

# 中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

# GNSS 系统完好性产品编码规范

Specification for coding of GNSS system level integrity products

(送审讨论稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

# 目 次

前	[言	
1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	缩略语	1
5	总体要求	2
	5.1 编码要求	2
	5.2 形式要求	2
	5.3 结构要求	2
6	产品类别及编码形式	2
7	文件编码要求	2
	7.1 编码原则	2
	7.2 文件名编码	3
	7.3 文件头编码	3
	7.4 文件数据部分编码	6
8	数据流编码要求	8
	8.1 编码原则	8
	8.2 数据流信息标识	8
	8.3 数据前导信息编码	9
	8.4 电文头编码	9
	8.5 数据内容编码	10
	8.6 校验算法编码	
9	验证方法	11
	9.1 文件编码验证方法	11
	9.2 数据流编码验证方法	11
附	录 A (规范性) 数据字段号属性	13
附	录 B(资料性) 数据流编码校验算法	14
幺	(古文字)	15

# 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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会(SAC/TC230/SC3)归口。

本文件起草单位:中国测绘科学研究院、中国人民解放军战略支援部队信息工程大学、中国科学院上海天文台、武汉大学、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院、中国地震台网中心、国家基础地理信息中心、中国地质环境监测院。

本文件主要起草人:秘金钟、谷守周、徐彦田、许长辉、陈明剑、陈 轲、宋淑丽、吕翠仙、宋 敏、 王阅兵、王孝青、赵文祎。

# GNSS 系统完好性产品编码规范

#### 1 范围

本文件规定了GNSS系统完好性产品的总体要求、产品类别及编码形式、文件编码要求、数据流编码要求和验证方法等内容。

本文件适用于GNSS系统完好性产品的生成、存储和使用以及实时完好性产品的播发和接收。

#### 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

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

#### 3 术语和定义

GB/T 39267—2020和GB/T 39398—2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3. 1

#### 空间信号测距误差 signal in space range error

在导航卫星信号覆盖范围内广播轨道误差和钟差误差引起的卫星至用户的距离误差。

3. 2

#### 空间信号精度 signal in space accuracy

服从正态分布的空间信号测距误差的标准差。

3. 3

#### 空间信号监测精度 signal in space monitoring accuracy

服从正态分布的空间信号测距误差实测值与预报值差值的标准差。

3.4

#### 广播轨道精度 broadcast ephemeris orbit accuracy

表征利用广播星历轨道参数计算得到的卫星位置精度。

[来源: GB/T 39398—2020, 7.1]

3.5

#### 广播钟差精度 broadcast ephemeris clock error accuracy

表征利用广播星历钟差参数计算得到的卫星钟差精度。

[来源: GB/T 39398-2020, 7.2]

#### 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)

DF: 数据域 (Data Field)

Galileo: 伽利略卫星导航系统(Galileo Navigation Satellite System)

GLONASS: 格洛纳斯卫星导航系统(Global Navigation Satellite System)

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

GPS: 全球定位系统(Global Positioning System)

IRNSS: 印度区域导航卫星系统 (Indian Regional Navigation Satellite System)

PRN: 伪随机噪声码(Pseudo Random Noise Code)

QZSS: 准天顶卫星系统 (Quasi-Zenith Satellite System)

SISA:空间信号精度(Signal In Space Accuracy)

SISMA:空间信号监测精度(Signal In Space Monitoring Accuracy)

SISRE:空间信号测距误差(Signal In Space Range Error)

UTC: 协调世界时(Coordinated Universal Time)

#### 5 总体要求

#### 5.1 编码要求

产品编码要求如下:

- a) 唯一性:每类 GNSS 系统完好性产品的编码命名应唯一;
- b) 全覆盖: 应覆盖所有的全球卫星导航系统,包括BDS、GPS、GLONASS、Galileo;
- c) 可兼容:产品编码设计由英文字母或阿拉伯数字组成,满足跨平台移植的要求;
- d) 可扩展性:产品编码设计应对 IRNSS、QZSS 等区域导航系统具有拓展适应能力。

#### 5.2 形式要求

产品编码形式要求如下:

- a) 事后完好性产品应按照文件形式进行编码;
- b) 实时完好性产品应按照数据流形式进行编码。

#### 5.3 结构要求

#### 5.3.1 文件结构

产品编码文件结构要求如下:

- a) 采用文件后缀名标识文件类型;
- b) 文件产品应由文件头和文件数据部分组成。

#### 5.3.2 数据流结构

产品编码数据流结构应满足:

- a) 以数据帧形式播发;
- b) 数据帧结构包含数据流前导信息、GNSS系统完好性产品数据、校验算法;
- c) 对产品信息设定唯一信息标识;
- d) GNSS 系统完好性产品数据应由电文头和数据内容组成。

#### 6 产品类别及编码形式

GNSS 系统完好性产品类别、产品类型及编码形式见表 1。GNSS 系统完好性产品每类产品都包含 BDS、GPS、GLONASS、Galileo4 种卫星系统。

表 1	GNSS 系统完好性产	·品类别、	产品类型及编码形式
7K I	ロバンン ハハンレノレクコーエノ	HHノヘハハヽ	7 明人王从师时加入

序号	产品类别	产品类型	编码形式	后缀名	产品类型标识符
1	空间信号测距误差	事后完好性产品	文件	sire	SISRE
2	空间信号精度	事后完好性产品	文件	sisa	SISA
3	空间信号监测精度	事后完好性产品	文件	sima	SISMA
4	广播轨道精度	事后完好性产品、实时完好性产品	文件、数据流	sorb	SORB
5	广播钟差精度	事后完好性产品、实时完好性产品	文件、数据流	sclk	SCLK

#### 7 文件编码要求

#### 7.1 编码原则

文件编码原则如下:

- a) 文件编码包含文件名编码、文件头编码和文件数据部分编码;
- b) 按照"文件头、文件数据部分"顺序进行编码。

#### 7.2 文件名编码

#### 7.2.1 码位设计

按照"产品生成机构、周计数、周内天、连接符、小时数、文件后缀标识、后缀名"顺序进行编码, 文件名编码码位结构见表2。

#### 表 2 文件名编码码位结构

码位	第(1~3)位	第 (4~7) 位	第8位	第9位	第(10~11)位	第12位	第 (13~16)位
码位信息	产品生成机构	周计数	周内天	连接符	小时数	文件后缀标识	后缀名

#### 7.2.2 码位信息说明

文件名编码码位信息说明如下:

- a) 产品生成机构:采用3个大写英文字符编码。如"CGS"为中国测绘科学研究院;
- b) 周计数:文件存储数据时间的周计数,时间系统为北斗时,采用4位数字编码,不足位则在左边补充0以补足位;
- c) 周内天:文件存储数据时间的周内天,采用1位数字编码(从0到6,星期日为0),如"2"为星期二;
- d) 连接符:采用""编码:
- e) 小时数:文件数据时间(UTC),采用2位数字编码、十进制,不足位则在左边补充0以补足位,如"15"时;
- f) 文件后缀标识:采用"."编码;
- g) 后缀名:采用 4 字符编码,后缀名说明见表 1,如 "sire"为空间信号测距误差产品编码。

**示例:** CGS08872\_15. sire,表示此产品为中国测绘科学研究院生成的空间信号测距误差产品,文件数据时间为2023年1月3日(北斗887周,星期二)15时。

#### 7.3 文件头编码

#### 7.3.1 文件头编码原则

文件头编码原则如下:

- a) 文件头编码包含首行编码、次行编码、第三行编码、注释行编码、结束行编码;
- b) 按行编码;
- c) 通过字段名称识别信息。

#### 7.3.2 首行编码

#### 7.3.2.1 码位设计

按照"版本类型、产品类型标识符、卫星系统标识符、字段名称"顺序进行编码,首行编码码位结构见表 3,示例见图 1。

#### 表 3 首行编码码位结构

码位	第 (1~9) 位	第 (10~20) 位	第(21~25) 位	第(26~40) 位	第41位	第(42~60) 位	第(61~80)位
码位 信息	版本类型	空格	产品类型标 识符	空格	卫星系统 标识符	空格	字段名称

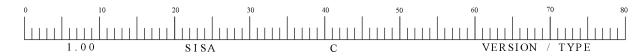


图1 首行编码示例。

#### 7. 3. 2. 2 码位信息说明

首行编码码位信息说明如下:

- a) 版本类型:版本类型为1.00,右对齐,如图1中"1.00"占所在行第(6~9)位;
- b) 产品类型标识符:见表 1,右对齐,如图 1中"SISA"占所在行第(22~25)位;;
- c) 卫星系统标识符: BDS、GPS、GLONASS、Galileo 标识符分别为 C、G、R、E, 当存在多个卫星系统时,用 M 标识,如图 1 中 "C"占所在行第 41 位;
- d) 字段名称: 设定为 "VERSION / TYPE", 左对齐, 如图 1 中 "VERSION / TYPE"占所在行 第 (61~75) 位。

#### 7.3.3 次行编码

#### 7.3.3.1 码位设计

采用"生成文件的程序、生成文件的机构、生成文件的时间、字段名称"顺序进行编码,次行编码码位结构见表 4,示例见图 2。

表 4 次行编码码位结构

码位	第(1~20)位	第(21~23)位	第(41~60)位	第(61~80)位
码位信息	生成文件的程序	生成文件的机构	生成文件的时间	字段名称

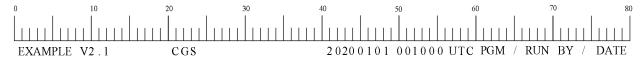


图2 次行编码示例

#### 7.3.3.2 码位信息说明

次行编码码位信息说明如下:

- a) 生成文件的程序:采用英文字符,左对齐,如图 2 中"EXAMPLE V2.1"占所在行第(1~12)位;
- b) 生成文件的机构:采用英文字符,左对齐,如图 2 中 "CGS"占所在行第(21~23)位;
- c) 生成文件的时间:采用 "yyyymmdd hhmmss UTC", 左对齐, 如图 2 中 "20200101 001000 UTC" 占所在行第(41~59)位;
- d) 字段名称:设定为 "PGM / RUN BY / DATE", 左对齐, 如图 2 中 "PGM / RUN BY / DATE"占 所在行的第(61~79)位。

#### 7.3.4 第三行编码

#### 7.3.4.1 码位设计

按照"时间系统、字段名称"顺序进行编码,第三行编码码位结构见表 5,示例见图 3。

表 5 第三行编码码位结构

码位	第(1~2)位	第(3~6)位	第(7~60)位	第(61~80)位
码位信息	空格	时间系统	空格	字段名称

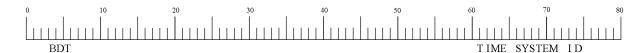


图3 第三行编码示例

#### 7. 3. 4. 2 码位信息说明

第三行编码码位信息说明如下:

- a) 时间系统:对文件数据部分的时间系统进行说明,采用英文字符,右对齐,如图 3 中"BDT" 占所在行第(3~6)位;
- b) 字段名称:设定为"TIME SYSTEM ID",左对齐,如图 3 中"TIME SYSTEM ID"占所在行第 (61~75) 位。

#### 7.3.5 注释行编码

#### 7.3.5.1 码位设计

按照"文件注释信息、字段名称"顺序进行编码,注释行为可选项,可多行,位于文件头第三行以后、最后一行之前。注释行编码码位结构见表 6,示例见图 4。

表 6 注释行编码码位结构

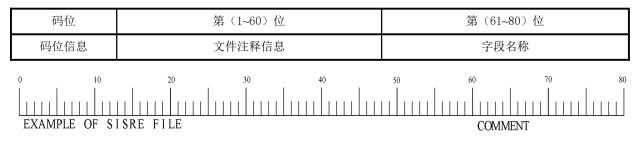


图4 注释行编码示例

#### 7.3.5.2 码位信息说明

注释行编码码位信息说明如下:

- a) 文件注释信息:文件必要的附加注释说明,采用英文字符,左对齐,如图 4 中"EXAMPLE OF SISRE FILE"占所在行第(1~21)位;
- b) 字段名称:设定为 "COMMENT", 左对齐, 如图 4 中 "COMMENT"占所在行第(61~67)位。

#### 7.3.6 结束行编码

#### 7. 3. 6. 1 码位设计

按照"字段名称"进行编码,结束行编码码位结构见表7,示例见图5。

表 7 结束行编码码位结构

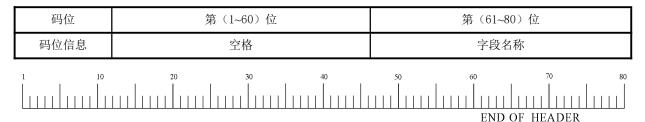


图5 结束行编码示例

#### 7. 3. 6. 2 码位信息说明

结束行编码码位信息说明如下:

- a) 第(1-60)位为空格;
- b) 字段名称:设定为 "END OF HEADER", 左对齐, 如图 5 中 "END OF HEADER"占所在行第(61~74) 位。

#### 7.4 文件数据部分编码

#### 7.4.1 文件数据部分编码原则

文件数据部分编码原则如下:

- a) 文件数据部分编码包含时间信息编码、完好性产品信息编码、文件结束符编码;
- b) 时间信息编码占一行;
- c) 完好性产品信息每颗卫星占一行,具体行数由卫星数确定;
- d) 文件结束符占文件的最后一行。

#### 7.4.2 时间信息编码

#### 7.4.2.1 码位设计

按照"时间信息标识符、年、月、日、时、分、秒"顺序进行编码,时间信息编码码位结构见表8,示例见图6。

表 8	时间信息编码码位结构

码位	第1位	第2 位	第(3 ~6) 位	第7 位	第 (8~ 9) 位	第10 位	第(11 ~12) 位	第13 位	第(14 ~15) 位	第16 位	第 (17 ~18) 位	第19 位	第(20 ~28) 位
码位	时间信息 标识符	空格	年	空格	月	空格	日	空格	时	空格	分	空格	秒
信息	40, 6743												

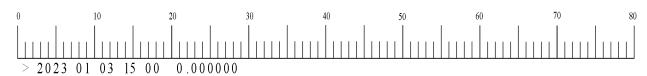


图6 时间信息编码示例

#### 7. 4. 2. 2 码位信息说明

时间信息编码码位信息说明如下:

- a) 时间信息标识符:以">"表示,如图6中">",占所在行第1位;
- b) 年:采用 4 位数字,如图 6 中"2023",表示 2023 年,占所在行第 3~6 位;
- c) 月、日、时、分:采用 2 位数字,不足位则在左边补 0 以补足位数,如图 6 中 "01 03 15 00",表示 1 月 3 日 15 时 00 分,分别占所在行第 (8~9)位、第 (11~12)位、第 (14~15)位和第 (17~18)位:
- d) 秒:采用长度为 9 位的浮点数, 6 位小数, 右对齐, 如图 6 中 "0.000000"表示 0 秒, 占所在 行的第(21~28)位。

#### 7.4.3 完好性产品信息编码

#### 7.4.3.1 空间信号测距误差/空间信号精度/空间信号监测精度码位设计

按照"卫星系统标识符、卫星PRN号、空间信号测距误差/空间信号精度/空间信号监测精度"顺序进行编码,空间信号测距误差/空间信号精度/空间信号监测精度编码码位结构见表9,示例见图7。

表 9 空间信号测距误差/空间信号精度/空间信号监测精度编码码位结构

码位	第1位	第(2~3)位	第4位	第(5~10)位
码位信息	卫星系统标识符	卫星PRN号	空格	空间信号测距误差/ 空间信号精度/ 空间信号监测精度

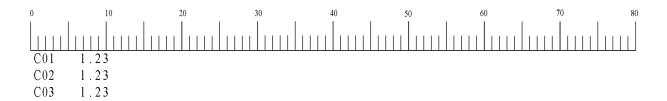


图7 空间信号测距误差/空间信号精度/空间信号监测精度编码示例

#### 7.4.3.2 广播轨道精度码位设计

按照"卫星系统标识符、卫星PRN号、星历数据标识、轨道面径向精度、轨道面切向精度、轨道面法向精度"顺序进行编码,广播轨道精度编码码位结构见表10,示例见图8。

表 10 广播轨道精度编码码位结构

码位	第1位	第(2~3 )位	第4位	第(5~8 )位	第9位	第(10~15 )位	第16位	第(17~22) 位	第23 位	第(24~29) 位
码位 信息	卫星系 统标识 符	卫星PRN 号	空格	星历数 据标识	空格	轨道面径向 精度	空格	轨道面切向 精度	空格	轨道面法向 精度
0		10	20	30		40	50	60	70	80



图8 广播轨道精度编码示例

#### 7.4.3.3 广播钟差精度码位设计

按照"卫星系统标识符、卫星PRN号、星历数据标识、广播钟差精度"顺序进行编码,广播钟差精度编码码位结构见表11,示例见图9。

表 11 广播钟差精度编码码位结构

码位	第1位	第(2~3)位	第4位	第(5~8)位	第9位	第(10~15)位
码位 信息	卫星系统标识符	卫星PRN号	空格	星历数据标识	空格	广播钟差精度

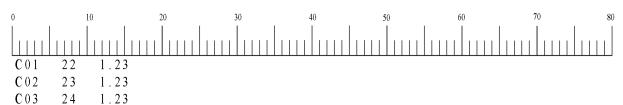


图9 广播钟差精度编码示例

#### 7.4.3.6 码位信息说明

完好性产品信息码位信息说明如下:

- a) 卫星系统标识符:编码方式见 7.3.2.2c),如"图 7、图 8、图 9"中的"C"表示 BDS,占所在行第 1位;
- b) 卫星 PRN 号: 采用 2 位数字,不足位则在左边补 0 以补足位数,如"图 7、图 8、图 9"中"01、02、03"等,占所在行第(2~3)位;
- c) 空间信号测距误差、空间信号精度、空间信号监测精度:采用长度为6位的浮点数,2位小数,右对齐,如"图7、图8、图9"中的"1.23",占所在行第(7~10)位;
- d) 星历数据标识:采用 4 位数字, 右对齐, 如"图 8、图 9"中"22、23、24"等, 占所在行第(7~8)位:
- e) 轨道面径向精度、轨道面切向精度、轨道面法向精度采用长度为6位的浮点数,2位小数,右对齐,如图8中的"1.23、2.34、3.45",分别占所在行的第(12~15)位、第(19~22)位和第(26~29)位;
- f) 广播钟差精度:采用长度为6位的浮点数,2位小数,右对齐,如图9中的"1.23",占所在行的第(12~15)位。

#### 7.4.4 文件结束符编码

文件结束符设定为"EOF",占其所在行第(1~3)位,位于文件最后一行,表示文件内容已结束,文件结束符编码示例见图10。

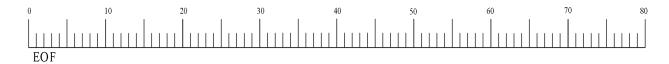


图 10 文件结束符编码

#### 8 数据流编码要求

#### 8.1 编码原则

数据流编码原则如下:

- a) 按照"信息类型"设定数据流信息标识,用于识别产品类型;
- b) 按照"数据前导信息、GNSS系统完好性产品数据、校验算法"顺序进行编码;
- c) GNSS 系统完好性产品数据按照"电文头、数据内容"顺序进行编码:
- d) GNSS 系统完好性产品数据长度应为整字节数,若为非整字节数,则用 0 补足最后一个字节。

#### 8.2 数据流信息标识

数据流产品信息类型和产品类型见表 12。

表 12 数据流产品信息类型和产品类型

序号	信息类型	产品类型
1	1386	BDS广播轨道精度
2	1387	GPS广播轨道精度信息
3	1388	GLONASS广播轨道精度信息
4	1389	Galileo广播轨道精度信息
5	1390	BDS广播钟差精度信息
6	1391	GPS广播钟差精度信息
7	1392	GLONASS广播钟差精度信息
8	1393	Galileo广播钟差精度信息

#### 8.3 数据前导信息编码

#### 8.3.1 码位设计

数据前导信息按照"同步码、保留位、数据长度"顺序进行编码,位于每帧数据的最前端,数据前导信息编码码位结构见表 13。

表 13 数据前导信息编码码位结构

码位	第(1~8)比特	第(9~14)比特	第(15~24)比特
码位信息	同步码	保留位	数据长度

#### 8.3.2 码位信息说明

数据前导信息编码码位信息说明见表 14。

表 14 数据前导信息编码码位信息说明

序号	码位信息	比特数	备注	
1	同步码 8		固定内容,具体为"11010011"	
2	保留位	6	固定内容,具体为"000000"	
3	数据长度	10	以字节表示的 GNSS 系统完好性产品数据长度	
注:数据长度可变,且为整字节数;若为非整字节数,则补足最后一个字节。				

#### 8.4 电文头编码

#### 8.4.1 码位设计

按照"信息类型、历元时刻、更新间隔、电文标志、卫星参考基准、生产者 ID、解决方案 ID、卫星数"顺序进行编码,电文头编码码位结构见表 15。

表 15 电文头编码码位结构

码位	第(25~36)比特	第(37~56)比 特	第(57~60 )比特	第61比特	第62比特	第(63~78 )比特	第(79~82) 比特	第(83~88) 比特
码位 信息	信息类型	历元时刻	更新间隔	电文标志	卫星参考 基准	生产者ID	解决方案ID	卫星数

#### 8.4.2 码位信息说明

电文头编码码位信息说明见表 16,数据字段号属性见附录 A,数据字段号属性说明见表 A.1。

表 16 电文头编码码位信息说明

序号	码位信息	数据字段号	数据类型	比特数
1	信息类型	DF001	uint	12
2	历元时刻	DF002	uint	20
3	更新间隔	DF003	bit	4
4	电文标志	DF004	bit	1
5	卫星参考基准	DF005	bit	1
6	生产者 ID	DF006	uint	16
7	解决方案 ID	DF007	uint	4
8	卫星数	DF008	uint	6

#### 8.5 数据内容编码

#### 8.5.1 数据内容编码原则

数据内容编码原则如下:

- a) 数据内容编码包含卫星PRN号、星历标识、完好性产品信息;
- b) 数据内容编码分为广播轨道精度数据内容编码和广播钟差精度数据内容编码;
- c) 广播轨道精度数据内容包含轨道面径向精度、轨道面切向精度、轨道面法向精度。

#### 8.5.2 广播轨道精度数据内容编码

#### 8.5.2.1 码位设计

按照"卫星 PRN 号、星历标识、轨道面径向精度、轨道面切向精度、轨道面法向精度"顺序进行编码,并按照卫星数重复编码,广播轨道精度数据内容编码码位结构见表 17。

表 17 广播轨道精度数据内容编码码位结构

	第一颗卫星			第一颗卫星 ··· 第n颗卫星(n为数据包含的卫星数)							
码位	第(8 9~94 ) 比 特	第(9 5~10 4)比 特	第(10 5~124 )比特	第(12 5~144 )比特	第(14 5~164 )比特		第{[76× (n-1)+89 ]~[76× (n-1)+94 ]}比特	第{[76× (n-1)+95 ]~[76× (n-1)+10 4]}比特	第{[76× (n-1)+105 ]~[76× (n-1)+124 ]}比特	第{[76× (n-1)+125 ]~[76× (n-1)+144 ]}比特	第{[76× (n-1)+145 ]~[76× (n-1)+164 ]}比特
数据 字段 名称	卫星 PRN 号	星历标识	轨道 面 向 度	轨道 面向 度	轨道 動 強 は 大 度		卫星PRN 号	星历标识	轨道面径 向精度	轨道面切 向精度	轨道面法 向精度

#### 8.5.2.2 码位信息说明

广播轨道精度数据内容编码码位信息说明见表 18,数据字段号描述见附录 A,数据字段号说明见表 A.1。

表 18 广播轨道精度数据内容编码码位信息说明

序号	码位信息	数据字段号	数据类型	比特数
1	卫星 PRN 号	DF009	uint	6
2	星历标识	DF010	bit	10
3	轨道面径向精度	DF011	int	20

4	轨道面切向精度	DF012	int	20
5	轨道面法向精度	DF013	int	20

#### 8.5.3 广播钟差精度数据内容编码

#### 8.5.3.1 码位设计

按照"卫星 PRN 号、星历标识、广播钟差精度"顺序进行编码,并按照卫星数重复编码,广播钟差精度数据内容编码码位结构见表 19。

表 19 广播钟差精度数据内容编码码位结构

	第一颗卫星					第n颗卫星	
码位	第 (89~94) 比 特	第(95~104 )比特	第(105~124) 比特		第{[36× (n-1)+89]~[36 ×(n-1)+94]} 比特	第{[36× (n-1)+95]~[36 ×(n-1)+104]} 比特	第{[36× (n-1)+105]~[36× (n-1)+124]}比特
码位 信息	卫星PRN号	星历标识	广播钟差精度		卫星PRN号	星历标识	广播钟差精度

#### 8.5.3.2 码位信息说明

广播钟差精度数据内容编码码位信息说明见表 20,数据字段号描述见附录 A,数据字段号说明见表 A.1。

表 20 广播钟差精度数据内容编码码位信息说明

序号	码位信息	数据字段号	数据类型	比特数
1	卫星 PRN 号	DF009	uint	6
2	星历标识	DF010	bit	10
3	广播钟差精度	DF014	int	20

#### 8.6 校验算法编码

#### 8.6.1 码位设计

按照"校验算法"进行编码,校验算法码位位置位于每帧数据最后端,占24个比特位。

#### 8. 6. 2 码位信息说明

校验算法编码码位信息说明如下:

- a) 校验算法为数据流编码校验算法;
- b) 用于校验数据完整性。

数据流编码校验算法见附录 B。

#### 9 验证方法

#### 9.1 文件编码验证方法

文件编码验证方法如下:

- a) 按照 7.2 规定的编码原则进行文件名编码验证;
- b) 对文件头的每一行按照 7.3 规定的编码原则进行文件头编码验证;
- c) 按照 7.4 规定的编码原则进行文件数据部分编码验证;

#### 9.2 数据流编码验证方法

数据流编码验证方法如下:

a) 按照 8.3 规定的编码原则进行数据前导信息编码验证;

- b) 按照 8.4 和 8.5 的编码原则进行电文头和数据内容编码验证;
- c) 按照 8.6 规定的编码原则进行数据流校验算法验证。

# 附 录 A (规范性) 数据字段号属性

# 数据字段号属性说明见表 A.1。

# 表 A.1 数据字段号属性说明

序号	数据 字段 号	码位信息	可编码数据 范围	比例因子	数据类型	比特数	备注
1	DF001	信息类型	0~4095	1	uint	12	产品信息类型编码号
2	DF002	历元时刻	0~604799	1	uint	20	BDS:自 BDS 周开始的秒计数; GPS:自 GPS 周开始的秒计数; GLONASS:自 GLONASS 天开始的秒计数; Galileo:自 Galileo 周开始的秒计数; 单位为 s
3	DF003	更新间隔	0~3	1	bit	4	表示数据更新时间间隔,取值为: 0=60s;1=600s;2=1800s;3=3600s
4	DF004	电文标志	0~1	1	bit	1	具有相同电文组,相同历元时刻电文传输标志 0: 系列电文的最后一条; 1: 后续还要传输其它同组电文
5	DF005	卫星参考 基准	0~1	1	bit	1	标志轨道精度对应的卫星参考基准 0:ITRF; 1:局部参考面
6	DF006	生产者 ID	0~65535	1	uint	16	用于识别产品生成结构
7	DF007	解决方案 ID	0~15	1	uint	4	用于识别产品解算策略
8	DF008	卫星数	0~63	1	uint	6	表示卫星数量
9	DF009	卫星 PRN 号	0~63	1	uint	6	卫星 ID
10	DF010	星历标识	0~1023	1	bit	10	广播星历身份标识
11	DF011	轨道面径 向精度	-209. 7148 ~ 209. 7148	0.4mm	int	20	表示相对于广播星历的轨道面径向精度,单位为m
12	DF012	轨道面切 向精度	-209. 7148 ~ 209. 7148	0.4mm	int	20	表示相对于广播星历的轨道面切向精度,单位为 m
13	DF013	轨道面法 向精度	-209. 7148 ~ 209. 7148	0.4mm	int	20	表示相对于广播星历的轨道面法向精度,单位为 m
14	DF014	广播钟差 精度	-209. 7148 ~ 209. 7148	0.4mm	int	20	表示相对于广播星历的钟差精度,单位为m

# 附 录 B

#### (资料性)

#### 数据流编码校验算法

数据流编码采用CRC-24Q校验算法,奇偶校验的24位比特能够防止区间误差和随机误差,其漏检概率  $\leq$   $2^{-24}=5.96\times10^{-8}$ ,位出错概率  $\leq$  0.5。

CRC 校验从电文前缀符第一位开始,到可变长度电文区最后一位结束,校验初值设定为0.24位比特序列 $(p_1, p_2, ..., p_{24})$ 由信息位 $(m_1, m_2, ...m_{8N})$ 序列生成。其中,N表示比特总数,由同步码、信息长度和信息组成。

校验位序列按照公式(B.1)和(B.2)计算

$$g(X) = \sum_{i=0}^{24} g_i X^i$$
 (B. 1)

$$g_i = \begin{cases} 1 & i = 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24 \\ 0 & \text{#} \text{ (B. 2)} \end{cases}$$

式中:

g(X)——24比特的校验位序列构成的编码, 称为CRC-24Q;

 $g_i$  ——CRC-24Q中的某位;

X ——多项式变量;

i ——CRC-24Q比特位数,为0~24。

g(X)的二进制生成多项式按照公式(B.3)和公式(B.4)计算:

$$g(X) = (1+X)p(X)$$
 (B. 3)

$$p(X) = X^{23} + X^{17} + X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{9} + X^{8} + X^{7} + X^{5} + X^{3} + 1...$$
 (B. 4)

式中:

p(X)——X的初始约束多项式。

信息序列 m(X) 表示为:

$$m(X) = m_k + m_{k-1}X + m_{k-2}X^2 + ... + m_1X^{k-1}$$
 (B. 5)

式中:

*m*(*X*) ——信息序列;

 $m_i(i=1\cdots k)$  ——信息位;

k ——电文序列中为1的比特位位数。

g(X) 除以  $m(X)X^{24}$  后的结果是一个商和阶小于24的余数 R(X),校验位  $p_i(i=1\sim 24)$  是 R(X)中  $X^{24-i}$  的系数。

#### 参考文献

- [1] GB/T 34966.3—2017 卫星导航增强信息互联网传输—第 3 部分: 数据传输格式
- [2] MH/T 2018. 4—2017 民用航空空中交通管理管理信息系统技术规范第 4 部分: GNSS 完好性监测数据接口
  - [3] WS/T 306—2023 卫生健康信息数据集分类与编码规则

15

# 《GNSS系统完好性产品编码规范》 编制说明

行业标准项目名称:	GNSS 系统完好性产品编码规范
行业标准项目编号:	202233001
送审行业标准名称:	
(此栏送审时填写)	
报批行业标准名称:	
(此栏报批时填写)	
承担单位:	中国测绘科学研究院
当前阶段:_☑征求意	5见 □送审稿审查 □报批稿报批
编制品	间。 一 0 一 四 年 五 月

# GNSS 系统完好性产品编码规范 编制说明

# 一、概况

# 1.1 任务来源

2022年9月6日,自然资源部下达《自然资源部办公厅关于印发 2022年度自然资源标准制修订工作计划的通知》(自然资办发[2022]39号),本文件是自然资源部发布的 2022年自然资源卫星应用行业标准计划项目之一,项目编号:202233001,标准计划名称《GNSS 系统完好性产品编码规范》。本文件由全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会归口,由中国测绘科学研究院牵头起草。计划周期:24个月。

# 1.2 目的意义

完好性是 GNSS 导航系统及其增强系统的重要系统功能和指标。随着 BDS 向全球提供服务及与 GPS/GLONASS/Galileo 导航系统逐步升级优化,卫星导航用户定位精度显著提高,特别是一些新技术如 PPP-RTK、网格 RTK 的出现,精度达到了厘米量级甚至优于 1 个厘米,已基本满足绝大部分用户对精度的需求。与之相比,决定用户安全性能的导航系统完好性问题日益凸显。目前民航系统将卫星导航作为飞机导航的辅助手段而不是单一的主控手段,从用户安全的角度考虑,导航系统的完好性拥有比精度更加重要的地位。

综合当前导航系统模式,BDS、GPS、GLONASS、Galileo并存,为完好性监测发展提供了良好契机。GPS系统在设计、研发、建设系统本身时主要考虑精度、覆盖度、连续性等指标,没有考虑完好性问题,在系统设计上存在缺陷,导致系统还不能满足高安全性能要求的需要。为保证系统完整,当发展 GPS增强系统时,在局域差分 GPS系统和广域差分 GPS系统建设上加入了完好性的概

念并实施建设。欧洲发展的 Galileo 系统作为后发系统,借鉴了美国 GPS 系统的一些经验,特别将卫星定位系统完好性作为一个明确的概念重点推出,创造一些系统完好性监测的指标、概念、定义以及新的说法,提出了全球完好性系统和局域完好性系统。Galileo 完好性伴随 Galileo 系统的建设而不断完善。北斗卫星导航系统同样面临完好性监测问题。

目前,国内外 GNSS 卫星导航系统的完好性监测研究虽然逐步深化完善,但无论是在系统建设、标准规范,还是算法研究、用户应用模式等方面,仍然没有完全进入实用阶段,其主要原因是没有相关行业和国家标准作为支撑。

为实现 GNSS 系统完好性产品的实际应用,本文件制定 GNSS 系统完好性产品编码规范,以此促进和支撑完好性产品的操作性和应用性。

# 1.3 主要起草人及工作分工

编制任务下达后,中国测绘科学研究院为牵头单位,中国人民解放军战略 支援部队信息工程大学、中国科学院上海天文台、武汉大学、中国科学院精密 测量科学与技术创新研究院、中国地震台网中心、国家基础地理信息中心和中 国地质环境监测院等共同成立了编制组。

编制组成员包括总体技术负责人和长期从事卫星应用 GNSS 卫星定位专业 领域的专业技术人员,各成员分工合作开展标准各章节的编写。编制组主要人员组成及分工见表 1。

序号	姓名	单位	任务分工	备注
73.9	744	+ 12	压力力工	H / L
		中国测绘科学研究院	提出标准总体结构方案,主	
1	1 秘金钟		持标准编写,总体协调,关	
	1	键技术审核,标准整体技术		
		内容把关,内容审核		

表 1 编制组人员分工

序号	姓名	单位	任务分工	备注
2 谷守周	公守周	中国测绘科学研究院	标准技术内容编制、汇总和	
		格式修改		
3	徐彦田	中国测绘科学研究院	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
4	许长辉	中国测绘科学研究院	提供技术资料、参与标准技	
	VI VC//T	T MINJOATT J WIDCH	术内容编制	
5	   陈明剑	中国人民解放军战略支	提供技术资料、参与标准技	
	[9](.93.22]	援部队信息工程大学	术内容编制	
6	吕翠仙	武汉大学	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
7	   宋 敏	中国科学院精密测量科	提供技术资料、参与标准技	
,	<i>7</i> ₹ <del>3</del> X	学与技术创新研究院	术内容编制	
8	王阅兵	中国地震台网中心	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
9	王孝青	国家基础地理信息中心	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
10	宋淑丽	中科院上海天文台	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
11	周伟莉	中科院上海天文台	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	
12	赵文祎	中国地质环境监测院	提供技术资料、参与标准技	
			术内容编制	

# 1.4 主要工作过程

# 1.4.1 标准预研阶段

针对 GNSS 完好性性产品的需求,标准编制牵头单位中国测绘科学研究院从 GNSS 完好性定义、产品类型、范围、研究单位等方面开展了大量的调查研究。 在此基础上综合国内开展 GNSS 完好性研究单位团队组建成立了标准编制组,对

标准目的、意义、范围、主要技术内容和国内外情况等方面进行了充分的调研和讨论。

# 1.4.2 征求意见稿阶段

2022年4-7月,编制组填写了标准项目建议书提交至标委会。

2022年8月,编制组在梳理 GNSS 完好性理论发展现状和应用需求的基础上, 开展了大量的调研工作,包括国内外有关现有标准,以及 GNSS 系统完好性的 实际实施情况,编制组开始起草标准草案。

2022年9月-2023年12月,以标准草案为基础,编制组又以电话、社交软件、电子邮件和视频会议的形式与 GNSS 应用领域生产作业单位、大学、科研院所的多位技术专家和生产专家进行多次交流探讨,并根据专家意见对标准草案进行修改完善;2023年4月,编制组还针对术语中就广播轨道精度和广播星历轨道精度名字如何定义进行了讨论,最后编制组决定沿袭国家标准采用广播轨道精度的表述,广播钟差精度采用了相同的处理策略;2023年10月编制组对标准正文和标准编制说明进一步讨论并修改完善,于2024年1月完成了标准征求意见稿和编制说明。

2024年2月,按照全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会标准化工作管理规定要求,征求意见稿发至卫星应用分技委全体委员、相关测绘单位和相关单位的专家,并在自然资源标准化信息服务平台开始广泛征求有关单位及专家的意见。截止征求意见截止日(2024年3月31日)止,共收到35家单位的回函,回函并有建议或意见的单位数18个。共收到51条意见,其中采纳意见49条,部分采纳意见0条,未采纳意见2条。2024年5月,编制组按照专家的意见对标准征求意见稿进行了逐条讨论并修改完善,形成送审讨论稿。

# 1.4.3 送审稿阶段

暂无。

# 1.4.4 报批稿阶段

暂无。

# 二、 标准编制原则和确定标准主要内容的依据

# 2.1 标准编制原则

# (1) 一致性原则

本文件涉及对象是GNSS系统完好性产品,采用的手段是以文件和数据流两种对GNSS完好性产品进行编码,因此术语和定义与GB/T 39267—2020北斗卫星导航术语相互协调,保持标准内容间的一致性,避免新制定标准同已经颁布实施或正在报批的相关标准之间的冲突和矛盾。确保GNSS系统完好性产品在卫星导航专业领域内及相关领域逻辑上的完整性和一致性。

# (2) 简明性原则

GNSS 完好性产品编码涉及文件和实时数据两种编码形式,其涵盖的内容信息和格式定义应简洁明了,确保 GNSS 完好性产品在信息交流过程中尽可能简明,以提高效率。

# (3) 准确性原则

GNSS 完好性产品内容和格式的定义应准确可用,如广播星历轨道精度不仅包含三维方向的精度还应包含相应轨道的 IODE 信息。标准编制的所有阶段均遵守国家标准 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,保证文件编制的规范性、准确性。

# (4) 稳定性原则

GNSS 系统完好性产品编码规范是基于更好地对 GNSS 的运行状态监控保障其服务能力编制,随着相关工作的不断开展,逐渐补充新的内容和方法。目前,GNSS 运行状态监控、服务状态监控、GNSS 数据处理等任务中使用了本文件中的技术内容,规范了工作内容,有效保证了 GNSS 运行状态监控、GNSS 数据处理的工作效率。对于已有的产品定义,如广播星历轨道精度、广播星历钟差精度等已在自然资源、交通、农业领域涉及 GNSS 产品应用中大范围使用,继承其已有的定义,保证测绘成果的稳定性。

### 2.2 国内外调研情况

目前国内外尚未有 GNSS 系统级完好性产品的相关标准或技术规范。中国 民用航空总局空中交通管理局发布的《民用航空空中交通管理管理信息系统技 术规范》(MH/T2018)第4部分: GNSS 完好性监测数据接口(MH/T2018.4-2017) 对卫星系统运行状态(是否健康)进行了描述,但未对卫星系统的完好性信息 进行规定,同时也仅仅是规定的文件格式,未定义实时播发格式。中国卫星导 航系统管理办公室发布的《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务 信号 B1C(1.0 版)》《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B2a(1.0 版)》《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B2b (1.0 版)》给出了卫星完好性状态标识,采用电文完好性标识(DIF)、信号 完好性标识(SIF)和系统告警标识(AIF)三个参数进行描述,分布表征播发 的电文是否超出预测精度、信号是否正常及 SISMAI 值是否有效等, 但未给出完 好性参数的具体数值,同时该文件给出了空间信号精度指数如卫星轨道的切向 和法向精度指数、卫星轨道径向及卫星钟固定偏差精度指数、卫星钟频偏精度 指数、卫星钟频漂精度指数和空间信号监测精度指数,但同样未给出卫星轨道、 卫星钟差、空间信号精度和空间信号监测精度的具体数值信息。中国卫星导航 系统管理办公室发布的《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)》《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 BII(1.0 版)》《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B3I(3.0 版)》中给出了北斗系统区域用户距离精度指数、北斗系统差分及差分完好性信息(区域用户距离精度(RURA)、用户差分距离误差(UDRE)及等效钟差改正数(Δt))和北斗完好性及差分信息卫星标识等方面给出了相关定义。中国卫星导航系统管理办公室发布的《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件星基增强服务信号 BDSBAS-BIC(1.0 版)》播发了完好性信息(用户差分距离误差 UDRE,不包括格网电离层垂直误差 GIVE)。中国卫星导航系统管理办公室发布的《北斗卫星导航系统公开服务性能规范(3.0 版)》通过电文完好性标识(DIF)表征卫星/空间信号状态,表示空间信号精度是否超出信号播发的 SISA 值。

当前,无论是卫星系统或者行业都未对 GNSS 系统完好性产品进行系统定义与梳理,因此为保障 GNSS 用户安全使用 GNSS 定位导航,需要对 GNSS 完好性产品的格式和实时播发编码方式进行技术规定。

# 2.3 主要技术内容的说明

根据产品的使用场景将产品按照时效性进行分类,分为文件和数据流编码格式两种形式。本文件中规定的 GNSS 系统完好性产品应不少于空间信号测距误差、空间信号精度、空间信号监测精度、广播星历轨道精度和广播星历钟差精度等。

对于文件编码,需确定 GNSS 系统完好性产品的文件命名规则,文件名以后缀名标识 GNSS 系统完好性产品类型,文件名中要有计算单位标识、产品时间等信息;进而制定文件的文件格式,根据文件内容,将文件分为文件头和数据两部分组成,其中文件头部分包含 GNSS 系统完好性产品的文件版本类型、

文件类型、生成文件的程序、生成文件的机构、生成文件的时间、卫星系统、时间系统等信息;数据部分包含 GNSS 系统完好性产品数据历元时刻、卫星编号、产品信息等内容。

对于数据流编码,需确定 GNSS 完好性产品的类型组成及类型号,然后设计 GNSS 完好性产品数据流编码格式,数据流编码应将其分为电文头和数据部分两部分,其中电文头应包含电文类型、GNSS 完好性产品历元时刻、更新间隔、卫星参考基准、生产者 ID、卫星数等信息,同时应定义每个信息的数据类型及所占位的比特数;数据部分包含具体的卫星号、卫星星历数据龄期、GNSS 系统完好性产品信息等内容;同时为实现电文量最大压缩比,应定义每个信息的压缩方式及计算方案。

# 2.3.1 标准的范围

本文件规定了GNSS系统完好性产品的总体要求、产品类别及编码形式、文件编码、数据流编码要求和验证方法等内容。

适用于 GNSS 系统完好性产品的生成、存储和使用以及实时完好性产品的播发和接收。

# 2.3.2 总体要求

规定了产品编码的编码要求、形式要求和结构要求,其中结构要求中规定了文件结构和数据流结构。

# 2.3.3 产品类别及编码形式

规定了 GNSS 系统完好性产品的产品类别、产品类型及编码形式。

# 2.3.4 文件编码

规定了 GNSS 系统完好性产品的编码原则、文件名编码、文件头编码和文件数据部分编码。文件名编码规定了码位设计和码位说明。文件头编码规定首

行编码、次行编码、第三行编码、注释行编码、结束行编码。文件数据部分编码规定了编码原则、时间信息编码、完好性产品信息编码和文件结束符编码。

#### 2.3.5 数据流编码

规定了 GNSS 系统完好性产品的数据流信编码的编码原则、数据流信息标识、同步码/保留位/数据长度编码、电文头编码、数据内容编码和校验算法编码。 其中同步码/保留位/数据长度编码、电文头编码和校验算法编码规定码位设计和码位说明。数据内容编码规定了编码原则、广播轨道精度数据内容编码和广播钟差精度数据内容编码。

# 三、 验证试验的情况和结果

# 3.1 文件编码可用性验证

1)测试数据与方法

本次测试采用 2022 年 1 月 1 日模拟生成的文件编码数据,具体文件如下:

- ▶ 空间信号测距误差文件;
- ▶ 空间信号精度文件;
- ▶ 空间信号监测精度文件;
- ▶ 广播轨道精度文件;
- ▶ 广播钟差精度文件。
- 2) 测试结果

编制组根据编码格式对模拟生成的文件编码数据进行读取,对文件中的时间、产品计算单位及空间信号测距误差、空间信息精度各类 GNSS 系统完好性产品信息都能够正确读取,验证了文件编码的可用性。

# 3.2 产品实时编码可用性验证

# 1)测试数据与方法

本次测试采用 2022 年 1 月 1 日模拟生成的产品实时编码数据,具体数据如下:

- ▶ 广播轨道精度实时编码;
- ▶ 广播钟差精度实时编码。

在测试服务器上利用 rtklib 的 strsvr 工具建立了 TCP Server 数据通信模式,端口为 37001,具体如图 1 所示:

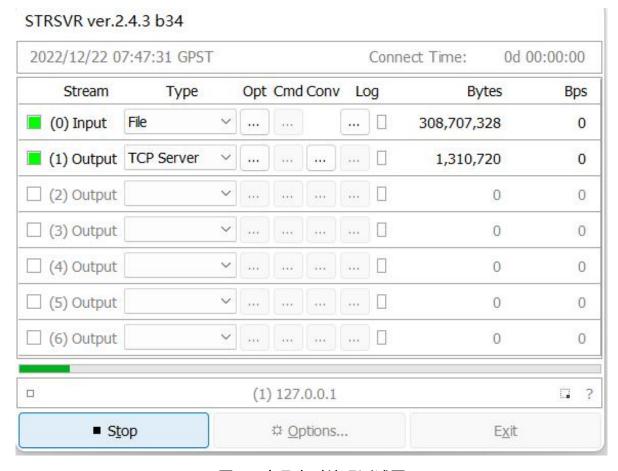


图 1 产品实时编码测试图

# 2) 测试结果

编制组利用自己编制的 GNSS 系统完好性产品编码程序,对广播轨道精度和广播钟差精度等信息进行解码,并与编码前的数据进行对比分析,验证了编

码和解码的正确性。

# 四、 采用国际标准和国外先进标准的程度,以及与国际、国外同类标准水平的 对比情况

经从国际互联网及国家标准、行业标准共享服务平台检索,美国交通部 2020 年发布了《GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) CIVIL MONITORING PERFORMANCE SPECIFICATION 3rd Edition》中对 GPS 系统空间信号精度标准、空间信号完好性标准验证、民用信号监测需求进行了分析,但并未对完好性产品的文件格式及实时数据流播发格式进行规定,同时未涉及 BDS、GLONASS、Galileo 的相关内容。尚未有相关国家标准、行业标准、他国国家标准记录情况,因此本文件填补了相关标准的空白。

# 五、 与现行法规、标准的关系

本文件依据《中华人民共和国测绘法》《中华人民共和国标准化法》修订,符合我国现行法律、法规有关规定。本文件涉及对象是 GNSS 系统完好性产品,采用的手段是以文件和数据流两种对 GNSS 完好性产品进行编码,因此术语和定义与 GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语相互协调,保持标准内容间的一致性,避免新制定标准同已经颁布实施或正在报批的相关标准之间的冲突和矛盾。确保 GNSS 系统完好性产品在卫星导航专业领域内及相关领域一致性和逻辑上的完整性。标准编制的所有阶段均遵守国家标准 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,保证文件编制的规范性、准确性。

# 六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

# 七、 废止现行有关标准的建议

无。

# 八、 实施标准的要求和措施建议

本文件的使用者在实施本文件时,应按照本文件规定的文件格式对 GNSS 系统完好性产品进行读取、识别与编码,同时按照本文件规定的数据流格式开展数据解析与使用,同时遵守本文件的规范性引用文件。

使用单位应做好标准宣贯工作,并结合各单位实际情况贯彻实施本文件。

本文件颁布实施后,编制组将根据全国地理信息标准化技术委员会及其卫星应用分技术委员会的安排,积极做好标准的宣贯培训等工作。为发挥本文件作为 GNSS 系统完好性产品编码规范,建议今后有关国家标准、行业标准制修订时,认真做好与本文件之间的协调。

# 九、 其他应予说明的事项

无。

# 十、 参考文献

- [1] GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语
- [2] GB/T 39398-2020 全球连续监测评估系统(iGMAS)监测评估参数
- [3] GB/T 34966.3—2017 卫星导航增强信息互联网传输—第3部分: 数据传输格式
- [4] MH/T2018.4—2017 民用航空空中交通管理管理信息系统技术规范第 4 部分: GNSS 完好性监测数据接口
  - [5] WS/T306—2023 卫生健康信息数据集分类与编码规则

- [6] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B1C(1.0版), 2017年12月
- [7] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B2a(1.0版), 2017年 12月
- [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 B2b(1.0版), 2020年7月
- [9] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B3I(1.0版), 2018年12月
- [10] 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), 2016年11月
- [11] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B1I(3.0 版), 2019年2月
- [12] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件星基增强服务信号 BDSBAS-B1C(1.0 版), 2020 年 7

月

- [13] 北斗卫星导航系统公开服务性能规范(3.0版), 2021年5月
- [14] IS-GPS-200 Revision D, 2004.12
- [15] GLONASS INTERFACE CONTROL DOCUMENT, Edition 5.1, 2008
- [16] Galileo Open pen Service Signal In Space Interface Control Document, Issue 1.3, 2016.12
- [17] IGS State Space Representation (SSR) Format, V1.00, 2020.10