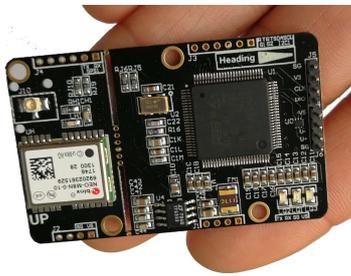


NAV 系列

GPS/MINS 组合导航系统

用户手册



北京创衡控制技术有限公司
I-Balance Control Tech Ltd.

版本

| 版本号 | 日期 | 责任人 | 说明 |
|------|----------|-----------|----------------------|
| V1.0 | 2017年12月 | wsongking | 初始版本 |
| V1.1 | 2018年3月 | wsongking | 根据实际测试情况修订部分指标 |
| V1.2 | 2018年4月 | wsongking | 增加原理框图 |
| V1.3 | 2018年4月 | wsongking | 修订原理框图 |
| V1.4 | 2019年2月 | wsongking | 修订 NAV40 plus 及数据帧协议 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

目 录

| | |
|--------------------|----|
| 1 系统介绍 | 3 |
| 1.1 系统简介..... | 3 |
| 1.2 适用范围..... | 3 |
| 1.3 系统特性..... | 3 |
| 2 性能指标 | 4 |
| 3 安装与连接 | 6 |
| 3.1 安装..... | 6 |
| 3.2 接口..... | 11 |
| 4 数据帧结构 | 14 |
| 4.1 通用帧格式..... | 14 |
| 4.2 导航数据输出帧定义..... | 14 |
| 4.3 罗盘校准帧定义..... | 16 |
| 5 测试软件 | 18 |
| 6 原理框图 | 19 |

1 系统介绍

1.1 系统简介

NAV 系列 GPS/MINS 组合导航系统内部集成三轴陀螺仪、三轴加速度计、三轴磁场计、GPS 接收模块、气压高度计等微型传感器，通过内置改进型扩展卡尔曼滤波算法（EKF）进行信息融合，有效降低载体机动、振动以及环境温度和电磁干扰影响，为用户提供高达 200Hz 的完整、可靠的三维位置、三轴姿态、三轴速度、三轴加速度等信息，可广泛用于导航、控制和动态测量。

在 NAV 系列产品中，NAV50 属于高可靠性型（可支持 OEM），NAV40 属于高性价比型，NAV30 是 OEM 型，用户可根据需求选用。

NAV40 Plus 是在 NAV40 的基础上推出的宽温产品(-40℃~+85℃)，具有更高性价比、更高精度。

1.2 适用范围

航空领域；
机器人领域；
海洋领域；
无人车辆；
人体姿态测量。

1.3 系统特性

- ◆集成惯性测量单元（IMU）、磁场计、气压计、GPS 接收机，通过卡尔曼滤波器提供完整的三维位置、三轴姿态、三轴速度、三轴加速度等导航信息；
- ◆无 GPS 环境下，卡尔曼滤波器自动退化处理，仍能输出姿态、速度、加速度、高度等信息；
- ◆NAV50 内部集成三余度惯性器件，主余度为 ADI 高品质陀螺和加速度计，并可以根据工作状态实时切换备用余度，具有高测量精度和高可靠性双重优势；

◆NAV40 内部集成双余度惯性器件，可以根据工作状态实时切换备用余度，提升系统工作可靠性；

◆NAV40 Plus 是 NAV40 的升级版，保持 NAV40 的物理尺寸和接口，可适应 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 宽温工作，更高精度；

◆支持外置差分 GPS，与内部单点定位 GPS 模块互为冗余，系统自动选择使用定位状态较好的 GPS 数据；

◆支持外置磁罗盘，便于用户选择磁干扰较小的区域安装，提高航向测量精度；

◆支持外置双天线 GPS 定向模块，可完全脱离磁罗盘工作，为恶劣磁场环境下的用户提供高精度航向解决方案；

◆NAV30 为 OEM 型，结构上分为 GPS 模块和惯性测量模块两个部分，可以整板安装，也可以层叠使用，还可以分开单独使用（惯性测量模块可以完成无 GPS 情况下的所有功能），便于用户进行系统集成；

◆集成气压式高度计，分辨率 0.01m，范围 1kPa to 120kPa；

◆可选择同时输出不同基座（坐标系）下的姿态信息，为变模态用户提供解决方案；

◆数据输出频率可配置，最高 200Hz，默认 10Hz；

◆数据输出接口 RS232C，波特率可配置，默认 115200, N, 8, 1；

◆体积小、重量轻、功耗低，其中 NAV30 约 8g，支持整板安装或层叠安装，NAV50 OEM 板约 30g；

◆工作温度：NAV30/NAV40： $-20^{\circ}\text{C}\sim55^{\circ}\text{C}$ NAV50： $-40^{\circ}\text{C}\sim85^{\circ}\text{C}$ ；

NAV40 Plus： $-40^{\circ}\text{C}\sim85^{\circ}\text{C}$ ；

◆支持用户进行结构、尺寸、数据格式定制。

2 性能指标

| 表 2.1 NAV30/NAV40/NAV50/NAV40 Plus 性能指标 | | |
|---|----|----|
| 序 | 参数 | 指标 |

| 号 | | | 备注 | | | |
|----|-------|---------|---|---|---|---|
| 1 | 型号 | | NAV30 | NAV40 | NAV50 | NAV40 Plus |
| 2 | 姿态角 | 测量范围: | $\pm 90^\circ / \pm 180^\circ$ |
| | | 俯仰/滚转 | | | | |
| | | 静态精度 | 0.5° | 0.5° | 0.3° | 0.5° |
| | | 动态精度 | 1.0° | 1.0° | 0.75° | 1.0° |
| 3 | 航向角 | 测量范围: | $\pm 180^\circ$ | $\pm 180^\circ$ | $\pm 180^\circ$ | $\pm 180^\circ$ |
| | | 精度 | 2.0° | 2.0° | 2.0° | 2.0° |
| 4 | 陀螺仪 | 测量范围 | $\pm 1000^\circ /s$ | $\pm 500^\circ /s$ | $\pm 450^\circ /s$ | $\pm 500^\circ /s$ |
| | | 零偏稳定性 | 50° /h | 25° /h | 10° /h | 25° /h |
| | | 非线性 | 0.2%FS | 0.2%FS | 0.01% FS | 0.2%FS |
| 5 | 加速度计 | 测量范围 | $\pm 8g$ | $\pm 4g$ | $\pm 6g$ | $\pm 6g$ |
| | | 零偏稳定性 | 10mg | 5mg | 5mg | 5mg |
| | | 非线性 | 0.1% FS | 0.1% FS | 0.03% FS | 0.03% FS |
| 6 | 磁场计 | 测量范围 | $\pm 2Gauss$ | $\pm 2Gauss$ | $\pm 2Gauss$ | $\pm 2Gauss$ |
| | | 非线性 | 0.1% FS | 0.1% FS | 0.1% FS | 0.1% FS |
| 7 | GNSS | 接收机 | ublox NEO-M8N | ublox NEO-M8N | ublox NEO-M8N | ublox NEO-M8N |
| | | 通道数 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| | | 接收信号类型 | BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS/QZSS | BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS/QZSS | BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS/QZSS | BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS/QZSS |
| | | 启动时间 | 26s | 26s | 26s | 26s |
| | | 更新速率 | 5Hz | 5Hz | 5Hz | 5Hz |
| | | 位置精度 | 2.5m | 2.5m | 2.5m | 2.5m |
| | | 速度精度 | 0.05m/s | 0.05m/s | 0.05m/s | 0.05m/s |
| | | 使用限制 | 4g/500 m/s | 4g/500 m/s | 4g/500 m/s | 4g/500 m/s |
| 8 | 气压计 | 测量范围 | 1kPa-120kPa | 1kPa-120kPa | 1kPa-120kPa | 1kPa-120kPa |
| | | 高度分辨率 | 1cm | 1cm | 1cm | 1cm |
| 9 | 供电 | 电压范围 | DC4.0V-DC6.0V | DC3.0V-DC16.0V | DC3.0V-DC16.0V | DC3.0V-DC16.0V |
| | | 功耗 | 145mA@DC5.0V | 210mA@DC5.0V | 225mA@DC5.0V | 200mA@DC5.0V |
| 10 | 数据接口 | 电气接口 | 串口, TTL | 串口, RS232C | 串口, RS232C | 串口, RS232C |
| | | 输出频率 | 1Hz-200Hz 可设置 默认 10Hz | 1Hz-200Hz 可设置 默认 10Hz | 1Hz-200Hz 可设置 默认 10Hz | 1Hz-200Hz 可设置 默认 10Hz |
| | | 波特率 | 默认 115200, N, 8, 1 可设置 |
| 11 | 环境适应性 | 工作温度 | -20°C~55°C | -20°C~55°C | -40°C~85°C | -40°C~85°C |
| | | 储存温度 | -40°C~85°C | -40°C~85°C | -40°C~85°C | -40°C~85°C |
| 12 | 物理参数 | 尺寸 (mm) | 56.2*35.2*4 | 61*40*19 | 109*56*19.5 | 61*40*19 |
| | | 重量 | 8g | 45g | 100g | 47g |

3 安装与连接

3.1 安装

NAV30 采用 OEM 板形式，对外接口有 J1、J2、J3、J4 共计 4 组排孔，其中 J1 和 J2 为 GPS 模块接口，J3 和 J4 为惯性测量模块接口。

当 NAV30 整板安装时，GPS 模块和惯性测量模块通过板上布线进行内部连接，用户对外只需要连接 J1 和 J3 接口即可；

当 NAV30 层叠安装时，GPS 模块的 J2、J4 和惯性测量模块的 J1、J3 一一对应进行连接。



注意：NAV30 的惯性测量模块电路板在安装时需要与用户基座保持一致。

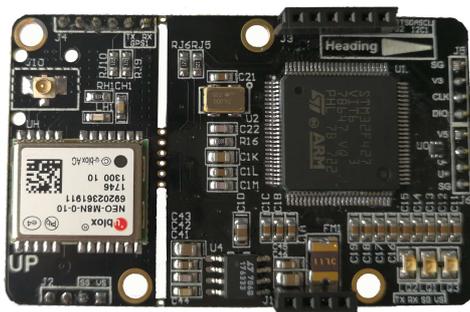


图 2.1a NAV30 实物(整板安装)



图 2.1b NAV30 实物(层叠安装)

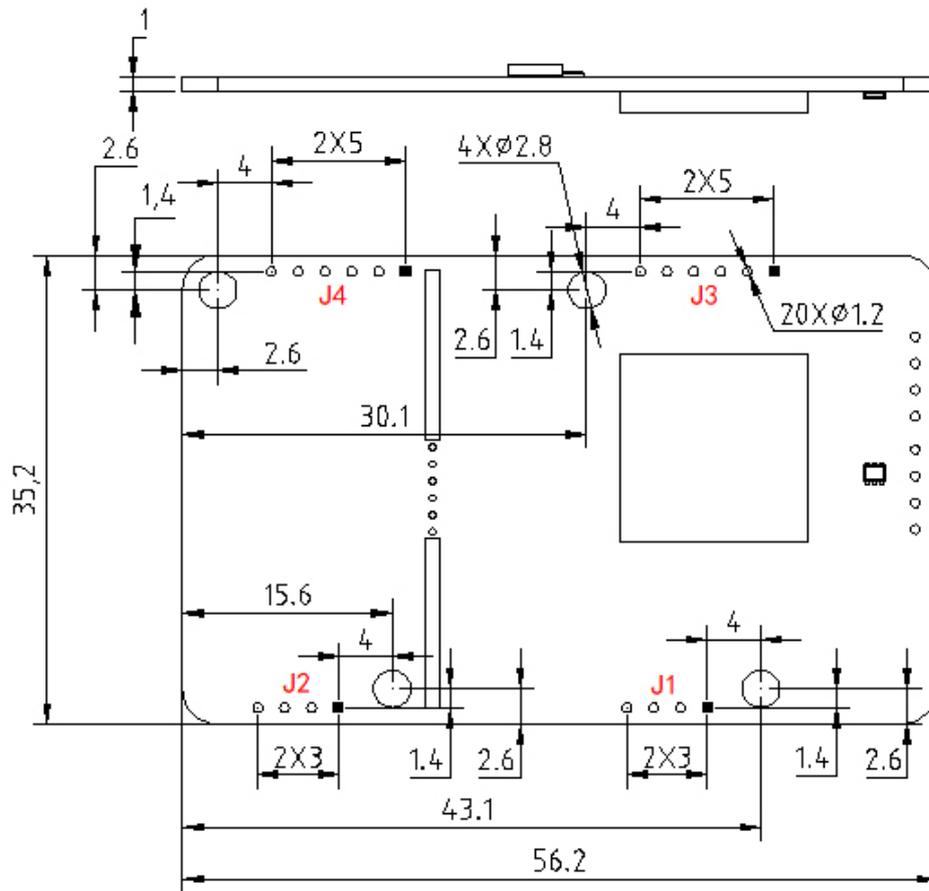


图 2.1c NAV30 安装尺寸



图 2.2a NAV40/NAV40 Plus 实物

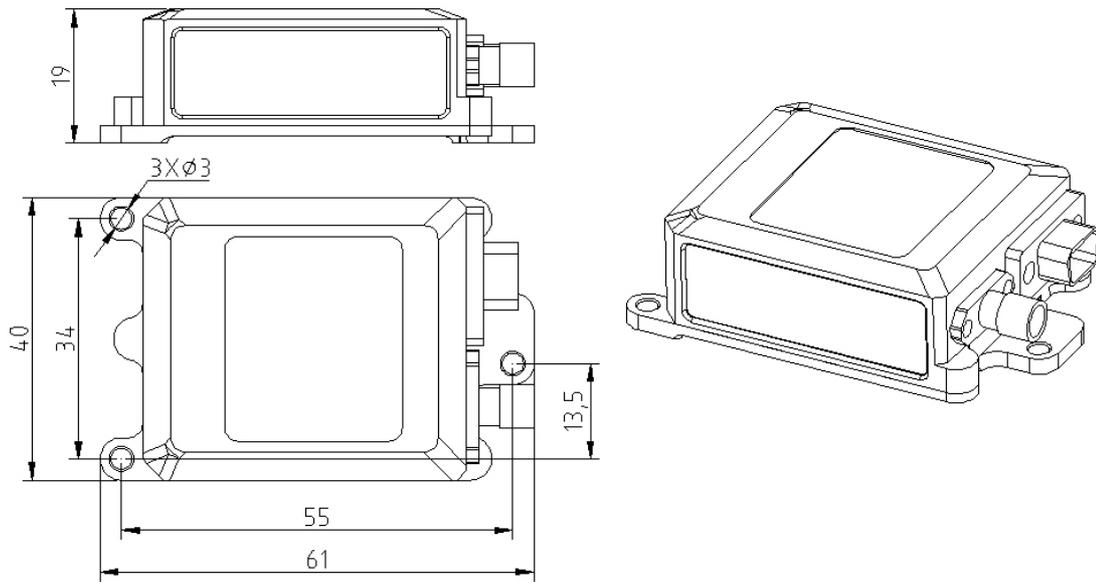


图 2. 2b NAV40/NAV40 Plus 安装尺寸



图 2. 3a NAV50 实物

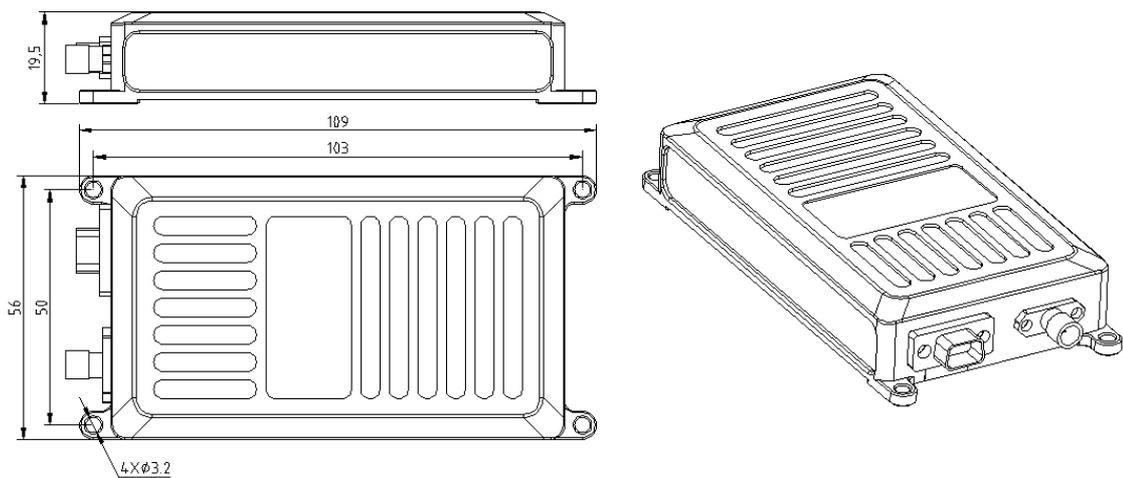


图 2.3b NAV50 安装尺寸



注意：NAV50 支持 OEM，OEM 板在安装时需要与用户基座保持一致，NAV50 OEM 板的基本参数如下：

- ✓ 尺寸：83.3mm*51.2mm*12mm；
- ✓ 重量：30g；
- ✓ 供电：DC5.8V-DC6.2V，功耗：170mA@DC6.0V；
- ✓ 接口：串口，TTL；
- ✓ 其它参数与 NAV50 一致。

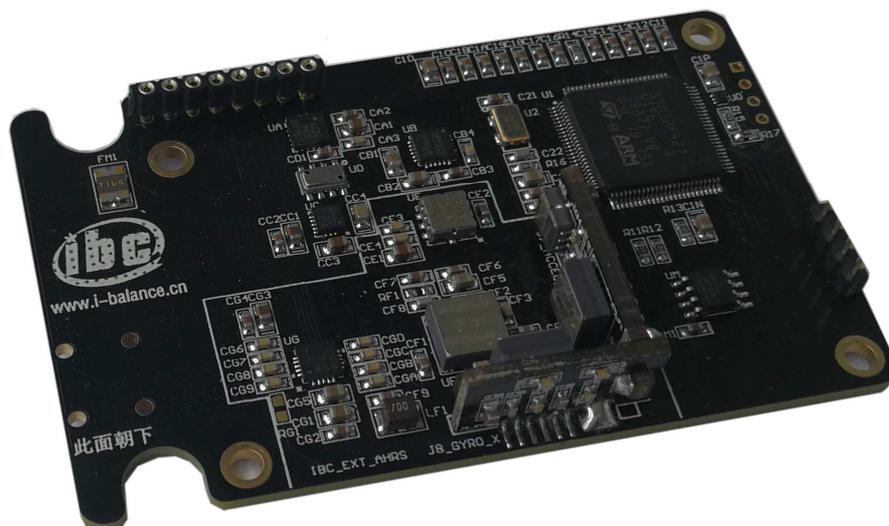


图 2.4a NAV50 OEM 板实物

3.2 接口

NAV40/NAV50/NAV40 Plus 对外接口采用 J30J-9ZK 型插座，接口布局如图 2.5，接口定义如表 2.1 所示。

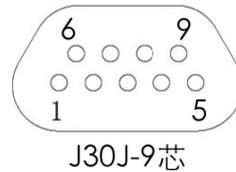


图 2.5 NAV40/NAV50 接口航插布局

| 针号 | 定义 | 说明 | 备注 | 标示 |
|-----|---------|---------------------------------|---|---------|
| 1 | Vin | 电源正 | 供电电源输入，范围：DC3.0V-DC16.0V； NAV40 功耗：210mA@DC5.0V NAV50 功耗：225mA@DC5.0V | POW |
| 2 | SGND | 电源地 | | |
| 3 | RX232_1 | 串口 1 接收, 232 | 对外输出数据接口，RS232C | 232-1 |
| 4 | TX232_1 | 串口 1 发送, 232 | | |
| 5 | SGND | 电源地 | | |
| 6 | SDA | 外置罗盘 I ² C 接口--数据线 | 用于外置罗盘数据接入，I ² C 总线接口 | Compass |
| 7 | SCL | 外置罗盘 I ² C 接口--时钟信号线 | | |
| 8 | DGPS_RX | 外置 DGPS 数据串口接收, TTL | 用于外置 DGPS 数据接入，串口电平为 TTL | DGPS |
| 9 | DGPS_TX | 外置 DGPS 数据串口发送, TTL | | |
| 备注： | | | | |

NAV30 采用 OEM 板形式，对外接口有 J1、J2、J3、J4 共计 4 组排孔，布局如图 2.6 所示，接口定义如表 2.2 所示。其中 J1 和 J2 定义一致，J3 和 J4 定义一致，便于用户将左右两部分掰开层叠安装。

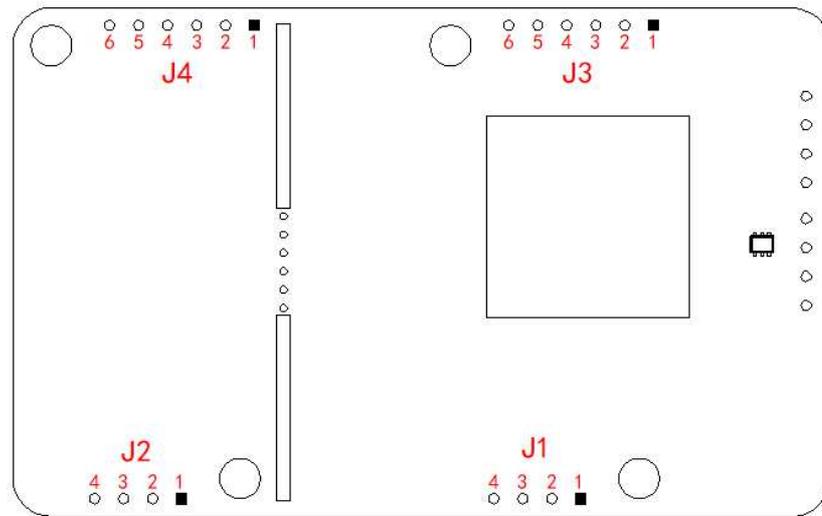


图 2.6 NAV30 OEM 板接口布局

| 针号 | 定义 | 说明 | 备注 | 标示 |
|------|---------|---------------------------------|--|----|
| J1-1 | Vin | 电源正 | 供电电源输入，范围：DC4.0V-DC6.0V； | |
| J1-2 | SGND | 电源地 | 功耗：145mA@DC5.0V | |
| J1-3 | RX1 | 串口 1 接收，TTL | 对外输出数据接口，TTL 电平 | |
| J1-4 | TX1 | 串口 1 发送，TTL | | |
| J3-1 | SCL | 外置罗盘 I ² C 接口--时钟信号线 | 用于外置罗盘数据接入，I ² C 总线接口 | |
| J3-2 | SDA | 外置罗盘 I ² C 接口--数据线 | | |
| J3-3 | DGPS_RX | 外置 DGPS 数据串口接收，TTL | 用于外置 DGPS 数据接入，串口电平为 TTL | |
| J3-4 | DGPS_TX | 外置 DGPS 数据串口发送，TTL | | |
| J3-5 | GPS_TX | 内部 GPS 数据串口发送，TTL | 用于内置 GPS 数据接入，串口电平为 TTL | |
| J3-6 | GPS_RX | 内部 GPS 数据串口接口，TTL | | |
| J2-1 | Vin | 电源正 | 供电电源输入，范围：DC4.0V-DC6.0V； | |
| J2-2 | SGND | 电源地 | 功耗：145mA@DC5.0V； 层叠安装时使用，整板安装时可以不用； | |
| J2-3 | NC | 内部悬空 | | |

| | | | | |
|------|--------|--------------------|--|--|
| J2-4 | NC | 内部悬空 | | |
| J4-1 | NC | 内部悬空 | | |
| J4-2 | NC | 内部悬空 | | |
| J4-3 | NC | 内部悬空 | | |
| J4-4 | NC | 内部悬空 | | |
| J4-5 | GPS_TX | 内部 GPS 数据串口发送, TTL | 用于内置 GPS 数据接入, 串口电平为 TTL; 层叠安装时使用, 整板安装时可以不用; | |
| J4-6 | GPS_RX | 内部 GPS 数据串口接口, TTL | | |

| 针号 | 定义 | 说明 | 备注 | 标示 |
|------|---------|---------------------------------|--|------|
| J1-1 | SDA | 外置罗盘 I ² C 接口--数据线 | 用于外置罗盘数据接入, I ² C 总线接口 | 方形焊盘 |
| J1-2 | SCL | 外置罗盘 I ² C 接口--时钟信号线 | | |
| J1-3 | DGPS_RX | 外置 DGPS 数据串口接收, TTL | 用于外置 DGPS 数据接入, 串口电平为 TTL | |
| J1-4 | DGPS_TX | 外置 DGPS 数据串口发送, TTL | | |
| J1-5 | Vin | 电源正 | 供电电源输入, 范围: DC5.8V-DC6.2V; 功耗: 170mA@DC6.0V | |
| J1-6 | SGND | 电源地 | | |
| J1-7 | RX1 | 串口 1 接收, TTL | 对外输出数据接口, TTL 电平 | |
| J1-8 | TX1 | 串口 1 发送, TTL | | |

4 数据帧结构

4.1 通用帧格式

NAV30/NAV40/NAV50 的数据输入、输出均按照如图所示帧格式。

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---------|-----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5~(N-2) | N-1 | N |
| A | | B | C | D | E | |

- a) A 帧头, $A1 = 0xEB$, $A2 = 0x90$;
- b) B 帧长度 N, 从帧头 A 至校验和 E 的所有字节总长度
- c) C 帧识别字;
- d) D 有效数据, 共 N-6 字节;
- e) E 校验和, A~D 的所有字节累加和取低两字节, 低字节在前, 高字节在后;

4.2 导航数据输出帧定义

NAV30/NAV40/NAV50 上电初始化完成后, 自动按照设置的频率和波特率输出导航数据, 输出帧格式如表 4.1 所示。

| 序号 | 数据内容 | 用途说明 | 备注 | 类型 |
|----------|--------------------------------|------|-----------------|---------------|
| Data[0] | 0xEB | 帧头 | | U8 |
| Data[1] | 0x90 | | | U8 |
| Data[2] | | 帧长 N | 从帧头至校验和的所有数据字节数 | U8 |
| Data[3] | 0xD1 | 帧识别字 | 导航数据 | U8 |
| Data[4] | U32 counter; //帧计数器 | | | 数据 结构 体 |
| Data[5] | U8 state; | | | |
| Data[6] | //低 3 位: ahrs. 0 初始化 1 正常 2 错误 | | | |
| Data[7] | //bit3 罗盘是否需要校准 0 正常 1 需要校准 | | | |
| Data[8] | //高 4 位 健康状态 | | | |
| Data[9] | //bit4 罗盘 0 正常 1 故障 | | | |
| Data[10] | //bit5 陀螺 0 正常 1 故障 | | | |
| ... | //bit6 加计 0 正常 1 故障 | | | |
| ... | //bit7 气压计 0 正常 1 故障 | | | |
| ... | F32 pitch; //unit:rad,ahrs 抬头正 | | | |

| | |
|-----------|--|
| Data[N-3] | <p>F32 roll; //unit:rad,ahrs 右滚正</p> <p>F32 yaw; //unit:rad,ahrs N 0d E 90d W -90d S +-180d</p> <p>F32 yaw_gps; //GPS 航迹向 //unit:d, gps N 0 E 90d W -90d S +-180d</p> <p>F32 pitch_rate; //unit:rad/s,ahrs 抬头正</p> <p>F32 roll_rate; //unit:rad/s,ahrs 右滚正</p> <p>F32 yaw_rate; //unit:rad/s,ahrs 顺时针为正</p> <p>S32 lon; //unit:0.0000001d, INS</p> <p>S32 lat; //unit:0.0000001d, INS</p> <p>S32 alt_baro; //unit:0.01m,barometer 原始气压高度</p> <p>S32 alt_gps; //unit:0.01m,gps 原始 GPS 高度</p> <p>S32 alt; //unit:0.01m, INS EKF 滤波高度 无 GPS 从零开始, 有 GPS 按照 GPS 高度初始化</p> <p>F32 velocity_n; //unit:m/s,NED, INS N 正 北向速度</p> <p>F32 velocity_e; //unit:m/s,NED, INS E 正 东向速度</p> <p>F32 velocity_d; //unit:m/s,NED, INS D 正 地向速度</p> <p>F32 velocity_air; //m/s, 空速, 无效</p> <p>F32 accel_n; //unit:m/s^2,NED,ahrs N 正 北向加速度</p> <p>F32 accel_e; //unit:m/s^2,NED,ahrs E 正 东向加速度</p> <p>F32 accel_d; //unit:m/s^2,NED,ahrs D 正 地向加速度</p> <p>U8 satellite_num; //卫星数目</p> <p>U16 hdop; //0.01m 水平精度因子</p> <p>U16 vdop; //0.01m 垂直精度因子</p> <p>U8 gps_status;</p> <p>//NO_GPS = 0, 无 GPS 数据</p> <p>//NO_FIX = 1, GPS 信号失锁</p> <p>//GPS_OK_FIX_2D = 2, 2D 定位</p> <p>//GPS_OK_FIX_3D = 3, 3D 定位</p> <p>//GPS_OK_FIX_3D_DGPS = 4, 3D_DGPS</p> <p>//GPS_OK_FIX_3D_RTK_FLOAT = 5, 3D RTK Float</p> <p>//GPS_OK_FIX_3D_RTK_FIXED = 6, 3D RTK Fixed</p> <p>U8 gps_hh; //GPS 时</p> <p>U8 gps_mm; //GPS 分</p> <p>U8 gps_ss; //GPS 秒</p> <p>S8 temperature; //d 摄氏度</p> <p>S16 HDT; //d 双天线航向 0~360 度 单位 0.1 度</p> <p>S16 HDG_Dev; //d 天线航向标准差 0~360 度 单位 0.1 度</p> <p>U8 redundancy; //各传感器使用状态</p> <p>// bit01 加计 bit23 陀螺 bit45 罗盘 bit67 GPS</p> |
|-----------|--|

| | | | | |
|---|-----|-----|-------------------------|----|
| //加计&陀螺: 0 外部 1 内部 1 2 内部 2 //罗盘: 0 外部 1 内部 //GPS: 0 内部 1 外部 U8 GPS0_DT;//内部 GPS 采样间隔 单位 100ms 范围 0-255 U8 GPS1_DT;//外部 GPS 采样间隔 单位 100ms 范围 0-255 F32 GPS_vn; //unit:m/s,NED,GPS N 正 北向速度 F32 GPS_ve; //unit:m/s,NED,GPS E 正 东向速度 F32 GPS_vd; //unit:m/s,NED,GPS D 正 地向速度 //GPS 系统时间, 注 1 U16 gps_ms; // GPS 秒内毫秒, 范围 0-999 U8 gps_day; // GPS 周内天, 范围: 0-6 U16 gps_week; //GPS 周, 范围: 0-1023 //AHRS 状态, 注 1 U8 ahrs_state; //AHRS 状态, 仅用于厂家测试 //垂直模式姿态, 可配置输出, 默认不输出 F32 pitch2; //unit:rad,ahrs 抬头正 F32 roll2; //unit:rad,ahrs 右滚正 F32 yaw2; //unit:rad,ahrs N 0d E 90d W -90d S +-180d | | | | |
| Data[N-2] | 低字节 | 校验和 | Data[0]~Data[N-3]的累加和取低 | U8 |
| Data[N-1] | 高字节 | | 两字节 | U8 |
| 注 1: 新增 GPS 系统时间和 AHRS 状态, 2019 年 3 月修订, 0305 之后版本有此数据, 若用户不使用垂直模式姿态数据, 则对协议解析不影响。 | | | | |

4.3 罗盘校准帧定义

进行罗盘校准操作时, 用户需要发送给 NAV30/NAV40/NAV50 的相关校准命令帧如表 4.2 所示。

| 序号 | 数据内容 | 用途说明 | 备注 | 类型 |
|---------|------|--|-------|----|
| Data[0] | 0xEB | 帧头 | | U8 |
| Data[1] | 0x90 | | | U8 |
| Data[2] | 0x07 | 帧长 | 帧长为 7 | U8 |
| Data[3] | 0xCC | 帧识别字 | 罗盘校准 | U8 |
| Data[4] | | 罗盘校准控制动作 0x01:启动罗盘校准 0x02:取消罗盘校准 0x03:接受校准结果 0x04:查询校准进度 | | U8 |
| Data[5] | 低字节 | 校验和 | | U8 |
| Data[6] | 高字节 | | | U8 |



接收到用户发送的查询校准进度命令帧后，NAV30/NAV40/NAV50 会回复罗盘校准状态帧如表 4.3 所示。

| 表 4.3 NAV30/NAV40/NAV50 罗盘校准状态帧定义 | | | | |
|---|---|------|----------------------------|--------|
| 序号 | 数据内容 | 用途说明 | 备注 | 类型 |
| Data[0] | 0xEB | 帧头 | | U8 |
| Data[1] | 0x90 | | | U8 |
| Data[2] | | 帧长 N | 从帧头至校验和的所有数据字节数 | U8 |
| Data[3] | 0xA1 | 帧识别字 | 罗盘校准状态 | U8 |
| Data[4] | mag_cali_state_t compass1; //罗盘 1 校准状态数据结构体 | | | 3 个结构体 |
| Data[5] | mag_cali_state_t compass2; //罗盘 2 校准状态数据结构体 | | | |
| Data[6] | mag_cali_state_t compass2; //罗盘 3 校准状态数据结构体 | | | |
| Data[7] | | | | |
| ... | | | | |
| ... | | | | |
| ... | | | | |
| Data[N-3] | | | | |
| Data[N-2] | 低字节 | 校验和 | Data[0]~Data[N-3]的累加和取低两字节 | U8 |
| Data[N-1] | 高字节 | | | U8 |
| 注：罗盘校准状态数据结构体 mag_cali_state_t 定义如下 <pre> typedef __packed struct __mag_cali_state_t { float direction_x; /*< Body frame direction vector for display*/ float direction_y; /*< Body frame direction vector for display*/ float direction_z; /*< Body frame direction vector for display*/ U8 compass_id; /*< Compass being calibrated*/ U8 cal_mask; /*< Bitmask of compasses being calibrated*/ U8 cal_status; /*< Status (see MAG_CAL_STATUS enum)*/ // 0 未开始 // 1 等待开始 // 2 正在执行 1 // 3 正在执行 2 // 4 成功 // 5 失败 U8 attempt; /*< Attempt number*/ U8 completion_pct; /*< Completion percentage*/ U8 completion_mask[10]; /*< Bitmask of sphere sections*/ } mag_cali_state_t; </pre> | | | | |

5 测试软件

NAV30/NAV40/NAV50 提供 PC 端测试软件 IBC AHRS，用户可用此软件进行功能、性能测试，罗盘校准，输出配置，数据记录分析等。

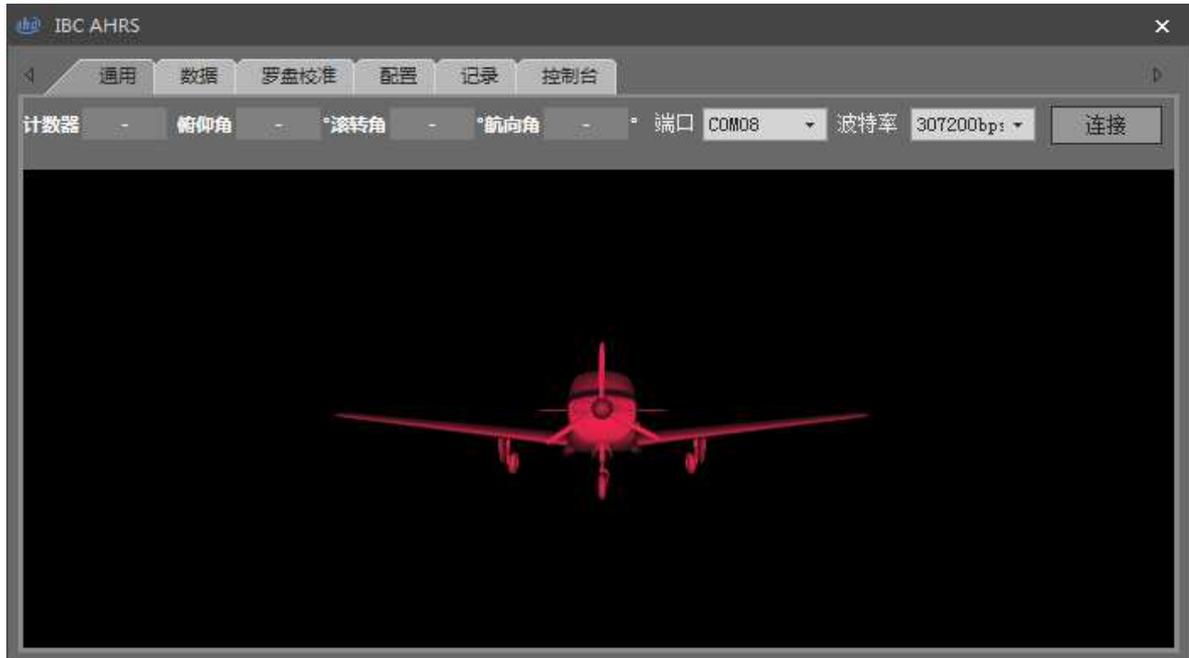


图 5.1 IBC AHRS 测试软件主界面



图 5.2 IBC AHRS 测试软件配置界面



注意：NAV30/40/50 配置波特率时，应考虑输出频率，保证该波特率的传输带宽可以满足导航数据输出频率要求。

6 原理框图

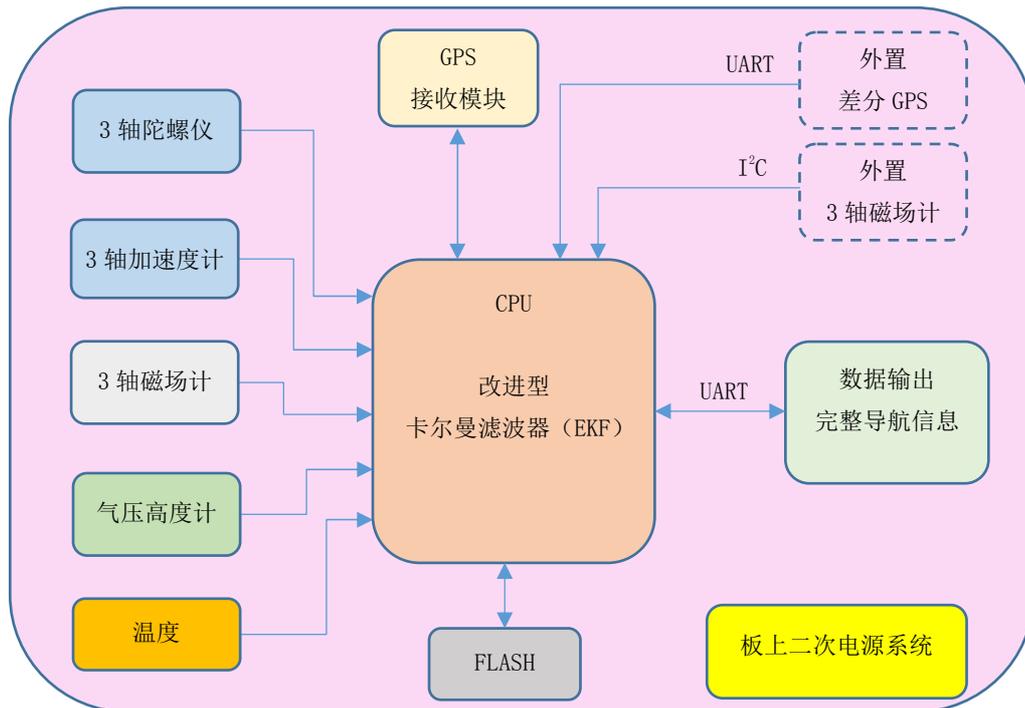


图 1.1 NAV30 原理框图

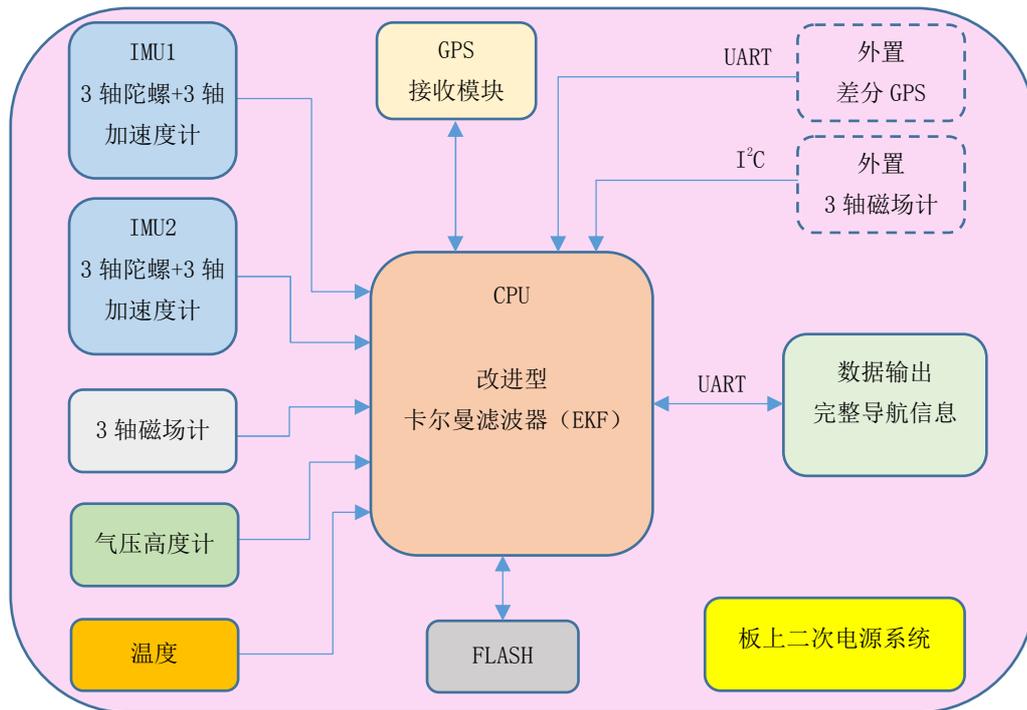


图 1.2 NAV40/NAV40 Plus 原理框图

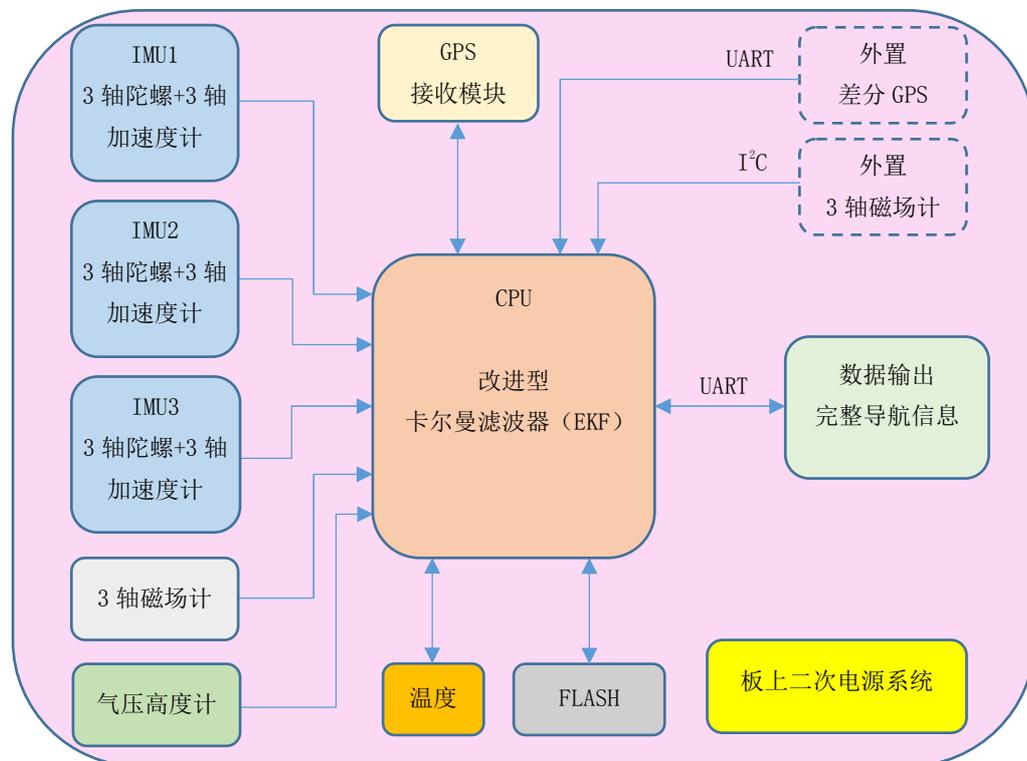


图 1.3 NAV50 原理框图