

# BD

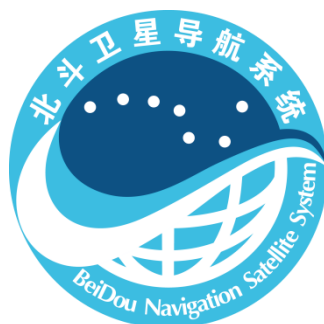
## 中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 450030-2021

---

### 北斗兼容 ADS-B 机载设备要求和 测试方法规范

Technical requirement and test method specification of BDS-compatible ADS-B  
airborne equipment



2021-05-25 发布

2021-06-01 实施

---

中国卫星导航系统管理办公室 批准

## 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
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
4 要求.....	2
4.1 总则 .....	2
4.2 设备组成 .....	2
4.3 功能要求 .....	3
4.4 性能要求 .....	3
4.5 结构与外观 .....	5
4.6 接口 .....	5
4.7 环境适应性 .....	5
4.8 电磁兼容性 .....	5
4.9 可靠性 .....	6
5 测试方法 .....	6
5.1 测试项目 .....	6
5.2 测试环境条件 .....	7
5.3 测试仪器设备要求.....	7
5.4 功能测试 .....	7
5.5 性能测试 .....	10
5.6 结构与外观 .....	13
5.7 接口测试 .....	14
5.8 环境适应性测试.....	14
5.9 电磁兼容测试 .....	15
5.10 可靠性 .....	15
6 标志、包装、运输及贮存.....	15
6.1 标志 .....	15
6.2 包装 .....	15
6.3 运输 .....	16
6.4 贮存 .....	16
7 使用说明 .....	16
7.1 使用说明（书）的编写.....	16
7.2 使用说明的验证方法.....	16

## 前 言

本标准按照 BD 130002-2017 和 BD 130003-2017 给出的规则起草。

本标准由中国卫星导航系统管理办公室提出。

本标准由全国北斗卫星导航标准化技术委员会（SAC/TC 544）归口。

本标准起草单位：中国电子科技集团公司第五十四研究所、卫星导航系统与装备技术国家重点实验室、中国民航大学、中国民航管理干部学院、中国民航科学技术研究院。

本标准主要起草人：叶红军、贾诗雨、刘 亮、王振华、吕人力、管祥民、马 赞、王 垚、何 佩、王 祝。

# 北斗兼容 ADS-B 机载设备要求和测试方法规范

## 1 范围

本标准规定了利用北斗导航系统作为ADS-B机载设备的位置速度信息源时，北斗兼容ADS-B机载设备的系统组成、接口要求、功能性能要求、环境适应性、测试方法等。

本标准适用于北斗兼容ADS-B机载设备的研制、设计、生产和验收测试，可作为制定北斗兼容ADS-B机载设备产品规范的依据。

## 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。凡是标注日期的引用文件，仅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。

GB/T 191 包装储运图标志

GB/T 4857.5 包装 运输包装件 跌落试验方法

GB/T 5080.7-1986 设备可靠性试验恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方法

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 39267-2021 北斗卫星导航术语

RTCA/DO-160E Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment

RTCA/DO-260B Minimum Operational Performance Standards(MOPS) for 1090 MHz Extended Squatter Automatic Dependent Surveillance–Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services–Broadcast (TIS-B)

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

GB/T 39267-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**广播式自动相关监视** Automatic Dependent Surveillance—Broadcast

广播式自动相关监视的英文缩写为**ADS-B**：

**Automatic**——自动，不需要人工操作，地面询问。

**Dependent**——相关，信息全部依赖机载设备。

**Surveillance**——监视，监视（获得）飞机位置、高度、速度、航向、识别号和其它信息。

**Broadcast**——广播，数据不针对某个特定的用户。

装备了ADS-B的飞机可通过数据链广播其自身的精确位置和其它数据（如速度、高度及飞机是否转弯、爬升或下降等）。与空管系统、其它飞机的机载ADS-B结合起来，在空地都能提供精确、实时的定位信息。

### 3.1.2

#### 北斗兼容ADS-B机载设备 BDS-compatible ADS-B airborne equipment

目前ADS-B机载设备的导航定位源仅支持GPS导航系统，北斗兼容ADS-B机载设备可以兼容北斗导航系统，进行双系统的高精度定位，并在北斗或者GPS系统出现不可用的情况时，能够实现单系统高精度定位，保障单系统失效情况下飞机位置报告信息的准确性和可靠性。

### 3.2 缩略语

ADS-B: 广播式自动相关监视 (Automatic Dependent Surveillance—Broadcast)

BDS: 北斗卫星导航系统 (BeiDou Navigation Satellite System)

GNSS: 全球卫星导航系统 (Global Navigation Satellite System)

GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)

ICAO: 国际民航组织 (International Civil Aviation Organization)

IFR: 仪表飞行准则 (instrument flight rules)

MOPS: 最低运行性能标准 (Minimum Operational Performance Standards)

MTL: 最低触发电平 (minimum triggering level)

VFR: 目视飞行准则 (visual flight rules)

VSWR: 电压驻波比 (Voltage Standing Wave Ratio)

## 4 要求

### 4.1 总则

北斗兼容ADS-B机载设备基本功能和性能要求与测试方法应以本标准为依据，针对产品的特殊要求和详细要求可在产品规范中规定。

### 4.2 设备组成

北斗兼容ADS-B机载设备主要由五部分组成，包括兼容北斗的导航定位模块、集成管控模块、ADS-B报文生成模块、射频与功放模块及天线模块组成，如图1所示。具体功能包括：

- a) 兼容北斗的导航定位模块用于将包括北斗导航信息、惯导信息、气压高度表等多置信源的导航定位信息进行综合处理，输出准确高可靠度的导航定位结果；
- b) 集成管控模块主要进行集整机的状态监控、屏显与工作状态设置等工作，实现设备运行状态监视，设备工作设置和人机交互信息交互的功能；
- c) ADS-B报文生成模块根据导航模块提供的定位信息和集成管控模块提供的航班号等信息生成ADS-B报文；

- d) 射频与功放模块负责将数字信号转化为射频信号，并将信号以额定频率和功率发射；
- e) 天线模块包括GNSS接收天线和ADS-B发射天线，分别负责接收包括北斗、GPS在内的导航信号和发射频率在1090MHz的ADS-B信号。

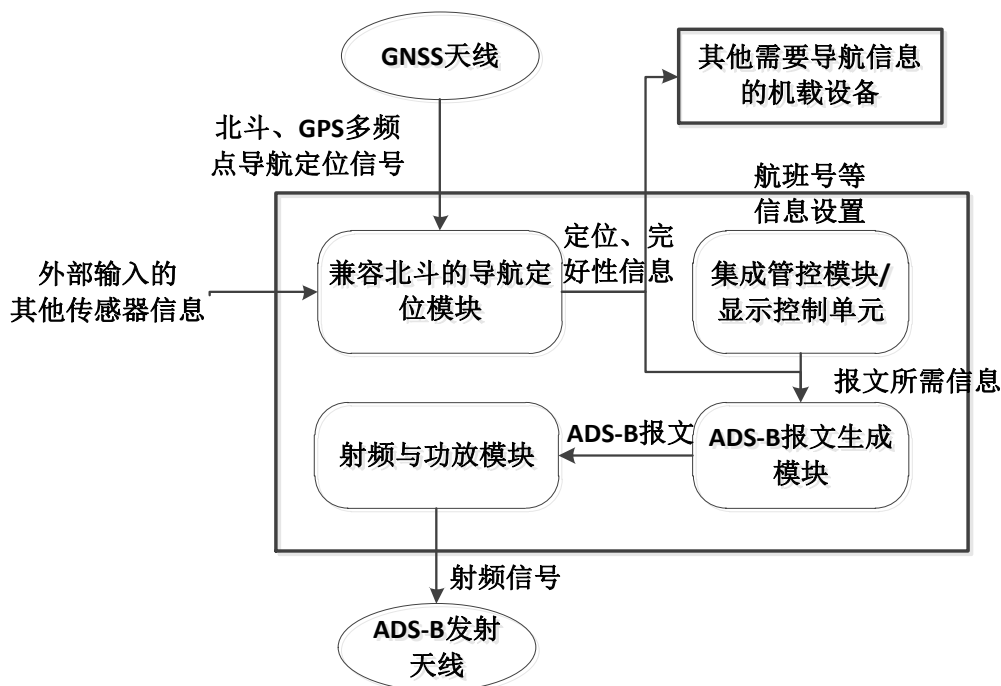


图 1 北斗兼容 ADS-B 机载设备系统组成框图

### 4.3 功能要求

#### 4.3.1 GNSS 定位能力

北斗兼容 ADS-B 机载设备应支持北斗、GPS 双系统多频点的的导航定位能力，以满足航空器在高动态使用场景下的定位需求，防止运行风险，保障航空器的安全。

#### 4.3.2 单北斗系统工作能力

北斗兼容 ADS-B 机载设备应具备仅接收 BDS 播发的公开服务信号情况下 ze 常工作的能力，以防止其他导航系统故障或者单方面封闭。

#### 4.3.3 信号完好性评估能力

北斗兼容 ADS-B 机载设备应具备提供完整的故障检测和排除（FDE）算法，提供完好性数据，及时检测和排除故障，提高设备可靠性。

#### 4.3.4 ADS-B 报文发送能力

北斗兼容 ADS-B 机载设备应能生成符合 RTCA/DO-260B 标准的 ADS-B 报文，并通过 ADS-B 发射天线播发，即具备 ADS-B Out 功能。

### 4.4 性能要求

#### 4.4.1 定位精度

水平误差优于10m（置信度95%，PDOP $\leq$ 6）；  
垂直误差优于15m（置信度95%，PDOP $\leq$ 6）。

#### 4.4.2 测速精度

测速精度优于0.5m/s。

#### 4.4.3 动态适应性

动态范围为：在速度不超过512m/s，加速度不超过4g时正常工作。

#### 4.4.4 导航信号接收灵敏度

信号捕获灵敏度 $\leq$ -136.5dBm；  
信号跟踪灵敏度 $\leq$ -147dBm。

#### 4.4.5 导航数据刷新频率

导航数据刷新频率高于1Hz。

#### 4.4.6 热启动时间

设备导航定位模块热启动时间应不超过20 s。

#### 4.4.7 发射频率

ADS-B Out信号的发射频率在1090 MHz $\pm$ 1 MHz之内。

#### 4.4.8 发射频谱

发射频谱要求如下：

- a) 1090 $\pm$ 1.3MHz时， $\geq$ 3dB；
- b) 1090 $\pm$ 7MHz时， $\geq$ 20dB；
- c) 1090 $\pm$ 23MHz时， $\geq$ 40dB；
- d) 1090 $\pm$ 78MHz时， $\geq$ 60dB。

#### 4.4.9 谐波、杂波抑制

谐波抑制： $\geq$ 60dB；

杂波抑制： $\geq$ 60dB。

#### 4.4.10 ADS-B 发射天线

发射天线要求如下：

- a) 天线选择全向性天线；
- b) 天线最低增益应优于5dBic；
- c) 天线极化方式应为垂直极化；
- d) 天线和馈线阻抗为50 $\Omega$ ；

- e) 馈线长度应按现场实测数据配置，能够满足现场安装的要求，馈线总衰减值应不大于4 dB，VSWR不大于1.5:1。

#### 4.5 结构与外观

##### 4.5.1 北斗兼容 ADS-B 机载设备应至少包括下列组成部分：

- a) GNSS接收天线；
- b) ADS-B发射天线；
- c) 机载设备主机；
- d) 配件；
- e) 数据处理软件。

4.5.2 设备的体积与重量应根据具体安装的飞行型号做针对性设计，本标准不做强制要求。

4.5.3 设备各连接部件的连接应稳定可靠。

4.5.4 表面应无明显的划痕、裂缝和变形。

4.5.5 外壳应有一定的刚度和强度。机箱、天线、外表面油漆涂层无开裂、损伤、漏底和流柱，设备内金属构件（除不锈钢件外）进行镀涂或化学处理，金属构件表面质量良好；

#### 4.6 接口

##### 4.6.1 电接口

电接口要求如下：

- a) 设备电压12V~28V；
- b) 设备的功耗应根据具体安装的飞行型号做针对性设计，本标准不做强制要求。
- c) 应具有电源电压过高保护和过低报警显示功能；
- d) 在电源电压相对标称值变化 $\pm 10\%$ 的情况下，设备应能正常工作。

##### 4.6.2 信号接口

信号接口要求如下：

- a) GNSS天线与设备应具备射频接口，推荐采用N型、TNC型。
- b) ADS-B发射天线与设备应具备射频接口，推荐采用N型、TNC型。
- c) 外部输入的惯导数据和气压高度表数据推荐使用RS232或者RS422串口。
- d) 导航定位数据应通过CAN口链接到数据链路处理器，供飞机其他设备使用导航信息。

##### 4.6.3 数据接口

内部生成的导航定位数据推荐使用NMEA0183格式进行编码。导航定位数据推荐使用ARINC429协议进行总线通讯。

#### 4.7 环境适应性

符合RTCA-DO160E第4节至第14节关于机载设备的温度、湿度、振动等环境适应性要求。

#### 4.8 电磁兼容性



电磁兼容性符合RTCA-DO160E第14节磁效应要求。

#### 4.9 可靠性

##### 4.9.1 故障修复功能

设备应具有自检功能，当设备发生故障可以在设备显示屏上显示故障指示。

##### 4.9.2 自恢复功能

设备应具备在供电中断恢复后自启动能力，在无人干预的情况下应在30 s 内恢复正常工作。

##### 4.9.3 运行性能

运行性能要求如下：

- a) 平均故障间隔时间（MTBF）： $\geq 1500\text{h}$ 。
- b) 平均修复时间（MTTR）： $\leq 15$ 分钟。
- c) 故障检测率：不小于95%；
- d) 故障隔离率：不小于95%（到1个LRU）

### 5 测试方法

#### 5.1 测试项目

北斗兼容ADS-B机载设备应开展的测试测试项目见表1。

表1 测试项目

测试项目	要求	测试方法
GNSS 定位能力	4.3.1	5.4.1
单北斗系统工作能力	4.3.2	5.4.2
信号完好性评估能力	4.3.3	5.4.3
ADS-B 报文发送能力	4.3.4	5.4.4
定位精度	4.4.1	5.5.1
测速精度	4.4.2	5.5.2
动态范围	4.4.3	5.5.3
导航信号接收灵敏度	4.4.4	5.5.4
导航数据刷新频率	4.4.5	5.5.5
热启动时间	4.4.6	5.5.6
发射功率	4.4.7	5.5.7
发射频率	4.4.8	5.5.8
ADS-B 发射天线	4.4.9	5.5.9
结构与外观	4.5	5.6

表 1 (续)

测试项目	要求	测试方法
接口	4.6	5.7
环境适应性	4.7	5.8
电磁兼容性	4.8	5.9
可靠性	4.9	5.10

## 5.2 测试环境条件

除非在产品规范中另有规定，所有测试应在下列测试用标准大气条件下进行：

- a) 温度：10℃～30℃；
- b) 相对湿度：25%～75%RH；
- c) 气压：86kPa～106kPa。

## 5.3 测试仪器设备要求

5.3.1 测试用仪器设备均应经过计量部门检定合格，并在有效期内。

5.3.2 测试用仪器设备应具有足够的分辨力、准确度和稳定性，其性能应满足被测试性能指标的要求。其精度应至少高于被测指标精度的三分之一量级。测试所需设备清单参见表 2。

表 2 测试所需设备清单

序号	仪器名称	仪器性能指标要求	数量
1	频谱分析仪	1) 频率测量范围 $\geq 5\text{GHz}$ ； 2) 频率分辨力 $\leq 1\text{Hz}$ ； 3) 输入信号电平范围 $-110\text{dBm} \sim +20\text{dBm}$ ； 4) 绝对幅度精度 $\pm 0.5\text{dB}$ ； 5) 本底噪声 $\leq -140\text{dBm/Hz}$ ； 6) 支持信号相位噪声测试 $\leq -100\text{dBc/Hz}$ (10KHz 偏置)； 7) 基准频率：频率准确度 $\leq 1 \times 10^{-8}$ 。	1 台
2	高性能工作站	1) 具备读取 NMEA0183 格式进行编码定位信息及进行信息统计的软件； 2) 具备模拟产生气压高度计数据的软件。	1 台
3	全球卫星导航系统 (GNSS) 信号模拟器	能够按照 BDS/GPS/GLONASS/Galileo 卫星信号和用户定义仿真参数模拟产生与卫星导航信号原理特性一致的信号，可以支持卫星故障、用户运动与加速度的场景仿真。	1 套
4	标准 ADS-B 地面站	符合入网审定标准，能够接收解析标准 ADS-B 信号	1 台
5	功率计 (含功率传感器)	1) 频率范围： $\geq 6\text{GHz}$ ； 2) 功率测量范围： $20\text{dBm} \sim -140\text{dBm}$ ； 3) 绝对功率测量不确定度： $< 0.1\text{dB}$ ； 4) 功率线性度为 $\pm 0.01\text{dB} \pm 0.005\text{dB per } 10\text{dB step}$ 。	1 套

## 5.4 功能测试

### 5.4.1 GNSS 定位能力测试

GNSS定位能力测试测试可验证北斗兼容ADS-B机载设备是否如产品规范中所描述能够完成不同导航系统和信号的定位接收。其测试框图见图2。

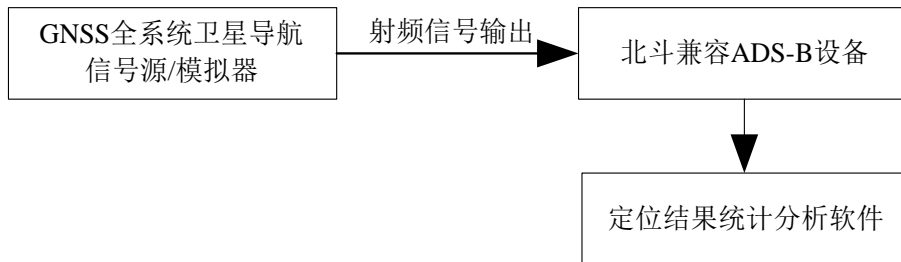


图2 GNSS定位能力测试功能测试框图

测试步骤为：

- a) 按图2连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，信号为固定点信号；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储20min的定位数据；
- d) 分析北斗兼容ADS-B机载设备能否解算模拟器射频端口输出的所有系统和频点的信号，分析所采集的20min数据，三维定位精度应在10m（RMS）以内。

#### 5.4.2 单北斗系统工作能力测试

北斗兼容ADS-B机载设备应具备仅接收BDS播发的公开服务信号情况下工作的能力，以防止其他导航系统故障或者单方面封闭。测试步骤为：

- a) 按图2连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，仅输出北斗系统的导航信号，信号为固定点位信号；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储20min的定位数据。
- d) 分析北斗兼容ADS-B机载设备能否单纯依靠模拟器射频端口输出的北斗导航信号进行高精度定位解算，分析所采集的20min数据，三维定位精度应在10m（RMS）以内。

#### 5.4.3 信号完好性评估能力测试

北斗兼容ADS-B机载设备应具备提供完整的故障检测和排除（FDE）算法，提供完好性数据，及时检测和排除故障，提高设备可靠性。

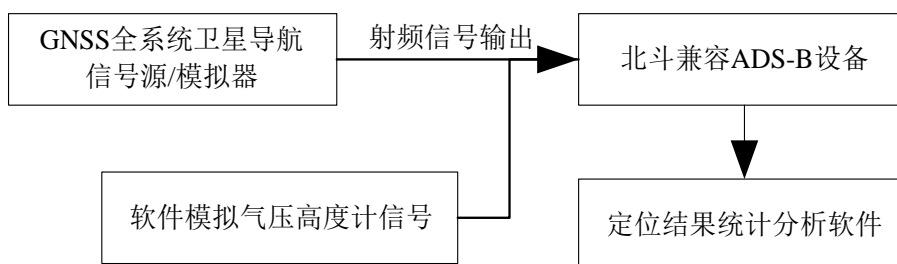


图3 信号完好性评估能力测试功能测试框图

测试步骤为：

- 按图3连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- 操作GNSS模拟器，输出导航卫星出现故障情况，信号为固定点位信号，同时气压高度计模拟软件模拟输出正确的高度信息；
- 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，和软件模拟的气压高度表信号并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储20min的定位数据；
- 分析北斗兼容ADS-B机载设备能否依靠故障检测和排除算法监测出卫星故障，并在有5颗星以上的场景下排除故障卫星。

#### 5.4.4 ADS-B 报文发送能力测试

北斗兼容ADS-B机载设备应能生成符合RTCA DO260标准的ADS-B报文，并通过ADS-B发射天线播发，即具备ADS-B Out功能。

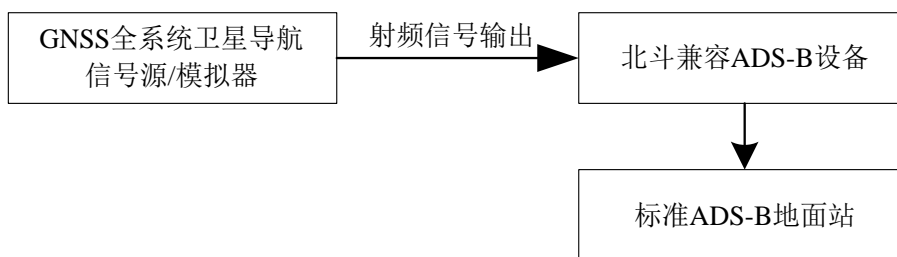


图4 ADS-B 监视能力测试功能测试框图

- a) 按图4连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，将北斗兼容ADS-B机载设备输出的ADS-B信号通过射频线缆输出到标准ADS-B地面站；
- b) 操作GNSS模拟器，输出飞行器飞行场景的导航信号，并记录航迹信息；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果转换为ADS-B报文通过射频播发出去。
- d) 对比模拟器设置的飞行轨迹与ADS-B地面站接收到的飞行轨迹，如一致则说明北斗兼容ADS-B机载设备能够输出符合RTCA DO-260标准的ADS-B信号。

## 5.5 性能测试

### 5.5.1 定位精度测试

定位精度的要求为：

- a) 水平误差优于10m（95%置信度，PDOP $\leq$ 6）；
- b) 垂直误差优于15m（95%置信度，PDOP $\leq$ 6）。

测试步骤为：

- a) 按图3连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，信号为固定点信号；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储10min的定位数据；
- d) 重复b、c步骤，设置10个以上不同地点，不同卫星过境情况下的场景，分别收集测试数据；
- e) 分析北斗兼容ADS-B机载设备的定位结果能否实现定位精度要求。

### 5.5.2 测速精度测试

测速精度要求为优于0.5m/s。测试步骤为：

- a) 按图3连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，固定移动速度目标的导航信号；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储10min的定位数据；
- d) 重复b、c步骤，设置10个以上不同地点，不同卫星过境情况下的场景，分别收集测试数据；
- e) 分析北斗兼容ADS-B机载设备的测速结果能否满足测速精度要求。

### 5.5.3 动态范围测试

动态范围为要求为：在速度不超过512m/s，加速度不超过4g时正常工作。测试步骤为：

- a) 按图4连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过射频与ADS-B工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，仿真用户轨迹为高动态（速度： $\geq 300\text{m/s}$ ，加速度： $\geq 40\text{m/s}^2$ ），卫星轨道、卫星钟差、电离层时延、对流层时延误差参数设置为无时变误差模式，同时储存用户轨迹；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果通过ADS-B报文输出到ADS-B地面站进行解算，并储存地面站解算的用户轨迹；
- d) 分别同时储存10min的用户轨迹，分析GNSS模拟器与ADS-B地面站用户轨迹的差别，同一时间的用户位置差别是否在10米以内，从而分析北斗兼容ADS-B机载设备的动态范围是否符合标准。

#### 5.5.4 导航信号接收灵敏度测试

导航信号信号捕获灵敏度 $\leq -136.5\text{dBm}$ ，信号跟踪灵敏度 $\leq -147\text{dBm}$ 。

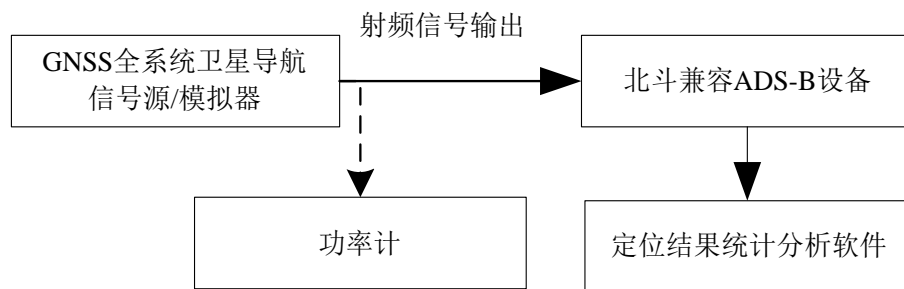


图5 导航信号接收灵敏度测试功能测试框图

测试步骤为：

- e) 按图5连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入功率计，将模拟器输出的导航信号调节至 $-136.5\text{dBm}$ ，并通过功率计标称；
- f) 断开上述连接，保持GNSS模拟器发射功率不变，将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- g) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，信号为固定点信号；
- h) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储20min的定位数据；

- i) 分析北斗兼容ADS-B机载设备能否解算模拟器射频端口输出的所有系统和频点的信号，分析所采集的20min数据，三维定位精度在10m（RMS）以内，则导航信号的接收灵敏度优于-136.5dBm。

5.5.5 导航数据刷新频率测试

导航数据刷新频要求为刷新率高于1Hz。测试步骤为：

- a) 按图2连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，信号为固定点信号；
- c) 操作北斗兼容ADS-B机载设备收捕获GNSS模拟器输出的导航信号，并将定位结果输出到工作站上进行存储，待设备导航定位模块定位后采集存储20min的定位数据。
- d) 分析北斗兼容ADS-B机载设备能否解算的导航定位信号条数是否在每秒1条以上。

5.5.6 热启动时间测试

设备热启动时间要求为不超过20s。测试步骤为：

- a) 按图2连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备通过串口与高性能工作站相连；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号，设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运行用户轨迹，输出功率电平为-128dBm；
- c) 在北斗兼容ADS-B机载设备正常定位状态下，短时断电30s后重新开机，以10Hz的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出首次连续10次输出三维定位误差不超过100m的定位数据的时刻；
- d) 计算从开机到上述10个输出时刻中第1个时刻的时间间隔。

5.5.7 发射功率测试

ADS-B Out信号发射功率应在125W~500W之间，换算成为dBm在51~57dBm之间。

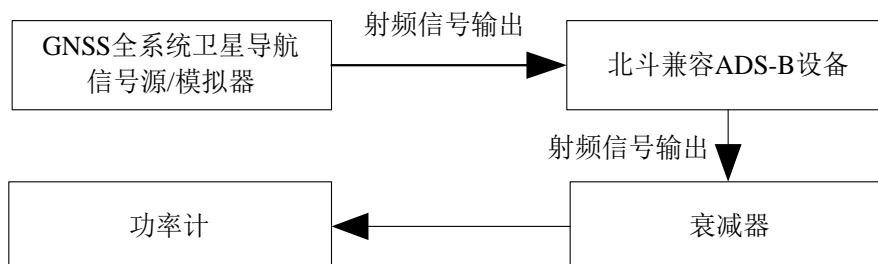


图 6 ADS-B 发射功率测试功能测试框图

测试步骤为：

- a) 按图6连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备的ADS-B射频输出端通过50dB的衰减器连接功率计；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号；
- c) 北斗兼容ADS-B机载设备开始定位后输出ADS-B报文信息；
- d) 功率计的功率应为1dBm~7dBm。

#### 5.5.8 发射频率测试

ADS-B Out信号发射频率应在 $1090 \pm 1\text{MHz}$ 之间。

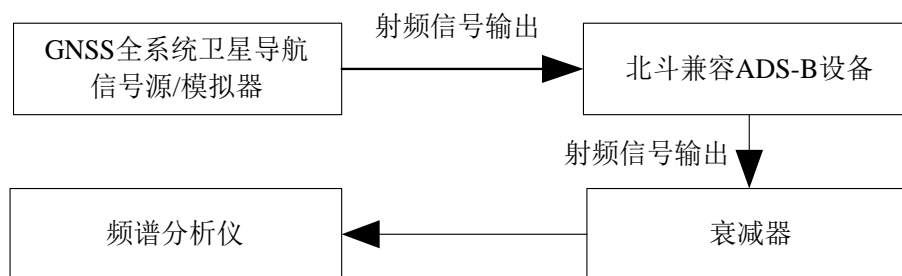


图7 ADS-B 发射频率测试功能测试框图

- a) 按图7连接测试设备。将GNSS模拟器的输出的射频信号通过射频线缆输入被测北斗兼容ADS-B机载设备的导航信号输入端，同时ADS-B兼容设备的ADS-B射频输出端通过50dB的衰减器连接频谱分析仪；
- b) 操作GNSS模拟器，输出被测北斗兼容ADS-B机载设备的支持的所有导航系统/频点的导航信号。
- c) 北斗兼容ADS-B机载设备开始定位后输出ADS-B报文信息；
- d) 频谱分析仪收到的ADS-B信号频率应在 $1090 \pm 1\text{MHz}$ 之间。

#### 5.5.9 ADS-B 发射天线测试

ADS-B发射天线测试要求满足RTCA/DO-160E中关于发射天线的测试方法要求。

### 5.6 结构与外观

- 5.6.1 目测设备的结构是否完备。
- 5.6.2 测量设备体积与重量是否符合针对性设计的要求。
- 5.6.3 目测设备各连接部件的连接是否稳定可靠。
- 5.6.4 目测设备表面是否有划痕、裂缝和变形。



5.6.5 外壳应有一定的刚度和强度。机箱、天线、外表面油漆涂层无开裂、损伤、漏底和流柱，设备内金属构件（除不锈钢件外）进行镀涂或化学处理，金属构件表面质量良好；

## 5.7 接口测试

### 5.7.1 电接口测试

使用电压源测试设备能否在电压12V~28V时正常工作，测试设备是否会在电源电压过高和过低时进行告警显示，同时使用直流电源测试设备的功耗是否满足针对性设计要求；

### 5.7.2 信号接口测试

目测用北斗兼容ADS-B机载设备是否具有GNSS天线射频接口、ADS-B发射天线射频接口、串行接口和CAN接口。

### 5.7.3 数据接口

连接工作站，使用测试软件测试数据能否正常收发，如正常则数据接口正常。

## 5.8 环境适应性测试

### 5.8.1 一般要求

无影响正常工作的电磁干扰；满足被测设备和时延测量设备使用手册规定的工作环境要求；测量过程中，设备之间的电缆链接应确保紧密，应避免在测量过程中变动连接关系；

### 5.8.2 高温测试

按RTCA/DO-160E第4节的B2类设备规定的测试方法进行测试，其中：

- a) 地面高温耐受测试，温度：85℃；
- b) 高温短时工作测试，温度：70℃；
- c) 高温工作测试，温度：70℃

### 5.8.3 低温测试

按RTCA/DO-160E第4节的B2类设备规定的测试方法进行测试，其中：

- a) 地面低温耐受测试，温度：-55℃；
- b) 低温短时工作测试，温度：-45℃；
- c) 低温工作测试，温度：-45℃。

### 5.8.4 温度冲击测试

主机按RTCA/DO-160E第5节的B类设备规定的测试方法进行测试，天线按A类设备进行测试。

### 5.8.5 淋雨测试（仅适用天线）

按RTCA/DO-160E第10节的R类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.6 湿热测试

主机按RTCA/DO-160E第6节的B类设备，天线按C类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.7 霉菌测试

按RTCA/DO-160E第13节的F类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.8 盐雾测试

按RTCA/DO-160E第14节的T类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.9 砂尘测试（仅适用天线）

按RTCA/DO-160E第12节的S类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.10 浸渍测试（仅适用天线）

按RTCA/DO-160E第11节的F类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.11 振动测试

按RTCA/DO-160E第8节的R类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.12 冲击测试

按RTCA/DO-160E第7节的A类设备规定的测试方法进行测试。

### 5.8.13 温度—高度测试

按RTCA/DO-160E第4节的B2类设备规定的测试方法进行测试。

## 5.9 电磁兼容测试

电磁兼容按照RTCA/DO-160E第15节的Z类设备的要求进行测试。

## 5.10 可靠性

在设备定型时，应进行可靠性试验，验证产品是否达到规定的可靠性要求，试验方案可选用GB/T 5080.7-1986中定时（定数）截尾试验方案。

在设备批量生产验收且不需要估计MTBF的真值时，应以预定的判决风险率（ $\alpha$ 、 $\beta$ ），对规定的MTBF值作合格与否的判断。试验方案可选用GB/T 5080.7-1986中截尾序贯试验方案。

## 6 标志、包装、运输及贮存

### 6.1 标志

6.1.1 产品标志应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

6.1.2 在产品上应有产品型号及名称标志。

6.1.3 产品的包装箱、说明书中应包含以下标志：商标、企业名称与地址、产品型号及名称、生产日期。

6.1.4 在产品的外包装箱上应有如下标志：收发货标志、包装储运图示标志、包装件尺寸及质量等。

### 6.2 包装

6.2.1 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定。

6.2.2 包装件应能够承受 GB/T 4857.5 的跌落试验，试验后不应有机械损伤或性能指标缺陷。

6.2.3 包装箱内应具有：装箱单、合格证、使用说明书、保修单等。

6.2.4 包装的验证方法按 GB/T 13384 的规定进行。

### 6.3 运输

产品经包装后，可采用任何交通运输工具。但在运输过程中应采取防雨淋、防震以及安全措施。

### 6.4 贮存

6.4.1 包装后的设备应在环境温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 80%以下，周围无酸碱及其他腐蚀性气体及强磁场的库中贮存。

6.4.2 若无其它规定，贮存期为两年，超过贮存期的产品应开箱检验，经复验合格后方可进入流通领域。

## 7 使用说明

### 7.1 使用说明（书）的编写

应符合GB/T 9969的规定并提供下列有关信息：

- a) 产品型号及组成；
- b) 产品功能及操作；
- c) 运输；
- d) 保养、故障判断及修理；
- e) 安全注意事项；
- f) 其他。

### 7.2 使用说明的验证方法

按GB/T 9969的规定进行。

---