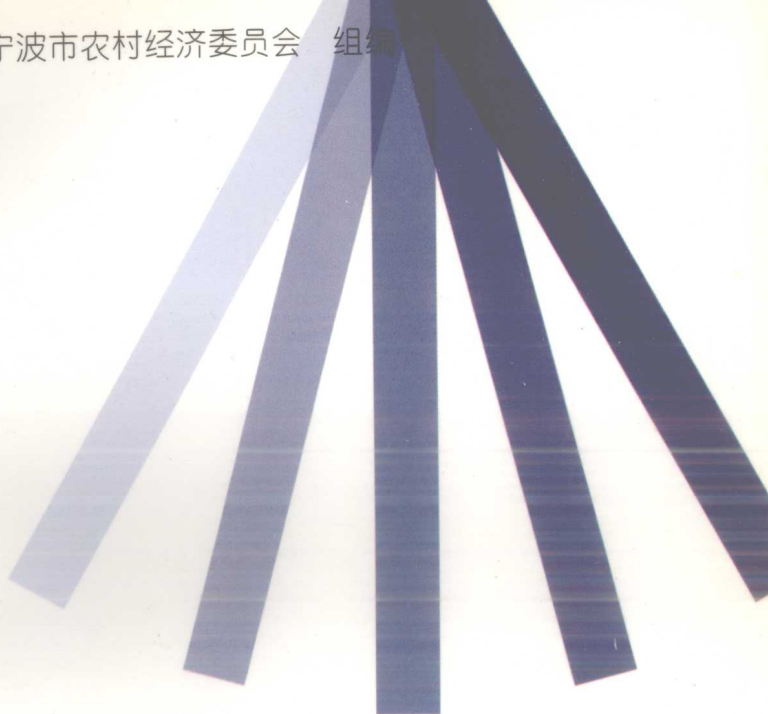


■ 宁波市农村经济委员会 组编



海水网箱养殖

宁波农业适用技术丛书

中国农业科技出版社

宁波市农村经济委员会 组编

海水网箱养殖

宁波农业适用技术丛书

中国农业科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

海水网箱养殖/郑岳夫,孙忠编著. —北京:
中国农业科技出版社,2000
(宁波农业适用技术丛书/高裕昌主编)
ISBN 7-80119-891-3

I. 海... II. ①郑...②孙... III. 海水养殖:鱼类
养殖:网箱养殖 IV. S967.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 57417 号

责任编辑	刘晓松
出版发行	中国农业科技出版社 (北京海淀区白石桥路 30 号 邮编:100081)
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	浙江省余杭市人民印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/32
印 张	4.5
字 数	105 千字
印 数	1~3000
版 次	2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷
总 定 价	68.00 元(共 10 册)

《宁波农业适用技术丛书》

编辑委员会

主 编 高裕昌

副主编 周叔扬 曹良明 陈效治 王才平

本书编著人员

编著人 郑岳夫 孙 忠

审稿人 周科勤





总 序

农业要实现现代化,必须依靠科技,提高科技对农业的贡献率。尤其是我国即将加入世界贸易组织,农业将面临国际市场的严峻挑战。对此,市委、市政府作出了大力发展效益农业,加快宁波农业由数量型向质量型转变,再创宁波农业新优势的战略决策。发展效益农业,关键是科技,只有广大农民群众能掌握和运用先进适用的各项农业技术,才能实现农业增效和农民增收。

按照党的十五届三中全会“要进行一次新的农业科技革命”的精神,宁波广大农业科技人员在农业适用技术推广运用方面,通过研究、引进、试验和消化、创新,又有了新的进展。宁波市农村经济委员会在总结筛选的基础上,组织力量编辑出版了这套《宁波农业适用技术丛书》,其目的是尽快把这批适用技术推广运用到生产实践中去,以进一步促进效益农业的发展。

这套丛书的出版,希望能对广大农民朋友在调整农业结构,发展效益农业中有所裨益。同时也希望广大农业科技工作者在努力搞好农业科技推广的同时,加大农业科技创新力度,为宁波市农业在新世纪再上新台阶作出新的贡献。

中共宁波市委常委
宁波市副市长

编者的话

海水网箱养鱼采用高密度集约式的养殖方式,养殖名、特、优鱼类,具有可施行强化培育、养殖周期短、产量高;饲养管理和捕捞方便,收效快、经济效益高等特点,是充分利用浅海和港湾发展养鱼的新的生产形式。

我国海域辽阔,海岸线曲折,港湾众多,海水网箱养鱼有着广阔的发展前景。自 20 世纪 70 年代末,广东省试养石斑鱼获得成功以来,我国海水网箱养鱼发展很快。养殖区域由广东扩大到福建、浙江、海南、山东等省,养殖品种由石斑鱼属扩展到鲷科、石首鱼科等数十种,养殖技术也日臻完善。目前全国海水养鱼网箱已超过 20 万余只,取得了很好的经济效益,成为一项新兴的海水养殖业。

为了推动海水网箱养鱼的发展,作者根据多年从事海水网箱养殖的实践,参考国内外有关资料编写本书,为普及和提高海水网箱养鱼技术,尽一点微薄之力。由于编者水平所限,书中欠妥之处,敬请专家和读者指正。

目 录

第一章	概述	(1)
第二章	海水网箱养鱼的特点和环境条件	(5)
第一节	网箱养鱼的特点	(5)
第二节	水环境的理化条件	(6)
第三节	网箱养鱼的生态地理条件	(15)
第三章	网箱的制作和设置	(18)
第一节	框架	(18)
第二节	箱体	(21)
第三节	附属设备	(27)
第四节	网箱的布局	(30)
第五节	网箱的维护	(31)
第四章	养殖品种的选择	(32)
第一节	养殖种类	(32)
第二节	主要养殖品种的生物学	(33)
第三节	苗种来源及培育	(47)
第四节	苗种的运输	(55)
第五章	放养技术	(58)
第一节	放养方式	(58)
第二节	鱼苗种的质量	(60)
第三节	放养密度	(63)
第四节	鱼种放养注意事项	(68)

第六章	饵料的营养及投饵技术	(70)
第一节	鱼类对营养物质的需要	(70)
第二节	饵料的种类及配合饲料	(75)
第三节	投饵技术	(80)
第七章	日常管理技术	(86)
第一节	鱼种放养入箱	(86)
第二节	分箱养殖	(86)
第三节	四季养殖管理	(87)
第四节	定期检查鱼群活动情况	(88)
第五节	网箱的清洗及更换	(88)
第六节	安全检查	(91)
第七节	人工隐蔽物	(93)
第八节	做好网箱饲养管理日记	(93)
第九节	成品鱼的起捕和运输	(94)
第八章	越冬及管理	(97)
第九章	鱼病的防治	(100)
第一节	鱼类发病的原因	(100)
第二节	疾病的预防	(102)
第三节	常见疾病的防治	(104)
第十章	技术经济分析及生产计划制定	(113)
第一节	技术和经济分析	(113)
第二节	生产计划制定和评价	(117)
第十一章	现状、问题及展望	(124)
第一节	当前海水网箱养鱼的特点	(124)
第二节	主要问题	(125)
第三节	网箱养鱼的发展趋势	(126)

第一章 概 述

网箱养鱼的形成具有悠久的历史。据记载,大约距今 750 年,我国长江沿岸的渔民就有将捕获的鱼苗在竹笼中进行暂养的习惯,然后出售和放养到水面从事养殖,因此,网箱养鱼是在“笼式养鱼”基础上逐步发展起来的。这说明我国是网箱养鱼最早的国家。

国外网箱养鱼最早始于柬埔寨,距今约 140 余年。当时柬埔寨渔民在洞里萨湖、湄公河一带捕鱼,他们将捕获的鱼暂养于曳拖在船尾的竹木笼中,运至都市出售,由于路途遥远,渔民们经常投喂一些小杂鱼或残羹剩饭,发现笼中之鱼有所增长,提高了商品价值,从而在湄公河流域逐渐形成网箱养鱼水上渔村。到 20 世纪 30、40 年代,网箱养鱼在东南亚国家传播,50 年代以后逐步传播到世界各地,养殖水域由淡水水域扩大到海水水域。目前从事海水网箱养鱼生产和研究的国家有日本、挪威、丹麦、瑞士、英国、法国、德国、波兰、捷克、美国、加拿大、智利等国以及东南亚地区的一些国家。近 20 余年来,国外网箱养鱼发展迅速,其中以日本发展最快。

日本是海水网箱养鱼最早发展的国家,20 世纪 30 年代开始用网箱暂养鲷鱼,60 年代初网箱养鱼进入推广阶段,现在养殖产量和技术水平均很高。日本海水鱼养殖总产量 1990 年达 25.55 万吨,其中网箱养殖产量占 90% 以上,产量最高的鲷鱼,约占 65%。海水鱼养殖品种已达 27 种,主要有鲷鱼、鲷科鱼类、牙鲆、河鲀等。网箱有浮式和沉式两类,以前者最为普遍。

日本的海水网箱养鱼依靠现代科技正朝大型化、企业化发展并向外海扩展,计划今后几年在外海建立 100 座能耐受 7~10 米浪高的海上网箱养鱼平台,每个平台装有电子计算机控制周围 20 个浮式网箱,由先进的 FuYuno 声纳和水下电视摄影系统监视箱内的鱼类生长状态。每箱年产可达 100 吨,每个平台每年可收获 2000 吨,100 座平台每年可向市场提供 20 万吨优质鱼类。在网箱工艺上,日本为适应养殖河鲑而研制了“倍克多克”高强度纤维,其强度为聚乙烯的 5 倍,为尼龙纤维的 3 倍,而使用寿命增加 10 倍。同时,开发出一种钛金属丝编织的网衣,以供养殖鲈鱼、鲷鱼等用,使用寿命达 20 年左右,并具有重量轻,不易老化等特点。日本 Bridgestone Tire 公司制造了一种新型挠性六角形网箱养殖系统,可以安全地用于近海,外海,甚至能抵挡台风的袭击,现已作商品性生产,并在欧洲推广。

美国、英国海水网箱养鱼发展也较快。美国 1964 年开始网箱养鱼,现建有专门的养殖基地,主要养殖太平洋鲑鱼,年产 2 万吨左右。英国网箱养殖主要有大西洋鲑、虹鳟,养殖区主要分布在苏格兰西部沿海。苏格兰养鲑年产量 480 吨,近年又筛选出优良养殖品种大菱鲆。

挪威是欧洲海水网箱养鱼较发达的国家。从 20 世纪 70 年代初,原 79 个养鱼场大部分改为网箱养殖场。仅网箱养殖大西洋鲑一项,1975 年为 1000 吨,1980 年为 8000 吨,5 年间翻三番,1987 年产量增至 5.52 万吨,1995 年产量超过 17 万吨。

另外,南朝鲜、新加坡、新西兰等国也在积极发展海水网箱养鱼业。

概括地说,世界各沿海国家大力发展海水网箱养鱼呈方兴未艾的趋势。近年来,不断有新的进展,使用范围不断扩大,从沿海、近海到外海;网箱框架材料,在原先用竹、木的基础上,又

增加了钢铁、塑料、橡胶、铝合金等；网箱的形状不但有正方形、长方形，而且出现圆形、多角形等；网箱的容量由几立方米扩大到几百甚至几千立方米；网箱的形式由固定型发展到浮动型、沉降型；养殖品种除传统的鲑、鳟鱼类之外，还有名贵鲷科鱼类、鲆、鲽类，以至虾蟹；养殖方式除单养外，还采取多种鱼类混养，鱼、虾、贝混养；养殖技术上普遍采用了遥控自动投饵系统；同时，为保证海水网箱养鱼的发展，在苗种培育，配合饲料以及新能源利用等方面也正在加速开发与应用。

我国现代网箱养鱼起步较迟，1973年首先在淡水养鱼方面取得成功。中国科学院水生生物研究所和山东历城县锦秀川水库，试用网箱培育鲢、鳙鱼种取得成效；此后，浙江等地试用网箱养殖成鱼也获成功。目前我国淡水网箱养殖已扩大到水库、湖泊、河流等不同类型的水域，养殖品种、养殖方法呈多样化；养殖地域已扩大到20余个省、自治区、直辖市，发展最快的有湖北、浙江和安徽等省。

我国海水网箱养鱼始于1979年。广东省首先在惠阳、澳头等地试养石斑鱼获得成功，1981年扩大到珠海等地。目前已开展大规模的海水网箱养鱼生产，生产规模由1982年的263只，到1991年达到2.2万只网箱，产鱼达2000吨左右，产值约4亿元，到1994年发展到4万余只网箱，产量达6000吨以上，主要养殖品种有石斑鱼、鲷科、笛鲷科等20余种鱼类。福建海水网箱养鱼略迟于广东省，始于1986年，自1987年真鲷养殖成功后，迅速发展，到1989年猛增到1.1万余只，1994年达到5万余只网箱，面积达50万平方米，居全国之首。浙江省海水网箱养鱼从1986年各地开展了不同程度的试验，到1992年进入推广阶段，养殖网箱为1032只，1994年达到1万余只。海南、山东、辽宁等海水网箱养鱼也相继发展，且速度较快，其中海南达

到 5000 余只。目前全国海水网箱养殖已达 20 万余只,主要分布在广东汕头的南澳、饶平,惠州的惠东、惠阳,珠海的万山,深圳;福建平潭的竹屿港,福清的柯屿,东山的百尺门,厦门的火烧屿及连江;浙江宁波的象山港,玉环的漩门港,洞头的三盘港;海南的三亚,陵水,万宁等地。养殖品种主要有石斑鱼属、鲷科、石首鱼科,笛鲷属,鲷鱼和鲈鱼等 20 余种。同时各地还开展了人工配合饲料、抗风浪设施、苗种繁育和鱼病防治方面的研究,这对我国海水网箱养殖的发展起着积极的推动作用。

第二章 海水网箱养鱼的特点和环境条件

第一节 网箱养鱼的特点

海水网箱养鱼,是在风浪平静,潮流通畅的海域中,用合成纤维或金属网片等材料制成一定形状和规格的箱体,通过网箱内外水体的自由交换,在网箱内形成一个适宜鱼类生长的小生境,进行高密度精养高价值鱼类的一种科学养鱼方法。

网箱养鱼之所以能获得高产,这与网箱内外水体环境有着密切关系。在养殖过程中,由于水流、风浪及鱼体的活动,网箱内外水体不断交换,溶氧量不断补充,从而增加了养殖有效水体,提高了养殖密度;同时及时带走了箱内鱼体排泄物和食物残渣,以维持网箱中优越的溶氧和水质条件,养殖鱼群处于高密度情况下,通常也不会缺氧或引起水质恶化;鱼类被限制在网箱内的一个很小的范围内,减少了鱼类的活动空间和强度,从而降低了鱼类的能量消耗,有利于鱼类的生长和育肥,从而提高了鱼产量;网箱养鱼能避免凶猛鱼类的危害,从而提高了养殖鱼类的成活率。因此,网箱养鱼实际上是利用大水面优越的自然条件结合小水体密放精养措施实现高产的。

生产实践证明,海水网箱养鱼具有许多优点,主要是:

1. 不占土地。无论海湾、内港和风浪不大的浅海水域都可设置网箱养鱼;饵料转换效率高,生长快,从而缩短养殖周期。
2. 饲养管理方便。使用的箱体一般不大,网箱敷设和投饵

操作方便,平时容易观察鱼群活动、摄食和健康状况;当水域环境不适宜时,可以随时迁移。

3. 网箱内外水流畅通,箱内溶氧充足,不用人工增氧,节约了能源。

4. 放养密度高,可充分利用水体;养殖品种和养殖方式多样,既能养商品鱼,又能培育鱼种;既能单养,又能混养;单产高,收效快,效益大。

5. 可采用机械化大规模生产方式和现代化养殖技术,也可运用传统养殖方法,小规模个体经营。

6. 捕捞容易。不必使用网具,可一次全部把鱼产品收获起来,亦可分批上市,大大方便活鱼运输和储存,有利于市场调节。

在海洋主要经济鱼类资源过度捕捞的情况下,发展海水网箱养鱼不仅是渔民致富奔小康的重要门路,也是繁荣市场的重要措施,是振兴渔业的重要途径。

第二节 水环境的理化条件

各种鱼类只有在一定的环境条件下生活,网箱养鱼必须选择适合鱼类生长的良好理化条件的水域,主要因子有:光照、水的透明度、水温、盐度、pH 值、溶氧量、二氧化碳、氨氮、硫化氢等。

一、光照与透明度

光对水生动物的行为有着重要的影响,各种鱼类对光的适应能力不同,鱼类一般喜欢弱光,鱼类对光的适应性表现在趋光性和背光性,它的垂直移动的规律都表现出对光的适应。鱼类对直射阳光通常发生应激反应,直接影响其行为和生长发育,应

给于控制。因此网箱养鱼应使用遮光盖,以减弱光照强度。

透明度是光线透入水体中的量度。水的透明度大小与水中的浮游生物、微生物、有机碎屑、泥沙及其他悬浮物的含量有关。通常在同一水域冬季的透明度大,而夏季因浮游生物大量繁殖而下降。在泥质或泥沙质底的浅海由于风浪和潮流的影响,一般大潮汛和冬季透明度小,小潮汛和夏季透明度大。透明度 30 厘米以下的海区,或因水流不畅,水质太肥,易造成鱼类缺氧,或因水太浑浊,影响鱼的摄食和呼吸,一般不宜进行网箱养鱼。

二、水温

鱼类是变温动物,其体温随周围水温的变化而变化,多数鱼类的体温与其周围水温相差 $0.1 \sim 1^{\circ}\text{C}$ 。水温变化会影响到鱼类的摄食、新陈代谢、生长发育和各种生理活动的强度。各种鱼类对水温有一定的适应范围,有它最适宜的生长温度,也有它最高和最低的忍耐限度。在适温范围内,温度越高,持续时间越长,生长愈好,因为水温逐渐升高时,代谢活动加强,食欲旺盛,生长加速,一般水温每增加 10°C ,可使鱼类代谢增加 $1 \sim 2$ 倍。但温度过高,则因异化作用太强而导致鱼类死亡。而温度下降时,代谢活动强度降低,食欲下降,生长和发育缓慢,水温低于极限,则发生死亡。

根据鱼类对温度的适应情况,可划分为热带性鱼类、温水性鱼类和冷水性鱼类,或广温性鱼类和狭温性鱼类。而我国多数养殖鱼类属于广温性鱼类,对温度适应范围比较广。鱼类对水温的变化非常灵敏,如水温突然大幅度变化,可使鱼类生理失调,产生热昏迷或僵死,对其生长不利,甚至造成大量死亡。水温一般随气候、气温而变化,但由于水的比热大,水温比气温滞后。当气温处于上升阶段时,水温一般低于气温;当气温处于下

降阶段时,水温一般高于气温。水温还随着昼夜和季节变化,一天中,一般日出前水温最低,下午2时到3时水温最高;一年中,一般1、2月份水温最低,而7、8月份最高。同一水体的水温具有垂直分布,一般冬季上层水温低于下层,春、秋季水温上下层相近,夏季水温上层高于下层,并常出现跃温层,但对浅海而言,由于潮水的不断流动,因而水温垂直分布不明显。因此,只有掌握和了解各种养殖鱼类适宜的生长温度范围,了解设置网箱水域水温的季节和昼夜变化,采取相应的养殖措施,才能取得好的饲养效果。

三、盐度

盐度是指水中钠、钾、钙、镁和硫酸根、碳酸根、碳酸氢根及氯等离子的总量。海水的含盐量也可用氯度表示。氯度是指水中卤族元素离子的含量,在海水中的氯度主要指氯离子的含量。水中的氯度和盐度成正比,海水中通常可用氯度 $\times 1.8$ 的近似值作为盐度的估算量。

水中的溶解盐类,因水体而异。盐度在16‰~47‰的称为海水或咸水,0.5‰~16‰的称半咸水,小于0.5‰的为淡水。

水的盐度变化可改变鱼体与环境的渗透关系,当达到一定程度时可引起网箱内鱼类的死亡。通常海水网箱养鱼的海区不会出现因盐度骤变而使鱼类大批死亡的现象,但在河口或海湾的网箱要注重盐度周年的季节变化以及受潮汐和洪水影响而导致盐度的日变化过大,而使鱼类发生死亡。

鱼类具有一定的生理调节机制以适应不同盐度的水域,但只局限于一定范围内,过高过低均对鱼类生长不利,甚至引起死亡。根据鱼类对盐度变化的适应能力,可分广盐性和狭盐性鱼类。鲈鱼、黑鲷和罗非鱼等均属广盐性鱼类,耐受盐度的变化较

大,特别是鲈鱼、罗非鱼既能生活在淡水中,也能生活在一定盐度的海水中。海水鱼类的繁殖和胚胎发育也要求一定的适宜盐度。因此,海水网箱养鱼应视海区的盐度情况选择相应的鱼类种类,一般养殖区的海水盐度以保持在 15‰~25‰为宜。

四、酸碱度

海水的酸碱度即指水中的氢离子浓度,以 pH 值表示。pH 值的变化,受各种因子的影响,如受水中二氧化碳、溶解氧、溶解盐类和盐度等水质因子的影响。主要由水中的游离二氧化碳和碳酸盐、碳酸氢盐的比例而定。水中的酸碱度有较明显的昼夜变化,并与二氧化碳的变化有一定的相关性,通常白天因水中光合作用加强,植物吸收二氧化碳强烈而使氢离子浓度下降,pH 值上升,且下午高于上午;晚上光合作用停止,而水中动植物呼吸作用照常进行,放出二氧化碳,使水中的氢离子浓度上升,pH 值下降,至黎明前为最高。夏季光合作用强,水的 pH 值相对高,冬季则相对低。此外,一般水体的表层 pH 值较高且变化较大,而底层则较低但较稳定。

海水是氢离子浓度变化最好的缓冲剂之一,通常 pH 值在 7.85~8.25 之间。各种鱼类有其生存所需的 pH 值范围,多数鱼类适宜的 pH 值为 7.0~8.5 范围内,偏向弱碱性环境。如果酸碱度的变化超出鱼类适宜范围时,会影响鱼体的新陈代谢;而当超出极限范围时,则往往会破坏皮肤粘膜和鳃,直至死亡。特别是酸性水体,可使浮游生物对营养物质的吸收利用受抑制,光合作用减弱,水体生产力低;在酸性水体中,有机物的氧化分解也受到抑制,影响水体的物质循环和能量交换;酸性水体可使鱼类血液中的 pH 值下降,使一部分血红蛋白与氢结合受阻,减低血球载氧能力,导致血液中氧分压变小,即使周围水中含氧量很