

文章编号: 1674-5566(2016)01-0135-07

基于北斗卫星船位数据提取拖网航次方法研究

张胜茂, 程田飞, 王晓璇, 张寒野, 刘 勇, 冯春雷, 黄洪亮

(中国水产科学研究院东海水产研究所 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090)

摘 要: 渔业生产管理、捕捞效益计算、资源调查等常把航次作为一个重要参考量。北斗卫星船位数据时间分辨率约为 3 min, 空间分辨率约为 10 m, 具有很好的时空特征, 通过对北斗卫星船位数据挖掘可以提取航次。渔船作业过程中航次一般包括起航、海上作业、返航, 渔船起航和返航的港口常不同, 对港口所在的陆地和岛屿做向外缓冲形成一个面, 以船位点与港口所在陆地缓冲面的距离作为离岸距离, 根据离岸距离变化判断渔船的航次, 并通过编程实现航次提取, 6 艘调查船提取的航次结果与实际记录的 43 个航次相比, 起航时间差值在 2 d 内的占 95.1%, 返航时间差值在 2 d 内的占 95.2%, 网次可以根据航速提取, 计算出每个航次中的网次数。

关键词: 航次; 北斗卫星导航; 渔船监控系统; 航速
中图分类号: S 975 **文献标志码:** A

航次是渔业生产管理中常用的统计量, 可用于渔业生产的经济效益计算^[1-2]、渔业资源分布调查^[3-5]等, 现有的航次记录方法有多种, 如调查过程中人工记录航次以及航次中的调查点^[6-8], 航次管理中通过计算机录入管理航次^[9]等。这些方法只记录或管理少量渔船, 主要依靠人工录入和判断, 我国近海渔船有 19 万余艘, 人工处理方式难以获取每艘渔船的航次。上世纪九十年代欧洲委员会为了加强渔船管理, 开始用基于 AIS(船舶自动识别系统, Automatic Identification System) 技术^[10-11]的 VMS(船舶监控系统, Vessel Monitoring System) 监控渔船^[12-14], 由于 VMS 记录的船位数据具有时空特性, 近年来出现用 VMS 数据推算捕捞努力量^[15-16]、渔业资源评估^[17]等研究。北斗卫星导航系统在我国渔业中应用较晚^[18], 据统计安装北斗卫星导航系统终端的渔船有 5 万余艘, 在渔船追溯、捕捞努力量计算等方面已有研究^[19-20]。北斗船位数据^[21]与国外 AIS 技术的 VMS 相比具有较好的时空特性, 基于北斗船位数据可以快速、大范围地获取船舶动态信

息, 目前没有专门针对船位数据自动提取航次的方法, 本文提出了一种基于北斗卫星船位数据提取拖网渔船捕捞航次的方法(也可以用于其他捕捞类型渔船提取航次), 可以直观地了解拖网渔船每年的出海捕捞情况, 为渔业管理部门提供管理依据。

1 数据与方法

1.1 数据处理

北斗卫星船位数据来源于北斗民用分理服务商, 已有 5 万余艘渔船安装了北斗船载终端, 船位数据时间分辨率约为 3 min, 空间分辨率约为 10 m, 信息主要包括渔船的北斗卡号、经纬度位置、航速、航向和发送时间等信息。沿海港口城市和区划数据来源于国家基础地理信息中心(<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>), 1:400 万的中国国界、省界、地市级以上居民地、三级以上河流、主要公路和主要铁路等矢量数据可以自由下载。

沿海港口一般用点表示, 而实际渔船进出港的范围包含在港口点周围的一个区域面内, 因此

收稿日期: 2015-05-05 修回日期: 2015-05-31

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(东海水产研究所 2014T13); 公益性行业(农业)科研专项(201203018)

作者简介: 张胜茂(1976—), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为渔业遥感, 地理信息系统。E-mail: ryshengmao@126.com

通信作者: 黄洪亮, E-mail: ecshhl@163.com

需要对港口点做一定距离的缓冲形成面,通过分析船位与缓冲面包含关系判断渔船是否进出港,但沿海港口较多,船位点与所有缓冲面做拓扑分析才能判断进出港情况,因此耗时较长。同时因为沿海港口比较密集,所有港口点都做缓冲以后,生成的面会相互重叠,在拓扑判断会出现重复的判断。因此可以把全部港口所在的陆地或岛屿进行缓冲,通过分析缓冲面与船位关系判断进出港情况。

中国沿海港口较多,渔船起航的港口与返航的港口位置关系比较繁杂,所以在制作中国面多边形时向外缓冲 3 nmile 左右,使其包含附近的港口和岛屿,同时确保缓冲后的线在机动渔船底拖网禁渔区线以内,如果缓冲后的线扩展到拖网禁渔区线以外(拖网渔船在禁渔区线以外作业),拖曳渔网的作业会被错当成航次。使用 ArcGIS 工具箱中的 Buffer 对大陆和岛屿矢量面数据做缓冲生产缓冲面(图 1),然后用 Dissolve 把沿海岛屿与大陆的缓冲面合并成一个面,再用 Simplify Polygon 减少缓冲面的边缘点,最后将数据导入到 SQL Server 数据库,用 geography 数据类型存储,该类型为空间数据提供了一个由经度和纬度联合定义的存储结构。北斗卫星船位数据也保存在数据库中,从数据库中读取每条渔船的轨迹与边缘点简化的缓冲面做拓扑分析提取航次,提取结果保存在数据中。

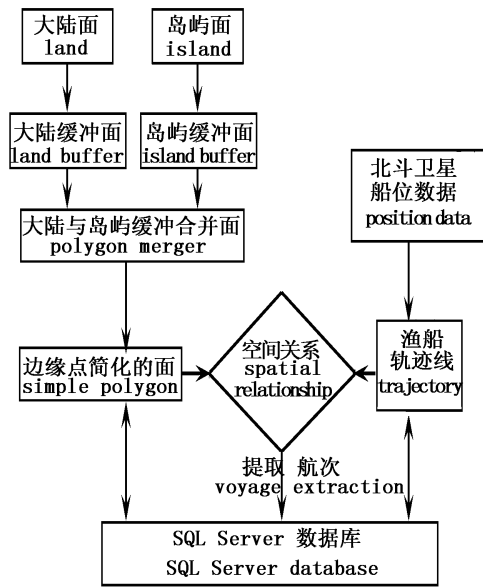


图 1 渔船航次提取流程

Fig. 1 Fishing boat voyage extraction process

1.2 航次提取方法

多边形周边分布着港口,制作多边形用于计算点到面的距离,图 2 中的面 S 是多边形,面上有 A~E 港口。渔船船位点与出发和返回的港口有多种情况,如出发与返回港口相同(图 2a),有 14 个船位点;出发与返回港口不同(图 2b),有 14 个船位点,可以根据点记录的时间判断出渔船轨迹方向。

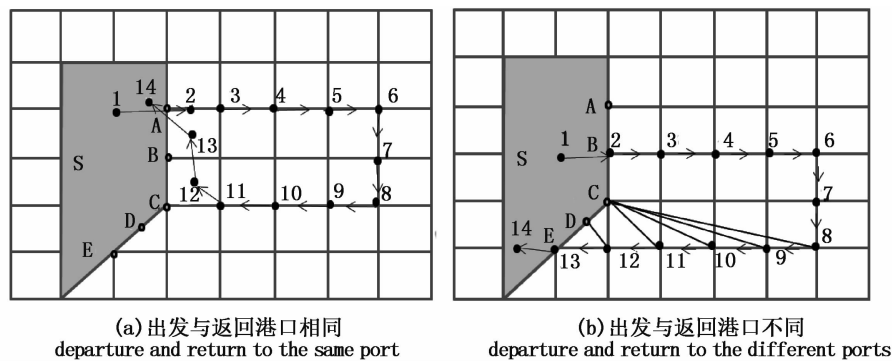


图 2 陆地表面与航次轨迹
Fig. 2 Land surface and the voyage track

计算出点到多边形的距离(图 3),为了说明航次关系,画出了两个航次,后一个航次的轨迹与前一个相反。计算出船位点到多边形的距离后,根据时间顺序排序,遍历距离数据。距离值从 0 开始,逐渐变大,然后变小,最后变为 0,距离

值由 0 变大又变小到 0 的变化过程作为一个航次。当遍历到某船位点距离为 0 值时,该点后面的距离值大于 0 则为航次起始点,该点前面的距离值大于 0 则为航次终止点。对于多个渔船航次,通过编程把船位数据按时间顺序排序,然后

通过距离变化提取所有航次。航次提取出来后,根据航次起始时间读取一个航次的船位点,根据

航速判断网次。航次提取出来后,根据航次起始时间读取一个航次的船位点,根据航速判断网次。

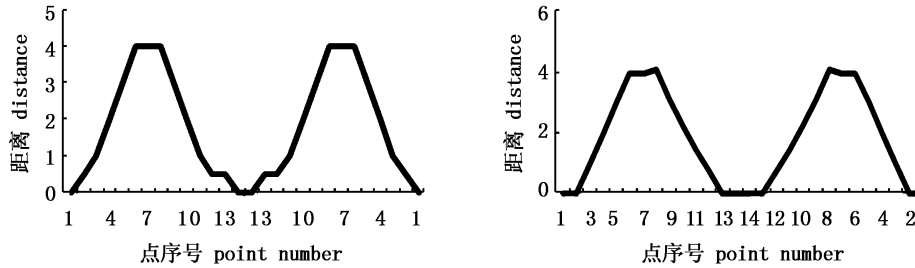


图3 离岸距离变化
Fig.3 Offshore distance change

虽然各航次的起止港口不同,但每个航次均可得到船位点与中国大陆沿岸的距离为零的点,则该类点即视为渔船起航(或返航)的起始点(或终止点)。通过计算船位点与中国矢量面的距离(距离不是正东的距离,因此有的位置超过200 nmi)以及时间顺序可判断渔船处于出航或者进港。航次记录分为两种情况,一种是起航、海上作业、返航过程完整,另一种是航次信息不完整,即只记录了三个阶段的某一、两个阶段。航次不完整的原因主要是北斗卫星数据受信号干扰、信道占用、终端供电不足或断电等影响,导致船位数据丢失,或者统计时间段出现一些航次被分割到不同时间段。

要在象山县附近的港口。2013 年全年渔船 B302564 的船位点数为 51 093 个,捕捞作业时间段为 1 月、8 ~ 11 月,进出海轨迹在射阳县沿海一个港口、赣榆县沿海的两个港口。图 5 是用 ArcGIS 制作的两艘渔船 2013 年的作业轨迹示意图。

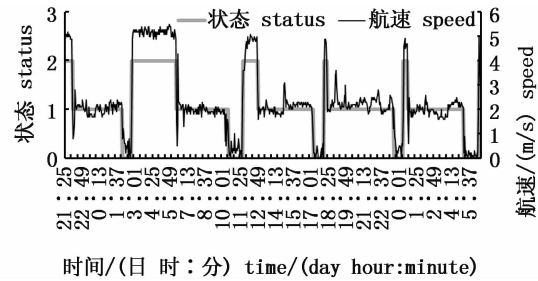


图4 渔船航速与渔船状态关系
Fig.4 Relation between the speed and state of the trawler

根据拖网渔船作业特点,化分状态0(慢速或收网)、状态1(拖网)、状态2(航行或放网)三种状态^[20,22],并根据航速判断状态提取网次。以渔船 B300497 第 3 个航次从 2013 年 5 月 2 日 21:25 到 2013 年 5 月 4 日 5:37 的航速变化为例(图 4),按照航速统计确定阈值的方法^[20]计算出该船状态 1 的速度阈值为 0.8 ~ 2.7 m/s,状态 0 速度小于 0.8 m/s,状态 2 的速度大于 2.7 m/s。渔船经过状态 2、状态 1、状态 0 的周期变化,每一个周期为一个网次,图 4 中有 5 个网次。

2.2 渔船航次判断

将一个完整的渔船航次分为出航、海上作业和返航三个部分,渔船 B300497 在 2013 年 1 月只有部分捕捞和返航信息,12 月份只有出航和部分捕捞信息,因此该条船 2013 年有 14 次出海作业(图 6)。渔船 B302564 在 2013 年 1 月和 8 月都只有部分捕捞和返航信息,因此该条船全年共有 9 次出海作业(图 7)。

2 结果与讨论

2.1 渔船轨迹分析

选取浙江象山功率为 350 kW 的渔船 B300497,江苏海头功率为 110 kW 的渔船 B302564 进行航次提取。2013 年全年渔船 B300497 的船位点数为 74 380 个,捕捞作业时间段分别为 1 月、4 ~ 6 月、9 ~ 12 月,进出海轨迹主

2.3 渔船航次提取

从数据库获取中国矢量面数据,再获取渔船 B300497 和渔船 B302564 在 2013 年出海的船位数据,同时计算船位到矢量面的距离,并根据距离变化判断航次。本文用 C# 编程,使用 Sql Server 数据库提取,SQL 关键语句如下:

```
declare @ g geography;
```

```
select @ g = geom from china;
select lon, lat, sendtime, @ g. STDistance (geography::Point(Lat, Lon, 4326)) as distance from BDChuanWei
```

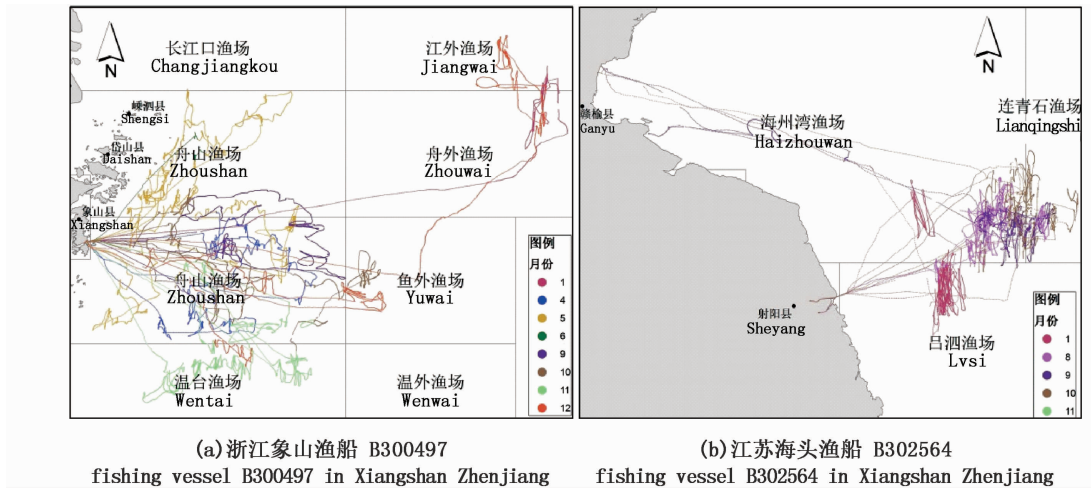


图 5 2013 年渔船北斗船位轨迹图
Fig. 5 Position trajectories of Beidou fishing vessel in 2013

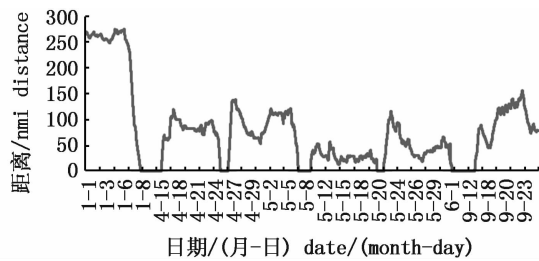


图 6 渔船 B300497 离岸距离随时间变化
Fig. 6 Offshore distance changes of fishing vessel B300497 over time

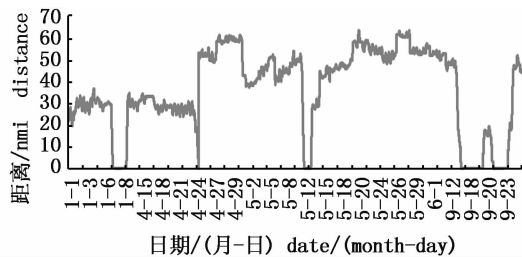


图 7 渔船 B302564 离岸距离随时间变化
Fig. 7 Offshore distance changes of fishing vessel B302564 over time

第一行定义 geography 类型的变量“g”；
第二行通过查询“china”表中的“geom”字段为变量“g”赋值；
第三行查询北斗船位表(BDChuanWei)返回经度(lon)、纬度(lat)、时间(sendtime)以及通过STDistance方法返回距离(distance),其中的Point

是 geography 的方法把经纬度点转换成 geography 的 WGS84 (WGS84 的 geography SRID 实例编号为 4326) 坐标点。将中国矢量面边缘点简化到 436 个点,运行在 IBM System X3650 M3 标准配置的服务器上,查询渔船 B302564 的 51093 条船位点经纬度、时间,并计算距离值耗时为 41 s,完全可以满足航次提取的需要。通过程序提取得到渔船 B300497 和渔船 B302564 的全年航次网次记录(表 1 和表 2)。

2.4 渔船航次验证

通过程序提取浙象渔 6 艘出海调查船的 43 个航次,并与渔船上记录的起航和返航时间进行对比验证(表 3)。

北斗提取的起航时间与调查船起航时间天数差值 0 天的占 80.5%,差值在 1 天内的占 92.7%,差值在 2 天内的占 95.1%,2 天以上的占 4.9%;北斗提取的返航时间与调查船返航时间天数差值 0 天的占 66.7%,差值在 1 天内的占 90.5%,差值在 2 天内的占 95.2%,2 天以上的占 4.8%。差 2 天以上主要是由于船位点缺失出现的判断误差,此外调查船记录的航次与船长习惯有关,如一些船长将渔船离港(进港)作为航次的开始(结束),而另一些船长把渔船出港前的准备时间(加油、加水、加冰等)、返回港的卸鱼时间也计算在内。程序提取的北斗数据航次是以中国

面多边形与轨迹点连线相交作为航次的开始或结束,因此在航次起止定义上稍有差别,一般出现的时间差值在 2 天左右都属于合理范围。

表 1 渔船 B302564 航次网次提取
Tab.1 Voyage and nets extraction of B302564

序号 No.	起 航 Start			返 航 End			网次 Nets
	日期 Date	经度 Latitude	纬度 Longitude	日期 Date	经度 Latitude	纬度 Longitude	
1				2013/1/16 12:33	120.473	33.81444	21
2	2013/1/18 12:54	120.4644	33.81392	2013/1/29 5:50	119.2466	35.03564	20
3				2013/8/25 20:37	120.4744	33.809	19
4	2013/8/27 0:28	120.4694	33.80531	2013/9/18 12:15	119.255	35.03936	18
5	2013/9/21 18:18	119.24	35.03911	2013/9/23 6:18	119.5408	34.68294	
6	2013/9/25 9:18	119.5392	34.68258	2013/10/2 11:17	120.4732	33.80819	
7	2013/10/8 20:24	120.4694	33.81464	2013/10/13 19:34	120.4746	33.81444	6
8	2013/10/16 21:44	120.4635	33.81361	2013/10/23 16:08	120.4776	33.81497	19
9	2013/10/26 0:32	120.4669	33.81422	2013/10/31 2:20	119.2361	35.01497	6

表 2 渔船 B300497 航次网次提取
Tab.2 Voyage and nets extraction of B300497

序号 No.	起 航 Start			返 航 End			网次 Nets
	日期 Date	经度 Latitude	纬度 Longitude	日期 Date	经度 Latitude	纬度 Longitude	
1				2013/1/9 0:16	121.9804	29.20978	25
2	2013/4/16 7:39	121.9734	29.20217	2013/4/25 13:24	121.9826	29.20528	26
3	2013/4/26 16:46	121.9717	29.20453	2013/5/7 7:07	121.9871	29.21464	36
4	2013/5/11 8:13	121.9734	29.20408	2013/5/21 5:02	121.9869	29.21147	35
5	2013/5/22 11:41	121.9765	29.20844	2013/6/1 14:09	121.9876	29.21147	37
6	2013/9/16 12:25	121.9715	29.2085	2013/9/28 13:15	121.9894	29.21033	37
7	2013/9/30 10:24	121.9745	29.20997	2013/10/3 17:57	121.988	29.212	8
8	2013/10/4 15:25	121.9739	29.20758	2013/10/14 7:50	121.987	29.21172	17
9	2013/10/17 7:51	121.9797	29.21633	2013/10/21 14:25	121.9839	29.21089	11
10	2013/10/25 16:27	121.9747	29.21006	2013/11/6 3:36	121.9816	29.20831	26
11	2013/11/7 16:12	121.9723	29.20294	2013/11/20 0:30	121.9801	29.19936	32
12	2013/11/21 14:39	121.9654	29.19575	2013/12/3 18:42	121.9774	29.19975	26
13	2013/12/5 15:36	121.969	29.20722	2013/12/13 20:58	121.976	29.20217	19
14	2013/12/20 9:51	121.9818	29.21375				33

表 3 航次验证
Tab.3 Verification of the voyage

渔船 Vessel	航次数 Number	起航天数差值 Different days of Starting voyage				返航时间天数差值 Different days of Ending voyage			
		0 天 0 Day	1 天 1 Day	2 天 2 Days	2 天以上 Above 2 days	0 天 0 Day	1 天 1 Day	2 天 2 Days	2 天以上 Above 2 days
		B299368	9	7	1	1	0	7	2
B300918	7	6	0	0	0	5	2	0	0
B300930	5	4	1	0	0	2	3	0	0
B299392	4	3	1	0	0	3	0	0	1
B300497	6	5	0	0	0	4	0	1	1
B300319	12	8	2	0	2	7	3	1	1
合计 Total	43	33	5	1	2	28	10	2	3
比例 Percent		80.5%	92.7%	95.1%	4.9%	66.7%	90.5%	95.2%	4.8%

通过船位点离岸的距离可以提取出渔船的航次,但是研究中的数据依然存在一些问题,如把大陆与较大岛屿合并在一起作为一个

面,因此有些小岛屿上的港口可能漏掉;在将面多边形简化成点时,出现了一些点过少,曲线被取直,导致一些作业海域被包含在缓冲区内,部

分港口丢失。数据处理不够精细可能会导致结果有些误差,但并不影响本文提出的“渔船航次提取方法”的可行性。

3 结论

北斗船位数据时间分辨率约为 3 min,空间分辨率约为 10 m,时空精度高,可通过陆地与船位数据的空间关系提取渔船航次。对渔船出发与返回的港口,及港口所在的陆地和岛屿做向外缓冲,形成一个缓冲面;获取渔船的位置轨迹,船舶的位置轨迹与缓冲面相交产生的交点为船舶的出发或返回位置,两个交点之间的过程就是一个航次,根据时间顺序排序获得所有航次。通过编程提取的北斗数据与渔船的记录数据差值在 2 天内的比例都在 95% 以上,因此基于北斗船位的渔船航次提取的方法范围大、精度高、近实时,可以为渔业分析提供较为准确的参考。

上海普适导航技术有限公司提供北斗船位数据,东海水产研究所严利平研究员为本文撰写提出了积极建议,谨此致谢!

参考文献:

- [1] 谭文先,丁俊杰. 渔船经济航速选择和效益分析[J]. 渔业现代化, 2010, 37(6): 48-51.
TAN W X, DING J J. Selection of fishing vessel economic speed and profit analysis[J]. Fishery Modernization, 2010, 37(6): 48-51.
- [2] 高健,张相国. 帆式张网渔业经济效益与渔业生产[J]. 中国渔业经济, 2001, (5): 26-28.
GAO J, ZHANG X G. Fishery economic benefit and fishery production on the swing net of sail[J]. Chinese Fisheries Economics, 2001, (5): 26-28.
- [3] 孙典荣,邱永松,林昭进,等. 南沙群岛春季珊瑚礁鱼类资源组成的初步研究[J]. 海洋湖沼通报, 2006, (3): 85-92.
SUN D R, QIU Y S, LIN Z J, et al. Preliminary studies on the composition of coral reef fish resources in the waters of Zhongsha Island in spring[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2006, (3): 85-92.
- [4] 陈国宝,李永振,陈新军,等. 南海重要珊瑚礁过渡性水域软骨鱼类的组成与分布[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(4): 461-467.
CHEN G B, LI Y Z, CHEN X J, et al. Composition and distribution of Cartilaginous fishes in the adjacent waters area of main Islands and reefs of South China Sea[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2006, 15(4): 461-467.
- [5] 张龙,徐开达,张洪亮,等. 中街山海域渔业动物群落结构的季节变化[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2012, 31(4): 290-294.
ZHANG L, XU K D, ZHANG H L, et al. Seasonal variety of fishery biology community structure in Zhongjieshan Sea [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2012, 31(4): 290-294.
- [6] 刘维,张羽翔,陈积明,等. 南沙群岛春季灯光围网渔业资源调查初步分析[J]. 上海海洋大学学报, 2012, 21(1): 105-109.
LIU W, ZHANG Y X, CHEN J M, et al. Preliminary analysis of fish resources in the Nansha islands waters survey using light-purse seiner in spring season [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2012, 21(1): 105-109.
- [7] 李永振,林昭进,陈丕茂,等. 南沙群岛中北部重要岛礁鱼类资源调查[J]. 水产学报, 2003, 27(4): 315-321.
LI Y Z, LIN Z J, CHEN P M, et al. Survey for coral reef fish resources in the center & north waters of the Nansha Islands[J]. Journal of Fisheries of China, 2003, 27(4): 315-321.
- [8] 孙典荣,林昭进,邱永松. 西沙群岛重要岛礁鱼类资源调查[J]. 中国海洋大学学报, 2005, 35(2): 225-231.
SUN D R, LIN Z J, QIU Y S. Survey of coral reef fish resources of the Xisha Islands [J]. Periodical of Ocean University of China, 2005, 35(2): 225-231.
- [9] 林丕文,邹建伟. 我国当前南海南部拖网渔业的困局和对策[J]. 渔业信息与战略, 2014, 29(3): 172-177.
LIN P W, ZOU J W. On major dilemmas and countermeasures of Chinese trawl fishery in the southern South China Sea [J]. Modern Fisheries Information, 2014, 29(3): 172-177.
- [10] ERIKSEN T, HØYE G, NARHEIM B, et al. Maritime traffic monitoring using a space-based AIS receiver [J]. Acta Astronautica, 2006, 58(10): 537-549.
- [11] WANG J, FAN Y T. Study on Safety Monitoring System for Submarine Power Cable on the Basis of AIS and Radar Technology[J]. Physics Procedia, 2012, 24(B): 961-965.
- [12] DETSIS E, BRODSKY Y, KNUDTSON P, et al. Project Catch: A space based solution to combat illegal, unreported and unregulated fishing. Part I: Vessel monitoring system [J]. Acta Astronautica, 2012, 80: 114-123.
- [13] 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.
- [14] PILAR-FONSECA T, CAMPOS A, PEREIRA J, et al. Integration of fishery-dependent data sources in support of octopus spatial management[J]. Marine Policy, 2014, 45: 69-75.
- [15] RUSSO T, PARISI A, PRORGI M, et al. When behaviour reveals activity: Assigning fishing effort to métiers based on VMS data using artificial neural networks [J]. Fisheries Research, 2011, 111(1-2): 53-64.
- [16] STELZENMULLER V, MAYNOU F, BERNARD G, et al.

- Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: Implications for successful fisheries management [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2008, 56(12): 2018 – 2026.
- [17] MULLOWNEY D R, DAWE E G. Development of performance indices for the Newfoundland and Labrador snow crab (*Chionoecetes opilio*) fishery using data from a vessel monitoring system[J]. *Fisheries Research*, 2009, 100(3): 248 – 254.
- [18] 居礼. 北斗卫星导航系统在海洋渔业的应用[J]. *卫星与网络*, 2013(3): 16 – 22.
- JU L. Application of Beidou satellite navigation systems in marine fisheries[J]. *Satellite & Network*, 2013(3): 16 – 22.
- [19] 张胜茂, 唐峰华, 张衡, 等. 基于北斗船位数据的拖网捕捞追溯方法研究[J]. *南方水产科学*, 2014, 10(3): 15 – 23.
- ZHANG S M, TANG F H, ZHANG H, et al. Research on trawling tracing based on BeiDou vessel monitoring system data[J]. *South China Fisheries Science*, 2014, 10(3): 15 – 23.
- [20] 张胜茂, 杨胜龙, 戴阳, 等. 北斗船位数据提取拖网捕捞努力量算法研究[J]. *水产学报*, 2014, 38(8): 1190 – 1199.
- ZHANG S M, YANG S L, DAI Y, et al. Algorithm of fishing effort extraction in trawling based on Beidou vessel monitoring system data [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2014, 38(8): 1190 – 1199.
- [21] 佟海旭. 加速应用进程, 北斗卫星系统开创应用新纪元[J]. *测绘通报*, 2008(4): 65.
- DONG H X. Accelerate the application process, the Beidou satellite system to create a new era of application [J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2008(4): 65.
- [22] 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.

Research on the method of voyage extraction based on Beidou vessel monitoring system data

ZHANG Shengmao, CHENG Tianfei, WANG Xiaoxuan, ZHANG Hanye, LIU Yong, FENG Chunlei, HUANG Hongliang

(Key Laboratory of East China Sea & Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: Voyage statistics is often required in fishery management, fishing benefit calculation and resource surveys. It is used as an important reference value. Vessel monitoring system based on Beidou provides a fast and convenient means for obtaining voyage. More than fifty thousand fishing vessels had installed the terminal unit of the Beidou satellite positioning system since the Ministry of Agriculture of China started to construct fishing vessels monitoring system in Nansha Islands in 2006. The data sent by the terminal unit have a temporal resolution by 3 minutes, and a spatial resolution by 10 meters. Thus, after carrying out these fishing services for nine years, the system has recorded billions of historical cruising data for each vessel, including the time, position, speed, direction, rate of turn, etc. During the fishing operation, a complete voyage includes sailing, marine operations, and return. The ports of fishing boats sailing and return are often different. A surface was formed by the buffered land and islands with ports. Offshore distance is between ship's position and the surface. Fishing voyage is determined by the change of distance offshore. Voyages are extracted by programming. The results of six research ship voyages were compared with 43 cruises actually recorded. The difference proportion within two days of the start voyage was 95.1%. The difference proportion within two days of the end voyage was 95.2%. It can provide a more accurate reference for fisheries analysis.

Key words: voyage; Beidou satellite navigation; vessel monitoring system; speed