

# 誰是印太最強之盾： 多型先進驅逐艦飛彈飽和接戰能力模擬分析

謝沛學

網路安全與決策推演研究所

## 壹、前言

不論從噸位、火力，還是從功能性來看，「飛彈驅逐艦」（Guided Missile Destroyer）已取代巡洋艦，成為除航空母艦外，最重要的水面戰鬥艦船。具體而言，驅逐艦可以打擊水面或水下目標，執行保護或攻擊海上生命線的任務；亦可以為戰區與其它水面艦隊提供區域防空保護。飛彈驅逐艦更可擔任「以海制陸」的角色，以艦載遠程巡弋飛彈對岸上重要的敵目標進行打擊，支援後續的兩棲登陸作戰。除了有能力發展航空母艦的國家外，在各主要國家的艦船建造計劃中，驅逐艦佔據著最重要的地位。飛彈驅逐艦的技術等級與數量亦成為評比各國海軍實力的一個重要指標，即使大力發展航空母艦的美、中兩強亦不例外。

因此，本文先以數學建立相關模型，分析與比較第一島鏈週邊幾個主要國家現有最先進的飛彈驅逐艦之防空飽和接戰能力，包含搭載「神盾戰鬥系統」（Aegis Combat System）的美國「阿利遜伯克級 III 型」（the *Arleigh Burke*-class Flight III）、日本「摩耶級」（the *Maya*-class）、南韓「世宗大王級」（The *Sejong the Great*-class），以及配備有類似戰鬥系統的中國「055 型」飛彈驅逐艦（Type 055 destroyers）。接著透過電腦兵棋模擬軟體「指揮：現代作戰」專業版（Command: Modern Operations Professional Edition，以下簡稱 CMO PE），設計數個想定場景，進一步檢視各型驅逐艦反制飛彈飽和攻擊的能量之數學分析結果。倘若數學模型解與電腦模擬的結果出現一定的差異，則進一步探討可能的因素，並依此對原

有的數學分析模型進行適度修調。本文試圖建立單艦飛彈防空飽和接戰能量的分析模型，可作為後續相關研究之基礎。

## 貳、防空飽和接戰能量分析建模

對於艦船（單艘）防空能力的量化模擬分析，可以從「防空飛彈命中率」、「射控系統接戰能量」與「防空飛彈系統最大攔截次數」這幾個要素去估算，可表為如下公式：<sup>1</sup>

$$N_{\text{防空飽和接戰}} = P_{\text{防空飛彈}} \times Tr_{\text{目標數}} \times I_{\text{次數}} \dots\dots\dots (1)$$

其中， $P_{\text{防空飛彈}}$ 係指艦船防空系統進行接戰後，「單發」防空飛彈命中來襲反艦飛彈之機率。由於防空飛彈攔截成功率的實際數據取得不易，一般在分析上，單發攔截率多採 60%至 75%左右不等計算。

$Tr_{\text{目標數}}$ 指的是艦船防空系統的「照明雷達」（Tracking and Illumination Radar）一次能追蹤並接戰的來襲飛彈數量。即使某艘艦船所搭載的防空飛彈數量多達 200 枚，不代表該艦船的防空系統有能力一次處理 200 枚的敵反艦飛彈。除了受限於防空飛彈的發射裝置，如「垂直發射系統」（Vertical Launching System, VLS）的發射單元數量，決定因素是照明雷達一次能鎖定並導引防空飛彈進行接戰的來襲威脅最大數量（Max Target Illumination）。

$I_{\text{次數}}$ 代表艦船防空雷達發現來襲反艦飛彈後，艦船防空系統在「接戰窗口」（ $\Delta_t$ ）內所能夠進行攔截（Interception）的次數，表為如下公示，其中 $t_{\text{循環}}$ 為防空飛彈每次「接戰循環所耗時間」，1 則代表第一枚發射接戰的防空飛彈：

---

<sup>1</sup> Daniel H. Wagner, W. Charles Mylander, and Thomas J. Sanders, *Naval Operations Analysis 3rd Edition* (Annapolis, MD: US Naval Institute, 1999); Capt. Wayne P. Hughes Jr., and RADM. Robert P. Girrier, *Fleet Tactics and Naval Operations 3rd Edition* (Annapolis, MD: US Naval Institute, 2018); 謝沛學，〈俄羅斯黑海艦隊防空能力評估〉，《國防安全雙週報》，第 54 期，111 年 5 月 20 日，<https://indsr.org.tw/respubcationmenus?uid=12&resid=1889>。

$$I_{\text{次數}} = \frac{\Delta t}{t_{\text{循環}}} + 1$$

..... (2)

以下方圖 1 為例，主要先透過「防空雷達最大目標偵獲距離」除以「敵反艦飛彈速度」得出來襲飛彈擊中艦船之前，該艦「防空系統所剩餘的反應時間」(T)。其中，由於「防空雷達最大目標偵獲距離」(D)受限於「地球曲率」(Earth Curvature)的影響，必須納入艦船防空雷達高度與來襲敵飛彈高度來計算，公式如下：

$$T = \frac{(D)}{S_{\text{反艦}}}$$

..... (3)

$$D = d_r + d_t$$

$$d_r = \sqrt{2 \cdot \frac{4}{3} \cdot R_E \cdot h_r}$$

$$d_t = \sqrt{2 \cdot \frac{4}{3} \cdot R_E \cdot h_t}$$

..... (4)

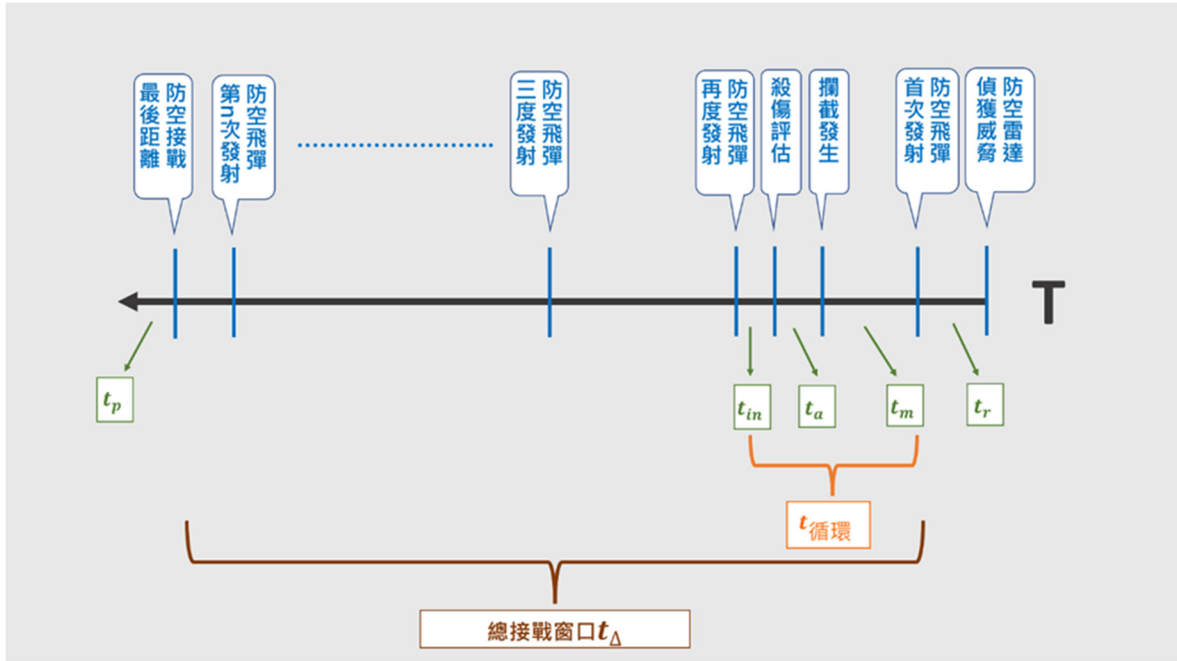


圖 1、防空系統接戰流程圖

資料來源：作者自製。

再進一步考量「系統反應時間」( $t_r$ )，例如防空雷達掃描捕捉目標所需時間等，<sup>2</sup>以及防空飛彈與反艦飛彈的「相對運動時間」( $t_m$ )、「殺傷評估時間」( $t_a$ )、「防空飛彈發射間隔」( $t_{in}$ )等因素。<sup>3</sup>並須扣除反艦飛彈突防後撞擊到船體的時間 ( $t_p$ )，因為所有的防空飛彈都有「最短接戰距離」( $R_{min}$ )的限制。例如標六 RIM-174 的最短發射距離為 4 哩 (7.4 公里)，當來襲威脅距離艦船短於 4 哩，標六飛彈便無法進行接戰。

$$t_p = \frac{R_{min}}{S_{反艦}} \dots\dots\dots (5)$$

考量所有這些因素後，便可得出該艦船的「防空接戰窗口」，

<sup>2</sup> 以 1970 年代技術的美軍雷達 AN/SPS-48 為例，其掃描間隔為 4 秒 1 圈，定位來襲目標必須轉 3 圈約 12 秒。

<sup>3</sup> 較為先進的「垂直發射系統」如美軍的 Mk. 41，理論上可作到每秒 1 發的間隔；非垂直發射系統，如俄國海軍仍在使用的「雙臂旋轉發射架」(9K33 Osa 近程飛彈)，其發射間隔約每發 3 至 5 秒。

表為如下公式：

$$\Delta t = T - t_r - t_p \dots\dots\dots (6)$$

防空飛彈每次「接戰循環所耗時間」則表為如下公式：

$$t_{\text{循環}} = t_m + t_a + t_{in} \dots\dots\dots (7)$$

若將前述第 (3)、(4)、(6) 與 (7) 式代回第 (2) 式，則可得出艦船防空系統的「攔截總次數」如下式：

$$I_{\text{次數}} = \frac{\frac{(d_r + d_t - R_{min})}{S_{\text{防空}}} - t_r}{t_{\text{循環}}} + 1 \dots\dots\dots (8)$$

## 參、個案設計

本研究想定主軸設為「伯克級 III 型」、「055 型」、「摩耶級」，以及「世宗大王級」飛彈驅逐艦，在第一島鏈海域分別遭遇敵方反艦飛彈飽和攻擊，並以艦載的三層防空系統進行接戰，配置簡述如下：

### 一、「伯克級 III 型」

- 中遠程防空飛彈：標準六型 (RIM-174A ERAM Dual I)
- 近程防空飛彈：海麻雀 (RIM-162A ESSM)
- 近迫系統：Phalanx CIWS

## 二、「055 型」

- 中遠程防空飛彈：海紅旗-9（HHQ-9）
- 近程防空飛彈：海紅旗-10（HHQ-10）
- 近迫系統：H/PJ-14 CIWS

## 三、「摩耶級」

- 中遠程防空飛彈：標準六型（RIM-174A ERAM Blk IA）
- 近程防空飛彈：海麻雀（RIM-162A ESSM）
- 近迫系統：Phalanx CIWS

## 四、「世宗大王級」

- 中遠程防空飛彈：標準二型（RIM-66 Blk IIIA）
- 近程防空飛彈：海公羊（RIM-116B BLK 1）
- 近迫系統：Goalkeeper CIWS

基於地緣因素，本研究分析標的聚焦於第一島鏈周邊主要國家現役最先進的驅逐艦，不討論其它如英、法、俄、印度等國家的艦船。唯本文的主軸與分析工具為「模式模擬」，故僅討論艦船的防空接戰能力，並不涉及船籍國（美、日、韓）是否會介入可能的第一島鏈衝突此類政治議題。

其次，本研究僅分析現有的武器與載台，不探討正在研發或「概念假想」（Hypothetical）的武器。攻擊方的反艦飛彈則以能夠「掠海飛行」的「距外打擊武器」（Stand-off Weapons）為主。至於何為「Stand-off」的定義，以本文分析的「艦隊防空場景」來看，由於此四型驅逐艦所使用的反飛機防空飛彈之最遠射程約 130 浬（240 公里），故以此為「Stand-off」的最低範圍，即反艦飛彈的射程必須允許攻擊方在 130 浬以外發動攻勢為標準。

再者，本文控制「獨立變項」條件一致，分析各型驅逐艦的飽



和接戰能量，即這四型驅逐艦面對相同的反艦飛彈威脅。本文選擇以美軍的 AGM-158C LRASM（射程可達 486 浬／900 公里），以及解放軍的「鷹擊 18」（射程可達 270 浬／500 公里）作為攻擊手段。如果不對「攻擊方來襲威脅類型」進行控制，則不同飛彈因為速度、射程、匿蹤與否、以及來襲路徑高度的不同，都會嚴重影響防守方的接戰能量，所得出的模擬結果不具可比較性。至於「交戰規則」（Rules of Engagement），測試的艦船採「多次單發射擊原則」（Shoot-Look-Shoot, SLS）反制亞音速的 AGM-158C；面對末端以超音速來襲的鷹擊 18，測試的艦船則改採「連波射擊原則」（Shoot-Shoot-Look, SSL）進行攔截。而本研究所使用的武器載台性能諸元皆來自 CMO PE 資料庫預設值，未經任何修調。礙於篇幅限制，本文不再逐一詳細列述。<sup>4</sup>

另外，由於本文的分析主軸是「防空飽和接戰能量」，故假定攻擊方的目獲問題已解決，在 CMO PE 電腦模擬場景設計上，我們給予攻擊方「全知」（Omniscient）的目獲能力，一開局便自動獲得防守方艦船單位的部署位置。由於能否「及早偵獲並持續追蹤來襲威脅」是防空作戰成敗的關鍵之一，故本文分析仍設定防守方的艦船必須進行目獲任務，唯防守方配置有空中預警機協助目獲（美日韓三方為美系的 E-2D 預警機；解放軍方則是空警 500）。本研究亦不討論防守方對攻擊源頭的打擊，例如主動尋找並摧毀對方發射反艦飛彈之載台，僅分析單艘驅逐艦面對來襲威脅的飽和接戰能力。

最後，由於「飛彈飽和攻擊」（Saturation Attack）的效果可以從「齊射數量」（Salvo）與「來襲威脅軸」（Threat Axis）這兩個因素來討論，本研究採用「參數分析」（Parametric Analysis）的概念，以此兩個因子進行案例組合規劃。其中「數量」有 4、8、12、16、20、24、28 枚，共 7 個變數；「威脅軸」則有「單軸攻擊」與

---

<sup>4</sup> CMO 模擬軟體的商業版與軍用專業版共享相同的武器性能資料庫，數據皆來自公開情資，唯軍用專業版提供使用者依想定需求，修調資料庫諸元的功能。Command: Modern Operations / Modern Air Naval Operations Database, <https://cmano-db.com>.

「雙軸攻擊」兩種變化（範例請見下方表 1）。每組案例再透過電腦兵棋系統 CMOPE 進行 30 次蒙地卡羅模擬得出隨機數據。由於本文試圖找出這幾型最先進的驅逐艦，面對特定反艦飛彈的飽和防空接戰數量門檻（Threshold），並以此評比這四型飛彈驅逐艦的防空能力。故「效益量測指標」（Measure of Effectiveness, MOE）設為防守方能否完全攔截來襲的反艦飛彈，突穿 1 枚就算防守失敗，不討論「可以承受幾枚飛彈打擊」，以及「重創」亦或「擊沉」此類想定。畢竟這些議題受飛彈戰鬥部大小、船艦噸位、命中位置、損管能力等因素影響，與本研究目的沒有直接相關。

表 1、模擬分析案例規劃組合範例

| 某型驅逐艦 vs. AGM-158C |     |     |      |      |      |      |      |
|--------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
|                    | 4 枚 | 8 枚 | 12 枚 | 16 枚 | 20 枚 | 24 枚 | 28 枚 |
| 單軸<br>攻擊           | 案 1 | 案 2 | 案 3  | 案 4  | 案 5  | 案 6  | 案 7  |
| 雙軸<br>攻擊           | 案 8 | 案 9 | 案 10 | 案 11 | 案 12 | 案 13 | 案 14 |

資料來源：作者自製。

## 肆、案例探討

### 一、「協同接戰能力」是美軍伯克 III 型勝出的關鍵

經初步的公式估算，伯克級 III 型的遠中近程三道防線理論上可以反制 19.5 枚 AGM-158C 遠程反艦飛彈、17.2 枚鷹擊 18 超音速反艦飛彈的飽和攻擊。日本「摩耶級」則可以應付 18.3 枚 AGM-158C 與 16.4 枚鷹擊 18 的打擊。解放軍「055 型」驅逐艦面對前述兩型反艦飛彈的飽和接戰量分別為 15.7 枚與 14.1 枚。南韓的「世宗大王級」驅逐艦則有 15.2 枚與 13.9 枚的飽和接戰能力。從火力分析理論



模型的結果來看，伯克級 III 型的防空接戰能力最佳；摩耶級次之；055 型與世宗大王級再次之，但兩者差距甚微。

此戰力評估排序基本吻合本文透過電腦兵棋系統 CMO PE 所模擬得出的結果，唯伯克 III 型與摩耶級的飽和接戰數量，兩個模型分析的結果出現一定程度的落差。圖 2 至 5 顯示，在 CMO PE 電腦模擬當中，伯克 III 型可以承受約 24 枚的 AGM-158C 飽和攻擊，面對鷹擊 18 的接戰量更提升至 28 枚左右，摩耶級亦出現相同的趨勢。此外，由於鷹擊 18 具有末端超音速飛行的能力，壓縮艦船接戰窗口，故原先理論公式的估算，各型艦船面對鷹擊 18 的飽和接戰量皆少於反制 AGM-158C 所需的數量。然而，CMO PE 電腦模擬結果卻顯示，伯克 III 型與摩耶級反制鷹擊 18 的效果優於攔截 AGM-158C。（註：礙於篇幅與閱讀便利性，本文將「055 型」與「世宗大王級」的模擬分析結果圖置於文末附錄，供讀者參閱。）

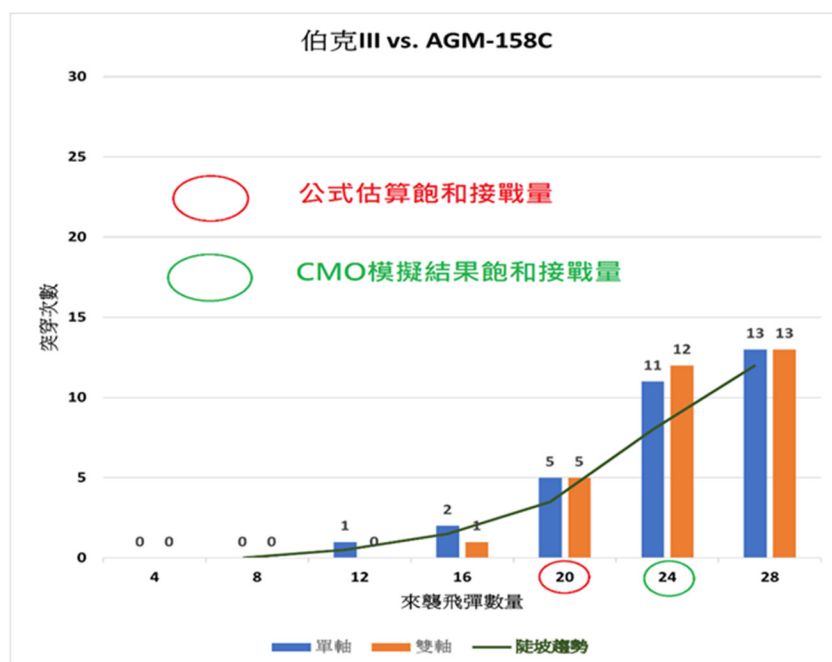


圖 2、伯克 III 型對 AGM-158C 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製

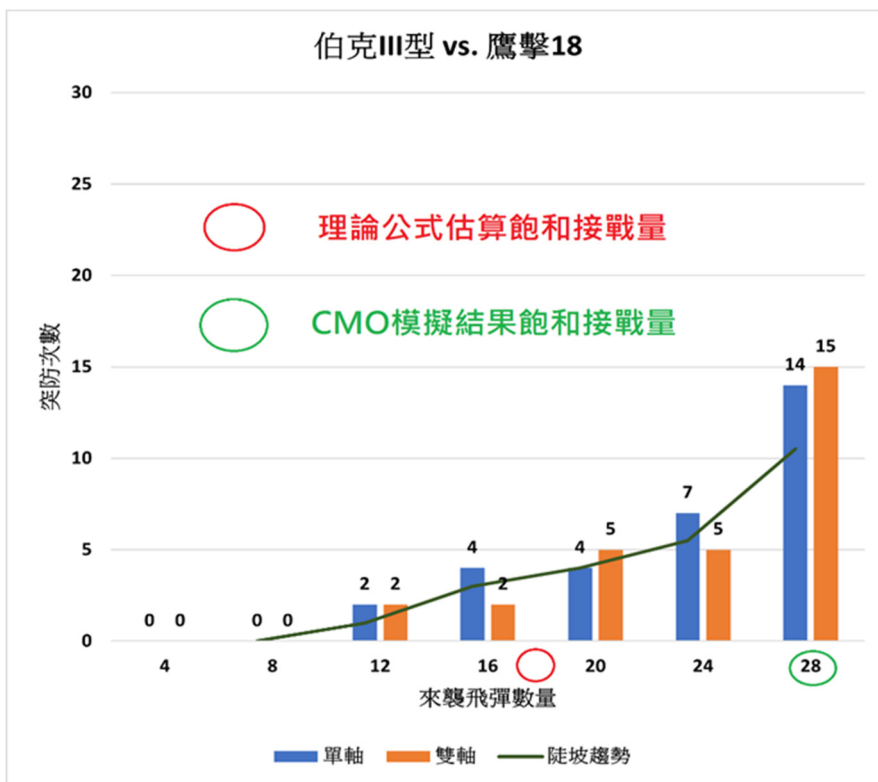


圖 3、伯克 III 型對鷹擊 18 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

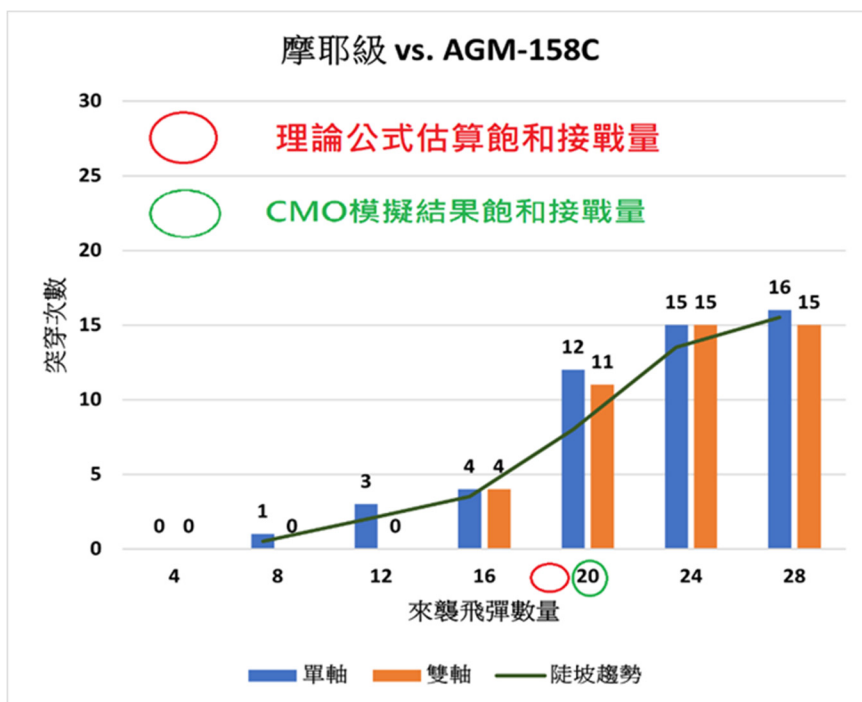


圖 4、摩耶級對 AGM-158C 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

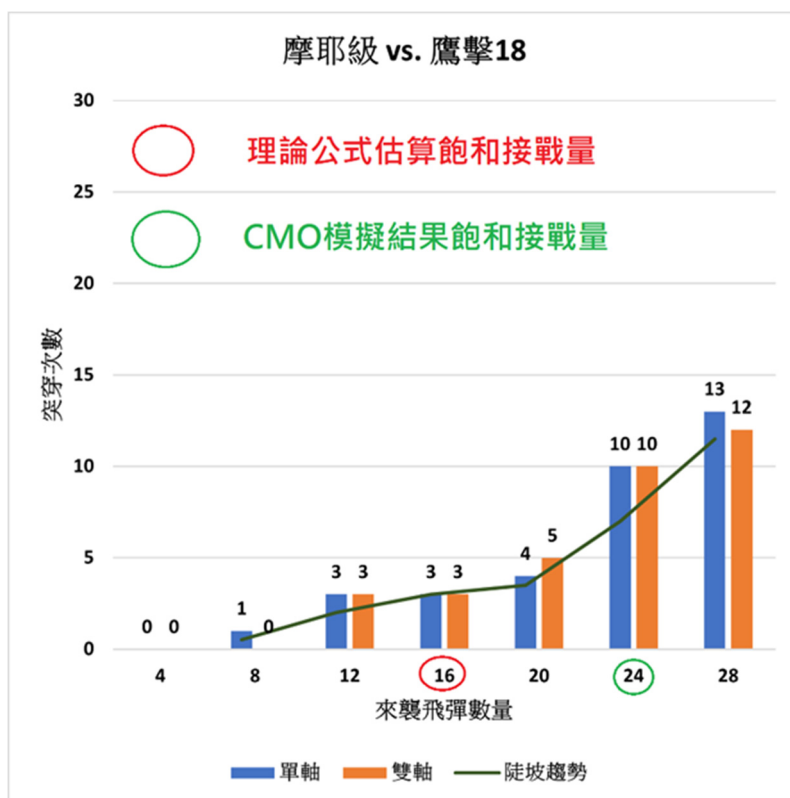


圖 5、摩耶級對鷹擊 18 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

筆者進一步檢視 CMO PE 電腦模擬測試的記錄回放檔與結果發現，「協同接戰能力」（Cooperative Engagement Capability, CEC）係造成理論公式估算與電腦模擬結果出現明顯差異的關鍵因素。伯克 III 型所採用的「基線 10」（Baseline 10）與摩耶級的「基線 9C」（Baseline 9C）神盾系統皆整合有「協同接戰能力」。在電腦模擬過程中，透過 E-2D 空中預警機的協助，伯克 III 型與摩耶級的防空系統克服了地球曲率的影響，將接戰距離延伸至 100 浬（185 公里）外。由於鷹擊 18 的超音速飛行僅限於末端約 20 浬（37 公里），神盾系統的「協同接戰能力」讓伯克 III 型與摩耶級能夠在鷹擊 18 以亞音速巡航的階段便將其擊落（見圖 6）。

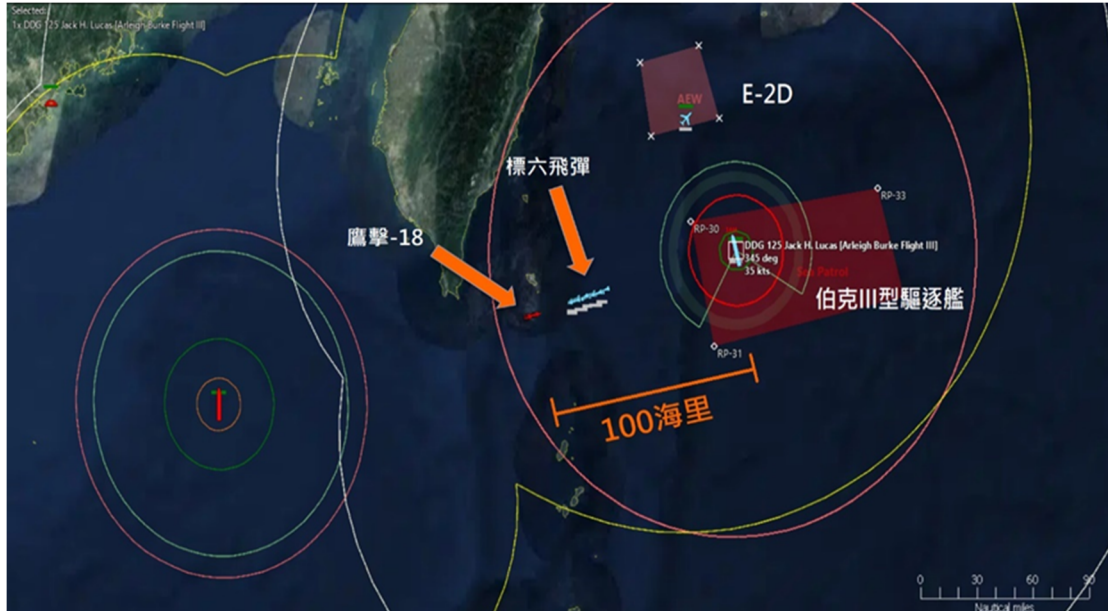


圖 6、具 CEC 能力的伯克 III 型於 100 海里處攔截鷹擊 18

資料來源：作者截取自 CMO 電腦模擬畫面。

由於解放軍現階段尚未成功發展出類似神盾系統的「協同接戰能力」，CMO PE 電腦模擬系統亦預設 055 型缺乏 CEC。因此，即使部署空警-500 提供早期預警，055 型的海紅旗 9 中遠程防空飛彈雖然射程達 80 哩（148 公里），唯受制於地球曲率，其接戰距離被壓制至 17 哩（31.4 公里）。「世宗大王級」驅逐艦雖然也採用神盾系統，CMO PE 電腦模擬系統的預設為無 CEC 能力的第一批次型號（Batch I），故其標二中遠程飛彈的接戰能力，如同 055 型，亦被壓縮至 17 哩。<sup>5</sup>

對於有「協同接戰能力」的神盾系統驅逐艦而言，AGM-158C 的威脅大於鷹擊 18。這係因為鷹擊 18 只有末端飛行能超音速，亦不具匿蹤能力，神盾系統的「協同接戰能力」使艦船能在亞音速巡弋階段便發現飛彈並進行接戰。然而，對於沒有 CEC 能力的艦船而言，例如模擬測試中的 055 型與「世宗大王級」Batch I，必須在來

<sup>5</sup> 具有 CEC 能力的世宗大王級驅逐艦第二批次（KDX-3 Batch II）尚在建造中，最快要 2024 年後才有可能下水。Xavier Vavasseur, "South Korea's Mid-Term Defense Procurement Plan Largely Unaffected by COVID-19 Crisis," *Naval News*, May 11, 2020, <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/05/south-koreas-mid-term-defense-procurement-plan-largely-unaffected-by-covid-19-crisis/>.

襲威脅啟動超音速飛行才能進行接戰，鷹擊 18 是致命的，打擊效果明顯優於 AGM-158C。這或可說明為何美國一反長期依賴亞音速飛彈作為反艦主要手段，正積極研發超音速反艦飛彈，例如美海軍的 Screaming Arrow 項目與 OASuW Inc 2 項目。<sup>6</sup>日本亦試圖正式部署 ASM-3 超音速反艦飛彈，並希望將其射程提升至 400 公里。<sup>7</sup>

簡言之，不論是理論公式估算，亦或電腦模擬測試，擁有「協同接戰能力」的神盾艦，其防空飽和接戰能力明顯優於其它類似等級的驅逐艦。採用最新「基線 10」神盾系統的伯克 III 型又略優於採用上一代「基線 9C」系統的摩耶級。「協同接戰能力」延長了艦船的防空接戰窗口，讓防空接戰距離的上限等同於艦船防空飛彈的最大射程，不再受限於地球曲率。在海洋競爭激烈的第一島鏈，特別是美、中此類「旗鼓相當的對手」（Peer Competitor）之間，「協同接戰能力」的有無攸關艦隊的存活率。我們可以預期建置與升級「協同接戰能力」將會是第一島鏈主要國家海軍的目標。因此，本文建議，關於單艦防空飽和接戰能量的理論估算公式，必須納入「協同接戰能力」的因素，方能有更為貼近現實的分析。新的公式如下：

$$I_{\text{次數}} = \text{Max} \left\{ \frac{\left( \frac{(d_r + d_t - R_{\min})}{S_{\text{防空}}} - t_r \right)}{t_{\text{循環}}} + 1, \frac{\left( \frac{(R_{\text{SAM/CEC}} - R_{\min})}{S_{\text{防空}}} - t_r \right)}{t_{\text{循環}}} + 1 \right\}$$

..... (9)

其中  $R_{\text{SAM/CEC}}$  代表有 CEC 條件下的艦船防空飛彈最大射程。括

<sup>6</sup> Xavier Vavasseur, "US Navy Issues Details on New Offensive Anti-Surface Warfare (OASuW) Increment 2," *Naval News*, May 03, 2021, <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/05/us-navy-issues-details-on-new-offensive-anti-surface-warfare-oasuw-increment-2/>; Justin Katz, "Navy's Next-Gen, Ship-Killing Missile Will Be a Hypersonic Weapon Dubbed HALO," *Breaking Defense*, April 27, 2022, <https://breakingdefense.com/2022/04/navys-next-gen-ship-killing-missile-will-be-a-hypersonic-weapon-dubbed-halo/>.

<sup>7</sup> "Japan to Field New ASM-3A Long Range Supersonic Anti-Ship Missile," *Naval News*, December 30, 2020, <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/12/japan-to-field-new-asm-3a-long-range-supersonic-anti-ship-missile/>.



弧內兩算式取較大的數值，即為該艦船在接戰窗口內最大的攔截次數。將公式（9）代回公式（1）即可估算出該艦船的防空飽和接戰量。

## 二、雙軸攻擊的效果不如預期

本文「飛彈飽和攻擊」採取「單軸威脅」與「雙軸威脅」兩種方案進行模擬測試。前者很簡單暴力，直接將全部火力往單一點發送，讓守方面臨的瞬間壓力超過防空系統的能量而突防。後者則是讓防守方首尾不相顧的概念，如果一艘艦船的火控雷達有 6 個火力通道，遭遇兩個方向的同時進攻，將被迫變成一個方向只剩 3 個火力通道防守來襲的威脅。美軍參謀聯席會所發布的《反制空中與飛彈威脅聯戰準則》（JP 3-0-1 Countering Air and Missile Threats）中亦提及，艦船在制訂防空計劃時，必須盡可能作到「全向涵蓋」（360° coverage），以避免來自不同威脅軸的同時攻擊。<sup>8</sup>

唯本研究的電腦模擬測試結果顯示，「雙軸攻擊」並未比「單軸攻擊」有明顯優勢，甚至部份案例出現略差的結果。筆者進一步檢視 CMO PE 的模擬測試的記錄回放檔發現，造成「雙軸攻擊」效果不佳的原因在於，儘管發射載台與目標艦的距離設為相同，部份案例的齊射飛彈群在抵達艦船週邊空域的過程仍產生時間差。當時時間差大於艦船防空系統接戰循環所需的時間，齊射實際上成為分批進攻，反而讓艦船一次只面對一半的來襲威脅。特別是本文所分析的四型驅逐艦，皆搭載先進的垂發系統與相位陣列雷達，飽和攻擊所容許的時間差更短。

簡言之，當面對配備有垂發系統與相位陣列雷達的先進艦船，倘若無法確保齊射的飛彈同時抵達目標上空，則飽和攻擊似以「單點突破」的方案為佳。畢竟在戰場上，並非每次都能保證載台在離目標相等距離的條件下發動攻擊。由於伯克 III 型有 3 座 AN/SPG-62

---

<sup>8</sup> U.S. DOD Joint Chief of Staff, *JP 3-0-1 Countering Air and Missile Threats* (DC: Pentagon, 2017), p. 109.



照明雷達，055 型則有 4 座 Type 346B 照明雷達，後續研究也許可以測試超出照明雷達數的軸數進行攻擊，例如以 4 個以上威脅軸攻擊伯克 III 型、5 個以上威脅軸攻擊 055 型。如果得到不同的結果，則理論估算公式模型或需進一步修調，納入威脅軸數量的因素來建模。

## 伍、結語

本文研究結果顯示，「協同接戰能力」是美軍伯克 III 型神盾艦在四款先進驅逐艦防空能力評比拔得頭籌的重要因素。儘管本研究僅分析美中日韓的案例，對我海軍發展仍有一定啟示。畢竟在解放軍反艦飛彈威脅不斷增加之際，我軍若能籌獲「協同接戰能力」，將能大幅增加艦隊存活率。後續的研究亦可運用本文所發展的單艦接戰模型為基礎，擴充為多艦區域聯防模型，探討美國及其友盟海軍，在第一島鏈針對解放軍艦隊的聯合作戰之效果。

本文作者謝沛學為美國內布拉斯加大學林肯分校政治學博士，現為財團法人國防安全研究院網路安全與決策推演研究所副研究員，主要研究領域為：兵棋推演、模式模擬、軍備競賽、地緣政治、國防經濟。

## 附錄

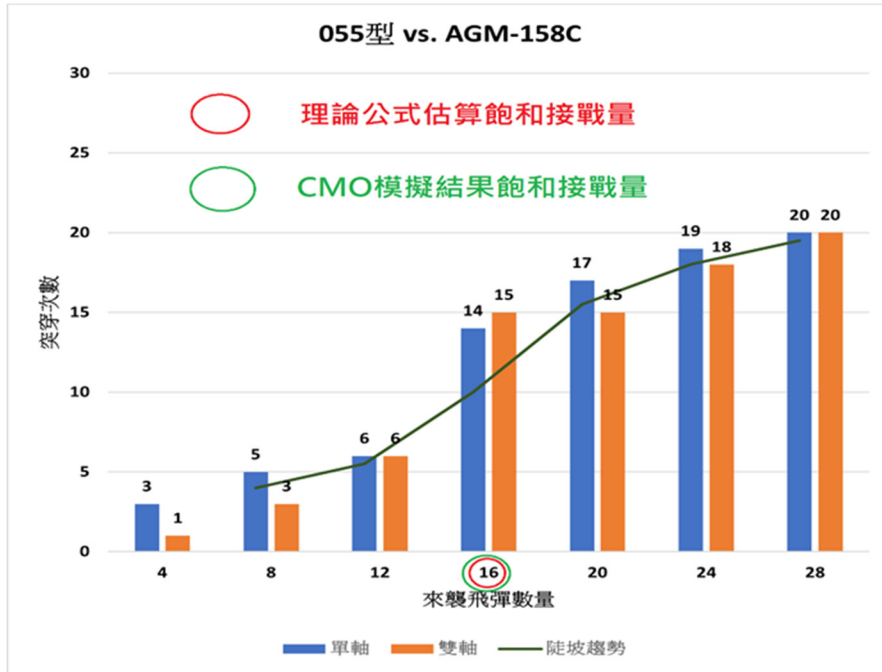


圖 7、055 型對 AGM-158C 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

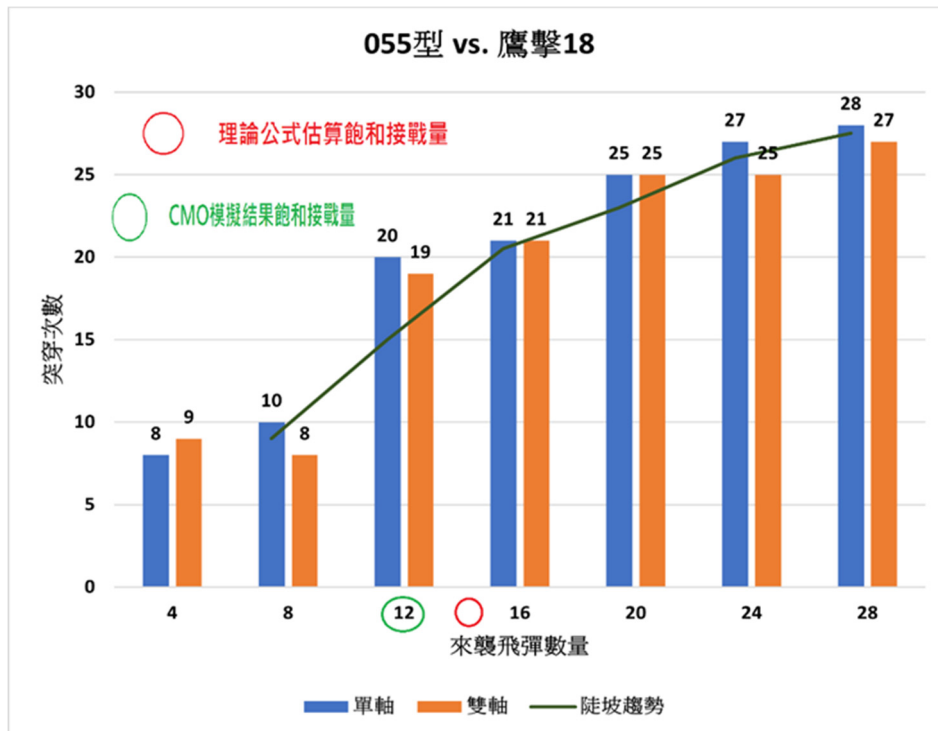


圖 8、055 型對鷹擊 18 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

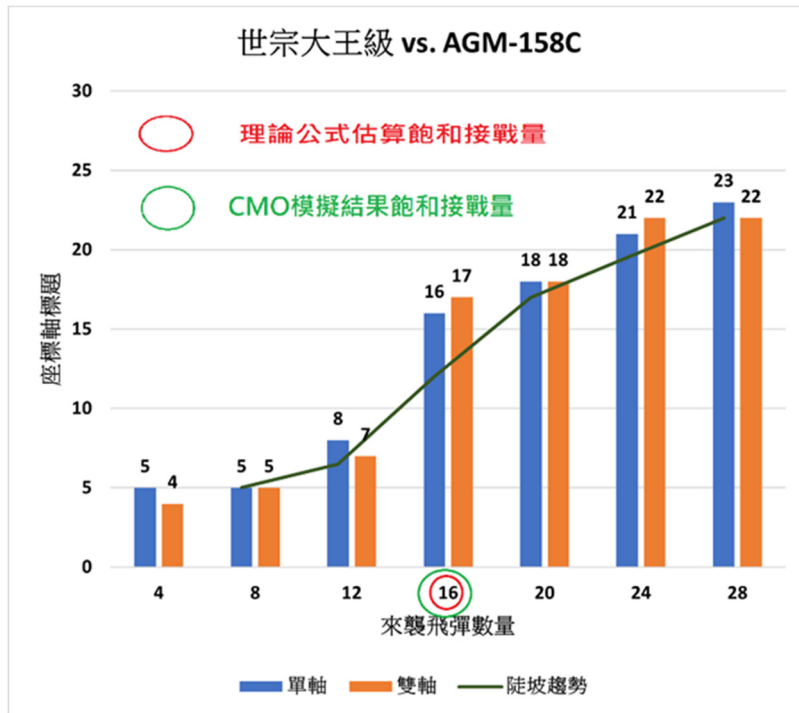


圖 9、世宗大王對 AGM-158C 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

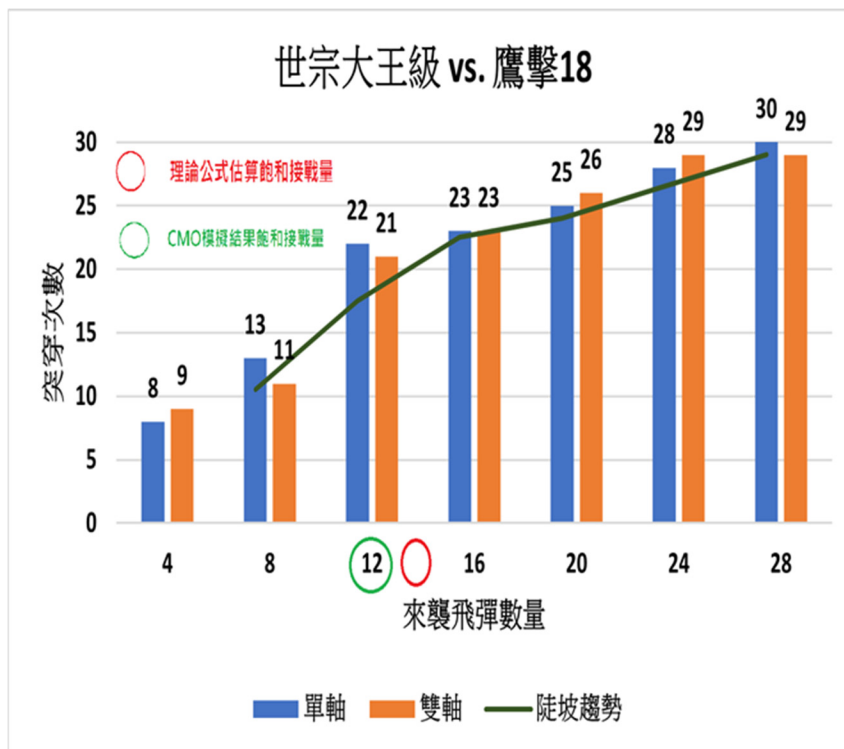


圖 10、世宗大王級對鷹擊 18 飽和接戰量模擬結果

資料來源：作者自製。

# **The Unparalleled Shield in the Indo-Pacific: A Simulation Analysis of How Various Advanced Destroyers Can Handle Missile Saturation Attacks**

*Pei-Shiue, Hsieh*

*Division of Cyber Security and Decision-Making Simulation*

## **Abstract**

Missile destroyers have become the most crucial surface combat ships after aircraft carriers, surpassing cruisers in importance. The number and quality of missile destroyers also reflect the naval power of different countries. This article uses mathematical models to analyze and compare the air defense capabilities of several advanced missile destroyers against missile saturation attacks. The author employs the professional version of the computer wargame software “Command: Modern Operations” to create various hypothetical scenarios and verify the mathematical results of each ship’s air defense performance. The article reveals that the “cooperative engagement capability” is the key factor that gives the Flight-III Arleigh Burke-class destroyer an edge over the others. The analytical model of single-ship missile defense capability developed in this study can provide a foundation for further related research.

**Keywords:** Guided-missile Destroyers, Model & Simulation, Computer Wargame, Missile Saturation Attacks, Cooperative Engagement Capability