

编号: AN024

等级: 公开

版本: 2020.9

星历及观测数据协议

PROTOCOL

简介

本文档对星历及观测数据协议进行了详细说明。

目 录

1 概述	1
1.1 语句内容.....	1
1.2 配置输出.....	1
1.3 信息格式.....	2
2 输出语句说明	3
2.1 bdsephemerisb.....	3
2.2 galephemerisb	4
2.3 gpsephemb	5
2.4 gloephemerisb	7
2.5 qzssephemerisb	8
2.6 rangecmpb.....	10

1 概述

星历及观测数据协议详细说明。

1.1 语句内容

星历及观测数据使用以下语句：

表 1-1 输出语句说明

名称	输出内容	数据 ID
bdsephemerisb	解析后 BDS 电文	1696
galephemerisb	解析后 GAL 电文	1122
gpsephemb	解析后 GPS 电文	7
gloephemerisb	解析后 GLO 电文	723
qzssephemerisb	解析后 QZSS 电文	1336
rangecmpb	压缩版卫星观测信息	140

1.2 配置输出

1、配置串口输出观测数据（可转换为.obs 文件）

log comx rangecmpb ontime 1

数据频度可按需配置。

2、配置串口输出电文数据（可转换为.nav 文件）

log comx bdsephemerisb onchanged

log comx galephemerisb onchanged

log comx gpsephemb onchanged

log comx gloephemerisb onchanged

log comx qzssephemerisb onchanged

配置以上 5 条语句后，板卡会在各个卫星系统电文更新的时候输出该系统的电文（BDS 电文更新 1h/次，GAL 电文更新 10min/次，GPS/QZSS 电文更新 2h/次，GLO 电文更新 0.5h/次）。若保存数据时间较短，没有达到电文更新周期，可能没有接收到完整的电文，可在点击开始保存数据后，发送一遍以上 5 条指令，板卡会输出当前的电文信息。

以上 5 条指令均支持使用 ontime 控制输出频度，如配置 ontime 1，则语句每

秒输出一次，每次数据为一颗卫星的星历，全部卫星星历输出后，继续循环输出。

1.3 信息格式

星历及观测数据输出采用二进制（Binary）格式，具有统一的数据结构。每条语句由数据头和数据主体构成，数据头的结构说明如下：

表 1-2 数据头结构

编号	名称	类型	描述	字节	总计字节
0	同步头	Char	十六进制显示 0xAA	1	1
1	同步头	Char	十六进制显示 0x44	1	2
2	同步头	Char	十六进制显示 0x12	1	3
3	头长度	Uchar	数据头的长度	1	4
4	语句 ID	Ushort	见表 1-1	2	6
5	语句类型	Char	见注 1	1	7
6	串口地址	Uchar	（与实际串口号可能不一致）	1	8
7	数据长度	Ushort	数据主体的长度（不含校验）	2	10
8	序列	Ushort	通常为 0	2	12
9	空载时间	Enum	通常为 0	1	13
10	时间状态	Uchar	-	1	14
11	周	Ushort	GPS 周	2	16
12	周内秒	Ushort	GPS 周内秒（ms）	4	20
13	接收机状态	Ulong	通常为 0	4	24
14	预留	Ushort		2	26
15	接收机版本	Ushort		2	

注 1：语句类型共 8bits（1byte），具体内容如下：

Bit 编号	Bit 长度	累计 bits	描述
0~4	5	5	数据源（通常为 0）
5~6	2	7	数据类型 00=二进制 01=ASCLL 10=ASCLL 解析版，NMEA 11=预留
7	1	8	响应标志 0=原始信息 1=响应信息

2 输出语句说明

2.1 bdsephemerisb

功能描述：输出 BDS 星历参数，每条语句为一颗星的星历。

数据 ID：1696。

输入控制指令：log comx bdsephemerisb onchanged

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	数据头	见表 1-2		H	H
1	卫星 ID	BDS 卫星号	Ulong	4	H+4
2	周	北斗周	Ulong	4	H+8
3	URA	用户测距精度 (m)	Double	8	H+16
4	Health	卫星健康标志： 0=健康； 1=不健康	Ulong	4	H+20
5	tgdl	B1 群延迟 (s)	Double	8	H+28
6	tgdl	B2 群延迟 (s)	Double	8	H+36
7	AODC	时钟数据期龄	Ulong	4	H+40
8	toc	时钟参考时间	Ulong	4	H+44
9	a ₀	时钟修正常数	Double	8	H+52
10	a ₁	时钟修正一次项系数	Double	8	H+60
11	a ₂	时钟修正二次项系数	Double	8	H+68
12	AODE	星历数据期龄	Ulong	4	H+72
13	toe	星历参考时间	Ulong	4	H+76
14	RootA	轨道长轴平方根	Double	8	H+84
15	ecc	轨道离心率	Double	8	H+92
16	ω	近地点角距	Double	8	H+100
17	Δn	角速度校正	Double	8	H+108
18	M ₀	平近点角	Double	8	H+116
19	Ω_0	升交点赤经	Double	8	H+124
20	Ω	升交点赤经校正	Double	8	H+132
21	i ₀	轨道倾角	Double	8	H+140
22	IDOT	轨道倾角校正	Double	8	H+148
23	C _{uc}	近地点角距摄动校正 (余弦)	Double	8	H+156
24	C _{us}	近地点角距摄动校正 (正弦)	Double	8	H+164
25	C _{rc}	轨道半径摄动校正 (余弦)	Double	8	H+172

26	C _{rs}	轨道半径摄动校正（正弦）	Double	8	H+180
27	C _{ic}	轨道倾角摄动校正（余弦）	Double	8	H+188
28	C _{is}	轨道倾角摄动校正（正弦）	Double	8	H+196
29	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
30		语句终止符			

2.2 galephemerisb

功能描述：输出 GAL 星历参数，每条语句为一颗星的星历。

数据 ID：1122。

输入控制指令：log comx galephemerisb onchanged

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	数据头	见表 1-2		H	H
1	卫星 ID	GAL 卫星号	Ulong	4	H+4
2	FNAV 标志	FNAV 星历接收标志	Bool	4	H+8
3	INAV 标志	INAV 星历接收标志	Bool	4	H+12
4	E1BHealth	E1B 健康标志： 0=未正确接收； 1=正确接收	Uchar	1	H+13
5	E5aHealth	E5a 健康标志： 0=未正确接收； 1=正确接收	Uchar	1	H+14
6	E5bHealth	E5b 健康标志： 0=未正确接收； 1=正确接收	Uchar	1	H+15
7	E1BDVS	E1B 数据有效标志： 0=数据无效； 1=数据有效	Uchar	1	H+16
8	E5aDVS	E5a 数据有效标志： 0=数据无效； 1=数据有效	Uchar	1	H+17
9	E5bDVS	E5b 数据有效标志： 0=数据无效； 1=数据有效	Uchar	1	H+18
10	SISA	空间信号精度	Uchar	1	H+19
11	预留		Uchar	1	H+20
12	IODNav	星历数据期龄	Ulong	4	H+24
13	Toe	星历参考时间（s）	Ulong	4	H+28

14	RootA	轨道长轴平方根	Double	8	H+36
15	Δn	角速度校正	Double	8	H+44
16	M_0	平近点角	Double	8	H+52
17	ecc	轨道离心率	Double	8	H+60
18	ω	近地点角距	Double	8	H+68
19	C_{uc}	近地点角距摄动校正（余弦）	Double	8	H+76
20	C_{us}	近地点角距摄动校正（正弦）	Double	8	H+84
21	C_{rc}	轨道半径摄动校正（余弦）	Double	8	H+92
22	C_{rs}	轨道半径摄动校正（正弦）	Double	8	H+100
23	C_{ic}	轨道倾角摄动校正（余弦）	Double	8	H+108
24	C_{is}	轨道倾角摄动校正（正弦）	Double	8	H+116
25	i_0	轨道倾角	Double	8	H+124
26	IDOT	轨道倾角校正	Double	8	H+132
27	Ω_0	升交点赤经	Double	8	H+140
28	Ω	升交点赤经校正	Double	8	H+148
29	FNAVtoc	FNAV 时钟参考时间	Ulong	4	H+152
30	FNAV a_0	FNAV 时钟修正常数	Double	8	H+160
31	FNAV a_1	FNAV 时钟修正一次项系数	Double	8	H+168
32	FNAV a_2	FNAV 时钟修正二次项系数	Double	8	H+176
33	INAVtoc	INAV 时钟参考时间	Ulong	4	H+180
34	INAV a_0	INAV 时钟修正常数	Double	8	H+188
35	INAV a_1	INAV 时钟修正一次项系数	Double	8	H+196
36	INAV a_2	INAV 时钟修正二次项系数	Double	8	H+204
37	E1E5aBGD	E1E5a 群延迟（s）	Double	8	H+212
38	E1E5bBGD	E1E5b 群延迟（s）	Double	8	H+220
39	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
40		语句终止符			

2.3 gpsephemb

功能描述：输出 GPS 星历参数，每条语句为一颗星的星历。

数据 ID：7。

输入控制指令：log comx gpsephemb onchanged

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	数据头	见表 1-2		H	H
1	PRN	GPS 卫星号	Ulong	4	H+4
2	Tow	GPS 周内秒	Double	8	H+12

卫星健康标志:					
3	Health	0=健康; 1=不健康	Ulong	4	H+16
4	IODE1	星历数据期号 1	Ulong	4	H+20
5	IODE 2	星历数据期号 2	Ulong	4	H+24
6	WN	GPS 周计数	Ulong	4	H+28
7	Z WN	Z 计数器的 GPS 周计数	Ulong	4	H+32
8	Toe	星历参考时间	Double	8	H+40
9	A	轨道长轴 (m)	Double	8	H+48
10	Δn	角速度校正	Double	8	H+56
11	M_0	平近点角	Double	8	H+64
12	ecc	轨道离心率	Double	8	H+72
13	ω	近地点角距	Double	8	H+80
14	C_{uc}	近地点角距摄动校正 (余弦)	Double	8	H+88
15	C_{us}	近地点角距摄动校正 (正弦)	Double	8	H+96
16	C_{rc}	轨道半径摄动校正 (余弦)	Double	8	H+104
17	C_{rs}	轨道半径摄动校正 (正弦)	Double	8	H+112
18	C_{ic}	轨道倾角摄动校正 (余弦)	Double	8	H+120
19	C_{is}	轨道倾角摄动校正 (正弦)	Double	8	H+128
20	i_0	轨道倾角	Double	8	H+136
21	IDOT	轨道倾角校正	Double	8	H+144
22	Ω_0	升交点赤经	Double	8	H+152
23	Ω	升交点赤经校正	Double	8	H+160
24	IODC	时钟数据期号	Ulong	4	H+164
25	Toc	卫星时钟修正 (s)	Double	8	H+172
26	Tgd	群波延时校正估计	Double	8	H+180
27	a_0	时钟修正常数	Double	8	H+188
28	a_1	时钟修正一次项系数	Double	8	H+196
29	a_2	时钟修正二次项系数	Double	8	H+204
反电子欺骗标志					
30	AS	0=错误 1=正确	Bool	4	H+208
31	N	平均角速度校正	Double	8	H+216
32	URA	用户测距精度	Double	8	H+224
33	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
34	语句终止符				

2.4 gloephemerisb

功能描述：输出 GLO 星历参数，每条语句为一颗星的星历。

数据 ID：723。

输入控制指令：log comx gloephemerisb onchanged

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	数据头	见表 1-2		H	H
1	sloto	GLO 卫星号 (sloto +37)	Ushort	2	H+2
2	freq	卫星频率通道 (0~20)	Ushort	2	H+4
3	sat type	卫星类型： 0=GLO 卫星 1= GLO_M 卫星 2= GLO_K 卫星	Uchar	1	H+5
4	预留			1	H+6
5	周	星历参考周 (GPS)	Ushort	2	H+8
6	周内秒	星历参考周内秒 (GPS ms)	Ulong	4	H+12
7	leaps	GPS 与 GLO 的整秒差 (跳秒，可能不正确)	Ulong	4	H+16
8	N _t	从最近一个闰年 1 月 1 日起的天数	Ushort	2	H+18
9	预留			1	H+19
10	预留			1	H+20
11	issue	与星历参考时间的 15min 间隔数	Ulong	4	H+24
12	健康标志	星历健康标志： 0~3=健康 4~15=不健康	Ulong	4	H+28
13	pos x	卫星 x 方向参考位置 (PZ90, m)	Double	8	H+36
14	pos y	卫星 y 方向参考位置 (PZ90, m)	Double	8	H+44
15	pos z	卫星 z 方向参考位置 (PZ90, m)	Double	8	H+52
16	vel x	卫星 x 方向参考速度 (PZ90, m/s)	Double	8	H+60
17	vel y	卫星 y 方向参考速度 (PZ90, m/s)	Double	8	H+68
18	vel z	卫星 z 方向参考速度 (PZ90, m/s)	Double	8	H+76
19	acc x	卫星 x 方向参考加速度 (PZ90, m/s ²)	Double	8	H+84
20	acc y	卫星 y 方向参考加速度 (PZ90, m/s ²)	Double	8	H+92
21	acc z	卫星 z 方向参考加速度 (PZ90, m/s ²)	Double	8	H+100
22	Tau_N	卫星钟差	Double	8	H+108
23	△Tau_N	卫星钟差修正	Double	8	H+116
24	γ	卫星频偏	Double	8	H+124

25	T _k	帧头的天内秒 (GLO, s)	Ulong	4	H+128
26	P	技术参数	Ulong	4	H+132
27	Ft	用户测距精度	Ulong	4	H+136
28	age	数据期龄	Ulong	4	H+140
29	Flags	信息标志, 见注 1	Ulong	4	H+144
30	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
31	语句终止符				

注 1: 最后 2bit 是 P1 标志符, 表示星历参考时间 t_b 的时间段的长度:

P1 值	tb 时间段长
00	0min
01	30min
10	45min
11	60min

倒数第 3bit 是 P2 标志符, 表示对应 t_b 时间段的长度为 30 或 60min 时的值的奇偶性,

0=偶数

1=奇数

倒数第 4bit 是 P3 标志符, 表示该帧是提供关于 5 颗星还是 4 颗星的历书参数,

0=4 颗

1=5 颗

2.5 qzssephemerisb

功能描述: 输出 QZSS 星历参数, 每条语句为一颗星的星历。

数据 ID: 1336。

输入控制指令: log comx qzssephemerisb onchanged

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	数据头	见表 1-2		H	H
1	PRN	QZSS 卫星号	Ulong	4	H+4
2	Tow	子帧 0 的周内秒	Double	8	H+12
		卫星健康标志:			
3	Health	0=健康; 1=不健康	Ulong	4	H+16
4	IODE1	星历数据期号 1	Ulong	4	H+20
5	IODE 2	星历数据期号 2	Ulong	4	H+24
6	WN	GPS 周计数	Ulong	4	H+28
7	Z WN	Z 计数器的 GPS 周计数	Ulong	4	H+32

8	Toe	星历参考时间	Double	8	H+40
9	A	轨道长轴 (m)	Double	8	H+48
10	Δn	角速度校正	Double	8	H+56
11	M_0	平近点角	Double	8	H+64
12	ecc	轨道离心率	Double	8	H+72
13	ω	近地点角距	Double	8	H+80
14	C_{uc}	近地点角距摄动校正 (余弦)	Double	8	H+88
15	C_{us}	近地点角距摄动校正 (正弦)	Double	8	H+96
16	C_{rc}	轨道半径摄动校正 (余弦)	Double	8	H+104
17	C_{rs}	轨道半径摄动校正 (正弦)	Double	8	H+112
18	C_{ic}	轨道倾角摄动校正 (余弦)	Double	8	H+120
19	C_{is}	轨道倾角摄动校正 (正弦)	Double	8	H+128
20	i_0	轨道倾角	Double	8	H+136
21	IDOT	轨道倾角校正	Double	8	H+144
22	Ω_0	升交点赤经	Double	8	H+152
23	Ω	升交点赤经校正	Double	8	H+160
24	IODC	时钟数据期号	Ulong	4	H+164
25	Toc	卫星时钟修正 (s)	Double	8	H+172
26	Tgd	群波延时校正估计	Double	8	H+180
27	a_0	时钟修正常数	Double	8	H+188
28	a_1	时钟修正一次项系数	Double	8	H+196
29	a_2	时钟修正二次项系数	Double	8	H+204
反电子欺骗标志					
30	AS	0=错误 1=正确	Bool	4	H+208
31	N	平均角速度校正	Double	8	H+216
32	URA	用户测距精度	Double	8	H+224
星历有效时间:					
33	Fit Interval	0=星历数据有效时间为 2h; 1=星历数据有效时间超过 2h	Uchar	1	H+225
34	预留		Uchar	1	H+226
35	预留		Uchar	1	H+227
36	预留		Uchar	1	H+228
37	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
38		语句终止符			

2.6 rangecmpb

功能描述：输出当前跟踪卫星的压缩原始观测数据。

数据 ID：140。

输入控制指令：log comx rangecmpb ontime 1

编号	名称	描述	类型	字节	总计字节
0	Header	数据头，见表 1-2		H	H
1	# obs	语句中包含卫星的数目	Ulong	4	H+4
2	Range	第一颗星的观测数据，见注 1	-	24	H+28
3	Next PRN	下一颗星的观测数据	-	24	H+52
...	...	...	-		H+4+ (# obs *24)
	校验	32-bit CRC	Ulong	4	
语句终止符					

注 1：一颗星的压缩原始数据共 192bits (24byte)，具体内容如下：

Bit 编号	Bit 长度	累计 bits	描述
0~31	32	32	通道跟踪状态：见注 2 跟踪状态的 32bits
32~59	28	60	多普勒频率 (Hz)
60~95	36	96	伪距 (m)
96~127	32	128	ADR (累计多普勒，周) a. ADR (Accumulated Doppler Range) is calculated as follows: $ADR_ROLLS = (RANGECMP_PSR / WAVELENGTH + RANGECMP_ADR) / MAX_VALUE$ Round to the closest integer IF $(ADR_ROLLS \leq 0)$ $ADR_ROLLS = ADR_ROLLS - 0.5$ ELSE $ADR_ROLLS = ADR_ROLLS + 0.5$ At this point integerise ADR_ROLLS $CORRECTED_ADR = RANGECMP_ADR - (MAX_VALUE * ADR_ROLLS)$ where ADR has units of cycles WAVELENGTH = 0.1902936727984 for GPS L1 WAVELENGTH = 0.2442102134246 for GPS L2 MAX_VALUE = 8388608
128~131	4	132	伪距标准差 (m)

			Code StdDev-PSR (m) 0 0.050 1 0.075 2 0.113 3 0.169 4 0.253 5 0.380 6 0.570 7 0.854 8 1.281 9 2.375 10 4.750 11 9.500 12 19.000 13 38.000 14 76.000 15 152.000
132~135	4	136	ADR 标准差（累计多普勒，周）
136~143	8	144	卫星号 1~32=GPS 38~61=GLONASS 1~36=Galileo 1~40=BDS 193~202=QZSS 1~7=NavIC
144~164	21	165	锁定时间（s）
165~169	5	170	载噪比（dB-Hz） 范围在 20~51，≤20 均输出为 20，≥51 均输出为 51
170~175	6	176	GLONASS 频带数
176~191	16	192	预留

注 2：跟踪状态共 32bits（4byte），具体内容如下：

Bit 编号	Bit 长度	累计 bits	描述
0~4	5	5	跟踪状态： 0=空闲 1=搜索 2=宽频引导 3=窄频引导 4=相位锁定环路 6=通道引导 7=频率锁定环路 9=通道调整 10=码搜索 11=辅助位锁定环路 23=侧峰检测
5~9	5	10	卫星通道号
10	1	11	相位锁定标志

			0=未锁定 1=锁定
11	1	12	校验已知标志 0=未知 1=已知
12	1	13	伪码锁定标志 0=未锁定 1=锁定
13~15	3	16	相关器类型 0=N/A 1=标准相关 2=窄相关 3=预留 4=PAC 5=窄带 PAC 6=预留
16~18	3	19	卫星系统 0=GPS 1=GLONASS 2=SBAS 3=Galileo 4=BDS 5=QZSS 6=NavIC 7=其他
19	1	20	预留
20	1	21	分组标志 0=未分组 1=已分组
21~25	5	26	信号类型，与卫星系统有关 GPS 0=L1 C/A 5=L2P 9=L2P 加密 14=L5Q 16=L1C 17=L2C GLONASS 0=L1 C/A 1=L2 C/A 5=L2P SBAS

			0=L1 C/A 6=L5I Galileo 2=E1C 6=E6B 7=E6C 12=E5a Q 17= E5b Q 20=E5 AltBOC Q BDS 0=B1D1 1=B2D1 2=B3D1 4=B1D2 5=B2D2 6=B3D2 7=B1C 9=B2a 10=B2b QZSS 0=L1 C/A 14=L5Q 16=L1C 17=L2C NavIC 0=L5 其他 19=L 频带
26	1	27	预留
27	1	28	L1 为首要通道 0=非首要 1=首要
28	1	29	载波相位测量值 0=未加半周 1=增加半周
29	1	30	滤波器指示 0=非数字滤波 1=数字滤波
30	1	31	PRN 锁定标志

			0=未锁定 1=锁定
31	1	32	通道分配 0=自动 1=强制