



联合国
粮食及
农业组织

Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

渔业委员会

水产养殖分委员会

第十一届会议

2022 年 5 月 24-27 日

加强水产养殖业韧性，确保粮食安全、营养和生计

内容提要

水产养殖虽是一项千百年传承的食品生产活动，但日益面临环境、社会和经济方面的各类冲击，而且冲击数量和强度不断上升。本文回顾了水产养殖在建设韧性水产食品体系方面的作用，即能够抵御、吸收、消化、适应、转化各类冲击并从中实现恢复，还回顾了建设水产养殖部门韧性的方法。鉴于韧性建设对水产养殖部门未来发展的重要性，本文详述了三项主要压力源：有害生物和致病菌、气候变化和自然灾害以及 2019 冠状病毒病(COVID-19)。

请分委会：

- 注意到水产养殖对韧性粮食体系的贡献，鼓励成员分享水产养殖进一步促进粮食体系转型的经验；
- 审议建设水产养殖韧性的当前做法，提出改善效力的建议；
- 决定联合国粮食及农业组织（粮农组织）开展哪些重点行动，更好地支持水产养殖业转型，促进实现以水产养殖为基础的更具韧性的粮食体系。

引言与背景

1. **水产养殖面临各类环境、社会和经济冲击**，包括对养殖活动的直接冲击，以及对投入品或价值链的间接冲击。虽然这是一项千百年传承的食品生产活动，历经几个世纪的发展演变，能够应对各类压力源^{1,2}，但如今日益面临数量更多、程度更重的长期慢性压力³和严重急性冲击⁴，甚至受到两者共同影响⁵。应对、适应此类冲击并实现恢复的能力是未来水产食品可持续生产的必要条件^{2,6}。
2. 迄今为止，水产养殖生产和贸易的快速定期增长表明，该部门在全球层面颇具韧性，但在地方层面，诸多“繁荣与萧条”周期对其发展构成挑战^{6,7}。生态阈值、近交衰退、自然灾害、疾病暴发和/或市场问题是地方层面**韧性水产食品体系发展最常见的挑战**。但近来，新出现的破坏，例如气候变化或严重急性呼吸综合征冠状病毒 2（SARS-CoV-2），又称新型冠状病毒病(COVID-19)，也可能威胁到全球水产养殖部门⁸。
3. 2021 年，粮农组织渔业委员会（渔委）发布《**可持续渔业和水产养殖宣言**》，强调需采取行动，确保水产食品体系保持韧性，在诸多压力下满足人们对营养、安全和负担得起的食物日益增长的需求。保持生态系统、经济和社会的可持续性和韧性，不让任何人掉队，是对粮农组织成员的一项长期要求⁹。
4. **水产养殖韧性的定义为**，水产养殖系统面对变化时，能够及时有效抵制、吸收、消化、适应、转化各类变化的影响并实现恢复，同时保持并恢复基本结构和功能，继续向所有人提供生计支持和充足、适当的粮食获取渠道¹⁰。

¹ 在本文中，压力源一词是冲击和压力的总称。《政府间气候变化专家委员会第五次评估报告》也定义为“通常与气候无关的事件和趋势，但对系统产生重要影响，并增加对气候相关风险的脆弱性”。www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf。

² Beveridge, M.C.M.和 Little, D.C., 2002 年。《传统社会水产养殖史》。参见 B.A.Costa-Pierce 等人，“生态水产养殖”，《蓝色革命演变》，第 3-29 页，英国牛津布莱克威尔出版公司。

³ 例如，对于水、用作饲料的野生鱼类、土地等自然资源的竞争不断加剧，环境污染，气候变化；维持环境功能的生物多样性下降。

⁴ 例如，疾病暴发、极端天气条件、自然灾害、水污染。

⁵ Watkiss, P.、Ventura, A.和 Poulain, F., 2019 年。“渔业和水产养殖部门适应气候变化决策和经济学”，联合国粮农组织渔业和水产养殖技术文件第 650 号。粮农组织（罗马）。www.fao.org/3/ca7229en/CA7229EN.pdf

⁶ 快速增长期后的崩溃。

⁷ You, W.和 Hedgecock, D., 2019 年。“动物水产养殖繁荣与萧条生产周期”，《水产养殖评论》，11(4), 1045-1060。<https://doi.org/10.1111/raq.12278>。1950 年至 2015 年水产养殖产量数据表明，成熟行业的繁荣和萧条周期远比预期更为频繁。

⁸ Mangano, M.C.等人，2022 年。“Covid-19 疫情时期的水产养殖供应链：全球范围内的脆弱性、韧性、解决方案和优先重点”，《环境科学与政策》，第 127 期：第 98-110 页。<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.014>

⁹ 粮农组织渔业委员会，2018 年。水产养殖分委员会第九届会议报告，2017 年 10 月 24-27 日，意大利罗马。《粮农组织渔业和水产养殖报告》第 1188 号，意大利罗马。www.fao.org/3/I8886T/i8886t.pdf

¹⁰ 改编自联合国减少灾害风险办公室的定义，2017 年。术语。日内瓦：联合国减少灾害风险办公室和粮农组织 www.fao.org/emergencies/how-we-work/resilience/en 以及 Love 等人，2021 年，“水产体系新出现的 COVID-19 影响、应对措施以及韧性建设经验教训”，

5. **韧性建设**目前被视为**多维度和多层面发展进程**，体现出水产食品生产管理的思路转变，从以产品为重点的活动转向更加注重水产养殖、社区、社会和环境之间在地方、区域和全球层面的相互作用¹¹。

6. **粮食体系方法**¹²认识到各项压力源及其影响相互关联，复杂动态过程的概念恰当描述了脆弱性的性质和动态，是韧性建设方法的核心内容。地方性和系统性压力源可能相互放大，甚至也可能相互抵消，产生直接或间接影响。可产生短期影响（如养殖场所毁坏），或中长期影响（如疫病发生率增加，生物多样性丧失）。需要根据当地条件和累积影响采取整体协调方法，建设系统性社会生态韧性，但需逐案考虑^{13,14}。

7. **本文回顾我们目前对水产养殖韧性的了解**，以及该部门面临的新挑战和机遇，从而促进对话，讨论在政策和创新实践方面需采取哪些措施，建设更有效、更具韧性的水产养殖¹⁵。这以**粮农组织韧性战略**¹⁶四大支柱为基础，即（1）适应环境（2）观察防范（3）采取措施降低风险和脆弱性（4）防备及应对¹⁴。

水产养殖在建设韧性粮食体系方面的作用

8. 正如联合国粮食体系峰会所指出的，“粮食体系极其复杂，与人类和动物健康、土地、水、气候、生物多样性、经济及其他系统密切相关，并对其产生重大影响，粮食体系转型需采取系统性方法”¹⁷。“**粮食体系**”范式极具价值，包括参与食品生产、采集、加工、分配、消费和处置的全部行动方及其相互关联的增值活动。水产养殖是高度多元化部门，其韧性不仅受自身内部特点制约，还需要对接、适应甚至遵循其他部门的治理体系，从而在相同资源的竞争和使用方面共同分担风险¹⁸。（农业）粮食体系方法可与**社会理论**相结合，如农业变革和转型理论，以便交流结果和看法。此举能够更有力地评估水产养殖部门和其他部门**社会-生态转型**的社会内容¹⁹。

《全球粮食安全》第 28 卷，www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912421000043。

¹¹ 粮农组织渔业委员会，2019 年。水产养殖分委员会第十届会议报告，2019 年 8 月 23-27 日，挪威特隆赫姆。粮农组织《渔业和水产养殖报告》第 1287 号，意大利罗马。<http://www.fao.org/3/ca7417t/CA7417T.pdf>。

¹² “粮食体系包括所有相关方及其在食品生产、采集、加工、分销、消费及处置（损失或浪费）过程中相互关联的增值活动，这些食品源于农业（包括畜牧业）、林业、渔业、食品业及其所属更广泛经济、社会和自然环境部分”。（Von Braun,J.、Afsana,K.、Fresco,L.O.和 Hassan,M.Torero,M.，2021 年）。粮食体系 – 联合国粮食体系峰会的定义、概念和应用。联合国粮食体系峰会科学小组文件 <https://sc-fss2021.org/>

¹³ Ostrom,E.A.，“社会-生态系统可持续性分析一般框架”，《科学》，2009 年 7 月 24 日：第 325 卷，第 5939 期，第 419-422 页。<https://science.sciencemag.org/content/325/5939/419>。

¹⁴ <http://www.fao.org/in-action/tropical-agriculture-platform/background/ais-a-new-take-on-innovation/en/>

¹⁵ 本文件参考从当前 COVID19 疫情中获得的经验，以及水产养殖为减缓气候变化发挥的作用。

¹⁶ <http://www.fao.org/emergencies/how-we-work/resilience/en>。

¹⁷ www.un.org/en/food-systems-summit/vision-principles。

¹⁸ Partelow,S.、Schlüter,A.、Manlosa, A.O.、Nagel,B.Paramita,A.O.，2021 年。“水产养殖公地管理”，《水产养殖评论》（线上提前发布版）<https://doi.org/10.1111/raq.12622>。

¹⁹ Bush,S.R.和 M.J.Marschke，2014 年。“赋予水产养殖转型社会意义”，《生态与社会》19(3)：50。<http://dx.doi.org/10.5751/ES-06677-190350>。

9. **粮食安全和营养问题也是韧性相关对话的核心内容**，鱼类具有富含蛋白质、多不饱和脂肪酸和微量营养素等特点，是健康膳食的关键组成部分。“如果我们不将水产食品纳入其中，就无法实现粮食体系转型。我们必须利用水产食品的巨大潜力，其中许多是妇女和幼儿的超级食品”²⁰。
10. **然而，水产养殖的未来取决于其提高全球食品供应韧性的能力**，而其对陆生作物和野生鱼类的依赖（野生鱼类也可被人类直接食用，为低收入家庭提供必要营养）、对淡水和养殖场所土地的依赖及其广泛的社会和环境影响，削弱了实现这一目标的能力²¹。同时，水产养殖，特别是与其他活动相结合，能够提供机会在水资源短缺加剧的地区提高水资源生产力，减少农民对干旱的脆弱性，提供补充农作物的优质蛋白质来源，并提高总产量和利润^{22,23}。
11. **因此，水产养殖部门的发展对提高全球粮食体系韧性至关重要**，特别是养殖物种和养殖类型、饲料可持续供应能力、养殖系统设计和运作，以及此类进展能否抵消目前与陆生作物和牲畜系统以及捕捞渔业相关的负面外部因素。自1995年通过《负责任渔业行为守则》以来²⁴，粮农组织一直在推动水产养殖生态系统方法²⁵。水产养殖生态系统方法是一项“在更广泛的生态系统中整合活动的战略，从而促进可持续发展、公平和相互关联的社会生态系统的韧性”²⁶。
12. **社会文化构成也是建设韧性水产食品体系的重点所在**。特别是，在水产养殖价值链中**更多考虑性别问题**意味着促进水产养殖领域的性别平等机会和实质性平等。韧性建设还意味着纠正劣势，不仅要摒弃就业方面的陈规陋习，还要消除对妇女的歧视和虐待，并通过消除实现包容性的结构性障碍等求同存异²⁶。

²⁰ Shakuntala Haraksingh Thilsted，2021年世界粮食奖得主 <http://blog.worldfishcenter.org/2021/05/aquatic-foods-are-essential-for-sustainable-healthy-diets-says-un-nutrition/>。

²¹ Troell, M., Naylor, R.L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P.H., Folke, C., Arrow, K.J., Barrett, S., Crépin, A.S., Ehrlich, P.R., Gren, Å., Kautsky, N., Levin, S.A., Nyborg, K., Österblom, H., Polasky, S., Scheffer, M., Walker, B.H., Xepapadeas, T. 和 de Zeeuw, A., “水产养殖能否提升全球粮食体系韧性？”，《美国国家科学院院刊》，2014年9月，111(37) 13257-13263。 www.pnas.org/content/pnas/111/37/13257.full.pdf。

²² Allison, E.H., Andrew, N.L. 和 Oliver, J., 2007年。“加强内陆渔业和水产养殖体系对气候变化的韧性”，SAT电子期刊-ejournal.icrisat.org 4(1)。 <https://hdl.handle.net/20.500.12348/1593>。

²³ Tran, N., Le Cao, Q., Shikuku, K.M., Phan, T.P. 和 Banks, L.K., 2020年。“越南中北部海岸虾-罗非鱼-海藻综合水产养殖盈利能力和预期韧性惠益”，《海洋政策》120。 <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104153>。

²⁴ 粮农组织，《负责任渔业行为守则》（粮农组织，罗马），1995年。
<http://www.fao.org/documents/card/en/c/e6cf549d-589a-5281-ac13-766603db9c03/>。

²⁵ 粮农组织，2010年。“水产养殖发展——4.水产养殖生态系统方法”。粮农组织《负责任渔业技术准则》第5号，补编4，罗马，第53页。 www.fao.org/3/i1750e/i1750e00.htm。

²⁶ Aguilar-Manjarrez, J., Kapetsky, J.M. 和 Soto, D., 2010年。《用于支持水产养殖生态系统方法的空间规划工具的潜力》，粮农组织（罗马）。专家研讨会，2008年11月19-21日，意大利罗马。《粮农组织渔业和水产养殖会议记录》第17号，粮农组织（罗马），第176页。 www.fao.org/3/i1359e/i1359e00.htm。

13. 水产养殖促进韧性粮食体系，还必须更多关注青年、小农和手工农民、渔民和养鱼户、牧民、林业用户和土著人民的情况和作用，并酌情改变现状²⁷。水产养殖提供了促进生计选择多样化的机会，这是促进维持生态系统韧性和建设社会系统韧性的关键所在²⁸。在 COVID-19 疫情期间，横向合作也促进水产养殖价值链的灵活性和可见度，有助于提高韧性⁸。

提升水产养殖韧性促进粮食安全和营养的方法

支柱 1：打造政策、体制和立法环境

14. 有效韧性建设需在以下方面持续作出**政治承诺和投资**：（1）精心设计的风险知情政策、战略和规划；（2）有效且高效的风险知情法律和监管框架（涵盖土地、水、种子和投入物及环境）；（3）支持性机构（如研究、培训和咨询）。（4）金融便利化、灵活性和激励措施²⁹。良好政策和规划是创造有利环境的手段，也是扶植和促进水产养殖企业，便利和促进可持续发展，识别和消除瓶颈，制约不可持续或不公平做法，并纠正市场不完善之处或不适当社会限制的框架^{28,30,31}。

15. 然而，**利益相关方参与**历来仅限于磋商，极少或从不直接观察并收集信息，这被视为当前资源管理机构的薄弱环节，需在应对气候变化和韧性建设时加以克服³²。韧性建设选择的措施应与其生计目标、战略和资产相匹配，应促进水产养殖部门和其他部门治理的协同作用，帮助避免因资源竞争和缺乏跨部门治理而导致的适应不良，并提供机会纳入减少水产养殖不利影响的政策³³。

²⁷ “上海宣言：水产养殖促进粮食和可持续发展”，“水产养殖促进粮食和可持续发展”全球水产养殖大会 GCA+20，2021 年 9 月 23-24 日，中国上海。<https://aquaculture2020.org/declaration/>。

²⁸ Pant, J.、Shrestha, M.K.、和 Bhujel, R.C., 2012 年。《水产养殖与韧性：尼泊尔水产养殖业妇女》，第 19-24 页。参见：Shrestha, M.K. 和 Pant, J. 等人。“小规模水产养殖促进农村生计：小规模水产养殖提高尼泊尔农村生计韧性”全国研讨会会议记录。尼泊尔奇特旺地区兰普尔特里布万大学农业和动物科学研究所和马来西亚檳城世界渔业中心 http://pubs.iclarm.net/resource_centre/WF_3460.pdf。

²⁹ 粮农组织，2017 年。《〈2030 年议程〉和可持续发展目标：水产养殖发展和管理挑战》，John Hambrey 著。粮农组织渔业和水产养殖通函第 1141 号，意大利罗马。<http://www.fao.org/3/i7808e/i7808e.pdf>。

³⁰ Brugère, C.、Ridler, N.、Haylor, G.、Macfadyen, G. 和 Hishamunda, N. 《水产养殖规划：可持续发展政策制定和实施》，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第 542 号，粮农组织（罗马），2010 年，第 70 页 <http://www.fao.org/3/i1601e/i1601e00.pdf>。

³¹ 海洋污染科学问题联合专家组（国际海事组织/联合国粮农组织/联合国教科文组织-国际海洋学委员会/世界气象组织/世界卫生组织/国际原子能机构/联合国/联合国环境署海洋环境保护科学问题联合专家组），2001 年，《水产养殖可持续发展规划和管理》。Rep.Stud.GESAMP, (68)：第 90 页。www.fao.org/3/y1818e/y1818e.pdf。

³² Poulain, F.、Himes-Cornell, A. 和 Shelton, C., 第 25 章：《渔业和水产养殖业适应气候变化方法和工具》。参见：Barange, M.、Bahri, T.、Beveridge, M.C.M.、Cochrane, K.L.、Funge-Smith, S. 和 Poulain, F. 等人，“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第 627 号，粮农组织（罗马），第 628 页。www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf。

³³ 粮农组织，2017 年，“在亚太地区建设具有气候韧性的渔业和水产养殖业”，粮农组织/亚洲太平洋渔业委员会区域磋商研讨会，2017 年 11 月 14-16 日，泰国曼谷。www.fao.org/publications/card/en/c/CA5770EN/。

支柱 2：观察防范

16. **了解并监测风险**，还需建立**预警系统**用以计划、检测和预测，并在必要时就阻碍性压力源或危害（如疾病、天气）发出警报。警报基于可能对水产养殖部门产生的急慢性影响信息，能够有效促进韧性建设，减少风险发生。警报必须清晰迅速地传达至弱势群体，促进立即采取行动，更好地防备、应对和预防^{16,35,34}。

17. **水产养殖脆弱性全球评估**日益普遍且易于开展，但为制定并采用减少风险和脆弱性的措施，必须辅之以**更基层的调查**，考虑到具体的水产养殖做法、环境条件以及与利益相关方和社区的互动。遗憾的是，定量或半定量脆弱性评估在粮食体系中仍较少见，更不用说水产养殖。水产养殖部门往往与渔业或农业一并评估，并且在基于海岸或流域的研究中评估。尽管如此，越来越多的研究阐述水产养殖物种和系统的各种脆弱因素，应有助于开展更正式的评估³⁵。

18. **并非所有水产养殖系统**面临各种压力源或危害时**都具有同等脆弱性或韧性**，建立保障系统必须承认并应对这种多样性。传统水产养殖系统无疑是迄今最具韧性的水产养殖系统之一，因为农村渔民数年、数十年乃至数百年来已不断完善养殖系统，最大限度提高了家庭韧性和生计安全性^{31,36}。然而，他们如今面临新的制约因素，包括土地竞争加剧、水质问题、水资源短缺、新发疾病和气候变化等。同样，在许多区域的淡水和沿海地区，可以使用笼养系统的养殖区域日益减少。因产能过剩导致的水生生物大规模死亡也愈加常见。

支柱 3：采取措施降低风险和脆弱性

养殖场所

19. 降低脆弱性的一种方案是，利用基于风险的选址和空间规划，关闭和搬迁生产场所，特别是笼养经营者，或洪水易发地区的内陆农场，可以迁至风险较小的区域。遵循**水产养殖空间规划**相关建议，能够大幅降低风险，但须获得准确数据³⁷。

³⁴ 粮农组织，2018年。“在亚太地区建设具有气候韧性的渔业和水产养殖业”，亚洲太平洋渔业委员会第三十五届会议，2018年5月11-13日，菲律宾宿务。www.fao.org/publications/card/en/c/CA0077EN/。

³⁵ Soto, D.、Ross, L.G.、Handisyde, N.、Bueno, P.B.、Beveridge, M.C.M.、Dabbadie, L.、Aguilar-Manjarrez, J.、Cai, J.和Pongthanapanich, T., 2018年。第21章：气候变化和水产养殖：脆弱性和适应选择。参见：Barange, M.、Bahri, T.、Beveridge, M.C.M.、Cochrane, K.L.、Funge-Smith, S.和Poulain, F.等人。“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第627号，粮农组织（罗马），第628页。www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf。

³⁶ Poulain, F.、Wabbes, S., 2018年。第23章：气候驱动极端事件和灾害的影响。参见：Barange, M.、Bahri, T.、Beveridge, M.C.M.、Cochrane, K.L.、Funge-Smith, S.和Poulain, F.等人，“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第627号，粮农组织（罗马），第628页。www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf。

³⁷ Aguilar-Manjarrez, J.、Soto, D.和Brummett, R., 2017年。“根据水产养殖生态系统方法进行水产养殖分区、选址和片区管理”，全文，报告文件号ACS113536，粮农组织（罗马）和世界银行集团（华盛顿特区），第395页。<http://documents.worldbank.org/curated/en/421101490644362778/full-document>。

这将意味着收集大数据集，加以分析并开发全新精确细化的空间模型，为“海洋科技”初创企业发展全新的专业领域³⁸。

20. 然而，养殖场移址作为一种风险和脆弱性管理措施，主要适用于待建的新养殖场。建设水产养殖韧性还应考虑到现有各养殖场，并提供实际指导，帮助修改养殖场设计，改进设施，从而提高韧性。

养殖场设计和设施

21. 应首选能够适应各类条件的**灵活设施设计**。应倾向于设计利用可再生能源的基础设施，并实施将资源利用、废物和环境影响降至最低的管理做法。减少当前脆弱性的另一种方法是，投资于**保护、更坚固养殖笼和系泊系统、养殖场净化设施和受控环境生产系统**（如循环水产养殖系统、池塘）以及节水或气候智能型储水设施（如深塘）。

22. 随着**极端天气事件**预期增加，水产养殖逃逸数量预计将上升，会产生经济损失并对周围环境和生态系统造成危害。最大程度减少逃逸影响的手段包括，监管非本地水生种质流动、笼具和养殖设备认证、渔民能力建设和实施管理措施，包括开展空间规划确定洪水易发区。投资于全新气候智能型共同基础设施（如水坝、堤坝、沟渠等）也有助于减少洪水泛滥、盐水入侵，还能改善储水状况^{65,67}。

23. 综合或封闭系统有助于减少对外部资源的依赖，从而提高韧性。除传统综合水产养殖之外，新技术出现带来了高效系统，但仍需改进其对技术中断的敏感性³⁹。最近，综合系统也被视为应对 COVID-19 危机的韧性战略，因为可以缓冲经济不景气造成的某些问题，例如失业⁸。

24. 近年来一项重大创新是，出现了循环水产养殖系统等技术，降低了多种物种养殖对周围生态系统的影响和依赖性^{40,41}。长期以来，维持适当水质需消耗大量能源，被视为循环水产养殖主流化的制约因素，但最近一项使用生命周期评估的研究认为，循环水产养殖生产可能在无需消耗大量能源情况下实现，为今后环境可持续性粮食体系发挥更重要的作用⁴²。然而，循环水产养殖要求很高，对任何技术故障都比传统系统更为敏感，因为巨大生物量对氧气或良好水质的需求较高。除非能够提供完全

³⁸ www.blue-cloud.org/demonstrators/aquaculture-monitor。

³⁹ 粮农组织，2019年。通过农业生态学推进综合农业水产养殖特别会议报告，2018年8月25日，法国蒙彼利埃。粮农组织渔业和水产养殖报告第1286号，罗马。www.fao.org/3/ca7209en/CA7209EN.pdf。

⁴⁰ www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1371489/。

⁴¹ www.undercurrentnews.com/report/land-based_salmon-handbook/。

⁴² Bergman, K.、Henriksson, P.J.、Hornborg, S.、Troell, M.、Borthwick, L.、Jonell, M.、Philis, G.和 Ziegler, F., 2020年。“无需重大能源权衡即可实现循环水产养殖：瑞典温水鱼类养殖生命周期评估”，《环境科学与技术》，54（24），16062-16070。<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.0c01100>

具有韧性的技术解决方案、材料和设计，设备和循环（水、空气）的准备和备用情况对于避免紧急情况下出现重大损失至关重要⁴³。

25. 在亚洲对虾养殖中，也存在两种截然相反的韧性系统情况。第一种情况下，小规模生产者的养殖技术综合应用于潮间带，从而在保持红树林生态功能的同时控制对虾养殖疾病。第二种情况下，在由工业规模生产商主导的潮间带后面采用封闭循环池，消除疾病和污水问题⁴⁴。

水资源短缺管理做法

26. 水产养殖补偿渗漏和蒸发造成的水损失，换水以及生产鱼类饲料原料都需要消耗水分。水足迹取决于养殖物种和使用的生产系统^{45,46}，但与陆生作物和牲畜生产相比，水再利用系统优势明显（循环水产养殖系统鱼类耗水量为 400 升/公斤，而鸡为 3 900 升/公斤，猪 4 800 升/公斤，牛 15 500 升/公斤）。⁴⁷然而，由于富营养化，水产养殖也会成为水污染源^{48,49,50}。淡水供应减少，质量下降，可能导致用水者之间竞争加剧。智能水产养殖等一系列技术或管理创新能够减少水产养殖耗水量⁵¹。

27. 在全球或国家层面，在水资源方面为建设水产养殖韧性提出的方案包括：

- a. 以社区为基础配备防洪和灌溉设施，开展池塘堤坝种植。
- b. 发展微咸水养殖。
- c. 红树林恢复和红树林-对虾综合养殖。
- d. 扩大海水养殖，释放淡水压力⁴⁹。

⁴³ Murray,F.Lewis,N.D.和 Divakaran,G.S., 2021 年。循环水产养殖系统评估报告。差距评估、创新和增值工程。粮农组织项目 UTF/UAE/009/UAE Baby 2 – 支持阿联酋水产养殖部门可持续性和创新，粮农组织，阿拉伯联合酋长国阿布扎比，第 145 页。

⁴⁴ Bush,S.R.、P.A.M.van Zwieten,L. Visser、H.Van Dijk、R.Bosma, W. F. De Boer 和 M.Verdegem, 2010 年。“热带沿海地区韧性对虾养殖设想”，《生态与社会》15(2): 15.。 www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art15/。

⁴⁵ Pahlow,M.、van Oel,P.R.、Mekonnen, M.M.、Hoekstra,A.Y., 2015 年。“水产养殖陆生饲料原料生产对淡水资源日益造成的压力”，《整体环境科学》536: 847-857。 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124>。

⁴⁶ Verdegem,M.C.J.和 Bosma,R.H., 2009 年。“咸水和内陆水产养殖取水问题，以目前池塘用水量生产更多鱼品的方案”，《水资源政策》第 11 期，第 52-68 页。

⁴⁷ Joyce,A.、Goddek,S.、Kotzen,B.和 Wuertz,S., 2019 年。“鱼菜共生：以有限的水、土地和养分资源实现闭环”。参见：Goddek S.,Joyce A.、Kotzen B.和 Burnell G.M.（等人），“鱼菜共生粮食生产系统”。Springer,Cham。 https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_2。

⁴⁸ Halwart,M.和 van Dam,A.A., 2006 年。“西非综合灌溉和水产养殖：概念、实践和潜力”，联合国粮食及农业组织，意大利罗马。 www.fao.org/3/a0444e/A0444E00.htm。

⁴⁹ Verdegem,M.C.J.和 R.H.Bosma。“咸水和内陆水产养殖取水问题，以目前池塘用水量生产更多鱼品的方案”，《水资源政策》第 11 期：第 52-68 页（2009 年）。 <https://doi.org/10.2166/wp.2009.003>。

⁵⁰ Ahmed,N.、Ward,J.D.、Thompson,S.、Saint,C.P.和 Diana,J.S.,（2018 年）。“蓝水绿水与水产养殖气候变化韧性的关系”，《渔业科学和水产养殖评论》，第 26(2)期，第 139-154 页。 www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23308249.2017.1373743。

⁵¹ Li,D.、Li,C., 2020 年。“智能水产养殖”，世界水产养殖学会杂志第 51 期：第 808-814 页。 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jwas.12736>。

28. **在农场层面**，必须推广新的或更有效的水资源管理计划，并将其纳入主流：如无水更新、绿水技术、生物絮团、水循环等。据称印度采用以下水管理适应做法⁵²：

- a. 夏季高温时抽取淡水，降低鱼塘温度，或使用氧气片剂。
- b. 干旱时无论鱼类长势如何都尽早收获，并使用井水维持水位。调整养殖日历，缩短生产周期。
- c. 在池塘堤坝上使用网状结构，防止鱼群在洪水期间逃逸，或抽水降低水位。

29. 开展全新综合农业活动（如综合灌溉-水产养殖）或非农业活动（如在池塘上空使用太阳能电池板发电，既提供能源，又创收遮阳），**实施多部门水管理**。

养殖生物体

30. 据报道，目前全球约 580 个水生养殖物种，表明物种内部和物种之间具有丰富的遗传多样性⁵³。**这一物种和养殖类型多样性对提高韧性至关重要，但实际上仅少数物种在生产中占主导地位**⁵⁴。就物种而言，鲮鱼养殖是最多样化的分部门，但其中 20 个最重要物种仍占总产量的 83.6%。与鲮鱼相比，甲壳类、软体类和其他水生动物的养殖种类较少⁵⁵。

31. **多样化建设水产养殖业韧性**有助于适应气候变化，也有助于满足对水产食品不断增长的需求，为小规模渔民带来社会效益。可通过以下方式实施：（i）增加养殖物种种类；（ii）提高养殖物种数量均衡性；（iii）开发新养殖种类，增加目前养殖物种多样性。

⁵² Adhikari,S.等人，2018 年。“印度若干邦淡水养殖对气候变化影响的适应和减缓战略”，《水产科学杂志》第 12.1 期：第 16-21 页。

www.researchgate.net/profile/Subhendu-Adhikari-2/publication/324444952_Adaptation_and_Mitigation_Strategies_of_Climate_Change_Impact_in_Freshwater_Aquaculture_in_some_states_of_India/links/5c6a5318a6fdcc404eb7466d/Adaptation-and-Mitigation-Strategies-of-Climate-Change-Impact-in-Freshwater-Aquaculture-in-some-states-of-India.pdf。

⁵³ 粮农组织，2019 年。《世界粮食和农业水生遗传资源状况》，粮农组织粮食和农业遗传资源委员会评估，意大利罗马。www.fao.org/3/CA5256EN/CA5256EN.pdf。

⁵⁴ Metian,M、Troell,M、Christensen, V、Steenbeek,J和 Pouil,S., 2020 年。“全球水产养殖物种多样性概况”，《水产养殖评论》，第 12(2)期，第 1090-1100 页。<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12374>。

⁵⁵ 粮农组织，2020 年，《2020 年世界渔业和水产养殖状况》，行动可持续性，罗马。<https://doi.org/10.4060/ca9229en>（第 29 页）

32. 在养殖生物层面上，采取措施降低风险和脆弱性，在中长期可能需**转向新物种或养殖类型**^{56,21}，即对水质变化、高温、高盐度耐受性更强，或对疾病敏感性更低。优先考虑饲料利用率更高的物种和品系，以及具有广泛耐受性的物种，因为它们更可能应对各种不确定的环境变化。提高养殖物种和养殖系统多样性也是应对各种不确定因素的良策⁸³。

33. 投资于选择性育种，培育具有耐热性或耐盐碱性，抗病性或饲料转化效率高、植物饲料利用能力强的品种，也能实现类似结果。例如，牡蛎选育可能是全球可持续贝类水产养殖的重要缓解战略，能够抵御未来气候变化导致的海洋酸化。事实上，为快速生长和为抗病性选育的牡蛎家族能够改变方解石晶体生物矿化机制，提高对酸化的适应性⁵⁷。在养殖生物早期阶段进行具体处理，也有助于建设更强韧性。捕食可能是双壳类水产养殖死亡的主要诱因，但在工业条件下，幼虫暴露于孵化器中的捕食者诱饵，可以诱发捕食性防御措施⁵⁸。

饲料和无饲料水产养殖

34. **应考虑转用新的商业饲料配方**，特别是肉食性物种，并采用更好的养殖饲养方法和监测手段，从而提高养殖绩效和韧性。必须找到折衷办法，例如，喂食高脂肪食物会加快幼年巴拉蒙蒂鱼生长，但也会降低其对极端水温的耐受力⁵⁹。

35. 尽管鱼粉和鱼油的重要来源易受气候变化影响，但随着鱼类加工废料使用增加，新饲料快速发展，可能意味着该问题仅在中短期内对水产养殖具有重要意义⁷⁶。**尽管如此，水产养殖**中来自食品级和非食品级农产品的**饲料供应**需高效且负责任地采购。应遵照《负责任渔业行为守则》和《粮农组织负责任渔业技术准则》的规定执行^{23,60}。

⁵⁶ “杂交、三倍、单性或其他转基因形式的水生生物养殖品种及野生品种”。粮农组织，2019年。《世界粮食和农业水生遗传资源状况》，粮农组织粮食和农业遗传资源委员会评估，罗马。

www.fao.org/3/CA5256EN/CA5256EN.pdf。

⁵⁷ Fitzer,S.C.、McGill,R.A.、Torres Gabarda,S.、Hughes,B.、Dove,M.、O'Connor,W.和Byrne,M.，(2019年)。“选育牡蛎品种以改变生物矿化途径，提高对环境酸化的适应性”，《全球变化生物学》，第25(12)期，第4105-4115页。<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14818>。

⁵⁸ Belgrad,B.A.、Combs,E.M.、Walton,W.C.和Smee,D.L.，2021年。“利用捕食者诱饵加强牡蛎在水产养殖和珊瑚礁修复方面的适应性”，水产养殖538。<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736553>。

⁵⁹ Isaza,D.F.G.、Cramp,R.L.、Smullen,R.、Glencross,B.D.和Franklin,C.E.，2019年。“应对极端气候：膳食脂肪含量降低尖吻鲈(Lates calcarifer)抗热性”，《比较生物化学与生理学》A部分：分子与综合生理学，230，64-70。www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643318301892。

⁶⁰ 粮农组织，2011年。“水产养殖发展——5.野生鱼类用作水产养殖饲料”，粮农组织《负责任渔业技术准则》第5号，补编5。粮农组织(罗马)，2011年。第79页。www.fao.org/documents/card/en/c/f6737048-85bc-57ca-a98d-33fb3d84dbcc。

36. 投资于软体动物或水生植物无饲料水产养殖，也提供了重要食物来源，以最少的投入最大程度地提升水产养殖在饲料方面的韧性。以较低的环境影响大幅提高营养水生食物的产量，打造人工生境甚至还能加强捕捞渔业发展⁶¹。

市场和社会可接受性

37. 高价值水产食品国际贸易集中于相对较少的物种，如鲑鱼、鲈鱼、鲷鱼、虾/大虾、罗非鱼和鳊鱼，主要进口市场在欧洲和北美。**生产地或出口地脆弱性会影响到全球供应链**上养殖、加工、运输和零售分销各阶段生计。市场压力源是水产养殖业最常见的脆弱性之一⁷。

38. **收获后鱼品质量管理**十分重要，能够避免营养价值、经济价值降低或食品安全问题，以防出现拒收，造成农民经济损失⁶²。应采用防止或尽量减少收获后鱼品质量下降的措施，包括促进渔场选址靠近鱼品市场，或使用适当冷藏保存措施和/或采用适当加工方法（如干燥、熏制、罐装）延长货架期。

39. **改善公众对该部门的看法**有助于发展水产养殖市场的长期韧性⁶³。水产养殖仍处于早期发展阶段，尽管为实现可持续性，生产过程已做出诸多改进，但在水产养殖实际运作和公众对该部门了解之间仍存在“认知差距”。为更有效解决公众关注点，需更多开展社会科学研究，更好了解不同地区民众和消费者对水产养殖的看法。水产养殖所在当地社区的看法对于开发未充分利用的产品也十分重要，如韧性无饲料水产养殖⁶⁰。

生计能力和安全网

40. **农民往往**采取最佳管理做法和自力更生战略**应对小型常发风险**，如农场活动多样化（鱼类、植物作物、果园）或收入来源多样化（农场内外）。然而，他们往往无法管理因疾病、盗窃、洪水和干旱、附近使用的除草剂和杀虫剂造成的水污染、风暴和海浪、气候变化引发的危险造成的不太频繁但更为严重的损失。若遭受此类灾难性损失，就会影响到整个价值链和当地经济，而这种情况可能越来越频繁。

⁶¹ Costello,C.和 L.Cao,S.Gelcich 等人，2019 年。“水生食物的未来”，华盛顿特区：世界资源研究所。网址 www.oceanpanel.org/future-food-sea。

⁶² www.fao.org/flw-in-fish-value-chains/loss-and-waste-scenarios/en/。

⁶³ 粮农组织，2016 年。“提高公众对水产养殖的了解和接受度 – 真相、透明和转型的作用”研讨会报告，2015 年 10 月 10-11 日，西班牙维哥，粮农组织渔业和水产养殖报告第 1143 号，意大利罗马。
www.fao.org/3/i6001e/i6001e.pdf。

41. 因此，**提供适当的金融和保险服务**，对于提高水产养殖者和全社会韧性，防止遭受此类损失导致破产**至关重要**⁶⁴。尽管与其他食品生产部门相比，水产养殖部门仍不成熟，但在无法提供商业建议的情况下，制定适合鱼类养殖社区需求的合作赔偿保险计划不失为一种选择⁶⁵。

42. 此外，小规模渔民极易容易受到市场体系波动和鱼价不稳定影响。他们遵守严格的环境法规和食品生产标准要求的能力较低。亟需发展现代化价值链，提高小生产者在全球新商业模式中的竞争优势。

支柱 4：防备和应对

43. 防备是指有效预测、应对影响水产养殖压力源并实现恢复所必需的知识 and 能力，包括主动管理风险和增强农民能力。采取防备和应急计划，支持有效且高效应对压力源^{16,66}。

44. 所有利益相关方（包括弱势和边缘化群体）必须经由利益相关方分析事先确定，并共同参与防备工作规划。水产养殖韧性核心在于渔民特别是小规模渔民的韧性，需制定计划增强其能力，从而提高韧性。

45. **政策和管理行动应急计划和应对规划必须在压力源发生之前就已到位**。作为防备工作一部分，必须根据现有能力和预期需求，利用适当交付机制，向利益相关方提供政策和管理问题方面的培训和能力建设。粮农组织目前正在最终敲定紧急情况下的渔业和水产养殖应对措施培训，很快将在本组织电子学习平台上发布⁶⁷。

46. 作为备灾部分工作，必须建立**管理信息系统和数据收集机制**。相关信息（包括当地知识）用于风险评估、应急计划和应对防备战略。管理信息系统颇具韧性，并采取措施确保在紧急情况下继续运作和登录，以相关技术为基础，并具有成本效益⁶⁵。

47. 水产养殖灾害应急应对、恢复和重建过程着力解决该领域的若干薄弱环节和问题，也是“**重建更美好家园**”的良机⁶⁸。

⁶⁴ 粮农组织，2020年。“小规模生产者的水产养殖保障 – 粮农组织蓝色增长倡议”，《蓝色金融指导说明》，意大利罗马。www.fao.org/3/ca8663en/CA8663EN.pdf。

⁶⁵ Watson, J.R.、Armerin, F.、Klinger, D.H. 和 Belton, B., 2018年。《风险管理提高韧性：小规模渔民水产养殖系统合作保险》。Heliyon 4 (2018年) [www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(18\)30450-X](http://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(18)30450-X)。

⁶⁶ Cattermoul, B.、Brown, D. 和 Poulain, F. (等人)，2014年。《渔业和水产养殖业应急指导意见》，粮农组织（罗马），第167页。<http://www.fao.org/3/i3432e/i3432e.pdf>。

⁶⁷ <https://elearning.fao.org/>。

⁶⁸ Brown, D. 和 Poulain, F. (等人)，2013年。《渔业和水产养殖部门紧急情况下损害及需求评估准则》，粮农组织（罗马），第114页 www.fao.org/3/i3433e/i3433e.pdf。

建设对特定压力源的韧性

有害生物和致病菌

48. 水生物种水底健康管理面临巨大挑战，因为往往不易发现，而且生活的水生环境复杂多变。

49. 自 1970 年代至 2000 年代，新致病菌约每三至五年出现一次，无任何预警地造成养殖和野生水生物种种群暴发重大疾病。大多数情况下，造成重大经济损失。水生物种出现疾病的四个重要诱因是：（1）活水生物种及其产品的贸易、引进和转让；（2）对致病菌及其宿主知之甚少；（3）对水生物种健康管理和疾病控制执行不力；（4）生态系统变化。

50. 一般认为，当致病菌在有利环境中遇到易感宿主时，就会诱发疾病。外来病⁶⁹出现的途径包括引进和转让，更常发生在新的地理区域⁷⁰。同样，地方病⁷¹出现的途径包括压力相关因素，如饲养方式不良、在自然地理范围以外放养具备快速生长特性或耐病性的物种，以及环境变化。

51. 生物安全战略在养殖场、部门和国家层面缺乏、不充分执行或执行不力是疾病的另一个诱因；应急响应能力低；国际标准执行不力；监管框架执行不力；对疾病报告的激励不足；研究机构的议程与养殖/商品部门需求不匹配；分担责任的公共和私营部门伙伴关系薄弱。

52. 由于人类直接活动和间接影响（如气候变化、全球污染等），养殖水生生态系统的变化因水生物种的生理因素变得更加复杂。由于在接近宿主和致病菌耐水平时环境因素变化，外来物种的适应能力受限，导致出现新致病菌，以及野生种群、微生物和寄生虫地理分布范围变化。

53. 建设对疾病暴发的抵御能力需要从地方到全球层面开展一系列行动。在粮农组织渔业委员会水产养殖分委员会第十届会议期间，粮农组织提出了一项新倡议，即通过渐进管理途径加强水产养殖生物安保（简称“渐进管理途径”），广受成员国欢迎。“渐进管理途径”倡议通过企业、国家和国际层面的战略方法，由公共和私营部门分担责任，对水产养殖中致病菌引发的风险进行成本效益管理⁷²。

⁶⁹ 物种或其生长的地理区域内未知的疾病。

⁷⁰ 例如，沙特阿拉伯王国和澳大利亚的对虾白斑病，伊拉克的锦鲤疱疹病毒病，加拿大的多核孢子 X 病，刚果民主共和国和马拉维的流行性溃疡综合征，印度和马来西亚的传染性肌坏死病毒病，加纳的传染性脾肾坏死病毒病。

⁷¹ 物种及其生长区域内已知的疾病，但由于暴发次数有限或采用生产性饲养措施，被视为可控。

⁷² 通过渐进式管理途径预防和管理水产养殖的水生动物疾病风险。渔业委员会-水产养殖分委员会第十届会议，2019 年 8 月 23-27 日，挪威特隆赫姆。www.fao.org/3/na265en/na265en.pdf。

54. 在农场层面建立对疾病发生的抵御能力可能意味着投资于生态方法，提供更有效且更具韧性的水体微生物管理。水体消毒并非降低致病性疾病发生风险的最佳方法。相反，在消毒减少有害细菌之后，应始终选择性增加理想的微生物数量^{73,74}。

气候变化和自然灾害^{75,76}

55. 水产养殖可能加剧当代的最大挑战之一——气候变化，也可能帮助我们得出解决方案⁷⁷。鱼塘可能成为碳汇，其沉积物的有机碳含量远高于其他各类生境的土壤^{78,79}。以养殖为基础的渔业也可用于解决气候变化加剧的野生种群增长问题，需最大程度减少饲料使用或提供其他类型的照顾⁷⁶。无饲料水产养殖能够切实有效促进全球碳固存^{80,81}。此外，除生产水产食品外，还根据《2030年议程》的目标，提供了许多其他生态系统服务和生物多样性惠益^{79,26}。

56. 水产养殖对气候变化的脆弱性评估显示，高纬度和低纬度地区的若干国家都非常脆弱。一般而言，**脆弱性与从国家到养殖场层面的治理直接相关**。因此，对脆弱性的全球评估必须辅之以更基层的调查，考虑到具体水产养殖做法、环境条件以及与利益相关方和社区的互动。

⁷³ 粮农组织，2019年。农业生态学推进农业-水产养殖融合特别会议报告，2018年8月25日，法国蒙彼利埃，粮农组织渔业和水产养殖报告第1286号，罗马。www.fao.org/3/ca7209en/CA7209EN.pdf。

⁷⁴ Sorgeloos,P.和 De Schryver,P., 2020年。“改善微生物的生态学方法 – 集约化对虾养殖管理”，粮农组织水产养殖通讯第61号：第43-44页。

www.fao.org/fileadmin/user_upload/COFI/VirtualDialoguesCOFI34/13_SorgeloosDeSchryverMicrobialManagementFAN61.pdf。

⁷⁵ Cochrane,K.、De Young,C.、Soto,D.和 Bahri,T. (等人)。“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前科学知识综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第530号，粮农组织（罗马），2009年，第212页。

www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/i0994e.pdf。

⁷⁶ Barange,M.、Bahri,T.、Beveridge, M.C.M.、Cochrane,K.L.、Funge-Smith,S. 和 Poulain,F.等人，2018年。“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第627号，粮农组织（罗马）。第628页 www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf。

⁷⁷ Beveridge M.C.M.、Dabbadie,L.、Soto,D.、Ross,L.G.、Bueno,P.B.和 Aguilar-Manjarrez,J.，2018年。第22章：气候变化和水产养殖：与渔业农业的相互作用。参见：Barange,M.、Bahri,T.、Beveridge,M.C.M.、Cochrane,K.L.、Funge-Smith,S.和 Poulain, F.等人。“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第627号，粮农组织（罗马），第628页。

www.fao.org/3/i9705en/I9705EN.pdf。

⁷⁸ Gilbert,P.J.、Taylor,S.、Cooke, D.A.、Deary,M.E.和 Jeffries,M.J.，2021年。“温带池塘沉积物中的有机碳储存量化”，《环境管理杂志》280：111698。<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111698>。

⁷⁹ Taylor,S.、Gilbert,P.J.、Cooke,D.A.、Deary,M.E.和 Jeffries,M.J.，2019年。“景观小池塘的高碳埋藏率”，《生态学与环境前沿》，2019年；第17(1)期：第25-31页。<https://doi.org/10.1002/fec.1988>。

⁸⁰ 老挝农林部和粮农组织，2007年。水生生物多样性和人类营养——以水稻为基础的生态系统的贡献。老挝人民民主共和国农林部和联合国粮食及农业组织，意大利罗马。

www.fao.org/3/i3841e/i3841e.pdf。

⁸¹ Cai,J.、Lovatelli,A.、Aguilar-Manjarrez,J.、Cornish,L.、Dabbadie,L.、Desrochers,A.、Diffey, S.、Garrido Gamarro,E.、Geehan,J.、Hurtado,A.、Lucente,D.、Mair,G.、Miao, W.、Potin,P.、Przybyla,C.、Reantaso, M.、Roubach,R.、Tauati,M.和 Yuan,X.，2021年。“海藻和微藻：释放全球水产养殖发展潜力概述”，粮农组织渔业和水产养殖通函第1229号，粮农组织（罗马）。<https://doi.org/10.4060/cb5670en>。

57. 从短期和长期来看，气候变化都会对水产养殖产生直接和间接影响。温度和盐度增加等较长期的气候驱动趋势更易解决，因为有时间计划和实施适应措施。短期极端天气事件和其他自然灾害较难预测，并诱发对水产养殖产生更严重影响。恶劣天气会破坏基础设施，增加逃逸发生率，导致疾病、寄生虫或有害藻类水华造成生产损失。

58. 水产养殖者将承受气候变化的全部影响，因为其生计不稳定，养殖技术和养殖物种变化，健康、安全和家园面临的风险上升⁸²。归根结底，农场层面减少脆弱性的努力应形成合力；脆弱性评估应在资源允许的范围内尽量细化，以便与渔民更为相关。在降低脆弱性和改善气候变化适应性方面进行能力建设，特别是在目标利益相关方之间进行能力建设，回报远超投资本身。

59. 但降低脆弱性取决于在水产养殖部门以外广泛采取适应措施，亟需将水产养殖管理和适应纳入流域和沿海地区管理。此外，适应气候变化可能是一项复杂工作，面临诸多挑战，尤其是各部门对共同资源的需求往往导致用户冲突。人类对水产养殖的管控水平越高⁸³，越能够更好地管理风险。但要实现所需管控水平，我们必须适当计划和协调，具备良好管理且公平的适应战略，凸显出需精准识别并描述气候变化危害性，预测并评估这些危害带来的风险及其影响。气候变化在物理、化学和生物方面造成各类危害。

60. 已制定若干适应措施，减轻负面变化的影响或提高韧性：改善饲料和饲养方法；根据最佳热极限、溶解氧、pH值和盐度水平，了解物种与生境之间的关系；综合气候变化对资源、实物资产、生计和健康的影响；了解气候变化对粮食体系的影响可能导致需求变化。粮农组织还为利益相关方和决策者开发了一个适应工具箱³¹。制定适应措施必须考虑到多部门国家适应战略。跨界水体也需制定区域适应计划⁸⁴。

61. 但必须指出，目前有关水产养殖部门科学、体制和社会经济方面以及气候变化可能影响的知识和了解，还存在重要差距。这些差距有损适应措施的效力。优化

⁸² 国际粮食主权计划委员会全球平台，“气候变化下的渔业和水产养殖”，2009年12月在哥本哈根举行的《联合国气候变化框架公约》第十五届缔约方大会。http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/en/KCCO-28-05-2009-2/ENG-Brochure-LR.pdf。

⁸³ De Silva, S.和 Soto, D., 2009年。“气候变化与水产养殖：潜在影响、适应与减缓”，参见：K.Cochrane, C.De Young, D.Soto 和 T.Bahri 等人，“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前科学知识综述”，第151-212页，粮农组织渔业和水产养殖技术文件530号，粮农组织（意大利罗马），2017年。

⁸⁴ Dabbadie, L.、Aguilar-Manjarrez, J.、Beveridge, M.C.M.、Bueno, P.B.、Ross, L.G.和 Soto, D., 2018年。第20章：气候变化对水产养殖的影响：驱动因素、影响和政策。参见：Barange, M.、Bahri, T.、Beveridge, M.C.M.、Cochrane, K.L.、Funge-Smith, S.和 Poulain, F.等人，“气候变化对渔业和水产养殖的影响：当前知识、适应和减缓方案综述”，粮农组织渔业和水产养殖技术文件第627号，粮农组织（罗马），第628页。www.fao.org/3/i9705en/i9705EN.pdf。

实施《负责任渔业行为守则》⁸⁵和水产养殖生态系统方法²⁴，能够为取得成功和提高效力奠定良好基础。

62. 因此，相关部门应采用新工具应对不确定性，同时支持新的治理计划和冲突解决计划，动员水产养殖利益相关方参与其中，特别是确保在水资源短缺期间公平获取水资源。还应支持基于准确脆弱性评估的社会保护战略。最后，还应制定应急计划，以及紧急/灾难应对措施^{65,67}。

从COVID-19全球疫情中吸取的教训

63. COVID-19 疫情造成前所未有的社会联系中断，影响粮食供求⁸。这些对工作、收入和粮食供应的影响，放大并加剧了现有的不平等现象。从这次疫情吸取的教训，提供了独一无二的机会进行真正的结构性变革，促使粮食体系更高效、更具韧性、更健康、可持续且公平。

64. 尽管水产食品体系作为整体能够发挥其关键功能，但其脆弱性已经暴露无遗⁸⁶。水产养殖供应链各阶段似乎都容易受到 COVID-19 限制措施的影响，甚至造成停滞。延迟收获导致活鱼存量增加，造成饲养成本更高，鱼类死亡风险更大。部分农民在获得种子、饲料或其他生产投入（疫苗、氧气等）方面也面临困难。现金流和信贷获取是另一项挑战，因为在无收入情况下会产生附加成本，特别是一旦水产养殖客户也受到危机影响，对已交付货物延迟付款。

65. 若干供应链、细分市场、公司、小规模行动方和民间社会已初步显示出更具韧性，而 COVID-19 也凸显出在水产食品部门工作或依赖水产食品部门的若干群体的脆弱性。全球范围内出现的一项新的适应措施是发展直接零售，手段包括互联网订购、送货上门或水产养殖免下车餐馆等。另一项适应措施是加工和冷冻已达销售规格的鱼，保存在冷库中。在 COVID-19 危机期间还有人担忧水产养殖产品（鲑鱼、虾）安全，一度导致市场暂时中断⁸⁷。

⁸⁵ www.fao.org/documents/card/en/c/e6cf549d-589a-5281-ac13-766603db9c03/。

⁸⁶ 粮农组织和世界渔业中心，2021年。COVID-19 影响下的水产食品体系，罗马。
www.fao.org/publications/card/fr/c/CB5398EN/。

⁸⁷ Bondad-Reantaso, M. 等人，2020年。观点：SARS-CoV-2（COVID-19 致病病因）不会感染水生食用动物，也不会污染其产品。<https://doi.org/10.33997/j.afs.2020.33.1.009>。

66. 近期一项研究发现，供应短缺和需求萎缩是诱发负面影响的主要原因。运输产品选择有限是水产养殖价值链最薄弱环节，市场销售阶段是第二个最脆弱环节，由于当地、国家和国际市场关闭以及 HoReCA（酒店、餐馆和餐饮）渠道停用，面临严重中断⁸⁸。

67. **水产养殖**部门许多工人在非正规市场经营，且无社会保险。这些小规模渔民和渔工最容易受到市场中断影响。社会保护是各国政府为减轻 COVID-19 限制措施产生的社会经济影响采取的重要对策。具备社会保护体系的国家最能通过调整现有社会保护计划快速应对 COVID-19 的影响。政府为减轻渔业和水产养殖业收入损失采取的主要社会保护措施是临时现金和实物补助。第二种最常用的计划是投入补贴⁸⁸。

粮农组织和政府的作用

68. 若要通过水产养殖发展提升水产食品体系韧性，政府政策需为资源效率、公平和环境保护提供足够的激励措施²⁰。特别是，为实现可持续发展目标和零饥饿目标，韧性措施需支持粮食安全和生计，同时确保粮食生产系统能够应对长期压力并从冲击中实现恢复。粮农组织为各国提供政策建议、技术咨询和能力建设等支持，这符合本组织韧性战略四大支柱以及水产养殖分委员会提出的建议。

69. 粮农组织、各国政府和/或合作伙伴建议采取以下关键行动，对可能中断水产养殖生产和鱼类供应链的压力源建立韧性：

- a. **了解变化**。监测变化驱动因素和压力源，以便及早发现新风险，减轻影响并控制风险传播。
- b. **创建平台**，确保更广泛地传播并采用具有韧性和适应性的做法（包括《可持续水产养殖准则》），并建立**包容性网络**促进所有利益相关方开展合作研发工作，从而**促进知识交流**⁸⁹。
- c. **采取广泛的系统方法加以整合**。2021年9月24日，水产养殖千年+20全球大会与会者一致通过了《上海宣言》，呼吁将水产养殖与自然环境、农业、捕捞业、林业、旅游业、可再生能源和其他部门以及农业粮食体系相结合，从而提高韧性²⁶。近年来，综合水产养殖理念往往被视为缓解方法，用以遏制密集型水产养殖活动产生的过量营养物质和有机物。这衍生出一些方法，如综合多营养水产养殖或跑道式池塘^{90,91}。

⁸⁸ 粮农组织，2021年，“社会保护对渔业和水产养殖业从 COVID-19 影响中恢复的作用”，罗马。
<https://doi.org/10.4060/cb3385en>。

⁸⁹ 迈向可持续水产养殖指南。

www.fao.org/blogs/blue-growth-blog/towards-sustainable-aquaculture-guidelines/en/。

⁹⁰ 粮农组织，2019年。农业生态学推进综合农业水产养殖特别会议报告，2018年8月25日，法国蒙彼利埃，

- d. **考虑基于区域的管理和空间规划。**改进确定水产养殖适当地点的空间规划，能够减少对外部压力源的脆弱性，并发现与其他资源使用者的潜在冲突。应利用最新信息技术建立空间互动模型，帮助利益相关方更好地预测其适应战略⁹²。
- e. **注重价值链。**支持粮食供应链，避免鱼和鱼品流动和贸易因不符合国际食品安全和质量保证要求而导致中断，确保粮食体系在面临自然灾害和危机时顺利运作。全面看待整条价值链，需均衡关注价值链两端。例如，努力开展各类活动，促进鱼类消费产生惠益，加强终端需求，如开展学校供餐计划和提高消费者对水产食品健康惠益的认识，应与实现生产性和韧性养殖鱼类生产方面的努力不谋而合⁹³。
- f. **利用创新。**建设韧性粮食体系需有效创新，减少整体脆弱性，而非仅应付孤立的压力源。例如，循环水产养殖系统不太容易受到气候变化影响，但可能更易受到供应链中断影响，因为供应链中断会阻碍获取农场投入（饲料、种子、氧气等）或向终端消费者出售。虽然该系统是技术解决方案的一部分，但也凸显出提高韧性的创新必须在系统范围内整体实施。
- g. 应促进**水产养殖数字化**，采用全新气候智能型低成本技术（例如利用信息和通信技术平台开展电子商务），促进生产者和消费者之间对接，或支持精密水产养殖。还应广泛开发持小规模渔民的数字工具，促进更好获取有关渔业投入价格、投入供应商或负责任使用渔业投入技术支持方面的可靠信息。
- h. **认识到水产养殖领域的性别问题。**认识到妇女作为水产养殖价值链上的食品生产者、加工者、销售者和家庭照顾者，在提高韧性方面的具体机会和作用及其脆弱性。应在地方、区域和全球层面考虑自然灾害和 COVID-19 等危机对妇女的影响，同时应确保鱼类价值链上的妇女能够更好地获得支持机制。
- i. **支持获取投资。**制定一揽子援助计划和应急计划，包括帮助中小企业和最易受粮食供应中断影响的社区的具体水产养殖措施，以供纳入国家水产养殖计划。

粮农组织渔业和水产养殖报告第 1286 号，罗马。<http://www.fao.org/3/ca7209en/CA7209EN.pdf>。

⁹¹ www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b4-fisheries/b4-case-studies/case-study-b4-2/en/。

⁹² 粮农组织和世界银行，2010 年。基于生态系统方法的水产养殖分区、选址及区域管理政策简报，罗马。www.fao.org/3/i5004c/i5004c.pdf。

⁹³ 粮农组织和世界粮食计划署，2018 年。《本地学校供餐资源框架综述》，罗马，第 36 页。www.fao.org/3/ca0474cn/CA0474EN.pdf。

征求指导意见

70. 提请分委会：

- 注意到水产养殖对韧性粮食体系的贡献，鼓励成员分享水产养殖进一步促进粮食体系转型的经验；
- 审议建设水产养殖韧性的当前做法，提出改善效力的建议；
- 决定粮农组织开展哪些重点行动，更好地支持水产养殖业转型，促进实现以水产养殖为基础的更具韧性的粮食体系。