

体规划,有利于工程的安全和江河工程综合效益的发挥;②堤线走向与河流流向保持一致,尽可能靠河岸岸坡布置,尽量减小对河道行洪断面的影响,保证设计的洪峰流量能安全通过;③节省工程投资,尽可能利用已建堤防进行扩建加高;④根据实际保护对象的不同,采用不同形式堤防。对于保护对象是耕地的,允许低频率洪水漫堤过水,确保堤坝冲而不垮,农田冲而不毁,防冲不防淹设计。通过工程建设后,能抵御10年一遇洪水侵袭,保证区域居民的生命财产安全,满足区域建设和经济可持续发展的要求。同时对水污染进行防治,对水环境进行修复改善,以保障河流健康永续发展。堤线布置与河势相适宜,并与大洪水的主流线大致平行,线型力求顺直,转弯处采用平缓曲线过渡。为保持原河道的天然性,体现河道断面形态的多样性,保留河道自然形成的阶梯和深槽等微结构。根据工程区河段天然行洪断面、地形地质条件,考虑两岸堤防与地形及既有建筑物相互协调,兼顾两岸景观及排污设计。治理河段不受控制性建筑影响,因此堤防堤距的选择基本沿原河道宽度,根据实际情况堤距选择范围为12~20m。

3.2.2 工程治理措施

本次设计河道治理河段总长为13.2km,左岸堤防分为8段,左右堤防分为9段。治理段原河道污水处理厂处建有格宾石笼挡墙,本次新建设挡墙3段,河道设计宽度14~18m,形成封闭系统,保护河道左侧的播州区南部污水处理厂及下游堆渣场。同时两岸采用块石护脚以提升堤防抗洪水冲刷能力。

桩号0+511.162~0+660.173段:河道左岸地势平缓,大部分为耕地,堤防型式采用生态式堤防,左右岸堤防长度166m,不设亲水平台,堤身迎水面坡度1:1.4,坡面设镀锌高尔凡加筋麦克垫和聚酯长纤无纺布,堤顶结构为C15混凝土锚固沟压顶,宽度为0.8m,堤后填筑坡度为1:1.4。

桩号0+702.754~1+644.286段:原河道淤积严重,采取“生态式堤防+河道疏浚”措施。堤防长度1024m,不设亲水平台,堤身迎水面坡度1:1.4,清淤以清除河道杂草、降低河底高程为主,块石护脚可增强河道已建堤防抗洪水冲刷能力,同时可改善河道生态环境及景观。

桩号1+644.286~2+674.357段:此段采取“格宾石笼挡墙+河道疏浚”的措施,上游堤防型式为格宾石笼挡墙,挡墙顶部宽度1m,底部宽度2m,采用C15混凝土垫层,河道两岸采用块石护脚以提升堤防抗洪水冲刷能力。下游以疏浚为主,局部河道需扩宽,因右岸为宝峰大道边坡,扩宽开挖主要为左岸,扩宽后河道最小宽度约13.6m,开挖后采用浆砌石挡墙抗洪水冲刷。

在新汴河的治理与提升工程中,采取了一系列深度且生态友好的措施。首先,在生态化清淤方面,运用环保型清淤船与生物降解技术,精细地清除河道底部的淤泥与杂物,最大限度地减少对环境的干扰,同时恢复河道的自然底质,提升水流速度,增强其自我净化能力。随后,依据河流的自然演变规律,对河床形态进行了优化设计,引入了生态石笼与植生型护岸等环保材料,既确保了河道的防洪功能,又为水生生物提供了良好的栖息环境,实现了防洪与生态的双赢。在生态修复与景观提升方面,致力于恢复新汴河两岸的生态平衡与景观美感。通过对受损岸线的清理与整理,种植了丰富的本土水生植物与陆生植物,构建了多层次的生态防护带,不仅稳固了岸线土壤,防止了水土流失,还提升了生物多样性与水质净化能力。此外,在适宜的河段建设了多功能亲水平台,这些平台不仅为居民提供了休闲娱乐的场所,还融入了科普与教育元素,通过展示水生生物、宣传水生态保护知识等方式,增强了公众的环保意识,促进了人与自然的和谐共处。这些措施的实施,不仅提升了新汴河的防洪能力与生态环境质量,还美化了沿岸景观,提升了周边居民的生活质量,为城市的可持续发展奠定了坚实的基础。

4 结语及建议

本文主要研究了淮河支流新汴河防洪存在问题并提出治理对策。下阶段,需进一步加快构建气象卫星和水文站构成的雨水情监测预报“防线”,加强降雨产汇流及洪水演进模型研发,不断提高洪水预报精准度,持续提升预报、预警、预演、预案能力。同时,科学统筹布局河道、水库、堤防、蓄滞洪区建设,提高河道行泄洪能力,增强洪水调蓄水平,狠抓流域水利工程安全度汛、山洪灾害防御等关键环节防御措施落实,最大限度减轻洪灾损失。

参考文献:

- [1] 薛玮瑶.关于蔚汾河河道治理及提升河道防洪能力的探析[J].陕西水利,2024,(01):68-71.
- [2] 蔡运忠,王军,沈艳.城区防洪河道存在问题及防治对策——以宿迁市西民便河为例[J].海河水利,2024,(01):47-49.
- [3] 吴斯优.空港区河内河防洪提升河道综合治理实践[J].云南水力发电,2023,39(08):294-298.
- [4] 景占杰.新乡市海河流域防洪格局及重难点分析[J].河南水利与南水北调,2023,52(10):17-18.
- [5] 朱璇浩.甘坑河流域河道现状调查与处理措施分析[J].水利技术监督,2023,(04):257-260.

浅析气象导航在远洋航行中的应用

王群朋, 廖群香, 刘传润, 沙正荣

(广州航海学院 航运学院, 广东 广州 510725)

摘要: 气象导航作为一种综合气象信息优化航线规划的技术, 对船舶远洋航行至关重要。由于气候变化复杂和极端天气事件频发, 远洋船舶对精准、实时的气象导航需求更为迫切。本文通过研究气象导航技术的现状并分析具体应用案例, 探讨面临的挑战及应对措施, 为行业发展和未来研究提供支持。

关键词: 远洋船舶; 气象导航; 航行安全; 对策

中图分类号: U675.12 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2025) 21—0102—03

A Preliminary Analysis of the Application of Meteorological Navigation in Ocean-going Voyages

Wang Qun-peng, Liao Qun-xiang, Liu Chuan-run, Sha Zheng-rong

(School of Shipping and Maritime Studies, Guangzhou Maritime University, Guangzhou 510725, Guangdong, China)

Abstract: Meteorological navigation, a technology that optimizes route planning by integrating meteorological information, is crucial for the ocean-going voyages of ships. Due to the complex climate changes and the frequent occurrence of extreme weather events, ocean-going vessels have an even more urgent need for accurate and real-time meteorological navigation. This paper explores the challenges and corresponding countermeasures by studying the current status of meteorological navigation technology and analyzing specific application cases, providing support for the development of the industry and future research.

Keywords: ocean-going vessels; meteorological navigation; navigation safety; countermeasures

气象导航 (Weather routing, 又称气导) 技术作为一种综合气象信息、海况预报、船舶性能及航行任务的综合性应用科学, 对船舶远洋航行的安全和运输效率至关重要^[1]。随着当今环球气候的变化和极端天气事件的频发, 远洋船舶需要更高精度的气象导航。为适应新形势新要求, 积极响应国务院发布的《气象高质量发展纲要 (2022-2035 年)》, 加快推进中国气象事业高质量发展, 构建科技领先、监测精密、预报精准、服务精细、人民满意的现代气象体系。本文通过对我国气象导航技术的现状分析, 提出有关气象导航科技创新、服务和管理体系的对策建议, 旨在促进我国气象导航服务供给能力不断提升。

1 远洋船舶使用气象导航的现状

1.1 气象导航在远洋船舶中的具体应用

综合运用现代气象预测和导航技术提高远洋航行的安全性和效率是气象导航技术在远洋船舶中具体应用的体现。气象导航利用卫星通信、海洋浮标及其他气象监测设备收集实时数据, 包括风速、风向、温度、气压、海浪高度、洋流速度等, 给船舶提供精确的气象和海洋

信息, 如风速、海流、海浪等。气象导航还应用高级数据分析和模型预测, 分析天气模式和海洋环境, 为船舶提供天气预测和航线优化建议, 帮助船舶在航行过程中实时修正航线, 避开不利于航行的天气条件, 减少燃油消耗、缩短航时, 保证船舶航行的安全高效。

1.2 气象导航对远洋船舶的影响

在航行安全上, 气象导航系统用已有的气象数据进行实时预测, 并提供台风或大风浪区域等预测信息给船舶, 使船舶驾驶员能及时做出正确决策, 有效避开潜在风险区域, 提高船舶应对突发气象变化的能力。

在运输效率上, 气导技术通过分析天气模式和海洋环境, 进行航路优化并选取最优航路, 最大可能避免逆风和逆流, 利用顺风 and 顺流, 提升航运效率和经济性。

1.3 气象导航系统应用的实际情况

气象导航系统已成为当今全球航运业中远洋船舶的必要组成部分, 远洋船舶目前主要采用气象信息与船舶自身的导航系统集成化的气象导航决策方案。但其使用效果受到气象预测的准确性、船舶设备的先进水平以及船员的操作能力和熟悉度的限制。尽管气导系统的应用越来越广泛, 但普及程度因公司、船舶类型和地区差

异而异，特别是在小型船舶和一些发展中地区，由于技术和经济的原因，高科技导航系统尚未到位；而且相较于国外，我国气象导航系统起步较晚，与国际先进水平仍有一定差距。因此，需要不断地促进船舶气象导航设备现代化、加强船员对气象导航技术的熟悉程度和气象预测模型的准确性、促进气象导航服务管理与监管体系完善，确保气象导航满足不断变化的航运业的需求，进一步提升船舶远洋航行的安全性与经济性。

2 船舶使用气象导航的具体案例分析

船舶航行时经常面临多变的天气和海况，通常要适当改变航线或调整航速来避免特殊情况发生，使用气象导航能在一定程度上提高航行安全和效率。

2.1 “剑河”轮航行案例

本案例中，船舶“剑河”轮为集装箱船，航线自横滨至巴拿马，要求最大风速不超过8级。根据当时接收的传真天气图资料显示，在船舶始发前，该船经船载微机数据处理和航线设计，制定出一条最高纬度达42°58'N的初始推荐航线。在航时，该船根据不断更新收集的水文气象信息，跟踪修正航线，航线最高纬度调整为39°13'N。该船实际航线采用美国气导公司推荐航行，其初始航线和修正航线与事后绘制的理想航线（理想航线指事后全部使用实况资料计算所得的最佳航线）对比，气象导航变更后的航线更接近于理想航线^[2]。

2.2 洋流影响区域的航线规划

世界洋流有特定的分布规律，如北太平洋西部的黑潮、印度洋北部的季风洋流。在规划航线时船舶可适度绕航，合理利用顺流节能或减弱逆流影响，实现节能减排。例如服务船舶从肯尼亚蒙巴萨航往斯里兰卡科伦坡，当时气象导航预报显示整个航程海况良好，但考虑到印度洋季风洋流影响，建议船方离港后适度北绕，利用北面顺流效应。其中推荐的北绕方案较常规最短方案航程增加35nm，但海流影响因子相差很大，优化后的方案可节省油耗约24t^[3]。

在这些案例中，船舶在航中通过实时气象信息和先进的气导技术精确分析气象数据后的最优航线，有效规避恶劣天气。不仅保证了船员和货物的安全，还缩短航时，降低油耗，增加运输效率，充分展示气象导航在提升航行安全性和经济性方面的重要作用。

3 远洋船舶使用气象导航存在的问题分析

远洋船舶利用气象导航能显著提升航行安全与效率，但受大洋地域宽广、气象复杂多变的影响，在设备技术、设备应用和船员技能等方面存在亟待解决的问题。

3.1 技术层面的问题

因大洋中观测站点的稀缺及时空差异的影响，船舶远洋时接收到的气象数据不够准确。因大洋上气象条件变化迅速、数据传输和处理的延滞，船舶接收气象信息存在滞后。所以，在气象导航的应用中，气象数据的获取面临着准确性和实时性的双重挑战^[4]。

同时，气象模型的准确性受模型设计的复杂性、输入数据的质量、气候变化的不确定性等制约，气象模型受大气、海洋动态过程的影响，模型难以完全捕捉大气信息，导致预测不准，尤其面对极端天气时^[5]。其次输入数据受远洋观测点稀缺的限制，遥感数据精度和分辨率与直接观测的相比仍有差距，影响着预测可靠性。

3.2 应用层面的问题

现代气导技术的发展助力了航线安全，但实际应用效果受船员对气导技术掌握程度的影响。船员应熟练操作气象导航系统，具备数据解读及操作技能，但人的知识储备有限，需加强培训，否则误读气象信息将致使船舶面临潜在风险。

气象导航与其他航行辅助系统的有效融合对提高航行的安全、效率以及环境可持续性尤为重要。目前，船舶常用航行辅助系统由不同供应商开发，一定程度上限制了气象导航系统的直接交互和数据共享。此外，缺乏标准化数据格式和协议也导致数据融合困难。

3.3 管理层面的问题

气象导航服务在服务质量的监督和标准化上面临服务提供商的多样性和国际化，导致服务质量不一、缺乏统一标准和方法，难以有效监测和评估的问题；以及缺乏统一的服务、数据格式和评估标准的问题，影响服务质量和导航安全。

气象导航技术的效用取决于船员的理解和应用能力，当前推广和培训中存在知识普及不足、培训资源分配不均、培训内容与实际需求不符的问题，特别是在发展中国家，由于培训和教育资源有限，普遍存在船员难以获得新技术培训的状况，培训内容与实际需求脱节，需要培训机构迅速适应变革，调整培训策略。

4 远洋船舶应用气象导航的对策和建议

4.1 提升气象数据获取和处理的准确性

加强技术创新，重点发展高精度气象观测技术，借助卫星遥感、浮标系统、无人飞行器等前沿科技，扩大海域覆盖并提升气象数据搜集能力，解决远洋区域观测点稀缺问题。加强数据集成，促进不同数据源的有效共享与交互操作，统一数据标准和交换协议，便于数据集成与共享，提升处理与分析复杂气象数据的准确性和效率。

4.2 提高气象预测模型的精准度

在模型开发过程中，引入更精确的气象参数，考虑大气、海洋、陆地间的动态相互作用；有效利用海洋浮标、飞机侦测等多源数据，全面采集各种影响因素；综合利用各学科最新研究成果，增强模拟复杂天气系统的能力，从而优化气象预测模型，提升模型预测精准度。

4.3 提升船员的技能培训

加强船员对气导技术的培训，设计全面专业的培训教材；加强船员抗压能力训练及急救和应急响应技能培训，着重培训船员解读复杂天气系统和预报、理解气象对航海的影响及据此做出准确航行决策的能力。

结合传统教学与实践操作创新培训方法，如使用模拟器模拟气导场景训练；构建数字化培训平台，提供灵活学习资源，如虚拟实验室。

4.4 完善服务质量标准与监管体系

国际海事组织（IMO）和世界气象组织（WMO）等国际组织应协调引导，促进全球建立和完善气象导航服务的质量监管体系，明确质量标准和性能指标；监管体系标准应适应气象导航技术的不断发展和升级变化，便于船员和相关人员理解和应用。各级海事组织、气象机构及航运公司应加强合作，共享最佳实践、数据和技术，共同提高气象导航服务质量。

4.5 加强服务提供商的服务质量

服务提供商需进行程序认证，定期检查和评估服务性能，及时发现并纠正不足，同时收集船员和航运公司的反馈以改进服务，确保服务质量；需引进合成数据、数据可视化技术等先进数据分析和处理技术，持续的验证和校准，定期比较模型预测结果与实际情况，并收集用户反馈，特别是操船人员的实际体验和建议，保持和提高预测精度。

5 结论

目前，远洋船舶在气象导航方面取得重大进展，但仍面临许多挑战，如技术提升要求船员技能提高、气象数据准确性待解、预测模型需稳定等。此外，质量监管、技术标准化及船员应对能力也是未来研究重点。本文全面分析气象导航在远洋船舶中的应用现状，未来在海域、季节对气象导航系统的影响，船型、航线对导航需求的差异等方面还可以进一步深入探讨。

参考文献：

- [1] 黄萧霖,徐晶,金铸钰,等.全球海洋气象导航业务和技术研究进展[J].气象科技进展,2024,14(03):30-39.
- [2] 刘峰,李春宝,庞福文,等.船舶自行气象导航的研究[J].中国航海,1992,(02):24-31.
- [3] 范娟,王胜正,余敏,等.远洋船舶气象导航典型案例剖析[J].中国水运,2023,(05):43-45.
- [4] 仲夏.可解释人工智能在气象预报中的应用和展望[J].软件,2024,45(01):50-52.
- [5] 邹其昌,陈征洋.“气象设计模型”:气象设计学体系的核心概念研究——中国当代设计学理论体系建构研究系列[J].工业设计,2024,6(01):1-10.

基金项目：广州市高等教育教学质量和教学改革工程教学团队项目（2022JXTD011）；2024年广州航海学院大学生创新创业训练计划项目（S20240148）。