

Survey on the navigation situation of the Arctic on the base of satellite remote sensing technology

基于卫星遥感技术的北极通航环境调查研究

✉ 舒迟¹, 邴磊^{1,2}, 孙芳芳¹, 李圳波¹

(1. 烟台海事局, 山东 烟台 264000 ; 2. 中国科学院烟台海岸带研究所, 山东 烟台 264000)

SHU Chi¹, BING Lei^{1,2}, SUN Fang-fang¹, LI Zhen-bo¹ (1. Yantai MSA, Yantai, Shandong 264000, China ; 2. Yantai Institute of Coastal Zone Research of Chinese Academy of Sciences, Yantai, Shandong 264000, China)

摘要: 文中对卫星遥感技术在气象环境、水文环境、地理环境等通航环境调查中的应用进行了系统分析, 并通过案例分析进行了应用研究。结果表明, 卫星遥感技术能够有效识别海冰、岛屿等通航关键要素, 为北极航线的开发利用和监控提供保障。

关键词: 卫星遥感; 北极; 通航环境

Abstract: The paper conducts systematic analysis on the application of satellite sensing technology in the meteorological, hydrological and geographical aspects of navigation environment and makes application research through case study. The findings indicates that satellite remote sensing technology can effectively identify key elements for navigation, such as sea ice and islands and may provide safeguard for the exploitation and monitor of Arctic navigation route.

Key words: Satellite remote sensing; Arctic Pole; navigation environment

中图分类号: U666.134 文献标志码: A 文章编号: 1673-2278 (2016) 01-0053-03

全球变暖致使北极海冰大面积减少, 海冰厚度不断变薄, 海冰密集度不断降低, 尤其是近年来, 东北航道和西北航道出现了同时开通的状况, 北极地区成为世界关注的焦点。对我国来说, 走北极航道具有距离优势, 尤其是我国北方港口越往北优势越大, 能大大缩短航程, 降低航运成本, 在促进我国航运市场和经济发展的同时, 减少对马六甲海峡的过分依赖。同时北极有着丰富的石油, 矿产资源等自然资源, 北极航线的开通将使我国同北极建立起一条资源通道, 增加我国资源贸易机会。

2013年, 中远“永盛”轮从大连港出发经由北极东北航道到达欧洲, 这是中国商船首次航行北极东北航道, 这也证明了北极东北航道已经初步具备了通航条件。虽然北极航道已经逐渐打通, 但目前北极地区的气候、水文和航道等通航环境资料还很缺乏, 加之北极地区通航经验不足, 没有必要的航运基础设施, 使得北极地区

的航行十分危险。利用卫星遥感技术加强对北极通航环境的调查和研究, 对于我国未来北极航线的开发具有重要意义。

一、卫星遥感技术开展北极通航环境调查的优势分析

北极地区由于气候寒冷, 常年被冰雪覆盖, 很长时期没有船舶在其中航行, 因此, 能够获得的航线相关信息很少。传统的通航环境调查方式是岸基观测站、船舶或者飞机, 不但数量少、准确性差, 观测的区域有限, 而且也无法实施大范围的同时监测, 无法满足通航的实用需求, 大部分海域仍然没有积累足够系统的资料, 北极地区对于通航来说仍是未知的。

卫星遥感技术的发展为准确调查北极通航环境开创了前所未有的机遇, 提供了一个极其有效的高技术监测工具。卫星遥感具有覆盖范围广、多时相、周期短等特

收稿日期: 2015-09-16

第一作者简介: 舒迟(1984-), 女, 江西德兴人, 硕士, 工程师, 主要从事卫星监视监测等工作。

点, 不仅能提供海面风场、海流、海冰等气象和水文环境资料, 也能够使人们从宇宙空间这个高度, 大范围、快速、同步、周期性地获取北极航道的相关信息。

二、卫星遥感技术在北极通航环境调查中的应用

北极气象环境、水文环境和地理环境对海上船舶通航有着重要的影响, 其主要影响因素包括海面风场、海流、海冰和航道要素等。卫星遥感技术能够大范围、快速地对这些影响因素进行调查分析:

(一) 海面风场

风对船舶通航安全有着很大影响, 大风会使船舶发生偏航、搁浅以及船舶走锚等危险, 并使船舶操纵能力受到限制。北极区域的大洋观测数据极少, 星载微波散射计的应用极大地改变了这种状况, 使全球海面风场的观测成为现实, 而合成孔径雷达 (SAR) 则适用于近海和岛屿以及冰缘附近海域海面风场以及局地风场的测量。

(二) 海流

海流对通航的影响主要体现在对船舶操纵性能的影响。在狭窄航区, 海流加速了逆流船舶侧及船底水流的相对速度, 而使船舶发生碰撞、搁浅等事故。目前, 利用常规手段对大面积海域的表面海流实施高频率的实时观测几乎是不可能的。海表高度计可以用来反演海表面流, 但是由于其空间和时间分辨率有限, 仅适合用来研究大范围的海洋变化, 无法用于小区域的海表面流反演; 还有一种海表面流反演的方法是通过跟踪红外图像温度的移动来得到海流, 这种方法被称为最大相关系数特征量跟踪法。

(三) 海冰

由于天气条件的不确定性和高成本等因素, 卫星遥感是研究北极地区海冰的最有效手段。

海冰密集度是指海区内海冰面积所占百分比, 海冰覆盖范围是指经过海冰边缘检测后的海冰覆盖面积。自卫星数据收集开始, 可见光传感器已经用于估算海冰覆盖范围和密集度, 可见光传感器的缺点是对天气条件特别敏感, 容易受到云和雾的影响; 而高分辨率SAR传感器的覆盖范围具有局限性。因此, 通常选择被动微波传感器作为确定海冰覆盖范围的工具。利用卫星微波辐射计数据获取的海冰密集度产品可以在分辨率内分析海冰的性质, 确定整体海冰覆盖面积, 分析海冰的长期发展趋势, 也可以用来确定海冰边缘、水道或者冰间湖内开阔

水域的面积。近30年来, 卫星微波辐射计数据成功地为两极地区生成了非常完整可信的海冰覆盖范围信息。

目前, 很多研究都倾向于应用遥感方法获取地表反照率、SAR影像和被动微波影像等数据估算海冰的厚度。基于反照率与海冰厚度之间的指数关系建立反演模型, 从而估算海冰厚度; 或者采用测量出水厚度(水面以上的厚度), 通过估算浮冰、雪和水的密度, 再利用静水力学公式换算得出海冰厚度等。

(四) 航道要素

地理环境中对通航安全有影响的因素包括航道宽度、航道弯曲角度、航道障碍物等。航道宽度大小对航行安全有着直接的影响, 当船舶在狭窄航道航行时, 容易发生岸推、岸吸等现象, 可能导致船舶碰撞、触岸、搁浅等事故。当前, 北极航线是近洋航道, 航道的选择主要受海冰分布影响, 没有确定不变的航道。船舶在航道弯曲处由于可能受到航道尺度、水流等影响, 使得操作难度加大, 因而船舶比较容易在航道弯曲处发生事故。船舶在北极航线航行时, 受海冰影响, 并没有固定的线路。因此, 航道弯曲度也是动态的, 主要受海域水深、海冰分布以及部分海峡弯曲度影响。航道中的海岛、礁石及大的浮冰、冰山等障碍物增加了船舶搁浅风险。船舶在存在大量海岛、礁石、浮冰地区航行时, 将增加操纵风险。

三、北极维利基茨基海峡及喀拉海通航环境卫星遥感分析

(一) 研究区和研究区航线概况

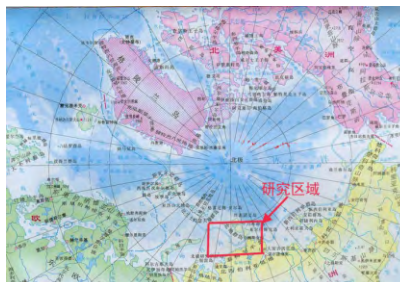


图1 研究区域

本文研究区域位于北极东北航道的维利基茨基海峡和喀拉海(图1)。其中, 维利基茨基海峡在泰梅尔半岛和布尔什维克岛之间, 长度约为 111 千米, 最窄处宽度不足 60 米, 深度在 40 米到 230 米之间。海峡冬季结冰, 夏季冰情较轻, 适合通航。喀拉海位于维利基茨基海峡西侧, 西通巴伦支海, 东连拉普捷夫海。喀拉海面积约 142.5 万平方公里, 海中分布着上千个岛屿, 平均水深为 90 米, 最

大深度 640 米, 15% 的海域超过 200 米深, 40% 的海域不足 50 米深。喀拉海整年冰雪覆盖, 从每年 8 月初到 10 月底或者 11 月初适于航行。最适宜的年份航行可以提前到 7 月末, 借助破冰船 6 月份亦可航行。因此, 以维利基茨基海峡和喀拉海进行遥感分析具有较好的代表性。

北极航道主要有两条航线: 北极东北航道是经由北冰洋沿俄罗斯北岸连接太平洋和大西洋的航线, 是连接亚洲、北欧和北美的经济航线; 西北航道是经由北冰洋沿北美北岸通过加拿大北极群岛连接太平洋和大西洋的航线, 是连接亚洲和北美东部的最短航路。本文研究的是北极东北航道俄罗斯北岸的部分航线(图2)。



图2 研究区域航线示意图

(二) 环境1B卫星数据概况

本研究选取 2010 年 7 月 12 日成像的环境 1B (HJ-1B) 卫星数据, 其影像的空间分辨率为 30 米, 幅宽为 360km×420km。HJ-1B 卫星是环境与灾害监测预报小卫星星座的一颗卫星, 于 2008 年成功发射, HJ-1B 卫星搭载了 CCD 相机和红外相机, HJ-1B 与另一颗光学小卫星 HJ-1A 和一颗合成孔径雷达小卫星 (HJ-1C) 构成了环境与灾害监测预报小卫星星座, 主要用于对生态环境和灾害进行大范围、全天候动态监测。

(三) 北极维利基茨基海峡及喀拉海航线规划

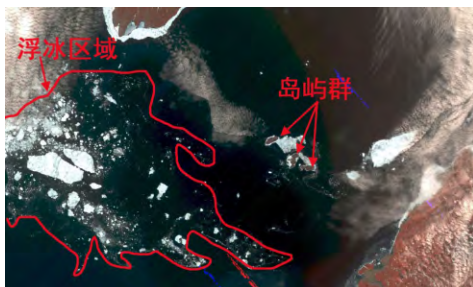


图3 维利基茨基海峡通航环境分析

从卫星图像上来看, 当天的维利基茨基海峡周围多雾和薄云(图3), 冰情较轻, 具备通航的基本条件。海峡的西部入口宽约 87.9 公里, 入口中部存在岛屿群, 岛屿的存在导致其周围产生大量的沿岸固定冰, 环境较为复杂, 建

议从海峡的北部绕开该岛屿群。维利基茨基海峡入口的西部有很多大大小小的浮动冰块, 最大浮冰直径约有 14 公里, 面积约有 70 平方公里, 其漂动和累积易受到风的影响, 尤其当北风盛行时, 冰块往南聚集, 形成对航行不利的条件, 越往北冰情越恶劣, 所以建议在靠近泰梅尔半岛的区域航行。

卫星图像显示, 沿着喀拉海沿岸地区有着一个庞大的岛屿群, 即诺登舍尔德群岛, 连绵 100 多公里。喀拉海最艰难的航行海域就是靠近诺登舍尔德群岛附近, 大量冰块堆积在海中, 形成一道道冰障堵塞航道。靠近陆地的内侧航道因为鄂毕河和叶尼塞河的注入, 也完全被海冰堵塞, 无法航行, 只能从诺登舍尔德群岛北部绕行。

基于以上分析, 我们可以规划出本研究区域内的最适宜航线(图4), 即从维利基茨基海峡中部沿靠近泰梅尔半岛海域航行, 然后避开诺登舍尔德群岛及靠近陆地的内侧航道, 从群岛北部航行。



图4 北极维利基茨基海峡及喀拉海航线规划

四、结语

虽然随着全球气候变暖, 海冰加速消融, 但就目前情况来看, 北极海冰的变化, 北极航道的完全开通还处在一个预测阶段。北极恶劣而又多变的气候环境, 北极航道基础设施的严重不足, 都表明现阶段北极航道的通航环境还不能支持常规性的商业通航, 但对于国家和政府来说, 考虑和关注我国的北极利益和制定北极战略具有重要的战略意义。因此, 我们需要积累大量的卫星遥感数据进行北极航线通航环境的调查, 为北极航线的利用和监控提供参考。

参考文献:

- [1] 李振福, 李娜, 闫力, 等. 北极航线通航环境分析[J]. 港口经济, 2012, (10): 8-13.
- [2] 谭继强, 詹庆明, 殷福忠, 等. 面向极地海冰变化监测的卫星遥感技术研究进展[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(4): 23-31.
- [3] 杨劲松. 合成孔径雷达海面风场、海浪和内波遥感技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2005.