

中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）

全球海洋治理与生态文明专题政策研究



专题组 2

海洋生物资源

联合组长（刘慧、John Mimikakis）

成员（曹玲、韩杨、John Virdin）

其他撰稿人（Jake Kritzer、孙芳）

声明：本研究成果由国合会资助，但其中观点不代表国合会立场。

# 全球海洋治理与生态文明专题政策研究小组成员

## 联合组长:

WINTHER, Jan-Gunnar

苏纪兰

挪威极地研究所

国家海洋局第二海洋研究所

## 核心小组成员:

SVENSSON, Lisa

DEGRANIAN, Nishan

MIMIKAKIS, John

刘慧

王菊英

孙松

戴民汉

韩保新

联合国环境署

世界经济论坛

美国环保协会

中国水产科学研究院黄海水产研究所

国家海洋局国家海洋环境监测中心

中国科学院海洋研究所

厦门大学

环境保护部华南环境科学研究所

## 协调人:

NJÅSTAD, Birgit

刘慧

挪威极地研究所

中国水产科学研究院黄海水产研究所

## 海洋生物资源专题组:

刘慧

MIMIKAKIS, John

曹玲

韩杨

VIRDIN, John

中国水产科学研究院黄海水产研究所

美国环保协会

上海交通大学、斯坦福大学

国务院发展研究中心

杜克大学

## 支持专家:

孙芳

KRITZER, Jake

YOUNG, JEFF

美国环保协会

美国环保协会

美国环保协会

# 目 录

全球海洋治理与生态文明专题政策研究小组成员 .....	2
执行摘要 .....	5
1. 前言 .....	8
1.1 海洋生物资源的价值 .....	8
1.2 中国的海洋生物资源 .....	9
2. 现状与趋势 .....	11
2.1 中国的水产品需求 .....	11
2.2 中国的海水养殖生产 .....	11
2.3 中国的渔业生产 .....	13
2.4 中国沿海和海洋生态系统的健康状况 .....	14
3. 海洋生物资源管理面临的挑战 .....	17
3.1 海水养殖 .....	17
3.1.1.海水养殖的生态影响 .....	17
3.1.2. 经营和经济因素 .....	19
3.1.3.技术挑战 .....	20
3.2 海洋捕捞 .....	21
3.2.1.捕捞强度过大 .....	22
3.2.2.社会经济因素 .....	23
3.2.3.技术挑战 .....	24
3.3 栖息地和生物多样性 .....	25
3.3.1. 治理问题 .....	26
3.3.2.技术挑战 .....	27
3.4 气候变化 .....	27
3.5 性别平等问题 .....	28
3.6 其他国家的海洋生物资源 .....	29
4. 中国海洋生物资源管理政策进展 .....	31
5. 海洋生物资源管理的国际经验 .....	33
5.1 加强监控 .....	33
5.1.1 信息公开促进了挪威渔业治理 .....	33
5.1.2 美国太平洋鳕鱼业的电子监控 .....	34

5.2 全面了解和综合规划.....	35
5.2.1 挪威的生态优先规划 .....	35
5.2.2 美国切萨皮克湾和南大西洋地区的生态修复 .....	36
5.2.3 大堡礁的空间管理 .....	36
5.2.4 海洋空间规划工具的开发 .....	37
5.3 气候变化管理.....	37
5.4 增加捕捞渔业的长远价值而非产量.....	38
5.4.1 伯利兹的 TURF 管理 .....	38
5.4.2 墨西哥湾的红鲷鱼 ITQ 管理 .....	39
5.5 加速并在国际范围内推广有效解决方案.....	39
6. 政策建议.....	41
6.1 加强对沿海和海洋生态系统的法律保护，促进可持续生产.....	41
6.2 部署高科技监控系统，打击腐败和违法活动，促进海洋科学研究.....	42
6.3 恢复海洋生态系统功能，促进渔业生产和生物多样性保护，提高对开发、污染 和气候变化的抵御能力 .....	42
6.3.1 建立有关中国沿海和海洋生态系统健康状况的“全国海洋生态报告卡” .....	42
6.3.2 制定国家行动计划，以恢复丧失的生态系统功能和服务 .....	43
6.4 建立海上丝路国家伙伴关系网络，促进可持续海洋治理并实现可持续发展目 标 .....	43
6.5 评估气候变化对海洋生物资源的影响，并评估减缓气候变化影响的方法.....	44
参考文献.....	44

## 执行摘要

到 2050 年全球估计将有超过 90 亿的人口，如何能让他们能有充足优质的食物，并同时保有生物多样性和生命所依赖的自然系统，是当今世界面临的巨大挑战之一。在应对这一挑战上，中国作为全球最大的水产品生产国，拥有巨大的优势和影响力；而全球海洋则将起到关键作用。

海洋为大量的物种提供栖息地，生成供我们呼吸的大部分氧气，并养育着数十亿依海为生的人口。尽管海洋拥有巨大的食物生产能力，但这种能力却不是无限的：根据现有数据，全球约三分之一的海洋渔业已经过度开发或面临崩溃，且其真实数值很可能会更高，因为许多国家没有能力对渔业进行评估，更不用说对其加以管理。

水产养殖业为全球提供了营养丰富的食物，其产量几乎超过了捕捞渔业，也使海洋的食物生产潜力更加充分地发挥出来。然而，水产养殖也会产生负面影响。它可能会取代原生的沿海和海洋生态系统，需要大量投入野生鱼类作为饲料，引入外来物种和疾病，并造成严重污染。优化长期的食物生产，同时尽可能减少生态系统的破坏，才能实现可持续的海洋生物资源管理；不过，尽管有许多成功经验，且实现这些目标的新的解决方案正在不断被开发出来，可持续地管理海洋生物资源远非易事。

更为糟糕的是，气候变化可能会加剧可持续地保障人类粮食安全的挑战。海洋变暖和酸化正在改变许多海洋物种的生产力，推动其他海洋物种的跨境迁徙，加剧国家之间的资源争夺。更加极端的风暴、天气形态的变化以及水和营养物质循环的破坏，将日益加大沿海食物生产系统的压力。迄今为止，很少有国家找到大规模有效处理这些变化的方法。

中国在海洋生物资源管理方面面临着与其他国家相似的挑战。但是，中国的经济规模又使得其面临着更加严峻的形势。过去 40 年来，中国沿海地区快速的经济增长给沿海和海洋环境造成了巨大的压力。海洋开发、海水养殖和污染已经破坏了中国一半以上的沿海湿地，近 60% 的红树林，80% 的珊瑚礁，以及大部分的海草床、盐沼和滩涂。这些湿地曾为各种各样的海洋生物提供重要的栖息地。中国生产大量的捕捞和养殖海产品——是世界海产品产量最高的国家，但捕捞和开发速度已经超过了海洋生态容量，且海洋食物链的顶级捕食生物几乎消失殆尽。此外，中国捕捞和水产养殖业从业人数比任何其他国家都要多，这使得管控这些行业的社会因素更具挑战性。

尽管面临重重困难，但中国在应对这些挑战方面已经开始取得重大进展。国家主席习近平致力于推进生态文明建设，实现经济和环境目标的均衡发展（现已载入宪

法)。中国政府采取了大胆而具体的行动，包括每年加强几乎所有国内渔业的季节性休渔，保护栖息地和建立海洋保护区，制定更严格的海上污染物排放标准，暂停非法海水养殖活动，设定海水养殖总面积上限等。

但是，中国若要恢复健康的沿海和海洋生态系统，并确保其可持续地提供食物和经济效益，就必须付出更多的努力。为了建设生态文明，中国必须加强对海洋生物资源的法律保护，扩大监测范围，提升守法，恢复和保护更多的关键栖息地。此外，由于气候变化正影响着全球的海洋生物资源，且其中的许多资源是共享的，特别是在亚洲地区，因此，中国自身的生态文明建设依赖于更强有力的区域和全球治理，以确保海洋生物资源在更大时空尺度上能达到可持续管理。

若能成功解决上述难题，中国就可以通过本国海域可持续地供应大量的高价值海产品，解决数以万计的渔民生计，创造出巨大的直接效益。这也将为中国展示区域和全球海洋领导力创造机会。习近平主席的“海上丝绸之路”倡议为中国推动全球海洋治理和推进联合国可持续发展目标（UN Sustainable Development Goals, SDGs）提供了历史性机遇。通过与丝绸之路沿线国家的合作，中国可以促进海洋生物多样性保护、提高女性渔民和小规模渔业社区的自主权，获得平等开发海洋资源和解决生计的机会，同时为各国共同应对气候变化对海洋生物资源的影响提供平台。

本报告提出若干建议，旨在助力中国的海洋生态文明建设和生物资源养护。

## **1. 加强对沿海和海洋生态系统的法律保护，促进可持续生产**

建议制定水产养殖管理专项法规，管控养殖密度、废物排放、（空间、能源、水和饲料等）资源利用等多方面问题；建立水产养殖库存量报告制度、以及相应的监督程序，从而减缓水产养殖业对沿海和海洋生态系统的影响。中国正在尝试实施的捕捞渔业总量控制需与渔业权管理制度相结合，将渔业捕捞配额或捕捞水域使用权合理分配给渔业社区和利益相关者。应颁布《海洋栖息地保护法》，以加强沿海和海洋栖息地的保护，着力恢复生态系统功能及其自我恢复能力。

## **2. 部署高科技监控系统，打击腐败和违法活动，促进海洋科学研究**

中国在传感器、网络技术和人工智能方面的创新能力有助于我们建立一个更透明的监管系统，在各个机构之间、甚至全球范围内运行，以促进海洋生态系统保护执法和守法经营。高科技监控系统还可生成大量新数据，有助于我们对海洋生态系统健康状况的认知、灾害应急处置、以及应对和减缓气候变化。

### **3. 恢复海洋生态系统功能，促进渔业生产和生物多样性保护，提高对开发、污染和气候变化的抵御能力**

中国不仅要划定并守住生态红线，而且应该采取更多措施来恢复丧失的栖息地，包括红树林、海草床、海涂和潮滩、以及珊瑚礁。为了让沿海和海洋生态系统能够抵御污染和气候变化的影响，并继续成为创造繁荣和食物生产的引擎，那么中国应考虑：1) 建立有关中国沿海和海洋生态系统健康状况的“全国海洋生态报告卡”；2) 制定国家行动计划，以恢复丧失的生态系统功能和服务。

### **4. 建立海上丝路国家伙伴关系网络，促进可持续海洋治理并实现可持续发展目标**

“海上丝绸之路”倡议为中国展示其在全球海洋治理方面的领导力，推进联合国可持续发展目标提供了历史性机遇。在丝绸之路倡议下，中国应考虑与亚洲、非洲和欧洲国家建立一个伙伴关系网络，以鼓励相互学习，促进共同行动，创造健康海洋。通过海洋生物资源可持续开发和管理方面的信息共享与能力建设，可以促进海上丝绸之路沿线国家的可持续发展。中国还可以利用“海上丝绸之路”倡议，促进建立减缓气候变化对海洋生物资源影响的区域性和全球性治理措施，从而继续展示其领导力。

### **5. 评估气候变化对海洋生物资源的影响，并评估减缓气候变化影响的方法**

中国可以推动更多研究来评估气候变化对本国捕捞渔业、海水养殖和这些行业所依赖的自然生态系统服务的影响。同时，中国可能还需要考虑减缓气候变化影响，或有效适应气候变化的对策。

如何在不破坏我们赖以生存的生态系统的前提下供养不断增长的人口，这不仅是中国面临的挑战，也是一个全球性挑战。考虑到中国庞大的海洋经济规模、海产品生产和消费、以及渔业就业规模，可持续的全球海洋资源管理对于中国而言尤为重要。同样，中国在区域和全球范围内都具有巨大的影响力，因而在外交、技术和科学方面发挥着至关重要的作用。随着中国不断推进生态文明建设，中国既有机会也有必要与其他国家共同保护为我们提供食物和生计来源的海洋。

# 1. 前言

## 1.1 海洋生物资源的价值

海洋生态系统蕴藏着丰富的生物多样性，为人们带来诸多惠益。海洋生物资源（LMR）在世界上许多地方都有着文化价值。自古以来，它们在世界各地的神话、宗教、标志物和故事中都扮演着重要角色。许多人喜欢通过潜水、观鸟、垂钓和其他形式的娱乐活动直接与海洋生物进行互动，这些活动在世界各地支撑起利润丰厚的旅游业。与此同时，海洋生物资源还提供重要的调节和支持服务，例如，生成氧气、物质循环、水质净化、碳封存和缓冲海浪和风暴潮。这些服务功能对于全球不断增长的海洋经济有着难以估量的巨大贡献，其估值可能高达数千亿美元。然而，海洋生物资源提供的各类服务并未获得充分认可。由于大多数政策都未涉及保护海洋生物资源的内容，导致海洋生物多样性正在下降，生态系统服务及其提供的价值也正在丧失。这些损失反过来又将危害人类健康、粮食安全和生计，增加失业和贫困等。

或许海洋生物提供的最重要和最广泛的生态系统服务，是通过捕捞渔业和海水养殖提供海产品。对于一些人来说，海产品意味着更加有趣和多样化的饮食，并建立起与海洋的更深层联系。对于其他人来说，特别是在发展中国家热带地区的许多地方，海产品是粮食安全和营养的重要组成部分。事实上，全球 20% 的人口高度依赖海产品作为微量营养素的来源，因为仅需少量的微量营养素就可以满足重要的生理功能（Golden, 2016）。渔业和海水养殖不仅可以提供食物，还可以提供收入和生计，仅中国就有 1380 万渔民。渔业和海水养殖不仅惠及这些依海为生的人，还将惠及许多配套服务业，如渔具生产商、船舶生产商等，以及海产品供应链上的加工商、餐饮和其他企业，从而大大提高整个产业链的就业岗位和销售利润。

应该看到，未来全球海产品供应的增长将主要依靠海水养殖业。多年来，全球海水养殖产量一直在增加，有望逐渐接近甚至超过捕捞渔业的产量。此外，全球海水养殖产量的增长潜力巨大（Gentry et al., 2017）。

另一方面，海水养殖也可能对海洋生态系统，及海洋生物资源产生的其他价值（包括捕捞渔业）构成相当大的威胁。例如，黄海北部沿海地区近年来屡次出现浒苔（*Ulva prolifera*）绿潮大规模暴发事件，对该地区的旅游业及其他文化产业造成威胁。虽然有多种因素导致了此类藻类暴发事件，但最重要的驱动因素是：江苏沿海的紫菜养殖场为这些藻类生长提供了大量额外的空间（Pang et al., 2010; Liu et al., 2013）。

当然，海水养殖也可以产生生态效益，包括水质净化，以及通过海藻养殖创造仔稚鱼栖息地（刘慧等，2017），但这些效益是附带的，而不是经过规划或优化的。



## 1.2 中国的海洋生物资源

中国拥有辽阔的专属经济区（EEZ）海域，海岸线长达 18,000 公里，横跨纬度超过 20°。中国专属经济区从广西北部湾和南海的热带海域延伸至东海亚热带海域，并进入北方的黄海温带海域。中国专属经济区和渤海代表世界上三个大海洋生态系（large marine ecosystems, LMEs），其显著的生物地理梯度暗示着中国丰富的海洋生物资源多样性。事实上，涵盖了海洋生物资源及海洋生态系统其他价值的海洋经济，已成为中国国民经济的重要组成部分，年产值 7000 多亿元，占 2017 年 GDP 的 9% 以上(国家海洋局, 2018a)。

中国对海洋生物资源的依赖主要体现在利用海产品生产来满足本国的大部分市场需求（图 1）。中国捕捞和养殖水产品主要在本国消费，占国内水产品消费量的 85-95%；出口量仅占水产品总量的 6% 左右。不过，中国的海产品出口处于高价值端。2016 年，水产品出口额为 207 亿美元，占中国农产品出口总额的 28%。相比之下，水产品的进口额为 94 亿美元，其中大部分是低价值的鱼粉（农业部渔业局，2017）。

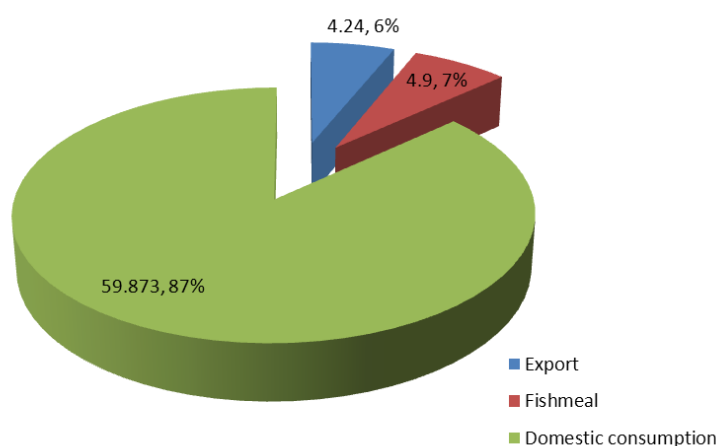


图 1. 2016 年中国水产品市场（数据以百万吨和百分比表示）（农业部渔业局，2017）

然而，中国对海产品和其他高价值海产品的需求正在增长，中国也越来越多地从国外进口海产品，特别是高价值产品（农业部，2018）。中国海洋生物资源已经被过度捕捞，渔业种群衰退严重；这不仅降低了中国生产高价值海产品的能力，也使得生态系统更容易受到气候变化的影响，并面临崩溃风险。远洋渔业缺少开发潜力，也缺乏可持续渔业管理所需的能力建设（技术专业知识、技术和投融资）。与此相类似，海外的海水养殖产品需要以可持续的方式发展，以确保长期可靠的供应。为了满足富裕起来的社会群体对高价值海产品日益增长的需求，中国将需要修复其国内海洋生态系统，使国内海产品生产具有可持续性，并设法鼓励其他国家可持续地管理其资源，同时这两方面也都需要建立抵御和适应气候变化的能力。这些措施也有助于保护和发展中国海产品生产相关行业的利益。

2016 年，中国渔业经济总产值 2.366 万亿元，其中渔业总产值 1.2 万亿元，相关的工业和建筑、流通和服务业产值约 1.16 万亿元。渔业总产值中占比较大的为淡水养殖（5813 亿元），其次为海水养殖（3140 亿元）和海洋捕捞业（1977 亿元）。休闲渔业为 664.5 亿元，但呈持续上升趋势。全国水产品加工企业约有 9700 家，水产品年加工总量约 2165 万吨，其中海水产品加工总量 1775 万吨，所占比例较高（图 2）。

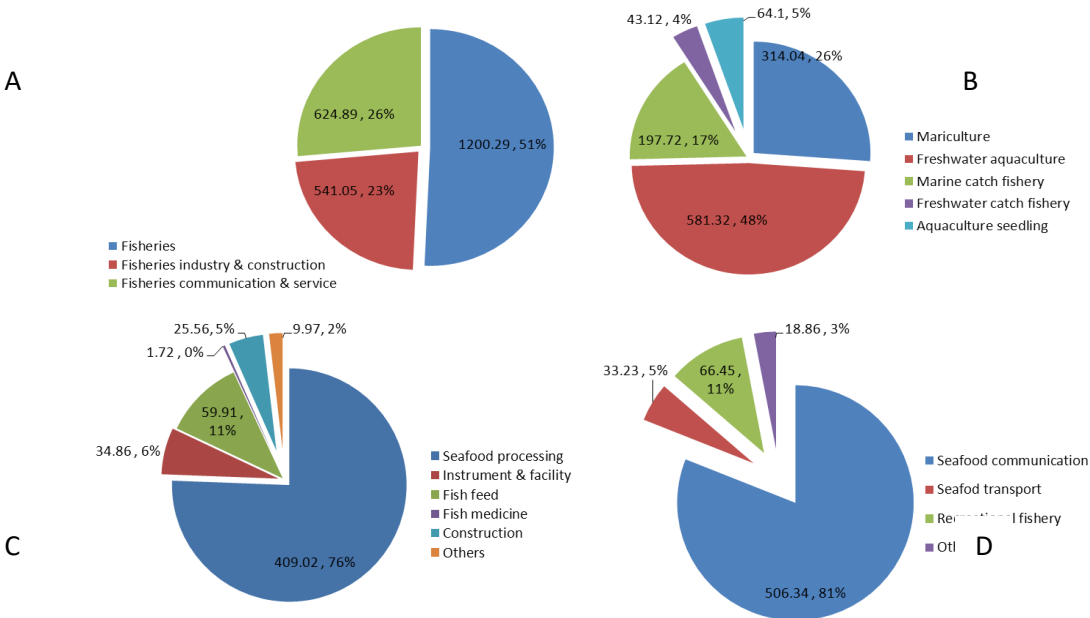


图 2. 2016 年中渔业经济结构（农业部渔业局，2017），其中，产值单位为亿元，比重为百分比。

- A. 中国渔业经济主要成分产值及比重
- B. 中国渔业总产值主要构成及比重
- C. 中国渔业工业和建筑业总产值主要构成及比重
- D. 中国渔业流通和服务业总产值主要构成及比重

## 2. 现状与趋势

### 2.1 中国的水产品需求

近半个世纪以来，中国的水产品总量呈现稳步增长，目前约占全球水产品总产量的 37%。过去十年中，中国对全球水产品需求增长的贡献高达 65% (Nikolik et al., 2018)。1993-2013 年，中国人均水产品表观消费量年均增长 5% 至 38 公斤/人，2016 年达到 49.9 公斤，是全球平均水平（略多于 20 公斤/人）的一倍 (FAO, 2016)。水产品产量的增长速度远远超过了中国相对平稳的人口增长，因此水产品正成为国民饮食的一个较大组成部分 (FAO, 2016)。随着中国人口从目前的 13 亿继续以每年 0.5% 的速度小幅增长，中国所需的水产品供量应将继续增加 (World Bank, 2018)。

据 Nikolik et al. (2018) 估算，未来十年，因中国需求量的增加，对全球水产品消费量的贡献将达到 53%，预计到 2026 年人均消费量将达到 50 公斤/人。从现在到 2020 年，这一需求相关的经济价值可能会以 4% 的复合年增长率增长，到 2021 年将达到 800 亿美元的市值 (AAFC, 2017)。

然而，与一些水产品消费率较高的国家不同，中国的高消费率并不一定反映其对水产品营养或粮食安全的高度依赖。2011 年，鱼类分别仅占中国农村和城市人口饮食的 2% 和 5%，而这两类人群对陆源蛋白质的消耗则较上述比例分别高出三倍 (Liu, 2013 年)。这种城乡差异表明，随着中国人口日渐富裕，他们将越来越偏爱优质食物。事实上，中国对水产品和其他高价值海产品的需求正在增长，因而正越来越多地从国外进口海产品，特别是高价值产品 (农业部, 2018)。2017 年，中国海产品进口量增长 21.7%，进口额增长 21.03% (Godfrey, 2018)。中国中产阶级的扩大，产品处理、存储和运输基础设施的改进，以及新市场的准入，都是导致中国人消费偏好变化的重要驱动因素。

### 2.2 中国的海水养殖生产

60 多年来，中国的水产养殖业一直保持强劲增长（图 3），取得了举世瞩目的成就。养殖产量从 1950 年的不到 10 万吨跃升至 1985 年的 360 万吨，再到 2016 年的 5100 万吨，使中国成为世界上最大的水产养殖生产国，约占全球产量的三分之二。水产养殖作为中国农业当中发展最快的产业之一，在保障市场供应、增加农民收入、提高农产品出口竞争力、优化国民膳食结构及保障粮食安全方面做出了重要贡献。中国海洋渔业总产量在 2016 年达到 3490.15 万吨，占中国渔业总产量的半壁江山；其中海水养殖产量 1963 万吨，占海洋渔业总产量的 56%，高于近海和远洋捕捞产量的总和 (农业部渔业局, 2017)。中国目前的海水养殖产量占全球 60% (FAO, 2016)。淡水产品约占中国水产养殖总产量的 62%，但海水养殖产量仍然很大，并且继续保持增长趋势。

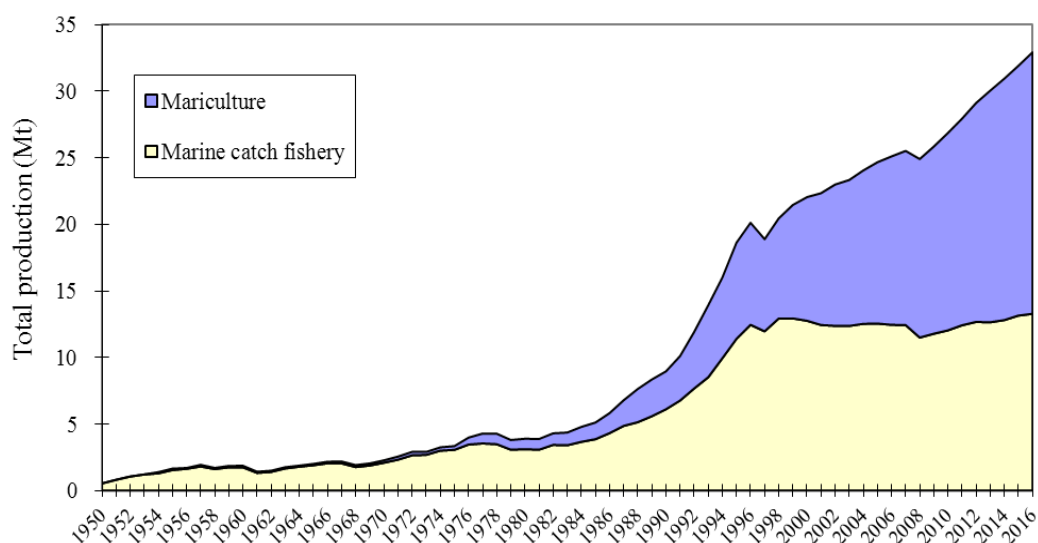


图 3. 1950 - 2016 年中国海洋渔业产量

中国海水养殖业在格局上明显不同于世界其他国家：世界主要养殖国家如挪威等，主要依托一种或少数主导品种，养殖模式也较为单一；而中国在养殖品种、方式和规模等方面都呈现多元化发展。我国海水养殖种类约 70 多种，包括鱼、虾、贝、藻、参等，其中相当一部分种类是依靠光合作用或者滤食天然饲料而生长，在养殖过程中不需要投放饲料。只有鱼类和部分虾蟹类是投饵养殖的品种，其总产量占海水养殖总量的大约 15%（图 4）。

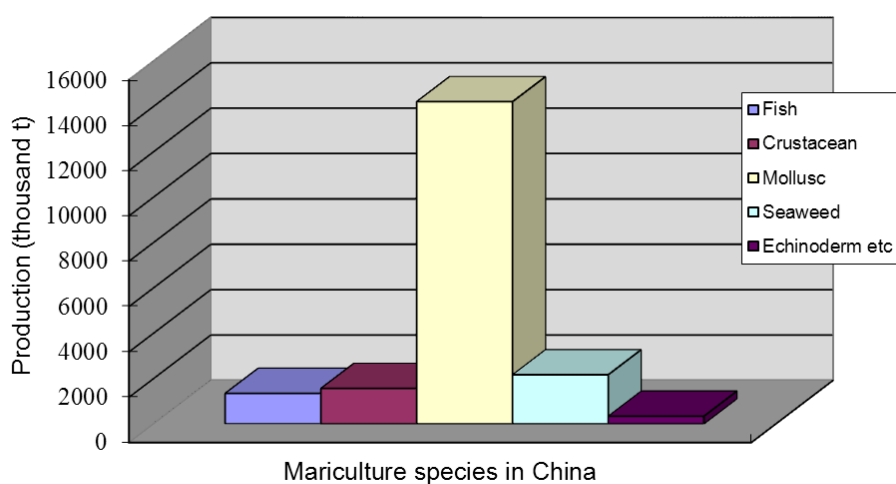


图 4. 2016 年中国海水养殖分种类产量对比（农业部渔业局，2017）

海水养殖业对沿海经济的发展，尤其是近年来的快速发展，起到了推波助澜的作用。产业高速发展的背后，是强有力的政策、财税和科技支撑。从 1950 年代至今，国家采取“以养为主”的发展政策，使养殖产业在内陆和沿海获得了优先发展的机遇，并且一直持续了半个多世纪。其中有一个时期，每隔 4~5 年，养殖产量就会翻一番。国家政策的引导只是一个方面，科技和财税扶植的支撑作用也不容忽视。中国五次“海水养殖浪潮”（指规模的跨越式发展）分别以海带、扇贝、对虾养殖、海水鱼类规模化育苗技术的突破、以及近年来的海参与其他海珍品养殖为基础，大大加速了养殖规模的扩增，也促进了产业多元化发展。1990 年代以来，得益于国家科技投入的增加，中国在海水养殖新品种培育、病害防控、养殖工艺优化和机械化水平的提高等方面，都取得了长足的进步，产业发展不断踏上新的台阶。

自“十二五”规划（2011-2015 年）以来，中国突出强调可持续发展，实现了水产养殖政策的转变。2015 年 4 月，国务院颁布了《水污染防治行动计划》（简称《水十条》），明确规定：要发展生态健康型水产养殖业，在主要河流、湖泊和沿海海域划定禁养区；升级改造水产养殖场；加强对渔用饲料和药品的控制；同时鼓励发展深水养殖。此外，国家还为海水养殖设定了 220 万公顷的面积上限。在渔业“十三五”规划中，提出了“减量增收、提质增效、以及绿色发展”的目标，这一目标也被写入近期发布的法规中。从长远来看，中国的水产养殖政策将注重“健康和可持续”，相关法律法规已经颁布或生效，以保证相关政策的落实。

过去几年中，随着公众对生态系统和环境健康认识的不断提高，水产养殖的环境影响，包括废物排放和化学品滥用等问题引起了中国社会的广泛关注。沿海养殖场的大规模关闭和广泛的沿海修复项目取得了显著进展；而新法规中明确的职责划分，以及 2017-2018 年各部委的重组，是中国行政体制取得的真正突破，必将显著改善海洋和海水养殖治理。

## 2.3 中国的渔业生产

中国已经认识到海洋栖息地的重要性，并开始加大对海洋栖息地的保护力度。例如，从发展过程来看，中国的渔业管理就发生了很大变化。Shen and Heino（2014）概述了从 20 世纪中叶至今中国渔业管理的四个主要阶段：20 世纪 50 年代为第一阶段，呈现稳定的经济和技术发展，渔业从以前的落后和以手工业为主的性质转变为具有一定规模的工业企业。20 世纪 60 年代为第二阶段，随着工业化的开始，大部分渔业资源得到充分利用。20 世纪 70 和 80 年代为第三阶段，继前一阶段达到充分利用之后，在缺乏有效管理的情况下，许多渔业资源不出所料地出现崩溃。第四阶段及 20 世纪 90 年代以后的阶段，中国为了应对第三阶段出现的渔业资源崩溃问题，开始实施更加严格的渔业管理。

尽管中国的海水养殖产量迅速增长，并且预计将继续保持增长，但捕捞渔业的重要性也不容忽视。到目前为止，中国仍然在海洋捕捞产量上处于世界领先地位。2013年，中国渔船捕捞量接近1400万吨，几乎是第二大海洋捕捞国（印度尼西亚）的三倍（Zhang, 2015）。其中约90%的渔获量来自近海，其余10%来自远洋海域（DWF; Zhang, 2015）。然而，自20世纪90年代中期以来，中国专属经济区的总渔获量变化并不大，而这一期间的远洋渔获量几乎翻了一番（Shen & Heino, 2014; Zhang, 2015）。尽管渔获总量保持不变，但全国渔船总数在1990-2010年间增加了两倍（Shen & Heino, 2014）。而在2017年，农业部提出了“双控”目标，规定到2020年全国压减海洋捕捞机动渔船2万艘、功率150万千瓦，近海捕捞总产量减少到1000万吨以内。因此，远洋渔业产量的持续增加对中国未来的渔业发展和渔业政策将产生重要影响。

渔业仍然是中国经济的重要驱动力。就全球市场而言，中国在海产品出口额（近200亿美元，排名第一）和进口额（80亿美元，排名第三）方面位居全球前三位（Zhang, 2015）。虽然目前海水养殖产量远远超过捕捞渔业，但中国在全球海产品供应链中的地位及其世界领先的捕捞渔获量、以及渔业劳动力规模，都意味着捕捞渔业管理从社会、经济和环境方面来看仍然是一个关键的政策问题。

中国的捕捞渔船在沿海、大陆架以及更远的海域从事捕捞活动，在作业方式、船舶材质性能及马力大小等方面极具多样性。这些渔船分布在11个沿海省市，覆盖了中国18,000公里的海岸线和三个大海洋生态系统，商业化的渔获种群超过1000种（Liang et al., 2018）。虽然这些渔船具有一定的共性，但要归纳总结这些资源利用多样化、数量庞大且分散的渔船队，却并非易事。这些渔业作业方式大部分是兼捕型，并且使用非选择性网具——以单一种群为目标的渔业十分罕见。为了解决这些共性问题，中国最新出台了一系列渔业政策，同时也允许地方根据各自的区域特征来采取更具针对性的管理措施。

## **2.4 中国沿海和海洋生态系统的健康状况**

中国拥有多样化的海洋和海岸生态系统，包括河口、湿地、红树林、珊瑚礁、海草床、上升流系统等，为其向蓝色经济过渡，特别是为渔业和海水养殖的可持续发展提供了基础。中国的沿海和海洋为20,000多种海洋生物提供了栖息地，其中包括3,000种鱼类。中国的滨海湿地达580万公顷，约占全国湿地总面积的11%。这些湿地每年提供价值2000亿美元的生态系统服务，如粮食生产和海岸线稳定，占中国所有生态系统提供的生态服务总量的16%（Ma等人，2014年）。湿地是野生鱼类和无脊椎动物重要的觅食、产卵、育幼和越冬场所。2011年，中国的滨海湿地提供了2800万吨养殖和野生捕捞海产品，占全球海产品总产量的20%（Ma等人，2014年）。

滨海湿地的**重要性**不言而喻，然而自 20 世纪 50 年代以来，中国累计丧失了 50% 以上的滨海湿地，包括 57% 的红树林和 80% 的珊瑚礁（Blomeyer 等人，2012 年；Ma 等人，2014 年）。滨海湿地仍以比内陆湿地高 2.4 倍的速度消失中。在过去的二十年里，中国筑起累计长达 11,000 公里的海堤（约覆盖中国海岸线总长的 60%，超过了古长城的长度），以用于防御风暴潮，并围填滨海湿地用于海水养殖、农业和工业用途（Ma 等人，2014 年）。累计围填面积从 1990 年估计的 80 万公顷增加到 2015 年的 150 多万公顷，其中约三分之一用于海水养殖（图 5）。黄海生物多样性丰富，是重要的渔场所在地，也是候鸟的重要停留地，但自 20 世纪 80 年代初以来，围填海导致这一地区丧失了 35% 的潮间带，特别是位于南部的江苏和上海的沿海地区。大部分潮间带，特别是在渤海，现已被海水养殖池和网箱占据。栖息地的丧失可能导致相关生态系统功能和服务的退化，并最终增加赤潮和绿潮爆发的风险，且易受洪水和风暴等自然灾害的影响。据估计，中国滨海湿地丧失造成的年经济损失额约为 460 亿美元（An 等人，2007b）。



图 5. 1990-2015 年中国围填的滨海湿地用途（Cao et al., 2017）。

在中国，栖息地的丧失不仅归咎于沿海工程和开发。海水养殖、农业和其他陆地工业的污染物进一步侵蚀了主要栖息地，包括在某种程度上缓冲了沿海地区改造的海洋栖息地。中国受污染的海洋面积超过其海洋总面积的一半左右，导致其海洋渔业每年的经济损失额估计超过 5 亿美元（CCICED, 2013 年）。一些海洋生态系统，特别是渤海和黄海北部，已经严重退化并且出现季节性缺氧（Gao 等人，2014 年；Zhai, 2018 年）。辽东湾、渤海湾、胶州湾、长江口、杭州湾、闽江口和珠江口发生了严重的富营养化污染，影响了鱼类和其他海洋生物资源的生存。

依赖海洋生物资源多样性支撑的健康海洋生态系统的捕捞渔业和海水养殖业，也是这种多样性面临的主要威胁之一。通过拖网、细网和捕鱼笼进行的过度捕捞和破坏性捕捞，可能导致许多重要经济鱼类丧失育幼场。大规模海水养殖的过度开发也会对沿海和海洋生态系统造成压力，并降低野生鱼类的丰富度和底栖生物的多样性。因此，本报告重点关注海水养殖、捕捞渔业、海洋栖息地和生物多样性的可持续管理所面临的挑战，克服这些挑战的全球最佳做法，以及在中国和全球挖掘最能从海洋生物资源综合提供的广泛生态系统服务中获取价值的新政策范例。



### 3. 海洋生物资源管理面临的挑战

中国政府正在持续地大力加强对全国海洋生物资源的管理。这对于任何一个国家来说都不是一件易事，对中国而言尤其具有挑战性，因为与其他国家相比，中国的海洋生物资源支撑了更高的捕捞渔业和水产养殖产量，提供了更多的渔民就业机会，同时也可能面临更大的环境污染和资源开发的压力。因此，中国虽然在管理上取得了一定的进展，但无疑也面临着巨大的挑战，那就是如何确保海洋生物资源的可持续利用。通过对中国海洋生物资源现状和趋势的分析，我们认为中国政府需要持续关注以下问题：

首先，需要在各方面加强监控，以提高从业者遵纪守法的自觉性，使管理部门能够应对不断变化的环境和紧急情况，并增进对海洋渔业所依赖的生态系统的科学认识。其次，需要整合海洋空间规划，优化水产养殖和其他商业用海的空间格局，并划分出需要保护、修复或改善的重要栖息地。第三，有必要继续实施基于产出的管理和捕鱼权分配制度（中国在这方面已经开始尝试），以产值而非产量作为海洋生物资源管理的目标。第四，需要了解气候变化对中国海洋生物资源的影响，并制定相应的政策方案。最后，有必要强化保护栖息地和生态服务功能的法律，因为二者是中国海洋生物资源保持健康的前提，更是中国庞大的海洋渔业赖以生存的基础。

本章将论述中国和管理海水养殖和海洋捕捞两项生产经营活动中所面临的挑战，因为这些经济活动对海洋生物资源的影响最大；同时，我们也分析了保护栖息地和生态完整性所面临的挑战，因为栖息地是生物资源及其相关生产活动的基础。除了执法不力等内部挑战外，我们还描述了气候变化、性别歧视等问题带来的外部挑战。最后，由于中国越来越多地通过进口来补充其捕捞海产品的供应，我们简要介绍了其他国家在海洋生物资源管理方面面临的挑战。

#### 3.1 海水养殖

我国的海水养殖业主要通过海域使用证和养殖许可证的发放进行管理。海水养殖许可证和海域证由农业部（MOA，现为“农业农村部”）和国家海洋局（SOA，现为“自然资源部”）下辖的市级或县级海洋和渔业局颁发。由于种种原因，一些养殖场并未获得许可证。即便养殖场获得了许可证，养殖品种的变更或经营规模的扩大也未受到限制，这导致了局部养殖水域的污染、环境恶化、疾病流行，同时加大了保证水产品质量和安全的难度。

##### 3.1.1. 海水养殖的生态影响

海水养殖的生态影响主要包括占用栖息地的问题、环境污染问题、以及养殖业对海洋生物多样性的影响等方面；而缺乏科学合理的海水养殖空间规划，又是导致诸多症结的根本原因。这些问题都可归结于政策空白，其突出表现是中国许多海水养殖区超容量养殖的

问题。

我国的海水养殖业主要通过海域使用证和养殖许可证的发放进行管理，养殖業者获得两证后，可以在确权的海域从事养殖活动。两证虽然明确规定了可以使用的水域空间，但对于养殖密度、养殖种类结构和养殖布局则无任何限制（Liu, 2016）。在水产品价格上涨的情况下，农民倾向于养殖利润更高的种类或增加养殖密度；而地方当局很难确切地知道企业正在养殖哪些种类，并采取相应措施控制特定水域的养殖产量和污染物排放。因此，养殖种群的变更或经营规模的扩大往往并未受到适当的监测、监管和限制。在 20 世纪 90 年代以前，这种宽容的管理方式对促进我国水产养殖业的发展发挥了重要作用。但随着养殖空间的不断拓展，养殖规模的不断扩大，单位水体养殖生物量和养殖密度无限制的增加，导致了养殖自身污染加剧，环境质量下降，病害频发，水产品质量越来越难以保障。此外，由于水产养殖海域使用方面的冲突，无证从事海水养殖活动的情况也屡见不鲜，这反过来又引发了超容量养殖的问题。由于现行法律法规存在漏洞，尤其是执法较为薄弱，中国渔业管理部门需要功能强大的空间规划工具来推动对海水养殖的严格治理。

海水养殖业在保障我国粮食安全和沿海经济发展的同时，也占用了大量的空间。据统计，海水养殖占用了我国滨海湿地总面积的 1/3、浅海总面积的 10%（Liu and Su, 2017）。近半个世纪以来，我国进行了大规模的围海养殖（Wang et al., 2014），包括构筑围堰和土池等，围填海导致大面积的海岸地貌改变，滨海湿地生态系统严重退化。在过去的 40 年里，我国东南沿海已经建成了约 24 万 ha 虾塘，其中广西有 4.62 万 ha，主要是通过毁掉红树林和海草床来建造的。据“国家海洋督察第一批围填海专项督察意见”（国家海洋局，2018b），辽宁、河北、江苏、福建、广西和海南等省违法违规用海问题严重，其中河北省围海养殖用海总面积约 18424 公顷，取得海域使用权的面积仅为 27%；江苏省违规占用海域进行养殖涉及 137 宗养殖用海、占用滩涂 3000 多公顷，占用自然保护区缓冲区及生态红线区养殖 9955 公顷。这些违法违规用海和占用各级各类自然保护区用海，势必造成海洋生物多样性和重要水生生物种质资源的破坏，对我国近海生态系统造成难以估量的损失。1989-2000 年间，中国丧失了 12,924 公顷的红树林，其中 97% 以上是由于虾塘建造造成的。可见，海水养殖生产经营活动公然违反法律法规的情况并不是例外，这清楚地反映了行政部门执法不力和不作为的问题。

超容量的海水养殖活动不仅侵占了许多野生动植物的栖息地，而且还由于污染导致了其他一些栖息地的退化。根据全国渔业生态环境监测网 2014 年的监测结果，我国四大海区渔业水域局部污染仍然较严重，其中无机氮、活性磷酸盐和石油类的超标率分别为 72%、34% 和 39%（贾小平等，2017）。同时抗生素污染的威胁也在增加。受到河流输入和养殖业排污影响，北部湾水体中曾检测出多种抗生素类药物（Zheng et al, 2012），其中红霉素为最主要抗生素种类，检出率为 100%，浓度范围 1.10~50.9ng/L；其次是磺胺甲噁唑，浓

度和检出率分别为 $<10.4\text{ng/L}$ 和 97%。中国的海水养殖主要以海藻和贝类等非投饵性生物为主（图 5. 2016 年中国海水养殖分种类产量对比），同时也养殖大量的鱼类和甲壳类等投饵性动物。就鱼类养殖而言，所投喂的饲料中只有 27%~28%的氮被吸收并转化为鱼肉，而超过 70%的氮变成废物被释放到环境中（Hall et al., 1992 年）。特别是在大规模和高密度养殖的情况下，投饵养殖明显导致了周围海水污染。南通市是中国主要的南美白对虾生产基地之一，其养殖规模从 2013 年的 6700 公顷迅速扩大到 2017 年的 12,700 公顷。养虾小棚在滩涂和农田中快速增加，导致了一系列的环境问题，如土壤盐渍化、地下水过度开采和浅层地下水污染。河北、山东等省的主要水产养殖区也存在类似问题，海水养殖污染物的清理和整治已成为地方政府面临的重要挑战。根据《中华人民共和国渔业法》，控制水产养殖排放是各级渔业主管部门的一项主要责任。然而，这项任务在很大程度上被忽视或让位于增加产量。缺乏环境监测专业技能和废物排放标准也是导致这一问题的部分原因。

海水养殖环境影响的另一个方面是，养殖投饵性种类（如，鱼类和甲壳类动物）需要大量的饲料，饲料中的鱼粉等主要原料通常依靠捕捞具有重要生态价值的饲料鱼（即所谓的鲜杂鱼）。中国的水产饲料业已经经历了 30 多年的快速发展。其产量从 1991 年的不到 100 万吨增加到 2012 年的 1800 多万吨，增长了近 24 倍，占全球产量的 41%。同期，世界上最大的水产饲料生产企业也得到快速发展。一些水产饲料的加工技术和质量逐渐提高。例如，中国养殖对虾的饵料系数已降至 1.0-1.2，几乎达到了高效生产的国际标准（刘慧等，2017）。但是，在某些情况下，饵料系数或海水养殖产品的饲料投入产出比仍然很高。过量使用饲料会加剧海水养殖的环境污染和对栖息地影响，而科技进步对提高饵料转化率和水产养殖业的综合表现至关重要。

### 3.1.2. 经营和经济因素

由于养殖海域的污染日益严重，偶尔会发生大规模死亡事故，造成巨大的经济损失。一方面，沿海水体富营养化趋势明显，显著增加了赤潮和绿潮的发生频率；另一方面，各种类型的环境毒素也在不知不觉中增加，并且导致养殖生物的灾难性大规模死亡。据农业部统计，2014 年全国共发生渔业水域污染事故 284 起，造成的直接经济损失达 5308 万元。由于长期累积污染导致渔业栖息地恶化，2014 年的渔业资源损失高达 81.8 亿元。其中，海洋天然渔业资源的经济损失为 69.8 亿元，而内陆水域的经济损失为 12 亿元（刘慧等，2017）。这些外部因素对海水养殖业构成严峻的挑战，海水养殖场必须依靠科学选址和进水消毒处理才能成功运行。同时，更好的环境监测和监督系统也可以保护行业免受灾难性事件的影响。

2017 年我国黄渤海虾夷扇贝养殖产业发生了局部大规模死亡、贝体消瘦和产量下降等产业灾害，其中以獐子岛海洋牧场贝类减产导致利润亏损 5-7 亿元的事件最具代表性。尽管企业和有关专家提出这次灾害可能归咎于一些环境因素，但是，到目前为止尚未就此给

出一致的解释。獐子岛事件暴露了中国投入巨资大规模建设海洋牧场的严峻问题。目前已建和在建的 200 多个海洋牧场，其规划和选址大多缺乏充分的科学依据，主要是为了达到商业目的、经济效益而投入，对于生态环境和自然条件等系统风险评估不足，且其运行过程中也缺乏适当的监测。獐子岛事件是多个不利因素叠加耦合的结果，也警示我们进行海洋牧场相关科学与技术研究、加强管理的重要性。

除了遭受灾害导致的经济损失，饲料、能源和劳动力价格的上涨，也进一步冲击着海水养殖业曾经相对稳定的盈利能力；而海水养殖产品价格的大幅波动，以及连续的水产品安全事故引起的消费者信心下降，则进一步加剧了这些影响。早在 1988 年，曾经导致 30 多万人感染甲肝的上海“毛蚶事件”就已暴露出我国水域环境污染的严重问题。然而，政府并没有立即采取措施治理日益恶劣的生存环境，而是寻求最简单的办法：禁售毛蚶。其实毛蚶只是冰山一角，背后折射出的是全社会对水域环境污染长期以来的无动于衷，或无能为力。从那时到现在二十多年时间，我国的食品安全问题已经无处不在，蔬菜、粮食、肉、奶、蛋都出现过问题，其中很大一部分与环境污染有关。非痛下决心、标本兼治，才能从根本上改善海洋环境和我们的生存环境，才能让海水养殖产品得到消费者的信赖。

### 3.1.3.技术挑战

我国海水养殖管理缺乏科技支撑。一方面是科技研发不够，不足以支撑管理；另一方面是我国尚缺乏科技咨询制度，管理者习惯于拍脑袋办事。监测和科学数据收集是海水养殖治理的最重要工具，但各级渔业主管部门并未对此进行充分部署。渔业管理信息系统建设落后，许多养殖场无证经营，各级管理部门尚未建立起养殖场库存量常规报告制度。因此，基层海洋渔业局通常并不全面掌握所辖各养殖场的养殖品种和产量。此外，尚未对海水养殖的环境影响（包括各养殖场的排放量）进行系统性监控。数据不足（部分归咎于治理和科研机构之间难以实现数据共享）、以及缺乏数据支撑的决策，已成为有效治理海水养殖的一大障碍。

科技成果转化一直是中国的老大难问题。中国水产科技成果转化渠道不畅通，缺乏鼓励科研人员参与成果转化的积极性。虽然海水养殖是应用性学科，以应用研究和应用基础研究为主，但许多科研成果、专利、研究报告都停留在纸上，真正能实现产业化应用、创造产值和效益的，所占比例非常低。在现有人事考核体制的引导下，海水养殖研究领域“重论文、轻实效”的现状在短期内很难改变。中国有相对发达的水产技术推广体系，全国有各级水产技术推广站 13463 个，约有 37600 人从事水产技术推广工作，年度水产技术推广经费总额约 37 亿元（渔业统计年鉴，2017）。不能否认，水产技术推广体系在推动产业发展、推广新技术和新理念方面，发挥了重要作用。但是，由于部分推广系统领导缺乏专业训练，对水产专业技术理解不充分，使一些应用效果很好的技术得不到推广站的支持，而少数主推技术则缺乏显著的先进性，既没有详实的科学数据做支撑，也没有产业实际应

用效果作验证。盲目推广所谓新技术，不仅会白白耗费国家惠农资金，而且还会影响企业的正常发展，根本达不到推动产业转型升级的效果。为了激发海水养殖领域的创新性，中国需要培养对科学技术的深刻尊重，并在各级政府管理部门制定激发创新活力的政策。

中国的环境和渔业政策正在进行优化调整，以应对海水养殖的许多环境影响，这同时也给海水养殖业带来了新的挑战。自 2012 年中共十八大以来，中国加快了建设生态文明的步伐。因此，中国的环境质量日益改善，特别是随着新的《中华人民共和国环境保护法》于 2015 年颁布生效，环境监管、生态审计、环境执法和违规处罚等方面都得到加强。经过几十年不受限制的投资和增长，这些政策变化给海水养殖业带来了前所未有的压力。目前的政策法规已禁止海水养殖业排放废水和废物，以及使用燃煤锅炉；一旦发现与海洋保护区或生态红线（用于旅游或其他海洋用途）产生冲突，海水养殖业就必须做出让步。海水养殖企业必须决定是选择关闭还是承担合规合法经营、进行设备改造的成本。中国在改善环境质量和减少碳排放方面的行动，将影响包括海水养殖在内的所有行业。鉴于这些政策变化对海水养殖业提出的要求已经迫在眉睫，有必要迅速采取行动进行污染治理和发展绿色低碳技术。

### 3.2 海洋捕捞

过度捕捞不仅是全球许多渔业面临的最重要问题，也可能是整个海洋生态系统面临的最重大影响。这并不是说其他影响不重要，在一些地方，其他影响可能比过度捕捞更严重。数量庞大而无所不在的渔船不仅导致渔获生物直接死亡，通常也会对栖息地产生附带影响，因此，过度捕捞仍然是全球范围内海洋健康面临的主要威胁。事实上，近期研究表明，结束过度捕捞可以促进海洋野生动物（包括哺乳动物、鸟类和海龟）种群的恢复，从而揭示了过度捕捞对生态系统的严重影响（Burgess et al., 2018）。导致过度捕捞的原因多种多样，因渔场和捕捞对象而异。过度捕捞有两个最常见的驱动因素：一是经济激励措施与预期的环境结果不匹配；二是渔民与决策过程相脱节，因此不太可能接受政策和遵守法规。

在过度捕捞的严重后果和驱动因素方面，中国当然也不例外。中国的海洋生态区曾因其丰富的渔业资源和优质的海产品而闻名于世。然而，在过去四十年中，过度捕捞及其他因素引起的海洋环境恶化，导致“海中无鱼”现象日益增多；这些渔业种群曾经是中国渔业的主要组成部分，在今天的渔获物和生态系统中却变得很少见。例如，舟山群岛的渔场面积达 22 万平方公里，这里曾经有着丰富的渔业资源，素有“东海鱼仓”和“海鲜之都”之称。但是，就是这一地区的大黄鱼渔获量，已从 1957 年的 17 万吨急剧下降到 2015 年的 400 吨左右，降幅超过 99%。

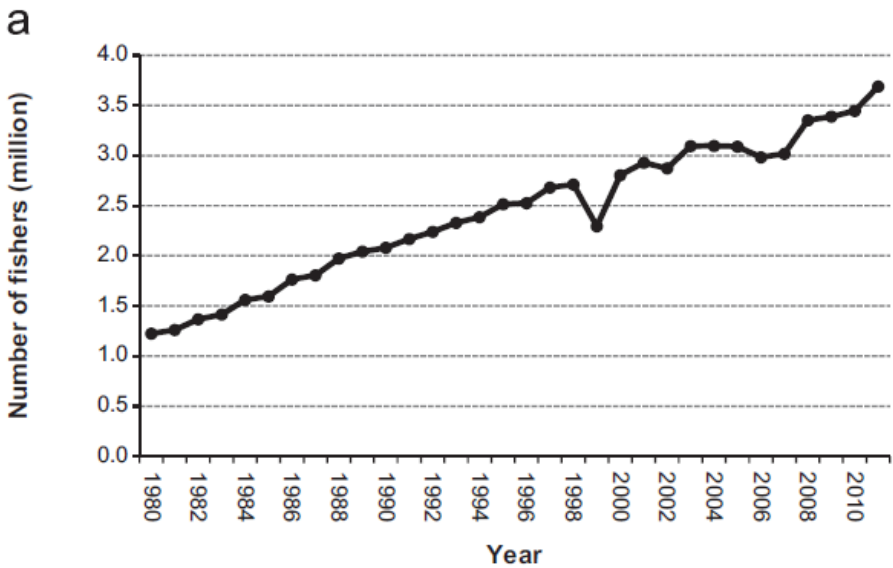
中国其他渔场也呈现出类似的资源量下降趋势，特别是价值最高的种群，目前这些渔获量的损失已被更丰富和低价值种群增加的渔获量所抵消（Szuwalski et al., 2016）。此外，

休闲渔业和远洋捕捞也带来了新的发展机遇。当然，如果休闲渔业和远洋捕捞得不到可持续管理，那么这些转变可能仅仅意味着将国内商业渔船的过度捕捞问题转移给其他渔船。在许多情况下，一些类似的因素导致了渔业资源的减少，包括无限制地过度投资渔船，缺乏足够成熟的种群评估和管理技术，以及管理改革和资源恢复相关的社会经济影响。

### 3.2.1. 捕捞强度过大

自 20 世纪 80 年代以来，全国捕捞渔业总产量急剧增加。这一方面是由于渔船和渔民数量增加，因为越来越多的人认识到渔业是一个重要的经济来源；另一方面是由于技术改进使渔民在种群资源下降的情况下仍能够捕到鱼；还有一个因素就是政府提供了渔业补贴。然而，资源生产率的自然极限终将阻止渔获量的进一步增加，甚至导致渔获量下降。中国就是这种情况，自 20 世纪 90 年代中期以来，中国的渔获总量变化很小，只有远洋捕捞产量有所增加。

随着国家对渔业资源衰退问题的重视，中国的渔业政策和管理也发生了变化。主要变化包括，制定了一系列更加严格的许可制度，定期开展渔船调查，以便更好地估算渔船总数（也包括三无渔船）。这些措施有助于确定中国渔业面临的捕捞强度问题的严重程度（图 6）：中国的渔民总数呈现稳步增加，尽管渔船数量有所减少，但渔船的发动机总功率有所增加。这意味着较小的渔船正在退役，而较少数量的较大渔船被投入运营；较大的渔船往往需要足够多的船员，因此渔业劳动力有所增加。虽然越来越多的远洋捕捞渔船离开中国海域，前往公海或其他国家的专属经济区进行捕捞活动，但远洋捕捞仍仅占中国渔获量的一小部分。如何解决过度投资渔船对国内海域带来的过大压力，仍然是中国目前亟待解决的问题。



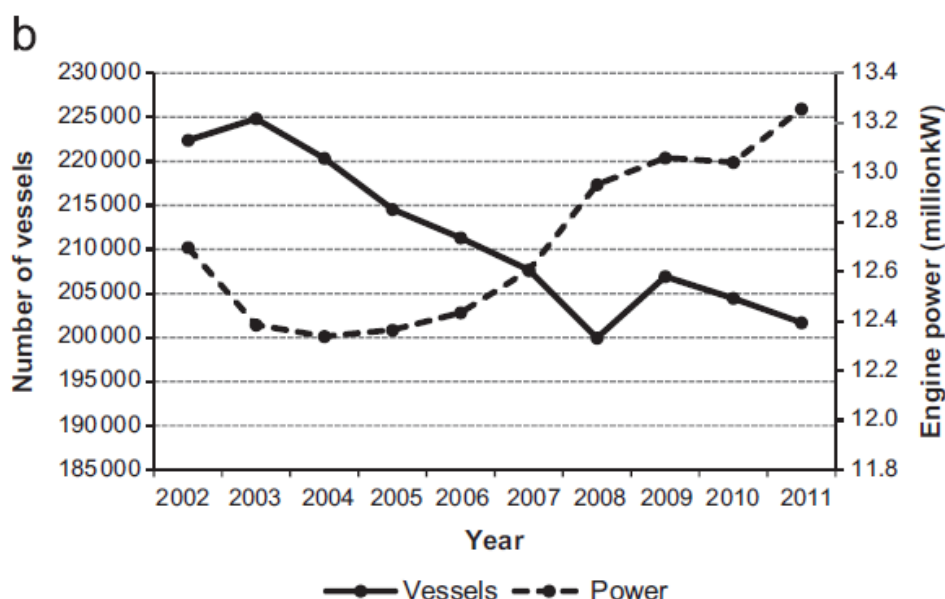


图 6. 中国渔民总数（a）和捕捞能力（渔船数量和发动机功率）（b）的变化（Shen & Heino, 2014 年）

近期，国家出台了一系列政策，旨在解决严重的捕捞能力过剩的问题，使全国范围内的捕捞能力与渔业资源的再生能力相协调。非法渔具和三无渔船的普遍存在无疑加剧了这一挑战。例如，在浙江省，尽管政府设定了 200 万吨的渔获量目标，但 2013 年中国东海海域的总渔获量达到 300 万吨，三无渔船数量更是达到 13,000 艘的峰值。与中国大量的渔民和渔船相比，执法人员数量明显不足，难以充分监测合法持证经营渔船的捕捞活动和渔获量，想要发现和惩治非法渔船更是难上加难。

### 3.2.2. 社会经济因素

一些重要的社会经济因素给解决捕捞强度过大问题增加了难度。为了最大限度地提高短期经济收益，尤其是贫困的农村地区（可供其选择的其他生计很少），为了单纯增加产量而忽视了长期的资源再生能力和捕捞产量的稳定。类似的利益取舍也会发生在一个不受监管的行业，究竟是要投资于价格趋势，还是要在供应链中建立强势地位？这样的利益取舍最终会导致生态退化、经济损失和社会贫困。遗憾的是，这些不利后果只会迫使渔民加大捕捞力度，以期抵消其蒙受的损失；于是便导致进一步的生态退化，进而形成恶性循环。

表面看来，恢复和稳定捕捞渔业的办法简单明了：无外乎降低捕捞压力，让渔业种群自然恢复，然后以保守的速度捕捞已恢复的渔业种群。当一种渔业种群数量庞大的时候，即使适度的捕捞压力也可以产生高产量和高利润，因为基础资源量丰富且捕获效率高。事实上，近期的一项全球分析报告认为，尽管全球范围内有大量过度捕捞和资源崩溃的渔业种群，但恢复和可持续管理这些渔业资源将在未来创造更高的产量和利润（Costello et al.,

2016)。然而，现实的经济和社会压力往往会阻碍政府采取行动去恢复资源。如果采取积极的恢复行动，那么渔业社区可能会经历一段艰难时期，特别是在不采取其他措施来满足社区经济需求的情况下。如果种群恢复得较快，那么这可能只是一个短期问题；但对于缺少其他可行生计选择的社区而言，没有食物或收入的任何时期都可能产生毁灭性的影响。此外，导致渔业资源下降的捕捞强度过大问题，可能首先需要一些渔民退出，才能实现并维持渔业的可持续发展。

补贴通常会损害渔业的经济和生态可行性（世界银行，2009）；不过，有时限的补贴可能是改革和资源恢复期间维持渔业社区生存的一种有效策略。到目前为止，中国的渔业补贴尚不具备这种性质。2015 年，国家财政部和农业部做出决定，自 2006 年以来实施的广泛、大规模和长期的燃料补贴政策扭曲了价格信号，且与缩减渔船规模和压减渔获量的政策背道而驰。因此，中央政府宣布，燃料补贴将在 2019 年降至 2014 年峰值的 40%，而到 2020 年底则降为零。

在浙江省为解决“海中无鱼”问题、恢复东海渔场而采取的一系列行动中，鼓励渔民转产转业可能是最重要的。一些失业的商业渔船船员在日益增长的休闲渔业中可以找到新的就业机会，还有一些则加入了远洋捕捞渔船。此外，与沿海地区的其他行业一样，中国的许多捕捞企业还雇用了大量的农民工。例如，浙江省估计有 30% 的渔民来自其他省份。一般来说，福利政策仅适用于本省的合法居民，这意味着重新安置计划无法满足所有船员的社会和经济需求。此外，福利计划通常不适用于可能需要更多收入来供养其家庭的中老年渔民。

### 3.2.3. 技术挑战

由于未能全面开展渔业资源评估，加之数据质量和无法共享等问题，阻碍了中国对过度捕捞问题的全面评估。不言而喻，缺乏科学评估的渔业更有可能出现衰退和崩溃（Costello et al., 2012），这意味着许多中国渔业种群的现状确实堪忧。在总渔获量基本保持不变的情况下，全中国的渔船数量都在持续增长，这意味着资源量实际上正在下降；总渔获量的维持很可能仅仅是依靠增加了捕捞强度和远洋捕捞产量。

通常，可靠的科学与健全的政策之间是相辅相成的：政策可以推动对可靠科学的需求，而科学可以提高行政效率。例如，有明确目的、具体目标和限制性指标的政策法规，以及对规避风险的管理要求，既需要科学信息，也可以帮政府和科学家明确其工作重点。有同样特质的还包括一些渔业管理政策，它要求考虑管理的适宜空间尺度，同时还需要了解影响管理政策和受这些政策影响的生态系统因素。中国通过强化管理不断巩固了国家行政能力。不过，为了应对海洋渔业自 20 世纪中叶至今的快速发展所积累的捕捞强度过大和环境退化问题，相关的行政和管理还有待加强。



尽管存在这些问题，但中国确实拥有强大的科研能力来帮助政府应对渔业管理方面的挑战。中国的学术机构和科研院所在全球都备受赞誉，中国的渔业研究人员在各大期刊上也发表了大量研究成果。然而，由于个人或机构不可避免地面临一些结构性障碍，这种能力并未得到充分利用。渔业调查数据的公开透明和数据共享极为有限；大学和省级渔业研究机构通常无法充分获取国内主流渔业研究机构收集的数据，而这些数据恰恰可帮助他们开展更多的创新性研究，并完成更多更好的种群评估。此外，数据共享还有助于加强合作，提高技术分析的总体质量和数量，用来支撑渔业管理。

当然，即便消除了这些结构性障碍，数据开始更自由地流动，且各机构之间的务实合作逐渐增加，只有将这些数据纳入模型和分析中，中国才有望建立可靠的渔业科学。具体说来，有必要将每种渔业生物的准确总渔获量数据，以及不同渔具、不同季节或区域，或生物体不同生长阶段的渔获量等高分辨率数据，纳入任何渔业管理计划当中。遗憾的是，渔获物监测不足也意味着这些数据往往质量低下，或者完全缺失。中国在这方面也不例外，改善监控可以说是中国渔业管理面临的最重要的挑战。

监控的重要性不仅在于其科学价值，还体现在帮助执法和影响捕捞作业方式上。随着渔业监控的改善，可采用的管理策略的范围和有效性也会提高。例如，实施总可捕量（TAC）管理，特别是将配额分配给个人、渔船、社区、合作社或其他实体，通常是最有效的渔业管理策略。然而，在缺乏有效监控的情况下，这些方法将激励非报告的渔获物海上丢弃现象，从而导致错失管理目标，进而导致基于错误数据的科学评估。由于缺乏必要监控，中国尚难采取产出控制措施，因此中国目前主要依靠投入控制来管理海洋渔业。虽然其中一些措施产生了重要的成效，但它们仍无法满足中国所有的管理需求，且存在效率低下的问题，从而加剧了渔船和渔业社区的社会经济压力。

中国的捕捞渔业是高度兼捕性的，这是由生态系统的性质所决定的，但同时也是由非选择性渔具的使用、以及对单个种群的可捕量未加限制造成的。中国消费者对海产品的喜好也很广泛，因此在渔获物选择方面的市场压力较小。为了可持续地管理这种多样性的渔业，科学机构之间的合作必须加强，同时也需要加强渔获物监测来改善数据流。此外，还需要研发新的科学工具和管理策略，以避免生态系统的整体退化。

### **3.3 栖息地和生物多样性**

中国已经认识到海洋栖息地的重要性，并开始加大对海洋栖息地的保护力度。正如第4节中进一步讨论的那样，将受到严格政策要求的驱动，同时政府也为许多重要沿海地区和海域的监测、研究、保护和修复项目提供支持。尽管取得了一定进展，但仍面临重大挑战，总体管理成效十分有限。其中最严峻的挑战是，政策架构依旧存在缺陷，特别是难以

建立强大、清晰和全面的治理体系，加上技术基础薄弱，阻碍了现有政策的有效实施及更强有力的政策的制定。

### 3.3.1. 治理问题

中国尚未充分认识到、更没有评估健康的栖息地和生物多样性对于维持和恢复海洋生物资源的重要性。可用数据与海洋生物资源的广泛价值（如，海产品生产、娱乐、美学和调节服务）之间仍存在显著差距。尽管如此，中国已经出台了一系列法律法规来保护沿海栖息地和海洋生物资源，如《中国渔业法》和《水生生物资源保护国家行动计划》。但是，这些法律法规的实施和执行仍然不足。中国仍然缺失海洋生物资源综合管理相关的国家立法。这加剧了海水养殖和渔业部门之间的冲突，同时监管决策几乎完全忽略了海洋生物资源提供的许多其他价值。令人感欣慰的是，“十三五”规划及 2018 年国家宪法修正案皆高度重视生态文明建设，为制定与海洋生物资源综合管理相关的国家立法奠定了基础，但其制定工作尚未正式启动。具体地说，相关的现有国家政策缺少以下关键要求：

- 评估主要生态系统功能和关键海洋生物资源的价值；
- 识别维持这些功能和价值所必需的种群和区域；
- 保护或恢复某些种群和海域的条件；
- 监测和执法以确保法规得以遵守。

国家海洋生物资源政策的缺失体现在治理体系的方方面面，导致栖息地和生物多样性陷入危险境地。由于中央政府的强制性要求不足，地方政府也没有动力来优先实施保护和修复项目，而是依旧继续追求短期经济收益。即便政府有强烈的保护动机，各机构之间不明确或相互冲突的管理权限也将导致决策失效或效率低下。其中一个最明显的示例是，自然保护区与其他类型的保护区之间的划定界限往往不清晰，这就意味着即便是这些最基础的保护措施也未得到有效实施。与此同时，执行不力也可能降低保护和恢复工作的成效。

此外，海洋生物资源管理需要复杂的科学和政策层面的认识，在此方面缺少对地方决策者提供培训和能力建设的支持，结果是着基层领导人没有足够的能力来应对相关挑战。同样，公众对海洋生物资源所面临的威胁和各种价值的认识有限，这意味着民间社会没有明确表示支持保护工作，或（在可能的情况下）为监测、执法或解决问题做出贡献。虽然非政府组织日益推广对海洋生物资源更广泛价值的认识和相关保护需求，但中央政府的指示仍然非常重要。

多年来，中国引进了大量的水产养殖品种，包括大菱鲆和白肢虾等受欢迎的高价值种群。但这些种群并未经过严格的生物安全检查，也不清楚引进的水产养殖品种是否会引发

生物入侵问题。但是，作为水生饲料种群引入中国的大米草（*Spartina* spp.）确实成为了中国许多海岸的入侵物种。

### 3.3.2. 技术挑战

虽然可持续高产海水养殖和渔业的技术基础很复杂，但由于需要考虑更多的影响和后果，因此综合保护栖息地和生物多样性的技术基础更加复杂。除此之外，许多海洋生物资源的价值无法与海产品销售收入一样进行直接量化。例如，在大多数情况下，渔业产量增加 10% 会使得收入增加约 10%，但这并不代表野生动物物种丰度和旅游收入各增加 10%。技术挑战对栖息地和生物多样性的影响及其产生的价值都具有不确定性、非线性和复杂的相互作用的特征。克服挑战主要面临以下困难：研究和监测不足；对研究人员解决这些问题的激励不足（他们宁愿去从事那些直接产生可量化的经济结果的问题）。

为弥补这类知识缺口，可以建立栖息地和生物多样性保护阈值的预防性政策，以及有关对这些资产的负面影响程度的信息。但是，这些方法一方面会对受影响的行业造成不必要的经济成本，另一方面，如果设定的阈值不够保守或管理行动实施不当，将无法充分保护栖息地和生物多样性。

## 3.4 气候变化

气候变化正在对全球海洋生态系统产生越来越严重的影响，反映在水温、pH 值、溶解氧、盐度、洋流形态等方面的变化。全球所有的海洋生态系统都在一定程度上受到了这些影响，只不过某些海洋生态系统受到的影响更大，尤其是对各种环境条件适应范围较窄的珊瑚礁和其他沿海生物栖息地。生态系统的变化会影响海水养殖、海洋捕捞或提供其他海洋生物资源价值的物种。

气候变化对海洋生物主要产生两种影响，即海洋生物生产力和分布的变化。海洋生物的生产力和分布可能受到环境变化的直接影响，或通过对重要饵料生物、栖息地或其他生态系统要素的作用而受到间接影响(Gaines et al., 2018)。其中，海洋生物生产力的变化会影响海水养殖和渔业的潜在产量，以及受这些或其他影响的种群的恢复能力。海洋生物分布区的变化可能会引入可能有损海水养殖产量的种群，并决定着可用于当地渔业、旅游业或其他用途的物种。

气候变化将对整个管理体系产生影响，它不仅会影响各个部门的管理，还要求我们制定更全面的海洋生物资源管理政策。因此，在制定新政策时应将这些影响考虑在内，否则随着环境条件的演变，这些政策可能很快就会失效。

### 3.5 性别平等问题

如果包括海产品加工、营销和零售在内的第二产业，那么女性在全球渔业和水产养殖业劳动力中的占比将达到 50%（FAO，2016）。虽然世界上许多国家的女性在海产品行业中发挥着至关重要的作用，但她们都面临着机会不均等、代表性极低、以及同工不同酬等问题。除了实现社会正义和公平的基本人类原则之外，越来越多的证据表明，性别平等可以增加家庭收入、提高生产力和改善营养安全（Hillebrand et al., 2015）。解决性别不平等问题是全球可持续发展的一个关键组成部分，因此联合国可持续发展目标第五项（SDG #5）侧重于解决这一问题。

中国约有 1400 万人直接或间接从事捕捞渔业和水产养殖业（农业部渔业局，2017）。其中，女性占专业劳动力总数的 20%（全球平均值约为 47%）（WB / FAO / WFC，2012），这表明约有 160 万女性全职从事渔业生产和收获后工作（农业部渔业局，2017）。水产养殖场和加工厂确实增加了对女性临时工的招聘，以此帮助解决了性别问题。根据我们的调查，中国的大型水产养殖公司更倾向于雇用男性员工，男性职员通常占固定劳动力的 70% 以上，有时这一占比可能高达 95%；但男性临时工的比例要低得多。考虑到技术和劳动强度要求，女性临时工的收入通常低于男性，特别是小型或家族自营的养鱼场或海产品加工企业，它们雇用的女性临时工人数往往要多于男性。

表 1. 中国渔业和水产养殖业的就业情况（包括全职和兼职）

		1995	2000	2005	2010	2012	2016
中国	FI + (千人)	11 429	12 936	12 903	13 992	14 441	13 817
	AQ						
	(指数)	89	100	100	108	112	107
	(千人)	8 759	9 213	8 389	9 013	9 226	9 226
	FI						
	(指数)	104	110	100	107	110	110
	AQ (千人)	2 669	3 722	4 514	4 979	5 214	5 022
	(指数)	59	82	100	110	116	111

来源：FAO（2014 年）。指数以 2005 年为基准。

自“十一五”规划以来，中国一直致力于改善农村地区的经济和社会条件，这其中也包括渔村（Xu et al., 2012）。虽然女性将来有可能在沿海经济中发挥更大的作用，但我们对女性在渔业和水产养殖业中的作用仍然缺乏了解。有必要进一步研究性别差异问题，改善女性在渔业和水产养殖业方面的教育、及其社会经济地位与责任。

### 3.6 其他国家的海洋生物资源

考虑到国内海产品的供不应求，中国正越来越多地寻求通过海外进口来满足其日益增长的海产品需求。例如，根据国家“十三五”规划，中国远洋渔船对其捕捞总量的贡献预计将从 2017 年的 14% 增长到 23%（黄硕林，个人通信）。但是，目前地球上很少有捕捞渔业未被开发。经过评估的全球大多数渔业都已得到充分开发，这意味着已经接近目标产量，且增产的空间极为有限。约三分之一的被评估渔业已经过度开发或崩溃，这暗示着目前的产量要么不可持续，要么已经开始下降。如果可以重新恢复渔业种群并且将渔获量保持在可持续的水平，那么这些崩溃的渔业也可能贡献潜在的产量（Costello et al., 2016）。考虑到许多国家没有能力对本国的渔业进行评估，实际过度开发和崩溃的渔业比例可能更高，而这些未纳入全球趋势预测的未评估渔业更有可能濒临枯竭状态（Costello et al., 2012）。

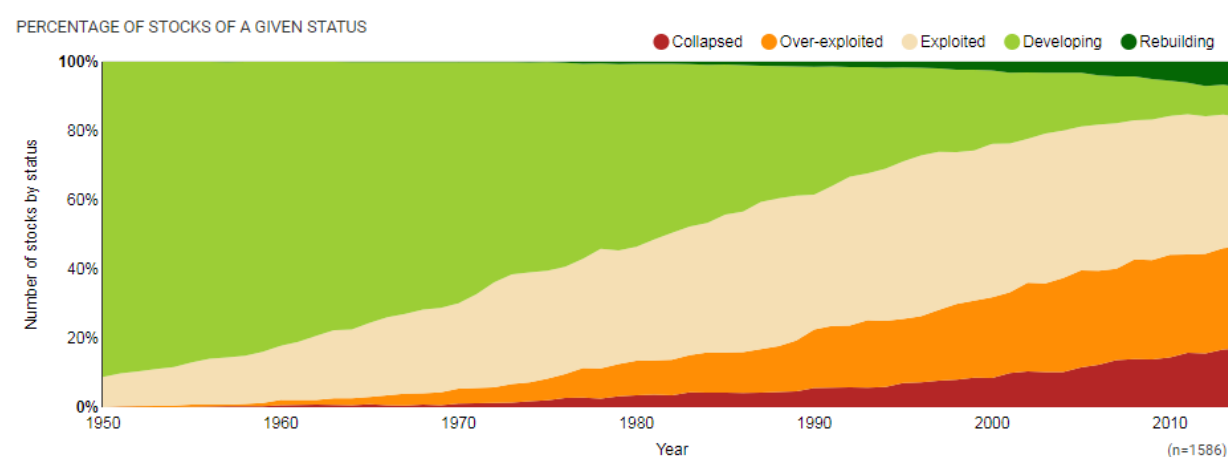


图 7. 1950-2015 年世界渔业资源状况（Sea Around Us, 2018）

过度捕捞是当今世界许多渔业面临的最重要问题。数量庞大而无处不在的渔船导致渔获生物直接死亡，通常也会对栖息地产生附带影响；过度捕捞仍然是全球范围内海洋健康和生物多样性面临的主要威胁。事实上，近期的评估表明，结束过度捕捞可以促进海洋野生动物（包括哺乳动物、鸟类和海龟）的恢复，揭示了过度捕捞对生态系统的严重影响（Burgess et al., 2018）。导致过度捕捞的一个重要驱动因素是，许多国家，尤其是发展中国家，缺乏可持续管理资源所需的科学专业知识、治理能力和财政资源。当然，捕捞之外的其他压力因素也会影响渔业资源，包括污染、沿海开发，以及气候变化（或许也是最重要的）。

令人欣慰的是，生物经济模型表明，改进的渔业管理可以抵消气候变化的影响。根据受气候变化影响的严重程度，改进的渔业管理可以帮助维持，甚至适度增加全球渔业的总产量（Gaines et al., 2018）。

虽然过度捕捞和海水养殖管理已经成为全球共享的经验，但发达国家在解决这些问题方面积累的解决方案和技术专长并未得到推广和普及。事实上，随着发达国家自 20 世纪 90 年代开始对其渔业进行管理，全球捕捞渔业的目标却转向了发展中国家那些基本上未经评估的渔业种类（Worm et al., 2009）。在过去 30 年中，发展中国家的渔业（包括捕捞和养殖）产量翻了一番，目前占全球水产品出口量的一半以上（Roheim, 2004）。那些我们知之甚少、且最缺乏管理的渔业种类目前正被逐渐开发。

## 4. 中国海洋生物资源管理政策进展

当前，生态文明建设已成为中国各项国家政策的重要主题。通过“十三五”规划、十九大报告、2018 年宪法修正案等大政方针，中国政府一再明确指出，要坚决以环境保护为前提，继续推动经济和社会进步。事实上，经济、社会和环境协调发展，不应以牺牲彼此为代价，已经成为现代中国的治国理念。只有通过协调发展，才能可持续地实现经济、社会和环境发展目标。以损害环境资源为代价的经济进步，将破坏许多经济领域的基础，而社会条件的恶化将产生福利成本，抵消增加的利润。同样的，阻碍经济繁荣的环境保护措施会产生社会成本，导致政策无法获得公众支持，并以失败告终。

联合国可持续发展目标（SDGs）同样旨在实现经济、社会和环境进步这三项基本目标。中国通过对联合国可持续发展目标做出明确承诺，向全世界宣告了这一新的治国理念。2016 年，中国制定并发布了《中国落实 2030 年可持续发展议程国别方案》，为每个 SDG 目标都制定了详细的行动计划。自实施以来，中国已经对这些目标进行了一轮报告。中国在能源消耗和大气污染这两个环境保护领域取得了显著成果，这两个领域与应对气候变化的 SDG #2 有关。2016 年，中国单位 GDP 能耗下降了 5%，单位 GDP 二氧化碳排放下降了 6.6%（中华人民共和国外交部，2017）。中国在实现 SDG #2（侧重于减贫）方面也取得了重大进展。人均可支配收入实际增加 6.3%，而贫困农村居民人数减少了 1240 万。有鉴于此，中国有望提前十年实现其 SDG #2 目标（中华人民共和国外交部，2017）。

针对 SDG#14，中国也采取了一系列重要措施来保护和可持续利用海洋生物资源，包括：划定生态保护红线，将中国 30% 的海域和 35% 的海岸线划定在红线保护范围之内。这帮助扩大了总保护面积，加强了执法力度。中国还制定了更严格的海上污染物排放标准，改善了沿海地区的污染治理设施和污水管网。中国政府还增加了减船补贴，并为渔船拆除提供补贴，设定了渔船数量和总功率限值。此外，中国还为“一带一路”（BRI）沿线国家建设水产养殖设施提供援助。“一带一路”倡议是中国参与现代国际事务的最重要和最强大的举措之一，该倡议也强调要在实现经济目标的同时，努力实现环境和社会目标。

在海洋领域，国家海洋局与国家发展和改革委员会在 2017 年联合发布的《“一带一路”建设海上合作设想》中，提出了通过“一带一路”倡议实现上述国际三项基本目标的路径。该文件强调了海洋生物资源的重要性，同时指出需要改善整个地区的海水养殖和渔业管理、以及栖息地和生物多样性的保护。

中国正逐步通过“一带一路”倡议和其他举措分享本国的成功经验，为其他国家的政策变革提供借鉴，中国的国际领导力也将随之增强。为此，中国制定的一系列旨在改善中国海洋生物资源管理的重要国策将发挥重要作用。在“十三五”期间，生态文明建设被提升为一项重要国策；但在此前中国就开始通过出台新政策来解决海水养殖的不合理增长和环境

影响问题，例如，设定了到 2020 年的海水养殖总面积上限，渔业“十三五”规划中提出了“减量增收、提质增效和绿色发展”的原则。此外，通过逐渐加强许可证管理、监督和执法，对沿海地区的过度开发问题的管控已初见成效。不过，上述举措今后仍需要进一步加强。

“十三五”规划促使农业部在 2017 年初出台了一项全面而雄心勃勃的国家渔业新政策。该政策确定了减少渔业总量、渔船数量及总发动机功率的国家目标。此外，该政策还涉及省级和地方层面详细的渔业管理机制，包括改进种群评估，通过监测来支持种群评估并确保合法作业，给予渔业生产者捕鱼权和参与渔业管理的机会，以及更多地采取产出控制措施。中国的政策改革高度依赖于试点项目，同时也是为了让省市各级政府弄清楚通过何种方式来实现国家目标；由于产出控制措施标志着中国渔业管理领域的一项颠覆性重大变革，因此针对这项农业部新政，沿海五省也启动了总可捕量（total allowable catch, TAC）管理试点项目。

这项农业部新政策不仅着重改善对捕捞种类的管理，而且还侧重于保护整个生态系统免受捕捞的不利影响。这些规定将是实现更加全面、综合的海洋生物资源管理的重要步骤。其他政策和试点项目也朝着这一方向迈出了重要的一步。例如，厦门基于生态系统的综合规划试点项目旨在为海水养殖、渔业、航运和其他用海方式划定空间，同时尽量减少这些用海项目的相互影响，并确保对重要生态资源的保护。该试点项目力求在高度城市化的沿海地区努力实现这种复杂的平衡，这需要强大的技术支撑，以及不同部门和各级政府协作管理。值得指出的是，该试点项目成功地保护了中华白海豚的一个小而稳定的种群——中国是这一物种分布区的最北侧。

通过综合性政策和协调的治理，同时将管理措施与当地传统和价值观相协调，方能最有效地实现海洋生物资源的综合管理。自 2013 年以来，中国内地已经开始通过建设“美丽乡村”朝着这个方向发展，这一概念正式将人类福祉、生活质量和文化因素纳入政策当中。以“美丽乡村”为基础，中国正在建设大量的“美丽渔村”；这也是根据不同地方的社会、经济和生态特征，基于当地视角、目标和认知制定出的强有力的海洋生物资源管理策略。



## 5. 海洋生物资源管理的国际经验

鉴于中国人口众多、海岸线绵长，并且有众多依海为生的渔业人口，中国在海洋生物资源管理方面面临着独特的挑战。不过，世界上其他国家在海洋生物资源管理上也面临着许多类似的重大挑战，其对策措施和解决方案可资借鉴。以下案例研究展示了其他国家从不同领域加强海洋生物资源管理的方式，包括加强监测、全面和综合的空间规划、缓解气候变化的影响、增加海洋渔业的长远价值而非产量，以及通过交流帮助在国际范围内推广解决方案。在中国生态文明建设进程中，这些实践经验将为中国提供有益的借鉴和启发。

### 5.1 加强监控

在缺乏准确或完整信息的情况下，海洋生物资源管理不可避免地会遭遇各种挑战。对海洋生物资源管理来说，所谓监测就是数据收集，包括水产养殖和捕捞渔业的作业情况、以及生态系统健康数据，以此来帮助改善行业状况，并落实管理措施。监测还能反映出政府管理的效果，有时会揭示出乎意料的模式或信息，帮助推进对特定问题的科学研究。此外，监测还可帮助监察违法行为，进而辅助执法。因此，加强监测工作可以带来更好的管理、决策和监管效果，但能力和资金往往对扩大监测范围构成约束。以下案例研究证明了监测的价值，并探究了开展监测以促进海洋生物资源管理的创新方式。

#### 5.1.1 信息公开促进了挪威渔业治理

收集、分析和分享不同海洋生产系统的数据可以帮助经营者、渔民、企业、管理者和其他利益相关者就海洋生物资源管理做出更明智的决策。以下介绍了通过收集和使用信息来改善管理的一个案例——挪威三文鱼养殖管理信息系统。

挪威是欧洲最大的养殖水产品出口国，在全球排名第六位。然而，由于挪威的独特地形，挪威 80% 的人口都生活在距离海洋不到 10 公里的区域内，这使得保持所有水产养殖的清洁和充分监测至关重要。对于三文鱼养殖，挪威渔业署的网站上不仅给出了获得政府许可的每一个三文鱼养殖场的位置、产能和经营状况信息，还给出了各养殖场的环境影响评估结果。挪威的所有三文鱼养殖许可证都在这个基于地理信息系统的系统中注册，养殖场每周都需要通过该网站向渔业署报告其库存量。政府检查员将每月对养殖场进行例行抽检。这种几乎实时的数据共享极大地促进了海水养殖治理，并使科学家能够预测养殖场对环境的影响，如鱼虱传播情况，以便适时提出预防措施。

## Production and environmental data is publicly available - for all companies on all locations

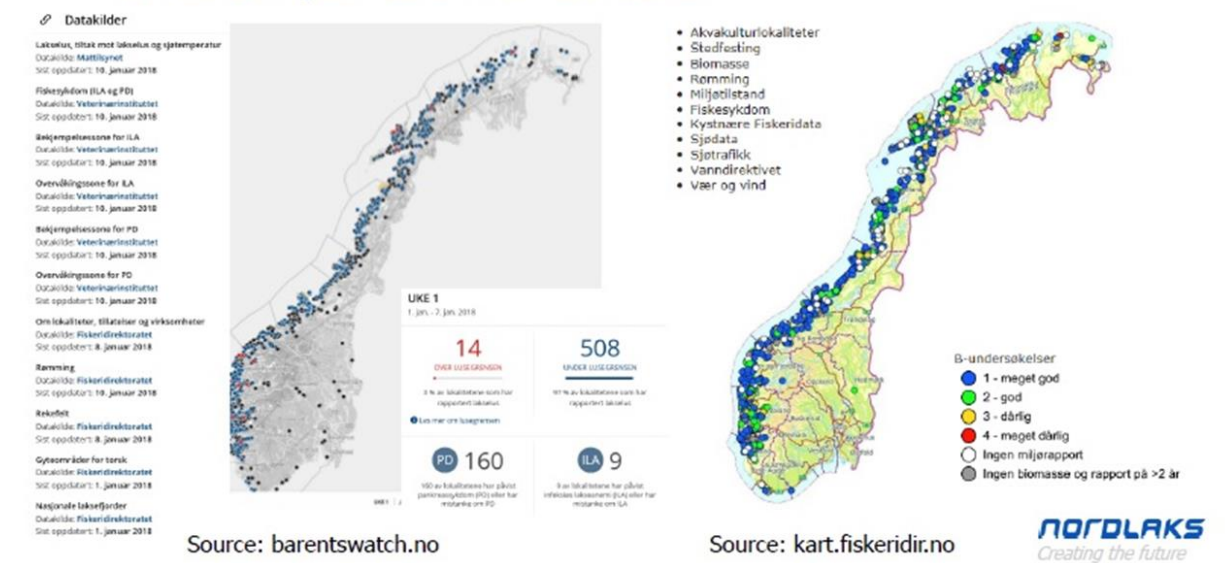


图 8. 挪威渔业署网站上公布的水产养殖场的生产和环境数据

公开数据有助于利益相关者了解政府决策，促进群体之间的信任，并建立强大的问责制度。科学家可以审查数据并提出更好的解决方案。三文鱼养殖场的业主和经营者能够观察附近的环境问题或疫情爆发情况，并做好相应的准备。通过增加数据量，政府能够更准确地了解影响水产养殖或由于水产养殖产生的问题，并利用这些数据改善管理。

中国目前尚未开发出这样的工具包来帮助进行渔业治理。虽然某些省市的海洋渔业部门曾经尝试建立中试规模的水产养殖信息化综合管理服务系统，但由于养殖场缺乏动力或压力来报告其生产数据，因此这项工作最终没有取得实效。

### 5.1.2 美国太平洋鲑鱼业的电子监控

即便渔民和管理者认识到监测和数据收集的重要性，但考虑到巨大成本和资源投入，建立这样的信息系统并非轻而易举的事。不过，信息收集和处理技术的发展，为克服这些挑战提供了巨大的潜力。以下案例向我们展示了新技术如何通过补充甚至取代传统的基于观察员的海洋渔业监测系统来解决这一问题。

美国有大约 35 艘渔船从事太平洋鲑鱼捕捞，通过每年分配配额加以管理（McElderry, 2013）。最初，渔船仅对其上岸的渔获物负责。但是，这加剧了海上丢弃不符合要求的渔获物和兼捕渔获物的现象。为此，政府进行了制度调整，并出台了新的法规要求渔民对所有渔获物负责，其中包括海上丢弃的渔获物。为了确保渔民遵守这一新制度，太平洋鲑鱼业需要开发新的综合监测系统，以包含海上问责。捕捞太平洋鲑鱼通常只需要短途出海，

不容易引人注目，这使得观察员系统难以运作。为此，政府与群岛海洋研究所（Archipelago Marine Research）合作设计了一个自动化电子监控系统。

在该电子监控系统下，渔船配备了多达四个摄像机、渔具传感器和 GPS 接收器。这些工具收集的数据将存储在渔船上，每两周由技术人员进行检索。与此同时，渔民也需要保留出海日志，以便与自动监测数据进行核对（Lowman et al., 2013）。技术人员将定期核查自动监测数据，检查是否有未报告的丢弃物和在禁渔区捕鱼的行为，并收集对于渔民和管理者有用的重要渔业统计数据。在实施电子监控项目的七年中，丢弃率降低了 90%，数据收集成功率提高到 98%。非常遗憾的是，2011 年，作为该地区更广泛改革的一部分，政府要求渔船必须使用 100% 的观察员监测，该项目因此宣告终止。但是，这种要求每艘离港渔船配备一名人类观察员的做法，对太平洋鳕鱼业造成了沉重的成本负担。因此，太平洋鳕鱼业目前正试图再次恢复电子监控系统。

在中国，电子监控可以帮助政府实时或近实时了解捕捞产量。先进的图像处理技术甚至可以帮助检测在何时何地捕获到了哪些种类，所有这些都可以帮助政府实施基于产出的渔业管理，同时帮助科学家更好地了解中国海洋生态系统的健康状况。

## 5.2 全面了解和综合规划

为了实现海洋生物资源的全面管理，需要评估和平衡空间竞争性的用海活动。针对海洋空间规划、生态系统服务、水产养殖容量等进行深入的科学研究，可以极大地改善空间规划的科学性和可靠性。在此基础上，如能由多个管理部门和利益相关者参与编制空间规划，那么这一综合管理方法就能确保海洋资源利用效益最大化，同时最大限度地减少环境影响及利益相关者之间的冲突。以下给出了其他国家实施综合海洋生物资源管理的几个示例。

### 5.2.1 挪威的生态优先规划

挪威的海域面积是其陆地面积的七倍。挪威的海洋空间被大量开发，用于开展渔业、海上运输、石油和能源相关的经济活动。挪威近期设计并运行了一个协调监管所有海域使用的综合管理系统。自 2001 年起，挪威开始实施针对部分海域的单一综合管理计划（Otterson et al., 2011）。为了制定该计划，挪威政府首先明确了生态系统的生物、社会和经济的基本情况，以及海洋空间中开展的所有活动。然后，挪威政府对所有用海部门开展了影响评估，以了解各种活动之间的相互作用或相互影响，以及与生态系统的相互作用或相互影响（Pettersen, 2015）。第一份海洋管理计划针对巴伦支海-罗弗敦海域，花了四年时间制定。随后针对剩余的两个海域制定了另外两份海洋管理计划。这些海洋管理计划旨在通过追求资源的可持续利用，同时维护自然生态系统的完整性，在这些生态系统中创造更大的价值（Schive, 2018）。

为了平衡可持续的资源利用与生态保护，有大量的政府机构参与规划和管理过程，同时还有利益相关者的不断投入，并开展了大量深入的科学研究工作。管理这种复杂过程的一个特别有用的方法是，在过程开始时确定生态优先事项。用于确定生态优先事项的主要标准包括：通过生产力或生物多样性核算的生态价值，以及基于所有生物的集中度、生活史中的关键阶段、固着生物的丰度、洄游通道等计算出来的生态脆弱性（Winther, 2018）。核查这些关键的生态学基础条件，可帮助管理部门确定其他海域使用方式不仅可行，而且不会产生负面的生态影响。尽管对不同海域使用的日常管理都是单独进行的，但所谓综合海洋管理却将这些单一管理纳入到更高层次的治理中，后者既受到这些生态优先事项的约束，又能在开阔和相互关联的视野下运作。

### 5.2.2 美国切萨皮克湾和南大西洋地区的生态修复

切萨皮克湾位于美国中大西洋地区，是美国最大的河口。城市、住宅、农业等各个方面的大量土地利用，以及钓鱼、划船、航运等广泛的水域利用，严重破坏了切萨皮克湾的生态系统。随着时间的推移，这种大规模的利用和高强度的开发导致切萨皮克湾的水质和捕捞渔业严重恶化。由于这一地区的土地和水域利用涉及到大量的主管部门，包括私人土地所有者、市政当局、州和联邦政府，即便利益相关者和政府已经注意到这一问题，要实施和执行总体政策也异常困难。

美国国会研究发现，富营养化是导致海洋生物资源急剧减少的一个原因。为此，美国在 1983 年发起了“切萨皮克湾计划”。该计划是一个涉及多个司法辖区和多方利益相关者的伙伴关系，旨在协调政策、资金和技术能力，设定雄心勃勃的有时限和可量化的目标。目前，不受限制的开发和利用仍然在产生负面影响，但通过减少污染和其他负面因素、尽可能保护健康的栖息地、以及开展广泛的修复行动，切萨皮克湾已经实现了水质和栖息地的明显改善，以及牡蛎、蓝蟹和其他野生动物种群的明显恢复。

这种综合栖息地保护模式也被用于美国其他地区并取得了巨大成功。例如，南大西洋渔业管理委员会通过其“栖息地计划”和“渔业生态系统计划”来保护重要鱼类栖息地。YYY 的 Albemarle-Pamlico 国家河口伙伴关系在“国家河口计划”的支持下，制定了“综合保护和管理计划”。北卡罗来纳州已经制定了自己的“沿海栖息地保护计划”。通过持续地考量整体状况和所有用途，并优先考虑生态基础，综合管理计划可以帮助资源使用者共同获得更高的长期回报。

### 5.2.3 大堡礁的空间管理

在大堡礁出现特别具有破坏性的棘冠海星之后，澳大利亚的立法者积极采取行动，力求保护这一自然奇观和文化象征免受持续的环境问题的影响。1975 年，澳大利亚根据联邦法律规定建设了大堡礁海洋公园。大堡礁海洋公园被设计为多用途，包括垂钓、休闲娱乐

和航运等。在设计过程中，大堡礁海洋公园管理局将公园分成更小的区域，然后又对每个区域进行分区（Gershman et al., 2012）。但是，在整个 20 世纪 90 年代，越来越多的科学证据表明，这种分散化管理方法的效果并不好。

为此，澳大利亚政府放弃了这种低效的分散化管理方法，重新审视了这些证据并着手研究制定新的策略。为此，澳大利亚发起了一项综合的、以科学为基础的空间规划流程，来确定整个公园范围内的栖息地、生物种群和群落的代表性区域，而不是一开始就把公园分成几个区域。这是一种漫长的、多方参与式的协商过程。主管当局考虑了社会和经济影响，并寻求与环境目标保持一致的替代方案，同时最大限度地减少负面影响。虽然这个过程很漫长，但综合考虑所有因素和所有方案非常重要。因此，从长远来看，这种设计被证明更有效、更耐用。新计划于 2006 年制定完成，将 33% 的大堡礁列为禁捕区，并致力于保护在规划过程中确定的 70 个不同的生物区。该制度不仅在澳大利亚取得了巨大成功，帮助增加了鱼群密度和个体规格，更向国际社会展示了适应性管理的重要性，以及在制度开发初期花时间充分考虑所有信息并促进所有利益相关者参与的重要性。

#### 5.2.4 海洋空间规划工具的开发

随着沿海水域被农业、渔业、航运和越来越多的行业所占用，对各行业进行单独管理和规划已被证明是一种低效的方法。进行全面、综合的海洋空间规划似乎已经成为必然趋势，而目前已经开发出了越来越多的工具来协助完成这项任务。加州大学圣巴巴拉分校的研究人员开发的 **SeaSketch**，是一种可供非专业人士使用的工具，可以为其所在地区制定数百种可能的海洋空间规划方案。这些方案通过程序分析，可以预测生物、社会和经济表现，从而较为直观地评估收益，以此来比较和评估不同规划方案之间的优劣。这一规划平台（工具）甚至允许利益相关者投资于不同的规划方案，并进行同行协作。**SeaSketch** 工具已被用于巴布达岛（“巴布达岛 **Blue Halo** 计划”）和新西兰豪拉基湾（“海洋变化”）等地的大范围空间规划。类似的空间规划工具不断涌现和获得改进，它们整合了更多的数据并引入更深入的权衡分析（如，Lester et al., 2018）。有了这些工具，管理者可以更自信、更有效地制定成功的综合海洋空间计划。

目前，中国政府正在推动开展水产养殖区规划，而某些海区的水产养殖区划已进入中试阶段，例如荣成市的桑沟湾，以生态保护优先为原则，在综合考虑其他用海方式的前提下被划分为可养区、限养区和禁养区（Sun et al., 2018）。

### 5.3 气候变化管理

气候变化已经在影响，并将越来越多地影响所有海洋生态系统和各国的海洋生物资源管理。气候变化的威胁从改变种群分布和生产力，威胁到粮食安全和渔民人身安全等问题。但是，在不同的背景下，气候变化影响的严重程度或影响面也会有所不同。针对这一问题，

没有也不会有通用的解决方案。某些地区的一些种群将会增加；另外一些种群则会消失。一些海水养殖活动可能会因温度变化而蓬勃发展；另外一些则可能会因极端天气而败落（Cochrane et al., 2009）。世界各国都已经在面临这些挑战。其中一个备受争议的案例是，英国在欧盟的支持下，与冰岛和法罗群岛之间进行的所谓“鲑鱼战争”。受到北大西洋海水温度上升的影响，冰岛在其海域中发现了越来越多的鲑鱼，因此显著增加了鲑鱼捕捞配额。但在其他国家没有相应减少鲑鱼捕捞配额的情况下，鲑渔业于是变得不可持续，并最终在 2012 年失去了海洋管理委员会（Marine Stewardship Council, MSC）的认证（Jensen et al., 2015）。

虽然气候变化的影响是多种多样的，并且充满各种不确定性，但管理者可以研究和规划不同的情景。例如，国际海洋考察理事会（ICES）正与包括美国环保协会在内的非政府组织合作，汇集正确的问题，推动创新的解决方案，应对不断变化的环境。其中，建立强大的区域伙伴关系和开发基于大型生态系统的方法至关重要（Moustahfid, 2017）。各机构应着手将不确定性纳入管理框架，而所有新政策从一开始就应考虑气候变化影响。

#### **5.4 增加捕捞渔业的长远价值而非产量**

国际经验表明，当渔业得到可持续管理时，它们可以为人们提供更多的食物，更繁荣的生计，以及更健康的海洋环境。在许多案例中，渔民已经从追求短期最大渔获量转而成功增加渔业的长远价值。虽然这种转变所依据的管理策略可能各不相同，但事实证明，为渔民、社区和渔业提供强大的水域准入权，可以激励渔民树立保护意识，具体如下面的案例研究所示。

##### **5.4.1 伯利兹的 TURF 管理**

随着多年渔获努力力量的增加，以及龙虾和海螺渔获量的不断减少，伯利兹政府于 2009 年开始努力改善本国的渔业治理。除了作为重要的蛋白质来源，龙虾和海螺也是伯利兹最具价值的两种出口品种，为本国渔民提供重要的收入来源。考虑到利害攸关，伯利兹政府 在非政府组织的协助下，在两个社区推出了雄心勃勃的 TURF（Territorial Use Rights for Fishing 基于水域使用权的捕捞配额制度）试点项目。在试点地区，仅限历史上在该地区捕捞的当地渔民进入水域从事捕捞活动，其他渔民则被禁止入渔。这些本地渔民必须尊重禁捕区和其他捕捞规定，才能获得捕鱼权。这种做法弱化了日常的水域使用竞争，增加了对未来资源健康的投入（Casteñeda et al., 2011）；违规捕捞率也下降了 60%。

2016 年，伯利兹政府在全国范围内推广这一试点项目，覆盖所有国内水域。所有海螺和龙虾捕捞现在都通过 TURF 网络进行管理，并由政府及由当选渔民组成的地方委员会共同管理。根据“健康珊瑚礁计划”，2016-2018 年间，伯利兹南部堡礁的健康状况有所改善，总体达到“良好”健康等级，是中美洲珊瑚礁中仅有的达到“良好”健康等级的三个珊瑚礁之

一 (McField et al., 2018)。通过采用有限数据分析工具,这一最初仅针对龙虾和海螺的管理现在正扩展到高度多样化的有鱼类捕捞业。渔民希望并支持加强和扩大海洋保护区网络,以提高其资源质量。为了充分利用好的优质的产品,合作社与非政府组织合作,与伯利兹餐厅和酒店建立了当地海产品认证计划 (Fujita et al., 2019)。由当地企业造就的这一新兴市场为可持续产品的高价打开了大门,从而激励渔民将可持续渔业坚持下去。

#### 5.4.2 墨西哥湾的红鲷鱼 ITQ 管理

墨西哥湾为美国国内市场供应了 40%以上的海产品。在蟹、虾、石斑鱼和剑鱼等渔获物中,红鲷鱼是最具商业和娱乐价值的品种。自 20 世纪 50 年代开始,红鲷鱼种群就开始迅速枯竭。到 1990 年,产卵潜力已下降至 2%,而目标产卵潜力为 26% (NOAA, 2018)。认识到这一严峻形势,管理部门尝试进行了一系列积极的改革,例如,设定捕捞限额,以改善状况。但是,这些行动导致了危险的竞争性捕捞现象;捕捞限额一再调低,而种群数量持续下降。针对这一情况,迫切需要采取新的管理措施。于是自 2007 年 1 月 1 日起,管理部门开始实施个人可转让配额 (individual transferable quota, ITQ) 计划,以减少捕捞强度,并消除竞争性捕捞造成的问题。

ITQ 计划帮助减少了出海渔民数量,并为每个渔民分配了渔业总可捕量 (TAC) 的个人份额。每年的总可捕量由墨西哥湾渔业管理委员会设定,依据的是定期的科学种群评估,以及科学和统计专家委员会的建议。2007 年 (第一年) 的总可捕量显著低于 2006 年 (Agar et al., 2014)。在某些情况下,总可捕量的锐减和由此导致的少量个人配额给渔民带来了实实在在的困难。但是,到 2009 年,评估表明种群出现恢复迹象,因此管理者增加了总可捕量。随着该计划的继续推进,渔民出海捕鱼次数减少,海上丢弃数量减少,鱼类资源有所恢复,捕捞限额增加一倍,渔民收入增加了 100% (EDF)。导致收入增加的原因是,渔民现在可以在高市场需求和高价格期间,如大斋期,进行捕捞活动,且他们能够捕获到更高质量的鱼类。从美国全国范围来看,随着类似制度的逐步实施,出现了许多成功的案例。2017 年,美国过度捕捞的鱼类数量达到了有史以来的最低水平 (NOAA, 2017)。

### **5.5 加速并在国际范围内推广有效解决方案**

发展中国家有关渔业的数据资料很少,这绝非偶然。发展中国家的渔场往往呈现小规模、兼捕和分散的特征,加大了集中收集数据的难度 (Purcell and Pomeroy, 2014)。最根本的是,许多渔业严重缺乏技术、资金和治理能力。随着发达国家不断创新和改进其海洋生物资源管理,有必要在发展中国家重蹈覆辙之前,与其分享海洋生物资源管理相关的经验教训。在发展中国家内部,提高渔业的技术、资金和治理能力,对于那些通常把水产品作为重要蛋白质来源的人群来说,可以保障他们的粮食安全 (Hall et al., 2012); 从国际层

面来看，提高对全球海洋生物资源的认知和管理，可帮助稳定的市场，并为人类创造更健康的海洋环境。

海洋和渔业伙伴关系（Oceans and Fisheries Partnership）是在美国国际开发署（United States Agency for International Development, USAID）与东南亚渔业发展中心（Southeast Asian Fisheries Development Center）共同努力下建立的，旨在利用改善的区域关系来预防和制止非法、未报告和无管制（IUU）的捕捞行为，并改善亚太地区的渔业和生物多样性。该伙伴关系使用一系列基于生态系统的渔业管理工具，包括开发“渔获量记录和可追溯”系统，以鼓励信息公开，识别和打击 IUU 捕捞行为，并改善可用数据。该伙伴关系还对整个供应链进行审查，充分利用私营企业投资来增加影响，创造新的市场激励，并确保所有参与地区的可持续资金来源（USAID, 2018）。这些大规模的合作至关重要，它们通过促进信息交流、强化知识和能力，来解决渔业面临的一些严峻挑战，从而使各方受益。



## 6. 政策建议

严重的水质污染、近海栖息地大面积破坏、过度捕捞和超容量养殖，使中国沿海和海洋生态系统面临新的危机。此外，气候变化不仅将严峻考验中国海洋生态系统的抗干扰能力，还将影响养殖产量并导致野生渔业种群跨境迁徙，从而加剧全球和地区的紧张局势。面对这些挑战，中国不仅有能力解决国内的问题，而且可以通过一系列综合措施在区域和全球海洋保护中发挥领导作用。

### 6.1 加强对沿海和海洋生态系统的法律保护，促进可持续生产

中国已经开始对规模庞大的水产养殖业实施可持续管理，使其源源不断地生产安全优质的食品；如若进一步强化管理，则需要创建更强大的法律工具。建议制定水产养殖管理专项法规，管控养殖密度、废物排放、（空间、能源、水、饲料）资源利用等多方面问题；要以环境承载力为基础，对水产养殖规模设定科学的空间限制，并将其纳入全国海洋功能区划，从而避免或减少养殖业对海岸和海洋生态系统的负面影响；建立水产养殖库存量报告制度、以及相应的操作与监督程序，从而实现基于空间和生物量的水产养殖许可证管理。此项法律还可针对减缓水产养殖业对沿海和海洋生态系统影响做出其他相关规定，如限制抗生素或其他化学品的使用等。

近年来，中国已经开始限制捕捞渔业总量。国际经验表明，当产出控制与渔业权管理制度相结合时，渔业管理才更为有效。渔业权管理是指将渔业捕捞配额或捕捞水域使用权合理分配给渔业社区和行业中的利益相关者。通过渔业权管理，政府可以公平地将捕捞许可分配给大中小型各类企业、商业化捕捞船队和休闲渔业、以及小型渔业社区，从而便于化解矛盾、解决社会问题。随着渔业监管和信息收集工作的不断完善，基于渔业权的管理将在中国成为现实。为此，应修改《渔业法》相关条款，推动管理部门尽早采纳这一措施。

应加强滨海湿地和渔业关键栖息地保护的法律法规建设，从制度层面推进海洋生物资源养护。健康的栖息地是沿海和海洋生态系统生物资源高效产出的重要依托。中国应颁布强有力的《海洋栖息地保护法》，对海岸带和近海渔业生物的关键栖息地的保护与恢复做出明文规定。通过加强沿海和海洋栖息地的保护，鼓励对重要栖息地进行修复，着力恢复近海生态系统功能，为渔业生物保留充足的产卵场和育幼场，提高生态系统的自我调节能力以应对人类活动和气候变化的压力。要通过《海洋栖息地保护法》建立足够大的海洋和沿海保护区网络，以支持生物多样性和生态系统健康，并维持捕捞和休闲渔业所带来的持续的高利润和经济效益。

## **6.2 部署高科技监控系统，打击腐败和违法活动，促进海洋科学研究**

中国需要加强和改善渔业监控措施，促进尖端信息技术应用，推动海洋生物资源管理的变革。中国拥有绵延的海岸线、数量庞大的渔船和水产养殖场、以及各类海洋保护区和生态红线区。由于这些区域和行业分别由不同的政府部门来管理，存在信息交流不畅、数据难以共享和监管漏洞等问题。先进的监控技术有助于强化海洋生物资源管理。中国在传感器、网络技术和人工智能方面的创新能力有助于我们建立一个更透明的监管系统，在各个机构之间、甚至全球范围内运行，以促进海洋生态系统保护执法和守法经营。在国内应用这样的监控系统，可以使中国扩大对其近海渔船、水产品上岸点、水产养殖场、以及沿海和海洋保护区的监控。在全球范围内应用这种监控系统，则可以使中国在帮助其他国家确保资源可持续性方面发挥领导作用。

除了促进合法经营，高科技监控系统还可带来其他益处：生成大量新数据，大大提高中国对其沿海和海洋生态系统健康状况的认知；使政府能够实时处置污染事故和其他紧急情况，以保护公众健康和食品安全；帮助其他国家了解气候变化的影响，推动其与中国合作探索减缓这些影响的途径。

## **6.3 恢复海洋生态系统功能，促进渔业生产和生物多样性保护，提高对开发、污染和气候变化的抵御能力**

中国已采取重要措施，通过划定生态红线来保护沿海和海洋生态系统。但是，应该采取更多措施来恢复丧失的栖息地，包括提供一系列宝贵生态系统服务的红树林、海草床、海涂和潮滩、以及珊瑚礁。这些重要栖息地可以提供一系列生态功能，包括为各种海洋生物提供产卵场和育幼场，过滤和降解污染物，保护海岸免受侵蚀，缓解气候变化的影响等。仅仅保护现有的沿海和海域是不够的。如果中国希望其沿海和海洋生态系统能够抵御污染和气候变化的影响，并继续成为创造繁荣和食物生产的引擎，那么中国应考虑在生态科学的指导下采取大规模的举措，恢复丧失的生态系统功能和服务。

### **6.3.1 建立有关中国沿海和海洋生态系统健康状况的“全国海洋生态报告卡”**

中国应基于对本国沿海和海洋生态承载力的良好认识，来设定海洋捕捞业、海水养殖、海洋旅游等产业的经济目标。为了夯实科学基础，中国应建立海洋综合生态评估机制，即有关全国海洋和河口区健康状况的“海洋生态报告卡”制度。报告应评估渔业和海水养殖对中国海洋生物资源高强度利用的累积影响，以及污染、开发、旅游业和气候变化对中国沿海和海洋生态系统健康状况的影响。报告应评估重要生态系统功能和服务的完整性，包括水和营养物质循环、以及关键栖息地，并衡量它们对气候变化和其

他未来压力的抵御能力。报告还应就中国如何提高沿海和海洋生态系统的生态容量和自我修复能力、支持海产品生产和旅游业、以及保护生物多样性提出建议。此外，报告应公开发布并定期更新。

### **6.3.2 制定国家行动计划，以恢复丧失的生态系统功能和服务**

与大多数国家一样，中国的海洋和河口区往往由不同的行政部门所管辖，为此，中国应考虑制定一项综合计划来协调不同管理部门的工作。该项计划将推进部门之间的分工协作和步调一致，共同保持健全的生态系统服务和功能，并优化中国的长期经济利益。该计划应涉及农业农村部、生态环境部、自然资源部以及沿海地区的相关省、市各级管理部门。该计划也将为各种治理行动提供指导方针，如设定捕捞配额、对海水养殖分区管理、利用生态红线保护栖息地、修复沿海和海洋栖息地、控制污染、以及通过海洋空间规划划分功能区等。

## **6.4 建立海上丝路国家伙伴关系网络，促进可持续海洋治理并实现可持续发展目标**

地球上只有一个海洋，我们都受到其生态系统健康的影响。“海上丝绸之路”倡议为中国展示其在全球海洋治理方面的领导力，推进联合国可持续发展目标提供了历史性机遇。在丝绸之路倡议下，中国应考虑与亚洲、非洲和欧洲国家建立一个伙伴关系网络，以鼓励相互学习，促进共同行动，创造健康海洋环境。

中国发挥领导作用很重要。许多发展中国家在管理海洋生物资源方面面临着与中国相似的挑战，但它们通常缺乏中国的科学技术专长、治理能力和财政资源。因此，这些国家的海洋资源往往最缺乏管理且面临着最大的威胁。中国可以通过促进信息共享及帮助伙伴国家建立教育、科学和技术能力，促进海上丝绸之路沿线国家的可持续发展。合作的主要议题可包括：持续地管理海洋资源，促进经济发展，改善弱势群体的粮食安全，打击非法捕鱼，以及在渔业社区和供应链中强化女性的地位和能力。

中国还可以利用“海上丝绸之路”倡议，促进建立减缓气候变化对海洋生物资源影响的区域性和全球性治理措施，从而继续展示其领导力。在亚洲和非洲，气候变化可能导致野生鱼类跨境迁徙，也会改变海洋环境，这些可能会改变海水养殖和捕捞渔业的生产力，进而影响各国的渔业生产，所以气候变化可能加剧各国之间的冲突。

“海上丝绸之路”倡议可以为该地区提供领导和制度平台，让各国协作开发急需的、减缓气候变化对海洋生态系统影响的应对措施。

## 6.5 评估气候变化对海洋生物资源的影响，并评估减缓气候变化影响的方法

气候变化已经对世界各地的海洋生物资源产生了各种各样的重大影响，且随着时间的推移，这些影响可能会变得更加严重。中国可以推动更多研究来评估气候变化对本国捕捞渔业、海水养殖和这些行业所依赖的自然生态系统服务的影响，从而解决这一问题。需要评估的另一个重要问题是，气候变化如何影响整个亚太地区和世界的渔业和粮食生产。评估应考虑海水变暖、海洋酸化以及天气、营养物质和水循环变化的潜在影响。

除了评估影响外，中国可能还需要考虑减缓气候变化影响，或有效适应气候变化的对策。例如，中国科学家可以评估省级政府如何共同管理渔业，行业如何在物种迁徙的情况下保持盈利能力，如何培育更多耐高温或耐低 pH 值的海水养殖新品种，以及如何制定或加强国际鱼类资源共享协定。

## 参考文献

- 国合会课题组. 2013. 中国海洋可持续发展的生态环境问题与政策研究. 中国环境出版社, 北京. pp 493
- 国家海洋局 (2018a). 2017 年中国海洋经济统计公报.  
<http://www.cme.gov.cn/node/434.aspx> 2018 年 1 月 16 日登录。
- 国家海洋局 (2018b). 国家海洋督察组向江苏反馈围填海专项督察情况.  
[http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw\\_90/201801/t20180114\\_59954.html](http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw_90/201801/t20180114_59954.html) 2018 年 1 月 16 日登录。
- 贾晓平, 陈家长, 陈海刚, 齐占会, 朱长波, 杨健, 孟顺龙, 宋超, 沈新强, 2017. 水产养殖环境评估与治理. [唐启升等主编] 环境友好型水产养殖发展战略: 新思路、新任务、新途径[M]. pp268-310. 科学出版社, 北京.
- 刘慧, 孙龙启, 王建坤, 王清印, 唐启升, 2017. 环境友好型水产养殖现状、问题与应对建议. [唐启升等主编] 环境友好型水产养殖发展战略: 新思路、新任务、新途径 [M]. pp14-34. 科学出版社, 北京.
- 农业部渔业局 (2017). 中国渔业统计年鉴. 农业出版社, 北京
- 农业部 (2018).: 2017 年我国水产品进出口贸易再创新高 预计 2018 全年贸易顺差将收窄. [http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201803/t20180314\\_6138388.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201803/t20180314_6138388.htm) accessed on 2 June, 2018

- 中华人民共和国外交部 (2017). China's progress report on implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved from [https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao\\_674904/zt\\_674979/dnzt\\_674981/qtzt/2030kcxzyc\\_686343/P020170824650025885740.pdf](https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/qtzt/2030kcxzyc_686343/P020170824650025885740.pdf)
- Agar, J. J., Stephen, J. A., Strelcheck, A. and Diagne, A. (2014). The Gulf of Mexico Red Snapper IFQ Program: The First Five Years. *Marine Resource Economics*, 29(2), 177–198. doi:10.1086/676825
- Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC) (2017). Sector trend analysis: fish and seafood trends in China. *Global Analysis Report*, prepared by Mengchao Chen. Ottawa, ON. Canada. <http://www.agr.gc.ca/resources/prod/Internet-Internet/MISB-DGSIM/ATS-SEA/PDF/6869-eng.pdf>
- An, S., Li, H., Guan, B., Zhou, C., Wang, Z., Deng, Z. Zhi, Y., Liu, Y., Xu, C., Fang, S., Jiang, J. and Hongli Li, H. (2007b). China's natural wetlands: past problems, current status, and future challenges. *Ambio*, 34, 335–342.
- Blomeyer, R., Sanz, A., Stobberup, K. Goulding, I. and Pauly, D. (2012). The role of China in world fisheries. Directorate General for Internal Policies, Policy Department B: Structural and Cohesion Policies – Fisheries. For the *European Parliament's Committee on Fisheries*. Brussels.
- Burgess, M., McDermott, G., Owashi, B., Peavey Reeves, L., Clavelle, T., Ovando, D., Wallace, B., Lewison, R., Gaines, S., and Costello, C. (2018). Protecting marine mammals, turtles, and birds by rebuilding global fisheries. *Science*, 359(6381), 1255–1258. doi: 10.1126/science.aao4248
- Cao, L., Chen, Y., Dong, S., Hanson, A., Huang, B., Leadbitter, D., et al. and Naylor, R. (2017). Opportunity for marine fisheries reform in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(3), 435–442. <https://doi.org/10.1073/pnas.1616583114>
- Casteñeda, A., Maaz, J., Requeña, N. and Chan, S. (2011). Managed access in Belize. Proceedings of the 64<sup>th</sup> Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Puerto Morelos, Mexico.
- De Silva, S. and Soto, D. (2009). Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto, T. Bahri (Eds.), *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 530. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C. K., Hilborn, R., Melnychuk, M. C., . . . Leland, A. (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(18), 5125–5129. doi:10.1073/pnas.1520420113
- Costello, C., Ovando, D., Hilborn, R., Gaines, S., Deschenes, O. and Lester, S. (2012). Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 338(6106), 517–520.
- Costello, C., Gaines, S. D. and Lynham, J. (2008). Can catch shares prevent fisheries collapse? *Science*, 321(5896), 1678–1681. doi:10.1126/science.1159478
- De Groot, R., Brander, L., Ploeg, S. V., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., . . . Beukering, P. V. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50–61. doi:10.1016/j.ecoser.2012.07.005
- FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome. 223 pp.
- FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
- Fujita R. et al. (2019) Assessing and managing small-scale fisheries in Belize. In: Salas S., Barragán-Paladines M., Chuenpagdee R. (eds) *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean*. MARE Publication Series, vol 19. Springer, Cham
- Gaines, S., Costello, C., Owashi, B., Mangin, T., Bone, J., Molinos, Burden, M., . . . , Ovando, D. (2018). Improved fisheries management could offset many negative effects of climate change. *Science Advances*, 4(8): eaao1378 DOI: [10.1126/sciadv.aao1378](https://doi.org/10.1126/sciadv.aao1378)
- Gao, Y., Fu, J., Zeng, L., Li, A., Li, H., Zhu, N., . . . Jiang, G. (2014). Occurrence and fate of perfluoroalkyl substances in marine sediments from the Chinese Bohai Sea, Yellow Sea, and East China Sea. *Environmental Pollution*, 194, 60–68. doi:10.1016/j.envpol.2014.07.018
- Gentry, R., Froehlich, H., Grimm, D., Kareiva, P., Parke, M., Rust, M., Gaines, S. and Halpern, B. (2017). Mapping the global potential for marine aquaculture. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 1317–1324.
- Gershman, D., Wondolleck, J. and Yafee, S. (2012). Great Barrier Reef marine park. In *Marine Ecosystem-Based Management in Practice*. Retrieved from <http://webservices.itcs.umich.edu/drupal/mebm/?q=node/56>
- Godfrey, M. (2018). China's seafood imports surged in 2017, while its export growth continues to slow. *SeafoodSource*. Retrieved from

<https://www.seafoodsource.com/news/supply-trade/chinas-seafood-imports-surged-in-2017-while-its-export-growth-continued-to-slow>

- Golden, C. D., Allison, E. H., Cheung, W. W., Dey, M. M., Halpern, B. S., Mccauley, D. J., . . . Myers, S. S. (2016). Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. *Nature*, 534(7607), 317–320. doi:10.1038/534317a
- Hall, O., Holby, O., Kollberg, S. and Samuelsson, M.O. (1992). Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. *Marine Ecology Progress Series*, 89(1), 81–91.
- Hall, S. J., Hilborn, R., Andrew, N. L. and Allison, E. H. (2013). Innovations in capture fisheries are an imperative for nutrition security in the developing world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(21), 8393–8398. doi:10.1073/pnas.1208067110
- Hillenbrand, E., Karim, N., Mohanraj, P. and Wu, D. (2015) Measuring gender-transformative change: a review of literature and promising practices. CARE USA. Working Paper
- Jensen, F., Frost, H., Thøgersen, T., Andersen, P. and Andersen, J. L. (2015). Game theory and fish wars: The case of the Northeast Atlantic mackerel fishery. *Fisheries Research*, 172, 7–16. doi:10.1016/j.fishres.2015.06.022
- Lester, S. E., Stevens, J. M., Gentry, R. R., Kappel, C. V., Bell, T. W., Costello, C. J., . . . White, C. (2018). Marine spatial planning makes room for offshore aquaculture in crowded coastal waters. *Nature Communications*, 9(1). doi:10.1038/s41467-018-03249-1
- Liang, C., Xian, W. and Pauly, D. (2018). Impacts of ocean warming on China’s fisheries catches: an application of “Mean Temperature of the Catch” concept. *Frontiers in Marine Science*, 5. doi:10.3389/fmars.2018.00026
- Liu, G. (2013). Food losses and food waste in China: a first estimate. OECD Food, Agricultural, and Fisheries Paper #66. Paris, France.
- Liu, D., Keesing, J.K., He, P., Wang, Z., Shi, Y. and Wang, Y. (2013). The world's largest macroalgal bloom in the Yellow Sea, China: Formation and implications. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 129, 2–10.
- Liu, H. (2016). National aquaculture law and policy: China. [Eds.] Nigel Bankes, Irene Dahl, and David L. VanderZwaag. *Aquaculture Law and Policy - Global, Regional and National Perspectives*. pp238-265. Edward Elgar Publishing. Northampton, US.

- Liu, H. and Su, J.L. (2017). Vulnerability of China's nearshore ecosystems under intensive mariculture development. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24: 8957–8966
- Lowman, D.M., Fisher, R., Holliday, M.C., McTee, S.A. and Stebbins, S (2013). *Fishery Monitoring Roadmap*.
- Ma, Z., Melville, D.S., Liu, J., Chen, Y., Yang, H., Ren, W., Zhang, Z., Piersma, T. and Li, B. (2014). Rethinking China's new great wall. *Science*, 346(6212), 912–914.
- McElderry, H. (2013). Electronic monitoring in the shore-side hake fishery 2004-2010. PFMC EM Workshop Agenda (Item B.1).
- McField, M., Kramer, P., Alvarez Filip, L., Drysdale, I., Rueda Flores, M., Giro Petersen, A. and Soto, M. (2018). 2018 Report card for the Mesoamerican Reef. Healthy Reefs Initiative [www.healthyreefs.org](http://www.healthyreefs.org)
- Moustahfid, H. (2017). Current actions, identified solutions and opportunities in addressing the effects of climate change on fisheries and aquaculture. Presentation for *The effects of climate change on oceans, UN-ICP-18 meeting from 15-19 May 2017*.
- Nikolek, G., de Jong, B. and Pan, C. (2018). China's changing tides: shifting consumption and trade position of Chinese seafood. Rabobank RaboResearch Food & Agribusiness Report. Retrieved from: [https://research.rabobank.com/far/en/sectors/animal-protein/chinas\\_changing\\_tides.html](https://research.rabobank.com/far/en/sectors/animal-protein/chinas_changing_tides.html)
- United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (n.d.). History of management of Gulf of Mexico red snapper. Retrieved from <https://www.fisheries.noaa.gov/history-management-gulf-mexico-red-snapper>
- United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2017). *Status of stocks 2017: annual report to Congress on the status of US fisheries*. Washington, DC.
- Ottersen, G., Olsen, E., Meeren, G. I., Dommasnes, A. and Loeng, H. (2011). The Norwegian plan for integrated ecosystem-based management of the marine environment in the Norwegian Sea. *Marine Policy*, 35(3), 389–398. doi:10.1016/j.marpol.2010.10.017
- Pang, S.J., Liu, F., Shan, T.F., Xu, N., Zhang, Z.H., Gao, S.Q., Chopin, T. and Sun, S. (2010). Tracking the algal origin of the *Ulva* bloom in the Yellow Sea by a combination of molecular, morphological and physiological analyses. *Marine environmental research*, 69(4), pp.207-215.
- Wang W., Liu H., Li Y.Q., Su J.L., 2014. Development and management of land reclamation in China. *Ocean and Coastal Management*, 102: 415–425.



- Pauly D. and Zeller, D. (Editors) (2015). Sea Around Us Concepts, Design and Data (seaaroundus.org)
- Pettersen, E. (2015). Integrated marine management: Norway's methodology and experience [PowerPoint Slides]. Norwegian Environmental Agency.  
[http://www.varam.gov.lv/in\\_site/tools/download.php?file=files/text/Finansu\\_instrumenti/EEZ\\_2009\\_2014/7\\_10\\_2015\\_semin\\_pr/2\\_Integrated\\_Marine\\_Management\\_Plans\\_Eirik\\_Drablos\\_Pettersen.pdf](http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/Finansu_instrumenti/EEZ_2009_2014/7_10_2015_semin_pr/2_Integrated_Marine_Management_Plans_Eirik_Drablos_Pettersen.pdf)
- Purcell S. and Pomeroy R. (2015). Driving small-scale fisheries in developing countries. *Frontiers in Marine Science*. 2:44. doi: 10.3389/fmars.2015.00044
- Roheim, C. (2004). Trade liberalization in fish products: impacts on sustainability of international markets and fish resources. In A. Aksoy and J. Beghin, (Eds.), *Global Agricultural Trade and Developing Countries*. The World Bank.
- Schive, P. (2018). Ecosystem approach- Norwegian marine integrated management plans [PowerPoint Slides]. *Norwegian Ministry of Climate and Environment*.
- Shen, G. and Heino, M. (2014). An overview of marine fisheries management in China. *Marine Policy*, 44, 265–272. DOI:10.1016/j.marpol.2013.09.012
- Sun, QW., Liu, H., Shang, WT., Yu, LJ., Jiang, X.P., You, J.Y , and Strand, Ø. (2018). Spatial planning of aquaculture in Sanggou Bay and surrounding sea areas. *Ocean and Coastal Management*. submitted.
- Szuwalski, C.S., Burgess, M.G., Costello, C. and Gaines, S.D. (2016). High fishery catches through trophic cascades in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(4), 717–721. doi:10.1073/pnas.1612722114
- United States Agency for International Development (USAID) (2018). USAID Oceans and Fisheries Partnership fact sheet. Retrieved from <https://www.usaid.gov/asia-regional/fact-sheets/usaid-oceans-and-fisheries-partnership>
- Wang, W., Liu, H., Li, Y. and Su, J. (2014). Development and management of land reclamation in China. *Ocean & Coastal Management*, 102(B), 415–425.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.03.009>
- Winther, J. (2018). Identifying particularly valuable and vulnerable areas [PowerPoint Slides]. *Centre for the Ocean and the Arctic & Norwegian Polar Institute*.
- The World Bank, Data Bank (2018). *Population growth (annual %), China* [Data file]. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW>

- World Bank, & Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). The sunken billions: the economic justification for fisheries reform. Washington, DC: World Bank.
- World Bank, Food and Agriculture Organization and WorldFish Center (WB/FAO/WFC) (2012). *Hidden harvest: the global contribution of capture fisheries*, World Bank, Report No. 66469-GLB, Washington, DC: World Bank, 69 pp.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J., Branch, T., Collie, J., Costello, C., Fogarty, M. et al. (2009). Rebuilding global fisheries. *Science*, 325(5940), 578-585.
- Xu, SJ, YH Xu, YL Huang, and F Zheng. 2012. Women's roles in the construction of New Fishing Villages in China, as shown from surveys in Zhejiang Province. *Asian Fisheries Science*, 25S:229-236.
- Zhai, WD. (2018). Exploring seasonal acidification in the Yellow Sea. *Science China Earth Sciences*, 61, <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9151-4>
- Zhang, HZ. (2015). China's fishing industry: current status, government policies, and future prospects. *China as a "Maritime Power" Conference*, CNA Analysis & Solutions, Arlington, Virginia, USA. [https://www.cna.org/cna\\_files/pdf/China-Fishing-Industry.pdf](https://www.cna.org/cna_files/pdf/China-Fishing-Industry.pdf)
- Zheng, Q., Zhang, R., Wang, Y., Pan, X., Tang, J., Zhang, G. (2012). Distribution of antibiotics in the Beibu Gulf, China: Impacts of river discharge and aquaculture activities [J]. *Mar Environ Res*, 78: 26-33.