

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

应答机、测距机测试仪校准规范

Calibration Specification for ATC Transponder、DME Test Set

(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

应答机、测距机测试仪
校准规范

Calibration Specification for ATC
Transponder、DME Test Set

JJF XXXX—201X

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国电子科技集团公司第十研究所
中国计量科学研究院

参加起草单位：北京国测科仪科技有限公司
北京飞机维修工程有限公司

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：

xxx(中国电子科技集团公司第十研究所)

xxx(中国电子科技集团公司第十研究所)

xxx(中国计量科学研究院)

xxx(中国电子科技集团公司第十研究所)

参加起草人：

xxx（北京飞机维修工程有限公司）

xxx（中国计量科学研究院）

xxx（北京国测科仪科技有限公司）

目 录

引 言	I
1. 范围	1
2. 术语和定义	1
2.1. ATCRBS	1
2.2. S 模式	1
2.3. 应答机	1
2.4. 应答机测试仪	1
2.5. 测距机	1
2.6. 测距机测试仪	1
3. 概述	1
4. 计量特性	2
4.1. 输出射频频率	2
4.2. 输出功率	2
4.3. 载波频谱纯度	错误! 未定义书签。
4.4. 输出脉冲宽度	2
4.5. 输出脉冲位置	2
4.6. 输出脉冲上升/下降时间	3
4.7. 输出脉冲电平	3
4.8. DME 距离模拟	3
4.9. 接收频率	3
4.10. 接收功率	4
4.11. 接收脉冲间隔测量	4
4.12. 接收脉冲宽度测量	4
4.13. 接收脉冲上升/下降时间测量	4
4.14. DME 询问速率测量	4
4.15. 应答机模式应答延时测量	4
5. 校准条件	4
5.1. 环境条件	4
5.2. 校准用设备	5
6. 校准项目和校准方法	6
6.1. 外观及工作正常性检查	7
6.2. 输出射频频率	7
6.3. 输出功率	7
6.4. 谐波	8
6.5. 杂散	8
6.6. 剩余调频	8
6.7. 相位噪声	9
6.8. DME 脉冲频谱	9
6.9. 脉冲调制通断比	10
6.10. 输出脉冲宽度	10

6.11. 输出脉冲位置	11
6.12. 输出脉冲上升/下降时间	11
6.13. 输出脉冲电平	12
6.14. DME 距离模拟	12
6.15. 接收频率	14
6.16. 接收功率	15
6.17. 接收脉冲特性测量	16
6.18. DME 询问速率测量	18
6.19. 应答机模式应答延时测量	18
7. 校准结果	20
8. 复校时间间隔	21
附录 A 原始记录参考格式	22
附录 B 校准证书内页格式	29
附录 C 校准不确定度评定示例	36
附录 D 应答机、测距机波形要求	43
附录 E DME 频率表	47

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》，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 1059.1-2016 《测量不确定度评定与表示》两个文件。

应答机、测距机测试仪校准规范

1. 范围

本规范适用于ATCRBS、S模式航管应答机测试仪，测距机测试仪的校准。应答机测试仪和测距机测试仪具有不同的功能，但由于二者工作频段相近，又同为收发一体的仪器，因此常常在同一台测试仪中实现。本规范也适用于只有单一功能的测试仪的校准。

2. 术语和定义

2.1. ATCRBS

Air Traffic Control Radar Beacon System，空中交通管制雷达信标系统，用于民航空中交通管制的二次雷达系统。

2.2. S模式

Mode S，新一代航管雷达询问/应答模式，在传统的A、C模式基础上增加了单脉冲处理，选择性询问和数据通信功能。

2.3. 应答机

Transponder，XPDR，也叫航管应答机，飞机上安装的用来实现二次雷达应答功能的无线电收发信机。机载航管应答机收到地面二次雷达的询问信号后做出应答。

2.4. 应答机测试仪

指用来进行机载航管应答机指标测试的测试仪。

2.5. 测距机

Distance Measurement Equipment，DME，也叫地美仪，测距仪。也是一种二次雷达系统，飞机通过询问器和地面台（应答器）配合工作实现测距功能。

2.6. 测距机测试仪

指用来进行机载测距机（DME）指标测试的测试仪。

3. 概述

应答机、测距机测试仪主要用于测试和校准机载航管应答机、机载测距机。应答机、测距机测试仪是收发一体的仪器，对于机载设备的测试过程都是以询问应答的形式。在机载航管应答机测试条件下，测试仪模拟地面台向机载设备发射询问信号，信号为固定

格式的方脉冲调制信号，并接收机载设备的应答信号，测量应答信号的射频参数、脉冲参数以及应答延时情况；在测距机测试条件下，测试仪接收机载测距机发射的询问信号，一方面可测量其射频参数，脉冲参数，另一方面可以模拟机载设备与地面站之间的不同距离（时延）后发射符合规定格式的测距应答信号，从而测量测距机的测距性能。

4. 计量特性

4.1. 被校应答机/测距机模拟器应可独立输出可供计量的连续波载波信号，并且具备脉冲的同步信号输出。

4.2. 输出射频频率

952MHz~1223MHz，最大允许误差： $\pm 2.5 \times 10^{-6}$ ；

4.3. 输出功率

-110dBm~5dBm，最大允许误差： $\pm(1\text{dB} \sim 3\text{dB})$ ；

4.4. 谐波： $< -50\text{dBc}$ ；

4.5. 杂散： $< -55\text{dBc}@350\text{MHz} \sim 1800\text{MHz}$ ；

4.6. 剩余调频：250Hz(峰值检波)；

4.7. 相位噪声： $< -80\text{dBc}/\text{Hz}@100\text{kHz}$ ；

4.8. DME脉冲频谱： $< -52\text{dBc}@ \pm 800\text{kHz}$ ；

4.9. 脉冲调制通断比： $> 80 \text{ dB}$ ；

4.10. 输出脉冲宽度

应答机模式

询问模式	脉冲	脉冲宽度	最大允许误差
A、C	P1,P2,P3	0.8 μs	$\pm 10\text{ns}$
仅A/C全呼叫	P4	0.8 μs	$\pm 10\text{ns}$
A/C/S全呼叫	P4	1.6 μs	$\pm 10\text{ns}$
S	P1,P2,P5	0.8 μs	$\pm 10\text{ns}$
	P6（短报文）	16.25 μs	$\pm 10\text{ns}$
	P6（长报文）	30.25 μs	$\pm 10\text{ns}$

测距机模式

工作模式	脉冲	脉冲宽度	最大允许误差
X、Y	P1,P2	3.5 μs	$\pm 250\text{ns}$

4.11. 输出脉冲位置

应答机模式

询问模式	脉冲关系	脉冲间隔	可设置拉偏范围	最大允许误差
A	P1-P3	8.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 10 ns
C		21.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	
A/C	P1-P2	2.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	
S	P1-P2	2.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 15 ns
	P6-SPR	1.25 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 15 ns
	P2-SPR	2.75 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 15 ns
	P5-SPR	0.4 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 15 ns
A/C/S全呼叫	P1-P2	2.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 10 ns
	P3-P4	2.0 μ s	-2 μ s ~+2 μ s	± 10 ns

注：此处只列出了典型模式的典型脉冲位置，详细指标请参照《国际民航航空公约附件10》或相关技术要求文献。

测距机模式

工作模式	脉冲关系	脉冲间隔	可调节范围	最大允许误差
X	P1-P2	12 μ s	0~2 μ s	± 50 ns
Y	P1-P2	30 μ s	0~2.75 μ s	± 50 ns

4.12. 输出脉冲上升/下降时间

应答机模式上升/下降时间：<50ns/<50ns

DME上升/下降时间：2.0 μ s/2.5 μ s，最大允许误差： $\pm 0.25\mu$ s

4.13. 输出脉冲电平

ATCRBS询问脉冲可调范围：-19dB~+9dB

DME回波脉冲可调范围：-15dB~+6dB

输出脉冲电平最大允许误差： ± 0.5 dB

4.14. DME距离模拟

距离模拟范围：-1~400nmi，最大允许误差： ± 0.02 nmi

回波距离：30nmi，最大允许误差： ± 0.02 nmi

4.15. 接收频率

应答机模式接收频率范围：1087MHz~1093MHz

最大允许误差： ± 50 kHz

DME模式接收频率范围：1020MHz~1155MHz

最大允许误差：±20kHz

4.16. 接收功率

应答机模式接收功率：+17dBm~+60dBm

最大允许误差：±0.5dB

DME模式接收功率：+20dBm~+60dBm

最大允许误差：±0.5dB

4.17. 接收脉冲特性测量

4.17.1. 脉冲间隔：

应答机模式测量范围：2μs~200μs，最大允许误差：±15ns

DME模式测量范围：10μs~40μs，最大允许误差：±50ns

4.17.2. 接收脉冲宽度测量

应答机模式测量范围：0.4μs~1μs，最大允许误差：±15ns

DME模式测量范围：最大允许误差：±50ns

4.17.3. 接收脉冲上升/下降时间测量

应答机模式测量范围：<200ns；最大允许误差：±15ns

DME模式测量范围：<3μs；最大允许误差：±100ns

4.18. DME询问速率测量

测量范围：0~250Hz

最大允许误差：±1Hz。

4.19. 应答机模式应答延时测量

ATCRBS模式测量范围：1μs~7μs；最大允许误差：±50ns

S模式测量范围：125μs~131μs，最大允许误差：±50ns

注：以上技术指标不用于合格性判定,仅提供参考。

5. 校准条件

5.1. 环境条件

环境温度：(23±5)℃

相对湿度：≤80%

电源要求：(220±11)V、(50±1)Hz

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. 频率计

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz，准确度优于： 1×10^{-8}

5.2.2. 测量接收机

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz；

功率测量范围：-120dBm~+10dBm；不确定度： $\pm(0.15\text{dB} \sim 0.65\text{dB})$ ；

本底相位噪声： $<90\text{dBc/Hz}@100\text{kHz}$ （被校仪器输出频率范围内）

本底剩余调频： $<5\text{Hz}$ （被校仪器输出频率范围内）

5.2.3. 频谱分析仪

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

电平测量动态范围： $\geq 110\text{dB}$ ，最大允许误差： $\pm(1 \sim 3)\text{dB}$

5.2.4. 数字示波器

带宽：2GHz以上

5.2.5. 任意波形发生器/函数发生器

具备DDS方式任意波形产生功能，采样率200MSa/s以上；

存储深度：1MSa以上；

支持外触发输出，外触发延时输出；

输出幅度：1V以上峰值输出；

具备同步脉冲输出模式。

5.2.6. 信号发生器

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

具有外脉冲调制功能。

5.2.7. 双定向耦合器

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

耦合度（双向）：20dB

5.2.8. 脉冲功率放大器

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz；

输出功率：1kW（输出功率应满足待校件可测量的最大输入功率）

5.2.9. 脉冲功率放大器

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

输出功率：10W（输出功率应或满足待校件可测量的最小输入功率）

5.2.10. 脉冲功率计/脉冲功率座

载波频率：应覆盖950MHz~1230MHz

脉冲电平测量：-30dBm~+20dBm

测量上升时间：<10ns

5.2.11. 50Ω 负载

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

5.2.12. 大功率衰减器

频率范围：应覆盖950MHz~1230MHz

衰减值：30dB

可承受平均功率：10W以上

6. 校准项目和校准方法

校准项目表见表 1

表 1 校准项目表

序号	项目名称
1	输出射频频率
2	输出功率
3	谐波
4	杂散
5	剩余调频
6	相位噪声
7	DME脉冲频谱
8	脉冲调制通断比
9	输出脉冲宽度
10	输出脉冲位置
11	输出脉冲上升/下降时间
12	输出脉冲电平
13	DME距离模拟
14	接收频率
15	接收功率

16	接收脉冲特性测量
17	DME询问速率测量
18	应答机模式应答延时测量

6.1. 外观及工作正常性检查

被校应答机、测距机测试仪外观应完好无损，无影响正常工作的机械损伤，其开关、按键，旋钮应牢固且调节正常，显示屏能正常显示。

被校信号发生器通电后，应能正常工作，并按规定时间进行预热。

6.2. 输出射频频率

- 仪器连接如图 1所示，连接待校件射频输出至频率计射频输入；
- 设置待校件为连续波输出方式；
- 设置待校件输出功率为-10dBm，打开射频输出开关；
- 从最低到最高改变输出频率，用频率计测量频率值，记录于附录A表A.1中。
- 校准完成后，关闭待校件射频输出开关。



图 1 输出射频频率校准框图

6.3. 输出功率

- 仪器连接如图 2所示，连接测量接收机功率传感器至待校件射频输出，设置测量接收机为调谐电平测量方式；
- 设置待校件为连续波输出方式；
- 设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），按要求设置待校件输出频率，打开待校件射频输出开关；
- 将测量接收机功率测量值校准到调谐电平测量值，更换为射频电缆连接（电缆和传感器一体的功率探头可自动切换），并记录当前输出电平值于附录A表A.2；
- 按照一定的步进（如10dB）减小待校件输出功率值直到最小值，将测量接收机调谐电平测量值记录到附录A表A.2中。
- 从最低到最高改变输出频率，重复c)~e)步骤测试。
- 校准完成后，关闭待校件射频输出开关。

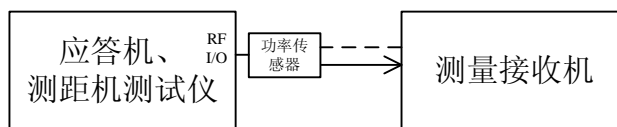


图 2 输出功率校准框图

6.4. 谐波

- 仪器连接如图 3所示，连接待校件射频输出至频谱分析仪射频输入端；
- 设置待校件为连续波输出方式；
- 设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），，按要求设置待校件输出频率，打开待校件射频输出开关；
- 使用频谱分析仪谐波测量功能测量输出信号的二次、三次谐波，并记录测试值于附录A表A.3；
- 从最低到最高改变输出频率，重复c)步骤测试。



图 3 谐波校准框图

6.5. 杂散

- 仪器连接如图 3所示，连接待校件射频输出至频谱分析仪射频输入端；
- 设置待校件为连续波输出方式，设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），打开射频输出开关；
- 按要求设置待校件频率点，设置频谱分析仪频率范围为规定值（一般技术指标会给定测量范围，如350MHz~1800MHz，如未给定则为三次谐波以内），使用频谱分析仪Delta Marker测量功能测量带内杂散信号电平偏离载波频率信号电平的电平差，并记录测试值于附录A表A.4；
- 从最低到最高改变输出频率，重复c)步骤测试。
- 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.6. 剩余调频

- 仪器连接如图 2所示，连接待校件射频输出至测量接收机射频输入端；
- 设置待校件为连续波输出方式，打开射频输出开关；
- 按要求设置待校件频率点，设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），设置测量接收机为调频测量模式，设置解调带宽为300Hz~3kHz，检波

方式为RMS，将所测频偏值作为剩余调频测量结果，记录于附录A表A.5

- d) 从最低到最高改变输出频率，重复c)步骤测试。
- e) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.7. 相位噪声

- a) 仪器连接如图 3所示，连接待校件射频输出至频谱分析仪射频输入端；
- b) 设置待校件为连续波输出方式，输出功率为0dBm，打开射频输出开关；
- c) 按要求设置待校件频率点，设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），设置频谱分析仪SPAN为适当值(如 $SPAN=2.5\Delta f$)，使用峰值搜索功能标记载波功率，打开Delta Marker功能，标记为功率差值。
- d) 设置频谱分析仪轨迹模式设置为平均，Marker Function为噪声标记功能 (Marker Noise)，将功率差值归一化到1Hz，此时Marker单位为dBc/Hz；
- e) 频谱仪设置标记到指定偏离载波 Δf 频率处，此时的归一化功率差值为所测相位噪声值，将结果记录于附录A表A.6
- f) 从最低到最高改变输出频率，重复c)~e)步骤测试。
- g) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.8. DME脉冲频谱

- a) 仪器连接如图 3所示，连接待校件射频输出至频谱分析仪射频输入端；
- b) 设置待校件工作于DME模式；
- c) 按要求设置待校件频率点，设置待校件输出功率为最大输出功率（一般设置为0dBm），DME断续震荡 (Squitter) 开，速率设置为2700，打开射频输出开关；
- d) 频谱仪设置参考电平为5dBm，中心频率与待校件输出频率一致，SPAN设置为2MHz，分辨带宽RBW设置为100kHz，视频带宽VBW设置为100kHz，轨迹TRACE设置为最大保持Max Hold。
- e) 使用频谱仪峰值搜索功能标记功率最大点，打开Delta Marker功能，标记为功率差值；
- f) 频谱仪设置标记到指定偏离载波 $\pm\Delta f$ 频率处，将此时的功率差值记录于附录A表A.7
- g) 从最低到最高改变输出频率，重复c)~f)步骤测试。
- h) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.9. 脉冲调制通断比

- a) 仪器连接如图 3所示，连接待校件射频输出至频谱分析仪射频输入端；
- b) 设置待校件为连续波输出方式，输出功率为0dBm，打开射频输出开关；
- c) 将频谱仪设置参考电平为5dBm，使用频谱仪峰值搜索功能标记功率最大点，打开Delta Marker功能，标记为功率差值；
- d) 打开待校件的脉冲调制，记录此时功率差值于附录A表A.8
- e) 从最低到最高改变输出频率，重复c)~d)步骤测试。
- f) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.10. 输出脉冲宽度

- a) 仪器连接如图 4所示，连接待校件射频输出至数字示波器输入通道，待校件脉冲同步输出连接至连示波器触发输入，设置好示波器的触发通道；
- b) 设置待校件为应答机询问模式，设置询问频率为1030MHz，设置应答机询问模式为ATCRBS的A模式询问，打开射频射出；
- c) 调节数字数字示波器触发电平以及垂直刻度、时基处于合适位置，使输入脉冲调制信号稳定显示在示波器上。如数字示波器可以进行数字检波功能运算，则可使用对该功能对输入信号进行数字检波，对解出的包络信号进行测量；如不具备数字检波功能，则待校件的输出射频信号先通过宽带检波器再进入数字示波器；
- d) 使用数字示波器的自动光标功能对检波信号的指定脉冲的脉冲宽度（正脉冲上升沿的50%幅度到下降沿的50%幅度处）进行标记测量；将测量值填入附录A表A.9的相应表格中；
- e) 在指标允许的可调范围内选取高、中、低点进行脉冲宽度调节，将测量结果填入附录A表A.9的相应表格中；
- f) 重复b)~e)步骤，对其他应答机询问模式脉冲宽度进行测量；
- g) 设置待校件为DME模式，设置断续振荡开，振荡速率为100，波道号为17X；
- h) 重复c)~e)步骤分别测量X，Y模式下的脉冲宽度。
- i) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

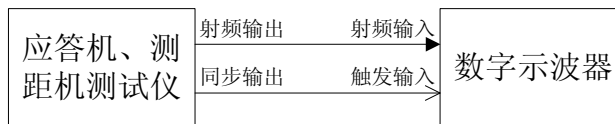


图 4 输出脉冲宽度校准框图

6.11. 输出脉冲位置

- a) 仪器连接如图 4所示，连接待校件射频输出至数字示波器输入通道，待校件脉冲同步输出连接至连示波器触发输入，设置好示波器的触发通道；
- b) 设置待校件为应答机询问模式，设置询问频率为1030MHz，设置应答机询问模式为ATCRBS的A模式询问，打开射频输出开关；
- c) 调节数字数字示波器触发电平以及垂直刻度、时基处于合适位置，使输入脉冲调制信号稳定显示在示波器上。如数字示波器可以进行数字检波功能运算，则可使用对该功能对输入信号进行数字检波，对解出的包络信号进行测量；如不具备数字检波功能，则待校件的输出射频信号先通过宽带检波器检波后再进入数字示波器测量；
- d) 使用数字示波器的自动光标功能对检波信号的指定脉冲之间（如P1-P2）的相对位置进行标记测量，标记时选择脉冲上升沿的50%幅度的点作为测量点；将测量值填入附录A表A.10的相应表格中；
- e) 在标称的可调范围内选取高、中、低点进行脉冲位置调节，并将测量结果填入附录A表A.10的相应表格中；
- f) 重复b)~e)步骤，对应答机其他询问模式下的脉冲位置进行测量；
- g) 设置待校件为DME模式，设置断续振荡开，振荡速率为100，波道号为17X；
- h) 重复c)~e)步骤分别测量X，Y模式下P2-P1之间的位置关系。
- i) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.12. 输出脉冲上升/下降时间

- a) 仪器连接如图 4所示，连接待校件射频输出至数字示波器输入通道，待校件脉冲同步输出连接至连示波器触发输入，设置好示波器的触发通道；
- b) 设置待校件为应答机询问模式，设置询问频率为1030MHz，设置应答机询问模式为ATCRBS的A模式询问，打开射频输出开关；
- c) 调节数字数字示波器触发电平以及垂直刻度、时基处于合适位置，使输入脉冲调制信号稳定显示在示波器上。如数字示波器可以进行数字检波功能运算，则

可使用对该功能对输入信号进行数字检波，对解出的包络信号进行测量；如不具备数字检波功能，则待校件的输出射频信号先通过宽带检波器再进入数字示波器；

- d) 使用数字示波器的上升时间测量功能对检波信号指定脉冲的上升时间（上升沿的10%幅度到90%幅度的过渡时间）进行标记测量，标记时选择脉冲上升沿的50%幅度的点作为测量点；将测量值填入附录A表A.11的相应表格中；
- e) 在指标允许的可调范围内选取高、中、低点进行脉冲位置调节，并将测量结果填入附录A表A.11的相应表格中；
- f) 重复b)~e)步骤，对其他应答机询问模式脉冲位置进行测量；
- g) 设置待校件为DME模式，设置断续振荡开，振荡速率为100，波道号为17X；
- h) 重复c)~e)步骤分别测量X，Y模式下P2-P1之间的位置关系。
- i) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.13. 输出脉冲电平

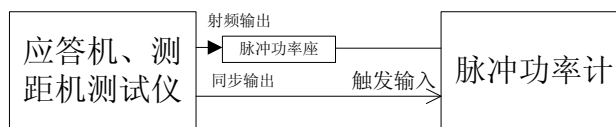


图 5 输出脉冲电平校准框图

- a) 仪器连接如图 5所示，连接脉冲功率计的功率座连接到待校件射频输出，待校件脉冲同步输出连接至脉冲功率计触发输入；
- b) 设置待校件为应答机询问模式，设置询问频率为1030MHz，设置应答机询问模式为ATCRBS的A模式询问，设置输出电平为0dBm，P3相对于P1的电平为0dB，打开射频输出开关；
- c) 调节脉冲功率计触发电平以及垂直刻度、时基处于合适位置，使输入信号稳定显示在屏幕上，使用Marker标记待测脉冲P1,P3的脉冲功率；
- d) 记录P1,P3以及P3-P1的值，填入附录A表12的相应表格中；
- e) 在指标允许的可调范围内选取高、中、低点对P3脉冲电平进行调节，并将测量结果填入附录A表A.12的相应表格中；
- f) 测量完成后，关闭待校件射频输出开关。

6.14. DME距离模拟

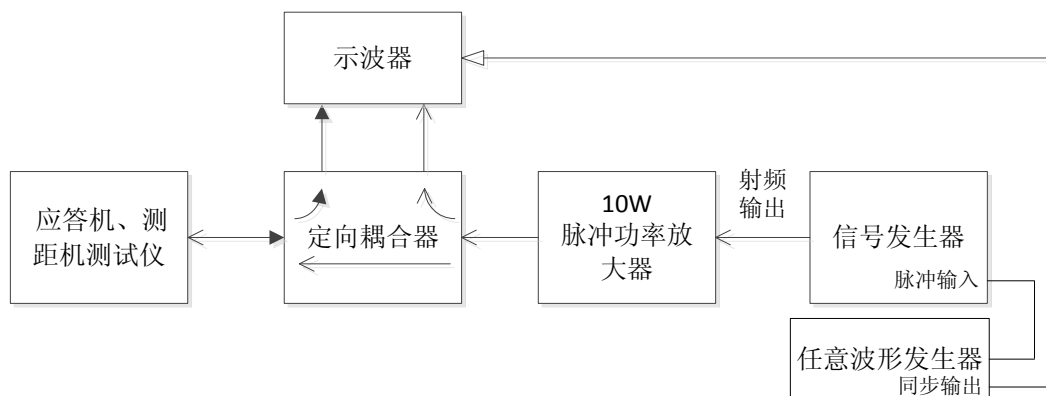


图 6 DME 距离模拟校准框图

- a) 仪器连接如图 6所示。
- b) 设置待校件为DME模式，波道为1X，输出功率为0dBm，模拟距离设置为0nmi（或0km）；
- c) 在任意波形发生器(或函数发生器的任意波形发生器模式)中按照附录D对DME波形的要求生成DME X模式询问脉冲，输出电平1V以上，询问速率为100Hz；
- d) 信号发生器设置载波频率为该频率，输出功率为0dBm，设置信号发生器为外脉冲调制模式。
- e) 设置信号发生器调制开关和输出开关，设置任意波形发生器（函数发生器）输出开，打开脉冲功率放大器开关；
- f) 调节示波器触发电平，垂直刻度和水平刻度，使询问脉冲和应答脉冲能够稳定显示在示波器上；如数字示波器可以进行数字检波功能运算，则可使用对该功能对两通道输入信号进行数字检波，对解出的包络信号进行测量；如不具备数字检波功能，则待校件的输出射频信号先通过宽带检波器再进入数字示波器测量；
- g) 使用示波器的通道间时间间隔测量功能对两检波通道的P1脉冲之间的时间间隔进行测量,得到时延测量值 t_0 填入附录A表A.13中(X模式延时标称值为50 μ s, Y模式延时标称值为56 μ s)；
- h) 设置模拟距离 L 为-1nmi，根据以下公式可求得对应的时延值标称值为 t_1 ，记录时延测量值为 t_1' 并填入附录A表A.13中：

$$t_1 = 2L/c + t_0$$

注：计算中需注意单位换算，1nmi=1.852km；光速常数： $c=2.997 \times 10^8$ m/s

- i) 按照要求设置待校件模拟距离，重复h) 步骤测得其他距离点的时延实测值；
- j) 设置待校件波道为1Y模式；
- k) 在任意波形发生器(或函数发生器的任意波形发生器模式)中按照附录D对DME波形的要求生成DME Y模式询问脉冲，输出电平1V以上，询问速率为100Hz；
- l) 重复步骤d)~i)，测量Y模式下的DME模拟距离。
- m) 校准完成后，关闭脉冲功率放大器，关闭信号发生器、函数发生器以及待校件输出。

6.15. 接收频率

- a) 仪器连接如图 7所示；
- b) 任意波形发生器（函数发生器设置为任意波形发生器模式）根据附录D的波形格式生成A模式应答脉冲（波形只需要保留框架脉冲F1,F2即可，中间数据为可设置为0）；
- c) 设置待校件为应答机测量模式，询问模式为A模式，询问速率为100Hz，输出功率为-90dBm
- d) 设置信号发生器载波频率为1090MHz，输出功率为0dBm，外脉冲调制方式，打开调制开关和输出开关；
- e) 打开10W脉冲功率放大器开关；
- f) 读取待校件频率测量值，记录于附录A表A.14中，测量完成后关闭脉冲功率放大器开关，关闭函数发生器、信号发生器输出开关。
- g) 设置待校件为DME测量模式，工作波道为1X，输出功率设置为-90dBm；
- h) 任意波形发生器（函数发生器）生成DME X模式询问脉冲；
- i) 根据附录2的DME频率表中选择波道对应的询问频率点，设置信号发生器载波频率设置为该频率，输出功率为0dBm，外脉冲调制方式；
- j) 打开任意波形发生器输出开关，打开信号发生器开关，打开10W脉冲功率放大器开关；
- k) 读取待校件频率测量值，记录于附录A表A.14中；
- l) 更换待校件工作波道后，重复步骤h)~k)
- m) 校准完成后关闭脉冲功率放大器开关，关闭函数发生器、信号发生器输出开关，关闭待测件射频输出开关。

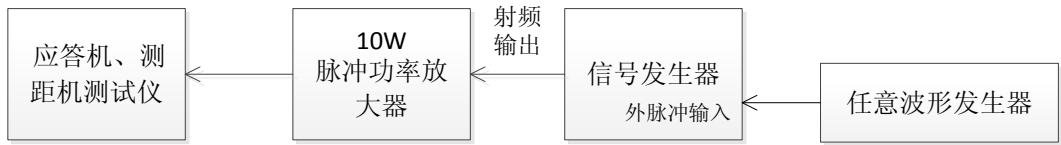


图 7 接收频率校准框图

6.16. 接收功率

- a) 仪器连接如图 9 所示；测量前对 30dB 衰减器在对应输入频率下的衰减值 A_0 和耦合器在输入方向上对应频率下的耦合度 A_1 进行定标测量，并记录测量值于附录 A 的表 A.15 中；
- b) 设置待校件为应答机测量模式，询问模式为 A 模式，询问速率为 100Hz，输出功率为 -90dBm，同步脉冲为与询问信号同步；
- c) 任意波形发生器（函数发生器设置为任意波形发生器模式）根据附录 D 的波形格式生成 A 模式应答脉冲（波形只需要保留框架脉冲 F1, F2 即可，中间数据为可设置为 0）；
- d) 设置信号发生器载波频率为 1090MHz，输出功率为 0dBm，外脉冲调制方式，打开调制开关和输出开关；
- e) 打开 1kW 脉冲功率放大器开关；
- f) 读取待测件测得的脉冲功率 P_1 和脉冲功率计测得的脉冲功率 P_M ，则功率标称值 $P_0 = P_M + A_0 + A_1$ ，记录于附录 A 表 A.15 中；
- g) 校准完成后关闭 1kW 功率放大器开关，关闭函数发生器和信号发生器输出开关。
- h) 连接方式变更为如图 9 所示，断开待测件同步输出与任意波形发生器外触发输入端口的连接；
- i) 任意波形发生器输出模式变为正常输出模式，模拟产生 DME 询问脉冲；
- n) 设置待校件为 DME 测量模式，工作波道为 1X，输出功率设置为 -90dBm；
- o) 根据附录 2 的 DME 频率表中选择 1X 对应的询问频率点，设置信号发生器载波频率设置为该频率，输出功率为 0dBm，外脉冲调制方式，打开调制开关；
- j) 打开任意波形发生器输出开关，打开信号发生器输出开关，打开 1kW 脉冲功率放大器开关；
- k) 读取待测件测得的脉冲功率 P_1 和脉冲功率计测得的脉冲功率 P_M ，则功率标称值 $P_0 = P_M + A_0 + A_1$ ，记录于附录 A 表 A.15 中；

- l) 更换待校件工作波道后，重复步骤o)~k);
- m) 校准完成后，关闭脉冲功率放大器开关，关闭信号发生器、函数发生器输出开关，关闭待测件射频输出开关。

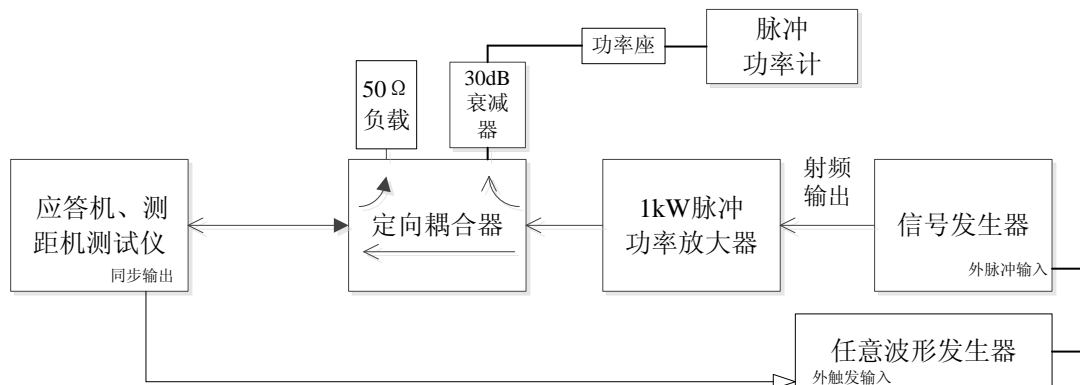


图 8 接收功率校准框图（应答机模式）

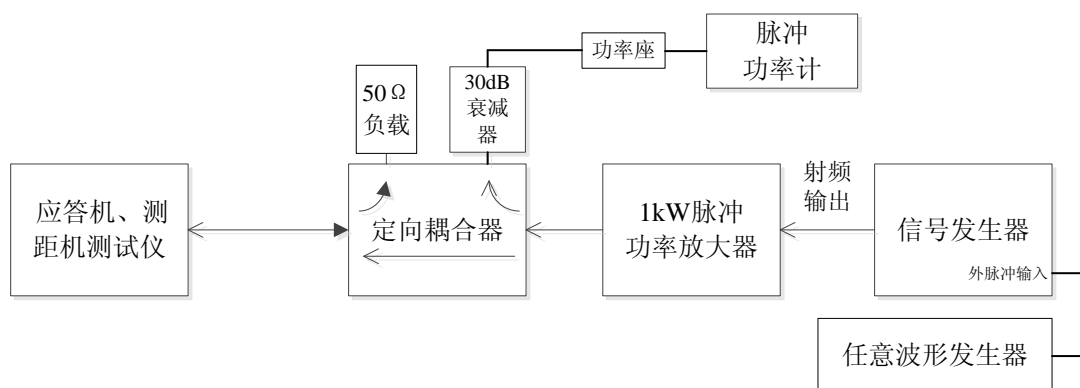


图 9 接收功率校准框图（DME 模式）

6.17. 接收脉冲特性测量

- a) 仪器连接如图 10所示；
- b) 设置待校件为应答机测量模式，询问模式为A模式，询问速率为100Hz，输出功率为-90dBm，同步脉冲为与询问信号同步；
- c) 任意波形发生器的输出模式为外触发输出模式；根据附录D中波形特征生成A模式应答脉冲（波形只需要保留框架脉冲F1,F2即可，中间数据为可设置为0），脉冲宽度，F1、F2脉冲间隔满足标准要求；设置输出电平为1V峰值；
- d) 设置信号发生器载波频率为1090MHz，输出功率为0dBm，外脉冲调制方式开；
- e) 打开信号发生器输出开关和调制开关，打开10W脉冲功率放大器开关；
- f) 读取脉冲功率计中测得的F1、F2脉冲宽度、F1、F2的上升下降时间，F1与F2

的脉冲间隔，填入附录A表A.16的标准值中；

- g) 读取待校件测得的应答脉冲F1, F2的脉冲宽度, F1, F2的上升下降时间, 以及F1与F2的脉冲间隔, 填入附录A表A.16的实测值中；
- h) 校准完成后关闭10W脉冲功率放大器开关, 关闭任意波形发生器和信号发生器输出开关。
- i) 连接方式变更为如图 11所示, 断开待测件同步输出与任意波形发生器外触发输入端口的连接；
- j) 设置待校件为DME测量模式, 工作波道为1X, 输出功率设置为-90dBm；
- k) 改变任意波形发生器的输出模式为常规输出模式, 模拟产生DME询问脉冲, 根据附录D的DME波形要求生成DME X模式波形, 询问频率设置为100Hz, 打开任意波形发生器输出开关, 设置输出电平为1V峰值；
- p) 根据附录2的DME频率表中选择当前波道对应的询问频率点, 信号发生器载波频率设置为该频率, 输出功率为0dBm, 外脉冲调制方式开；
- l) 打开任意波形发生器输出开关, 打开信号发生器调制开关和输出开关, 打开10W脉冲功率放大器开关；
- m) 读取脉冲功率计中测得的P1、P2脉冲宽度、P1、P2的上升下降时间, P1与P2的脉冲间隔, 填入附录A表A.16的标准值中；
- n) 读取待校件测得的应答脉冲P1、P2脉冲宽度、P1、P2的上升下降时间, P1与P2的脉冲间隔, 填入附录A表A.16的实测值中；
- o) 测量完成后关闭10W脉冲功率放大器开关；
- p) 待校件工作波道设置为1Y, 重复步骤q)~n)；
- q) 校准完成后, 关闭脉冲功率放大器开关, 关闭信号发生器、函数发生器输出开关, 关闭待测件射频输出开关。

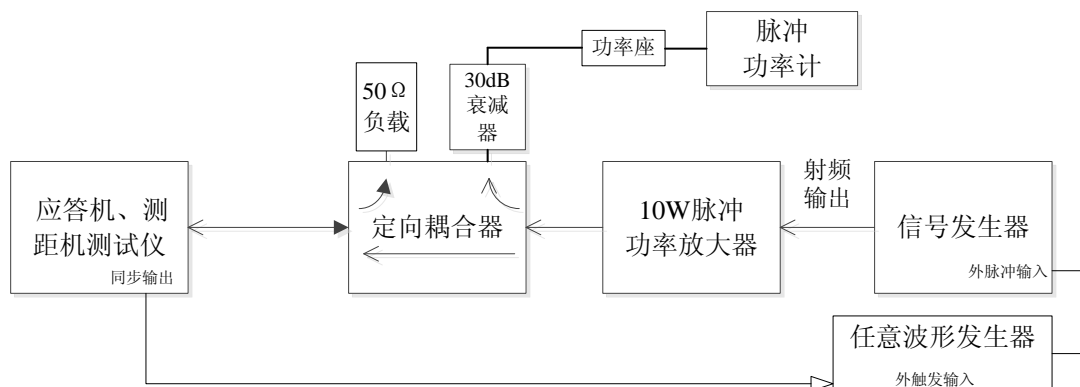


图 10 接收脉冲间隔校准框图（应答机模式）

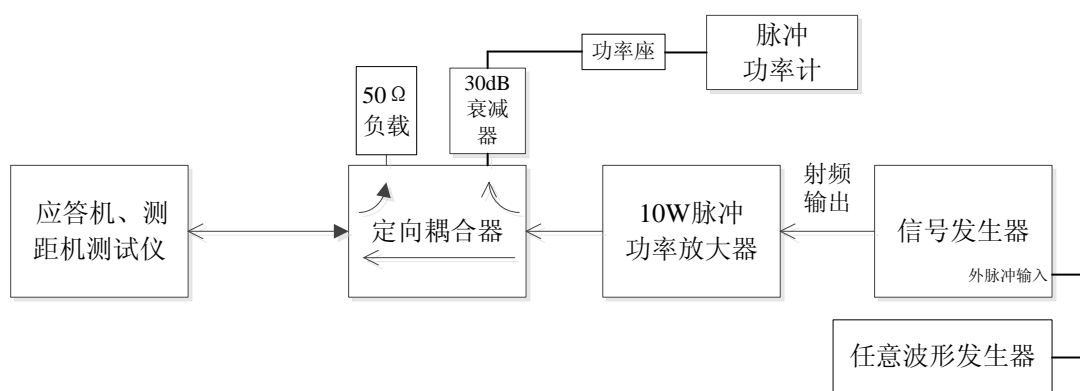


图 11 接收脉冲间隔校准框图（DME 模式）

6.18. DME询问速率测量

- 连接如图 7所示。
- 待校件设置为DME测量模式，工作波道为1X，输出功率设置为-90dBm；
- 在任意波形发生器设置输出电压1.5V，按照附录D中的波形要求生成DME X模式波形后输出，询问速率设置为10Hz；
- 设置信号发生器载波频率为工作波道对应的询问频率，设置为外脉冲调制方式；
- 设置任意波形发生器输出开；设置信号发生器输出开；设置10W脉冲功率放大器输出开；
- 待校件直接读出询问频率值，记录于附录A的表A.17中；
- 改变任意波形发生器的中DME信号的询问速率，重复步骤d)~f)进行测量；
- 测量完成后关闭信号发生器、任意波形发生器以及功率放大器开关。

6.19. 应答机模式应答延时测量

- 连接如图 12所示；

- b) 待校件设置为应答机模式，询问方式为A模式询问，同步脉冲设置为与询问脉冲同步，输出功率设置为0dBm；
- c) 设置任意波形发生器的输出模式为外触发输出，按照附录D中应答机A模式应答脉冲特性生成一个应答周期内的波形，设置触发后延时11 μ s输出波形。（标称值为3 μ s，如附录D所示，A模式应答延时的定义是从询问脉冲P3上升沿开始到应答脉冲F1上升沿结束，因此任意波形发生器接收到触发信号后的延时需要加上从询问信号P1脉冲到P3脉冲同步倒向位置的时间8 μ s）；设置输出幅度为1V；
- d) 信号发生器设置频率为1090MHz，外脉冲调制方式；
- e) 打开任意波形发生器输出开关、信号发生器输出开关、10W脉冲功率放大器开关，打开待校件射频输出开关
- f) 调节示波器触发电平，时基，通道垂直刻度等参数，使询问应答信号能稳定显示到示波器显示屏幕上，使用示波器通道间时间间隔测量功能测量指定脉冲间时间间隔后，填入附录A表A.17的标准值中；
- g) 读取待校件测得的应答延时值，填入附录A表A.17的实测值中；
- h) 按照待校件的可测量范围更改任意波形发生器延时为要求值，重复步骤c) ~g) 进行测量；
- i) 测量完成后关闭10W脉冲功率放大器开关，信号发生器输出开关，任意波形发生器输出开关。
- j) 待校件询问方式设置为A/S模式全呼叫模式；
- k) 在任意波形发生器中按照附录D中S模式应答脉冲的格式生成一个应答周期内的波形，设置触发后延时138 μ s（标称值为128 μ s，如附录D所示，A/S模式全呼叫模式下，S模式的应答延时定义是从询问脉冲P4上升沿开始到应答信号P1脉冲上升沿结束，因此任意波形发生器接收到触发信号后的延时需要加上从询问信号P1脉冲上升沿到P4脉冲上升沿时间的间隔10 μ s）；
- l) 重复步骤d)~i)进行测量；
- m) 待校件询问方式设置为C/S模式全呼叫；
- n) 在任意波形发生器中按照附录D中S模式应答脉冲的格式生成一个应答周期内的波形，设置触发后延时151 μ s（标称值为128 μ s，如附录D所示，C/S模式全呼叫模式下，S模式的应答延时时间是从询问信号P4脉冲上升沿开始到应答信号

P1脉冲上升沿结束，因此任意波形发生器接收到触发信号后的延时需要加上从询问信号P1脉冲上升沿到P4脉冲上升沿时间的间隔23 μ s)；

- o) 重复步骤d)~i)进行测量；
- p) 待校件设置为应答机S模式UF11询问，地址设置为FFFFFF，同步脉冲设置为与询问脉冲同步，输出功率设置为0dBm；
- q) 在任意波形发生器中按照附录D中S模式应答脉冲的格式生成一个应答周期内的波形，设置触发后延时132.75 μ s（标称值为128 μ s，如附录D所示，S模式应答延时时间是从询问信号P6的同步倒向SPR位置开始到应答信号P1脉冲上升沿结束，因此任意波形发生器接收到触发信号后的延时需要加上从询问信号P1脉冲到P6脉冲同步倒向位置的时间4.75 μ s)；
- r) 重复步骤d)~i)进行测量。

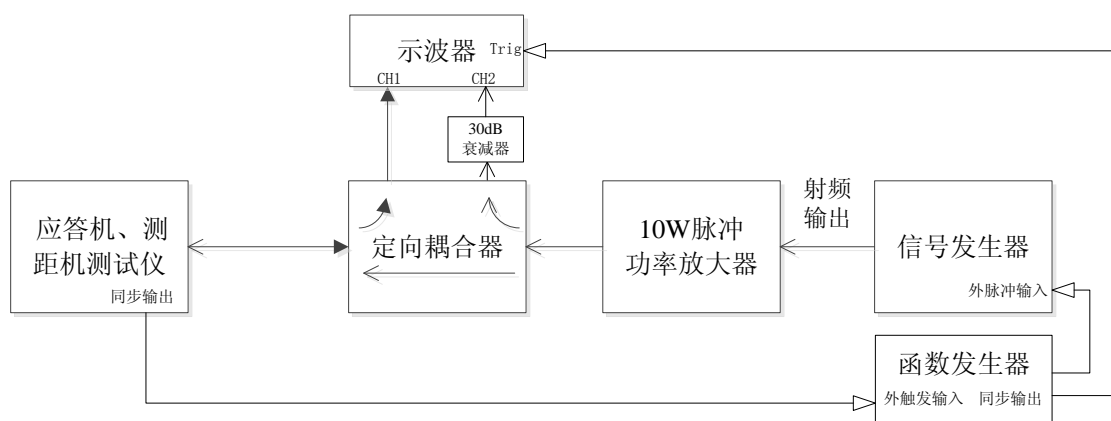


图 12 应答延时校准框图

7. 校准结果

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

8. 复校时间间隔

复校时间间隔建议为1年。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。

附录 A

原始记录参考格式

表A.1 输出射频频率

频率标称值	频率实测值
952MHz	
1030MHz	
1090MHz	
...	
1223MHz	

表A.2 输出功率

频率	标称值	实测值
952MHz	0dBm	
	-10dBm	
	...	
	-110dBm	
	-120dBm	
1030MHz	0dBm	
	-10dBm	
	...	
	-110dBm	
	-120dBm	
1223MHz	0dBm	
	-10dBm	
	...	
	-110dBm	
	-120dBm	

表A.3 谐波

频率	谐波频率	实测值
952MHz	1904MHz	
	2856MHz	
1030MHz	2060MHz	
	3090MHz	
...	...	
1223MHz	2446MHz	
	3669MHz	

表A.4 杂散

频率	测量频率范围	实测值
952MHz	350MHz~1800MHz	
1030MHz	350MHz~1800MHz	
...	...	
1223MHz	350MHz~1800MHz	

表A.5 剩余调频

频率	测量频率范围	实测值
952MHz	350MHz~1800MHz	
1030MHz	350MHz~1800MHz	
...	...	
1223MHz	350MHz~1800MHz	

表A.6 相位噪声

载波频率	偏移频率	相位噪声实测值
952MHz	+100kHz	
	-100kHz	
1030MHz	+100kHz	
	-100kHz	
...	...	
1223MHz	+100kHz	
	-100kHz	

表A.7 DME 脉冲频谱

载波频率	偏移频率	实测值
952MHz	+800kHz	
	-800kHz	
1030MHz	+800kHz	
	-800kHz	
...	...	
1223MHz	+800kHz	
	-800kHz	

表A.8 脉冲调制通断比

载波频率	实测值
952MHz	
1030MHz	
...	
1223MHz	

表A.9 输出脉冲宽度

模式	测量脉冲	标称值	实测值
应答机 A 模式询问	P1	0.8 μ s	
		0.2 μ s	
		1.0 μ s	
	P2	0.8 μ s	
		...	
		...	
	P3	0.8 μ s	
		...	
		...	
应答机仅 A 模式 全呼叫询问	P4	0.8 μ s	
		0.2 μ s	
		2.5 μ s	
		...	
应答机 A/S 模式 全呼叫询问	P4	1.6 μ s	
应答机 S 模式询问 (UF0)	P1	0.8 μ s	
		...	
	P2	0.8 μ s	
		...	
	P5	0.8 μ s	
		...	
	P6	16.25 μ s	
	应答机 S 模式询问 (UF16)	P6	30.25 μ s
DME X 模式	P1	3.5 μ s	
	P2	3.5 μ s	

表A.10 输出脉冲位置

模式	位置关系	标称值	实测值
应答机 A 模式询问	P1-P3	8.0 μ s	
		7.0 μ s	
		9.0 μ s	
	P1-P2	2.0 μ s	
		1.0 μ s	
		3.0 μ s	
应答机 C 模式询问	P1-P3	21.0 μ s	
		20.0 μ s	
		22.0 μ s	
应答机仅 A 模式 全呼叫询问	P3-P4	2.0 μ s	
		1.0 μ s	
		3.0 μ s	
应答机 S 模式询问	P1-P2	2.0 μ s	
		1.0 μ s	
		3.0 μ s	
	P6-SPR	3.5 μ s	
		2.5 μ s	
		4.5 μ s	
	P2-SPR	2.75 μ s	
		1.75 μ s	
		3.75 μ s	
	P5-SPR	-0.40 μ s	
		-1.40 μ s	
		0.60 μ s	
DME X 模式应答	P1-P2	12.0 μ s	
		9.5 μ s	
		19.5 μ s	
DME Y 模式应答	P1-P2	30.0 μ s	
		22.5 μ s	
		37.5 μ s	

表A.11 输出脉冲上升/下降时间

模式	脉冲沿	要求值	实测值
应答机 A 模式询问	P1 上升沿	<50ns	
	P1 下降沿	<50ns	
...	
DME X 模式应答	P1 上升沿	2.0 μ s	
	P1 下降沿	2.5 μ s	
...	

表A.12 输出脉冲电平

模式	关系脉冲	标称值	实测值
应答机 A 模式询问	P3 相对于 P1	+9dB	
		+5dB	
		0dB	
		-5dB	
		-10dB	
		-19dB	
应答机 A 模式询问	P2 相对于 P1	+9dB	
		+5dB	
		0dB	
		-5dB	
		-10dB	
		-19dB	
应答机 S 模式询问 (UF0)	P2 相对于 P1	+9dB	
		+5dB	
		0dB	
		-5dB	
		-10dB	
		-19dB	
应答机 S 模式询问 (UF0)	P6 相对于 P1	+9dB	
		+5dB	
		0dB	
		-5dB	
		-10dB	
		-19dB	
...	

表A.13 DME 距离模拟

波道/模式	距离	时延标称值	时延实测值
17X	0 nmi	50.000 μ s	
17X	-1 nmi	37.641 μ s	
17X	1 nmi	62.359 μ s	
17X	10 nmi	173.59 μ s	
17X	100 nmi	1285.9 μ s	
17X	400 nmi	4993.6 μ s	
17Y	0 nmi	56.000 μ s	
17Y	-1 nmi	43.641 μ s	
17Y	1 nmi	68.359 μ s	
17Y	10 nmi	179.59 μ s	
17Y	100 nmi	1291.9 μ s	
17Y	400 nmi	4999.6 μ s	

表A.14 接收频率

模式	频率标称值	频率实测值
应答机 A 模式	1090MHz	
DME 1X	1025MHz	
DME 60X	1084MHz	
DME 126X	1150MHz	
...	...	

表A.15 接收功率

模式	频率	脉冲功率计 实测值 P_M	衰减值 A_0	耦合度 A_1	功率标准值 P_0	功率实测值 P_1
应答机 A 模式	1090MHz					
DME 1X	1025MHz					
DME 60X	1084MHz					
DME 126X	1150MHz					
...						

表A.16 接收脉冲特性测量

模式	脉冲特性	标准值	实测值
应答机 A 模式	F1 脉冲宽度		
	F2 脉冲宽度		
	F1 上升时间		
	F1 下降时间		
	F1-F2 间隔		
	...		
应答机 S 模式		
DME X 模式	P1 脉冲宽度		
	P2 脉冲宽度		

	P1 上升时间		
	P1 下降时间		
	P1-P2 间隔		
	...		
DME Y 模式	...		

表A.17 DME 询问速率测量

波道	标称值	实测值
1X	10Hz	
	100Hz	
	250Hz	

表A.18 应答机模式应答延时测量

模式	标准值	实测值
A 模式		
C 模式		
A/S 模式全呼叫		
C/S 模式全呼叫		
S 模式		

附录 B

校准证书内页格式

表A.19 输出射频频率

频率标称值	频率实测值	$U(k=2)$
952MHz		
1030MHz		
1090MHz		
...		
1223MHz		

表A.20 输出功率

频率	标称值	实测值	$U(k=2)$
952MHz	0dBm		
	-10dBm		
	...		
	-110dBm		
	-120dBm		
1030MHz	0dBm		
	-10dBm		
	...		
	-110dBm		
	-120dBm		
1223MHz	0dBm		
	-10dBm		
	...		
	-110dBm		
	-120dBm		

表A.21 谐波

频率	谐波频率	实测值	$U(k=2)$
952MHz	1904MHz		
	2856MHz		
1030MHz	2060MHz		
	3090MHz		
...	...		
1223MHz	2446MHz		
	3669MHz		

表A.22 杂散

频率	测量频率范围	实测值	$U(k=2)$
952MHz	350MHz~1800MHz		
1030MHz	350MHz~1800MHz		
...	...		
1223MHz	350MHz~1800MHz		

表A.23 剩余调频

频率	测量频率范围	实测值	$U(k=2)$
952MHz	350MHz~1800MHz		
1030MHz	350MHz~1800MHz		
...	...		
1223MHz	350MHz~1800MHz		

表A.24 相位噪声

载波频率	偏移频率	相位噪声实测值	$U(k=2)$
952MHz	+100kHz		
	-100kHz		
1030MHz	+100kHz		
	-100kHz		
...	...		
1223MHz	+100kHz		
	-100kHz		

表A.25 DME 脉冲频谱

载波频率	偏移频率	实测值	$U(k=2)$
952MHz	+800kHz		
	-800kHz		
1030MHz	+800kHz		
	-800kHz		
...	...		
1223MHz	+800kHz		
	-800kHz		

表A.26 脉冲调制通断比

载波频率	实测值	$U(k=2)$
952MHz		
1030MHz		
...		
1223MHz		

表A.27 输出脉冲宽度

模式	测量脉冲	标称值	实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式询问	P1	0.8 μ s		
		0.2 μ s		
		1.0 μ s		
	P2	0.8 μ s		
		...		
		...		
	P3	0.8 μ s		
		...		
		...		
应答机仅 A 模式 全呼叫询问	P4	0.8 μ s		
		0.2 μ s		
		2.5 μ s		
		...		
应答机 A/S 模式 全呼叫询问	P4	1.6 μ s		
应答机 S 模式询问 (UF0)	P1	0.8 μ s		
		...		
	P2	0.8 μ s		
		...		
	P5	0.8 μ s		
		...		
	P6	16.25 μ s		
	应答机 S 模式询问 (UF16)	P6	30.25 μ s	
DME X 模式	P1	3.5 μ s		
	P2	3.5 μ s		

表A.28 输出脉冲位置

模式	位置关系	标称值	实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式询问	P1-P3	8.0 μ s		
		7.0 μ s		
		9.0 μ s		
	P1-P2	2.0 μ s		
		1.0 μ s		
		3.0 μ s		
应答机 C 模式询问	P1-P3	21.0 μ s		
		20.0 μ s		
		22.0 μ s		
应答机仅 A 模式全呼叫询问	P3-P4	2.0 μ s		
		1.0 μ s		
		3.0 μ s		
应答机 S 模式询问	P1-P2	2.0 μ s		
		1.0 μ s		
		3.0 μ s		
	P6-SPR	3.5 μ s		
		2.5 μ s		
		4.5 μ s		
	P2-SPR	2.75 μ s		
		1.75 μ s		
		3.75 μ s		
	P5-SPR	-0.40 μ s		
		-1.40 μ s		
		0.60 μ s		
DME X 模式应答	P1-P2	12.0 μ s		
		9.5 μ s		
		19.5 μ s		
DME Y 模式应答	P1-P2	30.0 μ s		
		22.5 μ s		
		37.5 μ s		

表A.29 输出脉冲上升/下降时间

模式	脉冲沿	要求值	实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式询问	P1 上升沿	<50ns		
	P1 下降沿	<50ns		
...		
DME X 模式应答	P1 上升沿	2.0 μ s		
	P1 下降沿	2.5 μ s		
...		

表A.30 输出脉冲电平

模式	关系脉冲	标称值	实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式询问	P3 相对于 P1	+9dB		
		+5dB		
		0dB		
		-5dB		
		-10dB		
		-19dB		
应答机 A 模式询问	P2 相对于 P1	+9dB		
		+5dB		
		0dB		
		-5dB		
		-10dB		
		-19dB		
应答机 S 模式询问(UF0)	P2 相对于 P1	+9dB		
		+5dB		
		0dB		
		-5dB		
		-10dB		
		-19dB		
应答机 S 模式询问(UF0)	P6 相对于 P1	+9dB		
		+5dB		
		0dB		
		-5dB		
		-10dB		
		-19dB		
...		

表A.31 DME 距离模拟

波道/模式	距离	时延标称值	时延实测值	$U(k=2)$
17X	0 nmi	50.000 μ s		
17X	-1 nmi	37.641 μ s		
17X	1 nmi	62.359 μ s		
17X	10 nmi	173.59 μ s		
17X	100 nmi	1285.9 μ s		
17X	400 nmi	4993.6 μ s		
17Y	0 nmi	56.000 μ s		
17Y	-1 nmi	43.641 μ s		
17Y	1 nmi	68.359 μ s		
17Y	10 nmi	179.59 μ s		
17Y	100 nmi	1291.9 μ s		
17Y	400 nmi	4999.6 μ s		

表A.32 接收频率

模式	频率标称值	频率实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式	1090MHz		
DME 1X	1025MHz		
DME 60X	1084MHz		
DME 126X	1150MHz		
...	...		

表A.33 接收功率

模式	频率	脉冲功率 计实测值 P_M	衰减值 A_0	耦合度 A_1	功率 标准值 P_0	功率 实测值 P_1	$U(k=2)$
应答机 A 模式	1090MHz						
DME 1X	1025MHz						
DME 60X	1084MHz						
DME 126X	1150MHz						
...							

表A.34 接收脉冲特性测量

模式	脉冲特性	标准值	实测值	$U(k=2)$
应答机 A 模式	F1 脉冲宽度			
	F2 脉冲宽度			
	F1 上升时间			
	F1 下降时间			
	F1-F2 间隔			
	...			
应答机 S 模式			
DME X 模式	P1 脉冲宽度			
	P2 脉冲宽度			
	P1 上升时间			
	P1 下降时间			
	P1-P2 间隔			
	...			
DME Y 模式	...			

表A.35 DME 询问速率测量

波道	标称值	实测值	$U(k=2)$
1X	10Hz		
	100Hz		
	250Hz		

表A.36 应答机模式应答延时测量

模式	标准值	实测值	$U(k=2)$
A 模式			
C 模式			
A/S 模式全呼叫			
C/S 模式全呼叫			
S 模式			
...			

附录 C

主要项目校准不确定度评定示例

频率校准不确定度评定

C.1.1 测量方法

使用频率计直接测量被校应答机、测距机测试仪输出信号的频率。

以使用频率计 R5373P 校准型号为 ATC-5000NG 的应答机、测距机测试仪 952MHz 输出载波频率为例。

C.1.2 不确定来源

不确定度来源有以下 3 项：

- (1) 由频率计计数不准引入的不确定度分量 u_1 ；
- (2) 由频率计分辨率引入的不确定度分量 u_2 ；
- (3) 重复度引入的不确定度分量 u_3 ；

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1 频率计数器计数不准引入的不确定度分量

R5373P 频率计的准确度为 2×10^{-8} 。按均匀分布，包含因子 $k_1 = \sqrt{3}$ ，可得引入的相对不确定度分量为 $u_{1r} = 0.82 \times 10^{-8}$ ；

C.1.3.2 频率计数器分辨率引入的不确定度分量

对于频率计 R5373P，其分辨力为 1Hz，则引入的不确定度分量为 $u_2 = 0.289\text{Hz}$ ，包含因子为 $k_2 = \sqrt{3}$ ，转换为相对不确定分量为 $u_{2r} = 3 \times 10^{-10}$ ；

C.1.3.3 重复性引入的不确定度分量

ATC-5000NG 输出 952MHz 连续波信号频率重复性测量结果，见表 C. 1

表 C. 1 ATC-5000NG 输出 952MHz 连续波信号频率重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5
测量结果	951.999573	951.999579	951.999572	951.999574	951.999575
次数	6	7	8	9	10
测量结果	951.999573	951.999570	951.999578	951.999574	951.999573

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为： $s(x) = 2.69\text{Hz}$ ，取单次测量结果，则相对标准不确定度为：

$$u_{3r} = 2.8 \times 10^{-9}$$

C.1.4 合成标准不确定度

以上各不确定度分量互不相关，则

$$u_{cr} = \sqrt{u_{1r}^2 + u_{2r}^2 + u_{3r}^2} = 0.87 \times 10^{-8}$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U_r = k u_{cr} = 1.7 \times 10^{-8}$ 。

功率校准不确定度

C.2.1 测量方法

使用测量接收机 FSMR 功率传感器 NRP-Z37 和调谐电平功能测量 ATC-5000NG 输出功率。ATC-5000NG 从 0dBm 开始输出连续波，测量接收机首先将功率传感器测得的 0dBm 功率校准到调谐电平上，ATC-5000NG 按照 10dB 步进减小输出功率，测量接收机使用调谐电平进行测量。

下面以 ATC-5000NG 输出 952MHz 信号的 -90dBm 功率为例，进行不确定度评定。

C.2.2 不确定度来源

经过分析，不确定度来源有以下 8 项：

- (1) 功率传感器校准因子不确定度引入的不确定度分量 u_1
- (2) 功率传感器噪声引入的不确定分量 u_2
- (3) 功率传感器零点偏离引入的不确定度分量 u_3
- (4) 接收机线性度引入的不确定度分量 u_4
- (5) 接收机输入端口失配引入的不确定度分量 u_5
- (6) 接收机调谐电平量程切换引入的不确定度分量 u_6
- (7) 接收机分辨力引入的不确定度分量 u_7
- (8) 重复性引入的不确定度分量 u_8

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 功率传感器校准因子不确定度引入的不确定度分量 u_1

根据功率传感器 NRP-Z37 的校准证书，校准因子引入的不确定度为 2.0% ($k=2$)，则不确定度分量为 $u_{1r}=1.0\%$ ，换算成对数则为： $u_1=0.043\text{dB}$ ；

C.2.3.2 功率传感器校零后的不准引入的不确定度分量 u_2

根据功率传感器 NRP-Z37 的技术指标，功率传感器校零后引入的不确定度为 400nW ($k=2$)，校零电平为 1mW，则转化为相对形式为 $u_{1r}=200\text{nW}/1\text{mW}=2 \times 10^{-4}$ ，对数形式表示为 $u_1=10 \times \lg(1+2 \times 10^{-4})=0.0008\text{dB}$

C.2.3.3 功率传感器噪声引入的不确定分量 u_3

根据功率传感器 NRP-Z37 的技术指标，噪声电平为 $240\text{nW}(k=2)$ ，当测量功率为 1mW 时，则转化为相对形式为 $u_{1r}=120\text{nW}/1\text{mW}=1.2\times 10^{-4}$ ，对数形式表示为 $u_1=10\times \lg(1+1.2\times 10^{-4})=0.0005\text{dB}$

C.2.3.4 接收机线性度引入的不确定度分量 u_4

根据 FSMR 技术资料，调谐电平线性度引入的不确定度为 $0.01\text{dB}+0.005\text{dB}/10\text{dB}$ 步进 ($k=2$)，则 $u_4=(0.01\text{dB}+0.005\text{dB}\times 9)/2=0.028\text{dB}$

C.2.3.5 接收机输入端口失配引入的不确定度分量 u_5

ATC-5000NG RF I/O 端口的驻波比为 1.2，转换反射系数为 $\Gamma_g=0.09$ ，功率传感器端口驻波比为 1.15，转换为反射系数为 $\Gamma_1=0.07$ ，则失配引入的误差为 $20\times \lg(1+\Gamma_g\Gamma_1)=0.055\text{dB}$ ；

C.2.3.6 接收机调谐电平量程切换引入的不确定度分量 u_6

根据 FSMR 技术资料，测量 -90dBm 电平值时发生器两次电平切换，每次切换引入的不确定度分量为 0.005dB ($k=2$)，按最大影响计算，则为 0.01dB ，则不确定度分量为 $u_6=0.005\text{dB}$ 。

C.2.3.7 接收机分辨力引入的不确定度分量 u_7

测量 -90dBm 电平值的分辨力为 0.001dB ，按均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的不确定分量为 $u_7=0.0003\text{dB}$ 。

C.2.3.8 重复性引入的不确定度分量 u_8

ATC-5000NG 输出 952MHz 连续波信号，功率 -90dBm 重复性测量结果，见表 C. 2

表 C. 2 ATC-5000NG 输出 952MHz ， -90dBm 输出功率重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5
测量结果/dBm	-90.351	-90.219	-90.276	-90.314	-90.369
次数	6	7	8	9	10
测量结果/dBm	-90.305	-90.274	-90.226	-90.231	-90.203

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为： $s(x)=0.057\text{dB}$ ，取单次测量结果，则由重复性引入的标准不确定度为：

$$u_8=0.057\text{dB}$$

C.2.4 合成标准不确定度

以上各不确定度分量互不相关，则

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^8 u_i^2} = 0.095dB$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U=ku_c=0.19dB$ 。

脉冲参数校准不确定度

C.3.1 测量方法

利用数字示波器 DSOX91304A 的数字检波功能对输入信号进行数字检波后测量其脉冲波形上升、下降延上两点之间的时间间隔（如脉冲宽度，脉冲上升/下降时间，脉冲间隔，时延等参数）。下面以示波器测量 ATC-5000NG 输出 A 模式 P1-P3 时间间隔为例，分析不确定度

C.3.2 不确定度来源

测量 A 模式 P1-P3 间时间间隔，实际上是测量 P1 上升沿上幅度为 50% 脉冲幅度点到 P3 上升延上幅度 50% 的点之间的时间间隔，经过分析，不确定度来源主要有以下方面：

- (1) 示波器时间间隔测量不准引入的不确定度 u_1
- (2) 示波器上升/下降时间引入的不确定度 u_2
- (3) 重复测量引入的不确定度 u_3

C.3.3 标准不确定度评定

C.3.3.1 示波器时间间隔测量不准引入的不确定度 u_1

根据 DSOX91304A 技术指标可知，测量单个通道脉冲时间间隔误差公式（使用 25 6 次平均）为：

$$E_{\Delta T} = \frac{5}{16} \times \sqrt{2 \times \left[\left(\frac{NF}{A} \times T_r \right)^2 + SJ^2 \right]} + TBA \times \Delta T$$

其中： NF 表示噪底， A 表示信号幅度， T_r 表示信号上升时间， SJ （Sample Jitter）表示采样抖动， TBA 表示时基准确度， ΔT 表示所测时间间隔。

根据技术指标，ATC-5000NG 输出功率为 0dBm 时，脉冲幅度为 223mV，因此使用 50mV/div 刻度，此时示波器标称噪底为 1.73mV。ATC-5000NG 发出的 A 模式脉冲信号上升时间为 15ns，示波器时基准确度为 4×10^{-7} ，所测时间间隔为 8 μ s，此时采样时钟抖动有效值为 0.5ps。

带入计算可得：

$$E_{\Delta T} = 0.053\text{ns}$$

则取区间半宽度为 $E_{\Delta T}/2$ ，服从均匀分布，包含因子为 $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的不确定度分量为 $u_1=0.015\text{ns}$ 。

C.3.3.2 示波器上升/下降时间引入的不确定度 u_2

根据计数说明书，示波器 DSOX91304A 上升时间为 32ps，服从均匀分布，包含因子为 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u_2=0.018\text{ns}$ 。

C.3.3.3 重复测量引入的不确定度 u_4

ATC-5000NG 输出 A 模式询问信号 P1-P3 脉冲间隔重复性测量结果，见表 C. 3。

表 C. 3 ATC-5000NG 输出 A 模式询问信号 P1-P3 脉冲间隔重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5
测量结果/ μs	8.001	8.000	8.000	8.000	8.000
次数	6	7	8	9	10
测量结果/ μs	8.000	8.000	8.000	8.000	8.001

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为： $s(x)=0.42\text{ns}$ ，取单次测量结果，则由重复性引入的标准不确定度为： $u_3=0.42\text{ns}$

C.3.4 合成标准不确定度

以上各不确定度分量互不相关，则

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^3 u_i^2} = 0.42\text{ns}$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U=ku_c=1\text{ns}$ 。

功率测量校准不确定度

C.4.1 测量方法

以应答机模式为例，ATC-5000NG 询问信号的同步信号触发任意波形发生器发射应答脉冲信号，应答脉冲信号通过功率放大器后，一方面通过耦合器直通路进入 ATC-5000NG 直接测量框架脉冲 F2 的峰值功率，另一方面，通过双定向耦合器 NARDA300 2-20 的耦合端以及 30dB 衰减器 CFADC1830150W，进入脉冲功率计 4500B/功率座 563 18 对 F2 的峰值功率进行定标。

C.4.2 不确定度来源

通过分析，不确定度来源主要分为以下 4 个方面：

(1) 峰值功率计定标不准引入的不确定度 u_1

- (2) 衰减器不准引入的不确定度 u_2
- (3) 耦合器耦合度不准引入的不确定度 u_3
- (4) 失配引入的不确定度 u_4
- (5) 重复测量引入的不确定度 u_5

C.4.3 标准不确定度评定

C.4.3.1 峰值功率计定标不准引入的不确定度 u_1

查峰值功率计功率座 56318 校准证书, 校准因子引入的不确定度为 1.4% ($k=2$), 因此引入的不确定度分量为 0.7%, 转化为对数形式, $u_1=0.03\text{dB}$;

C.4.3.2 衰减器不准引入的不确定度 u_2

查衰减器 CFADC1830150W 校准证书, 1GHz 时 30dB 衰减不确定度为 0.04dB ($k=2$); 则引入的不确定度分量为 $u_2=0.02\text{dB}$

C.4.3.3 耦合器耦合度不准引入的不确定度 u_3

查耦合器 3002-20 校准证书, 1GHz 时 20dB 耦合度的不确定度为 0.04dB ($k=2$); 则引入的不确定度分量为 $u_3=0.02\text{dB}$

C.4.3.4 失配引入的不确定度 u_4

根据测量方法, 主要考虑从放大器输出通过耦合器后到被测件端口驻波影响, 查资料可得, 功率放大器输出端驻波为 1.5, 耦合器输入输出端口驻波为 1.05, 1.10, ATC-5000NG 输入端驻波实测为 1.25, 因此可得失配影响为:

$$\delta(\text{dB}) = 8.686 \times \sqrt{[|\Gamma_G|^2|\Gamma_{DG}|^2 + |\Gamma_L|^2|\Gamma_{DL}|^2]}$$

其中 Γ_G , Γ_L 分别为源端和功率测量端的反射系数, Γ_{DG} , Γ_{DL} 分别为耦合器输入输出端口的反射系数, 经计算可得: $|\Gamma_G| = 0.2$, $|\Gamma_L| = 0.11$, $|\Gamma_{DL}| = 0.02$, $|\Gamma_{DG}| = 0.05$, 带入计算可得: $\delta = 0.06\text{dB}$, 失配引入的误差服从反正弦分布, 因此 $u_4=0.06/\sqrt{2}=0.04\text{dB}$ 。

C.4.3.5 重复测量引入的不确定度 u_5

ATC-5000NG 测量 A 模式应答信号 F2 脉冲功率重复性测量结果, 见表 C. 4。

表 C. 4 ATC-5000NG 测量 A 模式应答信号 F2 脉冲功率重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5
测量结果/dBm	50.83	50.91	50.86	50.79	50.76
次数	6	7	8	9	10
测量结果/dBm	50.80	50.68	50.69	50.97	50.85

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为: $s(x)=0.09\text{dB}$, 取单次测量结果, 则由重复性引入的标准不确定度为: $u_3=0.09\text{dB}$

C.4.4 合成标准不确定度

以上各不确定度分量互不相关, 则

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^5 u_i^2} = 0.11dB$$

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U=ku_c=0.22dB$ 。

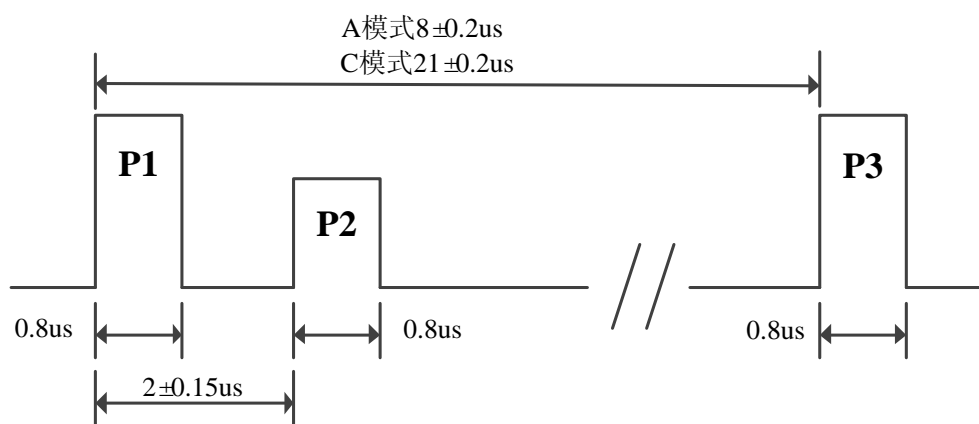
附录 D

应答机、测距机波形要求

一、应答机

1. A/C模式询问脉冲格式

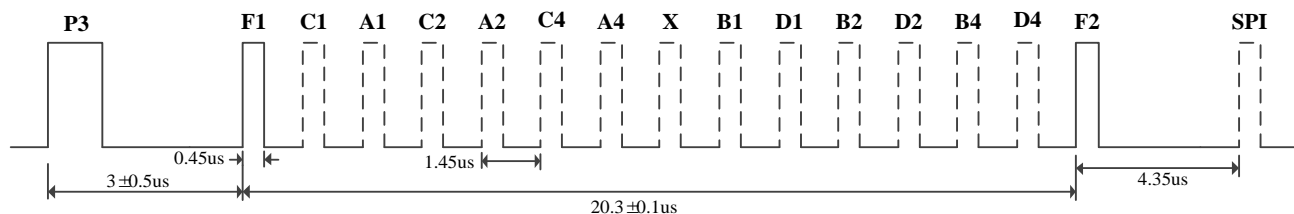
询问模式主要由P1、P3间隔决定。模式A间隔为8 μ s，作用为身份识别。模式C间隔21 μ s，飞机高度监视。P2为抑制脉冲，用于抑制应答机对旁瓣询问的应答。



2. A/C模式应答脉冲格式

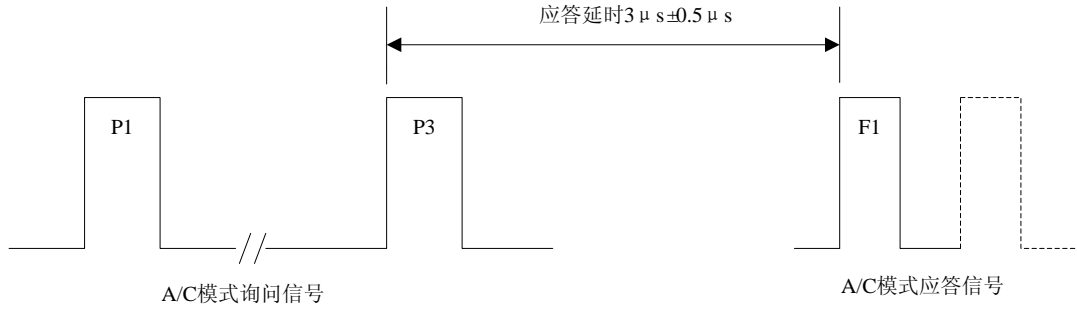
A/C模式应答码由16个信息码位组成，每个码位有两种状态，即有脉冲（“1”）或者无脉冲（“0”）。

F1和F2叫做框架脉冲，恒为1；X位是备用位，恒为0；两个框架脉冲之间的其余12个码位为信息位，这12个信息位可以编成4096个独立应答码；在非通信功能测试条件下，12个信息位可以为全0。SPI码位是特殊位置识别码，一般不用。



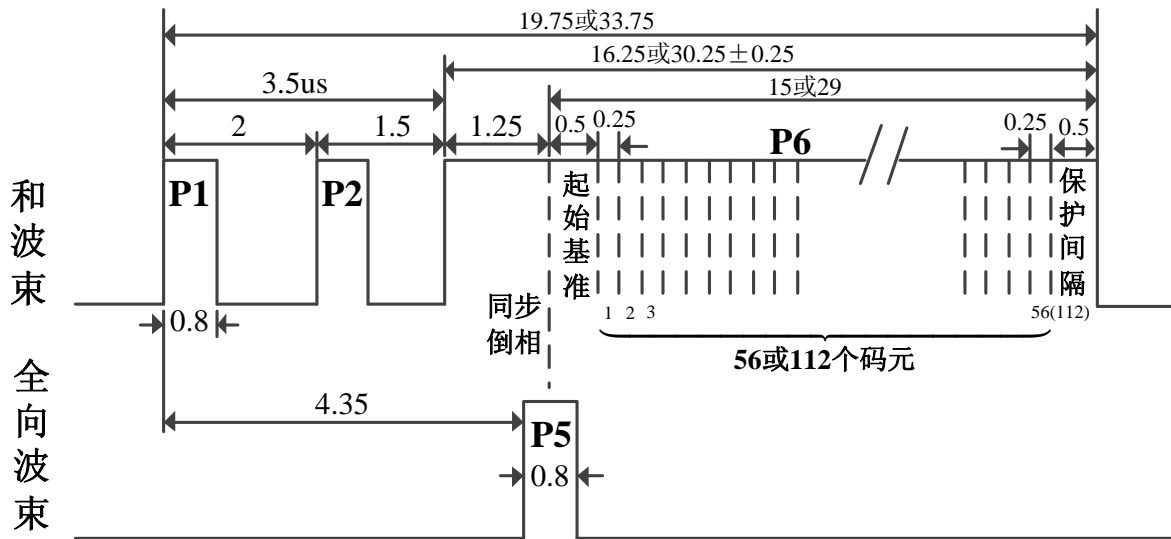
3. A/C模式应答延时

A/C模式应答延时定义为应答机收到P3脉冲上升沿至应答信号第一个脉冲F1上升沿之间的时间差。



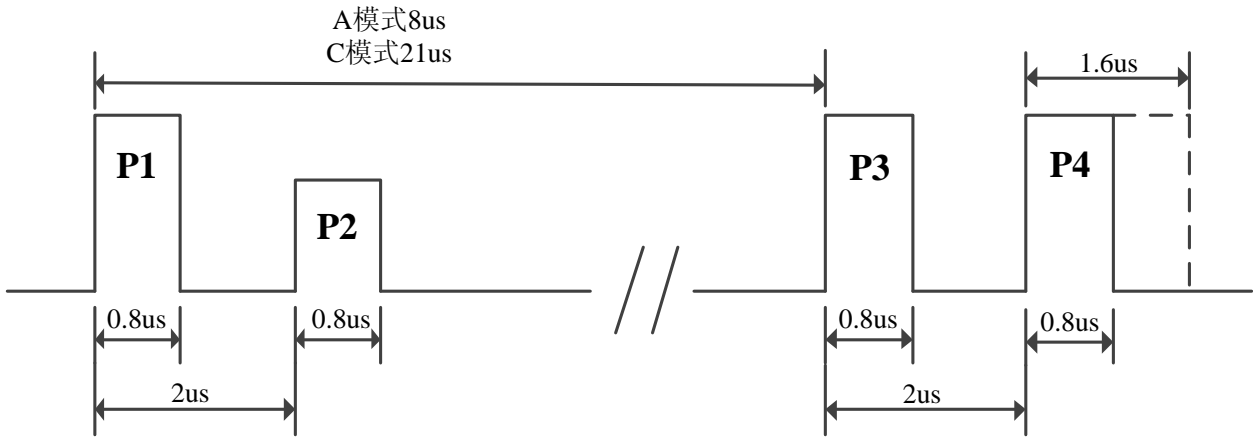
4. S模式询问脉冲格式

P1、P2为同步前导脉冲，间隔2us，脉宽为0.8us，P2脉冲可以抑制A/C模式应答机的回答。P6是信息脉冲，采用DPSK调制，数据比特率为4MHz，根据询问格式的不同P6脉冲的宽度也不同，对于短格式(ACS)P6宽为16.25us,包括56bit数据，长格式(ACL)P6宽为30.25us，包括112bit数据。P5是询问旁瓣抑制脉冲，与P1的间隔为4.35us，正好对应P6的同步相位翻转位置。



5. A/C/S模式全呼叫询问脉冲格式

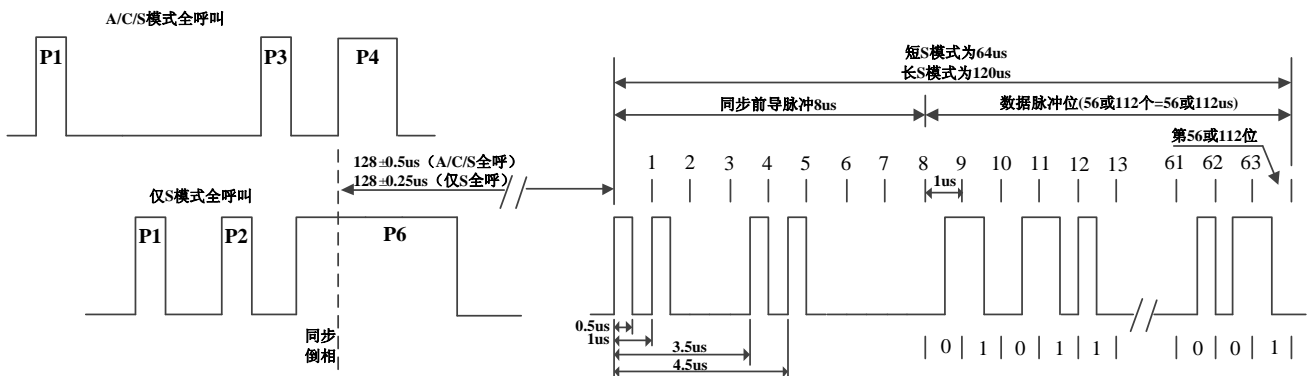
S模式全呼询问信号充分考虑了兼容原A/C模式应答机的回答信号。在原P3脉冲后2us增加了P4脉冲，当P4脉冲宽度为0.8us时，只要求A/C模式应答机回答，称之为仅A/C模式。当宽度为1.6us时要求A/C模式应答机和S模式应答机都回答。P2仍为询问旁瓣抑制脉冲，与原A/C模式相同，此模式称之为A/C/S全呼叫模式。



6. S模式应答脉冲格式

S模式应答信号前4个脉冲为同步前导脉冲，脉冲宽度为0.5us。后面的为数据脉冲，数据速率为1MHz。同样分为长、短格式，短格式包括56bit数据，长格式包括112bit数据，每bit分为前、后半周，各0.5us,前半周为高、后半周为低表示1，前半周为低、后半周为高表示0。

A/C/S全呼叫模式应答延时定义为询问信号的P4脉冲上升沿至应答信号第一个脉冲上升沿之间的时间差；S模式应答延时定义为询问信号的P6脉冲的同步相位翻转点SPR至应答信号第一个脉冲上升沿之间的时间差。



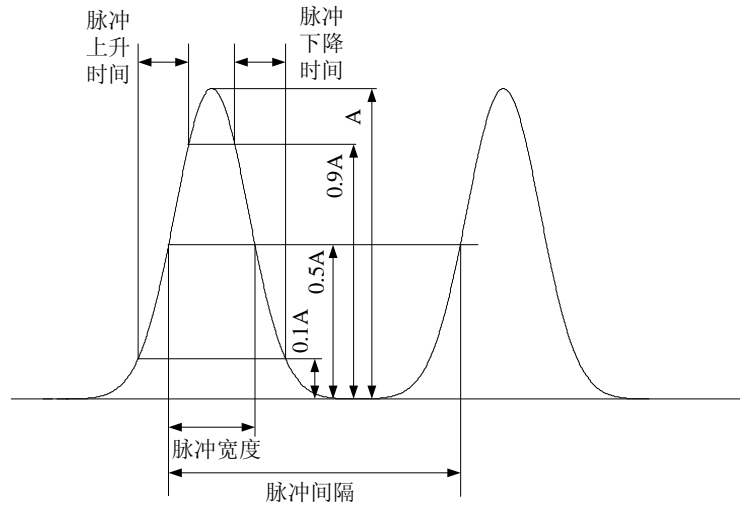
二、测距机

测距机（DME）信号波形如下：

DME脉冲波形为钟形脉冲，其时域波形函数表示如下：

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{t^2}{2\sigma^2} \right]$$

其中： σ 为高斯脉冲陡度，近似于等幅度矩形面积的半宽度。



其中，按照民航标准要求，脉冲宽度为： $3.5\mu\text{s}\pm 0.5\mu\text{s}$ ，脉冲上升时间： $2.0\mu\text{s}\pm 0.25\mu\text{s}$ ，脉冲下降时间： $2.5\mu\text{s}\pm 0.5\mu\text{s}$ ；脉冲间隔为：X模式 $12\mu\text{s}\pm 0.5\mu\text{s}$ ，Y模式 $30\mu\text{s}\pm 0.5\mu\text{s}$ 。

附录 E

DME 频率表

波道号/模式	询问频率	应答频率	波道号/模式	询问频率	应答频率
1X	1025MHz	962MHz	1Y	1025MHz	1088MHz
2X	1026MHz	963MHz	2Y	1026MHz	1089MHz
3X	1027MHz	964MHz	3Y	1027MHz	1090MHz
4X	1028MHz	965MHz	4Y	1028MHz	1091MHz
5X	1029MHz	966MHz	5Y	1029MHz	1092MHz
6X	1030MHz	967MHz	6Y	1030MHz	1093MHz
7X	1031MHz	968MHz	7Y	1031MHz	1094MHz
8X	1032MHz	969MHz	8Y	1032MHz	1095MHz
9X	1033MHz	970MHz	9Y	1033MHz	1096MHz
10X	1034MHz	971MHz	10Y	1034MHz	1097MHz
11X	1035MHz	972MHz	11Y	1035MHz	1098MHz
12X	1036MHz	973MHz	12Y	1036MHz	1099MHz
13X	1037MHz	974MHz	13Y	1037MHz	1100MHz
14X	1038MHz	975MHz	14Y	1038MHz	1101MHz
15X	1039MHz	976MHz	15Y	1039MHz	1102MHz
16X	1040MHz	977MHz	16Y	1040MHz	1103MHz
17X	1041MHz	978MHz	17Y	1041MHz	1104MHz
18X	1042MHz	979MHz	18Y	1042MHz	1105MHz
19X	1043MHz	980MHz	19Y	1043MHz	1106MHz
20X	1044MHz	981MHz	20Y	1044MHz	1107MHz
21X	1045MHz	982MHz	21Y	1045MHz	1108MHz
22X	1046MHz	983MHz	22Y	1046MHz	1109MHz
23X	1047MHz	984MHz	23Y	1047MHz	1110MHz
24X	1048MHz	985MHz	24Y	1048MHz	1111MHz
25X	1049MHz	986MHz	25Y	1049MHz	1112MHz
26X	1050MHz	987MHz	26Y	1050MHz	1113MHz
27X	1051MHz	988MHz	27Y	1051MHz	1114MHz
28X	1052MHz	989MHz	28Y	1052MHz	1115MHz
29X	1053MHz	990MHz	29Y	1053MHz	1116MHz
30X	1054MHz	991MHz	30Y	1054MHz	1117MHz
31X	1055MHz	992MHz	31Y	1055MHz	1118MHz
32X	1056MHz	993MHz	32Y	1056MHz	1119MHz
33X	1057MHz	994MHz	33Y	1057MHz	1120MHz
34X	1058MHz	995MHz	34Y	1058MHz	1121MHz
35X	1059MHz	996MHz	35Y	1059MHz	1122MHz

波道号/模式	询问频率	应答频率		波道号/模式	询问频率	应答频率
36X	1060MHz	997MHz		36Y	1060MHz	1123MHz
37X	1061MHz	998MHz		37Y	1061MHz	1124MHz
38X	1062MHz	999MHz		38Y	1062MHz	1125MHz
39X	1063MHz	1000MHz		39Y	1063MHz	1126MHz
40X	1064MHz	1001MHz		40Y	1064MHz	1127MHz
41X	1065MHz	1002MHz		41Y	1065MHz	1128MHz
42X	1066MHz	1003MHz		42Y	1066MHz	1129MHz
43X	1067MHz	1004MHz		43Y	1067MHz	1130MHz
44X	1068MHz	1005MHz		44Y	1068MHz	1131MHz
45X	1069MHz	1006MHz		45Y	1069MHz	1132MHz
46X	1070MHz	1007MHz		46Y	1070MHz	1133MHz
47X	1071MHz	1008MHz		47Y	1071MHz	1134MHz
48X	1072MHz	1009MHz		48Y	1072MHz	1135MHz
49X	1073MHz	1010MHz		49Y	1073MHz	1136MHz
50X	1074MHz	1011MHz		50Y	1074MHz	1137MHz
51X	1075MHz	1012MHz		51Y	1075MHz	1138MHz
52X	1076MHz	1013MHz		52Y	1076MHz	1139MHz
53X	1077MHz	1014MHz		53Y	1077MHz	1140MHz
54X	1078MHz	1015MHz		54Y	1078MHz	1141MHz
55X	1079MHz	1016MHz		55Y	1079MHz	1142MHz
56X	1080MHz	1017MHz		56Y	1080MHz	1143MHz
57X	1081MHz	1018MHz		57Y	1081MHz	1144MHz
58X	1082MHz	1019MHz		58Y	1082MHz	1145MHz
59X	1083MHz	1020MHz		59Y	1083MHz	1146MHz
60X	1084MHz	1021MHz		60Y	1084MHz	1147MHz
61X	1085MHz	1022MHz		61Y	1085MHz	1148MHz
62X	1086MHz	1023MHz		62Y	1086MHz	1149MHz
63X	1087MHz	1024MHz		63Y	1087MHz	1150MHz
64X	1088MHz	1151MHz		64Y	1088MHz	1025MHz
65X	1089MHz	1152MHz		65Y	1089MHz	1026MHz
66X	1090MHz	1153MHz		66Y	1090MHz	1027MHz
67X	1091MHz	1154MHz		67Y	1091MHz	1028MHz
68X	1092MHz	1155MHz		68Y	1092MHz	1029MHz
69X	1093MHz	1156MHz		69Y	1093MHz	1030MHz
70X	1094MHz	1157MHz		70Y	1094MHz	1031MHz
71X	1095MHz	1158MHz		71Y	1095MHz	1032MHz
72X	1096MHz	1159MHz		72Y	1096MHz	1033MHz
73X	1097MHz	1160MHz		73Y	1097MHz	1034MHz
74X	1098MHz	1161MHz		74Y	1098MHz	1035MHz
75X	1099MHz	1162MHz		75Y	1099MHz	1036MHz
76X	1100MHz	1163MHz		76Y	1100MHz	1037MHz
77X	1101MHz	1164MHz		77Y	1101MHz	1038MHz

波道号/模式	询问频率	应答频率		波道号/模式	询问频率	应答频率
78X	1102MHz	1165MHz		78Y	1102MHz	1039MHz
79X	1103MHz	1166MHz		79Y	1103MHz	1040MHz
80X	1104MHz	1167MHz		80Y	1104MHz	1041MHz
81X	1105MHz	1168MHz		81Y	1105MHz	1042MHz
82X	1106MHz	1169MHz		82Y	1106MHz	1043MHz
83X	1107MHz	1170MHz		83Y	1107MHz	1044MHz
84X	1108MHz	1171MHz		84Y	1108MHz	1045MHz
85X	1109MHz	1172MHz		85Y	1109MHz	1046MHz
86X	1110MHz	1173MHz		86Y	1110MHz	1047MHz
87X	1111MHz	1174MHz		87Y	1111MHz	1048MHz
88X	1112MHz	1175MHz		88Y	1112MHz	1049MHz
89X	1113MHz	1176MHz		89Y	1113MHz	1050MHz
90X	1114MHz	1177MHz		90Y	1114MHz	1051MHz
91X	1115MHz	1178MHz		91Y	1115MHz	1052MHz
92X	1116MHz	1179MHz		92Y	1116MHz	1053MHz
93X	1117MHz	1180MHz		93Y	1117MHz	1054MHz
94X	1118MHz	1181MHz		94Y	1118MHz	1055MHz
95X	1119MHz	1182MHz		95Y	1119MHz	1056MHz
96X	1120MHz	1183MHz		96Y	1120MHz	1057MHz
97X	1121MHz	1184MHz		97Y	1121MHz	1058MHz
98X	1122MHz	1185MHz		98Y	1122MHz	1059MHz
99X	1123MHz	1186MHz		99Y	1123MHz	1060MHz
100X	1124MHz	1187MHz		100Y	1124MHz	1061MHz
101X	1125MHz	1188MHz		101Y	1125MHz	1062MHz
102X	1126MHz	1189MHz		102Y	1126MHz	1063MHz
103X	1127MHz	1190MHz		103Y	1127MHz	1064MHz
104X	1128MHz	1191MHz		104Y	1128MHz	1065MHz
105X	1129MHz	1192MHz		105Y	1129MHz	1066MHz
106X	1130MHz	1193MHz		106Y	1130MHz	1067MHz
107X	1131MHz	1194MHz		107Y	1131MHz	1068MHz
108X	1132MHz	1195MHz		108Y	1132MHz	1069MHz
109X	1133MHz	1196MHz		109Y	1133MHz	1070MHz
110X	1134MHz	1197MHz		110Y	1134MHz	1071MHz
111X	1135MHz	1198MHz		111Y	1135MHz	1072MHz
112X	1136MHz	1199MHz		112Y	1136MHz	1073MHz
113X	1137MHz	1200MHz		113Y	1137MHz	1074MHz
114X	1138MHz	1201MHz		114Y	1138MHz	1075MHz
115X	1139MHz	1202MHz		115Y	1139MHz	1076MHz
116X	1140MHz	1203MHz		116Y	1140MHz	1077MHz
117X	1141MHz	1204MHz		117Y	1141MHz	1078MHz
118X	1142MHz	1205MHz		118Y	1142MHz	1079MHz
119X	1143MHz	1206MHz		119Y	1143MHz	1080MHz

波道号/模式	询问频率	应答频率		波道号/模式	询问频率	应答频率
120X	1144MHz	1207MHz		120Y	1144MHz	1081MHz
121X	1145MHz	1208MHz		121Y	1145MHz	1082MHz
122X	1146MHz	1209MHz		122Y	1146MHz	1083MHz
123X	1147MHz	1210MHz		123Y	1147MHz	1084MHz
124X	1148MHz	1211MHz		124Y	1148MHz	1085MHz
125X	1149MHz	1212MHz		125Y	1149MHz	1086MHz
126X	1150MHz	1213MHz		126Y	1150MHz	1087MHz