



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

中国水利水电科学研究院 主编：孟志敏 责编：孟圆 刘一帆

2021
12
总304期

生态系统修复：
与人类、自然和气候息息相关



生态系统修复： 与人类、自然和气候息息相关

“联合国生态恢复十年”倡议、联合国环境署、联合国粮农组织特别报告

观点1

各国应履行承诺，恢复十亿公顷的退化土地，并对海洋和沿海地区采取同样的保护措施。

履行这些承诺并不单单是为了完成任务。恢复土地对于将全球温升控制在2°C以下，确保不断增长的人口的粮食安全和减缓物种灭绝速度而言至关重要。人类并非独立于自然之外，而是自然的一部分，因此我们需要同赖以生存的生态系统重新建立和谐关系。

观点2

很遗憾，人类仍然迷途未返。

从海洋到森林再到农田，全球的生态系统均面临着退化的威胁，很多地区的退化速度还在不断加快。在这种困境面前，首当其冲的是贫困人口、妇女、原住民等其他边缘群体。而新冠肺炎疫情无异于雪上加霜，加剧了不平等现象。尽管退化原因多样且复杂，但有一点可以确定：近几十年的大规模经济增长是以牺牲生态健康为代价换来的。

观点3

实现可持续发展目标，需大规模修复生态系统。

保护现有的健康的生态系统固然重要，但已远远不够。人们在利用相当于1.6个地球的资源维持当前的生活，生态系统已然超负荷。只有增加自然生态的覆盖，才能解决这一问题。所幸，大自然具有非凡的修复能力。尽管有些生态系统已然接近无法修复的临界点，但只要我们立即停止破坏，努力修复和保障生态系统的健全性、生物多样性和生产服务能力，大部分的生态系统就能重新焕发生机。

观点4

修复生态系统能够带来诸多效益。

生态系统修复作为基于自然的解决方案，是应对生态挑战的最重要措施之一。

- 全球一半以上的GDP产值依赖于自然，每投资一美元用于修复生态，就能创造30美元的经济效益。
- 修复可提供生产服务的生态系统对于保障粮食安全至关重要。仅靠发展混农林业就有望为13亿人口的粮食安全提供保障。恢复海洋鱼类种群、实现可持续的产量最大化，能够使渔业产量增加1650万吨，年产值达320亿美元。

- 实现将全球温升控制在2°C以内，亟需采取行动防止、遏制和扭转生态退化，由此到2030年可实现所需缓解程度的三分之一。其中涉及针对约25亿公顷森林、作物和牧场开展的管理优化举措（通过恢复和预防退化）以及恢复逾2.3亿公顷的自然植被。
- 大规模投资旱地农业、红树林保护和水管理能够极大增强抵御气候变化的韧性，产生的效益约为原始投资的四倍。
- 通过审慎规划，在防止自然生态系统继续退化的同时，恢复15%的已退化土地就能够挽救60%的濒临灭绝的物种。

观点5

成功实现大规模生态系统修复需要深刻的变革，其中包括：

- 将共同富裕（inclusive wealth）作为衡量经济发展的更恰当的标准。为此，需要广泛进行自然资本核算。
- 为私营部门的投资创造有利环境，包括建立公私合作关系。
- 增加生态修复项目的投资力度，包括取消对加剧生态退化和气候变化产业的不当补贴，以及提高公众对生态系统退化危害的认识。
- 杜绝食物浪费，提高农业用地利用效率，并鼓励向更偏向植物性的饮食转变。
- 借助教育体系增强对健康生态系统重要性的认识。

观点6

每个人都可以为生态系统修复出一份力。

大规模修复生态系统并非易事，需要全民共同努力。“联合国生态系统恢复十年”倡议旨在推动由地方社区、活动家、妇女、青年、原住民团体、私营公司、金融投资者、研究人员和各级政府共同参与的全球运动。

恢复生态的意义在于它传达了积极行动和希望的信号。恢复生态的规模不限，无论是自家后院、城市公园、河谷、国家森林还是全球范围内都受到威胁的生态系统。这就意味着，每个人都可以参与其中。

观点7

实现联合国十年计划的目标，需要广泛的动员。我们呼吁：

- 各国政府应确保在COVID-19国家复苏计划中给予生态系统恢复一定的投资比重，作为实现绿色、可持续和更广泛的恢复的核心组成部分。目前，仅有18%的经济刺激计划可以称得上“绿色”。
- 各方应履行其在《里约公约》（Rio Conventions）和《波恩挑战》（Bonn Challenge）中做出的承诺，恢复十亿公顷的土地。
- 致力于沿海和海洋恢复工作的捐助方和机构应制定和实现的目标至少不低于《波恩挑战》所列的水平。
- 共和私人金融机构和监管机构应制定并强化实施工具和机制，确保资金流将用于支持恢复工作。
- 世界各地的原住民和地方社区应充分利用知识、经验和行动力，助力实现恢复目标。
- 青年组织应在地方、国家和全球生态系统恢复行动中发挥积极的领导作用，踊跃参与联合国十年计划的管理和实施。

什么是生态系统恢复？

生态系统恢复是指通过遏制和扭转退化过程，改善生态系统服务和恢复生物多样性。生态系统恢复涉及采取广泛、长期的措施，具体视当地条件和社会选择决定。

根据具体目标不同，生态系统恢复可遵循不同的顺序：

- 从已退化的自然生态系统到更完整的自然生态系统（通常通过促进自然再生）。
- 从已退化的、已改造的生态系统到功能更强的已干预的生态系统（如城市地区和农田的恢复）。
- 从已改造的生态系统到更自然的生态系统，前提是不得损害依赖该生态系统的人们的权利和需求。



全球生态系统的现状

人类活动正在导致生态系统严重退化。从农田到森林，从山脉到海洋，大自然的多样化生态系统（包括自然的和已改造的）遭到破坏的速度已经超过其自我修复能力。这意味着这些生态系统的完整性、生物多样性和提供基本服务的能力逐步丧失。

生态系统中，生物多样性丧失和退化大多是由土地或海洋使用变化、直接开发、气候变化、污染和入侵物种等直接原因造成的，而人口和经济等间接因素相互作用，加剧生物多样性的丧失和退化。尽管不同生态系统退化的具体原因各不相同，但总体而言，过度捕捞对海洋的影响最大，而因农业、林业和城市化发展导致的土地使用变化对陆地和淡水生态系统的影响最大。

根据国际自然保护联盟（IUCN）的《全球生态系统分类体系2.0》，联合国十年计划重点关注八大类生态系统。这些生态系统存在一定程度的重叠，例如，部分草原或森林也是泥炭地，而这三种生态系统都可能出现在山区。本章将概况各类生态系统，包括人类和其他物种从中获得的利益，以及是如何退化的。

2.1 农田

农田维持着人类的生计，供给食物、纤维和其他基本农产品，提供生物多样性栖息地、经济机遇以及精神和文化效益。全球至少有20亿人依靠农业维持生计，尤其是贫困和农村人口，我们90%以上的热量和蛋白质都源自于土地。

农田退化导致作物和牲畜产量不断降低。尽管农田退化通常涉及土壤受损问题，但也有可能是因为起到害虫控制和作物授粉作用的野生物种消失。全球约有80%的可耕地受到诸如干旱、植被减少、土壤盐碱化和土壤碳流失等至少一种退化形式的影响。仅土壤侵蚀一项就影响了全世界大约五分之一的农田。据估计，2001年至2012年期间土壤侵蚀比例增加了2.5%，主要原因是森林砍伐和耕地扩张。据估计土地退化可能导致全球粮食生产力下降12%，最终造成2040年粮食价格可能会飙升30%。欧盟国家约有1200万公顷耕地遭受严重侵蚀，每年造成价值12.5亿欧元的农业生产力的损失。在美国，据估计玉米田土壤肥力下降导致农民每年因额外施肥耗资超过5亿美元。在中国，仅有14%的土地面积适合农作物生产，50%以上的耕地发生了退化。

世界各地的生态系统负担过重



2.2 森林

森林可以调节气候，吸收大气中的碳（2001年至2019年期间，每年吸收合计约 -15.6 ± 49 千兆吨二氧化碳当量[GtCO₂e]），为80%的两栖动物、75%的鸟类和68%的哺乳动物提供栖息地。森林能促进降水、调节溪流、增加地下水补给，并为世界三分之一的大城市提供饮用水。食物、住所、能源、药品以及共约8600万个相关工作岗位都由森林提供。

虽然近年来森林砍伐速度放缓，但在2015年至2020年间，全球每年损失约1000万公顷森林。如果继续保持这种损失速度，截止2050年全球森林面积可能会缩减2.23亿公顷。每年平均有1.22亿公顷的森林遭受火灾、虫害、疾病、入侵物种、干旱和恶劣天气事件。森林退化可能导致17.5亿生活在森林中或其周边的人口受到影响，其中包括原住民和当地社区、小农户和在正规或非正规森林企业工作的人员。

森林退化导致洪灾风险增加，加之生态系统破坏的影响，两者共同导致人类与野生动物之间的冲突加剧。疟疾等病媒传染疾病和动物传染疾病，如新冠肺炎和埃博拉的爆发也与森林退化有关。此外，森林退化对气候的影响巨大：2001年至2019年，森林砍伐、伐木和其他活动干扰致每年增加 8.1 ± 2.5 千兆吨二氧化碳当量排放。

2.3 淡水

大约三分之一的脊椎动物物种和地球上百分之十的全部已知物种都栖息于淡水体，另外还有很多栖息于湿地。淡水生态系统支持着内陆渔业供给食物，提供饮用水、农业和工业用水，以及货物运输。淡水能够调节水质和区域气候，帮助抵御洪水。森林和水是息息相关的，全球约75%的可用淡水源自森林流域。全世界约有14亿人的生计直接依赖于水，其中涉及与食品和饮料、能源和水行业有关的工作。

淡水生态系统的完整性以及其提供生态系统服务的能力正日益受到威胁。在过去100年中，全世界用水量增加了近600%。预计到2050年，全球需水量将比2010年增加20-33%。利用淡水进行发电和灌溉能够提供经济效益，但也会对下游的环境和社会经济造成影响。农业用水占全球淡水足迹的92%，29%的农业用水直接或间接用于动物生产。自1900年以来，湿地退化比例高达64-71%。虽然欧洲湿地损失率已放缓、北美的湿地损失率自20世纪80年代以来也持续降低，但在亚洲，由于沿海和内陆自然湿地的大规模和快速转变，致使湿地损失率一直居高不下。淡水生态系统的退化和过度抽取导致水资源匮乏，全世界有5亿人常年面临严重缺水问题。

实例

农业消耗大量淡水资源。在中亚的咸海地区，这一问题尤为突出。咸海曾是世界上第四大淡水湖，表面积达到6.8万平方公里，而现在却只剩十分之一。20世纪60年代，大规模建设灌溉基础设施将其源头河流引向棉花和其他作物，导致剩余水源和干涸土地受到污染和盐渍侵害（地球观测站）。当地居民持续遭受粮食安全、失业和健康问题影响。

2.4 草地、灌木地和稀树草原

大多数草原、灌木地和稀树草原大多见于旱地，有部分见于凉爽和潮湿地区。各大陆都有旱地存在，但在非洲和亚洲地区最为常见。旱地还包含极端干旱沙漠地区。尽管旱地的生产力通常较低，但却支持着超过17.5亿人的生计，其中还有大量的贫困人口。仅在东非，就有超过2.5亿人依靠旱地为生。旱地储存土壤有机碳，有助于缓解气候变化。另外还可以用来储存水源和调节水、提供木柴、木材和木炭，以及牲畜饲料。旱地栖息着独特的野生动物，是生物多样性热点地区。

过度开发给这类生态系统带来严峻挑战。据估计，农业发展已经清除或改造了全球70%的草地和50%的稀树草原。在欧洲，几乎一半的草地处于保护“不良”状态，人为管理的草地的不良状态率更高（68%）。草地和稀树草原的退化对原住民和少数民族社区的文化和生计造成冲击。

实例 1

在20世纪，加拿大西部约有2900万公顷草原被改造为农田；且每隔一年、已犁过的土地还会休耕、任由大风刮过，导致土壤有机碳损失达25%。20世纪30年代严重的风蚀事件导致该地区大量耕地废弃（生物多样性和生态系统服务政府间科学平台2018年）。

实例 2

兴都库什喜马拉雅山脉（HKH）是亚洲十大河流系统的源头，也是南亚主要的淡水来源。兴都库什喜马拉雅山脉的生态系统服务维持着该地区约2.4亿人的生计，并使下游约17亿人受益。全球变暖是兴都库什喜马拉雅山脉发生变化的关键因素。预计在21世纪，冰川退缩量高达90%。永久冻土退化会破坏山坡稳定性，改变水文环境并影响其底层构造。兴都库什喜马拉雅山脉还面临着自然资源过度开发、土地使用和土地覆盖变化所导致的环境退化威胁。

2.5 山区

全球大约一半的生物多样性热点地区属于山区生态系统。山区生态系统与当地民众的生计息息相关。它为低海拔区居民提供关键的生态系统服务，包括淡水、木材和休闲机会等。山区生态系统被誉为“世界水塔”，满足了全球一半人口的淡水需求。例如，肯尼亚山为700多万人提供水源，而安第斯山脉则为9500多万人提供水源。山区也提供诸多粮食资源：在贡献了世界80%的加工食物的20种植物中，有6种（玉米、土豆、大麦、高粱、西红柿和苹果）产自山区并实现了多品种化。

山区生态系统的退化正危及作物生产、畜牧业和粮食安全。全球范围内，有3.11亿人口（约占发展中国家山区人口的一半）所生活的地区的土地正逐渐退化。其中，1.78亿人属于易受粮食安全问题影响人群。在过去的200年里，仅冰川湖爆发引发的洪水就曾在欧洲造成至少400人死亡，在南美洲造成至少5700人死亡，在亚洲造成至少6300人死亡，且随着气候变化，新冰川湖的数量正在增加。雪和冰川变化影响部分流域的径流，而河流径流的变化又会影响当地的水资源和农业。

2.8 城市地区

城市化是全球经济的关键驱动力，也是评价经济发展的有力指标。城市地区贡献了全球约80%的GDP，促进了贸易和商业发展，也是创新的孵化器。城市能够在提高生活水平和减少贫困方面发挥关键作用；如果管理得当，能够提供良好的家园、社交机会、清洁空气和水、食物和气候调节。绿色屋顶、绿化带等城市内部和周边的“绿色基础设施”，都有助于维持此类服务的可持续性。例如，行道树能够使夏季最高气温降低0.5-2.0℃，受益人口至少达到6830万人。除气候调节外，绿色和蓝色基础设施还有助于调节水和减少污染，以及提升人类福祉。城市内的城市公园、花园和恢复景观（如工业园区、铁轨和住宅区）也为增加生物多样性提供机会。

然而，无效城市规划和管理也造成了社会经济不平等和环境质量恶化。目前有16亿人生活在不宜、不宽敞和不安全的住房中。尽管城市地区的供水和卫生设施通常优于农村地区，但自2000年以来，无法获得安全管理的饮用水的城市居民人数增加了50%以上。城市地区还会产生大量的废物和有害排放。据估计，城市产生的碳排放占全球总量70%，并且消耗了世界三分之二的能源。空气污染带来健康风险：在有空气污染监测的城市地区，80%的居民暴露在超过世界卫生组织指导方针规定的空气质量水平中。

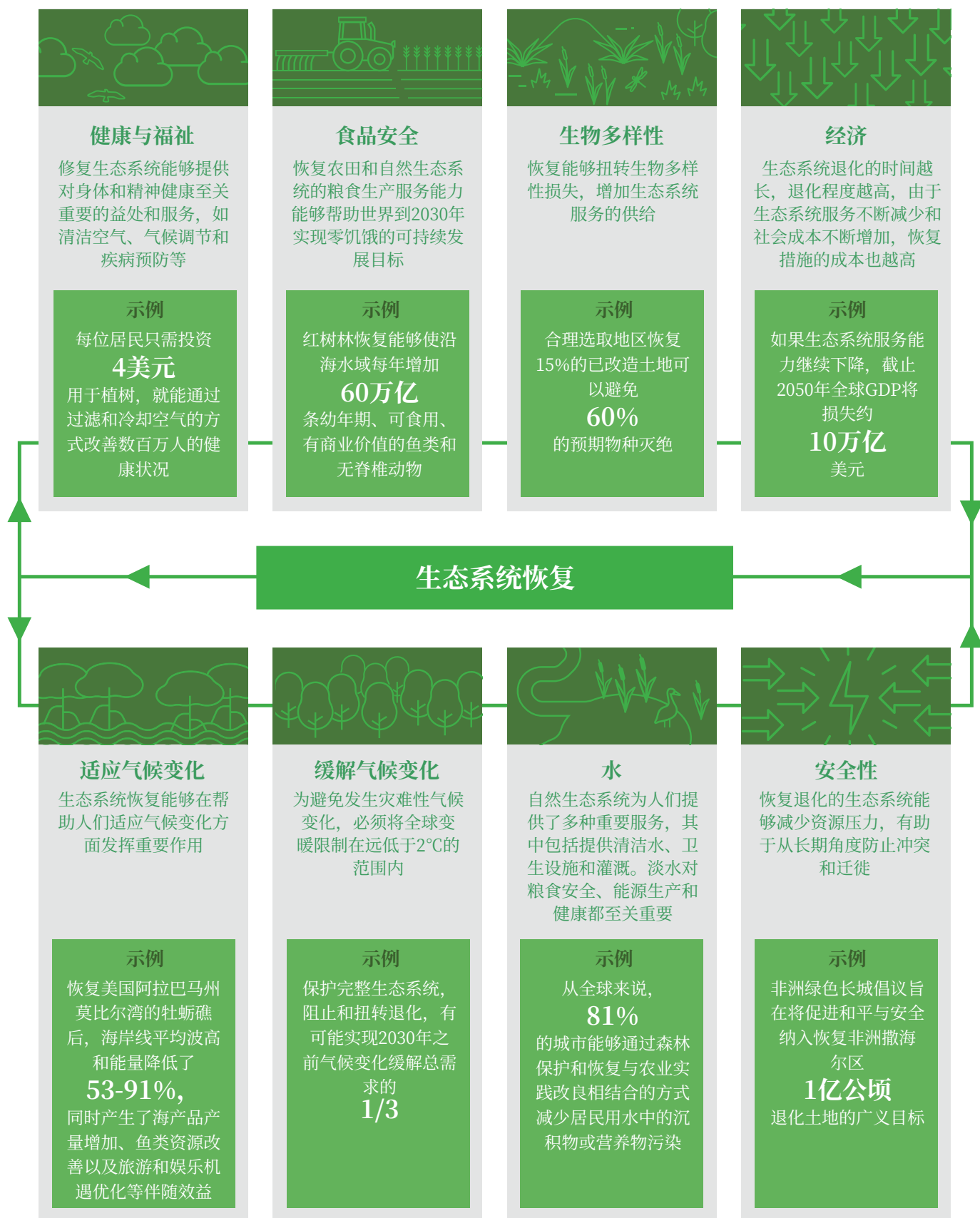
生态恢复的重要意义

人类需要与赖以生存的生态系统重新建立和谐关系。生态系统恢复绝不是完成一项任务，而是对缓解气候变化、确保不断增长的人口的粮食安全和阻止生物多样性丧失至关重要的行动。通过能源系统去碳化来减少排放，根本不足以将全球平均温升控制在2℃以下。我们还需要采取基于自然的解决方案，比如生态恢复。

贫困，在一定程度上是土地退化造成的后果，在某些情况下会加剧对生态系统的破坏。性别不平等在与土地退化致贫中的矛盾尤为突出。在发展中国家，农业是妇女最重要的收入来源，也正因为此，她们受土壤退化、不可预测降雨和迁徙的影响也最大。虽然妇女往往包揽了环境杂务工作，但缺乏保障的土地权会增加土地退化的风险，这反过来又会使妇女和女童面临的性别相关挑战加剧（例如她们被迫走更远去拾柴）。退化对直接依靠自然资源谋生的原住民和当地社区的影响大于其本身，这威胁到年轻人和老年人、妇女、穷人、原住民、慢性病人群以及种族主义歧视对象的健康。

恢复退化的生态系统在推动实现可持续发展目标方面都具有巨大潜力，通常可以同时助力多个目标的实现。本章阐明了恢复生态系统对全球经济、食物和水、健康、减缓和适应气候变化、安全以及地球物种多样性的重要性；还讨论了如何平衡协同作用和得失取舍。

世界各地的生态系统负担过重



3.1 经济

经济和社会发展植根于自然。生态系统除了提供经济中生产和消费的各种商品和服务外，还提供这一系列广泛的基本服务。

人类在依赖于服务的同时，又在持续削弱生态系统提供这些服务的能力。2021年《达斯古普塔评估报告》指出，这是市场和机构在将生态系统价值纳入决策时普遍犯下的错误。因为我们已经“免费”获得了生态系统提供的许多服务，以不可持续的方式利用生态系统，但却没有对其进行投资。结果导致目前经济和社会对生态系统服务的需求已经远远超过了生态系统的供应能力。简而言之，我们需要更多的自然环境资源支撑生活和发展。

近年来的经济发展让人们的物质生活水平大幅提高。然而，这种以生物多样性和生态系统服务丧失为代价的经济发展轨迹是不可持续的。对于低收入国家而言尤甚，因为这些国家的人民更直接地依赖生态系统及其对经济、生计和人类福祉的贡献。

生态系统恢复对于经济可持续发展至关重要。《达斯古普塔评估报告》指出，投资生态系统，促进生态系统的服务供能力是向经济可持续发展道路过渡的关键。这就需要建立有利于将金融投资引向提高生态系统资产存量的经济活动的环境（达斯古普塔评估报告2021年）。最能体现此类投资的潜在经济回报的措施包括：

- 恢复中美洲和印度尼西亚的珊瑚礁，每年可额外提供约合25-26亿美元的生态系统服务效益。
- 将红树林覆盖范围恢复至1980年代以前的40%-100%，每年可增加约合19-30亿美元的商业渔业产量。
- 恢复海洋鱼类种群，使其达到可持续产量的最大化，能够使渔业产量增加1650万吨，年产值达320亿美元。
- 大规模投资旱地农业、红树林保护和水管理能够增强气候变化的韧性，产生四倍于原始投资的效益。

不作为将会付出更大的代价。全球一半的GDP依赖于自然，如果生态系统服务能力继续下降，那么截至2050年，全球GDP损失将达约10万亿美元。在生态系统恢复方面每投资一美元，可创造高达30美元的经济效益。因此，如果要避免重大经济损失，亟需迅速采取行动恢复生态系统。

生态系统恢复能够创造就业机会。目前，预计仅有18%的针对疫情后复苏的投资有助于提高可持续性。促进向生态系统恢复过渡的投资可成为创造就业机会的有力手段，在重建自然资本的同时支持经济复苏。例如：

- 美国对大规模景观级生态恢复的投资所创造的就业机会至少是对石油和天然气部门等额投资的两倍。
- 新西兰已拨付11亿新西兰元的恢复资金用于11000个与恢复相关工作岗位。
- 埃塞俄比亚计划通过种植50亿棵树苗，实现截止2030年将其森林覆盖率提高一倍，从而创造绿色就业机会的目标。

A person wearing a blue shirt, shorts, and a backpack is walking away from the camera across a suspension bridge. The bridge is made of metal grates and has chain-link railings. It is surrounded by dense, lush green tropical forest with many trees and hanging vines. The scene is bright and sunny.

实例

自20世纪80年代以来，哥斯达黎加通过生态恢复将森林覆盖率增加了一倍，同时其国民收入也增加了两倍。通过向土地所有者支付碳封存和流域保护等生态系统服务费用，从经济方面激励土地所有者恢复和保护其自然资源，从而扭转了森林被砍伐的局面。目前哥斯达黎加生态旅游行业先行者；其旅游部门占国内生产总值的6%，且每年增长6%，提供7%的就业岗位。

3.2 食品安全

2030年实现可持续发展目标2（零饥饿）需要保障生产性的生态系统的健康和生物多样性，以及人类赖以生存的鱼类和其他野生种群健康。

在农业用地方面，能够促进生态系统修复的方法多种多样，其中包括生态农业、气候智能和保护性耕作方法、有机耕作、可持续土地管理和集约化、综合生产系统、再生农业和生物创新。单纯混农林业一项就有望为13亿人的粮食安全提供保障，且可以减少50%的土壤侵蚀、增加21%的土壤碳、46%的无机氮、11%的磷。创新解决方案，如利用土壤和植物微生物的功能，强化自然生物修复过程，从而解决土壤污染问题。通过生物刺激（开展促进现有微生物群的行动）和生物增强（添加新微生物降解特定污染物）强化此类自然过程。

红树林、沿海和海洋生态系统以及淡水生态系统恢复都有助于实现粮食安全目标。水生系统恢复措施包括转变破坏生态系统的管理和生产过程（如过度捕捞、渔具造成的生境破坏、为保障水产养殖砍伐红树林），以及其他行业的类似转变（例如降低农业径流对水质和流量的影响，或沿海开发对海草和珊瑚礁的影响）。根据红树林恢复潜力图，在105个国家和地区恢复红树林，每年可以为沿海水域增加超过60万亿条有商业价值的幼鱼和无脊椎动物。

实例

印度的“绿色革命”虽然提高了粮食产量，但造成包括土壤退化、径流和水消耗增加在内的一系列后果。为了解决农业发展不可持续的问题，安得拉邦正在推广零预算自然耕作。该方法基于最新生态学科学研究并植根于印度传统，是高成本化学投入农业的替代方案。

计划旨在覆盖该邦所有农户，并在2024年前实现100%无化学品农业，使用包括牛粪和牛尿在内的低成本或无成本的投入。近期一项研究发现，这种方法能够：提高农民收入；增加碳封存、生物多样性和土壤肥力；减少杀虫剂的使用、灌溉用水和电力消耗；并将作物韧性提高40%以上。该种做法涉及土壤通气，研究发现土壤通气能够减少水稻种植用水量，每亩水稻种植期可以节省1400到3500立方米水，并且能够降低农民对利用地下水储备进行灌溉及其相关电力消耗的依赖性。

3.3 清洁水

恢复湿地和沿河地区能够吸收土地退化产生的污染物和沉积物，帮助改善水质。巴西伊泰普水电站正受益于上游恢复地区的沉积物控制效果，而这一切都要归功于一项鼓励农民创造梯田和沿河岸重新造林的倡议。在世界4000个最大城市中实施改良农业与森林保护和恢复相结合，至少能够减少十分之一的水中沉积物或营养物污染。

在下游集水区，恢复措施可以改善水流量和水资源可用性。森林和其他生态系统恢复有望为世界上最大的城市每年节省约8.9亿美元的水处理费用。改善灌溉农田内部管理可减少相当于14亿人的年度需水量。

马达加斯加通过增加轮耕休耕期促进热带森林再生，改善灌溉用水，减少溢流并增加水的补给量。在城市中，恢复淡水生态系统能够带来更多效益。例如在上海，单一块湿地就能使悬浮泥沙量减少70%，同时还提供了文化价值。

实例

南非针对生态恢复的投资达11.5亿美元，其中包括“为水而努力 (Working for Water)”倡议的投入。自1995年以来，南非已经清除了300万公顷土地中的入侵物种，从而减小了火灾风险、避免土壤侵蚀影响水质。

在巴西，“绿-蓝水务联盟”正在实施基于自然的解决方案，改善处于危险境地的城市水安全。该倡议致力于保护和恢复21个为近4200万人提供水源的流域内的森林。

3.4 健康和福祉

生态系统的健康与人类的身心健康密不可分。我们依靠生态系统调节气候，预防疾病，并提供可供锻炼身体和解压的自然空间。它们也是传统医学、生物医学和药物开发的原材料来源。

极端高温事件在全世界造成的死亡人数超过所有其他气候灾害，城市人口尤其容易受到影响。然而，关于树木对全球245座大城市的空气质量的影响的研究表明，多投资1亿美元在城市地区种植树木能有效降低温度和减少空气污染。该项效果结合减少空气污染源，能够改善数百万人的健康状况。

空气污染是一项不可忽视的健康风险，估计每年导致900万人过早死亡。将泥炭地改造为农业用地的人为火烧或持续数周。未来几十年中，火烧造成的空气污染平均每可能会年在印度尼西亚、马来西亚和新加坡造成3.6万例非正常死亡。综合土地管理战略，包括泥炭地恢复，能够将上述死亡率减少约66%。

尽管生物多样性和传染病之间的关系非常复杂，但随着土地使用变化和野生动物过度利用现象的增加，人与动物的接触越来越密切，感染风险也随之上升。这就为病毒从其他动物“跨物种传播”到人类创造了机会。在所有新出现的人类传染病中，大约百分之七十五是人畜共患病。疟疾等经昆虫传播的疾病和埃博拉等经动物传播的疾病的爆发都与森林砍伐有关。

亲近自然能够改善心理健康。越来越多的证据表明，越亲近自然，睡眠越好、压力越小，心理也越健康。亲近自然环境，无论是室内或室外，都能有效缓解情绪。

因此，恢复绿色和蓝色空间能够大大提升人类福祉。新冠肺炎大流行凸显了将流行病学、公共卫生以及生态学和社会科学专家联合起来的整体方法应对人类和生态系统健康危机的必要性。世界卫生组织所提倡的“一体化健康”方法尝试促进跨部门合作和沟通，以实现基于人类和环境健康相互关联的公共健康成果。

3.4 缓解气候变化

为了避免发生灾难性气候变化，2030年应实现两个目标：“联合国生态系统恢复十年”实现既定目标，以及实现《巴黎协定》设定的减排目标，将全球温升限制在2°C以下。如目标实现周期进一步延长，就会超过临界点，届时很多解决方案将不再有效，造成的损害将不可逆转。改善土地管理，包括土地恢复，是限制全球变暖的有效策略之一。然而，恢复只是解决方案的一部分。成功地实现净零排放还需有赖于全世界各行各业的快速减排。如果不能做到多管齐下，那么通过恢复工作获得效益可能只是暂时性的。

为将全球升温控制在2°C以内，基于自然的解决方案可能会贡献三分之一以上的气候变化减缓总量（每年11.3千兆吨二氧化碳当量）。在基于自然的解决方案中，恢复措施是一项关键因素。其中涉及对约25亿公顷的森林、作物和牧场（恢复和避免退化）的优化管理措施，以及恢复超过2.3亿公顷的自然植被覆盖。在基于自然的解决方案中，土壤的贡献约占减缓气候变化所需的25%；其中一半可以通过每吨二氧化碳投资10美元的低成本方法实现。

在农业生态系统中，恢复措施有机会大大减少大气中二氧化碳的年增长量，贡献2030年目标气候变化减缓量的五分之一。沿海和内陆湿地有丰富的碳沉积池。恢复和避免转换湿地生态系统，包括红树林、盐碱地、海草和泥炭地，能够为减缓气候变化提供14%的成效。

通过合理规划行动区域和方法，基于自然的气候减缓解决方案就具备成本效益、低技术和可扩展性，而且能够同时保障全球粮食生产和生物多样性。

实例

越来越多的国家将基于自然的解决方案纳入国家自主贡献（NDCs）。例如，智利的国家自主贡献包括实现可持续管理和恢复20万公顷原生林已退化功能，到2030年每年吸收90-200万吨二氧化碳当量。智利还承诺在2030年之前实现20万公顷土地的造林/再造林，其中10万公顷为永久性森林覆盖，每年可吸收300-340万吨二氧化碳当量。其目标是尽量使用本地物种。智利希望到2030年时，与2001-2013年的平均排放量相比，将毁林和土地退化的排放量减少25%。此外，智利已承诺评估泥炭地的缓解能力，制定国家景观恢复计划，将100万公顷的土地纳入恢复进程，并在2030年前保护不低于30个沿海湿地和至少10%的未引起重视的海洋生态区。

3.6 适应气候变化

人类不断向大气层排放温室气体的行为正在改变气候，这是个无可逃避的事实。但是生态系统恢复能够提高韧性和有效防御极端事件，从而在帮助人们适应气候变化方面发挥重要作用。可将生物多样性和生态系统服务的恢复、保护和可持续管理与更多常规方法有机结合。

沿海生态系统修复通常可以帮助社区适应例如海平面上升、风暴潮和相关洪水等气候灾害。越来越多的证据表明，健康的红树林能够有效抵御海啸造成的破坏性影响，并可将波浪高度降低5-30%。

内陆生态系统修复也能减少气候相关灾害，例如洪水、土壤侵蚀和与极端降雨相关的山体滑坡。山坡森林恢复能够减少强降雨导致的水土流失。以新加坡为例，恢复河流、溪流和湖泊，使之与城市环境的自然融合度提升，使得新加坡的洪水易发区从3200公顷减少到了32公顷。

高地森林恢复有助于调节径流量，保障强降雨和干旱时的水源供应稳定。在菲律宾，受气候变化和厄尔尼诺事件影响，马尼拉的降雨模式正在发生变化。为了保障供水，公共和私营部门开展合作，在供应城市用水的流域重新造林。

生态系统恢复有助于人类适应温度上升。森林树冠覆盖恢复能够提供更多庇荫和增加蒸发制冷效果，有助于农村和城市环境人口适应升温。恢复包括公园在内的城市绿地，能够使空气温度相比于植被覆盖较少地区低4°C。

3.7 安全问题

当前迫切需要对生态系统恢复进行投资，以此作为解决冲突、建设和平、改善资源获取和管理气候相关安全风险的关键因素。投资于生态系统恢复能够在冲突影响的社区建立信任，成为解决矛盾和促进和平的工具，减少恐怖组织招募，减轻人们的迁徙压力。通过恢复可以改善资源获取途径和创

造就业机会，有助于减轻贫困；为青年和易受到极端主义组织剥削的回返移民创造机会。联合国研究发现，参与重返社会计划的前参战人员中有50%选择务农为生，但土地和资源的可获得性可能会成为其限制因素。

保障原住民和当地社区的土地管理权并提供支持，是恢复措施取得成功的关键，也是保障社区成员权利的关键。厄瓜多尔的“Socio Bosque计划”向原住民和非裔厄瓜多尔人社区付费看护森林。该计划的优势包括降低森林砍伐率和减少地区入侵，因为社区能够雇用护林员，支付用于进行土地划界的小路的清理费用。由当地领导人和社区推动开展的生态系统恢复往往能够取得最佳效果。赋予人们土地权能够激励他们积极参与土地退化防治工作，以可持续方式管理土地和资源。从而提高产量，使人们摆脱贫困，减少围绕资源所有权发生的冲突。

据预测，到2050年，将有0.5至7亿人因土地退化和气候变化而移居。恢复措施能够减少资源匮乏、增加创收以及帮助缓解和适应气候变化，从而解决因环境导致人类迁居主要因素。

3.8 生物多样性

为扭转生物多样性丧失趋势，我们需要阻止自然栖息地萎缩，保护剩余栖息地并恢复退化的生态系统。栖息地丧失和退化是IUCN红色名录中85%的物种面临的主要威胁。常规而言到本世纪中叶才能够扭转因栖息地转变引起的全球陆地生物多样性下降趋势，阻止生物多样性的进一步丧失。通过审慎的空间规划，只要恢复15%的转变土地，同时阻止自然生态系统继续发生转变，就可以避免60%的预期物种灭绝。15%这个数值源自爱知生物多样性目标15，并在可持续发展目标15（陆地生物）中加以补充。注重生物多样性恢复通常（但并非必然）也会改善生态系统服务功能。

生态系统修复能够扩大栖息地范围，增加物种多样性，并且随着时间推移恢复生态系统的复杂性和功能性，并能够支持单个物种种群的恢复。增加生态系统的面积能够增强遭受严重栖息地损失的物种种群的韧性。生物多样性恢复通常涉及恢复整个生态系统，但也可以侧重于将物种恢复（重新引入）至其已丧失的生态系统中。当然，也可以采用组合方法。可选物种包括生态系统结构件（如树种）、重回野生状态的自然工程师（如海狸），恢复缺失的捕食者（如狼）或提高物种的生存机会（如稀缺的豹纹蝶）。

实例

奇利卡湖是印度东海岸的一个大型咸水滨海泻湖，恢复工作使濒危的伊洛瓦底海豚的数量从2003年的89条增加至2015年的158条。海豚栖息地使用率增加，改善了繁殖，死亡率也下降了。记录数据显示海草草场从2000年的20平方公里扩大到80平方公里，也有助于物种恢复。

在中国，被污染的洪湖水生植被恢复后，物种多样性增加，濒临灭绝的东方白鹳在11年后重新回归。水鸟数量飙升，其中繁殖鸟达到2万只和越冬鸟达到4.5万只。与此同时，涨渡湖于2005年重新开闸连接长江，恢复了鱼类的季节性迁移，并引进了约526万条野生鱼苗。

在美国，冰川岭项目旨在通过重新连接高草草原，将原已干枯并用于农业生产的草原恢复为整体潮湿的温带草原景观。已恢复9000公顷的水文状态，从草原残余物中能够获取本地植物种子，鸟类和蝴蝶已经开始重新在该地区定居。

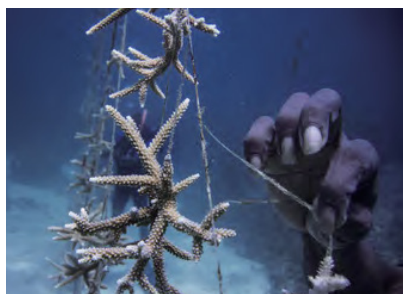


恢复生态系统

4.1 恢复的方法、原则和工具

生态系统恢复涉及多种保护和恢复受损生态系统的方法（联合国环境规划署和联合国粮农组织 2020 年）。其中可能包含主动恢复或消除导致退化的驱动因素，以实现“被动”促进自然再生。无论采用何种方法，想要做到有利于人类福祉、经济发展、气候稳定和生物多样性保护，恢复工作需要时间、资源、知识、有利政策和有效治理。

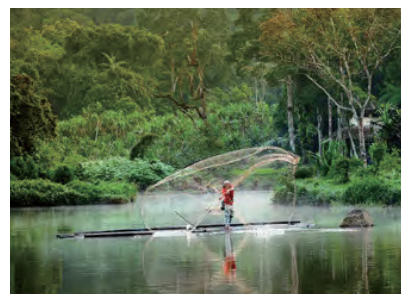
过去许多恢复项目和计划的落地不尽如人意。遵循标准化原则和准则，以及持续监测和采取自适应方法能够确保实现更好的表现和影响。



生态恢复



森林和景观恢复



水生产生态系统恢复



再生农业



再造林



表格 4.1 联合国生态系统恢复十年指导原则

遵守共同的原则是实现恢复生态系统共同愿景的关键要素。为此，由联合国粮农组织领导的最佳实践工作组、生态恢复学会和国际自然保护联盟的生态系统管理委员会主导开展了专家磋商程序。该程序旨在综合分析已公布的恢复性活动原则的基础上，共产生了九项拟议原则，将作为整个联合国十年计划期间各部门、各生物群落和各地区开展生态系统恢复的基础。将于2021年合作商定相关原则的最终措辞和完整表述，以支持世界各地有效开展恢复工作。

生态系统修复：

原则 1	原则 2	原则 3
从启动伊始及整个过程和所取得的成果中提倡包容性和参与性治理、社会公平和公正。	纳入系列化恢复性活动。	尽可能实现高恢复水平，保障生态系统健康和人类福祉。
原则 4	原则 5	原则 6
解决生态系统退化的驱动因素。	融汇所有类型的知识，并在整个过程中促进知识交流。	基于当地实际情况，同时兼顾更广义的景观或海景，以及社会生态和文化环境。
原则 7	原则 8	原则 9
基于明确的短期和长期生态和社会经济目的和目标。	在整个项目或计划周期内计划并开展监测性、评估性和适应性管理。	整合政策和措施，确保长效性，维持资金，并酌情加强和扩大干预措施。



以上内容摘译自报告《ECOSYSTEM RESTORATION FOR PEOPLE, NATURE AND CLIMATE》

欢迎关注中国水科院微信公众号
地址：北京市海淀区复兴路甲一号
本刊联系方式：中国水科院国际合作处
联系邮箱：dic@iwhr.com