

BD

中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 410004—2015

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机 导航定位数据输出格式

Navigation and positioning data output format for
BeiDou/Global Navigation Satellite System(GNSS) receiver



2015-10-19 发布

2015-11-01 实施

中国卫星导航系统管理办公室 批准

目 次

前言.....	II
引言.....	III
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 要求.....	2
4.1 数据传输格式.....	2
4.2 数据格式.....	3
4.3 数据内容.....	16
4.4 通用语句格式.....	19
附录 A（规范性附录） GNSS 标识符.....	41
参考文献.....	42

前 言

为适应我国北斗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归口。

本标准起草单位：清华大学，北京安华北斗信息技术有限公司，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：崔晓伟，陆明泉，张嘉怡，李冬航，李洪，姚铮，吴海玲，李作虎，周玉霞。

引 言

随着卫星导航技术的发展，全球卫星导航系统建设及服务性能不断改善，GNSS兼容接收机的应用范围也越来越广。由美国国家海事电子协会（NMEA）编制的 NMEA 0183标准，已统一成的国家海事无线电技术委员会（Radio Technical Commission for Maritime services, RTCM）标准协议。由于其格式的通用性和灵活性的特点得到了广泛的应用。

本标准是根据GNSS接收机应用的需要，结合我国实际的应用情况，在编制中保持了与NMEA 0183最新版本V4.10的兼容性，对部分语句或字段进行了扩充，以支持北斗卫星导航系统。该标准在编制过程中与北斗国际标准化工作共同推进，确保在扩充的北斗卫星导航系统相关内容与国际标准的修订保持一致。

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机导航定位数据输出格式

1 范围

本标准规定了能够兼容多种全球卫星导航系统及其星基增强系统（如BDS、GPS、GLONASS、Galileo、SBAS等）的GNSS兼容接收机导航定位数据输出的格式和内容。

本标准适用于GNSS兼容接收机或单系统接收机的研制、生产、检测和使用。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

BD 110001-2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

发送设备 talker

向其他装置发送数据的任何一种装置。

3.1.2

接收设备 listener

接收其他装置所发出数据的任何一种装置。

3.1.3

信噪比 Signal-to-Noise Ratio (SNR)

导航信号功率与噪声功率的比值。通常都以对数的方式进行计算，单位为 dB。

3.1.4

载噪比 carrier-to-noise density (C/N₀)

导航信号载波功率与噪声功率谱密度之比，即 1Hz 带宽上的信噪比。通常都以对数的方式进行计算，单位为 dB-Hz。

3.1.5

水平保护级 horizontal protection level (HPL)

在一定误警率和漏检率的条件下，RAIM 算法能够检测到的最小水平定位误差。这一指标反映了 RAIM 算法的告警能力。

3.1.6

垂直保护级 vertical protection level (VPL)

在一定误警率和漏检率的条件下，RAIM 算法能够检测到的最小垂直定位误差。这一指标反映了 RAIM 算法的告警能力。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASCII—American Standard Code for Information Interchange, 美国信息交换标准码;

BDS—BeiDou Satellite Navigation System, 北斗卫星导航系统;

DGNSS—Differential Global Navigation Satellite System, 差分全球卫星导航系统;

DGPS—Differential Global Positioning System, 差分全球定位系统;

GDOP—Geometric Dilution Of Precision, 几何精度因子;

GLONASS—GLObal NAVigation Satellite System, 格洛纳斯卫星导航系统;

GNSS—Global Navigation Satellite System, 全球卫星导航系统;

GPS—Global Positioning System, 全球定位系统;

HDOP—Horizontal Dilution Of Precision, 水平精度因子;

MSK—Minimum Shift Keying, 最小频移键控;

PDOP—Position Dilution Of Precision, 位置精度因子;

SBAS—Satellite Based Augmentation System, 星基增强系统;

UTC—Coordinated Universal Time, 协调世界时;

VDOP—Vertical Dilution Of Precision, 垂直精度因子。

4 要求

4.1 数据传输格式

数据采用通用串行异步方式进行传输，数据传输格式如图 1 所示，第 1 位为起始位，其后是 8 位数据（最低有效位在前），最后是停止位。所用参数如下：

- a) 波特率：不低于 4800bps，发送设备使用的波特率应与接收设备一致并且能按照接收设备的能力进行调整；
- b) 数据位：8 位；

- c) 校验位：无；
d) 停止位：1 位。



图 1 数据传输格式

4.2 数据格式

4.2.1 字符

4.2.1.1 说明

GNSS 兼容接收机输出的导航定位数据应按照 ASCII 字符进行解释，每个 8 比特字符的最高有效位都为 0 (D7=0)。

4.2.1.2 预留字符

预留字符集由表 1 所示的 ASCII 字符组成。这些字符用于语句和字段定界，不应用于数据字段中。

表 1 预留字符

预留字符	16 进制	10 进制	说明
<CR>	0D	13	回车（语句结束定界符）
<LF>	0A	10	换行
\$	24	36	参数语句开始定界符
*	2A	42	校验和字段定界符
,	2C	44	字段定界符
!	21	33	封装语句开始定界符
\	5C	92	保留。在 NMEA 0183 V4.00 中定义为 TAG 块定界符
^	5E	94	用十六进制表示的编码定界符
~	7E	126	保留
	7F	127	保留

4.2.1.3 有效字符

有效字符集是指从 HEX 20 到 HEX 7F、除预留字符外的所有 ASCII 字符。有效字符集见表 2。

表 2 有效字符

字符	16 进制	10 进制	字符	16 进制	10 进制
空格	20	32	P	50	80
保留	21	33	Q	51	81
"	22	34	R	52	82

表 2 (续)

字符	16 进制	10 进制	字符	16 进制	10 进制
#	23	35	S	53	83
保留	24	36	T	54	84
%	25	37	U	55	85
&	26	38	V	56	86
‘	27	39	W	57	87
(28	40	X	58	88
)	29	41	Y	59	89
保留	2A	42	Z	5A	90
+	2B	43	[5B	91
保留	2C	44	保留	5C	92
-	2D	45]	5D	93
.	2E	46	保留	5E	94
/	2F	47	_	5F	95
0	30	48	`	60	96
1	31	49	a	61	97
2	32	50	b	62	98
3	33	51	c	63	99
4	34	52	d	64	100
5	35	53	e	65	101
6	36	54	f	66	102
7	37	55	g	67	103
8	38	56	h	68	104
9	39	57	i	69	105
:	3A	58	j	6A	106
;	3B	59	k	6B	107
<	3C	60	l	6C	108
=	3D	61	m	6D	109

表 2 (续)

字符	16 进制	10 进制	字符	16 进制	10 进制
>	3E	62	n	6E	110
?	3F	63	o	6F	111
@	40	64	p	70	112
A	41	65	q	71	113
B	42	66	r	72	114
C	43	67	s	73	115
D	44	68	t	74	116
E	45	69	u	75	117
F	46	70	v	76	118
G	47	71	w	77	119
H	48	72	x	78	120
I	49	73	y	79	121
J	4A	74	z	7A	122
K	4B	75	{	7B	123
L	4C	76		7C	124
M	4D	77	}	7D	125
N	4E	78	保留	7E	126
O	4F	79	保留	7F	127

4.2.1.4 未定义字符

未定义字符是指除预留字符和有效字符以外的 ASCII 字符，在数据传输中不允许使用。

如果必须在数据中传输预留字符或未定义字符，则应使用三个有效字符对其进行表示，第一个字符是预留字符“^”（HEX 5E），其后用两个 ASCII 字符（0~9，A~F）表示未定义字符的十六进制数值。

示例：

为了传输数据“127.5”，应表示为“127.5^F8”

为了传输字符“^”，应表示为“^5E”

4.2.1.5 字符符号

当用个别字符定义测量单位、说明数据字段类型和语句类型等内容时，应依照表 3 中的字符符号对这些字符进行解释。

表 3 字符符号表

符号	含义
A	状态符号；是；数据有效；告警标志清除；自动；ASCII
a	代表字母字符变量，即 A 到 Z 或 a 到 z
B	巴（压力，1000Mb=1 标准大气压=100kPa）
C	摄氏（度）
c	有效字符；时钟
D	（弧）度
d	目的标识
E	误差；东
F	英浔（水深单位，1 英浔=6 英尺=1.828766m）
f	英尺（1 英尺等于 0.30479m）
G	大圆
g	语句组
H	高度（大地高）；罗盘航向；平面；赫兹
h	高程；小时；16 进制数
I	英寸（1 英寸等于 0.0254m）
J	完成输入操作
K	千米；千米/小时
L	左；本地
l	纬度
M	米；米/秒；手动
m	分钟；消息
N	海里；节；北；北向
n	数字；地址
P	专用（只当跟在\$之后时）；位置传感器；百分比；帕斯卡（压力）
Q	询问
R	右；参照；Rev/min（RPM）
r	相对时间
S	南；轴；英里
s	秒；六位二进制数
T	时差；真；轨迹；被跟踪目标
t	测试
U	航位推算估算
u	符号，如果是负号“-”（16 进制 2D）

表 3 (续)

符号	含义
V	数据无效；否；报警标志设置；手动
W	西
x	数字字符变量
Y	经度
Z	时间

4.2.2 字段

4.2.2.1 字段说明

字段是指位于两个临近的定界符之间的一串有效字符，如果这串有效字符个数为 0（即没有有效字符），则称为空字段。

4.2.2.2 地址字段

4.2.2.2.1 地址字段说明

地址字段是一条语句中的第一个字段，它跟在定界符“\$”或“!”之后，用于定义该语句的功能。定界符“\$”用于标识符合常规参数和定界字段组成规则的语句。定界符“!”用于识别符合专用压缩和非定界字段组成规则的语句。地址字段中的字符限于数字和大写字母。地址字段不能是空字段。只有带有通用地址字段、询问地址字段或专用地址字段的语句才能在接口上传输。

4.2.2.2.2 通用地址字段

通用地址字段由 5 个字符（数字和大写字母）组成。

通用地址字段前两个字母是发送设备标识符，见表 4，用于定义所传输数据的定位模式。对于能传输多种定位模式数据的语句，应给出恰当的发送设备标识符。例如一个具备 GPS 和 BDS 接收和处理能力的 GNSS 兼容接收机，传输 GPS 定位信息时应以 GP 作为发送设备标识符，传输 BDS 定位信息时应以 BD 作为发送设备标识符，传输 GPS/BDS 组合定位信息时应以 GN 作为发送设备标识符。

通用地址字段的后三个字符为通用语句标识符，见表 5，用于定义语句中其它数据的格式和类型。

表 4 发送设备标识符助记码

定位模式	发送设备标识符
北斗卫星导航系统 (BDS) 单系统定位模式	BD
伽利略系统 (Galileo) 单系统定位模式	GA
全球定位系统 (GPS) 单系统定位模式	GP
全球卫星导航系统 (GLONASS) 单系统定位模式	GL
全球卫星导航系统 (GNSS) 多系统组合定位模式	GN

表 5 通用语句标识符

语句标识符	语句内容
AAM	航路点到达报警
ALM	GPS 历书数据
BDA	BDS 历书数据
BEC	相对于航路点的航位推算方位与距离（航位推算）
BOD	出发点到目的地的方位
BWC	相对于下一个航路点的方位与距离（大圆距离）
BWR	相对于下一个航路点的方位与距离（等角航线）
BWW	航路点到航路点的方位
DHV	速度信息
DTM	参考坐标系
GAA	Galileo 历书数据
GBS	GNSS 卫星故障检测
GFA	GNSS 定位精度与完好性
GGA	GPS/GLONASS/Galileo/BDS 定位数据
GLL	地理位置—纬度/经度
GMP	GNSS 地图投影定位数据
GNS	GNSS 定位数据
GRS	GNSS 距离残差
GSA	GNSS 精度因子（DOP）与有效卫星
GST	GNSS 伪距误差统计数据
GSV	可视的 GNSS 卫星
MLA	GLONASS 历书数据
MSK	MSK 接收机接口
RMB	推荐的最少导航信息
RMC	推荐的最少专用 GNSS 数据
RTE	航路
TLL	跟踪目标的经纬度
TXT	文本传送
VTG	对地航线和地速
WCV	指向航路点的速度
WNC	航路点到航路点的距离
WPL	航路点位置
XTE	交叉航迹误差（测量值）
ZDA	时间与日期

表 5（续）

语句标识符	语句内容
ZFO	UTC 时间及离开起始航路点的经历的时间
ZTG	UTC 时间及到达目标航路点的待航时间

4.2.2.2.3 询问地址字段

询问地址字段由 5 个字符组成，用于向认定的发送设备请求发送特定的语句。

前两个字符为询问装置的发送设备标识符，接着两个字符为被询问装置的发送设备标识符，最后一个字符为询问字符“Q”。

4.2.2.2.4 专用地址字段

专用地址字段由专用字符“P”、制造商助记码（三个字符）、以及可选附加字符组成。其中制造商助记码用来标识发出一个专用语句的发送设备。

4.2.2.3 数据字段

4.2.2.3.1 数据字段说明

语句中的数据字段跟在定界符“，”之后，由有效字符以及编码定界符“^”组成。数据字段的格式见表 6、表 7、表 8。专用语句中的数据字段只包含有效字符和定界符“，”与编码定界符“^”。

由于存在可变长度字段和空字段，只有通过观察字段定界符“，”才能确定特定数据字段在一条语句中的位置。因而应通过对定界符的计数来确定字段位置，而不应通过对接收字符总个数的计数来确定字段位置。

4.2.2.3.2 可变长度的字段

有些数据字段有固定的长度，但许多数据字段的长度是可变的，以按照各装置的能力或要求来传递信息和提供不同精度的数据。可变长度字段可以是字母数字字段也可以是数字字段。可变长度的数字字段可包含一个小数点，开头和结尾可以有一个或多个“0”。

4.2.2.3.3 数据字段的类型

数据字段可以是字母型、数字型、字母数字型，其长度可以是可变长度、固定长度、固定 / 可变长度（其中一部分的长度固定，另一部分的长度可变）。有些字段是常量，其值由专门的语句规定。可使用的数据字段类型见表 6、表 7、表 8。

表6 专用格式字段

字段类型	符号	定义
语句状态标志	a	任何命令语句都必需包含该字段。该字段用于区分命令语句的内容是意图改变设置的命令，还是仅为状态信息。该字段不能为空字段。该字段的值为“R”表示语句的内容为当前设置的状态报告，例如对询问的应答语句或自动产生的语句。该字段的值为“C”表示语句的内容为改变设置的配置命令。若该字段的值不为“C”，则语句不是命令。若命令语句不能被询问，正如语句定义的状态，该字段的值总为“C”。当语句为命令时（该字段的值为“C”），若其数据字段为空，则不改变设置。当语句为状态报告时（该字段的值为“R”），若其配置数据字段为空，则数据字段不被配置。
状态	A	单字符字段： “A”=是，数据有效，报警标志清除； “V”=否，数据无效，报警标志设置。
纬度	lll.l	固定/可变长度字段： 度分.小数——固定的 2 位数字表示度，固定的 2 位数字表示分，表示分的十进制小数部分位数可变。为保持固定长度，当度/分值为个位数时，应在度和分前面加 0。根据精度要求，小数点和分的十进制小数部分是可选的。
经度	yyyy.yy	固定/可变长度字段： 度分.小数——固定的 3 位数字表示度，固定的 2 位数字表示分，表示分的十进制小数部分位数可变。为保持固定长度，当度/分值为个位数时，应在度和分前面加 0。根据精度要求，小数点和分的十进制小数部分是可选的。
时间	hhmmss.ss	固定/可变长度字段： 时分秒.小数——固定的 2 位表示小时的数字，固定的 2 位表示分钟的数字，固定的 2 位表示秒的数字，表示秒的十进制小数部分位数可变。为保持固定长度，当时/分/秒值为个位数时，应在时、分和秒前面加 0。根据精度要求，小数点和秒的十进制小数部分是可选的。
确定的字段	—	有些字段规定用于预定义的常数，即最常用的是字符。用一个或多个有效字符表示确定的字段。以下是可用字符表中没有列出而在本标准中用于表示字段类型的字符：“A”，“a”，“c”，“hh”，“hhmmss.ss”“lll.l”，“x”，“yyyy.yy”。

表7 数字值字段

字段类型	符号	定义
可变的数字	x.x	变长度或浮点数字字段。可选的前置 0 或后置 0。根据精度要求，小数点和分的十进制小数部分是可选的。（例如：73.10、73.1、073.1 在数值上相同）
固定的数字字段	xx__	长度固定的数字字符字段。
固定的十六进制字段	hh__	长度固定的十六进制数，最高有效位（MSB）在左边。
可变的十六进制字段	h-h	长度可变的十六进制数，最高有效位（MSB）在左边。
<p>注1：下划线“_”表示空格串，空格只用在可变的文本字段中。</p> <p>注2：如果数值为负，字段的首字符就是负号“-”（十六进制数2D）。使用时，将固定长度字段的长度规定值增加1。如果数值是正值，符号省略。</p> <p>注3：除非为专用的单位，否则测量字段的单位采用表3中的恰当字符。</p> <p>注4：固定长度字段定义给出字符的实际数目。例如，在一条语句定义中，一个固定长度为5个十六进制字符的字段表示为定界符之间的 hhhhh。</p>		

表 8 信息字段

字段类型	符号	定义
固定的字母字段	aa__	长度固定的大写或小写的字母字符字段。
可变的文本字段	c--c	变长度的有效字符字段。
固定的文本字段	cc__	长度固定的有效字符字段。
固定的六位字段	ss__	长度固定的六位编码字符。字段转换见表 11、图 2 和图 3。
可变的六位字段	s--s	长度可变的六位编码字符。字段转换见表 11、图 2 和图 3。
<p>注1：下划线“_”表示空格串，空格只用在可变的文本字段中。</p> <p>注2：如果数值为负，字段的首字符就是负号“-”（十六进制数2D）。使用时，将固定长度字段的长度规定值增加1。如果数值是正值，符号省略。</p> <p>注3：除非为专用的单位，否则测量字段的单位采用表3中的恰当字符。</p> <p>注4：固定长度字段定义给出字符的实际数目。例如，在一条语句定义中，一个固定长度为5个十六进制字符的字段表示为定界符之间的hhhhh。</p>		

4.2.2.3.4 空字段

空字段指长度为零的字段，不传递任何字符。当数据不可靠或不可得时，应该使用空字段。

例如，如果航向信息不可得，那么传递数据“000”就会产生误解。因为用户无法区分数据“000”是表示没有数据还是表示一个合理的航向“000”，而使用空字段则能够清楚地表明没有传送任何航向数据。

按照空字段出现在语句中的位置，带有定界符的空字段有“,”和“;*”两种形式。

不应将 ASCII 的 NULL 字符（HEX 00）作为空字段。

4.2.2.3.5 校验和字段

所有的语句中都应包含校验和字段。校验和字段是语句中的最后一个字段，在校验和定界符“*”之后。

校验和是对语句中所有字符的 8 位（不包括起始和结束位）进行异或运算，所有字符是指在定界符“\$”或“!”与“*”之间，但不包括这些定界符的全部字符，包括“,”和“^”在内。发送时将 8 位校验和的 16 进制值的高 4 位和低 4 位转换成两个 ASCII 字符（0~9，A~F），最高有效位首先发送。

示例：\$GPGLL,5057.970,N,00146.110,E,142451,A*27<CR><LF>

其中字符“27”就是对 GPGLL,5057.970,N,00146.110,E,142451,A 进行异或计算得到的校验和 0x27 转换成的对应 ASCII 码：“2”，“7”。

4.2.2.3.6 顺序信息标识符字段

顺序信息标识符字段是用于标识由两个或多个语句组成的多语句信息的关键字段。这个字段只用于同一语句格式，不能用于不同的多个语句格式。每产生一个具有相同语句格式的新的多语句信息时该字段增加，当字段值超过了预定义的最大值后置 0。该字段的最大值、长度和格式由其应用语句定义。顺序信息标识符字段是支持多语句信息能力的三个关键字段之一，参见 4.2.3.9 对多语句信息的规定。

4.2.3 语句

4.2.3.1 语句说明

一条语句最多包含 82 个字符，由起始定界符“\$”或“!”、终止符<CR><LF>及它们之间的字符（最多为 79 个）组成。

语句以起始定界符“\$”或“!”开始，以终止符<CR><LF>结束。在一条语句中，字段数至少为 1。第一个字段应该是地址字段，其中包含发送设备标识符和语句格式符，该格式符规定语句中数据字段的个数、所含数据的类型，以及数据段的传送顺序。语句的其余部分可包含零个或多个数据段。

一条语句中包含的字段数受语句最大长度（82 个字符）的限制。在语句中可以出现空字段，如果某字段的数据不可靠或不可得，应用空字段表示。

本标准对某些语句还进行了进一步的限制，如定义某些字段为固定长度、仅为数字式或文本式、要求其为非空、要以某一频度发送等等，参见 4.4 通用语句格式。

4.2.3.2 有效语句

通用语句（包括参数语句和封装语句）、命令语句、询问语句和专用语句是有效语句。其它任何形式的语句都不是有效语句，不能在接口上进行传输。

4.2.3.3 通用语句

通用语句是为一般用途而设计的。

按照出现的顺序，一条通用语句包含下列要素：

- a) “\$”或“!”—— HEX 24 或 HEX 21，语句的开始；
- b) <地址字段> —— 发送设备标识符和语句格式符；
- c) [“;”<数据字段>]
.....
[“;”<数据字段>] —— 零个或多个数据字段；
- d) “*”<校验和字段> —— 校验和字段；
- e) <CR><LF> —— HEX 0D 0A（语句结束）。

4.2.3.4 参数语句

参数语句以定界符“\$”（HEX 24）开始，带有定界符和特定的数据段，语句的使用规则为：

- a) 以定界符“\$”开始；
- b) 只能使用通用语句的标识符（见表 5），不能使用特殊用途的封装语句中的格式符；
- c) 只能使用有效字符（见表 1、表 2）；
- d) 只能使用有效字段类型（见表 6、表 7、表 8）；
- e) 数据字段（参数）分别定界；
- f) 不允许有未定界的封装数据字段。

参数语句结构如下，具体说明见表 9。

\$aacc,c—c*hh<CR><LF>

表 9 参数语句的结构说明

ASCII	16 进制	说明
“\$”	24	语句开始。
aacc	—	地址字段。用于标识发送设备类型和语句格式符的字母数字字符。前两个字符用来标识发送设备。后三个字符是语句格式符助记码，用来标识后续字段的数据类型和字符串格式。
“,”	2C	字段定界符。除地址字段与校验和字段之外，是其它各字段的起始。如果它后面跟着一个空字段，就表示字段内没有数据。
c—c	—	数据语句块。跟在地址字段后面，是一串数据字段，其中包含所有要发送的数据。数据字段顺序是固定的，由地址字段中的“语句格式符”来标识。数据字段可以是可变长度的。
“*”	2A	校验和定界符。跟在语句的最后一个数据字段后面。它表明后面的两个字母数字字符为校验和的十六进制值。
hh	—	校验和字段。它是对语句中所有字符的 8 位（不包括起始和结束位）执行异或运算的结果，所有字符是指在定界符“\$”或“!”与“*”之间（但不包括这些定界符）的全部字符，其中包括“,”和“^”在内。发送时将 16 进制的高 4 位和低 4 位转换成两个 ASCII 字符（0~9, A~F）。最高有效位首先发送。
<CR><LF>	0D 0A	语句结束。

4.2.3.5 封装语句

封装语句以定界符“!”（HEX 21）开始，用于未知内容或更高速率的信息传递。封装语句结构的基本规则为：

- a) 语句以定界符“!”开始；
- b) 只能使用通用语句的标识符（见表 5），不能使用常规参数语句的格式符；
- c) 只能使用有效字符（见表 1、2）；
- d) 只能使用有效字段类型（见表 6、7、8）；
- e) 只能使用 6 位二进制编码产生封装数据字段（参见 4.3.3）；
- f) 语句必须包含以定界符“,”分隔的一个封装数据字段和任意数量的参数数据字段。这些字段应位于语句的第二到最后一个数据字段（不计校验和字段）；
- g) 语句应包含语句总数字段；
- h) 语句应包含语句号字段；
- i) 语句应包含顺序信息标识符字段；
- j) 紧跟在封装语句字段之后应为补位字段。补位字段应为语句的最后一个数据字段（不计校验和字段）。

封装语句只在必要时才可使用，比如需要传输的数据参数未知，或需要的信息速率比 115200bps 的波特率更高等情况。通过封装大量数据，开销字符（如“,”字段定界符）数量将减少，从而得到更高的数据传输效率。

封装语句结构为： $!aacc,x^1,x^2,x^3,c--c,x^4*hh<CR><LF>$ ，具体说明见表 10。

表 10 封装语句的结构说明

ASCII	16 进制	说明
“!”	21	语句开始。
aacc	—	地址字段。用于标识发送设备类型和语句格式符的字母数字字符。前两个字符用来标识发送设备。后三个字符是语句格式符助记码，用来标识后续字段的数据类型和字符串格式。
“,”	2C	字段定界符。除地址字段与校验和字段之外，是其它各字段的起始。如果它后面跟着一个空字段，就表示字段内没有数据。
x ¹	—	语句总数字段。被封装的信息常需要多条语句传送，该字段表示了所需封装语句的总数。该字段长度固定或可变。
x ²	—	语句号字段。被封装的信息常需要多条语句传送，该字段定义语句的序号(语句号)。该字段长度可变或固定。
x ³	—	顺序信息的标识符字段。该字段用于区分使用相同语句格式符的不同封装信息。若新产生的封装信息与过去封装信息语句格式符相同，该字段的值增加，直到超过定义的最大值时复位到 0。该字段长度可变或固定。
c--c	—	数据语句块。跟在顺序信息的标识符字段后面，是一串数据字段，由一个或多个参数数据字段和一个封装数据字段组成。数据字段顺序是固定的，由地址字段中的语句格式符来标识。各数据字段可以是可变长度的，且前导是一个定界符“,”。封装数据字段应位于语句中的第二到最后一个数据字段。
x ⁴	—	补位字段。该字段表示了为完成最后 6 位二进制编码字符需要补充的二进制位个数。封装要求二进制位的个数为 6 的倍数，否则多余的 1 至 5 个二进制位需要被补充到 6。当没有需要补充的二进制位时，该字段的值为 0。该字段应为语句中的最后一个数据字段，且不能为空字段。
“*”	2A	校验和定界符。跟在语句的最后一个数据字段后面。它表明后面的两个字母数字字符为校验和的十六进制值。
hh	—	校验和字段。它是对语句中所有字符的 8 位（不包括起始和结束位）执行异或（XOR）运算，所有字符是指在定界符“\$”或“!”与“*”之间（但不包括这些定界符）的全部字符，其中包括“,”和“^”在内。发送时将 16 进制的高 4 位和低 4 位转换成两个 ASCII 字符（0~9, A~F）。最高有效位首先发送。
<CR><LF>	0D 0A	语句结束。

4.2.3.6 询问语句

接收机被询问时，应使用询问语句。询问语句使用语句定界符“\$”。

询问语句按所示的顺序包含下列要素：

- a) “\$”—— HEX 24（语句开始）；
- b) <aa>—— 请求者的发送设备标识符；
- c) <aa>—— 被请求发出数据的发送设备标识符；
- d) “Q”—— 标识询问地址的字符；
- e) “,”—— 数据字段定界符；
- f) <ccc>—— 被请求数据的通用语句标识符（见表 5）；

- g) “*” <校验和字段> —— 校验和字段;
- h) <CR><LF> —— HEX 0D 0A(语句结束)。

询问语句结构如下:

```
$aaaaQ,ccc,*hh<CR><LF>
```

示例:

```
$CCGPQ,GGA,*hh<CR><LF>
```

该语句中,设备“CC”(计算机)向设备“GP”(GPS单元)发起询问,被询问的语句为GGA, hh表示校验和(参见4.2.2.3.5 对校验和字段的说明)。

发送设备用相应的通用语句对询问语句作应答。对询问语句的应答不是强制性的,除非在语句定义或其他适用的设备标准中规定,询问和应答之间没有指定的时延要求。

4.2.3.7 专用语句

专用语句用于制造商传输专用数据。

专用语句按顺序包括下列要素:

- a) “\$” 或 “!”—— HEX 24 或 HEX 21(语句开始);
- b) “P” —— HEX 50(专用语句标识符);
- c) <aaa> —— 制造商助记码;
- d) [<valid characters>, “^”, “,”] —— 制造商的专用数据;
- e) “*” <校验和字段> —— 校验和字段;
- f) <CR><LF> —— HEX 0D 0A(语句结束)。

示例:

```
$PGRME,15.0,M,45.0,M,25.0,M*22
```

该语句中,“GRM”为制造商助记码,其后为制造商专用数据,22为校验和。

专用语句应包括校验和且符合语句长度限制。制造商数据字段只包含有效字符,但可以包括用于定界或用作制造商数据的“^”和“,”。专用数据字段的其它要求由厂家自定。

4.2.3.8 命令语句

命令语句用来改变设备的配置和操作,也可以作为询问语句的应答来报告设备当前的状态信息。命令语句的结构应为满足4.2.3.1 语句说明的任意多字段语句,为了避免在理解命令语句的内容时产生误解,在命令语句中应该包含一个“语句状态标志”字段,见表6。一个命令语句的示例可参见4.4.22。

4.2.3.9 多语句信息

当一条数据信息超出了单条语句的可用字符容量限制时,可使用多语句信息进行数据传输。多语句信息中的所有语句应使用相同的语句格式符。多语句信息应始终包含支持多语句信息能力的关键字段。这些必要的字段是:语句的总个数、语句号数以及顺序信息的标识符字段。只有语句定义包含了这些字段才可以形成信息。多语句信息的一个示例参见4.1.13GGA语句的注1、4.4.28 TXT语句。

接收设备必须检验并确定多语句是相邻连续的。当一条多语句信息被其它语句中断，使原信息不完整时，接收设备应予放弃整条信息，等待重新传输。

如果多语句信息中任一条语句出现错误，接收设备应放弃整条信息，等待接收下一次传输的信息。

4.2.3.10 语句传送定时

语句的发送频度（两条语句的发送时间间隔）应符合通用语句的定义，参见 4.2.3.3。除非另有规定，该速率应与基本的测量或计算周期相一致。

语句应以最小字符间距传送，宜接近连续脉冲，完整传送一条语句的时间不应大于 1 秒。

4.2.4 错误检测和处理

接收设备应只使用与本标准相符的正确语句，并且能够检测数据传输中的差错，包括：

- a) 校验和错误；
- b) 无效字符；
- c) 不正确的字段长度，如发送设备标识符、语句格式符和数据字段；
- d) 语句传输超时（语句传送时间大于 1 秒）。

4.2.5 通用语句的增补

为了进行语句的扩展，可在最后字段的后面，校验和定界符“*”与校验和字段之前，增加新数据字段来修改现有的语句。接收设备应该通过识别<CR><LF>和“*”确定语句的结束，而不是通过对字段定界符的计数。无论接收设备是否能够识别所有字段，均应该依据在“\$”或“!”与“*”之间所接收到的全部中间字符（不包括“\$”或“!”）计算校验和的值。

4.3 数据内容

4.3.1 字符内容

对预留字符、有效字符、字符符号、发送设备标识符内容的定义参见4.2.1。

4.3.2 字段内容

专用格式字段、数字值字段、信息字段的数据内容参见4.2.2。

4.3.3 6 位二进制字段转换

可用数学方法或查表法（表 11），将 6 位二进制字段转换为 8 位有效字符字段，所用的算法如图 2 所示。可用图 3 所示的算法把 8 位有效字符转换成 6 位二进制字段。

表 11 6 位二进制字符转换表

有效字符	6 位二进制字符	有效字符	6 位二进制字符
0	000000	P	100000
1	000001	Q	100001
2	000010	R	100010
3	000011	S	100011
4	000100	T	100100
5	000101	U	100101
6	000110	V	100110
7	000111	W	100111
8	001000	‘	101000
9	001001	a	101001
:	001010	b	101010
;	001011	c	101011
<	001100	d	101100
=	001101	e	101101
>	001110	f	101110
?	001111	g	101111
@	010000	h	110000
A	010001	i	110001
B	010010	j	110010
C	010011	k	110011
D	010100	l	110100
E	010101	m	110101
F	010110	n	110110
G	010111	o	110111
H	011000	p	111000
I	011001	q	111001
J	011010	r	111010
K	011011	s	111011
L	011100	t	111100
M	011101	u	111101
N	011110	v	111110
O	011111	w	111111

注：有效字符见表 2；不使用有效字符的两个高位。6 位二进制字符，最高有效位在左边。

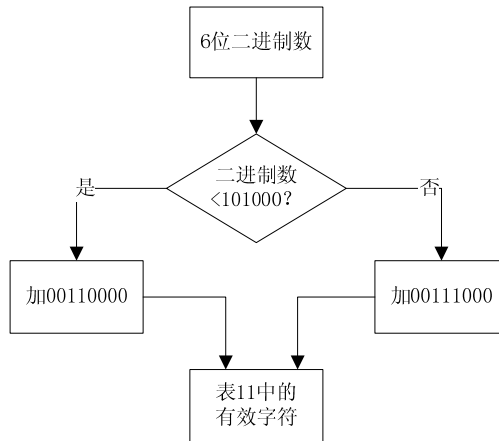


图 2 将 6 位二进制数转换为有效字符

示例 1:

000001 小于 101000，因而加上 00110000，

$000001 + 00110000 = 00110001 = 31H = 1$ 。

000010 小于 101000，因而加上 00110000，

$000010 + 00110000 = 00110010 = 32H = 2$ 。

111010 不小于 101000，因而加上 00111000，

$111010 + 00111000 = 01110010 = 72H = r$ 。

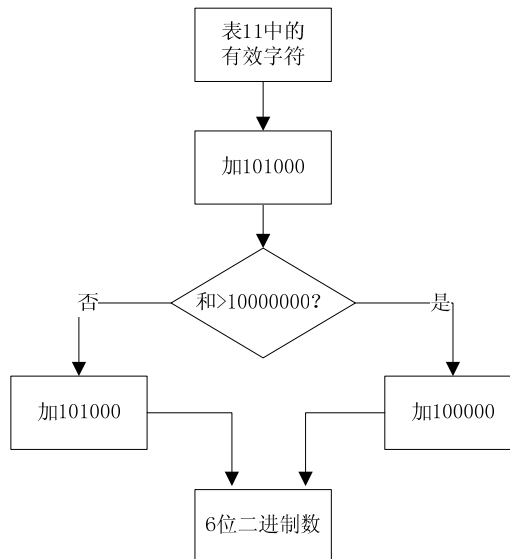


图 3 将有效字符转换为 6 位二进制数

示例 2:

有效字符“1” (00110001):

$00110001 + 101000 = 01011001$ ，该值不大于 10000000。

因而，为 01011001 加上 101000，得 10000001，取右边六位，000001 就是表示“1”的 6 位二进制数。

有效字符“2” (00110010):

$00110010 + 101000 = 01011010$ ，不大于 10000000。

因而，为 01011010 加上 101000，得 10000010，取右边六位，000010 就是表示“2”的 6 位二进制数。

有效字符“r” (01110010):

$01110010 + 101000 = 10011010$ ，大于 10000000。

因而，为 10011010 加上 100000，得 10111010，取右边六位，111010 就是表示“r”的 6 位二进制数。

4.4 通用语句格式

4.4.1 AAM—航路点到达报警

本语句为到达航路点 c--c 的状态（进入到达圈，或通过航线的垂线），语句说明见图 4。

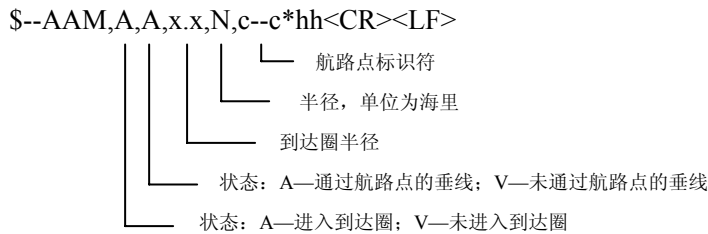


图 4 AAM 数据语句说明

4.4.2 ALM—GPS 历书数据

本语句包含了 GPS 星期计数、卫星健康状态和一颗卫星的完整历书数据。可以传送多条语句，GPS 星座中的每颗卫星传送一条，语句说明见图 5。



注1：可变长度整数，最多4个数字（0~9999）。该字段是扩展的GPS星期计数值，是历书基准时间参数（toa）的参照基准。0星期指1980年1月6日星期开始时间。扩展的星期计数值由GPS接收机对卫星数据译码获得从0星期开始已过去的星期数。每19.6年10位二进制的GPS星期计数器归0时，扩展的星期数不应被重置为0。

扩展的GPS星期计数值在历书数据解调时由接收机确定，利用位于电文第25页，第五子帧，第三个字的17-24比特的8比特历书参考周参数，由GPS接收机扩展后，得到完整的扩展星期计数。需注意历书参考时间与扩展星期计数需要出自同一历书数据集，以避免读取历书参考周后发生了历书的上载，导致所用历书数据集的不一致。

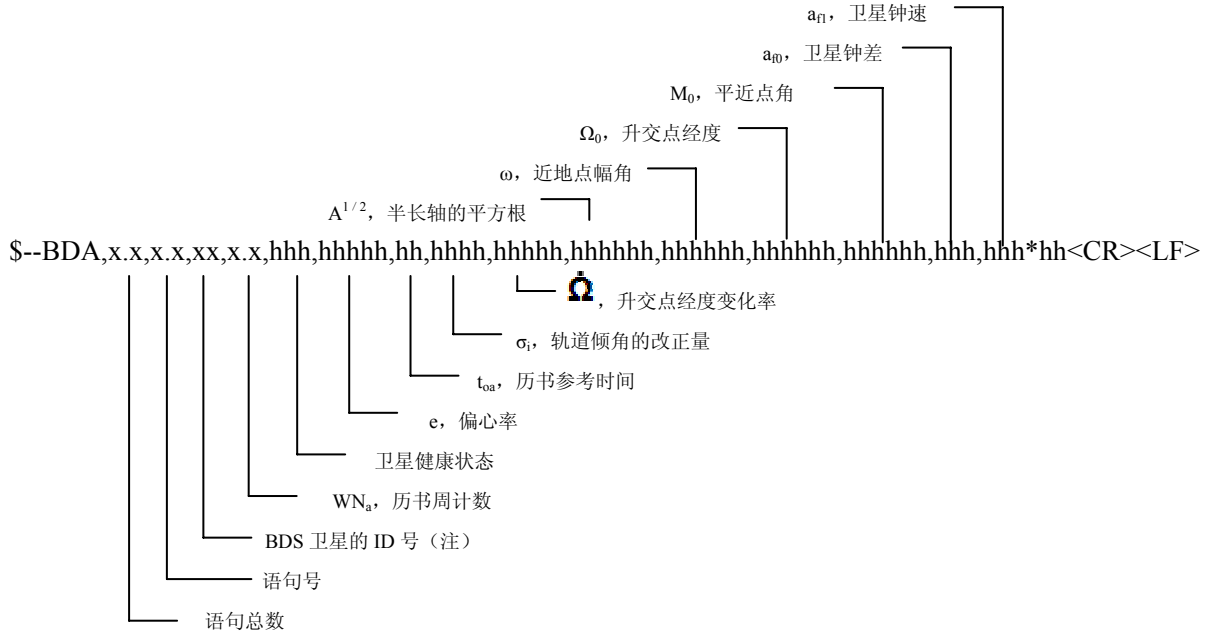
注2：参见IS-GPS-200E第20.3.3.5.1.3条表20-VII与表20-VIII。

注3：参见IS-GPS-200E表20-VI关于比例系数与单位的部分。

图 5 ALM—GPS 历书数据语句说明

4.4.3 BDA—BDS 历书数据

本语句包含了一颗 BDS 卫星的完整历书数据。所有数据的传送根据 BDS 接口控制文件进行。可以传送多条语句，每条语句对应 BDS 星座中的一颗卫星，语句说明见图 6。

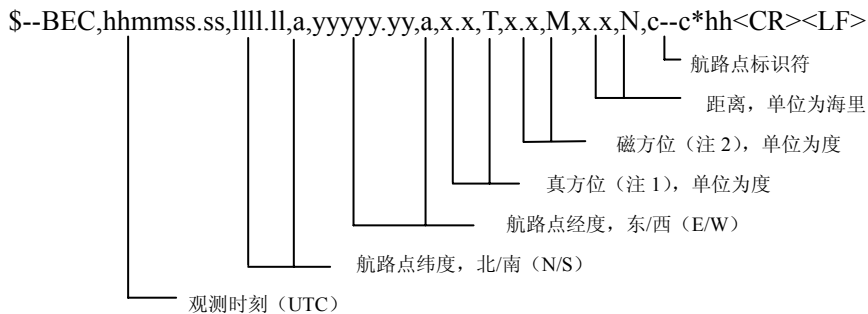


注：BDS 卫星 ID 号规定参见北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号（2.0 版）。

图 6 BDA—BDS 历书数据语句说明

4.4.4 BEC—相对于航路点的航位推算方位与距离（航位推算）

本语句包含从推算得到当前的位置到规定航路点的距离和方位，语句说明见图 7。



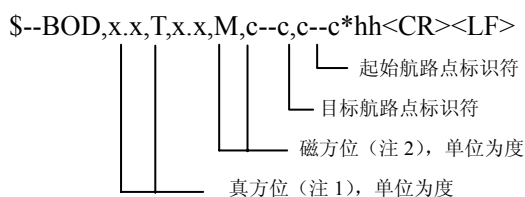
注1：真方位指航路相对于真北方向（某点指向北极的方向线）的方位角。

注2：磁方位指航路相对于磁北方向（某点指向磁北极的方向线）的方位角。

图 7 BEC 语句说明

BOD—出发点到目的地的方位

本语句包含在起始航路点计算出的从该点到目标航路点连线的方位角导航段，数据语句见图 8。



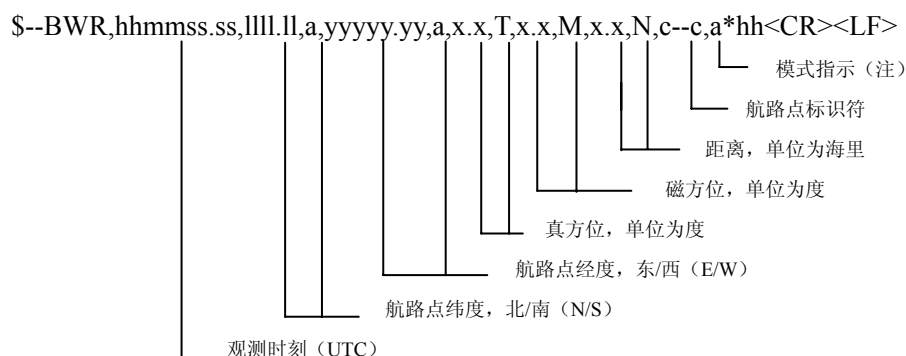
注1：真方位指航路相对于真北方向（某点指向北极的方向线）的方位角。

注2：磁方位指航路相对于磁北方向（某点指向磁北极的方向线）的方位角。

图 8 BOD 语句说明

4.4.5 BWC—相对于航路点的方位与距离（大圆航线）/BWR—相对于航路点的方位与距离（等角航线）

此处两条语句均为观测时刻的位置到某特定航路点的距离与方位，以及该航路点的位置。BWC 数据是沿着大圆航线计算出来的，BWR 数据是沿着当前位置的等角航线计算出来的，数据语句见图 9。



注：系统模式指示字段（不应该为空字段）：

- A—自主模式；
- D—差分模式；
- E—估算（航位推算）模式；
- M—手动输入模式；
- S—模拟器模式；
- N—数据无效。

图 9 BWC/BWR 语句说明

4.4.6 BWW—航路点到航路点的方位

本语句为航路上任意两个航路点，起始航路点与目的地航路点连线的方位角。并以起始航路点为原点计算方位，语句说明见图 10。

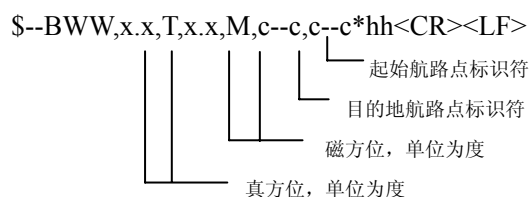
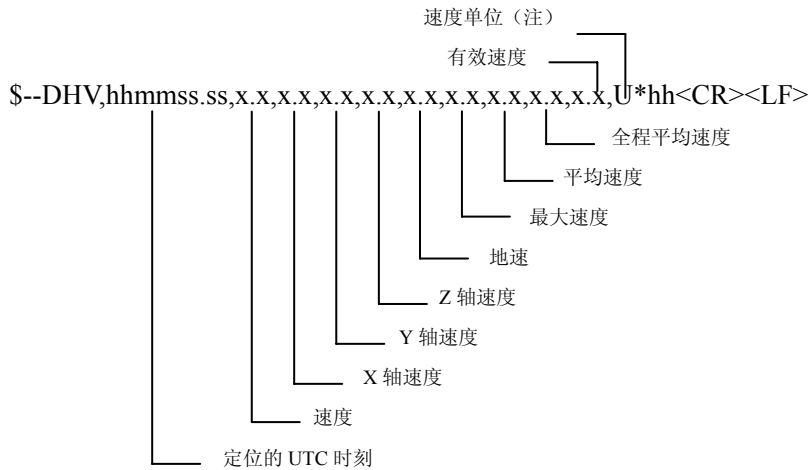


图 10 BWW 语句说明

4.4.7 DHV—速度信息

本语句提供在 ECEF 坐标系下的速度类导航信息数据。语句说明见图 11。



警示说明:

本语句的定位UTC时刻、速度、X轴速度、Y轴速度、Z轴速度五个字段必须输出，其余字段允许为空域。

速度信息的参考系默认为WGS84，若使用了WGS84之外的IMO推荐的参考坐标系，须在本语句之前传送DTM语句，规定速度信息的参考坐标系。

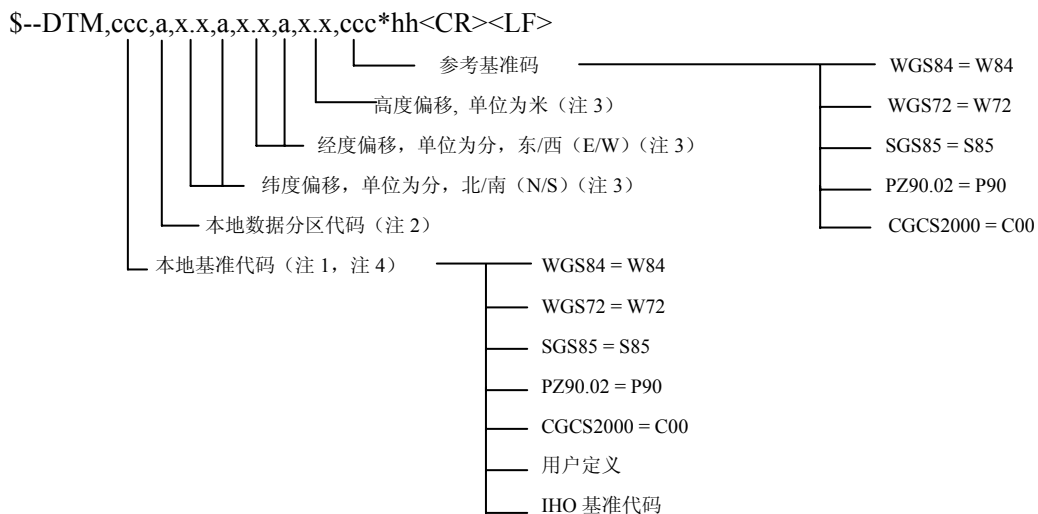
注：速度单位:

- K—千米/小时;
- M—米/秒。

图 11 DHV 语句说明

4.4.8 DTM—参考坐标系

本语句提供了本地大地测量基准和该基准相对于参考基准的偏移。本语句用于定义后续语句中输出的定位位置和地理位置所用到的测量基准。本语句同时也定义了参考基准，并提供了本地大地测量基准相对于参考基准的经度、纬度和高度的偏移。语句说明见图 12。



警示说明:

如果使用了WGS84之外的IMO推荐的参考坐标系，DTM语句应在每个定位语句之前实时传送（例如 GLL, BWC, WPL, DHV）。对于所有参考坐标系，DTM语句应当在参考系更换之前，以不大于30秒的周期发送。

- 注1: 本地基准的三位字符代码。如果此处的代码并非图12列出的几个地心基准之一或标识用户定义基准的999，应使用国际海道测量组织出版物S-60附录B、C（International Hydrographic Organization Publication S-60 Appendices B and C.）中的IHO基准码。如果基准未知，此处应为三个空字符。
- 注2: 此处为可用情况的单字符的分区基准代码，或用户定义基准下的用户定义参考符号，否则为空域。分区符号参见国际海道测量组织出版物S-60附录B、C（IHO Publication S-60 Appendices B and C.）。
- 注3: 经度、纬度偏移应为正数，高度偏移可能为负数。偏移量随位置改变；本地基准下的位置为参考基准下的位置在如下方向上的偏移量： $P_{local\ datum} = P_{ref\ datum} + offset$ 。
- 注4: 用户应注意，当使用基于IHO S60参数的图表转换的表格数据时，可能导致严重的定位错误。

图 12 DTM 语句说明

4.4.9 GAA—Galileo 历书数据

本语句包含了一颗 Galileo 卫星的完整历书数据。所有数据的传送根据 Galileo 接口控制文件进行。可以传送多条语句，每条语句对应 Galileo 星座中的一颗卫星，语句说明见图 13，详细说明参见 GAL OS SIS ICD, Draft 1 第 5.1.10 条表 75。



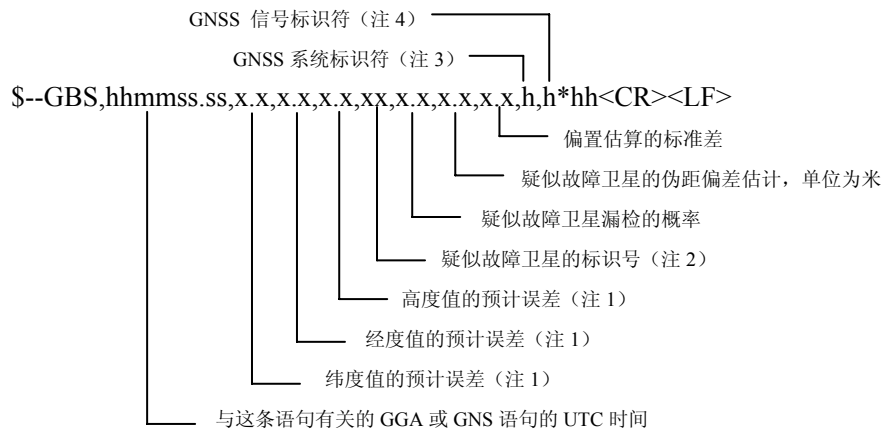
图 13 GAA—Galileo 历书数据语句说明

4.4.10 GBS—GNSS 卫星故障检测

本语句用于支持接收机自主完好性监测（RAIM）。GNSS 接收机跟踪足够多卫星时，可以对位置解算的定位质量做出完好性检查，并利用本语句向其它系统报告 RAIM 信息。利用 GNSS 接收机的 RAIM 功能，可以隔离有故障的卫星（即在位置和速度计算中不使用有故障的卫星），且能够跟踪该卫星并判断其何时恢复到容差范围内。为了执行完好性监测，GNSS 接收机应能跟踪至少 6 颗卫星。

如果只使用 GPS、GLONASS、Galileo、BDS 中某一系统来取得位置解算报告（发送设备的标识符为 GP、GL、GA 或 BD），误差只与这个系统有关。如果使用了多个系统的卫星来取得位置解算报告，

发送设备标识符用 GN，误差与组合解算有关。语句说明见图 14。



注1: 因偏差引起的误差预计值 (米), 不含随机噪声。

注2: 卫星标识号。为了避免多系统共用时卫星标识号重复造成的混淆, 采用如下的规定, 细则参见附录A表A.1。

- a) GPS卫星的卫星标识符为PRN编号, 从1至32。GPS SBAS卫星的卫星标识号33至64, SBAS系统PRN编号为120-158, 故NMEA SBAS 卫星标识号到SBAS PRN编号的偏移量为87, 即PRN编号为120的SBAS卫星的标识号为120-87=33。
- b) GLONASS卫星标识号为65至96。目前GLONASS星座有24颗在轨卫星, 使用标识号65至88。当GLONASS继续发射在轨卫星, 则使用89至96的标志号。
- c) 为了适应未来的新导航系统, 添加了GNSS系统标识符字段, 由系统标识符和卫星标识号共同确定使用的卫星, 从而不必为新系统定义新的语句。系统标识符和卫星标识号的具体说明参见附录A表A.1。目前, 上述对GPS和GLOASS的编号仍继续使用, GNSS系统标识符字段同时需要指示相应的系统。
- d) 当发送设备标识符为GN时, 仅能使用GNSS系统标识符来确定SVID的含义。GNSS系统标识符的值为3或以上时, SVID指代的卫星编号, 如附录A表A.1所示。GNSS系统ID不应为空。

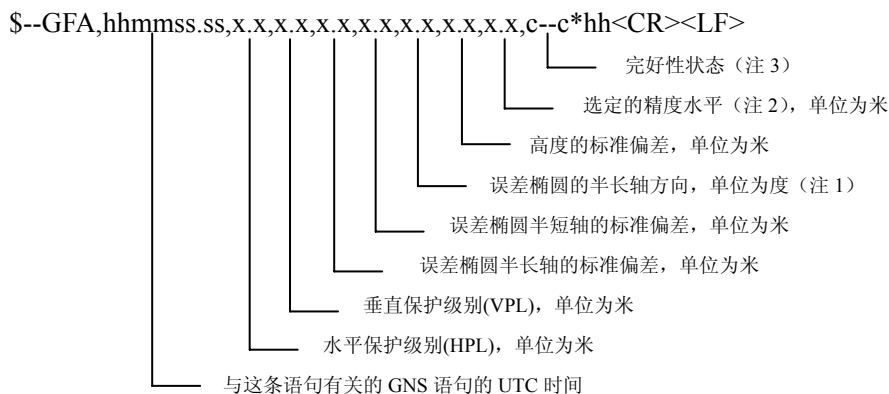
注3: 系统标识符指示了GNSS系统, 如附录A所示。注意表A.1中合法标号的系统都应保持可用。

注4: GNSS信号标识号指示了GNSS信号, 见附录A。

图 14 GBS 语句说明

4.4.11 GFA—GNSS 定位精度与完好性

本语句用于将定位解算相关的数据质量核查结果报告给其他系统或系统用户。若单一星座 (GPS, GLONASS, Galileo, BDS等) 用于定位解算, 发送设备标识符为GP, GL, GA, BD等, 数据仅与该系统相关。若多个系统的卫星同时用于定位解算, 发送设备标识符为GN, 数据与联合解算相关。本语句提供了定位质量的数据, 应与GNS语句共同使用。语句说明见图15。



注1: 与真北方向所成的角度

注2: 选定的精度水平与相应的完好性要求(告警限、完好性风险限制,连续性,警报时间)应与IMO Res A.915(22)(经修订的未来全球卫星导航系统(GNSS)的海事政策和 72要求)一致

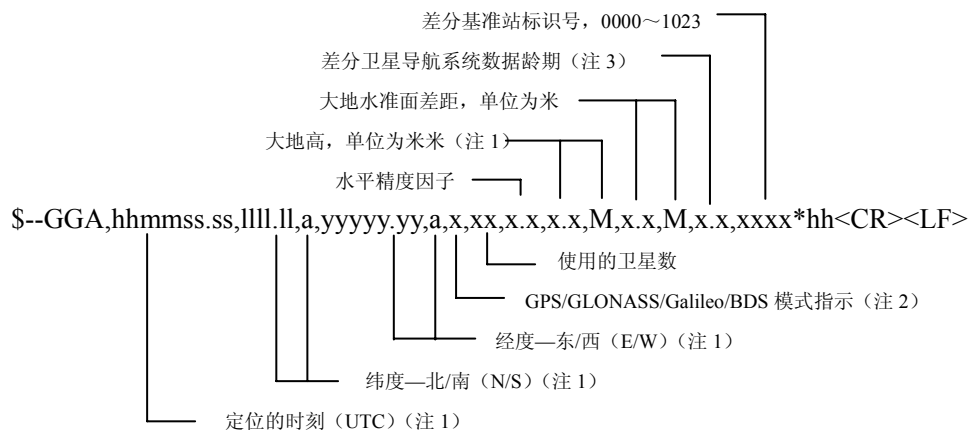
注3: 完好性状态为变长的符号字段,用于标识多种完好性来源的状态,完好性来源目前包括如下三种定义:RAIM(第一个字符),SBAS(第二个字符),伽利略完好性(GIC)。该字段不应为空。上述字符的取值应如下之一:

- V: 未使用
- S: 安全(完好性可用,且水平保护级别(HPL)低于水平告警限(HAL))
- C: 告警(完好性不可用)
- U: 不安全(完好性可用,但水平保护级别(HPL)高于水平告警限(HAL))

图 15 GFA 语句说明

4.4.12 GGA—GPS/GLONASS/Galileo/BDS 定位数据

本语句包含使用单一卫星导航系统 GPS/GLONASS/Galileo/BDS 的测时、定位相关数据。用发送设备标识符 GP 表示使用 GPS 系统,用 GL 表示使用 GLONASS 系统,用 GA 表示使用 Galileo 系统,用 BD 表示使用 BDS 系统等等。这条语句不应当使用 GN 标识符。语句说明见图 16。



注1: 若定位的时刻(UTC)、纬度、经度和大地高字段的小数部分位数过多使GGA语句字符总数超过最大字符数82,可发送多条具有相同时间标签的GGA语句。每条语句字符总数不超过82,仅携带部分信息,即仅有部分字段有数据,其余字段为空字段。多条语句组合得到完整信息。

示例 1: 使用北斗定位结果的 GGA 语句为:

```
$BDGGA,132345.00,4000.0893,N,11619.8143,E,1,08,1.3,82.52,M,-23.2,M,,0001*51<CR><LF>
```

示例 2: GPS 接收机需要发送的 GGA 语句为:

```
$GPGGA,024438.00,3903.3582,N,11621.3978,E,01,07,10.3,11000.05,M,-15.40,M,1.1,1023*63<CR><LF>
```

上述 GGA 语句总字符数超过 82 个字符,无法发出,可用下列两条 GGA 语句代替。下列每条 GGA 语句总字符数都不超过 82 个字符。

```
$GPGGA,024438.00,3903.3582,N,11621.3978,E,01,07,,,,,*49<CR><LF>
```

```
$GPGGA,024438.00,,,,,01,07,10.3,11000.05,M,-15.40,M,1.1,1023*5D<CR><LF>
```

注 2: 使用 GPS/GLONASS/Galileo/BDS 系统时,分别指示 GPS/GLONASS/Galileo/BDS 的模式:

GPS模式:

- 0—定位不可用或无效;
- 1—GPS SPS 模式,定位有效;
- 2—差分 GPS SPS 模式,定位有效;

- 3—GPS PPS 模式，定位有效；
- 4—RTK 固定解。
- 5—RTK 浮点解，系统处于 RTK 模式中，整周模糊度是浮动的；
- 6—估算模式（航位推算）；
- 7—手动输入模式；
- 8—模拟器模式。

GLONASS模式：

- 0—定位不可用或无效；
- 1—GLONASS SPS 模式，定位有效；
- 2—差分 GLONASS SPS 模式，定位有效；
- 3—GLONASS PPS 模式，定位有效；
- 4—RTK 固定解。
- 5—RTK 浮点解，系统处于 RTK 模式中，整周模糊度是浮动的；
- 6—估算模式（航位推算）；
- 7—手动输入模式；
- 8—模拟器模式。

Galileo 模式：

- 0—定位不可用或无效；
- 1—Galileo OS 模式，定位有效；
- 2—差分 Galileo 模式，定位有效；
- 3—Galileo PRS 模式，定位有效；
- 4—RTK 固定解。
- 5—RTK 浮点解，系统处于 RTK 模式中，整周模糊度是浮动的；
- 6—估算模式（航位推算）；
- 7—手动输入模式；
- 8—模拟器模式；
- 9—Galileo SoL 模式，定位有效；
- a—Galileo CS 模式，定位有效。

BDS模式：

- 0—定位不可用或无效；
- 1—BDS 公开服务模式（OS），定位有效；
- 2—差分 BDS 模式，定位有效；
- 3—BDS 授权服务模式，定位有效；
- 4—RTK 固定解。
- 5—RTK 浮点解，系统处于 RTK 模式中，整周模糊度是浮动的；
- 6—估算模式（航位推算）；
- 7—手动输入模式；
- 8—模拟器模式。

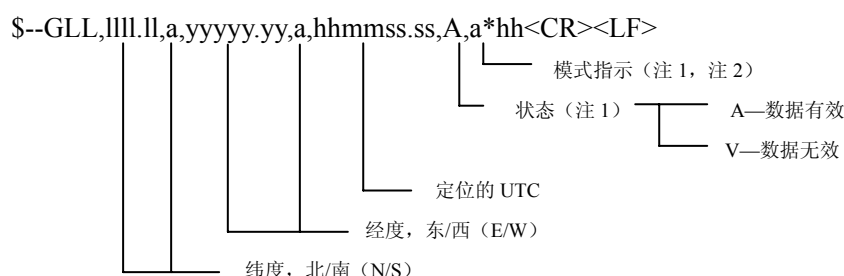
GPS/GLONASS/Galileo/BDS 模式指示字段不应该是空字段。

注3：使用GPS系统时，该字段为RTCM SC104电文类型1或9更新后的时间（单位为秒），非DGPS模式超过300s时为空字段。使用GLONASS系统时，该字段为RTCM SC104类型31或34更新后的时间（单位为秒），当不使用差分GLONASS超过300s时为空字段。使用Galileo或BDS系统时，Galileo和BDS的相关标准尚未制定，该字段预留以备将来使用，目前为空字段。

图 16 GGA 语句说明

4.4.13 GLL—地理位置—纬度/经度

载体的纬度与经度、定位时间与状态。语句说明见图 17。



注1: 定位系统模式指示字段作为定位系统状态字段的补充, 除A和D以外对所有指示模式, 其状态字段应该设置成V—无效。定位系统模式指示和状态字段都不应该是空字段。

注2: 定位系统模式指示:

- A—自主模式;
- D—差分模式;
- E—估算 (航位推算) 模式;
- M—手动输入模式;
- S—模拟器模式;
- N—数据无效。

图 17 GLL 语句说明

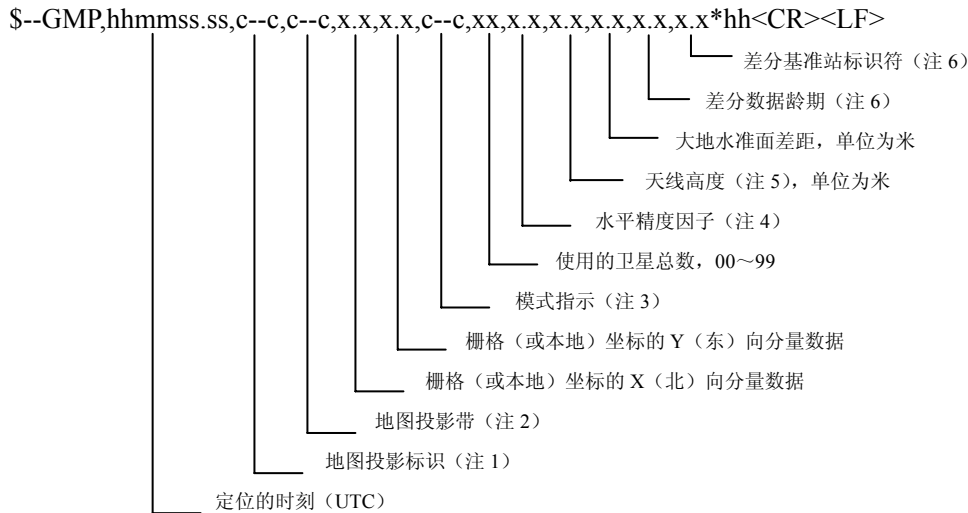
4.4.14 GMP—GNSS 地图投影定位数据

用于单一或组合式卫星导航系统 (GNSS) 的定位数据, 在栅格 (或本地) 坐标中, 以给定的地图投影方式表示。语句说明见图 18。

本语句提供了 GPS、GLONASS、Galileo、BDS 等卫星系统以及这些系统的综合的定位数据。可以与发送设备标识符 GP (表示 GPS)、GL (表示 GLONASS)、GA (表示 Galileo)、BD (表示 BDS)、GN (表示 GNSS 综合系统) 一起使用。对于某些应用, 有些字段可以是空字段。

当 GNSS 接收机既能用综合式卫星系统, 又能使用单一的卫星系统得出位置数据时, 可分别使用 \$GPGMP、\$GLGMP、\$GAGMP 或 \$BDGMP 语句, 以报告从单一卫星系统 GPS、GLONASS、Galileo 或 BDS 计算出的数据。

如果将 GNSS 接收机设置成使用一个以上的卫星系统, 当有一个或多个系统不可用时, 它可用 \$GNGMP 继续报告位置, 并用模式指示字段显示正在使用的卫星系统。



注1：地图投影标识。变长度有效字符字段，由3个字符组成：UTM—通用横向麦卡托投影，LOC—本地坐标系，GKP—高斯-克吕格投影。

注2：地图投影带。可变长度的有效字符字段，其中包含了地图投影区。对于UTM的地图投影标识典型的地图区字段，可以含有M20。

注3：模式指示。可变长度的有效字符字段，前四个字符已定义。第一个字符表示使用GPS卫星，第二个字符表示使用GLONASS卫星，第三个字符表示使用Galileo卫星，第四个字符表示使用BDS卫星。如果在标准中加入了其它卫星系统，模式指示将扩展到更多个字符，新的卫星系统应该始终加在右边，这样模式指示字段中的字符顺序是：GPS、GLONASS、Galileo、BDS、未来其它的卫星系统。这些字符应该取下列值之一：

- N—无定位，卫星系统没有用于定位，或定位无效；
- A—自主式，卫星系统处于非差分定位模式；
- D—差分，卫星系统处于差分定位模式；
- P—精密，卫星系统处于精密定位模式，精密定位模式的定义是在定位计算中，没有故意降级（如选择可用性），并且使用更高分辨率的码（如P码）进行定位解算；
- R—RTK 固定解；
- F—RTK 浮点解，系统处于RTK模式中，整周模糊度是浮动的；
- E—估算（航位推算）模式；
- M—手动输入模式；
- S—模拟器模式。

模式指示不应该是空字段。

注4：是利用所有卫星（GPS、GLONASS、Galileo、BDS以及未来的任何卫星）计算出来的水平精度因子，这些卫星用于计算每条GMP语句中报告的解算值。

注5：天线高度。对于UTM地图投影，基准面是平均海平面；对LOC地图投影，基准面是局部坐标基准面。

注6：差分数据龄期与差分台站标识符：

- a) 当发送设备是GN，而且用于差分模式的卫星系统不止一个时，则“差分数据龄期”和“差分基准站标识符”字段应为空字段。在这种情况下，应在以下一些采用发送设备标识符GP、GL、GA、BD等的GMP语句中提供“差分数据龄期”和“差分基准站标识符”字段。下面的这些GMP语句应该取地图投影标识、测绘区，X坐标、Y坐标、高度、大地水准面差距、模式及水平精度因子等字段为空字段。这表明该字段是用于支持前一条有相同时间标签的\$GNGMP语句。在后面的语句中可使用“卫星数”字段来表示该卫星系统中被使用的卫星数。

示例1：一部只使用GPS差分修正值的GNSS接收机发出下列GMP语句。

\$GNGMP,122310.2,UTM,M20,12345.56,65543.21,DAAA,14,0.9,1005.543,6.5,5.2,23*75<CR><LF>

示例2：一部使用GPS差分修正值和GLONASS差分修正值的GNSS接收机，可能将下列三条GMP语句作为

\$GNGNS,122310.22,,,,,DAAA,14,0.9,1005.543247,6.5,5.2,1023*74<CR><LF>

注2: 模式指示, 是一个变长度的有效字符字段, 前四个字符已定义。第一个字符表示使用GPS卫星, 第二个字符表示使用GLONASS卫星, 第三个字符表示使用GAILEO卫星, 第四个字符表示使用BDS卫星。如果在标准中加入了其它卫星系统, 模式指示将扩展到更多个字符, 新的卫星系统应该始终加在右边, 这样模式指示字段中的字符顺序是: GPS、GLONASS、Galileo、BDS、未来其它的卫星系统。这些字符应该取下列值之一:

N—无定位, 卫星系统没有用于位置定位, 或定位无效;

A—自主式, 卫星系统处于非差分定位模式;

D—伪距差分, 卫星系统处于伪距差分定位模式;

P—精密, 卫星系统处于精密定位模式。精密定位模式的定义是: 在定位计算中, 没有故意降级(如选择可用性), 并且使用精密定位服务的伪码(如P(Y)码)进行定位解算;

R—RTK 固定解;

F—RTK 浮点解, 系统处于 RTK 模式中, 整周模糊度是浮动的;

E—估算(航位推算)模式;

M—手动输入模式。

模式指示字段不应该是空字段。

注3: 是利用所有卫星(GPS、GLONASS、Galileo、BDS以及未来的任何卫星)计算出来的水平精度因子, 这些卫星用于计算每条GMP语句中报告的解算值。

注4: 差分数据龄期与差分基准站标识符:

- 当发送设备为GN, 而且有一种以上的卫星系统用于差分模式时, “差分数据龄期”与“差分基准站标识符”字段应该为空字段。在这种情况下, “差分数据龄期”和“差分基准台标识符”字段应该在后面的发送设备标识符为GP、GL、GA、BD等的GNS语句中提供。后面这些GNS语句应该将纬度(北/南)、经度(东/西)、高度、大地水准面差距、模式及HDOP字段等设置为空字段。这就对接收设备表明, 该字段是支持前一条有相同时间标签的\$GNGNS语句。在后面这些语句中, 可以用“卫星数”字段来表示该卫星系统中已用的卫星数。

示例1: 一部只使用GPS差分修正值的GNSS接收机发送下列GNS语句。

\$GNGNS,122310.2,3722.425671,N,12258.856215,W,DAAA,14,0.9,1005.543,6.5,5.2,23*59<CR><LF>

示例2: 一部同时使用GPS和GLONASS差分修正值的GNSS接收机, 发送下列一组共三条GNS语句:

\$GNGNS,122310.2,3722.425671,N,12258.856215,W,DDAA,14,0.9,1005.543,6.5,,*74<CR><LF>

\$GPGNS,122310.2,,,,,7,,,,,5.2,23*4D<CR><LF>

\$GLGNS,122310.2,,,,,7,,,,,3.0,23*55<CR><LF>

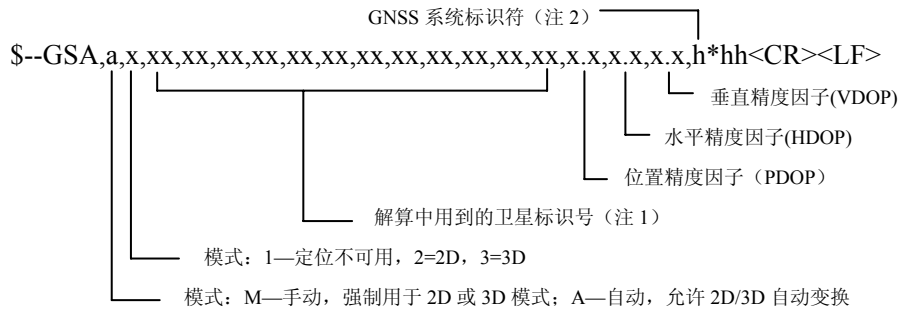
对于不同的卫星系统, 其差分基准台的标识符可以相同或不同。

- GPS差分数据龄期是目前使用的最新的差分修正值的平均数据龄期。当只使用RTCM SC104类型1修正值时, 数据龄期是最近一次类型1修正值的数据龄期。当只使用RTCM SC104类型9修正值, 或与类型1组合使用时, 数据龄期是所用卫星的最新修正值的平均数据龄期。当不使用差分GPS时为空字段。
- GLONASS差分数据龄期是正在使用的最新差分修正值的平均数据龄期。当只使用RTCM SC104类型31修正值时, 数据龄期是最新的31修正值的数据龄期。当只使用RTCM SC104类型34修正值, 或与类型31组合使用时, 数据龄期是用卫星的最新修正值的平均数据龄期。当不使用差分GLONASS时为空字段。
- Galileo和BDS的差分数据龄期与差分基准站标识符目前尚未有相关标准, 保留以备将来使用, 目前为空字段。

图 19 GNS 语句说明

4.4.16 GRS—GNSS 距离残差

本语句用于支持接收机自主完好性监测(RAIM)。语句说明见图20。如果只使用GPS、GLONASS、Galileo、BDS中某一系统来取得位置解算报告, 发送设备标识符为GP、GL、GA或BD, 距离残差只



注1: 卫星标识号。为了避免多系统共用时卫星标识号重复造成的混淆, 采用如下的规定, 细则参见附录A表A.1。

- a) GPS卫星的卫星标识号为PRN编号, 从1至32。GPS SBAS卫星的卫星标识号33至64, SBAS系统PRN编号为120-158, 故NMEA SBAS 卫星标识号到SBAS PRN编号的偏移量为87, 即PRN编号为120的SBAS卫星的标识号为120-87=33。
- b) GLONASS卫星标识号为65至96。目前GLONASS星座有24颗在轨卫星, 使用标识号65至88。当GLONASS继续发射在轨卫星, 则使用89至96的标志号。
- c) 为了适应未来的新导航系统, 添加了GNSS系统标识符字段, 由系统标识符和卫星标识号共同确定使用的卫星, 从而不必为新系统定义新的语句。系统标识符和卫星标识号的具体说明参见附录A表A.1。目前, 上述对GPS和GLOASS的编号仍继续使用, GNSS系统标识符字段同时需要指示相应的系统。
- d) 当发送设备标识符为GN时, 仅能使用GNSS系统标识符来确定SVID的含义。GNSS系统标识符的值为3或以上时, SVID指代卫星编号, 如附录A表A.1所示。GNSS系统ID不应为空。

注2: GNSS系统标识符指示了GNSS系统, 见附录A。

图 21 GSA 语句说明

4.4.18 GST—GNSS 伪距误差统计数据

本语句用于支持接收机自主完好性监测 (RAIM)。为了给出位置解质量的统计度量, 可以将伪距测量误差统计值转化为位置误差统计值。语句说明见图 22。

如果只使用 GPS、GLONASS、Galileo、BDS 中某一系统来取得位置解算报告, 发送设备标识符为 GP、GL、GA 或 BD, 而且误差数据只与单个系统有关。如果用多个系统的卫星来获得位置解算, 那么发送设备标识符就是 GN, 而且误差与组合系统的解算相关联。

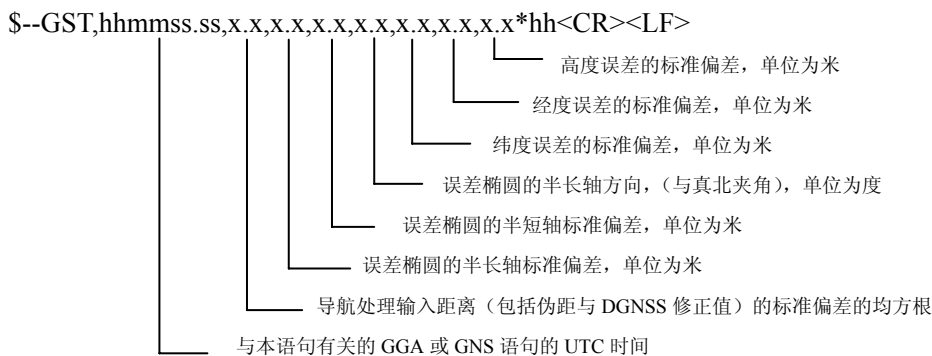
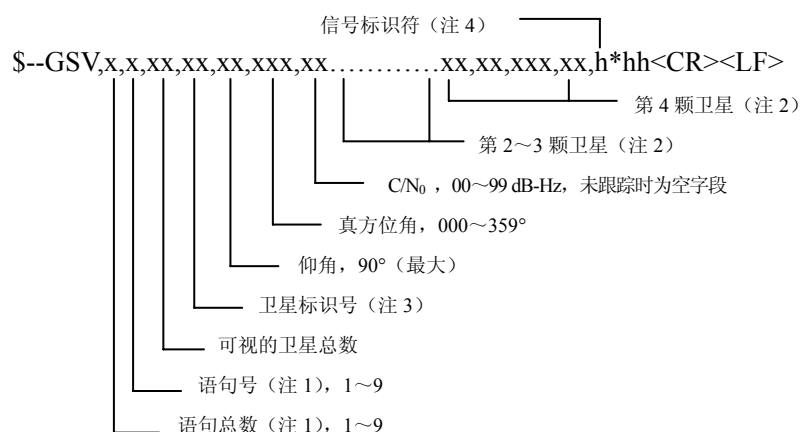


图 22 GST 语句说明

4.4.19 GSV—可视的 GNSS 卫星

本语句包含可视的卫星数、卫星标识号、仰角、方位角、载噪比。每次传送最多为 4 颗卫星，传送的语句总数和传送的语句号在前两个字段中显示。语句说明见图 23。

如果可以看到多个系统的 Galileo 卫星，分别使用 GSV 语句，用发送设备标识符 GP 表示看到的 GPS 卫星，用 GL 表示看到的 GLONASS 卫星，用 GA 表示看到的 Galileo 卫星，用 BD 表示看到的 BDS 卫星等等。GN 标识符不应当与这条语句一起使用。



注1: 在传送一条完整的信息时，卫星信息可用多条语句传送，所有的语句都含有相同的字段格式。第一个字段规定语句的总数，最小值为1。第二个字段规定语句的顺序号（语句号），最小值为1。当后续语句的数据相对于第一条语句没有变化时，为提高效率，建议在后续语句中使用空字段。

注2: 在每条语句中，允许“卫星标识符—仰角—方位角—SNR”参数组数量是可变的，最多为4组。当发送的组数少于4个时，不必对未使用的参数组使用空字段。

注3: 卫星标识号。为了避免多系统共用时卫星标识号重复造成的混淆，采用如下的规定，细则参见附录A表A.1。

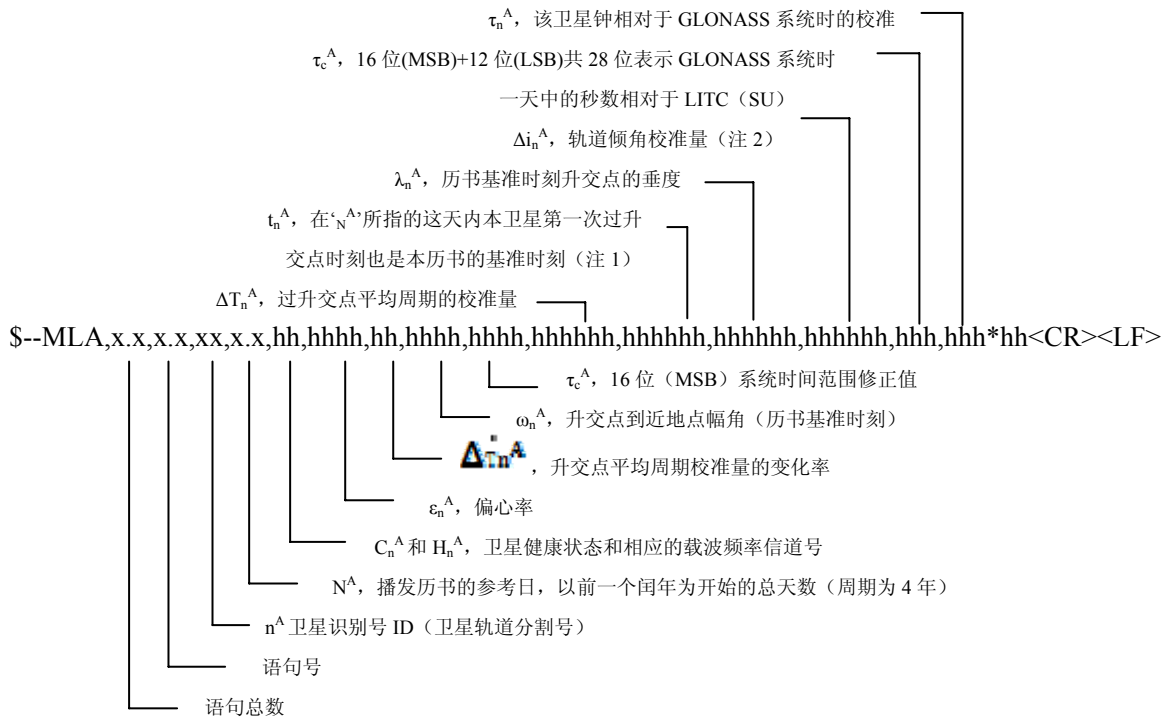
- GPS卫星的卫星标识符为PRN编号，从1至32。GPS SBAS卫星的卫星标识号33至64，SBAS系统PRN编号为120-158，故NMEA SBAS 卫星标识号到SBAS PRN编号的偏移量为87，即PRN编号为120的SBAS卫星的标识号为120-87=33。
- GLONASS卫星标识号为65至96。目前GLONASS星座有24颗在轨卫星，使用标识号65至88。当GLONASS继续发射在轨卫星，则使用89至96的标志号。
- 为了适应未来的新导航系统，添加了GNSS系统标识符字段，由系统标识符和卫星标识号共同确定使用的卫星，从而不必为新系统定义新的语句。系统标识符和卫星标识号的具体说明参见附录A表A.1。目前，上述对GPS和GLOASS的编号仍继续使用，GNSS系统标识符字段同时需要指示相应的系统。
- 当发送设备标识符为GN时，仅能使用GNSS系统标识符来确定SVID的含义。GNSS系统标识符的值为3或以上时，SVID指代的卫星如附录A表A.1所示。GNSS系统ID不应为空。

注4: GNSS信号标识号指示了GNSS信号，见附录A，该字段不能为空。

图 23 GSV 语句说明

4.4.20 MLA—GLONASS 历书数据

本语句表示了一颗 GLONASS 卫星完整的历书数据。所有数据的传送根据 GLONASS 接口控制文件 Edition 5.1 2008 进行。可传送多条语句，每条语句对应 GLONASS 星座中的一颗卫星。语句说明见图 24。

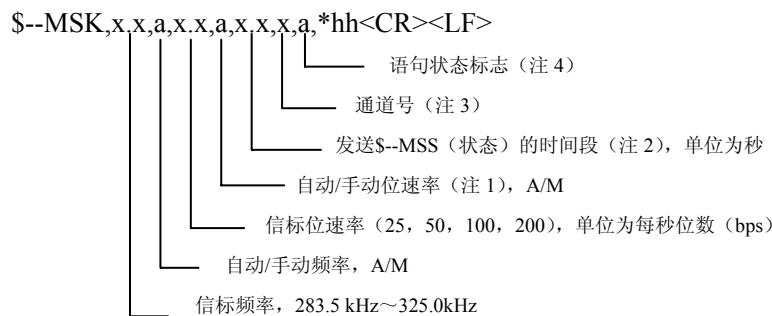


注1: 过升交点平均周期 T_n^A 等于43200s,在GLONASS卫星广播给的用户的历史书数据中不给出,只给出修正量以及修正量的变化率。
 注2: 轨道倾角 i_n^A 的平均周期值(基值)等于63。

图 24 MLA 语句说明

4.4.21 MSK—MSK 接收机接口

本语句是给无线电信标 MSK 接收机(信标接收机)发出的指令语句,或由 MSK 接收机针对一条询问语句的应答。语句说明见图 25。



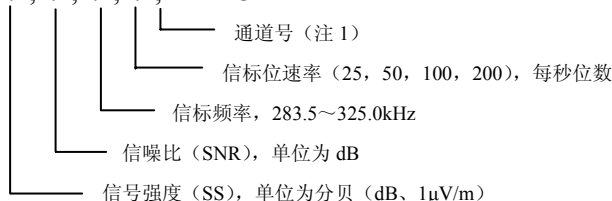
注1: 如果规定为自动,忽略前一字段的值。
 注2: 不发送状态数据时,该字段为空。
 注3: 对于单通道接收机,设置为“1”或空字段。
 注4: 该字段用于指示本语句是当前设置的状态报告或修改设置的配置命令:
 R: 该语句是当前设置的状态报告,用于对询问的应答;
 C: 该语句是用于修改设置的配置命令。该字段的值不为“C”的语句不是命令。
 该字段不应为空字段。

图 25 MSK 语句说明

4.4.22 MSS—MSK 接收机信号

本语句包含由 MSK（信标）接收机输出的信噪比、信号强度、频率和位速率。语句说明见图 26。

\$--MSS,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x*hh<CR><LF>



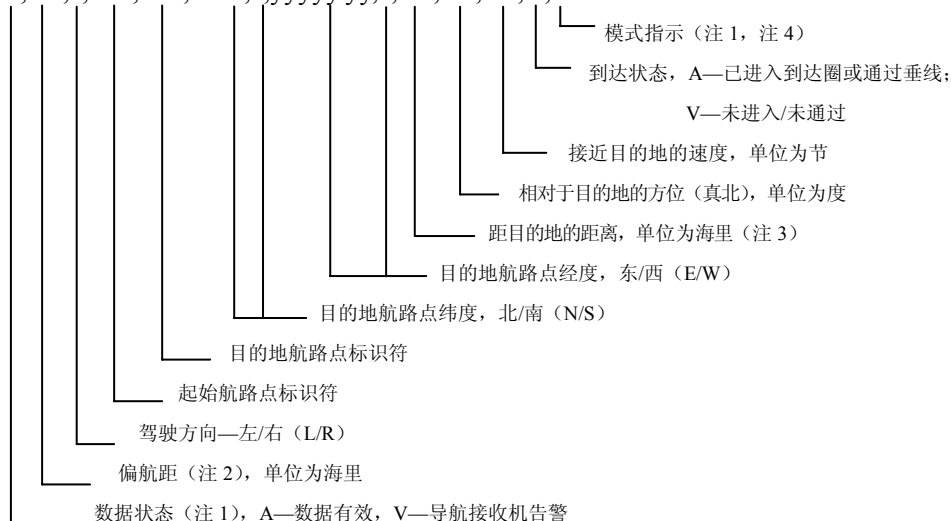
注1: 对单通道接收机设置为“1”或空字段。此外, 信标接收机应对使用标准询问请求的询问者做出响应。

图 26 MSS 语句说明

4.4.23 RMB—推荐的最少导航信息

本语句包含由 GNSS 或组合导航系统提供的, 从当前位置到目的地航路点的导航数据。当目的地有效时, 这条语句随着 RMC 语句一起发送。语句说明见图 27。

\$--RMB,A,x.x,a,c--c,c,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x.x,x.x,x.x,A,a*hh<CR><LF>



注1: 定位系统模式指示字段中, 除A (自主) 和D (差分) 之外, 对于指示的所有模式, 状态字段应被设置为V (无效)。定位系统模式指示和状态字段不应该为空字段。

注2: 如果交叉航迹误差超过9.99海里, 则显示9.99。

注3: 如果到目的地的距离超过999.9海里, 则显示999.9。

注4: 定位系统模式指示:

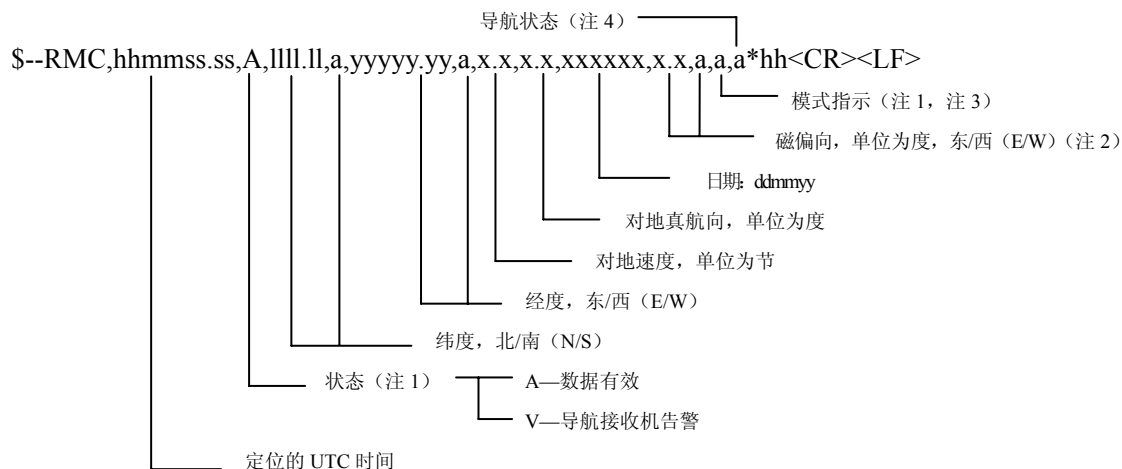
- A—自主模式;
- D—差分模式;
- E—估算 (航位推算) 模式;
- M—手动输入模式;
- S—模拟器模式;
- N—数据无效。

图 27 RMB 语句说明

4.4.24 RMC—推荐的最少专用 GNSS 数据

本语句由 GNSS 导航接收机提供的时间、日期、位置、航迹向和速度数据。本语句的传送间隔不超过 2s, 且当目的地航路点有效时, 随 RMB 语句一起发送。RMC 和 RMB 是由 GNSS 接收机提供的

最少数据。应提供所有数据字段，只有当数据暂时不可用时，才用空字段。语句说明见图 28。



注1: 定位系统模式指示中, 除A (自主) 和D (差分) 之外, 对于指示的所有模式, 状态字段应被设置为V (无效)。定位系统模式指示字段和状态字段不应该为空字段。

注2: 东向偏量 (E), 从真航向中减去。
西向偏量 (W), 与真航向相加。

注3: 定位系统模式指示:

- A—自主模式;
- D—差分模式;
- E—估算 (航位推算) 模式;
- M—手动输入模式;
- S—模拟器模式;
- N—数据无效。

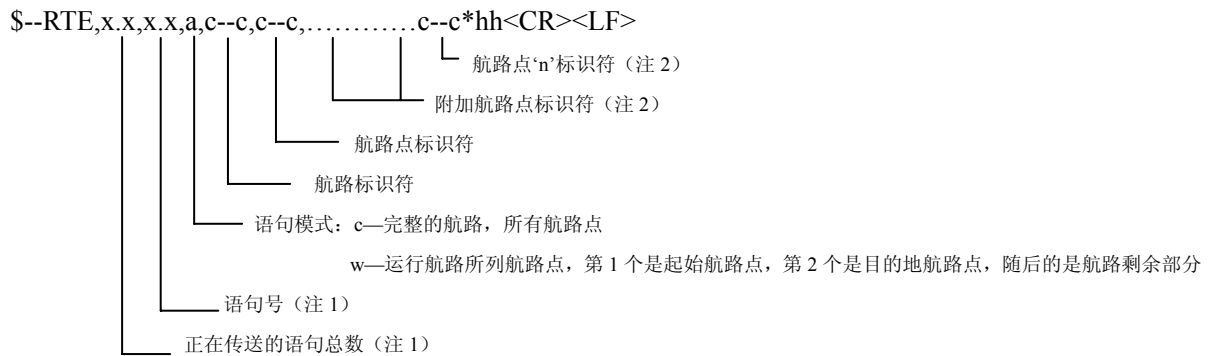
注4: 导航状态指示是根据IEC 61108 (海上导航和无线电通讯和系统-全球卫星导航系统标准)中关于“导航(或失败)警示与状态指示”的要求, 该字段不能为空, 可取值如下:

- S = Safe: 若估计定位精度(95%置信度)在所选取的与实际导航模式对应的精度水平之内, 完好性可用且满足实际导航模式的要求, 且有效位置的计算时间对传统飞机小于1s, 对高速飞机小于0.5s。
- C = Caution: 完好性不可用。
- U = Unsafe: 当估计定位精度(95%置信度)低于相应的实际导航模式选取的精度水平, 或完好性可用, 但超出了实际导航模式的要求, 或新的有效位置不能在特定时间内计算完成(传统飞行器为1s, 高速飞行器为0.5s)。
- V = 导航状态无效, 设备不能提供导航状态指示。

图 28 RMC 语句说明

4.4.25 RTE—航路

本语句用于标识航路上的航路点标识符, 按顺序排列, 起始航路点排第一。提供两种传送模式: ‘C’表示正在传送完整的航路点列表; ‘W’表示正在行驶的航路, 在该航路上, 第一个列出的航路点是已经到达的最后一个航路点 (出发), 而第二个列出的是正在前往的航路点 (到达), 随后列出的航路点则表示航路的余下部分。语句说明见图 29。



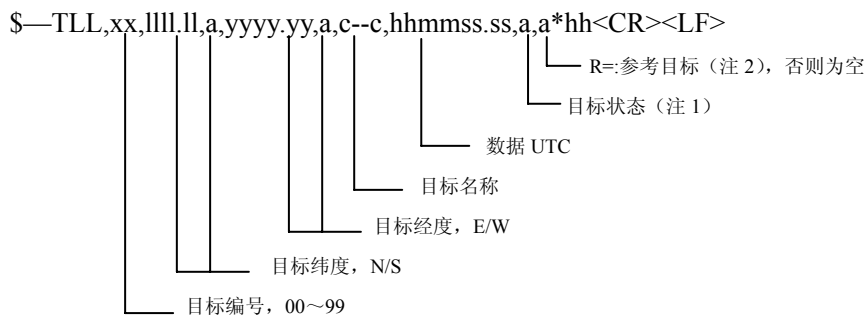
注1: 单一航路可以要求传送多条语句, 当发送一条完整的信息时, 所有被传语句含有相同的字段格式。第一个字段规定语句的总数, 最小值为1。第二个字段标识语句的顺序 (语句号), 最小值为1。当数据相对于第一条语句没有变化时, 为提高传送效率, 建议后续语句中使用空字段。

注2: 数量可变的航路点标识符, 最多有'n'个, 受允许的语句长度限制。因为没有规定航路点数量, 对航路点标识符字段不必用空字段。

图 29 RTE 语句说明

4.4.26 TLL—目标经纬度

本语句用于标识系统跟踪目标的编号、名称、位置和时间戳。语句说明见图 30。



注1: 目标状态:

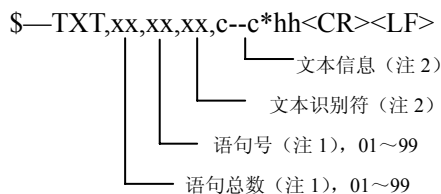
- L = 跟踪目标丢失
- Q = 目标正在被询问
- T = 跟踪中

注2: 参考目标。若跟踪目标为用于确定我方舰船位置或速度的参考目标, 则该字段置为'R', 否则置为空。

图 30 TLL 语句说明

4.4.27 TXT—文本传送

本语句用于文本信息的传送, 较长的文本信息可用多语句传送。语句说明见图 31。



注1: 当发送一条完整的信息时, 文本信息可由多语句传送, 所有的语句都包含有相同的字段格式。第一个字段规定了语句的总数, 最小值1。第二个字段标识了语句的顺序 (语句号), 最小值1。如果数据相对于第一条语句没有变化时, 为了提高效率, 建议在随后语句中使用空字段。

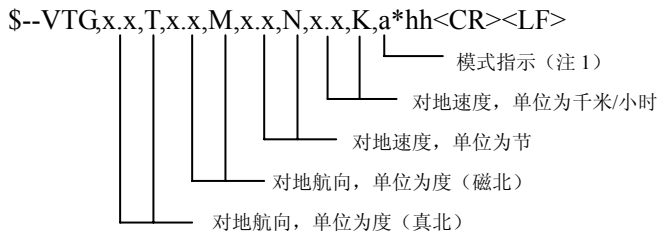
注2: 文本标识符范围是01~99, 用于标识不同的文本信息。

注3: ASCII字符, 需要时可有编码定界符, 可达到语句允许的最大长度 (即包括定界符在内最多61个字符)。

图 31 TXT 语句说明

4.4.28 VTG—对地航线和地速

本语句用于相对于地面的实际航向和速度。语句说明见图 32。



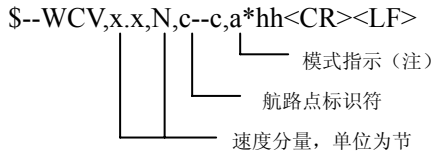
注1：定位系统模式指示（不应该为空字段）：

- A—自主模式；
- D—差分模式；
- E—估算（航位推算）模式；
- M—手动输入模式；
- S—模拟器模式；
- N—数据无效。

图 32 VTG 语句说明

4.4.29 WCV—指向航路点的速度

本语句用于表示当前位置的速度矢量在目的地航路点方向上的分量。一般称作“有效速度”。语句说明见图 33。



注：定位系统模式指示（不应该为空字段）：

- A—自主模式；
- D—差分模式；
- E—估算（航位推算）模式；
- M—手动输入模式；
- S—模拟器模式；
- N—数据无效。

图 33 WCV 语句说明

4.4.30 WNC—航路点到航路点的距离

本语句用于表示两个特定航路点之间的距离。语句说明见图 34。

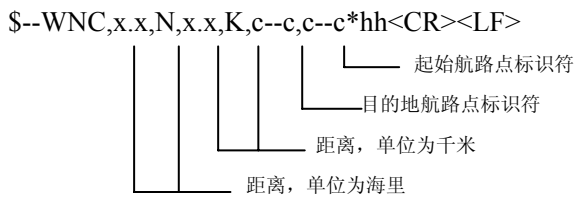


图 34 WNC 语句说明

4.4.31 WPL—航路点位置

本语句用于表示特定航路点的纬度和经度, 语句说明见图 35。

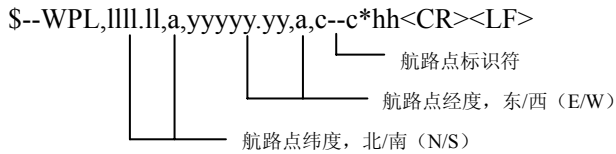
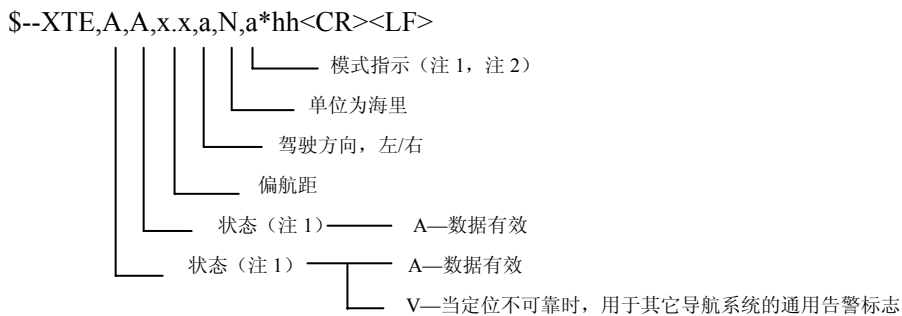


图 35 WPL 语句说明

4.4.32 XTE—偏航误差 (测量值)

本语句用于表示当前位置偏离预定航线的垂直距离, 语句说明见图 36。



注1: 定位系统模式指示字段作为定位系统状态字段的补充, 对于所有定位系统模式, 除了A (自主) 和D (差分) 之外, 状态字段应设置为V (无效)。定位系统模式指示字段和状态字段不应该为空字段。

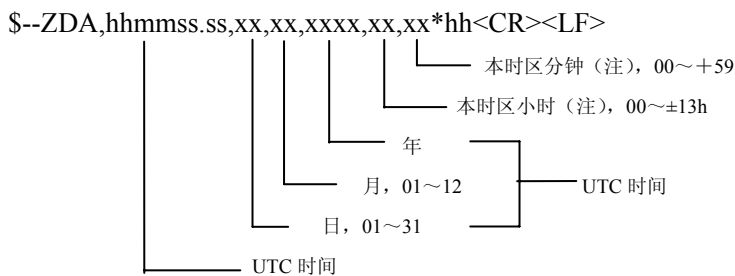
注2: 定位系统模式指示:

- A—自主模式;
- D—差分模式;
- E—估算 (航位推算) 模式;
- M—手动输入模式;
- S—模拟器模式;
- N—数据无效。

图 36 XTE 语句说明

4.4.33 ZDA—时间与日期

UTC 时间, 日、月、年及本地时区, 语句说明见图 37。



注: 本地时区 (小时加分钟, 以及表示本地区时区的符号) 加上本地时间, 得到UTC时间。通常以负值表示东经, 靠近国际日更线的地区除外。

示例: 在 Chatham 岛 (新西兰), 1995 年 6 月 10 日当地时间 1230 (中午):

\$GPZDA,234500,09,06,1995,-12,45*6C<CR><LR>

在 Cook 群岛, 1995 年 6 月 10 日当地时间 1500:

\$GPZDA,013000,11,06,1995,10,30*4A<CR><LR>

图 37 ZDA 语句说明

4.4.34 ZFO—UTC 时间及离开起始航路点经历的时间

当前 UTC 时间及离开起始航路点后经历的时间, 语句说明见图 38。

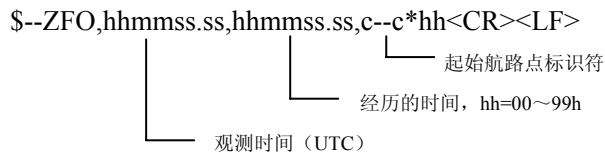


图 38 ZFO 语句说明

4.4.35 ZTG—UTC 时间及到达目标航路点的待航时间

UTC 时间及预计到达目标航路点要经过的时间, 语句说明见图 39。

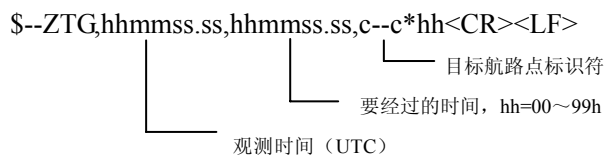


图 39 ZTG 语句说明

附录 A
(规范性附录)
GNSS 标识符

GNSS 标识符具体说明见表 A.1。

表 A.1 GNSS 标识符表

系统	系统标识符	卫星标识号	信号标识号	信号通道
GPS	1(GP)	1-99 1-32 为 GPS 33-64 为 SBAS 65-99 未定义	0	所有信号
			1	L1 C/A
			2	L1 P(Y)
			3	L1 M
			4	L2 P(Y)
			5	L2C-M
			6	L2C-L
			7	L5-I
			8	L5-Q
			9-F	保留
GLONASS	2(GL)	1-99 33-64 为 SBAS 65-99 为 GLONASS	0	所有信号
			1	G1 C/A
			2	G1 P
			3	G2 C/A
			4	GLONASS(M) G2 P
			5-F	保留
Galileo	3(GA)	1-36 保留为 Galileo 卫星 37-64 保留为 Galileo SBAS 65-99 未定义	0	所有信号
			1	E5a
			2	E5b
			3	E5a+b
			4	E6-A
			5	E6-BC
			6	L1-A
			7	L1-BC
			8-F	保留
BDS	4(BD)	1-37 为 BDS 卫星 38-99 未定义	0	所有信号
			1	B1I
			2	B1Q
			3	B2I
			4	B2Q
			5	B3I
			6	B3Q
			7-F	保留
RESERVED	5-F	—	—	—

参 考 文 献

- [1] GAL OS SIS ICD 伽利略开放服务信号空间接口控制文件
 - [2] IS-GPS-200E GPS 接口规范
 - [3] ICD L1,L2 GLONASS GLONASS 接口控制文件
 - [4] 北斗卫星导航系统 空间信号接口控制文件 公开服务信号（2.0 版）
 - [5] NMEA 0183 V4.10 美国国家海洋电子协会 0183 协议（4.10 版）
-