



广西沿海主要航路规划及通过能力研究

孙美燕¹, 段宇², 干伟东², 周俊伟², 王燚^{2,3}

(1. 广西交通职业技术学院, 广西 南宁 530023; 2. 交通运输部天津水运工程科学研究院, 天津 300456;
3. 河海大学 港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 广西北部湾是发展海洋运输业、港口物流业的重要水域。基于 2020 年海上船舶自动识别系统(AIS)数据, 绘制了北部湾水域习惯航路, 并借助数理统计方法, 对广西北部湾水域习惯航路上 21 个船舶交通流门线的船舶交通量与交通密度进行分析并提出航路规划建议, 同时对航路通过能力进行计算并提出合理化建议。结果表明, 北部湾水域船舶航路总体呈现“五千十六支”的基本格局, 船舶交汇区内船舶数量大、交通流复杂, 需加强重点水域和特殊水域通航风险研究和管理。广西北部湾沿海船舶航路通过能力可满足水域船舶通航现状需求及 2035 年港口吞吐量规划的需求。研究结果可为广西北部湾海上船舶航路规划、海域使用管理和海洋生态环境保护提供决策支持。

关键词: 北部湾; 船舶自动识别系统(AIS); 船舶交通量; 航路

中图分类号: U697

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)01-0132-05

Planning and carrying capacity of major shipping routes in Guangxi

SUN Meiyuan¹, DUAN Yu², GAN Weidong², ZHOU Junwei², WANG Yi^{2,3}

(1. Guangxi Vocational and Technical College of Communications, Nanning 530023, China;
2. Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering, MOT, Tianjin 300456, China;
3. College of Harbour, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Beibu Gulf of Guangxi is an important water area for the development of marine transportation and port logistics industry. Based on the data of ship automatic identification system(AIS) in 2020, this paper plots the customary shipping routes of the Beibu Gulf waters. With the help of mathematical statistics, it analyzes the ship traffic flow and traffic density of 21 ship traffic flow gateways on the customary shipping routes of the Beibu Gulf waters in Guangxi and puts forward the route planning suggestions. Meanwhile, it calculates the passage capacity of the shipping routes and puts forward reasonable suggestions. The results show that the shipping routes in Beibu Gulf generally present a basic pattern of “five trunks and sixteen branches”, and the number of ships in the ship intersection area is large and the traffic flow is complex, so it is necessary to strengthen the research and management of navigation risks in key and special waters. The navigation capacity of Guangxi Beibu Gulf can meet the current requirements of ship navigation in waters and the port throughput planning in 2035. The research results can provide decision-making support for shipping routes planning, sea area use management, and marine ecological environment protection in the Beibu Gulf of Guangxi.

Keywords: Beibu Gulf; ship automatic identification system(AIS); ship traffic flow; shipping route

广西北部湾水域航路纵横交错, 船舶交通密集, 随着北部湾海洋运输业、港口物流业的快速发展, 沿海港口吞吐量逐年增加, 船舶种类和结

构日趋多样化^[1-2], 海域污染和海上航行的安全问题越来越突出, 给海洋环境管理和海上交通安全带管理来诸多挑战。研究该水域的通航规律、掌

收稿日期: 2023-05-04

作者简介: 孙美燕 (1971—), 女, 硕士, 高级工程师, 研究方向为交通、建筑工程。

握水域船舶通航环境特点和通航态势,不仅可为改善通航环境、加强通航管理、提高航道通过能力、维护辖区水上安全形势稳定提供科学依据,而且对于合理规划水域使用、协调工程建设与交通用海关系、支撑北部湾建设具有十分重要的意义。广西沿海水域范围见图1。

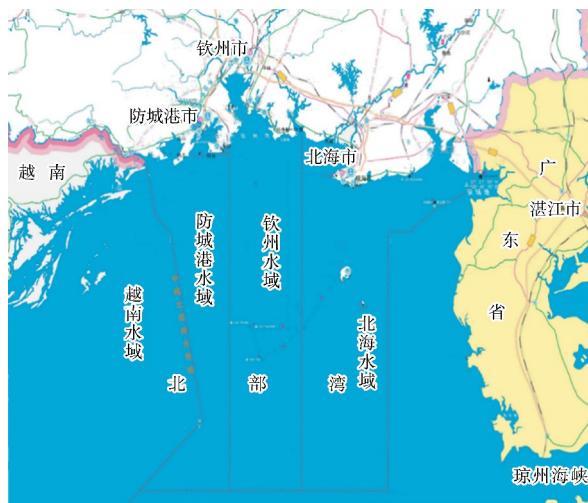


图1 广西沿海水域范围

船舶自动识别系统(ship automatic identification system, AIS)自出现以来发展迅速,在很多领域得到广泛应用,其中在航海实践中可为船舶避碰和海事管理提供良好的数据信息支持^[3]。国内外现有研究主要限于海事信息分析与船舶碰撞风险评估等方面,有关外海航道通过能力及驱动机制的研究鲜有报道。近年来,海洋经济逐渐成为沿海地区经济发展的新增长极^[4-5],人类对海洋资源开发利用的强度不断增加,人海关系矛盾增加^[6-7],包括海上船舶活动在内的近海等各类海域空间开发利用活动以及与海洋环境相互作用关系的相关研究正在逐步加强。

本文基于2020年广西北部湾海域海上船舶AIS数据,绘制了北部湾水域习惯航路,并借助数理统计等分析方法,实现了AIS大数据的批量化处理,在此基础上对北部湾水域习惯航路上所设置的21个门线进行航道通过能力研究,重点对船舶交通量与交通密度进行分析,揭示当前习惯航路上船舶通过能力,以期为广西北部湾海上船舶

航路规划、海域使用管理和海洋生态环境保护提供决策支持。

1 北部湾水域主要航路分布

1.1 北部湾主要港口及2025、2035年港口吞吐量规划

北部湾包括防城港、钦州、北海三市域港口,含鱼溝、企沙、金谷、大榄坪、三墩、石步岭、铁山西、铁山东八大港区,以及白龙、茅岭、沙井、三娘湾等多个港点,形成了防城、钦州双核驱动,北海加快发展的格局。其中,鱼溝、金谷、大榄坪港区是三大规模化主体港区;企沙、铁山西初具发展规模,开发建设有序推进,港口发展空间逐步延拓。北部湾主要港区分布见图2。



图2 北部湾主要港区分布

根据对北部湾港煤炭、原油、铁矿石、集装箱等主要货类吞吐量预测和主要运输系统分析,并参考相关港口吞吐量预测研究,2025、2035年北部湾港吞吐量将分别达到5亿、10亿t。

1.2 优势航路分析

多年来,随着广西北部湾水域港口规模和功能的逐步拓展与完善,船舶习惯航路逐步形成,沿海各主要航道与习惯航路纵横交错,总体上构建出广西沿海“五干十六支”的船舶通航航路基本格局。

北部湾水域主要有防城港港外航道(三牙航道)、西贤航道、牛头航道、东湾航道,钦州港东航道、30万吨级航道及支航道、钦州港西航道、金鼓江

航道, 北海港侨港航道、石步岭港区航道、铁山港区进港航道等。习惯航路共计干线航路 6 条, 分别为广西防城港—琼州海峡西口航路、北海港经涠洲岛东面岛琼州海峡西口航路、琼州海峡西口—越南港口航路、防城港—东南亚各国西航路、广西沿海各港—海南岛西岸航路和防城港—越南海防以北港口航路。目前, 防城港港外航道及牛头航道、钦州港东航道、30 万吨级支航道和北海港铁山港区进港航道均是 10 万吨级及以上船舶的主要通道; 防城港西贤航道、东湾航道是 10 万吨级以下船舶的常用航道; 钦州港西航道、金鼓江航道和北海侨港航道及湾内航道是 5 万吨级及以下船舶的常用航道, 北部湾港沿海主要航道见图 3。

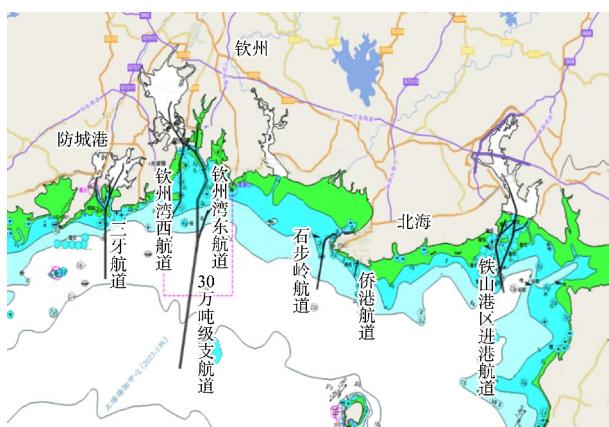


图 3 北部湾港主要航道

通过 AIS 绘制了 2020 年北部湾广西沿海交通流核密度图(图 4), 表征了北部湾海域船舶的历史航行轨迹, 颜色越深表示通过的船舶数量越多。该图基本显示了北部湾海域的习惯航路, 为航路规划提供了基础依据。

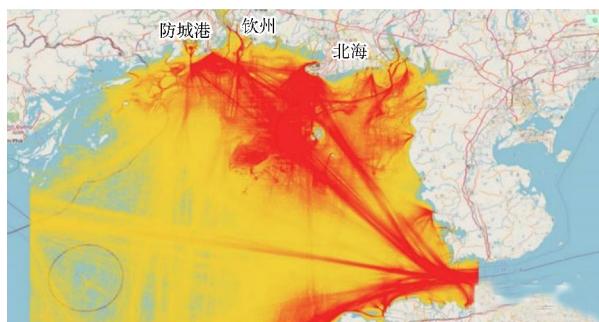


图 4 2020 年北部湾广西沿海航路交通流核密度

依据图 4 所示的交通流核密度图, 可绘制广西沿海船舶的干线及支线航路的总体通航态势, 初步显示航路的干支线, 为广西沿海主要航路的规划研究提供基础依据, 见图 5。为增加海区的通过能力并合理规划航路, 需详细了解北部湾广西沿海各主要航路的船舶流量情况, 找出船舶航迹分布与通航密集区。根据北部湾广西沿海水域船舶通过环境现状, 在不同航路断面位置分别设置 21 处船舶交通流门线, 用以提取航路断面处船舶的交通流信息。由图可知, 广西北部湾水域船舶航路总体呈现“五干十六支”的基本格局。



图 5 广西沿海船舶总体通航态势

2 北部湾水域自然条件

广西沿海地区属南亚热带湿热季风性气候, 热带风暴是该地区的灾害性天气之一, 每年 5—10 月都会受到风暴的侵袭, 造成不同程度的风灾和洪涝灾害; 多年平均气温在 22.0~23.4 ℃ 之间。风向具有明显的季节变化, 防城、东兴全年以北风频率最高, 东北风次之; 钦州以北风频率最高, 南风次之; 北海以北风频率最高, 东东南风次之; 涠洲岛盛行北东北风, 其次为东南东风。降水西部大于东部, 陆地多于海面; 年均降水量的高值中心在防城附近, 高达 3 512 mm/a; 低值中心在涠洲岛, 为 1 297 mm/a。

广西沿海海域的潮汐主要由太平洋潮波传入南海, 再进入北部湾, 受地理条件及北部湾反射潮波的干涉形成。除铁山湾为不正规日潮 (比值

$2.0 < A \leq 4.0$)外, 其余区域均为正规日潮($A > 4.0$), 近岸海域潮汐全日潮时间占60%~70%。潮差较大, 沿岸最大潮差6.41 m, 平均潮差2.42 m, 属强潮岸段。

广西沿海潮流类型主要属往复流, 其流向在各个海区或港湾虽有不同, 但基本上与岸线或河口湾内的深水槽走向一致。涨潮时外海水流入湾内, 并通过河口上溯到内河; 落潮时, 潮流流向偏南; 潮流的旋转方向以顺时针为主。除N21°20'以北、E109°00'以东海域, 潮流性质为不正规半日潮流(比值 $0.5 < A' \leq 2.0$)外, 其他海域均为不正规日潮流($2.0 < A \leq 4.0$)。

波浪随季节变化十分明显, 以西南偏南向为主, 其次为东北向。多年平均波高为0.3~0.6 m, 其中夏季0.50~0.72 m, 冬季0.40~0.58 m, 春季0.35~0.51 m, 秋季0.45~0.50 m。常见浪为0~3级占全年波浪频率的96%; 5~6级的波浪仅占0.07%~0.09%, 多出现于台风季节。最大实测波高4.1~5.0 m(东南向), 多年波浪平均周期1.8~3.4 s, 最大波浪周期8.7 s。

3 航路交通流统计分析

为直观体现北部湾广西沿海航路通过能力, 根据交通流统计2020年门线上下行船舶的交通量, 并根据门线的海里宽度计算出各门线处的平均通航密度, 据此表征门线宽度上的通航拥挤程度。2020年门线上下行交通量及通航密度如表1所示。由表可知, 各门线上下行的船舶数量基本一致, 各占总交通量的50%左右。

通航密度方面, 门线4的平均通航密度最大, 为18 038.48艘次/(n mile·a); 而门线10的平均通航密度最小, 为495.68艘次/(n mile·a)。有6处门线的平均通航密度超过了10 000艘次/(n mile·a), 分别为门线3、4、5、8、12、19。

表1 各门线上下行交通量及通航密度

门线	交通量/艘次			长度/n mile	平均通航密度/(艘次·n mile ⁻¹ ·a ⁻¹)
	上行	下行	总量		
1	11 906	12 415	24 321	3.84	6 335.09
2	4 546	4 361	8 907	1.11	8 046.71
3	3 100	2 934	6 034	0.43	14 145.53
4	4 892	4 956	9 848	0.51	19 198.42
5	21 435	20 612	42 047	2.73	15 389.53
6	8 006	7 633	15 639	1.89	8 275.27
7	6 970	6 515	13 485	1.59	8 465.84
8	8 586	8 440	17 026	1.43	11 944.00
9	1 758	2 056	3 814	0.92	4 130.72
10	1 637	1 481	3 118	5.14	606.57
11	3 557	3 349	6 906	2.42	2 848.53
12	7 614	7 234	14 848	1.46	10 147.05
13	796	665	1 461	1.19	1 224.33
14	7 460	7 263	14 723	3.05	4 834.57
15	385	364	749	0.90	830.63
16	2 092	2 062	4 154	1.23	3 374.21
17	1 037	957	1 994	0.59	3 387.97
18	779	679	1 458	2.16	675.05
19	6 564	6 582	13 146	1.05	12 485.33
20	11 174	10 172	21 346	2.72	7 843.81
21	12 210	11 327	23 537	3.21	7 326.14

4 航路通过能力分析与建议

4.1 航路通过能力分析

通过能力是航路处理船舶交通的能力, 以单位时间内能够通过的最大船舶数表示。当通过能力不能满足船舶的实际通过需要时, 会造成航路拥堵, 影响船舶通过效率^[8-9]。传统的航路通过能力计算方法一般考虑影响系数以反映各因素对航路通过能力的影响, 其中以藤井公式、西德公式、长江公式、王宏达公式最具代表性。

航路通过能力根据各航路不同船长占比折算处理, 表2为21个门线所在航路中的主要航路通过能力计算结果。分析可知, 广西北部湾沿海船舶航路通过能力可满足水域船舶通航现状需求及2035年港口吞吐量规划的需求。

表 2 主要航路通过能力计算结果

航路名称	通过能力/万 t			
	藤井公式	西德公式	长江公式	王宏达公式
涠洲岛东航路	506 940	166 195	128 673	184 395
涠洲岛西航路	331 706	95 061	64 336	103 493
东南亚航路	742 567	414 642	395 917	538 271
过境航路	1 113 850	327 915	423 585	293 325
白龙港—越南海防以北港口航路	97 438	79 817	643 366	63 579
防城港、钦州港—越南海防以北港口航路	193 048	79 442	321 683	59 348
海南岛西海岸—北海港航路	583 229	178 263	396 834	214 352
北海—涠洲岛航路	75 619	43 059	64 336	32 648

4.2 航路规划建议及保障措施

对广西沿海航路的优化调整建议采用多学科多专业研究方法, 探究不同海洋资源利用方式对海上航路的影响机理, 建立多方间的安全控制标准, 并提出不同用海方式与航路协调布局原则和方法。基于水域条件、历史船舶航迹、航海习惯、船舶流量、安全控制距离等船舶航路规划约束条件, 采用分析研究、理论研究、潮流波浪数学模型、交通流仿真试验及船舶操纵仿真试验等多种研究手段, 建立多目标约束下的船舶航路规划理论, 包括航路布局方法和参数确定方法。强化重点水域和特殊水域通航风险研究和监管工作, 加快建立有效的通航管理规章体系, 积极应对新的发展形势。同时, 加强重点区域的通航风险宣传工作, 引导水上水下活动及船舶航行合理规避风险区域, 优化引航管理制度, 保障广西辖区船舶通航安全。

5 结论

1) 广西北部湾水域船舶航路总体呈现“五干十六支”的基本格局。广西沿海各主要航道与习惯航路纵横交错, 形成涠洲岛东交汇区、

涠洲岛西交汇区、涠洲岛北交汇区等3个主要的船舶交汇区, 区内船舶数量大、交通流复杂, 对区域内船舶的安全通航产生较大影响; 在主干大通道中, 北海港经涠洲岛东至琼州海峡西口航路的通航密度最大, 广西防城港至琼州海峡西口航路次之, 防城港至东南亚各国西航路相对较小。

2) 建议根据船舶交通流现状开展广西沿海主要航路的规划与调整, 同时强化重点水域和特殊水域通航风险研究和管理, 加大通航风险宣传, 保障广西辖区船舶通航安全。

参考文献:

- [1] 欧阳雪莲, 朱芳阳. “港口物流-临港产业-区域经济”耦合协调发展评价研究: 以广西北部湾经济区为例[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(6): 90-95, 80.
- [2] 曾雁, 李冬冬, 曾春妮. 广西北部湾经济区进口海产品产业的上游供应链分析[J]. 商展经济, 2023 (8): 19-22.
- [3] 牛佳伟, 林威. 卫星探测 AIS 的关键技术及其影响[J]. 世界海运, 2015, 38(8): 32-35.
- [4] 李博, 田闯, 史钊源, 等. 辽宁沿海地区海洋经济增长质量空间特征及影响要素[J]. 地理科学进展, 2019, 38(7): 1080-1092.
- [5] DI Q B, SUN Y. Correlation of marine economy and social change in coastal areas: a case study in Liaoning Province [J]. Progress in geography, 2014, 33 (5): 713-720.
- [6] 韩增林, 刘桂春. 人海关系地域系统探讨[J]. 地理科学, 2007, 27(6): 761-767
- [7] 刘天宝, 韩增林, 彭飞. 人海关系地域系统的构成及其研究重点探讨[J]. 地理科学, 2017, 37(10): 1527-1534.
- [8] 朱俊, 张玮. 基于跟驰理论的内河航道通过能力计算模型[J]. 交通运输工程学报, 2009, 9(5): 83-87.
- [9] 刘敬贤. 大型海港进港主航道通过能力及交通组织模式研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.

(本文编辑 王传瑜)