

贾晓平 主编



深水抗风浪网箱主要由框架系统、网囊、固定系统和配套设施组成，利用固定平台和箱体的相互作用及箱体的自身特点把箱体降到水下限定的深度，由于波浪强度会随水深增加呈指数迅速衰减，一定深度下网箱所在处的波浪强度也会成倍递减，以此来达到抵抗风浪的目的。

深水抗风浪网箱 技术研究

深水抗风浪网箱技术研究

贾晓平 主编

海洋出版社

2005年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

深水抗风浪网箱技术研究/贾晓平主编. -北京:海洋出版社, 2005. 9

ISBN 7-5027-6432-1

I. 深… II. 贾… III. 网箱养殖-文集 IV. S967.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 098627 号

责任编辑: 高显刚

责任印制: 严国晋

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京蓝空印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5

字数: 376 千字 印数: 1~1000 册

定价: 68.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

深水网箱养殖高效率、大容量、环保型的养殖模式，突破、更新和拓展了传统网箱养殖模式的理念、科技内涵和发展空间，对水产养殖业的产业化、规模化和集约化进程起到了革命性的促进和推动作用。

自 1998 年起，我国深水抗风浪网箱的发展经历了引进、仿制和自主研发三个阶段，至今已取得了初步的成效，初步形成了包括深水网箱研究、制造和深水网箱基地等的技术体系和经营体系，全国投入使用的各种类型的深水抗风浪网箱已达 2 700 余个。

为了进一步探讨和解决深水抗风浪网箱产业发展中不同层面的问题，以促进我国深水抗风浪网箱技术和产业稳定、健康、持续发展，由中国水产学会、广东水产学会和中国水产科学研究院南海水产研究所联合主办，南海水产研究所承办，于 2004 年底召开了“全国深水抗风浪网箱高新技术研讨会”。来自北京、上海、广东、浙江、福建、山东、辽宁、江苏和海南等省市的政府部门、水产技术推广部门、科研单位、高等院校和生产企业的代表 90 余人参加了会议。研讨会共收到学术论文 40 余篇，其中精选了 22 个大会主题报告和专题报告。会议取得了圆满成功。

为了汇集国内专家有关深水抗风浪网箱在设计、制作、养殖和产业化发展等方面的研究成果，我们从会议上收到的论文中，精选出版了本文集。期望通过加强学术交流，共同促进我国深水抗风浪网箱的技术进步和产业化的发展。

目 次

第一部分 深水抗风浪网箱产业化与发展

深水网箱与海水养殖产业化的革命	李珠江(3)
我国深水抗风浪网箱养殖产业发展的主要问题与对策	贾晓平(8)
广东省深水抗风浪网箱养殖现状及发展前景	黄汉泉 陈健光(12)
广东海水网箱养殖的发展及抗风浪网箱的推广	姚国成 夏思源 饶志新等(17)
深水抗风浪网箱的销售模式研究	何 江 李建一(25)
深水网箱养鱼业的现状与发展趋势	徐君卓(32)
浙江省深水网箱养殖现状与发展分析	常抗美 徐梅英(40)
海南近海抗风浪网箱渔业发展研究	张 本(46)
近海网箱渔业产业化浅析	张 本(61)
离岸抗风浪网箱设施的现状和发展设想	王明彦 王鲁民 徐宝生(66)
福建省近海抗风浪网箱养殖发展态势与对策研究	郑国富 陈 植 魏观渊(82)
泉州市大型抗风浪深水网箱养殖规划	钱小明 万为民 王辉荣(86)

第二部分 深水抗风浪网箱研究、设计与制造

作业工况与深水网箱外型主尺度设计参数的研究	郭根喜 贾晓平 陶启友(95)
深海抗风浪网箱的实验研究 I	
——平面网和圆形网的实验研究	詹杰民 孙明光 胡由展等(100)
HDPE 框架重力式网箱网袋的漂移试验	陈连源 吴祖杰 楼 宝等(108)
升降式深水抗风浪网箱的充气系统研究	叶燮明(112)
深水网箱真空吸鱼泵的试验研究	叶燮明 徐君卓 陈海鸣等(116)
我国深海抗风浪网箱工程技术的研究与发展	关长涛 林德芳 黄 滨等(121)
漂浮状态下重力式及碟形网箱运动及锚绳受力特性的比较	李玉成 桂福坤 宋芳等(129)
掩护海水养殖网箱的浮式防波堤结构形式的试验研究	董国海 郑艳娜(137)
高密度聚乙烯(HDPE)材料在海水养殖设施上的应用	刘 洋 何 江(145)
碟形升降式网箱的设计和制作	陈连源 赵汉星(149)
深水网箱水下网格式锚泊系统的安装工艺	郭根喜 陶启友(157)
网箱中的航母——大型抗风浪可移动网箱	江 涛 湛志新 徐 皓(161)
海水养殖网箱抗风浪措施的探讨	林德芳 关长涛 黄 滨等(165)

介绍一种近海养鱼张力腿网箱 张 本(172)

对“深海抗风浪网箱”一词的商榷 张 本(175)

考察挪威近海张力腿网箱养鱼的启发 张 本(178)

第三部分 深水抗风浪网箱的养殖技术与生态

海水经济鱼类深水网箱养殖新技术 常抗美 吴常文 徐梅英(183)

深水抗风浪网箱养殖技术 郭根喜 陶启友(190)

南海深水网箱养殖区污损生物的附着习性研究 张汉华 梁超愉 吴进锋等(201)

深水抗风浪网箱养殖技术的研究 梁超愉 张汉华 吴进锋(209)

升降式深水抗风浪网箱军曹鱼养殖试验 郭根喜 陶启友 周学家(214)

深水网箱高体鲷养殖技术研究 陶启友 郭根喜 周学家(217)

深水网箱规模化养殖生态模式的探讨 徐泽智 冯正平 艾 红等(221)

大亚湾网箱养殖场海水生物-化学特性的时空变化 ... 黄洪辉 林 钦 杨美兰等(226)

大亚湾大鹏澳网箱养殖对浮游植物影响研究 戴 明 李纯厚 林 钦(233)

深水抗风浪网箱的日常管理与维护 刘 洋 陶启友(239)

第一部分

深水抗风浪网箱 产业化与发展

深水网箱与海水养殖产业化的革命

李珠江*

(广东省海洋与渔业局, 广州 510189)

1 深水网箱养殖是海水养殖产业化发展的必然趋势

近年来, 由于海洋捕捞业压力过大, 海洋资源日趋遭受破坏, 为了保护海洋渔业资源, 实施可持续发展战略, 国家对海洋捕捞实施“双控”。农业部提出了海洋捕捞零增长的要求, 并逐步实施配额捕捞制度; 另一方面随着《联合国海洋法公约》的生效以及《中日渔业协定》、《中韩渔业协定》和《中越渔业协定》的实施, 我国渔船作业的传统渔场将大幅压缩, 大批外海渔船向近海挤压, 以及在近海铺设的海底光缆和油气管道迫使沿海可利用的传统渔场面积缩小, 造成近海渔场“船多鱼少”问题将更为突出, 使原本就很脆弱的近海渔业更加不堪重负, 渔业的生存和发展空间受到制约。由于上述原因, 大批渔民将转产、转业, 水产品的供需矛盾日益突出, 沿海广大渔民的生活出路受到严重影响, 渔区的社会稳定受到严重冲击, 我国海洋渔业面临结构调整的重大任务。

发展水产养殖是沿海渔民转产、转业的重要方向。滩涂养殖一直作为海水养殖的主要方式, 但目前可利用的滩涂已被基本利用, 且养殖品种局限于贝类; 围塘养殖效益尚好, 但大规模发展势必影响其他产业, 且不利于生态平衡; 沿岸养殖海区局限性大, 容易发生病害, 造成环境污染。因此, 海水养殖向深水区发展已成为必然选择。

在海水养殖较发达省份, 传统网箱养殖一直作为一种普遍的养殖方式。但传统网箱均以木板框架结构为主, 抗风抗流性能差、养殖容量小、使用寿命短、养殖海区局限性大、容易发生大规模鱼病泛滥及鱼品质下降等问题, 严重地制约了海水养殖业的发展。当前, 我国海洋环境不容乐观, 日趋频发的“赤潮”导致海水养殖业的鱼虾蟹贝类大量死亡, 经济损失惨重。据专家分析, 赤潮大面积、长时间猖獗的原因, 是近海海域的严重污染。一些海域养殖密度过高、饵料投放过多引发局部的富营养化, 形成了养殖的自身污染是其中原因之一。

深水网箱养殖, 将网箱养殖区域外移, 设在 $-15 \sim -40$ m深海域, 由于相对水较深、流速大、水体交换好, 不仅鱼生长速度快、成活率高, 而且残饵和粪便能够及时地被降解, 不会产生危害性污染, 可保证养殖海域的生态环境质量。我国有 $18\,000$ km的海岸线, 纵跨三个气候带。沿海 500 m²以上的大小岛屿 $6\,536$ 个, 岛岸线长 $14\,000$ km, 沿岸 10 m以浅的浅海面积 $7\,8039$ hm² ($11\,700$ 万亩), 水深 $10 \sim 15$ m的浅海面积 $4\,248\,790$ hm² ($6\,370$ 万亩)。海水可养面积 $260\,011$ km², 其中滩涂面积 $79\,700$ km²、港湾面积 $18\,056$ km²、

* 李珠江: 广东省海洋与渔业局局长, 广东水产学会理事长。

浅海面积 162 256 km²。浅海可养殖面积绝大部分没有开发利用,利用的也主要是 -10 m 以浅的浅海, -10 ~ -40 m 之间的海域由于风、浪、流等因素影响基本上尚未利用。丰富的近海水域资源以及多样化的地理、气候特征,为发展海水网箱养殖提供了良好的条件。世界未来学协会发表的《展望 2004》提出农业和粮食的发展展望中提到:养殖的鱼将从数量上超过捕捞的鱼,到 2020 年,海产养殖的规模将超过商业化渔场。我国人多地少,要用占世界 7% 的可耕地面积养活占世界 22% 的人口,且耕地面积逐年减少。发展水产养殖和开发利用海洋生物资源将有助于解决 13 亿人民的吃饭问题。据估计 667 m² (1 亩) 海面的养殖业所创造的产值,相当于 6 670 m² (10 亩) 耕地的产值。

我国沿海各地正在开发新型网箱,深水网箱养殖的形式多种多样,一般由海底固定、网箱框架、高强度网箱、水下监控、自动投饵、自动收鱼等设施组成,科技含量与自动化程度很高,是一种海洋高新技术。与传统网箱养殖相比,具有抗风浪能力强、养殖容量大、鱼产品质量好、有利于病害防治、有利于保护环境、经济效益高等优点。深水网箱养殖作为一种新兴产业,正愈发地受到人们的重视。从深水网箱制造、深水网箱养殖、饲料加工到养殖鱼类深加工,逐步形成深水养殖产业链,可以实现一体化经营。发展深水养殖意义重大,既有利于渔民增收、渔村增效、渔区稳定,对调整渔业产业结构具有积极意义,也有利于生态环境保护,显著减少海水养殖自身所造成的污染。同时,将使养殖利用面积和范围迅速扩大,由近海港湾海域扩大到 -20 ~ -30 m 的深水海域,减轻了浅海、港湾、滩涂养殖压力,有利于国土资源的充分利用。而且还可以提高鱼产品质量,增加养殖品种,防治病害,能实现网箱养殖的规模化、集约化、产业化生产,从而促进水产养殖业的迅速发展。将深水网箱养殖与休闲观光渔业紧密结合在一起,发展海上观光、垂钓、运动、旅游等项目,对推进我国养殖休闲渔业的发展也具有积极作用。发展深水网箱集约化养殖,代表了当今世界养殖先进生产力,是海洋综合开发的新增长点。

2 世界各国深水网箱养殖创造了海水养殖产业化革命的成功典范

世界深水网箱养殖走过了 30 个年头。在这 30 余年里,以挪威、美国、日本为代表的大型深水抗风浪网箱,取得极大的成功,引领着海洋养殖设施发展潮流。近 10 年来,国外深水网箱主要向大型化发展,如挪威的重力全浮网箱 (gravity cage),高密度聚乙烯 (HDPE) 材料制造主架,外型最大尺寸达 120 m 周长,网深 40 m,每箱可产鱼 200 t 余,通常网箱外圆尺寸也在 80 ~ 100 m。可抗风力 12 级,抗浪能力 5 m,抗流能力小于 1.0 m/s,挪威目前大部分是这种网箱。再如美国的碟形网箱 (semi-rigid sea station),钢铁混合材料制造主架,周长约 80 m,容积约 300 m³,最大特点是抗流能力强,在流速 2.3 kn (节) 冲击下箱体不变形,缺点是换网箱困难,属外海型网箱。又如日本的浮绳式网箱,由绳索、浮桶、网囊等组成。最大特点是全柔性,随波浪波动,网箱体积大,达 2 000 ~ 5 000 m³。缺点是抗流性差。除此以外,尚有适用于近岸海湾的浮柱锚拉式网箱 (anchor strength sea cage) 和适用于远海的强力浮式网箱 (farm ocean cage)、钢架结构浮式海洋养殖“池塘”,以及张力框架网箱 (tension leg cage) 和方形组合网箱等。

挪威的海水网箱养鱼,在近 20 年中得到快速而持续的发展,是当今全世界海水鱼养殖最成功的典范。挪威目前主要养殖大西洋鲑 (占 95%) 和虹鳟 (占 5%),自 20 世纪 70 年代开始大规模进行养殖。目前从业人员 37 400 人。1972 年尚无养殖产量,1982 年达

到 10 000 t, 1992 年 180 000 t, 2000 年 460 000 t, 平均年增长率 28%。挪威的网箱养殖, 从无到有, 成了海水网箱养殖王国, 产品行销欧、亚、美, 经济效益显著, 发展势头强劲。充分说明海水网箱养殖有发展快、效益好、开发潜力巨大的特点。

3 我国深水网箱养殖处于海水养殖产业化革命的初级阶段

1998 年我国海南省首次引进了深水抗风浪网箱, 广东、浙江、山东、福建等省也于 2000—2001 年进行引进试验, 至今已先后引进了 7 组共 30 只大型网箱, 用于养殖生产, 经济效益可观。但引进设备价格昂贵, 大量引进不适合我国国情, 不能适应沿海广大养殖户使用。生产实践证明, 国外的网箱并不能完全适应我国的海洋环境和生物特点, 与我国的经济、生产力水平也不相适应。为了发展我国沿海的深水网箱养殖, 各级领导部门十分重视, 相关研究项目先后列入市、省、国家重大科技项目, 广东、浙江、福建、山东等省科研机构与企业密切合作, 开展了深水网箱的研制。广东省海洋与渔业局在全国率先对海洋科技项目的管理和组织实施方式进行大胆的改革, 于 2000 年启动了八大科技兴海项目公开招标, 将“抗风浪深水网箱养殖系统的制作及应用技术”作为重点项目, 组织科研单位和企业进行联合攻关。该项目由中国水产科学研究院南海水产研究所主持, 组织中山大学、深圳华油五金塑胶制品有限公司、深圳旭联海洋生物养殖有限公司等单位开展深水抗风浪网箱国产化的开发研究。同年, 科技部、广东省科技厅也先后将该项目纳入“十五”国家科技攻关计划和广东省重大科技攻关计划。经过攻关, 已成功地研制出具有自主知识产权的国产化深水抗风浪网箱, 实现了标准网箱规模化、产业化生产, 其价格仅为同类进口产品的 1/3。

广东省研制出的“HDPE 圆形双浮管升降式”抗风浪网箱技术含量最高, 基础坚实, 在全国引起了极大反响。它具有 4 项实用新型专利和 1 项发明专利, 在国内只有广东可以生产。至今已安装 60 余只投入生产, 并经受了台风“王冕”、“伊布都”、“玉兔”、“杜鹃”、“飞燕”、“威马逊”、“森拉克”的考验, 同时经两年多的养殖试验示范, 已取得良好的效果, 平均每立方米产鱼 14.4 kg, 每箱产量 18 720 kg, 相当于 60 只传统网箱的产量, 养殖成活率在 95% 以上, 充分体现了深水抗风浪网箱的先进生产力水平, 取得了较大的社会效益、经济效益和生态效益。

以推广深水抗风浪网箱养殖技术为突破口, 两年多来, 广东省海洋与渔业局组织专家对广东省沿岸自然条件优越、发展基础较好的海域进行海况本底调查, 在建立起以深圳、珠海市为抗风浪网箱养殖示范点的基础上, 目前汕头、惠州、湛江等市已纳入广东省首批深水抗风浪网箱养殖推广养殖示范基地规划中。深水抗风浪网箱是一项庞大、复杂的系统工程, 涉及的学科较多。现阶段只是取得了养殖主体设施的成功, 其配套设施以及相关技术, 如投饵机、换网机、鱼类起捕机、工作平台、自动化系统、集约化养殖技术以及提升制作工艺等, 尚需进一步深入的研究。

广东省传统网箱养殖农户经济规模小, 分散化程度高, 投资能力弱, 经营手段和经营方式落后, 不利于海水养殖业的进一步发展。企业化经营是深水网箱养殖产业发展的核心。大型深水网箱养殖, 完全不同于原有的小型网箱养殖, 它是一项系统工程, 必须企业化运作, 可谓是“一只网箱一个企业”。巨大的投入、高昂的成本、高新的技术、众多的产品, 这些特点均要求经营者必须具有良好的素质。挪威现有 20 家最大的鲑鱼养殖集团

控制着 80% 以上的产量，而其中的 7 家就占有一半产量。通过公司加农户、定单渔业等多种多样的形式，能够带动千家万户按照市场需求进行专业化、集约化、规模化的生产，避免分散带来了盲目性、趋同性。

4 真正的“蓝色革命”将从发展深水网箱开始

深水网箱养殖高效率、大容量、环保型的养殖模式使水产养殖业步入规模化、集约化、产业化生产、有利于实现海洋农牧化的战略目标。

深水网箱养殖科技含量和自动化程度越来越高，深水网箱养殖逐步配备专用起网设备、自动投饵系统、自动收鱼设备和水下监视系统等，专用深水网箱工作船舶也将逐步应用。

随着深水网箱养殖业的发展，苗种培育、饵料加工、鱼病防治以及养殖鱼类精深加工将引起养殖企业的高度重视，逐步形成产业链，实现一体化生产经营。

深水网箱养殖是一个巨大的产业，深水网箱设备涉及到网箱材料、加工制造、机电设备以及养殖船舶等，深水网箱养殖涉及到网箱养殖、苗种培育、饵料加工、病害防治、水产品加工以及休闲旅游等，产业关联度显著，能带动相关产业的发展。

深水抗风浪网箱养殖具有传统网箱养殖无法比拟的优势，它特有的抗风浪能力，可使水产养殖在更广阔水域实现，较好地解决养殖生产严重依赖天然条件、环境污染和养殖控制能力低等问题。网箱养殖规模化、产业化后，将大大促进与之相应配套设施产业和加工业的发展。同时，深水抗风浪网箱的应用将传统的个体化的养殖方式转变为集约化、规模化养殖，由于外海水质好，污染少，使养殖产品的质量得到进一步提高，从而实现健康养殖，具备绿色水产产品生产的能力。加入 WTO 后，我国水产品市场已经遭到大量进口产品的冲击，而我国的水产品大部分由于残留药物以及重金属超标，不能达到国际标准要求，而被拒之门外的现象时有发生。如果批量采用深水养殖，可以使我国的水产品更多地打入国际市场，增强竞争力。

5 参与国际竞争，加快我省深水网箱养殖在海水养殖产业化革命中的进程

从国际市场来看，对深水网箱设备需求量也很大，南美如古巴，亚洲如越南、朝鲜、缅甸、阿联酋，太平洋地区如斐济等国家也在大力发展深水网箱高效生态养殖，有些国家海区条件与我国海区极为相似，一些国家曾相继派考察团来广东省考察洽谈。广东省研制的深水网箱设备经专家鉴定认为在一些设备和技术上达到国际先进水平、在结构工艺方面达到国际领先水平，价格仅为国际同类产品的 1/3 左右，有很强的市场竞争力。目前越南、朝鲜、斐济等国家已有初步合作意向。

全球深水网箱的供应主要集中在挪威、智利、英国、丹麦、美国、加拿大、澳大利亚和日本等发达国家。由于这些国家经济较发达，劳动力成本较高，深水网箱价格昂贵，今后几年这些发达国家的深水网箱难以进入中国市场。我国深水网箱生产技术已经成熟，主要原材料 HDPE 高密度聚乙烯、高强高模聚乙烯、聚乙烯、PA 晴纶、钢板等十分丰富，劳动力价格便宜，而且劳动力素质较高，投资环境较好。生产高质量、低成本的深水网箱条件已经基本具备。

目前广东省深水抗风浪网箱的制作已进入国产化、规模化、产业化，并建立起一套完善的网箱养殖技术。深水抗风浪网箱的推广应用是广东省渔民转产转业和推进农业机械化进程的重大举措。全面推行深水抗风浪网箱养殖的示范推广，将加速深水抗风浪网箱的科研成果向现实生产力转换，加快推进广东省的海水养殖产业化革命进程，实现海水养殖业规模化、集约化、产业化、海洋牧场化的战略目标。

我国深水抗风浪网箱养殖产业发展的 主要问题与对策

贾晓平

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

大型深水抗风浪网箱是近二三十年发展起来的全新综合性养殖设施, 大型深水抗风浪网箱养殖模式的突破, 更新和拓展了传统网箱养殖模式的理念、科技内涵和发展空间, 对水产养殖业的产业化进程起到了革命性的促进和推动作用。我国大型深水抗风浪网箱的发展从 1998 年引进挪威全浮式重力网箱开始, 在短短的六年时间内经历了引进、仿制和自主研发三个阶段, 至今已初步形成了包括深水网箱研究、深水网箱制造和深水网箱基地在内的技术体系和经营体系, 全国投入使用的各种类型的深水抗风浪网箱已有 2 700 余个, 我国深水抗风浪网箱的发展已经开始驶上了快车道。在深水抗风浪网箱技术发展过程中, 我国已经取得了初步的成效, 我们需要认真回顾走过的路程, 需要探讨和解决深水抗风浪网箱产业发展中不同层面的问题, 以促进我国深水抗风浪网箱技术和产业稳定、健康、持续的发展。

1 我国深水抗风浪网箱养殖产业化发展中的三个问题

1.1 经营体制与机制问题

我国传统的网箱养殖模式一般是以户为单位, 经济规模小, 分散化程度高, 投资能力弱, 科技水平低, 经营手段和经营方式落后。这样的经营主体和经营模式与深水抗风浪产业化发展是完全不相适应的, 如果以经营传统网箱的模式来经营深水抗风浪网箱, 是注定行不通的。深水抗风浪网箱是一项系统工程, 从投资的角度看, 其高昂的成本不是一般单家独户的渔民所能承受; 从技术角度看, 深水抗风浪网箱属高科技产品, 涉及多门学科, 经营者若无良好的综合素质和科技队伍, 是无法驾驭深水抗风浪网箱养殖技术的; 从经营角度看, 深水抗风浪网箱的生产规模大, 产品众多, 产业链长, 若无产业化的经营主体和机制, 是无法运行的。因此, 要推动我国深水抗风浪网箱产业的发展, 首先要解决经营体制和运行机制的问题, 即必须从传统网箱的分散式小生产模式转变为现代企业的集约化产业化经营。

1.2 规范管理、有序发展问题

我国传统的网箱养殖发展过程给我们留下了几点深刻的教训和有益的启示: (1) 传统网箱养殖的发展缺乏充分的科学论证, 缺乏合理规划, 以致于一些主要养殖海域生态环境恶化, 海洋生态灾害和鱼病频繁发生; (2) 发展速度过猛, 相关配套措施未能同步发展, 管理不到位, 稍有外因波动则容易造成薄弱环节断裂, 以致于造成较大的影响和损

失。我国传统的网箱养殖发展过程的教训，在我国深水抗风浪网箱产业发展过程中是必须引以为戒的。目前，在推动我国深水抗风浪网箱产业发展的起飞阶段，人们的注意力往往更多地集中在深水抗风浪网箱的优势和优点方面，这使得人们的思维和视野容易进入误区和盲区，往往误认为深水抗风浪网箱不会产生环境污染和生态环境恶化的问题，不需要过多地考虑环境容量问题。其结果，是已导致目前有些海域深水网箱过度密集的现象出现。另外，由于深水抗风浪网发展势头迅猛，而其产业链尚在初期形成过程中，尚十分稚嫩和脆弱，一旦出现问题，就会造成巨大损失。因此，我国深水抗风浪网箱的发展必须解决好管理层面的问题，必须科学论证，合理规划，有序有度地发展。

1.3 相关的科学技术问题

我国深水抗风浪网箱的发展在短时间内经历了引进、仿制、自主研制阶段，这在我国深水抗风浪网箱产业发展历程中无疑是一次技术突破和飞跃。但是，我国深水抗风浪网箱技术毕竟还处于初级阶段，在深水网箱的结构设计、在深水网箱的全系列配套设备、深水网箱的各种适用原材料、深水网箱养殖配套技术等方面均有许多亟待解决的科学技术问题，即使今后我国深水抗风浪网箱技术发展进入了成熟期，也还会有新的科学技术问题需要不断加以解决。目前，国外典型的大型深水抗风浪网箱有挪威的重力式网箱和张力腿网箱、美国的碟形网箱和锚拉式圆柱网箱、日本的矩形船型网箱和瑞典的半潜式网箱等，种类繁多，各有技术优势和特色，适应不同的海况和不同国情条件使用。我国除台湾的柔体浮绳式网箱外，目前研发和投入使用的深水抗风浪网箱，主要是 PE 圆形浮式网箱和浮绳式网箱，也有少量 PE 圆形升降式网箱、碟形网箱和钢质结构网箱投入使用。总体而言，我国目前网箱类型虽然较多，但研究都还不够深入，尤其基础研究薄弱。因此，对我国深水抗风浪网箱发展所面临的科学技术层面的问题应有一个清醒和明确的认识，应连续和加大对深水抗风浪网箱技术研究的投入，不断推进具有我国自主知识产权和适应我国实际需求的深水抗风浪网箱技术发展。

2 对策与措施

2.1 企业经营，产业化发展

深水抗风浪网箱是一项系统工程，必须实行企业经营、产业化发展的模式。这一点，国外已经有成功的先例和成熟的经验可供借鉴。在深水抗风浪网箱发展 30 余年历程中，挪威、美国、英国、日本、澳大利亚等发达国家都取得了成功。尤其是挪威，已成为当今世界深水抗风浪网箱养殖的王国，其网箱制作技术和经营模式已向世界各国输出。一些发展中国家如智利、古巴、越南、朝鲜等也在大力发展深水抗风浪网箱，其中智利采用挪威的技术和经营模式，产业发展取得显著的成效。挪威模式是现代企业经营、产业化发展模式，其现有 70 余家水产品经营公司，其中 20 家就控制了 80% 以上的养殖产量和流量，而最大的 7 家就占据了 50% 的产量。

我国深水抗风浪网箱产业的发展不可能照搬国外的现成经验，必须在借鉴国外经验的基础上，结合我国的实际情况，走出一条具有我国特色的路子来。我国目前深水抗风浪网箱经营方式大体有三种：（1）经济实力较强的水产养殖户，基本还是个体经营模式；（2）由原来养殖水产品的中小型水产养殖公司发展而来，目前的经营模式主要以养殖生产为

主，尚未形成完整系统的产业链；（3）应运而生的专业集团公司，例如浙江大海洋科技有限公司，其下设网箱制造公司、网具公司、种苗公司、养殖公司、网箱安装公司和水产品营销公司等六个子公司，已形成了产业化和产业链的雏形，但目前这种专业集团公司在我国数量很少，仅处于发展的起步阶段。由于我国目前水产养殖业的规模化企业较少，需要有一个发展和成长的过程，因此目前宜以小规模公司起步，以公司加渔户的方式滚动，逐渐过渡到组建大型养殖公司、集团公司或联合体经营。

2.2 科学规划、规范管理、有序发展

我国深水抗风浪网箱产业的发展要吸取传统网箱发展过程的经营教训，沿海各级政府和水产主管部门必须树立科学的发展观和正确的政绩观，以可持续发展的原则和理念为指导，加强对深水抗风浪网箱产业宏观管理、适时指导和有效调控，使我国深水抗风浪网箱产业有序、有度地发展。

（1）深水抗风浪网箱产业的发展应做好科学论证和统筹规划。深水抗风浪网箱养殖区的布局要符合我国海洋功能区划的要求和我国海洋环境功能区划的要求，合理规划布局，因地制宜，合理和适度利用海域的养殖容量和环境容量，有效保护养殖海域生态环境，以达到可持续利用的目的。沿海各省市水产主管部门应充分认识做好深水抗风浪网箱发展科学规划的重要性，组织有关科研单位和科技人员根据深水抗风浪网箱发展的需求和发展的实际条件，充分调查研究，深入分析各有关方面的基础条件，做好发展规划。

（2）应严格实行深水抗风浪网箱养殖产业的许可证制度。行业准入管理是保障行业健康发展的有效措施，由于深水抗风浪网箱与传统网箱相比具有高科技、高投入、高风险、高度集约化等特点，因此在其发展的起步阶段应采取更严格的准入标准、更规范的管理措施。挪威政府规定，申请深水抗风浪网箱养殖许可证的企业必须符合四个基本条件，即养殖不得造成海域环境污染；养殖海域不得影响其他海域功能的开发利用；养殖过程不得增加水生生物病害的传播风险；养殖者必须经过水产学校三年以上培训，具有相关的专业知识和两年的养殖管理经验。目前，我国对水产养殖用海虽有相应的法律法规管理，也有相应的水产养殖技术规范和规程，但并没有严格实行水产养殖行业准入制度，对水产养殖全过程的管理也难以到位。因此，我国传统网箱养殖从生产到营销的许多环节都还存在问题，如果这样的情况不改观，对我国深水抗风浪网箱养殖产业的可持续发展是极为不利的。因而，建议尽快制定深水抗风浪网箱养殖的行业准入标准、养殖技术规范，实行深水抗风浪网箱养殖许可证制度。

（3）要控制适度规模与发展速度。从1998年我国引进第一个深水抗风浪网箱至今短短六年时间，我国各种类型的深水网箱已经发展到了2700余个，其中绝大部分是近三年投入使用的。在如此短暂的时间内，我国深水抗风浪网箱以如此速度和如此规模扩展，而与其相应的配套管理措施却远远跟不上，这将可能带来意想不到的严重后果。挪威在控制适度发展规模和发展速度方面十分明智，并不因为其在深水网箱产业上的成功和影响力而盲目乐观，没有不加限制地扩大规模和提高发展速度，而是根据市场需求、支撑条件、海域环境承载力等方面综合考虑，对发展规模和速度加以适度控制。我国深水抗风浪网箱养殖业目前尚在刚起步的初级阶段，对深水抗风浪网箱养殖这样一个新鲜事物还需要一个较长的了解、认识和把握过程。因此，在这一阶段应以小规模试点为宜，力争3~5年内对深水抗风浪网箱产业各个环节和经营的各个方面有一个总体的认识和把握，然后逐步推

广，带动深水抗风浪网箱产业有序、有度发展。

(4) 要加强深水抗风浪网箱养殖的全程质量安全管理。深水抗风浪网箱养殖应始终贯彻“绿色养殖”的理念，应是高起点，起示范带头作用。在管理上应建立健康苗种、饵料监察、药物控制、环境调控、产品质量等综合管理措施，确保养殖环境生态良好，养殖产品品质优良。

2.3 加强基础研究，提供科技支撑

由于我国深水抗风浪网箱自主研发目前尚处于起步阶段，因此许多基础研究并未系统、深入地开展和进行，一些关键技术问题尚未能完全解决和熟化。总体而言，我国深水抗风浪网箱技术尚未形成完整、系统、成熟的技术体系。建议今后加强六个方面的研究和推广示范工作。

(1) 加强个类深水抗风浪网箱的设计和制作工艺。要做好这方面工作，必须加强基础研究工作，尤其要加强各类深水抗风浪网箱在不同海况下和不同水动力条件下的模拟试验，并根据网箱下海后实际海况和水动力的检验结果，不断修正和优化设计方案。

(2) 要加强深水抗风浪网箱配套设施的研制开发。主要包括水下监视设施、水质自动监测设施、自动投饵设施、网具清理设施、收鱼与分鱼设施、工作平台和工作船等。

(3) 加强深水抗风浪网箱新型材料的研发。主要是新型网箱框架材料、新型高强度网衣材料、新型无公害防污损材料和新型锚泊系统材料。

(4) 加强深水抗风浪网箱养殖的集约化健康综合养殖技术。主要包括筛选适合不同海域不同类型深水抗风浪网箱养殖的优质鱼类；研发和使用适于不同生长阶段的全价人工配合饵料；建立深水抗风浪网箱养殖病害综合防治技术；制定深水抗风浪网箱养殖安全防范措施和产品质量控制措施；制定深水抗风浪网箱养殖技术规程。

(5) 加强深水抗风浪网箱配套技术集成。在各方面研究的基础上，进行系统工程研究，实行技术集成、综合配套等，形成深水抗风浪网箱完整、系统的技术体系。

(6) 加强技术示范和推广工作。深水抗风浪网箱养殖系统是涉及多学科的综合工程和系统工程，要有组织地做好技术示范和技术推广工作，在技术示范和技术推广中不断完善和提高我国深水抗风浪网箱技术体系，提升水产养殖业的技术水平，辐射和带动水产养殖业的科技进步。