



中华人民共和国国家标准

GB/T 39473—2020

北斗卫星导航系统公开服务性能规范

Specifications for open service performance of BeiDou navigation satellite system

2020-11-19 发布

2021-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号和缩略语	1
4 北斗系统概述	2
4.1 系统构成	2
4.2 服务区	3
4.3 坐标系统	3
4.4 时间系统	3
5 北斗系统空间信号特征	3
5.1 空间信号接口特征	3
5.2 空间信号性能特征	5
6 北斗系统服务性能特征	6
6.1 用户使用条件	6
6.2 服务精度	6
6.3 服务可用性	6
6.4 兼容与互操作	6
7 北斗系统公开服务空间信号性能指标	7
7.1 空间信号覆盖范围指标	7
7.2 空间信号精度指标	7
7.3 空间信号连续性指标	8
7.4 空间信号可用性指标	8
7.5 验证方法	9
8 北斗系统公开服务性能指标	9
8.1 服务精度指标	9
8.2 服务可用性指标	10
8.3 验证方法	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中央军委装备发展部提出。

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:中国卫星导航工程中心、中国航天标准化研究所。

本标准主要起草人:苏牡丹、龚佩佩、高为广、郑恒、王凯、贾小林、胡志刚、耿涛、冯来平、王晋婧、赵齐乐、李军正、周玉霞、王维嘉、曹坤梅。



引 言

北斗卫星导航系统(以下简称北斗系统)标称空间星座由 30 颗卫星(3GEO+3IGSO+24MEO)组成,并视情部署在轨备份卫星,可为全球用户提供导航定位和授时服务。北斗卫星导航系统公开服务是指利用北斗系统播发的公开服务信号,来确定用户位置、速度、时间的无线电导航服务。

北斗系统于 2018 年 12 月 27 日开通全球导航定位服务,中国卫星导航系统管理办公室相继发布了系列北斗系统空间信号接口控制文件和公开服务性能指标的承诺性文件。本标准基于这些文件,对北斗系统标称星座的公开服务信号基本导航定位授时服务性能进行了规定。

北斗卫星导航系统公开服务性能规范

1 范围

本标准给出了北斗系统概述、北斗系统空间信号特征和北斗系统服务性能特征,规定了北斗系统公开服务空间信号性能指标、北斗系统公开服务性能指标及其验证方法。

本标准适用于北斗系统公开服务性能的监测评估、北斗产品功能性能的测试验证等。

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 39267 北斗卫星导航术语

GB/T 39398—2020 全球连续监测评估系统(iGMAS)监测评估参数

GB/T 39414.1—2020 北斗卫星导航系统空间信号接口规范 第1部分:公开服务信号 B1C

GB/T 39414.2—2020 北斗卫星导航系统空间信号接口规范 第2部分:公开服务信号 B2a

GB/T 39414.3—2020 北斗卫星导航系统空间信号接口规范 第3部分:公开服务信号 B1I

GB/T 39414.4—2020 北斗卫星导航系统空间信号接口规范 第4部分:公开服务信号 B3I

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

信号中断 **signal outages**

北斗卫星不能播发“健康”空间信号的事件。

注:信号中断包括信号不播发、播发非标准码以及信号状态为“不健康”。

3.1.2

计划中断 **scheduled suspensions**

在卫星信号预计将不符合本标准规定的性能时,提前发出通知的卫星信号中断。

3.1.3

非计划中断 **unscheduled outages**

计划中断之外的由系统故障或维修事件等造成的卫星信号中断。

3.2 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

AOD:数据龄期(Age of Data)

BDCS:北斗坐标系(BeiDou Coordinate System)

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

BDS-3:北斗三号(BDS Phase III)

BDS-3G:北斗三号 GEO 卫星(BDS-3 GEO satellite)
BDS-3I:北斗三号 IGSO 卫星(BDS-3 IGSO satellite)
BDS-3M:北斗三号 MEO 卫星(BDS-3 MEO satellite)
BDT:北斗时(BeiDou Navigation Satellite System Time)
CGCS2000:2000 中国大地坐标系(China Geodetic Coordinate System 2000)
DIF:电文完好性标识(Data Integrity Flag)
GEO:地球静止轨道(Geostationary Earth Orbit)
GNSS:全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System)
IERS:国际地球自转服务(International Earth Rotation and Reference Systems)
IGSO:倾斜地球同步轨道(Inclined Geosynchronous Orbit)
ITRF:国际地球参考框架(International Terrestrial Reference Frame)
MEO:中圆地球轨道(Medium Earth Orbit)
NAV:导航(Navigation)
NTSC:国家授时中心(National Time Service Center)
PDOP:位置精度因子(Position Dilution of Precision)
RF:射频(Radio Frequency)
RMS:均方根(Root Mean Square)
SIF:信号完好性标识(Signal Integrity Flag)
SIS:空间信号(Signal In Space)
SISRAE:空间信号测距二阶变化率误差(SIS Range Acceleration Error)
SISRE:空间信号测距误差(SIS Range Error)
SISRRE:空间信号测距变化率误差(SIS Range Rate Error)
 T_{GD} :群延迟时间改正(Time Correction of Group Delay)
UTC:协调世界时(Coordinated Universal Time)
UTC OE:协调世界时偏差误差(UTC Offset Error)

4 北斗系统概述

4.1 系统构成

4.1.1 概述

北斗系统由空间段、地面段和用户段三部分组成。

4.1.2 空间段



北斗系统空间段由 3 颗 GEO 卫星、3 颗 IGSO 卫星和 24 颗 MEO 卫星的标称空间星座和不定数量的备份卫星组成。GEO 卫星轨道高度 35 786 km;IGSO 卫星轨道高度 35 786 km,轨道倾角 55° ;MEO 卫星轨道高度 21 528 km,轨道倾角 55° 。

4.1.3 地面段

北斗系统地面段主要由主控站、时间同步/注入站和监测站等若干地面站,以及星间链路运行管理设施等组成。

4.1.4 用户段

北斗系统用户段包括北斗及兼容其他卫星导航系统的芯片、模块、天线等基础产品,以及终端设备、

应用系统与应用服务等。

4.2 服务区

北斗系统具备为全球用户提供服务的能力,并可为亚太地区 55°S~55°N、70°E~150°E 大部分区域(简称:亚太大部分地区)提供更优的服务。

4.3 坐标系统

北斗坐标系(BDCS)符合国际地球自转服务(IERS)规范的定义,采用 2000 中国大地坐标系(CGCS2000)的参考椭球参数,对准于最新的国际地球参考框架(ITRF)。

北斗坐标系的详细定义参见 GB/T 39414.1—2020。

4.4 时间系统

北斗时(BDT)采用国际单位制(SI)秒为基本单位连续累计,不闰秒,起始历元为 2006 年 1 月 1 日协调世界时(UTC)00 时 00 分 00 秒。BDT 通过 UTC(NTSC)与 UTC 建立联系,BDT 与 UTC 的偏差保持在 50 ns 以内(模 1 s)。BDT 与 UTC 之间的偏差改正和闰秒信息在导航电文中播发。

5 北斗系统空间信号特征

5.1 空间信号接口特征

5.1.1 空间信号射频特征

北斗系统提供的四个公开服务信号:

- a) B1I 信号:中心频率为 1 561.098 MHz;
- b) B3I 信号:中心频率为 1 268.52 MHz;
- c) B1C 信号:中心频率为 1 575.42 MHz(包含数据分量 B1C_data 和导频分量 B1C_pilot);
- d) B2a 信号:中心频率为 1 176.45 MHz(包含数据分量 B2a_data 和导频分量 B2a_pilot)。

各信号的其他射频信息参见 GB/T 39414.1—2020~GB/T 39414.4—2020 的规定。

5.1.2 导航电文特征

5.1.2.1 导航电文类型

北斗系统公开服务提供 4 种导航电文类型,导航电文正常更新周期为 1 h。卫星类型、播发信号及导航电文类型的对应关系见表 1。

表 1 北斗系统在轨工作卫星类型、播发信号及导航电文类型的对应关系

卫星类型	播发信号	导航电文类型
BDS-3G	B1I、B3I	D2
BDS-3M BDS-3I	B1I、B3I	D1
	B1C	B-CNAV1
	B2a	B-CNAV2

根据信息速率和结构不同,B1I 和 B3I 信号的导航电文分为 D1 导航电文和 D2 导航电文。D1 导航电文速率为 50 bps,D2 导航电文速率为 500 bps。导航信息帧格式参见 GB/T 39414.3—2020 和 GB/T 39414.4—2020 的规定。

B1C 信号导航电文采用 B-CNAV1 格式,电文数据调制在 B1C_data 上,每帧电文长度为 1 800 符号位,电文速率为 50 bps,符号速率为 100 sps,播发周期为 18 s。导航信息帧格式参见 GB/T 39414.1—2020 的规定。

B2a 信号导航电文采用 B-CNAV2 格式,电文数据调制在 B2a_data 上,每帧电文长度为 600 符号位,电文速率为 100 bps,符号速率为 200 sps,播发周期为 3s。导航信息帧格式参见 GB/T 39414.2—2020 的相关规定。

5.1.2.2 公开服务导航电文信息

导航电文信息主要包含:

- a) 卫星星历参数;
- b) 卫星钟差参数;
- c) 群延迟时间改正;
- d) 电离层延迟改正参数;
- e) 卫星健康状态;
- f) BDT-UTC 时间同步参数;
- g) 星座状况(历书信息)等。

导航电文信息详细内容参见 GB/T 39414.1—2020~GB/T 39414.4—2020 的相关规定。

5.1.3 空间信号状态特征

5.1.3.1 空间信号状态定义

北斗系统空间信号包含三种状态,具体含义分别是:

- a) “健康”:该空间信号满足本标准规定的服务性能;
- b) “不健康”:该空间信号不提供服务或正在测试中;
- c) “边缘”:该空间信号不属于“健康”状态,也不属于“不健康”状态。

本标准规定的服务性能仅适用于“健康”状态的空间信号。

5.1.3.2 空间信号状态及相关标识

用户要确定北斗卫星播发的空间信号状态,应正确接收导航信号,并成功通过校验。

B1I 和 B3I 信号的导航电文中直接采用“卫星自主健康标识(SatH1)”。

B1C 和 B2a 信号的导航电文中采用“卫星健康状态(HS)”“SIF”和“DIF”表示卫星/空间信号状态:

- a) “HS”表示整星的健康状态;
- b) “SIF”表示信号的健康状态;
- c) “DIF”表示信号播发的电文参数误差是否超出预测精度。

北斗系统 B1I、B3I、B1C 和 B2a 空间信号健康状态及相关标识的关系见表 2。

表 2 空间信号健康状态及相关标识的关系

空间信号健康状态	信号与电文类型的健康标识			
	B1I-(D1 或 D2) B3I-(D1 或 D2)	B1C-(B-CNAV1) B2a-(B-CNAV2)		
	SatH1	HS	SIF	DIF
健康	0	0	0	0
不健康	1	任意值	1	0/1
		1	0/1	0/1
边缘	无此状态	0	0	1

B1C 信号的 SIF(B1C)在 B1C 信号导航电文 B-CNAV1 中播发,同时也在 B2a 信号导航电文 B-CNAV2 中播发。由于 B2a 信号导航电文的更新频度更高,对于使用 B1C 和 B2a 信号的双频用户,宜优先使用 B2a 信号播发的 SIF(B1C)完好性状态标识。

5.2 空间信号性能特征

5.2.1 空间信号覆盖范围

北斗系统公开服务空间信号覆盖范围用单星覆盖范围表示。单星覆盖范围是指从卫星轨道位置可见的地球表面及其向空中扩展 1 000 km 高度的近地区域。

5.2.2 空间信号精度

5.2.2.1 空间信号测距误差

空间信号测距误差(SISRE)采用瞬时 SISRE 的均方根误差(RMS)的统计值表示。瞬时 SISRE 是指在不包含用户接收机钟差和测量误差的情况下,观测卫星空间信号所得到的实际测量值与采用导航电文参数所得到的伪距值之差。瞬时 SISRE 仅考虑与北斗空间段和地面控制段相关的误差(不包括电离层延迟误差、对流层延迟误差、多径及接收机噪声等与用户段相关的误差)。

5.2.2.2 空间信号测距变化率误差

空间信号测距误差对时间的一阶导数,用该误差的 RMS 表征。

5.2.2.3 空间信号测距二阶变化率误差

空间信号测距误差对时间的二阶导数,用该误差的 RMS 表征。

5.2.2.4 协调世界时偏差误差

北斗时(BDT)与协调世界时(UTC)偏差的误差,用该误差的 95%表征。

5.2.3 空间信号连续性

一个“健康”状态的公开服务空间信号能在规定时间内不发生非计划中断而持续工作的概率。提前发出通知的计划中断不会影响连续性。

5.2.4 空间信号可用性

北斗星座中规定轨道位置上的卫星提供“健康”状态的空间信号的概率。可用性计算包含计划中断和非计划中断。

6 北斗系统服务性能特征

6.1 用户使用条件

使用本标准中导航定位和授时等性能指标的用户,应满足下列基本条件:

- a) 接收机符合 GB/T 39414.1—2020~GB/T 39414.4—2020 的相关技术要求,可以接收和正确处理公开服务信号,进行导航定位或授时解算;
- b) 截止高度角为 5° ;
- c) 在北斗坐标系中完成卫星位置和几何距离的计算;
- d) 仅考虑与空间段和地面控制段相关的误差;
- e) 双频用户采用载波或伪距的无电离层组合方式减少电离层延迟影响;
- f) B1C 信号优先使用导频分量测距;
- g) 使用最新的“健康”状态的空间信号和导航电文。

6.2 服务精度

服务精度包括定位精度和授时精度:

- a) 定位精度指用户使用公开服务信号确定的位置与其真实位置之差的统计值,包括水平定位精度和垂直定位精度;
- b) 授时精度指用户使用公开服务信号确定的时间与 BDT 之差的统计值。

6.3 服务可用性

服务可用性指可服务时间与期望服务时间之比。可服务时间是指在给定区域内服务指标满足规定性能标准的时间,包括位置精度衰减因子(PDOP)可用性和定位服务可用性。

PDOP 可用性指规定时间内、规定条件下、规定服务区内,PDOP 值满足 PDOP 限值要求的时间百分比。

定位服务可用性指规定时间内、规定条件下、规定服务区内,水平和垂直定位误差满足精度限值要求的时间百分比。

6.4 兼容与互操作

北斗系统可与其他全球卫星导航系统(GNSS)实现兼容与互操作,具体表现为:

- a) 北斗系统使用的无线电频率符合国际电信联盟公约,并受其保护。北斗与其他 GNSS 系统不产生有害干扰,可实现射频兼容。
- b) 用户可联合使用北斗和其他 GNSS 系统的公开服务信号,获得更好的服务性能,而不显著增加复杂性和用户成本,北斗与其他 GNSS 系统可实现互操作。
- c) 北斗时溯源于协调世界时,并在导航电文中播发北斗系统与其他 GNSS 系统的时差信息;北斗坐标系与国际地球参考框架(ITRF)保持一致。

7 北斗系统公开服务空间信号性能指标

7.1 空间信号覆盖范围指标

北斗系统公开服务空间信号(单星)覆盖范围指标如表 3 所示。

表 3 北斗系统公开服务空间信号(单星)覆盖范围指标

卫星类型	覆盖范围指标
GEO、IGSO、MEO	覆球范围内(高度 1 000 km)100%； 用户最小接收功率大于-163 dBW
注：各卫星各频点的最小接收功率参见 GB/T 39414.1—2020~GB/T 39414.4—2020 的规定。	

7.2 空间信号精度指标

7.2.1 SISRE 指标

北斗系统公开服务 SISRE 的指标如表 4 所示。

表 4 北斗系统公开服务 SISRE 指标

信号类型	RMS	约束条件
B1I、B3I	$SISRE \leq 1.0\text{ m}$	截止高度角 5°以上； 任意卫星(GEO、IGSO、MEO)公开服务健康空间信号； 包含卫星钟差、星历和 T_{GD} 误差； 不包括单频电离层延迟误差； 不包括传输误差和用户段误差； 计算时段超过 30 d,全星座卫星所有数据龄期(AOD)平均值
B1C、B2a	$SISRE \leq 0.6\text{ m}$	

7.2.2 SISRE 指标

北斗系统公开服务 SISRE 的指标如表 5 所示。

表 5 北斗系统公开服务 SISRE 指标

信号类型	RMS	约束条件
B1I、B3I、 B1C、B2a	$SISRE \leq 0.006\text{ m/s}$	任意卫星(GEO、IGSO、MEO)公开服务健康空间信号； 不包括单频电离层延迟误差； 不包括导航数据切换带来的伪距阶跳对 SISRE 的影响

7.2.3 SISRAE 指标

北斗系统公开服务 SISRAE 的指标如表 6 所示。

表 6 北斗系统公开服务 SISRAE 指标

信号类型	RMS	约束条件
B1I、B3I、 B1C、B2a	$SISRAE \leq 0.002 \text{ m/s}^2$	任意卫星(GEO、IGSO、MEO)公开服务健康空间信号； 不包括单频电离层延迟误差； 不包括导航数据切换带来的伪距阶跳对 SISRAE 的影响

7.2.4 空间信号 UTCOE 指标

北斗系统公开服务空间信号 UTCOE 的指标如表 7 所示。

表 7 北斗系统公开服务空间信号 UTCOE 指标

信号类型	95%置信度	约束条件
B1I、B3I、B1C、B2a	$UTC OE \leq 40 \text{ ns}$	任意卫星(GEO、IGSO、MEO)公开服务健康空间信号； 不包括传输误差和用户段误差

7.3 空间信号连续性指标

北斗系统公开服务空间信号连续性指标如表 8 所示。

表 8 北斗系统公开服务空间信号连续性指标

卫星类型		指标	约束条件
GEO	B1I、B3I	$\geq 0.995/\text{h}$	假设每个小时开始时空间信号可用； 统计所有同类在轨运行卫星的年统计值
IGSO	B1I、B3I	$\geq 0.995/\text{h}$	
	B1C、B2a	$\geq 0.998/\text{h}$	
MEO	B1I、B3I	$\geq 0.998/\text{h}$	
	B1C、B2a	$\geq 0.998/\text{h}$	

7.4 空间信号可用性指标

北斗系统公开服务空间信号可用性指标如表 9 所示。

表 9 北斗系统公开服务空间信号可用性指标

卫星类型		指标	约束条件
GEO	B1I、B3I	≥ 0.98	统计所有同类在轨运行卫星的年统计值
IGSO	B1I、B3I	≥ 0.98	
	B1C、B2a	≥ 0.98	
MEO	B1I、B3I	≥ 0.98	
	B1C、B2a	≥ 0.98	

7.5 验证方法

7.5.1 空间信号覆盖范围

按照 GB/T 39414.1—2020 的 4.10、GB/T 39414.2—2020 的 4.2.5、GB/T 39414.3—2020 的 4.10 和 GB/T 39414.4—2020 的 4.2.5 执行。

7.5.2 空间信号精度

按照 GB/T 39398—2020 的 7.3、7.4 和 7.5 执行。

7.5.3 空间信号连续性

按照 GB/T 39398—2020 的 7.7 执行。

7.5.4 空间信号可用性

按照 GB/T 39398—2020 的 7.8 执行。

8 北斗系统公开服务性能指标

8.1 服务精度指标

北斗系统服务区内公开服务定位精度指标如表 10 所示。



表 10 北斗系统服务区内公开服务定位精度指标

信号类型	95%置信度		约束条件
全球 B1I、B3I 任意单频、双频	水平方向	≤10 m	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行解算; B1I、B3I 信号全球所有点 24 h 的定位误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差
	垂直方向	≤10 m	
亚太大部分地区 B1I、B3I 任意 单频、双频	水平方向	≤5 m	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行解算; B1I、B3I 信号亚太大部分地区所有点 24 h 的定位误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差
	垂直方向	≤5 m	
全球 B1C、B2a 任意单频、双频	水平方向	≤10 m	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行解算; B1C、B2a 信号全球所有点 24 h 的定位误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差
	垂直方向	≤10 m	

北斗系统服务区内公开服务授时精度指标如表 11 所示。

表 11 北斗系统服务区内公开服务授时精度指标

信号类型	95%置信度	约束条件
全球 B1I、B3I 任意单频、双频	≤20 ns	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行多星解算; B1I、B3I 信号全球所有点 24 h 的授时误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差

表 11 (续)

信号类型	95%置信度	约束条件
亚太大部分地区 B1I、B3I 任意 单频、双频	≤ 10 ns	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行多星解算; B1I、B3I 信号亚太大部分地区所有点 24 h 的授时误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差
全球 B1C、B2a 任意单频、双频	≤ 20 ns	满足用户使用条件的用户,使用健康的卫星信号进行多星解算; B1C、B2a 信号全球所有点 24 h 的授时误差的统计值。 不包括传输误差和用户段误差

8.2 服务可用性指标

8.2.1 PDOP 可用性指标

北斗系统服务区内公开服务 PDOP 可用性指标如表 12 所示。

表 12 北斗系统服务区内公开服务 PDOP 可用性指标

服务可用性	指标	约束条件
全球 B1I、B3I PDOP 可用性	≥ 0.95	PDOP ≤ 6 ; B1I、B3I 信号全球所有点平均值,任意 24 h
亚太大部分地区 B1I、B3I PDOP 可用性	≥ 0.99	PDOP ≤ 6 ; B1I、B3I 信号亚太大部分地区所有点平均值,任意 24 h
全球 B1C、B2a PDOP 可用性	≥ 0.95	PDOP ≤ 6 ; B1C、B2a 信号全球所有点平均值,任意 24 h

8.2.2 定位服务可用性指标

北斗系统服务区内公开服务定位服务可用性指标如表 13 所示。

表 13 北斗系统服务区内公开服务定位服务可用性指标

服务可用性	指标	约束条件
全球 B1I、B3I 任意单频、双频 定位服务可用性	≥ 0.95	95%置信度,水平定位精度优于 20 m; 95%置信度,高程定位精度优于 20 m; 规定用户条件下的定位解算; B1I、B3I 信号全球所有点平均值,任意 24 h
亚太大部分地区 B1I、B3I 任意单频、双频 定位服务可用性	≥ 0.99	95%置信度,水平定位精度优于 10 m; 95%置信度,高程定位精度优于 10 m; 规定用户条件下的定位解算; B1I、B3I 信号亚太大部分地区所有点平均值,任意 24 h
全球 B1C、B2a 任意单频、双频 定位服务可用性	≥ 0.95	95%置信度,水平定位精度优于 20 m; 95%置信度,高程定位精度优于 20 m; 规定用户条件下的定位解算; B1C、B2a 信号全球所有点平均值,任意 24 h

8.3 验证方法

8.3.1 服务精度

按照 GB/T 39398—2020 的 8.1 和 8.3 执行。

8.3.2 服务可用性

按照 GB/T 39398—2020 的 8.4 和 8.5 执行。

