

BD

中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 420025—2019

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）卫星 高精度应用参数定义及描述

**Definitions and descriptions of BDS/GNSS satellite parameters for
high precision application**



2019-11-07 发布

2019-12-01 实施

中国卫星导航系统管理办公室 批准

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 卫星基本信息	3
5.1 卫星标识	3
5.2 卫星基本参数	4
5.3 光压参数	4
5.4 姿态控制模式	4
5.5 相位中心偏差	5
5.6 相位中心变化	6
6 卫星设备时延	6
6.1 未校正的相位时延	6
6.2 频间相位偏差	6
6.3 码间偏差	6
附 录 A（资料性附录） 卫星信息需求说明	7
附 录 B（规范性附录） 卫星基本信息文件格式说明	9
附 录 C（规范性附录） 卫星天线相位中心文件格式说明	12
附 录 D（规范性附录） 设备时延文件格式说明	17
参 考 文 献	21

前 言

为适应我国卫星导航发展对标准的需要,全国北斗卫星导航标准化技术委员会组织制定北斗专项标准,推荐有关方面参考采用。

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:中国科学院上海天文台、中国卫星导航工程中心、中国空间技术研究院、中国科学院微小卫星创新研究院、西安测绘研究所、武汉大学。

本标准主要起草人:宋淑丽、焦文海、郑晋军、尚琳、陈秋丽、刘莹、李星星、阮仁桂、焦国强、苏牡丹、胡小工、张旭、常克武、周伟莉、陈钦明、黄超。

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）卫星 高精度应用参数定义及描述

1 范围

本标准规定了北斗/全球卫星导航系统（GNSS）高精度应用中卫星参数的定义及描述和文件格式等。

本标准适用于北斗及GPS、GLONASS、Galileo等卫星导航系统高精度定轨、定位、授时等应用相关卫星参数的生成、发布和使用。

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（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 19391-2003 全球定位系统（GPS）术语及定义

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

iGMAS-T11TAC008-01V3.2 RINEX数据文件格式

3 术语和定义

GB/T 19391-2003和BD 110001-2015界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械坐标系 mechanical coordinate system

为固连于卫星本体的坐标系。坐标系原点O为四个星箭对接面的几何中心，Z轴为卫星阵列天线安装面法线方向，X轴为推力器安装面法线方向，Y轴与X、Z轴构成右手系，垂直于太阳帆板安装面。

3.2

卫星质心 Mass center of the satellite

卫星的质量中心，用机械坐标系下的三维坐标表示。

3.3

星体坐标系 aster coordinate system

亦称星固坐标系和卫星本体坐标系。原点 O_b 为卫星质心，三轴 X_b 、 Y_b 、 Z_b 平行于机械坐标系X、Y、Z轴，且方向相同。

3.4

轨道坐标系 orbital coordinate system

原点 O_s 为卫星质心，卫星轨道平面为坐标平面， Z_s 轴由卫星质心指向地心， Y_s 轴指向轨道面的负法向， X_s 轴在轨道面内与 Z_s 轴垂直指向卫星运动方向。

3.5

卫星姿态 satellite attitude

描述星体坐标系与轨道坐标系之间关系的参数，一般用星体坐标轴相对于轨道坐标轴的偏航角、俯仰角和滚动角表示。

3.6

天线相位中心 antenna phase center

天线的电气中心，指天线远区辐射场的等相位面与通过天线轴的平面相交的曲线的曲率中心。

3.7

天线平均相位中心 mean antenna phase center

整个天线波束空间内的实际等相位面拟合成标准圆曲面的中心位置。

3.8

天线参考点 antenna reference point

天线上指定的可量测到的一个点位，一般定义为天线底部安装面与中心轴线的交点。

3.9

卫星天线相位中心 satellite antenna phase center

卫星天线平均相位中心在星体坐标系下的三维坐标。

3.10

相位中心变化 phase center variation

天线某一方向的实际相位中心与平均相位中心（波前）吻合度，又称为相位中心离散度。

3.11

相位中心偏差 phase center offset

天线平均相位中心与天线参考点间的偏差。

3.12

卫星硬件延迟 hardware delay

卫星设备时延 device time delay

卫星信号从产生端到天线相位中心的时间延迟。

3.13

未校正的相位时延 uncalibrated Phase Delay

设备时延小数周偏差 fractional-cycle bias

导航卫星信号设备时延用载波相位表达时的非整数部分。

3.14

频间相位偏差 inter-frequency phase bias

多频载波信号在同一设备传输时设备时延的差异，其时变部分一般称为频率间钟偏差（Inter-frequency Clock Bias, IFCB）。

3.15

码间偏差 differential code bias

不同测距码信号在同一设备中传输时设备时延的差异。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

COSPAR-ID: 国际卫星标识符 (Committee on Space Research-ID)

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

ISC: 频内群延时差 (Timing Group Delay)

ISSB: 系统间信号偏差 (Inter-system Signal Bias)

PRN: 伪随机噪声码 (Pseudo Random Noise Code)

SVN: 空间飞行器编号 (Space Vehicle Number)

TGD: 频间群延时差 (Timing Group Delay)

5 卫星基本信息

5.1 卫星标识

卫星标识包括系统标识、SVN号、COSPAR-ID、PRN四类：

a) GNSS 系统标识：系统标识是指不同卫星导航系统的标识，用一个字母表示：

——C: BDS;

——G: GPS;

——R: GLONASS;

——E; Galileo。

- b) SVN 号：用于表示导航卫星的唯一编号；
- c) COSPAR-ID：用于命名、标识人造卫星，由两排数字与一排字母组成。第一排数字为该卫星的发射年，第二排数字为该卫星在其发射年的全球发射顺序，跟在第二排数字右侧的字母是在该次发射任务中分离出多个部分时用于标识每一部分；
- d) PRN 号：利用伪随机码标识导航卫星的编号。

5.2 卫星基本参数

卫星基本参数包括卫星质量、卫星类型及卫星激光反射器位置参数（见附录 A 中表 A.1 和表 A.2）：

- a) 卫星质量：在轨卫星的质量，相位捕获后，随时间会有微小变化；
- b) 卫星类型：卫星的设计或生产批次型号和厂家或者轨道类型型号，例如 BEIDOU-2I, BEIDOU-2G, BEIDOU-3M；
- c) 卫星激光反射器位置参数：激光反射器等效反射点在机械坐标系下或星体坐标系下的坐标。

卫星质量、卫星类型及卫星激光反射器位置参数文件格式说明如附录 B 所示。

5.3 光压参数

光压参数包括：太阳辐射常数，卫星表面部件构形（平面、圆柱、圆环、抛物面等）、位置描述参数和表面积（见附录 A 中表 A.3），吸收系数、镜面反射系数和漫反射系数（见附录 A 中表 A.4）、运动规律等。光压参数文件格式说明如附录 B 所示。

5.4 姿态控制模式

5.4.1 分类

导航卫星健康可用情况下，姿态控制模式分为三种：动偏姿态控制模式、零偏姿态控制模式、机动偏航控制模式。

5.4.2 动偏姿态控制模式

当太阳-地球矢量与卫星轨道面夹角（即太阳轨道角） β 大于等于其阈值 β_0 （ β_0 一般为 3° ）时，卫星采用偏航角连续动态控制方式，使得星体坐标系的 +Y 轴与卫星-太阳矢量始终保持垂直，该方式称为动偏姿态控制模式，姿态控制按照预定偏航目标对偏航角进行控制，此时偏航姿态角为：

$$\Psi_m = \tan^{-1}(S_{oy} / S_{ox}) \text{-----} (1)$$

式中：

S_{ox} ——轨道系太阳矢量的 x 方向分量；

S_{oy} ——轨道系太阳矢量的 y 方向分量。

当太阳-地球矢量与卫星轨道面夹角小于阈值 β_0 时，有零偏姿态控制模式和机动偏航控制模式。

5.4.3 零偏姿态控制模式

零偏姿态控制模式下，卫星保持偏航角为零。

5.4.4 机动偏航控制模式

机动偏航控制模式下，使卫星+X面始终面向太阳，卫星+Y轴与卫星-太阳矢量近似垂直，按照 $\beta=3.0^\circ$ 时预定偏航目标对偏航角进行控制，

若 $\beta>0^\circ$ ，偏航姿态角计算见公式(2)：

$$\Psi_m = \tan^{-1}(0.05236/S_{ox}) \text{-----} (2)$$

若 $\beta<0^\circ$ ，偏航姿态角计算见公式(3)：

$$\Psi_m = \tan^{-1}(-0.05236/S_{ox}) \text{-----} (3)$$

北斗卫星导航系统 GEO 卫星均采用零偏姿态控制模式，北斗二号 IGSO 和 MEO 卫星采用动偏和零偏两种姿态控制模式，北斗三号 IGSO 和 MEO 卫星采用动偏和机动偏航两种姿态控制模式。

5.5 相位中心偏差

如图 1 所示卫星的天线相位中心同卫星参考点并不重合，因此需要进行相位中心偏差的改正，一般同时给出机械坐标系和星体坐标系下的偏差值。卫星相位中心偏差信息需求如附录 A 中表 A.5 所示。卫星相位中心偏差文件格式说明如附录 C 所示。

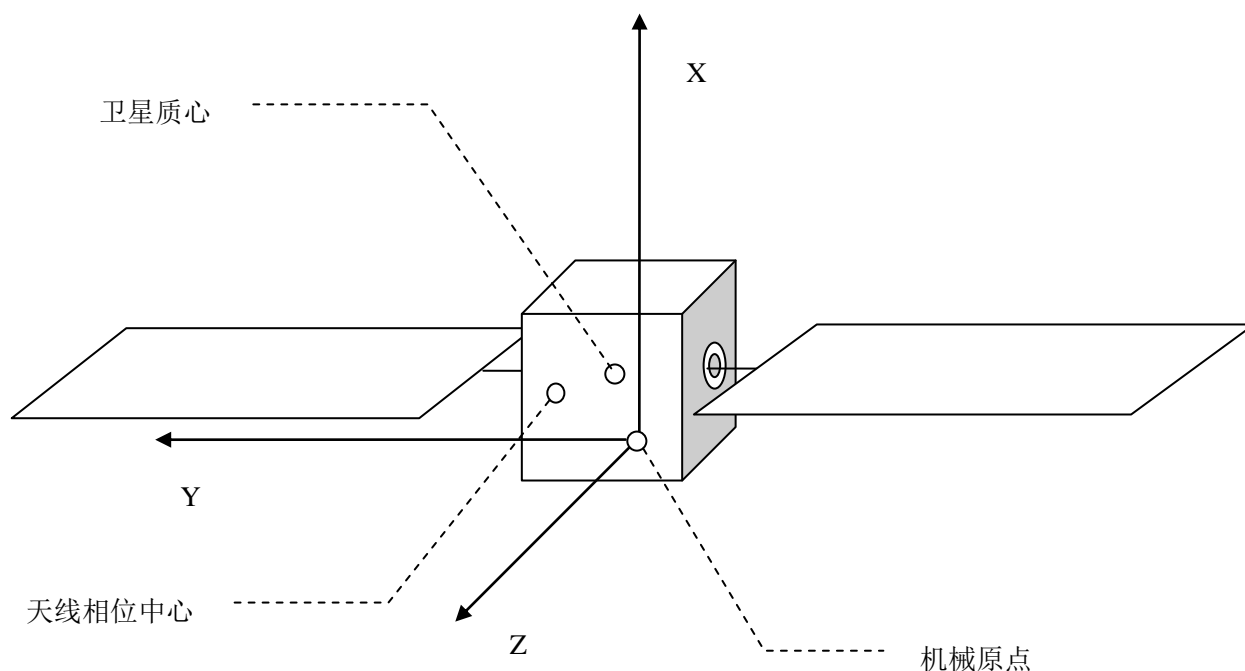


图 1 北斗导航卫星示意图

5.6 相位中心变化

由于在信号实际发射和接收过程中，其相位中心随着时间变化而变化，与平均相位中心相比，存在一个偏差，因此在精密定轨、定位等高精度应用中需要进行相位中心变化改正。卫星相位中心变化信息需求如附录 A 中表 A.6 所示。卫星相位中心变化文件格式说明如附录 C 所示。

6 卫星设备时延

6.1 未校正的相位时延

导航卫星载波相位信号设备时延的非整数周部分，通常用小数周表示，用于恢复整周模糊度的整数特性。未校正的相位时延文件格式说明如附录 D 所示。

6.2 频间相位偏差

导航卫星通常播发多个频点的导航信号，各个频点的载波相位信号的设备时延不同，因此会产生频间相位偏差。在地面数据处理过程中频间相位偏差中随时间变化的部分与卫星钟差耦合在一起，使得采用不同频率估计的卫星钟差具有不一致性，因此又常被称为频率间钟偏差。频间相位偏差文件格式说明如附录 D 所示。

6.3 码间偏差

码间偏差 DCB 是不同频率和类型测距码信号之间的设备时延差异的统称，其通常包括卫星和接收机两部分，卫星部分频间和频内偏差一般用 TGD 和 ISC 来表示。DCB 数值与选定的参考基准有关，以相对偏差形式表示。码间偏差文件格式说明如附录 D 所示。

附 录 A
(资料性附录)
卫星信息需求说明

卫星信息需求说明见表A.1~A.6。

表 A.1 卫星质量信息表

SVN	PRN	卫星质量 (年月日)	质心在机械坐标系下的坐标 (年月日)		
			X	Y	Z
C003	C01	√	√	√	√
C016	C02	√	√	√	√

表 A.2 激光反射器位置参数表

SVN	PRN	机械坐标系下坐标			星体坐标系下的坐标 (年月日)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
C003	C01	√	√	√	√	√	√
C016	C02	√	√	√	√	√	√

表 A.3 卫星表面用于太阳光压建模信息统计

卫星在机械坐标系下的尺寸	卫星本体表面积
X 方向	+X 面
Y 方向	+Y 面
Z 方向	+Z 面

表 A.4 卫星表面用于太阳光压建模信息统计 (卫星 SVN 号)

卫星部件	形状	外法线朝向	面积(m ²)	材料	卫星寿命初期			
					吸收系数	镜面反射系数	漫反射系数	
卫星 本体	部件 1	平面	+X	√	√	√	√	√
	部件 2	平面	-X	√	√	√	√	√
	部件 3	平面	-X	√	√	√	√	√
	部件 4	平面	+Y	√	√	√	√	√
	部件 5	平面	-Y	√	√	√	√	√
	部件 6	平面	+Z	√	√	√	√	√
	部件 7	平面	+Z	√	√	√	√	√
	部件 8	平面	+Z	√	√	√	√	√
	部件 9	平面	-Z	√	√	√	√	√
太阳翼		太阳光线	√	√	√	√	√	√
		太阳光线	√	√	√	√	√	√

表 A.5 卫星天线相位中心偏差

SVN	PRN	频率	机械坐标系下坐标			星体坐标系下坐标		
			X	Y	Z	X	Y	Z
C003	C01	f_1	√	√	√	√	√	√
		f_2	√	√	√	√	√	√
		f_3	√	√	√	√	√	√
C016	C02	f_1	√	√	√	√	√	√
		f_2	√	√	√	√	√	√
		f_3	√	√	√	√	√	√

表 A.6 在星体坐标系下卫星天线实际相位中心相对于平均相位中心的偏差

Value	ZEN1	DZEN	ZEN2
0°	√	√	√
DAZI	√	√	√
360°	√	√	√

注：DZEN 是高度角间隔，设定为 0.5 度；DAZI 是方位角间隔，设定为 5 度，如果方位角间隔为 0，则只提供与高度角有关的偏差值。Value 是方位角和高度角格网点对应的星体坐标系下卫星天线实际相位中心相对于平均相位中心的偏差值，该值可通过地面测试或解算得到。

附录 B

(规范性附录)

卫星基本信息文件格式说明

卫星信息文件的命名规则和数据块部分的内容及格式如表 B.1-B.3 所示。

表 B.1 卫星信息文件名命名规则

卫星信息文件名命名规则
卫星信息文件的命名为 BDSsatellite_yyyymmdd.info。 yyyy 为发布文件的年份（四位数字），mm 为发布文件的月份（两位数字），dd 为发布文件的天数（两位数字），info 表示卫星信息文件。

表 B.2 卫星信息文件头文件格式

卫星信息文件头文件格式		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
VERSION/TYPE/AGENCY	-版本 -类型 C:BDS 卫星信息 G:GPS 卫星信息 R:GLONASS 卫星信息 E:Galileo 卫星信息 M:多系统卫星信息 -运行机构	F8.1,12X A1,19X A3,17X
PGM/TIME SYSTEM /TIME	-运行程序 -时间系统 -计算时间 年 月 日	-A6,14X -A4,16X -I4,A1,I2,A1,I2,10X
END OF HEADER	头部部分的最后一个记录	60X

表 B.3 卫星信息文件数据部分格式

卫星信息文件数据部分格式		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
+SATEINFO	-卫星信息数据记录部分开始	9X
SYSTEM	-系统标识	A1,1X
SVN	-SVN 号	I4,1X
COSPAR-ID	-COSPAR-ID	I4,A1,I3,A1,1X
PRN	-PRN 号	A1,I2,1X
LAUNCHED	-PRN 号启用时间	I7,A1,I5,1X
DECOMMISSIONED	-PRN 号结束时间	I7,A1,I5,1X
SAT MASS	-卫星质量	F6.2,1X
SAT TYPE	-卫星类型	A15,1X
SAT RETROREFLECTOR	-卫星角反射器位置参数(星体坐标系)	
	X	F11.6,1X

表 B.3 (续)

卫星信息文件数据部分格式		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
	Y	F11.6,1X
	Z	F11.6,1X
-SATEINFO	-卫星信息数据记录部分结束	9X
SOLAR PRESSURE Satellite Box	-光压参数卫星本体	
Satellite Box part 1	卫星本体部件 1 尺寸:	
+SOLARPRE	太阳光压参数数据记录部分开始	9X
PRN:	同种星体结构卫星的 PRN 号	A4,1X,mA1,I2,IX
Shape of satellite Box part 1	卫星本体部件 1 形状	A10,1X
Oriented	外法线朝向	A2,1X
Sate effective Area	有效面积	F11.6,1X
Sate Material	材料名称	A10,1X
Sate Absorption coefficient	吸收系数	F11.6,1X
Sate Reflection coefficient	镜面反射系数	F11.6,1X
Sate Diffuse coefficient	漫反射系数	F11.6,1X
Heat radiation	热辐射	F11.6,1X
Power radiation	功率辐射	F11.6,1X
Solar Wing	太阳翼板	
	太阳翼板尺寸:	
Oriented	外法线朝向	A2,1X
Solar wing effective Area	有效面积	F11.6,1X
Solar wing Material	材料名称	A10,1X
Solar wing Absorption coefficient	吸收系数	F11.6,1X
Solar wing Reflection coefficient	镜面反射系数	F11.6,1X
Solar wing Diffuse coefficient	漫反射系数	F11.6,1X
Heat radiation	热辐射	F11.6,1X
Power radiation	功率辐射	F11.6,1X
-SOLARPRE	太阳光压参数数据记录部分结束	9X

注: 数据类型格式说明

F: 表示单精度浮点型数字, 如 F9.2 表示字符为浮点型, 占 9 位, 两位小数, 右对齐;

A: 表示字符或字符串, 如 A60 表示长度为 60 位的字符串;

X: 表示空格占位, 如 60X 表示占 60 位的空格;

I: 表示整型数字, 如 I4 表示占 4 位的整数, 右对齐。

文件示例如下：

```

1.0          C          SHA VERSION / TYPE / AGENCY
SHA SateInfo BDST      2019-01-29      PGM / TIME SYSTEM / DATE
The satellite infomation contain satellite mass, satellite COMMENT
type, the position of retroreflector, satellite effective COMMENT
area, satellite material, absorption coefficient, reflectionCOMMENT
coefficient, diffuse coefficient, heat radiation and power COMMENT
radiation. COMMENT
The satellite information file provided by satellite COMMENT
manufacturers. COMMENT
END OF HEADER

+SATEINFO
C C201 0000-000A C19 2010016:00000 0000000:00000 0943.00 BEIDOU-3M-CAST 0.593300 -0.086960 1.260040
C C202 0000-000A C20 2010016:00000 0000000:00000 0942.00 BEIDOU-3M-CAST 0.594700 -0.084560 1.264440
C C206 0000-000A C21 2010016:00000 0000000:00000 0941.00 BEIDOU-3M-CAST 0.596700 -0.087560 1.267340
C C205 0000-000A C22 2010016:00000 0000000:00000 0942.00 BEIDOU-3M-CAST 0.598600 -0.086560 1.265040
C C209 0000-000A C23 2010016:00000 0000000:00000 0945.00 BEIDOU-3M-CAST 0.604500 -0.080860 1.271840
C C210 0000-000A C24 2010016:00000 0000000:00000 0946.00 BEIDOU-3M-CAST 0.605400 -0.082460 1.262840
C C212 0000-000A C25 2010016:00000 0000000:00000 1043.30 BEIDOU-3M-SECM 0.656600 0.428700 0.610000
C C211 0000-000A C26 2010016:00000 0000000:00000 1041.80 BEIDOU-3M-SECM 0.655900 0.427900 0.609200
C C203 0000-000A C27 2010016:00000 0000000:00000 1018.00 BEIDOU-3M-SECM 0.609600 0.431570 0.620390
C C204 0000-000A C28 2010016:00000 0000000:00000 1014.40 BEIDOU-3M-SECM 0.608000 0.431120 0.608010
C C207 0000-000A C29 2010016:00000 0000000:00000 1010.40 BEIDOU-3M-SECM 0.609500 0.426000 0.614200
C C208 0000-000A C30 2010016:00000 0000000:00000 1008.60 BEIDOU-3M-SECM 0.609700 0.427300 0.615300
C C213 0000-000A C32 2010016:00000 0000000:00000 1007.00 BEIDOU-3M-CAST 0.628300 -0.086760 1.236740
C C214 0000-000A C33 2010016:00000 0000000:00000 1007.00 BEIDOU-3M-CAST 0.627600 -0.088160 1.229340
C C216 0000-000A C34 2010016:00000 0000000:00000 1046.60 BEIDOU-3M-SECM 0.672800 0.428200 0.611400
C C215 0000-000A C35 2010016:00000 0000000:00000 1045.00 BEIDOU-3M-SECM 0.672400 0.429100 0.609500
C C218 0000-000A C36 2010016:00000 0000000:00000 1061.00 BEIDOU-3M-CAST 0.613300 -0.089160 1.097740
C C219 0000-000A C37 2010016:00000 0000000:00000 1061.00 BEIDOU-3M-CAST 0.608200 -0.089860 1.093540
C C220 0000-000A C38 2010016:00000 0000000:00000 2952.00 BEIDOU-3I-CAST -0.989260 -0.711820 1.972390
C C221 0000-000A C39 2010016:00000 0000000:00000 2949.00 BEIDOU-3I-CAST -0.982410 -0.712660 1.927750
C C222 0000-000A C45 2010016:00000 0000000:00000 1059.00 BEIDOU-3M-CAST 0.529300 -0.086660 1.170740
C C223 0000-000A C46 2010016:00000 0000000:00000 1058.00 BEIDOU-3M-CAST 0.529500 -0.088160 1.163440
C C217 0000-000A C59 2010016:00000 0000000:00000 2968.00 BEIDOU-3G-CAST 0.589600 -0.084460 0.763740
-SATEINFO
+SOLARPRE
PRN: C19 C20 C21 C22 C23 C24 C36 C37 C45 C46
SATEBOX_01 +X 0002.780000 ***** 0000.350000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEBOX_02 -X 0001.750000 ***** 0000.920000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEBOX_03 +Y 0001.030000 ***** 0000.135000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEBOX_04 -Y 0002.600000 ***** 0000.135000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEBOX_05 +Z 0002.600000 ***** 0000.135000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEBOX_06 -Z 0000.820000 ***** 0000.920000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEWING +Y 0010.220000 ***** 0000.920000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
SATEWING -Y 0010.220000 ***** 0000.920000 0000.000000 0001.000000 0000.000000 0000.000000 0000.000000
-SOLARPRE

```

附 录 C
(规范性附录)

卫星天线相位中心文件格式说明

卫星信息文件的命名规则和数据块部分的内容及格式如表 C.1-C.3 所示。

表 C.1 天线相位中心文件命名规则

天线相位中心文件命名规则
天线相位中心文件命名为 BDSsatellite_yyyymmdd.atx。 yyyy 为发布文件的年份（四位数字），mm 为发布文件的月份（两位数字），dd 为发布文件的天数（两位数字），atx 表示天线相位中心文件。

表 C.2 天线相位中心文件头描述

天线相位中心文件头描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
ANTEX VERSION / SYST	-版本 -卫星系统 C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo M:多系统混合天线文件	F8.1,12X, A1,39X
PCV TYPE / REFANT	-相位中心类型 A: 绝对相位中心值 R: 相对相位中心值 -参考天线类型的相对值(blank: AOAD/M_T) -参考天线的序列号 (可选)	A1,19X, A20, A20
*COMMENT	注释行	A60
END OF HEADER	头部部分的最后一个记录	60X

表 C.3 天线相位中心数据块描述

天线相位中心数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
START OF ANTENNA	天线数据部分记录开始标识	60X

表 C.3 (续)

天线相位中心数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
TYPE / SERIAL NO	卫星天线: -天线类型,例如: 'BEIDOU-3M' -卫星 PRN 号“sNN” -卫星码“sNNN” (可选) s -卫星系统标志 ('C', 'G', 'R', 'E') NN-两位数字的卫星 PRN 序号 NNN-三位数字的卫星 SVN 序号 - 国际卫星标识符 “YYYY-XXXX” (可选) YYYY - 运载火箭进入轨道的年份 XXX - 顺序运载火箭车号码	A20, A20, A10, A10
METH / BY / # / DATE	- 校准方法: 'CHAMBER', 'FIELD', 'ROBOT'等 - 机构名称 - 校准天线的数量 - 日期, DD-MMM-YY, 例如:'07-NOV-19' DD-日期, 用两位数字表示 MMM-月份, 用英文的前三个字符缩写 YY-年份, 用两位数字表示	A20, A20, I6,4X, A10
DAZI	方位角增量: 0 至 360, 增量'DAZI'(以度为单位)。360度必须被'DAZI'整除。 'DAZI'的常量: 5.0 对于非方位相关的相位中心变化, 用'0.0'指定。	2X,F6.1, 52X
ZEN1 / ZEN2 / DZEN	卫星天线天底角范围和增量: 用天底角定义格网 角度: 天底角范围'ZEN1'到'ZEN2', 增量'DZEN' (度)。 'DZEN'必须> 0.0。 'ZEN1'和'ZEN2'必须是'DZEN'的倍数。 'ZEN2'总是必须大于'ZEN1'。 'DZEN'的常见值: 1.0 例如: '0.0 14.0 1.0'	2X,3F6.1, 40X
# OF FREQUENCIES	当前天线类型包含的频率数量。	I6,54X

表 C.3 (续)

天线相位中心数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
*VALID FROM	时间 (4 位年, 月, 日, 小时, 分钟, 秒) 的有效期开始时间	5I6,F13.7, 17X
*VALID UNTI	时间 (4 位年, 月, 日, 小时, 分钟, 秒) 的有效期结束时间	5I6,F13.7, 17X
*SINEX CODE	对来自 SINEX 文件的 PCO 标明其对应的 SINEX 文件序号	A10,50X
*COMMENT	注释行	A60
START OF FREQUENCY	<p>一个频率数据块开始的标识。必须指定卫星系统标志 ('C', 'G', 'R', 'E') 以及与标准观测文件格式一致的频率编号。</p> <p>BDS:</p> <p>'C02' - B1 'C07' - B2 'C06' - B3 'C01' - B1c 'C05' - B2a</p> <p>GPS:</p> <p>'G01' - L1 'G02' - L2 'G05' - L5</p> <p>GLONASS:</p> <p>'R01' - G1 'R02' - G2</p> <p>Galileo:</p> <p>'E01' - E1 'E05' - E5a 'E07' - E5b 'E08' - E5 (E5a+E5b) 'E06' - E6</p> <p>频率部分包括相位中心相对于平均天线相位中心的偏差。本节不允许出现其他类型的记录或注释行。</p>	3X,A1,I2,54X
NORTH / EAST / UP	<p>卫星天线:</p> <p>平均天线相位中心相对于卫星质心在 X, Y 和 Z 方向的偏差 (以毫米为单位)。</p>	3F10.2,30X

表 C.3 (续)

天线相位中心数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN) (默认: 右对齐)
Values of a non azimuth-dependent pattern	标志'NOAZI'表示非方位角模式(如果'DAZI'> 0.0)。从'ZEN1'到'ZEN2' (增量'DZEN')的相位变化值, 以毫米为单位。 所有值在一行上。	3X,A5,mF8.2
*Values of an azimuth-dependent pattern	如果'DAZI'> 0.0, 则表示为方位角相关模式。 每一行中的第一个值表示方位角, 后面为从“ZEN1”到“ZEN2” (以增量'DZEN')以毫米为单位的相位变化值。 一行表示一个方位角的所有值。	F8.1,mF8.2
END OF FREQUENCY	一个频率数据块结束的标识 (格式与'END OF FREQUENCY'一致)。	3X,A1,I2,54X
*START OF FREQ RMS	相位中心变化值精度模块开始标识。 该部分包含相位中心偏差和相位变化值的均方根值。 本节不能出现其他类型的记录或注释行。	3X,A1,I2,54X
*NORTH / EAST / UP	偏差的 RMS (以毫米为单位)	3F10.2,30X
*(Rms values of the non-azimuth-dependent pattern)	从'ZEN1'到'ZEN2' (增量'DZEN')的非方位角模式的相位变化值的均方根值, 以毫米为单位。 所有值在一行上。	3X,A5,mF8.2
*(Rms values of the azimuth-dependent pattern)	从'ZEN1'到'ZEN2' (增量'DZEN')的方位角相关模式的相位变化值的均方根值, 以毫米为单位。 所有值在一行上。	F8.1,mF8.2
*END OF FREQ RMS	相位中心变化值精度模块开始标识 (另请参阅'START OF FREQ RMS')	3X,A1,I2,54X
END OF ANTENNA	天线数据部分记录开始标识。	60X

注: 数据类型格式说明参考附录 B 脚注

文件示例如下：

```

1.4          C
A
The satellite antenna phase center file contain the PCO
and PCV of BDS, GPS, GLONASS and Galileo.
The satellite antenna phase center file provided by
satellite manufacturers.
BEIDOU-2G          C01          C003          2010-001A
0.0                0          20-JUL-15
0.0  9.0  1.0
3
2010  1  16  0  0  0.0000000
VALUES FROM BEIDOU PROVIDER
FREQUENCY CODES C01 AND C02 BOTH REFER TO BEIDOU SIGNAL B1
C02
600.00          0.00  1100.00
NOAZI  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
C02
C06
600.00          0.00  1100.00
NOAZI  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
C06
C07
600.00          0.00  1100.00
NOAZI  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00
C07
ANTEX VERSION / SYST
PCV TYPE / REFANT
COMMENT
COMMENT
COMMENT
COMMENT
END OF HEADER
START OF ANTENNA
TYPE / SERIAL NO
METH / BY / # / DATE
DAZI
ZEN1 / ZEN2 / DZEN
# OF FREQUENCIES
VALID FROM
COMMENT
COMMENT
START OF FREQUENCY
NORTH / EAST / UP
0.00  0.00  0.00  0.00
END OF FREQUENCY
START OF FREQUENCY
NORTH / EAST / UP
0.00  0.00  0.00  0.00
END OF FREQUENCY
START OF FREQUENCY
NORTH / EAST / UP
0.00  0.00  0.00  0.00
END OF FREQUENCY
END OF ANTENNA
    
```

附 录 D
(规范性附录)

设备时延文件格式说明

设备时延小数偏差，频间相位偏差和码间偏差的文件的命名规则和数据块部分的内容及格式如表 D.1-D.3 所示。

表 D.1 设备时延文件命名规则

设备时延文件命名规则
设备时延偏差文件命名为 ACCYYYYDDD.bias, ACC 为产品发布机构, YYYY 为年份, DDD 为年积日。

表 D.2 设备时延文件头描述

设备时延文件头描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN)
VERSION/TYPE/AGENCY	-版本 -类型 C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo M: 多系统混合偏差文件 -运行机构	F8.1,12X, A1,19X A3,17X
PGM/TIME SYSTEM /TIME	-运行程序 -时间系统 -计算时间 年 月 日	-A6,14X -A4,16X -I4,A1,I2,A1,I2,10X

表 D.3 设备时延数据块描述

设备时延数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN)
*COMMENT	注释行	A60
WLUPD_SAT/WLUPD_REC	起始历元时间 (小时, 分钟, 秒) 结束历元时间 (小时, 分钟, 秒) 系统标识, PRN 号 / 测站名 C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo 频率组合类型 宽巷 UPD 值, 单位为周 宽巷 UPD 值精度, 单位为周 估计宽巷 UPD 时用到的测站/卫星数量 起始历元时间 (小时, 分钟, 秒) 结束历元时间 (小时, 分钟, 秒) 系统标识, PRN 号 / 测站名	I2,1X, I2,1X, I2,2X I2,1X, I2,1X, I2,2X 1X, A1, I2, 1X/ A4, 1X A3, 1X, A3, 1X F8.4, 1X F8.4, 1X I6, 1X I2,1X, I2,1X, I2,2X I2,1X, I2,1X, I2,2X A1, 2X, A1, I2, 1X/ A1, 1X,

表 D.3 (续)

设备时延数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN)
NLUPD_SAT/NLUPD_REC	C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo 频率组合类型 窄巷 UPD 值, 单位为周 窄巷 UPD 值精度, 单位为周 估计窄巷 UPD 时用到的测站数量	A4, 1X A3, 1X, A3, 2X F8.4, 1X F8.4, 1X I5, 2X
NCUPD_SAT/NCUPD_REC	起始历元时间 (小时, 分钟, 秒) 结束历元时间 (小时, 分钟, 秒) 系统标识, PRN 号 / 测站名 C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo 频率类型 UPD 值, 单位为周 UPD 值精度, 单位为周 估计 UPD 时用到的测站数量	I2,1X, I2,1X, I2,2X I2,1X, I2,1X, I2,2X A1, 2X, A1, I2, 1X/ A1, 1X, A4, 1X A8, 1X F8.3, 1X F8.3, 1X I5, 1X
IFPB_SAT/IFPB_REC	起始历元时间 (小时, 分钟, 秒) 结束历元时间 (小时, 分钟, 秒) 系统标识, PRN 号 / 测站名 C:BDS G:GPS R:GLONASS E:Galileo 载波相位类型 IFPB 值, 单位为 ns 估计 IFPB 时整网权值之和 估计 IFPB 时用到的测站数量	I2,1X, I2,1X, I2,2X I2,1X, I2,1X, I2,2X A1, 2X, A1, I2, 1X/ A1, 1X, A4, 1X A3, 1X, A3, 3X F8.3, 1X F8.3, 1X I5, 1X

表 D.3 (续)

设备时延数据块描述		
字段名称	描述	格式 (FORTRAN)
DCB_SAT/DCB_REC	起始历元时间 (小时, 分钟, 秒)	I2,1X, I2,1X, I2,2X
	结束历元时间 (小时, 分钟, 秒)	I2,1X, I2,1X, I2,2X
	系统标识, PRN 号 / 测站名	A1, 2X, A1, I2, 1X/ A1, 1X, A4, 1X
	C:BDS	
	G:GPS	
	R:GLONASS	
	E:Galileo	
测距码类型	A3, 1X, A3, 8X	
DCB 值, 单位为 ns	F8.3, 1X	
RMS 值, 单位为 ns	F8.3, 1X	
估计 DCB 时用到的测站数量	I5, 1X	

注: 数据类型格式说明参考附录 B 脚注

文件示例如下：

1.0 BIAS	M BDST	SHA 2019-01-29	VERSION / TYPE / AGENCY PGM / TIME SYSTEM / DATE
*****COMMENT			
00 00 00 00 00 30	G G01 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G02 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G03 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G04 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G05 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G06 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C01 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C02 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C03 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C04 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G SHA1 L1W L2W	0000.004 0000.001	35 WLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G KUN1 L1W L2W	0000.004 0000.001	35 WLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	C SHA1 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	C KUN1 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 WLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G G01 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G02 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G03 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G04 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G05 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G06 L1W L2W	0000.004 0000.001	32 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C01 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C02 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C03 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	C C04 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G SHA1 L1W L2W	0000.004 0000.001	35 NLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G KUN1 L1W L2W	0000.004 0000.001	35 NLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	C SHA1 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	C KUN1 L2I L6I	0000.004 0000.001	35 NLUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G G01 Non-comb	0000.004 0000.001	32 NCUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G02 Non-comb	0000.004 0000.001	32 NCUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G03 Non-comb	0000.004 0000.001	32 NCUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G G04 Non-comb	0000.004 0000.001	32 NCUPD_SAT
00 00 00 00 00 30	G SHA1 Non-comb	0000.004 0000.001	35 NCUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G KUN1 Non-comb	0000.004 0000.001	35 NCUPD_REC
00 00 00 00 00 30	G G01 L1W L2W	0000.004 0000.001	100 IFPB_SAT
00 00 00 00 00 30	G G02 L1W L2W	0000.004 0000.001	100 IFPB_SAT

参 考 文 献

- [1] ANTEX 1.4 ANTEX: The Antenna Exchange Format.
- [2] Montenbruck O., Steigenberger P., Hugentobler U. Enhanced solar radiation pressure modeling for Galileo satellites [J]. *J Geod* (2015), 89: 283.
- [3] T. Springer, G. Beutler, M. Rothacher. A new solarradiation pressure model for GPS satellites [J]. *GPS Solutions* (1999), 2(3), 50:62.
- [4] C.J. Rodriguez-Solano, U. Hugentobler, P. Steigenberger, Adjustable box-wing model for solar radiation pressure impacting GPS satellites [J]. *Advances in Space Research* (2012), 49(7), 1113:1128.
- [5] Li, X., Li, X., Yuan, Y. et al. Multi-GNSS phase delay estimation and PPP ambiguity resolution: GPS, BDS, GLONASS, Galileo. *J Geod* (2018), 92: 579. <https://doi.org/10.1007/s00190-017-1081-3>.
- [6] Li, X., Xie, W., Huang, J. et al. Estimation and analysis of differential code biases for BDS3/BDS2 using iGMAS and MGEX observations. *J Geod* (2018). <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1170-y>.
- [7] 郭靖. 姿态、光压和函数模型对导航卫星精密定轨影响的研究[D].武汉大学,2014.
- [8] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 (2.1 版)
- [9] 北斗系统空间信号接口控制文件 B1I (3.0 版) 中文版
- [10] 北斗系统空间信号接口控制文件 B3I (1.0 版) 中文版
- [11] 北斗系统空间信号接口控制文件 B1C (1.0 版) 中文版
- [12] 北斗系统空间信号接口控制文件 B2a (1.0 版) 中文版
- [13] 北斗卫星导航系统公开服务性能规范 (2.0 版) 中文版
- [14] 赵群河. 北斗卫星导航系统高精度太阳辐射压模型确定研究[D].中国科学院大学,2017.
- [15] 刘林. 人造地球卫星轨道力学[M]. 1992.
- [16] 李济生. 人造精密轨道确定[M]. 1995.
- [17] 章仁为. 卫星轨道姿态动力学与控制[M]. 1998.
-