



中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 440087-2022

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）无线电 掩星探测仪数据自主交换格式

BeiDou/Global Navigation Satellite System(GNSS) radio occultation sounder data
independent exchange format



2022-12-30 发布

2023-01-30 实施

中国卫星导航系统管理办公室 批准

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
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 缩略语.....	2
4 总则	2
4.1 GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件	2
4.2 文件头部分	5
4.3 数据部分	6
5 北斗/GNSS 大气层掩星观测数据自主交换格式文件.....	7
5.1 概述.....	7
5.2 文件头部分.....	7
5.3 数据部分	14
6 北斗/GNSS 电离层掩星观测数据自主交换格式文件.....	17
6.1 概述.....	17
6.2 文件头部分.....	17
6.3 数据部分	20
7 北斗/GNSS 定位观测数据自主交换格式文件.....	21
附录 A（资料性） 北斗/GNSS 无线电掩星探测仪数据自主交换格式文件示例	22

前 言

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。

本文件由中国卫星导航系统管理办公室提出。

本文件由全国北斗卫星导航标准化技术委员会（SAC/TC 544）归口。

本文件起草单位：中国科学院国家空间科学中心、国家卫星气象中心、国家气象中心。

本文件主要起草人：孟祥广、孙越强、杜起飞、白伟华、王先毅、杨光林、刘 艳、李 伟、申冬梅、胡 鹏、谭广远、田浩然。

引 言

本文件根据北斗/GNSS 无线电掩星探测应用的实际需求，参照由国际 GNSS 服务组织（International GNSS Service, IGS）、国际海事无线电技术委员会（Radio Technical Commission for Maritime Services, RTCM）和国际大地测量协会（International Association of Geodesy, IAG）联合制定的 RINEX（Receiver Independent Exchange Format）V.4.00 等标准数据格式的组织结构及数据记录格式，根据北斗/GNSS 掩星观测数据的特点进行修改及扩充，设计了北斗/GNSS 无线电掩星数据自主交换格式 ROEX（GNSS Radio Occultation Data Independent Exchange Format），并编制形成北斗/GNSS 无线电掩星探测仪数据自主交换格式标准文件，以支持北斗/GNSS 无线电掩星探测仪数据的自主交换及统一处理。

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）无线电掩星探测仪 数据自主交换格式

1 范围

本文件规定了北斗/全球卫星导航系统（GNSS）无线电掩星探测仪数据自主交换格式文件的类型、组成结构、观测量和数据记录的格式。

本文件适用于天基全球卫星导航系统（GNSS）无线电掩星探测仪（以下简称 GNSS 掩星探测仪）数据的自主交换，也适用于天基区域卫星导航系统无线电掩星探测仪数据的自主交换。山基、空基参照使用。

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 27606-2020 GNSS 接收机数据自主交换格式

GB/T 39267 北斗卫星导航术语

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267 及 GB/T 27606-2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

GNSS 无线电掩星 GNSS radio occultation

GNSS 掩星探测仪对 GNSS 卫星的临边观测。当 GNSS 掩星探测仪跟踪 GNSS 卫星时，随着信号路径升起或者落下穿过地球大气层和电离层，GNSS 无线电掩星事件就会发生。

注 1：通过分析 GNSS 掩星探测仪所记录的被跟踪 GNSS 卫星遮掩信号的相位和振幅，可以得到大气层的折射率、密度、气压、温度、湿度和电离层的折射率、电子密度等要素。

注 2：GNSS 掩星探测仪可以置于卫星平台、山顶、飞机或浮空器等平台。

3.1.2

载波相位观测值 carrier phase observation

由 GNSS 掩星探测仪跟踪载波信号测得的 GNSS 信号载波的累积相位。

注：定位观测、掩星闭环观测时锁定信号，掩星开环观测时未锁定信号（地面重建载波相位观测值）。

[来源：GB/T 39267-2020，2.3.33，有修改]

3.1.3

信噪比 signal to noise ratio

GNSS 掩星探测仪观测信号的平均功率与噪声的平均功率之比。

3.1.4

闭环 closed-loop

具有反馈系统的跟踪环路，反馈系统利用本地信号和实际接收信号的载波相位和伪距差计算出信号频率和相位，反馈控制本地的伪码和载波数控振荡器生成本地伪码和载波。

3.1.5

开环 open-loop

利用动力学和大气模型计算出本地载波和伪码相位，并控制本地伪码和载波数控振荡器生成本地伪码和载波。

3.1.6

开环模型相位 open-loop model phase

利用动力学和大气模型，结合 GNSS 卫星和 GNSS 掩星探测仪位置速度，预测出的载波相位（和伪码相位）以用于 GNSS 掩星开环跟踪。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASCII: 美国信息交换标准码 (American Standard Code for Information Interchange)

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

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)

IQ: 同相和正交信号 (In-phase and Quadrature)

IRNSS: 印度区域卫星导航系统 (Indian Regional Navigation Satellite System)

ITRF: 国际地球参考框架 (International Terrestrial Reference Frame)

LEO: 低轨道地球卫星 (Low Earth Orbit Satellite)

PRN: 伪随机噪声 (Pseudo Random Noise)

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

RINEX: 接收机数据自主交换格式 (Receiver Independent Exchange Format)

ROEX: GNSS 无线电掩星数据自主交换格式 (GNSS Radio Occultation Data Independent Exchange Format)

SBAS: 星基增强系统 (Satellite-Based Augmentation System)

SNR: 信噪比 (Signal to Noise Ratio)

UTC: 协调世界时 (Coordinated Universal Time)

4 总则

4.1 GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件

4.1.1 文件类型

GNSS 掩星探测仪数据包括北斗/GNSS 无线电掩星观测数据和定位观测数据。本文件针对北斗

/GNSS 无线电掩星观测数据制定了专门的掩星观测数据自主交换的 ROEX 格式。

GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件是纯 ASCII 码文本文件，包括的 3 种文件类型如下：

- a) 北斗/GNSS 大气层掩星观测¹⁾数据文件（包括单一系统和多系统混合的观测数据文件），该类型文件遵循 ROEX 大气层观测数据文件格式；
- b) 北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件，该类型文件遵循 ROEX 电离层观测数据文件格式；
- c) 北斗/GNSS 定位观测数据文件（包括单一系统和多系统混合的观测数据文件），该类型文件遵循 RINEX 观测数据文件格式。

4.1.2 文件命名

北斗/GNSS 无线电掩星探测仪数据自主交换格式文件命名建议由载体名、探测仪名称、数据开始时间、数据持续时间、数据类型及文件后缀等组成，格式如下：

Mission_Payload_StartTime_Duration_DataType.Format.Compression

每项字段的字符长度是固定的，用“_”分隔，最后两项“Format”和“Compression”之间用“.”分隔。数据长度不足时，用 0 填充。文件名中各子项的说明见表 1。

注：文件命名严格意义上不作为 GNSS 掩星探测仪数据交换格式定义的一部分，用户可以根据业务需要仅遵循 ROEX 及 RINEX 的数据格式定义。

表 1 文件命名中各子项说明

说明项	名称	是否必须项	格式
Mission	任务（或载体）名称	是	4 个字符标记 例如：FY3D 表示风云三号 D 卫星
Payload	GNSS 掩星探测仪名称	是	4 个字符标记 例如：GNOS 表示 FY3D 卫星上的 GNSS 掩星探测仪名称
StartTime	数据起始时间	是	用 14 个字符标记，格式为 YYYYMMDDHHMMSS，其中，YYYY 表示 4 位数年，MM 表示 2 位数月，DD 表示 2 位数天，HHMMSS 表示测量开始时刻（时、分、秒） 例如：20210408121121 表示数据起始时间为 2021 年 4 月 8 日 12 时 11 分 21 秒 时间系统采用文件头标识的时间系统
Duration	数据持续时间	是	5 个字符，单位为秒 不足部分左侧补零 例如：00090 表示数据持续时间为 90 秒

1) 本文件中大气层掩星观测特指中性大气层掩星观测。

表 1 （续）

说明项	名称	是否必须项	格式
DataType	数据类型	是	<p>用 2 个字符标记，格式为 SF</p> <p>S：卫星系统标识符</p> <p>F：数据类型（A 为大气层掩星观测数据；I 为电离层掩星观测数据；P 为定位观测数据）</p> <p>具体为：</p> <p>CA=BDS Atm. Obs. GA=GPS Atm. Obs. RA=GLONASS Atm. Obs. EA=Galileo Atm. Obs. JA=QZSS Atm. Obs. SA=SBAS Atm. Obs. IA=IRNSS Atm. Obs. MA=Mixed Atm. Obs. CI=BDS Ion. Obs. GI=GPS Ion. Obs. RI=GLONASS Ion. Obs. EI=Galileo Ion. Obs. JI=QZSS Ion. Obs. SI=SBAS Ion. Obs. II=IRNSS Ion. Obs. CP=BDS Pos. Obs. GP=GPS Pos. Obs. RP=GLONASS Pos. Obs. EP=Galileo Pos. Obs. JP=QZSS Pos. Obs. SP=SBAS Pos. Obs. IP=IRNSS Pos. Obs. MP=Mixed Pos. Obs.</p> <p>其中，Atm. Obs.（Atmospheric Observation）表示为大气层掩星观测；Ion. Obs.（Ionospheric Observation）表示为电离层掩星观测；Pos. Obs.（Positioning Observation）表示为定位观测。</p>
Format	数据文件格式	是	3 个字符标记，如采用 ROEX 格式则标记为 ROX（或 rox），采用 RINEX 格式则标记为 RNX（或 rnx）
Compression	数据文件的压缩方式	否	<p>2~3 个字符标记</p> <p>例如：gz 表示 gzip 压缩方式，zip 表示 bzip2 压缩方式</p>

4.1.3 文件结构

每一种类型的 GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件都由“头”部分和“数据”部分组成，头部分是对文件和数据记录的说明，数据部分用于记录观测数据。

4.1.4 格式说明方法

GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件，每行的格式以 oZa.b 表示，数据类型为 X、A、I 时，数据只有 oZa 部分，数据类型为 F 时，才有 a.b 部分。其中：

- a) o 表示同一类型及格式的数据总个数，若缺省则表示仅 1 个数据；若为“m”则表示有 m 个数据；

b) Z 表示数据类型:

- 1) X: 任意个占位字符 (空格或用于补充说明的非有效字符);
- 2) A: 有效字符;
- 3) F: 浮点型数字;
- 4) I: 整数型数字。

c) a.b 表示数据长度, 其中:

- 1) a: 数据位数的总长度 (包括小数点在内的所有有效位数);
- 2) b: 小数部分长度 (小数点后的有效位数)。

示例:

2F8.3 表示连续两个浮点型数字, 每个数字共占 8 位, 小数部分是 3 位。

4.2 文件头部分

4.2.1 基本格式

GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件的文件头部分的每一行为一条头记录。每条头记录长度不超过 80 个 ASCII 码字符 (列), 其中, 1~60 列为头记录的信息部分, 61~80 列为头记录标识。头记录标识具有统一规定的格式, 是对该行 1~60 列信息部分内容的说明。

ROEX 文件头部分包含掩星数据文件中全局属性的描述以及观测值代码列表。

4.2.2 头记录的排列顺序

ROEX 格式文件中, 除以下要求外, 其他头记录的顺序可以自由排列, 参见附录 A 示例。固定的两条头记录为:

- a) “ROEX VERSION/TYPE” 在文件中应是第一条头记录;
- b) “END OF HEADER” 是最后一条头记录。

4.2.3 头记录信息未知项的处理

在 GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件生成时, 头记录信息部分的未知项可以被置零或缺, 或是将整条头记录缺省。在获取到该条头记录或该项的值以前, 读取掩星探测仪数据自主交换格式文件的程序可将缺省的头记录或缺失项置零或置空。

4.2.4 时间系统

4.2.4.1 时间系统标识

GNSS 掩星探测仪数据自主交换格式文件中采用三位有效字符的时间系统标识符来标明文件所采用的时间系统。

在单一卫星导航系统 (BDS、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS 或 IRNSS) 的观测数据文件中, 时间系统标识符缺省为该卫星导航系统时间, 头记录 “TIME OF FIRST OBS” (或 “TIME OF FIRST CLO” 或 “TIME OF FIRST OPE”) 和 “TIME OF LAST OBS” (或 “TIME OF LAST CLO” 或 “TIME OF LAST OPE”) 可以选择性包含时间系统标识符; 而在 BDS/GPS/GLONASS/Galileo/QZSS/IRNSS 多卫星导航系统组合的观测数据文件中, 这两条头记录则必须包含时间系统标识符, 用以确定文件中所有标记的时间 (或时间参数) 所采用的时间系统。

时间系统标识具体定义如下:

- a) BDT: BDS 时间;
- b) GPS: GPS 时间;

- c) GLO: GLONASS时间;
- d) GAL: Galileo 时间;
- e) QZS: QZSS 时间;
- f) IRN: IRNSS 时间。

4.2.4.2 时间系统转换

如果忽略时间系统间的微小偏差,在数据文件中GLO可与UTC取值一致,而UTC与GPS、GAL、BDT、QZS、IRN之间的关系可用公式(1)~公式(5)表示。

$$\text{UTC}=\text{GPS}-\Delta t_{LS_GPS} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{UTC}=\text{GAL}-\Delta t_{LS_GAL} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{UTC}=\text{BDT}-\Delta t_{LS_BDT} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{UTC}=\text{QZS}-\Delta t_{LS_QZS} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{UTC}=\text{IRN}-\Delta t_{LS_IRN} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

Δt_{LS_GPS} ——GPS 导航电文给出的GPS 时间与UTC的闰秒改正数;

Δt_{LS_GAL} ——Galileo 导航电文给出的GAL时间与UTC的闰秒改正数;

Δt_{LS_BDT} ——BDS 导航电文给出的BDT时间与UTC的闰秒改正数;

Δt_{LS_QZS} ——QZSS 导航电文给出的 QZS 时间与 UTC 的闰秒改正数;

Δt_{LS_IRN} ——IRNSS 导航电文给出的 IRN 时间与 UTC 的闰秒改正数。

4.3 数据部分

4.3.1 观测数据的记录规则

观测数据的记录规则如下:

- a) 每个历元记录第一行包括观测时间、卫星数、接收机钟差等信息,以符号“>”开始;
- b) 历元时刻行下面的每条(行)观测数据记录都以卫星系统及编号 snn 开始,具体标识符及编号定义见表2。下一行开始是同一条观测数据记录中观测类型及观测值信息;
- c) 对于大气层掩星观测数据文件,应以标识“START OF OBS CLO”和“END OF OBS CLO”分别表示闭环观测记录开始和结束;以标识“START OF OBS OPE”和“END OF OBS OPE”分别表示开环观测记录开始和结束;
- d) 对于电离层掩星观测数据文件,文件头结束标识“END OF HEADER”后紧接观测数据记录。

表2 卫星系统标识符及编号定义

卫星系统	系统标识符(s)	卫星编号(nn)
BDS	C	系统被观测卫星的PRN码
GPS	G	
Galileo	E	
IRNSS	I	
GLONASS	R	该系统卫星的频率分段的编号(Slot number)频段号
SBAS	S	其PRN码减去100后的数值(例如SBAS卫星PRN120表示为S20)
QZSS	J	PRN码减去某固定值后的两位数
注:对于QZSS系统厘米级增强业务的LEX/L6D,其固定值为192;进行亚米级增强业务的L1-SAIF/L1S,其固定值为182;进行厘米级增强实验的L6E,其固定值为202;对用于定位技术验证的L5S,其snn与PRN码对应关系为:J02 (PRN196)、J03 (PRN200)、J07 (PRN197)。		

5 北斗/GNSS 大气层掩星观测数据自主交换格式文件

5.1 概述

每个北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件只包含单个掩星事件观测时段的数据。数据文件的文件头部分描述了该次大气层掩星事件的全局属性，数据部分是该次大气层掩星事件的观测数据记录。

5.2 文件头部分

5.2.1 组成

北斗/GNSS大气层掩星观测数据文件的文件头部分由“ROEX VERSION/TYPE”到“END OF HEADER”为止的若干条头记录组成，典型的文件头组成见图1。

头记录中观测值代码用于标识数据部分中数据记录的观测量类型，具体定义见5.2.2，与观测量的对应关系见5.3.3.2。头记录的具体格式定义见5.2.3。

大气层掩星文件头记录	1	1.00	A	C	ROEX VERSION / TYPE				文件头				
	2	PROD 1.00	NSSC	20220320 080355 UTC	PGM / RUN BY / DATE				开始标识				
	3	#####				COMMENT							
	4	Example data made by xgmeng				COMMENT							
	5	#####				COMMENT							
	6	XX3X				MARKER NAME							
	7	NSSC		NSSC		OBSERVER / AGENCY							
	8	GPS/BD	XXXX		3.0	REC # / TYPE / VERS							
	9	-128.260	-35.474		OCC APPROX POS L/B								
	10	1	OCC SETTING										
	11	C07 C22				OCC / REF SAT #							
	12	C	6	L2I	L6I	S2I	S6I	C2I	C6I	SYS/#/OCC CLO TYPES			
	13	C	4	L2I	L6I	C2I	C6I			SYS/#/REF CLO TYPES			
	14	C	9	L2I	L6I	S2I	S6I	O2I	I2I	Q2I	C2I	C6I	SYS/#/OCC OPE TYPES
	15	C	4	L2I	L6I	C2I	C6I			SYS/#/REF OPE TYPES			
	16	2022	1	2	1	16	13.9400000	BDT	TIME OF FIRST CLO				
	17	2022	1	2	1	17	55.9800000	BDT	TIME OF LAST CLO				
	18	2022	1	2	1	16	48.0000000	BDT	TIME OF FIRST OPE				
	19	2022	1	2	1	17	55.9900000	BDT	TIME OF LAST OPE				
	20	0.020					INTERVAL OF OBS CLO						
	21	0.010					INTERVAL OF OBS OPE				文件头		
	22					END OF HEADER				结束标识			

图1 典型大气层掩星观测数据文件的头部分组成示意

5.2.2 观测值代码

北斗/GNSS大气层掩星数据文件的文件头部分中用观测值代码来标识不同的观测量及其属性，观测值代码列表见表3。该代码的结构为 tna ，其中：

- a) t 是观测类型：
 - 1) L: 载波相位；
 - 2) S: 信噪比；
 - 3) C: 伪距；
 - 4) O: 开环模型相位；
 - 5) I: 开环I路；
 - 6) Q: 开环Q路；
- b) n : 频段/频率，其值为1, 2, ..., 8。
- c) a : 属性，跟踪模式或信道（例如：I、Q等）。组合码（如M+L）或组合信道（如I+Q）跟踪模式的观测值代码，其属性标识为“X”。

注：观测类型里的I、Q表示开环跟踪时本地信号的同向和正交相关结果，而属性里的I、Q表示GNSS发射信号的同向和正交调制分量。

表3 观测值代码

系统	频段	频率值 MHz	信道/测距码	观测值代码					
				载波 相位	信噪比	伪距	开环模型 相位	开环I路	开环Q路
BDS	B1 (BDS-2/3信 号)	1561.098	I (B1I信 号)	L2I	S2I	C2I	02I	I2I	Q2I
			Q	L2Q	S2Q	C2Q	02Q	I2Q	Q2Q
			I+Q	L2X	S2X	C2X	02X	I2X	Q2X
	B1C (BDS-3信 号)	1575.42	Data	L1D	S1D	C1D	01D	I1D	Q1D
			Pilot	L1P	S1P	C1P	01P	I1P	Q1P
			Data+Pilot	L1X	S1X	C1X	01X	I1X	Q1X
	B1A (BDS-3信 号)	1575.42	Data	L1S	S1S	C1S	01S	I1S	Q1S
			Pilot	L1L	S1L	C1L	01L	I1L	Q1L
			Data+Pilot	L1Z	S1Z	C1Z	01Z	I1Z	Q1Z
	B2a (BDS-3信 号)	1176.45	Data	L5D	S5D	C5D	05D	I5D	Q5D
			Pilot	L5P	S5P	C5P	05P	I5P	Q5P
			Data+Pilot	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X
	B2 (BDS-2信 号)	1207.140	I (B2I信 号)	L7I	S7I	C7I	07I	I7I	Q7I
			Q	L7Q	S7Q	C7Q	07Q	I7Q	Q7Q
			I+Q	L7X	S7X	C7X	07X	I7X	Q7X
	B2b (BDS-3信 号)	1207.140	Data	L7D	S7D	C7D	07D	I7D	Q7D
			Pilot	L7P	S7P	C7P	07P	I7P	Q7P
			Data+Pilot	L7Z	S7Z	C7Z	07Z	I7Z	Q7Z
	B2 (B2a+B2b) (BDS-3信 号)	1191.795	Data	L8D	S8D	C8D	08D	I8D	Q8D
			Pilot	L8P	S8P	C8P	08P	I8P	Q8P
			Data+Pilot	L8X	S8X	C8X	08X	I8X	Q8X
	B3 (BDS-2/3信 号)	1268.52	I	L6I	S6I	C6I	06I	I6I	Q6I
			Q	L6Q	S6Q	C6Q	06Q	I6Q	Q6Q
			I+Q	L6X	S6X	C6X	06X	I6X	Q6X
	B3A (BDS-3信 号)	1268.52	Data	L6D	S6D	C6D	06D	I6D	Q6D
			Pilot	L6P	S6P	C6P	06P	I6P	Q6P
			Data+Pilot	L6Z	S6Z	C6Z	06Z	I6Z	Q6Z

表 3 (续)

系统	频段	频率值 MHz	信道/测距码	观测值代码					
				载波 相位	信噪比	伪距	开环模型 相位	开环I路	开环Q路
GPS	L1	1575.42	C/A	L1C	S1C	C1C	01C	I1C	Q1C
			L1C(D)	L1S	S1S	C1S	01S	I1S	Q1S
			L1C(P)	L1L	S1L	C1L	01L	I1L	Q1L
			L1C(D+P)	L1X	S1X	C1X	01X	I1X	Q1X
			P(AS无效)	L1P	S1P	C1P	—	—	—
			Z-跟踪和类似 计算(AS有 效)	L1W	S1W	C1W	—	—	—
			Y	L1Y	S1Y	C1Y	01Y	I1Y	Q1Y
			M	L1M	S1M	C1M	01M	I1M	Q1M
			无码	L1N	S1N	—	—	—	—
	L2	1227.60	C/A	L2C	S2C	C2C	02C	I2C	Q2C
			L1(C/A)+(P2- P1) (半无码)	L2D	S2D	C2D	02D	I2D	Q2D
			L2C(M)	L2S	S2S	C2S	02S	I2S	Q2S
			L2C(L)	L2L	S2L	C2L	02L	I2L	Q2L
			L2C(M+L)	L2X	S2X	C2X	02X	I2X	Q2X
			P(AS无效)	L2P	S2P	C2P	—	—	—
			Z-跟踪或类似 技术(AS有效)	L2W	S2W	C2W	—	—	—
			Y	L2Y	S2Y	C2Y	02Y	I2Y	Q2Y
			M	L2M	S2M	C2M	02M	I2M	Q2M
			无码	L2N	S2N	—	—	—	—
	L5	1176.45	I	L5I	S5I	C5I	05I	I5I	Q5I
			Q	L5Q	S5Q	C5Q	05Q	I5Q	Q5Q
			I+Q	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X

表 3 (续)

系统	频段	频率值 MHz	信道/测距码	观测值代码					
				载波 相位	信噪比	伪距	开环模型 相位	开环I 路	开环Q 路
GLONASS	G1	$1602+k \times 9/16$ ($k=-7 \sim +12$)	C/A	L1C	S1C	C1C	01C	I1C	Q1C
			P	L1P	S1P	C1P	01P	I1P	Q1P
	G1a	1600.995	L10Cd	L4A	S4A	C4A	04A	I4A	Q4A
			L10Cp	L4B	S4B	C4B	04B	I4B	Q4B
			L10Cd+L10Cp	L4X	S4X	C4X	04X	I4X	Q4X
	G2	$1246+k \times 7/16$	C/A	L2C	S2C	C2C	02C	I2C	Q2C
			P	L2P	S2P	C2P	02P	I2P	Q2P
	G2a	1248.06	L2CSI	L6A	S6A	C6A	06A	I6A	Q6A
			L20Cp	L6B	S6B	C6B	06B	I6B	Q6B
			L2CSI+L20Cp	L6X	S6X	C6X	06X	I6X	Q6X
	G3	1202.025	I	L3I	S3I	C3I	03I	I3I	Q3I
			Q	L3Q	S3Q	C3Q	03Q	I3Q	Q3Q
			I+Q	L3X	S3X	C3X	03X	I3X	Q3X
Galileo	E1	1575.42	A PRS	L1A	S1A	C1A	01A	I1A	Q1A
			B OS data	L1B	S1B	C1B	01B	I1B	Q1B
			C OS pilot	L1C	S1C	C1C	01C	I1C	Q1C
			B+C	L1X	S1X	C1X	01X	I1X	Q1X
			A+B+C	L1Z	S1Z	C1Z	01Z	I1Z	Q1Z
	E5a	1176.45	I F/NAV OS	L5I	S5I	C5I	05I	I5I	Q5I
			Q无数据	L5Q	S5Q	C5Q	05Q	I5Q	Q5Q
			I+Q	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X
	E5b	1207.140	I I/NAV OS/CS/SoL	L7I	S7I	C7I	07I	I7I	Q7I
			Q无数据	L7Q	S7Q	C7Q	07Q	I7Q	Q7Q
			I+Q	L7X	S7X	C7X	07X	I7X	Q7X
	E5 (E5a+E5b)	1191.795	I	L8I	S8I	C8I	08I	I8I	Q8I
			Q	L8Q	S8Q	C8Q	08Q	I8Q	Q8Q
			I+Q	L8X	S8X	C8X	08X	I8X	Q8X
	E6	1278.75	A PRS	L6A	S6A	C6A	06A	I6A	Q6A
			B C/NAV CS	L6B	S6B	C6B	06B	I6B	Q6B
			C无数据	L6C	S6C	C6C	06C	I6C	Q6C
			B+C	L6X	S6X	C6X	06X	I6X	Q6X
			A+B+C	L6Z	S6Z	C6Z	06Z	I6Z	Q6Z

表 3 (续)

系统	频段	频率值 MHz	信道/测距码	观测值代码					
				载波 相位	信噪比	伪距	开环模型 相位	开环I路	开环Q路
SBAS	L1	1575.42	C/A	L1C	S1C	C1C	01C	I1C	Q1C
	L5	1176.45	I	L5I	S5I	C5I	05I	I5I	Q5I
			Q	L5Q	S5Q	C5Q	05Q	I5Q	Q5Q
			I+Q	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X
QZSS	L1	1575.42	C/A	L1C	S1C	C1C	01C	I1C	Q1C
			C/B	L1E	S1E	C1E	01E	I1E	Q1E
			L1C(D)	L1S	S1S	C1S	01S	I1S	Q1S
			L1C(P)	L1L	S1L	C1L	01L	I1L	Q1L
			L1C(D+P)	L1X	S1X	C1X	01X	I1X	Q1X
			L1S/L1-SAIF	L1Z	S1Z	C1Z	01Z	I1Z	Q1Z
			L1Sb	L1B	S1B	C1B	01B	I1B	Q1B
	L2	1227.60	L2C(M)	L2S	S2S	C2S	02S	I2S	Q2S
			L2C(L)	L2L	S2L	C2L	02L	I2L	Q2L
			L2C(M+L)	L2X	S2X	C2X	02X	I2X	Q2X
	L5	1176.45	I	L5I	S5I	C5I	05I	I5I	Q5I
			Q	L5Q	S5Q	C5Q	05Q	I5Q	Q5Q
			I+Q	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X
			L5S(I)	L5D	S5D	C5D	05D	I5D	Q5D
			L5S(Q)	L5P	S5P	C5P	05P	I5P	Q5P
			L5S(I+Q)	L5Z	S5Z	C5Z	05Z	I5Z	Q5Z
	L6	1278.75	L6D	L6S	S6S	C6S	06S	I6S	Q6S
			L6P	L6L	S6L	C6L	06L	I6L	Q6L
			L6(D+P)	L6X	S6X	C6X	06X	I6X	Q6X
			L6E	L6E	S6E	C6E	06E	I6E	Q6E
			L6(D+E)	L6Z	S6Z	C6Z	06Z	I6Z	Q6Z
IRNSS	L5	1176.45	A SPS	L5A	S5A	C5A	05A	I5A	Q5A
			B RS(D)	L5B	S5B	C5B	05B	I5B	Q5B
			C RS(P)	L5C	S5C	C5C	0L5C	I5C	Q5C
			B+C	L5X	S5X	C5X	05X	I5X	Q5X
	S	2492.028	A SPS	L9A	S9A	C9A	09A	I9A	Q9A
			B RS(D)	L9B	S9B	C9B	09B	I9B	Q9B
			C RS(P)	L9C	S9C	C9C	09C	I9C	Q9C
			B+C	L9X	S9X	C9X	09X	I9X	Q9X

5.2.3 头部分的格式

北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件的头部分的格式见表 4。

表 4 北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件头格式

头记录标识 (61-80 列)	说 明	格 式
ROEX VERSION / TYPE	- 格式版本: 1.00 - 文件类型 (“A”: 大气层掩星观测数据文件) - 卫星系统代码: “C”: BDS “G”: GPS “R”: GLONASS “E”: Galileo “J”: QZSS “S”: SBAS “I”: IRNSS “M”: 多系统 (指掩星和参考星为不同卫星导航系统)	F9.2, 11X, A1, 19X, A1, 19X
PGM / RUN BY / DATE	- 生成当前文件的程序名称 - 生成当前文件的机构名称 - 文件生成的时间 文件生成时间格式定义如下: yyyyymmdd hhmmss zone 其中 yyyy 为 4 位年, mm 为 2 位月, dd 为 2 位日, hh 为 2 位时, mm 为 2 位分, ss 为 2 位秒。zone 为时区 (3-4 个字符代码, 推荐采用 UTC 时间, 如未知本地时间, 则将 zone 标记为 LCL)。	A20, A20, A20
* COMMENT	注释行	A60
MARKER NAME	测量标记点 (载体) 名称	A60
OBSERVER / AGENCY	观测者姓名/机构	A20, A40
REC # / TYPE / VERS	接收机编号, 型号和版本 (版本: 如接收机内置软件的版本)	3A20
* OCC APPROX POS L/B	-掩星事件的近似位置, 以经度/纬度表示 单位: 度 坐标框架建议为 ITRF	2(1X, F8.3), 42X
* OCC AZIM RANGE	-掩星观测的方位角范围, 依次是起始方位角、结束方位角 单位: 度	2(1X, F8.3), 42X
* OCC ELEV RANGE	-掩星观测的高度角范围, 依次是起始高度角、结束高度角 单位: 度	2(1X, F8.3), 42X
OCC SETTING	上升或下降掩星标识 (0: 上升; 1: 下降)	I2, 58X
OCC / REF SAT #	- 掩星卫星系统 (C/G/E/R/J/S/I) - 掩星卫星号 - 参考星卫星系统 (C/G/E/R/J/S/I) - 参考星卫星号	A1, I2, 2X, A1, I2, 52X

表 4 （续）

头记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
SYS#/OCC CLO TYPES	- 卫星系统（C/G/E/R/J/S/I） - 大气层闭环掩星的不同观测量数量 - 大气层闭环掩星观测量描述符： 观测类型、频段、属性 如果超过13 个观测量：采用续行解决	A1, 2X, I3, 13(1X, A3) 6X, 13(1X, A3)
SYS#/REF CLO TYPES	- 卫星系统（C/G/E/R/J/S/I） - 大气层闭环参考星的不同观测量数量 - 大气层闭环参考星观测量描述符： 观测类型、频段、属性 如果超过13 个观测量：采用续行解决	A1, 2X, I3, 13(1X, A3) 6X, 13(1X, A3)
SYS#/OCC OPE TYPES	- 卫星系统（C/G/E/R/J/S/I） - 大气层开环掩星的不同观测量数量 - 大气层开环掩星观测量描述符： 观测类型、频段、属性 如果超过13 个观测量：采用续行解决	A1, 2X, I3, 13(1X, A3) 6X, 13(1X, A3)
SYS#/REF OPE TYPES	- 卫星系统（C/G/E/R/J/S/I） - 大气层开环参考星的不同观测量数量 - 大气层开环参考星观测量描述符： 观测类型、频段、属性 如果超过 13 个观测量：采用续行解决	A1, 2X, I3, 13(1X, A3) 6X, 13(1X, A3)
*INTERVAL OF OBS CLO	- 大气层掩星闭环观测间隔（s）	F10.3
*INTERVAL OF OBS OPE	- 大气层掩星开环观测间隔（s）	F10.3
TIME OF FIRST CLO	- 第一条大气层闭环掩星观测记录的时间： 年（4 位数字） 月，日，时，分（各2 位数字） 秒 - 时间系统： BDT（=BDS时间系统） GLO（=UTC 时间系统） GAL（=Galileo 时间系统） GPS（=GPS 时间系统） QZS（=QZSS 时间系统） IRN（=IRNSS时间系统） 组合GNSS 文件中应给出时间系统 缺省值： 单独的BDS 文件，时间系统为BDT 单独的GPS 文件，时间系统为GPS 单独的Galileo 文件，时间系统为GAL 单独的GLONASS 文件，时间系统为GLO 单独的QZSS 文件，时间系统为QZS 单独的IRNSS 文件，时间系统为IRN	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3

表 4 （续）

头记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
*TIME OF LAST CLO	- 最后一条大气层闭环掩星观测记录的时间： 年（4 位数字） 月，日，时，分（各2 位数字） 秒 - 时间系统： 同“TIME OF FIRST CLO”记录	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3
TIME OF FIRST OPE	- 第一条大气层开环掩星观测记录的时间： 年（4 位数字） 月，日，时，分（各2 位数字） 秒 - 时间系统： 同“TIME OF FIRST CLO”记录	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3
*TIME OF LAST OPE	- 最后一条大气层开环掩星观测记录的时间： 年（4 位数字） 月，日，时，分（各2 位数字） 秒 - 时间系统： 同“TIME OF FIRST CLO”记录	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3
*RCV CLOCK OFFS APPL	- 是否进行了实时的接收机钟差修正 1: 是; 0: 否; 缺省: 无需修正	I6
*LEAP SECONDS	- 闰秒数（相应系统星历书播发的） - 新闰秒生效（瞬间）前后的闰秒值 - 新闰秒生效的周计数 WN_LSF（连续周计数） - 新闰秒生效的周内天计数 DN 如果未知则为0 或留空 混合文件为UTC 相对于BDT 的闰秒信息	I6, I6, I6, I6
END OF HEADER	头部分的最后一条记录	60X
注：标有“*”为可选头记录。		

5.3 数据部分

5.3.1 组成

北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件的数据部分由观测起止标识和观测数据记录组成，典型的数据部分组成见图 2。观测数据记录由观测时刻和对应观测量组成。

5.3.3.2 观测量顺序

北斗/GNSS大气层掩星观测数据文件的文件头部分中头记录 “SYS/#/OCC CLO TYPES”（或 “SYS/#/REF CLO TYPES” 或 “SYS/#/OCC OPE TYPES” 或 “SYS/#/REF OPE TYPES” ）是对该文件观测数据记录中观测值类型的说明。在该文件的数据部分，对于每一历元的每颗GNSS卫星的所有观测值，都应按照相应头记录中的观测值代码顺序进行记录。

5.3.4 数据部分的格式

5.3.4.1 格式定义

北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件的数据部分格式定义见表 5。

表 5 北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件-数据部分格式

记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
START OF OBS CLO	下一行开始为大气层掩星闭环观测记录	A60
END OF OBS CLO	大气层掩星闭环观测结束	A60
START OF OBS OPE	下一行开始为大气层掩星开环观测记录	A60
END OF OBS OPE	大气层掩星开环观测结束	A60
* COMMENT	注释行	A60
---	历元记录 -记录标识符：> 历元： -年（4 位数字） -月，日，时，分（各2 位数字） -秒 -历元标志： 0：正常 1：当前历元与前一历元间发生断电或电源故障 >1：发生事件（事件情况见表6） -当前历元观测到的卫星数 -（保留） -接收机钟差（单位为s，可选项） -掩星切点高度（单位为m，可选项）	A1， 1X， I4， 4（1X， I2）， F11.7， 2X， I1， I3， 6X， F15.12， F12.3



表 5 （续）

记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
---	<p>历元标志为0或1，开始记录观测值，如下：</p> <p>-卫星编号</p> <p>-观测值</p> <p>示例：</p> <p>C08 328960404.711 -238484692.530 356.471 237.651</p> <p>对每一个观测类型的观测值都将在记录中予以重复：</p> <p>闭环掩星观测顺序与头记录“SYS/#/OCC CLO TYPES”中给定的观测类型顺序相同；</p> <p>闭环参考星观测顺序与头记录“SYS/#/REF CLO TYPES”中给定的观测类型顺序相同；</p> <p>开环掩星观测顺序与头记录“SYS/#/OCC OPE TYPES”中给定的观测类型顺序相同；</p> <p>开环参考星观测顺序与头记录“SYS/#/REF OPE TYPES”中给定的观测类型顺序相同。</p> <p>对于在当前历元观测到的发生掩星（或作为参考星）的GNSS卫星重复该记录。该记录的长度根据该类型GNSS卫星的观测量类型数量而定。缺失的观测值用0.0 或空格表示。</p> <p>溢出固定格式F14.3 的相位值应调整到符合记录格式（例如通过增加或减去10⁹）。</p>	A1, I2 m (F14.3, 2X)
注：标有“*”为可选数据记录。		

5.3.4.2 历元标志

北斗/GNSS 大气层掩星观测数据文件的数据部分中历元标志事件描述见表 6。

标志大于 1 表示发生事件。标志 4~5 的事件表示可插入头记录进行说明，原用于记录“卫星数”的数值此时代表下面将插入的头记录的数量，不插入头记录时为 0，最大可插入头记录数为 999。如果所发生的事件不含有历元记录，则历元记录的区域留作空白。

表 6 数据部分中历元标志事件

历元标志	事件描述
2	保留
3	保留
4	后续会插入头记录
5	其他事件（如临时插入一次历元时刻记录，该历元与观测时间处于同一时间系统下）

6 北斗/GNSS 电离层掩星观测数据自主交换格式文件

6.1 概述

每个北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件只包含单个掩星事件观测时段的数据。数据文件的文件头部分描述了该次电离层掩星事件的全局属性，数据部分是该次电离层掩星事件的观测数据记录。

6.2 文件头部分

6.2.1 组成

北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件的头部分由“ROEX VERSION/TYPE”到“END OF

HEADER”为止的若干条头记录组成，典型的文件头组成见图3。

头记录中观测值代码用于标识数据部分中数据记录的观测量类型，具体定义见 6.2.2，与观测量的对应关系见 6.3.3.2。头记录的具体格式定义见 6.2.3。

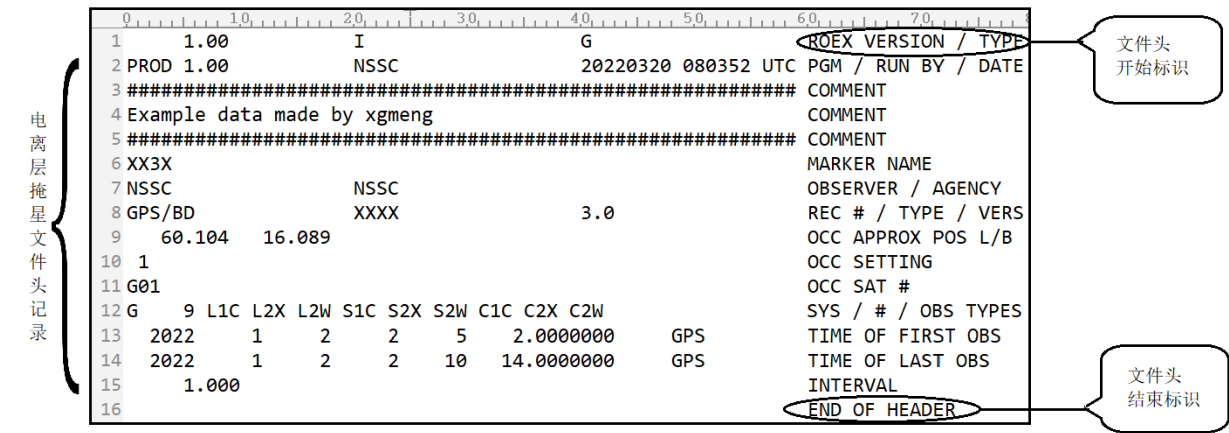


图 3 典型电离层掩星观测数据文件的头部分组成示意

6.2.2 观测值代码

北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件的头部分中用观测值代码来标识不同的观测量及其属性。北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件中观测量只有载波相位、信噪比和伪距三种，其观测值代码同5.2.2中定义。

6.2.3 头部分的格式

北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件的头部分的格式见表 7。

表 7 北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件头格式

头记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
ROEX VERSION / TYPE	- 格式版本：1.00 - 文件类型 （“I”：电离层掩星观测数据文件） - 卫星系统代码： “C”：BDS “G”：GPS “R”：GLONASS “E”：Galileo “J”：QZSS “I”：IRNSS “S”：SBAS	F9.2, 11X, A1, 19X, A1, 19X
PGM / RUN BY / DATE	- 生成当前文件的程序名称 - 生成当前文件的机构名称 - 文件生成的时间 文件生成时间格式定义如下： yyyymmdd hhmmss zone 其中 yyyy 为 4 位年，mm 为 2 位月，dd 为 2 位日，hh 为 2 位时，mm 为 2 位分，ss 为 2 位秒。zone 为时区（3-4 个字符代码，推荐采用 UTC 时间，如未知本地时间，则将 zone 标记为 LCL）。	A20, A20, A20

表 7 (续)

头记录标识 (61-80 列)	说 明	格 式
* COMMENT	注释行	A60
MARKER NAME	测量标记点 (载体) 名称	A60
OBSERVER / AGENCY	观测者姓名/机构	A20, A40
REC # / TYPE / VERS	接收机编号, 型号和版本 (版本: 如接收机内置软件的版本)	3A20
* OCC APPROX POS L/B	- 电离层掩星事件的近似位置, 以经度/纬度表示 单位: 度 坐标框架建议为 ITRF	2(1X, F8.3), 42X
OCC SETTING	上升或下降掩星标识 (0: 上升; 1: 下降。)	I2, 58X
OCC SAT#	- 电离层掩星卫星系统 (C/G/E/R/J/S/I) - 电离层掩星卫星号	A1, I2, 57X
SYS / # / OBS TYPES	- 卫星系统 (C/G/E/R/J/S/I) - 对于该卫星系统的不同观测量数量 - 观测量描述符: 观测类型、频段、属性 如果超过 13 个观测量: 采用续行解决。	A1, 2X, I3, 13(1X, A3) 6X, 13(1X, A3)
*INTERVAL	- 观测间隔 (s)	F10.3
TIME OF FIRST OBS	- 第一条观测记录的时间: 年 (4 位数字) 月, 日, 时, 分 (各2 位数字) 秒 - 时间系统: BDT (=BDS时间系统) GLO (=UTC 时间系统) GAL (=Galileo 时间系统) GPS (=GPS 时间系统) QZS (=QZSS 时间系统) IRN (=IRNSS时间系统) 缺省值: BDS 文件, 时间系统为BDT GPS 文件, 时间系统为GPS Galileo 文件, 时间系统为GAL GLONASS 文件, 时间系统为GLO QZSS 文件, 时间系统为QZS IRNSS 文件, 时间系统为 IRN	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3
*TIME OF LAST OBS	- 最后观测记录的时间: 年 (4 位数字) 月, 日, 时, 分 (各2 位数字) 秒 - 时间系统: 同 “TIME OF FIRST OBS” 记录	I6, 4I6, F13.7, 5X, A3

表 7（续）

头记录标识（61-80 列）	说 明	格 式
*RCV CLOCK OFFS APPL	- 是否进行了实时的接收机钟差修正 1：是；0：否；缺省：无需修正	I6
*LEAP SECONDS	-闰秒数 （相应系统星历书播发的） -新闰秒生效（瞬间）前后的闰秒值 -新闰秒生效的周计数 WN_LSF（连续周计数） -新闰秒生效的周内天计数 DN 如果未知则为0 或留空 混合文件为UTC 相对于BDT 的闰秒信息	I6, I6, I6, I6
END OF HEADER	头部分的最后一条记录	60X
注：标有“*”为可选头记录。		

6.3 数据部分

6.3.1 组成

北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件数据部分由电离层掩星观测数据记录组成，见图 4。电离层掩星数据记录包括观测时刻和对应观测量。

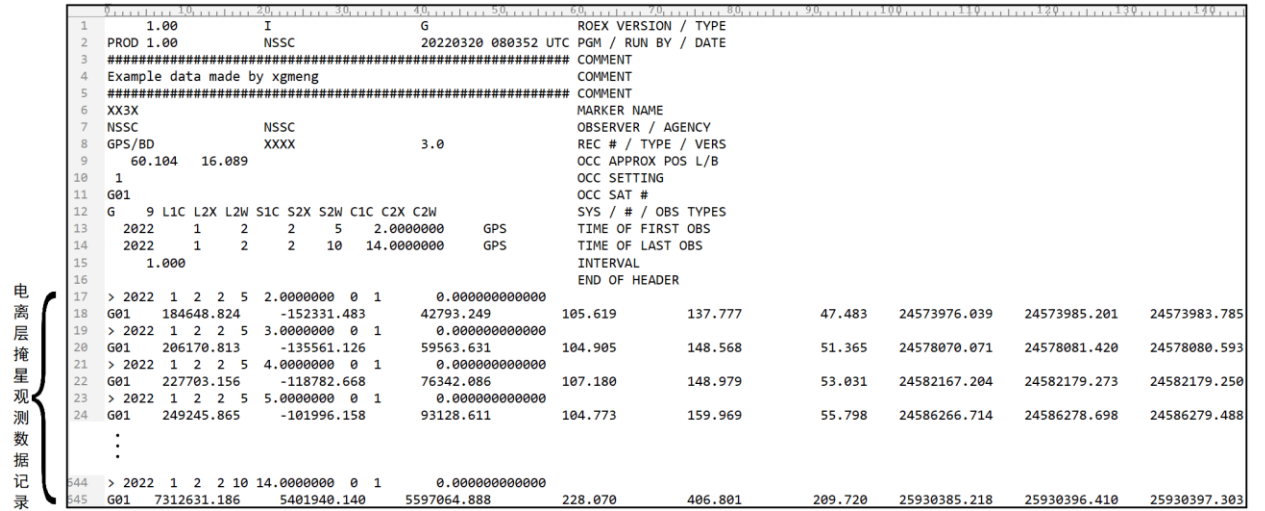


图 4 电离层掩星观测数据文件的数据部分组成示意

6.3.2 观测时刻

观测时刻是北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件数据部分中观测量的时标信息。在北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件的数据记录部分，观测时刻应记录在每一组观测数据之前。

6.3.3 观测量

6.3.3.1 观测量类型

北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件中的观测量只有载波相位、信噪比和伪距三种，其观测量含义同5.3.3。

6.3.3.2 观测量顺序

北斗/GNSS电离层掩星观测数据文件头部分中的头记录“SYS / # / OBS TYPES”是对该文件观测数据记录的说明。头记录中首先应标注卫星系统标识符，其后是该类卫星所观测到的观测量的数量和相

应的观测值代码列表。在该文件的数据部分，对于每一历元下的每颗卫星的所有观测值，都应按照相应头记录中的观测值代码列表顺序进行记录。

6.3.4 数据部分的格式

北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件的数据部分格式定义见表 8。

表 8 北斗/GNSS 电离层掩星观测数据文件-数据部分格式

记录标识 (61-80 列)	说 明	格 式
* COMMENT	注释行	A60
---	历元记录 -记录标识符: > 历元: -年 (4 位数字) -月, 日, 时, 分 (各2 位数字) -秒 -历元标志: 0: 正常 1: 当前历元与前一历元间发生断电或电源故障 >1: 发生事件 (事件情况见表6) -当前历元观测到的卫星数 - (保留) -接收机钟差 (单位为s, 可选项)	A1, 1X, I4, 4 (1X, I2) , F11.7, 2X, I1, I3, 6X, F15.12
---	历元标志为0或1, 开始记录观测值, 如下: -卫星编号 -观测值 示例: C14 -280917.930 281675.672 260.114 374.822 对每一个观测类型的观测值都将在记录中予以重复 (顺序与头记录 “SYS / # / OBS TYPES” 中给定的顺序相同)。 当前历元只观测记录一颗发生电离层掩星的GNSS卫星。该记录的长度 根据电离层掩星观测量类型数量而定。 缺失的观测值用0.0 或空格表示。 溢出固定格式F14.3 的相位值应调整到符合记录格式 (例如通过增加或 减去 10^9)。	A1, I2 m (F14.3, 2X)
注: 标有 “*” 为可选数据记录。		

7 北斗/GNSS 定位观测数据自主交换格式文件

北斗/GNSS定位观测数据自主交换格式文件见GB/T 27606—2020第5章。

附 录 A

(资料性)

北斗/GNSS 无线电掩星探测仪数据自主交换格式文件示例

A.1 BDS 大气层掩星观测数据文件示例

BDS 大气层掩星观测数据文件示例如图 A.1 所示。

A.2 GPS 大气层掩星观测数据文件示例

GPS 大气层掩星观测数据文件示例如图 A.2 所示。

A.3 BDS/GPS 混合大气层掩星观测数据文件示例

BDS/GPS 混合大气层掩星观测数据文件示例如图 A.3 所示。

A.4 BDS 电离层掩星观测数据文件示例

BDS 电离层掩星观测数据文件示例如图 A.4 所示。

A.5 GPS 电离层掩星观测数据文件示例

GPS 电离层掩星观测数据文件示例如图 A.5 所示。

1	1.00	A	C	ROEX VERSION / TYPE
2	PROD 1.00	NSSC	20220320 080355 UTC	PGM / RUN BY / DATE
3	#####	#####	#####	COMMENT
4	Example data made by xgmeng	#####	#####	COMMENT
5	#####	#####	#####	COMMENT
6	XX3X	#####	#####	MARKER NAME
7	NSSC	NSSC	3.0	OBSERVER / AGENCY
8	GPS/BD	XXXX	3.0	REC # / TYPE / VERS
9	-128.260 -35.474	#####	#####	OCC APPROX POS L/B
10	1	#####	#####	OCC SETTING
11	C07 C22	#####	#####	OCC / REF SAT #
12	C 6 L2I L6I S2I S6I C2I C6I	#####	#####	SYS/#/OCC CLO TYPES
13	C 4 L2I L6I C2I C6I	#####	#####	SYS/#/REF CLO TYPES
14	C 9 L2I L6I S2I S6I O2I I2I Q2I C2I C6I	#####	#####	SYS/#/OCC OPE TYPES
15	C 4 L2I L6I C2I C6I	#####	#####	SYS/#/REF OPE TYPES
16	2022 1 2 1 16 13.9400000	BDT	#####	TIME OF FIRST CLO
17	2022 1 2 1 17 55.9800000	BDT	#####	TIME OF LAST CLO
18	2022 1 2 1 16 48.0000000	BDT	#####	TIME OF FIRST OPE
19	2022 1 2 1 17 55.9900000	BDT	#####	TIME OF LAST OPE
20	0.020	#####	#####	INTERVAL OF OBS CLO
21	0.010	#####	#####	INTERVAL OF OBS OPE
22		#####	#####	END OF HEADER
23		#####	#####	START OF OBS CLO
24	> 2022 1 2 1 16 13.9400000 0 2	0.000000000000	#####	#####
25	C07 10495452.800 -15103005.396	41.896	54.461 44897092.436	44897103.879
26	C22 5081641.782 4220312.819	0.000	0.000	#####
27	> 2022 1 2 1 16 13.9600000 0 2	0.000000000000	#####	#####
28	C07 10495945.456 -15102601.525	44.109	57.843 44897187.434	44897198.968
29	C22 5082083.869 4220672.051	0.000	0.000	#####
...				
15333	> 2022 1 2 1 17 55.9800000 0 2	0.000000000000	#####	#####
15334	C07 212715904.141 -169424966.412	0.000	0.000 299753725.528	299753712.198
15335	C22 7540807.647 6218586.336	0.000	0.000	#####
15336		#####	#####	END OF OBS CLO
15337		#####	#####	START OF OBS OPE
15338	> 2022 1 2 1 16 48.0000000 0 2	0.000000000000	#####	#####
15339	C07 61380.000 0.000	0.000	0.000 61380.000	0.000 0.000 0.000
15340	C22 5857409.095 4850687.261	23293373.082 23293373.541	#####	#####
15341	> 2022 1 2 1 16 48.0100000 0 2	0.000000000000	#####	#####
15342	C07 122760.000 0.000	0.000	0.000 122760.000	0.000 0.000 0.000
15343	C22 5857643.865 4850878.031	0.000	0.000	#####
...				
35738	> 2022 1 2 1 17 55.9900000 0 2	0.000000000000	#####	#####
35739	C07 7532884.419 0.000	0.000	0.000 7532884.725	-361.000 988.000 0.000 0.000
35740	C22 7541068.121 6218797.993	0.000	0.000	#####
35741		#####	#####	END OF OBS OPE

图 A.1 BDS 大气层掩星观测数据文件示例

BD 440087-2022

1	1.00	A	G	ROEX VERSION / TYPE
2	PROD 1.00	NSSC	20220320 080353 UTC	PGM / RUN BY / DATE
3	#####			COMMENT
4	Example data made by xgmeng			COMMENT
5	#####			COMMENT
6	XX3X			MARKER NAME
7	NSSC			OBSERVER / AGENCY
8	GPS/BD	XX3X	3.0	REC # / TYPE / VERS
9	-99.486	-11.789		OCC APPROX POS L/B
10	1			OCC SETTING
11	G04 G06			OCC / REF SAT #
12	G 9 L1C L2X L2W S1C S2X S2W C1C C2X C2W			SYS/#/OCC CLO TYPES
13	G 6 L1C L2X L2W C1C C2X C2W			SYS/#/REF CLO TYPES
14	G 12 L1C L2X S1C S2X O1C I1C Q1C O2X I2X Q2X C1C C2X			SYS/#/OCC OPE TYPES
15	G 4 L1C L2X C1C C2X			SYS/#/REF OPE TYPES
16	2022 1 2 1 22 2.0000000	GPS		TIME OF FIRST CLO
17	2022 1 2 1 23 39.9800000	GPS		TIME OF LAST CLO
18	2022 1 2 1 22 47.0000000	GPS		TIME OF FIRST OPE
19	2022 1 2 1 23 39.9900000	GPS		TIME OF LAST OPE
20	0.020			INTERVAL OF OBS CLO
21	0.010			INTERVAL OF OBS OPE
22				END OF HEADER
23				START OF OBS CLO
24	> 2022 1 2 1 22 2.0000000 0 2 0.000000000000			
25	G04 -2650761.979 -1695665.294 -833828.435 665.648 0.000 0.000 28932019.538 29079868.426 29079868.426			
26	G06 8143335.081 6324610.927 6251147.673 20799565.000 20799576.079 20799576.375			
27	> 2022 1 2 1 22 2.0200000 0 2 0.000000000000			
28	G04 -2650083.462 -1728913.294 -833493.464 667.229 0.000 0.000 28932148.989 29079868.426 29079868.426			
29	G06 8143829.757 6324996.391 6251533.135 0.000 0.000 0.000			
30	.			
31	.			
32	.			
14721	> 2022 1 2 1 23 39.9600000 0 2 0.000000000000			
14722	G04 -97284889.604 -41267253.013 -26554364.189 0.000 21.663 0.000 299609717.352 299609855.879 299609737.189			
14723	G06 10699552.761 8316468.783 8243005.533 0.000 0.000 0.000			
14724	> 2022 1 2 1 23 39.9800000 0 2 0.000000000000			
14725	G04 -97399977.604 -41300501.013 -26587612.189 0.000 19.762 8.526 299609717.352 299609855.879 299609737.189			
14726	G06 10700101.192 8316896.132 8243432.881 0.000 0.000 0.000			
14727				END OF OBS CLO
14728				START OF OBS OPE
14729	> 2022 1 2 1 22 47.0000000 0 2 0.000000000000			
14730	G04 -57544.000 -16624.000 0.000 0.000 -57544.000 0.000 0.000 -16624.000 0.000 0.000 0.000			
14731	G06 9284815.409 7214076.073 21016781.317 21016792.386			
14732	> 2022 1 2 1 22 47.0100000 0 2 0.000000000000			
14733	G04 -115088.000 -33248.000 0.000 0.000 -115088.000 0.000 0.000 -33248.000 0.000 0.000 0.000			
14734	G06 9285075.622 7214278.836 0.000 0.000			
30626	> 2022 1 2 1 23 39.9800000 0 2 0.000000000000			
30627	G04 -4112388.161 -4060011.618 0.000 14.871 -4112388.627 -339.000 -73.000 -4060011.336 -233.000 1153.000 0.000 0.000			
30628	G06 10700101.192 8316896.132 0.000 0.000			
30629	> 2022 1 2 1 23 39.9900000 0 2 0.000000000000			
30630	G04 -4112061.642 -4059756.203 0.000 12.468 -4112061.398 65.000 1714.000 -4059756.352 637.000 -873.000 0.000 0.000			
30631	G06 10700375.411 8317109.811 0.000 0.000			
30632				END OF OBS OPE

图 A.2 GPS 大气层掩星观测数据文件示例

图 A.3 BDS/GPS 混合大气层掩星观测数据文件示例

1	1.00	I	C	ROEX VERSION / TYPE			
2	PROD 1.00	NSSC	20220320 080353 UTC	PGM / RUN BY / DATE			
3	#####			COMMENT			
4	Example data made by xgmeng			COMMENT			
5	#####			COMMENT			
6	XX3X			MARKER NAME			
7	NSSC	NSSC		OBSERVER / AGENCY			
8	GPS/BD	XXXX	3.0	REC # / TYPE / VERS			
9	-111.077	0.087		OCC APPROX POS L/B			
10	1			OCC SETTING			
11	C12			OCC SAT #			
12	C	6	L2I L6I S2I S6I C2I C6I	SYS / # / OBS TYPES			
13	2022	1	2 1 18	58.0000000	BDT	TIME OF FIRST OBS	
14	2022	1	2 1 34	36.0000000	BDT	TIME OF LAST OBS	
15	1.000			INTERVAL			
16				END OF HEADER			
17	> 2022	1 2 1 18	58.0000000 0 1	0.000000000000			
18	C12	104381.266	431902.972	227.957	414.671	26473866.440	26473875.157
19	> 2022	1 2 1 18	59.0000000 0 1	0.000000000000			
20	C12	126544.789	449912.650	226.037	431.841	26478123.299	26478129.205
21	> 2022	1 2 1 19	0.0000000 0 1	0.000000000000			
22	C12	148737.697	467946.197	225.735	432.885	26482385.305	26482389.572
23	> 2022	1 2 1 19	1.0000000 0 1	0.000000000000			
24	C12	170915.080	485967.135	225.915	431.621	26486644.074	26486647.827
	:						
	:						
1886	> 2022	1 2 1 34	36.0000000 0 1	0.000000000000			
1887	C12	21542279.626	18337844.498	157.656	64.275	30609773.802	30609788.483

图 A.4 BDS 电离层掩星观测数据文件示例

1	1.00	I	G	ROEX VERSION / TYPE											
2	PROD 1.00	NSSC	20220320 080352 UTC	PGM / RUN BY / DATE											
3	#####			COMMENT											
4	Example data made by xgmeng			COMMENT											
5	#####			COMMENT											
6	XX3X			MARKER NAME											
7	NSSC			OBSERVER / AGENCY											
8	GPS/BD	XXXX	3.0	REC # / TYPE / VERS											
9	60.104	16.089		OCC APPROX POS L/B											
10	1			OCC SETTING											
11	G01			OCC SAT #											
12	G	9 L1C L2X L2W S1C S2X S2W C1C C2X C2W		SYS / # / OBS TYPES											
13	2022	1	2	2	5	2.0000000	GPS	TIME OF FIRST OBS							
14	2022	1	2	2	10	14.0000000	GPS	TIME OF LAST OBS							
15	1.000			INTERVAL											
16				END OF HEADER											
17	> 2022	1	2	2	5	2.0000000	0	1	0.000000000000						
18	G01	184648.824				-152331.483			42793.249	105.619	137.777	47.483	24573976.039	24573985.201	24573983.785
19	> 2022	1	2	2	5	3.0000000	0	1	0.000000000000						
20	G01	206170.813				-135561.126			59563.631	104.905	148.568	51.365	24578070.071	24578081.420	24578080.593
21	> 2022	1	2	2	5	4.0000000	0	1	0.000000000000						
22	G01	227703.156				-118782.668			76342.086	107.180	148.979	53.031	24582167.204	24582179.273	24582179.250
23	> 2022	1	2	2	5	5.0000000	0	1	0.000000000000						
24	G01	249245.865				-101996.158			93128.611	104.773	159.969	55.798	24586266.714	24586278.698	24586279.488
	:														
	:														
544	> 2022	1	2	2	10	14.0000000	0	1	0.000000000000						
545	G01	7312631.186				5401940.140			5597064.888	228.070	406.801	209.720	25930385.218	25930396.410	25930397.300

图 A.5 GPS 电离层掩星观测数据文件示例