

中华人民共和国工业和信息化部
通信计量技术规范

JJF（通信）074-2024

通信用高频同轴电缆测试仪校准规范

Calibration Speciation for High-frequency Coaxial Cable Testers in
Telecommunication

（报批稿）

2024-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

通信用高频同轴电缆测试仪 校准规范

JJF（通信）074-2024

Calibration Speciation for High-frequency Coaxial
Cable Testers in Telecommunication

归口单位：中国信息通信研究院

起草单位：中国信息通信研究院

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

陈龙泉（中国信息通信研究院）

许 伟（中国信息通信研究院）

王悦欣（中国信息通信研究院）

参加起草人：

黄 震（中国信息通信研究院）

张卫华（中国信息通信研究院）

毛宇博（中国信息通信研究院）

目 录

引言	(II)
1 范围	1
2 术语和计量单位	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 插入损耗	2
4.2 回波损耗	2
4.3 直流电阻	2
4.4 时延	2
4.5 长度	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准用设备	3
5.2.1 直流电阻箱	3
5.2.2 同轴步进衰减器	3
5.2.3 稳定线缆	3
5.2.4 矢量网络分析仪	3
6 校准项目和校准方法	3
6.1 校准前准备	3
6.2 外观及工作正常性检查	3
6.3 插入损耗	4
6.4 回波损耗	4
6.5 电阻	5
6.5 时延	5
6.6 长度	5
7 校准结果表达	6
8 复校时间间隔	6
附录 A 原始记录推荐格式	7
附录 B 校准证书内页推荐格式	8
附录 C 通信用高频同轴电缆测试仪校准结果的不确定度评定示例	9
附录 D 常见通信用高频同轴电缆主要指标	18

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

通信用高频同轴电缆测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于频率范围不高于 3 GHz 的通信用高频同轴电缆测试仪的校准，其他频率范围的同轴电缆测试仪可参照执行。

2 术语和计量单位

下列缩略语适用于本规范。

额定传输速度 **nominal velocity of propagation, NVP**

表示信号在线缆中传输的速度，以光速的百分比形式表示。

3 概述

通信用高频同轴电缆测试仪是一种用于测量和分析同轴电缆特性参数的仪表，依据支持的特性阻抗可分为 50Ω 和 75Ω 同轴电缆测试仪。50Ω 同轴电缆测试仪主要应用于无线通信、雷达系统、微波设备等场景，75Ω 同轴电缆测试仪主要应用于电视信号传输、有线电视系统、卫星接收等场景。通信用高频同轴电缆测试仪通常由主机端和远端两部分组成，如图 1 所示主机端包括直流电阻表、信号发射器、信号接收器、数据处理单元、控制单元等，远端包括信号接收器、控制单元等，其中直流电阻表用于测量直流环路电阻，主机端的信号发射器和远端的信号接收器组合用于测试同轴电缆的传输参数，数据处理单元用于处理测量数据，控制单元用于实现主机端和远端通信，并控制仪表内模块运行。

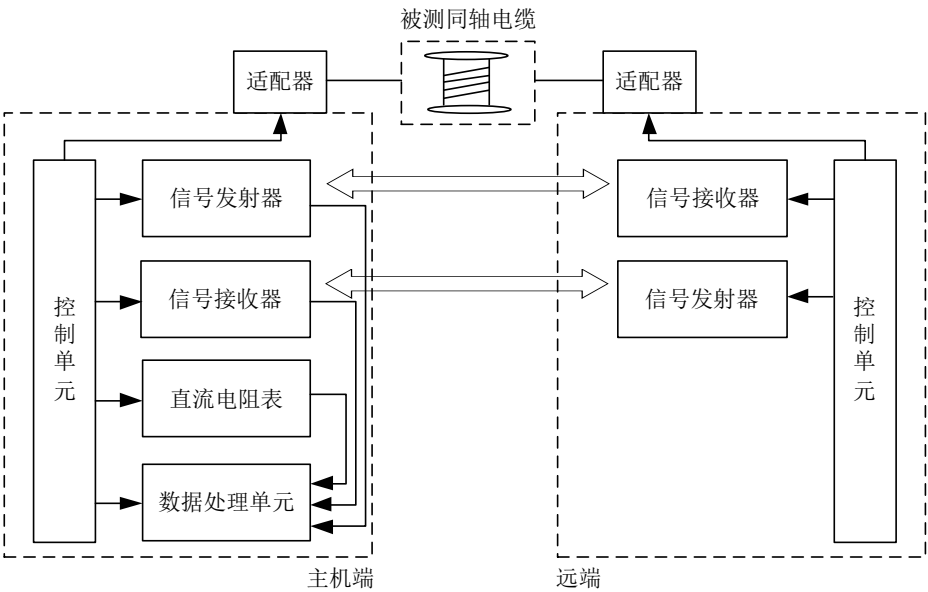


图 1 通信用高频同轴电缆测试仪组成原理图

4 计量特性

4.1 插入损耗

测量范围：(0~50) dB

最大允许误差：± 0.3dB

4.2 回波损耗

参考阻抗：(50±8) Ω, (75±8) Ω

测量范围：(0~50) dB

最大允许误差：± 0.4dB

4.3 直流电阻

测量范围：(0~530) Ω

最大允许误差：± (1%×读数+1Ω)

4.4 时延

测量范围：(0~1000) ns

最大允许误差：± (2%读数+2ns) [0, 750] ns

± (4%读数+2ns) (750,1000] ns

4.5 长度

测量范围：(0~800) m

最大允许误差：± (2%读数+0.3m) [0, 150] m

± (4%读数+0.3m) (150,800] m

注：以上所有指标不用于合格性判别，仅提供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：23℃±5℃，校准过程中环境温度变化不大于±2℃

5.1.2 相对湿度：20%~80%

5.1.3 电源要求：(220±11)V、(50±1)Hz

5.1.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动

5.2 校准用设备

5.2.1 直流电阻箱

测量范围：(0~600) Ω

最大允许误差： $\pm 0.1\%$

5.2.2 同轴步进衰减器

频率范围：1MHz~3GHz

衰减范围：(0~50) dB，10dB 步进

标定衰减量的最大允许误差： ± 0.4 dB

5.2.3 稳定线缆

线缆接头应适配被校通信用高频同轴电缆测试仪

在水平 50N 拉力下的标称长度分别 20m，40m，60m，80m，100m

标定衰减量的最大允许误差： ± 0.4 dB

标定长度的最大允许误差： ± 0.1 m

标定时延的最大允许误差： ± 0.7 ns（在 10MHz）

插入损耗的稳定性： ± 0.1 dB/1h

阻抗的稳定性： $\pm 0.1\Omega$ /1h

5.2.4 矢量网络分析仪

频率范围：1MHz~3GHz

回波损耗测量的最大允许误差： ± 0.4 dB

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前准备

所有校准用设备按说明书要求进行预热。各连接器可靠连接。

6.2 外观及工作正常性检查

被校通信用高频同轴电缆测试仪（以下简称“测试仪”）外观应完好无损，无影响正常工作的机械损伤，检查结果记录于附录 A 表 A.1 中。

6.3 插入损耗

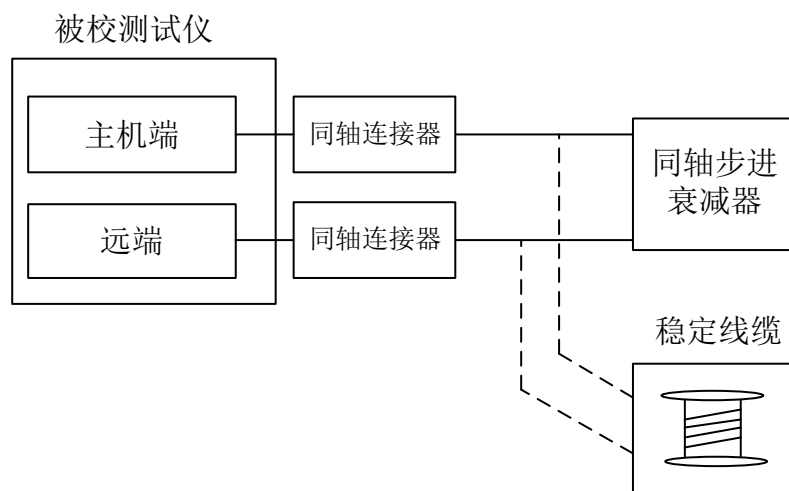


图 2 插入损耗校准原理图

- 如图 2 实线部分通过同轴连接器连接被校测试仪与同轴步进衰减器，同轴连接器应满足：插入损耗 ≤ 0.1 dB，重复性 ≤ 0.05 dB，同时适配被校测试仪与同轴步进衰减器。
- 设置被校测试仪的特征阻抗与同轴步进衰减器的阻抗一致；
- 设置同轴步进衰减器的衰减量，读取被校测试仪在校准频率点（建议为被校测试仪的测量频率上限）的插入损耗示值，记录于附录 A 表 A.2 中；
- 以 10dB 为步进，改变同轴步进衰减器的衰减量，重复步骤 c)；
- 校准中可使用稳定线缆替代同轴步进衰减器，如图 2 虚线部分通过同轴连接器连接被校测试仪与稳定线缆，同轴连接器应同时适配被校测试仪与稳定线缆。设置被校测试仪的特征阻抗与稳定线缆一致，通过更换在校准频率点标定不同衰减量（3.8dB、7.7dB、11.3dB、15.1dB、18.9dB）的稳定线缆，读取被校测试仪的插入损耗示值，记录于附录 A 表 A.2 中。

6.4 回波损耗

- 将矢量网络分析仪设置为反射模式（ S_{11} ），并按仪表技术手册的要求设定相应的频率范围、中频带宽、采样点数等参数，并进行校准；
- 如图 3 通过同轴连接器连接被校测试仪的主机端与矢量网络分析仪的端口 1，设置被校测试仪的特征阻抗与矢量网络分析仪一致；
- 从矢量网络分析仪读取校准频率点（建议为频率上限）的回波损耗数值，记录于附录 A 表 A.3 中。

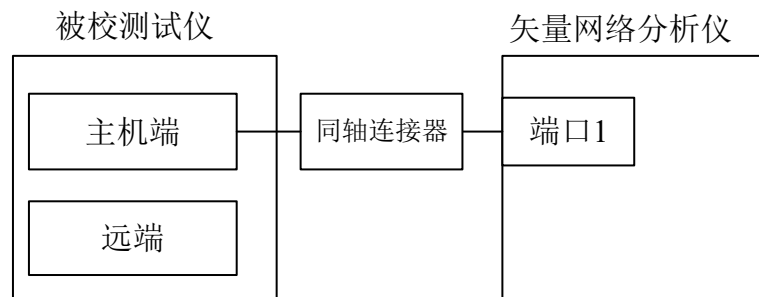


图3 回拨损耗校准原理图

6.5 电阻

- a) 如图4通过同轴-Banana Jacket连接器连接被校测试仪与直流电阻箱，连接器一端与被校测试仪主机端端口适配，另一端为Banana Jacket，有正、负两个端子；

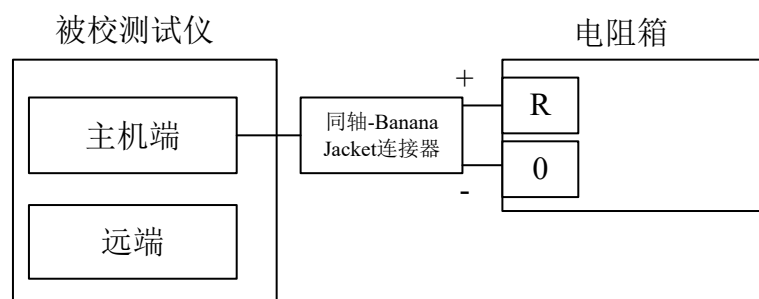


图4 电阻校准原理图

- b) 设置直流电阻箱的阻值，读取被校测试仪的电阻示值，记录于附录A表A.4中；
c) 以 10Ω 为步进，改变直流电阻箱的阻值，重复步骤b)。

6.5 时延

- a) 如图2虚线部分通过同轴连接器连接被校测试仪与稳定线缆，同轴连接器应同时适配被校测试仪与稳定线缆。
b) 设置被校测试仪的特征阻抗、NVP数值与稳定线缆的类型匹配（常见通信用高频同轴线缆类型及对应NVP数值见附录D），使用被校测试仪测量稳定线缆在校准频率点（建议为 10MHz 或参考技术说明书要求）的时延，记录于附录A表A.5中；
c) 更换在校准频率点标定不同时延（ 133ns 、 267ns 、 400ns 、 533ns 、 667ns ）的稳定线缆，重复步骤b)。

6.6 长度

- a) 如图2虚线部分通过同轴连接器连接被校测试仪与稳定线缆，同轴连接器应同时适配被校测试仪与稳定线缆。
b) 设置被校测试仪的特征阻抗、NVP数值与稳定线缆的类型匹配，使用被校测试仪测

量稳定线缆的长度，记录于附录 A 表 A.6 中；

- c) 更换标定不同长度（20m，40m，60m，80m，100m）的稳定线缆，重复步骤 b)。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，推荐校准证书内页格式见附录 B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出测量不确定度，不确定度评定示例见附录 C。校准证书应至少包括以下信息：

- 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。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议不超过 1 年。

附录 A 原始记录推荐格式

表 A.1 外观及工作正常性检查

检查项目	检查结果
外观及工作正常性检查	

表 A.2 插入损耗

频率（MHz）	参考值（dB）	测量值（dB）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 A.3 回波损耗

频率（MHz）	参考值（ Ω ）	测量值（ Ω ）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 A.4 电阻

参考值（ Ω ）	测量值（ Ω ）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 A.5 时延

频率（MHz）	参考值（ns）	测量值（ns）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 A.6 长度

参考值（m）	测量值（m）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

附录 B 校准证书内页推荐格式

表 B.1 插入损耗

频率（MHz）	参考值（dB）	测量值（dB）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 B.2 回波损耗

频率（MHz）	参考值（ Ω ）	测量值（ Ω ）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 B.3 电阻

参考值（ Ω ）	测量值（ Ω ）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 B.4 时延

线缆长度（m）	参考值（ns）	测量值（ns）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

表 B.5 长度

参考值（m）	测量值（m）	扩展不确定度（ $k=2$ ）

附录 C 通信用高频同轴电缆测试仪校准结果的不确定度评定示例

C.1 插入损耗不确定度评定

C.1.1 测量模型

使用同轴步进衰减器对被校通信用高频同轴电缆测试仪（以下简称测试仪）的插入损耗示值进行校准，测量模型为：

$$IL_x = Att_0$$

式中： IL_x 为被校测试仪的插入损耗示值，dBm；

Att 为衰减器的衰减量标定数值，dBm。

C.1.2 不确定度来源

- （1）衰减器衰减量标定不准引入的不确定度分量 u_1 ；
- （2）阻抗失配引入的不确定度分量 u_2 ；
- （3）校准过程中被校测试仪测量重复性引入的不确定度分量 u_3 ；
- （4）被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_4 。

C.1.3 标准不确定度评定

- （1）衰减器衰减量定标不准引入的不确定度分量 u_1 ：

衰减器衰减量标定的最大允许误差为 $\pm 0.4\text{dB}$ ，按均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，可得不确定度分量 $u_1 = 0.24\text{ dB}$ 。

- （2）阻抗失配引入的不确定度分量 u_2 ：

被校测试仪、同轴连接器、稳定线缆等的端口引入的阻抗失配为：

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

其中， Γ 为端口反射系数；

$VSWR$ 为端口电压驻波比。

设被校测试仪、同轴连接器、稳定线缆端口的电压驻波比均为 1.10dB ，则各连接平面引入的最大失配误差为

$$\Delta = \pm 4.34 \times 2 \times |\Gamma_T| \times |\Gamma_R| = 0.035\text{dB}$$

失配误差按反正弦分布，则各连接平面阻抗失配引入的标准不确定度 u_{mis} 为：

$$u_{\text{mis}} = \Delta / \sqrt{2} = 0.02\text{dB}$$

考虑到测量时四次次阻抗失配情况，则

$$u_2 = \sqrt{4 \times u_{\text{mis}}^2} = 0.04\text{dB}$$

(3) 校准过程中被校测试仪测量重复性引入的不确定度分量 u_3 ：

使用被校测试仪测量插入损耗，频率 350MHz，重复测量 10 次，测量结果见表 C.1.1。

表 C.1.1 插入损耗重复性测量结果

测量次数	插入损耗（dB）
1	29.8
2	29.8
3	29.9
4	30.0
5	30.1
6	30.0
7	29.9
8	29.9
9	29.9
10	29.8

取标准偏差作为单次测量引入的不确定度分量，则

$$u_3 = s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.10\text{dB}$$

(3) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_4 ：

由于测试仪的分辨力为 0.1dB，按均匀分布，取 $k= \sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_4=0.03 \text{ dB}$ 。

C.1.4 标准不确定度的合成

C.1.4.1 标准不确定度评定表

序 号	不确定度来源	u_i	分布类型
1	衰减器衰减量定标不准	$u_1=0.24 \text{ dB}$	均匀
2	阻抗失配	$u_2=0.04 \text{ dB}$	/
3	测量重复性	$u_2=0.10 \text{ dB}$	正态
4	分辨力	$u_3=0.03 \text{ dB}$	均匀

C.1.4.2 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之没有值得考虑的相关性，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.27\text{dB}$$

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（ u_3 和 u_4 ）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k \times u_c=0.6 \text{ dB}$ 。

C.2 回波损耗不确定度评定

C.2.1 测量模型

使用矢量网络分析仪对被校测试仪端口的回波损耗进行测量，测量模型为：

$$RL_x = S_{11}$$

式中： RL_x 为被校测试仪的回波损耗示值，dBm；

S_{11} 为矢量网络分析仪的 S_{11} 数值，dBm。

C.2.2 不确定度来源

- (1) 矢量网络分析仪回波损耗测量误差引入的标准不确定度分量 u_1 ；
- (2) 阻抗失配引入的不确定度分量 u_2 ；
- (3) 校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_3 ；
- (4) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_4 。

C.2.3 标准不确定度评定

- (1) 矢量网络分析仪回波损耗测量误差引入的标准不确定度分量 u_1 ：

根据矢量网络分析仪的技术指标，其回波损耗测量误差为 $\pm 0.4\text{dB}$ ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度分量 $u_1=0.24 \text{ dB}$ 。

- (2) 阻抗失配引入的不确定度分量 u_2 ：

设被校测试仪、同轴连接器、矢量网络分析仪端口的电压驻波比均为 1.10dB ，则各连接平面引入的最大失配误差为

$$\Delta = \pm 4.34 \times 2 \times |\Gamma_T| \times |\Gamma_R| = 0.035\text{dB}$$

失配误差按反正弦分布，则各连接平面阻抗失配引入的标准不确定度 u_{mis} 为：

$$u_{\text{mis}} = \Delta / \sqrt{2} = 0.02\text{dB}$$

考虑到测量时两次阻抗失配情况，则

$$u_2 = \sqrt{2 \times u_{\text{mis}}^2} = 0.03\text{dB}$$

- (3) 校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_3 ：

使用矢量网络分析仪测量被校测试仪端口的回波损耗，频率 350MHz ，重复测量 10 次，测量结果见表 C.2。

表 C.2 回波损耗重复性测量结果

测量次数	回波损耗（dB）
1	27.2
2	26.8
3	27.6
4	27.4
5	26.6
6	26.4
7	27.8
8	27.6
9	27.2
10	27.0

取标准偏差作为单次测量引入的不确定度分量，则

$$u_3 = s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.46\text{dB}$$

（3）被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 ：

被校测试仪的分辨力为 0.1dB，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_3=0.03\text{dB}$ 。

C.2.4 标准不确定度的合成

C.2.4.1 标准不确定度评定表

序 号	不确定度来源	u_i	分布类型
1	矢量网络分析仪回波损耗测量误差	$u_1=0.24\text{dB}$	均匀
2	阻抗失配	$u_2=0.03\text{dB}$	/
3	测量重复性	$u_3=0.46\text{dB}$	正态
4	分辨力	$u_4=0.03\text{dB}$	均匀

C.2.4.2 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之没有值得考虑的相关性，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.53\text{dB}$$

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（ u_3 和 u_4 ）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k \times u_c=1.1\text{dB}$ 。

C.3 电阻不确定度评定

C.3.1 测量模型

使用直流电阻箱对被校测试仪的电阻测量功能进行校准，测量模型为：

$$R_x = R_0$$

式中： R_x 为被校测试仪的电阻测量示值， Ω ；

R_0 为直流电阻箱的设定电阻值， Ω 。

C.3.2 不确定度来源

- (1) 直流电阻箱不准确引入的标准不确定度分量 u_1 ；
- (2) 校准过程中被校测试仪测量重复性引入的不确定度分量 u_2 ；
- (3) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 。

C.3.3 标准不确定度评定

- (1) 直流电阻箱不准引入的标准不确定度分量 u_1 ：

根据直流电阻箱的技术指标，其最大允许误差为 $\pm 0.01\%$ （ $10\Omega \sim 100\Omega$ ）。按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_1=0.00058\Omega$ （ 10Ω ）。

- (2) 校准过程中被校测试仪测量重复性引入的不确定度分量 u_2 ：

使用被校测试仪测量直流电阻箱的电阻，重复测量 10 次，测量结果见表 C.3。

表 C.3 电阻重复性测量结果

测量次数	10 Ω 电阻 (Ω)
1	10.01
2	10.00
3	9.98
4	9.95
5	10.02
6	9.97
7	10.00
8	10.03
9	10.03
10	10.00

取标准偏差作为单次测量引入的不确定度分量，则

$$u_3 = s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.03\Omega$$

- (3) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 ：

由于被校测试仪的分辨力为 0.01Ω ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度

$u_3=0.0029\Omega$ 。

C.3.4 标准不确定度的合成

C.3.4.1 标准不确定度评定表

序 号	不确定度来源	u_i	分布类型
1	直流电阻箱不准	$u_1=0.00058\Omega$	均匀
2	测量重复性	$u_2=0.03\Omega$	正态
3	分辨力	$u_3=0.0029\Omega$	均匀

C.3.4.2 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之没有值得考虑的相关性，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.04\Omega$$

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（ u_2 和 u_3 ）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k\times u_c=0.08\Omega$ 。

C.4 时延不确定度评定

C.4.1 测量模型

使用稳定线缆对被校测试仪的时延进行测量，测量模型为：

$$T_x = T_0$$

式中： T_x 为被校测试仪的时延示值， ns；

T_0 为稳定线缆的标定时延数值， ns。

C.4.2 不确定度来源

- （1）稳定线缆标定不准确引入的标准不确定度分量 u_1 ；
- （2）校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_2 ；
- （3）被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 。

C.4.3 标准不确定度评定

- （1）稳定线缆标定不准确引入的标准不确定度分量 u_1 ：

稳定线缆标定时延的最大允许误差为 $\pm 0.7\text{ns}$ ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_1=0.41\text{ns}$ 。

- （2）校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_2 ：

使用被校测试仪测量 100m 稳定线缆的时延，重复测量 10 次，测量结果见表 C.4。

表 C.4 时延重复性测量结果

测量次数	时延（ns）
1	496

2	495
3	495
4	496
5	495
6	495
7	495
8	496
9	496
10	495

取标准偏差作为单次测量引入的不确定度分量，则

$$u_3 = s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.52\text{ns}$$

（3）被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 ：

由于被校测试仪的分辨力为 1ns ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_3=0.29\text{ns}$ 。

C.4.4 标准不确定度的合成

C.4.4.1 标准不确定度评定表

序 号	不确定度来源	u_i	分布类型
1	稳定线缆标定不准确	$u_1=0.41\text{ ns}$	均匀
2	测量重复性	$u_2=0.52\text{ ns}$	正态
3	分辨力	$u_3=0.29\text{ ns}$	均匀

C.4.4.2 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之没有值得考虑的相关性，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.67\text{ns}$$

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（ u_2 和 u_3 ）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=k \times u_c=2\text{ns}$ 。

C.5 长度不确定度评定

C.5.1 测量模型

使用稳定线缆对被校测试仪的时延进行测量，测量模型为：

$$L_x = L_0$$

式中： L_x 为被校测试仪的长度示值，m；

L_0 为稳定线缆的标定长度数值，m。

C.5.2 不确定度来源

- (1) 稳定线缆标定不准确引入的标准不确定度分量 u_1 ；
- (2) 校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_2 ；
- (3) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 。

C.5.3 标准不确定度评定

- (1) 稳定线缆标定不准确引入的标准不确定度分量 u_1 ：

稳定线缆标定长度的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{m}$ 。按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_1=0.058\text{m}$ 。

- (2) 校准过程中测量重复性引入的不确定度 u_2 ：

使用被校测试仪测量 100m 稳定线缆的长度，重复测量 10 次，测量结果见表 C.5。

表 C.5 长度重复性测量结果

测量次数	长度 (m)
1	99.5
2	99.5
3	99.7
4	99.5
5	99.7
6	99.6
7	99.5
8	99.5
9	99.6
10	99.6

取标准偏差作为单次测量引入的不确定度分量，则

$$u_3 = s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.08\text{m}$$

- (3) 被校测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 ：

由于被校测试仪的分辨力为 0.1m，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，可得标准不确定度 $u_3=0.029\text{m}$ 。

C.5.4 标准不确定度的合成

C.5.4.1 标准不确定度评定表

序号	不确定度来源	u_i	分布类型
1	稳定线缆不准确	$u_1=0.058\text{ m}$	均匀
2	测量重复性	$u_2=0.08\text{ m}$	正态
3	分辨力	$u_3=0.029\text{ m}$	均匀

C.5.4.2 合成标准不确定度

以上各不确定度分量之没有值得考虑的相关性，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.10\text{m}$$

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（ u_2 和 u_3 ）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.5.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U= k \times u_c=0.2\text{ m}$ 。

附录 D 常见通信用高频同轴电缆主要指标

线缆类型	特性阻抗 (Ω)	NVP (%)
10BASE-2	50	80
10BASE-5	50	78
RG-58	50	66
RG-58 Foam	50	78
RG-8	50	84
RG-8A/U	52	84
RG-6/U	75	82
RG-11/U	75	82
RG-59	75	69
RG-59 Foam	75	78
RG-62	93	84
RG-213	50	66
RG-214	50	66
LMR-400	75	85
LMR-600	50	87
LDF4-50A	50	88
Type 734	/	80
Type 735A	/	76
Type 735C	/	79