

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

## 甚高频信标导航测试仪校准规范

Calibration Specification for VHF NAV 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

# 甚高频信标导航测试仪 校准规范

JJF XXXX—202X

Calibration Specification for VHF NAVtest set

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国测试技术研究院

成都飞机工业（集团）有限责任公司

中国计量科学研究院

参加起草单位：辽宁东测检测技术有限公司

西安诚全蓝创测控技术有限公司

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：**

孟令刚（中国测试技术研究院）

严小锐（成都飞机工业（集团）有限责任公司）

聂梅宁（中国计量科学研究院）

**参加起草人：**

何 山（中国测试技术研究院）

匡锐丹（成都飞机工业（集团）有限责任公司）

李建枫（辽宁东检检测技术有限公司）

严玉国（西安诚全蓝创测控技术有限公司）

# 目 录

引 言 .....	I
1 范围 .....	2
2 引用文件 .....	2
3 术语和计量单位 .....	2
3.1 仪表着陆系统 (ILS) .....	2
3.2 航向信标 (Localizer, LOC) .....	2
3.3 下滑角 (ILS glide path, GS) .....	2
3.4 调制度差 (DDM) .....	2
3.5 甚高频全向信标 (VOR) .....	2
3.6 基准相位 .....	3
3.7 可变相位 .....	3
4 概述 .....	3
5 计量特性 .....	3
5.1 射频频率 .....	3
5.2 射频功率 .....	3
5.3 谐波和非谐波 .....	3
5.4 驻波比 .....	3
5.5 指点信标 (MB) .....	3
5.6 全向信标 (VOR) .....	4
5.7 航向信标 (LOC) .....	4
5.8 下滑信标 (GS) .....	5
5.9 仪表着陆 .....	5
5.10 通讯调幅 .....	6
5.11 通讯调频 .....	6
5.12 选择呼叫 (SELCAL) .....	6
5.13 频率计 .....	6
5.14 调幅表 .....	6
5.15 调频表 .....	6
5.16 驻波比表 .....	7
5.17 功率表 .....	7
5.18 121.5 MHz/243.0 MHz 信标 .....	7
5.19 单边带接收 .....	7
5.20 单边带发射 .....	7
5.21 音频调制度差 (DDM) .....	7
6 校准条件 .....	7
6.1 环境条件 .....	7
6.2 校准用设备 .....	8
7 校准项目和校准方法 .....	9
7.1 外观及工作正常性检查 .....	10
7.2 自检检查 .....	10
7.3 射频频率校准 .....	10
7.4 射频功率校准 .....	10

7.5 谐波和非谐波校准 .....	11
7.6 驻波比校准 .....	11
7.7 指点信标校准 .....	11
7.8 伏尔校准 .....	12
7.9 航向信标(LOC)校准 .....	12
7.10 下滑信标(GS)校准 .....	13
7.11 仪表着陆(ILS)校准 .....	14
7.12 通讯调幅校准 .....	15
7.13 通讯调频校准 .....	15
7.14 选择呼叫(SELCOM)校准 .....	15
7.15 频率计校准 .....	15
7.16 调幅表校准 .....	16
7.17 调频表校准 .....	16
7.18 驻波比表校准 .....	17
7.19 功率表校准 .....	17
7.20 121.5/243.0 MHz 信标校准 .....	18
7.21 单边带接收校准 .....	18
7.22 单边带发射校准 .....	18
7.23 音频调制度差(DDM)校准 .....	19
8 校准结果 .....	19
9 复校时间间隔 .....	20
附录 A 典型型号甚高频信标导航测试仪校准项目推荐 .....	21
附录 B 典型型号甚高频信标导航测试仪校准选点推荐 .....	错误!未定义书签。
附录 C 原始记录参考格式 .....	错误!未定义书签。
附录 D 校准证书内页格式 .....	40
附录 E 测量结果不确定度评定示例 .....	错误!未定义书签。
附录 F 航向频率/下滑频率指配表 .....	错误!未定义书签。
附录 G 甚高频全向信标(VOR)频率指配表 .....	50

# 引 言

本规范依据 JJF 1071 《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 《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1 《测量不确定度评定与表示》。

本规范首次发布。

# 甚高频信标导航测试仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于单一的仪表着陆测试仪（模拟器）、全向信标测试仪（模拟器），以及信号发生器中配置的仪表着陆信标和（或）全向信标的校准。在实际使用中由于仪表着陆信标与全向信标测试仪工作频段相近，常在同一台测试仪中集成使用。本规范也适用于仪表着陆信标和全向信标一体化集成的甚高频导航测试仪的校准。

## 2 引用文件

国际民航公约附件十 航空电信分册 第一卷 无线电导航设备；  
MH 4006.1《航空无线电导航设备 第1部分 仪表着陆系统（ILS）技术要求》；  
MH 4006.2《航空无线电导航设备 第2部分 甚高频全向信标（VOR）技术要求》；  
凡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 仪表着陆系统（ILS）

仪表着陆系统是一种飞行器进近和着陆引导系统，包含航向信标、下滑设备及指点信标。

### 3.2 航向信标（Localizer, LOC）

测得的调制度差与偏离适当基准线的适当位移的比率。

注：航向信标频率在108 MHz~111.975 MHz频段中，是以50 kHz为步进，且十分位上是奇数的频率点，总共有40个。

### 3.3 下滑角（ILS glide path, GS）

表示 ILS 平均下滑道直线与水平面之间的夹角。

注：下滑信标频率在 328.6 MHz~335.4 MHz 频段中，是与航向频率配对使用的频率点，总共有40个。

### 3.4 调制度差（DDM）

仪表着陆系统（ILS）调制信号中，较大信号的调制度百分比减去较小信号的调制度百分比，再除以100。

### 3.5 甚高频全向信标（VOR）

一种工作于甚高频波段，提供装有相应设备的飞行器相对于该地面设备此方位信息的导航系统。

注：甚高频全向信标频率包含两段：

a) 终端VOR频率，即在108MHz~111.975MHz频段中，以50 kHz为步进，且十分位上是偶数的频率点，总共有40个；

b) 航路导航VOR频率，即在112MHz~117.975MHz 频段中，以50 kHz为步进的频率点，总共有120

个。

### 3.6 基准相位

甚高频全向信标辐射的两个30Hz调制信号中一个调制信号的相位，与观察角无关。

### 3.7 可变相位

甚高频全向信标辐射的两个30Hz调制信号中的一个调制信号的相位，与观察角有关。同时，在同一时刻的不同方向上，该调制信号的相位不同。

## 4 概述

甚高频信标导航测试仪（以下简称测试仪）是主要用于测量机载仪表着陆接收机、机载全向信标接收机的导航测量设备。它主要包含仪表着陆航向信标模拟信号、下滑信标模拟信号、指点信标模拟信号，以及全向信标模拟信号等。可以对机载仪表着陆接收机、机载全向信标接收机的接收频率、接收灵敏度、调制度差和 VOR 方位进行测试或校准。

## 5 计量特性

### 5.1 射频频率

范围：10 MHz～400 MHz，最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-6}$

### 5.2 射频功率

范围：13 dBm～-120 dBm，最大允许误差： $\pm 0.5$  dB～ $\pm 3$  dB

### 5.3 谐波和非谐波

二次谐波 $< -20$ dBc；三次谐波 $< -30$ dBc

非谐波 $< (-32$ dBc～ $-70$  dBc)

### 5.4 驻波比

驻波比： $< 1.35$

### 5.5 指点信标（MB）

#### 5.5.1 调制频率

测量点：400Hz、1300Hz、3000Hz

最大允许误差： $\pm 0.02\%$ ～ $\pm 2\%$

#### 5.5.2 调幅度

400 Hz 的调幅度 95%：最大允许误差： $\pm 5\%$

1300 Hz 的调幅度 95%：最大允许误差： $\pm 5\%$

3000Hz 的调幅度 95%：最大允许误差： $\pm 5\%$

#### 5.5.3 失真度

测量点：400Hz，失真度 $< 5\%$

测量点：1300Hz、3000Hz，失真度 $< 3.75\%$



## 5.6 全向信标 (VOR)

### 5.6.1 调制频率

测量点：30Hz、9960Hz、1020Hz

最大允许误差： $\pm 0.02\% \sim \pm 1\%$

### 5.6.2 调幅度

30 Hz 的调幅度 30%：最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

9960 Hz 的调幅度 30%：最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

1020 Hz 的调幅度 30%：最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

30 Hz、9960 Hz 合成信号的调幅度 60%：最大允许误差： $\pm 2\% \sim \pm 4\%$

### 5.6.3 调频频偏

测量点：480Hz

最大允许误差： $\pm 25\text{Hz}$

### 5.6.4 VOR 方位

测量范围： $0^\circ \sim 360^\circ$

最大允许误差： $\pm 0.05^\circ \sim \pm 0.5^\circ$

### 5.6.5 失真度

测量点：30Hz、9960Hz、1020Hz

失真度： $< 2\%$

### 5.6.6 合成调幅度

测量点：60%

最大允许误差： $\pm 3\%$

## 5.7 航向信标 (LOC)

### 5.7.1 航向 DDM

测量范围： $-0.400 \sim 0.400$

最大允许误差： $\pm 0.0003 \sim \pm 0.02$

### 5.7.2 相位偏移

测量范围： $0^\circ \sim 120^\circ$

最大允许误差： $\pm 0.5^\circ$

### 5.7.3 调制频率

测量点：90Hz、150 Hz、1020Hz

最大允许误差： $\pm 0.02\% \sim \pm 1\%$

### 5.7.4 调幅度

90Hz 的调幅度 (40%) 最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

150Hz 的调幅度 (40%) 最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

1020Hz 的调幅度 (30%) 最大允许误差： $\pm 1\% \sim \pm 2\%$

## 5.7.5 失真度

测量点：90Hz、150 Hz

失真度：< 2.5%

## 5.7.6 合成调幅度

测量点 37%的最大允许误差：±2%

测量点 90Hz、150 Hz、1020Hz 的要求值：44%~50%

## 5.8 下滑信标 (GS)

## 5.8.1 下滑 DDM

测量范围：-0.800~+0.800

最大允许误差：±0.0003~±0.025

## 5.8.2 相位偏移

测量范围：0° ~120°

最大允许误差：±0.5°

## 5.8.3 调制频率

测量点：90Hz、150 Hz

最大允许误差：±0.02%~±1%

## 5.8.4 调幅度

90 Hz 测量点调幅度 (40%) 最大允许误差：±1%~±2%

150 Hz 测量点调幅度 (40%) 最大允许误差：±1%~±2%

## 5.8.5 失真度

测量点：90Hz、150 Hz

失真度：< 2.5%

## 5.8.6 合成调幅度

测量点：75%

最大允许误差：±3%

## 5.9 仪表着陆

## 5.9.1 指点信标 (MB)

测量点 75 MHz 的最大允许误差：±1×10<sup>-6</sup>

测量点 400Hz、1300Hz、3000Hz 的最大允许误差：±0.02%

测量点 95%的最大允许误差：±5%

失真度：< 3.75%~5%

## 5.9.2 航向信标 (LOC)

测量点 108.1 MHz 的最大允许误差：±1×10<sup>-6</sup>

测量点 90 Hz、150 Hz、1020 Hz 的最大允许误差：±0.02%

测量点-10 dBm 的最大允许误差：±2.5 dB

测量点 20%、30% 的最大允许误差：±2%

失真度：< 2.5%

测量范围 -0.200~+0.200 的最大允许误差：±(0.0015+3%×测量点) ~  
±(0.0025+3%×测量点)

测量点 0° ~120° 的最大允许误差：±0.5°

### 5.9.3 下滑信标 (GS)

测量点：-10 dBm、-30 dBm

最大允许误差：±3 dB

## 5.10 通讯调幅

### 5.10.1 调制频率

测量点 1020 Hz 的最大允许误差：±0.20 Hz

### 5.10.2 调幅度

测量点 1020 Hz 的最大允许误差：±2%

### 5.10.3 失真度

测量点 1020 Hz 的失真度：<2.5%

## 5.11 通讯调频

### 5.11.1 调制频率

测量点 1000 Hz 的最大允许误差：±0.20 Hz

### 5.11.2 调频频偏

测量点 5kHz 的最大允许误差：±500 Hz

### 5.11.3 失真度

测量点 1000 Hz 的失真度：<5%

## 5.12 选择呼叫 (SELCAL)

### 5.12.1 音频频率

测量范围：312.6 Hz~1479.1 Hz

最大允许误差：±0.02%

### 5.12.2 调幅度

最大允许误差：±4%

## 5.13 频率计

测量范围：1 MHz~399.999 MHz

最大允许误差：±2 Hz~±400 Hz

## 5.14 调幅表

测量范围：10%~99%

最大允许误差：±10%×读数

## 5.15 调频表

测量范围：1 kHz～15 kHz

最大允许误差：± (0.4 kHz + 8%×读数 )

#### 5.16 驻波比表

测量范围：10 MHz～400 MHz，SWR <3

最大允许误差：±0.2 或 ±20%×读数

测量范围：10 MHz～400 MHz，SWR >3

最大允许误差：±0.3 或 ±20% ×读数

#### 5.17 功率表

测量范围：10 MHz～100 MHz

最大允许误差：±12%×读数

测量范围：100 MHz～400 MHz

最大允许误差：±8%×读数

#### 5.18 121.5 MHz/243.0 MHz 信标

测量点：121.5MHz、243.0MHz

最大允许误差：±10%×读数

调幅度：>95%

调制信号测量范围：300 Hz～ 1600

最大允许误差：±8%×读数

#### 5.19 单边带接收

测量范围：24.999 MHz～25.001 MHz

最大允许误差：±100 Hz

#### 5.20 单边带发射

测量范围：19.999 MHz～20.001 MHz

最大允许误差：±6.5 Hz

#### 5.21 音频调制度差 (DDM)

测量范围：0.000～0.200

最大允许误差：±0.0003～±0.0053

注：以上技术指标是典型型号测试仪的全部技术指标集合，不同型号的测试仪因配置的功能不同，其需要校准的参数存在差异，此处仅提供作为参考，不作合格性判定依据。校准时应参考具体测试仪的技术指标，也可以参考附录A 典型型号甚高频导航测试仪校准项目推荐和附录B 典型型号甚高频测试仪校准选点推荐进行校准。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

a) 环境温度：(23±5)℃

b) 相对湿度：≤80%

- c) 供电电源：(220±11)V、(50±1)Hz
- d) 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动

## 6.2 校准用设备

### 6.2.1 测量接收机

- 频率测量范围：10 MHz～400 MHz
- 频率准确度：±1×10<sup>-7</sup>
- 电平测量范围：-127 dBm～+30 dBm
- 电平最大允许误差：±0.2dB～±0.5dB
- FM测量准确度：±1%×读数
- AM测量准确度：±1%×读数

### 6.2.2 调制度分析仪

- 频率测量范围：10 MHz～400 MHz
- VOR方位测量范围：0°～360°
- VOR方位最大允许误差：±0.03°～±0.1°（-60 dBm～+30 dBm）
- DDM测量范围：-0.8～+0.8
- DDM最大允许误差：±（0.0001+0.1%×读数）～±（0.0008+0.2%×读数）
- 相位最大允许误差：±0.03°
- 音频最大允许误差：±2×10<sup>-5</sup>

### 6.2.3 VOR信号接收机

- VOR方位测量范围：0°～360°
- 最大允许误差：±0.01°

### 6.2.4 频谱分析仪

- 频率测量范围：10 MHz～400 MHz
- 电平测量动态范围：≥110dB
- 电平测量最大允许误差：±0.5dB～±1.5dB

### 6.2.5 矢量网络分析仪

- 频率测量范围：10MHz～400MHz
- 驻波比测量范围：>1

### 6.2.5 衰减器

- 频率范围：10MHz～400MHz
- 衰减量：10dB

### 6.2.6 射频信号发生器

- 频率范围：10MHz～400MHz；
- 相对频率偏差：1×10<sup>-6</sup>

### 6.2.7 函数信号发生器

频率范围：0.1MHz～10MHz；

相对频率偏差： $\pm 1 \times 10^{-7}$

幅度峰峰值范围：10mV～10V

#### 6.2.8 功率放大器

频率范围：10MHz～400MHz

功率输出：大于25W

注：建议使用以上校准用设备，也可以使用技术指标不低于所列设备的其它设备。

### 7 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	校准项目
1	外观及工作正常性检查
2	自检检查
3	射频频率
4	射频功率
5	谐波和非谐波
6	驻波比
7	指点信标
8	伏尔
9	航向信标
10	下滑信标
11	仪表着陆
12	通讯调幅
13	通讯调频
14	选择呼叫
15	频率计
16	调幅表
17	调频表
18	驻波比表
19	功率表

20	121.5MHz/243.0MHz信标
21	单边带接收
22	单边带发射
23	音频调制度差 (DDM)
<p>注1: 校准项目以IFR4000型导航测试仪为主, 并补充其余各导航测试仪的特殊项目。具体各典型型号甚高频导航测试仪校准项目推荐表见附录A。</p> <p>注2: 校准方法选点以IFR4000型导航测试仪为例, 具体各典型型号甚高频导航测试仪校准点见附录B。</p>	

## 7.1 外观及工作正常性检查

7.1.1 被校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。

7.1.2 接通电源, 显示屏能正常显示。在附录C.1中记录检查结果。

## 7.2 自检检查

进入测试仪自检模式, 自检通过后, 在附录C.2记录自检结果。

## 7.3 射频频率校准

7.3.1 如图 1所示, 连接测试仪射频端或天线端至测量接收机输入端。

7.3.2 设置测试仪为连续波输出方式, 输出功率为-10dBm, 输出频率为108 MHz。

7.3.3 参照附录B.2.1的要求设置测试仪输出频率校准点, 在附录C.3中记录测量接收机测得的射频频率值。

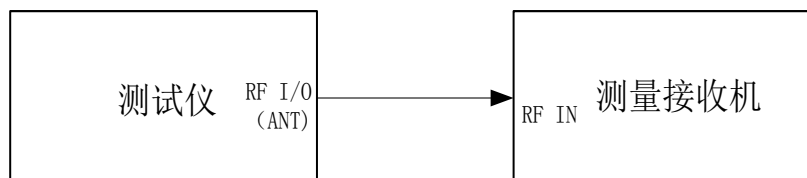


图 1 射频频率校准连接图

## 7.4 射频功率校准

### 7.4.1 天线端射频功率校准

a) 如图 2所示, 连接测量接收机功率传感器至测试仪天线端。

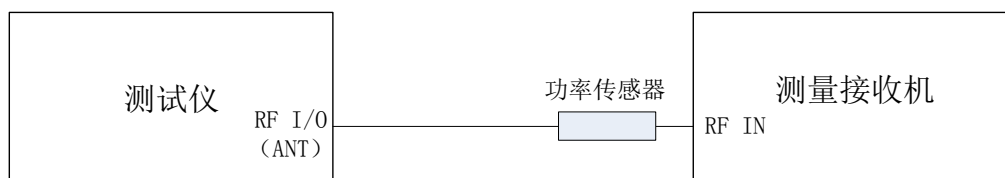


图 2 输出功率校准连接图

b) 设置测试仪为连续波输出方式, 输出功率为-12dBm, 输出频率为108 MHz。

c) 参照附录B.2.2的要求设置测试仪输出电平校准点, 并在附录C.4中记录测量接收机测得的射频电平值。

#### 7.4.2 射频端射频功率校准

- a) 将测量接收机功率传感器从测试仪天线端断开，连接至测试仪射频端。
- b) 设置测试仪为连续波输出方式，输出功率为-10dBm，输出频率为108 MHz。
- c) 参照附录B.2.2的要求设置测试仪输出电平校准点，并在附录C.4记录测量接收机测得的射频电平值。

#### 7.5 谐波和非谐波校准

7.5.1 如图3所示，连接测试仪射频端或天线端至频谱分析仪射频输入端。



图3 谐波与非谐波校准连接图

7.5.2 设置测试仪为连续波输出方式，输出功率为-10dBm，输出频率为75 MHz。

7.5.3 使用频谱分析仪测量输出信号的二次谐波、三次谐波与基波间相对电平，并记录于附录C.5中。

7.5.4 使用频谱分析仪测量输出信号的偏离载波的最大非谐波与基波间相对电平并记录于附录C.5中。

7.5.5 参照附录B.2.3的要求设置测试仪输出频率校准点，将测量接收机测得的谐波与非谐波记录于附录C.5中。

#### 7.6 驻波比校准

7.6.1 将测试仪电源关断。

7.6.2 如图4所示，连接测试仪射频端至矢量网络分析仪PORT1端。



图4 驻波比校准连接图

7.6.3 参照附录B.2.4的要求设置矢量网络分析仪的频率校准点，测量测试仪RF端的驻波比值，并在附录C.6中记录矢量网络分析仪与测得的驻波比值。

#### 7.7 指点信标校准

7.7.1 如图5所示，将测试仪的射频端或天线端连接至调制度分析仪射频输入端。





图5 指点信标校准连接图

7.7.2 设置测试仪为指点信标模式，分别设置调制频率为400Hz、1300Hz、3000Hz，输出电平为0 dBm。

7.7.3 在附录C.7中记录调制度分析仪上测得的射频频率、调制频率、调幅度、音频失真度。

## 7.8 伏尔校准

### 7.8.1 VOR 调制信号校准

a) 如图5所示，将测试仪的射频端或天线端连接至调制度分析仪射频输入端。

b) 设置测试仪为VOR模式：频率为108 MHz、电平为-10dBm、设置调制度分析仪至VOR接收状态。

c) 参照附录B.2.6-1的要求设置测试仪校准点，在附录C.8中记录测量接收机测得的调制频率、调幅度、音频失真度、合成调幅度。

### 7.8.2 VOR 方位校准

#### 7.8.2.1 射频直读法校准（方法一）

a) 仪器连接如图5所示。连接测试仪射频输出至调制度分析仪射频输入端；

b) 测试仪设置为VOR模式：频率为108MHz，电平为0dBm，方位为 $0^\circ$ ，T0/FROM为T0。

c) 按附录B.2.6-2设置测试仪伏尔的方位值，并在附录C.8中记录调制度分析仪测得的方位值。

#### 7.8.2.2 音频直读法（方法二）

a) 如图6所示，将测试仪的射频端或天线端连接至调制度表的射频输入端，调制度表的音频输出端连接至ZIFOR3的音频输入端。

b) 测试仪设置为VOR模式：频率为108MHz，电平为0dBm，方位为 $0^\circ$ ，T0/FROM为T0。



图6 伏尔方位校准连接图

c) 按附录B.2.6-2设置测试仪伏尔的方位值，并在附录C.8中纪录ZIFOR 3测得的方位值。

## 7.9 航向信标(LOC)校准

### 7.9.1 航向信标(LOC)射频DDM校准

航向信标(LOC)射频DDM校准的校准可以采用以下两种方法之一。

#### 7.9.1.1 直读测量法(方法一)

- a) 如图5所示,连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为航向信标模式:频率为108.1MHz,DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为仪表着陆(ILS)模式,参照附录B.2.7-1的要求设置测试仪DDM校准点,并在附录C.9中记录调制度分析仪测得的DDM值。

#### 7.9.1.2 调制度测量法(方法二)

- a) 如图3所示,连接测试仪的射频端或天线端至频谱分析仪;
- b) 设置测试仪为航向信标模式:频率为108.1MHz,DDM为0.000。
- c) 设置频谱分析仪到模拟解调分析功能,调用音频频谱分析模块。设置中心频率为航向信标的发射频率,音频扫描起止频率为80 Hz~200 Hz,用MARK功能标记读取音频频谱信号的电平峰值,分别测量出90Hz信号的调制度 $M_{90}$ ,150Hz信号的调制度 $M_{150}$ ,记录进附录C.24中。

- d) 按照公式(1)计算实测DDM的值,记录附录A表A.6-2中;

$$\text{DDM} = \frac{(M_{90} - M_{150})}{100} \quad (1)$$

式中:DDM表示调制度差;

$M_{90}$  表示90Hz信号的调制度;

$M_{150}$  表示150Hz信号的调制度。

- e) 参照附录B.2.7-1的要求设置测试仪DDM校准点,重复步骤c)~d),计算DDM值记录于附录C.24中。

### 7.9.2 相位偏移校准

- a) 如图5所示,连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为航向信标模式:频率为108.1MHz,DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为ILS Phase测量方式,参照附录B.2.7-2的要求设置测试仪相位偏移校准点,并在附录C.9中记录调制度分析仪测得的相位偏移值。

### 7.9.3 航向信标调制信号校准

- a) 如图5所示,连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为航向信标模式:频率为108.1MHz,DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为航向信标测量模式,参照附录B.2.7-3设置测试仪调制信号校准点,并在附录C.9中记录调制度分析仪测得的调制频率、调幅度、音频失真度、合成信号调制度。

## 7.10 下滑信标(GS)校准

### 7.10.1 下滑信标(GS)射频DDM校准

下滑信标(GS)射频DDM校准的校准可以采用以下两种方法之一。

## 7.10.1.1 直读测量法（方法一）

- a) 如图5所示，连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为下滑信标模式：频率为334.7 MHz，DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为仪表着陆（ILS）模式，参照附录B.2.8-1的要求设置测试仪DDM校准点，并在附录C.10中记录调制度分析仪测得的DDM值。

## 7.10.1.2 调制度测量法（方法二）

- a) 如图3所示，连接测试仪的射频端或天线端至频谱分析仪；
- b) 设置测试仪为下滑信标模式：频率为334.7 MHz，DDM为0.000。
- c) 设置频谱分析仪到模拟解调分析功能，调用音频频谱分析模块。设置中心频率为下滑信标的发射频率，音频扫描起止频率为80 Hz~200 Hz，用MARK功能标记读取音频频谱信号的电平峰值，分别测量出90Hz信号的调制度 $M_{90}$ ，150Hz信号的调制度 $M_{150}$ ，记录进附录C.25中；
- d) 按照公式（1）计算实测DDM的值，记录附录A表A.6-2中；
- e) 参照附录B.2.8-1的要求设置测试仪DDM校准点，重复步骤c)~d)，计算DDM值记录于附录C.25中。

## 7.10.2 相位偏移校准

- a) 如图5所示，连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为下滑信标模式：频率为334.7 MHz，DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为ILS Phase测量方式，参照附录B.2.8-2的要求设置测试仪相位偏移校准点，并在附录C.10中记录调制度分析仪测得的相位偏移值。

## 7.10.3 下滑信标调制信号校准

- a) 如图5所示，连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。
- b) 设置测试仪为下滑信标模式：频率为334.7 MHz，DDM为0.000。
- c) 设置调制度分析仪为ILS模式，参照附录B.2.8-3的要求设置测试仪调制信号校准点，并在附录C.10中记录调制度分析仪测得的调制频率、调幅度、音频失真度、合成信号调制度。

## 7.11 仪表着陆(ILS)校准

7.11.1 如图7所示，测试仪的天线端通过10 dB衰减器连接至调制度分析仪射频输入端；

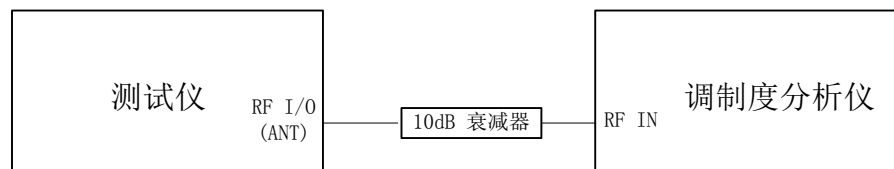


图 7 仪表着陆校准连接图

## 7.11.2 指点信标（MB）校准

- a) 设置测试仪至仪表着陆（ILS）模式：频率 108.1 MHz，电平-30 dBm，调制频率 400 Hz 输出功率。

b) 参照附录 B. 2. 9-1 的要求设置测试仪调制信号校准点, 并在附录 C. 11 中记录调制度分析仪测得的射频频率、调制频率、调幅度、音频失真度。

#### 7.11.3 航向信标 (LOC) 校准

a) 设置测试仪至航向信标(LOC)模式: 频率 108.1 MHz, 电平-30 dBm, DDM 为 0.000。

b) 参照附录 B. 2. 9-2 的要求设置测试仪调制信号校准点, 并在附录 C. 11 中记录调制度分析仪测得的射频频率、调制频率、调幅度、音频失真度、相位偏移。

c) 参照附录 B. 2. 9-2 的要求设置测试仪 DDM 校准点, 并在附录 C. 11 中记录调制度分析仪测得的 DDM 值。

#### 7.11.4 下滑信标 (GS) 功率校准

a) 如图 5 所示, 连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。

b) 设置测试仪至下滑信标 (GS) 模式: 频率 334.7 MHz, 电平-30 dBm。

c) 参照附录 B. 2. 9-3 的要求设置测试仪输出电平校准点, 并在附录 C. 11 中记录调制度分析仪测得的功率。

#### 7.12 通讯调幅校准

7.12.1 如图5所示, 连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。

7.12.2 设置测试仪至通讯调幅发射 (COMM AM Generating) 模式: 频率137 MHz, 电平10 dBm, 调制频率1020Hz。

7.12.3 参照附录 B. 2. 10 的要求设置测试仪调幅度和调制音频校准点, 并在附录 C. 12 中记录调制度分析仪测得的调制频率、音频失真度、调幅度。

#### 7.13 通讯调频校准

7.13.1 如图5所示, 连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。

7.13.2 设置测试仪至通讯调频发射 (COMM FM Generating) 模式: 频率156 MHz, 电平10 dBm, 调制频率1000Hz, 调频频偏5000Hz。

7.13.3 在附录 C. 13 中记录调制度分析仪测得的调制频率、音频失真度、调制频偏。

#### 7.14 选择呼叫 (SELCOM) 校准

7.14.1 如图5所示, 连接测试仪的射频端或天线端至调制度分析仪的射频输入端。

7.14.2 设置测试仪至选择呼叫 (SELCOM) 模式: 射频频率118 MHz, 电平10 dBm, 选择呼叫编码AAAA, 发射模式为连续。

7.14.3 按附录 B. 2. 12 设置测试仪的选择呼叫编码, 并在附录 C. 14 中记录调制度分析仪的编码频率和调幅度。

#### 7.15 频率计校准

7.15.1 如图 8 所示, 连接测试仪的天线端至射频信号发生器的射频输出端口。



图 8 频率计校准连接图

7.15.2 设置测试仪至通讯调幅接收（COMM AM RECEIVING）模式。设置射频信号发生器频率 10 MHz，电平-35 dBm。

7.15.3 按附录 B.2.13 设置射频信号发生器的频率校准点，并在附录 C.15 中记录测试仪上的频率值。

7.15.4 将射频信号发生器从测试仪的天线端断开，连接至射频端。

7.15.5 设置测试仪至通讯调幅接收（COMMAMRECEIVING）模式。设置射频信号发生器频率 10 MHz，电平 0 dBm。

7.15.6 按附录 B.2.13 设置射频信号发生器的频率校准点，并在附录 C.15 中记录测试仪上的频率值。

7.15.7 如图 9 所示，连接测试仪的辅助 I/O 端至函数信号发生器的输出端口。



图 9 频率计辅助 I/O 端校准连接图

7.15.8 设置函数信号发生器的频率为 1MHz，电压峰-峰值为 1V 正弦波，输出阻抗为 50 Ω。设置测试仪至频率计模式，分辨力为 1 Hz。

7.15.9 按附录 B.2.13 设置函数信号发生器的频率，并在附录 C.15 记录测试仪的频率测量值。

#### 7.16 调幅表校准

7.16.1 如图 8 所示，连接测试仪的天线端至射频信号发生器的射频输出端。

7.16.2 设置测试仪为通讯调幅接收（COMMAMRECEIVING）模式。设置射频信号发生器频率为 400 MHz。

7.16.3 按附录 B.2.14 中的设置射频信号发生器的调幅度和电平，并在附录 C.16 中记录测试仪的测量值。

#### 7.17 调频表校准

7.17.1 如图 8 所示，连接测试仪的天线端至射频信号发生器的射频输出端。

7.17.2 设置测试仪为通讯调频接收（COMFMRECEIVING）模式。设置射频信号发生器频率为 165 MHz，电平为-20dBm。

7.17.3 按附录 B.2.15 中的设置射频信号发生器的调频频偏和音频频率，并在附录 C.17 中记录测试仪的调频频偏测量值。

7.17.4 将射频信号发生器从测试仪的天线端断开，连接至射频端。

7.17.5 设置射频信号发生器频率为 165 MHz，电平为 0 dBm。

7.17.6 按附录 B.2.15 中的设置射频信号发生器的调频频偏和音频频率，并在附录 C.17

中记录测试仪的调频频偏测量值。

### 7.18 驻波比表校准

7.18.1 设置测试仪至驻波比（SWR）模式。

7.18.2 连接  $50\ \Omega$  负载至测试仪的 SWR 端。按附录 B.2.16 设置频率，并在附录 C.18 记录测试仪的测量值。

7.18.3 将  $50\ \Omega$  负载从测试仪的 SWR 端口断开，连接  $75\ \Omega$  负载至测试仪的 SWR 端。按附录 B.2.16 设置频率，并在附录 C.18 记录测试仪的测量值。

7.18.4 将  $75\ \Omega$  负载从测试仪的 SWR 端断开，连接  $100\ \Omega$  负载至测试仪的 SWR 端。按附录 B.2.16 设置频率，并在附录 C.18 中记录测试仪的测量值。

7.18.5 将  $100\ \Omega$  负载从测试仪的 SWR 端断开，连接  $150\ \Omega$  负载至测试仪的 SWR 端。按附录 B.2.16 设置频率，并在附录 C.18 中记录测试仪的测量值。

### 7.19 功率表校准

7.19.1 如图 11 所示，连接射频信号发生器的输出端至射频功率放大器的输入端；连接射频功率放大器的输出端至测试仪的射频端；

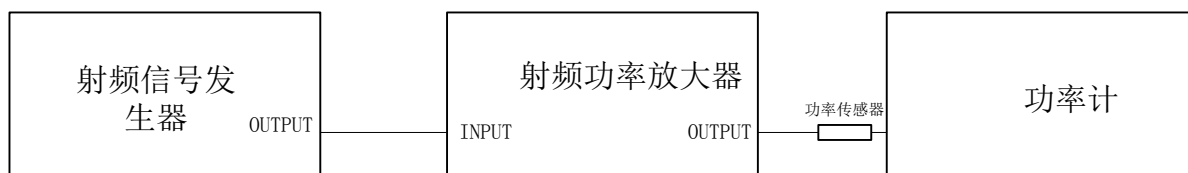


图 11 功率表校准连接图

7.19.2 设置测试仪至通讯调幅接收（COMMAMRECEIVING）模式。

7.19.3 设置射频信号发生器输出频率为  $100\text{MHz}$ ，输出电平  $-30\ \text{dBm}$ 。缓慢增加信号发生器的输出电平直至功率计显示为  $0.1\ \text{W}$ 。记录射频信号发生器的输出电平值至附录 C.19 中。

7.19.4 按附录 B.2.17 设置射频信号发生器的输出电平校准点，使功率计显示值为其他要求的功率值，并在附录 C.19 中记录射频信号发生器的输出电平值。

7.19.5 按附录 B.2.17 设置射频信号发生器的其他频率点，重复步骤 7.19.3~7.19.4，在附录 C.19 中记录射频信号发生器的输出电平值。

7.19.6 关闭信号发生器和功率放大器。

7.19.7 如图 12 所示，将测试仪的射频端连接至功率放大器的输出端。

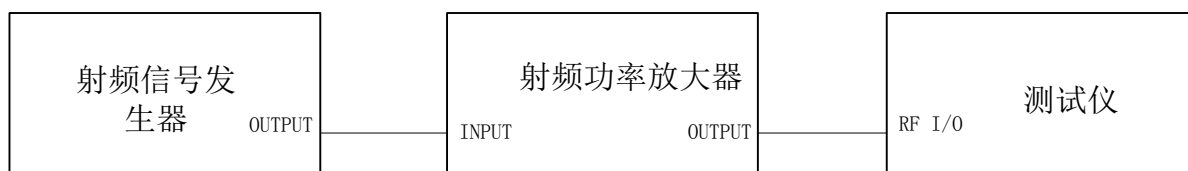


图 12 功率表校准连接图

7.19.8 将射频信号发生器的输出电平依次设置为附表 C.19 的记录的输出电平值，从测试仪上读取功率值，并记录在附录 C.19 中。

## 7.20 121.5/243.0 MHz 信标校准

7.20.1 如图 13 所示连接仪器，连接函数信号发生器的输出端至射频信号发生器的脉冲输入端，连接射频信号发生器的输出端至测试仪的天线端。



图 13 121.5/243.0 MHz 信标校准连接图

7.20.2 设置测试仪至 121.5/243.0 MHz 信标模式。

7.20.3 设置函数信号发生器如下：

功能	设置
输出阻抗	最大 (10k $\Omega$ )
波形	方波
高电平	5V
低电平	0V
占空比	33%
起始频率	1600Hz
截至频率	300Hz
扫描类型	开
扫描时间	33.3ms
扫描类型	线性

7.20.4 设置射频信号发生器的射频频率 121.5MHz，输出电平为-30dBm，外脉冲调制。

7.20.5 按附录 B.2.18 中的设置射频信号发生器的频率校准点，并在附录 C.20 中记录测试仪的射频频率、调幅度、信标起始频率、信标截止频率。

## 7.21 单边带接收校准

7.21.1 如图 8 所示，连接测试仪的天线端至射频信号发生器的射频输出端。

7.21.2 设置测试仪至单边带发射 (COMM SSB) 模式。

7.21.3 设置信号发生器频率为 25.000MHz，电平为-10dBm，按附录 B.2.19 设置信号发生器频率，并在附录 C.21 中记录测试仪的射频频率、调制频率。

## 7.22 单边带发射校准

7.22.1 如图 1 所示，连接测试仪天线端至测量接收机射频输入端。

7.22.2 设置测试仪至单边带发射 (COMM SSB) 模式。

7.22.3 设置测试仪频率为 20MHz，电平为-17dBm，单边带为上边带 (UPPER)，调制音频为 1000Hz。按附录 B.2.20 设置测试仪的频率，并在附录 C.22 中记录测量接收机的射频频率。

### 7.23 音频调制度差（DDM）校准

7.23.1 如图 14 所示，连接测试仪的音频输出端至数字多用表的电压输入端。



图 14 音频调制度差（DDM）校准连接图

7.23.2 设置测试仪为航向信标（LOC）模式，输出频率 108.1 MHz，选择音频控制模式，设置音频电平为 1 V<sub>rms</sub>，按附录 B.3.9 设置测试仪的 DDM 值，分别设置 90 Hz 开，150 Hz 关和 90Hz 关，150Hz 开，在附录 C.23 中记录数字多用表测得的音频电平值。

7.23.3 利用公式（2）计算实测 DDM 的值，记录附录 C.23 中。

$$\text{DDM} = 2 \times 20 \times \frac{V_{90\text{Hz}} \div V_{150\text{Hz}} - 1}{V_{90\text{Hz}} \div V_{150\text{Hz}} + 1} \times 0.01 \quad (2)$$

式中：

DDM 表示调制度差；

V<sub>90 Hz</sub> 表示 90 Hz 信号的音频电平；

V<sub>150 Hz</sub> 表示 150 Hz 信号的音频电平。

## 8 校准结果

校准结果应在校准证书或校准报告上反映。校准证书或报告至少应包括如下信息：

- 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) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，若与校准结果的有效性及应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性及应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；



o) 校准结果仅是对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

经校准的全向信标导航测试仪，发给校准证书或校准报告，加盖校准印章。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为1年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录A

## 典型型号甚高频信标导航测试仪校准项目推荐

附表 A.1 典型型号甚高频信标导航测试仪校准项目推荐表

序号	校准项目	各典型型号甚高频信标导航测试仪			
		T-36C	IFR4000	NAV-750C	2000R
1	外观及工作正常性检查	+	+	+	+
2	自检检查	+	+		+
3	射频频率	+	+	+	+
4	射频功率	+	+	+	+
5	谐波和非谐波		+	+	+
6	驻波比		+		
7	指点信标	+	+	+	+
8	伏尔	+	+	+	+
9	航向信标	+	+		+
10	下滑信标	+	+		+
11	仪表着陆		+	+	
12	通讯调幅		+		
13	通讯调频		+		
14	选择呼叫		+		+
15	频率计		+		
16	调幅表		+		
17	调频表		+		
18	驻波比表		+		
19	功率表		+		
20	121.5MHz/243.0MHz信标		+		
21	单边带接收		+		
22	单边带发射		+		
23	音频调制度差 (DDM)				+

注：“+”表示推荐校准的项目。

## 附录 B

## 典型型号甚高频信标导航测试仪校准选点推荐

## B.1 T-36C 甚高频导航测试仪校准选点

表 B.1.1 射频频率校准选点

功能开关	FREQ HI/MID/LO 开关	校准点 (MHz)
LOC	LO	108.10
	HI	111.95
VOR	LO	108.00
	HI	117.95
GS	LO	329.15
	HI	335.00
MB	LO	75.00
COMM	LO	108.00
	HI	174.00

表 B.1.2 射频功率校准选点

功能开关	FREQ HI/MID/LO 开关	校准点 (dBm)
LOC	LO	6.0
	HI	6.0
VOR	LO	6.0
	HI	6.0
GS	LO	0
	HI	0
MB	LO	13
COMM	LO	0
	HI	0

表 B.1.3 指点信标 (MB) 校准选点

开关位置	校准点
400/OM	95%
	400Hz
1300/MM	95%
	1300Hz
3000/IM	95%
	3000Hz

表 B.1.4 -1 VOR 调制信号校准选点

校准参数	校准点
9960Hz 调制度	30%
9960Hz 调制频率	9960Hz
调频频偏	480Hz
30Hz 调制度	30%
30Hz 调制频率	30.00Hz
合成信号调制度	60%

表 B.1.4 -2 VOR 方位校准选点

方位设置 T0(°)	校准点(°)
0	180
45	225
90	270
135	315
180	0
225	45
270	90
315	135

表 B. 1.5-1 航向信标 (LOC) DDM 校准选点

开关位置	校准点
R2	-0.155
R1	-0.093
OC	0.000
L1	0.093
L2	0.155

表 B. 1.5-2 航向信标 (LOC) 调制信号校准选点

项目	校准点
90Hz 调制度	20%
90Hz 调制频度	90.00Hz
150Hz 调制度	20%
150Hz 调制频率	150Hz
合成信号调制度	37%

表 B. 1.6-1 下滑信标 (GS) DDM 校准选点

开关位置	校准点
D2	-0.175

D1	-0.090
OC	0.000
U1	0.090
U2	0.175

表 B. 1.6-2 下滑信标 (GS) 调制信号校准选点

项目	校准点
90Hz 调制度	40%
90Hz 调制频度	90.00Hz
150Hz 调制度	10%
150Hz 调制频率	150Hz
合成信号调制度	75.0%

## B.2 IFR4000 甚高频信标导航测试仪校准选点

表 B.2.1 射频频率校准选点

功能设置	校准点(MHz)
航向信标 (LOC)	108.1
下滑信标 (GS)	334.7
指点信标 (MB)	75
甚高频全向信标 (VOR)	108
通讯信标 (COMM)	10、30、118、118.001、118.002、118.003、118.004、137、225、312、400

表 B.2.2 射频功率校准选点

校准端口	频率值(MHz)	校准点(dBm)
天线端	10、30、75、108.1、118、118.001、118.002、118.003、118.004、137、225、312、334.7、400	-30、-16
	118	-67、-57、-47、-37、-27、-17、-7、+3、+13
射频端	10、30、75、108.1、118、118.001、118.002、118.003、118.004、137、225、312、334.7、400	-50、-39
	118、334.7	-120、-112、-102、-92、-82、-72、-62、-52、-42、-32、-22、-12

表 B.2.3 谐波和非谐波校准选点

校准项目	校准点(MHz)
谐波	75、108、137、334.7、400
非谐波	10、30、75、108、137、334.7、400

表 B.2.4 驻波比校准选点

校准端口	校准点(MHz)
射频端	75、225、400
SWR 端	75、225、400

表 B.2.5 指点信标校准选点

校准参数	校准点
频率	400Hz、1300Hz、3000Hz
400Hz、1300Hz、3000Hz 调制度	95%
400Hz、1300Hz、3000Hz 失真度	——

表 B. 2. 6-1 VOR 调制信号校准选点

校准参数	校准点
频率	30Hz、1020Hz、9960Hz
30Hz、1020Hz、9960Hz 调制度	30%
30Hz、1020Hz、9960Hz 失真度	——
30Hz、9960Hz 调制度和	60%
调频频偏	480Hz

表 B. 2. 6-2 VOR 方位校准选点

校准参数	校准点
TO	30°、90°、150°、210°、270°、330°
FROM	1°、2°、10.1°、10.2°、30°、90°、150°、 210°、270°、330°

表 B. 2. 7-1 航向信标 DDM 校准选点

校准参数	校准点
DDM-Center	0.000
DDM-Left	-0.093、-0.155、-0.2
DDM-Right	0.093、0.094、0.095、0.096、0.097、0.155、 0.2

表 B. 2. 7-2 航向相位偏移校准选点

校准点
0°、5°、10°、20°、40°、80°、120°

表 B. 2. 7-3 航向信标调制信号校准选点

校准参数	校准点
频率	90Hz、150Hz、1020Hz
90Hz、150Hz、1020Hz 调幅度	20%、30%
90Hz、150Hz、1020Hz 失真度	——

表 B. 2. 8-1 下滑信标 DDM 校准选点

校准参数	准点
DDM-Center	0.000
DDM-UP	-0.091、-0.175、-0.4
DDM-DOWN	0.176、0.177、0.178、0.179、0.091、0.175、 0.4

表 B. 2. 8-2 下滑相位偏移校准选点

校准点
0°、5°、10°、20°、40°、80°、120°

表 B. 2. 8-3 下滑信标调制信号校准选点

校准参数	校准点
频率	90Hz、150Hz
90Hz、150Hz 调幅度	40%
90Hz、150Hz 失真度	---

表 B. 2. 9-1 仪表着陆-指点信标校准选点

校准参数	校准点
载波频率	75MHz
调制频率	400Hz、1300Hz、3000Hz
400Hz、1300Hz、3000Hz 调幅度	95%
400Hz、1300Hz、3000Hz 失真度	---

表 B. 2. 9-2 仪表着陆-航向信标校准选点

校准参数	校准点
载波频率	108.1MHz
调制频率	90Hz、150Hz、1020Hz
90Hz、150Hz、1020Hz 调幅度	20%、30%
90Hz、150Hz、1020Hz 失真度	---
DDM-Center	0.000
DDM-Left	-0.093、-0.155、-0.2
DDM-Right	0.093、0.094、0.095、0.096、0.097、0.155、0.2
相位偏移	0°、5°、10°、20°、40°、80°、120°

表 B. 2. 9-3 仪表着陆-下滑信标功率校准选点

校准参数	校准点
功率	-10dBm、-30dBm

表 B. 2. 10 通讯调幅校准选点

载波频率	校准参数	校准点
137MHz、312MHz	频率	1020Hz
	1020Hz 调幅度	30%
	1020Hz 失真度	---

表 B. 2. 11 通讯调频校准选点

校准参数	校准点
频率	1000Hz
调频频偏	5kHz
失真度	---

表 B. 2. 12 选择呼叫校准选点

项 目	校准点
-----	-----



音频 A 频率	312.6Hz
音频 A 调制度	80%
音频 B 频率	346.7Hz
音频 B 调制度	80%
音频 C 频率	384.6Hz
音频 C 调制度	80%
音频 D 频率	426.6Hz
音频 D 调制度	80%
音频 E 频率	473.2Hz
音频 E 调制度	80%
音频 F 频率	524.8Hz
音频 F 调制度	80%
音频 G 频率	582.1Hz
音频 G 调制度	80%
音频 H 频率	645.7Hz
音频 H 调制度	80%
音频 J 频率	716.1Hz
音频 J 调制度	80%
音频 K 频率	794.3Hz
音频 K 调制度	80%
音频 L 频率	881.0Hz
音频 L 调制度	80%
音频 M 频率	977.2Hz
音频 M 调制度	80%
音频 P 频率	1083.9Hz
音频 P 调制度	80%
音频 Q 频率	1202.3Hz
音频 Q 调制度	80%
音频 R 频率	1333.5Hz
音频 R 调制度	80%
音频 S 频率	1479.1Hz
音频 S 调制度	80%

表 B.2.13 频率计校准选点

校准端口	校准点 (MHz)
射频端、天线端	10、10.001、100.101、399.999
辅助端	1、1.00001、5.10001、9.99999

表 B.2.14 调幅表校准选点

校准端口	电平 (dBm)	校准点
天线端	-10、-20	10%、50%、90%
射频端	5	10%、50%、90%

表 B. 2. 15 调频表校准选点

校准端口	调制频率 (Hz)	校准点 (kHz)
天线端	400、1000	1、10、15
射频端	1000	1、10、15

表 B. 2. 16 驻波比表校准选点

负载 ( $\Omega$ )	频率 (MHz)	校准点
50	75、135、225、312、400	1.0
75		1.5
100		2.0
150		3.0

表 B. 2. 17 功率表校准选点

频率 (MHz)	校准点 (W)
100	0.1、1.0、5.0、10.0、20.0、25
300	0.1、1.0、5.0、10.0、20.0、25

表 B. 2. 18 121.5MHz/243.0MHz 信标校准选点

校准参数	校准点
频率	121.5MHz、243.0MHz
调制度	95%
信标起始频率	1600Hz
信标截止频率	100Hz

表 B. 2. 19 单边带接收校准选点

校准参数		校准点
载波频率 24.999 MHz、 25.001 MHz	调制频率	1000

表 B. 2. 20 单边带发射校准选点

校准参数	校准点
上边带	20.001 MHz
下边带	19.999 MHz

## B.3 NAV2000R 甚高频信标导航信号发生器校准选点推荐表

表 B.3.1 射频频率校准选点

功能设置	校准点(MHz)
通讯信标 (COMM)	0.15、100、100.00001、100.0001、100.001、100.01、100.1、450

表 B.3.2 射频功率校准选点

频率值(MHz)	校准点(dBm)
2.5、125、449	0、-1、-2、-4、-8、-16、-32、-40、-64、-80、-120、-127

表 B.3.3 谐波和非谐波校准选点

校准项目	校准点(MHz)
二次谐波	0.2、0.4、1.0、2.0、4.0、10、25、75、125、200、250、400
三次谐波	0.2、0.4、1.0、2.0、4.0、10、25、75、125、200、250、400

表 B.3.4 指点信标校准选点

校准参数	校准点
载波频率	75MHz、125 MHz、350 MHz
调制频率	1000Hz
1000Hz 调幅度	10%、25%、50%、75%、95%
1000Hz 失真度	——

表 B.3.5 VOR 方位校准选点

校准参数	校准点
FROM	0°、90°、180°、270°

表 B.3.6 航向信标 DDM 校准选点

校准参数	校准点
DDM	0.000、0.046、0.093、0.155、0.2

表 B.3.7 下滑信标 DDM 校准选点

校准参数	校准点
DDM	0.000、0.045、0.091、0.175、0.4

表 B.3.8 选择呼叫信标校准选点

校准参数	校准点
脉冲宽度	0.8 s
脉冲间隔	0.2 s

脉冲幅度	峰峰值 4V
------	--------

表 B. 3.9 航向信标 DDM 校准选点

校准参数	校准点
DDM	0.000、0.046、0.093、0.155、0.2

## B.4NAV750-C 甚高频信标导航信号发生器校准选点推荐表

表 B. 4.1 射频频率校准选点

校准点(MHz)
0.01、4.226750、8.443500、12.660250、16.887、21.0937499、21.039750、42.1874999、84.3749999、168.7499999、337.4999999、572.6623061、674.9999999、477.7995264、798.5954816、805.306368、952.9458688、959.6567552、1134.1398016、1140.850688、1145.3246122、1348.8881664

表 B. 4.2 射频功率校准选点

频率值 (MHz)	校准点 (dBm)
2.5、31、325、1125、1275	0、7、13
2.5、31、325、1125、1275	0、-6.1、-18.1、-30.1、-42.1、-54.1、-66.1、-78.1、-90.1、-102.1、-120

表 B. 4.3 谐波和非谐波校准选点

校准项目	校准点 (MHz)
二次谐波	0.1、10、200、337.5
三次谐波	0.1、10、200、337.5
非谐波	0.1、10、200、337.5

表 B. 4.4 指点信标校准选点

校准参数	校准点
载波频率	1.5MHz、31 MHz、200 MHz、1000
调制频率	1000Hz
1000Hz 调幅度	30%、80%
调幅刻度	5%、10%、20%、30%、35%、39%、39.1%、39.5%、39.9%、40%、50%、60%、70%、80%、85%
1000Hz 失真度	——

表 B. 4.5-1 VOR 方位校准选点

校准参数	校准点
TO	0°、90°、180°、270°
FROM	0°、90°、180°、270°

表 B. 4. 5-2 VOR 调制信号校准选点

校准参数	校准点
30Hz、9960Hz 调制度	30%
调频频偏刻度 载波：21MHz、25MHz、30MHz、35MHz 40MHz	210 kHz、250 kHz、300 kHz、 350 kHz、400kHz

## 附录 C

## 原始记录参考格式

表 C.1 外观及工作正常性检查

外观及工作正常性检查	
检查结果	

表 C.2 自检检查

自检检查	
检查结果	

表 C.3 射频频率校准

频率/MHz	实测值/MHz	$U_{rel} (k=2)$
...		
75		
...		
108		
...		

表 C.4 射频功率校准

天线端射频电平校准			
频率/MHz	标称值/dBm	实测值/dBm	$U (k=2)$
...			
75			
.....			
108			
...			
118	-67		
	...		
	-17		
	...		
	+13		
射频端射频电平校准			
频率/MHz	标称值/dBm	实测值/dBm	$U (k=2)$
...			
75			
...			
108			
...			
118	-12		
	...		
	-72		

	...		
	-120		
334.7	-12		
	...		
	-72		
	...		
	-120		

表 C.5 谐波和非谐波校准

频率/MHz	谐波实测值/dBc	$U$ ( $k=2$ )	非谐波实测值/dBc	$U$ ( $k=2$ )
10				
...				
400				

表 C.6 驻波比校准

频率/MHz	实测值	不确定度/ $U$	实测值	$U$ ( $k=2$ )
75				
225				
400				

表 C.7 指点信标 (MB) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
400Hz 频率		
400Hz 失真度		
400Hz 调制度		
1300Hz 频率		
1300Hz 失真度		
1300Hz 调制度		
3000Hz 频率		
3000Hz 失真度		
3000Hz 调制度		

表 C.8 伏尔 (VOR) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020Hz 频率		
1020Hz 失真度		
1020Hz 调制度		
30Hz 频率		
30Hz 失真度		
30Hz 调制度		
9960Hz 频率		
9960Hz 失真度		
9960Hz 调制度		

30Hz 和 9960Hz 调制度		
480Hz 调频频偏		
方位 30 °T0		
...		
方位 330 °T0		
方位 30 °FROM		
...		
方位 330 ° FROM		
方位 1 °FROM		
方位 2 ° FROM		
方位 10.1 °FROM		
方位 10.2 ° FROM		

表 C.9 航向信标 (LOC) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020Hz 频率		
1020Hz 失真度		
1020Hz 调制度		
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		

表 C.10 下滑信标 (GS) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
...		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		



表 C.11 仪表着陆校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
MARKER-频率		
400Hz 频率		
400Hz 失真度		
400Hz 调制度		
1300Hz 频率		
1300Hz 失真度		
1300Hz 调制度		
3000Hz 频率		
3000Hz 失真度		
3000Hz 调制度		
LOC-频率		
1020Hz 频率		
1020Hz 失真度		
1020Hz 调制度		
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
...		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		
G/S 电平(-30dBm)		
G/S 电平(-10dBm)		

表 C.12 通讯调幅校准

项目	VHF AM 实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020 Hz 频率		
1020 Hz 失真度		
1020 Hz 调制度		
项目	UHF AM 实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020 Hz		
1020 Hz 失真度		
30%		

表 C.13 通讯调频校准

项目	标称值	实测值	允许误差	$U$ ( $k=2$ )
1000 Hz 频率	1000Hz		$\pm 0.20\text{Hz}$	

失真度	/		<5%	
调频频偏	5kHz		±500Hz	

表 C.14 选择呼叫校准

项 目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
音频 A 频率		
音频 A 调制度		
--		
--		
音频 S 频率		
音频 S 调制度		

表 C.15 频率计校准

标称值/MHz	ANT 端口实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
10		
10.001		
100.101		
399.999		
标称值/MHz	RF I/O 端口实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
10		
10.001		
100.101		
399.999		
标称值/MHz	AUX I/O 端口 实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
1		
1.00001		
5.10001		
9.99999		

表 C.16 调幅度表校准

电平设置/dBm	实测值 (ANT 端口) /%	$U$ ( $k=2$ )
-20		
...		
-10		
...		
电平设置/dBm	实测值 (RFI/O 端口) /%	$U$ ( $k=2$ )
5		
...		

表 C.17 调频表校准

音频设置/Hz	实测值 (ANT 端口) /kHz	$U$ ( $k=2$ )
400		
...		

1000		
...		
音频设置/Hz	实测值 (RF I/O 端口) /kHz	$U$ ( $k=2$ )
1000		
...		

表 C.18 驻波比表校准

负载 ( $\Omega$ )	实测值					$U$ ( $k=2$ )
	75MHz	135MHz	225 MHz	312 MHz	400 MHz	
50						
75						
100						
150						

表 C.19 功率表校准

频率/MHz	输出电平/dBm	实测值/W	$U$ ( $k=2$ )
100			
...			
100			
300			
...			
300			

表 C.20 121.5MHz/243.0 MHz 信标校准

频率/MHz	标称值	实测值	允许误差	$U$ ( $k=2$ )
121.5	121.5 MHz		$\pm 121$ Hz	
	95%		$>95\%$	
	信标起始频率 1600 Hz		$\pm 160$ Hz	
	信标截止频率 100 Hz		$\pm 10$ Hz	
243.0	243.0 MHz		$\pm 243$ Hz	
	95%		$>95\%$	
	信标起始频率 1600 Hz		$\pm 160$ Hz	
	信标截止频率 100 Hz		$\pm 10$ Hz	

表 C.21 单边带接收校准

频率/MHz	标称值/Hz	实测值/Hz	允许误差/Hz	$U_{rel}$ ( $k=2$ )
25.001	1000		$\pm 100$	
24.999	1000		$\pm 100$	

表 C.22 单边带发射校准

项 目	标称值/MHz	实测值/Hz	允许误差/Hz	$U_{rel}$ ( $k=2$ )
上边带 (UPPER)	20.001		$\pm 6.5$	
下边带 (LOWER)	19.999		$\pm 6.5$	

表 C. 23 音频调制度差 (DDM) 校准

DDM 值	90Hz 实测值/V	150Hz 实测值/V	DDM 计算值	$U$ ( $k=2$ )
0.000				
...				
0.200				

表 C. 24 航向信标调制度差校准

DDM 设置值	M90	M150	M90-M150	$U$ ( $k=2$ )
0 DDM-Center				
...				

表 C. 25 下滑信标调制度差校准

设置值	M90	M150	M90-M150	$U$ ( $k=2$ )
0 DDM-Center				
...				

## 附录D

## 校准证书内页格式

表 D.1 外观及工作正常性检查

外观及工作正常性检查	
检查结果	

表 D.2 自检检查

自检检查	
检查结果	

表 D.3 射频频率校准

频率/MHz	实测值/MHz	$U_{rel} (k=2)$
...		
75		
...		
108		
...		

表 D.4 射频功率校准

天线端射频电平校准			
频率/MHz	标称值/dBm	实测值/dBm	$U (k=2)$
...			
75			
.....			
108			
...			
118	-67		
	...		
	-17		
	...		
	+13		
射频端射频电平校准			
频率/MHz	标称值/dBm	实测值/dBm	$U (k=2)$
...			
75			
...			
108			
...			
118	-12		
	...		
	-72		
	...		
	-120		

表 D.4 射频功率校准 (续)

334.7	-12		
	...		
	-72		
	...		
	-120		

表 D.5 谐波和非谐波校准

频率/MHz	谐波实测值/dBc	$U$ ( $k=2$ )	非谐波实测值/dBc	$U$ ( $k=2$ )
10				
...				
400				

表 D.6 驻波比较准

频率/MHz	实测值	不确定度/ $U$	实测值	$U$ ( $k=2$ )
75				
225				
400				

表 D.7 指点信标 (MB) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
400Hz频率		
400Hz失真度		
400Hz调制度		
1300Hz频率		
1300Hz失真度		
1300Hz调制度		
3000Hz频率		
3000Hz失真度		
3000Hz调制度		

表 D.8 伏尔 (VOR) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020Hz 频率		
1020Hz失真度		
1020Hz调制度		
30Hz 频率		
30Hz失真度		
30Hz调制度		
9960Hz 频率		
9960Hz失真度		
9960Hz调制度		
30Hz和9960Hz调制度		
480Hz调频频偏		
方位30 °T0		
...		
方位330 °T0		

表 D.8 伏尔 (VOR) 校准 (续)

方位30 °FROM		
...		
方位330 ° FROM		
方位1 °FROM		
方位2 ° FROM		
方位10.1 °FROM		
方位10.2 ° FROM		

表 D.9 航向信标 (LOC) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020Hz 频率		
1020Hz 失真度		
1020Hz 调制度		
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		

表 D.10 下滑信标 (GS) 校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
...		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		

表 D.11 仪表着陆校准

项目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
MARKER-频率		
400Hz 频率		
400Hz 失真度		
400Hz 调制度		
1300Hz 频率		
1300Hz 失真度		
1300Hz 调制度		
3000Hz 频率		
3000Hz 失真度		
3000Hz 调制度		
LOC-频率		
1020Hz 频率		
1020Hz 失真度		
1020Hz 调制度		
90Hz 频率		
90Hz 失真度		
90Hz 调制度		
150Hz 频率		
150Hz 失真度		
150Hz 调制度		
0 DDM-Center		
...		
0 °相位偏移		
...		
120 °相位偏移		
G/S 电平(-30dBm)		
G/S 电平(-10dBm)		

表 D.12 通讯调幅校准

项目	VHF AM 实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020 Hz 频率		
1020 Hz 失真度		
1020 Hz 调制度		
项目	UHF AM 实测值	$U$ ( $k=2$ )
1020 Hz		
1020 Hz 失真度		
30%		



表 D. 13 通讯调频校准

项目	标称值	实测值	允许误差	$U$ ( $k=2$ )
1000 Hz 频率	1000Hz		$\pm 0.20\text{Hz}$	
失真度	/		$<5\%$	
调频频偏	5kHz		$\pm 500\text{Hz}$	

表 D. 14 选择呼叫校准

项 目	实测值	$U$ ( $k=2$ )
音频 A 频率		
音频 A 调制度		
--		
--		
音频 S 频率		
音频 S 调制度		

表 D. 15 频率计校准

标称值/MHz	ANT 端口实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
10		
10.001		
100.101		
399.999		
标称值/MHz	RF I/O 端口实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
10		
10.001		
100.101		
399.999		
标称值/MHz	AUX I/O 端口 实测值/MHz	$U$ ( $k=2$ )
1		
1.00001		
5.10001		
9.99999		

表 D. 16 调幅度表校准

电平设置/dBm	实测值 (ANT 端口) /%	$U$ ( $k=2$ )
-20		
...		
-10		
...		
电平设置/dBm	实测值 (RFI/O 端口) /%	$U$ ( $k=2$ )
5		
...		

表 D. 17 调频表校准

音频设置/Hz	实测值 (ANT 端口) /kHz	$U$ ( $k=2$ )
400		
...		
1000		
...		
音频设置/Hz	实测值 (RF I/O 端口) /kHz	$U$ ( $k=2$ )
1000		
...		

表 D. 18 驻波比表校准

负载 / $\Omega$	实测值					$U$ ( $k=2$ )
	75MHz	135MHz	225 MHz	312 MHz	400 MHz	
50						
75						
100						
150						

表 D. 19 功率表校准

频率/MHz	输出电平/dBm	实测值/W	$U$ ( $k=2$ )
100			
...			
100			
300			
300			
300			
300			
300			
300			

表 D. 20 121.5MHz/243.0 MHz 信标校准

频率/MHz	标称值	实测值	允许误差	$U$ ( $k=2$ )
121.5	121.5 MHz		$\pm 121$ Hz	
	95%		$> 95\%$	
	信标起始频率 1600 Hz		$\pm 160$ Hz	
	信标截止频率 100 Hz		$\pm 10$ Hz	
243.0	243.0 MHz		$\pm 243$ Hz	
	95%		$> 95\%$	
	信标起始频率 1600 Hz		$\pm 160$ Hz	
	信标截止频率 100 Hz		$\pm 10$ Hz	

表 D. 21 单边带接收校准

频率/MHz	标称值/Hz	实测值/Hz	允许误差/Hz	$U_{rel} (k=2)$
25.001	1000		±100	
24.999	1000		±100	

表 D. 22 单边带发射校准

项 目	标称值/MHz	实测值/Hz	允许误差/Hz	$U_{rel} (k=2)$
上边带 (UPPER)	20.001		±6.5	
下边带 (LOWER)	19.999		±6.5	

表 D. 23 音频调制度差 (DDM) 校准

DDM 值	90Hz 实测值/V	150Hz 实测值/V	DDM 计算值	$U (k=2)$
0.000				
...				
0.200				

表 D. 24 航向信标调制度差校准

DDM 设置值	M90	M150	M90-M150	$U (k=2)$
0 DDM-Center				
...				

表 D. 25 下滑信标调制度差校准

设置值	M90	M150	M90-M150	$U (k=2)$
0 DDM-Center				
...				

## 附录E

## 测量结果不确定度评定示例

## E.1 航向信标(LOC) DDM 校准不确定度

## E.1.1 测量方法

使用具有 ILS/VOR 解调功能的测量接收机 FSMR3 对甚高频导航测试仪 IFR4000 输出的航向信标 (LOC)，以 108.1MHz、DDM-Left 为 0.2 为例，进行不确定度评定。

## E.1.2 不确定度来源

经分析，不确定度来源有以下 3 项：

- (1) 测量接收机 FSMR3 测不准引入的不确定度， $u_1$ ；
- (2) 测量接收机分辨力的不确定度， $u_2$ ；
- (3) 测量接收机测 DDM 的测量重复性引入的不确定度， $u_3$ 。

## E.1.3 标准不确定度评定

E.1.3.1 测量接收机测航向信标 DDM 不准引入的标准不确定  $u_1$ 

查上级计量技术机构出具的校准证书可知，测量接收机 FSMR 测量 DDM 时， $U=0.0001$  ( $k=2$ )，则其引入的不确定分量为  $u_1=0.00005$ 。

E.1.3.2 测量接收机分辨力引入的标准不确定度  $u_2$ 

测量航向信标 (LOC) DDM 的分辨力为 0.0001，按均匀分布，包含因子  $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的不确定分量为  $u_2=0.00006$ 。

E.1.3.3 重复性引入的标准不确定度  $u_3$ 

IFR4000 输出 108.1MHz 连续波信号，DDM 为 0.2，重复性测量结果，见表 E.1。

次数	1	2	3	4	5
测量结果	0.2019	0.2017	0.2018	0.2018	0.2018
次数	6	7	8	9	10
测量结果	0.2019	0.2019	0.2017	0.2018	0.2018

表 E.1 重复性测量结果

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为： $s(x)=7.3\times 10^{-5}$ ，取单次测量结果，则由重复性引入的标准不确定度为： $u_3=7.3\times 10^{-5}$ 。

## E.1.4 合成标准不确定度

由于测量接收机测量 DDM 时，因分辨力引入的不确定度分量大于重复性引入的不确定度分量，所以二者取大值，即  $u_3=7.3\times 10^{-5}$  带入计算合成标准不确定度。

计算得： $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2}=0.0015$ 。

## E.1.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度  $U$  为： $U=k\times u_c=0.0030$ 。

## E.2 全向信标(VOR)方位校准不确定度

### E.2.1 测量方法

使用具有 ILS/VOR 解调功能的测量接收机 FSMR3 校准甚高频导航测试仪 IFR4000 输出的全向信标 (VOR)，以 108.0MHz、VOR 方位为 30° 为例，进行不确定度评定。

### E.2.2 不确定度来源

经分析，不确定度来源有以下 3 项：

- (1) 测量接收机 FSMR3 测不准引入的不确定度， $u_1$ ；
- (2) 测量接收机分辨力的不确定度， $u_2$ ；
- (3) 测量接收机测 VOR 方位的测量重复性引入的不确定度， $u_3$ 。

### E.2.3 标准不确定度评定

#### E.2.3.1 测量接收机测 VOR 方位不准引入的标准不确定 $u_1$

查上级计量技术机构出具的校准证书可知，测量接收机 FSMR 测量 VOR 方位时， $U=0.02^\circ$  ( $k=2$ )，则其引入的不确定分量为  $u_1=0.01^\circ$ 。

#### E.2.3.2 测量接收机分辨力引入的标准不确定度 $u_2$

测量航向信标 (LOC) DDM 的分辨力为  $0.001^\circ$ ，按均匀分布，包含因子  $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的不确定分量为  $u_2=0.0003^\circ$ 。

#### E.2.3.3 重复性引入的标准不确定度 $u_3$

IFR4000 输出 VOR 方位为  $30^\circ$ ，重复性测量结果，见表 E.2。

表 E.2 重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5
测量结果( $^\circ$ )	29.970	29.979	29.972	29.965	29.974
次数	6	7	8	9	10
测量结果( $^\circ$ )	29.972	29.973	29.978	29.971	29.975

根据贝赛尔公式进行计算可得实验标准偏差为： $s(x)=0.004^\circ$ ，取单次测量结果，则由重复性引入的标准不确定度为： $u_3=0.004^\circ$ 。

### E.2.4 合成标准不确定度

由于测量接收机测 VOR 方位时，因分辨力引入的不确定度分量大于重复性引入的不确定度分量，所以二者取大值，即  $u_3=0.004^\circ$  带入计算合成标准不确定度。

计算得： $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = 0.011^\circ$ 。

### E.2.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度  $U$ 为： $U=k \times u_c=0.03^\circ$ 。

## 附录F

航向频率/下滑频率指配表

航向频率/MHz	下滑频率/MHz	航向频率/MHz	下滑频率/MHz
108.10	334.70	110.10	334.40
108.15	334.55	110.15	334.25
108.30	334.10	110.30	335.00
108.35	333.95	110.35	333.85
108.50	329.90	110.50	329.60
108.55	329.75	110.55	329.45
108.70	330.50	110.70	330.20
108.75	330.35	110.75	330.05
108.90	329.30	110.90	330.80
108.95	329.15	110.95	330.65
109.10	331.40	111.10	331.70
109.15	331.25	111.15	332.30
109.30	332.00	111.30	332.15
109.35	331.85	111.35	332.90
109.50	332.60	111.50	332.75
109.55	332.45	111.55	332.50
109.70	333.20	111.70	333.50
109.75	333.05	111.75	333.35
109.90	333.80	111.90	331.10
109.95	333.65	111.95	330.95

## 附录G

甚高频全向信标（VOR）频率指配表

序号	VOR 频率/MHz	序号	VOR 频率/MHz
1	108.00	21	110.00
2	108.05	22	110.05
3	108.20	23	110.20
4	108.25	24	110.25
5	108.40	25	110.40
6	108.45	26	110.45
7	108.60	27	110.60
8	108.65	28	110.65
9	108.80	29	110.80
10	108.85	30	110.85
11	109.00	31	111.00
12	109.05	32	111.05
13	109.20	33	111.20
14	109.25	34	111.25
15	109.40	35	111.40
16	109.45	36	111.45
17	109.60	37	111.60
18	109.65	38	111.65
19	109.80	39	111.80
20	109.85	40	111.85