

长江口及邻近水域渔业资源监测现状分析

陈锦辉 等¹

(1. 上海市水生野生动植物保护研究中心, 上海 200092;

2. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306)

【摘要】: 长江口及邻近水域是我国多种重要鱼类产卵、索饵、育肥的优良场所和洄游通道, 对于该水域渔业资源进行有效监测是开展资源评估和养护的基础。以渔业资源监测的 4 种常见途径, 即注册制度、问卷调查及访问调查、直接监测和报告制度为框架, 对照总结了这一水域各种监测项目的发展水平和缺陷, 特别针对依赖于渔业的调查和独立于渔业的调查, 详细分析了渔业观察员项目、科考船、采样调查设计、渔业声学调查、标志放流、鱼卵仔稚鱼调查等环节的发展现状。在此基础上对现有监测项目的发展完善提出改进建议, 旨在为该水域后续建立科学的渔业资源监测体系积累基础参考资料。

【关键词】: 渔业资源 监测体系 依赖于渔业的调查 独立于渔业的调查

【中图分类号】: Q178 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2021)01-0122-15

长江口及其邻近水域连接长江流域和东海近海, 毗邻舟山群岛, 处于典型的咸水与淡水交汇区域, 营养盐丰富、饵料生物充沛, 海洋性、淡水性、河口性、溯河降河洄游性等生态类型丰富多样的鱼类资源和生物群落在此生殖繁衍、索饵育肥, 从而成为我国传统重要的渔业经济水域^[1,2]。

在另一方面, 作为我国经济发展最为迅速、开发强度最为活跃的地区, 长期以来的过度捕捞、污废排放、隧桥建设、港口航运、水利调度与拦截等人类扰动都对其脆弱敏感的生态环境造成持续压力, 导致传统优质渔业资源的快速减少和特有珍稀水生生物的濒临灭绝^[3-6]。针对这种局面, 习近平总书记在 2016 年 1 月推动长江经济带发展座谈会明确指出: “当前和今后相当长一个时期, 要把修复长江生态环境摆在压倒性位置, 共抓大保护, 不搞大开发”^[7]。长江生态环境保护修复已受到了国家前所未有的关注。

渔业资源作为长江口生态系统的重要组成部分, 如何准确地监测渔业资源的种群状况, 是后续开展渔业资源评估、生态环境评价、管理策略分析, 从而修复长江生态环境的信息基础, 是应用国际通用的基于“最佳可获得的科学认知(Best Available Science)”的生物资源管理框架体系的基本支撑^[8]。

常规的渔业资源监测方法包括注册制度、问卷调查、直接监测和报告制度等 4 种途径, 本文拟通过比对外国现行的渔业资源监测方法, 对我国长江口水域渔业资源监测的现状进行总结分析, 对该水域未来监测体系潜在的改进方向进行展望, 旨在为我国“黄金水道”入口水域的渔业资源保护和修复工作积累参考资料。

作者简介: 陈锦辉(1974~), 男, 研究员, 主要研究方向为渔业生态学. E-mail:1114260882@qq.com

王学昉 E-mail:xfwang@shou.edu.cn

基金项目: 上海市科委地方能力建设项目(18050502000); 国家自然科学基金(41606146)

1 注册制度

渔业资源监测的最终目的是服务于渔业管理,其所需的广泛数据产生于渔业活动的各个环节。通过各环节之间数据进行相互验证,譬如渔民记录的渔捞日志数据是生产数据的主要来源,可以使用港口的渔获物上岸量数据进行验证,而上岸量数据又可以通过加工厂或市场的采样信息进行验证,从而促进各环节信息的比对流通,达到监测渔业资源生物和经济状况的目标^[9]。

注册制度往往通过法律规定的某种许可形式来安排实施,适用于渔船、渔民、渔具或公司等,是对捕捞生产情况进行全面监测管理的最为直接的方法^[9]。我国在 1986 年制定了《渔业法》和《捕捞许可管理规定》,通过渔业船舶检验证书、渔业船舶登记证书和捕捞许可证的形式对海洋渔业资源的开发主体设定了明确的准入要求,实现了对于渔船数量的管控,和对捕捞作业类型、区域、时限和渔具数量等要素的规定。

捕捞许可制度在理论上可以通过采取“投入限制(inputcontrol)”的原则达到监管某些捕捞努力量数据的效果,但在长江口的内陆和近海水域,由于各种原因,都存在大量涉渔的“三无船舶”(无船名船号、无船舶证书、无船籍港)从事捕捞生产^[10]。这些种类繁多、隐蔽性强、作业方式多样的“三无船舶”逃避监管,从事非法捕捞、收购、加工和销售各类违禁渔获物^[11]。“三无船舶”具体的渔获量和捕捞努力量信息都无从得知,因此对该水域注册制度的效果及渔业资源的监测都具有负面影响。

2 问卷调查及访问调查

当渔业资源监测体系不健全的阶段,能够获取信息的途径相当匮乏,通过设计涵盖一般数据需求的调查问卷,能够了解渔业活动和渔获量水平的大致信息,其优点是成本低和操作便利。另外,在寻求征集某些问题的意见和看法时,问卷调查也是一种特别有用的方法^[9]。然而,对于近海生计型渔业而言,从事渔业生产人员的文化水平或沟通渠道往往相当有限,所以需要专门的信息采集人员(渔业统计员)进行面对面的访问调查^[9]。在长江口的淡水和咸水渔业中,就存在这种情况(受访对象文化程度较低),因此以社会调查形式出现的访问调查在 70~80 年代的资源调查中十分普遍,并且沿用至今^[12~15]。

在 1974 年进行的上海市主要河口性鱼类种苗资源的调查中,调查人员通过对生产队进行社会调查结合采样的方式获得鳊、梭、鲈鱼幼苗及资源利用的情况^[12];在 1982~1983 年长江口定置张网渔业的调查中,调查人员以社会调查为基础,通过走访现场渔民和分类记录产量的方式获取张网、插网和挑网等不同渔具的渔法特点、分布区域和渔获物结构^[13];1987 年对当时宝山县、崇明县海域虾类资源和渔业状况的调查中,社会调查结合渔获物分析的方法被用来摸排长江口虾类资源的分布、生物学和资源利用状况^[14];到 2000 年后,社会调查依然与渔业资源监测调查、渔业生产相结合,构成实行东海区渔业资源动态监测调查工作的“三结合”原则^[15],使这类数据在鱼类资源量的估算中起到补充作用。

除去在长江口外,访问调查的方式在长江中下游水域也有应用。江河等^[16]通过访问调查结合短期捕捞调查的方式,走访祖辈在长江以捕鱼为生且年龄在 60 岁以上的资深渔民 230 人次,发现他们上一次捕捞到鲥鱼的时间为 1994 年 5 月,结合 25d 短期捕捞调查没有监测到鲥鱼的调查结果,最终得出长江鲥鱼濒临灭绝的结论。在这个案例中,访问调查比短期野外调查更具有说服力。

3 直接监测

渔业资源的监测始终围绕着鱼类种群的丰度和分布这两个问题展开,直接监测通过直接调查的方式获得这些数据,是独立采集和核实信息最为常见的方式^[9]。其中,从渔船、加工厂,或渔业科研人员渠道获得的直接监测数据,称为依赖于渔业的数据(fishery-dependent data);利用科考船获得的直接监测数据,称为独立于渔业的数据(fishery-independent data),两种方法在获取数据的质量、数量和成本上各有优点^[17]。在实际应用中,依赖于渔业的数据由于获取渠道较多、数量巨大、成本低廉,较之独立于渔业的数据更加容易获取,两类数据具体的监测途径和优缺点如下:

3.1 观察员

渔民报告的捕捞生产数据的准确性是渔业管理的核心关注问题之一,赞成渔业管理目标的渔民可能会认真客观地填写捕捞日志,反之,其填写的捕捞日志的质量和提供信息的程度就会与实际存在较大偏差^[17]。观察员项目的出现就是旨在搜集和核实相关的渔业数据,或确保渔船以负责任的方式进行捕捞,完全履行渔业管理有关的养护措施,从而改善目标渔业的管理水平。

在国外发达国家或区域性渔业管理组织的渔业管理中,向渔船、运输船派遣渔业观察员或科学观察员是十分普遍的现象,譬如在中西太平洋作业的金枪鱼围网船队需要执行 100%的观察员覆盖率,金枪鱼延绳钓船队执行最低 5%的观察员覆盖率^[19,20]。

相比之下,我国近海和内陆渔业的观察员项目并不多见。具体到长江口水域,其部分运作机制是东海区渔业资源动态监测网从整个东海区各种典型作业的地区遴选约 60 艘有代表性的渔船作为信息船,并选聘长期在一线生产工作的同志作为生产信息船的联络员,增加信息来源,以使资源监测结果接近实际状况^[15]。

这些联络员在一定程度上具有观察员的性质,但是其本身又属于监测船舶的生产人员,因此信息可靠性可能要差于独立派遣的观察员。另外,我国近海和内陆渔业也没有严谨的观察员项目操作规范,对于观察员的遴选条件、培训流程、操作规范、覆盖率水平和数据保密程序等都没有明确的要求。

3.2 研究人员依赖于渔业的调查

不仅在河口水域,在整个长江流域的渔业资源监测中,科研人员获得经费支持,将有关资源的专题研究与渔业资源监测调查相结合是一种常见的形式。相比于观察员项目,渔业研究人员的调查不仅搜集渔业资源的丰度和分布信息,还能搜集更加丰富的生物学特征数据,包括种群和个体的形态测量、体长频度、年龄生长、繁殖和摄食等多维度的信息^[17]。但是需要指出的是,这类调查不存在站点设计,完全按照渔民或渔船的生产习惯进行,记录常规渔具的渔获量和渔获物特征,属于依赖于渔业的活动。

这类监测的重点可分为两项内容,一是资源的丰度,譬如在 20 世纪 80 年代,科研人员对长江口深水张网和定置张网渔业的渔获物进行记录,通过多样性指数、均匀度指数等指标研究不同类型渔获物的占比组成和季度变化,但是这一阶段的研究仅仅记录渔获量,缺失捕捞努力量的信息导致无从得知这些渔业的名义单位捕捞努力量渔获量(Catch Per Unit Effort, CPUE)的水平^[14, 18, 21, 22]。

这一状况在 90 年后的调查中得到明显改善,无论是使用拖网、刺网或张网进行的资源调查都开始给出明确的捕捞努力量单位,以及使用 CPUE 指标来评估渔获物的多样性组成和资源状况的动态变化^[23~29]。名义 CPUE 指标的使用能够为后续 CPUE 标准化和应用各类资源评估方法奠定基础。

二是渔业生物学特征。科研人员直接从捕捞生产的渔获物或专门雇用渔民采集样本,研究其重要的种群特征参数。但是由于是使用渔具进行采集,渔具选择性导致这类研究获得的生物学信息描述的是达到捕捞规格的个体特征,考虑到这种情况,某些研究也结合浮游生物网或特制的小网目网具来搜集幼鱼样本^[30~33]。

在长江口水域早期的某些资源调查中,仅搜集渔获物的体长、体重等最为基础的指标^[13, 14, 21, 22];随着长江水域渔业资源衰退问题的日益突出,针对该水域典型渔业资源如刀鲚(*Coilia ectenes*(Jordan et Seale))^[24, 33~36]、凤鲚(*Coilia mystus*)^[37~44]、银鱼类(有明银鱼(*Salanx ariakensis*)、大银鱼(*Protosalanx hyalocranius*(Abbott, 1901))^[30, 31]、花鲚(*Lateolabrax japonicus*(Cuvier et Valenciennes))^[45~49]、鲛(*Liza haematocheila*)^[48~50]、虾类(安氏白虾(*Exopalaemon annandalei*)、脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)^[14]、长吻鮠(*Leiocassis longirostris*)^[51]、棘头梅童鱼(*Collichthy lucidus*)^[52]、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)^[53]、龙头鱼(*Harpadon nehereus*)^[54]等种群状况的研究逐渐增多,这类研究涉及年龄和生长、繁殖、

摄食等生活史的各个环节,不同种类的研究深入程度差异较大,其中以刀鲚和凤鲚的研究最为全面深入;近年来,随着国内科学技术的发展和仪器设备的增加,耳石微结构及微量元素分析、氨基酸及脂肪酸分析、碳氮稳定同位素分析等技术的应用报道开始逐渐增加,用于获取该水域种群更为丰富的年龄结构、繁殖、摄食、洄游等信息^[32,55~59]。这些得到的广泛生物学信息可以为各类评估模型提供所需的基础参数,使资源评估得以展开。

研究人员基于渔业活动进行的调查是长江口水域渔业资源监测体系中最为重要的形式之一,但是这些调查项目的不足之处也很明显:(1)相对于长江口多达 300 余种鱼类而言,目前几乎全部调查都集中于数种典型的鱼类资源进行,具有较为全面的生物学研究的种类就更加稀少,某些对于资源评估重要的基础生物学指标(如 50%性成熟体长(L_{50}))未见任何报道;(2)这类带有研究性质的监测调查的持续性与资助经费密切相关,通常只有一年或数年时间,与常规性监测项目相比,持续性较差,无法获取监测资源连续的中长期变化。

3.3 研究人员独立于渔业的调查

渔民因为具有长期的作业经验,所以会选择性地在资源密度较高的海域作业,这种情况将导致 CPUE 无法反映真实的种群丰度,而独立于渔业的调查通过使用科考船并进行站点设计,能够提高监测的准确性^[17]。因此,研究人员独立于渔业活动而进行的调查是近年来长江口水域渔业资源监测体系中另一种重要的形式。

3.3.1 科考船

科考船通常装载有探测生物资源和环境要素的科考设备和实验仪器,在渔业资源调查中能够运用多学科、多功能、多技术的手段对目标对象进行同步观测、采集和处理^[60]。在 20 世纪 80 年代,中科院海洋研究所就开始利用“金星二号”调查船在长江口进行经济鱼类仔稚鱼的资源调查^[61];从 2000 年起,黄海水产研究所的“北斗”号渔业资源调查船对包括长江口在内的东黄海水域进行了持续性地资源监测调查,这些调查保持特定的站点设计,在使用拖网进行生物采样的同时也使用科学仪器采集环境数据,实现对于特定资源的丰度^[62]、分布^[63,64]、生物学特征^[65~67]及整个群落结构^[68~76]变动的监测和研究。

但是,科考船本身作为一项大型的科学装备,其运行和维护都具有非常高昂的成本,在许多发展中国家,使用其进行数据搜集的费用甚至要高于所管理的渔业的价值^[17]。基于这种情况,长江口水域的许多科学监测都雇用渔船进行,与基于渔业的调查不同,这些调查都有一定的站点分布设计,而不依赖于渔民的经验。

东海水产研究所、中科院海洋研究所、黄海水产研究所、中科院水生生物研究所等单位长期以来就一直有租用各类渔船从事调查长江口资源分布和变动^[77~79]、鱼卵与仔稚鱼分布^[80~83]、群落结构特征变化^[84~93]等项目的活动。除去渔船外,也有少量的调查通过渔政船进行^[94]。总体来说,这一水域使用渔船进行科学调查的情况要多于科考船,这与我国先前的社会经济发展水平相适应,考虑到近年来相关单位专业渔业资源科考船陆续建成下水的局面,未来提高科考船进行资源监测的频率必然将会增加。

与渔民生产的渔获量相比,调查船采集的样本量仅占总量很小的一部分,调查获得的 CPUE 通常也会差异很大,但考虑到其更广阔的调查范围和更真实的数据,可以结合依赖于渔业的调查作为监测项目的有效补充^[17]。

3.3.2 采样设计

独立于渔业的调查有别于依赖于渔业的调查的一个重要特征就是具有科学的采样站点设计,科学的采样设计能够提高渔业调查的估计精度,进而影响到定量分析渔业资源数据的变动规律和养护措施的制定^[17,95]。

在长江口,调查站点设计中应用最为广泛的是均匀布点,这种方式常在调查区域内均匀设置距离相等的站位进行采样^[83~86,93],

或者在均匀设置的基础上随机增加部分站位^[79]。另一种常见的形式是断面调查,即选取一些有代表性的断面沿其布设站点监测,如黄海水产研究所使用“北斗号”进行的调查通常以与等深线近乎垂直的方式布设数条等间距的断面,再在每个断面水深大于10m的区域布置4~6个采样点^[62~63,71~76];徐兆礼等^[96]对长江口鱼卵及仔稚鱼的调查中则以与岸线垂直的方向设置断面,并在每个断面上设置3个站位进行采样。

均匀布点和断面观测通常适用于资源分布较为均匀的海域,但是在河口区域,由于环境特征和地形条件都复杂多变,造成生物的空间分布可能并不均匀,因此分层采样的站点设计有利于对总体进行估计,提高调查的准确性。

在已有的长江口调查中,常见的分层原则包括:(1)按照该水域传统的渔场或长江水道进行区域划分,如分成长江口渔场、舟山渔场、杭州水域^[94],或长江南支北港、北支、北港北沙等区域分配调查站点^[87,97];(2)按照影响鱼类分布的重要环境特征的变化进行分层,如按照盐度特征的变化分成数个调查区域^[61,89],或按照温盐变化分成高温低盐、低温高盐、低温低盐区域分配站点^[98]。

长江口诸多监测项目的另一个重要特点是在长期监测中偏好使用固定站点设计,在多年的调查中连续监测固定的站位^[94,99],然而这种采样原则的估计效果需要进行评估,Li等^[100]对美国缅因龙虾(*Homarus americanus*)补充量的监测效果模拟评估发现,与简单随机采样相比,在河口区的定点采样仅能把握龙虾丰度的年间相对变化趋势,但是会低估真实的绝对丰度。

3.3.3 渔业声学调查

声学仪器(探鱼仪)在20世纪30年代就已经应用于商业捕捞,随着渔业声学技术的不断发展,声学评估方法已成为渔业资源调查监测的一种重要手段,具有快速准确、覆盖面大、不损害鱼类资源等优点^[101]。

在长江中上游流域及其附属的库区或湖泊水系中,近年来基于声学技术评估鱼类的资源量和空间分布的调查十分普遍^[102~106],包括对于大型珍稀鱼类和哺乳动物的追踪监测^[107,108]。然而,在长江口水域,使用声学手段进行资源监测的报道目前仍十分罕见。

在相关科研单位未来数年内装载先进声学仪器的科考船将陆续建成应用的背景下,对这一水域开展基于声学手段的鱼类行为监测、鱼类资源评估、鱼类洄游研究具有广阔前景,结合现有的调查手段和渔业数据,将完善整个资源监测体系。

3.3.4 标志放流-重捕研究

标志放流重捕研究是估算鱼类种群数量和洄游分布等行为习性的常用方法^[17,109]。另外,由于长江流域中的重要渔业资源和珍稀鱼种的种群数量一直呈现下降趋势,增殖放流成为这一水域资源恢复和生态保护的重要支撑,而标志放流重捕研究又是增殖放流效果评估的重要手段。

目前,在长江口及邻近水域使用的标志方法多种多样,包括外部标志(挂牌标志法、荧光标志法、液体橡胶浆入墨标记法、切鳍标志法、贴签标志法等)、内部标志(金属线码标记、遥测标志等)和基因检测手段(微卫星标志)^[109~110],主要应用于人工放流的中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)幼鱼在河口和海洋区域中洄游、分布和生长的研究^[111,112],以及近海的大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、黑鲷(*Acanthopagrus schlegelii*)、海蜇(*Rhopilema esculenta kishinoe*)、梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、石斑类等的不同标志方法的应用效果、重捕率和增殖放流效果的评估^[109,113,114]。在现代生物分子技术方面,长江中上游和下游都有使用微卫星标记确定放流群体对野生群体贡献量的研究^[110,115],而这类标记方法在长江口水域的公开文献中并不多见。

需要指出的是,使用标志放流法估算鱼类种群数量的准确性依赖于目标对象是否满足多个假设前提,如被标记的个体会随机分布在野外种群中,放流之后重捕之前种群没有补充或洄游等等^[17]。因此,长江口目前的标志放流研究仍集中于基础性信息的获取,处于为今后进一步监测野外种群奠定基础的阶段。

3.3.5 仔稚鱼调查

长江口是众多鱼类的产卵场和育幼场,而鱼类的早期生活史阶段又会对种群的数量波动产生巨大影响^[17,96],因此针对这一水域的鱼卵、仔稚鱼,不同单位进行了长期持续的调查监测。

这些调查以针对所有对象的综合调查为主^[80~82,96,99,116~119],但也有以具体鱼种为监测对象,如小黄鱼^[83]、前颌间银鱼^[120]、有明银鱼^[121]、鳃鱼和康氏小公鱼^[61]等;绝大部分调查采用专用的浮游生物采集网具进行,个别调查也基于如鳗苗定置网这类渔具采集样本^[122]。

另外,除了使用各类船舶在河口的广阔水域进行调查外,考虑到仔稚鱼可能在潮间带具有更高丰度的生态学特征,大量调查也在岸边的碎波带开展^[123~127],可以说调查覆盖范围相对完整。

总体说来,长江口水域鱼卵与仔稚鱼的监测在各项监测中较为持续与全面,属于开展较好的监测项目,不足之处在于目前的监测多集中于分析种类组成和时空分布,但是由于鱼类补充量与环境变化关系极为密切,结合环境要素对丰度进行标准化后监测年间波动的研究还仍不多见。

4 报告制度

在国外多数需要取得捕捞许可的渔业中,按照规定填写和提交渔捞日志(logbook)是参与渔业的一项基本法律要求^[9]。捕捞日志通常要求渔民记录每日的作业日期、姓名(船名)、作业地点、使用渔具、渔获量组成和捕捞努力量数据等信息,从而全面记录整个捕捞活动,并且报告给管理当局,这些保持更新的数据可以追溯渔业的历史,反映捕捞活动和渔获量的变化,使一系列渔业资源评估方法得以开展^[9,17]。

在包括长江口在内的我国近海及内陆水域,目前获得渔业生产数据的方式是按照《渔业法》和《渔业统计工作规定》采用全面统计调查进行,即从渔村或渔船所在的基层组织开始,通过由下至上的方式层层上报,逐级汇总,并结合抽样调查、重点调查、专项调查、年终调查及渔情采集和遥控监测等方式作为补充^[128,129]。

这种模式在计划经济时期尚能反映渔业产量的实际情况,但在当前近海以单艘渔船为经营主体,组织化程度松散,渔船与基层联系削弱的情况下,该模式对于渔业作业细节的监测准确性有所不足^[130];其次,《渔业法》虽然规定“海洋大型、中型渔船应填写《渔捞日志》”,但是在具体实践中缺乏强制性,也无法获知大量各类小型渔船的生产情况。

此外,目前的统计模式只注重渔获量的搜集,投入要素仅限于渔船的功率、吨位等基础指标,而作业时间或作业次数/渔具数等捕捞努力量信息都十分缺乏^[130],这些现状都导致管理者利用渔业 CPUE 指标监测渔业资源丰度的途径变得十分困难。除去在捕捞环节外,我国在转载、加工、销售环节的报告制度也不健全,比如我国渔船在上岸卸鱼处于完全自由的状态,大量渔获物在海上直接转给运输船或销售给收购船,这些流程都缺乏相应的报告统计和监督管理^[130]。

对于渔业科学家和管理者而言,少量准确的信息比大量可疑的信息更具价值,这要求渔捞日志的设计需要在科学家获取更多数据的期望与渔民的便利之间取得平衡^[17]。但是即使依照最低标准要求,我国目前的渔业统计报告制度也存在很大不足,这需要更加合理的制度设计及强制执行,以实现对于渔业活动全环节的有效监测。

5 总结与展望

在长江口水域长期执行的监测项目中,实施水平最高的是直接监测项目,其中通常由各级科研院所和高校等承担的常规生物

学研究、仔稚鱼调查等项目持续时间长,覆盖范围广,部分监测具有一定的站点设计,因此监测较为系统可靠;而派遣独立观察员搜集渔业情况、对不同采样设计监测效力进行对比评估、应用声学技术进行调查等项目则开展较少,属于直接监测项目中相对薄弱的环节。

在地方渔政管理部门主导的监测手段中,注册制度、报告制度和问卷调查及访问调查的有效监控能力与海洋监管体系发达的国家相比仍存在较大的改进空间,这主要体现在过去对“三无船舶”和非法捕捞活动的监管力度不足,并可能很大程度上影响了注册制度与报告制度的执行效果。

虽然长江口及邻近水域非法作业的船数和活动频率目前无法准确估计,但是从近年相关的整治行动中可见端倪,如浙江省政府于2014年全面启动的浙江渔场修复振兴暨“一打三整治”专项执法活动,旨在依法打击涉渔“三无船舶”和违反生产作业行为,截止至2016年12月31日,3年间共取缔涉渔“三无船舶”14584艘,取缔违禁渔具36万顶,移送司法机关追究刑事责任547人^[131]。这些数量庞大的非法渔船的捕捞能力参数、捕捞努力量、渔获量等信息都不处于监管之下,将导致现有监测体系的观察结果对实际资源状况的估计存在较大的不确定性。

因此,根据该水域各类资源监测项目的现状和国外海洋鱼类资源监测的发展趋势,我们认为今后在以下4个方面的改进应被纳入考虑:

(1)加强监测体系的顶层设计。鱼类资源具有游动性的特点,其分布范围可能涉及多个行政区域或职责的单位,这些单位根据各自的监测目标设计调查内容和标准,却不存在更高层级的机构对繁多的调查项目进行统一指导。即使聚焦到长江口及邻近海域,目前就有黄海水产研究所、东海水产研究所、中科院海洋研究所、中科院水生生物研究所、水科院淡水研究中心、海洋局东海环境监测中心、上海海洋大学、华东师范大学及各保护区和地方监测站执行各类监测项目,不同单位对于同一监测目的所使用的调查船舶、网具规格、拖曳时间、站点设计等都不尽相同,所获取的数据也缺乏沟通机制共享分析,以了解数据缺陷(datagap),改进搜集方法和标准,使各种不同来源的数据服务于资源评估研究。在国际上涉及到不同利益攸关方的高度洄游鱼类种群管理时,区域性渔业管理组织通常会设置科学委员会,再下辖数据工作组、资源评估工作组、生态系统工作组及管理问题工作组,在组织机制上提高多源数据的质量,减小评估结果的不确定性,从而使渔业资源得到有效管理。因此,长江口监测项目的改进首要问题是在顶层设计上改革组织机制确保监测合理高效。

(2)加强完善现有监测制度的内容和执行力度。我国目前已存在注册制度和报告制度,但是现有制度的设计和执行都需要根据我国社会的发展进一步地完善,形成更加规范化、责任化、全局化的局面。比如注册制度的执行过程中出现了大量“三无渔船”,削弱了注册制度的作用,这就需要开展针对“三无渔船”和非法作业的专项执法行动,加大执法力度和惩治措施,注重建立长效机制,使各类捕捞力量处于有效监管之下^[131];再如报告制度,除去统计生产环节的总渔获量外,还需要发展捕捞努力量及相应时空信息的记录搜集,并将报告制度扩展到运输、港口、加工、销售等全流通环节,使各环节报告的信息可以相互印证,提高数据准确性^[130]。

(3)提高独立于渔业的科研调查的数量。鉴于我国目前的社会发展阶段,长江口及近海仍具有数量无法估计的生计型“三无船舶”,在有证船舶方面,渔捞日志的质量又与渔民对于管理目标的认同度紧密相关,特别考虑到长江流域将实行十年禁渔的保护政策,因此以渔业数据为监测信息的主要来源并在短期内大幅提高渔业数据的质量将非常困难,这就要求大力发展独立于渔业的调查作为监测体系的有力支撑。目前,我国涉海单位的科考船舶陆续建成,实现了监测硬件平台的跨越发展,使运用科考船开展独立于渔业的调查得到保障。但是,科考船作为最为昂贵的监测仪器,其运作成本十分高昂,这就需要主管单位提供稳定的经费支持,联合相关单位,有效配置共享资源,使针对不同目标的监测项目能够长期持续的开展。

(4)鼓励各类新式监测技术的使用。人类社会正处于信息技术、生命科学技术、物联网技术高速发展的时代,这些新兴科技的应用将大幅改进传统监测手段的不足。譬如,传统的海上调查成本高、覆盖率小、频率低,而集成鱼探仪和其它传感器的小型

浮标能够通过卫星或移动通讯信号实时传输监测水域的资源和环境状况,以其组成的智能监测网络便宜高效,在金枪鱼围网渔业的商业捕捞中已得到广泛应用^[132];再如,环境DNA(environmental DNA, eDNA)技术已被愈来愈广泛地应用于水生生物保护监测的研究中,与传统的拖网调查方式相比,它可以在不对栖息地和生物产生物理破坏的情况下确定监测对象的存在,已在长江江豚(*Neophocaena phocaenoides asaeorientalis*)这类出现概率较低的珍稀动物的监测中得到应用^[133]。

参考文献:

- [1]刘瑞玉,罗秉征.三峡工程对长江口生态和渔业的影响 [J].水土保持通报,1987,7(4):37-40.
- [2]陈渊泉.长江口河口锋区及邻近水域渔业 [J].中国水产科学,1995,2(1):91-103.
- [3]李琦,徐贵泉.长江口滩涂资源变化分析 [J].上海水务,2015,31(3):61-64.
- [4]董方勇.南水北调东线工程对长江口渔业资源的影响 [J].长江流域资源与环境,1997,6(2):168-172.
- [5]刘绍平,陈大庆,邱顺林,等.三峡工程与长江渔业资源动态监测 [J].水利渔业,1999,19(3):51-52.
- [6]鲍旭腾,黄一心,赵平,等.长江流域捕捞作业状况调研及对策研究 [J].江西水产科技,2016(3):39-43.
- [7]新华社.习近平:修复长江生态环境,不搞大开发 [J].中国水产,2016(2):2-3.
- [8]褚晓琳,陈勇,田思泉.基于可获得的最佳科学信息和预警方法的海洋自然资源管理研究 [J].太平洋学报,2016,24(8):86-94.
- [9]PAUL J B, JOHN D R. Handbook of fish biology and fisheries (volume 2) [M]. Oxford, UK: Blackwell publishing, 1999.
- [10]韩杨. 1949年以来中国海洋渔业资源治理与政策调整 [J]. 中国农村经济, 2018(9):14-28.
- [11]刘洋,翟姝影,曹晶.涉渔“三无”船舶危害及依法治理对策 [J].沈阳农业大学学报(社会科学版),2018,20(3):292-297.
- [12]上海市水产研究所养殖研究室苗种资源调查组.上海市主要河口性鱼类苗种资源调查概要 [J].水产科技情报,1975(6):12-15.
- [13]张国祥,张雪生.长江口定置张网渔业调查 [J].水产学报,1985,9(2):185-198.
- [14]姚根娣.长江口的虾类资源和渔业现状 [J].水产科技情报,1989,16(6):171-173.
- [15]张道波.东海区渔业资源、环境监测与保护工作回顾 [J].海洋渔业,2002,24(3):126-129.
- [16]江河,汪留全,管远亮,等.长江鲟鱼资源调查及濒危原因分析 [J].水生态学杂志,2009,30(4):140-142.
- [17]MICHAEL K. Fisheries biology, assessment and management [M]. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2007.

[18]张国祥. 长江口定置张网渔获物结构组成及其季节变化 [J]. 水产科技情报, 1987(2):1-5.

[19]WOLFAARDT A. Data collection requirements for observer programmes to improve knowledge of fishery impacts on seabirds [R]. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), 2016.

[20]HAMPTON J. Implications for scientific data collection by observers of new requirements for 100% observer coverage of purse seiners [R]. Fifth Regular Session of the WCPFC Scientific Committee, Port Vila, Vanuatu, 2009.

[21]黄晋彪, 张雪生. 长江口刀鲚资源试析 [J]. 水产科技情报, 1989(6):173-175.

[22]张国祥. 前颌间银鱼资源变动原因的初步探讨 [J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(5):517-526.

[23]李建生, 李圣法, 程家骅. 长江口渔场拖网渔业资源利用的结构分析 [J]. 海洋渔业, 2004, 26(1):24-28.

[24]张敏莹, 徐东坡, 刘凯, 等. 长江下游刀鲚生物学及最大持续产量研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(6):22-26.

[25]曹正光, 赵利华. 长江口沿岸水域银鲴资源监测及渔业经济分析 [J]. 水产学报, 1995, 19(4):374-378.

[26]何正侃, 孙振中, 洪波. 长江口南岸水域银鲴及幼鱼资源动态监测 [J]. 水产科技情报, 2006, 33(2):81-83.

[27]沈新强, 史赞荣, 晁敏, 等. 夏、秋季长江口鱼类群落结构 [J]. 水产学报, 2011, 35(5):700-710.

[28]史赞荣, 晁敏, 沈新强. 长江口张网鱼类群落结构特征及月相变化 [J]. 海洋学报(中文版), 2014, 36(2):81-92.

[29]郑颖, 戴小杰, 朱江峰. 长江河口定置张网渔获物组成及其多样性分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20):9510-9513.

[30]孙帼英. 长江口及其邻近海域有明银鱼的生物学 [J]. 海洋湖沼通报, 1990(1):41-46.

[31]孙帼英, 周忠良. 长江口及其邻近海域大银鱼生态的初步研究 [J]. 海洋湖沼通报, 1989(4):76-79.

[32]何文平, 黎雨轩, 李钟杰, 等. 长江口凤鲚幼鱼的耳石微结构、日龄与生长 [J]. 水产学报, 2013, 37(4):496-501.

[33]黎雨轩, 何文平, 刘家寿, 等. 长江口刀鲚耳石年轮确证和年龄与生长研究 [J]. 水生生物学报, 2010, 34(4):787-793.

[34]管卫兵, 陈辉辉, 丁华腾, 等. 长江口刀鲚洄游群体生殖特征和条件状况研究 [J]. 海洋渔业, 2010, 32(1):73-81.

[35]陈文银, 李家乐, 练青平. 长江刀鲚性腺发育的组织学研究 [J]. 水产学报, 2006, 30(6):773-777.

[36]何为, 李家乐, 江芝娟. 长江刀鲚性腺的细胞学观察 [J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3):3292-3296.

[37]倪勇, 王云龙, 蒋玫, 等. 长江口凤鲚的渔业生物学特性 [J]. 中国水产科学, 1999, 6(5):69-71.

[38]施炜纲, 王博. 长江河口区凤鲚的资源现状 [J]. 水生生物学报, 2002, 26(6):648-653.

-
- [39]管卫兵,陈辉辉,何文辉.长江口凤鲚生殖群体的动态特征 [J].渔业科学进展,2011,32(5):1-9.
- [40]刘守海,徐兆礼,田丰歌.长江口及附近水域凤鲚摄食习性的分析 [J].上海海洋大学学报,2012,21(4):589-597.
- [41]刘凯,徐东坡,段金荣,等.三峡蓄水后长江口凤鲚汛期生物学特征及捕捞量变动 [J].长江流域资源与环境,2013,22(10):1282-1288.
- [42]于晓,唐文乔,王磊.长江口凤鲚繁殖群体卵巢发育过程中的体内脂肪转移 [J].动物学杂志,2014,49(6):867-874.
- [43]毕雪娟,张涛,冯广朋,等.长江口凤鲚个体生殖力的研究 [J].海洋渔业,2015,37(3):223-232.
- [44]王焕焕,张涛,宋超,等.长江口凤鲚繁殖群体的年龄结构和生长特性 [J].海洋渔业,2016,38(6):609-615.
- [45]孙帼英,朱云云,陈建国,等.长江口花鲈的生长和食性 [J].水产学报,1994,18(3):183-189.
- [46]孙帼英,朱云云,周忠良,等.长江口及浙江沿海花鲈的繁殖生物学 [J].水产学报,1994,18(1):18-23.
- [47]洪巧巧,庄平,杨刚,等.长江口中国花鲈食性分析 [J].生态学报,2012,32(13):4181-4190.
- [48]冯广朋,庄平,刘健,等.崇明东滩团结沙鱼类群落多样性与生长特性 [J].海洋渔业,2007,29(1):38-43.
- [49]纪严,赵峰,杨琴,等.长江口鮡矢耳石形态特征及质量与年龄的关系 [J].应用生态学报,2018,29(3):953-960.
- [50]庄平,罗刚,张涛,等.长江口水域中华鲟幼鱼与6种主要经济鱼类的食性及食物竞争 [J].生态学报,2010,30(20):5544-5554.
- [51]孙帼英,吴志强,陈建国,等.长江口长吻鲢的生物学和渔业 [J].水产科技情报,1993,20(6):246-250.
- [52]王建锋,赵峰,宋超,等.长江口棘头梅童鱼食物组成和摄食习性的季节变化 [J].应用生态学报,2016,27(1):291-298.
- [53]林龙山.长江口近海小黄鱼食性及营养级分析 [J].海洋渔业,2007,29(1):44-48.
- [54]潘绪伟,程家骅.长江口外海域龙头鱼营养生态学特征 [J].中国水产科学,2011,18(5):1132-1140.
- [55]方聪,郭治明,钱薇薇,等.耳石形态在长江口小黄鱼生活史研究及群体识别中的应用 [J].中国海洋大学学报(自然科学版),2018,48(8):57-67.
- [56]徐浩,黎雨轩,张翼,等.东海和黄海南部近岸海域小黄鱼稚幼鱼耳石元素指纹特征分析 [J].海洋渔业,2015,37(4):302-309.
- [57]刘凯,徐东坡,段金荣,等.长江口凤鲚产卵群体肌肉及卵巢生化组成和能量密度 [J].上海海洋大学学报,2009,18(3):302-307.

-
- [58] 闫光松, 张涛, 赵峰, 等. 基于稳定同位素技术对长江口主要渔业生物营养级的研究 [J]. 生态学杂志, 2016, 35(11): 3131-3136.
- [59] SUN P Y, LI X Z, GONG X L, et al. Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometry of *Lateolabrax maculatus* and *Acanthogobius ommaturus* in the Estuary of Yangtze River, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(4): 196-203.
- [60] 吴刚. 海洋综合科考船的船型特征及发展综述 [J]. 船舶, 2017, 28(1): 7-15.
- [61] 吴光宗. 长江口海区鳀鱼和康氏小公鱼鱼卵和仔、稚鱼分布的生态特征 [J]. 海洋与湖沼, 1989, 20(3): 217-229.
- [62] 单秀娟, 庄志猛, 金显仕, 等. 长江口及其邻近水域大型水母资源量动态变化对渔业资源结构的影响 [J]. 应用生态学报, 2011, 22(12): 3321-3328.
- [63] 吴强, 王俊, 袁伟, 等. 长江口及邻近海域大型无脊椎动物数量分布及其与环境因子的关系 [J]. 渔业科学进展, 2011, 32(5): 10-16.
- [64] 袁伟, 金显仕, 单秀娟. 长江口及毗邻海域三疣梭子蟹种群生物学特征及与环境的关系 [J]. 水产科学, 2016, 35(2): 105-110.
- [65] 张波, 唐启升. 东、黄海六种鳗的食性 [J]. 水产学报, 2003, 27(4): 307-314.
- [66] 张波. 东、黄海带鱼的摄食习性及其随发育的变化 [J]. 海洋水产研究, 2004, 25(2): 6-12.
- [67] 张波, 金显仕, 戴芳群. 长江口两种重要石首鱼类的摄食习性 [J]. 动物学报, 2008, 54(2): 209-217.
- [68] 张波, 唐启升, 金显仕. 东海高营养层次鱼类功能群及其主要种类 [J]. 中国水产科学, 2007, 14(6): 939-949.
- [69] 张波, 金显仕, 唐启升. 长江口及邻近海域高营养层次生物群落功能群及其变化 [J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 344-351.
- [70] 金显仕, 单秀娟, 郭学武, 等. 长江口及其邻近海域渔业生物的群落结构特征 [J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4761-4772.
- [71] 吴强, 李显森, 王俊, 等. 长江口及邻近海域无脊椎动物群落结构及其生物多样性研究 [J]. 水生态学杂志, 2009, 30(2): 73-79.
- [72] SHAN X J, JIN X S, WEI Y. Fish assemblage structure in the hypoxic zone in the Changjiang (Yangtze River) estuary and its adjacent waters [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2010, 28(3): 459-469.
- [73] 单秀娟, 金显仕. 长江口近海春季鱼类群落结构的多样性研究 [J]. 海洋与湖沼, 2011, 42(1): 32-40.
- [74] SHAN X J, JIN X S, Zhou Z P, et al. Fish community diversity in the middle continental shelf of the East China Sea [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2011, 29(6): 1199-1208.

-
- [75]李显森,于振海,孙珊,等.长江口及其毗邻海域鱼类群落优势种的生态位宽度与重叠 [J].应用生态学报,2013,24(8):2353-2359.
- [76]汤昌盛,张芳,冯颂,等.2015年夏季长江口及其邻近海域渔业生物群落结构分析 [J].海洋渔业,2017,39(5):490-499.
- [77]李建生,程家骅.长江口渔场渔业生物资源动态分析 [J].海洋渔业,2005,27(1):33-37.
- [78]李建生,凌建忠,程家骅.夏季长江口及邻近海域沙海蜇数量分布和生长特征 [J].海洋渔业,2017,39(1):1-8.
- [79]任庆强,钱薇薇,张岩,等.环境要素驱动下的长江口无脊椎动物群聚特征 [J].海洋科学,2018,42(7):40-53.
- [80]朱鑫华,刘栋,沙学绅.长江口春季鱼类浮游生物群落结构与环境因子的关系 [J].海洋科学集刊,2002,44:169-179.
- [81]单秀娟,钱薇薇,武云飞.三峡工程蓄水前后秋季长江口鱼类浮游生物群落结构的动态变化初探 [J].中国海洋大学学报(自然科学版),2005,35(6):58-62.
- [82]刘淑德,钱薇薇.长江口及其邻近水域鱼类浮游生物群落的时空格局 [J].生物多样性,2009,17(2):151-159.
- [83]李建生,凌建忠,胡芬.长江口近岸水域小黄鱼仔稚鱼时空分布和生长特征 [J].海洋渔业,2018,40(4):404-412.
- [84]李建生,李圣法,任一平,等.长江口渔场渔业生物群落结构的季节变化 [J].中国水产科学,2004,11(5):432-439.
- [85]李建生,李圣法,程家骅.长江口渔场鱼类组成和多样性 [J].海洋渔业,2006,28(1):37-41.
- [86]李建生,李圣法,丁峰元,等.长江口近海鱼类多样性的年际变化 [J].中国水产科学,2007,14(4):637-643.
- [87]张涛,庄平,章龙珍,等.长江口近岸鱼类种类组成及其多样性 [J].应用与环境生物学报,2010,16(6):817-821.
- [88]于海成,钱薇薇.1998-2001年长江口近海鱼类群聚结构及其与环境因子的关系 [J].长江科学院院报,2010,27(10):88-92.
- [89]史赞荣,晁敏,全为民,等.长江口鱼类群落的多样性分析 [J].中国水产科学,2012,19(6):1051-1059.
- [90]徐勇,钱薇薇,李文龙.2012年春季和秋季长江口无脊椎动物群落结构及其与环境因子的关系 [J].中国海洋大学学报(自然科学版),2014,44(7):82-90.
- [91]徐勇,钱薇薇,李文龙.长江口及其邻近海域春季无脊椎动物群落时空变化 [J].生物多样性,2014,22(3):311-319.
- [92]徐勇,钱薇薇,李文龙.2009-2011年秋季长江口无脊椎动物群落特征及其与环境因子的关系 [J].中国水产科学,2015,22(3):478-487.
- [93]孙鹏飞,戴芳群,陈云龙,等.长江口及其邻近海域渔业资源结构的季节变化 [J].渔业科学进展,2015,36(6):8-16.

-
- [94]蒋玫,沈新强.长江口及邻近水域夏季鱼卵、仔鱼数量分布特征 [J].海洋科学,2006,30(6):92-97.
- [95]CARLSSON D,KANNEWORFF P,FOLMER O,et al.Improving the West Greenland trawl survey for shrimp (*Pandalus borealis*) [J].Journal of Northwest Atlantic Fishery Science,2000,27:151-160.
- [96]徐兆礼,袁骥,蒋玫,等.长江口鱼卵和仔、稚鱼的初步调查 [J].中国水产科学,1999,6(5):63-64.
- [97]张涛,庄平,章龙珍,等.长江口中华鲟自然保护区底层鱼类的群落结构特征 [J].生态学报,2011,31(6):1687-1694.
- [98]李建生,胡芬,程家骅.长江口水域春季鱼卵仔鱼分布及其与温度盐度的关系 [J].海洋科学,2007,31(4):16-21.
- [99]蒋玫,沈新强,王云龙,等.长江口及其邻近水域鱼卵、仔鱼的种项组成与分布特征 [J].海洋学报(中文版),2006,28(2):171-174.
- [100]LI B,CAO J,CHANG J H,et al.Evaluation of effectiveness of fixed-station sampling for monitoring American lobster settlement [J].North American Journal of Fisheries Management,2015,35(5):942-957.
- [101]陈刚,陈卫忠.渔业资源评估中声学方法的应用 [J].上海水产大学学报,2003,12(1):40-44.
- [102]谭细畅,常剑波,陶江平,等.三峡库首鱼类分布格局的水声学探测评估 [J].生态科学,2008,27(5):329-334.
- [103]陶江平,陈永柏,乔晔,等.三峡水库成库期间鱼类空间分布的水声学研究 [J].水生态学杂志,2008,1(5):25-33.
- [104]任玉芹,陈大庆,刘绍平,等.三峡库区澎溪河鱼类时空分布特征的水声学研究 [J].生态学报,2012,32(6):1734-1744.
- [105]孙立元,危起伟,张辉,等.基于水声学的长江上游向家坝至宜宾江段鱼类空间分布特征 [J].淡水渔业,2014,44(1):53-58.
- [106]谢意军,王珂,郭杰,等.基于水声学方法的东洞庭湖鱼类空间分布和资源量评估 [J].淡水渔业,2016,46(3):40-46.
- [107]王克雄.长江江豚行为和声学观察研究 [D].武汉:中国科学院研究生院(水生生物研究所),2005.
- [108]张慧杰,杨德国,危起伟,等.葛洲坝至古老背江段鱼类的水声学调查 [J].长江流域资源与环境,2007,16(1):86-91.
- [109]周永东,徐汉祥,戴小杰,等.几种标志方法在渔业资源增殖放流中的应用效果 [J].福建水产,2008(1):6-12.
- [110]成为为,汪登强,危起伟,等.基于微卫星标记对长江中上游胭脂鱼增殖放流效果的评估 [J].中国水产科学,2014,21(3):574-580.
- [111]杨德国,危起伟,王凯,等.人工标志放流中华鲟幼鱼的降河洄游 [J].水生生物学报,2005,29(1):26-30.
- [112]陈锦辉,庄平,吴建辉,等.应用弹式卫星数据回收标志技术研究放流中华鲟幼鱼在海洋中的迁移与分布 [J].中国水产科学,2011,18(2):437-442.

-
- [113]周永东,王永顺,黄鸣夏. 浙江近海海域海蜃的增殖放流 [J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2004, 23(1): 28-36.
- [114]薄治礼,周婉霞. 浙江省沈家门沿岸水域石斑鱼幼鱼标志放流与重捕试验 [J]. 水产学报, 1999, 23(3): 304-307.
- [115]张敏莹,徐东坡,刘凯,等. 长江下游放流鲢群体遗传多样性的微卫星标记分析 [J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(1): 141-146.
- [116]杨东莱,吴光宗,孙继仁. 长江口及其邻近海区的浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究 [J]. 海洋与湖沼, 1990, 21(4): 346-355.
- [117]黄晋彪. 长江河口区鱼卵和仔、稚鱼种间数量关系的研究 [J]. 水产科技情报, 1988(1): 20-21.
- [118]王金辉,孙亚伟,刘材材,等. 长江口鱼卵仔鱼资源现状的调查与分析 [J]. 海洋学研究, 2007(4): 40-50.
- [119]蒋玫,王云龙,沈新强,等. 长江口中华鲟保护区鱼卵和仔鱼的分布特征 [J]. 生态学杂志, 2009, 28(2): 288-292.
- [120]黄晋彪,张国祥,张雪生,等. 长江口前颌间银鱼仔鱼的分布及其主要形态特征 [J]. 海洋渔业, 1992, 14(1): 7-10.
- [121]宋超,刘媛媛,吕杨,等. 长江口有明银鱼仔鱼的分布及其与环境因子的关系 [J]. 海洋渔业, 2015, 37(4): 318-324.
- [122]葛珂珂,钟俊生,汤建华,等. 长江口鳗苗定置网中仔稚鱼种类组成的初步研究 [J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2009, 28(3): 298-310.
- [123]钟俊生,郁蔚文,刘必林,等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和季节性变化 [J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(4): 4375-4382.
- [124]钟俊生,吴美琴,练青平. 春、夏季长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成 [J]. 中国水产科学, 2007, 14(3): 436-443.
- [125]刘磊,林楠,钟俊生,等. 长江口沿岸碎波带三种暖水性鱼类仔鱼的出现 [J]. 海洋渔业, 2008, 30(1): 62-66.
- [126]蒋日进,钟俊生,张冬良,等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成及其多样性特征 [J]. 动物学研究, 2008, 29(3): 297-304.
- [127]蒋日进,钟俊生,周永东. 仔稚鱼在长江口沿岸碎波带的时空分布 [J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(6): 828-835.
- [128]高宏泉. 从近二十年数据谈渔业统计数据的准确性 [J]. 中国渔业经济, 2005(2): 30-31.
- [129]王科跃,贺金昌. 建立适应市场经济要求的海洋渔业统计调查方法制度 [J]. 调研世界, 2003(4): 43-45.
- [130]陈园园,唐议. 关于改善我国海洋渔业统计制度的建议 [J]. 海洋渔业, 2012, 34(4): 476-481.
- [131]聂振林,水柏年,田阔,等. 浙江渔场修复振兴调查研究——以“一打三整治”专项执法行动为例 [J]. 海洋开发与管理, 2018, 35(6): 76-81.

[132]倪汉华, 胡佩玉, 汤涛林, 等. 金枪鱼电浮标卫星通讯与数据压缩实现 [J]. 渔业现代化, 2016, 43(6):45-50.

[133]吴昫晟, 唐永凯, 李建林, 等. 环境 DNA 在长江江豚监测中的应用 [J]. 中国水产科学, 2019, 26(1):124-132.