

环境友好型水产养殖业发展战略

“中国水产养殖业可持续发展战略研究”课题综合组

摘要: 本研究在总结我国水产养殖业发展主要经验基础上, 论述了进一步发展水产养殖业的战略意义。在绿色、低碳和碳汇渔业发展新理念引导下, 提出环境友好型水产养殖业发展战略, 主要包括: 推动水产养殖业现代化发展的“养护、拓展和高技术”三大发展战略; 实现水产养殖业“高效、优质、生态、健康、安全”可持续发展的任务目标; 近期需着力构建的现代水产养殖业创新发展体系的重点任务等。针对目前产业存在的问题和发展需求, 提出重视水产养殖对发展空间的需求、建立养殖水域容纳量评估制度、发展生态系统水平的新型养殖生产模式、实施养殖装备提升工程、加强水产养殖管理与执法能力建设等对策建议。

关键词: 水产养殖; 环境友好; 发展战略; 对策建议

中图分类号: F326.401 **文献标识码:** A

Development Strategy on Environmentally Friendly Aquaculture

Task Force for the Study on Sustainable Development Strategy of Chinese Aquaculture
Comprehensive Research Group

Abstract: By summarizing Chinese aquaculture development, this paper discusses the strategic significance for further improving aquaculture. Guided by the new growth concept of green, low-carbon and carbon sink fisheries, the development strategy for environmentally friendly aquaculture is proposed, mainly including: promoting “conservation, extension and high-tech” development strategy for aquaculture modernization; realizing “high-efficient, high-quality, ecology, health and safety” mission target for aquaculture sustainable development; and the key tasks in the near era for establishing modern aquaculture innovation system, etc. Focusing on the existing problems of aquaculture industry and its developmental needs, we put forward the following suggestions: China should pay attention to the spatial demand of aquaculture, set up aquaculture carrying capacity assessment system, develop ecosystem-based new production mode of aquaculture, conduct enhancement projects for aquaculture facilities, strengthen aquaculture management and law-enforcement, etc.

Key words: aquaculture; environmentally friendly; development strategy; suggestion

一、前言

改革开放以来, 中国水产养殖业快速发展取得了举世瞩目的成就, 养殖产量从 1950 年的不足

1×10^5 t、1985 年的 3.626×10^6 t 增至 2015 年的 5.018×10^7 t^[4], 在渔业中的比例从 8%、45% 增至 75%, 近 30 年产量翻了近四番, 成为世界第一水产养殖大国 (占世界产量的 2/3 左右)。水产养殖作

收稿日期: 2016-04-15; 修回日期: 2016-05-16

基金项目: 中国工程院重大咨询项目“中国养殖业可持续发展战略研究”(2009-ZD-02)

本文由《中国养殖业可持续发展战略研究》丛书《水产养殖卷·综合报告》等改写^[1-3], 联系人: 唐启升

本刊网址: www.enginsci.cn

为中国大农业发展最快的产业之一，不仅在保障市场供应、解决“吃鱼难”、增加农民收入、提高农产品出口竞争力、优化国民膳食结构和保障食品安全等方面做出了重要贡献，在促进渔业增长方式的转变、减排 CO₂、缓解水域富营养化等方面也发挥着重要作用。因此，进一步推动水产养殖业发展，有助于深化渔业增长方式的转变，促进绿色低碳、环境友好型新兴产业的发展，为保障国家食品安全做出新贡献。

二、水产养殖业快速发展的主要经验

(一) “以养为主”的正确发展方针，推动水产养殖业快速发展

20 世纪 50 年代后期，我国渔业管理部门出现了“养捕之争”的讨论，1959 年中国共产党第八次全国代表大会第二次会议提出“养捕并举”的指导思想，使“养捕之争”暂告一段落。事实上，这是世界上首次将水产养殖放在与渔业捕捞同等重要的地位，人们开始意识到单靠渔业捕捞不能满足对水产品的需求，需要发展新的生产方式。“文革”结束后，我国市场供应严重不足，城乡居民“吃鱼难”的问题十分突出。1978 年 10 月《人民日报》发表社论《千方百计解决吃鱼问题》，之后两年间中央主要领导同志在有关报刊和文件中专门对水产问题做了二十多次批示，要求各地、各有关部门要积极支持渔业生产，努力把水产事业搞上去。1980 年 4 月，邓小平同志在《关于编制长期规划的意见》时谈到，“渔业，有个方针问题。究竟是以发展捕捞为主，还是以发展养殖为主呢？看起来应该以养殖为主，把各种水面包括水塘都利用起来”。1985 年中共中央、国务院发出《关于放宽政策加速发展水产业的指示》，明确了养殖生产可以承包到户和放开价格、实行市场调节等重大政策。1986 年《中华人民共和国渔业法》颁布实施，确立了“以养殖为主”的渔业发展方针^[5]。这些重要方针政策的出台和实施，推动了中国水产养殖业的快速发展。

(二) 科学技术进步，促进水产养殖业跨越式发展

以水产育种为例，发展前期每 10 年一次的水产养殖育种突破，或有五次“养殖浪潮”之称的海带、“四大家鱼”、扇贝、对虾/河蟹育苗技术突破和鳗鱼养殖技术的成功，大大促进了水产养殖的发

展；20 世纪 90 年代以来，特别是近 10 年，新品种培育成绩显著，如 1996—2015 年农业部公告的水产新品种为 168 个（包括 25 个引进种、5 个引进品种），其中：1996—2005 年为 61 个（包括 23 个引进种，4 个引进品种），2006—2015 年为 107 个（包括 2 个引进种，1 个引进品种）^[6]，这些新品种的培育成功和广泛应用，促进了养殖多样化发展，也使产业发展踏上了新台阶。

进入 21 世纪，围绕提高渔业产业科技含量这一主题，集中力量对生产发展中的主要技术问题开展攻关，在水产育种、病害防治与安全渔药、水产养殖技术与设施、水产饲料与水产品加工、渔业资源养护与合理利用等诸多领域取得了一系列的重大突破。2015 年，我国渔业科技进步贡献率已达到 58%，取得大农业各行业中的最好成绩，极大地促进了水产健康养殖和渔业多功能发展。

(三) 中国特色的水产养殖业，确保水产养殖业持续发展

我国的水产养殖业之所以能够发展这么快，还有一个不能忽视的原因，也是构成中国特色水产养殖的重要因素，即相当一部分养殖种类不需要投放饵料。如图 1 所示，进入发展稳定期的我国水产养殖业仍保持较高的不投饵率，远远高于世界平均水平^[7]，如 2014 年中国水产养殖不投饵率为 53.8%，淡水养殖不投饵率为 35.7%，海水养殖不投饵率为 83.0%。产生这样结果的直接原因是中国水产养殖的主要种类以低营养层次的滤食性、草食性、自养性及杂食性种类为主，养殖中利用天然水域饵料或营养物质，可以不投饵或少投饵，如 2014 年占淡水养殖产量 69.6% 的草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼和罗非鱼 6 个主养种类均为低营养层次食性种类，其加权不投饵率为 50.8%，而占海水养殖产量 71.3% 的牡蛎、蛤、扇贝、海带、贻贝和蛭 6 个主养种类的食性营养级更低，其加权不投饵率为 100%^[7]。显然，对于发展生产来说，不投饵或少投饵，意味着生产成本低、投入少，便于产业快速、规模化发展；意味着养殖种类位于较低营养层次，具有食物转换效率高和产出量大的特性；意味着养殖中较少使用鱼粉，减少对野生渔业资源的压力，制约养殖自身的不健康发展。

研究表明，中国特色的水产养殖结构的显著特点是种类繁多、多样性丰富、营养层次多、营养级低、

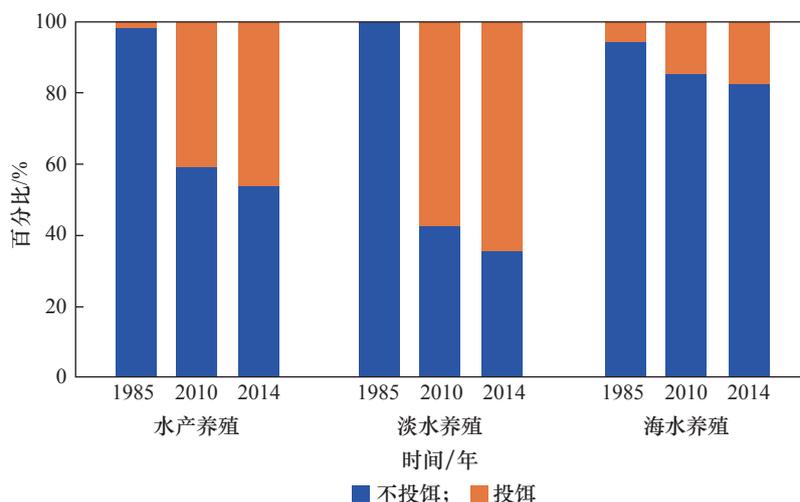


图1 中国水产养殖种类投饵与不投饵养殖产量比例^[7]

生态效率高、生物产出量多^[7]。形成这个特色的原因很多，如历史传统和发展需求的原因、饮食习惯和文化的原因等，但是通过长期发展证明，这样的水产养殖结构特点也是有效的、合理的，符合现代发展的需求。预计在一个较长的时期里这种水产养殖结构在中国不会发生根本性的改变，从而使中国水产养殖相对稳定、变化较小、有利于可持续发展。

三、进一步发展水产养殖业的战略意义

（一）深化渔业增长方式的转变，带动渔业新一轮的发展

21世纪初，有国外专家称“现代渔业是不可持续的”^[8,9]，此后还断言“水产养殖产业不是应对全球野生捕捞渔业衰退问题的一种解决办法”^[10]。然而，中国水产养殖的经验经过时间的考验，为世界提供了可复制的样板。几十年来，中国水产养殖业的健康发展不仅为全球水产品总产量的持续增长提供了重要保证，同时为促进世界渔业生产方式和结构的改变做出了重大贡献。中国水产养殖业发展——一个成功的故事已获得国际同行的认可和重视^[11,12]。因此，水产养殖业作为渔业增长的新方式，必将带动现代渔业新一轮的发展。

（二）生产更多更好的优质蛋白，保障国家食品安全

水产养殖是世界上最有效率的食物生产技术之

一，如鱼虾养殖饵料投入与产出比为1~1.2:1，而畜禽类养殖饲料投入与产出比为2.5~7:1，再加上有一半多水产养殖不需要投放饵料，其生产效率就更高了。所以，这种特有的低投入、高效率的特性，必然会使水产养殖在未来食物供给中发挥不可或缺的作用。

2030年当我国人口总量达到峰值时，若按水产品人均占有量50 kg（现在为47.2 kg）计，水产品的需求量需要增加约 8×10^6 t，而这些新的需求增量将主要通过发展水产养殖来满足。

（三）减排CO₂、缓解水域富营养化，促进渔业绿色低碳发展

近年的研究表明，藻类、滤食性贝类、滤食性鱼类以及草食性鱼类等养殖生物具有显著的碳汇功能，它们的养殖活动直接或间接地大量使用了水体中的碳，明显提高了水域生态系统吸收大气中CO₂的能力^[13,14]。据估算，2014年我国海水贝藻养殖从近海海洋移出 1.68×10^6 t C，淡水滤食性鱼类等养殖从内陆水域移出约 1.6×10^6 t C，两者合计对减少大气CO₂的贡献相当于每年造林超过 1.2×10^6 hm²。另外，养殖生物在生长过程中，还大量使用氮、磷等营养物质，实际产生了减缓水域生态系统富营养化进程的重要作用，如在贝藻养殖区少有赤潮灾害发生，而放养滤食性鱼类和草食性鱼类已成为淡水水域减轻富营养化的有效途径之一。这些研究成果和实践促成了碳汇渔业新理念的提出和发展^[15,16]。

碳汇渔业是绿色、低碳发展新理念在渔业领域的具体体现，能够更好地彰显水产养殖的食物供给和生态服务(含文化服务)两大功能，并成为推动水产养殖业新一轮发展的驱动力。水产养殖业进一步发展将促进渔业向绿色低碳和环境友好的方向发展，对减排 CO₂ 的贡献也会越来越大，为应对全球气候变化发挥积极作用。

(四) 促进生态系统水平的水产养殖发展，提升我国渔业科技进步

在绿色、低碳和环境友好发展新理念的引导下，发展生态系统水平的水产养殖已成为业界的共识^[17]，但是，现在我国水产养殖中不论淡水养殖还是海水养殖，传统的、粗放式养殖方式在生产中都占绝对优势，这种状况在短时间内不会根本改变，如图 2 所示。为此，不仅要探索新的养殖生产模式，还要采取现代化工程技术措施，如大力推进传统养殖方式的标准化、规模化发展，提升机械化、信息化技术水平和防灾减灾能力，缩小与发达国家在产出和耗能方面的差距，使我国水产养殖业的现代发展有一个新的起点，从而促进我国渔业的科技进步和现代化发展。

四、环境友好型水产养殖业发展战略

(一) 基本原则与发展理念

中国水产养殖业进一步发展必须走绿色、低碳和环境友好的发展道路，以创新驱动发展为动力，

更新发展理念、转变发展方式、拓展发展空间、提高发展质量，促使国家重大需求与可持续发展相协调，推动渔业的现代化发展。

(二) 战略对策与发展模式

大力实施推动水产养殖业现代化发展的三大战略：①养护战略，养护是水产养殖业可持续发展的基础，必须对种质资源和生态环境实施养护，切实作好相关工作；②拓展战略，拓展是水产养殖业可持续发展的核心，包括养殖种类、养殖方式、养殖空间和养殖规模的拓展，促使水产养殖业向质量型和环境友好型方向发展；③高技术战略，高技术是水产养殖业进一步发展的动力，在培育和发展新兴产业(如水产种业、陆基工厂化养殖、深远海养殖等)中发挥关键作用，使水产养殖业通过高新技术获得现代化发展。

在碳汇渔业新发展理念的引领下，积极探索新的发展模式，建设环境友好型水产养殖业，发展健康、生态和多营养层次的新生产模式，实施养殖容量规划管理；建设资源养护型捕捞业，科学开展资源增殖，发展多功能、多效应渔业，实施生态系统水平的管理。

(三) 战略目标与重点任务

进一步发挥政策与科技两大驱动因素的作用，突出中国水产养殖的特色，实现“我国水产养殖业 2020 年进入创新型国家行列，2030 年后建成现代化水产养殖强国”的战略目标。为了实现水产养殖

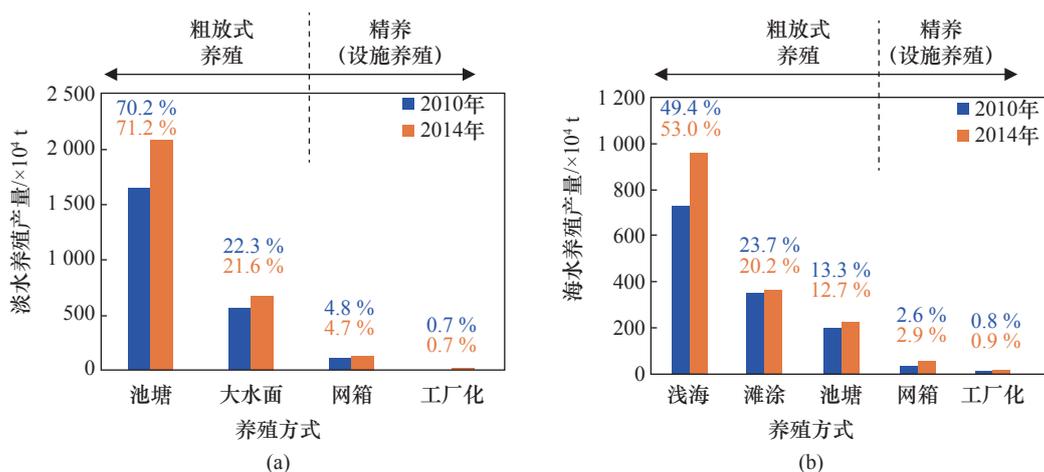


图 2 中国水产养殖现行养殖方式产量组成^[4]

注：其中淡水约 2%、海水约 10%，其他养殖方式产量未在图中显示；大水面包括湖泊、水库、稻田等。

业的“高效、优质、生态、健康、安全”，在未来的15年，从数量、质量和科技贡献等方面，努力实现如下任务目标。

1. 数量发展目标

到2020年，水产养殖产量达 5.2×10^7 t；到2030年，水产养殖产量达 5.7×10^7 t。

2. 质量发展目标

到2020年，水产原良种覆盖率达到65%，水生动物产地检疫率达到60%，水产品质量安全产地抽检合格率达99%，从水域移出的碳达 $3.5 \times 10^6 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ；到2030年，水产原良种覆盖率达80%以上，水生动物产地检疫率达到90%，水产品质量安全产地抽检合格率达99%以上，从水域移出的碳达 $4 \times 10^6 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

3. 科技发展目标

到2020年，实现科技贡献率达60%以上；到2030年，实现科技贡献率达70%。

为了实现上述任务目标，近期的重点工作是着力构建现代水产种业、现代水产养殖生产模式、现代水产养殖装备与设施、现代水产疫病防控和质量安全监控、现代水产饲料与加工流通、现代水产养殖科技与支撑、现代水产养殖产业七大创新发展体系，实施现代水产养殖产业工程、水生生物资源养护工程和现代水产养殖科技创新及人才培养工程等三大工程建设，为实现水产养殖强国的战略目标奠定坚实基础。

五、对策建议

根据目前产业存在的问题和发展需求，提出以下主要对策建议。

（一）重视水产养殖对发展空间的需求，确保水产品的基本产出

1. 设置养殖水域最小使用面积保障线

随着我国城镇化发展和人口增加接近峰值，对水产品需求仍是增加趋势，而水产品增加除政策、科技等因素外，还需生产空间保证。2014年我国水产养殖面积为 $8.39 \times 10^6 \text{ hm}^2$ （其中淡水养殖面积 $6.08 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，海水养殖面积 $2.31 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ）^[4]，到2030年，需要增加 $1 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上的养殖水域才能保证社会对水产品的需求。因此，要像重视耕

地一样重视水域的治理和开发利用，最小养殖水域使用面积保障线应设置在 $9 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上。

2. 挖掘水产养殖水域使用面积潜力

主要从两个方面着手：一是传统的近岸浅海滩涂养殖向远岸深水发展，开发海水养殖新空间。目前20~50 m水深的海域内的养殖活动刚刚开始，若将水域利用率提高3%，可增加海水养殖面积 $8 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 以上。另外，50 m以下海域亦有较大的挖掘潜力，但需要加快深远海养殖新技术、新设施和新材料的开发，以便适应复杂、恶劣的深远海海洋环境。二是加大内陆盐碱地的开发利用，开发淡水养殖新天地。若现有盐碱地和低洼盐碱水域的3%得到开发利用，约有 $1.4 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 盐碱水域可供养殖使用，不仅可保障水产养殖业可持续发展，也将形成新的农业生产力，促进增产增收。

（二）建立养殖水域容纳量评估制度，发展生态系统水平的新型养殖生产模式

1. 建立养殖水域的容纳量评估制度

养殖容纳量评估是制定现代水产养殖发展规划的基础，也是保证绿色、低碳和环境友好发展的前提。建议容纳量评估纳入政府的公益性和强制性工作范畴，并形成制度化。委托具备评估能力的省级以上科研院所开展容纳量评估工作，逐步形成以省区为单位的国家各类养殖水域容纳量评估制度。国家相应的管理机构 and 地方政府可根据容量评估结果，确定养殖密度和布局，发放养殖许可证，并建立相应的实施和监管体系，确保水产养殖规范、健康发展。

2. 发展生态系统水平的新型养殖生产模式

构建健康、生态、节水减排和多营养层次的养殖系统，鼓励发展不同养殖水域和生产方式的生态系统水平的养殖生产新模式，提高养殖生产效率和生态效益，降低规模化养殖对水域环境所产生的负面影响，为粗放型养殖升级寻求新途径，形成现代水产养殖生产体系。

（三）实施养殖装备提升工程，推进设施标准化、现代化更新改造

1. 全面推进中低产养殖池塘标准化改造工程

建议尽快启动标准化池塘改造财政专项，通过中央财政转移支付，地方和群众配套、自筹的方式，

完成对养殖池塘的改造任务,同时,完善承包责任制,建立养殖池塘维护和改造的长效机制,稳定池塘养殖面积,保证水产品的有效持续供给。

2. 大力促进粗放型水产养殖向现代养殖设施工程化方向转变

建议设立重点研发专项。针对海上筏式养殖、陆基池塘养殖、深水网箱养殖及工厂化养殖等海水主要养殖方式存在的问题,加大水产养殖设施机械化、自动化和信息化研发的科技投入,加快养殖环境精准化调控以及节水、循环、减排养殖模式的研究,发展机械化养殖、循环水养殖、深水抗风浪养殖新模式,建立一批具有工程化养殖水平的现代养殖示范园。

(四) 加强水产养殖业管理与执法能力建设

1. 完善水产养殖业法律法规和规章制度

进一步完善水域滩涂养殖权、种苗管理、水生动物防检疫、水产品质量安全、生态环境保护以及养殖业执法等方面的法律法规,以及相关标准和技术规范的制定和修订。加快推进水面经营权改革,完善水产养殖证制度。

2. 加强养殖水域保护,建立养殖水域生态补偿机制

建立基本养殖水域保护制度,严格限制养殖水域的征用。本着“受益者或破坏者支付,保护者或受害者被补偿”的原则,将养殖水域的生态补偿法制化、规范化。由于以往缺乏研究和积累,应将养殖水域生态补偿作为一个重要问题予以重视,加强相关研究和实践。

3. 全面推进水产养殖执法与监管

建立以渔政为主,技术推广、质量检验检测和环境监测等机构配合的水产养殖管理执法工作体系,加大执法检查力度。加强养殖管理执法队伍建设,提高执法技术装备,建立执法监督检查机制和考核制度。

参考文献

[1] 中国养殖业可持续发展战略研究项目组. 中国养殖业可持续发展战略研究: 水产养殖卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
Task Force for Study on the Sustainable Development Strategy of Chinese Cultivation Industry. Study on the sustainable development strategy of Chinese aquaculture [M]. Beijing: China Agriculture Press; 2013.

[2] 唐启升, 丁晓明, 刘世禄, 等. 我国水产养殖业绿色、可持续发展战略与任务[J]. 中国渔业经济, 2014, 32(1): 6-14.
Tang Q S, Ding X M, Liu S L, et al. Strategy and task for green and sustainable development of Chinese aquaculture [J]. Chin Fish Econ. 2014; 32(1): 6-14.

[3] 唐启升, 丁晓明, 刘世禄, 等. 我国水产养殖业绿色、可持续发展的保障措施与政策建议[J]. 中国渔业经济, 2014, 32(2): 5-11.
Tang Q S, Ding X M, Liu S L, et al. Safeguard measure and policy recommendation for green and sustainable development of Chinese aquaculture [J]. Chin Fish Econ. 2014; 32(2): 5-11.

[4] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004—2016.
Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture. China fishery statistical yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press; 2004—2016.

[5] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国渔业法[M]. 北京: 中国民主法制出版社, 1986.
Standing Committee of the National People's Congress. Fisheries law of the People's Republic of China [M]. Beijing: Chinese Democracy and Legal Press; 1986.

[6] 全国水产原种和良种审定委员会. 中华人民共和国农业部公告: 水产新品种名录(1996—2015)[EB/OL]. [2016-04-20] <http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/gg/2016>.
National Certification Committee for Aquatic Varieties. Announcement of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China on the list of new varieties of aquatic products (1996—2015) [EB/OL]. [2016-04-20]; <http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/gg/2016>.

[7] 唐启升, 韩冬, 毛玉泽, 等. 中国水产养殖种类组成、不投饵率和营养级[J]. 中国水产科学, 2016, 23(4): 729-62.
Tang Q S, Han D, Mao Y Z, et al. Species composition, non-fed rate and trophic level of Chinese aquaculture [J]. J Fish Sci Chin. 2016; 23(4): 729-762.

[8] Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, et al. Fishing down marine food webs [J]. Science. 1998; 279: 860-863.

[9] Watson R, Pauly D. Systematic distortions in world fisheries catch trends [J]. Nature. 2001; 414(6863): 534-536.

[10] Pauly D, Alder J. (Coordinating Lead Authors). Chapter 18: Marine Fisheries Systems [C]. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being, Volume 1: Current State & Trends. Washington, D.C: Island Press; 2005.

[11] FAO. The state of world fisheries and aquaculture [M]. Rome: FAO, 2012.

[12] Vance E. Fishing for billions: how a small group of visionaries are trying to feed China—and save the world's oceans [J]. Sci Am, 2015; 312: 52-9.

[13] Tang Q S, Zhang J H, Fang J G. Shellfish and seaweed mariculture increase atmospheric CO₂ absorption by coastal ecosystems [J]. Mar Ecol Prog Ser. 2011; 424: 97-104.

[14] 解绶启, 刘家寿, 李钟杰. 淡水水体渔业碳移出之估算[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(1): 82-89.
Xie S Q, Liu J S, Li Z J. Evaluation of the carbon removal by fisheries and aquaculture in freshwater bodies [J]. Pro Fish Sci. 2013; 34(1): 82-89.

[15] 唐启升. 碳汇渔业与海水养殖业[EB/OL]. [2010-06-28]. <http://www.ysfri.ac.cn/News.asp-showid=1829&signid=16.htm>.
Tang Q S. Carbon sink fisheries and mariculture [EB/OL]. [2010-

- 06-28]. <http://www.ysfri.ac.cn/Newshow.asp-showid=1829&signid=16.htm>.
- [16] 唐启升, 刘慧, 方建光, 等. 生物碳汇扩增战略研究: 海洋生物碳汇扩增[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
Tang Q S, Liu H, Fang J G, et al. Strategic studies on the amplification of biological carbon sink: amplification of ocean biological carbon sink [M]. Beijing: Science Press, 2015.
- [17] 唐启升, 林浩然, 徐洵, 等. 可持续海水养殖与提高产出质量的科学问题[C]. 香山科学会议简报, 2009, 330: 1-12.
Tang Q S, Lin H R, Xu X, et al. Scientific questions regarding sustainable mariculture and enhanced product quality [C]. Briefing on the Xiangshan Science Conferences, 2009, 330: 1-12.