A young fish, possibly a sea bream, is shown caught in a green fishing net. The fish is positioned in the lower center of the frame, facing left with its mouth open. The net is a dense, tangled mesh of green plastic fibers, some of which are coated with a brown, crusty substance, likely dried algae or sediment. The background is dark and out of focus, emphasizing the fish and the net.

# 中国海洋幼杂鱼捕捞现状 及对中国可持续渔业发展的启示

GREENPEACE 绿色和平

[www.greenpeace.org.cn](http://www.greenpeace.org.cn)



# 目录 CONTENTS

---

相关定义	1
序言	2
主要研究发现	5
政策建议	6
引言	7
<b>01 幼杂鱼捕捞及利用现状</b>	<b>8</b>
1.1 研究方法介绍	8
1.2 幼杂鱼捕捞现状	11
1.3 幼杂鱼的去向	21
1.4 水产养殖对幼杂鱼的消耗	22
<b>02 幼杂鱼捕捞的影响</b>	<b>32</b>
2.1 对海洋生态和生物多样性造成巨大压力	32
2.2 对潜在的经济收益造成了损害	33
2.3 为渔业产业格局调整、渔民转产转业带来障碍	35
2.4 为渔业管理提出了新的机遇和挑战	37
<b>03 建议</b>	<b>38</b>
3.1 将幼杂鱼保护作为实施渔业资源总量管理的突破口	38
3.2 将幼杂鱼保护作为实现可持续水产养殖转型的着力点	40
3.3 将幼杂鱼保护列入地方统一渔业管理措施的考察项	41
结语	43
附录	45
尾注	65



幼杂鱼 ©Simon Lim/绿色和平

## 相关定义

**“幼杂鱼”**：本报告所指的幼杂鱼，是渔获物中优质、高价个体被挑选后所剩下的，经济价值低、个体小、且夹杂各种经济鱼类幼鱼的渔获物。具体来说，指渔获物中供人类直接食用的和专门供食品加工用的渔获物被挑选后，剩下的主要做饲料用途的那部分渔获物。这部分渔获物包括了渔民常称为“垃圾鱼”、“饲料鱼”、“鱼肥”、“小鱼头”等名称的部分。与幼杂鱼相关的研究报告和文章中使用的术语还包括“野杂鱼 / 垃圾鱼 (trash fish)”<sup>1</sup>、“低值 / 杂鱼 (low value/trash fish)”<sup>2</sup>、“小杂鱼”<sup>3</sup>、“副渔获物 / 兼捕渔获物 (bycatch)”<sup>4</sup>、“饲料鱼 (feed fish)”<sup>5</sup> 等等。

幼杂鱼是一些不同物种的集合体，本报告的内容主要关注其中的鱼类。为方便讨论，将其中的鱼类分为以下几类：

- 经济鱼类：具有一定产量、经济价值较高的鱼类，包括：
  - 食用经济鱼类：这些鱼类一般情况下是供人类食用的，但由于尚未长大，个体还比较小的时候就被捕捞起来，因而无法做食用用途。
  - 非食用经济鱼类：即使长大后，也极少被人类食用的鱼类。其经济价值主要表现在可以形成较大的捕捞规模，并加工为鱼粉、鱼油等产品进行销售。
- 非经济鱼类：无法形成一定生产规模、经济价值也不高的鱼类。

根据其所处生长周期的不同，每条鱼类个体可以分为幼鱼和成鱼：

- 幼鱼：尚未发育至性成熟的鱼类个体。<sup>6</sup>
- 成鱼：性腺已发育成熟，可以繁衍后代的个体。

## 序言一

人类在 21 世纪遭遇的前所未有的一大难题便是我们首次在海产品供应上出现了危机。不断增长的全球人口以及随之而来对营养可口的海产品日益剧增的需求已经超过了自然界所能提供的极限。尽管人们已经普遍认识到了所面临的问题，解决方案仍然迟迟未得。两个看似简单且密切相关的问题必须得到解答。第一个问题是我们要如何才能从海洋中获得更多食物，鉴于许多我们喜爱的鱼类和无脊椎动物资源已经被过度捕捞（通俗的讲就是它们被捕捞的速度快于繁衍的速度）？第二个问题是我们要如何通过养殖生产更多的海产品，鉴于目前的养殖模式是对渔业和海洋生态系统增添而非削减压力？

解决的办法不是没有，那就是，我们需要比现在更有智慧地去管理渔业资源，明确哪些资源可以利用，以及有多少资源可以利用。我们需要降低捕捞活动的强度以达到最大可持续产量(MSY)，为此必须减少捕捞“投入量”，包括从业人口、渔船数量和网具等，使鱼类和无脊椎动物能生长和繁衍从而达到产量的最大化。水产养殖所面临的挑战其实与捕捞并无太多不同，然而对其的妥善解决尤为重要。目前仍然有不少人坚信在资源衰退下推广养殖可以解决海产品的供给，更有人认为养殖还能有助于解决过度捕捞的问题。如果我们审视一下如今水产养殖是如何运作的，也许就不会得出这样的结论。

海水养殖青睐经济价值较高的种类，而这些种类（例如鱼类和以虾为代表的无脊椎动物）大部分是肉食性的。养殖这些种类需要投喂大量的野生鱼类，所以水产养殖在增加水产品供应的同时也对渔业资源施加了压力。举例而言，生产 1 公斤肉食性鱼类一般需要消耗 3 至 15 公斤的鱼类作为饵料投入，这些鱼就是绿色和平报告中所说的“幼杂鱼”（曾经没有经济价值，现在可以出售作为饵料）。这些幼杂鱼中通常包括了许多重要经济鱼类的幼鱼。在全球渔业过度捕捞的大背景下，我们必须更谨慎地思考是否要继续利用幼杂鱼为养殖少数经济价值高的种类服务，还是让这些幼杂鱼在自然界长成后直接为我们食用。

只有更好地掌握幼杂鱼产量及其对未来海洋生态系统健康的可能影响，才能最大程度地发挥水产养殖在保障食品安全中的积极作用以及更好地利用“幼杂鱼”资源。考虑到中国作为海产品消费大国和养殖大国的国际重要性，这个问题在中国就显得尤为突出和关键。绿色和平的这份报告是我所知的全球范围内少有的此类报告之一，也是中国第一份此类报告，提供了中国近海用于养殖的幼杂鱼和无脊椎动物的产量、个体大小及种类组成等重要信息。报告的结论是显而易见的，大量的幼鱼被捕捞，说明目前中国的捕捞方式从生物学角度看是不可持续的。而只有通过发展可持续渔业才可能长期地带来更多的海产品及经济效益。

展望未来，无论是捕捞还是养殖，真正的“生态文明型”海产品生产亟需更好的知识、计划和责任意识。作为全球主要的渔业国家之一，中国的实践有着广泛的国际影响力。中国如今面临着绝佳的机遇，可以在深化水产养殖和减轻捕捞压力方面起到模范带头作用。如果中国能够尝试更可持续的养殖方式，如减少肉食性鱼类的养殖或加大开发替代野生鱼饵料的饲料，这也将大大推进全球渔业的进步。

Yvonne Sadovy de Mitcheson 薛绮雯

香港大学太古海洋科学研究所 教授

世界自然保护联盟 (IUCN) 石斑鱼和隆头鱼专家组 主席

鱼类集群科学与保护 (Science & Conservation of Fish Aggregations) 执行理事



## 序言二

近半个世纪以来,由于过度捕捞和环境污染,全球渔业资源下降到令人担忧的地步,中国也不例外。我国海洋渔业资源目前严重衰退,许多重要渔场的渔汛已基本消失。跟多数亚洲国家一样,我国的海洋渔获大多是非专捕对象,主要由小型中上层低值鱼类(比如凤尾鱼、鲭鱼和竹荚鱼)组成,已经处于“自高往低营养级捕捞”至海洋食物链底端的状态。由于缺乏资源评估,几乎 1/3 的渔获量被归类为“其他”,因为经济价值较低且包含许多经济鱼类的幼鱼又被称为“野杂鱼”或“幼杂鱼”。

为扭转资源下降趋势,实现海洋渔业资源的可持续开发,大多数国家都意识到改善渔业管理的必要性,并采取了系列举措。在渔业规模较大、数据较丰富且开展过资源评估的国家(约占全球海洋捕捞量的 20%,海洋鱼类总量的 1%),其鱼类种群都得到了较好的重建与恢复;而在渔业资源规模较小、种群数据相对匮乏的国家,其重建的效果往往不太理想。

作为全球最大的水产品生产、消费、加工和出口国,中国在海洋资源可持续开发及渔业管理转型上的努力有着极其重要的国际影响力。与致力于渔业改革的诸多国家相比,我国的特别之处在于,其海洋捕捞产量居世界首位,约占全球总产量的 1/5;其经济发展和资源管理模式源于独特的文化背景。中国社会主义市场经济和深厚的传统文化,为渔业可持续发展提供了机遇,但也带来许多潜在困难。

可喜的是,《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的颁布,为海洋渔业改革提供了前所未有的平台。自 1978 年改革开放以来,这是我国首次把社会公平和环境保护置于与经济发展同等重要的位置,并将海洋生态系统保护也列入国家环境保护的重要议题,为恢复和发展捕捞渔业,保护海洋生态系统服务功能,改善沿岸污染状况提供了重大机遇。

中央制定的“生态文明”议程,旨在以资源环境承载力、自然规律和可持续发展为基础,建设资源节约型和环境友好型社会,强调陆海统筹、绿色发展和社会生态平衡的理念。在此大框架下,农业部制定的“渔业十三五规划”,进一步明确了“传统渔业产业现代化、可持续水产养殖、海洋环境保护和渔业资源的可持续利用”等发展目标,提出了“计划到 2020 年将海洋捕捞产量减少到 1000 万吨以下(目前含远洋共 1500 万吨)”,为渔业管理转型指明了方向。

为助力上述目标的实现,渔业管理和制度性改革势在必行,例如建立以科学为基础的渔业管理新制度,明确渔业准入限制,统一各省渔业政策,实施渔业管理人员教育计划,推动渔业科学数据开放共享等。若以上改革建议都能被采纳,并在基层得到落实,将极大地推进我国海洋生态文明进程,促使海洋渔业管理迎来真正的范式转变。

为遏制资源的进一步衰竭,应把握住当前时机,抓紧对渔业管理进行改革。渔业资源的数据收集和调查评估是改革的基础和根本出发点之一。绿色和平这份对幼杂鱼基础数据收集和资源评估的报告推出得正是时候,为我国加强幼杂鱼管理提供了新的科学依据,同时也为渔业管理改革也提供了新的思路,值得肯定。

曹玲

斯坦福大学粮食安全与环境研究中心 副研究员  
上海交通大学 特别研究员



过度捕捞，是中国海洋渔业发展面临的一大难题。近半个世纪以来，中国的海洋捕捞由捕捞总量很小、渔获物中主要是高价值的大型鱼类，转变为捕捞总量很大、渔获物中主要是小型鱼类和幼鱼，即本报告中定义的“幼杂鱼”。

大量幼鱼被提前捕捞，会影响到这些鱼类的生殖和繁衍、进而影响其资源的稳定；而对各种小型“杂”鱼的大量捕捞，会威胁到海洋里大型生物的食物来源和海洋食物链的基础。对幼杂鱼不加限制的捕捞，透支了食用经济鱼类的经济社会价值、削弱了海洋生态系统稳定性，并不符合可持续渔业发展的原则要求。资源衰退后捕捞和利用对象由“大鱼”向“小鱼”的扩张，更加剧了“绝户网”等违法渔具屡禁不止、各种落后捕捞方式退出的积极性不足，为渔业执法、渔业转型带来诸多难题，因此，幼杂鱼的问题成为当前过度捕捞治理的一个“关键点”。

对幼杂鱼捕捞实施可持续的管理，不仅有助于过度捕捞问题的解决及当前总量控制目标的实现，并将对中国渔业“转方式、调结构”的顺利推进起到重要的促进作用。



## 主要研究发现

- 1) 中国海洋捕捞渔获物已经严重低值化，大型食用经济鱼类比例显著下降。调研发现，2016年8月至12月期间，中国海洋捕捞渔获物中至少30%为幼杂鱼；其中，在中国近海最主要的捕捞作业类型——拖网渔船的渔获物中，幼杂鱼大约占到了一半的比例。
- 2) 2016年8月至12月期间，项目组对中国沿海8个主要渔业省份中22个渔港的80份幼杂鱼样品进行了分析，发现当前对幼杂鱼的大规模捕捞进一步加剧了海洋渔业资源的破坏，主要表现为高强度利用多种食用经济鱼类的幼鱼，从而对已经过度开发的经济鱼类资源造成更大的捕捞压力，严重影响了这些鱼类的生殖、繁衍和资源总量的稳定。
  - 从鱼类种类数来看，从所采集的样品中共分类鉴定出鱼类218种，其中食用经济鱼类96种，表明目前的幼杂鱼捕捞行为已经广泛影响到了多种食用经济鱼类。
  - 从鱼类个体数来看，样品中食用经济鱼类的个体数占到鱼类总数的38.61%，且食用经济鱼类中75%是尚未发育成熟的幼鱼。如此高的幼鱼比例折射出当前捕捞压力依然居高不下，不仅会严重影响到这些鱼类资源的可持续利用，还会对海洋生态系统造成不可逆转的负面影响。
  - 样品中可获得评估信息的44种鱼类中，有40种已经处在过度利用或资源衰退状态，其余4种也已达到充分开发阶段，表明幼杂鱼群体迫切需要可持续的管理。
  - 样品中出现一定比例的增殖放流物种的幼体，且出现的海域与放流的海域一致，表明目前大量捕捞幼杂鱼可能会损害到增殖放流工作的成果。
- 3) 幼杂鱼最主要的用途是用于水产养殖饲料。本研究通过桌面和实地调研，得出2014年中国水产养殖消耗的国内捕捞海洋渔业资源量约为717万吨。如不尽快改变水产养殖的发展模式，水产养殖对幼杂鱼的需求很有可能进一步加剧过度捕捞的现状，并对未来渔业产业格局调整、渔民转产转业工作造成障碍。
  - 在鱼粉鱼油使用方面，2014年中国的水产养殖饲料的鱼粉鱼油中至少76万吨来自于中国国内生产，折合为海洋渔业资源约为222万吨。
  - 在直接投喂幼杂鱼方面，2014年水产养殖直接投喂幼杂鱼约495万吨，几乎全部来自中国国内捕捞，其中海水养殖投喂324万吨（66%）；淡水养殖投喂171万吨（34%）。
  - 从养殖种类结构上看，在中国63个养殖种类（或种类大类）中，48个（76%）在养殖过程中都需要投入配合饲料或直接投喂幼杂鱼。
  - 从各种类的养殖产量来看，虽然目前中国水产养殖仍以不投喂种类为主，然而，投喂种类的产量增长明显高于不投喂种类，未来水产养殖对饵料的需求将持续递增，对海洋渔业资源量带来更大压力。

## 政策建议

### 1) 在海洋捕捞方面：将幼杂鱼保护作为完善渔业资源总量管理的突破口

- 将幼杂鱼纳入渔业捕捞基础数据统计和收集体系，对幼杂鱼的捕捞产量、上岸情况和流通去向进行系统的监管；
- 将减少幼杂鱼的捕捞量作为当前捕捞产量负增长的重点，对以某单一幼杂鱼物种作为目标渔获物的捕捞业，尽快开展捕捞配额的可行性和必要性研究，按照预防性原则、基于生态系统方法等原则制定捕捞配额的分配方法；
- 以保护经济鱼类幼鱼为目标，进一步完善各类渔具的最小网目尺寸、重要经济鱼类最小可捕规格等规范的制定和实施；
- 针对一些大宗经济鱼类的繁殖场所建立更多的海洋保护区，以提高幼鱼的存活率；对重要的索饵场及越冬场，划出一定范围设置成永久性的禁渔区。

### 2) 在水产养殖方面：将幼杂鱼保护作为实现可持续水产养殖转型的着力点

- 设立更为严格的水产养殖生态可持续性要求，将“不得过度损耗野生渔业资源和海洋生态系统”作为水产养殖业可持续发展的根本前提；
- 进一步完善水产饲料投喂标准，明确可以用作饲料或鱼粉原料的物种及占比；考虑到幼杂鱼中混有大量的经济鱼类幼鱼、难以区分，且直接投喂方式效率较低、污染程度高，建议禁止直接使用冰鲜幼杂鱼进行投喂；
- 鉴于目前大多数水产养殖产品已开发出专用的配合饲料，且取得较好的效果，然而许多养殖户旧有观念没有转变，对配合饲料的接受程度不高，为尽快减少养殖户对幼杂鱼的依赖，配合饲料的推广与技术开发同样需要加强。

### 3) 在执行实施方面：将幼杂鱼保护列入地方统一渔业管理措施的考察项

- 统一地方渔业管理的措施和力度，避免因地区间差异而为过度捕捞幼杂鱼行为制造空间；
- 强化执法力度，将各项突击行动常态化，建立起更为完善的监管模式；
- 加强渔政监管部门的执法能力，充分发挥现代科学技术提供的便利条件，通过电子渔捞日志、卫星定位、监控录像设备等手段对渔船作业进行更加严格的监管，确保渔业生产活动科学、合法；
- 加强鱼类销售、养殖和流通全产业链条的可追溯性建设，增强信息透明公开。





福建漳州东山铜陵渔港。 © 李硕拯 / 绿色和平

## 引言

中国是海洋大国，拥有丰富的海洋生物资源，已经鉴定的海洋生物约占全世界海洋生物物种的七分之一，是海洋生物多样性特别丰富的国家之一。中国也是渔业大国，捕捞能力长期位居全球第一<sup>7</sup>，约占全球捕捞总量的16%<sup>8</sup>。海洋为我们的餐桌奉献了营养丰富的水产品，为沿海居民提供了近2000万个工作岗位。确保海洋渔业的可持续发展、维护海洋生态系统的健康和活力，至关重要。

然而，持续多年的过度捕捞给海洋造成了巨大压力，不仅导致渔业资源衰退，也危害了海洋生态系统和生物多样性。自1994年以来，中国的海洋捕捞量就已经超过了渔业资源可捕量，目前依然在不断增长<sup>9</sup>。中国几大渔场主产经济鱼类资源从上世纪70年代开始相继下降，渔船的捕捞目标不断转移和扩展。但在巨大的捕捞强度下，任何一种可捕对象都无法保持较长时间之内的稳定产量，海洋物种出现系列性退化，甚至濒临灭绝，海洋生态系统的稳定性也不断降低。

与之相对应的是，中国渔船的捕捞模式已经彻底转变。继大黄鱼、小黄鱼、带鱼等传统经济鱼类资源持续衰退后，渔业捕捞、利用的主要目标从这些传统经济鱼类逐渐扩展为各种经济价值不高的小型鱼类，甚至是食用经济鱼类的幼体，其中很大部分便属于本报告所定义的“幼杂鱼”<sup>10, 11, 12</sup>。虽然海洋渔业捕捞总量持续增长，其质量却严重下降，渔获物中的主要组成部分已经由传统经济鱼类转为幼杂鱼。不加限制地大规模捕捞幼杂鱼，虽然短期内能增加产量和收入，长期来看却是冒着损害海洋食物链基础、透支食用经济鱼类的经济社会价值、削弱海洋生态系统稳定性等巨大风险，并不符合可持续渔业发展的原则要求。

自中国“十三五”规划和渔业“十三五”规划颁布以来，海洋生态、资源和环境保护被列入重要议题，渔业供给侧结构性改革蓄势待发，在既往的“双控”制度、休渔禁渔制度、渔具控制和保护区建设等制度的基础上，渔业油补政策改革、压减海洋捕捞能力、捕捞产量负增长、转型升级水产养殖业等举措持续推进。绿色和平注意到，“幼杂鱼”也逐渐被纳入管理，但是，限于基础资料的缺乏<sup>13, 14</sup>、渔船和捕捞基数过大、管理资源不足等现实困难，相关措施的制定和落实始终遇到许多障碍，对幼杂鱼问题的重视程度也有待提高。对幼杂鱼捕捞实施可持续的管理，不仅有助于实现捕捞产量负增长的新目标、缓解过度捕捞压力，而且对渔业产业结构调整也有着极大的促进作用。

绿色和平冀望中国的渔业管理部门能抓住当前渔业转型的难得机遇，更好地正视幼杂鱼的问题，并将之作为解开持续多年过度捕捞“症结”的突破口。为此，绿色和平前往辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东、广西、海南等8个主要海洋渔业省份的22个渔港，针对幼杂鱼的产量、组成和利用现状开展了深入调研，并在本报告中对调研的相关发现一一阐述，以期协助应对过度捕捞问题、保护海洋生态和生物多样性工作提供有价值的参考。





## 幼杂鱼捕捞及利用现状

针对目前中国沿海幼杂鱼捕捞数据缺乏的问题，本研究通过桌面调研和实地调研相结合的方式，对幼杂鱼在海洋捕捞渔获物中所占的比例、幼杂鱼的组成、流向以及水产养殖行业每年消耗的幼杂鱼总量等问题进行了研究。

浙江沿海，一艘拖网渔船捕捞到一网渔获，绝大多数都是幼杂鱼。©朱立/绿色和平

### 1.1

## 研究方法介绍

### 1) 幼杂鱼捕捞现状调研方法

本研究采用桌面调研与实地调研相结合的方式：首先，通过桌面调研的方式收集并分析了中国海域幼杂鱼捕捞的相关文献以及报道，以了解目前中国海域幼杂鱼捕捞的现状以及存在的问题。其次，在桌面调研的基础上，通过实地抽样调查（包括渔民问卷调研和幼杂鱼随机采样），对目前幼杂鱼在总体渔获物中的比例，以及幼杂鱼中包含的物种等问题进行了进一步的研究，以分析目前幼杂鱼捕捞在整个渔业产业链中的地位以及存在的问题。



桌面调研方面，基于收集到的文献报道，总结出幼杂鱼捕捞活动具有以下特点：拖网、张网中幼杂鱼比例较高，围网次之，刺网和钓具中较低；幼杂鱼中不仅仅是一些非经济鱼类，还包括大量经济鱼类幼鱼；水产养殖是当前幼杂鱼最主要的用途。关于中国海域幼杂鱼捕捞整体情况的研究并不多，联合国粮农组织亚太渔业委员会在相关报告中对 2001 年、2004-2005 年中国海洋捕捞的“低值鱼 (low value fish)”和“垃圾鱼 (trash fish)”进行了研究，指出拖网、张网类型的渔船渔获物中有显著比例的“垃圾鱼”，且“垃圾鱼”中包含有大量重要经济鱼类幼鱼，并指出“垃圾鱼”主要被用作了水产养殖饲料。<sup>15, 16</sup> 杨吝等于 1998-2001 年对中国南海区的渔获物中“低值鱼和幼鱼”的问题进行了综述，指出“低值鱼和幼鱼”在南海区渔船渔获物中比例已占优势，各类型渔具中对低值鱼和幼鱼的捕捞比例由高到低依次为拖网、张网、围网、刺网和钓具，以及“低值鱼和幼鱼”主要用于水产养殖业、鱼产品加工和鱼粉生产。<sup>17, 18, 19</sup> 近 10 年来，在不同调研地点的渔具及渔获物组成的研究也表明，由于选择性差、网目偏小等原因，各种类型的拖网<sup>20, 21, 22, 23, 24</sup>、张网<sup>25, 26, 27, 28</sup>渔船兼捕率高，对经济鱼类幼鱼破坏性大。

实地调研方面，在调研时间上，主要涵盖 2016 年海洋捕捞主要季节 (8 月至 12 月) 期间<sup>29</sup>。

在调研地点上，选择了中国海洋渔业捕捞量最大的 8 个省份，包括辽宁、山东、浙江、江苏、浙江、福建、广东、广西、海南的 12 个渔业市 (县)<sup>30</sup> 的 22 个渔港作为主要调研地点，以目标渔港内的在中国国内海域捕捞渔船为研究对象，开展了问卷和采样调研，关于调研地点的详细列表请见附录 2。



山东烟台，绿色和平工作人员及志愿者在实地调研。© 朱立 / 绿色和平

在幼杂鱼比例方面，通过渔民问卷调查的方法，以目标港口作业船只的主要类型作为典型，进行分层随机抽样。主要针对目标港口的渔业从业人员，以船长、船东、资深船员为主，进行问卷抽样调研，估算 2016 年开渔后至 2016 年底期间，渔获物中优质经济渔获物和幼杂鱼渔获物的比例。根据中国渔业统计指标中对捕捞渔具的分类方法，将捕捞作业类型分为拖网、围网、刺网、张网、钓具和其他渔具六大类，对调研中遇到的各种渔具，参考渔具研究专著进行归类<sup>31</sup>。根据前期桌面和实地调研所获得的信息，调研过程中以拖网为主，并适当对其他类型的网具（特别是张网、围网）进行抽样，采用统计学大样本（ $n \geq 30$ ）抽样调查方法保证拖网样本数足够大。

在幼杂鱼组成方面，主要通过随机采样鉴定的方法。调研期间在每个调研省份分 2-3 次采样，每次从回港渔船的幼杂鱼渔获物中随机采集大约 1-3kg 的样品，采样的幼杂鱼主要来自当地常见的幼杂鱼渔获物类型。所采集的鱼样送至鱼类学专家实验室进行物种鉴定、个体数记录和体长测量记录等鉴定工作，再从食用经济鱼类的比例、幼鱼比例、相关鱼类物种的资源状况等角度，对数据做进一步分析。

## 2) 对水产养殖每年消耗的幼杂鱼产量的研究方法

该部分的研究主要通过文献数据和统计资料收集和分析，并通过实地调查三种典型养殖种类，与文献分析的结论进行对比、验证，研究中国水产养殖海洋渔业资源投入现状。

研究过程中，首先通过文献综述，对中国水产养殖产业和水产养殖投入的海洋资源现状进行系统分析，确定研究边界（例如选择重要的水产养殖对象作为主要研究种类进行深入调研）。然后，从文献中收集中国海水和淡水主要养殖种类的饲料饵料系数、饲料鱼粉含量和幼杂鱼饵料系数，并根据数据来源和文献属性，从数据的可靠性、完整性、时间相关、地理相关、技术关联性、样本量等属性进行分类并赋权重，对收集的多个文献数据进行加权计算几何平均数。之后分为直接投喂幼杂鱼与人工配合饲料（鱼粉鱼油使用）两部分，结合多个数据来源，引入调整系数对基于文献分析的数据和结论进行调整和修正。最后，通过修正后较为可靠的水产养殖对海洋资源的消耗量，反推出海洋捕捞供应水产养殖的资源量。此外，根据文献综述结果，选择了中华绒螯蟹、大黄鱼、大口黑鲈三个典型养殖种类养殖产业链中的重点环节进行了实地调查，与桌面调研结果进行对比。

关键的计算参数及过程详情请见附录 5。





山东烟台, 绿色和平工作人员及志愿者在实地调研。 © 朱立 / 绿色和平

## 1.2

### 幼杂鱼捕捞现状

绿色和平于 2016 年 8 月至 12 月期间, 对中国沿海 8 个主要渔业省份中 22 个渔港的实地调研结果表明, 幼杂鱼已经成为渔获物中的主要组成部分: 在中国最主要的捕捞类型 --- 拖网渔船的渔获物中, 幼杂鱼大约占到了一半的比例; 保守估计, 所有类型渔船渔获物中幼杂鱼比例约为三成。当前对幼杂鱼的大规模捕捞进一步加剧了海洋渔业资源的破坏, 主要表现为高强度利用多种食用经济鱼类的幼鱼, 从而对已经过度开发的经济鱼类资源造成更大的捕捞压力, 严重影响了这些鱼类的生殖、繁衍和资源总量的稳定。

#### 1) 幼杂鱼在渔获物中所占比例

调研期间, 绿色和平在 8 个调研省份共收集问卷 1088 份, 其中有效问卷 926 份。704 份问卷来自船只作业人员 (船长、船东及船员等), 222 份来自海产从业人员 (采购商、渔业协会会长、海产企业人员等)。主要的调研结果详见图 1。

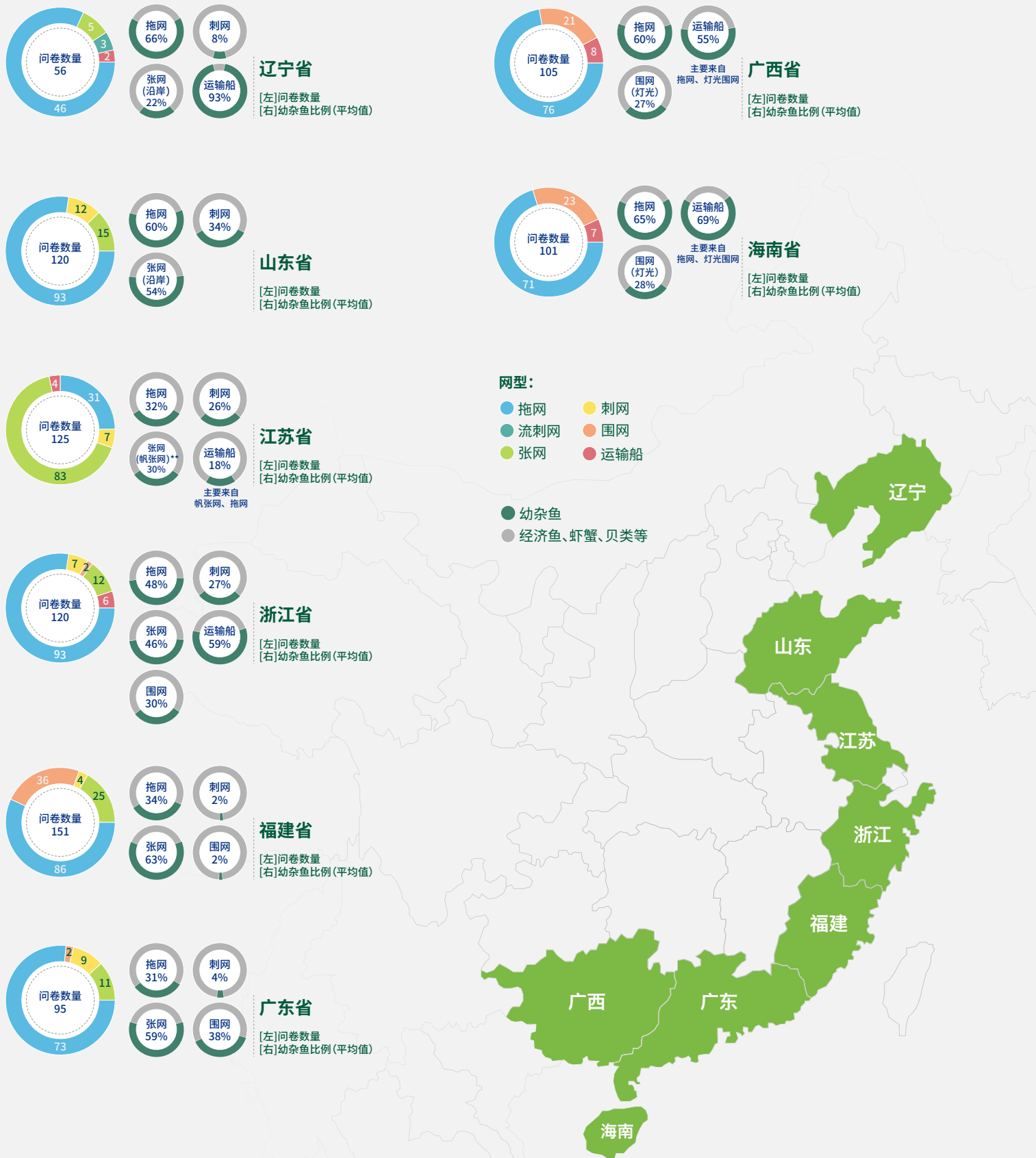


图 1 | 问卷调研结果汇总 \*

\* 另有 53 份来自“其他”类型的渔具，或网型无法归类的问卷（部分受访者在回答幼杂鱼比例时给出了可靠的答案，但是在回答捕捞方式类型时有所顾虑）调研结果未纳入表内。

\*\* 同其他省份不同，在拖网、张网两种类型中，江苏省最主要的作业类型是张网。本次调研地点江苏省启东吕四中心渔港，主要作业类型也为张网。因此在吕四港对张网进行了专门抽样。该港张网的幼杂鱼捕捞比例平均值为 30%，83 艘抽样张网作业船中 26 艘（31%）的幼杂鱼比例高于 50%。



基于问卷调研结果，发现目前中国海洋捕捞幼杂鱼活动有以下特点：

### 拖网渔船渔获物中，约一半是幼杂鱼：

如上文所述，在幼杂鱼捕捞活动中，最为突出的是拖网渔船。拖网捕捞是目前中国最主要的作业类型，中国现有 35820 艘海洋拖网捕捞渔船，每年中国的海洋捕捞产量约有一半来自于拖网渔船<sup>32</sup>。为揭示中国拖网渔船渔获物中幼杂鱼的整体比例，对本次调研中获得的 8 个省份调研点的幼杂鱼比例数据进行加权平均。以各省调研点获得的拖网渔船幼杂鱼比例数据代表该省拖网渔船中幼杂鱼的整体比例，以各省 2015 年拖网渔船捕捞量的贡献率为权重，权重系数 = (某省 2015 年拖网产量 / 8 省 2015 年拖网产量之和)，将各省的幼杂鱼比例进行加权平均，估算幼杂鱼在拖网渔获物中的整体情况。

$$\text{拖网渔船幼杂鱼捕捞比例} = \frac{\text{8 省拖网渔船中幼杂鱼加权捕捞总量}}{\text{8 省拖网捕捞总量}}$$

加权平均的结果为 49.32%，即中国拖网作业类型的渔船渔获物中，约一半都是幼杂鱼。

省份	幼杂鱼比例 (平均值, %)	2015 年该省拖网海洋 捕捞渔获物产量 (吨)	权重系数	权问卷统计拖网类型
辽宁	66	450072	0.07	双船浮水拖网、 单船底拖网、拖虾网等
山东	60	1389331	0.23	双船浮水拖网、 单船底拖网、拖虾网等
江苏	32	74543	0.01	单船底拖网、拖虾网等
浙江	48	2039172	0.33	单船底拖网、双船拖网、 单船表层拖网、拖虾网等
福建	34	770590	0.13	单船底拖网、 单船浮水拖网等
广东	31	762357	0.13	单船底拖网、 单船浮水拖网等
广西	60	425367	0.07	单船浮水拖网等
海南	65	181900	0.03	单船底拖网、 单船浮水拖网等
合计 / 平均	加权平均结果：49.32	合计：6093332	合计：1.00	

表 1 | 拖网渔船渔获物中幼杂鱼比例加权计算

### 所有类型的渔船渔获物中，保守估计，三成是幼杂鱼：

为探究中国总体渔获物中幼杂鱼的比例，采取类似上文估算拖网比例的方式，对各作业类型的幼杂鱼比例进行加权平均。拖网、张网、围网捕捞中幼杂鱼所占比例来自于本研究中的调查结果，即拖网采用上文计算结果 49.32%；张网中幼杂鱼的比例计算基于山东、江苏、浙江、福建、广东的问卷结果进行加权平均，方法与上文计算拖网比例的方式一致，结果为 48.74%；围网中幼杂鱼比例基于海南、广西、福建的结果进行加权平均估算，为 16.23%。对刺网、钓具和其他捕捞类型渔船渔获物中幼杂鱼的比例，由于没有足够数据做出合适的估计，暂将其渔获物中幼杂鱼比例设置为 0% 进行保守估算。以各作业类型对 2015 年总捕捞产量的贡献率为依据设置权重，权重系数 = (某作业类型 2015 年捕捞产量 / 2015 年中国海洋捕捞总产量)，对各作业类型渔获物中幼杂鱼比例进行加权平均。

$$\text{所有类型渔船中海洋捕捞幼杂鱼捕捞比例} = \frac{\text{各作业类型渔船中幼杂鱼加权捕捞总量}}{\text{各作业类型捕捞总量}}$$

加权平均的结果为 30.45%，即中国总体海洋捕捞渔获物中，大约三成为幼杂鱼。

特别指出的是，这一结果仅是保守的估计，幼杂鱼的实际比例很可能比这一结果要高。原因在于，首先，根据有限的反馈结果以及桌面调研结果来看，刺网、钓具、“其他”这三类捕捞类型渔船中幼杂鱼比例一般较低，但并不完全为零；其次，持有刺网等非拖网类捕捞许可的渔船，在实际捕捞中存在私自变更为拖网捕捞的行为；第三，目前的估计是基于伏季休渔后的生产情况，相对来说是全年中生产情况最好的一段时间，根据渔民的反馈以及部分省份生产情况的报道，伏休前的捕捞渔获物中幼杂鱼的比例往往高于伏休后。这些因素都会导致幼杂鱼的实际比例高于估算的结果。

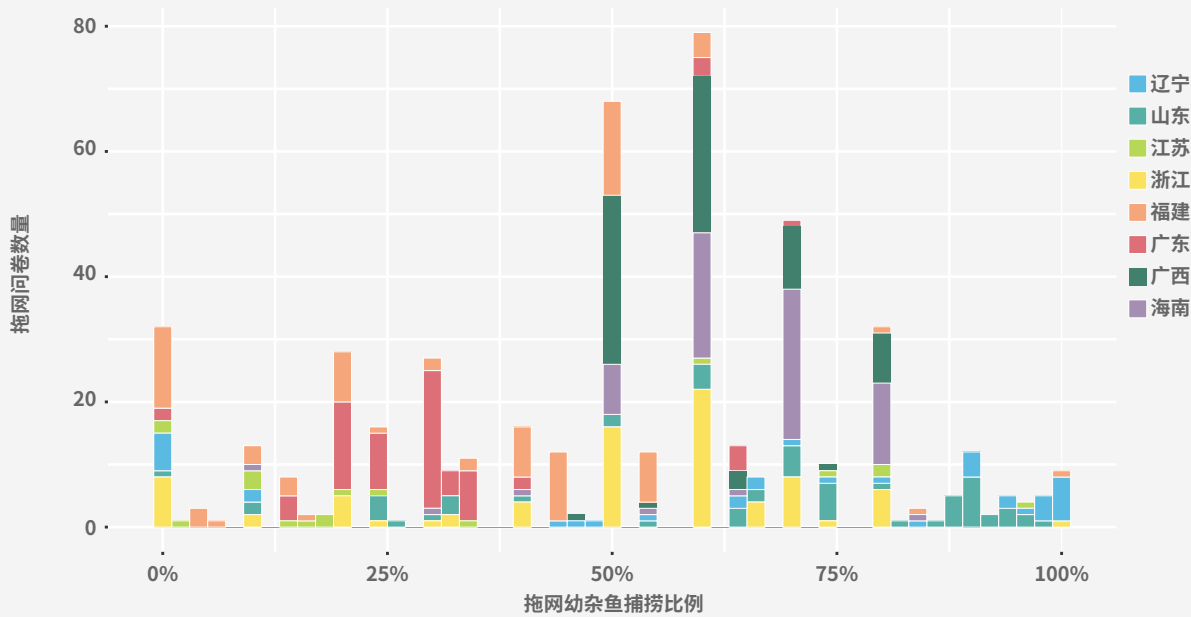
作业类型	幼杂鱼比例 (%)	2015 年该作业类型 海洋捕捞产量 (吨)	权重系数
拖网	49.32 (调研所得)	6208928	0.47
围网	16.23 (调研所得)	1036603	0.08
张网	48.74 (调研所得)	1585462	0.12
刺网	0 (保守假设)	2950556	0.22
钓具	0 (保守假设)	401546	0.03
其他	0 (保守假设)	964716	0.07
合计 / 平均	加权平均结果：30.45%	合计：13147811	合计：1.00

表 2 | 所有类型渔船渔获物中幼杂鱼比例加权计算

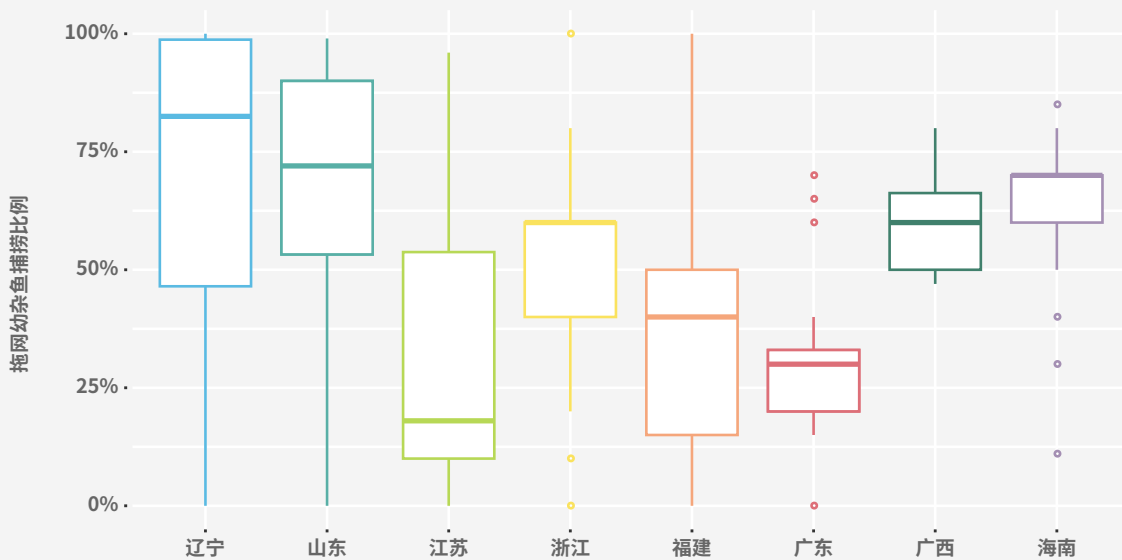


**幼杂鱼已经成为部分渔船的主要目标渔获物：**

图 2、图 3 为各省拖网渔船渔获物中幼杂鱼捕捞比例分布示意图。可以看出，8 个省份的拖网渔船的幼杂鱼捕捞比例集中在 50%-80% 比例区间，且各省均存在渔获物中含有高比例的幼杂鱼的捕捞渔船，说明幼杂鱼已经成为相当一部分拖网渔船的主要渔获物。



**图 2 | 拖网幼杂鱼捕捞比例数据分布示意图**



**图 3 | 8 省拖网捕捞幼杂鱼比例统计数据箱线图**

## 2) 幼杂鱼中的物种组成

调研期间共收集到幼杂鱼样品 80 份，总重量（去除残体、杂物后）约 64.4 公斤。鉴定工作以鱼类为主，能够鉴定到种的水平的，尽量鉴定到种的水平，无法鉴定到种的水平的，则鉴定到属的水平<sup>33</sup>。鉴定的具体结果详见附表 3。样品中共鉴定出鱼类 218 种，其中软骨鱼纲 3 种（隶属 2 目 2 科），辐鳍鱼纲 215 种（隶属 19 目 84 科），此外，有 33 个属的鱼类无法鉴定到种的水平。样品中还鉴定出甲壳类 47 种（隶属 2 目 20 科）和若干头足类。在鉴定出的头足类和甲壳类中，亦出现了一定比例的经济物种的幼体，如口虾姑、断脊小口虾姑、哈氏仿对虾、中国毛虾、脊尾白虾、日本蛄、三疣梭子蟹、曼氏无针乌贼、枪乌贼等。相较鱼类，甲壳类和头足类个体较少，且鉴定到属或者种的水平的比例较低。因此下文主要针对鱼类的鉴定结果进行定量分析。

通过对鉴定结果进行分析，有以下发现：

**食用经济鱼类在幼杂鱼中普遍出现：**所鉴定出的 218 种鱼类中共包括经济鱼类 144 种：其中食用经济鱼类 96 种、非食用经济鱼类 48 种。表明目前的幼杂鱼捕捞活动已经广泛影响到了多种食用经济鱼类。

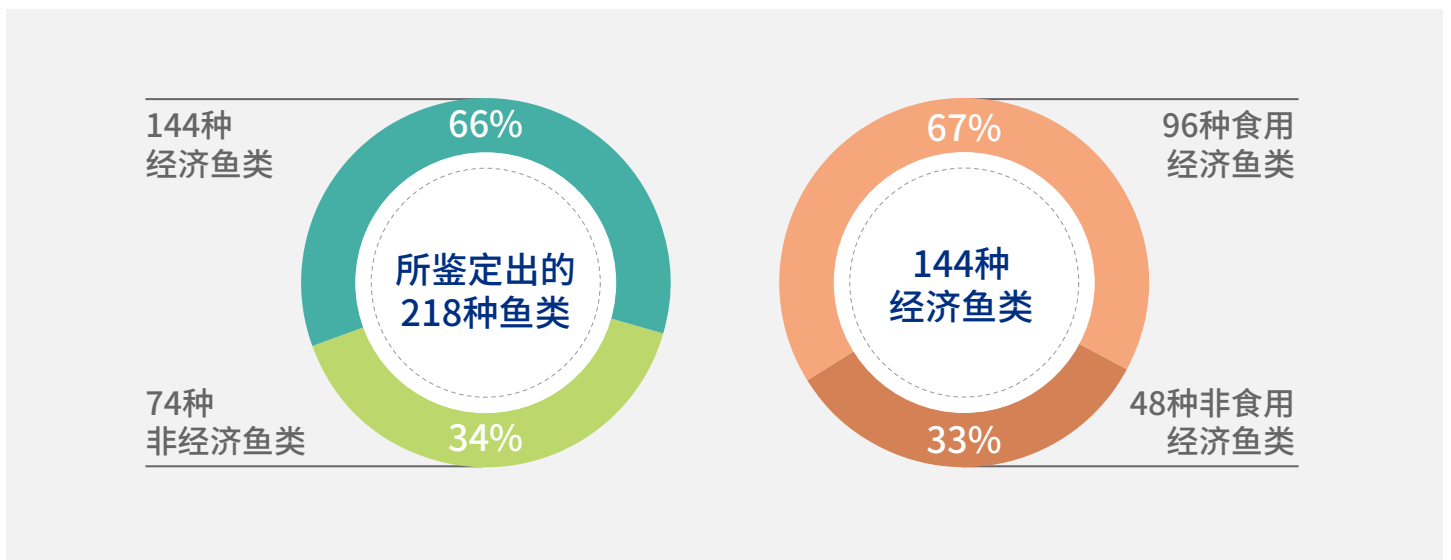
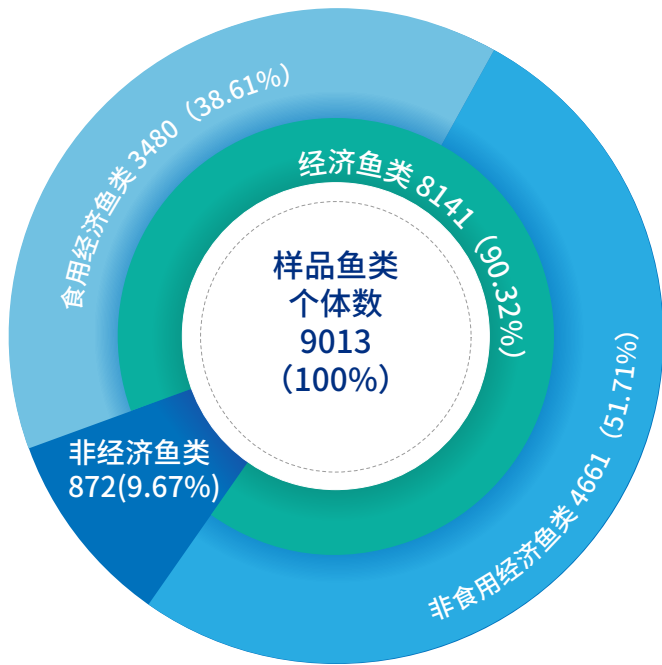


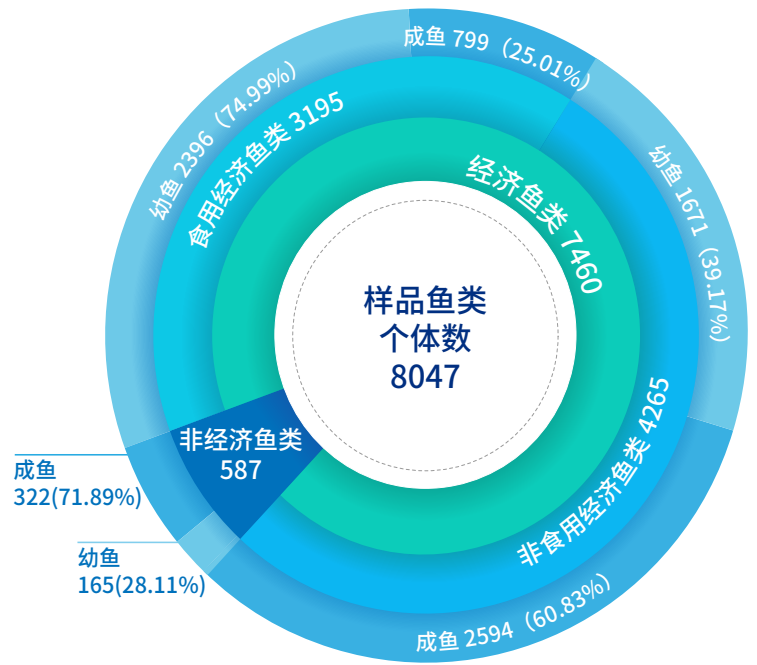
图 4 | 样品中的鱼类种类



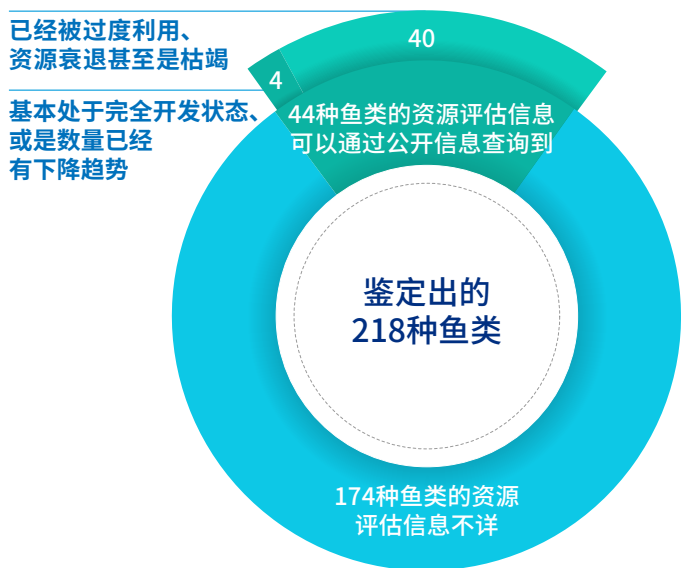
**样品中近三成成为食用经济鱼类的幼鱼：**对样品中鱼类按个体数进行进一步分析后发现，食用经济鱼类个体在样品总数中占到了 38.61%，且多数（74.99%）为幼鱼，即食用经济鱼类幼体约占样品中鱼类个体总数的 28.95%。食用经济鱼类物种往往已经处于过度捕捞状态，对其幼鱼的大量捕捞无疑将给这类重要鱼类资源造成更大的压力。图 5、图 6 中列出了食用经济鱼类、非食用经济鱼类，以及经济鱼类个体各种在样品中的比例，以及其中幼鱼的比例。



**图 5 | 样品中各种鱼类个体数**  
(基于可鉴定到种的鱼类个体进行分析)



**图 6 | 样品中幼鱼的比例**  
(基于可鉴定到种、体长可测且有成熟体长标准的鱼类个体进行分析)



幼杂鱼中的鱼类物种资源现状不容乐观：在鉴定出的 218 种鱼类中，通过查询公开发表的报告、专著等文献资料，共找到 44 种鱼类的资源评估信息，另外 174 种鱼类的资源评估信息不详。在上述 44 种鱼类中，40 种已经被过度利用、资源衰退甚至是枯竭；另外 4 种目前也基本处于完全开发、或是数量已经有下降趋势的状态（图 7）。

图 7 | 样品中的鱼类物种的资源及开发现状

通过世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN 红色名录）查询鱼类物种的状况，共有 155 种还处于未评估等级（NE），仅有 62 种有相关的评估资料：其中 1 种处于濒危（EN），为二长棘鲷；1 种处于易危（VU），为金线鱼；9 种数据不足（DD）；另外 51 种暂时无危（LC）。此外还有 1 种，因拉丁文名还在征集中而无法查询（台湾叫姑鱼，拉丁文名暂用 *Johnius sp.* 标示）（图 8）。

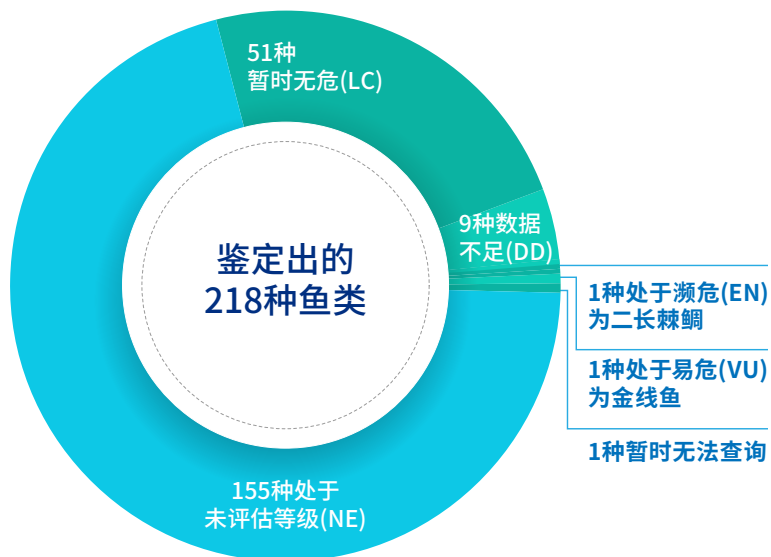


图 8 | 样品中的鱼类物种在 IUCN 红色名录中的等级



### 幼杂鱼中还包含有许多增殖放流物种：

在样品中发现了包括三疣梭子蟹、褐牙鲷、梭鱼（鲛鱼）、许氏平鲉、黑鲷、黄鳍鲷、鲈鱼、大黄鱼、花鲈、曼氏无针乌贼等增殖放流物种<sup>34</sup>。其中，三疣梭子蟹、梭鱼（鲛鱼）、许氏平鲉、黑鲷、鲈鱼、花鲈、曼氏无针乌贼在不同地区或者同一地区不同时间的样品中多次出现，且多数为幼体。

增殖放流是农业部为养护水生生物资源、修复水域生态，而开展的向各海区投放水生生物苗种、增殖渔业资源的活动。而目前的捕捞模式却造成了一边在投放苗种、另一边却又在对其幼鱼资源进行破坏性捕捞的矛盾状况，其结果极有可能使增殖放流的效果大打折扣。

物种	增殖放流水域	所在样品采集的地点和时间
三疣梭子蟹	渤海、黄海、东海	山东（黄海，201608） 浙江（东海，201610） 江苏（黄海，201610） 福建（东海，201610） 江苏（黄海，201611） 山东（黄海，201612）
褐牙鲷	渤海、黄海、东海	浙江（东海，201611）
梭鱼（鲛鱼）	渤海、黄海	江苏（黄海，201610） 江苏（黄海，201611） 山东（黄海，201612）
许氏平鲉	渤海、黄海	山东（黄海，201609） 山东（黄海，201610） 山东（黄海，201611） 山东（黄海，201612）
黑鲷	渤海、黄海、东海、南海	山东（黄海，201611） 山东（黄海，201612）
黄鳍鲷	东海、南海	海南（南海，201609）
鲈鱼	东海	浙江（东海，201608） 浙江（东海，201609）
大黄鱼	黄海、东海、南海	浙江（东海，201608）
花鲈	东海、南海	浙江（东海，201608） 浙江（东海，201610） 浙江（东海，201612）
曼氏无针乌贼	东海	福建（东海，201612）

表 3 | 样品中发现的增殖放流物种及其出现海域



**幼杂鱼样品中还出现了鲨、鳐等大量软骨鱼类幼体。**

绿色和平在实地调研中亦发现，大吻斜齿鲨、角鲨等鲨鱼，以及各种鳐鱼在某些地区的样品中出现非常频繁。软骨鱼类、尤其是鲨鱼是海洋生态系统的重要组成部分，对海洋生态系统中生物群落的组成和生态环境的变化有重要影响<sup>35</sup>，对海洋生物多样性保护有重要意义，因此目前幼杂鱼捕捞行为对软骨鱼类的影响不容忽视。

幼杂鱼中有许多鲨鱼。图中带有斑点的可能为梅花鲨、图中右上部的可能为大头鲨。 ©Yun/ 绿色和平







福建石狮祥芝渔港, 幼杂鱼正在装车运出。 © 朱立 / 绿色和平

1.3

## 幼杂鱼的去向

前期桌面调研显示, 目前幼杂鱼最主要的用途是作为饲料。从问卷调研结果来看, 85% 以上的受访者表示其捕捞的幼杂鱼进入了养殖投喂和鱼粉生产渠道(表 4)。部分情况下, 有极少数个体较大、新鲜度较好、种类适合的幼杂鱼会被分拣而出, 进入食品加工程序, 用于人类食用<sup>36</sup>; 少部分品质极差、连鱼粉生产企业也无法接受的, 则只能被用做肥料或者丢弃。在用作饲料方面, 目前对幼杂鱼的利用已经不仅仅是渔民捕捞自用或者就近利用, 而是已经在全国范围内形成了幼杂鱼收购、储存和加工的产业链。例如绿色和平在调研过程中发现, 在浙江捕捞的幼杂鱼, 会被运往福建供应水产养殖, 或运往山东供应水貂养殖; 山东的鱼粉生产商, 也经常向浙江等外省渔船采购制作鱼粉的原料鱼。在价格方面, 基于调研问卷的反馈, 目前幼杂鱼的售价基本在 1 元 / 公斤 ~ 4 元 / 公斤价格区间内, 均价在 1.56 元 / 公斤, 用途、质量、市场需求等因素都会影响到幼杂鱼的价格<sup>37</sup>。表 5 总结了目前幼杂鱼在养殖投喂和鱼粉生产利用上的一些特点。

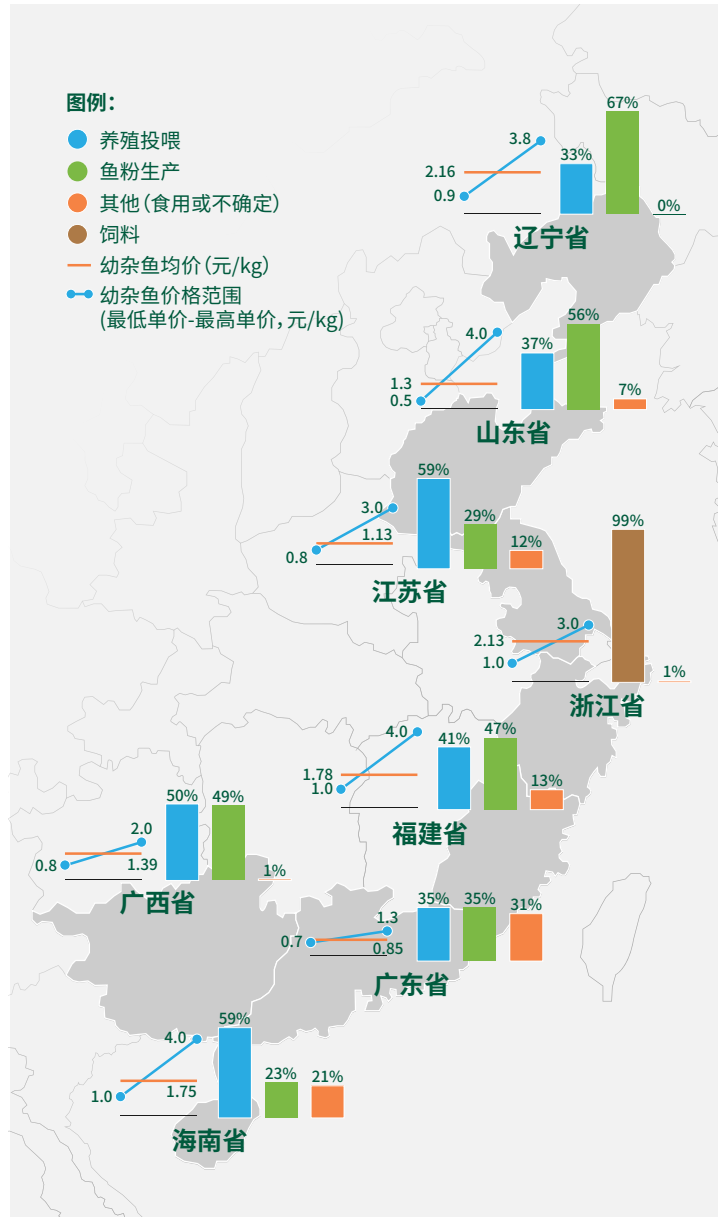


图 9 | 问卷中关于幼杂鱼去向的反馈

\* 浙江的问卷未能清楚给出幼杂鱼是用作了直接投喂还是鱼粉, 不过可以确定的是用做了饲料用途。



用途		特点
直接投喂	水产养殖	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前中国 76% 的水产养殖种类都会直接或间接（通过配合饲料）用到幼杂鱼作为饲料源。</li> <li>• 对水产养殖饲料投喂更多介绍请见本报告第 1.4 部分。</li> </ul>
	其他养殖	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 山东、辽宁地区的水貂和狐狸养殖会用到较多的幼杂鱼作为饲料。</li> <li>• 鱼产区的鸡、猪等牲畜有时也会用幼杂鱼来喂养。</li> </ul>
鱼粉、鱼油		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 山东和浙江是中国鱼粉产量最大的两个省份。</li> <li>• 辽宁、山东的鱼粉原料以鳀鱼为主；浙江的鱼粉原料主要包括鳀鱼、七星底灯鱼、竹筴鱼等；在南方省份，一般会先筛选出幼杂鱼中用于直接投喂的部分，剩余新鲜度差、品种不适合投喂或者个体太小的幼杂鱼，则用于鱼粉生产。鱼油则大多是从生产鱼粉过程中分离而得的副产品。</li> </ul>

表 4 | 幼杂鱼在养殖投喂和鱼粉生产利用上的一些特点

1.4

## 水产养殖对幼杂鱼的消耗

通过文献综述和实地调研，绿色和平研究了我国水产养殖行业中海洋渔业资源的使用情况，发现水产养殖消耗了大量的海洋渔业资源，用量超过了以往的研究数据，表明中国的水产养殖很可能比行业现有观念中使用了更多的幼杂鱼及海洋渔业资源。综合考虑中国水产养殖的种类结构及发展趋势，水产养殖未来对野生渔业资源的需求势必继续递增；但与此同时，水产养殖对渔业资源的使用效率仍有较大的提升空间。



福建宁德，养殖户正在用幼杂鱼投喂养殖的大黄鱼。 © 朱立 / 绿色和平

### 1) 水产养殖饲料投喂的总体情况

水产养殖对幼杂鱼的消耗主要源于对饲料的需求。包括两大主要途径，人工配合饲料中添加的鱼粉鱼油，以及直接投喂幼杂鱼。综合鱼粉鱼油和直接投喂的投入量，2014 年中国水产养殖消耗的国内捕捞的野生渔业资源约为 717 万吨，其中用于生产鱼粉鱼油的约 222 万吨，总计生产鱼油鱼粉 76 万吨；用于直接投喂的约 495 万吨，且绝大部分来自于海洋捕捞幼杂鱼。

在鱼粉鱼油使用方面，中国的鱼粉鱼油包括国产和进口两种来源，但目前缺乏鱼粉供应量的准确数据<sup>38</sup>，此外也存在鱼粉走私的情况，及鱼粉的掺假比较普遍，可能造成鱼粉用量与供应量之间形成差别。<sup>39</sup>2014 年，有 76 万吨鱼粉来自于中国国内生产，折合为海洋渔业资源约为 222 万吨；除此之外，有 104 万吨来自于进口，71 万吨来源不确定，进口和来源不确定的鱼粉折合为海洋渔业资源约为 510 万吨。



山东石岛，堆积成山的幼杂鱼正等待加工成鱼粉。 © 朱立 / 绿色和平

在直接投喂幼杂鱼方面，495 万吨幼杂鱼几乎全部来自中国国内捕捞，其中海水养殖投喂 324 万吨，约占 66%；淡水养殖投喂 171 万吨，约占 34%。直接投喂所使用的幼杂鱼包括海水和淡水来源，由于淡水捕捞产品占比较少，且总投入量不易估算，故没有单独区分。整体来看，直接投喂的幼杂鱼中绝大多数来自中国国内海洋捕捞幼杂鱼。

详细的计算方法及相关参数请参考附录 5。



## 2) 水产养殖饲料投喂的种类结构

从养殖种类结构上看，目前中国的水产养殖行业大多数的养殖种类都会直接或间接用到幼杂鱼作为饲料。在中国 63 个养殖种类或种类大类中，不投喂种类（含水生植物）有 14 种（22%）。投喂种类有 49 种（78%），其中除了 1 种（1.6%）为全部依靠人工培育饵料鱼种类外，剩余的 48 个种类（76%）在养殖过程中都需要投入配合饲料或直接投喂幼杂鱼。

这 48 个种类包括：

6 种以天然饵料为主、人工配合饲料为辅种类，9 种以人工配合饲料为主、天然饵料为辅的种类，12 种全部依靠人工配合饲料种类，9 种以人工配合饲料为主、幼杂鱼为辅的种类，和 12 种以幼杂鱼为主、人工配合饲料为辅的种类。（图 10）

其中，不投喂种类和以天然饵料为主的种类主要以水生植物和滤食性鱼类和贝类为主，以人工配合饲料为主和全部投喂人工配合饲料的种类主要是大宗淡水鱼类、杂食性甲壳类等，少量投喂幼杂鱼的和以幼杂鱼为主要饵料的种类主要是肉食性的鱼类和甲壳类（表 5）。

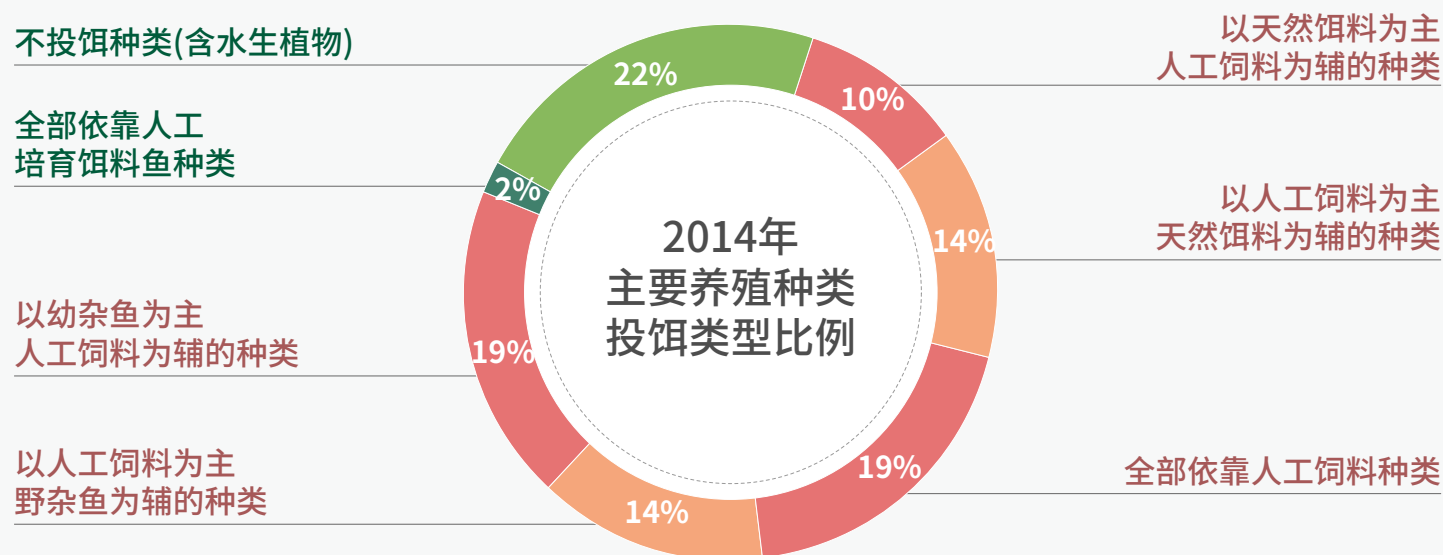


图 10 | 2014 年主要养殖种类投饵类型比例

数据来源：《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

投喂类别	种类(或种类大类)
不投喂种类(含水生植物)	牡蛎、蚶、贻贝、江珧、扇贝、蛤、蛭、海水藻类、海胆、银鱼、河蚌、螺、蚬、淡水藻类(螺旋藻)
天然饵料为主、人工配合饲料为辅种类	鲍、海参、海蜇、鲢鱼、鳙鱼、克氏原螯虾
人工配合饲料为主、天然饵料为辅种类	草鱼、鲤鱼、鲫鱼、罗非鱼、鳊鱼、青鱼、鲇鱼、泥鳅、青虾
全部依靠人工配合饲料种类	南美白对虾、斑节对虾、黄颡鱼、鮠鱼、鳗鲡、短盖巨脂鲤、其他鱼类、罗氏沼虾、南美白对虾、鳖、蛙、龟
人工配合饲料为主、幼杂鱼为辅种类	中国对虾、海水鲈鱼、鲑鱼、鲟鱼、鳟鱼、卵形鲳鲹、乌鳢、黄鳝、河蟹
以幼杂鱼为主、人工配合饲料为辅的种类	螺、日本对虾、梭子蟹、青蟹、大黄鱼、军曹鱼、鲱鱼、美国红鱼、河鲀、石斑鱼、其他鱼类、淡水鲈鱼

**表 5 | 2014 年主要养殖种类投喂类型组成**

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

### 3) 水产养殖饲料投喂的变化趋势

中国水产养殖行业的发展趋势表明,与非投喂种类相比,投喂种类不仅增长速度更快,而且具有更大的发展潜力。虽然从各种类养殖产量的维度来看,目前中国的水产养殖仍然以不投喂的滤食性种类及天然饵料喂养的植食性种类为主,然而,滤食性种类产量占水产养殖总产量的比例在近年来不断降低,从 20 世纪 80 年代最高超过 50% 降低到了 2014 年的 34%。而需要饲料投入的杂食性和肉食性种类产量则显著上升,其中杂食性种类产量从 20 世纪 80 年代初的 4% 上升到了 2014 年的 24%,肉食性种类产量同期从 1.5% 上升到了 7.8% (图 11, 图 12)。



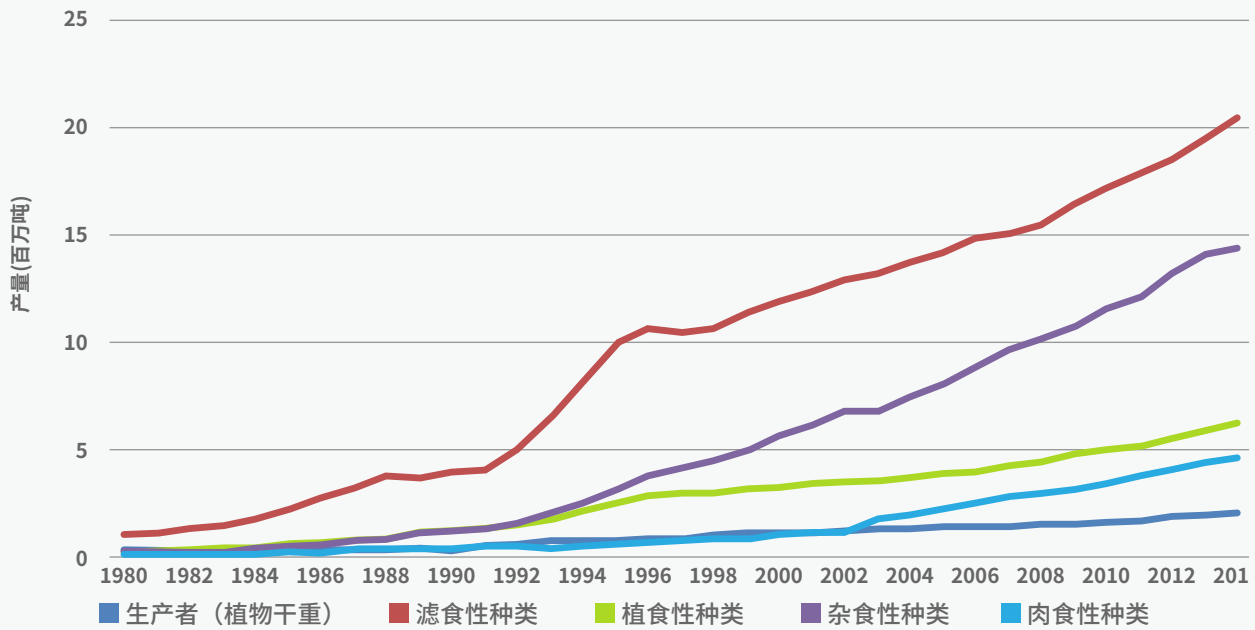


图 11 | 中国水产养殖按食性分产量变化

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

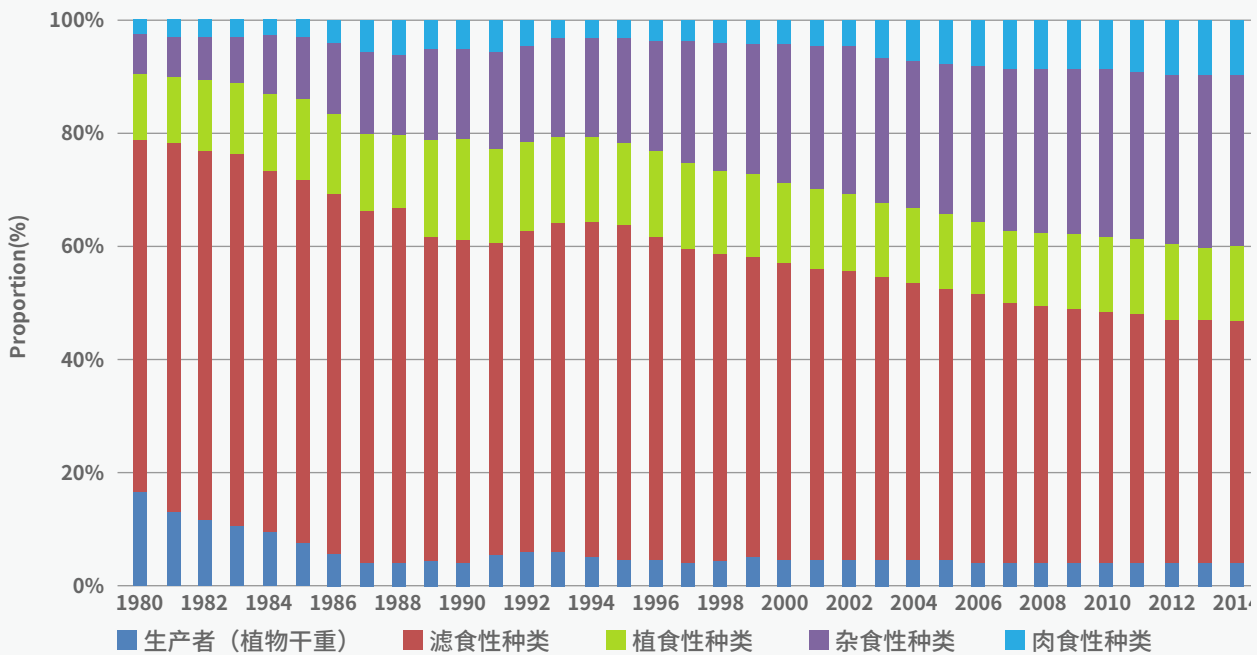


图 12 | 中国水产养殖不同食性产量占比变化

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

投喂种类的产量增长明显高于不投喂种类，一方面源于水产养殖的集约化程度提高，促进了养殖方式从传统的天然养殖向投饵养殖的转变，另一方面也表明，随着水产养殖业的发展和主养种类结构的变化，未来水产养殖对饵料的需求必将持续递增。

以幼杂鱼的直接投喂为例，根据现有研究，中国水产养殖各种类投喂幼杂鱼的比例在持续下降，然而幼杂鱼的投喂总量仍在持续上升（图 13、图 14）。幼杂鱼投喂比例下降的原因因为水产养殖饲料产业的发展，提供了能够替代幼杂鱼的配合饲料产品，并因为其综合成本低、饵料系数低、劳动力投入少等优点逐渐被养殖行业接受。然而，从养殖种类来看，水产养殖产量和更多的依赖幼杂鱼投入的养殖产品却在快速增长，故而幼杂鱼的投喂量仍然显著增加。

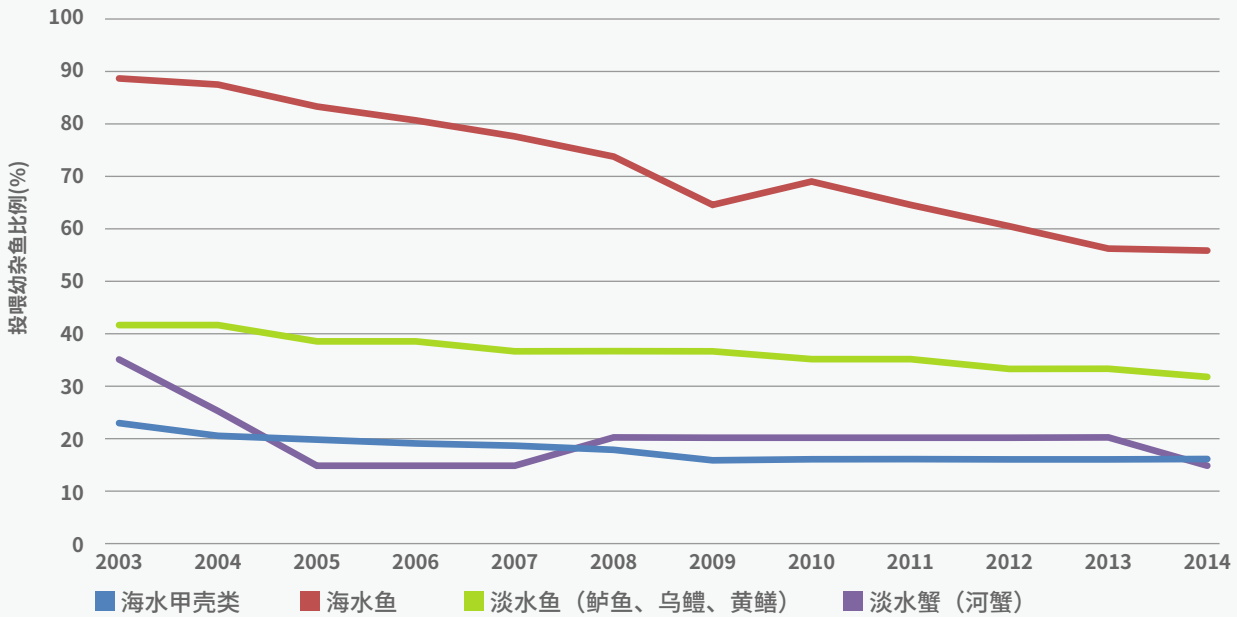


图 13 | 主要养殖种类投喂幼杂鱼比例

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

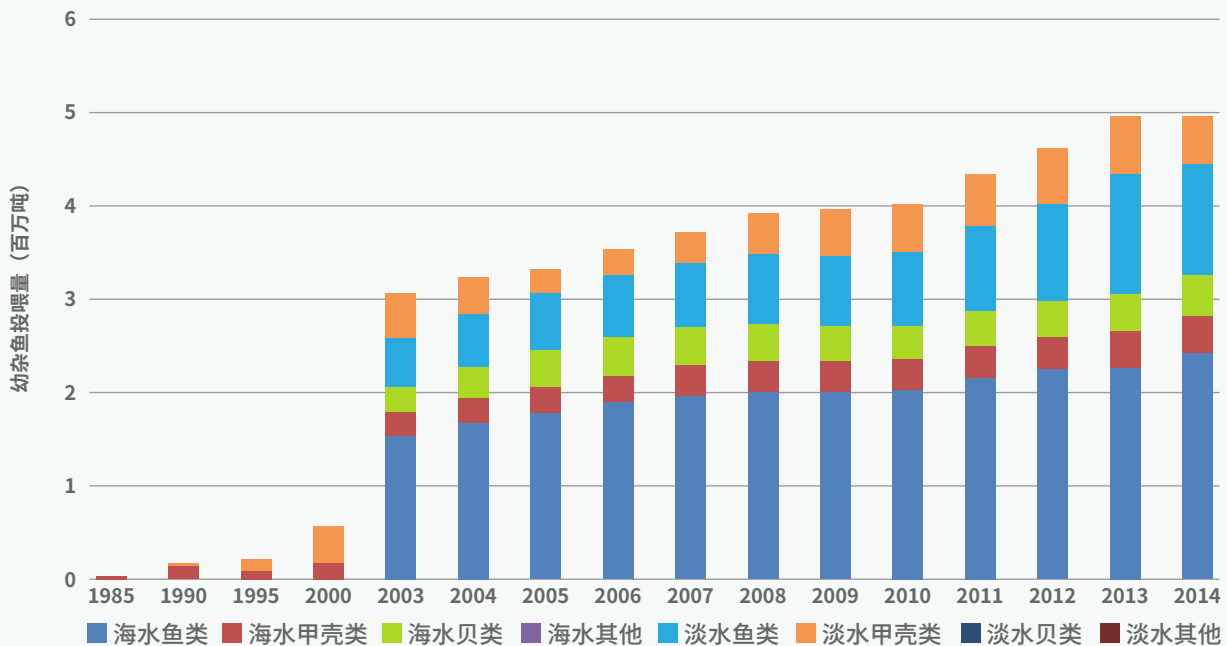


图 14 | 主要养殖种类幼杂鱼投喂量

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》





福建宁德，养殖户正在用幼杂鱼投喂养殖的大黄鱼。 © 朱立 / 绿色和平

#### 4) 水产养殖饲料投喂的效率

养殖种类饲料投喂的效率可以通过鱼投入鱼产出系数（FIFO）体现，即综合计算投入多少公斤野生渔业资源（包括使用人工配合饲料和直接投喂幼杂鱼）可以生产一公斤养殖种类的比率。绿色和平认为，可持续的水产养殖，应将 FIFO 控制在 1 以内，即投入的渔业资源不应大于产出的物种蛋白质重量<sup>40</sup>。

目前，中国水产养殖整体的 FIFO 系数为 0.368，这与全球水产养殖 FIFO 系数 0.3 较为接近，但远小于以挪威三文鱼养殖为代表的西方发达国家的水产养殖 FIFO 系数。<sup>41</sup> 虽然整体 FIFO 系数小于 1，然而实际上在中国的水产养殖种类结构中，却存在大量 FIFO 系数高的养殖种类。包括军曹鱼、鲷鱼、大黄鱼、美国红鱼、石斑鱼、鲷鱼等种类在内的海水鱼养殖是投喂幼杂鱼最主要的去向，这些鱼类的 FIFO 系数均大于 4，意味着至少需要 4kg 鱼蛋白投入才能生产 1kg 鱼产品。且随着投喂种类对饲料需求的增长，中国水产养殖利用渔业资源同呈上升趋势。

从养殖过程中消耗的海洋渔业资源总量来看，最突出的种类包括：南美白对虾（海水 + 淡水）每年使用了近 100 万吨海洋渔业资源，随后是中华绒螯蟹 96 万吨，大口黑鲈 83 万吨，乌鳢 53 万吨，大黄鱼 48 万吨和蟹 48 万吨。鲫鱼和鲤鱼虽然有着较低的 FIFO 系数，由于其较大的产量基数，其海洋渔业资源使用量也接近 40 万吨。海水和淡水养殖的南美白对虾、淡水中的鲈鱼和河蟹，虽然 FIFO 系数相对海水鱼较低，但由于其较高的产量，其总体渔业资源使用量占据了单个种类的前 3 名。总体来看，中国主要养殖的投喂种类的投喂效率仍较低。

海淡水	类别	种类	鱼粉用量 (吨)	幼杂鱼用量 (吨)	渔业资源用量 (吨)	FIFO
海水	鱼类	军曹鱼	2068.07	156320.20	162352.05	6.50
海水	鱼类	鳊鱼	1217.08	69477.11	73026.92	5.40
海水	鱼类	大黄鱼	12912.75	442488.69	480150.88	5.35
海水	鱼类	美国红鱼	10100.45	200755.13	230214.76	4.69
海水	鱼类	石斑鱼	6396.69	268622.53	287279.53	4.64
海水	鱼类	鲷鱼	14576.75	124373.98	166889.51	4.01
海水	鱼类	河鲀	2108.06	38173.52	44322.03	3.48
淡水	鱼类	大口黑鲈	55782.12	662860.93	825558.78	3.34
海水	鱼类	鲚鱼	26827.49	134410.52	212657.36	2.40
淡水	鱼类	鳗鲡	115308.74	0.00	336317.15	2.19
海水	鱼类	鲟鱼	2901.56	5866.38	14329.26	2.12
淡水	其他类	鳖	163644.51	0.00	477296.50	1.99
海水	甲壳类	青蟹	4251.36	170939.33	183339.12	1.86
海水	贝类	螺	1264.71	295680.96	299369.69	1.83
海水	鱼类	鲈鱼	39248.67	30634.93	145110.23	1.82
淡水	甲壳类	河蟹	156315.61	504405.30	960325.83	1.72
海水	甲壳类	梭子蟹	3051.43	129956.56	138856.56	1.66
海水	鱼类	卵形鲳鲹	34135.44	25717.67	125279.36	1.62

**表 6 | 鱼投入鱼产出系数 (FIFO) 超过 1 或海洋渔业资源使用超过 10 万吨的养殖种类**

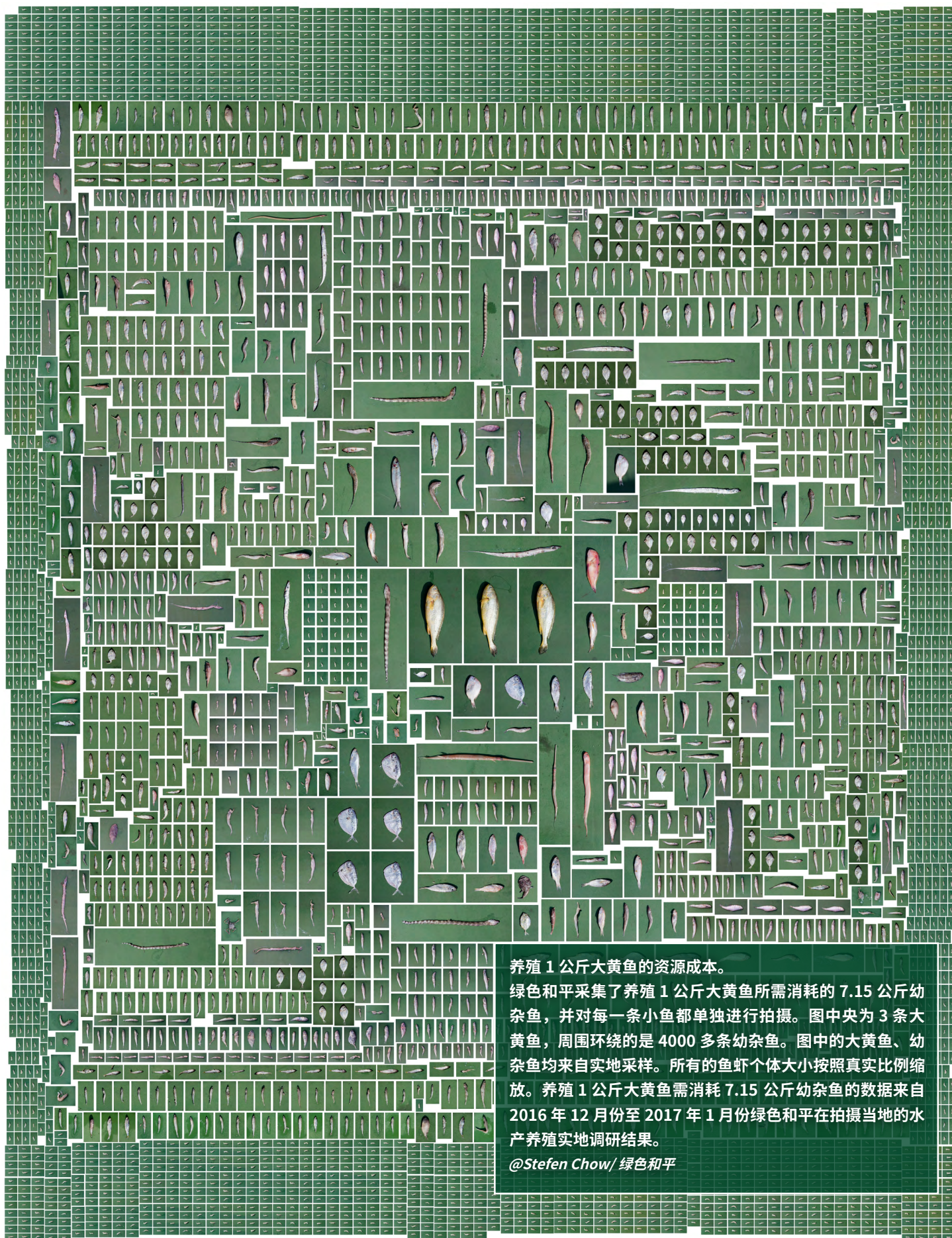
数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

海淡水	类别	种类	鱼粉用量 (吨)	幼杂鱼用量 (吨)	渔业资源用量 (吨)	FIFO
淡水	鱼类	黄鳝	77284.40	159854.05	385266.88	1.53
淡水	鱼类	乌鳢	105444.75	218443.60	525990.77	1.47
海水	甲壳类	日本对虾	5334.84	26115.42	41675.36	1.25
海水	甲壳类	斑节对虾	20823.10	0.00	60734.06	1.16
海水	甲壳类	中国对虾	11073.84	6624.86	38923.57	1.15
淡水	鱼类	黄颡鱼	91397.45	0.00	266575.90	1.14
淡水	甲壳类	罗氏沼虾	33183.54	0.00	96785.33	1.08
淡水	其他类	蛙	22879.87	0.00	66732.94	1.02
淡水	甲壳类	南美白对虾	160289.95	0.00	467512.36	0.95
海水	甲壳类	南美白对虾	186265.89	0.00	543275.51	0.88
淡水	鱼类	鲇鱼	92301.76	0.00	269213.46	0.85
淡水	甲壳类	青虾	50864.23	0.00	148354.01	0.47
淡水	鱼类	泥鳅	38901.89	0.00	113463.84	0.29
淡水	鱼类	青鱼	38458.66	0.00	112171.08	0.23
淡水	鱼类	罗非鱼	93142.68	0.00	271666.14	0.21
海水	贝类	贝类	1384.65	124930.10	128968.68	0.21
淡水	鱼类	鲫鱼	137102.46	0.00	399882.19	0.21
淡水	鱼类	鲤鱼	134615.73	0.00	392629.20	0.18
淡水	鱼类	草鱼	72061.45	0.00	210179.23	0.06

**表 6 | 鱼投入鱼产出系数 (FIFO) 超过 1 或海洋渔业资源使用超过 10 万吨的养殖种类**

数据来源:《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》





养殖 1 公斤大黄鱼的资源成本。  
绿色和平采集了养殖 1 公斤大黄鱼所需消耗的 7.15 公斤幼杂鱼，并对每一条小鱼都单独进行拍摄。图中央为 3 条大黄鱼，周围环绕的是 4000 多条幼杂鱼。图中的大黄鱼、幼杂鱼均来自实地采样。所有的鱼虾个体大小按照真实比例缩放。养殖 1 公斤大黄鱼需消耗 7.15 公斤幼杂鱼的数据来自 2016 年 12 月份至 2017 年 1 月份绿色和平在拍摄当地的水产养殖实地调研结果。  
@Stefen Chow/ 绿色和平





## 幼杂鱼捕捞的影响

# 02

山东石岛，渔民正在将有价值的鱼虾从一堆杂乱的渔获物中分拣出来。 © 朱立 / 绿色和平

### 2.1

## 对海洋生态和生物多样性造成巨大压力

幼杂鱼捕捞进一步加速了物种枯竭，严重影响海洋生物多样性。在过去的几十年里，中国沿海的过度捕捞不断转换捕捞目标，一种鱼类被过度利用后，便转向开发另一种鱼类，最终依次使绝大多数物种数量都迅速减少，濒危物种不断增多。在渤海，上世纪五、六十年代时，主要利用对象是中国明对虾、小黄鱼、带鱼、三疣梭子蟹等；而到了七、八十年代，上述几种传统经济鱼类被过度利用甚至枯竭，捕捞目标逐渐转向口虾蛄、青鳞沙丁鱼、黄鲫、斑鲚等小型鱼类，且捕捞强度不断递增；到九十年代，上述小型鱼类的捕捞强度也已超出资源负荷。目前，渤海的渔业资源处于全面过度开发状态，几乎无法形成鱼汛。而东海传统的“四大渔产”大黄鱼、小黄鱼、带鱼和曼氏无针乌贼资源在逐步衰退甚至枯竭后，后续开发的绿鳍马面鲀、黄鳍马面鲀等目前也处于过度利用状态，资源量不断下降。类似的情形在黄海和南海也在发生。

目前，幼杂鱼成为了新的主要捕捞目标，一方面，这必将进一步加剧对经济鱼类及其幼鱼资源的破坏，另一方面，即便是其中那些生长周期短、资源恢复能力相对较强的物种，也可能迅速崩溃。典型代表物种包括：黄海的鳀鱼在上世纪九十年代成为一种主要捕捞目标后，资源量迅速下降，如今鳀鱼的资源量仅为上世纪八十年代中后期的十分之一；原本不属于利用对象的黄渤海鰕虎鱼，也随着海洋资源的减少，利用力度不断加大，特别是矛尾复鰕虎鱼，从渤海湾群众渔业生产情况来看，鰕虎鱼的年产量现在居各种鱼类产量之冠，由于高强度开发，近几年矛尾复鰕虎鱼的个体也趋向小型化，资源在逐渐减少。<sup>42</sup>



“沿食物链向下捕捞”的方式还威胁到了整个生物链的基础。幼杂鱼中的鳀鱼、玉筋鱼、沙丁鱼等营养级较低、处于食物链底层的鱼类是支撑海洋食物链上层的高营养级生物的基石，负责把能量从浮游生物、藻类等群体传递到高营养级的掠食性鱼类、鸟类或者海洋哺乳动物。由于能量在各营养级之间的平均传递效率只有 10%，因此需要大量的低营养级鱼类以维持高营养级鱼类的数量。对低营养级鱼类大量甚至过度的捕捞，非常容易造成这一层生物链的“空缺”，进而影响高营养级的鱼类、鸟类和海洋哺乳动物的种群繁衍。<sup>43, 44, 45</sup>

过度捕捞包括幼杂鱼在内的海洋生物，还会使海洋生物量或者生物丰富度减少，直接导致生态系统结构和功能的改变，使其脆弱性增强、稳定性降低，对外界风险和气象灾害的抵抗力和恢复能力减弱，这些都将是给渔业大经济带来不利影响。

## 2.2

### 对潜在的经济收益造成了损害



北京京深海鲜市场，品质不同的海鲜分成不同等级售卖。© 丛妍/绿色和平



幼杂鱼中的食用经济鱼类，因其还处在幼鱼阶段，个体小，只能用作饲料，与其长大后的市场价格相去甚远。目前市面上幼杂鱼的售价在 1 元 / 公斤 ~ 4 元 / 公斤不等，而市面上的食用经济鱼类，尺寸越大，市场价格越高，价格往往在几十元每公斤、有的甚至可以达到上百元。幼杂鱼中的食用经济鱼类由于过早地被捕捞，其经济效益并未得到充分的实现，与幼鱼相比，食用经济鱼类成体的最终售价可以增加数倍至数十倍（图 15）。

我们随机选择了三份调研时采集的样品，对其中的食用经济鱼类进行估算。假设这些样品中的鱼生长到成体后进入消费市场售卖，参考相应的市场价格<sup>46</sup>，我们估算出这份幼杂鱼样品的潜在价值。估算结果显示，与作为饲料鱼售卖相比，其价值预计可以至少增加十倍以上，甚至达到百倍。

而幼杂鱼中那些不具有食用价值的鱼类，虽然其直接经济价值看上去并不高，但这些鱼类作为饵料支撑着整个生态系统上层的鱼类，这种“支撑价值”也很珍贵。Ellen K Pikitch 等科学家研究了全球 72 个生态系统模型后，估算出作为其他生物饵料的那些鱼类每年能为全球渔业带来 169 亿美元的价值，其中仅有三分之一是来自于对这些鱼类直接捕捞的价值（56 亿美元），另外三分之二来自于其对整个捕捞业所提供的支撑价值，包括高营养级的鱼类捕捞的价值等，可达 113 亿美元。<sup>48, 49</sup>

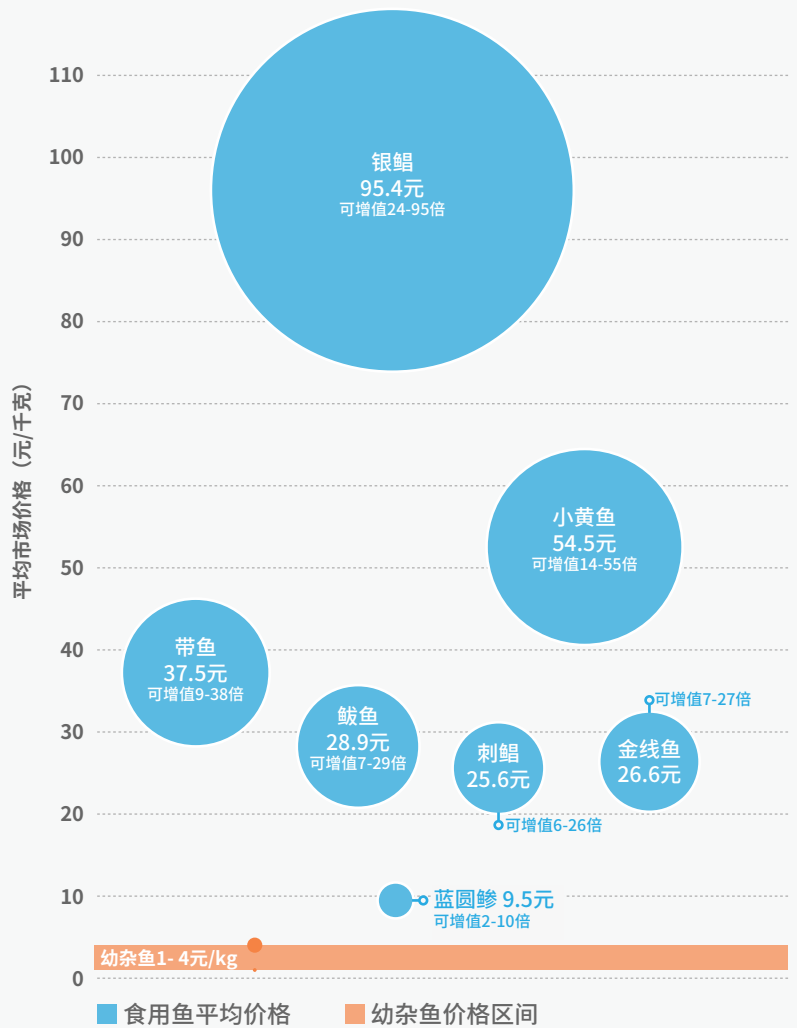
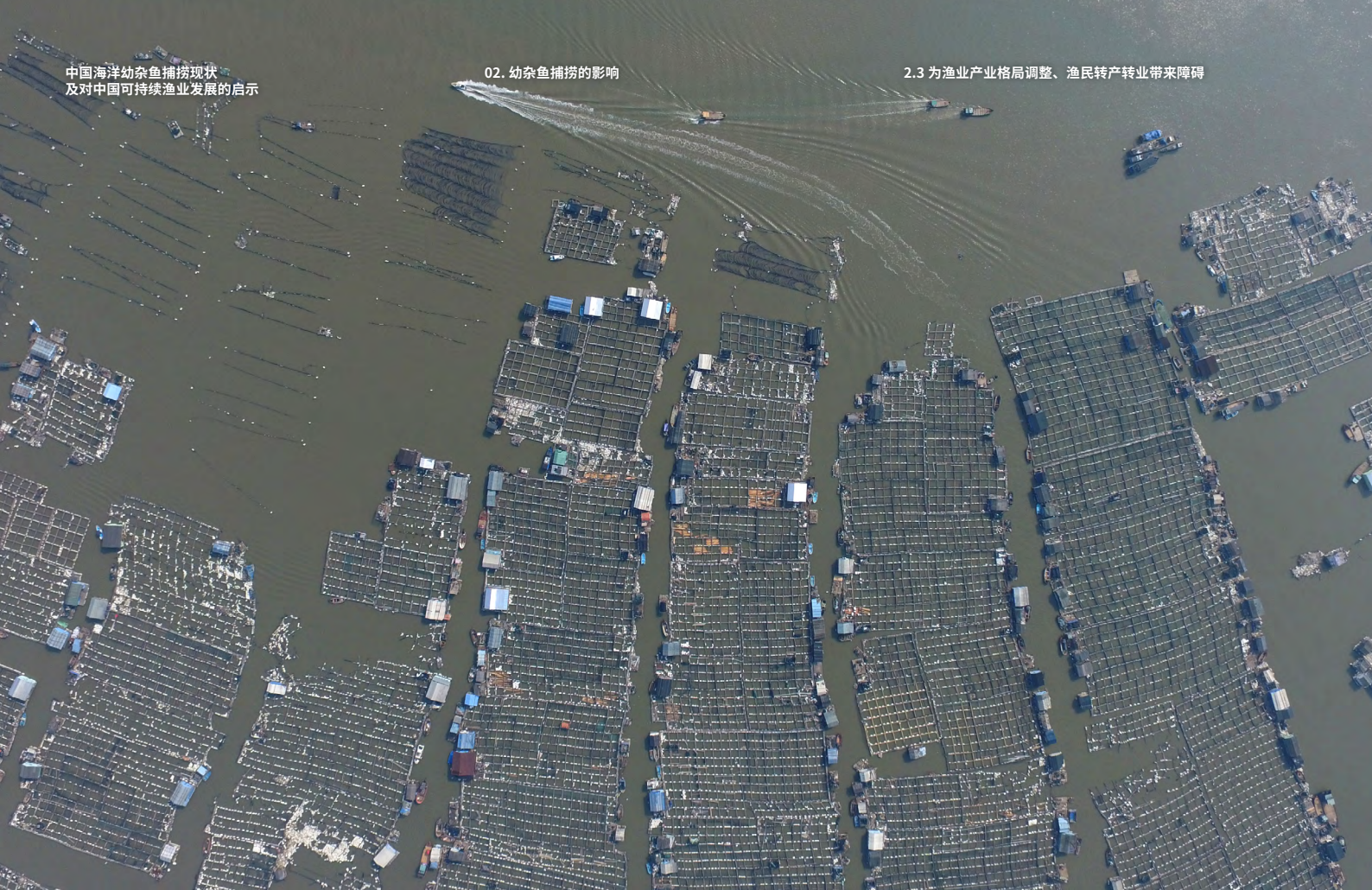


图 15 | 幼杂鱼中经济鱼类幼鱼的潜在价值<sup>47</sup>



俯瞰浙江宁德的养殖鱼排。 © 朱立 / 绿色和平

## 2.3

### 为渔业产业格局调整、渔民转产转业带来障碍

在近海捕捞长期严重产能过剩的大背景之下，开展好“减船转产”工作已经成为中国渔业管理的一大核心需求。而幼杂鱼被大量捕捞的事实，很大程度上正反映出捕捞结构调整的难点所在。

饲料业，特别是近年来水产养殖行业的发展，使得市场对幼杂鱼的需求不断增加。如本报告 1.4 部分所述，2014 年中国水产养殖对国内海洋渔业资源的需求量达到 717 万吨。全国范围内已经形成幼杂鱼收购、储存和加工的产业链。无论是通过海上转运，还是回岸卸货，幼杂鱼都有着稳定的销路和价格。

从价格方面来看，幼杂鱼的价格也在不断增长。鱼粉价格在过去十年内不断增长并创下历史高峰，主导国际鱼粉价格的秘鲁鱼粉价格自上世纪 90 年代以来增长了将近 3 倍<sup>50</sup>，中国国内鱼粉价格也随之水涨船高，加之鱼粉生产企业增多，竞争加大，推动了原料鱼价格的增长<sup>51</sup>。近海渔民和收购商也反映，近年来由于养殖业的需求，幼杂鱼的价格有不断增加的趋势，同某些价格较低的食用经济鱼类（例如蓝圆鲹、沙丁鱼、鲈鱼、小鰵等）已经相差不多。



经济利益的刺激，加之优质传统渔获物越来越少，促使捕捞者对幼杂鱼产生了比较大的捕捞兴趣。其结果就是不仅当前不甚合理的渔业捕捞结构很难获得根本性扭转，推行准用和禁用渔具渔法、网目尺寸标准、最小可捕规格等相关政策规则难以得到落实，渔民转产上岸的积极性也被削弱。

若无法有效监管快速发展的水产养殖业的饲料需求及相关产业，必将在一定程度上抵消抑制过度捕捞的减船转产等一系列政策的效果，过度捕捞的势头也难以得到根本性的扭转。



山东石岛，渔民整理渔网，准备出海。 © 朱立 / 绿色和平



## 2.4

### 为渔业管理措施提出了新的机遇和挑战

持续的过度捕捞，使得中国管辖海域的捕捞强度与资源承载量的矛盾突出。据专家估算，中国管辖海域渔业资源可捕量约为 800 至 900 万吨，而 2015 年的海洋捕捞统计产量却达到了 1314 万吨，是资源可捕量的 1.5 至 1.6 倍。为缓解这一矛盾，渔业管理部门提出了“到 2020 年，国内海洋捕捞总产量减少到 1000 万吨以内”的负增长目标，减幅超过 20%。

从捕捞渔获物构成来看，虽然目前官方统计数据不够完整，然而，本报告来自实地和桌面调研的两组研究结果，都说明了幼杂鱼已经取代其他重要经济鱼类，在捕捞产量中占据主导地位：实地调研显示，2016 年 8 月至 12 月，幼杂鱼在调研点渔船渔获物中平均占到了 30% 的比例（保守估计，见报告 1.2 部分）；桌面调研显示，2014 年用于水产养殖饲料的幼杂鱼总量至少是 2014 年海洋捕捞总产量统计值的 58%（见报告 1.4 部分）。

大规模捕捞幼杂鱼，一方面是多年来资源持续衰退引发的后果，另一方面，长此以往必将进一步加重海洋资源和生态所承受负担，加剧捕捞强度与资源承载量之间的矛盾。调研中发现的诸如幼杂鱼捕捞对食用经济鱼类幼鱼和增殖放流物种的危害，也说明了目前幼杂鱼捕捞还将对诸多渔业管理和资源保护措施产生负面影响、损害相关工作的成果。

如在实现负增长目标的过程中，能加强对幼杂鱼问题的重视程度，着重减少幼杂鱼的捕捞量，这不仅将有助于减产目标的尽快实现，同时也会为调整渔业捕捞结构，提高海洋渔业资源开发的质量和效益，提高渔业管理的科学化、精细化水平提供重要机遇。目前看来，限于传统的“先管好大鱼再管小鱼”治理思路，多年来对于幼杂鱼基础数据收集和评估、及针对性治理措施研究的缺乏，是该问题治理上的最大挑战，亟需我们去积极应对。

## 建议

2016年3月《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》<sup>52</sup>的发布，为中国生态文明建设提出了新的、更高的要求，也为渔业发展转型升级提供了契机。2016年5月4日，农业部印发《关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》<sup>53</sup>，将“提质增效、减量增收、绿色发展、富裕渔民”定为新时期渔业发展的目标。自《全国渔业发展第十三个五年规划》及系列配套措施出台以来，中国在渔业管理上取得了许多新的突破性进步，渔业油补政策改革、压减海洋捕捞能力、捕捞产量负增长、转型升级水产养殖业等举措持续推进，充分体现了中国渔业管理部门推动渔业可持续发展、解决渔业发展中各种深层次矛盾的决心。

# 03

若能抓住这一契机，加强对幼杂鱼相关问题的认识和完善，合理开发幼杂鱼中的低值鱼类、杜绝幼鱼资源的破坏，定能通过抓好幼杂鱼管理问题，协力推进近海渔业工作转型和过度捕捞问题的解决。基于本次调研对幼杂鱼问题的认识，针对其中突出的水产养殖大量消耗幼杂鱼、海洋捕捞结构不合理、监管不足、信息缺失等问题，参照国际及中国部分省市的经验与实践，本报告提出以下三点建议：

船员整理渔获物。 ©朱立 / 绿色和平

### 3.1 将幼杂鱼保护作为实施渔业资源总量管理的突破口

根据《农业部关于进一步加强国内渔船管控实施海洋渔业资源总量管理的通知》，“我国渔船数量多、捕捞强度大，压减渔船数量和功率总量、进行捕捞总量控制，是养护渔业资源最为直接有效的手段”<sup>54</sup>。抓好幼杂鱼管理，是国内逐步建立完善的资源总量控制制度的有力切入口。



### 1) 加强基础捕捞数据的统计和收集

开展资源总量管理的基础是渔业数据全面、准确的收集。以往中国的渔业统计工作基于报表、由基层向上级逐级上报，统计数据整体的真实性、客观性有待改进<sup>55, 56</sup>。此外，受统计指标的限制，统计数据的全面性、渔获物流通和交易等信息也有待完善，以更好的反映渔业的实际情况。例如，当前中国海洋渔业统计数据中，只有 26 种主要鱼类的种类和产量已经列入统计指标，但这些鱼类中有用作食用用途的，也有用作非食用用途的（即本研究中定义的幼杂鱼），统计数据中无法区分；此外，仍有大量海洋鱼类被笼统地统计为“其他”，虽然其总产量也被纳入了统计，但种类信息仍然不详，既包括一些用作食用用途的鱼类（例如鲆鲽类、鮫鰈鱼等），也包括本研究中定义的幼杂鱼（如云鳎、七星底灯鱼等，在过去只作为捕捞副渔获物，如今却转变为主要捕捞目标的物种，捕捞量大且捕捞区域非常集中，但具体信息并不详）。

鉴于幼杂鱼捕捞量较大、包含种类较多、情况较为复杂，因而有必要在优化统计工作的基础上，对幼杂鱼开展定期调查和资源评估，将幼杂鱼信息与捕捞产量统计数据对接，以更好地摸清目前的捕捞现状，为科学地达到“2020 年国内海洋捕捞总产量减少到 1000 万吨以内”的目标提供依据。

基于此，绿色和平建议，首先，有必要从捕捞端记录幼杂鱼在渔获物中的比例、物种组成、捕捞幼杂鱼的渔船类型等数据以及这些数据的历史变化的趋势，这些信息将有助于为渔业管理建立指标和参考点、评估管理措施的效果；其次，有必要记录幼杂鱼供应链的信息，包括幼杂鱼的交易，以及用于不同饲料业的幼杂鱼的数量、物种等，以制定必要的标准、确保交易和使用的幼杂鱼来自可持续的渔业；再次，有必要开展幼杂鱼捕捞对资源、生态以及生物多样性的影响研究，以评估捕捞活动的影响，强化对有害渔具渔法的取缔和削减、避免对资源和生态造成捕捞压力。

### 2) 将幼杂鱼正式纳入捕捞渔业管理框架

在目前的总量控制及相关配套措施的施行计划中，“幼杂鱼”的概念尚未被明确列为重点管理对象。绿色和平认为，首先，压减幼杂鱼的捕捞量，应作为当前压减渔船捕捞总量和捕捞能力的核心。

其次，在确定可捕总量基础上开展配额制度的过程中，幼杂鱼也是不容忽视的一个群体，尤其是对以能形成较大的捕捞规模的单一幼杂鱼物种作为目标渔获物的捕捞业（例如云鳎、玉筋鱼、沙丁鱼等），应尽快开展捕捞配额的可行性和必要性研究，按照预防性原则、基于生态系统方法等原则确定捕捞配额。

此外，幼杂鱼管理将直接对加强渔船渔具规范化起到指导性作用。一旦明确限制将未成年的幼杂鱼作为目标鱼种进行捕捞，将对各类渔具最小网目尺寸、渔船携带渔具的标准、渔具渔法准入制度等规范的制定和实施具有指导性意义。

同时，针对一些大宗经济鱼类的繁殖场所，建议继续设立更多的海洋保护区，以提高幼鱼的成活率；而对重要的索饵场及越冬场，建议划出一定范围设置为永久性的禁渔区。

## 3.2

# 将幼杂鱼保护作为实现可持续水产养殖转型的着力点

农业部《全国渔业发展第十三个五年规划》对“转型升级水产养殖业”提出了系列要求，包括“积极推广全价人工配合饲料，逐步替代冰鲜幼杂鱼”、以及“优化养殖结构”等<sup>57</sup>。绿色和平此次研究表明，不能完全将捕捞和养殖两端的问题割裂开来，捕捞幼鱼比例严重超标、网目尺寸明显不符等违法捕捞行为背后，是养殖行业巨大的饲料需求在实施驱动。因此，解决幼杂鱼的问题也需要在养捕两端实现联防联治。

### 1) 设立更为严格的水产养殖生态可持续性要求

在制定中国水产养殖业生态可持续标准时，可参照发达国家和地区的先进经验，并结合中国的实际情况进行调整，以指导水产养殖业朝对生态更负责任的方向发展，从而大幅降低对野生渔业资源的影响。联合国粮农组织在《负责任渔业技术准则》<sup>58</sup>中规定，“各国应当促进负责任地发展和管理水产养殖业，其中包括根据最正确的科技信息预先评估水产养殖发展对遗传多样性和生态系统完整性的影响”，以及“各国应当按照要求制定和定期更新水产养殖业的发展战略和计划，以确保水产养殖业的发展具有生态方面的持续能力，并可以合理利用水产养殖和其它活动所共用的资源”。

绿色和平认为，在制定国内水产养殖的发展规划时，很有必要同步树立起生态友好的原则要求，而非仅仅追求养殖技术、设备的提升和经济效益。可参照联合国粮农组织 2011 年通过的《水产养殖认证指南》<sup>59</sup>中的规定，将“动物健康和福利、食品安全、环境完整性以及社会经济”四方面，一并纳入水产养殖认证的考量，明确从规范上阻断损耗野生渔业资源和海洋生态系统的发展路径，更好地支持水产养殖可持续发展的良性循环。



大黄鱼育苗场内的大黄鱼鱼苗。 © 朱立 / 绿色和平



## 2) 进一步完善水产饲料投喂标准

针对幼杂鱼作为养殖饲料的产业链,亟需进一步完善现有的养殖和饲料投喂标准体系,对鱼粉鱼油加工原料进行明确规范;对饲料来源、比例和使用标准等做出更为细致的要求,最大化降低食用经济鱼类幼鱼被作为饲料使用;此外,还需明确禁止冰鲜幼杂鱼的直接投喂,尽可能减少水产养殖对野生渔业资源和养殖水域环境造成的负面影响。

## 3) 推广配合饲料的使用

投喂种类鱼投入鱼产出系数(FIFO)过高,一方面说明养殖技术尚有较大的提升空间,另一方面与养殖户的旧有观念和投喂习惯也有很大关系。目前,大多数的水产养殖产品已开发出了专用的配合饲料,并在很多养殖种类中取得了较好的效果,更有如海水石斑鱼和大黄鱼等已经能实现全程的配合饲料投喂养殖。然而,许多养殖户旧有观念没有转变,对配合饲料的接受程度不高,大部分海水鱼和部分淡水鱼如鲈鱼,在实际养殖操作中仍然主要依赖幼杂鱼的直接投喂。这说明除了需进一步加快配合饲料技术的开发之外,配合饲料使用的推广和养殖户的教育也很重要,在加强相关规定的基礎上,必要时可采用合理的补贴等措施加以鼓励和引导,并提高重视程度。

### 3.3

## 将幼杂鱼保护列入地方统一渔业管理措施的考察项

绿色和平对8个调研省份与幼杂鱼管理相关的政策进行了梳理(表7),从对比中可直观看出,截至2016年底,沿海各省在幼鱼保护相关政策和措施出台上表现得并不统一,例如浙江省就明显在渔业管理上规范得更为细致、执行得也更为严格到位;而管理较好与较弱的地区间差异性也表现得较为明显。基于渔业资源的无边界性,地方之间管理力度不一将大大削弱治理措施的力度,为过度捕捞行为制造漏洞,使得渔民自律积极性降低,进而引发一些地区间不必要的矛盾。

2017年新的休渔期制度的出台,不仅休渔时间更为统一和延长、打造出“史上最严休渔期”的浩荡声势,伏休期间的特许捕捞许可缩减为一项(海蜇),各地各级渔政执法部门也进一步强化执法。绿色和平冀望,在休渔期间,各地能进一步将幼杂鱼保护作为打击违法捕捞行为的重要依据,完善信息公开制度,规范渔业管理行为,并将休渔期间各项突击行动常态化为日常的管理模式,建立起更为完善的监管模式,强化渔业管理力度,规范渔业管理行为。

在管理制度不断完善的同时,“抓落实”成为了新的关注重点。绿色和平同时建议,中国应进一步加强渔政监管部门的执法能力,充分发挥现代科学技术提供的便利条件,通过电子渔捞日志、卫星定位、监控录像设备等手段对渔船作业进行更加严格的监管,确保渔业生产活动科学、合法,力争在全国各主要渔业省份之间,实现执法力度和行动上的相对统一。同时,加强鱼类销售、养殖和流通全产业链条的可追溯性建设,增强信息透明公开,消除环节漏洞。

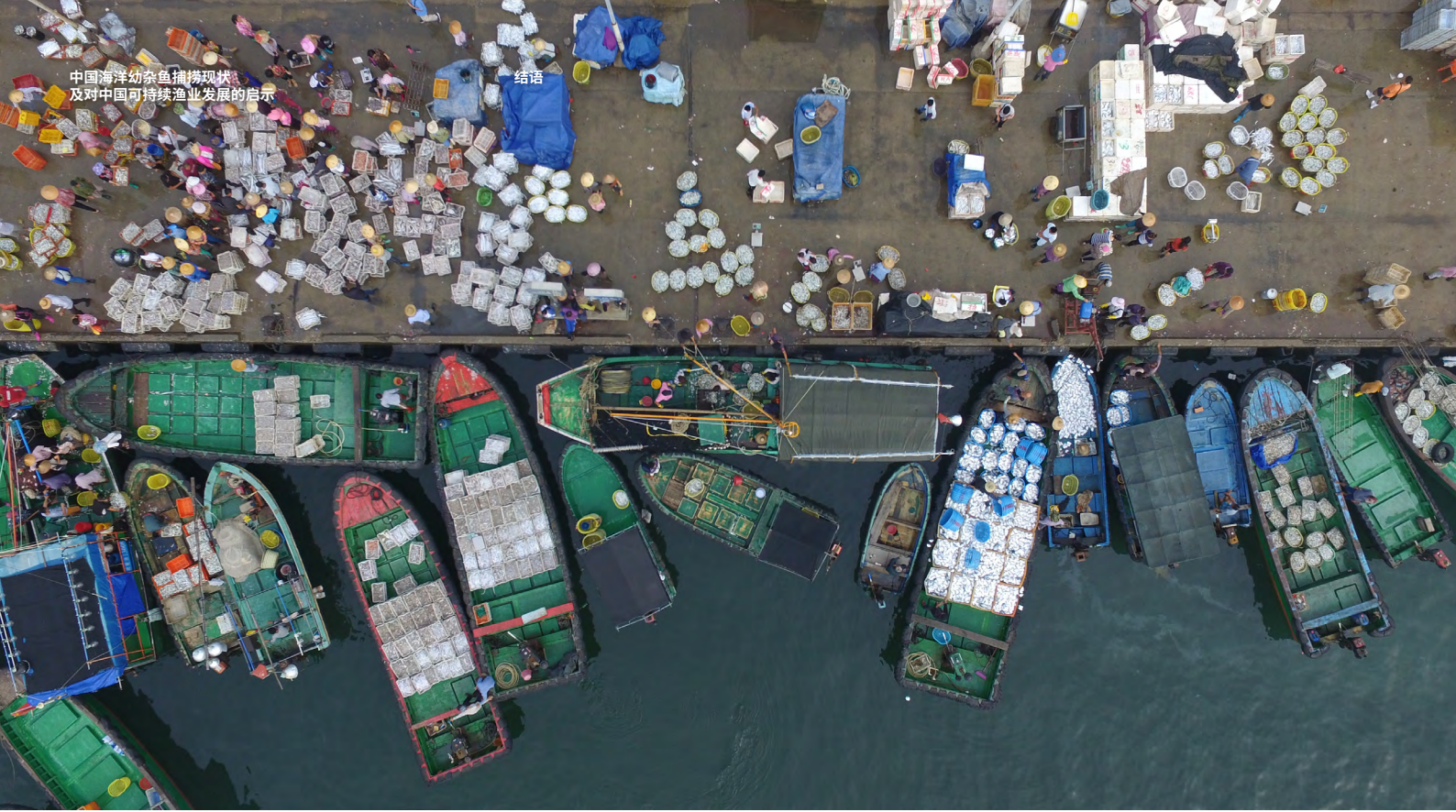
表7 省份政策比较（截止2016年底）

项目名称	中央	地方								小结		
		浙江	福建	山东	辽宁	江苏	广东	广西	海南			
整体监管	捕捞许可规定	曾出台《渔业捕捞许可管理规定》，为7种形式的海洋捕捞行为办理许可证明	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	配合国家出台了本省渔业捕捞许可管理规定	各省均出台了对应国家规定的相关政策，其中江苏省与广西省有更详细的管理规定，其余省份基本沿用国家规定
	渔获物上岸统计	暂无，缺乏对幼鱼渔获物的单独统计规定	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	暂无	暂无	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	暂无，但规定了渔政工作人员对渔获物的检查权力	从国家到地方均无对渔获物上岸统计的具体规定，但除了辽宁与江苏两省份外，其余省份都明确了执法人员拥有对渔获物的检查权力	
	捕捞限额	自2017年开始，逐步调减全国和沿海各省（区、市）海洋捕捞总产量。到2020年，全国海洋捕捞总产量减少到1000万吨左右，与2015年相比减幅不少于20%。同时要求沿海各省2020年海洋捕捞总产量与2015年相比，减幅比例应不低于20%，年度减幅比例原则上不低于5%。										从上世纪末，已经有若干研究指出引入捕捞配额的必要性和紧迫性，直到近期国家才出台规定对各地的捕捞限额做出定量规定，而省份还没有具体的实施措施出台
幼鱼监管措施	禁渔期	除重要流域（长江、珠江等）外，尚无统一禁渔期规定	三至五个月（视品种而定）	二至三个月（视渔具种类而定）	三个月	三个月	三个月	两个月	75天	75天	目前国家尚未对禁渔期做出统一规定，各省份禁渔期基本在三个月左右	
	禁用渔具规定	针对双船单片多囊拖网、拖曳泵吸耙刺、拖曳柄钩耙刺、拖曳水冲齿耙刺、拦截插网陷阱、导陷插网陷阱、导陷箔笙陷阱、拦截箔笙陷阱、漂流延绳束状敷网、船布有翼单囊地拉网、船布无囊地拉网、抛撒无囊地拉网、拖曳束网耙刺共十三种渔具进行了规定	制订了本省对应政策，配合国家规定	制定了本省对应政策，配合国家规定	制定了本省对应政策，在配合国家规定的基础上，还要求禁止使用串联倒须笼（地笼）	尚未制定本省政策	尚未制定本省政策	尚未制定本省政策，但开展了若干清理违规渔具的行动	尚未制定本省政策	尚未制定本省政策	国家对渔具的使用情况有专门的规定，因此除山东省外，其余各省份均直接参照国家标准，没有出台本省的规定	
	渔具网目尺寸标准	国家已经出台了针对渔具最小网目尺寸的相关规定	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	除国家规定外，对环渤海区域“三省一市”有进一步规定，包括“黄渤海区内禁止使用拦截插网陷阱、导陷插网陷阱、船布无囊地拉网等三种渔具”和“黄海域张网类最小网目不小于35mm”等	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	均遵照国家针对渔具最小网目尺寸的规定，没有制订针对本省的其他进一步规定	除环渤海区域省份（包括辽宁、山东）外，其余各省份均直接参照国家标准，没有出台本省渔具网目尺寸标准		
	水产饲料标准	出台了《无公害食品渔用饲料安全限量》、《饲料和饲料添加剂管理条例》等具体条例规定										各省均直接参考国家标准
小杂鱼投喂标准	国家已经出台了针对渔具最小网目尺寸的相关规定	无明确规定，但于2016年开展配合饲料代替小杂鱼行动，针对冰冻小杂鱼使用量较大的品种，采用补贴、限制传统小网箱数量等措施推广符合饲料，颇见成效	无明确规定	无明确规定	无明确规定	无明确规定	无明确规定	无明确规定	无明确规定	无明确规定	国家缺乏针对小杂鱼作为饵料投喂的规定，同时规定的出发点并不是为了保护幼鱼资源而是防止水源污染。由此可见国家未对小杂鱼作为饵料投喂引起重视。	
制度改革	燃油补贴改革	国家出台了燃油补贴调整的改革通知 <sup>1</sup> ，强调“力争到2019年，用5年左右时间，将国内捕捞业油价补贴降至2014年补贴水平的40%”	在国家要求的基础上，进一步确定了工作目标：每年减少渔船数量不低于总任务量的10%	出台了本省燃油补贴改革政策，目标同国家要求	出台了本省燃油补贴改革政策，目标同国家要求	除国家要求外尚有进一步要求 <sup>3</sup>	除国家要求外，还要求从2015年起，将国内捕捞业油价补贴降到2014年补贴水平的60%；从2017年起，将国内捕捞业油价补贴降至2014年补贴水平的40%	出台了本省燃油补贴改革政策，目标同国家要求	尚未出台省级燃油补贴规定，但若干地市出台了相应政策	提出对更新渔船按照总投资30%上限补助	在国家出台的政策基础上，浙江省与江苏省分别出台了适用于本省的进一步要求。该举措也使得该两省成为推动燃油补贴改革较为积极的省份	
	渔船更新	国家出台了相应政策 <sup>2</sup> ，鼓励老旧运输船舶提前报废更新	根据国家安排确定了总体目标：2015-2019期间更新标准化海洋捕捞渔船不少于1806艘	制定了本省渔船更新改造的办法，对船长24米以下的小型过洋性远洋渔船更新改造给予渔船造价5%的经费补助	提出在2015-2019年期间，更新改造1553艘海洋捕捞渔船	提出在2015-2019年间，完成国家更新改造海洋捕捞渔船任务不低于1731艘	在改造海洋捕捞渔船方面没有明确计划，但已经有相关行动	提出了2015-2019年，全省须完成更新改造海洋捕捞渔船3350艘。同时对符合条件的新渔船进行补贴	暂未制定相关政策	提出对更新渔船按照总投资30%上限补助	浙江、山东、辽宁、广东四省份分别定量提出了本省渔船更新任务；福建、海南明确了渔船更新的补助规定；江苏、广西尚未出台明确规定	
小结	国家层面对于渔获物监管、小杂鱼投喂等缺乏明确的规定，导致各省份也没有对这些项目引起足够的重视。另外由于没有国家统一的禁渔期规定，导致各省设立的禁渔期之间出现漏洞，使得海洋资源受到进一步破坏	浙江省是综合表现较好的省份之一。在燃油补贴改革、小杂鱼投喂治理方面均有严格于国家要求的动作；同时也有不少针对渔业乱象的治理行动被报道	福建省是综合表现较好的省份之一。对于国家的相关政策有明确的响应，甚至明确了渔船更新的补助力度，同时对当地渔业管理的力度也较大。但对小杂鱼、幼鱼等管理有所欠缺	山东省较好地执行了国家的相关规定。同时由于属于环渤海“三省一市”，山东省在渔具网目大小与禁用种类方面比其他省份更严格。不过在其他方面并没有特别突出的表现	辽宁省属于环渤海“三省一市”，因此执行更为更为严格的网目尺寸管理规定，不过该省份在禁用渔具、渔获物统计等方面落后于先进省份	江苏省在燃油补贴改革方面走在前列，提出了更为严格的规定，然而在禁用渔具、渔船更新等方面缺乏具体的规定，也尚未对渔获物统计进行一定的规定，明确职责。考虑到其经济发展程度较高，目前的表现不能令人满意	广东省较好地执行了国家的相关政策规定，同时在渔船更新方面明确了今后的目标，并提出对新型渔船进行补贴。但是广东省禁渔期限较短，给渔业资源恢复带来不小压力	广西省是目前表现较为落后的省份，在监管方面基本沿用国家规定，没有制订适用本省更为严格的政策。同时对于燃油补贴改革和渔船更新也缺乏具体的实施政策	海南省基本沿用国家相关政策，在渔船更新方面承诺进行一定额度的补助。然而，该省尚未出台具体的燃油补贴规定，以配合国家政策			

绿色和平根据公开信息整理

1. 《关于调整国内渔业捕捞和养殖业油价补贴政策 促进渔业持续健康发展的通知》  
 2. 《船舶报废拆解和船型标准化补助资金管理办法》、《国务院关于促进海洋渔业持续健康发展的若干意见》  
 3. “对达到限制使用船龄的老旧捕捞渔船，2015至2017年，分别按照不高于农业部确定的当年度捕捞渔船油价补贴标准上限的75%、50%和25%给予补贴，至2018年不再给予补贴；自2020年起，双船有翼单囊拖网（双船底拖网）、单锚张纲张网（帆张网）、单船有囊围网（三角虎网）渔船，不再予以补贴”





海南，渔船出海归来，码头上热闹交易。 © 刘华 / 绿色和平

## 结语

必须肯定，自渔业“十三五”规划及系列配套措施出台以来，中国在渔业管理政策制定上又取得了许多突破性进步。绿色和平希望中国的渔业管理部门能抓住当前渔业可持续发展和调整的难得机遇，加快解决持续多年的过度捕捞问题，更好地保护中国的海洋渔业资源和海洋生态。这对中国更好地履行《生物多样性公约》等国际条约、实施《负责任渔业行为守则》等国际标准，在渔业转型和海洋保护方面为世界做出表率，做负责任的海洋大国有着重要意义。

## 致谢：

感谢香港大学太古海洋科学研究所 Yvonne Sadovy de Mitcheson 教授, 斯坦福大学粮食安全与环境研究中心副研究员、上海交通大学特别研究员曹玲给予报告宝贵的评审意见。感谢厦门大学海洋与地球学院刘敏教授鱼类生物学实验室对样品鉴定工作提供的协助。感谢上海海洋大学张文博博士在水产养殖分析方面的数据支持及撰写《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》。感谢周卓诚(微博 @ 开水族馆的生物男) 在项目全程提供的大力协助。感谢中国水产科学研究院、上海海洋大学、黄海水产研究所、厦门大学的各位专家为报告提出的宝贵建议。感谢另外两名匿名专家在调研和报告撰写期间提供的协助。感谢调研期间, 20 多名志愿者的支持和陪伴。感谢为调研提供协助的各地渔业合作社工作人员。



## 附录

### 附录 1

#### 中国 11 个沿海省份海洋捕捞产量 (吨)<sup>60</sup>

年度	2015	2014	2013	2012	
按产量排名	中国	13147811	12808371	12643822	12671891
1	浙江	3366966	3242724	3192000	3160189
2	山东	2282340	2297194	2315178	2363321
3	福建	2003917	1975062	1937300	1927150
4	广东	1505126	1493656	1490821	1510457
5	海南	1360725	1220091	1121263	1109325
6	辽宁	1107857	1076005	1079259	1079288
7	广西	652028	650599	650599	666603
8	江苏	554314	547952	553787	566085
9	河北	250447	239595	250539	252570
10	天津	47094	45548	53437	16516
11	上海	16997	19945	19639	20387

### 附录 2

#### 调研省份和调研渔港<sup>61</sup>

海区	省	市/县	主要调研点	主要渔船类型
黄渤海	辽宁	大连市	龙王塘国家一级渔港、杏树国家级中心渔港	拖网、刺网、张网
	山东	烟台市	三山岛国家中心渔港、龙口国家一级渔港、山后初家村渔港 (又名初旺渔港)	拖网、刺网
		威海市	石岛国家中心渔港、大鱼岛渔港、朱口渔港	拖网、张网、钓具、刺网
	江苏	南通市	启东吕四国家中心渔港	张网 (帆张网)、刺网
东海	浙江	宁波市	象山石浦国家中心渔港	拖网
		台州市	礁山渔港、石塘渔港、钓浜渔港	拖网、刺网
	福建	石狮市	祥芝国家中心渔港	拖网、张网
		漳州市	大澳国家中心渔港、宫前国家中心渔港、冬古国家一级渔港	拖网、刺网
南海	广东	阳江市	闸坡国家中心渔港	拖网、围网、刺网和钓具
	广西	北海市	电建国家一级渔港、地角渔港	拖网、围网 (灯光)
		儋州市	白马井国家中心渔港	拖网、围网 (灯光)、刺网、钓具
	海南	陵水黎族自治县	陵水新村渔港	拖网、围网 (灯光)

省份	作业类型	有效问卷数量	渔获物中幼杂鱼比例 (平均值 %)	标准差	问卷反映幼杂鱼类型 **
辽宁	拖网	46	66	0.37	鳀、方氏云鳀、玉筋鱼、斑鰹、黄鲫、鲐等
	流刺网	3	8	/	
	张网 (沿岸)	5	22	0.38	
	运输船	2	93	/	
山东	拖网	93	60	0.26	鳀、方氏云鳀、斑鰹、黄鲫、青鳞小沙丁、鲐、鰕虎鱼等
	刺网	12	34	0.23	
	张网 (沿岸)	15	54	0.30	
江苏	拖网	31	32	0.31	沙丁鱼、鲐、小梅童等
	刺网	7	26	0.15	
	张网 (帆张网) ***	83	30	0.23	
	运输船 (主要来自帆张网、拖网)	4	18	/	
浙江	拖网	93	48	0.24	鳀、沙丁鱼、蓝圆鲹、鰕虎鱼、七星底灯鱼、竹筴鱼等
	刺网	7	27	0.16	
	围网	2	30	/	
	张网	12	46	0.20	
	运输船	6	59	0.09	
福建	拖网	86	34	0.23	鳀鱼、沙丁鱼、蓝圆鲹、狗母鱼、红娘鱼等
	围网	36	2	0.02	
	刺网	4	2	/	
	张网	25	63	0.13	
广东	拖网	73	31	0.14	杂鱼 (鳀、鲳鱼、小带鱼、日本鰺、绿鳍鱼、翼红娘鱼、裸胸鳝、魮鲙类等)
	围网	2	38	/	
	刺网	9	4	0.01	
	张网	11	59	0.05	
广西	拖网	76	60	0.10	杂鱼 (沙丁、蓝圆鲹、鲐、小金线鱼等)
	围网 (灯光)	21	27	0.21	
	运输船 (主要来自拖网、灯光围网)	8	55	0.11	
海南	拖网	71	65	0.13	杂鱼 (鳀、鲐、鲳鱼, 少量鰺、鲷等)
	围网 (灯光)	23	28	0.13	
	运输船 (主要来自拖网、灯光围网)	7	69	0.13	

附录 3

问卷调研结果 \*

\* 另有 53 份来自“其他”类型的渔具，或网型无法归类的问卷（部分受访者在回答幼杂鱼比例时给出了可靠的答案，但是在回答捕捞方式类型时有所顾虑）调研结果未纳入表内。

\*\* “问卷反映的幼杂鱼类型”根据受访者的回答整理，一般为受访者比较熟悉或会去大宗捕捞的幼杂鱼，除了这些种类外，还有很多受访者不认识、或难以一一列举的鱼类。对于幼杂鱼中具体的物种组成，请见本报告“1.2 幼杂鱼捕捞现状”中“2) 幼杂鱼中的物种组成”部分关于采样分析结果的介绍。

\*\*\* 同其他省份不同，在拖网、张网两种类型中，江苏省最主要的作业类型是张网。本次调研地点江苏省启东吕四中心渔港，主要作业类型也为张网。因此在吕四港对张网进行了专门抽样。该港张网的幼杂鱼捕捞比例平均值为 30%，83 艘抽样张网作业船中 26 艘（31%）的幼杂鱼比例高于 50%。



#### 附录 4

## 幼杂鱼样品鉴定结果

1) 对经济鱼类、食用经济鱼类、非食用经济鱼类的界定：

**经济鱼类：**将列入以下目录中的鱼类作为经济鱼类：联合国粮农组织 FishstatJ 数据库中中国的渔获物种类、《渔业统计常见品种图鉴》、《国家重点保护经济水生动植物名录》、《重要渔业资源品种可捕规格 第 1 部分：海洋经济鱼类》、《中国经济鱼类志》、以及在 Fishbase 资料库 (www.Fishbase.org) 中评估为属于捕捞经济鱼类的。经济鱼类中又可以分出食用经济鱼类和非食用经济鱼类两类。

**食用经济鱼类：**通过收集 4 位来自不同研究机构的鱼类及渔业研究专家意见，及参考中国主要水产品交易网站上列出的种类，确定出食用经济鱼类。

**非食用经济鱼类：**根据以上方法界定出的食用经济鱼类以外的经济鱼类。

2) IUCN 等级：依据世界自然保护联盟 (IUCN) 濒危物种红色名录数据库 (www.iucnredlist.org)，包括濒危 (EN)、易危 (VU)、无危 (LC)、数据缺乏 (DD)、未评估 (NE)。

3) 资源状况：依据联合国粮农组织的评估结果<sup>62, 63</sup>，以及海洋渔业资源相关研究成果<sup>64, 65, 66, 67, 68, 69, 70</sup>。下表中标记“\*”的为根据相关资料中的评估或描述，资源已经衰退或者枯竭的物种。

4) 对幼鱼和成鱼的判断：体长小于性成熟体长的个体即为幼鱼。本研究使用的性成熟体长数据采用的是 Fishbase 资料库中数据，如果没有性成熟体长的研究数据，则采用 Fishbase 资料库中已知最大全长的 50%。

附录 4-1

食用经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
斑甕鳐 (斑鳐)	<i>Okamejei kenojei</i>	17	数据缺乏
网纹裸胸鳝	<i>Gymnothorax reticularis</i>	30	未评估
杂食豆齿鳗	<i>Pisodonophis boro</i>	50	未评估
食蟹豆齿鳗	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	54	未评估
海鳗 *	<i>Muraenesox cinereus</i>	110	未评估
星康吉鳗	<i>Conger myriaster</i>	50	无危
鳎 *	<i>Ilisha elongata</i>	30	未评估
刀鲚 *	<i>Coilia nasus</i>	20.5	未评估
凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	20	未评估
日本鳀 *	<i>Engraulis japonicus</i>	9	未评估
黄鲫 *	<i>Setipinna tenuifilis</i>	11	未评估
斑鲚	<i>Konosirus punctatus</i>	16	未评估
圆吻海鲷	<i>Nematalosa nasus</i>	11	无危
金色小沙丁鱼	<i>Sardinella aurita</i>	14.4	无危
大海鲷 (海鲷)	<i>Arius thalassinus</i>	36	未评估
肩斑狗母鱼	<i>Synodus hoshinonis</i>	13	无危
大头狗母鱼	<i>Trachinocephalus myops</i>	20	无危
多体齿蛇鲻 *	<i>Saurida tumbil</i>	30	无危
长体蛇鲻 *	<i>Saurida elongata</i>	25	未评估
龙头鱼	<i>Harpadon nehereus</i>	20	未评估
黑鲷	<i>Lophiomus setigerus</i>	20	未评估
黄鲷	<i>Lophius litulon</i>	56.7	未评估
棱鲛	<i>Liza carinata</i>	9	未评估
鲛鱼	<i>Liza haematocheila</i>	40	未评估



附录 4-1

食用经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
日本下鱚鱼	<i>Hyporhamphus sajori</i>	20	未评估
粗吻海龙	<i>Trachyrhamphus serratus</i>	15	未评估
无鳞烟管鱼	<i>Fistularia commersonii</i>	80	无危
许氏平鲉	<i>Sebastes schlegeli</i>	32.5	未评估
褐菖鲉	<i>Sebastes marmoratus</i>	15	未评估
棘绿鳍鱼	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	20	无危
鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	40	数据缺乏
日本狼鲈 (花鲈)	<i>Lateolabrax japonicus</i>	51	未评估
日本锯大眼鲷	<i>Pristigenys nipponia</i>	13.7	无危
多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	22.5	未评估
少鳞鱧	<i>Sillago japonica</i>	15	无危
日本方头鱼	<i>Branchiostegus japonicus</i>	23	无危
克氏副叶鲽	<i>Alepes kleinii</i>	12.9	无危
及达副叶鲽	<i>Alepes djedaba</i>	20	无危
蓝圆鲽 *	<i>Decapterus maruadsi</i>	14	未评估
日本竹荚鱼 *	<i>Trachurus japonicus</i>	25	未评估
长体银鲈	<i>Gerres oblongu</i>	15	无危
长棘银鲈	<i>Gerres filamentosus</i>	19	无危
金线鱼 *	<i>Nemipterus virgatus</i>	17.5	易危
伏氏眶棘鲈	<i>Scolopsis vosmeri</i>		未评估
黑鲷	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	25	无危
黄鳍鲷	<i>Acanthopagrus latus</i>	30	数据缺乏
二长棘鲷 *	<i>Evynnis cardinalis</i>	20	濒危
四指马鲛	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	37	未评估

附录 4-1

食用经济鱼类名单

中文名		性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
六指马鲛	<i>Polydactylus sexfilis</i>	30.5	未评估
大头银姑鱼 *	<i>Pennahia macrocephalus</i>	11.5	未评估
卡氏叫姑鱼 *	<i>Johnius carouna</i>	14	未评估
婆罗叫姑鱼 *	<i>Johnius borneensis</i>	15.9	未评估
丁氏叫姑鱼 (鳞鳍叫姑鱼) *	<i>Johnius distinctus</i>	11	未评估
屈氏叫姑鱼 *	<i>Johnius trewavasae</i>	7.5	数据缺乏
灰鳍叫姑鱼 *	<i>Johnius grypotus</i>	6.9	未评估
黑姑鱼	<i>Atrobucca nibe</i>	14.5	未评估
截尾银姑鱼 *	<i>Pennahia anea</i>	15	未评估
银姑鱼 *	<i>Pennahia argentata</i>	20	未评估
大黄鱼 *	<i>Larimichthys crocea</i>	30	未评估
小黄鱼 *	<i>Larimichthys polyactis</i>	18.1	未评估
尖头黄鳍牙鲷	<i>Chrysochir aureus</i>	15	未评估
红牙鲷	<i>Otolithes ruber</i>	22.6	未评估
勒氏枝鳔石首鱼	<i>Dendrophysa russelii</i>	12.5	未评估
棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>	8.5	未评估
鲩鱼 *	<i>Miichthys miiuy</i>	35	未评估
纵带绯鲤 *	<i>Upeneus subvittatus</i>	12.1	未评估
黄带绯鲤 *	<i>Upeneus sulphureus</i>	9.9	无危
日本绯鲤 *	<i>Upeneus japonicus</i>	7.9	未评估
鰺	<i>Terapon jarbua</i>	13	无危
条石鲷	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40	未评估
玉筋鱼	<i>Ammodytes personatus</i>	8	未评估
矛尾复鰕虎鱼	<i>Acanthogobius hasta</i>	25	未评估



附录 4-1

食用经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
褐篮子鱼	<i>Siganus fuscescens</i>	20	无危
蓝点马鲛 *	<i>Scomberomorus niphonius</i>	50	数据缺乏
羽鳃鲐	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	19.9	数据缺乏
鲐	<i>Scomber japonicus</i>	26.1	无危
黄尾鲷	<i>Sphyaena flavicauda</i>	30	未评估
日本带鱼 *	<i>Trichiurus japonicus</i>	46.3	未评估
沙带鱼	<i>Lepturacanthus savala</i>	50	无危
小带鱼	<i>Eupleurogrammus muticus</i>	35	未评估
刺鲳 *	<i>Psenopsis anomala</i>	15	未评估
北鲳 (翎鲳) *	<i>Pampus punctatissimus</i>	15	未评估
银鲳 *	<i>Pampus argenteus</i>	30	未评估
中国鲳 *	<i>Pampus chinensis</i>	20	未评估
牙鲆 *	<i>Paralichthys olivaceus</i>	51.5	未评估
桂皮斑鲆 *	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	20	未评估
长鲽	<i>Tanakius kitaharae</i>	15	未评估
角木叶鲽 *	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	15	未评估
带纹条鳎	<i>Zebrias zebra</i>	9.5	未评估
日本须鳎	<i>Paraplagusia japonica</i>	17.5	未评估
少鳞舌鳎	<i>Cynoglossus oligolepis</i>	17.1	未评估
短吻三线舌鳎	<i>Cynoglossus trigrammus</i>	15.3	无危
黑鳃舌鳎	<i>Cynoglossus roulei</i>	21	未评估
焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>	12	未评估
丝背细鳞鲷	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	15	未评估
黄鳍马面鲀 *	<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	8.9	未评估

附录 4-2

非食用经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
康氏侧带小公鱼 (康氏小公鱼)*	<i>Stolephorus commersoni</i>	5	未评估
印度侧带小公鱼 *	<i>Stolephorus indicus</i>	9	未评估
赤鼻棱鯧	<i>Thryssa kammalensis</i>	7.5	未评估
杜氏棱鯧	<i>Thryssa dussumieri</i>	7.5	未评估
中颌棱鯧	<i>Thryssa mystax</i>	10	无危
黄吻棱鯧	<i>Thryssa vitirostris</i>	10	未评估
中华小沙丁鱼	<i>Sardinella nymphaea</i>	11.5	未评估
花莲小沙丁鱼	<i>Sardinella hualiensis</i>	6.3	未评估
青鳞小沙丁鱼	<i>Sardinella zunasi</i>	9	未评估
燧鳞小沙丁鱼	<i>Sardinella fimbriata</i>	6.9	未评估
裘氏小沙丁鱼	<i>Sardinella jussieu</i>	6	未评估
丝鳍海鲇	<i>Arius arius</i>	20	无危
线纹鳗鲶	<i>Plotosus lineatus</i>	14	未评估
浦原氏腔吻鲷	<i>Coelorinchus kamoharai</i>	14	未评估
麦氏犀鲨	<i>Bregmaceros macclellandii</i>	4.8	未评估
日本海鲂	<i>Zeus faber</i>	33	数据缺乏
魔鬼蓑鲉	<i>Pterois volitans</i>	19	无危
须拟鲉	<i>Scorpaenopsis cirrosa</i>	12.6	未评估
棱须蓑鲉	<i>Apistus carinatus</i>	10	未评估
红鳍拟鳞鲉	<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	4.7	未评估
单指虎鲉	<i>Minous monodactylus</i>	7.5	未评估
日本瞳鲷	<i>Inegocia japonica</i>	17.5	无危
倒棘鲷	<i>Rogadius asper</i>	8.5	无危
横带棘线鲷	<i>Grammoplites scaber</i>	15	未评估



附录 4-2

非食用经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
发光鲷	<i>Acropoma japonicum</i>	10	未评估
赤鲑	<i>Doederleinia berycoides</i>	20	未评估
羽根田氏发光鲷	<i>Acropoma hanedai</i>	6.8	未评估
半线天竺鲷	<i>Ostorhinchus semilineatus</i>	6	未评估
眼镜鱼	<i>Mene maculata</i>	14	未评估
黄斑鳊	<i>Photopectoralis bindus</i>	8	未评估
鹿斑仰口鳊	<i>Secutor ruconius</i>	5.2	未评估
粗纹鳊	<i>Equulites lineolatus</i>	7.5	未评估
短吻鳊	<i>Leiognathus brevirostris</i>	6.75	未评估
细纹鳊	<i>Leiognathus berbis</i>	5.5	未评估
红尾银鲈	<i>Gerres erythrourus</i>	15	无危
朴蝴蝶鱼	<i>Chaetodon modestus</i>	8.5	无危
单棘立旗鱼	<i>Heniochus chrysostomus</i>	9	无危
八斑鳊	<i>Callionymus octostigmatus</i>	7.5	未评估
斑纹舌鰕虎鱼	<i>Glossogobius olivaceus</i>	8.5	无危
孔鰕虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>	11	未评估
六丝矛尾鰕虎鱼	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	8.5	未评估
矛尾鰕虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	7.8	未评估
日本左鲆	<i>Japonolaeops dentatus</i>	10	未评估
冠鲾	<i>Samaris cristatus</i>	11	未评估
角鲾	<i>Aesopia cornuta</i>	12.5	无危
卵鲾	<i>Solea ovata</i>	5	未评估
斑头舌鲾	<i>Cynoglossus puncticeps</i>	17.5	未评估

附录 4-3

非经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
大吻斜齿鲨 *	<i>Scoliodon macrorhynchus</i>	31	未评估
鲍氏鳐 (鲍氏鳐)	<i>Okamejei boesemani</i>	27.5	数据缺乏
大头蚓鳎	<i>Moringua macrocephalus</i>	18.3	未评估
黑尾前肛鳎	<i>Dysomma melanurum</i>	11.9	未评估
尖吻蛇鳎	<i>Ophichthus apicalis</i>	22.5	未评估
异颌颌吻鳎	<i>Gnathophis heterognathos</i>	22.5	未评估
银色突吻鳎	<i>Gnathophis nystromi</i>	22.5	未评估
齐头鳎	<i>Ariosoma anago</i>	30	未评估
黑尾吻鳎	<i>Rhynchoconger ectenurus</i>	32.5	未评估
线尾蜥鳎	<i>Saurenhelys fierasfer</i>	25	无危
黑口鲷	<i>Ilisha melastoma</i>	8.5	未评估
带纹躄鱼	<i>Antennarius striatus</i>	12.5	无危
瘤唇鲷	<i>Oedalechilus labeo</i>	12.9	未评估
美丽短鳍蓑鲉	<i>Dendrochirus bellus</i>	10	无危
平滑绒鲉	<i>Erispex simplex</i>		未评估
蜂鲉 (虻鲉)	<i>Erispex pottii</i>	6	无危
绒鲉	<i>Aploactis aspera</i>	5	未评估
翼红娘鱼	<i>Lepidotrigla alata</i>	10	未评估
鳄鲷	<i>Cociella crocodilus</i>	25	无危
郎氏针鲷	<i>Hoplichthys langsdorfii</i>	8	未评估
红带拟花鲷	<i>Pseudanthias rubrizonatus</i>	6	无危
四线天竺鲷	<i>Apogon quadrifasciatus</i>	5.15	未评估
侧带天竺鲷	<i>Ostorhinchus pleuron</i>	5.2	未评估
中线鹦天竺鲷	<i>Ostorhinchus kiensis</i>	4	未评估
宽条鹦天竺鲷	<i>Ostorhinchus fasciatus</i>	5.2	未评估



附录 4-3

非经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
单斑天竺鲷	<i>Jaydia carinatus</i>	7.5	未评估
黑边天竺鲷	<i>Jaydia ellioti</i>	8	未评估
细条纹天竺鲷	<i>Jaydia lineata</i>	4.5	未评估
条马鲛 (条鲛)	<i>Equulites rivulatus</i>	5	未评估
日本银鲈	<i>Gerres japonicus</i>	10	未评估
台湾叫姑鱼 *	<i>Johnius sp.</i>		
印度棘赤刀鱼	<i>Cepola schlegelii</i>	25	未评估
细长苏彝士隆头鱼	<i>Suezichthys gracilis</i>	8	无危
乔丹氏细鳞雀鲷	<i>Teixeirichthys jordani</i>	7	无危
弓背鰐齿鱼	<i>Champsodon atridorsalis</i>	7	未评估
六带拟鲈	<i>Parapercis sexfasciata</i>	7	未评估
眼斑拟鲈	<i>Parapercis ommatura</i>	7	未评估
曲线挂帆鱧	<i>Bembrops curvatura</i>	8	未评估
绿布氏玉筋鱼	<i>Bleekeria viridianguilla</i>	8	未评估
日本魮	<i>Uranoscopus japonicus</i>	9	无危
少鳞魮	<i>Uranoscopus oligolepis</i>	5.7	无危
中华魮	<i>Uranoscopus chinensis</i>	11.1	未评估
青魮	<i>Xenocephalus elongatus</i>	15	未评估
跳岩鲷	<i>Petroscirtes mitratus</i>	4.3	无危
方氏锦鲷	<i>Pholis fangi</i>		未评估
云鲷	<i>Pholis nebulosa</i>	15	无危
香鲷	<i>Callionymus olidus</i>		未评估
李氏鲷	<i>Callionymus rivatoni</i>		未评估
奇异双线鲷	<i>Diplogrammus xenicus</i>	4	未评估
日本美尾鲷	<i>Callionymus japonicus</i>	15	未评估

## 附录 4-3

## 非经济鱼类名单

中文名	拉丁名	性成熟体长 (cm)	IUCN 等级
丝鳍鲷	<i>Callionymus virgis</i>	5.2	未评估
弯棘鲷	<i>Callionymus curvicornis</i>	5.6	未评估
锯峭塘鳢	<i>Butis koilomatodon</i>	5.35	未评估
犬牙细棘鰕虎鱼	<i>Acentrogobius caninus</i>	6.5	未评估
巴布亚沟鰕虎鱼	<i>Oxyurichthys papuensis</i>	1	未评估
多须拟矛尾鰕虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>	7.5	未评估
斑尾刺鰕虎鱼	<i>Synechogobius ommaturus</i>	13	未评估
拉氏狼牙鰕虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	15.2	未评估
长丝犁突鰕虎鱼	<i>Myersina filifer</i>	6.6	未评估
髯缟鰕虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>		未评估
纹缟鰕虎鱼	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	5.5	未评估
须鳗鰕虎	<i>Taenioides cirratus</i>	15	数据缺乏
青缨鲆	<i>Crossorhombus azureus</i>	9	未评估
丝指鲆	<i>Psettina filimanus</i>	4.8	未评估
羊舌鲆	<i>Arnoglossus tenuis</i>	6	无危
褐斑栉鳞鲷	<i>Aseraggodes kobensis</i>	5	未评估
西宝舌鲷	<i>Cynoglossus sibogae</i>	3.9	未评估
窄体舌鲷	<i>Cynoglossus gracilis</i>	14	未评估
绒纹副单角鲀	<i>Paramonacanthus sulcatus</i>	10	未评估
铅点多纪鲀 (铅点东方鲀)	<i>Takifugu alboplumbeus</i>	11.5	无危
横纹多纪鲀 (横纹东方鲀)	<i>Takifugu oblongus</i>	20	无危
黄鳍多纪鲀 (黄鳍东方鲀)	<i>Takifugu xanthopterus</i>	25	无危
星点多纪鲀 (星点东方鲀)	<i>Takifugu niphobles</i>	7.5	未评估
怀氏兔头鲀	<i>Lagocephalus wheeleri</i>	15	无危
水纹扁背鲀	<i>Canthigaster rivulata</i>	9	无危

注：由于鱼类物种繁多，对某几种类别是否经济鱼类的界定存在一定困难。例如本报告中的大吻斜齿鲨、台湾叫姑鱼、日本银鲈、印度棘赤刀鱼，依据本报告参考的文献资料，未列入经济鱼类，但根据部分专家意见，这些鱼类事实上也是具备列入经济鱼类的条件的。

附录 4-4

鉴定结果中的甲壳类

物种数	中文名	拉丁名	物种数	中文名	拉丁名
1	长叉三宅虾姑	<i>Miyakea nepa</i>	24	细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
2	口虾姑	<i>Oratosquilla oratoria</i>	25	铲形宽额虾	<i>Latreutes mucronatus</i>
3	断脊小口虾姑	<i>Oratosquillina interrupta</i>	26	水母虾	<i>Latreutes mucronalus</i>
4	亚洲小口虾姑	<i>Oratosquillina asiatica</i>	27	长枪船形虾	<i>Tozeuma lanceolatum</i>
5	脊条褶虾姑	<i>Lophosquilla costata</i>	28	骨脊等腕虾	<i>Heterocarpoides laeovicarina</i>
6	条尾近虾姑	<i>Anchisquilla fasciata</i>	29	圆腹褐虾	<i>Crangon crangon</i>
7	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>	30	海蛄虾	<i>Thalassinia anomala</i>
8	周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>	31	双斑蟬虾	<i>Scyllarus bertholdi</i>
9	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	32	十一刺栗壳蟹	<i>Arcania undecimspinoso</i>
10	细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>	33	红线黎明蟹	<i>Matuta planipes</i>
11	角突仿对虾	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	34	刺蜘蛛蟹	<i>Cyrtomaia spimigera</i>
12	扁足异对虾	<i>Atypopenaeus stenodactylus</i>	35	细点圆趾蟹	<i>Ovalipes punctatus</i>
13	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	36	变态蟳	<i>Charybdis variegata</i>
14	须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	37	双斑蟳	<i>Charybdis bimaculata</i>
15	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	38	日本蟳	<i>Charybdis japonica</i>
16	日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>	39	纤手梭子蟹	<i>Portunus gracilimanus</i>
17	鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>	40	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>
18	短脊鼓虾	<i>Alpheus brevicristatus</i>	41	银光梭子蟹	<i>Portunus argentatus</i>
19	脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	42	拥剑梭子蟹	<i>Portunus haanii</i>
20	安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>	43	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoidea</i>
21	细指长臂虾	<i>Palaemon tenuidactylus</i>	44	泥脚隆背蟹	<i>Carcinoplax vestita</i>
22	太平洋长臂虾	<i>Palaemon pacificus</i>	45	紫隆背蟹	<i>Carcinoplax purpurea</i>
23	葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>	46	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
			47	狭颚绒螯蟹	<i>Eriochier leptognathus</i>



## 附录 5

水产养殖研究方法 & 主要参数<sup>71</sup>

## 1. 文献综述研究方法

本研究首先对中国水产养殖产业和水产养殖投入的海洋渔业资源的现状和趋势进行分析。对中文和英文的在线数据库、同行评审的学术文章、以及报刊杂志中的灰色文献进行研读，以形成一个全面的系统分析。基于这样的系统分析，本研究的主要系统边界将被设定，如选择重要的水产养殖对象作为主要研究种类进行深入调查研究。

在从文献中收集中国海水和淡水主要养殖种类的饲料饵料系数、饲料鱼粉含量和幼杂鱼饵料系数时，采用 Henriksson et al. (2013) 提出的带有不确定性的单元过程数据平均协议，根据数据来源和文献属性，从数据的可靠性、完整性、时间相关、地理相关、技术关联性、样本量等属性进行分类并赋权重，最后对收集的多个文献数据进行加权计算几何平均数。

针对基于中国水产养殖产量、投饵比例和饵料系数推算水产饲料用量数据准确性问题，本研究通过收集多个数据来源的中国水产饲料年产量数据，根据 Henriksson et al. (2013) 开发的带有不确定性的单元过程数据平均协议进行加权计算，并通过多个数据来源的水产饲料年产量加权几何平均数，与基于中国水产养殖产量和饵料系数推算水产饲料用量比值，计算得到调整系数 a，作为系数对水产养殖各种类每年饲料用量和幼杂鱼用量进行调整，其鱼粉鱼油用量随之调整。本研究呈现的饲料用量和鱼粉鱼油用量皆为调整过的数值。

$$\text{调整系数 } a = \frac{\text{多个数据来源的水产饲料年产量加权几何平均数}}{\text{基于中国水产养殖产量和饵料系数推算水产饲料用量}}$$

中国水产养殖产量投喂配合饲料比例很少有人研究，尤其是全国范围内的不同种类的配合饲料投喂比例。本研究认为唐 et al., (2016) 报道的投饵比例偏高，一些种类甚至被列为 100% 投喂配合饲料，这与中国的水产养殖现状不符。根据调研 Chiu et al., (2013) 发现中国大多数养殖场都使用混养模式 (Polyculture)，而非单养模式 (Monoculture)，常常主养 1、2 个种类，搭配若干个套养种类。在混养模式中，主养种类依赖配合饲料的投喂，而套养种类通常依靠主养种类的残饵粪便提供的营养物质生长。通过用调研数据 Cao et al (2015) 饲料投喂比例，对唐 et al., (2016) 报道的饲料投喂比例进行调整，并计算出调整系数 b，用于调整唐 et al., (2016) 中系列年份不同种类的饲料投喂比例。

$$\text{调整系数 } b = \frac{\text{Cao et al (2015) 报道的饲料投喂比例}}{\text{唐 et al (2016) 报道的饲料投喂比例}}$$

鱼粉用量和直接投喂幼杂鱼量计算方法如下：

$$\text{鱼粉用量} = \text{水产品养殖产量} * \text{投喂配合饲料比例} * \text{配合饲料饵料系数} * \text{饲料中鱼粉比例} * \text{调整系数 a} * \text{调整系数 b}$$

将鱼粉使用量转换为海洋渔业资源用量时，需要考虑两个系数，一个是海洋捕捞鱼类生产鱼粉的系数，另一个是当前鱼粉生产原料中海洋捕捞鱼类数量和加工副产物数量的比例。根据 (Cao et al., 2015; FAO, 2016a)，本研究采纳 24% 为海洋捕捞鱼类生产鱼粉系数。在计算将鱼粉用量转换为海洋渔业资源用量中，Han et al. (2016) 使用如下公式计算用于生产鱼粉的捕捞产量：

$$\text{用于生产鱼粉的捕捞产量} = \frac{\text{鱼粉用量} * 75\%}{24\%}$$

其中 24% 是整鱼生产鱼油鱼粉比例，75% 是指在生产鱼粉的原料中，有 75% 是海洋捕捞鱼类，另外 25% 是水产品的加工副产物，如鱼头、鱼骨、鱼内脏等。虽然当前并不存在鱼油鱼粉原料来源比例的官方统计数据，根据 FAO 研究报告，2008-2009 约有 25% 的鱼粉原料为水产品加工副产物，2013-2015 年为 29% (FAO, 2016a, 2014, 2012)，而 IFFO 海洋原料组织则认为有 25-30% 的鱼粉原料为水产品加工副产物 (Mallison, 2013)。根据 FAO 报告指出，水产品的加工副产物在鱼油鱼粉原料中的占比随着时间推移不断升高，将在 2022 年提升至 49% (FAO, 2014) 或 2025 年升至 38% (FAO, 2016a)。根据这一趋势，本研究设定水产品的加工副产物在鱼油鱼粉原料中的占比的基数为 2009 年 25% 和 2014 年 30%，同时设定该占比年增长 1%，以便补足数据缺失年份占比值。在本研究中，使用如下公式计算鱼粉用量转换为海洋渔业资源用量：

$$\text{用于生产鱼粉的捕捞产量} = \frac{\text{鱼粉用量} * c\%}{24\%}$$

其中 24% 是整鱼生产鱼油鱼粉比例，c% 是海洋捕捞鱼类在鱼油鱼粉原料中的占比。

同时设定 1985 年 c%=99%，1990 年 c%=94%，1995 年 c%=89%，2000 年 c%=84%，2000 年之后 c% 每年减少 1%。

本研究计算海洋渔业资源用量公式为：

$$\text{海洋渔业资源用量} = \text{用于生产鱼粉的捕捞产量} + \text{直接投喂幼杂鱼量}$$

附录 5 表 3、表 4 对文献综述研究得出的主要计算系数及计算结果进行了整理。

## 2. 养殖场调研方法

根据文献综述结果，选择重点调查种类，调查包括中华绒螯蟹、大黄鱼、大口黑鲈养殖产业链中的重点环节，如苗种标粗、养成等进行详尽的调查。经过产业链分析，结合已经发表文献表明：养殖环节是水产养殖产业的核心，养殖环节的数据获取也成为了研究的重点。为了更好地获得养殖环节的前台数据，采用了一些社会调查方法对养殖场进行随机调查，并获得足够的样本容量以防止偏差，样本量设定在  $n \geq 30$ 。

中华绒螯蟹、大黄鱼、大口黑鲈养殖场调查方法来自于欧盟 SEAT(Sustaining Ethical Aquaculture Trade) 项目开发的调查方法 (Murray et al., 2011; Zhang, 2014)。样本设计和养殖场的选取是在一个多阶段抽样过程中确定，从大的行政区域到小的行政区域逐渐缩小范围。首先利用产量的统计数据选择了实施调查省份，即中华绒螯蟹、大黄鱼、大口黑鲈养殖产量最高或第二高的省份，分别是江苏省、福建省和浙江省，然后选择调查地区。因无法获得每个省分地区的详细产量，无法使用分层随机取样方法，退而求其次，使用 purposive sampling 方法，取最高产量的一个或多个地区为调查区域。在计划调查的养殖集中区域，使用《Google 地球》软件中的卫星地图，根据不同养殖集中区的池塘数目为概率基数随机选择调查的养殖集中区，然后在养殖集中区利用卫星地图对调查区域内的养殖场进行随机选取。

在养殖户的选择时尽量随机选择，避免因被访人所在地交通方便等原因引起的选点方法不够科学，并导致数据产生偏差，可以从养殖场 GPS (Global Position System) 地址在卫星地图上的分布清楚的体现随机性。调查的目标样本大小被设定在每个养殖种类 30 个或更多养殖场。具体的养殖场的选择也是根据相关指标进行，这些指标包括主要养殖种类、养殖模式、养殖场的规模等，在正式开展调查之前进行调查问卷的测试。



边界内容	中华绒螯蟹边界设置	大黄鱼边界设置	大口黑鲈边界设置
养殖模式	淡水精养池塘	海水网箱	淡水精养池塘
养殖对象	中华绒螯蟹	大黄鱼	大口黑鲈
调查时限	2016 年全年数据, 极少部分调查内容涉及 2015 年数据	2016 年全年数据, 极少部分调查内容涉及 2015 年数据	2016 年全年数据, 极少部分调查内容涉及 2015 年数据
研究区域	江苏省宿迁市泗洪县、江苏省泰州市兴化县和江苏省无锡市宜兴市	福建省宁德市三都澳	浙江省湖州市南浔区和浙江省嘉兴市嘉善县

为了采集一致资料数据所需要的清晰的关于时间周期、空间限制和管理系统以及所有权边界等问题。

本研究设定的系统边界如表 1 所示。

附录 5 表 1 | 养殖场调研研究系统边界设定

在本调研中,除了特别说明的地方,所有的调查问题都是针对一个完整的养殖周期。由于调研时大部分养殖户当年的养殖都已经结束,本调研针对 2016 年情况进行,如当年养殖尚未完全收获,则调研问题针对 2015 年情况进行。除了特别说明的地方,所有问题都是针对正在访问的养殖场,不涉及该厂主拥有的位于其它地理位置的养殖场。调查中尽可能的采访经理或者养殖厂老板(或者所有者兼经理)。在只能采访其它员工或者家庭成员的地方,在调查中要先根据他们回答问题的能力做一个初步评估,如果不能满足调查需要,则需要在同一养殖场寻找另外一个采访对象,如果找不到则在问卷中备注,然后寻找下一个养殖户。

在调研结束后整理调研问卷,将数据进行管理和初步分析。对部分数据,如养殖户年龄、从业年限、养殖场建成年限等,进行分组并分类别分析。在数据输入结束后,对所有的数据进行人工复检以增加数据的准确性。对于重要的数据,如产量、养殖面积、饵料投入等,通过三角验证进行核实。部分数据缺失时,如不影响主要结果,通过同一种类同一养殖方式的平均值进行替代。如数据缺失影响主要结果的分析,则将该数据(案例)排除。

参数	来源或计算方法	大黄鱼	河蟹	大口黑鲈
文献报告 FIFO	文献综述	5.35	1.72	3.34
幼杂鱼饵料系数	调研数据	7.00	1.88	3.34
配合饲料饵料系数	调研数据	0.11	2.04	0.17
配合饲料鱼油鱼粉含量(%)	文献数据	45	21	53
调查 FIFO (全部幼杂鱼)	全部渔业资源使用量 / 产量	7.15	3.22	3.63
调查 FIFO (仅海水幼杂鱼)	海洋渔业资源使用量 / 产量	7.15	2.99	3.63
调查 FIFO 与文献报告相比		2.1%	59%	8.7%

养殖场调研发现,每生产 1kg 大黄鱼,需要投喂 0.11kg 配合饲料,及 7.00kg 幼杂鱼;每生产 1kg 河蟹需要投入 2.03kg 配合饲料、1.88kg 幼杂鱼、1.86kg 淡水螺以及 0.61kg 玉米等精饲料;每生产 1kg 大口黑鲈,需要投入 0.17kg 配合饲料和 3.34kg 幼杂鱼。根据 2014 年产量和文献中大黄鱼、河蟹和大口黑鲈饲料中鱼粉含量进行计算,可推算出大黄鱼、河蟹和大口黑鲈的鱼投入鱼产出系数分别为 7.15, 3.22 和 3.63。如果仅仅考虑海洋渔业资源使用效率,将河蟹养殖中投喂的淡水幼杂鱼去除后,河蟹的 FIFO 降低至 2.99(附录 5 表 2)。

附录 5 表 2 | 鱼投入鱼产出系数、相关参数和计算方法

类别	种类	2014 年 养殖产量 (吨)	配合饲料 投饵比例 (%)	配合饲料 饵料系数	配合饲料 用量 (吨)	配合饲料 鱼粉含量 (%)	鱼粉使用 量 (吨)	幼杂鱼 投饵比例	幼杂鱼 饵料系数	幼杂鱼 使用量 (吨)	渔业资源 使用量 (吨)	鱼投入鱼产出 (FIFO) 系数
鱼类	鲈鱼	113803	84.38	1.57	106077	37	39249	9.38	4.09	30635	145110	1.82
鱼类	鲟鱼	126397	56.25	1.07	53655	50	26827	37.50	4.04	134411	212657	2.40
鱼类	大黄鱼	127917	18.75	1.70	28695	45	12913	75.00	6.57	442489	480151	5.35
鱼类	军曹鱼	35563	9.38	2.05	4809	43	2068	84.38	7.42	156320	162352	6.50
鱼类	鳊鱼	19272	18.75	1.07	2705	45	1217	75.00	6.85	69477	73027	5.40
鱼类	鲷鱼	59281	46.88	1.66	32393	45	14577	46.88	6.38	124374	166890	4.01
鱼类	美国红鱼	69940	28.13	1.83	25251	40	10100	65.63	6.23	200755	230215	4.69
鱼类	河鲀	18125	18.75	2.16	5142	41	2108	75.00	4.00	38174	44322	3.48
鱼类	石斑鱼	88130	14.06	1.47	12793	50	6397	79.69	5.45	268623	287280	4.64
鱼类	鲽鱼	9629	75.00	1.27	6448	45	2902	18.75	4.63	5866	14329	2.12
鱼类	卵形鲳鲹	110000	89.06	1.42	97530	35	34135	4.69	7.10	25718	125279	1.62
鱼类	其他鱼类	411610	37.50	1.57	170207	45	76593	56.25	5.70	927292	1150689	3.98
甲壳类	南美白对虾	875470	93.75	1.20	689874	27	186266	0.00	0.00	0	543276	0.88
甲壳类	斑节对虾	74869	93.75	1.41	69410	30	20823	0.00	0.00	0	60734	1.16
甲壳类	中国对虾	48167	79.69	1.17	31640	35	11074	3.75	5.22	6625	38924	1.15
甲壳类	日本对虾	47469	37.50	1.22	15242	35	5335	15.00	5.22	26115	41675	1.25
甲壳类	梭子蟹	118836	4.69	1.90	7443	41	3051	35.63	4.37	129957	138857	1.66
甲壳类	青蟹	140738	4.69	2.35	10901	39	4251	35.63	4.86	170939	183339	1.86
甲壳类	其他甲壳类	128214	52.34	1.54	72688	35	25077	15.00	4.92	66421	139562	1.55
贝类	贝类	885443	0.52	1.71	5539	25	1385	5.00	4.02	124930	128969	0.21
贝类	鲍	115397	2.81	2.05	4662	20	932	0.00	0.00	0	2719	0.03
贝类	螺	232849	1.88	1.38	4216	30	1265	45.00	4.02	295681	299370	1.83
贝类	牡蛎	4352053	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	蚶	353388	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	贻贝	805583	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	江珧	17618	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	扇贝	1649399	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	蛤	3966953	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	蛭	786828	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
藻类	藻类	2004576	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
其他类	其他类	57672	13.44	7.02	38182	12	4391	0.00	0.00	0	12807	0.32
其他类	海参	200969	12.19	7.02	120676	3	3620	0.00	0.00	0	10559	0.07
其他类	海胆	6791	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
其他类	海蜇	67532	28.13	0.00	0	20	0	0.00	0.00	0	0	0.00

附录 5 表 3 | 2014 年中国海水养殖种类饲料饵料系数、鱼粉含量及杂鱼系数等

类别	种类	2014年 养殖产量 (吨)	配合饲料 投饵比例 (%)	配合饲料 饵料系数	配合饲料 用量 (吨)	配合饲料 鱼粉含量 (%)	鱼粉使用 量 (吨)	幼杂鱼 投饵比例	幼杂鱼 饵料系数	幼杂鱼 使用量 (吨)	渔业资源 使用量 (吨)	鱼投入鱼产出 (FIFO) 系数
鱼类	草鱼	5376803	54.17	2.35	4804097	2	72061	0.00	0.00	0	210179	0.06
鱼类	鲢鱼	4226009	0.00	1.78	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
鱼类	鲤鱼	3172433	55.17	1.83	2243595	6	134616	0.00	0.00	0	392629	0.18
鱼类	鳙鱼	3202887	0.00	1.78	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
鱼类	鲫鱼	2767910	52.00	1.70	1713781	8	137102	0.00	0.00	0	399882	0.21
鱼类	罗非鱼	1698483	81.25	1.60	1552378	6	93143	0.00	0.00	0	271666	0.23
鱼类	鳊鱼	783023	57.14	1.66	520366	6	31222	0.00	0.00	0	91064	0.17
鱼类	青鱼	557328	63.75	1.54	384587	10	38459	0.00	0.00	0	112171	0.29
鱼类	乌鳢	510340	76.74	1.28	351482	30	105445	14.06	4.34	218444	525991	1.47
鱼类	鲇鱼	450846	81.25	1.12	288443	32	92302	0.00	0.00	0	269213	0.85
鱼类	黄鳝	357991	45.14	1.79	203380	38	77284	9.38	6.78	159854	385267	1.53
鱼类	鲈鱼	351772	27.08	1.57	105249	53	55782	65.63	4.09	662861	825559	3.34
鱼类	泥鳅	343130	76.74	2.10	389019	10	38902	0.00	0.00	0	113464	0.47
鱼类	黄颡鱼	333651	90.28	1.60	338509	27	91397	0.00	0.00	0	266576	1.14
鱼类	鳊鱼	293853	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
鱼类	鲟鱼	248608	90.28	2.29	360180	8	28814	0.00	0.00	0	84042	0.48
鱼类	鳗鲡	218498	90.28	1.51	209652	55	115309	0.00	0.00	0	336317	2.19
鱼类	短盖巨脂鲤	103815	90.28	2.08	136681	5	6834	0.00	0.00	0	19933	0.27
鱼类	银鱼	20546	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
鱼类	其他鱼类	1011729	90.28	1.68	1077532	25	269383	4.45	5.07	160364	946064	1.33
甲壳类	罗氏沼虾	127204	93.75	1.42	118513	28	33184	0.00	0.00	0	96785	1.08
甲壳类	青虾	257641	75.00	1.79	242211	21	50864	0.00	0.00	0	148354	0.82
甲壳类	克氏原螯虾	659661	9.38	1.56	67789	10	6779	0.00	0.00	0	19772	0.04
甲壳类	南美白对虾	701423	93.75	1.20	552724	29	160290	0.00	0.00	0	467512	0.95
甲壳类	河蟹	796535	56.25	2.37	744360	21	156316	14.06	6.41	504405	960326	1.72
甲壳类	其他甲壳类	17229	65.63	1.67	13218	22	2882	2.81	6.41	2182	10586	0.88
贝类	贝类	23917	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	河蚌	92459	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	螺	110393	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
贝类	蚬	24431	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
藻类	螺旋藻	8553	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
其他类	鳖	341288	93.75	1.46	327289	50	163645	0.00	6.52	0	477296	1.99
其他类	蛙	92993	93.75	1.17	71500	32	22880	0.00	0.00	0	66733	1.02
其他类	龟	36225	93.75	1.53	36503	32	11681	0.00	6.42	0	34070	0.00
其他类	其他类	37984	93.75	1.39	34636	38	13162	0.00	6.47	0	38388	0.00

附录 5 表 4 | 2014 年中国淡水养殖种类饲料饵料系数、鱼粉含量及杂鱼系数等



## 附录 5 文中提到的文献

Henriksson, P.J.G., Guinée, J.B., Heijungs, R., Koning, A., Green, D.M., 2013. A protocol for horizontal averaging of unit process data—including estimates for uncertainty. *Int. J. Life Cycle Assess.* doi:10.1007/s11367-013-0647-4

唐启升, 韩冬, 毛玉泽, 张文兵, 单秀娟, 2016. 中国水产养殖种类组成、不投饵率和营养级. *中国水产科学* 23, 729–758.

Chiu, A., Li, L., Guo, S., Bai, J., Fedor, C., Naylor, L.R., Naylor, R.L., 2013. Feed and fishmeal use in the production of carp and tilapia in China. *Aquaculture* 414–415, 127–134. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.07.049

Cao, L., Naylor, R., Henriksson, P., Leadbitter, D., Metian, M., Troell, M., Zhang, W., 2015. China's aquaculture and the world's wild fisheries. *Science* (80-. ). 347, 133–135. doi:10.1126/science.1260149

Han, D., Shan, X., Zhang, W., Chen, Y., Wang, Q., Li, Z., Zhang, G., Xu, P., Li, J., Xie, S., Mai, K., Tang, Q., De Silva, S.S., 2016. A revisit to fishmeal usage and associated consequences in Chinese aquaculture. *Rev. Aquac.* 1–15. doi:10.1111/raq.12183

FAO, 2016a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

FAO, 2014. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome.

FAO, 2012. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*, Aquaculture. Rome.

Mallison, A., 2013. *Fishery Discards and By-Products : Increasing Raw Material Supply for Fishmeal and Fish Oil*. London.

Murray, F., Zhang, W., Nietes-Satapornvanit, A., Phan, L.T., Haque, M.M., Henriksson, P., Little, D.C., 2011. *Report on Boundary Issues*. Stirling.

Zhang, W., 2014. *SUSTAINING EXPORT-ORIENTED VALUE CHAINS OF FARMED SEAFOOD IN CHINA*. University of Stirling.

## 尾注

- <sup>1</sup> Cao L, Naylor R, Henriksson P, Leadbitter D, Metian M, Troell M et al. (2015) China's aquaculture and the world's wild fisheries. *Science* 347: 133-135.
- <sup>2</sup> Funge-Smith, S., Lindebo, E. & Staples, D. 2005. Asian fisheries today: the production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-Pacific region. Bangkok, FAO.2005.
- <sup>3</sup> 罗宾·郎格伦等著, 沈跃明等译. 亚太区域水产养殖现状及潜力 2006. 中国农业出版社, 联合国粮农组织. 2009. 北京.
- <sup>4</sup> 杨咨, 《南海区捕捞渔业副渔获及其利用》, 湛江海洋大学学报, 1999年9月, 第19卷第3期
- <sup>5</sup> 联合国粮农组织. 负责任渔业技术准则 水产养殖的发展 5 利用野生鱼类作为水产养殖饲料. 联合国粮农组织. 2012. 罗马
- <sup>6</sup> 严格来说, 鱼类生长周期中, 性成熟前可分为仔鱼、稚鱼、幼鱼等阶段, 本报告中为方便讨论, 用“幼鱼”指代未性成熟的个体。
- <sup>7</sup> 卢晓强, 胡飞龙, 徐海根等. 我国海洋生物多样性现状、问题与对策. *世界环境*. 2016年第S1期.
- <sup>8</sup> FAO. 2017. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2015 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2017. [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en)
- <sup>9</sup> 目前普遍认为中国管辖海域的海洋可捕量为 800-900 万吨 (<http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxfbh/xwfbh/nyb/Document/1540973/1540973.htm>). 根据《中国渔业统计年鉴》, 中国的海洋捕捞量在 1994 年超过了这一限值并持续增长。
- <sup>10</sup> Funge-Smith, S., Lindebo, E. & Staples, D. 2005. Asian fisheries today: the production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-Pacific region. Bangkok, FAO.2005.
- <sup>11</sup> APFIC Regional Workshop on Low value and "trash fish" in the Asia-Pacific Region, FAO.2005. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/ae935e/ae935e00.pdf>
- <sup>12</sup> 夏一璐 陈琼 赵荣磊 张玲等. 伏休前后舟山渔场单拖船低值杂鱼渔获物组成比较分析. *浙江海洋学院学报: 自然科学版*. 2015年 第6期
- <sup>13</sup> Cao L, Naylor R, Henriksson P, Leadbitter D, Metian M, Troell M et al. (2015) China's aquaculture and the world's wild fisheries. *Science* 347: 133-135. China's aquaculture sector can tip the balance in world fish supplies. <http://media.uow.edu.au/releases/UOW186158.html>
- <sup>14</sup> 绿色和平通过对中国知网中国海洋捕捞的幼杂鱼及幼杂鱼近似定义(野杂鱼、饲料鱼、副渔获物)等相关文献的筛选分析, 发现从 80 年代以来, 仅有 34 篇文献对中国近海幼杂鱼捕捞做了专门研究。
- <sup>15</sup> S. Funge-Smith, E. Lindebo, D. Staples, "Asian fisheries today: The production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-Pacific region" (Asia-Pacific Fishery Commission, FAO, Rome, 2005).
- <sup>16</sup> APFIC Regional Workshop on Low value and "trash fish" in the Asia-Pacific Region <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/ae935e/ae935e00.pdf> 报告中将“低值鱼 (low value fish)”定义为食用的部分, 将“垃圾鱼 (trash fish)”定义为不食用的部分。
- <sup>17</sup> 杨咨, 《南海区捕捞渔业副渔获及其利用》, 湛江海洋大学学报, 1999年9月, 第19卷第3期
- <sup>18</sup> 杨咨, 《渔具渔法对南海北部渔业资源和海洋环境的影响》, *现代渔业信息*, 1998年2月, 第13卷第2期
- <sup>19</sup> 杨咨, 《南海区捕捞渔业现状与对策》, 湛江海洋大学学报, 2001年3月, 第21卷第1期
- <sup>20</sup> 夏一璐, 《伏休前后舟山渔场单拖船低值杂鱼渔获物组成比较分析》, *浙江海洋学院学报*, 2015年11月, 第34卷第6期
- <sup>21</sup> 杨炳忠, 杨咨等, 《湛江近海虾拖网副渔获组成分析与评价》, *海洋科学*, 2014年01期
- <sup>22</sup> 张旭, 张秀梅, 高天翔, 万蓁蓁《黄河口海域弓子网渔获物组成及其季节变化》, 《渔业科学进展》, 第30卷第6期, 2009年12月
- <sup>23</sup> 张旭, 张秀梅, 高天翔, 《春季黄河口海域2种网具渔获物组成的比例分析》, *南方水产*, 2010年2月, 第6卷第1期;
- <sup>24</sup> 张旭丰等, 《广东碓洲岛周围水域虾拖网副渔获组成分析》, *大连水产学院学报*, 2009年4月, 第24卷第2期

- <sup>25</sup> 刘尊雷, 汤建华, 林龙山, 程家骅, 刘培廷, 仲霞铭, 《江苏沿岸定置张网主要渔获组成以及对经济鱼类幼体的损害分析》, 《海洋渔业》, 第 31 卷第 1 期, 2009 年 02 月
- <sup>26</sup> 齐广瑞, 《海州湾近岸张网的渔获结构及对渔业资源的影响》, 中国海洋大学, 硕士学位论文, 2013 年 6 月
- <sup>27</sup> 陈鸿兰, 《琼州海峡海域张网渔获组成及其对渔业资源的影响》, 广东海洋大学, 2015 年 6 月
- <sup>28</sup> 陈卫平等, 《浙江帆式张网渔业现状的分析与研究》浙江海洋学院学报, 2009 年 3 月, 第 28 卷第 1 期
- <sup>29</sup> 根据《中国渔业统计年鉴》提供的年产量数据, 以及历年的“上半年渔业经济形势分析”报道提供的上半年产量数据, 2014-2016 年每年上半年的捕捞产量约占全年产量的 35% 左右。
- <sup>30</sup> 主要基于海洋捕捞产量规模数据, 综合考虑交通、空间位置等因素确定调研点。调研所选择的 8 个主要省份的海洋捕捞产量占中国总产量的 97% 以上。所选择的渔业市(县)为各省产量最大的市(县), 山东、浙江、福建、海南分别选择了排名前列的渔业市(县)作为第二个调研点, 因此所选择的调研点能够较好的代表中国国内海洋捕捞整体情况。除山东、浙江、福建、海南各选择 2 个调研市(县)外, 其他各省选择了一个调研市(县)。
- <sup>31</sup> 包括以下专著: 孙中之主编. 黄渤海渔具通论. 海洋出版社. 北京. 2014; 农业部东海区渔政局, 中国水产科学研究院东海水产研究所编著. 东海区海洋捕捞渔具渔法与管理. 浙江科学技术出版社. 杭州. 2012; 海南省水产研究所著. 海南海洋渔具渔法. 海洋出版社. 北京. 2013
- <sup>32</sup> 根据《中国渔业统计年鉴》, 最近三年(2013,2014,2015)拖网捕捞产量分别占海洋捕捞总产量的 48%, 48%, 47%。
- <sup>33</sup> 由于样品中的甲壳类和头足类存在较多的个体过小、破损严重等原因, 因此仅对鱼类的个体进行了计数和体长的测定, 未对甲壳类和头足类进行计数和测量工作。但也有部分鱼类样品由于破损严重或保存过程中变形严重, 因而未对其体长数据进行测量, 这一类的样品主要为龙头鱼、银鱼、六丝矛尾鰕虎鱼、矛尾鰕虎鱼、拉氏狼牙虾虎鱼、康氏侧带小公鱼、犀鳕、小带鱼等。
- <sup>34</sup> 这些物种是通过将样品及其出现的海域, 与《全国水生生物增殖放流总体规划(2011—2015 年)》附表中的 45 种海洋增殖放流物种信息进行对照后, 在放流的海区和物种两个维度都对应的物种。
- <sup>35</sup> 中国软骨鱼类种类、地理分布及资源, 张清榕, 杨圣云, 厦门大学学报(自然科学版), 第 44 卷 增刊, 2005 年 6 月。
- <sup>36</sup> 食品加工对原料质量要求较高, 大多取自质量较好的经济鱼、养殖鱼类、淡水鱼类、进口以及远洋自捕的水产品等。适宜加工的鱼类通常会被单独分出售卖, 幼杂鱼中多数无法达到质量要求, 并未用作该类用途。
- <sup>37</sup> 从用途上看, 用于直接投喂的幼杂鱼价格往往高于用作鱼粉生产的。其次, 幼杂鱼越新鲜、质量越好, 价格便越高, 例如在广东的调研点, 用作饲料的幼杂鱼质量非常差, 而在福建的调研点, 因养殖需求大, 用作饲料的幼杂鱼质量大大优于广东的幼杂鱼质量, 因此福建的幼杂鱼价格比广东高。此外, 类似的幼杂鱼, 市场供需情况不同, 价格也会发生变化, 例如山东的鱼粉厂由于受到环保整改的影响, 开工不规律, 而生产鱼粉的原料鳀鱼又难保存、易腐烂, 导致鱼粉厂无法生产时, 鳀鱼的供应量大大超过需求量, 价格大幅下跌, 往常高于 1.2 元每公斤的鳀鱼, 甚至一度出现了 0.6-0.8 元每公斤的价格低谷。
- <sup>38</sup> 中国渔业统计年鉴中的鱼粉产量 2014 年 76 万吨海关的鱼粉进口量 2014 年 104 万吨根据 FAO 最新数据中国 2013 年鱼粉产量为 60.5 万吨进口 97.6 万吨, 合计 158 万吨。根据 2011 年中国首届鱼粉鱼油大会报道江苏、山东、福建、浙江等地的鱼粉产量合计就已经超过了 100 万吨(陈蓝荪, 陈乃松, 黄旭雄. 中国水产饲料产业发展研究\_中国水产饲料工业与世界鱼粉市场\_陈蓝荪[J]. 水产科技情报, 2014, 41(4): 209-215)。
- <sup>39</sup> 青岛边检夜擒走私船 当场查获大批冻鱼及鱼粉 [http://qingdao.dzwww.com/xinwen/qingdaonews/201606/t20160619\\_14486135.htm](http://qingdao.dzwww.com/xinwen/qingdaonews/201606/t20160619_14486135.htm)  
在—项鱼粉质量调查中, 发现在广西南宁市某个规模比较大的饲料市场中销售的 13 份鱼粉样品全部有掺假的现象, 常见的掺假物有植物性物质、双缩脲、水解羽毛粉及贝壳粉、石粉、血粉、统糠等。朱梅芳, 韦泽星, 谢燕妮, 等. 市场鱼粉掺假现象的调查[J]. 广西畜牧兽医, 2013, v.29;No.140(3): 25-27.
- <sup>40</sup> Challenging the Aquaculture Industry on Sustainability  
<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2008/3/challenging-the-aquaculture.pdf>
- <sup>41</sup> 全球水产养殖 FIFO 系数来自 Byelashov, O.A., Griffin, M.E., 2014. Fish In, Fish Out: Perception of Sustainability and Contribution to Public Health. Fisheries 39, 531-535. doi:10.1080/03632415.2014.967765  
挪威三文鱼投入鱼产出系数(FIFO)在 2013 年为 2.7. Ytrestøyl, T., Aas, T.S., Åsgård, T., 2015. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. Aquaculture 448, 365-374. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.06.023
- <sup>42</sup> 鳀鱼资源状况信息来自《中国区域海洋学: 渔业海洋学》, 唐启升主编, 海洋出版社, 北京, 2012.  
鰕虎鱼资源状况信息来自《黄渤海渔业资源增殖基础与前景》, 金显仕主编, 科学出版社, 北京, 2014
- <sup>43</sup> Pinsky ML, Jensen OP, Ricard D, Palumbi SR (2011). Unexpected patterns of fisheries collapse in the world's oceans. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America; 108 (20): 8317-22. DOI: 10.1073/pnas.1015313108.
- <sup>44</sup> Smith ADM, Brown CJ, Bulman CM, Fulton EA, Johnson P, Kaplan IC, Lozano-Montes H, Mackinson S, Marzloff M, Shannon LJ, Shin Y-J, Tam J(2011). Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. Science 333: 1147-50.



- <sup>45</sup> Pikitch E, Boersma PD, Boyd IL, Conover DO, Cury P, Essington T, Heppell SS, Houde ED, Mangel M, Pauly D, É. Plagányi É, Sainsbury K, Steneck RS (2012). Little Fish, Big impact: Managing a crucial link in ocean food webs. Lenfest Ocean Program, Washington, D.C., USA, (2012). 108 pp. Accessed Oct 2012 at: [www.lenfestocean.org/sites/default/files/online\\_fftf\\_summary.pdf](http://www.lenfestocean.org/sites/default/files/online_fftf_summary.pdf)
- <sup>46</sup> 价格信息来自中国水产网 ([www.zgsc123.com](http://www.zgsc123.com)) 汇总的中国各水产品批发市场水产品价格信息, 分别取 2016 年 9 月 15 日, 10 月 15 日, 11 月 15 日, 12 月 15 日的价格信息作为平均。参考可捕规格、fishbase 数据库、市场信息等对其可达到的体重区间做出估计。对有体重大小范围可参考的, 以其对应体重的价格为准进行计算, 对无体重大小参考的, 取其统货价。对在系统中无价格可参考的, 以《2016 中国渔业统计年鉴》中 2015 年海洋捕捞总产量 / 2015 年海洋捕捞总产量 = 15.24 元 / 公斤)。经计算, 三份样品的价格分别可以增加 14-138 倍, 19-90 倍, 33-116 倍。
- <sup>47</sup> 价格信息来自中国水产网 ([www.zgsc123.com](http://www.zgsc123.com)) 汇总的中国各水产品批发市场水产品价格信息, 分别取 2016 年 9 月 15 日, 10 月 15 日, 11 月 15 日, 12 月 15 日的价格信息作为平均。
- <sup>48</sup> Pikitch, E. K., Rountos, K. J., Essington, T. E., Santora, C., Pauly, D., Watson, R., Sumaila, U. R., Boersma, P. D., Boyd, I. L., Conover, D. O., Cury, P., Heppell, S. S., Houde, E. D., Mangel, M., Plagányi, É., Sainsbury, K., Steneck, R. S., Geers, T. M., Gownaris, N. and Munch, S. B. (2014), The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish and Fisheries*, 15: 43–64. doi: 10.1111/faf.12004
- <sup>49</sup> <http://www.oceanconservationscience.org/foragefish/files/Little%20Fish,%20Big%20Impact.pdf>
- <sup>50</sup> <https://www.undercurrentnews.com/2013/01/30/fishmeal-prices-up-285-since-2001/>
- <sup>51</sup> 2015-2016 年, 多数省份对环境保护提出了较高要求, 由于鱼粉厂生产过程中需要燃煤及排放废气, 部分地区在不利气象条件下会限制鱼粉厂的生产, 造成了原料鱼价格在短期内波动, 鱼粉厂生产受限的时候甚至产生了价格低谷。但由于鱼粉行业的产能在不断增大的, 势必造成原料鱼的需求大于供应, 价格上扬。
- <sup>52</sup> [http://news.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c\\_1118366322.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c_1118366322.htm)
- <sup>53</sup> [http://www.moa.gov.cn/zwllm/zcfg/qnhnzc/201605/t20160506\\_5120615.htm](http://www.moa.gov.cn/zwllm/zcfg/qnhnzc/201605/t20160506_5120615.htm)
- <sup>54</sup> [http://www.moa.gov.cn/sjzz/yzjzw/bjwj/201701/t20170123\\_5463745.htm](http://www.moa.gov.cn/sjzz/yzjzw/bjwj/201701/t20170123_5463745.htm)
- <sup>55</sup> 乐家华, 邵征翌. 《渔业统计制度的国际比较及对我国的启示》, 统计研究, 第 25 卷第 7 期, 2008 年 7 月。
- <sup>56</sup> 陈圆圆, 唐议. 《关于改善我国海洋渔业统计制度的建议》, 海洋渔业, 第 34 卷第 4 期, 2012 年 11 月
- <sup>57</sup> [http://szb.farmer.com.cn/yyb/html/2017-01/09/nw.D110000yyb\\_20170109\\_4-01.htm?div=-1](http://szb.farmer.com.cn/yyb/html/2017-01/09/nw.D110000yyb_20170109_4-01.htm?div=-1)
- <sup>58</sup> <http://www.fao.org/3/a-w4493c.pdf>
- <sup>59</sup> <http://www.fao.org/docrep/meeting/028/ar133c.pdf>
- <sup>60</sup> 数据来自《中国渔业统计年鉴》
- <sup>61</sup> 参考《中国渔业统计年鉴》、各地区渔港建设规划文件、以及各省市的渔业统计材料等, 结合对各调研点的实地走访信息整理。
- <sup>62</sup> Report of the SECOND WORKSHOP ON THE ASSESSMENT OF FISHERY STOCK STATUS IN SOUTH AND SOUTHEAST ASIA, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2010
- <sup>63</sup> Review of the state of world marine fishery resources, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2011
- <sup>64</sup> 《中国区域海洋学: 渔业海洋学》, 唐启升主编, 海洋出版社, 北京, 2012
- <sup>65</sup> 《黄渤海渔业资源增殖基础与前景》, 金显仕主编, 科学出版社, 北京, 2014
- <sup>66</sup> 《东海区渔业资源及其可持续利用》, 张秋华等编著, 复旦大学出版社, 上海, 2007-5-1
- <sup>67</sup> 《南海渔业资源与渔业管理》, 邱永松等编著, 海洋出版社, 北京, 2008
- <sup>68</sup> 《中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境》, 唐启升主编, 科学出版社, 北京, 2006
- <sup>69</sup> 《东黄海渔业资源利用》, 程家骅等编著, 上海科学技术出版公司, 2006
- <sup>70</sup> Cao L, Naylor R, Henriksson P, Leadbitter D, Metian M, Troell M et al. (2015) China's aquaculture and the world's wild fisheries. *Science* 347: 133–135.
- <sup>71</sup> 相关报告内容详情请见《中国水产养殖对海洋渔业资源的利用研究报告》

# GREENPEACE 绿色和平

绿色和平是一个全球性环保组织，  
致力于以实际行动推动积极的改变，  
保护地球环境与世界和平。

地址：北京市东四十条甲25号嘉诚有树B座303A室  
邮编：100027  
电话：86 (10) 65546931  
传真：86 (10) 64087851

[www.greenpeace.org.cn](http://www.greenpeace.org.cn)

