

南极磷虾捕捞加工船利用现状及趋势分析

张馨月^{1,2}, 郑汉丰¹, 刘勤¹, 王万勇³, 覃干景³

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所 上海 200090; 2. 上海海洋大学 上海 201306;
3. 江苏深蓝远洋渔业有限公司 连云港 222000)

摘要: 南极磷虾广泛分布于南极水域, 资源储量非常丰富, 是全球海洋中最大的单种可捕生物资源。文章梳理了全球南极磷虾捕捞加工船运行情况, 剖析了主要国家南极磷虾开发利用及捕捞加工船的发展现状, 选取了“福荣海”和“南极耐力”, 对我国南极磷虾捕捞加工船与挪威渔船进行了对比分析, 指出中国南极磷虾捕捞加工船的发展还存在专业化程度不高、生产模式存在问题且传统渔船捕捞方式有待改进以及船载加工技术有待进一步提高的问题。基于此, 研究认为在未来中国应推进转型升级, 形成新型南极磷虾捕捞加工渔船体系; 强化产业素质, 不断提升捕捞渔船渔具装备水平; 完善加工环节, 突破船载加工技术“瓶颈”, 以期通过该研究能够对中国南极磷虾捕捞行业的发展提供帮助。

关键词: 南极磷虾; 桁杆泵吸; 捕捞加工船

中图分类号: P74 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005—9857(2022)09—0114—07

Utilization Status and Trend Analysis of Antarctic Krill Fishing and Processing Ships

ZHANG Xinyue^{1,2}, ZHENG Hanfeng¹, LIU Qin¹, WANG Wanyong³, QIN Ganjing³

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;
2. Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. Jiangsu Shenlan Yuanyang Fishery Company, Lianyungang 222000, China)

Abstract: Antarctic krill is widely distributed in Antarctic waters, with rich resource reserves. It is the largest single catching biological resource in the world's oceans. This paper combed the operation of global Antarctic krill fishing and processing ships, analyzed the development and utilization of Antarctic krill and the development status of fishing and processing ships in major countries, selected “Furong Sea” and “Antarctic Endurance”, made a comparative analysis between China's Antarctic krill fishing and processing ships and Norwegian fishing boats, and pointed out that there were still some problems in the development of Chinese Antarctic krill

收稿日期: 2021-11-29; 修订日期: 2022-08-03
基金项目: 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”专项项目“极地渔业资源连续捕捞与精深加工模式示范”(2020YFD0901204).
作者简介: 张馨月, 硕士研究生, 研究方向为渔业经济与战略
通信作者: 刘勤, 副研究员, 博士, 研究方向为渔业经济与管理

fishing and processing ships. There were problems in the production mode, the traditional fishing methods of fishing vessels needed to be improved and the on-board processing technology needed to be further improved. Based on this, it was considered that China should promote transformation and upgrading and form a new Antarctic krill fishing and processing fishing vessel system in the future; strengthen the industrial quality and constantly improve the fishing gear and equipment level of fishing vessels; improve the processing links and break through the bottleneck of on-board processing technology, to provide help to the development of China's Antarctic krill fishing industry.

Keywords: Antarctic krill, Truss rod pumping, Fishing processing vessel

0 引言

南极磷虾学名南极大磷虾(*Euphausia superba* Dana),它隶属于甲壳纲,磷虾目,磷虾科,磷虾属,广泛分布于南大洋水域。个体最大体长可达 65 mm,体重 2 g,渔业捕捞的主要磷虾群体为体长介于 40~65 mm 的较大成体,体长一般 40~60 mm。它是地球上最大的生物资源种类,1977—1986 年由南极研究科学委员会和海洋研究科学委员会等国际组织联合调查,南大洋的磷虾蕴藏量约为 6.5 亿~10 亿 t,年可捕量相当于目前全球海洋捕捞渔业产量。它们以浮游植物为食,在较小程度上以浮游动物为食,是南极海域其他生物的主要营养来源,被认为是南大洋生态系统中的关键物种^[1]。

对人类来说,南极磷虾属于高蛋白质的食物,磷虾肉的蛋白质含量为 17.65%,其他营养价值也非常丰富。目前,南极磷虾产品包括冻虾、虾粉、虾油、虾肉等,通过二次开发制成保健品、动物饲料及人类食品等。此外,磷虾本身还具有广阔的药用前景,磷虾体内的磷脂,不饱和脂肪酸,虾青素等物质具有重要的医用与保健价值。南极磷虾产品的目标市场主要由食品、水产饲料、营养品和制药业组成。其中,磷虾粉的目标市场更倾向于水产饲料与食品;磷虾油的目标市场主要倾向于营养保健和制药行业^[2]。对此,世界各远洋渔业大国不断提高捕捞效率,纷纷参与到南极磷虾开发和利用之中,中国也于 2009 年开始商业探捕。目前,以挪威为首,韩国、中国、乌克兰和智利等南极磷虾开发利用国家,已经建成或者将计划建造新型的专业南极磷虾捕捞加工船列入了计划。中国在“863”计划、科技

支撑计划和重点研发计划等专项支持下,有关科研院所与企业在南极磷虾船舶设计、捕捞装备、船载加工装备等方面取得了一系列重要进展,首艘专业南极磷虾捕捞加工船“深蓝”号也即将于近期赴南极作业^[3]。南极磷虾含有高活性的内源性水解酶,易于自溶导致鲜度快速下降,对捕捞船舶与装备的要求较高,由于起步晚、技术积累薄弱,我国南极磷虾捕捞加工渔船发展与挪威等国还存在较大差距。本研究选取中国和挪威两艘具有代表性的渔船进行了对比分析,基于此指出我国南极磷虾捕捞渔船发展存在的主要问题,并提出相应建议,以期为我国未来南极磷虾捕捞加工渔船的发展提供助力。

1 全球南极磷虾捕捞加工船运行情况

截至 2021 年,全球南极磷虾开发利用经过近 60 年的发展,各国共同协力在加大开发利用该资源的同时,不断突破南极磷虾产业技术“瓶颈”,对高性能装备、数字化信息等捕捞渔船上的应用进行了综合研究,以保证该资源得到可持续利用提供科学依据。随着苏联的解体,特别是在 1993—2006 年,南极磷虾开发利用进入了低迷时期。之后,随着南极磷虾重要价值的凸显,各国越来越意识到南极磷虾作为“战略资源”的重要性,南极磷虾试捕和商业性开发力度也不断加大。如表 1 所示,2016—2020 年,在 48 区各区域的捕捞总量逐年增长,船均捕捞量除 2020 年外,持续上升。

2021 年,中国(4 艘渔船),挪威(3 艘渔船),韩国(5 艘渔船),乌克兰(1 艘渔船)和智利(1 艘渔船)向《南极海洋生物资源养护公约》(CCAMLR)申报参与南极磷虾捕捞。与上一个捕捞季相比,获得南

极磷虾捕捞许可的渔船数量较上一年增加 2 艘。近 5 年来,CCAMLR 为多个国家颁发了作业许可证,以用于在南极海域开展南极磷虾捕捞作业,具体如表 2 所示。

表 1 2016—2020 年南极磷虾在 48 区不同分区的
捕捞量和船只的数量

年份	48.1 区		48.2 区		48.3 区	
	捕捞量	渔船	捕捞量	渔船	捕捞量	渔船
	/t	/艘	/t	/艘	/t	/艘
2016	154 441	11	34 301	6	71 407	6
2017	149 334	9	69 046	6	18 558	5
2018	151 677	9	137 880	7	23 174	5
2019	155 795	10	162 574	10	71 799	5
2020	157 081	12	178 382	12	115 318	9

数据来源:www.ccamlr.org。

表 2 2017—2021 年持有 CCAMLR 作业许可证的
主要南极磷虾捕捞船数量 艘

年份	智利	中国	韩国	挪威	乌克兰
2017	1	4	3	3	2
2018	1	2	3	3	1
2019	2	2	3	3	1
2020	1	4	3	4	1
2021	1	4	5	3	1

数据来源:www.ccamlr.org。

2 主要国家南极磷虾开发利用及捕捞加工船发展现状

目前从事捕捞磷虾的国家主要有智利、中国、韩国、挪威和乌克兰等,表 3 为 2016—2019 年近 4 个渔季各国南极磷虾捕捞产量。

表 3 2016—2019 渔季各国南极磷虾捕捞产量 t

国家	2015— 2016 年	2016— 2017 年	2017— 2018 年	2018— 2019 年
智利	3 708	0	14 060	21 131
中国	65 018	38 112	40 742	50 423
韩国	23 071	34 506	36 005	42 939
挪威	160 941	156 884	207 103	245 014
乌克兰	7 412	7 949	15 080	22 427
总计	260 150	237 451	312 990	381 934

数据来源:www.ccamlr.org。

2.1 智利

智利位于南美洲的最南端,其南部地区与目前主要的南极磷虾捕捞作业海域相毗邻^[4]。1983—1994 年,智利渔业发展研究所和一些公司开展了主要旨在勘探和研究该物种的捕捞活动^[5-6]。在 1983 年智利磷虾渔获量仅 5 000 t,但因为南极磷虾的资源基础相当丰厚,所以他们认为南极磷虾最终将成为智利渔业的主要对象。从 2011 年开始,工厂拖网渔船便开始持续进行南极磷虾商业性捕捞,主要以生产磷虾粉,并用以尝试制作多种磷虾食品,如拌虾粉、虾腿、香肠、虾肉馅和虾糊等。智利的南极磷虾渔船主要有 2 艘^[7-8],一条为 Cabo de Hornos,建造于 1976 年,该船主尺度(L×B×D×d)为 72 m×13.5 m×8 m×5.49 m(其中,L 为船长,B 为型宽,D 为型深,d 为设计吃水),主机功率为 1 912 kW,主要作业方式为艉滑道拖网,主要产品形式为冻虾和虾粉;另一艘为 Antarctic Endeavour,建造于 1989 年,该船主尺度(L×B×D×d)为 79.98 m×13 m×8.1 m×5.5 m,主要作业方式也为艉滑道拖网,产品形式和 Cabo de Hornos 相同,也为冻虾和虾粉,Antarctic Endeavour 投入捕捞生产并使用至今,极大地推动了智利的南极磷虾产业发展。

2.2 韩国

1986 年韩国开始涉猎南极磷虾捕捞,1987 年正式进行商业捕捞生产作业,很快就取得了较好的成绩,在 20 世纪 90 年代初,其捕捞产量就高达 400 t 以上。但 1993 年,韩国短暂退出商业开发的行列。直到 1999—2000 年,韩国又重新回到了南极磷虾商业开发的队列,主要是受益于韩国政府的资助和技术变革^[9]。由表 3 可见,韩国南极磷虾捕捞产量从 2015—2016 年渔季开始一直保持上升态势,2018—2019 年渔季比 2015—2016 年渔季多了近一倍。近年来,韩国走的是轻捕捞、重加工的路线,更倾向于购买其他国家的南极磷虾原材料来制成虾粉、提油或是制成其他南极磷虾产品,再进行二次销售。韩国的南极磷虾捕捞船主要有 3 艘^[7-8],分别为:①In Sung Ho,建造于 1970 年,主机功率为 2 795 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为 95.61 m×15 m×9.81 m×

5.34 m,主要作业方式为艏滑道拖网;②Kwang Ja Ho,建造于1986年,主机功率为3 601 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为94 m×15.6 m×6.6 m×6.3 m,主要作业方式为艏滑道拖网;③Sejong,建造于1990年,主机功率为(2 995×2)kW,该船主尺度(L×B×D×d)为120.47 m×19 m×12.2 m×6.6 m,主要作业方式也为艏滑道拖网。这3条船与智利和乌克兰的船相近,都由渔船改造且船龄较大,平均每条船每年的磷虾捕捞量在1万t以上。

2.3 挪威

2003—2004年,挪威曾以南太平洋瓦努阿图国旗国形式捕捞南极磷虾,捕捞量较小^[10]。2005年,挪威正式进行南极磷虾商业捕捞,虽然起步较晚,但其南极磷虾的产量却居捕捞南极磷虾各国之首,是名副其实的后起之秀。挪威的南极磷虾产业发展之所以迅速,与其远洋作业经验,先进的渔具,及其在连续泵吸捕捞系统的性能优化与捕捞技术的不断提升分不开。且挪威与别的国家不同,并不单单只是从事捕捞加工或后期生产,而是专注于南极磷虾的捕捞、加工、新产品开发、市场开拓、科学研究和实用技术开发等各个环节^[4]。挪威最具代表性的公司是Aker BioMarine,该公司提供用于人类营养、水产养殖和宠物食品的产品,是目前全球规模最大的专门从事南极磷虾捕捞、产品研发和生产的企业。挪威代表性的南极磷虾捕捞加工船^[7-8]有:①Sega Sea,建造于1974年,主机功率为4 437 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为92.0 m×16.5 m×8.5 m×7.95 m,主要作业方式为艏滑道拖网和桁杆泵吸,船上加工产品主要为虾粉;②Antarctic Sea,建造于1999年,主机功率为3 960 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为132.2 m×19.87 m×9.65 m×7.05 m,主要作业方式为桁杆泵吸,船上加工产品主要为虾粉;③Juvel,建造于2003年,主机功率为6 000 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为129.6 m×23 m×13.3 m×7.9 m,主要作业方式为桁杆泵吸,船上加工产品主要为虾粉;④Antarctic Endurance(以下简称“南极耐力”)建造于2018年,主机功率为6 000 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为129.6 m×23 m×13.3 m×7.9 m,主要作业方式为桁杆泵

吸,船上加工产品主要为虾粉。作为科研用船,Kronprins Haakon^[8]建造于2017年,船载重量为3 613 t, L为100 m, B为21 m,主机功率为17 000 kW。

2.4 中国

2009年,中国开始进行南极磷虾商业捕捞。由于是首次探捕,面对捕捞对象的转型,在渔业企业的支持下,大型加工拖网渔船被派往南极海域从事南极磷虾资源探捕作业^[11]。但由于经验不足等多重原因,年捕捞量与挪威、韩国等相比,差距较大。2012年,中国引进了日本专业南极磷虾捕捞加工船“福荣丸”(现船名“福荣海”),2013年“福荣海”投入生产^[11]。江苏深蓝远洋渔业有限公司在2018年投资建造了“深蓝”远洋渔船,它是目前国内最大、全球先进的远洋渔业捕捞加工船,是一艘集海洋渔业资源捕捞、加工为一体的多功能作业船。2019年11月24日,我国自主设计建造的“深蓝”号(Shen Lan)加入南极磷虾捕捞队,不仅配有目前世界最先进的连续泵吸捕捞系统和全自动生产流水线,还可兼顾远洋科考^[3]。虽然中国加入南极磷虾捕捞行业较晚,但是捕捞技术的不断进步以及捕捞装备逐步智能化,使得南极磷虾的捕捞量正在持续增长。我国南极磷虾捕捞单季渔船数量增加到4~5艘,捕捞产量已跻身第二集团,作业时间由2个月延长至9个月,实现了主要渔场和作业季节的全覆盖^[12]。近年来,中国从事南极磷虾捕捞作业的渔船主要有4条^[7-8,13]:①福荣海(Fu Rong Hai),建造于1972年,主机功率为4 192 kW,该船主尺度(L×B×D×d)为110.75 m×17.8 m×11 m×6.5 m,主要作业方式为艏滑道拖网,船上加工产品主要为虾粉、虾肉和冻虾;②龙腾(Long Teng),建造于1990年,主机功率为(2 650×2)kW,该船主尺度(L×B×D×d)为120.47 m×19 m×1.2 m×6.6 m,主要作业方式为艏滑道拖网,船上加工产品主要为虾粉和冻虾;③龙发(Long Fa),建造于1988年,主机功率为(2 650×2)kW,该船主尺度(L×B×D×d)为120.47 m×19 m×1.2 m×6.6 m,主要作业方式为艏滑道拖网,船上加工产品主要为虾粉和冻虾;④“福远渔9818”(Fu Yuan Yu 9818)属于福建正冠渔业开发有限公司,该公司购买改造该船的费用

高达 5 000 余万元,2019 年 11 月 18 日该船从舟山港扬帆起航,2020 年“福远渔 9818”在南极的顺利投产,取得了良好的市场预期。

2.5 乌克兰

在 20 世纪 60 年代之后,乌克兰加入南极磷虾捕捞队伍,对南极磷虾资源进行研究与开发。进入 21 世纪之后,由于受南极磷虾捕捞技术和装备的限制,一些传统捕捞国家逐渐淡出南极磷虾资源的开发行列,如韩国、波兰、日本等^[14]。近年来,随着南极磷虾的高附加值产品生产越来越成熟,乌克兰在南极磷虾捕捞上也一直努力着。乌克兰南极磷虾捕捞加工船 More Sodruzhestva^[7-8],建造于 1986 年,主机功率为(2 576×2)kW,该船主尺度(L×B×D×d)为 114.5 m×17.3 m×11.4 m×6.6 m,主要作业方式为艟滑道拖网,船上加工产品主要为冻虾、肉罐头和虾粉。

表 4 南极磷虾捕捞渔船“福荣海”与“南极耐力”的渔船特征参数对比

船名	权利人	建造年份	功率/kW	总吨/t	鱼舱数/m ³	船员数/人	载重吨/t
“福荣海”	辽渔集团有限公司	1972	4 192	5 306	2 733	100	1 450
“南极耐力”	Aker Biomarine	2018	6 000	6 400	6 400	55	3 150

数据来源:www.ccamlr.org。

3.1 “南极耐力”

“南极耐力”属于挪威的阿克海洋生物技术股份有限公司(Aker Biomarine ASA,以下简称“阿克公司”)。一直以来,阿克公司专注于南极磷虾产业的发展,作为全球领先的南极磷虾专业公司,其产品覆盖水产饲料、人类保健品和宠物饲料等多方面,产品均获得海洋管理委员会(Marine Stewardship Council,MSC)的认证,具有可追溯性,其南极磷虾产品在全球相关市场很受欢迎,同时,作为国际大多数南极磷虾企业的原料供应商,阿克公司对全球市场的整体发展情况有着深远的影响。先进的南极磷虾捕捞加工船为公司的发展奠定了基础。阿克公司拥有 300 余项南极磷虾核心专利,其中,大多数专利在有效状态,连续泵吸捕捞和磷虾油加工技术等一直受核心专利保护,阿克公司在南极磷虾产业的领导地位十分显著^[15-26]。

“南极耐力”建造于 2018 年,是一艘专门捕捞南

3 我国南极磷虾捕捞加工船与挪威渔船的对比——以“福荣海”和“南极耐力”为例

目前我国南极磷虾捕捞作业方式一般都为艟滑道拖网作业方式。随着挪威在连续泵吸捕捞系统的性能优化与捕捞技术的不断提升,以及船载加工产品不断完善和成熟,近年来,该作业方式的竞争优势十分明显。我国刚投入使用的“深蓝”号。主机功率为(4 000×2)kW,该船主尺度(L×B×D×d)为 120 m×21.6 m×12.5 m×7 m,主要作业方式为桁杆泵吸和艟滑道拖网,船上加工产品主要为虾肉、虾粉和冻虾,但鉴于该船尚无捕捞成果,因此本研究选取了挪威的“南极耐力”和近 5 年来一直进行捕捞作业的“福荣海”进行对比分析。“福荣海”属于辽渔集团有限公司,已经连续投入捕捞生产 49 年,积累了丰富的作业经验(表 4)。

极磷虾的远洋渔船,船长约 130 m,船上配备了先进的捕捞、船载加工装备,实现了南极磷虾高效捕捞与船载加工处理,且最大限度地减少副渔获量。该船配备了新型主动滚动阻尼系统,从而减少海上恶劣条件对船载加工车间和科研实验室的影响,使生产和科研团队能够在各类天气条件下安全工作。该船使用挪威造船及设计集团开发能源管理系统,优化了生产中的能源消耗,包括热回收。该船的锅炉和发动机也经过优化来降低能耗。此外,整艘船都配备了 Luminell LED 灯,可将照明所需的能源减少 75%^[15]。

该船最为关键的是其采用了水下连续泵吸捕捞技术。针对南极磷虾集群性强、虾群延绵范围大的特点,利用吸泵和安装于囊网的柔性管道在水下将捕获的鲜活磷虾源源不断地输送至船上,从而避免了拖网渔船所需要的起放网的烦琐作业程序,从而大大降低了劳动强度,节省了时间,提高了捕捞

效能(日产可达 500 t 甚至更高),又保证了磷虾渔获的品质,在质和量两个方面均为渔获的后续加工提供了保障^[16-25]。

3.2 “福荣海”

2012 年,辽渔集团有限公司自日本引进“福荣海”,“福荣海”号是一艘日本制造的南极磷虾单拖捕捞加工船,配备南极磷虾冷冻原虾、熟虾、饲料级虾粉和食品级虾粉等多套加工生产设备,该船是我国当时唯一一艘具有成熟捕捞技术的南极磷虾捕捞加工渔船。该船目前能够加工出南极磷虾肉等产品,船上加工能力、加工技术得到了充分的利用。其捕捞装备以传统艏滑道拖网装备为主,但在环保以及捕捞加工效率上依旧与“南极耐力”有一定的差距^[16]。“福荣海”年产量最多只有五六万吨,仍然有较大提升空间。自 2012—2013 年渔季以来,“福荣海”是中国南极磷虾捕捞量的主要来源,也提高了我国在南极开展专业性捕捞加工的能力^[17]。随着南极磷虾产业的不断发展,包括辽渔集团在内的很多渔业企业,也在不断地进行创新,和相关科研院所与企业通力合作,在南极磷虾船舶设计、捕捞装备和船载加工装备等方面付出了巨大努力^[18-20]。

4 我国南极磷虾传统捕捞加工渔船存在的问题

从目前的南极磷虾资源开发情况来看,以挪威为首,多个国家已经开始着手或者已经建成新型的专业南极磷虾捕捞加工船。根据对我国渔船“福荣海”与挪威渔船“南极耐力”的对比分析可知,我国传统的南极磷虾捕捞渔船还存在着如下问题。

4.1 船的专业化程度不高

一方面,虽然我国已经在逐步形成新的南极磷虾捕捞加工渔船体系,但是我国现在的作业渔船大都是由渔业资源拖网加工船略加改造而成,大多都是船龄 20 年以上的二手进口拖网渔船,从生产安全和捕捞加工能力角度,需要尽快形成一条以连续拖网技术与捕捞渔具装备为核心的渔船体系;另一方面,船员知识水平有待提高,受教育、体制、管理制度以及各种因素的影响,船员的受教育程度参差不齐,亟待改善。

4.2 渔船捕捞方式有待改进

我国一开始采取传统捕捞的办法,即传统网板拖网作业形式,不仅捕捞效率低且船员需要耗费很大的劳动力,挪威先进渔船泵吸系统的应用使得单船日产能有所提升,与挪威相比,我国的渔船还有较大差距,捕捞效率有待进一步提升。

4.3 船载加工技术有待进一步提高

南极磷虾具有自溶性特征,在捕获后 3h 内加工完毕的南极磷虾才可以生产为人类食品;在 10h 内加工完毕的南极磷虾可以生产为动物饲料^[20]。目前,我国南极磷虾捕捞加工船专业化的系统技术与装备有待进一步提升,我们不能全部掌握船上加工生产的核心技术,生产工艺也比较落后。综合来看,渔船在渔机渔仪、渔具渔法和系统集成等方面的技术有待进一步提升^[20-21]。

5 发展趋势

5.1 推进转型升级,形成新型南极磷虾捕捞加工渔船体系

近些年,政府提倡大力实施老旧渔船更新建造^[22],新型南极磷虾捕捞加工渔船的出现为我国智能化捕捞开启了新的时代。而以“深蓝”号为代表的南极磷虾捕捞加工船的设计开发,填补了国内在大型专业南极磷虾捕捞加工船船型及系统研究方面的空白。同时,应加快新型南极磷虾捕捞加工船配置的特殊船用系统及渔业系统的分析,使适应极地区域作业的渔业船舶系统得到更加深入的了解,也使国内对大型专业南极磷虾捕捞加工船舶配备的捕捞、加工、储存和转运系统有了更加清晰的认识。这必将推动中国南极磷虾捕捞加工船甚至大型拖网渔船船型的快速发展,带动相关配套企业在高效捕捞、智能加工、磷虾产品深加工等领域的基础研究、制造工艺的快速提升^[23]。因此在取得“深蓝”号科研数据后,应对新一轮的南极磷虾捕捞渔船的建造打好基础,以形成新型南极磷虾捕捞加工渔船体系,为我国智能化捕捞开启新的时代。

5.2 强化产业素质,不断提升捕捞渔船渔具装备水平

在开发南极磷虾的过程中,我国应该不断汲取各国捕捞南极磷虾的经验,重视核心技术,最大

限度地改进和发展我国磷虾捕捞技术,充分考虑资源利用中的有利条件和不利因素,不断提高自身的研发能力和装备的智能化,在此基础上制定我国南极磷虾开发战略^[24-25]。如以“深蓝”号为代表的新型远洋渔船配备目前世界最先进的连续泵吸捕捞系统和全自动生产流水线,这种新型拖网作业方式也更加的节能,避免了大量大功率捕捞设备的频繁操作和运行。在此基础上,作为主体的船员应通过科学、有效的培训方式切实提高知识素质,以形成丰富的知识体系来支撑南极磷虾作业。

5.3 完善加工环节,突破船载加工技术难题

面对船载加工技术等亟待突破的难题,沿着不断提高加工技术的专业化的研发导向,突破国外的技术垄断,开展南极磷虾捕获、加工、储运期间的品质变化机制研究,开展船载加工与保鲜技术研究,开发加工废弃物高值化利用技术,研发南极磷虾深加工生产技术,如南极磷虾保鲜储运技术和磷虾冷冻质量提升等技术^[2]。

参考文献

[1] CCAMLR. Krill fisheries and sustainability. Antarctic krill (*Euphausia superba*) [EB/OL]. [2021-09-03]. <https://www.ccamlr.org/en/fisheries/krill-fisheries-and-sustainability>

[2] 刘勤, 刘志东, 陆亚男, 等. 南极磷虾产品研究及发展趋势[J]. 渔业信息与战略, 2014, 29(2): 115-121.

[3] 苏学锋, 冯迪娜. 南极磷虾产业开发特点及发展趋势[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(12): 214-217.

[4] 李励年, 王茜. 南极磷虾产业发展最新动向[J]. 现代渔业信息, 2011, 26(12): 6-9.

[5] PATRICIA M Arana, RENZO Rolleri, ÁLVARO De Caso. Chilean Antarctic krill fishery (2011-2016) [J]. Latin American Journal of Aquatic Research, 2020, 48(2): 179-196.

[6] 楼加金. 智利的磷虾渔业[J]. 水产科技情报, 1988(4): 17-18.

[7] 王万勇, 刘怡锦, 谢宁. 南极磷虾捕捞加工船及装备发展现状和趋势[J]. 船舶工程, 2020, 42(7): 33-39

[8] BJØRN A Krafft, GAVIN J. Macaulay, GEORG Skaret, et al. Standing stock of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana, 1850) (Euphausiacea) in the southwest Atlantic sector of the southern Ocean, 2018-19 [J]. Journal of Crustacean Biology, 2021, 41(3): 1-17

[9] 胡北. 南极磷虾渔业资源评估[D]. 大连: 大连海洋大学, 2018.

[10] 缪圣赐. 最近挪威又将四艘大型船转向南极捕捞磷虾[J]. 现代渔业信息, 2008(9): 30.

[11] 徐鹏翔. 南极磷虾中层拖网性能研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.

[12] 中华人民共和国农业农村部. 南极“小”磷虾靠科技创新促进极地渔业“大”发展[EB/OL]. (2018-01-09)[2021-08-24]. http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/201904/t20190418_6195895.htm

[13] 将向海之路走得更远[EB/OL]. (2020-03-17)[2021-09-03]. <https://m.gmw.cn/baijia/2020-03/17/1301057014.html>

[14] 黄洪亮, 陈雪忠, 刘健, 等. 南极磷虾渔业近况与趋势分析[J]. 极地研究, 2015(1): 25-30.

[15] AKER BIOMARINE. Say hello to the first real krill harvesting vessel[EB/OL]. [2021-09-03]. <https://www.akerbiomarine.com/blog/say-hello-to-the-first-real-krill-harvesting-vessel>.

[16] CCAMLR. Fu Rong Hai [EB/OL]. [2021-09-03]. https://www.ccamlr.org/en/node/109340#quicktabs-vessel_tabs=2

[17] 岳冬冬, 王鲁民. 中国南极磷虾渔业发展的微观解析与对策研究: 以辽渔集团有限公司为例[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(7): 227-238.

[18] 王晨, 杨德军. “福荣海”轮船的大“家长”[EB/OL]. (2021-06-28)[2021-09-25]. http://szb.dlxww.com/dlrb/html/2021-06/28/content_1616888.htm?div=-1.

[19] 刘怡锦, 花海峰, 王万勇, 等. 船载南极磷虾智能化捕捞加工生产线在食品安全体系中的特征分析[J]. 渔业现代化, 2020, 47(1): 87-96.

[20] 湛志新, 王志勇, 欧阳杰. 我国南极磷虾捕捞与加工装备科技发展研究[J]. 中国工程科学, 2019, 21(6): 48-52.

[21] 周春凯, 王威. 南极磷虾拖网加工船双桁架系统设计[J]. 中国舰船研究, 2017, 12(3): 91-97.

[22] 中华人民共和国农业农村部. “十三五”渔业亮点连载 | 我国远洋渔业“十三五”发展亮点纷呈[EB/OL]. (2021-01-04)[2021-08-24]. http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202101/t20210104_6359366.htm

[23] 王万勇. “深蓝”号南极磷虾捕捞加工船的设计[J]. 船舶工程, 2018, 40(S1): 1-3.

[24] 徐国栋, 陈雪忠, 黄洪亮, 等. 南极磷虾捕捞技术探讨[J]. 湖南农业科学, 2011(19): 122-124+128.

[25] 赵宪勇, 左涛, 冷凯良, 等. 南极磷虾渔业发展的工程科技需求[J]. 中国工程科学, 2016, 18(2): 85-90.

[26] 邱洁. 基于 AHP-FCE 的中国南极磷虾企业品牌建设研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2020.