

# 成功級艦標準飛彈提升之研究

海軍中校 郭承典

提 要：

- 一、現用標準一型防空飛彈將於西元2020年停止全球整體後勤支援，若標準一型飛彈無法維持，以換裝標準二型防空飛彈為最經濟。
- 二、如何配備標準二型防空飛彈及其他相關系統以降低加改裝風險，並在考量建案、後續維持成本及裝備性能間獲得最佳妥協解，本文藉由灰色統計法及多準則決策理論方法，探討未來成功級艦標準防空飛彈系統性能提升最適方案。
- 三、研究結果以「MK-92 Mod 12系統搭配三組MK-41垂直發射系統及MCG模式之標準二型飛彈」為最適方案。另各主準則綜合權重以「作戰效益」最高，「後勤工程」次之，「後勤支援」再次之，「成本」、「風險」依序殿後。

關鍵詞：成功級艦、標準飛彈、垂直發射系統、灰色統計法、AHP法

## 壹、文獻探討

### 一、MK-92 Mod 6射控系統<sup>1</sup>

MK-92 Mod 6的發射/接收機經過相干接收/發射機(Coherent Receiver/Transmitter, CORT)改良，以行波管取代原本MK-92 Mod 2的磁控管，因此雷達發射信號能以連貫性都卜勒技術來處理，低空的搜索與追蹤能力大幅增加。MK-92 Mod 6雷達發射功率、偵測追蹤距離以及平均故障間隔時間(MTBF)均比Mod 2增加約兩倍，CAS搜索天線同時追蹤目標數目增為6個，此外也改善了在雜波中對低空低雷達截面積目標以及沿岸雜訊干擾環境的偵測能力，過濾虛各類警信號的

能力改善一百倍，電子反反制能力也由於發射功率提升而增加了。此外，MK-92 Mod 6/JTDS後端以一具AN/UYK-43主電腦取代原本兩具UYK-7分別擔負的追蹤與射控機能，另外又增加一具UYK-7B電腦做為天線轉換器的控制處理器(後來換成AN/UYK-44B)，也能與新的SYS-2整合資料系統(IADT)連結，將CAS的資料與其他雷達獲得的資訊做一個整合。早期MK-92系統從艦上SPS-49搜索雷達偵測、指揮STIR照明雷達追蹤目標到SM-1飛彈備便接戰需要十幾秒的計算時間，而MK-92 Mod 6則大幅縮短至8秒左右，接戰攻船飛彈的能力明顯增強。我國海軍的成功級飛彈巡防艦即使用MK-92 Mod 6射控系統，但照明

註1：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-Radar-mk92.htm>。

雷達為Signal的STIR-240構型。

## 二、標準一型防空飛彈<sup>2</sup>

標準一型中程型防空飛彈(SM-1 MR)的可用導引頻道數為19個，擁有單邊頻帶(Sideband)接收器，可分辨雷達回波與干擾波間之時間差，進而增加電子反反制性能。彈體內MK-1自動駕駛儀能根據速度、大氣壓力等參數變化自動調整彈道，以獲得最高效率巡航路徑。

SM-1的導引方式為全程半主動雷達導引(Home All the Way, HAW)，飛彈鼻錐罩內圓錐掃描連續波接收天線專門接收母艦照明雷達照射目標所反彈的回波；為了加強瞄準的精確度，彌補彈鼻雷達天線尺寸不足而產生的定位限制，彈體兩側設有後向天線，用來直接接收母艦的照明雷達信號，透過比較兩邊接收的信號強度來估算飛彈是否偏離照射方向，進而修正航道。由於此種導引機制需要全程照明，因此艦上照明雷達的數量就等於SM-1同時接戰目標數的最大極限。除了這項限制之外，需要全程照明的另一個壞處是必須採用平直且浪費燃料的彈道，以便隨時接收反射回來的照明波，此外還需等到照明雷達確實鎖定目標後方能發射飛彈，浪費反應時間。

SM-1 MR Block V型是SM-1 MR第一種重大改良型，換裝射程增加25%的MK-56雙推力固態火箭，最大射程增加至46公里，最大射高增至24,400公尺；此外，Block V型還換裝新的連續平面掃描尋標器(又稱圓錐掃

瞄尋標器)、MK-90彈頭以及快速響應自動駕駛儀。

SM-1 MR的最終改良型是Block VI型，為我國主戰艦艇使用之防空飛彈。其為SM-2系列出現之後才推出的型號主要以SM-2的新型零組件來提升SM-1，包括採用SM-2型的單脈衝半主動雷達尋標器(導引模式未改變)，以提升電子反反制能力，並有效應付刁鑽而小巧的新型攻船飛彈；此外，也換裝新式MK-45 Mod 4目標探測裝置。

## 三、標準二型防空飛彈<sup>3</sup>

早期的SM-2系列與SM-1間主要不同，包括以單脈衝雷達尋標器取代圓錐掃描尋標器，並改採中途慣性導引/資料鏈指令修正搭配終端半主動雷達的導引模式。相較於以往的圓錐掃描雷達接收器，單脈衝尋標器擁有極佳的電子反反制能力，甚至還能藉此精確標定干擾方位來源，進行過濾或干擾歸向。

由於SM-2只需在接近目標時才需照明雷達協助，在艦載雷達搜獲目標並求得初步攔截點後便可發射；飛彈上的MK-2自動駕駛儀透過慣性參考單元提供的位置來計算航道並抵達初步攔截點，隨後並週期性地進行下鏈(Downlink，飛彈將本身位置回報給發射艦，位置資訊由飛彈上的慣性參考單元提供)與上鏈(Uplink，發射艦將修正彈道的控制參數給飛彈)動作，以獲得最新的航道控制指令，而艦上射控系統也得以有效掌握飛彈的位置，此即為SM-2的中途導引機制。由於SM-2配備自動駕駛儀，因此母艦的上鏈資料

註2：<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/sm-1.htm>。

註3：<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/sm-2.htm>。

表一 標準一型及標準二型防空飛彈性能諸元

型號	SM-1 MR	SM-2 MR
用途	艦載區域防空飛彈	艦載區域防空飛彈
彈體長度(m)	4.24-4.48	4.72
直徑(cm)	彈體	34.3
	推進器	37.3
翼展(m)	1.08	0.91
重量(kg)	616.5	708
速度(馬赫)	2	2.5-3以上
推進器	MK-27/56固態火箭	MK-104固態火箭
最大射程(km)	30-38	74-170
最大射高(m)	19800	19800
導引方式	全程半主動雷達導引	中途慣性導引與指揮修正／終端半主動雷達導引
彈頭	高爆破片彈	
搭配戰鬥系統 (以成功級艦為例)	MK-92 Mod 6	MK-92 Mod 12
造價(美金)	402,500	421,400
備註	可由MK-10/13/26/41發射。	可由MK-10/13/26/41發射。

資料來源：張明德，〈成功級、紀德級與神盾系統艦之戰鬥系統與作戰能力分析〉，《尖端科技軍事雜誌》，第223期，民國92年。

不需要像指揮導引般包含詳細的控制指令，只需傳遞飛彈與目標間的相對位置與速率等變化，自動駕駛儀便能自動計算出新的修正彈道。相較於以往採用指揮導引機制的防空飛彈，SM-2的中途導引機制所需的功率、頻寬與傳輸時間都大幅降低，減輕了母艦射控系統的運算負荷，能同時支援更多在空中的飛彈。因此，艦上的雷達或上鏈發射機可利用「分時」技術，輪流為多枚在空飛彈提供中途指令修正。

當飛彈接近目標，改由X波段照明雷達進行終端照射工作時，SM-2的自動駕駛儀同樣只需間歇性的雷達照明，即可自動計算出彈道參數，並將本身位置下鏈傳輸給射控系統，射控系統再根據各飛彈位置來控制照明雷達以「分時」方式照顧各在空飛彈，對多

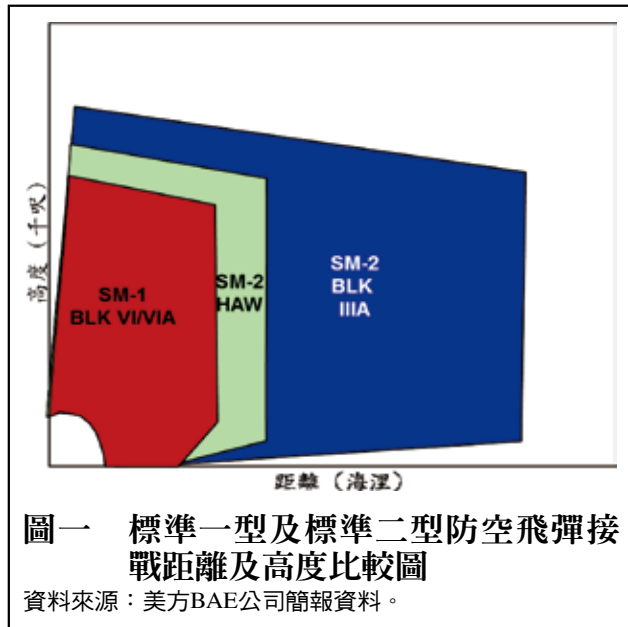
個目標實施照射並導引各飛彈航向目標。

為了配合使用SM-2，艦上必須安裝WDS MK-14武器指揮系統(基隆級艦使用)，主要工作是設定SM-2的慣性導航系統初始參數，並協調SM-2中途導引階段的上鏈傳輸。WDS MK-14系統能同時處理20個以上的目標的接戰資料。

相較於SM-1的全程照明(HAW)，SM-2的MCG導引方式主要有三種好處：

1. 由於MK-2自動導航系統可選擇航道的參考點，SM-2便能採用較經濟航道前進，使得SM-2 MR的推進段雖與SM-1 MR完全相同，但射程可增加60%以上。

2. SM-2在搜索雷達初步搜獲目標後就能發射，不若SM-1需等射控雷達確實鎖定目標後才能發射，節省反應時間。



3. SM-2的MCG導引機制提供了良好的多目標同時接戰能力，單一雷達以「分時」的方式導引多枚在空中的SM-2攻擊不同的目標；反觀SM-1從頭到尾都需要同一座照明雷達的全程照明，一次只能應付一個目標。除了增加接戰數量之外，搭配SM-2的照明雷達，消耗的功率也只有SM-1的幾分之一而已。

4. SM-2飛彈並非只能使用MCG模式，當搭配只有HAW導引模式之戰鬥系統時(如成功級艦現役MK-92 Mod 6射控系統)，其飛行距離及高度將受到限制，無法完全發揮其性能。如表一、圖一，顯示使用HAW導引模式之SM-1飛彈、SM-2飛彈及使用MCG導引模式之SM-2飛彈接戰距離及高度範圍。

#### 四、MK-13飛彈發射架<sup>4</sup>

MK-13是我國成功級艦使用的輕型單臂發射器，其彈艙內的環形輸送帶分為內外兩

層，內層容量16枚，外環容量24枚，總容量為40枚。MK-13系統從飛彈裝填到瞄準的機械動作大幅簡化，兩枚飛彈的連續發射間隔大幅減至10秒左右(再裝填約需7秒，飛彈通電需3秒)。MK-13的彈艙內設有專屬的自動注水消防系統以及使用特殊流體的冷卻/消防系統，在發生火災時能迅速控制災情，盡可能避免彈藥誘爆。

#### 五、MK-41垂直發射系統性能概要<sup>5</sup>

MK-41 VLS採用模組化結構，其最基本單元是一組2×4八聯裝發射模組。當發射控制單元(LDU)接收戰鬥系統下達之飛彈選擇指令後，依照指令選擇適當發射器模組與彈位，如果發現所選飛彈故障，LDU立刻選擇另一枚飛彈，幾乎沒有時間延遲，且MK-41每個八聯裝模組均是按照同時準備和發射2枚飛彈來設計。

MK-41採用熱發射方式，飛彈在發射管內點燃發動機直接升空。此方式最大技術挑戰，在於飛彈於管內點火時將產生大量高溫、高壓燃氣，並夾帶多種固態、液態劇毒粒子。每個MK-41八聯裝發射模組都擁有一套八個隔艙共用的排焰系統，由壓力通風室和垂直排氣道等組成；飛彈發動機點火後，壓力通風室使飛彈噴出的燃氣流膨脹減速，然後經排氣道向上排出發射器；排氣道內部整個表面都敷設抗燒蝕材料，盡量減少高溫燃氣向發射箱體傳導的熱量。

MK-41的飛彈儲存箱兼具飛彈運輸、儲存與發射功能。為了保障安全，發射艙口蓋

註4：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-antiair-Missile-Launcher.htm>

註5：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-antiair-Missile-MK41.htm>。

又稱為防爆發射門，即使飛彈在發射後失效掉落在發射器內爆炸，發射器內其他飛彈亦不會被波及。儲存箱都經過強化，足以抵擋因為意外走火而產生的爆炸與燃燒；而由於每個儲存箱各自獨立且分離，因此要產生連鎖誘爆的機率很低。MK-41儲存(發射)箱設計要求須能承受7次正常發射，與一次意外點火發射。

MK-41垂直發射系統優缺點：

(一)發射速度快，面對飽和攻擊生存力強

飛彈發射速度攸關艦艇面對飽和攻擊時的存活力，是現代艦艇防空戰力的一項重要指標。VLS的飛彈儲存管本身兼具儲存與發射功能，連續發射兩枚飛彈之間的動作、程序大幅簡化，僅是反覆的打開不同發射口、點火發射飛彈而已，在接戰過程中不需任何機械式再裝填動作，只要打開下一個發射管就能備便發射。VLS是讓飛彈垂直升空才轉向目標(轉至任何方位的幅度均相同)，沒有射擊角度限制，在面臨多個方向的攻擊時也能迅速接戰。

(二)可靠度高

MK-41 VLS在可靠度方面設計最為優良，整個發射系統的活動部位只有發射槽的蓋子以及發射箱內的飛彈限制塊，結構簡單可靠。由於每個發射箱都有獨立的發射口與控制電路，任何一個發射管失效，都不影響其他任何發射管運作。也由於沒有任何需要大功率轉動的組件。

(三)安全性高

美國與北約對垂直發射系統的安全標準

，是能在飛彈故障或發射失敗、飛彈在發射管內點火卻沒有射出的情況下，發射管需能承受火箭發動機噴流的持續燒蝕，並確保鄰近發射管不受波及；飛彈本身則需滿足鈍感彈藥(Insensitive Munitions，北約規範代號STANAG4439)需求，要求即便飛彈火箭推進器在發射管內持續燃燒到殆盡為止，也不會發生引爆的情況。由於MK-41的每一枚飛彈都各自儲存於獨立且隔絕的發射管內，每個發射管都足以抵擋因為意外而產生的爆炸與燃燒，一般情況下很難產生連鎖誘爆。

(四)匿蹤性高

傳統旋轉式發射架無可避免地要暴露在甲板上，勢必增加艦艇的雷達截面積(RCS)。而VLS從甲板上唯一能看到的部分就是平貼於甲板上的發射開口，從艦體側面完全看不出來，不會增加船艦的雷達截面積。

(五)購置成本與全壽期維護成本較低

垂直發射系統本身結構簡單，沒有要求快速精確的大型活動機械，後勤維護需求大幅降低，這使得MK-41型的購置與全壽期維護成本比MK-26大幅降低。根據美國海軍資料，提康德羅加級M-41發射器(16個八聯裝模組)的購置成本約只有原本兩套MK-26的一半，美國官方估計節約了8,800萬美元左右，而每艘艦的載彈量卻從原本的88枚增加到122枚。

(六)面對高速近迫威脅反應時間較差

雖然VLS射速快，但垂直射出後一定得經過轉向才能對準目標，而傳統滑軌式發射架則可以先對準目標再發射飛彈，由於飛彈的控制翼必須加速到一定程度才能生效，所

表二 各類飛彈發射系統性能比較表

	MK-41 VLS	MK-13 GMLS	MK-26 GMLS
射速	約1秒/枚	約8秒/枚	約5秒/枚
備射狀態電力負載	N/A	20.6 KW	106 KW
發射時峰值電力負載	20 KW	164 KW	495 KW
連續發射平均電力負載	N/A	45 KW	495 KW
重量	1. 系統空重：118,840 Kg 2. 裝配SM-2飛彈時： 178,566 Kg	61,102 Kg	1. Mod 0：77,184 Kg 2. Mod 1：217,978 Kg
儲彈量	每八聯裝模組：8枚	40枚	Mod 0：24枚 Mod 1：44枚
運輸、儲存性	高(飛彈於儲存箱內)	低(裸彈)	低(裸彈)
安全性(連鎖誘爆)	高	低	低
重複使用性	飛彈儲存(發射)箱需定期更換	無限制	無限制
可靠度	高，單枚發射失效不影響後續射擊	低，發射架故障即無法發射	中，單邊發射架故障仍可由另一邊發射
匿蹤性	高	中	低
面對高速近迫威脅反應時間	低	低，依發射架旋轉速度與加速度值而定。	中，依發射架旋轉速度與加速度值而定。
購置及全壽期成本	低	中	高
安裝艦艇	無	成功級艦	基隆級艦

資料來源：本研究整理。

以發射初期有一段只能盲目前進而無法控制的距離；對於VLS發射的飛彈而言，這個階段就是盲目地上衝，直到飛彈能夠控制之後才開始轉向目標。這種差別在長程接戰或攔截次音速目標時尚不顯著，但若是掠海飛行超音速攻船飛彈時，就面臨反應時間不足問題。

#### (七) 影響艦體強度與應力分配

由於VLS每一枚飛彈的儲存空間都是獨立發射管，所佔用體積與甲板面積大於傳統式發射架。對艦體結構方面，垂直發射系統安裝在艦體中軸線上，因此從主甲板至下方數甲板都需配合開一大洞，不僅影響艦體強度與應力分配，同時也佔用了艦體深處空間利用(如表二)。

## 貳、性能提升可行方案

彙整前述有關標準飛彈及MK-13、MK-26滑軌旋轉式飛彈發射架(GMLS)及MK-41 VLS之裝備性能概要，歸納出選定性能提升方案之裝備限制條件：

一、無論現用MK-13、MK-26滑軌式GMLS或MK-41 VLS均可發射SM-1及SM-2飛彈，故備選方案無需考慮發射架與飛彈間之相容性。

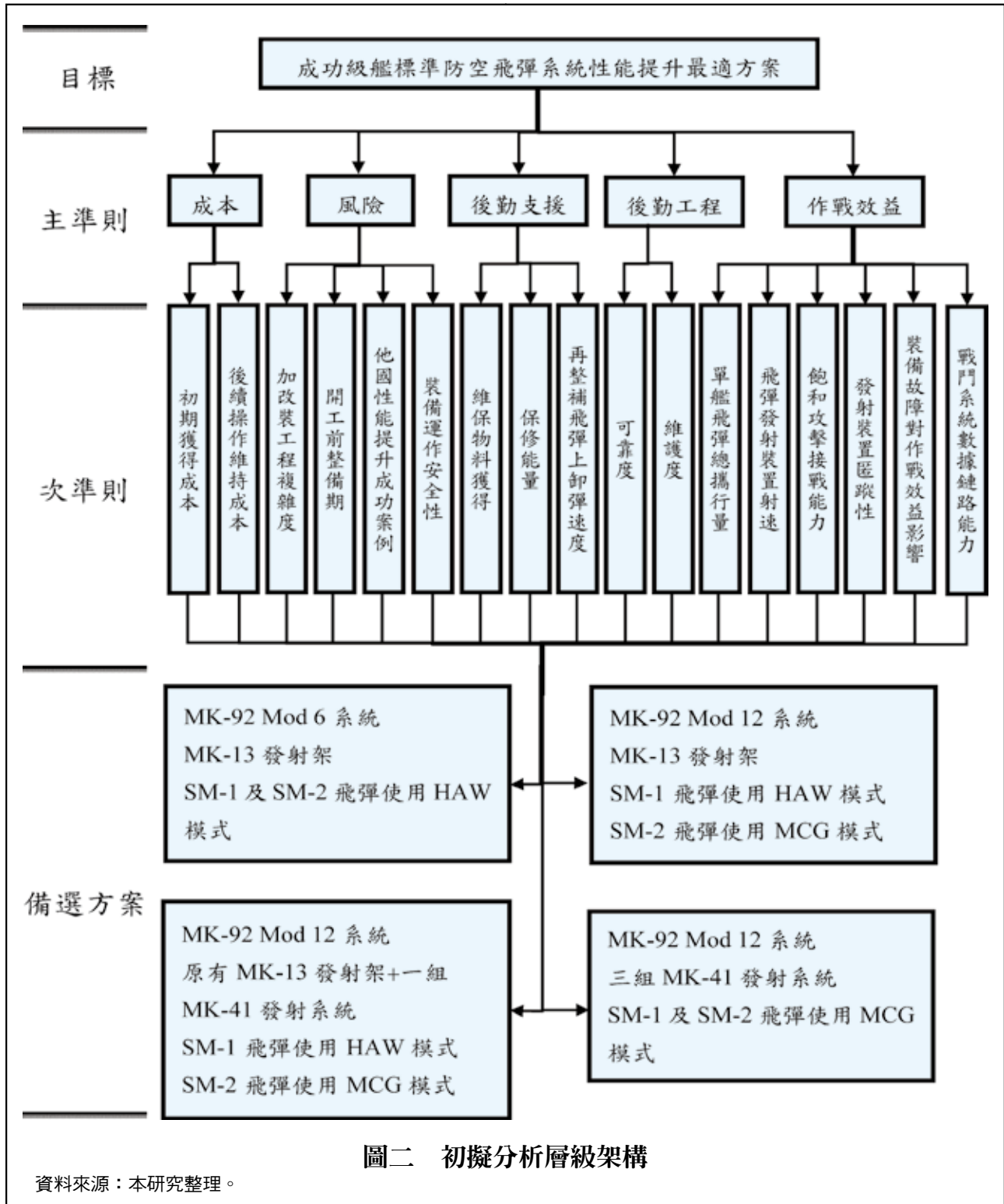
二、MK-41 VLS以2×4八聯裝發射模組為安裝基本單元。

三、因SM-1飛彈屬射控雷達全程照明歸向導引(HAW)模式，SM-2飛彈屬中途慣性導引與指揮修正/終端半主動雷達照明導引(MCG)模式，故射控雷達需配合實施性能提

表三 備選方案相關參數及優劣分析表

	方案一	方案二	方案三	方案四
方案概述	MK-92 Mod 6系統 SM-1及SM-2飛彈HAW模式 MK-13 GMLS	MK-92 Mod 12系統 SM-1飛彈HAW模式SM-2 飛彈MCG模式 MK-13 GMLS	MK-92 Mod 12系統 SM-1飛彈HAW模式SM-2 飛彈MCG模式 MK-13 GMLS及一組 MK-41 VLS	MK-92 Mod 12系統 SM-2飛彈MCG模式 三組MK-41 VLS
單艦最大飛彈承載量	SM-1或SM-2共39枚	SM-1或SM-2共39枚	SM-1或SM-2：39枚+ SM-2：8枚，共47枚	SM-2共24枚
發射系統射速	約8秒/枚	約8秒/枚	MK-13：約8秒/枚 MK-41：約1秒/枚	約1秒/枚
接戰能力	可同時攻擊2個目標	可同時攻擊 20個目標以上	可同時攻擊 20個目標以上	可同時攻擊 20個目標以上
性能提升報價 (全軍8艘更換價，不含飛彈採購及後續維持成本)	282萬美元	389萬美元	608萬美元	892萬美元
艦艇全載量之飛彈總價	1,570-1643.4萬美元	1,570-1643.4萬美元	1,907-1980.5萬美元	1011.4萬美元
簽約後至首艦艦安裝前整備期	2.5年	2.5年	3.5年	3.5年
是否他國有相同加改裝案例	無	土耳其海軍	澳洲皇家海軍	無
發射時峰值電力負載	164 KW	164 KW	164 KW	20 KW
保修支援能量	無須再建立能量	需另外建立MK-92 Mod 12系統保修能量。	需另外建立MK-92 Mod 12及MK-41 VLS系統保修能量。	需另外建立MK-92 Mod 12及MK-41 VLS系統保修能量。
加改裝後對整艦平衡性影響	加改裝前後整艦吃水與配重不變。	加改裝前後整艦吃水與配重不變。	整艦總重量增加117,464公斤，且集中在船艏(船艏吃水較深)，若艦艇油水櫃配重調整不當，將影響船體平衡及航速。	整艦總重量增加413,494公斤，且集中在船艏(船艏吃水較深)，若艦艇油水櫃配重調整不當，將影響船體平衡及航速。
可靠度	低，發射架故障即無法發射。	低，發射架故障即無法發射。	高，發射架故障時可另由MK-41 VLS發射。	高，單枚發射失效不影響後續射擊。
匿蹤性	低	低	低	高
優點	一、使用現役飛彈發射架，複雜度低，所需成本低。 二、發射架彈艙容彈量高。	一、使用現役飛彈發射架，複雜度低，所需成本低。 二、發射架彈艙容彈量高。	一、艦載飛彈數量最大。 二、防空飛彈火力較大。	一、最現代化，科技程度最高。 二、防空飛彈火力最大。
缺點	一、若GMLS故障，則所有飛彈無法發射。 二、飛彈每分鐘射速最低。 三、SM-2飛彈能力受限制。	一、若GMLS故障，則所有飛彈無法發射。 二、飛彈每分鐘射速最低。	一、若GMLS故障，則大多數SM-2飛彈無法發射。 二、飛彈射擊管理複雜程度最高。 三、需投資MK-41後續維持成本。	一、體積及重量最大，佔據艦艇空間最多，船體結構需再加強。 二、需投資MK-41後續維持成本。
構型變更或加改裝施工複雜度	最小	最小	中等	最大

資料來源：本研究整理。





升，方能完全發揮SM-2飛彈之性能優勢。

四、現用MK-92 Mod 6射控系統僅具HAW模式；而其性能升級版本MK-92 Mod 12射控系統則具有MCG模式。換若不對MK-92 Mod 6射控系統實施升級而直接裝配SM-2飛彈，則SM-2飛彈將無法完全發揮其性能優勢。若要獲得SM-2飛彈之完全性能，必須同時將MK-92 Mod 6射控系統性能升級成Mod 12型版本。

依據前述裝備限制條件，本研究研訂下列四種備選方案：

一、裝配SM-2飛彈於現役成功級艦構型(MK-92 Mod 6射控系統)，SM-2飛彈以MK-13 GMLS發射，使用HAW模式。

二、現役成功級艦MK-92 Mod 6射控系統升級為Mod 12型，SM-2飛彈以MK-13 GMLS發射，使用MCG模式。

三、現役成功級艦MK-92 Mod 6射控系統升級為Mod 12型版本，增設一組MK-41 VLS八聯裝發射模組，SM-2飛彈以MCG模式使用。

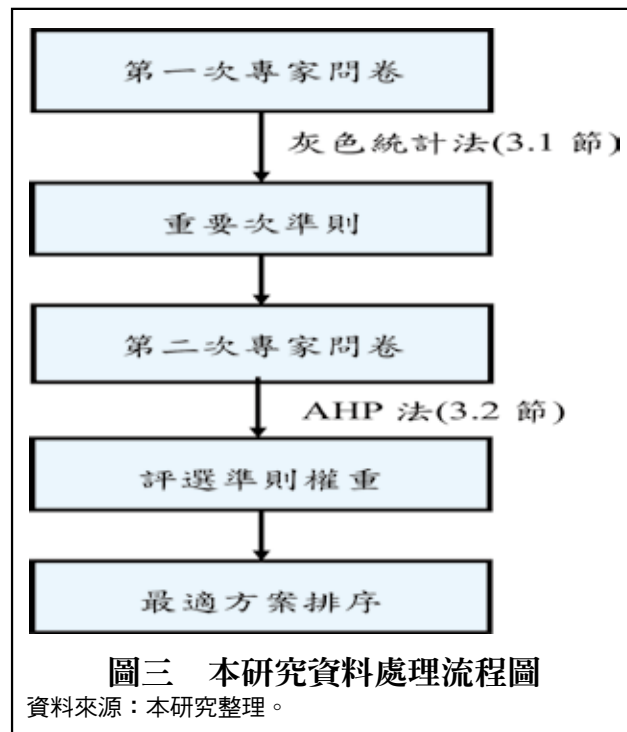
四、揚棄現役MK-13 GMLS及SM-1飛彈，全數使用SM-2飛彈(MCG模式)並換裝三組MK-41 VLS八聯裝發射模組。

各方案相關參數及優劣分析表如表三。

## 參、研究設計

主要分成兩大部分，第一部分為評選準則之篩選，第二部分則以篩選出來之準則，進行成功級艦標準防空飛彈系統性能提升最適方案之評選，以做為後續建案之參考。

### 一、研究架構與資料處理流程



本研究初步擬定之分析層級架構如圖二所示。最高階層為本研究所欲達成之目標，即評選成功級艦標準防空飛彈系統性能提升最適方案。第二階層為達成目標之評選主準則或衡量構面，分為成本、風險、後勤支援、後勤工程及作戰效益等五個構面。第三階層為各主準則內之評選次準則共17項。第四階層為欲評選之四個備選方案。

本研究以成本、風險、後勤支援、後勤工程及作戰效益等五個構面為前提，初步草擬出成功級艦標準防空飛彈系統性能提升最適方案分析層級架構。由專家學者依其主觀意識評斷其重要性，並以灰色統計法篩選出適當之評選準則，再將篩選出之評選準則整理成問卷，寄發相關領域專家，利用AHP法獲得權重值，進而獲得最適方案的目的。資料處理流程如圖三所示。

## 肆、結語與建議

### 一、研究結語

本研究係先以初擬之分析層級架構，以灰色統計法篩選評選準則；備選方案則依據裝備限制條件，研訂四種備選方案。接續以篩選出來之準則利用AHP法建立評估模式及評選最適方案，以做為後續建案之參考。

本研究初擬分析層級架構共計有五大構面(主準則)，17個評選指標(次準則)，經由從事修護任務10年以上之中高階幹部，現職高司決策單位及用兵單位相關主官、部門主管及幕僚等專家來篩選，發放20份問卷，回收20份，結果刪除灰類評估權重屬於「頗高」及「頗低」的評選準則4項，保留剩餘13個重要性「高」以上之評選準則做為最終評選準則。

續以此13個評選準則再次由相同之20位專家進行評估模式建立及最適方案評選。發放20份問卷，回收14份，其中5份問卷一致性指標值大於0.1，視為無效的問卷，回收有效問卷共9份進行分析。

依分析結果，在評估模式方面，各主準則綜合權重以「作戰效益」(0.404)最高，「後勤工程」(0.189)次之，「後勤支援」(0.183)再次之，「成本」(0.125)、「風險」(0.099)依序殿後。顯示本項軍事投資建案仍以作戰需求為最基礎且最大考量；後勤支援及後勤工程雖仍重要，但應以支援作戰需求為主，而非主導軍事投資建案的主要考量；成本及風險被列為最後考量因素，實證國防安全之無可取代。而「作戰效益」主準

則下，以「裝備故障對作戰效益影響」次準則所佔權重(0.398)最重，「飽和攻擊接戰能力」次準則權重(0.308)次之，顯示無論裝備性能如何優異，其任務妥善率及面對飽和攻擊之存活率乃為發揮戰力之關鍵因素，亦為專家評選最適方案之重要指標。

在最適方案評選方面，經由上述建立之評估模式比較各方案，結果以方案四：「MK-92 Mod 12系統搭配三組MK-41 VLS及MCG模式之SM-2飛彈」所獲權重值最高，為本研究之最適方案。此結果顯示拆除現有MK-13旋轉式飛彈發射架，全數換裝三套MK-41垂直發射系統可獲得高飛彈射速及高任務妥善之優勢，面對敵人飽和攻擊亦具有最強存活率。在後勤支援方面，其裝備新穎且有世界多國海軍現役使用，更大幅降低後續維持的難度與挑戰。雖然該方案之「單艦飛彈總攜行量」為最低，但現代戰爭講求聯合作戰，單艦飛彈攜行量之不足可由支隊其他艦艇或友軍支援，故評選者普遍認為飽和攻擊存活率及高任務妥善之重要性遠比飛彈總攜行量之重要性高。

在各方案敏感度分析方面，分析結果顯示唯有當「成本」主準則權重高過0.621時，方案四才會由最佳方案降為次優方案，其餘無論其他主準則權重值如何變化，方案四均保持最佳方案地位，具有絕對優勢條件。另方案二、三間差異係僅多加裝一座MK-41 VLS，敏感度分析結果表示：即使多加裝一座MK-41 VLS(方案三)，其效益不大，但初期投資成本相差約219萬美元；甚至當較注重「成本」、「風險」及「後勤支援」等構

面時，其效益還不如不裝此一座MK-41 VLS(方案二)。

## 二、研究建議

(一)就換裝成本考量，本軍成功級艦若汰換標一飛彈，最經濟實惠方案為戰鬥系統加裝標二飛彈排程電腦(SMAP)機櫃、改裝連續波照明雷達(加大功率及新增上鏈功能)及飛彈發射架，少量修改即可獲得標二飛彈完整性能(MCG中途導引功能，最大射程80浬)，但戰鬥系統無抗飽和攻擊能力(無LOS搜索中發射功能，最多同時導引2枚飛彈)，單艘艦艇改裝費用約新臺幣14億5,875萬元(不含採購標二飛彈，因單艦配賦數可依需求調整，無法估算；另澳洲海軍單艘派里級艦由標一換裝標二飛彈之戰鬥系統構改費用約1億4,000萬美元)，無須再投資後勤支援成本。本軍無須8艘艦艇全數改裝，僅改裝2至4艘，可增加未改裝艦標一飛彈週轉裕度。因陸軍採購阿帕契直升機空機單價即約新臺幣8億元，對比其成本效益，成功級艦性能提升有由極大執行誘因。

(三)精算若標一飛彈持續服役，則僅需投注預算約新臺幣30億餘元；惟持續運用標一飛彈後續所面臨風險及維持成本難以量化估算，且標一飛彈已逐漸無法應付未來威脅。

(四)除本文研究方案外其餘可行方案

1. 加裝海公羊飛彈系統(SEA RAM)，降低標一飛彈配賦量，於現有面防禦基礎上獲得短程抗飽和攻擊能力。因海公羊飛彈系統與方陣快砲系統相近，後勤支援投資成本較低，且配合「以彈養彈」逐次降低單艦標一飛彈配賦量，至艦艇汰除後海公羊飛彈系統

(為獨立系統)可轉運用，惟海公羊飛彈系統需獲得美、德國輸出許可。

2. 再次要經濟方案為加裝海麻雀飛彈(ESSM)，於現有面防禦基礎上獲得中程抗飽和攻擊能力，且本軍新購標準飛彈測臺經軟體提升後即可測試海麻雀飛彈，後勤支援投資成本更低，惟MK-13飛彈發射架現無法發射海麻雀飛彈，需再投注預算於建置發射系統，另亦需同步獲得12個發展國輸出許可。

### <參考資料>

1. 刀根薰著，陳名揚譯，《競賽式決策制定方法-AHP入門》，建宏出版社，民國90年。

2. 林呈衛，〈應用模糊類神經法於建構全球運籌模式之決策—以臺灣電子資訊業為例〉，高雄第一科技大學運輸倉儲營運所碩士論文，民國90年。

3. 吳漢雄、鄧聚龍、溫坤禮，《灰色分析入門》，高立圖書股份有限公司，民國85年。

4. 張明德，〈成功級、紀德級與神盾系統艦之戰鬥系統與作戰能力分析〉，《尖端科技軍事雜誌》，第223期，民國92年。

5. 張有恆、陳星豪，〈模糊與灰色評估方法之比較—以高速鐵路技術型式之評估為例〉，《運輸計畫季刊》，第27卷，第4期，民國87年，頁637。

6. 翁慶昌、陳嘉樞、賴宏仁，《灰色系統基本方法及其應用》，高立圖書股份有限公司，民國90年。

7. 鄧振源等，〈層級分析法(AHP)的內涵特性與應用〉，《中國統計學報》，民國

78年。

8. 陳姿方，〈國內全區行動電話業者經營績效之評估－模糊多準則評估方法之應用〉，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國90年。

9. 顏燦輝，〈海軍新一代潛艦推進系統最適構型評估策略之研究〉，國防大學管理學院戰略班專題研究，民國94年。

10. <http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-Radar-mk92.htm>。

11. <http://www.fas.org/man/dod-101/>

[sys/missile/sm-1.htm](http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/sm-1.htm)。

12. <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/sm-2.htm>。

13. <http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-anti-air-Missile-Launcher.htm>

14. <http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-anti-air-Missile-MK41.htm>。 ⚓

作者簡介：

郭承典中校，中正理工學院正88年班，現服務於海軍司令部戰系處。

## 老軍艦的故事

### 泰安軍艦 PF-71

泰安艦原為日本海軍「海防104號」艦艇，於1944年10月1日建造完成，是我國在抗日戰爭勝利後，所接收的日本賠償艦艇之一。民國36年8月27日，由東京盟軍總部海軍代表與我海軍鍾漢波少校同行駛抵青島港，8月30日舉行接收升旗典禮，並命名為「泰安」軍艦，經修復於民國37年10月1日成軍。

泰安軍艦成軍服役後，編屬海防第一艦隊，民國38年6月1日，青島開始撤退，該艦深入滄口以北，不斷用艦砲射擊掩護友軍，掩護10餘萬友軍安全撤出青島，除此之外，該艦亦曾參加遼西會戰及南日島突襲等多次戰役。民國39年6月22日，該艦在封鎖大陸沿海行動中，捕獲原屬民生公司投共的太湖輪船，並將其押回高雄。

政府遷臺後，泰安艦擔負起巡弋海疆任務，民國42年7月曾參與東山島突擊任務，之後陸續參加馬祖四姆嶼與定海灣等多次海戰，皆獲勝績。泰安艦在海軍服役期間，參與多次戰役，立下許多保國衛疆的功勳，民國47年10月因艦艇汰舊換新，而奉命除役，功成身退。(取材自老軍艦的故事)

