

ICS 33.050

CCS M 30

# 团体标准

T/TAF 223—2024

## 移动智能终端卫星定位能力技术要求和测试方法

Technical requirements and test methods for satellite positioning capability of mobile intelligent terminal

2024-03-26 发布

2024-03-26 实施

电信终端产业协会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语及定义 .....	1
4 缩略语 .....	2
5 技术要求 .....	2
5.1 总体要求 .....	2
5.2 北斗独立定位技术要求 .....	3
5.3 北斗优先定位技术要求 .....	3
5.4 单北斗定位技术要求 .....	4
5.5 终端操作系统要求 .....	5
6 测试概述 .....	5
6.1 测试环境 .....	5
6.2 测试系统 .....	5
6.3 终端 .....	7
6.4 测试频点配置 .....	7
7 北斗独立定位测试方法 .....	8
7.1 标称精度测试 .....	8
7.2 空口总全向灵敏度测试 .....	9
7.3 冷启动首次定位测试 .....	9
8 北斗优先定位测试方法 .....	10
8.1 冷启动首次定位支持北斗优先 .....	10
8.2 热启动首次定位支持北斗优先 .....	11
8.3 跟踪定位支持北斗优先 .....	11
9 单北斗定位测试方法 .....	12
9.1 无北斗卫星信号时的单北斗定位功能测试 .....	13
9.2 北斗卫星个数不满足定位条件时的单北斗功能测试 .....	13
9.3 单北斗授时功能测试 .....	14
9.4 单北斗冷启动首次定位测试 .....	15
9.5 仅北斗卫星信号时的单北斗静态定位精度测试 .....	17
9.6 非北斗卫星导航系统相关信息出现差异时的单北斗静态定位精度测试 .....	17
附录 A (规范性) 北斗定位接收机性能测量方法 .....	19
A.1 载噪比空间方向图测试 .....	19

T/TAF 223—2024

A.2 接收灵敏度测试 .....	19
附录 B (规范性) 线性化方法 .....	21
B.1 空间方向图线性化 .....	21
B.2 灵敏度搜索 .....	21
B.3 灵敏度计算 .....	21
附录 C (资料性) 自治卫星定位测试消息格式 .....	23



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由电信终端产业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、博鼎实华(北京)技术有限公司、华为终端有限公司、荣耀终端有限公司、维沃移动通信有限公司、OPPO广东移动通信有限公司、小米通讯技术有限公司、成都鼎桥通信技术有限公司、中国移动通信集团终端有限公司、中国联合网络通信有限公司、中兴通讯股份有限公司、联发博动科技(北京)有限公司、北京三星通信技术研究有限公司、紫光展锐(上海)科技有限公司、翱捷科技股份有限公司、青岛海信通信有限公司、高通无线通信技术(中国)有限公司、华东师范大学、深圳信息通信研究院、中国电子科技集团公司第五十四研究所、深圳市赛伦北斗有限公司、瑞玛思特(北京)科技有限公司、联想(北京)有限公司、上海移芯通信科技股份有限公司、广东小天才科技有限公司、南昌大学、烟台朱葛软件科技有限公司、司南信通(北京)科技有限公司、芯无线(北京)通信技术有限公司、昆山睿翔讯通通信技术有限公司、芯睿微电子(昆山)有限公司、深圳大学、北京通和实益电信科学技术研究所有限公司。

本文件主要起草人：张钦娟、黄蕊、安旭东、朵灏、孙思杨、戴巡、石磊、王桂娟、陈晓晨、滕雨杉、王英泽、高瞻远、吴星、郑海霞、刘启飞、刘元安、吴永乐、王卫民、郑冬生、何伟、滕勇、王亮、张元、董丙银、薛祎凡、李维成、龙迪、黄威、黄欣、杨沛、杨伟、袁云贺、关鹏飞、吴越、于峰、杜志敏、赵斌、乔光军、胡建悦、江超、刘鹏、郑成、李丛蓉、李宝、刘辉、胡孟晗、陈定云、叶佳、高斌、刘航、严修华、王玉峰、祝振江、马志刚、朱清毅、寇力、马鑫、石杨、马磊、陈波、袁涛、黄文、张岩、陈亮、姚旺。



# 移动智能终端卫星定位能力技术要求和测试方法

## 1 范围

本文件规定了移动智能终端卫星定位能力的技术要求以及测试方法，主要包括北斗独立定位、北斗优先定位以及单北斗定位的功能要求、性能要求和测试方法等。

本文件适用于支持卫星定位的移动智能终端，包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑、可穿戴设备、互联网租赁两轮车等。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 39267—2020 北斗卫星导航术语

YD/T 1484.1 无线终端空间射频辐射功率和接收机性能测量方法 第1部分：通用要求 (Measurement method for radiated RF power and receiver performance of wireless device Part 1: General requirement)

3GPP TS 37.571-1 通用陆地无线接入和演进通用陆地无线接入和演进分组核心：用户设备定位一致性规范；第一部分：一致性测试规范 (Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved Packet Core (EPC); User Equipment (UE) conformance specification for UE positioning; Part 1: Conformance test specification)

3GPP TS 37.571-5 通用陆地无线接入和演进通用陆地无线接入和演进分组核心：用户设备定位一致性规范；第五部分：测试场景和辅助数据 (Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved Packet Core (EPC); User Equipment (UE) conformance specification for UE positioning; Part 5: Test scenarios and assistance data)

CTIA OTA Test Plan 无线设备空间射频辐射特性和接收机性能测量方法 (Wireless Device Over-the-Air Performance Method of Measurement for Radiated RF Power and Receiver Performance)

## 3 术语及定义

YD/T 1484.1和GB/T 39267—2020中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**北斗独立定位** BeiDou independent positioning

在仅有北斗卫星信号场景下，使用北斗卫星信号进行搜星、捕获、定位解算和输出。

### 3.2

**北斗优先定位** BeiDou preferred positioning

在融合卫星信号场景下，优先用北斗卫星信号进行定位解算。

### 3.3

**单北斗定位 BeiDou only positioning**

在融合卫星信号场景下，仅用北斗卫星信号进行搜星、捕获、定位解算和输出。

3.4

**定位误差 positioning error**

终端计算的位置与真实位置之差的统计值。

3.5

**水平定位误差 horizontal positioning error**

定位误差在水平方向的投影分量。

3.6

**高程定位误差 elevation positioning error**

定位误差在垂直方向的投影分量。

3.7

**冷启动 cold start**

终端在星历、历书、概略时间和概略位置未知的状态下启动定位。

3.8

**热启动 hot start**

终端在星历、历书、概略时间和概略位置已知的状态下启动定位。

3.9

**自治卫星定位 autonomous satellite positioning**

终端在无网络辅助情况下，使用卫星信号进行定位。

4 缩略语

YD/T 1484.1中界定的以及下列缩略语适用于本文件。

A-GNSS：网络辅助全球卫星导航系统（Assisted-Global Navigation Satellite System）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

GNSS：全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

HDOP：水平精度因子（Horizontal Dilution of Precision）

MSB：基于终端的测量和位置计算（Mobile Station Based）

NMEA：海用电子设备格式（National Marine Electronics Association）

TIRS：总全向灵敏度（Total Isotropic Radiated Sensitivity）

5 技术要求

5.1 总体要求

支持卫星定位的智能终端应支持北斗独立定位技术和北斗优先定位技术，或支持单北斗定位技术。终端应至少支持北斗B1I/B1C/B2a频点信号之一。

北斗优先定位技术，包含以下几个方面要求：

- a) 终端在自治GNSS卫星定位场景并且北斗可用卫星可供终端进行首次定位时，热启动后应能仅使用北斗卫星进行首次定位；
- b) 终端在网络辅助GNSS卫星定位场景并且北斗可用卫星可供终端进行首次定位时，冷启动后应能仅使用北斗卫星进行首次定位；



c) 除以上两种场景外:

- 1) 在中国境内典型室外开阔环境场景下,北斗可用卫星总个数占有所有可用卫星总数的比例大于等于50%时,北斗卫星参与定位计算的个数应不低于所有参与定位计算卫星总个数的50%;当北斗可用卫星总个数占有所有可用卫星总数的比例小于50%时,所有北斗可用卫星都应参与定位计算;

2) 当多个卫星导航系统相关信息出现差异且无法判断时,终端应优先信任北斗卫星导航系统。对于支持网络辅助定位的终端,应符合网络辅助的指标要求。

## 5.2 北斗独立定位技术要求

### 5.2.1 标称精度要求

在静态理想信号条件下,终端的标称精度应符合表1规定的指标要求。

表1 标称精度要求

定位方式	成功率	水平定位误差	高程定位误差	最大冷启动首次定位时间
标称精度测试场景	≥95%	≤10米	≤15米	120秒

### 5.2.2 空口总全向灵敏度要求

终端的空口总全向灵敏度应符合表2规定的指标要求。

表2 空口总全向灵敏度要求-冷启动捕获灵敏度要求

定位场景	空口总全向灵敏度
自治北斗静态场景	≤[-138 dBm]
网络辅助北斗静态场景	≤[-143 dBm]
注1: 对于仅支持北斗 B1C 频段的终端,自治北斗静态场景灵敏度为≤[-134 dBm]	
注2: 对于手表、手环等小尺寸可穿戴终端,考虑到尺寸带来的天线性能差异以及终端电池差异,自治北斗静态场景灵敏度为≤[-130 dBm]	

### 5.2.3 冷启动首次定位性能要求

终端在网络辅助定位场景中,在置信率大于等于95%的条件下,冷启动首次定位后首次定位性能应符合表3规定的要求。

表3 网络辅助北斗测试冷启动首次定位性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差	首次定位时间
网络辅助北斗静态场景	≤10米	≤15米	≤20秒

## 5.3 北斗优先定位技术要求

### 5.3.1 冷启动首次定位支持北斗优先

终端在网络辅助GNSS卫星定位场景并且场景符合首次定位只使用北斗卫星的定位条件时,冷启动后应能仅使用北斗卫星进行首次定位,在置信率大于等于95%的条件下,冷启动首次定位性能应符合表4规定的指标要求。

表4 冷启动首次定位支持北斗优先性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差	首次定位时间
网络辅助北斗静态场景	≤10 米	≤15 米	≤20 秒

### 5.3.2 热启动首次定位支持北斗优先

终端在自治GNSS卫星定位场景并且场景符合首次定位只使用北斗卫星的定位条件时,热启动后应能仅使用北斗卫星进行首次定位,在置信率大于等于95%的条件下,热启动首次定位性能应符合表5规定的指标要求。

表5 热启动首次定位支持北斗优先性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差	首次定位时间
自治 GNSS 静态场景	≤10 米	≤15 米	≤20 秒

### 5.3.3 跟踪定位支持北斗优先

终端在自治GNSS卫星定位场景,当北斗信号和其他星座信号观测量数据不一致的时候,终端优先信任北斗卫星信号进行定位,在置信率大于等于95%的条件下,定位精度应符合表6规定的指标要求。

表6 跟踪定位支持北斗优先定位精度性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差
自治 GNSS 动态场景	≤10 米	≤15 米

## 5.4 单北斗定位技术要求

### 5.4.1 无北斗卫星信号时的单北斗定位功能要求

终端在无北斗卫星的信号配置下,冷启动后应无法进行搜星定位。

### 5.4.2 北斗卫星个数不满足定位条件时的单北斗定位功能要求

终端在2颗可用北斗卫星及少量非北斗卫星的信号配置下,冷启动后应无法定位。

### 5.4.3 单北斗授时功能要求

针对授时型终端,授时精度或授时误差应 $<1\mu\text{s}$ 。

### 5.4.4 单北斗冷启动首次定位性能要求

终端在自治GNSS卫星静态定位场景中,冷启动后应只搜索北斗卫星并只使用北斗卫星进行定位,在置信率大于等于95%的条件下,首次定位性能应符合表7规定的指标要求。

表7 单北斗卫星定位冷启动首次定位性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差	首次定位时间
单北斗自治 GNSS 静态场景	≤10 米	≤15 米	≤120 秒

终端在网络辅助GNSS卫星静态定位场景中,冷启动后应只搜索北斗卫星并只使用北斗卫星进行定位,首次定位性能应符合表3规定的指标要求。

#### 5.4.5 仅北斗卫星信号时的单北斗静态定位精度要求

终端在仅北斗卫星静态定位场景中,冷启动后能够成功定位,在置信率大于等于95%的条件下,静态定位精度应符合表8规定的指标要求。

表8 单北斗测试静态定位精度性能要求

定位场景	水平定位误差	高程定位误差
单北斗自治 GNSS 静态场景	≤10 米	≤15 米

#### 5.4.6 非北斗卫星导航系统相关信息出现差异时的单北斗静态定位精度要求

终端在自治GNSS卫星静态定位场景中,当非北斗卫星导航系统相关信息出现差异时,终端仅搜索北斗卫星并仅使用北斗卫星进行定位,静态定位精度符合表8规定的指标要求。

### 5.5 终端操作系统要求

移动终端的操作系统应支持提供卫星定位信息的API接口,接口应包含指示终端芯片或终端操作系统层面提供的定位结果信息、系统层面在定位解算中是否使用了北斗卫星提供的信息。

## 6 测试概述

### 6.1 测试环境

除特殊说明外,YD/T 1484.1中规定的试验条件适用于本部分。

测试环境的具体测试要求如下:

- 温度: 15℃~35℃;
- 相对湿度: 45%~75%。

### 6.2 测试系统

#### 6.2.1 非远场测试系统

测试系统包括卫星信号源、无线综测仪、屏蔽箱、测试电脑。基础性能测试环境如图1和图2所示。卫星信号源用于发射卫星信号,模拟需要的测试场景,无线综测仪用于提供网络辅助定位信息,位于控制电脑的系统测试软件控制卫星信号源、被测终端及其他辅助测试设备,软件支持自动化性能测试、数据处理、报表生成等功能。

对于网络辅助测试系统，可选择用户面、控制面等定位结果上报方式，应采用MSB方式进行测试。

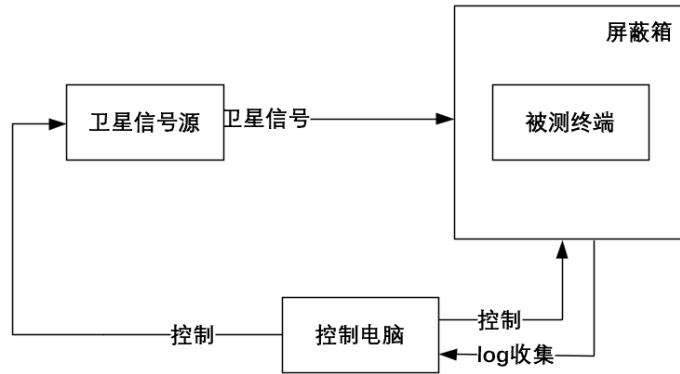


图 1 自治 GNSS 辐射测试系统

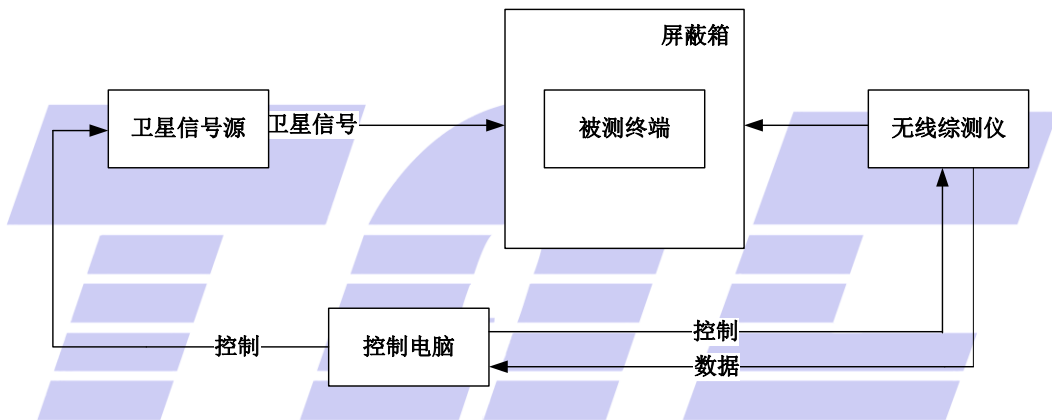


图 2 网络辅助 GNSS 辐射测试系统

### 6.2.2 OTA 测试系统

测试系统包括卫星信号源、无线综测仪、暗室、测试电脑，如图3和图4所示。卫星信号源用于发射卫星信号、模拟需要的测试场景，无线综测仪用于提供网络辅助定位信息，位于控制电脑的系统测试软件控制卫星信号源、被测终端及其暗室转台设备，软件支持自动化性能测试、数据处理、报表生成等功能。

对于网络辅助测试系统，可选择用户面、控制面等定位结果上报方式，应采用MSB方式进行测试。

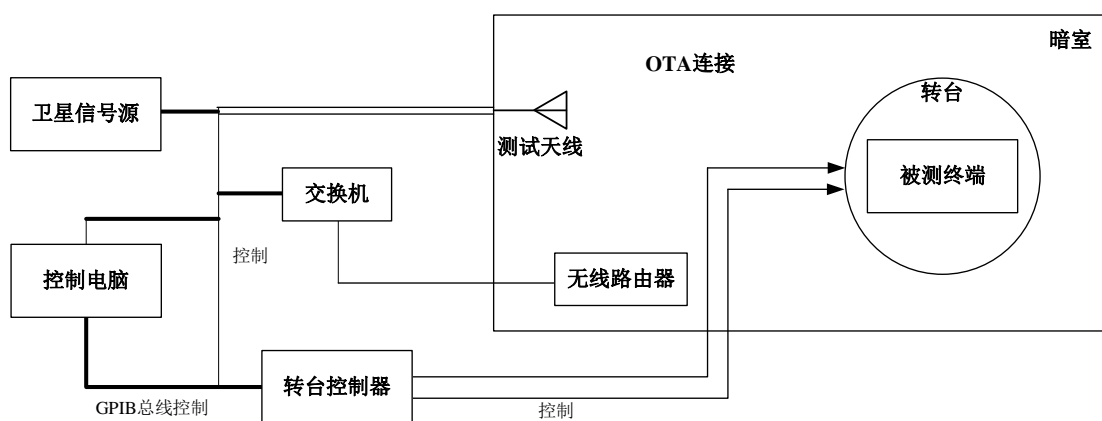


图3 自治 GNSS OTA 测试系统

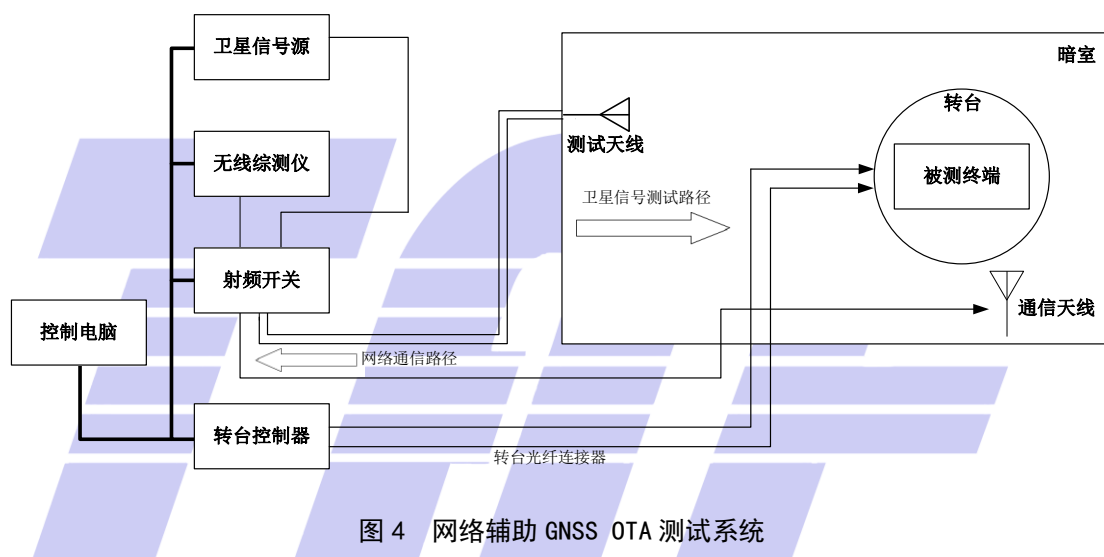


图4 网络辅助 GNSS OTA 测试系统

### 6.3 终端

测试终端可通过应用程序读取、保存定位日志信息，日志信息可通过WLAN或蓝牙等方式将数据回传给测试系统，日志中的数据应为NMEA0183格式。

### 6.4 测试频点配置

卫星信号源的测试频点按照表9进行设置。

表9 测试仪表卫星频点配置

类型	标称频率
北斗 B1I	1561.098 MHz
北斗 B1C	1575.42 MHz
北斗 B2a	1176.45 MHz
GPS L1	1575.42 MHz
GPS L5	1176.45 MHz

## 7 北斗独立定位测试方法

### 7.1 标称精度测试

#### 7.1.1 测试说明

测试终端在没有有效的历书、星历、时间和本机概略位置信息时，在静态理想信号条件下的定位结果是否符合5.2.1规定的指标要求。

#### 7.1.2 测试准备

使用自治GNSS OTA测试系统进行测试。

- a) 按照图3连接，按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在该点进行。
- b) 按照表10设置卫星信号源参数。

表 10 标称精度测试场景卫星信号参数设置

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5（北斗GEO卫星应提高5 dB）

#### 7.1.3 测试步骤

具体测试步骤如下：

- a) 开启测试场景1，参考3GPP TS 37.571-5 第6.2.1.2.1节中的GNSS Scenario #1 Sub-Test 9 场景，根据测试参数设置卫星信号功率；
- b) 启动被测终端定位功能，删除终端上所有位置相关信息，包括历书、星历、时间、位置等；
- c) 如果终端在最大冷启动首次定位时间内，返回一个有效的定位结果，记录结果并根据步骤d) 进行处理。如果终端在最大冷启动首次定位时间内没有返回有效结果，记录为一次测试失败结果；
- d) 读取定位结果，与步骤a) 中终端使用的仿真位置信息对比，计算定位误差并与测试要求中的数值比较，记录一次定位成功结果或定位失败结果；
- e) 关闭测试场景1，开启测试场景2，场景2可参考3GPP TS 37.571-5 第6.2.1.2.2节中的GNSS Scenario #2 Sub-Test 9 场景，重复步骤a) 到d) 以保证参考位置发生足够变化；
- f) 重复步骤a) 到e) 至少20次，或按照3GPP TS37.571-1附录D要求的测试次数判断测试是否合格。每次使用场景1或者场景2时需将起始时间比上次使用时延后2分钟，如果一个场景达到终点则从头再开始。

测试系统需要提供一定的方式反馈测量结果，可采用文件存储或实时回传等方式，其中实时数据回传方式建议基于TCP/IP协议，消息格式参见附录C。

#### 7.1.4 预期结果

按上述步骤操作，根据记录结果计算得到的成功率符合5.2.1规定的指标要求。

## 7.2 空口总全向灵敏度测试

### 7.2.1 测试说明

为衡量移动终端三维空间的灵敏度性能，需测量总全向灵敏度是否符合5.2.2规定的指标要求。本文件灵敏度测试均为冷启动捕获灵敏度测试。

### 7.2.2 测试准备

使用自治GNSS OTA测试系统或网络辅助GNSS OTA测试系统进行测试。

- a) 按照图3连接或图4连接，按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在该点进行。对于网络辅助GNSS OTA测试，载噪比方向图测试需要在支持的信道上进行。为了节省终端电池电量，测试中终端要使用较低的发送功率，保证比最大发送功率低10 dB以上。
- b) 参照附录A设置卫星信号源测试参数和无线综测仪参数。

### 7.2.3 测试步骤

具体测试步骤如下：

- a) 参照附录A进行冷启动捕获灵敏度搜索测试得到该点的灵敏度；
- b) 根据附录B的线性化方法得到所有位置的灵敏度；
- c) 根据YD/T 1484.1规定的TIRS计算方法来计算TIRS。

### 7.2.4 预期结果

按上述步骤操作后，计算得到的空口总全向灵敏度符合5.2.2规定的指标要求。

## 7.3 冷启动首次定位测试

### 7.3.1 测试说明

测试终端在网络辅助北斗卫星信号配置下冷启动首次定位性能是否符合指标要求。

### 7.3.2 测试准备

使用网络辅助GNSS测试系统进行测试。

- a) 按照图2或图4连接，按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在此位置进行。
- b) 设置卫星信号源测试参数和无线综测仪参数，卫星信号源参数参考表10。

### 7.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 卫星信号源开启北斗测试场景，无线综测仪广播网络辅助信息；
- b) 启动被测终端定位功能，测试软件向终端发送冷启动指令，删除终端上所有位置相关信息，包括历书、星历、时间、位置等；
- c) 服务端向终端发送消息，请求终端上报终端定位能力消息；
- d) 终端上报可支持的定位能力列表和支持的辅助数据列表；
- e) 服务端向终端发送终端支持的辅助数据消息，包括星历数据、时间数据、卫星伪距信息和位置数据等；

- f) 如果终端在启动定位功能后的规定时间内没有上报定位结果，记录为测试失败；
- g) 如果终端在规定时间内返回一个有效的定位结果，则判定支持北斗独立定位功能，并读取定位结果，与步骤a)中终端使用的场景位置信息对比，计算首次定位时间、水平精度和高程精度；
- h) 按照7.1.3步骤e) 切换卫星场景；
- i) 重复b)–h)至少20次，每次切换场景需将起始时间比前一次的时间提前2分钟，如果一个场景达到终点则从头再开始。

### 7.3.4 预期结果

按上述步骤操作后，计算得到的首次定位时间、水平精度、高程精度均符合5.2.3表3规定的指标要求。

## 8 北斗优先定位测试方法

### 8.1 冷启动首次定位支持北斗优先

#### 8.1.1 测试说明

测试终端在网络辅助GNSS卫星信号配置下，冷启动后是否仅使用北斗卫星信号进行首次定位、测试结果是否符合指标要求。

#### 8.1.2 测试准备

使用网络辅助GNSS测试系统进行测试。

- a) 按照图2或图4连接，如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在此位置进行；
- b) 设置卫星信号源测试参数和无线综测仪参数，卫星信号源参数参照表11。

表 11 自治 GNSS 热启动静态场景、网络辅助 GNSS 静态场景卫星信号参数设置

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
GPS系统卫星总数	-	8
北斗/GPS卫星HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-133 (北斗GEO卫星应提高5 dB)

#### 8.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 卫星信号源开启GNSS测试场景，无线综测仪广播网络辅助信息；
- b) 启动被测终端定位功能，测试软件向终端发送冷启动指令，删除终端上所有位置相关信息，包括历书、星历、时间、位置等；
- c) 服务端向终端发送消息，请求终端上报终端定位能力消息；
- d) 终端上报可支持的定位能力列表和支持的辅助数据列表；
- e) 服务端向终端发送终端支持的辅助数据消息，包括星历数据、时间数据、卫星伪距信息和位置数据等；



- f) 如果终端在启动定位功能后的规定时间内没有上报定位结果，记录为测试失败；
- g) 如果终端在规定时间内返回一个有效的定位结果，则读取定位结果，查看NMEA数据中参与解算的卫星信息判断终端是否仅使用北斗卫星进行首次定位，计算首次定位时间、水平精度、高程精度；
- h) 按照7.1.3步骤e) 切换卫星场景；
- i) 重复b)-h) 至少20次，每次切换场景需将起始时间比前一次的时间提前2分钟，如果一个场景达到终点则从头再开始。

#### 8.1.4 预期结果

按上述步骤操作后，根据定位结果推断出终端只使用北斗卫星首次定位，定位精度符合5.3.1规定的指标要求。

### 8.2 热启动首次定位支持北斗优先

#### 8.2.1 测试说明

测试终端在自治GNSS卫星信号配置下，热启动后是否仅使用北斗卫星信号进行首次定位、测试结果是否符合指标要求。

#### 8.2.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- a) 按照图1或图3连接，如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在此位置进行。
- b) 按照表11设置测试参数。

#### 8.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 卫星信号源开启GNSS测试场景；
- b) 启动被测终端定位功能，如果终端在启动定位功能后的规定时间内没有上报定位结果，记录为测试失败；
- c) 被测终端成功定位后，向终端发送热启动指令；
- d) 如果终端在热启动后的规定时间内没有上报定位结果，记录为测试失败；
- e) 如果终端在规定时间内返回一个有效的定位结果，则读取定位结果，查看NMEA数据中参与解算的卫星信息，判断终端是否只使用北斗卫星进行首次定位，并计算定位精度和首次定位时间；
- f) 重复c) -e) 至少20次，如果场景达到终点则从头再开始。

#### 8.2.4 预期结果

按上述步骤操作后，根据定位结果推断出终端只使用北斗卫星进行首次定位，计算得到的水平精度、高程精度、首次定位时间均符合5.3.2规定的指标要求。

### 8.3 跟踪定位支持北斗优先

#### 8.3.1 测试说明

测试终端在GNSS卫星信号配置下，在跟踪阶段，当多个卫星导航系统相关信息出现差异且无法判断时，终端是否优先信任北斗卫星导航系统、测试结果是否符合指标要求。

### 8.3.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- 按照图1或图3连接，如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置，后续测试均在此位置进行。
- 按照表12或表13设置测试参数。

表 12 自治 GNSS 动态场景卫星信号参数设置-卫星伪距瞬间偏移

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
GPS系统卫星总数	-	8
北斗/GPS卫星HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5（北斗GEO卫星应提高5 dB）
运动轨迹	-	匀速直线运动，速度为60km/h
GPS卫星伪距偏移描述	米	场景开始5分钟后，给每颗GPS卫星随机增加伪距偏移，偏移值在[300]米以上

表 13 自治 GNSS 动态场景卫星信号参数设置-卫星 UTC 时间瞬间偏移

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
GPS系统卫星总数	-	8
北斗/GPS卫星HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5（北斗GEO卫星应提高5 dB）
运动轨迹	-	匀速直线运动
北斗卫星和GPS卫星定位时间偏离描述	米	场景开始5分钟后，GPS卫星定位UTC时间偏离北斗卫星定位时间，偏离 $\geq 10s$

### 8.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 卫星信号源开启GNSS测试场景；
- 启动被测终端定位功能，场景开始5分钟后测试软件按照表12给每颗GPS卫星的伪距增加随机偏移，或者按照表13将所有GPS卫星定位的UTC时间偏离；
- 场景开始6分钟后开始记录定位结果，记录结果不少于1000个，计算距离北斗卫星模拟位置的定位精度。

### 8.3.4 预期结果

按上述步骤操作后，计算得到的定位精度符合5.3.3规定的指标要求。

## 9 单北斗定位测试方法

## 9.1 无北斗卫星信号时的单北斗定位功能测试

### 9.1.1 测试说明

测试终端在无北斗卫星的信号配置下,冷启动后是否无法进行搜星定位。

### 9.1.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- 按照图1或图3连接,如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置,后续测试均在此位置进行。
- 按照表14设置卫星信号源测试参数。

表 14 单北斗自治 GNSS 静态场景卫星信号参数设置 1

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	0
GPS系统卫星总数	-	8
GPS卫星HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5

### 9.1.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 卫星信号源开启测试场景;
- 启动被测终端定位功能,测试软件向终端发送冷启动指令,删除终端上所有位置相关信息,包括历书、星历、时间、位置等;
- 等待120s;
- 开始样本统计,记录终端的NMEA定位数据;
- 读取定位结果,如果终端返回一个有效的定位结果,记录为测试不通过;如果终端无法搜星定位,则测试通过。

### 9.1.4 预期结果

按上述步骤操作后,终端无法搜星定位。

## 9.2 北斗卫星个数不满足定位条件时的单北斗功能测试

### 9.2.1 测试说明

当测试系统只播发2颗可用北斗卫星及少量非北斗卫星时,被测终端是否无法定位。

### 9.2.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- 按照图1或图3连接,如果使用OTA测试系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置,后续测试均在此位置进行。
- 按照表15设置卫星信号源测试参数。

表 15 单北斗自治 GNSS 静态场景卫星信号参数设置 2

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	2
GPS、GLONASS等其他系统每种系统的卫星个数	-	3
卫星HDOP范围	-	1.4 到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5 (北斗GEO卫星应提高5 dB)

### 9.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 卫星信号源开启测试场景，先播发2颗星北斗卫星信号；
- 启动被测终端定位功能，测试软件向终端发送冷启动指令，删除终端上所有位置相关信息，包括历书、星历、时间、位置等；
- 等待120s；
- 卫星信号源依次打开GPS等其他星座卫星信号并分别等待10s；
- 读取定位结果，如果终端返回一个有效的定位结果，记录为测试不通过；如果被测终端无法搜星定位，则测试通过。

### 9.2.4 预期结果

按上述步骤操作后，根据终端定位结果推断出终端无法定位。

## 9.3 单北斗授时功能测试

### 9.3.1 测试说明

针对授时型终端，对比终端输出的1pps信号与1pps基准信号之差，是否符合授时精度或授时误差要求。

### 9.3.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- 按照图5或图6连接。

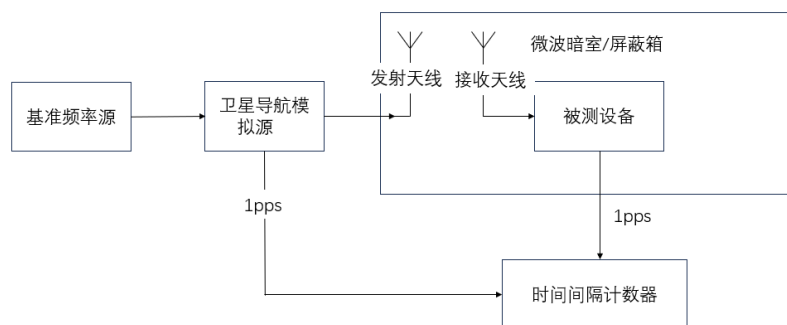


图 5 授时测试连接示意图（使用基准频率源）

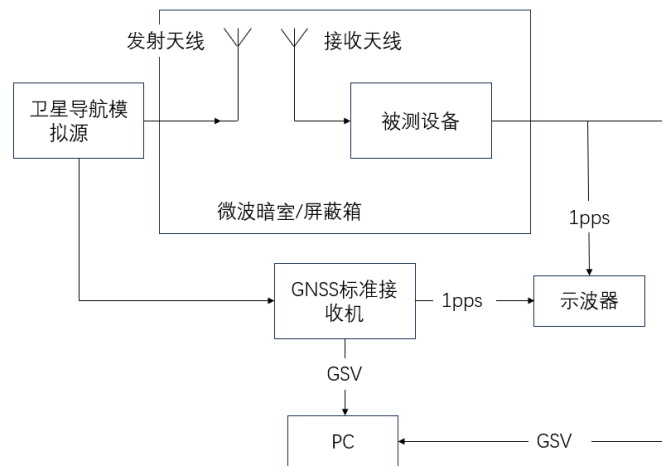


图6 授时测试连接示意图（使用标准接收机）

b) 按照表16设置卫星信号源测试参数。

表 16 单北斗自治 GNSS 静态场景卫星信号参数设置 3

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
其他卫星系统卫星总数	-	0
北斗卫星HDOP范围	-	1.4到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5（北斗GEO卫星应提高5 dB）

### 9.3.3 测试步骤

对于使用标准接收机作为基准频率源的测试步骤如下：

- 卫星信号源输出北斗卫星信号，一路信号通过终端，一路信号输出至GNSS接收机；被测终端接收到信号源的信号后，将自动产生的信号输出至示波器；
- 3分钟后，使用示波器观察接收机和终端输出的1pps的时间差。

使用原子钟或卫星信号源内部时钟源作为基准频率源的测试步骤如下：

- 使用卫星信号源进行测试，原子钟为信号源提供10 MHz频标信号；
- 卫星信号源发射北斗频点导航信号，与被测终端同时输出1pps至时间间隔计数器；
- 等待计数器获得不少于1000个时间间隔。统计卫星信号源和被测终端输出的1pps上升沿差值。

### 9.3.4 预期结果

按上述步骤操作后，得到卫星信号源和被测终端输出的1pps上升沿差值，1pps时间精度 $<1\mu\text{s}$ 。

## 9.4 单北斗冷启动首次定位测试

### 9.4.1 测试说明

测试终端在自治GNSS卫星信号配置或网络辅助GNSS卫星信号配置下,冷启动后是否仅搜索北斗卫星并仅使用北斗卫星进行定位、测试结果是否符合指标要求。

#### 9.4.2 测试准备

测试准备如下:

- a) 自治GNSS卫星场景应按照图1或图3连接,网络辅助GNSS卫星场景应按照图2或图4连接,如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置,后续测试均在此位置进行;
- b) 按照表17设置卫星信号源测试参数。

表 17 单北斗自治 GNSS 静态场景、网络辅助静态场景卫星信号参数设置 4

参数	单位	值
北斗系统卫星总数	-	8
GPS系统卫星总数	-	8
北斗/GPS卫星HDOP范围	-	1.4到2.1
传播条件	-	AWGN
参考信号功率	dBm	-126.5 (北斗GEO卫星应提高5 dB)

#### 9.4.3 测试步骤

自治GNSS卫星场景的冷启动首次定位测试步骤如下:

- a) 卫星信号源开启GNSS测试场景,如进行网络辅助GNSS定位测试则开启无线综测仪广播网络辅助信息;
- b) 启动被测终端定位功能,删除终端上所有位置相关信息,包括历书、星历、时间、位置等;
- c) 如果终端在启动定位功能后的规定时间内没有上报定位结果,记录为测试失败;
- d) 如果终端在规定时间内返回一个有效的定位结果,则读取定位结果,查看NMEA数据判断终端是否只搜索北斗卫星并只使用北斗卫星进行定位解算,计算首次定位时间、水平精度、高程精度;
- e) 按照7.1.3 步骤e) 切换卫星场景;
- f) 重复b)-e)至少20次,每次切换场景需将起始时间比前一次的时间提前2分钟,如果一个场景达到终点则从头再开始。

网络辅助GNSS卫星场景的冷启动首次定位测试步骤如下:

- a) 卫星信号源开启GNSS测试场景,无线综测仪广播网络辅助信息;
- b) 启动被测终端定位功能,删除终端上所有位置相关信息,包括历书、星历、时间、位置等;
- c) 服务端向终端发送消息,请求终端上报终端定位能力消息;
- d) 终端上报可支持的定位能力列表和支持的辅助数据列表;
- e) 服务端向终端发送终端支持的辅助数据消息,包括星历数据、时间数据和卫星伪距信息等;
- f) 如果终端在启动定位功能后的规定时间内没有上报定位结果,记录为测试失败;
- g) 如果终端在规定时间内返回一个有效的定位结果,则读取定位结果,查看NMEA数据中终端是否只搜索北斗卫星并只使用北斗卫星进行定位解算,计算首次定位时间、水平精度、高程精度;
- h) 按照7.1.3步骤e) 切换卫星场景;
- i) 重复b)-h)至少20次,每次切换场景需将起始时间比前一次的时间提前2分钟,如果一个场景达到终点则从头再开始。

#### 9.4.4 预期结果

按上述步骤操作后,根据定位结果推断出终端只搜索北斗卫星并只使用北斗卫星定位解算,计算得到的首次定位时间、水平精度、高程精度均符合5.4.4规定的指标要求。

### 9.5 仅北斗卫星信号时的单北斗静态定位精度测试

#### 9.5.1 测试说明

测试终端在仅北斗卫星的信号场景下,冷启动后是否能够成功定位并且测试结果符合表8规定的性能要求。

#### 9.5.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- a) 按照图1或图3连接,如果使用OTA系统应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置,后续测试均在此位置进行。
- b) 按照表16设置卫星信号源测试参数。

#### 9.5.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 使用卫星信号源开启测试场景;
- b) 启动被测终端定位功能,测试软件向终端发送冷启动指令,删除终端上所有位置相关信息,包括历书、星历、时间、位置等;
- c) 等待120s;
- d) 开始记录定位结果,记录结果不少于1000个,检查终端定位结果及搜星情况,与步骤a)中被测终端使用的场景位置信息对比,计算水平精度、高程精度;

#### 9.5.4 预期结果

按上述步骤操作后,计算得到的水平精度、高程精度均符合5.4.5规定的指标要求。

### 9.6 非北斗卫星导航系统相关信息出现差异时的单北斗静态定位精度测试

#### 9.6.1 测试说明

测试终端在GNSS卫星信号配置下,在静态场景定位时是否能够仅搜索北斗卫星并仅使用北斗卫星进行定位、定位精度是否符合表8规定的指标要求。

#### 9.6.2 测试准备

使用自治GNSS测试系统进行测试。

- a) 按照图1或图3连接,应按照附录A.1进行辐射载噪比空间方向图测试以找到最大载噪比的空间位置,后续测试均在此位置进行。
- b) 按照表12设置卫星信号源测试参数。

#### 9.6.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 卫星信号源开启GNSS测试场景;

- b) 启动被测终端定位功能，测试软件在场景开始5分钟后按照表12给每颗GPS卫星的伪距增加随机偏移；
- c) 场景开始6分钟后开始记录定位结果，记录结果不少于1000个，与步骤a)中场景使用的北斗卫星模拟的位置信息对比，计算定位精度。

#### 9.6.4 预期结果

按上述步骤操作后，计算得到的定位精度符合5.4.6规定的指标要求。





## 附录 A (规范性) 北斗定位接收机性能测量方法

针对北斗卫星通信系统，本测试流程以终端一致性测试中使用的工业标准为基础。但是为了降低测试时间和OTA测试的复杂度，进行了一些改动，特别是改变了卫星通信场景和随机位置的需求以及具体的定位要求。

### A.1 载噪比空间方向图测试

载噪比空间方向图用于确定移动终端的辐射性能，终端需要将测试中的载噪比数据以固定的格式存储在内存中，通过数据线缆或无线连接等方式提取到测试系统。

按照《CTIA OTA Test Plan》中规定的方法来进行方向图测试，卫星信号源模拟卫星信号，并通过正交线性极化天线分别发送给终端水平和垂直两个极化的卫星信号，使用当前所有可见卫星的载噪比平均值作为空间上该点在当前极化配置下的载噪比值。在载噪比空间方向图测试中， $\theta$  轴和 $\varphi$  轴均以30度为步长进行旋转。在球坐标的 $\theta$  轴和 $\varphi$  轴分别每间隔30度取1个测量点，即能够充分描述终端的总辐射性能。所有测量点的载噪比测量都要采用冷启动方式来完成。要在一段时间内在同一点上取得足够多的载噪比，计算出平均值作为该点的载噪比结果。载噪比方向图数据应采用附录B的方法进行线性化。线性化步长不大于1 dB，其线性覆盖范围不小于载噪比方向图的范围。

卫星信号源的场景使用3GPP TS 37.571-5 第6.2.1.2.1所定义GNSS 场景#1。对于仅支持北斗定位的设备，场景设置与37.571-1的7.2节的子测试项9一致，如表A.1所示。卫星场景对通信网络辅助的北斗定位模式和自治北斗定位模式都适用。

表 A.1 载噪比空间方向图测试参数 1

参数	单位	值
北斗卫星个数	-	6
HDOP范围	-	1.4 - 2.1
路径状态	-	AWGN
粗时辅助误差范围（通信网络辅助定位模式）	s	$\pm 2$
所有北斗卫星信号功率（通信网络辅助定位模式）	dBm	-133
所有北斗卫星信号功率（独立定位模式）	dBm	-126.5
位置辅助误差范围（通信网络辅助定位模式）	米	$\leq 3000$

### A.2 接收灵敏度测试

在上半球载噪比最好的位置/极化上进行灵敏度搜索。卫星信号源的场景使用3GPP TS 37.571-5 第6.2.1.2.1所定义GNSS场景#1，按照《CTIA OTA Test Plan》中规定的方法来进行灵敏度测试。

对仅支持北斗定位的设备，使用表A.2和表A.3中的测试参数，这些参数中除了定位成功率之外，均参考3GPP TS37.571-1章节7.1.1中子测试项9的配置。灵敏度测试在冷启动捕获模式下进行。

表 A.2 接收灵敏度测试参数 1-自治北斗

参数	单位	值
卫星个数	-	6
HDOP 范围	-	1.4 - 2.1
路径状态	-	AWGN
响应时间	s	120
定位误差	米	101.3
定位成功率	-	95%(38/40)
灵敏度搜索最大步长	dB	0.5

表 A.3 接收灵敏度测试参数 1-网络辅助北斗

参数	单位	值
卫星个数	-	6
HDOP 范围	-	1.4 - 2.1
路径状态	-	AWGN
粗时辅助误差范围	s	±2
响应时间	s	20.3
定位误差	米	101.3
定位成功率	-	95%(95/100)
灵敏度搜索最大步长	dB	0.5
位置辅助误差范围	米	≤3000

要注意在灵敏度测试中的北斗卫星功率是有一颗D1卫星的发送功率比其他卫星高9 dB，例如当高功率卫星信号为-136 dBm时，低卫星信号功率为-145 dBm，上报的灵敏度等级将以较弱的卫星功率为基准。

对于3GPP TS 37.571-1 C.2.1中的绝对卫星通信信号功率的1 dB的参数放宽将不会用于灵敏度测量结果。定位模块在每一次的定位尝试中都要采用冷启动模式。灵敏度测试要在所有支持频段的中信道上进行，发送功率将设置成最大功率。

## 附录 B (规范性) 线性化方法

### B.1 空间方向图线性化

在载噪比空间方向图测试结果中,选取上半球载噪比最大的空间位置,将被测设备放置在这个位置上。另一种方式是用传导测试的结果进行线性化,但是会增加额外的不确定度。

在上半球载噪比最大的空间位置上,卫星信号强度以最大1 dB的步长降低,测量不同卫星信号强度下终端的载噪比。应注意避免终端进入非线性区间。记录卫星功率变化过程中功率与载噪比的对应关系,得到一组功率值和对应的一组载噪比值。这些数值将用于进行线性化计算,线性化计算后将载噪比空间方向图测试结果中的所有载噪比数值都对应成卫星信号功率值。对那些在两个测量值之间的载噪比数值,可以采用分段线性化方法。对于测量范围之外的载噪比数值,使用与边缘的两个测量值同样的斜率计算对应的功率值。

如图B.1所示,实心圆点表示线性化测量值,对于落入两个测量值中间的载噪比值,可以采用分段线性化法。分段线性化是认为两测量值之间的载噪比和卫星功率之间呈线性关系,可以利用两者连线的斜率计算。对于落入测量值之外的载噪比数值,则需要分别利用与其相邻的边缘线段的斜率,如虚线所示。

通过线性化,可以计算出载噪比空间方向图上所有点所对应的功率值。

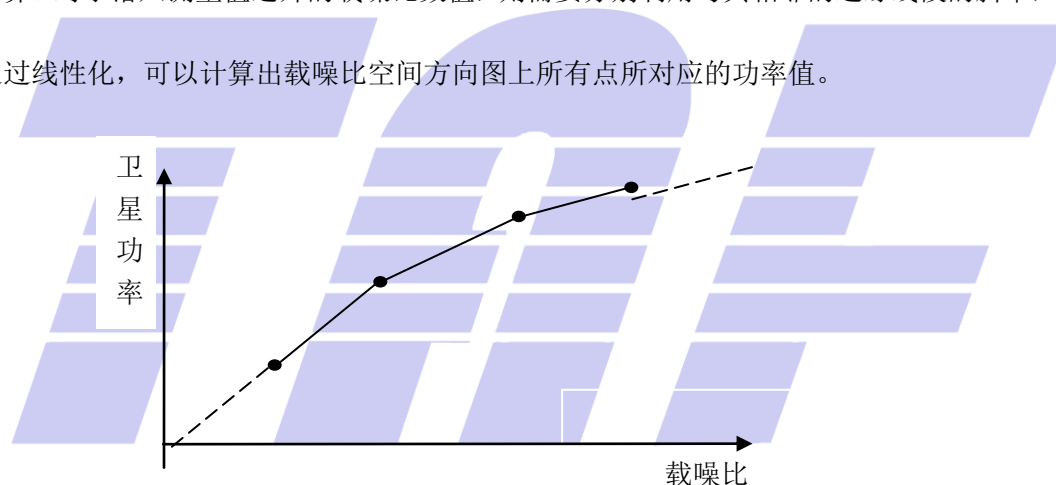


图 B.1 线性化示意图

### B.2 灵敏度搜索

在载噪比空间方向图测试结果中,选取上半球载噪比最大的空间位置,将被测设备放置在这个位置上。用附录A.2的方法测试得到被测设备在这个位置上的单点灵敏度。

### B.3 灵敏度计算

利用第一步计算出的载噪比方向图对应的功率,以及第二步测得的单点灵敏度,计算出空间所有位置的单点灵敏度。举例如下。

假设测得上半球载噪比最大的空间位置单点灵敏度为 $-155.5$  dBm,载噪比值为48。功率与载噪比的对应关系如下表B.1。假设要计算载噪比值27对应的单点灵敏度,从线性化的列表上看,载噪比27对应的功率值是 $-147$ ,上半球载噪比最大的空间位置上的CN值48对应的功率是 $-125$  dBm,这个位置的功率值与载噪比最大的位置点的功率值差了22,单点灵敏度值也会差22,计算出载噪比值27对应的单点灵敏

度为-133.5 dBm；假设我们要计算载噪比值42.5对应的单点灵敏度，但是线性化表格中只有42、43对应的功率值，则采用分段线性化方法，计算出42.5对应的功率为-131.5 dBm，载噪比值42.5这个位置上和上半球载噪比最大的空间位置上功率差6.5，单点灵敏度值也差6.5，因此这个位置上的灵敏度为-149 dBm。

表 B.1 功率与载噪比的对应关系

功率 (dBm)	-125	-126	-127	-128	-129	-130	-131	-132	-133	-134
载噪比	48	47	46.5	45	45	44	43	42	41	40
功率 (dBm)	-135	-136	-137	-138	-139	-140	-141	-142	-143	-144
载噪比	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
功率 (dBm)	-145	-146	-147	-148	-149	-150	-151	-152	-153	-154
载噪比	29	27.8	27	26	25	23.5	23	22	20.5	19.5



附 录 C  
(资料性)  
自治卫星定位测试消息格式

根据测试步骤，系统会发送请求（Request）消息给被测终端，被测终端则会依据消息中的命令做出响应并发送响应（Response）消息给系统。请求/响应消息的格式定义如下：

<Message ID><PARAM1 ID>:<PARAM1 VALUE>;

<PARAM2 ID>:<PARAM2 VALUE>;

<PARAMN ID>:<PARAMN VALUE><CR><LF>

为了实现自治卫星定位的性能测试，被测设备与测试系统之间交互6条消息，分别为：REQ\_RESET\_GNSS, RESP\_RESET\_GNSS, REQ\_CN\_MEASUREMENT, RESP\_CN\_MEASUREMENT, REQ\_LOCATION和RESP\_LOCATION。每个消息的具体定义和描述如表C.1所示：

表 C.1 消息定义和描述

消息名称	描述	消息方向	参数和取值
REQ_RESET_GNSS	请求 UE 清除所有 GNSS 数据、历史数据及结果	系统到被测终端	TYPE:<COLD/WARM/HOT>; Example REQ_RESET_GNSS:COLD
RESP_RESET_GNSS	响应重置 GNSS 命令是否成功	被测终端到系统	RESULT:<OK/FAIL> Example RESP_RESET_GNSS RESULT:OK
REQ_CN_MEASUREMENT	请求 UE 测量 C/N 值	系统到被测终端	GNSS:<GPS/GPS, GLONASS>; ACCURACY:<H/M/L> MAX_RESP_TIME:<#> ---- 单位 s Example REQ_CN_MEASUREMENT GNSS:GPS;ACCURACY:H;MAX_RESP_TIME:120
RESP_CN_MEASUREMENT	响应并报告所测量到的 C/N 值	被测终端到系统	RESULT:<OK/FAIL>; TOTAL:<#>; GNSS:<GPS/GLONASS>; SAT_ID:<#>; CN:<#> ----- 单位 dB Example RESP_CN_MEASUREMENT RESULT:FAIL RESP_CN_MEASUREMENT RESULT:OK;TOTAL:3;GNSS:GPS;SAT_ID:1;CN:4 0;GNSS:GPS; SAT_ID:3;CN:38;GNSS:GLONASS;SAT_ID:18;CN :35

表 C.1 消息定义和描述 (续)

消息名称	描述	消息方向	参数和取值
REQ_LOCATION	请求 UE 报告当前位置	系统到被测终端	ACCURACY:<H/M/L> MAX_RESP_TIME:<#> ---- 单位 s Example REQ_LOCATION ACCURACY:H;MAX_RESP_TIME:120
RESP_LOCATION	响应并报告 UE 的当前位置	被测终端到系统	RESULT:<OK/FAIL>; LAT:<#>; LONG:<#>; ALT:<#> Example RESP_LOCATION RESULT:FAIL RESP_LOCATION RESULT:OK;LAT:35.7500588894;LONG:139.675 3692627;ALT:300.00



电信终端产业协会团体标准

移动智能终端卫星定位能力技术要求和测试方法

T/TAF 223—2024  
\*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发  
地址：北京市西城区新街口外大街 28 号  
电话：010-82052809  
电子版发行网址：[www.taf.org.cn](http://www.taf.org.cn)