

气候变化背景下生物多样性保护与适应机制的协同研究

王多龙

内蒙古自治区巴彦淖尔市生态环境事业发展中心，内蒙古巴彦淖尔

摘要：气候变化通过改变物种生理、重塑生态系统结构与功能、侵蚀遗传多样性等方式，正以前所未有的速度和规模威胁着全球生命系统。与此同时，一个健康、多样的生态系统本身就是抵御气候变化冲击、增强社会生态系统韧性的关键。基于生态系统的适应（EbA）、基于自然的气候解决方案（NbCS）等理念，揭示了保护生物多样性即是投资于气候适应能力的内在逻辑。本文构建了一个从“影响分析”到“机制解析”再到“协同策略”的递进式研究框架，主张通过构建动态保护地网络、推行整合性景观规划、融合传统生态智慧与现代科技等方式，打破传统保护与适应工作的壁垒。

关键词：气候变化；生物多样性；保护；适应机制；协同

Collaborative Research on Biodiversity Conservation and Adaptation Mechanisms under the Background of Climate Change

Duolong Wang

Bayannur City Ecological Environment Development Center, Inner Mongolia Autonomous Region, Bayannao, Inner Mongolia

Abstract: Climate change is threatening the global life system at an unprecedented speed and scale by changing species physiology, reshaping ecosystem structure and function, and eroding genetic diversity. At the same time, a healthy and diverse ecosystem itself is the key to resisting the impact of climate change and enhancing the resilience of social-ecological systems. Concepts such as ecosystem-based adaptation (EbA) and nature-based climate solutions (NbCS) reveal the inherent logic that protecting biodiversity is investing in climate adaptation. This paper constructs a progressive research framework from “impact analysis” to “mechanism analysis” to “synergistic strategy”, advocating breaking the barriers of traditional conservation and adaptation work by building a dynamic protected area network, promoting integrated landscape planning, and integrating traditional ecological wisdom with modern technology.

Keywords: Climate change; Biodiversity; Conservation; Adaptation mechanism; Synergy

* 作者简介：王多龙，1979年8月，男，汉，内蒙古巴彦淖尔市，内蒙古自治区巴彦淖尔市生态环境事业发展中心，高级工程师（副高），大学本科，研究方向：生态修复。

1 引言

当今世界正处在一个由气候变化与生物多样性锐减共同定义的关键历史节点上。这两大危机并非孤立存在，而是相互关联、相互加剧的复杂系统性挑战。政府间气候变化专门委员会（IPCC）与生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台（IPBES）的联合报告明确指出，忽视任何一个危机都将无法成功解决另一个。传统的生物多样性保护策略，多侧重于划定静态的保护区，以应对栖息地丧失和过度开发等直接威胁，但在气候变化这一持续、动态且无孔不入的驱动力面前，其有效性正经受严峻考验。物种的适生区正随气候带漂移，原有的保护边界可能在未来变得不再适宜[1,2]。

2 气候变化对生物多样性的深远影响

2.1 物种生理与分布的变迁

全球温度的持续升高，直接挑战着物种的生理耐受极限。许多物种，特别是那些对温度敏感类群（如珊瑚、两栖动物），正面临着越来越大的生存压力。超出其生理阈值的极端高温事件，可直接导致大规模死亡。更为普遍的是，气候变化引发的物候改变，即生物生命周期事件（如开花、迁徙、繁殖）时间点的变化。物候的不同步，例如植物开花时间提前，而其授粉昆虫的活跃期未能相应调整，将导致协同进化关系的脱钩，进而影响物种的繁殖成功率和种群的稳定性。

在此背景下，物种为了寻找适宜的气候环境，被迫进行地理分布上的“大迁徙”。这种迁移通常表现为向更高纬度或更高海拔的地区移动。然而，迁移之路充满坎坷。首先，并非所有物种都具备同等的迁移能力，移动缓慢的物种（如某些植物和土壤生物）可能因无法跟上气候变化的速度而被“甩在后面”。其次，地理障碍（如山脉、城市、农田）会阻断迁移通道，形成“生态陷阱”。最后，即使物种成功抵达新的区域，它们也必须面对全新的竞争者、捕食者和病原体，能否成功立足仍是未知数，这种过程极大地增加了物种的灭绝风险。

2.2 生态系统结构与功能的重塑

物种层面的变化累积起来，必然导致生态系统层面的结构重塑与功能紊乱。由于不同物种对气候变化响应存在差异，原有的群落组成被打破。耐热、耐旱的物种可能扩张，而敏感物种则衰退或消失，这一现象导致生态系统同质化趋势加剧。这种物种的“优胜劣汰”并非总是良性的，一些关键物种的丧失，如顶级捕食者或关键的授粉者，可能引发级联效应，导致整个食物网的崩溃。

生态系统的功能也随之发生深刻改变。例如，持续的海洋酸化和升温导致全球范围内的珊瑚白化事件，使曾经生机勃勃的珊瑚礁生态系统（被誉为“海洋中的热带雨林”）退化为贫瘠的“水下荒漠”，其提供的渔业资源、海岸保护等关键生态系统服务也随之丧失。同样，森林生态系统受到干旱、火灾频率增加的威胁，部分地区甚至面临从森林到稀树草原的“生态系统转型”风险，这将彻底改变区域的碳循环、水循环和生物气候条件。这些变化不仅削弱了生态系统自身的稳定性，也直接威胁到依赖这些服务的人类社会的福祉[3]。

2.3 遗传多样性的侵蚀与丧失

在物种和生态系统之下，遗传多样性是生物适应环境变化的最终“储备库”。气候变化作为一种强大的自然选择压力，正在对物种内的遗传资源进行筛选作用。在短期内，这可能导致适应新气候条件的基因型频率增加，是一种适应性进化的表现。然而，长远来看，持续且强烈的选择压力，特别是伴随着种群规模的急剧缩小，会大量淘汰那些不适应当前环境的等位基因，导致种群遗传多样性显著下降。

遗传多样性的丧失，意味着物种失去了应对未来更多变环境的“基因工具箱”。一个遗传上均质化的种群，在面对新的病虫害爆发、极端气候事件或其他环境突变时，将表现得异常脆弱，更容易走向局部灭绝甚至完全灭绝。对于农业和渔业而言，野生近缘种和地方品种中蕴含的丰富遗传多样性，

是未来育种以应对气候变化、保障粮食安全的关键资源。气候变化对这些宝贵基因资源的侵蚀，无疑是在釜底抽薪，削弱了我们应对未来不确定性的根本能力。

3 生物多样性在气候适应中的核心作用与机制

3.1 基于生态系统的适应 (EbA) 的理论基石

“基于生态系统的适应” (Ecosystem-based Adaptation, EbA) 这一概念，是理解生物多样性在气候适应中作用的理论核心。EbA指的是利用生物多样性和生态系统服务作为适应气候变化不利影响的整体战略的一部分，以帮助人们适应气候变化。其本质在于，承认并利用健康的生态系统所具有的天然缓冲和调节能力。

例如，在内陆地区，维持森林和湿地的健康，能够有效调节区域小气候、涵养水源、在旱季释放水流、在雨季吸收洪峰，从而降低旱涝灾害的风险。在沿海地区，保护和恢复红树林、盐沼和珊瑚礁，可以形成一道天然的海岸屏障，有效削弱风暴潮和海浪的冲击力，其成本远低于修建灰色海堤，且能同时提供渔业产出、旅游价值和碳汇等多重效益。在城市中，增加绿地、公园和屋顶绿化等“绿色基础设施”，不仅能缓解热岛效应，还能改善空气质量、管理雨水径流，提升居民的身心健康。生物多样性正是这些生态系统功能得以实现的生物学基础。物种的多样性、功能群的多样性确保了生态系统在面对扰动时，其关键功能不会因少数物种的缺失而中断[4]。

3.2 提升生态系统韧性与恢复力

生物多样性与生态系统的韧性——即系统在遭受干扰后吸收冲击、自我组织并恢复其原有结构和功能的能力——之间存在着紧密的联系。这一关系可以通过“保险假说” (Insurance Hypothesis) 来理解。一个物种丰富的生态系统中，不同的物种可能扮演着相似的功能角色 (功能冗余)。当环境变化导致某些物种衰退时，功能相似的其他物种可以填补其生态位，从而维持整个生态系统功能

的稳定。

这种由生物多样性支撑的韧性，在气候变化背景下显得尤为重要。气候变化将引发更频繁、更强烈的极端事件 (如干旱、洪水、热浪)。在多样的农田生态系统中，混合种植多种作物或品种，其抵抗病虫害和极端天气的能力通常强于单一作物的大农田。同样地，一个物种组成丰富的森林，在遭受火灾或病虫害后，其自然恢复的速度和潜力也远高于人工纯林。因此，保护和提升生物多样性，就是在为我们的自然和社会系统购买一份应对未来不确定性的“生态保险”。

3.3 维系人类福祉与社会经济系统的稳定

生物多样性通过其提供的生态系统服务，直接或间接地支撑着人类社会的福祉和经济的稳定。在气候变化加剧的时代，这些服务的“托底”作用更加凸显。农业生产高度依赖于生物多样性提供的授粉、害虫天敌、土壤肥力维持等服务。气候变化已经对这些服务构成威胁，而保护传粉昆虫及其栖息地，推广生态农业，正是保障粮食安全的重要适应策略。

水安全同样如此。流域内的森林、草地和湿地生态系统是天然的“净水厂”和“蓄水库”。保护这些水源涵养区的生物多样性，就是保障下游数百万乃至数亿人口的饮用水安全和工农业用水供给，尤其是在气候变化导致降水格局愈发不稳定的情况下。此外，许多地方社区，特别是原住民和传统社区，其文化、生产和精神信仰与周围的生物多样性紧密相连。保护生物多样性，也是在维护文化多样性，增强这些社区的社会韧性，使其能够更好地传承和应用其独特的传统生态知识来适应环境变迁。

4 保护与适应的协同策略与路径探索

4.1 动态保护地网络构建与管理

面对物种因气候变化而发生的分布区迁移，传统的、边界固定的“静态”保护区模式已显不足。未来的保护体系需要向“动态”和“连通”转型。这意味着不仅要保护现有的生物多样性热点地区，

更要识别和保护那些未来可能成为物种“气候避难所”的区域。核心策略在于构建一个由核心保护区、生态廊道和缓冲带组成的、具有高度连通性的保护地网络。生态廊道，如河滨林带、山脉间的植被走廊，是确保物种能够安全迁移、进行基因交流的生命线。在规划层面，需要利用气候模型和物种分布模型，预测物种未来的迁移路径，并优先在这些路径上建立和维护廊道[3]。管理上也需更具适应性，例如，根据气候变化对生态系统的影响，动态调整保护区的管理目标和措施，从单纯的“保护”转向积极的“引导适应”。

4.2 整合性景观与空间规划

生物多样性保护和气候适应不能仅仅局限于保护区之内。绝大多数土地和海洋是由人类主导的“生产性”景观（农田、牧场、人工林）和“建成”景观（城市、基础设施）所构成。因此，必须将协同理念融入到更宏观的景观与空间规划之中。

这意味着在农业区域，推广农林复合系统、保护田埂和零星生境、减少农药化肥使用，可以在保障粮食产出的同时，为生物多样性提供栖息地，并增强农田的保水、固碳能力。在林业管理中，应从单一追求木材产量的纯林模式，转向以近自然经营为目标的混交林、复层林模式，提升森林的生态稳定性和多功能性。在城市规划中，大力推广“海绵城市”和城市生态网络建设，将绿色基础设施作为城市发展的有机组成部分。在海洋管理中，建立涵盖不同栖息地类型的海洋保护区网络，并对渔业、航运、能源开发等活动进行空间规划，以最大限度地减少对海洋生态系统的累积影响。

4.3 基于自然的气候解决方案（NbCS）的推广应用

“基于自然的气候解决方案”（Nature-based Climate Solutions, NbCS）是一个比EbA更广阔的概念，它不仅包括适应，还强调了利用自然生态系统实现温室气体减排和碳汇增强的巨大潜力。这是实现保护与气候目标协同的最直接、最有效的路径。

保护和恢复森林、泥炭地、湿地和红树林等

富碳生态系统，是NbCS的核心。这些生态系统储存着巨量的碳，保护它们免遭破坏，就是避免了大量的碳排放。而通过植树造林、湿地恢复等措施，可以从大气中吸收并固定更多的二氧化碳。这些行动在带来巨大大气减缓效益的同时，其本身就是生物多样性保护和恢复的直接行动，并能产生显著的气候适应协同效益，如：水源涵养、水土保持和防灾减灾等。因此，将NbCS纳入国家自主贡献（NDCs）和长期气候战略中，并为其提供充足的资金和政策支持，是推动协同增效的关键一步。

4.4 传统生态智慧与现代科技的融合

在探索协同路径的过程中，不应忽视人类社会自身的多样性，特别是原住民和地方社区所持有的传统生态知识（TEK）。这些知识体系历经数代人的传承，蕴含着对特定地域生态系统动态变化的深刻理解和可持续利用的智慧，本身就是一种活动的适应性管理体系。例如，许多传统农业系统就包含了丰富的物种和品种多样性，以及应对气候波动的轮作、间作技术[5]。

将这些宝贵的在地知识与现代科学技术（如遥感监测、气候模拟、基因分析）相结合，可以产生强大的合力。现代科技能够提供宏观尺度上的数据和预测，而传统知识则能提供精细化的、经过长期实践检验的地方性解决方案。通过建立尊重、平等的伙伴关系，让社区成为保护和适应行动的共同设计者和实施者，不仅能提升方案的在地适宜性和有效性，还能确保行动的公平性和文化敏感性，真正实现人与自然的和谐共生。

5 结论

政策的惯性、资金的短缺、认知的偏差依然是巨大的阻碍。迈向真正的协同增效，需要前所未有的政治意愿、制度创新、金融动员和全社会参与。这不仅仅是科学家和环保主义者的任务，更是每一位政策制定者、企业家和公民的共同责任。最终，我们追求的不仅仅是在一个变化的世界中“幸存”，而是在一个尊重自然、顺应自然、保护自然的框架

内, 共同创造一个既能应对气候挑战, 又能让万物共生的、更具韧性和活力的未来。

参考文献

- [1] 程盈盈, 张文瑶, 刘颖, 等. 气候变化下生物多样性模拟不确定性的定量分解[J/OL]. 水土保持学报, 1-9[2025-06-08].
- [2] 铁铮, 郭常西. 生物多样性保护与应对气候变化息息相关[J].

绿色中国, 2024, (24): 32-34.

- [3] 李佳瞳. 气候变化下海洋生物资源损害救济研究[D]. 上海师范大学, 2024.
- [4] 陈义. 气候变化背景下的生物多样性保护与污染治理路径探索[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(19): 158-160.
- [5] 韩凌月, 周书悦. 气候变化视角下生物多样性保护法律问题研究[J]. 华北水利水电大学学报(社会科学版), 2024, 40(04): 85-92.

