

星网通®GI5651

MEMS 组合导航系统

使用说明书



北京星网宇达科技股份有限公司

V1.0 2014 年 9 月

星网通®GI5651 用户使用手册

手册编码： GI-2014002

版本： Rev 1

发布日期： 20140924

本手册与产品固件版本 XW-GI5651_V1.00 相适应。

版权

本手册及其所提及的产品和相应软件均归属北京星网宇达科技股份有限公司 2014 版权所有。未经星网宇达公司书面许可,该手册及其相关的部分不得通过任何途径复制或再版。

星网宇达为北京星网宇达科技股份有限公司注册商标,手册中提及的其他产品或商标名称均归其各自公司所有。

产品保证

保修期：自出厂之日起一年。

保修范围不包括产品错误使用、意外事故、以及不正确的安装、维护和应用。未经星网宇达公司授权,擅自修理或更换外壳的产品不在本公司受理范围之内。

用户支持

欢迎随时和我们联系，我们将提供热忱、及时、周到的服务!

联系方式如下：

北京星网宇达科技股份有限公司

地 址：北京市亦庄经济技术开发区科谷二街 6 号院 1 号楼

邮 编：100176

电 话：010-87838888

信 箱：info@starneto.com

目 录

1	产品简介	1
1.1	产品组成	1
2	技术参数指标.....	2
2.1	系统主要技术参数.....	2
2.2	主机外形和安装尺寸图.....	3
3	操作说明.....	5
3.1	坐标系定义.....	5
3.2	运行操作说明.....	7
4	接口定义.....	9
4.1	点号定义.....	9
5	数据协议.....	10
5.1	数据输出协议说明.....	10
5.2	命令协议说明.....	25
附录 A 常见故障及解决方法.....		30
附录 B 数据协议校验方式说明.....		31

1 产品简介

XW-GI5651是星网宇达公司采用多传感器数据融合技术将卫星定位与惯性测量相结合，推出的一款能够提供多种导航参数的全新组合导航产品。产品在卫星定位方面采用GPS/GLONASS方案（北斗/GNSS双模方案可选），在全球卫星定位系统GNSS的基础上可选择加入我国自主研发的北斗卫星定位系统，具有全天候、全球覆盖、高精度、快速省时高效率、应用广泛等优点。与此同时，针对卫星信号易受建筑物、山林等高大物体遮挡，造成卫星失锁或多路径影响定位精度，且运动载体机动过程中不易捕获和跟踪卫星信号等不足，XW-GI5651内置MEMS陀螺和加速度计，支持外接里程计信息进行辅助，借助新一代精确标定技术和多传感器数据融合技术，大大提高了系统的可靠性、精确性和动态性，同时还可提供卫星导航所不能提供的航向、姿态等信息。

XW-GI5651内置惯性测量单元、双GNSS（BD可选）定位定向单元与里程计接口，系统支持北斗（可选）、GNSS双系统。系统组合输出系统方位角，更适用于交通测量、测绘使用；当卫星信号被遮挡后，系统进入惯导模式，凭借惯导和里程计信息，在一定的时间内仍可保持良好的测量精度。XW-GI5651的这一特性提供了比单独使用GNSS/BD（可选）或INS更精确、更可靠的解决方案。目前已成功应用于道路交通测量、驾校路考系统、航海、航空等众多领域。

1.1 产品组成

1. XW-GI5651 主机（1个）：产品主机内置3轴MEMS陀螺、3轴内置MEMS加速度计以及双GNSS（BD可选）接收机，通过新一代卫星/惯性组合导航算法，可提供精确、高实时性及可靠性的多参数导航信息；
2. 数据/电源线缆（1根）：数据电源线缆1根，支持两个RS-232接口，一个RS-422接口，一个USB接口，一个CAN接口，四个里程计接口；支持24VDC额定电源，适应10~32VDC宽压范围。

2 技术参数指标

2.1 系统主要技术参数

系统精度		
定向精度		0.1° (1σ) 动态对准 0.1° (1σ) 低动态双天线辅助 (2m 基线)
姿态精度		0.05° (1σ)
GNSS 组合水平定位精度		单点 L1/L2 : 1.2m (1σ) DGPS : 0.4m (1σ) RTK : 2cm+1ppm (1σ)
GNSS 组合速度精度		0.02m/s (1σ)
里程计组合定位精度		1%行驶里程 (取决于外接里程计精度)
升沉测量精度		5cm 或 1%
启动时间		≤10s
动态对准时间		1~2min (取决于动态机动形式)
双天线辅助定向时间		≤1min
测量范围		
方位角测量范围		0 °- 360 °
俯仰角测量范围		±90°
滚动角测量范围		±180°
角速率		±300°/s
加速度		±10g
纬度		±85 °
主要器件性能		
陀螺	类型	MEMS
	量程	±300° /s
	零偏稳定性	20° /hr
加速度计	量程	±10g
	零偏	≤1mg
GNSS 接收机	单点定位精度	1.2m (1σ)
	RTK 精度	2cm+1ppm (1σ)
	测速精度	0.02m/s (1σ)
	信号重捕	1s
数据接口		
串口		2 路 (RS232/RS422 可自定义配置)、1 路 RS232
CAN2.0b		1 路
LAN		1 路

脉冲	1 路差分信号、2 路单端 支持 PPS、EVENTMARK 输入/输出
辅助传感器	里程计/DVL/大气高度计接口
存储容量	16GB (可定制)
数据更新率	200Hz (可调)
电气特性	
供电电压	12VDC 额定 (9-18VDC)
功耗	≤7W
物理特性	
外形尺寸	100mm×80mm×50mm
重量	≤500g
环境特性	
振动	20~500Hz、振动加速度 5g
冲击	15g
工作温度	-40°C - +60°C
防护等级	IP67
平均无故障时间	2000h
可选配件	
里程计套件	多普勒地速雷达/轮速传感器
气压高度计套件	10~1200Hpa，分辨率 0.1Hpa，测高精度 10m (Max)
RTK 差分电台	数传电台 433 MHz /900MHz/2.4GHz
导航事后处理软件	处理结果可达测绘级要求

2.2 主机外形和安装尺寸图(单位：毫米)

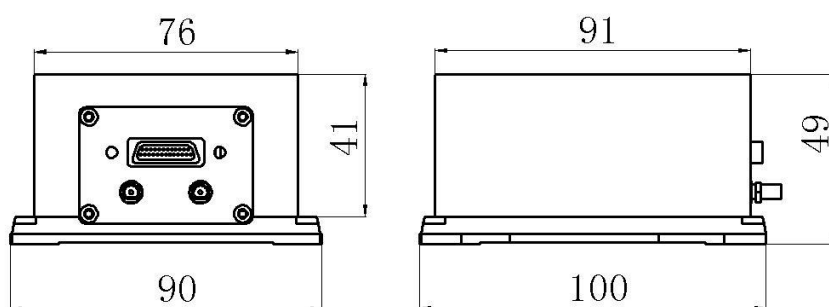


图 1 XW-GI5651 外形及尺寸图

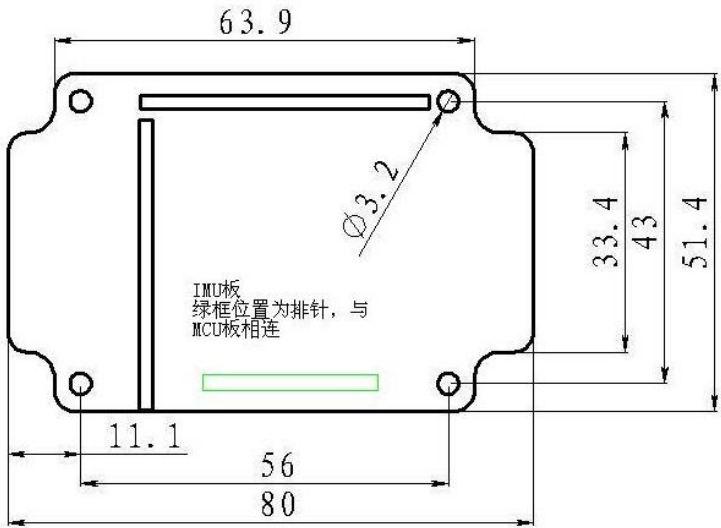


图 2 XW-GI5651PCB1 外形及尺寸

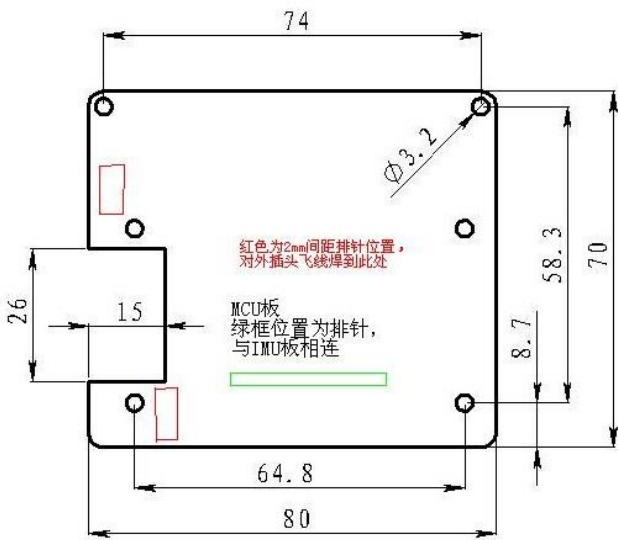


图 3 XW-GI5651PCB2 外形及尺寸

3 操作说明

3.1 坐标系定义

XW-GI5651 常用坐标系包含：

- 当地地理坐标系；
- 设备坐标系；
- 载体坐标系。

1. 当地地理坐标系

当地地理坐标系定义如下：

- y 轴 — 指向北向；
- z 轴 — 指向天向；
- x 轴 — 指向东向；

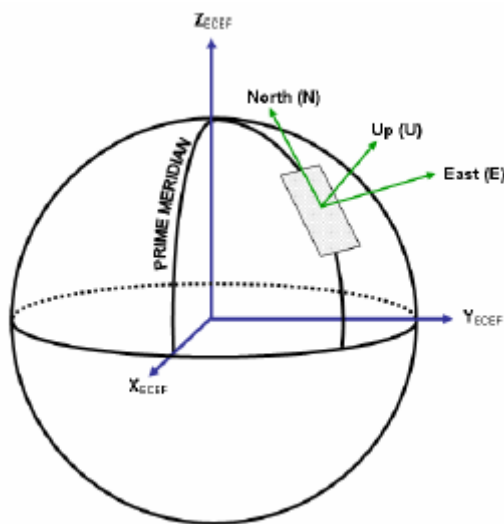


图 4 当地地理坐标系示意图

2. 设备坐标系

设备坐标系定义如下：

- z 轴 — 垂直于上壳表面，沿壳体指向天向；
- y 轴 — 壳体无插头方向；
- x 轴 — 指向壳体右向，垂直于 Z，Y 方向。

3. 载体坐标系

载体坐标系定义如下：

- z 轴 — 垂直大地水平面，沿车体指向天向；
- y 轴 — 指向载体前进方向；
- x 轴 — 遵从右手坐标系，指向车体右向。

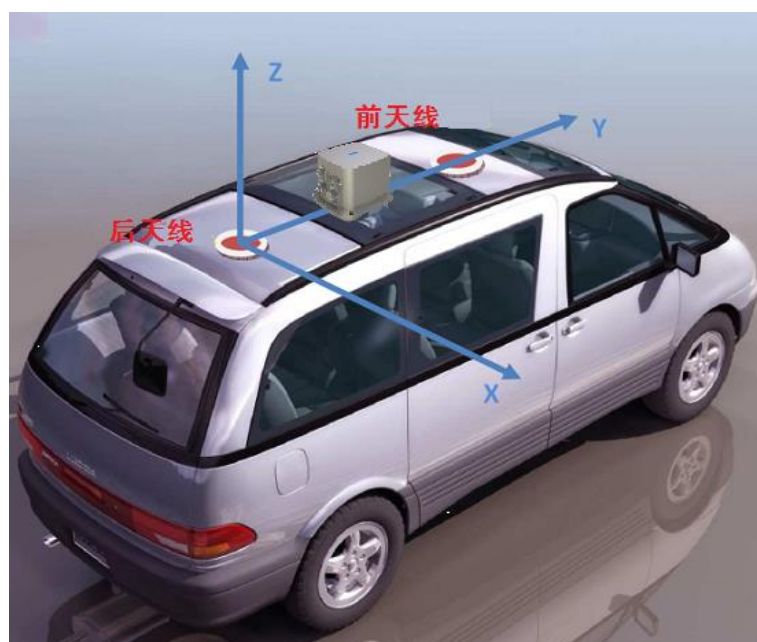


图 5 载体坐标系示意图

3.2 运行操作说明

4. 初始对准状态

XW-GI5651 产品加电后，首先需要进入初始对准模式，该模式的作用是通过陀螺、加速度计测量以及相应解算建立导航初始航向、姿态以及速度、位置基准信息，以便于后期在此基础上开展导航解算。初始对准状态的进入有两种方式：一是 GNSS/BD 定位获得初始位置信息后即可进入；二是利用上位机软件或相应协议指令手动输入初始位置信息即可进入。初始对准时需要产品保持静止放置 180 秒，以便通过解算建立初始姿态基准。初始对准完成后设备即进入正常导航状态。



注意：

- 1、设备处于初始对准状态时应尽量保持载体静止，避免晃动对初始对准精度的影响。
- 2、如GNSS/BD不能正常定位，则需要用户手动输入初始位置信息，否则设备不会进入初始对准或导航状态。出现该情况请检查GNSS/BD天线连接是否正常，以及卫星信号是否被建筑物遮挡。

5. 卫星组合导航状态

设备完成初始对准功能后即进入正常组合导航状态。在该功能状态下，通过设备内置的高性能组合导航处理器，将内置的高精度 MEMS 陀螺及 MEMS 加速度计信息进行捷联导航解算，同时将导航结果与 GNSS/BD 定位信息输入内置的 Kalman 滤波器进行组合，组合后获得更为精确的载体位置、速度以及航向、姿态等多参数导航信息。系统组合导航基本框架如图所示。

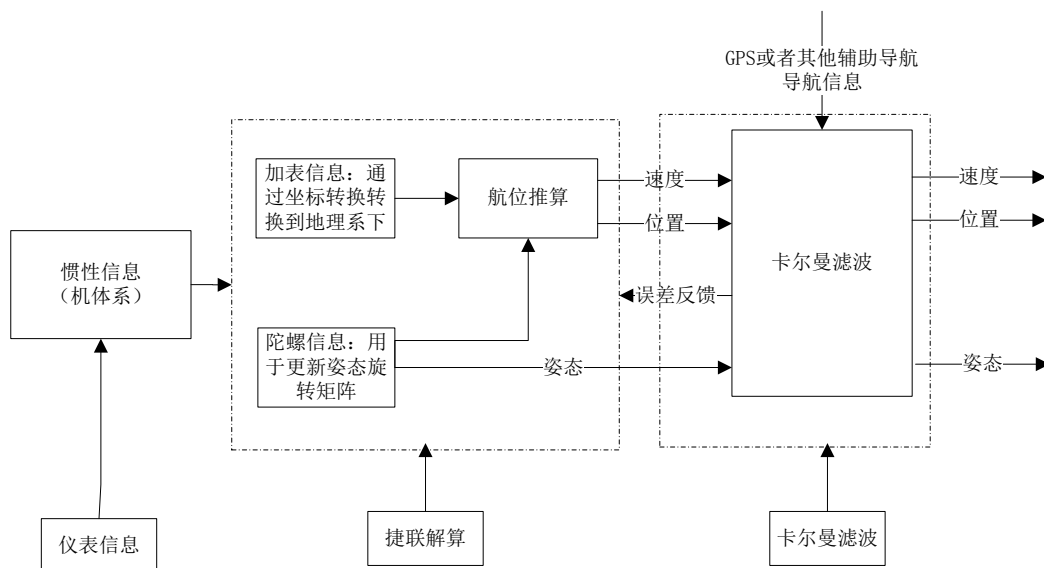


图 6 组合导航基本框架示意图

6. 导航后处理功能设置

为了能提供高精度的位置满足街景等应用需求，XW-GI5651推出后处理功能。后处理功能的实现首先需要建立差分基准站，XW-GI5651产品的配套基准站设备为GPS1060/1061,连接方法如章节4.3.8，GPS1060/1061配置命令如下：

- *Log comX rangecmpb ontime 1(换行符)*
- *Log comX rawephemb onchanged(换行符)*

其次需要将XW-GI5651产品的协议COM0口连接到数据采集设备，并对COM0口配置如下：

```
$cmd,through,com0,rangecmpb,1*ff
```

```
$cmd,through,com0,rawephemb,new*ff
```

```
$cmd,output,com0,rawimusb,0.01*ff
```

采集设备可用ComCenter等串口记录软件或用户自行开发软件记录数据，最后将记录的基站、COM0输出数据用后处理软件进行处理，即可得到精密的位置数据信息（后处理数据存储格式兼容Novatel后处理软件InertialExploer）。

4 接口定义

4.1 点号定义

7. J20 点号定义

表 1 J20 点号定义

序号	定义	备注
1	USB D+	Usb 总线正端
2	USB D-	Usb 总线负端
3	CANH	Can 总线正端
4	CANL	Can 总线负端
5	TX422P	422 发送正
6	TX422N	422 发送负
7	RX422N	422 接收正
8	RX422P	422 接收负
9	COM2_TX-	
10	COM2_TX+	
11	COM2_RX+	
12	COM2_RX-	

8. J21 点号定义

表 2 J21 点号定义

序号	定义	备注
1	EXT_I5	外部输出 0
2	EXT_I4	外部输出 1
3	EXT3	外部输入 0
4	EXT2	外部输入 1
5	EXT1	外部输入 2
6	EXT0	外部输入 3
7	GND_EXT	外部输入地
8	GND	系统地
9	RX232A_O	232 接收 A
10	TX232A_O	232 发送 A
11	RX232B_O	232 接收 B
12	TX232B_O	232 发送 B

5 数据协议

5.1 数据输出协议说明

1. GPFPD:标准 GI 定位定姿消息集

数据格式：

\$GPFPD, GPSWeek, GPSTime, Heading, Pitch, Roll, Lattitude, Longitude, Altitude,

*Ve, Vn, Vu, Baseline, NSV1, NSV2, Status *cs<CR> <LF>*

最高输出速率：100Hz(115200)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	FPD 协议头	\$GPFPD	\$GPFPD
2	GPSWeek	自 1980-1-6 至当前的星期数(格林尼治时间)	www	1451
3	GPSTime	自本周日 0:00:00 至当前的秒数(格林尼治时间)	ssssss.sss	368123.300
4	Heading	偏航角 (0 ~ 359.99)	hhh.hh	102.40
5	Pitch	俯仰角 (-90 ~ 90)	+/-pp.pp	1.01
6	Roll	横滚角 (-180 ~ 180)	+/-rrr.rr	-0.80
7	Lattitude	纬度 (-90 ~ 90)	+/-ll.llllll	34.1966004
8	Longitude	经度 (-180 ~ 180)	+/-lll.llllll	108.8551924
9	Altitude	高度, 单位 (米)	+/-aaaaa.aa	80.60
10	Ve	东向速度, 单位 (米/秒)	+/-eee.eee	4. 717
11	Vn	北向速度, 单位 (米/秒)	+/-nnn.nnn	10. 206
12	Vu	天向速度, 单位 (米/秒)	+/-uuu.uuu	-0.020
13	Baseline	基线长度, 单位 (米)	bb.bbb	13.898
14	NSV1	天线 1 卫星数	nn	11
15	NSV2	天线 2 卫星数	nn	12
16	Status	系统状态： 低半字节 ASCII 码： 0：初始化 1：粗对准 2：精对准 3：GPS 定位 4：GPS 定向 5：RTK 6：DMI 组合 7：DMI 标定 8：纯惯性 9：零速校正 A：VG 模式 高半字节 ASCII 码： 0：GPS 1：BD (定制) 2：双模 (定制)	ss	2F
17	Cs	校验	*hh	*58
18	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

2. GPFPS: 海基 GI 定位定姿消息集（仅针对海基扩展产品）

数据格式：

\$GPFPS,GPSWeek,GPSTime,Heading,Pitch,Roll,Lattitude,Longitude,Altitude,Head_

*dc,Heave,Ve,Vn,Vu,Baseline,NSV1,NSV2,Status*cs<CR><LF>*

最高输出速率：50Hz(波特率 115200)、100Hz(波特率 230400)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	标识	\$GPFPS	\$GPFPS
2	GPSWeek	自 1980-1-6 至当前的星期数(格林尼治时间)	www	1451
3	UTCTime	自本周日 0:00:00 至当前的秒数(格林尼治时间)	sssss.sss	368123.300
4	Heading	偏航角 0 ~ 360	hhh.hh	60.10
5	Pitch	俯仰角-90 ~ 90	+/-pp.pp	1.02
6	Roll	横滚角-180 ~ 180	+/-rrr.rr	1.01
7	Lattitude	纬度-90 ~ 90	+/-ll.llllll	34.1966004
8	Longitude	经度-180 ~ 180	+/-lll.llllll	108.8551924
9	Altitude	高度, 单位 (米)	+/-aaaaa.aa	80.10
10	Head_dc	偏流角	+/-hh.hh	1.02
11	Heave	升沉, 单位 (米)	+/-hh.hh	0.05
12	Ve	东向速度, 单位 (米/秒)	+/-eee.eee	8. 000
13	Vn	北向速度, 单位 (米/秒)	+/-nnn.nnn	-2. 000
14	Vu	天向速度, 单位 (米/秒)	+/-uuu.uuu	0.010
15	Baseline	基线长度, 单位 (米)	bb.bbb	13.898
16	NSV1	天线 1 卫星数	nn	11
17	NSV2	天线 2 卫星数	nn	12
18	Status	系统状态： 低半字节 ASCII 码： 0：初始化 1：粗对准 2：精对准 3：GPS 定位 4：GPS 定向 5：RTK 6：DMI 组合 7：DMI 标定 8：纯惯性 9：零速校正 A：VG 模式 高半字节 ASCII 码： 0：GPS 1：BD (定制) 2：双模 (定制)	ss	2F
19	cs	校验	*hh	*58
20	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

3. GPFPFA: 空基 GI 定位定姿消息集 (仅针对空基扩展产品)

数据格式：

\$GPFPFA,GPSTime,Heading,Pitch,Roll,Latitude,Longitude,Altitude,

*Head_dc, airpeed, Ve, Vn, Vu, Baseline, NSV1, NSV2, Status*cs<CR> <LF>*

最高输出速率：50Hz(波特率 115200)、100Hz(波特率 230400)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	FPA 协议头	\$GPFPFA	\$GPFPFA
2	GPSTime	自 1980-1-6 至当前的星期数(格林尼治时间)	www	1451
3	UTCTime	自本周日 0:00:00 至当前的秒数(格林尼治时间)	sssss.sss	368123.300
4	Heading	偏航角(0~359.99)	hhh.hh	320.00
5	Pitch	俯仰角(-90~90)	+/-pp.pp	1.01
6	Roll	横滚角(-180~180)	+/-rrr.rr	0.90
7	Latitude	纬度(-90~90)	+/-ll.llllll	34.1966004
8	Longitude	经度(-180~180)	+/-lll.llllll	108.8551924
9	Altitude	高度, 单位(米)	+/-aaaaa.aa	80.00
10	Head_dc	偏流角	+/-hh.hh	1.02
11	airpeed	空速, 单位(米/秒)	+/-aaa.aaa	0.050
12	Ve	东向速度, 单位(米/秒)	+/-eee.eee	4.904
13	Vn	北向速度, 单位(米/秒)	+/-nnn.nnn	10.035
14	Vu	天向速度, 单位(米/秒)	+/-uuu.uuu	-0.020
15	Baseline	基线长度, 单位(米)	bb.bbb	13.898
16	NSV1	天线 1 卫星数	nn	11
17	NSV2	天线 2 卫星数	nn	12
18	Status	系统状态： 低半字节 ASCII 码： 0：初始化 1：粗对准 2：精对准 3：GPS 定位 4：GPS 定向 5：RTK 6：DMI 组合 7：DMI 标定 8：纯惯性 9：零速校正 A：VG 模式 高半字节 ASCII 码： 0：GPS 1：BD(定制) 2：双模(定制)	ss	2F
19	cs	校验	*hh	*58
20	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

4. GTIMU : 时间、IMU 数据显示消息集

数据格式：

*\$GTIMU,GPSTime,GyroX,GyroY,GyroZ,AccX,AccY,AccZ,Tpr*cs<CR><LF>*

最高输出速率：100Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GTIMU	IMU 协议头	\$GTIMU	\$GTIMU
2	GPSTime	自 1980-1-6 至当前的星期数(接收机时间)	www	1550
3	GPSTime	星期内的秒数 (GPS 接收机时间)	sssss.sss	298625.000
4	GyroX	陀螺仪 X 轴角速率, 单位 (度/秒)	±ggg.gggg	0.0140
5	GyroY	陀螺仪 Y 轴角速率, 单位 (度/秒)	±ggg.gggg	0.0012
6	GyroZ	陀螺仪 Z 轴角速率, 单位 (度/秒)	±ggg.gggg	0.0032
7	AccX	加速度计 X 轴加速度, 单位为 (g)	±aaa.aaaa	0.0001
8	AccY	加速度计 Y 轴加速度, 单位为 (g)	±aaa.aaaa	0.0001
9	AccZ	加速度计 Z 轴加速度, 单位为 (g)	±aaa.aaaa	1.0001
10	Tpr	温度, 单位为摄氏度	±tt.t	-35.7
11	Cs	校验	*hh	*56
12	<CR><LF>	固定包尾		<CR><LF>

5. GPHPD:GNSS 定位定向消息集

数据格式：

\$GPHPD, GPSTime, Heading, Pitch, Track, Latitude, Longitude, Altitude,

*Ve, Vn, Vu,Baseline, NSV1, NSV2*cs<CR><LF>*

最高输出速率：5Hz (具体视 GNSS 接收机而定)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	HPD 消息协议头	\$GPHPD	\$GPHPD
2	GPSTime	自 1980-1-6 至当前的星期数 (接收机时间)	www	1451
3	GPSTime	星期内的秒数 (接收机时间)	sssss.sss	368123.300
4	Heading	偏航角 (0~359.99)	hhh.hh	90.01
5	Pitch	俯仰角 (-90~90)	+/-pp.pp	0.12
6	Track	地速相对真北方向的夹角 (0~359.99)	+/-ttt.tt	90.11
7	Latitude	纬度(-90 ~ 90)	+/-ll.llllll	34.1966004
8	Longitude	经度(-180 ~ 180)	+/-lll.llllll	108.851112 1
9	Altitude	高度, 单位 (米)	+/-aaaaa.aa	394.98
10	Ve	东向速度, 单位 (米/秒)	+/-eee.eee	-0.157

11	Vn	北向速度, 单位 (米/秒)	+/-nnn.nnn	0.019
12	Vu	天向速度, 单位 (米/秒)	+/-uuu.uuu	-0.345
13	Baseline	基线长度, 单位 (米)	bb.bbb	3.898
14	NSV1	前天线可用星数	nn	6
15	NSV2	后天线可用星数	nn	6
16	Status	系统状态: 低字节 ASCII 码: 0:初始化 1:GPS 定向锁定 2:GPS 定位 3:GPS 定向失锁 A:差分定位 F:差分定向 高字节 ASCII 码: 0:GPS 1:BD 2:双模	ss	11
17	Cs	效验	*hh	*0B
18	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

6. GPHDT :GNSS 定向信息

数据格式: \$GPHDT,Heading,True*cs<CR> <LF>

最高输出速率: 5Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPHDT	HDT 消息协议头	\$GPHDT	\$GPHDT
2	Heading	偏航角 0~360	hhh.hhh	180.123
3	True	固定字段	String	T
4	Cs	校验	*hh	*3C
5	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

7. GPGGA: GNSS 定位信息

数据格式: \$GPGGA,hhmmss.ss,Latitude,N,Longitude,E,FS,NoSV,HDOP,msl,m,Altref,

m,DiffAge,DiffStation*cs<CR> <LF>

最高输出速率: 5Hz (具体视 GNSS 板卡而定)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPGGA	GGA 消息协议头	\$GPGGA	\$GPGGA
2	hhmmss.ss	UTC 时间	hhmmss.ss	092725.00
3	Latitude	纬度, 度分格式, 前导位数不足时补零	dddmm.mmmm	4717.1139
4	N	纬度半球 N (北纬) 或 S (南纬)	c	N
5	Longitude	经度, 度分格式, 前导位数不足时补零	dddmm.mmmm	00833.9159
6	E	经度半球 E (东经) 或 W (西经)	c	E

7	FS	GPS 状态：0=初始化，1=单点定位，2=码差分，4=固定解，5=浮点解，6=正在估算，7=人工固定值，8=航位推算模式，9=WAAS 差分。	x	1
8	NoSV	正在使用解算位置的卫星数量，前导位数不足时补零	xx	08
9	HDOP	HDOP 水平精度因子（0.5~99.9）	x.x	1.1
10	msl	海拔高度	xxxxx.xx	499.60
11	m	单位，M 为米	c	M
12	Altref	地球椭球面相对大地水准面的高度	xxxx.xx	48.00
13	m	单位，M 为米	c	M
14	DiffAge	差分时间，前导位数不足时补零，从最近一次接收到差分信号开始的秒数，如果不是差分定位将为空	xx	00
15	DiffStation	差分站 ID 号，前导位数不足时补零，如果不是差分定位将为空	xxxx	0000
16	cs	校验	*hh	*5B
17	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

8. GPGSV:GNSS 主站卫星分布

数据格式：\$GPGSV,NoMsg,MsgNo,NoSv,{sv,elv,az,cno}*cs<CR><LF>

最高输出速率：1Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPGSV	GSV 消息协议头	\$GPGSV	\$GPGSV
2	NoMsg	GSV 语句的总数	x	3
3	MsgNo	本句 GSV 的编号	x	1
4	NoSv	可见卫星的总数，前导位数不足时补零	xx	05
5	sv	PRN 码（伪随机噪声码），前导位数不足时补零	xx	23
6	elv	卫星仰角(00~90)，单位（度），前导位数不足时补零	xx	38
7	az	卫星方位角(000~359)，单位（度），前导位数不足时补零	xxx	230
8	cno	信噪比（00~99），单位（dB），前导位数不足时补零	xx	44
9	...	信息将按照每颗卫星进行循环显示，每条 GSV 语句最多可以显示 4 颗卫星的信息。其他卫星信息将在下一序列的 NMEA0183 语句中输出。不足四颗卫星时字段为空		
...	...			
16	cs	校验	*hh	*7F
17	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

本条协议完全按照格式规定的字符长度输出。

9. G1GSV:GNSS 从站卫星分布

数据格式： $\$G1GSV,NoMsg,MsgNo,NoSv,\{sv,elv,az,cno\}*cs<CR><LF>$

本协议和 GPGSV 协议除协议头外完全一致。

10. GPGSA:GNSS 主站精度因子值以及可用卫星

数据格式： $\$GPGSA,Smode,FS\{sv\},PDOP,HDOP,VDOP*cs<CR><LF>$

最高输出速率： 1Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPGSA	GSA 消息协议头	\$GPGSA	\$GPGSA
2	Smode	模式，M=手动，A=自动	c	A
3	FS	定位类型，1=没有定位，2=2D 定位，3=3D 定位	x	3
4	Sv	第 1 信道正在使用的卫星，前导位数不足时补零	xx	03
...		
15	Sv	第 12 信道正在使用的卫星，前导位数不足时补零	xx	21
16	PDOP	PDOP 位置精度因子 (0.5~99.9)	x.x	1.9
17	HDOP	HDOP 水平精度因子 (0.5~99.9)	x.x	1.1
18	VDOP	VDOP 垂直精度因子 (0.5~99.9)	x.x	1.5
19	cs	效验	*hh	*0D
20	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

11. G1GSA:GNSS 从站精度因子值以及可用卫星

数据格式： $\$G1GSA,Smode,FS\{sv\},PDOP,HDOP,VDOP*cs<CR><LF>$

最高输出速率： 1Hz

本协议和 GPGSA 协议除协议头外完全一致。

12. GPVTG: GNSS 地面速度信息

数据格式： $\$GPVTG,cogt,T,cogm,M,sog,N,kph,K,mode*cs<CR><LF>$

最高输出速率： 5Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPVTG	VTG 消息协议头	\$GPVTG	\$GPVTG

2	cogt	以真北为参考基准的地面航向，单位（度），范围（0~359.999）	xxx.xxx	77.208
3	T	固定字段	c	T
4	cogm	以磁北为参考基准的地面航向，单位(度)，范围（0~359.999）	xxx.xxx	80.101
5	M	固定字段	c	M
6	sog	地面速率，单位（节）	xxxx.xxx	0.465
7	N	固定字段	c	N
8	kph	地面速率，单位（千米/小时）	xxxx.xxx	0.802
9	K	固定字段	c	K
10	mode	模式指示（A=自主定位，D=差分，E=估算，N=数据无效）	c	A
11	cs	校验	*hh	*0B
12	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

13. GPRMC:GNSS 推荐定位信息

数据格式：*\$GPRMC,hhmmss,status,latitude,N,longitude,E,spd,cog,ddmmyy,mv,mvE,*

*mode*cs<CR> <LF>*

最高输出速率：5Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPRMC	RMC 消息协议头	\$GPRMC	\$GPRMC
2	hhmmss	UTC 时间，hhmmss（时分秒）	hhmmss.ss	083559.00
3	status	定位状态，A=有效定位，V=无效定位	c	A
4	latitude	纬度，度分格式，前导位数不足时补零	ddmm.mmmm	4717.1143
5	N	纬度半球 N（北半球）或 S（南半球）	c	N
6	longitude	经度，度分格式，前导位数不足时补零	ddmm.mmmm	00833.9152
7	E	经度半球 E（东经）或 W（西经）	c	E
8	Spd	地面速率，单位（节）	x.xxx	0.402
9	cog	地面航向（0~359.99），单位（度），以真北为参考基准	x.x	77.5
10	ddmmyy	UTC 日期，ddmmyy（日月年）	ddmmyy	091202
11	mv	磁偏角，单位（度），前导位数不足时补零	x.x	0.0
12	mvE	磁偏角方向，E（东）或 W（西）	c	E
13	mode	模式指示（仅 A=自主定位，D=差分，E=估算，N=数据无效）	c	A
14	cs	校验	*hh	*53
15	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

14. GPGLL:GNSS 大地坐标信息

数据格式：\$GPGLL,latitude,N,longitude,E,hhmmss.sss,mode*cs<CR><LF>

最高输出速率：5Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPGLL	GLL 消息协议头	\$GPGLL	\$GPGLL
2	latitude	纬度，度分格式，前导位数不足时补零	ddmm.mmmm	4717.1143
3	N	纬度半球 N（北半球）或 S（南半球）	c	N
4	longitude	经度，度分格式，前导位数不足时补零	ddmm.mmmm	00833.9152
5	E	经度半球 E（东经）或 W（西经）	c	E
6	hhmmss	UTC 时间，hhmmss（时分秒）格式，前导位数不足时补零	hhmmss.ss	083559.00
7	mode	A=定位，V=未定位）	c	A
8	cs	校验	*hh	*53
9	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

15. GPZDA:GNSS UTC 时间和日期

数据格式：\$GPZDA,hhmmss,dd,mm,yyyy,pp,ff*cs<CR><LF>

最高输出速率：5Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	\$GPZDA	ZDA 消息协议头	\$GPZDA	\$GPZDA
2	hhmmss	UTC 时间，单位秒，前导位数不足时补零	hhmmss.ss	083559.00
3	dd	UTC 日期，前导位数不足时补零	dd	30
4	mm	UTC 月份，前导位数不足时补零	mm	10
5	yyyy	UTC 年	yyyy	2013
6	pp	本地时区小时偏移量，前导位数不足时补零	xx	00
7	ff	本地时区分分钟偏移量，前导位数不足时补零	xx	00
8	cs	校验	*hh	*53
9	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

16. GPFPD_BIN:GI 定位定姿消息集

最高输出速率：100Hz

消息头	帧号	数据字段	校验	长度
0xAA 0x55	0x01	49 Bytes	CK	53 Bytes
数据字段				
字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	U16	GPS 周		自 1980-1-6 至当前的星期数（格林尼治时间）

2	U32	GPS 秒		自本周日 0:00:00 至当前的秒数(格林尼治时间), 比例系数 0.001
6	Float	偏航角	度	0 ~ 360
10	Float	俯仰角	度	-90 ~ 90
14	Float	横滚角	度	-180 ~ 180
18	U32	纬度	度	-90 ~ 90, 比例系数 1E-7
22	U32	经度	度	-180 ~ 180, 比例系数 1E-7
26	U32	高度	米	比例系数 0.001
30	Float	东向速度	米/秒	+/-250
34	Float	北向速度	米/秒	+/-250
38	Float	天向速度	米/秒	+/-250
42	Float	基线长度	米	
46	U8	天线 1 卫星数	个	
47	U8	天线 2 卫星数	个	
48	U8	系统状态		低 4 位 : 0 : 初始化 1 : 粗对准 2 : 精对准 3 : GPS 定位 4 : GPS 定向 5 : RTK 6 : DMI 组合 7 : DMI 标定 8 : 纯惯性 9 : 零速校正 A : VG 模式 高 4 位 : 0 : GPS 1 : BD (定制) 2 : 双模 (定制)

17. GPFPA_BIN:空基 GI 定位定姿消息集 (仅针对空基扩展产品)

最高输出速率 : 100Hz

消息头	帧号	数据字段	校验	长度
0xAA 0x55	0x03	57 Bytes	CK	61 Bytes
数据字段				
字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	U16	GPS 周		自 1980-1-6 至当前的星期数(格林尼治时间)
2	U32	GPS 秒		自本周日 0:00:00 至当前的秒数 (格林尼治时间), 比例系数 0.001
6	Float	偏航角	度	0 ~ 360
10	Float	俯仰角	度	-90 ~ 90
14	Float	横滚角	度	-180 ~ 180
18	U32	纬度	度	-90 ~ 90, 比例系数 1E-7
22	U32	经度	度	-180 ~ 180, 比例系数 1E-7
26	U32	高度	米	比例系数 0.001
30	Float	偏流角	度	
34	Float	空速	米/秒	
38	Float	东向速度	米/秒	+/-250
42	Float	北向速度	米/秒	+/-250

46	Float	天向速度	米/秒	+/-250
50	Float	基线长度	米	
54	U8	天线 1 卫星数	个	
55	U8	天线 2 卫星数	个	
56	U8	系统状态		低 4 位： 0：初始化 1：粗对准 2：精对准 3：GPS 定位 4：GPS 定向 5：RTK 6：DMI 组合 7：DMI 标定 8：纯惯性 9：零速校正 A：VG 模式 高 4 位： 0：GPS 1：BD（定制） 2：双模（定制）

18. GPFPS_BIN:海基 GI 定位定姿消息集（仅针对海基扩展产品）

最高输出速率：100Hz

消息头	帧号	长度	数据字段	校验
0xAA 0x55	0x04	61	57 Bytes	CK
数据字段:				
字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	U16	GPS 周		自 1980-1-6 至当前的星期数 格林尼治时间)
2	U32	GPS 秒		自本周日 0:00:00 至当前的秒数 (格林尼治时间), 比例系数 0.001
6	float	偏航角	度	0 ~ 360
10	float	俯仰角	度	-90 ~ 90
14	float	横滚角	度	-180 ~ 180
18	U32	纬度	度	-90 ~ 90, 比例系数 1E-7
22	U32	经度	度	-180 ~ 180, 比例系数 1E-7
26	U32	高度	米	比例系数 0.001
30	Float	偏流角	度	
34	Float	升沉	米	
38	float	东向速度	米/秒	+/-250
42	float	北向速度	米/秒	+/-250
46	float	天向速度	米/秒	+/-250
50	float	基线长度	米	
54	U8	天线 1 卫星数	个	
55	U8	天线 2 卫星数	个	
56	U8	系统状态		低 4 位 : 0 : 初始化 1 : 粗对准 2 : 精对准 3 : GPS 定位 4 : GPS 定向 5 : RTK 6 : DMI 组合 7 : DMI 标定 8 : 纯惯性 9 : 零速校正 A : VG 模式 高 4 位 : 0 : GPS 1 : BD (定制) 2 : 双模 (定制)

19. GTIMU_BIN : IMU 数据消息集

消息头	帧号	长度	数据字段	校验
0xAA 0x55	0x05	60	564Bytes	CK
数据字段:				
字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	U16	GPS 周		自 1980-1-6 至当前的星期数 格林尼治时间)
2	U32	GPS 秒		自本周日 0:00:00 至当前的秒数 (格林尼治时间), 比例系数 0.001
6	Double	GyroX	度	陀螺仪 X 轴角速率, 单位 (度/秒)
14	Double	GyroY	度	陀螺仪 Y 轴角速率, 单位 (度/秒)

22	Double	GyroZ	度	陀螺仪 Z 轴角速率, 单位 (度/秒)
30	Double	AccX	度	加速度计 X 轴加速度, 单位为 (g)
38	Double	AccY	度	加速度计 Y 轴加速度, 单位为 (g)
46	Double	AccZ	度	加速度计 Z 轴加速度, 单位为 (g)
54	I16	温度	摄氏度	比例系数 0.001

20. RAWIMUB : 后处理 IMU 消息集

帧头 :

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Char	帧头		0xAA
1	Char	帧头		0x44
2	Char	帧头		0x13
3	Uchar	帧长		不包含帧头和 CRC 校验的帧长度
4	Ushort	帧号		325
6	Ushort	GPS 周		自 1980-1-6 至当前的星期数 (格林尼治时间)
8	Ulong	GPS Milliseconds	毫秒	自本周日 0:00:00 至当前的毫秒数 (格林尼治时间)

数据 :

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Header	帧头		
H	Ulong	周		自 1980-1-6 至当前的星期数 (格林尼治时间)
H+4	Double	秒		自本周日 0:00:00 至当前的秒数 (格林尼治时间)
H+12	Long	IMU 状态		0x00000001 X 陀螺状态 1:正常 0:异常 0x00000002 Y 陀螺状态 1:正常 0:异常 0x00000004 Z 陀螺状态 1:正常 0:异常 0x00000010 X 加表状态 1:正常 0:异常 0x00000020 Y 加表状态 1:正常 0:异常 0x00000040 Z 加表状态 1:正常 0:异常

H+16	Long	Z 加表输出		Z 轴加表一个输出周期内的变化量
H+20	Long	-Y 加表输出		Y 轴加表一个输出周期内的变化量
H+24	Long	X 加表输出		Z 轴加表一个输出周期内的变化量
H+28	Long	Z 陀螺输出		Z 陀螺表一个输出周期内的变化量
H+32	Long	Y 陀螺输出		Y 陀螺表一个输出周期内的变化量
H+36	Long	X 陀螺输出		X 陀螺表一个输出周期内的变化量
H+40	Hex	CRC 校验		32-bitCRC 校验

Gyroscope Scale Factor : 0.1/(3600X256.0) rad/LSB

Acceleration Scale Factor : 0.05/2(15) m/s/LSB

21. RANGECMPB 后处理用 GPS 消息集

帧头：

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Char	帧头		0xAA
1	Char	帧头		0x44
2	Char	帧头		0x12
3	Uchar	帧头长		28
4	Ushort	帧号		140
6	Char	Reserved		
7	Uchar	Reserved		
8	Ushort	帧长		不包含帧头和 CRC 校验的帧长度
10	Ushort	Reserved		
12	Uchar	Reserved		
13	Uchar	Reserved		
14	Ushort	Week		GPS 周
16	Long	Ms		自本周日 0:00:00 至当前的毫秒数 (格林尼治时间)
20	Ulong	Reserved		
24	Ushort	Reserved		
26	Ushort	Reserved		

数据：

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Header	帧头		
H	Long	卫星数		#obs
H+4	24Bytes	第一颗星数据		具体内容见下表 (Range Record Format)
	Next rangecmp offset = H+4+(#obs*24)			
H+40	Hex	CRC 校验		32-bitCRC 校验

Range Record Format

位偏移量	位长度	名称	刻度因子	说明
0 -31	32	信道跟踪状态		
32-59	28	多普勒频率	1/256	Hz
60-95	36	伪距 (PSR)	1/128	m
96-127	32	ADR	1/256	Cycles
128-131	4	StdDev-PSR	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 : 19.00 13 : 38.00 14 : 76.00 15 : 152.0	m
132-135	4	StdDev-ADR	(n + 1)/512	Cycles
136-143	8	PRN/Slot	1	-
144-164	21	Lock Time	1/32	S
165-169	5	C/No	(20 + n)	dB-Hz
170-191	22	Reserved		

22. RAWEPHEMB 后处理用 GPS 消息集

帧头：

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Char	帧头		0xAA
1	Char	帧头		0x44
2	Char	帧头		0x12
3	Uchar	帧头长		28
4	Ushort	帧号		41
6	Char	Reserved		
7	Uchar	Reserved		
8	Ushort	帧长		不包含帧头和 CRC 校验的帧长度
10	Ushort	Reserved		

12	Uchar	Reserved		
13	Uchar	Reserved		
14	Ushort	Week		GPS 周
16	Long	Ms		自本周日 0:00:00 至当前的毫秒数 (格林尼治时间)
20	Ulong	Reserved		
24	Ushort	Reserved		
26	Ushort	Reserved		

数据：

字节偏移量	数据格式	名称	单位	说明
0	Header	帧头		
H	Ulong	Prn		卫星号
H+4	Ulong	Ref Week		星历参考周数
H+8	Ulong	ref secs		星历参考秒数
H+12	Hex (30)	Subframe 1		
H+42	Hex (30)	Subframe 2		
H+72	Hex (30)	Subframe 3		
H+40	Hex	CRC 校验		32-bitCRC 校验

5.2 命令协议说明

响应命令为系统命令响应使用：分为三个分别为设置成功、设置失败、无此命令。

名称	内容
设置成功	\$cmd,config,ok* cs<CR><LF>
设置失败	\$cmd,Config,failed* cs<CR><LF>
无此命令	\$cmd,Bad,Command* cs<CR><LF>

1. 设置输出格式命令

*\$cmd,output,comX,cmdname,rate*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
command	string	output		输出

Attribute	string	Com1		输出的端口名comX
data1	string	gpfpd		输出的消息名称 Gpfpd,gpfpa,gpfps,gpzda,gpgll,gpvtg Rawimu,gtimu, Gpfpd_bin,gpfpa_bin,gpfps_bin,gtimu_b in, bestgpspos
data2	numeric	0.1	秒	消息数据时间间隔（单位：秒） 0.01(100Hz)输出 0.05(20Hz)输出 0.1(10Hz)输出 0.2(5Hz)输出 0.5(2Hz)输出 1(1Hz)输出 Null 关闭
cs	string	*ff		默认ff

注：所有消息及命令不区分大小写；所有设置命令完成后均需保存设置，否则重新上电后设置命令将无效，*\$cmd,output,comX,null*ff* 可关闭 COMX 所有 output 输出。

2. 设置 GPS 协议透传

命令格式：*\$cmd,through,comX,cmdname,rate*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
command	string	through		输出
Attribute	string	Com1		输出的端口名comX
data1	string			输出的消息名称 Rangecmpb Rawephemb Gpgga
data2	numeric	1		消息数据时间间隔（单位：秒） 0.2(5Hz) 1(1Hz) New Null 关闭
cs	string	*ff		默认ff

注：所有消息及命令不区分大小写；所有设置命令完成后均需保存设置，否则重新上电后设置命令将无效，*\$cmd,through,comX,null*ff* 可关闭 COMX 所有 through 输出。

3. 设置串口

命令格式: *\$cmd,set,comX,baudrate,parity,Databit,Stopbit,Commode, Comtype*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
attribute1	string	comX		Com0、com1、com3
data	numeric	baudrate	bps	波特率230400 115200 57600 38400 19200 9600
Data	String	parity		校验位 odd(奇) even(偶) none(无)
Data	numeric	databit		8
Data	numeric	Stopbit	位	停止位 1 2
Data	numeric	Mode		RS232、RS422
Data	string	type		Log(用户通信) rtk (RTK输入)
cs	hexadecimal	*ff		默认ff

4. 获取串口设置

命令格式: *\$cmd,get,com*ff*

返回命令: *\$cmd,get,com0,115200,none,8,1,rs232,log*ff*

*\$cmd,get,com1,115200,none,8,1,rs232,log*ff*

*\$cmd,get,com3,115200,none,8,1,rs232,log*ff*

5. 设置脉冲输入端口模式

命令格式: *\$cmd,set,pulseX,####,####*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
command1	string	set		设置
command3	string	PulseX		串口号pulse1 pulse2 pulse3 pulse
attribute	string	Dmi		dmi (里程计) dmiphase (正负脉冲式里程计) none (无)
cs	hexadecimal	*ff		默认ff

6. 获取脉冲输入端口模式

命令格式: *\$cmd,get,pulse*ff*

返回命令: *\$cmd,get,pulse1,dmi*ff*

7. 初始经纬度设置

命令格式: *\$cmd,set,inipos,lon,lat,alt*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
attribute1	string	set		设置
attribute2	string	Inipos		
data1	Numeric	Lon	Deg	初始点经度
data2	Numeric	Lat	Deg	初始点纬度
data3	Numeric	Alt	m	初始点高度
cs	hexadecimal	*ff		默认ff

8. 设置 GNSS 杆臂参数

命令格式: *\$cmd,set,leverarm,gnss,x_offset,y_offset,z_offset*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
attribute1	string	set		设置
attribute2	string	Leverarm		
attribute2	String	Mode		gnss (gnss到惯导的杆臂)
data1	Numeric	x_offset	m	X向相对位移
data2	Numeric	y_offset	m	Y向相对位移
data3	Numeric	z_offset	m	Z向相对位移
cs	hexadecimal	*ff		默认ff

9. 获取 GNSS 杆臂参数

命令格式: *\$cmd,get,leverarm *ff*

返回 : *\$cmd,get,gnss,leverarm, x_offset, y_offset, z_offset*ff*

10. 设置 NAVMODE 模式

命令格式: *\$cmd,set,navmode,mode,xxx*ff*

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
attribute1	string	Set		设置
attribute2	string	Navmode		导航模式
Command	String	Mode		finealign : 精对准 (on、 off) gnss : gnss模式 (none , single , double) carmode : 车载模式 (on、 off) dmicali : 里程计标定 azicali : 天线标定 vg : VG模式
Data	String	String		On,off,none
cs	hexadecimal	*ff		默认ff

11. 获取 NAVMODE 模式

命令格式: *\$cmd,get, navmode*ff*

返回命令 : *\$cmd,get,navmode ,###*ff*

附录A 常见故障及解决方法

用户发现产品出现异常情况，应首先检查各线缆连接是否正常，确认线缆连接正常后仍然不能解决问题，请切断电源，联系本公司客服人员，不要私自拆卸设备。

公司电话：010-87838888

Q:设备不定位；

A:确认卫星天线不受遮挡，观察设备搜星情况，如搜星数为零或少于四颗，则不能定位，检查天线连接。如仍不能解决问题，请联系客服人员。

Q：设备定位但不定向；

A：确认卫星天线不受遮挡，定位不定向情况下，后天线正常，如不是连接问题，可将前后天线对换，对换后仍然不能定向，可排除天线的异常情况。问题可能出在主机上，可联系客服进一步确定问题。

Q：计算机接收不到设备数据；

A：可能是计算机串口问题，线缆问题，主机问题；

Q：设备定位定向但不能差分；

A：确认基准站真确定基站，可以清除定基站信息，重新定基站；检查基站与 GI5651 主机间差分数据链路是否正常。如仍不能解决问题请联系客服人员。

Q：设备返回数据与实际存在明显出入；

A：确认主机固定是否牢固，天线固定是否牢固，输出 GTIMU 语句，产品静止放置，观察三轴陀螺数据的一致性，如出入较大则很有可能陀螺出现异常。

附录B 数据协议校验方式说明

NMEA 标准语句的通用格式

通用格式如下：

$\$AACCc, c—c*hh<CR><LF>$

其中：

\$ (24H)： 语句起始

AACCC： 地址字段，前两位表示“发送者”，后三位表示语句类型

“,” (2Ch) 字段分隔符

c—c： 语句的数据区

“*” (2Ah) 分隔符

hh 校验和，异或操作，从“\$”到“*”之间的所有字符，但不包括“\$”和

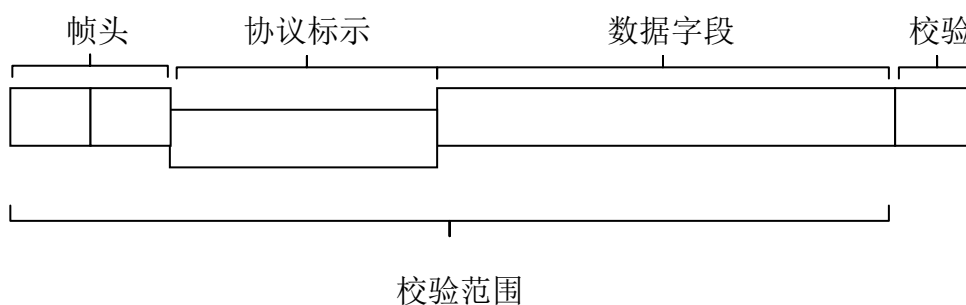
“*”。传输时高四位和低四位的十六进制值被转换成两个 ASCII 字符。高字节先传。

<CR><LF> (0Dh, 0Ah) 语句结束

标准 NMEA 语句允许出现空字段，当信息中的一个或多个参数不可靠或无效时，用空字段代替。依据在语句中所处的位置，空字段用两个逗号 “,, ” 或者 “,*” 作为分隔符。

二进制语句校验说明

协议结构:



校验公式：

```
unsigned char CS = 0;
```

```
for (i=0; i < BUFFER_LENGTH; i++) // BUFFER_LENGTH 为数据字段的长度
```

```
{
```

```
    CS += Buffer[i];
```

```
}
```