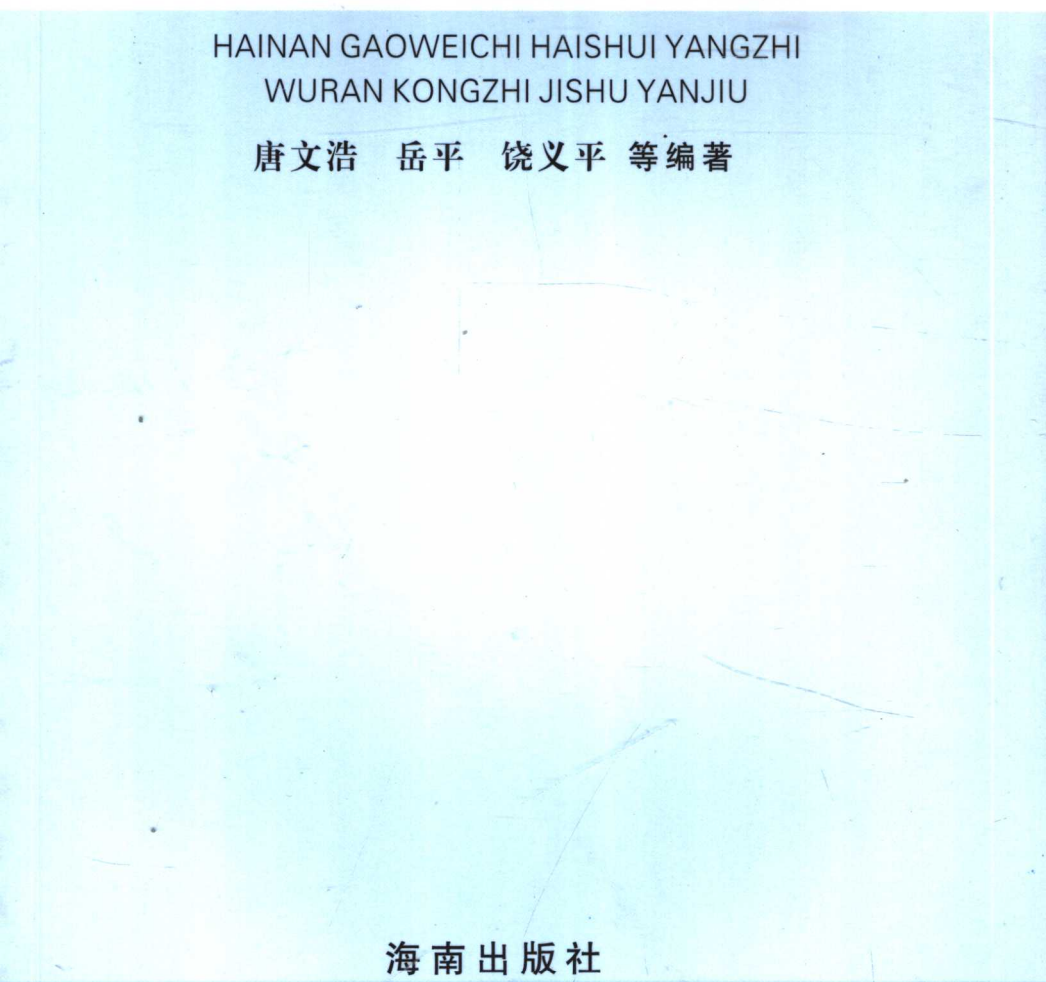


海南高位池海水养殖 污染控制技术研究

HAINAN GAOWEICHI HAISHUI YANGZHI
WURAN KONGZHI JISHU YANJIU

唐文浩 岳平 饶义平 等编著

海南出版社



海南高位池海水养殖 污染控制技术研究

HAINAN GAOWEICHI HAISHUI YANGZHI
WURAN KONGZHI JISHU YANJIU

唐文浩 岳平 饶义平 等编著

海南出版社

图书在版编目(CIP)数据

海南高位池海水养殖污染控制技术研究/唐文浩著.
海口:海南出版社,2007.5
ISBN 978-7-5443-2054-2

I.海… II.唐… III.海水养殖:池塘养殖—污染
控制—研究 IV.S967.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 056914 号

海南高位池海水养殖污染控制技术研究

作 者:唐文浩 岳平 饶义平等编著
出 版:海南出版社
地 址:海口市金盘开发区建设三横路2号
邮 编:570216
电 话:(0898) 66830932
责任编辑:曹汉俊
封面设计:颜晓彦
印 刷:海口新明印刷有限公司
发 行:全国新华书店经销
开 本:880mm×1230mm 1/32
字 数:260千字
印 张:11.625
版 次:2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷
书 号:ISBN 978-7-5443-2054-2
定 价:25.00元

编 著 者

主 编：唐文浩

副主编：饶义平 岳 平

编著者：唐文浩 饶义平 唐天乐

晏小霞 岳 平 王 凌

内 容 简 介

本书主要讨论了集约化池塘养殖生态系统的基本生态环境过程与特点,从理论和实践角度阐述了高位池塘循环水养殖的原理与方法,特别提出和实践了以太阳辐射为特征的光化学净水原理与方法的新模式。内容主要包括:海水养殖废水产生原因与排放规律;海水养殖废水治理技术国内外研究现状;养殖过程中废水闭路循环的健康养殖水质管理技术与方法;外排废水与冲洗塘废水的末端管理技术与方法;含盐有机污泥资源化处理利用的技术;以及健康安全的规模化池塘海水养殖废水闭路循环利用(废水零排放)生产技术模式的研究。比较系统地介绍了封闭式池塘循环水养殖技术的基本原理与应用方法。

本书可以作为水产养殖学、环境科学、环境工程、生态学、海洋学、化学和地学等资源环境类专业的本科生进一步学习的参考材料或研究生教材,还可供上述专业的科技人员和生产管理技术人员参考。

前言

我国目前是世界上水产养殖规模最大的国家之一,也是水产品出口最多的国家之一。水产养殖业是一个具有国际竞争力的行业,代表了一个重要的、有潜在发展的经济领域。目前,该产业正在从农村的一项传统副业上升为一项农村经济发展的战略性产业。

在传统产业的生产方式转变过程中,发展水产养殖业所带来的环境影响不容忽视,这至少出于两方面的原因:第一,由于水产养殖自身的生态结构和养殖方式的缺陷,使得大部分养殖方式存在着相应的环境问题,某些水产养殖方式自身又是一个对近岸生态环境产生影响的污染源,对环境与社会经济活动产生负面影响。第二,由于经济全球化与我国市场经济的发展,水产品的贸易与环境之间的联系变得更为紧密。水产行业是一个特别容易遭受进口国的贸易和环境法规、产品标准影响的行业,我国加入 WTO 后水产品扩大出口遇到的一个突出障碍就是产品安全、卫生质量标准有时达不到进口国的要求。水产品的质量与养殖水域的水质有很大关系,不当的养殖方式加剧了水域水质的恶化,增加了养殖产品致病的机会,从而威胁到产品的品质 and 安全性。正是由于这些原因使我国水产养殖业



的环境影响引起越来越多的关注。

改革开放以来,池塘养殖业特别是沿海滩涂池塘养殖快速发展,养殖模式不断创新,养殖生产中的水环境问题也不断被认识,解决养殖水环境问题的新方法和新技术也不断涌现。进入 21 世纪,我国水产养殖业的发展态势日趋明朗,即朝着生态养殖和养殖工程的方向发展。以现代生物科学与环境工程技术为理论基础,协调养殖生物与养殖环境的关系,达到互为友好、清洁生产、持续高效,实现养殖生物良种化、养殖技术生态工程化、养殖产品优质高值化和养殖环境清洁化,最终实现水产养殖业的可持续发展。

2002 年国家海洋环境质量公报第一次提出海水养殖业所带来的环境影响问题,包括在养殖生产中投饵导致的营养物污染和用于治病、清除敌害生物、消毒与抑制污损生物中使用化学药物导致的药物污染,也称水产养殖的自身污染问题。同时还包括海水养殖对近岸生态环境的影响问题。水产养殖业的环境污染以及对水域生态环境的影响问题对该产业的可持续发展能力产生重要影响。

目前我国有关海水养殖业对环境的影响、生物多样性保护、生态结构优化、病害防治等方面的研究和技术开发相对薄弱,出现了养殖环境污染加剧和养殖病害泛滥等迫切需要解决的问题,而目前的研究内容缺乏系统性和实用性,缺乏有效的水资源循环利用与生态调控技术一直是制约我国海水养殖业可持续发展的“瓶颈”。

本书是著者多年来的研究与试验成果的总结。项目研究采取了调查研究、实验室模拟研究、生产环境条件下的小型实验研究、中间扩大实验与生产示范研究的分阶段梯次逐步逼近

的系统研究方法,及水产养殖技术、水质管理技术、水处理技术、生态修复、污染控制及清洁生产技术结合的系统研究技术路线。在注重方法的可行性和目标可达性的同时,强调了研究技术成果推广的实用性。

项目研究对高位池养殖产污过程、水质变化规律与废水排放规律进行了长期的实地跟踪调查研究,基本弄清了高位池养殖的主要环境问题和环境过程;对海水养殖废水治理技术研究的国内外现状进行了广泛深入的调查研究,基本弄清了在该领域当前的技术方法、技术水平和存在的问题;对养殖废水处理方法进行了大量的实验室模拟研究和现场实验研究,基本弄清了各种方法的净水特点和适用条件,为在生产条件下的在线研究作了充分的技术准备;对现有的多种养殖模式和废水净化处理方式进行了比较研究和筛选,基本弄清了各种方法的净水特点和适用条件;结合养殖水质管理要求、水质变化规律与产污规律、废水净化与修复方式、养殖池结构等进行了系统优化设计和实验研究,最后自主开发出了健康安全的规模化、集约化池塘养殖水闭路循环技术方法并进行了生产示范。生产示范实践表明,健康安全的规模化池塘养殖水闭环技术能实现养殖产业与资源环境保护的“双赢”,该技术具有科学性、新颖性、实用性,可为高位池海水养殖产业与环境的可持续发展提供了有力的技术支撑。

本项目研究以全新的视角,利用了太阳光的光修复作用,突出了健康与安全这一时代主题。利用流体力学和水污染控制原理,体现了生态系统的自适应性原则。

运用了病害的生态控制原理,从改善生物环境条件入手,将食物链控制和环境控制结合,实现了“零药”目标。将环境



保护技术措施与健康养殖生产技术结合,实践了环境管理的创新。

成功研发了“光化学循环净水工艺”,通过对高位池海水养殖生态系统中各类污染杂质形成、迁移、转化和养殖水体水质变化规律的深入认识,利用了高位池海水养殖生态系统的自适应及调适原理,实现了养成期水循环目标,为高位池海水养殖模式健康发展和海岸线水域环境保护的协调发展探索出了一条可行的技术方法,创造性地解决了目前国内外海水养殖废水排放和治理的难题。并从理论和实践上对其基本原理和方法进行了系统的概述和总结,这或许是本书的最为成功之处。

希望本书的出版,对水产养殖学、环境科学、环境工程、生态学、海洋学、化学和地学等资源与环境领域的研究工作者、管理者、工程技术人员、生产技术人员、大学教师、研究生以及本科高年级大学生的实际工作和学习有所裨益。同时,也衷心希望读者对本书提出批评意见和建议。

作者

2006年8月

目

录

第一部分 概 论

第一章 池塘海水养殖概况	1
第一节 池塘养殖发展简史	1
第二节 低位池与高位池	7
第三节 高位池养殖模式的发展	9
第四节 池塘养殖系统环境问题分析	16
一、养殖池塘生态系统结构	16
二、池塘养殖的自身污染问题	17
三、海水养殖对近海生态环境的影响	20
四、池塘养殖水质管理	22
第五节 高位池海水养殖在海南的发展	27
第二章 海水养殖对生态环境的影响	30
第一节 海南岛沿海地区环境概况	32



一、沿海地区生态环境概况·····	32
二、海洋经济资源基础与现状条件·····	38
第二节 集约化海水养殖的排污情况·····	44
一、池塘养殖排污评估方法·····	45
二、主要污染物负荷测算·····	46
三、海南沿海高位池对虾养殖排污量评估·····	50
第三节 高位池养殖排污对近岸海域水质的影响·····	52
一、调查海岸及现状·····	53
二、评价方法与标准·····	57
三、调查养殖海域水质监测结果及评价·····	60
四、调查监测结论及分析·····	72
第四节 高位池养殖对地下水和土壤的影响·····	74
一、对地下水的影响·····	75
二、对土壤的影响·····	89
第五节 高位池海水养殖对海岸带土地利用及海防林的 影响·····	92
一、海岸带土地利用现状及动态变化·····	93
二、海岸防护林现状及动态变化·····	96
三、保护对策研究·····	99
第六节 高位池海水养殖对旅游资源和景观的影响 ···	101
一、海岸带旅游资源和景观概况 ·····	101
二、高位池海水养殖对旅游资源和景观的影响 ···	105
第七节 高位池海水养殖对近岸海洋水生生物的影响	110
一、水产养殖对近岸浮游动物的影响 ·····	111
二、水产养殖对近岸浮游植物的影响 ·····	116
三、水产养殖排污与赤潮 ·····	120

第三章 高位池海水养殖环境保护对策	129
第一节 海岸带管理规划与产业布局	129
第二节 海岸带资源环境保护	132
第三节 海水养殖总量控制	136

第二部分 池塘养殖废水治理研究进展

第四章 池塘养殖废水处理技术	139
第一节 养殖水处理概述	143
一、水处理概念	143
二、池塘养殖水处理内容和方法	144
第二节 养殖废水物理处理	148
一、筛滤	148
二、沉淀与上浮	151
三、过滤	160
四、养殖废水物理处理技术研究进展	168
第三节 养殖废水化学处理	172
一、化学混凝法	172
二、化学氧化还原法	175
三、光化学氧化技术	178
第四节 养殖废水生物处理	182
一、微生物及其生化特性	182
二、活性污泥法	186
三、生物膜法	190
四、微生物菌剂修复法	198



五、养殖废水自然条件下的生物处理	204
第五节 养殖水污染的综合防治	210
第五章 池塘循环水健康养殖	212
第一节 水产动物健康养殖	212
一、健康养殖的概念	212
二、健康养殖与养殖病害防治	215
三、水产品质量检疫和残留物	216
四、HACCP 知识与应用	218
第二节 养殖用水的循环净化	224
第三节 工厂化养殖闭环水技术	232
一、工厂化水产养殖业的特点	232
二、工厂化水产养殖技术装备	237
第四节 池塘养殖闭环水生物修复技术	256
一、循环水池塘养殖基本模式	257
二、池塘养殖循环水技术应用	261
三、几种循环水池塘养殖模式的特点	270

第三部分 海南高位池养殖废水污染控制技术研究

第六章 海水养殖废水污染植物修复研究	275
第一节 概述	275
第二节 实验研究方案和方法	281
一、实验研究技术路线	281
二、实验材料和研究方法	282

第三节 养殖池塘水质变化规律研究	292
一、养殖塘不同水层 DO、T、pH 的监测结果与分析	292
二、养殖水体浮游植物初级生产力变化	296
三、实验小结与讨论	300
第四节 植物耐盐碱模拟培养实验	302
一、盐碱胁迫对植物 MDA(丙二醛)含量的影响...	302
二、盐碱胁迫对植物 SOD(超氧化物歧化酶)活性的影响	303
三、盐碱胁迫对植物 POD(过氧化物酶)活性的影响	305
四、盐碱胁迫对植物质膜透性的影响	305
五、盐碱胁迫对植物 Chl.(叶绿素)含量的影响...	307
六、盐碱胁迫对植物长势的影响	308
七、模拟实验小结	310
第五节 种植—养殖耦合的海水农业系统试验研究 ...	311
一、试验系统对养殖废水总体净化情况	311
二、系统对 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2 - \text{N}$ 、 $\text{Amm} - \text{N}$ 、 TN 的净化效率	311
三、试验系统对 TP 的净化效率	313
四、试验系统对 COD 的净化效率	314
五、试验系统对 DO、pH 的影响	315
六、试验系统对养殖废水中藻类(叶绿素)的影响	316
七、试验系统植物的生长情况及品质分析	317
八、试验小结	320



第七章 海水养殖废水太阳光修复试验	322
第一节 自然光照系统修复养殖废水的小型试验	322
一、自然光照处理小试系统	322
二、小试结果与分析	323
三、试验小结	330
第二节 自然光照系统修复养殖废水的中试	332
一、材料与方法	333
二、结果与分析	334
第三节 池塘闭环水自然光照修复技术原理与讨论 ...	344
一、技术原理简介	344
二、工作流程和讨论	348
三、技术特点及比较	350
后记	353
主要参考文献	356

第一部分

概 论

本部分旨在概括介绍国内外海水养殖对生态环境影响的研究,尤其是海南省高位池海水养殖对生态环境影响的研究。内容包括:池塘养殖模式的发展历史、现状和存在的问题,高位池养殖生态系统分析、排污分析及对生态环境系统的影响,高位池海水养殖环境保护对策等。希望通过本部分的概论,能为人们提供一些高位池海水养殖的基础知识和认识。

第一章 池塘海水养殖概况

第一节 池塘养殖发展简史

我国是世界上开展水产养殖最早的国家,在 3100 多年前的殷朝就开始了池塘养鱼。依据殷墟出土的甲骨卜辞,有“贞



其雨,在圃鱼”,“在圃鱼,十一月”等文字,证明我国殷商时代即开始在池塘中养鱼。早在公元前 460 年左右的春秋战国时代,我国养鱼史在始祖范蠡就著有《养鱼经》,成为世界上最早的一部养鱼著作。《养鱼经》对鲤鱼养殖场的池塘条件、人工控制下的鲤鱼繁殖方法、养殖密度、捕鱼的时间与数量等重要生产环节都有明确的叙述,可见当时我国劳动人民在池塘水产养殖业已经积累了丰富而宝贵的经验。书中还特别强调了水产养殖的经济收益,指出“治生之法有五,水畜第一”,可见当时我国劳动人民就已经知道池塘养殖是一项投资小、收益大的生产行业。

在唐宋时期,出现了多品种的池塘养殖,一些朴素的生态渔业方式也已经出现。在明代,我国的池塘养殖业有了很大发展,养殖技术更全面,生产经验更丰富。在此期间,黄省曾的《养鱼经》和徐光启的《农政全书》,对养鱼的全过程,包括鱼池构造、放养密度、混养、轮养、投饵、肥塘、病害防治等均有详细的论述。这标志我国的池塘养殖已从粗养逐步向精养发展。

新中国成立后,我国的池塘水产养殖业得到了蓬勃的发展。特别是改革开放以来,调整了生产关系、经济政策和农业产业结构,使农村经济向专业化、商品化、现代化转变,这些根本性的措施大大调动了广大生产者的积极性,池塘养殖面积迅速扩大,养殖对象增加五倍之多,特别是海水集约化养殖从无到有,从小到大,迅猛发展。

我国沿海海水养殖历史悠久,近年来发展很快。改革开放 20 多年来,我国海水养殖业稳步发展,养殖面积不断扩大,产量不断增加,占世界海水养殖的份额越来越大。目前我国海水养殖约占世界海水养殖总产量的 70%,成为世界海水养殖大