

文章编号: 1674 - 5566(2012)05 - 0831 - 10

大洋性柔鱼类资源开发现状及可持续利用的科学问题

陈新军^{1,2,3}, 陆化杰^{1,2,3}, 刘必林^{1,2,3}, 田思泉^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 大洋性柔鱼类是重要的渔业资源, 商业性开发的种类主要有太平洋褶柔鱼、柔鱼、阿根廷滑柔鱼、茎柔鱼和双柔鱼等。据统计, 1992 - 2010 年柔鱼类产量占世界头足类的比重稳定在 51.15% ~ 62.19%, 平均达到 55.40%。对重要柔鱼种类的资源现状及开发状况进行系统分析, 根据大洋性柔鱼类生命周期短、生长快等特点, 提出了 4 项需研究的问题, 即: (1) 全面了解大洋性柔鱼类的生态地位和作用; (2) 全面掌握环境包括全球气候变化对大洋性柔鱼类资源补充量的影响; (3) 深入研究大洋性柔鱼类短生命周期资源评估模式; (4) 发展基于生态系统的大洋性柔鱼类资源管理方法。

研究亮点: 大洋性柔鱼类是海洋生态系统的重要组成部分, 同时也是目前重要的开发对象。本文系统地对大洋性柔鱼类资源现状及其开发状况进行了分析与研究, 并结合柔鱼类的生物学特性, 提出了 4 个急需研究的科学问题。

关键词: 大洋性柔鱼类; 资源状况; 可持续利用; 头足类

中图分类号: S 932.8

文献标志码: A

头足类是重要的海洋经济动物, 被联合国粮农组织称为未来最有开发潜力的渔业资源种类之一。近四十年来, 世界头足类渔业发展较快, 从 20 世纪 70 年代初期不足 100 万吨, 逐渐增加

到 2007 年 431 万吨的历史最高值, 2010 年为 365 万吨^[1] (图 1)。其年平均增长率远高于世界海洋捕捞产量的增长率。因此, 头足类在世界海洋渔业中的地位越来越重要。

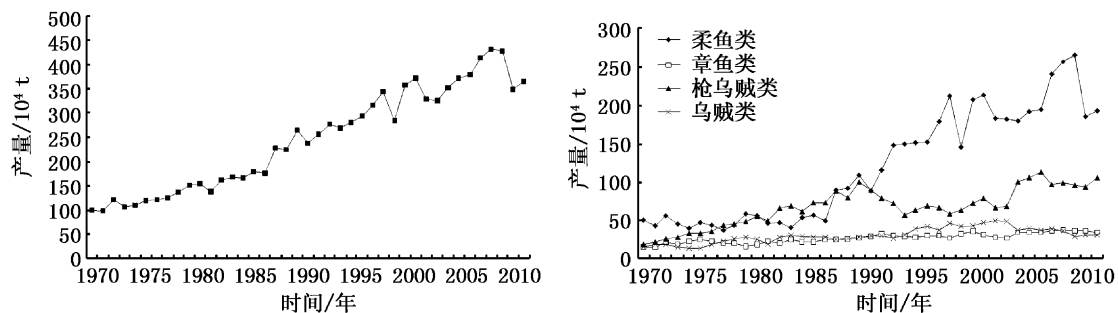


图 1 1970 - 2010 年世界头足类产量及其类别组成

Fig. 1 The annual cephalopod catch and its composition in the world from 1970 to 2010

目前, 商业性开发的头足类主要有柔鱼类 (*Ommastrephidae*)、枪乌贼类 (*Loliginidae*)、乌贼类 (*Sepiidae*) 和章鱼类 (*Octopus*) (图 1)。其中,

以柔鱼类的比重为最大。据统计, 1970 - 2010 年, 柔鱼类产量所占比重在 24.79% ~ 62.19% 间, 平均比重为 45.62%。1992 - 2010 年间, 柔鱼

收稿日期: 2012-04-26 修回日期: 2012-05-24

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (2012AA092303); 教育部博士点基金 (20093104110002); 上海市优秀学科带头人计划 (10XD1402000); 曙光计划跟踪项目 (08GG14); 上海市捕捞学重点学科建设项目 (S30702)

作者简介: 陈新军 (1967—), 男, 教授, 研究方向为远洋鱿钓渔业、渔业资源与渔场学。E-mail: xjchen@shou.edu.cn

类产量所占的比重稳定在 51.15% ~ 62.19% 间, 平均比重达到 55.40% (图 2)。柔鱼类是大洋性头足类, 主要分布在世界各大洋的陆坡渔场, 但也有分布在大洋中部^[2]。由于具有表层集群习性, 易于捕捞, 是目前世界远洋鱿钓渔业中主要捕捞对象。在柔鱼类中, 现已商业性大规模开发的种类主要有太平洋褶柔鱼 (*Todarodes pacificus*)、柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*)、阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*)、茎柔鱼 (*Dosidicus gigas*)、新西兰双柔鱼 (*Nototodarus sloani*)、鸢乌贼 (*Symplectoteuthis oualaniensis*) 等^[3]。上述种类也是我国远洋鱿钓渔业的主要种类。



图 2 1970-2010 年柔鱼类产量占世界头足类产量的比重

Fig. 2 The percentage of *Ommastrephidae* catch in the total cephalopod catch from 1970 to 2010

我国是头足类的主要生产国家之一, 2001-2010 年头足类年产量为 50 ~ 105 万吨^[1], 以大洋性柔鱼类为捕捞对象, 主要作业渔场分布在西北太平洋、西南大西洋、东南太平洋等海域, 作业方式以光诱鱿钓为主, 其中鱿钓产量约占 60%, 鱿钓渔业已成为我国远洋渔业的重要组成部分。大洋性柔鱼类既是世界各国的主要捕捞对象, 同时也是海洋生态系统中的重要种类。因此, 及时掌握大洋性柔鱼类资源开发利用状况, 科学评价其开发利用潜力, 解决制约柔鱼类资源可持续开发和管理的一些科学问题, 对确保我国远洋鱿钓渔业可持续发展具有重要的意义。

1 主要柔鱼类的资源开发现状

1.1 北太平洋柔鱼

柔鱼广泛分布在三大洋, 其中北太平洋海域资源最为丰富^[4]。分布在北太平洋的柔鱼, 一般分为秋生中部、秋生东部、冬春生西部和冬春生中东部等 4 个群体, 是重要经济头足类之一^[4]。日本于 1974 年首次在三陆·道东外海开始柔鱼

捕捞作业, 之后作业规模不断扩大, 于 1977 年最高渔获量上升到 12 万吨。之后, 发展了流刺网作业, 且韩国和我国台湾省也参与捕捞。1980-1992 年每年渔获量稳定在 20 到 40 万吨间^[5]。但由于流刺网作业捕获非目标鱼类, 因此联合国通过决议于 1993 年 1 月 1 日起实施禁止公海大型流刺网作业。从此, 柔鱼出现捕捞产量下降, 1998-2010 年柔鱼年产量在 10 ~ 25 万吨间 (图 3), 并以中国大陆的鱿钓产量为主体。

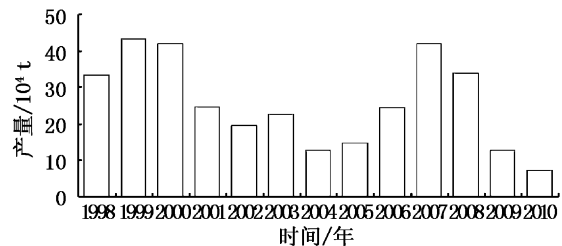


图 3 1998-2010 年北太平洋海域柔鱼渔获量分布图
Fig. 3 Annual catch of *Ommastrephes bartramii* in the north Pacific Ocean during 1998 to 2010

中国是北太平洋捕捞柔鱼的主要国家之一。中国大陆于 1993 年开始对北太平洋柔鱼资源进行调查, 1994 年开始有一定规模的鱿钓船进行生产, 当时作业渔船 98 艘, 产量为 2 万余吨。之后作业规模不断扩大, 1999 年产量达到 13.2 万吨, 为历史最高值。近 5 年来, 中国大陆鱿钓船稳定在 200 ~ 280 艘, 年产量在 3.6 ~ 11.3 万吨, 平均单船产量为 134 ~ 445 t (图 4)。柔鱼渔获产量年间波动大, 2009 年由于柔鱼资源补充量发生了很大变化和作业渔场环境的变化^[6], 产量骤降至 3 万余吨。而日本近 5 年 (2006-2010 年) 捕捞柔鱼的产量为 0.7 ~ 4.2 万吨, 平均为 2.2 万吨^[5]。

北太平洋柔鱼是我国台湾省鱿钓渔业的重要捕捞对象。1975 年台湾省渔船首次前往西北太平洋进行试钓, 1977 年有 2 艘鱿钓船进行作业。之后, 因柔鱼渔汛与秋刀鱼渔期相近, 因此前往西北太平洋捕捞柔鱼的鱿钓渔船多会加装棒受网兼捕秋刀鱼。1993 年以前作业渔船多使用流刺网捕捞柔鱼, 之后台湾渔船捕捞柔鱼的渔获量大减。2001 年柔鱼产量下降到 5100 多吨, 2004 年恢复到 9 000 多吨, 2009 年其年产量只有 336 t, 2010 年未有鱿钓渔船赴西北太平洋捕捞柔鱼 (表 1)。

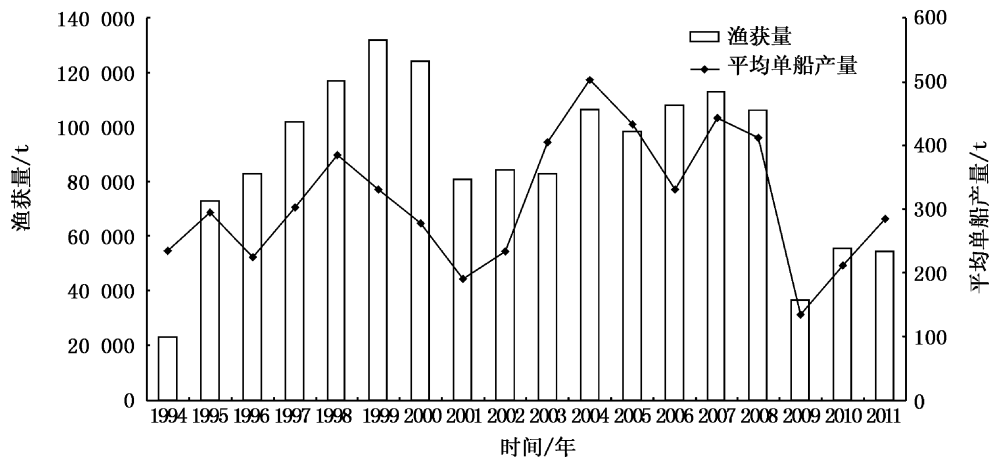


图4 1994-2011年中国大陆在北太平洋海域柔鱼渔获量分布图

Fig. 4 Annual catch of *Ommastrephes bartramii* by Chinese mainland in the north Pacific Ocean during 1994 to 2011

表1 2001年我国台湾省在北太平洋鱿钓生产情况

Tab. 1 Annual catch of *O. bartramii* by Taiwan Province in the north Pacific Ocean during 2001 to 2010

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
产量/t	5 104	3 750	482	9 022	4 302	472	478	481	336	0
渔船数/艘	41	19	3	75	21	5	3	1	12	0
单船产量/t	124.5	197.4	160.7	120.3	204.9	94.4	159.3	481.0	28.0	0

许多学者对北太平洋柔鱼资源状况进行了评估^[7-10]。例如,利用面积密度法、衰减模型和非平衡产量模型(ASPIC模型)等方法对柔鱼中东部秋生群的资源量进行了估算,其值在33~38万吨^[7]。利用DeLury模型,推测冬春生西部群体(170°E以西)渔汛初期资源量估计最大值为2亿8千万尾(若以体重500g计算资源量为14万吨)^[8]。根据1983-1995年在40°~45°N、140°~165°E西北太平洋对表中层浮游鱼类的拖网调查,推定其资源量在105~300万吨^[9]。以2000-2005年中国大陆鱿钓船生产统计数据进行评估,以40%逃逸率为管理目标,认为其最大可持续产量为8~10万吨^[10]。陈新军等^[11]估算西部冬春生群体8月上旬初始资源量为1.35~1.83亿尾,2001-2004年柔鱼西部冬春生群体资源处在充分利用状态。陈新军等^[12]利用基于贝叶斯统计方法的Schaefer模型,用均匀分布、正态分布和随机分布3种方案,对西北太平洋柔鱼资源量进行评估,并对其管理策略做了风险分析。研究认为,保守的管理策略应将收获率控制在0.3左右,最大可持续产量将在13万吨左右。曹杰等^[13]根据1996-2006年7-11月中国大陆鱿

钓船生产统计、平均渔获个体等数据,基于世代分析法估算了不同自然死亡率下($M=0.03\sim 0.1/10\text{d}$)柔鱼冬春生西部群体7月份的初始资源量,以及该群体为对象的渔业管理参考点,包括最大可持续产量(MSY)和逃逸率,并拟合了该群体补充量与亲体量的关系,模拟了2006-2020年资源量和渔获量的变化。研究认为,将最大可持续产量控制在10万吨以内或者逃逸率控制在40%以内,在未来的十几年内该群体的资源量能保持相对稳定的状态。

目前还没有专门针对北太平洋柔鱼钓的国际管理法规和文件。但已经成立的北太平洋渔业管理组织,已将柔鱼等种类纳入管理范畴。

1.2 西南大西洋阿根廷滑柔鱼

阿根廷滑柔鱼广泛分布于西南大西洋22°S~54°S的大陆架和陆坡,其中以35°S~52°S资源尤为丰富,它是目前世界头足类中最为重要的资源之一^[2]。依据体型大小、成熟时的胴长及产卵场的时空分布,主要可分为4个群体:南部巴塔哥尼亚种群(SPS),布宜诺斯艾利斯-巴塔哥尼亚北部种群(BNS),夏季产卵群(SSS),及春季产卵群(SpSS)^[2,14-15]。

1977 年以前,阿根廷滑柔鱼为阿根廷和乌拉圭沿岸国家进行鳕鱼拖网时的兼捕物。1978 年,才开始有以阿根廷滑柔鱼为目标鱼种的渔业兴起,但仍以阿根廷和乌拉圭的拖网渔业为主^[2]。1981 年起,日本等国家和地区陆续有鱿钓船前往西南大西洋公海海域进行生产,产量持续增加,到 1987 年累计总产量达到 55 万吨以上,并于 1999 年达到历史最高产量,约为 115 万吨。之后,出现持续下降,2004 年只有 17 万吨^[16](图 5)。2005 年开始,阿根廷滑柔鱼产量又逐步恢复,并于 2007 和 2008 年达到 80 万吨以上。但 2009 年以后出现大幅度下降^[16](图 5)。上述说明,阿根廷滑柔鱼资源年间变化很大。

除沿海国家和地区之外,参与阿根廷滑柔鱼开发的国家和地区主要还有日本、韩国、西班牙、

前苏联及中国大陆和中国台湾省。其中,我国台湾省是捕捞阿根廷滑柔鱼的主要船队之一。台湾省于 1983 年首次派渔船前往作业,以后,作业渔业规模不断扩大,最多时渔船数量达到 132 艘(1988 年),最高历史产量 28.4 万吨(2007 年),目前稳定在 70~80 艘间(表 2)。

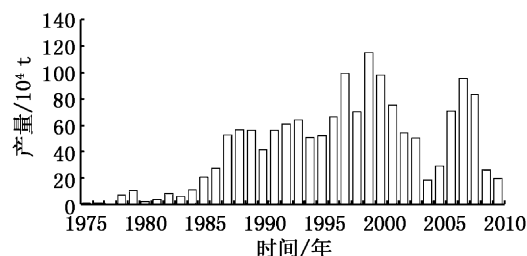


图 5 1975 - 2010 年西南大西洋海域阿根廷滑柔鱼渔获量分布图

Fig. 5 Annual catch of *Illex argentinus* in the southwest Atlantic Ocean during 1981 to 2010

表 2 2001 - 2010 年我国台湾省在西南大西洋鱿钓生产情况

Tab. 2 Annual catch of *Illex argentinus* by Taiwan Province in the southwest Atlantic Ocean during 2001 to 2010

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
产量/t	141 679	95 073	123 688	9 775	35 725	125 929	284 707	208 641	56 092	30 543
渔船数/艘	111	110	107	109	95	75	95	67	74	77
单船产量/t	1 276.4	864.3	1 155.9	89.7	376.0	1 679.0	2 996.9	3 114.0	758	396.7

中国大陆于 1997 年首次进入西南大西洋进行阿根廷滑柔鱼生产,1999 年开始有较多船进入生产,累计产量达到 6 万吨(图 6)。2002 - 2004 年,作业渔船维持在 90 多艘,2002 年和 2003 年产量维持在 9 万吨左右,但 2004 年因资源状况不

佳产量仅为 1 万余吨。2006 年以后作业渔船维持在 50 余艘,2007 年和 2008 年产量达到历史最高值,近 20 万吨。但 2009 年以后,由于资源状况不佳,产量又开始下降,2011 年累计产量不足 1.3 万吨(图 6)。

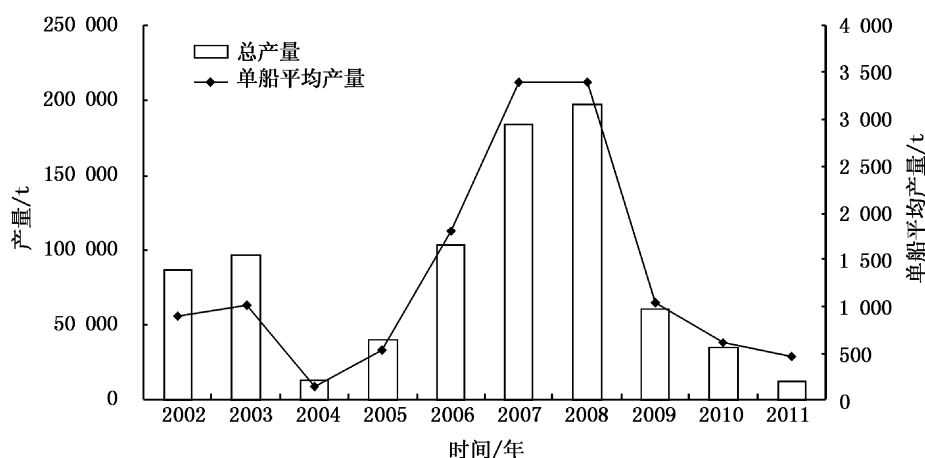


图 6 2002 - 2011 年中国大陆在西南大西洋海域阿根廷滑柔鱼渔获量分布图

Fig. 6 Annual catch of *Illex argentinus* by Chinese mainland in the southwest Atlantic Ocean during 2002 to 2011

阿根廷滑柔鱼大部分作业渔场分布在阿根廷 200 海里专属经济区和福克兰 150 海里保护区内。尽管阿根廷滑柔鱼有多个群体,但为了管理的方便,阿根廷政府目前采用 44°S 为分界线,分北方群体和南方群体进行管理。北方群体为布宜诺斯艾利斯-巴塔哥尼亚的北部种群(BNS)和春季产卵群体,为阿根廷政府所管辖,渔期为 5 月 1 日-8 月 31 日,对渔船数量进行限制。南方群体以秋冬生群体为主,英国、福克兰和南大西洋管理委员会进行讨论分析,由阿根廷和福克兰共同管理,阿根廷和福克兰对入渔渔船数量进行限制,开捕时间为 2 月 1 日^[15]。在渔业资源管理中,对秋冬生群体以相对逃逸率控制为资源管理措施,目前该值设定为 40%,最低的亲体数量在 4 万吨以上^[15]。此外,阿根廷和福克兰政府,以及南大西洋渔业委员会正在计划采取一些新措施,加强对阿根廷滑柔鱼渔业的管理^[16]。

1.3 东太平洋茎柔鱼

茎柔鱼为热带、亚热带的大洋-近海性种类,分布在东太平洋海域(60°N~47°S),范围很广。但高密度分布的水域为从赤道到 18°S 之间的南美大陆架以西 200~250 海里的外海,即厄瓜多尔及秘鲁的 200 海里水域内外^[15]。初步研究认为,茎柔鱼存在大、中、小 3 个体型群。主要渔场有加利福尼亚南部沿岸和外海渔场、墨西哥外海渔场、秘鲁西部沿岸和外海渔场,以及智利外海渔场。

茎柔鱼渔业起始于 1974 年,以当地的手钓钩为主,渔获量较少。1991 年,日本和韩国鱿钓船在秘鲁水域进行了茎柔鱼探捕,并取得了成功。其年产量从 1991 年的 4.6 万吨增加到 1992 年的 11.8 万吨,之后至 1997 年一直维持在 10~20 万吨间(图 7)。1998 年因厄尔尼诺影响,其年产量下降至 2.7 万吨^[17](图 7)。之后,产量又逐步增加,2004 年达到 80 万吨,之后基本维持 6~80 万

吨^[18](图 7)。茎柔鱼已成为世界头足类产量最高的种类之一。

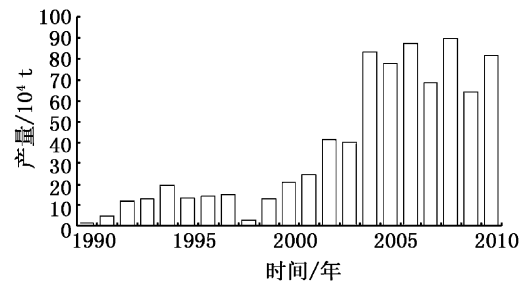


图 7 1990-2010 年东南太平洋茎柔鱼渔获量分布图
Fig. 7 Annual catch of *Dosidicus gigas* in the southeast Pacific Ocean during 1990 to 2010

除了秘鲁、智利和墨西哥之外,中国大陆和台湾省、日本等是茎柔鱼主要捕捞国家和地区。中国大陆鱿钓船于 2001 年对秘鲁海域进行规模化生产,之后作业规模不断得到扩大,2004 年作业渔船数量达到 119 艘,总产量超过 20 万吨(图 8)。2011 年作业渔船数量更是达到 172 艘,产量超过 25 万吨(图 8)。我国台湾省于 2002 年开始捕捞茎柔鱼,其作业渔船量在 13~29 艘间,产量在 1.2~4.0 万吨间(表 3)。

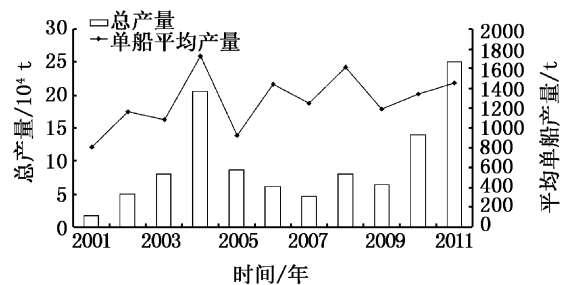


图 8 2001-2011 年中国大陆在东南太平洋茎柔鱼渔获量分布图

Fig. 8 Annual catch of *Dosidicus gigas* by Chinese mainland in the southeast Pacific Ocean during 2001 to 2011

表 3 2001-2010 年我国台湾省在东南太平洋鱿钓生产情况

Tab. 3 Annual catch of *Dosidicus gigas* by Taiwan Province in the southeast Pacific Ocean during 2001 to 2010

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
产量/吨	-	12 064	23 009	39 450	15 976	18 349	14 750	31 161	12 319	29 206
渔船数/艘	-	18	27	29	16	18	13	13	13	20
单船产量/t	-	670.2	852.2	1 360.3	998.5	1 019.4	1 134.6	2 397.0	947.6	1 460.3

根据评估,目前茎柔鱼资源处在一个中等水平,并可能有减少的趋势^[18]。秘鲁政府对其专属经济区内的资源量进行了评估,其资源量达到 300 万吨,2011 年设定其总可捕量为 25 万吨^[18]。大量研究发现,茎柔鱼资源补充量年间变化较大,特别是厄尔尼诺年份对秘鲁海域茎柔鱼资源补充量影响很大,资源量会出现剧降^[17-18]。

为保护南太平洋公海渔业资源,历经多年的谈判与磋商,正式签署并成立了南太平洋公海渔业管理委员会,参加者有欧盟、美国、日本、中国、韩国、新西兰、中国台湾、澳大利亚、智利及秘鲁等,该协议涵盖水域,东至智利及秘鲁的专属经济区,西迄澳大利亚西部水域。茎柔鱼被列入今后进行管理的重要种类之一。

1.4 日本周边海域的太平洋褶柔鱼

太平洋褶柔鱼主要分布在西太平洋的 21° ~ 50°N 海域,即日本海、日本太平洋沿岸以及我国的黄海、东海^[2],可分为冬生群、秋生群和夏生群 3 个种群,各种群有着不同的生活周期,却有相同的生活习性^[2,15]。

太平洋褶柔鱼是世界上头足类最早被大规模开发利用的种类之一^[15]。20 世纪 70 年代以前,其产量占日本国内头足类总产量的 70% ~ 80%。但由于捕捞强度的增加,以后产量逐年下降。据 FAO 统计,1991 年太平洋褶柔鱼总产量为 40 万吨(图 9),之后逐年增加,1996 年达到 71.6 万吨。2002 - 2009 年年产量维持在 40 ~ 50 万吨间,2010 年有大幅度下降,为 35.76 万吨(图 9)。

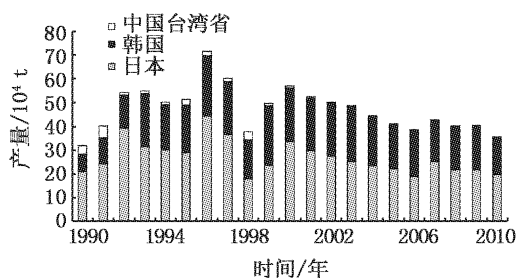


图 9 1990 - 2010 年太平洋褶柔鱼渔获量分布图

Fig. 9 Annual catch of *Todarodes pacificus* during 1990 to 2010

目前,主要捕捞群体为秋生群和冬生群。秋生群的主要渔获来自日本海,日本和韩国是主要捕捞国家,此外还有朝鲜、中国大陆也有少量捕捞。

<http://www.shhydx.com>

其历史最高产量达到 31.7 万吨(1996 年),近 5 年来日、韩累计渔获量在 14 ~ 24 万吨^[19]。冬生群体主要由日本和韩国所捕捞,1978 年以前其渔获量主要来自太平洋一侧海域,其最高产量达到 55.8 万吨。之后,其渔获量主要来自于日本海,历史最高产量达到近 37.9 万吨(1996 年),近 5 年来日、韩累计产量为 15 ~ 28 万吨^[20]。

据日本研究机构评估^[19-20],2004 - 2007 年秋生群的资源量为 100 万吨左右,2008 年以后增加到 120 ~ 170 万吨间,2011 年大约为 135.1 万吨,其资源量水平处在中等水平。而冬生群的资源量相对较低,近年来其资源量在 80 ~ 120 万吨,2011 年大约为 89.8 万吨,其资源量水平处在中等偏上水平。目前还没有专门针对太平洋褶柔鱼的管理法规和文件,但日本政府于 1998 年将太平洋褶柔鱼纳入总渔获量许可制度(TAC)。韩国和日本每年还允许部分中国鱿钓船在每年 11 月 - 翌年 1 月在日本海规定海域内进行生产。

1.5 新西兰周边海域双柔鱼

双柔鱼仅分布在新西兰周围海域,主要集中在新西兰南岛 12 海里之外的四周,以及北岛的西南海域,为大洋性浅海种^[2]。

双柔鱼资源于 1960 年代末期得到开发,日本鱿钓船首先到新西兰周边海域进行调查与生产。之后,20 世纪 70 年代中期鱿钓船急速增加,鱿钓船达到 150 艘左右,渔获量为 2 ~ 4 万吨。同时,在 20 世纪 80 年代日本也利用拖网渔船对双柔鱼进行捕捞,1989 年取得了最高约 7 万吨的产量^[21](图 10),之后尽管有日本鱿钓船进行生产,但是 1997 年以后其年产量基本上在 1 万吨以下^[21](图 10)。

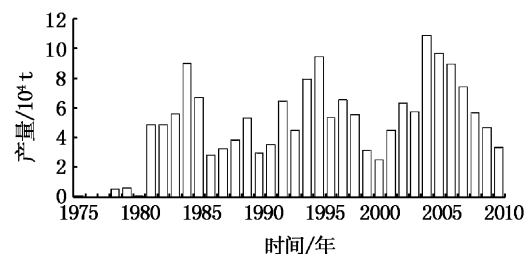


图 10 1975 - 2010 年新西兰周边海域双柔鱼渔获量分布图

Fig. 10 Annual catch of *Nototodaros sloani* around New Zealand waters during 1975 to 2010

此外,韩国、中国台湾、俄罗斯和乌克兰等国

家和地区都曾对新西兰周边海域的双柔鱼资源进行捕捞和生产,特别是2001年以来,韩国也是主要生产国家之一,年产量在2~4万吨之间(图10)。2010年只有新西兰和日本鱿钓船进行生产,捕捞产量不足3.5万吨(图10)。1996-1997年度中国大陆也有少量鱿钓船前往该海域生产,之后没有鱿钓船前往。

新西兰于1978年开始实施200海里专属经济区制度,该资源均处在政府的管辖下。针对双柔鱼的资源管理,新西兰政府实施了区域性的管理制度,并分区域实行总许可渔获量(TACC)制度^[21]。近年来,新西兰政府设定TACC为12.7万吨,并分4个海区进行管理,但是实际捕捞量均不到TACC值。根据分析认为,最近5年的年渔获量为6.6~12.3万吨,平均为9.5万吨,目前新西兰双柔鱼资源处在中等水平,较为稳定^[21]。

1.6 印度洋西北部鸢乌贼

鸢乌贼广泛分布在印度洋、太平洋的赤道和亚热带等海域,为大洋性种类,其中以南海和印度洋西北部海域的数量较大^[2]。鸢乌贼种群结构复杂,种内除分成春生群、夏生群和秋生群3个繁殖群外,尚有大小不同的体型群;各群的分布和洄游,均有所差异^[15]。

目前在印度洋西北海域,除了对鸢乌贼资源探捕调查之外,规模化的商业性生产目前还没有形成。日本调查船曾在1975-1976年、1995-1996年对印度洋西北海域鸢乌贼资源进行了4个航次的调查,认为印度洋的大部分海域都有鸢乌贼的分布,在阿拉伯海域的北部资源最为丰富^[22-23]。我国拖网渔船在亚丁湾海域利用拖网兼捕到一些鸢乌贼,其产量占拖网渔获物的比重为0.2%~3.3%,春汛中以胴长小于160mm的个体为主,占渔获物的35.7%,秋汛中以中小型的鱿鱼为主,胴长在100~310mm的个体占60%以上^[24]。2003-2005年我国鱿钓船对西北印度洋海域鸢乌贼资源进行了调查,并在12°N~16°N、58°E~61°E海域发现了中心渔场^[22,25],2006年有近10艘鱿钓船前往该海域进行生产,取得了5000多吨的产量。

前苏联、日本和我国等调查认为^[22-28],印度洋西北部鸢乌贼资源丰富,资源开发潜力很大。目前还没有专门针对印度洋海域鸢乌贼的管理法规和文件。

2 可持续发展大洋性柔鱼类资源的科学问题

大洋性柔鱼类具有生命周期短、生长快等特点,是典型的生态机会主义者^[29]。一方面,鱿鱼类对环境变动极为敏感的特点,使得人们在对其进行资源评估和管理时,环境因素成为一个必不可少的要素。另一方面,鱿鱼类又处于生态系统中承上启下的中间地位,其资源的变动直接影响到整个生态系统的稳定性。为了可持续开发和利用大洋性柔鱼类资源,需要加大对其渔业生物学和生态学的基础研究。根据目前国内外大洋性柔鱼类研究现状,结合渔业资源学科发展趋势,建议对以下4个问题开展研究:(1)了解大洋性柔鱼类的生态地位和作用;(2)掌握环境包括全球变化对大洋性柔鱼类资源补充量的影响;(3)研究大洋性柔鱼类短生命周期资源评估模式;(4)发展基于生态系统的大洋性柔鱼类资源管理方法。

2.1 了解大洋性柔鱼类生态地位和作用

大洋性柔鱼类在海洋食物网中,是大型鱼类和海洋哺乳动物等的重要食饵。从捕食者与被捕食者关系看,大洋性柔鱼类头足类位居海洋营养级金字塔的中层^[2],具有承上启下的作用,大洋性柔鱼类的数量变动,对各级海洋生物的数量变动都有着直接或间接的影响,而由此扩展到整个海洋生态系统。

在大陆架栖息的近底层鱼类中,其胃含物内大洋性柔鱼类出现的频率较高。在大型肉食性鱼类胃含物中,如金枪鱼类、帆蜥鱼等,大洋性柔鱼类出现频率也很高,它们是头足类的重要捕食者。例如分布在澳大利亚北部外海的犁鳍沙条鲨,其胃含物中僧头乌贼类等的出现频率为94.7%;分布在西北大西洋深海、斜坡和隆起海域的黑霞鲨,其胃含物中软乌贼类的出现频率为81.5%;分布在西南印度洋海域的黄鳍金枪鱼,柔鱼类(包括光眼鱿科)等的出现频率到达90%以上。此外,鲸鱼类是大洋性柔鱼类的重要捕食者,比如抹香鲸所捕食的头足类有20科,约占现生头足类总科数的2/5。这些科主要是帆乌贼科、爪乌贼科、蛸乌贼科、小头乌贼科、大王乌贼科、柔鱼科、手乌贼科等^[4]。

角质颚作为头足类少数硬组织之一,具有结

构稳定、耐腐蚀、储存信息良好等特点,是研究大洋性柔鱼类分类及其生物学等的重要方法之一^[30]。20世纪60年代,国外学者开始了对角质颚的研究,从最初的形态特征描述,到后来的物种鉴定、种群划分、食性分析、资源评估以及年龄和生长等方面的应用^[30]。因此,加大对角质颚的研究,建立角质颚形态特征数据库以及与个体大小的关系,为全面掌握大洋性柔鱼类在海洋生态中的地位打下基础。

2.2 掌握环境对大洋性柔鱼类资源补充量的影响

头足类资源补充量变化通常受到环境因素、捕食者资源量变化、繁殖成功率、捕食者压力变化、疾病以及全球气候变化等^[29,31]的影响。全球气候变化等对大洋性柔鱼类资源的影响是一个复杂的过程,它们不仅可以直接影响其头足类的资源量,同时还可以通过改变其生活环境以及各生命阶段中的水温、盐度、叶绿素浓度等环境因子间接影响到其资源量。

但是,目前气候变化等环境对大洋性柔鱼类资源影响的研究仍停留在初步阶段,即初步量化产卵场环境与补充量之间的关系^[31],对其生活史过程的影响研究甚少,甚至没有涉及。由于目前对柔鱼类生活史的了解不够充分,这样就无法正确地解释柔鱼类在其产卵场、洄游过程、索饵场受到环境变化时是如何产生相应变化的。目前在研究中,除了采用温度环境指标外,未将叶绿素浓度、风向、海面高度以及海流变化等影响柔鱼类资源渔场的重要环境指标进行考虑和分析,周期性气候变化所引起的海洋环境变化对头足类资源的影响也未受到足够的重视。由于这些问题,使得对柔鱼类资源变化的原因和机制没有得到很好的掌握。

为此,在以后的研究中,应当做好以下几个方面:(1)掌握柔鱼类产卵场和索饵场的范围及其适宜环境,并采集样本在实验室内模拟环境变化对其生长的影响,从中发现环境因子与柔鱼类个体生长变化之间的关系;(2)掌握柔鱼类生活史过程,洄游路线以及环境因子对其变化的影响;(3)捕捞作业对柔鱼类资源的影响;(4)气候周期性变化对柔鱼类资源的影响;(5)食物网中捕食与被捕食关系对柔鱼类资源的影响;(6)结合海洋遥感、GIS等对柔鱼类资源变化进行分析。

在参考国内外研究进展的基础上,要结合物理海洋学、海洋遥感、地理信息系统、渔业资源学等多学科知识,设计出一套更有利于柔鱼类资源补充量预测分析和管理的技术方案,最终实现利用计算机来模拟全球气候变化对柔鱼类资源补充量的影响,掌握其动态变化趋势,目的是实现对柔鱼类资源的合理开发利用,维持其可持续发展。

2.3 研究短生命周期大洋性柔鱼类资源评估模式

目前世界上对柔鱼类资源评估和管理正处于发展的探索阶段。方法数量上不及传统鱼类的资源评估,真正应用在实践中且相对较为成功的只有 DeLury 衰减模型,然而 DeLury 衰减模型还存在着许多问题^[32],例如没有考虑环境因子的影响、不确定性因素较多等。实践上目前全球只有少数种类如西南大西洋巴塔哥尼亚枪乌贼和阿根廷滑柔鱼,南非的好望角枪乌贼和日本附近海域的太平洋褶柔鱼在进行资源评估或管理^[32],大部分种类的评估和管理还处于空白状态。模型的开发和理论研究上由于柔鱼类独特的生物学特征和生活史而存在着较大的困难。单一从环境因子出发又不能反映出柔鱼类种群内部变化过程,给管理带来极大的风险。因此,应从减少柔鱼类资源评估不确定性上入手,结合已有的模型和加入环境因子,利用目前国际上较为先进的用以减小模型参数估算误差的贝叶斯统计理论,发展一种较为全面的资源评估和管理方法。

此外,由于控制输出的管理方法在柔鱼类资源管理中可能会由于评估的误差等^[32],使得渔业资源管理存在较大的风险,因此,对柔鱼类资源应该采取实时动态的管理方法,同时需要适当考虑环境变动的影响,当达到一定的逃逸率时应及时停止渔业活动,以确保来年补充量的维持和资源的可持续利用。

2.4 发展基于生态系统的大洋性柔鱼类资源评估与管理方法

人类在深刻反思渔业资源开发、管理等历史过程中,认为渔业资源管理应该在生态系统的基础上进行。首次提出基于生态系统管理渔业是20世纪80年代中期,并由南极生物资源养护委员会 CCAMLR 引入。在充分考虑到柔鱼类的生活史特性、生态地位和资源变动规律的基础上,

发展基于生态系统的大洋性柔鱼类资源评估方法,采用预防性措施进行科学管理。

参考文献:

- [1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2011 FAO Yearbook of Fisheries statistics [R]//Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2012.
- [2] 王尧耕,陈新军. 世界大洋性柔鱼类资源及其渔业[M]. 北京:海洋出版社,2005.
- [3] 周金官,陈新军,刘必林. 世界头足类资源开发利用现状及其潜力[J],海洋渔业,2008,8(3):268-275.
- [4] 陈新军,田思泉,陈勇,等. 北太平洋柔鱼渔业生物学[M]. 成都:科学出版社,2011.
- [5] 酒井光夫,若林敏江,加藤慶樹. 平成23年度国際漁業資源の現況-アカイカ 北太平洋[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [6] 陈峰,陈新军,钱卫国,等. 2009年西北太平洋柔鱼产量下降及渔场变动原因分析[J]. 广东海洋大学学报,2010,30(1):65-71.
- [7] ICHII T, MAHAPATRA K, OKAMURA H, et al. Stock assessment of the autumn cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific based on past large-scale high seas driftnet fishery data [J]. Fisheries Research, 2006, 78(2/3): 286-297.
- [8] 村田守,嶋津靖彦. 北西太平洋海域におけるアカイカの資源特性値について[R]. 北水研報告,1982,47:1-10.
- [9] BELAYEV V A, IVANOV A N. Dynamic processes in the fish community of the North-west Pacific [R]//TERAZAKI M, OHTANI K, SUGIMOTO T, et al. Ecosystem dynamics of the Kuroshio-Oyashio Transition Region Proc Int Mar Sci Symp, August 1998,1999: 179-193.
- [10] CHEN X J, CHEN Y, TIAN S Q, et al. An assessment of the west winter-spring cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the Northwest Pacific Ocean [J]. Fisheries Research, 2008. 92(2/3):221-230.
- [11] 陈新军,钱卫国,刘必林,等. 利用 Delury 衰减模型评估柔鱼西部冬春生群体资源[J]. 海洋湖沼通报,2008,(2): 130-140.
- [12] 陈新军,曹杰,刘必林,等. 基于贝叶斯 Schaefer 模型的西北太平洋柔鱼资源评估与管理[J]. 水产学报,2010,35(10):1572-1573.
- [13] 曹杰,陈新军,田思泉,等. 基于世代分析法的西北太平洋柔鱼冬春生西部群体资源评估和管理[J]. 中国海洋大学学报,2010,40(3):37-42.
- [14] 陆化杰,陈新军,刘必林,等. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔业生物学研究进展[J]. 广东海洋大学学报,2010,39(4): 91-98.
- [15] 《世界大洋性渔业概况》编写组. 世界大洋性渔业概况[M]. 北京:海洋出版社,2011.
- [16] 若林 敏江,酒井 光夫. 平成23年度国際漁業資源の現況-アルゼンチンマツイカ南西大西洋[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [17] WALUDA C M, RODHOUSE P G. Remotely sensed mesoscale oceanography of the Central Eastern Pacific and recruitment variability in *Dosidicus gigas* [J]. Marine Ecology Progress Series, 2006, 310: 25-32.
- [18] 酒井光夫,若林敏江,加藤慶樹. 平成23年度国際漁業資源の現況-アメリカオオアカイカ-東部太平洋[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [19] 木所英昭,後藤常夫,田永軍,等. 平成23年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [20] 山下紀生,加賀敏樹,福若雅章. 平成23年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [21] 加藤慶樹,酒井光夫. 平成23年度国際漁業資源の現況-ニュージーランドスルメイカ-ニュージーランド海域[R]. 水産庁・水産総合研究センタ,2012.
- [22] 陈新军,邵锋. 印度洋西北部公海鸚乌贼资源特征及其与海况的关系[J]. 中国海洋大学学报,2006,36(4):611-616.
- [23] CHEN X J, LIU B L, TIAN S Q, et al. Fishery biology of purpleback squid, *Sthenoteuthis oualaniensis*, in the northwest Indian Ocean [J]. Fisheries Research, 2007, 83(1):98-104.
- [24] 杨德康. 两种鱿鱼资源和其开发利用[J]. 上海水产大学学报,2002,11(2):176-179.
- [25] 田思泉,陈新军,杨晓明. 阿拉伯北部公海海域鸚乌贼渔场分布及其与海洋环境因子关系[J]. 海洋湖沼通报,2006(1):51-57.
- [26] 谷津明彦. インド洋におけるトビイカの生物学ならびに新資源としての可能性[R]. 远洋,1997,101:6-9.
- [27] TROISENKO B G, PINCHUKOV M A. Mesoscale distribution features of the purpleback squid *Sthenoteuthis oualaniensis* with reference to the structure of the upper quasi-homogeneous layer in the West India Ocean [J]. Oceanology, 1994, 34(3): 380-385.
- [28] 陈新军,钱卫国. 印度洋西北部海域鸚乌贼资源密度分布的初步分析[J]. 上海水产大学学报,2004,13(3):218-223.
- [29] 曹杰,陈新军,刘必林,等. 鱿鱼类资源量变化与海洋环境关系的研究进展[J]. 上海海洋大学学报,2010,19(2): 232-239.
- [30] 刘必林,陈新军. 头足类角质颚的研究进展[J]. 水产学报,2009,33(1):157-165.
- [31] WALUDA C M, RODHOUSE P G, PODESTÁ G P, et al. Oceanography of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) hatching and influences on recruitment variability [J]. Marine Biology, 2001, 139(4): 671-679.
- [32] 陈新军,曹杰,田思泉,等. 鱿鱼类资源评估与管理研究现状[J]. 上海海洋大学学报,2009,18(4):459-466.

Current exploitation and some scientific issues in the sustainable utilization of *Ommastrephidae*

CHEN Xin-jun^{1,2,3}, LU Hua-jie^{1,2,3}, LIU Bi-lin^{1,2,3}, TIAN Si-quan^{1,2,3}

(1, College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2, The Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3, The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The oceanic *Ommastrephidae* is an important cephalopod resource. The main species which have been exploited at the large-scale commercial development included *Todarodes pacificus*, *Illex argentinus*, *Dosidicus gigas*, *Nototodarus sloani* and *Symplectoteuthis oualaniensis*. According to the data statistics during 1992 to 2010, the *Ommastrephidae* production accounted for 51.15% – 62.19% of cephalopods in the world, with an average of 55.40%. In this paper, the current exploitation and resources conditions of *Todarodes pacificus*, *Illex argentinus*, *Dosidicus gigas* and other squids are described in details. Meanwhile, according to the biological characteristics of short life cycle and fast growth, four major scientific issues which are to be resolved have been put forward. The four scientific issues are: (1) a completely comprehensive understanding of the ecological status and role of *Ommastrephidae*; (2) fully mastering the effect of environment including global climate change on the recruitment of *Ommastrephidae*; (3) further study of assessment model for *Ommastrephidae* based on the short life cycle; and (4) developing the ecosystem-based resource management approaches for *Ommastrephidae*.

Key words: *Ommastrephidae*; current resources; sustainable utilization; cephalopod