

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

喀咧声脉冲发生器校准规范

Calibration Specification of click Pulse Generators

(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

喀咧声脉冲发生器校准规范

Calibration Specification for Click Pulse

Generators

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：广东省计量科学研究院

中国计量科学研究院

广东省计量科学研究院东莞计量院

参加起草单位：成都摩尔环宇测试技术有限公司

子尔有限公司

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：

刘志刚 （广东省计量科学研究院）

李红延 （中国计量科学研究院）

黎永涛 （广东省计量科学研究院东莞计量院）

参加起草人：

黄 攀 （中国计量科学研究院）

张 楠 （广东省计量科学研究院）

李 鹏 （成都摩尔环宇测试技术有限公司）

林常胜 （子尔有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
4.1 持续时间.....	(1)
4.2 间隔时间.....	(1)
4.3 脉冲上升时间.....	(2)
4.4 载波信号频率.....	(2)
4.5 载波信号电平.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 外观及工作正常性检查.....	(3)
6.2 持续时间.....	(3)
6.3 间隔时间.....	(4)
6.4 脉冲上升时间.....	(4)
6.5 载波信号频率.....	(4)
6.6 载波信号电平.....	(5)
7 校准结果.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 原始记录内页格式.....	(7)
附录 B 校准证书内页格式.....	(11)
附录 C 主要项目测量不确定度评定示例.....	(14)
附录 D 喀咧声标准脉冲试验信号.....	(20)

引 言

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、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》共同构成支撑本规范编制工作的基础型系列规范。

本规范参考了下列文件：

GB 6113.101-2021 《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范第 1-1 部分无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备》。

本规范为首次发布。

喀咧声脉冲发生器校准规范

1 范围

本规范适用于喀咧声脉冲发生器和基于波形合成的喀咧声校准源的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 6113.101 《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范第 1-1 部分无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备》。

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

喀咧声脉冲发生器也称为喀咧声校准源，用于产生符合相关标准要求的各类喀咧声标准脉冲，主要应用于电磁兼容领域断续干扰分析仪的核查和校准。喀咧声脉冲发生器一般由信号发生单元、逻辑与存储单元以及定时单元等构成，包括载波信号和标准脉冲信号。喀咧声脉冲发生器输出的标准脉冲信号有两类，分别为确认断续干扰分析仪性能的标准脉冲测试信号和确认附加性能的标准脉冲测试信号，确认断续干扰分析仪性能的编号为 8 的标准脉冲测试信号如图 1 所示，所有的标准脉冲测试信号如附录 D 中图 D.1 和图 D.2 所示。

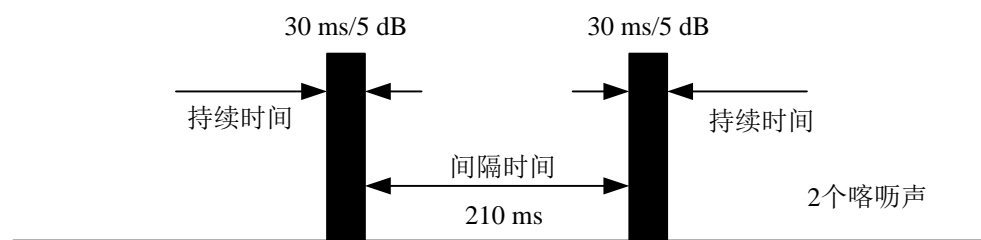


图 1 确认断续干扰分析仪性能的编号为 8 的标准脉冲信号

4 计量特性

4.1 持续时间

范围：0.1ms~1.4s，

最大允许误差：±1.5%。

4.2 间隔时间

范围：1ms~13s，

最大允许误差： $\pm 1.5\%$ 。

4.3 脉冲上升时间

范围： $5\text{ns}\sim 40\mu\text{s}$ 。

4.4 载波信号频率

范围： $100\text{kHz}\sim 35\text{MHz}$ ，

最大允许误差： $\pm 1\times 10^{-6}$ 。

4.5 载波信号电平

范围： $(20\sim 112)\text{dB}\mu\text{V}$ ，

最大允许误差： $\pm 2\text{dB}$ ，

平坦度： $\leq 0.5\text{dB}$ （电平设定值大于等于 $60\text{dB}\mu\text{V}$ ）。

注：以上技术指标仅供参考，不作为符合性判定依据。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(23\pm 5)^\circ\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $< 80\%$ 。

5.1.3 周围无影响正常校准工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 数字示波器

时间测量范围： $0.01\mu\text{s}\sim 600\text{s}$ ，

最大允许误差： $\pm 0.5\%$ 。

频带宽度：不小于 200MHz 。

5.2.2 测量接收机/频谱分析仪

频率范围： $100\text{kHz}\sim 50\text{MHz}$

电平测量范围： $(30\sim 120)\text{dB}\mu\text{V}$ ，

电平测量不确定度： $\leq 0.2\text{dB}$ （ $60\sim 120$ ） $\text{dB}\mu\text{V}$ ， $k=2$ ；

$\leq 0.6\text{dB}$ （ $20\sim 60$ ） $\text{dB}\mu\text{V}$ ， $k=2$ 。

5.2.3 频率计

频率测量范围： $100\text{kHz}\sim 50\text{MHz}$ ，

最大允许误差： $\pm 1\times 10^{-7}$ 。

6 校准项目和校准方法

校准项目如表 1 所示。

表 1 校准项目表

序号	校准项目
1	持续时间
2	间隔时间
3	脉冲上升时间
4	载波信号频率
5	载波信号电平

6.1 外观及工作正常性检查

喀咧声脉冲发生器外观表面不应有明显缺陷，无影响电气性能的机械损伤，所有测试仪器按规定时间预热。

6.2 持续时间

6.2.1 喀咧声脉冲发生器的持续时间校准连接示意图如图 1 所示。

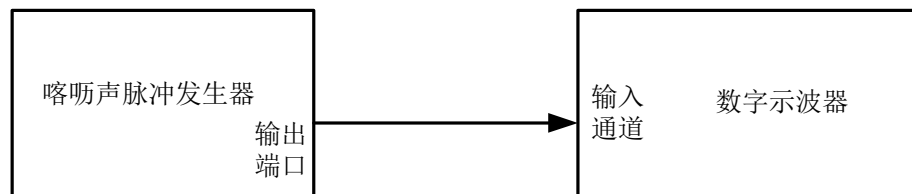


图 1 持续时间校准连接示意图

6.2.2 设置喀咧声脉冲发生器的输出模式为标准脉冲输出模式，选择附录 D 图 D.1 标准脉冲信号，选择频率 150kHz、测试脉冲编号 1，输出模式为单次输出。调节数字示波器至合适档位，捕捉标准脉冲波形，使用光标测量持续时间，将测量结果记录到附录 A.2 中。

6.2.3 保持频率不变，分别选择测试脉冲编号 2 至 12，测量持续时间记录到附录 A.2 中。

6.2.4 改变选择频率，分别选择测试脉冲编号 1 至 12，测量持续时间记录到附录 A.2 中。

6.2.5 选择附录 D 图 D.2 标准脉冲信号，分别测量不同频率下的不同测试脉冲的持续时间记录到附录 A.2 中。

6.3 间隔时间

6.3.1 喀咧声脉冲发生器的间隔时间校准连接示意图如图 1 所示。

6.3.2 设置喀咧声脉冲发生器的输出模式为标准脉冲输出模式，选择附录 D 图 D.1 标准脉冲信号，选择频率 150kHz、测试脉冲编号 6，输出模式为单次输出。调节数字示波器至合适档位，捕捉标准脉冲波形，使用光标测量间隔时间，将测量结果记录到附录 A.2 中。

6.3.3 保持频率不变，分别选择测试脉冲编号 7 至 12，测量间隔时间记录到附录 A.2 中。

6.3.4 改变选择频率，分别选择测试脉冲编号 6 至 12，测量间隔时间记录到附录 A.2 中。

6.3.5 选择附录 D 图 D.2 标准脉冲信号，分别测量不同频率下的测试脉冲 6 至 12 的间隔时间记录到附录 A.2 中。

6.4 脉冲上升时间

6.4.1 喀咧声脉冲发生器的上升时间校准连接示意图如图 1 所示。

6.4.2 设置喀咧声脉冲发生器的输出模式为标准脉冲输出模式，选择附录 D 图 D.1 标准脉冲信号，选择频率 150kHz、测试脉冲编号 1，输出模式为单次输出。调节数字示波器至合适档位，捕捉标准脉冲波形，使用光标测量上升时间，将测量结果记录到附录 A.3 中。

6.4.3 保持频率不变，选择测试脉冲编号 9，测量上升时间记录到附录 A.3 中。

6.4.4 选择附录 D 图 D.2 标准脉冲信号，测量 150kHz 频率下的测试脉冲编号 1 的上升时间记录到附录 A.3 中

6.5 载波信号频率

6.5.1 校准连接示意图如图 2 所示。

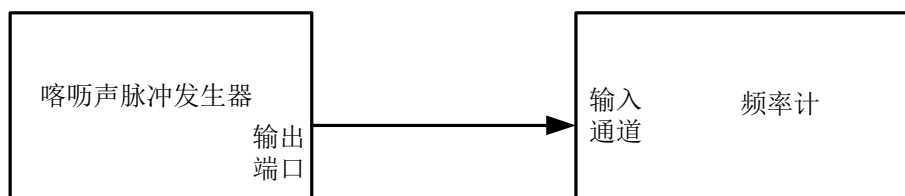


图 2 载波信号频率校准连接示意图

6.5.2 设置喀咧声脉冲发生器的输出模式为载波输出模式，设置载波输出频率为 150kHz，选择合适的输出电平，使用频率计测量载波信号频率，将测量结果记录到原始记录附录 A.4 中。

6.5.3 分别改变输出频率为 500kHz、1.4MHz、30MHz，将测量结果记录到附录 A.4 中。

6.6 载波信号电平

6.6.1 校准连接示意图如图 3 所示。

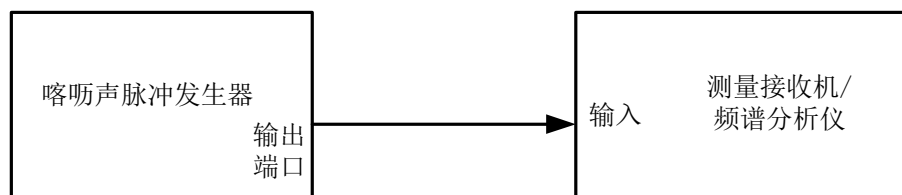


图 3 载波信号电平校准连接示意图

6.6.2 设置喀喇声脉冲发生器的输出模式为载波输出模式，设置载波输出频率为 100kHz，设置适当的输出电平，使用测量接收机/频谱分析仪测量载波信号电平，将测量结果记录到附录 A.5 中。

6.6.3 改变喀喇声脉冲发生器的输出频率，将测量结果记录到附录 A.5 中。

6.6.4 按公式（1）计算输出电平平坦度并记录到附录 A.5 中。

$$F = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{2} \quad (1)$$

F -----输出电平平坦度，dB；

L_{\max} -----各频率下测得的输出电平的最大值，dB μ V；

L_{\min} -----各频率下测得的输出电平的最小值，dB μ V；

6.6.5 分别改变喀喇声脉冲发生器的输出电平和输出频率，测量载波信号电平并将测量结果记录到附录 A.6 中。

7 校准结果

喀喇声脉冲发生器校准后，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, 推荐复校时间间隔为1年。

附录 A

原始记录内页格式

A.1 外观和工作正常性检查:

A.2 持续时间

表 A.1 持续时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号, 频率: _____					
测试信号 编号	脉冲 1 标称值(ms)	实测值(ms)	脉冲 2 标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		/	/	
2	9.5		/	/	
3	190		/	/	
4	1333		/	/	
5	210		/	/	
6	30		30		
7	30		30		
8	30		30		
9	0.11		/	/	
10	30		30		
11	190		30		
12	190		30		

附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号, 频率: _____					
测试信号 编号	脉冲 1 标称值(ms)	实测值(ms)	脉冲 2 标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		/	/	
2	9.5		/	/	
3	10.5		/	/	
4	19		/	/	
5	21		/	/	
6	190		/	/	
7	210		210		
8	220		220		
9	190		190		
10	50		50		
11	15		5		
12	15		5		

A.3 间隔时间

表 A. 2 间隔时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____			
测试信号编号	标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
6	180		
7	130		
8	210		
9	9.89		
10	265		
11	1034		
12	1166		
附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____			
测试信号编号	标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
7	150		
8	190		
9	190		
10	185		
11	13×10^3		
12	13×10^3		

A.4 脉冲上升时间

表 A. 3 脉冲上升时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号： 150kHz			
测试信号编号	脉冲 1 持续时间(ms)	上升时间 实测值(μ s)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		
9	0.11		
附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号： 150kHz			
测试信号编号	脉冲 1 持续时间(ms)	上升时间 实测值(μ s)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		

A.5 载波信号频率

表 A.4 载波信号频率

频率设定值(MHz)	实测值(MHz)	不确定度 $U_{\text{rel}}(k=2)$
0.15		
0.50		
1.40		
30.0		

A.6 载波信号电平

表 A.6 载波信号电平

频率设定值(MHz)	电平设定值(dB μ V)	实测值(dB μ V)	平坦度(dB)	不确定度 U (dB) $k=2$
0.10				
...				
0.15				
...				
0.50				
...				
1.4				
...				
30.0				

表 A.5 载波信号电平

频率设定值(MHz)	电平设定值(dB μ V)	实测值(dB μ V)	不确定度 U (dB) $k=2$
0.15	20		
	...		
	110		
0.50	30		
	...		
	110		
1.4	20		
	...		
	110		
30	20		
	...		
	110		

附录 B

校准证书内页格式

B.1、外观及工作正常性检查：

B.2、持续时间

表 B.1 持续时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____					
测试信号 编号	脉冲 1 标称值(ms)	实测值(ms)	脉冲 2 标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		/	/	
2	9.5		/	/	
3	190		/	/	
4	1333		/	/	
5	210		/	/	
6	30		30		
7	30		30		
8	30		30		
9	0.11		/	/	
10	30		30		
11	190		30		
12	190		30		
附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____					
测试信号 编号	脉冲 1 标称值(ms)	实测值(ms)	脉冲 2 标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		/	/	
2	9.5		/	/	
3	10.5		/	/	
4	19		/	/	
5	21		/	/	
6	190		/	/	
7	210		210		
8	220		220		
9	190		190		
10	50		50		
11	15		5		
12	15		5		

B.3 间隔时间

表 B. 2 间隔时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____			
测试信号编号	标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
6	180		
7	130		
8	210		
9	9.89		
10	265		
11	1034		
12	1166		
附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号，频率：_____			
测试信号编号	标称值(ms)	实测值(ms)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
7	150		
8	190		
9	190		
10	185		
11	13×10^3		
12	13×10^3		

B.4 脉冲上升时间

表 B. 3 脉冲上升时间

附录 D 图 D.1 规定的标准脉冲测试信号： 150kHz			
测试信号编号	脉冲 1 持续时间(ms)	上升时间 实测值(μ s)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		
9	0.11		
附录 D 图 D.2 规定的标准脉冲测试信号： 150kHz			
测试信号编号	脉冲 1 持续时间(ms)	上升时间 实测值(μ s)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
1	0.11		

B.5 载波信号频率

表 B.4 载波信号频率

频率设定值(MHz)	实测值(MHz)	不确定度 $U_{\text{rel}}(k=2)$
0.15		
0.50		
1.40		
30.0		

B.6 载波信号电平

表 B.5 载波信号电平

频率设定值(MHz)	电平设定值(dB μ V)	实测值(dB μ V)	平坦度(dB)	不确定度 U (dB)
0.10				
...				
0.15				
...				
0.50				
...				
1.4				
...				
30.0				

表 A.5 载波信号电平

频率设定值(MHz)	电平设定值(dB μ V)	实测值(dB μ V)	不确定度 U (dB) $k=2$
0.15	20		
	...		
	112		
0.50	20		
	...		
	110		
1.4	20		
	...		
	112		
30	20		
	...		
	112		

附录 C

主要项目测量不确定度评定示例

C.1、持续时间的测量结果的不确定度分析

C.1.1 测量对象和方法

将喀喇声脉冲发生器的标准脉冲输出端连接数字示波器的输入通道，设置合适水平时基和垂直偏转系数，使用光标测量功能测量持续时间，以测量9.5ms的持续时间为例进行不确定度评定。

C.1.2 不确定度来源

- (1) 数字示波器的水平时基的准确度
- (2) 数字示波器时间量准确度
- (3) 光标测量时人眼分辨力
- (4) 持续时间测量的重复性

C.1.3 标准不确定度

C.1.3.1 数字示波器的水平时基的准确度引入的不确定度分量 u_1

水平时基的最大允许误差： $\pm 0.005\%$ ，按均匀分布计算：

$$u_1 = 0.005\% / \sqrt{3} = 0.00288\%$$

C.1.3.2 数字示波器时间量准确度引入的不确定度分量 u_2

数字示波器的时间间隔测量准确度为： $\pm 0.5\%$ ，按均匀分布计算：

$$u_2 = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.289\%$$

C.1.3.3 光标测量时人眼分辨力引入的标准不确定度 u_3 。

使用数字示波器光标测量 9.5ms 的持续时间，使用示波器的延迟时间功能，水平时基调整为 $10\mu\text{s}/\text{div}$ ，使用光标测量时人眼分辨力为 $0.1\mu\text{s}$ ，使用双光标进行测量，按均匀分布计算：

$$u_3 = 2 \times 0.1 \times 10^{-6} / (9.5 \times 10^{-3}) / \sqrt{3} = 0.00122\%$$

C.1.3.4 持续时间测量的重复性引入的标准不确定度 u_4 。

使用数字示波器测量 9.5ms 的持续时间，重复测量 10 次，测量数据如表 C1-1 所示

表 C1-1 重复性测量数据

次序	1	2	3	4	5
测量值 (ms)	9.4986	9.4985	9.4985	9.4986	9.4987
次序	6	7	8	9	10
测量值 (ms)	9.4986	9.4987	9.4985	9.4985	9.4986

根据贝塞尔公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.0000789\text{ms}$$

实际测量时取单次测量，故

$$u_3 = s(x)/9.4986 = 0.000830\%$$

C.1.4 合成标准不确定度

C.1.4.1 主要标准不确定度汇总表(见表 C1-2)

表 C1-2 不确定度汇总表

不确定度来源	不确定度分量	分布类型	k 值	标准不确定度
水平时基	u_1	均匀	$\sqrt{3}$	0.00288%
时间测量准确度	u_2	均匀	$\sqrt{3}$	0.289%
人眼分辨力	u_3	均匀	$\sqrt{3}$	0.00122%
测量的重复性	u_4	——	——	0.000830%

C.1.4.2 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(d) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.29\%$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U_{\text{rel}} = k u_c(d) = 2 \times 0.29\% = 0.58\%$$

C.2、上升时间的测量结果的不确定度分析

C.2.1 测量对象和方法

将喀咧声脉冲发生器的标准脉冲输出端连接数字示波器的输入通道，设置合适水平

时基和垂直偏转系数，捕捉到脉冲上升波形，使用光标测量功能测量上升时间。

C.2.2 不确定度来源

- (1) 数字示波器光标测量上升时间测量准确度
- (2) 上升时间的测量分辨力
- (3) 上升时间的测量的重复性

C.2.3 标准不确定度

使用 500MHz 数字示波器测量上升时间时，数字示波器本身的上升时间为 0.7ns，与被测上升时间 1μs 相差 3 个数量级，因此该不确定度分量可以忽略不计。

C.2.3.1 数字示波器光标测量上升时间测量准确度引入的不确定度分量 u_1

使用光标测量时，需要定位垂直幅度的 0%、100%、90%、10% 和水平时间的 90%、10%，共计 6 个误差来源，设每个的读数误差为 ±0.5%，合计误差为 3.0%，按均匀分布计算：

$$u_1 = 3\% / \sqrt{3} = 1.73\%$$

C.2.3.2 上升时间的测量分辨力引入的不确定度分量 u_2

使用光标测量分辨力：0.01ns，区间半宽为 0.005ns，按均匀分布计算：

$$u_2 = 0.005 / \sqrt{3} = 0.00288\%$$

C.2.3.3 上升时间的测量的重复性引入的标准不确定度 u_3 。

用 A 类标准不确定度评定。测量 150kHz 测试脉冲 1 的上升时间，重复测量 10 次，测量数据如表 C2-1 所示

表 C2-1 重复性测量数据

次序	1	2	3	4	5
测量值(ns)	8.30	8.60	7.40	8.20	7.80
次序	6	7	8	9	10
测量值(ns)	8.00	8.30	8.60	9.00	8.20

根据贝塞尔公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.448\text{ns}$$

实际测量时取单次测量，故

$$u_3 = 0.448 / 8.24 = 5.43 \%$$

C.2.4 合成标准不确定度

C.2.4.1 主要标准不确定度汇总表(见表 C2-2)

表 C2-2 不确定度汇总表

不确定度来源	不确定度分量	分布类型	k 值	不确定度数值(%)
光标测量准确度	u_1	均匀	$\sqrt{3}$	1.73
测量分辨力	u_2	均匀	$\sqrt{3}$	0.00288
测量的重复性	u_3	——	——	5.43

C.2.4.2 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的, 所以合成标准不确定度为:

$$u_c(R) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 5.70\%$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则:

$$U_{\text{rel}} = k u_c(R) = 2 \times 5.70\% \approx 12\%$$

C.3、载波信号频率的测量结果的不确定度分析

C.3.1 测量对象和方法

将喀喇声脉冲发生器的载波信号输出连接频率计的输入通道, 设置合适触发电平和闸门时间, 读取频率计测量值作为测量结果。

C.3.2 不确定度来源

- (1) 频率计的频率测量准确度
- (2) 频率计测量分辨率
- (3) 载波频率测量的重复性

C.3.3 标准不确定度

C.3.3.1 频率计的频率测量准确度引入的不确定度分量 u_1

频率计的频率测量的最大允许误差: $\pm 2 \times 10^{-8}$, 按均匀分布计算:

$$u_1 = 2 \times 10^{-8} / \sqrt{3} = 1.15 \times 10^{-8}$$

C.3.3.2 频率计测量分辨率引入的不确定度分量 u_2

频率计的频率测量分辨率为： 1×10^{-9} ，按均匀分布计算：

$$u_2 = 1 \times 10^{-9} / \sqrt{3} = 5.77 \times 10^{-10}$$

C.3.3.3 载波频率测量的重复性引入的标准不确定度 u_3

测量 150kHz，重复测量 10 次，测量数据如表 C3-1 所示。

表 C3-1 重复性测量数据

次序	1	2	3	4	5
测量值 (kHz)	150.000172	150.000173	150.000175	150.000168	150.000170
次序	6	7	8	9	10
测量值 (kHz)	150.000171	150.000170	150.000173	150.000169	150.000171

根据贝塞尔公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 2.10 \times 10^{-6} \text{kHz}$$

实际测量时取单次测量，故

$$u_3 = 1.39 \times 10^{-8}$$

C.3.4 合成标准不确定度

C.3.4.1 主要标准不确定度汇总表(见表 C3-2)

表 C3-2 不确定度汇总表

不确定度来源	不确定度分量	分布类型	k 值	标准不确定度
频率测量准确度	u_1	均匀	$\sqrt{3}$	1.15×10^{-8}
频率测量分辨力	u_2	均匀	$\sqrt{3}$	5.77×10^{-10}
测量的重复性	u_3	——	——	1.39×10^{-8}

C.3.4.2 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(d) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 1.8 \times 10^{-8}$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U_{\text{rel}} = k u_c(d) = 2 \times 1.8 \times 10^{-8} = 4 \times 10^{-8}$$

C.4、载波信号电平测量结果的不确定度分析

C.4.1 测量对象和方法

将喀喇声脉冲发生器的载波信号输出连接测量接收机探头，设置读数的单位为 dB μ V，测量频率与载波信号频率一致，读取电平测量值作为测量结果，以频率 10MHz、电平 100dB μ V 为例进行不确定度评定。

C.4.2 不确定度来源

- (1) 测量接收机电平测量准确度
- (2) 测量接收机电平测量分辨率
- (3) 测量接收机探头失配
- (4) 载波输出电平测量的重复性

C.4.3 标准不确定度

C.4.3.1 测量接收机电平测量准确度引入的不确定度分量 u_1 。

电平测量的最大允许误差： $\pm 0.05\text{dB}$ ，换算成百分比为： $\pm 0.577\%$ ，按均匀分布计算：

$$u_1 = 0.577\% / \sqrt{3} = 0.333\%$$

C.4.3.2 测量接收机电平测量分辨率引入的不确定度分量 u_2

测量分辨率为： 0.01dB ，区间半宽为 0.005dB ，换算后百分比为： 0.0577% ，按均匀分布计算：

$$u_2 = 0.0577\% / \sqrt{3} = 0.0333\%$$

C.4.3.3 测量接收机探头失配引入的不确定度分量 u_3

测量接收机端口驻波比不大于 1.1，喀喇声脉冲发生器端口驻波比不大于 1.3，失配引入的最大误差不会超过其反射系数的两倍，即为 1.242% ，按反正弦分布计算：

$$u_3 = 1.242\% / \sqrt{2} = 0.879\%$$

C.4.3.4 载波输出电平测量的重复性引入的标准不确定度 u_4 。

测量载波信号频率 10MHz，电平为 100 dB μ V，重复测量 10 次，测量数据如表 C4-1 所示

表 C4-1 重复性测量数据

次序	1	2	3	4	5
测量值 (dBμV)	100.25	100.23	100.24	100.25	100.25
次序	6	7	8	9	10
测量值 (dBμV)	100.24	100.25	100.24	100.25	100.24

根据贝塞尔公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.00699\text{dB}$$

实际测量时取单次测量，，换算成百分比为 0.0805%，故

$$u_4 = 0.0805\%$$

C.4.4 合成标准不确定度

C.4.4.1 主要标准不确定度汇总表(见表 C4-2)

表 C4-2 不确定度汇总表

不确定度来源	不确定度分量	分布类型	k 值	不确定度数值(%)
电平测量准确度	u_1	均匀	$\sqrt{3}$	0.333
测量分辨力	u_2	均匀	$\sqrt{3}$	0.0333
失配	u_3	反正弦	$\sqrt{2}$	0.879
测量的重复性	u_4	——	——	0.0805

C.4.4.2 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(d) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.944\% \approx 0.08\text{dB}$$

C.4.5 扩展不确定度


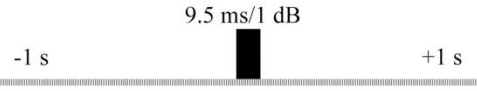



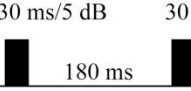
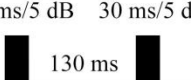
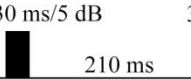
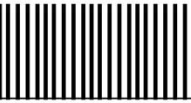

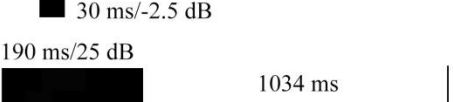
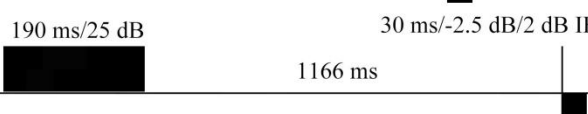
取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = k u_c(d) = 2 \times 0.08\text{dB} = 0.16\text{dB}$$

附录 D

喀咧声标准脉冲试验信号

D.1、喀咧声标准脉冲试验信号主要有两类信号，用于确认断续干扰分析仪的断续干扰性能和附加要求性能，如图 D.1 和图 D.2 所示。

测试编号	测试信号	分析仪的判定
1	 0.11 ms/1 dB	1个喀咧声
2	 9.5 ms/1 dB -1 s +1 s 背景：噪声或CISPR脉冲，200 Hz；-2.5 dB (QP)	1个喀咧声
3	 190 ms/1 dB -1 s +1 s 背景：噪声或CISPR脉冲，200 Hz；-2.5 dB (QP)	1个喀咧声
4	 1333 ms/1 dB	非喀咧声
5	 210 ms/1 dB	非喀咧声
6	 30 ms/5 dB 30 ms/5 dB 180 ms	非喀咧声
7	 30 ms/5 dB 30 ms/5 dB 130 ms	1个喀咧声
8	 30 ms/5 dB 30 ms/5 dB 210 ms	2个喀咧声
9	 最少21个脉冲/0.11 ms/ 周期10 ms/1 dB	非喀咧声
10	 30 ms/25 dB 265 ms	1个喀咧声
11	 190 ms/25 dB 30 ms/-2.5 dB 1034 ms	2个喀咧声
12	 190 ms/25 dB 30 ms/-2.5 dB/2 dB IF 1166 ms	1个喀咧声

30 ms/-2.5 dB/2 dB IF

图 D.1 确认断续干扰性能的喀咧声标准脉冲试验信号







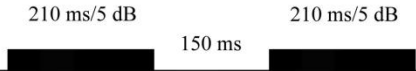
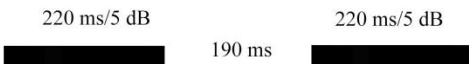
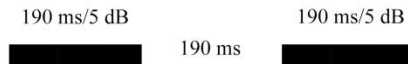
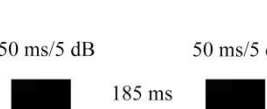
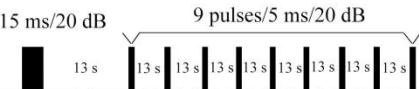
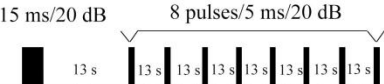
测试 编号	测 试 信 号	分析仪的判定
1	 0.11 ms/1 dB	1个喀喇声 ≤ 10 ms
2	 9.5 ms/1 dB	1个喀喇声 ≤ 10 ms
3	 10.5 ms/1 dB	1个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms
4	 19 ms/1 dB	1个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms
5	 21 ms/1 dB	1个喀喇声 > 20 ms
6	 190 ms/1 dB	1个喀喇声 > 20 ms
7	 210 ms/5 dB 150 ms 210 ms/5 dB	1个喀喇声 < 600 ms (程序控制的受试设备)
8	 220 ms/5 dB 190 ms 220 ms/5 dB	连续 ≥ 600 ms
9	 190 ms/5 dB 190 ms 190 ms/5 dB	1个喀喇声 < 600 ms (计为 2个喀喇声电冰箱规则)
10	 50 ms/5 dB 185 ms 50 ms/5 dB	N < 5 , 计为2个喀喇声 N ≥ 5 , 则为连续的, 或者一个喀喇声 < 600 ms 用于程序控制的受试设备
11	 15 ms/20 dB 13 s 9 pulses/5 ms/20 dB 13 s 重复计数到 40个喀喇声	36个喀喇声 ≤ 10 ms 4个喀喇声 > 10 , ≤ 20 ms
12	 15 ms/20 dB 13 s 8 pulses/5 ms/20 dB 13 s 重复计数到 40个喀喇声	35个喀喇声 ≤ 10 ms 5个喀喇声 > 10 , ≤ 20 ms

图 D.2 确认附加要求性能的喀咧声标准脉冲试验信号