

· 综述 ·

南极磷虾资源利用现状与中国的开发策略分析

陈雪忠, 徐兆礼, 黄洪亮

(中国水产科学研究院 东海水产研究所 中国水产科学研究院渔业资源遥感信息技术重点开放实验室, 上海 200090)

摘要: 由于南极磷虾(*Euphausia superba*)资源丰富,可捕量是世界现有渔业产量的1倍以上,因而参与南极磷虾资源开发是中国远洋渔业可持续发展的重要途径。由于南极磷虾资源开发面临困难较多,如远离港口、远离补给、远离市场、航行距离长等,加之捕捞技术和加工技术仍存在问题,与其他渔业相比,具有较大的成本压力。尽管如此,由于南极磷虾属于寒带海洋生物,具有其特殊的营养学特征,形成高附加值产品的潜力较大,因此在进行南极磷虾开发的准备过程中,应以最终产品的设计为导向,如提高产品的附加值,发展产品综合开发能力等以化解高成本的压力;从相关加工设备、加工工艺的研究和捕捞技术改进为出发点,重视项目的经济技术和盈利前景分析。由于南极磷虾的商业开发是高风险、高投入的项目,因此在没有把握获得商业利润以前,应以技术准备为主,不宜盲目投入大量资金直接进行商业化开发。建议以此作为制订中国南极磷虾资源开发策略的主要考虑因素。[中国水产科学,2009,16(3):451-458]

关键词: 南极磷虾; 策略; 捕捞; 商业化开发

中图分类号: S96

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2009)03-0451-08

在海洋渔业中,中国的海产品总产量占世界渔业总产量的1/4,居世界第一位。但是,由于中国近海水域环境持续恶化,过度捕捞现象日益加剧,近海渔业资源衰退严重。在此背景下,远洋渔业的开发利用已经成为中国渔业产业发展的重要环节。随着《联合国海洋法公约》的生效,世界各国都加强了对200海里专属经济区的管理,因此可供中国开发利用的远洋渔业资源越来越少。开辟新渔场,开发利用新的渔业资源已成为中国远洋渔业可持续发展的必由之路。

南极磷虾(*Euphausia superba*)资源丰富,据估计最高有数亿吨之巨^[1],可捕量是世界现有渔业产量的1倍以上,具有巨大的开发和利用潜力。在世界海洋渔业资源普遍衰退的背景下,南极磷虾资源日益受到世界各国关注。因此,中国参与南极磷虾资源开发是必然趋势。中国近几年绝大部分南极磷虾的产量来自南大西洋一侧Scotia水域^[2],其次为南印度洋

水域和南太平洋水域,而近年的南极磷虾渔业均集中于南大西洋一侧水域。这里与近年来中国的远洋渔业船队在智利外海进行竹荚鱼捕捞作业的场所较近。但近4年来,随着智利海域捕捞竹荚鱼船队的增加,竹荚鱼资源数量有所减少,2008年竹荚鱼产量已呈下降趋势。由此可见,包括南极磷虾在内的南极海洋生物可能成为未来重要的海洋生物资源。

有关南极磷虾的开发,国内已有不少研究报道,谢营良^[3]、郭南麟等^[4]和王荣等^[5]都对南极磷虾的渔业现状进行了分析和展望,阐明了各自的观点。但是相关论述对丰富的南极磷虾资源量给予了更多的关注,却忽视了南极磷虾产业发展中的巨大风险。从世界范围看,南极生物资源数量虽然非常巨大,但各国在南极的渔业大部分处于萎缩状态^[6];从商业化运作层面上看,国际上成功的案例亦不多见。由此可见,开发南极磷虾资源技术远远比其他水产生物

收稿日期: 2008-12-28; 修订日期: 2009-03-24.

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD09A05); 国家863计划项目(2007AA092202).

作者简介: 陈雪忠(1957-),男,研究员,从事捕捞技术和远洋与极地渔业资源管理的研究. E-mail: xuezhong@fishery.ac.cn

复杂,面临的困难也更多。

南极水域距中国本土非常遥远,因此,中国对南极海域生物资源(包括南极磷虾)的开发并非仅仅投入资金可以解决,在决定实施南极磷虾资源开发之前,有必要对现有关况进行深入了解,认真探讨南极磷虾资源商业化开发的策略问题,包括资源探捕、捕捞能力、加工技术、商业模式、开发步骤等关键问题,从而达到避免投资风险、争取利益最大化的目的。

1 南极磷虾资源及利用现状

1.1 南极磷虾资源量特征

南极磷虾是地球上资源量最大的单种生物之一,据估算,其生物量为 $6.5 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8 \text{ t}^{[7]}$,保守估计总量可达 $2.5 \times 10^8 \sim 6 \times 10^8 \text{ t}^{[1]}$ 。但是,由于南极生态系统的脆弱性,南极海洋生物资源养护委员会(CCAMLR)认为,在不影响南极生态系统条件下的最大捕捞量应为 $400 \times 10^4 \sim 600 \times 10^4 \text{ t}^{[8]}$ 。在南极生物

资源中,南极磷虾资源充分,在技术准备充分的条件下,可捕捞资源量尚不是目前的主要问题。

1.2 全球南极磷虾总产量的变化

世界南极磷虾的捕捞业最早起始于20世纪60年代早期,之后经过了近10年的小规模调查后,前苏联于1972年开始在南极水域进行商业捕捞^[9]。在20世纪80年代,南极磷虾捕捞量迅速增加。同期又有新的国家加入了南极磷虾的开发中,包括波兰、智利和韩国。但主要产量仍然来自前苏联。1982年,世界南极磷虾捕捞量最高曾经达到 $52.8 \times 10^4 \text{ t}$,前苏联占据了总产量的93%。随后1984年产量跌入低谷,1987年,产量又恢复到 $40 \times 10^4 \text{ t}$ 左右。20世纪90年代初期,随着前苏联的解体,世界南极磷虾产量急剧下降,1994年仅为 $8.4 \times 10^4 \text{ t}$ 。近年来,挪威开始了南极磷虾的商业捕捞,韩国重新回到南极磷虾渔场。产量在 $10 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4 \text{ t}$ 之间波动,还不到20世纪80年代顶峰时产量的1/5(图1)。

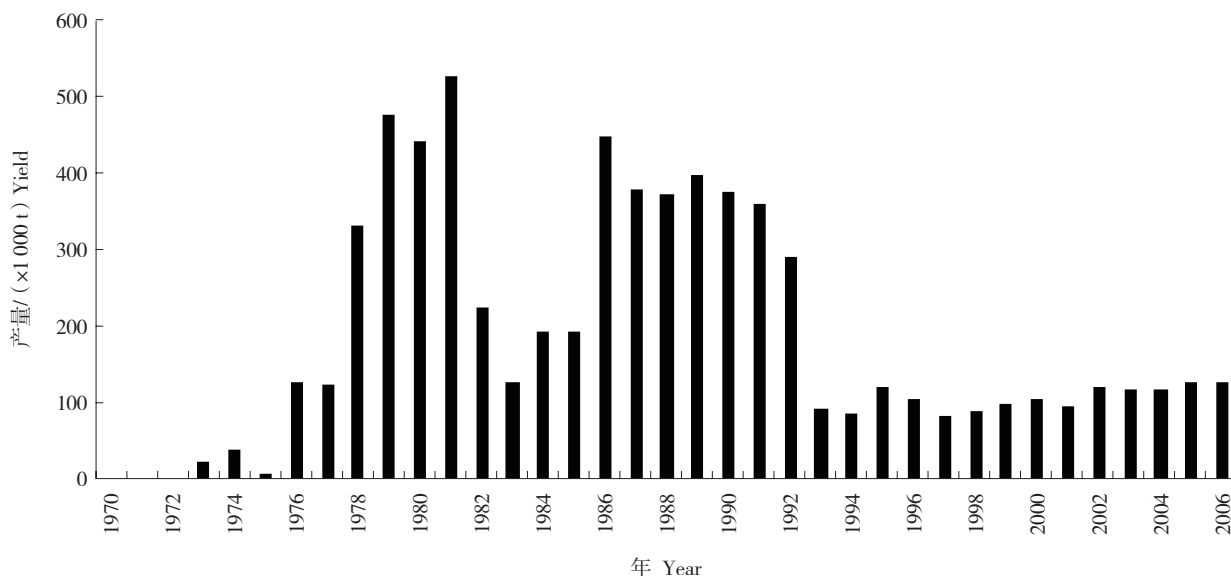


图1 世界南极磷虾产量的逐年统计(1950-2006年)^[10]

Fig. 1 Global capture production of Antarctic krill from 1950 to 2006 (FAO Fishery Statistics)^[10]

1.3 南极磷虾捕捞技术特征

目前,南极磷虾的捕捞主要以单船中层拖网为主。生产船舶功率一般为2 500~4 000 Hp、总吨位在3 000~5 000 t,属于大型尾滑道拖网加工船。生产

使用的中层拖网网目尺寸为4.5 mm,网具长度一般超过100 m,作业水深一般在200 m,网具下降速度为0.3 m/s,拖网速度 (2.5 ± 0.5) 节。为避免南极磷虾在网内被挤碎,还要适度控制网产,一般的网产控制在

10 t左右。作业方式上日本曾采取子母式南极磷虾捕捞方式,即子船负责捕捞生产,母船承担所捕获南极磷虾的加工与冷藏^[4]。挪威近来研究并开发了新的南极磷虾捕捞技术,采用生态连续捕捞的方式,避免南极磷虾受挤压死亡,使南极磷虾的单船捕捞产量大幅度提高^[11]。另外,在南极磷虾捕捞过程中,最重要的技术问题是避免南极磷虾在网内被挤碎而导致虾壳中高含量元素氟渗入虾体可食部分。

1.4 南极磷虾的加工特点与产品特征

南极磷虾从资源到产品(食品或副产品)需要经过如下几个加工步骤: 虾壳分离、产品的冷冻保藏以及最终产品的精加工等。南极磷虾体内含有活性很强的消化酶,在南极磷虾死后消化酶会立即将身体组织分解。同时南极磷虾的壳对氟有很强的富集能力,其含量是海水中氟含量的3 000倍^[12]。鲜活情况下南极磷虾肉内氟的含量很低,在人类食用允许范围内,但南极磷虾死后,虾壳中的氟会很快渗透到虾肉中,使得南极磷虾肉因含有过高量的氟而失去食用价值^[13]。因此,南极磷虾渔获物必须尽快进行脱壳处理。用于人类食用的南极磷虾,要求在捕获后3 h内加工完毕;作为动物饵料,则必须在10 h内加工完毕。南极磷虾的壳肉分离必须在拖网船上进行,由此带来较高的成本压力。用于加工人类食用的南极磷虾需要较先进的技术,早期的生鲜冷冻虾肉几乎都是用做钓饵,极少数用作人类食品。

南极磷虾除具有食物或饵料用途外,还含有较高的药用成份。例如,富含以EPA和DHA为代表的Omega-3s^[14]成份。国际上已成功开发了南极磷虾油供人们保健食用。

南极磷虾体内高效的蛋白酶降解系统能够对各种蛋白质进行常温条件下的降解,可以应用于多种食品加工业和洗涤业;南极磷虾蛋白酶还具有创伤快速愈合的医学用途功能;南极磷虾的多糖降解活性具有高效降解寡糖的功能;南极磷虾的生物活性物质具有紫外屏蔽物质,因为可以起到防晒保护作用而具有广阔的市场前景^[15-17]。

1.5 世界各国南极磷虾产业的变化

1.5.1 前苏联^[18] 至今为止,世界南极磷虾累计的总产量中,前苏联仍然占了80%。1970年开始,苏联拖网船队使用中层拖网在南大洋各海区对南极磷虾进行商业性捕捞,1970-1971年南极磷虾产量为1 300 t,1971-1972年南极磷虾产量为2 100 t。1972年2月,苏联公布了一项考察和开发南极生物资源计划“南极探测计划”,出动了几十艘渔船和加工母船,在南大洋进行调查和捕捞作业,产量由此迅速增加。1977-1982年间,苏联捕捞南极磷虾的产量迅速增加,1977年南极磷虾产量为105 049 t,到1982年已升到491 656 t(表1)。从1986年开始,苏联的南极磷虾年产量回到近 38×10^4 t,之后4年的年产量保持在 30×10^4 t左右。苏联解体后,俄罗斯、乌克兰、爱沙尼亚、拉脱维亚、立陶宛等国利用原有船队继续到南大洋进行捕捞南极磷虾作业。产量有所下降。1991年,这5个国家共捕获南极磷虾151 837 t,其中乌克兰居首位,产量为94 170 t;其次是俄罗斯和爱沙尼亚,产量分别为32 564 t和2 280 t。1992年,除立陶宛外,其他4国继续派船前往南大洋作业,共捕获南极磷虾207 252 t,比1991年增产约 5×10^4 t。其中俄罗斯产量跃居首位,产量为151 725 t,乌克兰降为第2位,为52 654 t。以后这些国家南极磷虾产量年间波动较大,总的趋势是,捕捞力量投入越来越少,产量也越来越低,渐渐退出了南极磷虾渔场。

1.5.2 日本 日本紧跟前苏联之后,成为世界上第2个对南极磷虾进行商业性开发的国家。自1976-1977年起,日本海洋资源开发中心派出的渔业调查船开始调查。各大渔业公司,如大洋、日本水产、日鲁、极洋公司,分别派出2 500~3 500 t级的拖网船队到南大洋试捕南极磷虾。日本海洋资源开发中心采用母船式拖网船队作业,经费中的2/3由政府资助。1977-1978年,母船式拖网船队在南大洋捕捞作业67 d,共捕获南极磷虾10 651 t,每天平均产量为158.9 t。1981-1982年,日本在南大洋除了捕获35 256 t南极磷虾外,还完成了环南极海的南极磷虾渔场调查。从1986年开始,日本南极磷虾年捕捞保持在60 000 t

以上,其中1988–1989年创历史最高记录,年捕捞量达78 928 t。日本对南极磷虾的开发在2001年达到顶峰,以后在60 000~75 000 t/a波动。2002年起逐年下降,目前仅为20 000 t左右。

1.5.3 韩国 韩国对南极磷虾的开发目前发展较快,已经成为产量位居第2的捕捞国家。韩国对南极磷虾的开发过程比较曲折。早在1986年韩国开始投入开发,1987年获得商业性产量,1990年产量一度达到最高值,为4 040 t,之后迅速下降,1993年退出商业开发。至1998年,在政府资助下,经过技术改进后,韩国重新回到南极进行南极磷虾捕捞,产量迅速上升。

1.5.4 挪威 挪威于2004–2005年开始进行南极磷虾的捕捞,当年产量为29 491 t;2006年与2007年其产量增加到40 122 t,占当年全球南极磷虾总产量的38%(表1)。根据2007年11月第24届南极海洋资源研讨会上挪威有关部门报道^[17],挪威将继续大举进军国际南极磷虾捕捞业。事实上,挪威从事南极磷虾捕捞主要是一家名为Aker BioMarine的公司。Aker BioMarine公司具备从捕捞到最终产品销售一体化的价值链。该公司对南极磷虾产业非常重视,从2003年开始,进行了南极磷虾捕捞技术、处理以及生物组分等方面的研究,并申请了相应的专利。2006年,该公司兼并了丹麦的生物科技公司Krill A/S,这家公司具备从南极磷虾提取药用油的技术。而有关捕捞技术,该公司通过研究高效捕捞技术,大大降低了传统捕捞过程中南极磷虾死亡的问题,并在捕捞技术层面上保证了Omega-3s、海洋磷脂和抗氧化剂虾青素等物质的质量和活性^[19]。

2 中国对南极磷虾的开发策略

2.1 国际南极磷虾产业的发展过程

从各国南极磷虾产业发展(表1)可以看出,商业化运作的成功是南极磷虾产业持续发展的前提。回顾各主要生产国对南极磷虾的开发路线,大致可分为以下4种。

2.1.1 前苏联或东欧的开发路线 前苏联或东欧对南极磷虾的开发是计划经济的产物,即依靠国家行

政体制的优势,实施国家资金大规模的投入,包括科技投入。因此,前苏联在20世纪70年代到80年代中期产量迅速上升,投入了几十艘捕捞船只。然而这些投入,并非是市场化的商业运作。其生产发展也难以持久。后来这些国家产业发展命运证明确实如此,一旦国家支持中断,无力更新船队和装备,该产业逐渐瓦解和消失。

2.1.2 日本、韩国的开发路线 首先由国家扶持,如日本对南极磷虾的开发,在最初开展时,政府给予较大的资助,因而产量逐年上升。但是,2002年以后产量下降,其原因是多方面的。随着政府资助力度的下降,船队和设备无力更新,加上国际柴油价格上升,导致捕虾作业的商业价值和利润下降。失去国家扶持后的日本南极磷虾渔业正在逐渐走向萎缩。相比之下,韩国运作得更好些。从韩国的发展历程看,开发南极磷虾的路途也并非一帆风顺,其最终的成功离不开技术改进的贡献。事实证明,南极磷虾产业的发展首先要靠商业化运作,而商业化的运作有赖于技术进步。否则,国家扶持政策一旦发生改变,其产业的发展必将逐步萎缩。

2.1.3 美国、英国和澳大利亚等国开发路线 这些国家并不急于大规模介入南极磷虾的商业开发,而首先进行技术储备,一旦时机成熟,这些现成的技术将是未来这些国家产业迅速发展的基础。

2.1.4 挪威路线 挪威对南极磷虾的开发是最成功的,这主要归功于他们在研究上实施以产品为主导的技术路线(如2.5.4所述)。这是因为南极磷虾捕捞和加工成本虽然较高,但是,南极磷虾为冷水性海洋生物,富含活性物质和药用原料,具有制造出高附加值产品的潜力。只要有合适的产品就能够带来盈利。挪威发展的路线是国际上南极磷虾产业发展的正确方向。

总之,南极磷虾资源开发将面临远离港口、远离补给、远离市场和长途航行等问题,与其他渔业相比,具有一定的成本压力。而化解这些成本压力的途径,就是提高产品的附加值,形成产品的综合开发,并由此带来利润。事实证明,没有盈利的产业是

表1 不同国家南极磷虾捕捞产量及其总产量统计^[6]
 Tab. 1 Catch history of Antarctic krill by country^[6]

年份 Year	日本 Japan	前苏联 Soviet Union Former	波兰 Poland	乌克兰 Ukraine	韩国 Korea	美国 U. S.	挪威 Norway	其他 Others	合计 Total
1973		21 100						0	21 100
1974		38 400						0	38 400
1975	5 760	609						0	5 760
1976	17 240	107 500						0	124 740
1977	23 040	99 800						0	122 840
1978	38 400	291 800						0	330 200
1979	36 500	440 000						0	476 500
1980	26 900	414 700						0	441 600
1981	38 400	487 700						0	526 100
1982	40 300	184 300						0	224 600
1983	49 900	74 900						0	124 800
1984	38 400	149 800						0	191 460
1985	38 274	150 538	0		0			2 648	193 445
1986	61 074	379 270	2 065		0			3 264	447 659
1987	78 360	290 401	1 726		1 527			4 442	378 443
1988	73 112	284 873	5 215		1 525			5 938	372 651
1989	78 928	301 498	6 997		1 779			5 329	396 520
1990	62 187	302 376	1 275		4 040			4 897	376 765
1991	67 582	275 495	9 571		1 210			3 679	359 528
1992	74 325		8 607	61 719	519			143 375	290 537
1993	59 272		15 909	6 083				7 510	90 767
1994	62 322		7 915	8 852				4 872	85 955
1995	60 303		9 384	48 884				141	120 707
1996	60 546		20 610	20 056				495	103 703
1997	58 798		19 156	4 246				308	82 508
1998	63 233		15 312	634	1 621			6 524	87 324
1999	71 318		18 544	5 694	1 228			0	96 784
2000	67 185		20 721	985	5 444			9 921	104 256
2001	73 523		14 568	3 362	5 125	1 631		0	93 572
2002	47 343		15 360	26 120	14 353	12 171		0	118 705
2003	59 593		8 904	17 715	21 276	10 150		0	117 638
2004	33 583		8 967	12 260	24 522	8 550	29 491	791	118 164
2005	22 793		4 335	22 438	26 920	2 159	48 389	0	127 034
2006	24 529		7 414	693	35 368	608	40 122	2 415	126 976

注: 英国2006年产量为3 867 t.

Note: The yield of UK was 3 876 t in 2006.

没有生命活力的。而南极磷虾资源开发产业要达到盈利目的,首先需要进行技术开发,尤其是解决能够现场加工高附加值产品的技术,以此化解成本压力,从而产生盈利。挪威成功的经验已经证明了这一点。

2.2 开发南极磷虾的动力和制约因素分析

2.2.1 动力 由于南极磷虾资源充足,现有的捕捞量与资源量、捕捞限额数量相差巨大,捕捞资源已不是目前的主要问题,因此对南极磷虾捕捞可行性的提出是以资源充足为前提的。可以认为,南极磷虾庞大的资源量是南极磷虾产业发展的最大动力。

另外,由于南极磷虾生活在寒带水域,富含以DHA和EPA为代表的 ω -3s等药用成分以及丰富的活性物质,南极磷虾油是珍贵的保健食品和美容产品原料;南极磷虾体内特有的低温蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶和纤维素酶是重要的工业原料等等。南极磷虾这些具高附加值的特点为其产业的商业化开发提供了良好的前提,这也是南极磷虾产业发展的另一个动力。

2.2.2 制约因素 理论上,南极生物资源数量巨大,全球的南极磷虾产量应该逐年上升。但是,现实情况并非如此,1993年以来,南极磷虾产业几乎处于发展停滞阶段,而1982年到1992年的繁荣,是前苏联计划经济支持的结果。可以说全世界南极磷虾产业的发展都不是商业化运作成功的结果。如果说挪威的南极磷虾开发是一个成功的案例,也只能是局部成功案例。国际上南极磷虾捕捞产业的规模与其庞大的资源数量极不匹配,而且产量长期徘徊低迷,其中制约南极磷虾产业发展的原因值得探究。

(1) 成本压力 南极磷虾开发首先面临的的就是相对较高的成本压力,南极磷虾的捕捞需要中层拖网;南极远离补给区域,产品需要长距离运输与保藏;南极寒冷的气候对各种设备性能要求较高;南极磷虾捕获后要立即进行虾壳分离加工等技术需求,都增加了南极磷虾产业的成本。

(2) 技术制约 南极磷虾开发产业耗资巨大,动辄数亿资金,是一项复杂而又有较高风险的商业计划。对中国而言,尚有许多技术需要深入研究与引

进消化。如果没有一个周密的商业规划,没有找到可以盈利的产品,没有可盈利产品的制造技术,盲目地进行商业开发,后果难以想象。尽管南极磷虾捕捞产量增长缓慢,国际上很多国家正在努力探索其产业发展的途径。在大规模商业性开发投入之前,有必要将产品的加工工艺、产品设计、相关市场分析等基础工作进行充分的研究,否则很可能步苏联和东欧国家失败的后尘。

(3) 产品和市场 虽然南极磷虾富含 Ω -3s等药用成分,是保健食品和美容等工业产品的珍贵原料,但是国际上对这一终端产品的技术开发程度不尽如意,产品设计、加工工艺均不成熟。高附加值产品技术和市场开发不够。因此,现有南极磷虾产品很多还停留在鱼饵、饲料等低端产品的水平。

2.3 中国开发南极磷虾的策略

2.3.1 完善加工制造技术 在技术准备不充分、高附加值产品制造技术没有研制成功的条件下,特别是现场虾壳分离的机械设备以及现场虾壳分离技术尚没有研究到位的情况下(如捕获的南极磷虾产品由于壳内含有过量元素氟,不能作为人类食品),如果贸然投入商业开发,最终结果只能走日本的老路。因此,必须树立产品开发优先的原则,重视高附加值产品生产技术,从而化解南极磷虾开发所面临的高成本压力。这是由南极磷虾虾肉产品较为复杂的加工技术决定的,也是由南极磷虾本身具有开发高附加值产品的潜力决定的。因此,对中国而言,目前南极磷虾产业开发中,南极磷虾最终产品的设计和 Related 加工设备,加工工艺的研究是重中之重。

2.3.2 做好产品市场分析 产品的研制不但是科学技术问题,而且是一个经济技术问题。在中国开发南极磷虾策略选择中,产品的经济技术分析,产品的市场需求和调查等应该放在比较重要的位置。经济成本 and 市场需求分析,是整个南极磷虾商业开发计划的基础。

2.3.3 改进捕捞技术 南极磷虾捕捞成本相对较高,这是由南极水域远离补给等地理位置特征决定的,还与南极磷虾深海栖息习性有关。另外,由于南

极磷虾容易堵塞网目,从而使传统网具的捕捞效率大大降低;南极磷虾在网内易被挤碎,导致高含量氟渗入虾体,降低产品价值。近年来,挪威利用新的捕捞技术,使南极磷虾的单船捕捞产量大幅度提高,大大降低传统捕捞过程中南极磷虾的死亡,也降低了捕捞成本^[20]。因此改进捕捞技术,事关南极磷虾商业开发成本的降低,也是成功开发南极磷虾的关键。

2.3.4 优化作业措施 由于南极磷虾资源比较丰富,因此渔场的寻找不是目前中国南极磷虾开发的重点。现有的探捕调查,应该紧密结合捕捞技术、产品的现场加工机械和加工工艺研究和改进进行。由于大规模的商业开发时机远未成熟,应该以渐进的方式实施探捕作业。重点解决南极磷虾资源开发中的技术问题而不是渔场的寻找。如果在捕捞技术研究没有跟进、产品设计没有到位、产品市场没有开发、产品加工技术没有完善的情况下,盲目投入资金进行商业开发,将面临较大的风险。

尽管南极磷虾资源遍布南极,但是从补给港距离、交通便利等因素综合考量,南极大西洋海区西侧的Scotia海域仍是南极磷虾捕捞水域的首选。目前南极磷虾的主要作业渔场多集中在Scotia海域,产量占了整个南极磷虾产量的90%以上^[20]。从不同季节产量统计,可以认为1-6月是南极磷虾捕捞的最佳季节^[21]且与竹荚鱼渔期基本同步,因此,如果能够结合中国在智利外海竹荚鱼的捕捞作业进行南极磷虾的探捕,可以降低初期的探捕成本。

3 结语

在规划中国南极生物资源开发的过程中,应避免其他国家在南极磷虾产业发展中已经走过的弯路,并吸取其中的经验教训,充分考虑南极磷虾开发中的种种有利条件和不利因素,进行缜密的科学研究与经济分析,并以此为基础,制定出具有中国特色的南极磷虾开发策略。

致谢: 高倩、陈佳杰、李云、马增岭和周进等同志协助查阅资料,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 张霖保. 南极磷虾鱼类资源量估算[J]. 现代渔业信息, 1987, 12: 22-22.
- [2] 黄洪亮, 陈雪忠, 冯春雷. 南极磷虾资源开发现状分析[J]. 渔业现代化, 2007, 34(1): 48-51.
- [3] 谢营梁. 南极磷虾 *Euphausia superba* 开发利用的现状和趋势. 现代海洋渔业信息, 2004, 17(4): 19-21.
- [4] 郭南麟, 陈雪忠. 发展中国南极磷虾渔业的探讨[J]. 海洋渔业, 1996, 18(2): 58-66.
- [5] 王荣, 孙松. 南极磷虾渔业现状与展望[J]. 海洋科学, 1995, 19(2): 28-32.
- [6] FAO. Review of the state of marine fisheries resources. FAO Technical paper No.457 [M]. FAO, Rome, Italy: 2005, 1-235.
- [7] Everson I, Miller GM. Krill mesoscale distribution and abundance: results and implications of research during the BIOMASS Programme [M]. In: Southern Ocean Ecology: The BIOMASS Perspective (El-Sayed SZ., ed). UK: Cambridge University Press, 1994.
- [8] Commission for the conservation of Antarctic marine living resources. Australia. Report of the sixteenth meeting of the commission [R]. Australia, 2000.
- [9] 林毅. 苏联捕捞南极磷虾获得成功[J]. 水产科技, 1980, 32: 10-14.
- [10] CCAMLR. Statistical bulletin (1998-2007), Volume 20 [R]. Hobart, Australia: Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources.
- [11] 缪圣赐. 最近挪威又将四艘大型船转向南极捕捞南极磷虾[J]. 现代渔业信息, 2008, 23(9): 30.
- [12] 张海生, 潘建明. 南大洋氟的生物地球化学研究 II. 氟在南极磷虾甲壳中的动态变异及其富集原因[J]. 南极研究, 1992, 4(1): 17-22.
- [13] 张海生, 夏卫平. 南大洋氟的生物地球化学研究: I. 南极磷虾富氟异常的研究[J]. 南极研究, 1991, 3(4): 24-30.
- [14] Suzuki T. Fish and krill protein: processing technology [M]. Rutland: Health & Allied Science Publishers Ltd., 1981: 193-251.
- [15] 孙松, 严小军. 南极大南极磷虾的生物活性物质及其用途研究进展[J]. 极地研究, 2001, 13(3): 213-216.
- [16] 姚宏亮. 南极磷虾壳制备甲壳素/壳聚糖的工艺研究[J]. 水产科学, 2004, 23(5): 34-36.
- [17] Nicol S, Foster J. Recent trends in the fishery for Antarctic krill [J]. Aquatic Living Resources, 2003, 16: 42-45.
- [18] 黄洪亮, 陈雪忠. 南极磷虾资源开发利用现状及发展趋势[J]. 中国水产科学, 2004, 11(1): 114-119.

- [19] Aker Biomarine. Form recognized deepwater harvester to leading marine ingredients provider [C]. November 2006.
- [20] Commission for the conservation of Antarctic marine living resources. Report of the twenty-sixth meeting of the commission [R]. Australia, 2007.
- [21] Ichii T. Krill harvesting [M]. Krill: Biology, Ecology and Fisheries (Everson I, ed) Fish and Aquatic Resources, Series 6. Oxford: Blackwell Science. 2000: 228–262.

Development strategy on Antarctic krill resource utilization in China

CHEN Xue-zhong, XU Zhao-li, HUANG Hong-liang

(Key and Open Laboratory of Fishery Resources Remote Sensing and Information Technology, Ministry of Agriculture of China; East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: The resource of Antarctic krill (*Euphausia superba*) is very abundant. Engaging in the exploitation Antarctic krill is one of the most important blueprint for offshore fishery sustainability of China. Although the resource of Antarctic krill is theoretically abundant, its exploration is declining. Thus, it is necessary to look for the problems of exportation backwards. The cost for exploration of Antarctic krill was obviously higher than other fishery resources due to its remote location-far from major ports-and very inhospitable water where it takes place. However, the high exportation expense can be compensated by improving decomposing overhead and improving its addition value. In short, the exportation of Antarctic krill is characterized by the high-risk and high expense, which always need to notice and concern. Therefore, the exploration of Antarctic krill should be guided by end-products designing and researching relative processing machines and technology. Meanwhile, the profitability analysis should be done prudently in order to maximally avoid capital loss on investment. Given profitability of expectation is uncertain, large scale investment on exploration was not advocated. [Jorunal of Fishery Sciences of China, 2009,16 (3): 451–458]

Key words: Antarctic krill; strategies; fishing; commercial exploration