



## 捕捞策略: 21 世纪渔业管理

精心设计的制度可以确保渔业的长期健康发展

### 概述

传统渔业管理分为两个步骤: 首先, 科学家进行种群评估, 然后渔业管理部门协商措施, 例如配额或禁渔制度 (时间和区域), 以确保资源 (目标鱼类) 得到最佳和可持续的利用。这看似简单, 但是当前的方法和简单相差甚远。

由于鱼类生物学的知识不完善、渔业数据不完整、自然可变性, 以及使用模型计算种群中的鱼类存在固有的挑战, 种群评估可能会有很大的不确定性。因此, 科学建议可能是模棱两可的, 或者包括了广泛的管理选择。大多数渔业管理机构致力于遵循科学建议和预防措施方法, 但缺乏明确的管理决策框架, 这意味着磋商往往变得有争议、被动而且只关注短期绩效。

作为渔业管理的下一个创新，一种被称为“捕捞策略”或“管理规程”的替代方法正在兴起。捕捞策略是进行渔业管理决策（包括配额设定）的预定框架。这类似于在玩游戏之前商定规则，并将角度从短期被动决策转变为长期目标。尽管不同管理机构采用的名称和定义略有不同，但所有捕捞策略均包含以下基本要素：管理目标；监控计划；渔业状况和种群健康状况指标，以及相关参考点；评估这些指标的方法；以及设定捕捞机会的捕捞控制规则（HCR），其中可能包括渔获限制和规模限制，具体取决于关键指标相对于参考点的值。虽然大多数机构将捕捞策略和管理规程视为同义词，但有些机构将管理规程视为捕捞策略的一部分，即捕捞控制规则以及用于应用 HCR 的数据和种群状况估计方法。稳健的捕捞策略在实施之前会通过称为管理策略评估（MSE）的流程进行测试。

使捕捞策略有效的功能之一是反馈循环。收集特定数据以评估渔业状况并评估相对于既定参考点和管理目标的渔业状况。结果将输入 HCR，这决定需要对管理措施进行哪些修改，才能确保实现捕捞策略的管理目标。然后，循环将再次从监控计划开始，记录新措施的效果并收集新数据。

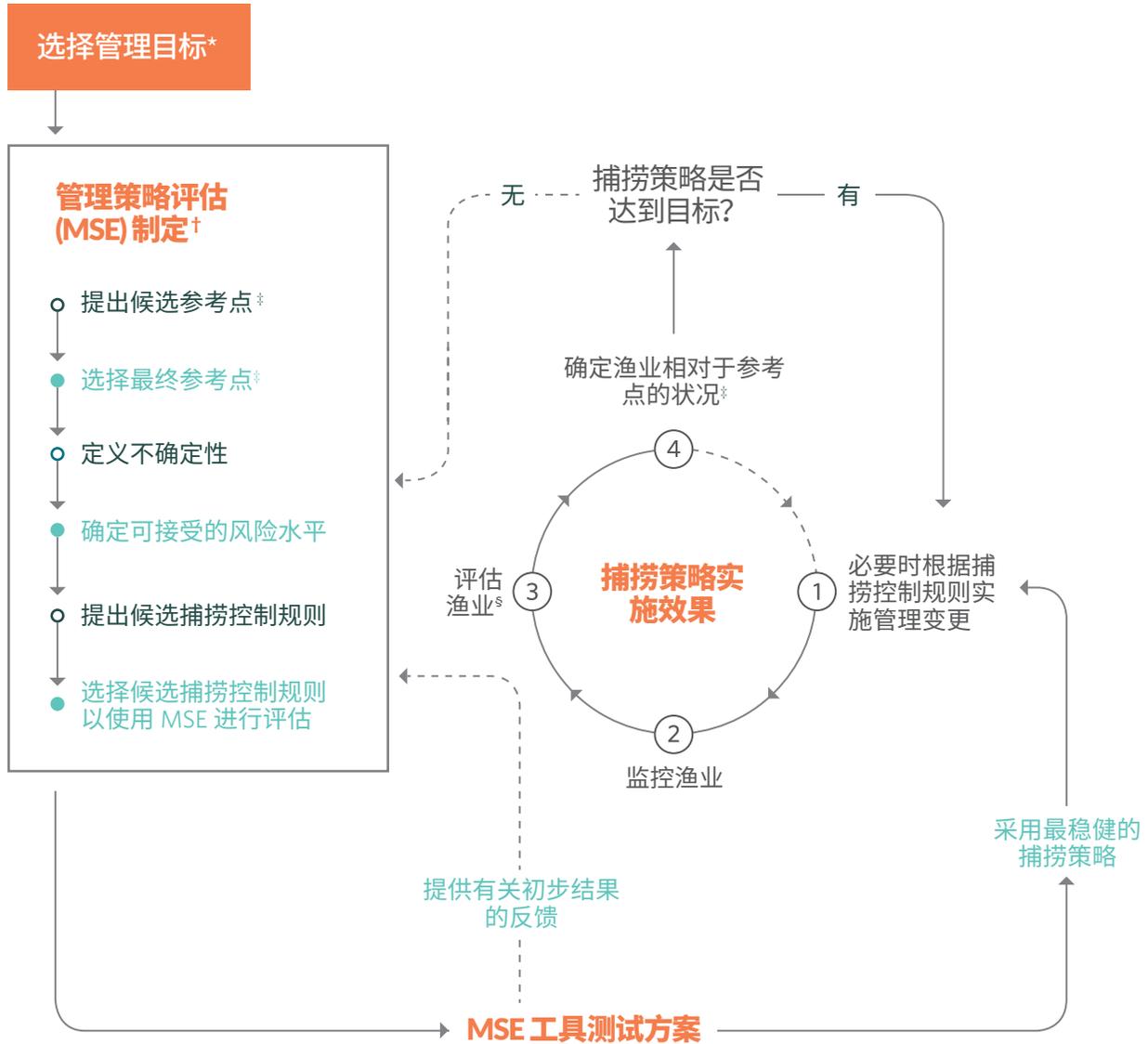
稳健和预防性的捕捞策略对鱼类和渔民都有利。与有效的合规制度相结合，捕捞策略可以解决科学不确定性和可变性，包括与气候变化相关的不确定性和可变性，并取代短期的被动决策。此流程有助于过度捕捞的种群恢复或将种群和渔业维持在目标范围内。合理的捕捞策略可提高渔业管理的透明度和可预测性，促进行业稳定。它们还可以改善市场准入，因为包括海洋管理委员会在内的一些可持续海产品认证计划要求渔业采取适当的捕捞策略。



Rodrigo Friscione/Getty Images

图 1  
**捕捞策略: 了解流程的运作方式**

○ 科学家      ● 管理部门



\* 可以将目标作为长期审核 (例如每 10 年) 的一部分进行修改, 以确保它们仍然适用。

† 这里显示的顺序只是作为示例提供, 可以根据渔业需求进行调整。

‡ 或其他渔业指标。

§ 通过完整统计评估模型或更简单的方法 (例如一个或多个单位捕捞努力量渔获量指标)。

# 捕捞策略的组成部分

## 管理目标

设定管理目标是制定捕捞策略的关键第一步。它们设定了渔业愿景，并提供了衡量该策略长期成功的机制。管理目标可以修改，但如果要使捕捞策略有效，关键是只有当渔业愿景真正改变时才进行修改，而不是作为证明所期望的短期结果的手段。

尽管渔业的立法或公约目标通常用优化捕捞相关的一般性术语表述，但构成捕捞策略基础的管理目标必须更加具体和可衡量，并有相关的时间表和可接受的风险水平（例如超出限制参考点的 5% 风险或有 75% 的可能性在 10 年内将种群重建到目标参考点）。未定义的术语（例如“高概率”或“在尽可能短的时间内”）有多种解释，导致缺乏清晰性，使管理协商变得复杂。

渔业往往有多个管理目标。例如，可以管理单项种群以同时获得最大渔获量、年渔获量的稳定性、利润、种群重建的速度以及种群数量接近目标丰度水平和远高于任何限制的可能性。

如果存在多个管理目标，有些目标可能会与其他目标发生冲突，例如，最大程度地提高渔获量和最大限度地减少违反生物量限制的概率。这意味着管理部门可能要给各个目标设定不同权重，并在选择最终捕捞策略时考虑权衡取舍。渔业为许多人提供食物、就业和经济利益，但只有在维持生物生产力和资源健康发展的前提下，才能长期保持这些利益。因此，应设定管理目标的权重，以确保最大可能地实现渔业状况和安全目标。（见框内文字。）

### 管理目标的典型类别

- 状况：最大程度地使种群保持健康状态（即未过度捕捞、不过度捕捞）。
- 安全：尽量减少种群下降到生物量限制参考点以下的可能性。
- 产量：最大程度地提高各区域和/或渔具的渔获量和/或渔获率。
- 稳定性：最大程度地提高每年渔获量的稳定性，使行业更具可预测性。

## 参考点

参考点是用于将渔业管理制度的当前状况与理想（或不理想）状况进行比较的基准。当与渔业的管理目标相对应时，它们可用于评估实现这些目标的进度。参考点主要有两种类型：限制参考点（LRP 或  $B_{lim}$  和  $F_{lim}$ ）和目标参考点（TRP 或  $B_{TARGET}$  和  $F_{TARGET}$ ），它们通常基于捕捞死亡率（基于 F）或种群丰度（基于 B）。

限制参考点应定义危险区域，超过该点的捕捞将不再被视为可持续捕捞。在管理良好的渔业中，管理部门应采取预防措施，确保他们可以大概率避开此区域；如果意外违反，则应立即采取行动，使种群或捕捞压力恢复到目标水平。重要的是，LRP 应该仅基于种群的生物学及其对捕捞压力的适应力。LRP 不应考虑经济因素，因为 LRP 定义了从生物学角度出发，种群绝不会因威胁而遭受打击的点。

目标参考点定义理想的渔业状况。因此，在管理良好的渔业中，管理措施的设计应该能以较高确定性持续实现这个状态。考虑到种群评估以及总体渔业管理中的未知性和不确定性，TRP 的好处之一是可以创建足够的缓冲区域，帮助管理部门确保不违反限制参考点。由于自然的可变性和不确定性，渔业很可能在目标附近波动，但不应系统地偏离目标（例如，始终低于生物量目标或高于捕捞死亡率目标）。与设置限制参考点不同，管理部门和科学家可以将 TRP 基于一种或多种生态、社会、经济和/或生物学考虑因素。

一些渔业还具有触发参考点，也称为阈值参考点，通常设定在 TRP 和 LRP 之间，以通过捕捞控制规则促使管理当局作出更多响应，从而帮助确保渔业保持在目标附近或避免违反限制。

重要的是，随着不确定性的增加，应该更加保守地设定目标参考点和限制参考点。如果不确定性很高或监控计划不够全面，则还应该将 TRP 设定为离 LRP 较远，以创建更大的缓冲区域，从而减少违反限制的风险。

### 联合国鱼类种群协定的关键参考点原则

- LRP “将渔获量限制在安全生物限制内”；违反 LRP 的风险应“非常低”；“如果种群下降到低于 LRP 或存在可能下降到低于此参考点的风险，则应启动保护和管理措施以促进种群恢复。”
- 设计管理，以便“平均”实现 TRP。
- “应将产生最大可持续产量的捕捞死亡率作为限制参考点的最低标准。”

表 1  
常用参考点的审核

参考点	描述	优点	缺点
$X\%B_0$ 或 $X\%SB_{current, F=0}$	捕捞开始前种群生物量的 X%，或在不在进行捕捞的情况下预期的产卵生物量的 X%。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可用于数据匮乏的种群</li> <li>• 在难以估计绝对丰度的情况下衡量相对丰度</li> </ul>	原始生物量估计值 ( $B_0$ ) 取决于许多假设, 可能不可靠。
$F_{X\%}$ 或 $F_{X\%SPR}$	让种群达到不捕捞情况下最大产卵潜力 (例如产卵、补充量、产卵鱼) X% 的捕捞死亡率。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用作补充型过度捕捞的参考点*</li> <li>• 不需要种群-补充关系或大量历史数据</li> <li>• 如果有可靠的渔业和生活史数据, 则可以使用, 即使种群-补充关系未知也是如此</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 没有考虑在较低生物量下平均补充量可能会减少的事实</li> <li>• 对选择性变化敏感</li> <li>• 没有考虑最佳产量</li> </ul>
$X\%*B_{MSY}$ , $X\%*SB_{MSY}$	维持 X% $MSY$ (最大可持续产量) 所需的生物量或产卵生物量 ( $SB$ )。	同时考虑补充型过度捕捞和生长型过度捕捞。†	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 难以估计, 无法完全按照 <math>MSY</math> 管理多种群渔业中的所有种群</li> <li>• 对补充和选择性的不确定性敏感; 不是固定的目标</li> </ul>
$F_{0.1}$	均衡产量的边际增加量下降到其在首次开发利用种群时价值十分之一时的 $F_0$ 。‡	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用作生长型过度捕捞的参考点</li> <li>• 可以通过生长、渔业选择性和自然死亡率的估计值来计算</li> <li>• 不需要了解种群-补充关系</li> <li>• 即使单位补充量渔获量曲线的顶部平坦, 也可以估算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可能高于 <math>F_{MSY}</math>, 因此会导致不理想的大量种群枯竭</li> <li>• 没有考虑补充型过度捕捞</li> </ul>
$B_{X\%R0}/B_{X\%RMAX}$	将生产 X% 的原始/最大补充量的生物量。	直接考虑补充型过度捕捞。	取决于当前和历史补充的估计值。

\* 当成年种群减少到平均补充量明显低于较高丰度的水平时, 就会发生补充型过度捕捞。

† 当捕捞的鱼太年幼而无法最大程度地提高单位补充量渔获量时, 就会发生生长型过度捕捞。它比补充型过度捕捞更为普遍, 但对种群的威胁却没有补充型过度捕捞那样严重。

‡ 选择性是指不同年龄或规模类别对不同渔具和渔业的相对脆弱性。

± 具体而言, 当  $F=0$  时, 捕捞死亡率对应于以  $F$  为函数的单位补充量渔获量曲线斜率的 10%。

©2019 皮尤慈善信托基金会

## 捕捞控制规则

捕捞控制规则 (HCR) 又称为决策规则, 是捕捞策略的运作组成部分, 本质上是根据目标种群相对于参考点的状况指标来确定可以进行多少捕捞的准则。这些指标分为两个类别: 经验指标和基于模型的指标。有时, 经济指标或其他指标可以作为替代生物参考点或生物参考点之外的触发因素。

对于经验捕捞控制规则, 指标来自一种或多种直接的种群状况度量, 例如丰度调查或计算特定渔获量所需的捕捞努力量, 这称为单位捕捞努力量渔获量 (CPUE) 指数。对于基于模型的 HCR, 指标通常是按种群评估模型估算的丰度水平。在这两种情况下, HCR 还应反映有关如何计算种群状况的协议, 包括应如何收集数据。这三个组成部分协同运作, 不能单独更改。这种相互依赖性是完全指定的捕捞策略比 HCR 更可取的原因。

HCR 的范围从基本的恒定渔获策略 (在这种策略下渔获量水平不变) 到复杂的多步骤规则 (根据触发因素设定允许的渔获量)。鱼类的种群规模超过目标参考点时, 通常会促使采取 HCR 中的第一个管理措施。通过在违反 TRP 时规定自动管理响应, HCR 有助于确保不违反限制参考点。在其他设计中, 渔业达到触发参考点之前不会采取任何措施。

可以根据渔获量、捕捞努力量 (例如允许的捕捞总天数) 或捕捞死亡率 (F) 来管理捕捞活动。HCR 还可能需要修改其他控制措施, 例如禁渔制度 (时间和区域) 的长度或规模或规模限制。



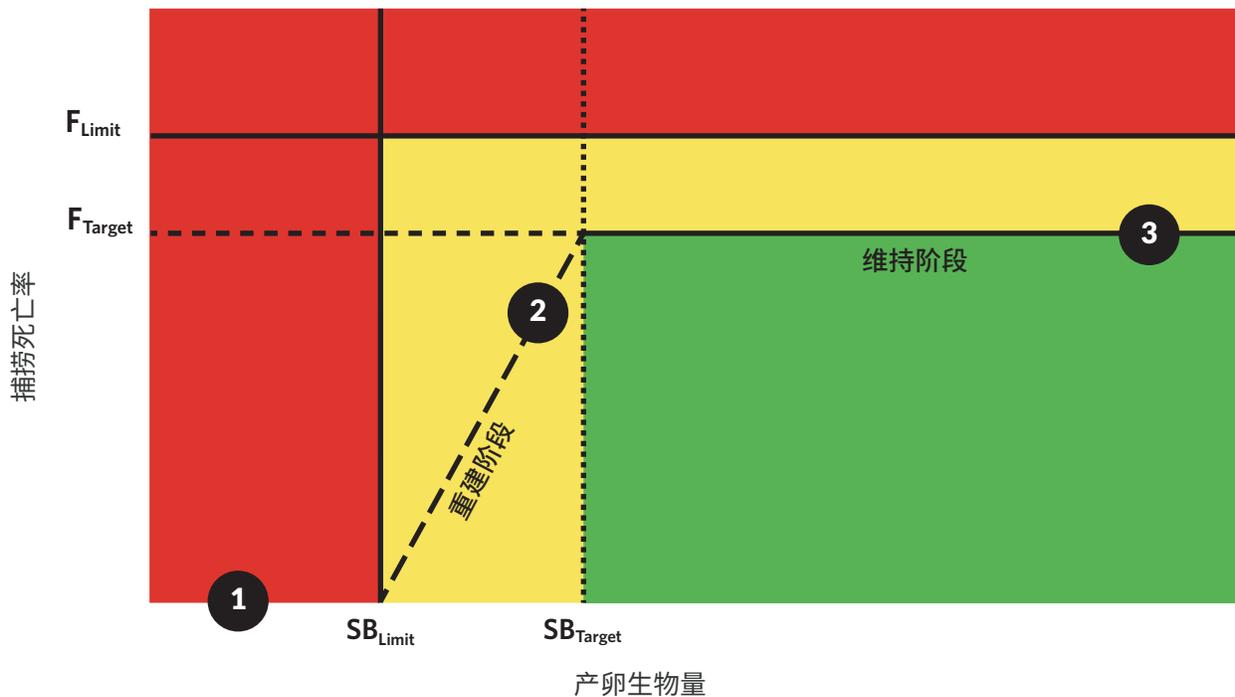
mgokalp/Getty Images

图 2

## 捕捞控制规则的运作方式

鱼类种群评估的结果可以按所谓的 Kobe 图以图形方式表示。下面修改后的 Kobe 图显示许多类型 HCR 中的一种。渔业的最佳状态为绿色，警告状态为黄色，应避免的状态为红色。在此示例中，种群状况的指标是产卵生物量 (SB)，按种群评估模型估算。HCR 具有以下规格：

- 1 如果 SB 低于  $SB_{Limit}$ ，则暂停捕捞（即左轴上的捕捞死亡率 = 0）并制定科学的监控配额，直到达到或超过限制。
- 2 如果 SB 在限制 ( $SB_{Limit}$ ) 和目标 ( $SB_{Target}$ ) 之间，则根据 HCR 的重建阶段降低捕捞死亡率（即，当种群接近  $SB_{target}$  时，左侧的捕捞死亡率从  $F_{target}$  降低至零，因为种群跌至  $SB_{limit}$ ）。
- 3 如果 SB 大于或等于目标 ( $SB_{Target}$ ，即绿色)，则根据 HCR 的维持阶段按目标死亡率 ( $F_{Target}$ ) 捕捞。



©2019 皮尤慈善信托基金会

## 管理策略评估

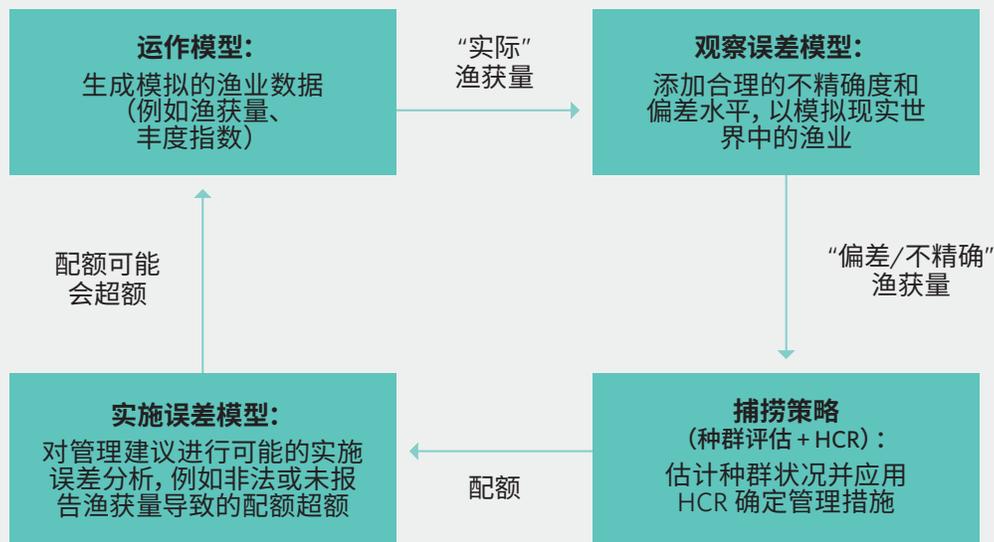
管理策略评估 (MSE) 是科学家和管理部门可以用于模拟渔业制度工作并测试潜在捕捞策略是否可以实现预定管理目标的工具。MSE 有助于确定可能绩效最佳的捕捞策略 (无论不确定性如何), 并在竞争性管理目标之间权衡取舍。MSE 是制定和商定捕捞策略流程的重要组成部分。

建立 MSE 框架的方法有很多, 但是一个或多个“运作模型”是该流程的核心。这些运作模型模拟渔业制度以及提出的捕捞策略的所有相关方面。它们包括有关种群生物学 (例如补充鱼类) 和渔业方面 (例如非法捕捞活动水平) 的所有合理假设。由于假设有许多组合, 因此经常要测试数百种方案。通过对可用的实际数据 (例如 CPUE 数据) 进行拟合来“调整”运作模型, 以消除不合理方案。例如, 运作模型必须能够模仿过去发生的事情。接着使用“闭环模拟”来测试候选捕捞策略。(见图 3。)

图 3

### 捕捞策略模拟测试

MSE 的闭环反馈循环, 使用基于渔获量的示例来模拟候选捕捞策略对种群和渔业未来的影响。

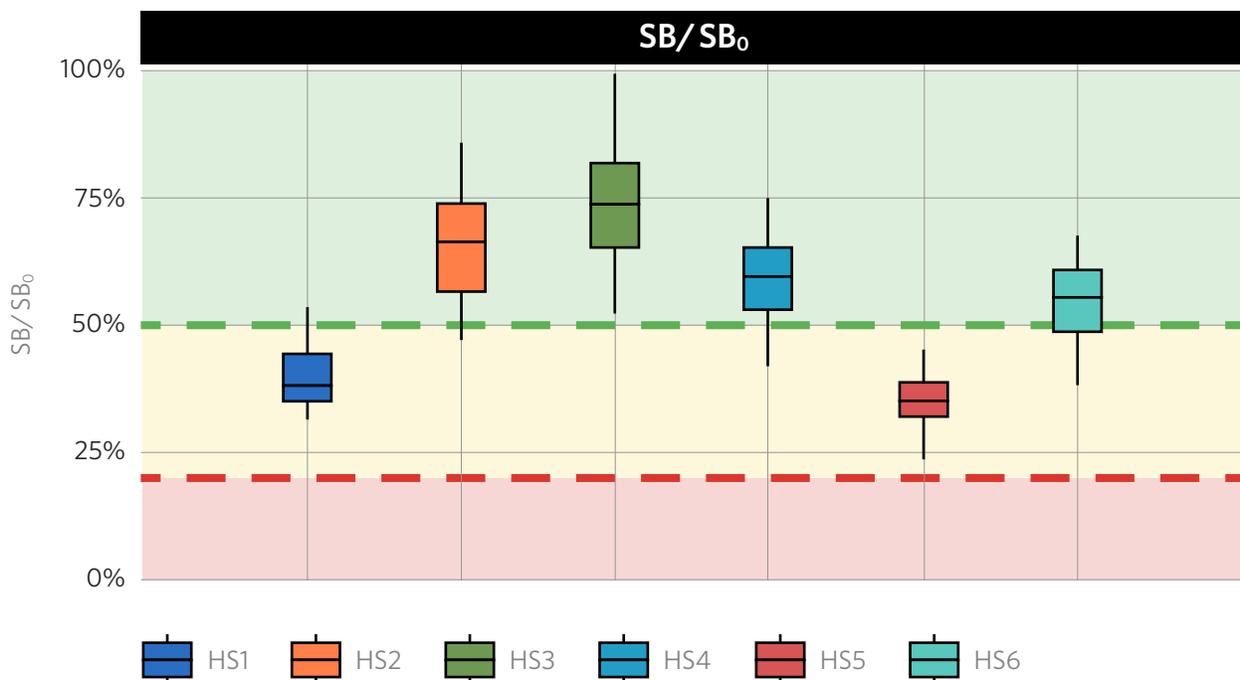


©2019 皮尤慈善信托基金会

MSE 输出将提供候选 HCR 单独或组合（通过绩效指标，即管理目标的定量表达式）达到渔业管理目标的可能性。呈现结果的方法有很多，包括蜘蛛网图和箱形图。（见图 4。）结果可以表示为实现目标的可能性百分比，例如未被过度捕捞和未遭受过度捕捞的可能性为 75%，或达到实际数字的可能性，例如长期每年捕捞 50,000 公吨，允许渔获量的年度最大变化为 10%，或在 20 年内有 10 年违反限制参考点。在审核结果时，管理部门旨在确定最能达到所有目标的候选捕捞策略，同时考虑有时相互对立的目标之间的权衡，例如最大化短期渔获量和改善种群状况。

图 4

## 比较捕捞策略 (HS) 绩效的箱形图示例



此箱形图显示一个管理目标对应的六个假设捕捞策略绩效，这个目标确立了目标参考点，即 50%SB<sub>0</sub> (绿线) 和限制参考点，即 20%SB<sub>0</sub> (红线)。每个框中的水平线代表中位数，彩色框代表第 25-75 百分位数，而细线（或须线）代表第 5 个和第 95 个百分位数。

©2019 皮尤慈善信托基金会

重要的是，捕捞策略的所有要素都可以更新，并且 MSE 可以按需重复。选择 HCR 之后，通常会每三到五年对其重新评估一次。如果它们没有达到预期绩效，并且发生 MSE 未测试的“特殊情况”（例如中止必要的丰度指数），或者如果新知识需要修订运作模型，则可以对其进行修改。同样，尽管 MSE 和捕捞策略减少了对传统种群评估的依赖，从而为管理措施提供信息，但通常仍会定期进行基准评估，以确保捕捞策略绩效符合预期。

如果在没有走完整个 MSE 流程的情况下采用未经测试的捕捞策略，则会牺牲这种方法的许多好处，并且可能会损害渔业绩效。如果管理部门考虑未经测试的捕捞策略，则该流程将同样受到长期困扰传统渔业管理的有争议谈判的影响，并且决策可能会更多地关注短期考虑因素，而不是实现长期目标。

## 结论

如果设计正确，捕捞策略对鱼类和渔民都会有利。许多国际渔业管理机构已认识到这些工具的效力，目前正在制定或实施适合其渔业的策略。每个团体都可以利用和补充其他团体的工作，在这一过程中从集体经验教训中获益。

制定合理的捕捞策略需要科学家、管理部门和利益相关者团队之间的协作。尽管科学家为 MSE 进行建模，但管理部门必须提供广泛的意见和指导。管理部门为捕捞策略选择参考点、可接受的风险水平和时间表。他们还概述要在 MSE 中测试的候选 HCR。一旦 MSE 结果准备好，管理部门将对其进行审核，并根据他们决定用于权衡不同管理目标的方式选择捕捞策略。这样，即使科学家在 MSE 上进行了大量的分析和建模工作，管理部门在利益相关者的指导下，仍可以控制流程的前端（设定管理目标）和后端（选择捕捞策略）。

虽然进行 MSE 以选择最终捕捞策略需要时间和努力，但有证据表明，最初的投资很快会给利益攸关方带来回报，最近南部金枪鱼的种群增长和配额增加就是例证。经过精心设计和测试的捕捞策略，再加上有效的合规制度，可以确保枯竭的种群得到完全恢复，并实现渔业的长期可持续性和可盈利性。

---

**有关详细信息, 请浏览以下网页:**  
[pewtrusts.org/harveststrategies](http://pewtrusts.org/harveststrategies)

---

**联系人:** Leah Weiser, 传播副经理  
**电邮:** [lweiser@pewtrusts.org](mailto:lweiser@pewtrusts.org)  
**项目网站:** [pewtrusts.org/internationalfisheries](http://pewtrusts.org/internationalfisheries)

---

**皮尤慈善信托基金会 (The Pew Charitable Trusts)** 借助知识的力量解决当今最具挑战的难题。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。