

中东太平洋赤道公海海域鱿钓渔业自主休渔效果初步评价

蒋明峰, 陈新军

Preliminary evaluation of the seasonal moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

JIANG Mingfeng, CHEN Xinjun

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20220303783>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

西北太平洋柔鱼BP神经网络渔场预报模型比较研究

Comparative study on the forecasting models of squid fishing ground in the northwest Pacific Ocean based on BP artificial neural network
上海海洋大学学报. 2017, 26(3): 450 <https://doi.org/10.12024/jsou.20160501781>

不同捕捞方式下印度洋北部鳶乌贼渔场时空分布差异

Spatial and temporal distribution of fishing ground of *Sthenoteuthis oualaniensis* in northern Indian Ocean with different fishing methods
上海海洋大学学报. 2021, 30(6): 1079 <https://doi.org/10.12024/jsou.20210103264>

基于海表温度和光合有效辐射的西北太平洋柔鱼冬春生群体栖息地热点预测

Predicting the habitat hot spots of winter–spring cohort of *Ommastrephes bartramii* in the northwest Pacific Ocean based on the sea surface temperature and photosynthetically active radiation
上海海洋大学学报. 2019, 28(3): 456 <https://doi.org/10.12024/jsou.20181102442>

基于Argo的西北太平洋公海柔鱼渔场垂直水温结构的变化特征

Variation characteristics of vertical water temperature structure of neon flying squid fishery in northwestern Pacific Ocean based on Argo
上海海洋大学学报. 2019, 28(3): 427 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190102503>

东南太平洋智利竹筴鱼资源渔场时空分布

Spatio–temporal distribution of mackerel in Southeast Pacific Ocean
上海海洋大学学报. 2019, 28(4): 616 <https://doi.org/10.12024/jsou.20180702366>

文章编号: 1674-5566(2022)03-0670-07

DOI: 10.12024/jsou.20220303783

中东太平洋赤道公海海域鱿钓渔业自主休渔效果初步评价

蒋明峰¹, 陈新军^{1,2,3,4}

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 2. 大洋渔业资源可持续开发教育部重点实验室, 上海 201306; 3. 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306; 4. 农业农村部大洋渔业开发重点实验室, 上海 201306)

摘要: 为评估公海自主休渔对中东太平洋赤道海域茎柔鱼资源的养护效果, 根据 2016 年 12 月—2021 年 8 月中东太平洋赤道海域我国远洋鱿钓生产统计数据, 利用灰色关联等方法, 对休渔前后的渔获量、捕捞努力量(作业天数)、单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)及作业渔场重心的时空分布进行量化分析。结果显示, 休渔后(2020 年 12 月—2021 年 8 月)总体 CPUE 平均达 6.34 t/d, 相比休渔前(2016 年 12 月—2020 年 8 月)增加显著($P < 0.05$), 除渔汛初期 12 月外, 休渔后 1—8 月各月 CPUE 均比休渔前同期有提升。灰色关联分析表明, 2017—2021 年各年度在经度上 CPUE 灰色关联度分别为 0.739、0.761、0.697、0.721 和 0.892, 在纬度上 CPUE 灰色关联度分别为 0.656、0.799、0.621、0.721 和 0.803, 休渔后(2021 年)CPUE 状况较休渔前有所好转。休渔前后的作业渔场重心有明显差异, 休渔后作业渔场的重心大幅向西偏移, 高产海域由休渔前的 114°W~118°W 扩大为休渔后的 95°W~118°W。研究表明, 为期 3 个月的公海自主休渔对中东太平洋赤道海域茎柔鱼资源的养护和可持续利用起到了积极的作用, 研究为短生命周期种类的渔业资源管理和科学养护提供了成功案例和实践经验。

关键词: 茎柔鱼; 公海自主休渔; 捕捞努力量渔获量; 灰色关联分析; 中东太平洋赤道海域

中图分类号: S 932

文献标志码: A

茎柔鱼(*Dosidicus gigas*)隶属头足纲(Cephalopoda)枪形目(Teuthoidea)柔鱼科(Ommastrephidae)茎柔鱼属(*Dosidicus*), 为大洋性浅海种, 广泛分布于 140°W 以东的中东太平洋海域, 南至智利外海, 北达阿拉斯加沿岸, 栖息水深 0~1 200 m, 具垂直洄游与水平洄游习性^[1], 是世界上最重要的头足类资源之一。茎柔鱼渔业起始于 1974 年, 而大规模的商业捕捞则始于 1991 年。我国于 2001 年在秘鲁外海对茎柔鱼开始试捕生产, 2012 年在东太平洋赤道海域进行试捕生产, 茎柔鱼已成为我国远洋鱿钓渔业的重要捕捞对象之一。近年来, 我国茎柔鱼的年渔获量基本在 30 万 t 以上, 其中东太平洋赤道海域的鱿钓渔场是重要作业海域, 其作业时间均在 6 个月以上, 产量占我国茎柔鱼年捕捞量的一半以上。

茎柔鱼是一年生短生命周期种类, 有多次产卵的特性, 不同海域茎柔鱼有不同的性成熟日龄

及胴长^[2-3]。目前茎柔鱼资源处于健康状态, 并未出现衰退的迹象, 但其资源丰度及渔场分布易受海洋环境和气候变化的影响^[4], 因此如何可持续利用和科学养护该资源成为世界各国和地区关注的重要问题。秘鲁外海茎柔鱼存在明显的南北洄游现象, 其产卵场分布于 3°S~8°S 和 12°S~17°S 的秘鲁沿岸海域^[5]; 李纲等^[6]发现, 哥斯达黎加外海茎柔鱼性成熟个体占比超过 60%, 认为该海域为其潜在产卵场; 而中东太平洋赤道海域为我国新开发的鱿鱼渔场, 生产调查表明其群体处在索饵生长阶段。

休渔制度被广泛应用于国内外渔业管理之中, 我国近海开展伏季休渔已有二十多年历史, 资源养护效果显著, 欧美各国也有着不同程度的季节性休渔制度。为践行“海洋命运共同体”理念, 养护和可持续利用公海鱿鱼资源, 《农业农村部关于加强公海鱿鱼资源养护促进我国远洋

收稿日期: 2022-03-20

修回日期: 2022-04-19

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0901401); 农业农村部远洋渔业公海自主休渔效果评价与优化专项(D-8021-21-0049)

作者简介: 蒋明峰(1998—), 男, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源。E-mail: jmf822221yyt@163.com

通信作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

渔业可持续发展的通知》(农渔发[2020]16号)决定,我国于2020年开始在部分公海海域试行自主休渔制度,其中包括 $5^{\circ}\text{N} \sim 5^{\circ}\text{S}$ 和 $110^{\circ}\text{W} \sim 95^{\circ}\text{W}$ 的东太平洋赤道公海茎柔鱼渔场^[7],休渔时间为每年9月1日至11月30日。自主休渔期间,所有中国籍鱿钓船均停止捕捞作业,以达到养护公海鱿鱼资源的目的。为了解和掌握中东太平洋赤道公海海域自主休渔后的成效,根据2016—2021年休渔前后中东太平洋赤道公海海域我国鱿钓船的生产统计数据,利用灰色关联等方法,从渔获量、捕捞努力量及单位捕捞努力量渔获量(CPUE)等因子入手,初步比较和分析休渔前后的差异,评价休渔成效,为进一步完善中东太平洋赤道公海鱿鱼资源科学养护的制度提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源与作业海域

2016—2021年中东太平洋赤道公海海域茎柔鱼鱿钓生产统计数据由上海海洋大学鱿钓技术组提供,包括414艘作业渔船的渔捞日志数据,数据涵盖作业时间(年,月,日),作业地点(经度,纬度),作业天数(单位:d),渔获量(单位:t)等,研究海域为 $125^{\circ}\text{W} \sim 85^{\circ}\text{W}$ 、 $5^{\circ}\text{N} \sim 8^{\circ}\text{S}$ 。将渔业生产统计数据按年、月进行统计,处理为空间分辨率 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$,分析休渔后其养护效果。其中,休渔前的时间段为2016年12月—2020年8月,休渔后的时间段为2020年12月—2021年8月。

1.2 分析方法

1.2.1 CPUE的计算

以CPUE代表茎柔鱼的资源丰度,定义作业天数为捕捞努力量,分别统计研究海域各年和月的渔获量、捕捞努力量和CPUE,并分析休渔前后各月CPUE的差异。由于作业海域所有中国鱿钓船作业方式及作业时段相同,因此不需进行CPUE的标准化^[8]。CPUE计算公式如下:

$$Y_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (1)$$

式中: Y_i 为单位捕捞努力量渔获量,t/d; c_i 为渔区*i*的总渔获量,t; n_i 为渔区*i*的总捕捞努力量,d。

1.2.2 资源丰度评价

利用灰色关联分析方法对各年度的茎柔鱼

资源丰度进行评价^[9]。分别统计各年每一经、纬度的CPUE,即选取所有年份中每一经度、每一纬度的最大CPUE值构成最优向量并作为母序列,计算各年子序列与母序列的灰色关联度,以灰色关联度的大小作为资源丰度好坏的评价标准。计算公式如下:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_j \min_k |x_0(k) - x_1(k)| + \rho \times \max_j \max_k |x_0(k) - x_1(k)|}{|x_0(k) - x_1(k)| + \rho \times \max_j \max_k |x_0(k) - x_1(k)|} \quad (2)$$

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad (3)$$

式中: $\xi_i(k)$ 为灰色关联系数; $x_0(k)$ 为母序列; $x_1(k)$ 为子序列; ρ 为分辨系数,本研究取值0.5; r_i 为灰色关联度。

1.2.3 渔场重心的计算

利用渔场重心法,分析休渔前后作业渔场的时空变化。其计算公式如下^[10]:

$$X_m = \frac{\sum_{i=1}^a c_i \times x_i}{\sum_{i=1}^a c_i} \quad (4)$$

$$Y_m = \frac{\sum_{i=1}^a c_i \times y_i}{\sum_{i=1}^a c_i} \quad (5)$$

式中: c_i 为渔区*i*的总渔获量; X_m 为渔场重心的经度; Y_m 为渔场重心的纬度; x_i 为渔区*i*的经度; y_i 为渔区*i*的纬度; a 为渔区总数。

数据分析使用SPSS 23.0和Excel 2019软件完成,图片制作由ArcGIS V10.8和Origin 2019软件完成。

2 结果

2.1 休渔前后CPUE的变化

由表1可知,休渔前后中东太平洋赤道公海海域茎柔鱼CPUE均存在月间变化。休渔前,各月CPUE总体上呈逐渐降低的趋势,12月CPUE最高,达7.02 t/d,4月CPUE最低,仅2.74 t/d。休渔后,各月CPUE为4.42~7.41 t/d,其中5月最高,8月最低。对比发现,除12月外,休渔后各月CPUE均较休渔前有一定提高,平均CPUE也从休渔前的3.45 t/d增加到休渔后的6.34 t/d,差异显著($P < 0.05$)。

表1 中东太平洋赤道公海鱿鱼自主休渔前后各月 CPUE 的比较

Tab.1 Comparison of the CPUE before and after the fishing moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

月份 Month	CPUE/(t/d)		方差 Variance
	休渔前 Before the fishing moratorium	休渔后 After the fishing moratorium	
12月 December	7.02	5.31	10.30
1月 January	4.78	6.06	3.42
2月 February	4.91	4.93	1.25
3月 March	3.70	6.11	3.51
4月 April	2.74	5.09	1.35
5月 May	2.81	7.41	1.03
6月 June	2.81	6.69	0.11
7月 July	3.38	6.75	1.08
8月 August	2.90	4.42	1.29
均值 Average value	3.45	6.34	2.04

2.2 CPUE 和捕捞努力量在经度上的分布及其灰色关联结果

休渔前, CPUE 在经度上呈由西向东逐渐降低的趋势(图 1a), 其中 114°W ~ 118°W 海域 CPUE 大于 5 t/d; 捕捞努力量在经度上主要分布在 85°W ~ 87°W 和 96°W ~ 106°W 海域, 所占比重分别为 20.34% 和 38.96%, 118°W 以西海域所占比重不足 1%。

休渔后, CPUE 在经度分布较为均匀(图 1b), 仅 94°W ~ 95°W、96°W ~ 98°W 以及 103°W ~ 104°W 海域的 CPUE 低于 5 t/d; 捕捞努力量在经度上主要分布在 95°W ~ 104°W, 以及 105°W ~ 111°W 海域, 所占比重分别为 53.13% 和 24.55%。

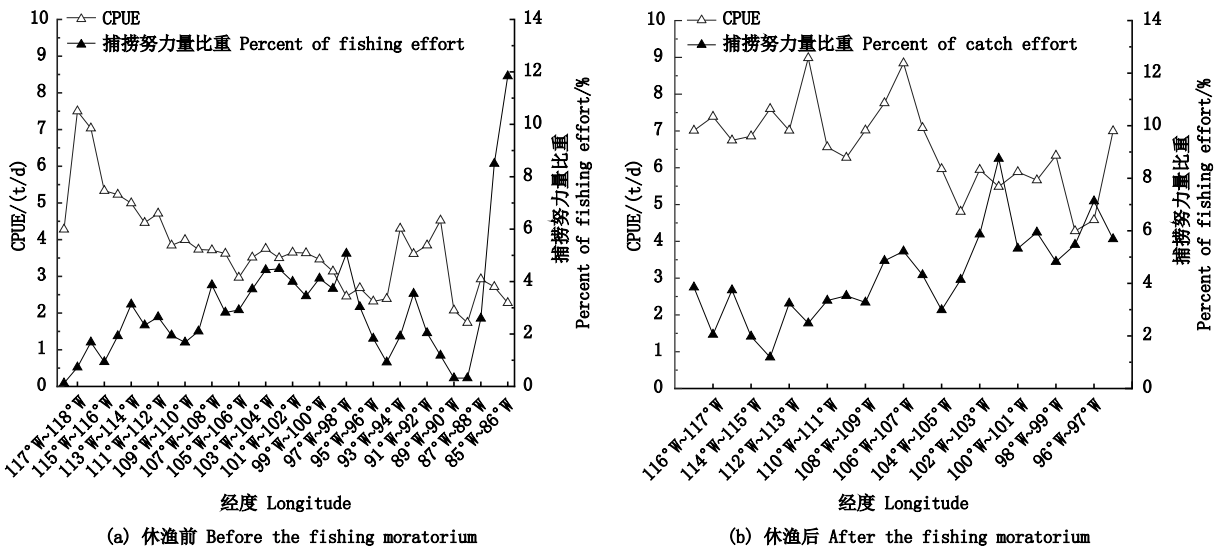


图1 中东太平洋赤道公海鱿鱼自主休渔前后各经度 CPUE 及捕捞努力量所占比重
Fig.1 CPUE and fishing effort of each longitude before and after the fishing moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

灰色关联分析表明, 2017—2021 各年经度上灰色关联度分别为 0.739、0.761、0.697、0.721 和 0.892, 其中休渔后的 2021 年灰色关联度最高, 其资源丰度明显高于休渔前的 4 年。

2.3 CPUE 和捕捞努力量在纬度上的分布及其灰色关联结果

休渔前, 各纬度 CPUE 呈先上升后下降的趋势(图 2a), 其中 1°N ~ 2°N 海域 CPUE 大于 5 t/d;

捕捞努力量主要分布在 1°N ~ 6°S 海域, 约占总捕捞努力量的 91.59%, 其中 0° ~ 5°S 海域占比为最高, 达到了 74.82%。

休渔后, 各纬度 CPUE 分布较均匀(图 2b), 其中 1°N ~ 4°S 和 5°S ~ 7°S 海域 CPUE 大于 5 t/d; 捕捞努力量主要分布在 1°N ~ 6°S 海域, 约占总捕捞努力量的 93.47%, 其中 1°S ~ 4°S 海域占比为最高, 达到 44.69%。

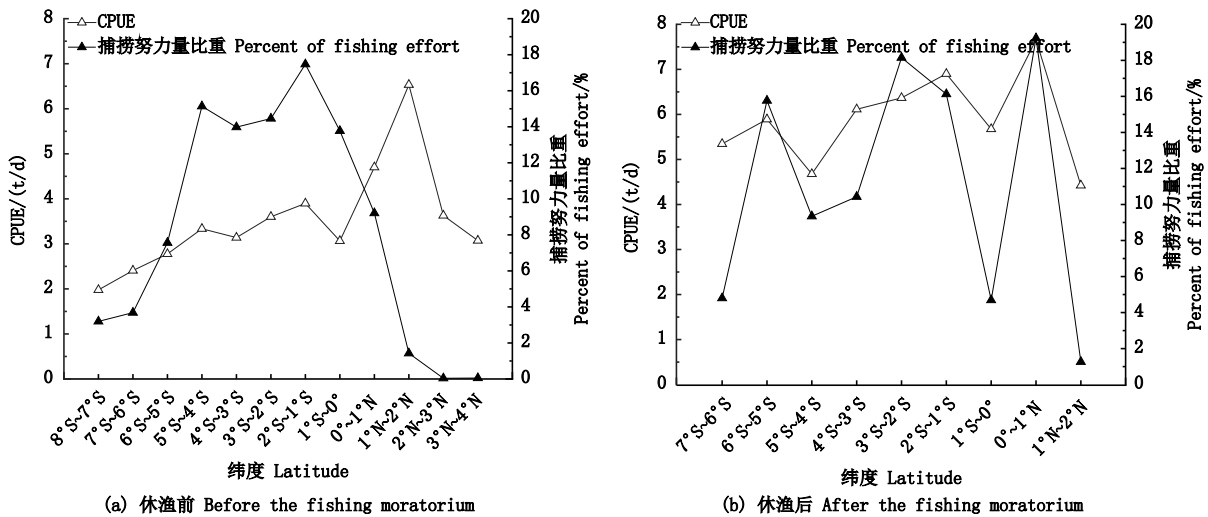


图 2 中东太平洋赤道公海鱿鱼自主休渔前后各纬度 CPUE 及捕捞努力量所占比重
 Fig.2 CPUE and percent of fishing effort of each latitude before and after the fishing moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

灰色关联分析表明,2017—2021 各年纬度上灰色关联度分别为 0.656、0.799、0.621、0.721 和 0.803,其中休渔后的 2021 年灰色关联度最高,为 0.803,因此休渔后的资源丰度好于休渔前的 4 年。

2.4 休渔前后作业渔场重心变化

分析发现,休渔前后作业渔场的重心变化差异较大。休渔前(图 3a),各年作业渔场重心从

12 月开始逐渐向西北移动,2—4 月集中在 108°W~110°W 赤道海域,之后开始向东南移动,6—8 月集中在加拉帕戈斯群岛南部公海海域。而休渔后(图 3b),12 月至翌年 1 月,作业渔场重心向东南偏移;1—3 月向西南移动,3—4 月向北偏移,4—5 月开始向西偏移,5—6 月集中在 114°W~115°W 的赤道海域,6 月以后作业渔场重心大幅向东南移动。

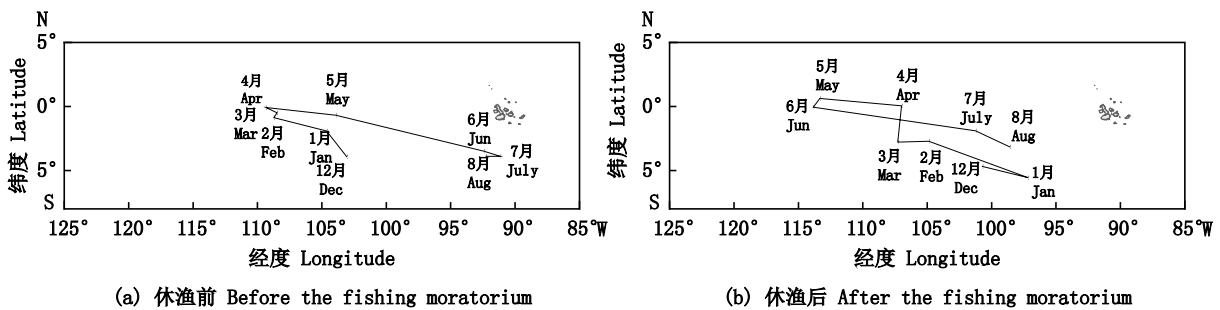


图 3 中东太平洋赤道公海鱿鱼自主休渔前后各月作业渔场重心时空变动
 Fig.3 Distribution of monthly catch gravity position before and after the fishing moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

3 讨论与分析

休渔作为一种行之有效的投入控制资源养护措施,被广泛应用于国内外渔业管理之中。休渔制度的实施通过控制一定时空范围内的捕捞

强度保护产卵的亲体,降低捕捞死亡率,从而为繁衍后代提供保障^[11]。茎柔鱼对海洋环境变动敏感,资源稳定性较差,但生长快、繁殖能力强,在合适的养护措施和环境条件下可快速恢复^[12]。自每年 8 月起,赤道海域茎柔鱼性成熟度逐渐提

高^[13],呈向东部沿岸产卵场洄游的趋势,在此期间实施公海自主休渔可最大限度弱化捕捞活动对产卵群体的影响,起到增加补充量的作用。本研究表明,休渔前后 CPUE 存在显著差异 ($P < 0.05$),且休渔后较休渔前有所提高。经度、纬度上的灰色关联分析显示,休渔后资源丰度状况总体优于休渔前,其中在经度上明显优于休渔前,在纬度上略优于 2018 年,显著优于 2017、2019 和 2020 年,这表明自主休渔的时间和区域选择对茎柔鱼资源养护起到了良好的作用。

渔场重心分析表明,休渔后渔场重心相比休渔前有向作业海域中部移动的趋势。2020 年 12 月—2021 年 1 月,作业船队由秘鲁外海转入赤道海域,渔场重心相比往年同期更偏东南,捕捞努力量出现了空间上的重分配。2021 年 6 月渔场重心达到 114°W 赤道海域,继而向东南偏移,8 月到达 98°W,而在往年同期,渔场重心则位于 90°W~95°W 的加拉帕戈斯群岛南部公海;除此之外,休渔后各经、纬度上 CPUE 高值区的分布较休渔前更为广泛(表 2),捕捞努力量的分布也更均匀,表明休渔后各海区茎柔鱼资源丰度均有一定提高。茎柔鱼的渔场分布和资源量变动既受捕捞活动影响,也受气候和海洋环境因素影响^[14]。已有研究认为,茎柔鱼适宜栖息地的分布与厄尔尼诺-南方涛动(El Niño-Southern Oscillation, ENSO)事件关系密切,拉尼娜期间,中东太平洋海域水温降低,秘鲁上升流增强,茎柔鱼适宜栖息地面积扩大,资源丰度上升;厄尔尼诺期间则相反^[15-16]。在本研究阶段,休渔期间茎柔鱼补充群体的孵化及生长发育均处于拉尼娜时期的低温环境下,有着较适宜的气候条件。因此,研究推测,在自主休渔制度和合适的海洋环境条件共同作用下,休渔后茎柔鱼资源丰度有了显著的提高。

表 2 CPUE 大于 5 t/d 的作业海域分布
Tab.2 Fishing area with CPUE more than 5 t/d

时间 Time	经度 Longitude	纬度 Latitude
休渔前 Before the fishing moratorium	114°W~118°W	1°N~2°N
休渔后 After the fishing moratorium	95°W~96°W, 98°W~103°W, 104°W~118°W	1°N~4°S, 5°S~7°S

休渔的过程是捕捞努力量在时间和空间上重分配的过程^[17],休渔期的设立利于渔业生物集群和繁殖,而不会受到捕捞活动的影响^[18],但该制度也存在一定的局限性,休渔后的捕捞活动在不加管控的情况下会影响渔业资源的恢复与可持续利用^[19-20]。严利平等^[21]对东海伏季休渔的研究认为,休渔后高强度的捕捞活动会耗尽休渔期的资源养护效果,对资源的长期恢复无法起到根本性的作用。因此,仅仅实施休渔制度并不能全面养护公海茎柔鱼资源,在现有制度基础上落实渔船数量限制,管控捕捞强度也是十分必要的^[22]。近期,农业农村部办公厅印发了《关于加强远洋鱿钓渔船作业管理的通知》,首次实施远洋鱿钓渔船总量控制管理制度,对各远洋鱿鱼渔船试行船数限制管理,2022 年 4 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日,控制中东太平洋作业船只数量在 420 艘以内^[23]。这对控制捕捞强度,科学养护公海茎柔鱼资源有着重大的意义。然而,以上两种管理措施均为投入控制制度,为健全我国公海鱿鱼渔业管理基本体系,满足渔业管理的基本需求,在公海自主休渔及渔船总量控制管理制度的基础上应探索鱿鱼捕捞限额制度的可行性,建立投入、产出控制相结合的公海渔业管理制度。

公海自主休渔制度是我国的一项创举,该政策的实施有效保护了中东太平洋赤道海域茎柔鱼群体,起到了增加资源补充量的作用。了解一个物种的种群动态和生活史过程是有效进行资源评估的基础^[24]。中东太平洋赤道海域茎柔鱼渔场范围大,群体多,其资源分布涉及公海海域、加拉帕戈斯海洋保护区及厄瓜多尔专属经济区,而目前对该海域茎柔鱼生活史的研究仍不充分,对休渔效果的评估不能完全排除海洋环境及气候的影响。为更有效地养护和管理中东太平洋茎柔鱼资源,未来应开展国家和地区间的渔业合作和数据共享,开展跨国渔业资源调查,系统开展休渔前后茎柔鱼资源养护效果评价,为科学养护和可持续利用公海渔业资源提供依据。

参考文献:

- [1] 陈新军,刘必林,王尧耕. 世界头足类[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
CHEN X J, LIU B L, WANG Y G. Cephalopod in the world [M]. Beijing: Ocean Press, 2009.
- [2] 徐冰,陈新军,钱卫国,等. 秘鲁外海茎柔鱼渔场时空分

- 布分析[J]. 中国海洋大学学报, 2011, 41(11): 43-47.
- XU B, CHEN X J, QIAN W G, et al. Spatial and temporal distribution of fishing ground for *Dosidicus gigas* in the offshore waters of Peru[J]. Periodical of Ocean University of China, 2011, 41(11): 43-47.
- [3] MASUDA S. Growth and population structure of *Dosidicus gigas* in the Southeastern Pacific Ocean[J]. Large Pelagic Squids, 1998: 107-118.
- [4] MORALES-BOJÓRQUEZ E, PACHECO-BEDOYAJ L. Population dynamics of jumbo squid *Dosidicus gigas* in Pacific Ecuadorian waters[J]. Journal of Shellfish Research, 2016, 35(1): 211-224.
- [5] NIGMATULLIN C M, NESIS K N, ARKHIPKIN A I. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) [J]. Fisheries Research, 2001, 54(1): 9-19.
- [6] 李纲, 贾涛, 刘必林, 等. 哥斯达黎加外海茎柔鱼生物学特性初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(2): 270-274.
- LI G, JIA T, LIU B L, et al. Biological characteristics of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in waters off Costa Rica [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2011, 20(2): 270-274.
- [7] 董恩和, 黄宝善, 石胜旗, 等. 新时代背景下我国远洋鱿钓渔业可持续发展的有关建议[J]. 水产科技情报, 2020, 47(5): 261-265.
- DONG E H, HUANG B S, SHI S Q, et al. Advice on sustainable development of the squid jigging fishery of our country under new era background[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2020, 47(5): 261-265.
- [8] FENG Y J, CHEN L J, CHEN X J. The impact of spatial scale on local Moran's I clustering of annual fishing effort for *Dosidicus gigas* offshore Peru[J]. Journal of Oceanology and Limnology, 2019, 37(1): 330-343.
- [9] 陈新军, 许柳雄, 田思泉. 北太平洋柔鱼资源与渔场的时空分析[J]. 水产学报, 2003, 27(4): 334-342.
- CHEN X J, XU L X, TIAN S Q. Spatial and temporal analysis of *Ommastrephes bartrami* resources and its fishing ground in North Pacific Ocean [J]. Journal of Fisheries of China, 2003, 27(4): 334-342.
- [10] 李鹏, 许柳雄, 周成, 等. 中西太平洋金枪鱼围网自由鱼群渔场重心变动及其与南方涛动指数的关系[J]. 南方水产科学, 2020, 16(2): 70-76.
- LI P, XU L X, ZHOU C, et al. Variation of fishing ground gravity of tuna free-swimming school caught by purse seiner in Western and Central Pacific Ocean and its relationship with Southern Oscillation Index [J]. South China Fisheries Science, 2020, 16(2): 70-76.
- [11] CLARKE J, BAILEY D M, WRIGHT P J. Evaluating the effectiveness of a seasonal spawning area closure[J]. ICES Journal of Marine Science, 2015, 72(9): 2627-2637.
- [12] 朱晓光, 房元勇, 严力蛟, 等. 高捕捞强度环境下海洋鱼类生态对策的演变[J]. 科技通报, 2009, 25(1): 51-55.
- ZHU X G, FANG Y Y, YAN L J, et al. The ecological strategy evolution of marine fishes under high intensity fishing environment[J]. Bulletin of Science and Technology, 2009, 25(1): 51-55.
- [13] SANCHEZ G, KAWAI K, YAMASHIRO C, et al. Patterns of mitochondrial and microsatellite DNA markers describe historical and contemporary dynamics of the Humboldt squid *Dosidicus gigas* in the Eastern Pacific Ocean[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2020, 30(3): 519-533.
- [14] RODHOUSE PG. Managing and forecasting squid fisheries invariable environments[J]. Fisheries Research, 2001, 54(1): 3-8.
- [15] YU W, CHEN X J, ZHANG Y. Seasonal habitat patterns of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* off Peruvian waters[J]. Journal of Marine Systems, 2019, 194: 41-51.
- [16] YU W, YI Q, CHEN X J, et al. Modelling the effects of climate variability on habitat suitability of jumbo flying squid, *Dosidicus gigas*, in the Southeast Pacific Ocean off Peru[J]. ICES Journal of Marine Science, 2016, 73(2): 239-249.
- [17] VAN DER LEE A, GILLIS D M, COMEAU P, et al. Fishing the line: catch and effort distribution around the seasonal haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) spawning closure on the Scotian Shelf [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2013, 70(7): 973-981.
- [18] LIPÍŃSKI M R, MMETHI M A, YEMANE D, et al. Are there long-term temporal trends of size composition and the length-weight relationship? Results for chokka squid *Loligo reynaudii* during the peak spawning season off the south coast of South Africa[J]. African Journal of Marine Science, 2021, 43(2): 227-238.
- [19] 苏莹佳, 陈国宝, 周艳波, 等. 2015—2017年南海海域伏季休渔制度实施效果评价[J]. 南方水产科学, 2019, 15(2): 20-28.
- SU Y J, CHEN G B, ZHOU Y B, et al. Assessment of impact of summer fishing moratorium in South China Sea during 2015 - 2017 [J]. South China Fisheries Science, 2019, 15(2): 20-28.
- [20] 邹建伟, 王强哲, 林丕文, 等. 伏季休渔对北部湾北部虾类捕捞的影响及评价[J]. 南方水产科学, 2015, 11(6): 88-93.
- ZOU J W, WANG Q Z, LIN P W, et al. Assessment of impact of Summer Fishing Moratorium on shrimp fishing in northern Beibu Gulf [J]. South China Fisheries Science, 2015, 11(6): 88-93.
- [21] 严利平, 刘尊雷, 金艳, 等. 东海区延长伏季休渔期渔业资源增殖效果分析[J]. 海洋渔业, 2019, 41(5): 513-519.
- YAN L P, LIU Z L, JIN Y, et al. Effects of prolonging summer fishing moratorium in the East China Sea on the increment of fishery resources[J]. Marine Fisheries, 2019, 41(5): 513-519.

- [22] 王雅丽, 胡翠林, 李振华, 等. 舟山渔场产卵场保护区春季小黄鱼群体结构及资源动态[J]. 应用生态学报, 2021, 32(9): 3349-3356.
WANG Y L, HU C L, LI Z H, et al. Population structure and resource change of *Larimichthys polyactis* in spring in Zhoushan fishery spawning ground protection area, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2021, 32(9): 3349-3356.
- [23] 徐承旭. 我国首次实施鱿钓船总量控制[J]. 水产科技情报, 2022, 49(1): 59.
XU C X. China firstly implemented control on total number of squid jigging boat [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2022, 49(1): 59.
- [24] SAMY-KAMALM, FORCADAA, LIZASOJ L S. Effects of seasonal closures in a multi-specific fishery [J]. Fisheries Research, 2015, 172: 303-317.

Preliminary evaluation of the seasonal moratorium of squid fishery on the high seas in the equatorial waters of Central Eastern Pacific

JIANG Mingfeng¹, CHEN Xinjun^{1,2,3,4}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai 201306, China; 3. National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China; 4. Key Laboratory of Oceanic Fisheries Exploration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai 201306, China)

Abstract: The main objective of the project was to evaluate the effectiveness of the seasonal moratorium on conservation of Jumbo Flying Squid (*Dosidicus gigas*) stock in the equatorial waters of Central Eastern Pacific. Based on catching data from December, 2016 to August, 2021, the spatial-temporal variations of catch effort, catch per unit effort (CPUE) and fishing ground gravity center were analyzed by using Grey correlation analysis and other methods. The results showed that: The average CPUE after the seasonal moratorium came to 6.34 t/d, which was significantly higher than that before the moratorium ($P < 0.05$). The grey correlation grades on longitude from 2017 to 2021 were 0.739, 0.761, 0.697, 0.721 and 0.892, respectively, and the grey correlation grades of latitude from 2017 to 2021 were 0.656, 0.799, 0.621, 0.721 and 0.803, respectively. The stock condition after the fishing moratorium was better than that before the fishing moratorium. The fishing ground gravity center after the fishing moratorium moved westwards significantly, which was different from that before the fishing moratorium. The fishing area with high production expanded from 114°W–118°W to 95°W–118°W. On the one hand, the fishing moratorium played a positive role on the conservation and sustainable use of the squid stock in the equatorial waters of Central Eastern Pacific. On the other hand, the study provided successful cases and practical experience for the fish stock management and scientific conservation of short life cycle species.

Key words: *Dosidicus gigas*; seasonal moratorium on the high seas; catch per unit effort; grey correlation analysis; equatorial waters of Central Eastern Pacific