



北斗卫星定位系统在水运工程中的应用展望*

何晓宇，方泽兴

(浙江数智交院科技股份有限公司，浙江 杭州 310030)

摘要：为了验证北斗卫星定位系统(BDS)在水运工程中的应用价值，探讨未来的应用前景和发展方向，在梳理工程领域北斗系统应用研究现状的基础上，对BDS在水运工程中的应用进行探索，包括在港区作业人员安全监管、港区运输车辆及司乘人员安全监管、海上桩基施工精准定位等应用场景，总结应用平台及方法的特点，并对未来北斗系统的应用改进和发展方向进行展望。应用实践表明：北斗定位系统具备安全可靠、覆盖范围大、精度与GPS相当等优点，但在应用领域尚有提升空间：如改进设备受遮挡时定位不稳定问题、在远海使用短报文通讯的设备需综合解决成本问题、应用场景进一步拓展完善等。

关键词：BDS；应用场景；建议

中图分类号：U 65

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2021)07-0181-04

Application prospect of Beidou satellite positioning system in water transportation engineering

HE Xiao-yu, FANG Ze-xing

(Zhejiang Institute of Communications Co. Ltd., Hangzhou 310030, China)

Abstract: In order to verify the application value of the Beidou satellite positioning system in water transportation engineering, and discuss the application prospect and development direction in the future, based on the application research status of Beidou satellite positioning system in the engineering field, we carry out a preliminary exploration on the application of Beidou satellite positioning system in water transportation engineering, including safety supervision of port personnel, safety supervision of vehicles, drivers and passengers in the port area. The characteristics of the application platform and method are summarized, and the improvement and development direction of the Beidou system in the future are prospected. The application shows that the Beidou positioning system has the advantages of safety and reliability, large coverage, and accuracy comparable to GPS, but there is still room for improvement in the application field, such as improving the positioning instability when the equipment is blocked, solving the cost problem of the equipment using short message communication in the open sea, and further expanding and improving the application scenarios.

Keywords: Beidou satellite positioning system; application scenario; suggestion

2005年以来，我国在顶层设计、产业规划等方面出台了一系列政策扶持北斗导航产业的军民协同发展。同时，交通运输部、国家海洋局等行业管理部门相继发文，为北斗卫星导航系统在交通领域的发展制定战略规划。《关于在行业推广应

用北斗卫星导航系统的指导意见》《“一带一路”建设海上合作设想》《数字交通发展规划纲要》《交通强国建设纲要》《关于建设世界一流港口的指导意见》等文件都为北斗在交通行业的发展做出积极引导。

收稿日期：2020-10-16

*基金项目：2018年度交通运输行业重点科技项目(2018-MS3-078)；浙江省交通运输厅科研计划项目(2018044)

作者简介：何晓宇(1981—)，女，博士，教授级高级工程师，从事港航工程结构优化设计。

随着北斗系统全面部署，其工程应用研究与实践在水利、桥隧、水运、市政等领域逐渐开展，主要围绕变形监测、北斗安全防控装备、地质勘探与精准施工、工程巡检与运营管理等方面。在变形监测方面，主要利用北斗变形监测设备和监测系统，进行滑坡监测^[1-2]和工程结构物的变形监测^[3]等；在北斗安全防控装备方面，基于北斗高精度定位的可视化智能安全帽可应用在电力巡检中^[4]，另有智能安全帽，可监测施工人员生命体征、工作状态及工作环境温湿度，可与施工人员进行双边语音通信，实现可视化动态管理和快速应急处置^[5]；在地质勘探与施工方面，工程师探索了地质勘探装备的北斗系统应用^[6]，并在高铁软基加固领域，提出并采用了基于北斗监测系统的 CFG 桩先截法施工工艺^[7]；在工程巡检与运营管理方面，工程师探索了基于北斗卫星定位系统的双模数传输卤管道巡检系统^[8]，基于北斗卫星的调车机车跟踪监控系统^[9]等。

在水运工程领域，目前北斗的应用实践逐渐增多，港口企业将北斗系统应用于港区内的集卡、港内流动机械、集装箱堆场岸桥、门式起重机、散货堆取料机及港作船舶的定位与导航，部分港口（如大连港、青岛港等）建设有北斗地基增强基准站^[10]。此外，在航道中利用北斗短报文技术开展航标遥测遥控^[11]和水位监测^[12]的探索，讨论了利用北斗系统进行航道安全监测的优势^[13]和监控模式^[14]。

总结现有的应用实践，其思路大多是基于北斗定位和短报文功能，将其整合到已有的信息化系统或者需求框架中，利用北斗定位功能替代原有的 GPS 定位，并利用短报文功能解决部分通信区域覆盖范围不足的问题，整体上思路明确，但在需求场景挖掘、技术改良等方面仍需要做大量的应用研究与探索工作。

本文基于北斗卫星定位系统（BDS）在工程领域的应用现状，围绕北斗卫星定位技术在水运工程的应用进行探索，具体在港区作业人员安全监管、港区运输车辆及司乘人员安全监管、海上桩基施工精准定位等方面展开，创新性地设计了港区人员安全监管方法及系统、港区司乘人员安全

监管方法及系统，创新性地验证了北斗定位系统在海上桩基施工精准定位中的有效性。在总结应用平台和方法特点的基础上，对未来的应用改进和发展方向进行展望。

1 BDS 的发展历程

中国 BDS 和美国 GPS、俄罗斯 GLONASS、欧盟 GALILEO，是联合国卫星导航委员会已认定的供应商。1994 年，北斗卫星导航系统启动建设。随着 2012 年北斗在亚太地区组网完成，北斗卫星导航系统不仅在我国本土范围内获得使用，同时周边国家也陆续采用 BDS 替代 GPS。除泰国外，俄罗斯、老挝、文莱和巴基斯坦 4 个国家也同中国签署了合作协议。此外，印尼、缅甸等东南亚国家也是北斗系统的潜在用户。2015 年 5 月 8 日，中俄签署的《中国北斗和俄罗斯格洛纳斯系统兼容与互操作联合声明》，是北斗与全球其他卫星导航系统签署的首个系统间兼容与互操作政府文件，是北斗国际化发展的重要标志；2015 年 7 月 25 日中国成功发射两颗北斗导航卫星，为中国建成全球导航卫星系统开展全面验证，为后续的全球组网卫星奠定了基础；2017 年我国开启全球组网任务，两年半时间高密度执行 18 次发射任务；2020 年 6 月 23 日，中国已成功发射北斗系统第 55 颗导航卫星，暨北斗三号最后一颗全球组网卫星。

相比于 GPS 定位技术，北斗定位技术应用有以下优势：

1) 安全可靠。传统的 GPS 卫星定位系统使用受国外限制，例如 GPS 曾实施有选择可用性政策，令民用市场的使用受到影响。BDS 由我国自主研发设计，能够保证安全和精度可控。

2) 兼具定位和通讯功能。BDS 同时具备定位和通讯功能，在通讯方面，不需要其他通讯系统支持。

3) 覆盖范围更大。北斗系统通讯功能（RDSS）覆盖了中国及周边国家，包括我国西三省及近海等移动通讯盲区。随着北斗全球组网的完成，北斗定位系统已整体覆盖全球，提供全球定位服务，覆盖了 GPS 盲区（包括两极）。

北斗作为我国自主定位通讯系统, 其安全、可靠、稳定、保密性强, 对关键部门尤为适用。

2 北斗系统在水运工程的应用探索

2.1 港区人员安全监管方法及系统

2.1.1 主要内容

根据港区水上施工特定场景, 分别研发了具有定位、高空坠落报警、脱帽报警功能的智能安全帽以及具有落水报警功能的落水报警终端, 并配套开发了港区人员智能安全监管系统, 具备人员实时监管、历史轨迹查询、报警求救、区域管理、人员考勤、隐患及危险源管理等功能。

智能安全帽具有人员定位、SOS 主动报警、脱帽报警和人员坠落报警等功能, 可在港区人员意外坠落过程中向系统上报警情, 同时系统可监控人员位置和安全帽佩戴情况。

落水报警终端具备人员定位、SOS 主动报警、落水报警等功能, 落水报警是其特有的功能, 可在人员落水后迅速上报警情和人员位置。

2.1.2 特点

该方法基于北斗定位技术, 结合涉水人员工作需求设置了落水报警功能, 可在人员落水情况下快速定位并及时发出警报; 同时, 脱帽报警可帮助管理人员监督作业人员安全帽的佩戴情况。该系统和终端在室外区域应用便捷, 但对于室内或严重遮挡区域, 仍然存在设备定位不稳定等问题, 尚需配合基站进行精准定位的工作。此外, 系统仍需要借助移动通信运营商, 利用 GPRS 进行通信, 在远海及基站覆盖不到的区域, 其通讯问题需借助北斗短报文通讯, 在充分发挥 BDS 优势的同时, 目前的系统使用成本也会有较大幅度的增加。

2.2 港区司乘人员安全监管方法及系统

2.2.1 主要内容

港区内集卡司乘人员的安全监管一直是港区安全监管的重要内容, 港区堆场货物堆垛高、质量大, 特别是散杂货堆场, 往往存在货物滑坡、塌方等风险。虽然很多港区的散杂货堆场在集卡装卸货物时明令禁止集卡司乘人员下车走动, 但

该项管理规定在监管实施层面难以有效落实。

本研究建立了一套港区司乘人员上下车安全管理方法及系统, 包括设备和系统——设备为智能安全坐垫, 系统包括电子地图模块、电子围栏模块、离座预警模块和系统管理模块。

通过安装北斗定位设备的智能安全坐垫对车辆进行实时位置监控, 利用安全坐垫内的压敏传感器, 对司机是否在座的状态进行实时监控, 并通过 JT808 协议按照一定频率, 上传位置信息和传感器信息至后台服务器。服务器根据上传的信息及判断准则形成报警信息, 通知相关人员进行处理。监管系统界面见图 1。



图 1 港区司乘人员安全监管系统界面

2.2.2 特点

该方法可针对司乘人员在港区管控区域上、下车的行为进行监管, 既借助北斗定位功能判定车辆是否进入危险管控区域, 又利用带有压敏传感装置的智能安全坐垫实时判断司乘人员的上、下车状态, 相比于港区视频监控网, 成本低且避免传统视频监控的监控盲区。但目前该系统考虑建设成本, 没有在港区内采用北斗增强基站以增强港区内的设备定位精度, 导致水、陆域交接位置存在精度误差, 使得设备定位不够准确, 影响区域管控的精确程度。

2.3 海上桩基施工精准定位

2.3.1 主要内容

通过在打桩船等工程船上安装基于北斗载波相位差分技术的高精度定位终端, 记录终端的位置信息, 并根据桩体、桩架与定位终端的相对位置, 研究桩基高精度定位解算算法, 从而自动获取施工现场的高精度位置, 提高工作效率。

本研究采用北斗高精度定位定向接收机

(P3-DT)作为移动站、中绘智能 i70 接收机作为基准站,分析坐标系转换方法和三球交汇法等算法原理,设计了改良的高精度定位算法。研究利用浙江沿海某港区建设工程作为试点,与设计桩位、GPS 定位桩位进行比较,验证了北斗高精度打桩定位系统的有效性。

2.3.2 特点

该方法验证了北斗定位技术在海上桩基施工定位的有效性,利用北斗载波相位差分技术与设备完全可以替代 GPS 进行桩基施工。项目监管人员利用该系统可以远程实时掌握船舶打桩定位的情况。但系统尚需依赖基准站进行定位,基准站的定位精度决定了系统的整体定位精度,项目实施过程中需采取措施以保障基准站定位精度及有效覆盖范围。

3 结论及展望

1) 北斗定位系统具备安全可靠、覆盖范围大、精度可与 GPS 相当等优点,但在应用领域尚有提升空间,如改进设备受遮挡时定位不稳定问题、在远海使用短报文通讯的设备需综合解决成本问题、应用场景进一步拓展完善等。

2) 结合 BDS 定位和通讯功能、覆盖范围广、自主可控的优势,建议未来注重从应用场景扩展、技术攻关与创新以及先进技术融合 3 个方面加强在水运工程领域的应用广度和深度。①在拓展应用方面:在落水报警终端功能的基础上,利用北斗短报文通信优势,克服远海基站通信的难题,使得落水自动报警和精准定位技术可为搜救工作提供及时准确的信息;可通过将北斗设备安装在海上浮标、测绘测量船舶等,利用北斗短报文功能将测量信息实时传送到服务器,对水文、气象以及海测地形传输给服务器,实现远洋实时监测。②在技术改进方面:目前定位设备还存在定位不稳定、功能受信号影响较重、不能通过简易设备实现高精度定位等问题,建议不断升级硬件设备,增强设备定位稳定性和抗干扰能力,降低高精度设备成本;同时,在定位算法方面加强技术攻关,

更好地满足精细化施工的要求。③在融合先进技术方面:融合 5G、增强现实(AR)、大数据、数字孪生等技术,探索更多服务场景,搭建更多应用平台,扩大 BDS 在水运领域的服务网络,将北斗应用拓展至物流信息管理、船舶管理、港区及航道设备管理等水运领域的各个方向。

参考文献:

- [1] 白正伟,张勤,黄观文,等.“轻终端+行业云”的实时北斗滑坡监测技术[J].测绘学报,2019,48(11):1424-1429.
- [2] 黄永帅,史俊波,欧阳晨皓,等.千寻北斗地基增强系统在滑坡监测的应用[J].测绘通报,2019(82):154-156,160.
- [3] 叶建桥.北斗变形监测系统在玉溪水电站的应用和研究[J].科技风,2019,31:170,199.
- [4] 巩锐,陆继钊,孟慧平.北斗高精度定位技术在电力巡检中的应用:智能安全帽[J].信息技术与信息化,2019(10):64-66,70.
- [5] 杨登杰,钟伦珑,兰二斌,等.基于北斗的智能安全帽系统的设计[J].工业控制计算机,2019,32(7):15-17.
- [6] 韩菲,黄洪波,缪佳佳,等.地质勘探装备的北斗系统应用研究与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(10):6-12.
- [7] 杨少隆.基于北斗监测系统的 CFG 桩先截法施工工艺[J].门窗,2019(11):244.
- [8] 喻海榕,陈钧,李莲香,等.基于北斗卫星定位系统的双模数传输卤管道巡检系统[J].油气田地面工程,2019,38(7):67-71.
- [9] 胡亚峰.基于北斗卫星的调车机车跟踪监控系统研究[J].铁路通信信号工程技术,2019,16(11):48-54.
- [10] 陈羽.北斗卫星导航系统在港口的应用[J].中国港口,2019(12):11-14.
- [11] 王亚飞.北斗短报文通信技术在航道中的应用[J].交通世界,2020(8):22-26.
- [12] 陈鹏,高玉军,张安民,等.北斗短信在航道水位监测中的应用[J].海洋测绘,2016,36(3):67-71.
- [13] 赵飞,尤晓蕾.基于北斗导航的航道安全监测系统研究[J].数字通信世界,2017(4):274-275.
- [14] 赵学洋,王金林,李海红,等.北斗+GSM/GPS 在水运安全监控中的应用[J].新技术新工艺,2013(10):97-100.

(本文编辑 郭雪珍)