

中国人工鱼礁的理论与实践

Zhongguo Rengong Yujiao de Lilun yu Shijian

杨 吝 刘同渝 黄汝堪 编著



广东科技出版社
(全国优秀出版社)

中国人工鱼礁的理论与实践

杨 吝 刘同渝 黄汝堪 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

广东科技出版社

·广 州·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国人工鱼礁的理论与实践/杨齐等编著. —广州:
广东科技出版社, 2005.9
ISBN 7-5359-3945-7

I. 中… II. 杨… III. 鱼礁, 人工—建设—研究—
中国 IV. S953.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 064435 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广东信源彩色印务有限公司

(广州市天河区高新技术工业园建工路 17 号 邮码: 510630)

规 格: 787mm×1092mm 1/16 印张 13.5 字数 270 千

版 次: 2005 年 9 月第 1 版

2005 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000 册

定 价: 78.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

人工鱼礁是何物？为什么要在沿海水域投放人工鱼礁？人工鱼礁建设涉及哪些方面？我国人工鱼礁建设状况如何？作者以亲身的经历和体会为主线，着笔于我国人工鱼礁建设的基本理论及实践经验，并借鉴国外人工鱼礁建设的成功经验编著成本书，期望能够为今后我国人工鱼礁建设事业的发展提供一些参考。

本书共分 9 章，第一章介绍了人工鱼礁的历史和发展概况；第二章至第七章叙述了开展人工鱼礁建设工作所涉及的一些基本知识和做法，包括人工鱼礁的类型、机能、设计、选址、投放、调查评估和经营管理等；第八章总结了我国早期人工鱼礁建设的一些经验教训，并提出一些参考性建议；第九章基于人工鱼礁的作用和发展趋势，对我国人工鱼礁建设的前景作了展望，并提出今后研究的一些课题。本书除了正文外，还有 6 个附录。

本书可供渔业科研人员、水产院校师生、渔业行政管理人员和广大渔民参考。

序

近年来我国沿岸近海渔业资源严重衰退，海洋捕捞渔业面临莫大的危机。其引发原因众说纷纭，但主要集中于“过度、非法捕捞”和“海洋环境恶化”两大方面。沿岸近海捕捞渔船的盲目发展，捕捞能力的过量增长，不受限制地过度捕捞，加上电、毒、炸鱼等破坏性渔具渔法的非法捕捞，以及都市及其工业废水对沿岸近海水域的污染，造成渔业资源日趋衰退，严重影响了沿岸近海渔业的可持续发展。

海洋渔业资源和环境遭受过度开发利用和破坏已是全球性的问题，所以，如何以人为方式重新打造海底环境的兴趣和需求正与日俱增，其中又以投放人工鱼礁为修复渔场环境和恢复渔业资源的最佳方法。人工鱼礁本身具有培育和保护渔业资源的双重作用。沉设于海底的人工鱼礁，可以把原先荒芜、缺乏生产力或较低生产力的海域改造成繁荣、有较高生产力的渔场。人工鱼礁投放后，在礁体周围就会形成涡流，促使浮游生物和附着生物在此繁衍生长，从而吸引食物链较上层的鱼类也在此群集，形成一个小型生态圈。有意识地设计的人工鱼礁礁体的孔隙、洞穴，也是鱼类产卵的温床，为幼鱼的生长提供了较安全的空间，从而有效地培育和保护了渔业资源。在禁渔区或保护区内设置特殊形体的人工鱼礁，能够阻止使用破坏性渔具（如底拖网）的渔船进入该区域内违规作业，从而达到维护渔场或保护区之目的。可见，投放人工鱼礁是积极培育沿岸近海渔业资源、修复渔场环境的有效措施之一，具有重大的现实性和深远意义。

我国于1979年开始投放人工鱼礁，持续了10年建设，尔后由于资金和经验不足等多种原因而被迫中断了10年之久。为了扭转当前我国海洋渔业所面临的窘迫局面，在21世纪初，以广东为先驱重鼓人工鱼礁风帆，重新拉开了我国人工鱼礁建设的帷幕。目前人们正在以新的思维，从新的角度去审视、建设人工鱼礁，此时翻阅一些关于人工鱼礁及其建设的知识性、基础性、参考性和系统性的文献资料是必不可少的。但是，有关人工鱼礁的一些系统性基础知识，目前我国尚缺少较为完整的通俗性报告或介绍性文字，而且人们对人工鱼礁的观念也未必完全正确了解。《中国人工鱼礁的理论与实践》是第一部关于我国人工鱼礁的技术论著，它简述了人工鱼礁的起源、历史和发展概况，也叙述了人工鱼礁的一些基本知识和人工鱼礁的投放、调查评估及经营管理方法等，恰好填补了我国建设人工鱼礁20多年来在这一方面的空白。

《中国人工鱼礁的理论与实践》的编著出版将有助于今后我国人工鱼礁建设的推动和发展，有利于发挥我国人工鱼礁的最大效益，包括生态效益、经济效益和社会效益。这是一件极有意义且值得庆贺之事，在此我表示衷心的祝贺，同时我也希望这项具有“蓝色革命”之称的海洋渔业工程能化沧海为桑田、化荒漠为绿洲，让已经遭受污染和破坏的海洋环境得以修复，日趋衰退甚至枯竭的海洋资源重现生机，慷慨不息的海洋渔业永续造福人类。

广东省海洋与渔业局副局长

袁贤杰

2005年5月12日

前 言

人工鱼礁是一个既古老又现代的话题。说它古老是因为人类从渔猎时代开始便在生产实践中发现,在河道中堆积树枝竹木或石块来聚集鱼类,然后围而捕之,这比起到处寻鱼捕捞要方便得多。我国古籍《雅尔》中就有古人用最原始的鱼礁形式来捕鱼的记载,实际上,这种作业形式的存在要比记载早得多。早期投放鱼礁的目的是为了多捕鱼,但渔业发展到今天,要多捕鱼已经不是问题,先进的渔船、优化的网具、各种有效的电子探测仪器和助渔设备,已经使鱼类无路可逃、无处藏身,几乎到了赶尽杀绝的地步。2001年联合国粮农组织秘书长迪尔夫博士在会议上说:“现在全球海洋渔业资源50%已被充分利用,25%已被过度利用,尚有25%可供开发利用。”可见,海洋渔业资源枯竭已是全球性的问题。如同陆地上一样,由于人口的膨胀,人与动物争地,大肆砍伐原始森林,野生动物栖息面积逐渐缩小,很多动物种群趋于灭绝。现在世界各国都在呼吁要保护野生动物,要尽量保护自然环境。海洋渔业也是这样,现在已进入保护资源、增殖资源和保护自然海域的时代。所以,人工鱼礁的功能也应该随之转变,从原来为了捕鱼而建礁转变为保护资源、增殖资源和改善环境。同样是鱼礁,由于它的功能改变了,所以它的设计思路也要随之改变,为了保护资源和增殖资源,就要设计幼鱼保护型和资源增殖型鱼礁;为了改善环境,就得设计能改善和保护环境的鱼礁,投礁地点的选择和鱼礁的布局均要随之而改变。所以说,人工鱼礁又是一个现代的话题,其意义也就在于此。

日本是人工鱼礁的倡导国家,其鱼礁建设早已被列为他们的国策,每年都为建设人工鱼礁投入大量的资金,现在人工鱼礁几乎遍布日本列岛沿海。2002年3月,日本内阁会议通过了《水产基本计划》,在沿岸渔业项目中继续提出要设置人工鱼礁和建设增殖场来强化渔业资源的培育。人工鱼礁建设是一个长期有效的建设项目,日本资料表明,如果没有长期投放人工鱼礁,今天的日本沿岸渔业就不可能提供56%的水产品自给率。虽然至今仍然统计不出人工鱼礁究竟能产生多少效益,但日本政府坚信人工鱼礁的理论,坚信人工鱼礁能够保护和增殖渔业资源。他们的这种思想已被全世界所认同,这才使得人工鱼礁能在世界范围内推广应用。

我国台湾省于1952年建造第一座混凝土鱼礁,1973年开始有计划地敷设人工鱼礁。1974年香港政府在水库堤坝外投放大量锚形混凝土构件堆砌成防波堤,形成了香港人工鱼礁的雏形,1993年在海下湾海岸公园敷设了本港首个试验性人工鱼礁,1995年7月开始实施人工鱼礁计划。1979年我国大陆沿海开始投放人工鱼礁,也先后开展了人工鱼礁的研究,并取得了一定的成果。但是,由于资金投入不足和缺少管理经验,效果并不十分明显,终于1990年告一段落。近年来,我国政府已经认识到建设人工鱼礁的重要性,在全国各沿海地区又掀起了建设人工鱼礁的新热潮,并将发展人工鱼礁事业提到各级政府的议事日程上来。

在人工鱼礁建设和发展的过程中,我们还有许多事情要做,许多问题需要解决,例如,人工鱼礁建设的宣传和教育、统一规划和指导、资金投入和使用、有关的技术攻关以及建礁后的科学经营与管理等。我们通过总结我国早期开展人工鱼礁建设的经验教训,并

借鉴日本等国外人工鱼礁建设的成功经验，编著而成《中国人工鱼礁的理论与实践》一书，作为对我国人工鱼礁建设的一个小小心得体会，仅供读者参考，以期我国人工鱼礁建设事业走上健康、合理发展的轨道，并望我国人工鱼礁能够发挥最大效能，其中包括最大的生态效益、经济效益和社会效益。这是我们编著本书的真实用意所在。

由于我国人工鱼礁建设起步较晚，中途曾停止了 10 年之久，研究不够深入，资料和数据不够完整，加上我们涉身人工鱼礁工作经验不足，而且水平有限等原因，书中难免存在不妥甚至错误之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

2005 年 5 月

目 录

第一章 人工鱼礁的历史和发展概况	1
第一节 人工鱼礁的起源和历史	1
第二节 人工鱼礁建设和发展概况	6
第二章 人工鱼礁的种类	46
第一节 按适宜投礁水深范围划分	46
第二节 按建礁目的或鱼礁功能划分	47
第三节 按制礁材料划分	49
第四节 按鱼礁结构和形状划分	51
第三章 人工鱼礁的机能	54
第一节 鱼礁诱集鱼类的机理	54
第二节 人工鱼礁的效应	55
第四章 人工鱼礁的设计	78
第一节 人工鱼礁的结构设计	78
第二节 人工鱼礁的影响范围	85
第三节 人工鱼礁的构筑材料	88
第四节 人工鱼礁的设置计算	92
第五节 波浪中鱼礁稳性测试实例	104
第五章 人工鱼礁的选址和投置	116
第一节 礁址选择的条件和原则	116
第二节 影响礁址选择的因素	118
第三节 礁址选择方法与步骤	121
第四节 人工鱼礁的投置	122
第六章 人工鱼礁的调查和效益评估	126
第一节 调查方法	126
第二节 效益评估	130
第七章 人工鱼礁的管理	149
第一节 人工鱼礁管理状况	149
第二节 人工鱼礁建设中存在的管理问题	152
第三节 人工鱼礁建设的管理对策	153
第八章 人工鱼礁建设的经验教训及建议	158
第一节 经验与教训	158
第二节 几点建议	162
第九章 我国人工鱼礁建设展望	165
第一节 人工鱼礁的作用	165
第二节 人工鱼礁建设方兴未艾	166

第三节 今后的课题	176
附录 I 中国沿海人工鱼礁区浮游生物	178
附录 II 中国沿海人工鱼礁区附着生物	179
附录 III 中国沿海人工鱼礁区底栖生物	182
附录 IV 中国沿海人工鱼礁区鱼类	184
附录 V 香港海洋特别区管理计划	190
附录 VI 广东省人工鱼礁管理规定	195
参考文献	198
参考资料	200
参考网址	202

第一章 人工鱼礁的历史和发展概况

第一节 人工鱼礁的起源和历史

一、何谓人工鱼礁

“人工鱼礁”这一名称在今天说来虽然并不陌生，但它到底是什么样的东西呢？人们又是如何去表述它？这也许一时难以说得清楚。关于人工鱼礁的解释，在不同的时期、不同的国家或地区和不同的作者有不同的说法。

雷宗友（1979）在《海洋牧场》中描述，人们把各种各样的东西，如石头、水泥块、废木船、木箱、废汽车、废钢铁、旧轮船、旧塑料，甚至旧火炉、废电冰箱、废发动机等往海洋里投掷，为鱼儿提供一个固定的“家”。这个家科学上叫做“人工鱼礁”。

日本水产工学研究所中村充博士（1986）认为，人工鱼礁是利用鱼类等水产生物喜欢聚集于礁石和沉船等物体的习性，以达到对象水产生物的渔获量增加、作业效率化和保育的一种渔业设施。

台湾省中央研究院动物研究所邵广昭教授（1989）说，人工鱼礁就是将天然或人造的物体投放海中，改变海洋环境，供给动、植物良好的栖息环境，达到培育资源和增加渔获量的目的。

中国农业出版社出版的《英汉渔业词典》（1995）和中华人民共和国国家标准《渔业资源基本术语》（GB/T 8588—2001）中解释，人工鱼礁（artificial fish reef）是为改善水域生态环境，诱集鱼类栖息或繁殖，在水中设置的固定设施。

广东省汕尾市水产技术推广中心高级工程师陈锤先生（2001）在《人工鱼礁是怎么发明的》一文中叙述，为了增加渔获，人们常常根据鱼类的生活习性，投其所好，在水域中敷设隐蔽物，引诱鱼类前来栖息，在它们聚集时再进行围捕或刺钓，这里所说的隐蔽物就是鱼礁，即常说的人工鱼礁。

有人解释说，人工鱼礁就是人们在海中设置的构造物，其目的是改善海洋环境，营造动、植物良好的环境，为鱼类等游动生物提供繁殖、生长发育、索饵等生息场所，达到保护、增殖和提高渔获量的目的。此外，还有多种大同小异的解释……

其实，最初的人工鱼礁是以诱集鱼类，造成渔场，以便于捕获为目的，而且是以鱼类为对象，所以叫做人工渔礁或渔获性渔礁；又因为鱼礁作为捕捞技术的副渔具用来诱集鱼类，进行捕捞生产，所以曾使用“渔礁（fishing reef）”一词。后来，随着人工鱼礁的发展，鱼礁的用途和诱集的对象也在不断扩大，鱼礁不仅仅用于诱集鱼类进行捕捞，而且给鱼类提供一个良好的生息繁殖场所，起到保护、培育鱼类资源的作用，因此就采用了“鱼

礁 (fish reef)”这一词语。又因为人工鱼礁不仅仅能诱集、培育鱼类，而且它同时可以诱集、培育许多不同的虾类、蟹类、贝类、藻类等，因此所谓“人工鱼礁”一词的“鱼”字，目前已广泛地将生物对象扩大到上述水产生物上了。为了更能全面地概括现代“人工鱼礁”的真正含义，1988 年在美国召开的第 4 届国际人工鱼礁会议上把“人工鱼礁 (artificial reef)”正式改名为“人工栖所 (artificial habitat)”，旨在扩大其功能范围，即能积极提高当地海域的总体生产力，发挥生态基质的作用，以期能在实质上提高基础生产量和生产值，而不仅仅限于副渔具诱集鱼类之效果而已。

综上所述，现阶段人工鱼礁的概念可解释为：人工鱼礁是人们为了诱集并捕捞鱼类，保护、增殖鱼类等水产资源，改善水域环境，进行休闲渔业活动等而有意识地设置于预定水域的构造物。

二、人工鱼礁的起源

谈及鱼礁，曾有一些神奇的说法。在远古时代，渔民发现在海中的岩礁地带及其附近，或在海面上的一些漂流物，如海藻、木排、竹排底下，往往聚集着很多的鱼类，在这些地方捕鱼，常常获得丰收，又在一些沉船旁边捕鱼，同样获得高产。1945 年的一天，一位劳无所获的日本渔民在出海归来途中，当他经过一个平时极少能捕到鱼的海域时，抱着试试看的心理下网捕鱼，想不到满载而归。消息传开，人们纷纷来到这片海域捕鱼，均喜获丰收。可是没多久，那个海域又捕不到鱼了。为什么呢？渔民们百思不得其解。后经调查才知道，不久前这片海域沉没了一艘军舰，这艘军舰沉到海底后将鱼儿吸引了过来，等军舰被打捞走后，鱼群就不再光顾那片海域了。真是无独有偶，美国也传来了类似的消息。每当一个石油钻井平台在海中架起，不到几个星期，就会在周围出现小鱼虾，连这一带海域从未见过的鱼也出现了。可是，当钻井平台移走之后，鱼虾也消失得无影无踪了。那么人们便设想，如果人为地在海中投放石块、竹木，会不会也能诱集很多鱼类呢？实践证明，确有同样效果。于是，人们便开始人为地设置鱼礁，发展渔业生产。

在我国明朝嘉靖年间，现在的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、树枝等吸引鱼类聚集，利用手钩、刺网、鱼笼、绞缯网等渔具进行捕捞获得高产。到清代中叶，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。实际上，这就是我国最古老的“人工鱼礁”。

早在 1795 年，日本兵库县渔民从沉船的集鱼作用中得到启示，他们制造了一些巨大的木架挂上沙袋，并在木架上固定竹子、树枝，把它们沉入 30m 左右的海底，100 天后他们就在其附近捕到了很多鱼，因而他们继续在此投下了几百个同样形式的鱼礁。这一消息迅速传到邻近渔村，并相继模仿，使鱼礁的效果深入人心。

美国于 1860 年由于阿巴拉契亚山脉山洪暴发，大水把山上的大量树木沿着河道冲到佛罗里达的阿巴拉契亚湾，时隔不久有些树木就沉下海底，并且有很多附着生物附着于树木上，因此引来了不少的鱼类。人们从此得到启示，就做了很多木笼，并在里面装了石块，沉入海底，一个月后就发现在木笼周围有很多鱼群。后来人们又投入了很多废弃的水泥管，其效果更佳。于是引起了渔民的极大兴趣，从而发现了人工鱼礁的集鱼作用，并逐

渐在美国流传。

在意大利的热亚沿海，人们把 1 000 多辆废弃汽车抛到海底，过了一段时间，这些旧汽车周围长满了水下植物，许多鱼、虾及其他海洋动物被吸引到汽车周围。于是这里成了渔民获得高产的捕捞基地。

上述频频发生的现象，充分说明了海洋沉积物能够集鱼的科学道理。于是，渔业科学家们由此得到启发，在海底建设人工鱼礁，吸引鱼类到这些礁区来“安家落户”，形成真正的海洋渔场。

三、人工鱼礁的历史

关于人工鱼礁的历史，渊源悠久。但是，在一个相当长的历史时期内并未能引起人们的足够重视，只是到了海洋渔业资源出现衰退时，人们才对这项古老的作业重新产生兴趣。在鱼礁的发展历史上，开发利用鱼礁较早的国家是中国、日本和美国。

在我国，人工鱼礁的历史可溯源至古代，可以说，我国是世界上最早开发利用鱼礁的国家。据记载，早在距今 2 000 年左右的春秋战国或汉代的“䟽业”中出现了关于鱼礁的文字，其大意是说，古人在渔猎过程中逐渐认识到，在湖泊的杂草丛中或在被草木包围的水潭中会聚集鱼类，在这些地方下钩、撒网会获得较丰的渔获，随后就有意识地在河道旁投木、垒石，以引诱鱼类前来栖息，等鱼聚集多了就下钩、撒网捕捞。湖北有些大中型湖泊至今仍在使䟽业这种方法捕鱼。在距今 1 700 年的晋代，郭璞在为《雅尔》所作的注释中有云：“今之作𦵑者，聚积柴木于水中，鱼得寒入其里藏隐，因以簿围捕取之”。虽然这些是最原始、最简单化的人工鱼礁，但却是引发现代人工鱼礁的原始构思和理论基础。

我国真正意义上的人工鱼礁建设起步较晚，始于 20 世纪 70 年代末。从 1979 年起，先后在广西、山东和广东沿海开始人工鱼礁试验，取得了初步效果，从而使人工鱼礁工作在我国沿海得以全面铺开；1983 年 12 月 14 日，我国著名海洋捕捞技术专家、教授级高级工程师冯顺楼先生通过新华社记者把建设人工鱼礁写成“开创我国海洋渔业新局面的建议”，登在《国内动态清样》上，中央领导同志对在我国沿海发展人工鱼礁建设，增殖水产资源，先后于 1983 年 12 月 21 日、1984 年 3 月 1 日、1984 年 3 月 8 日亲自作了 3 次重要批示；1984 年人工鱼礁被列入国家经委开发项目，扩大推广试验；1984 年 4 月 24 ~ 27 日，农牧渔业部水产局在广州召开“全国人工鱼礁推广试验工作座谈会”，对人工鱼礁试验进行了论证，并酝酿成立了全国海洋人工鱼礁技术协作组，安排落实人工鱼礁推广试验任务，签订了推广试验合同；为了借鉴国外人工鱼礁建设的先进经验，1984 年 11 ~ 12 月，农牧渔业部水产局组织了 2 个考察小组，分别派赴日本和美国进行人工鱼礁考察；1987 年 10 月 5 ~ 25 日，全国海洋人工鱼礁技术协作组受农牧渔业部水产局海洋处委托，组织了我国南、北方 2 个人工鱼礁重点考察小组，对全国沿海人工鱼礁进行了重点现场考察。但令人遗憾的是，到了 1990 年因资金来源无着落，又缺乏管理经验，终于被迫告一段落。

我国人工鱼礁自 1979 年开始试验至 1984 年扩大推广试验，到 1987 年 12 月止，历时 9 年，已在全国范围内从辽宁的鸭绿江至广西的钦州沿海共有 8 省（自治区）开展了人工鱼礁建设，取得了较好的效益。其间，沿海各省（区）对人工鱼礁区的选点、调查和礁体的研制、投放以及水下观察、试捕、科研等，均做了大量工作，积累了不少的宝贵经验，撰

写了许多专题论文和研究报告,召开了4次全国人工鱼礁会议;全国人工鱼礁技术协作组编印了《沿海各省市(区)人工鱼礁工作报告汇编》和《人工鱼礁论文报告集》;南海水产研究所作为技术负责单位开展各项研究课题,包括礁体模型的水槽实验,研究各种礁型在海流的作用下流场流态的分布,收集各投礁点区域的水文与生物学本底资料,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;南海水产研究所不定期编印了总共24期《人工鱼礁动态》;广东省首次拍摄了海底电影《鱼礁》。这些工作和试验研究成果,为我国后来重新启动人工鱼礁建设提供了宝贵的经验和借鉴。

在日本,自18世纪中叶起,确切地说,1795年渔民在生产实践中发现,在沉船里及其附近,往往聚集大量鱼群,在那里捕鱼能获得满意的效果。因此,一些渔民或渔民团体便把石块、土管、土袋、竹木之类沉设于海中,用来诱集鱼类,进行捕捞生产,形成了初始的人工鱼礁。1804年以柴木作为造礁材料,称作“霖业”,其形式与我国的霖业一样。日本政府非常重视人工鱼礁建设,1952年日本开始把人工鱼礁作为沿岸渔业振兴政策纳入国家事业来实施,1954年开始由政府有计划地投资建设,但规模较小。为了改善沿岸水域的生态环境,增加渔业资源,形成稳定的渔场,保障沿岸近海渔业持续稳产高产,1958年着手较大规模的人工鱼礁建设。进入20世纪70年代以后,世界沿海国家相继实施200海里经济专属区,限制外国渔船作业,维护渔业权益。这一形势迫使日本加速了人工鱼礁建设进程,开始了大规模的沿岸整治工程。1974年日本政府颁布了对渔业产生重大影响的《沿岸渔场整修开发法》,1976年开始了规模宏大的沿岸渔场整治开发事业,包括沿海人工鱼礁建设、增殖场建设和环境保护。日本政府农林水产厅根据《沿岸渔场整修开发法》制定了“实施渔场整修的长期计划”,并获准实施。该计划分为4个阶段实施:第一阶段(1976~1982年)投资1511亿日元,其中鱼礁设置事业费667亿日元;第二阶段(1983~1987年)投资2290亿日元,其中鱼礁设置事业费1090亿日元;第三阶段(1988~1993年)投资3299亿日元,其中鱼礁设置事业费1572亿日元;第四阶段(1994~2000年)投资4908亿日元,其中鱼礁设置事业费2073亿日元。

2000年以后,日本的渔场整修工作一直在继续进行,并且投入还有增加,主要是增加鱼礁设置的事业费。2002年3月日本内阁会议通过了《水产基本计划》,在沿岸渔业项目中继续提出要设置人工鱼礁和建设增殖场来强化渔业资源的培育。日本人工鱼礁的构筑材料则从原始的简单投放石块和竹排到现在采用混凝土、钢材和塑料,鱼礁结构也进一步适合水族的生态而多样化,鱼礁的投放海域由沿岸向近海推进,鱼礁的类型由渔获型向资源增殖型与环境改善型并举的方向发展。

人工鱼礁建设的发展推动了人工鱼礁技术的开发研究,从而又加速了人工鱼礁事业的发展。日本对人工鱼礁的研究非常细致和深入,日本水产厅属下的几个水产研究所都有专人研究人工鱼礁与鱼类的关系、人工鱼礁的效益等。水产工学研究所则专门研究人工鱼礁的机理、结构、材料和工程学原理。日本沿海各水产试验场、水产科研机构以及一些大学都参与了人工鱼礁技术开发、鱼礁效益调查研究,政府水产部门专门组织有关单位对鱼礁进行指定调查,召开鱼礁研究讨论会。日本出版的人工鱼礁论著也最多,至1981年2月止,以鱼类为对象与人工鱼礁有关的土木工学和生物学的调查研究、事例报告、会议材料文献有1100多篇,申请人工鱼礁专利1000个。1964年东京大学名誉教授、日本栽培渔业协会常务理事大岛泰雄撰写了《人工鱼礁》一书,介绍了人工鱼礁的由来及其发展状

况。1973年,日本成立了人工鱼礁综合研究会,全面收集整理以往各地人工鱼礁的资料,并加以讨论。1976年3月出版了《人工鱼礁的理论与实践》(包括基础篇和实践篇)。仅1983年日本就召开了4次人工鱼礁研讨会,1984年4月4日,由日本水产学会主持召开了有大学、研究所、水产试验场参加的“人工鱼礁诸问题”讨论会,会后由佐藤修编写成《人工鱼礁》一书出版。

美国人工鱼礁也有100多年的历史,也是世界上建设人工鱼礁历史悠久的少数几个国家之一。虽然美国人工鱼礁起源于19世纪,但真正的人工鱼礁建设开始于20世纪30年代。1935年在新泽西州梅角附近海域建了一个鱼礁区,1936年里金格铁路公司在该州的大西洋城疗养中心建成了另一个人工鱼礁,这2个鱼礁都纯属于商业性游钓鱼礁,还备有出租小艇和钓饵。20世纪50年代,在纽约沿海一家公司捐献了14000个木制啤酒箱给一家船务公司,把它填充到混凝土构件中沉入海底作为人工鱼礁(即“啤酒箱鱼礁”)。1953年曾经在亚拉巴州外海投放了一些废汽车,营造了一处浅滩,发现鲷、鲈等鱼类逐渐聚集。在夏威夷的瓦胡岛也做过同样的试验,投放一些废汽车和水泥块,发现鱼类聚集量增加了几十倍。60年代在菲伊亚岛及佛罗里达州都进行了试验,取得了理想的效果,并发展了游钓业。70年代联邦政府开始启动人工鱼礁科学研究的计划,并减少人工鱼礁的建设,直到1984年国会通过国家渔业增殖提案,美国人工鱼礁建设才步入正轨。1985年出台了《国家人工鱼礁计划》,成为世界第二个把人工鱼礁纳入国家发展计划的国家(第一个把人工鱼礁纳入国家发展计划的国家是日本。到目前为止,全世界只有这2个国家把人工鱼礁纳入国家发展计划)。目前美国几乎所有的州都制定了人工鱼礁建设规划。

美国人工鱼礁大体上经历了如下4个历史阶段:

1. 启蒙阶段

1860年,由于洪水泛滥,很多倒伏的大树被冲进了卡罗里纳海湾,藤丝等生物附着于大树上繁殖,水质肥沃,饵料丰富,诱来了大量的鱼类。渔民从这个发现得到了启发,开始用木头搭成木棚,加以石块沉入海中,经过半个多月时间,这里鱼类群集,渔获量增加。从此,原始的人工鱼礁在美国东北沿海地区逐步发展起来。在这个时期,纽约大南湾船工协会根据木头鱼礁集鱼的原理开始在火岛湾采用水泥管作为人工鱼礁,渔获量大增。

2. 摸索阶段

19世纪末至1950年,随着人工鱼礁建设逐步发展,建礁材料需求量越来越多,除了采用木头、水泥管之外,试用旧船体建礁收到了一定的效果,但当时能用来建礁的木头、水泥管和旧船数量少,又局限于东北沿海,因此人工鱼礁的发展受到了很大的限制,后期几乎停止发展。

3. 重建阶段

1950年以后,美国人工鱼礁建设经过短期停顿后又开始复兴起来。这一阶段的建礁材料广泛多样化,逐步利用城市中的废弃物,如混凝土啤酒箱、混凝土钢管、废旧汽车等,建礁范围由东北部沿海逐步扩大到墨西哥湾、夏威夷和加利福尼亚州沿海。

4. 空前发展阶段

20 世纪 60 年代以来,在鱼礁材料方面又有新的突破,在原有的基础上,增加了轮胎、管道、废料、废旧的钻井平台和玻璃钢。由于建礁材料来源广泛,政府对人工鱼礁建设也开始重视起来,不仅在财政资金上给予有力支持,而且在人工鱼礁的研究上也给予具体指导,使得美国人工鱼礁建设蓬勃发展。1983 年美国的人工鱼礁已遍布东西部沿海,达到了相当的规模。

在历史上,美国曾经主持召开过 4 届国际性人工鱼礁研讨会,有力地推动了美国乃至全世界人工鱼礁事业的发展。

此外,还有许多国家也有开发利用人工鱼礁的历史记载,如韩国、朝鲜、澳大利亚、马来西亚、新加坡、印度尼西亚、菲律宾、泰国、印度、英国、法国、西班牙、意大利、德国、古巴、尼日利亚、葡萄牙、荷兰、芬兰、罗马尼亚、波兰、俄罗斯、以色列、土耳其、希腊、墨西哥、加拿大等。

第二节 人工鱼礁建设和发展概况

通过设置人工鱼礁来改善水域环境,诱集、培育水产资源的良好效果已在社会各界形成共识,人工鱼礁作为保护海洋生态环境和海洋渔业资源的有效措施得到了重视和发展,已引起了世界各国的关注。

一、国外人工鱼礁建设概况

1. 日本

日本是世界人工鱼礁建设的典型国家,投入资金最多,投放鱼礁时间最早,对鱼礁研究最深入。早在 1932 年,日本政府就制定了“沿岸渔业振兴政策”,第二次世界大战以后就逐年在其沿岸海域投放人工鱼礁,1952~1958 开始“浅海增殖开发事业”,人工鱼礁便作为沿岸渔业振兴政策纳入国家事业来实施。在日本列岛沿海水深 200m 以内的水域约 $23 \times 10^4 \text{ km}^2$ 中,适宜于建设人工鱼礁的水域为 $12 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。1950 年日本全国就沉放了 1 万艘废旧船舶作为人工鱼礁渔场,之后也有小规模的建设。1952~1966 年全国设置各种鱼礁 140×10^4 多个,投资 76 亿日元,之后逐年又有所增加。1975 年全国共投放人工鱼礁礁体空方 $336 \times 10^4 \text{ m}^3$,投资 304 亿日元。到 1979 年日本海周围沿岸海域敷设的人工鱼礁(并型鱼礁、大型鱼礁、人工礁渔场)达到空方 $763 \times 10^4 \text{ m}^3$,投资 574 亿日元。1983 年共设置人工鱼礁空方近 $1\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$,总投资超过 1 200 亿日元。

20 世纪 80 年代,日本人工鱼礁更是向标准化、规模化发展,正在建造的沿岸水域人工鱼礁带更可以说是当今世界人工鱼礁之最。在建礁决策、礁址选择、礁体建造、效果调查等方面,由政府、科研单位、大专院校、企业、渔协密切合作,走上持续、有效、实用的道路。1986 年全国沿岸渔业振兴开发协会公布了“沿岸渔场整备开发事业人工鱼礁渔

场建设计划指南”，对鱼礁诱集鱼类的生态、鱼礁渔场建设计划的基本要素、海域及社会经济条件调查、建礁计划确定、投礁效果调查分析、鱼礁渔场的合理利用、鱼礁渔场之范例等作了具体阐述和规定，是日本人工鱼礁建设的依据和标准。

进入 20 世纪 90 年代，日本的人工鱼礁建设进一步形成制度化，由民间自发行为提升为国家事业，每年国家和地方政府投入 600 亿日元（约合 3.6 亿元人民币）用于鱼礁建设，建礁体积每年约空方 $600 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在建礁决策、礁址选择、礁体建造、效果调查等方面更趋科学化、合理化、计划化、制度化。现阶段，建礁费用由国家财政拨款补助资金比例为 30% ~ 80%，其余由地方（县）财政出资，鱼礁由县出面购买，投放渔场后使用权归当地渔协。

日本人工鱼礁的建设以法律的形式固定下来，中央政府每年下达计划，给予财政补助，分别由农林水产和各都、道、府、县按规定执行。2000 年国家渔业财政拨款共 2 300 亿日元，其中用于人工鱼礁建设近 300 亿日元。在 1976 ~ 2000 年的渔场整修长期计划期间共投资渔场整修事业费 11 860 亿日元（折合人民币 820 亿元，平均每年投资折合人民币 32 亿元），其中人工鱼礁设置事业费 5 402 亿元（折合人民币 380 亿元，平均每年投资折合人民币 15 亿元），水产动植物增殖场和养殖场造成事业费 5 833 亿日元，沿岸渔场保护事业费 625 亿日元。这些费用由中央政府和都道府县各承担一半。经过 30 多年的建设，在全国 47 个都道府县中已有 40 个开展人工鱼礁建设，共投放人工鱼礁 5 000 多座，礁体空方 $5 306 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，全国近岸海域渔场面积的 12.3% 已经设置了人工鱼礁（表 1-1，图 1-1）。

表 1-1 日本 32 个都道府县 191 个人工鱼礁区的基本情况

都道府县	地区名	鱼礁种类	沉设年度(年)	调查年月	水深 (m)	底质
北海道	木古内冲	FP3.00	1980	1981.9	41 ~ 44	细沙
北海道	浜益冲	FP3.00	1980 ~ 1983	1985.6	60 ~ 65	泥沙
北海道	厚田冲	FP3.00	1985	1986.10	42	泥、细沙
北海道	香深冲	FP3.00	1985, 1986	1987.8	73	沙砾
北海道	函馆冲	FP3.00	1989	1990.8	58	中沙
北海道	八云冲	FP3.00	1988	1991.11	45	软泥
北海道	八云冲	FP3.00	1990	1991.11	47	软泥
北海道	木古内冲	FP3.00	1980 ~ 1988	1993.4	40 ~ 50	沙泥
北海道	木古内冲	FP3.00	1991	1993.4	44	贝壳、粗沙
北海道	木古内冲	FP3.00	1987	1993.9	45	粗沙
北海道	木古内冲	FP3.00	1991	1993.9	44	贝壳、粗沙
北海道	鸳泊冲	FP3.00	1990, 1991	1994.6	78	泥
北海道	鸳泊冲	FP3.00	1989, 1990	1994.6	76	泥
北海道	武蔵堆冲	FP3.00	1992	1995.6	108	礁盘

续表

都道府县	地区名	鱼礁种类	沉设年度(年)	调查年月	水深 (m)	底质
北海道	武蔵堆冲	FP3.00	1991	1995.6	97	礁盘
北海道	钏路东部冲	FP3.00	1991	1996.6	130	礁盘
北海道	楸法华冲	FP3.00	1990	1997.7	122	贝壳、沙泥
北海道	楸法华冲	FP3.00	1991	1997.7	120	沙
北海道	楸法华冲	FP3.00	1994	1997.7	124	沙
北海道	钏路东部冲	FP3.00	1992	1999.2	135	粗沙
北海道	脊形冲	FP3.00	1989	1999.7	75	沙
北海道	石狩冲	FP3.00	1993	1999.7	30	泥
北海道	积丹冲	FP3.00	1998	1999.8	100	沙
北海道	松前冲	FP3.00	1998	2000.5	79 ~ 82	贝壳、粗沙
北海道	松前冲	FP3.00	1997	2000.5	92	粗沙、礁盘
北海道	浜益冲	FP3.00	1995	2000.7	44	细沙
鸟取县	泊村冲	FP5.00	1984	1984.10	45 ~ 46	中沙
鸟取县	泊村冲	FP5.00	1984	1985.10	45 ~ 46	中沙
鸟取县	泊村冲	FP5.00	1985	1987.10	45 ~ 46	中沙
鸟取县	泊村冲	FP5.00	1984, 1985	1987.10	47	贝壳、中沙
鸟取县	境港市冲	FP2.00	1997	1999.6	14	沙
冈山县	仓敷冲	FP5.00	1989	1993.12	25	沙泥
冈山县	仓敷冲	FP5.00	1989	1993.12	28	礁盘
冈山县	仓敷冲	FP5.00	1989	1993.12	27	礁盘
広島县	濑户田冲	FP3.25	1982	1982.12	30	贝壳、砾
山口县	福良岛冲	FP3.25	1981	1981.9	50 ~ 70	不明
山口县	须佐町	FP3.25	1987	1988.10	84	沙泥
山口县	须佐町冲	FP2.00	1997	1998.8	75	沙砾
山口县	阿武町冲	FP2.00	1997	1998.6	67	细沙
德岛县	北滩冲	FP3.25	1982	1983.10	40	软泥
德岛县	阿南冲	FP2.00	1990	1992.11	26	泥
德岛县	由岐冲	FP2.00	1994, 1995	1995.12	64	泥
香川县	柜石岛冲	FP3.25	1979	1980.5	20	粗沙、礁盘
高知县	桂浜冲	FP4.00	1983	1983.10	52	沙泥