

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

1 概述	1
2 功能	1
2.1 定位功能	1
2.2 授时功能	2
2.3 报文通信功能	2
2.4 其他功能	2
3 性能指标	3
3.1 RNSS 服务性能指标	3
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
3.2 短报文性能	5
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
3.3 导航信息增强性能	6
3.4 扩展 L 定位授时性能	7
3.5 快速精密定位性能	7
3.6 数据更新率	7
3.7 动态性能	7

3.8 RTC 守时备用电源输入	7
4 电源定义	7
4.1 输入电源	7
4.2 馈电输出电源	8
5 结构尺寸	8
5.1 尺寸	8
5.2 标识	8
6 接口定义	9
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
7 通用质量要求	10
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
8 国产化要求	12

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:

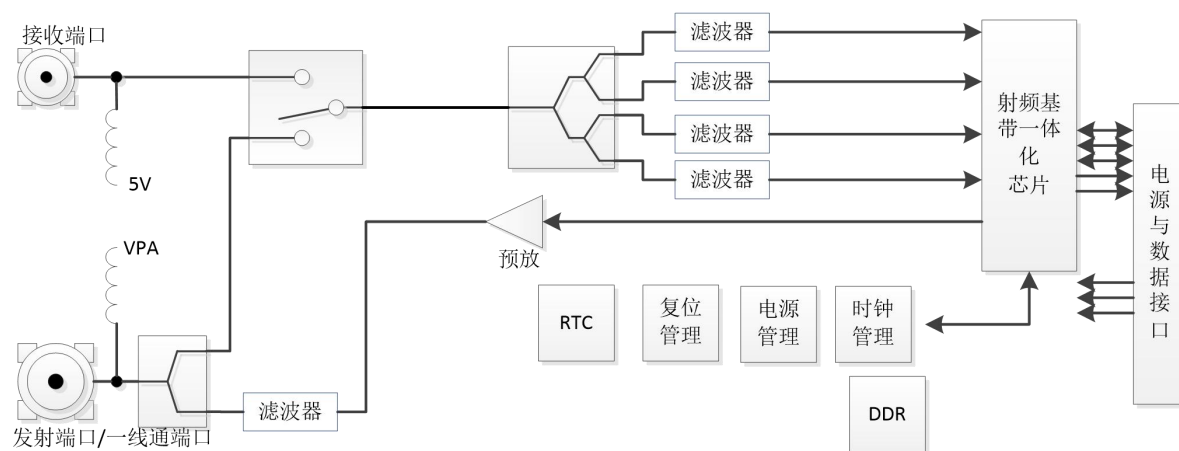


图 1-1 A2_V500 综合型模块原理框图

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 $\leq 8\text{m}$ ，垂直精度 $\leq 9\text{m}$ ）： $\leq -143\text{dBm}$ ；

B1C: $\leq -143\text{dBm}$ ；

B1I、B3I: $\leq -138\text{dBm}$ ；

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

B1C: $\leq -155\text{dBm}$ ；

B1I、B3I: $\leq -145\text{dBm}$ ；

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	≥ 16
GPS_L1/L5	≥ 16
GALILEO E5a/E5b	≥ 16

GLONASS_G1	≥ 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 ≤ 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 ≤ 4 ）：水平 $\leq 4m$ ，高程 $\leq 6m$ （95%，重点区域）；
- 3、北斗 SBAS 定位精度（PDOP ≤ 4 ）：水平 $\leq 2.5m$ ，高程 $\leq 4m$ (95%)；
- 4、定位精度（PDOP ≤ 4 ）：水平 $\leq 7m$ ，高程 $\leq 9m$ (95%，全球)；
- 5、测速精度（PDOP ≤ 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: $\leq 0.1m$ （ 1σ ）；
- 2) B1C: $\leq 0.3m$ （ 1σ ）。

载波相位精度： ≤ 0.01 周（ 1σ ）。

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 $\geq 95\%$ （PDOP ≤ 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 $\geq 95\%$ （PDOP ≤ 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 $\leq 1e-5$ ）；

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

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

S1 频点：

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

B2b 频点

$\leq -130\text{dBm}$ （误码率 $\leq 1\text{e-}5$ ）；

3.2.3 接收通道数

S2: ≥ 14 ;

S1: ≥ 10 ;

B2b: ≥ 16 。

3.2.4 首次捕获时间

S2C: $\leq 2\text{s}$;

3.2.5 重捕获时间

S2C: $\leq 1\text{s}$;

3.2.6 发射 EIRP

发射功率 $\geq -3\text{dBm}$ （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 $\geq 95\%$ 。

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 $\geq 95\%$ 。

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 $\geq 58\text{dB}$ （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： $\leq 0.2\text{Hz}$ （ 1σ ，载噪比 $> 55\text{dB-Hz}$ ）；
- 4、独立定位精度： $\leq 50\text{m}$ （ 1σ ）；
- 5、独立定位收敛时间： $\leq 8\text{min}$ ；
- 6、独立授时精度： $\leq 200\text{ns}$ （ 1σ ）。

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 $\leq 2\text{W}$ ，

峰值功耗 $\leq 5\text{W}$ 。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 $5\sim 36\text{V}$ ，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 $2.0\sim 3.3\text{V}$ ，工作电流不大于 $5\mu\text{A}$ 。

4.2 馈电输出电源

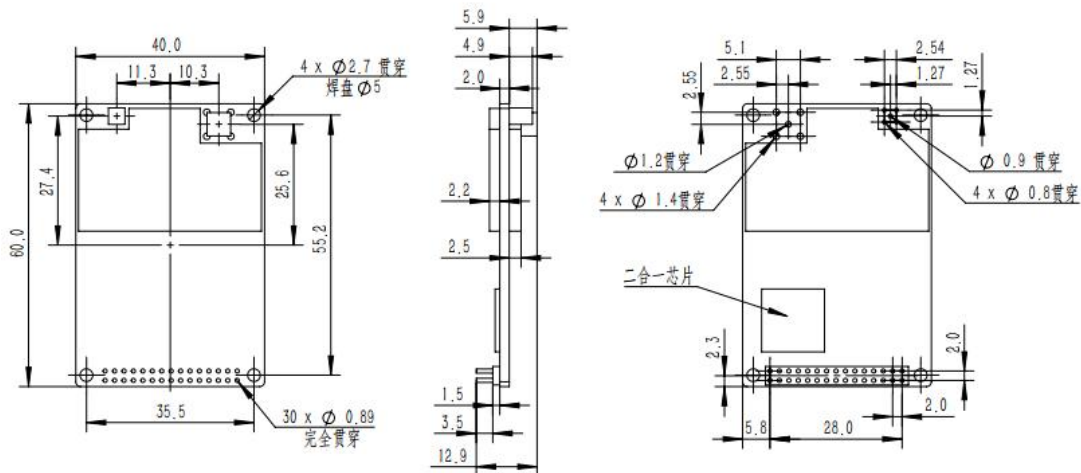
（1）导航接收射频接口具有馈电输出功能，输出电压等同于 VCC-IN 电压。馈电输出可以通过软件控制开启或者关闭。

（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 $60.0\text{mm}\times 40.0\text{mm}\times 12.9\text{mm}$ ，共四个安装孔，安装孔间距为 $55.2\text{mm}\times 35.5\text{mm}$ ，孔径 $\phi 2.7\text{mm}$ 。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： $5\pm 0.5\text{V}$ ；
- （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： $5\pm0.5V$ ，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： $-100dBm\sim-60dBm$ 。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： $5\sim36V$ ，馈电功率大于 20W。

(3) 射频输入功率范围： $-100dBm\sim-60dBm$ 。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 $0dBm\pm2dBm$ ，可调范围 $-5dBm\sim10dBm$ ，能够在全温范围内保持 $\pm2dBm$ 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，LVTTTL 电平，程序在线升级、加注，不用时悬空。
4	SIM_VCC	$3.3V\pm0.3V$	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，LVTTTL 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，LVTTTL 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℃~+70℃。
- 2) 贮存温度：-55℃~+85℃。
- 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℃±2℃、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。