值：0~0.02

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度：（23 \pm 3）℃；

相对湿度：（40~80）%；

电源电压及频率：（220 \pm 11）V，（50 \pm 1）Hz；

其他：周围无影响校准工作正常进行的电磁干扰及机械振动。

6.2 测量标准及其它设备

6.2.1 网络分析仪

频率范围：300kHz~67GHz；

具有四通道接收机

TRL/LRL 校准件特性阻抗 50 Ω ，T 和 L 回波损耗优于 45dB。

校准后方向性、端口匹配优于 40dB。

6.2.2 插针深度测量仪

测量不确定度优于 $4\mu\text{m}$ ($k=2$)。

6.2.3 线缆和连接器

频率范围：300kHz~67GHz；

驻波比： ≤ 1.25 ；

幅度稳定度： $\pm 0.05\text{dB}$ ；相位稳定度： $\pm 3^\circ$ 。

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	条款
1	外观检查	7.2
2	插针深度	7.3
3	开路器反射系数	7.4
4	短路器反射系数	7.5
5	负载反射系数	7.6
6	滑动负载反射系数	7.7

7.2 外观检查

7.2.1 检查被校同轴机械校准件接头以及外表面状况，应无影响正常工作的机械损伤，各种必要的附件和文件应齐全，检查结果记录到表 A.1。

注：被校校准件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，因此需按被校校准件的使用指南对被校校准件进行清洁。

7.3 插针深度

7.3.1 用插针量规对插针深度测量仪进行零位校准；

7.3.2 用插针深度测量仪分别对被校校准件中开路器、短路器、负载和滑动负载进行插针深度的测量，多次测量并记录结果，取平均值为插针深度的测量结果，记录到表A.2中。

注：两种极性的校准件均需测量，需配合不同接头形式的插针深度测量仪。

7.4 开路器反射系数

7.4.1 矢量网络分析仪（标准设备）的两个测试端口均连接稳幅稳相电缆，在电缆末端分别连接校准件配套的精密转接头，如图 1 所示。

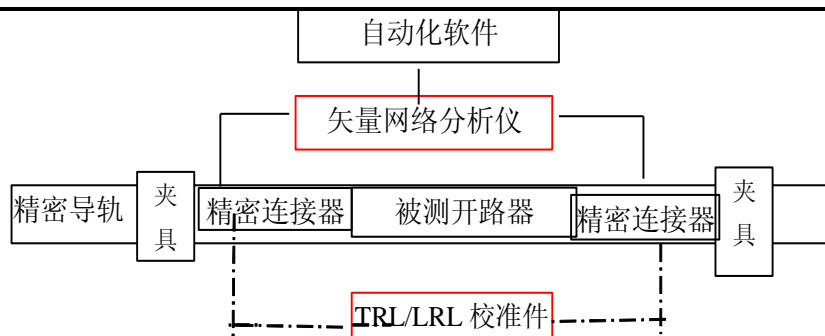


图 1 校准件校准装置连接框图

7.4.2 矢量网络分析仪的测试信号频率设置为被校开路器频率，功率设置在-20dBm，接收机中频带宽设置为 10Hz，仪器预热至少 30 分钟。

7.4.3 采用 TRL/LRL 校准件，在精密转接头端面对矢量网络分析仪进行 TRL/LRL 校准，根据被校开路器的极性，选择相反极性的精密接头自校准参考面处，连接被校开路器，测得被校开路器的反射系数 Γ_{mo} 模值和相角 $\text{angle}(\Gamma_{mo})$ ，记录到表 A.3, A.4 中。

7.4.4 根据厂家定义的开路器模型以及参数（附录 D），计算反射系数 Γ_{ao} 模值和相角 $\text{angle}(\Gamma_{ao})$ ，记录到表 A.3, A.4 中。

7.4.7 根据公式(1)计算相位偏差，取最大值（或分频段的最大值）作为开路器的相位偏差（或分频段的相位偏差），记录到表 A.5 中。

$$D_{Ph,open} = \text{angle}(\Gamma_{mo}) - \text{angle}(\Gamma_{ao}) \quad (1)$$

其中， $D_{Ph,open}$ 表示被校开路器的相位偏差，单位是度（°）；

$\text{angle}(\Gamma_{mo})$ 表示测量的反射系数的相位值，单位是度（°）；

$\text{angle}(\Gamma_{ao})$ 表示计算的反射系数的相位值，单位是度（°）；

7.5 短路器反射系数

7.5.1 同 7.4.1~7.4.3，用校准后的矢量网络分析仪测量被校短路器的反射系数 Γ_{ms} 模值和相角 $\text{angle}(\Gamma_{ms})$ ，记录到表 A.6, A.7 中。

7.5.2 根据厂家定义的开路器模型以及参数（附录 D），计算反射系数 Γ_{as} 模值和相角 $\text{angle}(\Gamma_{as})$ ，记录到表 A.6, A.7 中。

7.5.4 根据公式(2)计算相位偏差，取最大值（或分频段的最大值）作为短路器的相位偏差（或分频段的相位偏差），记录到表 A.8 中。

$$D_{Ph,short} = \text{angle}(\Gamma_{ms}) - \text{angle}(\Gamma_{as}) \quad (2)$$

其中， $D_{Ph,short}$ 表示被校短路器的相位偏差，单位是度（°）；

$\text{angle}(\Gamma_{ms})$ 表示测量的反射系数的相位值，单位是度（°）；

$\text{angle}(\Gamma_{as})$ 表示计算的反射系数的相位值，单位是度（°）；

7.6 负载反射系数

7.6.1 同 7.4.1~7.4.3，用校准后的矢量网络分析仪测量被校同轴匹配负载反射系数 Γ_{ml} ，记录到表 A.9 中。

7.6.2 取 Γ_{ml} 最大值（或分频段的最大值）作为被校负载的反射系数偏差（或分频段的反射系数偏差），记录到表 A.10 中。

7.7 滑动负载反射系数

7.7.1 同 7.4.1~7.4.3，用校准后的矢量网络分析仪测量被校同轴滑动负载反射系数，按其标记的刻度，在 5~7 个刻度处记录其反射系数 Γ_{msl} 到表 A.11 中。

7.7.2 在每个频点，采用最小二乘法对式(3)拟合，可得滑动负载反射系数 Γ_{al} ，记录到表 A.11 中。其原理，如图 2。

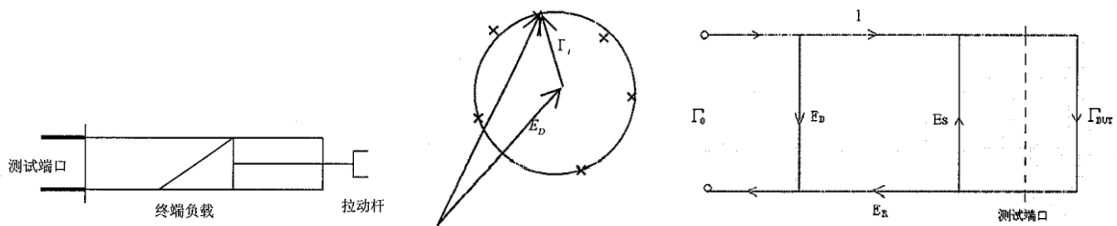


图 2 滑动负载原理图

$$\Gamma_{msl} = E_D + \Gamma_{al}e^{-j\omega\tau} \quad (3)$$

7.7.3 取 Γ_{al} 最大值（或分频段的最大值），作为滑动负载的反射系数偏差（或分频段的反射系数偏差），记录到表 A.12 中。

8 校准结果表达

同轴机械校准件校准后，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，推荐为 1 年。

附录 A 原始记录参考格式

表 A.1 外观检查

检查项目	结果
外观	

表 A.2 插针深度

测量次数	OPEN		SHORT		LOAD	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
1						
2						
3						
⋮						
N						
平均值						

表 A.3 开路器反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag	
	-M-	-F-	-M-	-F-
.....				

表 A.4 开路器反射系数相角

信号频率 GHz	Phase(°)		Nominal Phase(°)	
	-M-	-F-	-M-	-F-
.....				

表 A.5 开路器反射系数相角偏差

频段 GHz	Deviation(°)	
	-M-	-F-
.....		

表 A.6 短路器反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag	
	-M-	-F-	-M-	-F-
.....				

表 A.7 短路器反射系数相角

信号频率 GHz	Phase(°)		Nominal Phase(°)	
	-M-	-F-	-M-	-F-
.....				

表 A.8 开路器反射系数相角偏差

频段 GHz	Deviation (°)	
	-M-	-F-
.....		

表 A.9 负载反射系数

信号频率 GHz	Lin Mag	
	-M-	-F-
.....		

表 A.10 负载反射系数偏差

频段 GHz	Lin Mag	
	-M-	-F-
.....		

表 A.11 滑动负载反射系数

信号频率 GHz	1			5 或 7		Γ_{al}	
	Lin Mag		Lin Mag		Lin Mag		Lin Mag	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....								

表 A.12 滑动负载反射系数偏差

频段 GHz	Lin Mag	
	-M-	-F-
.....		

附录 B 校准证书内页格式

表 B.1 外观检查

检查项目	结果
外观	

表 B.2 插针深度

校准件	极性	下限 (μm)	测量值 (μm)	上限 (μm)	不确定度 (μm)
OPEN	-M-				
	-F-				
SHORT	-M-				
	-F-				
LOAD	-M-				
	-F-				

表 B.3 开路器反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag		不确定度	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.4 开路器反射系数相位

信号频率 GHz	Phase($^{\circ}$)		Nominal Phase($^{\circ}$)		不确定度($^{\circ}$)	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.5 开路器相位偏差 ($^{\circ}$)

频段	下限 ($^{\circ}$)	测量值 ($^{\circ}$)		上限 ($^{\circ}$)	不确定度 ($^{\circ}$)
		-M-	-F-		

表 B.6 短路器反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag		不确定度	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.7 短路器反射系数相位

信号频率 GHz	Phase(°)		Nominal Phase(°)		不确定度(°)	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.8 短路器相位偏差 (°)

频段	下限 (°)	测量值 (°)		上限 (°)	不确定度 (°)
		-M-	-F-		

表 B.9 负载反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag		不确定度	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.10 负载反射系数偏差

频段	下限	测量值		上限	不确定度
		-M-	-F-		

表 B.11 滑动负载反射系数模值

信号频率 GHz	Lin Mag		Nominal Lin Mag		不确定度	
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-
.....						

表 B.12 滑动负载反射系数偏差

频段	下限	测量值		上限	不确定度
		-M-	-F-		

附录 C 主要测量不确定度评定示例

C.1 开路器反射系数

C.1.1 测量方法和不确定度来源

对开路器反射系数的校准是用经 TRL/LRL 自校准的矢量网络分析仪（标准设备）直接测量被校开路器反射系数。

$$u^2(S_{11m}) = sys_{11}^2 + u_A^2(S_{11m}) \quad (1)$$

$$sys_{11}^2 = (\delta + \tau_1 S_{11m} + \mu_1 S_{11m}^2 + \mu_2 S_{21m} S_{12m} + A_1 S_{11m})^2 / 4 \quad (2)$$

$$u^2(S_{11p}) = \arcsin^2\left(\frac{u(S_{11m})}{S_{11m}}\right) + u_A^2(S_{11p}) \quad (3)$$

$$u^2(S_{21m}) = sys_{21}^2 + u_A^2(S_{21m}) \quad (4)$$

$$sys_{21}^2 = ((\tau_2 + \mu_1 S_{11m} + \mu_2 S_{22m} + \mu_1 \mu_2 S_{21m} S_{12m} + A_2) S_{21m})^2 / 4 \quad (5)$$

$$u^2(S_{21p}) = \arcsin^2\left(\frac{u(S_{21m})}{S_{21m}}\right) + u_A^2(S_{21p}) \quad (6)$$

$u_A(S_{ijm})$ S_{ij} 模值的 A 类不确定度， $u_A(S_{ijp})$ S_{ij} 相位的 A 类不确定度。 sys_{ij} 是模值的 B 类不确定度，其相位的 B 类不确定度是反正弦。

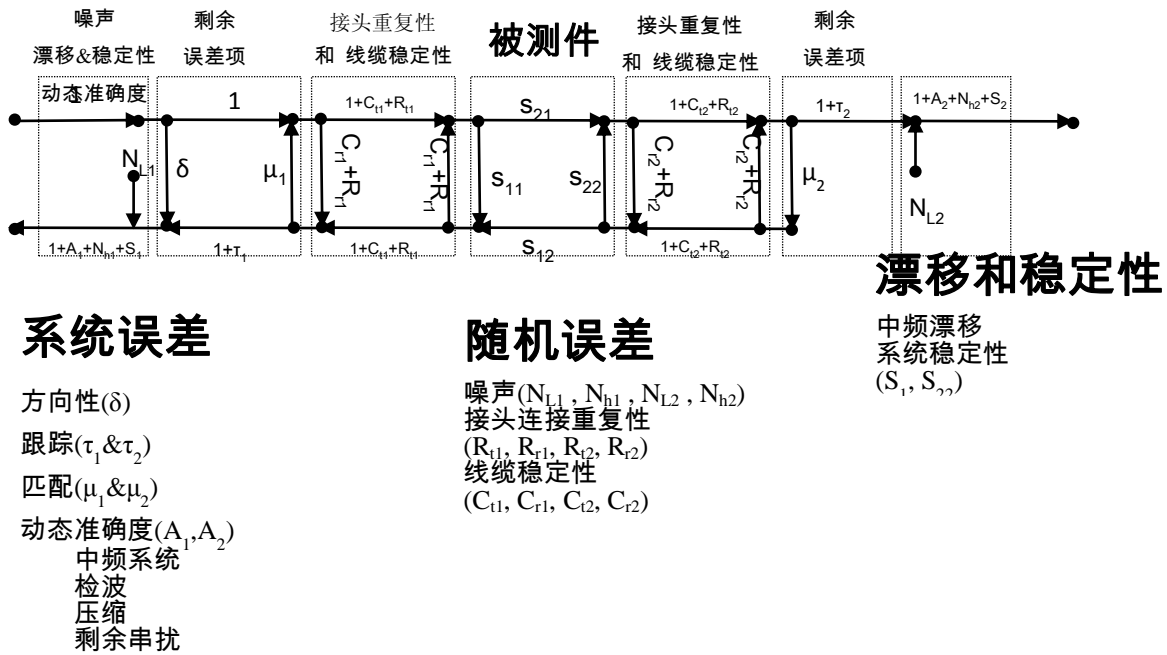


图 3 VNA 剩余误差模型和有效系统误差项

表 C.1 3.5mmTRL 校准 VNA 有效系统误差项

TRL 校准件	频段(GHz)	δ	μ_1	μ_2	τ_1	τ_2	A	R1	R2
85052C	0.001 to 2	2.51E-03	3.98E-03	3.98E-03	1.15E-03	5.75E-04	1.7E-03	3.0E-04	2.0E-03
	2 to 20	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03	5.75E-04	5.75E-04	1.7E-03	6.0E-04	4.0E-03
	20 to 26.5	1.78E-03	1.78E-03	1.78E-03	5.75E-04	5.75E-04	1.7E-03	6.0E-04	4.0E-03

C.1.2 标准不确定度评定

被测是 3.5 mm 阳极性接头的开路器，其反射系数模值 $|\Gamma_0|$ 校准结果在 1 附近，在 50 MHz，18 GHz 和 26.5 GHz 的不确定度分量，如表 C.2 所示。

表 C.2 3.5mm 阳接头的开路器反射系数模值校准结果不确定度分量一览表

频率	不确定度分量	来源	评定方法	分布	k 值	标准不确定
50 MHz	$u(\Gamma)$	网络分析仪 自校准不完善	B 类	正态	2	0.0021
	$u_A(\Gamma)$	测量重复性	A 类			0.0012
18 GHz	$u(\Gamma)$	网络分析仪 自校准不完善	B 类	正态	2	0.0023
	$u_A(\Gamma)$	测量重复性	A 类			0.0021
26.5 GHz	$u(\Gamma)$	网络分析仪 自校准不完善	B 类	正态	2	0.0029
	$u_A(\Gamma)$	测量重复性	A 类			0.0027

由式 (7)，开路器反射系数模值校准结果的标准不确定度如表 C.3 所示：

$$u_{kii} = \sqrt{u^2(\Gamma) + u_A^2(\Gamma)} \quad (7)$$

表 C.3 3.5 mm 阳接头的开路器反射系数模值校准结果的标准不确定度

频率	标准不确定度	有效自由度
50 MHz	0.0024	50
18 GHz	0.0031	14
26.5 GHz	0.0040	14

C.1.3 扩展不确定度评定

根据表 C.2 可以计算得到开路器反射系数模值校准结果的扩展不确定度及在 $p=95\%$ 情况下的扩展因子，分别为表 C.4。

表 C.4 3.5 mm 阳接头的开路器反射系数模值校准结果扩展不确定度

频率	扩展不确定度	包含因子
50 MHz	0.0048	2.01
18 GHz	0.0066	2.14
26.5 GHz	0.0086	2.14

C.1.4 相位扩展不确定度评定

根据表 C.4 可以计算得到开路器反射系数相位校准结果的扩展不确定度及在 $p=95\%$ 情况下的扩展因子，分别为表 C.5。

表 C.5 3.5 mm 阳接头的开路器反射系数相位校准结果扩展不确定度

频率	扩展不确定度($^\circ$)	包含因子
50 MHz	0.10	2.01
18 GHz	0.30	2.14
26.5 GHz	0.40	2.14

附录 D 同轴机械校准件电路模型

同轴机械校准件的定义如图 1 所示。

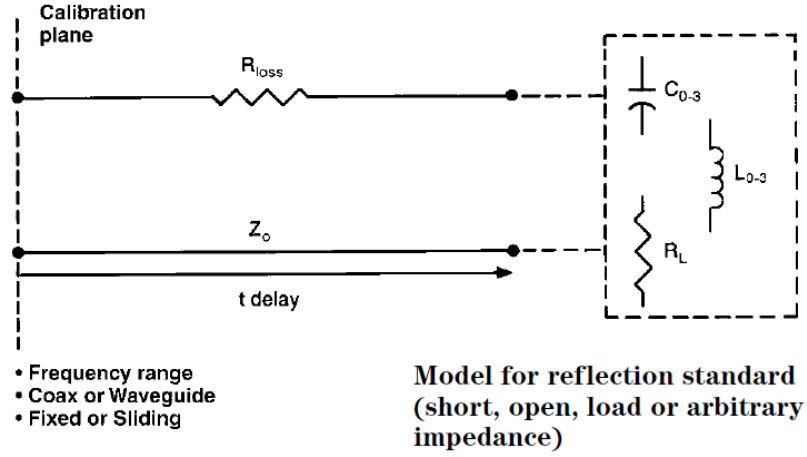


图 1 校准件模型定义

校准件信号流图如图 2 所示。

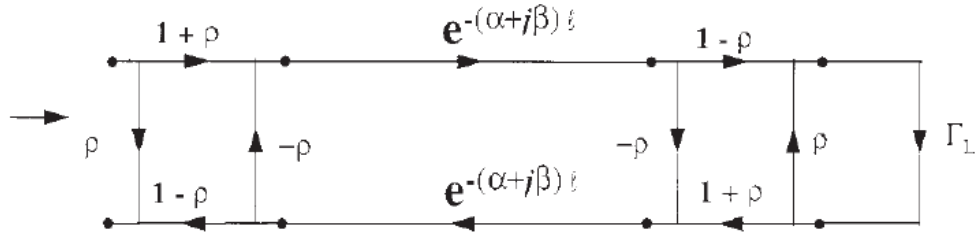


图 2 含偏置传输线的校准件的信号流图

对应的数学模型如下所述。

$$\Gamma = \rho + \frac{(1 - \rho^2)(e^{-2(\alpha + j\beta)l})[-\rho(1 - \rho\Gamma_L) + \Gamma_L(1 - \rho^2)]}{1 - \rho(e^{-2(\alpha + j\beta)l})[\rho - \Gamma_L(1 - \rho^2)] - \rho\Gamma_L}$$

$$\text{where: } \rho = \left(\frac{Z_o - Z_r}{Z_o + Z_r} \right) \quad Z_r = 50 \Omega$$

$$\Gamma_L = \left(\frac{Z_L - Z_r}{Z_L + Z_r} \right) \quad Z_L = \text{impedance of short or open}$$

Z_o = characteristic impedance of the offset transmission line

α = the propagation loss constant of the offset line

β = the propagation phase constant of the offset line

l = the offset length of the short or open

$$\therefore \alpha \ell \approx \left[\frac{(\text{Offset loss})(\text{Offset delay})}{2(\text{Offset } Z_o)} \right] \sqrt{\frac{f}{10^9}}$$

$$\beta \ell = [\omega(\text{Offset delay}) + \alpha \ell]$$

$$Z_o \approx (\text{Offset } Z_o) + (1 - j) \left(\frac{\text{Offset loss}}{2\omega} \right) \sqrt{\frac{f}{10^9}}$$

for the short $Z_L \approx j\omega L_t \quad L_t = L_0 + L_1 f + L_2 f^2 + L_3 f^3$

$$\Gamma_L = (-1) e^{-j2\arctan(\omega \frac{L_t}{Z_r})}$$

for the open $Z_L \approx \left(\frac{1}{j\omega C_t} \right) \quad C_t = C_0 + C_1 f + C_2 f^2 + C_3 f^3$

$$\Gamma_L = 1 e^{-j2\arctan(\omega C_t Z_r)}$$

附录 E 85052D 实际测量数据示例

表 1 外观检查

检查项目	结果
外观	正常

表 2 插针深度

测量次数	OPEN(°)		SHORT(°)		LOAD(°)		1.9 μ m U (k=2)
	-M-	-F-	-M-	-F-	-M-	-F-	
1	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0005	0.0002	
2	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005	0.0002	
3	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0004	0.0002	
4	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0003	
N	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0005	0.0002	
平均值	0.00012	0.00004	0.00022	0.00022	0.00048	0.00022	

表 3 开路器相位偏差 (°)

频段 GHz	OPEN		
	-M-	-F-	U (k=2)
0~3	0.06	0.07	0.10
3~8	0.07	0.11	0.20
8~20	-0.29	0.22	0.30
20~26.5	-0.50	0.34	0.30

表 4 短路器相位偏差 (°)

频段 GHz	SHORT		
	-M-	-F-	U (k=2)
0~3	-0.08	-0.06	0.10
3~8	-0.22	-0.15	0.20
8~20	-0.37	-0.26	0.30
20~26.5	-0.55	-0.19	0.30

表 5 负载驻波比偏差

频段 GHz	SHORT		
	-M-	-F-	U (k=2)
0~2	0.001	0.008	0.005
2~3	0.001	0.010	0.004
3~8	0.013	0.010	0.005
8~20	0.018	0.018	0.006
20~26.5	0.017	0.012	0.006

附录 F 同轴机械校准件电路模型参数

Model	Label	Description	Connector	Sex	L0 H(e-12)	L1 H(e-24)/Hz	L2 H(e-33)/Hz ²	L3 H(e-42)/Hz ³	Fmin(MHz)	Fmax(MHz)	Delay(Sec)	Loss(Gohm/Sec)
85052 D	SHORT-M	3.5 mm male short	APC 3.5	MALE	2.0765	-108.54	2.1705	-0.01	0	999000	3.1785E-11	2.36
85052 D	SHORT-F	3.5 mm female short	APC 3.5	FEMALE	2.0765	-108.54	2.1705	-0.01	0	999000	3.1785E-11	2.36

Model	Label	Description	Connector	Sex	C0 F(e-15)	C1 F(e-27)/Hz	C2 F(e-36)/Hz ²	C3 F(e-45)/Hz ³	Fmin(MHz)	Fmax(MHz)	Delay(Sec)	Loss(Gohm/Sec)
85052 D	OPEN-M	3.5 mm male open	APC 3.5	MALE	49.433	-310.13	23.168	-0.15966	0	999000	2.9243E-11	2.2
85052 D	OPEN-M	3.5/2.92 mm male open	APC 3.5	MALE	6.9558	-1.0259	-0.01435	0.0028	0	999000	2.9243E-11	0
85052 D	OPEN-M	3.5 mm/SMA male open	APC 3.5	MALE	5.9588	-11.195	0.5076	-0.00243	0	999000	2.9243E-11	0
85052 D	OPEN-M	2.92 mm/SMA male open	APC 3.5	MALE	13.4203	-1.9452	0.5459	0.01594	0	999000	2.9243E-11	0
85052 D	OPEN-F	3.5 mm female open	APC 3.5	FEMALE	49.433	-310.13	23.168	-0.15966	0	999000	2.9243E-11	2.2
85052 D	OPEN-F	3.5/2.92 mm female open	APC 3.5	FEMALE	6.9558	-1.0259	-0.01435	0.0028	0	999000	2.9243E-11	0
85052 D	OPEN-F	3.5 mm/SMA female open	APC 3.5	FEMALE	5.9588	-11.195	0.5076	-0.00243	0	999000	2.9243E-11	0
85052 D	OPEN-F	2.92 mm/SMA female open	APC 3.5	FEMALE	13.4203	-1.9452	0.5459	0.01594	0	999000	2.9243E-11	0

Model	Label	Description	Connector	Sex	Fixed/Slidning	Arbitrary Imp	Offset Load	Fmin(MHz)	Fmax(MHz)	Delay(Sec)	Loss(Gohm/Sec)	Z0(Ohm)
85052 D	BROADBAND LOAD-M	3.5 mm male broadband load	APC 3.5	MALE	FIXED	OFF	OFF	0	999000	0.00E+00	0	50
85052 D	BROADBAND LOAD-F	3.5 mm female broadband load	APC 3.5	FEMALE	FIXED	OFF	OFF	0	999000	0.00E+00	0	50

附录 G 常用校准件特性

同轴端口 Pin depth	最大允许误差 (μm)				Sliding loads
	Opens	Shorts	Broadband Loads	Lowband Loads	
N 型	+3.8~-16.5	+3.8~-16.5	+3.8~-54.6	NA	
7mm	+10.2~-22.90	+8.9~-8.9	+4.1~-11.7	-0.9~-67.6	
3.5mm	+6.4~-19.1	+4.1~-16.8	+1.6~-29.5	NA	
2.92mm	/	/	/	/	
2.4mm	+3.0~-15.7	+1.5~-14.2	+0.5~-23.4		+1.5~-14.2
1.85mm	-2.0~-18.0	+1.5~-14.2	+0.5~-23.3		

同轴开路器	Deviation from Nominal Phase			
	DC~2GHz	2GHz~8GHz	8GHz~18GHz	
N 型			±1.5° @18GHz	
7mm	±0.3°	±0.4°	±0.6°	
	DC~3GHz	3GHz~8GHz	8GHz~20GHz	20GHz~26.5GHz
3.5mm	±0.65°	±1.20°	±2.00°	±2.00°
2.92mm	/	/	/	/
	DC~2GHz	2GHz~20GHz	20GHz~40GHz	40GHz~50GHz
2.4mm	±0.50°	±1.25°	±1.75°	±2.25°
	DC~10GHz	10GHz~35GHz	35GHz~50GHz	50GHz~67GHz
1.85mm (M)				

同轴短路器	Deviation from Nominal Phase			
	DC~2GHz	2GHz~8GHz	8GHz~18GHz	
N 型			±1° @18GHz	
7mm	±0.2°	±0.3°	±0.5°	
	DC~3GHz	3GHz~8GHz	8GHz~20GHz	20GHz~26.5GHz
3.5mm	±0.50°	±1.00°	±1.75°	±1.75°
2.92mm	/	/	/	/
	DC~2GHz	2GHz~20GHz	20GHz~40GHz	40GHz~50GHz
2.4mm	±0.50°	±1.25°	±1.50°	±2.00°
	DC~10GHz	10GHz~35GHz	35GHz~50GHz	50GHz~67GHz
1.85mm				

固定负载	DC~2GHz	2GHz~8GHz	8GHz~18GHz		
	N 型	≤0.01000	≤0.01585	≤0.01995	
7mm	52dB	38dB			
	DC~2GHz	2GHz~3GHz	3GHz~8GHz	8~20GHz	20~26.5GHz
3.5mm	≤0.00501	≤0.00631	≤0.01259	≤0.01585	≤0.01995
2.92mm	/	/	/	/	/
	DC~4GHz	4GHz~20GHz	20GHz~26.5GHz	26.5~50GHz	
2.4mm	≤0.00794	≤0.01995	≤0.03126	≤0.05019	
1.85mm					

滑动负载	DC~2GHz	2GHz~8GHz	8GHz~18GHz	
	N 型	≤0.01000	≤0.01585	≤0.01995
3.5mm				
2.92mm	/	/	/	/
	DC~4GHz	4GHz~20GHz	20GHz~26.5GHz	26.5~50GHz
2.4mm	≤0.00794	≤0.01000	≤0.01259	≤0.01585
1.85mm				