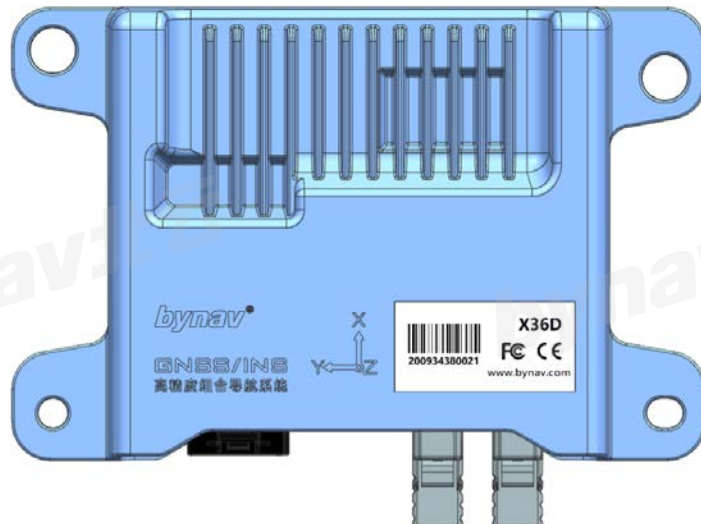


高精度组合导航系统 X36D

用户手册

DATASHEET



简介

X36D 高精度组合导航系统采用车规级设计, 基于北云自研 GNSS 高精度芯片, 搭载了满足功能安全 ASIL B 等级要求的高精度 IMU, 支持全系统全频点, 配备车载以太网、串口、CAN/CAN FD 和 PPS 接口。凭借十年 RTK 算法技术积累和强大的深耦合算法, 本导航系统动态性能优势明显, 能够有效地应对卫星信号干扰、丢失等苛刻环境, 为载体提供连续、稳定和可信的高精度位置及姿态信息。

目 录

1 产品简介..... 1

1.1 技术优势..... 1

1.2 产品特点..... 1

1.3 外观..... 2

2 安装..... 3

2.1 硬件清单..... 3

2.1.1 配件列表 3

2.1.2 GNSS 天线规格 4

2.1.3 射频同轴电缆规格 4

2.2 连接关系..... 4

2.3 安装天线..... 5

2.4 安装整机..... 5

2.5 天线杆臂与旋转参数 6

2.6 连接通信设备..... 7

2.6.1 串口 7

2.6.2 车载以太网 7

2.6.3 CAN/CAN FD..... 8

2.7 连接同步设备..... 8

2.8 连接里程计..... 8

2.9 连接电源..... 8

3 配置..... 9

3.1 串口..... 9

3.1.1 更改设置 9

3.1.2 远程终端 9

3.2 车载以太网..... 9

3.2.1 静态 IP 10

3.2.2 动态 IP 10

3.2.3 ICOM..... 11

3.3 CAN/CAN FD..... 11

3.3.1 总线配置 12

3.3.2 DMI 杆臂配置..... 12

3.4 PPS 13

4 使用..... 15

4.1 开始通信..... 15

4.2 首次使用配置..... 15

4.3 差分数据..... 16

4.3.1 串口接入 17

4.3.2 车载以太网接入 17

4.3.3 确认 RTK 状态 17

4.4 轮速接入..... 17

4.5 实时操作..... 18

 4.5.1 系统对准 18

 4.5.2 数据采集 19

4.6 数据后处理..... 20

4.7 固件升级..... 20

附录 A 技术参数..... 21

 A.1 性能参数 21

 A.2 机械参数与导航中心..... 22

 A.3 电气和环境参数..... 23

 A.4 同步信号参数..... 24

 A.5 连接器 25

附录 B 常用坐标系、天线杆臂和旋转参数 26

 B.1 组合导航系统中的常用坐标系定义..... 26

 B.1.1 当地导航坐标系 26

 B.1.2 整机坐标系 26

 B.1.3 车体坐标系 27

 B.1.4 用户定义坐标系 27

 B.2 天线杆臂与旋转参数..... 28

 B.2.1 天线杆臂 28

B.2.2 旋转参数 29

B.3 旋转参数校准 30

附录 C 通用 DBC 协议 31

免责声明 40

1 产品简介

1.1 技术优势

X36D 是一款高度集成的 GNSS+INS 组合导航整机，具有以下技术优势：

- 内置通过 AEC-Q100 认证的北云自研高精度 GNSS 芯片，支持全系统全频点 GNSS 信号，包括 BDS-3、Galileo 等现代化信号体制
- 内置带有三轴陀螺仪和三轴加速度计的 MEMS
- 支持多种通信接口，如车载以太网、CAN/CAN FD、RS232 串口等
- 支持 PPS 及 gPTP 时间同步
- 支持 GNSS 原始数据、IMU 原始数据、RTK 定位结果和组合导航结果输出
- 支持外接里程计

1.2 产品特点

全温标定高精度 IMU

内置的高精度 IMU 均经过全温标定，改善了零偏稳定性等关键指标，航位推算精度大幅提升。

深耦合组合导航引擎

采用深耦合组合导航算法，提高了 GNSS 信号观测质量，配合高精度 IMU，在城市峡谷等环境中，定位精度较松耦合算法可提升 2~5 倍。

高精度 GNSS 测量与定位引擎

采用 Bynav REAL (Ransac Enhanced Advanced Location) GNSS 定位引擎，内置

完好性监测和部分模糊度解算算法，提升在城市环境中多径、干扰条件下的容错率和固定成功率，定位解算结果更加稳健。针对车载防跟踪设备、雷达和机场信号塔等常见干扰信号，采取高量化位数的信号预处理与干扰抑制措施，大幅提升车载场景下高精度定位的可用性与完好性。

针对性场景优化

根据汽车等载体的特性建模，并针对性优化相关场景应用，使系统不惧地库、隧道、高架桥、城市街道和港口等复杂场景，有效应对遮挡、高速公路信号干扰等环境，为智能汽车等载体提供连续、稳定、可信和实时的高精度位置服务。

1.3 外观

组合导航系统 X36D 的外观如下所示。

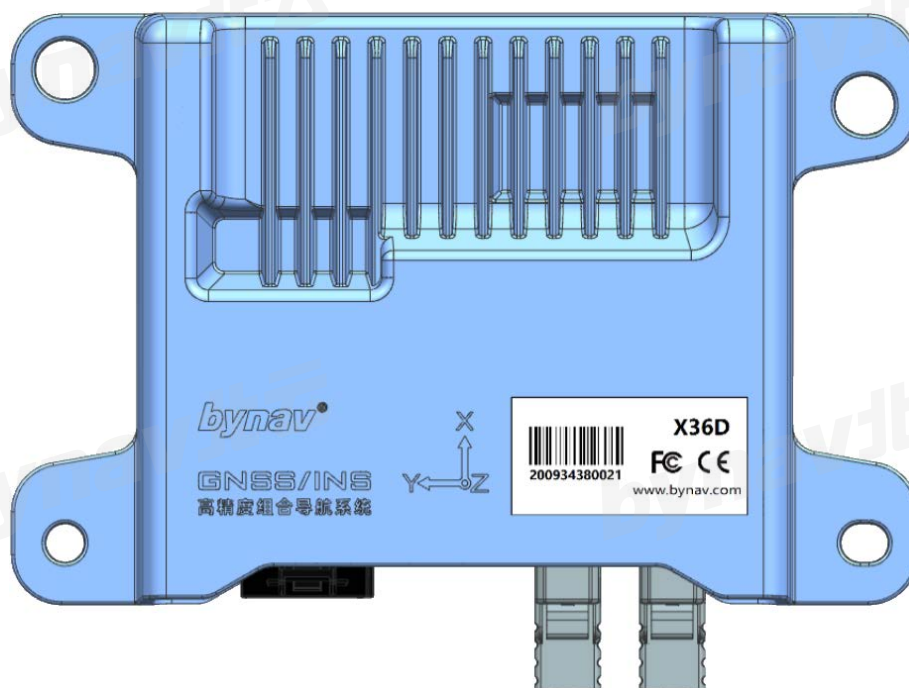


图 1-1 外观

2 安装

本章介绍如何安装组合导航系统 X36D。

2.1 硬件清单

2.1.1 配件列表

表 2-1 配件

线缆名称	数量	描述
数据电源连接线缆	1 根	选购，用于连接 X36D 与外部电源及通信设备
高精度 GNSS 天线	1 个	选购，用于接收卫星信号
射频同轴线缆	1 根	选购，用于连接整机与 GNSS 天线，靠近整机一端为 FAKRA_C
直流电源	1 套	自备，用于输出电压+9V ~ +32V，输出功率不小于 10W

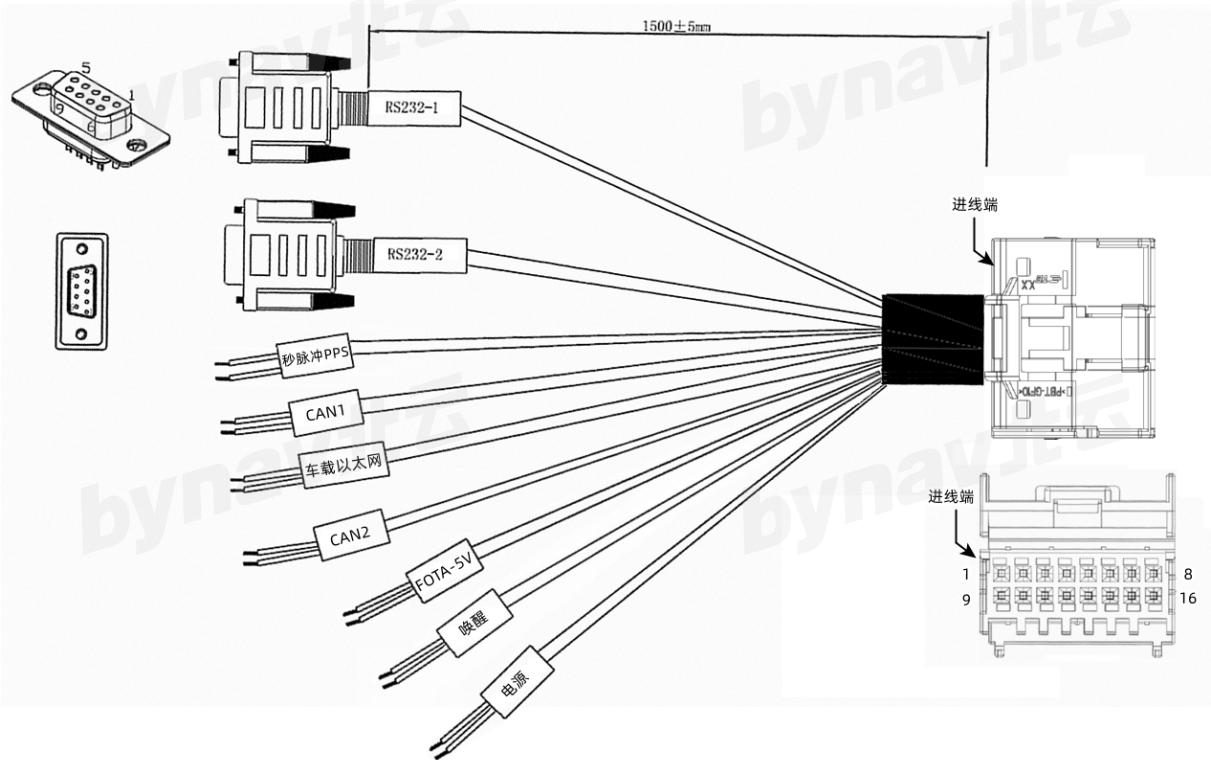


图 2-1 数据电源连接线缆示意图

2.1.2 GNSS 天线规格

X36D 应使用有源天线。X36D 可提供 5V 直流天线馈电，最大支持 200mA 电流。

以下参数可供参考：

1. 频率范围是否涵盖所有频点：GPS (L1/L2/L5)、GLONASS (G1/G2)、BDS (B1/B2/B3)、Galileo (E1/E5a/E5b)；
2. 增益：40dB \pm 5dB；
3. 噪声系数 (NF)：小于 1.5；
4. 馈电：+4.5V~+5.5V DC；
5. 相位中心偏差：小于 \pm 2mm。

2.1.3 射频同轴电缆规格

天线射频同轴电缆需与天线和接收机的阻抗匹配，特征阻抗为 50 Ω ，建议线缆衰减小于 10dB。

2.2 连接关系

整机与电源及外设的连接关系可参考下图。

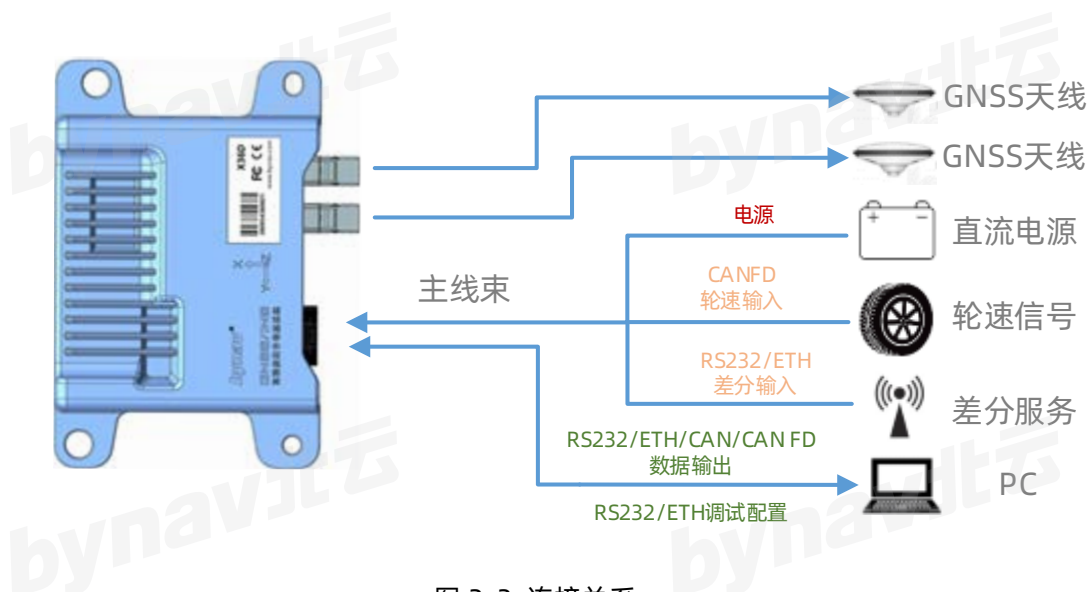


图 2-2 连接关系

2.3 安装天线

安装 GNSS 天线时请注意：

1. GNSS 天线上方**开阔无遮挡**；
2. GNSS 天线应水平放置，如需倾斜，角度不宜超过 **15°**；
3. GNSS 天线与载体为**刚性连接**，确保天线在载体移动时不会移位或晃动。

2.4 安装整机

整机应稳固可靠安装，与载体须为刚性连接，确保整机、天线和载体三者的相对位置固定不变。整机安装布置区域的要求如下：

1. 整机应安装在**刚体结构面**上，要求该结构面**平面度小于 1°**（平面度即刚体结构面与水平面的俯仰角和横滚角）；
2. 整机周围干涉单元发热温度需确保低于 **85°C**；
3. 整机周围 **50cm 范围内不能有振动干涉单元**，远离发动机、低音炮等振动源及其他可能存在强烈振动的位置，IMU 需避开的频率段有：**15.8kHz-17.8kHz, 28-35.6kHz, 44kHz, 18.3-20.3kHz, 1.9-2.1kHz**；
4. 整机应尽量**远离电磁环境复杂的位置**，如激光雷达，仪表台等设备附近。

推荐的安装方式请参考以下描述及图 2-3：

1. 水平安装，**水平角小于 5°**，越小越好；
2. 整机 **Y 轴指向载体前进方向**，**X 轴垂直于载体前进方向朝右**，**Z 轴朝上**；
3. 整机 Y 轴与车身纵向中轴线**平行且间距小于 70cm**；
4. 整机安装于载体**后轮轴中心**或附近；

如果整机朝向不满足上述安装要求，也可以采取水平偏转布置，偏转角度为 90°的整

数倍为宜，此时需要额外设置，见 2.5 章节。

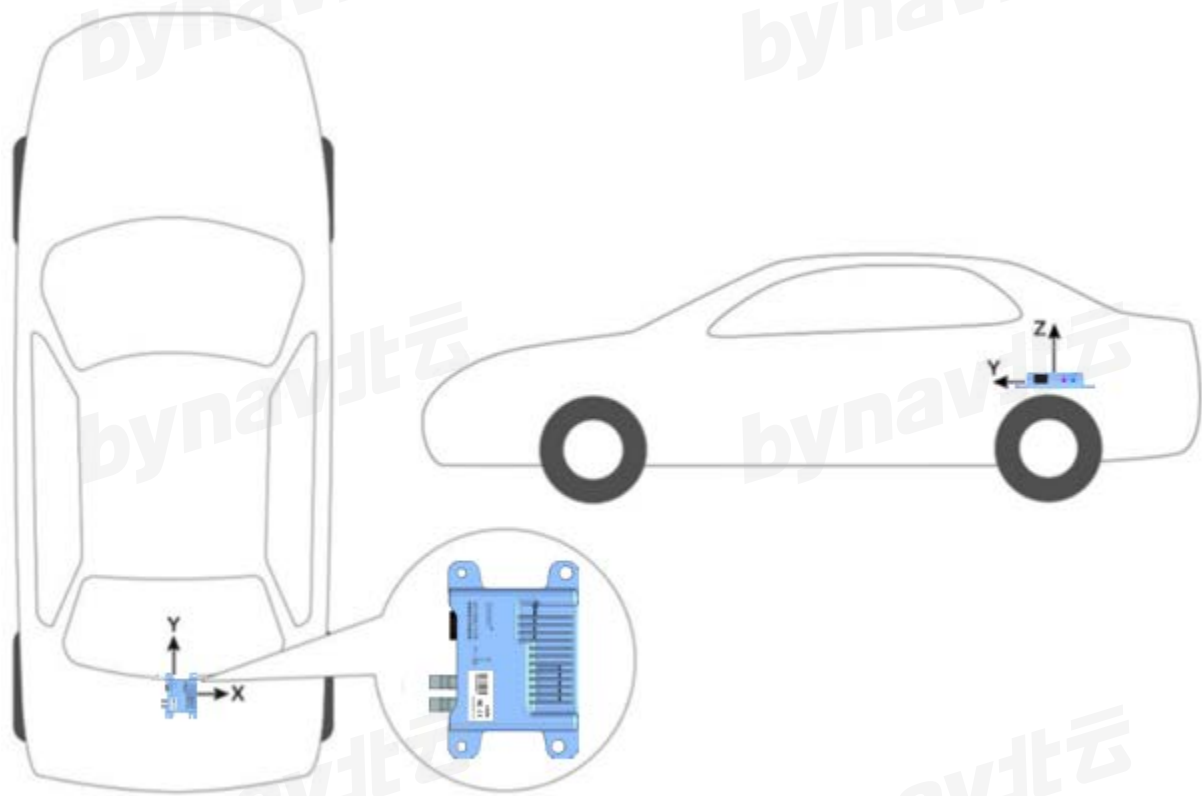


图 2-3 推荐安装方式

2.5 天线杆臂与旋转参数

在完成整机初次安装后，需要精确测量 GNSS 天线的杆臂（定义见 B.2.1 天线杆臂），推荐使用全站仪或激光测距仪等专业测绘设备测量杆臂，并使用指令完成杆臂值设置。

如果整机安装时，采用了水平偏转布置，则整机坐标系和车体坐标系不重合，此时需要额外设置旋转参数，即 RBV（定义见 B.2.2 旋转参数）。

手工测量的 RBV 往往不够精确，在完成 RBV 初始值设置后，推荐校准 RBV。RBV 校准可以自动估算出更精确的 RBV，提升系统整体性能。

坐标系转换、天线杆臂和 RBV 的详情，请参考附录 B。

2.6 连接通信设备

X36D 可以使用串口、车载以太网或 CAN/CAN FD 总线与外部设备通信。

2.6.1 串口

X36D 配备 COM1 和 COM2 两个串口，如下表所示，可通过 **SERIALCONFIG** 指令配置串口波特率、校验等，详见 3.1 章节。

表 2-2 串口协议

端口	RS-232	流控
COM1	支持	无
COM2	支持	无

连接串口的步骤：

1. 将数据电源连接线缆连接器一端插入整机的数据接口；
2. 将数据电源连接线缆另一端的 DB9 连接器与电脑或其他通信设备连接。

2.6.2 车载以太网

X36D 配备车载以太网接口，支持 100Base-T1 车载以太网标准，可用来与外部车载以太网设备通信。

以太网端口支持 IPv4 网络层，TCP/IP 传输，用户可用作远程调试、接收差分数据、输出位置和姿态信息或升级固件等。

连接以太网的步骤：

1. 将数据电源连接线缆连接器一端插入整机的数据接口；
2. 将数据电源连接线缆另一端的车载以太网裸线与其他车载以太网通信设备连接，
如需连接电脑或其他工业以太网设备，需使用车载以太网转工业以太网转换器。

以太网配置详见 3.2 章节。

2.6.3 CAN/CAN FD

X36D 配备 2 个 CAN/CAN FD 总线接口，数据率最高为 5Mbps。其中接口 CANFD1 用于轮速接入，连接 CAN/CAN FD 总线的步骤：

1. 将数据电源连接线缆的连接器一端插入整机的数据接口；
2. 将数据电源连接线缆的另一端的裸线经转接头与外部 CAN/CAN FD 总线连接。

CAN/CAN FD 总线配置详见 3.3 章节。

2.7 连接同步设备

X36D 提供 PPS 作为时间同步信号，可根据实际需求选用，具体配置详见 3.4 章节。

连接同步信号的步骤：

1. 将数据电源连接线缆连接器一端插入整机的数据接口；
2. 将数据电源连接线缆另一端的裸线连接到用户的同步设备上，GND 信号需与用户设备的地线连接。

2.8 连接里程计

X36D 可以连接里程计。可按照附带的通用 DBC 协议将轮速信息转发给 X36D，利用里程计提升卫星信号丢失时的组合导航定位精度，请根据实际情况选用。通用 DBC 协议请参考

2.9 连接电源

请确认线缆的电源**正极 (+)**和**负极 (-)**，切忌接反。连接电源的步骤：

1. 将数据电源连接线缆连接器一端插入整机的数据接口；
2. 将数据电源连接线缆另一端的电源裸线连接至电源。

3 配置

3.1 串口

X36D 可以通过串口与电脑等设备通信。在二者建立通信之前，都需要合理配置串口参数。目前仅可使用 COM1 配置参数，COM2 不支持此功能。串口的默认配置为：

表 3-1 串口默认配置

配置项	值
波特率	115200
校验位	无
数据位	8 bit
停止位	1 bit

3.1.1 更改设置

使用如下指令更改串口配置，指令详情请参见《[UG016_数据通信接口协议](#)》：

- 将 COM1 的波特率改为 115200，输入指令：

SERIALCONFIG COM1 115200

- 将 COM1 的波特率改为 921600 且使能偶校验，输入指令：

SERIALCONFIG COM1 921600 E

3.1.2 远程终端

X36D 支持使用串口与远程终端通信，即使用模拟终端软件与整机串口建立通信。通信建立前请确保终端和 X36D 的串口配置一致。电脑可作为远程终端，用于导航数据存储等。

3.2 车载以太网

在使用车载以太网连接 X36D 前，需要通过串口对整机的车载以太网端口进行配置。

关于串口通信，请参见 3.1 章节。

另外，因电脑无法识别车载以太网，所以在通过串口完成整机车载以太网配置后，需要使用相应的接口转换器才能使电脑与整机通信。

3.2.1 静态 IP

整机和电脑均需要指定各自唯一的 IP 地址，一般在测试环境下使用静态 IP。

配置整机 IP 地址的步骤如下，一般需要用到 USB 转串口线，所涉指令详情，请参见《[UG016_数据通信接口协议](#)》：

1. 使用 COM1 连接整机与电脑；
2. 使用电脑上的串口调试软件与整机建立通信；
3. 发送指令，配置整机 IP 地址，子网掩码和网关：

IPCONFIG ETHA STATIC 192.168.8.151 255.255.0.0 192.168.8.1

4. 发送指令，保存设置：**SAVECONFIG**；
5. 发送指令，输出并核对 TCP/IP 配置：**LOG IPCONFIG**。
6. 使用网线及转换器连接电脑和整机；
7. 使用任意支持 TCP/IP 的终端程序连接整机，确认网络连接。

3.2.2 动态 IP

动态 IP 一般用于工作环境，通过 DHCP 服务器连接电脑与整机。可如下设置：

1. 使用 COM1 连接整机与电脑；
2. 使用电脑上的串口调试软件与整机建立通信；
3. 发送指令，配置整机从 DHCP 服务器获取动态 IP：**IPCONFIG ETHA DHCP**；
4. 发送指令，保存设置：**SAVECONFIG**；

5. 发送指令，输出并核对 TCP/IP 配置：**LOG IPCONFIG**。

3.2.3 ICOM

ICOM 是用于车载以太网连接的虚拟串口。可将其理解为 TCP/IP 协议簇的一个应用层协议。ICOM 的传输控制层协议可以使用 TCP 协议或 UDP 协议。

每个 ICOM 端口既可当做服务端，等待外部设备连接，建立通信，也可以当做客户端，主动连接服务器的某个端口，建立通信。

可使用以下指令配置 ICOM 口，注意指令中“TCP”后有一个空格，指令详情请参见《[UG016_数据通信接口协议](#)》：

- 配置 ICOM1 为服务端：**ICOMCONFIG ICOM1 TCP :1111**
- 配置 ICOM1 为客户端：**ICOMCONFIG ICOM1 TCP 192.168.8.1:1111**

ICOM 的配置信息可通过 **LOG ICOMCONFIG** 查询，其默认配置如下：

- ICOM1 TCP :1111 IN:AUTO OUT:AUTO
- ICOM2 TCP :2222 IN:AUTO OUT:AUTO
- ICOM3 TCP :3333 IN:AUTO OUT:AUTO
- ICOM4 TCP :4444 IN:AUTO OUT:AUTO

3.3 CAN/CAN FD

本章介绍 CAN/CAN FD 总线的配置。X36D 支持通过 CAN/CAN FD 总线和系统中计算机等其他设备进行通信，设备连接参见 2.6.3 章节。在使用 CAN/CAN FD 连接整机前，需要通过串口或车载以太网配置 CAN/CAN FD 端口。关于串口通信，请参见 3.1 章节。关于车载以太网通信，请参见 3.2 章节。

3.3.1 总线配置

设备连接完成后，可如下配置：

1. 配置开启 CANFD1，波特率为 500K（具体数值需要和车辆 CAN 总线匹配）：

CANCONFIG CAN1 ON 500K

2. 配置 CANFD1 连接 J1939 节点 NODE1：

J1939CONFIG NODE1 CAN1 AA

3. 配置 CCOM1 连接 NODE1，其中“J1939”为轮速协议名称，实际使用时请向我司获取该名称，后 3 个字段分别为地址、优先级、PGN：

CCOMCONFIG CCOM1 NODE1 J1939 61184 6 FF

4. 保存配置：

SAVECONFIG

3.3.2 DMI 杆臂配置

DMI (Distance Measuring Instrument) 即测距仪，里程计和轮速计均可视为 DMI。

由于车辆左、右轮在转弯时速度不同，因此需要配置 DMI 杆臂来获取轮速位置，然后才能正确处理 DMI 数据。其配置指令如下：

左前轮：

DMICONFIG DMI1 ENABLE EXT_VEL_*_FRONT_LEFT CCOM1**

SETINSTRANSATION DMI1 X₁ Y₁ Z₁ XSD YSD ZSD VEHICLE

右前轮：

DMICONFIG DMI2 ENABLE EXT_VEL_*_FRONT_RIGHT CCOM1**

SETINSTRANSATION DMI2 X₂ Y₂ Z₂ XSD YSD ZSD VEHICLE

左后轮：

DMICONFIG DMI3 ENABLE EXT_VEL_*_REAR_LEFT CCOM1**

SETINSTRANSFORMATION DMI3 X₃ Y₃ Z₃ XSD YSD ZSD VEHICLE

右后轮：

DMICONFIG DMI4 ENABLE EXT_VEL_*_REAR_RIGHT CCOM1**

SETINSTRANSFORMATION DMI4 X₄ Y₄ Z₄ XSD YSD ZSD VEHICLE

配置前需要先沿着 X、Y、Z 三轴方向，分别测量和计算出导航中心到四个车轮中心的距离值，再将值代入到指令中对应的 X、Y、Z 中，测量方法和要求与天线杆臂测量一致（详见附录 B）。指令中“***”处需根据车型替换为对应的轮速协议名称，使用时请向我司获取，XSD/YSD/ZSD 默认为 0.05。

3.4 PPS

X36D 提供 PPS 作为时间同步信号，同步设备连接方法见 2.7 章节。

整机默认输出秒脉冲 PPS 信号，信号上升沿与 GPS 时间同步，在 GNSS 信号接收良好时，同步精度优于 20ns。

可使用指令配置频率，脉宽和触发沿等，如使能 PPS 信号输出，频率 1Hz，脉宽 20%，上升沿触发：**FREQUENCYOUT ENABLE 20000000 100000000 POSITIVE 1**

指令详情请参见下表。

ID	格式	示例	描述
1	FREQUENCYOUT	FREQUENCYOUT	配置输出脉冲信号标识
2	Switch	DISABLE	关闭脉冲信号输出，仅配置 Instance 字段，详见示例
		ENABLE	使能脉冲信号输出
3	PulseWidth	20000000	脉冲宽度，10ns 为单位，占空比=PulseWidth /Period，脉宽须小于周期

4	Period	100000000	周期, 10ns 为单位, 频率范围为 1Hz~20MHz
5	Edge	POSITIVE	输出上升沿有效
		NEGATIVE	输出下降沿有效
6	Instance	1	0, EVENT_OUT
			1, PPS

4 使用

在开始使用 X36D 之前，请确保已经按照第 2 章和第 3 章所述，完成了整机安装和配置，并且整机已经上电。

4.1 开始通信

在首次启动时，X36D 全部通信端口都默认没有数据输出，处于等待输入指令的状态。

以串口 COM1 通信为例，发送指令 **LOG VERSION**，整机回复以下类似内容则说明整机已经开始工作且当前使用端口通信正常：

<OK

[COM1]

\$BDVER,**V7.79**_2A6327_T,19060377,22083011,22060790,22052525,22062138,20101504,21052915,22031122,00000000*2D

该返回信息描述了使用指令查询的串口配置。“<OK”表示指令被正确识别并执行；“[COM1]”表示当前使用的通信端口为 COM1；“\$BDVER”开头的消息描述了固件版本信息，其中加粗文字是固件版本号。

如果指令未被正确识别或执行，则返回信息：

<ERROR

4.2 首次使用配置

首次使用前，还需要使用表 4-1 的指令完成部分系统配置，其中导航中心的定义见附录 A.2，详细指令定义见《[UG016_数据通信接口协议](#)》：

表 4-1 首次使用配置内容

用户设置	适用指令	备注
整机导航中心到天线的杆臂	SETINSTRANSALATION ANT1	车体坐标系 单位：米
NHC 杆臂 (整机导航中心到后轮轴中心的杆臂)	SETINSTRANSALATION NHC	车体坐标系 单位：米
USER 杆臂 (整机导航中心到用户自定义输出点的偏移)	SETINSTRANSALATION USER	可选，默认的输出位置为整机导航中心
整机坐标系到车体坐标系的旋转参数	SETINSROTATION RBV	单位：度
最小对准速度	SETALIGNMENTVEL	可选，默认为 2 m/s，下限为 1 m/s

注意：1. 配置后须发送 SAVECONFIG 指令保存参数，否则整机断电后参数丢失，需重新配置
 2. 在重新安装整机后，需重新测量、配置杆臂和 RBV
 3. 在挪动天线后，需重新测量、配置杆臂

4.3 差分数据

差分数据由基准站传输给流动站，用于提升流动站定位精度，数据格式一般使用 RTCM 协议（RTCM 3.x 版本）。

基准站是一个位置固定且已知的 GNSS 接收机，通过某种方式播发差分数据。流动站则需要不断地从基准站获取差分数据来计算自身当前的准确位置。

用户可自行搭建基准站，也可租用商业基准站，但无论哪种方式，基准站和流动站之间都需要链路来传输差分数据。测试时，可通过电脑和 STRSVR 等数据转发软件完成差分数据传输；工作环境中，可搭配无线电台或 DTU 等设备完成数据链路搭建。关于基站搭建和建立数据链路，请参考《[AN053_NTRIP 配置指南](#)》和《[AN055_自建基站及电台使用指南](#)》。

X36D 作为流动站，一般通过串口或网口获取差分数据。如果使用 INTERFACEMODE

指令将通信端口的输入数据类型改为 RTCM 后，部分指令将不能被识别或执行，需要再次使用 INTERFACEMODE 指令将输入数据类型改为 AUTO。

4.3.1 串口接入

1. 配置 COM1 的波特率、校验位等：**SERIALCONFIG COM1 115200 N 8 1**;
2. 配置 COM1 输入输出数据格式：**INTERFACEMODE COM1 AUTO AUTO**;
3. 保存配置：**SAVECONFIG**;
4. 将 COM1 与差分数据源接口连接。

4.3.2 车载以太网接入

根据 3.2 章节完成 IP 和 ICOM 配置后，使用网线和转换器连接整机与电脑，在网口调试助手中建立网络联连接，再完成以下配置：

1. 配置 ICOM1 输入输出数据格式：**INTERFACEMODE ICOM1 AUTO AUTO**;
2. 保存配置：**SAVECONFIG**。

4.3.3 确认 RTK 状态

完成差分数据接入后，可使用其他 ICOM 端口监控定位状态。

保持 4.4.2 章节的网络连接不变，在网络调试助手中建立新的 ICOM 连接(如 ICOM4)，发送指令 **LOG ICOM4 BESTPOSA ONTIME 1**，根据《[UG016_数据通信接口协议](#)》可找到 BESTPOSA 消息中指示定位状态的字段，当该字段显示为 NARROW_INT 时，表示已经成功接收并使用了有效的差分数据。

4.4 轮速接入

组合导航接入车辆轮速数据后，在卫星信号遮挡较为严重或无卫星信号时，可以有效

辅助系统进行航位推算，提高组合导航在卫星信号恶劣的环境下的精度。组合导航一般使用 CAN/CAN FD 接入车辆轮速信号。轮速接入前，请确认已按照 3.3 节完成 CAN/CAN FD 总线和 DMI 杆臂配置。

通常要求轮速的更新频率不低于 20Hz（推荐不低于 50Hz），精度小于 0.1m/s，（推荐不大于 0.01m/s），分辨率低于 0.02m/s，延迟不大于 10ms。

整机未内置终端匹配电阻，使用时需在接入端匹配。

轮速接入后，可使用 RAWDMI 语句验证整机是否已接收到轮速信息，具体方法是通过串口或以太网发送指令 **LOG RAWDMIA ONNEW**，若能持续接收到 RAWDMIA 消息，则表示设备已接收到轮速信息。

4.5 实时操作

至此，可使用指令配置整机输出位置、姿态等信息。在实时操作时需注意以下事项：

1. 请确保整机所处环境可正常接收卫星信号。无法接收卫星信号时，IMU 原始数据默认不输出，卫星信号质量较差时，相关位姿信息可能达不到使用要求。
2. INS 导航信息和 GNSS 导航信息是分开计算的，即使组合导航算法未工作，仍可输出纯 GNSS 导航信息。组合导航信息通常通过 INS 相关语句进行输出。

4.5.1 系统对准

组合导航系统通过获取位置、速度和姿态估计值来完成系统初始化的过程被称为系统对准。当 X36D 上电后，系统内部将按以下流程进行对准：

1. 整机上电后进入未激活状态，即 INS_INACTIVE 状态；
2. 卫星信号接收情况良好，从捕获并跟踪第一个卫星开始到跟踪足够多的卫星来解算位置，整机会处于 WAITING_INITIALPOS 状态，直到获得良好的位置解；

- 3. 若已有精确的位置解，整机将进入 WAITING_AZIMUTH 状态，等待外部确定载体的方位角，此时可通过载体运动完成姿态的粗略估计；
- 4. 在正式导航开始前，需要保持一段速度足够大的前进方向直线行驶以完成粗对准，此时整机将处于 INS_ALIGNING 状态，待粗对准完成后即进入 INS_ALIGNMENT_COMPLETE 状态；
- 5. 通过 RTK 结果继续修正对准结果，当载体经过几个大幅度的转弯后，精度成功收敛，即可完成对准，进入精对准模式，即 INS_SOLUTION_GOOD 状态；
- 6. 当精度估计方差较大时，则会进入 INS_HIGH_VARIANCE 状态；当 GNSS 导航结果不可用时，会进入 INS_SOLUTION_FREE 状态。

表 4-2 汇总和简述了上述导航状态，可在 INSPVAXA 等 INS 相关的语句中监控这些状态：

表 4-2 惯性导航状态

状态标识	描述
INS_INACTIVE	未激活
WAITING_INITIALPOS	等待位置解
WAITING_AZIMUTH	等待航向角
INS_ALIGNING	正在进行粗对准
INS_ALIGNMENT_COMPLETE	粗对准完成
INS_HIGH_VARIANCE	较高协方差，姿态估计未收敛
INS_SOLUTION_GOOD	对准完成结果较好
INS_SOLUTION_FREE	卫星结果较差不可用

4.5.2 数据采集

组合导航系统进入导航模式后，即可采集导航数据。

纯 GNSS 解算结果仅由 GNSS 相关消息提供，如 BESTGNSSPOS 和 BESTGNSSVEL 等。当组合导航算法在正常工作时，非 INS 类消息最大支持 5Hz 输出，而 INS 相关消息

最大输出速率为 100Hz。

当高频输出 INS 相关消息时，数据量较大，为了保证数据完整性，建议采用网口传输二进制格式的消息。如果使用串口传输，请将串口波特率设置为 921600。配置指令请参见《[UG016_数据通信接口协议](#)》。

常用的组合导航消息如下表所示：

表 4-3 组合导航相关消息

分类	相关消息
位置	INSPOS、INSPVAX
速度	INSVEL、INSSPD、INSPVA
姿态	INSATT、INSPVAX
解算可信度	INSSTDEV

4.6 数据后处理

X36D 输出的原始数据，可使用专业软件后处理。后处理软件通过双向解算与平滑，能够在事后得到更精确的定位结果，可以作为测试基准。X36D 性能参数请参见附录 A。

4.7 固件升级

因产品持续迭代优化，可能需要升级固件。固件升级包可从我司官网下载，固件升级方式请参见《[AN023_固件升级说明](#)》。

附录A 技术参数

附录 A 主要是 X36D 和附带线缆的技术参数说明。

表 A-1 物理参数

尺寸	153*100*30mm
重量	290±30g

A.1 性能参数

表 A-2 性能参数

水平定位精度	单点	1.5m
	RTK	1cm + 1ppm
高程定位精度	单点	2.5m
	RTK	1.5cm + 1ppm
卫星信号	GPS	L1 CA, L2C, L2P, L5
	GLONASS	G1, G2
	BDS	B1I, B2I, B3I
	BDS-3	B1I, B1C, B2a, B2b, B3I
	Galileo	E1, E5b, E5a
	QZSS	L1CA/L1C, L2C, L5
	NavIC (IRNSS)	L5
测量精度	载波相位	≤1mm (RMS)
	伪距	L1CA, L2C, L2P, G1, G2 ≤ 0.12m (RMS)
		其他信号 ≤ 0.06m (RMS)
首次定位时间	冷启动	≤ 35s
	温启动	≤ 30s
	热启动	≤ 7s
最大数据率	GNSS 原始观测量	5Hz
	GNSS RTK 定位	5Hz
	INS 组合导航定位	100Hz
	IMU 原始数据率	100Hz
授时精度	20ns RMS	
测速精度	0.03m/s RMS	

速度极限	300m/s
加速度极限	6g

表 A-3 GNSS 信号中断后精度保持性能

中断时间	定位模式	定位精度 (m) RMS		测速精度 (m/s) RMS		姿态精度 (°) RMS		
		水平	垂直	水平	垂直	横滚角	俯仰角	方位角
0s	RTK	0.015	0.020	0.019	0.014	0.018	0.018	0.084
	后处理	0.010	0.020	0.016	0.012	0.008	0.008	0.030
10s	RTK	0.235	0.140	0.058	0.024	0.035	0.035	0.110
	后处理	0.015	0.020	0.020	0.017	0.010	0.010	0.034

表 A-4 内部 IMU 性能参数

陀螺仪	量程	$\pm 300^\circ/\text{s}$
	零偏重复性	$0.5^\circ/\text{s}$
	零偏稳定性	$1.8^\circ/\text{h}$ (XY) $1.4^\circ/\text{h}$ (Z)
	角度随机游走	$0.09^\circ/\sqrt{\text{h}}$ (XY) $0.10^\circ/\sqrt{\text{h}}$ (Z)
加速度计	量程	$\pm 6\text{g}$
	零偏重复性	20mg
	零偏稳定性	$15\mu\text{g}$
	速度随机游走	$0.035\text{m/s}/\sqrt{\text{h}}$

A.2 机械参数与导航中心

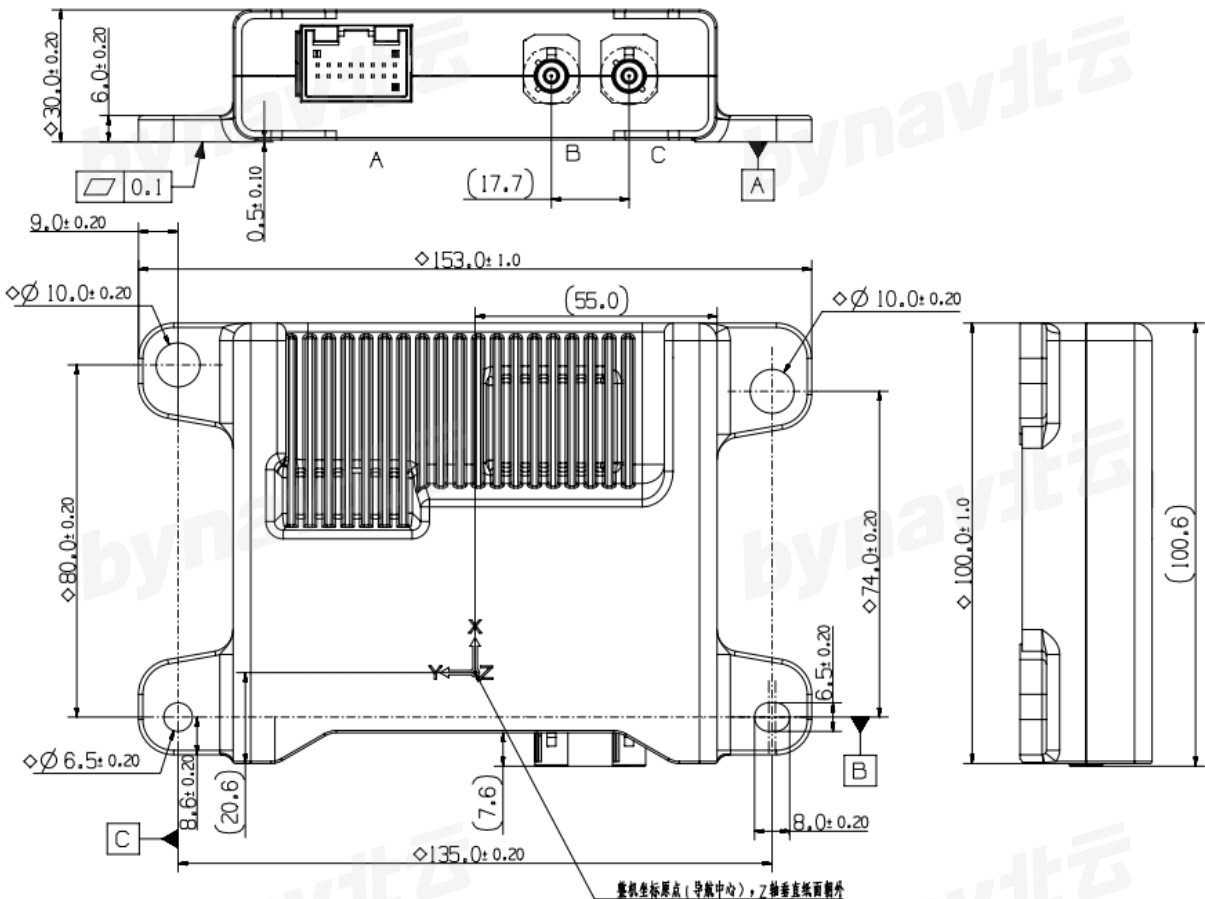


图 A-1 机械参数及导航中心

A.3 电气和环境参数

表 A-5 环境参数

工作温度	-40℃ ~ +85℃
存储温度	-40℃ ~ +95℃
湿度	95%无冷凝
防水	IEC 60529 IPX2
防尘	IEC 60529 IP5X
振动	JESD22-B103

表 A-6 电源参数

功耗	3W 典型值（全系统全频点）
浪涌电流	0.5A 少于 1.3ms（@12V;典型值）

表 A-7 RF 输入/LNA 电源输出

天线连接器	FAKRA_C, 50Ω 阻抗	
RF 输入频率	GPS L1: 1575.42MHz	GLONASS L1: 1593-1610MHz
	GPS L2: 1227.60MHz	GLONASS L2: 1237-1254MHz
	GPS L5: 1176.45MHz	GLONASS L3: 1202.025MHz
	BDS B1I: 1561.098MHz	Galileo E1: 1575.42MHz
	BDS B1C: 1575.42MHz	Galileo E5a: 1176.45MHz
	BDS B2I: 1207.14MHz	Galileo E5b: 1207.14MHz
	BDS B2a: 1176.45MHz	Galileo E5: 1191.795MHz
	BDS B3I: 1268.52MHz	Galileo E6: 1278.75MHz
LNA 电源	+5VDC, 0mA~200mA	

A.4 数据通信参数

表 A-8 数据通信接口

COM1/COM2	电气格式	RS-232
	波特率	9600, 19200, 38400, 115200(默认), 460800, 921600
	支持信号	COM1_Tx, COM1_Rx; COM2_Tx, COM2_Rx
CAN/CAN FD 总线	电气格式	ISO 11898
	数据率	最大 5Mbps
车载以太网	物理层	100BASE-T1

A.4 同步信号参数

表 A-9 同步信号描述

信号	I/O 方向	备注
PPS	O	程控可变的输出脉冲, 频率范围为 1Hz~10MHz

表 A-10 同步信号的电气参数

信号	标识	电压(V)			电流 (mA)
		Min	Typ	Max	
PPS	PPS	-	4.7	-	5

A.5 连接器

表 A-11 连接器


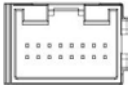
连接器	标识	连接器类型	描述
	ANT1	FAKRA_C	(接 GNSS 天线) 转 TNC
	DATA_PWR	TE 2311622_1	供电、车载以太网、 RS232 ×2、CAN/CAN FD ×2、1PPS×1

表 A-12 数据电源连接线信号定义

引脚	定义	说明	备注
1	ENET_P	车载以太网差分信号+	裸线
2	ENET_N	车载以太网差分信号-	裸线
3	RS232_RX2	COM2_接收	DB9 母头_pin3
4	PPS	PPS 输出	裸线 (5V, 默认上升沿)
5	CANFD1_L	CANFD1_Low	裸线
6	CANFD1_H	CANFD1_High	裸线
7	PGND	常电电源地	裸线
8	VCC	常电电源正	裸线
9	RS232_RX1	COM1_接收	DB9 母头_pin3
10	RS232_TX1	COM1_发送	DB9 母头_pin2
11	RS232_TX2	COM2_发送	DB9 母头_pin2
12	PPS_GND	PPS 地信号	裸线
13	CANFD2_L	CANFD2_Low	裸线
14	CANFD2_H	CANFD2_High	裸线
15	GND	点火电源地	裸线, 不使用时与 PGND 引脚并联
16	IGNITION	点火电源正	裸线, 不使用时与 VCC 引脚并联

附录B 常用坐标系、天线杆臂和旋转参数

B.1 组合导航系统中的常用坐标系定义

在组合导航系统中，常用的坐标系有当地导航坐标系、整机坐标系、车体坐标系和用户定义坐标系。

B.1.1 当地导航坐标系

当地导航坐标系，又称 ENU 坐标系，其定义如下：

- E 轴：指向东（由 N 轴、U 轴得到的右手系正交轴）
- N 轴：指向北（在垂直于 U 轴的平面内，从用户指向北极的方向）
- U 轴：指向上（参考椭球体法线方向）

当地导航坐标系的原点为整机壳体所标注的导航中心。

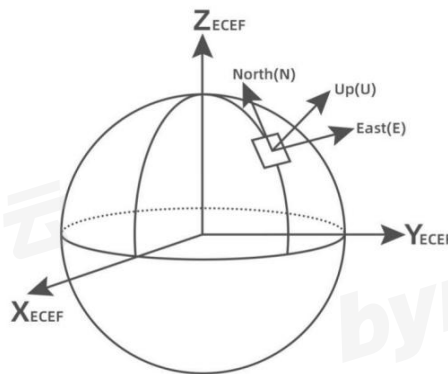


图 B-1 当地导航坐标系

B.1.2 整机坐标系

整机坐标系的原点和轴向已在整机壳体上标出，导航中心即坐标系原点。

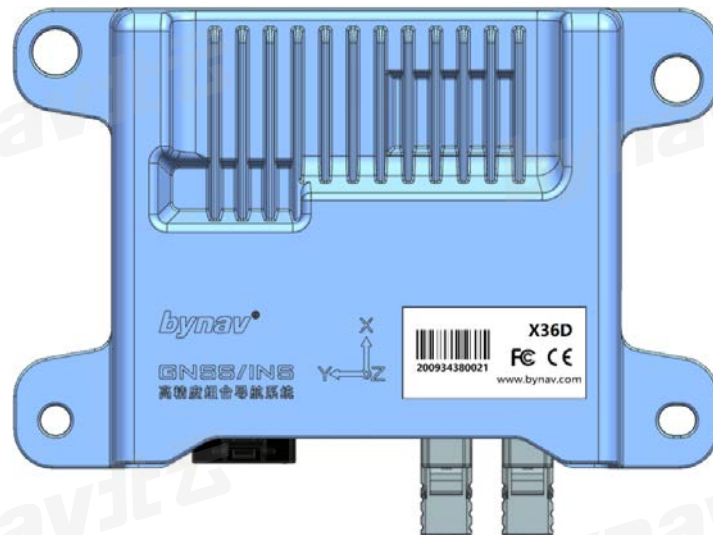


图 B-2 整机坐标系

B.1.3 车体坐标系

车体坐标系的原点为整机壳体所标注的导航中心，车体坐标系的轴向定义如下：

- Z 轴：垂直于车底指向车体顶部
- Y 轴：指向车体前进方向
- X 轴：由 Y 和 Z 轴得到的右手系正交轴

如果使用陆地模型，请严格按照此车体坐标系配置天线杆臂和旋转参数。

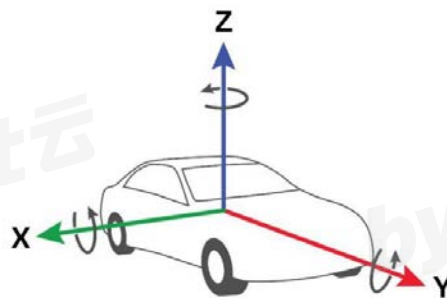


图 B-3 车体坐标系

B.1.4 用户定义坐标系

原点由用户指定的坐标系称为用户定义坐标系。

整机默认输出整机导航中心（即整机坐标系原点）的位置和速度信息，可以使用

SETINSTRANSFORMATION 指令加上确定的坐标偏移将坐标系原点设置为任意点。

整机默认输出的姿态是当地导航坐标系 (ENU 系) 到整机坐标系的旋转角度, 可以使用 **SETINSROTATION** 指令加上确定的 RBV 将姿态信息设置为当地导航坐标系到另一个坐标系的旋转角度。

B.2 天线杆臂与旋转参数

组合导航系统将 GNSS 和 INS 结合为一个整体。在 GNSS 中, 位置信息的参考点为 GNSS 天线相位中心点。在 INS 中, 位置、速度和姿态信息的参考点为整机的导航中心。

所以, 在组合导航系统中, 要提供准确的位置、速度和姿态信息, 必须知道 GNSS 天线在车体坐标系中相对于整机导航中心的位置。该参数决定组合导航系统能否正常工作。

B.2.1 天线杆臂

GNSS 天线相位中心与整机导航中心的三维距离称为**天线杆臂**。在 X36D 的定义中, 杆臂以整机的导航中心为原点, X、Y、Z 三轴方向定义与车体坐标系一致。以下为整机各 GNSS 天线杆臂的示例, 原点为整机的导航中心, 箭头指示了车体坐标系的坐标轴方向。

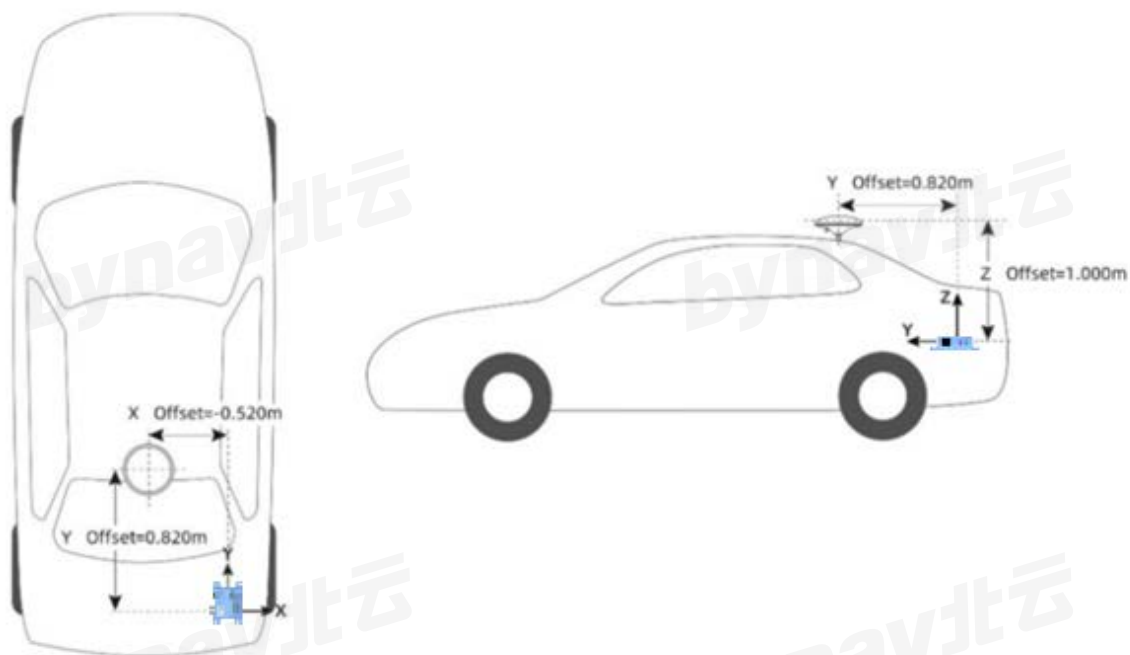


图 B-4 整机到 GNSS 天线的杆臂

如上图所示，测得天线杆臂分别为：

X Offset = -0.520m, Y offset = 0.820m, Z offset = 1.000m

使用指令 **SETINSTRANSULATION** 设置杆臂：

SETINSTRANSULATION ANT1 -0.520 0.820 1.000 0.05 0.05 0.05 VEHICLE

注意：杆臂误差会直接影响组合导航系统输出的位置误差，需确保足够精确。

B.2.2 旋转参数

整机坐标系与车体坐标系在姿态上的偏差称为旋转参数，即 RBV，本质上是整机坐标系到车体坐标系的旋转欧拉角。下图显示了整机坐标系到车体坐标系的 RBV。

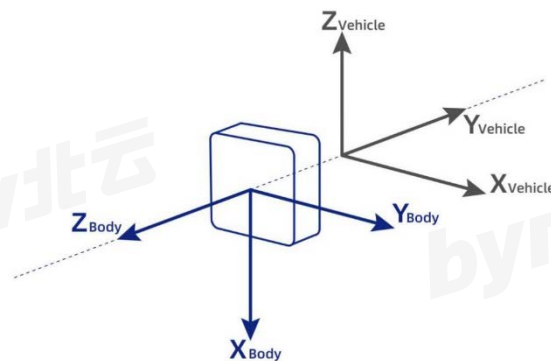


图 B-5 整机坐标系到车体坐标系的旋转参数

整机坐标系到车体坐标系的旋转欧拉角为：X：-90，Y：0，Z：+90，规则如下：

- 必须将整机坐标系旋转到车体坐标系；
- 必须按照 Z→X→Y 的顺序旋转；
- 坐标轴旋转方向遵循右手准则。

使用指令 **SETINSROTATION** 指令设置 RBV：

SETINSROTATION RBV -90 0 90

注意：整机坐标系到车体坐标系的 RBV 应该尽可能准确测量，否则会引入更多的姿态、速度和位置误差。

B.3 旋转参数校准

整机坐标系和车体坐标系之间的 RBV。如果旋转角度已知，则可以通过 SETINSROTATION RBV 指令手动配置。由于通过手工测量整机坐标系到车体坐标系的 RBV 难免存在误差，因此在设置完 RBV 后，可通过校准估算更准确的偏移量。

一般在不挪动设备的情况下，只有初始安装需要进行校准，每次重新安装 X36D 后，都应校准 RBV。校准的步骤如下：

1. 确认整机已正确配置，包括精确的杆臂和精度优于 5°的 RBV 值；
2. 整机上电正常工作，并且已完成对准和误差收敛；
3. 发送指令 **INSCALIBRATE RBV NEW**，开始校准；
4. 发送指令 **LOG INSCALSTATUS ONTIME 1**，用语句监视 RBV 校准状态及频率；
5. 保持载体在水平地面上沿直线行驶，车速须大于 5m/s（18 公里/小时）。避免在复杂的路面上行驶，以防引入额外的估算误差；
6. 当 INSCALSTATUS 状态输出为 CALIBRATED 时，校准完成；
7. 发送指令 **SAVECONFIG** 保存校准结果，以确保下次开机使用。

RBV 校准过程中的状态指示及说明见表 B-1。

表 B-1 状态指示说明

状态指示	描述
INS_CONVERGING	INS 结果未收敛，需持续进行直线加转弯运动
INSUFFICIENT_SPEED	载体速度不足，需增加车速
HIGH_ROTATION	载体转弯幅度太大，需保持载体平稳行驶
CALIBRATING	正在校准，正常校准状态
CALIBRATED	校准完成

附录C 通用 DBC 协议

[View_Vehicles]

HIDDEN=

ORDER=0,1,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,150,

[View_Vehicle]

HIDDEN=

ORDER=0,1,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,

[View_VehicleNetworks]

HIDDEN=3,6,

ORDER=0,1,2,3,4,

DEFINITIONS=9,10,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,100,150,100,100,

[View_VehicleNetwork]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,125,150,

[View_VehicleNetworkTxMessages]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,

DEFINITIONS=1,2,3,4,5,6,7,

COLUMNWIDTHS=125,125,55,100,50,100,100,100,150,100,50,50,50,50,100,
100,

[View_VehicleNetworkSignals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,50,100,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,
150,100,

[View_VehicleControlUnit]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,125,150,

[View_VehicleGateways]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,

[View_VehicleGatewaySignals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,125,125,125,125,125,

[View_Networks]

HIDDEN=2,5,

ORDER=0,1,2,3,

DEFINITIONS=9,10,

COLUMNWIDTHS=125,100,100,150,100,100,

[View_Network]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,150,

[View_NetworkTxMessages]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,

DEFINITIONS=1,2,3,4,5,6,7,

COLUMNWIDTHS=125,125,55,100,50,100,100,100,150,100,50,50,50,50,100,
100,

[View_NetworkTxSignals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,50,100,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,
150,-1,100,

[View_NetworkNodeGroup]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,100,150,

[View_Ecus]

HIDDEN=

ORDER=0,1,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,150,

[View_Ecu]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,150,

[View_EnvVars]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,100,100,50,50,50,50,100,100,150,

[View_EnvVar]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,100,100,50,50,50,50,100,100,150,

[View_NodeGroups]

HIDDEN=

ORDER=0,1,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,150,

[View_NodeGroup]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,125,55,150,

[View_Nodes]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,100,150,

[View_Node]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=232,125,100,50,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,

25,100,

[View_NodeTxMessages]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,

DEFINITIONS=1,2,3,4,5,6,7,

COLUMNWIDTHS=125,125,55,100,50,100,100,150,100,50,50,50,50,100,100,

[View_NodeTxMsg]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,50,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,-
1,100,

[View_NodeTxSignals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,50,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,-
1,100,

[View_NodeRxSignals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,100,50,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,-
1,100,

[View_NodeTxSigs]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,100,

[View_NodeRxSigs]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,125,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,100,

[View_Messages]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,

DEFINITIONS=1,2,3,4,5,6,7,

COLUMNWIDTHS=125,55,100,50,100,100,100,150,100,50,50,50,50,100,100,

[View_Message]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=245,125,100,50,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,

100,

[View_Signals]

HIDDEN=

ORDER=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,

DEFINITIONS=8,

COLUMNWIDTHS=125,50,100,100,100,50,50,50,50,100,100,150,100,

[View_ValueTables]

HIDDEN=

ORDER=0,1,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,150,

[View_AttrDefs]

HIDDEN=6,

ORDER=0,1,2,3,4,5,

DEFINITIONS=

COLUMNWIDTHS=125,100,100,50,50,100,150,

免责声明

本手册提供有关湖南北云科技有限公司（以下简称北云科技）产品的信息。手册并未以暗示、默许等任何形式转让本公司或任何第三方的专利、版权、商标、所有权等其下的任何权利或许可。除在产品的销售条款和协议中声明的责任之外，本公司概不承担其它任何责任。同时，北云科技对其产品的销售和使用不作任何明示或暗示的担保，包括但不限于对产品特定用途的适用性、适销性或对版权、著作权、专利权等知识产权的侵权责任等，均不作担保。对于不按手册要求连接或操作而产生的问题，本公司免责。必要时北云科技可能会对产品规格及产品描述进行修改，恕不另行通知。

对于本公司产品可能存在的某些设计缺陷或不妥之处，一经发现将改进而发生产品版本迭代，并因此可能导致产品与已出版的规格有所差异。如客户需要，可提供最新的产品规格。

版权所有 © 2013-2023，湖南北云科技有限公司，保留所有权利。

**bynav北云**

湖南北云科技有限公司

HUNAN BYNAV TECHNOLOGY CO.,LTD

www.bynav.com

湖南省长沙市高新区中电软件园一期 12 栋

Tel: +86-731-85058117

mail: sales@bynav.com