



海州湾海洋牧场

——人工鱼礁建设



Haizhouwan Haiyang Muchang
— Rengong Yujiao Jianshe

朱孔文 孙满昌 张 硕 等 编著

 中国农业出版社

海州湾海洋牧场

——人工鱼礁建设

朱孔文 孙满昌 张 硕 等 编著

中国农业出版社



图书在版编目(CIP)数据

海州湾海洋牧场：人工鱼礁建设/朱孔文等编著

.—北京：中国农业出版社，2010.11

ISBN 978-7-109-15043-0

I. ①海… II. ①朱… III. ①鱼礁-研究-连云港市

IV. ①S953.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 194041 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 李文宾

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

开本：820mm×1080mm 1/16 印张：17.5

字数：430 千字 印数：1~1 200 册

定价：38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

本书编委会

主任：唐庆宁

副主任：郝新建 许四杰

委员：石纪章 冯锦龙 刘培廷 薛学坤

吴卫强 汤建华 郭仲仁 赵新生

刘家林 朱会强

编著者：朱孔文 孙满昌 张 硕 钱卫国

张 虎 张 健

海州湾渔场是江苏重要渔场之一，以盛产梭子蟹、中国对虾、小黄鱼、鲷、带鱼和曼氏无针乌贼等而闻名。但是，由于长期以来的酷渔滥捕，渔业资源日益枯竭，海洋生态环境遭到严重破坏，渔业资源严重衰退，多种传统经济鱼类已形不成渔汛。此外，随着中日和中韩两个渔业协定的签署和实施，海州湾渔场的捕捞强度进一步增大，更加剧了渔业资源承受能力与捕捞能力之间的矛盾，保护海州湾渔场渔业资源的任务更加艰巨。据此，在农业部的支持下，江苏省在海州湾组织实施了以建设人工鱼礁为核心的海洋牧场建设。

海洋牧场作为一种新型增殖养殖渔业系统，已经被渔业发达国家广泛实践并已取得良好效果。人工鱼礁建设是海洋牧场建设的一个重要组成部分，不仅可阻止对资源具有强大杀伤力的底拖网作业，有利于修复沿海生态环境，又能营造人工生态系，提高海域的生产力，是保护海洋生态环境的最有效的途径之一。同时，开展人工鱼礁建设还能使被淘汰的废旧渔船的残值得到利用，为渔民转产转业提供一个“软着陆”的环境，并可带动旅游业等相关产业的发展。

江苏省海州湾海洋牧场建设是经农业部批准实施的项目，于2003年开始经过连续6年的实施，已累计投放混凝土鱼礁3340个、改造后的旧船礁190条、浮鱼礁25个，总投放规模为81652.2空 m^3 ，形成人工鱼礁调控海域面积近30 km^2 。经过连续6年的跟踪调查发现，人工鱼礁区游泳生物种类增加，礁区游泳生物年平均生物量为对照区的2倍，礁区平均生物密度是对照区的1.5倍，这表明了礁区游泳生物资源比附近海区更为丰富。值得一提的是，2008年，礁区还出现较多的恋礁性鱼类到此产卵、索饵。如今，鱼礁区正在成为适宜鱼类、虾类、蟹类、软体类等产卵、索饵的场所。可见，人工鱼礁建设对于修复海州湾渔场环境和养护渔业资源已起到较为明显的作用。

希望此书的出版，进一步总结人工鱼礁建设的经验和教训，促进人工鱼礁建设的深入开展，不断提高我国人工鱼礁建设和管理水平。

江苏省海洋与渔业局局长



2010年6月

前言

□□□□□□□□□□□□□□□□

20 世纪 80 年代起, 由于持续过度捕捞和环境污染, 特别是底拖网等杀伤性渔具的高强度作业, 导致了我国近海渔业生态环境恶化, 渔业资源衰退, 主要表现在: 鱼类种群数量骤减、主要经济鱼类的 CPUE 下降、种群低龄化、个体小型化、性成熟提前、渔业海域污染严重、海底平秃化和荒漠化、鱼类产卵场等栖息地遭破坏等。一方面, 日益增大的捕捞强度使已衰退的近海渔业资源雪上加霜, 而且我国与日本、韩国和越南等周边国家“海洋专属经济区的划分”使得我国在东黄海和南海失去了相当大范围的外海传统作业渔场, 退回来的部分渔船进一步加剧了近海渔业资源的压力。另一方面, 随着生活水平的提高, 人们对天然优质水产品的需求量却越来越大。为了扭转渔业资源的衰退趋势, 保护海洋生态环境, 国家有关部门采取了多种措施, 如实行禁渔区和禁渔期制度、实行网目尺寸限制、调整作业结构等, 这些措施对减缓渔业资源衰退能起到一定作用, 但其局限性也是显见的。

21 世纪将是海洋的世纪。“海洋水产生农牧化”、“蓝色革命计划”和“海水农业”构成未来海洋农业发展的主要方向。人工鱼礁是海洋牧场(或称海洋农牧化)系统工程的重要组成部分。人工鱼礁即人为在水域中设置构造物, 以改善修复和优化水生生物栖息环境, 为鱼类等生物提供索饵、繁殖、生长发育等场所, 达到保护、增殖资源和提高渔获质量的目的。人工鱼礁是利用生物对水中物体的行为特性, 将生物对象诱集到特定场所进行捕捞或保护的一种设施, 是改善近海渔场或建立新渔场的一项重要事业。人工鱼礁是应用现代技术建设近岸渔场、增产海鲜食品的有效措施。人工鱼礁的建设对整治海洋国土、建设海洋牧场、调整海洋产业结构、促进海洋产业的升级和优化、带动旅游及相关产业的发展、修复和改善海洋生态环境、增殖和优化渔业资源、拯救珍稀濒危生物和保护生物多样性、促进海洋经济持续健康发展等均具有重大的战略意义和深远的历史意义。

人工鱼礁建设是海洋牧场建设的一个主要组成部分。通过建设人工鱼礁渔场, 能

改善和修复海洋生态环境,增殖和养护渔业资源,提高水产品质量,这已被发达国家的建设实践所证实。20世纪80年代初,包括连云港海州湾在内,我国沿海多个省市曾进行过人工鱼礁投放试验,虽然取得了初步成效,但因当时受各种条件限制,并未进行大规模推广建设。目前,我国沿海渔业产业结构正在调整,建设人工鱼礁渔场,作为养护和恢复近海渔业资源、改善修复生态环境、促进渔业可持续发展的重要举措,成为许多沿海地方政府的共识,并已付诸了实践。广东、浙江等省的人工鱼礁建设已形成一定规模,截至2008年底,全国总共投放人工鱼礁已超过100万空 m^3 。按照《中国水生生物资源养护行动纲要》以及沿海各地的规划,“十一五”和“十二五”期间将继续进行大规模的人工鱼礁建设,预计总规模将超过1500万空 m^3 ,总投资超过50亿元。

海州湾渔场曾是我国重要渔场之一,在过度的捕捞强度下(仅连云港市就有大小作业渔船5200多艘)也不例外地出现了渔业资源的严重衰退,渔船单产下降,渔获质量也大不如前,多种传统经济鱼类已形不成渔汛。随着中日和中韩两个渔业协定的签署和实施,海州湾渔场的资源压力将进一步增大,因此,当务之急必须采取果断措施降低捕捞强度,以养护渔业资源,改善海洋生态环境。在调整渔业结构,实行部分渔民减船转产的同时,在适宜海域建设人工鱼礁渔场将是今后近海渔业发展的趋势。

海州湾海域具有江苏省仅有的基岩底质,是江苏沿海适宜人工鱼礁建设的主要海区之一。从国内外人工鱼礁的现状和发展趋势、海州湾优良的本底资源和环境条件、建设人工鱼礁的效益以及连云港市在交通、旅游等方面的众多优势说明了在海州湾建设人工鱼礁的必要性和可行性。建设人工鱼礁是造福后代的重大工程,自2002年开始,结合“转产转业”项目,由农业部渔业局、江苏省海洋与渔业局等部门连续6年已累计投入资金1490万元用于“江苏省海州湾渔场修复工程(人工鱼礁建设)”的实施。目前,已经先后完成了2003—2008年工程建设项目。实施6年来,累计投放混凝土鱼礁3340个、改造后的旧船礁190条、浮鱼礁25个,总投放规模为81652.2空 m^3 ,已形成人工鱼礁调控海域面积近30 km^2 。经过礁体投放后的跟踪调查,结果表明:人工鱼礁对于投放水域生态环境有所改善,营养盐结构更趋合理,生物多样性指数增高,集鱼效果明显。其中2008年对前期建设的礁区及新建礁区的渔业资源进行了跟踪调查,人工鱼礁区共调查发现游泳生物60种,对照区51种。礁区游泳生物年平均生物量为50.82 kg/h ,对照区26.21 kg/h ,鱼礁区是对照区的2倍。礁区平均生物密度为10239.50 ind/h,对照区6662.75 ind/h,礁区是对照区的1.5倍。礁区游泳生物种类

数和生物量均高于对照区，表明礁区游泳生物资源比附近海区丰富。与对照区比较，2008年，礁区出现较多的种类主要有褐鲳鲀、单指虎鲀、鲛鲛、长鲳、条斑舌鲳等恋礁性鱼类，且褐鲳鲀这种恋礁性鱼类，已经连续两年在礁区调查中发现，而对照区在调查中一直没有发现，可见礁区已经形成一定的效应，吸引了大量的恋礁性鱼类到此产卵、索饵。说明作为海洋牧场重要组成部分的鱼礁区渐渐形成了一个生态环境，形成了一个适宜鱼类、软体类产卵、索饵的渔场。几年来，人工鱼礁的建设对于海州湾渔场修复和渔业资源增殖效果较为明显。

由于海州湾海洋牧场项目刚刚起步，目前重点是人工鱼礁建设，因此本书主要内容为人工鱼礁的设计、制造、投放和人工鱼礁效果调查等。本书可以为渔业科技人员、水产院校师生、渔业行政管理人员和渔民提供参考。由于编者知识所限，书中难免存在一些问题和不足，恳请批评指正。

上海海洋大学研究生孙习武、刘健、杨柳、卢璐等参加海上调查、数据整理和模型试验等工作，在此表示衷心感谢。

作 者

2010年6月

目 录

序 前言

第一章 人工鱼礁概况	1
第一节 人工鱼礁的定义	1
第二节 国内外人工鱼礁建设现状	2
一、我国人工鱼礁建设的历史背景	2
二、国内人工鱼礁建设现状	3
三、国外人工鱼礁建设现状	10
第三节 人工鱼礁的功能	12
一、人工鱼礁对非生物环境的影响	12
二、人工鱼礁对生物环境的影响	13
三、阻止底拖网作业	15
四、改善了投礁海域的生态环境	15
第四节 鱼礁的集鱼机理	15
一、流场环境发生变化吸引鱼类聚集	15
二、定栖性鱼类喜好栖息于固定物周围	16
三、声音环境发生变化有利于鱼类趋礁	16
四、鱼礁及其周围的光、味环境吸引鱼类	16
五、鱼礁附着生物营造了饵料场	16
第五节 礁区鱼类的行为及分布特征	17
一、礁区鱼类对礁体产生依赖	17
二、礁区鱼类的竞争行为	17
三、鱼类的昼夜活动节律变化	17
四、礁区鱼群分布的垂直结构	17
第六节 人工鱼礁的分类	18
一、按照投放水域划分	18
二、按建设目的划分	19
三、按设置水层划分	19
四、按制作材质划分	19
五、按照功能划分	21

第二章 海州湾海洋环境与渔业资源状况	23
第一节 海区的自然条件	23
一、地理环境	23
二、海洋水文	23
三、海洋化学	24
四、海洋环境质量	25
第二节 海区的生物环境	25
一、浮游植物	25
二、浮游动物	25
三、底栖生物	26
第三节 海区的渔业资源状况	26
一、总体概况	26
二、鱼类	27
三、甲壳类	33
四、头足类	34
第三章 人工鱼礁礁体设计与制造	35
第一节 人工鱼礁礁体设计的特点	35
第二节 人工鱼礁设计的理论计算	35
一、沉式鱼礁的设计计算	36
二、浮鱼礁的设计计算	38
第三节 礁体设计基本原则	45
一、主要的设计要素	45
二、海州湾人工鱼礁礁体设计原则	46
第四节 投放于海州湾的几种鱼礁设计	47
一、十字形礁	47
二、方形礁	49
三、回字形礁	50
四、改良型十字形礁	51
五、三角形礁	52
六、田字形礁	54
七、海参礁	55
八、圆孔刺参礁	56
九、浮鱼礁	57
十、旧船礁	58
第五节 鱼礁的制造	58
一、旧船改造	58
二、钢筋混凝土礁的制作	59

三、浮鱼礁的制作	59
四、礁体设计制作应考虑的几个条件	59
第六节 鱼礁的稳定性校核	60
一、作用于鱼礁上的流体力	60
二、礁体稳定性的校验	61
三、十字形礁稳性校核	63
四、回字形礁的稳性校核	66
第四章 人工鱼礁渔场建设	71
第一节 人工鱼礁海域应具备的条件和选址原则	71
一、海域应具备的条件	71
二、选址原则	72
三、海州湾符合建设鱼礁渔场的基本条件	72
第二节 人工鱼礁渔场礁体布置	73
一、人工鱼礁渔场的种类	73
二、海州湾人工鱼礁建设礁体布置的基本原则	74
三、海州湾人工鱼礁的礁群布局	75
第三节 人工鱼礁施工规程	80
一、鱼礁的投放时间	80
二、鱼礁的投放方式	80
三、鱼礁投放的施工规程	81
第五章 人工鱼礁投放海域海洋环境变动状况	82
第一节 海洋水文	82
一、水温	82
二、盐度	85
第二节 海水化学	87
一、溶解氧	87
二、化学需氧量	90
三、生化需氧量	93
四、pH	95
五、无机氮	96
六、硝酸盐	100
七、亚硝酸盐	102
八、氨氮	105
九、活性磷酸盐	108
十、硅酸盐	111
第三节 叶绿素 a	113

第六章 海州湾人工鱼礁投放海域浮游生物变动状况	116
第一节 浮游植物种类组成、数量分布及变化	116
一、种类组成	116
二、生态类型	116
三、浮游植物总数量平面分布和季节变化	117
四、硅藻类数量的分布与变化	121
五、甲藻类数量的分布与变化	125
六、蓝藻类及金藻类数量的分布与变化	126
第二节 浮游植物数量、种类分布基本特征	127
一、现状特点	127
二、浮游植物与环境因子关系	127
第三节 浮游动物种类组成、数量分布及变化	128
一、种类组成	128
二、优势种	129
三、生态类型	130
四、浮游动物总生物量平面分布与季节变化	130
五、总饵料生物量平面分布与季节变化	131
六、桡足类丰度及季节变化	132
七、毛颚动物丰度及季节变化	135
八、水母类丰度及季节变化	136
九、浮游幼虫(体)丰度及季节变化	136
第四节 浮游动物种类、数量基本特征	136
一、种类组成	136
二、数量	136
第七章 海州湾人工鱼礁区渔业资源增殖效果	137
第一节 调查时间、地点、方法和内容	137
一、调查时间及站位	137
二、调查方法	137
三、调查内容	138
四、数据分析方法	138
第二节 游泳生物资源变动及群落结构	140
一、游泳生物种类变动情况	140
二、游泳生物资源量变动情况	142
三、游泳生物优势种变化	145
四、游泳生物群落生态	161
第三节 底栖生物资源变动及群落结构	169
一、底栖生物种类变动	169

二、底栖生物资源量变动	171
三、底栖生物群落生态	179
第四节 生物因子与环境因子的关系	187
一、生物群落与环境因子的相关分析	187
二、底栖生物群落与环境因子的相关分析	188
三、生物因子之间的相关关系	190
第五节 人工鱼礁区潜水摄像调查	192
第八章 人工鱼礁基础研究	196
第一节 人工鱼礁模型的集鱼效果	196
一、单体鱼礁模型的集鱼效果	196
二、不同鱼礁模型组合的集鱼效果	205
第二节 透水性鱼礁流场模拟	220
一、流场概况	221
二、上升流	221
三、背涡流	223
第三节 回字形人工鱼礁水动力性能的实验研究	224
一、实验材料和方法	224
二、回字形礁体模型阻力系数	226
三、组合礁体的阻力系数	227
四、开口比的设定	228
五、水阻力系数的确定	229
第九章 人工鱼礁管理及展望	230
第一节 人工鱼礁的管理	230
一、建立和完善的法规和技术保障体系	230
二、建立健全项目运行管理机制	231
三、建立科学的管理体系	231
第二节 展望	233
一、指导思想和建设原则	234
二、加强海洋牧场建设	235
附表	242
附表1 海州湾浮游植物名录	242
附表2 海州湾浮游动物名录	245
附表3 海州湾人工鱼礁投礁前后鱼礁区和对照区游泳生物名录	247
附表4 海州湾人工鱼礁投礁前后鱼礁区和对照区底栖生物名录	254
参考文献	263

第一章

□□□□□□□□□□

人工鱼礁概况

第一节 人工鱼礁的定义

人工鱼礁 (Artificial Fish Reef) 是一种人为设置在水域中的构造物, 利用生物对水中物体的行为特性, 将生物对象诱集到特定场所进行捕捞或保护的一种设施。最初的人工鱼礁是以诱集鱼类, 造成渔场, 以供人们捕获为目的, 而且主要以鱼类为对象。发展至今, 人工鱼礁的概念有了新的拓展: 即人为在海中设置的构造物, 其目的是改善海域生态环境, 营造海洋生物栖息的良好环境, 为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和避敌的场所, 达到保护、增殖和提高渔获量的目的。目前, 国内外已经广泛地开展人工鱼礁建设, 进行近海海洋生物栖息地和渔场的修复, 而且取得了较好效果。

人工鱼礁的历史源远流长, 已有学者考证过, 我国“罾业”(利用鱼类的生活习性, 将柴草放在水中, 等鱼儿钻入其中, 再集中加以捕获) 最早出现在春秋战国时期, 最晚出现在汉代, 距今约有 2 000 余年的历史。在古籍晋朝的《尔雅》一书中就有“投树枝垒石块于海中诱集鱼类, 然后聚而捕之”的记载。明朝嘉靖年间, 广西北海市一带沿海渔民, 就已经利用设置在海中的竹篱诱集鱼群进行捕鱼作业。这些竹篱通常用 20 多根毛竹插入海底, 在间隙中投入许多石块、竹枝和树枝等, 实际上这就是早期的“人工鱼礁”。至清代中叶, 渔民在海中投放石头、破船和竹木栏栅等障碍物, 形成了传统的“杂挠”和“打红鱼梗”作业。两广沿海渔民都知道, 哪里有沉船或礁堆, 哪里就有“鱼窝”, 经常能钓到大鱼、好鱼。据目前所查阅的文献记载, 向自然水域有目的地抛投诱物, 吸引鱼类, 提高捕鱼效果, 这种生产方式, 中国比其他国家早得多。因此, 人工鱼礁的发明可能是在中国。

然而, 在科技捕鱼时代到来之前, 人类的捕捞量还比较低, 所以那时的海洋鱼类资源还非常丰富, 人工鱼礁并没有受到特别的重视。直到 1947 年, 由智利等国提出的 200 海里主权的管辖权问题, 得到世界沿海国家的重视。各国都制定相应措施, 保护本国近海的资源和生态环境。人工鱼礁渔业作为一项流传已久的渔业方式, 其诱集和保护鱼类的优越性就是在这样的历史条件下, 逐渐被各国海洋生态学家挖掘出来, 广泛应用于海洋的牧场化建设。而且伴随着现代经济迅速发展, 城市垃圾(诸如: 旧汽车、废旧的船体、旧轮胎、煤渣、混凝土构件等) 不断增多, 处理这些废物需耗费大量的资金。人工鱼礁的建设, 正好可以利用这些废弃物作为鱼礁, 使废物得到利用, 一举两得。

如今, 随着人工鱼礁事业的不断深入发展, 其概念和内涵得到进一步丰富和拓展。目前, 人工

鱼礁的概念已经不仅仅局限于集鱼设施和人工构造物,其内涵已经延伸到人工海洋生物栖息地的范畴。特别是1988年11月在美国迈阿密召开的第4届国际人工鱼礁研讨会上,通过了将人工鱼礁(Artificial Fish Reef)正式更名为人工鱼类栖息地(Artificial Fish Habitat),该新名称更符合人工鱼礁建设的目的和意义。但为方便对人工鱼礁的宣传及建设经验的推广,本书将依然采用“人工鱼礁”这一中国的习惯叫法。

第二节 国内外人工鱼礁建设现状

一、我国人工鱼礁建设的历史背景

尽管我国的渔业发展取得了辉煌的成就,但传统海洋捕捞业仍处在粗放型发展阶段,一些新兴海洋产业尚未形成规模,产值较低。按2003年海洋产业的产值计算,海洋渔业占到海洋总产值的45.2%,滨海旅游业占37.6%,其余产业所占份额很小。同时,随着渔业经济的持续、快速发展,以及渔业总量的不断增加,渔业生产中海洋捕捞业存在的一些问题也逐渐暴露出来。主要表现在:

(1) 海洋捕捞强度过大,渔业资源持续衰退。中国近海几乎所有经济价值较高的种类均遭受了或正在遭受着过度捕捞,大多数渔业产量均降至非常低的水平。“船多、鱼少”的矛盾更加突出。

自20世纪70年代起,我国近海渔业资源由于捕捞强度过大而开始衰退。为维持海洋渔业产量,80年代后期开始,作业渔场逐渐扩展至外海,渔船尺度和马力大型化,助渔助航设备现代化,使得捕捞强度进一步增大,从而导致渔业资源进一步衰退。许多质优、量多的捕捞对象如大黄鱼、小黄鱼、曼氏无针乌贼、鲳鱼、鳓等,已形不成渔汛。带鱼虽维持在较高的产量,但鱼体逐年小型化、低龄化,且渔场分散。原来量多、低值的马面鲀,也难逃资源衰退的厄运。但是,随着国民生活水平的提高,对新鲜、天然水产品的需求量越来越大,而日益提高的捕捞强度无疑使已近枯竭的近海渔业资源雪上加霜。

(2) 海洋生物栖息地退化和丧失。海洋渔业尤其是底拖网渔业可以使海洋底栖生物的栖息地发生结构性的改变。通过近数十年研究发现,人类海洋捕捞业对海洋生态系统最重要的影响结果之一就是海洋生物栖息地结构的改变,而海洋生物栖息地的损失是近数百年来全球生物多样性下降和物种快速灭绝的基本因素。海洋渔业活动对栖息地可以造成短期或长期的影响,因此也将对与之相关的生物群落的多样性、种群大小、种群自我恢复力,以及生物量和生产力乃至生态系统功能造成巨大影响。各种底拖网渔具的使用极大地改变了海洋生物栖息地的物理结构、形态和生物生存条件,改变了底质结构的异质性,甚至直接导致了海洋底栖生物的窒息死亡,而底栖生物尤其是生活在软泥环境中的底栖生物对于维持生物圈中生物的化学循环具有重要作用。有充分证据表明,底拖网作业会减少底栖生物的丰度和多样性,软泥环境的物理结构和生物结构的细微改变都会对海洋生物多样性有深远的影响,底拖网作业对各种底质类型的栖息地均会产生急性或积累性的破坏作用。

(3) 海洋生物的种群和物种数量减少,资源结构恶化。长期以来,我国在持续增长的高强度捕捞压力下,海洋渔业资源已遭受严重破坏。特别是近海主要经济底层鱼类资源严重衰退,渔获物种组成发生很大的变化,优质鱼比例不断下降,经济幼鱼和低值小型鱼类比重上升,渔业资源的群体结构向低值种类转化。个体大、经济价值高和营养层次高的主要经济鱼类被个体小、营养层次低的低值小型中上层鱼类所替代。主要经济鱼类普遍存在渔获个体变小、低龄鱼增加、性成熟提前等现象,造成资源整体补充过程的数量和质量大大降低,经济种类在生物群落中的地位急剧下降。我

国海洋的生产能力,在世界范围内仅居中下水平。据报道,我国海区平均每平方公里生产能力仅 3.02 t;而日本近海为 11.8 t;南太平洋沿海高达 18.2 t;欧洲北海亦有 4.70 t。同时,大规模海洋商业捕捞中的意外捕捞(也称兼捕,by-catch)是造成海洋生态系统中生物损失的又一重要原因。据统计,全世界每年大约有 2 700 万 t 副渔获物被抛弃,而每年上岸水产品仅有 7 700 万 t,丢弃部分占总捕捞量的 26%,这对海洋生态系统的完整性造成了严重伤害。另外,不合理的渔具、渔法,操作失当,丢弃或丢失的捕捞渔具等均可对非目标生物造成伤害,甚至造成对整个海洋生态系统的毁灭性破坏。

(4) 海洋污染没有得到有效的控制,海洋捕捞船只和渔船修造业产生、排放和泄漏的污水、柴油、废物等也对海洋环境产生不良影响。

(5) 随着国际市场石油价格的持续上涨,国内市场的油价也随之上涨,增加了渔业成本。使渔业企业和沿海渔民的负担进一步加重。

(6) 随着国际海洋制度的建立和国际海洋法公约的实施,以及中日、中韩渔业协定的签署,我国在东、黄海传统的作业渔场失去了相当大的作业范围,出现了渔船和渔民过剩等情况,将进一步加剧近海渔业资源的压力。

针对上述的种种问题,为扭转渔业资源的衰退趋势,保护海洋生态环境,国家有关部门采取了众多措施,如实施禁渔区和禁渔期制度,限制网目大小,限制底拖网作业区域和强度,减少近海作业渔船,鼓励外海和远洋渔业生产等,这些措施对减缓近海渔业资源的衰退起到了一定作用,但都不能从根本上解决近海栖息地破坏所造成的渔业资源衰退问题。

21 世纪海洋开发的主旋律是可持续发展。经济、资源与环境三者协调发展是可持续发展理论的主题。建设良性循环的海洋生态系统,形成科学合理的海洋开发体系,促进海洋经济持续发展是我国海洋发展战略的总体目标。许多海洋生物学家认为:海洋生产力有极大的可塑性,如果能从食物链与各级生产力之间的关系出发,采取诸如投放具有修复生物栖息地、改善近海水域生态环境、养护渔业资源功能的人工鱼礁,并进行有针对性的种苗增殖放流等措施,充分发挥海洋初级生产力的作用,使其更直接有效地转换成终极水产品,就可较大幅度地提高海区终极生产力的数量和质量。这也是我国今后海洋渔业可持续发展的根本途径。

近年来,世界各国为了保护和改善海洋生态环境,修复近海海洋生物栖息地和受损珊瑚礁,增大生物资源量,都在不同程度地发展自己的人工鱼礁项目。其中,日本、美国和欧洲的一些国家与地区,对人工鱼礁从科学研究到产业化建设都投入了大量的人力、物力和财力,使得人工鱼礁在保护资源的同时,也产生了明显的经济和生态效益。

二、国内人工鱼礁建设现状

我国大陆地区人工鱼礁投放试验最早始于 20 世纪 70 年代末、80 年代初。1979 年 6 月,广西钦州地区防城县的水产工程技术人员在前人生产经验的基础上,首次研究设计和制造了 26 座小型沉式单体人工鱼礁,投放于该县珍珠港外的白苏岩附近水深 20 m 处。试验取得初步成功后,1980 年 8 月扩大了试验,设计制造了石块和废船鱼礁、小型钢筋混凝土鱼礁、大型浮沉结合鱼礁、大型沉鱼礁等多种鱼礁,投放地点也从防城逐步扩展到北海、合浦、钦州等地沿海。

1981 年起,水科院黄海水产研究所和南海水产研究所先后在山东省胶南、蓬莱和广东省大亚湾(投放悬浮式人工鱼礁)、电白、南澳沿海投放了人工鱼礁,并进行了相关的试验研究工作。

1983年12月起,中央主要领导人先后3次批示在沿海扩大投放人工鱼礁。此后,广东(含海南岛)、辽宁、山东、浙江、福建、广西等省、自治区都相继进行了人工鱼礁的试验投放和建设。农业部成立了全国人工鱼礁技术协作组,组织全国水产专家指导各地人工鱼礁试验。

1981—1985年,广东省水产局在南澳、惠阳、深圳、电白、湛江、三亚等县市进行了试点工作,投放人工鱼礁4343个,共计1.6万 m^3 。并开展了多项研究课题,包括礁体模型的水槽实验,研究各种礁型在海流作用下流场流态的分布,收集各投礁点的区域水文学与生物学本底资料,对投礁后海底生态环境的变化、礁体的集鱼效果进行水下录像等。全国的试验工作进行了3年,在沿海部分省、市建立了24个人工鱼礁实验点,投放了28700多个人工鱼礁,共投放礁体8.9万 m^3 。人工鱼礁建设需要投入大量的资金,由于当时的国情所限和对人工鱼礁建设认识上的不足,人工鱼礁的投入较小,效果并不十分明显,围绕人工鱼礁的研究和建设工作中一度中止。但是试验研究的成果,为我国今后重新启动人工鱼礁建设提供了宝贵的经验和借鉴。

近年来,随着我国经济实力的增强,又掀起了新一轮人工鱼礁建设的高潮。目前,我国沿海渔业产业结构正在调整,建设人工鱼礁渔场,作为养护和恢复近海渔业资源、改善修复生态环境、促进渔业可持续发展的重要举措,成为许多沿海地方政府的共识,并已付诸了实践。其中,广东、浙江、江苏、山东、辽宁等省份取得了较好效果。

1. 广东省 广东省是最早开展人工鱼礁建设的省份之一,一直十分重视人工鱼礁建设工作。特别是近年来,广东省更是加快了人工鱼礁建设的步伐,在省人大九届会议通过了《建设人工鱼礁促进海洋资源环境》议案,并交由省政府办理。2000年12月,广东省海洋与渔业局会同中国水产科学研究院南海水产研究所,在充分调查、科学论证的基础上,编制了《广东省沿海人工鱼礁建设规划报告书》,规划从2002—2011年,用10年时间,省、市、县三级财政预算内安排8亿元,其中,省级5亿元,市、县级3亿元,在沿海重点建设12个人工鱼礁区域,100座人工鱼礁群,其中,“生态公益型”(即全封闭,禁止开发利用)人工鱼礁26座;“准生态公益型”(即半封闭,限制性地开发利用)人工鱼礁24座;“开放型”(即全开放,开发休闲渔业)人工鱼礁50座,礁区建设总面积为80000 hm^2 (1 $\text{hm}^2=0.01\text{km}^2$)。广东沿海人工鱼礁建设情况见表1-1。

表 1-1 广东沿海人工鱼礁建设情况

序号	礁区名称	项目承担单位	建设情况
1	南铲人工鱼礁区	潮州市饶平县海洋与渔业局	在建
2	莱芜人工鱼礁区	汕头市澄海区海洋与渔业局	建成
3	广澳人工鱼礁区	汕头市濠江区海洋与渔业局	在建
4	乌屿人工鱼礁区	汕头市南澳县海洋与渔业局	在建
5	海门人工鱼礁区	汕头市潮阳区海洋与渔业局	在建
6	前詹人工鱼礁区	揭阳市惠来县海洋与渔业局	在建
7	遮浪人工鱼礁区	汕尾市红海湾经济开发试验区海洋与渔业局	在建
8	鲗门鸡心石人工鱼礁区	汕尾市海丰县海洋与渔业局	在建
9	大辣甲南人工鱼礁区	惠州市海洋与渔业局	建成
10	灯火排人工鱼礁区	惠州市海洋与渔业局	建成
11	青州人工鱼礁区	惠州市海洋与渔业局	在建