



中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4001.1—2016

代替 MH/T 4001.1—2006

甚高频地空通信地面系统 第 1 部分：话音通信系统技术规范

Ground system of VHF air-ground communication—
Part 1: Technical specification for voice communication system

2016 - 05 - 09 发布

2016 - 08 - 01 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 分类及组成	1
5 总体性能要求	3
6 技术指标	5
7 工作环境	11
8 测试方法	11
附录 A（规范性附录） 甚高频收、发信机主要技术指标测试方法	12

A large, semi-transparent blue watermark consisting of the letters 'M' and 'H' in a bold, sans-serif font is centered on the page. The 'M' is on the left and the 'H' is on the right, with a horizontal bar connecting them in the middle.

前 言

MH/T 4001《甚高频地空通信地面系统》计划分为以下部分：

- 第 1 部分：话音通信系统技术规范；
- 第 2 部分：数据通信系统技术规范。

本部分为 MH/T 4001 的第 1 部分。

本部分代替并废除 MH/T 4001.1—2006《甚高频地空通信地面系统 第 1 部分：话音通信系统技术规范》，与 MH/T 4001.1—2006 相比主要技术变化如下：

- 删除了概述（2006 年版第 4 章）；
- 将 2006 年版第 5 章的标题修改为“分类及组成”，并增加了固定台、移动台、便携台的分类方式（见 4.1.2）；
- 删除了多信道甚高频收发信机系统的第 3 种分类（2006 年版 6.1.2.1）；
- 增加了甚高频监控系统扩展功能（见 5.3.2）；
- 删除了选呼器、延时器、比选器的性能要求（2006 年版 6.3.2~6.3.4）；
- 将甚高频收发信机系统技术指标修改为甚高频收发信单机技术指标（见 6.1, 2006 年版 7.1.1）；
- 修改了频率精确度（见 6.1.3.1, 2006 年版 7.1.1.2）；
- 将信道间隔修改为频率间隔，删除 12.5 kHz 的信道（见 6.1.1.3, 2006 年版 7.1.1.3）；
- 删除了系统信道隔离度（2006 年版 7.1.1.8）；
- 将收发转换时间 20 ms 修改为 PTT 响应时间 50 ms 和收发转换时间 60 ms（见 6.1.3.8, 2006 年版 7.1.1.9）；
- 增加了便携台设备供电要求（见 6.1.1.5）
- 修改了收信机灵敏度值（见 6.1.2.1, 2006 年版 7.1.2.1）；
- 删除了射频输入阻抗（2006 年版 7.1.2.2）
- 将交流声和噪声电平不大于 -45 dBm 修改为音频噪声信噪比不小于 40 dB（见 6.1.2.15, 2006 年版 7.1.2.4）；
- 将中频抑制不小于 90 dB 修改为不小于 80 dB（见 6.1.2.6, 2006 年版 7.1.2.5）；
- 将自动增益控制修改为接收机射频动态范围（见 6.1.2.4, 2006 年版 7.1.2.6）；
- 修改了收信机带宽值（见 6.1.2.3, 2006 年版 7.1.2.8）；
- 修改了音频输出值，删除了扬声器和耳机的技术要求（见 6.1.2.12, 2006 年版 7.1.2.9）；
- 修改了互调抑制的要求（见 6.1.2.8, 2006 年版 7.1.2.10）；
- 将信纳比或音频输出下降修改为降灵或阻塞，并修改了指标值（见 6.1.2.7, 2006 年版 7.1.2.11）；
- 增加了交调抑制、邻近信道抑制、杂散响应抑制、音频输出、音频响应、音频 AGC 范围（见 6.1.2.9~6.1.2.13）、在静噪中增加了静噪滞后量、载波频偏静噪能力、静噪响应时间（见 6.1.2.16）；
- 增加了便携台设备接收技术指标（见 6.1.2）；
- 修改了载波功率值并增加步进（见 6.1.3.2, 2006 年版 7.1.3.1）；
- 修改了最大调制度值（见 6.1.3.4, 2006 年版 7.1.3.3）；
- 删除了寄生频偏（2006 年版 7.1.3.5）；

- 将音频增益调整修改为音频增益控制（见 6.1.3.5，2006 年版 7.1.3.6）；
- 将音频线路阻抗修改为音频响应（见 6.1.3.7，2006 年版 7.1.3.7）；
- 删除了交流声和噪声电平（2006 年版 7.1.3.8）；
- 修改了 PTT 响应时间并增加收发转换时间（见 6.1.3.8，2006 年版 7.1.3.9）；
- 将谐波抑制和杂波抑制修改为杂散辐射产物抑制（见 6.1.3.11，2006 年版 7.1.3.10、7.1.3.11）；
- 修改了功耗的要求（见 6.1.3.12，2006 年版 7.1.3.12）；
- 增加了总失真度（见 6.1.3.6）、邻近信道功率抑制（见 6.1.3.9）、发射互调抑制（见 6.1.3.10）；
- 增加便携台设备发射技术指标（见 6.1.3）；
- 删除了多振子共用天线（2006 年版 7.2.2）；
- 修改了天线频率范围（见 6.2.1，2006 年版 7.2.1.1）；
- 将天线增益修改为全向天线增益（见 6.2.2，2006 年版 7.2.1.2）；
- 修改了天线驻波比（见 6.2.3，2006 年版 7.2.1.3）；
- 删除了发射振子负荷功率（2006 年版 7.2.1.6）；
- 删除了滤波器 3 dB 带宽（2006 年版 7.3.2）；
- 删除了耦合器、切换器、分支器（2006 年版 7.4）；
- 增加了甚高频共用系统发射滤波器组及射频配线（见 6.4）；
- 增加了甚高频共用系统发射滤波器组及射频配线（见 6.5）；
- 删除了电路误码率（2006 年版 7.5.2.1）；
- 将电路延时（2006 年版 7.5.2.2）和延时抖动（2006 年版 7.5.2.3）修改为包或码流背对背延时（见 6.6.2.3）和延时抖动（见 6.6.2.2）；
- 删除了信号比选器、延时器、选呼器（2006 年版 7.6.4~7.6.6）；
- 修改了冲击、振动的判定标准（见 7.1.1、7.1.2，2006 年版 8.1.1、8.1.2）；
- 将工作环境温度修改为正常条件工作温度和极限条件工作温度（见 7.1.3、7.1.4，2006 年版 8.1.3）；
- 增加了测试方法和对应测试环境的要求（见附录 A）。

本部分由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本部分由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本部分由中国民航科学技术研究院归口。

本部分起草单位：中国民用航空局空中交通管理局空管技术装备发展有限公司。

本部分主要起草人：郭静、邓震、任森、王咏磊、贾非、周刚、李黎、李喆。

本部分历次发布版本为：

- MH/T 4001.1—1995；
- MH/T 4001.1—2006。

甚高频地空通信地面系统

第1部分：话音通信系统技术规范

1 范围

MH/T 4001 的本部分规定了民用航空甚高频地空通信地面话音通信系统的分类及组成、总体性能要求、技术指标、测试方法及工作环境的要求。

本部分适用于民用航空甚高频地空通信地面话音通信系统及相关设备的设计、制造和检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GJB 150.16A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第16部分：振动试验

GJB 150.18A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第18部分：冲击试验

ICAO《国际民用航空公约》附件10《航空电信》

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

ICAO《国际民用航空公约》附件10《航空电信》界定的术语和定义适用于本文件。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADPCM 自适应差分脉冲编码调制 (Adaptive Difference Pulse Code Modulation)

BITE 内置测试设备 (Built-In Test Equipment)

E&M 话音模拟中继信令 (Ear & Mouth)

MOD 调制度 (Modulation)

MTBCF 平均致命故障间隔时间 (Mean Time Between Critical Failures)

MTBF 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failures)

PTT 按键发话 (Push to Talk)

RF 射频 (Radiation Frequency)

SINAD 信纳比 (SIAND=(Signal + Noise + Distortion)/(Noise + Distortion))

SQL 静噪 (Squelch)

VSWR 电压驻波比 (Voltage Standing Wave Ratio)

4 分类及组成

4.1 甚高频收发信单机分类

4.1.1 接收发信机构成类型分为以下三类：

- a) 收发设备一体，收发为同一个 RF 接口，收发使用 1 个天线振子；
- b) 收发设备一体，收发为不同 RF 接口，收发使用不同天线振子；
- c) 收发设备分开，收发为不同 RF 接口，收发使用不同天线振子。

4.1.2 接收发信机使用方式分为以下三类：

- a) 固定台；
- b) 移动台；
- c) 便携台。

注：不同使用方式的收发信机性能指标有差异。

4.2 甚高频共用系统分类

4.2.1 接收发信机构成类型分为以下两类：

- a) 收、发信机分开，收、发天线振子分开（可水平或垂直隔离），通常每 4 个收、发信道各自共用 1 个天线振子；
- b) 收发信机一体（收发 RF 接口分开），收、发天线振子分开（可水平或垂直隔离），通常每 4 个收、发信道各自共用 1 个天线振子。

4.2.2 按使用方式分为以下两类：

- a) 移动台；
- b) 固定台。

4.3 甚高频共用系统组成

4.3.1 收发设备一体，收发天线分开，系统配置包括：

- a) 收发信机：每个信道 2 台，配置为主备方式；
- b) 接收天线：多个信道（通常 4 个信道）对应 1 个天线振子；
- c) 发射天线：多个信道（通常 4 个信道）对应 1 个天线振子；
- d) 接收滤波器组：通常包括 1 个多路（通常 4 路）星型射频分路器，多个（通常 4 个）滤波器及射频配线；
- e) 发射滤波器组：通常包括 1 个多路（通常 4 路）星型射频合路器，多个（通常 4 个）滤波器、隔离器、假负载及射频配线；
- f) 射频分支器：每个接收信道 1 个；
- g) 射频切换器：每个发射信道 1 个；
- h) 机柜或机架：包括配套的射频配线、音频配线、交直流配电单元；
- i) 监控接口单元：提供系统监控数据接口。

4.3.2 收发设备分开，收发天线分开，系统配置包括：

- a) 发信机：每个信道 2 台，配置为主备方式；
- b) 收信机：每个信道 2 台，配置为主备方式；
- c) 接收天线：多个信道（通常 4 个信道）对应 1 个天线振子；
- d) 发射天线：多个信道（通常 4 个信道）对应 1 个天线振子；
- e) 接收滤波器组：通常包括 1 个多路（通常 4 路）星型射频分路器，多个（通常 4 个）滤波器及射频配线；

- f) 发射滤波器组：通常包括 1 个多路（通常 4 路）星型射频合路器，多个（通常 4 个）滤波器、隔离器、假负载及射频配线；
- g) 射频分支器：每个接收信道 1 个；
- h) 射频切换器：每个发射信道 1 个；
- i) 机柜或机架：包括统一射频配线、音频配线、交直流配电单元；
- j) 监控接口单元：提供系统监控数据接口。

5 总体性能要求

5.1 甚高频收发信单机

5.1.1 甚高频设备面板至少应具有工作频率或波道、供电状态、发射载波加载、SQL 开启或门限、告警等视觉指示。

5.1.2 发射保护应满足以下要求：

- a) 甚高频设备在频率失锁时不发射；
- b) 甚高频设备在发射机射频开路、短路状态下不发射；
- c) 移动台和固定台设备在功放温度报警时，自动降低发射功率或关闭发射；
- d) 移动台和固定台设备在 VSWR 过高时设备不损坏，VSWR 超过门限（6.0）后应降低发射功率或关闭发射；
- e) 移动台和固定台设备具备 PTT 长发限制且时间可调，该功能应能关闭。

5.1.3 设置在收发信机中的各类参数（至少包括当前信道或频率、频偏、功率等级、长发限时、工作模式、静噪门限等），在设备不通电状态下应能保持至少 30 d。

5.1.4 供电方式应满足以下要求：

- a) 移动台和固定台设备具有交、直流两种供电方式，交流为主用，直流为备用，能自动切换；
- b) 便携台设备具有交流供电和电池供电方式。

5.1.5 外部接口应满足以下要求：

- a) 收音机内置扬声器和音量调节旋钮，发信机具有话筒输入接口；
- b) 移动台和固定台设备具有遥控器接口，接口物理电气特性至少能兼容 E&M 类型 V；
- c) 移动台和固定台设备具有录音接口，收发一体机的录音接口在一对音频线上混合收发音频；
- d) 移动台和固定台设备具有满足计算机调试和监控的数据通信接口；
- e) 天线接口为 50 Ω 不平衡方式。

5.1.6 自检和内置测试应满足以下要求：

- a) 甚高频设备具备开机自检功能，并将检测结果显示到面板，移动台和固定台设备还能将检测结果输出到监控系统；
- b) 移动台和固定台设备能检测 VSWR、调制度、载波功率、接收信号强度等参数；
- c) 移动台和固定台设备能对频率失锁、VSWR 超限、功放温度超限报警；
- d) 移动台和固定台设备能检测主要模块故障并报警。

5.2 甚高频共用系统

5.2.1 主、备收发信机切换应满足以下要求：

- a) 每个信道由主用和备用设备组成，并在面板显示当前设备的工作状态；
- b) 主机故障时，报警并自动切换到备机。

5.2.2 外部接口应满足以下要求：

- a) 系统具备集中的数据监控接口，通过单一物理接口能监控多个信道的收发信机设备；
- b) 每个机柜具备统一的交、直流电源配电接口；
- c) 系统的每个信道均具备至少两路遥控话音接口，遥控话音接口至少包含 PTT、SQL、发、收音频，接口信令至少兼容 E&M 类型 V。

5.2.3 系统保护应满足以下要求：

- a) 甚高频共用系统中各收发信机、滤波器、隔离器、假负载均为独立设备，空缺、故障、更换均不影响系统其余信道的正常工作；
- b) 当天线或馈线出现故障时，系统相应信道的射频功率输出到假负载。

5.3 甚高频监控系统

5.3.1 基本功能包括：

- a) 监控终端应能查看和设置收发信机的工作状态和性能参数，至少包括：工作频率、频偏、功率、调制度、静噪门限、静噪开关、收发信机主备切换；
- b) 监控终端应能监视收发信机的工作状态和性能参数，至少包括：工作状态、驻波比、调制度、发射功率、接收信号强度、交直流电源状态；
- c) 监控终端应能启动收发信机自检并反映自检结果，并对甚高频设备的故障进行分类和故障定位，并产生音频和图像报警；
- d) 监控系统应能实时发现收发信机故障状态，不考虑传输延迟等因素，在终端上响应速度应小于 5 s；
- e) 监控系统应具有工作日志功能，记录收发信机运行状态变化、报警信息及监控系统操作信息等，并能对工作日志进行查询和导出；
- f) 监控终端的故障应不影响甚高频收发信机的正常运行。

5.3.2 扩展功能包括：

- a) 监控终端应能设置分级的安全密码和用户权限；
- b) 监控终端应具有联网功能、远程终端访问及监控信息输出能力；
- c) 监控终端应具备对多个甚高频台进行监控的能力。

5.4 信号传输系统

5.4.1 信号传输系统包括传输和接入设备，是与控制和音频信号直接相关的部分，直接用于信号传输。

5.4.2 传输物理媒介包括：光纤、微波、信号电缆等。传输音频和 PTT、SQL 信号的电缆宜使用双绞线（3 类以上），环路电阻宜不大于 100 Ω 。

5.4.3 接入设备可选择 PCM 基群接入设备或多业务路由器或复用器，如采用话音压缩技术，宜使用 ADPCM 或 G. 729 话音压缩方式。

5.4.4 用于传输甚高频话音的模拟端口类型应至少符合 E&M 类型 V，中继线路中断时 E&M 信令应呈现高阻特性。

5.5 遥控器

5.5.1 多信道遥控器应能控制多个甚高频信道，单信道遥控器应能控制单个甚高频信道。

5.5.2 应具备控制收发信机的基本功能。

5.5.3 遥控器应具备当前信道的 PTT、SQL 指示和音量调节功能。

5.5.4 多信道遥控器应具备多个信道的收发选择和当前使用信道的指示功能。

5.5.5 模拟话音接口应至少兼容 E&M 类型 V 标准。

5.5.6 应具备报警显示功能。

5.5.7 应具有收、发合一的录音接口。

6 技术指标

6.1 甚高频收发信单机

6.1.1 总体要求

6.1.1.1 频率范围

应为117.975 MHz~137.000 MHz，信道设置从118.000 MHz开始，结束于136.975 MHz。

6.1.1.2 调制方式

应支持A3E模式，DSB-AM全载波。

6.1.1.3 频率间隔

应满足以下要求：

- a) 申明信道间隔为 25 kHz 的甚高频设备应能在 ICAO 附件 10 规定的所有 25 kHz 信道上工作；
注：中国民航目前采用的频率间隔为 25 kHz。
- b) 申明信道间隔为 8.33 kHz 的甚高频设备应能在 ICAO 附件 10 规定的所有 8.33 kHz 信道上工作。

6.1.1.4 工作模式

应为半双工。

6.1.1.5 供电

应满足以下要求：

- a) 固定台：AC 220 V \pm 22 V，50 Hz \pm 5 Hz，DC 24 V \pm 2.4 V；
- b) 移动台：AC 176 V~242 V，50 Hz \pm 5 Hz，具备车载直流供电接口；
- c) 便携台：电源适配器 AC 176 V~242 V，50 Hz \pm 5 Hz，具备直流供电接口。

6.1.1.6 MTBF 及 MTBCF

应满足以下要求：

- a) 甚高频收发信机 MTBF：大于或等于 15 000 h；
- b) 甚高频收信机 MTBF：大于或等于 20 000 h；
- c) 甚高频发信机 MTBF：大于或等于 15 000 h；
- d) 甚高频共用系统中单个信道的 MTBCF：大于或等于相应种类单机的 MTBF 值。

6.1.2 收信机（含收发一体机中收信机）

6.1.2.1 灵敏度

应满足以下要求：

- a) 正常条件下，固定台设备：小于或等于-103.5 dBm @ 1 kHz MOD=30% SINAD=12 dB；
- b) 正常条件下，移动台和便携台设备：小于或等于-100.5 dBm @ 1 kHz MOD=30% SINAD=10 dB；
- c) 极限条件下，最大灵敏度下降值：小于或等于 6 dB。

6.1.2.2 失真

应满足以下要求:

- a) 调制度为 30%时, 失真度小于或等于 5% @ 1 kHz RF=-53 dBm 或-10 dBm;
- b) 调制度为 90%时, 失真度小于或等于 8% @ 1 kHz RF=-53 dBm 或-10 dBm。

6.1.2.3 接收机带宽

应满足以下要求:

- a) 信道间隔为 25 kHz 的固定台和移动台设备, 6 dB 带宽不窄于±8.5 kHz, 便携台设备不窄于±8 kHz;
- b) 信道间隔为 25 kHz 的固定台和移动台设备, 60 dB 带宽不宽于±18 kHz, 便携台设备不宽于±22 kHz;
- c) 信道间隔为 8.33 kHz 的设备, 6 dB 带宽不窄于±2.8 kHz。

6.1.2.4 接收机射频动态范围

输入射频信号从-103.5 dBm开始幅度增大100 dB, 音频输出信号幅度变化应小于或等于6 dB。

6.1.2.5 镜像抑制

超外差接收机第一镜像频率的镜像抑制制度应大于或等于80 dB。

6.1.2.6 中频抑制

第一中频抑制应大于或等于80 dB。

6.1.2.7 降灵或阻塞

应满足以下要求:

- a) 固定台和移动台设备: 大于或等于 80 dB, 干扰信号间隔 1 MHz;
- b) 便携台设备: 大于或等于 70 dB, 干扰信号间隔 1 MHz。

6.1.2.8 互调抑制

应满足以下要求:

- a) 固定台和移动台设备: 大于或等于 70 dB, 2 个互调信号分别间隔标称频率 100 kHz、200 kHz;
- b) 便携台设备: 大于或等于 60 dB, 2 个互调信号分别间隔标称频率 100 kHz、200 kHz。

6.1.2.9 交调抑制

应满足以下要求:

- a) 固定台和移动台设备: 大于或等于 80 dB;
- b) 便携台设备: 大于或等于 70 dB。

6.1.2.10 邻近信道抑制

应满足以下要求:

- a) 信道间隔为 25 kHz 的固定台设备: 大于或等于 65 dB;
- b) 信道间隔为 25 kHz 的移动台和便携台设备: 大于或等于 60 dB;
- c) 信道间隔为 8.33 kHz 的设备: 大于或等于 50 dB。

6.1.2.11 杂散响应抑制

应大于或等于70 dB。

6.1.2.12 音频输出

应满足以下要求：

- a) 音频输出阻抗应为平衡 600 Ω ；
- b) 固定台和移动台设备线路音频输出调整范围宽于 -16 dBm~0 dBm；
- c) 固定台和移动台设备录音音频输出调整范围宽于 -10 dBm~0 dBm。

6.1.2.13 音频响应

应满足以下要求：

- a) 信道间隔为 25 kHz 的固定台设备，在 300 Hz~3 400 Hz 范围内的音频输出幅度相对 1 kHz 变化范围不超过-4 dB~+2 dB，在 100 Hz 处衰减大于或等于 20 dB，在 5 000 Hz 处衰减大于或等于 30 dB；
- b) 信道间隔为 25 kHz 的便携台和移动台设备，在 350 Hz~3 000 Hz 范围内的音频输出幅度相对 1 kHz 变化范围不超过-4 dB~+2 dB；
- c) 信道间隔为 8.33 kHz 间隔的设备，在 350 Hz~2 500 Hz 范围内的音频输出幅度相对 1 kHz 变化范围不超过 -4 dB~+2 dB。

6.1.2.14 音频 AGC 范围

输入信号调制度在30%~90%变化时，音频输出信号幅度变化应小于或等于1.5 dB。

6.1.2.15 音频噪声

信噪比 (S+N) /N 应大于或等于40 dB。

6.1.2.16 静噪

应满足以下要求：

- a) 静默衰减：
 - 1) 固定台和移动台设备：大于或等于 50 dB；
 - 2) 便携台设备：大于或等于 40 dB；
- b) 静噪滞后量：+1 dB~+6 dB；
- c) 25 kHz 间隔设备载波频偏时的静噪能力：静噪电路对频偏后的信号可正常响应；
- d) 静噪设置范围：信纳比静噪范围宽于 8 dB~15 dB；
- e) 静噪响应时间：小于或等于 50 ms。

6.1.3 发信机（含收发信一体机中发信机）

6.1.3.1 频率精确度

频率误差应满足表1的要求。

表1 频率误差（相对标称频率）

设备	频率误差	
	正常条件	极限条件
8.33 kHz 间隔固定台、移动台设备	$\pm 1 \times 10^{-6}$	$\pm 1 \times 10^{-6}$
8.33 kHz 间隔便携台设备	$\pm 1 \times 10^{-6}$	$\pm 2 \times 10^{-6}$
25 kHz 间隔固定台、移动台设备	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$
25 kHz 间隔便携台设备	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 15 \times 10^{-6}$
ICAO 附件 10 规定的 2 或 3 频偏系统	$\pm 5 \times 10^{-6}$	$\pm 5 \times 10^{-6}$
ICAO 附件 10 规定的 4 频偏系统	$\pm 3 \times 10^{-6}$	$\pm 3.8 \times 10^{-6}$
ICAO 附件 10 规定的 5 频偏系统	$\pm 0.3 \times 10^{-6}$	$\pm 1 \times 10^{-6}$

6.1.3.2 载波功率

应满足以下要求：

- 固定台或移动台设备功率范围为 5 W~100 W，步进为 1 W 或 1 dB；
- 发信机设置的功率与测试功率相差小于或等于 1.5 dB；
- 极限条件下，发信机设置的功率与测试功率相差小于或等于 3 dB。

6.1.3.3 射频输出阻抗

射频输出阻抗为 50 Ω ，标准负载发射时 VSWR 应小于或等于 1.2。

6.1.3.4 调制度

应满足以下要求：

- 调制度设置为 90%，对于 1 kHz、-10 dBm 调制信号，实测调制度在 85%~95% 范围内；
- 极限条件下，测试调制度在 80%~95% 范围内。

6.1.3.5 音频增益控制

调制度设置为 90%，调制信号在 -20 dBm~0 dBm 范围变化时，测试调制度应在 80%~95% 范围内。

6.1.3.6 总失真度

调制度设置为 90%，调制信号在 -20 dBm~0 dBm 范围变化时，失真度应小于或等于 5%。

6.1.3.7 音频响应

应满足以下要求：

- 音频线路输入阻抗应为平衡 600 Ω ；
- 信道间隔为 25 kHz 的固定台和移动台设备，输入音频信号在 300 Hz~3 400 Hz 之间变化时，解调音频幅度相对 1 kHz 变化在 -4 dB ~+2 dB 范围内。输入音频信号为 100 Hz 时，解调音频信号幅度相对 1 kHz 降低应大于或等于 20 dB；输入音频信号为 5 kHz 时，解调音频信号幅度相对 1 kHz 降低应大于或等于 30 dB；
- 信道间隔为 25 kHz 的便携台设备，输入音频信号在 350 Hz~3 000 Hz 之间变化时，解调音频幅度相对 1 kHz 变化在 -4 dB ~+2 dB 范围内；
- 信道间隔为 8.33 kHz 的设备，输入音频信号在 350 Hz~2 500 Hz 之间变化时，解调音频幅度相对 1 kHz 变化在 -4 dB ~+2 dB 范围内；输入音频信号为 100 Hz 时，解调音频信号幅度相

对 1 kHz 降低应大于或等于 20 dB；输入音频信号为 3 200 Hz 时，解调音频信号幅度相对 1 kHz 降低应大于或等于 25 dB。

6.1.3.8 PTT 响应时间和收发转换时间

应满足以下要求：

- a) 额定功率下，达到 90% 功率的 PTT 键控响应时间小于或等于 50 ms；
- b) 收发转换时间小于或等于 60 ms。

6.1.3.9 邻近信道功率抑制

应满足以下要求：

- a) 信道间隔为 25 kHz 的设备：大于或等于 60 dB；
- b) 信道间隔为 8.33 kHz 的设备：大于或等于 50 dB。

6.1.3.10 发射互调抑制

发射互调抑制应大于或等于 40 dB。

6.1.3.11 杂散辐射产物抑制

杂散辐射包括谐波和杂波辐射产物，杂散辐射产物抑制度应大于或等于 80 dB。

6.1.3.12 功耗

应满足以下要求：

- a) 固定台和移动台设备交流功耗小于或等于 8 倍额定发射功率；
- b) 固定台和移动台设备直流功耗小于或等于 5 倍额定发射功率；
- c) 便携台设备充电 8 h 后，以额定功率占空比 10% 断续发射，工作时间大于或等于 5 h。

6.2 天线

6.2.1 频率范围：至少覆盖 117.975 MHz~137.000 MHz。

6.2.2 全向天线增益：大于或等于 2.15 dBi。

6.2.3 驻波比：小于或等于 2.0。

6.2.4 极化方式：垂直。

6.2.5 阻抗：50 Ω。

6.2.6 抗风：大于或等于 160 km/h。

6.3 滤波器（单腔）

6.3.1 频率范围：至少覆盖 117.975 MHz~137.000 MHz，中心频率可调。

6.3.2 插入损耗：小于或等于 1.5 dB。

6.3.3 阻带衰减：大于或等于 15 dB（相对中心频率±500 kHz）。

6.3.4 反向损耗：大于或等于 20 dB。

注：仅对单腔滤波器，反向损耗、阻带衰减、插入损耗指标均相对 0 dB 参考点，滤波器调整完毕后这三个指标需同时满足。

6.4 甚高频共用系统发射滤波器组及射频配线（仅单腔滤波器时）

6.4.1 频率范围：至少覆盖 117.975 MHz~137.000 MHz。

- 6.4.2 插入损耗：小于或等于 3.5 dB，且主、备机通道差异应不大于 0.2 dB。
 - 6.4.3 阻带衰减：大于或等于 17 dB（相对中心频率 ± 500 kHz）。
 - 6.4.4 反向损耗：大于或等于 18 dB。
 - 6.4.5 反向隔离度：大于或等于 40 dB。
 - 6.4.6 信道间隔度：
 - a) 1 MHz 间隔：大于或等于 60 dB；
 - b) 500 kHz 间隔：大于或等于 56 dB；
 - c) 200 kHz 间隔：大于或等于 50 dB。
- 注：本项指标是从发信机到合路器整个射频通路的指标。

6.5 甚高频共用系统接收滤波器组及射频配线（仅单腔滤波器时）

- 6.5.1 频率范围：至少覆盖 117.975 MHz~137.000 MHz。
 - 6.5.2 插入损耗：小于或等于 6.0 dB，且主、备机通道差异应不大于 0.2 dB。
 - 6.5.3 阻带衰减：大于或等于 19 dB（相对中心频率 ± 500 kHz）。
 - 6.5.4 反向损耗：大于或等于 20 dB。
- 注：本项指标是从分路器到受信机整个射频通路的指标。

6.6 传输系统

6.6.1 模拟端口

- 6.6.1.1 端口类型至少符合：E&M 类型 V。
- 6.6.1.2 输入电平：-16 dBm~0 dBm，可调。
- 6.6.1.3 输出电平：-16 dBm~0 dBm，可调。
- 6.6.1.4 频率响应：300 Hz~3 400 Hz， ± 2 dB。
- 6.6.1.5 失真度：小于或等于 3%（300 Hz~3 400 Hz，0 dBm）。
- 6.6.1.6 3 dB 音频带宽：300 Hz~3 400 Hz。
- 6.6.1.7 背对背延时抖动：小于或等于 20 ms。
- 6.6.1.8 语音压缩时背对背延时：小于或等于 70 ms。

6.6.2 数字端口（如 IP、E1）

- 6.6.2.1 电路误码率：小于或等于 1×10^{-6} 。
- 6.6.2.2 包或码流背对背延时抖动：小于或等于 20 ms。
- 6.6.2.3 包或码流背对背延时：小于或等于 30 ms。
- 6.6.2.4 语音编码：宜采用小延时的 PCM 或 ADPCM 方式。

6.7 终端部分

6.7.1 遥控器

- 6.7.1.1 供电方式：交流 220 V ± 22 V，50 Hz ± 5 Hz；直流应具备+12 V 或+24 V 接口。
- 6.7.1.2 遥控模拟端口音频输入范围：宽于-16 dBm~0 dBm。
- 6.7.1.3 遥控模拟端口音频输出范围：宽于-16 dBm~0 dBm。
- 6.7.1.4 模拟音频端口接口标准：至少支持 4 线 E&M 类型 V；
- 6.7.1.5 频率响应：300 Hz~3 400 Hz， ± 2 dB。
- 6.7.1.6 信号失真度：小于或等于 3%（1 kHz，0 dBm）。

6.7.1.7 MTBF: 大于或等于 20 000 h。

6.7.2 耳机

6.7.2.1 元件: 动圈。

6.7.2.2 频率响应: 小于或等于 3 dB (100 Hz~5 000 Hz)。

6.7.2.3 灵敏度: 大于或等于 100 dB/mW。

6.7.3 麦克风

6.7.3.1 类型: 座式或手持式。

6.7.3.2 极化类型: 单向。

6.7.3.3 频率响应: 小于或等于 3 dB (100 Hz~5 000 Hz)。

6.7.3.4 灵敏度: 大于或等于-50 dBV。

7 工作环境

7.1 设备环境性能

7.1.1 振动应符合 GJB 150.16A—2009 中第一类基本运输振动要求。

7.1.2 冲击应符合 GJB 150.18A—2009 中第一类跌落冲击要求。

7.1.3 正常条件工作温度: 固定台和移动台设备为 0 °C~40 °C, 便携台设备为-20 °C~+55 °C。

7.1.4 极限条件工作温度: -20 °C~+55 °C。

7.1.5 固定台和移动台的天线、馈线等室外设备工作温度: -40 °C~+55 °C。

7.1.6 储存环境温度: -40 °C~+60 °C。

7.1.7 相对湿度: 小于或等于 95%。

7.1.8 最大海拔高度: 大于或等于 3 000 m。

7.2 电磁环境

符合民航地面航空无线电台(站)相关电磁环境规定。

8 测试方法

甚高频收、发信机及系统主要技术指标的测试方法见附录A。

附录 A

(规范性附录)

甚高频收、发信机主要技术指标测试方法

A.1 测试环境和供电条件

A.1.1 正常测试时条件

温度范围： $+10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

相对湿度： $20\%\sim75\%$ 。

交流供电： $210\text{ V}\sim230\text{ V}$ ， $49\text{ Hz}\sim51\text{ Hz}$ 。

直流：设备标称电压 $\pm 5\%$ 以内。根据工作环境不同，设备标称直流供电电压可选择： $+24\text{ V}$ 、 $+12\text{ V}$ 或 -48 V 。

通常设备预热时间不超过 1 min ；如果设备有需要预热的组件如恒温晶振，预热时间不超过 30 min 。除非另有申明，否则指标、性能测试应在正常测试条件下进行。

除非另有申明，否则移动台、固定台、便携甚高频设备均应满足所列性能、指标要求。

A.1.2 极限测试条件

A.1.2.1 极限低温测试条件

测试开始前，设备置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内达到热平衡。设备开机，切换到待机或接收状态保持 1 min ，此后设备应达到技术指标要求。进行此项测试时湿度、供电均为正常条件。

此条件下测试频率为 127.5 MHz 。

A.1.2.2 极限高温测试条件

测试开始前，设备置于 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内达到热平衡。设备开机，切换到待机或接收状态保持 30 min ，发射机满功率发射 1 min 。此后设备应达到技术指标要求。进行此项测试时湿度、供电均为正常条件。

测试频率为 127.5 MHz 。

A.1.2.3 极限供电测试条件

交流主供电：固定台： $AC\ 198\text{ V}$ ， $49\text{ Hz}\sim51\text{ Hz}$ ， $AC\ 242\text{ V}$ ， $49\text{ Hz}\sim51\text{ Hz}$ ；移动台和便携台： $AC\ 176\text{ V}$ ， $49\text{ Hz}\sim51\text{ Hz}$ ， $AC\ 242\text{ V}$ ， $49\text{ Hz}\sim51\text{ Hz}$ 。

直流供电：固定台： 21.6 V 、 26.4 V ；移动台和便携台：设备额定直流供电电压的 80% 、 120% 。进行此项测试时温湿度均为正常条件。

此条件下测试频率为 127.5 MHz 。

A.1.3 参数设置

A.1.3.1 收信机测试信号设置

A.1.3.1.1 测试仪器及信号源

测试仪器包括频谱分析仪、射频信号源、综合测试仪、射频衰减器、射频功分器、陷波滤波器或高通、低通、带通滤波器、双踪示波器等，根据测试内容选择。

测试信号源的阻抗应为 $50\ \Omega$ ，有多个信号源连接到接收机时，应使用分支器等变换阻抗，使接收机端的阻抗保持在 $50\ \Omega$ 。测量音频信号时，宜连接ITU音频加权滤波器和 $600\ \Omega$ 负载。

A.1.3.1.2 标称频率

除非另有说明，否则待测信道的频率应设置为待测载波频率。

A.1.3.1.3 测试信号

除非另有说明，测试信号应为DSB正弦波 1 kHz 30%调制度。

A.1.3.1.4 静噪

除非另有说明，测试过程中接收机应处于非静噪状态（输出白噪声）。

A.1.3.1.5 音频输出功率

音频输出的功率设定为厂家声明的音频输出功率50%。

A.1.3.1.6 音频AGC

除非另有说明，应关闭音频AGC功能（如果可以关闭的话）。

A.1.3.2 发信机测试信号设置

A.1.3.2.1 测试仪器

测试仪器包括：频率计、功率计、综合测试仪、射频衰减器、双踪示波器、功率合成器、音频信号源等，根据测试内容选择。

测试发射机时的射频负载应当为无反射、无辐射的 $50\ \Omega$ 负载。

除非另有说明，调制信号应为1 kHz正弦波，幅度设置为使射频信号调制度为30%。

除非另有说明，发射机功率应设置为厂家声明的最大额定功率。

A.1.3.2.2 测试信道

除非另有说明，测试频率为118.000 MHz、127.500 MHz、136.975 MHz。

A.2 收信机测试方法

A.2.1 灵敏度

1 kHz调制度30%，幅度 $-110\ \text{dBm}$ 的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

测量接收机输出的1 kHz音频信号SINAD。

调整射频信号幅度，当SINAD为12 dB时，对应的射频信号幅度即为接收机灵敏度。

测试频率：从118 MHz开始，步进1 MHz直到136.975 MHz。

应在极限条件下测试此指标。

A.2.2 失真

1 kHz调制度30%，射频幅度 $-53\ \text{dBm}$ 的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

测量接收机解调输出的1 kHz音频信号失真度。

测试信号调制度设定为90%，重复上述测试。

测试信号幅度设定为-10 dBm，重复上述测试。

测试频率：从118 MHz开始，步进1 MHz直到136.975 MHz。

A.2.3 接收机带宽

按灵敏度测量方法测出SINAD为12 dB时的接收机灵敏度，记录该测试信号幅值为A1。

测试信号幅度相对A1增大6 dB后保持不动。

从标称频率F开始增大测试信号的频率，直到SINAD回到12 dB，记录该频率为F1。

从标称频率F开始降低测试信号的频率，直到SINAD回到12 dB，记录该频率为F2。

F1-F，F2-F即为接收机的6 dB带宽。

测试信号幅度相对A1增大60 dB，重复上述频率变化过程，得到另一对F1、F2。

F1-F，F2-F即为接收机的60 dB带宽。

A.2.4 接收机射频动态范围

打开射频AGC控制。

幅度为-103.5 dBm，1 kHz调制度60%的射频信号输出到接收机。

增大射频信号幅度，监测接收机解调输出的音频信号幅度变化达到6 dB时，此时射频信号幅度与-103.5 dBm的差值即为射频动态范围，以分贝(dB)为单位。

A.2.5 镜像抑制

按灵敏度测量方法测出SINAD为6 dB时的接收机灵敏度，记录该信号幅值为A1。

测试信号频率设置为镜像频率（标称频率加两倍第一中频）。

增大测试信号幅度，直到接收机输出音频SINAD为6 dB，记录该信号幅值为A2。

A2-A1即为镜像抑制，以分贝(dB)为单位。

注：仅适用超外差接收机的第一镜像抑制。

A.2.6 中频抑制

按灵敏度测量方法测出SINAD为6 dB时的接收机灵敏度，记录测试信号幅值为A1。

测量信号频率修改为第一中频频率。

增大测试信号幅度，直到接收机输出音频SINAD等于6 dB，记录测试信号幅值为A2。

A2-A1即为中频抑制，以分贝(dB)为单位。

A.2.7 降灵或阻塞

两个射频信号通过射频合成网络加载到接收机输入端，一路作为有用信号(1 kHz调制度60%的DSB信号)，一路作为无用信号（无调制，频率偏离标称频率1 MHz）。

测量接收机输出1 kHz音频信号的SINAD。

关闭无用信号，调整有用信号幅度到接收机输出音频SINAD为12 dB。

打开无用信号，调整无用信号幅度，使SINAD为6 dB。

无用信号与有用信号的差值即为降灵或阻塞，以分贝(dB)为单位。

A.2.8 互调抑制

两个射频信号通过射频合成网络加载到接收机输入端，一路作为有用信号（1 kHz调制度60%的DSB信号），一路作为无用信号（无调制，频率高于标称频率100 kHz）。

测量接收机解调后输出1 kHz音频信号SINAD。

关闭无用信号，调整有用信号幅度到接收机输出音频SINAD为6 dB，记录该信号幅度为A1。

有用信号频率调整到标称频率以上200 kHz，这个信号现在就等同于第二个无用信号。

开启这两个无用信号并等幅增加，直到接收机输出SINAD达到6 dB，若有必要，这两个无用信号中任一个的频率可以稍作变化以获得最大的SINAD，之后再通过调整幅度回到SINAD为6 dB。记录此时的无用信号幅值为A2。

A2-A1即为互调抑制，以分贝(dB)为单位。

重复上述测试过程，但无用信号频率选择为低于标称频率100 kHz和200 kHz。

A. 2. 9 交调抑制

两个射频信号通过射频合成网络加载到接收机输入端，一路作为有用信号（1 kHz调制度60%的DSB信号），一路作为干扰信号（400 Hz调制度30%，频率高于标称频率1 MHz）。

测量接收机解调后输出1 kHz音频信号SINAD。

关闭干扰信号，测量出SINAD为12 dB时的灵敏度，记录该信号幅值为A1。

调整有用信号幅度到接收机输出音频SINAD为30 dB。

打开干扰信号，调整干扰信号幅度，使测量到的SINAD降低到20 dB，记录该信号幅值为A2。

A2-A1即为交调抑制，以分贝(dB)为单位。

A. 2. 10 邻近信道抑制

两个射频信号源通过射频合成网络加载到接收机输入端，一路作为有用信号（1 kHz调制度60%的DSB信号，设置为标称频率），一路作为邻道干扰信号（1 kHz，调制度60%的DSB信号，先设置为标称频率）。

打开有用信号源，关闭邻道信号源，调整有用信号的幅度到接收机输出SINAD达到12 dB。有用信号保持不变。

关闭有用信号源，打开邻道信号源，调整邻道干扰信号源的幅度到接收机输出SINAD达到12 dB。记录该信号幅值为A1。

打开有用信号源，邻道干扰信号频率设置为上邻近信道频率，调制音频改为400 Hz调制，调整邻道干扰射频信号幅度，直到接收机输出信号SINAD为6 dB。记录该邻道干扰信号的幅值为A2。

A2-A1即为上邻近信道的抑制度。

同样方法测出下邻近信道的抑制度（邻道干扰频率设置为下邻近信道）。

取上、下邻近信道抑制中数值较小的作为邻近信道抑制度。

A. 2. 11 杂散响应抑制

确认中频频率 F_i ($i=1..n$)、本振 F_o 、本接收机最大频率范围 F_{max} ，计算所有中频频率之和 Σf 。

范围1： $(F_o - F_{max}/2 - \Sigma f) \sim (F_o + F_{max}/2 + \Sigma f)$ ，标称频率上下2个信道除外。

范围2： $n \times F_o \pm$ 第一中频 F_1 ， n 为大于或等于2的整数（限定在1 GHz以内）。

设置测试信号为1 kHz调制度为60%，测出SINAD为6 dB的灵敏度，记录该信号幅值为A1。

关闭接收机SQL，测试信号幅度增大80 dB，以频率步进为25 kHz在范围1中变化，接收机有响应时（可听到1 kHz音频），将该测试频率加到记录表中。

测试频率设置为范围2确定的离散频点，接收机有响应时（可听到1 kHz音频），将该测试频率加到记录表中。

测试频率设置为记录表中第一个频率，调整测试信号幅度，直到SINAD为6 dB，记录该信号幅值为A2。

A2-A1即为杂散响应抑制，以分贝(dB)为单位。

逐个完成记录表中所有频率的测试。

注：杂散响应包括对各种谐波杂波的响应，可能在所有频谱上出现，但工程上由于实践原因，只在相对较小的频谱范围进行测量。

A. 2. 12 音频输出范围

打开音频AGC控制。

1 kHz调制度60%，幅度-53 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

RX线路音频输出连接600 Ω负载，调整收发信机RX音频输出幅度为最大、最小和中间值，测量音频输出功率。

录音输出连接600 Ω负载，同上测量录音音频信号输出范围。

测试频率：127.5 MHz。

A. 2. 13 音频响应

1 kHz调制度30%，幅度-53 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端，测量接收机输出的音频信号幅度，记录为B1。

测试信号调制音频在300 Hz~3 400 Hz间变化，观察接收机输出的音频信号幅度B2，记录B2的最大和最小值。

分别设置测试信号调制音频为100 Hz、5 000 Hz，测量接收机输出的音频信号幅度B2。

B2-B1即为输出音频变化值。

测试频率：127.5 MHz。

A. 2. 14 音频AGC

打开音频AGC控制。

1 kHz调制度60%，幅度-53 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端，测量接收机输出的音频信号幅度。

测试信号调制度在30%~90%间变化，观察接收机输出的音频信号幅度，最大值和最小值分别记为B1、B2。

B2-B1即为输出音频变化极值。

测试频率：127.5 MHz。

A. 2. 15 音频噪声

1 kHz调制度60%，幅度-13 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

音频输出幅度设置为0 dBm或额定值以下3 dB，连接匹配负载。

测量输出音频信号幅度即为S+N。

关闭测试信号调制度。

测量输出音频信号此时的噪声幅度即为N。

计算(S+N)/N，以分贝(dB)为单位。

测试频率：127.5 MHz。

A. 2. 16 静噪

A. 2. 16. 1 测试频率

测试频率：127.5 MHz。

A. 2. 16. 2 静默衰减

1 kHz调制度30%，幅度-53 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

将接收机的音频输出设置到额定功率的50%，测量接收机输出的1 kHz音频信号幅度，记为A1。

关闭测试信号，接收机静默，再次测量音频输出幅度，记为A2。

A1-A2即为静噪静默衰减值，以分贝(dB)为单位。

A. 2. 16. 3 静噪滞后量

1 kHz调制度30%，幅度-110 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

静噪门限设置为S/N 12 dB。逐步增大测试信号幅度直到接收机不再静默，音频信号输出，记录此时测试信号幅值为A1。

逐步降低测试信号幅值直到接收机再次静默，记录此时测试信号幅值为A2。

A1-A2即为静噪滞后量，以分贝(dB)为单位。

A. 2. 16. 4 25 kHz间隔设备载波频偏时的静噪能力

两个1 kHz调制度30%，幅度-93 dBm的DSB测试信号F1、F2通过射频合并网络连接到接收机，F1频率设置为标称值+5 kHz，F2频率设置为标称值-5 kHz。

关闭测试信号F1，确认F2可以让静噪电路正常工作，关闭F2，确认F1可以让静噪电路正常工作。同时开启F1、F2，确认静噪电路正常工作。

F1频率设置为标称值±2.5 kHz，F2频率设置为标称值±7.5 kHz，重复上述测试。

A. 2. 16. 5 静噪设置范围

1 kHz调制度30%，小信号幅度的DSB测试信号加载到接收机RF输入端。

静噪门限设置为信噪比最小值，增大测试信号幅度直到静噪电路打开音频信号输出，测量音频信号信噪比。

静噪门限设置为信噪比最大值，重复上述测试。

测试信号调制度设定为0%，幅度-85 dBm，确认测试信号可以让静噪电路正常工作。

A. 2. 16. 6 静噪响应时间

1 kHz调制度30%，幅度为-110 dBm的DSB测试信号加载到接收机RF输入端，静噪门限设置为12 dB。

关闭静噪，调整测试信号幅度直到接收机SINAD为12 dB，之后测试信号幅度增大6 dB，打开接收机静噪开关，关闭信号源。

用存储双踪示波器同时监视静噪输出和信号源输出信号，打开信号源，测量测试信号出现到静噪输出之间的时间差，该时间差即为静噪响应时间。

A. 3 发信机测试方法

A. 3. 1 频率精确度

发信机设置功率为额定值，射频端口通过衰减器后连接频率计。

无保温状态发射机载波发射24 h，发射开始后30 min开始记录数据。

至少每小时记录读数1次。

记录频率偏差值，以测量频率与标称频率之差，除以标称频率，再乘以 10^6 ，即为频率精确度。

测试频率：127.5 MHz。

应在极限条件下完成此指标测试，低温保持至少4 h以上，高温保持至少4 h以上。

A.3.2 载波功率

发信机设置功率为最小值，射频端口连接50 Ω 负载，断开发信机音频输入。

发信机载波发射，测量输出功率，测量保持1 min，取功率偏差最大的数据记录。

发信机设置功率为额定功率（最大值），重复上述测试。

测试频率：从118 MHz开始，步进2 MHz，直到136.975 MHz。

应在极限条件下完成此指标测试。

A.3.3 射频输出阻抗

发信机设置功率为额定值，射频端口连接50 Ω 负载，断开发信机音频输入。

发信机载波发射，测量反射功率或驻波比。

A.3.4 调制度

发信机设置功率为额定值，射频端口连接50 Ω 负载，发信机音频输入设置为-10 dBm，关闭发射音频AGC（如有可能），发信机调制度设置为90%。

输入1 kHz、-10 dBm音频信号，发信机发射，测量射频信号调制度。

应在极限条件下完成此指标测试。

A.3.5 音频增益控制

发信机设置功率为额定值，射频端口连接50 Ω 负载，发信机音频输入设置为-10 dBm或其他合适值，打开发射音频AGC，发信机调制度设置为90%。

输入1 kHz、-20 dBm阻抗为600 Ω 的音频信号，发信机发射，测量射频信号调制度。

输入1 kHz、-10 dBm阻抗为600 Ω 的音频信号，重复上述测试。

输入1 kHz、0 dBm阻抗为600 Ω 的音频信号，重复上述测试。

测试频率：127.5 MHz。

A.3.6 总失真度

发信机设置功率为额定值，射频端口连接50 Ω 负载，发信机音频输入设置为0 dBm，打开发射音频AGC，发信机调制度设置为90%。

输入1 kHz、-20 dBm音频信号，发信机发射，测量射频解调信号均方根失真度。

输入1 kHz、-10 dBm音频信号，重复上述测试。

输入1 kHz、0 dBm音频信号，重复上述测试。

A.3.7 音频响应

发信机设置功率为额定值，射频端口连接50 Ω 负载，发信机音频输入设置为-10 dBm，打开发射音频电平控制ALC，发信机调制度设置为60%。

输入1 kHz、-10 dBm音频信号，发信机发射，用仪器解调发射信号并测量解调信号音频幅度，记为B1。

输入音频信号频率在300 Hz~3 400 Hz之间变化,幅度保持不变,记录解调信号音频幅度最大和最小值B2, B2-B1即为音频响应值。

输入音频信号频率分别设置为100 Hz和5 000 Hz,幅度保持不变,记录解调信号音频幅度值B2, B2-B1即为该频点的音频响应值。

测试频率: 127.5 MHz。

A.3.8 PTT响应时间和收发转换时间

发信机设置功率为额定值,射频端口通过耦合器连接50 Ω 负载,断开发信机音频输入。

用存储双踪示波器同时监视射频耦合功率和PTT控制信号,测量PTT启动沿和载波功率达到90%功率点的时间差,该时间差即为PTT响应时间。

发信机设置功率为额定值,射频端口连接天线,断开发信机音频输入。

信号源设置为标称频率,1 kHz、调制度为60%音频信号调制后对空发射,并确保收发信机可以稳定接收。

用存储双踪示波器同时监视收发信机的音频输出和PTT控制信号,测量PTT结束沿和音频输出幅度达到最大值90%的时间,该时间差即为收发转换时间。

收发信机的收发端口分离时,直接使用信号源以-53 dBm信号注入接收射频端口,测试方法同上。

测试频率: 127.5 MHz。

A.3.9 邻近信道功率抑制

发信机设置功率为额定值,射频端口通过耦合器连接50 Ω 负载,发信机调制度设置为85%,音频输入设置为-10 dBm信号,打开发射音频AGC控制。

发信机输入1 kHz调制信号并发射,调整调制信号幅度,使测量到的调制度为85%。

发信机输出射频信号通过耦合器连接到测量接收机(通常为频谱仪)。

发信机调制发射,测量接收机向上搜索到最大幅值点(0 dB点),记录该幅值为A1。

测量接收机向上调谐到离0 dB点最近的-6 dB点,记录该点处测量接收机调谐频率,记为F1。

测量接收机向上偏离F1频点17K(25K间隔设备),测量并记录该信号幅值为A2。

A1-A2即为上邻近信道功率抑制,以分贝(dB)为单位。

同样方式向下搜索,测量下邻近信道功率抑制。

上、下邻道抑制小者作为邻近信道抑制制度。

A.3.10 互调抑制

测试连接如图A.1。

定向耦合器的插损应小于1 dB,并且有足够的带宽,定向特性不小于20 dB。

待测发射机和信号源应当在物理上分开,以避免直接辐射造成的干扰。

待测发射机设置无调制发射,频谱分析仪扫描到最大幅值。

干扰信号源设置为无调制发射,频率高于待测发射机频率150 kHz~200 kHz。

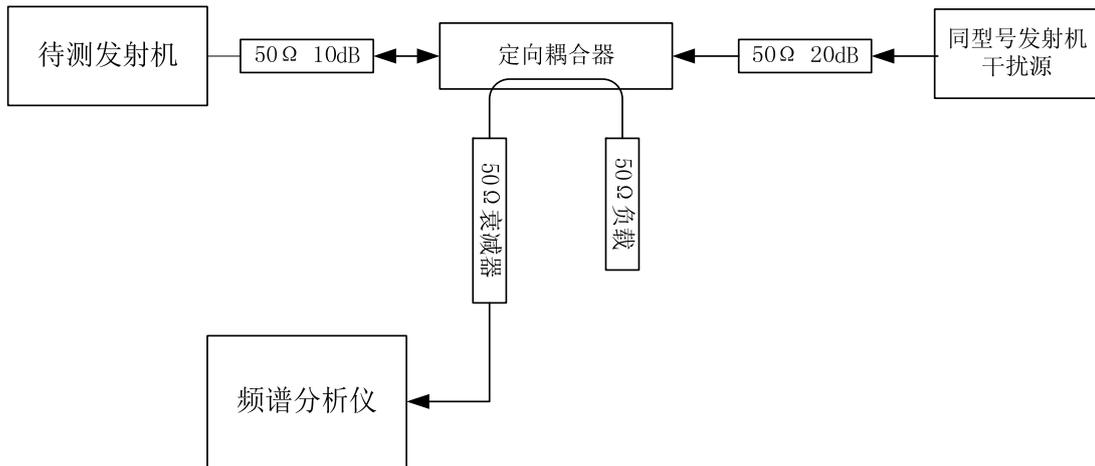
选择互调频率时,互调产生的频率应避免杂散辐射产物。

干扰信号源的功率输出应与待测发射机相同。

互调产物通过频谱分析仪直接观察,记录最大的三阶互调产物与载波比值(单位为分贝(dB)),该数值即为互调抑制制度。

干扰信号源频率设置低于待测发射机频率150 kHz~200 kHz,重复上述测量。

取两次测量中较小的值作为抑制制度。



图A.1 互调抑制测试连接图

A.3.11 杂散辐射产物抑制

陷波滤波器调谐到待测频点，该点衰减应高于40 dB，并用网分扫描并记录该陷波滤波器1 MHz~1 GHz，1 GHz~4 GHz的频率特性曲线。

发信机设置功率为额定值，射频端口通过衰减器后测量载波功率并记录为 P_0 。

发信机射频端口通过同一个衰减器后连接陷波滤波器，之后再连接频谱分析仪。

发信机发射，频谱分析仪上观察1 MHz~1 GHz频谱，搜索到明显高于噪声的谐波、杂波产物频点。

频谱仪参考带宽设置为10 kHz，在搜索到的频点上测量谐波、杂波产物功率，记为 $P_i, i=1..n$ 。

查陷波滤波器对应 $P_i, i=0..n$ 的各衰减值，记为 $S_i, i=1..n$ 。

各频点上杂散辐射抑制制度等于 $(P_0+S_0) - (P_i+S_i)$ 。

应特别关注二次、三次谐波频率上的无用辐射产物并单独予以记录。

A.4 天线测试方法

A.4.1 天线频率范围、阻抗、驻波比

天线测试场地电磁环境良好，天线高度应高于地面8 m以上，如在建筑物顶部架设，应高于建筑物平面4 m以上，周围50 m内无高于天线的障碍物。待测天线应垂直安装，天线馈线应尽量垂直连接天线和射频网络分析仪。

用标准50 Ω负载连接天线馈线，连接射频网络分析仪以0 dBm信号测试标准负载，驻波比应在1.2以内。

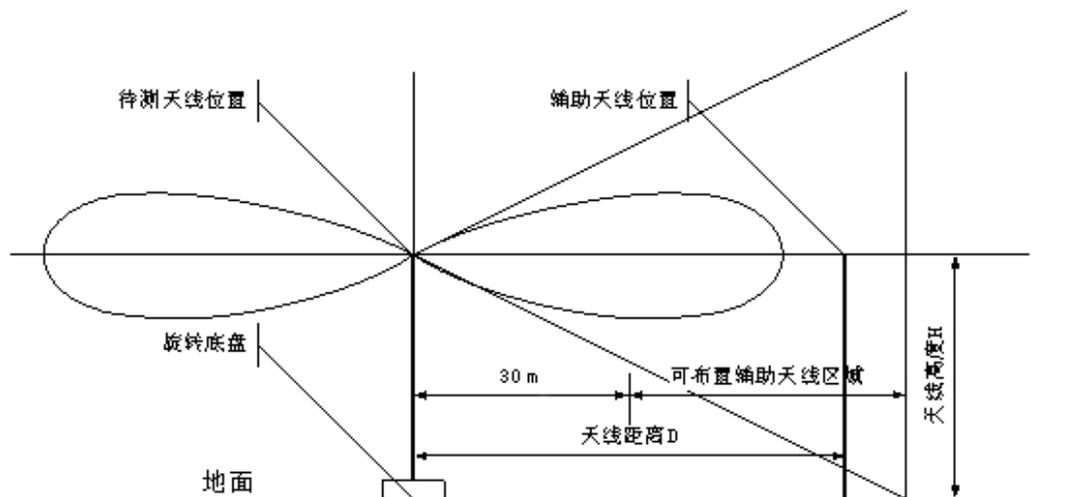
包含此段天线馈线重新校准网分，并以0 dBm信号校准频段116 MHz~139 MHz。

负载更换为待测天线，网分扫描116 MHz~139 MHz频段，读取118 MHz~137 MHz频段驻波比曲线。此测试可在微波暗室中开展，但微波暗室频段应覆盖100 MHz~300 MHz。

A.4.2 天线增益

根据待测天线垂直方向辐射图计算天线、辅助天线安装高度，如图A.2。

实际测试中难以获取完善场地，折衷后辅助天线和待测天线距离 D 大于或等于30 m， H 大于或等于10 m。



图A.2 天线增益测试图

天线测试场地电磁环境良好，周围 $4 \times D$ (见图A.2) 距离内无明显的障碍物。

标准天线安装到待测天线杆并连接到频谱分析仪，辅助天线安装到辅助天线杆并连接射频信号源。标准天线和辅助天线的VSWR均应小于1.2。

信号源发射，调整信号源幅度至频谱分析仪峰值电平幅度高于噪底50 dB~80 dB，将此信号作为0 dB基准参考信号。

保持信号源幅度不变，将标准天线更换为待测天线，实测频谱分析仪信号幅度dBm，此dB数值即为天线增益。

转动旋转底盘，每 15° 记录停下并记录信号强度，直到完成 360° ，绘制增益图。

此测试可以在微波暗室中开展，但微波暗室频段应至少覆盖100 MHz~300 MHz。

A.5 单腔滤波器

使用网络分析仪0 dBm小信号方式调测滤波器。

所有馈线、射频接头均使用网分校准获取0 dB参考基准，插入损耗、阻带衰减、反向损耗均以参考基准进行计算。

信号源改为发射机，载波功率设置为10 W，使用假负载、衰减器、定向耦合器、频谱分析仪、功率计/综合测试仪进行大信号测量插入损耗、阻带衰减、反向损耗，此过程可微调滤波器。

滤波器应在两种测量方式下均满足指标要求。

插入损耗：滤波器中心频率插入损耗，测量从滤波器信号入口到出口相对参考信号衰减dB数。

阻带衰减：滤波器选择特性，测量从滤波器信号入口到出口标称频率 ± 500 kHz处相对参考信号衰减dB数。

反向损耗：滤波器阻抗匹配度，测量滤波器反射信号相对参考信号衰减dB数差值。发射机作为信号源时，用定向耦合器、衰减器测量滤波器输出无负载状态全反射信号与有负载反射信号的dB数差值，过程中发射机应保持无VSWR报警输出。

A.6 甚高频共用系统发射滤波器组及射频配线测试方法

A.6.1 插入损耗、阻带损耗、反向损耗、反向隔离度

完整连接多信道系统发射滤波器组及所有射频配线,包括4个天线切换器、4个隔离器(含假负载)、4个滤波器、星型合路器、所有射频配线,未连接发射机的端口用假负载替代。

频率设置:待测频率 F_0 , $F_1=F_0\pm 200$ kHz, $F_2=F_0\pm 800$ kHz以上, $F_3=F_0\pm 2$ MHz以上,设置频率不能构成三阶、五阶互调关系。

测试路径:从发射机射频输出端口——星型合路器天线接口。

载波功率设置为10 W以上,并以此作为信号源。

调谐所有滤波器。

插入损耗:滤波器组标称频率处插入损耗,使用假负载、衰减器、定向耦合器、频谱分析仪、功率计/综合测试仪测量整个射频路径相对参考信号衰减dB数。

阻带损耗:滤波器组选择特性,使用假负载、衰减器、定向耦合器、频谱分析仪、功率计/综合测试仪测量整个发射路径标称频率 ± 500 kHz相对参考信号衰减dB数。

反向损耗:滤波器组阻抗匹配特性,使用假负载、衰减器、定向耦合器、频谱分析仪、功率计/综合测试仪测量反射信号处相对参考信号衰减dB数差值。

反向隔离度:滤波器组(主要是隔离器)隔离反向信号的能力,从合路器口反向注入0 dBm以上信号,测量发信机入口位置的信号衰减dB数。

切换到备机,测量备机插入损耗。

重复完成4个信道上述测试。

改变 F_0 频率,重复上述测试。

A.6.2 信道间隔离度

完整连接多信道系统发射滤波器组及所有射频配线,包括4个天线切换器、4个隔离器(含假负载)、4个滤波器、星型合路器、所有射频配线,未连接发射机的端口用假负载替代,星型合路器天线口连接50 Ω 假负载。

载波功率设置为20 W以上,并以此作为信号源。

频率设置:待测频率 F_0 , $F_1=F_0\pm 200$ kHz, $F_2=F_0\pm 2$ MHz以上, $F_3=F_0\pm 3$ MHz以上,设置频率不能构成三阶、五阶互调关系。

测试路径: F_0 发射机射频输出端口—— F_1 发射机射频输出端口。

调谐所有滤波器。

F_0 信道发射,测量正向功率记录为 A_1 ,在 F_1 、 F_2 、 F_3 信道端口测量 F_0 频率信号功率记录为 A_2 , A_1-A_2 即为频率间隔为200 kHz时的隔离度。

改变 $F_2=F_0\pm 500$ kHz,重复上述测试得到频率间隔为500 kHz时的隔离度。

改变 $F_2=F_0\pm 1$ MHz,重复上述测试得到频率间隔为1 MHz时的隔离度。

改变 F_0 频率,重复上述测试。

A.7 甚高频共用系统接收滤波器组及射频配线测试方法

完整连接多信道系统接收滤波器组及所有射频配线,包括4个分支器、4个滤波器、星型分路器、所有射频配线,未连接接收机的端口用假负载替代。

频率设置:待测频率 F_0 , $F_1=F_0\pm 200$ kHz, $F_2=F_0\pm 800$ kHz以上, $F_3=F_0\pm 2$ MHz以上,设置频率不能构成三阶、五阶互调关系。

插入损耗、阻带损耗、反向损耗测试路径:从星型分路器天线接口——接收机输入端口。

调谐所有滤波器。

插入损耗:滤波器组标称频率处插入损耗,用网分测量整个射频路径相对参考信号衰减dB数。

阻带损耗：滤波器组选择特性，用网分测量整个射频路径标称频率±500 kHz，相对参考信号衰减dB数。

反向损耗：滤波器组阻抗匹配特性，用网分测量反射信号处相对参考信号衰减dB数差值。

切换到备机，测量备机插入损耗。

改变F0频率，重复上述测试。

A.8 冲击振动要求

A.8.1 振动实验

测试对象：收发信机、发信机、收信机、天线、单腔滤波器、甚高频共用系统收发滤波器组。

实验方法：GJB 150.16A—2009第一类 基本运输规定的实验方法，见表A.1。

实验条件：X、Y、Z每个轴向扫描两次，待测设备可在原厂包装状态下测试。

检测：振动实验完成后应检查外观，加电验证主要功能和技术指标，滤波器可以微调。

表A.1 振动实验方法

设备类别	频率范围 Hz	位移 (双振幅) mm	加速度 m/s ²	扫描时间 min
固定台	5.5~200	—	15	12
移动台和 便携台	5.5~200	—	15	12
	5.0~5.5	25.4	—	12

A.8.2 冲击实验

测试对象：收发信机、发信机、收信机、天线、单腔滤波器。

实验方法：GJB 150.18A—2009中实验一 运输跌落。

实验条件：见表A.2，待测设备可在原厂包装状态下测试。

检测：冲击实验完成后应检查外观，加电验证主要功能和技术指标，滤波器可以微调。

表A.2 冲击实验条件

设备类别	最大边尺寸 cm	跌落高度 cm	跌落次数
固定台和移动台 设备	L<91	76	每个角跌落，共跌落8次
	L≥91	61	
便携台设备	L<91	122	每个面、边（棱）、角跌落，共跌落26次
	L≥91	76	