

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2107044

基于北斗的天空地一体化环境监测平台研究*

张利云^{1,3} 黄文德^{1,3} 张晓飞^{1,3} 庞湘萍¹ 康娟^{2,3} 李靖^{2,3}(1. 南宁学院机电与质量技术工程学院 南宁 530200; 2. 广西北斗天宇航天科技有限公司 南宁 530009;
3. 广西科学院北斗创新应用研究中心 南宁 530007)

摘要: 针对环境监测中存在的环信息不能保证、偏远地区不易监测、利用通信网络存在覆盖盲区等问题,利用北斗高精度时空技术、短报文通信功能和地理信息系统强大的图形分析功能,构建基于北斗的天空地一体化环境监测平台。结合长江流域、洞庭湖水域的特点,将北斗系统与相关环境监测专业传感器组合,形成基于北斗的天空地一体化环保应用场景,对各项环境指标进行监测,并将监测数据传回数据库,进行分析处理及可视化。结果表明,基于北斗的环境监测平台能够实现 24 h 不间断的数据采集及传输,为科学化管理和决策提供数据支撑。

关键词: 环境监测;北斗系统;短报文;地理信息系统

中图分类号: V19 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 590.99

A space-sky-terrestrial integration environmental monitoring platform based on Beidou

Zhang Liyun^{1,3} Huang Wende^{1,3} Zhang Xiaofei^{1,3} Pang Xiangping¹ Kang Juan^{2,3} Li Jing^{2,3}

(1. School of Mechatronics and Quality Technology Engineering, Nanning University, Nanning 530200, China;

2. Guangxi BeiDou Tianyu Aerospace Technology Co., Ltd., Nanning 530009, China;

3. BeiDou Innovation and Application Research Center of Guangxi Academy of Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: Aiming at the problems in environmental monitoring, such as the security of environmental information can not be guaranteed, remote areas are not easy to monitor, and there are blind areas in the use of communication network, uses Beidou's high-precision spatiotemporal technology and short message communication function, and the powerful graphic analysis function of geographic information system to build a space-sky-terrestrial integration environmental monitoring platform based on Beidou. Combined with the characteristics of the Yangtze River Basin and Dongting Lake, we combined the Beidou system with the relevant professional environmental monitoring sensors to form the space-sky-terrestrial integration environmental monitoring application scenario based on Beidou, then monitor various environmental indicators and send the monitoring data to database for analysis and visualization. The results show that the environmental monitoring platform based on Beidou can achieve 24-hour uninterrupted data acquisition and transmission, and provide data support for scientific management and decision-making.

Keywords: environmental monitoring; Beidou system; short message; geographic information system

0 引言

环境监测是一项系统而繁杂的科学技术活动,其主要工作是根据不同环境的特点,监测各种环境指标,为政府决策、环境管理和公共环境污染提供科学、准确、及时的数据。环境保护工程本身是一个需要长期坚持、“防治结合”的系统工程。随着我国环境保护事业的发展,环境管理工作不断深化,信息化已经成为提高环境监测与管理的重要技术基

础;同时,整个环境监测系统的数据传输平台因为无线通信技术的迅猛发展而得到广泛的应用,特别是基于卫星通信手段的数据传输,可以更快、更方便地进行系统前端设备的部署,节省资源并达到高效的管理和高质量的服务水平^[1-3]。

传统方法采用“3S”技术,即 GPS、卫星遥感技术(RS)和地理信息系统(GIS)^[4],在保护我国环境信息的方面存在安全保密隐患。北斗系统是我国自主研发的,其安全保密

收稿日期:2021-06-24

* 基金项目:南宁学院校级项目(2021XJ06)资助

可以得到有效保障。根据所采集环境数据的安全等级,采取分级管理的方法。比如,对于一些涉及国家环境信息安全的数据,可通过北斗系统采用密文传输;对中等密级数据,采用专网传输;对于非密数据,采用公网传输。从而既满足数据传输需求的多样性,也能够确保我国环境信息的安全性和可靠性。

针对环境监测中,夜间偷排、偷放等突出问题,利用北斗卫星具有的全天24 h、全天候(不受气候影响)、自动化监测等优势,实现监测站点无人值守功能,从而解决企业偷排、偷放问题。另外,由于北斗卫星信号不受白天黑夜(有无光照)的影响,相比低轨卫星遥感(RS)技术,具有不受光照条件限制、不间断监测、无覆盖盲区、成本低等诸多优势。

偏、远、散地区往往是饮用水水源地,其重要性不言而喻。但由于历史原因,偏、远、散地区往往也是交通欠发达的地区,各种监测条件相对落后的、通过遥感卫星不易观测得到的地区。由于北斗系统具有高精度、全覆盖的特点,对一些偏、远、散地区环境监测尤其具有独特的优势。

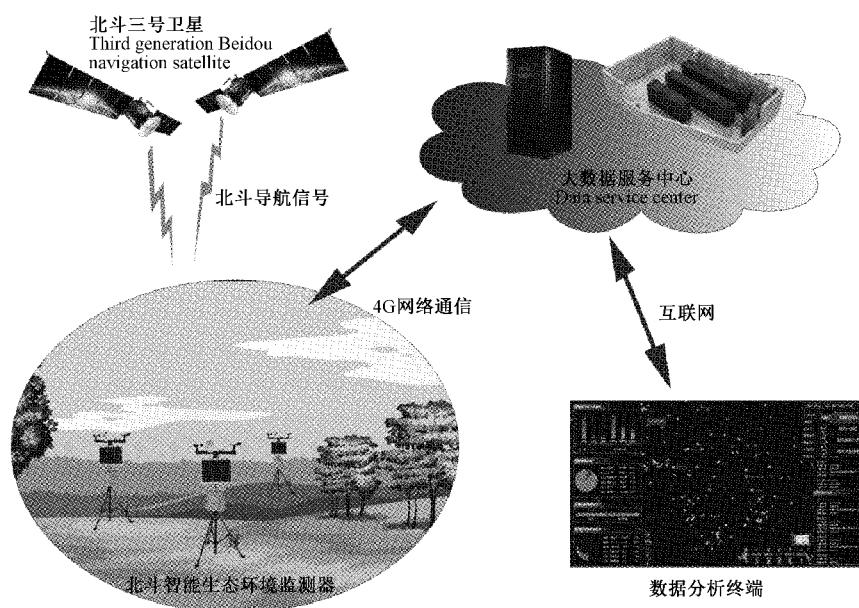


图1 基于北斗的天空地一体化环境监测平台框架

北斗智能生态环境监测器主要实现对生态环境的气温、气压、湿度、光照、PM_{2.5}等生态数据进行实时监测。每个数据监测模块都集成了特定的传感器,传感器通过终端进行设置可以执行每小时采集一次数据,也可以根据需求进行配置,当采集到数据时,会结合北斗定位授时数据一起,通过4G网络通信模块发送到大数据服务器。

大数据服务器具备数据接收、数据存储、数据分析、WEB服务功能及监测设备控制器等几个主要功能模块。

数据分析终端包含单维度数据分析和综合数据分析,以及设备监控。单维度数据分析主要实现对北斗智能生态环境监测器采集的数据进行初步统计分析,筛选出有效的数据,并通过多个数据样本查找数据的异同之处和数据

由于一些监测点,如饮用水水源地,往往处于比较边远的地区,通信网络信号较弱,甚至没有通信网络信号,造成网络覆盖盲区或盲点,导致传统方法失效。利用北斗系统导航通信融合优势,在传统通信网络覆盖盲区(点),仍然可以实现数据传送^[5-6]。

1 基于北斗的天空地一体化环境监测平台框架

利用卫星导航系统提供的高精度时间、空间基准,结合各类传感器,可建立智能化的环境监测平台,该技术已在多个行业进行应用^[7-11]。可借助北斗系统高精度时间、位置信息和数据传输通道的功能,以及地理信息系统(GIS)强大的图形分析功能,针对工业废水、生活污水垃圾、船舶污染、生态环境破坏、农业面源污染等重点问题,以问题为导向,构建北斗+地理信息系统(GIS)的天空地一体化环境监测平台。该平台包括北斗智能生态环境监测器网络、大数据服务中心、数据分析终端等主要组成部分,如图1所示。

存在的规律,得出初步分析结果,作为深度分析的参考。综合数据分析是深层次的数据分析,实现数据有效性分析、数据可靠性分析、数据比对分析,以及从多个维度进行综合数据分析。

北斗系统负责提供定位、授时数据,同时完成现场端和指挥端的数据传输。作为我国自主建设的迄今为止最复杂的航天系统,北斗系统高轨卫星更多,抗遮挡能力强,尤其低纬度地区性能特点更为明显;创新融合了导航与通信能力,具有实时导航、快速定位、精确授时、位置报告和短报文通信服务5大功能^[15-16]。

根据不同监测对象采用不同监测手段的原则,环境监测和北斗定位终端安装载体如表1所示。

表 1 环境监测和北斗定位终端安装载体

监测对象	监测内容	设备载体
大气	颗粒物、气态污染物	大型无人机、无人飞艇 地面固定监测网点
水质	江、河、湖、饮用水水质,城市工业废水、生活污水	测量浮标、测量船/艇
植被	山、林、田、草等植被生态	大型无人机、监测塔站
土壤	土壤污染物、重金属	固定站点、移动监测车

2 基于北斗的天空地一体环保应用场景

在基于北斗的天空地一体化环境监测平台框架下,根据长江流域、洞庭湖水域的特点,遵循“山水林田湖草”一体化治理的原则,将北斗与相关环境监测专用设备/传感器组合,形成基于北斗的天空地一体化环保应用场景,如图 2 所示。

在该应用场景中,在北斗精准定位、授时和通信功能支持下,实现对大气、山林、河流、湖泊、草地、田地等多维度监测,形成对大气污染、水污染、重金属和土壤污染的监测和防治功能。特别针对排查工业废水、生活污水垃圾、



图 2 基于北斗的“天空地一体”环保应用场景

船舶污染、生态环境破坏、农业面源污染等问题,分别配置专门的监测设备,形成低成本、高效率的监测系统。

2.1 大气(颗粒物/气态污染物)监测

对大气中的主要污染物进行定期的或连续的监测,在大量数据基础上评价大气环境质量现状及其发展趋势;对向大气排放污染物的污染源进行监督性监测,判断其是否符合国家规定的大气污染物排放标准,并及时提出控制污染物排放的措施;评价大气污染治理设施的环境效果等。

2.2 水质(江/河/湖/饮用水源)监测

以洞庭湖水污染监测为例,以洞庭湖水域自然环境地理信息为基础,对北斗监测终端发回来的洞庭湖监测数据

进行存储处理,可直观显示和分析洞庭湖水环境现状、污染源分布、水环境质量评价,追踪污染物来源。可结合数字地图查询历年监测数据及各种统计数据,进行空间分析(如缓冲区查询与分析)、辅助决策(容量计算及污染状况的预测)为流域水环境的科学化管理和决策提供了先进的科学手段,如图 3 所示。

2.3 水域管理

利用北斗监测信息和 GIS 技术,可以直观地反映如污染源、排污口、监测断面等环境要素的空间分布。可以进行污染源预测、水质预测、水环境容量计算、污染物削减量的分配等,以表格和图形的方式为水环境管理决策提供多

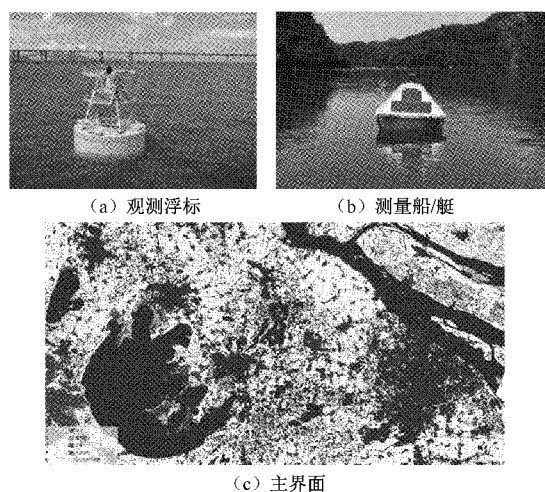


图3 基于浮标和测量船的水质监测与分析

方位、多形式的支持。在此基础上,进一步开发水环境功能区管理信息系统,实现对渡口、船只的信息化管理。

2.4 森林草地植被生态监测

利用北斗监测信息和GIS技术,可以比较精确地计算水土流失、荒漠化、森林砍伐面积等,客观地评价生态破坏程度和波及的范围,为各级政府进行生态环境综合治理提供科学依据。针对重点区域建立环境监测数据库,可快速查清了该区域土地利用、土地覆盖现状,建立了生态环境数据库和生态环境评价指标体系,为政府规划决策、资源开发、环境保护提供了宝贵资料。

2.5 土壤污染和重金属监测

利用北斗监测信息和GIS技术,结合多功能土壤监测设备,监测对人群健康和维持生态平衡有重要影响的物质。如汞、镉、铅等重金属和硫酸盐、硝酸盐、卤化物、碳酸盐等无机污染物;监测石油、有机磷和有机氯农药、多环芳烃、多氯联苯、三氯乙醛及其他生物活性物质;由生活垃圾污水引入的传染性细菌和病毒等。利用GIS系统,对土壤监测数据进行分析,形成土壤污染分布态势图,并对重污染地区进行标注,以便进一步追溯污染源。

2.6 环境质量评估与分析

通过综合数据分析功能,可以综合性地分析建设项目各种数据,帮助确立环境影响评价模型。在环境质量现状评价工作中,可将地理信息与大气、土壤、水、噪声等环境要素的监测数据结合在一起,对整个区域的环境质量现状进行客观、全面的评价,以反映出区域中受污染的程度以及空间分布情况。如通过叠加分析,可以提取该区域内大气污染布图、噪声分布图;通过缓冲区分析,可显示污染源影响范围等,如图4所示。

3 实验结果及分析

在洞庭湖湖区建立基于北斗的一体化环境监测平台,建立数个监测点,每个监测点配置北斗接收机、短报文收

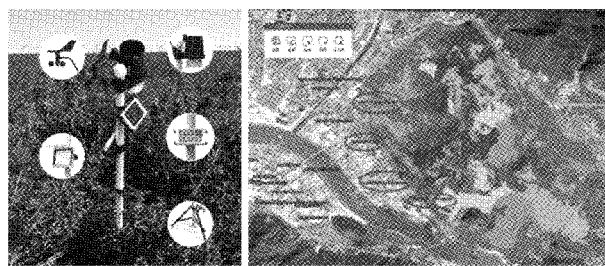


图4 基于多功能采集系统的土壤监测与分析

发一体机及温度、湿度、空气PM2.5、水位监测等多种传感器,将采集的数据实时传回数据库,利用相关软件进行分析及可视化。监测点设置如图5所示。



图5 洞庭湖区监测点设置

各监测利用北斗短报文通信功能传回的监测点位置及监测数据如表2所示。

表2 监测点位置及监测数据

监测点序号	位置(经度,纬度)	水位/ m	温度/ ℃	湿度/ %	空气 PM2.5
1	(112.603 7,28.868 3)	31.89	31	61	优
2	(112.607 8,28.879 3)	30.65	29	57	优
3	(112.593 0,28.874 8)	30.73	30	60	优
4	(112.597 8,28.884 8)	31.32	27	56	良
5	(112.587 2,28.880 0)	30.86	29	58	优
6	(112.564 9,28.890 6)	30.77	30	59	优

实验结果表明,利用北斗卫星导航系统及相关环境监测专业传感器,可将监测点的各类信息实时传回监测中心,足不出户即可获得监测点的环境数据,对其进行综合分析后为科学化管理和决策提供数据支撑。

4 结 论

随着北斗系统的日益完善和成熟,将会为我国生态环境监测与环境污染防治提供高精度的时间和空间基准信息。但环境治理和污染防治是一个复杂的系统工程,也是以全球性的问题,必须在更广阔的时空维度,结合其他技

术手段,才能够科学治理和防治。当前,国内国际商业航天蓬勃发展,低轨宽带通信星座和高分辨率商业遥感星座将提供覆盖全球任意地点的服务,再加上 5G 技术、大数据技术,未来在科学治理环境方面,将会有更多的融合应用,有望形成通/导/遥融合一体化解决方案。

参考文献

- [1] 张振豪,李军. 我国环境监测中存在的问题及对策研究[J]. 城市地理, 2015(20):52.
- [2] 王子龙. 新时期环境监测存在的问题及完善策略[J]. 节能与环保, 2019(7):42-43.
- [3] 苏杨,杨志军,丁阳洋,等. 基于无线传感器网络的温湿度数据采集平台分析[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(8):51-54.
- [4] 张楠西,赵德群,石珺,等. 基于 WebGIS 的海事监测系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(6):62-66.
- [5] 吴悦,任涛,王璇. 基于北斗短报文的泥石流监测预警系统[J]. 自动化与仪表, 2014, 12(3):19-22.
- [6] 谷俊霞,王春芳,宋之光. 北斗短报文通信信道性能测试与统计分析[J]. 气象科技, 2015, 43(3):45-46.
- [7] 欧健. 北斗导航系统在环境自动监测及应急监测中的应用[J]. 环境监测管理与技术, 2011, 23(4):64-67.
- [8] 杨军平,于晓丰,武斌,等. 基于北斗卫星导航系统的海洋环境监测系统[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(8):77-80.
- [9] 于泓博,李静辉,陶佰睿. 基于北斗卫星系统的农田环境监测系统研究[J]. 自动化与仪表, 2016, 31(6):31-35.
- [10] 于泓博,李静辉,陶佰睿. 基于北斗卫星系统的大棚环境监测系统的研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(8):398-402.
- [11] 荆曦. 基于北斗的船舶动态监控及其应用[D]. 大连:大连海事大学, 2015.
- [12] 袁敏. 基于北斗/WebGIS 技术的船舶监控系统研究[D]. 上海:华东师范大学, 2011.
- [13] 王延文,王尔申,赵志杰,等. 基于北斗的远程环境监控系统的研究与设计[J]. 电子器件, 2018, 41(3):698-702.
- [14] 杨国强,王承安,王贺祥. 基于北斗卫星导航系统技术的矿山地质环境动态监测体系研究[C]. 第十届中国卫星导航学术年会, 2019.
- [15] 中国卫星导航系统管理办公室. 北斗卫星导航系统公开服务性能规范(3.0 版)[S]. BDS-OS-PS-3.0. 2021.5.
- [16] 黄文德,康娟,张利云,等. 北斗卫星导航定位原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2019.

作者简介

张利云,硕士研究生,主要研究方向为卫星导航系统仿真与应用。

E-mail:634032814@qq.com