



通过生态网络和生态廊道 保护连通性的指南

[美]Jodi Hilty, [澳]Graeme L. Worboys, [美]Annika Keeley,
[加]Stephen Woodley, [美]Barbara Lausche, [加]Harvey Locke,
[美]Mark Carr, [澳]Ian Pulsford, [澳]James Pittock, [美]J. Wilson White,
[美]David M. Theobald, [加]Jessica Levine, [美]Melly Reuling,
[澳]James E.M. Watson, [加]Rob Ament, [美]Gary M. Tabor
丛书编辑 [美]Craig Groves

武建勇 叶鹏程 王爱华 赵 晓 / 译



星球保护能力建设

最佳实践保护地指南丛书第30号



中国环境出版集团

IUCN WCPA 最佳实践保护区指南丛书

世界自然保护联盟世界保护区委员会（IUCN WCPA）的“最佳实践保护区指南丛书”是为保护区管理人员提供的一份权威资料。本丛书致力于支持更好地实施该领域理念的专业实践者之间的合作，并给出了世界自然保护联盟（IUCN）的重要经验和建议。本丛书可用于提高机构和个人有效、公平和可持续地管理保护区系统以及应对实践中面临的各种挑战的能力，还可用于帮助各国政府、保护区机构、非政府组织、社区和私营部门合作伙伴履行其承诺和目标，尤其是推动实施《生物多样性公约》缔约方大会通过的《保护区工作方案》。

全套丛书网址：www.iucn.org/pa_guidelines

补充资料网址：www.cbd.int/protected/tools/

如对保护区的能力建设有任何建议，请访问：www.protectedplanet.net

IUCN 保护区的定义、管理类别和治理类型

IUCN 将保护区定义为明确划定的地理空间，经由法律或其他有效方法得到认可、承诺和管理，以实现与自然及相关生态系统服务和文化价值的长期保护。

保护区又被分为以下 6 个管理类别（某些大类又有细分类别）。

I a 严格的自然保护区：为维护生物多样性以及可能的地质/地貌特征而严格保护的区域，此类区域控制和限制人类活动、资源利用和影响，以确保保护价值不受影响。

I b 荒野保护区：通常是指大部分保留原貌，或仅有些微小变动的区域，保存了自然特征和影响，没有永久性或者明显的人类居住痕迹。保护和管理的目的是为了保持自然原貌。

II 国家公园：指大面积的自然或接近自然的区域，设立国家公园是为了保护大尺度的生态过程，以及相关的物种和生态系统特性。这些自然保护地也提供了环境和文化兼容的精神享受、科研、教育、娱乐和旅游的机会。

III 自然历史遗迹或地貌：指为保护某一特别自然历史遗迹而特设的区域，可能是海山、海底洞穴，也可能是一般洞穴甚至是古老的小树林等至今依然存活的地质形态。

IV 栖息地/物种管理区：指用来保护特定物种或栖息地的区域，在管理工作中也体现优先性。许多该类自然保护地需要实施经常性的、积极的干预，以满足特定物种的需要或保护栖息地，但这并不是该类自然保护地必须的条件。

V 受保护的陆地景观或海洋景观：这类自然保护地是指人类和自然长期相互作用而具有鲜明特点的区域，这些区域具有重要的生态、生物、文化和风景价值。这种人与自然相互作用的完整性保护，对于长久维持该区域及与其相伴生的自然保护和其他价值来说都至关重要。

VI 自然资源可持续利用的保护区：指为了保护生态系统以及相关文化价值和传统自然资源管理系统的区域。这些自然保护地通常面积庞大，大部分地区处于自然状态，其中一部分处于可持续自然资源管理利用之中，且该区域的一个主要目标是保证自然资源的低水平非工业利用与自然保护相互兼容。

该类区域应基于主要管理目标进行管理，且管理目标应至少适用于保护区 3/4（75% 规则）的区域。

管理类别根据治理类型（即保护区的权限和责任主体）确定。IUCN 定义了 4 种治理类型。

类型 A 政府治理：由联邦或国家部委/机构负责治理；地方政府部门或机构（如地区、省级和市级机构）负责治理；由政府授权治理（如向非政府组织授权）。

类型 B 共同治理：跨境治理（两个或多个国家之间的正式和非正式安排）；协同治理（多个参与者和机构通过各种方式进行合作）；共同治理（多元委员会或其他多方主管部门合作）。

类型 C 私人治理：由个体土地所有人、非营利组织（如非政府组织等）和营利组织（如企业土地所有人）建立和管理保护区。

类型 D 原住民与当地社区治理：原住民的保护区和领地——由原住民建立和管理的当地社区的保护区——由当地社区建立和管理。

想要了解更多关于 IUCN 保护区定义、类别和治理类型方面的信息，请参见 Dudley（2008 年）的研究。《保护区管理类别应用指南》方面的更多信息，可从网站（www.iucn.org/pa_categories）下载。

关于治理类型的更多信息，请参见 Borrini-Feyerabend 等（2013）的《保护区治理：从了解到行动》。相关内容可从网站（<https://portals.iucn.org/library/node/29138>）下载。



世界自然保护联盟 (IUCN)

IUCN 是一个由政府 and 民间社会组织组成的会员制联盟。它为公共、私人和非政府组织提供相关知识和工具，以推动人类进步、经济发展和自然保护的同步进行。

IUCN 创建于 1948 年，是当今世界上最大、最多样化的环境网络，拥有 1 400 多个会员组织、约 15 000 名专家、丰富的知识和资源以及强大的影响力。它是数据保护、评估和分析领域的领先供应商。因其成员众多，IUCN 可充当最佳实践、工具和国际标准的孵化器和可信赖的知识库。

IUCN 为政府、非政府组织、科学家、企业、地方社区、原住居民组织和其他利益相关方提供了一个中立空间。通过该空间，各方可共同制定和实施应对环境挑战的解决方案，以实现可持续发展。

IUCN 已在全球范围内与合作伙伴和支持者联合实施了多项大型自然保护项目。通过将最新科学与当地社区的传统知识结合，这些项目旨在逆转栖息地的丧失趋势、恢复生态系统和提升人们的福祉水平。

<https://www.iucn.org>

<https://twitter.com/IUCN/>



世界自然保护联盟 (IUCN) 世界保护区委员会 (WCPA)

IUCN-WCPA 是全球最重要的保护区专业知识网络。它根据 IUCN 保护区方案进行管理，拥有来自 140 个国家的 2 500 多个成员。

WCPA 是 IUCN 的 6 个自愿委员会之一，其职责是促进全球陆地和海洋保护区代表网络的建立和有效管理，以协助完成 IUCN 的使命。

WCPA 的工作内容包括协助政府和其他机构规划保护区并将其纳入所有部门规划；向决策者和实践者提供战略建议，以帮助他们进行保护区的能力建设和吸引更多投资；召集保护区利益相关方来共同解决具有挑战性的问题。自成立以来，IUCN-WCPA 一直在保护区行动方面处于全球的最前沿。

<https://www.iucn.org/wcpa>



《生物多样性公约》(CBD)

《生物多样性公约》是一项国际条约，于 1992 年在里约热内卢“地球峰会”上签署，并于 1993 年 12 月生效，涉及生物多样性保护、生物多样性组成部分的可持续利用，以及遗传资源惠益的公平分享。迄今为止，该公约已有 196 个缔约方。

<https://www.cbd.int>



WCPA 连通性保护专家组 (CCSG)

IUCN-WCPA 下的 CCSG 于 2016 年成立，旨在支持信息共享、鼓励积极参与、提高全球意识和促进行动，维护、增强和恢复全球生态连通性保护。其目标是在国际、国家和地方层面推进科学、政策实践，满足对解决方案日益增长的需求，从而促进一致的连通性保护措施的认识、认定和实施。

<https://www.iucn.org/wcpa-connectivity>

<https://www.conservationcorridor.org/ccsg>



大型景观保护中心 (CLLC)

CLLC 的工作内容包括开发解决方案、实施项目以及推动连接和保护陆地、海洋、淡水生态系统中重要栖息地的全球努力。它主要提供 4 个重点领域的专业知识，即科学与研究、指导与网络、社区恢复力、政策。在将知识和经验应用于解决全球范围内连通性保护问题的同时，该中心与社区、政府和其他利益相关方展开合作，将保护区和养护区纳入更大的生态保护网络，从而遏止此类区域的碎片化趋势并维护其中的遗产。

<https://www.largelandscapes.org>



黄石—育空 (Y2Y) 保护行动

Y2Y 保护行动旨在连接和保护北美的栖息地（从黄石至育空生态系统），促进人与自然的发展。它重点解决对整个区域皆有影响的地方问题，并努力为黄石至育空区域的健康发展提供愿景，从而为区域保护工作奠定基础。在所覆盖的 3 200 多平方千米范围内，Y2Y 保护行动动员各个司法管辖区的合作伙伴共同建立一个荒野与水域之间的连通系统，以协调人与自然的需求。

<https://www.y2y.net>

通过生态网络和生态廊道 保护连通性的指南

[美] Jodi Hilty, [澳] Graeme L. Worboys, [美] Annika Keeley,
[加] Stephen Woodley, [美] Barbara Lausche, [加] Harvey Locke,
[美] Mark Carr, [澳] Ian Pulsford, [澳] James Pittock, [美] J. Wilson White,
[美] David M. Theobald, [加] Jessica Levine, [美] Melly Reuling,
[澳] James E.M. Watson, [加] Rob Ament, [美] Gary M. Tabor
丛书编辑 [美] Craig Groves

武建勇 叶鹏程 王爱华 赵 晓 / 译

图书在版编目 (CIP) 数据

通过生态网络和生态廊道保护连通性的指南 / (美)

乔迪·希尔蒂 (Jodi Hilty) 等著 ; 武建勇等译. -- 北

京 : 中国环境出版集团, 2022. 11

ISBN 978-7-5111-5349-4

I. ①通… II. ①乔… ②武… III. ①生态环境建设
—世界—指南 IV. ①X321.1-62

外文出版物

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第176841号

本书使用的地理名称和材料的编排方式并不意味着世界自然保护联盟 (IUCN) 或其他参与组织就任何国家、领域或地区或其当局的法律地位, 或就其边境或边界的划分表示任何意见。

本书表达的观点并不一定反映 IUCN 或其他参与组织的观点。

IUCN 由衷感谢以下提供核心资金的框架伙伴: 芬兰外交部; 法国政府和法国开发署 (AFD); 韩国环境部; 挪威开发合作署 (Norad); 瑞典国际开发合作署 (Sida); 瑞士发展与合作署 (SDC), 美国国务院。

本书表达的观点反映了 IUCN 保护区的定义、管理类别和治理类型。

作为对大型景观保护中心的国际连通性计划的支持, 莱昂纳多·迪卡普里奥基金会 (现属于全球野生动物保护协会)、纽约社区信托基金和国际动物福利基金会为本书的发行提供了资助。本书也得到了戈登和贝蒂摩尔基金会 (Gordon and Betty Moore Foundation) 的支持。该基金会向黄石一育空保护行动提供了一笔赠款, 以支持 IUCN 世界保护区委员会超越爱知目标工作组的工作。大型景观保护中心和黄石一育空保护行动的其他友人提供了额外支持。

IUCN 对本译文中可能出现的错误或遗漏或与出版物原文的偏差不承担任何责任。如有差异, 请参考出版物的原始语言版本。原始出版物的标题: *Guidelines for Conserving Connectivity Through Ecological Networks and Corridors*(2020)。出版单位: 世界自然保护联盟 (瑞士格兰德)。数字标识码: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.en>

出版方: 世界自然保护联盟, 位于瑞士格兰德

丛书编辑: Craig Groves

排版: David Harmon, 社论 + 创意

版权: © 2020 IUCN, 世界自然保护联盟 © 2023 IUCN,

未经版权所有者的事先书面许可, 可为教育或其他非商业目的而复制本出版物的内容, 但需充分注明来源。

未经版权所有者的事先书面许可, 不得为转售或其他商业目的而复制本出版物的内容。

引文: Hilty, J.*; Worboys, G.L., Keeley, A.*; Woodley, S.*; Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., Tabor, G.M.* (2023)。 “通过生态网络和生态廊道保护连通性的指南” 最佳实践保护区指南丛书第 30 号 瑞士格兰德: 世界自然保护联盟。 * 通讯作者: Hilty (jodi@y2y.net), Keeley (annika.keeley@yahoo.com), Woodley (woodleysj@gmail.com), Tabor (gary@largelandscapes.org)

出版人 武德凯

责任编辑 张颖

装帧设计 宋瑞

封面照片 ©Adobe Stock, BG Smith/Shutterstock, Marie Read; 由Kendra Hoff/大型景观保护中心(CLLC)设计

封底照片 连通性对所有物种都很重要, 而对于豹子 (*Panthera pardus*) 等活动范围广泛的食肉动物来说尤其如此。

©Alison Woodley

出版发行 中国环境出版集团

(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)

网址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印刷

经销 各地新华书店

版次 2022年11月第1版

印次 2022年11月第1次印刷

开本 787×1092 1 / 16

印张 0

字数 000千字

定价 70.00元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本集团更换。

中国环境出版集团郑重承诺:

中国环境出版集团合作的印刷单位、材料单位均具有中国环境标志产品认证。

目 录

前 言 /iii
致 谢 /iv
执行摘要 /vi
缩略语（部分） /vii

1 引言：连通性的必要性 /1

2 连通性的科学依据 /5

连通性保护的科学基础 /6
生态廊道建模 /8

3 打造连通性保护的通用语言 /13

生态保护网络的定义 /14
生态廊道的定义 /16
保护地、OECM 和生态廊道之间的差异 /16

4 生态保护网络 /19

生态保护网络与气候变化 /21

5 规划和实施生态廊道 /23

基本原则 /24
目标 /25
为生态保护网络做出贡献 /26
社会与经济价值 /26
划定 /27
治理 /29
权属 /30
法律或其他有效机制的文件记录 /31
生态廊道的寿命 /31
实现目标所需的管理 /32
监测、评估和报告要求 /34
报告的基本文件 /35

6 生态廊道的应用和惠益 /37

7 连通性保护法律和政策的出现 /43

向“星球保护数据库”报告生态廊道和生态保护网络的信息 /46

8 结论 /47

词汇表 /49
参考文献 /52

附件：保护生态网络中生态廊道的方法（案例研究）/60

简介 /60

陆地连通性：非洲 /63

1. 乞力马扎罗山景观：确保野生动物种群的生存能力 /63
2. 卡万戈赞比西跨境保护区中的连通性保护：赞比西河—乔贝河漫滩野生动物扩散区 /65
3. 保护艾伯丁裂谷的 6 个景观以确保连通性 /67
4. 坦桑尼亚联合共和国基隆贝罗河谷拉姆萨尔湿地 /70

陆地连通性：亚洲 /73

5. 秦岭景观区大熊猫聚集地生态廊道 /73
6. 泰国在连接生态保护地方面的经验 /75

陆地连通性：澳大利亚 /78

7. 塔斯马尼亚岛东海岸保护廊道 /78
8. 大东部山脉：澳大利亚首个大陆级生态保护网络 /80

陆地连通性：欧洲 /82

9. 从 COREHABS 到 BearConnect：确保覆盖整个欧洲荒野 /82
10. 城市环境中的生态连通性：荷兰乌特勒支 /84
11. 西班牙牧道国家网络（Vías Pecuarias）/86
12. ECONET：俄罗斯科斯特罗马地区的生态网络 /88

陆地连通性：北美和南美 /90

13. 维持阿巴拉契亚山脉北部的森林景观连接：保持连通倡议 /90
14. 黄石—育空（Y2Y）：连接和保护最完整的山区生态系统之一 /92
15. 保护长距离迁移：从红色沙漠至美国怀俄明州霍巴克（Hoback）的黑尾鹿廊道 /94
16. 生活廊道：改善巴西的生计和森林连通性 /96
17. 哥斯达黎加土地使用规划中的连通性、生态系统服务和基于自然的解决方案 /98
18. 美洲虎廊道倡议：一个范围广泛的物种保护策略 /100

淡水连通性：亚洲 /102

19. 基层保护区对萨尔温江流域的河流生态系统极有益处 /102

淡水连通性：欧洲 /104

20. 穆拉—德拉瓦—多瑙河生态廊道和未来五国生物圈保护区 /104

淡水连通性：北美和南美 /107

21. 太平洋鲑鱼流域：恢复失去的连通性 /107
22. 美国俄勒冈州流域河岸保护的碎片化 /109
23. 保护自由流动的比塔（Bita）河 /112

海洋连通性：澳大利亚 /114

24. 大堡礁：在无连通数据的情况下系统地保护连通性 /114

海洋连通性：北美 /116

25. 北海峡群岛：跨海洋保护区网络的连通性对种群和生态系统产生积极影响 /116

案例研究参考文献 /118

框

框 1：术语的定义 /4

框 2：生态廊道目标的实例 /25

表

表 1 连通性建模的常用方法 /11

表 2 实践中使用的其他用来描述本书所称的“生态保护网络”的术语 /15

表 3 保护地、OECM 和生态廊道在作用上的差异 /17

表 4 基于气候的连通性促进物种分布区转变的战略的利弊 [改编自 Keeley 等（2018）的研究] /22

图

图 1 1990—2018 年增长的陆地和海洋保护区面积以及根据国家和地区承诺所预计的 2018—2020 年的增长面积 /7

图 2 生态保护网络的概念表示 /9

前 言

健康且在生态上相互关联的生态系统会促进地球生命的蓬勃发展。但随着世界上大部分地区受到人类活动的影响越来越大，自然生态系统不断缩小，且越来越分散。自然生态系统的破坏和碎片化是全球生物多样性危机的主要原因。

维护和恢复生态连通性对于保护生物多样性至关重要，而生物多样性为人类提供了不可替代的功能和服务，如提供淡水和食物、气候调节和授粉等。

确保作为生态网络一部分的陆地景观和海洋景观中保护地和其他养护区的良好连通性，既可以保护生物多样性，又可以帮助物种适应因当地条件变化导致的气候变化。因为健康的生态系统对我们自身的健康和福祉非常重要，所以我们需要采取紧急措施来应对和扭转当前生物多样性丧失和碎片化趋势。

生态连通性对于野生物种的生存至关重要。在国际层面，在联合国的主持下缔结了《保护野生动物迁徙物种公约》（CMS）。这是一项多边环境协定，为各国采取必要的联合行动解决迁徙动物及栖息地的保护和可持续利用提供了一个全球平台。在国家层面，多国已经通过立法来促进生态连通性，且这些国家的数量还在不断增加。CMS 第十三次缔约方大会（2020 年 2 月）提出，维护和恢复生态连通性是 CMS 的首要任务之一，并提请各缔约方充分利用世界自然保护联盟（IUCN）发布的相关指南。

Dr. Grethel Aguilar

代理总干事

世界自然保护联盟

Dr. Kathy MacKinnon

主席

世界自然保护联盟 / 世界保护区委员会

世界可持续发展工商理事会呼吁各方采取相关行动并指出，创建具有健康且功能良好生态系统的陆地景观，不仅是实现可持续发展目标中环境目标的关键，也对实现多个社会和经济目标的关键，这些目标的实现部分或全部取决于生态系统给人们带来的惠益。

IUCN 的一个关键任务是制定一份全球指南，以实现“创建一个重视和保护自然的公正世界”的愿景。为此，IUCN 世界保护区委员会的连通性保护专家组编写了本书。通过汇集关于陆地、淡水和海洋生态系统研究的一系列连通性科学案例，专家小组为维护 and 恢复连通性工作所存在的问题提供了实用性解决方案。此外，他们强调需要及时将保护区和其他基于区域的有效保护措施与大规模的生态网络相连，这为我们开启了一个新的 10 年。在这 10 年中，我们必须更好地保护地球的生物多样性。

Ms. Amy Fraenkel

行政秘书

《保护野生动物迁徙物种公约》

致 谢

本书是成立于 2016 年的 IUCN 世界保护区委员会 (WCPA) 连通性保护专家组 (CCSG) 的主要工作成果, 促进了“连通性保护定义的意识与指南”的实施, 许多个人和组织为此提供了支持。我们尤其要感谢在本书筹备过程中做出贡献的 Kathy MacKinnon (IUCN WCPA 主席)、Trevor Sandwith (IUCN 全球保护区方案负责人)、Craig Groves (最佳实践保护区指南系列丛书编辑) 和 Dave Harmon (原英文书编辑和排版人)。我们也要感谢创作本书以及在组织全球咨询方面发挥领导作用的大型景观保护中心的工作人员, 其中包括出版协调员 Aaron Laur、Gabriel Oppler、Grace Stonecipher 和 Copyeditor Abigail Breuer。

在本书创作过程中, CCSG 成员和其他专家也提供了很多有价值的反馈、信息和案例研究成果。对以下为本书的创作直接或间接做出贡献和提供协助的人员表示感谢 (参与案例研究的人员标有星号; 参与 2019 年 7 月—9 月举行的全球在线咨询的人员标有双星号): Jonathan Agüero Valverde* (哥斯达黎加)、Inthavy Akkharath** (老挝)、Sirili Akko (坦桑尼亚)、James Allan (澳大利亚)、Habiba Al Marashi** (阿联酋)、Irene Amoke (肯尼亚)、Gillian Anderson (澳大利亚)、Jo Anderson (英国)、Tiana Andriamanana** (马达加斯加)、Luz Mirian Arango Domico** (哥伦比亚)、Julio Antonio Arrieta Sanchez** (哥伦比亚)、Henry Bailey (英国)、Mark Baker (坦桑尼亚)、Efrain Ballesteros Garces** (哥伦比亚)、Hernando Ramón Barrios Sanchez** (哥伦比亚)、Jhony Batista** (哥伦比亚)、Damien Bell (坦桑尼亚)、Graham Bennett** (荷兰)、Mohamed Ali Ben Temessek** (突尼斯)、David Beroff (坦桑尼亚)、Nina Bhola (英国)、Sophie Bickford (澳大利亚)、Julian Blanc (英国)、Brett Boisjolie* (美国)、Mary Bonet (澳大利亚)、Keith Bradby (澳大利亚)、Peadar Brehony (英国)、Sue Brieschke (澳大利亚)、Lorraine Briggs (澳大利亚)、Luis Gabriel Bruno Martinez** (哥伦比亚)、Diana Esther Buendia Lara** (哥伦比亚)、Ana Caballero Ortiz** (哥伦比亚)、Sebastián Cadavid** (哥伦比亚)、Gabriel Eduardo Carmona Herrera** (哥伦比亚)、Wilber Leibin Castillo Borja** (哥伦比亚)、Carlos Castro Jimenez** (哥伦比亚)、Edison Isaza Ceballos** (哥伦比亚)、Silvia Ceppi (意大利)、Jumapili Magotto Chenga (坦桑尼亚)、Sarah Chiles (肯尼亚)、Peter Cochrane (澳大利亚)、Isabelle Connolly (澳大利亚)、Yamelis Correa Correa** (哥伦比亚)、Rose Crane (澳大利亚)、Tyler Creech (美国)、Laury Cullen* (巴西)、Giuseppe Daconto*** (比利时)、Tim Davenport (英国)、Jon Day (澳大利亚)、Bob Debus (澳大利亚)、Leticia Del Carmen Mena Fuentes** (哥伦比亚)、Ana Deligny** (法国)、Jhon Alberto Diaz Carrillo** (哥伦比亚)、Teresa di Micco De Santo (肯尼亚)、Felix Domicó** (哥伦比亚)、Steve Dovers (澳大利亚)、Liz Drury (澳大利亚)、Todd Dudley* (澳大利亚)、Deanna Dulen** (美国)、Susie Duncan (澳大利亚)、Delimiro Simón Durango León** (哥伦比亚)、Nathan Eamon (新西兰)、April Eassom (英国)、Leydy Viviana Eira Andrade** (哥伦比亚)、Francisco Escobedo** (危地马拉)、Sue Feary (澳大利亚)、Ancuta Fedorca* (罗马尼亚)、Simon Ferrier (澳大利亚)、Penelope Figgis** (澳大利亚)、Kathleen Fitzgerald* (美国)、James Fitzsimons (澳大利亚)、Erica Fleishman (美国)、Rebecca Flitcroft*** (美国)、Brayan Florez Durango** (哥伦比亚)、Charles Foley (英国)、Adam Ford (加拿大)、John Gallo** (美国)、Susan Gallon** (法国)、Vivian Adriana Galvis Garrido** (哥伦比亚)、Victor Garcia** (哥伦比亚)、Jaime Garcia Rodriguez** (哥伦比亚)、Liliana Garrido** (哥伦比亚)、Mridula George (澳大利亚)、Henry Gómez Bertel** (哥伦比亚)、Poyyamoli Gopalsamy** (印度)、Liz Gould (澳大利亚)、Emöke Györfi* (澳大利亚)、Claudia Haas** (加拿大)、Larry Hamilton (美国)、Ruth Hardy (澳大利亚)、Ian Harrison** (英国)、Miguel Antonio Herrera Luna** (哥伦比亚)、Peter Hetz (美国)、Marc Hockings (澳大利亚)、Maarten Homan** (塞尔维亚)、Gary Howling** (澳大利亚)、Tim Hughes (澳大利亚)、Brooke Hynes (澳大利亚)、Peter Jacobs (澳大利亚)、Moses Jaokoo (肯尼亚)、Bruce Jeffries (澳大利亚)、Megan Jennings* (美国)、Menna Jones (澳大利亚)、Rob Jongman*** (荷兰)、Aditya Joshi* (印度)、Ján Kadlečík** (斯洛伐克)、Angella Kangethe (肯尼亚)、Alexander Khoroshev*** (俄罗斯)、Fares Khoury** (约旦)、David Kilonzi (肯尼亚)、Naomi Kingston (爱尔兰)、Margaret Kinnaird (肯尼亚)、Chris Klemann* (荷兰)、Aaron Koning* (美国)、Daniel Kraus** (加拿大)、Laura Laguna** (哥伦比亚)、Olga Lucía Lara Quintero** (哥伦比亚)、Bill Laurance (美国)、Annette Lees (新西兰)、Rosa Leonilde Lopez** (哥伦比亚)、Laly Lichtenfeld (坦桑尼亚)、Marcelo Lima (巴西)、Sadiki Lotha Laiswer (坦桑尼亚)、Belinda Low Mackey (英国)、Arianne Lowe (澳大利亚)、Brendan Mackey (澳大利亚)、Ireene-Rose Madinou (肯尼亚)、Alphonse Mallya (坦桑尼亚)、Magno Emilio Martinez** (哥伦比亚)、Franklin Masika** (坦桑尼亚)、Ally-Said Matano (肯尼亚)、Consuelo Maya** (哥伦比亚)、Meredith McClure (美国)、Mel McRoberts (澳大利亚)、René Meeuwis** (比利时)、Dismas Meitaya (坦桑尼亚)、Francisca Mendoza Diaz** (哥伦比亚)、Maria Mercedes Atencia** (哥伦比亚)、Anna Metaxas** (加拿大)、Hildegard Meyer* (奥地利)、Spike Millington** (美国)、Nick Mitchell (英国)、Arno Mohr* (奥地利)、Heather Moorcroft (澳大利亚)、William Morales Ladeuth** (哥伦比亚)、John Morrison** (美国)、Magnus Mosha (坦桑尼亚)、Alba Rosa Mosquera Ayala** (哥伦比亚)、Catalina Murarius* (罗马尼亚)、Philip Muruthi (肯尼亚)、Gabriella Nagy*** (匈牙利)、Sheetal Navigire* (印度)、Carlos Negrete Montes** (哥伦比亚)、Kimani Ndung'u (肯尼亚)、Mae Noble** (澳大利亚)、Genevieve Northey (新西兰)、Silvanus Okudo (坦桑尼亚)、Robert Olivier (英国)、Leslie Olonyi** (肯尼亚)、Ezra Onyango (肯尼亚)、Shane Orchard** (新西兰)、Steve Osofsky** (美国)、Olga Lucía Ospina Arango** (哥伦比亚)、Roberto Pacheco Castillo** (哥伦比亚)、Edgar Ariel Palacio Tordecilla** (哥伦比亚)、Juan Carlos Palacios Palacios** (哥伦比亚)、Lionel Maria Palomino Ramirez** (哥伦比亚)、Milind Pariwakam* (印度)、Belinda Parkes (澳大利亚)、David Patrick** (美国)、Lesley Peden (澳大利亚)、Exper Pius (坦桑尼亚)、

Andrew Plumtre*** (英国)、Marcos Pradas Oncinos*** (西班牙)、Juan Pablo Prías** (哥伦比亚)、Michael Proctor** (加拿大)、Miquel Rafa** (西班牙)、Priyanka Menon Rao** (阿联酋)、Bronwyn Rayfield** (加拿大)、Johannes Refisch (德国)、José Reynaldo Reyes Contreras** (哥伦比亚)、Fabio Roque** (巴西)、David Rush (澳大利亚)、Meinrad Rweyamamu (坦桑尼亚)、Gustavo Sánchez Herrera** (哥伦比亚)、Carolina Sans** (乌拉圭)、Mary Santelmann* (美国)、Jose Saulo Usma* (哥伦比亚)、Frans Schepers** (荷兰)、Jan Schipper** (美国)、Chira Schouten (坦桑尼亚)、Rachael Scrimgeour (英国)、Kanyinke Sena (肯尼亚)、Samwel Shaba (坦桑尼亚)、Craig Shafer** (美国)、Neovitus Sianga (坦桑尼亚)、Makko Sinandei (坦桑尼亚)、Anna Spenceley** (塞舌尔)、Brian Stewart** (美国)、Cesar Suarez* (哥伦比亚)、Songtam Suksawang* (泰国)、Juraj Švajda** (斯洛伐克)、Cate Tauss (澳大利亚)、Michele Thieme*** (美国)、Kim Taylor Thompson*** (加拿大)、James Tresize (澳大利亚)、Fernando Trujillo* (哥伦比亚)、Ted Trzyna** (美国)、Peter Tyrrell (肯尼亚)、Srinivas Vaidyanathan* (印度)、Jhair Alexis Varela Zamorano** (哥伦比亚)、Ivana Korn Varga* (克罗地亚)、Sandra Yaned Velazquez Henao** (哥伦比亚)、Narces Villareal** (哥伦比亚)、Hui Wan* (中国)、Lucy Waruingi (肯尼亚)、Dave Watson (澳大利亚)、Maria Cristina Weyland Vieira** (巴西)、Jacqueline Williams (澳大利亚)、Mike Williams (澳大利亚)、Hannah Wood (英国)、Jeff Worden (肯尼亚)、Carina Wyborn (澳大利亚)、Alberto Yanosky** (巴拉圭)、Edgard Yerena** (委内瑞拉)、Virginia Young** (澳大利亚)、Alejandro Zamora Guzmán** (哥伦比亚)、Edoardo Zandri (意大利)、Jorge Zapata Hurtado** (哥伦比亚)、Dorothy Zbicz (美国)、Kathy Zeller*** (美国)、Kathy Zischka (澳大利亚)、Félix Zumbado Morales*** (哥斯达黎加)。



非常感谢为本书做出贡献和提供反馈的世界各地的实践者，包括 2018 年 1 月在肯尼亚内罗毕（上）、2018 年 3 月在澳大利亚堪培拉（中）以及 2020 年 2 月在印度新德里（下）举行的磋商会议中提供反馈意见的实践者。©Gary Tabor

执行摘要

生态连通性可使物种畅通无阻地移动以及维持地球上生命自然过程的流动。该理解已得到《保护野生动物迁徙物种公约》（CMS，2020年）的认可，还强调了保护连通性及其各要素（扩散、季节性迁徙、河流作用以及大片荒野区域内固有的连通性）的紧迫性。由人类活动造成的碎片化会继续破坏栖息地、威胁生物多样性并阻碍物种对气候变化的适应。为了在保护区内解决此类问题，已开展了大量的科学和理论研究。

本书的目的是对这些知识和最佳实践进行整合，支持为抑制碎片化所做的努力。本书为①在保护区和其他基于区域的有效保护措施之间建立生态连通性，②建立服务于自然保护的生态网络（简称生态网络），提供了工具和具体示例。同时，本书还提出了保护生态网络的最佳实践方案，以维护和恢复完整无缺的生态系统以及人类主导的生态系统中的连通性。随着对国际、国家和地方级创新解决方案需求的增长，本书建议正式认定生态廊道，以发展保护网络，确保对生物多样性进行有效保护。

关键信息：

- 大量科学研究表明，在人类主导的生态系统中，相互连通的保护地和其他生物多样性保护区要比不连通的区域更有保护效果得多，尤其是在面对气候变化时。
- 众所周知，生态连通性对保护生物多样性至关重要，但识别、保留和增强生态连通性的方法却非常分散和不一致。同时，为增强连通性，各大洲的国家及地区和各国地方政府都出台了各种关于生态廊道的法律和政策。
- 各方必须朝着制定统一的全球生态连通性保护方法的方向努力，并对连通性保护努力的有效性进行衡量和监测，以建立功能性生态网络。为实现这些目标，本书将生态廊道定义为识别、维护、增强和恢复连通性的方式，汇总了大量的相关科学知识，并提出正式认定生态廊道和生态网络的方法。

缩略语（部分）

ABNJ	国家管辖范围以外区域
CBD	《生物多样性公约》
CCSG	连通性保护专家组
CMS	《保护野生动物迁徙物种公约》
COP	缔约方大会
EEZ	专属经济区
EU	欧洲联盟
IUCN	世界自然保护联盟
OECM	其他基于区域的有效保护措施
SSC	物种存续委员会
UN	联合国
UNEP	联合国环境规划署
WCMC	世界保护监测中心
WCPA	世界保护区委员会



座头鲸 (*Megaptera novaeangliae*) 等迁徙物种表明了保持连通性的必要性。©Adobe Stock

引言： 连通性的必要性

1



每年在坦桑尼亚和肯尼亚之间发生的角马 (*Connochaetes* spp.) 迁徙是世界上最壮观的野生动物迁徙活动之一。©Gary Tabor

21 世纪，人类与自然的关系陷入危机，随着气候不断恶化，目前已有 100 多万物种濒临灭绝（IPBES, 2019）。

我们的星球并非处于一种统一的状态。例如：约 17% 的土地已被城市和农业发展彻底改造；约 56% 的土地未被彻底改造，表现为农村、城市和郊区混合开发型土地中有一半或一小半已被改造；约 26% 的土地是大片完好的荒野区域（Locke et al., 2019）。这 3 种状态的土地需要不同的保护策略，需要在其内部和彼此之间建立生态连通性。

生态连通性可使物种畅通无阻地移动，维持地球上生命自然过程的流动（CMS, 2020）。没有连通性，生态系统将无法正常运行；没有良好运转的生态系统，生物多样性和其他生命基本要素将处于危险之中。生态连通性的破坏或缺失是人为“碎片化”（将栖息地、生态系统或土地利用类型分解成越来越小的成分）行为造成的。

根本的问题是人类活动已造成世界上大部分土地发生退化和碎片化（Venter et al., 2016）。人类活动直接改变了世界上（南极洲除外）75% 以上的陆地生态系统（Ellis et al., 2010），而在

世界剩余的荒野面积中，有 70% 仅存在于 5 个国家中（Watson et al., 2018）。人类足迹也延伸至海洋：有 87% 的海洋生物群落受到过度捕捞、养分流失和气候变化的影响（Jones et al., 2018）。

我们的保护措施必须以保留完整的生态系统为目标，因为它们可在瞬息万变的世界中更有效地保护生物多样性（Scheffers et al., 2016）。因此，即使在碎片化的陆地、海洋或淡水区域，保护地也是进行自然保护的基础。尽管保护地和 OECM 是必不可少的，但在许多地方，仅有这些是不够的（IUCN WCPA, 2019），还必须采取其他积极措施来维护、增强或恢复保护地之间及 OECM 的生态连通性（Tabor, 2019）。

科学研究表明，为了长期取得生物多样性成果，在气候变化的时代，保持生态连通性至关重要（Foden et al., 2016; Gross et al., 2016）。这一新认识正在推动保护实践发生根本转变，包括行动和目标必须根据陆地、淡水和海洋景观的实际状况而有所改变。人类对地球的改变不断增加，由于气候的快速变化，有必要在许多物种和过程实际发生的更大空间尺度上思考和采取行动。



世界上只有 1/3 的河流保持着畅通无阻，而大坝是淡水连通性的主要障碍。欧洲喀尔巴阡生态区“心脏地带”具有象征意义的河流上正在修建水坝。
©Leeway Collective（巴尔干河流）/Calin Dejeu



加拿大艾伯塔省卡纳纳斯基斯国家野生动物通道标志。©Aerin Jacob/ 黄石一育空保护行动

本书旨在帮助阐明和统一保护实践的转变，即从仅侧重于单个保护地转变为将保护地视为大型景观保护网络的重要组成部分。这可通过专门设计、运行和管理“生态保护网络”来实现，确保存在生态连通性的区域维持和增强生态连通性，或在失去生态连通性的区域恢复生态连通性（Bennett et al., 2006; Bennett, 2003）。

仅有保护地和 OECM 是不够的，除非它们保留了所有必要的生态系统过程，陆地、淡水和海洋区域以及场地彼此之间的生态连通性是关键要素。

第 2 章对生态连通性保护的科学基础进行了简明扼要的释义。因为生态模型在连通性保护中的作用日益增强，该章还简单介绍了一些重要的连通性识别和建模方法。

进行范围更广的保护需要对所涉概念达成共识，因此第 3 章对相关术语（包括在 IUCN 以及其他相关文献中出现的术语）进行了分类，以描述实践中正发生的变化。本章重点阐述了两个关键术语，即生态保护网络和生态廊道。清楚地了解这些术语及与既定概念的关系有助于创建一种通用语言，以促进合作和经验共享，并最终实现更有效的生态保护。

在此基础上，第 4 章重点阐述了生态保护网络的概念，解释了什么是生态保护网络，以及相较于未建立连通性的单个保护地，存在生态保护网络的保护地可实现更有效保护的原因。

为满足连通性保护地通用指南的需求，第 5 章提出将生态廊道作为正式的保护措施，并将其视为生物多样性生态保护网络不可或缺的一部分。本章提供了建立、规划、管理、监测和评估生态廊道的详细指南。

第 6 章回顾了生态廊道在陆地、淡水、海洋和混合环境中的应用和惠益，并对在地球空域中建立连通性进行新思考。上述环境都受气候变化的影响，因此，本章也简要讨论了生态廊道管理中气候变化方面的注意事项。

第 7 章讨论了如何在全球保护法律和政策中逐步体现连通性保护的科学理解。

第 8 章进行了简要总结。

附件则介绍了来自世界各地创建作为生态保护网络一部分的生态廊道的多个案例。

框 1: 关键术语的定义

连通性

- **生态连通性**：描述物种畅通无阻地移动以及维持地球上生命自然过程的流动（CMS，2020）。在本书中，生态连通性有多个有用的子项：
 - ◎ **物种的生态连通性**（详细的科学定义）：描述种群、个体、基因、配子和（或）繁殖体在群落（或种群）和生态系统之间的移动，以及非生物从一个位置到另一个位置移动的性质。
 - ◎ **物种的功能连通性**：对基因、配子、繁殖体或个体在陆地、淡水和海洋景观中的移动情况的描述（Weeks，2017；Rudnick et al.，2012）。具体内容请参阅第 2 章。
 - ◎ **物种的结构连通性**：可做栖息地斑块、干扰和其他被认为对生物在环境中移动至关重要的陆地、淡水或海洋景观元素的物理特征和排列来衡量栖息地渗透性的工具。通常在缺乏功能连通性衡量值的情况下可采用结构连通性来恢复或估计功能连通性（Hilty et al.，2019）。具体内容请参阅第 2 章。
- **生态廊道**：一个明确界定的地理空间，对其进行长期管理和治理，可以维护或恢复有效的生态连通性。通常还使用以下类似术语，如“链接”“安全通道”“生态连通区域”“生态连通区”“渗透区”。
- **（服务于保护的）生态网络**：由生态廊道连接的核心栖息地（保护地、其他完整的自然区域）系统。可以根据需要建立、恢复或维护该系统，以保护分散系统中的生物多样性。有关术语请参见第 3 章的表 2。
- **OECM**：OECM 中的“区域”是指保护地以外的地理区域，其治理和管理方式可以获得积极和持续的成果，可就地保护生物多样性以及相关的生态系统功能和服务，同时还能保护文化、精神、社会经济和其他与本地相关的价值（如适用）（IUCN WCPA，2019）。
- **保护地**：被明确划定的具有专项用途的地理空间，通过法律或其他有效方式进行认定和管理，实现对自然及相关生态系统服务和文化价值的长期保护（Stolton et al.，2013；Dudley，2008）。



世界上半以上的野生虎（*Panthera tigris*）生活在印度，它们依赖生态廊道生存。一只幼虎横穿印度中部的塔多巴国家公园。© Grégoire Dubois

连通性的 科学依据

2



移动生态对许多物种至关重要。无脊椎动物在其生命周期中的移动范围非常广泛。
小红蛱蝶 (*Vanessa cardui*) 每年要迁徙数千千米。 ©Adobe Stock

栖息地的丧失和碎片化是全球生物多样性丧失的主要原因之一，而气候变化使这一问题更加严重。人类活动对生物多样性以及生态系统的功能和服务产生负面影响，造成物种损失、种群数量减少和分布区缩小。这些变化发生的速度要快于此前物种灭绝的发生速度（Ceballos et al., 2017）。

从历史的角度来看，建立单独的保护地（如国家公园等）是进行就地保护的主要措施之一。保护地所包括的陆地和海洋面积正在稳步增加（图1）。目前除建立保护地外，还有一系列补充性OECM。虽然有些区域的主要管理目标可能并不是保护，但也可以在一系列治理和管理制度下提供有效保护（IUCN WCPA, 2019）。在全球范围内，生物多样性丧失的问题仍在加剧。

连通性保护的科学基础

因位置不佳或存在管理问题，保护地并不总能充分保护生物多样性（Jones et al., 2018; Venter et al., 2017）。在人类主导的生态系统内，越来越多的陆地保护地被隔离开来（Wittemyer et al., 2008）。

隔离增加了这些区域内物种灭绝的风险（Newmark, 2008, 1995, 1987; Prugh et al., 2008; Parks et al., 2002; Brashares et al., 2001）。隔离与物种灭绝之间的关系是建立在岛屿生物地理学和集合种群理论基础上的（Hanski, 1999; McCullough, 1996; MacArthur et al., 1963, 1967）。岛屿生物地理学理论指出，在一个岛屿上，新物种的到来和灭绝速度取决于该岛屿的面积和形状以及其与大陆的距离。现在已将该概念的应用范围从岛屿扩展到了大陆生态系统中。该系统中孤立的保护区就像位于“人类主导的生态系统”这片“海洋”中的岛屿。实际上，人类主导的生态系统相当于一个“过滤器”，一些物种个体可以自由通过，另一些物种则不能。集合种群理论指出，许多处于不同空间的亚种群可以通过个体移动重新连接，从而产生基因交换和提高先前绝迹的亚种群重建的可能性。上述两种理论都支持以下结论：从长期来看，更大、联系更紧密的区域支持更高的生物多样性。所以有必要在大规模陆地、淡水和海洋景观中建立生态保护网络。

显然，面积足够大、布局合理且管理良好的保护地和OECM可为在边界范围内的不同栖息地斑块或资源流通提供连通性服务。



在世界上大片原本完整的景观和生物多样性高的区域中，线性基础设施建设仍在持续。喀麦隆的森林砍伐和景观碎片化。©Grégoire Dubois

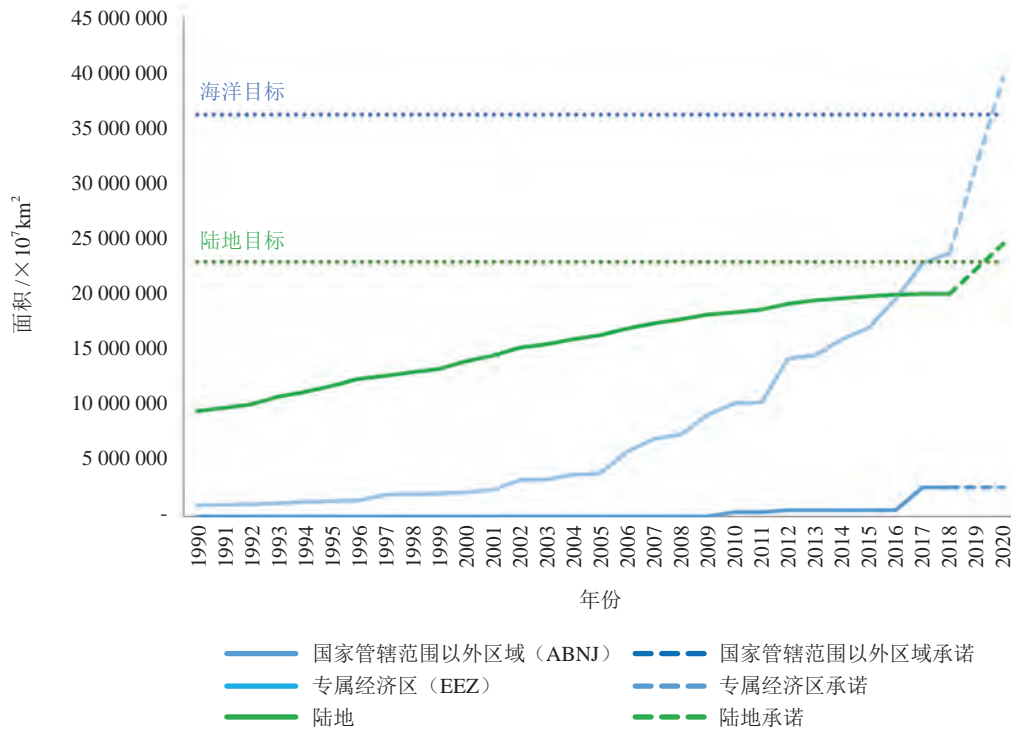


图 1 1990—2018 年增长的陆地和海洋保护区面积以及根据国家和地区承诺所预计的 2018—2020 年的增长面积

注：ABNJ——距离海岸 200 海里以上的区域；EEZ——国家管辖范围内的海洋区域，距离海岸不到 200 海里。OECD 实践地是新划定的区域，因此未包含在该图中。[摘自 UNEP-WCMC, IUCN 和美国国家地理学会 (NGS), 2018 年]

地球上大部分的陆地表面已破碎化，因此改善或维护保护地与 OECD 中的连通性对有效保护和管理生物多样性至关重要。如果不能或不适宜建立额外的保护地或实施 OECD，则可以将已有保护地连接起来，以加强生物多样性保护。对牧场或林业系统中的连通性进行管理时，可以通过增加景观中有效连接的总面积来增加保护地面积，从而降低物种灭绝风险 (Newmark et al., 2017)。面对气候变化，连通性变得更加重要，因为连通性可使某些物种改变分布范围，同时使另一些物种迁移到能提供新的适宜栖息地的保护区中。

保护实践者和科学家证明，只有在保护地实现功能性连接的情况下，才能实现物种、生态系统和栖息地的保护 (Trombulak et al., 2010; Resasco, 2019)。在完整的生态系统中，保护地实际上是相互连通的；在破碎的陆地、淡水和海洋景观中，则必须强调建立连通性。尽管尚未证明将保护地和 OECD 联系起来能在任何情况下加强保护，但已证明连通性是多个生态系统的重要组成部分 (Hilty et al., 2019)。

文献中对生态廊道的负面影响有一些争论 (Hilty et al., 2019; Anderson et al., 2006)。大多数负面影响看起来与捕食者活动的增加、入侵物种的移动以及疾病或微栖息地的变化有关 (Weldon, 2006)。在个别情况下，这些负面影响可能会非常明显。然而，所报告的生态廊道的惠益远大于负面影响 (Hilty et al., 2019)。在生态廊道设计中应考虑潜在的弊端，如尽量减少潜在的边缘影响、外来入侵物种和传染病的传播，还要权衡生态廊道和核心栖息地这两个区域的建造成本 (Hilty et al., 2019; Anderson et al., 2006; Weldon, 2006)。

确保在割裂的生态系统中，保护地和 OECD 在功能上与陆地、淡水和海洋领域以及相关空域关联，这对许多物种来说至关重要 (Hilty et al., 2019; Marine Protected Areas Federal Advisory Committee, 2017)。在这些界域之间移动的生物包括从海洋洄游到河流产卵的溯河鱼类、在不同生命阶段栖息于多个生态系统中的两栖动物，以及在大陆级跨代迁徙中使用多个生态系统的蝴蝶 [如帝王蝶 (*Danaus plexippus*)]。



珊瑚礁只有在整个海洋景观区域具有连通性的情况下才能蓬勃生长。关岛皮提湾的鹿角珊瑚 (*Acropora* sp.) 栖息着蓝指海星和许多鱼类，包括光鳃鱼 (*Chromis* sp.)。©Alisha Gill

维护或恢复生态连通性可能也会涉及时间的问题，因为物种迁徙周期可能为一季、一年或多年，如帝王蝶 (Runge et al., 2015)。通常，此类连通性移动会发生在各个方向上，但也存在单向移动的情况，如在发生长期气候变化时，物种的分布区可能会向极地或向上坡转移。

连通性的管理范围可从小规模（如溪流、珊瑚礁和海草床）扩至区域规模，再至大陆规模（如岛屿、山脉、主要河流生态系统和深海热液喷口生态系统）。需要在本地、区域和全球级别以及各别的人类改造空间之间保持连通性。许多大型保护愿景都寻求将陆地、淡水和海洋中的保护区连接起来的方法（图2）(Worboys et al., 2015)，而且在多个人类主导的生态系统中制定了实现这些愿景的方法 (Keeley et al., 2019)。著名示例包括加利福尼亚至白令（墨西哥、美国和加拿大）倡议、大东部山脉倡议（澳大利亚）、亚马孙淡水连通性（南美洲亚马孙）倡议、黄石一育空区域保护倡议（美国、加拿大）和瓦图伊拉 (Vatu-i-Ra) 海洋景观倡议（斐济）。

如果需要获得更多信息和示例，请参阅附件“保护生态网络中生态廊道的方法”。

生态廊道建模

陆地、淡水和海洋景观连通性测量、建模和制图的科学在过去得到稳步发展。本节对关键的概念性问题、可用于连通性建模的工具，以及支持生态廊道定义和划定的有用资源进行了简要概述。人们对许多概念性的问题有了更深刻的理解 (Hilty et al., 2019; Olds et al., 2016; Rudnick et al., 2012; Crooks et al., 2006)，并制定了许多实用的实施和管理指南 (Olds et al., 2016; Beier et al., 2008, 2011; Hermoso et al., 2011)。

连通性存在多种分类方法。在最高层面上，连通性与生态廊道的一个主要区别在于连通性既具有结构性成分又具有功能性成分。



图2 生态保护网络的概念表示

注：深绿色为陆地保护地，被人类活动区域环绕；深蓝色为海洋保护地；橙色为 OECM；虚线为连续的生态廊道和作为跳板的生态廊道。生态保护网络包括保护地、OECM 和生态廊道。©Kendra Hoff/ 大型景观保护中心 (CLLC)



实验廊道为研究生态连通性提供了一个受控环境。萨凡纳河基地廊道实验室（美国南卡罗来纳州）是最大的廊道实验室。©Ellen Damschen

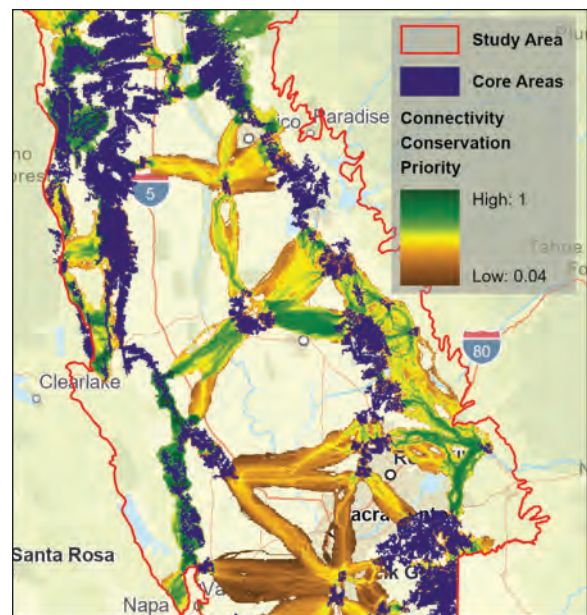


为维持连通性，需要消除影响物种移动的障碍。可通过安装野生动物可穿过的围栏来减少阻碍。白尾鹿（*Odocoileus virginianus*）跳跃围栏。©BG Smith/Shutterstock

可以根据栖息地的类型（如第 6 章“生态廊道的应用和惠益”所述的海洋、淡水和陆地栖息地）、人为干扰程度（如树篱、残留森林廊道）（Theobald, 2013）、规模（本地、区域、跨洋或大陆）或目标（日常或季节性移动、扩散区域或栖息地，长期持久性，对气候变化的适应性）（Hilty et al., 2019; Olds et al., 2016; Rudnick et al., 2012; Crooks et al., 2006）对连通性进行特征描述。

功能连通性可描述基因、配子、繁殖体或个体在陆地和海洋景观中的移动情况（Weeks, 2017; Rudnick et al., 2012）。根据已知的个体移动情况来识别现在或将来能够提供功能连通性的区域，这是一个划定移动廊道的有效方法（Hilty et al., 2019; Seidler et al., 2015; Sawyer et al., 2009）。有关详细信息，可参阅附件案例研究 15。因为随着时间的推移可能很难追踪到足够数量的个体，所以开发出了一系列其他方法来确定连通性（Rudnick et al., 2012）。在某些情况下，指示种或伞护种可用来识别一组物种的连通性区域（Weeks, 2017）。难以监测的长寿物种研究可采用能够随时间发生变化（如遗传组成变化）

的间接方法（Proctor et al., 2012）。基因方法的运用通常只是确定连续种群破碎发生地的第一步，下一步是确定潜在的重要连通性区域（Proctor et al., 2015）。



建模软件，如 Linkage Mapper，是保护区规划人员用于决策的工具之一。综合利用 4 个 Linkage Mapper 软件，对美国加利福尼亚州萨克拉曼多谷地美洲獾（*Taxidea taxus*）栖息地的连通性保护优先级进行了初步估算。（示例用图无特殊意义）©John Gallo

基因工具可以用来验证功能性并充当监测工具 (Proctor et al., 2018)。由于数据的局限性, 该工具可能较难用于海洋系统 (Balbar et al., 2019)。

结构连通性可以根据栖息地斑块、扰动以及其他陆地、淡水或海洋景观元素的物理特征和排列来衡量栖息地渗透性, 其中, 元素被认为对生物在环境中的移动至关重要 (Hilty et al., 2019)。结构连通性建模旨在确定各种物种可以移动通过的区域。模型通常会优先考虑人类改造程度较低的生态廊道, 这些区域被认为对人类干扰敏感的物种具有渗透性 (Dickson et al., 2017)。此外, 可优先确定并保护具有连通性的线性区域, 如河道、洋流或线性森林区段 (Rouget et al., 2006)。

越来越多的系统性保护规划纳入连通性 (Albert et al., 2017; Hodgson et al., 2016; Rayfield et al., 2016)。随着定量方法的增多, 可采用多种工具进行连通性绘图和建模 (表 1)。通过连通性建模, 人们逐步认识到生态系统的发展态势, 包括季节或年度态势以及由气候造成的长期变化 (Simpkins et al., 2017; McGuire et al., 2016; Rouget et al., 2006)。

表 1 连通性建模的常用方法

方法	简要说明
最低成本	假如知道一个个体或过程的目标位置, 并且在以“成本”表示的表面上移动, 则可估算该个体或过程从一个位置 (源斑块) 到另一位置 (目标斑块) 的最低成本移动路径的表面积 (https://www.corridordesign.org) (McRae et al., 2014); 可以使用从一个位置到另一个位置的最短路径, 也可以使用最低成本距离的总表面积; 可把从单个、一对、多对或随机选定的位置中得出的成本 - 距离表面积结合起来
线路理论	线路理论改编自电路原理, 对从源点穿过“电阻表面”到达目的地 (地面) 的随机游走者进行建模, 确定连通性, 从而提供多种途径选择 (McRae, 2006) (https://www.circuitscape.org)
图论	图论是对图的研究, 该图在形式上代表了互连对象的网络; 图论几乎是所有连接方法 (包括最低成本和线路理论) 的基础; 此外, 为确定生态廊道的优先级, 可以将图论指标应用于“陆地或海洋景观图”中, 在此类图中, 斑块是节点, 连通性区域是边缘 (Theobald, 2006; Urban et al., 2001)
阻力核	一个陆地或海洋景观中从所有位置开始的成本最低的移动, 可使用阻力核 (移动窗口) 方法 (Compton et al., 2007), 采用该方法, 可计算分散在源位置周围的个体的相对密度
保护地设计	一种用于指导系统性多目标规划的方法, 支持陆地、淡水和海洋保护区和管理区设计的空间决策 (White et al., 2013; Moilanen et al., 2008)
基于个体的建模	遵循假定的规则, 模拟个体的移动路径; 根据估算, 绘制相对使用频数图 (Allen et al., 2016; Ament et al., 2014; Horne et al., 2007)

此表来源于文献及网站: Rudnick et al., 2012; McRae, 2006; Theobald, 2006; Urban et al., 2001; <https://www.conservationcorridor.org/corridor-toolbox/>



在喜马拉雅山脉提莱弧状地区（Terai Arc）廊道中的尼泊尔和印度边界追踪到老虎的行迹。©Gary Tabor



连通性保护还通过健康的景观为人类社区提供支持。美国加利福尼亚州卡里佐平原国家纪念碑（Carrizo Plain National Monument）公园的野花。
©Emily Pomeroy/Emily Rose 自然摄影

打造连通性保护的 通用语言

3



连通性对所有领域都很重要，包括陆地、淡水、海洋、沿海和空域。
在美国加利福尼亚的埃尔克霍恩沼泽地国家海洋保护区，一只大白鹭 (*Ardea alba*) 在耐心地寻找猎物。© Emily Pomeroy//Emily Rose 自然摄影

在连通性保护政策方面，首先要建立一套定义明确的通用术语。本章的主要目的是对生态保护网络和生态廊道进行定义和解释，这两个术语对连通性保护至关重要。提供生态保护网络的清晰定义，并指导如何识别、建立、衡量生态廊道，有助于多国实现 CBD 中关于识别、建立、管理和恢复“连通系统”的“爱知生物多样性目标”11，以及其他承诺（示例请参见第7章）。这对在2020年之后建立全球生物多样性框架，推动 CBD 在2050年实现“与自然和谐相处”愿景至关重要。

生态保护网络的定义

描述生态保护网络的术语详见表2。生态保护网络的定义如果能达成一致，不仅可减少混乱，为全球监测和数据库管理提供统一标准，还可在总体上改善沟通和可比性。为此，可使用以下定义：

生态保护网络是一个由生态廊道连接的核心栖息地（保护地、OECM 实践地和其他完整的自然区域）系统，可以根据需要维护、恢复和建立，以保护分散系统中的生物多样性。

生态保护网络由与生态廊道相连的核心保护单元（保护地和 OECM 等）组成。这些单元的定义如下：

- 保护地是指被明确划定的具有专项用途的地理空间，通过法律或其他有效方式进行认定和管理，实现对自然及相关生态系统服务和文化价值的长期保护（Stolton et al., 2013; Dudley, 2008）。
- OECM 中的“区域”指除保护地外的地理区域，其治理和管理方式可以获得积极和持续的成果，可就地保护生物多样性以及相关的生态系统功能和服务，同时还能保护文化、精神、社会经济和其他与本地相关的价值（如适用）（IUCN WCPA, 2019）。
- 生态廊道是一个明确界定的地理空间，对其进行长期管理和治理，可以维护或恢复有效的生态连通性。



景观是相互联系的生态斑块的组合体，这些斑块在不同的空间尺度上发挥作用。希格内克托地峡（Chignecto Isthmus）是连接新斯科舍半岛和加拿大大陆的重要景观带。©Mike Dembeck

表2 实践中使用的其他用来描述本书所称的“生态保护网络”的术语

术语	示例
连通性保护区 (ACC)	被澳大利亚大东部山脉倡议采用, 该倡议旨在广阔的景观 (除保护地外, 还包括农业区、林业区和人类居住区等一系列区域) 中建立连通性
生态廊道	被中美洲生态廊道采用, 该廊道形成于 20 世纪 90 年代, 用于保护中美洲和墨西哥南部景观和生态系统的生物多样性, 减少碎片化并改善连通性 (Ankersen, 1994; Ramirez, 2003)
保护地网络	在美国加利福尼亚州旧金山湾区中使用, 是区域连通土地优先事项的一部分, 对保护生物多样性至关重要 (Bay Area Open Space Council, 2011)
保护管理网络	通常在澳大利亚基于陆地的网络中使用, 用于保护濒危生物群落和残余植被, 此类网络得到了土地所有者或土地管理者和社区的支持 (Context, 2008)
保护区组合体	通常用于南美洲, 指由保护地和互补性景观或海洋景观构成的网络, 包括正式保护区 (核心保护区) 和周围区域 (如生产景观、私有区域和社区区域等), 各个部分由参与实体共同规划和管理 (Caballero et al., 2015), 与联合国教育、科学及文化组织人与生物圈计划下的生物圈保护区类似。保护区组合体旨在改善生态连通性, 实现对环境商品和服务的保护和可持续利用; 示例请参阅巴西南部亚马孙组合体 (https://www.wwf.org.br/?29690/Southern-Amazon-Mosaic-facilitates-Protected-Area-management)
生态框架	在俄罗斯通常被称为“不受陆地景观破碎影响的在生态上连续的自然群落系统”; 由于规模大且物质交换和能量流动强度大, 此类自然群落受到了法律保护 (Sobolev, 1999, 2003)
生态网络	几乎在所有欧洲国家中使用, 一种用来描述将自然区域以及周围农田更有效地连接起来的 (国家或区域的) 方法 (Miklos et al., 2019; Jongman et al., 2008)
迁飞路线网络	用于描述东亚至澳大利西亚的迁飞路线; 此类网络为目标鸟类提供了不同程度的连通性和保护 (Millington, 2018)
淡水系统网络	在南美洲使用, 包括水文、生物和化学方面相互作用的淡水水生生态系统, 连通性是发挥相互作用的关键因素, 为此需要进行跨生态系统 (如溪流、河流、湖泊和湿地生态系统) 的综合管理 (Leibowitz et al., 2018; Abell et al., 2017), 如阿根廷、玻利维亚、巴西、巴拉圭和乌拉圭的拉普拉塔河流域可持续管理项目
绿色基础设施	在 28 个 EU 成员国和美国的一些区域内使用。EU 的定义: 绿色基础设施网络是战略规划的自然和半自然区域网络, 具有所设计和管理的其他环境功能, 可以提供广泛的生态系统服务, 如在水净化、空气质量保障、休闲空间营造以及气候变化的减缓和适应方面的服务; “绿色” (陆地) 和 “蓝色” (水) 空间网络可以改善环境条件, 从而改善公民的健康状况和生活质量; 它还支持绿色经济, 创造就业机会并增强生物多样性。“Natura 2000” 网络是 EU 绿色基础设施的支柱
海洋保护区 (MPA) 网络	在澳大利亚和美国使用, 指正式的海洋保护区网络, 这些网络是更大的生态保护网络 (如加利福尼亚海洋保护区网络) 的组成部分 (Carr et al., 2017; Almany et al., 2009)
生态稳定的地域系统	在捷克和斯洛伐克使用, 用来描述维持平衡的、相互连通的天然和近自然生态系统的复合体 (Jongepierová et al., 2012)
跨界保护区 (TBCA)	用于界定跨越国际边界并包含保护区的区域, 这些区域在生态上相互关联, TBCA 的研究已经超过 25 年, 且这一概念得到了 IUCN 和 CBD 的认可

注: 该表提供的这些术语旨在说明生态廊道和生态网络核心理念是相似的, 并且有多种表达方式。

生态保护网络在实现生物多样性保护目标方面比建立单个零散的保护地和实施 OECM 更有效, 因为生态保护网络可建立种群之间的连通性,

保障生态系统的功能, 且对气候变化具有更强的抵御力。在生态连通性这个词语中“连通”是创造个体、基因、配子和 (或) 繁殖体移动的条件。

生态廊道的定义

本书建议采用生态廊道这个连通性名称来表示生态网络中明确致力于生态连通性，同时也直接有助于生物多样性保护的区域。该术语的定义：

生态廊道是一个明确界定的地理空间，对其进行长期管理和治理，可以维护或恢复有效的生态连通性。

有必要对此定义中的一些关键短语和概念进行详细说明，以明确其在本书中的预期应用范围：

- “明确界定的地理空间”包括土地、内陆水域、海洋和沿海地区，或其中两项或多项的组合。“空间”可包括地下、陆地表面或海底，以及水柱等，包括三维空间中的垂直物理生态系统结构[改编自 Lausche 等（2013）的相关研究]。“明确界定的”是指商定和划定边界的。

保护地、OECM 和生态廊道之间的差异

在回顾生态保护网络的定义时，请注意，该网络被定义为由保护地和 OECM 这两种类型的核心保护单元组成的系统，而生态廊道是第三要素，它们是保护网络的“黏合剂”。

表 3 阐明了生态保护网络各要素之间的关键区别。保护地和 OECM 是保护网络和生态网络的基本核心要素。根据定义，它们必须就地保护生物多样性，也可以保护生态连通性。而生态廊道必须保护生态连通性，根据条件和管理情况，生态廊道也可以就地保护生物多样性，但这不是必须的。



焦点物种在确定连通性保护优先级方面起着关键作用，如生活在中美洲和南美洲的美洲虎（*Panthera onca*）。©Grégoire Dubois



海鸟在确定海洋、岛屿间和沿海区域的连通性中起着至关重要的作用。©Dan Laffoley

表 3 保护地、OECM 和生态廊道在作用上的差异

项目	保护地	OECM	生态廊道
必须就地保护生物多样性	•	•	
可以就地保护生物多样性			•
必须保护生态连通性			•
可以保护生态连通性	•	•	

注：3 个术语均指具有保护效果的单元。保护区和 OECM 的首要考虑因素是保护自然；在建立生态保护网络时，生态廊道对保护地和 OECM 起着辅助作用。表中黑圆点表示要素的包含项。

在某些情况下，生态廊道可被称为具有“跳板”特征的、分散的栖息地斑块，尤其是支持野生动物（如海洋哺乳动物、海龟和鸟类）远距离迁徙的生态廊道。例如：对于候鸟而言，除非两个地点之间相距很远或目标物种具有代谢约束，否则无需缩短两地的距离（Klaasen, 1996）。这些地点，特别是廊道内的中转地和中途停留地，必须满足特定物种在不同迁移阶段的自然要求（如食物供应、少量干扰、安全的栖宿地等）。



热带森林保护区只有在具备连通性的情况下才能成为生态保护网络。阳光穿透了笼罩在巴拿马云雾森林上方的湿气层。 ©Marie Rea



生态廊道是零散景观中的大规模保护设施。土地所有者恢复乡村景观中的栖息地，并将其与乌玛佳玛（Woomargama）国家公园连接起来。乌玛佳玛国家公园，是澳大利亚新南威尔士州南部大东部山脉生态廊道东西段斜坡至山顶（Slopes to Summit）的一部分。 ©Ian Pulsford

生态保护网络

4



美国加利福尼亚州蒙特雷湾国家海洋保护区内的太平洋短吻海豚 (*Lagenorhynchus obliquidens*)。©Emily Pomeroy/Emily Rose 自然摄影

有效的生态保护网络包括两个主要要素：①保护生物多样性的单元（保护地和 OECM）；②因有助于连通性而被认定的生态廊道（图 2）。在理想情况下，设计生态保护网络，应制定系统性的保护规划来确定所需的最少地点数，最大限度地保护既定区域中的生物多样性（Margules et al., 2000）。

确定保护目标，包括重点物种、关键生物多样性区域、种群规模或栖息地面积，并据此优化生态保护网络，同时考虑空间配置。制定系统的保护规划时，也可以考虑社会、经济和政治因素。生态保护网络对于增强零散系统中保护地和 OECM 的完整性、稳健性和稳定性是必不可少的，因为生态保护网络可降低它们面对威胁的脆弱性，尤其是在发生气候变化的情况下。

除隔离外，在满足生态保护网络中某些物种的连通性需求的同时，还需要重点考虑核心栖息地（保护地和 OECM 实践地）的规模。对于在大范围内分布的物种，单个保护区的面积通常不足以维持最小种群的生存。现实情况是，在许多土地上建立新的大型保护地是不可行的，因为这些土地只剩下很小的、碎片化的栖息地（Shafer, 1995）。在海洋中建立大型保护区变得越来越普遍。因面积有限，小型保护地甚至无法长时间支撑小型动物种群的生存（Green et al. 2014; Henderson et al., 1985）。

然而，即使是高度分散区域中很小的保护地（如面积小于 10 公顷的保护地），也可以在促进当地保护目标实现和社区参与保护方面发挥关键作用（Volenc et al., 2020）。此外，在海洋环境中，小型保护地在某些情况下可以满足特定物种及其生命周期需求。例如：在加拿大东海岸的海绵礁中，海绵幼体仅在水中停留几天就会随着水流扩散。因为它们不会扩散得很远，所以海洋保护区很容易涵盖其扩散距离，这对不活动并通过产卵繁殖的无脊椎动物也是如此。

此外，在规模方面，大多数保护地和实施 OECM 的规模不足以承受生物多样性的的大规模生态干扰。例如：自然火灾可能是保护地长期生态系统运行的一部分，但如果保护地面积不够大，则其内的物种将需要大片邻近的未烧毁栖息地进行撤离和恢复。

在理想情况下，保护地和实施 OECM 的规模和位置由生态因素决定，但设计决策通常受现有所有权或资源使用权和人类活动的约束。为确保物种个体可以在生态网络中特定的核心栖息地之间移动，应根据物种的特征，如扩散范围和最小存活种群所需的栖息地面积，计算栖息地之间的适当距离。应该在参数范围内，尽量缩短所需距离，并对核心栖息地之间的区域进行管理，以保持生态连通性。



世界许多地区，如东非，野生动物种群大部分时间都在保护地以外的地方度过，但仍会季节性地使用保护地。肯尼亚马赛马拉国家保护区的非洲草原象（*Loxodonta africana*）。©Gary Tabor



自由流动的河流及相关的河岸廊道连接着陆地和淡水系统。在从特立尼达飞往玻利维亚贝拉维斯塔途中拍摄的景观鸟瞰图。© 世界自然基金会 (WWF)，Jaime Rojo/ 摄

保持生态连通性（如通过廊道）非常重要，可促进个体在零散的资源之间及种群或亚种群之间移动，以及季节性或周期性迁移。生态廊道对促进扩散很重要，可确保基因多样性并允许种群在灭绝之地重新定殖；生态廊道可以帮助提高种群抵抗大规模自然干扰的能力；在满足促进物种迁移的主要目的的同时，生态廊道还可以帮助人类扩展所需的特定生态系统服务范围；生态廊道有助于维持在整个陆地景观和海洋景观中的生态过程，如养分循环、授粉和种子传播等；即使在人类改造的生态系统内，由于存在从其他自然区域中扩散出来的种子和动物，生态廊道也可以加快周边受干扰区域内的生态系统恢复速度 (M'Gonigle et al., 2015; Boitani et al., 2007)。

生态保护网络与气候变化

生态保护网络已被认可为帮助许多物种应对气候变化的一种手段。设计得当的生态保护网络（包括生态廊道）可以使物种转换分布区并在新的适宜的栖息地定居，以适应气候条件。以下保护战略可使生态保护网络更有效地促进物种适应气候变化：

增加保护地和 OECM 的数量，扩大规模；管理栖息地以增强其恢复力；建立或扩大连通性区域；在高异质性地区建立保护地；提升高度以及其他关键梯度 (Elsen et al., 2018; Anderson et al., 2014; Heller et al., 2009)。在不同的气候适应策略中，增加保护栖息地的数量是最有效的方法之一 (Synes et al., 2015) (表 4)，但首先要做的是对适当的栖息地网络进行保护，而不是扩大一些孤立的保护地和 OECM 的规模 (Hodgson et al., 2012)。



世界上许多地方都面临着前所未有的栖息地破碎化问题。高质量的栖息地廊道为生物多样性保护提供了安全网。巴拿马 Punta Burica 附近的牧场。
©Félix Zumbado Morales/ 哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划

表 4 基于气候的连通性促进物种分布区转变的战略的利弊 [改编自 Keeley 等 (2018) 的研究]

战略	优点	缺点
在整个陆地和海洋景观中增加保护区和养护区的数量	如果设计合理，可加快零散系统中分布区转变的速度；可使大多数物种受益；提高某些物种的持久性	—
建立少量的大型保护地或养护区	—	减慢分布区转变的速度；可能会导致该国家或地区完整的生态系统多样性下降
在现有的保护地或养护区之间增加连通区域（生态廊道或其他保护地或养护区）数量	加快零散系统中分布区转变的速度；可使大多数物种受益	在极少数的情况下，恢复连通性可能会引入入侵物种和有害等位基因（给定基因的变异形式），尤其是在淡水和海洋系统中
在不适宜的栖息地中建立“小跳板”	加快零散系统中分布区转变的速度	仅有益于能够使用“跳板”的物种
扩大现有保护地的规模	提高物种的持久性；改善某些物种在时间上的连通性现状；管理和治理已经存在的保护地	可能无法提高野生生物所需的其他资源的连通性；可能无法为物种提供足够的移动空间来应对气候变化

共同包含温度梯度的生态保护网络也可以有效地促进物种分布区的扩大。这可能意味着要将以下区域联系起来：低海拔区域与高海拔区域；内陆区域与沿海区域；不同纬度或海洋深度的区域；具有不同盐度梯度的区域。美国东部的阿巴拉契亚山脉是一条有利于极地物种移动的重要山脉 (Lawler et al., 2013)。

同样，非洲艾伯特裂谷地区的廊道规划旨在确保该区域在海拔和纬度上的连通性 (Plumptre et al., 2016; Ayebare et al., 2013)。应注意，除生态廊道外，还可以通过扩大现有保护地和 OECM 规模或将更多的保护地添加至生态网络中来实现生态连通性。

规划和实施 生态廊道

5



本章提供了规划和实施生态廊道的详细指南，首先介绍了确定廊道生态目标的基本原则，然后介绍了如何记录基本信息、选择目标、选定治理模型、划定边界，以及实施针对廊道目标制订的管理和监测计划。

基本原则

每个生态廊道都应建立在一系列目标的基础上，这些目标应简要说明指定该廊道的原因以及预期保护成果。牢记一些基本原则会对此有所帮助。

1. 生态廊道不能替代保护地或 OECM。生态廊道是保护地和 OECM 的补充。生态廊道的目的是保持连通性，特别是在那些无法建立更多保护地和实施 OECM 但需要连通性来保持要素和过程不变的地区。如前文所述，生态廊道所提供的特定连通性价值是对保护地和 OECM 价值的补充(表 3)。按照本书的释义，生态保护网络可能包含多个廊道，这些廊道被确定为某一特定保护网络的一部分。生态廊道的主要目的是提高保护地、OECM 实践地和其他核心栖息地之间的一种或多种确定类型的生态连通性。

2. 应在需要连通的区域确定并建立生态廊道，以建立生态保护网络。

3. 应为每个生态廊道确定特定的生态目标，并对生态目标进行管理和治理，以取得连通性成果。

4. 生态廊道可能部分或全部由自然区域组成，这些区域以实现连通性为主要管理目标。生态廊道也可以穿越高度管理的区域，如牧场或商品林，但需要对廊道内的区域进行明确的连通性管理。在某些情况下，廊道可以将自然区域和开采管理区域结合起来。在与保护目标不冲突的前提下，生态廊道还可以为人类活动实现可持续资源利用，人类活动可能包括某些形式的人类居住地建设、农业活动、林业活动、放牧、狩猎、捕鱼和生态旅游。详细内容可参见附件中的案例研究 3 和案例研究 12。

5. 应通过规定生态廊道允许或禁止的用途将其与非指定区域分开。周围的土地可能看起来相似，且用途也相似，但在指定生态廊道内，允许的用途不得损害指定的连通性目标。

6. 为实现连通性目标，需要为生态廊道制订具体的管理计划(陆地、淡水或海洋视情况而定)。计划可能是简单的，也可能是复杂的，具体取决于所允许的人类活动和权属问题。

在大多数情况下，生态廊道将连接保护地和 OECM 实践地，也可能连接其他完整的自然栖息



许多山区谷底的生物多样性高，并提供了必要的冬季栖息地，这里通常也是人类的居住地，在这些区域，连通性保护依赖于人与野生动物的共存战略，以及连贯的跨辖区土地和淡水管理方法。波兰和斯洛伐克附近的皮耶尼内国家公园。©Juraj Švajda

框 2：生态廊道目标的实例

1. **个体移动**：允许分散在印度都特瓦（Dudhwa）国家公园和吉姆·科比特（Jim Corbett）国家公园之间的老虎进行移动（Seidensticker et al., 2010）；允许在坦桑尼亚赛伦盖蒂平原（Serengeti Plains）与肯尼亚马赛马拉野生动物保护区之间的斑纹角马（*Connochaetes taurinus*）以顺时针方向移动（Serneels et al., 2001）；协助栖息地遭到破坏（如深海热液喷口生态系统开采破坏等）后的生物群落恢复（Van Dover, 2014）。
2. **基因交换**：允许中国的大熊猫在被公路和相关开发设施分开的群落之间移动（Zhang et al., 2007）；允许欧洲鳗鲡（*Anguilla anguilla*）通过河流和北大西洋在淡水和海水之间迁移（Kettle et al., 2006）。
3. **迁移**：促进木雕水龟（*Glyptemys insculpta*）每年六月从加拿大拉莫里斯（La Maurice）国家公园的栖息地迁移至公园外的繁殖海滩（Kenneth et al., 2004）；保护鱼类，如黄体短平口鲷（*Brachyplatystoma rousseauxii*），它们在亚马孙河中繁殖，或美国太平洋西北地区的中吻鲟（*Acipenser medirostris*）（Benson et al., 2007）；保护一个或多个支持勺嘴鹬（*Eurynorhynchus pygmeus*）和其他迁徙鹬类迁移的中转地，这些鹬类在俄罗斯西伯利亚和堪察加半岛繁殖并沿亚洲的太平洋海岸迁移，从印度东部飞到中国南部越冬（Menxiu et al., 2012）。
4. **跨代移动**：为沿着美国明尼苏达州、艾奥瓦州、密苏里州、堪萨斯州、俄克拉何马州和得克萨斯州的中央迁徙路线跨代迁徙的帝王蝶提供栖息地（“帝王大道”）。
5. **维护 / 恢复过程**：通过移除美国威斯康星州小溪中的水坝来恢复水文功能，如泥沙输送或养分循环等功能（Doyle et al., 2000）。
6. **适应气候变化**：在美国加利福尼亚州的农业景观中恢复河岸廊道，促进物种分布区向邻近山脉转移（Keeley et al., 2018）。
7. **增强恢复**：利用针叶树种的来源，恢复欧洲、俄罗斯混交林区伐木区的本地树木（Degteva et al., 2015）。
8. **阻止不良水流**：通过降低俄罗斯南部地区、乌克兰、摩尔多瓦、哈萨克斯坦崎岖草原景观地的地表水下坡流速来降低侵蚀风险（Ladonina et al., 2001）。

地。但在某些地区，可能需要指定一条可使迁徙物种通过瓶颈区的生态廊道，而该瓶颈区不一定与保护地相连。例如：一条生态廊道可以从一个受保护的海龟筑巢海滩直接通向一系列岛屿，直达大海。

应注意，已经可以有效保护连通性的保护区和 OECM，不需要额外指定生态廊道。

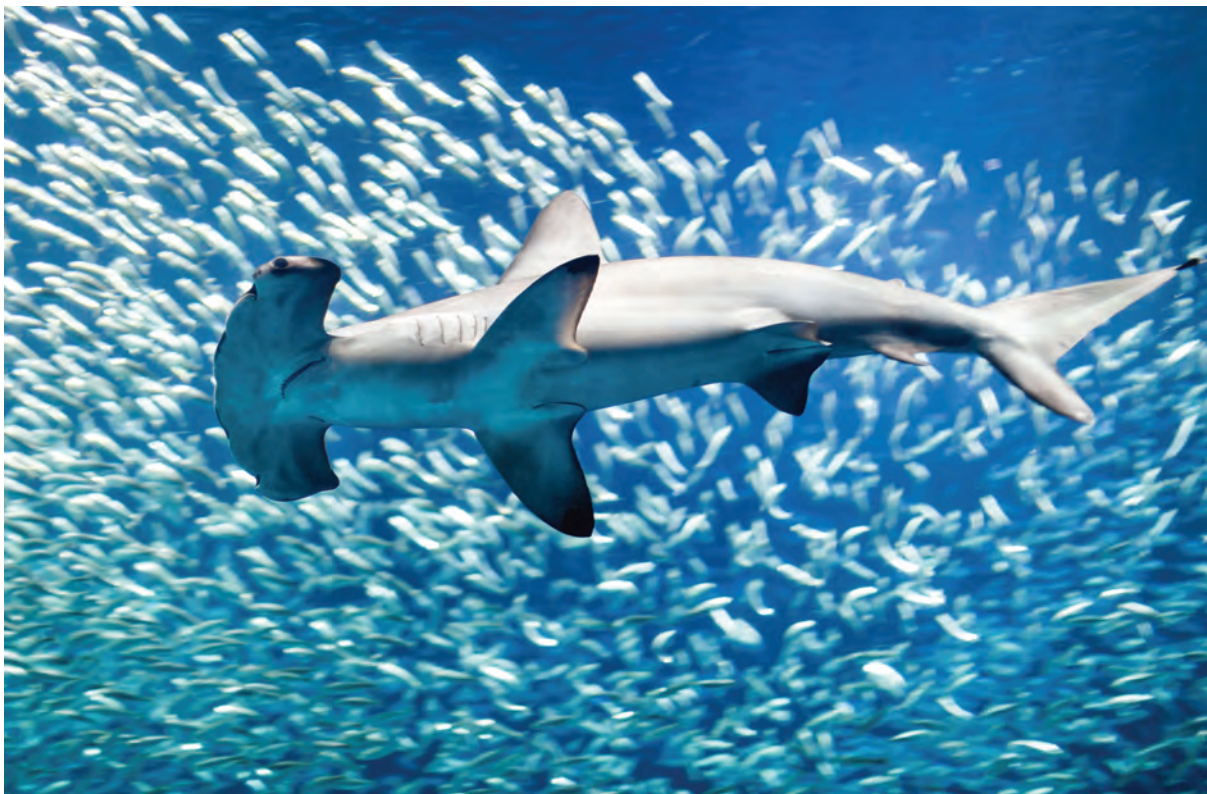
目标

应明确说明生态廊道的目标。此外，也需要说明廊道的关联价值（如对生态系统服务的贡献）。

编制生态廊道相关文件最关键的一步是确定生态连通性目标。这样可以以下一个或多个目的建立或保持连通性。目标确定具体取决于物种在

栖息地斑块之间的移动：①进行基因交换；②促进个体为满足生命周期需求而进行的移动（包括迁移）；③提供日常或跨代移动的栖息地；④维护生态过程；⑤促进物种由于气候变化等全球性变化而进行的移动和适应响应；⑥扰乱后的恢复和定殖；⑦防止不良过程，如火势蔓延等。生态廊道应具有清晰且可衡量的生态目标，且应至少满足上述一个目的。框 2 给出了 8 个生态廊道目标的实例。

相关的生态系统服务价值（如适用）：通常可在实现连通性保护时实现生态系统服务目标，也可以对生态系统服务目标进行记录。此类目标可以包括维持或加强食物和水供应等供应服务；调节服务，如调节洪水、干旱、风暴潮、土地退化、疾病和碳固存等；土壤形成和养分循环等辅助服务。



应在水体内以及整个海洋范围内的所有空间维度上保持海洋连通性。路氏双髻鲨 (*Sphyrna lewini*)。©Adobe Stock

进行特定生态系统服务管理可能是一个重要目标，但该管理应支持生态廊道的连通性目标。可参考 IUCN 的《衡量、建模和评估生态系统服务的工具：生物多样性关键区、世界自然遗产地和自然保护地指南》(Neugarten et al., 2018) 中记录生态系统服务的详细指南。

相关的文化和精神目标 (如适用)：生态廊道可能会涉及重要文化和精神价值的保护，应把这些价值记录在册，以持续为廊道实践提供支持。

为生态保护网络做出贡献

应记录生态廊道对所处的生态保护网络做出的贡献。此类文件可以根据生态保护网络的保护目标考虑多项指标 (遗传、人口、群落和生态系统)。存在多种测量生态连通性的经验和建模方法，且目前正在研究如何完善和扩展这些方法。

此类文件至少需要记录保护地之间是否存在物种的成功移动，应提供连通程度的定量估计。如果可能，应计算连通性对种群和群落指标 (如基因多样性、种群规模和物种多样性等) 的贡献。

在可能的情况下，应评估一组未连接的保护区，其生态廊道和连通性对生态保护网络性能的贡献 (Grorud-Colvert et al., 2014, 2011)。Bennett 和 Mulongoy (2006) 提供了将生态保护网络的众多考虑因素纳入的详细指导。

社会与经济价值

本书侧重于讲述生态廊道的关键生态作用。连通性保护可以带来广泛的社会和经济效益 (Hilty et al., 2019)。对此进行充分认识有利于生态廊道设计并提高社会接受度，同时最大程度地发挥生态廊道的作用。以下列举了生态廊道带来的一些主要社会和经济利益。

- 在世界某些地区，可能需要建立大型生态廊道，使依赖连通系统维持传统生计的流动人口受益。这对猎人或采集者以及依赖季节性移动的牧民尤其重要。

- 生态廊道具有一系列有益的娱乐价值，如提供建立人行道的路径等（见附件案例研究 10 和案例研究 20）。
- 曲折的廊道，如林业或农业缓冲带，可以保护河岸群落和水质，并为河道提供防洪保护。
- 生态廊道可以帮助提高社区的位置感或独特性，也可以帮助保留社区的审美偏好或历史底蕴。
- 穿过农业区的生态廊道可以作为农作物授粉的源头。
- 在森林管理区，生态廊道还可以提供其他益处，如充当防风设施和森林更新所需的种子储备库。

在建立和管理生态廊道时，需要考虑一系列社会和经济价值，如果要将这些价值纳入管理计划，则应充分了解此类价值与生态目标之间的相互作用。任何支持生态廊道社会和经济价值的使用都不应损害廊道的连通性（见附件案例研究 16 和案例研究 17）。

划定

应明确划定生态廊道。生态廊道应有治理或管理实体划分的商定边界（在陆地、内陆水域、沿海、海洋区域，或以上任意组合区域中）。有时会根据随时间发生变化的物理特征（如河岸、洋流或海冰等）确定边界。考虑到世界的瞬息万变，可以在管理方法中明确规定生态廊道在时空上的变动。尽管生态廊道的大小可能会发生变化，但至少能满足长期的特定生态连通性目标。

生态廊道可以是不连续的（在此情况下，通常被称为“跳板”廊道），但其各个部分的目标、治理和管理都应相同。为提供连通性，“跳板”廊道必须是适当类型的栖息地，且与扩散机制（如洋流和迁飞路线）保持一致，同时具有所需的最小面积（参阅附件案例研究 24 和案例研究 25）。如果存在多个治理或管理实体，就应该对管理行动进行协调和统一。



斯堪的纳维亚萨米人放牧、半驯养驯鹿，这与他们的文化特征和生存环境息息相关。设计生态廊道目标时可能需要考虑文化因素。芬兰某驯鹿放牧区。
©Juraj Švajda

在某些情况下，为有效地保护生物多样性，可能需要在第三个垂直维度上划分生态廊道。一些保护地和 OECM 已经有垂直极限（如它们仅适用于地下或水面以下一定深度）。在海洋保护区中，垂直极限存在很大争议。具有商业目的的垂直分区可能会破坏保护目标（如生态连通性），因为很难监测或执行该极限。在陆地系统中，垂直维度上需考虑在迁飞路线中，风力涡轮机可能会拦截并杀死正在迁移的鸟类。在海洋系统中，需考虑处于水体不深度的渔具（如流网）可能会拦截并杀死迁移中的中上层物种。这些因素可能也适用于地表淡水系统（包括具有不同动物区系带的深水湖泊）以及地下淡水系统。制定管理策略时要认识到，这些系统可能会受到距离较远的地表活动的影响。对生态廊道的高度和深度进行有效管理，可帮助实现连通性目标。

垂直维度涉及的另一个问题是地下使用权，因为获取地下资源会损害保护价值。例如：海底地下权因政治管辖权和人类活动（采矿、铺设管道或建造海上采油设施）的不同而有很大的差异。



砾石层河流系统的河岸廊道，通过河床延伸至地下潜流带（Hauer et al., 2016）。格鲁吉亚的图赛迪。©Juraj Švajda

规划人员应考虑改造活动对保护物种的移动产生的影响。



珊瑚环礁看起来像是彼此相距很远的岛屿，但实际上却是彼此相连，共同构成新喀里多尼亚岛的功能性海洋生态网络。©Dan Laffoley



针对某些物种的年度长距离迁移，如黑头鹮鹑（*Mycteria americana*）（摄于巴西的马托格罗索州），研究人员率先推出了一些保护迁徙物种的全球和国家政策。©Grégoire Dubois

生态廊道的划分应基于连通性的生态需求，而非陆地和海洋所有权（地籍）边界。如果地籍边界大体能满足生态需求，利用这些边界就能提高管理和治理效率。对于跨越政治或司法管辖边界的区域，如果不能建立一个共同治理机制，则需要划定单独的生态廊道。否则，将需要建立一个由多个实体组成的治理机制，并在决策过程中对多个实体进行协调。在此情况下，统一与协调可能是主要挑战。

必须根据各国场地（一个或多个）的具体情况治理和管理。这可以通过国际框架来实现，如东亚—澳大利西亚迁飞区伙伴关系，该组织的迁飞路线网络负责对迁徙水鸟的保护工作进行协调。

治理

文件中应明确阐明相关治理安排。与保护地治理和 OECM 完善一样，生态廊道的治理共有三个组成部分：如何做出决定，由谁做出决定，由谁负责落实决定。

“谁”是指生态廊道上具有权限的实体。权属情况复杂的生态廊道（见下一节）可能会涉及许多治理方（如原住居民），并需要制定一致的协调和监督机制（参见附件案例研究 6 和案例研究 17）。

适用于保护地治理和 OECM 完善方法同样也适用于生态廊道（Stolton et al., 2013; Borrini-Feyerabend et al., 2013; Dudley, 2008）。治理类型包括以下四种。

- 政府治理（各级）。
- 共同治理（有时称为共同管理），包括：
 - ◎ 跨境治理 [两个或多个主权国家或领地之间的正式安排（见附件案例研究 20）]；
 - ◎ 协同治理 [个人和机构通过各种方式进行合作（见附件案例研究 17）]；
 - ◎ 共同治理（如通过多元委员会或其他多方主管部门治理）。
- 由个人、私营组织或公司进行治理（见附件案例研究 15）。
- 由原住居民和（或）当地社区进行治理（见附件案例研究 3）。

“如何”要素是指如何在决策过程中确保透明度、问责制、参与度和公正性。应在治理中努力做到公平，并反映国际和区域文书、国家立法中确认的人权规范（见附件案例研究 8）。对与拟建生态廊道相关的生态系统服务进行评估有助于确定相关人的利益。生态廊道的指定需要遵循所有相关治理机构的自愿、事先和知情同意原则。



连通性保护是保护多用途景观中生物多样性的一种途径，应对保护区边界之外的区域进行有效保护。哥斯达黎加的家园和农田。©Félix Zumbado Morales/ 哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划

这些原则适用于生态廊道分配、设计、建立、管理、重新设计、监测或评估的决策过程。

治理机构可能是生态廊道某一部分的土地所有者或权利人。

有多个可以实现生态廊道目标的机制。非政府组织（如保护组织）可以签订保护地役权协议，或者与土地所有者/权利人达成书面自愿协议，在此协议中，土地所有者/权利人同意为保护特定的连通性价值管理私有土地（见附件案例研究 13，案例研究 14 和案例研究 15）。同样，多个实体可以签订合作协议，当地原住居民或传统社区根据成文法或习惯法的规定持有生态廊道内某些土地或所界定的海洋空间的合法权利，以实现可持续利用，或对重要的水底文化、历史、宗教或考古遗址进行保护和管理。

对生态廊道的有效治理需要各方建立信任，朝着共同的价值观和目标努力，并就涉及的利益展开协作（Pulsford et al., 2015）。

权属

权属是除治理外的另一个考虑因素（Lausche, 2011），且有多种表现形式。它涉及持有、占有或使用土地、海洋、淡水、大气空间或相关自然资源的条件和权利。虽然解决法定和习惯权属问题（即谁拥有这些权利）对确定治理类型非常重要，但这并不是唯一的决定因素。在所有治理类型下都可能存在由法律或习惯界定的混合权属，且此类权属可以通过各种类型的文书来体现，如正式授权书、租赁协议、合同或其他协议等（Worboys et al., 2015）。

对于某一特定的生态廊道，应明确说明该区域的权属。权属，尤其是大规模生态廊道的权属，可能是非常复杂的，因此需要建立更广范围的社会联盟和合作（Worboys et al., 2015）。这要求确定法定和习惯所有权和使用权，并与所有权利人就各自的连通性管理角色进行协商。因缺少连通性管理协作计划而导致的权属分割可能是土地、淡水和海洋景观碎片化的主要原因之一。

如果法律没有对权属进行明确规定或对此存在争议，就可能会引起与原住居民和地方社区的矛盾。有时这些问题是原住居民或社区未被视为集体法人实体而仅被视为个人团体造成的。在非洲、亚洲和欧洲的许多地方都出现了这种情况（Worboys et al., 2015）。在此情况下，可能需要制定宪法条款或法案，在法律上承认这些实体的身份，使他们可以明确捍卫使用、控制和转让土地或资源的权利并承担相关责任。

在海洋环境中，也可能会出现权属问题，但这些问题通常与陆地上出现的问题不同，因为陆地上的权利可能会相对明确（Day et al., 2012）。例如：在《联合国海洋法公约》（UNCLOS）规定的 EEZ（参见图 1 的图下注）中，海床或水体的所有权通常属于国家，而非个人。在许多国家，沿海社区可能拥有对某些海洋区域或资源的所有权或使用权。这些权利包括对传统渔场的习惯权利，对具有文化或精神价值的“圣地”的访问和管理权，或在总体上或就某一项目以可持续方式使用其他可再生海洋资源的权利（Day et al., 2012）。

法律或其他有效机制的文件记录

在生态廊道管理的法律或其他有效机制的文件中，应说明管理机构以及确定该区域权属的法律或习惯机制。鉴于生态廊道在全球范围内的应用背景各不相同，实施机制也多种多样。这些机制可能包括：

- 土地使用规划和景观分区；
- 海洋空间规划和海洋景观分区；
- 契约和地役权；
- 激励与劝阻；
- 公共卫生与安全监管控制；

- 开发控制与建筑标准；
- 与特定的土地所有者或权利人签订的书面自愿保护协议。

在许多国家，自愿保护协议正成为一种越来越受欢迎的、有效的长期保护工具（Lausche, 2011）。在法律方面，正在制定海洋生态廊道的设计与管理指导原则和共同经验法则（Lausche et al., 2013）。

生态廊道的寿命

生态廊道在保留指定的自然属性和连通性价值的前提下可以长期存在。那些在空间上有变化的廊道，特别要考虑寿命问题，如大型海洋脊椎动物（鲸类和鳍脚类动物，鲨鱼和金枪鱼等）的迁徙路线，此类路线会根据海洋格局的不断变化而变化。文件需说明治理安排的长久性和继承性。如果存在书面自愿协议，应制定将执行活动转移给后续所有者的程序或机制。但某些治理机制（如土壤保护法规、捕鱼法规等）可能会受到时间限制，并需要定期进行正式审查和更新。在可能的情况下，定期审查应包括基于生态、社会和经济后果以及绩效指标监测结果的评估。



亚洲象 (*Elephas maximus*) 的未来取决于连贯的跨土地权属的保护策略。©Grégoire Dubois



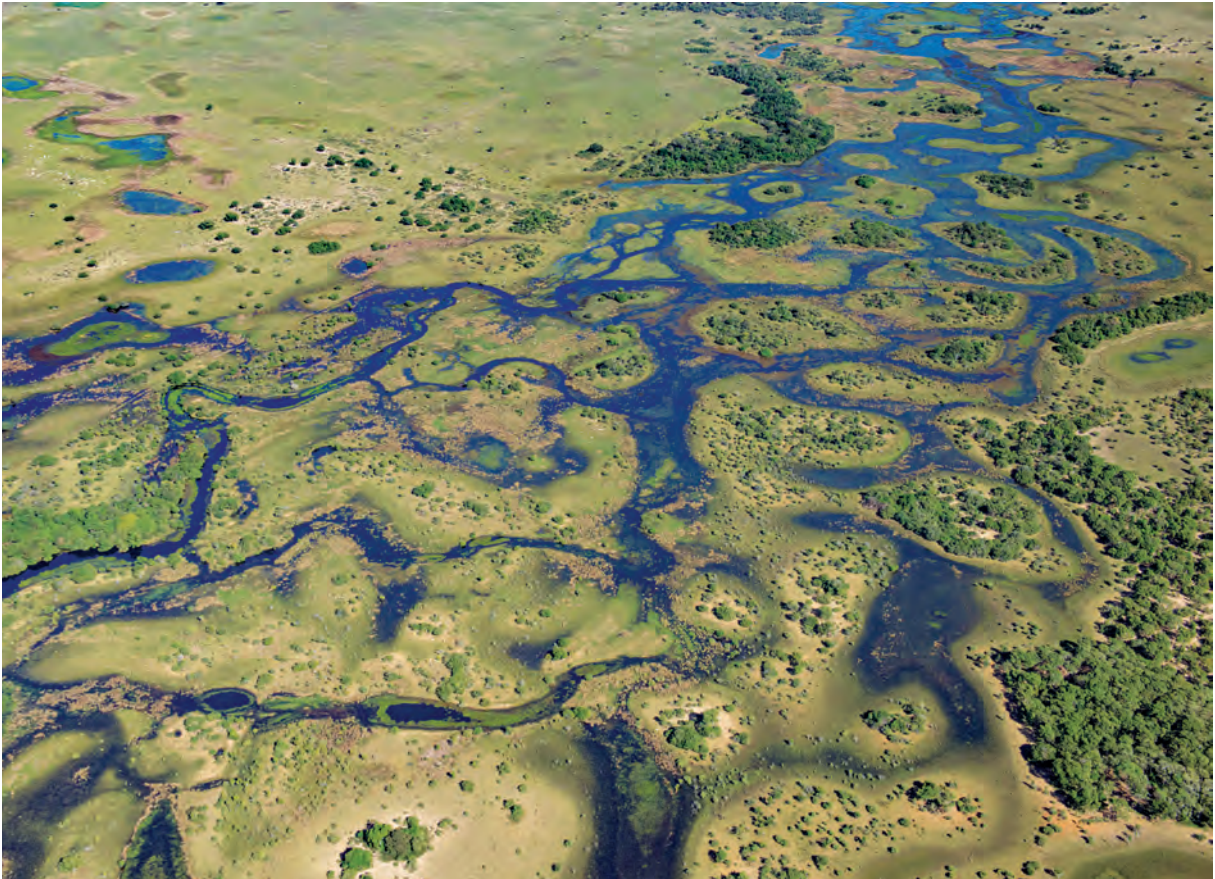
海龟是海洋环境中迁徙范围最广的物种之一，但该物种对巢居地的忠诚度要视场地的具体情况而定。©Gary Tabor

实现目标所需的管理

生态廊道计划应说明保持、恢复或增强生态连通性所需的管理措施。生态廊道内所允许的活动类型应与廊道的目标直接相关，因此应根据具体的情况而定（见附件案例研究 23）。多功能生态廊道旨在促进因气候变化而形成的所有物种的迁徙，因此与促进单个物种在一年中特定时间迁徙的廊道相比，此类廊道会禁止产生更多的用途。生态廊道计划应阐明下述管理行动的相关内容：

(1) 结构需求

是否需要保留或增强重要的结构生态要素，以确保生态廊道达到目标？例如：可能需要维持一定的树木覆盖率、恢复珊瑚礁、实施河岸逆流措施或保护河流栖息地组成部分（如保护阴影区域以及维持必要的水量和流速）（参阅第 2 章“生态廊道建模”关于结构和功能连通性的讨论，以及附件案例研究 21 的相关内容）。管理措施规划应说明达到结构生态要素可持续水平所需的实践方案。



生态群落可能是复杂多样的。功能连通性反映了群落的生态环境。巴西南马托格罗索州潘塔纳尔湿地的卡皮瓦里河。©WWF (Jaime Rojo/ 摄)



虽然野生动物穿越结构物不能代替完整的景观，但可减轻破碎化对许多物种的影响，如克罗地亚的这座高速公路立交桥，该国一共有 13 个这样的立交桥。©Djuro Huber

（2）人类活动管理

管理计划应防止人类活动造成的压力和威胁，这些压力和威胁会加剧碎片化或妨碍为实现连通性而进行的恢复工作（见附件案例研究 5）。一般而言，应鼓励为生计进行的兼容活动、激励旨在减少或禁止采掘及其他现代工业规模的活动。决策者（如管理机构）应确定需要永久或在特定时间内控制或禁止的人类活动，以确保生态廊道达到连通性保护目标。这些目标应是构成廊道管理计划或协议的基础。

以下列举了一些规划人员可能需要回答的问题：如果一个生态廊道包含一条河流，人类是否可以使用这条河流？是否包括建立水坝、疏浚河道或在河道中进行其他会伤害或损害依赖于特定栖息地的生物和自然流域生物多样性的活动？如果廊道包括牲畜用地，是否需要规定放牧强度或设立围栏？如果廊道允许资源开采，那么如何进行管理才能实现连通性目标？

是否发生了与生态目标不兼容的人类活动，如交通基础设施建设或工业开发？该设计是否包含特殊的野生动物连通性需求，如在运输或其他基础设施有可能阻碍生态连通性的情况下，是否需要创建野生动物立交桥或隧道来保持连通性？是否正在实施或制订绿色基础设施计划、项目或方法？

生态廊道管理文件应列出禁止或允许的活动，并说明实现连通性所需的修复措施。某些活动可能需要指出其与连通目标兼容的级别（如“高”“中”“低”级）。为允许的活动创建决策框架是其中的一种方法（Saarman et al., 2013）。

如果生态廊道穿越的栖息地的质量较差，就应鼓励制订修复计划和标准（见附件案例研究 11），需要确定修复区域能够纳入廊道的时间。



巴西境内的森林走廊（Corredor Florestal）至帕拉纳曼岛（Ponta do Paranapanema）廊道证明，连通性保护策略可用于大规模的修复工作。
©IPE/Laury Cullen Jr.



在受气候变化影响的地区中，一些生态廊道还可以保护气候梯度，所以在定期评估中，可对特定的气候变量进行监测。在澳大利亚大东部山脉生态廊道蒙加国家公园大陆崖（Great Escarpment）高降雨量、湿润地区中的花楸叶银香茶（*Eucryphia moorei*）。©Ilan Pulsford

监测、评估和报告要求

生态廊道文件应包括一个监测和评估计划，以及一个确保该计划实施的资源战略。负责生态廊道的部门应制订监测计划并进行监测，以察看追踪既定目标的实现情况，评估工作的有效性，并根据监测结果调整管理策略。监测和评估应支持适应性管理方法应用，并考虑气候变化的影响。监测和评估计划应有助于有效分配资源、建立问责制和增加公众支持度（Hockings et al., 2006）。该计划应指出希望实现的部分和容易实现的部分。

“监测”是指随着时间的推移反复收集关于特定生态指标信息的过程，以了解生态廊道的生态状况和管理的有效性的过程。基于监测数据可评估生态廊道在多大程度上完成了连通性目标（参见附件案例研究 6 和案例研究 14）。

监测和评估可用来确定管理的适当性和所需的必要调整（Hockings et al., 2006）。应对生态

廊道治理进行长期监测和评估，并给予适当的资源支持（参见附件案例研究 7 和案例研究 10）。

可以通过多项监测数据来确定生态廊道对特定连通性目标的有效性，数据包括栖息地适宜性的测量数据、经验物种的移动数据和保护基因指标（Bennett, 2003）。如果预期惠益包括减缓气候变化，则监测变量应包括生态系统状况的变化，以及（在可行的情况下）碳储量大小和相关储存稳定性的变化。

在信息越来越多的情况下，遥感、航拍等地理空间数据技术与传统知识和实时反馈相结合，可帮助工作人员进行监测。监测工作可能包括按时间顺序收集信息或使用对照组进行比较。监测过程可以是定性和（或）定量监测过程。监测方法必须可靠，具有成本效益和可行性特点，且应与背景相适应。监测计划应确定具体的、可实现的、相关的、有时限的和可衡量的指标。

需要以适当级别对监测数据进行分析，以满足信息需求。应当定期进行数据分析，以便在适应性管理过程中对管理策略进行调整（Conservation Measures Partnership, 2013）。

因为透明度和问责制是生态廊道治理的重要组成部分，所以应记录监测结果及其含义并与公众共享。文件应包括一个沟通方案，指明将结果传达给主要受众群体的方式。必须注意的是，可能存在多种受众群体，包括受影响的土地所有者、权利人和其他利益相关方，如当地社区、项目合作伙伴、机构人员、政策制定者、科学和技术顾问以及捐赠者（参见附件案例研究 7）。

报告的基本文件

可以在国家和国际层面上记录和跟踪生态廊道的状况。需要建立适当的机制，将这些信息上传到基于区域保护措施的全局数据库中，如由联合国环境规划署世界保护监测中心（UNEP-WCMC）管理的“星球保护数据库”。除注册生态廊道和网络外，国家或全球数据库还协助监测和跟踪记录这些地区的状况以及实现保护承诺的进展。

生态廊道报告的基本文件内容：

- 场地名称；
- 地理描述；
- 使用多边形矢量数据创建的位置图；
- 建立年份；
- 报告机构的联系信息。



智利火烈鸟（*Phoenicopterus chilensis*）依靠盐湖和碱湖生存，这些栖息地容易受到人为干扰。© Marie Read



在全球范围内，线性运输基础设施会造成野生动物的直接死亡和生态连通性的碎片化，对野生动物产生威胁。上图为美国内布拉斯加州瓦伦丁国家野生动物保护区内一只锦龟 (*Chrysemys picta*) 正在冒险穿过马路。©Marcel Huijser// 下图为巴西南部美丽的马托格罗索州附近一只大美洲鸵 (*Rhea americana*) 正在穿过马路。©Marcel Huijser

生态廊道的 应用和惠益

6



澳大利亚约克角热带雨林动物栖息地里的白唇树蛙 (*Litoria infrafrenata*)。©Ian Pulsford

连通性在陆地、海洋、淡水和空域等各种环境中都具有重要的意义。本章详细介绍了生态廊道在不同环境中的应用和益处。

在陆地环境中，生态廊道可促进日常、迁徙或扩散活动。扩散活动（如一只幼小的动物寻找新家，或者风扩散种子）可以确保种群之间的基因流动。生态廊道还可以为跨代扩散提供服务，如随时间发生的、与气候有关的分布区的空间转换。可促进迁徙活动的生态廊道大小有很大差异，如驯鹿（*Rangifer tarandus*）需要沿廊道迁徙数百或数千千米，而加拿大安大略省伯林顿附近的杰斐逊钝口螈（*Ambystoma jeffersonianum*）种群仅需要沿廊道从山地森林迁徙到附近的临时池塘进行产卵。

陆地生态廊道可以是一个连续的空间，如卡万戈赞比西跨境保护区（参见附件案例研究 2）为狮子（*Panthera leo*）种群建立的连通公共牧区的廊道。生态廊道也可以是一系列不连续的陆地空间，这些空间是空中迁移动物〔如帝王蝶或在北半球和南半球之间迁移的红腹滨鹬（*Calidris canutus*）〕的中转地。

但这种不连续的生态廊道仅在与迁徙路径（如迁飞路线）一致时，才可以确保连通性。

淡水系统中的生态廊道应保护水流和沿岸社区，以及沉积物和其他天然物质的移动。它们还应允许本土动物的移动。淡水生态廊道还可以促进日常、迁徙或扩散活动。对于需要进入多个栖息地才能完成生命周期的物种来说，这些生态廊道为它们提供了在特定淡水系统内栖息地斑块之间或多个淡水栖息地之间（如河流主干和洪泛区之间，河流、湖泊和河口之间）的移动路径。

淡水廊道可以保护横向连通性，如河道与邻近的漫滩之间，以及以物质和能量交换维持存活的某些物种的砾石层生态系统连通性（Hauer et al., 2016）。特别是在河流中，沉积物和砾石的自然移动在为许多物种创造赖以生存的栖息地方面也至关重要。河岸区和漫滩的植被减缓了河水的上涨，同时保留了沉积物，从而降低了水流的能量和破坏力。



帝王蝶的迁徙是所有无脊椎动物迁徙中具有代表性的大陆级迁徙，帝王蝶的长距离和持续数代的迁徙使我们认识到迁徙路线的生态系统对物种生存的重要性。©Adobe Stock



保护湿地系统是淡水连通性保护策略的重要组成部分。澳大利亚约克角潮湿 / 干燥热带地区中的湿地。©Ian Pulsford



河流是陆地生态系统的命脉，陆地系统和淡水系统有着密不可分的联系。哥斯达黎加的砾石层溪流。©Félix Zumbado Morales /ProDUS，哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划

淡水生态廊道还可以保护含水层和依赖地下水的生态系统，如温泉、喀斯特湿地以及某些类型的漫滩（Tomlinson et al., 2010）。此类生态廊道通常包括并需要保护影响淡水栖息地质量的河岸植被。这些生态廊道可以为陆生物种提供栖息地和迁移路线，并可以充当污染物和地表径流的过滤器。带有河岸植被的淡水生态廊道还可以保护水体，避免深度开发的景观中有有害污染物的输入（Bastian et al., 2015）。

可以为持续或间歇流动的水体建立淡水生态廊道。无论何种情况，通常都需要恢复河岸带和预防损害。如上文所述，湿地和其他淡水区域可能是不连续的陆地生态廊道的一部分。

海洋环境中的生态廊道可以连接海洋保护区（MPA）或其他重要的海洋、沿海和河口栖息地（Day et al., 2012）。海洋保护区不可能涵盖移动性很强的海洋哺乳动物、鱼类或爬行动物的全部移动区域，也不能为固着鱼类、无脊椎动物、藻类等提供整个幼体阶段所需的空间。

生态廊道作为海洋生态保护网络的一个重要要素，可以保护已知的迁徙路线和瓶颈区，如易受人类活动影响的岛屿之间的迁徙路线和瓶颈区。保护海洋连通性，对于随洋流扩散几天或几个月后在礁石或其他基质上定居的幼鱼和无脊椎动物幼体（Cowen et al., 2009; Gillanders et al., 2003），以及长距离迁移的大型动物，如海龟和鲸鱼等，也很重要。

对于在生命周期不同阶段使用不同环境的物种而言，海洋生态廊道尤其重要。例如，海龟在海滩上筑巢，并可能在进入公海之前使用沿海水域，而某些鱼类可能需要迁徙至某一聚集地进行产卵。生态廊道还可促进海洋保护区更好地成为其他类型区域的物种来源补充地。考虑到洋流、涡流和潮汐对过程和生物增长的影响，海洋生态廊道的规模可以相当大，也可以相对较小，以保护生物进行数千米的迁徙，如澳大利亚圣诞岛红蟹（*Gecarcoidea natalis*）的迁徙。三维生态廊道的选址可能会受水深、地质特征（如海山等）、水体分层，或季节性洋流/风流的影响（Cowen et al., 2007）。



潮汐等地球物理过程在连接和维持海洋和沿海的自然系统中发挥着支配性作用。萨摩亚乌波卢岛的热带珊瑚礁。©Adobe Stock



5 000 多万只圣诞岛红蟹大迁徙，奔向海洋产卵。©Adobe Stock

根据 CBD 缔约方大会 2008 年的决定（CBD 关于《海洋和沿海保护区及网络的指南》COP 2008 IX/20，附件 1 和附件 2），为海洋物种如座头鲸等正式认定生态廊道时，可以将认定的保护区范围从国家管辖范围内的水域扩展至公海。

混合生态廊道涵盖两种或三种环境（陆地、淡水、海洋）。例如，跨经海洋和河口区域至淡水河段的生态廊道可以促进淡水和下海产卵（从海洋到河流产卵，反之亦然）的鱼类在基本生命周期中的移动。因为这种鱼在海洋和淡水环境中的分布范围极广，所以生态廊道不是将特定的保护地或养护区连接起来，而是保护关键的迁移途径（参见附件案例研究 17 和案例研究 22）。

同样，混合生态廊道可以使海洋保护地与河口相连，以促进种群生存和物种进化过程所需的移动。这些廊道还可将海洋保护区与陆地保护地连接起来，以维持迁徙等生态过程。通过跨域迁移路径和栖息地需求的协同作用，还可最大限度地保护淡水和陆生物种。

许多鸟类、昆虫和其他动物通过地球的空域移动。由于鸟类和蝙蝠有可能与风力涡轮机、高层建筑和其他人造结构发生碰撞，人们开始考虑建立基于空气或气柱的生态廊道的可能性（Loss et al., 2013; Rydell et al., 2010）。此外，近期发现高压电线会产生频闪紫外线，这可能会阻碍某些鸟类的移动（Tyler et al., 2014）。当前，空域生态廊道还仅是理论性的，需要进一步确定其在实践中的可行性。

在生物圈的这四个领域中，快速的气候变化对生态系统的恢复力以及物种适应变化的能力提出了更高要求。生态廊道有助于提高恢复力和适应性。相连的大型陆地和水生生态系统对气候变化具有更强的恢复力，因为对稳定起重要作用的生态过程更有可能在这些系统中发挥效用（Walkerr et al., 2006）。生态廊道将保护地、OECM 实践地和其他重要的生物多样性区域连接起来，使物种将分布区转移至新的适宜的栖息地，以适应气候变化。但是，栖息地的丧失和破碎化会阻止分布区的转移。因此，保护和建立生态廊道是促进物种存续的有效策略（Keeley et al., 2018）（参见附件案例研究 8）。



来自巴西马托格罗索州的一只托哥巨嘴鸟 (*Ramphastos toco*) 飞越栖息地斑块寻找食物。©Grégoire Dubois

在设计和管理生态廊道时应考虑气候因素，相关方法和原理 (Gross et al., 2016)：

- 确保廊道包含各种地形，以便为物种存续提供不同的微气候；
- 用廊道将保护地和养护区连接起来，作为气候避难所；
- 优先考虑建立连接含有温度梯度的保护地和养护区的廊道；
- 廊道管理应考虑气候变化的迅速性；
- 廊道管理应考虑动物种群在分布区前沿和后沿的动态；
- 廊道设计应考虑多种物种的重新分配，以维

持关键物种之间的相互作用（如共生生物之间的相互作用）；

- 廊道设计应代表性地促进基因多样性的重新分配；
- 廊道设计应使廊道根据气候变化（如风、洋流、深海化学和温度变化或河岸带的气候变化）在空间上做出同步变化；
- 应保证廊道足够宽，为慢速移动的物种提供居住环境；
- 在适当情况下，采用抗旱物种，促进植被恢复，全年为野生动物提供资源。

连通性保护法律 和政策的出现

7



如果无法长期有效地解决连通性保护问题，就无法实现全球和区域法律文书中大部分生物多样性保护、应对气候变化和环境可持续性的目标。所以，在国际级别，生态连通性在越来越多的法律和政策中得到认可。保护生态连通性是 CBD 的“爱知生物多样性目标”、《世界可持续发展工商理事会关于景观连通性的行动呼吁》、《生物多样性关键区全球识别标准》（IUCN，2016）、《IUCN 自然保护区管理分类应用指南》（Dudley，2008）的核心保护目标。

2010 年，CBD 缔约方大会通过了《2011—2020 年生物多样性战略计划》，该计划包括 20 个“爱知生物多样性目标”（简称爱知目标）。其中爱知目标 11 指出，到 2020 年，在“有效和公平管理的、具有生态代表性和紧密连接的保护区系统”中，受保护的地球面积将至少增加至陆地和内陆水域面积的 17%，海洋和沿海地区面积的 10%。近期在 746 个海洋保护区的审查中发现，只有 11% 的海洋保护区将连通性视为一个管理考虑因素（Balbar et al., 2019）。大多数国家在落实爱知目标 11 的连通性要素方面严重落后。

本书提出的一个主要建议是在国际法律和政策中认可“生态廊道”这个名称。生态廊道为各国

推进实施法律义务和政策承诺提供了一个重要机制。此类义务和承诺主要包括 CBD，《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》（简称《拉姆萨尔公约》），《保护野生动物迁徙物种公约》（简称《波恩公约》）及其辅助文书，《保护世界文化和自然遗产公约》，《联合国海洋法公约》，《联合国气候变化框架公约》，以及联合国教育、科学及文化组织（简称联合国教科文组织）的《人与生物圈计划》。除此之外，还有许多区域或推动区域协作的公约，包括修订的《非洲自然和自然资源保护公约》（简称《马普托公约》），促进欧洲绿宝石“Emerald”栖息地网络的《保护欧洲野生动物与自然栖息地公约》（简称《伯尔尼公约》），《联合国国际水道非航行使用法公约》和联合国《保护与使用越境水道和国际湖泊公约》。

在国际层面，还存在非条约性保护网络，如欧盟建立的自然保护区网络“Natura 2000”，该网络涵盖陆地、淡水和海洋环境，并适用于所有欧盟成员国，还包括其他指令，如水、海洋战略和海洋空间规划框架（Lausche et al., 2013）。此外，IUCN WCPA 的跨界保护专家组已经制定了详细的、与连通性高度相关的跨界保护指南（Vasilijević et al., 2015）。



安第斯山脉陡坡上的骆马（*Vicugna vicugna*）。厄瓜多尔的钦博拉索山野生动物自然保护区。©Gabriel Oppler



印度阿萨姆邦卡齐兰加国家公园及其周围相连湿地内的阿萨姆棱背龟 (*Pangshura sylhetensis*)。©Grégoire Dubois

许多国家的政策、法律、行政权限、法规和计划也需要或可利用连通性保护实现其目标 (Lausche et al., 2013)。政府政策和计划,如国家可持续发展战略和国家生物多样性战略与行动计划,对总体发展起着指导作用。几乎所有国家级别的法律体系中都包含与生态廊道(用于自然、野生动物和生物多样性保护以及可持续利用)有关的法律,如关于林业、渔业、牧场和水流的法律,并采用直接管制或自愿性保护协议(通常附有激励)的形式落实。

连通性目标在越来越多的国家/地方规划和政策中体现。在不久以前,国家级甚至地方级关于连通性的法律还很少 (Lausche et al., 2013)。目前,不丹、哥斯达黎加和坦桑尼亚等国家,以及加利福尼亚州和新墨西哥州(美国)等地方辖区已制定了生态廊道法律。此外,一些国家还制定了针对特定场地的法律。例如,2003年《韩国白头大干山脉保护法案》(第7038号法案),该法案于2005年生效,所指定的保护面积为263 427公顷,其中,86%由现有的183个保护区组成,14%由新的缓冲区和核心区组成,这些区域在朝鲜半岛的主要山脉上形成了生物多样性廊道 (Miller et al., 2011)。其他为保护特定连通区域而采取法律行动的案例,可参见Farrier等(2013)和KLRI(2014)的研究。

在大多数情况下,国家和地方会通过利用和调整现有的政策和法律来实现连通性保护目标。制定资源保护和可持续利用的法律是实现该目标的第一步。此类法律包括保护区法律、一般生物多样性或自然保护的法律,以及与资源有关的法律,如与森林、土壤或水可持续利用有关的法律。这些法律通常涉及直接管制,并注重连通性保护,以有效地实现既定目标。支持性法律可能会涉及狩猎控制、综合资源管理和环境污染控制。除传统的保护法律外,涉及主要实质性领域的法律也很重要,主要包括以下方面的法律和政策:土地利用规划;开发控制(如通过分区等手段);海洋空间规划;通过获得政府关于运输、基础设施建设、采矿和能源开发的许可和执照从而获得权利;保护地役权和自愿协议;针对战略和项目的评估。

经济手段是另一套可用的工具,可用于加强直接管制或作为支持连通性保护的另一种方法。通过经济手段,可以鼓励某些行为,包括鼓励土地所有者和权利人为实现特定的生态廊道目标采取进一步行动。



私有土地激励措施对于改善私有和公共土地之间的连通性来说至关重要。图为进行集约化管理的瑞士比弗林（Beverin）自然公园。©Juraj Švajda



来自肯尼亚马赛马拉野生动物保护区的斑马广泛分布于周围的公共土地。非洲兴起的私人保护区有望推动连通性保护目标的实现。©Gary Tabor

这些手段包括正向激励（如技术援助、补贴、税收抵免或减少应纳税额）；负向激励（如增加税收或拒绝提供技术援助）；赔偿保护行动或经济生产的损失；支付环境服务或管理费用（如维护森林覆盖率、恢复河岸区域或其他绿色基础设施的费用）；市场驱动型工具，如可交易的许可证和保护或生物银行，Lausche 等（2013）对陆地和海洋环境中此类工具的应用进行了深入讨论。

正式修订或颁布新的法律文书需要花费很长时间，但不应拖延对生态廊道的保护工作。虽然采用的法律途径有所不同，但大多数国家和地区（以及省、州等）的法律系统已经制定了多个工具来启动生态廊道的基本认定和保护程序，包括国家生物多样性战略和行动计划以及国家气候变化行动计划等文书（参见附件案例研究 1 和案例研究 2）。应在关键连通场地的保护在经济或政治上变得不再可行之前，尽早确定和分析这些工具，即使这需要启动长期的廊道连通性法律的修改或重新制定程序。

生态廊道的发展促进了“基于自然的解决方案”（NbS）的广泛应用，IUCN 将 NbS 定义为保护、持续性管理和恢复自然或经改造的生态系统的行动，该行动可有效、适应性地应对社会挑战，同时提供人类福祉和生物多样性惠益。关于 NbS 的指南，可参见 Cohen-Shacham 等（2016）的研究。

向“星球保护数据库”报告生态廊道和生态保护网络的信息

治理当局在本国的法律框架下可自愿向由 UNEP-WCMC 和 IUCN 管理的“星球保护数据库”报告生态廊道和生态保护网络的信息，UNEP-WCMC 和 IUCN 鼓励这种做法。在本书出版时，治理当局正与合作伙伴一起制定报告结构。可在 www.protectedplanet.net 上查看该数据库是否在线。

通常，给定国家和地区的“星球保护数据库”的联络人将通过门户网站报告生态廊道或生态保护网络的信息。各个治理机构也可以直接向“星球保护数据库”提交报告。在未获得土地所有者或权利人自愿、事先和知情同意的情况下，土地所有者或权利人有权反对外部人士或机构将其土地提名或认定为生态廊道。这适用于第 5 章“治理”部分列出的四种治理类型。

如果在“星球保护数据库”中将某个区域登记为生态廊道或生态保护网络，治理机构将负有更大的责任，即必须对该廊道或网络进行长期管理，以实现特定的连通性目标。该机构将负责报告该区域的边界、治理或目标所发生的变化情况。尽管各国情况不同，但国家或地方法律应对现有治理体系给予更多的支持和认可，而不是取代它们或对地方安排做出不必要的改变。

结 论

8



马里兰州国家历史公园内的红肩鹰 (*Buteo lineatus*)。©Nicholas Tait

陆地、淡水和海洋生态系统中的生态廊道是为确保健康的生态系统所指定的重要保护地。它们是生态保护网络的重要组成部分，并通过将核心栖息地和其他完整的自然区域连接在一起，对保护地和 OECM 的目标进行补充。科学家、政策制定者和实践者认识到连通性保护的需求日益增长，本书正式对此需求做出回应。连通性保护需要采用创新的方法对（保护矩阵内）具有不同资源使用方式、管辖权、文化和地理条件的土地和水进行保护。本书为在各种状况下以一致的且可衡量的方式保护重要的生态连通性价值提供了指导。连通性保护工具包括各类正式和非正式认定、国家立法、地方和区域分区法规、保护地役权、保护设计和运输规划。采取多种行动维持和恢复世界上的生态连通性，是阻止生物多样性丧失和适应气候变化的一个重要方式。

生态连通性涉及多个方面，包括基因流动、个体移动、集合种群动态、迁徙、季节性扩散和生态过程。在本书中，对生态保护网络和生态廊道进行了定义，并通篇采用了这两个术语，根据世界各地生态连通性的具体情况，建立一套通用、连贯和统一的术语、原理和方法体系。采用通用语言和设定，共同努力实现目标，有助于增强连通性保护。

连通性保护所依据的科学研究表明，面积较大、连通性更高的区域更有可能维持生物多样性和生态完整性。鉴于当前的生物多样性和气候危机，迫切需要维护和恢复保护区、OECM 实践地和其他完整自然区域之间的生态连通性。通过将某些区域连接起来，可以阻止和逆转生态系统碎片化的结局发生。

紧密相连的生态系统支持多种生态功能，包括迁徙、水和养分循环、授粉、种子扩散、粮食安全、气候适应力和抗病性。

生态连通性的丧失通常是开发业、运输业、农业和采掘业做出的不当政策和管理决策造成的。本书中的案例研究对最佳实践示例进行了探讨，论证了针对不同生态系统和物种，且在不同时空尺度上实现生态连通性的方法。为了推进连通性保护措施主流化并加快其实施，需要重视人力和技术能力，减少和更好地适应气候变化的影响。

生态连通性通常会超越国界，并跨越一个国家的不同生态系统。本书给出的战略和方法仔细考虑了国家和地区跨境措施的制定方式以及此类措施对国际综合成就的促进作用。在规划和建设生态保护网络和生态廊道时，需要设定具体的目标，且治理和管理机制必须与获得有效的保护成果这一目标保持一致。

如果不解决生态连通性保护问题，就无法实现大多数生物多样性保护、气候变化适应和环境可持续的全球、区域和国家目标。不能低估连通性在实现 CBD 目标方面的重要性。同样，它对实现其他多边环境协定的当前和未来目标也很重要。如果生态连通性在世界各国的法律和政策中得到进一步认可，则可以作为一种综合、跨领域的机制推进国家之内和国家之间义务和承诺的履行。总体而言，将保护区、OECM 实践地和生态廊道连接在一起，连通性保护便可为应对环境、社会和经济挑战提供了可扩展的解决方案。保护、维护和恢复生态连通性是世界的需要，也符合我们的集体利益。

词汇表

生物多样性：各种来源的活体生物的变异性，这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体；包括物种内、物种之间和生态系统的多样性（来自 1992 年 CBD 第 2 条）。

生态连通性：描述物种畅通无阻的移动以及维持地球上生命的自然过程的流动（CMS, 2020）。

在本书中，生态连通性有多个有用的子定义。

- ◎ **物种的生态连通性（科学上详细的定义）：**描述种群、个体、基因、配子和（或）繁殖体在群落（或种群）和生态系统之间的移动，以及非生物物质从一个位置到另一个位置的移动。
- ◎ **物种的功能连通性：**描述了基因、配子、繁殖体或个体在陆地、淡水和海洋景观中的移动情况（Weeks, 2017; Rudnick et al., 2012）。
- ◎ **物种的结构连通性：**可做栖息地斑块、干扰和其他被认为对生物在环境中移动至关重要的陆地、淡水或海洋景观元素的物理特征和排列来衡量栖息地渗透性的工具。通常在缺乏功能连通性衡量值的情况下采用结构连通性来恢复或估计功能连通性（Hilty et al., 2019）。

保护：对自然环境之内或之外的生态系统、栖息地、野生生物物种和种群进行护理、管理，以保护他们长期存在所需的自然条件。

扩散：个体或种子从一个地点移至繁殖或生长地点的过程。

生态廊道：一个明确界定的地理空间，对其进行长期管理和治理，可以维护或恢复有效的生态连通性。通常还使用以下类似术语，如“链接”“安全通道”“生态连通区域”“生态连通区”“渗透区”。

生态指标：与特定生态信息需求相关的可衡量参数，如种群状况、威胁的变化或生态目标的实现情况（Hilty et al., 2000）。

（服务于保护的）生态网络：由生态廊道连接的核心栖息地（保护地、其他完整的自然区域）系统。可以根据需要建立、恢复或维护该系统，以保护分散系统中的生物多样性（Bennett et al., 2006）。

- **生态系统：**植物、动物和微生物群落和它们的无生命环境作为一个生态单位通过交互作用形成的一个动态复合体。它是一个系统内发生的所有非生物和生物过程的总和，这些过程在生态系统内部和生态系统之间传递能量和物质，如生物地球化学循环和初级生产等（来自 1992 年 CBD 第 2 条）。
 - **生态系统功能：**植物、动物和微生物的集体生命活动以及这些活动（生长、扩散和排出废物等）对环境的物理和化学条件的影响（Naeem et al., 1999）。
 - **生态系统服务：**人们从生态系统中获得的惠益，包括供给服务（如提供粮食和水）、调节服务（如控制洪水和疾病）、文化服务（如精神、娱乐和文化惠益）、支持服务（如维持地球生命生存环境的养分循环）这四种服务（来自 2005 年的“千年生态系统评估”）。
 - **生态系统结构：**一个生态系统的生物物理结构；或一块场地内所有有生命和无生命物质的组成和排列（Russi et al., 2013）。
- 迁飞区：**迁徙鸟类，或某种鸟类的特定种群或相关群体从繁殖地至非繁殖地进行年度、季节性或多年期迁徙时所经过的区域。它还包括鸟类在迁徙过程中休息和觅食的区域（Boere et al., 2006）。

碎片化：将栖息地、生态系统或土地的利用类型分解为更小、更孤立的地块，减少了可以支持的物种数量。

治理机构：对某个区域的决策享有公认的权利并负有责任的机构、个人、原住民、社区团体或其他机构，其权力可能包括对某个区域的管理权（IUCN WCPA, 2019; Borrini-Feyerabend et al., 2013）。应认识到，一个区域可能存在多个正式和非正式的治理机构。

治理：指定的一个或多个实体对所管辖的区域执行行动、策略和事务的过程。生态廊道的治理类型可以与保护区相同。

栖息地（生境）：生物体或生物群体自然分布的地方或地点（来自 1992 年 CBD 第 2 条）。

原住民：指社会、文化和经济状况使他们有别于所处国家社会的其他群体的部落民族，他们的地位全部或部分地由他们本身的习俗或传统或专门的法律和规章加以确定；也包括独立国家的民族，他们仍部分或全部地保留了本民族的社会、经济、文化和政治制度（Borrini-Feyerabend et al., 2004）（继 IUCN 使用国际劳工组织的《土著和部落人民公约》之后的定义）。世界各地所使用的术语不同，有时会使用“土著人”或“传统民族”之类的术语来代替。

景观：一个由一系列相互作用的生态系统、地质特征和生态过程组成的异质空间，通常包括人类影响（Wu, 2008; Forman et al., 1986）。虽然景观的范围通常很大，但可以根据一系列空间尺度进行界定。景观空间要素的相互作用可能会产生单独要素所不具有的突生效应（如种群的生存力、小气候、径流调节和美学素质等）。

当地社区：共享一片领土，并参与不同但相关的生计活动（如管理自然资源、创造知识和文化以及开发生产技术和开展实践活动等）的人类团体。因为该定义适用于不同规模的社区，所以可以进一步指定“当地社区”的成员是那些有可能在日常生活中面对面接触和（或）直接相互影响的成员。从这个意义上说，一个乡村、部落或城市社区可以被认为当地社区，而不是一个

行政区、市区或一个农村城镇的所有居民。当地社区可以处于永久定居或流动状态（Borrini-Feyerabend et al., 2004）。

管理：对于生态廊道而言，指的是采取积极措施来保护或恢复自然（或其他）价值，确保其功能性的过程。注意，管理可包括做出不干预某个区域的决定。

迁徙：个体动物或动物种群在不同栖息地（每个栖息地在一年中被占用的时间段不同）之间的年度或季节性的定期移动（Lindenmayer et al., 2005）。

迁徙物种：野生动物的任何物种或较低分类单元的全部种群，或者种群由于地理分隔的任何部分，而且这个种群或种群中的重要部分会周期性地和可预见地穿越一国或几国的管辖范围（来自 1979 年 CMS 第 1 条）。

监测：随着时间的推移，反复收集关于指标和（或）目标的信息，以评估保护目标的实现情况。它通常与管理（或）治理活动的有效性相关（Hilty et al., 2000）。

OECM：OECM 中的“区域”指除保护地外的地理区域，其治理和管理方式可以取得积极和持续的成果，以就地保护生物多样性以及相关的生态系统功能和服务，同时还能保护文化、精神、社会经济和其他与当地相关的价值（如适用）（IUCN WCPA, 2019）。

种群：同时生活在某一特定地理区域且具有杂交能力的属于同一物种的所有生物。

保护地：被明确划定的具有专项用途的地理空间，通过法律或其他有效方式进行认定和管理，实现对自然及相关生态系统服务和文化价值的长期保护（Stolton et al., 2013; Dudley, 2008）。

恢复力：当控制生态网络结构和功能的过程发生变化时，部分或整个生态网络能够承受该变化的能力（Holling et al., 2002）。

恢复：对于生态廊道而言，指恢复已被减少、削弱或破坏的生态连通性（摘自国际生态恢复科学与政策工作组，2004 年）。恢复工作应以科学建议为指导，以按优先顺序采取行动。

权利持有人，利益相关者：就保护地和保护而言，“权利持有人”一词是指拥有社会所赋予的对土地、水和自然资源的法定或习惯权利的人（包括但不限于土地所有者）。相比之下，“利益相关者”对这些资源拥有直接或间接的利益和关切，但不一定享有法律或社会认可的权利（Borrini-Feyerabend et al., 2013）。

海洋景观：根据一系列尺度划定的一个空间异构海洋区域，包括海洋的物理、地质和化学特征，可以是相邻的海岸线和海洋的结合体，如红树林、

珊瑚礁、海草床、潮沼和深海等；还包括海床的地质和形态特征以及底栖生物群落、水柱和水面，且通常包括人类的影响（Pittman, 2017; Fuller, 2013）。虽然海洋景观的范围通常很大，但可以根据一系列空间尺度进行界定。

可持续利用：使用生物多样性组成部分的方式和速度不会导致生物多样性长期衰落，从而保持其满足今世后代的需要和期望的潜力（来自1992年CBD第2条）。



穿过农业、住宅和城市景观的美国加利福尼亚州的俄罗斯河廊道保持了生态连通性。©Adina Merenlender

参考文献

- Abell R, Lehner B, Thieme M, et al. 2017. Looking beyond the fenceline: Assessing protection gaps for the world's rivers. *Conservation Letters*, 10: 384–394.
- Albert C H, Rayfield B, Dumitru M, et al. 2017. Applying network theory to prioritize multispecies habitat networks that are robust to climate and land-use change. *Conservation Biology*, 31: 1383–1396.
- Almany G R, Connolly S R, Heath D D, et al. 2009. Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs. *Coral Reefs*, 28: 339–351.
- Allen C H, Parrott L, Kyle C. 2016. An individual-based modelling approach to estimate landscape connectivity for bighorn sheep (*Ovis canadensis*). *PeerJ* 4.
- Ament R, Callahan R, McClure M, et al. 2014. *Wildlife Connectivity: Fundamentals for Conservation Action*. Bozeman, MT: Center for Large Landscape Conservation.
- Anderson A B, Jenkins C N. 2006. *Applying Nature's Design: Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation*. New York: Columbia University Press.
- Anderson M G, Clark M, Sheldon A O. 2014. Estimating climate resilience for conservation across geophysical settings. *Conservation Biology*, 28(4): 959–970.
- Ankersen T T. 1994. Mesoamerican Biological Corridor: The legal framework for an integrated, regional system of protected areas. *Journal of Environmental Law and Litigation*, 9: 499–549.
- Ayebare S, Ponce-Reyes R, Segan D B, et al. 2013. Identifying climate resilient corridors for conservation in the Albertine Rift. Unpublished Report by the Wildlife Conservation Society to MacArthur Foundation.
- Balbar A C, Metaxas A. 2019. The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas. *Global Ecology and Conservation*, 17: e00569.
- Barthem R B, Goulding M, Leite R G, et al. 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Scientific Reports*, 7: 41784.
- Bastian O, Grunewald K, Khoroshev A V. 2015. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: Exemplified on a case study in Russia. *Landscape Ecology*, 30: 1145–1164.
- Bay Area Open Space Council. 2011. *The Conservation Lands Network: San Francisco Bay Area Upland Habitat Goals Project Report*. Berkeley, CA: Bay Area Open Space Council.
- Beier P, Majka D R, Spencer W D. 2008. Forks in the road: Choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology*, 22: 836–851.
- Beier P, Spencer W, Baldwin R F, et al. 2011. Toward best practices for developing regional connectivity maps. *Conservation Biology*, 25: 879–892.
- Bennett A F. 2003. *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Bennett G, Mulongoy K J. 2006. *Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones*, CBD Technical Series 23. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Benson R L, Turo S, McCovey Jr, et al. 2007. Migration and movement patterns of green sturgeon (*Acipenser medirostris*) in the Klamath and Trinity rivers, California, USA. *Environmental Biology of Fishes*, 79: 269–279.
- Boere G C, Stroud D A. 2006. The flyway concept: What it is and what it isn't. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith, and D.A. Stroud, (eds.). *Waterbirds around the World*, pp. 40–47. Edinburgh: The Stationery Office.
- Boitani L, Falcucci A, Maiorano L, et al. 2007. Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation. *Conservation Biology*, 21(6): 1414–1422.

- Borrini-Feyerabend G, Dudley N, Jaeger T, et al. 2013. Governance of Protected Areas: From Understanding to Action. Best Practice Protected Areas Guideline Series, no. 20. Gland, Switzerland: IUCN.
- Borrini-Feyerabend G, Kothari A, Oviedo G. 2004. Indigenous and Local Communities and Protected Areas: Towards Equity and Enhanced Conservation. Best Practice Protected Areas Guideline Series, no. 11. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Brashares J S, Arcese P, Sam M K. 2001. Human demography and reserve size predict wildlife extinction in West Africa. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences*, 268: 2473–2478.
- Caballero P, Battaglini E, Lagnaoui A. 2015. Project information document: Orinoquia Integrated Sustainable Landscapes. The World Bank. (Accessed: 14 November 2019).
- Carr M, Robinson S P, Wahle C, et al. 2017. The central importance of ecological spatial connectivity to effective coastal marine protected areas and to meeting the challenges of climate change in the marine environment. *Aquatic Conservation*.
- CBD (Convention on Biological Diversity) (5 June 1992). 1760 UNTS 69.
- CBD. 2008. CBD Guidance on Marine and Coastal Protected Areas and Networks. COP 2008 IX/20, Annex I and II.
- CBD. 2011. Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Targets. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Ceballos G, Ehrlich P R, Dirzo R. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30): E6089–E6096.
- CEPF (Critical Ecosystems Partnership Fund). Website: (Accessed: 23 October 2019).
- Citanovic C, Hobday A C. 2018. Building optimism at the environmental science-policy-practice interface through the study of bright spots. *Nature Communications*, 9(1): 3466.
- CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) (23 June 1979). 1651 UNTS 333. (Accessed: 25 March 2019).
- CMS. 2020. Improving Ways of Addressing Connectivity in the Conservation of Migratory Species, Resolution 12.26 (REV.COP13), Gandhinagar, India (17-22 February 2020). UNEP/CMS/COP13/ CRP 26.4.4.
- Cohen-Shacham E, Walters G, Janzen C, et al. 2016. Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges. Gland, Switzerland: IUCN.
- Compton B W, McGarigal K, Cushman S A, et al. 2007. A resistant-kernel model of connectivity for amphibians that breed in vernal pools. *Conservation Biology*, 21: 788–799.
- Conservation Corridor. 2018. Corridor Toolbox.
- Conservation Measures Partnership. 2013. Open Standards for the Practice of Conservation Version 3.0. (Accessed: 15 November 2019).
- Context Pty Ltd. 2008. Strategic Plan for Conservation Management Networks in Victoria: Working Together to Protect Biodiversity. Brunswick, Victoria: Context Pty Ltd. (Accessed: 25 March 2019).
- Cowen R K, Gawarkiewicz G, Pineda J, et al. 2007. Population connectivity in marine systems: An overview. *Oceanography*, 20: 14–21.
- Cowen R K, Sponaugle S. 2009. Larval dispersal and marine population connectivity. *Annual Review of Marine Science*, 1: 443–466.
- Crooks K R, Sanjayan M. 2006. Connectivity Conservation. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Day J, Dudley N, Hockings M, et al. 2012. Guidelines for Applying the IUCN Protected Area Management Categories to Marine Protected Areas. Gland, Switzerland: IUCN.

- Degteva S V, Ponomarev V I, Eisenman S W, et al. 2015. Striking the balance: challenges and perspectives for the protected areas network in northeastern European Russia. *Ambio*, 44: 473–490.
- Dickson B G, Albano C M, McRae B H, et al. 2017. Informing strategic efforts to expand and connect protected areas using a model of ecological flow, with application to the western United States. *Conservation Letters*, 10: 564–571.
- Doyle M W, Stanley E H, Luebke M A, et al. 2000. Dam removal: Physical, biological, and societal considerations. In R.H. Hotchkiss and M. Glade (eds.). *Building Partnerships*, pp. 1-10. Proceedings of the 2000 Joint Conference on Water Resources Engineering and Water Resources Planning and Management, Minneapolis, MN, 30 July–2 August.
- Dudley N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Ellis E C, Goldewijk K, Siebert S, et al. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5): 589–606.
- Elsen P R, Monahan W B, Merenlender A M. 2018. Global patterns of protection of elevational gradients in mountain ranges. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 201720141.
- European Parliament and Council. 2014. Directive 2014/89/ EU Parliament and Council of the European Union, 23 July 2014: Establishing a Framework for Maritime Spatial Planning.
- Farrier D, Harvey M, Teles Da Silva S, et al. 2013. *The Legal Aspects of Connectivity Conservation (Vol. 2) – Case Studies*. Gland, Switzerland: IUCN. (Accessed: 15 November 2019).
- Foden W B, Young B E. 2016. *IUCN SSC Guidelines for Assessing Species Vulnerability to Climate Change*. Version 1.0. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, no. 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission.
- Forman T T, Godron M. 1986. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Fuller B J C. 2013. Advances in seascape ecology: Applying landscape metrics to marine systems. *Ecology of Fragmented Landscapes* 1(5).
- Gillanders B M, Able K W, Brown J A, et al. 2003. Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: An important component of nurseries. *Marine Ecology Progress Series*, 247: 281–295.
- Green A L, Fernandes L, Almany G, et al. 2014. Designing marine reserves for fisheries management, biodiversity conservation, and climate change adaptation. *Coastal Management*, 42(2): 143–159.
- Grorud-Colvert K, Claudet J, Carr M, et al. 2011. The assessment of marine reserve networks: Guidelines for ecological evaluation. In: J. Claudet, J. (ed.). *Marine Protected Areas: A Multidisciplinary Approach*, pp. 293-321. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Grorud-Colvert K, Claudet J, Tissot B N, et al. 2014. Marine protected area networks: Assessing whether the whole is greater than the sum of its parts. *PLoS ONE*, 9(8): e102298.
- Gross J E, Woodley S, Welling L A, et al. 2016. *Adapting to Climate Change: Guidance for Protected Area Managers and Planners*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 24, Gland, Switzerland: IUCN.
- Hanski I. 1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Hauer F R, Locke H, Dreitz V J, et al. 2016. Gravel-bed river floodplains are the ecological nexus of glaciated mountain landscapes. *Science Advances* 2: e1600026.
- Heller N E, Zavaleta E S. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142: 14–32.
- Henderson M, Merriam G, Wegner J. 1985. Patchy environments and species survival: Chipmunks in an agricultural mosaic. *Biological Conservation*, 31: 95–105.
- Hermoso V, Linke S, Prenda J, et al. 2011. Addressing longitudinal connectivity in the systematic conservation planning of fresh waters. *Freshwater Biology*, 56(1): 57–70.
- Hilty J A, Keeley A T H, Lidicker Jr, et al. 2019. *Corridor Ecology: Linking Landscapes for Biodiversity Conservation and Climate Adaptation*. 2nd ed. Washington, DC: Island Press.

- Hilty J A, Merenlender A M. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92: 185–197.
- Hockings M, Stolton S, Leverington F, et al. 2006. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management Effectiveness of Protected Areas. Best Practice Protected Areas Guideline Series, no. 14, 2nd ed. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Hodgson J A, Thomas C D, Dytham C, et al. 2012. The speed of range shifts in fragmented landscapes. *PLoS One* 7.
- Hodgson J A, Wallis D W, Krishna R, et al. 2016. How to manipulate landscapes to improve the potential for range expansion. *Methods in Ecology and Evolution*, 7: 1558–1566.
- Holling C S, Gunderson L H. 2002. Resilience and adaptive cycles. In: L.H. Gunderson, and C.S. Holling (eds.). *Panarchy: Understanding Transformation in Human and Natural Systems*, pp. 25–62. Washington, DC: Island Press.
- Horne J S, Garton E O, Krone S M, et al. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology*, 88: 2354–2363.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) 2019. Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S., Settele, J., Brondizio E.S., Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y.J. Visseren-Hamakers, I.J., Willis, K.J., and Zayas, C.N. (eds.). Bonn: IPBES Secretariat.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2016. *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*. 1st ed. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN World Commission on Protected Areas (WCPA) 2019. *Guidelines for Recognising and Reporting Other Effective Area-based Conservation Measures*. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN (undated). World Commission on Protected Areas (IUCN WCPA). IUCN Definitions – English. (Accessed: 15 November 2019).
- Jones K R, Venter O, Fuller R A, et al. 2018. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 360: 788–791.
- Jongepierová I, Pešout P, Jongepier J W, et al. 2012. *Ecological Restoration in the Czech Nature Conservation Agency of the Czech Republic*, Prague. (Accessed: 25 March 2019).
- Jongman R, Bogers M. 2008. *Current Status of the Practical Implementation of Ecological Networks in the Netherlands*. Alterra/ European Centre for Nature Conservation.
- Juffe-Bignoli J, Harrison I, Butchart S H M, et al. 2016. Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26: 133–151.
- Keeley A T H, Ackerly D D, Cameron D R, et al. 2018. New concepts, models, and assessments of climate-wise connectivity. *Environmental Research Letters*, 13: 073002.
- Keeley A T, Beier P, Creech T, et al. 2019. Thirty years of connectivity conservation planning: An assessment of factors influencing plan implementation. *Environmental Research Letters*, 14(1): 103001.
- Bowen J, Gillingham C. 2004. *R9 Species Conservation Assessment for Wood Turtle – Glyptemys insculpta (LeConte, 1830)*. Milwaukee, WI: US Forest Service.
- Kettle A J, Haines K. 2006. How does the European eel (*Anguilla anguilla*) retain its population structure during its larval migration across the North Atlantic Ocean?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 90–106.
- Klaasen M. 1996. Metabolic Constraints on Long-Distance Migration in Birds. *The Journal of Experimental Biology*, 199: 57–64.
- KLRI (Korean Legislative Research Institute) 2014. *Baekdu-Daegan Protection Act. Act No.12414*, March 11, 2014. (Accessed: 25 March 2019).

- Ladonina N N, Cherniakhovsky D A, Makarov I B, et al. 2001. Managing agricultural resources for biodiversity conservation: Case study of Russia and CIS countries. *Environment Liaison Center International*: 1–52.
- Lausche B, Farrier D, Verschuuren J, et al. 2013. The Legal Aspects of Connectivity Conservation: A Concept Paper. IUCN Environmental Policy and Law Paper, no. 85, volume 1. Gland, Switzerland: IUCN.
- Lausche B. 2011. Guidelines for Protected Areas Legislation. IUCN Environmental Policy and Law Paper, no. 81. IUCN, Gland, Switzerland.
- Lawler J J, Ruesch A S, Olden J D, et al. 2013. Projected climate-driven faunal movement routes. *Ecology Letters*, 16: 1014–1022.
- Leibowitz S, Wigington P, Schofield K, et al. 2018. Connectivity of streams and wetlands to downstream waters: An integrated systems framework. *Journal of the American Water Resources Association*, 54(2): 298–322.
- Lindenmayer D B, Burgman M. 2005. *Practical Conservation Biology*. Victoria, Australia: CSIRO Publishing.
- Locke H, Ellis C E, Venter O, et al. 2019. Three global conditions for biodiversity conservation and sustainable use: An implementation framework. *National Science Review* nwz136.
- Loss S R, Will T, Marra P P. 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation*, 168: 201–209.
- MacArthur R H, Wilson E O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *International Journal of Organic Evolution*, 17: 373–387.
- MacArthur R H, Wilson E O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Margules C R, Pressey R L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783): 243.
- Marine Protected Areas Federal Advisory Committee (2017). *Harnessing Ecological Spatial Connectivity for Effective Marine Protected Areas and Resilient Marine Ecosystems*.
- McCullough D R. 1996. *Metapopulations and Wildlife Conservation*. Washington, DC: Island Press.
- McGuire J L, Lawler J J, McRae B H, et al. 2016. ‘Achieving climate connectivity in a fragmented landscape’. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113: 7195–7200.
- McRae B H. 2006. Isolation by resistance. *Evolution* 60:1551– 1561.
- McRae B H, Shah V, Mohapatra T. 2014. *Circuitscape*.
- Menxiu T, Lin Z, Li J, et al. 2012. The critical importance of the Rudong mudflats, Jiangsu Province, China in the annual cycle of the spoon-billed sandpiper *Calidris pygmeus*. *Wader Study Group Bulletin*, 119: 74.
- M’Gonigle L K, Ponisio L, Cutler K, et al. 2015. Habitat restoration promotes pollinator persistence and colonization in intensively-managed agriculture. *Ecological Applications*, 25: 1557– 1565.
- Miklos L, Diviakova, A and Izakovičová, Z. (2019). *Ecological Networks and Territorial Systems of Ecological Stability*. London: Springer Nature.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington, DC: Island Press.
- Miller K, Hyun K. 2011. Ecological corridors: Legal framework for the Baekdu Daegan Mountain System (South Korea). In: B. Lausche (ed). *Guidelines for Protected Areas Legislation*. IUCN Environmental Policy and Law Paper, no. 81. IUCN, Gland, Switzerland.
- Millington S. 2018. The Role of Protected Areas in the Conservation of Migratory Waterbirds in the East Asian–Australasian Flyway (PPT). (Accessed: 1 November 2019).
- Moilanen A, Leathwick J, Elith J. 2008. A method for spatial freshwater conservation prioritization. *Freshwater Biology*, 53: 577– 592.
- Naeem S, Chapin III F S, Costanza R, et al. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology*, 4: 2–12.
- Neugarten R A, Langhammer P F, Osipova E, et al. 2018. *Tools for Measuring, Modelling, and Valuing Ecosystem Services: Guidance for Key Biodiversity Areas, Natural World Heritage Sites, and Protected Areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 28. Gland, Switzerland: IUCN.

- Newmark W D. 1987. A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. *Nature*, 325: 430-432.
- Newmark W D. 1995. Extinction of mammal populations in western North American national parks. *Conservation Biology*, 9: 512-526.
- Newmark W D. 2008. Isolation of African protected areas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6: 321-328.
- Newmark W D, Jenkins C N, Pimm S L, et al. 2017. Targeted habitat restoration can reduce extinction rates in fragmented forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 9635-9640.
- Olds A D, Connolly R M, Pitt K A, et al. 2016. Quantifying the conservation value of seascape connectivity: A global synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 25: 3-15.
- Parks S, Harcourt A. 2002. Reserve size, local human density, and mammalian extinctions in U.S. protected areas. *Conservation Biology*, 16: 800-808.
- Phillips A. 2007. A short history of the international system of protected area management categories. Paper prepared for the WCPA Task Force on Protected Area Categories.
- Pittman S J. (ed.) 2017. *Seascape Ecology*. Hoboken, NJ: Wiley- Blackwell.
- Plumptre A J, Ayebare S, Segan D, et al. 2016. Conservation Action Plan for the Albertine Rift. Unpublished Report for Wildlife Conservation Society and its Partners.
- Proctor M F, Paetkau D, McLellan B N, et al. 2012. Population fragmentation and inter-ecosystem movements of grizzly bears in western Canada and the northern United States. *Wildlife Monographs*, 180: 1-46.
- Proctor M F, Nielsen S E, Kasworm W F, et al. 2015. Grizzly bear connectivity mapping in the Canada-United States trans-border region. *Journal of Wildlife Management*, 79: 544-588.
- Proctor M F, Kasworm W F, Annis K M, MacHutchon, et al. 2018. Conservation of threatened Canada-USA trans-border grizzly bears linked to comprehensive conflict reduction. *Human Wildlife Interactions*, 12: 248-272.
- Prugh L R, Hodges K E, Sinclair A R, et al. 2008. Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 20770-20775.
- Pulsford I, Lindenmayer D, Wyborn C, et al. 2015. Connectivity conservation management. In: Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S., and Pulsford, I. (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 851-888. Canberra: ANU Press.
- Ramírez G. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano. *CONABIO. Biodiversitas*, 47: 1-3.
- Rayfield B, Pelletier D, Dumitru M, et al. 2016. Multipurpose habitat networks for short-range and long-range connectivity: A new method combining graph and circuit connectivity. *Methods in Ecology and Evolution*, 7: 222-231.
- Resasco J. 2019. Meta-analysis on a decade of testing corridor efficacy: What new have we learned? *Current Landscape Ecology Reports*, 4: 61-69.
- Rouget M, Cowling R M, Lombard A T, et al. 2006. Designing large-scale conservation corridors for pattern and process. *Conservation Biology*, 20: 549-561.
- Rudnick D A, Ryan S J, Beier P, et al. 2012. The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities. *Issues in Ecology*, 16: 1-20.
- Runge C A, Watson J E M, Butchart S H, et al. 2015. Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science*, 350: 1266-1258.
- Russi D, ten Brink P, Farmer A, et al. 2013. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. London and Brussels: IEEP; Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Rydell J, Bach L, Dubourg-Savage M J, et al. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12: 261-274.
- Saura S, Bertzy B, Bastin L, et al. 2018. Protected area connectivity: Shortfalls in global targets and country-level priorities. *Biological Conservation*, 219: 53-67.

- Saura S, de la Fuente B. 2017. Connectivity as the amount of reachable habitat: Conservation priorities and the roles of habitat patches in landscape networks'. In S.E. Gergel and M.G. Turner (eds.). *Learning Landscape Ecology*, pp. 229–254. New York: Springer.
- Sawyer H, Kauffman M J, Nielson R M, et al. 2009. Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation. *Ecological Applications*, 19: 2016–2025.
- Saarman E, Gleason M, Ugoretz J, et al. 2013. The role of science in supporting marine protected area network planning and design in California. *Ocean and Coastal Management*, 74: 45–56.
- Scheffers B R, De Meester L, Bridge T C L, et al. 2016. The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science*, 354: aaf7671.
- Seidensticker J, Dinerstein E, Goyal S P, et al. 2010. Tiger range collapse and recovery at the base of the Himalayas' *Biology and Conservation of Wild Felids*, 12: 305–324.
- Seidler R G, Long R A, Berger J, et al. 2015. Identifying impediments to long-distance mammal migrations. *Conservation Biology*, 29: 99–109.
- Serneels S, Lambin E F. 2001. Impact of land-use changes on the wildebeest migration in the northern part of the Serengeti–Mara ecosystem. *Journal of Biogeography*, 28: 391–407.
- Shafer C L. 1995. Values and shortcomings of small reserves *BioScience*, 45(2): 80–88.
- Simpkins C E, Perry G L. 2017. Understanding the impacts of temporal variability on estimates of landscape connectivity. *Ecological Indicators*, 83: 243–248.
- Sobolev N A. 1999. *Criteria for Ecological Network Development*. Moscow: Biodiversity Conservation Center (BCC).
- Sobolev N A. 2003. *The State of Progress of Ecological Networks in the Russian Federation*. Department of Protected Areas and Biodiversity Conservation of the Ministry of Natural Resources (Russian Federation) in collaboration with Biodiversity Conservation Center.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Tucson, USA: Society for Ecological Restoration International.
- Stolton S, Shadie P, Dudley N. 2013. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories: Including IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 21. Gland, Switzerland: IUCN.
- Synes N W, Watts K, Palmer S C F, et al. 2015. A multi-species modelling approach to examine the impact of alternative climate change adaptation strategies on range shifting ability in a fragmented landscape. *Ecological Informatics*, 30: 222–229.
- Tabor G. 2019. Ecological connectivity: A bridge to preserving biodiversity. In *Frontiers 2018/19 Emerging Issues of Environmental Concern*, pp. 24–37. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Theobald D M. 2006. Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. In K.R. Crooks and M.A. Sanjayan (eds.). *Connectivity Conservation: Maintaining Connections for Nature*, pp. 416–443. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Theobald D M. 2013. A general model to quantify ecological integrity for landscape assessments and US application. *Landscape Ecology*, 28: 1859–1874.
- Tomlinson M, Boulton A J. 2010. Ecology and management of subsurface groundwater dependent ecosystems in Australia – A review. *Marine and Freshwater Research*, 61: 936–949.
- Trombulak S D, Baldwin R F. (eds.) 2010. *Landscape-Scale Conservation Planning*. New York: Springer.
- Tyler N, Stokkan K A, Hogg C, et al. 2014. Ultraviolet vision and avoidance of power lines in birds and mammals. *Conservation Biology*, 28: 630–632.
- UNEP-WCMC (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre), IUCN, and NGS (National Geographic Society). 2018. *Protected Planet Report 2018*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC; Gland, Switzerland: IUCN; and Washington, DC: NGS. (Accessed: 15 November 2019).

- University of Lleida. 2007. Software for Quantifying the Importance of Habitat Patches for Landscape Connectivity through Graphs and Habitat Availability Indices. (Accessed: 5 February 2018).
- Urban D, Keitt T H. 2001. Landscape connectivity: A graph-theoretic perspective. *Ecology*, 82: 1205–1218.
- Van Dover C L. 2014. Impacts of anthropogenic disturbances at deep-sea hydrothermal vent ecosystems: A review. *Marine Environmental Research*, 102: 59–72.
- Vasiljević M, Zunckel K, McKinney M, et al. 2015. Transboundary Conservation: A Systematic and Integrated Approach. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 23, Gland, Switzerland: IUCN.
- Venter O, Sanderson E W, Magrath A, et al. 2016. Sixteen years of change in the global terrestrial footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications*, 7: 12558.
- Venter O, Magrath A, Outram N, et al. 2017. Bias in protected-area location and its effects on long-term aspirations of biodiversity conventions. *Conservation Biology*, 32: 127–134.
- Volenc Z M, Dobson A P. 2020. Conservation value of small reserves. *Conservation Biology*, 34(1): 66–79.
- Walker B, Salt D. 2006. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Washington, DC: Island Press.
- Watson J E M, Venter O, Lee J, et al. 2018. Protect the last of the wild. *Nature*, 563, 7729: 27–30.
- Weeks R. 2017. Incorporating seascape connectivity into conservation prioritisation. *PloS One*, 12: 1–16.
- Weldon A J. 2006. How corridors reduce indigo bunting nest success. *Conservation Biology*, 20(4): 1300–1305.
- White J W, Scholz A J, Rassweiler A, et al. 2013. A comparison of approaches used for economic analysis in marine protected area network planning in California. *Ocean & Coastal Management*, 74: 77–89.
- Wittemyer G, Elsen P, Bean W T, et al. 2008. Accelerated human population growth at protected area edges. *Science*, 321: 123–126.
- Worboys G L, Lockwood M, Kothari A, et al. 2015. Protected Area Governance and Management. Canberra: ANU Press.
- Wu J. 2008. Landscape ecology. In: S.E. Jorgensen (ed.). *Encyclopedia of Ecology*, pp. 2103–2108. Oxford, UK: Elsevier.
- Zhang H K, Cheng H F, Zhuyun L I, et al. 2007. Status and conservation strategy of giant panda habitat in Qinling tunnel area of 108 national road. *Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition)*: S1.

附件：保护生态网络中生态廊道的方法（案例研究）

简介

本书案例研究汇编列举了世界各地用以保护或恢复生态连通性的措施。案例研究部分探讨了一系列生态廊道的保护方法，以促进陆地、淡水和海洋的生态网络保护（附表 1）。每个案例研究都介绍了研究区域内连通性的背景和挑战，阐述了保护连通性的方法，给出了在网络中建立生态廊道的示例，并分享了所取得的成果。

所选择的案例研究展示了各种形式的生态保护网络和其中的生态廊道，以及各种保护方法。通过这些例子，我们可了解当前所做的种种努力以及将廊道正式作为生态保护网络要素的必要性。

附表 1 案例研究概述

案例研究标题	研究区域的类型	对连通性的最大威胁	生态廊道的保护方法
1. 乞力马扎罗山景观：确保野生动物种群的生存能力	陆地、乡村	栖息地丧失和破碎化	<ul style="list-style-type: none"> • 私人土地所有者的保护性租赁计划
2. 卡万戈赞比西跨境保护区中的连通性保护：赞比西河—乔贝河漫滩野生动物扩散区	陆地、乡村	森林砍伐、无控制的定居点、过度放牧，鱼类的过度捕捞、失控的大火	<ul style="list-style-type: none"> • 建立五国跨境保护区 • 制订综合发展计划 • 提高当地利益相关者的意识并吸引他们参与其中 • 建立社区保护区 • 促进保护性农业 • 建立野生生物保护区
3. 保护艾伯丁裂谷的 6 个景观以确保连通性	陆地、乡村	栖息地丧失和破碎化	<ul style="list-style-type: none"> • 促进合作 • 发展可持续利用的社区区域
4. 坦桑尼亚联合共和国基隆贝罗河谷拉姆萨尔湿地	陆地、乡村	持续的人类移民以及不断增长的定居点和农业经济	<ul style="list-style-type: none"> • 被指定为拉姆萨尔湿地 • 从大型保护区的集中管理到较小的保护区组合体管理的过渡性治理方法
5. 秦岭景观区大熊猫聚集地生态廊道	陆地、乡村	公路修建和人类对土地の利用	<ul style="list-style-type: none"> • 基线调查和制图 • 栖息地恢复 • 社区参与 • 交通管理 • 能力提升 • 野生生物监测
6. 泰国在连接生态保护地方方面的经验	陆地、乡村	森林砍伐以及森林转变为人工林	<ul style="list-style-type: none"> • 建立非狩猎区和缓冲区 • 土地连通性管理
7. 塔斯马尼亚岛东海岸保护廊道	陆地、乡村	土地利用变化	<ul style="list-style-type: none"> • 恢复 • 土地利用规划 • 连通性管理

案例研究标题	研究区域的类型	对连通性的最大威胁	生态廊道的保护方法
8. 大东部山脉：澳大利亚首个大陆级生态保护网络	陆地、乡村	土地退化	<ul style="list-style-type: none"> 恢复 私人土地所有者的保护 社区教育 生物调查 研究计划
9. 从 COREHABS 到 Bear-Connect：确保覆盖整个欧洲荒野	陆地、乡村	基础设施的快速发展	<ul style="list-style-type: none"> 生态廊道的识别与评估 将保护区和生态廊道纳入地籍图和土地登记册
10. 城市环境中的生态连通性：荷兰乌特勒支	陆地、城市	基础设施建设、城市扩张、集约化农业和休闲产业带来的压力	<ul style="list-style-type: none"> 通过道路交叉口和开放空间的保护进行景观碎片整理
11. 西班牙牧道国家网络（Vías Pecuarias）	陆地、乡村和城市	失去大规模的畜牧业和牧场	<ul style="list-style-type: none"> 法律保护 生态廊道划分 促进大规模畜牧业的发展，鼓励年轻人从事季节性迁移放牧和养牛工作 恢复 教育 多功能性开发
12. ECONET：俄罗斯科斯特罗马地区的生态网络	陆地、乡村	森林砍伐	<ul style="list-style-type: none"> 建立由保护区和生态廊道组成的生态网络 建立具有不同功能活动制度的保护区
13. 维持阿巴拉契亚山脉北部的森林景观连接：保持连通倡议	陆地、乡村和城市	道路修建和人类开发造成的碎片化	<ul style="list-style-type: none"> 将重点放在九个最优先的连接区域 战略土地保护 土地利用规划 社区外展与参与 栖息地恢复 交通缓解
14. 黄石一育空（Y2Y）：连接和保护最完整的山区生态系统之一	陆地、乡村	道路修建和人类开发造成的碎片化	<ul style="list-style-type: none"> 保护对生物多样性有重要影响的区域 恢复和保护生态连通区 引导开发远离具有生态重要性的区域 促进人与野生动物的和谐共处
15. 保护长距离迁移：从红色沙漠至美国怀俄明州霍巴克（Hoback）的黑尾鹿廊道	陆地、乡村	人类开发	<ul style="list-style-type: none"> 制定详细的迁移路线图 评估沿线土地的使用方式和威胁 土地保护 土地管理 道路交叉口
16. 生活廊道：改善巴西的生计和森林连通性	陆地、乡村	农业和定居点造成的景观破碎化	<ul style="list-style-type: none"> 大规模造林愿景计划 通过重新造林扩大森林碎片并最终将它们连接在一起 采用对生物多样性有利的土地利用方案 促进土地使用方式的改变 发展可持续农业和农用林业 改善农民生计 碳补偿
17. 哥斯达黎加土地使用规划中的连通性、生态系统服务和基于自然的解决方案	陆地、乡村	人类开发	<ul style="list-style-type: none"> 市政土地管理计划
18. 美洲虎廊道倡议：一个范围广泛的物种保护策略	陆地、乡村	人类土地利用的变化	<ul style="list-style-type: none"> 生态廊道建模 优先建立种群和生态廊道 使用基于访谈的快速评估方法对廊道模型进行验证 地方级的各种执行行动

案例研究标题	研究区域的类型	对连通性的最大威胁	生态廊道的保护方法
19. 基层保护区对萨尔温江 ^① 流域的河流生态系统极有益处	淡水、乡村	过度捕捞	<ul style="list-style-type: none"> 小河流保护区的生态网络
20. 穆拉—德拉瓦—多瑙河生态廊道和未来五国生物圈保护区	淡水、乡村	人类土地利用的变化	<ul style="list-style-type: none"> 跨界合作，以实现统一的保护，综合管理和恢复 建立跨界生物圈保护区
21. 太平洋鲑鱼流域：恢复失去的连通性	淡水、乡村	大坝阻碍了鱼类洄游	<ul style="list-style-type: none"> 减少大坝数量，移除大坝，鲑鱼和其他洄游鱼类受益
22. 美国俄勒冈州流域河岸保护的碎片化	淡水、乡村	沿河土地的利用和碎片化土地的保护	<ul style="list-style-type: none"> 加深对保护性努力的了解，以找出其中的不足
23. 保护自由流动的比塔（Bita）河	淡水、乡村	采掘业、放牧、大型人工用材林、城镇化	<ul style="list-style-type: none"> 建立联盟 与当地利益相关者合作 利用决策框架来选择最佳保护行动 列入《拉姆萨尔公约》国际重要湿地名录进行保护
24. 大堡礁：在无连通数据的情况下系统地保护连通性	海洋	反复发生的珊瑚礁白化、旋风、入侵物种暴发、水质变差、不可持续性捕鱼作业、疏浚和沿海开发	<ul style="list-style-type: none"> 战略性布置海洋保护区网络 以系统规划原则进行分区
25. 北海峡群岛：跨海洋保护区网络的连通性对种群和生态系统产生积极影响	海洋	捕鱼等人类影响、物种入侵和气候变化	<ul style="list-style-type: none"> 建立具有生态廊道的海洋保护区网络

^①我国称怒江。

陆地连通性：非洲

1. 乞力马扎罗山景观：确保野生动物种群的生存能力

Kathleen H. Fitzgerald, 非洲野生动物基金会

背景与挑战

乞力马扎罗山景观从安博塞利（Amboseli）国家公园开始，一路延伸至肯尼亚的赤玉露（Chyulu）山国家公园和西察沃（Tsavo West）国家公园，最终延至坦桑尼亚的乞力马扎罗山国家公园（附图 1）。安博塞利国家公园面积为 392 平方千米，是该区域生态系统的核心，周围有社区土地（集体牧场）。安博塞利国家公园因大象和乞力马扎罗山的壮丽景色而享誉世界，但公园的规模太小，无法支持野生动物种群的存活。野生动物依靠公园外未受保护的区域生存。如果想让生态系统长期支持野生动物生存，则必须保护公园周围的区域。

该景观最大的威胁是栖息地的丧失和破碎化（附图 2）。公园周围的大部分集体牧场被分为 0.8 公顷、4 公顷和 24 公顷面积不等的地块，且被分配给各个马赛族土地所有者。进行该划分的主要原因是公有制和集体牧场制度无法提供公平的惠益，也无法改善社区生计，同时牧民越来越倾向于定居生活。一些马赛族土地所有者开始向土地开发者和农业生产者出售他们的土地。

方法

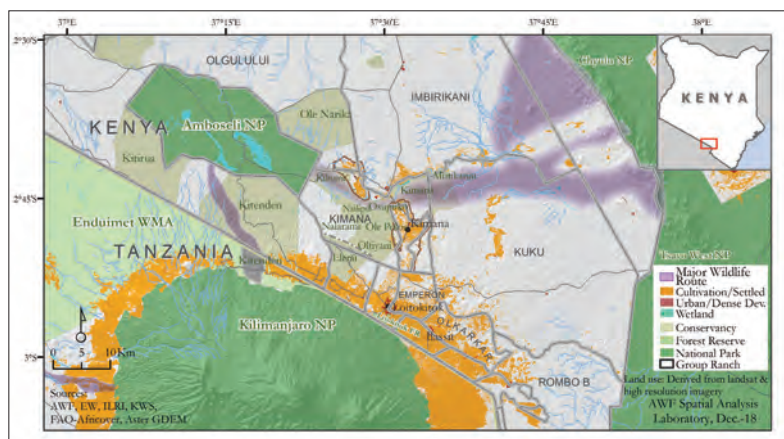
2008 年，非洲野生动物基金会（AWF, <http://www.awf.org>）发起了保护性租赁协议计划，旨在：

- 保护战略性生态廊道，促进安博塞利国家公园的可持续；
- 防止栖息地改变；
- 直接为土地所有者提供激励，使其保持其土地向野生动物开放并方便动物通行。

关键经验教训

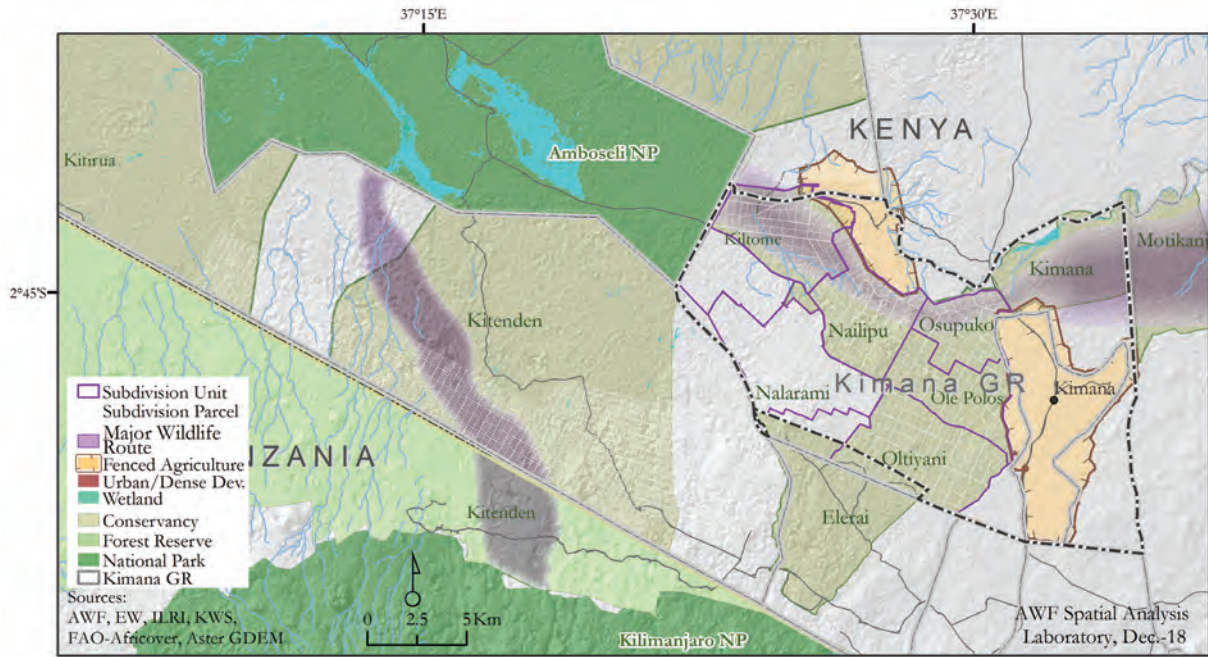
保护性租赁协议有利于提高安博塞利国家公园内野生动物种群的生存能力，且所租赁的土地有可能逐渐成为世界公认的具有持久性的生态廊道。

AWF 帮助土地所有者认识到土地的集体价值高于单独价值，为此，土地所有者成立了协会。这使他们能够在保留土地所有权并从中受益的同时做出集体决定。此类协会的土地所有者数量为 50 ~ 90 个。通过协会，AWF 与土地所有者讨论了保护性租赁和生态系统服务付费（PES）。AWF 提出以 PES 的方式租用土地，并付钱给土地所有者，使其保持其土地向野生动物开放。现在由多个组织 [包括 AWF、Tawi Lodge (<http://www.tawilodge.com>)、大型动物基金会 (<http://www.biglife.org>) 和国际动物福利基金会 (<http://www.ifaw.org>)] 共同管理安博塞利生态廊道并支付租赁费用。



附图 1 为保护关键生态廊道，AWF 在乞力马扎罗山景观中建立了社区拥有的野生动物保护区。© 非洲野生动物基金会

注：文章和图谱涉及各类政策、边界等政治问题不代表中国立场和观点。全书同。



附图 2 乞力马扎罗山景观中的土地划分（Kimana 集体牧场位于安博塞利国家公园东部）。© 非洲野生动物基金会

生态廊道示例

在安博塞利以东的 Kimana 集体牧场的某片区域，AWF 与土地所有者展开合作，并在一系列社区会议上提出了保护性租赁协议。妇女、青年等参加了这些会议。会议以当地语言举行，并根据需要翻译成斯瓦希里语和英语。来自 Kimana 社区的 AWF 社区组织者在组织和促成这些会议方面发挥了关键作用。

保护性租赁协议概述了租赁目的、条款、土地使用限制、保留的权利、付款要求、违法行为的处理以及其他相关问题。保护性租赁协议的目的是“为野生动物提供栖息地、扩散和活动区域”，帮助连接保护区，“为安博塞利生态系统的野生动物的存续以及生态旅游的持续发展做出贡献，通过保护野生动物物种的存续为后代造福，促进减贫、经济发展和提高整体公共利益”。

保护性租赁协议禁止建造新房屋或围栏，禁止伐木、采矿、疏浚或进行农业生产、资源开采或从事与旅游业无关的商业活动以及非法捕猎野生动物。允许根据管理计划进行放牧。

社区选定了一位与他们会面的马赛族律师（在 AWF 缺席的情况下），对协议进行签署前的最后审查。在没有 AWF 出席的会议上，社区成员自由发表意见，并对协议进行了相应修改。AWF 为社区支付了律师费。社区的这一广泛参与过程耗时约八个月。AWF 对该地区与旅游业和农业有关的其他租赁进行市场评估，确定租赁价格。尽管这些租赁不是永久的，但希望这会是迈向永久性保护的一步。

成果

目前，此地区有五个社区保护区，涉及 350 多个个体土地所有者，受保护的连接保护区的生态廊道的面积约为 8 000 公顷。以家庭平均人口为七人计算，该租赁协议直接使 2 450 多人受益，不包括侦察员等就业受益者。

PES 计划的挑战之一是资金筹措。虽然保护区当局能认识到生态廊道的重要性，但无力支付相关费用。因此，该计划的资金主要来自捐助者。由于土地为私人所有，且该计划完全为自愿性质，有些土地所有者选择不参加该计划。由此导致的碎片化和围栏的设立使该计划的长期存续受到威胁。

2. 卡万戈赞比西跨境保护区中的连通性保护：赞比西河—乔贝河漫滩野生动物扩散区 Lésavan Rooyen, 和平公园基金会

背景与挑战

卡万戈赞比西（KAZA）跨境保护区（TFCA）位于奥卡万戈河和赞比西河流域，即安哥拉、博茨瓦纳、纳米比亚、赞比亚和津巴布韦的边界交汇之地（附图 1）。该区域的面积约为 520 000 平方千米，包括 36 个已公布的保护区。KAZA TFCA 为 200 000 多头大象提供保护，其中大部分大象位于赞比西河以南。由于人类活动的影响，KAZA TFCA 面临着破碎化和连通性丧失风险。保护区可能会变成孤立的生态岛，这会导致生物多样性减少和大象移动受阻。该地区面临的主要威胁：

- 为开发农业和生产木炭用地，对该地区的森林进行砍伐；
- 沿主要道路和水道出现无节制定居点，这会导致景观破碎化；

关键经验教训

与当地社区合作，建立了野生动物扩散区，这标志着向通过签订法律协议来维持野生动物保护区的连通性迈出了可喜的一步。

- 由于牲畜数量不受控制，该地区出现了过度放牧；
- 不可持续的捕鱼方式造成过度捕捞；
- Simalaha 漫滩湿地生态系统中发生了失控大火。

KAZA TFCA 的主要目标是建立一个跨界生态网络，以确保重要的野生动物保护区之间的连通性，并在必要时重新连接孤立的野生动物栖息地。



附图 1 卡万戈赞比西跨境保护区。该区域内生物多样性的主要威胁是对该图所示的中心位置 Simalaha 漫滩敏感湿地资源的过度利用；卡萨亚河是两个酋长国之间的边界，并流经 Simalaha 社区保护地的中心区域。© 和平公园基金会

方法

KAZA TFCA 项目始于 2006 年，当时 5 个伙伴国家就建立世界上最大的跨界保护地签署了一份谅解备忘录。五国均同意制订一项综合开发计划，以对各个国家的开发计划进行整合。在此过程中，五国还努力提高当地利益相关者的意识并吸引他们参与。制订综合开发计划，确定了 6 个跨界野生动物扩散区（WDA），这对重新建立连通性和保护保护地以外的大规模生态系统至关重要。

生态廊道示例

赞比西河—乔贝河漫滩 WDA 包含多个敏感区域，这些区域主要是没有得到正式保护的沿河区域及相关漫滩。赞比亚 Simalaha 漫滩位于 WDA 的中心，该区域被社区确定为应加以保护的区域，因为它对保护博茨瓦纳的乔贝国家公园和赞比亚的喀辅埃河国家公园之间的连通性起着至关重要的作用。根据社区居民的回忆，该区域曾是动物的避风港，也曾是大象和水牛等动物的途经之地。

过去十年中与两个酋长国合作，和平公园基金会与当地传统领导人和社区共同建立了 Simalaha 社区保护地（180 000 公顷），以获得用于保护的土地区域。两个酋长国成立了一个指导委员会，该委员会由两个传统理事会（Kutas）的成员组成。同时成立了一个工作组，其成员包括 Kutas 以及和平公园基金会的代表，以开展一系列协调活动，如与社区联络和制订土地使用计划等。和平公园基金会负责为项目筹集实施资金，收到的第一笔资金被用于宣传教育工作，在此期间，工作组的成员访问了各个村庄，向村民说明社区保护的概念；与此同时，还根据社区的意见划定了保护地的边界。两位酋长签署了一份带有明确边界的地图副本，并将其提交给本国国土资源部备案。

Simalaha 社区保护地按照商业原则进行管理，并被注册为法人实体；任命了一名当地律师，以协助起草章程和建立适当的法律结构；创建了一个社区信托机构，该信托机构是资产的所有者，该信托机构成立了一家营利性公司，负责管理各方面的业务，并负责野生动物管理和旅游业开发，公司所赚取的利润都将按照预先规定的方式支付

给信托，然后分配给受益人；成立了代表社区的 7 个村庄行动小组。Simalaha 社区保护地于 2012 年正式启动。

成果

该项目从一开始就被普遍接受，且传统领导人也对此表现出极大的热情。但由于开发野生动物产品需要时间和大量的资源，因此需要制造替代性生计方案。保护性农业被成功引入并成为首选的耕作方法，其产量要大于传统农业。

该项目围起来一个约 24 000 公顷的野生动物保护区并放养了平原动物，如角马（*Connochaetes* spp.），斑马（*Equus* spp.），迪氏水羚（*Kobus defassa*），黑斑羚（*Aepyceros melampus*），驴羚（*Kobus leche*），瓦氏赤羚（*Kobus vardonii*），长颈鹿（*Giraffa camelopardalis*）和非洲水牛（*Syncerus caffer*）。最初，转移来约 780 只动物，至 2018 年年底，这一数字增加到 1 400 多只。

该项目训练了 20 名乡村侦察员来照顾这些野生动物。对保护区中的野生动物进行保护的 5 年中，仅发生了一次偷猎事件——一名外地人员通过设置陷阱来捕杀野生动物。当地社区报告了这一事件，表明该社区已拥有了对野生动物的所有权。尽管栅栏在最初控制转移的野生动物的过程中发挥了重要作用，但从长期计划来看，栅栏应被拆除，以允许野生动物自由走动。社会已经观察到野生动物的季节性迁移：在洪水期，野生动物会迁入林地和高地，而在干燥的冬季，它们会沿着赞比西河返回漫滩。

Simalaha 社区保护地的故事在传统领导人之间迅速传播，不久之后，其他酋长会访问该区域，以了解关于该项目的更多信息。随后，其他保护地会相继建立。与纳米比亚传统领导人之间的交流访问，可扩大纳米比亚现有的保护区，以确保把乔贝国家公园与 Simalaha 社区保护地连接起来。

赞比西河—乔贝河泛洪区目前还不是功能完善的 WDA。在现有社区保护地得到扩展并增加新的社区保护地的情况下，赞比西河—乔贝河泛洪区将发挥 WDA 的作用。随着安哥拉和赞比亚宽渡河沿岸执法能力的不断提升，该区域的安全性不断提高，安哥拉卢恩盖河—卢亚纳国家公园的大象数量也越来越多。

3. 保护艾伯丁裂谷的 6 个景观以确保连通性

Andrew J. Plumptre, 主要生物多样性关键区域秘书处（原野生动物保护协会成员）

背景与挑战

艾伯丁裂谷（Albertine Rift）地区横跨 6 个国家 [布隆迪、刚果（金）、卢旺达、乌干达、坦桑尼亚和赞比亚]，作为非洲生物多样性最丰富的地区之一，其所拥有的脊椎动物的特有种和濒危种数量多于该大陆的其他地区（附图 1）（Plumptre et al., 2007）。由于这里同时也是非洲人口密度最高的地区，约 30% 的自然栖息地因农业和定居点而丧失（Ayebare et al., 2018）。尽管该地区有很多保护区，但大部分保护区是彼此分开的，并有可能成为农业海洋中被孤立的自然栖息地。

方法

2000 年，麦克阿瑟基金会（MacArthur Foundation）为艾伯丁裂谷提供了资助，在该资助下，多个国家政府和保护组织共同制订了一项保护框架计划。

关键经验教训

在认识到指定生态连通性区域将有利于保护祖传土地免受新移民的侵害后，当地社区也参与了连通性保护。联邦和（或）全球级社区对当地连通性区域的认定将有助于保护当地连通性。

该框架确定了艾伯丁裂谷中可在景观级别进行管理的 6 个关键景观，以确保保护区之间的连通性（附图 4）。

针对这 6 个景观，该框架分别制订了详细的保护计划。为两个跨境景观（维龙加景观和刚果—尼罗河分水岭）制定了合作谅解备忘录（MOU）。

在维龙加景观中，项目基于 MOU 制定了一个跨界景观保护条约，随后筹集了实施计划所需的资金；在一些地区进行了生物多样性调查，并使用该地区特有种的分布模型制定了系统性保护规划；通过分析，确定了在 6 个景观中需要保护的、除现有生态网络外的其他关键区域（Plumptre et al., 2017）。



附图 1 艾伯丁裂谷中的 6 个景观。©A.J. Plumptre

生态廊道示例

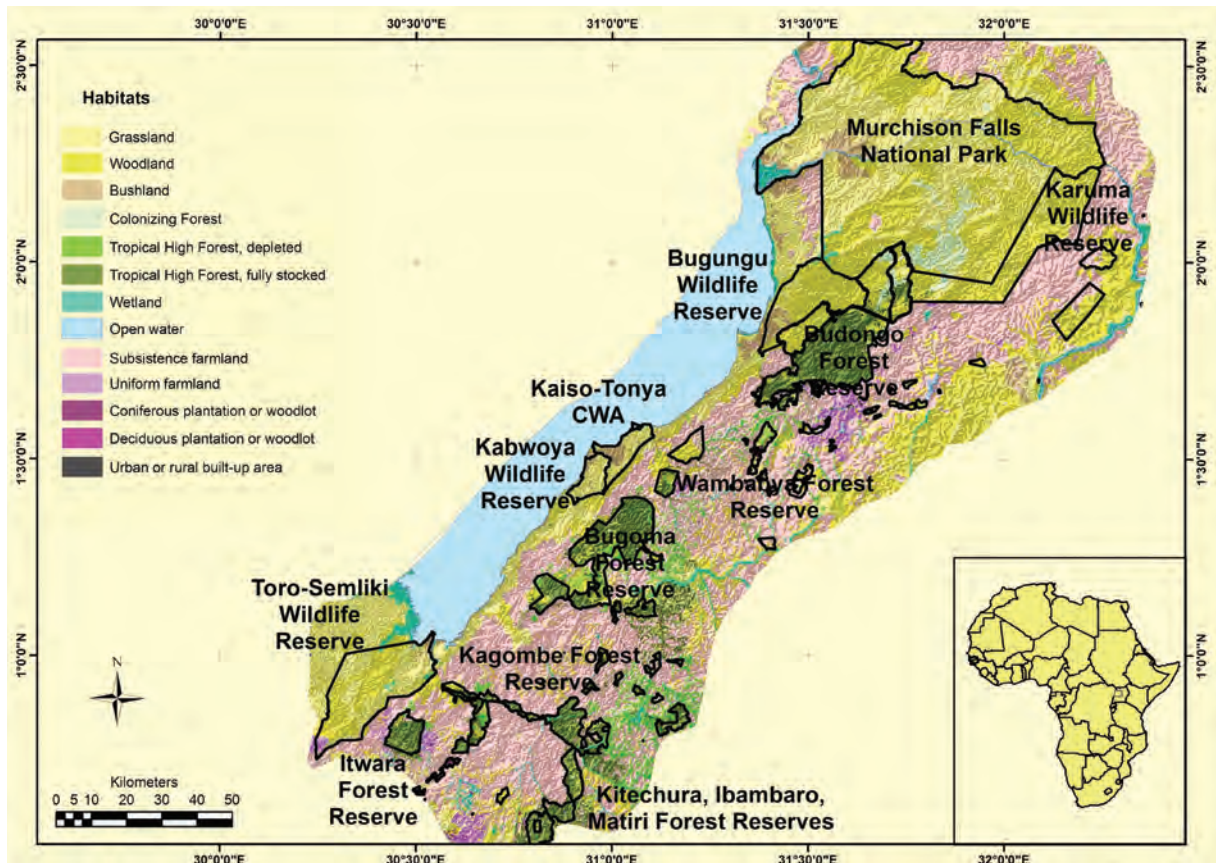
在艾伯丁裂谷中使用连通性保护的方式差异很大。在莫奇森—塞米利基景观中，因为人口稠密、土地零散，且许多移民正在寻找土地，所以项目的工作重点是保护剩余的生态廊道（附图2）。项目对溪流和河流沿岸的森林廊道，以及艾伯特湖旁绝壁上的热带草原廊道进行了保护。在马伊科—伊托姆伯维景观中，因为仍然存在大片连续的热带森林，所以项目的工作重点是与当地联手将一些最重要的区域划定为可持续利用的社区保护区，并将它们与生态廊道连接起来（附图3）。因为意识到这样做将有助于保护祖传土地不受移民的侵害，所以当地社区很愿意参与这一过程。

在这两个跨境景观中，项目的工作重点是划定保护地，因为保护地外的大多部分自然栖息地已经丧失。但对于可以长距离移动的物种（如狮子、大象、斑鬣狗、豹、黑猩猩、山地大猩猩和秃鹰等），景观级的保护和管理仍很重要。确保保护地之间的现有连通性不会因公园的发展和旅游业基础设施建设而被切断对于这些物种至关重要。

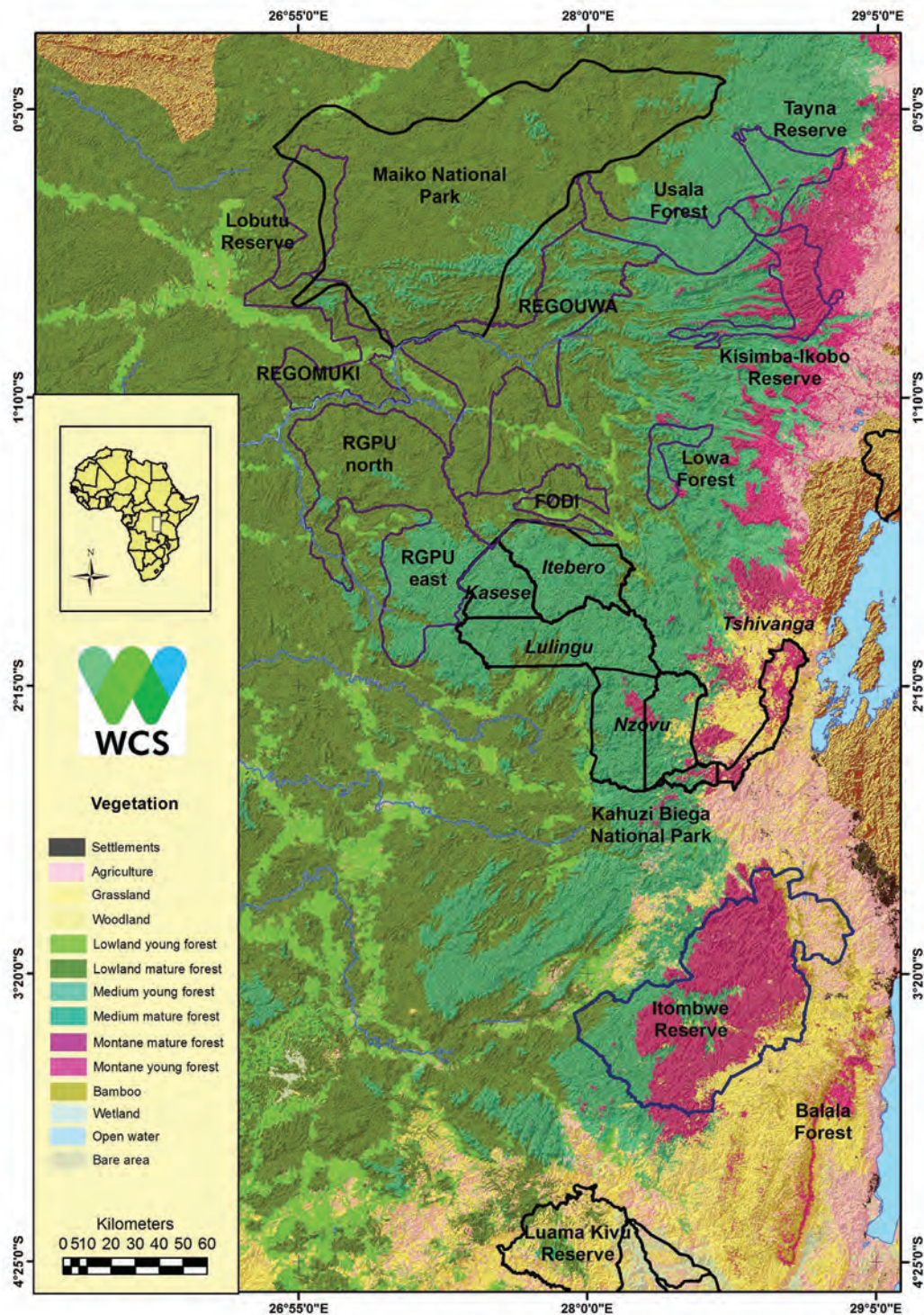
成果

自2000年以来，已经分别为6个景观制订了保护行动计划，这些计划得到了当地、国家和国际（对于跨界景观）的认可。在维护或恢复现有保护地之间的连通性方面，上述景观比其他景观更成功。

在对刚果（金）境内的部分地区进行生物多样性调查后，创建了4个新保护区：马伊科—伊托姆伯维景观中的伊托姆伯维（Itombwe）自然保护区和塔尼亚（Tayna）保护区，以及马龙古山—卡博博（Marungu—Kabobo）景观中的卡博博（Kabobo）保护区和恩甘贾（Ngandja）保护区。新保护区可确保两个景观间的连通性，并保护其中的特有种和濒危种。为维持连通性，项目还在马伊科—伊托姆伯维景观中指定了其他社区保护区，这些保护区获得了当地认可，但尚未获得国家法律认可。



附图2 景观中的主要保护区和自然栖息地。©A.J. Plumptre



附图3 Maiko-Itombwe 景观中的主要保护区（黑色边框）、社区保护区（蓝色边框）和自然栖息地。©A.J. Plumptre

此外，当地社区还在马伊科—伊托姆伯维景观中建立了第五个保护区奥库灵长类动物保护区，以更好地连接和保护大猩猩和大象种群。

在马龙古山—犬博博地区，已为这两个种群在坦噶尼喀湖沿岸最大的森林地带建立了两个相连的保护地。

尽管在马哈勒山脉景观中仍然存在连通性，但由于过度关注黑猩猩，阻碍了对其他几个特有种的保护。不同特有种对栖息地和连通性有不同的要求，需要在考虑该地区更广泛的生物多样性的基础上制订保护计划。对大型景观的认定有助于对生物多样性进行长期保护和管理，这需要更多的资源来实施保护行动。目前正在有效利用有限的资源来维持景观级的连通性。

4. 坦桑尼亚联合共和国基隆贝罗河谷拉姆萨尔湿地

Giuseppe Daconto, 前比利时发展局 / 坦桑尼亚自然资源和旅游部成员

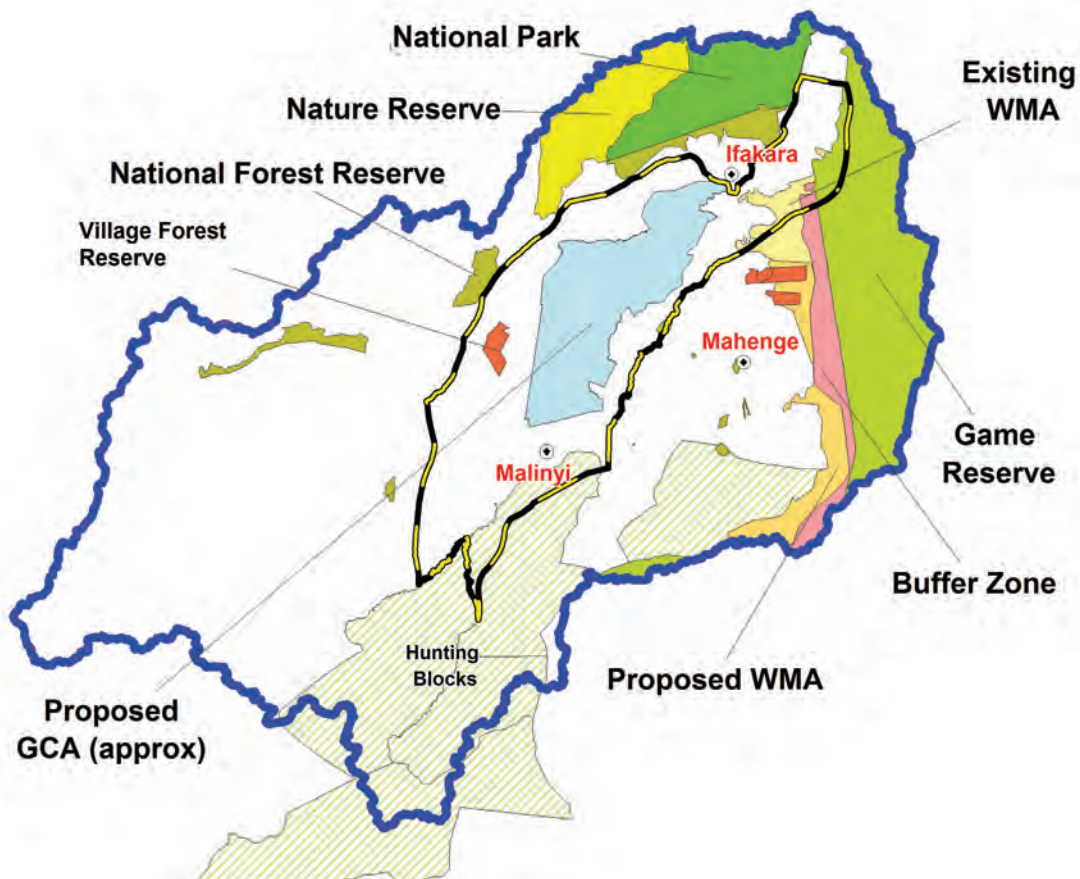
背景与挑战

基隆贝罗河谷是一个漫滩，位于坦桑尼亚南部的鲁菲吉河流域，长约 220 千米，宽 70 千米，夹在 π 德尊格瓦山和马亨盖山之间（附图 1）。山谷中的多个支流汇聚在一起，形成了基隆贝罗河。在雨季，支流从陡峭的山壁上快速冲刷进谷底，形成大片湿地。宽阔的河谷曾是干旱季节野生动物种群的避难所，有多条连接 π 德尊格瓦山脉和塞卢斯禁猎区的路线，因此对坦桑尼亚南部区域的连通性起了关键作用。河漫滩曾是大量野生动物种群的家園，其中包括大象和濒临灭绝的瓦氏赤羚。

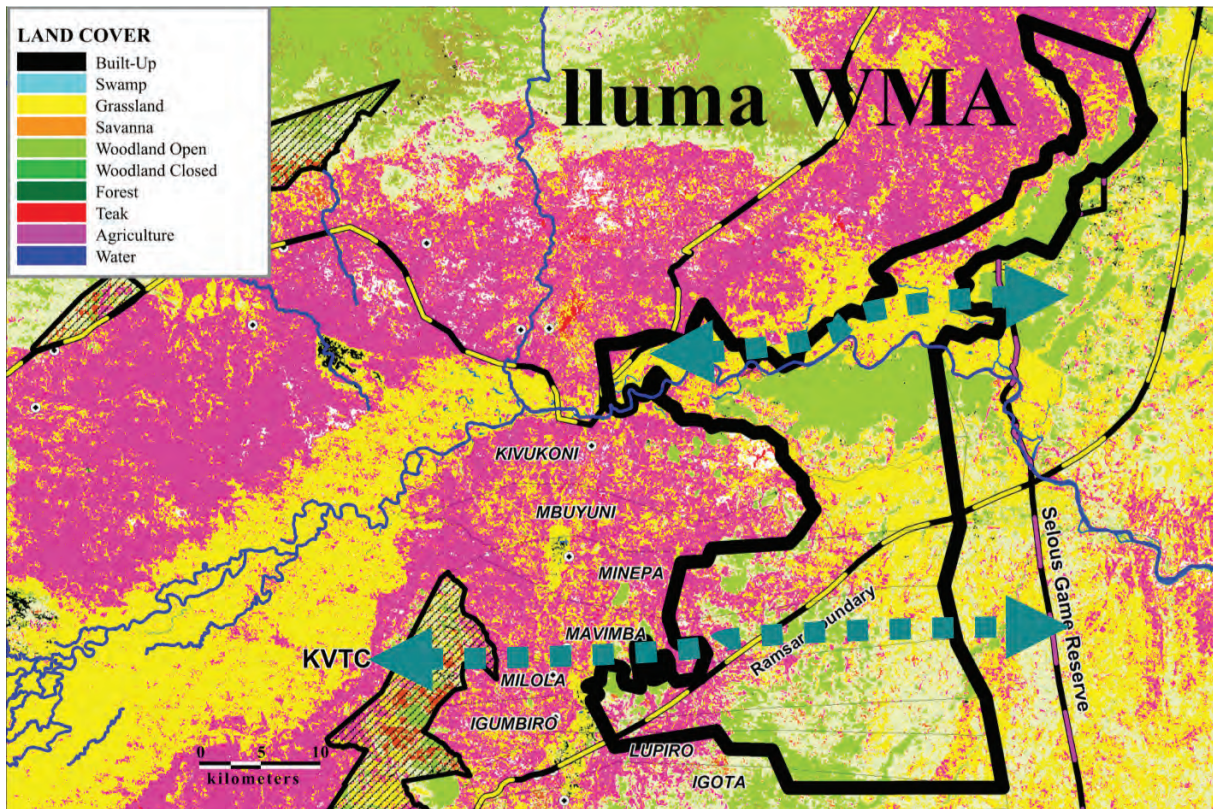
关键经验教训

对生态廊道等进行保护，需要为拉姆萨尔（Ramsar）湿地制定一个框架，以指导中央政府和地方利益相关者的努力方向。

从 20 世纪 90 年代开始，由于持续不断的人类移民，不断增长的定居点、稻米种植地和大规模扩张的畜牧业，以及森林砍伐和基础设施的发展，该景观发生了巨大变化。水稻种植和畜牧大大减少了自然湿地栖息地数量。土地用途的变化和人类定居几乎完全破坏了河谷野生动物的连通性。猎物种群数量大幅度减少（Leemhuis et al., 2017）。



附图 1 基隆贝罗流域的保护区。鲁伊帕生态廊道将 π 德尊格瓦山国家公园和基隆贝罗自然保护区与塞卢斯禁猎区连接起来，并穿过伊法卡拉南部的基隆贝罗河谷；黑色和黄色相间的线条勾勒出拉姆萨尔湿地的轮廓。



附图 2 连接河谷与塞卢斯禁猎区的鲁伊帕生态廊道的详细土地利用分析。

方法

中央政府对基隆贝罗核心区域和流域的大片土地拥有名义上的权利，该地区在 2000 年被指定为拉姆萨尔湿地，进一步显示出其景观的重要性。但这里的社会和经济活动大多不受管制。土地冲突不断，且高度政治化。对景观的管理（包括保护剩余野生动物区域、维持连通性以及维护山谷更广泛的生态价值和功能）需要与多个地方和国家利益相关方进行协调。对河谷的管理涉及多个部门机构、4 个地区当局和数百个村庄，它们是坦桑尼亚国家的最终土地管理方。在治理方法上，需要从对传统大型保护区的集中管理过渡到对镶嵌在繁荣农业区中较小保护区的管理。在这些保护区中，一些由中央政府控制，而另一些由地方控制。自然资源和旅游部在 2016—2018 年制定的《基隆贝罗河谷拉姆萨尔湿地综合管理计划》（简称计划文件）为实现这一过渡提供了框架。比利时援助和欧洲联盟通过基隆贝罗和下游鲁菲吉河生态系统管理项目，为该计划的编制提供了支持。可从网站（<https://kilomberovalley.wordpress.com/>）上获得背景分析和计划文档。

维持和恢复生态连通性需要地方、区域和国家各级采取行动：

1. 对中央政府控制下的河谷核心区域（约 2 000 平方千米）进行整合。
2. 管理核心区域周围农业和居住带的发展压力。按照目前的趋势预算，至 2040 年左右，这一带的人口将超过 100 万。
3. 整合并有效保护整个景观中的小型区域。其中一些区域归乡村所有，根据野生动植物管理区或乡村森林保护区的法规进行管理；另一些则是狩猎特许区、租赁的私人林业和农业用地或受地方政府保护的区域。
4. 保护和修复沿岸（支流至干流沿岸）农田中剩余的自然栖息地。这需要对乡村土地利用和耕作实践进行有效规划和控制（现有的规划和控制环节非常薄弱），并需要对多个村庄的土地利用进行协调（目前几乎不存在这种协调）。
5. 有效地流域级水资源管理，可以保护河流的水文循环及其季节性脉冲。



非洲水牛。©Adobe Stock

生态廊道示例

鲁伊帕生态廊道是野生动物在东部塞卢斯禁猎区和西部π德尊格瓦山脉之间移动的纽带（附图2）。这个大型的哺乳动物廊道（宽0.5~6千米，长20千米）穿过一系列栖息地，包括河边森林、林地、灌木丛、退化的牧场和湿地等。廊道西部的大部分地区已经退化，但东部地区仍保留有限的生态功能。大象和非洲水牛每年都使用该廊道在保护区之间迁移，然而近年来它们的数量已大大减少。

曾通过该廊道迁移的其他动物包括土豚（*Orycteropus afer*）、安哥拉黑白疣猴（*Colobus angolensis*）、羚羊（*Tragelaphus sylvaticus*）、非洲冕豪猪（*Hystrix cristata*）、哈氏小羚羊（*Cephalophus harveyi*）、河马（*Hippopotamus amphibius*）、豹子（*Panthera pardus*）、狮子、瓦氏赤羚、斑点鬣狗（*Crocuta crocuta*）、水羚（*Kobus ellipsiprymnus*）和π德尊格瓦山特有种红疣猴（*Procolobus gordonzungwa*）。鲁伊帕生态廊道和其他几条穿过基隆贝罗漫滩的廊道很有保护意义，因为它们是坦桑尼亚西部和南部大象种群仅有的迁移路径。

成果

该计划为景观管理和生态连通性恢复这些复杂的工作提供了一个总体框架。在计划准备过程中进行全面评估和其他工作，确定了几个优先行动事项。该计划的实施需要建立一个制度机制。

1. 协调众多地方利益相关者，并确定土地和水使用的优先次序；

2. 在政府土地管理、保护和水资源管理部门之间建立有效的协调机制；

3. 协调中央政府的控制权与有效的权力下放和分权（主要通过国家基于社区的自然资源管理框架，确保地方当局从中央政府那里获得最低限度的预算拨款）之间的关系；

4. 商定优先连通区域内的土地利用协调机制。

原则上，保护机构的长期愿景应支持长期适应性管理过程，但尚无共同愿景、财政资源和机构能力来实施该计划。该计划提出了一个关键的近期目标：用中央和地方政府预算来调动财政资源，以初步建立一个地方协调机制。评估显示，这在财务上是可行的。第一步不需要外部支持（但最终将需要外部支持），并能促进地方所有权人和领导者对生态连通性景观的管理。

注意：图片由KILOREWMP项目提供；KILOREWMP项目的赞助方为欧洲联盟和比利时援助机构，实施方为坦桑尼亚自然资源和旅游部（通过野生动物司和坦桑尼亚野生动物管理局实施）、比利时开发署（伊纳贝尔）与基隆贝罗乌兰加（Ulanga）各区、莫罗戈罗地区的马林伊（Malinyi）以及沿海地区的鲁菲吉（Rufiji）。

陆地连通性：亚洲

5. 秦岭景观区大熊猫聚集地生态廊道 万慧，前世界自然基金会成员

背景与挑战

108 国道（G108）始建于 20 世纪 70 年代，穿过中国中部的秦岭景观区。随着时间的推移，这条路的交通变得越来越拥挤（附图 1）。该路把一片完整的森林分割开来，造成之前相互连接的熊猫栖息地破碎化。同时，它也为当地人进入森林提供了途径。而随之而来是野生资源的利用造成的栖息地进一步恶化。大熊猫常住种群逐渐被分为两个，即西部的兴隆岭亚群和东部的天花山亚群。

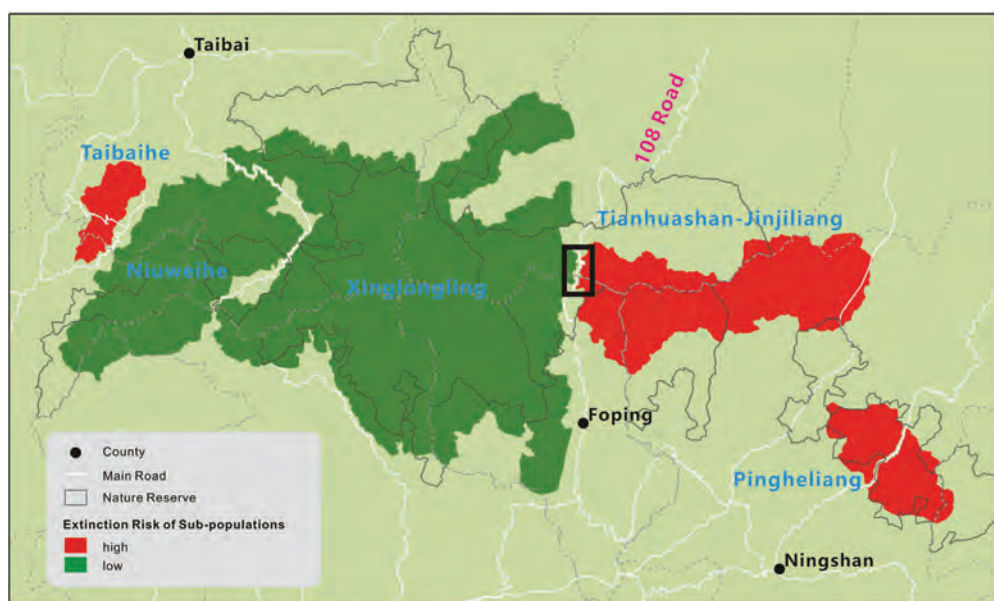
方法

2000 年，政府修建了一条新的隧道，通过放弃原有的道路并在隧道顶部的土地上重新建立栖息地，重新连接了分散的熊猫群体。2003 年，根据法律成立了陕西观音山省级自然保护区；2005 年，世界自然基金会（WWF）与该保护区联手启动了 G108 秦岭汽车隧道廊道恢复项目（附图 2）。该生态廊道中的主要战略活动包括：

关键经验教训

修建地下隧道来减轻道路造成的碎片化是恢复野生动物连通性的有效方法；而监测恢复情况对记录结果非常重要。

- 进行基线调查和制图，以了解熊猫亚群的情况、亚群之间的物理距离、当地社区的社会经济状况、该保护地的管理能力以及该地区的森林权属。
- 在间隙地块种植竹子来恢复栖息地、改善栖息地的质量和提供栖息地的连通性，从而为熊猫移动提供路径。
- 吸引当地社区参与，包括为当地家庭提供支持、进行可持续性森林管理示范，以及提供关于栖息地保护重要性的教育等。
- 交通管理部门执行禁止人和车辆使用废弃道路的命令。
- 提升能力，以提高观音山自然保护区的管理效率。
- 野生动物监测。

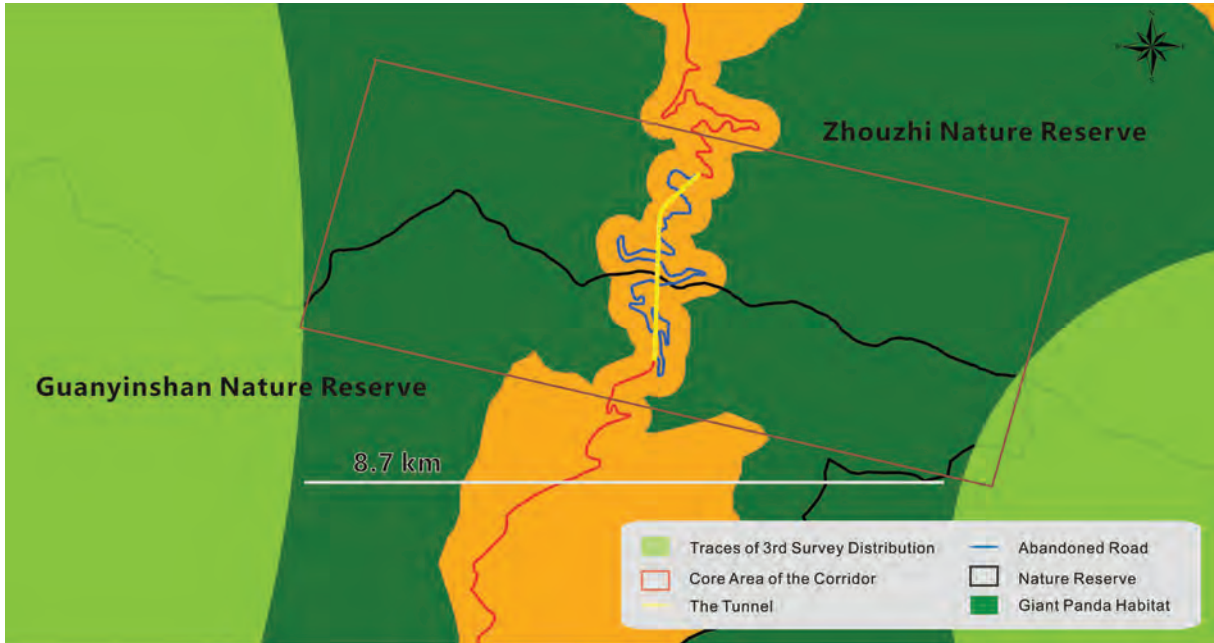


附图 9 秦岭景观中的熊猫亚群。108 国道为南北方向；黑色矩形表示生态廊道的位置。© 世界自然基金会（中国）

成果

在生态廊道中，包括公路隧道顶部和核心区周围，出现了大熊猫。

现在，亚群之间的生态位距离已经短于熊猫的日常活动范围。在廊道区域发现的哺乳动物和野鸡物种的数量从零增加到 15 种。



附图 2 生态廊道包括道路两侧（橙色）的非保护区。廊道连接了两个熊猫亚群的栖息地。©世界自然基金会（中国）



大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*)。©Adobe Stock

6. 泰国在连接生态保护地方面的经验

Songtam Suksawang, 泰国自然资源与环境部国家公园野生动物和植物保护司国家公园办公室

背景与挑战

近年来，泰国的保护地系统有了显著扩展。该国目前拥有 128 个陆地国家公园、26 个海洋国家公园、60 个野生动物保护区以及 63 个由国家公园、野生动物和植物保护部（DNP）管理的非狩猎区。这些保护地覆盖了泰国约 23% 的领土，并给泰国人民带来了众多惠益。相邻或彼此靠近的保护地可以作为生态保护网络进行管理，但许多保护地是被公路、铁路和其他基础设施分割的较小区域。

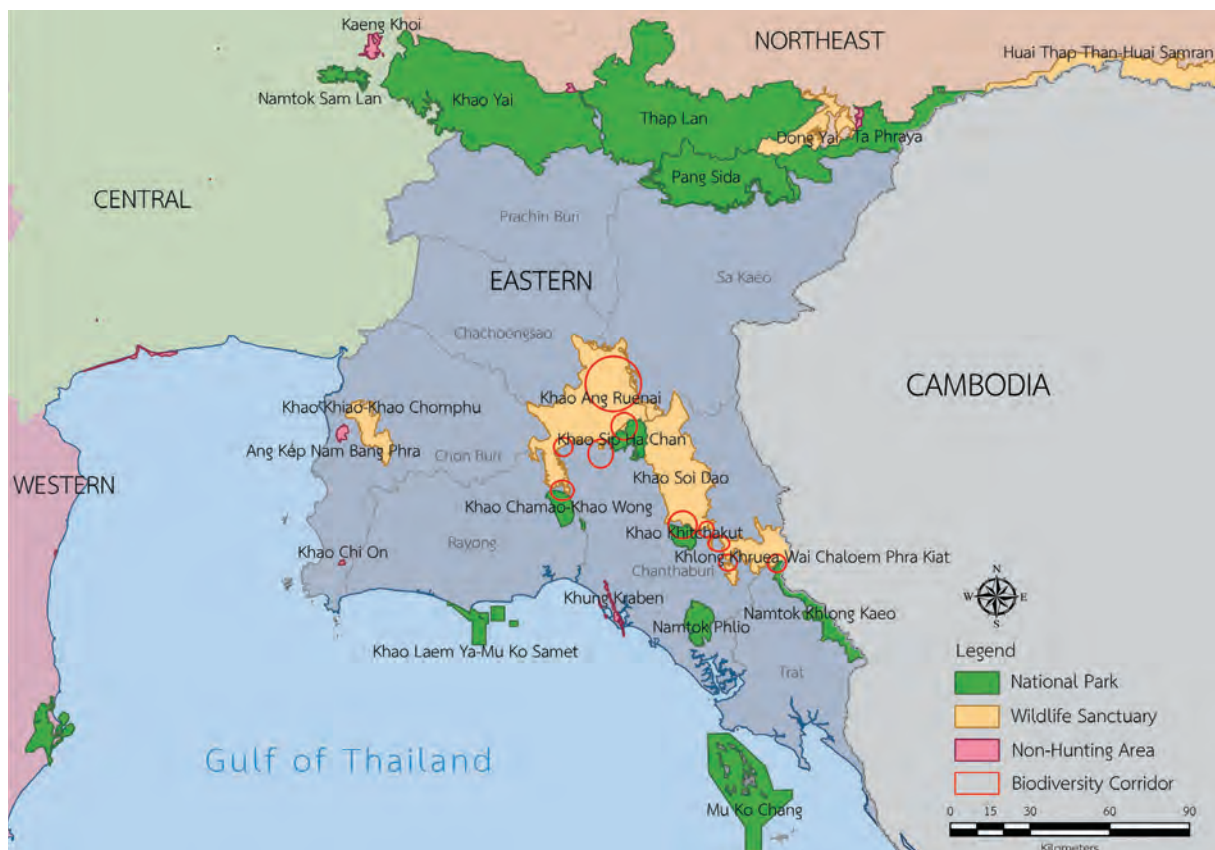
泰国的保护地通常可以有效阻止人们对保护地内森林的砍伐（但偷伐花梨木等珍贵木材的现象特别严重），但许多保护地周围的森林砍伐和改建工程正在使这些保护地成为农业海洋中的孤岛。因为它们的面积太小，无法支持景观破碎前在此生活的所有物种。

关键经验教训

指定廊道的监测和评估表明，一些廊道已经在发挥作用；从长远来看，对这些廊道中允许的活动进行管理具有非常重要的意义。

方法

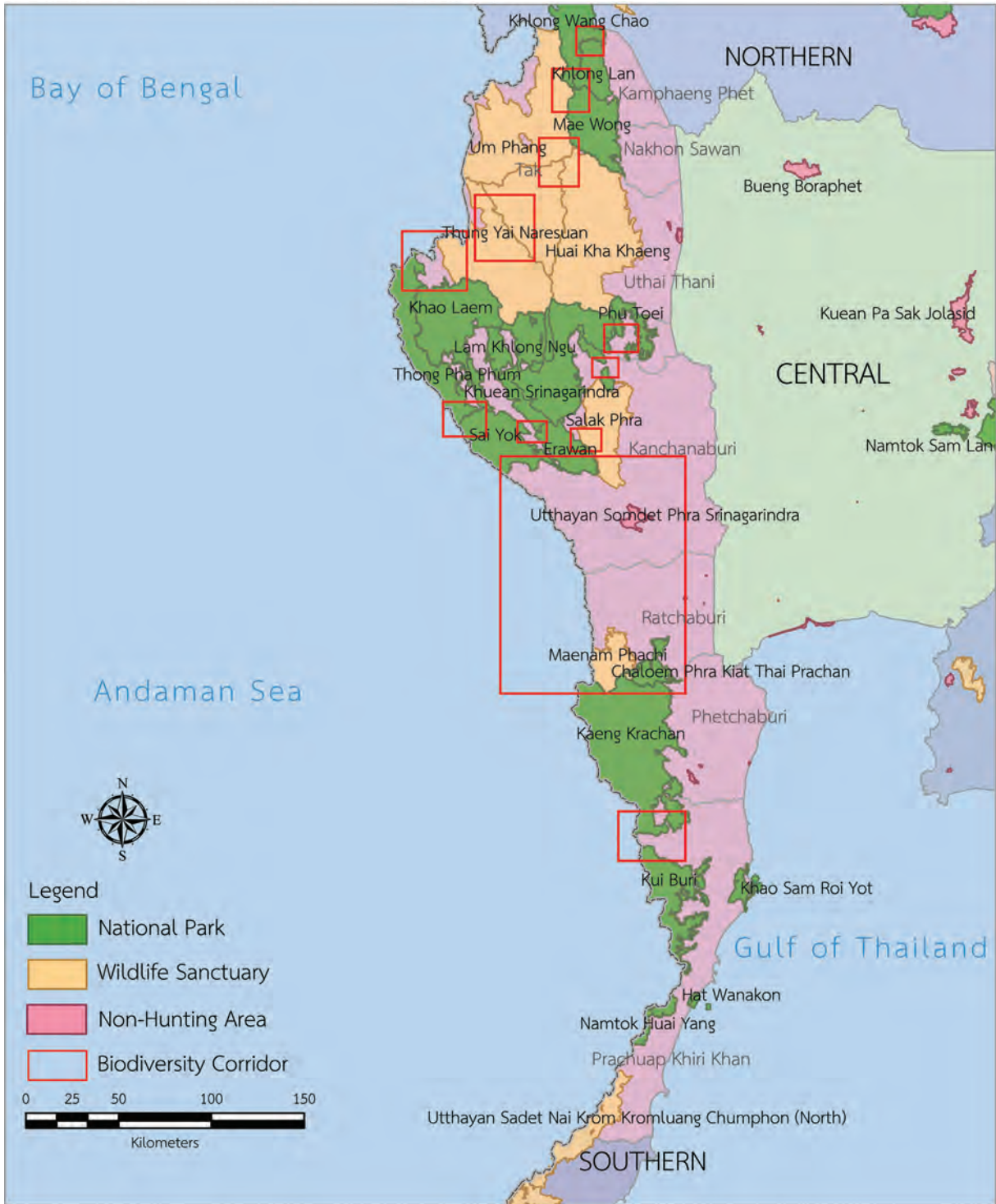
为提高景观的连通性，DNP 采用了生态网络的概念，并将该网络称为“森林综合体”。国家公园和野生动植物保护地在生态上相互连接，形成一个更大的区域，以支持各种动植物物种的存活，并提供生态系统服务，为当地的社会和经济发展做出贡献。可以通过生态廊道将这些区域连接起来，包括非狩猎区、缓冲区，以及由 DNP 以外的政府机构管理的土地和私有土地。该方法要求保护地高级工作人员将保护地作为更大景观的一部分进行管理。



附图 1 东部森林综合体中的生态廊道。©Songtam Suksawang/ 自然资源与环境部，国家公园、野生动物和植物保护部泰国国家公园办公室

DNP 通过在两个综合体中，即东部森林综合体（附图 1）和西部森林综合体（附图 2），选定地点进行试点活动，了解生态系统综合体。

由约 50 名泰国有经验的保护地管理人员和其他森林综合体专家共同出席的论坛，讨论了生态廊道的作用，包括生态廊道如何通过连接保护地来扩大保护地的有效规模，从而使动物更好地在其中移动；如何在物理意义上连接栖息地；如何有效地促进生态系统适应气候变化等。



附图 2 西部森林综合体中的生态廊道。©Songtam Suksawang/ 自然资源与环境部，国家公园、野生动物和植物保护部泰国国家公园办公室



泰国野生动物保护区。©Adobe Stock

森林综合体方法是一个很有前景的方法，但 DNP 还需要考虑如何消减连通性所带来的潜在负面生态影响。如果缺少适当的管理，生态廊道可能会促进疾病传播、外来物种入侵、森林火灾和其他自然灾害的蔓延。生态廊道也可能给游客管理带来一定的挑战。例如：要确保购买国家公园门票的游客不会进入毗邻的、受严格保护的、限制游客进入的野生动物保护区（Huay Kha Khaeng 野生动物保护区可能会存在这种情况），这点非常重要。

生态廊道示例

东部森林综合体包括八个保护地（附图 1）。考查茅一考王（Khao Chamao—Khao Wong）国家公园（84 平方千米）与考昂茹奈（Khao Ang Rue Nai）野生动物保护区（1078 平方千米）之间有一定的距离，已经证明建立生态廊道的可行性，具体取决于连接地的土地所有者是否可被说服并与保护区合作。考西普哈占（Khao Sipa Chan）国家公园（118 平方千米）与考昂茹奈野生动物保护区相邻，构成自然相连的生态系统的一部分。同样，相对较小的考里奇库特（Khao Khitchakut）国家公园（58 平方千米）与考索岛（Khao Soi Dao）野生动物保护区（744 平方千米）相连，也构成一个自然单元。克隆克鲁瓦围（Klong Krua Wai）野生动物保护区与南都高龙丘（Namtok Khlong Kaew）国家公园相连，构成一个狭长的自然单元的一部分。因为它们与柬埔寨接壤，在亚洲开发银行的推动下，DNP 正与

柬埔寨的萨姆劳特（Samlout）保护区相关者就建立跨界保护区方面进行合作。

西部森林综合体内所有保护地都在生态上相连，是泰国最大的连续森林生态系统综合体，面积达 14 866 平方千米（附图 2）。西部森林综合体内的一条公路和公路沿线的各种商业开发设施把 3 个国家公园（Khao Laem 国家公园、Thong Pha Phum 国家公园和 Sai Yok 国家公园的一部分）与其他区域分隔开来，构成了生态屏障，因此需要建立交叉结构，如覆盖植被的宽阔立交桥等缓解设施，使大型哺乳动物能够自由移动。

成果

有确凿证据表明，在西部森林综合体的华依卡昂（Huay Kha Khaeng）野生动物保护区中，受到良好保护的老虎正在扩大种群，“新”老虎向北扩散至湄旺（Mae Wong）和科龙兰（Klong Lan）国家公园，并已经在那里立足；许多其他物种，包括重新引入的坡鹿，也有可能从华依·卡昂迁入上述国家公园。这表明由于生态廊道的存在，该保护区成为其他地区野生动植物的重要来源地。当地社区参与了湄旺国家公园边界的划定，并已经从有生态廊道作用的多用途区域中受益。华依卡昂野生动物保护区周围的社区已经建立了社区开发区，且此类开发区对实现保护区目标的贡献已被正式认可。显然，当地还需要开展更多工作来为推动和实施保护区综合体中的连通性保护，东部和西部森林综合体已经显示出该方法的实用性。

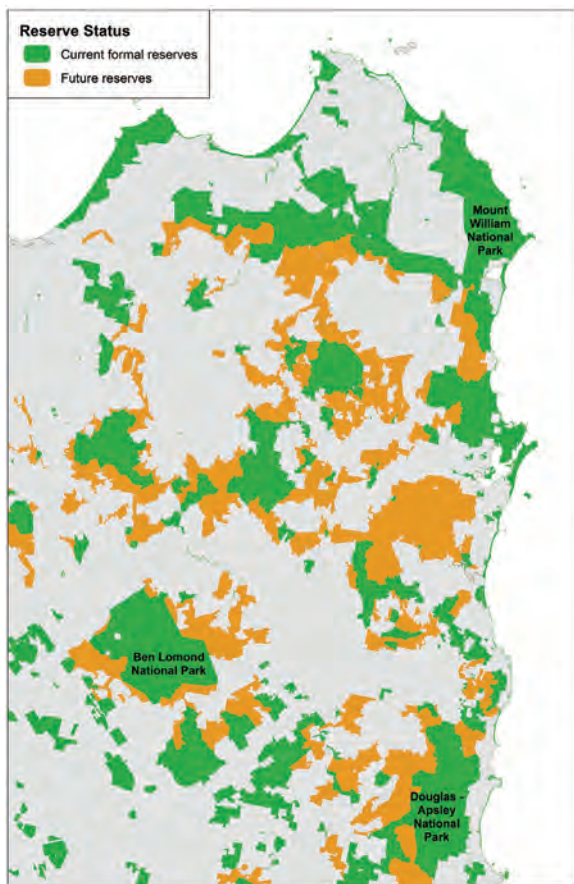
陆地连通性：澳大利亚

7. 塔斯马尼亚岛东海岸保护廊道

Todd Dudley, 东北生物区域网络

背景与挑战

东海岸保护廊道（ECCC）是一个景观级生态保护网络，从波特兰角（Cape Portland）向南延伸 280 千米至皮勒角（Cape Pillar），涵盖塔斯马尼亚岛东海岸和腹地 $2\frac{1}{2}$ 个纬度值。现有的保护区系统和正在进行的保护项目为实现塔斯马尼亚岛东北部连通景观保护的“WildCountry 愿景”奠定了坚实基础（附图 1）。2012 年，著名的自然遗产专家 Peter Hitchcock 表示：“东海岸连通性廊道的整体评估表明，该廊道对国家遗产具有重要意义，是澳大利亚较重要的在纬度上相连的地方栖息地之一。”



附图 1 旨在改善塔斯马尼亚州东北部景观连通性的保护区。
© 东北生物区域网络

关键经验教训

寻找多个实体之间的共同利益并与各个合作伙伴进行沟通，这有助于恢复生态连通性，且可通过捐赠为长期项目（包括监测）提供资金。

尽管 ECCC 具有较高的景观连通性，但仍受到了各种影响的威胁，包括农业集约化和大坝扩建、林业（人工林和原生林）开发、沿海开发、植物和野生动物的入侵等。所存在的挑战在于如何扩展现有的保护区系统，以限制威胁的范围和影响，并战略性恢复对连通性有重要影响的区域。

方法

ECCC 方法侧重于对跨权属保护土地进行全面管理，重点在于扩大和改善当地植被和栖息地的条件及景观连通性。ECCC 战略包括识别和解决生态衰退的物理及道德原因和问题，如人口增长和消费等，并为有限世界中的增长经济学提供意识形态支持。

东北生物区域网络完全是一个自愿组织，与约 45 个政府实体、社区、公司、私人组织和私人土地所有者合作，以解决共同关切的问题。目前，该组织正在建立一个捐赠基金，以长期保护和恢复塔斯马尼亚岛东部独特的动植物与景观。

生态廊道示例

当前的地平线级（Skyline Tier）生态恢复项目旨在将 2 000 公顷非原生辐射松人工林恢复为具有生物多样性的原生林（附图 2）。通过重建原生生态系统，ECCC 将重新连接沿海和内陆保护区区域。土地虽然归政府所有，但已被出租给一家私人公司，现在由该公司和东北生物区域网络共同管理。

成果

2005 年以来开展的旨在改善 ECCC 地区景观连通性的活动：

- 根据私人土地上的“为野生动物保留土地（Land-for-Wildlife）”计划，制定了 30 个永久性保护公约，并完成了 60 项注册。
- 在过去的 5 年中，东北生物区域网络的生态修复项目，为 80 多人提供了就业和培训机会。该项目具有重大的生态、社会和经济效益，并有助于边远农村社区将保护工作视为一项非常有益的活动。
- 布雷克·奥戴市政府禁止人们对距离海岸一公里以内的土地进行新的划分，以保护海岸和内陆之间的生态廊道。
- 建立了东北塔斯马尼亚岛土地信托基金会，

该非政府组织可购买私有土地，并接受私有土地捐赠（可减税），以进行自然保护。

- 将 100 000 多公顷的公共原生林的管理权从林业部转移至东北塔斯马尼亚岛国家公园和野生动物保护区（附图 1）。
- 发布了布雷克·奥戴市政府的保护行动计划。
- 将连通性保护计划纳入市政土地规划。
- 制订明确的连通性保护计划，以保护野生动物廊道和景观连通性免受不适当开发的影响；该计划在市政规划方案中具有法律约束力。

如需了解更多信息，请访问：<https://www.northeastbioregionalnetwork.org.au>



附图 2 地平线级（Skyline Tier）生态恢复项目（上）。在发生热生态燃烧后，建造了成熟的辐射松人工林（下）。6 年后，项目进行了大量的恢复工作，以帮助重建原生林。© 东北生物区域网络

8. 大东部山脉：澳大利亚首个大陆级生态保护网络

Ian Pulsford, 连通性保护和保护区顾问

Gary Howling, 大东部山脉倡议

挑战

澳大利亚是全球生物多样性最丰富的国家之一，拥有 6 794 种脊椎动物，包括 1 350 种地方陆生脊椎动物（高于世界上其他国家），以及 22 000 种植物。生物多样性集中在崎岖的东部山区和沿海区域。该区域是保护国际组织“东澳森林”全球生物多样性热点地区的重要组成部分。该区域的大部分位于镶嵌的保护区群岛中，该群岛包括 3 个世界遗产区域以及农业、采矿、城市开发、基础设施和林业用地。造成生态保护网络退化和破碎化的主要威胁包括栖息地的清理和破碎化、土地退化、外来动植物和病原体入侵、气候变化。

方法

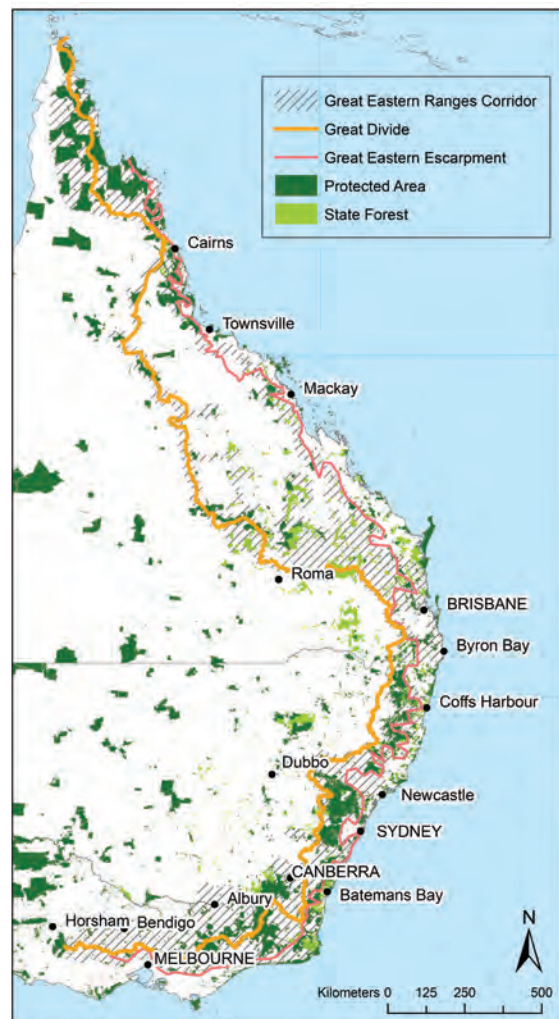
大东部山脉（GER）倡议创建于 2007 年，旨在保护、恢复和重新建立栖息地的连通性，以促进自然和人类的蓬勃发展。该倡议包含自然土地，这些土地沿着澳大利亚东部沿海地区的山脉延伸 3 600 多千米，从维多利亚州的格兰屏山脉，一路穿过新南威尔士州（NSW）东部和澳大利亚首都特区（ACT）直达昆士兰州最北端的约克角（附图 1）。无数物种依靠大东部山脉进行迁徙和适应极端气候。GER 倡议是一个生态保护网络，可帮助人们在具有生态重要性的区域（如缺口和破碎区域）恢复和重新连接自然。该项工作的愿景是维持澳大利亚大东部山脉生态系统的健康和连通性，以促进社区当地动植物、长期经济、社会、文化和精神健康发展。

GER 倡议是政府发起的极少数全球连通性保护倡议之一。该倡议于 2007 年启动，由新南威尔士州提供资助，该州的环境、气候变化和水资源部展示了基于合作伙伴关系的新的保护方法。在 5 个优先连通区域，建立了 5 个“区域合作伙伴关系”。合作伙伴包括非政府组织、土地保护团体、原住民团体、学术机构、地方政府和其他政府机构。2010 年，治理权被移交给由 5 个非政府主要合伙人组成的公私伙伴关系小组。到 2016 年，小组数

量扩大到 10 个。2017 年，治理权被移交给大东部山脉有限公司，该公司的董事会由 8 名独立董事组成。

关键经验教训

保护、恢复和重新连接栖息地倡议的目的是在气候条件不断变化的情况下促进自然界和人类世界的蓬勃发展。该倡议可吸引社会各界的参与，并为此开展一系列地面保护活动。



附图 1 大东部山脉生态保护网络形成了一条由相互连接的自然土地构成的长约 3 600 千米的弧线（从维多利亚的格兰屏山脉一直延伸至昆士兰州北部的约克角）。© 大东部山脉有限公司

大东部山脉有限公司是一家非营利性实体，作为全国区域合作伙伴网络中的平等一员，在维多利亚、新南威尔士州、澳大利亚首都特区和昆士兰州的 10 个合作伙伴区域开展工作。

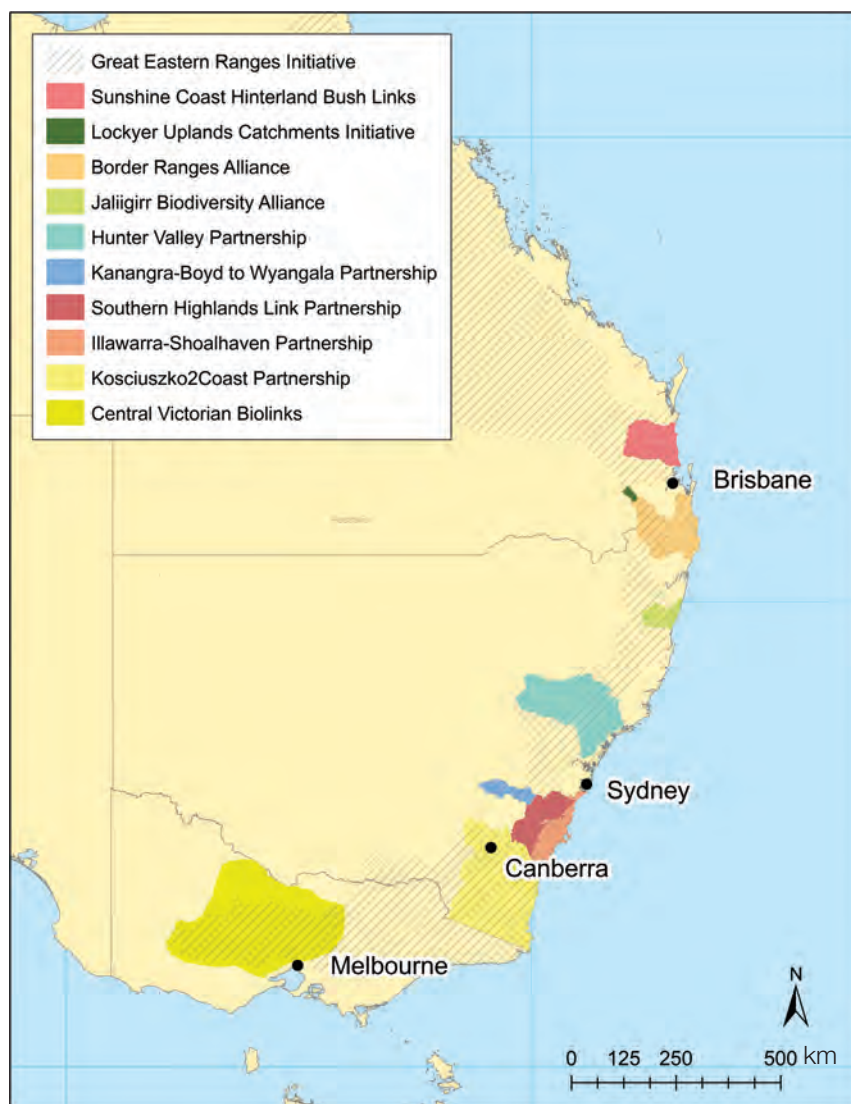
生态廊道示例

区域伙伴关系小组由自愿参与地面保护活动的公共和私人组织以及个人组成，成员之间相互协作，共享资源和能力（附图 2）。一些连通性伙伴关系区域从北向南沿着中部山脊延伸；一些区域向东延伸至海岸，向西延伸至与山脉和内陆相接的斜坡。例如：从斜坡至山顶（Slopes to Summit）和从扬戈纳拉至怀安加拉（Kanangra to Wyangala）是将高山和山地森林与内陆相连的生态网络。Kosciuszko 2 Coast 生态网络将阿尔卑斯山与东海岸相连。维多利亚州生物链

接（Biolinks）联盟，致力于连接维多利亚州中部高地的高大森林景观，而边界山脉（Border Ranges）联盟则致力于维护和改善新南威尔士州与昆士兰州边界上被列入《世界遗产名录》的雨林和高大桉树林之间的连通性。

成果

利用新南威尔士州和澳大利亚政府在过去十多年提供的资金，GER 倡议和合作伙伴制定了一系列工具来协调自愿性保护活动：签订《全牧场恢复协议》、《自愿保护协议》和《野生动植物用地协议》；发放在河岸建立围栏的补助；植树；恢复栖息地；进行野生动物和杂草控制；通过社区野外活动日进行社区教育；开发各种通信产品包括视频和网站；开展生物学调查和研究项目。



附图 2 大东部山脉区域伙伴关系连通性保护区网络。© 大东部山脉有限公司

陆地连通性：欧洲

9. 从 COREHABS 到 BearConnect：确保覆盖整个欧洲荒野
Ancuta Fedorca，特兰西瓦尼亚大学

背景与挑战

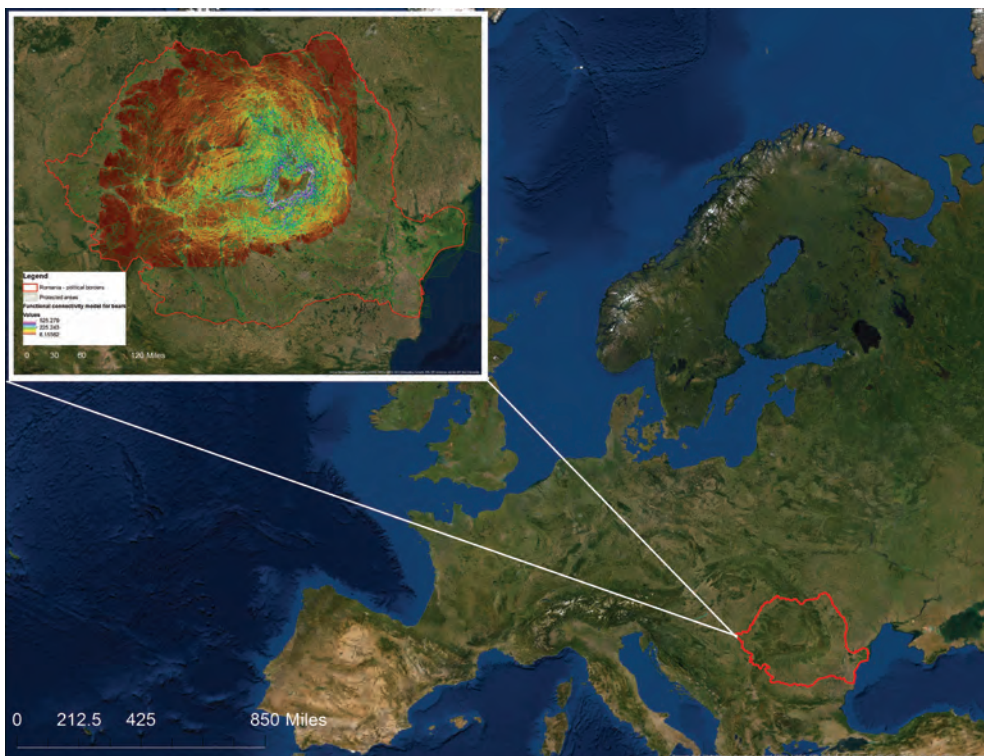
喀尔巴阡山脉的罗马尼亚段拥有欧洲最大的连续森林生态系统和许多保存完好的自然栖息地，并且是大型食草动物和食肉动物的家园，包括棕熊 (*Ursus arctos*)、狼 (*Canis lupus*) 和猞猁 (*Lynx lynx*) (附图 1)。该山脉位于多个重要生物地理区域的交叉口，是一个生物多样性热点区域。近年来土地所有权变化和基础设施（高速公路、工业和人类定居点、旅游设施）的快速发展对罗马尼亚喀尔巴阡山脉基本完好的自然构成了威胁。全国共有 30.2% 的土地被森林覆盖，包括原始森林和古老的山毛榉森林。尽管有些森林为公有财产，但由于在近几十年来森林归还给个人，很大一部分森林属于私有财产。“Natura 2000”网络中包含大量场地，总计占国家陆地领土的 24.46%，但这些场地在空间上是分离的。

关键经验教训

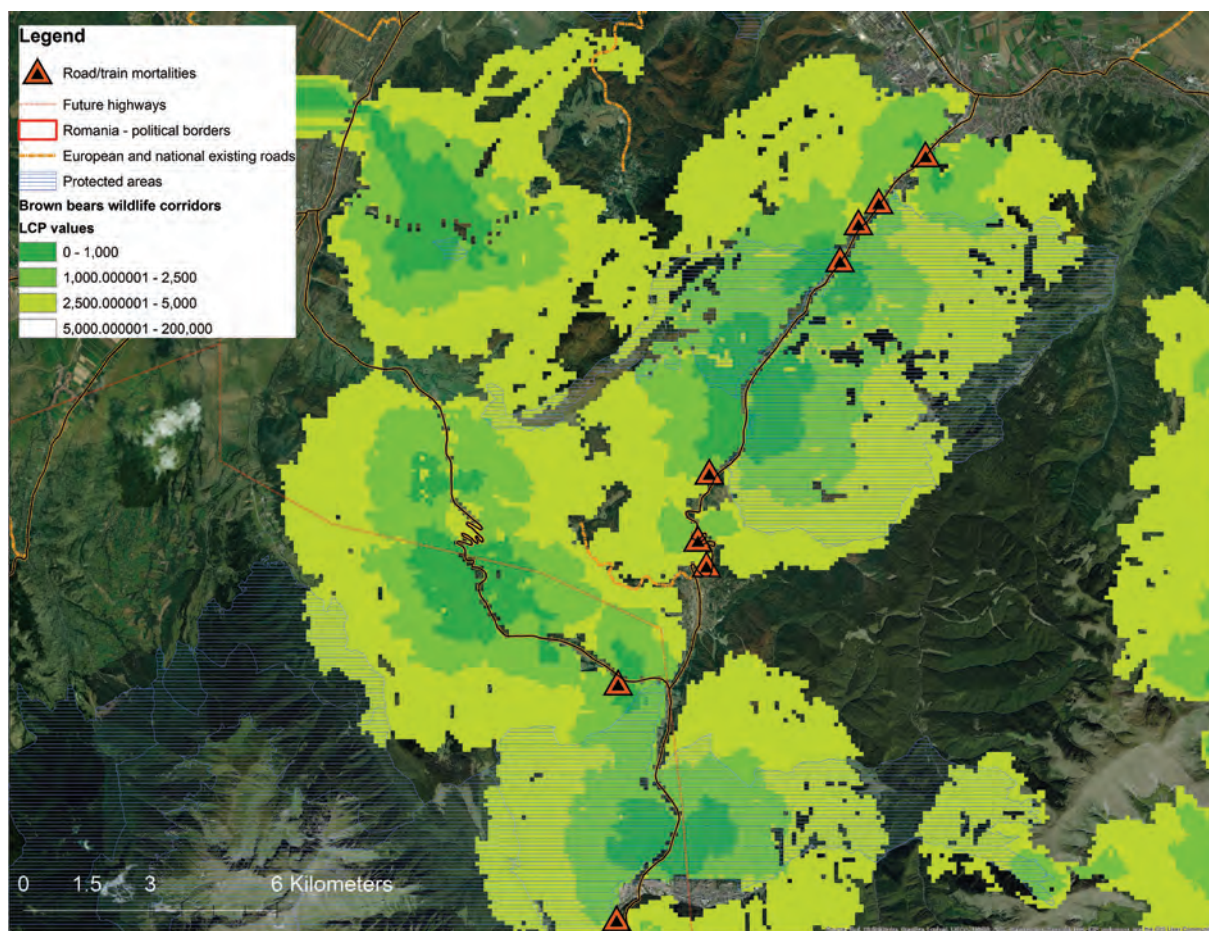
罗马尼亚的法律要求通过建模来识别生态廊道，帮助维护野生动物的基因多样性，并促进野生动物对气候变化的适应。

方法

2015 年，在为一项名为 COREHABS（罗马尼亚栖息地和物种生态廊道）的倡议中，六个实体（两所公立大学、一所国家研究机构和三个非政府组织）共同设计了一个国家生态网络，以保证在进行可持续发展的同时保持栖息地的连通性。COREHABS 为利益相关者提供了廊道建模这一决策支持工具，使人们能够在开发基础设施的同时考虑必要的生态措施，确保物种和栖息地的长期发展能力。2017 年，COREHABS 与一家专注于棕熊保护的组织 BearConnect（欧洲生态网络的功能连通性和生态可持续性）结盟。



附图 1 喀尔巴阡山脉以弧形穿过罗马尼亚中部。该地图显示了预测的覆盖罗马尼亚保护区棕熊栖息地的功能连通性模拟值。
©Ancuta Fedorca



附图 2 需要连接的蓝色保护区（北部的 Bucegi 自然保护区、Bucegi 自然公园和 Bucegi 保护区，以及南部的 Piatra Mare 保护区和 Postavaru 保护区）。绿色阴影显示了预测的连通性从最高（深绿）到最低（浅绿）的区域，以帮助确定优先开展保护活动的位置。©Ancuta Fedorca

为实现生态廊道保护并促进特定的生态系统过程，各组织正在调查现有生态网络（包括国家保护区和“Natura 2000”网络）在确保景观的功能连通性和各级别生态可持续性方面的作用，并为连通性保护提供切实可行的建议。

根据罗马尼亚关于生态廊道指定的法律要求，应基于现场信息建模并根据经验实证来指定空间明晰的生态廊道，实现连通性保护。生态廊道是在科学研究的基础上建立的，森林和环境管理局负责人在得到罗马尼亚科学院的批准后被指定。保护地和生态廊道已被国家地籍和不动产广告局纳入国家、区域、地方的农村和城市规划、地籍规划及土地登记册，并在地块识别系统中被标出。倡议实施合作伙伴包括负责自然资源保护和基础设施建设的各部委和机构、特兰西瓦尼亚大学、国家研究与发展研究所、地方和区域委员会、私人森林所有者和非政府组织。

生态廊道示例

已经确定一个约 10 km×10 km 的区域，该区域对为棕熊提供南部 Bucegi 保护区与 Piatra Mare 和 Postavaru 保护区之间的连通性至关重要（附图 2）。这里的大部分土地归国家所有，少数土地由社区和私人持有。

成果

COREHABS 开发了一种识别和评估生态廊道的有效机制，并为当地专家提供国家生态保护态网络的规划和实施服务。罗马尼亚目前正致力于保护连贯的、包含保护区和生态廊道的生态网络，以促进野生动物、植物种群杂交，并提高它们的长期遗传活性和气候变化适应能力。

10. 城市环境中的生态连通性：荷兰乌特勒支

Rob H.G. Jongman, 独立科学家

Chris Klemann, 乌特勒支省

背景与挑战

在荷兰这个高度城市化的国家，自然界正面临着城市扩张、基础设施建设、农业集约化和休闲业发展带来的压力。乌特勒支丘陵（Utrechtse Heuvelrug）从西北向东南延伸，包括多个重要的自然保护区和一个国家公园。因该区域被多条高速公路和铁路线切割，动物几乎无法在该景观中穿行。但该区域是荷兰自然网络的一部分。因此，乌特勒支省和相关自然管理机构——乌特勒支“Landschap”（<https://www.utrechtslandschap.nl/>）和“Goois Natuurreservaat”（<https://www.gnr.nl/>）被授权恢复野生动物区域的连通性。

“谁污染谁付费”是荷兰环境政策中的一项基本原则。根据该原则，由运输基础设施的所有者和管理者来负责资助和实施所有生态通道（绿色桥梁和涵洞）项目，资金并不来自自然保护预算。这也是生态通道未能在 20 世纪 90 年代实施的主要原因。地方要求恢复连通性，而国家道路部门缺乏行动（有实施预算），这造成了紧张局势。针对省道采取必要的连通措施以实现最佳投资回报，需要在国家和省政府之间进行协调。

关键经验教训

荷兰采用“谁污染谁付费”模式，该模式有助于为连通性提供资金，如建立马路安全通道，并支持在廊道中开展与连通性目标兼容的活动（如娱乐活动）。

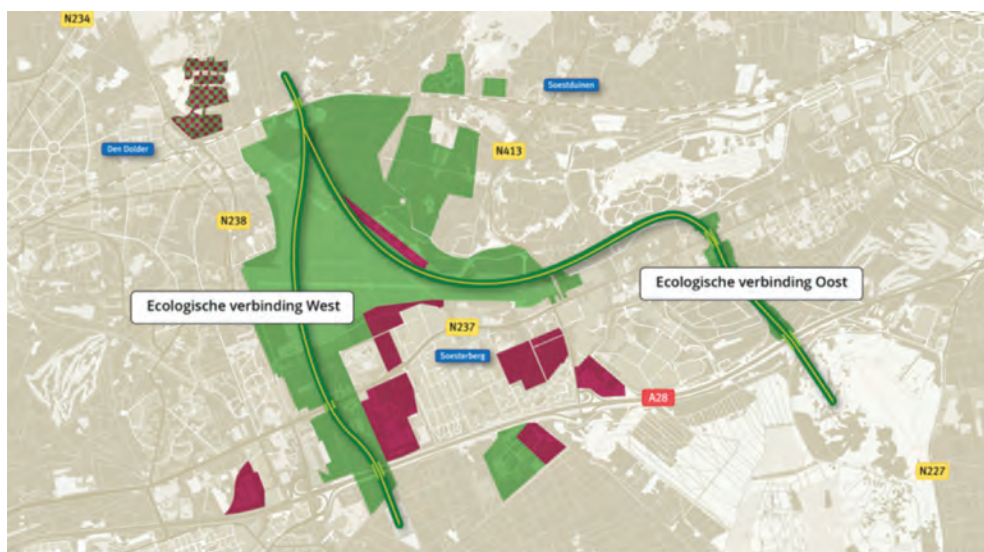
方法

为了通过荷兰自然网络（包括保护区和保护区之间的连接）和国家碎片整理计划（提供额外资金）加快景观碎片整理过程，人们做出了新的努力。这两项计划都在 2004—2018 年实施。

生态廊道示例

对于乌特勒支省，国家已计划对乌特勒支丘陵优先采取措施，以促进野生动物跨国家高速公路和铁路线的移动。该省将对其负责的道路实施碎片整理措施，以推动计划的实施。

因此，该省制定了关于乌特勒支丘陵（<http://www.hartvandeheuvelrug.nl/projecten/ecologische-verbindingen/>）的计划和行动。“Hart van de Heuvelrug”项目由两个主要的生态廊道组成，这两个廊道在北部合二为一（附图 1）。



附图 1 乌特勒支丘陵西部和东部生态廊道。数字表示高速公路（红底）和连接道路（黄底）；蓝色表示建筑区域，紫色表示欧石南灌丛，绿色表示森林。©Provincie Utrecht



附图 2 穿越乌特勒支—阿默斯福特铁路线的 Ecoduct Op Hees。休闲自行车道位于桥的前侧。©ProRail

该项目区的西部是一个森林廊道，东部是一个欧石南灌丛廊道。这两个廊道均包含多个空间穿越的小型隧道（如该省东南部的 N225 公路隧道）。为实现连通性，在这两个生态廊道中还另外建造了五个生态通道，包括 Ecoduct Op Hees（附图 2），该通道于 2013 年完工，穿过阿默斯福特和乌得勒支之间一条繁忙的铁路线。

除促进野生动物的移动外，该通道还可以用作一个休闲廊道。为此，对该通道进行了拓宽，供人们骑自行车和步行。

成果

这两个生态廊道既是哺乳动物的移动路线，如西方狍（*Capreolus capreolus*），獾（*Meles meles*）和松貂（*Martes martes*），又是小型哺乳动物的临时生活和繁殖区。通过这些生态廊道，动物可以从西北的 Gooimeer（Gooi 湖）扩散到东南的 Veluwe 国家公园。

11. 西班牙牧道国家网络 (Vías Pecuarias)

Marcos Pradas, 独立森林工程师

背景与挑战

西班牙 Vías Pecuarias 国家网络是一个由牧道（传统上用于将牲畜从一个地方步行驱赶到另一个地方的道路，如到市场或夏季牧场的道路）以及用于季节性迁移放牧和较小规模的牲畜移动的其他元素构成的网络（附图 1）。西班牙境内这些纵横交错的道路全长约 125 000 千米，占地 400 000 公顷，连接着各种受保护或不受保护的区域和市区。它们的历史可回溯到西班牙史前时代，最早有记录的是在罗马时代，并受到公元 654 年、1273 年和 1995 年颁布的法令的保护。地中海地区是一个生物多样性热点地区，在这里，人类是环境的有机组成部分，所以农村人口外流和土地传统用途的消失被视为是伊比利亚半岛的两个主要生态威胁。

牧道不仅是坑洼和尘土飞扬的小道，还是开阔或树木繁茂的牧场中的小径。道路上通常有树木、树篱、干石墙、池塘、水井和水坑。

关键经验教训

最初建立的用于驱赶牲畜的交通网络可以提供保护区之间的生态连通性，特别是在该网络恢复这种功能之后。

这些道路的生物多样性有可能比周围环境高出许多倍。此外，它们对保护许多古老的农场动物物种也很重要，其中许多物种已濒临灭绝。牧道以不同的方式充当生态廊道。牛和羊沿着这些道路散播生物或其他物料。据估计，每天有 1 000 头绵羊或 100 头牛从这些道路经过，它们会散布 300 万至 500 万粒种子和 3 吨粪便，这将促进物种分布区的转变以及提高物种对气候变化的适应性 (Manzano et al., 2006)。牧道横穿包括城市地区在内的所有保护地、养护区和不受保护的区域，所以它们对连接“Natura 2000”保护区网络至关重要。



附图 1 西班牙牧道场景

（左上角）标准标志（由 Juan Díaz Hidalgo 提供）。

（右上）萨拉曼卡牧道，展示了其多功能性和作为生态廊道的价值。©Federico Sanz

（左下）马德里 Fiesta de la Transhumancia（由 Diario de Madrid 提供）。

（右下）此条道路对本地四种家畜比赛非常重要：白色和黑色的梅里纳绵羊、维拉塔山羊和安达卢西亚驴，其中安达卢西亚驴是欧洲最古老的驴品种，现已被列为濒临灭绝物种。©Agustín Pérez, la Siberia Extremeña 生物圈保护区

牧道对于促进偏远草原之间的功能连接特别重要。由于它们是景观中的线性结构，鸟类等迁徙物种会沿着它们迁徙，并利用它们来休息、喝水和觅食。

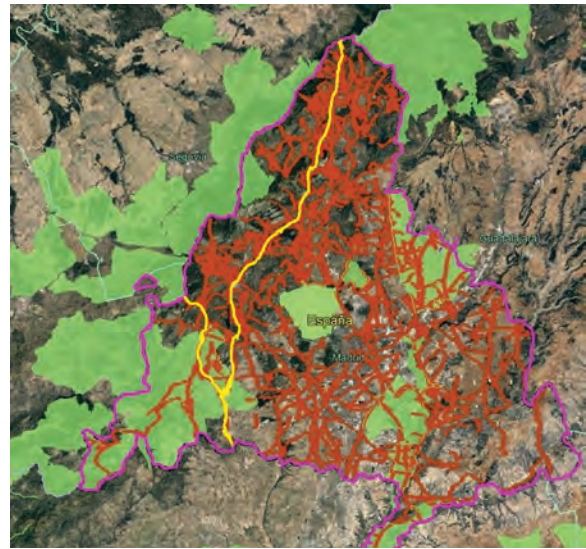
如今，人们已经充分认识到了牧道的生态意义，包括其作为生态廊道的作用，以及根据《生物多样性公约》第8条、《联合国可持续发展目标》、《联合国防治荒漠化公约》和《联合国气候变化框架公约》对它们进行保护的必要性。牧道面临的主要威胁是大规模畜牧业和季节性迁移放牧的减少。其他威胁包括缺乏真正的保护战略、政府不愿保护 Vías Pecuarias、非法定居点的增加、垃圾倾倒、乱设围栏、资源开采、乱使用杀虫剂和水井封顶等。现在，许多牧道被占领，已失去或正在失去它们作为公有土地的地位。

方法

国家法律“关于牲畜路线的 1995 年 3 月 23 日第 3 号法令”“Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias”明确规定，牧道属于公有土地，不可隔离、不可分割且不可侵犯。法律对重要生态廊道进行保护，并责成政府为其划定边界。许多个人、机构、协会、大学、非政府组织和工作组正在探索如何保护、恢复和培育牧道并吸引社会的广泛关注。他们致力于恢复和促进大型畜牧业的发展、吸引年轻人从事季节性迁移放牧和养牛业工作，并推动牧道的划分。其他行动包括敦促政府执行法律；充分利用 Vías Pecuarias 的多功能性（牲畜运输、生态系统服务、生物多样性保护和娱乐等）；寻求社会各界的支持。

生态廊道示例

在西班牙，马德里自治区的牧道网络最密集（附图 2）。目前正在对其采取许多保护措施。例如，雷普索尔（Repsol）基金会和雷弗雷斯塔（Reforesta）协会正通过采用本地物种来重新造林、为濒临灭绝的植物建立围栏、恢复和建立新池塘、为不同的动物物种建立残遗种保护区并设立围栏、改善昆虫的栖息地以及加强环境教育和监测等来改善皇家塞戈维亚牧道的生态功能。



附图 2 马德里自治区的 Vías Pecuarias 与保护区重叠。注意它们是如何与农村、城市、保护区和未保护区相连的；黄色为 Cañada Real Segoviana；没有显示自治区以外的牧道。©Marcos Pradas, 西班牙国家地理研究所和马德里自治区；基本数据由 Google Earth 提供

成果

政府在这个问题上往往持矛盾心理。一方面，在共计 125 000 千米的牧道中，可能已经失去了 40 000 千米牧道。政府通常允许改变这些道路的用途。当这些道路失去了对牛的实用性时，政府会颁布允许改变土地用途的法令，使它们不再成为公有土地。马德里自治区也不例外，在过去 20 年中，它可能失去了约 38% 的牧道。马德里卡尼亚德（Cañadade Madrid）是其中一个示例：这是一座沿着 14.2 千米的加利亚纳（Galiana）皇家牧道（Royal Droveaway）非法建造的线型城市。另一方面，政府正在划定牧道范围、对公众进行教育，并在野外采取行动来保护牧道，最大限度地利用牧道的生态系统服务功能。在当今世界，迫切需要减少肉类消费对环境的影响，而新一代季节性迁移放牧从业者为消费者提供了食用具有积极生态足迹的动物产品的机会。保护西班牙牧道将为这一市场提供支持，此外，还可以使这些生态廊道继续提供西班牙所急需的生态系统服务。

如需了解更多信息，请访问：

<http://www.pastos.es/>

<https://www.viaspecuariasdemadrid.org/>

<http://www.transhumancia.cat/es/inicio/>

<http://www.trashumanciadehoy.emiweb.es/paginas/cartografia-y-conocimiento-de-los-caminos.html>

12. ECONET：俄罗斯科斯特罗马地区的生态网络

Alexander V. Khoroshev, 莫斯科罗蒙诺索夫国立大学

背景与挑战

近期在俄罗斯的科斯特罗马景观中发生的令人不快的变化表明了建立一个强大的生态保护网络的必要性。该地区是里海和白海之间的分水岭。在这里，西伯利亚物种逐渐向欧洲物种过渡，而针叶林被阔叶林取代。处于山间洼地的冰期后湖泊、沼泽，以及对水径流有控制作用并可确保价值的湿地栖息地的老龄和次生森林，具有最丰富的景观多样性。由于近几十年来的采伐，森林面积大幅减少。采伐扩大到了偏远的集水区，导致径流量减少、航行机会减少和鱼类资源退化，给当地人民带来了明显的负面经济后果。因此，有必要在生态网络中对剩余的原始南部针叶林进行保护。

方法

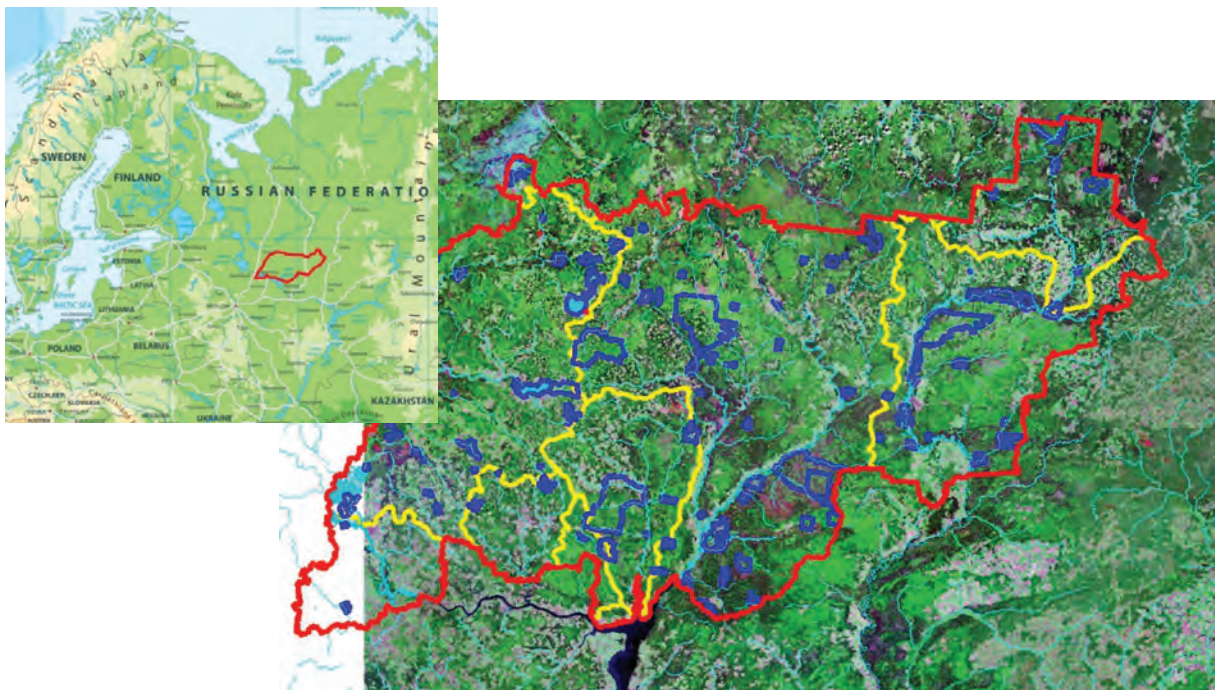
科斯特罗马 ECONET 项目于 2003 年在地方政府的大力支持下启动，旨在保护和连接最具生态价值的景观，并促进当地人民重新获得失去的传统经济机会。

关键经验教训

包含河岸和森林廊道的生态廊道可以带来多项惠益，如减少侵蚀和改善水质等。

科斯特罗马 ECONET 项目这一理念——建立景观连通性具有重要意义。

生态保护网络的核心区域由以下四种类型的景观组成：①代表欧洲南部针叶林的完整景观，如有云杉和冷杉林的冰碛平原（如 Kologriv 森林自然保护区）；②有松树林和泥沼的冰水阶地；③稀有的独特景观（如沙质梯田上的落叶松林）；④有候鸟和哺乳动物重要栖息地的景观（如野鹅在春季从西欧迁移到西伯利亚北部时所用的漫滩）。该网络包括完整的典型河间和河谷景观（附图 1），保护区集中在流域的上游，在上游靠近分水岭的位置有大量泥沼。ECONET 的法律制度禁止在关键位置进行砍伐，以确保在河间地形成径流，并保证既定流域内一定比例的森林。在保护区规划过程中与当地利益相关者进行了深入磋商。



附图 1 俄罗斯科斯特罗马地区的生态保护网络。蓝线：自然保护区的边界；黄线：流域的边界。©Alexander Khoroshev



俄罗斯科斯特罗马针叶林。©Adobe Stock

生态廊道示例

保护区由河岸森林或采伐区中的带状针叶林组成的生态廊道连接起来。该生态网络认可区域景观对较大流域——伏尔加河流域发挥其功能起着至关重要的作用，因为该河流上游的三大支流均来自科斯特罗马地区。生态廊道包括沿河谷斜坡、梯田和漫滩的重要水文区。因此，除连接核心保护区外，生态廊道还减少了侵蚀、水体富营养化和不良地表径流。

成果

地方当局于 2008 年通过了一项生态保护网络开发计划。

目前正在建立 59 个保护地，对采伐、人类开发以及土地利用计划中的狩猎和捕鱼活动（在必要时）进行合理限制。目前，该计划是地方领土规划的一个必要组成部分。

Kologriv 森林自然保护区的经验表明，小范围禁止狩猎可能导致猎物种群数量增加，并向邻近非保护景观扩展，进而导致猎物资源的增加。一些保护区已成功地将自然保护、休闲和生态旅游结合在一起。这对于收入来源不足的 Kostroma 偏远地区的社区来说尤其重要。

科斯特罗马项目当前面临的最严峻的挑战是国家当局迟迟未指定保护区的边界，这导致了项目与木材工业和农业生产的冲突。

陆地连通性：北美和南美

13. 维持阿巴拉契亚山脉北部的森林景观连接：保持连通倡议

Jessica Levine, 大自然保护区协会

背景与挑战

北部阿巴拉契亚—阿卡迪亚州生态区的面积达 3 200 万公顷，其中包括美国五个州的部分地区和加拿大的三个省，并拥有世界上最大的温带阔叶林。该区域内的保护区包括国家森林、州/省级公园、国家公园和地役权保护区。但这些保护区被农村开发设施和人类用地包围。该地区距离纽约、波士顿和蒙特利尔等几个主要城市中心仅有半天的车程，且面临着日益增加的道路和其他人类开发带来的碎片化风险。2009 年，来自两国的公共机构和私人组织发起了保持连通倡议（SCI），以应对这一挑战。

方法

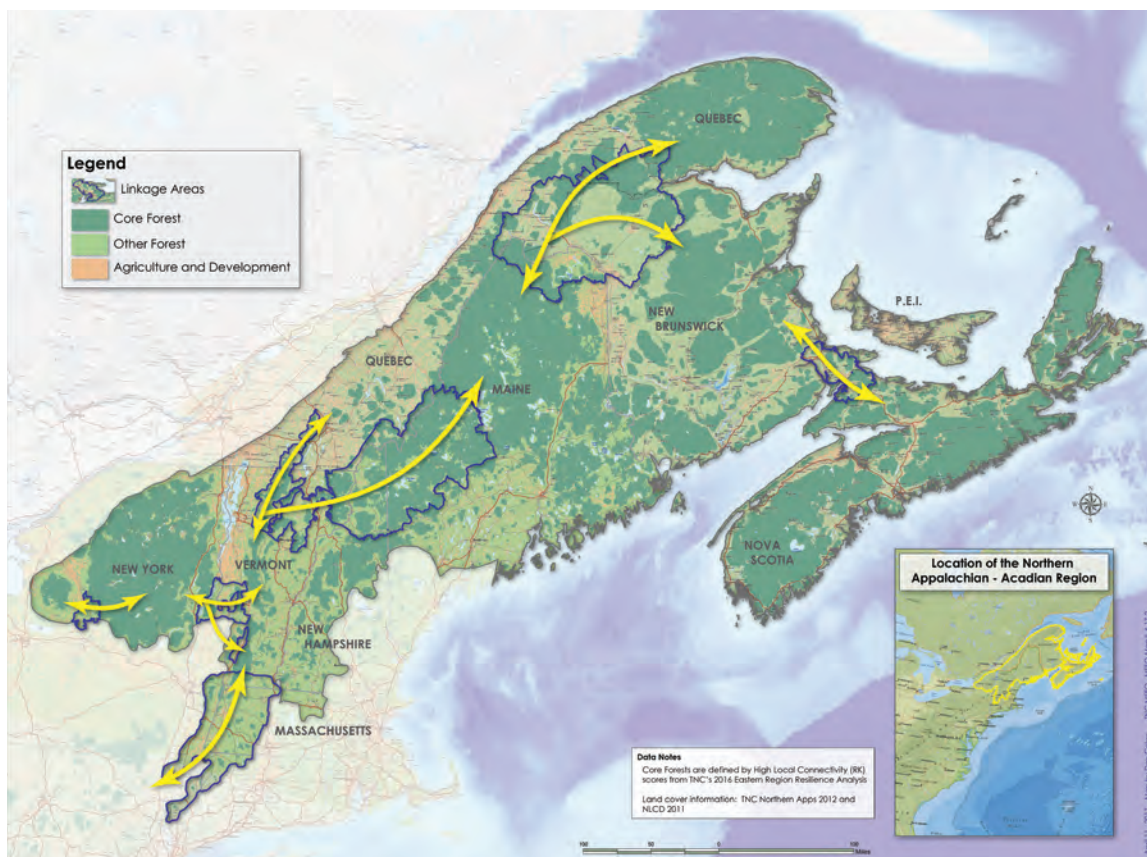
SCI 是一个合作伙伴组织，有超过 55 名成员，包括来自美国各州和加拿大各省的自然资源和运输部门、保护组织、大学等。

关键经验教训

在美国，地役权保护是一个永久性确保连通性的重要工具。

各合作伙伴积极协作，维护、增强和恢复该区域的景观连通性。实地工作的重点是确保今后发生气候变化时，在九个最优先的连接区域内实现景观渗透（附图 1）。认识到单一的策略是不够的，且合作伙伴具有不同的影响力和专业领域，因此采用多种策略来保持连通性。主要策略：

- 战略性保护优先地块的连通性，如森林中的小路和河岸廊道；



附图 1 保持连通倡议区域和连接区域。© 自然保护协会

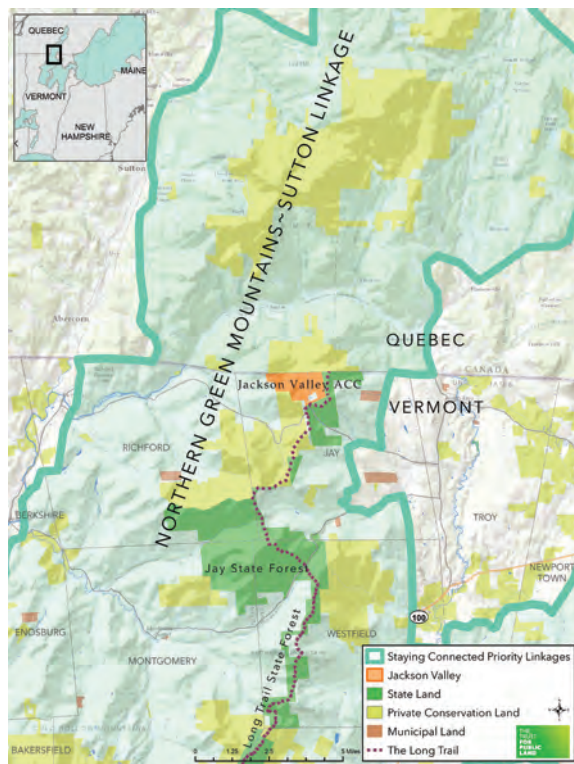
- 进行土地利用规划，使开发活动远离关键的连通区域；
- 与社区联系并鼓励其参与，加强私人土地所有者的认识 and 了解，并鼓励私人进行土地管理以保持景观的渗透性；
- 在湿地和路边地块等关键地点恢复栖息地；
- 改进桥梁、涵洞、指示牌和围栏，以促进野生动物在道路下方移动。

在区域范围内，合作伙伴通过网络研讨会等会议和书面方式交流分享最佳实践经验和教训。

生态廊道示例

北部青山山脉（Green Mountain）连接区的面积为 2 923 平方千米，以青山的山脊为中心。连接区从曼斯菲尔德山州立森林（Mountain Mansfield State Forest）开始延伸，包含魁北克 Mont Orford 国家公园以北的佛蒙特州的最高峰。该地区的大部分土地被森林覆盖。在许多被山脊隔断的山谷中，分布有农田、小城镇和乡村。在连接区内，杰克逊山谷（Jackson Valley）是美加边界沿线的一个重要生态廊道（附图 2）。2010 年对这一地块（面积为 379 公顷）的研究发现，它是许多动物的一个主要跨境生态廊道。杰克逊山谷将南部受保护的阿特拉斯林区（Atlas Timberlands）与东部的杰伊州立森林（Jay State Forest）和北部受加拿大自然保护区保护的魁北克 652 公顷的保护区相连。2012 年，在美国森林遗产计划的资助下，公共土地信托基金会（Trust for Public Land）完成了多年来对杰克逊山谷的保护工作。佛蒙特州所拥有的保护地役权可阻止对生态廊道进行的开发和廊道细分，并要求对野生动物、木材、公共休闲活动和土壤保护进行可持续管理。廊道对远足者和滑雪者以及其他非机动娱乐活动开放。

在将该地块作为生态廊道保护的过程中，边界两侧的 SCI 合作伙伴都做了许多工作。此类工作包括保护连接区内的其他土地（迄今保护面积已超过 12 140 公顷）；为市政当局提供土地使用规划的技术援助，以引导开发活动远离关键的生态廊道；沿主要道路进行科学研究以找出潜在的执行野生动物缓解措施的场地；使可持续森林管理者与私人土地所有者进行联系。



附图 2 北部青山山脉连接区的杰克逊山谷生态廊道。© 公共土地信托

成果

自 2009 年以来，SCI 政府和土地信托合作伙伴已在九个连接区取得了对约 222 500 公顷土地的永久保护权。在连接区内，至少有 30 个土地利用计划以及五个州的《野生动物行动计划》都明确纳入野生动物连通性。来自 SCI 的合作伙伴帮助制定并推进通过新英格兰州长与加拿大东部各省省长 2016 年生态连通性决议。目前，SCI 政府机构合作伙伴正带头实施该决议。

该决议承认从气候适应的角度来看，生态连通性非常重要，并呼吁 11 个辖区内的相关机构通力合作，以通过交通改善、土地保护、森林管理和其他努力等来改善连通性。

关于 SCI 和该决议的更多信息，请访问：

<http://stayingconnectedinitiative.org/>

<https://www.coneg.org/wp-content/uploads/2019/01/40-3-Ecological-Connectivity-EN.pdf>

14. 黄石—育空 (Y2Y)：连接和保护最完整的山区生态系统之一 Jodi Hilty, 黄石—育空保护行动

背景与挑战

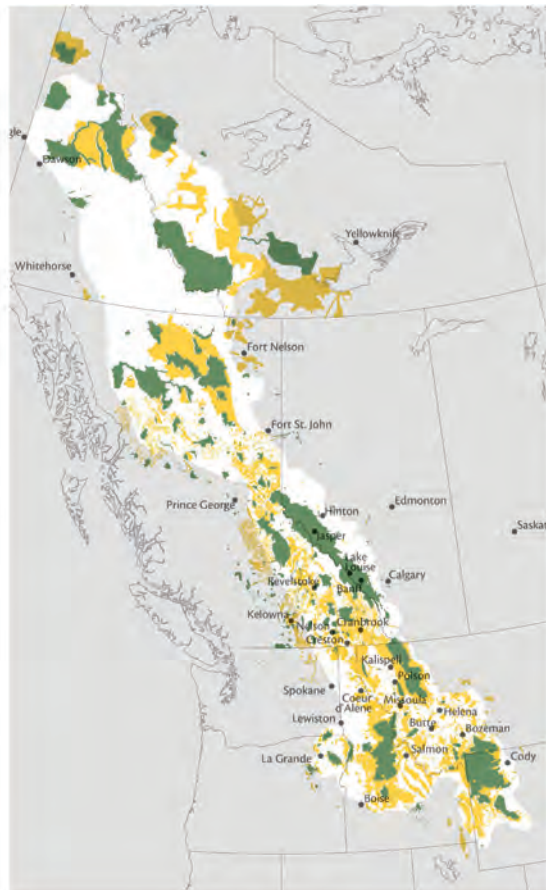
人类活动的增加有可能会导导致北美西部地区 3 200 千米长的 Y2Y 山区的破碎化 (附图 1)，从而影响自然过程、野外区域和野生动物，包括北美灰熊 (*Ursus arctos horribilis*)、高山驯鹿 (*Rangifer tarandus caribou*)、阿里奥尼蜆蚰 (*Hemphillia dromedarius*) 和候鸟等。

关键经验教训

如需建立更大的生态网络，就需要采取科学的实地行动，并监测协同保护工作的影响，以评估是否最终实现了连通性目标。



1993



2013

● **Lands represented as 'protected' in both maps include:** Canadian National Parks and Reserves, Alberta Wilderness Areas, Alberta Wilderness Parks, Alberta Provincial Parks, B.C. Provincial Parks, B.C. Conservancies, B.C. Ecological Reserves, NWT Parcels of Conservation Interest, Yukon Territorial Parks, Yukon Wilderness Preserves, Yukon Peel River Protected Areas, U.S. National Parks, U.S. Wilderness and U.S. National Monuments.

● **Other Conservation Designations include:** Provincial Natural Areas, Recreation Areas, High Conservation Value Forests, Special Management Zones, Territorial Conservation Zones, Natural Environment Parks, Restricted Use Wilderness Areas, U.S. Grizzly Bear Recovery Zones, National Recreation Areas and Rivers, Roadless Rule Lands, National Wild and Scenic Rivers, USFS Administrative Designations and Private Conservancy Lands.

附图 1 北美 Y2Y 地区在过去 20 年中增加的保护区。©Y2Y

该地区有多个司法管辖区，包括多个土著领地。美国和加拿大政府已经将约 80% 的 Y2Y 土地划为公共土地，并将剩下的 20% 划为私人或部落保留地。

方法

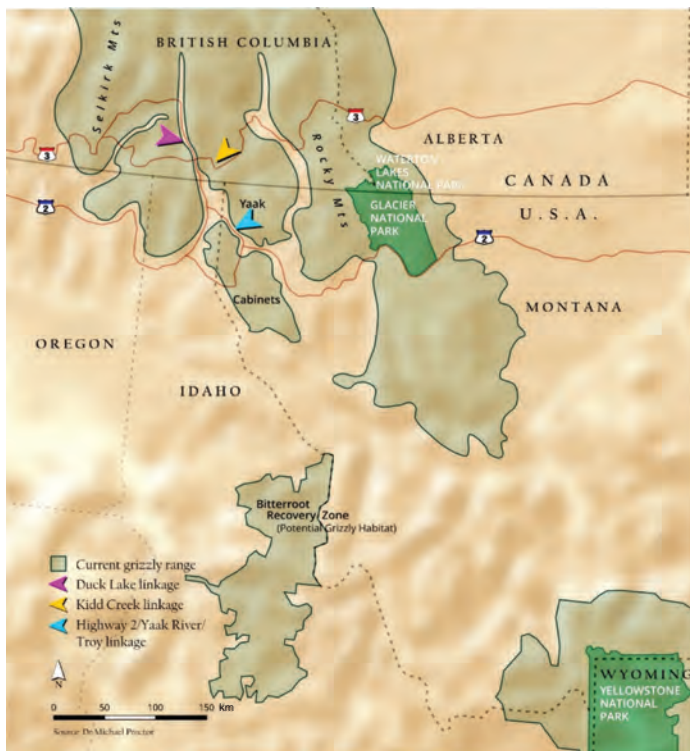
自 1993 年以来，通过加拿大和美国的非营利性联合组织——“黄石—育空保护行动”，各合作伙伴密切合作，以实现连接和保护该地区的愿景，从而使人与自然能够在生态保护网络中蓬勃发展。目前已有 400 多个实体参与或正在参与协作保护，以促进实现该生态网络的愿景。这些实体包括保护组织、当地土地所有者、土著实体、企业、政府机构、出资者、捐助者以及科学家。在 Y2Y 地区保护方面取得的进展是以上各方共同努力的结果。工作重点：保护对生物多样性具有重要意义的区域；恢复和维护保护区之间的区域以维持生态连通性；引导开发活动远离具有重要生态意义的区域；促进人类和野生动物在区域内的和谐相处。保护区包括国家、州和省级公园以及荒野区域等。在 Y2Y 地区，可以通过划定大型且位置合理的保护区、私人土地保护区或指定进行长期连通性管理的其他土地来增强连通性。

生态廊道示例

在 Y2Y 景观中，各小组正与不列颠哥伦比亚省、蒙大拿州和爱达荷州跨境地区进行合作，以寻找并重新连接不列颠哥伦比亚省东南部加美边境孤立的、规模较小的灰熊种群。在利用遗传学发现曾经连续的灰熊种群出现分散后，科学家们确定了最佳残余种群通道（附图 2）。各个小组致力于实施连通性友好管理（如保护私有土地和提供共存工具）。最终有望在 10 年后看到灰熊在先前零散的生态系统之间移动和繁殖（Proctor et al., 2018）。

成果

在保护区域生态网络方面取得了进展。在整个 Y2Y 区域中，保护区的数量增加了 50% 以上，且已经确定、恢复和（或）维护了连接保护区的多个生态廊道和其他保持连通性的区域。同样，整个地区内保护项目的数量成倍增加，大大减少了人类与野生动物之间的冲突。虽然一些动物数量和分布区数量有所增加，如美国本土 48 个州中的灰熊和狼，但仍需进行大量的保护工作，因为该地区内其他动物（如高山驯鹿）的数量仍在持续下降。



附图 2 Y2Y 跨界区域包括主要的灰熊分布区和连接区。三个箭头指向三个不同的连接区，即鸭湖、基德河和雅克河，获得的私有土地可以为灰熊建立生态廊道。©Y2Y

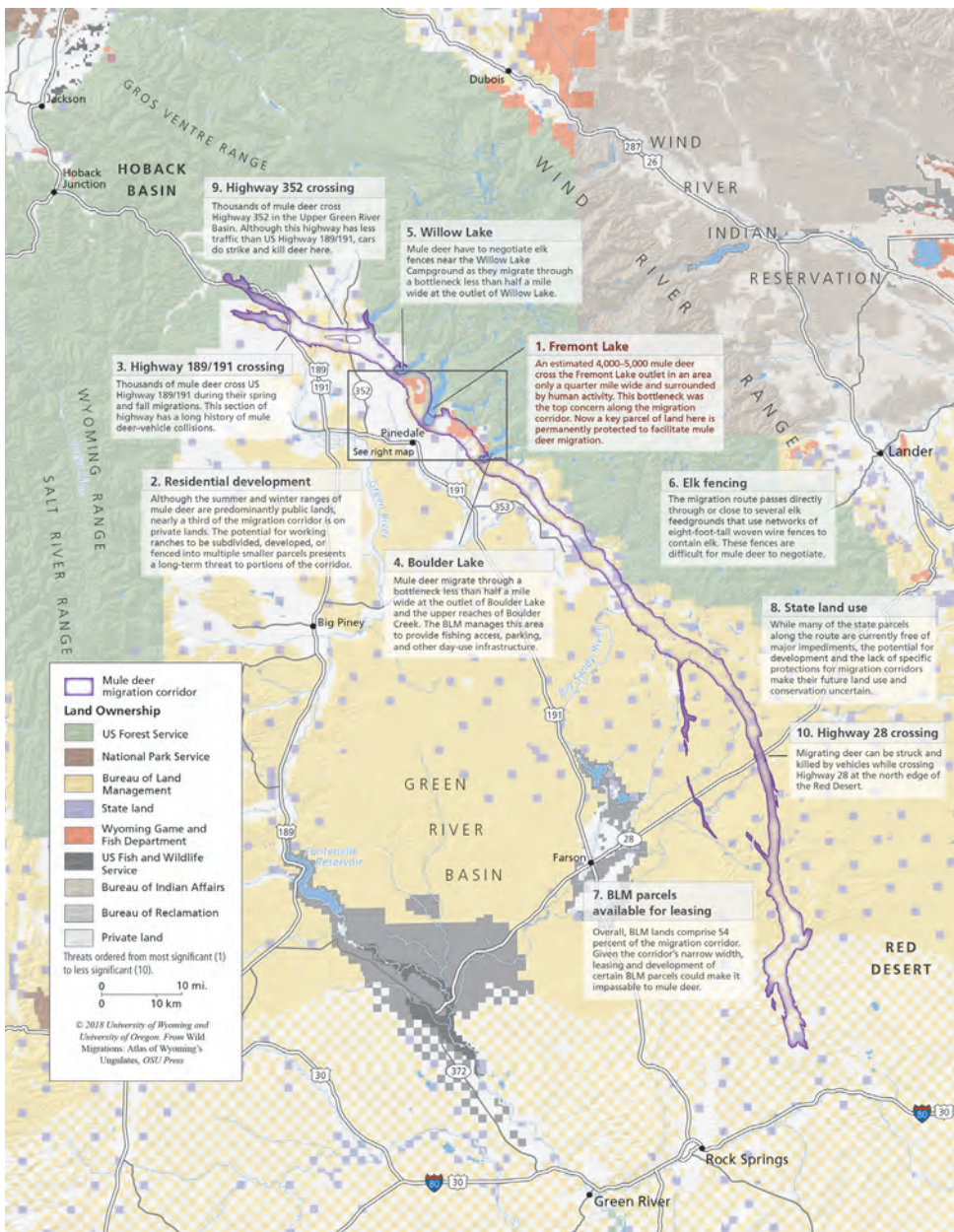
15. 保护长距离迁移：从红色沙漠至美国怀俄明州霍巴克（Hoback）的黑尾鹿廊道
 Matthew J. Kauffman, 怀俄明州鱼类与野生动物合作研究组
 Holly Copeland, 怀俄明州鱼类与野生动物合作研究组
 Hall Sawyer, 西方生态系统技术有限公司

背景与挑战

在由人类引起的土地利用变化不断增长的情况下，有效保护迁徙物种景观被认为是一项全球保护挑战。

关键经验教训

在此项工作中，根据科学研究记录了野生动物的迁徙廊道，并据此购买了原本可用作开发的私有土地。



附图 1 从红色沙漠至霍巴克的黑尾鹿廊道。该廊道位于美国怀俄明州西南部，长度约为 240 千米，跨越一个多用途景观。图中给出了影响廊道连续性的十大潜在障碍。地图来自《野生动物迁徙：怀俄明州有蹄动物地图集》，俄勒冈州立大学出版社。©2018 怀俄明大学和俄勒冈大学，图片由怀俄明州迁徙倡议提供（<http://www.migrationinitiative.org>）

进行长距离迁移的有蹄动物必须穿过多个管辖区和栖息地（已被改变或退化）以及道路、围栏、住房和能源开发设施等人为障碍。在全球范围内，由于这些挑战，长距离陆地迁移物种的数量持续下降，美国西部的有蹄动物也不例外。黑尾鹿（*Odocoileus hemionus*）是美国西部的标志性迁徙物种。在美国本土 48 个州中，怀俄明州的黑尾鹿迁徙路线最长、最完整。位于怀俄明州西部的格林河的上游流域是北美最大的黑尾鹿种群栖息地。现已绘制了黑尾鹿、加拿大马鹿（*Cervus canadensis*）和叉角羚（*Antilocapra americana*）在怀俄明州的山脉和平原上走过的数十条长途迁徙路线。随着世界范围内人为影响的增加和迁徙类有蹄动物数量的不断减少，需要重视景观的连通性，并把冬季和夏季分布区以外的迁徙路线作为关键栖息地进行保护。

方法

在识别威胁和实施长期保护措施时，首先要根据全球定位系统（GPS）遥测研究得到的关于有蹄动物移动的新数据，绘制详细的迁移路线图。可以根据新地图来评估沿途的土地利用方式和威胁，从而决定要采取的保护行动。

生态廊道示例

2014 年，科学家发现了一条长 240 千米的黑尾鹿迁徙路线，该路线从怀俄明州西南部的沙漠盆地一直延伸至周围的山脉。它被称为红色沙漠至霍巴克廊道（附图 1）。据估计，约有 1 000 头黑尾鹿从红色沙漠出发，单程跋涉 240 千米至霍

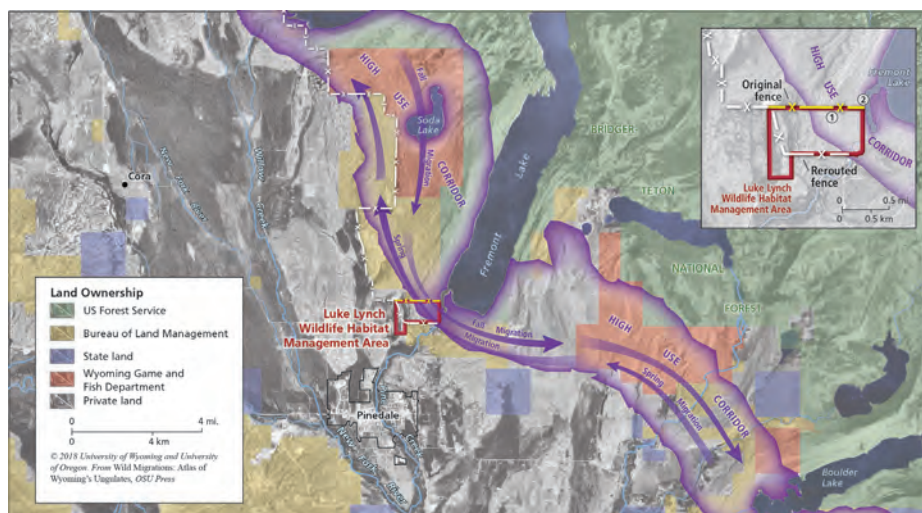
巴克盆地和周围的山脉，加入在风河山山麓过冬的 4 000 ~ 5 000 只其他鹿群。

然后，它们沿着山脉底部的狭窄廊道，跋涉 96 千米，到达格林河盆地的上游。

研究人员绘制了详细的生态廊道地图，然后发表了一份评估，对每个区域的土地利用模式和威胁进行分析（Sawyer et al., 2014）。评估确定了廊道沿线的十大威胁，并向保护组织提供了相关信息，以将稀缺资金用于最需要的地点，如特定的“瓶颈”、道路交叉口或未受保护的私有土地。所列出的十大威胁之首是弗里蒙特湖（Fremont Lake）“瓶颈”，这条宽 400 米的收缩带位于该湖和不断扩大的派恩代尔（Pinedale）镇之间，每年有 4 000 ~ 5 000 头鹿从此处穿过两次。这些鹿需要从湖中游过，或在结冰时从冰面走过，或从该湖的出口处涉水而过，但此处设有 2.5 米高的编织铁丝网。

成果

弗里蒙特湖“瓶颈”区域是一片 145 公顷的私人土地，根据计划，将对这些土地进行细分并建造湖边小屋，如此将会阻止鹿的迁徙。根据评估中提供的信息，一个国家非营利性保护组织——保护基金会，确定并购买了该地块。该地块被分配给怀俄明州狩猎和渔业部，该部门随后将其指定为卢克·林奇（Luke Lynch）野生动物栖息地管理区并对其进行保护，从而在这个关键窄点保持了生态廊道的连通性（附图 2）。



附图 2 弗里蒙特湖（Fremont Lake）“瓶颈”所在地现已成为卢克·林奇野生动物栖息地管理区。地图来自野生动物迁徙《怀俄明州有蹄动物地图集》，俄勒冈州立大学出版社。©2018 怀俄明大学和俄勒冈大学，图片由怀俄明州迁徙倡议提供（<http://www.migrationinitiative.org>）

16. 生活廊道：改善巴西的生计和森林连通性

Laury Cullen, 巴西生态研究所

背景与挑战

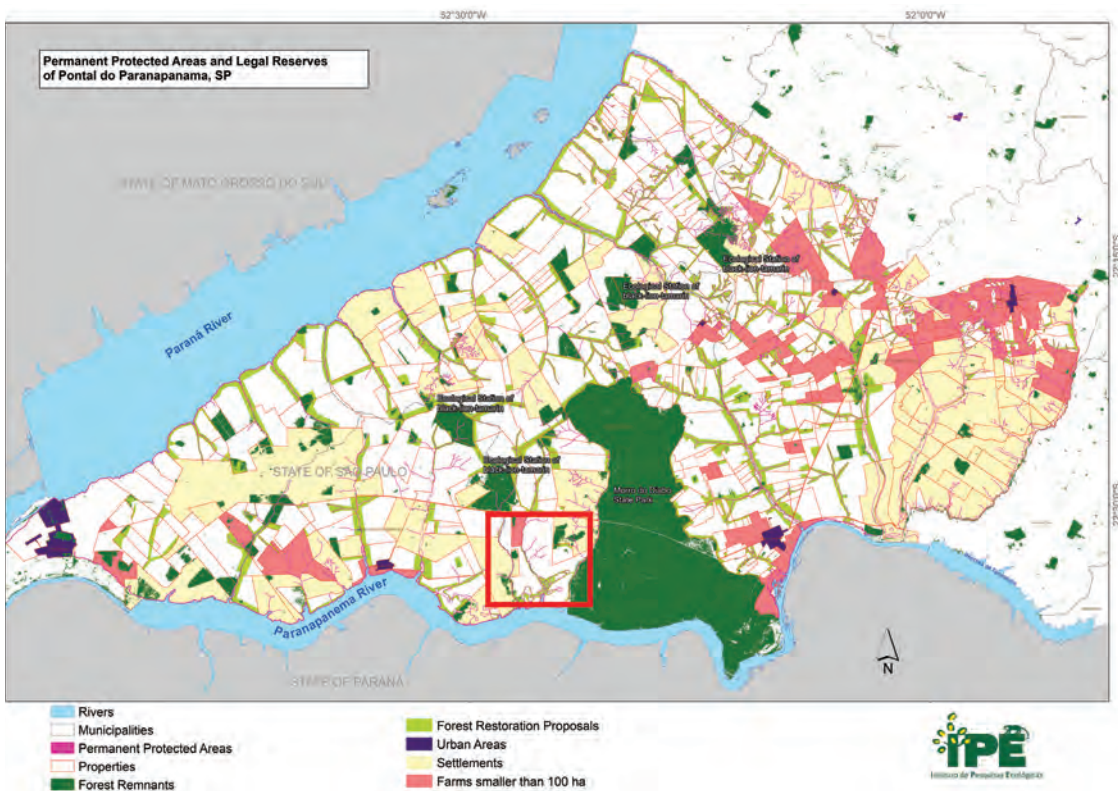
巴西内陆中最大的大西洋残余森林位于圣保罗州西部的 Pontal do Paranapanema 地区。虽然最初指定了一个 124 000 公顷的公共森林保护区，但在 1960—1990 年，该区域逐渐被大规模的牧场和甘蔗种植用地蚕食。在 20 世纪 90 年代中期，由于无地农民运动（MST）和其他团体所提出的土地重新分配的压力，许多此类森林先被 MST 成员家庭占用，后被征作公共土地改革定居点，这极大地增加了人类的居住密度。许多无地家庭在此定居后，土地重新分配的速度放慢了，国家开始出台政策来巩固现有定居点。迫切需要在进一步的压力出现之前，保护这一生产性景观中剩余的零散森林，同时提高定居者的收入。尽管土地改革定居点和大型土地所有者对生物多样性保护构成了一系列障碍，但它们也为大规模的景观林恢复工程提供了重要且可复制的机会。

关键经验教训

与农业社区合作时，要侧重于恢复生态廊道带来的多种惠益，如改善生计和获得碳汇资金，这点非常重要。

方法

生活廊道项目的重点：①鼓励采用“有利于生物多样性”的土地利用方案；②促进农村分散景观中各种规模的农民土地使用方式的转变，并促进土地上可持续农业和农林业方式的采用；③改善农民的生计；④以高质量的碳补偿形式为投资者提供回报。所选择的战略性农林业和恢复区将通过生态廊道提高“核心”森林碎片之间的连通性，以确保物种基因交换，从而提高栖息地的生存能力。



附图 1 IPÊ 为 Pontal do Paranapanema 绘制的“梦想地图”。该图使用了生态和财产数据，以确定最佳造林方法；红色多边形为大西洋森林中恢复的最大生态廊道(面积为 1 200 公顷)，该廊道连接了 Morro do Diabo 国家公园和 Black Lion Tamarin 生态站。© 巴西生态研究所

无法建立廊道的地方，将通过“跳板”来实现交换。建造和恢复农林还有助于减少具有重要生态意义的地标（包括 Morro do Diabo 国家公园，该公园主要保护关键和濒危物种）周围区域的退化。扩大并最终将森林碎片连接起来是该造林项目的两个主要目标。从生态角度来看，这对维持动物种群的生存以及减轻有害的边缘效应（如暴露于光和风、疾病和入侵物种）至关重要。生态研究所（IPÊ）为所在的圣保罗市最西部自治市 Pontal do Paranapanema 制定了一份“梦想地图”。该项大规模的大西洋森林造林计划基于当地财产、公共保护区的距离以及现有森林碎片的信息，确定了开展造林工作的最佳位置（附图 1）。

主要项目合作伙伴包括州和联邦农业推广机构、对碳中和市场感兴趣的私人公司、乙醇和糖生产/销售公司以及其他国家和国际电力控股公司。

生态廊道示例

使用概念图来指导巴西最大的造林廊道的创建（附图 2）。经过 10 年的努力，该廊道连接了 Pontal do Paranapanema 地区两个大型的大西洋森林带。

该生态廊道长约 7 千米，平均宽度为 400 米，完全是在私有土地上恢复的。该廊道受到 2012 年通过的《原生植被保护法》的保护。根据该法律，巴西国民大会修订了旧森林法，此前，发布了该部法律的上一期版本。2012 年的法律重申私有土地所有者有义务保护或恢复其财产上的永久保护区和法定保护区。

成果

迄今为止，已经在 Pontal do Paranapanema 地区恢复了约 1 800 公顷的森林，其中包括大型生态廊道 200 公顷，五个较小的廊道 600 公顷，以及农业土地中的 90 个农林业“跳板”。项目采用了为巴西土地改革运动社区提供可持续替代生计的战略，并复制了在创收和生物多样性保护方面的良好做法和政策。在政策层面，IPÊ 与该地区的其他民间组织对土地使用和保护方面的政策产生了影响。通过使用科学证据并与新的定居者、大型土地所有者以及州和联邦机构合作，该计划正在实施一项土地使用框架，以长期促进可持续农业和生物多样性保护。



附图 2 IPÊ 的生态廊道。该廊道占地约为 1 200 公顷，约有 240 万棵树，连接了巴西境内两个最大的大西洋森林带。© 巴西生态研究所

17. 哥斯达黎加土地使用规划中的连通性、生态系统服务和基于自然的解决方案

Félix Zumbado Morales、Jonathan Agüero Valverde
Félix Zumbado Morales、Jonathan Agüero Valverde，哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划

背景与挑战

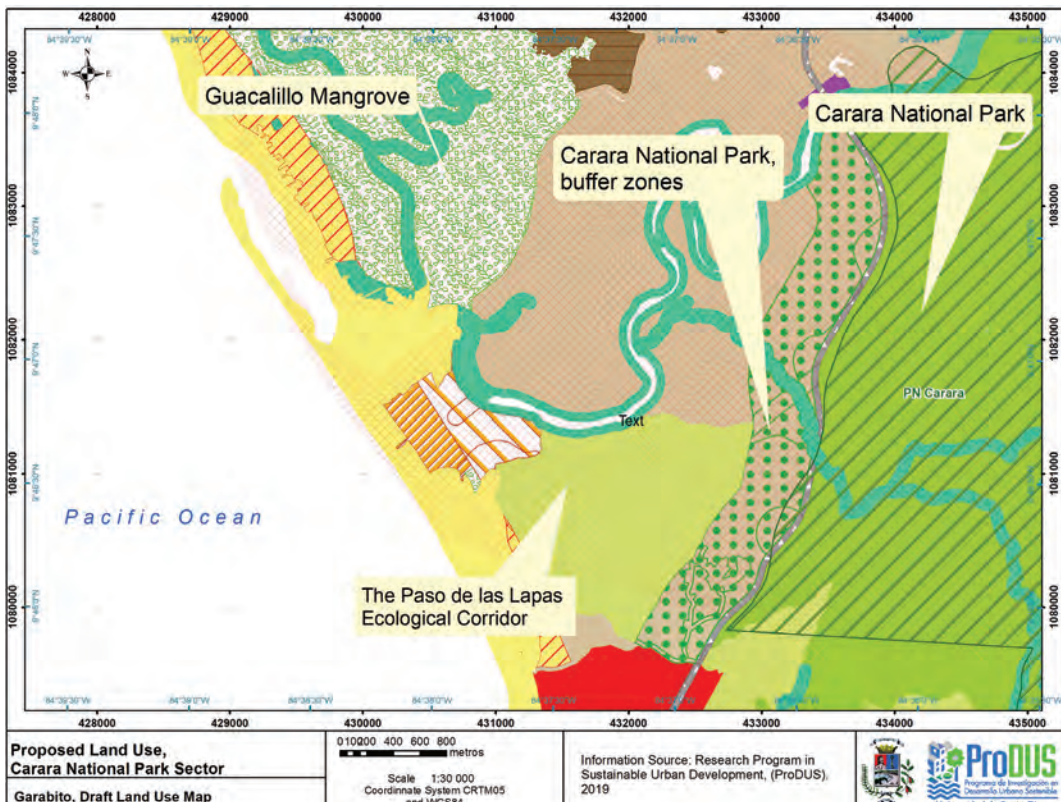
哥斯达黎加是一个面积约为 51 000 平方千米的国家，其生物多样性占全球生物多样性的 5%。进行生物多样性可持续管理是该国工作的一个主要内容。保护区作为该国的主要保护战略，在保护生态系统中起着至关重要的作用。哥斯达黎加第二个重要的保护策略是生态廊道计划。该计划由通过当地生态廊道委员会与社区合作的哥斯达黎加政府管理。市政土地管理计划已成为补充保护区和生态廊道的第三个工具。基于对区域综合利用的考虑，这些管理计划为在维持可持续景观的同时进行人类开发活动提供了必要的指导方针。保护区和生态廊道已被纳入土地管理计划；作为决策工具的生态系统服务原则和基于自然的解决方案也被纳入该计划。

关键经验教训

哥斯达黎加在土地保护方面采取了三管齐下的方法：保护区、生态廊道和对环境的可持续管理。允许人类使用的土地将根据保护级别而定。

方法

市政土地管理计划是地方政府用来制定关于补充保护区和生态廊道计划法规的工具。这三种土地管理工具相互补充，且必须以综合的方式进行开发，以实现系统的规划。管理计划通过以下工具来实施生态廊道项目：建立特定的焦点物种保护区；对充当生态廊道、保护廊道和可持续旅游廊道的农业地区进行保护；在保护区周围建立缓冲区；对含水层补给区进行分区，以保护当地和区域种群的水源。



附图 1 包含 Paso de las Lapas 生态廊道的 Garabito 州的拟议土地用途。© 哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划 (ProDUS)



哥斯达黎加卡拉拉国家公园。©Adobe Stock

已通过哥斯达黎加大学可持续城市发展研究计划（UCR-ProDUS 是西班牙语首字母缩写）为十几个城市制订了土地管理计划，其中包括保护区 Corcovado 国家公园、Piedras Blancas 国家公园、Ballena Marine National 公园、Juan Castro Blanco Water 国家公园和卡拉拉（Carara）国家公园。

生态廊道示例

UCR-ProDUS 为 Garabito 州制定了一项土地管理计划，其中包括 Paso de las Lapas 生态廊道（附图 1）。该生态廊道占地 56 200 公顷，将山区的保护地（La Cangraja 国家公园、Cerros de Turrubares 保护区和可拉拉国家公园）与沿海地区连接起来。Paso de las Lapas 生态廊道是根据行政命令于 2007 年成立的。在哥斯达黎加，生态廊道不是国家保护区，而是国家保护区系统通过国家生态廊道计划提倡的另一种保护策略。生态廊道可连接保护区、保护水资源并保护生物多样性。土地计划制定了相关规定，以确保对该地区进行可持续管理。计划考虑了保护区的位置、生态系统服务的惠益，如碳捕获、含水层补给区保

护和洪水调节，以及基于自然的解决方案（如国家公园缓冲区、流域管理和农业土地保护）的价值。

土地管理计划加强了生态廊道的功能，并通过地方政府的投入来加大对生态廊道的控制。缓冲区和拟建野生动物通道是廊道管理和实施的重要元素。在 Garabito 州的土地管理计划中，保护 Paso de las Lapas 生态廊道的措施包括对保护区、低强度农业和生态旅游区进行分区。

成果

土地管理可与保护和可持续发展同时进行，它可以通过加强连接保护区的生态廊道来提高生态连通性。目前，Paso de las Lapas 土地管理计划处于批准程序的最后阶段。土地管理计划中的规定可以帮助：

- 减少土地所有者与市政当局之间的冲突；
- 保护生态连通性；
- 促进生态旅游和其他低强度活动；
- 支持生态廊道的保护目标；
- 限制密集型土地使用，如住宅和工业开发以及其他不相容的土地使用；
- 保护脆弱的生态系统，如湿地和山脉等。

18. 美洲虎廊道倡议：一个范围广泛的物种保护策略

Kathy Zeller, 马萨诸塞州鱼类与野生动物合作研究部

背景与挑战

物种保护工作通常是针对离散种群进行的，且设想的种群规模通常较小。思考如何在一个物种的整个分布区对该物种进行保护，帮助我们拓宽视野，并了解跨越政治和管辖边界的物种需求，还可以帮助我们了解威胁和大规模的人为开发模式。

1999年，野生动物保护协会和墨西哥国立自治大学（Universidad Nacional Autónoma de México）召开了美洲虎专家大会，要求为该物种制订一个范围广泛的研究和保护计划。此项工作确定了从墨西哥到阿根廷的51个美洲虎种群中心（Sanderson et al., 2002）。在制订该计划后不久，一项基因研究提供了美洲虎在分布区内基因广泛流动的证据（Eizirik et al., 2001），表明这些种群仍保持彼此相连，且几乎无证据表明地理障碍对基因流动造成了影响。

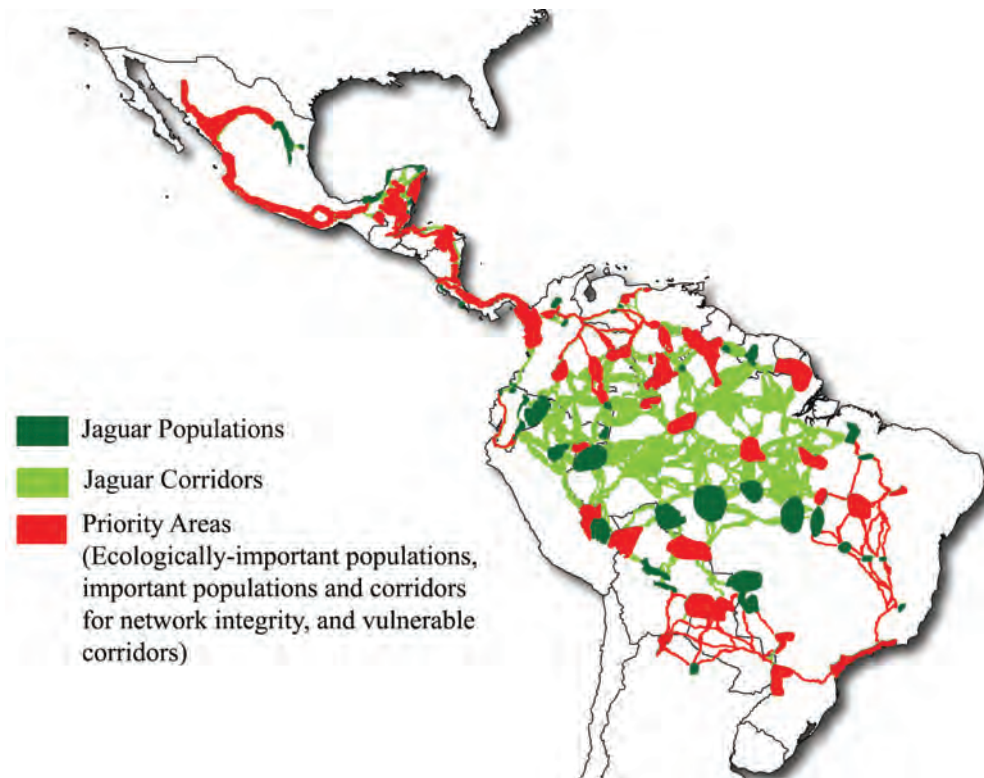
关键经验教训

一些大型的多国生态网络的愿景是重点关注广泛分布的伞护种，如美洲虎等。这些网络中的生态廊道可能涵盖多种土地用途和不同的土地所有权人，包括联邦实体和个人土地所有者等。

所以艾伦·拉比诺维茨（Alan Rabinowitz）博士构想了“美洲虎廊道倡议”，以保护美洲虎分布区内的连通性和基因流。

方法

为建立连通性模型，首先对1999年分布区内的种群数据进行了更新，并确定了整个物种分布区（面积为190万平方千米）内90个重要的美洲虎种群。



附图 1 美洲虎种群及分布区之间的廊道。根据生态重要性、网络完整性和脆弱性对种群和生态廊道进行了优先级排序；对它们进行组合，我们确定了各个美洲虎分布区内的所有优先区域。©Kathy Zeller



美洲豹。©Adobe Stock

然后我们邀请 15 名美洲虎专家向已知的影响美洲虎活动情况的 6 个地理信息系统（GIS）层分配成本或阻力值。我们将赋值的各层组合成一个单一阻力表面，并对 90 个种群之间成本最低的廊道进行了建模（Rabinowitz et al., 2010）。由此产生了 182 条廊道，面积为 260 万平方千米，保护网络的总面积为 450 万平方千米（附图 1）。通过对比世界保护区数据库发现，有 67% 的美洲虎种群和 46% 的生态廊道处于某种形式的保护之下。

为了针对这个庞大的网络开展研究和保护工作，我们使用了三个标准，生态重要性、网络重要性和廊道脆弱性，对美洲虎种群和生态廊道进行优先排序（附图 1）（Zeller et al., 2013）。我们的野外保护工作集中于这些优先领域。

生态廊道是通过粗略的 GIS 数据和专家得出的结论确定的，所以我们在进行实地保护活动前对廊道进行验证。但这是一项挑战，因为廊道通常很大，且涉及许多土地所有者。因此，我们开发了一种基于访谈的快速评估方法，该方法使我们能够估算美洲虎及其主要猎物物种在廊道中的占有率（Petraçca et al., 2017; Zeller et al., 2011）。现已完成对中美洲所有廊道的验证和调整，目前正在南美洲进行验证工作。美洲虎廊道倡议的保护工作主要由非营利组织 Panthera（<http://www.panthera.org>）领导。

生态廊道示例

Barbilla-Destierro 美洲虎廊道位于哥斯达黎加，连接南部的塔拉曼卡山脉和北部的中央火山山脉。

廊道包含各种用途的土地，包括私人、市政和联邦土地。已经实施针对各级土地所有者（从联邦到个人土地所有者）的保护战略。示例：

- 将廊道纳入哥斯达黎加的《国家生态廊道计划》；
- 建立地方廊道委员会，每月召集一次土地所有者会议，讨论和应对面临的威胁和机遇；
- 与水力发电公司合作，将环境缓解和修复项目引向增强整个廊道连通性的区域；
- 培训和建立野生猫科动物冲突响应小组，调查对牲畜的掠夺行为并实施反掠夺者战略；
- 为开发项目提供基于科学的建议，以保持整个廊道的连通性。

成果

美洲虎廊道倡议提供了该物种整个地理分布区的保护蓝图。Panthera 目前正在美洲虎生活的 18 个国家中的 11 个国家带头进行与 Barbilla-Destierro 美洲虎廊道类似的保护工作。正在对整个生态网络中的美洲虎进行研究，而且正在制订廊道监测计划。在政府、土地所有者、企业和科学家的支持下，该倡议在整个美洲虎分布区获得的支持稳步增长。随着支持方的不断增长，建立连通的从墨西哥至阿根廷的美洲虎生态保护网络的愿景有望成为现实。

淡水连通性：亚洲

19. 基层保护区对萨尔温江流域的河流生态系统极有益处

Aaron A. Koning, 康奈尔大学

背景与挑战

在许多低收入国家，为获得日常所需的营养，人们高度依赖内陆渔业，所以他们通常会枉顾法律的规定来获取这一资源。即使在人口众多的保护区，狩猎禁令也很少在实践中涉及渔业。尽管泰国制定了国家渔业法规和指南，但在 Mae Ngao 河等边远地区执法非常困难。由于河流的线性特性以及许多行业对河流及水域的依赖，要建立覆盖整个流域甚至单独河流的生态廊道是一项挑战。

方法

在整个东南亚地区，由于人们开始意识到鱼类种群的减少和对持续资源安全的担忧以及外来者使用非法渔具进行捕捞（如电击），当地社区在河流上建立了小面积的禁渔区，此类禁渔区也可能由非政府组织建立或由国家政府强制建立。这些小面积的保护区是针对密集型捕捞的唯一管理行动。在泰国西北部的萨尔温江支流中，小型河流保护区生态网络的数量不断增长，尤其是在普遍存在过度捕捞的以渔业为生的社区中。

生态廊道示例

其中一个生态网络位于泰国西北部的 Mae Ngao 河流域。该流域占地 1000 平方千米，有 70 多个村庄和 8 000 多位村民（附图 1）。第一个由社区建立的保护区出现在 25 年前，当时有一家当地非政府组织建议社区划定小面积的禁渔区来对鱼类进行保护。最初只有一个社区建立了保护区，但该做法慢慢被传播开来，后来有 50 多个其他社区也建立了保护区，但大部分社区是单独行动的，没有政府或其他外部实体的支持。社区会单独确定保护区的地点、规模和违规罚款金额（15 ~ 300 美元）。在保护区内，禁止所有捕捞活动，包括对蜗牛和其他水生无脊椎动物的捕捞，这些动物通常是人们的食用对象，特别是在漫长的干旱季节（11 月一次年 5 月）。保护区外可采用多

种方法（如刺网、鱼线、捕捉器、手矛等）进行大量的捕捞活动。捕捞范围通常从保护区的边界开始，一直向上游和下游延伸数百米，布置有网钩，以捕捞从保护区中游出的鱼。几个邻近的社区针对保护区之外的区域制定了额外法规，特别禁止在捕捞蜗牛和用鱼叉捕鱼时使用潜水面罩。

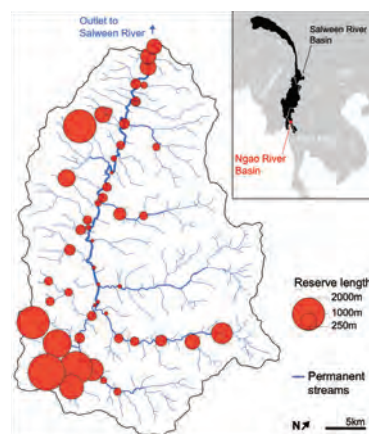
关键经验教训

当地社区对河流保护区的认定和执行有利于保护当地渔业和改善河流系统的健康状况，是加强泰国 Mae Ngao 河内河道连通性最重要的第一步。

鱼叉捕鱼，特别是在干旱季节（此时河水温暖，水质清澈且当地学校放假），对各种规模的鱼类种群都有很大的影响。

成果

社区之间没有就保护区的建立制订更广泛的战略计划。实际上，即使是社区成员，也普遍对 Mae Ngao 河流域现有保护区的数量缺乏认识。尽管如此，目前在全流域范围内已有 52 个保护区，覆盖了 2% 的常年流动河流，并在较大的河流网络内形成了保护区网络。该网络完全是由社区单独创建和实施的。



附图 1 泰国西北部 Mae Ngao 河流域内的禁渔区生态网络。
©Aaron A. Koning



附图 2 可以从河岸看到禁渔区内的大量鱼群。©Aaron A. Koning

大量的捕捞作业对保护区内和保护区之间的连通性形成了很大的障碍。但从更局部的尺度来看，单个保护区的长度通常会很长，可以连接河流网络内的栖息地，包括在干旱季节对许多物种至关重要的避难所。在雨季，当河流水位从干旱季节的低点上涨高达 5 米时，捕捞作业会减少，同时，系统范围内的连通性会加强，从而使鱼类有机会进行洄游繁殖。

保护区和其他区域之间的捕捞工作截然不同，即使在河岸也可以看到保护行动的效果。保护区内的大量鱼群成为吸引当地游客和旅行者的一个风景点（附图 2）。

将 23 个小型保护区与邻近的捕捞区进行了比较，结果表明保护区在鱼类物种丰富度、密度和生物量方面的增益与海洋保护区的增益相当（Koning, 2018, 2019）。具体而言，相对于捕捞区，保护区内的鱼类丰富度增加了 27%，密度增加了 124%，生物量平均增加了 23 倍。尽管通常在建立保护区后 3 ~ 5 年就能观察到收益，但增益会长久持续下去。

社区成员经常可以在保护区以外的区域捕捞到大鱼，他们认为这些鱼来自保护区。尚不清楚保护区的面积是否足以长期维持种群的增长，以及保护区之间是否存在有规律的、可促进潜在孤立亚种群之间关键遗传多样性转移的迁移。但考虑到河流的季节性波动，鱼类洄游有可能发生在雨季。

鉴于社区大多单独行动而没有采取更广泛的协调行动，这些小规模保护区对当地鱼类种群的保护作用更显而易见。下一步，该保护区网络将根据先期调查结果以及为海洋系统开发的保护区设计理论体系，与社区开展合作，单独 / 共同优化保护区，从而实现最大的保护和渔业利益。

淡水连通性：欧洲

20. 穆拉—德拉瓦—多瑙河生态廊道和未来五国生物圈保护区

Arno Mohl, 世界自然基金会 - 奥地利

vana Korn Varga, 世界自然基金会 - 阿德里亚

Emöke Györfi, 世界自然基金会 - 奥地利

背景与挑战

长期以来，欧洲波罗的海和黑海之间的大部分河道景观基本未受人类严重侵占行为的影响。20 世纪 80 年代后期欧盟向东扩张，这些曾被遗忘的河流“天堂”被推进另一个时代。突然之间，它们成为人类获取经济利益的区域。一方面，这种压力有可能不可逆转地破坏了最后一个完整的地区。另一方面，在自然保护和可持续发展方面出现了新的合作机会。跨界生物圈保护区（TBR）是解决大规模跨界河流保护、管理和恢复的适当工具。在德拉瓦河和穆拉河的下游以及奥地利、斯洛文尼亚、克罗地亚、匈牙利和塞尔维亚之间的多瑙河中游的相邻漫滩都有 TBR（Mohl et al., 2009）。

方法

由于国家之间的边界不是生态边界，因此生态系统通常会跨越国界，并且可能会受到不同甚至相互冲突的管理和土地使用方式的影响。TBR 提供了一个通用管理工具。TBR 在国际级别得到了联合国机构——联合国教科文组织的官方认定，该组织的政治意愿是通过共同管理、共享生态系统实现在保护和可持续利用方面的合作（联合国教科文组织，2017）。奥地利、克罗地亚、塞尔维亚、斯洛文尼亚和匈牙利之间的五国生物圈保护区穆拉—德拉瓦—多瑙河倡议始于 1993 年。该倡议旨在应对水电大坝项目带来的新威胁，并在一个国际管理框架下连接和更好地保护廊道中所有国家的河流区域（Schneider-Jacoby et al., 2012）。

抵制对河流区域构成威胁的大规模水管理和水电大坝项目是保护这一宝贵生态系统的重要手段。该运动提高了公众和政界的意识、对政府施加了压力，并促成了 13 个主要保护区的建立，包

括克罗地亚 88 000 公顷的 Drava-Mur 公园。这些保护区大部分属于“Natura 2000”网络，并被划分为多个类别。建立生态保护网络为未来在生物圈保护区穆拉—德拉瓦—多瑙河内进行跨界协调保护、综合管理和恢复合作奠定了基础。

关键经验教训

可以划定一系列保护区，禁止会损害河流系统长期连通性的水坝和其他建设项目，并促进与连通性兼容的利益，保护河流的连通性。

自 1993 年以来，世界自然基金会、欧洲自然基金会和当地非政府组织一直致力于保护五国 TBR 内三条河流的独特景观（附图 1）。政府与非政府组织也加强了合作力度，以逐步实现 TBR。他们正在进行创新性跨部门合作以及协调的、支持跨境一致的可持续区域开发，以建立欧洲最大的河流保护廊道（长为 700 千米，面积为 1 000 000 公顷）（WWF，2013）。一旦完全建立起来，该生物圈保护区将形成一个生态保护网络，其中包括缓冲区和过渡区、核心区。

生态廊道示例

德拉瓦河和穆拉河的下游河段和多瑙河的相关河段横跨奥地利、克罗地亚、匈牙利、塞尔维亚和斯洛文尼亚，是欧洲最具生态重要性的河流地区之一，被称为“欧洲亚马孙河区域”。尽管过去发生了许多人为变化，但该区域仍拥有丰富的生物多样性，是一个稀有自然栖息地热点地区，如大型针叶林、湿草甸、河岛、碎石和沙坝、陡峭的河岸，侧支流和 U 形弯道等（附图 2）。

在该区域内生活着欧洲大陆上大部分白尾雕 (*Haliaeetus albicilla*) 和其他珍稀物种, 如黑鹳 (*Ciconia nigra*)、海狸 (*Castor fiber*)、水獭 (*Lutra lutra*) 和濒临灭绝的裸腹鲟 (*Acipenser nudiventris*)。许多物种是天然河道的指示种, 如小燕鸥 (*Sternula albifrons*) 等。每年, 约有 25 万只迁徙水禽来此休息和觅食。在克罗地亚、匈牙利和塞尔维亚之间的多瑙河和德拉瓦河交汇处有世界最大的、保存最完好的漫滩和森林。该跨界区域的大部分被划分为 TBR 的核心区域。除丰富的生物多样性外, 河流和漫滩对当地社区也至关重要。当地渔民靠捕鱼为生。大片的漫滩降低了洪灾风险, 确保了良好的地下水条件, 并提供了水自净条件, 这对饮用水、森林和农业至关重要。人们还可以沿湖进行娱乐活动, 如散步、游泳、钓鱼和划独木舟等 (WWF Austria, 2014)。

成果

在建立五国 TBR 这一愿景的推动下, 过去 30 年中, 在改善河流廊道的保护和管理方面取得了以下重大进展:

- 五个国家政府已经沿着德拉瓦河、穆拉河和多瑙河建立了 13 个主要保护区, 这些保护区构成了 TBR 的骨干。
- 迄今为止, 已经成功保护 270 千米的天然河段免受大型水管理和水电大坝项目的破坏。
- 2009 年, 克罗地亚和匈牙利签署了建立 TBR 的联合声明, 随后在 2011 年发布了五国部长声明。2012 年, 克罗地亚和匈牙利内的沿河区域被赋予生物圈保护区的地位, 接着是塞尔维亚 (2017 年)、斯洛文尼亚 (2018 年) 和奥地利 (2019 年) 内的沿河区域。



附图 1 未来五国、联合国教科文组织穆拉—德拉瓦—多瑙河生物圈保护区。© 世界自然基金会 (WWF)



附图 2 克罗地亚境内的多瑙河漫滩。©Mario Romulic (左); 克罗地亚境内的德拉瓦河。©Arno Mohl (右)



黑鹳。©Adobe Stock

受严格保护的核心区和缓冲区由 13 个主要保护区组成，总面积为 280 000 公顷，周围是面积为 65 万公顷的过渡带。

- 在 TBR 的推动下，已经在该地区的五个国家中实施了由欧盟资助的多个项目，以促进保护和可持续发展。自 2017 年以来，穆拉—德拉瓦—多瑙河地区的保护区主管部门一直就该倡议通力合作，以促进共同目标的实现和跨界自然保护措施的实施。“作为穆拉—德拉瓦—多瑙河生物圈保护区中生态廊道的弹性河岸森林”项目于 2019 年 6 月启动，旨在实现对 TBR 中漫滩森林的保护和可持续管理，同时启动了“欧洲亚马孙自行车道”生态旅游项目。此外，正在进行的河流修复，以创建新的自然栖息地和休闲区，使人们真正体验沿河的壮丽景观。

同样在 2019 年，制定了五国 TBR 命名文件，以将该地区内所有现有生物圈保护区统一到一个国际命名之下。下一步，联合国教科文组织将最终确定和批准命名。在被正式命名后，五国 TBR 应该采取措施，来建立联合国教科文组织所要求的功能完备的生物圈保护区，包括建立联合管理结构，以及实施联合行动计划和项目。

更多信息，请访问：

<https://www.amazon-of-europe.com/>

<https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/coop-mdd>

<https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/refocus>

<https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/amazon-of-europe-bike-trail>

淡水连通性：北美和南美

21. 太平洋鲑鱼流域：恢复失去的连通性

Lauren Law、Jonathan Moore，西蒙弗雷泽大学

背景与挑战

与北太平洋相连的沿海流域为具有重要文化和经济意义的洄游鲑鱼种群提供了支持。太平洋鲑鱼在淡水环境出生并初步发育，然后迁移至开阔的海洋，在那里觅食和生长，之后回到出生地的淡水中产卵。在北美和亚洲，至少有 8% 的与北太平洋相连的高价值集水区受到了保护，这些集水区主要集中在海拔较高且远离海洋的地区（Pinsky et al., 2009）。部分集水区得到了保护，但大坝导致了許多鲑鱼系统碎片化。用于水力发电的大坝，可能会阻止或阻碍鲑鱼洄游、改变水文状况，并改变下游河流中的栖息地。



附图 1 美国华盛顿奥林匹克国家公园内的 Elwha 河流域。Elwha 水坝和 Glines 峡谷水坝的拆除恢复了流域上部和下部之间的连通性。© Jonathan Moor

关键经验教训

即使在受到保护的流域，水坝也会损害上游水源与海洋的连通性；拆除大坝可以恢复生物和非生物过程，美国 Elwha 河的项目就表明了这点（附图 1）。

因为许多鲑鱼种群濒临灭绝或已经彻底灭绝（Gustafson et al., 2007），所以当地在鲑鱼保护和恢复方面进行了大量投资。

方法

在过去的几十年中，为保护鲑鱼和其他洄游鱼类进行了大量的大坝拆除和减量工作。至 2017 年，美国各地已拆除 1 200 多个水坝（Bellmore et al., 2017）。通常通过一个分权决策过程来决定大坝的拆除。该过程涉及众多利益相关者团体，包括联邦机构、州政府机构和私人大坝所有者。虽然有些大坝是自愿拆除的，但也有许多是根据具有监管权限的联邦能源管理委员会对法律诉讼作出的判决结果进行的。最初主要拆除一些较旧的水坝结构，因为这些结构的维护成本太高，且不符合现代安全标准。但近年来，人们拆除大坝的主要原因是为保护环境和恢复栖息地。在美国，《野生与风景河流法案》（1968 年）是一项旨在保护处于自由流动状态的、具有特殊自然、文化和娱乐价值的河流的法案。



奇努克鲑 (*Oncorhynchus tshawytscha*)。©Adobe Stock

生态廊道示例

在美国，拆除了埃尔瓦河 (Elwha River) 上的水坝，这是为恢复鲑鱼流域连通性所拆除的最大的水坝之一。埃尔瓦河全长 72 千米，大部分位于华盛顿州的奥林匹克国家公园内。埃尔瓦河曾是太平洋西北地区鲑鱼产量最高的河流之一。在 20 世纪初，在该河上修建了两个水坝，阻断了流域内受保护的上游区域与洄游鲑鱼赖以生存的海洋景观之间的连通性。鲑鱼的洄游受阻，且沉积物和木屑的移动被中断。这些大型水坝的建设造成鱼类种群减少了 90% 以及栖息地连通性的丧失，并降低了栖息地的复杂性 (Pess et al., 2008)。

1992 年，《埃尔瓦河生态系统和渔业恢复法案》授权拆除大坝，以恢复河流的生态系统。美国国家公园管理局分阶段对水坝进行拆除：2011 年，拆除了较小的大坝，并最终在 2014 年完成对较大的水坝的拆除。

成果

在埃尔瓦河水坝拆除后，被困在水库中近一个世纪的河水沉积物和下游大型木质残体得以重新流动。约有 3 000 万吨沉积物被释放，这导致河流三角洲的面积增长了约 60 公顷 (Ritchie et al., 2018)。河流系统中的沉积物和大型木质残体使河道形态恢复了以前的复杂性，并导致了更

多的河道分叉、砂坝沉积物和池填塞的增加。

上游保护栖息地与埃尔瓦河流域中的海洋景观重新建立连通性，促进了多个鲑鱼物种 [奇努克鲑 (*Oncorhynchus tshawytscha*)，银鲑 (*Oncorhynchus kisutch*)，狗鲑 (*Oncorhynchus keta*)，红鲑 (*Oncorhynchus nerka*)，粉红鲑 (*Oncorhynchus gorbuscha*)] 以及溯河产卵的鳟鱼 [如硬头鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) 和强壮红点鳟 (*Salvelinus confluentus*)] 的回归。科学家已经观察到返回埃尔瓦河的奇努克鲑的数量创历史新高，返回的其他物种的预估数量也很高。据预计，每年将返回约 30 000 条奇努克鲑和银鲑以及 270 000 条粉红鲑。鲑鱼的回归最终将推动当地和区域渔业。

埃尔瓦河流域是许多沿海流域之一。该流域在上游保护鲑鱼栖息地，但与海洋景观的连通性被切断了，如埃尔瓦项目所示，水坝的拆除和河流自由流动状态的恢复可以有效地将受保护的源头与鲑鱼等洄游鱼类所依赖的海洋景观相连。

22. 美国俄勒冈州流域河岸保护的碎片化

Rebecca Flitcroft, 美国农业部林务局

Brett Boisjolie, 马萨诸塞州保护和休闲部门

Mary Santelmann, 俄勒冈州立大学地球、海洋与大气科学学院

背景与挑战

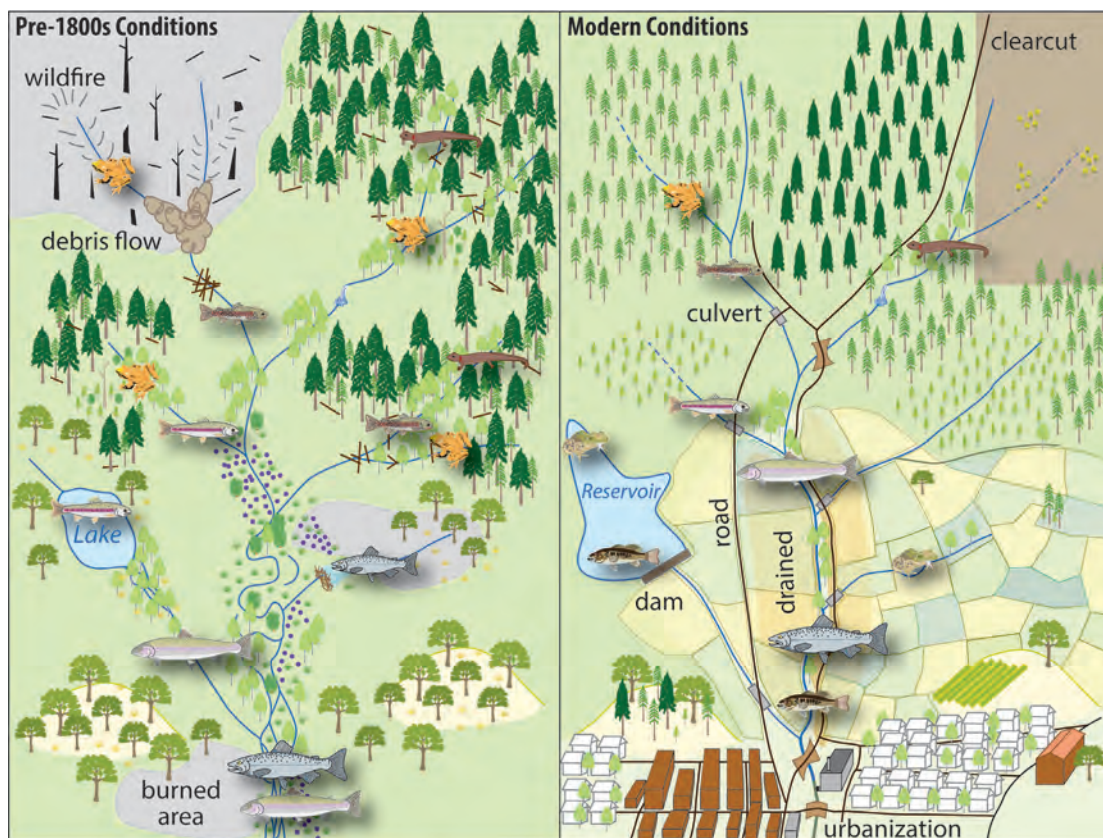
激流和静水环境为漫滩和河岸生态系统提供了横向连通性。它们是水生生物往返源头区域和海洋环境的通道，并且是生物地球化学循环的重要组成部分（Butman & Raymond, 2011 年）。河岸环境还通过过滤养分、保留沉积物和贡献生物材料（在淡水食物网中构成重要的食物来源），为靠近水边的人类用地提供重要的缓冲区。

在许多地方，对淡水及栖息地的保护涉及河流和湖泊两侧的河岸地区，而河岸保护通常涉及沿河（从上游源头至大海）不同的土地所有权。这种保护方法会导致沿河保护区破碎化。

关键经验教训

维护功能性栖息地可能需要政策保护和自愿恢复行动（这两项都需要科学指导）；而监测和评估对于确保这些行动确实达到预期效果至关重要。

在美国俄勒冈州沿海地区，高梯度的源头水流往往位于茂密的花旗松森林中，这里的土地主要用于采伐。下游是低梯度的低平区域，现已被转变为农业、住宅和城市开发用地（附图 1）。从历史上看，这些溪流曾生活着大量的溯河产卵的鲑科种群，它们用于产卵和养育的栖息地遍布相互连通的河网廊道中。



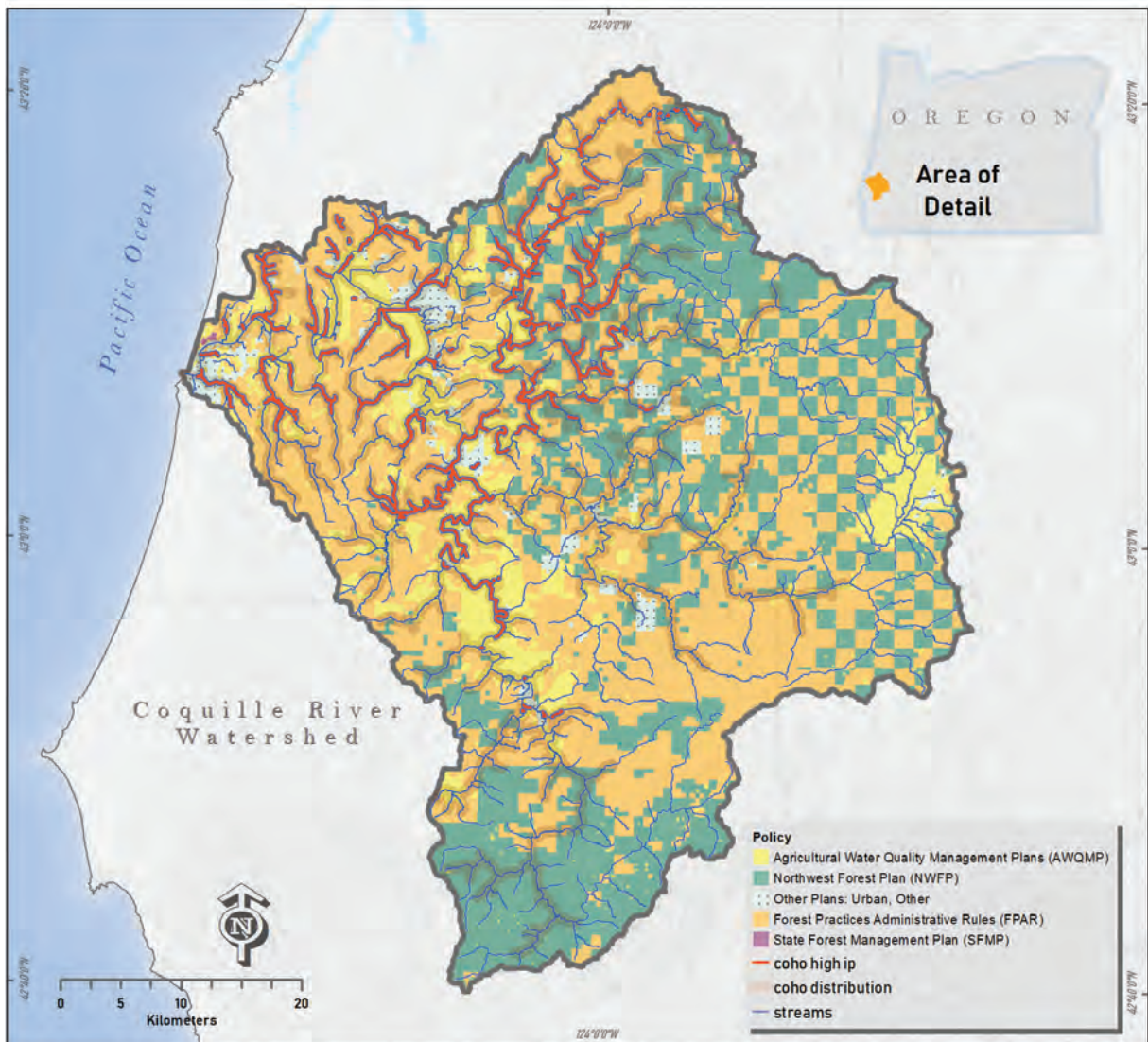
附图 1 西北太平洋的河流系统曾与各种淡水和湿地栖息地连接。随着时间的流逝，开发活动减少了河流的复杂性，同时随着人类用地（如用于农业、采伐或住宅开发等）的不断增长，景观越来越破碎化。数据来自 Penaluna 等（2017 年）的研究。

广阔的科奎尔河漫滩是一个银鲑高产区域。但与其他平坦的漫滩一样，该区域很快被欧洲定居者占据，并被开发为农业用地。

近几十年来，溯河洄游产卵的鲑科种群，包括银鲑，已被《美国濒危物种保护法》列为“濒危”或“濒临灭绝的”物种，所以保护鲑科种群成为恢复和保护栖息地的关键驱动力。虽然为改善该鲑鱼栖息地和扩大其生存种群的规模，已经花费了数百万美元的公共资金用于恢复工作，但目前鱼类的丰度仍低于历史水平。

方法

在俄勒冈州沿海地区，采用了多种河岸保护措施，包括自愿最佳管理实践和立法等（Boisjolie et al., 2017）。通常，对采伐或采矿等自然资源利用项目采取最严格的保护措施，而对农业用地采取较宽松的保护措施。政策方法包括制定相关规定，如对河岸地区提出具体要求和明确限制某些管理措施等，来消除对河道的污染。农业用地采用了基于结果的政策方法，以最大程度地减少水污染。该方法允许土地所有者在不对水质标准造成负面影响的前提下自由管理土地。这些方法的效果可能很难在流域级别进行评估。规定性方法可能会限制动态生态系统达到理想的目标状态，而基于结果的政策以及对自愿性工作的依赖可能会造成保护工作的不足。



附图 2 科奎尔河流域的银鲑一直生活在低梯度漫滩区。在现代社会，这些区域通常都与农业用地有关。©Rebecca L. Flitcroft



幼银鲑。©Adobe Stock

保护措施会在时间和空间上对栖息地的状况产生影响。因此，保护工作的多样性对保护河岸生态廊道具有重大影响。可采用以下方法克服河岸保护的碎片化：

- 加强立法；
- 给予恢复激励；
- 开展协作性修复项目；
- 为保护区命名；
- 提供技术援助；
- 组建合作治理机构以解决栖息地和（或）生态系统的退化问题。

了解各项保护工作的进展情况有助于多家机构对物种恢复或保护重点制定政策，而了解各项保护工作构成则有助于识别和量化保护工作的不足。

生态廊道示例

对于科奎尔河流系统来说，河岸政策保护地图覆盖了银鲑的分布区以及对银鲑具有极高内在支持潜力的区域（附图 40）。

地图显示，银鲑分布区内的大部分河岸区域为受管理的农业区域，其次为采伐区域。对银鲑具有极高内在支持潜力的大部分区域位于农业区域。这表明银鲑河岸保护（根据土地所有权决定）与适用于这些高度洄游鱼类不同生命阶段的栖息地位置（根据河流的水文地理环境决定）不匹配。

成果

旨在保护河岸区域和银鲑的政策在不太可能存在银鲑的区域更加具体和更具执行性（Boisjolie et al., 2019）。由于存在保护工作的不足，相关方制定了自愿行动激励措施，以促进溪流恢复以及对科奎尔盆地中农地的管理。通过绘制保护图，可识别沿整个河流网络的保护破碎情况，从而有针对性地开展恢复或额外保护工作。自愿河岸保护、规定的保护措施、自愿河流恢复行动和协作景观管理效果的追踪对评估整个河流网络中淡水恢复工作是否成功至关重要。如果要保护须穿过整个河流系统，保护栖息地的高度洄游鱼类，则必须在更广的范围内识别和量化保护的碎片化及连通性。

23. 保护自由流动的比塔（Bita）河

Jose Saulo Usma 和 Cesar Suarez, 世界自然基金会 - 哥伦比亚

Fernando Trujillo, 奥马查基金会

Michele Thieme, 世界自然基金会 - 美国

背景与挑战

哥伦比亚内的比塔河长 520 千米，流域面积约为 822 000 公顷（附图 1、附图 2）。这条河起源于拉诺斯草原（草地和季节性泛洪平原）中部一条由泉水形成的小溪流。河流在这个重要且独特的生态系统中蜿蜒前行，形成深深的潟湖和美丽的海滩，最终流入奥里诺科河。自由流动的比塔河一路为各种生物提供支持：淡水鱼、乌龟（*Podonemis* spp.）和鳄鱼（*Crocodylus* spp.）、亚马孙河豚（*Inia geoffrensis*）、美洲豹、低地獾（*Tapirus terrestris*）、水獭和许多其他哺乳动物、爬行动物和鸟类。

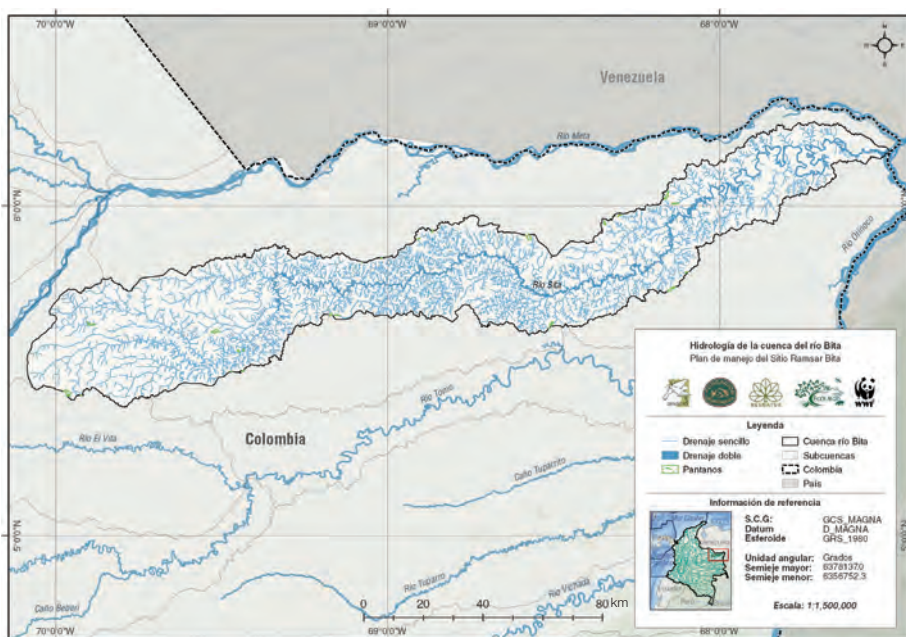
尽管哥伦比亚拥有丰富的自然资产，但研究表明，拉诺斯草原是该国受保护程度最低的生态系统之一。该国的生态系统正承受不断增长的来自采矿、畜牧、大型木材种植和城市化的压力。此外，比塔河的连通性还支持淡水鱼的洄游和海豚的季节性迁移，这对维护当地生计（包括可持续旅游业、鸟类观光和游钓）至关重要。

关键经验教训

《拉姆萨尔公约》对通过管理流域中的活动（如游钓和农业活动）来维持淡水和陆地物种的连通性至关重要。

方法

比塔河联盟成立于 2014 年，成员包括奥马查基金会、亚历山大·冯·洪堡生物资源研究所、Corporinoquia、维查达政府、哥伦比亚海军、哥伦比亚国家公园、帕尔马里托基金会、奥里诺科基金会、La Pedregosa 公司和世界自然基金会。此后，联盟、渔民、旅游业代表、社会和环境组织、科学家以及当地人一起加入了保护比塔河的行动。



附图 1 哥伦比亚境内的比塔河拉姆萨尔湿地。© 奥马查基金会，由 Fernando Trujillo 提供



附图 2 比塔河景观鸟瞰图。© 奥马查基金会，由 Fernando Trujillo 提供

为推进合法保护比塔河的对话，该联盟与当地利益相关者举办了一系列研讨会，以了解各项活动（如农业和可持续旅游业）与保护之间的关联。在深入了解各个部门开展活动的因果关系后，该小组制定了一个决策框架，以使用定量数据来论证某些行动产生的影响。该框架可帮助政府、联盟和其他合作伙伴选择最佳行动来保护比塔河，同时满足利益相关者的需求。

生态廊道示例

自由流动的比塔河支持许多物种的移动和迁移。

- 河豚：靠近为海豚提供食物（鱼类）和主要栖息地的梅塔河和奥里诺科河，比塔河是拥有河豚数量最多的河流之一。
- 洄游鱼类：不同类型的水质，如比塔河（黑水）、梅塔河（白水）和奥里诺科河（混合水）及湿地之间的纵向和横向连通性有利于多种迁徙物种的繁殖。
- 獾、美洲虎和美洲狮（*Puma concolor*）：由于比塔河流域森林和湿地的生态完整性，有 600 ~ 700 只獾，60 ~ 70 只美洲虎和 100 ~ 120 只美洲狮在此生活。
- 其他种类：河流廊道将支持其他物种的保护，如孔雀鲈（*Cichla* spp.）、淡水黄貂鱼（*Potamotrygon* spp.）、巨獭（*Pteronura brasiliensis*）和河龟等。

成果

2018 年 6 月 23 日，比塔河被列入《拉姆萨尔公约国际重要湿地名录》。它是哥伦比亚最大的拉姆萨尔湿地，也是对自由流动的整条河流及流域（822 600 公顷）进行保护的第一个湿地。在名录公布后，奥马查基金会、奥里诺科基金会、哥伦比亚国立大学和 RESNATUR（私有自然保护区网络）为拉姆萨尔湿地制订了管理计划。

该管理计划详细说明了为保护和可持续发展比塔河渔业需采取的行动，因为这条河是哥伦比亚的游钓中心，且对观赏鱼贸易也很重要。此外，还达成了一项关于在拉姆萨尔湿地内建立一条生态廊道（228 000 公顷）的协议，该廊道将连接比塔河的上游和中游，并为 34 种中型和大型哺乳动物，包括獾、美洲虎、美洲狮、河豚、水獭和洄游鱼类等，提供通行空间。该协议是哥伦比亚环境部、奥马查基金会、项目设计开发商——佛格斯公司、世界自然保护联盟物种生存委员会（IUCN SCC）獾科专家小组和哥伦比亚地方林业部与位于拉姆萨尔湿地生态廊道内的农民一同签署的。各缔约方承诺在廊道内进行可持续性农业作业和畜牧生产、林业以及负责任的水果生产，并支持重要野生动物种群的监测。

海洋连通性：澳大利亚

24. 大堡礁：在无连通数据的情况下系统地保护连通性

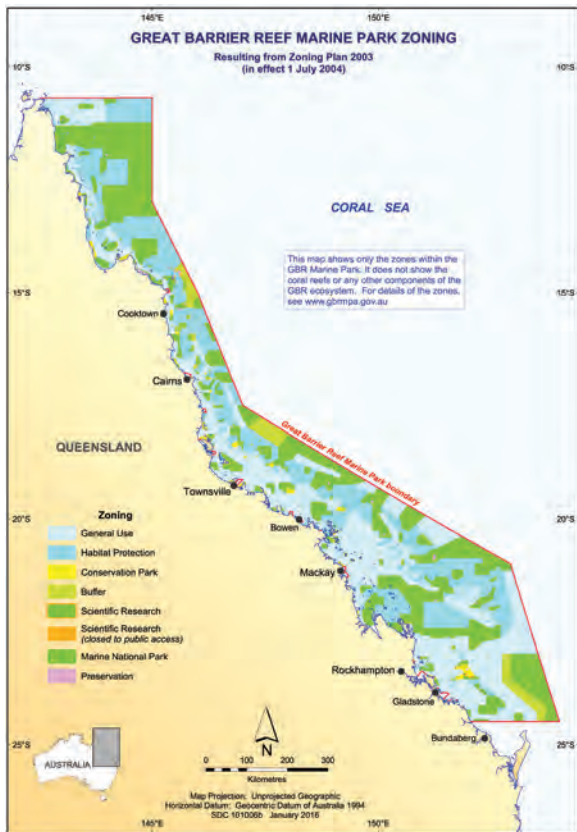
Michael Bode, 澳大利亚昆士兰科技大学数学科学学院

Jon C. Day, 澳大利亚詹姆斯库·克大学 ARC 珊瑚礁研究卓越中心

背景与挑战

澳大利亚的大堡礁（GBR）是世界上最大的珊瑚礁生态系统，也是本国最重要的生态和经济资产之一。大部分大堡礁位于大堡礁海洋公园（GBRMP）内，该公园是一个多功能海洋公园，包括八个不同的使用区域（附图 1），其中 1/3 为禁渔区。澳大利亚政府（主要通过大堡礁海洋公园管理局）负责与其他联邦和昆士兰州机构、传统所有者以及其他各种利益相关者共同开展管理工作。

尽管建立大堡礁海洋公园的初衷是为了保护珊瑚礁免于采矿勘探的破坏，但目前珊瑚礁主要受到了反复发生的漂白、旋风和棘冠海星暴发的威胁。近年来，大片珊瑚礁，特别是沿海和北部的珊瑚礁，丧失了大部分活珊瑚。



附图 1 大堡礁海洋公园当前的分区（根据 2003 年的分区计划，该计划自 2004 年 7 月 1 日生效）。地图由大堡礁海洋公园管理局空间数据中心提供。© 澳大利亚联邦（GBRMPA）

关键经验教训

在大堡礁系统中建立保护区并对缓冲区中的活动进行管理可以促进“跳板”的连通性，从而支持幼体从沿岸向近海栖息地的移动和迁移，以及成年底栖生物和浮游生物的移动。

次要威胁包括不利的水质、不可持续的捕鱼、疏浚和沿海开发。尽管存在这些压力，但与世界其他地区的许多珊瑚礁生态系统相比，大堡礁的状况还是不错的。

方法

保护大堡礁的珊瑚栖息地需要对三种类型的连通性进行保护。第一种也是最重要的一种类型是为幼体提供的连通性：因为礁石上的大多数生物具有专性中上层幼体分散相，所以必须为此类群体提供连通性。洋流在时间和空间上造成了驱动大堡礁上种群动态的幼体连通性模式的复杂化。虽然这些连通性模式与陆地生态廊道相似，但因为扩散的生物体不会在扩散过程中受到威胁，所以不需要对海洋生态廊道进行保护。相反，可通过建立交换大量幼体的海洋保护区网络来增强保护效果，并可通过禁渔区与捕鱼区的相连来提高渔业产出。第二种类型的连通性为个体发育过程中的迁移提供途径，物种通常在河口或近海栖息地度过其早期生命阶段，在成年后迁移至海洋（附图 2）。第三种类型为成年物种小规模觅食或繁殖移动提供途径。大多数珊瑚虫物种为底栖生物，所以这些移动发生在珊瑚礁内。但中上层成年物种可以在礁石之间进行更长距离的移动。

根据系统规划原则，在 2003 年对大堡礁海洋公园进行了重新分区和扩展。制定了 11 项生物物理运行原则（BOP）（GBRMPA, 2002），保护大堡礁中每一个有代表性的生物区（共 70 个，30 个珊瑚礁栖息地，40 个非珊瑚礁栖息地）（Fernandes et al., 2005）。保持连通性也是大堡礁海洋公园的一个明确目标——该目标既考虑了各个禁渔海洋保护区的总体规模，又考虑了各自的位置。作为一个总体目标，BOP 9 建议采用禁渔区来保持大堡礁的连通性。但在重新分区时，关于连通性的数据很少，因此设计了一些 BOP 原则，为每种形式的连通性确定潜在替代指标的优先级。BOP 1 和 BOP 2 旨在保护幼体的连通性，尤其是种群自我增长。

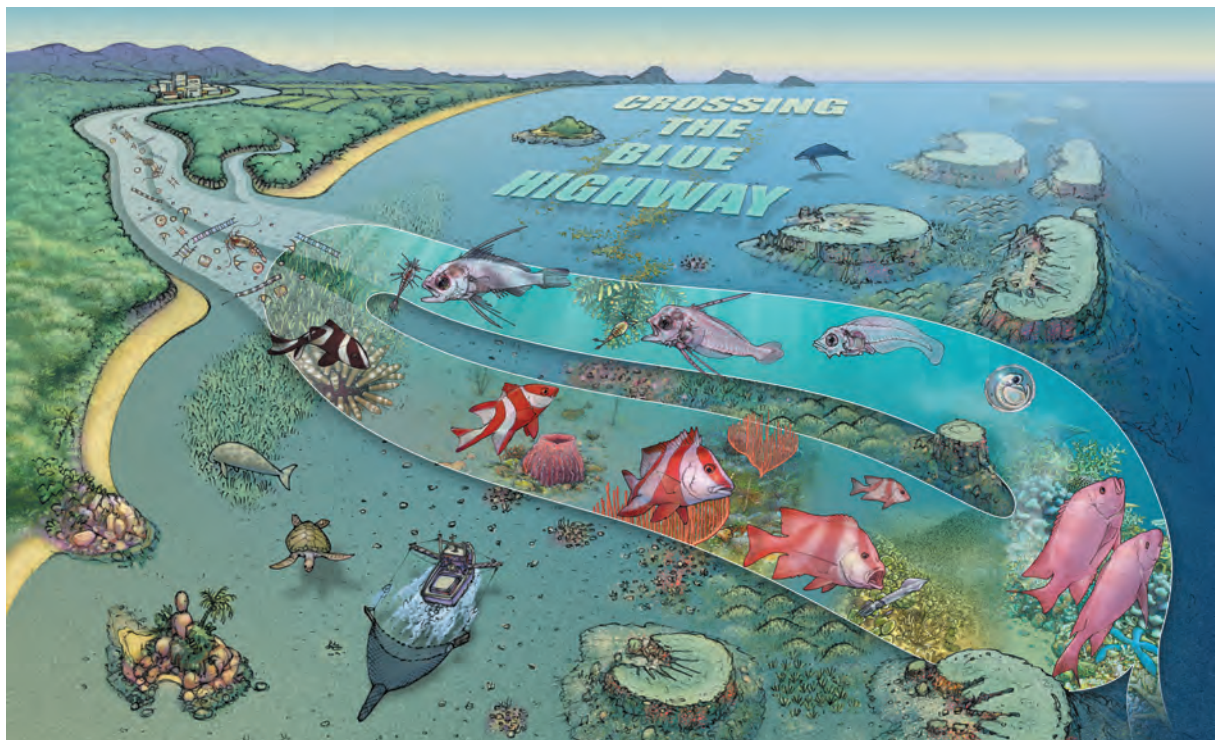
例如：BOP 2 建议禁渔区的面积应尽可能大，因为模型显示，种群的自我增长会随着保护区规模的增大而增大。BOP 4 建议禁渔区应尽可能包括整个礁石，为觅食和迁徙的成年生物提供连通性保护。

成果

因为可用于 2003 年重新分区的连通性的信息很少，所以使用替代指标来设计禁渔区，以确

保它们之间的幼体交换以及幼体至捕捞区的输出。近期的实证研究和生物物理建模显示，该方法在一定程度上是成功的。幼体扩散区在不同程度上与禁渔区相连：小至局部的自我增长区（Harrison et al., 2012），大至连续 250 多千米的双向交换区（Bode et al., 2019; Williamson et al., 2016）。

禁渔区网络是在缺少明确连通性数据的情况下设计的，但仍能实现连通性，可能有以下三个原因。第一，大堡礁海洋公园包含了一个有效禁渔区的大部分区域（占整个区域的 33%）。通常，保护级越高，连通性越好。第二，明确的连通性替代指标是多个 BOP 的基础，所以相比简单的空预期，这会产生更好的连通性效果。第三个原因不太明显。大堡礁海洋公园是全球范围内经系统规划的网络的典范。多个 BOP（特别是 BOP5 和 7）旨在建立一个“代表性”网络，所以在各个生物区域、纬度和跨陆架位置都有禁渔区。尽管这些目标并未提及连通性，但有证据表明，这种代表性可使禁渔区网络有效保护以前未知的生物多样性特征，如中光度礁（Bridge et al., 2016）。代表性原则也需要对大堡礁中的连通性进行保护。



附图 2 “穿越蓝色高速公路”：川纹笛鲷（*Lutjanus sebae*）在大堡礁中的不同栖息地度过生命周期的不同阶段。©Russell Kelley/ 澳大利亚珊瑚礁协会 <http://www.russellkelley.info/print/the-blue-highway/>

海洋连通性：北美

25. 北海峡群岛：跨海洋保护区网络的连通性对种群和生态系统产生积极影响

Jennifer Caselle, 加利福尼亚大学圣巴巴拉分校海洋科学研究所

Mark Carr, 加利福尼亚州大学圣克鲁兹分校生态学与进化生物学系

J. Wilson White, 俄勒冈州立大学俄勒冈州沿海海洋实验站

背景与挑战

温带沿海海洋生态系统可提供多种生态系统服务，包括对具有重要休闲和商业价值的渔业的支持，以及对具有重要经济价值的生态旅游和其他文化价值的支持。海藻林是一个特别重要的温带海洋生态系统，它们可为地球上一些物种最丰富、生产力最高的生态系统提供支持，但受到了人类的严重影响，特别是来自渔业、入侵物种以及全球气候变化的影响。

方法

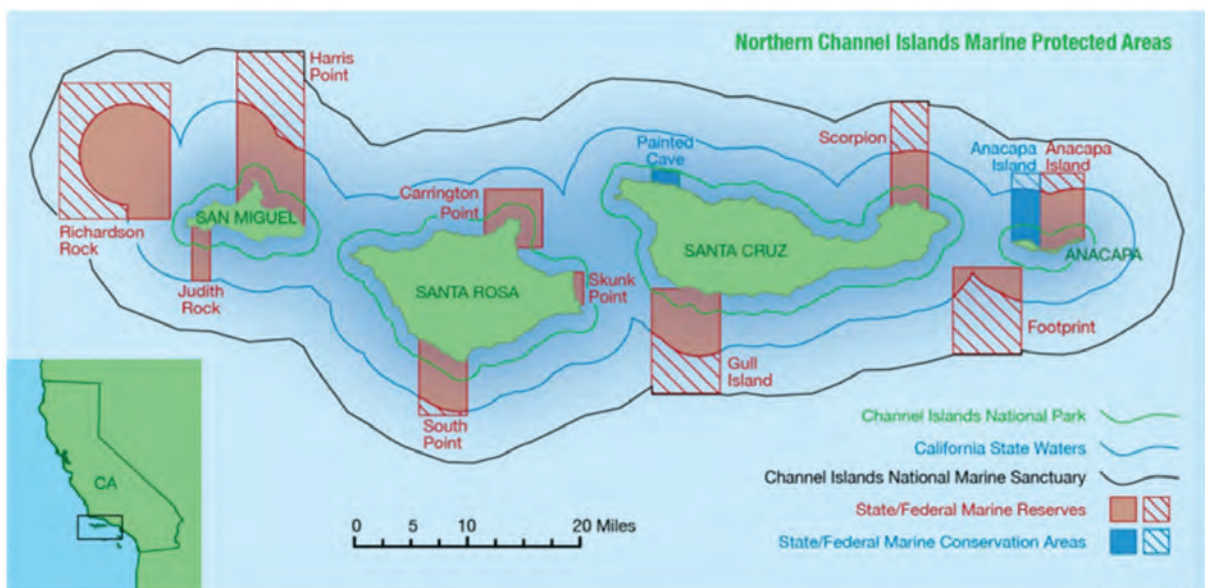
1998年，美国南部加利福尼亚州的一群渔民、管理人员和其他公民对资源（如近岸生态系统的鲍鱼、龙虾和岩鱼等）以及藻林的减少表示担心。他们与加利福尼亚州渔业和狩猎委员会联系，提出了在北部海峡群岛中划定保护区的建议，该群岛由洛杉矶西北部的四个岛屿组成，与大陆之间隔着圣巴巴拉海峡。2003年，继多年公开程序之后，加利福尼亚州与海峡群岛国家公园（CINP）联手在州和国家公园水域内建立了13个海洋保护区（MPA）。

关键经验教训

建立海洋生态保护区网络有助于恢复物种、增强连通性，并提高网络对抗入侵物种的能力。

2007年，美国国家海洋和大气管理局将其中的8个海洋保护区扩展至海峡群岛国家海洋保护区（CINMS）水域（附图1）。因此，海洋保护区涵盖州和联邦管理的水域。海洋保护区的目标是通过保护海洋生物和栖息地来帮助恢复生物多样性、生态系统的健康和渔业物种。海洋保护区从潮间带一直延伸至1400米的深度，涵盖了各种生态系统。可根据海底类型（岩石与沙子）和深度对它们进行区分。

如今，海峡群岛海洋保护区网络包含大量彼此重叠的代理机构辖区。11个联邦、州和地方机构在规划区域内有管辖权。尽管CINMS和CINP在北海峡群岛周围有重叠，但未有对商业性或休闲性捕鱼活动进行监管的机构。



附图1 美国南加利福尼亚州沿海北部海峡群岛中海洋保护区的分布。地图显示了州和联邦机构的管辖范围以及两种类型的保护区（海洋自然保护区和海洋保护区）。© 沿海海洋跨学科研究合作组织



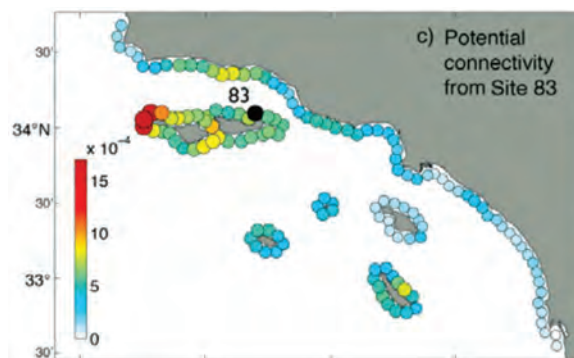
海藻林。©Adobe Stock

加利福尼亚州鱼类和野生动物管理局负责对州水域（沿岸 5.6 千米之内）范围内的所有渔业进行管理，而加利福尼亚州鱼类和狩猎委员会（被指定机构）有权制定所有州渔业法规，包括建立海洋保护区。

生态廊道示例

尽管生态廊道最初并不是被设计成通过稚体（即鱼和无脊椎动物幼体）扩散而相互连接的海洋保护区网络，但对海洋流和幼体扩散模式的分析表明，海洋保护区中产生的稚体很可能作为种群和群落的补充资源被转移至其他海洋保护区，从而形成事实上的网络。进行生态廊道分析的主要方法是采用描述区域内洋流的海洋环流数值模型来模拟幼体的移动。例如，Watson 等（2010）模拟了两个重要的鱼种幼体——云纹石斑鱼（*Paralabrax clathratus*）和墨绿平鲈（*Sebastes atrovirens*）在加利福尼亚南部各区域（包括海峡群岛海洋保护区）之间的移动。该模拟计算了幼体从一个位置移到另一位置的可能性，然后将得到的概率乘以每个位置产卵生物量的估计值，以预测沿每个潜在生态廊道移动的幼体数量。分析表明，圣克鲁斯和安娜卡帕群岛海洋保护区内的云纹石斑鱼幼体以及圣米格尔岛（San Miguel Island）海洋保护区中的墨绿平鲈幼体很可能扩散至网络中的其他海洋保护区和捕捞区（附图 2）。因此，海洋保护区是通过生态廊道相连的，但不同的物种使用不同的廊道，具体视栖息地而定。在此情况下，云纹石斑鱼较喜欢东部岛屿温暖的海水，而墨绿平鲈较喜欢西部岛屿较凉的海水。

海水，而墨绿平鲈较喜欢西部岛屿较凉的海水。



附图 2 使用南加利福尼亚州湾的海洋环流模型预测云纹石斑鱼幼体的扩散（Watson et al., 2010）。每个彩色圆圈对应于模型中的一个空间节点（场地），模拟幼体可以离开该空间节点，也可以在此定居。在此示例中，显示了场地 83（与圣克鲁斯岛上的 Scorpion 州海洋保护区重叠）的连通性。每个点的颜色表示沿着连接 Scorpion 和其他场地的海洋廊道移动的幼体的相对数量（数值为离开所有模拟场地的幼体比例）。因此，海峡群岛中的其他海洋保护区以及非海洋保护区场地存在着紧密的联系。

成果

海峡群岛区域内的海洋保护区生态网络占 11 个州海洋保护区（不允许商业或休闲捕鱼）和 2 个保护区（允许某些类型的捕鱼）内 CINMS 水域的 21%。对海峡群岛海洋保护区中的近海海藻林的监测显示，在经过 10 年的保护努力后，海洋保护区内目标鱼类的生物量相对于捕捞区有所增加。虽然生物量并未显著增加，但由于潜在捕捞量的转移和压缩，也未发生某些模型所预测的急剧下降的情况。近期的实践证明，得到时间较长充分保护的区域内的高级捕食者可以防止非本地大型藻类的入侵。

案例研究参考文献

- Ayebare S, Plumtre A J, Kujirakwinja D, et al. 2018. Conservation of the endemic species of the Albertine Rift under future climate change. *Biological Conservation*, 220: 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.001>.
- Bellmore J R, Duda J J, Craig L S, et al. 2017. Status and trends of dam removal research in the United States. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4: e1164. <https://doi.org/10.1002/wat2.1164>.
- Bode M, Leis J M, Mason L B, et al. 2019. Successful validation of a larval dispersal model using genetic parentage data. *PLoS Biology*, 17(7): e3000380. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000380>.
- Boisjolie B A, Flitcroft R L, Santelmann M V. 2019. Patterns of riparian policy standards in riverscapes of the Oregon Coast Range. *Ecology and Society*, 24: 22. <https://doi.org/10.5751/ES-10676-240122>.
- Boisjolie B A, Santelmann M V, Flitcroft R L, et al. 2017. Legal ecotones: a comparative analysis of riparian policy protection in the Oregon Coast Range, USA. *Journal of Environmental Management*, 197: 206–220. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.075>.
- Bridge T C L, Grech A M, Pressey R L. 2016. Factors influencing incidental representation of previously unknown conservation features in marine protected areas. *Conservation Biology*, 30(1): 154–165. <https://doi.org/10.1111/cobi.12557>.
- Butman D, Raymond P A. 2011. Significant efflux of carbon dioxide from streams and rivers in the United States. *Nature Geoscience*, 4: 839–842. <https://doi.org/10.1038/ngeo1294>.
- Eizirik E, Kim J, Menotti-Raymond M, et al. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology*, 10: 65–79. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2001.01144.x>.
- Fernandes L, Day J O N, Lewis A, et al. 2005. Establishing representative no-take areas in the Great Barrier Reef: Large-scale implementation of theory on marine protected areas. *Conservation Biology*, 19(6):1733–1744. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00302.x>.
- GBRMPA (Great Barrier Reef Marine Park Authority). 2002. GBRMPA Technical Information Sheet No.6: Biophysical Operational Principles as recommended by the Scientific Steering Committee for the Representative Areas Program. http://www.gbrmpa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/6212/tech_sheet_06.pdf (Accessed: 20 February 2020).
- Gustafson R G, Waples R S, Myers J M, et al. 2007. Pacific salmon extinctions: Quantifying lost and remaining diversity. *Conservation Biology*, 21: 1009–1020. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00693.x>.
- Harrison H B, Williamson D H, Evans R D, et al. 2012. Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish and fisheries. *Current Biology*, 22: 1023–1028. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>.
- Koning A A, Perales K M, Fluet-Chouinard E, et al. 2019. Success of small reserves for river fishes emerges from local, network, and cultural contexts. In review.
- Koning A A. 2018. Riverine reserves: The conservation benefits of spatial protection for rivers in the context of environmental change (doctoral dissertation). Madison: University of Wisconsin–Madison. Retrieved from University of Wisconsin Digital Collections. OCLC# on1041855468.
- Leemhuis C, Thonfeld F, Näschen K, et al. 2017. Sustainability in the food-water-ecosystem nexus: The role of land use and land cover change for water resources and ecosystems in the Kilombero Wetland, Tanzania. *Sustainability*, 9(9): 1513. <https://doi.org/10.3390/su9091513>.
- Manzano P, Malo J E. 2006. Extreme long-distance seed dispersal via sheep. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4: 244–248. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0244:ELS DVS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0244:ELS DVS]2.0.CO;2).
- Mohl A, Egger G, Schneider-Jacoby M. 2009. Fließende Grenzen – Grenzflüsse im Spannungsfeld zwischen Schutz und Nutzung. (‘Flowing boundaries–Tensions between conservation and use of border rivers’.) *Natur und Landschaft*, 84(9/10): 431–435.
- Penaluna B E, Olson D H, Flitcroft R L, et al. 2017. Aquatic biodiversity in forests: A weak link in ecosystem services resilience. *Biodiversity and Conservation*, 26: 3125–3155. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1148-0>.

- Pess G R, McHenry M L, Beechie T J, et al. 2008. 'Biological impacts of the Elwha River dams and potential salmonid responses to dam removal. *Northwest Science*, 82:72–91.
- Petracca L, Frair J, Cohen J, et al. 2017. Robust inference on large-scale species habitat use using interview data: The status of jaguars outside protected areas in Central America. *Journal of Applied Ecology*, 55: 723–734. <https://doi.org/10.5061/dryad.jk6rf>.
- Pinsky M L, Springmeyer D B, Goslin M N, et al. 2009. Range-wide selection of catchments for Pacific salmon conservation. *Conservation Biology*, 23: 680–691. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01156.x>.
- Plumptre A J, Ayebare S, Segan D, et al. 2017. Conservation Action Plan for the Albertine Rift. Wildlife Conservation Society Report to Governments of Uganda, Rwanda, Burundi, Tanzania and Democratic Republic of Congo. https://www.researchgate.net/publication/322722311_Conservation_Action_Plan_for_the_Albertine_Rift (Accessed: 20 February 2020).
- Plumptre A J, Davenport T R B, Behangana M, et al. 2007. The biodiversity of the Albertine Rift. *Biological Conservation*, 134: 178–194. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.08.021>.
- Proctor M F, Kasworm W F, Annis K M, et al. 2018. Conservation of threatened Canada–USA trans-border grizzly bears linked to comprehensive conflict reduction. *Human Wildlife Interactions*, 12: 248–272. <https://doi.org/10.26077/yjy6-0m57>.
- Rabinowitz A, Zeller K A. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation*, 143: 939–945. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.002>.
- Ritchie A C, Warrick J A, East A E, et al. 2018. Morphodynamic evolution following sediment release from the world's largest dam removal. *Nature Scientific Reports*, 8: 13279. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30817-8>.
- Sanderson E W, Redford K H, Chetkiewicz C B, et al. 2002. Planning to save a species: The Jaguar as a model. *Conservation Biology*, 16: 58–71.
- Sawyer H, Hayes M, Rudd B, et al. 2014. The Red Desert to Hoback Mule Deer Migration—A Migration Assessment. Laramie: University of Wyoming. <https://migrationinitiative.org/content/red-desert-hoback-migration-assessment> (Accessed: 20 February 2020).
- Schneider-Jacoby M, Mohl A. 2012. Mura-Drava-Danube: Five countries—three rivers—one biosphere reserve. *Danube News*, 25: 5–8.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2017. Transboundary Biosphere Reserves (TBRs). <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/regional-and-subregional-collaboration/transboundary-biosphere-reserves-tbr/> (Accessed: 20 February 2020).
- Watson J R, Mitarai S, Siegel D A, et al. 2010. Realized and potential larval connectivity in the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*, 401: 31–48. <https://doi.org/10.3354/meps08376>.
- Williamson D H, Harrison H B, Almany G R, et al. 2016. Large-scale, multidirectional larval connectivity among coral reef fish populations in the Great Barrier Reef Marine Park. *Molecular Ecology*, 25(24): 6039–6054. <https://doi.org/10.1111/mec.13908>.
- WWF (World Wildlife Fund) Austria (2014). Saving the Amazon of Europe. Mura-Drava-Danube: Rivers at the crossroad between protection and destruction. Vienna: WWF Austria. [Leaflet].
- WWF (World Wildlife Fund) (2013). 2013 IRF European Riverprize Application, Mura – Drava – Danube (Austria, Croatia, Hungary, Serbia, Slovenia). Vienna: WWF on behalf of the five countries.
- Zeller K A, Nijhawan S, Hines J, et al. 2011. Integrating site occupancy modeling and interview data for identifying jaguar (*Panthera onca*) corridors: A case study from Nicaragua. *Biological Conservation*, 144: 892–901. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.003>.
- Zeller K A, Rabinowitz A, Salom-Perez R, et al. 2013. The Jaguar Corridor Initiative: A range-wide conservation strategy. In: M. Ruiz-Garcia and J.M. Shostell (eds.). *Molecular Population Genetics, Evolutionary Biology and Biological Conservation of Neotropical Carnivores*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers. 629–658.



Jodi Hilty, 博士, 黄石一育空保护行动的总裁兼首席科学家。Jodi 是一名野生动物廊道生态学家和保护主义者, 在管理大型保护项目方面拥有 20 多年的经验。她喜欢在应对复杂的保护挑战时采用基于科学的解决方案, 并致力于推进基于社区的合作。她是四本新书的共同主编或首席作者, 包括《廊道生态: 将景观连接起来以保护生物多样性和适应气候》(2019 年)。在加入 Y2Y 之前, Jodi Hilty 博士曾担任野生动物保护协会北美计划的执行主任。她目前是史密斯博士后奖学金董事会的成员, 且是 IUCN WCPA 连通性保护专家小组的副组长。她在落基山脉出生、长大, 并喜欢与家人一起探索该地区。



Graeme L. Worboys, 博士, 澳大利亚国立大学芬纳环境与社会学院的(名誉)副教授。他是 2015 年纲要教科书《保护区的治理与管理》的主编, 该书受到 IUCN WCPA 的高度赞誉。至 2020 年 3 月, 该书已被 87 个国家/地区的 100 000 多名用户下载。他也是《连通性保护管理全球指南》(2010 年由 Earthscan 出版)的主编。因在促进保护区目标方面为社会做出的杰出贡献, Graeme 于 2016 年被授予 IUCN WCPA 弗雷德·帕卡德(Fred M. Packard)奖, 并因对保护和社区做出的重要贡献, 于 2020 年 1 月获得澳大利亚员佐勋章。



Annika Keeley, 博士, 野生动物生态学家, 在生态连通性科学领域拥有专业知识。她发表了多篇关于生态廊道、生态系统科学和动物行为的科学研究论文。她是加利福尼亚州大学伯克利分校的博士后学者。在论文中, 她系统地回顾了关于连通性和气候变化的科学文献, 并探讨了在加利福尼亚州及世界范围内实现连通性的挑战和机遇。她目前是加利福尼亚州三角洲管理委员会的科学家, 负责促进基于科学的适应性管理和综合治理, 以及向政策制定者和决策者传达相关科学信息, 包括河口连通性信息等。



Stephen Woodley, 博士, 在环境保护领域曾先后担任过野外生物学家、研究员、顾问、大学研究中心主任和加拿大公园管理局的首任首席科学家。2011 年, Stephen 开始担任 IUCN 全球保护区计划的高级顾问, 并继续担任 IUCN 世界保护区科学与生物多样性委员会副主席。他的工作重点是了解保护区在解决当前全球保护挑战方面的作用。



Barbara Lausche, 法学博士, 国际环境法律和政策顾问, 在国家和国际保护法律和政策方面有 30 多年的工作经验。自 2010 年以来, 她一直担任佛罗里达州莫特海洋实验室(Mote Marine Laboratory)海洋政策研究所(MPI)的主任。她是 IUCN 世界环境法委员会和 WCPA 的积极成员。在作为 Graeme L. Worboys 团队的成员时, 她就开始进行项目研究, 专注于治理、法律、政策和海洋内容。她发表的项目论文包括《IUCN 保护区立法指南》(2011 年)和《连通性保护的法律法规: 概念性文件》(合著者, 2013 年)。2019 年, 她被任命为 IUCN WCPA-CCSG 海洋连通性工作组组长, 该工作组由全球约 80 名海洋专业人士组成。她曾是世界银行和 WWF- 美国的高级职员, 以及发展中国家的法律起草顾问。



Harvey Locke, 法学博士, 保护主义者、作家和摄影师, 也是一位在公园、荒野和大型景观保护领域(以加拿大班夫国家公园为基地)公认的全球领导者。他是黄石一育空保护行动和全球“自然需要一半”运动的共同创始人, 且是 IUCN 世界自然保护区委员会超越爱知目标工作组的组长。他还是首个大陆级连通性促进项目——“野地项目”的负责人, 并自 20 世纪 90 年代以来就参与 IUCN WCPA 发起的连通性工作。



Mark Carr, 博士, 加利福尼亚州大学圣克鲁斯分校 (UCSC) 生态与进化生物学系海洋生态学的教授。他和他的实验室成员共同研究沿海海洋物种和生态系统的基础和应用生态学。他的研究成果为海洋渔业的管理和保护 (包括基于生态系统的管理、海洋保护区的设计和评估以及气候变化) 提供了所需的信息。Mark 博士是加利福尼亚州海洋保护区网络的《加利福尼亚州海洋生物保护法案》科学咨询小组的联合组长。他对网络的保护效果进行了研究。他曾是美国海洋保护区联邦咨询委员会的科学顾问, 并曾是加利福尼亚州海洋保护委员会科学咨询小组的成员和联合组长。他是 UCSC 沿海科学与政策研究生课程的创始教员。



Ian Pulsford, 理科硕士, 大东部山脉有限公司的创始董事。Ian 在自然和文化遗产保护方面 (包括对保护区的评估、选择、设计和管理) 有超过 37 年的工作经验。2006 年, 他和 Graeme L. Worboys 一起向新南威尔士州政府提议建立大东部山脉连通廊道, 这是澳大利亚第一个大陆级保护廊道。2007—2010 年, 他是廊道倡议的创始经理。他是 IUCN WCPA 连通性保护专家组的成员, 并曾在多个政府咨询委员会任职, 包括一个专家科学小组, 该小组就所拟订的澳大利亚国家野生动物廊道计划向澳大利亚政府提供建议。Ian 是以下两本书的共同主编或首席合著作者: 《连接澳大利亚景观》(2013 年) 和《保护区治理与管理》(2015 年)。



James Pittock, 博士, 澳大利亚国立大学芬纳环境与社会学院的教授。1989—2007 年, James 在澳大利亚和国际环境组织工作, 2001—2007 年, 担任 WWF 全球淡水计划的负责人。自 2007 年开始, James 更专注于研究如何更好地管理水资源、能源和粮食供应等相关问题, 以应对气候变化和保护生物多样性。James 为非洲的灌溉、湄公河地区的水力发电和粮食生产以及默里 - 达令盆地 (Murray-Darling Basin) 内的可持续水资源管理研究项目提供指导。他是温特沃斯忧思科学家小组的成员, 也是澳大利亚跨国公司和 WWF 的科学顾问。



J. Wilson White, 博士, 俄勒冈州立大学俄勒冈州海岸海洋实验站近岸渔业海洋学助理教授。在研究中, Wilson 将统计模型和动态模型与经验数据集联系起来, 以识别噪声数据中的细微模式。他的研究主题涉及海洋幼体的远洋扩散、海洋保护区的规划和适应性管理、行为生态学和种群动态。他的专家证词已被用于美国最高法院所处理的诉讼案件中。他已为美国多个州和加拿大的渔业管理和保护区规划流程提供了相关建议。Wilson 合著了 80 多篇经同行评审的期刊论文及书籍——《种群动态保护》等, 他还是《实验海洋生物学与生态学》杂志的主编。他取得了加州大学圣巴巴拉分校的生态、进化和海洋生物学博士学位。



David Theobald, 博士, 保护规划技术部门探索计划的负责人。他是一位景观生态学家和地理学家, 有近 30 年的工作经验, 负责评估全球乃至地方级社会生态系统中出现的土地利用模式和趋势。David 利用其经验和专业知识来帮助进行连通性和渗透性建模、制定保护规划, 并就基于自然资源的可持续性和景观脆弱性评估提出政策变更。他利用可视化的景观动态来引起决策者、土地管理人和公众对土地和水域保护的重视。通过开展协作、创建工具并将网络科学应用于地理环境, David 构想了一个具有渗透性和可再生的景观世界。



Jessica Levine, 硕士, 自然保护协会加拿大分支机构——自然联合 (Nature United) 土地与水保护战略的负责人, 也是“保持连通倡议”的协调人, 该倡议关注两国间公私合作伙伴关系, 致力于维护美国阿巴拉契亚北部—阿卡迪亚地区和加拿大的景观连通性。她是景观保护网络执行委员会的委员, 也是实现加拿大连通性目标 1 工作组的成员。在加入自然联合之前, Jessica 负责管理北美的地方和国际环境合作伙伴关系, 协调魁北克大学的生物多样性研究, 监督加利福尼亚的青年环境教育项目, 以及指导拉丁美洲的志愿者项目。Jessica 拥有斯坦福大学的人类生物学学士学位以及加州大学伯克利分校的能源和资源硕士学位以及城市和区域规划硕士学位 (MCP)。



Melly Reuling, 理科硕士, 30 多年来, 一直致力于连接多个大陆上的主要保护景观。她是一位野生动物生态学家, 最初在东非从事大象保护工作, 并研究如何建立廊道, 以连接坦桑尼亚北部的标志性保护区。在坦桑尼亚工作了 25 年后, 她移居美国蒙大拿州的博兹曼市, 现在是大型景观保护中心的项目副总裁。在对保护的各个方面 (包括政府、非政府、荒野教育和旅游等) 进行长期研究后, Melly 坚信, 进行景观连接的关键在于是否成功地将不同类型的居民和社区连接起来。



James Watson, 博士, 昆士兰大学 (University of Queensland) 保护科学教授, 兼生物多样性与保护科学中心主任。他是绿色火焰科学 (Green Fire Science) 研究小组的组长, 负责进行与保护实践直接相关的应用研究, 并且是野生动物保护协会科学与研究项目的主任。他已发表了 200 多篇经同行评审的关于保护问题的论文, 内容包括对气候变化对物种影响的评估, 以及建立保护区的有效性与全球生物多样性保护成果之间的联系等。他热衷于观察鸟类, 并与许多学生一起致力于保护澳大利亚一些稀有鸟类。



Rob Ament, 理科硕士, 大型景观保护中心的资深保护主义者和蒙大拿州立大学西部交通学院道路生态项目的经理。Rob 还是 CCSG 运输工作组 (TWG) 的联席主席。Rob 在植物生态学、自然资源管理、环境政策和组织发展方面拥有 30 多年的工作经验。他的第一个项目开始于 1993 年, 旨在识别和保护美国北部落基山脉区域的野生动物廊道。他是黄石一育空保护行动的创始董事和前荒野网络的董事, 并在过去 30 年中带头制定新的法律、战略和政策, 来避免和减轻在北美乃至全球范围内, 线性运输路线对生物多样性的影响。



Gary M. Tabor, 环境研究硕士和兽医学博士, IUCN WCPA 连通性保护专家组的主席。Gary 是一名生态学家和野生动物兽医, 也是大型景观保护中心的主席。该中心支持连通性保护科学、政策和实践的发展。Gary 已经代表大型景观保护中心在国际上工作了 35 年, 曾作为美国慈善界道奇 (Dodge) 和肯德尔 (Kendall) 基金会的领导人, 并曾是威尔伯福斯基金会 (Wilburforce Foundation) 黄石一育空项目的总监。Gary 在保护方面取得的成就包括在乌干达建立了基巴莱 (Kibale) 国家公园; 设计了世界银行 Mgahinga/Bwindi 山地大猩猩保护基金; 共同创立了黄石一育空保护行动; 开拓了保护医学 / 生态健康领域; 并共同创立了巴塔哥尼亚公司的 “自由漫游野生动物廊道” 运动。Gary 是 “澳大利亚富布莱特气候变化化学者奖” 的获得者。



世界自然保护联盟

全球总部

瑞士格兰德莫夫尼街 28 号，邮编 1196

电话：+41 229990000

传真：+41 22 999 0002

www.iucn.org



中国环境出版集团



中国环境出版集团
天猫旗舰店

ISBN 978-7-5111-5349-4



9 787511 153494 >

定价：70.00 元