

联合国
粮食及
农业组织Food and Agriculture
Organization of the
United NationsOrganisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agricultureПродовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных НацийOrganización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agriculturaمنظمة
الاغذية والزراعة
للأمم المتحدة

C

渔业委员会

水产养殖分委员会

第十三届会议

2025 年 5 月 20—23 日，意大利罗马

专题重点 1：水产养殖业适应和抵御气候变化

内容提要

水产养殖业拥有巨大增长潜力，且与许多陆地动物源食物生产体系相比碳足迹更低，作为一个低碳优质营养来源，满足不断增长的全球人口的需求，从而为气候解决方案做出贡献。与此同时，水产养殖业极易受气候变化影响，面临着水温上升、海洋酸化、氧气耗竭以及更频繁或更严重的极端天气事件等诸多风险，威胁水产养殖业的生产力、可持续性和经济可行性。认识到上述挑战，气候韧性水产养殖业和减少灾害风险必须建立在与水产养殖业利益相关方充分有效协商后制定的政策、战略和计划之上，并符合《可持续水产养殖业准则》、《联合国粮农组织气候变化战略》以及相关多边文书的建议，包括《联合国气候变化框架公约》、《巴黎协定》和《仙台减少灾害风险框架》。

本工作文件旨在促进渔业委员会水产养殖分委员会代表，基于粮农组织开展的相关规范和实地工作总体情况，就水产养殖业适应和抵御气候变化展开讨论。文件涵盖了气候韧性水产养殖业政策和治理框架，包括《可持续水产养殖业准则》、支持适应和减缓气候变化的技术解决方案和创新、国家和地区层面的举措实例，以及将水产养殖业纳入全球气候讨论。

鉴于水产养殖业在全球粮食安全和生计中发挥的关键作用，必须实施有效的适应和减缓行动，以保障水产养殖业的可持续性和气候韧性，同时最大限度地发挥其作为气候韧性食物来源的潜力。

文件可访问：www.fao.org/cofi/aquaculture/documents/zh

建议分委员会采取的行动

提请分委员会：

- 认识到水产养殖业面对气候变化的脆弱性，以及对于提供气候适应和减缓解决方案，以确保粮食安全和营养的重要作用；
- 对粮农组织在水产养殖业与气候变化方面开展的规范和实地工作进行评议，并就粮农组织未来应重点解决的优先事项提出建议；
- 分享关于发展气候韧性水产养殖业的区域和国家经验教训；
- 注意《水产养殖业适应气候变化框架》的制定情况，并酌情提供建议。

引 言

1. 与所有粮食生产部门一样，水产养殖业面对气候变化时也十分脆弱，其生产力水平、可持续性和经济可行性面临的风险越来越大。气候引发的风险，例如水温升高和酸化、含氧量降低、极端天气事件强度和频率变化、海平面上升、河流和湖泊水位波动、干旱和有害藻类大量繁殖，都可能扰乱水产养殖作业和供应链。这些风险预计将进一步加剧弱势群体面临的挑战，例如发展中国家的小规模水产养殖生产者，他们已经面临着资源获取受限和在决策过程中被边缘化的问题。鉴于水产养殖在应对全球粮食安全挑战方面的重要性，评估其对气候变化的脆弱性并实施有效的适应和减缓战略至关重要。

2. 认识到日益增加的气候风险，2023 年渔业委员会水产养殖分委员会第十二届会议（COFI:AQ/XIII/2025/INF.7）要求粮农组织制定水产养殖业减缓和适应气候变化的政策建议和技术指导。因此，粮农组织列出了一系列关注气候韧性水产养殖业的行动，并与“蓝色转型路线图”保持一致¹，旨在支持实施《联合国粮农组织气候变化战略》²及其《行动计划》³。此外，在渔委第三十六届会议上正式通过的《可持续水产养殖业准则》第 5.6 节涉及应对气候变化、自然灾害、污染和疫病的战略（COFI:AQ/XIII/2025/INF.11）。

¹ 渔业委员会。第三十六届会议，2024 年 7 月 8-12 日。蓝色转型行动促进发展有气候韧性的水产食品体系——支持《粮农组织气候变化战略》。<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/np428zh>

² 粮农组织。2022。《联合国粮农组织 2022-2031 年气候变化战略》。罗马。
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f6270800-ee7-498f-9887-6d937c4f575a/content>

³ 粮农组织。2023。《联合国粮农组织气候变化战略》实施行动计划（2022-2025 年）罗马。
<https://doi.org/10.4060/cc7014zh>

3. 《可持续水产养殖业准则》提出的战略以现有工具为基础，包括粮农组织渔业和水产养殖业适应工具箱，该工具箱汇编了 90 多种适应方案，其中一半专门针对水产养殖业⁴。这些适应方案分为三大领域：体制适应、生计适应以及风险降低和管理措施。除了适应之外，水产养殖业在减缓气候变化方面也发挥着较低但重要的作用，因为与其他动物蛋白质来源相比，其碳足迹通常较低。通过整合创新技术和良好管理实践，水产养殖业可以进一步减少温室气体排放，同时继续作为一个优质营养食物来源。

4. 要实现低碳、气候韧性水产养殖业需要采取基于实证的适应和减缓行动，平衡生产力和可持续性。粮农组织一直通过各种规范和实地工作，积极支持各国和利益相关方增强水产养殖生产系统和价值链的气候韧性。本文件概述了粮农组织在这方面开展的工作，其中包括：i) 气候韧性水产养殖业政策和治理框架，包括《可持续水产养殖业准则》；ii) 支持适应和减缓的技术解决方案和创新；iii) 国家和区域层面的举措示例；iv) 水产养殖业在全球气候讨论中的作用，包括《联合国气候变化框架公约》下的进程。最后，本文总结了需要进一步关注以推动水产养殖业气候行动的潜在领域。

气候韧性水产养殖业政策治理框架

5. 《可持续水产养殖业准则》提供了一项关键政策和治理框架，介绍了一套指导各国和水产养殖业利益相关方采取气候行动的总体战略，反映了全球对水产养殖业易受气候变化影响及其在提供适应和缓解解决方案方面发挥关键作用的共识。上述战略分为几个关键领域：i) 将水产养殖业纳入气候政策和战略（第 5.6.1 节）；ii) 利用新兴的水产养殖机会（第 5.6.2 节）；iii) 支持依赖水产养殖业社区的适应和减缓战略（第 5.6.3 节）；iv) 提高风险和脆弱性评估能力（第 5.6.4 节）；v) 防备和有效应急响应和灾害恢复（第 5.6.5 和 5.6.6 节）；vi) 支持减缓的分析工具（第 5.6.7 节）；vii) 助力适应的物种多样化和遗传方法（第 5.6.8 节）；viii) 气候韧性农业体系（第 5.6.9 节）；ix) 不受气候影响的创新（第 5.6.10 节）。

6. 为了支持这些建议的实施，粮农组织于 2024 年 10 月 28-29 日在意大利罗马粮农组织总部组织了“宣传《可持续水产养殖业准则》研讨会”（COFI:AQ/XIII/2025/INF.10）。研讨会上专家们确定的主要优先事项包括：改进

⁴ Poulain, F., Himes-Cornell, A. 和 Shelton, C. 2018。《渔业和水产养殖业适应气候变化的方法和工具》，第 25 章。见：Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. 和 Poulain, F. (编)。2018。《气候变化对渔业和水产养殖的影响—现有知识、适应和减缓方案综述》。第 627 号粮农组织渔业及水产养殖技术文件。罗马，粮农组织。第 628 页。<https://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>

早期预警系统以促进气候变化适应，例如加强气象部门和水产养殖业之间合作，及时发出气候风险警报，并为国家主管部门和养殖户提供能力建设支持，以有效利用此类系统；开发保险计划，作为有效的气候融资工具以及水产养殖业应对气候变化和灾害风险的防范和应对战略的重要组成部分；通过生命周期评估和国家间温室气体减排战略交流，监测和减少水产养殖业的碳足迹；将生物多样性保护纳入水产养殖业应对气候问题的叙述中，特别是通过保护湿地和红树林；加强投资和研究，利用绿色气候基金和全球环境基金等气候融资机会。

7. 还提供了其他政策和治理框架，可用于补充《可持续水产养殖业准则》并支持其实施。粮农组织根据模型预测、数据分析以及国家、区域和流域规模的专家评估，对气候变化对海洋和内陆渔业及水产养殖业的分类影响进行了全面审查⁵。审查结果强调，加强水产养殖业适应能力和气候韧性发展需要采取多管齐下的办法。除了改善农场管理、品种选择和环境监测之外，将水产养殖业管理纳入更广泛的沿海和流域适应框架也至关重要。

8. 减少脆弱性还有赖于多部门协调努力，以及有针对性的能力建设投资，以增强社区和农户能力，并支持国家水产养殖主管部门。此外，水产养殖本身也可以为应对捕捞渔业中气候相关挑战（如鱼类种群资源枯竭）做出贡献。例如，发展养殖渔业可以在尽可能减轻环境影响的背景下扩大野生种群规模，由此展示水产养殖业如何支持水产食品体系的气候适应力。粮农组织针对渔业和水产养殖业的适应工具箱提供了一套全面的适应方案，将战略分为三个关键领域：制度适应、生计适应以及风险降低和管理措施。

9. 在适应工具箱的基础上，粮农组织正在制定“水产养殖业适应气候变化框架”（Aqua-Adapt 框架），为规划和实施水产养殖业适应措施提供一种结构化、分步骤方法。先前研究的结果表明，需要对能够降低风险和增强气候变化韧性的技术、创新和解决方案进行识别和分类提供指导。Aqua-Adapt 框架旨在满足这一需求，使用基于政府间气候变化专门委员会（气专委）第五和第六次评估报告的定义。

10. Aqua-Adapt 框架的初步版本提出了一个五步流程，该流程必须纳入相关各方参与并获取最佳可用信息。第一步是建立适应单元，其中包括在适当空间尺度上定义养殖品种和相关的社会生态系统。其范围可以从个体农民到最小地理和/或地缘政治适应单元。第二步是选择最佳的气候预测模型，概述可能影响适应单元

⁵ Barange, M.、Bahri, T.、Beveridge, M.、Cochrane, K.、Funge-Smith, S.、Poulain, F.编。2018。《气候变化对渔业和水产养殖业的影响：现有知识、适应和减缓方案综述》。第 627 号粮农组织渔业及水产养殖技术文件。罗马，粮农组织。628 页。

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9aeb8ade-a623-4954-8adf-204daac3b5de/content>

的未来气候条件，第三步是进行风险和脆弱性评估。这项关键任务涉及预测和识别最重要的危害，以指导适应行动和时间安排。

11. 第四步是设计适应战略，降低已确认的暴露和敏感性，提升适应单元的适应能力。其中包括制定实施时间表（短期、中期和长期内提高适应单元韧性所需采取的行动）并考虑到措施的有效性、费用和技术难度选择最佳适应方案。此外，还必须考虑适应措施的共同效益、适应不良的可能性以及人力和财力资源。

12. 第五步是实施该战略并进行持续监测和评价，以提高所实施措施的效率和效力。此外，Aqua-Adapt 框架的初步版本已应用于两个案例研究（即智利湖大区鲑鱼养殖和贻贝种苗生产），并在此基础上进行了必要的调整以完善框架。

13. 此外，粮农组织还针对特定水产养殖品种群组或影响水产养殖业的某些气候现象提供了适应工具和政策指导。例如，粮农组织开发了一种生物经济模型，以提高气候变化背景下罗非鱼养殖效益⁶。该模型根据中国的经验，展示了如何通过优化养殖作业安排来提高罗非鱼池塘养殖的技术和经济效益。

14. 我们还针对厄尔尼诺现象提供了适应政策指导。厄尔尼诺现象是一种自然气候事件，在此期间，中部和东部太平洋的水面温度高于正常水平，影响全球天气模式，引发干旱、洪水和风暴等极端天气事件。粮农组织最近发布的一份政策简报系统分析了厄尔尼诺现象对渔业和水产养殖业的影响，并提出了应对此类影响的政策选择⁷。厄尔尼诺现象会改变水温、盐度、溶解氧水平和浮游生物数量，从而对水产养殖产生重大影响，进而影响养殖物种的生长和健康。极端天气事件也可能破坏水产养殖基础设施，而强降雨可能会增加农场的污染物径流，干旱则可能会限制对养殖至关重要的水资源供应。

15. 水产养殖企业关心的另一个主要问题是野生捕捞鱼类的供应，特别是来自秘鲁凤尾鱼和其他小型远洋鱼类的鱼粉和鱼油，这些鱼类可能直接受到厄尔尼诺现象的影响。厄尔尼诺现象还会影响海苔养殖（例如在菲律宾），因为据报道，厄尔尼诺现象期间的极端气温会增加海藻对病原体和冰样白化病⁸（一种由致病细菌引起的感染）的易感性。此外，厄尔尼诺现象期间，西北太平洋的热带气旋出

⁶ Cai, J.N., Leung, P.S., Luo, Y.J., Yuan, X.H. 和 Yuan, Y.M. 2018。《提高气候变化下罗非鱼养殖效益：生物经济模型角度》。第 608 号粮农组织渔业及水产养殖技术文件。罗马，粮农组织。

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7574e9af-372d-423f-9810-1992913caec8/content>

⁷ 粮农组织。2024。《厄尔尼诺现象对渔业部门的影响和政策 | 粮农组织蓝色转型创新》。罗马。

<https://doi.org/10.4060/cd3812en>

⁸ 冰样白化病的表现形式是细菌感染引起海藻变白或褪色，这常常导致藻体变软，最终破碎。参见 Largo, D.B., Msuya, F.E. 和 Menezes, A. 2020。《认识桑给巴尔海藻养殖中的病害及控制》。第 662 号粮农组织渔业及水产养殖技术文件。罗马，粮农组织。<https://doi.org/10.4060/ca9004en>

现的频率比拉尼娜现象（一种气候现象，太平洋中部和东部的海面温度低于平时水平）期间更高，可能会摧毁整个海藻养殖场。

16. 适当的适应策略可以帮助水产养殖业更好地抵御厄尔尼诺现象的影响。例如，减少对野生鱼类的依赖，注重生产鱼粉和鱼油，可以降低一些企业对环境压力的敏感性。此外，遗传改良计划可以培育出更能适应温度波动和极端条件的品系和品种。投资具有抵御极端天气能力的韧性基础设施和资产，并加强早期预警系统和预测能力，可以进一步支持该部门适应厄尔尼诺相关挑战的能力。

17. 此外，解决气候变化对水产养殖系统的影响并发挥其气候行动潜力，需要将水产养殖系统纳入国家气候战略和《联合国气候变化框架公约》进程。国家自主贡献（各国列出和通报其减缓和适应承诺）和国家适应计划（各国确定中长期适应需求并制定和实施满足这些需求的战略和计划）等关键工具提供了宝贵的机会，推动对水产食品的认识和发展动态与具体政策战略相结合，以支持水产食品行业在气候变化情况下蓬勃发展。

18. 在此背景下，《国家自主贡献 — 渔业指南》为将水产食品纳入国家自主贡献和其他气候战略提供了基础框架⁹。这些指南专为参与制定和实施国家自主贡献和更广泛的气候战略的政策制定者和利益相关方而设计，提供了利用水产食品减缓和适应气候变化的多种切入点。政策制定者可以根据国家自主贡献目标调整推荐的政策选项，并考虑其与气候规划其他领域的相关性，包括水资源和废弃物管理、能源、营养和经济发展。《国家自主贡献 — 渔业指南》由斯坦福海洋解决方案中心、世界鱼类组织、粮农组织、贝耶尔生态经济研究所、国际关怀组织（CARE）和环境保护基金合作制定，列出水产养殖业的四项政策选择。其中包括：i) 支持气候适应技术和实践，以提高对气候变化的抵御能力；ii) 改善水产养殖饲料和饲养管理，以减少温室气体排放；iii) 将水产养殖能源投入转变为可再生能源并减少能源使用；iv) 推广低投入、综合和/或非投喂类型水产养殖系统。每项政策选择都附有详细的协同效益和权衡利弊说明、具体措施以及来自不同国家和地区的真实案例。

19. 同样，粮农组织于 2020 年发布的《国家适应计划 — 渔业指南》仍然具有高度现实意义，为将渔业和水产养殖业纳入国家行动计划的制定和实施工作提供

⁹ 斯坦福海洋解决方案中心、世界鱼类组织、粮农组织、贝耶尔生态经济研究所、国际关怀组织（CARE）和环境保护基金。2024。《将蓝色食品纳入国家气候战略：增强国家自主贡献并加强气候行动》。斯坦福海洋解决方案中心。<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd2482en>

了切实可行的步骤和切入点¹⁰。作为粮农组织《国家适应计划 — 农业指南》¹¹的补充，该文件整合了特定行业的见解，以加强渔业和水产养殖业治理及其在国家气候适应规划中的作用。《国家适应计划 — 渔业指南》适用于负责渔业和水产养殖业治理的各部委和机构的国家政策制定者。该指南为将这些决策者的工作与气候变化联系起来提供了支持，使他们能够带头认可并推动该部门发展，并将其纳入国家适应规划中。其他利益相关者也可利用该指南，了解如何在次国家一级和地方层面参与和启动适应气候变化工作。

支持适应和减缓的技术解决方案和创新

20. 虽然政策和治理框架为气候韧性水产养殖提供了必要的有利环境，但技术进步和创新可大大提高其有效性。技术和创新是推动水产养殖业向更加可持续和更具气候韧性的方向转型的关键加速因素。然而，有效采用和实施这些措施往往需要大量的技术知识，因此能力建设支持对于确保更广泛的吸收和发挥影响至关重要。本节罗列了推动水产养殖业适应和减缓气候变化努力的部分技术解决方案和创新示例。

支持气候适应技术和实践

21. 面对日益加剧的气候风险，需要采取战略干预措施来维持水产养殖业发展。将气候风险评估纳入水产养殖空间规划是最大限度减少气候危害暴露的关键。其中涉及评估气候变化对选址、养殖场布局以及放养和收获计划等决策的潜在影响，以尽量减少气候相关干扰。采用气候韧性管理措施对于保持水产养殖系统稳定高效也至关重要。适应性种群密度和水资源管理等战略有助于优化资源利用和减少养殖物种的压力，而生物安全协议对于预防可能因气候变化而更加频繁的病害暴发至关重要。实时传感器、自动控制系统和水处理技术等先进监测技术的集成可以进一步增强水产养殖业应对不断变化的环境条件的能力。

遗传资源适应：物种多样化和遗传改良计划

22. 应对气候变化带来的环境条件变化的一个潜在适应性应对措施是考虑替代养殖类型（例如现有物种的不同品系）甚至通过引进新水产养殖物种实现物种多

¹⁰ Brugere, C. 和 De Young, C. 2020。《在国家适应计划中考虑渔业和水产养殖业》。《〈联合国气候变化框架公约〉国家适应计划技术指南》补充。罗马，粮农组织。<https://doi.org/10.4060/ca2215en>

¹¹ Karttunen, K.、Wolf, J.、Garcia, C.和 Meybeck, A. 2017。《在国家适应计划中考虑农业、林业和渔业》。罗马，粮农组织。<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6714en>

样化¹²。当今许多水产养殖品种真正意义上实现了全球性养殖，养殖范围十分广泛。当预计气候变化影响对现有养殖类型（包括适应当地情况的类型）的可行性或经济可行性构成挑战时，其他地方的遗传资源可能能够更好地适应不断变化的条件。更激烈的应对方式可能是培育新物种实现多样化，使其比现有的养殖物种对环境的耐受力更强，更能适应不断变化的环境。然而，物种多样化可能会受到市场力量的推动或制约。此外，引进新的养殖类型，特别是外来种以及新物种，应该同时开展与引进相关的风险评估。

23. 另一种方法是通过现有养殖品种的遗传改良计划。选择性育种应该是大多数遗传育种计划的核心，但可以通过基因组选育等分子育种方法来补充。在已经存在育种计划的地方，可以将气候韧性纳入选择指标；如果尚不存在育种计划，则需要启动长期计划，将气候韧性性状与其他重要的商业性状一起考虑。因此，投资进行遗传改良以开发更能适应温度和盐度等变化条件的养殖品种至关重要，重点是适应当地环境的品种¹³。通常，在管理良好的计划中，遗传增益能够跟上环境变化的步伐（例如，为获得环境耐受性而进行培育）。遗传改良通常可以适应一些气候引起的变化，如淡水供应或环境温度的变化，但可能不适用于其他挑战，如极端天气事件。《粮食和农业遗传资源保护、可持续利用和开发全球行动计划》提出了一系列可采取的行动，以应对气候驱动的环境变化的当前和未来影响¹⁴。

改善水产养殖饲料和饲养管理以减少温室气体排放

24. 据估计，饲料生产及其使用是水产养殖业温室气体排放的最大来源。因此，改善水产饲料生产和饲养管理方式对于减少排放至关重要。一种有效的方法是选择和使用低碳足迹的饲料成分。来自可持续管理生产系统的具有良好营养成分的本地原料可以取代碳足迹较高的原料。此外，纳入来自循环经济实践的成分，例如捕捞后加工产生的鱼类副产品，可以确保有效的成分替代，同时最大限度地减少温室气体排放。同时，鼓励采用精准饲养技术¹⁵，并制定和实施培训计划以改

¹² Harvey, B.、Soto, D.、Carolsfeld, J.、Beveridge, M.和 Bartley, D.M.编。2017。《水产养殖多样性规划：气候变化及其他动因的重要性》。粮农组织技术研讨会，2016年6月23-25日，罗马粮农组织。《粮农组织渔业和水产养殖会议记录》第47号。罗马，粮农组织。166页。

¹³ 斯坦福海洋解决方案中心、世界鱼类组织、粮农组织、贝耶尔生态经济研究所、国际关怀组织（CARE）和环境保护基金。2024。《将蓝色食品纳入国家气候战略：增强国家自主贡献并加强气候行动》。斯坦福海洋解决方案中心。<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd2482en>

¹⁴ 粮农组织。2022。《粮食和农业水生遗传资源保护、可持续利用和开发全球行动计划》。粮食和农业遗传资源委员会。罗马。<https://doi.org/10.4060/cb9905en>

¹⁵ 精准饲养技术涉及针对每一只动物“采用在正确的时间提供正确数量和成分配比饲料”。参见 Pomar, C.、Hauschild, L.、Zhang, G.H.、Pomar, J.和 Lovatto, P.A. 2009。《精准饲养技术在生长-育肥猪生产中的应用》。巴西动物科学杂志，第38期，第226-237页。<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300023>

善饲养管理，可以减少投喂不足和投喂过度，从而提高饲料转化率。提升饲料转化率可减少温室气体排放，同时降低农民的饲料成本，从而节约成本并提高生产力。精准饲养进一步提高了营养的利用率，使鱼更健康。

将水产养殖能源投入转换为可再生能源并减少能源用量

25. 能源使用是水产养殖业温室气体排放的第二大因素，因此为减缓气候变化提供了重要机遇。水产养殖中消耗的能源主要用于饲料生产（加工和运输）和设备，例如增氧机、自动喂食器、水泵和控制系统。能源使用强度与生产密度直接相关。优化和减少能源用量有助于减少水产养殖业温室气体排放。此外，向太阳能、风能、生物能、水能和地热能等可再生能源过渡，对水产养殖业来说是一个可行的气候减缓选择。水产养殖中可再生能源使用的例子包括为喂食器、水泵、增氧机和安全照明等设备使用由生物燃料驱动的发动机，以及使用地热能加热鱼塘¹⁶。然而，向可再生能源过渡需要仔细考虑各种权衡，包括前期投资和投资回报，以及系统维护和运行所需的专业技术知识。

推广低投入、综合和/或非投喂类型水产养殖系统

26. 推广低投入、综合和非投喂类型水产养殖系统，如双壳类养殖、海藻养殖和多营养层级综合养殖（IMTA），可带来巨大的气候和环境效益。此类系统产生的温室气体排放量显著低于传统投喂类型水产养殖和许多陆地蛋白质来源，同时还可改善水质。例如，双壳类养殖不仅提供了气候友好型高蛋白食物来源，而且还可去除水生环境中过量的氮，从而带来生态系统效益。多营养层级综合养殖通过物种间循环利用废物、减少排放和提高系统效率可进一步优化资源利用。此外，循环水养殖系统（RAS）用水效率高，因此能够在干旱风险日益增加的地区提供韧性，尽管它们可能产生较高的一氧化二氮（N₂O）排放量，特别是在系统中用于去除多余营养物质的环节¹⁷。然而，多物种综合系统比传统水产养殖更为复杂，需要先进的技术知识和管理方式、基础设施和投资。加强供应链、提高消费者意识和优化资金渠道对于充分释放此类系统的潜力至关重要，同时确保它们有助于气候韧性、生物多样性保护和全球粮食安全。

¹⁶ Puri, M., Kojakovic, A., Rincon, L., Gallego, J., Vaskalis, I. 和 Maltsoğlu, I. 2023。《小规模渔业与能源的关系：使用可再生能源的机遇》。罗马，粮农组织。

<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc4903en>

¹⁷ Yogeve U., Atari A. 和 Gross A. 2018。《近零水交换循环水咸水养殖系统的一氧化二氮排放》。《整体环境科学》，第 628 卷，第 603 - 610 页。

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.089>

加强水产养殖价值链中气候韧性实践方式

27. 与水产食品相关的温室气体排放往往会沿着价值链逐步增加，包括加工、储存和分销，因为这些活动通常需要能源，从而产生温室气体排放。例如，水产食品废弃物（包括未利用和丢弃的加工副产品）如果没有得到妥善管理或被丢弃在垃圾填埋场或海湾沿岸，就会产生甲烷气体，导致温室气体排放。气候变化又会通过与疫病发生、食品安全风险和天气模式变化相关的影响加剧粮食损失和浪费。在国家层面建设有效防范、应对、恢复和审查气候变化及疫病相关水产养殖大规模死亡事件的能力至关重要。改进处理、加工和分销方式，高效利用水生资源，研究和投资适应气候的加工技术或增值方法，以及生物经济方法也是关键的适应措施。此外，支持基础设施抵御气候风险、水产食品价值链脱碳、最大限度地减少环境影响（包括塑料废物）以及可持续消费低碳且富含营养的水产食品的创新解决方案也是实现气候韧性的重要举措。

国家和区域层面的举措实例

28. 为了实施和推广水产养殖领域现有的气候相关政策、治理和技术解决方案，粮农组织正在国家和区域层面采取各种举措。在亚太地区，通过粮农组织技术合作计划，粮农组织和泰国渔业部正在合作推广对虾养殖的低碳解决方案。该项目旨在制定指南，推广低碳养殖方式，并开发人力资源和工具，支持水产养殖业碳足迹认证体系的发展。粮农组织还与大自然保护协会（TNC）合作开展一项研究，探索水产养殖业在通过《昆明 — 蒙特利尔全球生物多样性框架》行动目标 3 下的“其他有效的划区保护措施”（OECM）为保护做出贡献的潜力，同时增强水产养殖业的气候韧性。

29. 在拉丁美洲及加勒比地区，目前正在技术合作计划下实施一个新项目，即“通过推广服务机构综合培训，增强拉丁美洲和加勒比地区渔业和水产养殖业韧性”。该项目的目标是通过增强技能、提高对可持续和气候韧性渔业和水产养殖业的了解以及强调水生动物健康和食品安全的重要性，增强拉丁美洲及加勒比小规模手工渔业和水产养殖委员会成员国的能力。该项目还满足培训需求并推动采用推广相关活动作为实现目标的重要手段。

30. 此外，根据拉丁美洲及加勒比小规模手工渔业和水产养殖委员会建议，粮农组织发布了一份题为“拉丁美洲及加勒比水产养殖业气候变化适应政策和计

划进展状况”的报告¹⁸。该报告旨在评估该地区水产养殖业适应气候变化的管理工具现状和绩效。研究结果表明，适应政策工具的发展情况与每个国家的水产养殖业生产水平密切相关。在该地区 45 个国家中，只有 15 个国家针对水产养殖业制定了具体的适应措施。加勒比地区的水产养殖业仍欠发达，在制定和实施该行业适应政策方面进展有限。该报告还强调了设计和实施水产养殖业气候变化适应计划面临的两大挑战：i) 机构能力薄弱，包括机构间和机构内部协调不足；ii) 支持短期和中期适应行动的资金不足。最后，该报告还包含一份参考指南，帮助各国制定水产养殖业气候变化适应计划，以加强拉丁美洲特，别是加勒比地区的水产养殖业。

31. 在非洲，粮农组织正在通过绿色气候基金资助的“气候韧性渔业举措促进冈比亚生计改善”项目，支持冈比亚脆弱渔业社区增强气候韧性，实现生计多样化。该项目的一个关注重点是发展气候韧性水产养殖业，相关活动包括在菜园中建造鱼池、开发鱼塘、推广可持续牡蛎和鸟蛤养殖、引入稻鱼综合系统、恢复主要渔业和水产养殖生产区的红树林，以及将贾哈利国家孵化场投入运营，用于鱼苗生产。

32. 非洲水产养殖业与气候变化是粮农组织和世界银行在 2024 年 11 月 19-22 日于突尼斯哈马马特举行的非洲水产养殖业会议上组织的特别会议的关注重点。会议分为两个部分，第一部分重点讨论水产养殖业对气候变化的脆弱性和适应方案，第二部分讨论排放核算和减缓方案。第一部分强调了非洲水产养殖业极易受到气候变化的影响，而机构准备不足妨碍了适应工作，进一步加剧了这种脆弱性。这凸显了粮农组织目前正在制定的《水产养殖业适应气候变化框架》（Aqua-Adapt 框架）等政策框架和工具的重要性。会议介绍了埃及、赞比亚、南非、加纳和地中海地区的经验。第二部分从全球视角出发，探讨了水产养殖业对温室气体排放的贡献，包括经常被忽视排放源，例如鱼塘释放的甲烷、季节性排放变化以及饲料生产的碳足迹。会议还讨论了可持续解决方案，例如循环水养殖系统、提高饲料转化率、沉积物管理和本地鱼类增殖放流优化方案。会议结论认为，水产养殖业需要战略规划、适应和减缓投资以及将科学研究与实际解决方案相结合，以确保长期可持续性。

33. 值得注意的是，在地中海地区，地中海渔业总委员会正在通过其水产养殖科学咨询委员会牵头举措，将气候变化考虑因素纳入水产养殖业主流。水产养殖

¹⁸ Norambuena Cleveland, R.、Soto, D.、Núñez Montaner, L.和 Aguilar-Manjarrez, J. 2024。《拉丁美洲及加勒比地区水产养殖业适应气候变化政策和计划进展情况评估》。粮农组织渔业和水产养殖通函，第 1270 号。圣地亚哥，粮农组织。<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc9985es>

科学咨询委员会已成立技术咨询小组来处理治理、经济和环境挑战，其中气候变化作为跨领域优先重点。地中海渔业总委员会还通过了一项关于负责任投资原则的决议，涵盖与气候变化适应相关的内容。此外，它还在西班牙拉拉皮塔建立了一个专门从事恢复性水产养殖和物种多样化研究的中心，确保在考虑气候变化的同时实现可持续增长。目前已有具体的决议和指导方针，用于监测和报告水产养殖中引入入侵物种的情况。此外，最近还启动了一项调查，以评估气候变化对水产养殖业的影响并确定适应措施。

将水产养殖业纳入全球气候讨论

34. 气候变化是一项全球性挑战，除了国家和区域层面的努力外，还需要国际层面的协调解决方案。将水产养殖业纳入国际气候政策制定之中至关重要，以确保发展中国家能够获得在这一关键领域实施气候行动所需的资金、技术和能力建设支持。

35. 粮农组织与合作伙伴一道，一直在积极推动《联合国气候变化框架公约》下有关水产食品的讨论。在这些全球气候讨论中，海洋已成为参与水产食品部门的一个主要切入点。值得注意的是，2023 年，《联合国气候变化框架公约》年度海洋对话将“渔业与粮食安全”选为深入讨论的两个议题之一，认识到水产食品部门在提供与加强全球粮食安全努力相一致的关键气候解决方案方面拥有巨大潜力。对话强调将渔业和水产养殖业气候解决方案纳入国家和多边气候进程的必要性，并承认水产养殖业是增长最快的食品生产部门¹⁹。展望将在巴西举行的《联合国气候变化框架公约》第三十次缔约方大会（2025 年 11 月）及未来，粮农组织正在寻求继续提高人们对水产食品的认识，以充分考虑水产养殖业以及迄今为止在《联合国气候变化框架公约》下受关注程度有限的淡水食品生产系统。

36. 赋权水产食品利益相关方，使其能够有效参与气候谈判和政策制定是关键。为此，粮农组织制定了指南，为这些利益相关方提供工具和渠道，以维护其利益，整合部门特定需求，并为适应和减缓气候变化提供强有力的解决方案²⁰。该指南弥合了国家和国际气候行动框架之间的差距，不仅为水产食品利益相关方直接参与《联合国气候变化框架公约》进程提供指导，还为他们知情善用国家进程（例如为国家气候规划和报告提供意见）以及与参加《联合国气候变化框架公约》进程的

¹⁹ 《联合国气候变化框架公约》。2023。《2023 年海洋与气候变化对话非正式总结报告》。
<https://unfccc.int/documents/631689>

²⁰ Ma, X.、Bahri, T.、Meybeck, A.、Bernoux, M.和 Kaugure, L. 2024。《了解〈联合国气候变化框架公约〉——水产食品行业指南》粮农组织渔业及水产养殖技术文件，第 718 号。罗马，粮农组织。
<https://doi.org/10.4060/cd1401en>

国家代表或谈判代表联络提供指导。该指南还概述了参与的渐进方式。首先，在《联合国气候变化框架公约》进程中必须认识到水产食品行业的重要性及其对气候变化的脆弱性。其次，应强调该部门在提供气候适应和减缓解决方案方面的关键作用。第三，必须确保该部门被纳入《联合国气候变化框架公约》的关键谈判议题，如适应和抵御力、气候融资、农业及粮食安全。最后，针对水产食物系统独特特征的机制和工具应成为《联合国气候变化框架公约》相关工作计划和组成机构的跨领域主题。

37. 作为快速增长的食品生产行业，水产养殖业在带来社会经济效益的同时，提供了巨大的适应和减缓机会。提高对水产养殖业潜力的认识和倡导增加投资至关重要。粮农组织最近的一项分析估计，发展中国家渔业和水产养殖业面临的适应资金缺口每年约为 45 亿美元²¹。解决这一差距需要将水产养殖业战略性地纳入国家气候优先事项，如国家自主贡献和国家行动计划，从而为有针对性的供资方案奠定基础，并加强绿色气候基金和全球环境基金等主要气候融资资源对水产养殖业的支持。让水产养殖利益相关方掌握有效获取气候融资的技能，并提高捐助方对水产养殖业独特特征和需求的认识，以促进资金筹集，也至关重要。就未来发展而言，必须继续加大力度将水产养殖业定位为低碳食品体系的基石。将水产养殖战略与国际气候政策制定相对接，并增加获得气候融资的机会，将有助于扩大水产养殖领域的气候行动。

结 论

38. 增强水产养殖业对气候变化的韧性，对于确保水产养殖业生产可持续性和保障数百万依赖该行业的人们的生计至关重要。本文件概述了粮农组织的相关工作，强调了现有的政策和治理框架，包括《可持续水产养殖业准则》、技术解决方案和创新，以及国家和区域层面的举措实例，同时也强调了将水产养殖业纳入全球气候讨论（包括《联合国气候变化框架公约》下的讨论）的重要性。希望本文件能够有助于成员之间的讨论，认识到水产养殖业对气候变化的高度脆弱性及其在确保粮食安全和营养的同时提供气候解决方案的关键作用，为粮农组织未来要解决的优先事项提供建议，分享国家和区域经验教训，并注意到《水产养殖业适应气候变化框架》（Aqua-Adapt 框架）的制定情况并酌情提供建议。

39. 虽然存在气候韧性水产养殖业解决方案，包括《可持续水产养殖业准则》和粮农组织适应工具箱中阐述的解决方案，但成功实施的案例有限；必须在气候

²¹ 粮农组织。2024。《渔业和水产养殖业适应资金缺口》。罗马。

<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd1588en>

融资的有力支持下推动解决方案的落地实施。为此，有几个领域需要进一步关注。国家和地方利益相关方在气候变化对水产养殖业影响和适应方案方面的能力建设对于提高对灾害、气候预测、评估风险和脆弱性的方法和举措的共同和共享知识，以及设计和实施适应方案至关重要。国家层面的能力建设对于水产养殖业与气候变化相关工具的相互主流化具有重要意义，这意味着一方面将水产养殖业纳入国家行动方案等气候战略，或制定具体部门适应计划；另一方面将气候变化适应纳入各个层面的水产养殖业管理计划。

40. 此外，将气候变化考虑因素纳入水产养殖业，包括遗传资源管理和开发、让不同利益相关方参与气候适应工作以及探索跨部门方法，对于增强韧性至关重要。加强有关水产养殖业对温室气体排放的贡献及其减排潜力的数据和知识可以为政策制定和投资决策提供进一步的参考信息。提高水产养殖业在气候讨论中的能见度、促进其获得气候融资和投资，也是释放其作为可持续和气候韧性粮食生产系统潜力的关键。其中可能还包括发展机制、政策和机构支持，以促进全价值链低碳水产养殖业。