

渔业资源学研究发展现状及趋势

陈新军, 刘金立, 林东明, 贡艺

Review of development and trend in fisheries resource science

CHEN Xinjun, LIU Jinli, LIN Dongmin, GONG Yi

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20220503856>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[世界大洋性鱿钓渔业研究评述](#)

Bibliometrics research of document on the theme of oceanic squid jigging fishery in the world

上海海洋大学学报. 2019, 28(3): 331 <https://doi.org/10.12024/jsou.20181202481>

[长江流域生物资源及生态环境研究进展](#)

Bibliometrics research of documents on biological resources and ecological environment in the Yangtze River Basin of China

上海海洋大学学报. 2020, 29(2): 255 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190302566>

[非静态种群动力学过程影响下的渔业资源评估与管理](#)

Fisheries stock assessment and management in the light of non-stationary population dynamics

上海海洋大学学报. 2022, 31(3): 612 <https://doi.org/10.12024/jsou.20220103693>

[国际休闲渔业研究进展](#)

Review on the research of recreational fisheries in the world

上海海洋大学学报. 2020, 29(2): 295 <https://doi.org/10.12024/jsou.20190502686>

[气候变化对渔业影响研究的文献计量分析](#)

Bibliometric analysis of impacts of climate change on Fisheries

上海海洋大学学报. 2018, 27(2): 304 <https://doi.org/10.12024/jsou.20170602083>

文章编号: 1674-5566(2022)05-1168-12

DOI:10.12024/jsou.20220503856

渔业资源学研究发展现状及趋势

陈新军^{1,2,3,4}, 刘金立⁵, 林东明^{1,2,3,4}, 贡 艺^{1,2,3,4}

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 农业农村部大洋渔业开发重点实验室, 上海 201306; 3. 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306; 4. 大洋渔业资源可持续开发教育部重点实验室, 上海 201306; 5. 上海海洋大学 图书馆, 上海 201306)

摘 要: 为探究渔业资源学研究的发展历程, 分析各时间段的研究热点、关注问题及其变化趋势, 为我国渔业资源学的发展提供参考。基于 Web of Science 核心合集的文献数据, 利用文献计量学方法和 Citespace 软件可视化功能, 对渔业资源学研究文献的年度分布、学科类别以及研究现状和热点等方面进行分析。结果显示, 研究文献总体呈现稳步增长趋势, 特别是 2017 年以来发文量呈现快速增长态势。研究热点与前沿主要有: 重视渔业资源评估的研究; 开展渔业管理方法与实践以及对渔业的影响研究; 开展软骨鱼类、硬骨鱼类以及经济头足类的渔业生物学和生态学研究; 开展气候变化或人类活动对渔业资源及鱼类的影响研究。研究认为, 未来渔业资源学研究应重点开展以下工作: (1) 通过学科交叉创新渔业生物学研究新技术和新方法, 摸清重要经济种类和关键种类的生物学特性; (2) 不断创新渔业资源评估技术, 实现对重要经济种类资源量及可捕量的科学估算; (3) 开发渔业资源管理与养护的新方法, 实现渔业资源的可持续利用; (4) 促进人工智能和大数据等新技术在渔业资源研究中的应用。随着人们对渔业种群认识和研究的深入, 以及研究手段和方法不断发展, 未来渔业资源研究将会向更细、更广、更深等层次拓展, 并把人与渔业资源作为一个整体系统来综合考虑, 从传统的单鱼种-多鱼种-生态系统, 发展到生态社会经济系统, 在人与自然和谐发展过程中实现渔业资源的最优产出和长期可持续利用。

关键词: 渔业资源学; 文献计量学; 研究热点; 知识图谱; 发展趋势

中图分类号: G 353.1; S 931 **文献标志码:** A

渔业资源是自然资源的重要组成部分, 它不仅是人类食物的重要来源之一, 而且为从事捕鱼活动的人们提供了就业、经济利益和社会福利^[1]。根据联合国粮农组织 (Food and Agriculture Organization, FAO) 统计分析, 2016—2020 年, 海洋捕捞产量达 7 930 ~ 8 550 万 t^[2], 2017 年鱼类消费量占全球人口动物蛋白摄入量的 17% 和总蛋白的 7%, 全球超过 33 亿人的人均动物蛋白摄入量的 20% 由鱼类提供^[3], 因此确保渔业资源可持续利用是世界各国和组织关注的重要议题。然而, 渔业资源具有明显的自身特性, 它既不同于不可耗竭的自然资源, 如潮汐能、风能等, 又不同于能耗竭且不能再生的自然资源, 如矿物等, 它是一种有再生限度的生物资

源^[4], 并且大部分种类具有跨区域和大范围的被动流动和季节性的主动洄游, 因此深入研究渔业资源生物学、资源变动等自然特性, 对渔业资源的可持续开发和利用、科学养护与管理等具有十分重要的意义。

渔业资源学是水产学科的主要分支之一。《中国农业百科全书》认为^[5], 渔业资源学是指“研究可捕种群的自然生活史 (繁殖、摄食、生长和洄游), 种群数量变动规律、资源量和可捕量估算, 以及渔业资源管理保护措施等内容, 从而为渔业的合理生产、渔业资源的科学管理提供依据的科学”。《大辞海》中认为^[6], 渔业资源学是“研究渔业资源特性、分布、洄游, 以及在自然环境中和人为作用下数量变动规律的学科, 主要包括渔

收稿日期: 2022-05-11 修回日期: 2022-07-24

基金项目: 国家重点研发计划 (2019YFD0901401); 国家自然科学基金 (41876141); 上海市科技创新行动计划 (19DZ1207502)

作者简介: 陈新军 (1967—), 男, 博士, 教授, 研究方向为渔业资源与渔场学、远洋鱿渔渔业和渔业资源经济学等。E-mail: xjchen@shou.edu.cn

业资源生物学、渔业资源评估学和渔业资源经济学等”。随着人们对渔业资源认识的加深,不同学科的发展与交叉,以及新技术和新手段的发展,近几十年来渔业资源学内涵也在不断延伸和发展,研究的热点、关注的问题和研究手段也在不断更新。但是由于人类捕捞、全球气候变化、近海生态环境破坏等因素,影响渔业资源的外部因子越来越凸显,其影响程度甚至超过了渔业资源本身的适应能力和承受能力,使得渔业资源学研究的时间和空间尺度以及需要考虑的外部因素更为复杂,不确定因素更多,渔业资源学的研究内容也向更深、更细、更广的方向发展。为此本文利用文献计量法,对近几十年来国内外学者在渔业资源学领域发表的论文进行梳理,分析不同时间段研究热点和关注问题及其变化趋势,对渔业资源学未来科技前沿问题进行展望,为我国渔业资源学的发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

研究的文献数据来源于 Web of Science (WOS) 核心合集数据库,选用科学引文索引扩展版 (science citation index-expanded, SCIE)、社会科学引文索引 (social sciences citation index, SSCI) 两个子库为数据源,以渔业生物学、渔业资源评估、渔业资源管理、渔业资源经济学及其相关主题词进行检索,时间范围为 1990—2021 年,检索时间为 2022 年 4 月 10 日,获取 WOS 核心合集中涉及到渔业资源学相关的所有文献样本,共计检索到 3 339 篇文献,同时下载文献样本的年度发文量、来源出版物、作者分布及其合作以及研究方向等基础数据,并下载文献的“全纪录与引用的参考文献”数据,便于后续的知识图谱分析。

1.2 分析方法

利用 Citespace 数据与信息可视化软件 5.8R3 版进行可视化分析^[7-10],并基于合作网络、关键词共现和突变检测的知识图谱分析方法^[11],厘清渔业资源学的研究作者、机构合作网络及其研究进展与热点;在此基础上筛选出渔业资源学相关的重点文献并进行深度阅读,以此来进一步归纳总结该学科的发展脉络及研究趋势。

2 研究结果

2.1 总体研究概况

在 WOS 核心合集中,共检索到 1990—2021 年间渔业资源学领域的研究文献 3 339 篇,按各年度对其发文量和被引频次进行统计分析,结果如图 1 所示。由图 1 可知,32 年间各年度发文量总体呈现动态递增趋势。1990—2007 年间,各年度发文量增长缓慢,从最初的 13 篇,经过 18 年的缓慢增长,至 2007 年达 79 篇,年均发文量为 46 篇;2008—2016 年间,2008 年的发文量较过去的 18 年有小幅增长,为 115 篇,至 2014 年达到极大值,为 174 篇;2017 年后年度发文量呈现快速增长态势,由 2017 年的 197 篇,快速增长至 2021 年的 360 篇。根据历年来文献的增长趋势,尤其是 2017 年以来快速增长态势,可以预测渔业资源学的研究文献在今后一段时间内仍然会持续增长。年度发文量的动态变化可直接反映一个研究领域科学研究的量变过程,也能反映其研究规模的大小,这表明,近年来渔业科学家仍然非常重视对渔业资源学科的研究。

在 WOS 核心合集中,1990—2021 年间,渔业资源学的研究文献总被引频次达到 71 098 次,篇均被引频次达到 21.29 次,总施引文献达到 54 300 余篇,h 指数高达 102,单篇被引频次超过 100 次的文献有 103 篇,其中,渔业领域单篇被引频次最高的 2 篇文献,其被引频次分别达到 409 和 403 次^[12-13]。被引频次和 h 指数等指标是衡量科研论文发表之后产生学术影响力的重要指标^[14],根据上述分析可知,渔业资源学研究文献的科研影响力及国际关注度都是非常高的。

对研究文献涉及的国家或地区分布进行分析,在 WOS 核心合集中,共有 140 余个国家或地区开展了对渔业资源学的相关研究,但研究文献主要集中在渔业发达国家。美国发表的渔业资源学文献数量居全球第一,为 869 篇,占总发文量的 25.13%;中国发文量为 451 篇,占比 13.51%,排名第二;加拿大发文量为 338 篇,占比 10.12%,排名第三;之后发文量超过百篇的国家或地区分别为日本(285 篇)、澳大利亚(256 篇)、巴西(244 篇)、印度(174 篇)、英格兰(159 篇)、西班牙(157 篇)以及法国(146 篇)等。

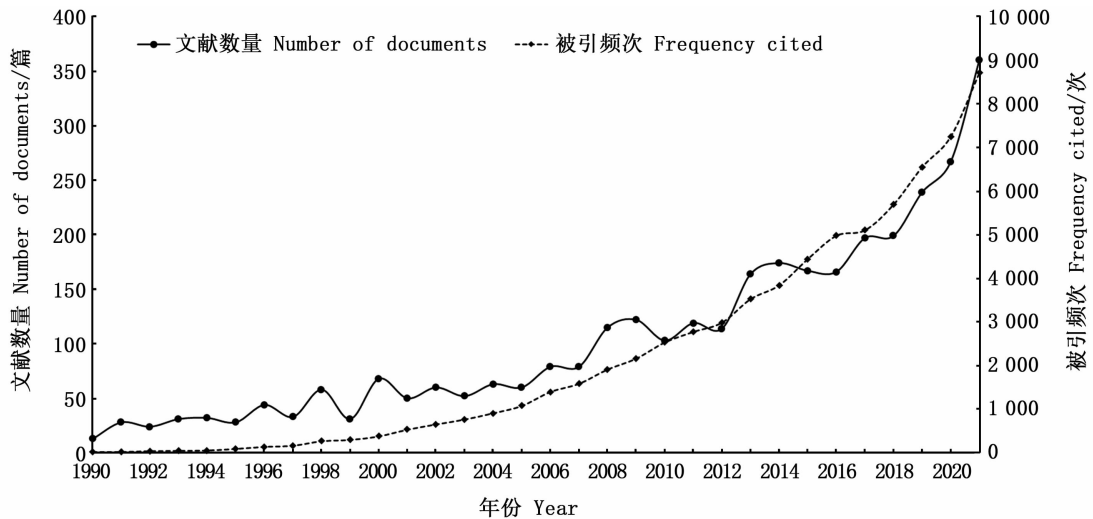


图1 渔业资源学研究文献的年度变化趋势图

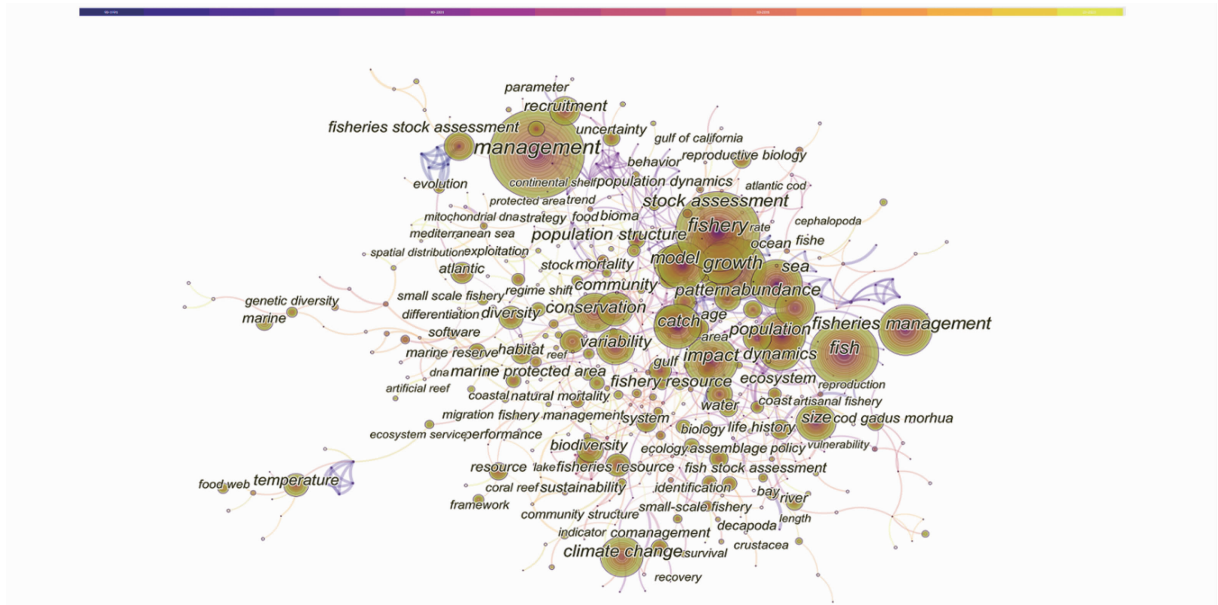
Fig. 1 Annual distribution of documents and frequency cited about the studies of fisheries resources

对研究文献的 WOS 学科类别进行分析,渔业资源学的研究文献主要集中在渔业,其发文量达 1 145 篇,占比 34.29%;其次为海洋淡水生物学,其发文量达 1 029 篇,占比 30.82%;排名第三为海洋学,其发文量为 596 篇,占比 17.85%;排名第四为环境科学,其发文量为 489 篇,占比 14.65%;发文量超过百篇的学科还有生态学、环境研究、国际关系、水资源、动物学、生物多样性保护以及交叉学科等。

2.2 研究进展与热点分析

在文献计量学中,通常可以用关键词出现频次、中心性、聚类分析以及关键词突变检测等来阐述在某个研究领域的热点特征及发展趋势。在 Citespace 中,利用中心性指标来确定文献的重要程度,并重点标注中心性不小于 0.1 的关键词,中心性和出现频次越大的关键词,通常处于连接两个不同研究领域的关键枢纽位置^[11]。关

键词共现与聚类分析是对其定量分析的最终结果进行排序,从统计学的角度找到最优的结果^[15]。利用 Citespace 对研究文献的关键词进行共现分析(图 2),对关键词进行合并和去重,共获得出现频次不少于 5 次的关键词 288 个,其中词频不小于 40 次的关键词有 48 个(表 1)。管理/共同管理词频最高,达到 433 次,渔业/海洋渔业排名第二,词频为 288 次,紧随其后的关键词有生长、海洋及鱼类等,其出现词频都达到 200 次以上,之后涉及到渔业管理、影响、丰度、资源评估、渔业资源、模型、保护、气候变化、渔获量、种群以及渔业资源评估等关键词的出现频次都非常高。关键词中出现频次较高且其中心性不小于 0.1 的有群落(0.25)、死亡率/自然死亡率(0.21)、年龄(0.19)、多样性(0.19)、海洋(0.16)、渔业资源(0.13)、生长(0.11)以及海洋保护区(0.10)等。



图中节点表示关键词频次,节点越大,表明关键词的出现频次越大;节点中不同颜色的年轮圈代表该关键词在不同年份的出现频次,年轮越宽代表其在相应的年份出现频次越多。
 The nodes in the figure represent the frequency of keywords. The larger the nodes, the greater frequency of occurrence of keywords. The different colors of growth rings in nodes represent the frequency of occurrence of the keyword in different years, and the wider the growth rings, the greater frequency of occurrence in corresponding years.

图 2 渔业资源学研究文献的关键词共现图谱
Fig. 2 Keywords based co-occurrence mapping knowledge domain in fisheries resources

表 1 渔业资源学文献高频关键词统计表 (频次 ≥ 40)
Tab. 1 Statistics of high-frequency keywords in fisheries resource (frequency ≥ 40)

序号 No.	关键词 Keywords	频次 Frequency	中心性 Centrality	序号 No.	关键词 Keywords	频次 Frequency	中心性 Centrality
1	management/ co-management 管理/共同管理	433	0.02	25	age 年龄	78	0.19
2	fishery/marine fisheries 渔业/海洋渔业	288	0.02	26	temperature 温度	76	0.04
3	growth 生长	228	0.11	27	ecosystem 生态系统	75	0.01
4	sea (ocean/marine) 海洋	209	0.16	28	marine protected area 海洋保护区	69	0.10
5	fish 鱼类	206	0.04	29	diversity 多样性	69	0.19
6	fisheries management 渔业管理	197	0.05	30	habitat 栖息地	66	0.09
7	impact 影响	173	0.04	31	biodiversity 生物多样性	65	0.02
8	abundance 丰度	156	0.07	32	small scale fishery 群众渔业	65	0.02
9	stock assessment 资源评估	149	0.03	33	population dynamics 种群动态	58	0.01
10	fishery resource 渔业资源	148	0.13	34	gulf 海湾	56	0.01
11	model 模型	143	0.07	35	system 系统	54	0.07
12	conservation 保护	138	0.05	36	life history 生活史	54	0.05
13	climate change 气候变化	136	0.02	37	sustainability 可持续	51	0.01
14	catch 渔获量	128	0.03	38	Atlantic 大西洋	49	0.07
15	population 种群	126	0.01	39	biomass 生物量	48	0.06
16	fisheries stock assessment 渔业资源评估	120	0.06	40	river 河流	47	0
17	pattern 模式	117	0	41	assemblage 聚集	47	0.05
18	dynamics 动态	112	0.02	42	cod <i>Gadus morhua</i> 大西洋鲑鱼	46	0.05
19	mortality/natural mortality 死亡率/自然死亡率	110	0.21	44	resource 资源	45	0.02
20	size 规模	104	0.01	43	uncertainty 不确定性	45	0.02
21	population structure 种群结构	104	0.04	45	stock 资源、种群	44	0.02
22	variability 可变性	103	0.06	46	reproductive biology 繁殖生物学	44	0
23	community 群落	103	0.25	47	biology 生物学	44	0.04
24	recruitment 补充量	90	0.03	48	identification 鉴定	42	0.02

根据关键词间的关联程度,可将其聚集成不同的聚类,同一个聚类中的关键词共现频次高,能共同反映出某一个相近的研究领域,亦可发现该领域内不同研究议题的组成及关联情况^[10,16]。图3为对关键词共现后进行的聚类分析,得到基于关键词共现的时间线聚类图谱,该图谱能够准确地揭示该领域内各个时期的研究重点,并能直观地反映出研究热点随时间的变化趋势。通过聚类分析,共生成49个聚类,其中规模较大且具有关联的聚类有15个。对关键词进行突变检测,能快速找出出现频次不高却在某些年份集中出现的关键词,突变强度(strength)越高的关键词所受的关注度越高,可准确地分析渔业资源学研究在不同时期的研究热点和前沿进展,借助于Citespace软件分析,共获得跨越2年以上的突变关键词37个(表2)。由表2可知,突变强度较高的关键词有虹鳟、位点、渔获量、模型、软件、资源、种群、种群动态、生态系统、选择性、生物学、大西洋鲑、比率、渔业资源评估、小型渔业等。从渔业资源学文献的突变性关键词来看,该领域的研究热点呈现出多元化现象,突变性关键词随时间节点而改变,表明研究者们在不同时期关注的研究热点存在较大的差异。

结合时间线聚类和关键词突变并分析相关文献后,渔业资源学领域的主要研究热点有:(1)重视对渔业资源评估方面的研究。渔业调查是现代渔业资源评估的重要组成部分,调查时间序列是使现代渔业资源评估建模成为可能的重要依据^[17],补充群体的年际变动包括年龄、群体组成或种群结构等是驱动渔业种群动态变化的最大生物过程之一,无论是实际种群分析(virtual population analyses)、剩余产量模型(surplus production models),还是综合统计资源评估模型(integrated statistical stock assessment models)均需考虑到补充群体的动态变化;无论使用贝叶斯方法(Bayesian)、最大似然方法(maximum likelihood methods),还是使用似然罚分法(penalized likelihood approaches)来近似推断或评估,需要考虑未来的时间变化^[18];有多种渔业资源评估方

法,包括种群-补充量关系(stock-recruitment relationships)、补充量指数(recruitment indices)、扫海面积生物量估算法(swept-area biomass estimates)、生产模型(production models)、世代分析(cohort analysis)、单位补充量产量模型(yield-per-recruit models)、基于体长的世代分析法(length-based cohort analysis),以及种群规模的衰减估算方法(depletion estimates of stock size)等应用于头足类种群资源评估^[19]。(2)注重对渔业管理方法与实践以及管理对渔业的影响等方面研究。通常说管理渔业就是管理人,渔业科学本质上涉及关注鱼类及其种群动态、人类及其行为以及政策和决策的学科^[20-21],无论是商业渔业,还是休闲渔业都需要引入技术创新来促进对渔业的管理,但对于渔业管理者和决策者来说,技术可能带来意想不到的挑战,当他们尝试跟上应用新技术带来的变化时,从而采取了一些保守甚至定义不清的管理方法^[22];近年来,人们越来越关注渔业的多物种方面、海洋学与鱼类丰度之间的联系以及更全面的渔业管理方法。(3)开展软骨鱼类、硬骨鱼类以及经济头足类的渔业生物学和生态学方面的研究。主要研究鱼类的生命周期史,包括其年龄、生长与发育^[23-24]、摄食性与营养水平^[25]、耳石微化学^[26]、遗传生物学和基因组学^[27-28]以及头足类生活史与生态学^[29]等。(4)气候变化或人类活动对渔业资源或鱼类的影响。过度捕捞和气候变化越来越多地导致海洋生态系统发生意想不到的变化,如鱼类补充的变异性增加或物种优势和分布的变化,从而改变了鱼类种群的生产力^[12-13];对渔业资源影响较大的全球气候变化现象主要有厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)、北大西洋涛动(north Atlantic Oscillation, NAO)以及太平洋年代际振荡(Pacific decadal oscillation, PDO)等,这些现象对全球气候和环境均产生持久而深远的影响,气候波动与渔业产量之间存在显著关系,全球气候变化是世界渔业资源产量和分布变化的重要原因之一,并直接或间接影响渔场的位置变动、鱼群的洄游路线以及渔汛的变化等^[30-33]。

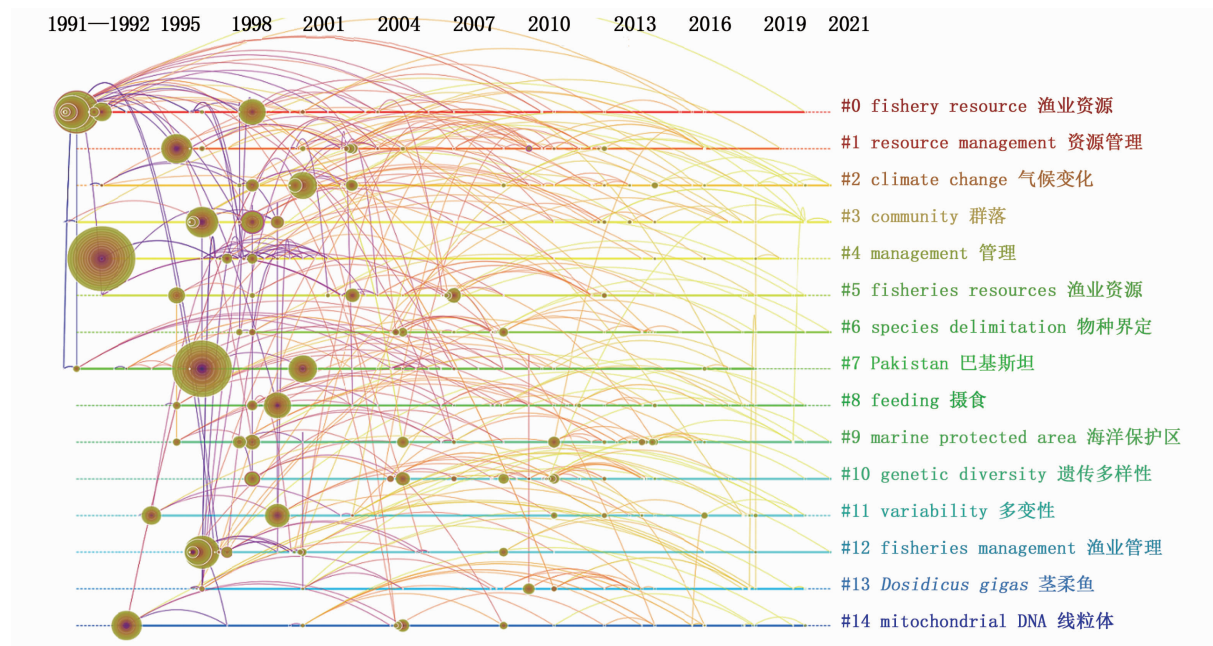


图 3 渔业资源学研究文献的关键词时间线聚类图谱

Fig.3 Keywords timeline clustering map of the research articles in fisheries resource

表 2 基于突变检测获得的热点关键词

Tab.2 Hot keywords with the strongest citation bursts

序号 No.	热点关键词 Hot Keywords	突变起始 Start	突变结束 End	突变强度 Strength	序号 No.	热点关键词 Hot Keywords	突变起始 Start	突变结束 End	突变强度 Strength
1	Rainbow Trout 虹鳟	1996	2009	7.02	20	software 软件	2010	2015	5.77
2	catch 渔获量	1996	2003	6.11	21	biology 生物学	2010	2013	4.88
3	model 模型	1998	2007	5.87	22	fisheries management 渔业管理	2010	2015	3.64
4	stock 资源	1998	2015	4.15	23	policy 政策	2010	2013	3.58
5	Chesapeake Bay 切萨皮克湾	1998	2009	3.58	24	population dynamics 种群动态	2012	2013	5.18
6	population 种群	2000	2003	5.43	25	wild 野生	2012	2015	4.31
7	fish stock assessment 渔业资源评估	2000	2011	4.46	26	protected area 保护区	2012	2015	3.75
8	decision analysis 决策分析	2000	2009	3.90	27	Pacific 太平洋	2012	2017	3.57
9	coast 沿岸	2000	2007	3.76	28	reserve 自然保护区	2014	2019	3.83
10	ecosystem 生态系统	2004	2009	5.11	29	Indian Ocean 印度洋	2014	2019	3.80
11	Atlantic salmon 大西洋鲑	2004	2013	4.86	30	system 系统	2014	2017	3.52
12	rate 比率	2004	2011	4.65	31	selectivity 选择性	2016	2019	4.98
13	Great Barrier Reef 大堡礁	2006	2013	4.05	32	fish assemblage 鱼类聚集	2016	2019	4.69
14	fisheries resource 渔业资源	2006	2009	3.65	33	fisheries stock assessment 渔业资源评估	2016	2019	4.64
15	loci 位点	2008	2013	6.13	34	small scale fishery 小型渔业	2016	2021	4.45
16	CPUE 单位捕捞努力量	2008	2013	4.56	35	CEDA 渔获量数据分析	2016	2019	4.24
17	transport 输送	2008	2009	4.11	36	body size 个体大小	2016	2019	4.12
18	crustacea 甲壳动物	2008	2011	3.85	37	marine 海洋	2018	2021	3.96
19	Brachyura 短尾亚目	2008	2015	3.60					

3 结论与展望

3.1 结论

本文基于 WOS 核心合集中检索到的渔业资源学相关文献数据,利用文献计量学方法和

Citespace 软件的可视化分析功能,从渔业资源学研究领域的论文年度分布、作者与机构合作、关键词突变以及研究热点展示等方面展开了深入分析,得出以下主要结论。

(1)从 WOS 年度发文量变化及其被引情况

来看,1990年以来,渔业资源学的研究文献总体呈现稳步递增趋势,尤其是2017年后,各年度发文量呈现快速增长态势,且在今后一段时间内仍然会呈现持续增长态势;研究文献主要集中在美国、中国、加拿大、日本以及澳大利亚等国家,且研究文献的篇均被引频次及h指数均非常高,表明该领域研究的科研影响力及国际关注度非常高,近年来各国渔业科学家非常重视对渔业资源学科的研究。

(2)从研究热点来看,通过关键词聚类及其中心性与突变检测分析,该领域的研究热点与前沿为4个方面:一是重视对渔业资源评估方面的研究;二是注重对渔业管理方法与实践以及管理对渔业的影响等方面研究;三是针对软骨鱼类、硬骨鱼类以及经济头足类的渔业生物学和生态学方面的研究;四是气候变化或人类活动对渔业资源或鱼类的影响。

3.2 发展趋势与展望

世界捕捞渔业正处在十字路口。一方面,渔业资源对经济增长、粮食安全、营养保障和渔民生计等做出了越来越大的贡献,但另一方面,海洋中约有34%已评估的鱼类种群处在生物学不可持续水平^[3]。同时,气候变化对渔业资源的影响在进一步加剧,影响因子和影响程度及其不确定性在不断加大,对渔业资源种群动力学的研究难度越来越大,如何通过渔业资源学的科技进步,来应对未来越来越多复杂的外部挑战,以确保渔业资源的可持续利用,实现FAO倡导的《2030年可持续发展议程》目标14(保护和可持续利用海洋和海洋资源以促进可持续发展)和蓝色经济增长目标,是全世界渔业资源学家面临的共同问题。为此,本研究综合渔业资源学的发展现状,结合行业的重大需求和可持续发展战略,提出未来渔业资源学应重点开展的研究工作:

(1)通过学科交叉创新渔业生物学研究新技术和新方法,构建区域性或者全球性的渔业资源调查与监测网络,共同推进渔业生物学的发展与种群特性研究,较为全面系统地厘清重要经济种类的生物学特性。渔业资源生物学是渔业资源学的基础性工作,但是由于海洋鱼类等渔业资源栖息在海洋中,具有隐蔽性和跨界(国)或跨洋分布的特点,以及由于渔业资源调查方法和调查工具的局限性,无法全面了解其种群组成、空间分

布以及洄游过程等信息,特别是产卵场等早期生活史过程。因此,未来加强国际和区域合作,加强渔业资源调查信息和样品的共享,建立重要经济种类标志放流国际计划,构建国际性渔业资源调查监测平台;加强多学科交叉,发展立体几何形态测量学和人工智能形态测量学^[34],建立水生生物种类的“人脸图谱”大数据,构建多种技术的种群结构鉴别体系;探索建立个体及其组织形态参数与生活史阶段以及生长环境的关系,发展基于多环境因子的生长模型;利用标记技术、物种分布模型、生物体组织微量化学元素“印记”反演、环境DNA等多种技术^[35-36],基于海洋环境等大数据,建立水生动物的洄游分布研究新方法;结合肠胃环境DNA和脂肪酸等技术,辅以生物地球化学示踪物方法,以单物种摄食与洄游分布为基础,探究多物种时空-营养生态位关系的动态变化,构建重要海域的生物间摄食矩阵以及基本食物网结构;基于细胞组织学、繁殖生物学等理论,开展重要经济种类的繁殖策略、能量流动等研究,重点关注资源群体仔稚鱼的营养诉求和成体生殖发育的环境生理学特性,以及对栖息海域环境的选择适应性,探讨影响生殖发育的生物和非生物关键环境因子。在全球变暖、海洋酸化等背景下,探讨全球气候变化对种群生长模式、生命周期、洄游路线、栖息分布、摄食生态与繁殖等生物学特性的影响及其适应性的研究^[37-39],为掌握气候变化背景下渔业资源种类适应能力和科学养护提供依据。

(2)创新渔业资源评估技术,充分考虑种群的生活史特性及其非定性种群动力学参数,发展多种渔业资源评估新模型,实现对重要经济种类资源量及其可捕量的准确估算。开展渔业资源评估,掌握渔业资源种群数量变动状况,是开展科学养护和管理渔业资源的基础。百年来,传统渔业资源评估模型的构建通常是假设其种群动力学的复杂过程包括生长与死亡等种群参数是不随时间发生变化的^[40],然而,随着全球气候变化的加剧、人类捕捞强度的增加以及各种因素的叠加,海洋中一些种类资源量经常发生大规模、突发性和持续性的变化,这些变化已影响着其种群关键动力学过程,形成非定性种群动态(non-stationary population dynamics)^[41-43],并对传统的渔业资源评估产生了很大的影响^[44-46]。同时,由

于数据误差与模型假设错误等原因,使得渔业资源评估产生了回顾性问题(retrospective problem)^[47]。因此,未来渔业资源评估学要重点考虑非定性种群动态下的关键种群动力学过程,在发展新型的渔业资源评估模型时,应针对不同种类的生活史特性和种群特性,积极引入外部环境变量或者随时间变化的种群动力学参数,开发和提出新的生物学参考点。对一些贫数据的渔业,要以预防性措施为原则针对性开发渔业资源评估新模型。同时,要结合物理海洋学和生物海洋学等理论,结合对种群生长、死亡等种群参数,借助个体生物模型(IBM)和计算机技术模拟其生长、洄游,以及资源的发生与补充过程^[48],建立起基于生态系统的渔业资源预测与评估技术。此外,应积极开展渔业声学研究,构建渔业种类的目标强度和去噪声的新算法^[49],结合人工智能等技术实现对目标种类的判别,建立起基于三维的渔业资源声学评估新技术,实现与渔业资源评估数理模型的相互补充和验证,为渔业资源的科学管理和养护提供支撑。

(3)创新渔业资源管理与养护的方法,开展海洋渔业的脆弱性评价和资源价值核算,发展主动性适应管理新措施,实现渔业资源的可持续开发和利用。渔业资源管理与养护是实现渔业可持续发展的关键。渔业资源开发是自然系统和人类活动相互作用的过程,因此渔业资源管理和养护必须要把人类经济活动和渔业资源系统看作一个整体来考虑。同时,不同国家和不同地区的社会经济水平与基础条件有差异,人们对渔业资源的认识及其所要求提供的功能与福利也有所不同,因此,作为一种跨界(国家和地区)共享的自然资源,未来渔业资源管理与养护措施必须要结合各国和地区实际,综合平衡生态效益、经济效益和社会效益,利用渔业资源经济学理论和方法,在充分考虑渔业管理中不确定性因素基础上^[50],深入开展渔业资源的生物-经济-社会管理策略评价,同时结合气候变化等对渔业资源的影响,开展海洋渔业的脆弱性评价^[51],以及渔业资源的价值核算研究^[52-53],提出渔业资源可持续利用评价体系与方法^[54],科学指导渔业资源的管理与养护。同时,要根据未来种群可能的变化趋势,主动提出管理策略并根据管理效果进行不断改进,从过去被动适应管理发展为主动适应管

理^[40],达到渔业资源的优化管理,从而为实现FAO倡导的蓝色经济增长目标提供新的理论支撑^[55]。

(4)人工智能等新技术在渔业资源学中的应用。进入21世纪,自动识别系统(AIS)、人工智能、机器学习和大数据等新技术不断涌现,正在不断渗透到渔业研究的各个领域^[3],为渔业资源学的研究与发展提供了新机遇。AIS是一项用于船舶航海安全的跟踪技术,它每隔10~30s会发送船舶的位置、身份、航线和速度等相关信息,这些信息将有助于捕捞活动类型的区分,实现不同类型渔具捕捞强度的量化,弥补捕捞努力量传统估算方法的不足,并将其捕捞努力量指标用于种群评估,同时,也可对不同类型渔业的渔获量和捕捞努力量进行近实时监测,为不确定性和气候变化下的渔业资源管理提供技术支持。过去十年里,全球约有400颗卫星在观测地球的气候和环境,几千个浮标在收集环境数据,近五万艘渔船以及部分捕捞活动和(丢失的)渔具得到跟踪监测,一些渔船、渔具、海洋动物等被安装了感应器,因此,全球海洋渔业的数据正在以前所未有的速度增加^[3],这些庞大的基础数据为开展全球渔业资源监测、评估和科学养护提供了基础。未来,拟采用大数据、人工智能等新技术为主管部门提供渔业活动的实时监管,实现渔业资源的精准管理,如,可通过科学预测资源量和渔获量为决策者提供实时支持,以确定哪些捕捞区应该关闭何时关闭,同时可根据渔业实际情况对渔业管理策略做出主动性适应,从而彻底改变目前渔业管理的现状。此外,深水原位生物环境采集与分析装置、无人渔业资源调查船(艇)等新装备与新技术的出现,也为未来渔业资源调查、评估提供更加便捷高效的手段。

纵观渔业资源学科的发展趋势,随着人们对渔业种群认识和研究的深入,以及研究手段和方法不断发展,未来渔业资源学将会向更细、更广、更深等不同层次拓展,并把人与渔业资源作为一个整体系统来综合考虑,从传统的单鱼种-多鱼种-生态系统,发展到生态社会经济系统,学科更为交叉、综合和深入,考虑的影响因子更多、更全、更加符合和接近实际,调查和监测手段更为先进、系统、完善,获取的数据更为及时、准确,并最终建立起一个基于生态环境、社会经济等综合

因素下的渔业资源开发与科学养护模拟仿真系统,能够较为准确地预测种群数量变动规律,模拟不同开发策略下资源量状况及可捕量,实现人-自然系统中渔业资源的最优产出,以及渔业资源长期可持续利用。

参考文献:

- [1] Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the Sustainable Development Goals. . Rome. 2018. <https://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>
- [2] Food and Agriculture Organization. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. [EB/OL]. 2020. [access in 19 March 2022]. www.fao.org/fishery/statistics/yearbook/en
- [3] Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. 2020.
- [4] 陈新军. 渔业资源经济学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.
CHEN X J. Economics of fishery resources [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2020.
- [5] 中国农业百科全书总编辑委员会水产业卷编辑委员会. 中国农业百科全书-水产业卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
Editorial Board of China Agricultural Encyclopedia Editorial Board of Aquaculture Volume. Chinese agricultural encyclopedia aquaculture volume [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1994.
- [6] 夏征农, 陈至立. 大辞海[M]. 上海: 上海辞书出版社, 2009.
XIA Z N, CHEN Z L. DaCihai [M]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House, 2009.
- [7] CHEN C M. Searching for intellectual turning points; Progressive knowledge domain visualization[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101(s1): 5303-5310.
- [8] CHEN C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [9] 肖明, 陈嘉勇, 李国俊. 基于 CiteSpace 研究科学知识图谱的可视化分析[J]. 图书情报工作, 2011, 55(6): 91-95.
XIAO M, CHEN J Y, LI G J. Visualization analysis on the research of mapping knowledge domains based on CiteSpace [J]. Library and Information Service, 2011, 55(6): 91-95.
- [10] 刘金立, 陈新军. 世界大洋性鲑钓渔业研究评述[J]. 上海海洋大学学报, 2019, 28(3): 331-343.
LIU J L, CHEN X J. Bibliometrics research of document on the theme of oceanic squid jigging fishery in the world [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2019, 28(3): 331-343.
- [11] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 2 版. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2017.
LI J, CHEN C M. CiteSpace: Text mining and visualization scientific literature [M]. 2nd ed. Beijing: Capital University of Economics and Trade Press, 2017.
- [12] METHOT R D JR, WETZEL C R. Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management [J]. Fisheries Research, 2013, 142: 86-99.
- [13] PUNT A E, HILBORN R. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach [J]. Reviews in Fish Biology & Fisheries, 1997, 7(1): 35-63.
- [14] 丁洁兰, 杨立英, 孙海荣, 等. 基于文献计量的“一带一路”区域及沿线国家科研合作态势研究[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(6): 626-636.
DING J L, YANG L Y, SUN H R, et al. Bibliometric study on research collaboration among the belt and road areas and countries [J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2017, 32(6): 626-636.
- [15] 范泽宇, 白雪兰, 徐聚臣, 等. 渔业资源与生态环境交叉领域的研究现状——基于 Web of Science 的文献计量学与可视化分析[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(6): 141-151.
FAN Z Y, BAI X L, XU J C, et al. Current situation of research on intersection of fishery resources and ecological environment; bibliometrics and visualization analysis based on Web of Science [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2021, 40(6): 141-151.
- [16] 肖鹏飞, 吴德东. 全球植物修复研究文献计量分析[J]. 生态学报, 2021, 41(21): 8685-8695.
XIAO P F, WU D D. Bibliometric analysis of global research on phytoremediation [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(21): 8685-8695.
- [17] KIMURA D K, SOMERTON D A. Review of statistical aspects of survey sampling for marine fisheries [J]. Reviews in Fisheries Science, 2006, 14(3): 245-283.
- [18] MAUNDER M N, THORSON J T. Modeling temporal variation in recruitment in fisheries stock assessment: A review of theory and practice [J]. Fisheries Research, 2019, 217: 71-86.
- [19] PIERCE G J, GUERRA A. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries [J]. Fisheries Research, 1994, 21(1/2): 255-285.
- [20] FENICHEL E P, ABBOTT J K, HUANG B. Modelling angler behaviour as a part of the management system; synthesizing a multi-disciplinary literature [J]. Fish & Fisheries, 2013, 14(2): 137-157.
- [21] SAKURAMOTO K. Studies on the forecasting and management for fisheries resources using simulation method [J]. Nippon

- Suisan Gakkaishi, 2001, 67(4): 623-626.
- [22] COOKE S J, VENTURELLI P, TWARDEK W M, et al. Technological innovations in the recreational fishing sector: implications for fisheries management and policy [J]. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2021, 31(2): 253-288.
- [23] KOCK K H, EVERSON I. Shedding new light on the life cycle of mackerel icefish in the Southern Ocean[J]. *Journal of Fish Biology*, 2003, 63(1): 1-21.
- [24] JOURDAIN N O A S, BREIVIK O, FUGLEBAKK E, et al. Evaluation of sampling strategies for age determination of cod (*Gadus morhua*) sampled at the North Sea International Bottom Trawl Survey[J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2020, 77(3): 859-869.
- [25] STERGIOU K I, KARPOUZI V S. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish[J]. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2002, 11(3): 217-254.
- [26] AVIGLIANO E, VANINA V A. A Review of the application of Otolith microchemistry toward the study of Latin American fishes[J]. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2016, 24(4): 369-384.
- [27] MIYA M, GOTOH R O, SADO T. MiFish metabarcoding: a high-throughput approach for simultaneous detection of multiple fish species from environmental DNA and other samples[J]. *Fisheries Science*, 2020, 86(6): 939-970.
- [28] AMOUSSOU T O, ABDOU KARIM I Y, DAYO G K, et al. An insight into advances in fisheries biology, genetics and genomics of African tilapia species of interest in aquaculture [J]. *Aquaculture Reports*, 2019, 14: 100188.
- [29] LISHCHENKO F, PERALES-RAYA C, BARRETT C, et al. A review of recent studies on the life history and ecology of European cephalopods with emphasis on species with the greatest commercial fishery and culture potential [J]. *Fisheries Research*, 2021, 236: 105847.
- [30] BÁZ J C, GIMENO L, REAL R. North Atlantic Oscillation and fisheries management during global climate change[J]. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2021, 31(2): 319-336.
- [31] QUINZÁN M, CASTRO J, MASSUTÍ E, et al. Disentangling the influence of fishing, demography, and environment on population dynamics of Iberian Peninsula waters fish stocks [J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2020, 77(1): 1-11.
- [32] 方海, 张衡, 刘峰, 等. 气候变化对世界主要渔业资源波动影响的研究进展[J]. *海洋渔业*, 2008, 30(4): 363-370.
- FANG H, ZHANG H, LIU F, et al. A summary of research progress related with the fluctuation of the worldwide main marine fishery resources influenced by climate changes[J]. *Marine Fisheries*, 2008, 30(4): 363-370.
- [33] 余为. 西北太平洋柔鱼冬春生群对气候与环境变化的响应机制研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.
- YU W. Response mechanism of winter-spring cohort of neon flying squid to the climatic and environmental variability in the Northwest Pacific Ocean[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016.
- [34] 王超, 方舟, 陈新军. 基于文献计量的几何形态测量在渔业中的应用研究进展[J]. *海洋渔业*, 2022, 44(1): 112-128.
- WANG C, FANG Z, CHEN X J. Advances in the application of bibliometrics-based geometric morphometrics in fisheries [J]. *Marine Fisheries*, 2022, 44(1): 112-128.
- [35] 刘必林, 林静远, 方舟, 等. 头足类角质颚稳定同位素研究进展[J]. *海洋渔业*, 2018, 40(2): 242-248.
- LIU B L, LIN J Y, FANG Z, et al. Review on the stable isotopes in cephalopod beaks[J]. *Marine Fisheries*, 2018, 40(2): 242-248.
- [36] 马金, 田思泉, 陈新军. 水生动物洄游分布研究方法综述[J]. *水产学报*, 2019, 43(7): 1678-1690.
- MA J, TIAN S Q, CHEN X J. Review of the research methods for migration and distribution of aquatic animals[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 43(7): 1678-1690.
- [37] 王岩, 陈新军, 方舟. 海洋环境变化对北太平洋柔鱼耳石形态的影响[J]. *上海海洋大学学报*, 2021, 30(2): 301-310.
- WANG Y, CHEN X J, FANG Z. Effects of marine environment variation on the statolith morphology of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the north Pacific Ocean[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2021, 30(2): 301-310.
- [38] 刘金立, 陈新军. 海洋生物多样性研究进展及其热点分析[J]. *渔业科学进展*, 2021, 42(1): 201-213.
- LIU J L, CHEN X J. Research progress and hotspots of marine biodiversity: Based on Bibliometrics and knowledge mapping analysis [J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2021, 42(1): 201-213.
- [39] 陈芾, 陈新军, 陈长胜, 等. 基于文献计量的全球海洋酸化研究状况分析[J]. *生态学报*, 2018, 38(10): 3368-3381.
- CHEN P, CHEN X J, CHEN C S, et al. Bibliometric analysis of the global study on ocean acidification [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(10): 3368-3381.
- [40] 张帆, 陈新军. 非静态种群动力学过程影响下的渔业资源评估与管理[J]. *上海海洋大学学报*, 2022, 31(3): 612-619.
- ZHANG F, CHEN X J. Fisheries stock assessment and management in the light of non-stationary population dynamics [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2022, 31(3): 612-619.
- [41] VERT-PRE K A, AMOROSO R O, JENSEN O P, et al. Frequency and intensity of productivity regime shifts in marine fish stocks[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110(5): 1779-1784.
- [42] ZHANG F. Early warning signals of population productivity

- regime shifts in global fisheries [J]. *Ecological Indicators*, 2020, 115: 106371.
- [43] SZUWALSKI C S, HOLLOWED A B. Climate change and non-stationary population processes in fisheries management [J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2016, 73(5): 1297-1305.
- [44] 鲁红月, 陈新军. 影响太平洋褶柔鱼冬生群资源丰度的表温因子及其机理分析[J]. *上海海洋大学学报*, 2022, 31(2): 534-541.
- LU H Y, CHEN X J. Mechanisms analysis of the stock abundance index for the winter-spawning cohort of *Todarodes pacificus* based on the factor of SST[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2022, 31(2): 534-541.
- [45] 张畅, 李纲, 陈新军. 不同模式下气候变化对智利竹筴鱼补充量的影响[J]. *海洋学报*, 2021, 43(9): 48-58.
- ZHANG C, LI G, CHEN X J. Impact of climate change on recruitment of *Trachurus murphyi* based on different regimes [J]. *Haiyang Xuebao*, 2021, 43(9): 48-58.
- [46] 苏程程, 汪金涛, 陈新军. 基于环境因子的西北太平洋秋刀鱼资源量评估研究[J]. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 2021, 51(s1): 10-18.
- SU C C, WANG J T, CHEN X J. Stock assessment of Pacific Saury (*Cololabis saira*) in Northwest Pacific Ocean using environment dependent surplus production model [J]. *Periodical of Ocean University of China*, 2021, 51(s1): 10-18.
- [47] 官文江, 高峰, 雷林, 等. 渔业资源评估中的回顾性问题[J]. *上海海洋大学学报*, 2012, 21(5): 841-847.
- GUAN W J, GAO F, LEI L, et al. Retrospective problem in fishery stock assessment [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2012, 21(5): 841-847.
- [48] 李曰嵩, 白松麟, 余为, 等. 基于个体的西北太平洋柔鱼冬春生群生活史早期生态模型构建[J]. *海洋学报*, 2021, 43(9): 33-47.
- LI Y S, BAI S L, YU W, et al. Construction of individual-based ecological model of early life history of winter-spring cohort of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in the Northwest Pacific Ocean [J]. *Haiyang Xuebao*, 2021, 43(9): 33-47.
- [49] 杨洋, 朱国平, 陈新军. 基于文献计量的渔业声学研究状况分析[J]. *海洋渔业*, 2020, 42(4): 476-489.
- YANG Y, ZHU G P, CHEN X J. A review and prospect of fisheries acoustic research based on bibliometric analysis [J]. *Marine Fisheries*, 2020, 42(4): 476-489.
- [50] 何珊, 陈新军. 渔业管理策略评价及应用研究进展[J]. *广东海洋大学学报*, 2016, 36(5): 29-39.
- HE S, CHEN X J. Review on management strategy evaluation and its application in fishery [J]. *Journal of Guangdong Ocean University*, 2016, 36(5): 29-39.
- [51] 张雨晴, 陈新军. 基于DEMATEL-ISM-MICMAC法中国远洋鱿钓渔业脆弱性指标选择与分析[J]. *上海海洋大学学报*, 2022, 31(2): 479-490.
- ZHANG Y Q, CHEN X J. Selection and analysis of vulnerability indexes of China's pelagic squid jigging fishery based on DEMATEL-ISM-MICMAC method [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2022, 31(2): 479-490.
- [52] 王雅丽, 陈新军, 李纲. 资源价值核算理论在渔业资源中的应用[J]. *上海海洋大学学报*, 2012, 21(2): 272-279.
- WANG Y L, CHEN X J, LI G. Application of resource accounting theory into fishery resource [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2012, 21(2): 272-279.
- [53] 焦敏, 陈新军. 自然资源价值核算理论在海洋渔业资源中的应用[J]. *海洋湖沼通报*, 2014(3): 75-81.
- JIAO M, CHEN X J. Application of natural resources value accounting theory into marine fisheries resources [J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2014(3): 75-81.
- [54] 陈新军. 我国远洋渔业高质量发展的思考[J]. *上海海洋大学学报*, 2022, 31(3): 605-611.
- CHEN X J. Reflections and suggestions on high-quality development of distant-water fisheries in China [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2022, 31(3): 605-611.
- [55] 易炜, 陈新军. 蓝色增长研究进展及在近海渔业资源[J]. *海洋湖沼通报*, 2020(3): 150-157.
- YI W, CHEN X J. A review on blue growth theory and its application into exploitation of fishery resource in coastal waters [J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2020(3): 150-157.

Review of development and trend in fisheries resource science

CHEN Xinjun^{1,2,3,4}, LIU Jinli⁵, LIN Dongmin^{1,2,3,4}, GONG Yi^{1,2,3,4}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Oceanic Fisheries Exploration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai 201306, China; 3. National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China; 4. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai 201306, China; 5. Library of Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to explore the development process of fisheries resources science, we analyzed the research hot spots, concerned problems and variation trends in each research periods, and provided reference for the development of fishery resources science in China. The methods of bibliometric analysis and Citespace software were used to review the document related to the study on fisheries resource science and indexed ISI Web of Science Core Collection database. We first created descriptive statistics of the number of articles published annually and frequency distribution. Then, the methods of key words based on knowledge mapping and burst analysis were used to explore the research hotspots and recent frontiers. The results showed that the overall studies on fisheries resource science increased steadily in the past decades, especially the number of documents has shown a rapid growth trend since 2017. The most hotspots in fisheries resource science include attaching importance to the research on the fisheries resources assessment, paying attention to the research on fishery management methods, practice and the impact of management on fishery, studying fishery biology and ecology of the bony Osteichthyes, the cartilaginous and economic Cephalopods, and studying impacts of climate changes or human activities on fishery resources or fishes. The study found that the future research of fishery resources should focus on the following work: (1) finding out the biological characteristics of important economic species and key species through interdisciplinary innovation of new techniques and methods in fishery biology; (2) innovating new techniques in fishery resources assessment to realize the accurate estimation of the amount of important economic species resources and the allowable catch; (3) innovating new methods in fishery resources management and conservation to realize the sustainable development of fishery resources; (4) applying new techniques such as artificial intelligence and big data in fishery resources research. With the development of understanding and research on fish stocks, and the development of research means and methods, and the research on fishery resources in the future will be expanded to a more detailed, broader and deeper level, and the people and natural fishery resources will be considered as a whole system, from the traditional single-species-multi-species-ecosystem, to the eco-socio-economic system, to achieve the optimal output of fishery resources in the human-natural system, as well as the long-term sustainable utilization of fishery resources.

Key words: fisheries resource science; bibliometric method; research hotspots; knowledge mapping analysis; development and trend