

通往第一代公海保护区之路

基于科学的方法重点介绍有助于保护国家管辖以外海域生物多样性的 10 个地点

目录

- 3 概述
- 4 公海的重要性
- 5 海洋保护区有助于保护公海生物多样性
- 7 识别第一代公海海洋保护区
- 10 结果: 重要的公海保护区
 - 萨拉斯·戈麦斯和纳斯卡山脊 12
 - 哥斯达黎加圆突区 14
 - 豪勋爵海隆和南塔斯曼海 16
 - 天皇海山群 18
 - 马斯克林深海高原 20
 - 阿拉伯海 22
 - 几内亚湾 24
 - 鲸湾海脊 26
 - 马尾藻海和科纳海隆海底山 28
- 30 新条约可以促进公海海洋保护区的建立
- 31 结论
- 32 附录: 方法详细说明
- 34 尾注

地图和图形表

- 5 地图 1: 穿过国家管辖范围以外关键海洋区域的全球航运路线
- 8 图 1: 多种因素决定潜在的公海保护区
- 9 地图 2: 海洋保护特征的可视化
- 10 地图 3: 达到 30% 保护目标的公海区域
- 11 地图 4: 公海的特殊区域遍及世界各大洋和地区

皮尤慈善信托基金会

Susan K. Urahn, 执行副总裁兼首席项目官

Thomas Dillon, 副总裁兼环境主管

Elizabeth Wilson, 环境政策高级总监

项目团队

Liz Karan, 项目总监

Nichola Clark, 主要研究员

关于此报告

本报告基于加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校 (UCSB) 的科学家主导的数据驱动型分析, 重点介绍公海的优先保护区域。这份报告由皮尤慈善信托基金会公海海洋生物保护倡议的主要研究员 Nichola Clark 和蓝色自然联盟的高级研究员 Grace Reville 共同研究和撰写。

致谢

由 UCSB 和皮尤慈善信托基金会共同主导的两次研讨会为作为本报告基础的数据驱动型分析提供了信息。我们感谢以下研讨会参与者分享他们的专业知识和意见: Ben Best、Darcy Bradley、Reniel Cabral、Daniel Dunn、Elizabeth Forbes、Caroline Jablonicky、Francis Joyce、Vicky Lam、Sara Maxwell、Juan Mayorga、Doug McCauley、Holly Moeller、Lance Morgan、Guillermo Ortuño Crespo、Jim Palardy、Malin Pinsky、Morgan Visalli 和 Tim White。本报告不一定反映任何这些个人或机构的意见。我们也感谢两位独立的同行审稿人: 海洋保护研究所的保护科学家 Beth Pike, 以及另外一位要求匿名的审稿人。本报告不一定反映这些个人或机构的意见。

本报告还得益于以下外部专家的意见和指导: 加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校的 Doug McCauley、Morgan Visalli 和 Ben Best; Oceans North 的 Susanna Fuller; Globelaw 的 Duncan Currie; 以及海洋生物学家 Mamadou Diallo。尽管他们都在起草阶段提供了意见, 但他们及其组织并不一定认可报告的结论。项目团队还要感谢以下皮尤在职和离职同仁所做的贡献: Ned Drummond 设计地图、图形和插图; Casey Ehrlich、Justine Calcagno、Margaret Murphy、Mike Wissner 和 Jim Palardy 提供研究指导; Liz Karan、Michelle Grady、Aaron Kornbluth、Grant Galland 和 Angelo Villagomez 提供报告撰写意见; 以及 Michael Remez、Bernard Ohanian、Tricia Olszewski、Jennifer Peltak、Robert Lalle 和 Marti Ostrander 提供编辑和公关支持。

封面照片: Universal History Archive/Universal Images Group/Getty Images
一种白色分支珊瑚和紫色的珊瑚虫以及海蛇尾。

联系人: Marti Ostrander, 公关经理 电子邮箱: mostrander@pewtrusts.org
项目网站: pewtrusts.org/en/projects/protecting-ocean-life-on-the-high-seas

在知识力量的推动下, 皮尤慈善信托基金会致力于解决当今最具挑战性的问题。皮尤基金会运用严谨和分析式的方法改进公共政策、增进公众对相关议题的了解, 并活跃公民生活。

概述

地平线之外，距离海岸超过 200 海里的海域称为公海。这些水域不受任何国家管辖，约占海洋的三分之二，覆盖了地球表面的近一半。这些水域还有很多地方有待探索，但是科学家们知道，它们充满生命，是海洋生物多样性最大的储存库之一。公海支持着丰富的渔业；为鲸鱼、鲨鱼、海龟和海鸟提供栖息地和迁徙路线；并且孕育着非凡的生态系统，如深海珊瑚和其他庞大的海洋生物。

公海也是一个日益繁忙的空间；近几十年来，科技快速发展，对商品和贸易的需求不断增长，意味着包括这些远离海岸的海域在内的几乎所有水域都受到了人类工业活动的影响。目前，不同的区域和行业组织缝缝补补地管理这最后的全球共同空间，各组织之间几乎没有协调，这导致了海洋环境及其资源的退化。这些水域属于所有人，但各国政府目前没有保护公海海洋生物的综合法律机制。

现在有了改变这种情况的机会。联合国成员国正在进行谈判，希望最终达成一项新的公海条约，其重点是国家管辖范围以外的海洋生物多样性的保护和可持续利用。该条约可以使各个国家在公海上建立综合跨部门海洋保护区 (MPA)。如果管理得当，这些保护区可以成为增强海洋对气候变化的适应能力、避免渔业崩溃和保护生物多样性的有效工具。目前，只有不到 1% 的公海水域受到了严格保护，但科学证据表明，要保护至少 30% 的海洋才更有可能实现长期的海洋健康目标。¹ 公海海洋保护区在实现这一目标方面可以发挥关键作用。

尽管还有很多东西有待发现，但科学家们已有足够的数据和研究，可以开始绘制和模拟公海生物多样性的热点。² 本报告识别出了一些可能会因新公海条约所设立的保护而受益的特殊地区。这些发现建立在一个由皮尤慈善信托基金资助、加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校 (UCSB) 的科学家与来自 13 所大学和组织的小伙伴共同主导的项目基础之上。采用考虑多种因素的算法，研究人员开发了一种数据驱动型分析方法，可识别具有突出保护价值的公海区域。

重点介绍的 10 个地点代表了具有一系列重要特征（如物种丰富度、生产力和生境多样性）的地区。它们遍布于全球的海洋中。

本报告还包括了一些建议，旨在向正在进行的谈判提供佐证，希望达成一份具有法律约束力的新国际协议。该协议应确保建立有效的公海保护，包括设定有意义的保护目标，并要求对这些不在任何单一国家管辖范围内的关键水域制定可执行的管理计划。

公海的重要性

公海对地球上的生命至关重要。这些水域平均深度超过 4 公里 (2.5 英里)，最大深度超过 10 公里 (6.2 英里)，维持着大量的海洋动物和植物群，是鲸鱼、鲨鱼、海鸟、金枪鱼和海龟等迁徙物种的必经之路。尽管这些地区地处偏远，而且难以勘探，但科学家们估计，它们代表了地球上约 95% 的已使用的 (海洋) 栖息地，而且他们相信，在国家管辖范围之外，可能还有数百万种未被发现的物种。³

这些水域中还有种类惊人的浮游植物，这些浮游植物提供了世界上近一半的氧气。⁴ 通过光合作用，这些生物将其他海洋生物和大气中的二氧化碳转化为我们呼吸的空气。此外，通过吸收和储存大气中多余的二氧化碳，公海还有助于调节全球气温，并减缓气候变化对陆地的影响。2014 年，全球海洋委员会估计，每年从大气中去除碳的经济价值在 740 亿美元到 2220 亿美元之间。⁵ 但与此同时，大气中二氧化碳含量的增加导致了海洋温度和酸度的升高。这些变化威胁着海洋物种赖以生存的生态系统和栖息地，并加剧了珊瑚白化和海水含氧量 (这一过程被称为脱氧) 等问题。

相比之下，公海渔业的总捕捞价值估计为每年 70 亿美元至 160 亿美元。⁶ 工业化捕捞船队的作业面积超过了公海的一半，⁷ 超过三分之一的鱼类资源被过度捕捞。⁸ 联合国粮食及农业组织 (FAO) 发布的《2018 年世界渔业和水产养殖状况报告》强调了公海鱼类资源的日益减少，并认识到有必要采取更有效的管理措施。⁹ 该报告称，在生物上不可持续的水平捕捞的鱼类种群百分比从 1974 年的 10% 升至 2015 年的 33.1%。¹⁰

学术研究表明，过度捕捞鱼类资源的百分比可能要高得多。¹¹ 在过去 50 年里，金枪鱼和其他高度洄游的类金枪鱼物种 (如马林鱼和鲑鱼) 的存量平均下降了 60%；其中许多现在被认为是完全或过度捕捞。¹²

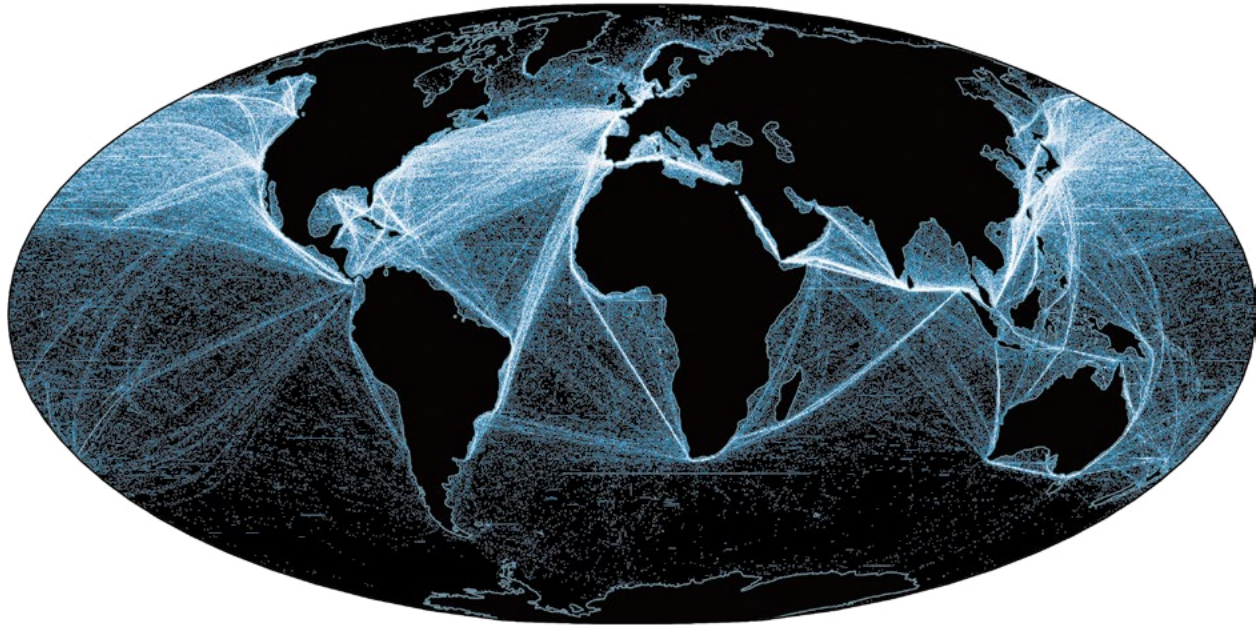
深海捕鱼也是一个问题。那里的物种生活在极端条件下，获得光线和食物的途径有限。深海鲨鱼等许多物种性成熟缓慢，只能零星繁殖后代，这使得它们特别容易受到过度捕捞的伤害。¹³

但是，过度捕捞并不是唯一的威胁。约 90% 的世界贸易通过公海航运完成 (见地图 1)。¹⁴ 船舶交通的增加意味着几乎不存在完全没有人类工业活动的荒野水域。相反，海洋哺乳动物和其他物种越来越多地面临来自船舶撞击、噪音以及压载水排放和燃料泄漏等污染的威胁，因为所有这些都会污染公海生态系统。

海洋的健康状况正在下降，这主要是由于工业活动的增加。即使远离海岸，公海也无法幸免于气候变化、塑料污染、过度捕捞、航运和其他威胁的影响。生境破坏的累积影响；污染；石油、天然气、矿产勘探产生的噪声；运输，以及其他人类活动现在影响着 66% 的海洋。¹⁵ 随着技术的发展，深海采矿和地球工程等新兴活动给公海海洋生物和生态系统带来了新的风险。¹⁶

地图 1

穿过国家管辖范围以外关键海洋区域的全球航运路线 相互联系的经济意味着公海将越来越繁忙



注:这些线条代表全球航运路线。航运最繁忙的路线在地图上以最明亮的方式显示。

来源: B. Halpern 等人, 累积的人类影响: 原始压力源数据 (2008 年和 2013 年), 生物复杂性知识网络, <https://doi.org/10.5063/F1S180FS>

© 2020 皮尤慈善信托基金会

海洋保护区有助于保护公海生物多样性

虽然有 20 多个公海管理组织,但这些机构的职能大不相同,例如渔业管理、航运管制和海底采矿管理,但没有一个机构具有全面跨部门职能和监管权力,并专注于国家管辖范围以外地区的保护。因此,尽管有广泛接受的数据表明了公海的经济和环境价值,但几乎没有措施可确保那里的生物多样性得到保护。目前,有效管理和严格保护的海洋保护区仅保护着这些水域的约 1%。¹⁷

对这些保护区的管理可以采取多种形式,从禁止一切捕捞活动的禁捕区到允许某些对生态影响较小的活动的多重利用区。科学家们发现,海洋保护区(尤其是禁捕区)是有效的保护工具。

对国内水域类似工作的研究表明,海洋保护区在大规模、严格保护、隔离、良好执行和长期存在的情况下可以创造最大的保护效益。当五个特点均已具备时,保护效益会呈指数级增长。¹⁸ 2018 年的一项分析发现,

这些海洋保护区内鱼类的平均生物量比相邻的非保护区高出 670%，比仅受到部分保护的海洋保护区也要高出 343%。¹⁹ 精心设计的海洋保护区会让保护区边界以外的鱼类数量增加，这可能是由于保护区内成鱼的洄游“溢出”，也可能是由于保护区内孵化出的幼鱼的扩散。²⁰

有效的实施和管理对保护海洋生物至关重要。²¹ 同时保护海洋水体和海底的海洋保护区能够最有效地保护海洋环境。²² 这是因为生活在海洋水体中的物种与生活在海底的物种是相互联系的，它们在各自的生态系统中都扮演着重要的角色。

生活在中等深度的海洋中层鱼类在海洋水体中发挥着这种垂直联系作用。每天，它们会从阳光所能触及的海洋最深处游到海面。这样，它们为金枪鱼和其他重要的经济物种提供了重要的食物来源。它们还将有机碳带到海洋深处，从而在缓解气候变化方面发挥着重要作用，但这种作用目前无法完全量化。²³ 大多数海底生物都依赖于从海洋水体中沉到海底的食物。反过来，海洋底部的海底山可以形成上升流，将海洋更深处营养丰富的海水向上推动，这有助于提升海洋表层的生产力。

严格保护的海洋保护区还有助于包括公海内外的海洋生态系统更好地适应和更加灵活地应对气候变化的影响。²⁴ 例如，通过保护产卵量高的成年大型鱼类，海洋保护区可以帮助这些种群在气候导致的大量缺氧死亡之后恢复元气。²⁵

在公海，海洋保护区网络可以建立起跨栖息地的有意义联系，这将有利于高度洄游物种，如鲸鱼和海龟。紧密联系的海洋保护区网络可以保护其迁徙途中的重要地点，比如觅食场或繁殖地。²⁶ 高度洄游物种在保护区停留的时间越长，效益就越明显。因此，妥善设计、紧密联系的海洋保护区网络对于保护这些物种尤为重要。²⁷

国家管辖范围之外的这些海洋保护区网络也可以使沿海地区以及依赖于海岸的物种受益。以棱皮龟为例，它们一年中的大部分时间都在公海上度过，但会前往沿海地区产卵。尽管为保护这种濒危物种付出了诸多努力，但太平洋棱皮龟的数量在 20 至 30 年间下降了 95% 以上，科学家将这种下降主要归因于远洋延绳钓渔业中误捕导致的死亡。²⁸ 虽然保护海滩上的筑巢区对棱皮龟的种群恢复至关重要，但保护这些生物免受公海栖息地有害捕捞活动的影响也同样重要。²⁹

公海的健康会影响国家管辖海域的健康，特别是在渔业方面。在公海上对主要物种过度捕捞可能会对沿海国家造成毁灭性的后果，特别是那些被联合国确认需要依靠健康沿海资源来维持生计的最不发达国家。³⁰

识别第一代公海海洋保护区

公海条约为保护生物多样性的热点以及重要或独特的生态系统和生态系统进程提供了机会。皮尤慈善信托基金会聘请了一支由加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校 (UCSB) 的 Doug McCauley 领导的科学家团队，旨在确定具有特殊生物学和/或生态价值的地区。³¹

关键因子和方法学

研究人员使用了一种名为 *prioritizr* R 的系统保护优先排序软件，该软件可以识别出满足保护目标的潜在区域，同时将机会成本（定义为在保护区内放弃商业捕捞活动）降至最低。³² 该算法接着会尝试找出解决方案，其中包括满足保护目标的区域，同时避开相关“成本”高的区域。（有关方法学的更多详情，请参阅附录。）

本分析没有考虑被称为专属经济区 (EEZ) 的国家管辖范围内的 200 海里海洋范围，这与其他针对公海区域的研究是一致的。³³

本分析包括总共 54 个不同的保护特征数据层，分为六大类和一个成本层：

保护特征

物种丰富度。 在目前或假设的未来条件下特定水域中已知或假设存在的生物的评估，其中考虑气候变化的预期影响

物种灭绝风险。 评估这些物种灭绝的脆弱性，既考虑目前的状况，也考虑气候变化加剧的情况下可能发生的情况。

海底山。 大型水下山脉的分布。

热液喷口。 深海热液喷口的分布，热液喷口是一种非同寻常的海底结构，在这种结构中，来自地球深处的过热液体已经或正在被释放到海洋水体中。

海底生境多样性。 衡量各种海底底栖生物多样性的数据，科学家将海底称为海景，它们具有不同的特征，例如深度、坡度、沉积物厚度、溶解氧和温度。

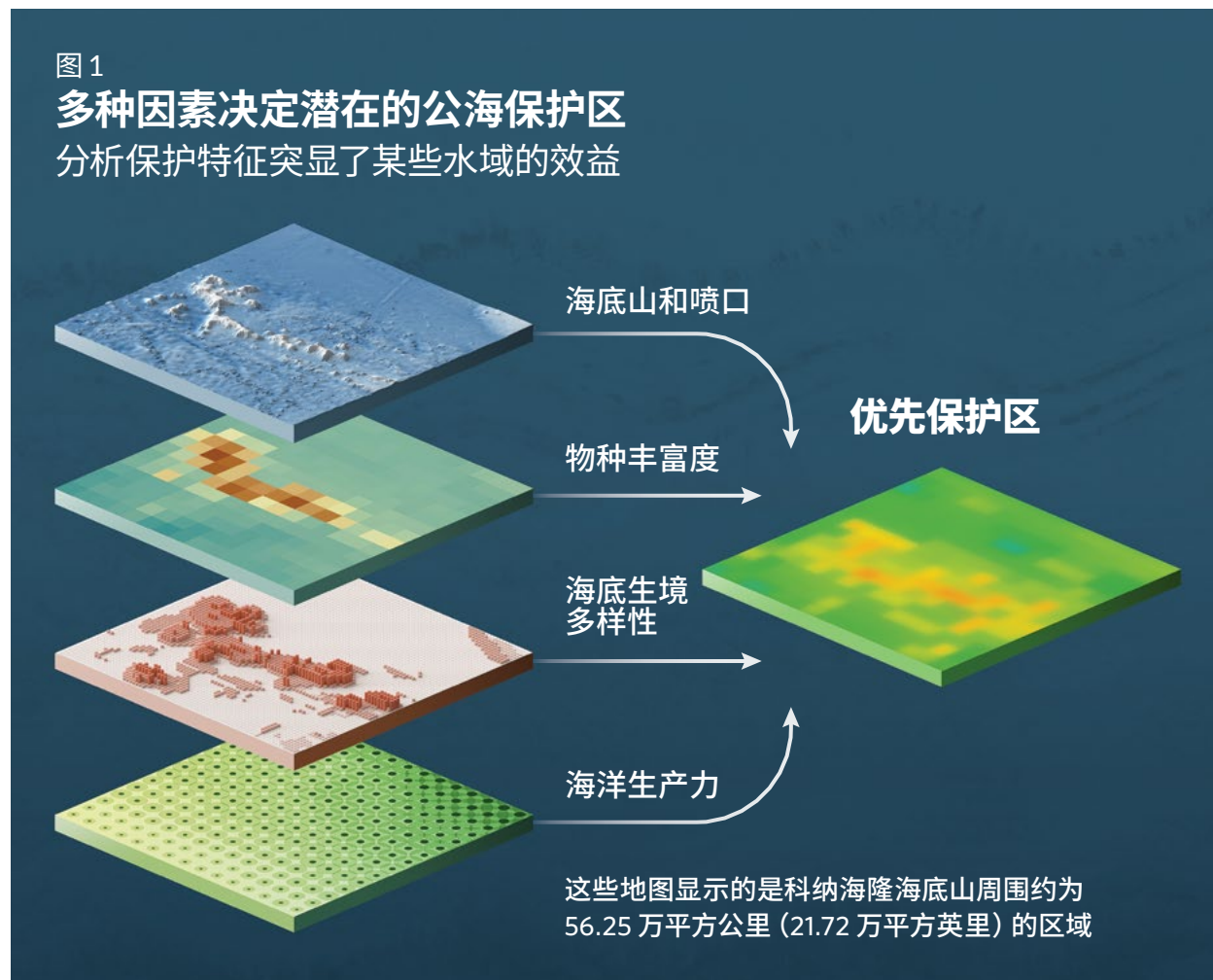
生产力。 此衡量指标分析叶绿素浓度，以模拟初级生产力，即植物和其他光合生物在生态系统中产生有机化合物的速率。

成本层

捕捞努力量。 此因素衡量特定区域的捕捞强度，这有助于确定保护成本对于渔业而言最低的水域。

虽然航运和海底采矿是目前和浮现中的对公海生物多样性的威胁，但在本分析中并未考虑它们。没有考虑国家管辖范围以外区域的海底采矿申请，是因为它们仍处于勘探阶段，并且还没有开始商业规模的采矿。相反，航运业的足迹遍布全球，影响着大多数公海（见图 1）。虽然本分析可以支持采取措施尽量减少航运对于重要公海区域不利影响的决定，但在考虑中并没有排除那些航运交通流量大的区域。

图 1
多种因素决定潜在的公海保护区
分析保护特征突显了某些水域的效益



注：此图是所使用数据方法的简化版本。共有 54 个不同的数据层，分为六大类保护特征：物种丰富度、物种灭绝风险、海底山、热液喷口、海底生境多样性和生产力。

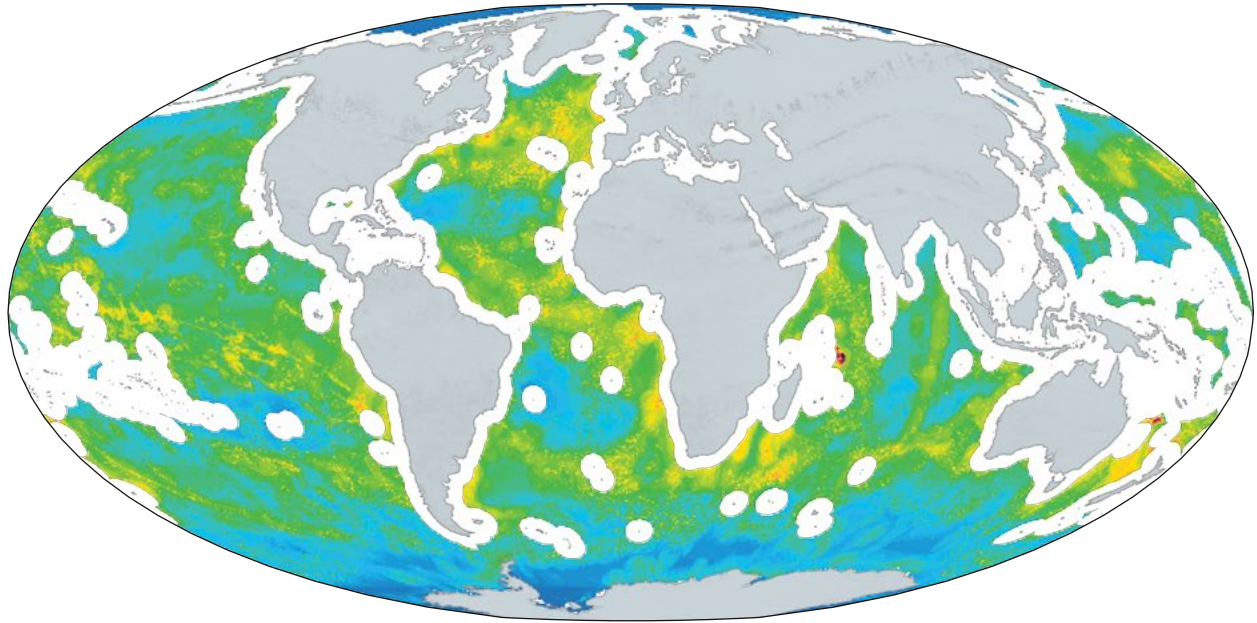
来源：UCSB 分析。分析经过技术验证，经确认可复制；P. Harris 和 T. Whiteway, “High Seas Marine Protected Areas: Benthic Environmental Conservation Priorities From a GIS Analysis of Global Ocean Biophysical Data” (公海海洋保护区：从全球海洋生物物理数据的 GIS 分析得出的底栖生物环境保护优先级), *Ocean and Coastal Management* (海洋与海岸管理) 51, No.1 (2009): 22-38, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.09.009>; GEBCO

© 2020 皮尤慈善信托基金会

地图 2

海洋保护特征的可视化

某些区域的集中度更高, 很适合保护



保护特征密度较低

保护特征密度较高

注: 保护特征密度较低的区域不应被视为不值得保护。科学建议, 应该考虑保护海洋区域, 即使只有一个保护特征也是如此。

来源: UCSB 分析。分析经过技术验证, 经确认可复制。Marineregions.org; Natural Earth

© 2020 皮尤慈善信托基金会

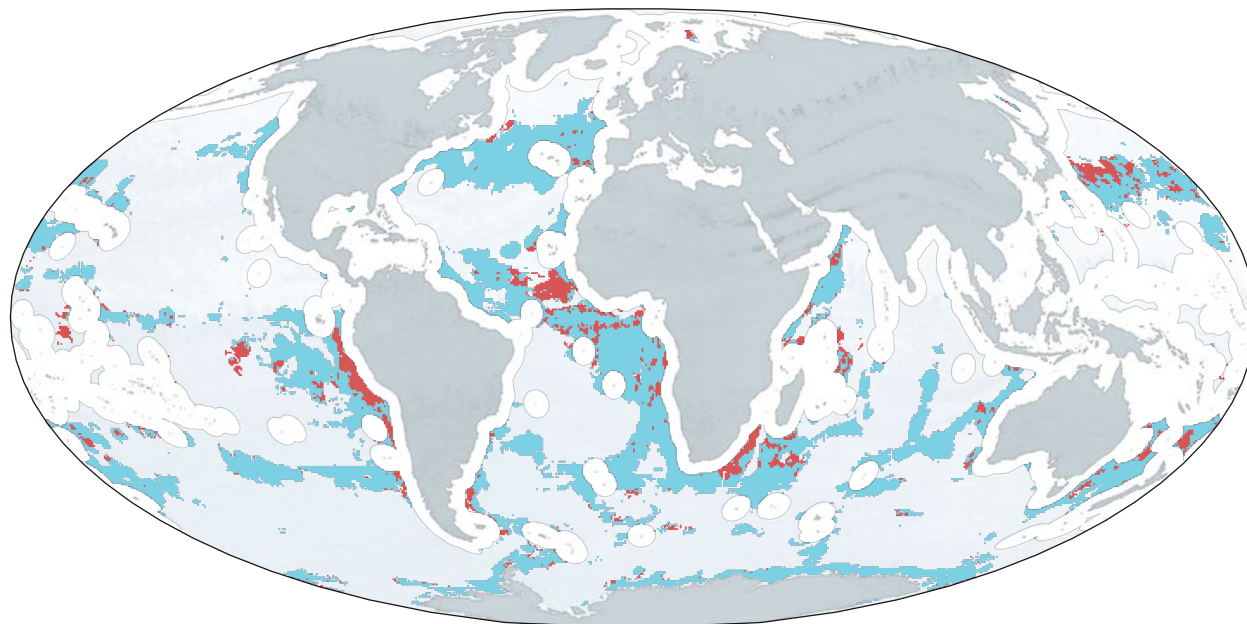
可确保实现保护目标的工具

研究人员依靠 *prioritizr* 工具来确保在实现保护目标的同时将保护解决方案的成本降至最低。对于上述 54 个数据层中的每一层, 该工具被设置为选择保护了每个单独层中至少 30% 保护特征的解决方案区域, 同时最大程度地减少与高度捕捞区域的重叠。地图 3 显示了该过程的结果。在地图 3 中, 有些区域达到了保护目标但被删除, 因为这些区域的捕捞活动高度集中而导致成本较高, 因此这些区域以红色显示。

地图 3

达到 30% 保护目标的公海区域

一些最具生物多样性的地方也往往具有重要的商业价值



■ 保护 30% 保护特征的
Prioritizr 解决方案

■ 本应包括在解决方案中但因密集
捕捞而被排除在外的区域

注: *Prioritizr* 工具选择的解决方案区域将保护 54 个保护特征中每一个的至少 30%，同时最大程度地减少与高度捕捞区域的重叠。

来源: UCSB 分析。分析经过技术验证, 经确认可复制。Marineregions.org; Natural Earth

© 2020 皮尤慈善信托基金会

结果: 重要的公海保护区

公海及其生物多样性对全球海洋的健康和生态系统功能至关重要, 因此应该得到保护和可持续利用。这项工作可以作为实现如下目标的起点: 通过联系紧密的海洋保护区网络保护至少 30% 的海洋。

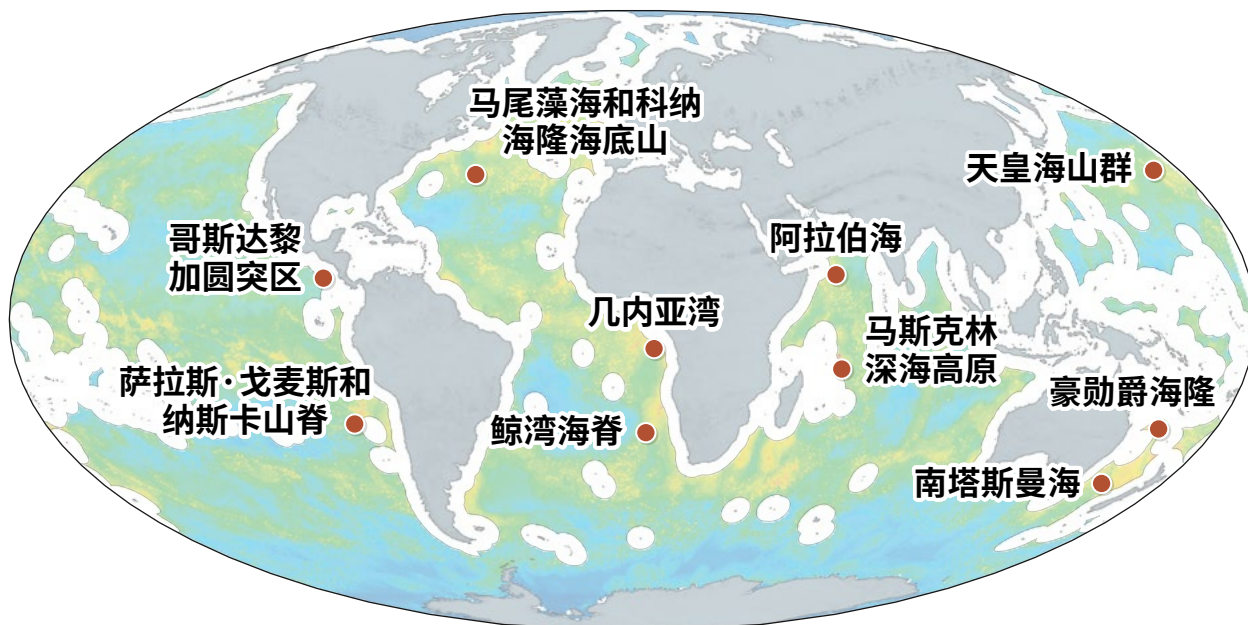
结果中包括了许多以其非凡的生物多样性或其他保护特征而闻名的区域。巴伦支海是一个特别多产并且与众不同的区域, 这是北冰洋一个相对较浅的水域, 墨西哥湾暖流向北携带的大西洋温水与北极冷水在此交汇。动物们随着冰层的融化向北迁徙, 每年夏天至少有 2000 万海鸟栖息在该区域。³⁴

同时, 在南极, 南极富含磷虾的水域也被纳入保护解决方案。管理这些水域的国际组织南极海洋生物资源养护委员会 (CCAMLR) 建立的保护措施已经使南极洲附近的部分南大洋受益。

本报告根据 UCSB 研究的结果, 探讨了其他 10 个代表值得保护的代表了公海非凡价值的地点 (见地图 4)。

地图 4

公海的特殊区域遍及世界各大洋和地区 保护特征密度高的区域值得保护



来源: UCSB 分析; Marineregions.org; Natural Earth

© 2020 皮尤慈善信托基金会

萨拉斯·戈麦斯和纳斯卡山脊

萨拉斯·戈麦斯和纳斯卡山脊是太平洋东南部连片的海底山脉，两个之间的主峰距离智利本土约 2000 公里。它们一起绵延了近 3000 公里 (1864 英里)，大致相当于从缅因州到佛罗里达州的距离，并在国家管辖范围以外的区域包含至少 110 座位于可捕捞深度的海底山，约占太平洋这一地区所有海底山的 40%。³⁵ 由于该区域的渔业和其他开采性活动迄今有限，这些深海山脉拥有世界上一些最高水平的特有海洋生物多样性，对尚未发现的物种的生存可能很重要。³⁶ 海底山为常驻物种和迁徙物种提供了避护所，包括濒临灭绝的蓝鲸和棱皮龟，它们每年都会回到这些水域繁殖和觅食。³⁷

南太平洋区域渔业管理组织 (SPRFMO) 监管着太平洋这一区域渔业资源的保护和可持续利用，该区域约占地球公海总面积的四分之一。此区域渔业管理组织管理的目标物种包括橙罗非鱼、金眼鲷和鲭鱼，使用的捕鱼方法包括围网、中层拖网、跳网、底拖网和底延绳钓。³⁸ 特别是拖网捕鱼在历史上对海底栖息地造成了毁灭性的影响。³⁹

由于认识到该区域的生物重要性，智利在其邻近的国家水域内划定了两个区域：东部是纳斯卡-德文图拉斯海洋公园，西部是复活节岛周围的拉帕努伊多用途海洋保护区。随着公海捕鱼技术的改进和沿海鱼类资源的进一步开发，该区域破坏性的海底捕鱼可能会增加。

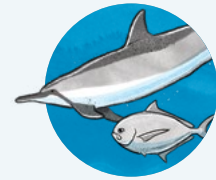


这些海域的海底山为常驻物种和迁徙物种 (包括棱皮龟) 提供了避护所。



Mauricio Handler/National Geographic

一条洄游的蓝鲸，它们返回这些水域繁殖，以磷虾为食。



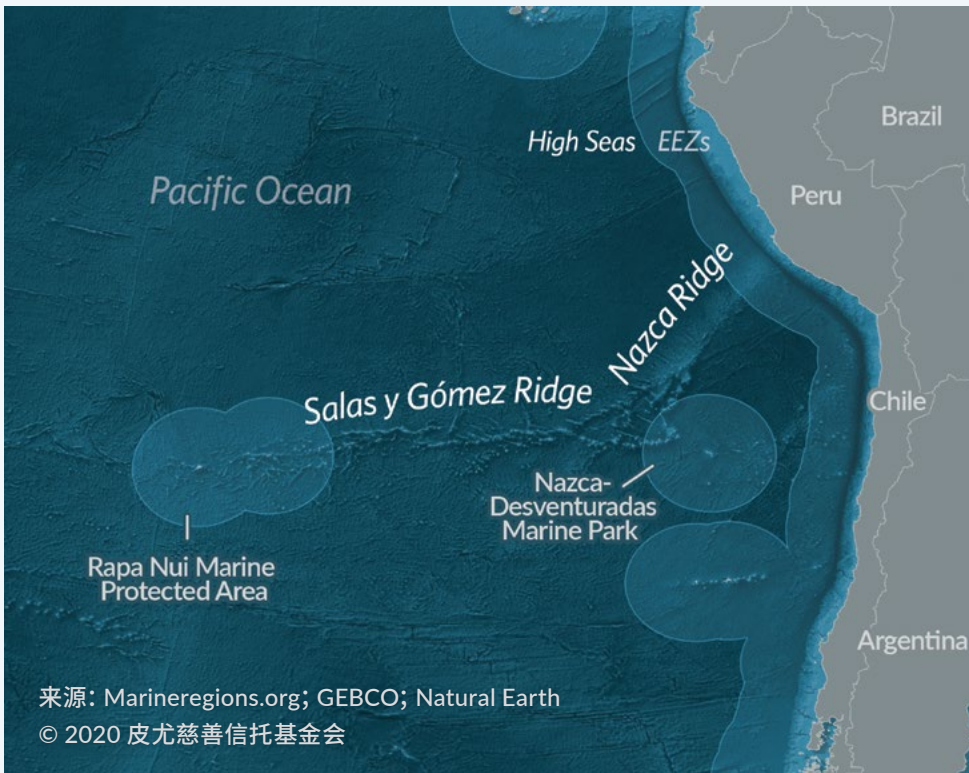
物种丰富度



濒危物种



海底山



来源: Marineregions.org; GEBCO; Natural Earth
© 2020 皮尤慈善信托基金会



哥斯达黎加圆突区营养丰富的水域吸引了多种多样的物种，包括黄鳍金枪鱼。

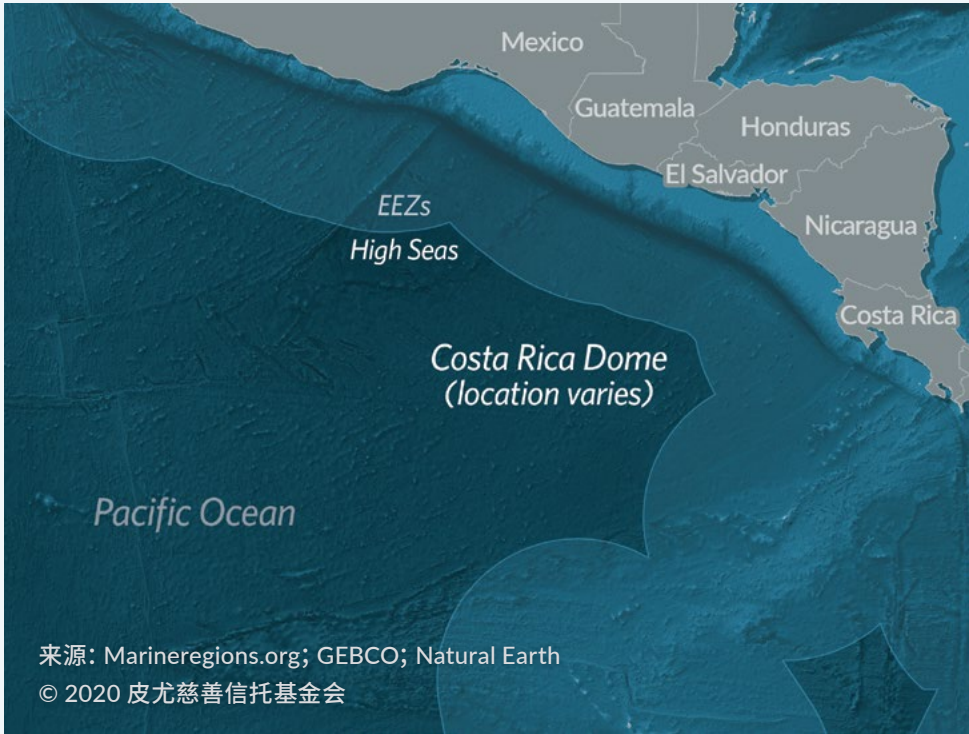
哥斯达黎加圆突区

哥斯达黎加圆突区是东热带太平洋的一个动态特征，因独特的表面风和周围洋流的相互作用而形成，这些洋流将深、冷、营养丰富的水推向温暖的表面。由于表面风和洋流的动态特性，这个处于中美洲国家管辖之外的圆突区虽然保持相对恒定的平均位置，但其所在位置随季节而变动。

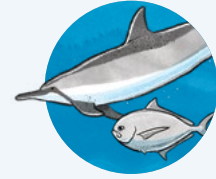
营养丰富的水域的上升流推动了生产力的爆炸式增长，因此吸引了以现成的丰富食物为食的高度多样性物种。洄游的海洋捕食者（如金枪鱼、海豚和鲸类动物）季节性聚集在这些水域觅食。该区域也是濒危蓝鲸和棱皮龟的重要栖息地。在未来气候状况下，哥斯达黎加圆突区可能会是一个更重要的栖息地，温暖海洋中越来越多的易危和濒危物种将聚居在这里。⁴⁰

在认识到其生态驱动力及其所支持的生物独特性后，保护哥斯达黎加圆突区的努力，包括其在国家管辖范围内和公海上的部分，正在形成。⁴¹但是，捕捞努力量仍然是一个令人担忧的问题，这是一个复杂的现实，因为圆突区会随着季节的变化而移动，而且在大约半年的时间里，圆突区部分位于中美洲国家的管辖海域范围内。由于商业和休闲捕鱼以及野生动植物旅游在该区域占有重要地位，因此在国际和国内水域之间移动的同时，圆突区内的生物将面临人类活动的许多威胁。

2009年，该地区的渔业收入约为7.5亿美元。⁴²值得注意的是，繁忙的海上航运带来了鲸鱼撞击、污染和其他问题的威胁。考虑到该区域对海洋生物多样性的重要性，保护这些水域将确保生活在那里的物种的长期生存，以及依赖它们的行业的可持续性。



海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



像白鳍鲨之类的海洋捕食者以哥斯达黎加圆突区中现成的丰富生物为食。



像白翅圆尾鹱（一种濒危海鸟）之类的海鸟在豪勋爵海隆和南塔斯曼海的水域中数量众多。

豪勋爵海隆和南塔斯曼海

位于澳大利亚和新西兰的专属经济区之间，豪勋爵海隆和南塔斯曼海是国家管辖范围外最具生物多样性和生产力的水域之一。它们共同构成海洋巨型动物（如座头鲸）迁徙走廊的跳板，为它们躲避捕食者提供避护所，并为它们提供丰富的繁殖地和觅食地。

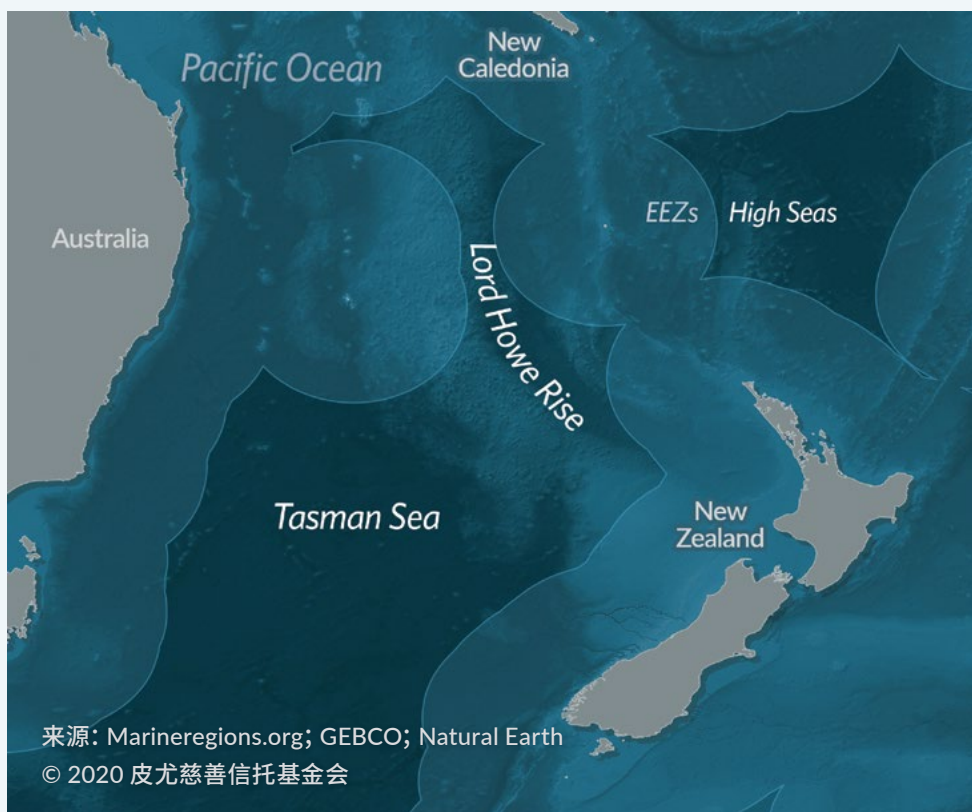
豪勋爵海隆是位于布里斯班东部的深海高原。该区域海底生境复杂，物种丰富。大量的濒危物种（如白翅圆尾鹱）利用这些水域作为觅食地。科学家们预计，在未来气候状况下，随着海水变暖，将会在该区域发现更多的濒危物种。⁴³

南塔斯曼海位于豪勋爵海隆的南面，其中包含了公海上一些最富饶的水域。那里有大量濒危物种，如黑珊瑚。⁴⁴ 由于拥有重要的海底栖息地（包括海底山），座头鲸和南方露脊鲸等物种将这些区域作为繁殖地和觅食地之间的中途休息站。

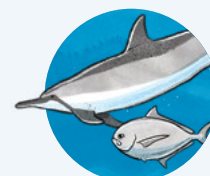
多个不同的国际组织和机构都认识到该地区的重要性⁴⁵，负责管理其资源的国际组织和机构已经识别出了具有独特重要性的区域。SPRFMO 管理着该区域活跃的海底渔业，并确定了多个脆弱海洋生态系统 (VME)，因为预测在其管辖范围内的可捕捞深度存在八叉珊瑚和硬珊瑚。但是到目前为止，尚未出台任何综合保护措施。尽管稀有脆弱的珊瑚生活在这些水域的可能性很高，但几乎没有一个区域禁止海底捕捞。

现有的保护措施仅限于“按规则活动”，要求如果渔业作业遇到深水珊瑚或其他迹象表明它们正在接近 VME，则渔业作业必须改变其活动，并向渔业管理者报告 VME 的位置。⁴⁶ 在其他管理措施出台之前，SPRFMO 将这些协议视为临时措施。⁴⁷

澳大利亚和新西兰认识到豪勋爵海隆和南塔斯曼海的重要性，均已对邻近的国内水域采取保护措施，包括澳大利亚的豪勋爵和吉福德保护区和新西兰水域的诺福克保护区。⁴⁸ 加强保护以确保该区域生态系统的连通性将保护这一独特的栖息地及其多样化的物种。



海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



海底山



底栖生物异质性

天皇海山群

天皇海山群位于夏威夷群岛西北部，呈拱形，一直延伸到俄罗斯。它位于太平洋西北部，是一个多产并具有高度生物多样性的海底山系列。⁴⁹ 由火山热点轨迹形成的系列海底山创造了一个海洋边界，带动了上层水柱漩涡，吸引着远洋物种将此作为产卵和成年栖息地。⁵⁰

最近的研究表明，这些海底山支持着高水平的物种丰度和濒危物种的生存，包括深海冷水珊瑚群落。这些珊瑚在水深 800 至 3500 米的深海栖息地最为多样，大约是美国大峡谷最大深度的两倍。⁵¹ 天皇海山群是夏威夷和阿留申群岛之间唯一有这种物种的海底山脉。由于生活在深海，这些冷水珊瑚生长缓慢，生态恢复能力低于沿海同类珊瑚。这使得它们特别容易受到底层捕捞等活动的影响。⁵²

天皇海山群生态系统的价值已经被各个国家和国际实体所认可。海山群最南端的一部分在美国国家水域范围内，作为 Papahānaumokuākea Marine National Monument (帕帕哈瑙莫夸基亚海洋国家纪念地) 保护，是世界上最大的海洋保护区之一，并被列入联合国教科文组织世界遗产名录。⁵³ 但是，在国家管辖范围以外的区域，北部天皇海山群一直面临着沿其海底山脉的巨大捕捞压力，并将继续面临来自海底渔业的压力。

这条海山链上的渔业保护措施仅限于北太平洋渔业委员会采取的临时措施，这些措施维持着现有的努力水平，但限制了海底渔业的地理范围。如果利益方能证明他们可以在不危害环境的情况下捕鱼，北太平洋渔业委员会就会将其作为以上管理措施的例外。⁵⁴ 保护天皇海山群的范围将为整个生态系统提供保护效益，而不仅仅是国家管辖范围内的那些区域。

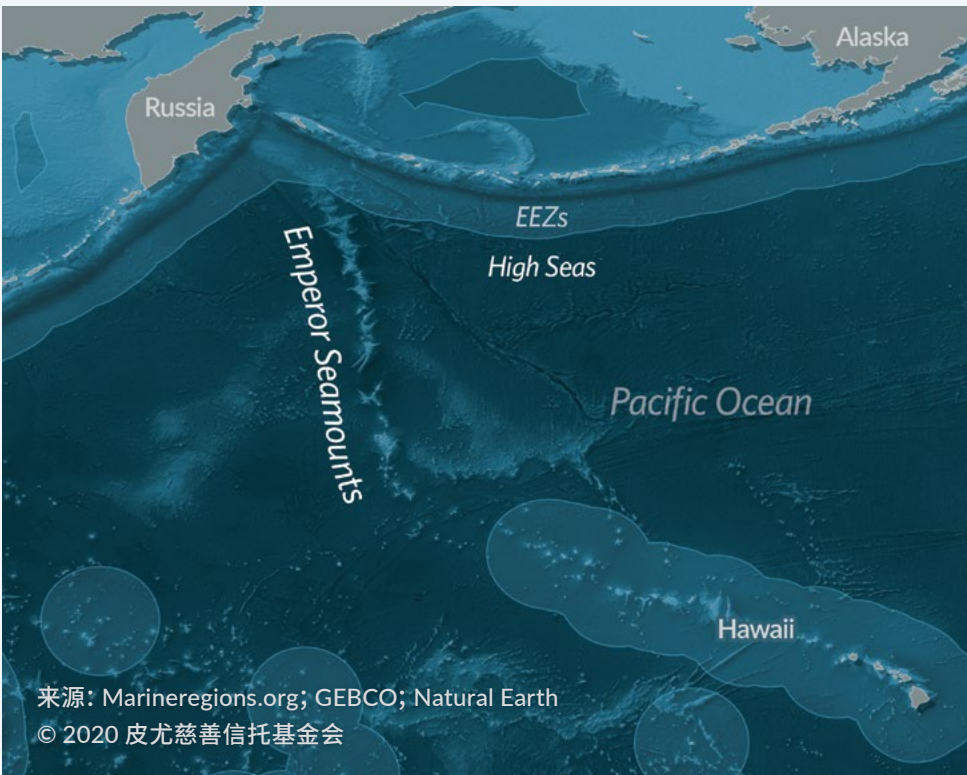


这种深海粉红色珊瑚上的共生海蛇尾生活在天皇海山群中，该海山群支持高物种丰富度水平，包括深海冷水珊瑚群落。



NOAA Office of Ocean Exploration and Research (NOAA 海洋勘探与研究办公室), 2016 Hohonu Moana/Flickr Creative Commons

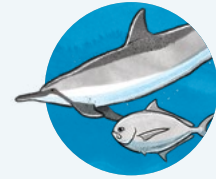
这种紫色的海百合生长在一根死去的珊瑚茎上。天皇海山群生态系统的价值已得到国际认可。



来源: Marineregions.org; GEBCO; Natural Earth
© 2020 皮尤慈善信托基金会



海洋生产力



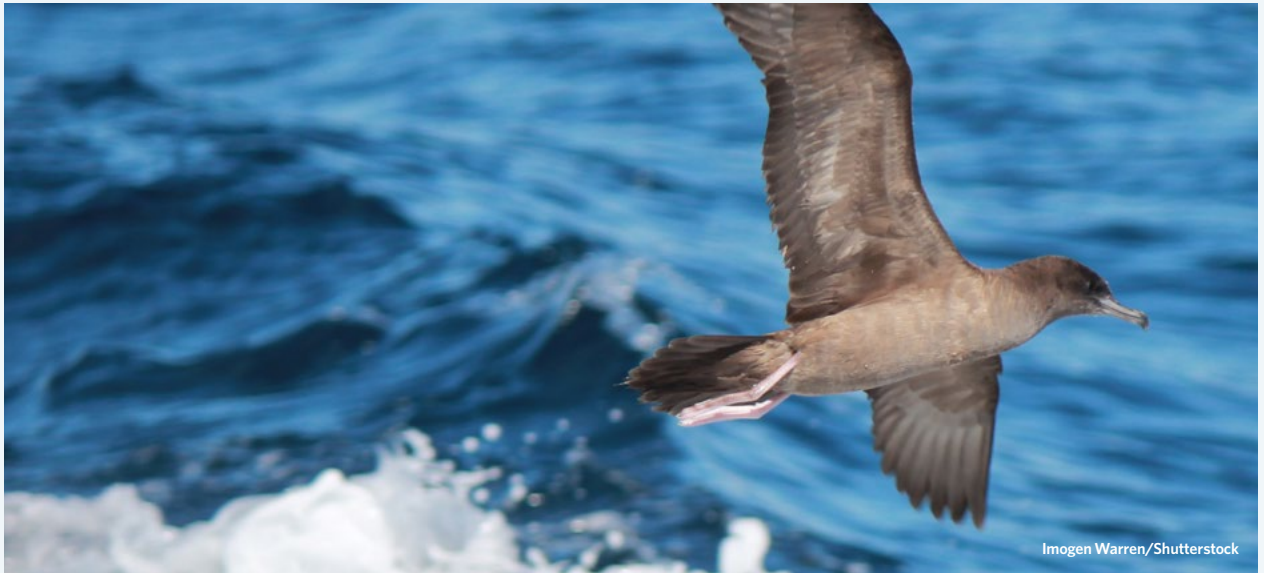
物种丰富度



濒危物种



海底山



海鸟（例如这种曳尾鸬）得益于马斯克林深海高原与南赤道洋流相互作用而增强的海洋生产力。

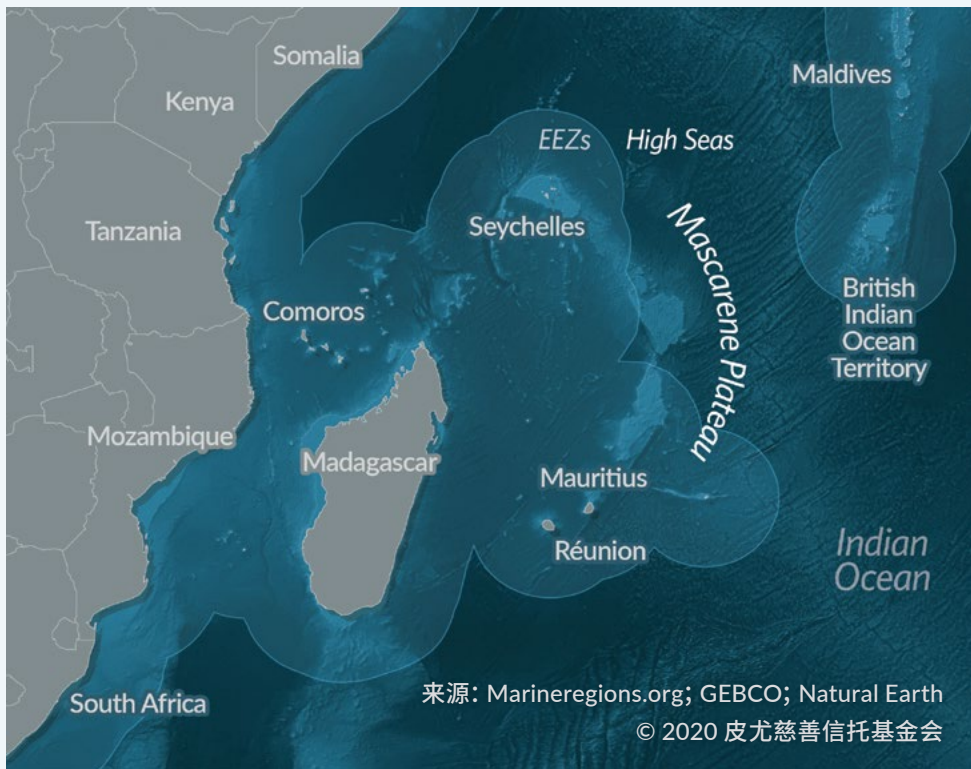
马斯克林深海高原

印度洋弧形区域的马斯克林深海高原有时被称为塞舌尔-毛里求斯高原，从塞舌尔北岸一直延伸到毛里求斯南部的圣布兰登岛。马斯克林深海高原水深不足 20 米，是公海上为数不多的浅水珊瑚礁生态系统之一，也是这类水域中仅有的海草区之一。⁵⁵ 印度洋撒雅德玛哈浅滩位于高原中部，支撑着世界上最大的连续海草床：其 80-90% 的浅水表面被海草覆盖。⁵⁶

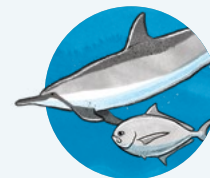
高原与南赤道洋流的相互作用增强了海洋生产力。因此这又维持着像曳尾鸬之类的海鸟和像小蓝鲸之类的海洋哺乳动物，它们把这片区域用作繁殖地和觅食地。⁵⁷ 马斯克林深海高原上仍有许多有待探索的地方，但由于该区域独特的海洋特征和栖息地，这里未被探索过的区域可能具有高度的物种特有性。⁵⁸

许多国际机构已经认识到马斯克林深海高原及其周围区域的重要性。因此，对高原的保护可以通过扩大该地区的保护工作来帮助保护这些独特而重要的生态系统。⁵⁹

尽管马斯克林深海高原具有重要的生态价值，但多个利益方正努力为商业目的而开发该区域的资源。2018 年，马斯克林高原地区的毛里求斯-塞舌尔扩展大陆架联合委员会开放了油气勘探联合管理区 (JMA)。⁶⁰ 工业化捕捞也对海底捕捞区域海底山感兴趣。⁶¹ 为了确保这种重要生境的长期生存能力，马斯克林深海高原需要受益于有针对性的国际保护和养护的承诺。



海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



底栖生物多样性



马斯克林深海高原是公海上仅有的海草栖息地之一，像这种海龟就把这里当成家。

阿拉伯海

阿拉伯海是北印度洋的一部分，位于阿拉伯半岛的东南部。该地区的一些特征（包括地理上受约束的海洋、高度咸水和温暖的表层水）共同推动了海洋水体中氧气的分层。在印度、巴基斯坦、阿曼和也门专属经济区以外的水域，有一个被称为“极端缺氧区”（OMZ）的地方，这是一个独特而罕见的特征，深度在 200 到 1000 米之间，深度大约是迪拜 Burj Khalifa（哈利法塔）的建筑高度。极端缺氧区是指在海洋水体中有一个高度密集的空间，其中存在着高水平的氧气消耗，这导致生态系统的其余部分几乎没有可自由获取的氧气。

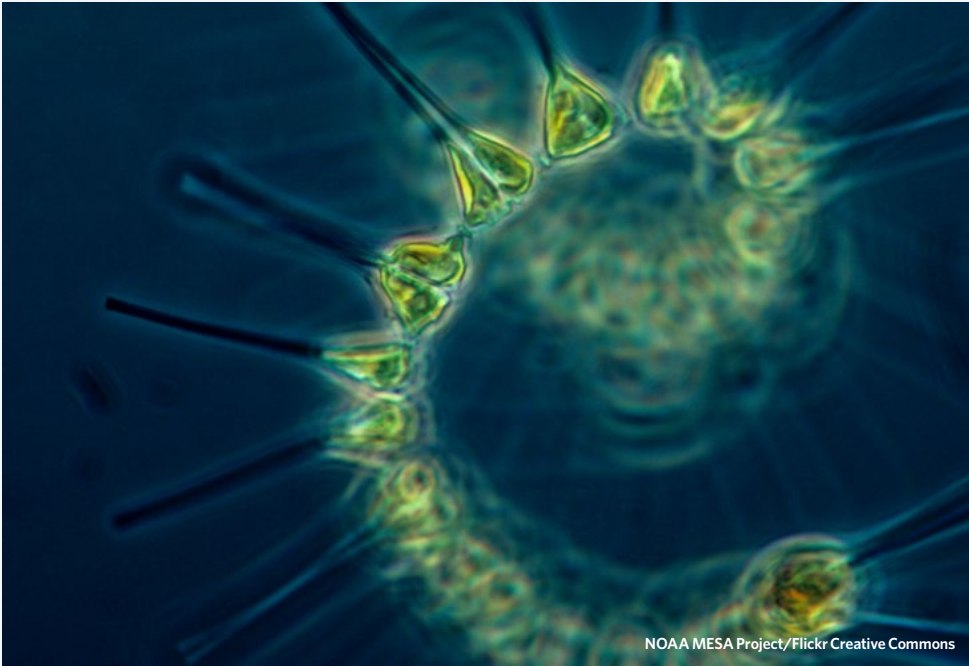
这里居住着独特的动物群，如灯笼鱼、会飞的乌贼和中层水螃蟹。这些阿拉伯海水域中拥有惊人数量的海洋中层动物，它们每天都在海洋水体中上下游动，寻找食物和保护。该区域也是独特的深海生物的家園，这些生物已经适应了低氧环境，同时也有大型捕食者，如乌贼、带鱼、金枪鱼和旗鱼，它们以海洋中层动物为主要食物来源。⁶² 科学家们还发现，阿拉伯海是鲸目动物和鲨鱼种群的重要栖息地。⁶³ 除了其高水平的生产力，阿拉伯海还有显著的深海特征，包括热液喷口和几座海底山。⁶⁴

这一区域的独特性已通过国际命名和最近的区域保护工作得到承认。⁶⁵ 巴基斯坦于 2017 年在阿拉伯海的阿斯托拉岛设立了首个海洋保护区，重点保护阿拉伯海座头鲸。印度、也门、阿曼和索马里也都在其水域建立了国内保护区，这明确显示了连接该地区关键栖息地的机会。⁶⁶ 虽然该地区有一些渔业，但阿拉伯海的海洋生物多样性主要受到船只污染和泄漏的威胁，海洋哺乳动物在航运高度密集地区还会受到撞击的威胁。⁶⁷



Visuals Unlimited Inc./David Wrobel/Getty Images

阿拉伯海的深水区是灯笼鱼的乐园，灯笼鱼是一种具有发光器官的发光鱼。

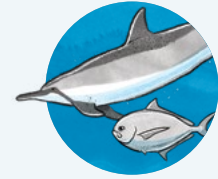


NOAA MESA Project/Flickr Creative Commons

浮游植物是海洋食物链的基础，大量存在于高产区域，如阿拉伯海。



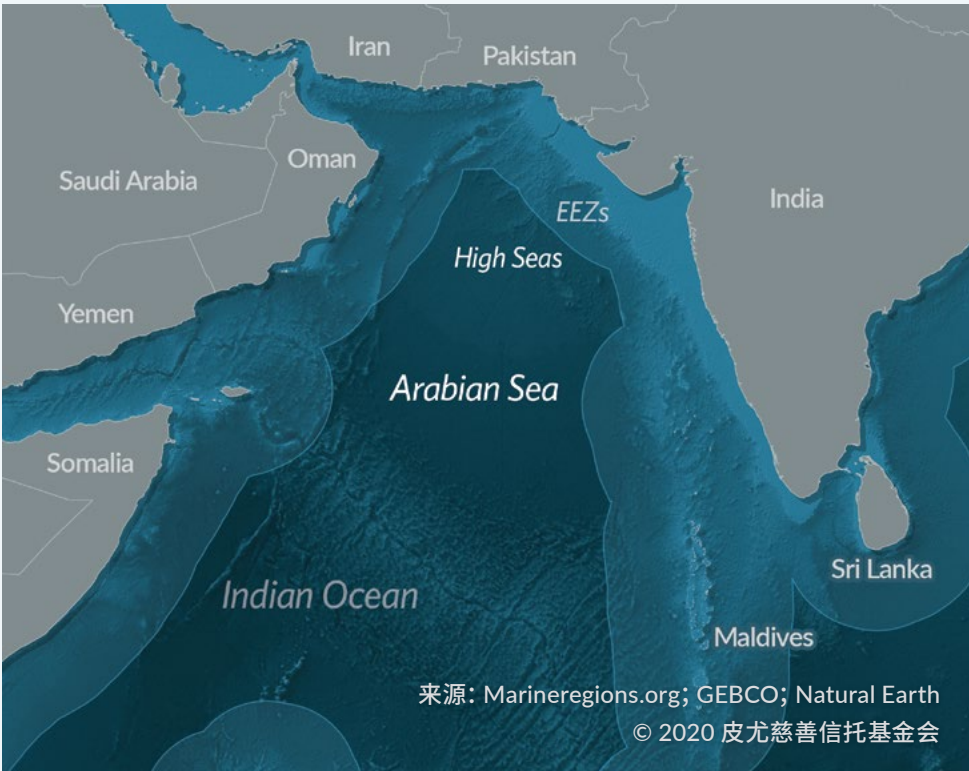
海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



来源: Marineregions.org; GEBCO; Natural Earth

© 2020 皮尤慈善信托基金会



海底山



热液喷口



底栖生物异质性

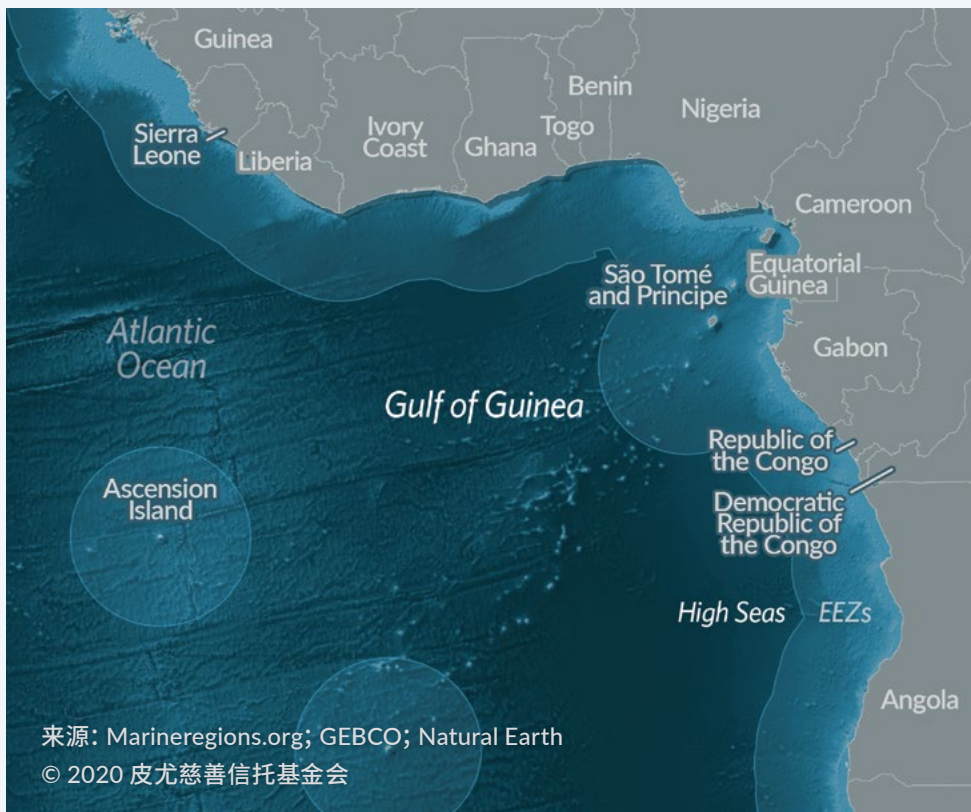
几内亚湾

在西非中部海岸外，几内亚湾是一个生物热点。强大的上升流和三股不同洋流的汇合，形成了一些公海上最高水平的生产力。来自刚果河的沉积物和营养物质也有助于提高生产力。

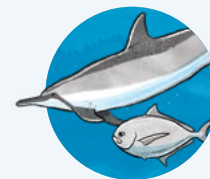
由于某些营养物质的供应有限，许多公海区域的生产力面临上限。从刚果河流入的营养丰富的水流有助于确保这一生态系统的生产力不受基本营养物质缺乏的影响。



各种各样的鳐（如上图中的蝠鲼）以及金枪鱼、旗鱼和鲨鱼，都在几内亚湾的水域中生长和生活。



海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



底栖生物异质性

这些水域为大眼金枪鱼和黄鳍金枪鱼等在商业和生物上都很重要的物种的迁徙和繁殖提供了重要的栖息地。许多种类的金枪鱼、旗鱼、鲨鱼和鳐鱼的幼虫、幼鱼和成年鱼都在这些水域中发育生长。⁶⁸ 该区域为许多大型海洋哺乳动物提供栖息地，包括座头鲸、抹香鲸和瓜头鲸。⁶⁹

尽管几内亚湾具有重要的生物意义，但面临着非法和不受管制的捕捞以及海盗活动的严重威胁。⁷⁰ 专家估计，从尼日利亚到塞内加尔海岸，超过 50% 的渔业资源被过度捕捞，非法、不受管制和未报告的捕鱼量相当于几内亚湾合法报告渔获量的 65%。⁷¹ 2018 年，几内亚湾的海盗事件发生率是所有地区中最高的，约占当年全球海盗事件的 40%。⁷² 这些对海洋资源不断加剧的威胁危害着该地区的渔业的可持续性，也危害着那里发现的独特和濒危的物种。

鲸湾海脊

鲸湾海脊是一条海底山脉，由非洲西南角的火山热点轨迹形成。这条海脊从英国海外领土特里斯坦达库尼亚向东北方向延伸至纳米比亚，既是北大西洋深水和南极深水水域的一个屏障，也是它们之间的一个交汇点，为多样化的生物群落和物种丰富度提供了支持。该区域海底特征高度多样化，维持着众多物种的生存。

除了海底山，该区域还包括各种各样的海底特征，如陡峭的峡谷、海湾、深海平原和石化的冷水珊瑚礁群落。⁷³ 山坡、峰顶和地表水域的这种变化为多样化的生态群落提供支持，可能对与海脊海底山相关的易危物种特别重要。⁷⁴

该地区的渔业足迹相对较小，一些海底山禁止海底捕捞，并通过指定 VME 渔场关闭，体现其生态价值。鲸湾海脊的重要价值体现在科学建议对其利用应采取风险预防的方法，确保其获得国际保护，以保护这一独特而重要的生境免遭不可逆转的破坏。



一群灰白色的海豚在深水中游泳。鲸湾海脊的山坡、峰顶和地表水域的变化为多样化的生态群落提供支持。

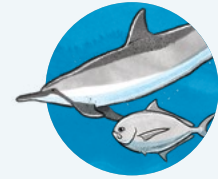


Jim Brandenburg/Minden Pictures/National Geographic

鲸湾海脊的重要价值应确保获得国际保护，以保护这一独特而重要的生境免遭不可逆转的破坏。



海洋生产力



物种丰富度



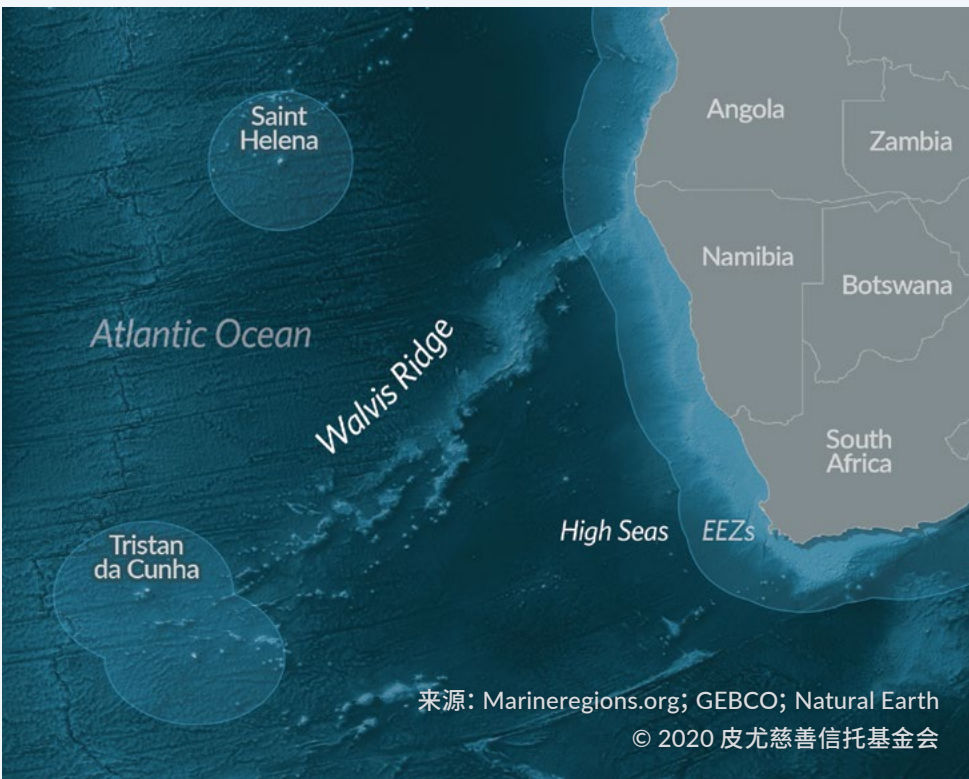
濒危物种



海底山



底栖生物异质性



来源: Marineregions.org; GEBCO; Natural Earth
© 2020 皮尤慈善信托基金会



这只红海龟在马尾藻（一种褐色海藻）中找到了避护所。各种迁徙物种以各种生活在马尾藻中的小型生物群落为食。

马尾藻海和科纳海隆海底山

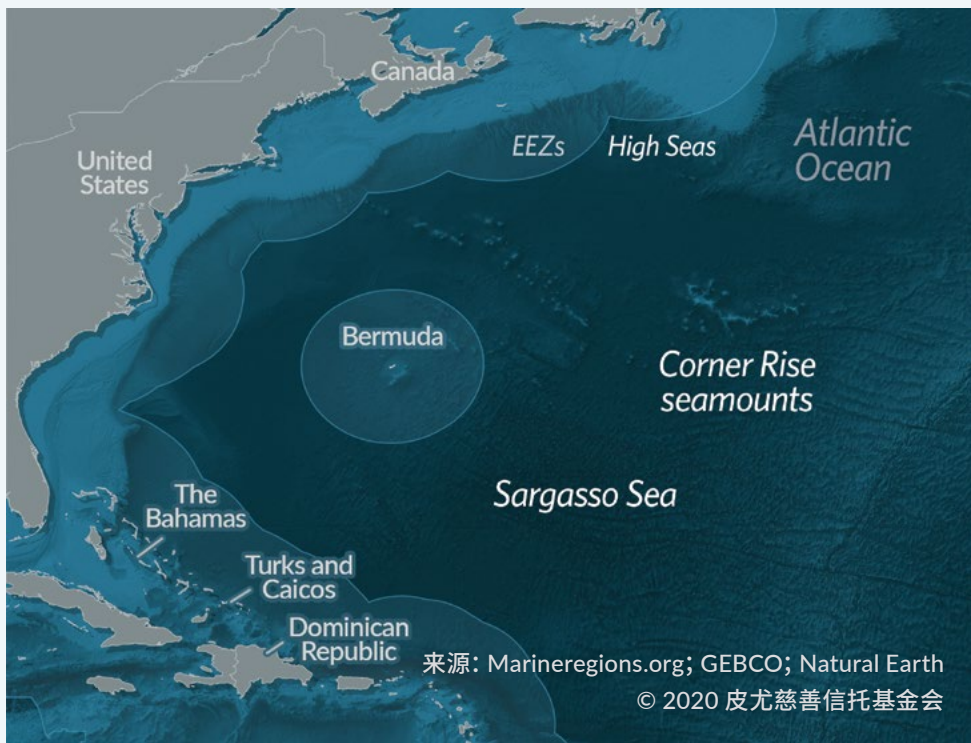
马尾藻海和科纳海隆海底山位于大西洋中部到西部。马尾藻海是一个重要的栖息地，主要由其特有的马尾藻海藻及其所支持的多样化生态系统决定，马尾藻海的生态重要性在世界上很少有地方能与之相比。根据周围洋流的地理位置，这座海洋为许多非常重要和特有的物种提供了栖息地，如欧洲和美洲的鳗鱼。⁷⁵

它通过支持全球海洋进程，如碳吸收和产生氧气，为人类提供更广泛的益处。⁷⁶ 有 100 种无脊椎动物、280 多种鱼类和 23 种鸟类在一生中的某个时间点会利用海洋的马尾藻作为保护、食物、产卵或育哺的栖息地。其中包括 10 种在地球上其他地方无法找到的物种，比如马尾藻琵琶鱼，这种鱼的伪装特别适合这些漂浮的森林。

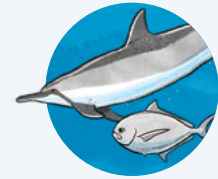
其他洄游物种（如金枪鱼和马林鱼）以生活在马尾藻中的各种小型生物群落为食，这使得这一区域对整个大西洋商业渔业的生产力至关重要。这些渔业的价值估计每年约为 1 亿美元。⁷⁷ 沿着马尾藻海的东北部分，科纳海隆海底山包括一系列水下山脉，它们上升到离海面不到 200 米的地方。这些水域有复杂的动物群落，包括珊瑚和海绵，以及许多濒危或易危物种。环绕科纳海隆海底山陡峭斜坡的热液喷口和富饶水域为超过 175 种鱼类提供支持。⁷⁸

以 VME 形式关闭的渔场散布在这个区域的许多海底山，保护它们在 2020 年之前不受海底捕捞的影响。⁷⁹ 但是，由于在海底山中有大量的历史捕捞足迹，而且目前只有临时的保护，该地区可能面临渔业开发。⁸⁰ 其他潜在风险包括采矿和船舶运输，这就需要管理来自压舱水的入侵物种。

该区域因其独特性及其对全球海洋进程的贡献而得到认可。马尾藻海委员会一直在努力促进对这一生态系统的更多了解，并协调地区和部门的保护工作。该委员会的工作使得一些政府和合作伙伴走到了一起，为这个特殊的生态系统提供充分的保护。然而，由于没有在国家管辖范围以外的区域建立综合治理机制，保护马尾藻海的工作仍然十分繁琐，而且分散在许多不同的国际机构中。⁸¹



海洋生产力



物种丰富度



濒危物种



海底山



热液喷口

新条约可以促进公海海洋保护区的建立

如今,在任何超出国家管辖范围的公海区域,资源和人类活动均由形形色色的国际机构和条约来管理。这些组织负责监管诸如捕鱼、捕鲸、航运和海底采矿等活动,在其职能方面存在较大差异,这也决定了它们的地理范围、目标、所制定决策的法律约束性以及它们监管的活动。它们的管辖范围往往重叠,而且这种零敲碎打式的做法往往导致环境及其资源的退化。

这也使得设置管理和保护工具(如海洋保护区)在法律和后勤方面都面临挑战。⁸² 联合国成员国正在进行的关于公海条约的谈判为解决目前在海洋治理方面的差距提供了一个机遇,从而综合保护公海的海洋生物多样性。为了确保我们这代人和子孙后代能继续从公海中获益,协议必须为建立一个紧密联系、具有代表性的公海海洋保护区网络设立一套机制。

新的国际协议应提供以下内容:

- 一个全球机制,以识别和建立公海海洋保护区。成立一个集中决策机构,各个国家可以通过此机构提议和决定在这些水域建立海洋保护区,这将为建立此类区域提供一种路径。
- 一个制定有意义的保护目标和可执行管理计划的框架。维持目前的方法将徒劳无益,因为行业性机构大多欠缺保护生物多样性所需的专业知识或职能。有具体目标、管理计划和执行协议的公海海洋保护区比建立时缺乏这些具体要求的保护区更有可能保护生物多样性。
- 一种与行业组织和区域组织进行协商和合作的手段。在这个新条约下,缔约方应能与现有的行业机构和类似组织进行正式协商。这些协商将有助于避免根据新条约制定的管理措施与这些组织原有的义务之间产生冲突。各个国家可以鼓励这些组织实施辅助措施来确认公海海洋保护区,但这些工作不得导致延迟此类海洋保护区的建立或实施。
- 确保有效实施的工具。通过使各缔约方有义务确保其管辖范围内的船只和活动遵守相关管理措施和报告违规情况,新协议应有助于有效实施海洋保护区。应有根据此条约设立的机构来监测实施情况和合规性。为了确保更好的执行、监测和数据共享,协议应促进能力建设和海洋技术转让。

保护公海的任务始于识别海洋中需要保护的重要地方。重要的政府间工作包括了一个以区域为基础、专家推动的进程,旨在根据《生物多样性公约》(CBD)⁸³ 以及联合国教科文组织世界遗产名录识别在生态和生物方面具有重要意义的区域(EBSA)。联合国教科文组织鼓励保护具有突出文化或自然价值的区域。⁸⁴ 截至2016年,已识别出超过65个部分或全部在公海的EBSA。⁸⁵

其他研究也在努力识别海洋中的特殊区域。⁸⁶ 虽然本分析中使用的方法不同于这些工作,但也识别出了许多相同的区域。这突出表明,科学家和决策者拥有信息、数据和工具,可以很容易地在国家管辖范围以外的区域识别具有生物重要性的区域。因此,尽管对构成地球一半的公海仍有许多地方有待了解和发现,但科学信息的有限不能成为无所作为的借口。

其中一些区域受益于有限的单一部门保护,例如更严格的捕鱼规制,也有一些地区则受益于邻近沿海国家为保护或可持续利用其水域所作的特别合作。但是,海洋的状况还在持续退化。国际社会必须通过最终签署一项有力且进取的公海条约来改善海洋治理的现状。

结论

公海具有众多海洋生物。它们既是迁徙物种的栖息地和通道，也受益于独特的特征和生态进程，这些特征和生态进程为无数稀有和特有物种的群落提供了基石。本报告简要介绍了特别具有价值的公海区域，这些区域将受益于新的公海条约谈判中所设想的综合保护。由 UCSB 研究人员主导的分析表明，尽管在超出国家管辖范围的区域仍有许多东西有待发现和探索，但已有足够的科学数据可供开始识别优秀的公海海洋保护区候选区域。

由于海洋的健康和功能正在以惊人的速度退化，世界各国政府必须采取大胆和紧急的行动，确保海洋能持续为大量人口提供其所依赖的益处和资源。其中包括对气候变化的灵活应对、维持生态系统功能，以及保护海洋生物和健康的鱼类资源。公海海洋保护区可以帮助实现这些目标，但目前没有建立综合的、多行业保护区的法律机制。

新的公海条约为打造这种工具提供了机会，决策者们应达成一项强有力的全球协议，以确保养护和可持续利用海洋生物多样性，造福子孙后代。

附录：方法详细说明

关键因子和方法

UCSB 研究人员分析依靠 *prioritizr R*，这是一款系统保护优先排序软件，可确定满足保护目标的保护区解决方案，同时将与保护这些区域相关的“成本”降至最低。该算法可用于选择满足各种保护目标的特定区域，同时避开相关“成本”高的区域（在本研究中，捕捞活动高度集中的区域被认为是“高成本”区域）。尽管 *prioritizr* 使用精确的算法来寻找最佳保护解决方案，但该系统的功能与 Marxan 保护规划程序相似。

在本分析中，任何国家管辖范围内的海洋水体区域，通常被称为专属经济区 (EEZ)，都被排除在外。EEZ 边界数据来自 MarineRegions.org。这种方法与其他针对公海区域的研究是一致的。⁸⁷ 最终产生的区域进一步被划分为 50.1 x 50.1 平方公里的规划单元。算法中采用了六个保护特征层：物种丰富度（现在和未来的气候状况）、物种灭绝风险（现在和未来的气候状况）、海底山、热液喷口、海底生物多样性及生产力；本分析还包括一个成本层（捕捞努力量）。规划单元覆盖在数据层上，*prioritizr* 工具算法决定是否应将规划区域纳入保护解决方案内。

prioritizr 工具可确保在目标区域内实现所有保护目标，同时将保护解决方案的成本降至最低。该工具被设置为选择保护 54 个单独数据层中至少 30% 保护特征的解决方案区域，同时最大程度地减少与密集捕捞区域的重叠。

物种丰富度

为了了解在特定区域内存在或被认为可能存在的已知生物，本分析使用 AquaMaps 数据来确定物种丰富度。⁸⁸ AquaMaps 根据环境数据（如深度、温度、盐度和某物种的栖息地偏好），预测该物种在特定区域出现的相对概率。在本分析中，从 AquaMaps 数据中选取了 11,900 个物种，并将其分为 23 个主要分类群组。

为了纳入气候变化的预计影响，研究人员采用了类似方法，研究了 AquaMaps 2100 模型的数据预测。该模型根据对全球气候变化情况的预测来估算 2100 年物种可能出现的地方。

最后，通过 *prioritizr* 函数分析 46 个不同物种丰富度层：当前海洋条件下的 23 个分类群组，以及气候变化状况下的相同群组。

物种灭绝风险

本分析还考虑了物种灭绝的脆弱性。为了考虑这一风险，该团队采用 IUCN 灭绝风险数据，没有包括缺乏数据的物种。IUCN 红色名录类别被赋予值（极危=4，濒危=3，易危=2，近危=1，或无危=0）；评估给定规划单元中每个物种的红色名录分数，然后将这些分数相加。研究人员对 AquaMaps 2100 分布数据重复了这一过程，但这一层没有考虑其他导致物种灭绝的因素，比如海洋酸化。这产生了两个“物种灭绝风险”数据层，一个代表当前物种灭绝的风险，另一个代表气候变化状况下的未来风险。

海底山

海底山是大型水下山脉，其中生活着大量的深海珊瑚、软体动物、甲壳类动物和大群鱼类。海底山的深度影响着它所支持的生物多样性的类型。例如，光线穿透的程度会极大地影响在较浅的海底山生存和繁衍的生物类型。⁸⁹ 本分析使用了在 2011 年由卫星测量并由 Seung-Sep Kim 和 Paul Wessel 描述的全球海山分布数据。⁹⁰

为了在国家管辖范围之外的区域掌握与海底山相关的预期生物多样性范围，本团队将三个海底山数据层整合到 *prioritizr* 工具中，每一层代表了 Clark 等人确定的一种海底山深度类别。(2011): 0-200 米（透光带：海底山峰深度较浅，仍在光线穿透到的海洋区域），201-800 米（弱光层：在该深度的海底山峰可发现海洋中层鱼类和其他在海洋水体内垂直迁徙的动物），以及 >800 米（半深海带：较低的半深海生物地带）。⁹¹

在每个深度级别发现的生物类型会有很大差异。在较深的海洋水体中，光穿透作用和温度降低，而压力增加，导致在不同深度的海底山上有独特的进化物种。

热液喷口

热液喷口是一种非常特别的海底形态，在这种形态中，来自地球深处的高温液体已经或正在被释放到海洋水体中。尽管高温和缺乏阳光，海洋生物（包括鱼、虾和贻贝）仍然可以在这些水域繁衍生息。科学家们在热液喷口附近经常发现新物种，很大程度上是因为在喷口附近发现的物种通常是那个特定喷口系统所特有的。⁹² 为了分析热液喷口，研究人员采用了由 InterRidge 管理的 InterRidge 喷口数据库中的喷口分布数据。InterRidge 是一个非营利性组织，致力于促进海床研究。⁹³

海底生境多样性

海底栖息地的巨大多样性支持了相应的多样化生态系统。为了考虑这种底栖生物多样性，本分析使用了由科学家 Peter T. Harris 和 Tanya Whiteway 开发的一个海底特征数据层。Harris 和 Whiteway (2009) 综合了六个生物和物理海底特征（深度、海底坡度、沉积物厚度、初级产量、海底水溶解氧和海底温度）的全球数据，以确定具有不同生境特征并由此可能存在不同生命的区域。⁹⁴

生产力

被称为浮游植物的微小微生物是海洋食物链的基础，是海洋初级生产力的主要组成部分。因此，这些生物在塑造公海物种的行为方面起着重要作用。本分析使用来自俄勒冈州立大学的生产力数据层，该数据层依赖于“垂直生成的生产力模型”（VGPM），这是一种估算海洋初级生产力的常用方法。VGPM 通过检测卫星可探测到的叶绿素浓度、海底深度和光合作用自然光来模拟特定水域的初级生产力。⁹⁵

捕捞努力量

鱼类是海洋生物多样性不可或缺的组成部分，但捕鱼已成为公海的主要产业。此数据层被用作“成本”，因此算法试图找到一种解决方案，避开存在密集捕捞的区域，从而将关键捕鱼区域的损失降至最低。研究人员使用了 Sala 等人发表在 2018 年 *Science Advances* (科学进步) 杂志上的一个数据集，该数据集描述了公海捕捞努力量的全球分布（以千瓦时为单位）。

研究人员利用来自于船舶自动识别系统 (AIS) 和船舶监测系统 (VMS) 的数据创建了这张捕捞努力量地图。这些系统是公海上大多数大型渔船上使用的类似 GPS 的跟踪系统。为了尽量减少与捕捞努力量最集中区域的冲突，保护规划软件设法避免将捕捞作业最集中的区域包含在候选海洋保护区解决方案中。

其他因素

虽然航运和海底采矿是目前和正在出现的对公海生物多样性的威胁，但在本分析中并未考虑它们。国家管辖范围以外区域的海底采矿权利要求仍处于勘探阶段，而且还没有开始商业规模的采矿。相反，航运业的足迹遍布全球，影响着大多数公海。虽然本分析可以支持采取措施尽量减少重要公海区域由航运产生的不利影响的决定，但由于大流量的航运业务如此普遍，以至于这些区域并没有被排除在考虑范围之外。

尾注

- 1 B.C. O'Leary 等人, “Effective Coverage Targets for Ocean Protection” (海洋保护的有效面积覆盖目标), *Conservation Letters* (保护通讯) 9, No. 6 (2016): 398-404, <http://dx.doi.org/10.1111/conl.12247>; N.J. Gownaris 等人, “Gaps in Protection of Important Ocean Areas:A Spatial Meta-Analysis of Ten Global Mapping Initiatives” (重要海域保护的空白: 10 个全球地图绘制计划的空间元分析), *Frontiers in Marine Science* (海洋科学前沿) 6, No. 650 (2019), <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgcl.603805611&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 2 European Marine Board (欧洲海洋委员会), “Delving Deeper:Critical Challenges for 21st Century Deep-Sea Research” (深入研究: 21 世纪深海研究的重大挑战) (2015), <http://www.marineboard.eu/publication/delving-deeper-critical-challenges-21st-century-deep-sea-research.>
- 3 联合国, “The Conservation and Sustainable Use of Marine Biological Diversity of Areas Beyond National Jurisdiction:A Technical Abstract of the First Global Integrated Marine Assessment” (保护和可持续利用国家管辖范围以外的海洋生物多样性: 首次全球海洋综合评估的技术摘要) (2017), http://www.un.org/depts/los/global_reporting/8th_adhoc_2017/Technical_Abstract_on_the_Conservation_and_Sustainable_Use_of_marine_Biological_Diversity_of_Areas_Beyond_National_Jurisdiction.pdf; C. Mora 等人, “How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?” (地球上和海洋里有多少物种?), *PLOS Biology* (公共科学图书馆·生物学) 9, No. 8 (2013): e1001127, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>。
- 4 Global Ocean Commission (全球海洋委员会), “From Decline to Recovery:A Rescue Package for the Global Ocean” (从衰退到复苏: 拯救全球海洋的一揽子计划) (2014), http://www.some.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2016/03/GOC_report_2015.July_2.pdf。
- 5 Ibid.
- 6 Global Ocean Commission (全球海洋委员会), “From Decline to Recovery” (从衰退到复苏); E. Sala 等人, “The Economics of Fishing the High Seas” (公海捕鱼的经济学), *Science Advances* (科学进步) 4, No. 6 (2018): eaat2504, 10.1126/sciadv.aat2504。
- 7 S. Diaz 等人, “Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services” (政府间生物多样性和生态系统服务科学政策平台生物多样性和生态系统服务全球评估报告的决策者摘要) (2019), https://ipbes.net/sites/default/files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf。
- 8 联合国粮农组织, “The State of World Fisheries and Aquaculture 2018:Meeting the Sustainable Development Goals” (2018 年世界渔业和水产养殖状况: 实现可持续发展目标) (2018), <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>。
- 9 Ibid.
- 10 Ibid.
- 11 C. Costello 等人, “Global Fishery Prospects Under Contrasting Management Regimes” (对比鲜明的管理制度下的全球渔业前景), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (美国国家科学院院刊) 113, No. 18 (2016): 5125-29, <https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113>; B. Worm, “Averting a Global Fisheries Disaster” (避免全球渔业灾难), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (美国国家科学院院刊) 113, No. 18 (2016): 4895, <https://doi.org/10.1073/pnas.1604008113>。
- 12 M. José Juan-Jordá 等人, “Global Population Trajectories of Tunas and Their Relatives” (金枪鱼及其近亲鱼类的全球种群轨迹), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (美国国家科学院院刊) 108, No. 51 (2011): 20650-55, <https://doi.org/10.1073/pnas.1107743108>; G. Ortuño Crespo 和 D.C. Dunn, “A Review of the Impacts of Fisheries on Open-Ocean Ecosystems” (渔业对远洋生态系统影响的回顾), *ICES Journal of Marine Science* (ICES 海洋科学杂志) 74, No. 9 (2017): 2283-97, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx084>。
- 13 E.A. Norse 等人, “Sustainability of Deep-Sea Fisheries” (深海渔业的可持续性), *Marine Policy* (海洋政策) 36, No. 2 (2012): 307-20, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.008>。
- 14 U.N.-Business Action Hub (联合国商业行动中心), “IMO Profile” (IMO 概况), 2019 年 9 月 9 日查阅, <https://business.un.org/en/entities/13>。
- 15 Diaz 等人, “Summary for Policymakers” (决策者摘要)。
- 16 M. Gagain, “Climate Change, Sea Level Rise, and Artificial Islands:Saving the Maldives' Statehood and Maritime Claims Through the 'Constitution of the Oceans'” (气候变化、海平面上升和人工岛: 通过‘海洋宪法’保护马尔代夫的国家地位和海洋主权), *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy* (科罗拉多国际环境法和政策杂志), No. 1 (2012): 77-120, https://www.colorado.edu/law/sites/default/files/GAGAIN%20_correctedv2.pdf。
- 17 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Atlas of Marine Protection:Global MPAs” (海洋保护图集: 全球海洋保护区), 2019 年 5 月 14 日查阅, <http://www.mpatlas.org/map/mpas>。
- 18 G.J. Edgar 等人, “Global Conservation Outcomes Depend on Marine Protected Areas With Five Key Features” (全球保护成果取决于具有五个主要特征的海洋保护区), *Nature* (自然) 506 (2014): 216, <http://dx.doi.org/10.1038/nature13022>。

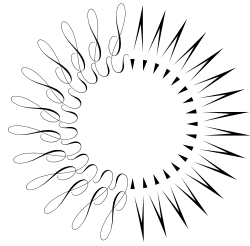
- 19 E. Sala 和 S. Giakoumi, “No-Take Marine Reserves Are the Most Effective Protected Areas in the Ocean” (禁捕区是海洋中最有效的保护区), *ICES Journal of Marine Science* (ICES 海洋科学杂志) 75, No. 3 (2017): 1166-68, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx059>.
- 20 R.A. Abesamis 和 G.R. Russ, “Density-Dependent Spillover From a Marine Reserve: Long-Term Evidence” (海洋保护区的密度相关溢出效应: 长期证据), *Ecological Applications* (生态应用) 15, No. 5 (2005): 1798-812, <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/05-0174>.
- 21 D.A. Gill 等人, “Capacity Shortfalls Hinder the Performance of Marine Protected Areas Globally” (能力不足阻碍了全球海洋保护区的表现), *Nature* (自然) 543 (2017): 665-69, <https://www.nature.com/articles/nature21708>.
- 22 Ibid.
- 23 Ibid.
- 24 Sala 和 Giakoumi, “No-Take Marine” (海洋禁捕)。
- 25 Ibid.; F. Micheli 等人, “Evidence That Marine Reserves Enhance Resilience to Climatic Impacts” (海洋保护区增强了对气候影响的适应能力的证据), *PLOS One* 7, No. 7 (2012): 1-8, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040832>; C.M. Roberts 等人, “Marine Reserves Can Mitigate and Promote Adaptation to Climate Change” (海洋保护区可以减缓和促进对气候变化的适应), *Proceedings of the National Academy of Sciences* (美国国家科学院院刊) (2017): 6167-6175, <https://www.pnas.org/content/pnas/early/2017/05/31/1701262114.full.pdf>.
- 26 K.M. Gjerde 和 A. Rulska-Domino, “Marine Protected Areas Beyond National Jurisdiction: Some Practical Perspectives for Moving Ahead” (国家管辖范围以外的海洋保护区: 向前发展的一些实用观点), *International Journal of Marine and Coastal Law* (国际海洋与沿海法律期刊) 27, No. 2 (2012): 351-73, <https://doi.org/10.1163/157180812X633636>.
- 27 Ibid.
- 28 Ortuño Crespo 和 Dunn, “A Review of the Impacts of Fisheries” (渔业影响的回顾); J.R. Spotila 等人, “Pacific Leatherback Turtles Face Extinction” (太平洋棱皮龟面临灭绝), *Nature* (自然) 405, No. 6786 (2000): 529-30, <https://doi.org/10.1038/35014729>.
- 29 Spotila 等人, “Pacific Leatherback Turtles” (太平洋棱皮龟)。
- 30 E. Popova 等人, “Ecological Connectivity Between the Areas Beyond National Jurisdiction and Coastal Waters: Safeguarding Interests of Coastal Communities in Developing Countries” (国家行政区域与沿海水域之间的生态联系: 维护发展中国家沿海社区的利益), *Marine Policy* (海洋政策) 104 (2019): 90-102, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.050>.
- 31 该项目的成果将发表在 *Marine Policy* (海洋政策) 上, 这是一份专门研究海洋政策的同行评议期刊: M. Visalli et al., “Data-Driven Approach for Highlighting Priority Areas for Protection in Marine Areas Beyond National Jurisdiction,” *Marine Policy* 122 (2020): 103927, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103927>.
- 32 J.O. Hanson 等人, Prioritizr: R—R 软件包版本 4.1.4 中的系统保护优先排序, 2019 年, 2019 年 11 月 27 日查阅, <https://github.com/prioritizr/prioritizr>.
- 33 N.C. Ban 等人, “Systematic Conservation Planning: A Better Recipe for Managing the High Seas for Biodiversity Conservation and Sustainable Use” (系统保护规划: 为实现生物多样性保护和可持续利用而管理公海的更好方法), *Conservation Letters* (保护通讯) 7, No. 1 (2014): 41-54, <https://doi.org/10.1111/conl.121010>; C. White 和 C. Costello, “Close the High Seas to Fishing?” (在公海禁止捕鱼?), *PLOS Biology* (公共科学图书馆·生物学) 12, No. 3 (2014): 1-5, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=95435102&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>.
- 34 Norwegian Polar Institute (挪威极地研究所), “The Barents Sea” (巴伦支海), 2020 年 1 月 28 日访问, <http://www.arcticsystem.no/en/arctic-inc/barentssea.html>; H. Loeng, “Features of the Physical Oceanographic Conditions of the Barents Sea” (巴伦支海物理海洋学条件的特征), *Polar Research* (极地研究) 10, No. 1 (1991): 5-18, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-8369.1991.tb00630.x>.
- 35 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Salas y Gomez and Nazca Ridges” (萨拉斯·戈麦斯和纳斯卡山脊), 2019 年 10 月 15 日查阅, <http://www.mpatlas.org/Campaign/sala-y-gomez-and-nazca-ridges/>.
- 36 National Science Foundation (美国国家科学基金会), “New Map Uncovers Thousands of Unseen Seamounts on Ocean Floor” (新地图揭示了数千个未曾发现的海底山), 2020 年 1 月 28 日查阅, https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=132771.
- 37 联合国粮农组织, “Vulnerable Marine Ecosystems Database” (脆弱海洋生态系统数据库), 2019 年 10 月 9 日查阅, <http://www.fao.org/in-action/vulnerable-marine-ecosystems/vme-database/en/vme.html>; Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Salas Y Gomez and Nazca Ridges” (具有重要生态或生物意义的区域 (EBSA) 萨拉斯·戈麦斯和纳斯卡山脊) (2017), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204100>.
- 38 South Pacific Regional Fisheries Management Organization (南太平洋区域渔业管理组织), “SPRFMO”, 2020 年 1 月 12 日查阅, <https://www.sprfmo.int/>.

- 39 L. Watling, “The Global Destruction of Bottom Habitats by Mobile Fishing Gear” (移动渔具对海底栖息地的全球性破坏), *Marine Conservation Biology: The Science of Maintaining the Sea's Biodiversity* (海洋保护生物学: 维护海洋生物多样性的科学), eds. E.A. Norse and L.B. Crowder (Island Press, 2005 年)。
- 40 M. Visalli 等人, “Data-Driven Approach” (数据驱动型方法)。
- 41 Global Ocean Biodiversity Initiative (全球海洋生物多样性倡议), “The Costa Rica Thermal Dome” (哥斯达黎加热圆突区), 2020 年 1 月 12 日查阅, http://gobi.org/projects/iki_wp3_crted/; Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Upwelling System of Papagayo and Adjacent Areas” (具有重要生态或生物意义的区域 (EBSA) 帕帕加约及其邻近地区的上升流系统) (2016), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204044>。
- 42 Center for Ocean Solutions (海洋解决方案中心), “Pacific Ocean Synthesis: Scientific Literature Review of Coastal and Ocean Threats, Impacts, and Solutions” (太平洋综合: 沿海和海洋威胁、影响和解决方案的科学文献综述) (2009), <http://www.centerforoceansolutions.org/sites/default/files/publications/PacificSynthesis.pdf>。
- 43 M. Visalli 等人, “Data-Driven Approach” (数据驱动型方法)。
- 44 Ibid.
- 45 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) South Tasman Sea” (具有重要生态或生物意义的区域 (EBSA) 南塔斯曼海) (2015), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=200048>; Mission Blue (蓝色使命), “Lord Howe Rise” (豪勋爵海隆), 2020 年 1 月 12 日查阅, https://hopespots.mission-blue.org/info?hs_id=39。
- 46 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs” (全球海洋保护区); S. Hansen、P. Ward 和 A. Penney, “Identification of Vulnerable Benthic Taxa in the Western SPRFMO Convention Area and Review of Move-On Rules for Different Gear Types” (西部 SPRFMO 公约区易危底栖生物类群的鉴定及不同渔具类型的移动规则研究) (2013), <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/Meetings-2013-plus/SC-Meetings/1st-SC-Meeting-2013/SC-01-09-Identification-of-VMEs-in-the-western-SPRFMO-Area-and-move-on-rules.pdf>。
- 47 Hansen 等人 (2013)。“Identification of Vulnerable Benthic Taxa” (易危底栖生物类群的鉴定)。
- 48 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs” (全球海洋保护区)。
- 49 M. Visalli 等人, “Data-Driven Approach” (数据驱动型方法)。
- 50 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Emperor Seamount Chain and Northern Hawaiian Ridge” (具有重要生态或生物意义的区域 (EBSA) 天皇海山群和夏威夷北部海脊) (2016), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204131>。
- 51 National Park Service (美国国家公园管理局), “Park Statistics” (公园统计数据), 2020 年 1 月 12 日访问, <https://www.nps.gov/grca/learn/management/statistics.htm>; Schmidt Ocean Institute (施密特海洋研究所), “Deep Coral Diversity at Emperor Seamount Chain 2019” (2019 年天皇海山群深海珊瑚多样性), 2020 年 1 月 12 日查阅, <https://schmidtocean.org/cruise/deep-coral-diversity-emperor-seamounts2019/>。
- 52 Schmidt Ocean Institute (施密特海洋研究所), “Deep Coral Diversity” (深海珊瑚多样性)。
- 53 Papahānaumokuākea Marine National Monument (帕帕哈瑙莫夸基亚海洋国家纪念地), “About Papahānaumokuākea” (关于帕帕哈瑙莫夸基亚), 2019 年 10 月 14 日查阅, <https://www.papahānaumokuākea.gov/new-about/>。
- 54 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs” (全球海洋保护区); North Pacific Fisheries Commission (北太平洋渔业委员会), Conservation and Management Measure for Bottom Fisheries and Protection of Vulnerable Marine Ecosystems in the Northwestern Pacific Ocean (西北太平洋底层渔业和易危海洋生态系统保护和管理措施) (2018), <https://www.npfc.int/cmm-2018-05-bottom-fisheries-and-protection-vmes-nw-pacific-ocean>。
- 55 W. Hilbertz 等人, “Saya de Malha Expedition” (Saya de Malha 探险队) (2002), http://www.wolfhilbertz.com/downloads/2002/saya_2002_rev1.pdf。
- 56 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (联合国教科文组织), “Saya De Malha Bank, Mascarene Plateau” (印度洋撒雅德玛哈浅滩、马斯克林深海高原), 2020 年 1 月 30 日查阅, http://www.vliz.be/projects/marineworldheritage/sites/2_Masc%20Plateau_S%20Malha.php?item=The%20Indian%20Ocean。
- 57 Ibid.
- 58 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Saya De Malha Bank” (具有重要生态或生物意义的区域 (EBSA) 印度洋撒雅德玛哈浅滩) (2015), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204017>。
- 59 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs” (全球海洋保护区)。

- 60 Offshore Magazine (近海杂志), “Mauritius, Seychelles to License Joint Offshore Area”(毛里求斯、塞舌尔联合海域许可), 新闻稿, 2018年11月8日, <https://www.offshore-mag.com/regional-reports/article/16802894/mauritius-seychelles-to-license-joint-offshore-area>。
- 61 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs”(全球海洋保护区)。
- 62 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Arabian Sea Oxygen Minimum Zone”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)阿拉伯海缺氧地带)(2017), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=237787>。
- 63 IUCN-Cetacean Specialist Group (IUCN-鲸类专家组), “Arabian Sea Humpback Whales”(阿拉伯海座头鲸), 2020年1月12日查阅, <https://iucn-csg.org/csg-special-projects/arabian-sea-humpback-whales/>。
- 64 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Arabian Sea Oxygen Minimum Zone”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)阿拉伯海缺氧地带)。
- 65 Ibid.
- 66 Marine Conservation Institute (海洋保护研究所), “Global MPAs”(全球海洋保护区)。
- 67 M.A. Vazquez, K.W. Allen 和 Y.M. Kattan, “Long-Term Effects of the 1991 Gulf War on the Hydrocarbon Levels in Clams at Selected Areas of the Saudi Arabian Gulf Coastline”(1991年海湾战争对沙特阿拉伯海湾海岸线选定区域蛤蜊碳氢化合物含量的长期影响), *Marine Pollution Bulletin* (海洋污染公告) 40, No. 5 (2000), 440-448。
- 68 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Zone de Production Équatoriale de Thons”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)Zone de Production Équatoriale de Thons)(2015), <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204067>。
- 69 C.R. Weir, “A Review of Cetacean Occurrence in West African Waters From the Gulf of Guinea to Angola”(从几内亚湾到安哥拉的西非水域鲸类动物的出现回顾), *Mammal Review* (哺乳动物评论) 40, No. 1 (2010): 2-39, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=47481750&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 70 I. Okafor-Yarwood, “Illegal, Unreported and Unregulated Fishing, and the Complexities of the Sustainable Development Goals (SDGs) for Countries in the Gulf of Guinea”(非法、未报告和不受管制捕捞以及几内亚湾国家的可持续发展目标(SDG)的复杂性), *Marine Policy* (海洋政策) 99 (2019): 414-422, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X17303445?via%3Dihub>; *The Economist* (经济学家), “The Gulf of Guinea Is Now the World’s Worst Piracy Hotspot”(几内亚湾现在是最严重的海盗热点), 2019年6月29日, <https://www.economist.com/international/2019/06/29/the-gulf-of-guinea-is-now-the-worlds-worst-piracy-hotspot>。
- 71 I. Okafor-Yarwood “Illegal, Unreported and Unregulated Fishing”(非法、未报告和不受管制捕捞)。
- 72 ICC International Maritime Bureau (ICC 国际海事局), “Piracy and Armed Robbery Against Ships”(海盗和武装抢劫船舶)(2019)。
- 73 Nelson Mandela University (纳尔逊·曼德拉大学), “Walvis Ridge Namibia”(纳米比亚鲸湾海脊), 2020年1月12日查阅, <https://cmr.mandela.ac.za/EBSA-Portal/Namibia/Walvis-Ridge-Namibia>。
- 74 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Walvis Ridge”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)鲸湾海脊), 2020年1月12日查阅, <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204084>。
- 75 Ibid.
- 76 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) Sargasso Sea”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)马尾藻海), 2020年1月12日查阅, <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=200098>。
- 77 L. Pendleton 等人, “Assessing the Economic Contribution of Marine and Coastal Ecosystem Services in the Sargasso Sea”(评估马尾藻海的海洋和沿海生态系统服务的经济贡献)(2014), https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/ni_r_14-05_full_pdf.pdf。
- 78 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) New England and Corner Rise Seamounts”(具有重要生态或生物意义的区域(EBSA)新英格兰和科纳海隆海底山), 2020年1月12日查阅, <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204106>; T.M. Shank, “Spotlight 4: New England and Corner Rise Seamounts”(聚焦4: 新英格兰和科纳海隆海底山), *Oceanography* (海洋学) 23, No. 1 (2010): 104-5, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2010.76>。
- 79 联合国粮农组织, Vulnerable Marine Ecosystems Database (脆弱海洋生态系统数据库)。
- 80 Ibid.

- 81 Sargasso Sea Commission (马尼藻海委员会), “About Our Work” (关于我们的工作), 2020 年 1 月 12 日查阅, <http://www.sargassoseacommission.org/about-our-work>。
- 82 Ban 等人, “Systematic Conservation Planning” (系统保护规划)。
- 83 Convention on Biological Diversity (生物多样性公约), “Background on the EBSA Process” (EBSA 流程的背景), 2019 年 10 月 17 日查阅, <https://www.cbd.int/ebsa/about>。
- 84 UNESCO, “About World Heritage” (关于世界遗产), 2019 年 10 月 17 日查阅, <https://whc.unesco.org/en/about/>。
- 85 N.J. Bax 等人, “Results of Efforts by the Convention on Biological Diversity to Describe Ecologically or Biologically Significant Marine Areas” (《生物多样性公约》为描述具有重要生态或生物意义的海域所作努力的结果), *Conservation Biology* (保护生物学) 30, No. 3 (2016): 571-81, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.9C292A8E&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 86 Mission Blue (蓝色使命), “Hope Spots: An Actionable Plan to Save the Ocean” (希望之光: 拯救海洋的可行计划), 2019 年 10 月 17 日查阅, [www.aquamaps.org](https://mission-blue.org/2016/06/hope-spots-an-actionable-plan-to-save-the-ocean/#targetText=Hope%20Spots%20are%20areas%20in,Spot%20in%20the%20Indo%2DPacific;Greenpeace,“30x30:ABlueprintforOceanProtection”(30x30:海洋保护蓝图),2020年1月12日查阅,https://greenpeaceoceanblueprint.org/;Gownaris等人,“GapsinProtection”(保护方面的差距)。</p><p>87 Ban 等人, “Systematic Conservation Planning” (系统保护规划); White 和 Costello, “Close the High Seas to Fishing?” (在公海禁止捕鱼?)</p><p>88 K. Kaschner 等人, AquaMaps: Predicted Range Maps for Aquatic Species (水生物种的预测范围地图), 2019 年 11 月 27 日查阅, <a href=)。
- 89 M.R. Clark 等人, “A Global Seamount Classification to Aid the Scientific Design of Marine Protected Area Networks” (全球海底山分类, 帮助科学设计海洋保护区网络), *Ocean and Coastal Management* (海洋与海岸管理) 54, No. 1 (2011): 19-36, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0964569110001560&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 90 S.-S. Kim 和 P. Wessel, “New Global Seamount Census From Altimetry-Derived Gravity Data” (来自测高重力数据的新全球海底山普查), *Geophysical Journal International* (国际地球物理学杂志) 186, No. 2 (2011): 615-31, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C58A931B&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 91 Clark 等人, “A Global Seamount Classification” (全球海底山分类)。
- 92 E. Ramirez-Llodra, T.M. Shank 和 C.R. German, “Biodiversity and Biogeography of Hydrothermal Vent Species: Thirty Years of Discovery and Investigations” (热液喷口物种的生物多样性和生物地理学: 三十年的发现和调查), *Oceanography* (海洋学) 20, No. 1 (2007): 30, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.24859973&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 93 InterRidge, InterRidge Vents Database Ver.3.4, 2019 年 11 月 27 日查阅, <https://vents-data.interridge.org>。
- 94 P.T. Harris 和 T. Whiteway, “High Seas Marine Protected Areas: Benthic Environmental Conservation Priorities From a GIS Analysis of Global Ocean Biophysical Data” (公海海洋保护区: 从全球海洋生物物理数据的 GIS 分析得出的底栖生物环境保护优先级:), *Ocean and Coastal Management* (海洋与海岸管理) 52, No. 1 (2009): 22-38, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0964569108001130&site=eds-live&authtype=sso&custid=s3229936>。
- 95 俄勒冈州立大学, Ocean Productivity: Online VGPM Data (海洋生产力: 在线 VGPM 数据), 2019 年 3 月 17 日查阅, <http://orca.science.oregonstate.edu/2160.by.4320.monthly.xyz.vgpm.v.chl.v.sst.php>。
- 96 Sala 等人, “The Economics of Fishing” (捕鱼的经济学)。

本报告于 2023 年 6 月 23 日更新, 以更正拉帕努伊多用途海洋海岸保护区的名称。2021 年 3 月, 本报告进行了更新, 在尾注 31 中增加了一个网址; 2020 年 4 月, 更正了诺福克深海底栖生物保护区的标签。



THE
PEW
CHARITABLE TRUSTS

pewtrusts.org