

公司简介

武汉迈普时空导航科技有限公司是注册于武汉东湖高新技术开发区武大科技园的高新技术企业。公司以定位定姿系统（POS）作为其 GNSS/INS 组合导航产品和服务的突破点，面向国内外机载、车载和船载移动测绘应用的需求，为遥感测绘设备提供直接地理参考信息（Direct Georeference），从而大幅度提高作业效率并降低成本。

公司以其母公司北京耐威科技股份有限公司成熟的 GI 组合导航系统作为 POS 产品的硬件平台，依托武汉大学作为技术支撑，自主开发先进的组合定位定姿数据处理软件，并配套常用遥感测绘设备数据接口，实现系统集成。已形成包含高、中、低端的 POS 产品系列，分别采用激光陀螺、光纤陀螺和微机械（MEMS）陀螺作为核心测量器件，可替代同等级进口产品。由于采用了国产惯性器件和自主研发方案，与进口同类产品相比具有突出的成本优势，并能够提供完善的售前售后和灵活的功能定制服务。在 POS 产品突破遥感测绘市场的基础上，迈普时空还将进一步拓展其它位置和姿态测量应用，如科学研究、专用设备研制、武器装备测试等，并积极开拓 POS 系统的新应用。

在核心技术方面，迈普时空在 GNSS/INS 数据组合算法（包括松组合和紧组合）的基础上，还将研发深组合接收机技术，即 INS 信息辅助 GNSS 接收机内部的信号捕获与跟踪，最大限度地利用 INS 信息来显著改善 GNSS 接收机的动态特性、精度、灵敏度和抗干扰能力，使迈普时空的定位定向产品的性能再上一个台阶。

迈普时空 POS 产品选用表

迈普时空 POS 产品	可替代进口产品	典型应用
POS 800（激光陀螺 0.01 deg/h）	POS AV 610	高空遥感和摄影测量、航空重力测量、铁路动检车
POS 510（光纤陀螺 0.2 deg/h）	POS AV 510 / 410 SPAN_LCI / FSAS	航空摄影测量、车载移动测绘
POS 310（光纤陀螺 1 deg/h）	POS AV 410 / 310 SPAN_FSAS	短基线摄影测量、载体姿态测量
POS 1100（MEMS 陀螺 18 deg/h）	SPAN_CPT	无人机测绘，街景测量

高精度光纤陀螺（FOG）定位定姿系统 POS510

POS510采用高精度闭环光纤陀螺仪（FOG）和高可靠性、高稳定性的石英挠性加速度计，与专业型GNSS板卡组合，经专门设计的GNSS/INS数据处理软件处理，可提供精确的位置和姿态信息，以及三维角速度和加速度等动态信息，是一款中高精度定位定姿系统。POS510系统可扩展GLONASS和北斗卫星接收功能，并可针对不同应用环境扩展里程计、气压高度计等辅助传感器进一步提高系统精度和适用性，可为测绘设备（如航测相机、LiDAR、SAR等）提供直接地理参考信息，广泛应用于移动测图和航空摄影测量等领域。

POS510 产品特点

- 体积较小、重量较轻，有价格优势
- 全密封可靠设计
- 抗振动冲击和抗电磁干扰

POS510产品应用范围

- 车载移动测图
- 航空摄影测量



表 2: POS510 精度指标*

定位精度**	$\leq 0.05 \text{ m (1}\sigma\text{)}$
航向精度	$0.008 \text{ deg (1}\sigma\text{)}$
姿态精度	$0.005 \text{ deg (1}\sigma\text{)}$
IMU 精度(陀螺零偏)	0.5 deg/h
陀螺零偏不稳定性	0.1 deg/h

* 数据后处理结果

** GNSS RTK 精密定位模式（基线长度 $\leq 20\text{km}$ ）

表 1: POS510 系统指标

体积	$168 \times 169 \times 138 \text{ mm}$
重量	$\leq 4.8 \text{ kg}$
电源	$9 \sim 36 \text{ VDC, } \leq 20\text{W}$
工作温度	$-40^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$

中精度光纤陀螺（FOG）定位定姿系统 POS310

POS310采用闭环光线陀螺(FOG)和高精度石英挠性加速度计,与专业型GNSS板卡组合,经专门设计的GNSS/INS数据融合软件处理,可提供精确的定位信息(经度、纬度、高度),定姿信息(俯仰、横滚、航向),以及三维加速度、角速度等动态信息,是一款中等精度(战术级)定位定姿系统。可扩展多种传感器(里程计、高度气压计等)以提高系统精度和适用性,广泛应用于移动测图、航空摄影测量、船舶姿态动态测量等领域。

POS310 产品特点

- 采用闭环光纤陀螺
- 重量轻、体积小、功耗低
- 抗振动冲击和电磁干扰
- 全封闭可靠设计, 保证恶劣环境下正常工作



POS310产品应用范围

- 车载移动测图
- 航空摄影测量
- 船舶姿态动态测量

表 2: POS310 精度指标*

定位精度**	$\leq 0.05 \text{ m (1}\sigma\text{)}$
航向精度	$0.02\text{--}0.05 \text{ deg (1}\sigma\text{)}$
姿态精度	$0.01\text{--}0.02^\circ \text{ (1}\sigma\text{)}$
IMU 精度(陀螺零偏)	$\leq 1.5 \text{ deg/h}$
陀螺零偏不稳定性	$\leq 0.5 \text{ deg/h}$

* 数据后处理结果

** GNSS RTK 精密定位模式(基线长度 $\leq 20\text{km}$)

表 1: POS310 系统指标

体积	$151 \times 120 \times 101 \text{ mm}$
重量	$\leq 2.2 \text{ kg}$
电源	$9\text{--}36 \text{ VDC}, \leq 15 \text{ W}$
工作温度	$-45^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$

高精度激光陀螺（RLG）定位定姿系统 POS800

POS800 采用高精度小型激光陀螺（RLG）和高稳定性石英加速度计，与专业型 GNSS 板卡组合，经专门设计的 GNSS/INS 数据融合软件处理，可提供精确的定位信息（经度、纬度、高度），定姿信息（俯仰、横滚、航向），以及三维加速度、角速度等动态信息，是一款高精度（导航级）定位定姿系统。可广泛应用于航空摄影测量、航空重力测量、陆地交通道路测量、海上定位等领域。

POS800 产品特点

- 采用高精度小型激光陀螺
- 采用无温控高稳定性石英加速度计
- 自主性强、可靠性好、性价比高
- 可作为实验和测试参考设备
- 一体化设计，体积重量相对较小



POS800 产品应用范围

- 航空摄影测量
- 航空重力测量
- 陆地交通道路测量
- 海上定位

表 2：POS800 精度指标*

定位精度**	$\leq 0.05 \text{ m (1}\sigma\text{)}$
航向精度	$0.005 \text{ deg (1}\sigma\text{)}$
姿态精度	$0.002 \text{ deg (1}\sigma\text{)}$
IMU 精度(陀螺零偏)	0.01 deg/h
陀螺零偏不稳定性	0.005 deg/h

* 数据后处理结果

** GNSS RTK 精密定位模式（基线长度 $\leq 20\text{km}$ ）

表 1：POS800 系统指标

体积	$190 \times 191 \times 183 \text{ mm}$
重量	$\leq 8 \text{ kg}$
电源	$28 \text{ VDC} / 60 \text{ W MIL-STD-704A}$
工作温度	$-45^\circ\text{C} \sim +71^\circ\text{C}$

高性能 MEMS 定位定姿系统 POS1100

POS1100 采用高性能 MEMS 陀螺和石英加速度计，与专业型 GNSS 板卡组合，经专门设计的 GNSS/INS 数据融合软件处理，可提供精确的定位信息（经度、纬度、高度），定姿信息（俯仰、横滚、航向），以及三维加速度、角速度等动态信息，是一款高性能、轻小型、一体化的 MEMS 定位定姿系统。可扩展多种传感器（里程计、高度气压计等）以提高系统精度和适用性，广泛应用于移动测图、低空摄影测量、专用车辆定位定向、武器系统测试以及精细农业等领域。

POS1100 产品特点

- 高性能、一体化设计
- 重量轻、体积小、功耗低
- 全封闭可靠设计，保证恶劣环境下正常工作

POS1100 产品应用范围

- 移动测图（车辆平台）
- 低空摄影测量
- 武器系统测试
- 专用车辆（工程车、通信车等）定位定向
- 精细农业等



表 2: POS1100 精度指标*

定位精度**	0.05–0.3m (1 σ)
航向精度	0.05–0.1° (1 σ)
姿态精度	0.01–0.02° (1 σ)
IMU 精度(陀螺零偏)	18 %h

表 1: POS1100 系统指标

体积	68.8×68×70 mm
重量	<0.5kg
电源	9~36VDC, ≤3.5W @ 12 VDC
工作温度	-40℃ ~ +85℃

GNSS/INS 组合导航数据处理软件

GNSS/INS 组合导航数据处理软件 V1.0（以下简称 GINS1.0）是一套自主研发的 GNSS/INS 松组合数据处理软件。该软件采用当地水平坐标系作为参考坐标系，利用等效旋转矢量进行姿态更新，基于 21 维误差状态向量设计了组合导航 kalman 滤波算法对 GNSS 信息和 INS 航位推算信息进行融合。GINS1.0 支持多种信息辅助和反向平滑功能，以改善导航状态可观测性，降低对 GNSS 信息的依赖，提高和保障定位定姿结果的高精度和高可靠性。GINS1.0 的主要功能包括以下几点：

- 数据自动扫描，进行数据智能判断（检查数据长度、数据是否丢数等）；
- 支持几种典型的 IMU（包括导航级、战术级和 MEMS 等）精度指标参数自动设定；
- 具有多种初始对准模式，用户可根据自身测试条件适当地进行初始对准，同时具有自动模式；
- 支持 INS 独立解算；
- 支持零速修正、里程计信息、非完整性约束等多信息辅助，保障在 GNSS 信号比较差或者失锁的情况下的定位定姿精度；
- 采用扩展卡尔曼滤波（EKF）进行多信息数据融合；
- 具有 RTS 反向平滑功能；

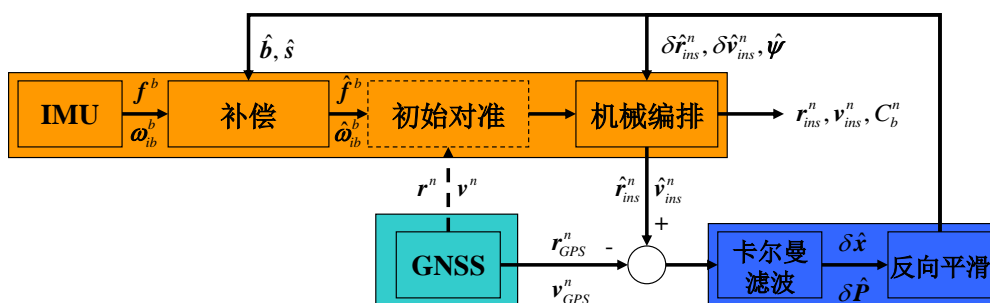


图 1. GINS1.0 松组合流程框架图

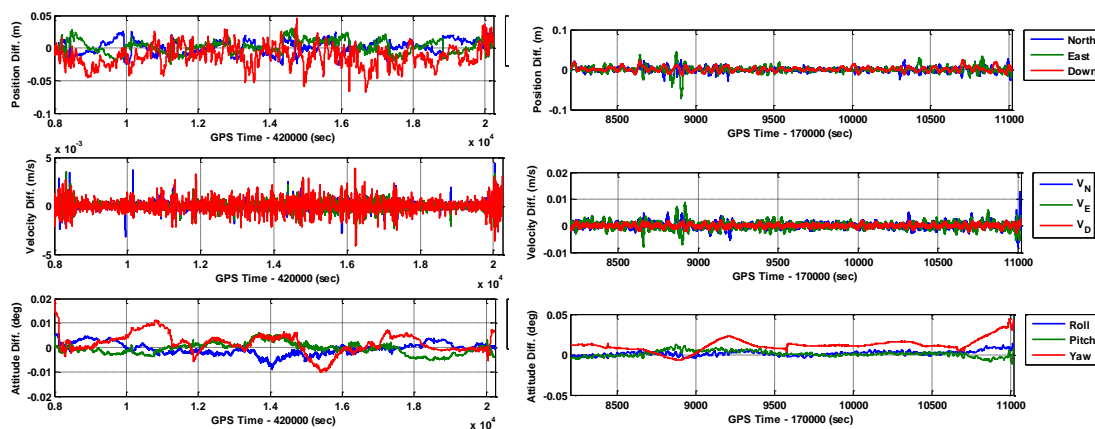


图 2 GINS1.0 与同类软件导航解算结果差异图
(左图为 POSPac, 右图为 Inertial Explorer)

表 1. GINS1.0 与同类软件导航解算差异统计结果

	Position Diff. (m)			Velocity Diff. (m/s)			Attitude Diff. (degree)		
	North	East	Height	North	East	Down	Roll	Pitch	Yaw
RMS _(POSPac)	0.0103	0.0100	0.0206	0.0004	0.0004	0.0007	0.0025	0.0023	0.0044
RMS2 _(IE)	0.0058	0.0083	0.0061	0.0012	0.0014	0.0007	0.0033	0.0037	0.0139

PPP/INS 紧组合数据处理软件

由公司研发人员独立研发的 PPP-INS 紧组合导航数据后处理软件，以新的基于原始观测量的 PPP 数学模型为基础，采用 Kalman 滤波技术，实现的 PPP-INS 紧组合导航数据后处理功能。

■ 软件性能：

可提供高精度的位置、速度、姿态、电离层、对流层、接收机硬件延迟、加速度计/陀螺零偏及比例因子等结果。

■ 软件创新点：

软件采用基于原始观测的 PPP 数学模型，不同于传统 PPP 那样采用观测值的无电离层组合来消除电离层和接收机硬件延迟误差而是采用将电离层和接收机硬件延迟作为参数进行估计，这样可加快 Kalman 滤波器的收敛速度、提高位置信息精度。

■ 软件主要功能模块：

- GPS 数据预处理
- GPS 误差模型改正
- 精密轨道钟差拟合
- 位置速度初始化及姿态对准
- GPS-INS 时间同步
- INS 误差补偿器
- INS 力学编排
- Kalman 滤波
- 滤波结果反馈

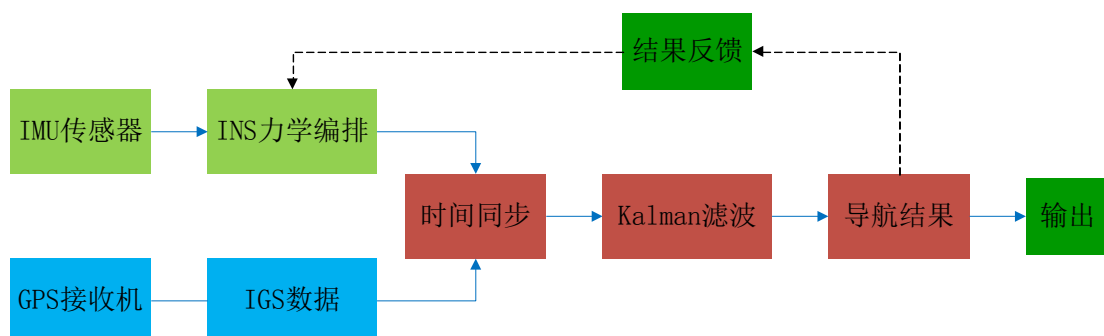


图 PPP-INS 紧组合导航数据处理软件流程图

轻型 GNSS/INS 铁轨形变测量方案

轻型 GNSS/INS 轨道测量系统,是将高精度 GNSS/INS 组合导航设备搭载在便携式轻型轨道测量小车上,在轨道上推行,使组合导航设备感知铁轨形变。对 GNSS/INS 数据进行组合导航解算,根据解算得到的坐标和姿态重建两条铁轨的三维空间曲线,进而计算出轨道不平顺值,评估轨道形变状况。

本系统由武汉大学与广州南方高速铁路测量技术有限公司(简称南方高铁)合作开发,其中轨检小车及轨道不平顺性评估软件由南方高铁设计开发。

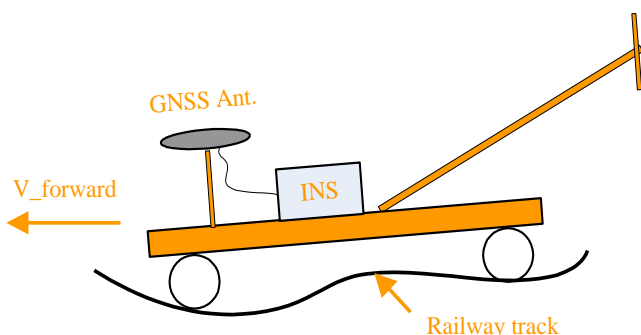


图 由南方高铁公司设计的轨检小车



图 GNSS/INS 铁轨形变测量现场作业图

GNSS/INS 组合数据处理软件在事后对现场采集的 GNSS、INS 和里程计、轨枕识别器等辅助设备的原始数据进行融合处理,充分发挥轨道约束条件和惯导的时间/空间相对测量精度,采用正向处理和反向平滑算法,得到最优的位置和姿态信息,实现毫米级动态定位。对多次测量得到的精密坐标序列进行拟合处理,得到两条铁轨最佳的空间几何形状测量值。根据拟合后的坐标及姿态序列反算各轨道参数,并按弦测法计算不同波长的轨道不平顺值,如轨向、高低、超高、轨距及扭曲不平顺。上述不平顺值与铁路里程及轨枕信息结合起来,形成一套完整的轨道调拨量信息,用以指导轨道的调整,使调整后的轨道具有很好的平顺性。

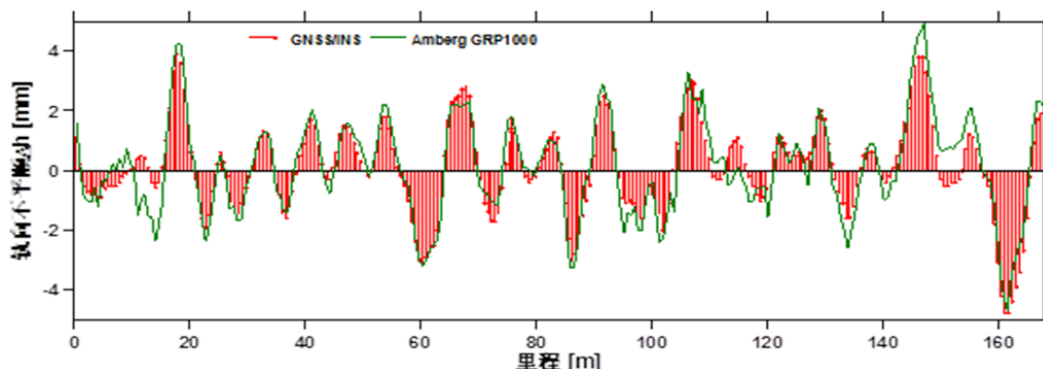


图 GNSS/INS 结果与现行方法 Amberg GRP1000 测量结果对比

高铁轨道不平顺评估软件负责对 GNSS/INS 组合导航解算结果进行后处理。软件根据 GNSS/INS 解算得到的位置和姿态，重建两条铁轨的三维空间曲线，并根据重建的曲线计算出轨道测正矢序列，评估轨道不平顺，给出轨道调整量。目前，南方高铁公司已经完成软件的整体架构及设计，并已实现软件的部分功能。但需要进一步完善软件功能，对软件进行美化，做更加人性化的界面设计，软件的主要功能列举如下：

- 重建轨道三维空间曲线
- 评估轨道不平顺整体水平
- 计算轨道调整
- 计算两轨不同波长的正矢序列
- 计算轨道参数