



自然资源保护协会
NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL

报告

美国加州海洋保护地 网络监测计划概述

致谢

感谢加州大学圣塔芭芭拉分校的博士生 Cori Lopazanski 为 NRDC 撰写本报告。
感谢 Sarah Chasis, Lisa Suatoni, Brad Sewell 对本报告的技术支持。
本报告中文版由姚越、梁书源翻译、校对。



自然资源保护协会（NRDC）

自然资源保护协会（NRDC）是一家国际公益环保组织，成立于 1970 年。NRDC 拥有 700 多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员 40 多名。NRDC 主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。NRDC 在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。更多信息，请访问 www.nrdc.cn

执行摘要

1999 年，加利福尼亚州通过了《海洋生物保护法》，该法建立了一个横跨美国西海岸的海洋保护地（MPA）网络。这是美国第一部海洋生物保护法。其目的是保护海洋生物和栖息地、海洋生态系统和海洋自然遗产。为实现上述目的，在科学的指导和利益相关方的广泛参与下，加州 MPA 网络于 2012 年完成重新规划，覆盖了超过 16% 的加州海域，纳入了美国西海岸最具标志性的地区和生物多样性最丰富的地区。加州 MPA 网络包括了州立海洋禁捕区和其他保护级别的州立水域。州立海洋禁捕区提供了最高级别的保护，禁止一切开采和破坏活动。其他保护级别的州立水域，设有多种限制，但允许进行一定的娱乐或商业开采活动。

在全球范围内，加州开创性的 MPA 网络是区域性海洋保护行动的最佳范例之一。加州 MPA 每 10 年进行一次评估。加州近期完成了对过去 10 年 MPA 网络监测数据的回顾，其结果表明了监测的价值，以及 MPA 可以给海洋生态系统带来的生态效益。本报告阐述了加州 10 年期 MPA 网络的监测计划。内容分为三部分：1) 加州 MPA 网络监测计划的内容；2) 如何收集和使用数据；3) 经验和改进措施。

本报告总结了监测项目的主要问题、监测方法和指标、人员及经费等重要信息。报告第 8 至 13 页的表格列出了长期监测计划要解决的主要问题。这些问题是从 10 年评估工作组确定的 100 多个问题中挑选出来的。报告第 15 至 22 页记录了监测的科学方法和指标。具体信息包括采样的时间与地点、目标重点种群、采样方法以及每种方法得出的测量指标和衍生指标。报告第 23 页还列出了加州政府为 MPA 网络监测项目提供的资金支持。为方便读者查阅更多技术信息，本报告的电子版提供了数据来源的超链接。如使用纸质版，请查阅参考文献。

2022 年 12 月，在联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会第二阶段会议上达成了《昆明 - 蒙特利尔全球生物多样性框架》，其行动目标 21 中提到“确保决策者、从业人员和公众能够获取**最佳现有数据**、信息和知识，以便指导实现有效和公平治理和生物多样性的综合和参与式管理，并加强传播、提高认识、教育、**监测**、研究和知识管理……”。希望本报告的发布可以为加强 MPA 监测、获取海洋保护数据提供参考和技术支持。

目录

////////////////////

第一章：关于《加州海洋生物保护法》.....	01
第二章：监测计划内容.....	04
2.1 概述.....	05
2.2 确定监测优先事项.....	06
2.3 监测问题.....	08
2.4 监测方法和指标.....	14
2.5 人员及经费.....	21
第三章：数据收集与使用.....	22
3.1 基线监测的要求和产出.....	23
3.2 长期监测的要求和产出.....	23
3.3 在管理决策过程中使用监测数据.....	23
第四章：经验和改进措施.....	24
4.1 从MPA监测中获得的经验.....	25
4.2 监测项目的改进措施.....	25
4.3 管理挑战.....	26
参考文献.....	27
补充信息.....	28
附录1：海峡群岛国家海洋庇护区和海峡群岛国家公园的监测支持.....	28
附录2：MPA布告栏数据集.....	30
附录3：分区基线监测计划产品.....	36
附录4：中英文专有名词对照表.....	37

////////////////////

1

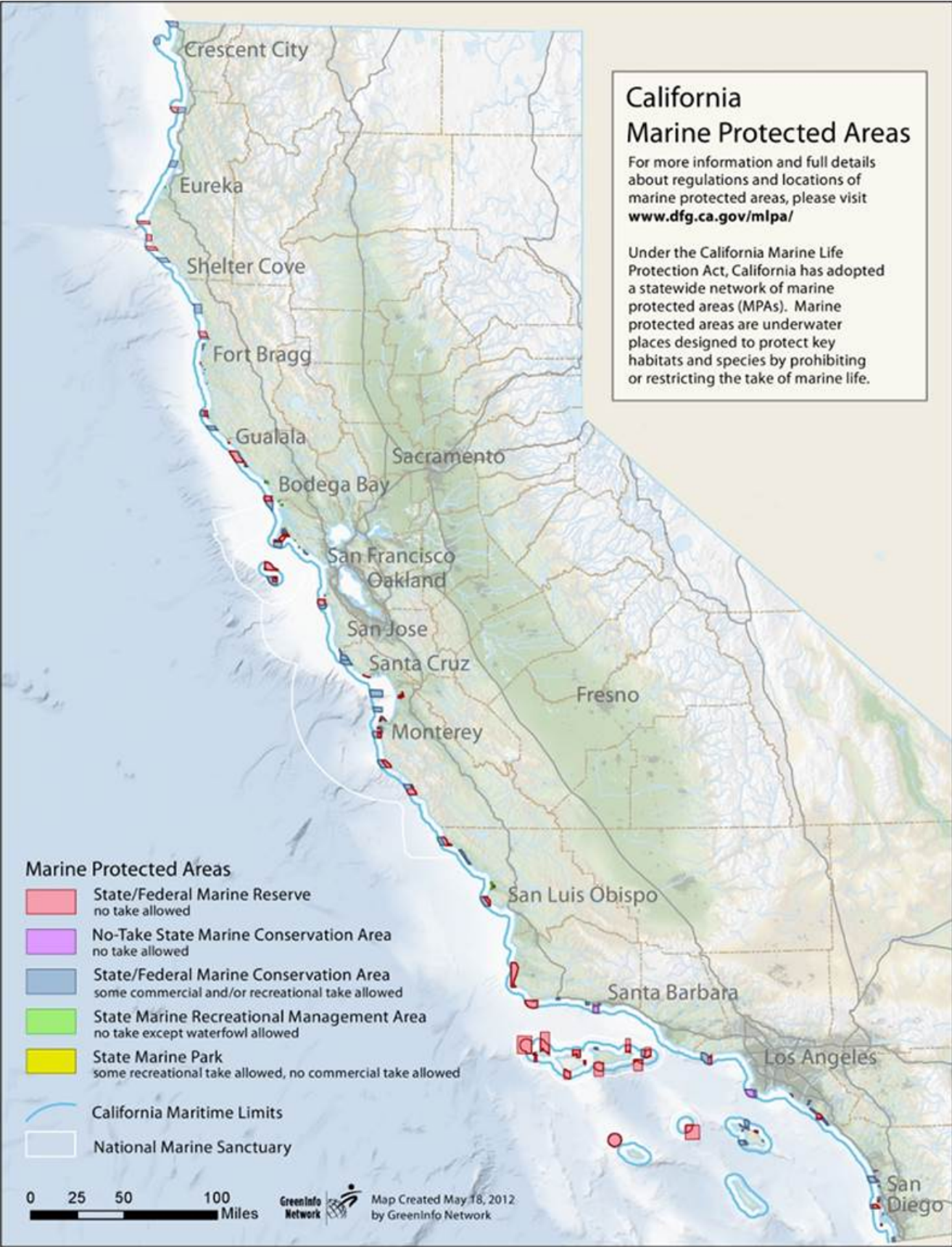
关于《加州海洋生物保护法》

美国加利福尼亚州（加州）政府于 1999 年通过了《加州海洋生物保护法》(Marine Life Protection Act, MLPA)。为了满足方框 1 中的六个目标，该法重新规划了加州的海洋保护地 (Marine protected area, MPA)。《加州海洋生物保护法》通过基于科学且由利益相关方驱动的流程分区实施。2012 年，加州完成了 124 个海洋保护地和 14 个特殊禁区网络的重新规划，体现了一系列与保护及管理目标相关的设计。州立海洋禁捕区 (State Marine Reserve, SMR) 属于完全保护地，禁止一切开采和破坏活动。州立海洋禁捕区提供了最高级别的保护，覆盖了 9% 的州立水域。另有 7.3% 的州立水域受到其他级别的保护。在非最高级别的保护区域内，虽然设有多种限制，但允许进行一定的娱乐或商业开采。

方框 1：《加州海洋生物保护法》的目标

- 1. 保护海洋生物的自然多样性和丰富性，保护海洋生态系统的结构、功能和完整性。
- 2. 帮助维持、养护及保护海洋生物种群（包括具有经济价值的种群），重建枯竭的海洋生物种群。
- 3. 针对那些极易受到人类干扰影响的海洋生态系统，改善其提供的娱乐、教育和学习机会，并以符合保护生物多样性的方式管理这些人类用途。
- 4. 保护海洋自然遗产，包括保护加州水域中具代表性及独特性的海洋生境，保护其内在价值。
- 5. 确保加州的 MPA 拥有明确定义的目标、有效的管理措施、充分执行到位，并基于严谨的科学指导。
- 6. 确保尽可能地将加州的 MPA 作为一个网络进行设计和管理。

加州海洋保护地示意图



来源：GreenInfo Network, Marine Protected Areas Education Maps, <https://www.greeninfo.org/work/project/mpa-education-maps>

监测计划内容

2.1 概述

根据《加州海洋生物保护法》要求，应对加州 MPA 网络进行监测，这一工作由加州 MPA 管理项目牵头。监测计划的宗旨如下：

- 评估上述六个《加州海洋生物保护法》目标的进度。
- 评价 MPA 网络的表现，为适应性管理决策提供依据。
- 为其他相关加州沿海及海洋政策提供建议。

监测计划分为两个阶段：

- **第一阶段（区域基线监测）**：建立 MPA 实施中的基线条件，作为评估未来变化的基准。
- **第二阶段（州范围内的长期监测）**：对选定的指标进行持续监测，跟踪随时间发生的变化，评估 MPA 表现。

在加州海域，2007 年设立了中部沿海 MPA，2010 年设立了中北部沿海 MPA，2011 年设立了南部沿海 MPA，2013 年设立了北部沿海 MPA。随着 MPA 的陆续设立，各个规划区域分别开展了基线监测。在 MPA 执行前后的 3-4 年里，各区域收集了多个监测项目的数据，并将结果编制成单独的技术报告，用于加州鱼类及野生动物部 (California Department of Fish and Wildlife) 的 5 年区域管理审查。这些项目重点关注《加州海洋生物保护法》科学顾问组在设计该法过程中确定的 8 种关键生境和 2 种人类用途（方框 2.1）。第一阶段（基线监测）在 2018 年完成，相关监测结果为长期监测计划的编制提供了参考，并将继续作为评价未来变化的基准。除非另外说明，本报告的后续章节将主要关注第二阶段（长期监测）。

在长期监测（第二阶段）的前五年（2018-2022 年），加州鱼类及野生动物部和监测计划共管组织加州海洋保护委员会 (California Ocean Protection Council) 发布了一份公开征集提案的邀请，以支持首席研究员 (Principal Investigator) 小组落实监测计划的各个要素。

- 这些资格申请书 (Request for Qualifications, RFQ) 要求提供详细的项目计划，与关键生境类型和基线监测项目既定的方法保持一致，并接受为期 4-8 周的全面科学的同行评议。

- 有资格提交提案的个人包括来自任何政府级别（联邦、州、地方、原住民部落）、高等教育机构、非营利组织和商业组织。该要求还详细说明了针对提交提案团队的首选标准，包括 MPA 网络监测、与利益相关方合作的经验、行政能力和科学专长。最新的征集稿概述了完整的标准。
- 对于获得资助的提案，提案的牵头首席研究员使用其机构的会计将资金分配给所有合作的首席研究员。他们将以报销的形式获得资金支持，需要不断地提交书面材料汇报进展。
- 大多数研究团体都是围绕生境类型（例如，岩石潮间带、海藻林、中深度礁石）组建的，首席研究员们的工作地点遍布整个海岸。加州的相关长期研究项目 (Program) 在地理上聚集在主要学术机构周围，这些长期项目下属现有的短期项目 (Project) 则聚焦在当地。由于合作者们可以共享培训资源和设备，因此这些团体之间的合作减少了加州为类似监测项目分配多个区域奖项的行政负担，并有助于降低项目成本。

方框 2.1: 《加州海洋生物保护法》科学顾问组设立的基线监测重点区域

关键生境

- 岩石潮间带
- 海藻和浅层岩石（0-30 米）
- 中层岩石（30-100 米）
- 软底潮间带和海滩
- 软底潮下带（0-100 米）
- 深层生态系统和峡谷（>100 米）
- 近岸区域
- 河口

人类用途

- 消耗性用途
- 非消耗性用途

2.2 确定监测优先事项

基线监测完成后，加州鱼类及野生动物部与加州海洋保护委员会协作，确定了长期监测计划的优先事项，包括优先监测区，以及针对关键生境、人类用途、重点物种和类群的监测指标和衡量标准。

优先监测区

根据各生态区中的 MPA 在以下四个评分标准中的得分高低来确定长期监测的优先区域。这四个评分标准包括：

- 1) 选址期间，MPA 的大小、受保护程度和生境代表性满足科学指导原则的程度；
- 2) 该区域内的历史监测情况；
- 3) 与其他 MPA 的空间连接性；
- 4) 该区域的历史捕捞压力。

各生态区内得分前三名的 MPA 将被选为需要监测的优先指数区（一级区域），共 34 个 MPA。其余 MPA 按其得分归类为二级区域（中间等级）或三级区域（最低等级）。建议对二级区域和三级区域进行监测，但不强制要求。

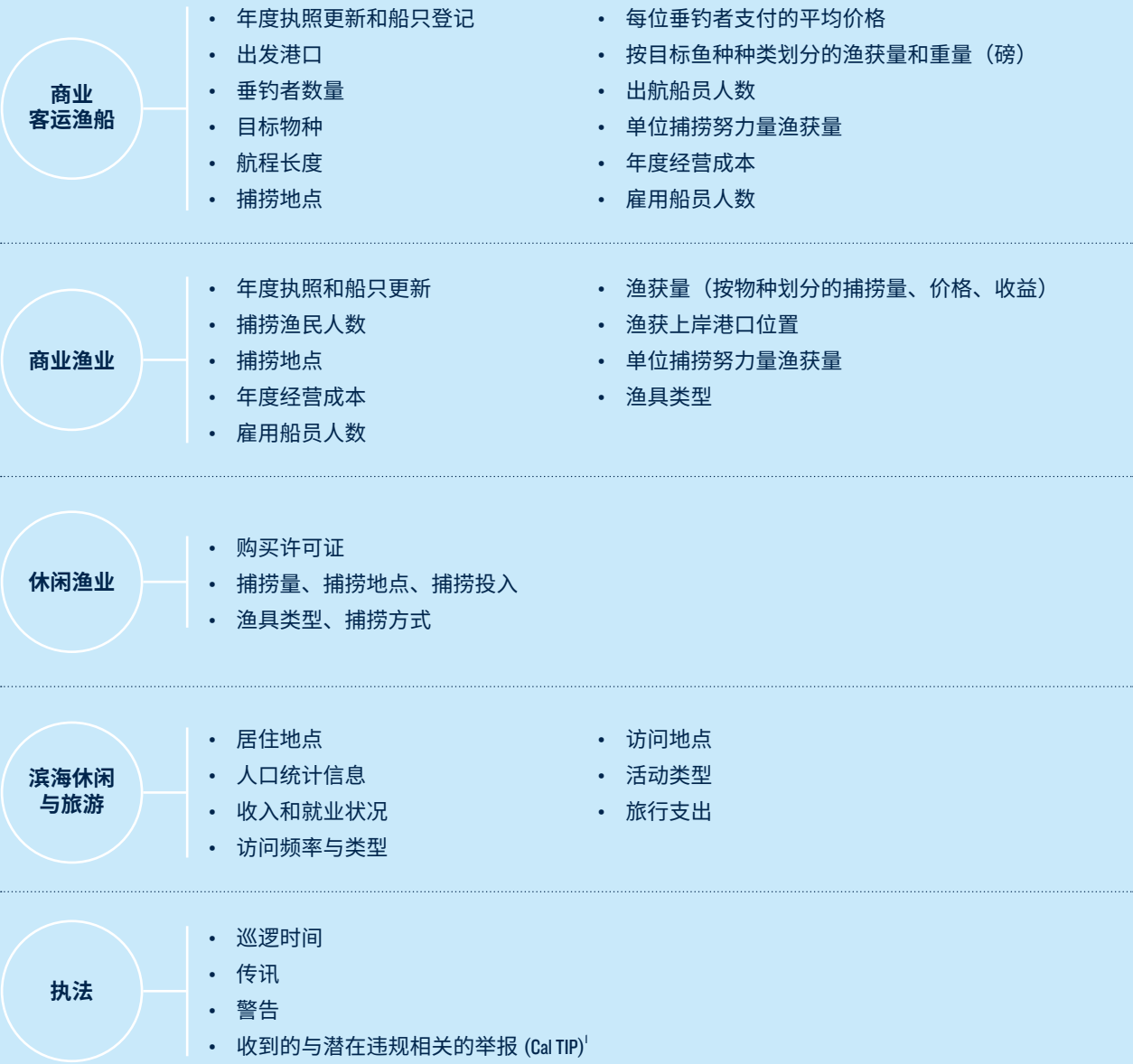
在两个阶段中，都涉及将在 MPA 内部测量的指标趋势与在 MPA 外部周围参考区域测量的相同指标趋势进行比较。这些参考区域与 MPA 内部具有类似的生态和环境条件，但未受到保护，因此将作为天然对照组。MPA 与参考区域之间观察到的反应差异可以更准确地归因于保护效果。参考区域由开展监测的各首席研究员选择，但必须与符合多项标准的相应索引点位一致，包括生态条件、捕捞压力、非消耗性人类用途、地理区域、生境特征、地质状况、物理和化学海洋学等标准。

优先表现衡量指标

监测和后续分析所用的指标是基于对 MPA 建立的预期反应的基础生态理论挑选出的，参考了大量科学文献。这些指标包括生态指标（方框 2.2）和人类用途指标（方框 2.3）。



方框 2.3 关键人类用途指标



¹ Cal TIP 是一个保密的秘密证人项目，鼓励公众向加州鱼类及野生动物部提供事实信息，以便逮捕偷猎者和污染者。（改编自 2018 年《加州海洋生物保护法》监测行动计划）

优先指标物种

- 监测的重点是通过以下标准确定的关键指标物种清单（包括鱼类、鸟类、无脊椎动物和藻类）：
- 在基线监测及《加州海洋生物保护法》相关项目选址期间确定的具有重要生态及经济价值的海洋物种区域列表。
 - 《加州海洋生物管理法》(Marine Life Management Act, MLMA) 列出的渔业管理优先物种，既包括加州商业捕捞价值最高的物种，也包括具有休闲渔业价值的物种。
 - 被州或联邦政府列为受威胁、濒危、过度捕捞或特别关注的物种。
 - 其他引起特别关注的物种，包括入侵物种和气候变化指标。

2.3 监测问题

监测计划包括全面的问题清单，以解答“MPA 网络在《加州海洋生物保护法》目标方面的设计、表现和功能”。这些评价性的问题包含在 [MPA 监测行动计划（2018 年）](#) 中，并由为 MPA 网络的 10 年期回顾提供科学指导而成立的工作组进行了修订。

以下章节重点介绍了长期监测计划要解决的主要问题，这些问题来自上述 10 年期评估工作组确定的关键领域（Hall-Arber 等，2021 年）。此处列举的是汇总后的问题清单，代表工作组已考虑的问题类型及其相关指标，为各领域提供了范例。如需查看 100 多个问题的完整列表，包括那些已提出但尚不在监测计划目前要解决的问题之列的，可查看 [《加州 MPA 网络科学评估指南》](#)（Hall-Arber 等，2021 年）。

关于 MPA 表现的问题涉及三个领域：

1. 生态领域
- MPA 表现：**与配对参考区域相比，单个 MPA 内的种群、群落和生态系统响应
 - MPA 网络表现：**种群、群落和生态系统对 MPA 网络执行的响应。
2. 人类及治理领域
- 人类用途：**与 MPA 网络有关的人类活动变化，包括行为、福祉、认知和知识的变化。
 - 管理：**管理活动的有效性，包括执行、合规、宣传和监测。
3. 综合领域：生态系统与人类系统的统合
- 渔业表现：**评估对捕捞物种的反应（生态）以及渔民的相关成本和收益（人类 / 治理）。
 - 治理和管理：**管理策略（例如，保护水平、其他压力源）对 MPA 网络执行的生态及社会响应的影响。
 - 生态系统服务：**MPA 网络提供的生态系统服务类型、估值和变化。

每个问题都与在监测项目期间直接收集的**测量指标**相关。有些问题还与**衍生指标**相关，衍生指标可通过综合监测项目期间收集的信息进行分析。例如，当使用物种丰富度和个体大小等信息来计算生物量，而非直接测量时，生物量就是一个衍生指标。本报告对这两者进行区分是为了说明哪些指标是直接衡量的，而不是由行动计划或 10 年期评估工作组最初提供的内容。重点物种指的是“优先指标物种”清单上的相关物种。

表 2-1 生态领域问题清单 -MPA 表现的问题			
	问题	衡量指标	衍生指标
种群	重点和 / 或保护物种或种群的密度（或覆盖率）在 MPA 和参考区域之间的差异是否随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	• 重点物种（例如，休闲鱼种、捕食者、猎物、濒危物种、具有重要文化意义的物种）的综合密度
	重点及 / 或保护物种或种群的个体大小在 MPA 和参考区域之间的差异是否随着时间的推移而增加？	• 重点物种个体大小	• 重点种群规模的综合变化（标准化均数差或对数响应比）
	重点及 / 或保护物种或种群的生物量在 MPA 和参考区域之间的差异是否会随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 重点物种个体大小	• 重点物种的生物量，使用物种 - 大小 - 生物量的关系，通过重点物种的丰富度和大小数据计算 • 重点种群的综合生物量
	重点及 / 或保护物种或种群的种群规模和年龄结构在 MPA 和参考区域之间的差异是否会随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 重点物种个体大小	• 重点种群在规模方面的综合变化
	重点及 / 或保护物种或种群的孵化量在 MPA 和参考区域之间的差异是否会随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 重点物种个体大小	• 相关孵化量，通过物种 - 大小 - 繁殖力的关系或成熟个体的生物量计算
群落和生态系统	任意指定功能种群内的物种多样性在 MPA 和参考区域之间的差异是否会随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	• 各功能种群内的物种多样性，通过丰富度数据计算
	功能种群的多样性在 MPA 和参考区域之间的差异是否会随着时间的推移而增加？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	• 功能种群多样性，通过丰富度数据计算
	在拥有类似保护级别的 MPA 中，任何特定的重点物种密度和生境多样性之间是否存在正相关关系？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 生境特征	• 各功能种群内的物种多样性，通过丰富度数据计算 • 生境多样性，通过生境特征数据计算
	在拥有类似保护级别的 MPA 中，物种多样性和生境多样性之间是否存在正相关关系？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 生境特征	• 各功能种群内的物种多样性，通过丰富度数据计算 • 生境多样性，通过生境特征数据计算
	MPA 中的自然群落从干扰事件中恢复的性质及 / 或时间是否与外部参考区域不同？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	• 物种多样性、功能多样性、群落稳定性
	当前 MPA 是否充分代表及保护了独特生境？	• 生境分布的空间数据	
	MPA 内的生境丰富度或质量（地质方面、海洋学方面、生物方面）是如何变化的？	• 生境分布的空间数据	• 生境质量
	与参考区域相比，MPA 中入侵物种的入侵率（即种群规模的增长）是否更低？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	

表 2-2 生态领域问题清单 -MPA 网络表现的问题			
	问题	衡量指标	衍生指标
种群	目标渔种的成体从 MPA 向附近区域溢出的比率和分布是多少？	• 重点物种的密度（或覆盖率）	• 重点种群（目标种群、非目标种群）的综合密度 • 标记个体跨越 MPA 边界的平均移动速度
	对比与高幼体输出相关的地点和与高幼体输入相关的地点，MPA 选址会产生什么样的集合种群动态后果？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 增长率，通过物种 - 数量统计信息计算 • MPA 之间的种群连通性程度
	MPA 内的种群数量统计响应是如何有助于幼体孵化与幼体连通性的？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 孵化量作为种群数量统计的一个函数
群落和生态系统	来自原产地和目的地 MPA 的幼体贡献是如何影响目的地 MPA 内部的生态群落结构和动态（包括恢复力）的？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 群落结构 • 种群连通性
	MPA 内的高连通性种群是否比低连通性种群对空间离散的短期扰动具有更高的恢复力？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 种群连通性
	与自我增长较低的种群相比，MPA 中自我增长更高的种群是否对空间离散短期干扰展示出了更高的恢复力？	• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 种群连通性

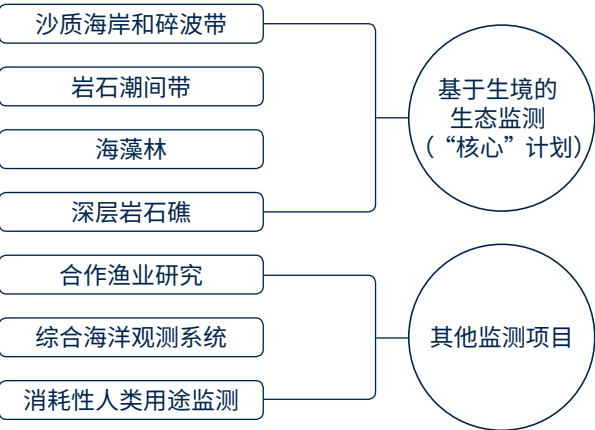
表 2-3 人类与治理领域的问题清单		
	问题	衡量指标
用途	MPA 和参考区域的使用是否随时间的推移发生了改变？为什么？	• 参观类型与频率
	哪些利益相关方与加州鱼类及野生动物部接触并参与 MPA 管理计划，他们如何参与，为什么参与？	• 关于利益相关方参与的公开会议记录 • 专题小组回应
	加州鱼类及野生动物部如何与利益相关方沟通有关 MPA 的问题，他们接触了哪些利益相关方，沟通是否有效？	• 公共宣传措施 • 沟通策略 • 在宣传及沟通方面的投资 • 专题小组回应
福祉	对涉及到的利益相关方和沿海社区而言，MPA 的直接和间接经济影响有哪些？	• 渔业和非消耗性用途（例如，休闲、旅游）带来的收益
认知	利益相关方对各 MPA 和 MPA 网络的态度和看法是否有随着时间的推移而改变？为什么？	• 专题小组回应
	与非 MPA 参考区域相比，人们对 MPA 的感知价值和参观意愿是否有所不同？	• 专题小组回应
知识	利益相关方对 MPA 的了解是否有随着时间的推移而改变，为什么？利益相关方对 MPA 的了解是如何影响其对 MPA 的态度和看法的？	• 专题小组回应
管理	收集长期监测数据的工作是否足够协调，以充分评估 MPA 网络性能？	• 监测计划的整合结果，MPA 管理计划的综合审查

表 2-4 综合问题清单	
	问题
渔业	MPA 内外的重点物种丰富度或生物量的相关变化与 MPA 建立前的捕捞死亡率（或捕捞努力量）水平是否存在联系？
	MPA 内外的重点物种的种群规模 / 年龄结构的相关变化与 MPA 建立前的捕捞死亡率（或捕捞努力量）水平是否存在联系？
	MPA 到捕捞地点（非 MPA）的连通性程度和幼体供应程度是否支持捕捞地点的额外潜在渔业产量？
	捕捞地点（非 MPA）到 MPA 的连通性程度和鱼幼体供应程度是否影响 MPA 内种群的结构和动态？
	在 MPA 执行后，捕捞努力量的分布和 / 或总体比率是否有发生改变？
	MPA 实施后，伴随捕捞努力量 / 死亡率分布变化的渔业相关经济变化是什么？
	休闲渔业用户（消耗性使用）是否在 MPA 边缘钓鱼？ 根据目前的模式，边缘效应是否可能为休闲渔业用户（消耗性使用）提供长期利益？
治理与管理	非捕捞压力源会如何随时间推移影响 MPA 的管理？（例如，水质、漏油、海水淡化厂、海洋酸化、海平面上升）
	随着时间的推移，MPA 和参考区域之间在重点物种或重点物种群的丰度（密度、覆盖、生物量）和 / 或大小 / 年龄结构方面的差异是否会随着时间的推移而增加？如果是，这些指标在综合州立海洋禁捕区 / 州立海洋保育区 (State Marine Conservation Area, SMCA) 集群中的差异是否会大于其在具有类似规模和保护水平的单个 MPA 中的差异？
	随着时间的推移，MPA 和参考区域之间在重点物种或重点物种群的丰度（密度、覆盖、生物量）和 / 或大小 / 年龄结构方面的差异是否会随着时间的推移而增加？如果是，州立海洋禁捕区和具有类似规模的州立海洋保育区之间是否存在差异？
	在具有不同保护级别的 MPA 中，自然群落从干扰事件中恢复的性质和 / 或时间是否不同？
生态系统服务	MPA 网络中代表的生态系统提供哪些生态系统服务？
	在实施 MPA 之后，这些生态系统服务发生了什么变化？
	这些服务的短期和长期经济、社会和文化价值有哪些？

衡量指标	衍生指标
• 重点种群密度 • 重点物种大小 • 通过出海日志数据得出的捕捞死亡率 / 捕捞努力量	• 重点物种的生物量，通过物种 - 长度 - 重量之间的关系计算 • 重点物种（例如，休闲鱼种、捕食者、猎物、濒危物种、具有重大文化意义的物种）的综合密度
• 重点种群密度 • 重点物种大小 • 通过出海日志数据得出的捕捞死亡率 / 捕捞努力量	• 重点种群规模的综合变化
• 重点种群密度 • 重点物种大小 • 孵化量与增长	• 群落结构 • 种群连通性 • 潜在渔业产量
• 重点种群密度 • 重点物种大小 • 孵化量与增长	• 群落结构 • 种群连通性 • 潜在渔业产量
• 通过出海日志数据得出的捕捞努力量	
• 通过出海日志数据得出的捕捞死亡率 / 捕捞努力量 • 渔获量	
• 调查回应	
• 重点种群密度 • 重点物种大小 • 环境特征	
• 重点种群密度 • 重点物种大小	• 重点物种的生物量，通过物种 - 长度 - 重量之间的关系计算 • 重点物种的综合密度（例如，休闲鱼种、捕食者、猎物、濒危物种、具有重大文化意义的物种）
• 重点种群密度 • 重点物种大小	• 重点物种的生物量，通过物种 - 长度 - 重量之间的关系计算 • 重点物种的综合密度（例如，休闲鱼种、捕食者、猎物、濒危物种、具有重大文化意义的物种）
• 重点物种的密度（或覆盖率） • 孵化量与增长	• 群落结构 • 种群连通性
• 生态系统服务识别	
• 生态系统服务验证	
• 生态系统服务估值	

2.4 监测方法和指标

作为《加州海洋生物保护法》监测计划的一部分，目前有七个长期监测项目获得资助。前四个项目支持学术研究团体进行以生境为基础的生态监测，其余三个项目处理其他监测优先事项：



以下表格与段落总结了各个项目的研究方法。这些信息包括采样的时间与地点、目标重点种群（优先指标物种的子集）、采样方法以及每种方法得出的测量指标和衍生指标。

- MPA 监测还得到了同其他组织建立的合作伙伴关系的支持，这些组织开展额外的监测项目，包括：
- 海峡群岛国家公园海藻林监测计划（附录 2）：对海藻林生态系统开展年度监测，包括 MPA 内的多个区域。
 - 海峡群岛国家海洋庇护区研究项目（附录 2）：通过为特定项目提供场地和分析支持，进而支持监测计划
 - 底栖生境测绘：量化 30-100 米等深线内的岩礁和优质生境的丰富度，并分析 MPA 集群和邻近未受保护区域内基于生境的连通性。

表 2-5 沙质海岸和碎波带监测方法概述					
	时间与地点	类群	方法	衡量指标	衍生指标
沙质海岸和碎波带 (Dugan 等，2021 年)	在 26 个区域（13 组 MPA + 配对参考区域）的碎波带开展季节性调查（每年 3 次） 人员 由 2-4 人进行海滩围网拖曳。	碎波带鱼类	在低潮时，从 1.5 米水深处开始，使用围网拖拽回到岸边，重复 6 次	• 所有鱼类的数量及总长度	• 种群密度（每单位区域的丰富度） • 生物量（通过物种 - 大小 - 生物量之间的关系得出） • 孵化量（通过物种 - 大小 - 繁殖力之间的关系得出，或通过成熟个体的生物量得出） • 种群的规模 / 年龄结构 • 种群的总生物量 • 物种丰富度
			在第一道拍岸白浪出现处，面对向海一边，部署诱饵式远程水下视频 (Baited Remote Underwater Video, BRUV) 摄像机，录像时长为 1 小时，重复 6 次	• 所有鱼类的物种 MaxN（MaxN = 单个视频帧中观察到的最大个体数量）	• 种群密度（MaxN） • 种群密度、物种丰富度
		碎波带生境	三个跨海岸样带	• 波高和波周期 • 潮间带之间的海滩坡度 • 海浪冲刷宽度和周期 • 沙质海岸带宽度	
	从 8 月到来年 4 月对 36 个区域（18 组 MPA + 配对参考区域）进行月度调查 人员 由一位观察员每天对 2-4 个区域进行观察，每月花费 7-10 天完成对所有区域的观察	海滩上的漂积海藻、鸟类、人类用途	由一名观察员使用双筒望远镜对标准化沿岸 1 公里的样带进行日间观测	• 所有鸟类的数量、位置、生境和行为 • 新鲜搁浅的海藻和分离的海藻固着器的数量 • 人类及其活动的数量、狗的数量	• 种群密度（每单位区域的丰富度） • 种群密度、物种丰富度 • 海滩沉积（来自漂积海藻）
		海滩生境	三个跨海岸样带	• 潮间带总宽度 • 关键生态区的宽度和坡度，如海浪冲刷边界、地下水露头处 (Water table outcrop, WTO)、高潮线 (High tide strand line, HTS)、波高和波周期、潮间带之间的海滩坡度、海浪冲刷宽度与周期、沙质海岸带宽度等	

表 2-6 岩石潮间带监测方法概述					
	时间与地点	类群	方法	衡量指标	衍生指标
岩石潮间带生物多样性调查 (Raimondi 和 Smith，2022 年)	每年在固定样块进行调查，目标是 25 个关键物种和集群，包括所有 MPA 优先物种 132 个区域（57 个 MPA，75 个参考区域）	所有目标潮间带物种	分层随机选取固定拍照样块（50 厘米 x 75 厘米），每个监测点内丰富度最高的区域内，为每个目标物种集群重复拍照 5 次	在照片图像上叠加一个有 100 个点的均匀网格，记录点接触发生的次数，获得目标物种的覆盖百分比	- 密度（每单位区域的丰富度） - 生物量（通过物种 - 大小 - 生物量之间的关系得出） - 孵化量（通过物种 - 大小 - 繁殖力之间的关系得出） - 种群的规模 / 年龄结构 - 种群的总生物量 - 种群密度、物种丰富度
		托利虾海草 (<i>Phyllospadix torreyi</i>)、羽毛海带 (<i>Egregia menziesii</i>)、红藻 (<i>Rhodophyta</i>)	每年春季和秋季，为三个目标物种中的每一种各设置 10 米样带，重复 3 次	每 10 厘米的覆盖百分比（沿 10 米样带设置 100 个点）	
		猫头鹰帽贝 (<i>Lottia gigantea</i>)	半径为 1 米的固定样块，重复 5 次	所有 ≥15 毫米猫头鹰帽贝的数量与最大长度（精确到毫米）	
		赭色海星 (<i>Pisaster ochraceus</i>)	2 米 x 5 米样带，重复 3 次	赭色海星的数量与大小	
		黑鲍鱼 (<i>Haliotis cracerodii</i>)	1 米 x 5 米样带，重复 3 次	黑鲍鱼的数量与大小	
岩石潮间带长期调查 (Raimondi 和 Smith，2022 年)	每 3 年以上对 134 个区域（63 个 MPA、71 个参考区域）进行调查 在生物体上限的高区，沿 30 米长的永久上基线样带，每隔 3 米放置 1 个跨海岸（垂直）样带，重复 10 次	所有类群	每个样带 100 点处的点截距（每 10-20 厘米一个点，取决于样带长度）	识别每个点下的所有类群、存在多层时的分层顺序以及表生生物 / 宿主信息。	
		可移动无脊椎动物	三个 50 厘米 x 50 厘米的样方，沿各样带随机放置在以下三个指定生物区中的每个截面: 低（贻贝下方）、中（贻贝和岩藻）和高（占主导地位的藤壶和玉黍螺）	所有可移动无脊椎动物的识别、数量、大小	
		所有海星	2 米条带，取自各样带的中心	所有海星的大小、数量和地点记录	
		地貌	使用旋转式激光水平仪和视距尺沿高度有变化的各样带进行测量	物理特征（坡度、山脊、水池）	• 生境复杂性
	所有区域	物理	温度探针	温度	

表 2-7 海藻林监测方法概述					
	时间与地点	类群	方法	衡量指标	衍生指标
海藻林样带调查 (Carr 等，2021 年)	根据 MPA 的可用生境和沿海宽度，每年在 MPA 内的 2-4 个指定调查点和参考区域内的 2-4 个指定调查点进行调查。平均来讲，每年持续调查约 35 个 MPA，每个 MPA 约 4-8 个相关地点（即每年调查的地点超过 250 个） 每个调查点由一个矩形区域界定，该区域与海岸平行，跨度为 150 米，从 5 米到 20 米等深线 人员 各样带由两位水肺 (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus, SCUBA) 潜水员进行调查，这两位潜水员接受过学术机构和珊瑚礁公民科学项目提供的监测方案培训	鱼类	在四个固定深度（5 米、10 米、15 米、20 米）对窗口样带（2 米 x 2 米 x 30 米）进行调查，重复 3 次。（12 个样带 / 调查点 / 年）	- 所有肉眼可见的鱼类的丰富度 - 所有肉眼可见的鱼类的大小（总长度）	- 密度（每单位区域的丰富度） - 生物量（通过物种 - 大小 - 生物量之间的关系得出） - 孵化量（通过物种 - 大小 - 繁殖力之间的关系得出） - 种群的规模 / 年龄结构 - 种群的总生物量 - 种群密度、物种丰富度
		大型藻类 无脊椎动物	在三个固定深度（5 米、12.5 米、20 米）对样条带（2 米 x 30 米）进行调查，重复 2 次（6 个样带 / 调查点 / 年）	- 肉眼可见的大型海藻和大型无脊椎动物的数量 - 以 1 米为增量，固着的无法区分个体的大型藻类和大型无脊椎动物（例如，群体无脊椎动物、叶状大型藻类）的均匀点状接触 (Uniform point contact, UPC) 覆盖率 - 具有商业和生态重要性的无脊椎动物和藻类的大小，例如红海胆和紫海胆、鲍鱼、龙虾、巨型海藻和其他关键物种	
海藻林遥感 (Carr 等，2021 年)	季节性 也被用于为海藻林调查选择参考区域，该调查与海藻动态调查类似	冠层覆盖度	分辨率为 30 米的陆地卫星图像	海藻冠层面积	- 各 MPA 和配对参考区域中的海藻冠层总面积 - 年度最大海藻冠层面积
海藻林环境记录器 (Carr 等，2021 年)	每 2-3 个月安装及更换一次装置	物理化学特征	在 40 英尺处安装 75 个热敏电阻 (HOBO Pendant® 温度 / 光照 64K 数据记录器)	pH 值、溶解氧、盐分、温度	

表 2-8 中深层及深层岩石礁监测方法概述					
	时间与地点	类群	方法	衡量指标	衍生指标
遥控潜水器 (Remote Operated Vehicle, ROV) 调查 (Starr 等，2022 年)	每年采样调查（每年的调查区域数量取决于资金/能力，2020 年的调查区域数量为 21 组 MPA+ 配对参考区域） 采样块宽 500 米，长 3 公里，垂直于等深线，包含岩石生境，跨越多个深度区域。通过比较多波束山体阴影图像和 10 米等高线来选择参考区域，以找到与 MPA 样块具有类似岩石结构和深度的参考区域	鱼类 无脊椎动物 生境	在采样块长度的每 100 米段内分层随机选取 500 米的样带 以恒定速度（0.5-0.75 米 / 秒）和距基底高度 (1.5-3 米) 沿海底拍摄视频和静止图像。 视频分层为非重叠象限进行处理	• 所有鱼类和大型无脊椎动物的数量和位置 • 使用成对激光器估计的所有鱼类的大小 • 底质类型	• 密度（每单位区域的丰富度） • 生物量 (通过物种 - 大小 - 生物量之间的关系得出) • 孵化量 (通过物种 - 大小 - 繁殖力之间的关系得出，或通过成熟个体的生物量得出) • 种群的年龄结构 • 种群的总生物量 • 种群密度、物种丰富度 • 生境多样性与复杂性
	ROV 调查 (Starr 等，2022 年)	鱼类 无脊椎动物 生境	平行于等深线的多个 10-30 分钟样带，在基底上方 0.5 米处，速度为 0.5 节 与潜水器相邻 2 米的宽样带	• 所有鱼类和大型无脊椎动物的数量和大小	

表 2-9 合作渔业研究监测方法概述					
	类群	时间与地点	方法	衡量指标	衍生指标
合作渔业研究 (Hamilton 等，2022 年)	鱼类	每年对分布在沿海的 12 个 MPA 和 12 个参考区域进行采样。在每年的同一时间采样，每个调查点访问 3-4 次 调查点被分层为 500 米 x 500 米的网格采样单元，这些采样单元在适当深度区（20-40 米）内，跨越有合适岩石礁生境的区域 参考区域与 MPA 具有相似的大小、生境、水深和海洋条件，但要选择尽量减少对附近 MPA 影响的参考区域位置（离配对 MPA 距离 0.5-10 公里） 人员 调查在特定的采样日进行。该方案执行方包括：有证的商业客运渔船 (Commercial Passenger Fishing Vessel, CPFV) 的船长和船员、4-5 名经过训练的科学家（负责处理鱼类并记录数据），以及 10-20 名志愿垂钓者	在四个随机选择的网格单元中，每一个网格单元内选取适当垂钓地点，船只停止发动机，漂流 10-15 分钟，重复 3 次 在每次漂流过程中，志愿垂钓者使用三种标准化的钩线渔具钓鱼，这三种渔具代表了该地区的常见渔具：铅钓具、无饵虾蝇、枪乌贼饵虾蝇以及带饵的垂环和游动饵 鱼用 T 形锚标签标记，并使用下降装置释放。（12 次漂流 / 调查点 / 天；36-48 次漂流 / 调查点 / 年）	• 所有捕获鱼类的数量、总长和情况（精确到厘米） • 垂钓人数、垂钓时间、地点（GPS 坐标）、深度、生境起伏和崎岖程度、水温、风速、浪高	• 每类渔具的单位捕捞努力量渔获量 (Catch per unit effort, CPUE)（每位垂钓者单位捕捞时间的捕获量） • 通过标签再捕获得出的鱼的移动距离和存活率 • 密度（单位面积丰度） • 生物量（通过物种 - 大小 - 生物量之间的关系得出） • 孵化量（通过物种 - 大小 - 繁殖力之间的关系得出，或通过成熟个体的生物量得出） • 种群的年龄结构 • 种群的总生物量 • 种群密度、物种丰富度

表 2-10 综合海洋观测系统概述 ¹				
	目标	数据 / 方法	MPA 布告栏工具	关键产出
综合海洋观测系统 (Integrated Ocean Observing System, IOOS) (Ruhl 等, 2022 年)	汇编多尺度的大气、海洋和生态数据集, 以处理 MPA 表现的环境和海洋背景	整合公开数据集中的海洋学和气候数据 (详见附录 3), 以及特定生境监测项目中的生态数据 利用海洋条件遥感数据研究景观尺度上的区域及时间变量	MPA 时间序列工具: 将加州 MPA 随时间的变化可视化	- MPA 内外多项长期生态监测项目的关键物种丰富度 (包括有经济价值的物种) 的时间序列, 以及海洋和气候变量, 以提供环境背景 - 与海洋物种的物理及生理压力有关的关键海洋变量 (如温度、波浪能) 的时间序列
	研究海景动态和有害藻类水华的风险	根据 Seascapes 计算各 MPA 和生物区的生境多样性, 以确定海洋生境条件的独特性 使用加州有害藻类风险图 (California Harmful Algae Risk Mapping, C-HARM) 模型和 EcoCast 物种分布模型估计出现有害藻类水华的可能性及其与关键生态物种的重叠范围	生态模型输出工具: 对生境和关键环境压力源的变化进行可视化和绘图	- MPA 内 Seascapes 的地图和空间概述, 包括多样性指数的比较。 - 有害藻类水华和软骨藻酸浓度的模拟风险可视化。
	评价 MPA 网络的连通性	通过 800 米和 160 米分辨率模拟的真实海洋环流 跟踪来自释放 / 沉降单元的虚拟幼体颗粒的轨迹, 计算连通性数据	MPA 连通性工具: 从高分辨率环流和连通性建模中可视化和探索预测的幼虫连通性	- MPA 和其他沿海区域之间的模拟幼体连通性可视化 (基于对 MPA 和非 MPA 沿海区域的源汇动态评估) - 根据种群数量统计创造的连通性指标 (近岸浮游幼体的生存期、幼体行为、释放时间), 并检查多代种群数量影响
	评估 MPA 中的环境变量, 包括识别气候避难所	从过去 (1980-2009 年) 到未来 (2070-2099 年) 条件下 MPA 和生物区的降尺度气候区域海洋模拟系统 (Regional ocean modeling system, ROMS) 模型中提取关键海洋变量预测变化的摘要 确定变化最小的地区为潜在的 “气候避难所”	气候模型输出工具: 可视化并绘制气候变化分析的产出图	1980-2009 年, 各 MPA 关键气候变量预测变化的彩色地图和可视化 - 基于 1980-2009 年关键气候变量的预测变化及其与现有 MPA 边界的重叠情况, 对潜在 “避难所” 进行可视化

¹ 该项目的主要产出是加州 MPA 布告栏, 这是一个交互式网络平台, 用户可以在该平台上查看数据集和综合评估结果。本表重点在于目标、分析方法和通过综合这些数据而产生的结果。

表 2-11 人类消耗性用途监测方法概述						
	组别	时间与地点	方法	衡量指标		衍生指标
人类消耗性用途 (Bonkoski 等, 2022 年)	商业捕捞社区	在 18 个 (共 19 个) 识别出的重要港口团体中, 针对每个团体开展一个 3-3.5 小时的专题小组讨论 (共 85 人)	由渔业社区代表组成的“社区专家”重点小组,“他们对商业和 / 或商业客运渔船渔业社区的整体状况有很强的了解, 能够超越个人观点发表意见”	环境福祉	• 海洋资源健康 (现在及未来的问题)	• 与每个问题相关的关键主题的转录文件编码 • 各问题的定量概述 • 定量民意调查投票 • 跨专题小组的重要议题在加州进行可视化展示
				经济福祉	• 取得可收获资源 • 渔业捕捞收入 • 市场 • 基础设施	
	商业客运渔船	在 5 个 (共 7 个) 主要加州生物地理区中, 每个区开展一个 3-3.5 小时的专题小组讨论	就 MPA 结果和渔业社区整体福祉有关的一系列问题与他们进行了讨论 参与者对每个问题打分, 讨论, 然后再次打分	社会福祉	• 劳工 / 新参与者 • 工作满意度 • 社会关系 (内部 / 外部)	
				MPA 认知	• MPA 生态成果 • MPA 生计成果 • MPA 管理、监测和表现	

2.5 人员及经费

每个获资助项目的首席研究员负责组织和开展计划中概述的所有工作 (从数据收集到最后的技术报告)。一般来说, 获得资助的首席研究员都是各自领域的专家, 并在各自的生态系统研究领域中拥有丰富的经验。大多数项目还需要额外的人员 (如工作人员、野外技术人员、数据分析员、博士后研究人员、研究生和本科生) 来支持项目的特定工作。

加州为第一阶段 (基线监测) 提供了 1600 万美元, 每个区域分配了 400 万美元。第一阶段是按区域完成的。因此, 许多区域已开始第二阶段 (长期监测), 而其他区域仍处在第一阶段。自 2015 年以来, 每年从加州自然资源部长预算中拨款 250 万美元用于第二阶段 (长期监测)。这笔核心资金优先支持四个主要基于生境的项目 (表 2.12)。但监测项目在有条件的

情况下也会用其他资金作补充, 并尽可能寻求对项目的配套支持。例如, 加州海洋保护委员会的[直流冷却临时缓解基金](#)自 2018 年以来为 MPA 监测提供了额外支持。从 2019 年到 2021 年, 为 MPA 监测项目提供的资金总额为 1480 万美元 ([加州海洋基金项目](#))。

表 2-12 为每个基于生境的监测项目提供的预计年度资金	
项目	预计年度资金 (美元) ¹
沙质海岸	500,000
岩石潮间带	550,000
海藻林	1,300,000
中深层礁石	1,200,000

¹ 根据 2019 年提供的资金数额计算出的预计年度资金, 其中提供了 2 年的监测资金

数据收集与使用

3.1 基线监测的要求和产出

- 每个基线监测项目收集 3-4 年的数据。在项目期间，首席研究员 (PI) 每年向加州海洋保护委员会提交书面进展。在项目结束时，其结果经整合后形成一份最终的书面技术报告，并附带原始数据包。
- 每个区域综合其所有基线监测项目的结果，形成一份“区域状况”总结报告，供管理人员和公众查阅。这些报告还包括审查和讨论 MPA 管理的部分，包括获准项目的数量，MPA 违规情况的数量，以及宣传和教育工作。
- 加州鱼类及野生动物部利用这些数据和报告进行了区域性 5 年期管理审查（在前 5 年的监测完成后，管理审查于 2013-2018 年完成）。这些管理审查考虑了区域状况报告和其他补充区域报告（见附录 1）中的关键发现，为 MPA 管理的每个类别提出了一系列管理建议：监测和研究、执法和合规、宣传和教育、政策和许可。根据从基线监测数据得出的结果和与专家研究人员的讨论，管理审查未提出改变监管的建议。
- 公众可通过加州自然资源局开放数据、[DataOne 上的加州 MPA 监测数据门户网站](#)以及[加州鱼类及野生动物部网站](#)获取所有基线数据和报告。附录 1 中提供了所有主要基线监测产品的链接。

3.2 长期监测的要求和产出

- 2019 年开始在全州范围内进行长期监测。七个资助项目都收集了三年（2019-2021 年）的数据，每年向加州海洋保护委员会提供更新，并将结果汇总形成最终书面技术报告，并于 2022 年 1 月与原始数据包一起提交。这些技术报告分享了针对每个项目的相关监测问题的分析结果，并特别考虑到了优先指标物种。
- 每个项目还创建了面向公众的科普性宣传和教育材料，包括单页“项目快照”和有关生态系统和监测方法的信息图表。项目快照报告以英语和西班牙语提供。
- 2022 年 5 月至 8 月，加州海洋基金项目还举办了一场名为“问问研究者”的系列线上研讨会。每个研讨会都侧重于一个 MPA 项目，包括参与监测的研究人员的演讲以及随后的问题和讨论。

- 所有的长期监测数据都在 [DataOne 上的加州 MPA 监测数据门户网站](#)上公开提供。技术报告和宣传材料存放在[加州鱼类及野生动物部网站](#)和[加州海洋基金项目网站](#)上。
- 关键的监测产出也在[加州 MPA 布告栏](#)上进行分享，这是一个基于网络的互动平台，用户可以直观地看到数据和综合评估的结果。

3.3 在管理决策过程中使用监测数据

- 生态监测数据为加州 MPA 网络的最初建立提供了信息，包括在海峡群岛国家公园数十年的监测，这有助于在 2003 年建立海峡群岛 MPA。
- 基线监测的结果促使在 2022 年（即保护措施实施 10 年后）对 MPA 网络的表现进行了全面审查。这是因为研究表明，由于起始条件不同，环境条件和其他压力因素出现变化，再考虑到许多关键物种的生命周期，保护成效可能需要更长的时间才能观察得到。
- 监测数据还用于通报和改进未来的监测工作。基线监测计划旨在全面收集所有生态系统的基准。基线监测完成后，加州鱼类及野生动物部与加州海洋保护委员会制定了 MPA 监测行动计划（2018 年），以填补监测计划中的空白，并更好地将监测与评估《加州海洋生物保护法》目标在战略层面联系起来。
- 加州鱼类及野生动物部每年向加州渔猎委员会和海洋资源委员会提供关于 MPA 监测和管理的最新情况。MPA 监测数据也为最近的石斑鱼、刺龙虾和疣海参的渔业管理工作提供了参考。
- 2021 年举行了两个专家工作组会议，为定于 2022 年 12 月进行的 10 年期审查制定计划。10 年期评估工作组编写了一份综合报告，即[《评估加州 MPA 网络的科学指南》](#)，该报告完善了 MPA 监测行动计划中的问题，并概述了潜在的分析方法。MPA 和气候恢复力工作组在 2021 年的报告[《气候适应力和加州的 MPA 网络》](#)中概述了针对气候变化的建议和注意事项。在监测项目研究人员和美国国家生态分析和综合中心的支持下，10 年期审查目前正在进行中。

经验和改进措施

4.1 从 MPA 监测中获得的经验¹

《加州海洋生物保护法》中明确的监测要求确保了监测仍将是优先事项，但监测计划需要与具体的目标直接挂钩。基线研究对于建立确定未来变化的基准至关重要，这些研究应与长期监测同时设计，并包括生态和社会经济两个维度。考虑到在所有 MPA 开展所有监测项目所需的能力，设计内容也包括监测项目的地理范围。确定优先监测点位这一方式，通过促进连续的时间序列，同时将监测工作保持在资源限制范围内，提高了数据质量。

加州监测计划得到了广泛的跨部门合作伙伴的支持。该州于 2014 年批准了一项正式的 MPA 合作计划，即[加州协作方案](#)，概述了增加 MPA 网络管理参与度的战略。然而，不同群体对 MPA 监测计划的参与情况各不相同。这对加州原住民部落来说尤其如此，他们被确定为关键的合作伙伴并参与基线监测，但很少参与长期监测计划或 MPA 管理。部落的参与至关重要，需要在监测计划和决策的所有方面被优先考虑。

在 MPA 建立之初，各种组织开展了多项生态和社会监测计划。将这些已有的计划纳入更广泛的监测计划，通过利用已有的科学专业知识和能力提高效率，有助于确保加州监测计划的长期可行性，并使加州能够将额外资源集中用于开发解决监测空白的项目。然而，这种合作方式也需要大量的统筹协调工作。监测项目现在由 MPA 管理机构，即加州鱼类及野生动物部和加州海洋保护委员会共同管理。加州海洋保护委员会是一个没有监管职能的政府机构，其宗旨是保护海洋生态系统的健康，并协调影响海洋的各机构的活动。这种共同管理模式促进了监测工作和政策制定者之间的联系，同时也为加州海洋保护委员会提供了更大的机构能力，以专注于监测计划的细节。

为多年监测项目提供资金的做法提高了项目的稳定性，使研究人员能够从更大的数据集中获得更深入的见解。监测项目利用了广泛的资金来源（例如，现

有的互补合作伙伴关系、债券收入、普通基金、特别基金、慈善组织），但公共资金仍然是维持该项目长期存在的最重要原因。

加州已把向公众开放数据和结果作为优先事项。他们最初开发了自己的定制数据平台，但发现成本太高，而且不能满足项目需求。现在所有的数据都上传到了由联邦政府资助的集中式数据存储库 Data One。用于交流结果的其他平台（如加州 MPA 布告栏）可专注于简单的可视化和摘要。这种做法不仅展示了关键的产出，与生成综合技术报告相比需要更少的能力，而且公众获取数据和报告也更容易。

4.2 监测项目的改进措施

MPA 监测的第一阶段（基线监测）侧重于为生态系统特征建立基准并利用现有监测计划。这些现有计划（在基线监测之前建立）是围绕生态问题设计的，虽然它们有时涉及管理问题，但不是围绕评估 MPA 绩效或跟踪管理指标设计的。这在监测的指标类型方面留下了空白，并且缺乏与《加州海洋生物保护法》目标的明确联系。在完成基线监测后，制定了 MPA 监测行动计划（2018 年），以识别和解决监测计划中的差距，并在第二阶段（长期监测）更具战略性地将监测与《加州海洋生物保护法》目标联系起来。理想情况下，该计划应在开展基线监测之前制定。

监测指标主要的空缺包括河口和湿地内的监测、从人类维度（如社会经济用途、价值和多方参与）方面进行的追踪，包括更全面地监测环境因素，以及整合解决气候适应力的问题。目前已经启动了一些项目来填补这些空缺：综合海洋观测系统数据分析，为了解可能影响 MPA 表现的环境因素（如海面温度的变化）提供了背景；专题小组，提供了对人类消耗性活动的见解；建模研究，以确定潜在的气候避难所。对于河口监测，加州政府和加州海洋保护委员会资助了一个监测项目来设计过程，包括召集从业人员和科学家，

¹ 本节信息来自与 MPA 监测项目有关的政府和非政府机构的现任和前任代表的访谈，并以资源遗产基金会的报告 [《从加州海洋保护地网络监测项目中获得的经验》](#)（2020 年 2 月）作为补充。

确定问题和优先指标。值得注意的是，目前的监测计划没有提供明确细节说明如何监测和评估 MPA 管理的其他方面（例如，教育和宣传、执法和合规）。MPA 监测行动计划和随后的 10 年期评估工作组报告对与这些类别有关的指标和问题提出了建议，但没有提供详细的方法或技术报告。专家访谈表明，这些信息正在由加州鱼类及野生动物部内部收集，并将作为 10 年期管理审查的一部分进行评估。

从加州海洋保护委员会的角度来看，10 年期审查的一个主要目标是确定如何精简监测工作以提高成本效益。他们正在着手制定第二版监测行动计划，目标是在 2024 年完成。第二版监测行动计划将利用长期监测和 10 年期管理审查的信息，将监测方法重新集中于对 MPA 表现最重要的方面。自 MPA 成立以来，加州政府和加州海洋保护委员会每年在 MPA 监测方面的支出约为 500 万美元，但每年的普通基金拨款只有 230 万美元。



加州海峡群岛国家公园，圣巴巴拉岛，一只加利福尼亚海狮在海藻林中游弋。

© Richard Herrmann

4.3 管理挑战

监测计划的最初目标是评估《加州海洋生物保护法》目标的进展,并评估MPA表现,以指导适应性管理。然而,这有赖于科学家、管理者和决策者对成功的明确定义。MPA 监测计划收集了大量数据,具有巨大的分析潜力,但这必须与产生有针对性的结果以指导政策和决策的需要相平衡。

MPA 管理者面临的另一个巨大挑战是平衡关键利益相关方不同的意见。尽管渔民已经接受了 MPA 的监管,但许多人仍然对 MPA 网络持有负面的看法,希望放松监管和 / 或缩小监管区域。保护团体正在寻求更高水平的保护和更多的 MPA。原住民部落作为最初的管理者,在很大程度上被排除在选址和监测过程之外,未来他们的诉求需要得到更多关注。利益相关方已要求提高 MPA 监测和评估以及监测如何转化为适应性管理的透明度,增强沟通。加州海洋保护委员会应该且有工具将科学和政策的语言转化为吸引公众参与的内容,并确保利益相关方的观点得到倾听和沟通。

参考文献

- Bonkoski, J., C. Chen, L. Richmond, K. Sayce, S. Cook, J. Enevoldsen, R. Fisher, D. Chin, J. Chang, M. Kia, and R. Grmela. 2021. 为加州的商业和商业客运渔船渔业建立全州基线和长期 MPA 监测计划 . www.mpahumanuses.com
- Carr, M., Caselle, J., Cavanaugh, K., Freiwald, J., Kroeker, K., Pondella, D., Tissot, B., Malone, D., Parsons-Field, A., Spiecker, B. 2021. 对 MLPA 海洋保护地网络中的海藻林生态系统进行监测和评估
- Dugan, J., Marraffini, M., Ladd, M., Hubbard, D., Hamilton, S., Marin-Jarrin, J., Colwell, M., Neuman, K., Lindquist, K., Robinette, D., Page, H.M., Madden, J., Koval, G., Nielsen, K. 2021. Final Report: Evaluating performance of California's MPA network through the lens of sandy beach and surf zone ecosystems. 终版报告：从沙质海滩和冲浪带生态系统的视角评估加州 MPA 网络的表现
- Hall-Arber, M., Murray, S., Aylesworth, L., Carr, M., Field, J., Grorud-Colvert, K., Martone, R., Nickols, K., Saarman, E., Wertz, S. 2021. Scientific Guidance for California's MPA Decadal Reviews: A Report by the Ocean Protection Council Science Advisory Team Working Group and California Ocean Science Trust. 加州海洋保护地 10 年期审查的科学指导：海洋保护委员会科学咨询小组工作组和加州海洋科学信托基金的报告
- Hamilton, S., Starr, R., Wendt, D., Ruttenberg, B., Caselle, J., Semmens, B., Bellquist, L., Morgan, S., Mulligan, S., Tyburczy, J., Ziegler, S., Brooks, R., Waltz, G., Mason, E., Honeyman, C., Small, S., Staton, J. 2022. 加州合作渔业研究计划 (CCFRP) 对加州 MPA 的监测和评估
- 从加州海洋保护地网络监测计划中获得的经验 . 2020. 资源遗产基金会
- 海洋保护地监测行动计划 . 2018. 加州鱼类及野生动物部和加州海洋保护委员会 . 美国加州
- Raimondi, P. and Smith, J. 2022. 为加州海洋保护地监测计划评估岩石潮间带生境 : 10 年期报告
- Ruhl, H., Anderson, C., Edwards, C., Low, N., La Valle, F., LaScala-Gruenewald, D., Drake, P., Bochenek, R., Kahru, M., Daniel, P., Jacox., M. 2022. 用于评估加州各地 MPA 的综合海洋观测系统
- Starr, R., Caselle, J., Kahn, A., Lauermann, A., Lindholm, J., Tissot, B., Ziegler, S., Bretz, C., Carlson, P., Cieri, K., Hoeke, J., Jainese, C., Martel, G., McDermott, S., Mohay, J., Salinas-Ruiz, P. 2022. 加州 MLPA 海洋保护地网络中深层岩石生态系统的监测和评估
- 加州合作方式——MPA 合作计划 . 2014. 加州海洋保护委员会 . 美国加州

补充信息

附录 1： 海峡群岛国家海洋庇护区和海峡群岛国家公园的监测支持

1) 美国国家海洋和大气管理局主管的海峡群岛国家海洋庇护区 (Channel Islands National Marine Sanctuary, CINMS)

海峡群岛国家海洋庇护区的五个计划目标之一是“支持、促进和协调对庇护区海洋资源的科学研究和监测，以改善管理决策”。这是遵循《美国国家海洋庇护区法》（National Marine Sanctuaries Act, NMSA; 16 U.S.C. 1431 et seq.）指定的，为国家海洋庇护区系统的管理提供指导。海峡群岛国家海洋庇护区的管理计划概述了研究和监测行动计划中的优先监测活动，并酌情将监测纳入其他行动计划。

海峡群岛国家海洋庇护区研究和监测行动计划的总体目标是：

“确保现有最佳科学信息可供使用，以满足目前以及预计的对避难所管理、资源保护和教育 / 宣传的需求。通过开展、协调和促进特征分析、监测和评估活动以及综合现有信息来填补知识缺口。”（CINMS，2021）

为了实现这一目标，海峡群岛国家海洋庇护区总结了指导其工作的各个战略，并在很大程度上依赖与联邦机构、州政府机构、学术机构、社区组织和非政府组织的外部伙伴关系。所有的长期监测都是通过这些伙伴关系进行的，而海峡群岛国家海洋庇护区扮演着支持性和参与性的角色（提供现场支持、船舶时间，寻求加入提议，协助数据分析）。这包括 MPA 监测，因此，海峡群岛国家海洋庇护区没有专门针对跟踪 MPA 的详细监测活动。其他研究则是以项目为基础的，

海峡群岛国家海洋庇护区研究团队提出了满足该庇护区科学需求的建议。

2) 美国国家公园管理局主管的海峡群岛国家公园 (Channel Islands National Park, CHIS)

海峡群岛国家公园通过国家公园管理局清查和监测计划的指导进行长期生态监测。海峡群岛国家公园是地中海沿海清查和监测网络（Mediterranean Coast Inventory and Monitoring Network, MEDN）的一部分，该网络是南加州三个处在地中海式气候的联邦保护区之间的合作成果。这三个保护区分别为海峡群岛国家公园、卡布里罗国家海洋保护区和圣莫尼卡山国家级休闲区。该网络的监测采用“生命迹象”框架，在该框架中，选择公园特定的指标——“生命迹象”进行长期测量。

国家公园管理局清查和监测计划的目标：

1. 确定公园生态系统状况选定指标的现状和趋势，以使管理人员能够做出更明智的决定，并与其他机构和个人更有效地合作，以保护公园资源。
2. 对选定资源的异常情况提供早期预警，以帮助制定有效的缓解措施，降低管理成本。
3. 提供数据，以更好地了解公园生态系统的动态性质和状况，并为与其他已改变的环境进行比较提供参考点。
4. 提供数据，以满足与自然资源保护和游客权益相关的特定法律和国会的要求。
5. 提供衡量实现 MPA 表现目标进展的手段。

为了实现这一目标，海峡群岛国家公园已经确定了关键的“生命迹象”指标，这些指标是基于：

- a) 生态相关性；
- b) 实施的可行性；
- c) 解释和实用性（MEDN，2005）。

“生命迹象是公园生态系统的物理、化学和生物元素和过程的子集，这些元素和过程被选择来代表公园资源的整体状况、已知或假设压力源的影响，或具有重要人类价值的元素。”

已制定了详细的方案来评估每个选定的指标。海峡群岛国家公园的生态监测类别包括：水生两栖动物和入侵物种、陆生两栖动物和爬行动物、陆生鸟类、海鸟、气候和天气、鹿鼠、入侵植物、岛狐、海藻林

群落、原生植物群落、鳍足动物、岩石潮间带生境以及沙质海岸和泻湖。海峡群岛国家公园在很大程度上依靠伙伴关系来进行监测。海藻林监测和岩石潮间带监测这两个项目通过收集保护地内外的数据为 MPA 监测作出贡献。这些数据每年汇总一次，并在美国国家公园管理局综合资源管理网站上公布。海峡群岛国家公园的潮间带和潮下带监测数据有助于 2003 年在海峡群岛建立 MPA。



长角州立海洋禁捕区的加州多刺龙虾

© Anupa Asokan/NRDC

附录 2：MPA 布告栏数据集

用于评估整个加州海洋保护地的综合海洋观测系统。数据集和摘要变量目前在 MPA 布告栏中可用，包括可用数据的时间范围。

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

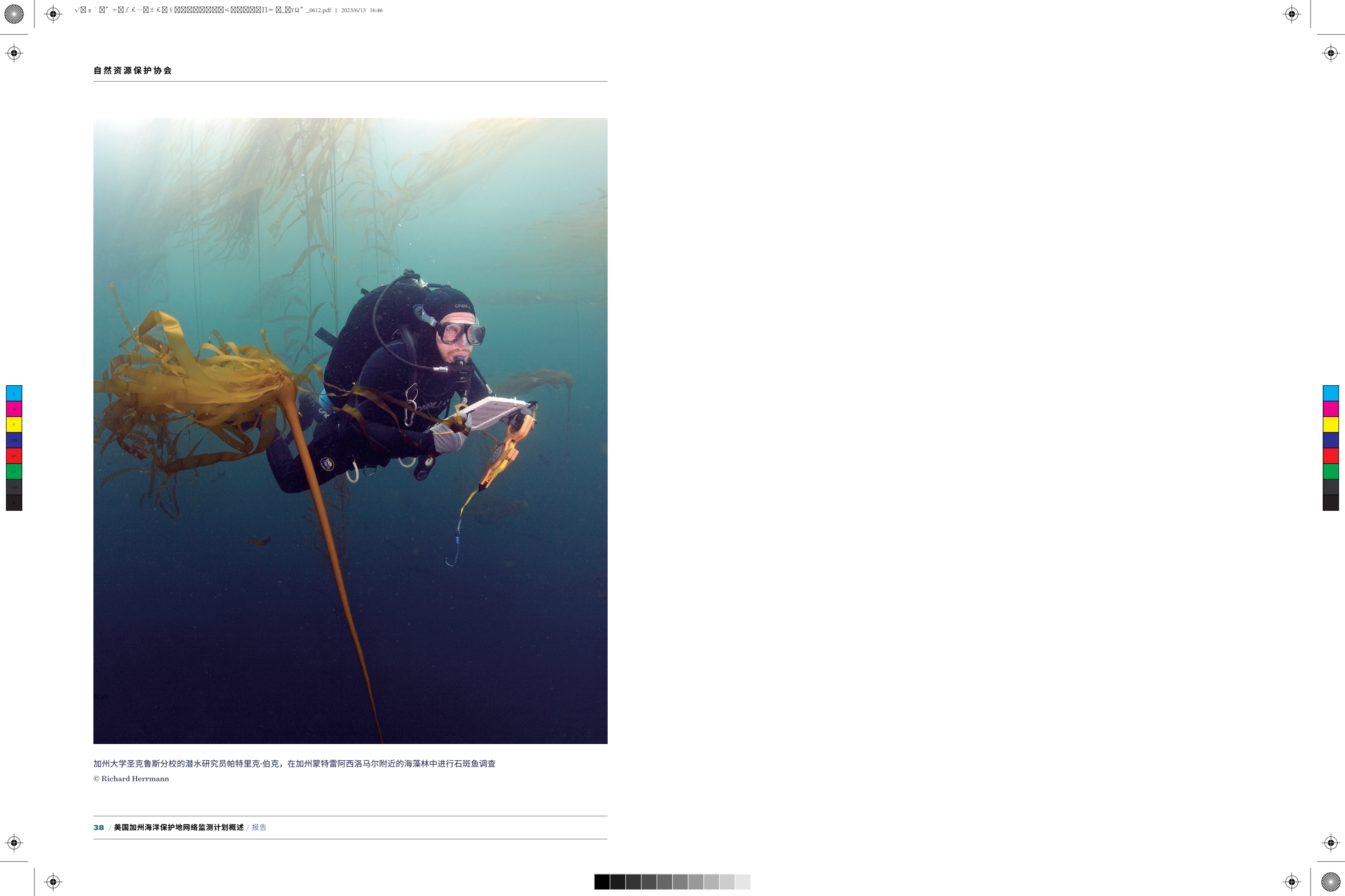
附录 3：分区基线监测计划产品

区域	产品
沙质海岸	● 完整计划报告 ○ 区域状况报告 ○ 区域监测计划 ○ 加州鱼类及野生动物部 5 年期管理审查 ● 补充报告 ○ 北海岸渔业聚焦：珍宝蟹 ○ 北海岸渔业热点：近岸商业鱼类 ○ 北海岸加州休闲渔业调查的渔获率图谱 ○ 北海岸遥控潜水器调查 ● “快照式” 宣传简介 ○ 在一系列不寻常的事件中监测生命 ○ 变化中的海底森林 ○ 盘点北海岸的渔业社区 ○ 探索河流与海洋的交汇处
岩石潮间带	● 完整计划报告 ○ 区域状况报告 ○ 区域监测计划 ○ CDFW 5 年期管理审查 ● 补充报告 ○ 宣传和教育 ○ 执法与合规 ○ 遥控潜水器调查 ○ 商业和休闲渔业

区域	产品
海藻林	● 区域状况报告 ○ 区域监测计划 ○ 加州鱼类及野生动物部 5 年期管理审查
中深层礁石	● 完整计划报告 ○ 区域状况报告 ○ 区域监测计划 ○ 加州鱼类及野生动物部 5 年期管理审查 ● 补充报告 ○ 加州南部海岸 MPA 的宣传和教育 ○ 南部海岸 MPA 的科学采集许可 ○ 南部海岸 MPA 内的执法与合规性 ○ 南部海岸 MPA 的遥控潜水器调查 ○ 南部海岸 MPA 内的商业渔业 ○ 南部海岸的休闲渔业 ○ 南部海岸渔业焦点：市场鱿鱼 ○ 南部海岸渔业热点：加州刺龙虾 ● “快照式” 宣传简介 ○ 海草和浅海岩石生态系统：监测冠层下的生命 ○ 岩岸潮间带生态系统：监测水面上的生命 ○ 潮下带遥控潜水器调查：监测深海中的生命 ○ 沙滩生态系统：监测海滩的秘密生命 ○ 海鸟调查：监测天空中的哨兵 ○ 棘龙虾种群：监测夜里的带刺生物

附录 4：中英文专有名词对照表

中文	英文
诱饵远程水下视频	Baited Remote Underwater Video
美国加利福尼亚州（加州）	California
加州合作渔业研究计划	California Collaborative Fisheries Research Program
加州鱼类及野生动物部	California Department of Fish and Wildlife
加州有害藻类风险图	California Harmful Algae Risk Mapping
海峡群岛国家公园	Channel Islands National Park
海峡群岛国家海洋庇护区	Channel Islands National Marine Sanctuary
商业客运渔船	Commercial Passenger Fishing Vessel
单位捕捞努力量渔获量	Catch per unit effort, CPUE
高潮海岸线	High tide strand line
综合海洋观测系统	Integrated Ocean Observing System
地中海沿岸清查和监测网络	Mediterranean Coast Inventory and Monitoring Network
《加州海洋生物管理法》	Marine Life Management Act
《加州海洋生物保护法》	Marine Life Protection Act
海洋保护地	Marine protected area, MPA
《美国国家海洋庇护区法》	National Marine Sanctuaries Act
美国国家海洋和大气管理局	National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA
美国国家公园管理局	National Park Service
加州海洋保护委员会	California Ocean Protection Council
首席研究员	Principal Investigator
资格申请书	Request for Qualifications
区域海洋建模系统	Regional Ocean Modeling Systems
遥控潜水器	Remote Operated Vehicle
自携式水下呼吸器（水肺）	Self-Contained Underwater Breathing Apparatus, SCUBA
州立海洋保育区	State Marine Conservation Area
州立海洋禁捕区	State Marine Reserve
均匀点接触	Uniform Point Contact
地下水露头处	Water table outcrop



加州大学圣克鲁斯分校的潜水研究员帕特里克·伯克，在加州蒙特雷阿西洛马尔附近的海藻林中进行石斑鱼调查
© Richard Herrmann



NRDC 北京代表处

地址：中国北京市朝阳区东三环北路 38 号泰康金融大厦 1706
邮编：100026
电话：+86 (10) 5927-0688