

文章编号: 1674-5566(2025)02-0270-12

DOI:10.12024/jsou.20241004678

## 中西太平洋主要金枪鱼产量回顾性分析

郑林彬<sup>1</sup>, 雷林<sup>1,2,3</sup>, 汪金涛<sup>1,2,3</sup>

(1. 上海海洋大学 海洋生物资源与管理学院, 上海 201306; 2. 农业农村部大洋渔业可持续利用重点实验室, 上海 201306; 3. 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306)

**摘要:** 为了解中西太平洋主要金枪鱼产量情况, 通过收集中西太平洋渔业委员会(Western and central Pacific fisheries commission, WCPFC)提供的金枪鱼渔业数据, 进行回顾性分析, 厘清了中西太平洋主要金枪鱼产量时空变化情况。结果显示, 中西太平洋主要金枪鱼年产量变化可分为3个时期, 其中渔业起步期的捕捞范围较小, 以延绳钓为主, 产量集中在近岸高产区域, 远洋捕捞空间范围受限; 渔业扩张期引入围网捕捞技术, 促使捕捞范围向太平洋中部和更深、更远的海域扩展; 渔业稳定期捕捞技术现代化, 以围网捕捞为主, 高产渔场分布清晰, 捕捞范围趋于固定。研究还重点分析了主要中西太平洋金枪鱼生产国和地区(日本、韩国、中国台湾省、巴布亚新几内亚、美国和中国大陆)的渔业产量、主要捕捞物种、作业时空分布及产量变化趋势, 并且讨论了自然、经济与政策等多重因素可能对金枪鱼产量的影响。本研究可为金枪鱼资源的科学管理与保护提供依据, 有助于促进海洋生物多样性保护和全球金枪鱼资源的可持续管理。

**关键词:** 金枪鱼; 围网; 延绳钓; 产量; 回顾性分析; 中西太平洋

**中图分类号:** S 932.4

**文献标志码:** A

金枪鱼作为顶级捕食者在海洋生态系统中扮演关键角色<sup>[1-3]</sup>, 其洄游习性使其在不同海域间传播能量和营养物质<sup>[4]</sup>, 对海洋生态系统的能量流动和物质循环起到重要作用, 对维持海洋生态系统的多样性和稳定性具有重要意义<sup>[5]</sup>。金枪鱼也是一种高经济价值的渔业资源<sup>[6]</sup>, 其肉质鲜美、营养丰富, 是国际市场上的热门商品, 它的捕捞和加工为许多国家或地区带来了显著的经济收益, 尤其在中西太平洋地区, 金枪鱼资源的丰富性使其成为区域经济的重要组成部分。

太平洋的金枪鱼资源最为丰富, 贡献了全球金枪鱼渔获量的70%以上, 其中, 约有80%的太平洋渔获量来自中西太平洋<sup>[7]</sup>。2022年中西太平洋的金枪鱼产量为266万t, 比1970年的产量高出了5.3倍多, 其中延绳钓作业产量为23.3万t, 约占中西太平洋总金枪鱼产量的9%, 围网作业金枪鱼总产量为187.6万t, 约占中西太平洋金枪

鱼总产量的70%<sup>[8]</sup>。

回顾性分析对于理解金枪鱼资源的时空变化趋势至关重要, 对金枪鱼生产数据的全面分析与评估有利于资源的科学管理和保护。本研究收集了中西太平洋渔业委员会(Western and central Pacific fisheries commission, WCPFC)金枪鱼渔业数据, 回顾性分析了主要金枪鱼捕捞产量现状, 揭示了当前金枪鱼资源时空分布状态, 研究结果为WCPFC渔业管理提供科学依据, 为其他区域的金枪鱼资源管理和保护提供参考和借鉴, 有助于促进海洋生物多样性的保护和全球金枪鱼资源的长期可持续管理<sup>[9]</sup>。

### 1 材料与方法

#### 1.1 渔业数据

中西太平洋金枪鱼渔业数据来自中西太平洋渔业委员会, 收集了延绳钓渔业和围网渔业两种作业方式, 其产量占中西太平洋金枪鱼总产量

收稿日期: 2024-10-31

修回日期: 2025-01-18

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC3104905, 2023YFD2401303); 自然资源卫星遥感业务支持服务体系项目(202401004)

作者简介: 郑林彬(2001—), 男, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源。E-mail: binmu12345@foxmail.com

通信作者: 汪金涛, E-mail: jtwang@shou.edu.cn

版权所有 ©《上海海洋大学学报》编辑部(CC BY-NC-ND 4.0)

Copyright © Editorial Office of Journal of Shanghai Ocean University (CC BY-NC-ND 4.0)

<http://www.shhydx.com>

的80%<sup>[8]</sup>。延绳钓数据为1950—2021年,围网数据为1950—2022年,空间范围为105°E~135°W,和60°N~85°S。时间和空间分辨率分别为月和5°×5°的经纬度网格。延绳钓数据字段:年、月、生产国/地区、纬度、经度、长鳍金枪鱼(*Thunnus alalunga*)、黄鳍金枪鱼(*Thunnus albacares*)、大眼金枪鱼(*Thunnus obesus*)。围网数据字段:年、月、生产国/地区、纬度、经度、鲣(*Katsuwonus pelamis*)、黄鳍金枪鱼、大眼金枪鱼。

## 1.2 统计方法

两种渔业数据统计分析方法:按鱼种统计主要经济金枪鱼年产量,观察其时间变化趋势;按空间、鱼种统计主要金枪鱼年总产量,观察其时空变化趋势;按生产国或地区、空间、鱼种统计主要金枪鱼年总产量,观察主要生产国或地区的优势作业区。

## 2 结果

### 2.1 中西太平洋金枪鱼年产量时间变化趋势

中西太平洋主要金枪鱼年总产量变化可分为3个时期:1950—1969年渔业起步期、1970—1999年渔业扩张期和2000—2022年渔业稳定期(图1)。

#### 2.1.1 渔业起步期

1950—1969年间,此阶段中西太平洋渔业捕捞尚处于初期发展,捕捞规模较小,主要采用杆钓和延绳钓等作业方式,围网作业尚未开展。捕捞种类以长鳍金枪鱼(53万t)、黄鳍金枪鱼(66万t)和大眼金枪鱼(64万t)为主。渔获量呈现逐步上升趋势,早期(1953年)达到峰值,但随后有所波动,1955—1958年间快速增长,之后稳定增长(图1)。延绳钓为主要捕捞方式,3种鱼类的产量相对均衡。

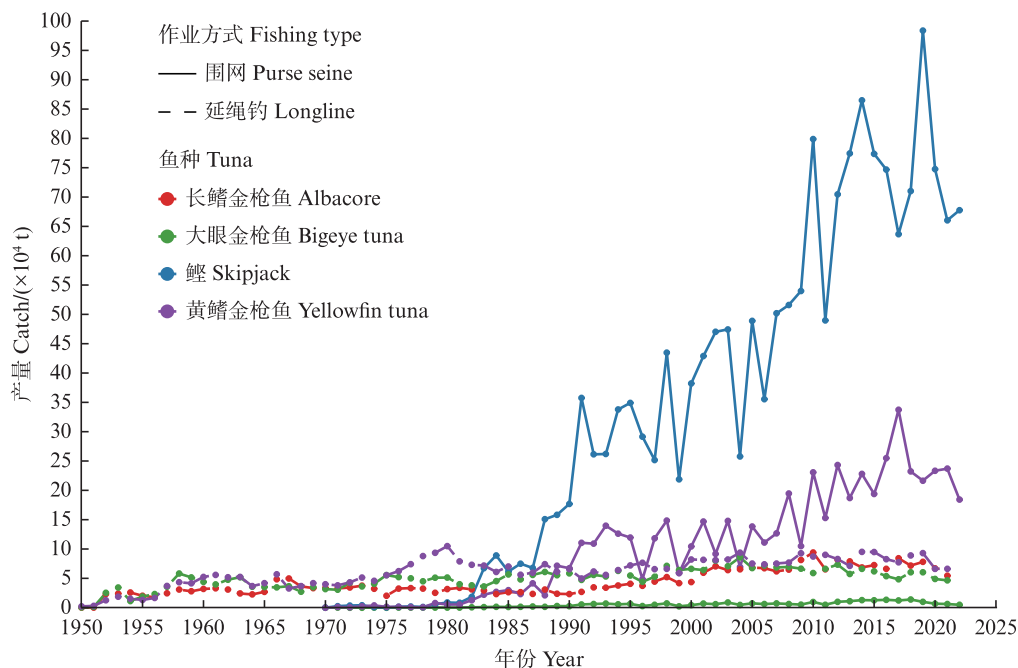


图1 1950—2022年中西太平洋主要金枪鱼年产量

Fig. 1 Annual production of major tuna in the Western and Central Pacific Ocean from 1950 to 2022

#### 2.1.2 渔业扩张期

1970—1999年间,随着技术进步和渔船能力提升,渔业进入扩张期,新增围网和流网作业方式,因流网作业对海洋生态系统和生物资源有很强的破坏性,1983—1990年间仍有数据报告,随后逐渐在全球范围内被禁止使用,围网捕捞迅速发展成为主要作业方式。围网捕捞以鲣(366万

t)为主,其产量远高于其他鱼种,黄鳍金枪鱼(132万t)和大眼金枪鱼(6.3万t)次之。延绳钓捕捞的黄鳍金枪鱼(193万t)和大眼金枪鱼(148万t)产量较高,长鳍金枪鱼次之(96万t)。围网作业产量在20世纪70年代快速提升,鲣产量自1988年起攀升至10万t以上,后期稳定在20万t以上。围网作业的黄鳍金枪鱼产量自1990年起多数年

份均超过延绳钓。大眼金枪鱼产量则以延绳钓为主,最高年份产量超过7万t(图1)。围网作业逐渐成为扩张期的主要捕捞方式,对鲣的捕捞占据优势;延绳钓继续在黄鳍和大眼金枪鱼捕捞中保持重要地位。

### 2.1.3 渔业稳定期

2000—2022年间,渔业现代化进程加快,捕捞规模显著提升,围网作业成为主导力量,主要捕捞鲣,产量(1398万t)居首位,黄鳍金枪鱼(416万t)次之,大眼金枪鱼(19万t)略低。延绳钓捕捞的黄鳍金枪鱼(181万t)、大眼金枪鱼(141万t)和长鳍金枪鱼(152万t)均保持较高水平。鲣年产量稳定在25万t以上,2019年接近100万t。黄鳍金枪鱼产量波动上升,2010年后突破25万t,但2021年有所回落(图1)。大眼金枪鱼延绳钓产量持续占优。围网作业在鲣和黄鳍金枪鱼捕捞中占据主导,延绳钓在大眼金枪鱼捕捞中持续保持显著优势。

综上,中西太平洋金枪鱼渔业起步期以延绳钓为主,扩张期时围网作业快速发展,稳定后围网作业成为主导方式。鲣是围网作业的主要目标鱼种,其产量在渔业扩张期后大幅增长并保持高位,延绳钓的主要目标鱼种为大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼,尤其黄鳍金枪鱼延绳钓始终占优。捕捞活动在3个阶段均呈现出逐步发展的趋势,早期以有限渔场为主,扩张期后渔场覆盖范围扩大,稳定期产量趋于高位并稳定。

## 2.2 中西太平洋金枪鱼年产量时空分布

### 2.2.1 延绳钓产量时空分布

渔业起步期(1950—1969年)长鳍金枪鱼的产量集中在日本岛东部海域和澳大利亚与新西兰之间及其以北海域( $50^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{S}$ ,  $150^{\circ}\text{E}\sim 145^{\circ}\text{W}$ ),这2个区域产量占比超过50%(图2)。大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼的主要产量分布在 $5^{\circ}\text{S}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 和 $110^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$ 海域。此时期延绳钓作业的时空分布呈现以下特征:长鳍金枪鱼高产于 $130^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$ 和 $25^{\circ}\text{N}$ 海域的作业点上,占总量的90%以上;大眼金枪鱼产量占比从西向东逐渐增加,在赤道附近 $177.5^{\circ}\text{E}$ 以东,其产量占比超过50%;黄鳍金枪鱼集中在近岸海域, $150^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 为高产经度(图2)。

渔业扩张期(1970—1999年)延绳钓长鳍金

枪鱼的时空分布与渔业起步期的分布区域相似,南半球集中在澳大利亚与新西兰之间及新西兰周边海域,北半球分布于日本岛周边海域。大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼则集中在赤道附近的 $15^{\circ}\text{S}\sim 15^{\circ}\text{N}$ 海域。此时期时空分布呈以下特征:长鳍金枪鱼在北半球 $130^{\circ}\text{E}\sim 175^{\circ}\text{E}$ 和 $20^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 海域随着离日本岛距离的增加,其产量占比下降;南半球 $15^{\circ}\text{S}$ 以南,其产量占比随着纬度增加而上升。大眼金枪鱼赤道附近及 $10^{\circ}\text{N}\sim 25^{\circ}\text{N}$ 区域的产量显著提升。黄鳍金枪鱼高产区扩大至 $110^{\circ}\text{E}\sim 130^{\circ}\text{E}$ (图2)。

渔业稳定期(2000—2022年)中西太平洋地区延绳钓作业的金枪鱼产量时空分布特征变得更加显著。长鳍金枪鱼继续集中在南半球的澳大利亚与新西兰附近及新西兰东侧海域,北半球主要在日本岛东侧和南侧海域。大眼金枪鱼的高产区集中在赤道以北, $10^{\circ}\text{N}\sim 25^{\circ}\text{N}$ 和 $170^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$ 海域。黄鳍金枪鱼集中在赤道附近以及澳大利亚东部沿海海域。此时期延绳钓作业的时空分布呈现以下特征:长鳍金枪鱼分布相对稳定,仍以传统区域为主;大眼金枪鱼高产区域范围缩小,但在 $10^{\circ}\text{N}\sim 25^{\circ}\text{N}$ 海域内优势显著;黄鳍金枪鱼近岸分布显著,赤道附近成为主要捕捞区(图2)。

延绳钓时空分布的变化趋势:(1)在北半球,长鳍金枪鱼始终以日本岛周边为核心,范围逐渐扩大至太平洋中部;在南半球, $15^{\circ}\text{S}$ 以南的长鳍金枪鱼产量占比逐渐增加,成为重要捕捞区域。大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼的捕捞重心分布于赤道附近。(2)高产区域稳定性:长鳍金枪鱼主要集中在日本岛周边和澳大利亚至新西兰海域,大眼金枪鱼的高产区随着时间的推进逐渐向赤道附近集中,且赤道以北的产量占比明显提高,黄鳍金枪鱼逐渐呈现近岸优势,特别是在澳大利亚东部海域和赤道附近的高产量表现。(3)作业分布与技术进步有一定的关联性:渔业起步期,捕捞范围较小,集中在近岸高产区域;渔业扩张期,技术进步促使捕捞范围向太平洋中部和更深更远海域扩展;渔业稳定期,捕捞技术现代化,捕捞范围趋于固定,集中在已知高产区域。(4)渔业起步期到渔业稳定期的金枪鱼主要渔场分布随着时期的推移呈现自北向南、自西向东转移的趋势。



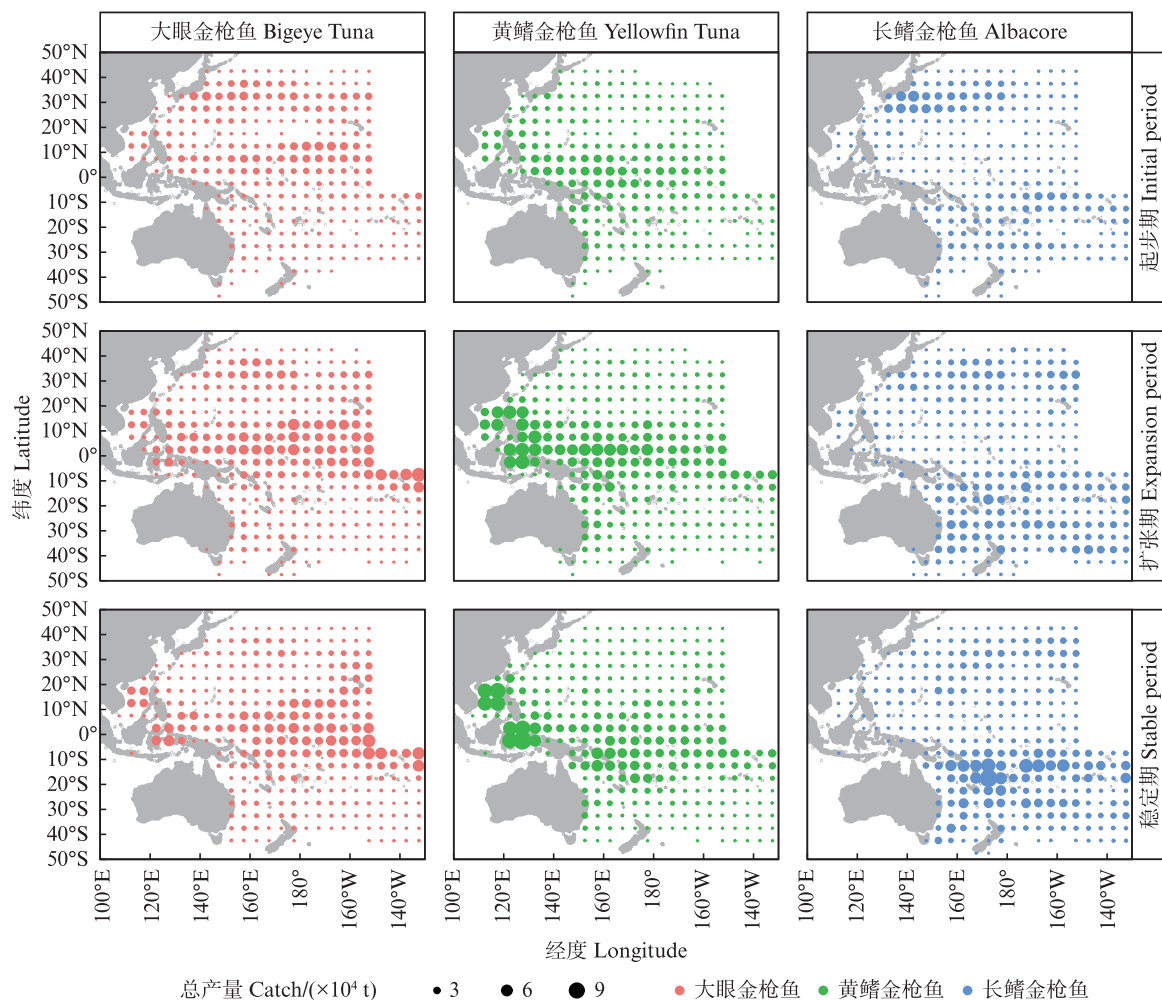


图2 不同时期中西太平洋金枪鱼延绳钓产量时空分布

Fig. 2 Spatial and temporal distribution of longline catches of tuna in the Western and Central Pacific Ocean at different time periods

### 2.2.2 围网产量时空分布

渔业扩张期黄鳍金枪鱼、鲣、大眼金枪鱼主要产量集中于 $10^{\circ}\text{S}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 和 $110^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{W}$ 海域。在赤道附近( $10^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{N}$ )以及日本岛东部海域的围网产量均以鲣和黄鳍金枪鱼为主导,鲣的占比从 $125^{\circ}\text{E}$ 的60%往东逐渐下降,大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼的产量占比逐渐上升但幅度较小。鲣与黄鳍金枪鱼有特定高产区:鲣在日本岛附近( $35^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$ ,  $140^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{E}$ )占比超过80%、 $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ 和 $135^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 海域捕捞总量均超过20万t,其中 $140^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{E}$ 海域产量高达40万t;黄鳍金枪鱼在 $120^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 海域总产量保持在15万t以上(图3)。

2000—2022年渔业稳定期内,围网金枪鱼的时空分布与渔业扩张期相似,鲣的高产区集中于 $140^{\circ}\text{E}\sim 175^{\circ}\text{E}$ 海域,每 $1^{\circ}$ 经度上的总产量约为100

万t,特别是在 $145^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{E}$ 海域,每 $1^{\circ}$ 经度上的总产量甚至超过150万t。黄鳍金枪鱼的高产量经度分布与鲣相似,同样集中在 $110^{\circ}\text{E}\sim 175^{\circ}\text{E}$ 海域(图3)。

渔业扩张期和渔业稳定期围网的鲣和黄鳍金枪鱼的主要高产区位置未发生显著变化,两个时期鲣的产量显著增加,在稳定期内成为主要捕捞鱼种,高产区集中在 $145^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{E}$ 海域。

### 2.3 中西太平洋主要生产国和地区金枪鱼产量时空分布

中西太平洋主要生产国和地区金枪鱼产量划分为两部分:(1)渔业起步期内(1950—1969年)日本、中国台湾省、韩国开始在中西太平洋地区进行金枪鱼渔业活动;(2)渔业起步期后(1970年至今)巴布亚新几内亚、美国、中国大陆逐渐开始进入中西太平洋地区进行金枪鱼渔业活动(图4)。



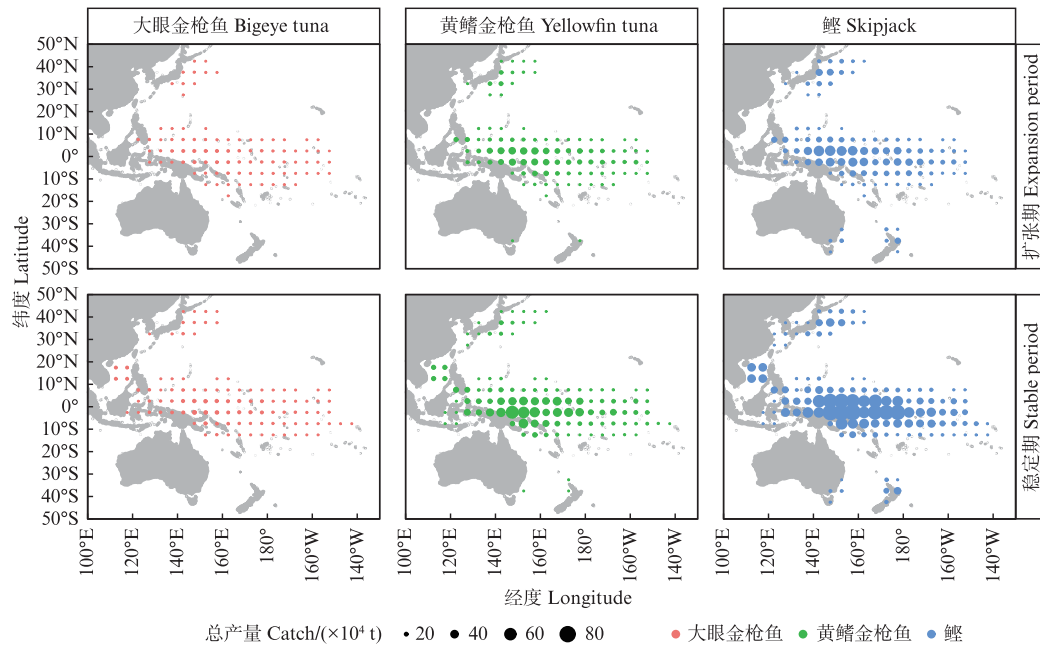


图3 不同时期中西太平洋金枪鱼围网产量时空分布

Fig. 3 Spatial and temporal distribution of purse-seine catches of tuna in the Western and Central Pacific Ocean at different time periods

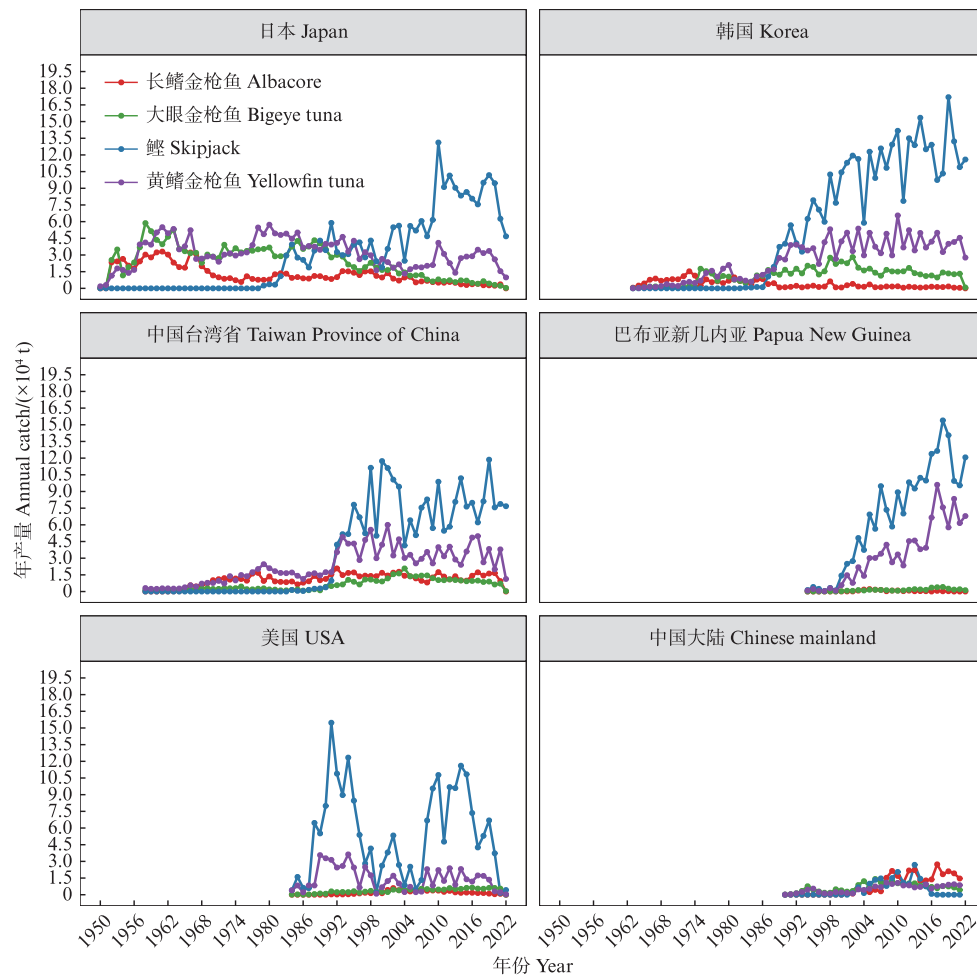


图4 中西太平洋主要生产国和地区金枪鱼产量

Fig. 4 Tuna production in major producing countries and regions in the Western and Central Pacific Ocean

### 2.3.1 渔业起步期内入渔的主要生产国和地区

渔业起步期内入渔国和地区除日本早期就可以大量生产金枪鱼外,中国台湾省和韩国则相对产量较少,作业分布远不及日本的范围广阔。

1950—1969年,日本延绳钓累计捕捞长鳍金枪鱼 44.9 万 t、大眼金枪鱼 63.1 万 t、黄鳍金枪鱼 61.6 万 t,渔业起步期内日本还未开始围网捕捞。1950—1966 年,延绳钓产量逐年增长,随后长鳍金枪鱼产量下降(图 4)。渔业起步期内延绳钓作业分布较广,在整个中西太平洋均有作业分布(图 5)。日本早期金枪鱼延绳钓作业覆盖范围广,捕捞种类结构稳定,凸显其中西太平洋捕捞大国地位。

1963—1969 年,韩国延绳钓长鳍金枪鱼累计捕捞约 3.8 万 t,大眼金枪鱼产量约 0.69 万 t,黄鳍金枪鱼产量约 1 万 t(图 4)。韩国延绳钓作业主要分布于 30°S~5°S、165°E~135°W 海域。渔业起步

期内的韩国捕捞范围较小,分布零散且作业量小(图 5)。韩国早期金枪鱼渔业还不成熟但已开始探索远洋捕捞。

1958—1969 年,中国台湾省延绳钓作业共捕获长鳍金枪鱼 2.5 万 t、大眼金枪鱼 2.1 万 t、黄鳍金枪鱼 4.8 万 t,产量仅次于日本。延绳钓主要渔场位于 35°S~5°S、150°E~135°W 以及东南亚周边海域。中国台湾省早期金枪鱼渔业以黄鳍金枪鱼为核心,延绳钓作业产量长期增长,覆盖东南亚周边渔场以及南半球部分海域。

### 2.3.2 渔业起步期后入渔的主要生产国和地区

渔业起步期后入渔的主要生产国和地区明显比渔业起步期内的主要生产国和地区的产量更高,作业分布更广,并且加入了围网作业方式。日本、韩国、中国台湾省依旧保持着产量优势,巴布亚新几内亚的金枪鱼产量增长迅速,中国大陆的捕捞策略比较稳定,美国产量波动较大。

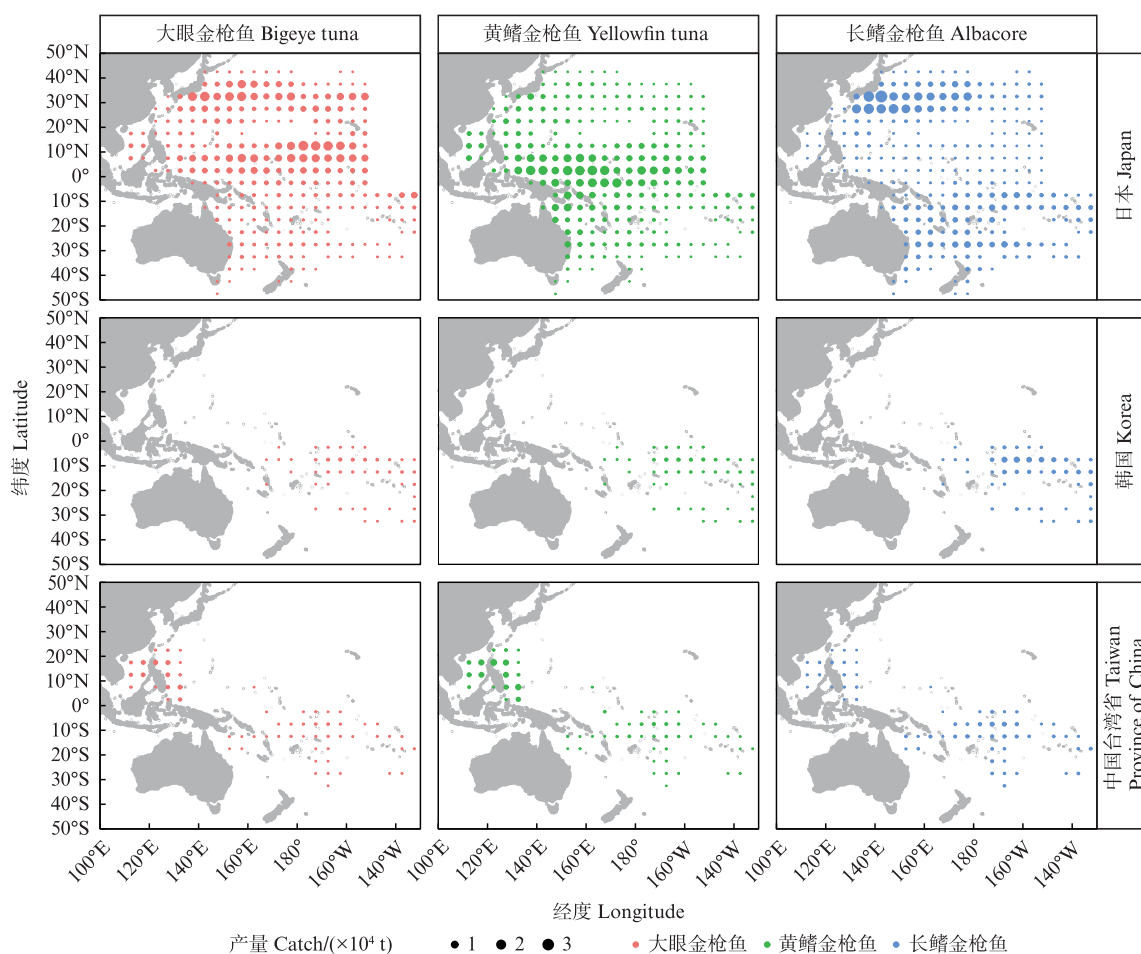


图 5 中西太平洋渔业起步期内入渔的主要生产国和地区金枪鱼产量时空分布

Fig. 5 Spatial and temporal distribution of tuna production from major producers and areas that entered the fishery during the start-up period of the fishery in the Western and Central Pacific Ocean

1970—2021 年日本延绳钓累计捕捞长鳍金枪鱼 89.9 万 t、大眼金枪鱼 171 万 t、黄鳍金枪鱼 165 万 t。1979—2022 年,日本围网累计捕捞鲣 220 万 t、黄鳍金枪鱼 64 万 t、大眼金枪鱼 44 万 t。大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼产量维持高水平至 1980 年后显著减少(图 4)。延绳钓作业主要分布于  $40^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{S}$  和  $15^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$  海域。围网作业主要分布于  $15^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{N}$ 、 $130^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$  热带海域,日本岛东部海域亦有少量作业(图 6)。

1970—2021 年韩国累计捕捞长鳍金枪鱼约 23 万 t,大眼金枪鱼约 65 万 t,黄鳍金枪鱼约 49 万 t。1975 年后,长鳍金枪鱼产量逐渐下降,大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼则持续增加,可见目标鱼种逐渐从长鳍金枪鱼转向大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼。1982—2022 年,韩国围网累计捕捞鲣 341 万 t,黄鳍金枪鱼 104 万 t,大眼金枪鱼 4 万 t。鲣产量持续上升,最高约 15 万 t;黄鳍金枪鱼产量为 1 万~5 万 t(图 4)。韩国延绳钓作业主要分布于  $45^{\circ}\text{S}\sim 15^{\circ}\text{N}$ 、 $150^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{W}$  的远洋海域。围网作业范围集中于  $15^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{N}$ 、 $130^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$  的赤道热带海域(图 6)。

1970—2021 年中国台湾省延绳钓作业共捕获长鳍金枪鱼 69 万 t、大眼金枪鱼 36 万 t、黄鳍金枪鱼 82 万 t。1984—2022 年,围网作业鲣、黄鳍金枪鱼和大眼金枪鱼产量分别为 236 万 t、67 万 t 和 3 万 t。鲣产量持续增加,自 1990 年以来年均超过 7.5 万 t;黄鳍金枪鱼年均约 2.5 万 t(图 4)。延绳钓主要渔场位于  $40^{\circ}\text{S}\sim 15^{\circ}\text{S}$ 、 $150^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{W}$  海域,以及  $15^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$  的北半球部分海域。围网主要作业区集中在  $15^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{N}$ 、 $130^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$  的热带海域(图 6)。中国台湾省金枪鱼渔业以鲣和黄鳍金枪鱼为核心,延绳钓与围网作业产量长期增长,覆盖中西太平洋主要渔场。

巴布亚新几内亚的鲣占捕捞产量的 60%~90%,黄鳍金枪鱼次之,大眼金枪鱼和长鳍金枪鱼的产量较低。围网捕捞为主要产量来源,2000 年后产量迅速增长。鲣产量于 2007 年达 10 万 t,2018 年升至 15 万 t;黄鳍金枪鱼自 2016 年起超过 5 万 t(图 4)。 $20^{\circ}\text{N}$  以北的零星作业点捕捞少量的长鳍金枪鱼、大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼。主要作业区集中于所罗门群岛附近,产量显著高于太平洋中部海域(图 6)。巴布亚新几内亚渔业以鲣和黄鳍金枪鱼为核心,产量持续增长,作业区域集中且捕捞能效高。

美国在中西太平洋的金枪鱼捕捞主要集中在鲣和黄鳍金枪鱼,兼捕少量大眼和长鳍金枪

鱼。1990—2021 年,美国延绳钓总产量为长鳍金枪鱼 6.8 万 t、大眼金枪鱼 11.2 万 t、黄鳍金枪鱼 3.1 万 t。1984—2022 年,美国围网捕捞总产量为鲣 212 万 t、黄鳍金枪鱼 52 万 t、大眼金枪鱼 1.8 万 t。鲣产量波动大,高产年份达 15 万 t,低产年份 1 万 t 左右,并呈现增长后骤减再增长再骤减的趋势;黄鳍金枪鱼产量稳定,通常为 1 万~5 万 t(图 4)。作业区域集中于  $20^{\circ}\text{S}\sim 10^{\circ}\text{N}$ ,并延伸至新西兰西部海域(图 6)。美国金枪鱼渔业以围网捕捞为主,产量高且目标鱼种集中,作业范围广。

中国大陆在中西太平洋的金枪鱼捕捞以鲣和长鳍金枪鱼为主,大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼产量相对较低。1990—2021 年,中国大陆延绳钓捕捞长鳍金枪鱼、大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼总产量分别为 26 万 t、20 万 t 和 13 万 t。2002—2016 年,中国大陆围网捕捞鲣 16.1 万 t、黄鳍金枪鱼 4 万 t、大眼金枪鱼 0.1 万 t(图 4)。围网以鲣为主,少量黄鳍金枪鱼及极少量大眼金枪鱼,作业集中于  $140^{\circ}\text{E}\sim 175^{\circ}\text{E}$ 、 $10^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$  海域(图 6)。中国大陆延绳钓主捕对象为长鳍金枪鱼,围网主捕对象为鲣,中国大陆金枪鱼渔业呈现显著的南北分布特点。

### 3 讨论

#### 3.1 金枪鱼年产量趋势特征

1950—1969 年间仅用延绳钓进行渔业捕捞活动,中西太平洋金枪鱼每年的总产量在 20 万 t 以下,围网作业尚未开展,捕捞规模较小且年产量较小,定义为渔业起步期。1970—1999 年处于 20 世纪末的三十年,渔业技术逐渐提高,围网作业逐步开展,因围网作业的加入,中西太平洋金枪鱼作业产量在 20 世纪 70—80 年代快速提升,且鲣成为中西太平洋海域产量最高的金枪鱼,金枪鱼产量相较渔业起步期都有明显的提高<sup>[10-13]</sup>,作业海域相较渔业起步期更向外扩张,定义为渔业扩张期。

2000—2022 年间因技术成熟和捕捞国/地区的固定,长鳍金枪鱼、黄鳍金枪鱼、大眼金枪鱼和鲣的总捕捞量及其年际捕捞量波动较小,总体呈现上升趋势,渔业资源利用较为稳定。2000 年后,渔船规模和捕捞设备增长减缓或趋于饱和,捕捞能力的扩张受到管理和经济条件的限制,捕捞能力的稳定减少了过度捕捞的压力<sup>[14-15]</sup>,使中西太平洋金枪鱼资源进入产量波动较小的时期,故定义为渔业稳定期。



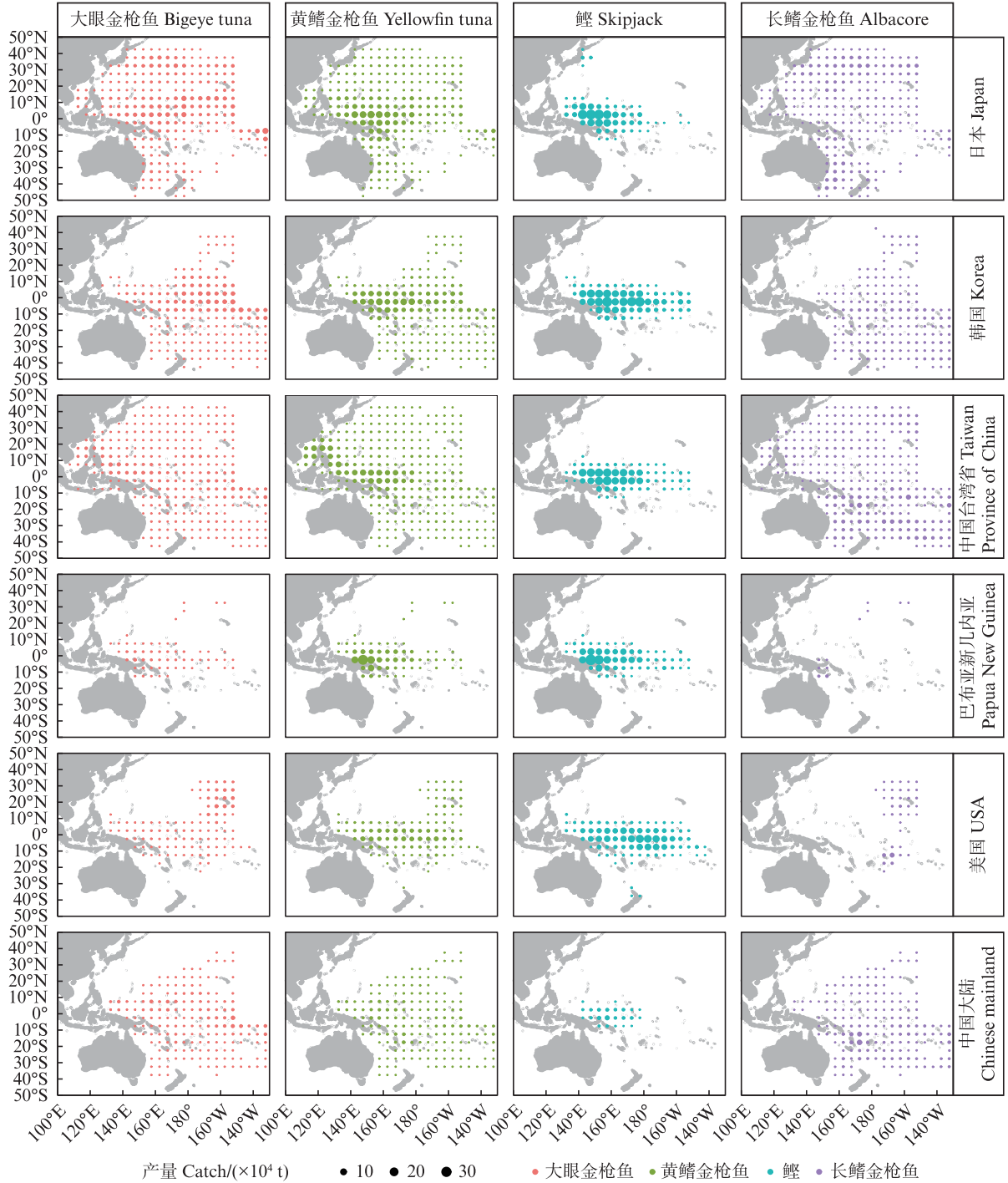


图6 中西太平洋渔业起步期后入渔的主要生产国和地区金枪鱼产量时空分布

Fig. 6 Spatial and temporal distribution of tuna production from major producers and areas that entered the fishery after the start-up period of the fishery in the Western and Central Pacific Ocean

3.2 围网、延绳钓作业主要目标鱼种产量时空分布差异

在生物学上,鲣主要分布在热带和亚热带表层水域(0~200 m),偏好25~30℃的温暖水域<sup>[16]</sup>,具有高度群体性,通常聚集在漂浮物或其他鱼类周围。黄鳍金枪鱼广泛分布于热带和亚热带水

域,通常在表层至200 m深度内活动<sup>[17]</sup>,喜欢聚集在漂浮物周围<sup>[18]</sup>。大眼金枪鱼广泛分布在0~500 m深的水域,有垂直迁移习性,白天栖息于200~400 m深处的冷水中,夜间上浮至50~100 m觅食<sup>[19]</sup>。长鳍金枪鱼长距离洄游能力强,经常在0~600 m深度内活动<sup>[20]</sup>。延绳钓作业放置的钩子

较深,使得它成为大眼金枪鱼和长鳍金枪鱼的主要捕捞方式,因其目标深度与其栖息深度一致<sup>[19]</sup>;围网作业深度较浅,被广泛用于围网捕捞黄鳍金枪鱼和鲐<sup>[21]</sup>,因此表现出延绳钓作业主捕大眼金枪鱼和长鳍金枪鱼,而围网作业主捕鲐和黄鳍金枪鱼的生产模式。

### 3.3 洋流对中西太平洋金枪鱼产量时空分布影响

有研究<sup>[22]</sup>指出,洋流会影响金枪鱼的产卵场和幼鱼的生长环境,金枪鱼的产卵场主要集中在日本沿海和东海,而幼鱼则主要分布在这些海域。并且洋流影响金枪鱼的食物来源和分布,而东澳洲暖流会带来丰富的浮游生物,为金枪鱼等大型鱼类提供食物来源<sup>[23-24]</sup>。因此日本岛和澳大利亚东部海域的洋流变化会通过影响金枪鱼的产卵场、幼鱼生长环境、迁徙路径和食物来源等方面影响金枪鱼产量的时空分布,导致两种作业方式捕捞的金枪鱼主要集中在日本沿海和澳大利亚东部海域。

### 3.4 赤道附近的高初级生产力对中西太平洋金枪鱼产量时空分布影响

赤道附近的上升流和高初级生产力能够支撑较大的金枪鱼种群,这些金枪鱼会在赤道附近进行产卵和觅食活动<sup>[25-27]</sup>。并且赤道附近初级生产力的东西向梯度变化会导致金枪鱼种群在赤道地区的分布和迁徙模式发生变化,影响金枪鱼时空分布<sup>[28-29]</sup>,使得赤道附近(10°S~10°N)一直是大眼金枪鱼、黄鳍金枪鱼、长鳍金枪鱼和鲐的主要捕捞场所。

### 3.5 气候变化对中西太平洋金枪鱼产量时空分布的影响

气候变化通过改变海洋环境和生态系统,导致海洋温度上升,影响金枪鱼分布和迁徙模式发生变化。随着气候变化导致的海洋温度上升和溶解氧浓度的变化,金枪鱼的总生物量可能有所下降,并且金枪鱼种群可能会向东南移动<sup>[30-31]</sup>,渔场将更加靠近赤道。类似于本研究中3个时期的金枪鱼高产区的分布随时间由北向南,由西往东推进,当然也有捕捞装备和捕捞能力提升带来的影响。

### 3.6 中西太平洋金枪鱼主要生产国和地区产量时空分布差异

日本延绳钓产量在1950—1966年间增长迅

速,但自1980年后显著下降,这一趋势与早期渔业技术进步和捕捞强度高引发的资源枯竭密切相关<sup>[32-33]</sup>。韩国在20世纪80年代产量快速增长,主要是由于国际市场需求和围网技术的改进,特别是人工集鱼装置(Fish aggregating devices, FADs)的应用<sup>[34-35]</sup>。中国台湾省20世纪90年代捕捞量迅速提升,与其远洋捕捞支持政策密切相关,渔业现代化设备(如声呐和卫星导航)的引入以及对出口需求的响应,使中国台湾省渔业在国际市场中占据重要地位<sup>[36]</sup>。

巴布亚新几内亚自2000年以来鲐和黄鳍金枪鱼产量显著增长,其专属经济区面积为捕捞活动提供了广阔空间,而与多国的渔业合作进一步促进了围网作业的扩大和捕捞技术的提升<sup>[37]</sup>。

美国鲐产量在1985年后呈现波动趋势,可能与捕捞技术改进和严格的渔业监管政策有关,市场需求变化及国际渔业协定的实施,对捕捞活动的节奏和产量分布产生了重要影响<sup>[38]</sup>。

中国大陆鲐产量自2013年后骤降,原因包括对渔业船队数量和功率的“双控”政策,以及FADs禁用期的规定<sup>[39-40]</sup>。与此同时,自2007年以来,中国大陆通过引入现代化延绳钓船队和扩大作业范围,实现了长鳍金枪鱼产量的持续增长。WCPFC提高的捕捞配额和合理化的渔场管理,为这一增长提供了政策支持<sup>[41-43]</sup>。

综上所述,金枪鱼的生物学特性与捕捞方式密切相关。鲐和黄鳍金枪鱼常聚集在表层水域(0~200 m),适宜围网捕捞,其中FADs的广泛应用显著提升了捕捞效率。相较之下,大眼金枪鱼和长鳍金枪鱼因垂直迁移习性(200~500 m深)更适合延绳钓作业。洋流对金枪鱼的产卵场和食物来源有重要影响。黑潮和东澳大利亚暖流为日本沿海和澳大利亚东部的高产渔场提供理想条件,而赤道上升流及高初级生产力为赤道区域金枪鱼的产卵和觅食提供了丰富资源。此外,各主要生产国和地区产量存在显著差异,日本产量逐渐下降,中国大陆、韩国、中国台湾省等通过技术改进和政策支持实现增长,而巴布亚新几内亚凭借广阔专属经济区金枪鱼捕捞产量显著增加。

作者声明本文无利益冲突。

## 参考文献:

- [1] LEHODEY P. The pelagic ecosystem of the tropical Pacific Ocean: dynamic spatial modelling and biological consequences of ENSO [J]. *Progress in Oceanography*, 2001, 49(1/4): 439-468.
- [2] LEHODEY P, CHAI F, HAMPTON J. Modelling climate-related variability of tuna populations from a coupled ocean-biogeochemical-populations dynamics model[J]. *Fisheries Oceanography*, 2003, 12(4/5): 483-494.
- [3] BERTIGNAC M, LEHODEY P, HAMPTON J. A spatial population dynamics simulation model of tropical tunas using a habitat index based on environmental parameters [J]. *Fisheries Oceanography*, 1998, 7(3/4): 326-334.
- [4] 刘省荣. 中西太平洋海域金枪鱼资源开发与保护现状分析[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.
- LIU S R. Analysis of status with utilization and conservation of the tuna resources in the western and central Pacific Ocean [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017.
- [5] MYERS R A, WORM B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities [J]. *Nature*, 2003, 423(6937): 280-283.
- [6] 宋梦歌, 张俊波, 杨晨星, 等. 全球金枪鱼贸易网络及中国金枪鱼贸易格局变化分析[J]. *上海海洋大学学报*, 2024, 33(1): 242-253.
- SONG M G, ZHANG J B, YANG C X, et al. Analysis of the global tuna trade network and the change of China's tuna trade pattern [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2024, 33(1): 242-253.
- [7] 曹源. 减少金枪鱼延绳钓渔业兼捕海鸟的国际管理研究——以WCPFC为例[D]. 上海: 上海海洋大学, 2023.
- CAO Y. Research on international management for mitigation of seabird bycatch by tuna longline fishery—with WCPFC as an Example [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2023.
- [8] Western and Central Pacific Fisheries Commission. Annual report to the commission Part 1: information on fisheries, research and statistics [R]. Koror: Scientific Committee Nineteenth Regular Session, 2023.
- [9] SUMAILA U R, PAULY D. Catch reconstructions reveal over half a century of global marine fisheries depletion [J]. *Nature*, 2006, 434(7031): 240-243.
- [10] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture 2020 [Z]. Rome: FAO, 2020.
- [11] GONZÁLEZ-GARCÍA S, MOREIRA M T, FEIJOO G. Life cycle assessment of Atlantic mackerel fishing and processing for human consumption [J]. *Journal of Food Engineering*, 2012, 105(2): 170-179.
- [12] GUÉNETTE S, CHRISTENSEN V, PAULY D. Fisheries impacts on North Atlantic ecosystems: models and analyses [R]. Vancouver: University of British Columbia Library, 2001.
- [13] TEH L S L. Discount rates, small-scale fisheries, and sustainability [R]. Vancouver: University of British Columbia Library, 2011.
- [14] CAMPLING L, LEWIS A, MCCOY M. The tuna longline industry in the Western and Central Pacific Ocean and its market dynamics [R]. Honiara: Forum Fisheries Agency, 2017.
- [15] WILLIAMS P, TERAWASI P. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions - 2009 [R]. Nuku'alofa: Scientific Committee Sixth Regular Session, Western and Central Pacific Fisheries Commission, 2010.
- [16] 王爽. 基于空间位置和捕捞方式的中西太平洋鲣鱼资源丰度趋势变化研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2023.
- WANG S. Changes in abundance trends of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) resources in the Western and Central Pacific Ocean based on spatial location and fishing methods [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2023.
- [17] 石肖飞, 王啸, 王佚兮, 等. 热带中西太平洋海域黄鳍金枪鱼的摄食生物学特性[J]. *南方水产科学*, 2022, 18(1): 43-51.
- SHI X F, WANG X, WANG Y X, et al. Feeding biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in tropical central and western Pacific Ocean [J]. *South China Fisheries Science*, 2022, 18(1): 43-51.
- [18] 肖俞辰. 中西太平洋金枪鱼围网人工集鱼装置(FADs)集鱼特性研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2022.
- XIAO Y C. Aggregation characteristics of fish aggregating devices(FADs) in tuna purse seine fisheries in the western and central Pacific Ocean [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2022.
- [19] 石肖飞. 热带中西太平洋大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼的摄食生态学研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2023.
- SHI X F. Feeding ecology of bigeye tuna and yellowfin tuna in the Tropical Western and Central Pacific Ocean [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2023.
- [20] 朱伟俊. 北太平洋长鳍金枪鱼繁殖生物学研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.
- ZHU W J. Reproductive biology of the north pacific albacore *Thunnus alalunga* [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016.
- [21] 宋函欣. 我国中西太平洋金枪鱼围网渔业发展研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2022.
- SONG H X. Study on the development of China tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2022.



- [22] REGLERO P, TITTENSOR D P, ÁLVAREZ-BERASTEGUI D, et al. Worldwide distributions of tuna larvae: revisiting hypotheses on environmental requirements for spawning habitats [J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2014, 501: 207-224.
- [23] WARD T M, MCLEAY L J, DIMMLICH W F, et al. Pelagic ecology of a northern boundary current system: effects of upwelling on the production and distribution of sardine (*Sardinops sagax*), anchovy (*Engraulis australis*) and southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) in the Great Australian Bight [J]. *Fisheries Oceanography*, 2006, 15(3): 191-207.
- [24] YOUNG J W, HOBDAI A J, CAMPBELL R A, et al. The biological oceanography of the East Australian Current and surrounding waters in relation to tuna and billfish catches off eastern Australia [J]. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2011, 58(5): 720-733.
- [25] ROMANOV E V, NIKOLIC N, DHURMEEA Z, et al. Trophic ecology of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the western tropical Indian Ocean and adjacent waters [J]. *Marine and Freshwater Research*, 2020, 71(11): 1517-1542.
- [26] MUÑOZ-ABRIL L J. Biology and connectivity of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean [D]. Mobile: University of South Alabama, 2024.
- [27] NÓBREGA M F, OLIVEIRA M A, LIRA M G, et al. Sustainability of tunas and swordfish exploitation in the equatorial tropical Atlantic Ocean [J]. *Marine Policy*, 2023, 155: 105755.
- [28] LOGAN J M, PETHYBRIDGE H, LORRAIN A, et al. Global patterns and inferences of tuna movements and trophodynamics from stable isotope analysis [J]. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2020, 175: 104775.
- [29] ERAUSKIN-EXTRAMIANA M, ARRIZABALAGA H, HOBDAI A J, et al. Large-scale distribution of tuna species in a warming ocean [J]. *Global Change Biology*, 2019, 25(6): 2043-2060.
- [30] BELL J D, SENINA I, ADAMS T, et al. Pathways to sustaining tuna-dependent Pacific Island economies during climate change [J]. *Nature Sustainability*, 2021, 4(10): 900-910.
- [31] CHANG Y J, HSU J, LAI P K, et al. Evaluation of the impacts of climate change on albacore distribution in the south Pacific Ocean by using ensemble forecast [J]. *Frontiers in Marine Science*, 2021, 8: 731950.
- [32] MATSUMOTO T. Development of longline fishery for tuna [R]. FAO Fisheries Technical Paper, 1974.
- [33] SUZUKI Z, WARASHINA Y. Fishing gear development in tuna fisheries [R]. *Bulletin of Marine Science*, 1977.
- [34] For further information (FFA). Fishing for tuna in the western and central Pacific Ocean: purse seine and longline fishing [EB/OL]. (2019-05) [2019]. [https://wwfasia.awsassets.panda.org/downloads/purse\\_seine\\_longline\\_fishing\\_ffa\\_factsheet.pdf](https://wwfasia.awsassets.panda.org/downloads/purse_seine_longline_fishing_ffa_factsheet.pdf).
- [35] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Tuna: a global perspective [EB/OL]. <https://www.fao.org/4/ap939e/ap939e.pdf>.
- [36] CHANG S K, LIU K Y, SONG Y H. Distant water fisheries development and vessel monitoring system implementation in Taiwan—history and driving forces [J]. *Marine Policy*, 2010, 34(3): 541-548.
- [37] 中国水产科学研究院. 巴布亚新几内亚2006年金枪鱼捕捞量创新高 [EB/OL]. (2007-11-08). <https://www.cafs.ac.cn/info/1053/6212.htm>. Chinese Academy of Fishery Sciences. Tuna catch in Papua New Guinea hits record high in 2006 [EB/OL]. (2007-11-08). <https://www.cafs.ac.cn/info/1053/6212.htm>.
- [38] FAO. Global Tuna Fisheries: Trends and Challenges" [Z]. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 650, 2020.
- [39] 王璞. 国内渔船“双控”政策实施情况分析评估 [D]. 大连: 大连海洋大学, 2024.
- WANG P. Analysis and evaluation of the implementation of the "dual control" policy for domestic fishing vessels [D]. Dalian: Dalian Ocean University, 2024.
- [40] 何珊, 王学昉, 戴黎斌, 等. 人工集鱼装置禁渔期措施对中国大陆金枪鱼围网船队捕捞努力量特征的影响 [J]. *大连海洋大学学报*, 2018, 33(1): 102-107.
- HE S, WANG X F, DAI L B, et al. Impact of fishing aggregation devices (FADs) closure measures on fishing efforts of Chinese tuna purse seine fleets [J]. *Journal of Dalian Ocean University*, 2018, 33(1): 102-107.
- [41] 中西太平洋渔业委员会. 中西太平洋渔业委员会年报 [R]. 2020.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission. Annual report of the western and central Pacific fisheries commission [R]. 2020.
- [42] 国家远洋渔业数据中心. 中国远洋渔业统计年报 [R]. 农业农村部, 2020.
- National Distant-Water Fisheries Data Center. China's distant-water fisheries statistics yearbook [R]. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2020.
- [43] FAO. Global tuna fisheries: status and trends [R]. FAO, 2020.

## Retrospective analysis of major tuna production in the Western and Central Pacific Ocean

ZHENG Linbin<sup>1</sup>, LEI Lin<sup>1,2,3</sup>, WANG Jintao<sup>1,2,3</sup>

(1. *College of Marine Living Resource Sciences and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;*

2. *Key Laboratory of Sustainable Utilization of Oceanic Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai 201306, China;*3. *National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China*)

**Abstract:** In order to understand the major tuna catches in the Western and Central Pacific Ocean, a retrospective analysis was conducted to clarify the spatial and temporal variations in the major tuna catches in the Western and Central Pacific Ocean by collecting data on tuna fisheries provided by the Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). The results show that the changes in the annual production of major tunas in the Western and Central Pacific can be divided into three periods, including the fishery start-up period, when the fishing range was small, longline fishing was dominant, and the production was concentrated in the near-shore high-yield area, and the spatial scope of pelagic fishing was restricted; the fishery expansion period, when purse-seine fishing was introduced, which led to the expansion of the fishing range to the middle of the Pacific Ocean, and to deeper and more distant waters; and the fishery stabilization period, when the fishing technology was modernized, purse-seine fishing dominated, and high-yield fishing grounds were distributed. During the period of fishery stabilization, the fishing technology was modernized and dominated by purse-seine fishing, the distribution of high-yield fishing grounds was clear, and the fishing range tended to be fixed. The study also focuses on analyzing the fishery production, major species caught, spatial and temporal distribution of operations, and trends in production in the major Western and Central Pacific tuna-producing countries and regions (Japan, Korea, Taiwan Province of China, Papua New Guinea, the United States, and Chinese mainland), and discusses the possible impacts of multiple factors, including natural, economic and policy factors, on tuna production. This study may provide a basis for the scientific management and conservation of tuna resources, and provide a reference for the promotion of marine biodiversity and the sustainable management of global tuna resources.

**Key words:** tuna; purse seine; longline; production; retrospective analysis; Western and Central Pacific Ocean