

# 北斗/低轨综合型模块

## ( A2\_V500 ) 规格书

湖南中森通信科技有限公司

2025 年 6 月

# 目 录

<b>1 概述</b>	<b>1</b>
<b>2 功能</b>	<b>1</b>
<b>2.1 定位功能</b>	<b>1</b>
<b>2.2 授时功能</b>	<b>2</b>
<b>2.3 报文通信功能</b>	<b>2</b>
<b>2.4 其他功能</b>	<b>2</b>
<b>3 性能指标</b>	<b>3</b>
<b>3.1 RNSS 服务性能指标</b>	<b>3</b>
3.1.1 工作频点	3
3.1.2 灵敏度	3
3.1.3 接收通道数	3
3.1.4 启动性能	4
3.1.5 定位测速精度	4
3.1.6 授时精度	4
3.1.7 原始观测量输出精度	4
3.1.8 自主完好性检测	5
3.1.9 抗窄带干扰	5
3.1.10 抗转发式干扰	5
<b>3.2 短报文性能</b>	<b>5</b>
3.2.1 工作频点	5
3.2.2 接收灵敏度	5
3.2.3 接收通道数	6
3.2.4 首次捕获时间	6
3.2.5 重捕获时间	6
3.2.6 发射 EIRP	6
3.2.7 通信成功率	6
3.2.8 RDSS 兼收性能	6
3.2.9 抗窄带干扰	6
<b>3.3 导航信息增强性能</b>	<b>6</b>
<b>3.4 扩展 L 定位授时性能</b>	<b>7</b>
<b>3.5 快速精密定位性能</b>	<b>7</b>
<b>3.6 数据更新率</b>	<b>7</b>
<b>3.7 动态性能</b>	<b>7</b>

3.8 RTC 守时备用电源输入 .....	7
<b>4 电源定义 .....</b>	<b>7</b>
4.1 输入电源 .....	7
4.2 馈电输出电源 .....	8
<b>5 结构尺寸 .....</b>	<b>8</b>
5.1 尺寸 .....	8
5.2 标识 .....	8
<b>6 接口定义 .....</b>	<b>9</b>
6.1 导航接收射频接口 .....	9
6.2 一线通射频接口 .....	9
6.3 电源与数据接口 .....	9
<b>7 通用质量要求 .....</b>	<b>10</b>
7.1 环境适应性 .....	10
7.2 安全性要求 .....	11
7.3 可靠性要求 .....	11
7.4 维修性要求 .....	11
7.5 保障性要求 .....	12
7.6 测试性要求 .....	12
7.7 电磁兼容性要求 .....	12
<b>8 国产化要求 .....</b>	<b>12</b>

1 概述

北斗/低轨综合型模块 A2\_V500（以下简称：A2\_V500 综合型模块）是一款支持北斗三号 RNSS&RDSS 和低轨增强的多模型多频型模块,能够支持北斗、GPS、格洛纳斯、伽利略等卫星导航系统，支持星网低轨快速精密定位信号处理，支持星网低轨安全定位授时信号处理，与低轨窄带或宽带通信终端基带搭配支持星网低轨导航信息增强。还支持北斗二号、三号 RDSS 区域和全球业务。

本文档描述 A2\_V500 综合型模块的规格，包括模块功能、性能、尺寸、接口、电气及工程化等。

本模块内部集成多工器、滤波器、射频基带一体化处理芯片、BD 三号授权芯片（预留位置）和时钟、复位、RTC 电路以及电源管理电路。结合外部天线及射频板（多路低噪声放大器、功率放大器、多工器）可实现 BD 三号 RNSS 信号接收定位、测速、授时，北斗/低轨信号联合定位、扩展 L 定位授时功能、快速精密定位功能、搭配星网低轨通信模块实现导航信息增强功能，以及 RDSS 信号的区域短报文和全球短报文通信等功能。其基本组成框图如下：

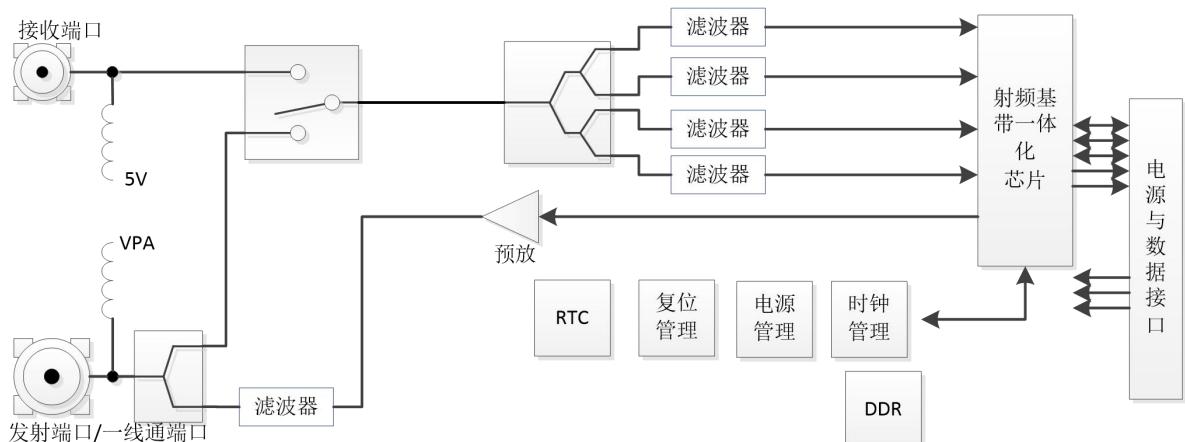


图 1-1 A2 V500 综合型模块原理框图

## 2 功能

## 2.1 定位功能

- 1、具备 BDS 单频定位功能。
  - 2、具备 GPS\_L1C/A、GLONASS\_G1 单频定位功能。
  - 3、具备接收 BDS、GPS、GLONASS、Galileo 卫星导航系统播发 RNSS 信

地址：湖南省长沙市岳麓区尖山路39号中电软件园6栋

电话: 0731-88937120 传真: 0731-88731031

号的功能以及多种导航系统组合定位授时的功能（GPS、GLONASS、Galileo 卫星导航系统仅用于完好性判别，不参与定时输出）；

- 4、具备北斗三号卫星发播的 SBAS 增强服务信号的接收功能；
- 5、具备北斗三号精密单点定位功能；
- 6、具备接收北斗三号系统功率增强信号，实现定位、测速和授时功能；
- 7、具备单频、双频（B1C/B2a、B1I/B3I）、SBAS 等多种模式下的定位、测速及授时功能，支持频率和模式自定义设置；
- 8、具备自主完好性检测（RAIM）功能，定位异常时给出提示。
- 9、具备 B3 信号播发的广域差分信息接收处理能力。
- 10、具备通过指令设置接收信号频点功能。
- 11、具备北斗独立定位，以及利用北斗和低轨信号实现联合定位授时；
- 12、在无外部授时条件下，应具备接收 L 频段通信信号的导航增强信息能力；
- 13、在无北斗信号条件下，通过接收低轨卫星 L 频段定位授时信号，实现基于多普勒测量的用户位置解算和基于伪距测量的用户授时。（SPT）
- 14、具备快速精密定位功能（FPPP）。

## 2.2 授时功能

1、具备接收 BDS、GPS、GLONASS、Galileo 卫星导航系统播发 RNSS 信号的功能以及多种导航系统组合定位授时的功能（GPS、GLONASS、Galileo 卫星导航系统仅用于完好性判别，不参与定时输出）；

- 2、具有 1PPS 信号输入与输出功能；
- 3、具有串口授时输入与授时输出功能。

## 2.3 报文通信功能

- 1、具备 BD 三号区域短报文通信（点播/组播/通播/兼收）和定位报告功能。
- 2、具备 BD 三号全球短报文通信和定位报告功能。
- 3、具备应急搜救功能，搜救机构 ID 号可设置。
- 4、具备 RDSS 定位报告、普通位置报告等定位报告模式串口设置和自适应切换。

## 2.4 其他功能

- 1、支持星历、历书和概要位置信息输入；
- 2、具备单频、双频组合定位的工作模式；

- 3、具备伪距、载波相位观测量输出功能；
- 4、可通过固件升级和二次开发支持定制化应用要求。
- 5、具有星历和历书输出功能；
- 6、具有卫星号、卫星方位、可见星、锁定星、卫星信号功率、卫星种类、工作状态指示等数据输出功能；
- 7、具备内建自测试（BIT）能力、开机自检功能及故障报警功能；
- 8、具备 RTC 功能；
- 9、具备抗窄带干扰以及抗欺骗干扰功能；

### 3 性能指标

#### 3.1 RNSS 服务性能指标

##### 3.1.1 工作频点

B1、B2、B3、GPS\_L1\L5、GALILEO E5a\E5b、GLONASS\_G1\G2、LEO-B3A、LEO-B2b、LEO-L。

##### 3.1.2 灵敏度

1) 捕获灵敏度（准静态场景，启动时间 90s，定位精度要求为：水平精度 $\leq 8m$ ，垂直精度 $\leq 9m$ ）： $\leq -143dBm$ ；

B1C： $\leq -143dBm$ ；

B1I、B3I： $\leq -138dBm$ ；

2) 跟踪灵敏度（准静态场景，水平精度 $\leq 60m$ ，垂直精度 $\leq 60m$ ）

B1C： $\leq -155dBm$ ；

B1I、B3I： $\leq -145dBm$ ；

##### 3.1.3 接收通道数

通道数：北斗不小于 144 通道，GPS、GLONASS、Galileo 分别不小于 32 通道，可同时跟踪各导航系统不少于 16 颗卫星；

频点	接收通道数
BDS B1、B2、B3	$\geq 16$
GPS_L1/L5	$\geq 16$
GALILEO E5a/E5b	$\geq 16$

GLONASS_G1	$\geq 12$
------------	-----------

### 3.1.4 启动性能

信号电平-133dBm, 低动态场景满足如下指标:

项目	频点	指标要求	备注
冷启动	B1C	$\leq 23s$	
	B1I/B2a/B3I	$\leq 50s$	
温启动	B1C	$\leq 23s$	
	B1I/B2a/B3I	$\leq 50s$	
热启动	B1I/B1C/B2a/B3I	$\leq 10s$	正常定位后关机 半个小时以内开机
重捕获时间	B1I/B1C/B2a/B3I	$\leq 2s$	信号中断 $\leq 30s$

### 3.1.5 定位测速精度

- 1、北斗 RNSS 单频定位精度 (PDOP $\leq 4$ ): 水平 $\leq 6m$ , 高程 $\leq 8m$  (95%, 重点区域);
- 2、北斗 RNSS 双频定位精度 (PDOP $\leq 4$ ): 水平 $\leq 4m$ , 高程 $\leq 6m$  (95%, 重点区域);
- 3、北斗 SBAS 定位精度 (PDOP $\leq 4$ ): 水平 $\leq 2.5m$ , 高程 $\leq 4m$ (95%);
- 4、定位精度 (PDOP $\leq 4$ ): 水平 $\leq 7m$ , 高程 $\leq 9m$ (95%, 全球);
- 5、测速精度 (PDOP $\leq 4$ ):  $\leq 0.2m/s$ (95%, 全球);

### 3.1.6 授时精度

- 1、基本导航模式授时精度: 1PPS 精度,  $\leq 20ns$  (RMS);
- 2、精密单点定位模式授时精度: 1PPS 精度,  $\leq 5ns$  (RMS);
- 3、1PPS: 上升沿 $\leq 10ns$ 、抖动:  $\leq 2ns$ , 脉宽  $20\mu s \pm 1\mu s$ 。

### 3.1.7 原始观测量输出精度

伪距精度:

- 1) B3I:  $\leq 0.1m$  ( $1\sigma$ );
- 2) B1C:  $\leq 0.3m$  ( $1\sigma$ )。

载波相位精度:  $\leq 0.01$  周 ( $1\sigma$ )。

### 3.1.8 自主完好性检测

5 颗星自主性完好：故障阶段不能定位，非故障阶段定位成功率 $\geq 95\%$ （ $\text{PDOP} \leq 4$ ）；

6 颗星自主性完好：故障阶段故障星识别率 $\geq 95\%$ ，所有阶段定位成功率 $\geq 95\%$ （ $\text{PDOP} \leq 4$ ）。

### 3.1.9 抗窄带干扰

具备 B3 频点抗窄带干扰能力（1/10 带宽），干信比优于 70dB，可实现定位精度水平 7m 高程 9m、授时精度 20 纳秒的合格率达到 95%；

### 3.1.10 抗转发式干扰

具备抗生成式欺骗，抗直接转发、提纯转发、录放转发等转发方式欺骗能力，同时还应具备抗压制与欺骗组合干扰能力，在总欺骗信号数量不少于 30 个，单颗卫星欺骗信号个数不小于 2 个的情况下：

干扰信号相对卫星信号的功率增强-5dB 至 10dB 时，可正常定位，可实现授时精度 20 纳秒的合格率达到 95%，及时告警。

干扰信号相对卫星信号的功率增强 10dB 至 40dB 时，可及时告警。

## 3.2 短报文性能

### 3.2.1 工作频点

接收信号类型：S1、S2、B2b。

发射信号类型：Lf1~LF4。

### 3.2.2 接收灵敏度

S2 频点：

$\leq -123.8\text{dBm}$ （专用段 24kbps 信息帧，误码率 $\leq 1\text{e-}5$ ）；

$\leq -127.5\text{dBm}$ （专用段 16kbps 信息帧，误码率 $\leq 1\text{e-}5$ ）；

$\leq -130.0\text{dBm}$ （专用段 8kbps 信息帧，误码率 $\leq 1\text{e-}5$ ）。

S1 频点：

$\leq -127.6\text{dBm}$ （误码率 $\leq 1\text{e-}5$ ）；

B2b 频点

≤-130dBm (误码率≤1e-5);

### 3.2.3 接收通道数

S2: ≥14;

S1: ≥10;

B2b: ≥16。

### 3.2.4 首次捕获时间

S2C: ≤2s;

### 3.2.5 重捕获时间

S2C: ≤1s;

### 3.2.6 发射 EIRP

发射功率≥-3dBm (常温)。

### 3.2.7 通信成功率

区域短报文支持单次发送报文最大长度: 14000bit (1000 个汉字), 通信成功率≥95%。

全球短报文支持单次发送报文最大长度: 560bit (40 个汉字), 通信成功率≥95%。

### 3.2.8 RDSS 兼收性能

可兼收下属用户数据不少于 500 个。

### 3.2.9 抗窄带干扰

S2C: 干信比≥58dB (信号功率-123.8dBm, 电文速率 16kbps)。

## 3.3 导航信息增强性能

- 1、 基于低轨通信链路的北斗全球导航信息增强定位精度 (95%): 水平优于 4m, 高程优于 6m, 授时精度优于 30ns;
- 2、 增强信息单频点通道数: ≥16。

### 3.4 扩展 L 定位授时性能

- 1、接收信号：扩展 L 定位授时信号（1518MHz~1525MHz）；
- 2、接收灵敏度： $\leq -120\text{dBm}$ （误码率 $\leq 1\times 10^{-5}$ ）；
- 3、多普勒测量精度： $\leq 0.2\text{Hz}$ （ $1\sigma$ ，载噪比 $>55\text{dB-Hz}$ ）；
- 4、独立定位精度： $\leq 50\text{m}$ （ $1\sigma$ ）；
- 5、独立定位收敛时间： $\leq 8\text{min}$ ；
- 6、独立授时精度： $\leq 200\text{ns}$ （ $1\sigma$ ）。

### 3.5 快速精密定位性能

- 1、定位精度（95%）：水平 $\leq 10\text{cm}$ ，高程 $\leq 20\text{cm}$ ；
- 2、收敛时间： $\leq 60\text{s}$ 。

### 3.6 数据更新率

定位结果输出频度可配置（典型档：1、2、5、10Hz），默认 1Hz。

### 3.7 动态性能

动态性能（RNSS 信号功率不低于-133dBm，RDSS 信号功率不低于-123.8dBm）；

默认支持低动态及以下动态：

低动态：最大速度不超过 515m/s，加速度不超过 4g。

可选支持中动态及高动态：

中动态：最大速度不超过 1720m/s，加速度不超过 30g，加加速度不超过 3g/s。

高动态：最大速度不超过 8160m/s，加速度不超过 50g，加加速度不超过 50g/s

### 3.8 RTC 守时备用电源输入

VBAT 输入电压范围：2~3.3V；

工作电流： $\leq 5\mu\text{A}$ 。

## 4 电源定义

### 4.1 输入电源

模块共有三个电源输入，分别为：

（1）VCC-IN：模块电源输入引脚，输入电压范围为  $5\pm 0.5\text{V}$ ，平均功耗 $\leq 2\text{W}$ ，

地址：湖南省长沙市岳麓区尖山路39号中电软件园6栋

电话：0731-88937120 传真：0731-88731031

峰值功耗≤5W。该电源也用于导航接收射频接口（MMCX 连接器）的馈电电源，最大输入功率不小于 10W。

（2）VDD-PA：功放馈电输入引脚，用于一线通射频接口（MCX 连接器）的馈电电源。输入电压范围为 5~36V，最大输入功率不小于 20W。

（3）VCC-RTC：模块内部的 RTC 电路的供电。输入电压范围为 2.0~3.3V，工作电流不大于 5uA。

## 4.2 馈电输出电源

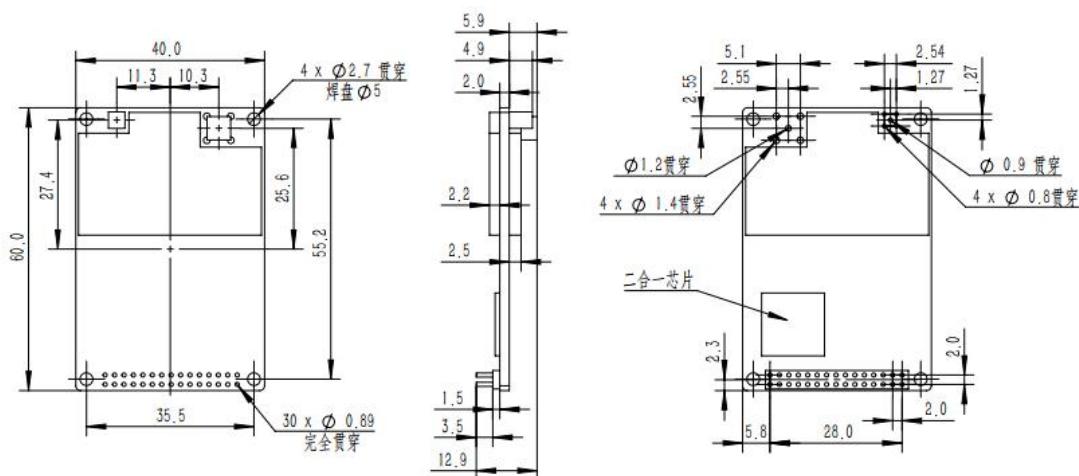
（1）导航接收射频接口具有馈电输出功能，输出电压等同于 VCC-IN 电压。馈电输出可以通过软件控制开启或者关闭。

（2）一线通射频接口具有馈电输出功能，输出电压等同于 VDD-PA 电压。

## 5 结构尺寸

### 5.1 尺寸

A2\_V500 型模块外形尺寸为 60.0mm×40.0mm×12.9mm，共四个安装孔，安装孔间距为 55.2mm×35.5mm，孔径φ2.7mm。具体机械尺寸如下图所示。一般公差按 HB5800-1999-II 规定执行。



### 5.2 标识

A2\_V500 模块在屏蔽罩上贴有明显标识，标识内容包括以下信息：

- （1）产品型号：NM0301D1-A2-V500；
- （2）输入电压：5±0.5V；
- （3）序列号：20xx xx xx xxxx（年+月+批次+模块编号）；

地址：湖南省长沙市岳麓区尖山路39号中电软件园6栋

电话：0731-88937120 传真：0731-88731031

(4) 生产厂家：湖南中森通信科技有限公司。

## 6 接口定义

### 6.1 导航接收射频接口

- (1) 采用 MMCX-KHD 连接器，用于 RNSS 和 RDSS 信号接收；
- (2) 该接口具有馈电功能，馈电电压为：5±0.5V，馈电能力不低于 100mA。馈电可以通过软件控制开启或者关闭。
- (3) 射频输入功率范围：-100dBm~60dBm。要求前端具有 35~40dB 增益的低噪声放大器。

### 6.2 一线通射频接口

- (1) 采用 MCX-KHD 连接器，用于 RNSS、RDSS 信号接收和 L 信号发射。
- (2) 该接口具有馈电功能，馈电电压为：5~36V，馈电功率大于 20W。
- (3) 射频输入功率范围：-100dBm~60dBm。要求前端具有 35~40dB 增益的低噪声放大器。
- (4) L 频点信号发射输出功率：默认 0dBm±2dBm，可调范围-5dBm~10dBm，能够在全温范围内保持±2dBm 的精度和准确度。

### 6.3 电源与数据接口

A2\_V500 型综合型模块的电源与数据接口形式为双排 2×15Pin 插针，管脚间距为 2.0mm，具体定义见下表：

管脚号	定义	管脚说明	方向	描述
1	DGND		/	数字地
2	RVS		IO	保留
3	TXD1	3.3V	O	串口 1 输出，波特率默认 115200，LVTTL 电平，程序在线升级、加注，不用时悬空。
4	SIM_VCC	3.3V±0.3V	O	SIM 卡电源输出，不用时悬空
5	RXD1	3.3V	I	串口 1 输入，波特率默认 115200，LVTTL 电平，程序在线升级、加注，不用时悬空
6	VCC-EK	3.3V	I	毁钥信号输入，3.3V 电平启动毁钥
7	DGND		/	数字地
8	SIM_CLK	3.3V	O	SIM 卡时钟输出，LVTTL 电平，不用时悬空

地址：湖南省长沙市岳麓区尖山路39号中电软件园6栋

电话：0731-88937120 传真：0731-88731031

管脚号	定义	管脚说明	方向	描述
9	TXD2	3.3V	O	串口 2 输出, LVTTL 电平, 标准协议输出, 不用时悬空
10	SIM_DATA	3.3V	IO	SIM 卡数据 IO, LVTTL 电平, 不用时悬空
11	RXD2	3.3V	I	串口 2 输入, LVTTL 电平, 标准协议输入, 不用时悬空
12	SIM_RST	3.3V	O	RDSS SIM 卡复位信号输出, LVTTL 电平, 不用时悬空
13	VCC-IN	4.5V-5.5V	I	电源输入
14	VCC-IN	4.5V-5.5V	I	电源输入
15	GND		/	电源地
16	GND		/	电源地
17	nRESET	3.3V	I	复位信号, 低电平有效, 不用时悬空
18	PPS-OUT	3.3V	O	秒脉冲输出, 上升沿有效, 不用时悬空
19	DGND		/	数字地
20	DGND		/	数字地
21	PPS-IN	3.3V	I	秒脉冲输入, 上升沿有效, 不用时悬空
22	PA-EN	3.3V	O	功放电源使能输出, LVTTL 电平, 高电平有效, 不用时悬空
23	TXD3	3.3V	O	串口 3 输出, LVTTL 电平, 标准协议输出, 不用时悬空
24	GND		/	电源地
25	RXD3	3.3V	I	串口 3 输入, LVTTL 电平, 标准协议输入, 不用时悬空
26	GND		/	电源地
27	VCC_PA	5.0V-36.0V	I	有源天线功放电源输入, RF_OUT 射频接口直通输出, 不用时悬空
28	EVENT	3.3V	IO	事件输入, 低电平有效, 不用时悬空;
29	VCC_PA	5.0V-36.0V	I	有源天线功放电源输入, RF_OUT 射频接口直通输出, 不用时悬空
30	VCC-RTC	2.0V-3.3V	I	RTC 电源输入, 不用时悬空

## 7 通用质量要求

### 7.1 环境适应性

满足 GJB 150A-2009《军用装备实验室环境试验方法》规定的环境试验要求。

备注：除工作温度和贮存温度外，其它环境适应性要求随整机开展试验。

地址：湖南省长沙市岳麓区尖山路39号中电软件园6栋

电话：0731-88937120 传真：0731-88731031

1) 工作温度: -50°C~+70°C。

2) 贮存温度: -55°C~+85°C。

3) 低气压

在高海拔地区, 能够在下表规定的低气压下工作。

表 7- 1 低气压环境试验要求

试验气压 (kPa)	试验温度 (° C)	试验时间 (min)
57	15~35	60

4) 湿热 (随整机验证)

相关模块能够承受温度为 40°C±2°C、相对湿度为(93±3)% , 试验时间为 96h 的恒定湿热试验。

5) 振动 (随整机验证)

能承受 GJB 150.16A-2009 规定的振动试验环境, 满足车载、船载、弹载、机载等使用要求。

6) 霉菌 (随整机验证)

能承受 GJB150.10A-2009 中表 1 规定的菌种组为 1 的霉菌试验环境, 长霉等级不超过 GJB150.10A-2009 中表 2 规定的 2 级。

7) 盐雾 (随整机验证)

能承受 GJB150.11A-2009 中规定的盐雾试验环境。

## 7.2 安全性要求

按照 GJB900A-2012 《装备安全性工作通用要求》制定系统安全性大纲, 开展安全性设计、分析、评估与验证等工作, 提交产品研制试验过程中产生的安全性信息和分析报告。符合 GJB 367A-2001 中 3.13 条和 GJB 900A-2012 的要求, 或符合相关技术要求的规定。

## 7.3 可靠性要求

参照 GJB 450A-2004 《装备可靠性工作通用要求》 的相关要求执行, 平均故障间隔时间 (MTBF)≥10000h。

## 7.4 维修性要求

参照 GJB 368B-2009 《装备维修性工作通用要求》的相关要求执行, 维修性指标为: MTTR≤30min。

## 7.5 保障性要求

根据 GJB 3872-1999《装备综合保障通用要求》和 GJB1371-1992《装备保障性分析》要求执行，将保障性要求作为性能要求的组成部分，在性能设计的同时考虑保障性问题，进行保障性权衡分析，在保证技术先进的前提下尽量利用成熟技术和现有保障资源，采取通用标准接口设计和模块化设计，降低人员保障要求相应的保障措施。

## 7.6 测试性要求

符合 GJB 2547A-2012 中相关规定。具备必要的测试接口及故障检测告警能力。

## 7.7 电磁兼容性要求

按照 GJB151B-2013《军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量》中表 5 相关要求执行，设备应符合 GJB151B-2013 中 CE101, CE102, CS101, CS106, CS114, CS116, RE101, RE102, RS101, RS103 要求，保障车载、船载、机载、弹载环境应用。

备注：随整机开展试验。

## 8 国产化要求

模块选用电子元器件执行 100%刚性要求，实施电子元器件全寿命管理。