

# 一种车载 GNSS/MIMU 组合导航系统的构想

赵学青, 马小军, 王绍斌

(内蒙古第一机械集团有限公司, 包头市民主路, 014032)

**摘要:** 一种车载 GNSS/MIMU 组合导航系统拟采用了 GPS 定位技术、GPS 定向技术、GPS/惯导组合导航技术、DSP 应用技术等先进技术设计, 将惯导的自主性、高数据输出率和卫星导航系统误差不随时间积累、长期高精度性等特点有机地结合起来, 实现了高性价比的组合导航系统。

**关键字:** GNSS; MIMU; 组合导航;

## 0 引言

GPS 是美国为军事目的建立的, 用于解决海上、空中和陆地运载工具的导航和定位问题, 系统由 24 颗导航卫星 (21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星) 组成。GPS 采用码分多址 (CDMA), 定位精度通常 15m 左右, 主要应用于单点导航定位与相对测地定位, 具有全天候、定位迅速、精度高、可连续提供三维位置 (纬度、经度和高度)、三维速度和时间信息等一系列优点, 是实现全球导航定位的高新技术。通常 GPS 接收机接收到四颗卫星的信号就能够确定移动载体的方位, 是当前导航定位技术应用最广泛的系统。

GPS 系统以其初始化时间短、定位精度高、无累积误差等特点在国民生产生活及国防工业中得到了广泛的应用。但由于其动态响应能力较差, 易受电子干扰影响, 信号易被遮挡、无法确定方向等缺点, 限制它的进一步应用。利用双 GPS 天线在一定条件下也可以实现定向功能, 这就充分拓展了 GPS 系统的功能和应用, 在卫星定位的基础上实现了定位定向的能力。国内已有了这方面的报道, 也有应用这种技术的科研样机。

惯性导航系统 (INS) 完全自主工作, 具有隐蔽性好, 不受气象等条件限制特点, 可以提供完备、连续及高数据更新率的导航信息, 是军用武器系统的首选导航设备。其主要缺点是误差随时间增大, 难以长时间高精度工作。解决这一问题主要有两条途径: 一是提高 INS 本身的精度, 即通过采用新材料、新工艺和新技术, 或研制新型高精度的器件, 提高惯性器件的精度; 二是将其他外部传信息 (如: GPS 等) 与 INS 组成组合导航系统, 定时或不定时地对 INS 进行综合校正, 对惯性器件的漂移进行补偿。前者需要花费很大的人力和财力, 且惯性器件精度的提高是有限的; 后者主要由软件算法技术实现。实践证明, 组合导航是提高 INS 精度的有效途径, 代表了导航技术的主要发展方向。

将惯性导航的自主性、短期高精度和卫星导航系统误差不随时间积累、长期高精度性能特点有机的结合起来, 应用卡尔曼滤波等滤波技术, 对导航系统的变量进行最优估计, 获得修正信息。经卫星导航系统校准的惯导系统在卫星导航系统信号中断期间的误差增长速率显然要比没有校准、自由状态下的惯性导航 (纯惯性导航) 的误差增长速率低。既保持了纯惯导系统的自主性, 克服了纯惯性导航系统误差随时间的积累。卫星导航系统数据对惯导的辅助及校准, 可实现惯性导航系统在运动中空中对准, 从而提高了快速反应能力。当机动、干扰或遮挡等引起卫星导航系统信号丢失时, 惯性导航系统可以辅助卫星导航接收机重新捕获卫星导航信号, 同时还可使卫星导航接收机跟踪环路的带宽取得很窄, 解决动态与干扰的矛盾。

MIMU 是种新型的捷联惯性导航系统 (Strapdown Inertial Navigation System, SINS), 它继承了传统 SINS 的特性: 完全自主式、保密性强 (在军事应用领域尤为重要)、不存在信号的电磁干扰、全天候、机动灵活; 同时, 它又具有传统 SINS 所无法比拟的优点: 尺寸小、重量轻、成本低、功耗小、寿命长、可靠性高、动态范围宽、响应速度快和便于安装调试等。因此, 其研究工作日益受到重视, 应用前景也越来越广阔, 尤其在军事领域具有很强的应用需求, 是当今惯性技术发展的一个重要方向。

本文研究将双 GPS 的定位定向技术与 MIMU 技术结合起来, 利用 GPS 的长期稳定性与高精度弥补 MIMU 误差随时间累积的缺点, 利用 MIMU 的短期高精度弥补 GPS 系统易受干扰、信号易失锁等缺点, 借助 MIMU 的姿态信息和角速度信息可进一步提高 GPS 接收机天线的定向操纵性能, 使得 GPS 系统可以快

速捕获或重新锁定卫星信号，同时可借助 GPS 连续提供的高精度位置、速度信息来估计并校正 MIMU 系统的位置和速度以及系统的其它误差参数，从而可放宽对 MIMU 系统的精度要求。此外，二者都具有体积小、成本低的优点，因而可以构成性能价格比优越的小型组合导航系统，满足实际应用和车辆的适装要求。

## 1 系统组成

设备主要由微惯性测量单元（MIMU）、GPS 接收机、卫星天线、导航计算机、接口模块、电源模块等部分组成，设备总体构成如图 1 所示。

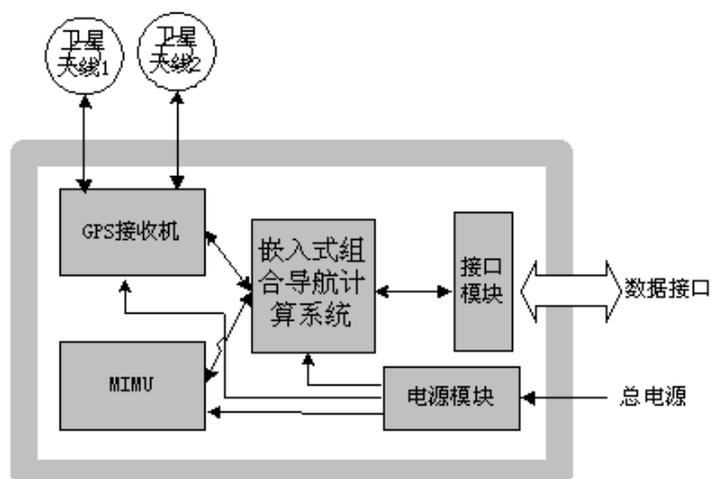


图 1 设备总体构成框图

图 1 中，GPS 接收机负责接收到的卫星信号并进行处理，并提供位置、速度、伪距、伪距率和相位输出；MIMU 是一个六自由度惯性测量单元，测量沿 3 个正交轴的角速率和线加速度。该装置主要包括惯性敏感器组件、惯性敏感器组件电路以及执行数字滤波和补偿算法的姿态计算机等；嵌入式组合导航计算系统主要是由 DSP 组成，是整个系统的核心，主要根据 MIMU 的惯性测量参数求解导航方程，解算出运动载体的姿态（滚动、俯仰、航向）、速度和位置信息，同时通过卡尔曼滤波技术，实现 GPS 和 INS 的组合导航。并且负责设备的数据管理、通信控制、电源管理等等；接口模块主要包括对外不同通信接口的扩展与管理，以及设备的调试、测试以及功能升级借口等；电源模块的主要功能是为设备的各个模块供电，包括滤波、电压转换以及电源隔离等。

## 2 工作原理

设备原理框图如下所示。其中，MIMU 为角运动和线运动的敏感测量装置。运动过程中，陀螺仪测量三个坐标轴的转动角速度，加速度计测量三个坐标轴轴向视加速度。GPS 通过天线接收机卫星信号，实时结算天线的位置、速度和时间等信息。然后通过导航计算机实时导航计算和数据融合，确定出天线载体的姿态、速度、位置等导航信息，将数据传输给用户终端。

## 3 软件组成

设备主要软件组成模块参见图 3 所示。

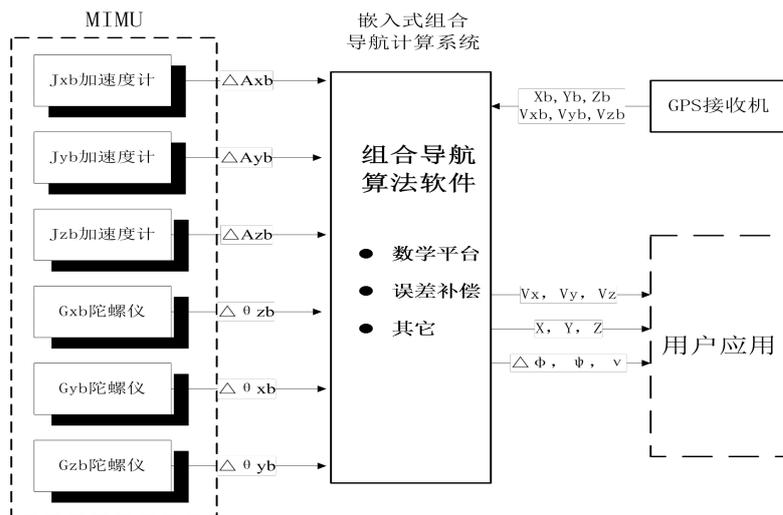


图2 原理框图

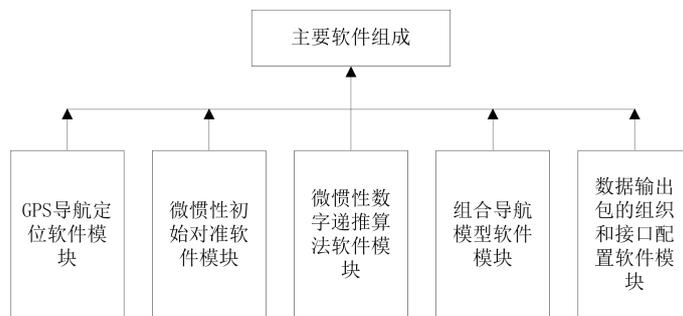


图3 软件组成

## 4 建议

GPS 与 MIMU 的组合构成组合系统，可以充分利用各自的优点：高精度信息作为外部量测输入，在运动过程中不断修正 MIMU，以控制 MIMU 误差随时间的积累，而 MIMU 则可提供短时间内高频高精度的定位结果，并输出丰富的导航信息。此外，利用双 GPS/MIMU 组合模式可以较好的解决 MIMU 精度低而难以进行初始对准的问题，研究表明，该组合导航系统相对于纯 MIMU 来说，其导航精度得到极大的提高，且无时间累积误差；相对于 GPS 定向定位系统来说，其输出频率可以提高到 MIMU 的水平，解算成功率达到 100%，且能够有效的解决短时间卫星失锁的问题。

在当前信息化的紧迫需求下，发展一种车载 GNSS/MIMU 组合导航系统是有实际需要的，它可以提供态势感知所需的基础数据，在多项领域具有重要的推广应用价值和广阔的市场前景。

### 参考文献

- [1] 严恭敏，车载自主定位定向系统研究，西北工业大学博士论文，2004
- [2] 杨艳娟，卞鸿巍，田蔚风，金志华，一种新的 INS/GPS 组合导航技术[J]，第 12 卷第 2 期，2004.4