

# 铁路工程施工物资运输车辆定位追踪技术应用

李行

长江沿岸铁路集团股份有限公司，湖北 武汉 430000

**摘要：**铁路工程建设期间环境复杂，导致难以及时掌握铁路工程运输车辆在途运输信息，而沿线部分地区信号较弱进一步给在途运输车辆实时动态定位带来了困难。本文基于北斗卫星导航定位系统（BDS）实现了铁路工程运输车辆动态稳定定位，结合天地图地图API，利用ArcGIS Server开发了铁路工程运输车辆定位追踪系统，实现了多场景下铁路工程物资运输车辆的在途定位追踪、运输路径规划导航、路况风险辨识、运输车辆智能监控、物资定位轨迹回溯等功能。

**关键词：**北斗定位；Web GIS；车辆定位；追踪；路径优化

## 引言

2020 年 7 月 31 日，中国北斗三号系统正式建成开通，开始为全球使用者提供连续、稳定、可靠的服务，包括提供实时动态厘米级、事后静态毫米级定位增强服务。基于北斗卫星导航系统（BDS）结合地理信息系统（GIS）的运输车辆定位追踪信息系统的研究正逐渐增多，主要集中在提高定位精度、实时性和系统的稳定性上。

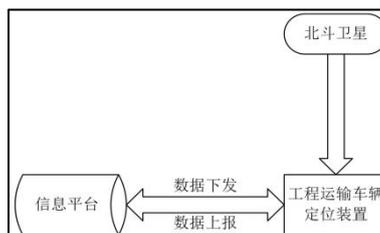
本文基于铁路工程运输车辆定位信息，结合利用网络地理信息系统（WebGIS）技术，研究实现运输车辆智能监控、物资实时追踪物资、定位轨迹回溯、运输路径规划导航、路况风险识别等功能<sup>[1-6]</sup>。

## 1 物资定位追踪系统架构

物资定位追踪系统通过北斗卫星导航与多种技术的多源融合定位技术，实现连续可靠的铁路工程运输车辆定位服务。铁路工程物资调度指挥中心和施工单位可实时掌握运输车辆当前所在位置，了解物资是否已经从厂家发出，物资运输车辆走行里程和走行情况，剩余里程与预计到达时间等信息。系统架构示意如图 1 所示，工程运输车辆定位装置接收北斗导航卫星系统（BDS）的定位信号，并通过互联网络（TCP/IP）与信息平台通讯，

利用 API 接口进行数据上报与数据下发。信息平台借助通信网络，对所有接入的工程运输车辆进行定位追踪和监控调度管理。

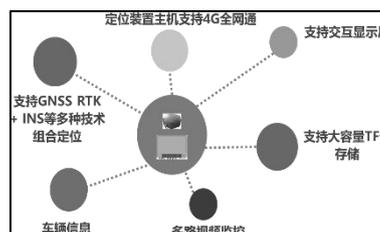
图 1 物资定位追踪系统架构示意图



### 1.1 定位装置

在多变地理环境特征与恶劣自然条件下，应用基于北斗装置的定位技术与惯性导航及 UWB 定位技术，构建车辆定位追踪装置，实现对物资运输车辆的精准实时定位追踪。同时结合 GIS 技术、移动互联技术，完成车辆运输可视化展示，车辆轨迹可视化追踪。铁路工程运输车载定位装置功能如图 2 所示。

图 2 铁路工程运输车载定位装置功能



### 1.1.1 多源融合定位

车载定位装置支持 BDS 定位+INS 惯导组合和 UWB 定位，在一般遮挡环境，通过惯导即可获得较高精度的定位结果，在长隧道内可启用 UWB 定位。定位追踪装置能够接收北斗卫星导航系统的信号能够实时解算出车辆当前的位置和速度等信息，实现全天候全天候定位<sup>[8]</sup>。以北斗定位作为基本功能，配备惯性导航系统定位功能，通过北斗+惯导的组合定位，支持车辆经过屋檐、廊桥和隧道等短时有遮挡的场景，保证定位结果的连续

性。在短时间的遮挡环境下，车辆通过惯导可获得较高精度定位结果。此外，定位追踪装置具备 UWB 定位功能，当无卫星信号时，如在长隧道内可启用 UWB 定位功能。UWB 定位系统采用下行 TDOA 位置解算方式，边缘计算延时低，实时性更高。为提高定位系统的全面性、精确性、抗干扰性、动态适应性和可靠性，充分利用各个定位技术之间的互补特性，通过最优估计和信息融合方法，实现定位追踪装置多技术融合定位，如表 1 所示。

表 1 融合定位技术

序号	定位技术	适用场景
1	北斗单点定位+惯导定位	路段环境不存在完全遮挡，可以接收到卫星信号。
2	惯导定位+UWB	路段无卫星信号，可以安装定位基站的环境。

### 1.1.2 多路视频监控

车载定位装置采用主流视频硬件处理平台，视频处理芯片支持针对多路高清/超高清 DVR 产品，支持多路高清摄像头实时监控和存储，支持更高压缩率的 H.265 视频编码引擎，以及外围设备高速接口。可按业务需求调整码率，充分利用大容量空间 TF 卡进行数据存储，可提供高性能和优异的高清图像质量。

### 1.1.3 4G 无线数据传输

车载定位追踪装置具备 4G 高速无线传输功能，可为车载设备提供高速无线数据传输服务。定位装置支持接入双卡，可集成两家不同运营商 SIM 卡，实时监测 4G 信号质量并自主切换，提高网络传输的可靠性。可通过专用 VPN 通道接入铁路内网向服务器上报实时定位数据，以及其他相关业务信息，支持 4G 无线路由器功能。

### 1.1.4 移动终端接入

车载定位装置可支持 PAD 或手机接入，支持用户在终端进行实时预览、录像回放、视频下载、文件管理等功能。

## 1.2 系统平台

在针对复杂山区铁路地势复杂、灾害频繁、生态环境脆弱的特征，利用地理信息系统（GIS）、移动互联技术，实现物资调配作业全程管理和物流服务动态监控。信息系统集成调度专业数据、车辆数据、地图数据、天气数据。调度专业数据包含物资调度计划、调度指令、车辆实时数据、配送轨迹等。其他主要数据包括：从北斗卫星获取的车辆定位信息、施工场地、地区路网、道路实况信息。通过与仓储管理系统进行数据联通，获取仓储基地位置、物资存储信息；通过与物资采购系统联通，获取采购信息、物资需求信息等。实现工程物资的实时跟踪，物资信息（品类、数量、起讫点、运输车辆、司机信息等）的实时查询，实时掌握从接收运输需求、派遣车辆、供应点取货、途中运输、需求点送达等物流服务全过程情况。

综合协同考虑物资需求和供给，包括地点、种类、数量等；车辆供给，包括车辆状态（可使用、检修、装卸货等）、所在地点、可运送货物品类等；以及物资需求和供给方

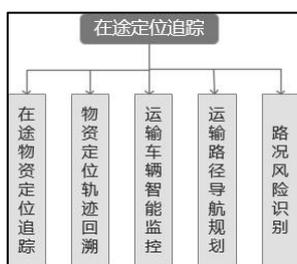
的装卸条件、可行线路情况等，优化车辆走行路径，以最大化配送效率和效益。

## 2 功能与接口设计

### 2.1 在途定位追踪功能

在途定位追踪的功能结构如图 3 所示，主要实现在途物资定位追踪、物资定位轨迹回溯、运输车辆智能监控、运输路径规划导航、路况风险识别等功能。

图 3 在途定位追踪功能结构图



#### 2.1.1 在途物资定位追踪

针对复杂山区国道与相关运输通道分布情况，依据北斗定位装置、互联网、手机 APP 地理位置采集等方式综合收集在途信息，通过前端大屏展示物资配送计划、车货匹配情况、物资在途定位与车辆在途定位。监控工程运输车辆实时位置，通过车辆定位接口能快速定位工程运输车辆，返回车辆所处位置坐标。根据车辆行驶过程进行精准判断，快速且直观的查看到运输过程。

#### 2.1.2 物资定位轨迹回溯

提供物资运输从装车地点到卸载位置的走行轨迹回溯，通过大屏展示走行路径、时间、里程等。分析运输全程停车点、途径城市信息，支撑调度人员管理。可追溯近 6 个月行程，单次最长可追溯 72 小时行程。能够精确反馈停车及途径城市的情况。

#### 2.1.3 运输车辆智能监控

对物资配送车辆进行在途位置、行驶里程、运行速度、司机担当等数据采集，结合路网信息形成复杂山区铁路沿线车辆监控数

据集。

#### 2.1.4 运输路径导航规划

基于路网监测、沿线道路交通流管控、沿线道路交通现状、车辆监控等数据，实现车辆运输路径的优化，并及时向司机推送最优路径。

#### 2.1.5 路况风险识别

接入灾害预警、天气信息，结合交通管制、视频监控数据进行路况风险识别与预警，并及时向司机进行路况风险推送。

## 2.2 信息共享和信息接口

采用统一灵活的信息共享及信息接口方案，既满足系统内部业务功能整合的需求，又要满足后续功能补充扩展及外部接口的要求。

#### 2.2.1 开放式数据交互接口

在不同系统之间或者具有松散耦合结构下的各应用模块之间，综合考虑数据交换量及系统性能，建立以 Web Service、RESTful API 等接口方式实现数据共享。

#### 2.2.2 应用程序编程接口

在采用组件或插件的情况下通过应用程序提供出的 API 来访问预集成系统的数据及功能。如视频信息的调用，在 B/S 结构下可采用插件形式，通过 API 进行视频调用及视频控制。

#### 2.2.3 数据处理中间件

面向异构系统间的数据集成及分布式事务处理，根据应用需求，通过数据处理中间件，进行不同系统间的数据转换与交换。

#### 2.2.4 固定格式文件交换

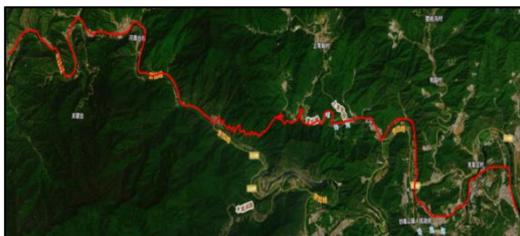
存在网络隔离，需进行业务应用数据交换时，采取预先设定好的规范固定格式文件的形式（例如 Xml、Excel 格式）生成文件。

## 3 功能与接口设计

铁路工程运输车辆定位追踪系统使用天地图地图 API+Openlayes+Arcgis 技术，将车

辆实时位置图标以及仓库位置、车辆行驶轨迹展示，系统界面如图 4 所示。

图 4 系统界面



监控大屏综合展示以 WebGIS 技术为基础，集成交通运输路网信息、车辆位置信息、天气信息、道路交通信息等，对运输车辆的当前状态、标段仓库的当前状态以及各在途车辆的当前位置和路径信息进行实时展示，系统主要功能如下：

### 3.1 在途车辆运输信息查询

通过对物资配送车辆进行在途位置、行驶里程、司机担当等数据的采集，结合路网信息实现铁路施工沿线所有正常、异常车辆在途盯控。信息查询可以提供当前在途车量以及延迟车辆数量、车辆详情等。包含了车牌号、标段信息、运送的物资名称、运输数量、起始点位置、预计送到时间、收货人、联系人联系方式等信息。通过筛选具体的标段信息、车辆类型以及车牌号等信息可以搜索到更准确的车辆。

### 3.2 物资在途信息查询

物资在途查询可以展示具体物资名称以及对应的在途数量。通过获取不同运输车辆所装物料，实现各品类工程物资在途数量、位置、需求情况的统计查询。同时对各个储备基地的储备物资进行数量监控，物资储备过低的仓库突出显示。仓库动态管理统计提供仓库的数量以及库存不足仓库的数量。

### 3.3 车辆实时定位、轨迹查询

系统将车辆起点位置、当前车辆所在位置、终点位置等记录在系统中，实现运输全程显示运输实时动态，提供基于数据的运单运输节点分析，实现及时准确提供运单运输情况。

## 结束语

铁路工程建设期间沿途地理环境复杂，为保障铁路工程建设顺利进行，实时监控物资运输车辆安全及提升运输效率，本文基于北斗卫星导航定位系统（BDS）及融合的多种定位技术，利用铁路工程运输车辆定位位置数据，结合天地图 API 及利用 ArcGIS Server 等技术和移动互联技术，开发了铁路工程运输车辆定位追踪信息系统，实现了多场景下铁路工程物资运输车辆的在途定位追踪、运输路径规划导航、路况风险辨识、运输车辆智能监控、物资定位轨迹回溯等功能，保证了铁路工程建设物资调配作业全程管理和物流服务动态监控。

## 参考文献

- [1] 李公田. 基于北斗定位和 GIS 技术的物流车辆定位监控系统[J]. 河北冶金, 2020, (S1):111-114.
- [2] 贺媛媛, 赵秦, 马伯元, 聂海荣, 栗惠英. 基于 Web-GIS 技术的物流自动车辆定位系统研究[J]. 物流技术, 2013, 32(09):452-454.
- [3] 王强, 李雯, 袁洪. 基于众源数据集的城市道路 GNSS 车辆定位误差分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(10):63-67.
- [4] 熊华川. 基于先验地图/GNSS/IMU 融合的自动驾驶车辆定位系统[J]. 汽车工程师, 2024, (01):19-24.

[5]张小红,李星星,李盼.GNSS精密单点定位技术及应用进展[J].测绘学报,2017,46(10):139-147.

[6]徐爱功,曹楠,隋心,王长强,高嵩.基于BDS/UWB的协同车辆定位方法[J].测绘科学,2020,45(06):1-8.