

GNSS-R 海洋遥感监测技术综述

李颖¹, 朱雪瑗¹, 曹妍², 刘丙新¹, 杨勇虎¹

(1.大连海事大学 航海学院, 辽宁 大连 116026; 2.大连海事大学 交通运输管理学院, 辽宁 大连 116026)

全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System) 经历了 40 余年的发展, 已逐渐成为国家空间信息基础设施的重要组成部分。GNSS 不仅为空间用户提供了导航定位和精确授时信息, 还提供了高度稳定、可长期使用的 L 波段免费信号资源, 逐步超出了导航系统功能设计目标, 应用在测绘、监测、交通、跟踪和军事等众多领域(季宇虹 等, 2010)。其中, GNSS-R (GNSS-Reflection) 是 20 世纪 80 年代发展起来的一个分支, 其为全球提供了全天时、全天候、覆盖范围广、成本低的遥感信息, 并迅速成为海洋遥感技术发展的分支学科。

通过数十颗 GNSS 卫星的海洋反射信号, 可以用来反演在海洋气象学、海洋水文学、海洋渔业、海洋航运和海洋环境等方面重要的海态物理参数, 并弥补现在国内常规实时海洋气象观测资料的不足, 为远洋航运发展、海洋资源开发、海洋环境保护、海洋灾害预警预报、监管应急和巡航救助等提供重要技术支持。本文正是从此研究意义出发, 结合国内外研究现状, 剖析了 GNSS-R 海洋遥感监测技术原理与散射理论模型, 着重探究了 GNSS-R 在海洋风场、海面高度和有效波高、海冰分布和溢油信息提取和移动目标监测等方面的反演方法, 并提出了 GNSS-R 海洋遥感未来的技术展望。

[全文链接](#)

作者简介

李颖(1968-), 女, 博士, 教授, 长期致力于海洋遥感与地理信息系统、海上交通安全、海洋污染遥感信息获取与识别方法研究, 带领团队攻克溢油污染多平台立体监控与追踪集成前沿课题。先后主持参与国家科技支撑重大项目、国家自然科学基金、国家海洋公益性行业科研专项等国家、省部级与国际合作项目 20 余项。发表论文被 SCI、EI 检索 48 篇, 获得国家专利 19 项, 2013 年以排名第一获国家技术发明二等奖。电子邮箱: yldmu@126.com。

专家点评 集思广益

本论文主要对 GNSS-R 全球导航系统在海洋遥感监测方面的研究进展进行比较系统地综述, 重点描述该技术的发展过程、主要技术原理与理论模型以及在海面风场、海面高度、海冰监测等方面的应用, 并对未来技术发展提出研究方向。对于利用 GNSS-R 开展海洋遥感研究有参考价值。

——赵朝方 (中国海洋大学信息科学与工程学院 教授)

GNSS-R 的研究和应用在我国还处于起步阶段, 已经开展了一些理论研究和应用试验, 并取得了初步成果。本文对国内外 GNSS-R 的发展和应用现状进行了系统的梳理和总结, 介绍了 GNSS-R 海洋遥感的原理与理论模型, 以及在反演海面高度、海面波高和海冰厚度, 反演海面粗糙度, 测量海面风场, 监测溢油污染信息等方面的原理和方法, 并有针对性地提出了建议, 对利用北斗和全球导航卫星系统开展相关海洋应用研究具有较好的参考价值。

——李四海 (国家海洋信息中心 研究员)

全球导航卫星系统是国家空间信息基础设施的重要组成部分。国外已对GNSS-R开展了大量的研究工作，且已进入业务化阶段，而我国相对在这方面发展较弱，作者介绍了GNSS-R海洋遥感发展过程、原理与模型等，并对GNSS-R的海洋应用进行了探讨，阐述了探测的机理与存在的不足，提出了我国在开展GNSS-R方面需要进一步开展工作的内容，指出了我国进行GNSS-R的海洋应用方向，可给我国的GNSS-R的海洋应用提供有益参考价值。

——邹亚荣（国家卫星海洋应用中心）

GNSS-R是一种新型的海洋微波遥感数据采集手段，弥补了传统遥感数据受卫星过境时间限制，GNSS-R海洋遥感具有巨大的应用前景。但是基于GNSS-R的海洋遥感还存在许多问题需要解决，例如星载环境下GNSS弱反射信号的快速捕获、海上目标精确定位以及海洋参数的有效反演等。本文介绍了GNSS-R海洋遥感的原理及其在海洋风场、海面高度、有效波高、海冰分布和溢油信息提取和移动目标监测等方面的应用，并对未来的关键技术和发展方向提出了自己的建议。文章对于开展GNSS-R海洋遥感研究，实现GNSS-R海洋遥感监测业务化应用具有重要的参考价值。

——韩震（上海海洋大学海洋科学学院 教授）

欢迎专家学者对论文进行点评，分享观点，集思广益。

（排名不分先后）

扩展阅读

海洋地理信息系统研究进展

海洋地理信息系统能够对海洋数据和信息进行高效地存储、管理、分析、显示和共享，可以大大提高海洋数据的使用率和工作效率，其研究和应用日渐受到人们的重视。在此背景下，重点从海洋地理信息系统理论构成体系，即从时空数据模型、时空场特征分析、信息可视化及信息服务 4 个方面回顾了近年来海洋地理信息系统研究工作，探讨了当前研究的不足和发展前景。时空数据模型研究未来将更多地强调时间维拓展和尺度变化的适应性方面；时空场特征分析会将海洋过程纳入其重点考虑范畴；海洋信息可视化将更加面向体验和跨尺度，并更多地将虚拟技术与真实现实结合起来；信息服务方面则会强调服务的智能化，注重海洋信息本体或知识表达问题，追求主动数据生成和提供。

卫星遥感海面高度数据在渔场分析中的应用综述

通过对卫星测高数据进行分析，结合国内外有关海面高度数据在海洋渔场分析方面应用的文献，着重分析了海面高度数据与常规海洋外界环境因子之间的关系，概括了海面高度数据对海洋渔场资源变化的影响，并综述了西方渔业发达国家利用测高数据采用直接和间接方法在海洋渔场环境分析及渔情预报方面的研究应用与进展，最后指出我国海面高度数据在渔场分析方面的应用现状以及存在的问题，并基于国外情况，对我国今后使用卫星测高数据在渔场方面的应用研究提出了几点建议。

基于 WSRF 的海洋遥感数据集成与共享机制设计与实现

遥感技术以其独特的技术优势可为海洋调查、保护、开发、管理提供重要的技术支撑。但遥感数据存在多源、异构、海量的特点，传统的基于文件的和基于数据库的集中式存储管理已经面临存储容量、工作效率等方面的问题。另外，由于缺乏有效的共享机制，大多数数据得不到充分利用，形成了一个信息孤岛，造成了资源浪费。

因此本文提出基于 WSRF 的分布式海洋遥感数据集成与共享机制, 通过数据层、服务层、服务管理层、应用层和表示层 5 层架构使用户能够透明地共享、一体化地处理已有的遥感数据, 文中还进行了核心服务功能的设计和接口设计, 并搭建了一个部门级的应用平台, 为海洋管理及相关工作的深入推进提供有效支撑。

曹妃甸地区潮间带演变的遥感监测

选用美国 Landsat 系列卫星、中巴卫星 CBERS 及中国 HJ-1 卫星 1981-2011 年 7 个时相的遥感数据及潮汐潮位资料, 应用“相同潮位对比法”, 分析研究了曹妃甸地区潮间带的空间分布特征和潮滩动态演变趋势。结果表明: 近三十年来, 受潮滩围垦、填海造陆等人类活动的影响, 潮间带形态发生了很大变化, 潮间带上边界逐渐向海推进, 最大推进距离达 3 km 左右, 使得上部潮滩面积不断减少; 同时, 受输沙量减少、风浪冲刷、沉降作用及海平面上升等因素的综合影响, 潮滩下部整体上处于侵蚀状态, 西部滩面侵蚀较轻, 东部滩面侵蚀较严重。另外, 在该区大规模开发建设期间, 潮滩的平衡状态被破坏, 部分岸段出现了潮滩暂时淤高的现象。

关于《海洋通报》

《海洋通报》创办于1982年, 中国工程院院士方国洪担任主编, 由国家海洋局主管, 国家海洋信息中心和中国海洋学会主办, 国家海洋局北海分局、东海分局和南海分局协办, 是国内海洋领域具有较大影响的综合学术刊物。双月刊 (CN 12-1076/P, ISSN 1001-6392), 大16开本, 120页, 逢双月 15 日出版, 国内外公开发刊。

收录情况: 中文核心期刊要目总览 (2011年版)、中国科技期刊引证报告 (CJCR) 源期刊 (2014年)、中国科学引文数据库 (CSCD) 源期刊 (2013-2014目录)。

影响因子: 海洋科学核心期刊中排名第3。 (数据来源: 中国科学技术信息研究所《2014年版中国科技期刊引证报告(核心版)》)

【海洋通报】· 观察报道 是新媒体环境下海洋科学传播的尝试, 旨在通过知识聚合为用户提供学术阅读新体验。

2015.5.7