



## 漁獲策略：21 世紀漁業管理

設計完善的系統可以確保漁業的長期健全發展

### 概述

傳統漁業管理分為兩步驟：首先，科學家會對族群進行評估，接著漁業管理者對各種措施如配額或禁漁期（區）等進行協商，確保目標魚種資源得到最佳和永續利用。儘管看似容易，但是目前採用的方法一點也不簡單。

由於對魚類生物學的知識掌握不完全、漁業資料不完整、自然變化以及使用模型計算魚群內魚隻數量的固有挑戰，族群評估可能含有極大不確定度。因此，科學建議可能會模糊不清，或是涵蓋了範圍廣泛的管理選項。大多數漁業管理機構均致力於遵循科學建議和預警原則，但因為在決定管理措施上缺乏明確框架，協商過程往往充滿爭議、消極應對，且僅注重短期成效。

而稱為「漁獲策略」或「管理措施」的替代方案正成為漁業管理的下一個創新作法。漁獲策略是事先同意的協議規範，以用於制定像是捕撈配額這樣的在漁業管理決策。這就類似在玩遊戲之前先同意規則，並將決策態度從短期消極轉化為長期目標。儘管不同管理機構在漁獲策略的命名和定義上略有不同，但所有的漁獲策略均包含以下基本要素：管理目標、監控計畫、漁業狀況和魚群健康指標；以及相關參考點、評估指標的方法以及漁獲管控規則（HCR），根據與參考點相關的關鍵指標值訂定捕撈機會（可能包括捕獲量限制和體型大小限制）。雖然大多數機構將漁獲策略和管理措施視為同義詞，但有些機構認為管理措施為漁獲策略的一部分，意即漁獲管控規則連同用於套用 HCR 所需之資料和種群狀態估算方法。健全的漁獲策略在實施之前會透過稱為管理策略評估（MSE）的流程進行測試。

使漁獲策略發揮作用的一項特色是回饋機制。特定資料會收集來評估漁業狀況，並評判其對照於既定參考點和管理目標的表現。這些結果將提供給 HCR，並據此決定需要改變的管理措施，以確保符合漁獲策略的管理目標。然後，監控計畫將記錄新措施的效果並收集新資料，循環會再次開始。

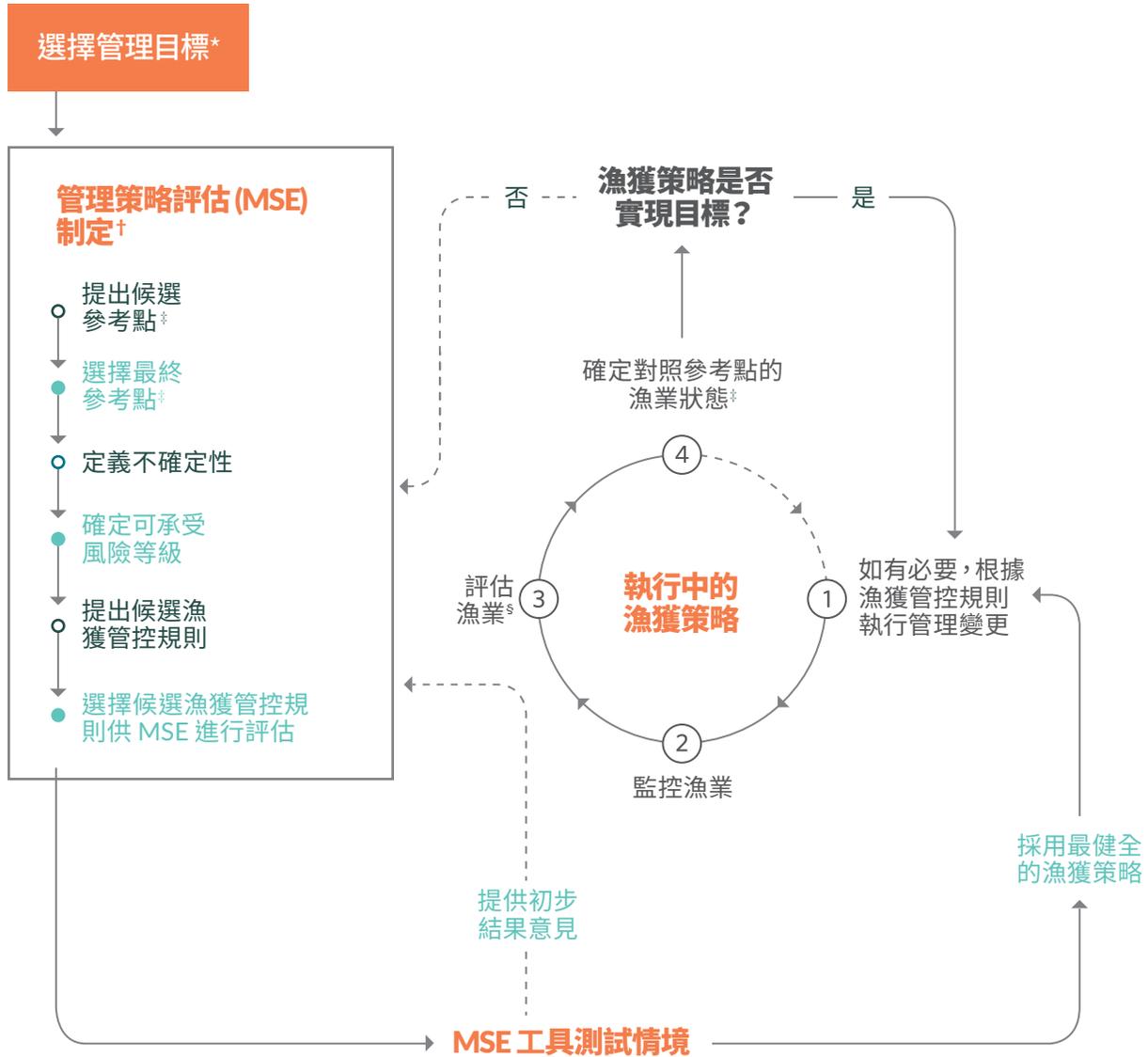
健全和預防性的漁獲策略同時能裨益魚群和漁民。搭配有效的合規制度實施，漁獲策略可以解決科學上與氣候變化有關的不確定性與多變性，並取代短期、消極的決策。此過程有助於處於過度捕撈狀態魚群的恢復或維持魚群和漁業的目標水準。合理的漁獲策略提高了漁業管理的透明度和可預測性，進而能促進產業穩定。由於部分永續海鮮認證計畫（包括海洋管理委員會）要求漁業制定適當的漁獲策略，採用漁獲策略也增加進入市場的機會。



Rodrigo Friscione/Getty Images

# 圖 1 漁獲策略：瞭解流程的運作方式

○ 科學家 ● 管理者



\* 目標可以作為長期審核的一部分來進行修改 (例如，每 10 年一次)，以確保其仍具適用性。

† 此處顯示的順序僅為範例，可以根據漁業需求進行調整。

‡ 或其他漁業指標。

§ 透過完整統計評估模型或更簡單的方法 (例如，每單位努力量指數中一個或多個捕獲量)。

# 漁獲策略的元素

## 管理目標

訂定管理目標是制定漁獲策略關鍵的第一步。它們為漁業設定了願景，並提供評量此策略長期成功的機制。管理目標可以修改，但重要的是如果漁獲策略要奏效，應只有在漁業願景真正改變時才修改，而非迎合短期成效。

儘管漁業的立法或公約目標通常使用與最佳化捕獲量有關的一般術語表示，但構成漁獲策略基礎的管理目標必須更加具體且可評估，並提供相關時間表及可接受的風險等級（例如逾越限制參考點風險為 5%，或者在十年內重建一個族群到目標參考點的機率為 75%）。未定義術語（例如「高機率」或「在盡可能短的時間內」）不僅會受不同詮釋之影響且可能被視為缺乏明確性，使得管理協商變得複雜。

漁業通常存在多個管理目標。例如，單一族群可以同時對最大化捕獲量、年捕獲量穩定性、利潤、重建族群速度，和魚群接近目標豐度水準並遠高於任何限制的可能性進行管理。

在存在多個管理目標的情況下，有些目標可能會與其他目標衝突，例如，最大化漁獲量和盡可能降低逾越生物量限制的可能性。這表示在選擇最終漁獲策略時，管理者可能必須以不同方式權衡目標並考慮平衡。雖然漁業為許多人提供食物、就業和經濟利益，但這些好處只有在維持生物生產力和資源健康的情況下才能長期持續下去。因此，管理者需權衡管理目標，以確保有極高的機率實現漁業狀況和安全目標。（請參閱方框。）

### 典型管理目標類別

- 狀態：最大化族群維持健康狀態的可能性（即尚未過漁、未遭受過漁中）。
- 安全：最小化種族群降至生物量限制參考點之下的可能性。
- 生產量：最大化各區域和/或捕撈設備的捕獲量和/或捕獲率。
- 穩定度：最大化每年捕獲量的穩定度，使行業更具有可預測性。

## 參考點

參考點是用於比較漁業管理系統目前狀態與理想（或不理想）狀態的基準。當參考點符合漁業管理目標時，它們可用於評估實現這些目標的進展。參考點有兩種主要類型：限制參考點（LRP，或  $B_{lim}$  和  $F_{lim}$ ）和目標參考點（TRP，或  $B_{TARGET}$  和  $F_{TARGET}$ ），通常是根據漁獲死亡率（F）或魚群豐度（B）。

限制參考點應界定危險區域，逾越該區域則該漁獲行為將無法永續。管理良好的漁業，管理者會採取預防措施確保他們有高機率避開該區域，如果不慎逾越界限，則立即採取行動，使族群或漁獲壓力恢復到目標標準。重要的是，LRP 應僅根據族群生物學及其漁獲壓力的恢復力而制定。LRP 不應考慮經濟因素，因為 LRP 是從生物學角度定義參考點，來確保該族群永不會因威脅而受到不可逆的影響。

目標參考點定義了期望的漁業狀態。因此，管理良好的漁業，管理措施設計應以高確定性實現此狀態，並維持其慣性。鑒於族群評估和一般漁業管理中的未知數和不確定性，TRP 的優點之一是可以建立一個充裕的緩衝區，幫助管理者確保不會逾越限制參考點。由於自然多變性和不確定性，漁業可能在目標附近波動，但不應有系統性偏離目標的情況（例如，始終低於生物量目標或高於漁獲死亡率目標）。與設定限制參考點不同，管理者和科學家可以將 TRP 建立在一個或多個生態、社會、經濟並/或生物因素的基礎上。

有些漁業還設定了通常介於 TRP 和 LRP 之間的觸發參考點（也稱為閾值參考點），透過漁獲管控規則敦促其做出其他管理回應，以幫助確保漁業維持趨近目標或避免逾越限制。

重要的是，隨著不確定性的增加，設定目標參考點和限制參考點應該更加謹慎。如果不確定性很高或監控計畫不夠全面，則應該將 TRP 設定在遠離 LRP 之處，以建立更充裕的緩衝區，降低逾越限制的風險。

### 聯合國魚群協定中的關鍵參考點原則

- LRP 的「將捕獲量限制在安全的生物學界限內；」逾越LRP的風險應為「極低；」「如果一個族群數量下降至低於LRP或具有可能下降至低於此參考點的風險，則應啟動保護和管理措施以幫助族群恢復。」
- 設計管理策略，使TRP「在多數情形下」得以實現。
- 「產生最大持續生產量的漁獲死亡率應視為一個限制參考點的最低標準。」

表 1  
常用參考點

參考點	說明	優點	缺點
$X\%B_0$ 或 $X\%SB_{current, F=0}$	捕撈開始前族群生物量的 $X\%$ ，或在未進行捕撈情況下預期的產卵生物量。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可用於資料來源缺乏的族群</li> <li>• 測量在絕對豐度難以估算情況下之相對豐度</li> </ul>	原始生物量估算 ( $B_0$ ) 依據諸多假設，且可能不具可靠性。
$F_{X\%}$ 或 $F_{X\%SPR}$	使族群在未進行捕撈時可達到之最大產卵潛能 (例如產卵量、入添、產卵魚) $X\%$ 的漁獲死亡率。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可作為入添過漁的參考點*</li> <li>• 不需要族群與入添關係或大量的歷史資料</li> <li>• 如果有可靠的漁業和生活史資料，即使族群與入添關係為未知，也可以使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不考慮在生物量較低情況下平均入添量可能會減少的事實</li> <li>• 容易被選擇性變化影響</li> <li>• 不考慮最佳生產量</li> </ul>
$X\% \cdot B_{MSY}$ ， $X\% \cdot SB_{MSY}$	維持 $X\% \cdot MSY$ (最大持續生產量) 所需的生物量或產卵生物量 ( $SB$ ) <sup>†</sup> 。	同時考慮入添過漁和成長過漁。 <sup>‡</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 難以估算，無法按照 <math>MSY</math> 精確管控多族群漁場中的所有族群</li> <li>• 容易被入添量和選擇性的不確定性影響</li> <li>• 非固定目標</li> </ul>
$F_{0.1}$	當首次該族群被過度捕撈時，平衡生產量中邊際增加量的 $F$ 值已降至其值的十分之一。 <sup>±</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可作為過漁影響族群成長的參考點</li> <li>• 可以適用生長預估、漁業選擇性和自然死亡率計算</li> <li>• 不需要族群與入添關係的知識</li> <li>• 即使單位入添生產量的曲線頂部平直，也可以估算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可能高於 <math>F_{MSY}</math>，因此可能造成不樂見的族群高度損耗</li> <li>• 不考慮入添過漁</li> </ul>
$B_{X\%RO}/B_{X\%RMAX}$	將產生 $X\%$ 未開發／最大入添量的生物量。	直接考慮入添過漁。	取決於目前和歷史入添量的估算。

\* 當成魚數量降至一個程度，而平均入添量明顯低於較高豐度時，會發生入添過漁。

† 當捕撈的魚太年幼而無法最大化單位入添生產量，就會發生成長過漁。這比入添過漁更常見，但對族群的威脅不如入添過漁嚴重。

‡ 選擇性是指不同魚齡或大小的魚群對各種捕撈方式和漁場的相對脆弱度。

± 具體而言，當  $F=0$  時，作為  $F$  函數的漁獲死亡率相當於單位入添生產量曲線斜率的 10%。

© 2019 皮尤慈善信託基金會

## 漁獲管控規則

漁獲管控規則 (HCR) 也稱為決策規則，是漁獲策略的操作元素，基本上是根據目標族群對照參考點的狀態指標來決定可以捕撈漁獲量的準則。這些指標分為兩類：實證性的指標和基於模型的指標。有時，除了生物參考點外，經濟或其他指標亦可作為或者取代生物參考點成為觸發點。

在實證性漁獲管控規則方面，指標取自一個或多個直接族群狀態評估，例如豐度調查或捕獲特定數量魚群所需努力量的計算，即單位努力漁獲量 (CPUE) 指數。基於模型的 HCR 方面，由族群評估模型估算的豐度水準通常是指標。在這兩種情況下，HCR 還應反映出對於計算族群狀態方式的意見是一致的，包括收集資料的方式。這三個元素共同運作，不應單獨改變。這種相互連動性就是為什麼明確的漁獲策略比 HCR 更適合的原因。

HCR 涵蓋的範圍從基本、不變的捕獲策略（在該策略下捕獲量不變）到複雜、多步驟的規則（根據觸發點設定允許的捕獲量）。當一個魚種的魚群數量超過目標參考點時，通常 HCR 中的第一個管理措施就會提示。透過建立超過 TRP 範圍時自動的管理回應，HCR 有助於確保不逾越限制參考點。在其他設計中，在漁業達到觸發參考點之前不會採取任何行動。

管理漁業的行動可以根據捕獲量、努力量（例如允許捕撈的總天數）或漁獲死亡率 (F) 去調整。HCR 還可能需要調整其他控制措施，例如禁漁期長度或規模，或漁獲大小限制。



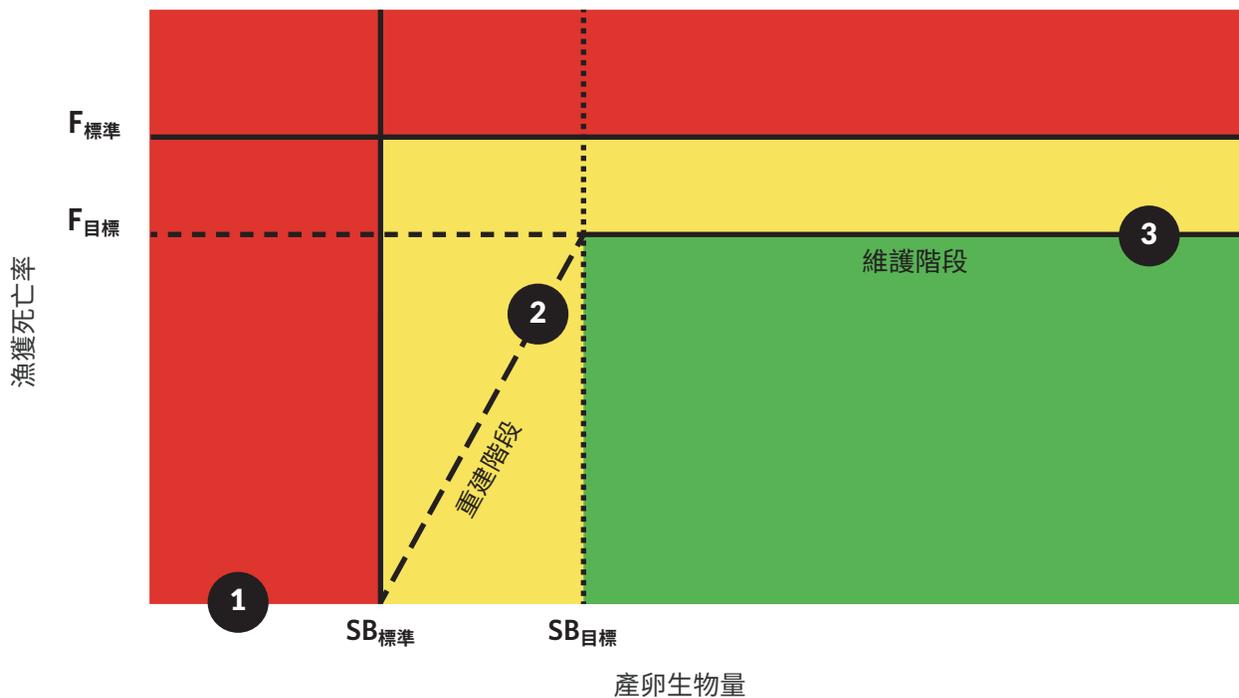
mgokalp/Getty Images

圖 2

## 漁獲管控規則如何運作

魚類族群評估的結果可以透過稱為柯比圖的檢視圖說明。下面經過修改的柯比圖展現了其中一類的 HCR。漁業在理想狀態為綠色，需謹慎狀態為黃色，應避免的狀態為紅色。在此範例中，族群狀態指標是產卵生物量 (SB)，由族群評估模型估算出。HCR 的規範如下：

- 1 如果 SB 低於  $SB_{標準}$ ，則應暫停捕撈（即，左軸上漁獲死亡率為零），並制定科學監控配額，直到達到或超過標準。
- 2 如果 SB 界於中間範圍 ( $SB_{標準}$ ) 和 SB 目標 ( $SB_{目標}$ ) 之間，則根據 HCR 重建階段來降低漁獲死亡率（即，當族群接近  $SB_{目標}$  時，由於族群接近  $SB_{標準}$ ，左側的漁獲死亡率會從  $F_{目標}$  降至零）。
- 3 如果 SB 大於或等於目標值 ( $SB_{目標}$ ，即綠色)，根據 HCR 的維護階段，參照目標死亡率 ( $F_{目標}$ ) 進行捕撈。



© 2019 皮尤慈善信託基金會

## 管理策略評估

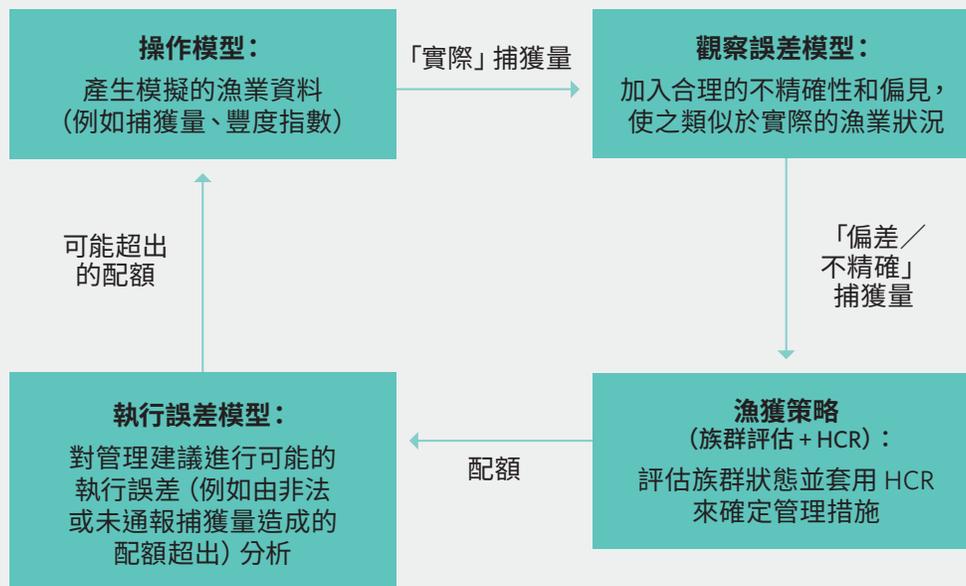
管理策略評估 (MSE) 是科學家和管理者可以用來模擬漁業系統活動和測試潛在漁獲策略是否能實現預定管理目標的工具。即使存在不確定性，MSE 都有助於辨識成效可能最佳的漁獲策略，並在相互競爭的管理目標中有所權衡。MSE 是制定和對於漁獲策略達到共識整個流程的重要關鍵。

建立 MSE 框架的方法有很多，但一個或多個「操作模型」是整個流程的核心。這些操作模型模擬漁業系統中所有相關的情況，並提出漁獲策略。它們包括所有有關族群生物學 (例如補充量) 和漁業層面 (例如非法漁業活動程度) 的合理假設。由於有諸多假設組合，經常要進行數百種可能情況的測試。透過搭配可取得的實際資料 (例如 CPUE 資料) 來設定操作模型的漁獲條件，以消除不合情理的情況。例如，操作模型必須能夠模擬過去發生的事件。接著使用「閉環模擬」來測試候選漁獲策略。(請參閱圖 3。)

圖 3

### 模擬測試漁獲策略

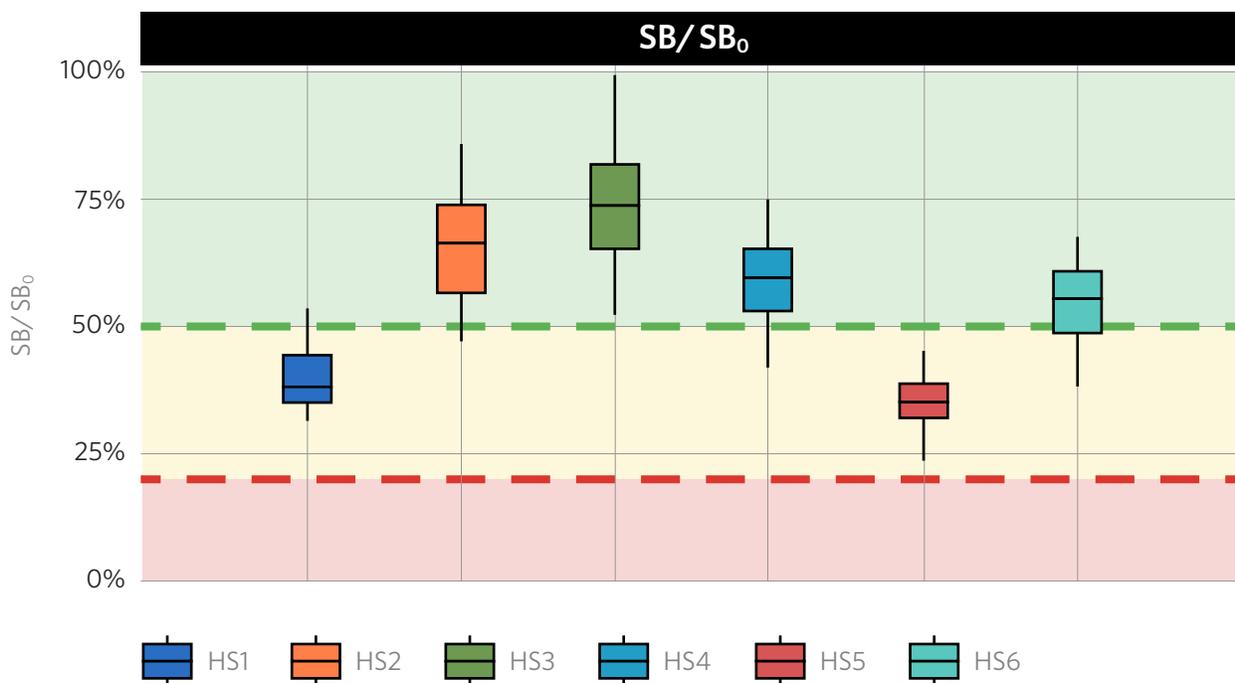
利用一個根據捕獲量的範例，模擬候選漁獲策略對未來族群和漁業影響的 MSE 封閉回饋迴路。



© 2019 皮尤慈善信託基金會

MSE 輸出資訊將顯示候選 HCR 的個別或組合方式 (透過成效指標, 即將管理目標以量化的方式呈現) 實現漁業管理目標的可能性。呈現結果的方法有多種, 包括蜘蛛圖和箱形圖。(請參閱圖 4。) 結果可以用目標達成可能性的百分比來呈現, 例如尚未過漁且未遭受過漁威脅的可能性為 75%, 或用達到實際目標數字的可能性來顯示, 例如長期年捕獲量為 50,000 公噸、可捕獲漁獲一年間最大變化為 10%, 或 20 年間其中的 10 年限制參考點的逾越數量。審視結果時, 管理者的目標是找出最能滿足所有目標的合適漁獲策略, 同時也將有時需權衡相互對立目標的情況納入考量, 例如像是最大化短期捕獲量和改善族群狀態這樣的目標。

圖 4  
比較漁獲策略 (HS) 成效的樣本箱形圖



此箱形圖呈現了針對一個目標參考點為 50%  $SB_0$  (綠線) 和限制參考點為 20%  $SB_0$  (紅線) 的管理目標其六種假設漁獲策略的成效。每個方框中的水平線代表中位數, 彩色方框代表第 25 到第 75 個百分點, 細線 (或鬚鬚) 代表第 5 和第 95 百分點。

© 2019 皮尤慈善信託基金會

重要的是，漁獲策略的所有要素都可以更新，且必要時可以重複 MSE。選擇 HCR 之後，每三至五年通常會對它們進行重新評估。當如果效果不彰、出現未經 MSE 測試的「特殊情況」（例如，必要的豐度指數中斷了）、或者如果出現新知識所以需要修改操作模型，則可修改 HCR。同樣的，儘管在提供管理行動資訊方面，MSE 和漁獲策略減少了對傳統族群評估的依賴，但基準評估通常仍會定期進行，以確保漁獲策略有如預期的表現。

在未進行完整 MSE 流程情況下採用未經測試的漁獲策略會使此方法的諸多好處效果大打折扣，甚至可能危及漁業管理成效。當管理者考慮採用未經測試的漁獲策略時，此流程也會受到傳統漁業管理協商中往往充滿爭議這樣爭議的影響，因此決策可能會更著重在短期考量因素，而非實現長期目標。

## 結論

如果設計合理，漁獲策略將同時裨益魚群和漁民。許多國際漁業管理機構體認到這些工具的有效性，正在制定或實施適合其漁業的策略。每個團體都可以在其他團體的工作基礎上發展和補充，並在過程中受益於一路汲取的集體經驗。

制定一個合理的漁獲策略需要科學家、管理者和利害關係人團隊之間的合作。儘管科學家建立了 MSE 模型，但管理者必須提供大量以供輸入的資料和指導。管理者需為漁獲策略選擇參考點、可承受風險等級和時間表。他們還需要列出需在 MSE 中測試的候選 HCR。待 MSE 結果出爐，管理者對其進行審核，並根據它們在不同管理目標之間權衡利弊的結果，選擇出漁獲策略。這樣，即使科學家在 MSE 上做了大量分析和建模工作，管理者在利害關係人指導下，仍掌控流程的前端（設定管理目標）和後端（選擇漁獲策略）。

雖然執行 MSE 來選擇最終漁獲策略耗時費力，但證據顯示，最初的投入很快就會回饋給利害關係人，南方黑鮭魚最近的魚群數量增加與配額增加就是個典型的例子。設計和測試完善的漁獲策略，加上有效的合規制度，可以確保枯竭的魚群完全恢復，並提供長期、永續和可盈利的漁業。

---

**如需更多資訊，請參考：**  
[pewtrusts.org/harveststrategies](https://pewtrusts.org/harveststrategies)

---

聯絡人：通訊部副理 Leah Weiser  
電子郵件：[lweiser@pewtrusts.org](mailto:lweiser@pewtrusts.org)  
專案網站：[pewtrusts.org/internationalfisheries](https://pewtrusts.org/internationalfisheries)

---

皮尤慈善信託基金會 (Pew Charitable Trusts) 憑藉知識之力量解決當今最具挑戰的難題。皮尤基金會運用嚴謹的分析方法改進公共政策、增進公眾對相關議題的了解，活躍公民生活。