



红树林修复最佳实践指南

Best practice guidelines for mangrove restoration



作者名单

编辑

Jennifer Howard, Catherine Lovelock, Mark Beeston, Clint Cameron, James Sippo, Valerie Hagger, Celine van Bijsterveldt, Pieter van Eijk和Femke H. Tonneijck。

第一章 介绍

Catherine Lovelock, Clint Cameron, Celine van Bijsterveldt和Femke H. Tonneijck。

第二章和第三章 设定目标、评估可行性、项目设计

Valerie Hagger, Celine van Bijsterveldt, Clint Cameron, James Sippo, Christina Buelow, Thorsten Balke, Rutger Bults, Dirk ten Brink, Sigit Sasmito, Doroth é e Herr, Mark Beeston, Mark Huxham, Farid Dahdouh-Guebas, Mischa Turschwell, Jaramar Villarreal-Rosas, Philip Townsley, Laura Michie, Dominic Wodehouse, Lena Westlund, Kate Kincaid, Catherine Lovelock, Leah Glass, Jill Hamilton, Jie Su, Tom Worthington, Dan Friess, Audrie Amir和Toh Aung。

协调合作伙伴



第四章 执行、计划和参与：制定工作计划、预算、基线调查和开展咨询

Christina Buelow, Aldrie Amir, Jie Su, Clint Cameron, Mark Beeston, Paul Erfteimeijer, Toh Aung, Kathiresan Kandasamy和James Sippo。

第五章 监测、评估、适应性管理

James Sippo, Charles Cadier, Stefanie Rog, Valerie Hagger, Lola Fatoyinbo, Mark Beeston, Thomas Worthington, Susanna Tol, 和Rowana Walton。

模块一 蓝碳

James Sippo, Clint Cameron, Mark Beeston, Celine van Bijsterveldt, Paul Erfteimeijer, Leah Glass, Lalao Aigrette, Jared Boire, Mark Huxham, Elizabeth Francis, Toh Aung, Brent Hendriksen和Amy Schmid。

附录B 红树林修复相关方法和出版物摘要

Paul Erfteimeijer。

建议引用格式

Beeston, M., Cameron, C., Hagger, V., Howard, J., Lovelock, C., Sippo, J., Tonneijck, F., van Bijsterveldt, C. and van Eijk, P (Editors) 2023. Best practice guidelines for mangrove restoration.

致谢

本报告的编者和作者要特别感谢我们的朋友和同事，他们对本指南进行了审阅，并帮助形成了本指南的思路：保护国际（Conservation International）的Amy Schmid、Miguel Cifuentes和Emily Pidgeon、史密森学会（The Smithsonian Institution）的Steven Canty，蓝色海洋基金会（Blue Marine Foundation）的Dan Crockett、Maddie Millington-Drake和James Morris，湿地国际（Wetlands International）的Susanna Tol和Christopher Sheridan，莱布尼茨热带海洋研究中心（ZMT Leibniz）的Martin Zimmer、世界银行（World Bank）的Ruth Tiffer-Sotomayor和Gonzalo Gutierrez Goizueta、米洛瓦（Mirova）和欧莱雅自然再生基金（L'Oréal Fund for Nature Regeneration）的Sam Lampert 和Kevin John Whittington-Jones、博斯卡利斯（Boskalis）的Brent Hendriksen、ASC的Jill Swasey和Jackie Ireland、Connor Jackson和Paul Erfteimeijer。

感谢万加蓝色森林（Vanga Blue Forest）的Mwanarusi Mwafira，红树林行动计划（Mangrove Action Project）的Dom Wodehouse，以及Ben Brown提供照片。

《红树林修复最佳实践指南》由全球红树林联盟（Global Mangrove Alliance）和蓝碳行动计划（Blue Carbon Initiative）联合发起，由昆士兰大学、保护国际、湿地国际、蓝色海洋基金会和国际蓝碳研究所（International Blue Carbon Institute）牵头，全球数十位红树林科学家和用户团体共同参与。

《红树林修复最佳实践指南》中文版由深圳市红树林湿地保护基金会进行翻译，同时感谢淘宝·天猫家享生活行业、阿里巴巴公益和爱心商家们对该项目的支持。

封面图

Hoatzin (Opisthocomus hoazin), Lake Chalalan, ©保护国际

设计单位:

Yoke: www.yokedesign.studio



合作伙伴



捐赠伙伴

在此，我们谨向重要的捐赠伙伴表示最诚挚的谢意，正是在他们的支持下，我们的工作才得以顺利开展。



术语

适应性管理 (Adaptive management): 指从成功和失误中汲取经验、学习和不断改进的过程。

异速生长方程 (Allometric equations): 异速生长方程在易于测量的关键特征 (如茎高、直径) 和通常较难测量的其他特性 (如生物量) 之间建立起了定量关系。

缺氧条件 (Anoxic conditions): 指海水、淡水或地下水缺乏溶解氧的环境。

无流区 (Arheic): 指缺乏地表径流或排水系统的地区 (如沙漠)，几乎完全没有地表排水系统，或者降雨非常稀少，所有的水都沉入地下或蒸发掉。

基线 (Baseline): 指修复项目开展之前的土地利用情况，其中碳储量和排放量被假定为按照“自然情况” (即business as usual, BAU) 进行，即未开展修复项目的情况下将会发生的情况。

生物量 (Biomass): 指构成生物体的物质总量。对于树木来说则包含树叶、树根和木料。

半咸水 (Brackish): 指盐度高于淡水但低于海水的水体。淡水的盐度为0千分比 (parts per thousand ppt)，海水的盐度约为35ppt。

容重 (Bulk density): 指干的土壤质量与其体积 (包括颗粒体积和颗粒间孔隙的体积) 的比率。也称为干容重。

测深学 (Bathymetry): 水下地形的测量，包括对海底、水道、湖泊、河流、水库等水体覆盖陆地的水下深度进行地形测量。

蓝碳 (Blue carbon): 指存储在红树林、潮汐盐沼、海草床、大型藻类床、潮间带泥滩、盐田和超潮带森林中的碳。碳储存在沉积物、地上活体生物量 (叶片、分枝和树干)、地下活体生物量 (根系) 及非活体生物量 (凋落物和枯死木) 中。

资本成本 (Capital costs): 在项目执行期间发生的固定的、一次性的费用。

碳减排 (Carbon abatement): 由于管理活动导致的碳收益 (移除) 和损失 (排放) 到大气/海洋的总和。项目总减排量是根据修复项目开展期间碳库和温室气体通量的变化计算出来的，以二氧化碳当量 (CO₂e) 的吨数报告。

碳信用额度 (Carbon credits) 或碳信用单位 (carbon credit units): 国家和国际为降低温室气体 (GHG) 浓度而设计的机制。一个碳信用额度等于一吨二氧化碳当量。

碳库 (Carbon pool)：指那些有能力积累、储存、和释放碳的系统，如土壤、植被、水体和大气。碳库共同构成了碳储量。

碳储量 (Carbon stock)：指已知尺度的蓝碳生态系统中储存的有机碳总量。碳储量是一个或多个碳库的总和。

气候变化 (Climate change)：指地球气候与其历史相比的变化。气候变化与人类活动直接或间接相关。

数字高程模型 (Digital Elevation Model, DEM)：指表示地表形态的模型。

生态系统 (Ecosystem)：生物与其所处物理环境之间相互作用的系统。

生态系统功能 (Ecosystem function)：生态系统的自然过程和组成部分，提供的直接或间接满足人类需求的商品和服务的能力。

生态系统过程 (Ecosystem processes)：生物（有生命的）和非生物（无生命的）生态系统组成部分之间通过物质和能量转移的相互作用。例如营养循环和碳循环。

生态系统服务 (Ecosystem services)：人类从生态系统中获得的好处，例如洪水控制，以及包括食物、水和木材在内的资源。

排放因子 (Emission factors)：用于描述因为土地利用类型变化（例如，红树林转变为虾塘）或土地利用类型内部变化（例如，海草的营养富集）而导致预定义区域碳含量变化的术语。

全球变暖潜力 (Global warming potential, GWP)：相对于1公吨二氧化碳 (CO₂) 排放的能量而言，在一定时期内排放1公吨气体所吸收能量的值。GWP越大，与CO₂相比，某种特定气体在一定时间内对地球的增温作用就越大。GWP提供了一个通用的计量单位，使分析人员能够汇总不同气体的排放估算值（例如，编制国家温室气体清单），并使政策者能够比较不同部门和不同气体的减排机会。

温室气体 (Greenhouse gasses, GHG)：指自然排放和人类活动排放的气体，这些气体在地球大气中积累并吸收太阳的红外能量。这就产生了众所周知的温室效应，从而导致了全球变暖。

水期 (Hydroperiod)：用于描述特定区域内水淹的模式，包括水淹水位、频率和持续时间，即一个区域规律性淹水的时间。

指数保险 (Indexed-based insurance)：一种非传统保险产品，根据触发事件提供预先规定的赔付。也称为参数保险。

IPCC等级 (IPCC tiers)：政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 已确定碳清单的三个等级细节，这些细节反映了碳库变化清单（评估）的确定性或准确性程度。

第1等级 (Tier 1)：准确性和确定性最低，基于简化的假设和公布的IPCC默认值，针对特定活动和排放因子。等级一可能有较大的误差范围（例如，地上碳库的误差范围为±50%，土壤碳库的误差范围为±90%）。

第2等级 (Tier 2)：准确性和分辨率有所提高的等级，包括特定国家或特定地区的数据。例如，一个国家可能知道该国不同生态系统类型的平均碳储量。

第3等级 (Tier 3)：基于每个组成生态系统或土地利用区域的高质量碳储量数据，以及通过时间重复测量关键碳储量，以估算碳进入或离开生态系统或土地利用区域的变化或通量。碳通量的估算可以通过直接野外测定或者模型得到。

红树林 (Mangrove)：指天然生长在热带、亚热带和暖温带地区的树木、灌木、棕榈或地被蕨类植物，通常分布在海湾、河口、泻湖和回水区等滨海潮间带平均海平面以上的区域中。红树林这一术语也可以用来描述由这类树木和灌木组成的潮间带生境或生态系统。

平均海平面 (Mean Sea Level, MSL)：平均高潮位和平均低潮位之间的海平面中点。

缓解措施 (Mitigation)：减轻或减少不同活动对环境造成的负面影响，并将影响降低到可容忍的程度或现行标准的限定内。

基于自然的解决方案 (Nature-based Solutions, NbS)：利用生态系统及其提供的服务应对各种社会挑战的行动，如气候变化、生物多样性丧失、粮食安全或减少灾害风险，以造福人类和自然。

自然资本 (Natural capital)：包括为经济生产提供自然资源投入和环境服务的所有自然资源。

自然恢复 (Natural regeneration)：指红树植物（或生态系统其他组成部分）的繁殖体或种子的自然扩散与生长。这个过程可能发生在退化或非退化区域。

机会成本 (opportunity cost)：指当选择了一种选择方案，放弃其他可能带来收益的方案所产生的潜在收益损失。

有机物质 (Organic matter)：由原本的活体生物遗留下的有机物质组成，如植物、动物及其在自然环境中的代谢物。

参数保险 (Parametric insurance)：一种非传统保险产品，根据特定触发事件提供预先规定的赔付。也称为指数保险。

繁殖体 (Propagule)：许多红树植物（例如红树属、角果木属、木榄属和海榄雌属）的繁殖单位。繁殖体不是种子，而是已萌发的幼苗。一些红树植物（如海桑属）拥有真正的种子。在一些红树林文献中，繁殖体也被称为“种子”。

参照系 (Reference site)：一套能够作为修复的模型或基准的植物和其他生物体系统。

修复 (Rehabilitation)：指部分或完全恢复生态系统的结构或功能特征的活动。

遥感 (remote sensing)：一种遥感系统，如航空摄影、卫星图像和雷达，可以用来观察和绘制红树林或其他相关的特征。

修复 (restoration)：指尽可能将生态系统恢复到其原始状态的活动。

盐沼 (saltmarsh)：也被称为盐泽和潮汐沼泽，是上潮间带的沿海生态系统，受潮汐的涨落影响。它由耐盐植物如草本植物、草类和/或低矮灌木主要构成。

海草床 (seagrass meadows)：隶属于4个科的开花植物，均属于泽泻目。它们生长与海洋和半咸水环境中，并形成草地。海草可以是潮间带和潮下带的。

沉积物 (sediment)：由颗粒（沙子、碎石、淤泥、有机物或泥土）积累形成的沉积物，这些颗粒可以通过空气或水传输到湿地的土壤中。

幼苗 (seedling)：植物早期发育阶段，从种子打破休眠并发芽开始。幼苗阶段通常较小（例如，高度小于50厘米）。

固碳 (sequestration)：大气中的碳（通常以二氧化碳形式）从大气中捕获并转移到生物或地质碳库的过程。

土壤有机碳 (soil organic carbon, SOC)：土壤有机质中的碳成分。土壤有机碳的含量取决于土壤质地、气候、植被类型以及历史和当前的土地利用和管理类型。

分层 (stratification)：一种用于将大面积的异质区域（需要许多样本来说明差异性）划分为较小的同质区域（需要较少的样本来描述其特征）的方法。在资源有限的情况下，分层可以提高实地取样和其他后勤工作的效率。

沉降 (subsidence)：地面逐渐塌陷或下沉的过程。

潮汐浸淹 (tidal inundation)：海水涌入原干燥区域的过程。就红树林而言，这种情况可能每天随着每个潮汐周期发生两次，或者在大潮等情况下发生，但这种情况较为罕见。

潮差 (tidal range)：指高潮位与低潮位之间的高度差。

- 低潮区域的潮差小于2米。
- 中潮区域的潮差在2至4米之间。
- 高潮区域的潮差大于4米。

区位 (Zonation)：红树林内部的独特区域，由相似类型的植被主导且/或处于相似条件下（水淹时间、土壤类型等）。

缩略语

AFOLU: 农业、林业及其他土地利用

BACI: 控制前后的影响（评估）

DBH: 胸径

ERR: 减少和清除排放

FPIC: 自由、事先和知情同意权

FREL: 森林排放参考水平

GHG: 温室气体

KPI: 关键性能指标

LULUCF: 土地利用，土地利用变化和林业

NbS: 基于自然的解决方案

NDC: 国家确定的捐助

NGHGI: 国家温室气体名录

REDD+: 在发展中国家降低森林砍伐和退化所产生的排放，并通过森林保护与可持续管理增加森林碳储量。

UNFCCC: 联合国气候变化框架公约

VCM: 自愿性碳市场

出版方: 全球红树林联盟 (Global Mangrove Alliance) .

版权: ©2023

全球红树林联盟。未经事先书面许可，以教育或其他非商业目的复制本出版物，无需事先获得版权所有者的书面许可，但必须注明出处。

未经版权所有者的事先书面许可，严禁以转售或其他商业目的复制本出版物。



曼苏尔岛附近的红树林和针鱼
© 保护国际

目录

作者名单	2
术语	4
缩略语	7
1 介绍	15
1.1 机遇 - 设定场景	17
1.2 受众	20
1.3 如何使用指南	21
1.4 成功修复红树林的指导原则	25
2 设定目标和评估可行性	29
关键信息	31
常见问题	31
2.1 您的目标是什么?	33
2.1.1 设定目标和目的	33
2.2 可行性如何?	36
2.2.1 需要哪些法律许可?	36
2.2.2 需要谁加入?	38
2.2.3 目前的土地用途是什么?	43
2.2.4 所选地块可以被修复吗?	47
2.2.5 做出决定	50
2.3 更广泛的背景	52
2.3.1 考虑景观	52
2.3.2 考虑不断变化的气候	53
2.4 后续工作	56

3 项目设计	57
关键信息	59
常见问题	59
3.1 设计成功的修复项目	61
3.2 优秀设计的要素	63
3.2.1 项目背景	63
3.2.2 利益相关方和执行伙伴	64
3.2.3 国家背景和管理模式	64
3.2.4 项目理念和范围	65
3.2.5 财务分析	65
3.2.6 初步风险评估	66
3.2.7 最终考量	66
3.3 针对社会经济因素进行设计	67
3.3.1 为社区参与、共同创造而设计	68
3.3.2 为政府和政治支持而设计	69
3.3.3 为改善收入和生计而设计	70
3.4 针对生物物理因素进行设计	71
3.4.1 想要恢复到什么状态?	71
3.4.2 向当地人了解该地区的历史和当前使用情况	73
3.4.3 项目地的初始条件如何?	73
3.4.4 项目地的问题是什么?	76
3.5 资源问题	82
3.5.1 不同方案的费用不同	84
3.6 后续工作	86
案例研究：墨西哥国家海洋公园	87
案例研究：与社区合作促进红树林再生，缅甸	89

4 参与和实施	91
关键信息	93
常见问题	93
4.1 实施计划	95
4.2 规划成功	97
4.2.1 迭代规划	101
4.2.2 适应性管理	102
4.3 实施阶段的资金支持	103
4.3.1 确保项目融资的主要考虑因素	104
4.3.2 钱并不总是问题所在	106
4.4 有哪些资金来源?	109
4.4.1 NbS相关的私人融资/投资	111
4.4.2 蓝色债券	112
4.4.3 保险	112
4.4.4 碳市场	113
4.4.5 慈善家和基金会	115
4.4.6 公共资金	115
4.5 与人互动…	116
4.5.1 … 在社区层面	116
4.5.2 … 在地方和地区层面	119
4.5.3 … 在国家层面	120
4.6 后续工作	121
案例研究：合作保护：红树林修复，萨尔瓦多希基利斯科湾	123

5 监测和评估	125
关键信息	127
常见问题	127
5.1 为何要监测?	129
5.1.1 适应性管理：发生变化也没关系	129
5.2 监测什么?	132
5.2.1 制定前后对照影响方法和监测策略	133
5.2.2 选择适当的指标	135
5.2.3 利用指标追踪进展情况	137
5.2.4 生态指标和数据收集方法	140
5.2.5 景观尺度项目的监测和报告	142
5.3 在项目期和项目后监测成功情况	143
案例研究：与自然共建	145
案例研究：印度维拉尔河口红树林修复项目	147
模块1：蓝碳	151
关键信息	153
常见问题	154
6.1 目标是什么?	156
6.1.1 碳效益最大化——地点很重要	159
6.2 使红树林碳项目与NDC保持一致	161
6.2.1 国家自定贡献	164
6.2.2 REDD+	164
6.3 清单	165
6.3.1 与国家清单一致的监测方法	165
6.3.2 第6条	169
6.4 为碳市场设计红树林项目	171

6.4.1 高质量的蓝碳原则和指南	173
6.4.2 产生经核实的碳信用额的步骤	174
6.4.3 选择标准和方法	178
6.4.4 为碳项目编制项目设计文件/项目构想说明	182
6.4.5 蓝碳信用额度项目的可行性	186
6.4.6 设计资金安排（“协议”）	192
6.4.7 项目收入和利润的使用	195
6.4.8 获取已开展项目的信贷收入	198
6.5 监测和报告	199
6.5.1 碳储量评估方法	201
6.5.2 测量温室气体通量的方法	202
案例研究：红树林碳汇项目	207
案例研究：塔希里-洪科，马达加斯加	207
案例研究：米科科-帕莫贾，肯尼亚	209
案例研究：缅甸托尔-海耶达尔气候公园	213
附录	215
附录A：关键信息和常见问题	216
附录B：方法和框架	223
附录C：治理、机构、生计和红树林修复：一些关键问题和工具	230
附录D：项目目标、目的和指标示例	235
附录E：工作计划和成果评估要素示例	239
附录F：温室气体（GHG）信用项目概要	243
附录G：市场容量概述	247
附录H：选定的案例研究概述	248
附录I：本文件使用的超链接索引	255
参考文献	265

1 介绍



© Lammert Hilarides, 湿地国际

1. 介绍	15
1.1 机遇 - 设定场景	17
1.2 受众	20
1.3 如何使用指南	21
1.4 成功修复红树林的指导原则	25

1.1 机遇

健康的红树林能够为人类、生物多样性和气候提供支持。

红树林支持世界各地数亿沿海居民的生计和福祉，维护粮食安全，固定和储存大量碳，调节水质并保护海岸¹。

然而，在过去50年中，20-35%的红树林已经消失。在世界许多地方，红树林已被改造成鱼塘和农业区²，或者因为城市扩张和沿海开发而被砍伐。剩余的红树林也面临着退化的威胁，原因包括木材和薪材的不可持续开采，或者基础设施的开发改变了红树林所依赖的养分、沉积物和水供应。

在某些情况下，地下水开采导致整个沿海地区下沉，造成红树林退化和海岸侵蚀。红树林的退化和消失改变了海岸线重要的结构和功能，削弱了红树林提供的生态系统服务，并在此过程中将碳释放回大气中。



© IUCN / MPF



© The Ocean Agency, 海洋图像库

许多地区的失败率仍高于80%。

修复红树林最成功的方法是创造适当的生物物理和社会经济条件。

随着国家、机构和社区开始感受到失去红树林所带来的影响，恢复红树林的强烈愿望和机会正在不停增长³。自1996年以来损失的110万公顷红树林中，约有81.83万公顷红树林被认为是“可恢复的”，而其他地区则被认为是因城市化而无法挽回的损失。虽然有许多成功的红树林修复工作，但一些地区的失败率仍高达80%，原因是没有遵循科学的方法——最明显的是项目规划不善和缺乏当地社区的参与，选择不适宜的地区种植，或在种植时没有同时解决水文、养分和沉积的要求^{4,5}。

红树林生长在海陆交界地带，这样的环境条件在小空间尺度上可能会有所不同，而且该区域的土地保有权和管理权也可能不明确，这些都增加了保护和管理工作的复杂性。有时，当泥滩和海草床等其他有价值的生境被红树林树苗覆盖时，恢复红树林甚至会对环境造成破坏。

好消息是，近年来出现了许多创新和成功的修复指导文件和工具，倡导更有效的修复方法。具体来说，修复红树林最成功的方法是创造适当的生物物理条件，让红树林自然恢复生长，并创造适当的社会经济条件，激励对红树林的长期保护。



© IUCN / MPF

红树林修复工作如果经过深思熟虑的规划，以行之有效的方法为基础，并能激发人们对该地区的管理责任感，就更有可能形成规模庞大、种类繁多、功能齐全、可自我维持的红树林，为自然和人类带来预期的益处。

修复红树林的努力取得了越来越大的成功，保护海岸线的紧迫性促使公共和私人投资增加，红树林修复也被纳入全球政策框架，包括《巴黎协定》、《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》、《海洋科学促进可持续发展》和《联合国生态恢复十年计划》。包括阿联酋、印度尼西亚、印度和中国在内的一些国家已承诺保护和修复红树林。致力于实现碳中和的跨国公司正在投资于红树林修复的碳减排价值，即“蓝碳”（模块1），并以“高质量蓝碳原则和指南”为参考。致力于实现碳中和的跨国公司正在投资于红树林修复的碳减排价值，即“蓝碳”（模块1），并以《高质量蓝碳原则和指南》为参考。

修复红树林的热情和潜力空前高涨，我们必须正确对待这一问题。本着这一理念，全球红树林联盟 (GMA) 和 蓝碳行动计划 (BCI) 发起并主导了《全球红树林修复指南》，并将非政府组织、政府、科学家、企业、当地社区和资助者聚集在一起，以科学、公平和公正的方式实现保护和修复红树林生态系统的共同目标。这是一份动态文件，将随着新信息、新技术和新机遇的出现而定期更新。

红树林是一座宝库，它储存了大量的碳，保护我们免受海水侵蚀，为我们提供食物和材料，并承载着无与伦比的生物多样性。



© IUCN / MPF

1.2 受众

帮助您成功修复红树林

本指南的主要受众是修复项目管理者以及对红树林修复最佳实践更广泛感兴趣的人。因此，本文档旨在深入细节，使读者能够得出一个成功率高的全面修复策略。为了实现这一目标，文档试图通过对关键组成部分进行更深入的讨论来平衡高层次的关键信息和概念。为了提升我们指南的自主性、可信度和影响力，我们动员了数十位领先的红树林科学家、全球红树林联盟成员和蓝碳行动计划科学工作组的成员，来制定科学依据。然后，我们让用户群体——包括水产养殖管理委员会 (ASC)、世界银行、蓝碳投资者、海岸工程师、博斯卡利斯 (Boskalis) 以及全世界进行红树林修复的人员参与进来，帮助构建指南以满足多种需求 (见专栏1)。

专栏1：这些指南能为您提供什么？

对于公共和私人从业者以及海岸区域管理者： 这些指南提供了一个实用的逐步方法，贯穿项目周期，从可行性研究到实施以及长期管护。它们还有助于确保您了解并采用最佳实践方法，并根据需要继续改进和适应动态发展。

对于国家或国际政策制定者和私营部门分支机构： 这些指南提供了灵感和证据，帮助将红树林融入可持续发展、气候与生物多样性政策和部门战略中。

成功修复的六大原则帮助设定了质量基准，而有目的的目标设定以及相关的关键绩效指标，有助于监测并实现具体成果。

对于投资者和开发银行： 这些指南支持选择高质量的方案，它们可以通过降低失败风险和确保符合环境与社会可持续性的国际标准来帮助降低投资风险，并提高成本效率。它还提供了用于确定投资影响的监测和评估标准。

1.3

如何使用指南

以项目周期为基础

这些红树林修复的最佳实践指南不局限于实际的修复活动。它们借鉴了丰富的经验，包括了可以决定修复项目成败的其他因素。

- 制定具体且可实现的目标和目的
- 评估项目地的可行性
- 项目设计
- 利益相关方参与
- 实施规划
- 监测和适应性管理

这些指南的作用不是复制现有优秀的修复活动指南（见附录B）。相反，我们的意图是补充现有信息，并提供决策路径，以确定哪些现有指导适用于特定的修复环境和特定的修复目标与目的。



为了便于理解，这些指导方针根据项目周期进行组织，包括目标设定、场地适宜性和可行性分析、项目设计、规划、利益相关者参与、实施、监测和适应性管理等部分（见图1）。对于项目周期中的每一步，我们描述了您可能想要考虑的基本思想，并将这些思想与成功红树林修复的关键信息和原则联系起来。关键信息和常见问题可以在每章的开头以及附录A中找到。

图1

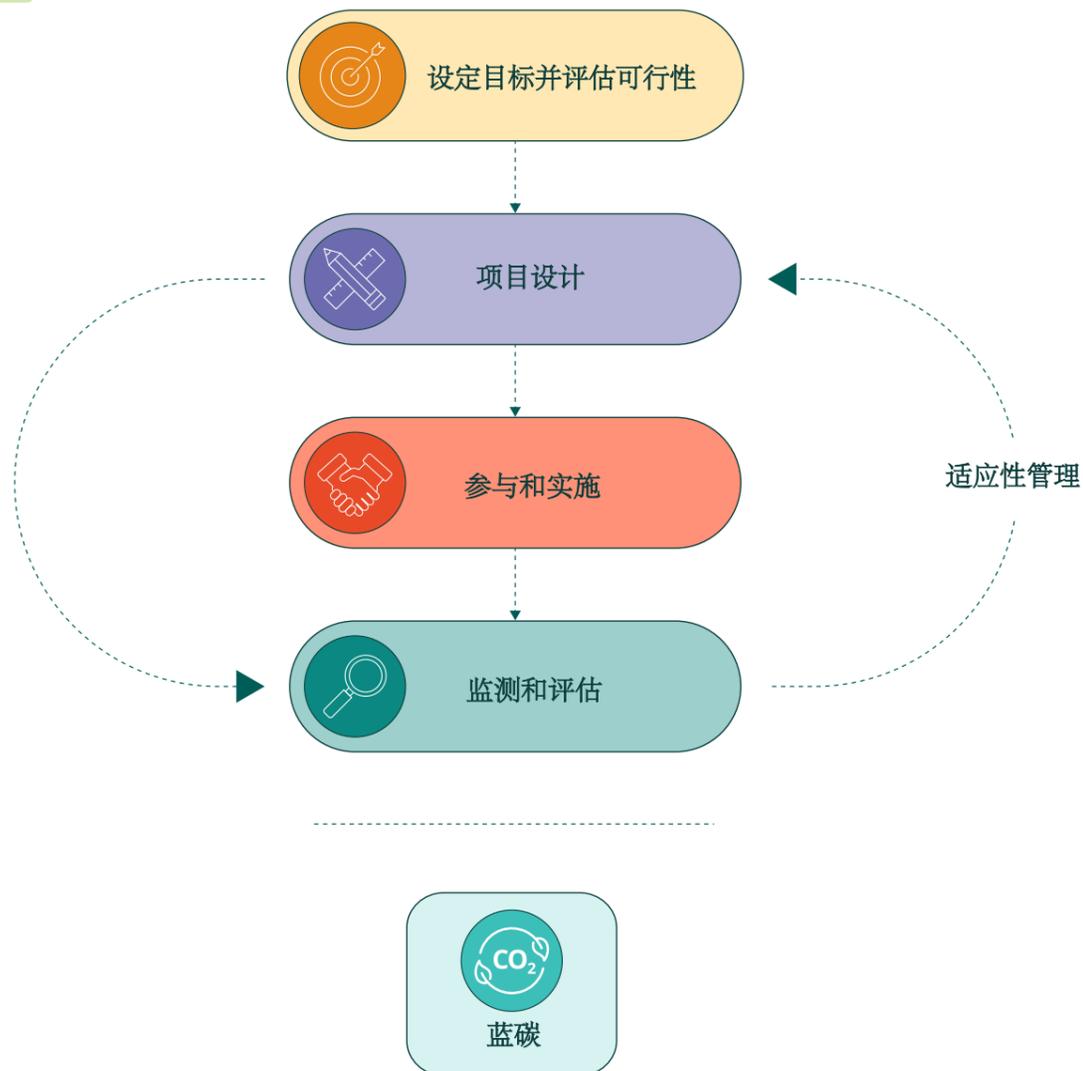


图1 红树林修复的项目阶段。阶段是线性描绘的，但在许多节点，多个过程可能同时发生。对项目目标进展的监测和评估为项目设计和实施的适应性管理和修订/改进提供信息。

在坦桑尼亚和肯尼亚开展的CBEMR培训
© Dom Wodehouse, 红树林行动计划



这些指导原则最独特之处或许在于其模块化结构。除一般信息外，指南还旨在识别和突出与特定目标相关的问题。与气候减缓效益恢复、渔业改善和海岸保护相关的目标以模块形式呈现，侧重于实现这些目标的独特要求。

- **模块一：蓝碳（已完成）**——专注于缓解气候变化而进行的修复，包括在国家承诺、温室气体核算和碳金融背景下，与红树林修复相关的碳效益核算的指南。
- 其他扩展模块正在准备中，将涵盖不同背景下的红树林修复或其他特定成果，如粮食安全和海岸保护。我们鼓励指南的读者就其他模块的想法与作者联系。

这些指南是全球红树林社区正在开发的一套更广泛的工具的一部分（专栏2），我们努力使工具的开发与此处概述的关键组成部分保持一致，以便在一起使用时，能够为红树林修复提供一套综合性方案。

专栏2：相关工具

全球红树林观察 Global Mangrove Watch

全球红树林观察（GMW）是一个提供红树林监测遥感数据和工具的在线平台。它让所有人都能获得近乎实时的信息，了解世界各地红树林的位置和变化，并突出它们的价值。通过有关地形、土壤条件和水文的高分辨率信息，GMW可以为沿海资源管理者、政策制定者和从业者提供了应对红树林范围变化的依据，明确当地红树林消失的原因，并跟踪修复的进展。

红树林修复追踪工具 Mangrove Restoration Tracker Tool

红树林修复跟踪工具（MRTT）将帮助红树林保护领域量化具体保护行动如何为生物多样性、红树林修复能力、管理效率、社区和治理带来成果。反过来，这将有助于改善红树林保护的落地实施，并建立一个能够更有效地支持红树林修复项目的社区。MRTT有三个主要部分，用于记录红树林修复项目整个生命周期的信息：①现场背景和修复前基线；②修复的干扰因素和项目成本；③结合社会经济和生态因素的修复后监测。

红树林知识中心 Mangrove Knowledge Hub

红树林知识中心由全球红树林联盟管理，是一个全球信息交流中心，目的是更好地了解红树林生态系统。知识由联盟成员提供。任何人都可以在该中心找到与红树林有关的最新消息、工具和资源链接以及《世界红树林状况报告》等报告。



弹涂鱼，© Yus Rusila Noor, 湿地国际

1.4

成功修复红树林的指导原则

概述我们的六项核心原则

本指南旨在将红树林修复的实际实施与六项原则联系起来。这些原则贯穿整个文件，可应用于项目周期的每个阶段。

1. 保护自然，最大限度地提高生物多样性

至少需要了解并避免对自然造成负面影响：不在珍稀的泥滩、海草床或自然再生的树苗上种植植物。有目的地争取对生物多样性产生积极影响在很多情况下都是有益的。与其种植单一品种的红树植物，不如修复具有多种物种和自然分区的红树林。生物多样性丰富的红树林在根系类型、树木大小、叶子和果实方面有更大的多样性，因此可以实现不同的功能，吸引不同的动物。

这样就能提供多种产品（木材、饲料、蜂蜜、水果和鱼类）和服务（加强海岸保护、碳储存、水净化、渔业增效）。这样的红树林也更有可能是抵御气候变化。红树林湿地系统需要相当大的面积才能自我维持和适应，因此在陆地和海洋尺度上进行操作是关键。

2. 采用最佳信息和实践

应利用现有的最佳科学，包括实验室和实地测量，以及通常经过数百年发展和完善的传统和当地知识与经验。召集多学科和多部门团队，帮助整合生物物理和社会经济方面的问题，并确保代表和解决不同利益相关方的观点。要找到红树林丧失和退化的根本原因，就需要对所有这些层面进行系统了解，从而制定出解决这些问题的方案。

鉴于红树林依赖于来自陆地和海洋的水和沉积物，因此需要在陆地和海洋尺度上理解和适应这种联系，红树林才能茁壮成长。这些动态环境往往需要“边干边学”的态度和适应性管理才能取得成功。

3. 为社区赋能并满足他们的需求

地方管理者及其代表机构需要有意义地参与项目的设计和和实施，并在政策对话中倡导他们的需求。例如，通过培训（如滨海湿地教育）与量身定制的金融相结合，提高社区贡献领导力、知识、经验和想法的能力。项目管理机构需要促进参与和决策，并公平公正地分享利益。红树林可以为当地社区带来许多实实在在的好处，其中一些好处可以货币化，例如生态旅游、野生捕捞渔业、提供食物和饲料。

有些项目还可以将红树林的非物质服务货币化，例如碳固存。修复红树林的目的可以是创造一种以红树林为基础的经济，在避免过度开发、引入可持续木材采伐和不会造成红树林退化的替代生计的同时，优化这些效益。在所有方面都应优先考虑所有人的安全，尤其是弱势群体和边缘化人群，如当地居民、妇女和儿童。

4. 与更广泛的背景保持一致——因地制宜地开展工作

鉴于红树林处于陆地和海洋之间，从地方到国家层面通常有多个政府机构参与，每个机构都有不同的任务和目标。同样，将陆地和海洋两部分相结合的保护措施是关键。这包括将项目纳入海岸带管理政策以及其他相关政策和计划。

一个政府机构可能会努力保护红树林，以实现碳储存和海岸保护；另一个政府机构可能会推进水产养殖，以实现粮食安全；还有一个政府机构可能会寻求沿海岸线开发国家高速公路或滨海城市。这些观点可以统一到支持红树林保护和修复的共同愿景和计划中。此外，正式和非正式的土地保有权和使用权往往是复杂和不确定的，可能需要解决冲突。



在东爪哇淡目开展的多利益相关方合作 © Yus Rusila Noor, 湿地国际

5. 可持续设计

所有项目在项目周期结束后都可能面临可持续性风险。除了一般的项目风险（如政治变化、长期融资），红树林项目还面临着海洋特有的风险，包括海平面上升和土地沉降、极端风暴、海洋温度变化以及其他在不同时间尺度（年际到十年）上出现的气候变化情景。需要仔细规划和了解风险，以便采取减缓风险的措施。

减缓措施包括制定对更广泛的环境敏感的政策（原则4），设计解决生物物理和社会经济损失和退化的根本原因（原则1和2），并确保地方享有自主权（原则3）。同样，采用海陆结合或“从山脊到珊瑚礁”的方法可以降低风险。例如，健康的珊瑚礁可以保护海草床或红树林。同样，健康的高地森林和流域可以增强下游红树林的恢复能力。此外，项目应采用至少20年的时间框架，以确保可持续性。

6. 调动高度整合的资本

要扭转损失和退化的趋势，就必须进行变革性的社会变革，并对那些尚未无可挽回地消失的红树林进行大规模修复。据联合国环境规划署自然资金状况2021年的年度报告估计，到2050年，修复红树林的历史总资金需求为150亿美元，其中到2030年，仅恢复自1996年以来损失的一半就需要4.5亿美元，单靠政府和公共财政无法紧急支付这笔费用。在政府提供资金的同时，还必须大规模、快速地调动私营部门的资金。

在过去十年中，世界开始认识到红树林的重要性。红树林的保护和修复开始推动大规模融资，旨在支持从地方到全国范围的行动。然而，资金的调动需要避免虚假效益（洗绿），并确保公平获得资金。具体而言，私营部门除了为保护和修复活动提供资金外，还需要承诺减少其供应链中的负面影响（温室气体、生物多样性损失等）。此外，与当地社区签订的合同应公平、透明。



2 设定目标和评估可行性



©Lorenzo Mittiga, 海洋图像库

2 设定目标和评估可行性	29
关键信息	31
常见问题	31
2.1 您的目标是什么?	33
2.1.1 设定目标和目的	33
2.2 可行性如何?	36
2.2.1 需要哪些法律许可?	36
2.2.2 需要谁加入?	38
2.2.3 目前的土地用途是什么?	43
2.2.4 所选地块可以被修复吗?	47
2.2.5 做出决定	50
2.3 更广泛的背景	52
2.3.1 考虑景观	52
2.3.2 考虑不断变化的气候	53
2.4 后续工作	56

红树林修复项目由具有不同背景、不同学科和社会政治目标的人员规划、设计、实施和管理。因此，这些项目要对持有不同价值观的多个利益相关方和代表方做出回应。许多红树林修复项目之所以失败，是因为缺乏社区参与和适当的治理结构，以及外部机构的目的和目标未能与当地利益相关方的目的和目标保持一致。第2章将引导读者了解作为任何修复项目关键的第一步，制定现实、明确且一致认可的目标和目的的重要性，然后是基本的第一阶段现场可行性评估。

关键信息

- 制定明确的目标和可衡量的目的有助于与利益相关方沟通和设定期望值，并提供将共同目标纳入项目设计的早期机会。
- 修复是一项社会事业，地方管理是关键。如果没有足够的社区和政治支持来维持长期管理，项目往往会失败。
- 建立信任，参与度、技能、赋能和自主性对于开展和维持红树林修复项目至关重要，而这需要时间和承诺。
- 在长期浸淹的地方（如潮间带低洼的海草床或泥滩），或红树林幼苗无法长期存活的其他不适宜的条件下，红树林修复通常会失败。

常见问题

如何为红树林修复制定可衡量的生态和社会目标？

[第2.1.1节](#)

什么是土地保有权，它对红树林修复项目有何影响？

[第2.2.1节](#)

在确定项目目标和目的时，我需要考虑哪些人？

[第2.2.2节](#)

什么是基于社区的红树林生态修复？

[第2.2.2节](#)

进行远程评估时应该注意什么？

[第2.2.3节](#)

要了解一个地点是否适合修复，最重要的问题是什么？

[第2.2.4节](#)

我的项目地看上去很好，我还需要考虑其他什么事情？

[第2.3节](#)

气候变化如何影响修复工作，以及如何减轻这些影响？

[第2.3.2节](#)

阅读清单

生态修复实践的国际原则和标准（第二版） https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035	生态修复指南，包括社会经济内容，确定规划阶段的目标。描述了项目评估的“修复周期分析”。
土地所有权方面的考虑是成功恢复红树林的关键 https://doi.org/10.1038/s41559-019-0942-y	在做出修复规划时，需要考虑生态标准和社会标准，尤其要强调土地保有权。
保护决策入门 https://doi.org/10.1111/cobi.13868	系统性、协作性红树林修复决策指南。
在基线变化和未来不确定性的情况下修复红树林 https://doi.org/10.3389/fmars.2021.799543	红树林退化与修复之间的环境条件变化、功能性和当地优先事项。
正确对待、改善多个利益相关方沟通的包容性指南 https://www.cifor.org/knowledge/publication/7973/	本指南解释了如何将妇女、原住民和其他代表性不足的群体纳入多方参与的利益相关方沟通。
世界自然保护联盟红树林治理法律框架 https://portals.iucn.org/library/node/48361	2018年发布的关于红树林生态系统的国际和国家法律、政策的文献和法律信息回顾。
美国国际开发署土地链接工具和指南资料库 https://www.land-links.org/tools-and-mission-resources/tools-and-guides/	一套指导修复和发展工作者解决土地保有权问题的工具。
恢复红树林：种还是不种？ https://www.wetlands.org/publications/mangrove-restoration-to-plant-or-not-to-plant/	本出版物旨在通过探讨参与红树林修复的每个人都应该提出的问题：“种还是不种？”

2.1

您的目标是什么？

明确目标和目的

世界各地修复红树林生态系统的努力正在增加。这主要是因为人们越来越认识到红树林所提供的珍贵的生态系统服务价值，包括碳固存、海岸保护、生物多样性和渔业价值。然而，红树林修复包括一系列复杂的过程，除了对生物物理条件（如潮汐淹没和红树林分区）的关注，还包括更广泛的社会经济因素（如土地保有权、社区需求以及政府参与和咨询）。不同利益相关方出于不同的考虑而尝试修复红树林，也希望得到不尽相同的结果。我们需要了解相关群体的各种共同的或相互冲突的需求和愿望，并能够努力协调尽可能多的目标，同时设定现实的期望值和边界。

2.1.1 设定目标和目的

如何为红树林修复设定可衡量的生态和社会目标？

修复项目开始时的一般理解是，有一个区域的红树林已经消失或退化，每个参与的人都希望修复该区域，重新获得健康的红树林生态系统。然而，仅有这一共同愿望是不够的，还必须确定实现这些目标所需的具体目标，达成共识，并由相关人员以相同的方式加以解释^{2,3}。在这一早期阶段设定的目标可以非常简单或有很高水平，因为这些目标有望在迭代项目设计阶段不断发展或修改，例如，纳入利益相关方或社区定义的目标。

- **目标**可以是短期、中期或长期的。这些目标概述了生态系统修复的预期结果。例如，目标可以是“到2030年，在我的项目地点内，红树林面积增加20%”。
- **目的**是较短期的声明，是实现目标的临时指南。目标通常以“为了……”开头，因为这提供了一个有针对性的指令。例如，目标可以是“在实施的前6个月内制定修复战略和预算”。目标与目的直接相关。

为确保修复最有可能取得成功，目标和目的应与目标红树林生态系统相关，可通过指标进行衡量，应具体且有时限⁶。此外，还应为生态和社会成果设定修复目标和目的^{6,7}。

每个项目目标都将有与具体和可衡量指标相关联的中期目标，以便在修复之前和之后对项目进行评估，最好与参考地点进行比较。为评估进展情况，每项修复目标都应清楚地阐明：

- 预期成果
- 衡量指标
- 预期效果的程度（与不采取修复行动的情况相比）
- 实现目标的时限

图2

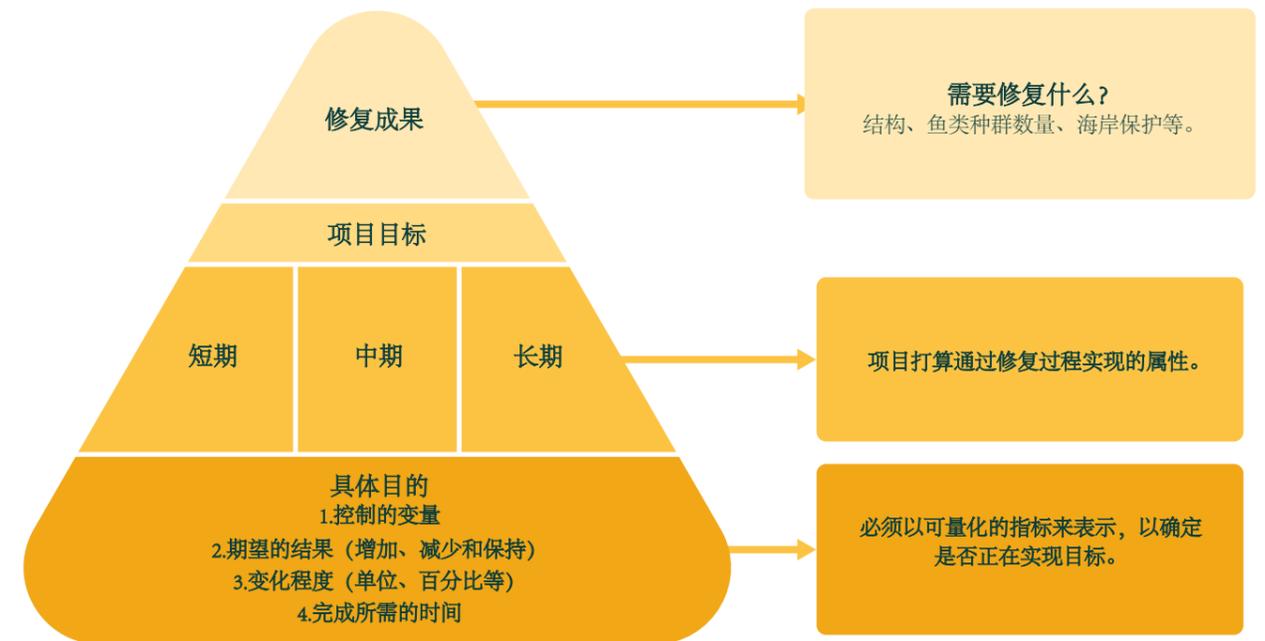
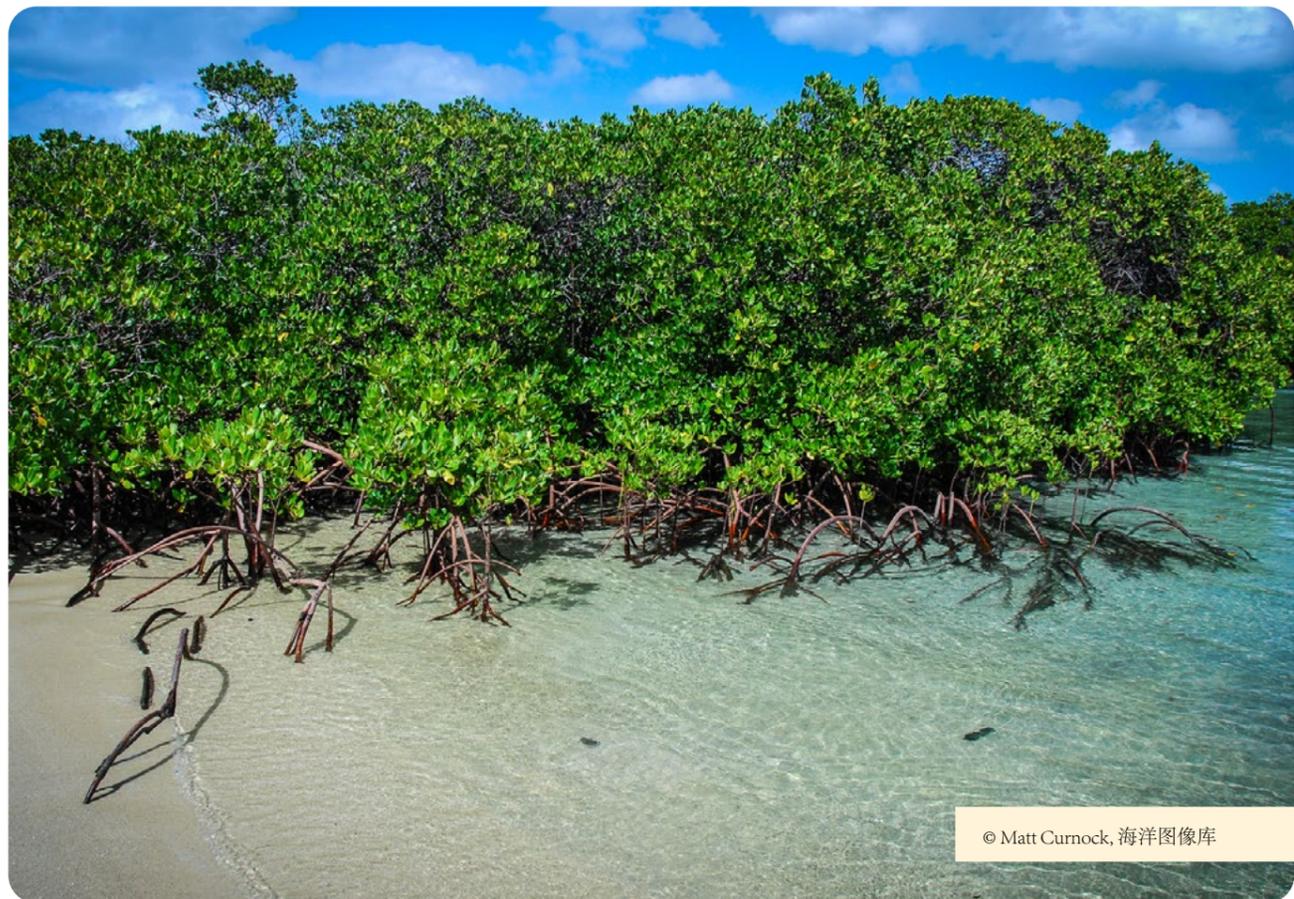


图2总结了目标和目的的特征，而附录D则展示了为红树林修复项目制定明确的生态和社会目标、目的和指标的框架和指南（改编自Teutli-Hernandez et al., 2021¹⁶）。

一旦商定了目标和目的，下一步就是了解如何实现这些目标。谁会帮助你们？哪些地方的条件有利并有可能取得成功？更大范围内的问题会如何影响成功？未来的条件会如何影响项目？

除了确定修复项目的目标外，还应考虑各种限制因素，以便为成功规划和实施修复项目提供最佳机会。其中许多限制因素是所有项目类型所共有的，包括可用资金水平、实施成本、社会和政策限制因素（及推动因素）以及生物物理限制因素。

除了确定修复项目的目标外，还应考虑各种限制因素，以便为成功规划和实施修复项目提供最佳机会。



© Matt Cumock, 海洋图像库

2.2

可行性如何？

如何评估可能性？

在评估红树林修复项目的可行性时，首先要考虑四个因素：

- 土地保有权和获得修复/管理红树林的许可或权利
- 社区和其他利益相关方——他们是谁？如何整合他们的需求？
- 目前的土地使用情况和红树林消失/退化的主要原因。
- 地块适宜性和红树林生长所需的基本条件。

了解待修复地区在这四个因素中的起始位置，是决定是否继续进行更精细的数据收集和项目设计的第一步。

2.2.1 需要哪些法律许可？

什么是土地保有权，它对我的红树林修复项目有何影响？

土地保有权，即主张法律承认的管理权或所有权的能力，是红树林修复项目面临的一个复杂而持久的挑战。根据地点的不同，您可能需要向拥有或管理红树林区域的实体申请法律许可或支付费用：

- 实施任何改变红树林地点的活动（即任何修复活动）
- 开展数据收集活动，尤其是从现场带走样本时
- 以任何理由从水路或步行进入红树林区
- 驾驶无人机飞越红树林或周边地区

例如，在国家公园或海洋保护区内为计划的修复地点进行数据收集时，通常需要申请研究许可。

如果没有实体声称对修复地点拥有所有权、使用权或法律认可的管理权，您可能需要代表项目或社区合作伙伴确认所有权或管理权。

在存在多层级治理的地区，或在没有明确说明谁是负责红树林治理的实体或红树林属于谁的地方，就会出现挑战⁹：

- 通常情况下，红树林被视为国有土地。然而，并非所有国家都有明确的程序来澄清土地使用权，可能需要与地方、地区和国家管理机构联系，以获得明确许可，开展任何修复活动，或确保场地管理权。
- 根据传统土地使用惯例，红树林也可能由当地社区实际拥有或管理。在一些国家（但并非所有国家），传统或社区所有权或管理权得到法律承认。
- 在拥有或管理红树林的传统权利或社区权利得到非正式承认或缺乏明确支持立法的情况下，注册一个法律认可的社区组织（如林业协会或渔业管理团体），以管理红树林地为明确目的，已被证明是确保社区管理红树林的权利得到法律承认的一种方法¹⁰。
- 一些国家允许私人拥有、特许或长期租赁红树林区域，所有权的记录和转让很可能由地区或地方一级管理。
- 有关将红树林转为水产养殖或林业生产特许权的国家法律可以为实现管理红树林区域的合法权利提供一个框架。但是，这些法律可能只针对这些用途，需要澄清特许权可以重新用于修复或保护用途。
- 在一些地方，红树林的分类可能相互重叠，不属于任何一个管理实体的管辖范围。例如，潮间带下层可能被描述为海床，而潮间带上层则被描述为陆地。

在评估土地保有权时，在某些情况下，在有一定程度的正式法律保护的地区建立修复项目比在没有明确所有权、管理机构或可执行保护措施的未受保护的地上建立项目更为可行¹¹。

如果国家层面有关于红树林所有权和使用的立法，地区或地方的解释可能会有所不同。对红树林开发或破坏的限制（如适用）在执行力度上也会有所不同。在一些地区，红树林被转用于水产养殖，随后在池塘失去生产力或无法维持后被遗弃，红树林修复的管理者需要警惕的是，对旧池塘的剩余要求可能仍然适用，而且可能很难找到所有者。

在《在土地和海洋上》报告中更详细地探讨了红树林土地保有权，同时可以进一步从美国国际开发署获取更多在线资源。

2.2.2 需要谁加入？

在确定项目目标和目的时，需要考虑哪些人？

红树林是多用途系统，为众多相关方提供多种资源。这可能导致一系列冲突¹²，需要利益相关方的分析、协商和参与，以确保每个群体的利益都能得到合作和一致的考虑。

社区一级利益相关方的参与和共同管理是一个可能伴随着挑战的过程，例如，短期或个人利益与长期社区和环境解决方案的优先事项可能会发生冲突。其他挑战还可能包括期望值不匹配、协调性降低、社区内部或社区之间发生冲突的风险。协调、邻近社区内部或之间发生冲突的风险以及缓慢的进展¹³。社区领导和参与的益处远远大于挑战。第3章和第4章提供了利益相关方参与的实用指南，附录C提供了更多利益相关方分析资源。

将所有人团结在一起是困难的，但对成功至关重要。



© IUCN / MFF



泰国，© Ana Grillo, IUCN / MFF

利益相关方包括修复红树林的直接和间接受益方、因红树林的损失/采伐而受益的群体（注意，这些人可能是也可能不是同一个群体）、经济贡献方和地方当局。在整个修复过程中，所有相关部门的参与和代表可能包括但不限于以下方面¹⁴：

- **当地社区**，包括土地所有者和按照习俗的土地所有者
- **民间社会组织**，包括地方合作社、小型渔业协会、妇女团体或社区组织
- **科学家/技术专家**，包括学术界、顾问和非政府组织。修复工作的具体实施可能涉及不同学科的专业人员，如决策方、生物学家、生态学家、经济学家和工程师等。
- **经济参与方**，包括从提供商品和生态系统服务中获益的企业、资助机构，以及碳买方（如项目旨在产生碳信用额）。
- **资源管理者**，包括地方管理协会、社区领袖和地方当局。
- **监管机构**，包括国际、国家和国家以下各级政府。

步骤 1——通过利益相关方识别和分析过程，确定利益相关方群体以及每个群体中的具体利益相关方。即使是简单的识别和分析，也可以将以前可能没有考虑到的利益相关方纳入其中，他们可能会以积极或消极的方式做出重要贡献。简单的利益相关方分析范例包括WWE利益相关方分析指南。最终，一个好的利益相关方分析过程将有助于避免日后的障碍，并能进行适当的规划和资源配置¹⁵。制定一份可能参与项目的潜在个人、团体或组织名单，需要一个系统的、反思性的方法，超越显而易见的或通常的群体。处理这一过程的一种方法是思考不同类别的利益相关方和参与的理由，包括但不限于以下方面：

- **部门**——公共、私营、志愿或民间社会；
- **功能**——用户、服务提供者、监管者、土地所有者或决策者；
- **地理**——居住在特定行政区域或洪水风险区；
- **社会经济**——收入、性别、年龄、残疾、种族和民族、宗教或信仰，或在该地区居住的时间长短；
- **影响**——直接受影响、间接受影响或能够影响项目（生计依赖性、收入）；
- **对修复的了解和经验**——无、低、中或高（可与教育水平相关联）；
- **对修复项目的已知或可能的立场**——支持或反对该项目。



坦桑尼亚鲁菲吉三角洲的CBEMR培训，
© Dom Wodehouse, 红树林行动计划

步骤 2——了解每个利益相关方群体的影响程度、专长和影响力，有助于确定所需的参与程度。同样，具体决策的性质也会影响所需参与的总体程度。了解在何处以及如何让利益相关方参与到整个过程中，是参与修复计划的重要组成部分。可以使用一系列方法，但大多数方法都涉及基于以下内容的两级矩阵：

- 他们对将要作出的决定可能产生的影响
- 他们对项目实施工作可能产生的影响

并非所有利益相关方都能从项目一开始就参与进来。但是，可以通过研讨会、培训和充分沟通，在整个修复过程中鼓励参与，并强调每个相关部门的益处¹⁶。

什么是基于社区的红树林生态修复?

基于社区的红树林生态修复 (The Community-Based Ecological Mangrove Restoration, CBEMR) 方法已在全球范围内取得成功, 并展示了一种有效且可持续的红树林修复方法。与许多种植项目不同的是, CBEMR通过模仿自然过程, 与大自然一起修复退化的红树林。

CBEMR方法来源于罗宾·刘易斯三世开发的红树林生态修复方法。这种方法将红树林修复从传统的“园艺”智慧——建造苗圃、培育树苗和种植红树林——引向修复水文等基本生态过程, 这些过程曾使健康的红树林茁壮成长。

CBEMR 致力于培养当地利益相关方和社区的能力, 教他们如何修复红树林。与当地社区合作是项目取得成功不可或缺的因素, 这样可以确保生活在该地区的人们参与到修复工作中来。从规划阶段开始, 社区、当地NGO和政府工作人员就应参与其中, 包括从实施到监测和管理的整个过程。这样, 当地沿海社区就有能力成为红树林的管理者, 掌握修复项目的主导权, 维护生态系统的长期利益。



一条巨大的弹涂鱼守护着它的水池, © IUCN / MFF



© Dom Wodehouse



红树林湿地的牡蛎养殖, © Joeri Borst, 湿地国际

CBEMR方法首先要对拟定的修复地点进行详细调查, 以了解以前红树林消失的原因以及红树林不能自然再生的原因。每个地点都不相同, 没有统一适用于所有地方的红树林修复方案, 因此了解该地点的生物物理参数至关重要。

水文和相对于海平面的海拔极为重要, 通常是控制物种分布的关键因素。此外, 还需要对可能阻碍红树林再生的社会因素进行调查, 包括土地保有权、场地使用情况、场地历史、已经尝试过哪些修复尝试, 以及影响红树林的生计等其他相关因素。这项研究结合对附近自然健康红树林参照地的研究, 将揭示该地点发生了哪些变化, 以及需要采取哪些措施来恢复红树林的正常状态。

下一步是与所有当地利益相关方讨论并商定项目目标, 以及需要开展哪些活动来修复红树林。

项目可以采取多种形式来开展, 从挖掘以改善现场的水文状况, 到将淡水引到现场, 或执行社区红树林管理规则以采伐红树林。

需要对修复工作和社会协议进行监测, 以确保干预措施奏效和社会协议得到遵守。如果干预措施未能奏效, 监测将有助于适应性管理, 以确保取得成功的结果。这一过程还将有望证明, 当地社区和所有当地利益相关方必须保存和保护他们所拥有的红树林, 并对其进行可持续管理, 以确保自己拥有一个可持续的未来。

红树林行动计划 (Mangrove Action Project) 和 蓝色森林——Yayasan Hutan Biru 提供CBEMR技术培训。

2.2.3 目前的土地用途是什么？

除了明确利益相关方之外，还必须了解这些不同的利益相关方群体如何与潜在的修复地块和周围景观互动。绘制项目地和邻近地区的土地利用现状图可以帮助我们了解：

- **潜在的土地保有权问题：**例如，可能存在旧的水产养殖池塘，或其他由私人拥有或管理的建筑。
- **人类活动导致红树林消失的原因：**如砍伐树木、修建道路破坏现场水文状况，或放养动物进入红树林湿地等。
- **其他潜在的利益相关方：**例如，如果沿岸有更远的旅游开发项目，他们可能会因为休闲娱乐的目的支持修复工作。

红树林生态系统具有高生产力，且资源丰富，往往会被人类利用。对红树林的利用方式因地点和附近居民点的需求而异，高技术的城市地区可能会因滨海地产开发或水产养殖生产的需要而威胁到红树林，而低技术的小村庄的居民则会利用红树林资源来满足生存需要或创造收益，例如通过木炭或盐的生产。

在线远程评估工具可远程绘制当前土地利用图，并直观显示红树林面积随时间增减的历史模式，包括项目地点和周边地区。这些工具包括：

- [谷歌地球Google Earth](#)
- [全球红树林观察Global Mangrove Watch](#)
- [绘制海洋资源Mapping Ocean Wealth](#)
- [行星Planet](#)

进行远程评估时应该注意什么？

在进行偏远地区土地利用评估时，应特别注意以下几点：

- **影响项目地点供水的当前土地使用情况：**如池塘或堤坝，以及为给居民点或水产养殖业供水或排水或灌溉农作物而对水道进行的改造。淡水供应的变化可能会影响项目地的水文和盐度，从而影响成功修复的可能性。
- **活跃的砍伐或毁林等因素：**如红树林逐渐消失的地区附近的已清理区域和水道
- **现有的建筑物或其他基础设施：**如道路、船只停泊处、棚屋或小屋、池塘或堤坝。所有这些都表明人类以前或现在对该地点的使用情况，因此可能需要继续为所有者或使用者提供通道。
- **与红树林范围变化一致的历史事件：**如基础设施建设、土地利用变化或海岸形态变化。这些事件可能是导致红树林消失的原因。

任何远程评估都应与利益相关方和社区对红树林及邻近土地过去和当前使用情况的了解相结合，特别是要确定当前对生计、物质资源或食物供应至关重要的使用情况，以及在决定开展项目的修复地块是否可行时需要考虑的使用情况。

如果选定的修复地块的大片区域目前仍在被使用，则可能需要调整项目目标，以适应持续使用，根据利益相关方的共识，使其过渡到可持续的替代用途，或者考虑另一个修复地块。



红树林修复潜力地图

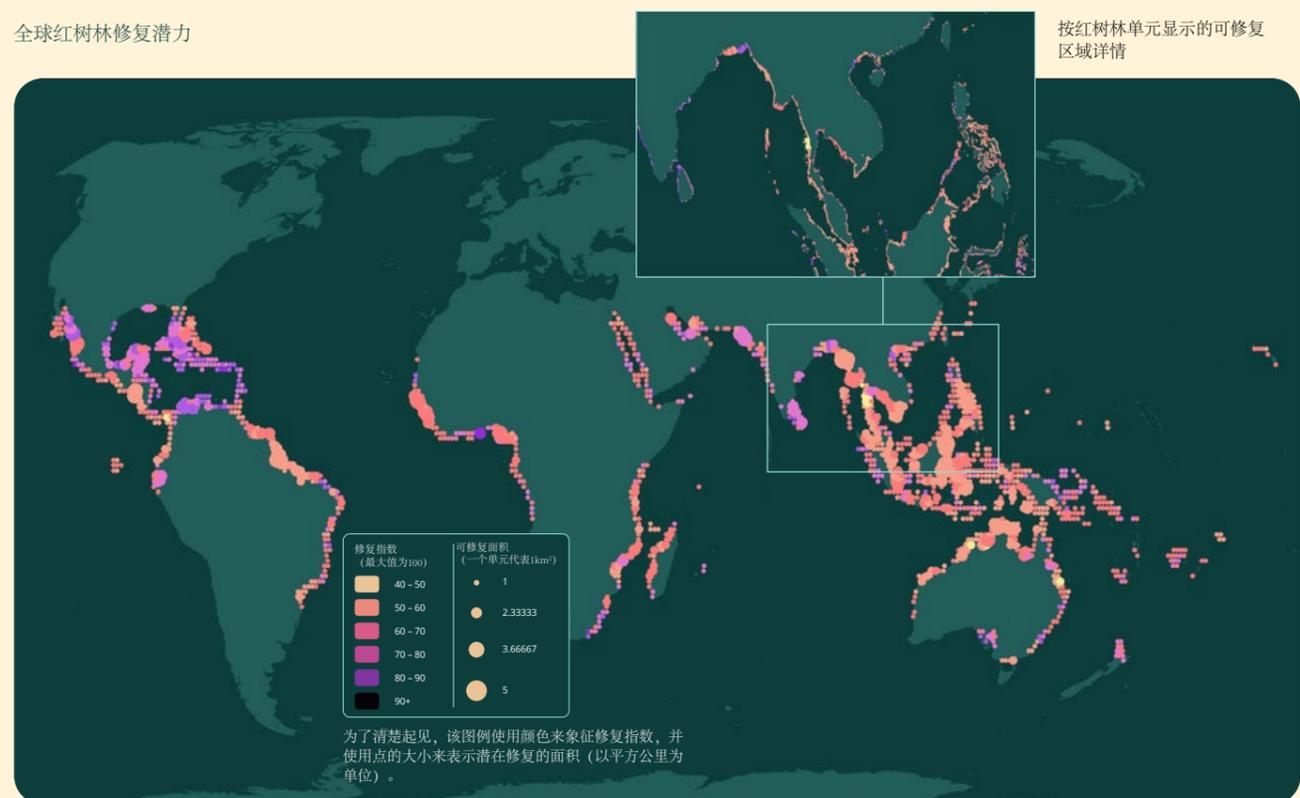
全球红树林观察网站提供了全球红树林修复生物物理潜力地图，帮助项目管理人员了解哪些地方修复红树林的机会最大，并确定修复红树林的潜在效益。

该地图利用全球红树林观察数据集确定了1996年至2020年间红树林损失的区域，从而确定了可以考虑修复的时间和空间范围。在这些损失区域内，剔除了被认为修复成本过高或难度过大的地块。分析确定了110个国家和地区的潜在修复机会，覆盖面积达8,183平方公里。

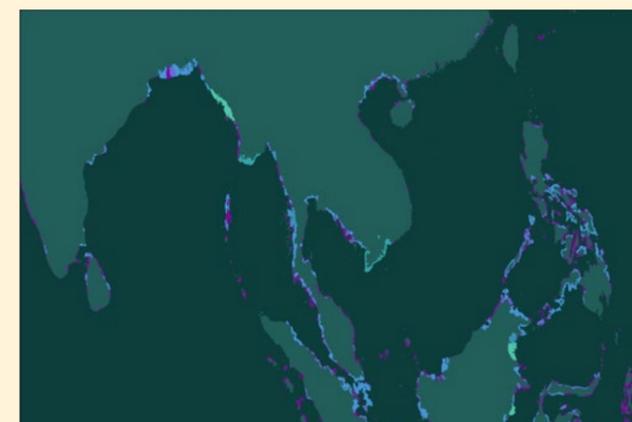
这些红树林区域已被改造成光滩或商品区，或受到极端天气事件的影响。在国家一级，印度尼西亚拥有最大的生物物理适宜区（超过2000平方公里），墨西哥、澳大利亚和缅甸也发现了大片适合修复的区域。

该分析以红树林斑块修复潜力的相对指数为基础，该指数是利用专家得出的模型创建的，该模型对不同地理空间数据层的重要性进行了加权，这些数据层包括：土地利用变化的驱动因素、环境背景（潮汐范围、未来海平面上升风险和水文干扰）和红树林损失动态（损失斑块的大小和数量、连通性和红树林损失的时间）。

全球红树林修复潜力



全球碳修复潜力



全球鱼类修复潜力



该模型预测，东南亚沿海地区的红树林修复潜力极大，高指数值也集中在南美洲北海岸和澳大利亚北部。某些国家同时拥有广阔的生物物理适宜修复区域和较高的修复指数值。例如，据估计，缅甸有600多平方公里的红树林可修复。这相当于缅甸目前红树林面积的10%以上，其中大部分红树林的修复指数非常高。

为了估算修复的潜在成果，可修复区域地图已与生态系统服务价值模型联系起来，以确定具有巨大潜在效益的修复热点区。目前可用的模型包括地面和土壤碳储存模型，以及商业海洋渔业增殖模型。东南亚的修复潜力较大，可产生大量额外的碳和渔业影响。其他服务（如海岸保护）的模型将为支持修复提供更多信息。

全球地图提供了一个大范围的概览，说明哪些地区具有最大的修复潜力，以及在碳和商业渔业方面可能产生的效益。

若要实际应用该工具，从修复行动中充分获益，需要对修复成功背后的基本社会生态条件有更详细的本土化的了解。

2.2.4 所选地块可以被修复吗？

要了解一个地点是否适合修复，最重要的问题是什么？

在评估修复地点的适宜性时，最重要的问题是：这里曾经自然生长过红树林吗？还应该提出后续问题：这里的红树林发生了什么？它们为什么没有自然恢复？如何解决这个问题？解决这些问题是规划成功修复红树林的基础。

红树林的分布范围可能从平均海平面一直延伸到最高天文潮位（图3, 上图），因此，试图在一直低于平均海平面或高于涨潮极限的地点种植红树林的做法超出了红树林的自然栖息地范围，成功的可能性很小^{17,18}（图3, 下图）。

必须对过去曾有红树林但现在红树林已消失的地点进行调查，以了解在当前条件下红树林不再建立或生长的原因（第3.3节）。然后可以利用这些知识设计修复干预措施，为成功建立红树林创造适宜的条件——这就是所谓的红树林生态修复（第3.4节）。在某些情况下，一个地点的生态条件可能已经发生了很大变化，以至于修复干预措施可能极具挑战性或根本不可能，导致红树林无法在曾经存在的区域生长¹⁹。

红树林所处的不同地貌环境（如三角洲红树林、河口红树林、开阔海岸红树林、泻湖红树林和碳酸盐红树林）也会影响其可行性。例如，河口环境中的红树林可能比位于开阔海岸环境中的红树林更可行，因为后者遭受风浪破坏的程度相对更高。



食蟹猕猴 (*Macaca fascicularis*)。© IUCN / MFF

图3

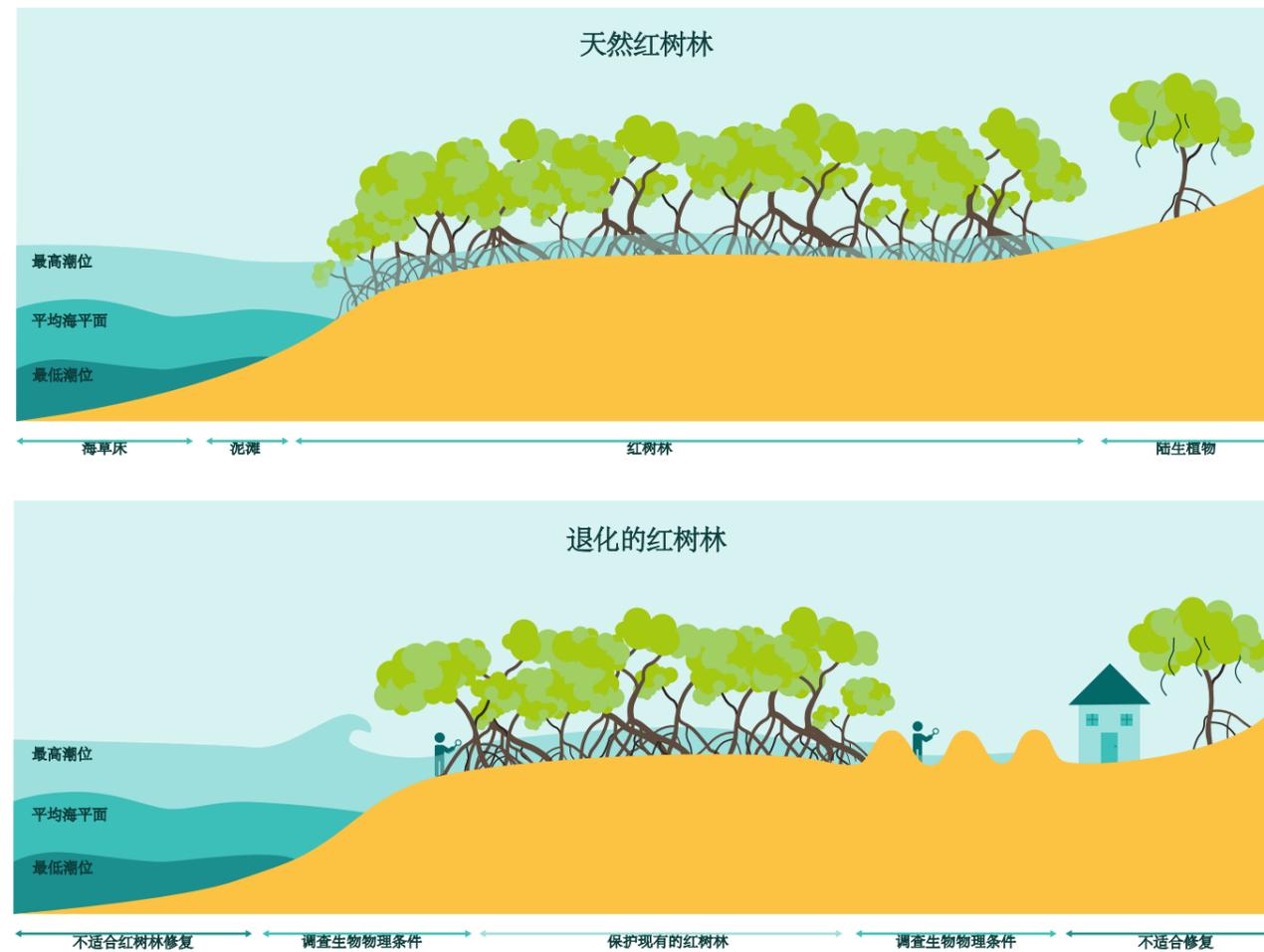


图3 上图：整个潮间带常见的自然红树林分带模式，以及红树林与潮汐平面相比的海拔高度。下图：根据地点历史确定的红树林修复地点的适宜性。随着海平面上升，不适合修复的向陆区域可能会变得适合修复。潮汐基准是指示性的，不同地点可能有所不同。改编自Primavera (2012)²⁰。

要确定所需的修复程度，需要将修复的生态系统与同类型的天然生态系统进行比较⁸。将需要修复的地点与附近状况良好的地点（最好是原始地点）进行比较，可以了解修复地点的退化程度（第3.3.1节）。了解项目地点哪些区域完好无损，哪些区域退化严重，有助于确定实现修复所需的积极干预程度（图4）。干预技术通常有三种描述方式：

- **自然恢复**——在破坏程度较低的地方，在减少或停止造成退化的根本原因之后，自然恢复（即在没有人干预的情况下）是可能的。例如，在土壤没有受到破坏、有大量健康的繁殖体可重新生长的地方，减少为获取燃料或木材而对红树林的采伐可导致自然恢复。
- **人工辅助修复**——需要积极清除项目地的生态或生物物理障碍，如恢复潮汐流、改造水产养殖池塘或控制入侵物种，以便进行自然恢复。
- **直接干预**——在景观受到严重破坏的地方，重建合适的生长条件，如果没有足够的红树林繁殖体进行自然定殖，积极的干预措施还可能包括额外的红树复种。

这些技术是一个连续过程中的环节，在这些项目地上可能需要综合使用一种以上的技术。无论需要哪种技术，如果存在生态或生物物理障碍，而这些障碍在更广泛的环境中是不利的，或者是长期的、难以克服的，如持续的洪水（如不适当的基础设施造成的洪水）和/或侵蚀，那么如果不采取更大规模的管理干预措施，成功的可能性就很低²¹。在评估修复的可行性时，通过评估生物物理和社会经济条件（包括机遇和障碍），并制定明确的目标和目的来开展干预活动，将提高修复项目的成功率。



© IUCN / MFF



图4 概念性恢复连续过程，显示根据生态系统退化程度协助修复所需的干预水平。改编自SER (2021)²²。最初基于Whisenant, 1999³⁵。

2.2.5 做出决定

在确定可行性时，最优先考虑的因素是利益相关方是否可能支持修复项目，以及项目实施是否存在法律障碍。

在确定了使用或居住在项目地点及邻近地区的不同利益相关者群体，并清楚地记录了项目地区红树林覆盖率和状况的变化之后，现在就可以根据具体地点的状况来评估修复红树林的潜力了。

多阶段决策树是支持项目地块可行性评估的有用工具。可以通过输入与现场环境和项目目标相关的具体问题来调整决策树。下面的例子可用于评估生物物理修复条件（图5）。

图5

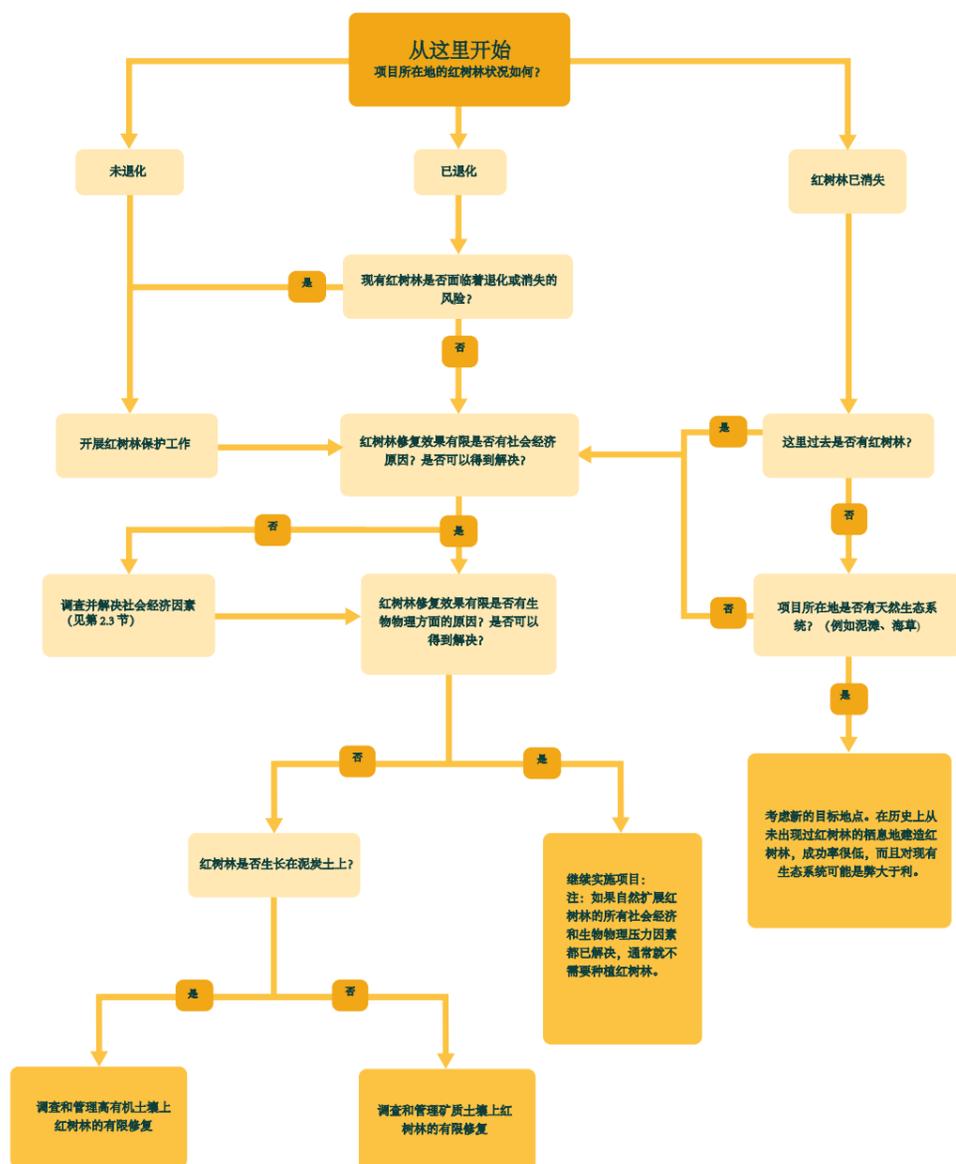


图5 评估红树林修复地点的适宜性²³。此处显示的是基本问题，但项目经理可根据自己的现场或工作环境添加更多问题（例如，与政治意愿和可用资金有关的问题，详见第3.3.2节和第4.3节）²³。

除了根据红树林的历史变化、利益相关方的协议和所有权的清晰度来确定可行性之外，还必须考虑项目如何融入更广阔的景观，以及气候变化下的未来条件将如何影响项目的成功。

2.3

更广泛的背景

我的项目地看上去很好，我还需要考虑其他什么事情？

虽然大多数指导意见都侧重于在项目现场成功开展红树林修复工作，但深入了解地区或国家层面的环境、社会经济和政策条件如何与项目现场相互作用，也会大有裨益^{10,16,20}。

2.3.1 考虑景观

如果不考虑更广的景观范围，即使是采用最佳技术的最佳项目也可能失败。有两种工具可以帮助在更广泛的景观背景下设计可行的项目，它们是四重回报框架（4 Returns Framework）和修复机会评估方法（Restoration Opportunities Assessment Methodology, ROAM）。

四重回报框架4 Returns Framework

四重回报框架是评估景观尺度（如 >100,000公顷）上修复可行性的工具，也是评估较小项目如何融入景观的工具²⁴。这一概念性和实用性框架可帮助利益相关方实现四个方面的回报——社会回报、自然回报、财务回报和精神回报。该框架遵循五个过程要素：

1. 景观伙伴关系
2. 共同理解
3. 景观愿景与合作规划
4. 采取行动
5. 监测和学习

这些要素在一个多功能景观（包括自然区、经济区和综合区）内，在现实的时间段内（指示性：至少20年）实施。跨越多个生态系统类型的多个修复项目必须经过可能长达两年的调整和规划过程。

修复机会评估方法 Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM)

ROAM提供了一份指南，通过利益相关方的参与和对现有数据的分析，在国家或国家以下级别确定恢复森林景观的机会：

- 利益相关方确定修复干预措施的优先次序
- 绘制修复机会图
- 修复经济模型和估值
- 修复成本效益模型
- 对关键成功因素进行修复诊断
- 修复资金和资源配置分析

除ROAM指南外，这里还提供了关于管理安排的具体指导[关于管理安排的具体指导](#)，以支持修复规划²⁶。

四重回报框架和ROAM涉及修复的不同阶段，对细节的要求也不同。因此，这两种方法具有互补性。ROAM方法提供了侧重于修复规划阶段（实施前）的指南，并就如何进行经济、财务和治理分析提供了详细指导。四重回报框架涵盖了从规划到实施的修复阶段，涵盖了在景观中运作的所有部门，通过在各部门之间创建共同语言来实现修复成果。例如，您可以使用四重回报框架来构思每个景观的完整修复过程，而ROAM方法则可用于分析实施前的经济和财务回报或治理结构。

虽然现场层面的工作可能最终会被纳入景观尺度规划（管辖方法和国家尺度的项目），但在大多数情况下，这将需要数年时间，而且时间跨度变化很大。目前，应由项目经理和合作伙伴来决定如何最好地将项目目标与未来景观尺度方法的目标相协调。

2.3.2 考虑不断变化的气候

无论是在现场还是在景观尺度上，红树林修复工作都必须考虑气候变化的影响及其对项目长期成功的作用^{27, 28}。

气候变化如何影响修复工作，如何减轻这些影响？

尽管上个世纪红树林的退化主要是由人类的直接行为造成的，但由于严重洪水、极端干旱、淡水或地下水流量减少或不可预测，以及风暴和极端降水造成的侵蚀或沉积变化，红树林面临的损失威胁也越来越大^{28, 29, 30}。气候因素对红树林的威胁预计会增加²，目前尚不清楚红树林将如何应对。红树林可能会通过改变分布（如纬度和/或海拔的扩展）或物种组成来应对。单个红树林可能会通过调整根、枝或茎的解剖结构来应对^{31, 32}。

红树林修复项目应更多考虑能够灵活适应气候变化的标准，例如优先选择能避开大浪活动³³、不易受到日益频繁的极端风暴事件影响的地点。还应考虑适应战略，例如，选择可使红树林在不同海平面上升情况下向陆地迁移的地点进行修复（见专栏3），或种植对气候压力敏感度低和/或适应能力强的本地物种³⁴。

专栏3：海岸挤压

世界上大约有一半的人口居住在距离海岸线100公里的范围内。随着人口的增长以及对生活空间和粮食生产需求的增加，人类可能会在潮间带生态系统的边缘开发土地，或将其转为其他用途，如水产养殖池塘、放牧或海滨住宿。与此同时，侵蚀和海平面上升的共同压力可能会促使潮间带系统随着向海边缘的消失而向内陆后退（图6）。在一些地方，发展已经挤压或重叠到红树林等系统中，生态系统已没有向内陆迁移的空间，相反，海岸被挤压在人类发展和不断上升的海平面之间（比较图6a和b）。

图6



目前有完整的流程评估区域应对气候变化威胁的敏感性³⁶。标准方法通常会评估该地点所面临的气候威胁（如降雨、海平面或极端事件模式的趋势）³⁷以及该地点对这些气候威胁的敏感性³⁸。各区域因其特点不同，对气候变化威胁的敏感度也不同³⁹，例如：

- 选址是否位于风浪较大的暴露海岸线上
- 选址是否位于潮间带的低处或高处，这将导致对海平面上升的不同敏感性
- 陆地一侧的边界上是否有可能限制海平面上升时向陆扩展的基础设施

可以管控的非气候因素越多，以改善该地点的条件，适应气候因素并从气候因素中恢复的可能性就越大。在全球范围内，红树林修复潜力地图利用海平面的历史测量值和未来预估值，来确定海平面上升后，某些地点的红树林被淹没风险的高低。这可用于评估潜在的修复地点，但仍需要详细了解当地规模的沿海地貌、水文和其他风险，以确保项目地点可以应对气候变化。

在项目设计过程中，还应考虑气候变化威胁可能对项目地产生负面影响的时间，以便有效地确定管理和缓解行动的优先次序。例如，修复地点可能位于潮间带的高处，因此海平面上升可能在几十年内不会对该地点产生直接影响。但是，可能会发现有向陆地扩张的障碍（如道路），这可能需要数年时间来解决。因此，对项目地的管理可能包括对利益相关方参与的投资，以便在情况变得紧迫之前开始与基础设施管理方进行谈判。与此相反，一个地点在暴风雨后可能已经出现了侵蚀迹象，因此，通过社区协商来收集信息并讨论当前的选择方案将是更优先的事项。可能采取的行动包括加大监测力度、模拟沉积物是否已经减少、调查减少海浪和水流的工程解决方案、确定向陆地扩展的方案以及测试在受损红树林区域重新种植的效果。



泰国，©Siriporn Sriaram, IUCN / MFF

2.4

后续工作

现在应当可以确定修复地点符合基本的可行性标准：

- 有明确的初步项目目标
- 修复红树林没有法律障碍
- 利益相关者应当达成了一致（即使只是高层次的一致）
- 已确定并评估了影响地块的当前土地利用状况
- 根据初步观察，修复地点有合理的成功可能性
- 了解项目如何与更广泛的景观和环境互动
- 已确定项目地点当前或未来面临的威胁

下一步将深入研究成功修复的具体生物物理、社会和经济要求，并设计深入的项目计划。项目设计完成后，就可以开始估算实施和监测的成本（第3章）。

3

项目设计



© Sean Chinn, 海洋图像库

3 项目设计	57
关键信息	59
常见问题	59
3.1 设计成功的修复项目	61
3.2 优秀设计的要素	63
3.2.1 项目背景	63
3.2.2 利益相关方和执行伙伴	64
3.2.3 国家背景和管理模式	64
3.2.4 项目理念和范围	65
3.2.5 财务分析	65
3.2.6 初步风险评估	66
3.2.7 最终考量	66
3.3 针对社会经济因素进行设计	67
3.3.1 为社区参与、共同创造而设计	68
3.3.2 为政府和政治支持而设计	69
3.3.3 为改善收入和生计而设计	70
3.4 针对生物物理因素进行设计	71
3.4.1 想要恢复到什么状态?	71
3.4.2 向当地人了解该地区的历史和当前使用情况	73
3.4.3 项目地的初始条件如何?	73
3.4.4 项目地的问题是什么?	76
3.5 资源问题	82
3.5.1 不同方案的费用不同	84
3.6 后续工作	86
案例研究: 墨西哥国家海洋公园	87

本章将就如何设计一个长期成功的项目提供指导。在确定所有利益相关方、就修复的目标和目的达成一致并完成基本的可行性阶段后，项目将进入设计阶段，在这一阶段，将考虑之前所学到的所有知识，并设计活动来满足项目的具体需求。

有许多优秀的资料为红树林修复提供了指导，包括针对特定区域的手册。第3章并不是要重复现有的大量信息，而是要强调实践者可能会发现有帮助的关键点。请查阅附录B中列出的手册，了解更详细的说明和如何执行建议评估的步骤。

关键信息

- 历史上的低成功率不应该与设计一个成功的项目所需要的普遍不确定性有关，而应该与缺乏关于什么是最佳做法的交流有关。
- 修复红树林的潜力主要取决于退化程度、地貌环境以及土地所有者的意愿和能力。
- 应与可行性研究阶段确定的利益相关方和合作伙伴共同制定一份好的项目设计书。
- 确保修复项目设计能纠正水文、水动力、沉积和繁殖体可用性的问题，并复制周围的自然参考地块。要做到这一点，可以利用当地的生态知识和/或对自然及修复地块的水文变量进行测量。
- 项目管理人员应在修复项目开展之前花费大量时间，确保项目的当地所有者从一开始就充分了解情况并参与决策。同时要以明确的证据宣传修复红树林的益处。

常见问题

为什么要全面地考虑修复?

第3.1节

项目设计文件中应包含哪些内容?

第3.2节

如何设计一个项目来限制可能影响项目成功的社会因素?

第3.3节

修复地块发生了什么物理变化? 如何解决这个问题?

第3.4节

我需要花钱做什么?

第3.5节

阅读清单

红树林生态修复——从业者实践指南 https://blue-forests.org/wp-content/uploads/2020/04/Whole-EMR-Manual-English.pdf	关于红树林修复的设计和实际实施的基础文本。
自由、事先和知情同意 https://www.fao.org/indigenous-peoples/our-pillars/fpic/en/	在任何类型的项目开始之前，所有项目都必须完成自由、事先和知情同意流程。
海洋海岸修复的成本和可行性 https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/15-1077 数据库: https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061%2Fdryad.rc0jn	该研究汇总了截至2016的修复项目成本，发现较发达经济体的修复成本高于欠发达经济体，红树林的修复成本低于其他沿海生态系统。
红树林修复和保护背景下的沉积物流动 https://wwfasia.awsassets.panda.org/downloads/wwf_mcr_sediment_flow_in_the_context_of_mangrove_restoration_and_conservation_v6_5_web.pdf	展示了对红树林沉积物动态的快速评估，并解释为什么这是必要的。
水文分类——红树林修复的实用工具 https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0150302	关于如何评估红树林修复地点的水文状况的详细技术解释和案例研究。
热带沿海海洋生态系统保护干预措施的社会和生态成果：系统地图规程 https://link.springer.com/article/10.1186/s13750-020-00193-w	各种保护行动摘要，可为红树林修复项目的规划提供参考。
ARSET - 利用红树林遥感技术支持联合国可持续发展目标 https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-remote-sensing-mangroves-support-un-sustainable-development	针对政策制定者的培训课程（含视频），提供红树林遥感指南以及使用谷歌地球引擎绘制红树林地点地图和测量地点面积的说明。
案例研究：基于社区的红树林生态修复，印度尼西亚 https://journals.openedition.org/sapiens/1589	详细介绍了印度尼西亚某地的红树林修复过程，重点介绍了广泛的活动和适应性管理。

3.1

设计成功的修复项目

为什么要全面地考虑修复？

虽然人们对修复和重建红树林生态系统有着强烈的愿望，但海岸修复的过程是微妙而复杂的，世界各地的许多项目都以失败告终^{5,40}。然而，这一较低的历史成功率不应该与设计一个有效项目所需的一般不确定性联系在一起，而应该归因于缺乏围绕最佳实践的沟通。具体来说，修复效果不佳往往是由于项目设计未能考虑和规划生物物理、社会、财务、治理和土地所有权等因素之间的相互作用^{17,41}。而考虑到影响修复的各种因素的项目设计，往往会有更好的项目成果（图7）。

海岸修复的过程是微妙而复杂的，世界各地的许多项目都以失败告终^{5,40}。



坦桑尼亚姆钦加的吉坦布蜜蜂饲养小组成员，© Elizabeth Wamba, 湿地国际（东非）

图7

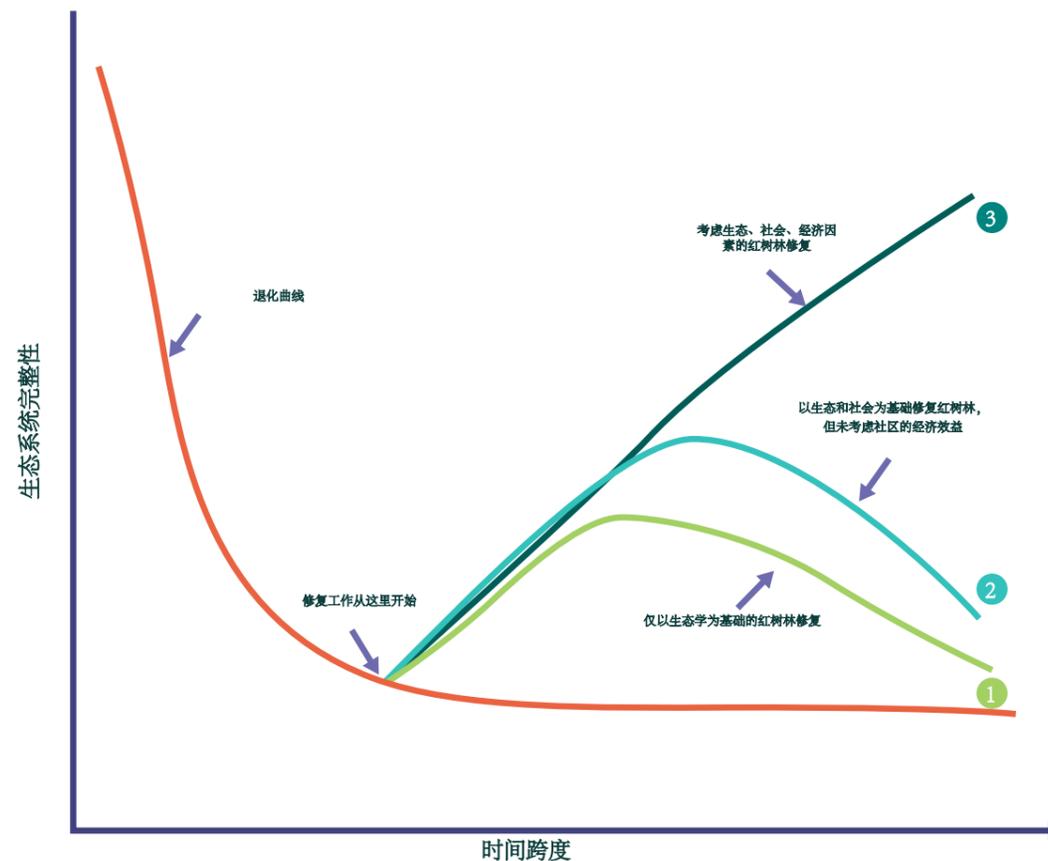


图7 考虑（或不考虑）红树林退化根本原因对修复成功的假设影响。[1]仅考虑生态原因：短期成功，但由于人的反对或人的活动而迅速退化。[2]考虑生态和社会原因：初期比较成功，但由于未考虑经济效益，中长期不可持续。[3]考虑生态、社会和经济原因：具有可持续的修复成果（长期成功）。改编自Biswas等（2009）⁴²。

本指南第2章探讨了目标、目的和总体可行性。通过这一过程，可以确定对项目设计过程至关重要的人员，以及项目设计中需要考虑的各种生态、社会 and 财务问题。设计出满足所有相关人员所有需求的项目是不可能的，但我们的目标是设计出满足大多数人大部分需求的项目。设计过程允许合作规划，这样当项目开始时，就会有明确的角色和责任，期望得到满足，每个人都有机会参与决策，并了解这些决策将如何影响项目。

3.2

优秀设计的要素

项目设计文件中应包含哪些内容?

一份好的项目设计文件应与可行性研究阶段确定的利益相关方和合作伙伴共同创建。该文件应提供有关项目和修复战略的一般信息，使参与项目的任何人都能拿起文件，清楚地了解目标、所需行动、决策点和成功所需的资金。此处列出了主要组成部分，但根据具体项目需求，可能还需要考虑其他类别。

3.2.1 项目背景

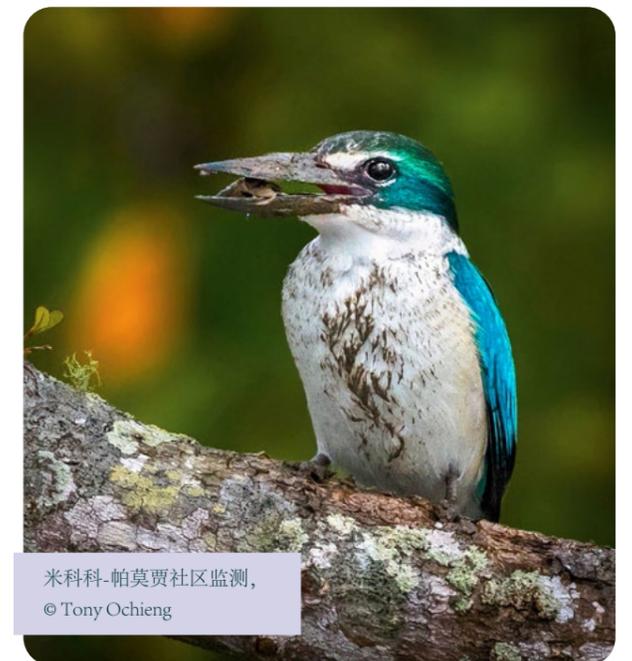
- **项目地点**——说明项目的地点（国家、地区、部门等）、项目区的面积和地理界线。如有可能，应附上该地区的相关地图和坐标。
- **生物物理特征**——提供有关项目及周边地区主要生物物理特征的信息：海拔、坡度、气候、植被类型、生物资源等。
- **开展修复工作的障碍**——描述可能阻碍修复工作的障碍和根本原因。

3.2.2 利益相关方和执行伙伴

- **项目地的社区、土地和资源使用情况**——提供有关项目地和/或周围社区的信息，如家庭/个人数量和重要的社会经济数据，如贫困和收入水平、教育和卫生信息，包括主要的生计和经济活动。项目地与这些生计活动相关的主要土地利用类型是什么？描述他们如何使用项目地的资源。如有相关地图（如土地利用地图、定居点等），应做展示。
- **参与项目的利益相关方**——本节应提供对当地利益相关方的评估和参与计划。确定对项目有影响和正在/将要受项目影响的主要利益相关方，并在相关情况下，与他们一起验证项目方法。本节还应回答以下问题：谁在开发该项目？由哪些合作伙伴担任哪些角色？利益相关方将如何参与？
- **执行能力**——实施修复项目在时间和资源方面都是一项长期承诺。在短期内，谁将是项目的核心合作伙伴，负责监督整个项目开发阶段（2-4年），谁可以管理长期（30年以上）的实施工作。本节应分析该地区现有合作伙伴的优势和劣势，以及他们实施和承诺实施此类项目的能力。

3.2.3 国家背景和管理模式

- **国家政策和法律背景**——确定可能相关的法律所有权和任何涉及土地使用的法律，并说明项目将如何在这些限制范围内开展工作。
- **土地保有权和使用权**——本节应说明项目地的土地使用权，基本上要回答以下问题：谁拥有项目地（及周边）的土地？是否有合法的土地所有权？修复地块的土地是否附有任何传统权利？是否有任何官方管理计划/类别来规范项目区的土地使用？此外，项目实施者是否有能力/权利管理修复区域并要求开展监测活动？



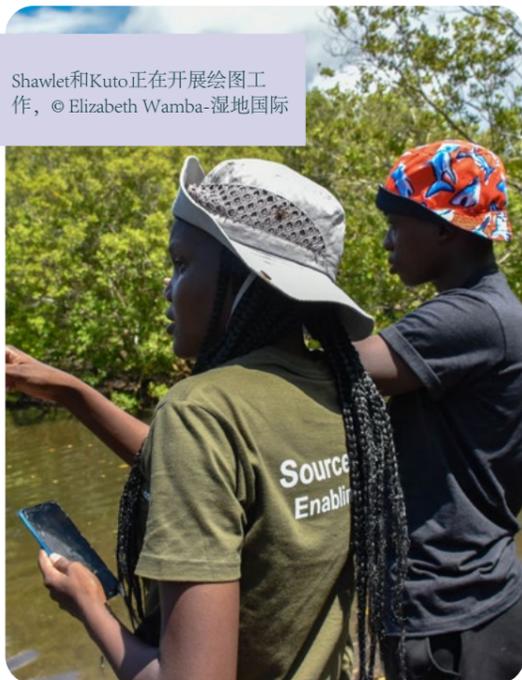
米科科-帕莫贾社区监测，
© Tony Ochieng

3.2.4 项目理念和范围

- **实现修复的行动**——鉴于前几节提供的背景，本节应详细、清晰地描述项目区的项目战略。
- **潜在的环境和社会共同效益**——我们必须考虑到哪些与该地区相关的生态系统服务和生物多样性效益（如重要流域、特有/受威胁物种分布等）？项目对当地社区有何影响（积极和消极影响）？项目对生物多样性/其他服务有何影响（积极和消极影响）？
- **治理结构**——决策过程、谁需要了解决策以及谁需要参与决策必须清晰透明。本节还应说明如何处理意见分歧。

3.2.5 财务分析

- **成本概述**——本节应提供项目成本估算，至少是运营头 10 年的成本估算。
- **潜在收入来源**——描述项目可能产生的任何潜在收入来源，包括生态系统服务收入（如旅游业、碳）、赠款或慈善捐款或产品利润（如非木材森林产品）。本节可能包括更广泛的景观或区域战略中的筹款和收入战略。



Shawlet和Kuto正在开展绘图工作，© Elizabeth Wamba-湿地国际



塞内加尔，© Dom Wodehouse, 红树林行动计划



© IUCN / MFF

3.2.6 初步风险评估

- **风险识别**——所有项目都有一定程度的风险。本节应强调可能给项目带来风险的潜在因素，包括政治和法律风险、经济/财务风险、环境风险、社会风险、政策和合规风险、声誉风险、健康风险、安全风险和安保风险。

3.2.7 最终考量

- **预期时间线**——强调作为项目开发（如项目设计文件）和实施（如保护协议、生物多样性和社区监测计划）一部分的关键活动和战略。工作计划应至少涵盖5年。
- **信息差**——在推进项目的过程中，可以获得但目前缺少哪些关键信息？在此过程中，是否有任何假设需要在下一阶段进行修订？
- **机会识别**——本部分应描述任何可以扩大项目影响的机会。是否有机会扩大项目规模？或潜在的配套资金、赠款或任何其他来源的潜在财政支持？是否有任何政府计划可以扩大项目的影响？

根据各个项目的具体情况，可能没有必要逐一回答这些问题，但至少要对每个问题进行思考，以确保团队中的每个人都能充分了解情况，并理解为什么要做出某些决定。一旦掌握了这些信息，就可以开始深入研究成功修复红树林所需的活动。

3.3

针对社会经济因素进行设计

项目设计的包容性是成功的关键

红树林湿地的社会、经济、制度、立法和治理背景复杂多变。在其中汇集了不同的直接和间接资源使用群体，他们的社会、经济和制度需求和优先事项可能大相径庭。这些社区群体的变化、决策方式、不同的生计以及他们参与的正式和非正式机构可能都大相径庭。设计能吸引这些社区和群体参与的项目可能是一项挑战，需要足够的时间来了解和适当设计项目。

东南亚有一个社会、经济和治理问题影响修复成效的例子¹⁷。在过去十年中，菲律宾的许多红树林修复项目都涉及将海草草甸或邻近泥滩转为红树林种植区，这种活动失败的风险很高⁴³。

这些类型的活动，以及缺乏成功修复案例的情况，与理解红树林修复的生态要求关系不大，更多的是与项目的社会经济限制有关。

在菲律宾，红树林修复的短期资金、快速产生影响的压力以及无法在资助者通常要求的短时间内解决复杂的土地使用和土地保有权等相关问题，导致项目倾向于快速、廉价的规划内容，也可以避免棘手的问题。类似的压力往往会导致在潮间带高程过低、不适宜土地上大规模种植红树林^{17,41}（见第3.4节），因为考虑到成本和权属问题，在这些区域种植红树林通常是最直接的选择。

除了修复活动本身的社会和经济驱动因素外，修复项目的成功还依赖于对可能导致红树林区域退化和消失的社会和经济驱动因素的全面了解，以及任何对修复持有顾虑的社会和经济原因。在墨西哥Marismas Nacionales的一个社区红树林修复项目中，包括解决社会经济障碍在内的修复设计是实现项目目标的关键。

社会经济问题也可以成为促进因素。据报道，对红树林修复项目成功产生积极影响的设计组成部分包括：

- 有意识地设计项目，以获得社区的高度支持，并吸收当地知识^{44,45}。
- 规划并确定需要大量资金与需要可持续的长期资金来管护、监测和报告项目的关键时间节点^{46,47}。
- 绘制项目区域内的土地保有权或使用权地图，并设计干预措施，以当地社区能够同意的方式专门解决这些特殊情况^{41,48}。
- 设计一个优先考虑生活质量和减少人类贫困的项目^{19,49}。

附录C列出了修复项目设计中应考虑的一些关键问题，解释了为何这些问题至关重要，并重点介绍了可用于评估和解决社会经济因素的方法。

3.3.1 为社区参与、共同创造而设计

对于生活在红树林中或附近的人们来说，大多数红树林生态系统都是家园、觅食地和渔场，具有文化或历史意义。因此，它们可被视为社会生态系统，而非纯粹的野生栖息地⁵³。这种区别意味着在红树林修复项目开展之前和实施过程中，当地社区的深入参与和共同创造至关重要⁵⁴。社区深度参与红树林修复符合《巴黎协定》序言中强调的气候正义概念，该概念指出，在设计基于自然的解决方案（如红树林修复项目）时，受气候变化影响最严重者（以及对气候变化责任最小者）应享有优先权。

这些关于地方实际参与的理论论据与项目开发设计具有社区参与的项目的三个实际理由相一致。

- 大多数政府机构要求在改变公共森林资源的管理之前提供社区参与协商的依据。
- 即使红树林受到法律保护，也可能需要加强执法力度或提高执法力度。因此，若要对红树林进行长期管理，避免修复区域恢复到以前的土地用途，可能需要社区的支持。
- 一个有效的项目必须了解并解决红树林丧失和退化的核心驱动因素，以及修复红树林的关键阻碍。这些因素通常主要或部分源于社会经济因素，而当地人拥有帮助发现问题和共同设计解决方案的专业知识^{6,21,25,55}。

3.3.2 为政府和政治支持而设计

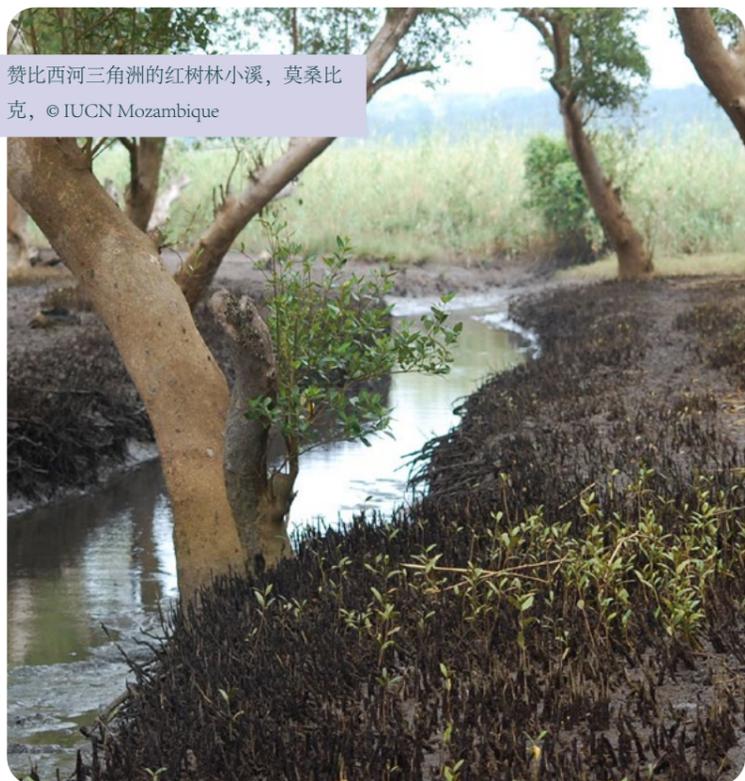
在设计红树林修复项目时，了解管理模式至关重要。设计项目时应注意：

- 与土地保有权以及土地、植物和动物保护状况有关的国家法律
- 红树林在哪些法律范围内，由哪个政府机构负责管理。例如，红树林属于陆地法还是海洋法，或者是介于陆地法和海洋法之间。
- 传统权利，如既定的使用和管理模式，这可能有助于项目的成功，也可能导致持续的损失和退化。

- 使用生态系统服务支付来惠及当地居民的项目可能需要证明对相关资源拥有所有权。这一要求对大多数红树林来说是一个关键的初步挑战，因为政府通常拥有红树林土地。然而，相关法律文书可能允许保有红树林资源。例如，在肯尼亚，《森林法》（2005年）推动了利用红树林资源的群体有权使用一系列森林产品和服务。
- 确保红树林修复活动具备持续进行的长期安排方案（即土地购买、土地租赁、所有者协议、纳入政府管理计划）。



© IUCN / MMF



赞比西河三角洲的红树林小溪，莫桑比克，© IUCN Mozambique

基于社区的红树林修复项目可能还需要采用符合当地需求的管理模式，包括：

- 当地人在项目管理中的民主代表权
- 项目成果共享的精确机制
- 透明的投诉程序
- 具备较强适应性，可对设计和实施进行修改
- 明确说明角色和责任（如数据收集、报告、核实、组织委员会会议、保留会议记录等）。
- 整合不同形式的知识，使修复工作取得成功（例如，经同行评审的科学知识、传统知识等）。
- 就种植而言，对种植物种进行种植后跟踪，包括与自然区域相比的植物演替、生物多样性和环境过程⁵⁶。

请记住，制度变革可能是一个长期的过程，可能需要多个机构和组织在多条战线上采取行动。立法变革还可能需调动政治资本资源，而某些红树林修复项目可能没有这些资源。提供可行的管理框架（如社区林业）的治理安排可能需要时间来建立和被接受，特别是如果它们与现有的安排有很大的不同。

不过，确保治理安排的可持续性，以及将其扩展到更广阔地区的可能性，也有助于建立由社区主导的长期修复项目。

附录C提供了分析机构能力的资源，以及用于理解和改善（如有需要）立法环境的工作。

3.3.3 为改善收入和生计而设计

红树林修复面临的巨大威胁之一是，由于没有为当地居民建立长期的替代选择，开发性和破坏性活动又会卷土重来。专注于发展替代生计可以是修复项目成功的一个关键组成部分，特别是在不可持续利用红树林资源对社区的生计至关重要的情况下。

例如，如果出售从红树林采集的木柴能增加社区成员的收入，那么要减少采集木柴对红树林造成的压力，就需要为木柴采集者和出售者寻找其他谋生手段。

在红树林修复项目中开发的一些替代生计包括蜂蜜生产、水果饮料、染料和肥皂等新产品啊，螃蟹的可持续捕捞、小规模水产养殖以及旅游业⁵⁷。为诸如碳固存、养分处理、生物栖息地或渔业等生态系统服务付费，也可以在保护和修复项目中帮助改善生计。

模块一：蓝碳进一步阐述了如何利用碳金融支持社区和改善生计。对红树林的经济服务进行更广泛的评估，可以为红树林修复提供更有力的社会和经济论据^{45, 54}。

3.4

针对生物物理因素进行设计

修复地块发生了什么物理变化？如何解决这个问题？

红树林是潮间带的优秀的定居者。如果修复地点没有生长的红树林，且附近有红树林（种源），则必须确定并解决潜在的生物物理问题。诊断阻碍再生的原因可能需要进行多次评估。

将当地生态知识与基线、水文、流体力学和繁殖体可用性的定量评估相结合，才能取得最佳成果。要了解修复该地区需要做些什么，首先要了解该地区的自然情况。

3.4.1 想要恢复到什么状态？

参考附近健康的地块，对所选地块的生物物理条件进行基线评估将有助于确定需要解决的主要差异（图8）。一般而言，现场评估应考虑影响红树林生态系统发展的生物物理过程，包括红树林物种生态学（繁殖、传播、幼苗定殖、生长）、控制幼苗分布和建立的水文模式，以及可能阻碍植物和其他生物自然定殖的人为改造活动⁵⁸。⁵⁹。参照地点提供了一个基准，可据以衡量修复地块的成效。通过比较两个地点的关键生态指标和参数，可以评估修复工作的有效性⁸。

如果修复地点没有生长的红树林，且附近有红树林（种源），则必须确定并解决潜在的生物物理问题。

此外，监测和比较参照地与修复地之间各种生态参数随时间的变化，有助于确定趋势和偏差，并指出可能需要实施适应性管理措施的地方。如果修复地块的进展不如预期，参考地点可以为改变技术和干预措施提供信息，以改善结果。通过这些比较，有可能区分自然差异、修复工作的影响以及具体修复方法的有效性，这些都可以在未来的项目中加以改进。

图8

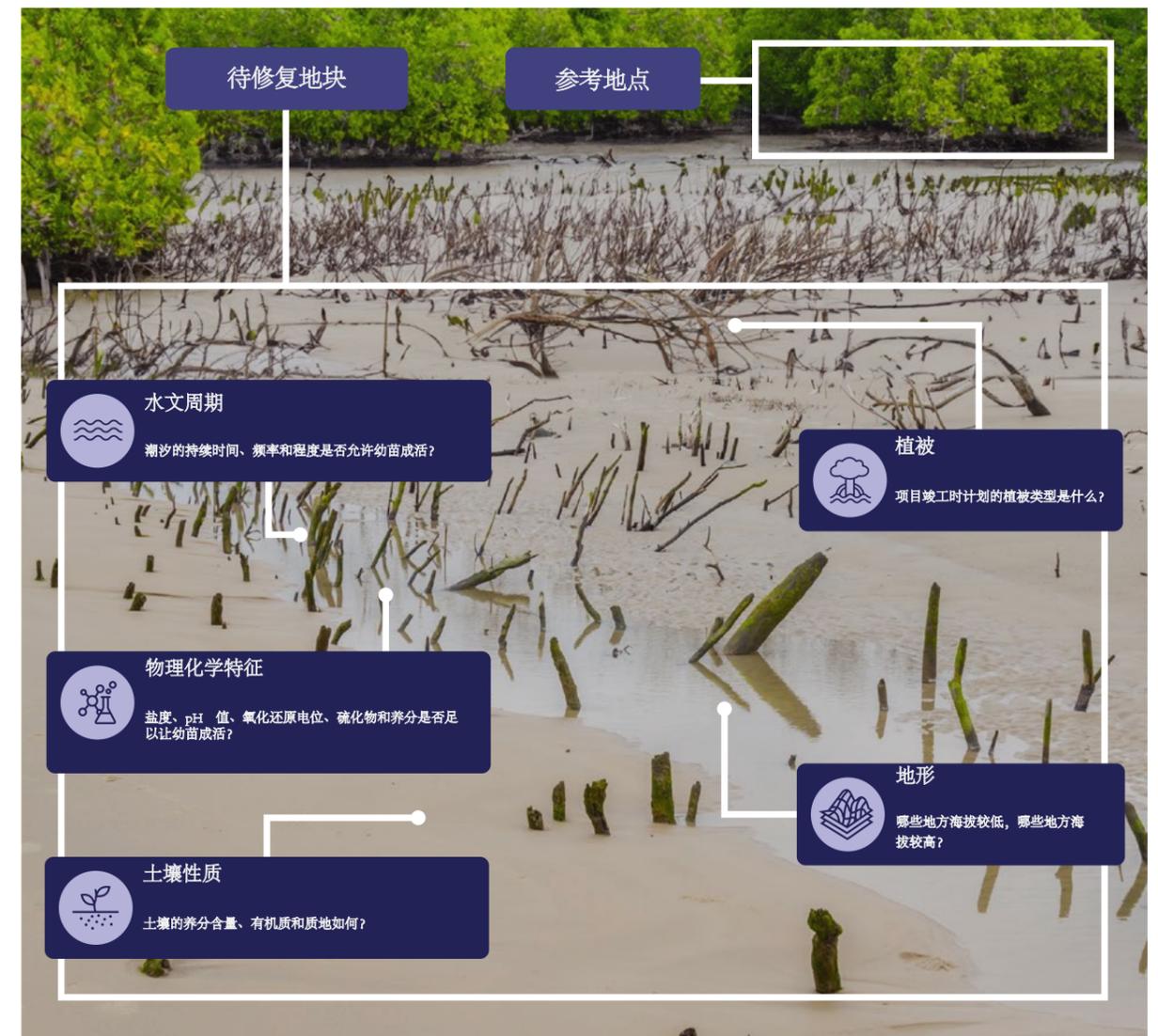


图8 红树林修复项目的生物物理考虑因素概览。改编自Teutli-Hernandez等 (2021)⁶。

3.4.2 当地人对该地区历史和当前使用情况的了解

要了解一个红树林区域没有再生的原因，必须考虑该地点的历史。只有土著居民和当地人才全面了解该地区的具体情况和历史⁶¹。本土的知识是设计有效的红树林修复项目的一个重要方面¹⁰。其中可能包括红树林区域内物种的时空变化、红树林生态系统结构的变化、物种的存在/消失以及气候变化的可观测影响等信息。

在大多数情况下，原住民和当地社区已经发现了淹没、水文变化或定殖方面的问题，并正在采取补偿与红树林消失有关的变化的措施，这些都应作为设计修复项目的基础和依据。

在大多数情况下，原住民和当地社区已经发现了淹没、水文变化或定殖方面的问题，并正在采取措施补偿与红树林消失有关的变化，这些都应作为设计修复项目的基础和依据。除了了解地块的历史，了解该地区目前的用途和社区需求也至关重要。

项目设计应以传统管理战略为基础，优先考虑文化习俗和更大的社会需求（如粮食安全和就业）。如果要共享当地知识，必须遵循自由、事先和知情同意（FPIC）的程序。所有评估和结论都应以透明和及时的方式与当地社区分享。有关与当地社区和其他利益相关群体接触的更多信息，请参见第4章。

3.4.3 项目地的初始条件如何？

项目地的现状、土壤类型和区域位置都会影响修复策略和成功的可能性。以下是对通常需要进行红树林修复的地点特征和情况类型的高度概括。附录B列出了许多资源，对具体的修复技术进行了更深入的介绍，但在设计项目时，这些都是需要提出和设计解决方案的关键问题。

项目地发生了什么？

毁林——在这种情况下，树木已被移除，但红树林生长和生存的基本条件可能仍然完好无损。因此，红树林可能会自行恢复。如果没有恢复，则可能是该地区完全消失（有时会在恶劣天气状况后出现），或者是该地区无法获得繁殖体供应，因此种植乡土树种可能是有必要的。

流干——在某些情况下，设置了阻止水流进入该区域的障碍物，或者水被移走或改道（例如，淡水被改道用于浇灌农田）。生长在富含有机土壤上的红树林，如果被清除和排干（使土壤暴露在空气中），可能会增加有机物的好氧分解和随后的二氧化碳释放。有机物质和碳向大气的流失减少了土壤的质量，导致地表下沉⁶¹。如果沉降严重，可能需要恢复高程以重建适当的潮汐范围，但这样做可能不切实际。在这种情况下，修复战略可能需要大力保护剩余的红树林，从而防止进一步的土壤流失、沉降和二氧化碳排放。

侵蚀——易受风浪影响的红树林区域可能会限制修复的潜力，除非使用工程结构，如采用可降低海浪能量和拦截沉积物的半透水结构。在印度尼西亚淡目的红树林向海边缘，侵蚀和海浪冲击是红树林退化的最常见原因，海平面上升以及风暴频率和强度的增加加剧了这些影响。不过，如果采用加强沉积物截留和减少海浪能量的建筑结构作为干预方法，红树林的情况会有所改善⁶²。

项目地的土壤类型是什么？

有机质——红树林栖息地或富含有机质的土壤储存了大量的土壤有机质（高达土壤含量的 80%），这些有机质通常是红树林通过枯根的积累以及木头和树叶的沉积和掩埋而形成的。由于海水的盐度限制了微生物的分解，红树林地区沉积的有机物得以保持。更多的物质一直在增加，但却没有被分解，导致土壤长期堆积。如果土壤暴露在空气中，土壤中的碳可能会被氧化，并以二氧化碳的形式进入大气，因此修复这些地点可能比其他类型的地点具有更高的减缓气候变化的价值。

矿物质——生长在矿质沉积物（如河流或海洋环境中的沉积物）上的红树林存在于各种潮汐类型的环境中，但大多出现在潮差较大的红树林中⁶¹。矿质土壤上的红树林出现在三角洲冲积平原和河口，是红树林转变为农业和水产养殖业的场所。与泥滩红树林相比，这些系统中的动态沉积物含量（在某些地方，如活跃的三角洲，沉积速率很高）导致单位体积土壤的碳储量较低，但土壤可能很深⁶³。如果水文周期合适，矿质土壤区域的环境条件适合快速生长和大量生物量积累⁶⁴。

需要在哪里进行修复?

向陆——向陆修复发生在红树林的后缘，距离海洋或河流等主要水源最远，而且就在主要植被转为陆生物种之前（见图9）。这些地点通常会失去水文连通性，繁殖体的可用性也会降低。

向海——向海修复发生在海洋和河流前沿（见图9）。这些地点通常会遇到风力、波浪能或河流水流过大，导致繁殖体无法生长，侵蚀加剧，或因海平面上升导致水淹加剧等问题。

图9

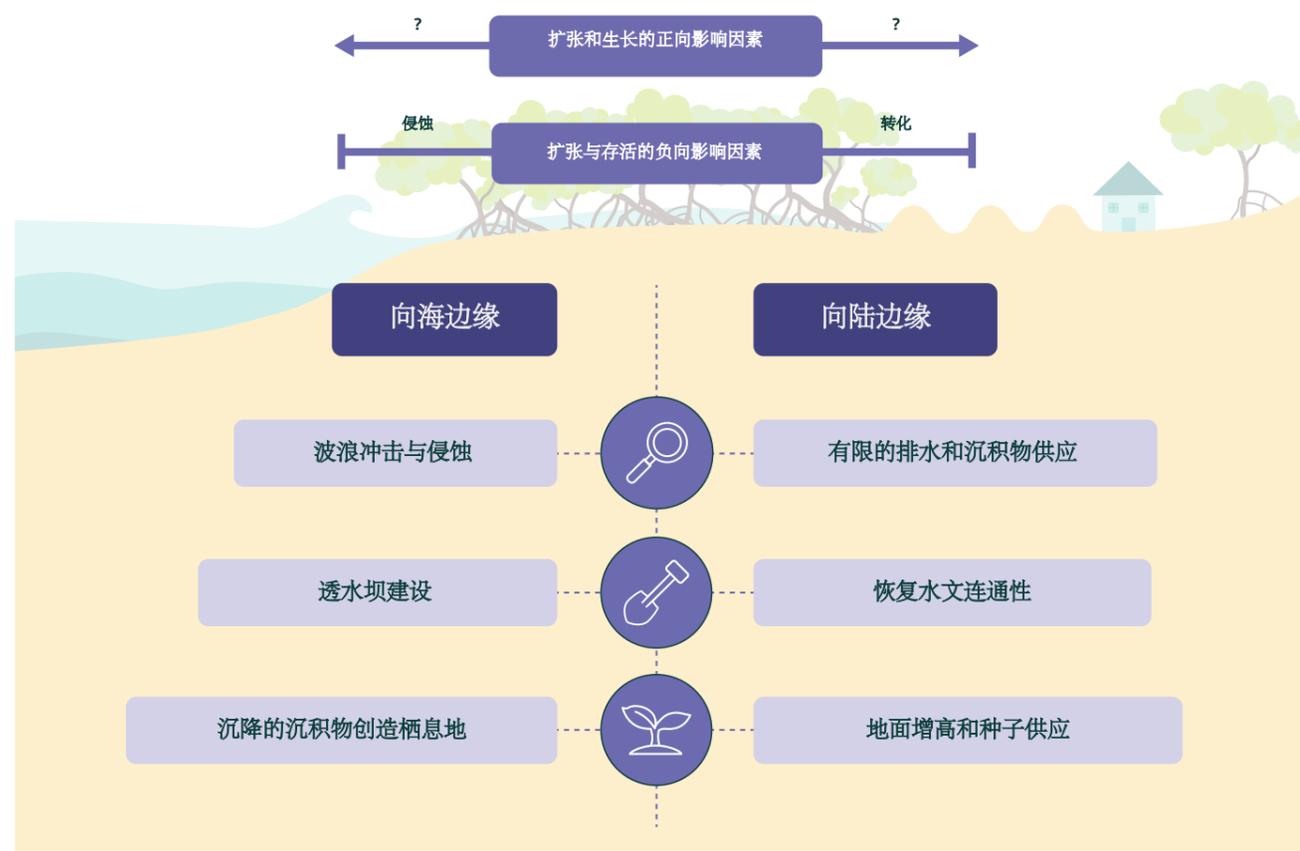


图9 常见的位于矿质红树林的海侧边缘和陆侧边缘的生物物理因素（上部带图片的部分），以及可以导致成功的红树林生态修复（下部）的干预措施（中部）。该图基于Celine van Bijsterveldt的原始图像。

3.4.4 项目地的问题是什么?

一旦了解了初始阶段的工作，以及与土壤类型和位置相关的各项难点，就可以开始解决项目地的任何基本问题。红树林修复需要人为干预的原因有很多。在此，我们重点讨论项目区红树林无法自行再生的最常见原因。但是，您所处的地点可能还有其他复杂的问题需要考虑。

可能的问题#1——水文条件不当

水文与红树林生长的咸水环境以及被水淹没的时间长短有关。障碍物（如红树林与公海之间的道路）导致潮汐流量减少的红树林，可能会因河流带来的水量失衡而盐度过低。在这种情况下，红树林仍然可以生存，但可能会被其他植被取代。然而，阻断潮汐流动可能会产生相反的效果，因为减少的潮汐冲刷导致咸水缺少流动，蒸发后的盐度过高，引起植被死亡。当淡水输入减少时，比如当河流水被引用来灌溉农作物时，高盐度也可能成为一个问题。而测量盐度水平的工具操作简便且相对便宜。

另一个水文问题与该地潮汐淹没的频率和持续时间有关。红树植物只能在浸淹水平合适的地区生长。如果淹没时间超过50%，大多数物种就无法扎根生长。长期淹没会对生长速度产生不利影响，甚至导致繁殖体和树苗死亡。例如，在平均海平面以下（如泥滩或海草草甸之上）种植红树林可能会严重影响其生长。一般来说，红树林被潮汐淹没的时间会随着离海距离的增加而减少。然而，由于新出现的地下水、堤坝或渠道，特定地点的当地条件可能会偏离这一模式。有多种方法可用于估算修复地点和参考地点的淹没范围。这些方法的成本和效益各不相同，选择哪种方法取决于项目的具体要求（表1概述了这些方法）。



表1 评估潜在修复地点的水文和水文周期的方法。

方法	描述	优点	问题	成本	来源
咨询	与当地社区交流，查看历史地图。	成本效益高，且有社区参与	准确度可能较低，适合在一定范围内进行。	低	Lewis and Brown, 2014 ⁵⁹
高程/浸淹	比较项目地和参考地点的高程	成本效益高，且有社区参与	精确度可能较低，适合小尺度范围。	低	Lewis and Brown, 2014 ⁵⁹ ; Oh et al., 2017 ⁶⁵ ; Teutli-Hernández et al., 2020 ¹⁴
建模——雷达/数字高程模型 (DEM)	使用适当的软件（如 Arc-GIS 或类似软件），利用激光雷达 DEM 数据将修复地点的高程与天然红树林的高程进行对比。集水区高程图有助于确定修复机会。	以中等至高分辨率提供大空间尺度的站点水深测量/海拔数据，现场工作量极小。可以应用于大尺度范围。	许多优先修复区域的数据有限。涉及复杂的分析，需要专门的程序和专业知识。如果数据无法免费获取，成本将会很高。	高	Maher et al., 2013 ⁶⁶
迷你浮标	安装在小型浮筒（微型浮标）中的倾斜传感器，用于监测修复地点的浸淹、潮汐流和波浪作用。非排气压力传感器仅用于测量水位。	对浅水区进行精确的、成本效益高的综合水文和水动力监测。	根据当地参考资料，在修复前对当地水文和水动力进行评估。小尺度范围。	低/中	Balke et al., 2021 ⁶⁷

解决这一问题的潜在方法包括

- **管理水文变化**——如果项目地被浸淹的频率过高（例如，位于天然或人工堤坝之后），并且该地点处于浸水状态，或者被浸淹的频率过低，并且处于干燥和低盐度状态，红树林将无法自然生长，种植尝试通常也会失败⁶¹。通过重新引入潮汐流来改善水文条件（如冲破堤坝）可促进水文交换，从而改善土壤条件。如果项目地过于频繁地被淹没，可以选择提升地表高程，以减少浸淹程度。可渗透结构（如用各种可渗透材料制成的围栏）已在该方面得到应用。

可能的问题#2——水动力条件不当

红树林对波浪和水流很敏感，在不同的生长阶段敏感度不同。例如，幼苗的生长取决于风浪能量较低的平静条件，这样幼苗才能在沉积物中生根发芽；因此，最佳的修复地点应具有适合红树林生长和存活的水流、波浪和潮汐动态⁶⁸。水动力监测和建模可确定当地的波高、波速和浸淹特征⁶⁹。例如，沿海地区的修复地点特别容易受到水动力的影响，风暴期间的强浪造成的幼苗连根拔起已被认为是修复工作面临的重大挑战。了解水动力可为季节性（或年际性）最佳时机提供信息，在此环境条件下最适合红树林幼苗的生长⁶⁸。

解决这一问题的潜在方法包括：

- **减少受风浪影响的程度**——如果红树林因海岸线受到海浪侵袭而向陆地后退，那么修复工作可能会面临挑战。将凹岸剖面变为凸岸剖面的海滨海岸线修复活动有助于修复⁷⁰。在沙质环境中，可通过沉积物滋养来改变海岸线⁷¹，在泥质环境中，可通过透水结构来改变海岸线⁶²。



可能的问题#3——缺少良好的种源

对于红树林生态修复和自然恢复而言，红树林重建依赖于附近健康红树林区域的繁殖体。红树林繁殖体的传播需要潮汐和河水将其从一个地方带到另一个地方；但是，如果潮汐和波浪太强，也可能使繁殖体移位⁵⁸。在繁殖体牢固固定之后，它们仍然可能在风暴期间被埋藏（被沉积物覆盖）或在侵蚀过程中被挖掘出来⁷²。对目标修复区域的幼苗和繁殖体可用性进行调查，有助于评估与未受干扰的红树林参考地点相比的幼苗存活率。建立当地流体力学如何影响种子运输和传播的模型，有助于进一步了解不同地点的繁殖体可用性⁷³。

解决这一问题的潜在方法包括：

- **提高繁殖体的可用性**——如果该地点繁殖受限，而附近有天然种源，则可通过改善水文连通性来解决这一问题，以便在涨潮时扩散和传播繁殖体。如果种子可用性低，人工播种或种植幼苗也是一种解决方案⁷⁴。在这样做的时候，选择适合该环境的物种有助于修复，这可以基于当地对自然参考点物种组成的了解。

可能的问题#4——沉降频率不当

河流输入和潮汐作用等自然过程通常会调节沉积速率。然而，人类活动（如水坝建设、森林砍伐和海岸开发）会破坏这些自然过程，导致沉积失衡。沉积率过高或过低都会对红树林生态系统产生重大影响，影响其健康、生长和整体生态功能。当沉积率过高时，红树林可能会出现超载，使得根部被掩埋和无法呼吸，导致红树林枯死⁷⁵。



在鲁菲吉三角洲飞行的青脚鹬，
© Menno de Boer, 湿地国际



© IUCN / MFF

过多的沉积物还可能改变潮间带的水流模式，可能导致红树林物种分布发生变化，并影响整个生态系统结构。然而，沉积率过低也会造成问题，可能导致红树林的养分输入减少，从而限制红树林的生长和生产力。红树林还依赖沉积物的积累来跟上海平面上升的步伐。如果沉积率过低，红树林可能难以维持其相对于海平面的高度，使其更容易被淹没，最终导致栖息地丧失。如果红树林生态系统的沉积物可用性低且正在下沉，或面临其他不利于红树林生长的条件，则可能无法修复红树林，应评估其他地点。

解决这一问题的潜在方法包括：

- **恢复自然水文模式**，改善红树林系统内的水流和潮汐交换。拆除或改建水坝或堤防等人工障碍物，可以促进沉积物和水的自然流动，从而促进生态系统的平衡。
- **在受到严重影响的地区**，可能需要人工清除过多的沉积物，或者在沉积率较低的情况下，可以截留或增加沉积物⁶²。然而，添加沉积物可能会造成负面的生态后果，因为较高的浑浊度可能会威胁到海底的海草或其他生物。
- **选择并种植更能承受高沉积率的乡土红树物种**。有些物种可能更适应在这种条件下生存，重新引入这些物种可以提高生态系统的整体恢复能力。



社区参与迈因蒂拉努的红树林资源管理和修复，
© WWF 马达加斯加

图10

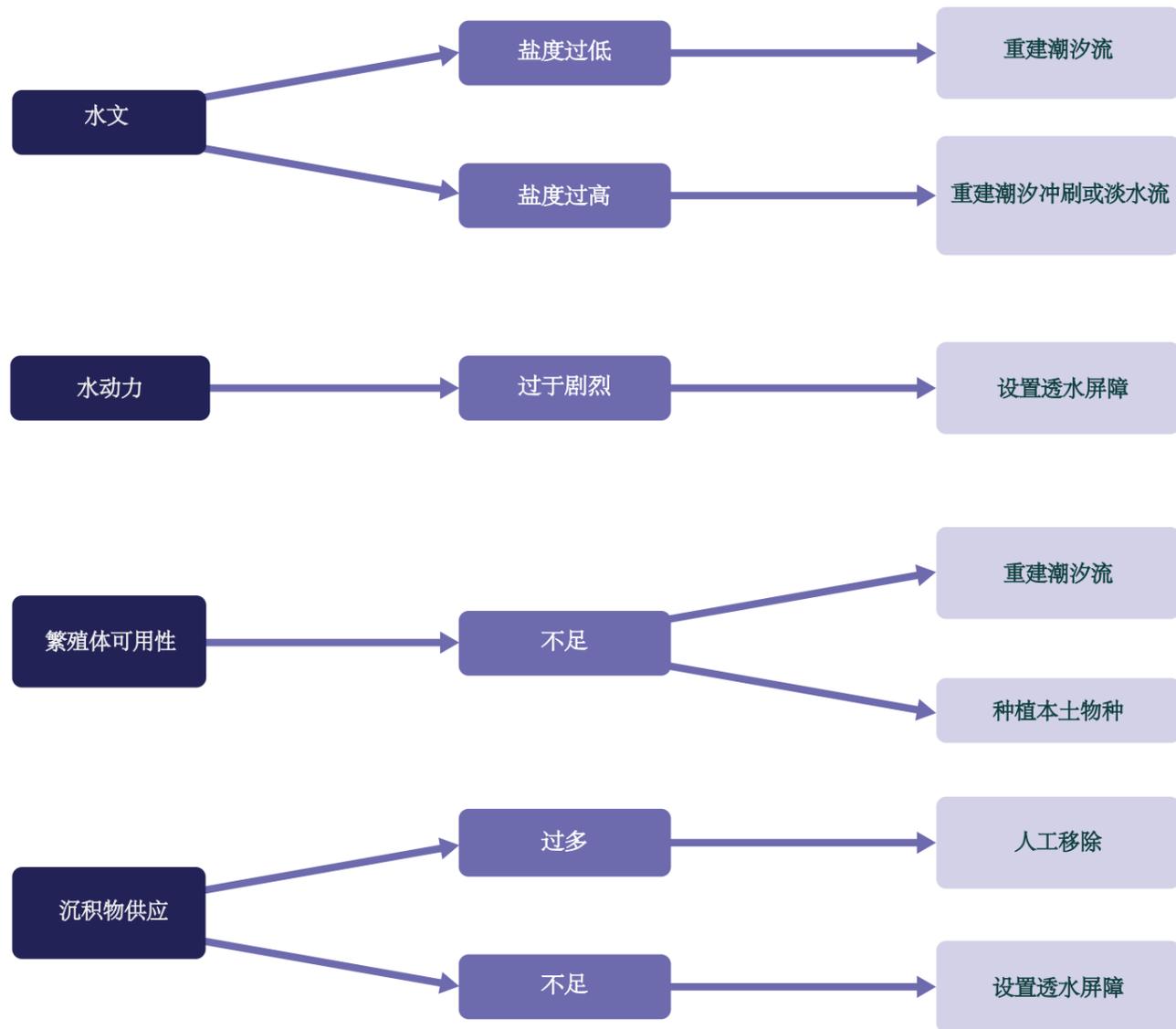


图10直接影响修复成功的生物物理问题示例，以及解决这些问题和改善修复成果的潜在活动。请注意，这并非详尽无遗，项目管理人员应参考与所在地区或情况最相关的修复指南（附录B）。

3.5

资源问题

我需要花钱做什么？

预算应为意外开支做预留，以应对不可预见的超支。

任何项目设计都必须在可用资源的范围内进行。资源可能包括项目人员、材料和机械，具体取决于项目规模、实现目标所需的活动和地点。确保有足够的资源和资金进行高质量的修复工作至关重要。项目启动后，如果发现无法进行所需的评估、需要聘请技术人员或购买设备，就会增加风险并导致不良后果。需要但不限于以下方面的资源：

- 基线调查
- 咨询和人力成本
- 项目落地执行（例如物理修复工程）
- 监测

表2提供了编制项目预算时应考虑的项目指南。预算应为意外开支做预留，以应对不可预见的超支。应急预算通常为项目总成本的10%，是任何项目预算的重要组成部分，但往往被遗忘或未包括在内。对于旨在开发碳信用额的红树林修复项目而言，项目成本核算的一部分可能是需要专业设备（如温室气体通量分析仪、地表高程表）来准确评估碳储量和碳通量（如果碳市场方法需要）。预算可能还需要包括验证和核查费用，通常由独立第三方进行（见模块1：蓝碳）。

红树林修复项目（包括水文修复活动）可能更加昂贵，因为有些地点可能需要租用重型机械来恢复最初的水文条件（如推倒或铲平养殖塘），还需要进行高程测量，以制定改变地点高程的计划。Bayraktarov等人（2016）⁷⁶提供的辅助信息提供了一个有用的数据库，该数据库对报告的红树林修复项目成本进行了细分，可在Dryad数据库中找到。

表2 基于红树林修复项目费用大类的预算项目示例。

费用类别	示例
项目成员	项目经理
	行政/财务
	实地工作组组长——项目实施
	实地工作组成员——项目实施
	社区联络人员
	地理信息系统/遥感分析员
	社区成员，如开展修复工作（例如，水文改造或重新种植繁殖体）
	联络官（如政府联络官）
支出	重型机械
	车辆
	实地考察——专家前往现场的机票（及其他交通费用）
	住宿
	餐饮和其他杂项费用
	办公设备 红树林种苗培育苗圃 碳项目的额外费用可能包括但不限于：野外设备（土壤钻取器、测量带、锹/铲、样本袋）
	进行土壤分析的实验室费用
	碳监测专用设备（温室气体通量分析仪、地表高程表SETs）
顾问	碳监测/评估技术负责人
	生物多样性监测/评估技术负责人
	社区/生计评估技术负责人
	水文研究技术负责人
	审计和核查费用（如果项目涉及碳信用额度）

3.5.1 不同方案的费用不同

有几个因素会影响红树林修复项目的总成本，特别是修复地点、劳动力成本、修复地点的起始条件以及是否需要工程或土方工程⁷⁷。在此，我们将重点放在修复所涉及的一次性固定成本（即资本成本）上，以此来比较不同的修复方法。表3将主要成本分为几类，包括种植、管护、工程、劳动力和运输。需要注意的是，单一种植成本低，监测或维护成本极低，这很可能是一种虚假的经济效益，因为此类项目的失败率通常很高。额外支出可能包括规划、许可、制图、利益相关方参与、雇佣和管理员工、监测和政府监督。

表3 报告的四类修复项目每公顷成本（美元）示例。^{*}括号中的数字表示调整后的购买力平价（PPP）的研究数量。请注意样本量较小。Su等人（2021）⁷⁸的研究获取项目预算的可靠成本数据的难度——例如，红树林生态修复（EMR）的成本可能低于每公顷500美元，但这些数据并未公开。下面的注释提供了附加的定义。

活动	红树林修复项目类型			
	生态修复/水文修复 (2) [*]	单一树种种植 (3) [*]	多树种种植 (10) [*]	海岸保护工程(1) [*]
平均修复面积 (公顷)	322	301	31	0.2
种植	-	864	14,691	-
管护	-	232	7,903	-
工程	1,296	234	16,172	184,167
劳动力	442	18	4,138	153,169
运输	-	26	91	-
每公顷总成本 (平均)	2,759	980	32,050	337,336

^{*}注

EMR: 红树林生态修复 Ecological Mangrove Rehabilitation。

种植: 建立苗圃和移植的费用，购买种苗的费用。

管护: 管护阶段的成本，包括监测和补种。

工程: 工程准备费用，包括防波堤、竹竿、挖洞等的施工和监测费用。

劳动力: 劳务费（政府雇员、负责种植和监测的志愿者）。

运输: 运输成本。

费用总和: 上述费用的总和。

每公顷总成本: 综述研究中报告的总成本的平均值。

除了固定资本成本和一般管理成本外，还要考虑机会成本。机会成本指的是，与原本可以在这片土地上开展的活动（例如，建设滨水区）相比，由于对该区域进行了修复（因此只能在那里开展某些活动）而可能产生的经济收益或支出的差异。成本效益分析和三重底线评估等工具可以帮助您做出决策和分配资源。

图11

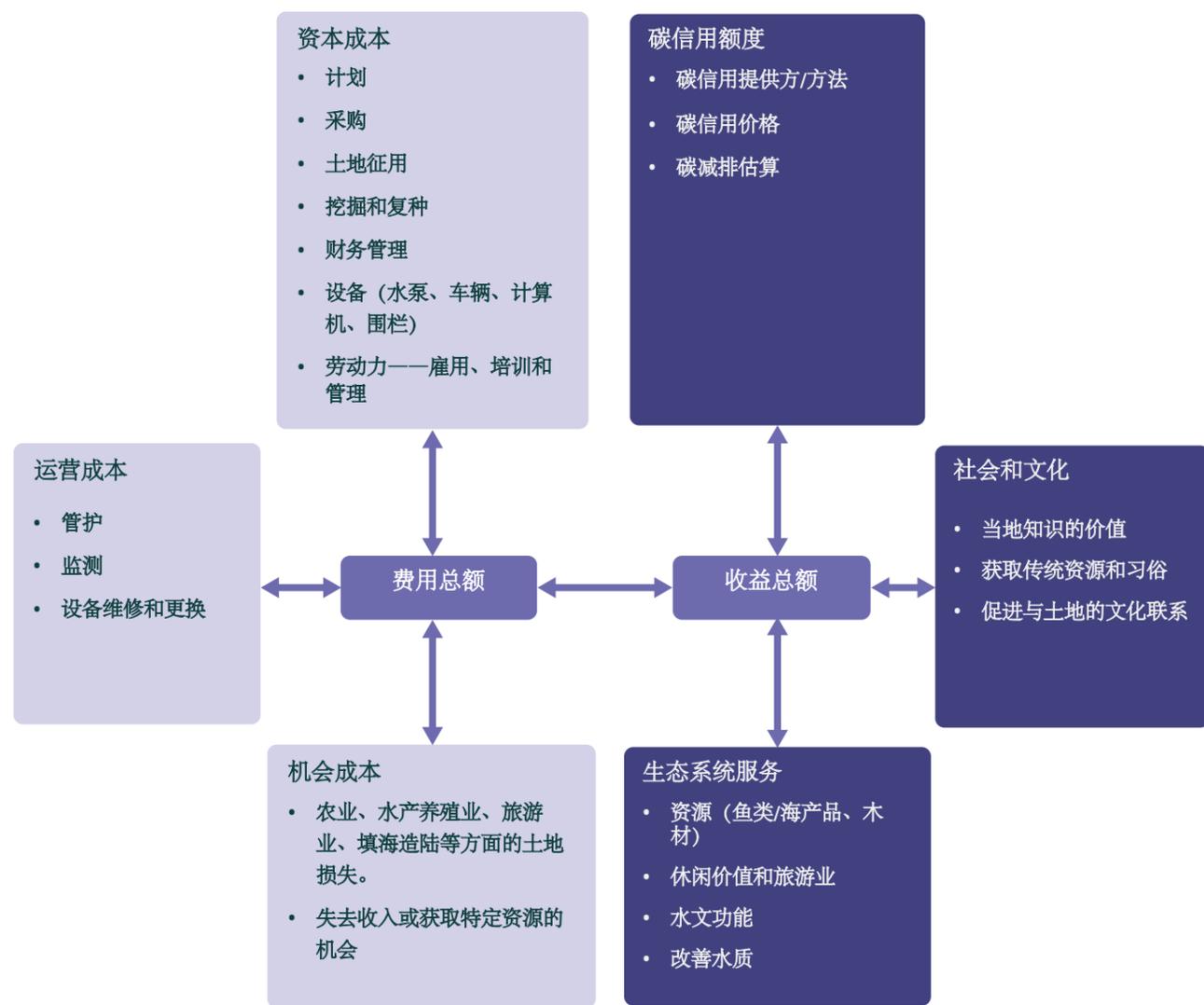


图11 修复项目应考虑的成本和效益总结。

3.6

后续工作

现在，您对在修复现场要做的事情有了一个相对完整的概念，所有合作伙伴和利益相关方都应该对此有一个清晰的认识：

- 每个参与者的角色和责任
- 需要开展哪些具体活动
- 如何做出决定
- 如何使项目信息社会化
- 费用是多少

下一步将是利用所有这些信息并开始实施项目。这将需要制定工作计划、深入预算，并在各个层面启动更广泛的社区参与（第4章）。

案例研究

墨西哥国家海洋公园

红树林修复的整体方法

国家海洋公园 (Marismas Nacionales) 位于墨西哥西北太平洋海岸，是一个自然保护区，也是拉姆萨尔指定的国际重要湿地。它拥有墨西哥约15%的红树林。保护区的管理主要由Marismas地区内的社区主导，但养虾等社区活动也是造成红树林退化的主要原因。

社区依靠养虾和养殖牡蛎维持生计，但过多的营养负荷、水文的改变以及为养殖生产而开垦的土地已导致红树林退化。

例如，为了支持虾类生产而人工开挖了水道，创造了一个高盐度环境，这导致了红树林的死亡。因此，修复红树林的水流变得具有挑战性，因为关闭水道会带来经济和社会成本。

此外，人工捕鱼技术，如在溪流和河道中设置人工鱼栏（通常使用红树林木材建造），导致水文和沉积物流量发生巨大变化⁵⁰，对红树林产生不利影响。上游农业活动造成的污染促进了红树林的生长。来自上游农业活动的污染促进了一些木质藤本植物的扩张，这也导致了红树植物的死亡⁵¹。

在保护区内开展任何修复活动的许可要求都很复杂，因此，在国家海洋公园开展修复活动具有挑战性。复杂的修复许可程序会减少社区的支持。了解权衡利弊以及当前活动对当地社区和当地旅游业的文化和历史重要性，是确定和优先考虑合适的修复地点的关键，这有助于改进许可程序。

社区对修复的接受往往基于修复项目将带来更好结果的证据。例如，对于通过改变水文促进修复的项目，虾和牡蛎平均产量可能发生变化的证据非常重要（例如，水文变化可能导致短期产量损失，但长期产量会提高）。

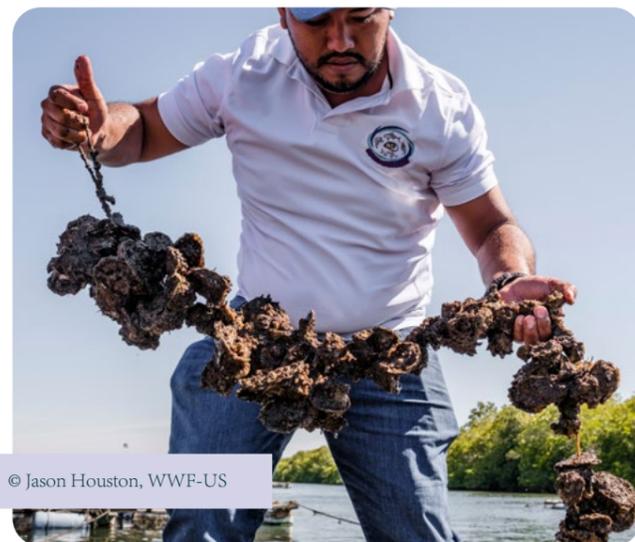
因此，可以制定战略来弥补修复过程中对虾或牡蛎生产可能造成的短期损失。此外，从上游抽取淡水是为了支持当地的农业，因此，任何对抽取淡水的改良建议都需要结合获得农民支持的战略（例如，通过激励措施或能力建设来提高抽取淡水的使用效率）。

历史上的红树林种植工作都是在生物物理条件较差但当地社区可以进入的地区进行的。目前的修复工作正在改变 Marismas 的选址程序，以考虑生物物理可行性、当地社区的看法和参与修复的意愿。

在这些地点，社区根据生态系统服务付费计划积极参与红树林修复和保护。这些合作性的红树林修复工作包括科学家、当地政府和当地NGO的参与，以找到在生物物理上适合修复的地点，并同时确保这在社会经济方面也是可行的⁵²。



© Jason Houston, WWF-US



© Jason Houston, WWF-US



© Jason Houston, WWF-US



© Jason Houston, WWF-US

案例研究

与社区合作促进红树林再生， 缅甸

合作共赢

在美国国际开发署（USAID）的支持下，法国非政府组织 ACTED 邀请红树林行动计划（MAP）于2017年1月在缅甸若开邦举办了一次基于社区的红树林生态修复（CBEMR）研讨会。与会者包括当地非政府组织工作人员、政府官员和当地社区保护团体负责人。

CBEMR由MAP前技术总监罗伊-罗宾-刘易斯（Roy Robin Lewis）开发，重点是减轻红树林的压力，尽可能增加淡水输入，并创造必要条件促进自然再生或改善现有红树林的健康状况。

因此，MAP的培训将带领参与者了解红树林生物学、生态学和CBEMR流程的基础知识，从而更好地理解自然红树林生态系统的运作方式以及它应该是什么样的。

MAP的教学还强调了与当地利益相关者合作的重要性，以培养他们的能力，并使当地人对任何项目产生强烈的主人翁意识。

ACTED留出了一些资金，用于在三个接受过培训的社区启动小型项目。MAP与其中一个社区合作，就他们希望修复其附近地区的愿望举行了几次全社区讨论。通过CBEMR流程，参与者和社区确定了一个合适的地点，并一致认为该地点是合适的——水文条件良好、淡水充足且有种子/繁殖体可用——但在这种情况下，由于放牧和踩踏，该地点未能实现自然恢复（如下页所示）。



左图——当地的水牛在河边吃草。右图——培训学员和社区成员在划定区域周围安装围栏，以阻挡放牧动物，但允许种子和繁殖体通过缝隙漂浮到项目地块。

MAP 和社区成员与水牛所有者讨论了这一红树林威胁因素，在征得水牛所有者同意后，社区决定利用ACTED的资金安装栅栏，将放牧者拒之门外（上图）。下图来自谷歌地球，显示了培训前和 2023 年的现场情况，在这里，社区参与种植和自然再生相结合，成功地修复了红树林（左下图和右下图）。



2014年该地点的谷歌地球图像



2023年该地点的谷歌地球图像

该修复地点的成功表明，作为项目规划不可分割的一部分，与社区讨论当前土地使用情况和修复地块的历史非常重要，社区能力建设、决策和地方领导力也非常有效。

4 参与和实施



© Lorenzo Mittiga, 海洋图像库

4. 参与和实施	91
关键信息	93
常见问题	93
4.1 实施计划	95
4.2 规划成功	97
4.2.1 迭代规划	101
4.2.2 适应性管理	102
4.3 实施阶段的资金支持	103
4.3.1 确保项目融资的主要考虑因素	104
4.3.2 钱并不总是问题所在	106
4.4 有哪些资金来源?	109
4.4.1 NbS相关的私人融资/投资	111
4.4.2 蓝色债券	112
4.4.3 保险	112
4.4.4 碳市场	113
4.4.5 慈善家和基金会	115
4.4.6 公共资金	115
4.5 与人互动...	116
4.5.1 ... 在社区层面	116
4.5.2 ... 在地方和地区层面	119
4.5.3 ... 在国家层面	120
4.6 后续工作	121
案例研究：合作保护：红树林修复	123

在确定并商定项目目标、完成可行性研究和设计阶段之后，项目进入规划和实施阶段。可以假定：

- 红树林退化的原因已经查明
- 已确定影响修复项目的外部因素（如海洋空间规划、管理模式、行业、项目合作伙伴和利益相关方等）。
- 修复项目的潜在成功率被认为很高，足以继续进行。

最成功的项目往往是那些在开展实地活动之前，在规划和参与方面进行了大量思考和工作的项目。

第4章将引导读者了解成功实施所需的要素。

关键信息

- 分布实施计划，将行动细分为明确的任务，为实现项目目标和目的提供必要的指导
- 实施计划包含几个部分，说明需要做什么、何时开展每项行动以及谁负责每项任务
- 跟踪实施进度对项目按计划和预算进行至关重要
- 在整个实施和监测过程中，各级利益相关方的参与都很重要
- 红树林修复项目有许多潜在的资金来源，对于大型项目或影响较大的项目，有可能将多种金融方案结合起来

常见问题

要做的事情太多了...如何才能更容易处理?

第4.2节

当事情出错时，应该怎么办?

第4.2.1节

如何将适应性管理纳入项目实施计划?

第4.2.2节

如何提高筹款成功率?

第4.3.1节

什么类型的资金最适合我的项目?

第4.4节

我想确保社区充分参与...从哪里开始?

第4.5.1节

阅读清单

利用全球金融界对蓝碳的关注 https://journals.plos.org/climate/article?id=10.1371/journal.pclm.0000061	期刊文章，讨论红树林修复项目获取资金的财务状况。
海洋金融手册 https://www3.weforum.org/docs/WEF_FOA_The_Ocean_Finance_Handbook_April_2020.pdf	详细概述可持续金融、资金来源和投资模式。
基于自然的解决方案的常见成功因素 https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2022-08/Common-success-factors-for-bankable-NbS-report.pdf	尽管该报告主要针对投资者尽职调查，但也可以作为成功为NbS项目（包括红树林修复）获得资金的指导。
完善画面：考虑使用参与式绘图对REDD+的测量、报告和验证（MRV）的重要性 https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0166592	研究比较了作为初步现场评估进行的遥感测绘和参与式测绘的结果。强调了当地知识对项目规划和了解土地使用情况的重要性。
马达加斯加红树林生态系统服务社区付费倡议的参与式规划 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569118307518?via%3Dihub	描述项目设计、测绘、分区的参与式方法。
IUCN性别分析指南 https://portals.iucn.org/union/sites/union/files/doc/iucn-gender-analysis-guidance-web.pdf	确保环境计划在社区范围内促进性别平等的技术工具。
沿海管理从业人员性别分析工具包 http://www.mangrovesforthefuture.org/assets/Repository/Documents/Gender-Analysis-Toolkit-for-Coastal-Management-Practitioners.pdf	确保社会数据收集与分析中性别平衡的方法。

4.1

实施计划

如何实施有效的红树林修复，因地区而异，也因每个项目地点的独特条件而异。

第3章介绍了生物物理修复方法。要了解更多详情，有许多出色的手册提供了有关红树林生物物理修复技术的详细分步说明，其中包括几本针对特定地区的手册。附录B提供了一份全面的清单，并附有每种资源的链接。

其他关键要素，如利益相关方的包容性、项目管理和财务资源通常不在生物物理修复手册的范围内，因此在此进行介绍。

采用跨学科的整体方法，制定项目实施计划，将生物物理技术与利益相关方的参与结合起来，为有效的项目管理提供了一个框架。

红树林修复跟踪工具（专栏4）也可与项目实施计划一起使用，以记录和跟踪项目进展，并为生物物理干预选择提供信息。



基于社区的红树林生态修复培训，肯尼亚拉穆，© Dom Wodehouse, 红树林行动计划

专栏4: 红树林修复跟踪工具The Mangrove Restoration Tracker Tool

红树林修复跟踪工具（MRTT）是一个用于记录和跟踪红树林修复项目成果的应用程序。MRTT由剑桥大学和世界自然基金会代表全球红树林联盟与世界各地的保护工作者和科学家合作开发，结构灵活，旨在以标准化格式获取红树林恢复项目的实地和案头数据。MRTT数据录入门户网站和全球修复项目数据库由全球红树林观察平台托管。

该工具旨在帮助红树林保护团体量化具体保护行动如何为生物多样性、红树林恢复能力、管理效率、社区和治理带来成果。反过来，这将有助于改善红树林保护项目的实施，并建立一个支持更有效的红树林修复项目的社区。MRTT有三个主要部分，用于记录红树林修复项目整个生命周期的信息：①现场背景和修复前基线，②修复干预和项目成本，③修复后监测，包括社会经济和生态因素。这三个部分中的每一部分都有若干小节，构成了MRTT。MRTT设计用于捕捉多个监测活动，使用户能够在项目的整个生命周期内对其进行跟踪。



MRTT可以记录历史和当前的修复项目。如果输入的是历史项目数据，则可一次性完成所有部分，必要时还可增加监测时段。对于当前或即将开展的项目，MRTT的设计是让用户在修复干预开始前将数据输入第1部分（现场背景和修复前基线）。第2部分（修复干预）可在干预行动完成后填写。第3部分（修复后监测）可在不同时间间隔内多次完成，以跟踪项目成果。该工具也可被视为一份指南，指导应收集哪些类型的数据，以便高效、有效地规划和监测红树林修复项目。

用户完成数据输入后，可将数据导出为标准字段报告（CSV/Excel），并可用于创建图表或其他报告。这可以帮助决策者和其他利益相关方了解规划、实施和跟踪红树林修复干预成功与否的关键绩效指标。此外，输入MRTT的数据将在全球红树林观察平台上实现可视化。这将使未来的修复项目能够识别具有类似环境和社会经济背景的地区所使用的修复方法，并将其纳入自己的修复计划。在更大的范围内，对全球红树林修复项目的跟踪可以让人们深入了解项目成功的基本因素，从而用于改善未来的全球修复成果。

4.2

规划成功

要做的事情太多了...如何才能更容易处理?

当项目即将从规划进入实施阶段时，项目经理和利益相关方应在这一阶段对项目目标和目的（第2章）以及实现这些目标和目的所需的行动（第3章）有一个清晰且共同认可的愿景。下一阶段是将这一共同愿景转化为分步实施计划，明确将各项行动联系起来，为实现每个项目目标创造途径。制定实施计划包括确定行动、角色、责任、问责制和沟通规范，这不仅能确保项目按时、高质量地完成，还能实现预期的社会和生态目标。确定正确的行动需要与项目的所有利益相关方进行协商。让社区参与确定和执行修复行动对于实现预期成果非常重要^{79, 80}。图12A概述了与利益相关方进行互动并协作定义因果路径的过程，这些因果路径描述了修复行动如何能够实现期望的社会和生态结果。图12B则提供了一个红树林修复信用项目的因果途径示例。



图12

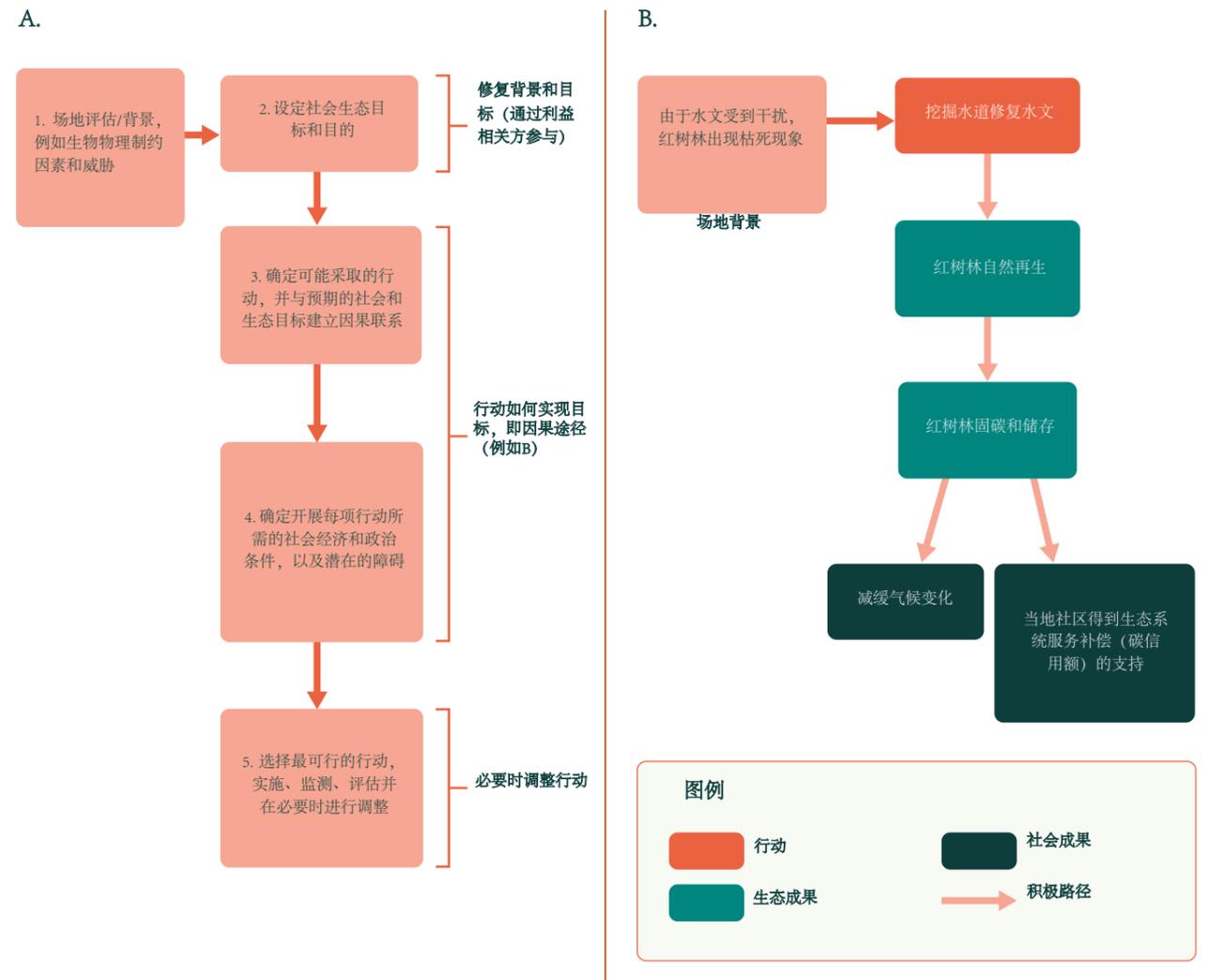


图12 为修复行动如何实现社会和生态目标建立可行的因果途径。A) 确定行动和定义因果路径的过程；B) 红树林蓝碳修复项目的因果途径示例（图由Christina Buelow绘制，基于Qiu等人, 2018）。

成功实施计划的关键在于将一个复杂的项目转化为一系列简单的任务。实施计划是您创建并传达这种简单性的地方，将每个行动拆分成组成任务，识别任务发生的顺序，哪些任务依赖于其他任务的完成才能开始，以及所需的财务和社会支持。然后，可以将实施计划组织成基于实现既定目标所需时间和所需资源的不同阶段（迭代规划，第4.2.2节）。不可避免地，将会有挑战需要增加额外的任务来克服，或者并非所有行动都可能产生期望的结果。可以通过使用适应性管理技术（第4.2.2节）来解决这种不确定性。

要制定实施计划，需要回答以下问题：

我们在做什么？

- 确定可实现修复项目社会和生态目标的行动
- 确定与修复项目目标相关的每项行动的主要产出和可交付成果
- 确定在为实现项目目标和目的而设定的时间表内实施修复行动的潜在障碍（如有）（这些障碍可以是社会、经济、技术、后勤、政治方面的）。将克服障碍的解决方案作为额外行动纳入其中。

我们要如何做？

- 确定修复实施、监测和评估所需的资源（财力、人力）
- 确保在整个修复项目期间有足够的资源，包括对长期目标的监测和评估。



当地居民是生态信息的重要来源 © Ana Grillo

我们如何知道进展顺利？

- 确定如何监测和报告衡量修复目标和目的进展情况的指标
- 确保监测指标能够在必要时为调整工作计划提供信息
- 确定如何与利益相关方和其他修复实践者分享从修复项目的监测和评估中获得的经验

我们在做什么——可以参考第2章和第3章。

我们要如何做？——本章将讨论如何获得所需的社会支持（第4.5节）和财政资源（第4.3节）。

我们如何知道进展顺利？——第5章讨论了选择适当的监测指标和应用适应性管理技术的问题。

附录B还提供了与目标和目的相一致的行动、资源需求以及监测和评估行动的有效范例。

实施计划的目的是提供一个项目模型，明确概述在干预措施的时间、成本和范围内，将在何时、由何人开展哪些工作。一旦回答了上述问题，下一步就是将这些信息整理成易于理解的格式，以便项目经理和团队成员沿着所有实施路径跟踪项目进展。

实施计划可由以下部分组成：

- **计划表**——一系列行动和步骤，显示需要发生的事件的顺序、可以同时进行的活动以及每项活动预计需要的时间（甘特图就是一个典型的例子）。
- **风险计划**——确定任何可能导致整个项目进展缓慢的问题点，并概述克服这些风险的步骤。在风险显现之前做好这些工作，可以让项目团队尽可能快速高效地应对问题。
- **监测、评估、问责和学习（MEAL）计划**——确定需要追踪的成功指标、进行追踪的人员、使用的方法以及评估指标的频率。
- **沟通和利益相关方参与计划**——决定何时需要与未参与项目日常管理的利益相关者进行沟通，并决定沟通的最佳方式。具体来说，围绕重要时间节点或报告计划任何沟通，以便利益相关方最先了解进展和挑战。
- **负责、问责、协商、知情（RACI）图表**——该图表为团队中的角色和责任提供了明确的指导，说明了由谁来做决定，以及如何让每个人都了解情况。
- **资源和预算计划**——该计划说明在项目周期的哪个阶段需要哪些专业知识、材料、设备等，如何管理资源，以及资源的预算。在某些情况下，资金可能来自多个来源，因此及早决定哪些费用由哪个资金来源支付，以及对资金的使用方式是否有任何限制，都是非常有用的。

4.2.1 迭代规划

迭代规划是一种灵活的适应性方法，它分阶段制定项目计划，而不是试图一次性规划整个项目。就适应性管理原则而言，这就为在每个阶段之后（有时是在其中）建立“决策关口”提供了机会，以便进行分析，探讨在项目的下一阶段需要做些什么。监测和问责系统的数据和信息应被引入决策关口流程，为项目是继续按原计划前进还是根据数据、信息以及项目团队的接受度做出调整提供理由。

当事情出错时，应该怎么办？

应急决策门

适应变化环境的一部分可能意味着项目变得不再相关或无法在当前环境中运行。这就是应急决策门

(Emergency Decision gates) 发挥作用的地方。虽然这种情况不是期望或理想的，但现实可能是这样，对于利益相关方来说，停止项目而不是继续到最后可能是最好的选择。

例如，一个基于通过提供替代生计以减少红树林砍伐的红树林修复项目，如果该替代生计无法扩大规模或不易获得，可能会使当地社区在计划中虽有替代生计方案，但实际上却没有可行的生计选择。在这种情况下，紧急决策门可能是“社区成员能否通过修复获得同等水平（或更好）的生计”。如果答案是“否”，那么项目可能需要中止，直到找到另一个更可行的选项。中止项目的决定很可能会是一个更大的利益相关方群体的决定，但项目经理将参与提供信息和他们的意见。项目经理也很可能负责向利益相关方传达决策。

问题与变革

项目中的“问题”（即对项目有影响的内部或外部因素）引发变化，并可能揭示项目存在的不足。显然，需要根据问题出现的具体情况调整对这些问题的响应措施。例如，接受外部资金支持的修复项目可能会受到汇率变动的影响。虽然在某些情况下这可能不会构成问题，但在其他情况下，可能需要重新安排预算分配或调整项目活动的时间。对于某些问题，项目团队和经理可以探究问题的根源，以确保同样的问题不会再次发生，或者制定计划以应对可能出现的情况（例如，设立应急基金或寻找其他资金来源）——并将这种理解纳入到从项目中学到的经验教训中。

经验教训

利用经验教训的最佳方法之一是通过适应性管理策略、决策门或其他正式流程，在整个项目中安排固定时间，与项目团队成员和利益相关方一起开展反思性学习过程。这些会议应妥善记录，以便将学习成果纳入项目和/或未来项目设计的任何迭代规划中。

4.2.2 适应性管理

如何将适应性管理纳入项目实施计划？

适应性项目管理

适应性项目管理是各种不同工具的总称，允许对项目实施进行调整。在适应性管理中：

- 项目被划分为固定的短期阶段
- 资源成本是固定的
- 活动范围是可变的。项目重点关注最高优先级的需求，并期望随着项目的进展，活动范围也会不断变化。

项目的每个阶段结束时都有一个决策门，用于重新对现有的需求进行排序，考虑随着项目进展可能出现的新需求，并规划下一个阶段。这是一种滚动波浪式的规划，其目的是在预算的成本和时间内完成最重要的需求，但可能不是所有的需求。要使这个过程有效，它必须是高度协作性的。在这个过程中，紧密地涉及项目利益相关方至关重要。

采用这种方法，资方和利益相关方将更有信心批准项目，因为成本和进度表已预先确定，总体风险较低。希望资方和利益相关方能够接受他们不可能拥有一切的这一事实，但他们所得到的将会满足项目的主要目标。因此，灵活的项目管理方法最终会带来更成功的结果。

基本要素能够将项目需求按重要性分为四类：

- 必须具备——保证满足这些要求
- 应当具备
- 可以具备
- 目前不具备

适应性管理侧重于微小的渐进变化。面临的挑战是，可能会失去整体大局观，给利益相关方带来不确定性。建立共识需要时间，并对许多规范和期望提出挑战。而资源成本可能会更高——例如，将团队安置在同一地点或投资基础设施，使他们能够远程协同工作。

转自DPro项目指南。

4.3

实施阶段的资金支持

了解项目每个阶段的资金需求

通常情况下，项目有三个主要的筹资阶段：最初的可行性和设计阶段、规划和实施阶段以及监测和长期管理阶段（预计将持续数年至数十年）。每个阶段都需要资金，但水平、持续时间和资金来源往往各不相同。

与初步可行性和设计阶段相关的成本可能包括但不限于：选址评估、提案制定、基线分析、土地保有权和碳权利的法律评估、建立模型和预测、利益相关方的确定和咨询⁷⁶。

与规划和实施阶段相关的成本可能包括但不限于：实施计划的制定、修复活动的实施、利益相关方的沟通和社会化、制定监测指标和衡量指标的方法、数据收集和传播以及人员安排⁸³。这通常是成本最高的阶段。

与长期项目监测和管理相关的成本可能包括但不限于：长期人员安排（如保护、监测和维护）、反复沟通和社会参与工作以及持续的数据收集。

出现这样三个阶段的部分原因是需要向资助者提供可行性数据和风险评估，以便获得实施项目所需的大量资金。最初的资金申请可能仅涵盖创建进一步投资清晰证据基础所需的估计金额。这对于旨在作为其资金结构一部分产生碳信用额的红树林修复项目尤其如此⁸⁴。第一阶段可由慈善赠款资助，从而获得可行性数据，使企业能够对第二阶段进行投资，而第三阶段则由信用额度收入进行补贴（见模块1：蓝碳）。

4.3.1 确保项目融资的主要考虑因素

如何提高资助成功率？

为红树林修复项目争取资金可能竞争激烈、要求严格、进展缓慢。您可以提前考虑和解决一些因素，以便成功获得资金：

数据要求和技术评估

通常的做法要求在投资前完成一份红树林修复项目的可行性报告。很少有投资者具备解读项目设计或实施技术信息的内部能力，而初步可行性报告可能长达数百页。因此，提供和传达证据的责任可能会落在项目本身身上。

收集社会、法律、技术和成本数据（在某些情况下包括碳基线预测）以及撰写长篇报告的成本不一，有时甚至很高。与数据收集相关的时间和资源造成了一种情况，即需要初始资金来编制可行性报告，以确保获得更高层次的融资。为编制可行性报告而投入资金被认为是高风险的，因此为可行性报告提供的商业资金可能会附带一些条件。对于早期阶段的融资，慈善事业、赠款或企业环境可持续目标 (ESG) 来源可能比私人融资提供更好的选择。

商业模式和计划

无论是纯粹为了社会/环境回报，还是为了盈利，每个项目都需要有清晰的商业模式和计划。私人投资者希望知道他们何时能看到投资回报，无论是财务回报还是影响回报。资方希望知道，当他们的资助结束时（例如，3-5年之后）会发生什么，特别是对于与社会经济变化相关的、运营周期较长的修复项目，或者多年的现场监测和维护项目。

项目开发交易

在某些情况下，项目除资金外可能还有其他需求。可能需要专业知识、实施能力、政治参与或其他支持。项目开发公司可与项目经理建立共同所有权伙伴关系，承担项目筹资、设计、实施和共同管理的任务。不过，这也可能需要付出代价。

例如，在为碳市场设计的红树林修复项目中，项目开发商可能希望在项目生命周期内拥有项目的所有信用额度，并向最初的项目提议者支付一定比例的利润。有许多关于剥削性条款的报道，所占百分比各不相同。在某些情况下，与项目开发者的交易/安排可以提供公平的替代方案，促进那些可能难以推进的项目。

降低投资风险

项目经理应确定与项目实施相关的风险，将其告知潜在的资助者，并说明如何降低风险。例如，确认土地使用权问题已得到解决，与社区团体协商制定了替代生计的规定，或就碳项目而言，已签署了谅解备忘录（Memorandum of Understanding, MOU），以确保出售信用额度的权利。这种方法使金融家能够完成风险评估，促进成功投资。

资金提供者、投资者或信贷购买者的主要考虑因素包括财务风险和声誉风险。

就旨在产生碳信用额的项目而言，财务风险可能包括：

- 项目活动失败，无法产生信用额度
- 不准确的建模导致产生的信用额度减少
- 影响项目实施的法律或政治环境
- 影响信贷发行和销售的法律或政治环境

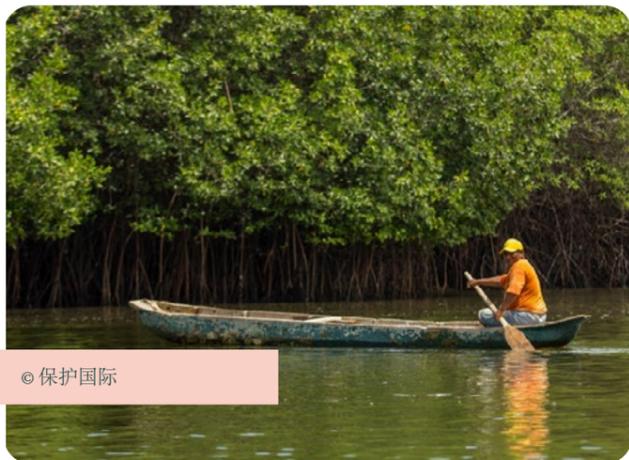
声誉风险可能包括：

- 购买或注销科学或社会可信度存疑的碳信用额度
- 与对当地利益相关方产生负面影响的项目活动的关联
- 项目设计不当导致环境危害
- 在法律框架之外运作的项目

将商业融资与成功的赠款资金结合起来，可以减少商业合作伙伴的投资，从而降低风险资本的数额。争取多个金融合作伙伴，每个合作伙伴都完成了自己的尽职调查和风险评估，可以降低单个合作伙伴的预期风险。



© African Wetlands



© 保护国际

4.3.2 钱并不总是问题所在

现在用于自然保护和修复的资金比以往任何时候都多。然而，在获得资金方面常常存在问题。在具有明确任期和政治意愿的领域开发规模非常大、回报足够高的项目和计划是一项艰巨的任务，需要大量的专业知识、启动资金和时间。

这导致了资助者、项目经理和利益相关方的需求和期望之间的不匹配⁸⁵，项目实施活动经常受限于可用财务资源的数量、资源可用的时间期限（以及项目的哪些阶段）以及捐助者规定的关于任何资金如何使用的限制。与必须在短期内取得的成果挂钩的资金，往往会促使人们在不适当的地区种植单一作物，因为在可利用的机会范围内，这些战略是最便宜、最容易实施的。**如果没有资金用于长期监测或维护，失败的活动往往不会被报道，捐助者可能会误以为他们的资金投入产生了有效果。**

此外，资金优先事项仍然偏离了对政策支持或发展、能力建设和科学的支持，然而这些都是成功修复成果的关键。向项目提供资金可能涉及项目执行方和资金来源之间多个不同的组织层级，而层级内部和层级之间的有效沟通可能有限。这往往会导致资助者根据错误信息或设计不当的标准做出决策，或过多地将资金投入具有最佳沟通策略的领域，而不是需求或影响最大的领域。



红树林边，© Tony Ochieng

错位的一个例子可能是，目标是阻止红树林的损失和提高红树林覆盖率，但对实施和结果的期望却不一致（图13）。

图13

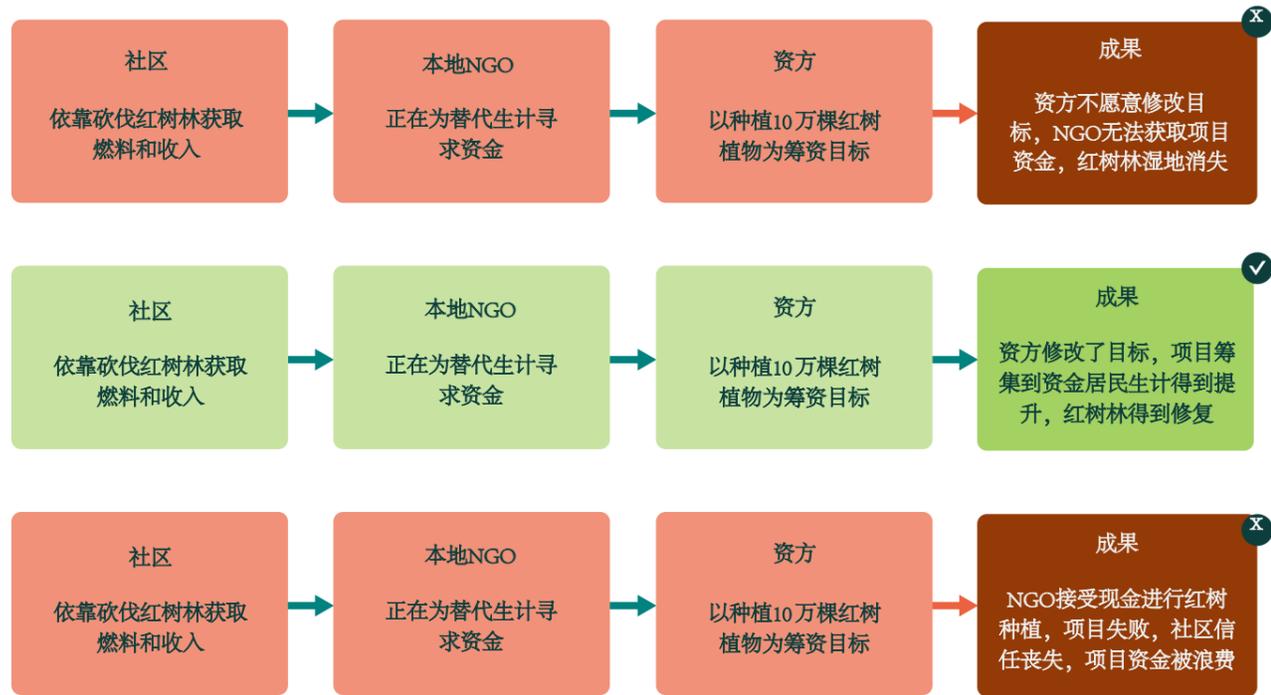


图13 因资助者目标与项目资金需求不匹配而产生的积极和消极结果。基于植树数量的资助目标很少适用于生态系统修复目标。

因此，红树林修复项目必须考虑如何调和社区需求与捐赠者及投资者的要求。许多捐赠者仍然坚持采用流行但不完善的成效衡量指标，例如根据所获资金种植的树木数量（如上所述）。向潜在捐赠者传授知识，并鼓励他们更新衡量或沟通项目成功的指标是一项挑战，因为这可能意味着失去资金机会。像《种还是不种？》这类简洁明了的执行摘要风格的资源，可以帮助支持那些与捐赠者期望不符的资金申请。

联合国可持续发展目标已得到广泛认可，可用于宣传红树林修复项目可能产生的广泛影响，并支持设计改进的影响报告指标（图14）。

图14



图14 在 17个可持续发展目标中，红树林修复项目通常与6个目标（第1行）保持一致，与另外6个目标（第2行）保持一致的情况较少。确定您的项目成果如何与可持续发展目标相一致，可以在一个公认的框架内更轻松地宣传项目影响。



© Peter Blottman Photography. iStock

4.4

有哪些资金来源?

找出适合项目的方案

有多种资金来源和模式可用于资助红树林修复项目，包括赠款和基于市场的工具。赠款可以来自国家或国际层面的政府项目、慈善支持，也可以来自行业，例如私营企业的可持续发展计划，包括企业社会责任（CSR）和环境、社会及治理（ESG）项目。

优惠金融，如国际发展贷款、种子资金和技术援助的促进，可以是进入市场条件的第一步，也可以为私营部门投资提供机会（例如，通过综合金融、碳或生物多样性信用市场或可持续商品交易）。

如果修复项目位于公共管理的海洋保护区（MPAs）或是其他有效的基于区域的保护措施（OECMs）的一部分，公共预算分配同样很重要，尽管这些预算的使用通常受到限制，而且资源水平可能较低。在选择要追求的资金来源之前，需要回答两个问题：

- 我的项目能提供什么/实现什么，谁会觉得有价值？
- 项目有哪些金融方案？

图15列出了一系列筹资机制和投资者需求，从不计财务回报（右侧）到要求低风险和高财务回报的市场型财务模式（左侧）。

图15



图15 NbS项目的资金类型。来源：WWF：银行可担保的自然解决方案⁸⁶



什么样的资金最适合我的项目？

红树林修复项目的潜在资金来源包括：

4.4.1 NbS相关的私人金融/投资

这是什么？——IUCN对基于自然的解决方案（NbS）的定义。对自然资本进行投资，目的是制止破坏和恢复已失去的自然资本，并期望获得超越环境和社会影响的回报。在这种情况下，投资者可以选择多种投资自然的工具。其中包括直接购买森林或农业用地等实物资产，支持自然资本的公司的私人股权和上市股权，以及水、生物多样性和温室气体排放的减排补偿。公司的直接投资可包括参与碳或生物多样性信用市场、绿色和灰色基础设施投资，或投资于私营公司自身供应链内的活动。回报也可能是非财务性的，包括对生态韧性的投资、支持蓝色经济的发展，或将红树林和其他湿地作为公共物品进行修复。

蓝色自然资本金融机制（BNCFF）、蓝碳加速基金（BCAF）等机构以及其他孵化器和加速计划对于为红树林修复和其他 NbS 项目开发商业案例至关重要。希望探索私人金融方案的项目开发者可访问以下网站获取相关信息：

- [蓝色自然资本金融机制Blue Natural Capital Financing Facility](#)
- [蓝碳加速基金Blue Carbon Accelerator Fund](#)
- [蓝色行动基金Blue Action Fund](#)
- [阿尔泰利亚可持续海洋基金Althelia Sustainable Ocean Fund](#)

优点——2019年，私营部门对自然活动的投资超过200亿美元，预计这一数字在未来十年将大幅增加。2022年，每年流向 NbS 的资金为1,540亿美元，不到2025年 NbS 所需投资额（每年3,840亿美元）的一半，其中只有约17%来自私营部门⁸⁷。私营部门的投资预计将大幅增加，红树林修复已开始证明是一个令人感兴趣和有需求的领域。

缺点——许多营利性投资者希望投资大型项目，如果投资者只关注红树林，而不是将红树林置于更广阔的陆地和海洋景观中，则很难开发大型项目。如果其他投资者没有信心充分评估其投资的影响（如缺乏数据），他们可能会对投资犹豫不决。此外，景观规模的大型投资需要与地方和国家政府合作，这可能会很复杂。

4.4.2 蓝色债券

这是什么？——蓝色债券是可持续发展债券的一种相对较新的形式，它是一种债务工具（如政府可以贷款），发行的目的是支持对健康海洋和蓝色经济的投资。蓝色债券通过投资蓝色经济和可持续发展项目赚取收入，可用于资助红树林修复项目，产生适应气候、碳固存、鱼类资源补充和旅游业等经济效益。

优点——债券是世界各国、城市和政府筹集必要资金，投资于对自然和气候有利的活动的一种方式。债券是为解决可持续发展优先事项的投资筹集所需大量资金的常用方式。

缺点——与蓝色债券相关的交易成本往往很高。债券发行人必须跟踪、监测和报告收益的使用情况，而受援国必须制定一套复杂的绩效指标，以确定所取得的成果是否足以触发对投资者的偿付。这就增加了各国的成本，因为它们需要寻找技术专家，而且往往意味着要获得共同融资/信贷担保。借款从来都有一定的风险，发放者必须有偿还贷款和利息的现金流。

4.4.3 保险

这是什么？——保险业一直在以各种方式参与生态系统修复，其中包括：

- 通过承保干旱、风暴和洪水灾害的传统型保险，为生态系统本身提供保护。保险业可提供参数式或指数式保险解决方案，以优化分配给环境规划和保护的预算。以指数为基础的解决方案可在事件发生后迅速提供赔付，这有助于快速采取行动支持修复工作。
- 向沿海地区的传统保险持有者提供激励措施，以可持续的方式发展和恢复自然，作为降低自身气候风险的一种手段，例如通过修复红树林来抵御洪水。这可以降低投保建筑或基础设施遭受损失和破坏的可能性，从而降低巨额保险赔付的可能性。

优点——为修复地点投保有助于降低风险，使投资对投资者更具吸引力。参数保险可以支持快速赔付，从而支持修复工作——例如伯利兹的珊瑚礁保险。

缺点——投保会增加修复项目的成本（尽管在理想情况下，这比不投保修复系统的成本要低），而且在大多数情况下，保险只包括与洪水、火灾和干旱等“天灾”有关的威胁，而不包括政治变革、社会动荡或修复破坏性活动等其他威胁。

4.4.4 碳市场

这是什么? —— 碳市场主要有两种类型：履约和自愿。更多信息请参见模块1：蓝碳。

履约市场在地区、国家或有时在州一级实施，并通过相应的立法来执行。它们通常采取上限与交易或排放交易计划的形式，可能与减排目标相配合。欧盟、澳大利亚、韩国、中国、加利福尼亚和其他一些国家都有自己成熟或新兴的排放交易计划。一些国家，如澳大利亚，已经制定了明确的程序，通过自愿活动产生红树林碳信用额，并在履约市场上进行交易。在履约市场上产生的碳信用额有时可用于交易和自愿减排，但在自愿碳市场上产生的碳信用额很少被接受用于满足履约要求。

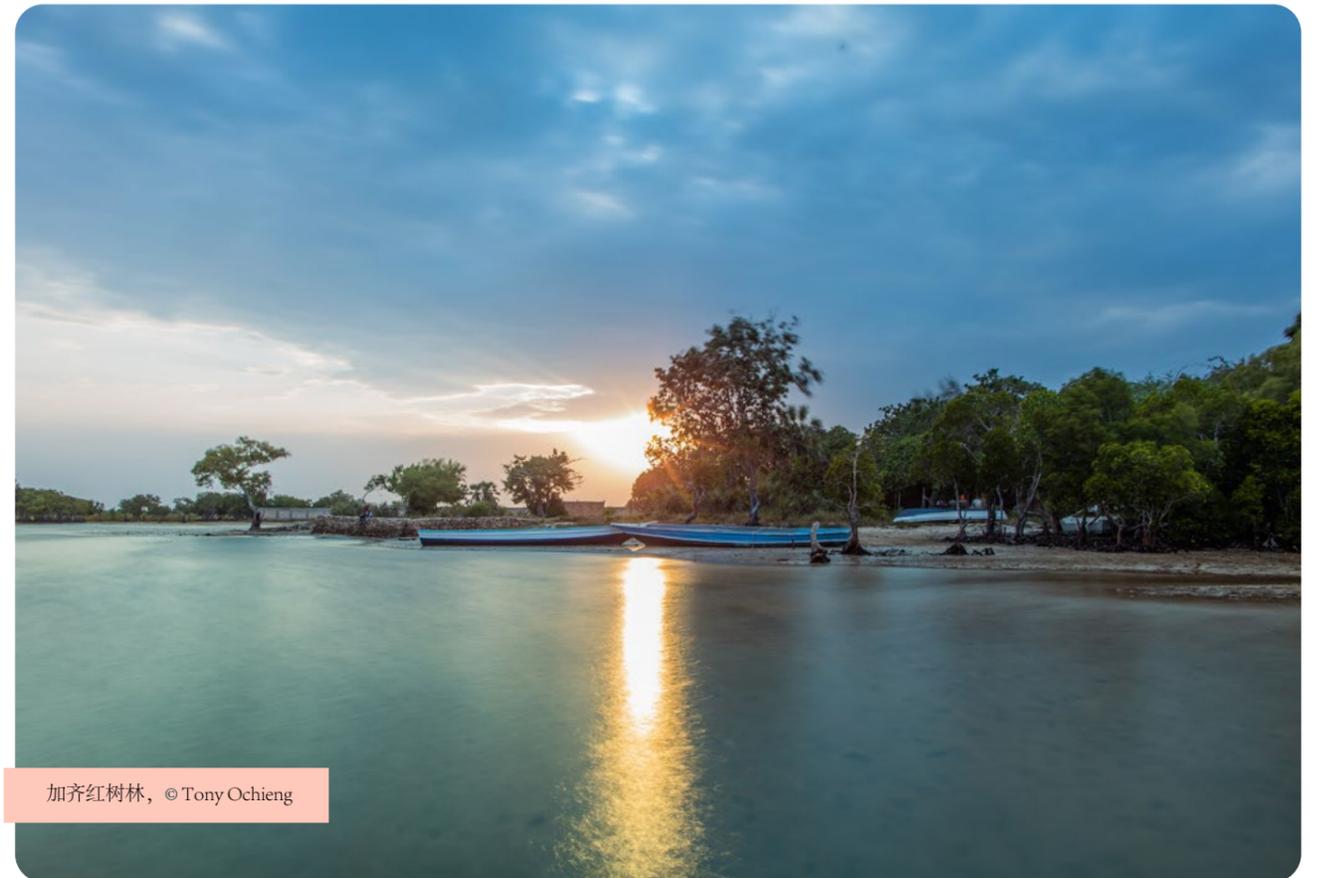
自愿碳市场 (VCM) 是一个由独立私营组织组成的组合，这些组织对气候减缓服务进行量化，并向寻求抵消其碳足迹的购买者出售这些服务。这与红树林修复和/或保护项目息息相关，因为成功实施项目所产生的温室气体效益可以被衡量、验证，并作为可交易证书（称为碳信用额）发行。每个碳信用额代表一公吨二氧化碳当量，可避免从大气中排放或清除。各国关于如何产生和交易碳信用额的规定不尽相同，政策环境也在迅速变化。

优点——旨在产生碳信用额的红树林保护或修复项目是一项长达数十年的承诺，可在很长一段时间内产生收入，并带来更多积极的社会经济成果。在当地利益相关方依赖红树林资源获取收入或满足生存需求的地貌景观中，项目开发者通常需要整合替代生计、当地能力建设和其他社区需求，以使项目得以进行，或避免未来对该地点造成损害的风险。因此，采用综合方法的项目可能会得到社区的大力支持和保护，并实现更广泛的目标。

缺点——碳信用额的产生和发售过程漫长、复杂且昂贵⁸⁵。项目设计必须遵守严格的科学方法，这可能需要专家支持才能完成，这也进一步增加了项目成本。为发放信贷，必须长期对项目地进行管护和监测。信用额度的价格会出现波动，因此很难预测长期的财务回报，而且仅靠信用额度销售的收入可能不足以支持项目的实施和维护。不同的国家可能没有政策或明确的法律程序来支持 VCM 碳交易，或将红树林碳计入国家温室气体清单，并要求在国际销售信用额度前对国家总量进行相应调整（见第6.3.2节）。有些国家可能不允许出口碳信用额，但其国内自愿市场却在不断扩大。



在几内亚比绍的卡谢乌红树林自然公园进行的红树林修复干预的准备工作，© Menno de Boer, 湿地国际



加齐红树林，© Tony Ochieng



鲁非吉三角洲的苏库马牧民, © Priscilla Kagwa, 湿地国际

4.4.5 慈善家和基金会

这是什么?——资助机构会寻求将资金投入符合其自身目标和价值观的项目和活动中。慈善家和基金会倾向于从对自身或共同目标的影响或进展来衡量投资回报。

优点——慈善家和/或基金会很少要求投资的财务回报,这就为概念验证或研究项目提供了资金,而这些项目对于注重利润的组织来说可能是不可行的。慈善事业可能会优先考虑长期项目开发,将研究、能力建设和人道主义目标结合起来。

缺点——多变性。每位慈善家或基金会都有自己的资金分配标准,这些标准对项目来说并不总是可行的。许多资助可能是短期的,期望的成果可能基于过时的指标(例如,种植特定数量的树木)。争取资金的竞争可能非常激烈,在某些情况下,项目经理可能需要不断调整影响目标,以适应保护趋势或个人心血来潮的想法。

4.4.6 公共资金

这是什么?——各国政府和海外发展机构(ODA)发放的资金可用于满足各种保护需求,如研究、鱼类和野生动物调查、物种恢复、栖息地管理、气候减缓和适应以及监测。一些政府管理生态系统服务付费(PES)计划,为生态系统保护、恢复或气候减缓成果提供基于成果的资金。

优点——资助金额可能很大,而且通常在较长时间内(5年以上)分配。

缺点——资金的使用通常受到严格限制,报告要求较高,申请过程可能竞争激烈且进展缓慢。

4.5

与人互动...

确保所有利益相关方都参与其中

在相关情况下,利益相关方充分参与红树林修复工作可以成为确保长期实现可持续成果最成功的方法之一^{13,48,88,89,90}。如果执行得当,充分的参与可以帮助人们共同解决环境、社会和经济上的问题,让大家有参与感和更多的主动权^{89,91}。

参与式方法通过共享治理提升了归属感(确保用户权利)和红树林修复项目管理的透明度,同时重视并加强了现有的传统知识和当地人识别及实施解决方案的能力^{90,92}。然而,不同群体的参与策略将会有所不同。

4.5.1 ...在社区层面

将当地社区(包括村长、长者、当地“领头人”和妇女)或其他当地利益相关方纳入红树林修复和共同管理中被认为是“最佳实践”,这包括了他们在规划、设定目标、决策、实施以及监测和评估中的积极参与、代表性和领导力⁹³。

参与式社区规划的过程应该是反复进行的,这样才能将不可预见的问题、缺席首次会议的利益相关方的利益或新信息纳入其中,并做出调整。在不同的地理和社会经济背景下,为建立社区兴趣、支持和参与所投入的时间会有所不同,因此项目规划的时间安排在初期可能需要有一定的灵活性。

在处理敏感问题时⁶⁰,社区参与至关重要,例如:

- 对完整红树林生态系统与将红树林转作他用的比较效益的看法和理解
- 从法律上承认获取和使用红树林资源的权利
- 土地使用管理

可以与预先建立的社区级机构合作,如红树林保护委员会、村庄环境保护委员会或村庄发展委员会,将其作为共享信息和获取项目反馈的平台。

我想确保社区充分参与...从哪里开始?

当地组织可以通过使用社区参与性规划工具，例如参与式绘图，在促进实施计划的制定方面发挥关键作用⁹⁴。

参与式绘图

参与式绘图的一种方法是使用可视化工具，如打印的地区（卫星）地图，并要求社区成员在地图上绘图。为了帮助讨论，可以将小组分成更小的分组，其中一组可以重点关注红树林的历史分布，另一组可以重点关注资源使用（如渔场），还有一组可以重点关注威胁。然后将各小组的讨论结果反馈给所有小组，这样就会形成一幅完整的背景图。

有关支持参与式进程工具的更多信息，蓝色创投已发布了完成参与式绘图的方法（见附录B），更多资源见附录C。

使用参与式工具可以鼓励社区根据当地情况进行分析和理解，提高社区的规划和领导能力，加强村级组织和治理，调动资源并合作制定实施计划。参与式活动还为透明讨论有关自愿参与（如种植）和当地劳动力经济补偿（育苗、种子采集和种植后监督）的期望提供了机会，这些期望需要在实施前进行沟通并达成一致³⁰。

红树林修复的参与式方法还成功地与能力建设和新型金融机制相结合，目的是通过培训和现金资源赋予人们改变生计的能力。这种方法的一个例子是**生物权利方法**（专栏5）。

专栏5:什么是生物权利方法（Bio-Rights approach）？

生物权是一种创新制度，为社区提供资金和技术支持，以发展更可持续的生计，换取社区积极参与环境保护和修复⁹⁵。

在印度尼西亚淡目的“与自然共建”项目中，来自10个社区团体的268人参加了湿地国际的生物权利试验计划，在整个景观恢复过程中，他们得到了居住在该地区的实地指导员的支持。通过持续一整个种植季节的滨海实地指导课程，社区了解了沿海水域的生态、红树林的功能以及池塘生态和管理方法。

参与者以小额贷款的形式预先获得报酬，作为回报，他们要建造、维护、看守和检查可拦截泥浆和沉积物的透水结构，并将退化的池塘改造成沉积物收集池，然后让红树林在那里自然再生。这些付款是有条件的贷款，在采用了更可持续的生计方法且红树林修复工作取得成功后，这些贷款将被注销。

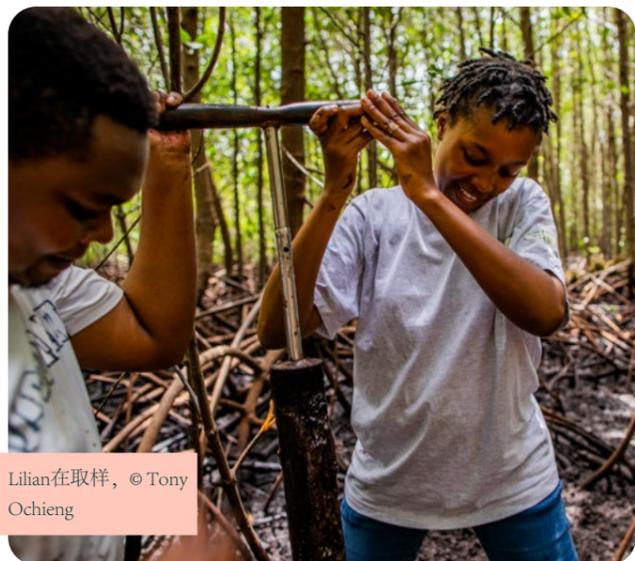
参与者将获得的资金用于改善水产养殖或创造替代生计以及其他造福社区的项目。一些人购买了设备，用稻草和树叶等有机废物制作鱼食或池塘肥料。还有一些人购买了牲畜，开辟了菜园，用蟹壳制作面粉，购买船只出租，采伐非木材林产品制作手工艺品和蜂蜜，并探索养殖绿贻贝的方法。该项目还为农民提供设备支持，帮助他们从死灰复燃的红树林及其周边地区捕捞野生鱼类。80%以上的渔民提到近海渔获量有所提高，收入与水产养殖业不相上下。

社区自主权对于适应性管理至关重要，因为在暴风雨和其他损耗面前，透水结构等干预措施需要持续维护。这种情况若持续下去，结构后面的红树林将得到充分发展，能够接管透水结构的功能，重新形成防止进一步侵蚀的自然防御。

项目团队监测生物物理和社会经济指标，从沉积率和红树林重建率到水产养殖池塘收获率和收入，并由当地社区进行定期监测和评估。项目团队利用监测和评估为适应性管理方法提供信息，以抓住机遇，应对风险。社区参与者也利用这种监测为他们的水产养殖和红树林管理决策提供信息。适应性管理制度使项目团队能够提高当地对这一问题的认识，并使社区有能力与地方和国家层面的利益相关方进行对话。



© Dom Wodehouse, 红树林行动计划



Lilian在取样, © Tony Ochieng

虽然使用预付款可以有效地促进改变和支持修复工作，但相关风险包括确保用于修复活动的工作时间等同于合理的工资。此类方案依赖于有效地记录和传达已完成的工作，以及可以在预付款内实现的工作目标，或者基于将在适当时间后开始常规工资支付这样情况的理解。

4.5.2...在地方和地区层面

乡镇、县、省、州和地区各级当局往往对红树林修复项目有很大的影响力。要了解红树林修复的机构背景，需要对一系列机构进行分析——正式的和非正式的、有组织的和无组织的。许多方法可用于机构分析，（见“[加强森林景观修复中的综合治理](#)”）²⁶，附录C也提供了部分资源。

与地方和地区政府利益相关方的接触可以通过多种方式实现：

- 非正式会谈
- 正式的多利益相关方论坛
- 技术工作组
- 利益相关方联盟和共同管理委员会

将自上而下（政府和机构）和自下而上（社区）的方法结合起来，确保利益相关方和社区团体有足够的代表性，并确保政府适当参与，以提供协调，并就使用者权利和长期管理责任进行谈判，这样的方法有时会很有效⁴⁴。除政府机构外，非政府组织和私营部门也可以支持当地社区的利益和需求。在一些发展中经济体和国家，政府用于保护和修复的资源往往有限，其参与往往仅限于批准土地使用权和土地所有权。除此之外，技术和财政资源通常来自非政府组织和私营部门。[全球红树林联盟](#)就是一个旨在支持红树林保护和修复的非政府组织的例子。



© IUCN / MFF



加齐红树林, © Julia Jung

在任何项目中，参与者和利益相关方都可能带着不平等或不对称的关系，或在能力、权力或意识形态方面的差异来到谈判桌前，这可能导致项目设计和实施中的缺陷^{96,97}。这些不对等可以通过以下方式加以克服：对资金、能力建设和监测做出长期承诺，加强资金提供者与实施修复项目的个人/社区之间的合作，以及解决自下而上（地方）的环境倡议与自上而下（政府）的立法之间的冲突^{97,98}。

4.5.3...在国家层面

国家级利益相关方的参与可能是修复项目中最具挑战性的部分。这可能取决于政治环境以及选举后决策和决策者的更替。对于大多数适合修复的土地都是国有土地的国家来说，国家优先事项的变化会影响修复地块的可用性。例如，在选举之前，政府可能会优先考虑实现气候目标，而在选举之后，新政府可能会优先考虑经济增长。

负责红树林的政府机构可能包括林业部或环境部，红树林内的资源可能由渔业机构或气候机构管理，所有这些机构的管辖权和管理责任都可能重叠，从而导致冲突或进展缓慢，或者红树林得不到明确的管理^{99,100}。领导机构可为政府机构和/或高层协调机构授权明确的角色和职责¹⁰¹。协调机构可在国家层面召集所有利益相关方，明确指导方针，解决地方和区域层面尚未解决的冲突（例如，通过沿海地区综合管理方法，本视频示例来自印度尼西亚）。萨尔瓦多的一个有效能力建设实例（[第123和124页](#)）表明，支持社区、地方和国家机构之间的交流与合作如何能够带来变革。

在国家机构和其他利益相关方之间建立的制度安排可以为红树林修复计划提供财务可持续性和可扩展性。政府（和政府机构）参与修复工作可以加强对目标实现情况的评估，促进成果的传播，加强资金的更新，并支持新项目的开发⁹⁷。政府机构还可以通过支持国家研讨会、讲习班和考察旅行，促进红树林修复方面的经验交流（从成功和失败、试点和想法中学习），这有助于激励其他地方的修复举措。[蓝碳国际伙伴关系](#)就是各国政府积极分享信息的一个例子。



4.6

后续工作

第2章概述了项目目标，以及了解项目是否可行的方法。

第3章涵盖了分析生态学、确定现场问题和设计项目活动——您需要做的事情。

第4章探讨了您如何开展工作，现在您应该有了以下坚实的工作基础：

- 审查本指南中提及的现有技术指南，确定与您所在地区或具体修复挑战相关的方法，并最终确定您的项目设计
- 制定项目管理工作计划，明确角色和职责
- 根据需要与社区、地方和国家层面的不同利益相关方共享项目设计，鼓励并听取反馈意见
- 修订项目设计，以确保其包含当地需求和收到的反馈，并考虑如何确保项目管理具有包容性和快速响应能力
- 考虑潜在的资金来源以及如何与之接洽

下一步是监测和评估项目的实施情况，参照项目的目标和目的，并认识到在实施生物物理修复的同时，也可能带来社会经济方面的变化。

持续的监测可记录实施进度、所采取的行动的有效性以及修复效果（包括文化和社会经济影响）。这样就可以按要求向资助方报告项目影响，并根据可靠的监测数据做出适应性管理决策（第5章）。



案例研究

合作保护：红树林修复

社区参与的重要经验

萨尔瓦多希基利斯科湾

萨尔瓦多希基利斯科湾的基于社区的红树林生态修复（CBEMR）计划展示了一个在当地社区、政府机构和非政府组织之间成功合作的杰出案例。通过与各个层面的人们合作，由曼格协会（AM）、FIAES、EcoViva和红树林行动计划（MAP）组织的2011年CBEMR培训工作坊产生了变革性的影响，为后续的修复工作奠定了基础。

本案例研究强调了在修复红树林生态系统方面取得的进展、将CBEMR纳入国家政策的情况，以及持续监测和评估对于长期致力于红树林保护的重要性。

2011年7月，在希基利斯科湾修复红树林的尝试失败后，AM、FIAES、EcoViva和MAP组织了一次关于红树林修复的全国论坛，提请人们注意希基利斯科湾及周边地区红树林面临的环境挑战。论坛结束后，针对当地社区、湿地护林员、环保组织和政府官员举办了为期四天的修复培训讲习班。培训向与会者介绍了CBEMR方法，使他们掌握了红树林修复方面的技能和知识。

2011年研讨会的成功举办使萨尔瓦多的红树林修复工作取得了重大进展。萨尔瓦多环境和自然资源部（MARN）认识到生态方法的重要性，并与AM合作，领导该国的红树林修复工作。因此，AM、EcoViva及其当地合作伙伴启动了El Llor ó n红树林生态系统的修复工作，为取得切实的保护成果做出了贡献。

这些努力将生态修复推向了萨尔瓦多国家红树林保护战略的前沿，萨尔瓦多最大的环境基金FIAES将CBEMR作为其红树林修复工作的主要方法。

为了评估红树林修复工作的进展情况，MAP于2023年2月对萨尔瓦多进行了一次后续访问。这次后续访问的结果表明，萨尔瓦多已有1000多人掌握了CBEMR的原理，并正在使用这些方法修复红树林。目前已经开挖了70多公里长的水道，无需种植任何树木，就修复了数百公顷的红树林。现在，MARN当局已将CBEMR原则作为红树林修复最佳做法的国家政策。

萨尔瓦多希基利斯科湾的红树林生态修复案例研究体现了在社区、地区和国家层面与人们合作的力量，从而带来合作和成功的保护成果。2011年举办的首次CBEMR培训讲习班推动了随后的修复工作，并将这些最佳做法纳入了国家政策。

正在进行的监测和评估将继续完善和加强修复实践，将希基利斯科湾打造成促进CBEMR进程惠益的地区典范。本案例研究强调了合作方法、能力建设和知识共享对实现可持续红树林保护的重要意义。



伊朗波斯湾，© Saeed Hadipoorsalestani, TNC 摄影比赛

5 监测和评估



从高空俯瞰哥伦比亚受保护的
红树林, © Mariana Rivera-Urbe, 2021年红树林摄影奖

5 监测和评估	125
关键信息	127
常见问题	127
5.1 为何要监测?	129
5.1.1 适应性管理: 发生变化也没关系	129
5.2 监测什么?	132
5.2.1 制定前后对照影响方法和监测策略	133
5.2.2 选择适当的指标	135
5.2.3 利用指标追踪进展情况	137
5.2.4 生态指标和数据收集方法	140
5.2.5 景观尺度项目的监测和报告	142
5.3 在项目期和项目后监测成功情况	143
案例研究: 与自然共建	145
案例研究: 印度维拉尔河口红树林修复项目	147

本章将指导您监测红树林修复成果，并根据既定目标和目的对其进行评估。它解释了为什么要对项目成果进行监测、监测的内容，以及根据监测结果是否需要调整实施或管理计划。

关键信息

- 监测对于验证项目成功、指导适应性管理以及向利益相关方报告成果至关重要
- 监测具体指标对衡量红树林修复项目的相对成功至关重要
- 红树林修复项目面临的一个主要挑战是确保在项目资助期结束后继续监测所需的资源
- 适应性管理可用于调整实施计划，以应对不可预见的事态发展

常见问题

我的项目地变化很大，如何知道应该监测什么？
第5.2节

我需要对项目地监测多久？
第5.3节

什么是参考地块？如何使用？
第5.2.1节

几年后，我想改变数据收集方法...为什么这不是个好主意？

第5.3节

如何可视化、比较和交流多个目标的进展情况？
第5.2.3节



泰国，© Ana Grillo, IUCN / MFF

阅读清单

生态修复实践国际标准（第2版） https://www.ser.org/page/SERStandards	本指南篇幅较长，并非专门针对红树林，但涵盖了如何使用SER修复轮来设计适当的监测策略。
沿海湿地修复成功的指标：系统回顾 https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.600220/full	这篇综合性论文将SER修复轮的使用与红树林修复监测的适当指标结合了起来。
SWAMP 工具箱 https://www2.cifor.org/swamp-toolbox https://www2.cifor.org/swamp-toolbox/presentations/theme-d/d2-monitoring-reporting-verification-mrv-wetlands/	D2 部分就以下方面提供了具体建议：监测、报告和核查红树林项目。
太平洋岛屿地区红树林监测手册 https://www.researchgate.net/publication/326332324_Manual_for_Mangrove_Monitoring_in_the_Pacific_Islands_Region_Manual_for_Mangrove_Monitoring_in_the_Pacific_Islands_Region_SPREP_LibraryIRC_Cataloguing-in-Publication_Data_Secretariat_of_the_Pacific_Re	本指南为希望监测红树林健康状况的当地社区提供了实用指南和方法。
陆生脊椎动物快速评估规程 https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-020-02001-w	该方法介绍了红树林中陆生脊椎动物的取样策略，可用于监测生物多样性的变化。
昆士兰数据收集协议 https://www.daf.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/63339/Data-collection-protocol.pdf	当地（为满足当地利益）制定的用于监测红树林的特征清单（及其状态）示例。
CIFOR适应性合作管理实地指南 https://www.cifor.org/knowledge/publication/5085/	提供实用指导和实例，说明如何在社区应用 ACM 方法，以及如何向他人传授这些方法。

5.1

为何要监测?

追踪项目的重要性

监测干预成果（生物物理和社会经济方面）是了解项目目标和目的进展情况、了解需要在哪些方面做出适应性管理决策和修订实施计划，以及向社区和其他利益相关方报告的重要工具^{3, 8, 102, 103}。

捐助者、投资者和信贷机构往往要求进行监测，其中许多机构都有自己的方法和指标，要求项目进行监测并对照这些方法和指标进行报告。

缺乏对红树林修复项目的监测是导致高失败率的一个原因，因为资助者或实施机构并不知道他们的修复项目和所使用的技术是无效的^{104, 105}。

5.1.1 适应性管理：发生变化也没关系

变化是会发生的——如何对待和应对变化才是红树林项目成功与否的关键。

您也不希望临时对项目进行调整。应该有一种结构和评估方法来确定应该进行哪些变更、如何变更以及变更对项目的影响。

项目监测数据可为您提供有关项目状态的实时信息。然后，适应性管理（第4.2.2节）可以帮助确定实现项目成功所需的调整或纠正措施。

这包括定期审查项目和调整管理计划，以优化管理策略和行动。

可将指标纳入适应性管理计划，以确定干预的阈值³。
图16举例说明了积极复种的适应性管理。



坦桑尼亚和肯尼亚的CBEMR培训，© Dom Wodehouse, 红树林行动计划

图16

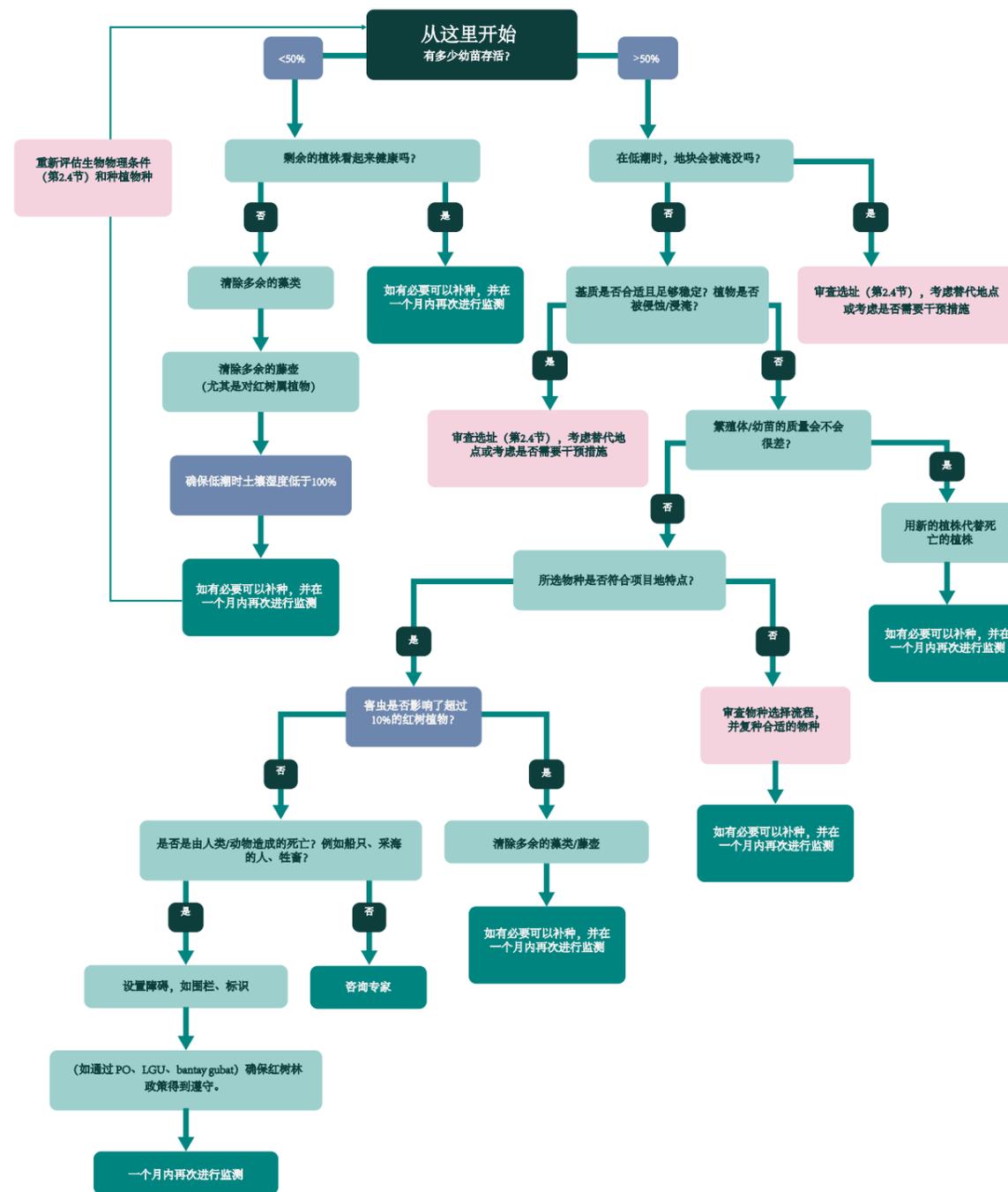


图16 涉及种植的红树林修复项目的适应性管理方案示例（改编自Primavera等，2012a）²⁰。蓝色方框表示项目的关键绩效指标，粉色方框表示所需的适应性管理行动。



© 湿地国际



坦桑尼亚鲁非吉三角洲的CBEMR培训, © Dom Wodehouse, 红树林行动计划

5.2 监测什么?

我的项目地变化很大, 如何知道应该监测什么?

监测指标的选择应反映项目的修复目标和目的、正在修复的生态系统以及项目地点的具体情况^{8, 104, 106}。

使用常用指标 (第5.2节) 来评估滨海湿地修复项目, 有助于对结果进行更清晰和易于比较的评估。

在制定监测计划时, 必须考虑以下问题:

- 用于评估滨海湿地修复项目的常见基础指标集有哪些?
- 是否需要其他指标来监测项目的具体目标 (如碳、生物多样性或水质)?
- 建议采用哪些方法监测各种指标? 这些方法在当地是否可行 (负担得起、安全等)?
- 用于监测指标的方法可信度有多高? (经过科学同行评审的方法会有较高的可信度, 而使用基于个人知识得出的观察经验则会有较低的可信度)。

准确的监测和报告依赖于:

- 明确的项目目标
- 使用项目成功的相关指标
- 设计针对报告框架的监测计划
- 保持数据收集的一致性



泰国, © Siriporn Sriaram, IUCN / MFF



弹涂鱼, © Yus Rusila Noor, 湿地国际

使用相关的修复成功指标可以准确评估项目成果¹⁰³，为适应性管理决策提供信息³。世界各地的项目在衡量红树林修复成果时使用的指标种类繁多，因此很难选择适当的指标，也很难对不同项目进行比较，因为使用一种指标与另一种指标相比可能会得出不同的结论¹⁰⁵。有关红树林修复监测常用指标的更多信息和示例，可以参阅：

- [滨海湿地修复成功的指标：系统回顾](#)
- [海洋海岸修复研究的优先事项和动机](#)
- [海洋修复生态学面临的挑战：技术、评估指标和生态系统估值如何提高修复的成功率](#)

无论选择哪种指标，用于收集监测数据的方法都应在整个监测期间保持一致。如果数据收集的时间、地点、指标、设备或方法在监测期间发生重大变化，那么监测结果可能不再具有相关性或可比性，任何对进展情况的衡量都将失效或无法验证。

一些红树林修复项目的目标可能是在环境经济核算体系（SEEA）框架内进行报告，该体系可用于报告国家对《生物多样性公约》的承诺。如果是这样的话，就必须使指标与 SEEA 框架保持一致。

5.2.1 制定前后对照影响方法和监测策略

在项目现场进行监测和报告时所选择的指标应与参照区或对照区相比较，以衡量进展是朝着理想的修复状态，和/或朝着不理想的未恢复状态发展。控制-影响（BACI）前后监测框架¹⁰⁷是一种简单的研究设计，可帮助您评估项目带来的整体效益，并根据自然参照点对修复地点进行评估。



泰国，© Ana Grillo, IUCN / MFF

通过评估对照地点（通常是健康、未受影响的参照点，没有开展修复活动）和干预地点（开展修复活动）之间的指标，计算出项目带来的净差异。采用BACI方法，在开展活动之前（通常称为基线条件）和之后都要对指标进行评估（图17）。这样就能评估所发现的变化是否可归因于干预（修复）活动，或者是由于整个景观发生的自然过程（如洪水或其他气候事件的影响）或外部人为干扰造成的。

图17

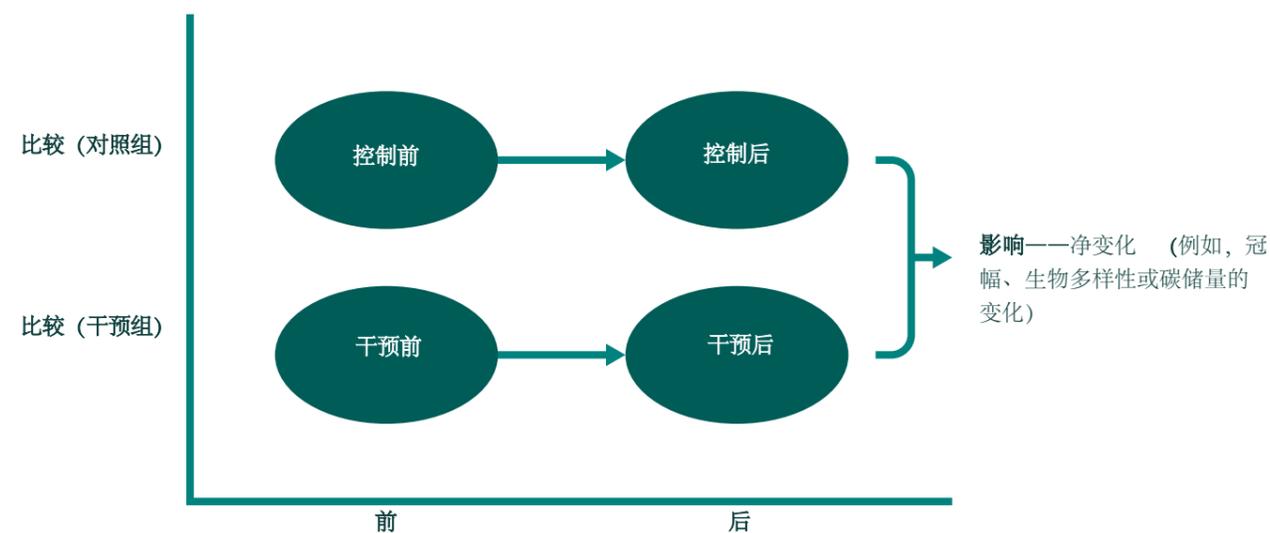


图17 碳项目的BACI项目设计示意图，改编自Poortinga等（2018）¹⁰⁷。

什么是参考地块？如何使用？

选择适当的对照（参考）地点对于与修复地点进行比较非常重要。参照地通常是健康的自然红树林，其生态和生物物理条件与干预（修复）地相似。有了一个或多个适当的参考点，就能清楚地描述修复项目的目标和发展状态，以便进行评估¹⁰⁸。在修复地点附近没有合适的完整生态系统的情况下，可使用历史数据、当地利益相关方提供的生态系统信息或模型输出的代用数据来替代¹⁰⁶。

5.2.2 选择适当的指标

制定指标的出发点是思考项目的既定目标。过去，大多数红树林修复项目的目标都是恢复植被覆盖率，指标与冠幅的增加百分比有关¹⁰⁹。然而，目标也可包括恢复生态系统功能、生态过程和生态系统服务¹¹⁰。制定项目指标需要考虑不同参数随着时间的推移会如何随着红树林的发展而变化。例如，虽然植被的大多数结构属性（覆盖度、范围、密度）通常可在相对较短的时间内（小于5年）通过修复实现，但生态系统服务可能需要几十年才能达到自然植被的水平⁵⁶。

应在项目规划阶段明确界定指标，并将其与现实的、可衡量的目的和目标相联系¹¹⁰。包括社会指标在内的各项指标的定义和分类要保持一致，这样的报告才具有透明度，才能为所有利益相关方所接受。表4提供了为典型红树林修复项目制定指标的框架。



表4 红树林修复项目指标示例。改编自 Cadier等 (2020)⁸

属性类别	子属性类别	指标
结构多样性	植物群落结构	水文恢复后自然恢复覆盖的面积百分比，或种植树木存活的百分比。
		与参考地点相比的植株数量。
		项目区内的树木自然恢复，树苗密度达到或超过参照地的水平。
	动物群落结构	与参照地点相比，动物物种数量和物种个体密度（物种丰富度和丰度）。
	细菌群落结构	细菌多样性和分布与参照地相当。
	藻类结构	藻类多样性和分布与参照地相当。
生态系统功能	提供生态系统服务	项目区产生的自然资源水平（如开发的替代生计、鱼类资源和生物多样性价值的增加）。
	碳储量和初级生产力	沉积物和生物量中的碳储存水平正在以目标速度增加。
	营养水平	营养水平处于参考地点的自然范围内。
	沉积物动力学	侵蚀率与参考地点相当。
物种组成	植被多样性和分布	与参照地点相比，存在的植物物种数量、覆盖面积百分比和物种分布情况。
	动物多样性和分布	与参照地相比，动物物种丰富度/多样性、存在的珍稀物种。
	细菌多样性和分布	细菌基因多样性。
物理条件	土壤	土壤理化条件与参考地点相似。
	水	水的理化变量与参考点相似。
缺少的威胁	污染	污染水平与参考地点相当。
	生物因素	修复区不存在生物威胁（如入侵物种、病原体）。
	人类开发活动	与基准地或参照地相比，资源的开采是可持续的。
外部信息交换	水文和潮汐淹没的联系和连通性。	水力连通性已得到恢复，并与参考点相似。

5.2.3 利用指标追踪进展情况

可以通过创建与明确目标相关联的关键绩效指标 (KPI) 来跟踪项目目标的实现进度。例如，对于一个以修复自然生物多样性为目标的红树林修复地点，其目标可包括存在理想的动植物物种和不存在不理想的物种，而指标则是这些物种存在或不存在的数量与参考点物种数量的比较⁸。

如何可视化、比较和交流多个目标的进展情况？

您可能需要使用资助方或审计项目规定的特定监测框架，也可能选择根据您的特定项目目标设计自己的框架。支持项目监控和报告的工具包括红树林修复跟踪工具（第4.1节）和生态修复协会 (SER) 的“修复轮”（图18）。

图18

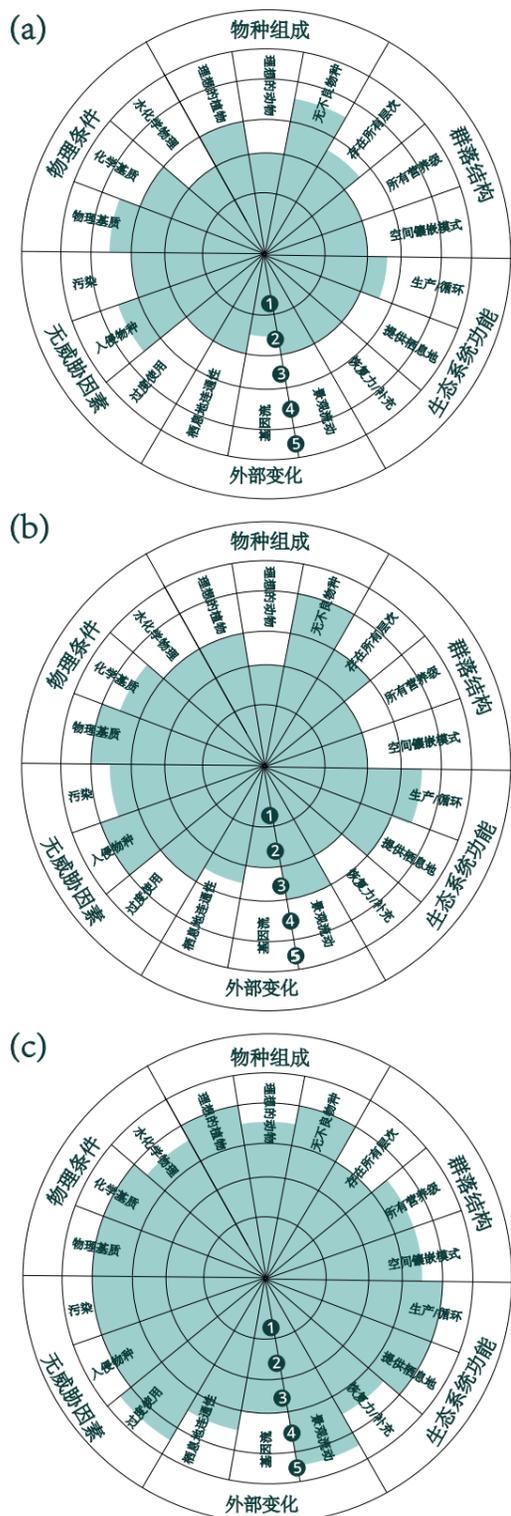


图18 如何应用“修复轮”跟踪修复成功的理论示例。每个彩色部分都显示了在实现项目目标方面取得的成功进展。(a)显示的是修复工作开始前的现场基线，大部分指标处于较差状态。(b)显示的是修复工作开始一年后对同一地点选定指标的监测结果。消除威胁的工作已基本完成，但外部信息交换、物种组成和群落结构没有太大改善。这表明需要进行适应性管理，并需要修改项目设计，采取不同的方法来实现这些目标。项目小组认为，以改善外部信息交换为目标可能会促进所有三个目标的改善。(c)显示了同一地点两年后的监测结果。适应性管理方法取得了成功，外部信息交换、物种组成和群落结构都有明显改善。

“修复轮”还可用于将参照地与项目地的指标状况进行直观比较，以显示总体修复成功情况（图19）。

图19

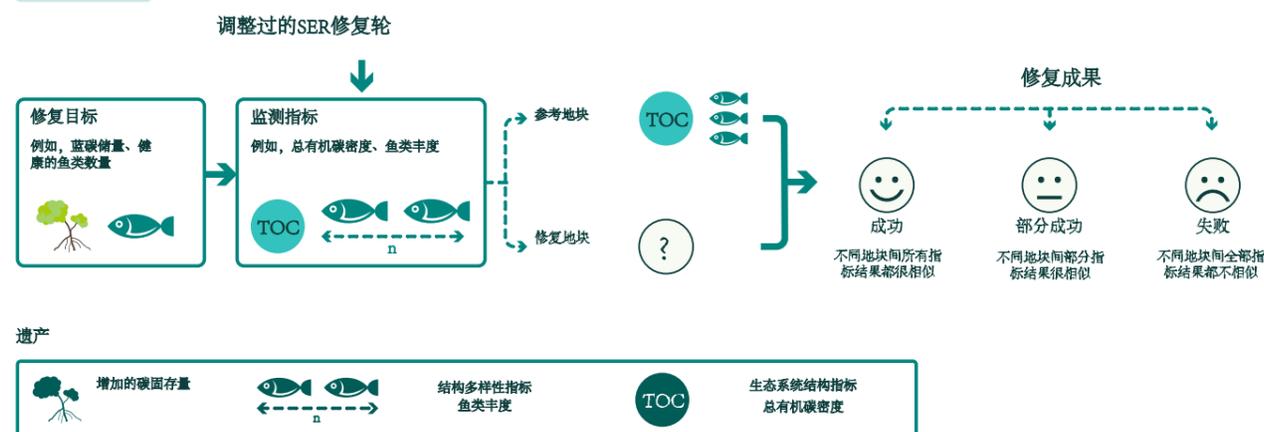
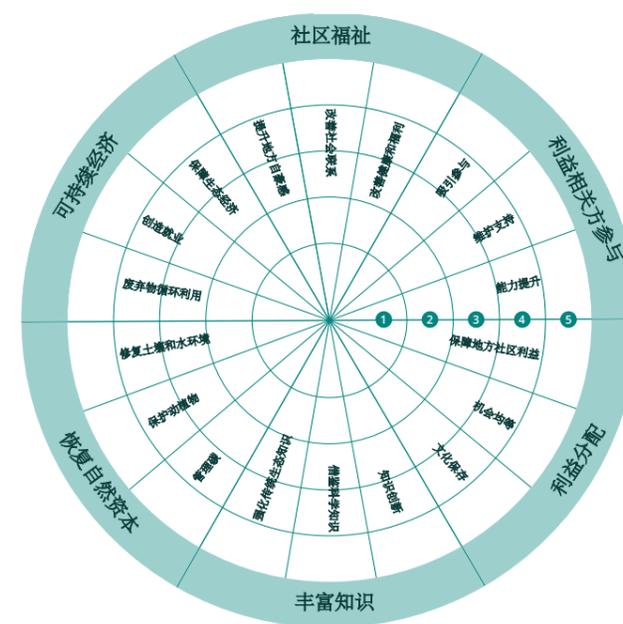


图19 监测和修复成果示例，改编自Cadier et al等 (2020)⁸

图20



SER修复轮也可用于根据一系列指标跟踪修复的社会、经济或其他效益。

指标可以涵盖多种目标，包括利益相关方参与、利益分配、知识增长、自然资本、可持续经济以及社区福祉（表5摘自Gann等，2019）⁶。

社会指标的评分系统（图20）可与修复轮相结合，用于直观显示各项指标在实现目标方面的进展情况。

图20 监测生态系统修复项目综合社会经济效应的修复轮设计示例。转载自Gann等 (2019)⁶

表5 评估修复项目或计划中社会目标进展情况的社会五星系统样本。社会目标多种多样。本表中并非所有要素都与所有项目相关。社会效益轮(图20)可应用于小型或大型项目,其中规模被用作成果的提升因素,而非作为一个属性本身。转载自Gann等(2019)⁶。

属性	*	**	***	****	*****
利益相关方参与	确定利益相关方并使其了解项目内容及逻辑依据。制定持续传播战略	主要利益相关方支持并参与项目规划阶段的工作	在实施阶段开始时,获得支持和参与的利益相关方数量不断增加	在整个实施阶段,支持和参与的利益相关方数量不断增加	利益相关方的支持和参与数量达到最佳,自我管理和后续安排到位
惠益分配	协商当地社区的利益,确保机会均等,并加强与项目地传统文化的关系	开始为当地社区带来益处,并保持公平的机会。酌情将传统文化元素纳入项目规划。	为当地人提供中等水平的福利,并保持机会均等。在项目实施过程中妥善保护任何传统文化元素。	为当地人带来高水平的利益,并保持公平的机会。大量融入任何传统文化元素,增加相互的了解。	为当地人带来的益处和公平机会非常高,优化整合了对理解与社会公平有重大贡献的任何传统文化要素
知识增长	确定现有知识的相关来源,选择产生新知识的机制。	为项目规划和监测设计提供信息的现有知识(和潜在的)有相关来源。	在实施阶段,利用所有相关知识、利益相关方反馈和早期项目成果。	利用所有相关知识以及从项目本身产生的试验和错误中丰富实施工作;分析和报告结果。	利用所有相关知识和成果丰富实施工作项目成果得到广泛传播,包括向其他类似项目传播
自然资本	在现场建立土地和水管理系统,以减少过度采伐,恢复和保护自然资本。	土地和水管理系统导致该地自然资本的低水平修复和保护。	通过土地和水管理系统,实现自然资本的中级修复和保护(包括改善碳预算)。	土地和水管理系统导致自然资本的高度修复和保护(包括碳中和状态)	土地和水管理系统使自然资本的修复和保护达到很高水平(包括碳的正向状态)。
可持续经济	规划可持续的业务和就业模式(适用于项目或附属业务)。	开始采用可持续的商业和就业模式	处于测试阶段的可持续商业和就业模式	可持续商业和就业模式试验取得成功	可持续的商业和就业模式,取得巨大成功
社区福利	核心参与方认同管理者身份,并有可能增进社会联系和地方归属感	所有参与方确定并可能受益于社会纽带和地方归属感的改善	许多利益相关方可能会从改善的社会联系、地方归属感以及生态系统服务(包括娱乐)的回报中受益	大多数利益相关方可能会从改善的社会联系、地方归属感以及生态系统服务(包括娱乐)的回报中受益	公众从当地的参与中认识到该项目地具有福祉效益,以及生态系统服务(包括娱乐)的回报。

5.2.4 生态指标和数据收集方法

可纳入指标监测和报告的重要参数包括:

水文连通性——监测和报告内容可包括水淹频率、持续时间和浸淹程度(平均潮位时的水深)。有关报告这些参数的详细方法,请参阅以下资料:

- [水文分类——修复红树林的实用工具](#)
- [退化的红树林湿地因水文恢复而自然恢复](#)

生物物理条件——对生物物理条件的监测和报告可包括孔隙水盐度、pH值和土壤氧化还原(土壤中氧气可用性)等参数。

- [植被和土壤特性作为红树林修复轨迹的指标](#)
- [详细方法也可参见昆士兰州数据收集协议](#)

结构多样性——参数可包括地上和地下生物量、DBH、树冠覆盖率、树木密度、幼苗/树苗密度以及枯死和倒伏的木质碎屑。这些指标还可用于通过生物量转化为碳储量来衡量碳固存情况,以及了解动物群落存在的可能性。有关如何实施这些监测过程的详细指导可参见:

- [蓝碳手册](#)
- [红树林结构、生物量和碳储量的测量、监测和报告规程](#)

生物多样性——物种丰富度、组成和多样性指数等参数可用作生态系统功能的衡量标准。针对特定物种(如重要文化物种、脆弱物种、濒危物种或入侵物种)进行监测也可能是有益的。经常监测的物种包括鸟类(如果存在则易于监测)、蝙蝠、螃蟹(对生物扰动过程很重要)以及具有重要商业价值的物种(对虾、鱼类、螃蟹等)。然而,当地受威胁或入侵的脊椎动物以及生态系统健康的关键/指示物种(如生活在红树林土壤中的蠕虫)较少被考虑在内。有关生物多样性参数的监测和报告指南,请参阅:

- [塞马坦红树林蟹类和软体大型动物的多样性和群落生态基线研究](#)
- [应对潮汐:检测红树林中陆生脊椎动物的快速评估规程](#)
- [不仅仅是海洋:描述红树林生态系统对陆生脊椎动物的重要意义](#)
- [拥有植被的滨海湿地对海洋巨型动物保护的作用](#)

是否存在威胁——红树林面临的大多数威胁都来自陆地，如果不加以控制，就会导致生态系统的丧失和退化。因此，必须在红树林修复管理计划中把握和处理外部影响，并定期监测，以确保修复工作取得长期有效的成功。红树林生态系统受到的威胁包括陆生害虫、入侵植物、侵蚀（例如，海平面上升或挖沙造成的侵蚀）、非法捕鱼行为、野生动物盗猎、基础设施开发、农业侵占和污染。

关于这些参数的监测和报告指南可参阅：

- [海岸线视频评估法 \(S-VAM\)：利用动态超延时图像采集技术评估海岸线红树林的结构、价值、退化和威胁](#)

栖息地连通性——这可以包括与海洋和陆地环境中邻近生态系统的连通性。海洋连通性支持幼鱼的移动，幼鱼可能会在其他栖息地（如邻近的泥滩、盐沼、珊瑚礁和海草栖息地）度过部分生命周期，它们的存在表明与红树林生态系统的连通性。与陆地栖息地的连接通常较少被考虑，但对于定期利用红树林资源的物种来说却很重要。虽然很少有强制性陆生脊椎动物物种（如只利用红树林的物种），但有一系列分类群（如鸟类、哺乳动物和爬行动物）会临时利用红树林（如作为主要栖息地之间的散布路线、觅食地，或在邻近陆生栖息地受到人类影响干扰时作为避难所）。相邻陆地生态系统的动物也可以提供支持红树林生长的服务，如授粉⁹⁹。

对这些栖息地连通性指标（如利用红树林的洄游鱼类和鸟类、昆虫、哺乳动物和爬行动物）的监测可通过水下观察（如建立水下远程视频站）、使用隐藏相机、毛发陷阱、人工地面或树木覆盖物、小型哺乳动物陷阱、录音机或对动物个体或其足迹进行目测调查来完成。这些方法既有容易应用的，也有需要更多专业技能或培训的，可参阅以下资料：

- [应对潮汐：监测红树林中陆生脊椎动物的快速评估方案](#)

生态系统功能——这在监测方面可能具有挑战性，分析成本通常高于结构多样性指标。这些指标与防止侵蚀和调节气候等调节服务有关。有关监测这些过程的信息，请参阅：

- [以货币单位对生态系统及其服务价值的全球估算](#)

5.2.5 景观尺度项目的监测和报告

景观级修复项目包括整个区域或流域。这些项目要求所有利益相关方（政府、企业和社区）共同努力，实现景观的共同目标。景观项目通过协调管理更广泛区域内影响红树林的各种因素（如河流流量、人们获取能源的途径）来实现效益，但它们也可能非常复杂。景观规模的修复项目通常需要较长的时间框架（20年以上）来开发，并且由于环境和社会属性的巨大差异而变得复杂。

景观尺度项目的监测和报告与项目在实现第2.1节中确定的目标方面的进展有关。与较小规模的项目一样，如果目标没有实现，则必须使用适应性管理方案（见第4.2.2节和第5.1.1节），以使项目能够适应和应对以下情况挑战。由于景观尺度修复项目时间长、面积大，红树林修复跟踪工具（第4.1节）等工具是追踪进展的理想工具。评估红树林覆盖率随时间变化的全球产品也很有用。例如：

- [全球红树林观察Global Mangrove Watch](#)
- [全球潮间带变化工具Global Intertidal Change tool](#)

可在国家环境经济账户中报告修复项目（例如，作为对《生物多样性公约》的承诺、2020年后指标），以及为《拉姆萨尔公约》和联合国教科文组织世界遗产地进行报告。



在几内亚比绍，当地农民帮助破堤恢复水文，促进红树林生态恢复，© Menno de Boer, 湿地国际

5.3

在项目期和项目后监测成功情况

我需要对项目地监测多久？

监测时间框架的建立通常取决于资助者或其他利益相关方（例如，年度捐赠者报告）的要求、温室气体抵消项目的要求（例如，Verra碳标准要求每次信用发行都要有一份监测报告）以及系统自然变化的需要（例如，给予植被和土壤足够的时间在监测期间累积可测量的条件变化）。并非所有指标都需要同时监测。例如，在碳信用项目中，监测土壤碳很可能每5年以上才会显示出可测量的变化，但是渔业改进、水文功能或威胁减少可能会很快或在几年内显示出显著变化。

资助方通常不理解在实现短期目标之外，对修复地点进行长期监测的需要。红树林修复项目面临的一个主要挑战是，确保在项目资金寿命结束后继续进行监测所需的资源。平均而言，红树林修复项目的监测时间不到5年，这通常不足以让红树林达到成熟阶段^{8,102}。然而，蓝碳信用项目要求在信用期限（20-40年）的整个寿命内进行监测，在某些情况下为了确保任何声称的碳移除的永久性而超出这一期限，期望使用碳金融来覆盖这些成本（模块1）。

无论需要多频繁地进行监测，也无论需要评估多少指标，监测通常都需要专业技术知识、实地工作和长期承诺。应对这些挑战的一些方案包括

克服专业知识成本高的问题——与大学合作，将监测/报告评估转化为学生研究项目。这通常是一种低成本的选择，既能收集有用的数据，又能提供教育机会。这种方法的有效性可能是偶尔发生的（取决于个人的承诺），而且质量参差不齐。

克服实地挑战——利用遥感数据捕捉范围、结构（如高度和可能的物种组成）和状况等指标的变化。然而，这种方法在获取生物或社会经济指标时，仍需要专业技术知识和地面实况调查，而且用途有限¹¹²。

克服缺乏长期承诺的风险——让当地沿海社区参与监测一套基本参数

几年后，我想改变数据收集方法...为什么这不是个好主意？

如果在项目规划阶段纳入标准化的监测策略并为其编列预算，则可实现长期监测¹⁰⁵。例如，如果监测土壤碳数据的方法在几个监测期内使用特定地层采样，之后地层定义发生变化，这可能导致采样区域发生变化。这样，土壤碳数据在时间序列上就不具有可比性。因此，由于方法改变前后的评估结果不同，您将无法验证土壤碳储量改善的假设。



当地渔民在修补渔网，马达加斯加曼蒂拉诺的红树林，© WWF



测量红树植物的周长，© 保护国际

案例研究

与自然共建

印度尼西亚淡目

湿地国际组织发起的“与自然共建印度尼西亚”倡议通过整合红树林修复和可持续土地利用项目，在中爪哇建设了一条稳定的海岸线，降低了侵蚀风险。这不仅避免了进一步的沿海洪水和侵蚀，还为当地社区的可持续经济发展带来了长远前景。

该计划（2015-2021年）的重点是淡目区的海岸线，原本预计到2100年，海平面上升将导致内陆6公里处洪水泛滥，淹没1.47万公顷土地，影响7万多人，并损失6000公顷水产养殖池塘。

这些问题主要是由于为发展水产养殖业而砍伐红树林带、不可持续的沿海基础设施以及抽取地下水造成的。在一些地方，几平方公里的土地已经被海水侵占，整个村庄都消失了。许多人的收入遭受重大损失，有些村庄的损失高达60-80%。保护海岸线的硬质基础设施加剧了侵蚀，既不稳定又昂贵，而且无法提供原有红树林所提供的渔业等重要服务。如果不采取行动，到2030年，该地区将完全被洪水淹没。

技术措施包括用灌木丛建造可渗透的堤坝，以收集沉积物，帮助建立健康的沉积物平衡。一旦近岸海床水位充分上升，红树林就会自然再生，形成抵御洪水和进一步侵蚀的天然屏障。

图21

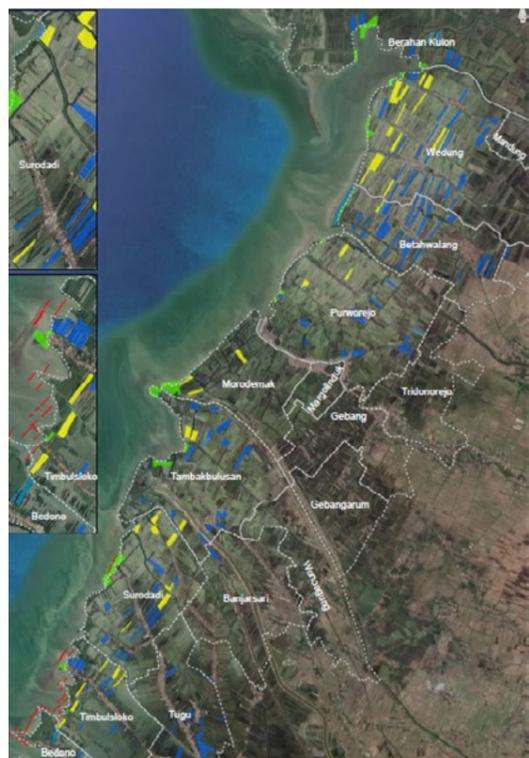


图21 中爪哇省淡目市“与自然共建印度尼西亚”项目实施措施概览。图片：Witteveen+Bos。

项目的具体经验

通过建立可持续水产养殖模式，该项目从根本上解决了水土流失问题。该项目引入了一种可持续水产养殖模式，为红树林的恢复提供空间，例如，放弃非生产性的沿海池塘或部分沿河池塘，改种红树林。作为让红树林再生的回报，对虾养殖户接受了可持续技术培训，从而提高了对虾产量，带来了更大的繁荣、自力更生和抗灾能力。这些措施植根于社区发展计划和政府的可持续发展总体规划。

成功的关键在于跨学科和跨部门的合作。要想取得成效，红树林修复必须成为沿海综合管理的一部分，并得到政策、规划和强有力的地方治理的支持。社区参与是关键。该计划表明，如果利益相关方深入参与并提高新池塘的产量，农民就会放弃池塘转而修复红树林。

滨海实地指导课程对于修复红树林和提高可持续水产养殖产量都至关重要。接受过培训的村民还通过在其他村庄开展新的培训来传授他们的见解，从而产生了倍增效应。学员们还掌握了软技能，使他们能够更有创造力地适应变化，并增强了他们在政策对话中的能力。

挑战

安装透水结构是一项临时措施，目的是让红树林重新定居。根据现有材料的耐久性和极端天气的影响，这些结构可能会受到损坏，需要定期维护。对材料耐久性和结构设计的进一步研究应有助于今后完善这种方法。土地严重沉降或沉积物输入减少等不利条件会降低其有效性。在决定在何处以及如何使用时，需要考虑这些当地因素。

可持续的解决方案需要技术和社会经济措施相结合，从根本上解决问题。尽管各项措施之间的相互关联性对设计过程提出了挑战，但最终却带来了更具复原力的结果。

利用透水结构和通过池塘改造修复红树林的技术含量不高，但需要在全面了解滨海地区的变化、持续监测和适应性管理的基础上进行复杂的设计。不过，这些方法可以进行调整并广泛推广。

在整个项目过程中，由于当地的风俗习惯，实现性别平衡是一项挑战。因此，项目的女教师为两所滨海实地指导课程招募了一个妇女小组。在早期阶段就应该制定性别战略。

印度尼西亚“与自然共建”项目于2022年荣获联合国旗舰奖

案例研究

印度维拉尔河口红树林修复项目

让年轻人参与修复工作

维拉尔河口的红树林修复最初是为学习红树林生态学的学生开展的一个教学项目。学生们选择性地采集了当地红树林的成熟繁殖体，并将其种植在维拉尔河口的潮间带，复制了附近天然红树林参照地的分区模式。在潮间带下部种植了红树属的树种，而在潮间带上部种植了海欖雌属的树种。在种植地点之间留出了一块未种植的区域，以便渔民能够进入河口。

图22



图22 Kathiresan Kandasamy, 印度安纳马拉伊大学海洋生物学学生

社会和文化因素

如果只有男生参与，修复工作是失败的。当男女学生都参与其中时，学生们的兴趣更大了。学生们邀请当地人（尤其是妇女）参与红树林修复工作。红树林恢复后，鱼类资源大量增加，尤其是虾和蟹。由于这些变化，当地人开始尊重学生的服务，他们之间也建立了更好的理解。

项目效益

2004年12月26日的灾难性海啸发生在修复工作开始13年之后。许多居住在修复后的红树林后面的居民受到了红树林植被的保护。海啸发生后，在18个沿海村庄开展了进一步研究，首次记录了红树林在缓冲海啸和风暴潮影响方面的益处，并强调了修复红树林对海岸保护的重要性。

修复的风险和适应性管理对策

在监测过程中发现了以下风险因素，并采取了适当的补救措施：

藻类生长——肠藻（Enteromorpha）和茶藻（Chaetomorpha）等丝状藻类过度生长，覆盖了秧苗的叶片，并使其翻入水中。这种情况发生在夏季和季风过后的季节。通过人工采摘和架设竹篱笆支撑，防止了这种情况的发生。

布袋莲——这种水生杂草在季风季节通过淡水流入大量繁殖，影响幼苗。已用人工将其清除。

藤壶的侵扰——夏季，有时会有大量藤壶附着在幼苗的茎上。在不损坏幼苗的情况下，用小刀小心地刮除和清除，就可以防止藤壶附着在秧苗上。

昆虫侵扰——红树林幼苗，特别是红树属植物，有时会受到蛾虫和其他昆虫的侵扰，特别是鳞翅目昆虫。使用有机杀虫剂控制了虫害。

淤泥——季风期间出现，淤泥沉积在叶片和茎上，导致一些植物死亡。可以用海水冲洗幼苗。

放牧——牛践踏幼苗。为保护红树林，修建了栅栏，防止牛践踏幼苗。

垃圾——倾倒在固体废物堵塞了红树林栖息地。为防止这种情况发生，我们在入口处设置了竹篱笆和水闸来拦截垃圾。

水流、海浪和风——植物受到水流、海浪和风的影响。为减少影响，植物种植在土盆中，并/或用竹竿支撑。

监测项目成果

修复后，学生们每月定期收集成活率、植株高度、每株叶片和气生根数量、气生根长度和每株叶片总面积的数据。学生们还向当地渔民收集了有关商业鱼类和贝类捕获量及收入的数据。数据显示，与红树林贫瘠地区相比，红树林丰富地区的鱼类捕获量更高，渔业收入也更高（大约高出12倍）。这再次证明了维护红树林可以确保更好的渔业资源和支持沿海经济价值。

学生们还收集了不同树龄组（16-27年）种植的红树林的碳储量和固碳率数据，以及植被和土壤数据。与未种植红树林的对照地点相比，土壤中的碳储量高出22倍，树木生物量和土壤中的碳储量高出56倍。与对照地点相比，土壤中的固碳量高出90倍，树木生物量和土壤中的固碳量高出9890倍。随着红树林土壤中淤泥、粘土、水分和养分含量的增加，固碳和储碳量也随之增加。相反，随着红树林土壤中温度、孔隙水盐度、pH值、容重和沙子含量的增加，固碳量和储碳量都会减少。

自2001年以来的15年里，这些青年通过联合国大学赞助的为期15天的国际培训项目，接受了红树林保护和管理方面的培训。



在印度韦拉尔河口参与种植活动的当地妇女和儿童。照片：Kathiresan Kandasamy

模块1 蓝碳



© Matt Curnock, 海洋图像库

6 蓝碳	151
关键信息	153
常见问题	154
6.1 设计一个成功的修复项目	156
6.1.1 碳效益最大化——地点很重要	159
6.2 使红树林碳项目与NDC保持一致	161
6.2.1 国家自定贡献	164
6.2.2 REDD+	164
6.3 清单	165
6.3.1 与国家清单一致的监测方法	165
6.3.2 第6条	169
6.4 为碳市场设计红树林项目	171
6.4.1 高质量的蓝碳原则和指南	173
6.4.2 产生经核实的碳信用额的步骤	174
6.4.3 选择标准和方法	178
6.4.4 为碳项目编制项目设计文件/项目构想说明	182
6.4.5 蓝碳信用额度项目的可行性	186
6.4.6 设计资金安排（“协议”）	192
6.4.7 项目收入和利润的使用	195
6.4.8 获取已开展项目的信贷收入	198
6.5 监测和报告	199
6.5.1 碳储量评估方法	201
6.5.2 测量温室气体通量的方法	202
案例研究：红树林碳汇项目	207
案例研究：塔希里-洪科，马达加斯加	207
案例研究：米科科-帕莫贾，肯尼亚	209
案例研究：缅甸托尔-海耶达尔气候公园	213

"蓝碳"一词指的是海洋生态系统固存或排放的碳，而"蓝碳生态系统"是指那些有大量研究和证据证明其固存的碳通常多于排放的碳的生态系统。在撰写本文时，这一定义包括红树林、潮汐沼泽和海草床等沿海和浅水植被生态系统。随着研究的不断深入，该定义很可能会扩展到大型藻类（如海带）以及一些泥滩和软沉积物生态系统。

保护蓝碳生态系统可以减少因退化和破坏造成的温室气体排放，而修复蓝碳生态系统则可以通过植物生长和土壤碳积累促进碳清除。避免排放和增加碳储存的机会使蓝碳成为一种非常有效的自然气候解决方案。

模块1: 蓝碳提供了在自愿碳市场上销售碳信用额的生产过程信息，以及使您的项目符合国家气候变化减缓目标的指导。

关键信息

- 为国家温室气体清单 (NGHGs)、国家减排目标 (NDCs) 和降低因森林砍伐和退化所产生的排放 (REDD+) 计划衡量红树林修复项目的气候减缓影响，需要遵循特定的监测和报告程序，以确保一致性。
- 根据各国有关红树林和碳交易的法律和政策条件，并非所有红树林修复项目都有资格产生碳信用额。
- 作为碳信用额项目的红树林修复项目有具体的技术监测要求。
- 成功产生碳信用额是一个复杂的过程，需要增加行政、技术和监测成本。规模较小的修复地点仅靠预计的碳信用额收入在经济上是不可行的。
- 碳收入有可能会刺激产生不利影响。虽然领先的标准试图避免这种情况，但项目经理应反复评估风险，并在必要时对项目进行适应性管理。

常见问题

我们用什么单位来测量碳？

[第6.1节](#)

NDCs与红树林修复项目有何关系？

[第6.2节](#)

什么是REDD+，它与红树林修复项目有什么关系？

[第6.2.2节](#)

什么是第6条，它对我的项目有影响吗？

[第6.3.2节](#)

什么是标准和方法，它们之间有什么区别？

[第6.4.2节](#)

我如何知道是否可以这样做，这样做对我的项目有意义吗？

[第6.4.5节](#)

什么是附加性，我如何知道我的项目是否符合附加性条件？

[第6.4.5节](#)

红树林碳项目有哪些筹资方案？

[第6.4.6节](#)

我能否能从已实施的红树林修复项目中获得碳信用额？

[第6.4.8节](#)

为Bonefish and Tarpon Trust和巴哈马水资源保护者举办CBEMR讲习班，© Dom Wodehouse, 红树林行动计划



阅读清单

蓝碳手册 https://www.thebluecarboninitiative.org/manual	提供蓝碳测量规程，包括沿海生态系统植被和土壤碳库的实地采样。
红树林结构、生物量和碳储量的测量、监测和报告规程 https://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP86CIFOR.pdf	介绍准确测量、监测和报告红树林生态系统的物种组成和结构、地上生物量和碳储量的方法。
潮汐湿地和海草修复的核实碳标准方法学的科学与政策 https://link.springer.com/article/10.1007/s12237-018-0429-0	这篇文章是基础性的，并在本节中多次被引用。虽然不是开放获取，但可以从不同的来源广泛获得。
国家温室气体清单中的滨海湿地部分 https://bluecarbonpartnership.org/wp-content/uploads/2021/11/Coastal-Wetlands-in-National-Greenhouse-Gas-Inventories.pdf	为将滨海湿地纳入国家温室气体清单提供建议，包括红树林的修复和管理。
将自然纳入国家自定贡献（NDC）的指南 https://international.nwf.org/wp-content/uploads/2019/09/Guide-to-Including-Nature-in-NDCs_2019-09-27-2.pdf	概述了如何将NBS纳入NDC中的所有生态系统。
史密森尼环境研究中心：全球碳数据可视化 https://serc.si.edu/coastalcarbon/outreach-and-training	滨海碳研究协调网络资源，包括红树林碳数据记录。
2006年IPCC国家温室气体清单指南湿地补编 https://www.ipcc.ch/publication/2013-supplement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories-wetlands/	为估算滨海湿地主要活动的温室气体排放量和清除量提供技术指导。
蓝碳与国家确定的贡献：加强行动指南 https://www.thebluecarboninitiative.org/policy-guidanceec1337f2d/1596425746332/BCI+NDC_ExecSum_Final_singles.pdf	为将蓝碳生态系统纳入NDC提供政策建议。
高质量蓝碳原则和指南 https://merid.org/high-quality-blue-carbon/	提供一致、易懂的方法，指导蓝碳项目的开发和管理，做到公平、公正、可信。

6.1

目标是什么？

蓝碳能否为项目增值？

在气候减缓方面，健康的红树林可有效封存大气中的二氧化碳，这意味着沿海湿地的植被和土壤中储存了大量的碳，当系统退化或遭到破坏时，这些碳就会被释放出来^{63, 113}。红树林的修复可促进国家对减少温室气体排放的承诺，并在NGHGI和NDC中进行报告^{47, 114}。对REDD+范围的修订允许将修复、重建或改善森林管理活动纳入其中，并可将符合国家森林定义的红树林纳入其中。通过红树林修复而固存的碳和避免的温室气体排放也可以量化并在碳市场上交易。

将蓝碳目标纳入红树林修复项目将影响所需的现场信息水平、项目监测需求、项目管理、运营和实施预算，以及最重要的利益相关方的期望。有关项目目标设定的更多信息，请参见第2.1节。

本模块涉及的三个目标与修复红树林的碳效益有关，它们是：

- 国家自定贡献（Nationally Determined Contributions, NDC）**——国家气候行动计划旨在减少排放和适应气候影响。预期各国每五年将审查和加强其NDC，并提交更加雄心勃勃的减排行动。
- 国家温室气体清单**——对特定国家在特定时期内特定源或汇的温室气体排放量和清除量的估计，用于报告NDC进展情况。
- 碳市场**——国家或区域性的受管制的合规市场，或私人参与者在其中买卖碳信用或配额的去中心化国际自愿市场，这些碳信用或配额代表了大气中经过认证的温室气体移除或减排。

通过源头减少温室气体排放或相对于基线情况增加碳汇吸收的生态系统管理实践，被认为是碳减排活动。基线情况是指如果项目未实施时的常规情况（即商业惯例或BAU情景）（图23）⁴⁵。

正如前文讨论的，旨在修复红树林的滨海湿地管理活动范围从再湿润和水资源管理活动到植被恢复/再造林和水质提升努力。然而，在最广泛的理解中，减缓活动——以及气候变化适应和保护活动——也可以包括国家能力建设或提高意识的努力（例如，使利益相关方能以可持续的方式使用红树林）、支持建立机构、制定和实施部门政策、执行国家立法的变更以及吸引利益相关方参与。

虽然用来描述碳抑制或减缓结果的术语有很多，但本指南通常将其称为“排放减少和移除”或ERRs。

图23

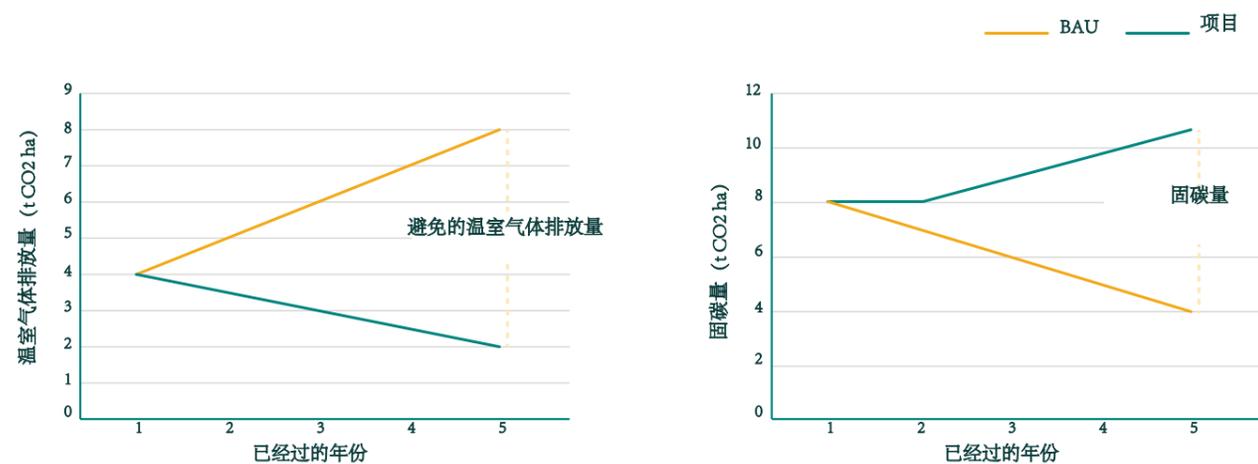


图23 在自然情况（BAU情景）下的温室气体排放量与在“有项目”情景下避免的温室气体排放量之间的差额，表示通过保护红树林使其免遭破坏而获得的额外碳入计量（左图）。与BAU情景相比，减少的碳吸收量与项目实施情景下增加的碳吸收量之间的差异，代表了通过减少退化和项目地红树复种（右图）而有资格被计为碳信用额的额外碳吸收量。

我们用什么单位来测量碳？

碳库存以每公顷二氧化碳当量吨数 (t CO₂e/ha) 报告，而排放减少和移除量则以每年二氧化碳当量吨数 (t CO₂e yr⁻¹) 或每公顷每年二氧化碳当量吨数 (t CO₂e/ha yr⁻¹) 报告。二氧化碳当量的兆克 (Mg CO₂e) 已经开始在科学文献中使用，以避免混淆公制吨和美国或英制吨。一个兆克 (Mg) 等于1,000千克或一个公制吨，而一个碳信用额度通常等于1t CO₂e。

尽管本模块将主要关注碳市场的红树林修复，但必须注意的是，并非所有红树林修复项目都适合作为基于市场的碳项目。

尽管本模块将主要关注碳市场的红树林修复，但必须注意的是，并非所有红树林修复项目都适合作为基于市场的碳项目。原因有以下几点：

1. 它们可能无法满足碳市场的所有要求（例如附加性）
2. 治理和政策环境可能不支持以市场为重点的项目
3. 以市场为重点的碳项目可能不为文化或社会所接受
4. 项目在经济上可能不可行（例如，因为规模小或实施成本高）
5. 正确应用碳信用方法的技术能力可能有限

不参与市场的项目也可以衡量其减缓成果，以便纳入国家温室气体清单（如果各国将滨海湿地纳入其清单），或为国家修复或国家发展计划或其他国家倡议的减缓目标做出贡献。

红树林碳项目也可能由私人资助或拥有，因为越来越多的资助者希望以碳固存的方式来衡量和报告项目的影响，或希望将私人产生的环境再循环收益计入其自身的温室气体减排战略或净零目标。您应将后一种方法与参与碳市场的方法相提并论，开展类似的评估过程（第6.4.4节），并在接受任何资助之前向资助者提供适当的建议。

6.1.1 碳效益最大化——地点很重要

如果气候减缓结果是红树林修复的主要目标，那么选址时可将重点放在位于碳储量恢复潜力大的环境中的退化红树林上。在评估是否将碳目标纳入现有地点的修复计划时，还应考虑地点的位置和地貌环境。

最有利于净碳积累的项目地点主要位于不受风浪能量影响但靠近水体边缘的地点，通常位于潮间带的低洼处¹¹⁵。在这里，土壤碳积累率和主要红树林物种（如海榄雌属和红树属）的存活生物量都高于更靠陆地的红树林群落，在这些红树林群落中，灌木红树植物（高度小于2米）的碳积累率和存活生物量都高于其他红树林群落。但是，如果边缘地区受到风浪影响和海平面上升的影响较大，则可能会抵消边缘地区潜在的高碳收益。

红树林的碳储量也因地理位置和不同地貌环境而异。出现在三角洲（包括小型和大型）、潮汐和泻湖环境中的河口红树林（见图24中的定义），包括河流、溪流和小溪穿过的大片向陆区^{116, 117, 118}；其碳储量（生物量和土壤）往往高于开放的滨海环境^{119, 120}。河口红树林的生产力和生长率通常高于其他环境中的红树林（如开阔的海岸和河湾），因此具有更高的固碳潜力。其驱动因素包括淡水和悬浮沉积物通过河流和潮汐输入的可用性、供应和流入¹²¹。不同地貌环境如何影响红树林结构和生物量的概述见图24。

可通过成本效益分析进一步确定选址的优先次序，成本效益分析包括不同修复地点的缓解成果带来的经济效益，以及维护成本和因停止当前土地使用而损失的收入（机会成本）^{122, 123}。

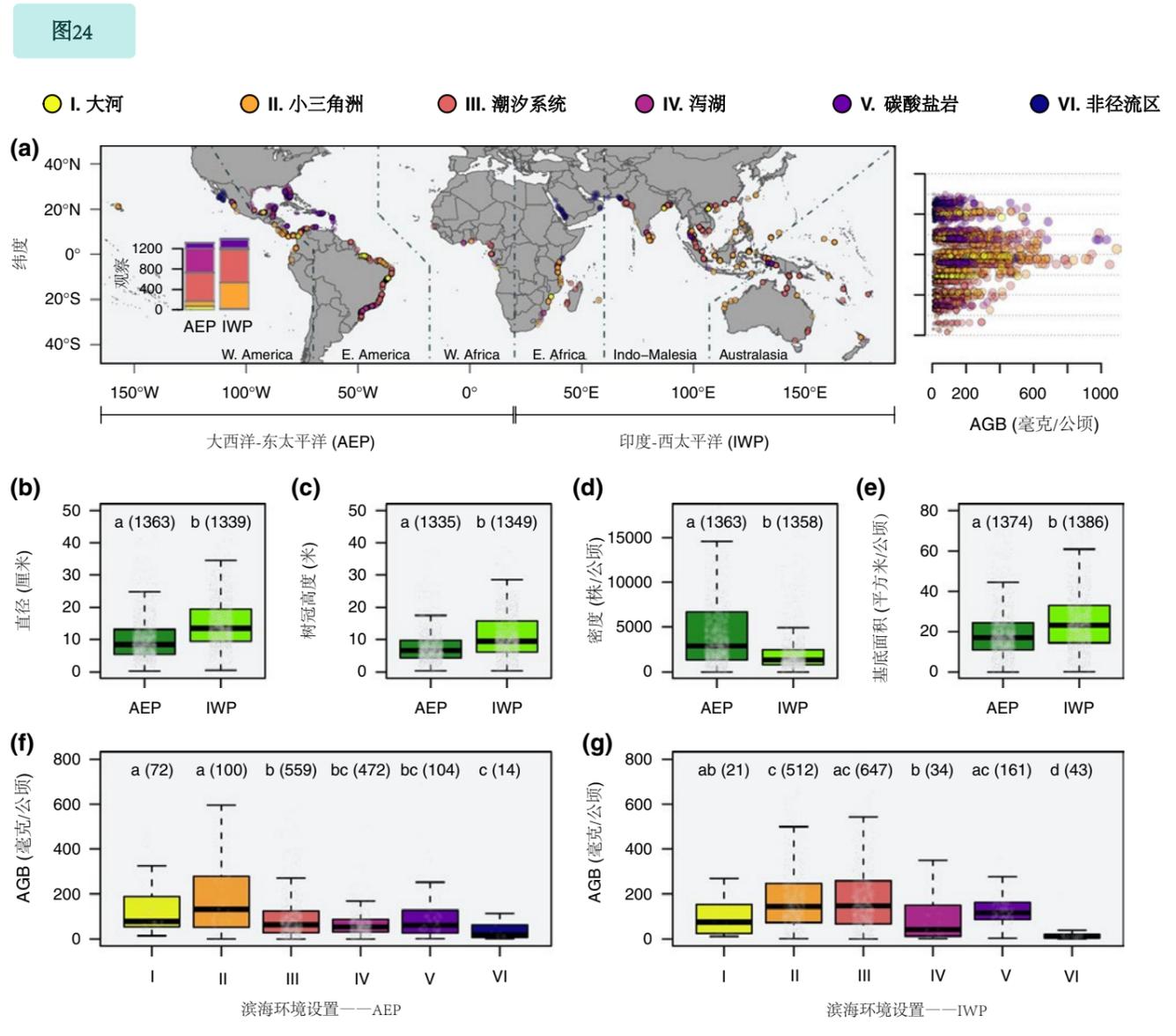
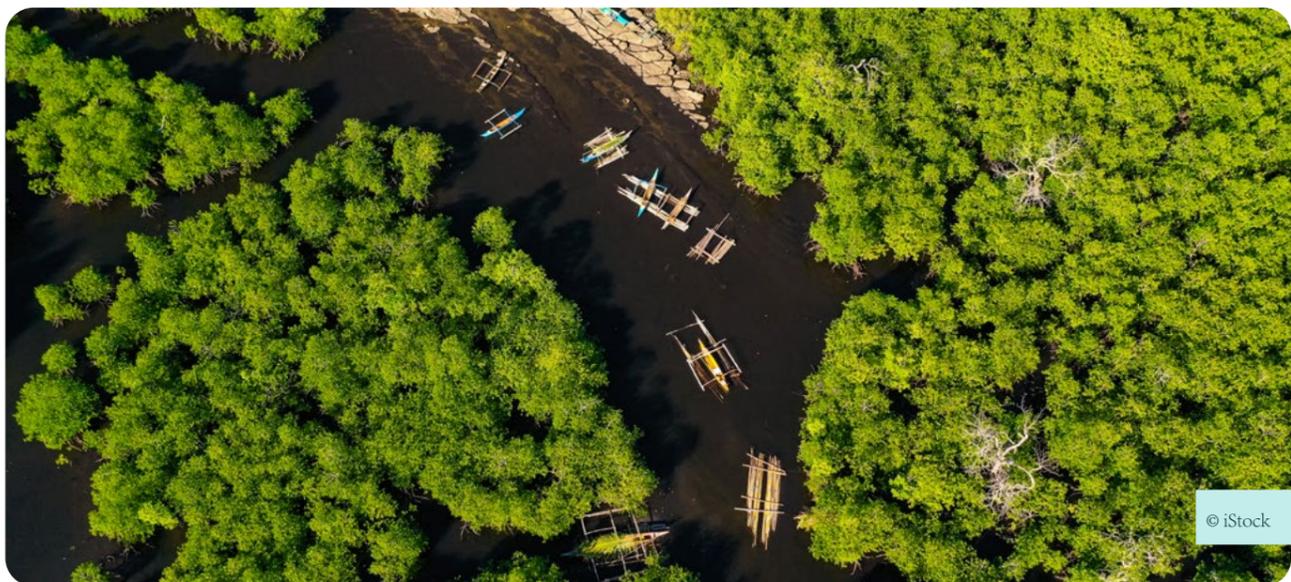


图24 红树林结构属性和地上生物量 (AGB) 在不同生物地理区域、纬度和滨海环境中的分布。(a) AGB的观测总数在大西洋-东太平洋(AEP) 和印度洋-西太平洋(IWP) 生物地理区域分布均匀，但在不同的沿岸环境背景下有差异。最高的AGB值一般出现在低热带地区，但亚热带附近也有高大而发达的林分。(b-e) IWP 红树林的树木直径、高度和基部面积较高，但AEP红树林的密度较高（为提高直观性，仅显示18,000 株/公顷）。各组上方不同的小写字母和括号内的数字分别表示统计差异 ($p < 0.05$) 和各组的观察数。(f, g) 红树林 AGB 下降：(f) 从河流为主到AEP的碳酸盐岩和非径流区海岸线，(g) 从河流和潮汐为主到IWP的非径流区海岸线。转载自 Rovai 等 (2021) ¹²⁴。

6.2

使红树林碳项目与NDC保持一致

NDC与红树林修复项目有何关系?

通过了解红树林是如何被纳入国家自主贡献 (NDC) , 以及用于量化和报告气候减缓 (碳) 成果的过程, 可以将项目目标、宗旨以及监测和报告策略与国家目标对齐。这样做可以获得国内或国际资金流, 以支持各国实施其 NDC 中概述的活动, 例如, 通过生态系统服务支付方案或REDD+项目。

6.2.1 国家自定贡献 Nationally Determined Contributions

联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 在巴黎协议下承认滨海湿地在气候变化减缓和适应方面的价值。

根据该公约, 各国设定减排目标, 并通过国家自定贡献 (NDC) 文件, 每五年报告其实现这些目标的进展。虽然NDC的目的是用于传达减缓目标和计划的行动, 但各国也可以选择在其NDC中传达适应目标和行动。

每个国家必须为实现其NDC目标开发特定的路径和行动, 这些有时在NDC本身、伴随的实施计划中传达, 或通过国家法规框架进行传达。

NDC实施行动通常包括政策激励措施, 如为低排放做法或技术设立补贴, 或为发展金融干预措施 (例如碳税和排放交易计划) 而设计, 旨在推动私营部门投资低碳活动和技术。

NDC可以包括处理土地使用和土地使用变化的行动, 这是联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 框架下红树林保护和修复所属的领域。农业、林业及其他土地使用 (AFOLU) 和土地使用、土地使用变化与林业 (LULUCF) 领域是一个国家排放源和汇的一部分, 包括红树林, 尽管这取决于一个国家如何定义其湿地和森林类别。

专栏6介绍了如何定义森林。为了在国家发展计划中纳入有关红树林的温室气体量化目标, 各国应将红树林和湿地纳入其国家温室气体清单 (NGHGI), 以确保报告的一致性, 并能够在国家层面报告进展情况 (第6.3节)。

专栏6: 联合国气候变化框架公约 (UNFCCC)

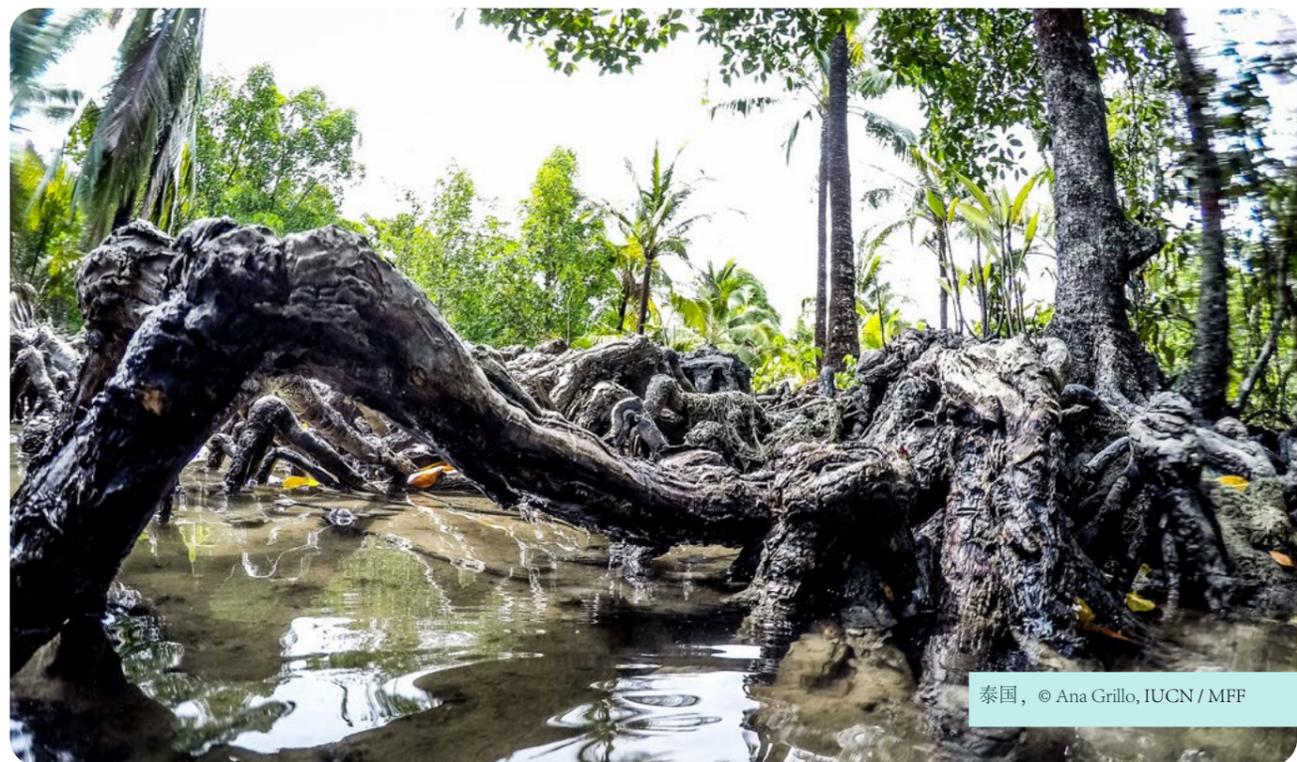
联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 将森林定义为“土地面积超过0.05公顷, 树冠覆盖率 (或相当的种植密度) 超过10%, 树木在原地能够长到至少2-5米高的最小成熟高度”的区域。具体定义可能因国而异, 因为京都议定书允许各国在这些参数范围内指定用于国家排放核算的确切定义¹²⁷。例如, 巴西将森林定义为土地面积超过1公顷、树冠覆盖率超过30%、最小树高5米的区域。相比之下, 加纳则将森林定义为土地面积超过0.1公顷、树冠覆盖率超过15%、最小树高2米的区域¹²⁸。

“森林”的定义影响着不同红树林类型是否被归入森林类别。红树林可以形成广泛的灌木生态系统, 其中树木高度即使在成熟时也可能不足2米。这些灌木红树林可以被归入温室气体清单中的“湿地”类别。灌木红树林出现在干旱地区、营养供给低的地区以及长时间淹水的区域。



随着第二次国家自定贡献（NDC）的提交，将红树林纳入其NDC中作为缓解和/或适应行动的国家数量有所增加。即将到来的NDC修订周期（2025年）使各国能够在其NDC中提交更加雄心勃勃的承诺，包括他们对滨海湿地保护作为气候缓解和适应解决方案的抱负。这应该为越来越多国家的国家目标贡献的红树林保护和修复项目创造资金路径。如果一个国家设定了与红树林相关的温室气体（GHG）目标，那么红树林的排放需要在国家温室气体清单（NGHGI）中明确指出。NGHGI是报告一个国家实现NDC进展的主要工具，在该国的双年透明度报告（BRT）中，需要包括每个部门GHG目标的相关GHG信息。通过全球红树林观察或NDC中的蓝碳地图，可以追踪红树林或蓝碳目标在NDC中包含情况的进展。

虽然大多数国家尚未在其国家温室气体清单中具体涵盖湿地，但存在机会将红树林纳入非温室气体的定量和定性目标中（例如，将红树林的森林砍伐率降低一定百分比或修复一定比例的丢失或退化的覆盖面积），以帮助在建立国家温室气体减排目标之前推动实地行动。如果使用另一种指标（例如，减少红树林清除的百分比），NDC需要指定所用的方法论，然后能够使用该方法在双年透明度报告中监测进展。为了使各国包括并报告红树林生态系统的减排量，需要对可以避免的红树林损失的驱动因素¹³¹进行描述，或者对修复退化红树林的机会进行描述。



泰国，© Ana Grillo, IUCN / MFF



© Byelikova Oksana

6.2.2 REDD+

什么是REDD+，它与红树林修复项目有何关联？

REDD+项目为发展中国家的森林保护、可持续管理以及森林碳储量的增加提供了国家政策和财政支持。超过五十个拥有活跃REDD+项目的国家在其第一个国家自定贡献（NDC）中明确提到了REDD+，作为在农业、林业和其他土地利用（AFOLU）部门达成目标的策略的一部分¹²⁹。如果您的项目位于将红树林纳入REDD+活动的国家，可能有机会作为国家项目的一部分获得资金。

联合国气候变化框架公约华沙框架和森林碳伙伴关系设施（FCPF）碳基金方法论框架在某些情况下将红树林包含在REDD+框架中¹²⁵。例如，红树林是否被纳入REDD+，取决于它们是否被涵盖在国家对“森林”的定义中（见专栏6）。鉴于红树林中通常土壤有机碳是最大的碳库，因此在包括红树林的REDD+项目中考虑这一点很重要；然而，在一些发展中国家，评估土壤碳储量的技术能力有限，而且由于陆地森林通常具有储存较少碳的矿质土壤，因此在REDD+项目核算中经常省略土壤碳库。

对于红树林碳项目而言，REDD+中的“森林碳储量增强”部分与修复活动相关——例如，修复退化的红树林以用于可持续的木材采伐，这种活动导致总体碳储量的增加。还有可能通过项目的“嵌套”将红树林修复项目纳入更广泛的国家REDD+活动中^{129,130}。REDD+中红树林的纳入实例在CIFOR全球REDD+比较研究中有描述。联合国减少森林破坏和退化造成的碳排放计划（UN-REDD）维护着合作国家及其国家REDD+项目摘要的清单。

6.3

清单

报告项目对气候目标的贡献

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布了用于测量碳排放以纳入国家温室气体清单的方法。2013年,《2006年IPCC国家温室气体清单指南补编》(湿地补编)¹³²获得通过。这为国际上针对滨海湿地的排放因子和碳核算方法论达成共识铺平了道路。按照湿地补充报告的规定,各国可以在其森林土地类别(对于被定义为森林的红树林)以及在农业、林业及其他土地使用(AFOLU)和土地使用、土地使用变化及林业(LULUCF)部分的湿地类别(对于灌木红树林、滨海沼泽和海草地)中,记录来自红树林、滨海沼泽和海草地的排放减少和移除。

如果红树林区域符合森林的定义(专栏6),则可将其纳入REDD+森林参考排放水平(FREL)/森林参考水平(FRL)。然而,灌木红树林在许多国家广泛分布,它们可以被纳入库存的湿地类别。一些国家已经开始在其库存报告中实施湿地补充,包括澳大利亚、美国、日本和加拿大。库存帮助国家更好地理解其滨海湿地生态系统的动态,并据此制定政策,同时通过积极维护最新数据和包括所有的汇和源,展示增强的野心¹²⁶。为了提高湿地补编的采用率,已经制定了将滨海湿地纳入国家温室气体库存的建议¹¹⁴。

为了将红树林修复项目的减排量计入国家温室气体清单,测量和监测方法应与已发布的IPCC指南保持一致。

6.3.1 与国家清单一致的监测方法

了解国家报告要求(如温室气体清单或REDD+)可以为红树林修复项目的监测规划提供信息,以确保修复项目的方法符合国家要求。

在国家温室气体清单中,有三种主要方法可用于确定碳储量和碳通量的变化,红树林修复项目可考虑采用这些方法(作为CO₂排放的替代物),这些方法也可用于NDC和REDD+计划。

- 1. 存量差异法**——此方法估算了两个时间点测得的碳储量之间的差异。这种方法得出的结果可能被视为IPCC第3等级的排放估算,即更复杂和要求更高的估算¹³³。
- 2. 增益-损失法**——此方法根据特定活动(例如种植、排水、重新湿润、森林砍伐)的排放因子估算碳储量的差异,这些排放因子源自科学文献和国家活动数据。这种方法通常使用IPCC第1等级(全球)和第2等级(国家)排放因子¹³²。
- 3. 通量法**——此方法通过直接测量或建模估算土壤和植被以及大气/水柱之间的温室气体通量。这种方法可能被视为第3等级,反映了测量和计算中的高复杂性¹³³。

图25

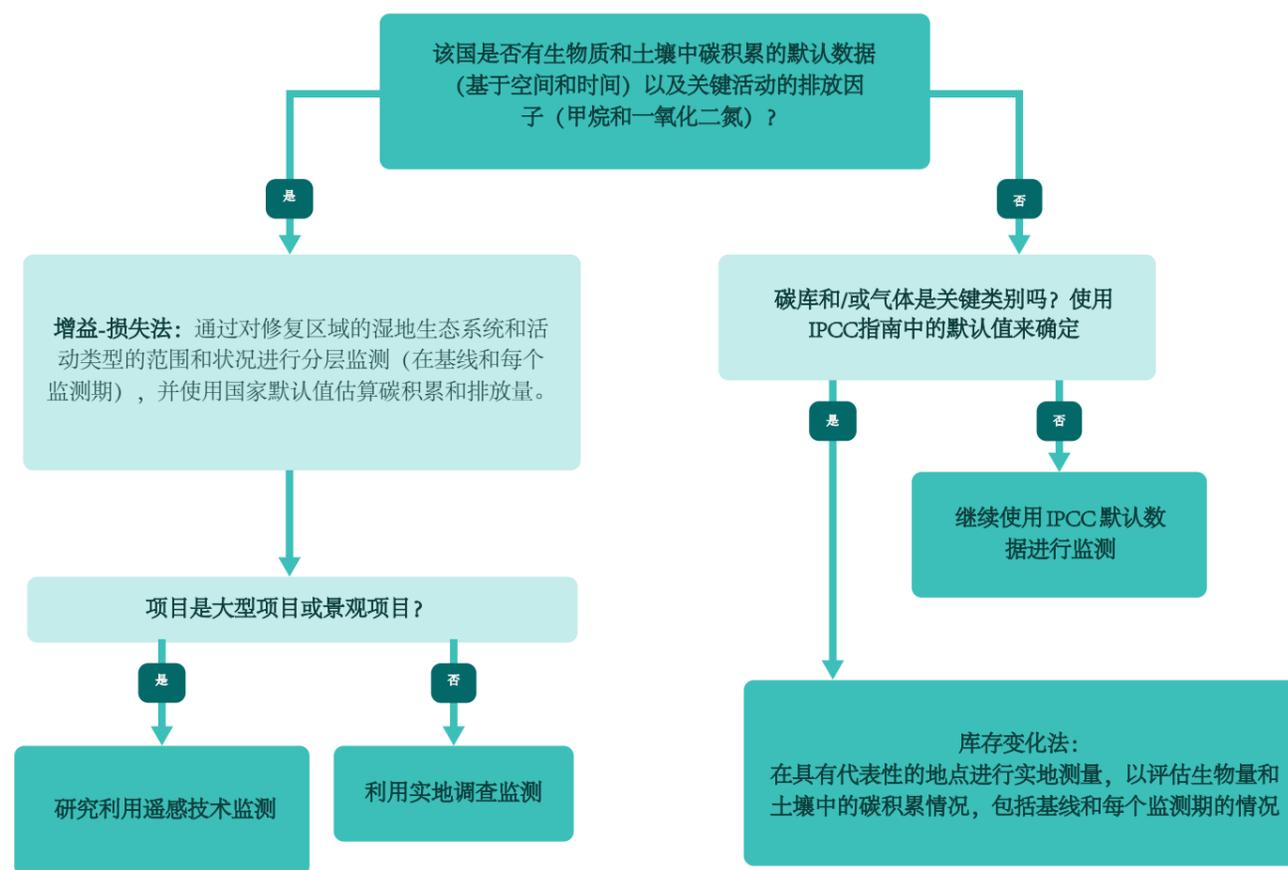


图25 决定监测方法的决策树¹³⁴。由Valerie Hagger为本出版物创作。

选择的方法将基于项目的需求、可用资源和所需的准确度水平。选择的方法依赖于国家默认数据的可用性，包括红树林碳积累和排放以及基线土地利用情况，以及该国是否将特定的碳库或气体视为关键类别。

收集红树林修复项目的碳和温室气体数据可以通过改善国家排放因子和支持国家模型的开发（第3等级方法）来帮助提高国家级报告的水平。

红树林修复项目的报告应足以支持国家清单报告的完整性、一致性和透明度。2013年湿地补编文件列出了关于在国家清单中报告湿地的具体信息¹³²。与报告相关的指南在表6中进行了总结。在设计修复项目的监测时，了解各国如何处理表中的话题可以帮助数据流保持一致。例如，记录先前的土地使用情况，或以一种与国家土地类型定义一致的方式对项目进行分层，可以使国家清单编制者更容易将修复项目纳入清单，并有助于制定红树林修复的国家政策。

表6 国家清单报告时建议考虑的因素。

确定修复活动和土地区域的方法	记录在土地表示、土地利用/土地覆被定义、分层协议、数据集和辅助数据集方面的决策。
说明排放量/清除量是否与未包括在土地总面积中的土地有关	提供土地表征的解释，包括向海的界限和向陆的界限，以及这如何与相邻生态系统（例如海草或其他林地或农业用地）的排放/移除估算相关。理解一个修复项目的总体影响是非常重要的。
分层协议	<p>提供按重要修正变量（例如，海拔、气候类型（温度、降水）、营养状态、生态系统类型及其活动/系统）分解的活动数据和排放因子/参数，以及估算排放/移除的水平。</p> <p>对项目区域应用的分层及其相关活动数据和排放因子进行详细描述，将有助于传达计算排放和移除所作决策。</p> <p>清晰的分解描述将有助于提高透明度，这对国家清单和REDD+（如果相关）非常重要。</p> <p>记录报告的在红树林（或其他滨海湿地）发生的活动，可以帮助国家清单识别并证明所应用排放因子选择的合理性。</p>

表6 续...

需要记录的信息	考虑因素
应用的国别排放系数详情	在使用国别排放因子或其他参数时，应提供文件和参考资料，说明使用的理由，以提高透明度，包括证明采用国别排放因子/参数可提高估算的准确性。
关键类别分析的结果作为解释每个碳库或温室气体通量方法选择的依据	列出用于识别每个温室气体或碳库作为关键类别的标准，例如，水平、趋势或定性，以及用于进行定量关键类别分析的方法。
质量控制和存档程序	<p>将所有系统程序记录在案，如一系列标准操作程序，有助于确保每个清单期估算工作的一致性。这些文件还有助于保存制度性知识。</p> <p>执行程序的证据，如完整的质量控制核对表，也有助于透明的报告，并可在技术审查期间增加对估算的信心。</p> <p>2006年IPCC指南（第1卷，第6章，附件6A）包括有用的通用核对表，可用于子类别级别。项目也可根据自身需要制定特定的核对表。</p>
对任何数据缺失的解释	对于数据缺失，好的做法是在报告中明确说明测量或监测结果以及模型输出。估算中的数据缺失很常见。项目应充分记录为解决这些差距而采用的补充技术。

6.3.2 第6条

什么是第6条，它对我的项目有影响吗？

《巴黎协定》第6.2条明确了通过双边协议，在国家或国家群体之间进行国际温室气体（GHG）交易的框架。各国政府可以在其国家清单之间进行碳交易，以国际转移减缓成果（ITMOs）的形式进行。像大多数碳信用一样，每个ITMO等于1吨CO₂e，并且需要满足附加性要求。

第6.4条关注于用一个更新的可持续发展机制替换清洁发展机制碳信用计划，该机制在联合国监督机构和国际注册处的监管下促进碳交易。联合国认证可能为某些红树林碳项目提供一个替代VCM（自愿碳市场）的选择。

第6.8条提出了一个非市场途径框架，供国家自愿合作，通过非GHG交易的方式达成其国家自定贡献（NDC）目标。第6.8条的活动可能包括能力建设、技术、发展援助或其他金融机制。

优先领域包括“采取缓解行动应对气候变化并促进可持续发展”，这可能包括对基于自然的解决方案的投资。

在撰写本文时，第6条的大部分操作基础设施仍在开发中，关于如何在不同国家的本地或国家层面支持蓝碳项目的明确规则和指南尚未可用。然而，在设计包括可衡量气候缓解目标的红树林修复项目时，关注第6条活动创造的新兴机会非常重要。

对于计划使用项目产生的减排量在另一国家进行碳抵消的红树林碳项目，国际投资者在规划阶段就需要评价《巴黎协定》第6条关于温室气体交易规则的影响。至关重要，要核实蓝碳是否被计入国家温室气体排放清单或以其他形式纳入国家自定贡献（NDC）目标，并确定是否需要作出相应的调整。



© EcoPic, iStock

相应调整

《巴黎协定》的第6条包括了政府授权和对国家温室气体清单进行相应调整的要求。这是为了确保碳信用额不会同时计入国家温室气体清单和买方的气候减缓目标，从而避免重复计算。

任何部门的碳信用额在国际上转让使用时，都需要进行相应的调整：

- 贡献于NDC
- 用于实现国家减排目标以外的国际减排目的（例如，用于行业抵消）
- 东道国规定的其他目的

通过相应的调整，产生和转移减排结果（ERRs）的国家将不能再将这些减排量计入其国家自定贡献（NDC）承诺，并且会从其温室气体清单中扣除这些减排量。对于国家间转移任何国际转移的减缓结果（ITMOs），强制性地相应调整，但是否将自愿碳市场纳入《巴黎协定》第6条的规则需要国家自行决定。一些碳信用额的买家会给予已进行相应调整的信用额更高的价值，因为有了这一措施，就消除了双重计数的风险。在任何情况下，碳信用额的使用方式应该是透明的。



作为非洲红树林观察项目的一部分，在塞内加尔进行红树林实地数据收集和无人机培训，© Lammert Hilarides, 湿地国际

6.4

为碳市场设计红树林项目

获得长期收入的机会

虽然蓝碳目前在碳市场中只占一小部分，但蓝碳金融有潜力促进对滨海和海洋基于自然的解决方案和韧性的整体投资增长¹³⁵。向保护和恢复蓝碳生态系统的私营和公共部门财务动员是一个重大机遇，以确保为高质量的碳信用项目提供资金，这些项目可以催化实现气候目标的同时保护人类，尊重并考虑到本地知识和土地权利，并确保生物多样性的好处。

虽然信用销售可以为项目运营提供额外的长期收入，但这很可能需要与其他资金流合并，用于最初的项目开发。

许多修复努力之所以失败，是因为在项目早期阶段之后未能确保持续的资金支持，或者因为短期资金补助与无效的修复活动（如大规模种植而不进行长期监测）相关联。这就是碳市场为红树林保护和修复提供如此大的希望的一个原因，因为碳信用销售的收入取决于修复的成功，并且与长期监测要求相绑定。对于滨海社区而言，碳项目可能提供比其他来源（如生态旅游）更可靠的长期收入流。以Mikoko Pamoja项目为例（见模块1：蓝碳末尾的案例研究），出售碳信用达到了十年的预期目标，对信用的需求高且预计将增加¹³⁵。

从碳信用产生收入不应该是任何项目的主要目标，而应该被视为其他资金流的一种——一种实现长期社会或生态目标的手段。

碳信用市场主要有两类：自愿碳市场（VCM）和履约市场。

合规市场是由单个国家或国际协议管辖的国家或区域计划创建的，这些计划规范了温室气体排放。为了使排放达到监管要求，排放通常可以以信用额度或其他许可的形式进行交易。国家或区域合规市场通常对可以交易的信用类型、信用的生成方式以及哪些温室气体信用项目或等效组织被允许发行信用有严格的规定。旨在生产和销售信用额度、进入合规市场的项目需要确保这些信用额度符合市场要求。

自愿碳市场（VCM）包括国家或国际碳市场，任何个人或组织都可以在这些市场购买碳信用额度，购买目的可能是为了进一步交易或用于实现他们自己的净零排放或在合规规定之外的减排目标。越来越多的温室气体信用项目正在发行不同类型的信用额度，对于项目管理者 and 信用额度购买者来说，识别哪些信用额度适合他们的需求可能是一个挑战。

随着自愿碳市场（VCM）的增长和演变，人们认识到需要明确的指导，以确定哪些温室气体（GHG）信用项目坚持最佳实践，并具有稳健科学的基础。国际碳减排与补偿联盟（ICROA）和自愿碳市场诚信委员会（ICVCM）是独立机构，它们评估GHG信用项目和标准。为了在VCM上进行国际交易生产信用额度，你应选择一个由这两个组织中的一个或两个认证或支持的GHG信用项目。

各个国家也可能在其边界内对VCM活动进行规管，限制在该国生产的某些信用类型的国际转移（第6.3.2节）或实施自己的国家标准供自愿使用。示例包括英国的泥炭代码、泰国自愿排放减少计划，或澳大利亚碳信用单元（ACCU）计划，该计划包括一种用于生产红树林碳信用额度的本土方法（BlueCAM）¹³⁶。



长尾猕猴，贡潭鲁，© Elaine Mumford, IUCN / MFF



Van Oord在莫桑比克的奎利马内，© Dom Wodehouse, 红树林行动计划

尽管自愿碳市场是一个潜在的可靠资金来源，但获得认证——为了发行碳信用而衡量和验证ERRs的过程——通常需要至少两年的高成本工作。一旦建立，您的项目将需要资源来市场推广、销售和管理产生的信用额。这些都是需要具备专业知识和技能的专家，往往需要在能力建设上进行投资。

私人资助的红树林修复项目旨在为资助者量化ERRs，以便他们对自己的“净零”目标进行认领，避免了对完全认证的需求，因为它们不需要销售信用额。然而，为了使公开宣称的ERRs可信，并避免被指控为绿色洗钱和声誉风险，私人资助的红树林碳项目也应使用ICROA或ICVCM认证的GHG信用项目接受的方法论，或在适当的情况下，使用国家或地区的合规市场。当成本和能力限制了这一选择时，只应基于IPCC或区域默认值提出极其保守的ERR，并应用风险调整/缓冲池，类似于GHG信用项目所使用的。私人红树林碳项目的资助者还应要求，并准备支付第三方验证他们公开宣称的抵消额的费用；因此，以下部分也适用于指导私人项目的可接受质量设计。

在项目层面，为了减少红树林碳信用额日益增长的兴趣对社区和环境的潜在风险，应使用高质量蓝碳原则和指南，以及基于自然的解决方案的全球标准来指导项目开发并进行道德金融决策。

6.4.1 高质量的蓝碳原则和指南

旨在造福人类和气候的碳项目可能会因项目开发商不力和公众对“洗绿”的看法而声誉扫地。为了向陆地林业碳项目学习，蓝碳社区制定了《高质量蓝碳原则和指南》，旨在为项目开发商、投资者、供应商和碳信用额购买者提供一个一致认可的框架，以界定“高质量”蓝碳信用额，并为更明智的尽职调查过程奠定基础。

主要原则有：

- 保护自然
- 为百姓赋能
- 采用最佳信息、干预措施和碳核算方法
- 因地制宜
- 调动高整合度的资本



这些原则和指南为蓝碳信用购买者制定了一系列道德购买和融资注意事项，从而解决了项目开发者和投资者之间的知识差距和期望不匹配问题。将您的项目设计与蓝碳购买者原则中列出的要点保持一致，可确保项目符合购买者对高质量的定义，满足他们的尽职调查要求，并有助于获得企业融资。对蓝碳投资有原则承诺的融资方应被视为项目融资的首选来源。

6.4.2 产生经核实的碳信用额的步骤

本节概述了红树林修复项目减排量和清除量 (ERRs) 的核查过程以及碳信用额的发放。

什么是标准和方法，它们之间有什么区别？

为了产生碳信用额，红树林修复项目需要在一个被接受的温室气体 (GHG) 认证计划下注册。每个GHG认证计划都有一套严格的规则，称为标准，这些规则规定了项目的资格、接受的活动和项目设计。项目实现的温室气体减排量 (ERRs) 的测量和记录，以及项目活动所引起的任何排放，都必须遵循既定的技术方法。第三方审计被用于验证项目是否遵守标准要求，并验证按照选定方法测量的ERRs量值。一旦公开的ERRs被验证，GHG认证计划就会代表项目发行相应数量的可交易证书——信用额。发行的信用额会被记录在由GHG认证计划管理的一个公开可访问的注册地址。

例如，Verra是一个GHG认证计划，他们管理的标准是验证性碳标准 (VCS)，VM0033是他们用于测量蓝碳项目中GHG通量的方法。

有些令人困惑的是，GHG认证计划通常俗称为“标准”，这个术语被用来指代组织和他们管理的标准。

对红树林修复项目及其在认可的蓝碳标准/方法下实现的ERRs进行第三方验证，确保项目达到自愿或合规碳市场交易碳信用额的接受质量标准。碳认证过程的简化逐步说明在第176页。尽管每个GHG认证计划的要求、方法和验证过程之间存在一些差异，但大多数都在第三方验证过程中包括以下步骤。



© Srikanth Manneperi / 海洋图像库

1. **预可行性阶段**——对潜在地点进行初步调查，确认有途径确保土地所有权和碳权益（模块1），识别利益相关方并对地点区域进行基本绘图（第2章）。确认项目团队具有足够的技术能力进行温室气体数据收集和建模，并审查哪些温室气体认证计划和方法是适当的。
2. **可行性阶段**——汇集理解项目是否可行所需的所有信息到一份报告中，该报告列出了目标和目的、地点生态和修复策略、初步社区和利益相关方互动的细节，以及支持数据（第3章）。基于所选温室气体认证计划要求的第一阶段文件来制定项目可行性报告是合逻辑的，确保收集的数据与下一阶段所需的数据一致，尽管在此阶段，碳价值和其他成本过高的数据点可以基于本地平均值而非特定地点的测量数据。大多数赠款者或投资者在同意资助任何进一步工作之前，都会要求一份可行性研究。
3. **草案项目描述文件（PDD）或项目构想说明（PIN）**——根据所选的温室气体认证计划，项目开发者提交一份PDD或PIN，其中包括基本项目信息（例如，项目地点、面积和开始日期）、方法学的应用以及项目活动预计将实现的ERRs的估算，以及有关利益相关方参与或环境保护措施的任何信息。
4. **验证和审计核查**——验证是指第三方对项目设计相对于温室气体减排计划的标准和应用的方法论进行的审计。通常，验证审计包括对项目描述及任何补充信息或计算表格的书面审查。审核员还可能对项目区域进行现场访问，以确认项目描述中包含的信息，并对当地利益相关方和任何项目合作伙伴进行访谈。在此过程中，审核员可能会发布项目开发者必须在最终审计前解决的发现。通常，这些发现分为以下几类：
 1. 澄清请求，要求提供额外的信息或对项目描述中包含的信息提出疑问
 2. 纠正措施请求，要求对项目设计或文档进行更新，以符合温室气体计划标准
 3. 前瞻性行动请求，要求在下次审计（例如，在下次验证审计之前）之前实施对项目的更改

某些温室气体减排计划不包括单独的验证步骤，此处描述的过程及验证审计在第一次验证审计期间进行（见下文第5点）。

5. **项目注册**——成功完成验证审计后，项目可以在该计划下注册。请注意，大多数温室气体减排计划会在正式注册项目前对项目文件和审计文件进行单独审查。验证、审核和注册项目在流程的每个步骤都会产生单独的费用。
6. **活动实施和监测**——项目开发者实施活动并在项目整个周期内对项目进行监测。周期性地，项目开发者将完成一个监测报告（或等效的报告文件）来报告项目收益的测量情况以及在特定时间段内实现的ERRs数量。第五章提供了项目监测的概述。
7. **验证审计**——验证是对项目监测报告（或等效的报告文件）中详细的ERRs进行的第三方审计。与验证审计类似，通常第三方审计员首先对监测报告及所有支持文件（例如，数据和计算电子表格）进行书面审查。第三方审计员还将进行现场访问，以确认活动实施和项目测量，并与项目参与者进行访谈。他们可能会说明其发现的问题，项目开发者必须解决这些问题，然后才能完成验证。在项目规划阶段应分配资金以包含验证的成本。
8. **碳信用发放**——成功完成验证审计后，项目可以将验证的ERRs作为碳信用发放。大多数温室气体报告计划会在发放信用前对项目文件和审计文件进行单独审查。每个信用项目还要经过风险评估，且一定比例的ERRs不会作为信用发放，而是被保留在缓冲池中，以补偿预测和实际排放减少与移除之间的任何差异，以及任何对项目地点的损害，例如飓风或非法砍伐造成的损失。
9. **定期验证和信用发放**——碳项目需要监测和报告实施成功、场地损害或未预见的排放、项目基线和碳模型的调整以及项目生命周期内实现的ERRs。为了继续发放信用，项目需定期接受第三方验证审计，通常每三年或五年一次。信用也是周期性发放的，发放量相应调整，而任何未遵守认证标准规则的行为可能导致不发放信用，并由温室气体减排计划对项目进行审查。信用发放的年份通常被称为信用年份。



© Joeri Borst, 湿地国际

6.4.3 选择标准和方法

如果一个修复项目适合作为一个碳项目，下一步是将项目活动与一个碳标准和一个具体的碳方法论保持一致¹³⁸。

每个温室气体减排计划管理着自己的标准，并通常接受一到两种方法论来评估碳储量和监测ERRs。方法论可能包括针对多种干预类型的监测标准——例如，避免森林砍伐、改善森林管理或生态系统修复——或者可能必须使用多个公认的方法论来报告每项活动，以符合标准要求。

大多数温室气体减排计划只接受使用他们自己发布和更新的方法论，或者通过专门的科学咨询公司。少数情况下，可能接受使用由其他学术机构或国际机构开发的方法论。

例如，由Verra公司管理的验证性碳标准（VCS）要求使用他们自己发布的方法论，VM0007和VM0033来量化ERRs，而Plan Vivo基金会目前允许红树林项目使用联合国气候变化框架公约清洁发展机制（CDM）计划发布的AR-AM0014方法论。在写作时，Plan Vivo也即将发布一种专门的红树林碳信用方法论，并且有针对一种创新生物多样性信用方法论的活跃测试项目。

截至2022年初，公开可见的19个红树林碳项目中，大多数（14个）使用了Verra VCS作为标准，而VM0007（REDD+方法论框架）和AR-AM0014（退化红树林栖息地的造林和再造林）是最常使用的方法论。一些项目采用了修复和保护活动的混合方式。



曼苏尔岛的蓝水红树林。由于没有波浪，加上海水清澈，珊瑚得以在这种独特的环境中靠近海面生长，© 保护国际

在撰写本报告时，Verra预计将修订其VM0007和VM0033方法，并将蓝碳项目的要求整合到单一的公认方法VM0033中。

除了测量和报告ERRs外，还有一些标准要求报告红树林碳项目对社会经济影响的报告要求，以及监测对生物多样性的影响。例如，Verra管理着气候、社区和生物多样性标准气候、社区和生物多样性标准（CCB）。

这一标准提供了一个框架，用于报告可验证的益处，如创造就业机会、获取卫生服务或保护濒危物种，可单独或额外应用于红树林修复项目的VCS认证125。Verra还管理着可持续发展验证影响标准（SD VISta），而黄金标准则开发了针对全球目标的黄金标准（GS4GG）。SD VISta和GS4GG都发行可交易的信用证，代表项目对联合国可持续发展目标的贡献，两者都可作为红树林修复项目的独立或额外认证。

Plan Vivo标准强制要求报告社区和生物多样性影响，并对包容性、透明度和公平利益分享施加严格要求，规定最少60%的碳信用收入分配给社区项目。

值得注意的是，如果红树林碳项目量化了所提供的全部益处（例如，生物多样性、食物供给和水质益处）并获得如CCB标准或Plan Vivo标准这样的整体性方案认证，这可能会吸引更多潜在的私营和公共部门碳项目投资者及碳信用购买者。

这意味着即使是规模相对较小的项目，在经济上也是可行的¹³⁹。不同项目类型和标准之间的价格差异很大。例如，Plan Vivo在2021年的自愿市场份额按量计最低（发行了70万信用额度，相比之下Verra为1.256亿）但吸引了平均最高的购买价格，每个信用额度价值11.58美元，相比之下Verra为4.17美元。最近，带有额外CCB认证的Verra蓝碳信用额度销售吸引了更高的价格，每个VCU价值为18-29美元。这与Plan Vivo最近的蓝碳信用额度的价值相当，其在2022-23年的零售平均价格约为25美元。

自愿市场标准和方法论，适用于红树林修复和保护项目的总结，可在附录F和附录G中找到，而附录H总结了世界各地的红树林碳项目的例子。

对于一个具体项目，选择哪种方法论更合适取决于许多因素，包括地点、国家法律、项目规模、文化偏好、人力能力、财务等。对于那些打算使用VCS方法的人来说，图26提供了一个决策树，帮助你选择最合适的VCS方法论。



捕捞红树林蟹的渔妇，© Blue Ventures

图26

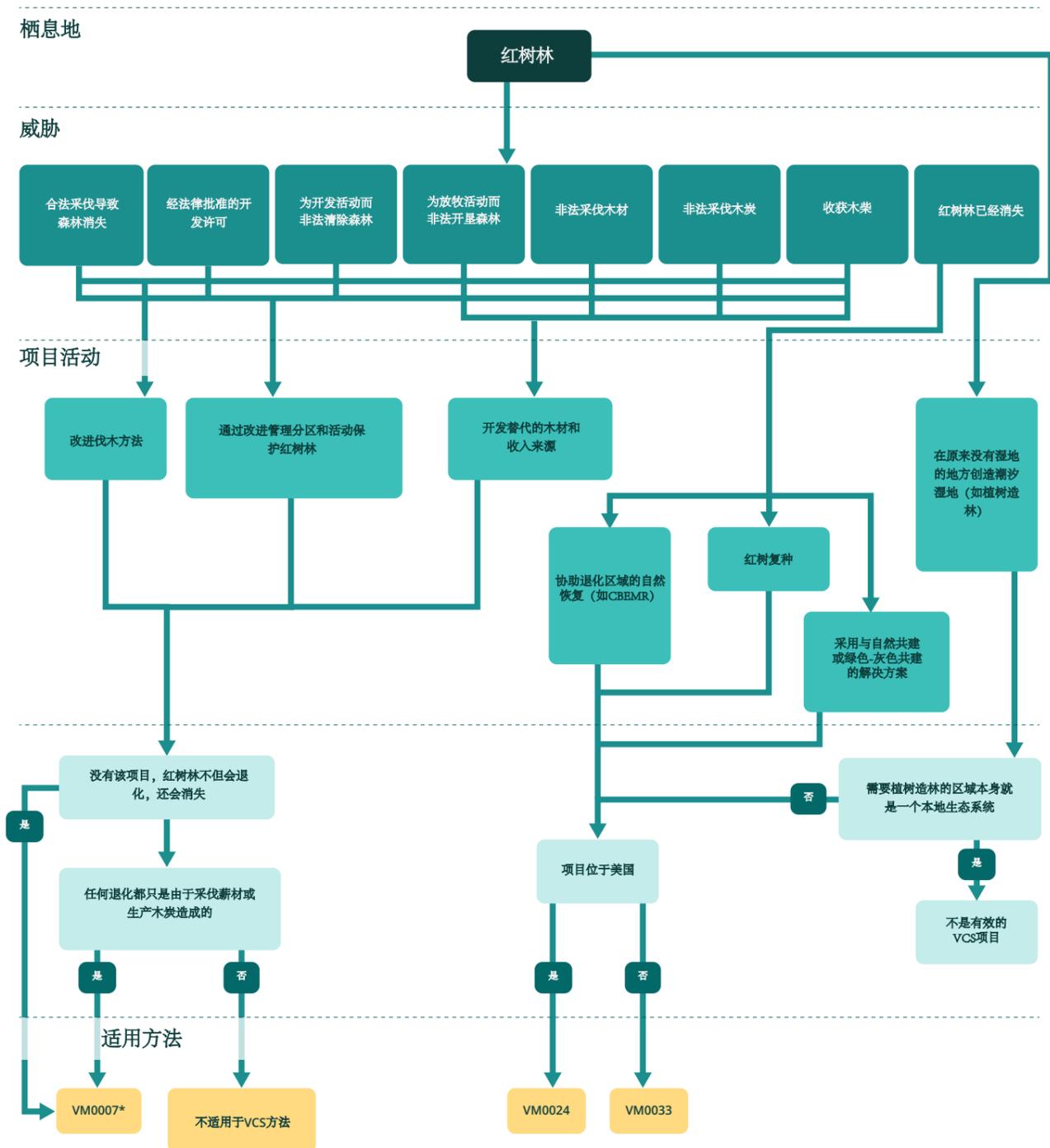


图 26 根据 Verra VCS 标准为不同项目类型选择正确的方法。 Leah Glass, Sylvestrum Associates。



中爪哇淡目红树林湿地采摘活动, 印尼“与自然共建”倡议, ©湿地国际 @Nanang Sujana

6.4.4 为碳项目编制项目设计文件/项目构想说明

一旦选择了最合适的碳项目类别和标准/方法, 下一步就是评估可行性, 评估的依据是标准中描述的注册程序、附加性, 以及某些情况下的利益分享和治理, 以及编制项目设计书 (PDD) 所需的数据。在大多数情况下, PDD (或 PIN) 模板可用作评估可行性的框架。

这些文件的一些常见要求包括:

- 展示附加性
- 满足永久性和泄露要求
- 估算项目衍生的碳信用额度, 同时确保设立适当的缓冲池 (或储备) 的信用额度以降低风险

这些要求是所有以自然为基础的碳项目的共同要求, 表7简要介绍了这些要求, 并举出了这些要求在红树林修复项目中的具体应用实例。

表7 红树林碳项目所需评估标准概要。

标准	概要
基准方案 (或无项目方案)	基线情景是在没有修复项目活动的情况下预计会发生的事情的预测。对于红树林修复项目而言，基线情景通常被定义为现有土地利用（例如，农业或退化土地）的延续。特定的项目方法论将为项目确定和证明所选择的基线情景设定程序。基线排放是在此情景下预期的温室气体排放和碳储量变化。
项目情景	项目情景是在实施项目活动时发生的事情的描述。对于红树林来说，项目排放包括任何温室气体排放（例如，从恢复的湿地土壤中排放的CH ₄ 和N ₂ O）和碳储量变化（例如，在地上生物量、地下生物量和土壤有机碳中的变化），这些都发生在项目情景中。方法论建立了估算和监测项目所实现的温室气体排放和碳储量变化的程序。
附加性	对于碳项目而言，开发可认证的碳积分的管理干预措施需要通过“附加性”测试，以确定如果没有该干预措施，减排或移除是否会发生，从而确保该项目不仅仅是“一如既往”的延续 ^{140,141} 。例如，在避免森林砍伐的情景下，需要有特定的砍伐驱动因素（如伐木），这些因素可以通过采取措施来缓解，以避免持续的排放。在重新造林的情况下，干预措施必须通过再生长增加CO ₂ 捕获量，超过正常情况下的增长量。如果没有损失的驱动因素需要避免，并且森林保持较完好（几乎没有历史性或正在进行的采伐导致的红树林损失的证据），那么项目将无法满足这一要求。附加性通常通过投资或障碍分析来证明，显示实施项目活动存在财务或其他障碍。在Verra注册的红树林碳项目，使用VM0007和/或VM0033方法论的项目，可能采用“正向清单”方法，其中实施“正向清单”上活动的项目自动被视为具有附加性，无需进一步证明附加性。正面清单是根据潜在的采纳率（活动渗透）、可用的财务资源和收入流在各个地区创建的 ¹⁴¹ （更多细节详见 https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS-Guidance-Standardized-Methods-v3.3_0.pdf ）。

表7 续…

标准	概要
永久性	在碳项目中，永久性是指在碳项目中封存的碳或避免的温室气体排放需要永久性地实现的需求，这通常被定义为至少实现100年。碳信用通常在项目的前20-30年内发行，但永久性标准在此记账期之后还将长期适用。由于永久性标准，项目是跨代的，需要特别注意土地所有权安排、长期生计的规划以及对项目的气候变化影响的考虑，包括海平面上升的影响（见第2.3.2节和下面的专栏5）。大多数类型的自然气候解决方案项目的碳信用面临非永久性（或“逆转”）的风险，因为由于人类行为（例如，管理不善或过度收割）和自然事件（例如，洪水或风暴）导致生态系统中储存的碳可能被释放。所有温室气体信用项目都有机制以确保从项目发行的碳信用的永久性。许多项目要求将他们验证的碳信用的一定百分比划入风险缓冲账户，这可以用来补偿未来可能发生的任何碳储量损失。
泄漏	泄漏是指项目实施所致的项目区域外温室气体排放的任何增加（例如，通过将森林砍伐或退化活动的位置转移到项目边界之外），导致全球排放没有净变化，因为排放仍在继续。尽管红树林修复项目泄漏的风险较低，但由于活动转移到新区域（例如，农业或取火用木材）或由于诸如对水文的改变对水文连接的区域产生负面影响的活动（例如，陆地森林），泄漏仍可能发生。为了降低泄漏风险，一些项目（例如，米科科-帕莫贾）已经包括种植陆地树种作为替代的取火用木材供应。红树林修复的方法论包括项目用于测量或估算任何来自泄漏的排放的特定程序。
估算项目产生的碳信用额度	<p>在高层次上，通过红树林修复项目实现的减排量（ERRs）是基准情景和项目情景下温室气体排放与碳储量的差异，减去任何由于泄漏产生的排放量。当项目注册时，项目经理会估算项目预期能够实现的ERRs数量。每种方法论都有指导如何基于最佳可用科学数据（见附录F）估算项目随时间预期实现的ERRs。碳储量和温室气体排放量的变化是对项目生命周期的预测。</p> <p>通过红树林修复项目实现的ERRs预测可以用来估算项目的价值，假定一个碳信用的价格。预测可以用来评估项目的财务和经济可行性，使用如成本效益分析之类的方法。这类方法可以帮助决策。例如，在菲律宾，项目周期内碳的固定价值以及其他益处的价值被用于成本效益分析，以比较水产养殖和红树林修复项目的益处¹⁴²。</p>

专栏7: 蓝碳项目的气候风险——了解气候风险

气候变化对蓝碳项目构成风险，但具体的风险水平取决于多种因素。第2.3.2节提供了关于如何对修复地点进行脆弱性评估的指导，以及在制定管理措施以减少项目对气候威胁敏感性时需要考虑的一些因素。

对于蓝碳修复项目而言，CO₂排放的风险与可能导致有机碳矿化的项目扰动相关联（参见图27，Lovelock等人，2017）¹⁴³。扰动可能是风暴造成的损害，导致地上生物量损失或海岸线侵蚀，这两种情况都会释放储存在生物量和土壤中的碳，使其在土壤表面或沿海水域分解并释放到大气中。

风险矩阵是一种将风险水平概念化的有用方式。在碳储量低的地点，包括来自气候变化的大多数扰动，CO₂排放的风险可能较低，而在碳储量高的地点，扰动导致的CO₂排放风险则要大得多。

扰动对储存碳矿化的潜力各不相同。例如，为了取火用而疏伐树冠可能会导致较低的CO₂排放潜力，而潜在排放高的扰动可能包括为池塘挖掘土壤。由于气候变化导致的扰动可能包括随着海平面上升而增加的浸淹（可能在一个高潮间带河口地区经过几十年发生），导致地上生物量下降，而具有高排放潜力的气候扰动可能包括强烈风暴导致海岸线侵蚀（释放储存的土壤碳），或长时间的洪水或干旱导致地上生物量死亡。



东加勒比海尼维斯的红树林渔民，© Mark Spalding

图27

		土壤碳储量				
		低有机碳储量 ($<50 \text{ mt ha}^{-1}$)	较低有机碳储量 ($50-100 \text{ mt ha}^{-1}$)	中有机碳储量 ($100-250 \text{ mt ha}^{-1}$)	较高有机碳储量 ($250-500 \text{ mt ha}^{-1}$)	高有机碳储量 ($>500 \text{ mt ha}^{-1}$)
再矿化潜力说明	相对分数	1	2	3	4	5
低	1	1 (低)	2 (低)	3 (低)	4 (低)	5 (中)
中	2	2 (低)	4 (低)	6 (中)	8 (中)	10 (中-高)
较高	3	3 (低)	6 (中)	9 (中)	12 (中-高)	15 (高)
高	4	4 (低)	8 (中)	12 (中-高)	16 (高)	20 (极高)
极高	5	5 (中)	10 (中-高)	15 (高)	20 (极高)	250 (极高)

注: Mt=公吨。CO₂排放的相对上升从低(蓝色, 1-4分)、中(绿色, 5-9分)、较高(黄色, 10-12分)、高(橙色, 15-16分)到极高(红色, 20-25分)不等。最终得分(从1分, 可能性低, 到25分, 可能性极高)是通过将矿化可能性的得分与有机碳库存量的大小的得分相乘得到的。

图27 CO₂排放的风险矩阵，根据土壤有机碳储量大小和有机碳矿化速率的相对变化。转载自Lovelock等人，2017¹⁴³。

6.4.5 蓝碳信用额度项目的可行性

我如何知道是否可以这样做，这样做对我的项目有意义吗？

要确定一个项目是否适合碳信用认证，需要考虑几个步骤。所有在第2.2节和第3.2节中描述的红树林修复项目的可行性标准都适用，但是ERRs的量化和交易引入了额外的法律、技术、社会和财务复杂性，这些都需要考虑。

虽然在实践中，技术、社会和财务步骤可能会同时完成，但始终应首先评估围绕碳信用交易的法律和政策条件。

政治和法律可行性

在过去的两年里，蓝碳信用的需求迅速增长¹³⁵，鼓励更多的非政府组织和有抱负的项目经理探索在不同地理位置生产和销售碳信用的潜力。在您的运营国家中，政策尚未更新或扩展以完全适应沿海海洋生态系统中信用项目的法律运营并不罕见^{126, 141, 144}。许多国家目前正在定义国内和国际碳交易的规则，紧密关注这一进程以确保符合未来立法是至关重要的。

检查温室气体信用计划的注册情况，查看东道国是否已生产和提供可购买的基于自然的信用，是确定是否已有合法运营途径的逻辑第一步。如果没有清晰可查的政策基础支持国内外碳信用交易，则需谨慎行事，准备与相关政府机构接洽以澄清情况，并在项目计划中预算适当的时间成本。在撰写本文时，蓝碳和一般碳交易的国家政策格局正快速发展。

确定东道国是否将红树林定义为陆地（森林）、海洋或湿地生态系统非常重要，特别是如果它们被纳入国家自主贡献（NDC）中针对土地使用变化与林业（LULUCF）或农业、林业和其他土地使用（AFOLU）类别的行动中，以及尤其是如果红树林碳储量和排放因子被纳入国家温室气体清单。各个国家是否需要相应调整以纠正自愿碳市场上作为信用交易的ERRs（排放减少与去除量）的重复计算，这由每个国家自主决定（见第6.2.1节）。

为自愿碳市场生产信用，带来了在确定土地所有权和使用或管理权方面法律问题的额外复杂性。除了明确进行修复活动的权利（第2.2.1节和第3.2.2节）外，您还需要确立因碳项目产生的ERRs作为可交易资产的声明权。这通常被称为确立“碳权利”。您不应默认假设红树林修复地点获得所有权或土地管理权就包括了碳权利。

在一些国家，与确保土地保有权一样，法律认可的社区资源管理团体，如林业或渔业组织，可为确保碳权利作为社区资源提供可行的途径，这也有助于将社区领导和包容性治理纳入项目管理结构²⁶。

生态可行性

所有基于自然的碳项目都是针对一个“基线”情景来衡量排放的，这个基线情景是假定的在没有项目介入的情况下会发生的“自然情况”（BAU情景）。例如，在一个REDD+项目中，BAU情景指的是如果森林继续遭受损失或退化所导致的排放，而碳收益则来自于避免这些排放（比如，通过取消伐木权来阻止森林的损失和退化）和通过修复来实现。在一个在废弃的水产养殖池上开发的红树林再造项目中，碳收益来自于植物和土壤的碳吸收以及与“自然情况”相比减少的排放^{125, 139}。

评估修复所产生的碳信用额的过程可概括为：

1. 确定一个现实的BAU情景以评估持续的排放（例如，废弃的养殖塘向大气中排放CO₂）。
2. 估算项目避免、减少和吸收的温室气体（GHG）排放量（第6.5节），以及项目活动产生的任何GHG排放（例如，运输中使用的燃料）。蓝碳手册中提供了从红树林修复项目估算排放减少量（ERRs）的指导¹³³。最近发布的澳大利亚蓝碳审计模型（BlueCAM）提供了一个易于使用的电子表格，用于计算一个项目在多个气候区的澳大利亚滨海湿地中减排和排放的GHG量。



3. 实施项目活动（例如，红树林修复），随后进行监测、报告，包括项目进行过程中独立验证的碳减排（参见第6.4.2节）¹²⁵。

就蓝碳项目而言，可通过两个主要类别实现温室气体减排量和清除量（ERRs）：

- 通过生态系统保护避免或减少排放的例子包括：
 - 保护红树林区域，防止其转变为水产养殖区
 - 防止非法砍伐
 - 提升红树林管理，减少植被清除量
 - 恢复水文，以减少土壤中的二氧化碳排放（世界自然基金会管理着多个VCS认证的红树林蓝碳项目）

这些活动可防止因植被移除或湿地土壤碳的损失和/或氧化而造成的退化和排放¹⁴⁵。

• 通过生态系统修复实现固碳的例子包括：

- 打破废弃或退化的养殖塘围堤以恢复潮汐流动，并结合适合场地条件的物种进行辅助再生
- 清除风暴潮后堵塞的水道中的沉积物，使红树林得以自然恢复
- 在切分红树林地点的道路下安装涵洞或桥梁，恢复水文并促进自然或辅助再生
- 通过恢复向陆地方向的淡水输入和改善向海方向的排水，减轻土壤高盐度条件，使得自然或辅助再生成为可能

这些活动修复了红树林植被，它们很快开始在生物量和土壤中捕获并储存碳。在某些情况下，增加固碳的项目也可能导致温室气体排放的减少，因为修复红树林可能减少了与转换为其他用途相关的甲烷和氧化亚氮的排放，例如，恢复盐度条件可以减少甲烷排放¹⁴⁵。

什么是额外性，我如何知道我的项目是否符合额外性条件？

除了第2.2.4节和第3.4节所述的红树林修复项目的生态可行性标准之外，基于自然的碳项目还需要证明附加性。为了使项目活动符合附加性要求，项目必须证明，如果没有它们的干预，它们声称的减缓效果是不会发生的，且它们的干预依赖于信用收入来实现¹⁴¹。项目活动必须与BAU情景相比，具有可测量和可验证的效果（例如，降低温室气体排放）。证明附加性的过程在不同的温室气体信用计划之间有所不同，根据选定的标准进行附加性评估至关重要¹²⁵。

为了使项目活动符合附加性要求，项目必须证明，如果没有它们的干预，它们声称的减缓效果是不会发生的，且它们的干预依赖于信用收入来实现¹⁴¹。

社会可行性

除了第2章、第3章和第4章提出的社会可行性和参与过程外，在考虑碳项目的可行性时，你还需要考虑与潜在创收相关的更大社会风险，以及如何通过有效的社区参与和包容性管理来减轻这些风险。

例如，存在一种风险，即项目带来的收益，如通过销售信用额度获得的收入，可能无法满足社区的需求或期望，从而引起不满或破坏修复项目地点的活动。在成功产生收益的情况下，围绕项目收益分配的风险包括不成比例的收入被分配给投资者或商业项目运营商（即，资金没有流向社区）、某些社区成员被排除在利益分享计划之外，以及未能为那些不得不改变行为，或由于项目实施而减少或失去对红树林资源使用权的利益相关方提供足够支持。社会可行性评估和项目设计必须考虑项目提供预期收益的能力，并进行公平和平等的利益分享。

红树林碳项目的其他社会负面影响包括项目开发或土地管理协议，为了获得碳信用收入，当地人将其土地的管理权让渡给外部实体。对于优先考虑投资回报的红树林碳项目，在某些地点已经表现为种植快速生长的单一栽培品种（通常是红树属植物）或非本地红树林种类，这些栽培品种虽然能更快积累碳，但不为当地社区提供完整的生态系统服务。

通过强有力的社区参与项目规划，包括将当地生态知识整合到项目设计中（见第3章），可以避免这些风险和潜在的负面影响。那些未遵循充分社会保障措施的红树林碳项目，可能会进一步加剧社会不公。

财务可行性

旨在产生碳信用额的红树林修复项目需要吸引大量的数据收集、设计和运营成本¹⁴²。这些是除了在第3.2.5节和第3.5.1节讨论讨论的项目成本之外，包括资本成本、运营成本、实物成本，以及与发起和运营修复项目直接相关的任何费用。红树林碳项目的额外成本包括碳库和温室气体通量的采样、测量和报告（第6.5节）以及支付给温室气体信用项目的管理成本和多次的第三方对报告的ERRs进行验证的费用。VCS项目的费用表，包括但不限于账户开设、注册和VCU发行费用，可以在[此处](#)访问，Plan Vivo标准的费用表可以在[此处](#)查看。

虽然碳信用销售所得的收入可能足以覆盖运营成本，提供预期的社区利益，并使项目在长期内可持续，但红树林碳项目很少是一个有利可图的提议。尽管自愿碳市场以及通过国家和国际气候金融的碳金融旺盛且在增长，但也存在未来

不确定性的风险，例如因短期市场而波动。成本也主要是前期投入，而且大多数现有项目需要来自国家政府、非政府组织和慈善捐赠的外部资金（第4.3.2节），或者已经从寻求财务回报的投资者或希望以低于公开市场价格获得信用供应的信用买家那里获得了前期资金（第6.4.6节）。

对于当地利益相关方使用的碳项目地点，每种用途都需要评估，以了解利益相关方的活动是否影响碳封存或排放（例如为生产木炭而砍伐，或者由于牲畜造成的损害），或者它们是否可持续并能够通过项目实施保持或提升（例如，收获虾或捕鱼）。



红树林边，© Tony Ochieng



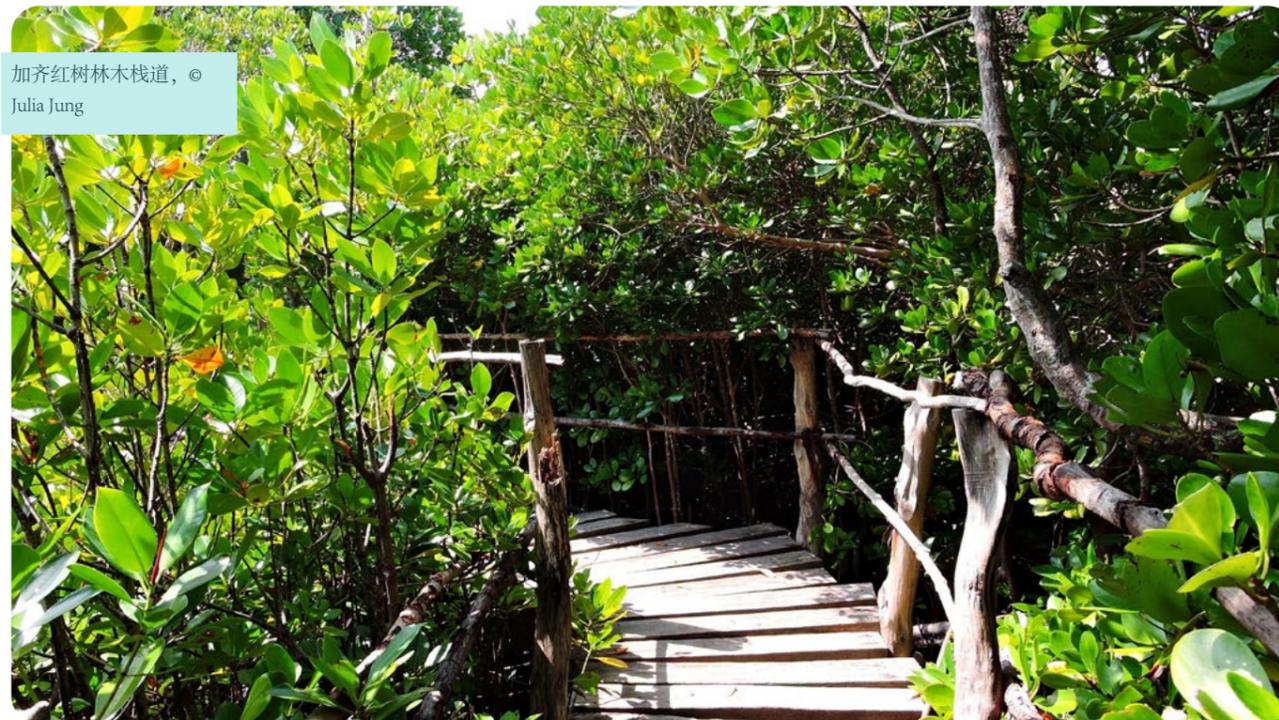
海洋图像库，© Matt Curnock

通常情况下，红树林资源对社区用户的福祉至关重要，因此需要开发替代生计，并将其纳入项目成本（见第3.3节）。在确保碳中和的同时允许使用红树林产品可能是一个挑战^{60,146}。

社区利益相关方所承担的机会成本和风险也应当进行评估。红树林修复项目的机会成本通常与可能替代红树林的其他土地使用方式为利益相关方产生的潜在收入有关。例如，为伐木而砍伐红树林的机会成本。在理想情况下，由红树林碳项目和相关的替代生计计划产生的收入流应能与机会成本竞争^{21,142}，然而，也可以考虑其他项目收益，包括完整红树林区域提供的防洪保护和改善的食物安全。对红树林提供的生态系统服务进行更广泛的评估（例如，社会和文化价值、生物多样性、渔业和海岸保护）¹²³可以为鼓励红树林修复提供更强有力的社会和经济论据^{45,54}。

这是可行的…然后呢？

如果有资金可用于支付前期成本，碳信用收入有可能支付长期成本（在支付给投资者的潜在回报后），并且该项目将提供更多的社会和生态效益而非弊端——项目便是可行的。一旦确定了可行性，项目经理可以在选定的温室气体抵消计划下注册红树林项目，利用可行性研究作为制定项目设计文件（第6.4.4节）的基础，并可以着手获取资金（第6.4.6节）并收集现场温室气体数据（第6.5节）。



加齐红树林木栈道，© Julia Jung

6.4.6 设计资金安排（“协议”）

红树林碳项目有哪些筹资方案？

红树林项目旨在生产用于自愿碳市场销售的碳信用额，或许能够获得额外的商业融资以实施项目¹³⁵。关键考虑因素是理解可用金融与项目需求之间的匹配点，并填补资金缺口^{85,86}。例如，企业购买者或投资者可能提供资金以确保专属供应的信用额、更便宜的信用额或实现投资回报。他们可能作为投机者、经纪人或为达成净零目标而行动。

当重点聚焦在碳信用额供应或财务回报时，较小的修复地点可能不会被认为是可行的，因为它们无法满足这些资金提供者所需的信用额数量。资金“交易”往往是基于交易而非赠款的，并且是在项目提议者自己的风险下进行的。交易结构差异很大，可以包括：

- 实施贷款，附带不同数额的利息或其他条件/义务
- 提前以固定价格或固定折扣购买碳信用额
- 以项目收入的一定百分比份额换取资金
- 提供可行性研究资金，通常附带条件
- 无成本为项目进行可行性研究，但要求开发商拥有与项目经理合作实施项目的独家选择权
- 从可行性研究开始提供实施项目的服务，包括提供所有资金，这通常伴随着对资金提供者的高额义务

这是一个竞争激烈的领域。有些组织只关注以尽可能低的价格获得碳信用额。考虑到市场缺乏透明度，由于可用于比较的数据极少，可能很难评估所提供的交易是划算还是不划算。

预购交易

旨在生产碳信用额度的项目可以通过预售信用额度获得资金。然而，蓝碳信用额的价格并不稳定，因此项目出售信用额的价格可能低于最终可能的价格。可以观察到的一种交易结构是，在数年内提供最低数量的碳信用额度，每个信用额度的价格是固定的。

专栏8: 预售的考虑因素

例如：某商业组织提供的远期购买价格为每笔信贷 8 美元，为期五年。预付一定金额，使项目得以实施。

报价时：

- 同行评审的文献通常使用每个信用额5美元的过时价值来创建蓝碳的模型
- 几年前蓝碳信用额销售的记录显示每个信用额的价格为12美元
- 一些蓝碳信用额的实际销售价格可能为每个信用额36美元
- 高质量蓝碳信用额的后续交易价格可能已经超过每个信用额44美元

鉴于碳价难以获得⁸⁵，一个需要早期投资的项目经理可能会基于前两个值同意这种交易结构，而不知道信用额可能已经被交易超过40美元。如果项目经理接受了固定价格的交易，而五年后蓝碳的零售价格上升到每个信用额80美元，根据这种交易结构，项目仍然只能收到每个信用额8美元。因此，项目获得的每个信用额的实际价值只有10%，而项目运行成本随着通胀而增加。项目经理需要决定接受这种权衡方案是否值得，以确保获得资金。

并非所有预购协议都在项目期间设定固定价格。一些由项目开发商提出的协议允许项目从预测的碳价增长中受益。

例如：一个项目被提供了一个为期五年的每个信用额8美元的预购价格。投资者提出了一项交易，其中预购信用价格与发行时价格之间的差价由投资者和项目方分担。这种交易结构被称为“分享上涨收益”，允许项目和投资者实现所期望的回报。类似的提议模型，旨在促进更公平的投资，包括使用递增机制，随着零售价格的上涨，每个信用的价格将高于基础价格。

另一种模型基于百分比折扣设定预购价格，交付信用额时，应支付差额的全部或部分。

例如：一个投资者提出提供早期阶段的资金，并与之绑定一个选项，即以30%的折扣预购碳信用额度。当前市场价值为每信用额度12美元，所以投资者以每信用额度8美元的价格支付。当项目实施并在两年后发行信用额度时，它们的价值评估为每信用额度36美元，经折扣后为24美元。投资者在收到信用额度时支付8美元与24美元之间的差额，保留他们的30%折扣。

由于资金和购买协议的私密性，无法确认开发商寻求公平解决方案所提出的模型是否已经投入实践。虽然存在公平的交易和模型，但早期暴露于剥削性交易可能会导致项目管理者犹豫是否进入这类投资交易。相反，项目可能更倾向于慈善或赠款资助。

认证的“未来信用额度”

Plan Vivo和Verra信用额度项目已经在探索发行可交易的预先信用证书的可能性，这些证书将在发行信用额度时被有效的碳信用额度替换。预先证书不能被退回（即，不能用于抵消任何排放），并且发行的数量将限制在项目预期信用生产的保守部分。Plan Vivo在2022年批准了他们的未来信用机制，使项目能够通过公开市场上提供未来信用来获得早期收入，并保留对供应量、提供时间和销售价格的控制权。

绑定/聚合项目地

规划旨在生成碳信用额度的红树林修复项目的另一个重要方面是考虑是否可能聚合或“绑定”地点。聚合可能带来规模经济和成本效率，从而降低每个信用额度的验证成本。联合国环境规划署和国际林业研究中心（CIFOR）¹⁴⁵提供以下关于地点/项目聚合的指导：

“来自碳循环、市场参与以及咨询和法律费用的交易成本可能会给项目成本增加相当大的金额。然而，这些成本可能通过国际（公共）捐赠者得到回收。

值得注意的是，碳标准通常提供在一个国家甚至更广泛地区扩大干预措施的选项。一组较小的倡议可以设计并作为一个群体项目进行管理，提供逐步推出和验证时机灵活性的机会。规模将降低相对成本，项目经理应始终考虑是否可以激活规模经济。紧密合作是降低成本的关键，因此可以共享能力并避免错误。然而，另一方面，扩大规模也可能带来自己的问题，例如当最初的开发者缺乏在更大规模上运营项目的能力时。”

当聚集地点或项目时，对于包括多个社区的群体项目，社会参与、包容性治理和公平的收入分配可能变得越来越复杂。然而，除了在项目地点之间分享成本外，对于寻求投资回报的资助者来说，具有能力管理的群体项目代表着较低风险的投资机会。如果群体中的某个地点遇到意料之外的实施障碍或遭受损害，通过在多个地点分散，他们的投资和回报得到保护。在某些情况下，通过为不可预见的情况创建更大的财务缓冲，群组地点可以降低投资风险。

6.4.7 项目收入和利润的使用

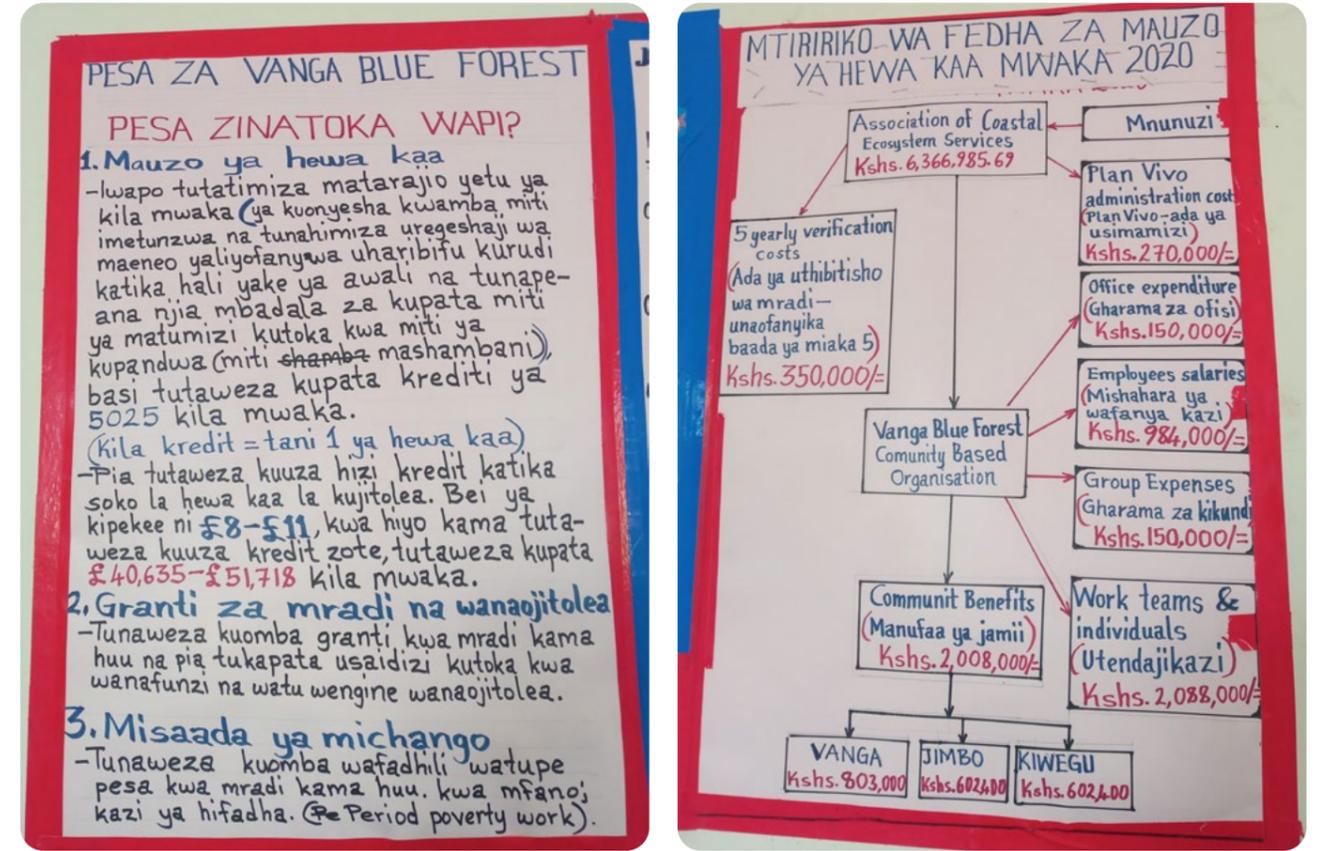
通过自愿市场出售蓝碳信用所得的收入，可以用来偿还项目初期的开发和实施成本（例如，如果融资是以贷款的形式获得的，如世界银行赞助的海岸抵御力量项目中的红树林项目）¹⁴⁷，为持续的项目管理需求（例如，修复地点的维护和监测）提供资金，为受项目实施影响的社区提供补贴的替代生计方式，而且重要的是，为社区使用提供一个通常数额较小但意义重大的资金流。

项目收入的分配往往缺乏透明度，因此，现有项目中对社区的收入分配情况通常是未知的。根据温室气体信用计划或标准的不同，项目可能不需要公布分配给居民和其他利益相关方的项目收入份额，而提供就业的声明常常被描述为对整个社区的好处，尽管在实际操作中，这种好处可能只延伸至大群体中的几个人。为了增加透明度，可以鼓励项目公布清晰的收入分配记录，使社区成员和其他利益相关方能够访问（见右侧页面的图片）。通过公平的项目治理结构，明确并通过民主决定的方式对项目活动和收入分配做出决策，也能实现这种程度的透明度。

基于社区的方法，通过整合利益共享机制和公平分配付款，可能有助于减轻贫困并促进可持续发展^{148, 149}。而包括妇女在内的利益相关方和社区成员参与的治理，为将收入分配到社区需求和公平向社区成员传播利益提供了基础¹⁰。

Plan Vivo标准提供了一个示例，说明如何通过整合社区和生计，确保在利益共享和项目治理中实现透明性。所有在Plan Vivo标准下验证的项目必须将信用销售收入中至少60%分配给项目参与者和利益相关方。此外，按照利益共享制度进行的资金和其他利益的分配必须向标准和社区报告并澄清。项目管理者无论是与哪个温室气体信用项目或标准合作，都可以并且应该力求达到这种报告的水平。

在人口众多或直接利用红树林资源的地区，证据表明，通过将项目收入有意义地投资于满足当地人需求的计划中，可以管理损害、泄漏、项目不持久和失去社区支持的风险。因此，投资者评估项目中公平利益共享的风险是符合他们最佳利益的。投资者、项目开发商和利益相关方在评估风险时，往往会忽视社区对收入和项目活动的控制权这一因素，尽管对收入分配的规划不足会增加其他风险因素。



在地方一级，透明地公布项目财务、收入分配和利益分享情况可以很简单，只需一套可供公众查阅的海报即可。图中的海报由肯尼亚加济湾的万加蓝色森林团队手写并定期更新。图片来源：Mwanarusi Mwafrika。



Building the capacity of aquaculture farmers with innovative sustainable practices through Coastal Field Schools © Boskalis

政府立法和收入分配

国家发展的社区森林管理框架在规模、规则、要求和报告标准上各不相同^{97,126}。确保高水平的社区参与和决策有时可通过关于社区林业管理的国家立法来帮助实现，这在某些地区对项目可能是强制性的。

由地方和当地社区运营的林业管理系统，用于修复、保护或可持续使用，通常称为社区森林协会（CFA），已经与红树林修复项目成功地整合在一起（附录C和第2.2.1节），并且也可能提供一条途径来保障碳权益（第6.4.5节）。

社区林业实践可能被推崇为实现国家自定贡献（NDC）目标的途径，并通过专注于社区协会的制定、收入生成、治理结构以及收入的公平分配的立法和政策，在国家层面得到推广。例如，缅甸和墨西哥等国家已经制定了社区林业规则，这些规则将权利集中于社区林业协会（CFA），具有增加就业和森林覆盖率、以及应对气候变化的缓解和适应等特定目标。在缅甸，法律还规定，社区林业协会在其组成和决策权上必须是公平的，以便将资金分配为当地收入、社区发展和项目活动的再投资⁴⁸。将生态系统和资金分配的控制和管理权赋予社区本身，使社区能够解决特定问题（如教育和获取水资源或森林资源），并将焦点放在与CFA合作建立的红树林碳项目的包容性治理上。

在缅甸，注册社区林业项目不需要支付费用；然而，许多国家可能会收取注册费，或要求社区林业项目产生的部分收入必须上交政府。联合国粮食及农业组织（FAO，2006年）提供了社区林业发展指导。

6.4.8 获取已开展项目的信贷收入

我能否从已实施的红树林修复项目中获得碳信用额度？

有时，修复项目管理者发现自己在太晚的时候才意识到未满足碳标准的某些要求，导致项目无法产生碳信用额¹⁴⁵。例如，专门的碳项目开发可能是一个次要目标，仅受到最少的关注。到项目管理者开始关注碳的部分时，项目在设计 and 实施过程中可能已经走得太远，无法进行必要的调整。如果项目的既定目标包括产生碳信用额，那么在积极进行植树或水文修复等干预措施之前，确保提议的项目活动满足碳信用项目的资格非常重要。

对于计划产生碳信用额的项目来说，在概念和规划阶段应该选择一个标准和方法论，并且在工作开始前应该根据所选标准评估附加性标准。在对生态系统进行显著改变之前，需要记录碳基线数据。除了Plan Vivo标准外，收集有关生物多样性、社会经济影响和其他指标的数据并非成功发行碳信用额的强制性要求。然而，为了获得资金或展示所达成的信用额或减缓结果具有高质量并因此具有高市场价值，记录和报告这些指标上的项目绩效可能是必要的。

对于已经启动的修复项目，如果它们希望在项目初期之后转向碳信用额作为资金来源，那么碳项目需要满足附加性要求可能是一个重大挑战。例如，如果一个项目已经实施，为了满足“附加性”的标准，可能需要证明围绕项目融资、实施或永久性的情况发生了变化，而碳信用额的收入是实现减缓的最佳或唯一解决方案¹⁴¹。

从技术角度来看，在已经进行了干预措施的项目地点创建一个常规经营活动碳基线可能不切实际。这是因为可能无法再模拟项目影响下的场地再生率或损失。如果不针对一个稳健的基线测量二氧化碳移除和碳储存服务，可能无法发行碳信用额。假设项目设计和数据收集满足选定标准，那么在项目注册前最多三年或五年内进行的活动有资格纳入并发行信用额。



6.5

监测和报告

衡量减排量和清除量

对于红树林碳项目，准确地监测和报告成果是验证任何实现的减排或碳吸收至关重要的。本节为红树林修复项目提供了如何测量不同碳库和温室气体通量的指导。

红树林碳项目的监测和报告针对的是所期望的气候减缓成果、使用的方法学，以及相关政府减缓或适应计划¹¹⁴，或温室气体信用项目¹²⁵的报告要求。关于蓝碳信用方法学的链接在附录F和附录G中提供，并在第6.4.3节中进行了讨论。

许多方法学要求在监测过程中测量碳库和通量，以建立一个碳清单^{138, 141}。项目管理者需要能够评估碳库存（项目区域内存储的碳总量）并监测净项目减缓成果（ERRs），包括随时间变化的碳库存和温室气体排放通量的变化（见图28）。那些不使用直接现场测量的方法学可能需要监测随时间变化的植被面积，从中模拟减缓成果¹⁵⁰。有些方法可以使用直接测量碳库（例如，地上生物量）和使用指标的混合方法，从中模拟一些减缓成果的组成部分——例如，使用地上生物量估计地下生物量或土壤碳积累，或使用盐度估计甲烷排放¹⁴¹。

蓝碳方法学中的碳储量可包括四大碳库（见图28）：

1. 地上生物量（木本植物质量）
2. 地下活体生物量（植物根系）
3. 地上枯死植物生物量（枯木和落叶）
4. 土壤碳

碳库的变化通常与“基线”或修复前的情景进行比较。通过修复努力增加红树林植被的生长，会增加生物量和土壤碳库中储存的碳量。基线情景下的碳积累率可能是负的（即，从土壤中净排放二氧化碳）或正的（即，土壤作为二氧化碳的净汇）。例如，从基线情景的土地利用转变，其中土壤有机物因排水、干扰或挖掘而氧化，到一个不发生土壤干扰的情景，可以在一些修复项目中提供显著的二氧化碳减排成果¹⁴¹。影响分解速率的因素可以控制土壤通量的方向和大小，这些因素部分基线情景中土壤水淹和含水量、温度机制和养分水平以及基线情景中土壤物理干扰动量变化的影响¹³⁶。

在大多数方法论中都会考虑温室气体通量。这包括估计在没有任何修复活动的情况下，项目区域内本应发生的基线排放，以及修复开始后红树林土壤和水体的温室气体排放（见图28）。常见的温室气体包括：

- **二氧化碳 (CO₂)** 具有数值为1的全球变暖潜力（GWP），其来源于植物凋落物和土壤中有有机物的分解。二氧化碳的排放率受氧气可用性的影响，低氧、积水的土壤中较低，而在自由排水条件下的通气土壤中更快。红树林植被的移除或死亡也会随着植物生物质的分解释放二氧化碳¹⁵¹。
- **甲烷 (CH₄)** 具有高全球变暖潜力（100年内为27.2倍；IPCC, 2021），在有机物存在且缺氧（厌氧）条件下，由湿地土壤中的细菌产生。这种情况发生在土壤被水淹没时。在海水中存在硫酸盐的情况下，甲烷的产生也会受到限制。因此，在高盐度的水体和土壤中，通常盐度超过18ppt时，甲烷的产生往往会减少¹⁵²。
- **一氧化二氮 (N₂O)** 具有非常高的全球变暖潜力（100年内为273倍；IPCC, 2021），可在好氧和厌氧条件下产生。影响土壤中一氧化二氮产生的因素包括碳浓度、氮浓度和土壤水分含量。海水淹没陆地区域可以通过硝化作用（一种微生物过程，其中氮的还原形式，通常是氨，被依次氧化为亚硝酸盐和硝酸盐）引起一氧化二氮的产生。然而，如果氮源持续供应（例如，来自污染、动物废物等），则即便在有氮输入的情况下，反硝化作用（将硝酸盐转化为氮气的过程，从而去除氮并将其返回大气中）仍然可以发生，因此修复项目可能导致一氧化二氮排放减少。

红树林土壤和水域的温室气体排放可部分减少项目的减排成果，可在蓝碳核算中进行测量或建模。基线排放提供了在没有项目的情况下（BAU情景）温室气体通量的估计值。这可能包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄) 和一氧化二氮 (N₂O)¹⁴¹的排放，具体取决于方法和基准土地利用情况。

图28



图28 蓝碳方法中通常包括的碳库和碳通量。“修复前”为基准状态或BAU情景。“修复后”指项目实施后。

6.5.1 碳储量评估方法

评估蓝碳库和通量有许多可用技术。不同方法/标准的具体要求各不相同。详细评估蓝碳库存和计算温室气体通量的方法可以在《蓝碳手册》中找到。该文档提供了关于采样方法的规划和设计、不同碳库采样的现场指导、样品准备和实验室分析，以及将碳库存和通量放大到项目区域的计算的详细信息。

这里我们简要描述了这些技术，它们在《蓝碳手册》和特定的碳信用标准/方法指南中有更详细的描述。碳库存评估的一些重要组成部分包括：

1. 地上活体植物生物量（木本植物质量）——根据标准树木尺寸，记录一个样地内所有红树林树木的数据，通常包括物种的识别。红树林树木生物量是根据胸高处主茎直径（DBH）计算得出的。测量树木高度可以改善树木生物量的估算值，并包含在一些异速生长方程式中（标准方程式，可用于根据树木的尺寸确定树木生物量——见《蓝碳手册》¹³³中的异速生长方程式列表）。

- 2. 地下活体植物生物量（植物根部）**——地下生物量通常使用异速生长方程估算，这些方程基于测量得到的地上生物量值来计算地下生物量。虽然费力，但可以通过直接测量特定地点，来确定地下生物量。
- 3. 地上非活体植物生物量（立死木和倒下的树木、木质残骸）**——在每个采样样地内，所有死亡且仍站立的树木都应记录并作为一个独立的碳库进行分析。树木腐烂的程度将决定如何计算其生物量。倒下的木质残骸可能是总生态系统碳库存的大组成部分，可以使用样带法进行特征描述（见《蓝碳手册》）。
- 4. 土壤碳**——为准确量化土壤碳库，需收集土壤柱芯，进行取样并分析特定深度（通常为1米）的样本。子样本将针对容重和有机碳含量进行分析。

6.5.2 测量温室气体通量的方法

一些蓝碳项目可能会选择测量温室气体通量，这可以提高项目的价值。测量气体需要专门的设备，因此在一些项目中，甲烷和氧化亚氮的通量被省略或通过代理或指标估算，例如使用盐度来估算甲烷¹⁴¹。一些方法/标准提供了直接测量气体通量的选项，而一些方法允许使用碳库存变化作为二氧化碳气体通量的代理——这被称为库存差异法。分析温室气体通量的评估方法在表8中有描述。

加齐红树林, ©Tony Ochieng



Table 8. 不同温室气体通量测量方法的优点和挑战。

通量估算方法	优点	挑战	相对成本	指南
静态室 - 使用与温室气体分析仪（例如，LICOR温室气体分析仪）连接的土壤或水体室。通过测量一段时间内室内空间浓度的变化来确定气体通量的速率。	准确估算土壤和水的温室气体排放量。根据温室气体分析仪的不同，该方法可以测量二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的通量。	需要实地专业知识、昂贵的设备和复杂的计算来确定通量率。年排放量是根据有限时间点的测量结果估算的。	中/高	Howard等人, (2014) ¹³³ , Sidik和Lovelock (2013) ¹⁵⁴
小瓶测量 - 使用注射器和小瓶从土壤或水体室收集气体排放。这些可以收集起来并在实验室进行分析。通过测量一段时间内顶空气体浓度的变化来确定气体通量的速率。	可以采集样本并送往外部实验室进行分析，从而降低成本。只要采集足够数量的样本，就能保证准确性。根据温室气体分析仪的不同，该方法可以测量二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的通量。	需要实地专业知识和对温室气体浓度的实验室分析。可能无法提供高度准确的通量估算。根据有限时间点的测量结果估算年排放量。	中	Howard等人, (2014) ¹³³ Iram等人, (2021) ¹⁵⁵

表8 续...

通量估算方法	优点	挑战	相对成本	指南
涡流协方差	整个生态系统的气体交换。与静态室相比，可在更长的时间段内进行高精度测量。可确定整个生态系统通量的每日、季节和年度变化。该方法可测量二氧化碳、甲烷和一氧化二氮通量。	高度复杂的系统，需要安装和管理方面的专业知识。需要专家分析的大型复杂数据集。	高	Aubinet等人, (2012) ¹⁵⁶ Burba, (2013) ¹⁵⁷
碳储量差值法。该方法估算两个时间点测量的碳储量之差。	无需昂贵的设备即可估算二氧化碳通量。	与其他方法相比误差较大。该方法不包括甲烷或一氧化二氮通量，但侧重于植被生物量，有时也包括土壤，可评估土壤碳在基准BAU情景下的变化。	低	Kauffman等人, (2014) ¹¹³

评估温室气体基准排放量

温室气体基准排放量的报告方式针对每种方法/标准有所不同。这可能需要在项目开始前直接测量土壤中的温室气体通量，使用表8中描述的方法，和/或温室气体通量率可能与项目开始前的土地使用类型以及项目区域内不同土地使用类型的范围相关联。不同土地使用产生的温室气体通量估计可能使用IPCC第2等级方法（Tier 2 approach）^{123, 132}，或使用特定于所用碳信用方法/标准的默认值。

绘制植被类型范围图

监测植被范围的变化是所有修复项目监测的关键组成部分。事实上，一些方法/标准（例如，澳大利亚潮间带蓝碳生态系统修复方法）并不要求测量碳库或通量，而是根据生态系统范围变化模拟温室气体通量变化和碳积累¹⁵⁰。监测生态系统范围的变化可以通过高分辨率的范围绘图和地面真实性检验的图像来实现（例如，地理位置标记的、时间戳记的照片）¹⁵⁸。在红树林中，一种常见做法是从一个已建立的监测点中心拍摄四张照片，每个基本方向（北、南、东、西）各一张^{159, 160}。

报告温室气体排放

温室气体通量包括修复项目开始前基准土地使用的通量，以及项目开始后红树林土壤和水的通量。除CO₂以外的温室气体（即甲烷和一氧化二氮）的通量通过乘以每种气体类型的全球变暖潜能（GWP）转换为CO₂当量。甲烷和一氧化二氮的全球变暖潜能分别是CO₂的27.2倍和273倍。这意味着1吨甲烷等于27.2吨CO₂当量，1吨N₂O等于273吨CO₂当量。

- 红树林通量估算测量与项目使用的方法有关(详见表8)。有关通量方法和计算的详细解释，请参见《蓝碳手册》第5章¹³³。
- 基线通量估算取决于基线环境的具体条件，不同的报告方法也有所不同。有关基准排放计算的指导，请参阅项目使用的碳信用方法/标准。

报告项目总体缓解成果

总ERR计算是针对项目使用的方法/标准而定的。净缓解成果计算可以包括以下任何或全部参数：红树林生物量和土壤中碳的累积总量，减去红树林及项目区域内任何其他土地使用类型的温室气体排放量，加上基准土地使用情况下避免的排放量，减去先前土地使用中积累的碳量和其他排放量，如与项目活动相关的任何燃料使用（图29）。

图29

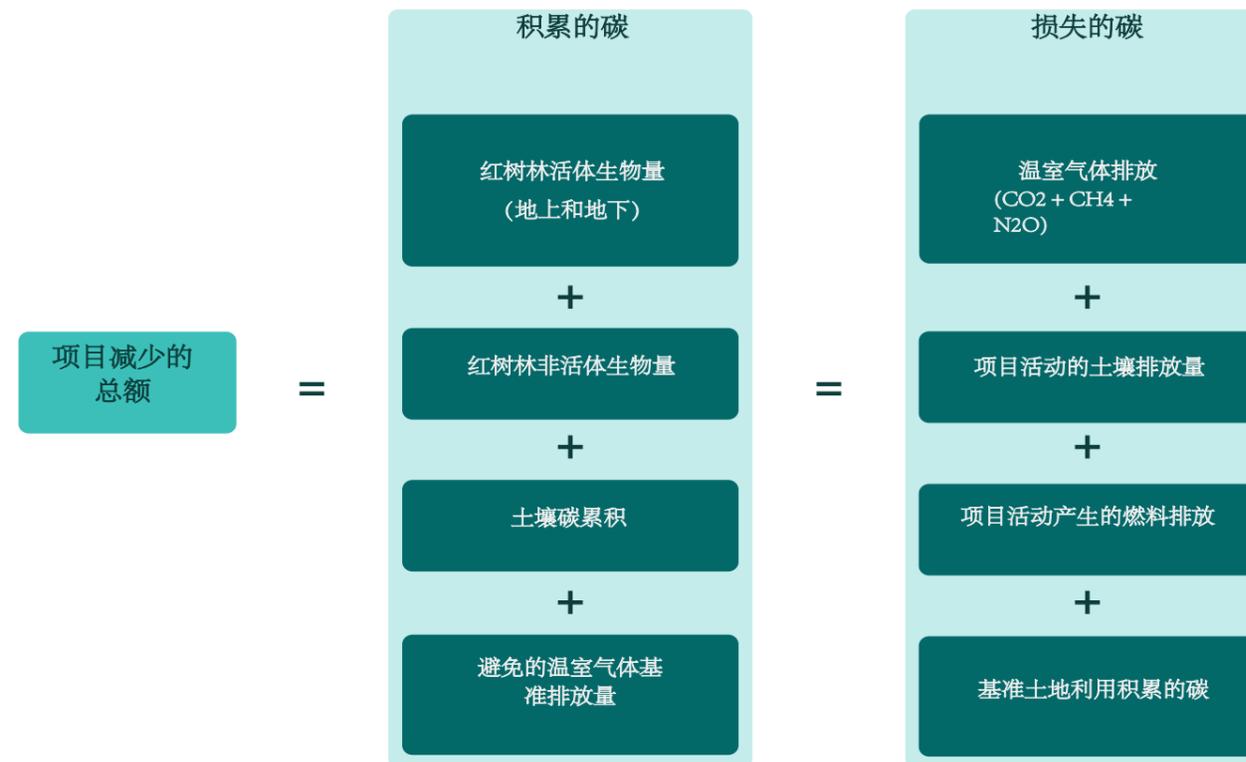


图29 项目减排成果的计算是针对每种碳信用方法的，包括碳积累参数的总和减去增加到大气中的碳的参数。



案例研究

红树林碳汇项目

社区参与的重要经验

塔希里-洪科，马达加斯加

Lalao Aigrette (Blue Ventures) and Leah Glass (Blue Ventures)

概述

塔希里-洪科是一个由位于马达加斯加西南部的社区主导的红树林碳支付生态服务 (PES) 项目，旨在通过项目活动产生碳信用。该项目采用了Plan Vivo标准来认证塔希里-洪科从气候收益中获得的认证，因为它为小农户和农村社区提供了一个支持框架，以更可持续地管理他们的自然资源。来自十个村庄的当地社区是该项目的合作伙伴，并且从项目设计和实施的早期阶段就参与其中。社区成员决定了将在他们区域内实施的活动，并领导了项目活动，包括当地法律的执行、红树林的复种和巡逻。所有人，包括边缘化群体如妇女和年轻人，都通过参与性方法被包括在内。

图30

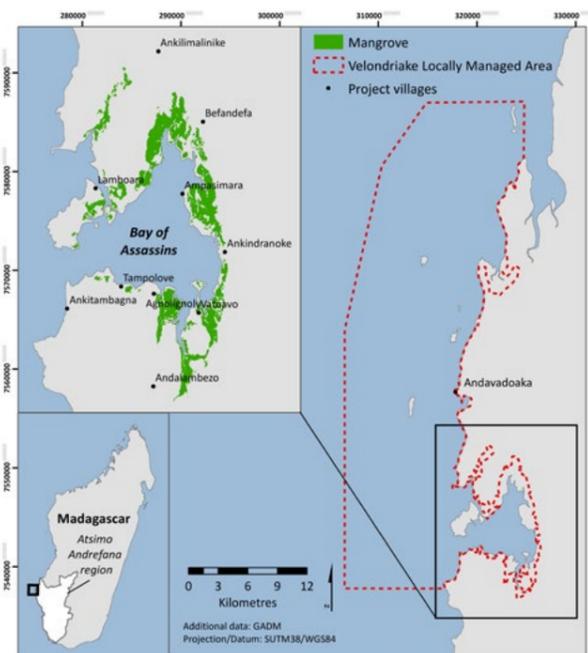


图30 地区地图, Tahiry Honko。

碳信用销售所得收益的分配遵循国家法律和Plan Vivo的要求，其中20%归中央政府所有，以确保碳项目的管理，而80%用于项目活动、国家风险缓冲和社区支付。社区决定使用这些资金为项目中的儿童补贴学费，并且还优先列出了一系列需要投资的基础设施项目，包括学校建设、井和卫生诊所。

挑战

尽管生态系统服务付费方案为社区主导的红树林保护和修复提供了财政激励，但在实施塔希里-洪科项目过程中遇到了相当大的挑战。从向社区介绍碳项目的概念到从碳收入中获得首笔收入，经历了长时间的推迟。这一时间差对社区参与和参与项目产生了负面影响。此外，鉴于法律框架对于成功的社区主导的红树林管理起着重要作用，而马达加斯加缺乏针对红树林的具体规定，这也构成了挑战。

项目的具体经验教训

1. 参与式方法非常适合由社区主导的碳项目的规划和发展，这些项目限制或改变了对红树林等共同资源的获取。这种方法促进了所有社区成员的参与，不分性别。但是，社区互动的管理非常重要，要为没有发言权的群体和边缘化群体创造安全舒适的空间，避免某些群体在决策中占据主导地位。
2. 尽管参与式方法能够赋能于社区，但这需要大量的社区参与努力，如组织多次村庄会议。我们了解到，仔细规划村庄会议对于避免社区疲劳和确保整个过程中持续参与至关重要。一些会议、培训活动和研讨会可以合并，以减少和简化所需的参与活动总数。
3. 由于碳项目可能会影响以森林为生的社区成员对资源的获取，因此获得社区的真实代表并获得社区的充分同意非常重要。要做到这一点，就必须采取有效且具有包容性的方法，让所有社区成员都能认可。



GPS培训

米科科-帕莫贾，肯尼亚

Jared Bosire和Mark Huxham (爱丁堡纳皮尔大学)

概述

米科科-帕莫贾（斯瓦希里语中意为“一起的红树林”）是世界上第一个由社区主导、通过碳信用资助的红树林保护和修复项目。该项目位于肯尼亚南部加齐湾的红树林区域内，大约有5,400名居民生活在加齐和马孔盖尼两个当地村庄。该项目在Plan Vivo标准下注册，选择它是因为它们专注于基于社区的保护，拥有在发展中国家支持社区的悠久记录，能够支持相对较小的项目，以及因为它们位于苏格兰的爱丁堡，那里也是英国合作伙伴（ACES）的所在地。

米科科-帕莫贾属于加齐湾的人民。该项目由一个由民选委员会管理的社区组织代表，从项目开始，当地人就参与到项目开发 and 决策中。米科科-帕莫贾委员会得到肯尼亚海洋与渔业研究所（提供林业和实践保护的指导）和海岸生态系统服务协会（ACES——一个为促进信用销售、资金管理和认证的慈善组织）的建议和支持。通过碳销售获得的所有收入都用于运行项目或支持社区发展。

项目不盈利，也不给投资者任何回报。该项目在很大程度上依赖于当地委员会成员、肯尼亚和国际科学家以及ACES托管人和支持者自愿贡献的时间和支持。约80%的收入返还给肯尼亚。这些收入用于雇用项目工作人员、开展项目活动（如种植）以及为社区基金捐款。如何使用社区基金由村民会议决定，村民会议向所有人开放。其余20%的收入用于支持英国的行政、营销和认证费用。

挑战

描述挑战和经验教训的主题是：“关键在人”。建立信任、参与和所有权对于启动和维持项目至关重要，而这需要时间和承诺。肯尼亚的红树林是一个社会生态系统，人与自然密切相关、相互依存。如果只注重科学的精确性、财务、市场营销或向资助者快速报告，而忽视花时间确保项目的当地所有者真正理解和支持项目的重要性，则会导致失败。

项目的具体经验教训

- 使收益明显而迅速。人们需要看到自己努力的回报。我们能够为第一笔信贷安排明确的销售途径，这意味着第一年的资金有了保障
- 确保政治支持。确保地方和国家政界的关键人物了解并支持这项工作
- 制定营销计划。信用额度并不会自己销售。您需要一个组织来销售信用额度、管理资金并处理年度和五年报告事宜
- 警惕大规模种植。在真正需要修复的地区种植的树木往往会大量死亡。如果需要植树，则应尽量通过森林保护和修复活动来实现平衡
- 保持沟通。解释碳补偿非常复杂，人们很容易混淆或怀疑资金的来源和去向。您需要以最大的透明度不断进行沟通
- 碳补偿可以为保护和生计提供资金，也是对实现零碳排放世界的一点贡献。但是，如果与没有可信减排计划的主要污染者合作，可能会破坏您的项目和整个行业的合理性。有关道德补偿的更多信息，请访问：<https://aces.org.co.uk/the-3-ps-of-carbon-offsetting/>

图31

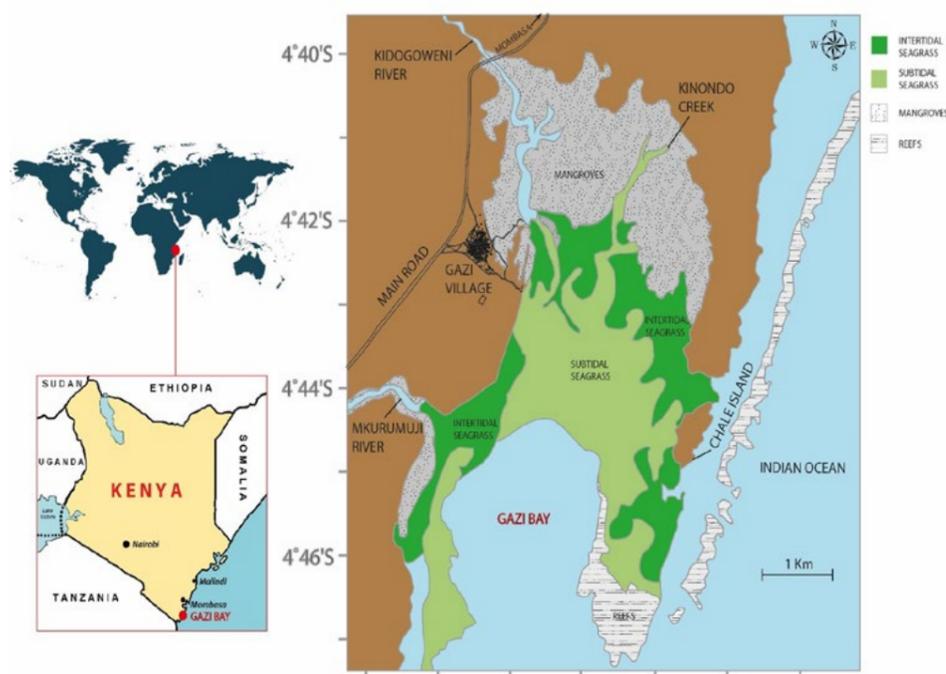


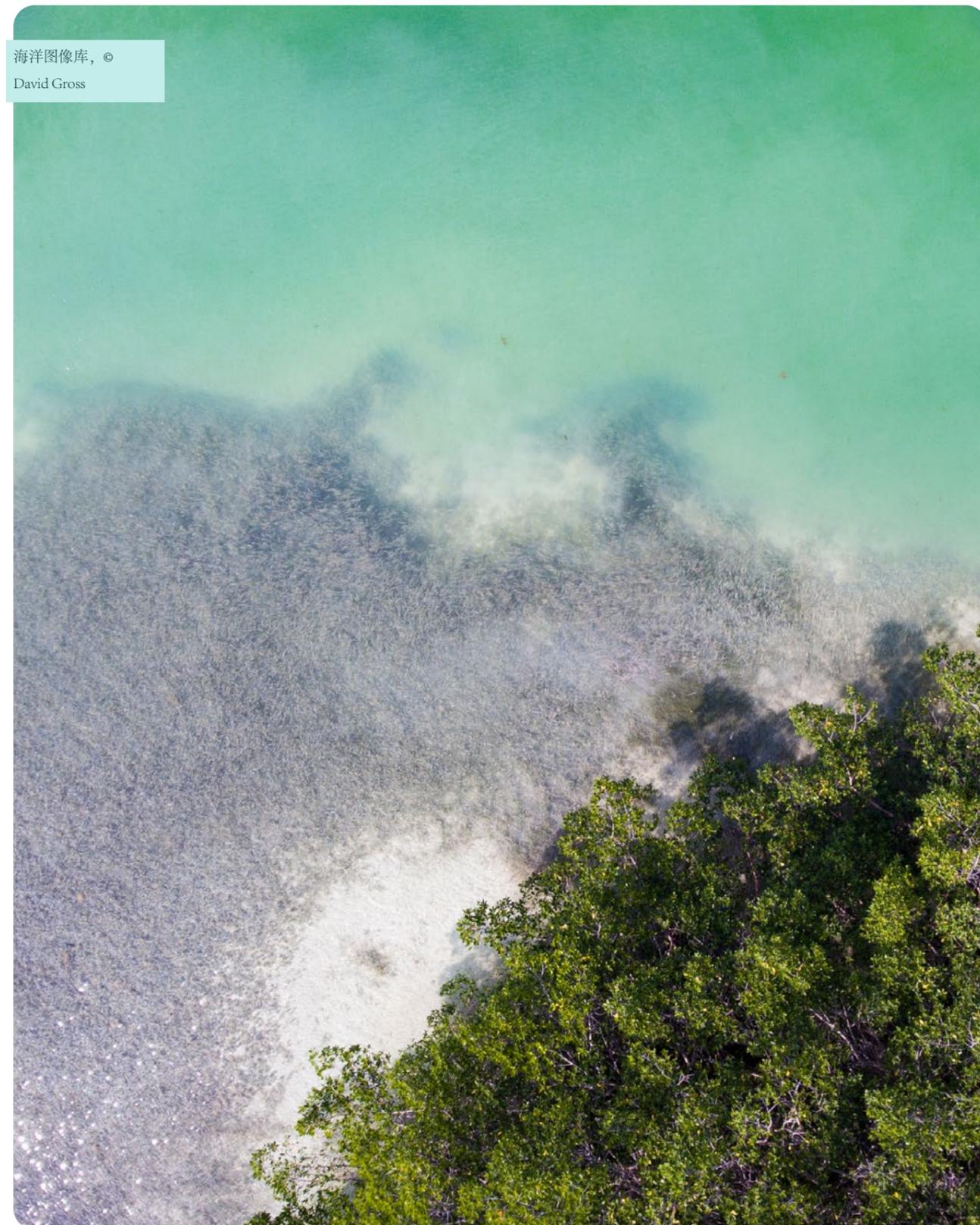
图31 米科科-帕莫贾，ACES



通过米科科-帕莫贾项目安装的社区水龙头, © Grid Arundel



米科科-帕莫贾社区监测, © Tony Ochieng



海洋图像库, © David Gross

缅甸托尔-海耶达尔气候公园

Toh Aung

概述

该项目属于经过验证的碳标准（VCS）的造林、再造林和植被修复（ARR）类别。该项目已在缅甸伊洛瓦底三角洲2,146.5公顷的退化红树林中实施。项目修复的土地属于Magyi、Thabawkan和Thaegone村庄，修复工作已推动形成了健康的红树林生态系统。该项目的目标是建立和维持一个可持续管理的红树林生态系统，用于碳封存、减少自然灾害风险和减贫，为滨海社区创造可持续的生计。项目的一个重要组成部分是生物多样性的保护和在缅甸建立第一个红树林基因库。

社会和文化因素及项目效益

红树复种是在当地社区成员的参与下进行的，他们充当种植工人。他们从2015年至2020年期间的种植活动中赚取收入，而出售碳信用额的部分利润则由当地社区分享，用于村庄发展项目。



© TNC, Jamaica

项目挑战与成果

项目地点毗邻一个干净的沙滩，是一个旅游景点。在项目实施期间，酒店侵占了项目区，这是项目实施过程中面临的主要挑战。项目的成功需要确保土地使用权和所有相关利益方的参与，这也是从项目实施中吸取的一些重要经验。为了使修复后的红树林具有可持续性，并对修复地点进行长期保护，项目活动需要把重点放在提高社区意识和加强管理能力上。

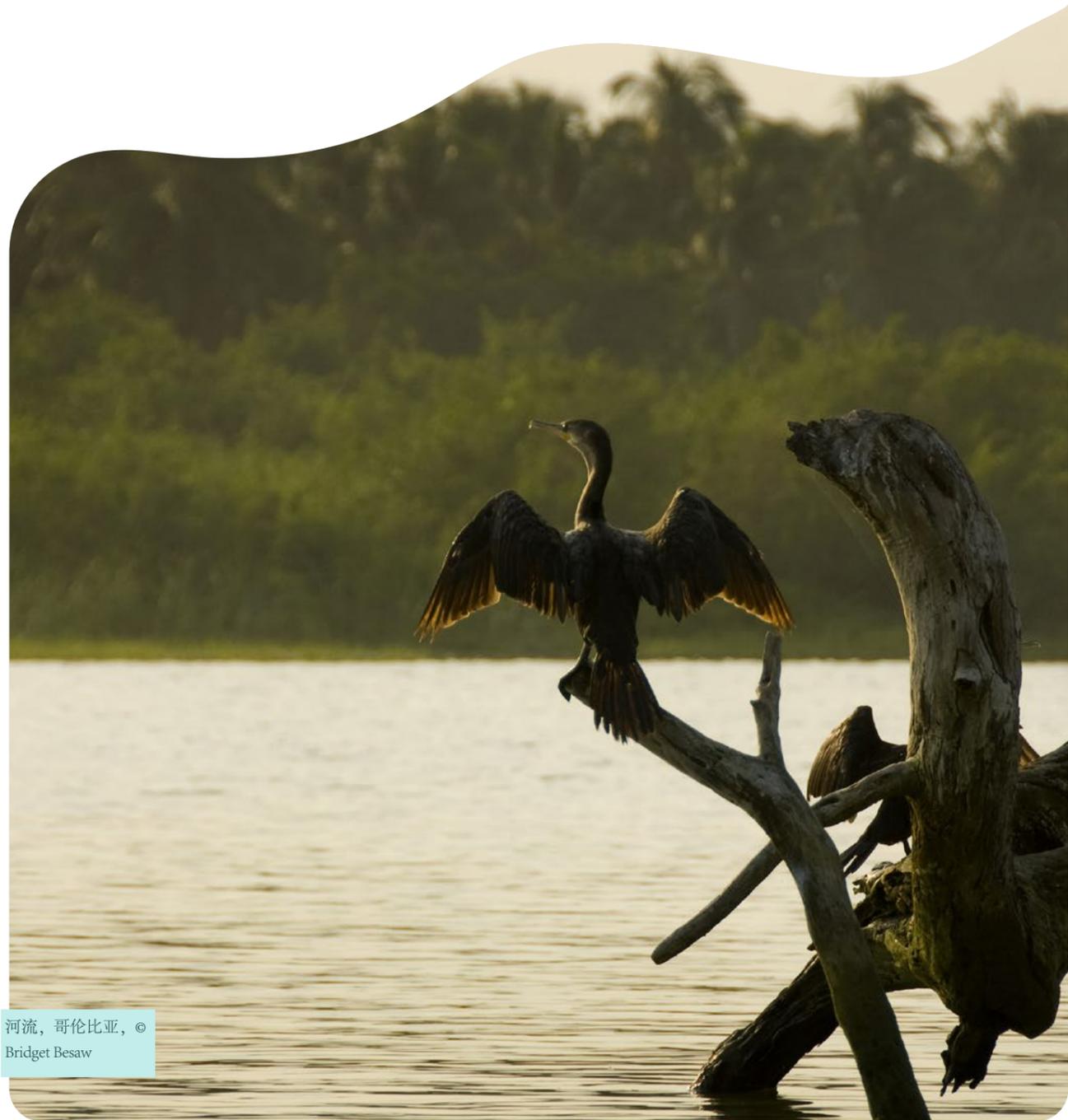
该项目的一个重要发现是，与种植苗圃培育的幼苗相比，直接播种红树林繁殖体节省了大量资源，而且成活率更高。



在缅甸项目现场参与红树林修复活动的妇女。



附录



河流，哥伦比亚，© Bridget Besaw

附录A：关键信息和常见问题

第2章：设定目标和评估可行性

关键信息	如何落实《手册》中的关键信息和章节链接
<ul style="list-style-type: none"> 制定明确的目标和可衡量的目的有助于与利益相关方沟通和设定期望值，并提供将共同目标纳入项目设计的早期机会。 	<ul style="list-style-type: none"> 制定明确的、有时间限制的目标和可衡量的目标（通过指标），这些目标和目的要与你的项目地相关（第2.1节）。
<ul style="list-style-type: none"> 修复是一项社会事业，地方管理是关键。如果没有足够的社区和政治支持来维持长期管理，项目往往会失败。 	<ul style="list-style-type: none"> 为社区参与规划时间和预算，不仅仅是咨询，而是将社区需求与项目目标相结合。记住，红树林修复会直接影响人们的生活和福祉（第2.2.2节）。
<ul style="list-style-type: none"> 建立信任，参与度、技能、赋能和自主性对于开展和维持红树林修复项目至关重要，而这需要时间和承诺。 	<ul style="list-style-type: none"> 项目开发商应在修复活动之前花费大量时间，确保项目的当地所有者从一开始就充分了解情况并参与决策。以明确的证据宣传修复的益处（第2.2.2节）。
<ul style="list-style-type: none"> 在长期浸淹的地方（如潮间带低洼的海草床或泥滩），或红树林幼苗无法长期存活的其他不适宜的条件下，红树林修复通常会失败。 	<ul style="list-style-type: none"> 不要在光滩种植红树林，而应该质疑为什么那里还没有长出红树植物，并将这一信息作为评估项目可行性的基础（第2.2.4节）。

第3章：项目设计

关键信息	如何落实《手册》中的关键信息和章节链接
<ul style="list-style-type: none"> 历史上的低成功率不应该与设计一个成功的项目所需要的普遍不确定性有关，而应该与缺乏关于什么是最佳做法的交流有关。 	<ul style="list-style-type: none"> 单一物种植与生态系统修复是不同的。您需要了解现场条件，并与海洋和陆地的景观相适应，才能使修复取得成功。（第3.1节）
<ul style="list-style-type: none"> 应与可行性研究阶段确定的利益相关方和合作伙伴共同制定一份好的项目设计书。 	<ul style="list-style-type: none"> 与卫星图像相比，在修复地点附近生活了几十年的人可以告诉你更多关于修复地点的历史和不断变化的状况。共同创造项目设计可以提高修复的成功率和社区的理解/支持。（第3.4.2节）
<ul style="list-style-type: none"> 项目管理人员应在修复项目开展之前花费大量时间，确保项目的当地所有者从一开始就充分了解情况并参与决策。同时要以明确的证据宣传修复红树林的益处。 	<ul style="list-style-type: none"> 第3.2节为开展利益相关方分析提供了指导，而第3.2.1节至第3.2.3节则概述了如何在社区、地方/地区和国家层面进行参与。
<ul style="list-style-type: none"> 修复红树林的潜力主要取决于退化程度、地貌环境以及土地所有者的意愿和能力。 	<ul style="list-style-type: none"> 不同类型的红树林有不同的修复潜力。需要确定您的工作对象，并确保土地所有者或管理方清楚修复的效果。（第3.4.1节）
<ul style="list-style-type: none"> 确保修复项目设计能纠正水文、水动力、沉积和繁殖体可用性的问题，并复制周围的自然参考地块。要做到这一点，可以利用当地的生态知识和/或对自然及修复地块的水文变量进行测量。 	<ul style="list-style-type: none"> 了解现场条件和变化驱动因素是项目设计的基础。（第3.4.4节）

第4章：参与和实施

关键信息	如何落实《手册》中的关键信息和章节链接
<ul style="list-style-type: none"> 按部就班的实施计划，将各项行动细分为明确的任务，为实现项目目标和目的提供必要的指导 	<ul style="list-style-type: none"> 附录e提供了一个工作计划示例，将目标、目的、行动、里程碑、可交付成果、所需资源和监测活动联系起来。它还概述了如何定义因果陈述并将其联系起来。（第4.2节）
<ul style="list-style-type: none"> 实施计划包含几个部分，说明需要做什么、何时开展每项行动以及谁负责每项任务 	<ul style="list-style-type: none"> 项目管理对生态修复或社会参与过程的理解一样，都是必不可少的技能。（第4.2.1节）
<ul style="list-style-type: none"> 跟踪实施进度对项目按计划 and 预算进行至关重要 	<ul style="list-style-type: none"> 第4.2节介绍了一些项目跟踪和管理工具。
<ul style="list-style-type: none"> 在整个实施和监测过程中，各级利益相关方的参与都很重要 	<ul style="list-style-type: none"> 第4.5节为开展利益相关方分析提供了指导，而第4.5.1节至第4.5.3节则概述了如何在社区、地方/地区和国家层面实施参与。
<ul style="list-style-type: none"> 红树林修复项目有许多潜在的资金来源，对于大型项目或影响较大的项目，有可能将多种融资方案结合起来 	<ul style="list-style-type: none"> 第4.3节和第4.4节以及本章开头的阅读材料概述了资金状况。

第5章：监测和评估

关键信息	如何落实《手册》中的关键信息和章节链接
<ul style="list-style-type: none"> 监测对于验证项目成功、指导适应性管理以及向利益相关方报告成果至关重要 	<ul style="list-style-type: none"> 第5.2节和本章的阅读清单提供了资源和示例的链接，可帮助设计稳健的监测计划。
<ul style="list-style-type: none"> 监测具体指标对衡量红树林修复项目的相对成功至关重要 	<ul style="list-style-type: none"> 通过评估红树林修复项目在多大程度上取得了特定成果，可以对项目的成就进行反思和交流，并有机会确定适应性管理行动，以改善成果（见第5.2.3节）。
<ul style="list-style-type: none"> 红树林修复项目面临的一个主要挑战是确保在项目资助期结束后继续监测所需的资源 	<ul style="list-style-type: none"> 重要的是要了解资助方不是生态学家，并能够有效地传达长期监测和维护站点的需求。与大学合作并将监测/报告评估转化为学生项目，是降低长期成本的一个选择，同时还能提供教育机会并在全球社区中积累知识和能力。（第5.3节）
<ul style="list-style-type: none"> 适应性管理可用于调整实施计划，以应对不可预见的事态发展 	<ul style="list-style-type: none"> 有关适应性管理的资源可参见第4.2.2节和第5.1.1节。

模块1：蓝碳

关键信息	如何落实《手册》中的关键信息和章节链接
<ul style="list-style-type: none"> 为国家温室气体清单（NGHGs）、国家减排目标（NDCs）和降低因森林砍伐和退化所产生的排放（REDD+）计划衡量红树林修复项目的气候减缓影响，需要遵循特定的监测和报告程序，以确保一致性。 	<ul style="list-style-type: none"> 红树林修复可与旨在减少和清除温室气体排放、提高生物多样性和降低气候变化风险的国家政策保持一致，这为扩大支持有能力满足监测要求的修复项目的范围提供了选择。（见第6.2节和第6.3节）。
<ul style="list-style-type: none"> 根据各国有关红树林和碳交易的法律和政策条件，并非所有红树林修复项目都有资格产生碳信用额。 	<ul style="list-style-type: none"> 自愿碳市场向私营部门投资开放自然保护和修复项目，并有可能为红树林修复输送急需的资金。然而，并不是所有的红树林修复项目都可以作为基于市场的碳项目。参见第6.4.1节和第6.4.5节。
<ul style="list-style-type: none"> 作为碳信用额项目的红树林修复项目有具体的技术监测要求。 	<ul style="list-style-type: none"> 为市场化碳减排项目设计的红树林修复项目的技术要求，与纳入清单、国家自定贡献（NDC）目标或作为REDD+项目一部分所需的测量和监测是不同的。（参见第6.3.1节和第6.5节）
<ul style="list-style-type: none"> 成功产生碳信用额是一个复杂的过程，需要增加行政、技术和监测成本。规模较小的修复地点仅靠预计的碳信用额收入在经济上不可行的。 	<ul style="list-style-type: none"> 附录G概述了主要自愿性市场标准的市场容量、地理和部门范围（另见第6.4.5节和第6.4.6节）。
<ul style="list-style-type: none"> 碳收入有可能会刺激产生不利影响。虽然领先的标准试图避免这种情况，但项目经理应反复评估风险，并在必要时对项目进行适应性管理。 	<ul style="list-style-type: none"> 附录F概述了与红树林修复项目相关的主要碳标准和方法。可通过将社区有效纳入项目设计（第2.2.2节和第3.3节）以及通过合乎道德的利益分享来解决弊端风险（第6.4.7节）。

第2章：设定目标和评估可行性

常见问题

如何为红树林修复制定可衡量的生态和社会目标？

[第2.1.1节](#)

什么是土地保有权，它对我的红树林修复项目有何影响？

[第2.2.1节](#)

在确定项目目标和目的时，我需要考虑哪些人？

[第2.2.2节](#)

什么是基于社区的红树林生态修复？

[第2.2.2节](#)

进行远程评估时应该注意什么？

[第2.2.3节](#)

要了解一个地点是否适合修复，最重要的问题是什么？

[第2.2.4节](#)

我的项目地看上去很好，我还需要考虑其他什么事情？

[第2.3节](#)

气候变化如何影响修复工作，以及如何减轻这些影响？

[第2.3.2节](#)

第三章：项目设计

常见问题

为什么要全面地考虑修复？

[第3.1节](#)

项目设计文件中应包含哪些内容？

[第3.2节](#)

如何设计一个项目来限制可能影响项目成功的社会因素？

[第3.3节](#)

修复地块发生了什么物理变化？如何解决这个问题？

[第3.4节](#)

我需要花钱做什么？

[第3.5节](#)

第4章：参与和实施

常见问题

要做的事情太多了...如何才能更容易处理？

[第4.2节](#)

当事情出错时，应该怎么办？

[第4.2.1节](#)

如何将适应性管理纳入项目实施计划？

[第4.2.2节](#)

如何提高筹款成功率？

[第4.3.1节](#)

什么类型的资金最适合我的项目？

[第4.4节](#)

我想确保社区充分参与...从哪里开始？

[第4.5.1节](#)

第5章：监测和评估

常见问题

我的项目地变化很大，如何知道应该监测什么？

[第5.2节](#)

什么是参考地块？如何使用？

[第5.2.1节](#)

如何可视化、比较和交流多个目标的进展情况？

[第5.2.3节](#)

我需要对项目地监测多久？

[第5.3节](#)

几年后，我想改变数据收集方法...为什么这不是个好主意？

[第5.3节](#)

模块1：蓝碳

常见问题

我们用什么单位来测量碳？

[第6.1节](#)

NDCs与红树林修复项目有何关系？

[第6.2节](#)

什么是REDD+，它与红树林修复项目有什么关系？

[第6.2.2节](#)

什么是第6条，它对我的项目有影响吗？

[第6.3.2节](#)

什么是标准和方法，它们之间有什么区别？

[第6.4.2节](#)

我如何知道是否可以这样做，这样做对我的项目有意义吗？

[第6.4.5节](#)

什么是附加性，我如何知道我的项目是否符合附加性条件？

[第6.4.5节](#)

红树林碳项目有哪些筹资方案？

[第6.4.6节](#)

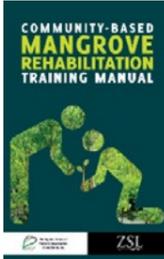
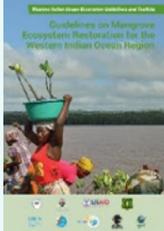
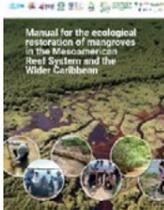
我能否从已实施的红树林修复项目中获得碳信用额？

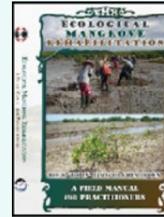
[第6.4.8节](#)

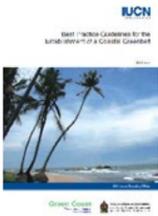
附录B: 方法和框架

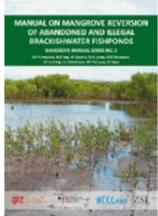
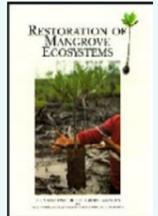
	<p>Teutli-Hernández C., J.A. Herrera-Silveira, D.J. Cisneros-de la Cruz. and R. Román-Cuesta (2020). Mangrove Ecological Restoration Guide: Lessons Learned. Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp.</p> <p>英文版: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/2020-Guide-SWAMP.pdf</p> <p>西班牙语版: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/2020-Guia-SWAMP.pdf</p> <p>本指南的目的是为有志于修复红树林地区的人员提供指导，并加强他们在当地的能力。本指南旨在支持红树林修复计划的提案制定、规划、执行和监测。除具体方法外，它还提出了一项战略，包括在修复过程中整合社会、经济和生态要素。该战略按规划、实施和评估三个一般阶段有序、规范地提出。由于其概念和技术基础考虑了物种、栖息地、种群、群落、生态系统和景观的基本原理和概念，其应用范围包括所有类型的红树林和退化程度。中美洲和加勒比地区是地球上极端天气事件强度和频率显著增加的地区。其中，飓风、干旱和洪水对滨海生态系统的稳定性及其生态系统服务造成了严重影响。中美洲和加勒比地区包括小岛屿国家，这些国家的生态、经济和社会稳定取决于其滨海生态系统（如红树林、海草、盐沼和珊瑚礁）的福祉。联合国已宣布2021-2030年为生态修复十年。本指南旨在支持利用这一机会窗口，提高人们对修复红树林等蓝碳生态系统及其生态系统服务的重要性的认识。</p>
	<p>UNEP and CIFOR (2014). Guiding Principles for Delivering Coastal Wetland Carbon Projects. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya and Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia, 57pp.</p> <p>链接: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BMurdiyarsa1402.pdf</p> <p>本文件为一系列干预措施提供了基于知识的指导，包括政策行动、调整后的管理行动或基于项目的投资，从而改善滨海湿地条件，减缓和适应气候变化。根据滨海湿地管理和修复以及陆地碳项目的经验教训和案例研究，确定指导原则。鉴于将滨海湿地管理纳入气候变化缓解策略具有高潜力，人们考虑将滨海湿地管理涵盖到现有的和不断发展的机制之中，如减少森林砍伐和退化造成的排放（REDD+）和国家适宜的缓解行动（NAMAs）。本指南支持政策制定者、滨海管理实践者和公民社会组织在滨海湿地设计项目和活动，以协同实现适应和减缓目标。可以扩大湿地保护和修复的规模，建立多用途功能景观，将社区活动与可持续环境条件相平衡。</p>

	<p>Primavera, J.H., J.D. Savaris, B. Bajoyo, J.D. Coching, D.J. Curnick, R. Golbeque, A.T. Guzman, J.Q. Henderin, R.V. Joven, R.A. Loma and H.J. Koldewey (2012). Manual on Community-based Mangrove Rehabilitation. Mangrove Manual Series No. 1, London, UK: ZSL, viii + 240pp.</p> <p>链接: https://www.zsl.org/sites/default/files/media/2014-05/Manual%20on%20Community-Based%20Mangrove%20Rehabilitation.pdf</p> <p>伦敦动物学会基于社区的红树林修复项目从2008年持续到2012年，目的是通过将政府租用的废弃鱼塘恢复为红树林、重建法律规定的滨海绿化带以及通过基于社区的森林管理协议（CBFMA）确保滨海土地的使用权，从而加强帕奈和吉马拉斯滨海社区的海岸保护、食物资源和生计收入。在社区森林管理项目期间，种植了近10万株红树林，107.8公顷（56.3公顷鱼塘和51.5公顷绿化带）红树林的修复工作正在进行中。4,000多人积极参与了种植活动，许多人还接受了强化培训。建立或加强了6个人民组织，其中1个获得了社区森林管理和评估（CBFMA），另外5个正在进行中。四年的项目为苗圃和种植阶段的红树林修复提供了许多重要经验。本手册介绍了这些经验教训，最终形成了一套20条红树林修复战略“黄金法则”。</p>
	<p>Global Nature Fund (2015). Mangrove Restoration Guide. Best Practices and Lessons Learned from a Community-Based Conservation Project. Global Nature Fund, Radolfzell, Germany, 60pp.</p> <p>链接: https://www.globalnature.org/bausteine.net/t/8281/GNF_Mangrove_Handbook_2015.pdf</p> <p>本指南介绍了“亚洲红树林再造林——保护气候、森林和生物多样性的地方行动和跨境知识转让”项目的经验和教训。该项目由总部设在德国的非政府组织全球自然基金与斯里兰卡、印度、柬埔寨和泰国的五个当地合作伙伴合作开展。本指南总结了从这些基层红树林修复工作（五个当地案例研究）中吸取的经验教训，这些工作采用基于社区的红树林生态修复（CBEMR）方法，修复了100多公顷受损的红树林。本指南介绍了CBEMR的基本原则、与其他修复方法相比的优势、何时使用种植和CBEMR，并带领读者完成了七个基本步骤，这些步骤被认为是成功修复红树林的重要前提条件。</p>
	<p>ICRI (2018). Mangrove Restoration: The Key Elements to be Considered in Any Restoration Project. Technical Guide. Pole-Relais Zones Humides Tropicales, 2018, 32pp.</p> <p>英文版: https://icriforum.org/wp-content/uploads/2020/05/restoration-guide-eng-WEB-secured%20(1).pdf</p> <p>法语版: https://icriforum.org/wp-content/uploads/2020/05/guide-restauration-web-25.03.pdf</p> <p>本红树林修复技术指南由法国热带湿地网络编写。报告根据对世界各地现有文献和实践的回顾，总结了任何红树林修复项目都可能考虑的要素。生态修复基本上有两种不同的基本方法：自然恢复和红树林种植。本报告对这两种方法进行了描述和深入探讨。由于红树林系统面临的威胁，越来越多的人开始采取修复措施，通常采取的形式是用幼苗重新种植。尽管这些举措付出了努力，但由于缺乏前瞻性规划，结果往往令人失望。问题包括地点选择不当、覆盖范围单一或缺乏与当地利益相关方的协商，所有这些都限制修复行动的中期或长期成功，从而无法修复功能性红树林。修复行动成功的结果是建立一个相对较大、多样化、功能性和可自我维持的红树林，为环境和人类带来益处。因此，根据红树林行动计划（MAP）和湿地国际（Wetlands International）等组织的建议，本指南建议在可行的情况下采用自然定植方法。</p>

	<p>PTFCF and ZSL (2021). Community-Based Mangrove Rehabilitation Training Manual. Philippine Tropical Forest Conservation Foundation and Zoological Society of London, 68pp.</p> <p>链接: https://www.zsl.org/sites/default/files/media/2018-08/Mangrove%20Rehab_Training%20Manual.pdf</p> <p>过去几年来, 公众对红树林重要性的认识不断提高, 尤其是对海岸保护和蓝碳的认识。因此, 国家政府机构、地方政府部门和社区、非政府组织、学校, 尤其是企业界, 纷纷发起种植红树林的倡议。然而, 主要由于缺乏科学指导方案, 这些计划大多没有取得积极成果。为了弥补这一不足, 菲律宾热带森林保护基金会 (PTFCF) 编写了这本手册, 向菲律宾开展红树林修复工作的团体分发。该手册是《社区红树林修复手册》(Primavera 等人, 2012a, 见上文) 的节选版, 记录了菲律宾伦敦动物学会在红树林苗圃和繁殖体种植方面的经验。该培训手册的最新版本附有《红树林损害和修复评估指南》, 该指南是在 2013 年受到超级台风“约兰达”的影响后起草的。</p>
	<p>Kairo, J.G. and M.M. Mangora (2020). Guidelines on Mangrove Ecosystem Restoration for the Western Indian Ocean Region. UNEP-Nairobi Convention/USAID/WIOSMA, 71pp.</p> <p>链接: https://www.nairobiconvention.org/CHM%20Documents/WIOSAP/guidelines/GuidelinesonMangroveRestorationForTheWIO.pdf</p> <p>《西印度洋地区红树林修复准则》首次分析了该地区红树林修复项目面临的风险和挑战, 并指出了潜在的解决方案。该指南由《内罗毕公约》成员国在联合国环境规划署-内罗毕公约、西印度洋海洋科学协会和西印度洋红树林网络的支持下制定。各国政府、资源管理人员、科学家、民间团体和广大社区在开展红树林保护和管理活动时均可使用这些指南。通过纳入该地区的案例研究, 指南还加强和促进了西印度洋及其他地区的经验教训和最佳实践的共享。</p>
	<p>Teutli-Hernández et al. (2021). Manual for the ecological restoration of mangroves in the Mesoamerican Reef System and the Wider Caribbean. UNEP and Mesoamerican Reef Fund, Guatemala, 114pp.</p> <p>链接: https://marfund.org/en/wp-content/uploads/2022/01/Manual-for-Mangrove-restoration.pdf</p> <p>中美洲珊瑚礁地区 (MAR) 和大加勒比海地区的红树林是生活在沿海地区超过 1.34 亿人的经济基础, 提供了一系列生态系统服务, 尤其是蓝碳储存和抵御该地区极易遭受的洪水、风暴和飓风。本手册旨在加强地方、国家和地区在修复海洋生态系统和加勒比海地区红树林生态方面的能力。在《卡特赫纳公约》和“2021-2030 年联合国生态系统修复十年”框架内, 红树林生态修复 (ER) 被视为一种基于自然的解决方案 (Nbs), 可应对气候变化的影响, 并有助于实现联合国可持续发展目标。本手册为中美洲和加勒比海地区提供了高质量的技术修复指南, 涉及被动和主动修复方法。手册还提供了一份加勒比地区积极修复团体的详尽清单。</p>

	<p>R.R. Lewis and B. Brown (2014). Ecological Mangrove Rehabilitation. A Field Manual for Practitioners. Mangrove Action Project, 151pp.</p> <p>链接: https://blue-forests.org/wp-content/uploads/2020/04/Whole-EMR-Manual-English.pdf</p> <p>多年来, 人们曾多次尝试修复红树林。其中一些是大规模的, 涉及几千公顷的沿海土地。相比之下, 其他的努力规模较小, 修复的红树林面积可能不到一公顷。种植红树林的技术和方法多种多样。根据从成功和失败中吸取的经验教训, 本实地手册旨在介绍红树林修复的详细过程, 该过程已在不同地点、不同规模的应用中被证明是成功的。红树林生态修复 (EMR) 让社区在进行红树林修复之前考虑社会、经济和生态因素, 并依靠监测来为长期的纠正行动提供信息。本《红树林生态修复手册》还简要介绍了世界各地的案例研究, 其中既有成功的红树林修复尝试, 也有失败的红树林修复尝试。</p>
	<p>PPA (2020). Mangrove Rehabilitation Guidelines. Report A382466, Pilbara Ports Authority, Port Hedland, 21pp.</p> <p>链接: https://www.pilbaraports.com.au/about-ppa/publications/forms-and-publications/forms-publications/guideline/2020/june/mangrove-rehabilitation-guidelines</p> <p>该实用指南专门针对与拆除临时基础设施和相关施工围护结构有关的红树林修复问题, 特别关注西澳大利亚半干旱的皮尔巴拉地区。该指南讨论了皮尔巴拉地区的红树林栖息地、在红树林栖息地安装和拆除 (退役) 基础设施的实际考虑因素、红树林修复和补偿项目的方法、拆除临时基础设施和通道 (如道路、堤坝、输送机、管道穿越、日晒盐池、装有疏浚弃土的池塘) 后的红树林修复、自然定植和种植、完成标准以及修复进度监测。</p>
	<p>Lewis, R.R. III and B. Brown (2006). Five Steps to Successful Ecological Restoration of Mangroves. Mangrove Action Project, 64pp.</p> <p>链接: https://dcrm.gov.mp/wp-content/uploads/crm/5_steps_to_restoration_of_mangroves.pdf</p> <p>这本漫画风格的指导手册介绍了成功修复红树林所需的五个关键步骤 (最初由已故的 Robin Lewis III 制定): (1) 了解现场红树林物种的自生态学 (单个物种生态学); 特别是繁殖、繁殖体分布和成功育苗的模式; (2) 了解控制目标红树林物种分布、成功建立和生长的正常水文模式; (3) 评估目前阻碍自然次生演替 (受损后恢复) 的原始红树林环境变化; (4) 设计修复计划, 以修复适当的水文, 并在可能的情况下, 利用红树林的自然繁殖来建立植被; (5) 只有在确定 (通过步骤 1-4) 自然繁殖无法提供作为修复项目目标的成功建立的幼苗数量、稳定率或幼苗生长率后, 才利用繁殖体、收集的幼苗或培育的幼苗进行种植。这本出色的指南是后来的《实践者实地手册》(Lewis 和 Brown, 2014) 的前身。</p>

	<p>IUCN (2007). Best Practice Guidelines for the Establishment of a Coastal Greenbelt. IUCN, Sri Lanka office, 16pp.</p> <p>链接: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2007-021.pdf</p> <p>这些准则的总体目标是制定一种系统设计的共同方法,以修复、复原和/或重建植被屏障/缓冲带(绿化带),使其具有足够的韧性和稳定性,以防止或减轻气旋、风暴潮和海啸等自然灾害的破坏性影响。海啸发生后,人们对修复或重新建立滨海植被带的需求热情高涨,并被广泛接受,但近来却出现了一些无序和混乱的修复工程,很可能会产生严重的负面影响。这些指导原则的目的是确保按照海岸保护的基本标准和政策,建立综合完善的绿化带。</p>
	<p>ADB (2018). Community-Based Mangrove Planting Handbook for Papua New Guinea. Asian Development Bank, GEF, 86pp.</p> <p>链接: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/479436/png-mangrove-planting-handbook.pdf</p> <p>该出版物是巴布亚新几内亚政府的一项举措,为如何修复红树林提供了逐步指导。其目的是帮助应对气候变化的影响,特别是巴布亚新几内亚普遍存在的滨海洪灾。它是出于碳固存、自然保护、支持渔业和生态旅游等多种目的种植红树林的资源。它为以社区为基础、以种植为重点的红树林修复项目提供了一套指导方针。</p>
	<p>SPREP (2020). Mangrove Planting Guidelines for Kiribati. DAMCO Consulting, for the South Pacific Regional Environment Programme (SPREP), 15pp.</p> <p>链接: https://www.sprep.org/sites/default/files/documents/publications/mangrove-planting-guidelines-Kiribati.pdf</p> <p>基里巴斯红树林种植实用指南。虽然本报告的重点是基里巴斯的红树种植,但其中大部分内容也适用于太平洋地区的其他地方。指导原则的基础是对全球红树林种植工作的文献综述、对塔拉瓦(基里巴斯)红树林种植以往成就的评估以及作者的个人经验。</p> <p>指南讨论了基里巴斯的红树林、种植理由、成功的关键步骤、何时种植、失败的常见原因、苗圃建立、种植方法、低技术混合工程、社区参与、期望、监测和评估。</p>
	<p>Marchand, M. (2008). Mangrove Restoration in Vietnam - Key Considerations and a Practical Guide. Deltares, December 2008, 42pp.</p> <p>链接: https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:98b5ba43-1452-4631-81dc-ad043ef3992c/datastream/OBJ/download</p> <p>本报告总结了有助于成功开展红树林修复或种植项目的因素,重点介绍了越南的情况。它可作为规划这些项目的实用指南。报告讨论了越南的红树林及其在暴风雨和侵蚀防护中的作用、以往红树林修复工作的成功与失败、成功修复红树林的五个步骤(基于Lewis和Brown, 2006年;见上文)、监测和维护要求以及成本。</p>

	<p>Primavera et al. (2014). Manual on Mangrove Reversion of Abandoned and Illegal Brackish Water Fishponds. GIZ-ZSL, 124pp.</p> <p>链接: https://www.zsl.org/sites/default/files/media/2014-05/Manual%20on%20Mangrove%20Reversion%20of%20Abandoned%20and%20Illegal%20Brackishwater%20Fishponds.pdf</p> <p>本手册为废弃虾塘地区的红树林修复提供了广泛的资源。本手册是《社区红树林修复手册》(Primavera等人, 2012b; 见上文)的续篇,但重点关注废弃和非法养殖塘的红树林修复。虽然该手册以菲律宾为重点,但对许多其他东南亚国家也有很高的相关性,同样有助于指导这些国家的修复工作。手册分为四部分,包括[1]关于红树林(区系、物种、现状)和咸水池塘水产养殖(包括池塘废弃和权属制度)的一般介绍, [2]咸水池塘清单(包括绘制地图和确定权属状况的步骤), [3]红树林生长的生物物理考虑因素,以及[4]将池塘恢复到适合红树林生长的条件的规程。</p>
	<p>Wetlands International (2021). Technical Guidelines Series Building with Nature to Restore Eroding Tropical Coastlines. Series of 5 separate technical guidelines</p> <p>链接: https://www.wetlands.org/news/technical-guidelines-released-for-restoring-eroding-tropical-coastlines/</p> <p>通过以自然为基础的方法修复被侵蚀的热带红树林海岸线的五项技术性、科学性和实用性指南,详细关注技术和社会经济方面。这些指南基于在中爪哇(印度尼西亚)实施地区规模试点过程中获得的见解和经验教训,是印度尼西亚“与自然共建”计划的一部分。在这些实用指南中分享经验教训的目的,是让印尼其他地方和其他地区的政府机构、水资源和水产养殖部门以及非政府组织能够效仿。需要强调的是,“与自然共建”措施应是滨海地区综合管理的一部分,需要对问题有透彻的理解和系统分析。</p>
	<p>Wetlands International (2020). Mangrove restoration: to plant or not to plant? Wetlands International, Wageningen, 12pp. (available in English and 10 other languages, including Bahasa Indonesia, Burmese, Spanish, Thai, Vietnamese, Khmer, Malay, Filipino, Chinese and Kiswahili).</p> <p>链接: https://www.wetlands.org/publications/mangrove-restoration-to-plant-or-not-to-plant/</p> <p>红树林种植已大受欢迎。然而,大多数种植工作都以失败告终。更有效的方法是创造适当的条件,让红树林自然恢复生长。以这种方式修复的红树林一般都能更好地存活和发挥作用。本出版物旨在探讨参与红树林修复的每个人都应该提出的问题:种还是不种?本指南的重点是通过恢复有利的生物物理和社会经济条件来促进自然恢复,剩下的就交给大自然吧。在某些情况下,种植可以帮助或丰富自然再生过程,但不鼓励在非红树林栖息地和显示自然恢复的区域进行种植。</p>
	<p>Field, C. (Ed.) (1996). Restoration of Mangrove Ecosystems. International Tropical Timber Organization (ITTO) and International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa (Japan), 250pp.</p> <p>链接: http://www.mangrove.at/mangroveshop/restoration-of-mangrove-ecosystems.html</p> <p>这是第一本关于红树林修复的全球指南,尽管现在已经绝版,但仍然非常出色。该书介绍了红树林修复的基本原理和基本原则,13个案例研究章节介绍了亚洲、美洲和沙特阿拉伯的修复项目,最后一章介绍了修复红树林生态系统的一般指导原则,详细介绍了选址、物种选择、种子采集、育苗方法、种植和种植后的养护。</p>

	<p>Chan, H.T. and S. Baba (2009). Manual on Guidelines for Rehabilitation of Coastal Forests damaged by Natural Hazards in the Asia-Pacific Region. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME) and International Tropical Timber Organization (ITTO), 66pp.</p> <p>链接: https://www.preventionweb.net/files/13225_ISMEManualoncoastalforestrehabilita.pdf</p> <p>本手册为修复红树林和其他沿海森林提供了概述和指导原则。指南包括修复的理由、物种选择、选址和准备、繁殖和种植、监测和养护以及案例研究。案例研究提供了过去和正在进行的滨海森林修复项目的成败经验。手册包括有关滨海森林(红树林、海滩和沙丘森林以及珊瑚岛森林)、自然灾害(海啸、热带气旋、海岸侵蚀和海平面上升)以及滨海森林的保护作用的介绍性章节。该手册是国际海洋生态学和海洋气象学研究所/国际热带木材组织“亚太地区受海啸和其他自然灾害破坏的红树林和其他滨海森林的修复”前期项目的最终成果。</p>
	<p>Bhat, N.R., A. Al-Nasser, M.K. Suleiman and L. Al-Mulla (2007). Growing Mangroves for Enrichment of Kuwait's Coastline (Guidelines and Recommendations). Kuwait Institute for Scientific Research (KISR), 2nd Edition (2007), 25pp. (In English and Arabic).</p> <p>这本实用的小册子共25页,为在阿拉伯/波斯湾干旱地区的海岸线种植红树林提供了有益的指导,尤其侧重于科威特。它讨论了科威特的红树林、在科威特种植红树林的理由及其益处、选址、选择红树林物种(白骨壤)和繁殖体来源、苗圃培育、实地种植和生长监测。该书还有阿拉伯文版本(由科威特科学研究院提供)。</p>
<p>谷歌地球引擎红树林绘图方法</p>	<p>The Google Earth Engine Mangrove Mapping Methodology (GEM) provides an intuitive, accessible, and replicable tool which caters to a wide audience of non-specialist coastal managers and decision makers.</p> <p>链接: https://github.com/Blue-Ventures-Conservation/GEEMMM</p> <p>全球红树林分布图是专为绘制多日期红树林分布图和量化全球红树林分布的动态而设计的。该工具不需要遥感、地理空间分析或编码方面的高级技能,但在设计时假定用户具备基本的计算机技能,并熟悉绘制红树林地图和评估动态的关键步骤。</p>
<p>基于社区的生态系统服务付费</p>	<p>Rakotomahazo, C., Ravaoarinosihoaana, L.A., Randrianandrasaziky, D., Glass, L., Gough, C., Todinanahary, G.G.B., Gardner, C.J. (2019). Participatory planning of a community-based payments for ecosystem services initiative in Madagascar's mangroves, <i>Ocean and Coastal Management</i>, Volume 175, pp. 43-52.</p> <p>链接: https://blueventures.org/publications/participatory-planning-of-a-community-based-payments-for-ecosystem-services-initiative-in-madagascars-mangroves/</p> <p>这份经过同行评审的出版物详细介绍了马达加斯加Tahiry Honko项目中使用的两种参与式方法(参见案例研究)。该项目与10个沿海社区共同举办了公众参与地理信息系统和概念模型研讨会,以调查他们所使用的红树林资源的动态和空间分布情况。</p>

附录C: 治理、机构、生计和红树林修复: 一些关键问题和工具

关键问题	为什么重要?	分析和参与工具
<p>社会和经济背景</p>	<p>社会经济因素直接和间接地影响着红树林的修复。社会经济背景包括了解各种行为主体(例如,个人、团体、机构)及其彼此之间以及与红树林资源之间的关系。这包括理解直接和间接利用红树林资源及红树林区域的用户的价值观,以及那些对红树林及其健康有兴趣或其活动以某种方式可能影响红树林的其他利益相关方。直接用户可能包括那些砍伐红树林木材、用其制作木炭、利用红树林区域内开发的不同渔业资源的人,以及那些在红树林区域内部或毗邻地开展水产养殖、农业或工业活动的人。间接用户则包括那些利用依赖于红树林作为其生命周期的至少一部分的鱼类资源的人(作为育幼场、避难所或觅食区)。鉴于红树林对热带沿海水域许多商业重要鱼类资源的生命周期的重要性,红树林资源的间接用户通常会包括女性、男性和儿童,渔民、渔工、加工者以及其他参与鱼类和海鲜产业及市场的人员,即使他们很少或从未直接接触红树林。生活在沿海地区的许多人都受到红树林的保护,他们也是红树林的“使用者”,因为他们的生活和生计可能依赖于现有红树林对海岸的进一步保护。“间接”利益相关方包括那些其活动可能正面或负面影响红树林和红树林修复过程的同样广泛的人群。例如,为红树林区域提供上游水源的用户、可能产生对红树林区域造成污染影响的农业和工业活动的参与者,以及那些在流域中的森林区域内开展活动、其活动将影响河口地区径流和沉积物的人。</p>	
<p>确定红树林使用者并了解他们之间的权力关系</p>	<p>使用红树林和红树林区域的人群及其特点将对红树林修复的可行性和实施方式产生重大影响。那些生计依赖于获取和使用红树林的采掘使用者显然对修复工作有着更直接的兴趣,因为这可能会对他们的生计产生积极或消极的影响,而且他们是红树林资源的潜在管理者,对红树林资源的可持续性有着直接的兴趣。将女性利益相关方及其角色纳入其中非常重要(见下文)。</p>	<p>利益相关方分析是确定谁应参与管理和修复活动的有效方法^{149, 162, 163}。</p> <p>一些有助于这一过程的工具包括:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ALNAP利益相关方分析工具包 • FAO促进多利益相关方进程的工具 • IIED在多方利益相关方进程中使用利益相关方和权力分析 • WWF利益相关方分析

<p>了解红树林和红树林资源在当地生计和当地经济中的直接和间接作用</p>	<p>正确分析红树林在不同人群的生计中所扮演的角色（即红树林地区的资源和红树林地区的使用）是红树林修复规划的关键。红树林区域包含众多生计“龛位”，不同的社会、性别、年龄和经济群体可能以不同的方式使用这些龛位。同样，需要了解红树林资源和红树林使用与更广泛的经济之间的联系，以确定红树林退化的主要驱动因素以及红树林管理的潜在机会。分析红树林使用的历史趋势、驱动变化的因素以及当地经济、社会和技术发展的当前趋势也很重要。在应对气候变化的背景下，这种分析可能会越来越多地包括更广泛的政治问题，包括保护和养护红树林的国际承诺，以及对养殖虾等红树林相关产品的全球化需求所带来的压力。</p>	<p>生计分析，以便更详细地了解不同用户群体如何影响红树林修复和管理干预措施和/或受其影响。</p> <p>链接:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DFID可持续生计指导手册 • FAO可持续生计电子学习课程 • FAO/ILO生计评估工具包 • 生计中心生计工具箱
<p>了解使用者的性别和年龄特征</p>	<p>了解使用或依赖红树林的社区和家庭成员的性别和年龄，以及红树林使用者的具体性别和年龄尤为重要。虽然红树林地区一些较为“明显”的活动，如砍伐木材和捕鱼，可能是由男性进行的，但妇女和儿童往往直接参与资源使用和资源开采活动，这些活动对家庭生计和当地经济起着重要作用。这些活动包括拾柴、收获贝类和软体动物、在红树林内或其边缘的浅水道和水池中使用各种主动和被动渔具捕鱼，以及退潮时在泥滩上拾贝。例如，在孟加拉国沿海的红树林地区，妇女和儿童使用简单的推网为水产养殖业收集虾苗。在开发红树林修复项目时，可以考虑这些类型的使用，以便更好地为社区中的所有群体服务。可能需要特别注意了解和规划围绕性别关系和男女相对权力和影响力的制度安排，以及不同年龄组之间的权力关系。</p>	<p>性别分析工具，用于深入了解红树林资源利用的性别层面。</p> <p>有关性别分析，请链接:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 面向未来的红树林性别分析工具包 • CASCAPE性别分析工具手册 • IUCN性别分析指南 <p>儿童在红树林资源利用中的作用分析指南。</p> <p>有关儿童角色的分析，请链接至:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FAO农业童工评估手册 • FAO/ILO关于解决渔业和水产养殖中童工问题的指南
<p>制度背景</p>	<p>制度环境影响着红树林修复干预措施的设计及其成功的可能性。制度背景既包括“有组织的”机构（政府部门、资源使用者组织、地方和国家立法机构以及代议机构）、制度规范（如保有权制度、传统管理安排），也包括社会中不那么具体的“游戏规则”（如群体间根深蒂固的权力关系、行为规范）¹⁶⁴。任何长期存在并服务于某种集体价值目的的安排¹⁶⁵都可被视为可能影响红树林修复和管理的制度。</p>	

<p>分析和绘制制度图</p>	<p>了解红树林修复的制度和机构背景，需要分析各种形式和结构的机构和制度——正式与非正式、结构化与非结构化的。其中一些机构可能会直接影响红树林的使用方式，这种影响可能是明显的（例如，当地社区之间的习惯性使用权、地方土地所有权安排、负责红树林保护的政府机关，或者不同用户组织，如渔民、参与贝类采集的当地妇女、柴火收集者或鱼农）。其他机构可能有重要但不那么明显的影响。这可能包括一系列广泛接受但未以任何形式正式化的“安排”（例如，某些有影响力但非正式领导者的权力行使，或来自特定背景或年龄组的人们之间的非正式网络）。对于所有这些“机构”和“制度”，一些关键方面包括：一个机构处理什么以及如何确定（职权和合法性）？机构应该做什么以及实际上做了什么（正式与非正式的职责）？谁是机构的成员以及如何确定（成员资格、包容性和排他性）？一个机构的规则是什么，如何决定以及如何执行（规则、规定、规范和价值观）？</p>	<p>机构分析可采用多种方法。可用于机构分析和制图的资源包括:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IFAD制度分析工具 • 世界银行制度、政治和社会分析资料手册 • IIED用于分析制度和政策的强大工具 • E. Ostrom (2010) 为研究制度变革设计分析工具 • UNDP创建分析工具以研究制度变革指导说明
<p>与机构合作并促进制度变革</p>	<p>与机构合作，鼓励它们为修复工作创造一个更加支持性的制度环境，这个过程可能特别具有挑战性。在某些情况下，红树林修复计划可能需要创建新的机构或组织，以提供更有效的支持，但更多情况下，修复项目将需要与现有的机构合作，并在现有的制度安排内进行工作。理解机构是否“适合其用途”，换句话说，是否具备执行预期的红树林管理和修复相关角色和任务的能力是重要的。基于这种理解，可以识别潜在的制度变革、加强和能力建设的领域，并开展工作以支持红树林修复努力。各种过程旨在通知和影响机构，催化机构内的变化，发展其现有能力和优势，以发展更加“赋能”的制度环境。带来制度变化的时间框架可能很长（数十年），但包括制度改革、领导力加强和能力建设的过程作为红树林修复工作的一部分，可以带来好处。</p>	<p>关于开展向机构提供信息和影响制度变革进程的指导，请链接至:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The OXFAM影响力指南 • IFAD制度分析工具 <p>关于确定机构能力及其是否“适合目的”，请链接到:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNDP制度和背景分析指导说明 <p>关于发展新的机构，可链接到:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FAO创建社区林业机构 <p>关于机构能力发展，请链接至:</p> <p>有效机构平台</p> <p>关于促进制度变革，请链接至:</p> <p>IIED探索制度变革</p>
<p>立法背景</p>	<p>围绕红树林、红树林管理和红树林修复的立法安排将对哪些红树林修复干预措施的可行或不可行产生根本性影响。</p>	

<p>了解现行立法、推动立法改革和许可要求</p>	<p>了解有关红树林使用、渔业以及与红树林区域有关的不同参与者和机构的作用和责任的法律法规是非常重要的。</p> <p>在滨海环境中开展红树林修复活动可能会触发需要审批（许可证）的政府法律法规。修复特定区域可能还需要社区或土地所有者的许可。鉴于红树林位于陆地和海洋的交界处，可能需要渔业、海洋、环境和规划部门等多个政府机构的许可¹⁴⁴。获得许可可能需要几个月的时间，通常需要支付申请费，并需要专业技能来完成审批文件。在项目规划初期了解相关流程，包括所涉及的成本和资源，可以加快项目进展。与相关联邦、州和地方政府机构以及当地社区和传统所有者进行磋商，有助于确定所需的许可和权限。</p> <p>引入新的立法通常会涉及复杂而长期的过程，并需要在各个层面动员政治支持。</p>	<p>为了解并努力改善立法环境，请参考以下链接：</p> <ul style="list-style-type: none"> • IUCN红树林治理的法律框架 • FAO小型渔业立法 • FAO小型渔业的政策和法律诊断工具 <p>为使立法者了解立法改革的必要性并对其进行施加影响，请链接至：</p> <ul style="list-style-type: none"> • The OXFAM影响力指南 • IFAD制度分析工具
<p>治理安排</p>	<p>红树林区域的治理安排由相关机构及其工作方式、现行法律法规及其实施或执行方式以及不同主要参与者和利益团体之间的关系共同决定。对红树林利益相关方及其生活和工作环境的分析（如上所述）将有助于那些实施红树林修复干预措施的人确定有哪些治理安排，这些安排是如何形成的，为什么会持续存在，以及如何改变或管理这些安排以促进红树林的修复。对治理安排的了解可以突出不同潜在管理安排的适用性，例如说明红树林使用者如何扮演红树林管理者的角色，以及使其成为可能的制度安排。</p>	

<p>改善治理和创造有利环境</p>	<p>治理安排的变革往往取决于体制和立法环境的相应变化，从而使改善治理成为可能，即创造一个“有利的”环境。这些变化往往需要长期的参与和机构发展与改革进程。然而，引入更好的红树林区域管理措施将有助于变革进程，为更高层次的机构变革创造压力。推广合作、共同管理的方法，让一系列利益相关方参与决策过程和管理的实施，可能尤为重要。红树林使用者与地方当局、政府机构和其他地方组织之间不同程度的合作将适用于不同的环境，并没有单一而有效的共同管理模式。适应性方法是关键。这里建议了一系列来源包括改进红树林、森林和渔业法规、规则和治理安排的备选方案。</p>	<p>关于改进治理安排，请链接：</p> <ul style="list-style-type: none"> • FAO负责任渔业行为守则 • FAO权属安排负责任治理自愿准则 • FAO使用权管理技术指南 • FAO可持续森林管理工具箱 • FAO确保可持续小型渔业自愿准则 <p>关于红树林或渔业的适应性管理和共同管理方法，请链接至：</p> <ul style="list-style-type: none"> • CIFOR适应性合作管理实地指南 • 欧洲低影响力渔民对小型渔业的共同管理 • MRAG有关适应性渔业管理中的适应性学习的研究成果
--------------------	--	---

附录D：项目目标、目的和指标示例

红树林修复项目的生态和社会目标、目的和指标的实例，重点关注关键生态系统和社会属性（改编自国际修复标准）⁶。

在这个虚构的案例中，红树林的退化和损失是由几种威胁造成的：1) 水文改变（即缺乏潮汐流）；2) 杂草入侵；3) 木材采伐。

项目愿景：“恢复水文连通性，提高红树林覆盖率，加强长期碳储存，并通过出售碳信用额度来激励减少对红树林的采伐”。

目标类型 (生态或社会)	属性	目标	目的	测量指标	预期成果	预期效果	时限 (年)
生态	生物物理条件	水文在两年内恢复到与参考模式相同的状态	1年内，该地点的海水盐度升至参考模式盐度的50%	水的盐度	水的盐度升高	达到参考模式条件要求的50%	1
生态	物种组成	红树林物种多样性在25年内恢复到与参考模式相同的水平	红树林物种丰富度在5年内增至达到参考模式物种丰富度所需的20%	红树林物种丰富度	红树林物种数量增加	达到参考模式条件要求的20%	5
生态	物种组成	在25年内将与红树林相关的关键和/或指示性大型动物物种的多样性恢复到参考模式	红树林大型动物（例如，蠕虫、蟹和软体动物）的关键种和/或指示种的丰富度和多样性与参考模式相似度达到80%，并在5年内实现	关键和/或指示性大型底栖生物物种	关键和/或指示性大型底栖动物物种的丰度和多样性增加	达到参考模式条件要求的80%	5

目标类型 (生态或社会)	属性	目标	目的	测量指标	预期成果	预期效果	时限 (年)
生态	结构多样性	红树林基底面积在25年内恢复到参考模式	红树林基底面积在5年内增加到参考模式基底面积要求的20%	红树林基底面积	基底面积增加	达到参考模式条件要求的20%	5
生态	生态系统功能	红树林地上生物量储存的碳在25年内增加了1.67亿吨/公顷	红树林储存的碳在5年内增加到实现总体目标所需的20%	地上和地下生物量、土壤碳储量	碳储量增加	实现总体碳储存目标所需的20%	5
生态	外部信息交换	水文连通性在2年内恢复到参考模式	潮汐淹没深度在1年内增加到参考模式潮汐淹没所需深度的50%	潮汐淹没深度	潮汐淹没深度增加	达到参考模式条件要求的50%	1
生态	无威胁因素	外来杂草物种在25年内消失	外来杂草物种的密度在2年内降低50%	入侵物种密度	入侵物种密度下降	50%	2
社会	可持续经济	红树林碳信用额度在5年内为当地社区成员提供可行的替代生计	红树林碳支付带来的年收入在5年内使社区收入增加50%	红树林碳支付收入	当地社区从红树林碳中获得的收入比例增加	增长50%	5
社会	社区福祉	5年内改善当地社区的归属感	当地社区成员前往红树林区休闲的人数在5年内增加50%	当地人访问量	当地人访问量增加	增长50%	5

实践者评估红树林修复项目成果的框架，可使用上述示例。该实例是对一个面积为150公顷的退化地点进行修复。

目标类型 (生态或社会)	属性	目标	目的	测量指标	预期成果	预期效果	时限 (年)
社会	利益相关方参与	红树林修复项目产生的碳信用额的购买者在5年内公开宣传其参与情况和收益	2年内至少有1个碳信用额购买者发布参与项目的广告	利益相关方宣传	利益相关方宣传增加	1个利益相关方	2
社会	惠益分享	正式确定治理安排，以确保当地利益相关方主导红树林修复活动，并在5年内整个社区公平分配碳信用额款项	两个当地利益相关方正在管理修复活动，并在5年内能够分配碳支付款项	担任正式管理职位的当地利益相关方数量	当地管理者数量增加	2个管理者	5
社会	丰富知识	通过让当地社区成员参与公民科学家活动，丰富对红树林生态系统服务的认识	参与碳储量监测的公民科学家人数在5年内增加50%	参与碳储量监测的公民科学家人数	公民科学家参与程度增加	增长50%	5

项目评估阶段	社会参数	碳信用参数	水文和生态功能参数
项目目标	目标 (a): 确保利益相关方积极参与和支持，并建设管理能力，以确保项目的长期和持续可持续性。	目标 (b): 按照碳市场标准开发和注册项目，以发放碳信用额。	目标 (c): 改善水文和生态功能。
目的	目标 (a): 积极参与项目设计和实施的各个方面并接受培训，提高管理能力。	目标 (b): 制定有信誉的碳标准和方法，并对项目进行登记。	目标 (c): 重建水文连通性，改善整个项目地的生态功能。
里程碑和指标	利益相关方积极参与制定短期、中期和长期项目里程碑，并采用SMART指导方，确定在一段时间内应达到的基准。 项目管理委员会中有主要社区成员的代表，他们积极参与决策。	遵守项目申请截止日期。	整个修复区在春季涨潮时被淹没。 在开展水文修复活动的6个月内，项目区内红树林的自然生长十分明显。 18个月内，幼苗在整个项目区内自然生长，密度大于每平方米1株。 在18个月内，野生动物对自然生长的幼苗的捕食减少了80%。 有害植物密度在18个月内降低80%。
成果	大多数利益相关方都参与了里程碑的设定（利益相关方分析中确定的10个利益相关方中的6个），并在项目管理委员会中有代表，但对决策的参与/介入仍然有限。	市场申请期限已到，项目已获批准，修复活动已按照所适用的温室气体标准开始进行。	大部分修复区域都被淹没，但一些向陆边缘在春季潮汐时仍然干燥。 6个月内可观察到幼苗自然生长，18个月内幼苗可在大部分（但不是全部）项目区域内自然生长。 通过围栏减少了放养家畜对幼苗的影响，但在向陆边缘仍存在有害植物。
成果评估	部分完成 (6/10)。	全部完成 (10/10)。	部分完成 (7/10)。
补救行动	举办更多能力建设讲习班/培训，以建立管理层的信心。	不适用	使用机械挖掘机平整向陆边缘，确保完全淹没，这将降低有害植物的密度，促进整个项目区的植物生长。

附录E：工作计划和成果评估要素示例

项目目标	目的	行动	里程碑和关键绩效指标	产品和/或交付成果	所需资源	监测和报告
<p>将退化的150公顷土地修复为红树林，并：</p> <p>确保利益相关方积极参与和支持，并建设管理能力，以确保项目的长期和持续可持续发展；</p> <p>开发和注册该项目，以产生碳信用额；</p> <p>改善水文和生态功能。</p>	<p>目的 (a)：利益相关方积极参与项目设计和实施的各个方面并接受培训。建设管理能力。</p>	<p>确定利益相关方，包括社区成员。</p> <p>在整个项目的设计和实施过程中，实行自由、事先和知情同意 (FPIC) 原则。</p> <p>促进和推动所有利益相关方之间的沟通。</p> <p>必要时举办培训和讲习班。</p> <p>让社区成员参与项目管理。</p>	<p>利益相关方积极参与与制定短期、中期和长期项目里程碑，并采用 SMART 指导方法，确定在一段时间内应达到的基准。</p> <p>项目管理委员会中有主要社区成员的代表，他们积极参与决策。</p>	<p>概述利益相关方的社会、政治和经济特征的文件。</p> <p>与社区、其他组织和政府机构商定、签署并正式生效的协议。</p> <p>开展培训和研讨会活动（例如，如何进行生物多样性调查、项目管理技术）。</p>	<p>文具、咨询人力资源、差旅、每日津贴、沟通需求。</p>	<p>使用SMART框架对利益相关方对计划的态度进行量化评估。</p>

项目目标	目的	行动	里程碑和关键绩效指标	产品和/或交付成果	所需资源	监测和报告
<p>将退化的150公顷土地修复为红树林，并：</p> <p>确保利益相关方积极参与和支持，并建设管理能力，以确保项目的长期和持续可持续发展；</p> <p>开发和注册该项目，以产生碳信用额；</p> <p>改善水文和生态功能。</p>	<p>目的 (b)：制定有信誉的碳标准和方法，并对项目进行登记。</p>	<p>根据著名的标准（如 Verra）和方法（如 VM0033）开发项目 PIN/PDD。</p> <p>按照选定的标准提交项目申请和所有证明文件，并确保符合所有要求。</p>	<p>遵守项目申请截止日期。</p> <p>项目在修复工作开始前获得批准。</p>	<p>项目 PIN 和/或 PDD 已完成并提交。</p>	<p>文件、现场评估细节、理解和执行标准要求的人员能力以及所使用的方法。</p>	<p>报告符合所选标准的要求。</p>

项目目标	目的	行动	里程碑和关键绩效指标	产品和/或交付成果	所需资源	监测和报告
将退化的150公顷土地修复为红树林，并： 确保利益相关方积极参与和支持，并建设管理能力，以确保项目的长期和持续可持续发展； 开发和注册该项目，以产生碳信用额； 改善水文和生态功能。	目的(c)：重建水文连通性，改善整个场地的生态功能。	拆除潮汐淹没的结构和/或障碍，确保整个场地的水文连接畅通无阻。 有害动植物控制活动。	春季涨潮时，整个修复区域都会被淹没。 在开展水文修复活动的6个月内，项目区内红树林的自然生长十分明显。 18个月内，幼苗在整个项目区内自然生长，密度大于每平方米1株。	为生物物理、水文和生物指标编制 BACI 技术报告。	清除潮汐水流障碍的资源（人力、机械、技术设计）。 在苗圃环境中培育和种植红树林幼苗的资源（如果计划种植红树林）。 通过围栏减少野生动物放牧的危害。	监测植被、生物多样性和水文，并与参照（对照）地点进行比较。

实践者评估红树林修复项目成果的框架，可使用上述示例。该实例是对一个面积为150公顷的退化地点进行修复。

项目评估阶段	社会参数	碳信用参数	水文和生态功能参数
项目目标	目标 (a)：确保利益相关方积极参与和支持，并建设管理能力，以确保项目的长期和持续的可持续性。	目标 (b)：按照碳市场标准开发和注册项目，以发放碳信用额。	目标 (c)：改善水文和生态功能。
目的	目的 (a)：积极参与项目设计和实施的各个方面并接受培训，提高管理能力。	目的 (b)：制定有信誉的碳标准和方法，并对项目进行登记。	目的 (c)：重建水文连通性，改善整个场地的生态功能。

项目评估阶段	社会参数	碳信用参数	水文和生态功能参数
里程碑和指标	利益相关方积极参与制定短期、中期和长期项目里程碑，并采用 SMART 指导方针，确定在一段时间内应达到的基准。 项目管理委员会中有主要社区成员的代表，他们积极参与决策。	遵守项目申请截止日期。	整个修复区在春季涨潮时被淹没。 在开展水文修复活动的6个月内，项目区内红树林的自然生长十分明显。 18个月内，幼苗在整个项目区内自然生长，密度大于每平方米1株。 在18个月内，野生动物对自然生长的幼苗的捕食减少了80%。 有害植物密度在18个月内降低80%。
成果	大多数利益相关方都参与了里程碑的设定（利益相关方分析中确定的10个利益相关方中的6个），并在项目管理委员会中有代表，但对决策的参与/介入仍然有限。	市场申请期限已到，项目已获批准，修复活动已按照所适用的温室气体标准开始进行。	大部分修复区域都被淹没，但一些向陆边缘在春季潮汐时仍然干燥。 6个月内可观察到幼苗自然生长，18个月内幼苗可在大部分（但不是全部）项目区域内自然生长。 通过围栏减少了放养家畜对幼苗的影响，但在向陆边缘仍存在有害植物。
成果评估	部分完成 (6/10)。	全部完成 (10/10)。	部分完成 (7/10)。
补救行动	举办更多能力建设讲习班/培训，以建立管理层的信心。	不适用	使用机械挖掘机平整向陆边缘，确保完全淹没，这将降低有害植物的密度，促进整个项目区的植物生长。

附录F：温室气体（GHG）信用项目概要

标准	标准概要	红树林修复项目的方法及相关性
经过验证的碳标准 (VCS)	<p>VCS由Verra管理，由国际排放贸易协会、促进可持续发展世界商业理事会、气候集团和世界经济论坛共同创立¹²⁵。大多数VCS项目都涉及可再生能源和林业。</p> <p>链接：https://verra.org/project/vcs-program/</p>	<p>制定了若干与红树林修复和避免排放项目相关的方法，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • VM0007 REDD+方法论框架 (REDD+MF), v1.6 • VM0024 滨海湿地营造方法, v1.0 • VM0033 潮汐湿地和海草修复方法, v1.0 • VM0010 改进森林管理的方法：从采伐林转换为保护林, v1.3 <p>Verra正在开发一种新的生物碳方法，该方法可适用于红树林生态系统¹⁶⁶。Verra还将担任海景碳倡议的独立标准制定者，该倡议包括海带等其他蓝碳生态系统以及可持续渔业和海底管理等活动。</p>
黄金标准 (GS)	<p>黄金标准由世界自然基金会 (WWF) 和其他国际非政府组织于2003年建立，旨在确保减少碳排放的项目具有最高水平的环境完整性，并有助于可持续发展。黄金标准总共发放了1.91亿个碳信用额，这些碳信用额来自全球超过98个不同国家的项目，其中大部分 (9820万) 来自东南亚，其次是非洲 (3620万) ¹⁶⁷。</p> <p>由于对环境完整性的担忧，包括控制泄漏（当毁林活动转移到另一个地区时）的能力，以及由于基线的不确定性而导致的碳信用额度被高估的风险，黄金标准不为REDD+项目发放碳信用额度。</p> <p>链接：https://www.goldstandard.org</p>	<p>自2013年起，黄金标准已批准了红树林造林/再造林项目的认证方法，该方法基于更广泛的黄金标准A/R要求。对红树林造林/再造林项目的修改是，90%的种植面积需要种植红树林物种，并且在20年中，土壤有机碳积累每年可额外增加1.8吨二氧化碳/公顷。然而，黄金标准注册表中没有可识别的红树林项目。</p> <p>黄金标准正在探索为蓝碳项目开发新方法的机会，包括可持续红树林管理方法 (Forliance 是开发者)。该方法将包括遥感和地理信息部门的创新，结合利益相关方的参与，以解决红树林生态系统的可持续管理问题。这一创新方法将纳入替代监测和报告方法，以克服与实地监测相关的高复杂性和高风险¹⁶⁸。</p> <p>https://globalgoals.goldstandard.org/standards/PRE-GS4GG-AF/ar-guidelines-mangroves.pdf</p>

标准	标准概要	红树林修复项目的方法及相关性
美国碳登记处 (ACR)	<p>美国碳登记处 (ACR) 是Winrock International的一个非营利企业，成立于1996年，是世界上第一个私人自愿温室气体登记机构。在受管制和自愿碳市场中，ACR负责根据批准的碳核算方法或协议监督碳项目的注册和验证，并在透明的登记系统上发行碳信用额。碳信用产品是针对ACR在加利福尼亚合规市场、国际民用航空组织和全球自愿碳市场的独特运营。在自愿市场中，ACR监督符合ACR科学标准并遵循ACR批准的碳核算方法的项目的注册和独立验证。</p> <p>链接：https://americancarbonregistry.org/</p>	<p>ACR 登记了与红树林修复相关的一系列项目类型的碳项目，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 退化土地造林和再造林 (A/R) 改善森林管理 (IFM) 恢复沼泽湿地 恢复加利福尼亚三角洲和滨海湿地 <p>ACR 注册项目不一定在美国，但与所有其他计划一样，项目需要遵循 ACR 批准的方法。</p>
气候行动储备金 (CAR)	<p>CAR的前身是加利福尼亚州气候行动登记处，由加利福尼亚州于2001年创建，旨在通过自愿计算和公开报告排放量来应对气候变化。加州气候行动登记处是加州限额与交易计划的登记处。2020-2023年期间，加利福尼亚州气候行动登记处还在墨西哥试点运行排放交易系统。</p> <p>链接：https://www.climateactionreserve.org/about-us/</p>	<p>CAR 制定了《森林议定书》(FP)，为开发森林碳项目提供指导。森林议定书描述了计算与以下方面相关的排放清除量和减排量的资格和核算要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> 改善森林管理 避免转化项目 <p>森林议定书项目必须在美国境内开展，但避免转化项目也可在美国领土（如关岛）开展。CAR 已为墨西哥制定了《森林碳议定书》，有两个红树林保护项目采用了该方法 (Manglares Ursulo G alvan 和 Manglares San Crisanto)。</p>

¹生物炭是从生物质（如农业和林业残留物）中提取的富碳材料，通过在氧气有限或无氧的密闭容器中热解而成。在土壤中施用生物炭可带来环境和生态效益，如减少温室气体排放、作为环境友好型吸附剂减少养分沥滤、提高养分保留率以及改善土壤的化学和物理特性¹⁶⁶。

标准	标准概要	红树林修复项目的方法及相关性
Plan Vivo	<p>Plan Vivo是1994年出于帮助墨西哥恰帕斯州社区植树造林的愿望而开发的。该项目名为Scolelte，由爱丁堡大学、El Colegio de la Frontera Sur和其他当地合作伙伴合作开展，并于1997年发放了首批自愿碳市场信用额。Plan Vivo标准是一套用于对发展中经济体国家的小农和社区项目进行认证的要求，其依据是项目的气候、生计和环境效益。它是自愿碳市场上历史最悠久的碳标准，目前有20个项目在积极发放信用额度。</p> <p>Plan Vivo 标准V5.0于2022年发布。与2013年版标准相比，V5.0版有几处变化，其中包括新的方法和验证要求。</p> <p>其中一个主要变化是审核过程取决于项目的规模。每年产生的气候效益小于或等于10,000吨二氧化碳的项目被视为微型项目。每年产生气候效益的能力超过10,000吨CO₂的项目被视为宏观项目。宏观项目必须通过审定和核查机构（VVBs）进行审定和核查，而微观项目可通过内部审定和核查程序完成审定和核查。这一变化的目的是最大限度地减少审核过程对最小项目的财务压力，同时也为碳信用额度的购买者提供高水平的质量保证。</p> <p>虽然截至2021年，Plan Vivo作为标准在自愿碳市场上所占份额最小，但它吸引的每个碳信用额的价格却最高。这主要是因为它强调共同效益（除碳外），是小规模红树林修复项目的良好选择。</p> <p>链接：https://www.planvivo.org</p>	<p>目前有三个红树林项目在Plan Vivo注册：马达加斯加的塔希里-洪科以及肯尼亚的米科科-帕莫贾和万加蓝色森林。米科科-帕莫贾（肯尼亚加齐湾）是世界上第一个蓝碳项目，因保护红树林而获得Plan Vivo认证（见案例研究）。万加蓝色森林受到米科科-帕莫贾的启发，自2019年起开始运营。</p> <p>根据新版标准，项目只能采用经Plan Vivo基金会批准的方法。对于红树林碳项目，目前采用的是AR-AM0014：退化红树林栖息地的造林和再造林（3.0版），该方法学最初于2013年在清洁发展机制（现已被取代）下获得批准，目前仍在运行。</p> <p>红树林碳项目的更新方法正在制定中，预计将于2023年发布供审查。</p>
REDD+交易架构，REDD+环境卓越标准 (ART/TREES)	<p>ART/TREES是在2020年推出的一个标准。ART/TREES制定并管理了针对由政府赞助的国家或大型次国家项目减少来自森林砍伐和退化的排放加上（REDD+）的排放减少和移除的标准化程序。ART/TREES旨在证明大量温室气体（GHG）排放减少和移除。首批涉及根据ART/TREES认证的管辖区信用额的交易意向书于2021年11月签署。</p>	<p>当ART/TREES获得批准后，它可用于大规模红树林修复项目，如巴基斯坦和印度尼西亚计划的项目，前提是“修复”通过“提高森林碳储量”符合REDD+的范围。</p>

标准	标准概要	红树林修复项目的方法及相关性
减排基金	<p>蓝碳生态系统潮汐修复方法于2022年获得批准。该项目专门用于通过拆除堤坝和海堤等基础设施，为历史上排水不畅的沿海土地重新引入潮汐水流。项目获得的资金将用于避免以前土地使用产生的排放和项目期间积累的碳。</p> <p>链接：https://www.cleanenergyregulator.gov.au/ERF/Choosing-a-project-type/Opportunities-for-the-land-sector/Vegetation-methods/tidal-restoration-of-blue-carbon-ecosystems-method</p>	<p>碳农业倡议——潮汐修复蓝碳生态系统（澳大利亚）。是目前还没有在ERF注册的项目。这种方法有可能为澳大利亚的大型和小型修复项目提供资金。</p>

附录G：市场容量概述

主要自愿性市场标准的市场容量、地理和行业范围摘要。改编自Climate Focus (2022)，数据来源于Ecosystem Marketplace (2022)、Plan Vivo (2023) 和Fair Carbon (2022)。

标准	市场容量(m = 百万)	市场价值 (美元) **	发放的证件名称	地理范围	部门范围	已注册或正在开发的红树林项目数量
经过验证的碳标准 (VCS)	125.6m	\$4.17	经核实的碳单位	在82个国家有1792个注册项目。自愿服务在发展中国家占主导地位。	涵盖所有项目类别。	14
Plan Vivo	0.7m	\$11.58	Plan Vivo认证 (PVCs)	在世界各地注册了20个项目。	基于自然的社区项目和生物多样性。	11
气候行动储备金	4.9m	\$2.12	气候储备吨 (CRTs)	美国有26个项目。	包括农业和林业、能源、废物和非二氧化碳温室气体减排（如减少牲畜产生的甲烷）。	2
黄金标准 (GS)	5.2m	\$3.94	经核实的减排量 (VERs)	在80个国家有1313个注册项目。信贷主要由欧盟的买家购买。	涵盖大多数项目类别，但不包括项目级REDD+。2025年后，将仅涵盖由相应调整支持的信用额度。	0
美国碳登记处 (ACR)	2m	\$11.37	减排吨数 (ERT)	美国有156个项目。	涵盖工业流程、土地利用、土地利用变化和林业、碳捕获和废物。	0
潮汐修复蓝碳生态系统方法	-	\$21.83	澳大利亚碳信用单位 (ACCUs)	0注册项目。	减少土地利用产生的温室气体排放以及土壤和植被中的固碳量。	0

*2021年（截至8月）注册信用额的市场容量。来源于生态系统市场（2022年）。**截至2021年8月碳信用额的平均购买价格（美元）。来源于生态系统市场（2022）。

附录H：选定的案例研究概述

项目概述				
项目名称	塔希里-洪科	米科科-帕莫贾	印度维拉尔河口红树林修复	缅甸托尔-海耶达尔气候公园
地点（国家、经纬度）	马达加斯加，-22,21 S, 43.32 E	肯尼亚加齐湾，-4.42 S, 39.51E	印度泰米尔纳德邦，纬度：11029' 19.1-28.3"N；经度：79045' 51.9-57.3"E	缅甸，17.07 N, 94.47 E
项目目标	建立可持续、长期的红树林生态系统服务付费（PES）计划，激励社区主导的红树林保护和修复工作。	保护和修复天然红树林，恢复侵蚀和退化的海岸线，支持和发展当地的生计和福利。	通过实地教学过程，开展以学生行动为导向的红树林修复和生态系统服务修复活动。	碳固存的可持续红树林生态系统。

项目概述				
项目开发者	Velondriake协会和 Blue Ventures	肯尼亚海洋与渔业研究所/爱丁堡纳皮尔大学	K. Kathiresan教授	Suraj A. Vanniarachchy (consultant)
项目倡导者	Velondriake协会和 Blue Ventures	滨海生态系统服务协会 (ACES)	印度安纳马拉伊大学	世界观国际基金会
项目进展情况 (已获得认证并可用、正在开发、正在验证)	已获认可并可使用。	已通过鉴定 (2012年) 并可使用。	在广泛传播知识的研究出版物方面获得认可。	已获认可并可用。
面积 (公顷)	1,230 ha	117 ha	20 ha	2,146.48 ha
总费用 (美元)		启动费用总额估计约为40万印度卢比。不过, 这包括大量的“实物”支持, 例如支持肯尼亚博士生开展项目基础研究的费用以及多名志愿者的时间。	11,250印度卢比 (3,750美元用于学生种植时的物资支持, 7,500美元用于种植地周围的围栏)。	TBC
每公顷成本 (美元)		~4,000美元的执行费用	\$562.5	TBC
项目实施期限 (年)		Five years	1991年以后	2015年6月15日至2035年6月14日
由政府、NGO还是社区主导?	NGO	三者兼而有之, 并得到了政府 (KMFRI)、社区、学术界 (爱丁堡-纳皮尔) 和非政府组织 (ACES、地球观测研究所) 的支持。	学生社区主导	NGO

项目概述				
资金来源		初步修复工作方面, 地球观察研究所。治理和碳科学方面, 英国自然环境研究理事会。其他慈善机构也提供了捐助。	泰米尔纳德邦科技委员会、教资会、环境和森林部 (印度政府) 以及联合国大学-国际水、环境和健康网络 (加拿大)。	WIF
网站	https://blueventures.org/tag/tahiry-honko/	https://aces-org.co.uk/mikoko-pamoja-project/	https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/1463	https://wif.foundation
确定基线和开展活动				
生物物理基线设置*	红树林覆盖率下降。2002年至2014年间, 约有3.18%的红树林遭到破坏, 相当于每年损失0.27%。	加齐的天然林已经退化 (大量非法砍伐), 整个肯尼亚南部的红树林总面积以每年约2%的速度减少。大片原森林被砍伐后无法再生, 导致海岸线被侵蚀。	土壤的物理特征: 未种植荒地土壤的温度为34摄氏度, pH值为7.37, 孔隙水盐度为56ppt, 水分为20.08%, 容重为1.1克/立方米, 砂土占48.85%, 粉土占42.44%, 粘土占8.72% (与之相对应的27年种植地土壤的温度为30摄氏度, pH值为6.6, 孔隙水盐度为46ppt, 水分为38.52%, 容重为0.78克/立方米, 砂土占25.69%, 粉土占52%, 粘土占21.95%)。	退化和/或严重退化的红树林。
优势红树物种	角果木、红茄苳和木榄	红茄苳、白骨壤、角果木和杯萼海桑	白骨壤、印度红树、正红树和红茄苳	木榄、角果木、正红树、十蕊角果木、柱果木榄、榄李

项目概述				
红树林生态系统的驱动因素/压力	自然灾害（飓风）造成的枯死。 采伐红树林木材，用作生产贝壳石灰涂料的燃料。	主要的压力是小规模/自给性砍伐，以获取薪材和木材，尽管也有较大规模的商业偷猎行为。	放牛。	生产木炭，供当地消费和供应仰光市；砍伐薪材；改建为水田、鱼塘和虾塘。
应对驱动因素/压力的措施：开展了哪些修复活动？	10个村庄负责保护~1200公顷土地 保护（建立保护区、可持续木材采伐） 在毁林地区重新种植红树林 改善森林管理（建立替代木材种植园）	为解决非法砍伐和移走木材的问题，建立了森林巡逻队，并提供林地，以供应替代木材和薪材。与肯尼亚林业局建立了更好的关系，采用新的方式与他们沟通，协助他们履行法定的森林保护职责。在苗圃培育树苗，并将其种植到退化地区。	为保护种植地，防止牛群放牧和捕捞螃蟹的人为干扰活动，还修建了围栏。	种植与改善生计活动相关的红树林

项目概述				
监测：您监测了哪些结果（碳、社区生物多样性）？是否使用了BACI设计？监测频率是多少？	植被碳储量（每年） 红树林补种存活率（季度） 生物多样性（每5年） 社会经济因素（每5年）	我们监测地上生物量、新树的自然生长、非法砍伐的证据（树桩和开荒）、生物多样性（螃蟹和软体动物）和社会成果（后者每年由当地决定，因此无法事先描述）。对主要监测目标的测量每年进行两次，并在提交给Plan Vivo的年度报告中进行总结。对地块进行永久性监测。在独立研究中，我们将保护区内的数据与保护区外的数据进行了比较，结果显示了保护的效果。 不过，我们也有证据表明，保护区外的森林也因保护意识的提高和保护活动的开展而受益，这就是“积极渗漏”（“光环”效应）。	学生们定期监测红树林的生长情况、碳含量和捕获鱼的数量。	每年测量自愿碳单位，并正在提议保护公共森林。
碳成果				
标准	Plan Vivo	Plan Vivo	建议的Verra VCS	Verra VCS
方法	塔希里-洪科技规格	定制（即自己开发的原创方法）。	土壤和生物量中的碳增益按照Kauffman, J.B.和Donato, D.C. (2012) 的方法计算。VM0033将作为进一步测量和报告的方法。	AR-AM0014.
碳信用期（年数）	20年	20年	27年 (1991-2018)	20年

项目概述				
项目产生的碳信用额估算:	27,420 t CO ₂ e year ⁻¹ (20 years)	截至目前 (2022年), 已发放 11,923 个信用额度 (反映了在去除风险缓冲后实现的 13,966 吨 CO ₂ e 效益)。因此, 预计 20 年有效期内的总量为 31,036	1,971 total t CO ₂ e over 27 years of plantation in 20 ha	3,680,125 t CO ₂ e
项目生命周期总计二氧化碳当量 (t CO ₂ e)	22 t CO ₂ e ha ⁻¹ (20 years)		73 t CO ₂ e per year in 20 ha	184,006 t CO ₂ e
项目生命周期每公顷二氧化碳当量 (t CO ₂ e ha ⁻¹)	1,371 t CO ₂ e year ⁻¹	265	98.55 ± 3.24 t CO ₂ e ha ⁻¹ over 27 years of plantation	171,485.6 t CO ₂ e
每年二氧化碳当量 (t CO ₂ e year ⁻¹)	1.11 t CO ₂ e ha ⁻¹ year ⁻¹	2,043 t CO ₂ e year	3.65 ± 0.12 t CO ₂ e ha ⁻¹ year ⁻¹	
每年每公顷二氧化碳当量 (t CO ₂ e ha ⁻¹ year ⁻¹)		17.5		
迄今为止每吨二氧化碳当量生成的实际碳信用		每确认 1 吨的二氧化碳当量, 我们就会产生 0.85 个信用额度 (因为有 15% 的风险缓冲)。	尚待解决。	4,971 t CO ₂ e (2016) 8,154 t CO ₂ e (2017) 18,619 t CO ₂ e (2018) 26,615 t CO ₂ e (2019) 53,369 t CO ₂ e (2020) 54,137 t CO ₂ e (2021)
购买价格 (美元/吨二氧化碳当量)	20 美元 (每年 27,000 美元, 每年 1,300 个碳信用)。	在项目实施的过程中, 每吨的价格从 7-30 美元不等, 具体取决于买方 (我们与每个买方进行谈判, 以满足他们的需求并找到一个公平的价格)。	尚待解决。	

项目概述				
收入分配安排	<p>23% 留给当地管理协会, 用于开展重新种植红树林和森林巡逻等活动。</p> <p>除 "Plan Vivo" 的缓冲拨款外, 5% 将用于国家缓冲账户 (即在受保护的的红树林被砍伐的情况下)。</p> <p>22% 马达加斯加政府</p> <p>50% 当地社区 (10 个村庄)。利润用于儿童教育和基础设施建设。</p>	米科科-帕莫贾项目没有利润。碳信用额销售所得收入 (以及向 ACES 提供的赠款和慈善捐款) 用于支持项目 (主要运营成本是肯尼亚员工的工资), 然后划拨给委员会控制的社区基金。去年 (2021 年), 82% 的收入用于肯尼亚的项目成本和社区福利。	尚待解决。	TBC.
评估的碳储量:		地上生物量 土壤碳总量的一小部分	生物量和土壤 (不包括枯木和倒木, 因为无法获得)。 对二氧化碳当量进行了评估。	生物量和土壤。
生物量		仅二氧化碳 (在项目设计期间测量了甲烷, 发现通常低于可检测水平)		
枯木和倒木				
土壤				
评估的温室气体通量:				
CO ₂				
CH ₄				
N ₂ O				
项目核查组织	西尔维斯特姆气候协会	https://epicsustainability.com	尚待解决。	RINA Services S.p.A, TUV SUD South Asia Pvt. Ltd., 4K Earth Science Private Limited.
核查费用	18,000 美元	8,240 美元 (2018)	尚待解决。	TBC.

附录I: 本文件使用的超链接索引

第1章

第1.1节

- 承诺保护和修复红树林: <https://www.unep.org/interactive/ecosystem-restoration-people-nature-climate/en/index.php>
- 《高质量蓝碳原则和指南》: <https://merid.org/high-quality-blue-carbon/>
- 全球红树林联盟 (GMA): <https://www.mangrovealliance.org>
- 蓝碳行动计划 (BCI): <https://www.thebluecarboninitiative.org/>

第1.3节

- 全球红树林观察: <https://www.globalmangrovetwatch.org/>
- 红树林修复追踪工具 The Mangrove Restoration Tracker Tool: <https://www.mangrovealliance.org/news/new-the-mangrove-restoration-tracker-tool/>
- 红树林知识中心 Mangrove Knowledge Hub: <https://www.mangrovealliance.org/our-knowledge-hub/>

第1.4节

- 联合国环境规划署自然资金状况: <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature>
- 红树林方面的突破: <https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2022/11/Mangrove-Breakthrough--Leafletv1.3.pdf>

第2章

第2.2.1节

- 《在土地和海洋上》: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/reports/6659-report.pdf
- 在线资源: <https://www.land-links.org/what-is-land-tenure/>

第2.2.2节

- WWF利益相关方分析指南: https://awsassets.panda.org/downloads/1_1_stakeholder_analysis_11_01_05.pdf

- 红树林生态修复: <https://blue-forests.org/wp-content/uploads/2020/04/Whole-EMR-Manual-English.pdf>

- 红树林行动计划: <https://mangroveactionproject.org/>

- 蓝色森林——Yayasan Hutan Biru: <https://blue-forests.org/en/>

第2.2.3节

- 谷歌地球: <https://earth.google.com/web/>
- 全球红树林观察: <https://www.globalmangrovetwatch.org/>
- 绘制海洋资源Mapping Ocean Wealth: <https://oceanwealth.org/>
- 行星Planet: <https://www.planet.com/get-started/>
- 全球红树林观察: <https://www.globalmangrovetwatch.org/>

第2.3.1节

- 四重回报框架: <https://www.commonland.com/wp-content/uploads/2021/06/4>Returns-for-Landscape-Restoration-June-2021-UN-Decade-on-Ecosystem-Restoration.pdf>
- 修复机会评估方法ROAM: <https://portals.iucn.org/library/node/44852>
- 关于管理安排的具体指导: <https://portals.iucn.org/library/node/50050>

第2.3.2节

- 评估区域应对气候变化威胁的敏感性: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/assessing-key-vulnerabilities-and-the-risk-from-climate-change/>

第3章

第3.3.1节

- 自由、事先和知情同意 (FPIC): <https://www.fao.org/indigenous-peoples/our-pillars/fpic/en/>

第3.4.2节

- 自由、事先和知情同意 (FPIC): <https://www.fao.org/indigenous-peoples/our-pillars/fpic/en/>

第3.5节

- Dryad 数据库: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.rc0jn>
- 全球红树林观察: <https://www.globalmangrovetwatch.org/>

第4章

第4.1节

- 红树林修复跟踪工具 (MRTT) : <https://www.mangrovealliance.org/news/new-the-mangrove-restoration-tracker-tool/>
- 全球红树林联盟: <https://www.mangrovealliance.org/>
- 全球红树林观察: <https://www.globalmangrovewatch.org/>

第4.2节

- DPro项目指南: <https://pm4ngos.org/methodologies-guides/program-dpro/>

第4.4节

- WWF: 银行可担保的自然解决方案: https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/bankable_nature_solutions_2_1.pdf

第4.4.1节

- IUCN对基于自然的解决方案 (Nbs) 的定义: <https://www.iucn.org/our-work/nature-based-solutions#:~:text=Nature-based%20Solutions%20are%20actions,simultaneously%20benefiting%20people%20and%20nature.>
- 蓝色自然资本金融机制: <https://bluenaturalcapital.org>
- 蓝碳加速基金: <https://bluenaturalcapital.org/bcaf>
- 蓝色行动基金: <https://www.blueactionfund.org/>
- 阿尔泰利亚可持续海洋基金: <https://www.eib.org/en/products/equity/funds/sustainable-ocean-fund>

第4.4.3节

- 伯利兹的珊瑚礁保险: <https://icriforum.org/first-reef-insurance-payout-belize/>

第4.5.1节

- 生物权利方法: <https://www.wetlands.org/publications/biorights-in-theory-and-practice/>

第4.5.2节

- 加强森林景观修复中的综合治理: <https://portals.iucn.org/library/node/50050>
- 全球红树林联盟: <https://www.mangrovealliance.org/>

第4.5.3节

- 视频示例来自印度尼西亚: <https://www.youtube.com/watch?v=1gazBiUOGxI>
- 蓝碳国际伙伴关系: <https://bluecarbonpartnership.org/>

第5章

第5.2节

- 滨海湿地修复成功的指标: 系统回顾: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.600220/full>
- 海洋海岸修复研究的优先事项和动机: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00484/full>
- 海洋修复生态学面临的挑战: 技术、评估指标和生态系统估值如何提高修复的成功率: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20389-4_5
- 环境经济核算体系 (SEEA) : <https://seea.un.org/>

第5.2.3节

- 生态修复协会 (SER) 的“修复轮”: <https://seraustralasia.com/wheel/>

第5.2.4节

- 水文分类——修复红树林的实用工具: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0150302>
- 退化的红树林湿地因水文恢复而自然恢复: <https://myb.ojs.inacol.mx/index.php/myb/article/view/e2511754>
- 植被和土壤特性作为红树林修复轨迹的指标: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-013-1617-3>
- 昆士兰州数据收集协议: https://www.daf.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/63339/Data-collection-protocol.pdf
- 蓝碳手册: <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual>
- 红树林结构、生物量和碳储量的测量、监测和报告规程: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP86CIFOR.pdf
- 塞马坦红树林蟹类和软体大型动物的多样性和群落生态基线研究: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-tropical-ecology/article/abs/baseline-study-of-the-diversity-and-community-ecology-of-crab-and-molluscan-macrofauna-in-the-sematan-mangrove-forest-sarawak-malaysia/2C21C33D600716C1AB6DD3BFD928F134>

- 应对潮汐：检测红树林中陆生脊椎动物的快速评估规程：https://www.researchgate.net/publication/342338109_Tackling_the_tide_A_rapid_assessment_protocol_to_detect_terrestrial_vertbrates_in_mangrove_forests
- 不仅仅是海洋：描述红树林生态系统对陆生脊椎动物的重要意义：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.12514>
- 拥有植被的滨海湿地对海洋巨型动物保护的作用：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534719301090>
- 海岸线视频评估法 (S-VAM)：利用动态超延时图像采集技术评估海岸线红树林的结构、价值、退化和威胁：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X16303903?via%3DiHub>
- 应对潮汐：监测红树林中陆生脊椎动物的快速评估方案：https://www.researchgate.net/publication/342338109_Tackling_the_tide_A_rapid_assessment_protocol_to_detect_terrestrial_vertbrates_in_mangrove_forests
- 以货币单位对生态系统及其服务价值的全球估算：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>

第5.2.5节

- 全球红树林观察：<https://www.globalmangrovetwatch.org/>
- 全球潮间带变化工具：<https://www.globalintertidalchange.org/>
- 印度尼西亚“与自然共建”项目于2022年荣获联合国旗舰奖：<https://www.wetlands.org/news/un-recognises-building-with-nature-indonesias-efforts-with-world-restoration-flagship-award/>

模块1

第6.2.1节

- 将红树林纳入其NDC中作为缓解和/或适应行动的国家数量：<https://www.unep.org/ndc/resources/report/blue-carbon-nationally-determined-contributions-inventory-appendix-coastal-blue>
- 全球红树林观察：<https://www.globalmangrovetwatch.org/>
- NDC中的蓝碳地图：<https://faircarbon.org/content/fc/bluecarboninnndcsmap>

第6.2.2节

- 联合国气候变化框架公约华沙框架：<https://redd.unfccc.int/fact-sheets/warsaw-framework-for-redd.html>
- 森林碳伙伴关系设施 (FCPF)：<https://www.forestcarbonpartnership.org/>
- 碳基金：<https://www.forestcarbonpartnership.org/carbon-fund>

- CIFOR全球REDD+比较研究：https://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/8048-infobrief.pdf
- 合作国家及其国家REDD+项目摘要的清单：<https://www.un-redd.org/our-work/partners-countries>

第6.3节

- 《2006年IPCC国家温室气体清单指南补编》：<https://www.ipcc.ch/publication/2013-supplement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories-wetlands/>
- 滨海湿地纳入国家温室气体库存：<https://bluecarbonpartnership.org/resources-2/>

第6.3.2节

- 国际温室气体 (GHG) 交易的框架：https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_12a_PA_6.2.pdf

第6.4节

- 国际碳减排与补偿联盟：<https://icroa.org/>
- 自愿碳市场诚信委员会：<https://icvcm.org/>
- 用于生产红树林碳信用额度的本土方法：<http://www.cleanenergyregulator.gov.au/DocumentAssets/Pages/Blue-carbon-accounting-model-BlueCAM-guidelines.aspx>
- 高质量蓝碳原则和指南：<https://merid.org/high-quality-blue-carbon/>
- 基于自然的解决方案的全球标准：<https://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions/resources/iucn-global-standard-nbs>

第6.4.1节

- 《高质量蓝碳原则和指南》：<https://merid.org/high-quality-blue-carbon/>

第6.4.3节

- 验证性碳标准：<https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>
- Verra公司：<https://verra.org/>
- 发布的方法论：<https://verra.org/methodologies-main/>
- Plan Vivo基金会：<https://www.planvivo.org/>
- AR-AM0014方法论：<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/KMH6O8T6RL3P5XKNBQE2N359QG7KOE>

- 气候、社区和生物多样性标准: <https://verra.org/programs/ccbs/>
- 可持续发展验证影响标准: <https://verra.org/programs/sd-verified-impact-standard/>
- 针对全球目标的黄金标准: <https://www.goldstandard.org/articles/gold-standard-global-goals>
- 联合国可持续发展目标: <https://sdgs.un.org/goals>
- Plan Vivo标准: <https://www.planvivo.org/standard-overview>
- 每个VCU价值为18-29美元: <https://blog.opisnet.com/blue-carbon-momentum>

第6.4.4节

- https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS-Guidance-Standardized-Methods-v3.3_0.pdf

第6.4.5节

- 蓝碳手册: <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual>
- 澳大利亚蓝碳审计模型: <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/DocumentAssets/Pages/Blue-carbon-accounting-model-BlueCAM-guidelines.aspx>
- VCS费用表: https://verra.org/wp-content/uploads/Program-Fee-Schedule_v4.1.pdf
- Plan Vivo费用表: <https://www.planvivo.org/costs-fees>

第6.4.7节

- 社区林业发展指导: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cam204405.pdf>

第6.5.1节

- 蓝碳手册: <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual>

案例研究

- <https://aces-org.co.uk/the-3-ps-of-carbon-offsetting/>

附录C超链接

- ALNAP利益相关方分析工具包: <https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/main/Stakeholder-analysis-toolkit-v3.pdf>
- FAO促进多利益相关方进程的工具: <https://www.fao.org/capacity-development/resources/practical-tools/multi-stakeholder-processes/en/>

- IIED在多方利益相关方进程中使用利益相关方和权力分析: <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G03412.pdf>
- WWF利益相关方分析: https://awsassets.panda.org/downloads/1_1_stakeholder_analysis_11_01_05.pdf
- DFID可持续生计指导手册: <https://www.livelihoodscentre.org/-/sustainable-livelihoods-guidance-sheets>
- FAO可持续生计电子学习课程: <https://elearning.fao.org/course/view.php?id=166>
- FAO/ILO生计评估工具包: https://www.fao.org/fileadmin/templates/tc/tce/pdf/LAT_Brochure_LoRes.pdf
- 生计中心生计工具箱: <https://www.livelihoodscentre.org/web/livelihoods-centre/toolbox#19428503>
- 面向未来的红树林性别分析工具包: <http://www.mangrovesforthefuture.org/assets/Repository/Documents/Gender-Analysis-Toolkit-for-Coastal-Management-Practitioners.pdf>
- CASCAPE性别分析工具手册: https://agriprofocus.com/upload/CASCAPE_Manual_Gender_Analysis_Tools_FINAL1456840468.pdf
- IUCN性别分析指南: <https://portals.iucn.org/union/sites/union/files/doc/iucn-gender-analysis-guidance-web.pdf>
- FAO农业童工评估手册: <https://www.fao.org/3/i4630e/i4630e.pdf>
- FAO/ILO关于解决渔业和水产养殖中童工问题的指南: https://www.ilo.org/ipecc/Informationresources/WCMS_IPEC_PUB_22655/lang--en/index.htm
- IFAD制度分析工具: <https://www.ifad.org/en/web/knowledge/-/publication/guidance-notes-for-institutional-analysis-in-rural-development-programmes-an-overview>
- 世界银行制度、政治和社会分析资料手册: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6652>
- IIED用于分析制度和政策的强大工具: <https://policy-powertools.org/index.html>
- E. Ostrom (2010) 为研究制度变革设计分析工具: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-institutional-economics/article/crafting-analytical-tools-to-study-institutional-change/41867B82336261695C4AAEDE65088932>
- UNDP创建分析工具以研究制度变革指导说明: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP_Institutional%20and%20Context%20Analysis.pdf
- The OXFAM影响力指南: <https://oxfamilibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621048/gd-influencing-for-impact-guide-150920-en.pdf;jsessionid=EB9B1176E20BF0B0C83ED05662FCF0F3?sequence=1>

- IFAD制度分析工具: <https://www.ifad.org/en/web/knowledge/-/publication/guidance-notes-for-institutional-analysis-in-rural-development-programmes-an-overview>
- UNDP制度和背景分析指导说明: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP_Institutional%20and%20Context%20Analysis.pdf
- FAO创建社区林业机构: <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0aginfo-00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-OutfZz-8-00-&cl=CL2.8&d=HASHae418eae7295c27ce4e6e5.1>2>
- 有效机构平台: <https://www.effectiveinstitutions.org/en/publications/>
- IIED探索制度变革: <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/10763IIED.pdf>
- IUCN红树林治理的法律框架: <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tool-detail/en/c/1331512/>
- FAO小型渔业立法: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1316895/>
- FAO小型渔业的政策和法律诊断工具: <https://www.fao.org/voluntary-guidelines-small-scale-fisheries/resources/detail/en/c/1476470/>
- The OXFAM影响力指南: <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621048/gd-influencing-for-impact-guide-150920-en.pdf;jsessionid=EB9B1176E20BF0B0C83ED05662FCF0F3?sequence=1>
- IFAD制度分析工具: <https://www.ifad.org/en/web/knowledge/-/publication/guidance-notes-for-institutional-analysis-in-rural-development-programmes-an-overview>
- FAO负责任渔业行为守则: <https://www.fao.org/3/v9878e/V9878E.pdf>
- FAO权属安排负责任治理自愿准则: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1151688/>
- FAO使用权管理技术指南: <https://www.fao.org/tenure/resources/collections/governance-of-tenure-technical-guides/en/>
- FAO可持续森林管理工具箱: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1445081/>
- FAO确保可持续小型渔业自愿准则: <https://www.fao.org/voluntary-guidelines-small-scale-fisheries/en/>

- CIFOR适应性合作管理实地指南: <https://www.cifor.org/knowledge/publication/5085/>
- 欧洲低影响力渔民对小型渔业共同管理: <https://lifeplatform.eu/wp-content/uploads/2021/02/LIFE-Co-Management-for-SSF-compressed.pdf>
- MRAG有关适应性渔业管理中的适应性学习的研究成果: <https://mrag.co.uk/adaptive-learning-approaches-fisheries-management>

附录F超链接

- VM0007 REDD+方法论框架(REDD+MF), v1.6: <https://verra.org/methodology/vm0007-redd-methodology-framework-redd-mf-v1-6/>
- VM0024 滨海湿地营造方法, v1.0: <https://verra.org/methodology/vm0024-methodology-for-coastal-wetland-creation-v1-0/>
- VM0033 潮汐湿地和海草修复方法, v1.0: <https://verra.org/methodology/vm0033-methodology-for-tidal-wetland-and-seagrass-restoration-v1-0/>
- VM0010 改进森林管理的方法: 从采伐林转换为保护林, v1.3: <https://verra.org/methodology/vm0010-methodology-for-improved-forest-management-conversion-from-logged-to-protected-forest-v1-3/>
- 海景碳倡议: <https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/seascape-carbon-initiative/>



参考文献

- Mohammed, E. (2012). Briefing- Payments for coastal and marine ecosystem services: prospects and principles. International Institute for Environment and Development. www.iied.org
- Goldberg L, Lagomasino D, Thomas N, Fatoyinbo T. (2021). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology* 2020; 26: pp. 5,844-5,855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- Ellison, A.M., A.J. Felson and D.A. Friess (2020). Mangrove rehabilitation and restoration as experimental adaptive management. *Frontiers in Marine Science* 7:327. doi: 10.3389/fmars.2020.00327
- Primavera, J. H. and Esteban, J. M. (2008). A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: Successes, failures and future prospects. *Wetlands Ecology and Management* 16, pp. 345-58 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-008-9101-y>
- Kodikara, K.A.S., N. Mukherjee, L.P. Jayatissa, F. Dahdouh Guebas and N. Koedam (2017). Have mangrove restoration projects worked? An in depth study in Sri Lanka. *Restoration Ecology* 25(5): pp. 705-716. <https://doi.org/10.1111/rec.12492>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... and Dixon, K. W. (2019b). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*. 27 (S1): S1-S46., 27(S1), S1-S46. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035>
- Friess, D. A., Gatt, Y. M., Ahmad, R., Brown, B. M., Sidik, F., and Wodehouse, D. (2022a). Achieving ambitious mangrove restoration targets will need a transdisciplinary and evidence-informed approach. *One Earth*, 5(5), pp. 456-460. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.013>
- Cadier, C., Bayraktarov, E., Piccolo, R., and Adame, M. F. (2020). Indicators of coastal wetlands restoration success: a systematic review. *Frontiers in Marine Science*, p. 1,017.
- Friess, D. A., Thompson, B. S., Brown, B., Amir, A. A., Cameron, C., Koldewey, H. J., Sasmito, S., Sidik, F. (2016). Policy challenges and approaches for the conservation of mangrove forests in Southeast Asia. *Conservation Biology* : The Journal of the Society for Conservation Biology, 30(5), 933-949. <https://doi.org/10.1111/cobi.12784>
- Wylie, L., Sutton-Grier, A. E., & Moore, A. (2016). Keys to successful blue carbon projects: Lessons learned from global case studies. *Marine Policy*, 65, 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.12.020>
- Sasmito, S. D., Taillardat, P., Clendenning, J. N., Cameron, C., Friess, D. A., Murdiyarso, D., and Hutley, L. B. (2019). Effect of land use and land cover change on mangrove blue carbon: A systematic review. *Global Change Biology*, 25(12), pp. 4,291-4,302.
- Beymer-Farris, B.A. and T.J. Bassett (2012). The REDD Menace: Resurgent Protectionism in Tanzania's Mangrove Forests. *Global Environmental Change* 22: pp. 332-341.
- Erftemeijer, P.L.A. and Bualuang, A. (2002). Participation of local communities in mangrove forest rehabilitation in Pattani Bay, Thailand: learning from successes and failures. In: M. Gawler (ed.) *Strategies for Wise Use of Wetlands: Best Practices in Participatory Management*. Proceedings of a Workshop held at the 2nd International Conference on Wetlands and Development (Nov. 1998, Dakar, Senegal). Wetlands International, IUCN, WWF Publication 56, Wageningen, Netherlands, pp. 27-36.
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J.A., Cisneros-de la Cruz, D.J., and Román-Cuesta, R. (2020). *Mangrove Ecological Restoration Guide: Lessons Learned. Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP)*. CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp.
- Bridges, T.S., J.K. King, J.D. Simm, M.W. Beck, G. Collins, Q. Lodder, and R.K. Mohan (Eds.), (2021). *International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management*. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center. 1020 pp.
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J.A., Cisneros-de la Cruz, D.J., Arceo-Carranza, D., Canul-Cabrera, A., Robles-Toral, P.J., Pérez-Martínez, O.J., Sierra-Oramas, D., Zenteno, K. Us-Balam, H.G., Pech-Poot, E., Chiappa-Carrara, X., and Comín, F.A. (2021). *Manual for the Ecological Restoration of Mangroves in the Mesoamerican Reef System and the Wider Caribbean. Integrated Ridge-to-Reef Management of the Mesoamerican Reef Ecoregion Project - MAR2R, UNEP-Cartagena Convention, Mesoamerican Reef Fund*. Guatemala City, Guatemala, 114 pp.
- Lee, S. Y., Hamilton, S., Barbier, E. B., Primavera, J., and Lewis, R. R. (2019). Better restoration policies are needed to conserve mangrove ecosystems. *Nature Ecology and Evolution* 3(6), pp. 870-872. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0861-y>
- Gerona-Daga, M. E. B., and Salmo III, S. G. (2022). A systematic review of mangrove restoration studies in Southeast Asia: Challenges and opportunities for the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. *Frontiers in Marine Science* 9, 987737. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.987737>
- Dahdouh-Guebas, F. and S. Cannicci (2021). Mangrove restoration under shifted baselines and future uncertainty. *Frontiers in Marine Science* 8: 799543. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.799543>
- Primavera JH, Savaris JD, Bajoyo B, Coching JD, Curnick DJ, Golbeque R, Guzman AT, Henderin JQ, Joven RV, Loma RA and Koldewey HJ (2012a). *Manual on community-based mangrove rehabilitation – Mangrove Manual Series No. 1*. London, UK: ZSL. viii + p.240.
- Crooks, S., M. Orr, I. Emmer, M. von Unger, B. Brown and D. Murdiyarso. (2014). *Guiding Principles for Delivering Coastal Wetland Carbon Projects*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya and Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia, 57 pp.
- SER (2021). *National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia*. Edition 2.2. Society for Ecological Restoration (SER) Australasia. Available from URL: www.seraustralasia.org
- Zimmer M. (2018). Ecosystem Design: when mangrove ecology meets human needs. In: Makowski C, Finkl CW (eds). *Threats to Mangrove Forests: Hazards, Vulnerability and Management*. Springer: 367-376

24. Dudley, N., Baker, C., Chatterton, P., Ferwerda, W.H., Gutierrez, V., Madgwick, J. (2021). The 4 Returns Framework for Landscape Restoration. UN Decade on Ecosystem Restoration Report published by Commonland, Wetlands International, Landscape Finance Lab and IUCN Commission on Ecosystem Management.
25. IUCN and WRI (2014). A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working Paper (Road-test edition). Gland, Switzerland: IUCN. 125 pp.
26. Campese, J., Mansourian, S., Walters, G., Nuesiri, E., Hamzah, A., Brown, B., Kuzee, M. and Nakangu, B. (2022). Enhancing the integration of governance in forest landscape restoration opportunities assessments. Analysis and recommendations. Gland, Switzerland: IUCN.
27. Stein, B. A., Glick, P., Edelson, N., and Staudt, A. (2014). Climate-smart conservation: putting adaption principles into practice. National Wildlife Federation.
28. Sippo, J., Lovelock, C.E. and Maher, D. (2018). Mangrove mortality in a changing climate: An overview. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 215. 10.1016/j.ecss.2018.10.011.
29. Okello, J.A., E.M.R. Robert, H. Beeckman, J.G. Kairo, F. Dahdouh-Guebas and N. Koedam (2014). Effects of experimental sedimentation on the phenological dynamics and leaf traits of replanted mangroves at Gazi bay, Kenya. *Ecology and Evolution* 4(16): pp. 3,187-3,200. <https://doi.org/10.1002/ece3.1154>
30. Kairo, J.G. and M.M. Mangora. (2020). Guidelines on Mangrove Ecosystem Restoration for the Western Indian Ocean Region. UNEP-Nairobi Convention/USAID/WIOMSA, 71 pp.
31. Okello, J.A., N. Schmitz, H. Beeckman, F. Dahdouh-Guebas, J.G. Kairo and N. Koedam (2017). Hydraulic conductivity and xylem structure of partially buried mangrove tree species. *Plant and Soil* 417(1-2): pp. 141-154. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3247-4>
32. Okello, J.A., J.G. Kairo, F. Dahdouh-Guebas, H. Beeckman and N. Koedam (2020). Mangrove trees survive partial sediment burial by developing new roots and adapting their root, branch and stem anatomy. *TREES: Structure and Function* 34: pp. 37-49. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01895-6>
33. Ward, R.D., Friess, D.A., Day, R.H. and Mackenzie, R.A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and sustainability* 2(4), p.e01211. <https://spj.science.org/doi/full/10.1002/ehs2.1211>
34. Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Osland, M. J., Reef, R., and Ball, M. C. (2016). The physiology of mangrove trees with changing climate. *Tropical tree physiology* pp. 149-179. Springer, Cham.
35. Whisenant, S. (1999) Repairing damaged wildlands: A process orientated, landscape-scale approach. Cambridge University Press
36. Schneider, S.H., Semenov, S., Patwardhan, A., Burton, I., Magadza, C.H.D., Oppenheimer, M., Pittock, A.B., Rahman, A., Smith, J.B., Suarez, A., and Yamin, F. (2007) Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 779-810.
37. Mafi-Gholami, D. and Ward, R. (2019). Assessment of the probability of occurrence of multiple environmental hazards in mangrove habitats using remote sensing and geographic information system. *Journal of Environmental Studies* 44, pp. 425-443. 10.22059/JES.2019.259330.1007675.
38. Ellison, Joanna. (2014a). Vulnerability of Mangroves to Climate Change. *Mangrove Ecosystems of Asia: Status, Challenges and Management Strategies*. pp. 213-231. 10.1007/978-1-4614-8582-7_10.
39. Ellison, Joanna. (2014b). Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts. *Wetlands Ecology and Management* 23, pp. 115-137. 10.1007/s11273-014-9397-8.
40. Elster, C. (2000). Reasons for reforestation success and failure with three mangrove species in Colombia. *Forest Ecology and Management* 131: pp. 201-214.
41. Lovelock, C. E., and Brown, B. M. (2019). Land tenure considerations are key to successful mangrove restoration. *Nature Ecology and Evolution* 3(8), pp. 1,135-1,135. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0942-y>
42. Biswas, S.R., A.U. Mallik, J.K. Choudhury and A. Nishat (2009). A unified framework for the restoration of Southeast Asian mangroves—bridging ecology, society and economics. *Wetlands Ecology and Management* 17, pp. 365-383.
43. Erftemeijer, P.L.A. and Lewis III, R.R. (2000). Planting mangroves on intertidal mudflats: habitat restoration or habitat conversion? In: V. Sumantakul et al. (Eds.) "Enhancing Coastal Ecosystem Restoration for the 21st Century". Proceedings of a Regional Seminar for East and Southeast Asian Countries: ECOTONE VIH, Ranong and Phuket, 23-28 May 1999. UNESCO, Bangkok, Thailand, January 2000. pp. 156-165.
44. Brown, B., R. Fadillah, Y. Nurdin, I. Soulsby and R Ahmad (2014). Case study: Community based ecological mangrove rehabilitation (CBEMR) in Indonesia. *S.A.P.I.E.N.S* 7(2), 12 pp.
45. Huxham, M., Emerton, L., Kairo, J., Munyi, F., Abdirizak, H., Muriuki, T., Nunan, F., and Briers, R. A. (2015). Applying Climate Compatible Development and economic valuation to coastal management: A case study of Kenya's mangrove forests. *Journal of Environmental Management* 157, pp. 168-181. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.018>
46. Carrier E, Yee T, Cross D and Samuel D (2012). Emergency preparedness and community coalitions: opportunities and challenges. Center for Studying Health Systems Change, Research Brief 24, Washington.

47. Dencer-Brown, A. M., Shilland, R., Friess, D., Herr, D., Benson, L., Berry, N. J., Cifuentes-Jara, M., Colas, P., Damayanti, E., García, E. L., Gavaldaõ, M., Grimsditch, G., Hejnowicz, A. P., Howard, J., Islam, S. T., Kennedy, H., Kivugo, R. R., Lang'at, J. K. S., Lovelock, C., Malleson, R., Macreadie, P. I., Andrade-Medina, R., Mohamed, A., Pidgeon, E., Ramos, J., Rosette, M., Salim, M. M., Schoof, E., Talukder, B., Thomas, T., Vanderklift, M. A., and Huxham, M. (2022, 2022/05/03). Integrating blue: How do we make nationally determined contributions work for both blue carbon and local coastal communities? *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01723-1>
48. Camacho, L.D., D.T. Gevaña, L.L. Sabino, C.D. Ruzol, J.E. Garcia, A.C.D. Camacho, T.N. Oo, A.C. Maung, K.G. Saxena, L. Liang, E. Yiu and K. Takeuchi (2020). Sustainable mangrove rehabilitation: Lessons and insights from community-based management in the Philippines and Myanmar. *APN Science Bulletin* 10,1: pp. 18-25. doi:10.30852/sb.2020.983.
49. Feurer, M., D. Gritten and M.M. Than (2018). Community Forestry for Livelihoods: Benefiting from Myanmar's Mangroves. *Forests* 9, 150; doi:10.3390/f9030150
50. Exton, D.A., Ahmadi, G.N., Cullen-Unsworth, L.C., Jompa, J., May, D., Rice, J., Simonin, P.W., Unsworth, R.K. and Smith, D.J. (2019). Artisanal fish fences pose broad and unexpected threats to the tropical coastal seascape. *Nature communications* 10(1), pp.1-9.
51. Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza, C., Cruz-López, M.I. and Rivera-Monroy, V.H. (2022). Development and Structural Organization of Mexico's Mangrove Monitoring System (SMMM) as a Foundation for Conservation and Restoration Initiatives: A Hierarchical Approach. *Forests* 13(4), p. 621.
52. Villarreal-Rosas, J., Brown, C., Jacobo, P., Najera, E., Andradi-Brown, D., Mascote, C., Martínez, A., Domínguez, R., Paiz, Y., Vázquez Moran, V. and Adame, F. (2022). Mangrove restoration priorities in Marismas Nacionales, México. 2do. Congreso de Manglares de América, Merida, México.
53. Dahdouh-Guebas, F., J. Hugé, G.M.O. Abuchahla, S. Cannicci, L.P. Jayatissa, J.G. Kairo, S. Kodikara Arachchilage, N. Koedam, T.W.G.F. Mafaziya Nijamdeen, N. Mukherjee, M. Poti, N. Prabakaran, H.A. Ratsimbazafy, B. Satyanarayana, M. Thavanayagam, K. Vande Velde and D. Wodehouse (2021). Reconciling nature, people and policy in the mangrove social-ecological system through the adaptive cycle heuristic. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 248: 106942. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106942>
54. Dahdouh-Guebas, F., D.A. Friess, C.E. Lovelock, R.M. Connolly, I.C. Feller, K. Rogers and S. Cannicci (2022). Cross-cutting research themes for future mangrove forest research. *Nature Plants* 8: pp. 1,131-1,135. <https://doi.org/10.1038/s41477-022-01245-4>
55. Erbaugh, J.T., Pradhan, N., Adams, J., Oldekop, J.A., Agrawal, A., Brockington, D., Pritchard, R. and Chhatre, A. (2020). Global forest restoration and the importance of prioritizing local communities. *Nature Ecology and Evolution* 4(11), pp. 1,472-1,476.
56. Bosire, J.O., F. Dahdouh-Guebas, M. Walton, B.I. Crona, R.R. Lewis III, C. Field, J.G. Kairo and N. Koedam (2008). Functionality of restored mangroves: a review. *Aquatic Botany* 89(2): pp. 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.03.010>
57. Debrot, A.O., Veldhuizen, A., Van Den Burg, S.W., Klapwijk, C.J., Islam, M.N., Alam, M.I., Ahsan, M.N., Ahmed, M.U., Hasan, S.R., Fadilah, R. and Noor, Y.R. (2020). Non-timber forest product livelihood-focused interventions in support of mangrove restoration: A call to action. *Forests* 11(11), p.1,224
58. Lewis, R. R. (2005). Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological Engineering* 24(4), pp. 403-418. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.10.003>
59. Lewis, R. R., and Brown, B. (2014). Ecological mangrove rehabilitation—a field manual for practitioners. Mangrove Action Project, Canadian International Development Agency, and OXFAM.
60. Walters, BB, Ronnback, P, Kovas, JM, Crona, B, Hussain, SA, Badola, R, Primavera, JH, Barbier, E, Dahdouh-Guebas, F. (2008) Ethnobiology, socioeconomics and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89, pp. 220-236. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.02.009>
61. Balke, T. and Friess, D. A. (2016). Geomorphic knowledge for mangrove restoration: A pan-tropical categorization. *Earth Surf. Process. Landforms* 41, pp. 231-239.
62. Winterwerp, J.C, T. Albers, E.J. Anthony, D.A. Friess, A. Gijón Mancheño, K. Moseley, A. Muhari, S. Naipal, J. Noordermeer, A. Oost, C. Saengsupavanich, S.A.J. Tas, F.H. Tonneijk, T. Wilms, C.E.J. Van Bijsterveldt, P. Van Eijk, E. van Lavieren, and B.K. Van Wesenbeeck (2020). Managing erosion of mangrove-mud coasts with permeable dams – lessons learned. *Ecological Engineering* 158 106078. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106078>
63. Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Donato, D. C., Feller, I. C., Ferreira, T. O., Garcia, M. D. J., MacKenzie, R. A., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., Simpson, L., and Trejo, H. H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs* 90(2). <https://doi.org/10.1002/ecm.1405>
64. Sidik, Frida and Pradisty, Novia Arinda and Widagti, Nuryani. (2021). Restored mangrove forests in Perancak Estuary, Bali: 17 years of mangrove restoration in abandoned aquaculture ponds.
65. Oh, R. R. Y., Friess, D. A., and Brown, B. M. (2017). The role of surface elevation in the rehabilitation of abandoned aquaculture ponds to mangrove forests, Sulawesi, Indonesia. *Ecological Engineering* 100, pp. 325-334.
66. Maher, D. T., Santos, I. R., Golsby-Smith, L., Gleeson, J., and Eyre, B. D. (2013). Groundwater derived dissolved inorganic and organic carbon exports from a mangrove tidal creek: The missing mangrove carbon sink? *Limnology and Oceanography*, 58(2), pp. 475-488.
67. Balke, T., Vovides, A., Schwarz, C., Chmura, G. L., Ladd, C., and Basyuni, M. (2021). Monitoring tidal hydrology in coastal wetlands with the "Mini Buoy": applications for mangrove restoration. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 1229-1244. <https://doi.org/10.5194/hess-25-1229-2021>
68. Balke, T., Bouma, T.J., Horstman, E.M., Webb, E.L., Erftemeijer, P.L.A. and Herman, P.M.J. (2011) Windows of opportunity: thresholds to mangrove seedling establishment on tidal flats. *Marine Ecology Progress Series* 440, pp. 1-9.

69. Cannon, D., Kibler, K., Donnelly, M., McClenachan, G., Walters, L., Roddenberry, A., and Phagen, J. (2020) Hydrodynamic habitat thresholds for mangrove vegetation on the shorelines of a microtidal estuarine lagoon. *Ecological Engineering* 158, 106070 <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106070>
70. Van Bijsterveldt, C.E., J., van Wesenbeeck, B.K., van der Wal, D., Afiati, N., Pribadi, R., Brown, B., and Bouma, T.J. (2020). How to restore mangroves for greenbelt creation along eroding coasts with abandoned aquaculture ponds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 235, 106576. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106576>
71. Brière, C., Janssen, S. K. H., Oost, A. P., Taal, M. and Tonnon, P. K. (2018). Usability of the climate-resilient nature-based sand motor pilot, The Netherlands. *J. Coast. Conserv.* 22, pp. 491–502.
72. Balke, T., Webb, E. L., van den Elzen, E., Galli, D., Herman, P. M. J. and Bouma, T. J. (2013) Seedling establishment in a dynamic sedimentary environment: a conceptual framework using mangroves. *Journal of Applied Ecology* 50(3), pp. 740-747. (doi: 10.1111/1365-2664.12067)
73. Di Nitto, D., Erftemeijer, P.L.A., van Beek, J.K.L., Dahdouh-Guebas, F., Higazi, L., Quisthoudt, K., Jayatissa, L.P. and Koedam, N. (2013) Modelling drivers of mangrove propagule dispersal and restoration of abandoned shrimp farms. *Biogeosciences* 10: pp. 1,267-1,312.
74. Van Bijsterveldt, C.E., Debrot, A.O., Bouma, T.J., Maulana, M.B., Pribadi, R., Schop, J., Tonneijck, F.H. and van Wesenbeeck, B.K. (2022). To plant or not to plant: When can planting facilitate mangrove restoration? *Frontiers in Environmental Science* p.762.
75. Nardin, W., Vona, I., and Fagherazzi, S. (2021) Sediment deposition affects mangrove forests in the Mekong delta, Vietnam, *Continental Shelf Research* Volume 213 <https://doi.org/10.1016/j.csr.2020.104319>
76. Bayraktarov, E., Saunders, M.I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H.P., Mumby, P.J. and Lovelock, C.E. (2016), The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecol Appl* 26: 1055-1074. <https://doi.org/10.1890/15-1077>
77. Motamedi, S., Hashim, R., Zakaria, R., Song, K.-I., and Sofawi, B. (2014). Long-Term Assessment of an Innovative Mangrove Rehabilitation Project: Case Study on Carey Island, Malaysia. *The Scientific World Journal* pp. 1-12. <https://doi.org/10.1155/2014/953830>
78. Su, J., Friess, D.A., and Gasparatos, A. (2021). A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration. *Nature Communications* 12(1), pp. 1-13. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-25349-1>
79. Owuor, M. A., Icely, J., Newton, A. (2019) Community perceptions of the status and threats facing mangroves of Mida Creek, Kenya: Implications for community based management, *Ocean & Coastal Management*, Volume 175, Pages 172-179, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.027>.
80. Rodríguez-Rodríguez, D., Larrubia, R., Sinoga, J. (2021). Are protected areas good for the human species? Effects of protected areas on rural depopulation in Spain. *Science of The Total Environment* 763, 144399 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144399>.
81. Qiu, J., Game, E., Tallis, H., Olander, L., Glew, L., Kagan, J., Kalies, E., Michanowicz, D., Phelan, J., Polasky, S., Reed, J., Sills, E., Urban, D., and Weaver, S. (2018) Evidence-Based Causal Chains for Linking Health, Development, and Conservation Actions, *BioScience*, Volume 68, Issue 3, Pages 182–193, <https://doi.org/10.1093/biosci/bix167>
82. Nelson, T. (2020) Project DPro Guide. Project Management for Development Professionals Guide (PMD Pro). 2nd Edition. <https://pm4ngos.org/methodologies-guides/project-dpro/>
83. Lewis, R. R. (2001, April). Mangrove restoration-Costs and benefits of successful ecological restoration. In *Proceedings of the Mangrove Valuation Workshop, Universiti Sains Malaysia, Penang (Vol. 4, No. 8)*. <https://www.fao.org/forestry/10560-0fe87b898806287615fceb95a76f613cf.pdf>
84. Beeston, M., Glass, L., Howard, J. Huxham, M., Michie, L., Vermilye, J., Wilkman, A. (2022) "Executive Summary: Blue Carbon Workshop, United Nations Ocean Conference, June 29 2022". Fair Carbon, Geneva, Switzerland. https://www.researchgate.net/publication/364167268_Executive_Summary_Blue_Carbon_Workshop_United_Nations_Ocean_Conference_2022#fullTextFileContent
85. Beeston, M., Cuyvers, L., and Vermilye, J. (2020). Blue Carbon: Mind the Gap. Gallifrey Foundation, Geneva, Switzerland. https://www.researchgate.net/publication/346561192_Blue_Carbon_-_Mind_the_Gap_Version_22
86. WWF / Nature^Squared (2020). WWF: Bankable Nature Solutions. WWF, Gland, Switzerland. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/bankable_nature_solutions_2_1.pdf
87. UNEP (2022) to find
88. Primavera, J.H., and R.F. Agbayani (1996). Comparative strategies in community-based mangrove rehabilitation programs in the Philippines. In *Proceedings of the ETCOTONE V Conference, Community Participation in Conservation, Sustainable Use and Rehabilitation of Mangrove in South East Asia*, 34. Ho Chi Minh City, Vietnam, 8-12 January.
89. Quarto, A. (1999). Local community involvement in mangrove rehabilitation: Thailand's Yadfon. In: W. Streever (Ed.), *An International Perspective on Wetland Rehabilitation*. Kluwer Academic Publishers, pp. 139-142.
90. Hou-Jones, X., D. Roe and E. Holland (2021). *Nature-based Solutions in Action: Lessons from the Frontline*. London, Bond, July 2021.
91. Quarto, A. and I. Thiam (2018). Community-Based Ecological Mangrove Restoration (CBEMR): re-establishing a more biodiverse and resilient coastal ecosystem with community participation. *Nature and Fauna* 32(1): pp. 39-45.

93. Meij, L. and T. Vintges (2021). Where bottom-up and top-down meet: Challenges in shaping sustainable and scalable land interventions. The Netherlands Enterprise Agency, The Netherlands.
94. Walters, J.S., J. Maragos, S. Siar and A.T. White. (1998). Participatory Coastal Resource Assessment: A Handbook for Community Workers and Coastal Resource Managers. Coastal Resource Management Project and Silliman University, Cebu City, Philippines, 113 p
95. Rakotomahazo, C., Ravaoarinorotsihoarana, L. A., Randrianandrasaziky, D., Glass, L., Gough, C., Boleslas Todinanahary, G. G., & Gardner, C. J. (2019). Participatory planning of a community-based payments for ecosystem services initiative in Madagascar's mangroves. *Ocean and Coastal Management* 175, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.014>
96. Suharti, S. (2017). Development of bio-rights incentive scheme for participatory restoration and conservation of mangrove resources. *Biodiversitas*, 18(1), 121–128. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180118>
97. Vaughn, S.E. (2017). Disappearing mangroves: the epistemic politics of climate adaptation in Guyana. *Cultural Anthropology* 32, pp. 242-268.
98. Thompson, B.S. (2018). The political ecology of mangrove forest restoration in Thailand: institutional arrangements and power dynamics. *Land Use Policy* 78: pp. 503-514.
99. Sa'at, N.S. and P.-S.S. Lin, 2018. Janus-Faced linkages: understanding external actors in community-based natural resource management in southern Thailand. *Society and Natural Resources* 31: 773-789.
100. Rog, S. M., Clarke, R. H., and Cook, C. N. (2017). More than marine: revealing the critical importance of mangrove ecosystems for terrestrial vertebrates. *Diversity and Distributions* 23(2), pp. 221-230.
101. Arifanti, V.B., Sidik, F., Mulyanto, B., Susilowati, A., Wahyuni, T., Yuniarti, N., Aminah, A., Suita, E., Karlina, E., Suharti, S. and Turjaman, M., (2022). Challenges and strategies for sustainable mangrove management in Indonesia: a review. *Forests*, 13(5), p. 695.
102. Sidik, F., Lawrence, A., Wagey, T., Zamzani, F. and Lovelock, C.E. (2023). Blue carbon: A new paradigm of mangrove conservation and management in Indonesia. *Marine Policy* 147, p.105388. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X22004353>
103. Gatt, Y.M., Andradi-Brown, D.A., Ahmadi, G.N., Martin, P.A., Sutherland, W.J., Spalding, M.D., Donnison, A. and Worthington, T.A. (2022). Quantifying the reporting, coverage, and consistency of key indicators in mangrove restoration projects.
104. Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gu, B., Lu, Q., and Gao, Z. (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecological indicators* 60, pp. 442-452.
105. Bayraktarov, E., Brisbane, S., Hagger, V., Smith, C. S., Wilson, K. A., Lovelock, C. E., Gillies, C., Steven, A. D. L., and Saunders, M. I. (2020). Priorities and Motivations of Marine Coastal Restoration Research. *Frontiers in Marine Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00484>
106. Basconi, L., Cadier, C., and Guerrero-Limón, G. (2020). Challenges in marine restoration ecology: how techniques, assessment metrics, and ecosystem valuation can lead to improved restoration success. In *YOUMARES 9-The Oceans: Our Research, Our Future* pp. 83-99. Springer, Cham.
107. McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., and Dixon, K. (2016). International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts. (Society for Ecological Restoration: Washington, DC, USA.). Soil-Tec, Inc., © Marcel Huijser, Bethanie Walder.
108. Poortinga, A., Clinton, N., Saah, D., Cutter, P., Chishtie, F., Markert, K. N., ... and Towashiraporn, P. (2018). An operational before-after-control-impact (BACI) designed platform for vegetation monitoring at planetary scale. *Remote Sensing*, 10(5), p. 760.
109. Wortley, L., Hero, J. M., and Howes, M. (2013). Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restoration ecology* 21(5), pp. 537-543.
110. Salmo III, S. G., Lovelock, C., and Duke, N. C. (2013). Vegetation and soil characteristics as Indicators of restoration trajectories in restored mangroves. *Hydrobiologia* 720(1), pp. 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1617-3>
- 111.
112. Luke, H., Martens, M.A., Moon, E.M., Smith, D., Ward, N.J. and Bush, R.T. (2017). Ecological restoration of a severely degraded coastal acid sulfate soil: A case study of the East Trinity wetland, Queensland. *Ecological Management and Restoration* 18(2), pp. 103-114.
113. Alexandris, N., Chatenoux, B., Harriman, L., Lopez Torres, L., and Peduzzi, P. (2013). Monitoring Mangroves Restoration from Space.
114. Kauffman, J.B., Heider, C., Norfolk, J. and Payton, F. (2014). Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, 24, pp. 518–527.
115. Green, C., Lovelock, C.E., Sasmito, S., Hagger, V., and Crooks, S. (2021). Coastal Wetlands in National Greenhouse Gas Inventories. Advice on reporting emissions and removal from management of Blue Carbon ecosystems. International Partnership for Blue Carbon download from <https://bluecarbonpartnership.org/resources-2/>
116. Alongi, D. M. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon management* 3 (3), pp. 313-322.
117. Lugo, A. E., and Snedaker, S. C. (1974). The ecology of mangroves. *Annual review of ecology and systematics*, 5(1), pp. 39-64.
118. Thom, B. G. (1984). Coastal landforms and geomorphic processes. *Monographs on oceanographic methodology*, 8, pp. 3-17.

119. Woodroffe, C. (1992). Mangrove sediments and geomorphology. *Tropical mangrove ecosystems, Coastal and estuarine studies*, 41.
120. Donato, D., Kauffman, J., Murdiyarso, D. et al. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geosci* 4, pp. 293-297. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>
121. Hayes, M.A., Jesse, A., Hawke, B., Baldock, J., Tabet, B., Lockington, D. and Lovelock, C.E. (2017). Dynamics of sediment carbon stocks across intertidal wetland habitats of Moreton Bay, Australia. *Global change biology* 23(10), pp. 4,222-4,234.
122. Broadhead, J.S. (2011). Reality check on the potential to generate income from mangroves through carbon credit sales and payments for environmental services. *Regional Fisheries Livelihoods Programme for South and Southeast Asia (GCP/RAS/237/SPA) Field Project Document 2011/REG/2*. <https://www.fao.org/3/ar463e/ar463e.pdf>
123. Hagger, V., Stewart-Sinclair, P. Rossini, R. Waltham, N.J., Ronan, M., Adame, M.F., Lavery, P., Glamore, W. and Lovelock, C.E. (2022a). Coastal wetland restoration for blue carbon in Australia. Values-based approach for selecting restoration sites. Report to the National Environmental Science Program. The University of Queensland.
124. Hagger, V., Waltham, N. J., and Lovelock, C. E. (2022b). Opportunities for coastal wetland restoration for blue carbon with co-benefits for biodiversity, coastal fisheries, and water quality. *Ecosystem Services* 55, 101423.
125. Rovai, A.S., Twilley, R.R., Castañeda Moya, E., Midway, S.R., Friess, D.A., Trettin, C.C., Bukoski, J.J., Stovall, A.E., Pagliosa, P.R., Fonseca, A.L. and Mackenzie, R.A. (2021). Macroecological patterns of forest structure and allometric scaling in mangrove forests. *Global Ecology and Biogeography*, 30(5), pp. 1,000-1,013.
126. Thomas, S. (2020). Introduction to climate finance and carbon markets. In: *Coastal blue carbon training for policy makers*. Coral Triangle Centre, Bali, Indonesia 2020.
127. Murray, L. S. (2020). Relevant international policy frameworks. In: *Coastal blue carbon training for policy makers*. Coral Triangle Centre, Bali, Indonesia 2020.
128. Parker, C., Mitchell, A., Trivedi, M., and Mardas, N. (2008). *The little REDD book: a guide to governmental and non-governmental proposals for reducing emissions from deforestation and degradation*.
129. Gilbert, N. (2009). Forest definition comes under fire. *Nature international weekly journal of science*. <https://www.nature.com/news/2009/090819/full/news.2009.842.html#:~:text=The%20UNFCCC%20defines%20a%20forest,forest%20from%20within%20those%20ranges>
130. United Nations Development Programme. (2021). *Considerations for integrating Nature-based Solutions into Nationally Determined Contributions: Illustrating the potential through REDD+*. New York, USA: UNDP.

131. S., N., M., M., V., S., B., D., N., L., A., T., & M., K. (2020). Revisiting the REDD+ experience in Indonesia: Lessons from national, subnational and local implementation. *Revisiting the REDD+ experience in Indonesia: Lessons from national, subnational and local implementation*. Center for International Forestry Research (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/007880>
132. Hagger, V., Worthington, T.A., Lovelock, C.E., Adame, M.F., Amano, T., Brown, B.M., Friess, D.A., Landis, E., Mumby, P.J., Morrison, T.H. and O'Brien, K.R. (2022). Drivers of global mangrove loss and gain in social-ecological systems. *Nature communications* 13(1), pp. 1-16.
133. IPCC (2014). In 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, ed. T. Hiraishi, T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, J. Baasansuren, M. Fukuda, and T.G. Troxler. Switzerland: IPCC.
134. Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., Telszewski, M. (eds.) (2014). *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows*. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117741>
- 135.
136. Friess D. A, Howard J, Huxham M, Macreadie PI, Ross F (2022b). Capitalizing on the global financial interest in blue carbon. *PLOS Clim* 1(8): e0000061. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000061>
137. Lovelock, C. E., Adame, M. F., Bradley, J., Dittmann, S., Hagger, V., Hickey, S. M., ... and Sippo, J. Z. (2022). An Australian blue carbon method to estimate climate change mitigation benefits of coastal wetland restoration. *Restoration Ecology* e13739.
- 138.
139. Sapkota, Y. and White, J. R. (2020). Carbon offset market methodologies applicable for coastal wetland restoration and conservation in the United States: A review. *Science of The Total Environment* 701, 134497.
140. Cameron, C., Hutley, L. B., Friess, D. A., & Brown, B. (2019). High greenhouse gas emissions mitigation benefits from mangrove rehabilitation in Sulawesi, Indonesia. *Ecosystem Services*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101035>
- 141.
142. Needelman, B.A., Emmer, I.M., Emmett-Mattox, S., Crooks, S., Magonigal, J.P., Myers, D., Oreska, M.P. and McGlathery, K. (2018). The science and policy of the verified carbon standard methodology for tidal wetland and seagrass restoration. *Estuaries and Coasts* 41(8), pp. 2,159-2,171.
143. Thompson, B. S., Clubbe, C. P., Primavera, J. H., Curnick, D., & Koldewey, H. J. (2014). Locally assessing the economic viability of blue carbon: A case study from Panay Island, the Philippines. *Ecosystem Services* 8, 128-140. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.03.004>

144. Lovelock, C.E., Atwood, T., Baldock, J., Duarte, C.M., Hickey, S., Lavery, P.S., Masque, P., Macreadie, P.I., Ricart, A.M., Serrano, O. and Steven, A. (2017). Assessing the risk of carbon dioxide emissions from blue carbon ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(5), pp.257-265
145. Shumway, N., Bell-James, J., Fitzsimons, J., Foster, R., Gillies, C., Lovelock, C.E. (2021). Policy solutions to facilitate restoration in coastal marine environments. *Marine Policy* 134, 104789 <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104789>
146. UNEP and CIFOR (2014). Guiding principles for delivering coastal wetland carbon projects. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya and Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia, 57pp.
147. Barrios Trullols, A., Dahdouh Guebas, F., Hugé, J., Lucas, R., Otoro, V., Satyanarayana, B., Wolswijk, G. (2022). Can mangrove silviculture be carbon-neutral? *Remote Sensing* 14, p. 2,920. <https://doi.org/10.3390/rs14122920>
148. World Bank (2022). The Economics of Large-scale Mangrove Conservation and Restoration in Indonesia: Technical Report. World Bank.
149. Hajjar, R., Oldekop, J.A., Cronkleton, P., Newton, P., Russell, A.J. and Zhou, W. (2021). A global analysis of the social and environmental outcomes of community forests. *Nature Sustainability*, 4(3), pp
150. Vande Velde, K., J Hugé, D.A. Friess, N. Koedam and F. Dahdouh-Guebas (2019). Stakeholder discourses on urban mangrove conservation and management. *Ocean and Coastal Management* 178: 104810. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.05.012>
151. Lovelock, C.E., Adame, M.F., Butler, D.W., Kelleway, J.J., Dittmann, S., Fest, B., King, K.J., Macreadie, P.I., Mitchell, K., Newnham, M. and Ola, A. (2022). Modelled approaches to estimating blue carbon accumulation with mangrove restoration to support a blue carbon accounting method for Australia. *Limnology and Oceanography*.
152. Lovelock, C.E., Ruess, R. W., Feller, I.C. (2011). CO₂ efflux from cleared mangrove peat. *PLoS One* 6 (6), e21279.
- 153.
- 154.
155. Sidik, F., and Lovelock, C.E. (2013). CO₂ efflux from shrimp ponds in Indonesia. *PloS one*, 8(6), e66329
156. Iram, N., Kavehei, E., Maher, D.T., Bunn, S.E., Rezaei Rashti, M., Farahani, B.S. and Adame, M.F. (2021). Soil greenhouse gas fluxes from tropical coastal wetlands and alternative agricultural land uses. *Biogeosciences* 18(18), pp. 5,085-5,096.
157. Aubinet, M., Vesala, T., and Papale, D. (Eds.). (2012). Eddy covariance: a practical guide to measurement and data analysis. Springer Science and Business Media.
158. Burba, G. (2013). Eddy covariance method for scientific, industrial, agricultural and regulatory applications: A field book on measuring ecosystem gas exchange and areal emission rates. LI-Cor Biosciences.
159. Murray, N.J., Worthington, T.A., Bunting, P., Duce, S., Hagger, V., Lovelock, C.E., Lucas, R., Saunders, M.I., Sheaves, M., Spalding, M. and Waltham, N.J. (2022). High-resolution mapping of losses and gains of Earth's tidal wetlands. *Science*, 376(6594), pp. 744-749. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm9583>
160. Hall, F. (2001a). Ground-based photographic monitoring. In: Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-503. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station Portland, OR, p. 340.
- 161.
- 162.
163. Martínez-Espinosa, C., P. Wolfs, K. Vande Velde, B. Satyanarayana, F. Dahdouh-Guebas and J. Hugé (2020). Call for a collaborative management at Matang Mangrove Forest Reserve, Malaysia: an assessment from local stakeholders' viewpoint. *Forest Ecology and Management* 498: 117741.
164. Mafaziya Nijamdeen, T.W.G.F., J. Hugé, H.A. Ratsimbazafy, S.A. Kodikara Arachchilage and F. Dahdouh-Guebas (2022). A social network analysis of mangrove management stakeholders in Sri Lanka's Northern Province. *Ocean and Coastal Management* 228: 106308. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106308>
165. North, D. C. (1995). The New Institutional Economics and Third World Development. in J. Harriss, J. Hunter and C. M. Lewis (eds.) *The New Institutional Economics and Third World Development*. Routledge, New York and London.
166. Uphoff, N. (1986). *Local Institutional Development: an analytical sourcebook with cases*. Kumarian Press, West Hartford, Connecticut
167. Be, S., Vinitnantharat, S., and Pinisakul, A. (2021). Effect of Mangrove Biochar Residue Amended Shrimp Pond Sediment on Nitrogen Adsorption and Leaching. *Sustainability* 13(13), p. 7,230.
168. Gold Standard (2022). Accessed June 2022 from: <https://www.goldstandard.org>
169. Forliance (2022). Sustainable Mangrove Management Methodology. Accessed June 2022 from: <https://forliance.com/news/2021/09/14/forliance-is-developing-a-sustainable-mangrove-management-methodology-with-gold-standard>



GLOBAL
MANGROVE
ALLIANCE

www.mangrovealliance.org