



深水网箱 理论与实践

郭根喜 黄小华 胡 昱 陶启友 著



*SHENSHUI
WANGXIANG
LILUN YANJIU YU
SHIJIAN*

深水网箱理论与实践

郭根喜 黄小华 胡 昱 陶启友 著

海洋出版社

2013 年·北京

图书在版编目(CIP)数据

深水网箱理论研究与实践/郭根喜等著. —北京:海洋出版社,2013.6
ISBN 978-7-5027-8575-8

I. ①深… II. ①郭… III. ①网箱养殖 IV. ①S967.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 115991 号

责任编辑:张 荣

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

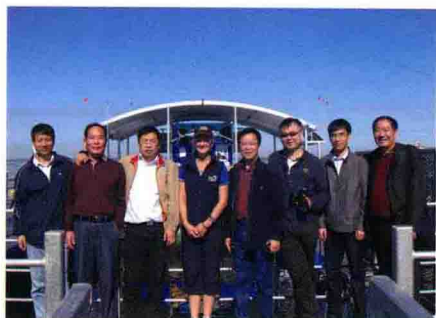
开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5 插页:9 页

字数:350 千字 定价:75.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

赴国外考察交流剪影



考察澳大利亚林肯港金枪鱼网箱养殖基地



考察澳大利亚林肯海洋科学中心



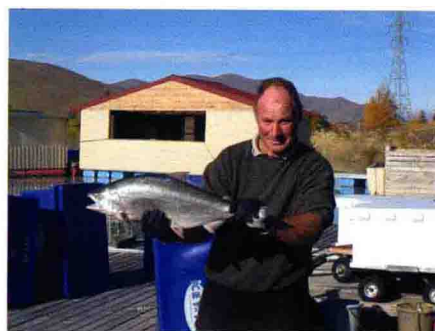
参观澳大利亚水产研究院



访问新西兰国立水与大气研究所



新西兰国立水与大气研究所技术交流



考察新西兰南岛三文鱼养殖场



与挪威 AKVA 集团班尼总部工程师技术交流



与挪威 AKVA 集团莫城网箱制造厂工程师技术交流



与爱尔兰 FLUID Controls 渔业装备制造公司技术交流



挪威 AKVA 集团位于斯塔万格的深水网箱养殖及培训交流中心



挪威 AKVA 集团深水网箱养殖数字技术装备研发与制造车间

来华考察深水网箱养殖



爱尔兰渔业装备专家来华考察交流



美国农业专家及农场主来华考察深水网箱



出口到文莱的成套深水网箱装备



南非农业专家来华考察深水网箱养殖



韩国、日本水产专家来华考察深水网箱养殖及技术交流

深水网箱技术研讨及渔民培训



香港渔民深水网箱养殖技术培训班



海南渔民深水网箱养殖技术培训班



广东、海南渔业干部及渔民深水网箱养殖技术培训班



设施养殖工程技术研讨会

中国沿海地区部分深水网箱养殖场剪影



广东阳江南鹏列岛深水网箱产业园区



广西防城港深水网箱养殖场



海南临高陵水深水网箱养殖场

沿海网箱基地



广东饶平外海深水网箱养殖场

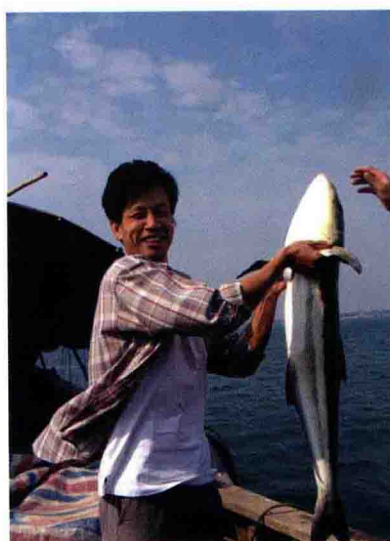


浙江南麂深水网箱养殖场

深水网箱养殖效果



深水网箱养殖, 图为临高 HDPE C60 型深水网箱卵形鲳鲹丰收时节, 年产鱼 35 吨/箱



图为 HDPE C40 型深水网箱养殖卵形鲳鲹(15 吨/箱)、军曹鱼(30 吨/箱)

序

人类不断探索太空,但对身边奥秘的海洋直至现在仍知之甚少。全球人口不断增加,而可耕地却不断减少,社会发展的刚性需求和粮食供给安全保障成为世界性问题。当人们把目光重新投回海洋时,渔业生物资源衰退,甚至很多物种已经消失。从狩猎到养殖,是人类意识到危机采取的行动,太空农业尚离我们太远,海洋农业无疑是陆地农业最重要、最直接、最有效、最快捷的延伸,而深水网箱养殖是海洋农业先进生产力的重要标志。

原始的网箱养殖技术源于中国。据宋代周密所著《癸辛杂识·别集》(1243年)中记载,以竹和布构成网箱进行养殖,距今已有近800年历史。1974年挪威发明了深水网箱,容量大、产量高、生长快、效益好,很快便形成巨大的生产力,海洋养殖产业成为第二大产业,三文鱼已成为著名标志。我国深水网箱养殖是1998年以后才发展起来的事,但发展之快令世人惊讶,大有后来居上之势。实践证明,一个60 m周长的深水网箱产量,相当于35~70个普通网箱的产量,或相当于70~100亩池塘的产量。深水网箱与普通网箱相比,节约6倍以上的海域资源而得到相同的产量。若我国20~100 m开放海域新增20 000个深水网箱,新增海水鱼产量可达 $(70\sim100)\times10^4$ t,相当于2011年全国海水鱼养殖产量2倍多。毋庸置疑,深水网箱是我国现代海洋农业不可或缺的主要引擎,渔业生产主力军。

深水网箱养殖看似简单,然而却是一个庞大的系统工程,涉及学科较多,特别是材料力学、流体力学和工程力学以及鱼类行为学等方面,都事关深水网箱设计、制造、施工等海洋工程安全。时至今日,有关深水网箱工程技术标准仍在研究制定中。

著成本书目的有二:一是期望更多的学者、生产者参与进来,进一步丰富我国深水网箱理论,开发出更多实用技术,共同推动我国深水网箱事业的发展,支撑我国现代海洋农业向前迈进;二是深水网箱养殖效率高,经济效益好,产业链长,具有良好的发展前景已是不争的事实。如何做好做实深水网箱养殖产业,需要从产业技术方面形成共识。但是,我国深水网箱养殖仍处在起步阶段,产业组织和产业配套、产业环节还不够完善,养殖工程设计与施工技术在沿海渔民和从业人员中对深水网箱工程安装不当存在的安全隐患还未被普遍认知,对隐藏的风险认识不足。一些工程技术问题在发展过程中已逐步暴露出来,包括深水网

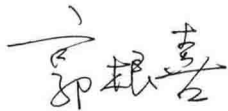
箱养殖规划,环保决策,养殖场地选择,后勤保障,等等。通过本书的出版期望能提高深水网箱从业人员和生产管理者对深水网箱工程特性和技术特点的认识,科学有序地发展,避免重蹈覆辙走向传统普通网箱发展的老路。

本书作者及其研究团队得益于近 10 多年来国家“863”计划、国家科技攻关计划以及广东省重大科技专项等一批项目资助研究,初步形成了一套较完整的深水网箱工程设计、制造、安装等关键性技术的基础理论,旨在为广大读者分享我们的研究成果,并从中获益。

著成本书还得益于中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所、中国水产科学院黄海水产研究所、海南省水产研究所、中山大学、深圳华油实业发展有限公司、临高海丰养殖发展有限公司、湛江海宝渔具发展有限公司等所有曾参与深水网箱工程技术研究的专家、学者和企业以及众多生产实践者,对他们所付出的努力、支持和帮助,我们在此一并深表谢意。

由于作者水平有限,难免有谬误之处,欢迎广大读者批评指正,为我国现代海洋农业向纵深发展出一份力。

谢谢!



2012 年 10 月 1 日于广州

前 言

生产力是人类谋生存求发展的能力,是精神和物质能量转换的原动力。生产力的基本要素是一个由劳动者、劳动资料、劳动对象有序整合而成的复杂、多层次的社会经济活动系统。生产力的先进程度主要表现在获取物质资料能力的大小,效率的高低,而先进生产力是指在领域或行业系统中居领先地位、起导向作用和创新性的生产力。关于先进生产力的论述很多,从全球化的角度来说,当代先进生产力的特征主要有:社会化、知识化、自觉化。

在海水养殖先进生产力方面,设施养殖相对于传统养殖具有生产力的先进性。相对而言,在设施养殖方式范畴内,网箱养殖相对于其他海水养殖方式具有生产力的先进性,而深水网箱养殖相对于其他传统普通网箱养殖更具有生产力的先进性,因为深水网箱先进生产力具有更高的科技属性和生产管理属性。

设施渔业的发展水平是衡量一个国家渔业科技水平的重要标志,其核心是在先进的渔业设施、装备及其工程化技术的支撑下,创造出先进的现代渔业生产模式,在人为可控环境条件下,逐步向“数字化精准水产养殖”和环境友好、高效健康的“绿色渔业”方向发展。近年来,我国的设施渔业发展迅速,海水网箱和工厂化养殖方兴未艾,抗风浪深水网箱、工厂化水处理设施及其养殖技术的推广应用,为促进渔业增长方式转变,拓展海水养殖业发展空间起到了先导性支撑作用,同时也取得了良好的生态和经济效益。渔业生产模式的科技创新与应用不仅有效地拓展了渔业生产领域,大幅度提高了水域利用率和劳动生产率,而且有力地促进了渔业生产方式的变革。设施渔业正逐步成为当今渔业发展的主流和未来渔业发展的重要方向。然而,目前我国设施渔业发展的总体水平与国外先进国家相比还存在着较大的差距。为了赶上或超过世界渔业发达国家的设施渔业水平,近10多年来,我国中央和地方在科技计划方面开展了渔业装备工程、养殖工程、自动控制、数字化等高新技术的研究,大幅度提升了我国设施养殖产业的生产水平,生产效益和经济效益、社会效益正逐步展现。

有学者认为:深水网箱代表了当今世界海水养殖先进生产力的水平。一个周长60 m的深水网箱的年产量相当于100个3 m×3 m的普通网箱的养殖产量,相当于1 000亩(1亩=0.0667公顷)普通池塘养殖的年产值。而土地资源利用率仅为后两者的1/6。事实上,2010年后,我国南海大部分深水网箱都采用60 m周长以上,甚至有达120 m周长的,型号由最先的HDPE C40/250拓展至

HDPE C60-120/315 等型号,单箱产量也由 15 t 提升至 30~60 t,它极大地提高了养殖的生产力水平、海水资源的利用率、抵御自然灾害的能力。这标志着深水网箱工程融入了大量科技元素,是科技与实践相结合的产物。

社会的发展,粮食安全供给是各国首要考虑的问题。长期以来,能源、资源的短缺与发展空间的不足,一直是限制社会发展的“瓶颈”。深海养殖是世界各国开发和利用海洋的重要发展战略方向。深水网箱有效整合了以节约资源、环境友好、提高效率、食品安全为标志的智能化设施养殖控制技术,是实现工业化养殖不可替代的生产方式。

然而,任何工程设计与工程建设做到“零”安全隐患是困难的。深水网箱安全隐患是一个复杂问题,包括未知的气象隐藏着恶劣海况,不确定性及不可控的台风路径、凶猛生物的攻击等,造成设计和施工盲目性和不可预见性。同时,不能排除超过设计安全等级以上的台风自然风险,即使在设计目标范围内,也不能免除深水网箱损坏的可能,在工程技术上仍存在着一定的失效率,这就是工程技术的弱点。还有深水网箱尚不能由用户自由安装,网箱的维护也是一项十分繁重的工作,也给用户带来不便。尽管如此,深水网箱作为现代海洋农业先进生产力,在实施海洋战略中仍将具有举足轻重的地位。

本书以 HDPE 圆形双浮管深水网箱为对象,重点研究其与设计有关的水动力、海洋工况条件的基本特征以及建造技术和建造方法,通过应用实例介绍与之相关的养殖技术、养殖品种,借此为渔业管理工作、深水网箱从业人员、科研人员提供参考。

目 录

第1章 深水网箱概念及基本类型	(1)
1.1 深水网箱的基本定义	(1)
1.2 几种深水网箱类型	(1)
第2章 国内外深水网箱养殖概况	(15)
2.1 国外深水网箱养殖发展简述	(15)
2.2 挪威、爱尔兰深水网箱养殖	(17)
2.3 澳大利亚金枪鱼深水网箱养殖	(24)
2.4 中国深水网箱养殖发展概况	(27)
2.5 深水网箱养殖的发展趋势	(30)
第3章 深水网箱水动力特性研究	(35)
3.1 网箱基本理论与数值模型	(35)
3.2 网箱水动力特性模拟	(54)
3.3 网箱模型试验与海上实测	(74)
3.4 不同规格深水网箱波流力的计算结果	(83)
第4章 深水网箱养殖工程设计关键参数	(99)
4.1 网箱高度对水深的最低要求	(99)
4.2 确定网箱主构架直径的基本条件	(100)
4.3 网箱网囊形状的选择	(102)
4.4 影响网箱主尺度设计参数的其他主要因素	(106)
4.5 升降式深水网箱升降控制平台设计	(106)
4.6 深水网箱圆台形囊网的设计与制作	(109)
第5章 深水网箱养殖关键配套装备	(114)
5.1 自动投饵系统	(114)
5.2 水下洗网机	(151)
5.3 深水网箱其他配套装备	(174)
第6章 深水网箱养殖技术及日常维护	(201)
6.1 深水网箱养殖技术要点	(201)
6.2 深水网箱日常维护要点	(208)
第7章 深水网箱工程设计与构建案例	(213)
7.1 养殖概念的提出	(214)