

The Application of Beidou Navigation System in Railway Communication System

Zheng Li

Guoneng Huangda Railway Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract

With the continuous development of technology and the advancement of the wave of intelligence, intelligent construction has gradually penetrated into various industries and become the key to industrial transformation and upgrading. The intelligent railway service platform, as an important link in the intelligent development of the transportation field, is not only related to the improvement of railway operation efficiency, but also the key to ensuring railway communication security. In order to improve the efficiency, accuracy, and reliability of the platform, it is necessary to combine it with satellite navigation systems to build a comprehensive and highly integrated navigation and positioning system. Among numerous satellite navigation systems, beidou navigation system has become an ideal choice for the development of intelligent railway service platforms due to its unique technological advantages and wide coverage. Based on this, this paper delves into the application of the beidou navigation system in railway communication systems, and attempts to build an integrated platform based on the beidou navigation system, aiming to provide strong support for the intelligent development of railway communication systems.

Keywords

beidou navigation system; railway communication system; application

北斗导航系统在铁路通信系统中的应用

李政

国能黄大铁路有限责任公司, 中国·山东 东营 257000

摘要

随着科技的不断发展和智能化浪潮的推进,当前,智能化建设已逐渐渗透到各个行业领域,并成为产业转型升级的关键所在。智能铁路服务平台作为交通领域智能化发展的重要环节,不仅关乎铁路运营效率的提升,更是保障铁路通信安全的关键。为了提升该平台的高效性、精准性和可靠性,必须将其与卫星导航系统相结合,以构建一个全面覆盖、高度集成的导航定位体系。在众多卫星导航系统中,北斗导航系统凭借其独特的技术优势和广泛的覆盖范围,成为了智能铁路服务平台开发工具的理想选择。基于此,论文深入探讨了北斗导航系统在铁路通信系统中的应用,并基于北斗导航系统尝试构建一体化集成平台,旨在为铁路通信系统的智能化发展提供有力支撑。

关键词

北斗导航系统; 铁路通信系统; 应用

1 引言

北斗导航系统(CNSS)作为中国自主研发的卫星导航技术,独具导航与通信双重服务特色,被定位为服务于区域性需求的重要空间基础设施。该系统以其先进的定位、导航和授时能力,已经在电信、交通运输、国家安全等多个领域展现出不可替代的价值。特别是在铁路通信系统领域,北斗导航系统有望为铁路行业的现代化和智能化发展提供有力支持。然而,尽管北斗导航系统具有诸多优势,其在铁路通信系统中的应用仍面临一系列挑战。在此背景下,研究北斗导航系统在铁路通信系统中的应用不仅能够为该领域的研

究提供理论支持和实践指导,还能为国家铁路通信安全提供更为可靠的技术保障。

2 北斗导航系统原理简介

北斗导航系统是一个高效且可靠的区域性定位系统,可以实现全天候、全天时提供精准的导航信息。该系统由三部分组成:太空导航通信卫星、地面控制中心以及北斗用户终端。其中,太空导航通信卫星是北斗系统的核心组成部分,其分布在地球周围的轨道上,通过发射和接收无线电信号,与其他两部分保持密切联系;地面控制中心负责处理和管理北斗导航系统中所有的导航信息,并对其进行精确的计算和分析,以确保导航信息的准确性和可靠性;北斗用户终端则是安装在用户的移动设备上,当用户终端接收到来自导航通

【作者简介】李政(1991-),男,中国山西定襄人,本科,工程师,从事铁道电务,铁道通信研究。

信卫星的信号后，对其进行处理和解析，从而得出用户的位置信息，帮助用户实现精准定位和导航。北斗卫星导航系统具有三大主要功能：快速定位、简短通信和精密授时。快速定位功能可快速确定用户所在的地理位置，并以此为基础向用户及主管部门提供导航信息；简短通信功能使得用户之间、用户与中心控制系统之间的信息交换变得简单、快捷，满足了现代社会对即时通信的需求；精密授时功能对于卫星导航、金融交易等需要高精度时间同步的应用来说具有重要价值^[1]。同时，用户也可以通过中心控制系统的授时信息，来精准调整自己的时间设备。

3 北斗导航系统在铁路通信系统中的应用

通过深入调研和分析，并结合北斗导航系统在其他行业中的应用案例，可以将北斗导航系统在铁路通信系统中的应用大致分为两类。

3.1 日常监测预警系统

在铁路行业中，构建日常监测预警系统是至关重要的。为此，可以从其他相关领域中汲取经验，并结合铁路通信系统的独特性质，构建出一个全面且高效的监测预警体系。这一体系不仅可以应用于桥梁、山体滑坡、轨道路基和隧道的监测预警，确保这些关键部位能够在面临潜在风险时第一时间发出警报，从而最大程度上减少事故发生的可能性。同时，该体系还可以用于雷电监测预警，及时捕捉异常天气信息，确保列车的安全运行。此外，当列车接近时，这一系统也能够发出预警，使相关人员能够提前做好准备工作。

值得注意的是，日常监测预警系统通常情况下处理的是小数据量的状态报告。这些数据虽然规模不大，但其中却蕴含着一些关键信息，能够帮助铁路通信系统运行人员及时发现并解决潜在的问题。此外，此类报告还可以广泛应用

于重大设备故障报警、车辆位置跟踪等方面。通过这些数据，可以实时了解列车的运行状态，以确保运输和乘务员的安全。

3.2 重特大事故现场应急通信

在应对重特大事故时，必须确保现场应急通信的及时性和有效性。北斗导航系统作为一种新型的应急通信手段，即使在出现地震、泥石流等一些会造成通信手段失效的自然灾害时，北斗导航系统依然能够有效发挥自身作用，不仅能够发送短消息报告事故状况，还可以在地面控制中心的帮助下，集中通道资源，实现灾害现场的语音和静图传送功能，以此帮助救援人员迅速获取事故现场的相关信息和图像，为救援决策提供有力支持。

4 基于北斗导航系统的智能铁路服务平台构建

4.1 平台整体架构构建

本研究致力于利用北斗导航系统来构建一个全方位、智能化的铁路服务平台。该平台实现了多种先进功能的有机整合，能够为用户提供一站式、高效便捷的铁路服务体验。如图 1 所示，第一，借助北斗导航系统的精确定位技术，平台能够实时为用户提供列车、机车、车辆等铁路设备的精确位置信息。第二，北斗导航系统的高精度授时功能也为平台提供了准确、可靠的时间基准。第三，北斗导航系统还可以对平台硬件、软件等进行全面监控功能和维护，从而为用户提供更为稳定的服务。第四，该平台还可以通过对列车运行数据、设备状态数据等信息进行实时监控和分析，以此为铁路运营部门提供决策支持。第五，该平台还提供了在网设备管理服务。通过对铁路通信系统内部设备进行远程监控和管理，能够及时发现和处理出现故障的设备，从而降低铁路通信系统的运行成本。

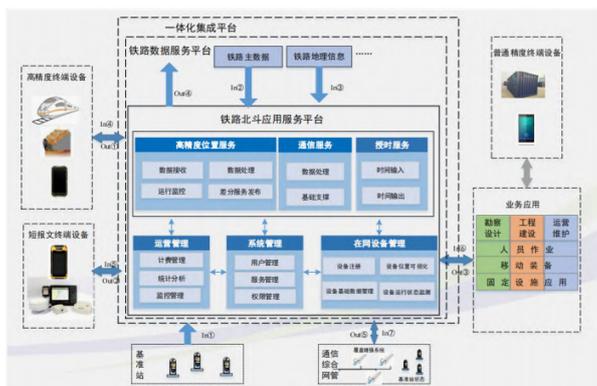


图 1 系统总体架构

4.2 基础设施监测

为了保障铁路基础设施运行的安全性和稳定性，必须实行持续且高效的基础设施状态监测。传统的监测方法容易受到作业时间、环境条件等外在因素的影响，难以满足长期、实时的监测需求。因此，本研究致力于开发一种创新性的综合技术方案，将实时统一解算与单基站 RTK（实时动态差分）

模式相结合，以此构建一个全面、高效的铁路基础设施状态监测体系^[2]。这一技术方案的核心在于其实时监测能力，能够对地表沉降、桥梁变形等基础设施问题进行动态监测，通过精心设计的铁路监测基础设施体系（如图 2 所示），能够实现铁路通信系统关键部位的全方位监控，并为后续问题解决对策的制定提供精准的数据支持。



图2 铁路监测基础设施体系

如图2所示,该体系采用太阳能和蓄电池组合而成的供电模块,既保证了系统的可持续性运行,又避免了因传统电力供应受限而导致的问题。其中,GNSS(全球导航卫星系统)接收机作为该体系的核心组成部分,通过GNSS天线与北斗卫星建立起稳定的通信连接,以此实时获取具体的导航信息,确保数据的实时性和准确性。通过这种方式,铁路监测人员可以精准捕捉到变形问题发生的位置,为铁路基础设施的安全评估提供有力的数据支持。为了进一步提升铁路监测基础设施体系的稳定性和安全性,还可以再接收机与天线间设置天馈防雷器。这一措施旨在有效减少因特殊天气(如雷暴)对铁路监测设施的危害,从而确保监测工作的连续性和稳定性。

4.3 隧道内外应急通信设计

4.3.1 隧道外应急通信设计

在铁路隧道沿线发生突发事件时,如何快速、有效地采集和传输信息,对于事件的及时处理至关重要。根据现场的网络覆盖情况,需要灵活采取不同的通信应急策略。

当事件发生所在地区有4G、5G覆盖时,现场人员就可以直接利用这些现成的网络资源。通过手机App、移动布控球等便携设备,迅速采集事件的相关信息。同时,现场人员还可以利用无人机进行空中侦察,并将直观、全面的现场画面通过无线传输装置发送至指挥中心,确保管控人员能够在第一时间了解现场情况,从而做出准确的判断和决策。

当事件发生所在地区没有4G、5G覆盖时,传统的通信手段可能无法发挥作用。针对这种情况,现场人员可以启动Ka高通量宽带卫星终端。这种终端具有高宽带、低延时的特点,能够确保视频信息的实时、稳定传输^[1]。通过改用这种终端,及时在一些没有公网覆盖的偏远地区,现场人员也可以将现场视频信息传输到指挥中心,从而指导现场人员进行有效的应急处置。

4.3.2 隧道内应急通信设计

当隧道内铁路沿线发生紧急事件时,必须迅速建立隧道内部与指挥中心的通信连接。为了确保信息传递的及时性和隧道内的安全监控,现场人员可以利用专业设备,并根据不同情况设计相应的应急通信方案。

当隧道内存在4G、5G信号覆盖时,现场人员可以利用专用手持台和移动布控球来传送视频信息。这些设备具

有高度的移动性和灵活性,可以快速放置在隧道内的关键位置。借助隧道外的工业路由器强大的数据处理能力,现场人员可以将隧道内的视频信息实时转发至指挥中心。通过构建这样一个自组网络体系,能够使隧道内部迅速建立起与指挥中心的通信连接。

考虑到部分隧道内可能存在无4G、5G信号覆盖的情况,现场人员就需要设计另一种应急通信方案。在此情况下,为确保相关专业设备功能的正常运行,现场人员可以在隧道外配备Ka高通量卫星终端设备。这种设备具有高度、稳定的数据传输能力,能够满足大容量的数据传输需求。通过与卫星网络进行连接,该设备可以建立起一个独立的互联网体系,绕过公网覆盖的限制,确保在任何条件下都能将隧道内的视频信息及时传输至指挥中心,为应急指挥提供有力支持。

4.4 追踪定位设计

追踪定位在铁路服务项目中扮演着至关重要的角色,尤其是在铁路施工现场的安全性保障方面。为了确保施工现场的安全与高效运行,本研究致力于开发一套先进的追踪定位架构。首先,本研究充分利用地面传输网络,构建了一个稳定可靠的通信连接,将中心调度室与施工现场紧密相连。这一连接的实现主要依赖于基站的作用,基站能够实时转发铁路施工现场的各种信息,包括设备状态、作业进度等,这些信息可以被当作追踪定位的来源和参考。在追踪定位架构的设计方面,本研究采用了车外与车内云台摄像机相结合的方式。通过高清摄像机的运作,能够实现全方位、无死角地捕捉施工现场的实时画面等信息,随后将其借助于基站这一媒介传输至中心调度室,为管理人员提供实时的监控和调度依据。这样,一旦发现施工现场存在安全隐患,中心调度室能够迅速做出反应,并通过基站将指挥消息迅速发送至每一个工作人员的通讯设备中。同时,管理人员还会利用电台在第一时间向现场人员发出明确的警告信号和安全指令,督促现场人员即时采取相应的措施,从而保障自身人身安全。

5 结语

综上所述,在当今信息化、智能化水平快速发展的时代背景下,智能铁路服务平台的建设已成为铁路行业转型升级的重要渠道。为了推动这一进程,论文以北斗卫星导航系统作为核心开发工具,深入探究智能铁路服务平台的建设问题,并据此搭建起一个全面、高效的系统框架结构。北斗导航系统的应用不仅能够推动铁路通信系统的创新发展,还能为广大乘客带来更加优质、高效的铁路服务体验。

参考文献

- [1] 刘博.北斗导航系统在铁路通信系统中的应用[J].数字技术与应用,2022,40(5):166-168.
- [2] 辛纬.铁路通信系统中的信息安全隐患识别与防范策略[J].运输经理世界,2023(19):133-135.
- [3] 赵云海.GIS+北斗时空信息服务平台建设方案研究[J].中国铁路,2023(11):105-111.