

基于VMS的我国捕捞渔船出海时间与航程量化分析

张胜茂, 裴凯洋, 吴祖立, 程田飞, 樊伟, 朱文斌

Quantitative analysis of cruise duration and range of Chinese fishing vessels based on VMS

ZHANG Shengmao, PEI Kaiyang, WU Zuli, CHENG Tianfei, FAN Wei, ZHU Wenbin

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20191102856>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[我国海洋捕捞渔船更新改造问题分析 ---基于对广东省海洋捕捞渔船更新改造的调查](#)

Analysis on renewal and modernization of marine fishing vessels in China

渔业现代化. 2013, 40(4): 67 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9580.2013.00.013>

[基于VMS的张网渔船捕捞努力量与网位坐标提取方法](#)

Extraction method of fishing effort and net position in stow net vessels based on vessel monitoring system data

上海海洋大学学报. 2021, 30(1): 179 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190502647>

[基于神经网络和VMS的渔船捕捞类型辨别](#)

Identification of fishing type from VMS data based on artificial neural network

南方水产科学. 2016, 12(2): 81 <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-0780.2016.02.012>

[基于问卷调查的我国渔船现代化水平评价研究](#)

Modernization level evaluation of Chinese fishing vessels based on questionnaire survey

渔业现代化. 2014, 41(4): 68 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9580.2014.04.015>

[我国海洋捕捞渔船管理问题探析](#)

Analysis on the Problems of Marine Fishing Vessels Management in China

广东海洋大学学报. 2017, 37(2): 44 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9159.2017.02.007>

[我国渔船用制冷剂替代分析](#)

Analysis on refrigerants alternative for China fishing vessels

渔业现代化. 2013, 40(5): 69 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9580.2013.05.014>

文章编号: 1674-5566(2021)02-0311-09

DOI:10.12024/jsou.20191102856

基于 VMS 的我国捕捞渔船出海时间与航程量化分析

张胜茂¹, 裴凯洋^{1,2}, 吴祖立¹, 程田飞¹, 樊伟¹, 朱文斌³

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业农村部东海渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090; 2. 上海海洋大学 信息学院, 上海 201306; 3. 浙江省海洋水产研究所 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江舟山 316021)

摘要: 根据船舶监控系统 2018 年我国 2.5 万余艘海洋捕捞机动渔船的 12.87 亿条船位数据, 利用渔场格网与渔船轨迹的拓扑关系, 设计了捕捞渔船出海累计时间与航程计算方法, 统计出累计时间 3 439 万 h, 累计航程 25 512 万 km, 分析结果显示: 各省出海作业渔船主要分布在其沿海附近渔场, 累计时间和航程近海高于远海。各地出海作业渔船主要分布在其附近渔场, 辽宁省捕捞渔船作业范围呈南北向狭长分布, 山东省捕捞渔船分布以东海的连青石渔场、海州湾渔场和莱州湾渔场为中心, 浙江省捕捞渔船分布以鱼山渔场和舟山渔场为中心, 广西壮族自治区捕捞渔船以北部湾北部渔场和南沙西北部渔场为中心。辽宁省、山东省、浙江省、广西壮族自治区捕捞渔船的累计时间值存在 3—4 月、9—11 月 2 个峰值, 在 2 月、5—8 月有两个谷值, 辽宁省、山东省两省与浙江省和广西壮族自治区相比 1—3 月累计时间明显偏低。量化方法与统计结果可辅助于渔业限额捕捞管理。

关键词: 渔船; 渔场; 限额捕捞; 北斗卫星导航系统

中图分类号: S 973 **文献标志码:** A

船舶监控系统 (vessel monitoring systems, VMS) 能自动收集渔船位置数据, 从精细的空间和时间维度提供渔船位置时间序列数据^[1], 可以揭示渔船的捕捞动态^[2], 为渔业管理提供数据参考^[3]。基于北斗卫星导航系统的 VMS 船载终端^[4,5], 自 2006 年在渔船上推广应用以来, 全国已有累计 6 万余艘海洋捕捞机动渔船 (以下简称捕捞渔船) 安装了该终端, 所记录的渔船轨迹数据通过统计分析, 能反映捕捞渔船出海时间、航行里程、作业渔场和渔区、捕捞强度等^[6-7]基本信息, 在渔船管理中发挥着重要作用^[8]。本文根据船舶监控系统 2018 年 2.5 万余艘捕捞渔船的数据资料, 分析、统计了沿海各省区渔船在渔场中作业的累计时间和累计航程, 以及各渔场渔船的来源省市, 统计结果可为我国渔业限额捕捞管理提供参考。

1 数据与方法

1.1 北斗数据

北斗船位数据来源于北斗民用分理服务商, 数据信息主要包括卡号、时间、位置、航速、航向等^[9], 数据记录的时间分辨率为 3 min, 空间分辨率为 10 m^[10]。以 2018 年有北斗船位数据的 2.5 万余艘捕捞渔船, 12.87 亿条船位记录为研究对象 (表 1), 分析渔船累计时间和累计航程的时空分布特点, 其中渔船数约占近海捕捞渔船的 18%。

1.2 渔场与渔区格网划分

由于渔场范围不规则, 并且覆盖范围过大, 为了提高数据计算与统计效率, 把近海 53 个传统渔场划分成 1 300 多个 30' × 30' 的渔区格网。分析中首先去除渔船在港口停泊的船位记录点,

收稿日期: 2019-11-18 修回日期: 2020-01-19

基金项目: 国家自然科学基金(31772899); 上海市自然科学基金(17ZR1439800); 国家重点研发计划(2019YFD0901405); 中国水产科学研究院基本科研业务费项目(2019CY0402)

作者简介: 张胜茂(1976—), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为渔业数据挖掘、遥感与地理信息。E-mail: ryshengmao@126.com

然后把船位点划分到各渔场中,再计算各特征数据。

表1 本研究所用的北斗船载终端的渔船数与其船位记录数
Tab.1 The number of fishing vessels equipped with Beidou terminal and the number of their records used in this study

序号 No.	地区 Region	渔船数 Number of vessels/艘	船位记录数 Number of records/万条	平均船位记录数 AVG of records/条
1	辽宁	3 343	8 907.8	26 646
2	河北	125	390.7	31 252
3	天津	40	30.5	7 637
4	山东	5 743	15 122.9	26 333
5	江苏	1 826	6 612.1	36 211
6	上海	199	669.5	33 645
7	浙江	6 653	64 394.1	96 790
8	广东	1 320	4 773.6	36 164
9	海南	3 953	6 111.9	15 461
10	广西	2 048	21 734.6	106 126
总计 Total		25 250	128 747.8	50 989

1.3 渔场内累计时间与航程计算

研究中把渔船离港后到返港前的时间段作为渔船出海的时间。渔场中捕捞渔船到达不同位置所用时间的累加值作为累计时间(h),在该渔场中航行里程累加值作为累计航程(km)。利用公式(1)计算每个渔场中的累加值,当采用公式(2)计算两点间时间差时,累加值为累计时间;当采用公式(3)计算两点间球面距离时,累加值为累计航程。

$$L = \sum_{k=0}^l \sum_{i=0}^m \sum_{b=0}^p \sum_{j=0}^n (f(P_{k,i,b,j}, P_{k,i,b,j-1}) \times W_j) \quad (1)$$

式中: L 为累加值; k, i, b, j 分别表示渔场 k ,渔区格网 i ,渔船 b ,渔船 b 的位置点 j ; $P_{k,i,b,j}$ 和 $P_{k,i,b,j-1}$ 是渔船 b 中相邻的两个船位点;从内向外4次求和分别是:第1次为 b 渔船的 n 个船位点的累加值,第2次为 p 艘渔船的船位点的累加值,第3次为渔区格网中 m 艘渔船的累加值,第4次为渔场中 l 个渔区格网的累加值; W_j 是权重值,可设置为渔船的功率、网具宽度等值,本文计算捕捞渔船出海时间与航程,因此 W_j 设置为1。

两点间时间差计算方法为

$$f(P_{k,i,b,j}, P_{k,i,b,j-1}) = t(P_{k,i,b,j}) - t(P_{k,i,b,j-1}) \quad (2)$$

两点间球面距离计算方法为

$$f(P_{k,i,b,j}, P_{k,i,b,j-1}) = R \times \arccos [\cos(P_{k,i,b,j, lat}) \cos(P_{k,i,b,j-1, lat}) + \cos(P_{k,i,b,j-1, lon} - P_{k,i,b,j, lon}) + \sin(P_{k,i,b,j, lat}) \sin(P_{k,i,b,j-1, lat})] \quad (3)$$

式中: R 为地球平均半径,赋值为6 378 145 m; $P_{k,i,b,j, lon}$ 和 $P_{k,i,b,j, lat}$ 为点 $P_{k,i,b,j}$ 的经纬度; $P_{k,i,b,j-1, lon}$ 和 $P_{k,i,b,j-1, lat}$ 为点 $P_{k,i,b,j-1}$ 的经纬度。

中心点经纬度计算方法为

$$C = \text{floor}\left(\frac{x}{n}\right) \times n + \frac{n}{2} \quad (4)$$

式中: C 为船位点所在格网的中心点经度或纬度; x 为实际的经度或纬度; floor 为上取整函数, n 为格网间隔度数。

累计值计算中需要判断渔船的船位点所属渔场,渔场包含多个 $30' \times 30'$ 的规则渔区格网,根据船位点所在渔场的渔区格网,可以确定所属渔场。把船位点经纬度数据代入公式(4)计算出中心点经纬度,再根据此值确定所在的渔区格网,从而判断其所属渔场。

渔船轨迹上的前后两点的连线与渔场边线的相交关系有5种情况(图1):在格网内,图1线段a;穿过2个格网,图1线段b;穿过3个格网,图1线段c;与2个格网的边界线重合,图1线段d;与4个格网的边界线重合,图1线段e。计算中统一采用后一点($P_{k,i,b,j-1}$)确定量化值位置的方法,如点 $P_{k,i,b,j}$ 和 $P_{k,i,b,j-1}$,即把这两点间的时间和航程赋值给 $P_{k,i,b,j-1}$,并累加到 $P_{k,i,b,j-1}$ 所在的渔场。每个格网沿经度约55.6 km,渔船航速最大约14 kn(7.2 m/s),3 min航行里程最大约为1.298 km,仅为渔区格网边长的2.3%,因此两点间轨迹线与格网相交或重叠的概率较低,如果出现则按后一点所在的左上角格网计算。

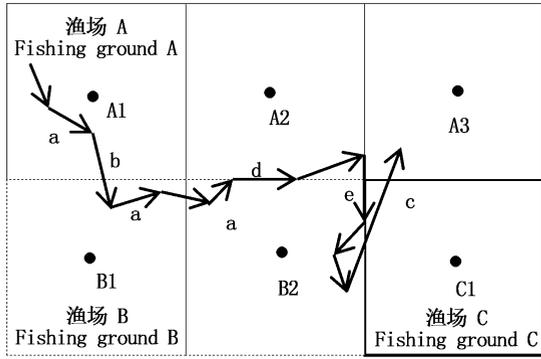


图1 渔船轨迹与渔场格网关系
Fig.1 Relationship between fishing vessel trip and fishing ground

1.4 单位面积平均时间与平均航程

由于经纬度格网 30' × 30' 的面积由赤道向两极逐渐减小,在划分的格网中,最南端的格网面积为 3 073.8 km²,最北端的格网面积为 2 344.6 km²,两者面积相差 31%。因此计算了捕捞渔船出海时间与航程的每平方公里平均值。渔场中捕捞渔船每平方公里航行时间,作为平均时间 (h/km²),捕捞渔船每平方公里航行里程,作为平均航程 (km/km²)。

2 结果

2.1 各省市累计时间与航程

渔船出海总累计时间较高的地区为浙江 48%、山东 15%、广西 15%、辽宁 7%,累计航程占总航程较高的地区为浙江 40%、山东 26%、广西 12%、辽宁 7% (图 2)。

辽宁省捕捞渔船在渔场中的总累计时间为 246.1 万 h,总累计航程为 1 722 万 km。该省捕捞渔船在渔场中的总累计值较高的前 10 个渔场为辽东湾渔场、海洋岛渔场、烟威渔场、石岛渔场、连青石渔场、石东渔场、大沙渔场、连东渔场、莱州湾渔场和滦河口渔场,各渔场累计时间分别占该省总累计时间的 26.2%、26.2%、14.5%、11.4%、3.7%、3.5%、2.7%、2.6%、2.0% 和 1.7%,各渔场累计航程分别占该省总累计航程的 26.2%、26.1%、13.5%、11.2%、4.2%、2.7%、3.5%、2.7%、2.1% 和 1.4%。

山东省捕捞渔船在渔场中的总累计时间为 515.5 万 h,总累计航程为 6 630.3 万 km。该省捕捞渔船在渔场中的总累计值较高的前 10 个渔

场为连青石渔场、海州湾渔场、石岛渔场、大沙渔场、莱州湾渔场、青海渔场、滦河口渔场、烟威渔场、辽东湾渔场和海洋岛渔场,各渔场累计时间分别占该省总累计时间的 23.5%、19.7%、10.5%、8.1%、7.8%、6.9%、5.6%、5.1%、4.2% 和 1.8%,各渔场累计航程分别占该省总累计航程的 25.2%、12.9%、16.5%、7.8%、6.0%、6.3%、4.1%、8.3%、3.3% 和 2.7%。

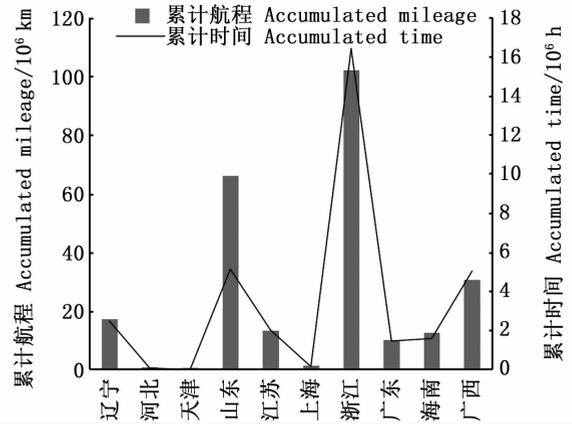


图2 各地区累计时间与航程
Fig.2 Cumulative cruise duration and mileage of each region

浙江省捕捞渔船在渔场中的总累计时间为 1 643.1 万 h,总累计航程为 10 230.2 万 km。该省捕捞渔船在渔场中的总累计值较高的前 10 个渔场为鱼山渔场、舟山渔场、温台渔场、长江口渔场、舟外渔场、闽东渔场、江外渔场、大沙渔场、鱼外渔场和沙外渔场,各渔场累计时间分别占该省总累计时间的 23.5%、16.4%、15.2%、8.0%、7.2%、6.8%、5.5%、4.8%、3.9% 和 3.5%,各渔场累计航程分别占该省总累计航程的 22.5%、18.4%、15.1%、9.4%、6.5%、6.0%、5.1%、5.3%、3.9% 和 3.1%。

广西壮族自治区捕捞渔船在渔场中的总累计时间为 504.2 万 h,总累计航程为 3 063.6 万 km。该地捕捞渔船在渔场中的总累计值较高的前 10 个渔场为北部湾北部渔场、粤西及海南岛东北部渔场 (粤西)、珠江口渔场、北部湾南部及海南岛西南部渔场 (北部湾南)、海南岛东南部渔场 (海南岛东南)、东沙渔场、西沙西部渔场、南沙西北部渔场、南沙中部渔场 (南沙中) 和南沙中北部渔场 (南沙中北),各渔场累计时间分别占该地总累计时间的 38.5%、21.4%、16.9%、7.7%、

5.5%、2.1%、1.9%、1.6%、1.3%和1.2%，各渔场累计航程分别占该地总累计航程的38.4%、24.1%、17.3%、7.5%、5.7%、2.0%、1.9%、1.4%、0.5%和0.1%。

辽宁省、山东省、浙江省、广西壮族自治区捕

捞渔船的累计时间值(图3)都有两个谷值,一个谷值为2月,另一个谷值为5—8月;有两个峰值,一个峰值在3—4月,另一个峰值在9—11月。辽宁省、山东两省与浙江省和广西壮族自治区相比1—3月累计时间明显偏低。

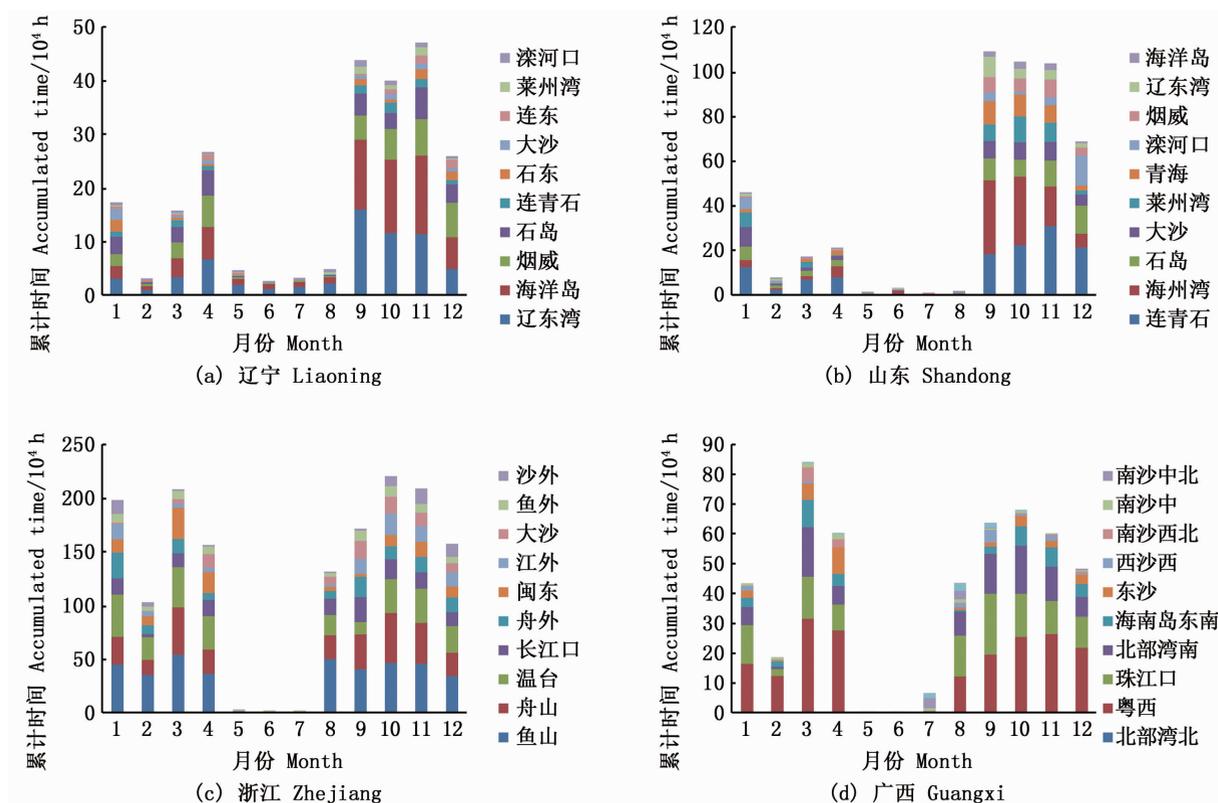


图3 各地区不同月份各渔场累计时间值

Fig. 3 Accumulated time of fishing grounds in different months in each region

2.2 渔场中累计时间与航程

渔场中捕捞渔船累计时间共3 439万h。范围在200万~400万h的渔场有4个,分别为鱼山渔场、舟山渔场、温台渔场和北部湾北部渔场,共占总累计时间的33%;范围在100万~190万h的渔场有8个,分别为大沙渔场、连青石渔场、粤西及海南岛东北部渔场、长江口渔场、珠江口渔场、海州湾渔场、舟外渔场和闽东渔场,共占总累计时间的35%;范围在10万~96万h的渔场有

22个,共占总累计时间的30%。以渔场中捕捞渔船每平方公里出海时间作为平均时间,大于1 000 h/km^2 的渔场有4个,范围在800~1 000 h/km^2 的渔场有22个,范围在10~80 h/km^2 的渔场有13个。平均时间较高的前10个渔场分别为鱼山渔场、舟山渔场、温台渔场、北部湾北部渔场、大沙渔场、连青石渔场、长江口渔场、粤西及海南岛东北部渔场、海州湾渔场和珠江口渔场,平均时间范围在520~1 437 h/km^2 。见图4。

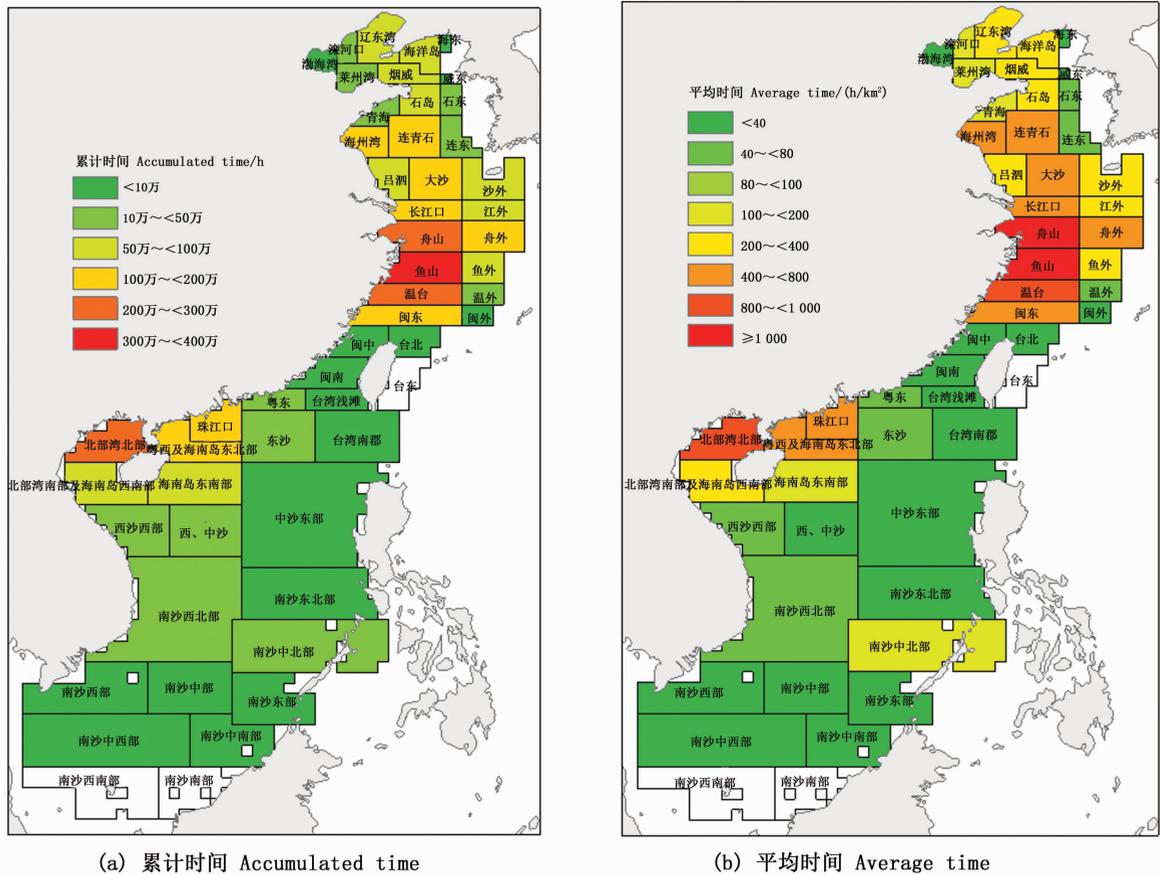


图4 研究所用捕捞渔船在各渔场的作业时间分布
 Fig. 4 Operating time of fishing grounds

渔场中捕捞渔船总累计航程 25 512 万 km, 在 2 000 万 km 左右的渔场为 3 个,分别为鱼山渔场、舟山渔场和连青石渔场,占总航程的 25%;范围在 1 000 万 ~ 2 000 万 km 的渔场为 8 个,分别为温台渔场、大沙渔场、北部湾北部渔场、石岛渔场、粤西及海南岛东北部渔场、长江口渔场、海州湾渔场和珠江口渔场,占总航程的 41%;范围在 10 万 ~ 800 万 km 的渔场为 28 个,占总航程的 34%。以渔场中捕捞渔船每平方公里航行里程作为平均航程,平均航程在 7 000 km/km² 以上的渔场有 3 个,范围在 1 000 ~ 5 700 km/km² 的渔场有 22 个,范围在 100 ~ 780 km/km² 的渔场有 11 个。平均航程较高的前 10 个渔场为鱼山渔场、连青石渔场、舟山渔场、温台渔场、大沙渔场、石岛渔场、北部湾北部渔场、长江口渔场、海州湾

渔场和粤西及海南岛东北部渔场,平均航程范围为 4 285 ~ 8 609 km/km²。见图 5。

石岛渔场、海州湾渔场和连青石渔场中的捕捞渔船主要来自山东省,分别占渔场中总累计时间的 60%、73% 和 72%,占渔场中总累计航程的 82%、77% 和 85%;大沙渔场、长江口渔场、舟山渔场、鱼山渔场和温台渔场中的捕捞渔船主要来自浙江省,分别占渔场中总累计时间的 42%、81%、97%、99% 和 99%,占渔场中总累计航程的 37%、79%、96%、99% 和 99%;珠江口渔场、粤西及海南岛东北部渔场、北部湾北部渔场中的作业渔船主要来自广西壮族自治区,分别占渔场中总累计时间的 57%、64% 和 83%,占渔场中总累计航程的 51%、60% 和 80%。见图 6。

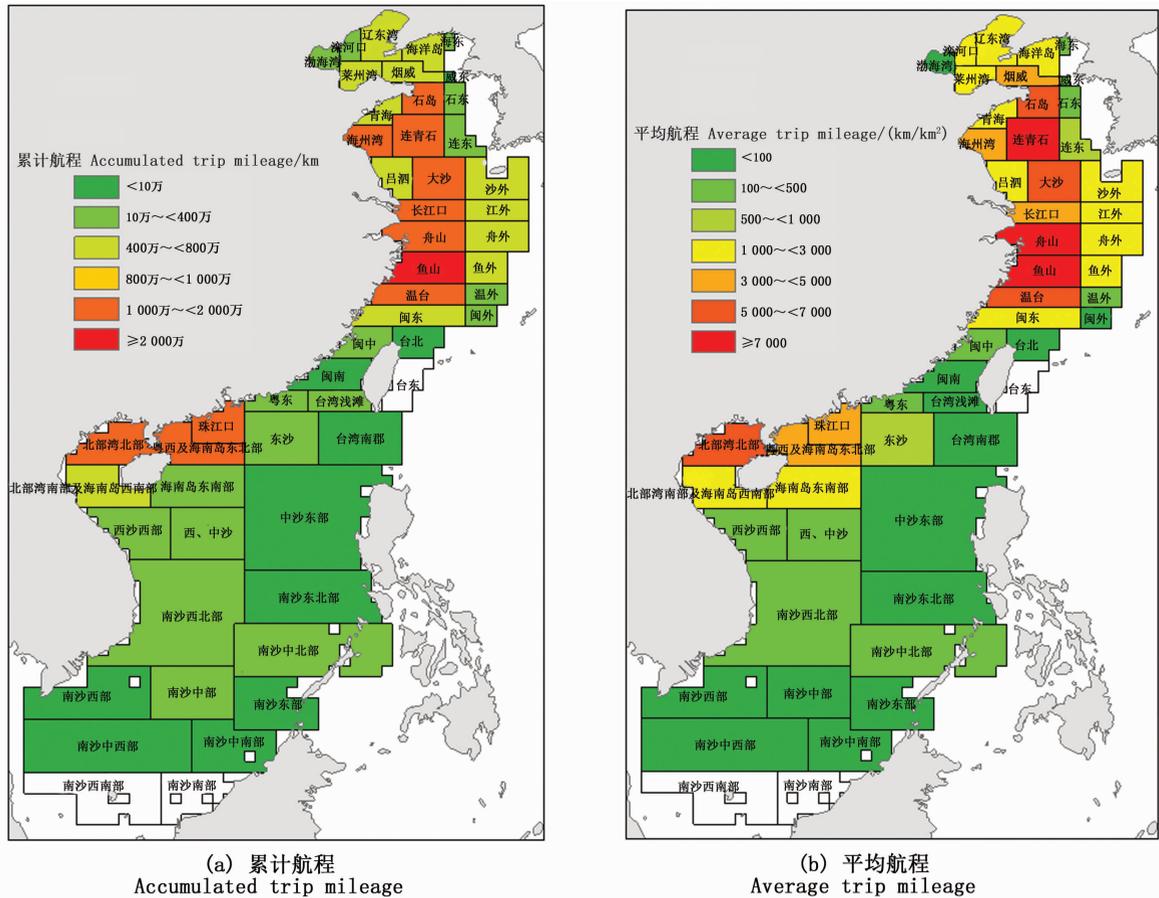


图5 研究所用捕捞渔船在各渔场的航程分布
 Fig.5 Trip mileage of fishing grounds

3 讨论

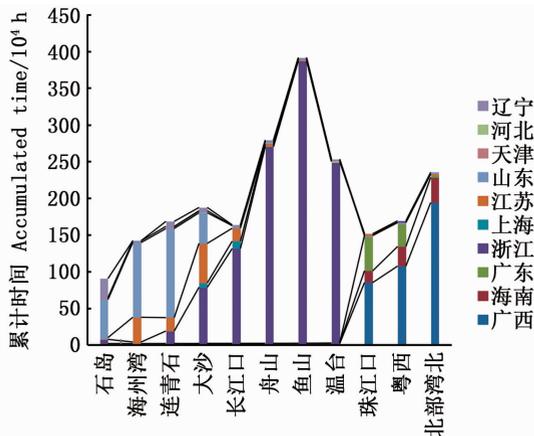
3.1 渔场中累计时间和航程的分布特点

根据《渔业捕捞许可管理规定》，作业场所划分为 A ~ C 类^[11]。北斗终端主要在 B 类和 C 类渔区作业的捕捞渔船上安装，这两类渔区不能跨海区界限作业，但各省捕捞渔船在一个海区内可选的渔场有多个。辽宁省的渔港环绕辽东半岛，西侧为渔场范围较小的渤海，东侧为朝鲜和韩国的专属经济区，因此捕捞渔船作业范围呈南北向狭长分布，捕捞渔船累计值以半岛西侧的辽东湾渔场和东侧海洋岛渔场为中心，向大沙渔场递增，两侧的滦河口渔场、莱州湾渔场、海东渔场、威东渔场较低。山东省的渔港环绕山东半岛，北侧为渔场范围较小的渤海，东南侧为资源较丰富的东海，捕捞渔船分布有两个中心：一个是以累计值较高的连青石渔场、海州湾渔场为中心区，向南北递减；另一个是以累计值次高的莱州湾渔场为中心区，向北、向东递减。浙江省东临资源

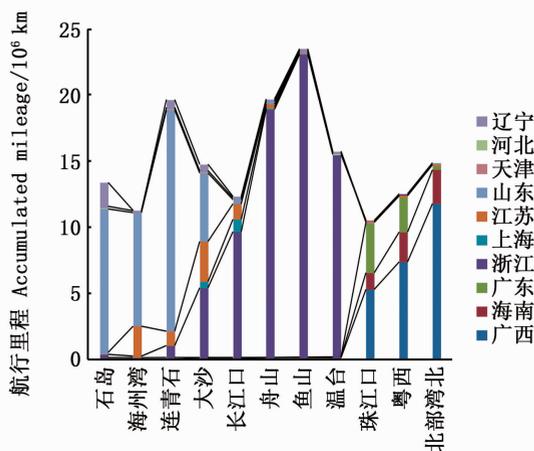
较丰富的东海渔场，以鱼山渔场、舟山渔场为中心，向南北方向递减，也向外海的渔场递减。广西壮族自治区南临广阔的南海，捕捞渔船分布有两个中心：一个是以累计值较高的北部湾北部渔场为中心区，向西、向南部渔场递减；另一个是以累计值次高的南沙西北部渔场为中心区，向周边递减。各地区捕捞渔船在渔场中的累计值，能够反映出该省渔船的捕捞努力量去向，可辅助“负责任”捕捞管理。

辽宁省、山东省、浙江省、广西壮族自治区的捕捞渔船的累计时间值都表现出两个峰值、两个谷值。第一个谷值在 2 月，由于春节过年的缘故，多数渔船选择回港过节；第二个谷值在 5—8 月，这几个月为伏季休渔期，仍记录到少量累计时间，是因为钓具渔船可以在休渔期作业，并且还有少量调查船作业被记录其中。一个峰值在 3—4 月，春节过后渔船出海作业；另一个峰值在 9—11 月，休渔期结束大量渔船出海作业。辽宁和山东两省与浙江和广西壮族自治区相比，1—3

月累计时间明显偏低,是因为北方渤海区的渔场冬季结冰^[12],大部分捕捞渔船停止作业,少量渔船到较温暖的东黄海捕捞,因此辽宁和山东省两省这段时间捕捞渔船累计时间值较低。



(a) 各省市渔船在渔场中的累计时间
Accumulated hours of fishing vessels
in fishing grounds of every province



(b) 各省市渔船在渔场中的累计航程
Accumulated cruise mileage of fishing vessels
in fishing grounds of every province

图 6 各渔场作业渔船来源的省市分布

Fig. 6 Distribution of fishing vessels in different fishing grounds of every province

3.2 渔场中累计时间和航程近海高于远海

我国近海水深 12 m 以下小型捕捞渔船占 80.8%, 12(含)~24 m 中型渔船占 13.1%, 24 m(含)以上大型渔船占 6.1%^[13], 小型渔船一般在近海渔场作业, 大中型渔船多在外海渔场作业。因此, 渔场中累计时间和累计航程较高的渔场主要分布在近海, 如黄海的海州湾渔场、大沙渔场、连青石渔场, 东海的舟山渔场、鱼山渔场、温台渔场、长江口渔场, 南海的北部湾北部渔场、粤西及

海南岛东北部渔场、珠江口渔场。外海渔场的累计时间和累计航程相对近海低, 其中江外渔场、舟外渔场累计值较高, 沙外渔场、鱼外渔场次之。南海的西沙西部渔场、南沙西北部渔场、南沙中北部渔场相对其他南海较远的渔场有一定的累计值。福建省附近渔场累计值都较低, 主要是因为该省 2019 年 7 月才开始大规模安装 VMS, 而 2018 年基本没有北斗船位数据, 所以在统计中没有包含该省渔船的 VMS 数据。各渔场的渔船作业时间和作业航次累计值, 可以追溯到省、区、县, 从而可以通过限定各地区捕捞努力量来控制一个渔场的总捕捞量。如大沙渔场, 来自浙江、江苏和山东省的渔船累计时间分别占 42%、29% 和 22%, 来自浙江、江苏的山东省的渔船累计航程分别占 37%、35% 和 21%。

3.3 北斗终端开机率差别大

开机率是指捕捞渔船在作业过程中实际打开北斗终端的时间比例。各省捕捞渔船的北斗船载终端开机率差别较大^[14], 通过 2018 年单船平均记录数据可以反映出北斗船载终端开机情况, 浙江省和山东省每船平均记录数据都在 10 万条左右, 江苏省、广东省、上海市、河北省每船平均记录数据 3 万余条, 辽宁省、海南省、山东省每船平均记录数据在 2 万条左右。浙江省和山东省高度重视渔业资源养护, 最早开始渔业限额捕捞试点^[15], 在资源监测、市场监管、渔获物统计和渔船管控等方面走在沿海各省前列, 渔船管理严格, 北斗终端开机率高。北斗终端只有在开机的情况下才能获取船位数据, 并用来计算累计值。如果捕捞渔船出海作业时没有打开北斗终端, 会使得渔场中的累计出海时间与航程值比实际值小, 会对分析全国近海渔场的累计值产生影响。各省捕捞渔船在不同渔场捕捞作业, 北斗船载终端是否开机受渔民作业习惯影响, 也与各省的渔船管理方式存在差别有关。从整体上来看, 其基本能反映所在省份捕捞渔船作业分布, 因此开机率对分析各省出海捕捞渔船在各渔场的分布影响较小。

4 结论与展望

《全国渔业发展第十三个五年规划》指出, 到 2020 年海洋捕捞总量控制在 1 000 万 t 以内的目标, 随着我国限额捕捞管理试点不断推进, 渔业

管理与统计需要更详尽的统计数据。本文提取了渔船离港后到返港前时间段内渔船出海作业累计时间和累计航程,以及渔场内平均时间、平均航程,并按省级区划、渔场进行了量化分析。本文数据量化与分析方法及研究结果为我国渔业的限额捕捞管理提供了有价值的参考。

参考文献:

- [1] GERRITSEN H, LORDAN C. Integrating Vessel Monitoring Systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution[J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2011, 68(1): 245-252.
- [2] KATARA I, SILVA A. Mismatch between VMS data temporal resolution and fishing activity time scales [J]. *Fisheries Research*, 2017, 188: 1-5.
- [3] WATSON J T, HAYNIE A C, SULLIVAN P J, et al. Vessel Monitoring Systems (VMS) reveal an increase in fishing efficiency following regulatory changes in a demersal longline fishery[J]. *Fisheries Research*, 2018, 207: 85-94.
- [4] 张荣瀚, 张胜茂, 陈雪忠, 等. 基于北斗船位数据的流刺网网次和方向提取方法研究[J]. *海洋渔业*, 2019, 41(2): 169-178.
ZHANG R H, ZHANG S M, CHEN X Z, et al. Research on extract floating gill net hauls and direction based on Beidou data[J]. *Marine Fisheries*, 2019, 41(2): 169-178.
- [5] 张胜茂, 崔雪森, 伍玉梅, 等. 基于北斗卫星船位数据分析象山拖网捕捞时空特征[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(7): 151-156.
ZHANG S M, CUI X S, WU Y M, et al. Analyzing space-time characteristics of Xiangshan trawling based on Beidou vessel monitoring system data [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(7): 151-156.
- [6] 原作辉, 张胜茂, 樊伟. 基于DBSCAN的VMS数据定置刺网渔船网次提取方法[J]. *上海海洋大学学报*, 2020, 29(1): 121-127.
YUAN Z H, ZHANG S M, FAN W. Method of set gillnet hauls extraction based on DBSCAN and VMS data [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2020, 29(1): 121-127.
- [7] MUENCH A, DEPIPER G S, DEMAREST C. On the precision of predicting fishing location using data from the Vessel Monitoring System (VMS) [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2018, 75(7): 1036-1047.
- [8] CHANG S K. Application of a vessel monitoring system to advance sustainable fisheries management; Benefits received in Taiwan[J]. *Marine Policy*, 2011, 35(2): 116-121.
- [9] 张胜茂, 郑巧玲, 朱文斌. 基于北斗船位数据的渔具分析方法浅析[J]. *电脑知识与技术*, 2018, 14(20): 248-251.
ZHANG S M, ZHENG Q L, ZHU W B. Analyzing method of fishing gear based on Beidou vessel monitoring system data [J]. *Computer Knowledge and Technology*, 2018, 14(20): 248-251.
- [10] 张胜茂, 程田飞, 王晓璇, 等. 基于北斗卫星船位数据提取拖网航次方法研究[J]. *上海海洋大学学报*, 2016, 25(1): 135-141.
ZHANG S M, CHENG T F, WANG X X, et al. Research on the method of voyage extraction based on Beidou vessel monitoring system data [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2016, 25(1): 135-141.
- [11] 中华人民共和国国务院公报. 渔业捕捞许可管理规定[J]. *中华人民共和国国务院公报*, 2003(18): 39-43.
Gazette of the State Council of the People's Republic of China. Regulations on the administration of fishery fishing license[J]. *Gazette of the State Council of the People's Republic of China*, 2003(18): 39-43.
- [12] 武浩, 夏芸, 许映军, 等. 2004年以来中国渤海海冰灾害时空特征分析[J]. *自然灾害学报*, 2016, 25(5): 81-87.
WU H, XIA Y, XU Y J, et al. Analysis of spatiotemporal characteristics of sea icedisaster in the Bohai Sea since 2004 [J]. *Journal of Natural Disasters*, 2016, 25(5): 81-87.
- [13] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018.
Fisheries Bureau of the Ministry of Agriculture and rural Affairs. *Fisheries statistics yearbook* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018.
- [14] 王振洲, 王宇, 蒋庆朝. 北斗系统在渔船信息化管理中有关问题的探讨[J]. *中国水运*, 2017, 17(9): 97-98, 101.
WANG Z Z, WANG Y, JIANG Q C. Discussion on the problems of Beidou system in the information management of fishing vessels[J]. *China Water Transport*, 2017, 17(9): 97-98, 101.
- [15] 陈静娜, 朱文斌. 我国实施捕捞限额制度的困境与对策研究——以浙北渔场梭子蟹捕捞限额试点为例[J]. *浙江海洋大学学报(人文科学版)*, 2018, 35(5): 8-14.
CHEN J N, ZHU W B. On the predicament and countermeasure of implementation offishing quota System in China: a case study of the pilot project of swimming crab fishing quota in Northern Zhejiang fishing ground[J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Humanities Science)*, 2018, 35(5): 8-14.

Quantitative analysis of cruise duration and range of Chinese fishing vessels based on VMS

ZHANG Shengmao¹, PEI Kaiyang^{1,2}, WU Zuli¹, CHENG Tianfei¹, FAN Wei¹, ZHU Wenbin³

(1. Key Laboratory of East China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. College of Information, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang, Zhoushan 316021, Zhejiang, China)

Abstract: The topological relationship between the fishing ground grids and the sea channel of the fishing vessels was used. A calculation method for the cumulative time and cruise of fishing vessel was designed. The cumulative time was 34.39 million hours. The total voyage is 255.12 million km. The fishing vessels in the provinces were mainly distributed in the fishing grounds near them. The fishing vessels in Liaoning Province have a narrow and long distribution from north to south. There are two centers for the distribution of fishing vessels in Shandong Province, one is Lianqingshi Fishing Ground and Haizhou Bay Fishing Ground in the East China Sea, and the other is Laizhou Bay Fishing Ground in the Bohai Sea. Fishing vessels in Zhejiang Province have one center. They are Yushan Fishing Ground and Zhoushan Fishing Ground. There are two centers in the distribution of fishing vessels in Guangxi, one is the North of Beibu Gulf fishing ground and the other is the Northwest of Nansha fishing ground. The cumulative time values of fishing vessels in Liaoning, Shandong, Zhejiang and Guangxi all show two valleys, one in February and the other from May to August. There are two peaks, one is from March to April, and the other is from September to November. The cumulative time of Liaoning and Shandong provinces is obviously lower than that of Zhejiang and Guangxi provinces from January to March. The fishing vessels in China are mainly small-sized, and the proportion of large and medium-sized fishing vessels is low. The fishing vessels in each province were mainly distributed in nearby fishing grounds. The cumulative time and voyage of fishing grounds in offshore waters are higher than those in distant waters. The accumulated time and voyage of fishing vessels in provinces, cities and fishing grounds were analyzed. The fishing grounds with higher cumulative value are mainly located in offshore waters. The data quantification and analysis methods and research results may provide valuable reference for China's fishery quota fishing management. Quantitative methods and statistical results can be used in fishery quota management.

Key words: fishing vessel; fishing ground; quota fishing; Beidou Satellite Navigation System