

中华人民共和国国家计量技术规范

JJFXXXX—202X

连续波干扰模拟器校准规范

Calibration Specification for

Continuous Wave Interference simulators

(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

连续波干扰模拟器校准规范

Calibration Specification for Continuous Wave

Interference simulators

JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

中国计量科学研究院

参加起草单位：江苏省计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

江苏省电子信息产品质量监督检验研究院

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

XXX

XXX

参加起草人：

XXX

XXX

XXX

XXX

目录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 射频信号源输出频率	2
4.2 射频信号源输出功率	2
4.3 调制频率和调幅深度	2
4.4 额定输出功率	2
4.5 增益	2
4.6 谐波失真	2
4.7 监测功率	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准用的主要设备	3
6 校准项目和校准方法	4
6.1 校准项目	4
6.2 外观及工作正常性检查	4
6.3 射频信号源输出频率	4
6.4 射频信号源输出功率	4
6.5 调制频率和调幅深度	4
6.6 额定输出功率	5
6.7 增益	5
6.8 谐波失真	6
6.9 监测功率	6
7 校准结果表达	7
8 复校时间间隔	8
附录 A 原始记录内页格式	9
附录 B 校准证书内页格式	11
附录 C 测量不确定度评定示例	13

引言

JJF1071-2010《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》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范参考 GB/T 17626.6《电磁兼容试验和测量技术射频场感应的传导骚扰抗扰度》中相关条款进行编写。

本规范为首次发布。

连续波干扰模拟器校准规范

1 范围

本规范适用于频率范围在 9kHz~1000MHz 连续波干扰模拟器的校准，其他具备类似功能的仪表校准可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1931 《信号发生器校准规范》

JJF 1678 《射频和微波功率放大器校准规范》

GB/T 17626.6 《电磁兼容试验和测量技术射频场感应的传导骚扰抗扰度》

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 概述

连续波干扰模拟器主要用于将骚扰信号以规定的注入信号电平施加给每个耦合装置,由射频信号源、宽带功率放大器、滤波器、可变衰减器、固定衰减器、射频开关集成或分立实现，其中：射频信号源 G1 用于在试验频率范围内提供调制波形；宽带功率放大器 PA 用于提供足够大的放大能力以保证到达注入端口的骚扰电压满足试验等级要求；低通滤波器 LPF 或高通滤波器 HPF 为避免(高次或亚)谐波等对某些类型的受试设备的产生干扰；衰减器 T2 用于减小因耦合装置与功率放大器之间的失配；射频开关 S1 用于在测量受试设备的抗扰度时接通和断开骚扰信号；如图 1 所示。

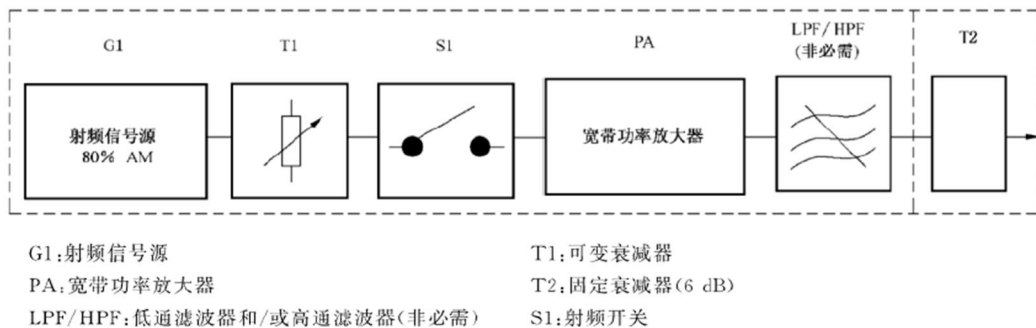


图 1 连续波干扰模拟器原理框图

4 计量特性

4.1 射频信号源输出频率

输出频率范围：9kHz~1000MHz；

最大允许误差：± $(1\times 10^{-5}\sim 1\times 10^{-8})$ 。

4.2 射频信号源输出功率

功率范围：-60dBm~10dBm；

最大允许误差：±1dB。

4.3 调制频率和调幅深度

调制频率：1kHz，最大允许误差：±0.1kHz；

调幅深度：80%，最大允许误差范围：-20%~5%。

4.4 额定输出功率

输出范围：-13dBm~53dBm。

4.5 增益

0dB~80dB。

4.6 谐波失真

(-60~-15)dBc。

4.7 监测功率

频率范围：9kHz~1000MHz；

功率范围：-45dBm~13dBm；

最大允许误差：±1dB。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(23±5)℃。

5.1.2 相对湿度：≤80%。

5.1.3 供电电源：电压(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 校准用的主要设备

5.2.1 功率传感器

频率范围：9kHz~1000MHz；

功率范围：-20dBm~23dBm；

最大允许误差：±0.1dB。

5.2.2 通用计数器

频率范围：9kHz~1000MHz；

最大允许误差：± $(1\times 10^{-6}\sim 1\times 10^{-9})$ 。

5.2.3 测量接收机

功率测量范围：-60dBm~30dBm；扩展不确定度：0.15dB~0.65dB (k=2)；

调幅深度测量范围：5%~99%，最大允许误差：±(1%~6%)。

5.2.4 频谱分析仪

频率范围：9kHz~3000MHz；

动态范围：不小于 110dB；

最大允许误差：±(1dB~3dB)。

5.2.5 信号发生器

频率范围：9kHz~1000MHz；

功率范围：-60dBm~13dBm；

最大允许误差：±0.5dB。

5.2.6 衰减器

频率范围：9kHz~3000MHz；

输入功率：1W~250W；

衰减量：20dB~50dB；

测量不确定度：0.1dB~0.5dB (k=2)。

5.2.7 同轴负载

频率范围：9kHz~3000MHz；

额定功率：不小于 50W；

电压驻波比：不大于 1.2。

5.2.8 功分器

频率范围：9kHz~1000MHz；

对称性：不大于 0.5dB。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

连续波干扰模拟器校准项目见表1。

表1 校准项目

序号	校准项目名称	条款
1	外观及工作正常性检查	6.2
2	射频信号源输出频率	6.3
3	射频信号源输出功率	6.4
4	调制频率和调幅深度	6.5
5	额定输出功率	6.6
6	增益	6.7
7	谐波失真	6.8
8	监测功率	6.9

6.2 外观及工作正常性检查

连续波干扰模拟器的外观应完好，各个开关、按键等调节正常，不应有影响电气性能的机械损伤，并按技术说明书规定的时间预热。

6.3 射频信号源输出频率

射频信号源输出频率按照JJF1931《信号发生器校准规范》中第5.2条款进行校准，记录在表A.2中。

6.4 射频信号源输出功率

射频信号源输出功率按照JJF1931《信号发生器校准规范》中第5.3条款进行校准，记录在表A.3中。

6.5 调制频率和调幅深度

a) 按图2连接仪器。

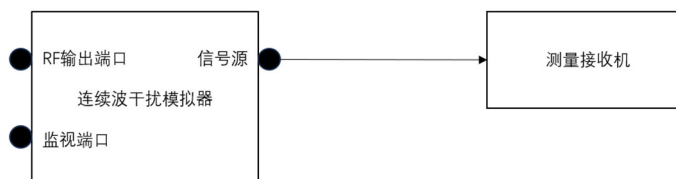


图2 调幅深度、调制频率校准示意图

- b) 设置连续波干扰模拟器的射频信号源起始频率和输出功率（输出功率一般设0dBm）。
- c) 设置连续波干扰模拟器的调制频率为1kHz，调幅深度为80%。
- d) 按要求设置测量接收机测量带宽和检波方式（常用测量带宽为300Hz~3kHz，检波方式为二分之一峰峰值检波），用测量接收机测量调制频率和调幅深度，记录在表A.4中。

6.6 额定输出功率

- a) 按图3连接仪器。

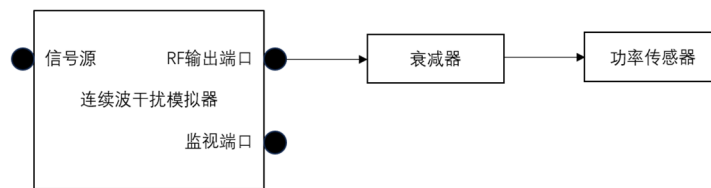


图3 额定输出功率校准示意图

- b) 设置连续干扰模拟器的起始频率，输出功率为最小（通常为-50dBm），幅度步进为0.1dB。
- c) 在功率传感器中设置该频率点校准因子或测量频率。
- d) 缓慢增加连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率，当标准功率传感器的指示功率值达到 P_s 时，按公式（1）计算出连续波干扰模拟器的额定输出功率 P_{rated} ，记录在表A.5中。

$$P_{\text{rated}} = P_s + A \quad (1)$$

式中：

P_s —功率传感器的功率值，dBm；

P_{rated} —连续波干扰模拟器的额定输出功率，dBm；

A —衰减器的衰减量，dB。

- e) 减少连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率至最小。
- f) 改变连续波干扰模拟器的频率，重复c)~e)步骤，直至连续波干扰模拟器的终止频率。

6.7 增益

- a) 按图3连接仪器。

- b) 设置连续波干扰模拟器的起始频率，输出功率为最小（没有规定时，一般设置为-50dBm），步进为0.1dB。
- c) 在功率传感器上设置该频率点的校准因子或测量频率。
- d) 增加连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率到额定功率一半时，记录连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率值 P_1 和功率传感器的功率值 P_2 ，记录在表A.6中。
- e) 根据公式（2）计算连续波干扰模拟器的增益 G ，将计算的结果记录在表A.6中。

$$G = P_2 + A - P_1 \quad (2)$$

式中：

G —增益，dB；

P_1 —连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率值，dBm；

P_2 —功率传感器的功率值，dBm；

A —衰减器的衰减量，dB。

- e) 按照连续波干扰模拟器的工作频率范围，改变连续波干扰模拟器的频率。
- f) 重复c) ~e) 步骤，直至连续波干扰模拟器的终止频率。

6.8 谐波失真

- a) 按图4连接仪器。

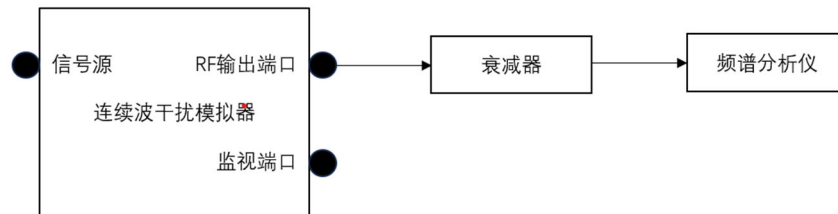


图4 谐波失真校准示意图

- b) 设置连续波干扰模拟器的起始频率，调整射频信号源的输出功率，使连续波干扰模拟器输出到合适的功率值（默认设置额定功率输出）。
- c) 设置频谱分析仪的中心频率为连续波干扰模拟器的输出频率，分别读取频谱分析仪的二次谐波与基波间的相对电平值和三次谐波于基波间的相对电平值，记录在表A.7中。
- d) 减少连续波干扰模拟器的射频信号源输出功率至最小。
- e) 改变连续波干扰模拟器的工作频率，重复c) ~d)步骤，直至连续波干扰模拟器的终止频率。

6.9 监测功率

- a) 按图5连接仪器。
- b) 设置连续波干扰模拟器的起始频率，保持连续波输出状态，并同时显示监测功率值。

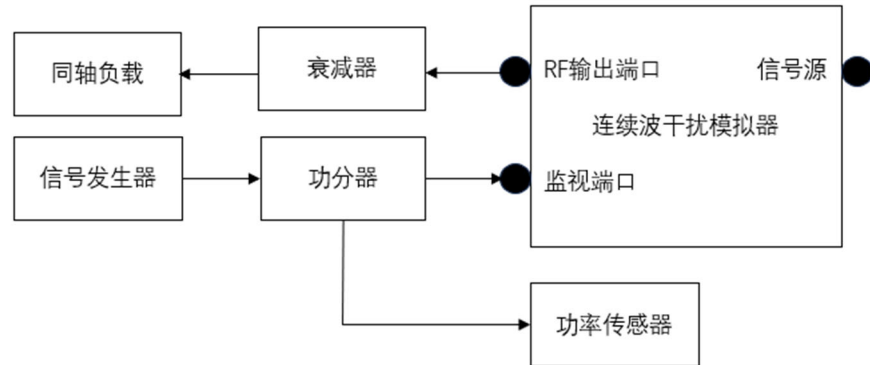


图5 监测功率校准示意图

- c) 设置信号发生器的输出频率为连续波干扰模拟器的工作频率，输出功率合适（参考连续波干扰模拟器的频率和监测功率范围）。
- d) 在功率传感器中设置该频率点校准因子或测量频率。
- e) 读取功率传感器的功率值和连续波干扰模拟器的监测功率值，记录在表A.8中；
- f) 改变连续波干扰模拟器的工作频率，重复c) ~e) 步骤，直至被校准连续波干扰模拟器的终止频率。

7 校准结果表达

连续波干扰模拟器校准后，出具校准证书，校准证书至少包含以下信息：

- 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

连续波干扰模拟器的复校时间间隔由用户根据自行确定,推荐为1年。

附录 A 原始记录内页格式

A.1 外观及工作正常性检查

表 A.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观检查	
工作正常性检查	

A.2 连续波干扰模拟器

表 A.2 射频信号源输出频率

频率标称值(MHz)	实测值(MHz)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.3 射频信号源输出功率

频率(MHz)	标称值 (dBm)	实测值 (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.4 调制频率和调幅深度

频率 (MHz)	调制频率标称值(kHz)	调制频率实测值(kHz)	标称值 (%)	实测值 (%)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.5 额定输出功率

频率 (MHz)	设定功率值 P (dBm)	标准功率值 P_s (dBm)	衰减量 A (dB)	实测值 P_{rated} (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.6 增益

频率 MHz	设定功率值 P (dBm)	衰减量 A (dB)	标准功率值 P_s (dBm)	实测值 (dB)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.7 谐波失真

频率 (MHz)	二次谐波失真 (dBc)	三次谐波失真 (dBc)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 A.8 监测功率

频率 (MHz)	设定值 (dBm)	监测功率实测值 (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

附录 B 校准证书内页格式

B 连续波干扰模拟器

表 B.1 射频信号源输出频率

频率标称值(MHz)	频率实测值(MHz)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.2 射频信号源输出功率

频率(MHz)	标称值 (dBm)	实测值 (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.3 调制频率和调幅深度

频率 (MHz)	调制频率标称值(kHz)	调制频率实测值(kHz)	标称值 (%)	实测值 (%)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.4 额定输出功率

频率 (MHz)	设定功率值 P (dBm)	实测值 P_{rated} (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.5 增益

频率 (MHz)	增益实测值 (dB)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.7 谐波失真

频率 (MHz)	二次谐波失真 (dBc)	三次谐波失真 (dBc)	扩展不确定度 $U(k=2)$

表 B.7 监测功率

频率 (MHz)	设定值 (dBm)	监测功率实测值 (dBm)	扩展不确定度 $U(k=2)$

附录 C 测量不确定度评定示例

C.1 额定输出功率校准不确定度评定

C.1.1 测量模型

$$P_{\text{rated}} = A + P_s \quad (\text{dBm}) \quad (\text{C.1})$$

$$A' = 10^{A/10} \quad (\text{C.2})$$

式中

P_s —功率传感器测量值，dBm；

A —衰减器的衰减量，dB；

A' —衰减器的衰减量倍数。

额定输出功率可表示为

$$P_{\text{rated}} = A' \cdot P_s \quad (\text{mW}) \quad (\text{C.3})$$

由于各不同确定度分量独立不相关，各种不确定度传播律，被校准连续波干扰模拟器功率放大器输出功率 P 的相对合成标准不确定度可表示为

$$\begin{aligned} u_c(P_{\text{rated}}) &= \frac{u_c(P_{\text{rated}})}{P_{\text{rated}}} \\ &= \sqrt{\left[\frac{c_1 u(A')}{A'}\right]^2 + \left[\frac{c_2 u(P_s)}{P_s}\right]^2 + u^2(M) + u^2(D)} \\ &= \sqrt{[c_1 u(A')]^2 + [c_2 u(P_s)]^2 + u^2(M) + u^2(D)} \end{aligned} \quad (\text{C.4})$$

式中：

$u(A')$ ——输入量 A 的相对标准不确定度；

$u(P_s)$ ——输入量 P_s 的相对标准不确定度；

$u(M)$ ——校准系统链路失配引入的相对不确定度分量；

$u(D)$ ——测量重复性引入的相对不确定度分量；

c_1 、 c_2 ——分别为输入量 A 、 P_s 的灵敏系数，均为 1。

$$u_c(P_{\text{rated}}) = \sqrt{u(A')^2 + u(P_s)^2 + u^2(M) + u^2(D)} \quad (\text{C.5})$$

C.1.2 标准不确定度评定

C.1.2.1 衰减器衰减量引入的相对标准不确定度分量 $u(A')$

a) 衰减器的衰减量射频定标不准引入的相对标准不确定度分量

衰减器衰减量由衰减标准装置定标，测量不确定度为 $U_1(A') = 1.4\%$ 。由此引入的不确定度分量按 B 类方法进行评定，包含因子 $k=2$ ，则相对标准不确定度分量为

$$u_1(A') = \frac{U_1(A')}{2} = 0.7\%$$

b) 功率电平对衰减器衰减量的影响引入的相对标准不确定度分量

衰减器衰减量的功率系数为 0.0012dB/W,由此引入的不确定度分量按 B 类方法进行评定,其取值服从均匀分布,包含因子 $k = \sqrt{3}$,输出功率为 75W 时,则相对标准不确定度分量为

$$u_2(A') = \frac{U_2(A')}{\sqrt{3}} = 1.4\%$$

c) 温度对衰减器衰减量的影响引入的相对标准不确定度分量

衰减器衰减量的温度系数为 0.0004dB/(dB·°C),由此引入的不确定度分量按 B 类方法进行评定,其取值服从均匀分布,包含因子 $k = \sqrt{3}$,衰减器温度变化 10°C,衰减量 20dB 时,则相对标准不确定度分量为

$$u_3(A') = \frac{U_3(A')}{\sqrt{3}} = 1.1\%$$

各测量不确定度分量不相关,衰减器衰减量引入的相对标准不确定度为

$$u(A') = \sqrt{u_1^2(A') + u_2^2(A') + u_3^2(A')} = 2.0\%$$

C.1.2.2 功率传感器不准引入的相对标准不确定度分量 $u(P_s)$

功率传感器技术说明书给出的直流替代功率准确度为 $\pm 0.5\%$,其相对扩展不确定度为 $U_{rel}(p_s) = 0.5\%$ 。引入的不确定度分量按 B 类方法进行评定,其取值服从均匀分布,包含因子 $k = \sqrt{3}$,则相对标准不确定度为

$$u(P_s) = 0.29\%$$

C.1.2.3 校准系统链路(输出端口—衰减器-功率传感器)的失配引入的相对标准不确定度分量 $u(M)$

校准系统链路中衰减器引入的失配因子为

$$M = |1 - S_{22}\Gamma_S|^2 |1 - \Gamma_G(S_{11} + \Gamma_S)|^2$$

因此引入的最大误差限为 $2(|S_{22}||\Gamma_S| + |\Gamma_G||S_{11}| + |\Gamma_G||\Gamma_S|)$,在 10MHz, $|S_{22}| = 0.03$, $|S_{11}| = 0.03$, $|\Gamma_G| = 0.20$, $|\Gamma_S| = 0.03$,按 B 类方法评定,按照反正弦分布估计,则包含因子 $k(M) = \sqrt{2}$,其相对标准不确定度 $u(M)$ 为

$$u(M) = \frac{U(M)}{k} = \sqrt{2}(|S_{22}||\Gamma_S| + |\Gamma_G||S_{11}| + |\Gamma_G||\Gamma_S|) = 1.8\%$$

C.1.2.4 测量重复性引入的相对标准不确定度分量 $u(D)$

重复测量 75W 额定输出功率的连续波干扰模拟器,在频率 10MHz 进行 10 次观测,

数据如下：

序号	额定输出功率实测值 (W)
1	74.99
2	73.79
3	73.96
4	73.28
5	74.13
6	74.47
7	74.13
8	74.76
9	73.79
10	73.42
平均值 \bar{x}	74.07

测量重复性引入的相对标准不确定度分量按 A 类评定，则引入的标准不确定度分量为

$$u(D) = s_n(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=10}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.8\%$$

C.1.3 合成标准不确定度

表 C.1 额定输出功率不确定度分量汇总表

不确定度分量	来源	评定方法	分布	k值	标准不确定度
$u(A')$	衰减器衰减量不准	B类	均匀	$\sqrt{3}$	2.0%
$u(P_s)$	功率传感器不准	B类	均匀	$\sqrt{3}$	0.29%
$u(M)$	校准系统链路失配	B类	反正弦	$\sqrt{2}$	1.8%
$u(D)$	测量重复性	A类	正态	/	0.8%

则合成相对标准不确定度为：

$$u_c(P) = \sqrt{[u(A')]^2 + [u(P_s)]^2 + u^2(M) + u^2(D)} = 2.82\%$$

C.1.4 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ， $U(P_{rated}) = 2 \times u_c(P) = 5.64\%$ (0.24dB)

C.2 谐波失真校准不确定度评定

C.2.1 测量模型

$$L(f) = \Delta L \quad (C.6)$$

式中：

$L(f)$ —谐波失真测量值, dBc;

ΔL —二次(或三次)谐波频率处的电平与载频的电平差, dBc;

C.2.2 不确定度分量评定

1) 频谱分析仪频率响应误差引入的标准不确定度 u_1

频谱分析仪频响误差为 $\pm 1\text{dB}$, 按矩形分布估计, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度为 $u_1 = 1\text{dB}/\sqrt{3} = 0.58\text{dB}$ 。

2) 频谱分析仪线性误差引入的标准不确定度 u_2

频谱分析仪线性误差为 $\pm 0.13\text{dB}$, 按矩形分布估计, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度为 $u_2 = 0.13\text{dB}/\sqrt{3} = 0.075\text{dB}$ 。

3) 电缆插入损耗的频响误差引入的标准不确定度 u_3

电缆插入损耗误差频响误差为 $\pm 0.05\text{dB}$, 按矩形分布估计, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 其标准不确定度为 $u_3 = 0.05\text{dB}/\sqrt{3} = 0.029\text{dB}$ 。

4) 衰减器衰减量倍数不准引入的标准不确定度 u_4

衰减器衰减量由衰减标准装置定标, 测量不确定度为 $U = 0.2\text{dB}$, 引入的不确定度分量按 B 类方法进行评定, 包含因子 $k=2$, 其标准不确定度为 $u_4 = 0.2\text{dB}/2 = 0.1\text{dB}$ 。

5) 校准系统链路的失配引入的标准不确定度 u_5

校准系统链路失配最大允许偏差为 $\pm 0.15\text{dB}$, 按反正弦分布估计, 包含因子 $k=\sqrt{2}$ 其标准不确定度为 $u_5 = 0.15\text{dB}/\sqrt{2} = 0.1\text{dB}$ 。

6) 测量重复性引入的标准不确定度 u_6

重复测量连续波干扰模拟器在 10MHz 处的二次谐波失真, 对 ΔL 做了 10 次观测, 数据如下:

序号	二次谐波失真实测值(dBc)
1	-29.1
2	-28.4
3	-30.6
4	-28.8
5	-29.8
6	-30.1
7	-30.1
8	-29.5
9	-29.7
10	-28.7
平均值 \bar{x}	-29.5

测量重复性引入的标准不确定度为

$$u_6 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.71\text{dB}$$

C.2.3 不确定度分量汇总

表 C.2 谐波失真不确定度分量汇总表

不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$ /dB		概率分布	灵敏系数 $ c_i $	不确定度分量 $ c_i u_i(y)$ /dB
	符号	数值			
频谱仪频响误差	u_1	0.58	矩形	1	0.172
频谱仪线性误差	u_2	0.075	矩形	1	0.075
电缆插入损耗的频响误差	u_3	0.029	矩形	1	0.029
衰减器衰减量倍数不准	u_4	0.1	均匀	1	0.1
校准系统链路的失配	u_5	0.1	反正弦	1	0.1
测量重复性	u_6	0.26	正态	/	0.71

C.2.4 合成标准不确定度

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n=6} c_i^2 u_i^2(y)} = 0.75\text{dB}$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, $U = 2u_c(\Delta L) = 1.5\text{dB}$

C.3 监测功率校准不确定度评定

C.3.1 测量模型

$$P_{Mon} = P_0 \tag{C.7}$$

式中:

P_{Mon} —监测功率测量值, dBm;

P_0 —功率传感器功率值, dBm。

C.3.2 标准不确定度评定

C.3.2.1 功分器引入的不确定度 u_1 的评定

查功分器技术资料, 带内波动 0.3dB, 幅度平衡度 0.3dB. 按照均匀分布估计, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 其相对合成标准不确定度为

$$u_{\text{带内波动}} = \frac{0.3\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.173\text{dB}$$

$$u_{\text{幅度平衡度}} = \frac{0.3\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.173\text{dB}$$

$$u_1 = \sqrt{u_{\text{带内波动}}^2 + u_{\text{幅度波动}}^2} = 0.245\text{dB} = 5.8\%$$

C.3.2.2 功率传感器不准引入的相对标准不确定度分量 $u(P_S)$

$$u(P_S) = 0.29\%$$

C.3.2.3 系统失配引入的不确定度 u_3 的评定

系统失配最大引入的偏差 $\pm 0.15\text{dB}$ ，按照反正弦分布估计，其相对标准不确定度为

$$u_2 = \frac{0.15}{\sqrt{2}} = 0.11\text{dB} = 2.6\%$$

C.3.2.4 测量重复性引入的不确定度 u_3 的评定

重复测量连续波干扰模拟器的监测功率为 0dBm ，在频率 10MHz 处进行 10 次观测，数据如下：

序号	监测功率实测值(mW)
1	1.028
2	1.021
3	1.023
4	1.028
5	1.030
6	1.014
7	1.033
8	1.026
9	1.014
10	1.007
平均值 \bar{x}	1.0224

测量重复性引入的标准不确定度为

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.84\%$$

C.3.3 不确定度分量一览表

表 C.3 监测功率不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度分量	评定方法	分布	k 值	标准不确定度
u_1	功分器	B	均匀	$\sqrt{3}$	5.8%

u_2	功率传感器不准	B	均匀	$\sqrt{3}$	0.29%
u_3	系统失配	B	反正弦	$\sqrt{2}$	2.6%
u_4	重复性	A	正态	/	0.84%

C.3.4 合成标准不确定度

u_1 、 u_2 和 u_3 独立不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 6.42\%$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ， $U = ku_c = 2 \times 6.39\% = 12.84\% = 0.53\text{dB}$