



## RAC-PBOX 组合导航系统用户手册



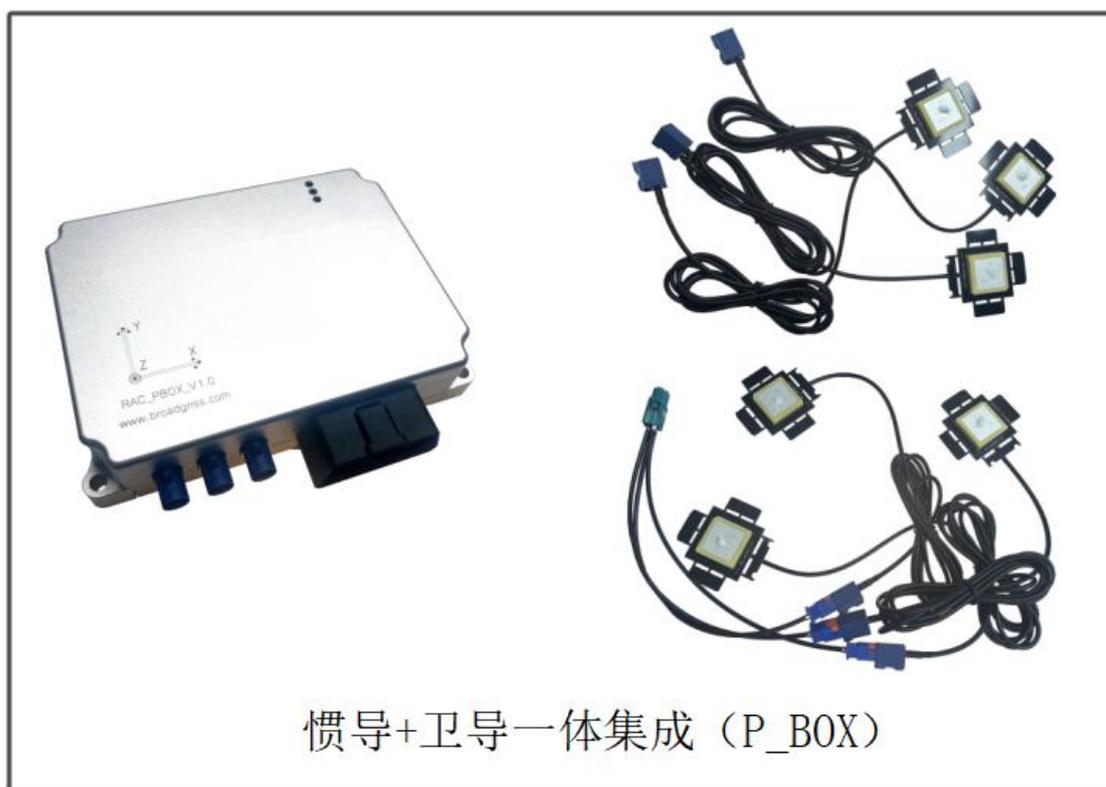
# 目 录

一、 系统概述.....	2
二、 系统组成.....	3
2.1 硬件.....	3
2.1.1 组合导航系统主机线材.....	3
2.1.2 线材接口引脚定义.....	3
2.2 软件.....	4
2.2.1 串口助手工具：UartAssist.....	4
2.2.2 上位机软件：GkTest2.....	4
三、 技术参数.....	5
四、 通讯协议及命令.....	6
五、 使用流程.....	13
5.1 硬件安装.....	13
5.1.1 固定组合导航系统主机.....	13
5.1.2 固定天线.....	14
5.1.3 接口连接.....	14
5.2 软件使用.....	15
六、 注意事项.....	16
附件一（CAN 协议）.....	17

## 一、 系统概述

RAC-PBOX 组合导航系统利用高精度 MEMS(微机电系统, Micro-Electro-Mechanical System)陀螺、加速度计及 RAC 高精度定位, 实现高精度组合导航功能, 实时解算载体的位置、速度、航向、姿态等信息, 抗遮挡、多路径干扰, 实现复杂环境下长时间、高精度、高可靠性导航。系统采用紧凑化设计、体积小、重量轻, 提供标准化通信协议, 具备良好的可扩展性。产品可广泛应用于自动驾驶、辅助驾驶、无人车、机器人、地图采集车、高铁、舰船、无人机、航空测绘、农业机械等领域。

设备形态: 惯导+卫导一体集成(卫星天线分离), 通过 OBD 接口, CAN 总线传输数据。



## 二、系统组成

### 2.1 硬件

序号	产品名称	数量	单位	备注
1	MEMS 惯性-卫星组合导航系统主机	1	台	
2	定位天线	3	台	
3	OBD 接口线材	1	根	

#### 2.1.1 组合导航系统主机+线材



惯性-卫星组合导航系统主机外观图

#### 2.1.2 线材接口引脚定义

序号	名称	接口类型	接头引脚定义
1	PPS+UART	DB9接口	1-PPS 2-UART-TX 3-UART-RX
2	RS232	DB9接口	2-RS232-TX 3-RS232-RX 5-GND
3	RS485	DB9接口	3-RS485-A 4-RS485-B

4	CAN	DB9接口	2-CAN-L 7-CAN-H
5	电源	DC电源接口	DC电源 (12V)

## 2.2 软件

### 2.2.1 串口助手工具：UartAssist



串口助手工具



串口助手工具主界面

### 2.2.2 上位机软件：GkTest2



上位机软件图标



上位机软件主界面

### 三、 技术参数

系统指标		
1	航向精度	0.2° (1σ)
2	俯仰、横滚精度	0.2° (1σ)
3	位置精度	单点≤0.6m (2σ)
4	速度精度	<0.05m/s (1σ)
5	GNSS 频段	GPS: L1
		BeiDou: B1
		GLONASS: L1
6	GNSS 失锁精度	千分之三 (误差与失锁里程的比例)
7	数据更新率	100Hz (可配置)

8	初始化时间	<10s	
9	首次定位时间	<35s	
<b>惯性器件特性</b>			
11	陀螺	量程	±300°/s
		零偏稳定性	5.5°/h
12	加速度计	量程	±6g
		零偏稳定性	0.06mg
<b>通讯接口</b>			
13	接口方式	OBD 接头支持 TTL、RS232、RS485、CAN	
14	传输速率	115200~460800bps（可配置）	
<b>物理尺寸和电气特性</b>			
15	供电电压	12V DC	
16	尺寸	120*107*27mm	
17	防护等级	IP65	
18	工作温度	-25°C~+65°C	

## 四、通讯协议及命令

### 4.1 通讯协议

模块可输出四种协议：NMEA0183GIAVP、NMEA0183GPINS、16 进制协议 1（默认输出协议）和 16 进制协议 2。输出速率可配置值：115200、256000、460800。  
 \$GIAVP,GPSTime,Heading,Pitch,Roll,Lattitude,Longitude,Altitude,Ve,Vn,Vu,Baseline,Nsv1,Nsv2,Status,SpeedStatus,VehicleSpeed,AccX,AccY,AccZ,GyroX,GyroY,GyroZ\*cs<CR><LF>

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$AACCC	\$GIAVP

2	GPSWeek	自 1980/1/6 至当前星期数 (格林尼治时间)	www	1451
3	GPSTime	本周日 0:00:00 至当前的 秒数	sssss.sss	368123.300
4	Heading	航向角 (0-359.99)	ddd.dd	112.12
5	Pitch	俯仰角 (-90~90)	+/-dd.dd	5.21
6	Roll	横滚角 (-180~180)	+/-ddd.dd	10.12
7	Lattitude	纬度 (-90,90)	+/-dd.dd	28.224692
8	Longitude	经度 (-180~180)	+/-ddd.dd	112.286135
9	Altitude	高度, 单位 (m)	+/-hhh.hh	56.78
10	Ve	东向速度, 单位 (m/s)	+/-eee.eee	5.412
11	Vn	北向速度, 单位 (m/s)	+/-nnn.nnn	10.020
12	Vu	天向速度, 单位 (m/s)	+/-uuu.uuu	0.018
13	Baseline	基线长度, 单位 (m)	+/-bb.bbb	2.121
14	Nsv1	天线 1 卫星数	nn	20
15	Nsv2	天线 2 卫星数	nn	18
16	Status	低字节 ASCII 码 0: 初始化/未定位 1: 单点定位 2: RTD 4: RTK 固定解 5: RTK 浮点解 6: RAC 高精度模式	S	4
17	SpeedStatus	0: 无车体速度信息 1: 有车体速度信息	s	1
18	VehicleSpeed	车体速度 Km/h	+/-vv.v	25.6
19	AccX	加速度 X 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	1.658799
20	AccY	加速度 Y 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	11.132578
21	AccZ	加速度 Z 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	0.2874586
22	GyroX	陀螺仪 X 轴, 单位 ° /s	+/-gg.ggg	0.145852
23	GyroY	陀螺仪 Y 轴, 单位 ° /s	+/-gg.ggg	1.89756
24	GyroZ	陀螺仪 Z 轴, 单位 ° /s	+/-gg.ggg	0.36847
25	cs	校验	*hh	*64
26	<CR><LF>	固定包尾		<CR><LF>

\$GPINS, GPSWeek, GPSTime, Heading, Pitch, Roll, Lattitude, Longitude, Altitude, Ve, Vn, Vu, Baseline, Nsv1, Nsv2, GPSStatus, HeadingStatus, Status, VehicleAlign, SpeedStatus, VehicleSpeed, AccX, AccY, AccZ, GyroX, GyroY, GyroZ\*cs<CR><LF>

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$AACCC	\$GPINS
2	GPSWeek	自 1980/1/6 至当前星期数 (格林尼治时间)	www	1451

3	GPSTime	本周日 0:00:00 至当前的秒数	sssss.sss	368123.300
4	Heading	航向角 (0-359.99)	ddd.dd	112.12
5	Pitch	俯仰角 (-90~90)	+/-dd.dd	5.21
6	Roll	横滚角 (-180~180)	+/-ddd.dd	10.12
7	Lattitude	纬度 (-90,90)	+/-dd.dd	28.224692
8	Longitude	经度 (-180~180)	+/-ddd.dd	112.286135
9	Altitude	高度, 单位 (m)	+/-hhh.hh	56.78
10	Ve	东向速度, 单位 (m/s)	+/-eee.eee	5.412
11	Vn	北向速度, 单位 (m/s)	+/-nnn.nnn	10.020
12	Vu	天向速度, 单位 (m/s)	+/-uuu.uuu	0.018
13	Baseline	基线长度, 单位 (m)	+/-bb.bbb	2.121
14	Nsv1	天线 1 卫星数	nn	20
15	Nsv2	天线 2 卫星数	nn	18
16	GPSStatus	天线定位状态 0: 初始化/未定位 1: 单点定位 2: RTD 4: RTK 固定解 5: RTK 浮点解 6: RAC 高精度模式	S	4
17	HeadingStatus	航向定位状态 0: 初始化/未定位 4: RTK 固定解 5: RTK 浮点解	S	4
18	Status	组合导航解状态 0: 初始化/未对准 1: 惯性解算 2: 车载约束 3: 静止检测 4: 组合解算	S	4
19	VehicleAlign	0: 里程计标定中 1: 里程计标定成功	S	1
20	SpeedStatus	0: 无车体速度信息 1: 有车体速度信息	S	1
21	VehicleSpeed	车体速度 Km/h	+/-vv.v	25.6
22	AccX	加速度 X 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	1.658799
23	AccY	加速度 Y 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	11.132578
24	AccZ	加速度 Z 轴, m/s <sup>2</sup>	+/-aa.aaa	0.2874586
25	GyroX	陀螺仪 X 轴, 单位° /s	+/-gg.ggg	0.145852
26	GyroY	陀螺仪 Y 轴, 单位° /s	+/-gg.ggg	1.89756
27	GyroZ	陀螺仪 Z 轴, 单位° /s	+/-gg.ggg	0.36847
28	cs	校验	*hh	*64
29	<CR><LF>	固定包尾		<CR><LF>

数据 16 进制协议 1，一帧 93B（默认输出协议）：

字节	名称	说明	数据类型
1~4	Header	固定帧头 0x553ACE01	uint32
5	UTC time:hours	时	uint8
6	UTC time:minutes	分	uint8
7	UTC time:seconds	秒	uint8
8~9	UTC time:millisecond	毫秒	uint16
10~13	Heading	航向角（0-359.99）	float
14~17	Pitch	俯仰角（-90~90）	float
18~21	Roll	横滚角（-180~180）	float
22~29	Lattitude	纬度（-90,90）	double
30~37	Longitude	经度（-180~180）	double
38~41	Altitude	高度，单位（m）	float
42~45	Ve	东向速度，单位（m/s）	float
46~49	Vn	北向速度，单位（m/s）	float
50~53	Vu	天向速度，单位（m/s）	float
54~57	baseline	基线长度，单位（m）	float
58	Nsv1	天线 1 卫星数	uint8
59	Nsv2	天线 2 卫星数	uint8
60	Status	低字节 ASCII 码 0: 初始化/未定位 1: 单点定位 2: RTD 3: RTK 浮点解 4: RTK 固定解 6: RAC 高精度模式	uint8
61	SpeedStatus	0: 无车体速度信息 1: 有车体速度信息	uint8
62~65	VehicleSpeed	车体速度 Km/h	float
66~69	AccX	加速度 X 轴，m/s <sup>2</sup>	float
70~73	AccY	加速度 Y 轴，m/s <sup>2</sup>	float
74~77	AccZ	加速度 Z 轴，m/s <sup>2</sup>	float
78~81	GyroX	陀螺仪 X 轴，单位° /s	float
82~85	GyroY	陀螺仪 Y 轴，单位° /s	float
86~89	GyroZ	陀螺仪 Z 轴，单位° /s	float
90	RTCMStatus	1: 有 RTCM 数据流 0: 无 RTCM 数据流	uint8

91	Odo_al	Odo_flag[7:4]: 1. 里程计标定成功 2. 里程计未标定 Al_status[3:0]: 组合导航解状态 0: 初始化/未对准 1: 惯性解算 2: 车载约束 3: 静止检测 4: 组合解算	uint8
92~93	Checksum	校验	uint16

数据 16 进制协议 2，一帧 101B:

字节	名称	说明	数据类型
1~4	Header	固定帧头 0x553ACE02	uint32
5~6	Week	周内秒的周	uint16
7~14	GPST	周内秒的秒, 单位(s)	double
15~18	Heading	航向角 (0-359.99)	float
19~22	Pitch	俯仰角 (-90~90)	float
23~26	Roll	横滚角 (-180~180)	float
27~34	Lattitude	纬度 (-90,90)	double
35~42	Longitude	经度 (-180~180)	double
43~46	Altitude	高度, 单位 (m)	float
47~50	Ve	东向速度, 单位 (m/s)	float
51~54	Vn	北向速度, 单位 (m/s)	float
55~58	Vu	天向速度, 单位 (m/s)	float
59~62	baseline	基线长度, 单位 (m)	float
63	Nsv1	天线 1 卫星数	uint8
64	Nsv2	天线 2 卫星数	uint8
65	GPSStatus	天线定位状态 0: 初始化/未定位 1: 单点定位 2: RTD 4: RTK 固定解 5: RTK 浮点解 6: RAC 高精度模式	uint8
66	HeadingStatus	航向定位状态 0: 初始化/未定位 4: RTK 固定解 5: RTK 浮点解	uint8

67	Status	组合导航解状态 0: 初始化/未对准 1: 惯性解算 2: 车载约束 3: 静止检测 4: 组合解算	uint8
68	VehicleAlign	0: 里程计标定中 1: 里程计标定成功	uint8
69	RTCMStatus	1: 有 RTCM 数据流 0: 无 RTCM 数据流	uint8
70	Reserved	保留	uint8
71	SpeedStatus	0: 无车体速度信息 1: 有车体速度信息	uint8
72~75	VehicleSpeed	车体速度 Km/h	float
76~79	AccX	加速度 X 轴, m/s <sup>2</sup>	float
80~83	AccY	加速度 Y 轴, m/s <sup>2</sup>	float
84~87	AccZ	加速度 Z 轴, m/s <sup>2</sup>	float
88~91	GyroX	陀螺仪 X 轴, 单位° /s	float
92~95	GyroY	陀螺仪 Y 轴, 单位° /s	float
96~99	GyroZ	陀螺仪 Z 轴, 单位° /s	float
100~101	Checksum	校验	uint16

16 进制小端序传输，低字节先发，高字节后发；校验方法为校验与之前的所有字节累加，忽略超出 uint16 的进位溢出。

```
uint16_t check_sum16(uint8_t *ptr, uint16_t len)
{
    uint16_t i;
    uint16_t res_val = 0;

    if(!ptr)
        return 0;

    for(i=0; i<len; i++)
    {
        res_val += ptr[i];
    }

    return res_val;
}
```

## 4.2 命令配置表

### 4.2.1 输出(output)

\$CMD,OUTPUT,COMx,protocol,freq\*FF\r\n

其中 x 为 COM 号，取值范围是 0~3。

Protocol 表示输出协议(baudrate 是特殊的，不表示协议，表示配置波特率，且此时 freq 表示波特率的值)，freq 表示输出频率。以下是协议字段表：

输出配置字段	协议解释	最大输出频率
GIAVP	\$GIAVP 协议	100HZ
GPINS	\$GPINS 协议	100HZ
HEX	HEX 协议 1	100HZ
BAUDRATE	波特率	460800

例如：\$CMD,OUTPUT,COM0,GIAVP,100\*FF\r\n 回复：

\$ACK,OUTPUT,COM0,GIAVP,100\*FF\r\n

#### 4.2.2 配置参数(setparams)

\$CMD,SETPARAMS,param\_type,params,params...\*FF\r\n

其中 param\_type 表示要配置的参数，params 表示参数的值，可以有多个。以下是参数字段表：

参数配置字段	参数解释	参数的取值范围
ODOM	里程计协议 CAN	自然数 0~N
ODOTHR	里程计标定的速度阈值	大于 0，单位：m/s
ISODOCAL	是否使用里程计	1：使用，0：不使用
CANBAUD	CAN 的波特率	100,200,250,500 单位：10 <sup>3</sup>
CANSEND	是否发送 CAN	1：使用，0：不使用

例如：\$CMD,SETPARAMS,ISRTK,1\*FF\r\n 回

复：\$ACK,SETPARAMS,ISRTK,1\*FF\r\n

### 3.特殊语句

```
$CMD,SAVECONF,1*FF\r\n
```

保存所有配置信息

## 五、使用流程

### 5.1 硬件安装

#### 5.1.1 固定组合导航系统主机

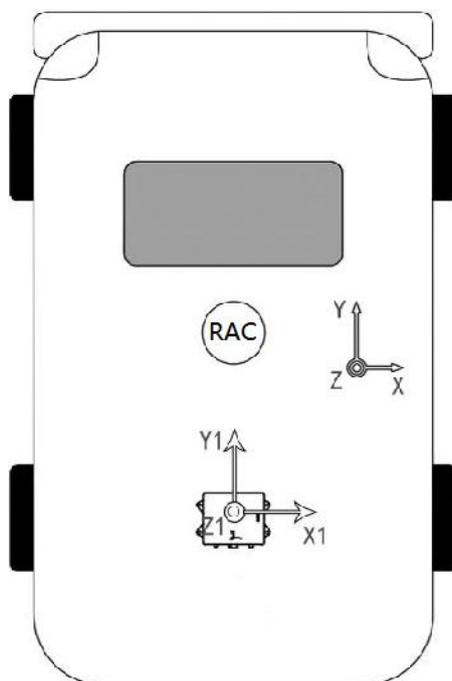


图 9 组合导航系统安装示意图

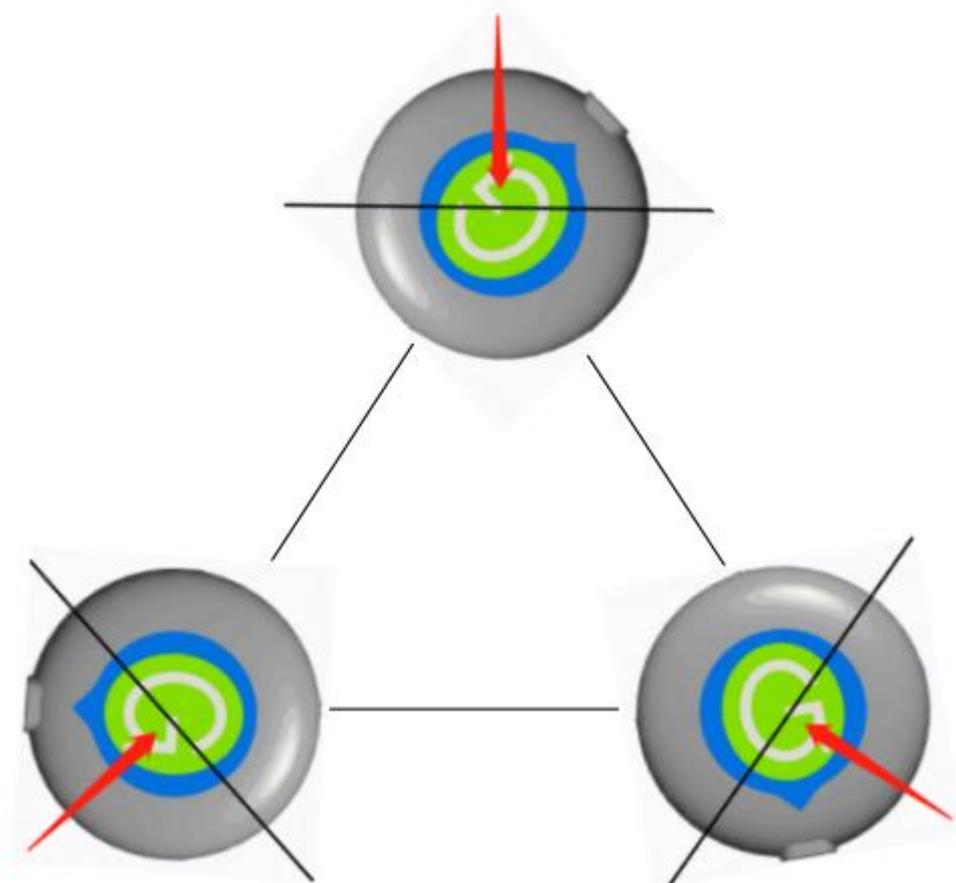
安装时，将组合导航系统主机与载体固连，须确保载体前进方向 Y 与 MEMS 惯性-卫星组合导航系统惯导模组前进轴向 Y1（如图 9 所示）保持平行

#### 5.1.2 固定天线

三个天线安装形成一个**三角形**，这样来保证 3 个天线模组组成一个天线阵列来提高精度。（两个天线分别放在中控台左右两边，另一个可以放在车顶鲨鱼鳍里面）

天线安装角度示意图：三个天线不做区分，设备安装时要正面朝上，有螺丝孔的是背面。天线模块安装需要一定的角度，每个天线模块安装时尽可能的把**天线右下方**朝向外侧安放。天线最好平面放置，这样可以保证天线与

天空完全接触。天线也支持倾斜放置，倾斜角度最好保持在 45° 以内，可以保证天线接触到 3/4 的天空。天线上面要避免金属物遮挡，否则会干扰到卫星信号接收。



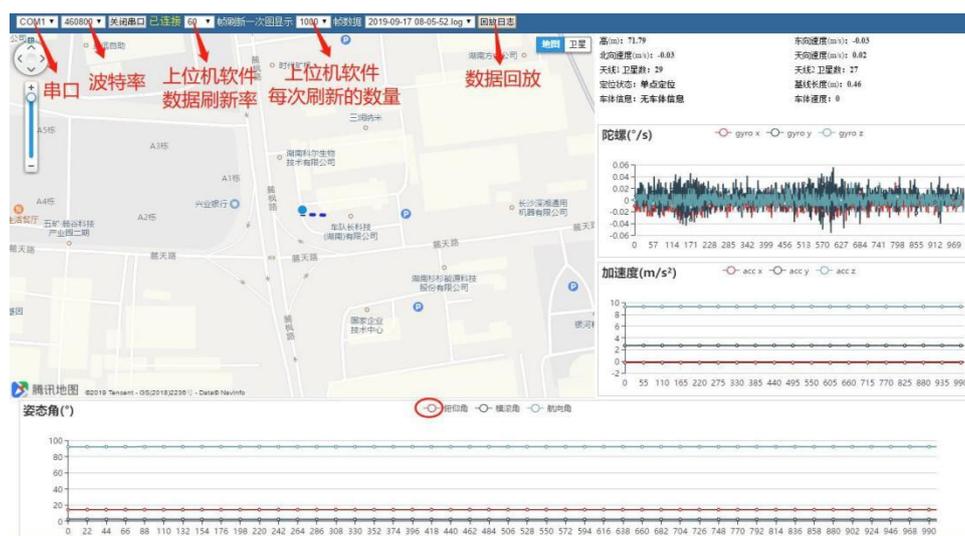
### 5.1.3 接口连接

- ①：设备通过 OBD 接口供电和传输数据；
- ②：OBD 为组合导航系统主机供电（12V）；
- ③：里程计接入通过 OBD CAN 接口获取汽车里程数据（CAN 接口仅支持部分车型，可根据用户需求定制）；

## 5.2 软件使用

- (1) 确保电脑端处于连网状态；
- (2) 在电脑端的【GkTest2-win32-x64】文件夹内点击【GkTest2.exe】打开上位机软件；

- (3) 点击“关闭串口”；
- (4) 默认波特率 460800，如有修改配置波特率，则选择修改后的波特率；
- (5) 上位机默认数据刷新率为 20HZ，若串口实际数据刷新率不为 20HZ 则，点击“20”后的 ▾ 按钮，选择实际的数据刷新率进行配置；
- (6) 点击“打开串口”，等待定位成功显示定位、卫星、陀螺、加速度、航向角、俯仰角、横滚角等信息；
- (7) 如需回放数据，可在关闭串口后选择日志文件后点击“回放日志”进行回放；
- (8) 在姿态角显示界面，单击“俯仰角”、“横滚角”、“航向角”前的  图标，即可关闭或打开对应的数据显示。



上位机软件示意图

## 六、注意事项

- (1) 组合导航系统主机及天线的安装需严格按照要求安装；
- (2) 系统主机和天线及载体需固连保持相同的运动状态；
- (3) 只有在成功获取卫星信号定位后模块才会输出数据，请在有卫星信号的地方进行安装上电初始化操作；
- (4) 上位机软件支持解析 NMEA0183 GNGGA 及 16 进制数据 1 和 16 进制协议 2，暂不支持解析 NMEA0183 GIAVP 数据；
- (5) 命令发送完毕后需发送保存命令：【\$cmd,saveconf,1\*ff】配置成功后需重新给组合导航系统主机上电；
- (6) 里程计支持 CAN 接口，仅支持部分车型，可根据用户需求定制；
- (7) 如使用里程计则需进行里程计标定，成功定位后载体运动速度累积两分钟大于里程计标定速度阈值（默认为 10/ms，可配置修改）即完成标定，若未完成里程计标定进入失锁状态定位效果会略受影响；
- (8) 使用上位机软件时需保持电脑处于联网状态，否则地图将无法加载；
- (9) 上位机软件内“陀螺”、“加速度”、“姿态角”界面的 Y 轴刻度自适应随数据动态更新，无法手动设定刻度；
- (10) 模块可输出四种协议：NMEA0183 GPINS、NMEA0183 GIAVP 以及 16 进制协议 1 和 16 进制协议 2。模块输出的数据格式、数据刷新率及输出速率均可配置，具体配置内容见产品协议；
- (11) 使用完毕后需先断开主串口与电脑的连接，再断开组合导航系统主机的电源；
- (12) 系统主机及天线需要与高速相机（如有）至少保持 20cm，且两者中间有隔离。

附件一（CAN 协议、Intel 格式、波特率 500kbps）

CAN 协议						
ID=0x360						
filed	description	scale	unit	format	size	offset
week	GPS 周	1		Uint16	2	0
millisecond	GPS 周内毫秒	1	ms	Uint32	4	2
position_type	0-none,1-single,2-psrdiff,3-rtkfloat,4-rtkint	1		Uint8	1	6
satellites	解算使用卫星数	1		Uint8	1	7
ID=0x361						
latitude	纬度	1e-7	deg	Int32	4	0
longitude	经度	1e-7	deg	Int32	4	4
ID=0x362						
altitude	高度	1e-3	m	Int32	4	0
heading	航向, 0~360 度, 正北为 0, 顺时针	1e-3	deg	Uint32	4	4
ID=0x363						
latitude_dev	纬度标准差	0.01	m	Uint16	2	0
longitude_dev	经度标准差	0.01	m	Uint16	2	2
altitude_dev	高度标准差	0.01	m	Uint16	2	4
heading_dev	航向标准差	0.01	deg	Uint16	2	6
ID=0x364						
year	UTC 年, 从 2000 年开始, 2020 年该值为 20	1	年	Uint8	1	0
month	UTC 月, 1~12	1	月	Uint8	1	1
day	UTC 日, 1~31	1	日	Uint8	1	2
hour	UTC 时, 0~23	1	时	Uint8	1	3
minute	UTC 分, 0~59	1	分	Uint8	1	4
second	UTC 秒, 0~59	1	秒	Uint8	1	5
millisecond	UTC 毫秒, 0~999	1	毫秒	Uint16	2	6
ID=0x365						
Pitch	俯仰角 (-90~90)		deg	Float	4	0
Roll	横滚角 (-180~180)		deg	Float	4	4
ID=0x366						
velN	北向速度		m/s	Float	4	0
velE	东向速度		m/s	Float	4	4
ID=0x367						
velD	地向速度		m/s	Float	4	0
AccX	加速度 X 轴		m/s^2	Float	4	4

<b>ID=0x368</b>						
AccY	加速度 Y 轴		m/s <sup>2</sup>	Float	4	0
AccZ	加速度 Z 轴		m/s <sup>2</sup>	Float	4	4
<b>ID=0x369</b>						
GyroX	陀螺仪 X 轴		° /s	Float	4	0
GyroY	陀螺仪 Y 轴		° /s	Float	4	4
<b>ID=0x370</b>						
GyroZ	陀螺仪 Z 轴		° /s	Float	4	0
<b>ID=0x371</b>						
latitude	纬度	1e-10	deg	Int64	8	0
<b>ID=0x372</b>						
longitude	经度	1e-10	deg	Int64	8	0