

美軍彈道飛彈防禦系統效能兼論我國防安全影響之研析

作者簡宏宇/少校



國防大學理工學院九四年班、美和科技大學經營管理碩士班；曾任隊長、所長、兵工修護官，現任職於陸軍步兵訓練指揮部特業組教官。

提要

- 一、中共積極發展發射核武戰略飛彈對我國形成嚴重威脅，對於彈道飛彈與相對之防禦系統，因施展中共合戰兩手策略，我國是常態性受核子嚴重威脅的國家之一，國軍應有正確理解與認知，方能有效採取防護與反制作為，以確保國防安全。
- 二、美軍偵測敵軍事動態計有：軍事偵察衛星、陸基與海基 X 波段雷達、空中預警機、電戰機，可以構成嚴密監偵系統；國軍幹部對於美軍最新情報、監偵系統功能與限制，應在已知條件下瞭解相關參數，有效達到知彼知己，強化預警功能降低威脅與危害。
- 三、本軍幹部應確切體認我國身處在美、中兩強之間，強化正確核防護與反制決策作法如下：強化國防實力確保國家安全、建立預警機制發展反制系統、落實防務結構降低戰損威脅、堅定重層嚇阻發展不對稱作戰。

關鍵詞：全球飛彈防禦(Global Missile Defense, GMD)、戰區飛彈防禦(Theater Missile Defense, TMD)、X 波段雷達(X-Band Radar)

壹、前言

孫子兵法之「勝兵先勝」即意味著兵力數量、兵力質量、兵力部署位置與軍事謀略運用，即是掌握作戰致勝的先機與基礎；因第三世界國家積極發展核武軍備，對先進大國構成一定之威脅，美軍為領先核武戰略部署與報復優勢，在美國本土與海外部署了不同層次的飛彈防禦系統，建構全球飛彈防禦機制，近期將重點朝向亞洲地區之中國大陸東北、華北、俄羅斯西伯利亞附近與北朝鮮全境，探究其目的不是因為能擊落戰略飛彈，而是「戰區高空層區域飛彈防禦系統」(Terminal High Altitude Area Defense, THAAD；以下簡稱 THAAD 系統)的雷達系統能在大氣層外依據餌彈物理特徵與飛行軌跡，識別與過濾部分餌彈，可削弱中共與俄羅斯的核武嚇阻力，¹確保美國國家安全利益，增加核子武器戰略摧毀的效果，其中 X 波段雷達偵蒐範圍大，將相關國家空域景況偵測得清清楚楚，增加飛彈反制預警與報復決策下達所要時間；我們應瞭解最新戰略彈道防禦系統發展，觀察周邊戰略情勢變化與影響，提升視野與認知，瞭解問題與爭議的核心，才能在詭譎多變中，穩持維護國家最高利益立場與原則，有效確保我國家安全。

貳、彈道飛彈發展

「飛彈」(missile)是指依靠本身的動力，在發射後藉著導引裝置，依照事先設定的路線飛向目標，並將目標擊毀的無人飛行物體；²與彈道飛彈相對的概念是巡弋飛彈，後者可以控制自身的飛行軌道。

德國納粹是世界上第一個使用飛彈的國家，在 1944 年 6 月二戰末期，德國納粹使用 V-1 飛彈攻擊英國倫敦，在戰場上發揮了相當的震撼作用，僅僅 3 個多月，造成倫敦 2 萬餘人死傷及數萬棟房屋被炸毀；1944 年 9 月，德國納粹再次以威力更大的新型 V-2 飛彈突襲英國，短短 7 個月德軍共使用了 3 千餘枚 V-2 飛彈及近 6 千枚 V-1 飛彈，雖然大部分的 V-1 飛彈被盟軍防空部隊以高射砲擊落，但數量龐大的 V-2 飛彈仍在戰場上引起相當程度的恐懼。

V 型飛彈的出現，是戰爭史上的第一次，它拉開了飛彈進入現代戰爭的帷幕，意味著各種戰術、作戰和戰略飛彈也將隨之湧現。³美軍和前蘇聯在 1945 年二次世界大戰末期，分別自德國飛彈生產基地虜獲 V-2 飛彈、技術專家、重要設備

¹編譯李京倫，〈大陸反薩德真正原因：核武底牌曝光〉《聯合報》(台北市，2017 年 3 月 13 日)，版 A10 國際。

²徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003 年 12 月)，頁 23。

³孫旭、何樹才、孫快吉與黎曉明，《世界軍武發展史-飛彈篇》(世潮出版有限公司，2003 年 1 月)，頁 22。

與藍圖，並投入龐大資源，開啟了地對地飛彈研發的軍備競賽，在德國科學家的協助下，美軍和前蘇聯的飛彈技術迅速發展。⁴而中共則是在 1950 年獲得前蘇聯 2 枚 SS-2 短程地對地飛彈後，展開飛彈研製的開端，而留美科學家錢學森在中共以換俘的條件下返回中國大陸，進而使中共的飛彈研究開始突飛猛進。⁵

在戰術運用的層次上，洲際彈道飛彈被列為戰略性武器，可攜帶 1 枚或多枚核彈頭，用於打擊遠距離外的敵方城市、政治、經濟、軍事中心和工業基地、核軍火庫、交通樞紐等重要戰略目標，以建立戰略嚇阻與報復的能力；中長程以下彈道飛彈則歸類為戰術性武器，用於打擊敵軍集結區域，協助前方部隊進攻或減輕防守壓力。而美國、俄羅斯、中國大陸等國家亦致力發展洲際彈道飛彈，迄今已經歷了 4 代，超過 20 餘種型式(如表一)。⁶

表一 洲際彈道飛彈發展概要

洲際彈道飛彈發展概要		
時間	主要特徵	飛彈類型
1950	液體燃料單彈頭，以地面發射架，需長時間加注燃料與準備，命中精度低，圓周公算偏差值近10公里。	前蘇聯的SS-6系列，美國的宇宙神、大力神系列。
1960	1.固體燃料增程型，採地下發射井，最大起飛重量減少至80噸，射程增加至1.1萬公里，命中精度提升至1公里內。 2.集束式多彈頭突防，由於1960年代後期美蘇研發戰略防禦系統，因此各自的洲際飛彈開始強調突防。 ⁷	1.美國的大力神II、民兵I、民兵II飛彈，前蘇聯的SS-7、SS-8等。 2.蘇聯的SS-9系列、SS-11系列和美國的民兵III。
1970	彈頭搭載多重獨立重返大氣載具，命中	美國的潘興II，蘇聯的

⁴同註 3，頁 51。

⁵趙雲山，《中共飛彈及其戰略-解放軍的核心武器》(明鏡出版社，1997 年 4 月)，頁 69。

⁶〈洲際彈道飛彈〉，《維基百科》

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B4%B2%E9%9A%9B%E5%BD%88%E9%81%93%E9%A3%9B%E5%BD%88>，(檢索時間：2017 年 3 月 7 日)。

⁷飛彈彈頭突防技術(penetration technique of missile warhead)，為使飛彈彈頭突破對方反彈道飛彈防禦系統，在彈頭上採用的反偵察及反攔截等兩種技術措施，反偵察技術主要有電子干擾(例如使用無線電波干擾雷達)及隱形匿蹤(例如在彈頭塗裝電波吸收或干擾塗料)，反攔截技術主要有多彈頭(例如同時釋放大量子彈頭使對方防禦系統處於飽和狀態)、變軌(區分全彈道變軌和末段變軌)及抗核加固技術(採用高原子量吸收材料包覆彈頭防核輻射及使用濾波器、限幅器保護彈頭線路防電磁脈衝)，上述措施均能減少飛彈被對方偵測擊毀的機會，相對提高突穿對方防禦系統能力，達到攻擊效果。〈導彈彈頭突防技術〉，《台灣 word》<http://twword.com/wiki/導彈彈頭突防技術>，(檢索時間：2017 年 6 月 27 日)。

	精度為100公尺內。	SS-17、SS-18、SS-19、SS-20等。
1980迄今	強調生存力與突防能力，著重小型化高機動部署，使用速燃發動機，彈頭獨立攜帶發動機可達到高超音速及變軌。	俄羅斯的白楊-M、亞爾斯，潛射的布拉瓦、藍天飛彈。 中共的東風-21、31、41型及潛射的巨浪1、2型飛彈。 美國的和平衛士飛彈(已除役)，美國在簽署削減戰略武器條約後，依約廢止陸上中短程彈道飛彈和巡弋飛彈，目前服役中為潛射的三叉戟2型飛彈。

資料來源：《維基百科》<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B4%B2%E9%9A%9B%E5%BD%88%E9%81%93%E9%A3%9B%E5%BD>，(檢索時間：2017年5月7日)。

參、彈道飛彈類型與特性

彈道飛彈的分類，國際上通常以射程來區分，在冷戰時代的美國及前蘇聯各有其分類標準(如表二)。其可攜帶的彈頭包括傳統高爆彈頭、生物及化學彈頭和核子彈頭。一般而言，除了短程的彈道飛彈可能用於戰術任務，例如破壞敵軍機場、指揮中心等任務，而部分配備傳統彈頭，中、長程的彈道飛彈，由於以執行戰略性的破壞任務為主，幾乎都配備核生化等非傳統彈頭，因此具備相當程度的威脅性。⁸而中共在彈道飛彈的射程發展上，可發現其先求遠後求精的研發策略，尤以東風-41型射程達12,000公里，即使在中共內陸發射，除南美地區與非洲西海岸地區外，可攻擊世界各地目標，對全球戰略有不可忽視的影響力。⁹

⁸同註3，頁24。

⁹徐家輝，〈中共彈道飛彈發展與我國軍事戰略之關係研究〉《國立淡江大學研究所論文》(台北，2004年6月)，頁8。

表二 彈道飛彈的分類

彈道飛彈依射程分類表					
美國		前蘇聯/俄羅斯		中共	
分類	射程(km)	分類	射程(km)	分類	射程(km)
洲際彈道飛彈(ICBM)	> 5,500	戰略火箭	> 1,000	洲際彈道飛彈	> 8,000
中長程彈道飛彈(IRBM)	3,000-5,500	作戰-戰略火箭	500-1,000	遠程彈道飛彈	5,000-8,000
中程彈道飛彈(MRBM)	1,000-3,000	作戰火箭	300-500	中程彈道飛彈	1,000-5,000
短程彈道飛彈(SRBM)	< 1,000	作戰-戰術火箭	50-300	近程彈道飛彈	< 1,000
		戰術火箭	< 50		

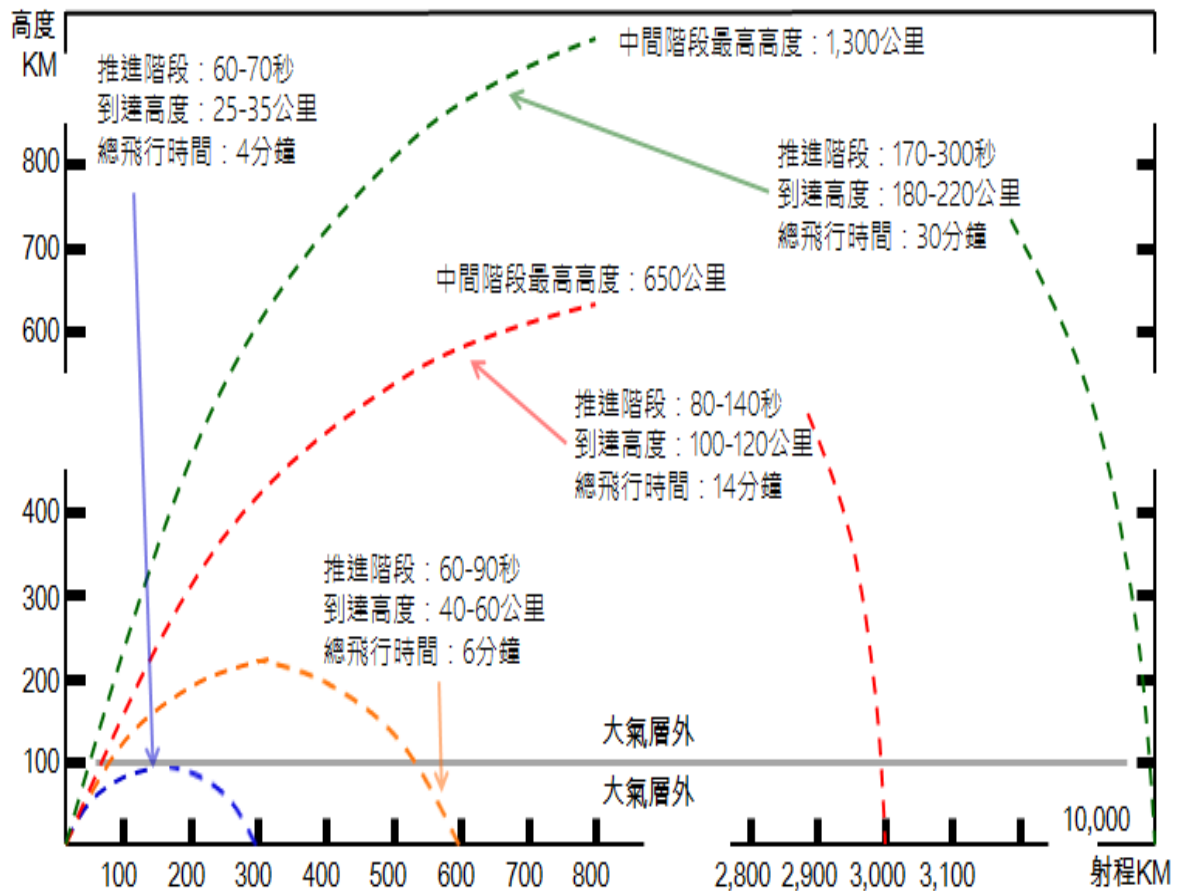
資料來源：參考徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003年12月)，頁24。
 劉明濤與楊承軍，《高技術戰爭中的導彈戰》(北京國防大學出版社，1994年10月)，頁27-31。作者整理。

彈道飛彈屬遠距離攻擊武器，通常具備單節或多節火箭引擎，在設定目標的過程中，同時計算從發射地點到目標區的距離和射角，發射後藉由火箭引擎推力升空至大氣層外進行宇宙飛行，到達預定飛行路線最高點後，後推進載具以45度角將彈頭投射，使彈頭在大氣層外開始以自由落體方式飛行一段時間後再重新進入大氣層，後續透過導引方式達到攻擊目標，在飛彈的飛行過程中，其彈道可以分成「推進階段」(boost phase)、「中間階段」(midcourse)及「終端階段」(terminal phase)，推進階段為火箭引擎點火啟動至燃料燒完，火箭完全脫離；中間階段為飛彈的後推進載具以45度角將彈頭投射，彈頭在大氣層外進行亞軌道飛行；¹⁰終端階段為飛彈通過彈道最高點，重新進入大氣層向目標飛行，此時飛彈的速度極快，以洲際彈道飛彈為例，重返大氣階段航速介於15-25馬赫，¹¹反制難度非常高。彈道飛彈升空最大高度、飛行時間均與其射程有密切的關係

¹⁰亞軌道飛行是指航空器離開了大氣層進入太空邊緣，高度約為距地表100到300公里高空，但由於發射初速度尚未達到環繞地球所需的第一宇宙速度，運行軌跡僅與大氣層相交，不能圍繞地球軌道運行的飛行過程，且達到最高點後仍受地心引力的牽引而下降，透過改變發射角度可大範圍調整彈道的最高點、射程與落點，主要用於彈道飛彈與太空旅遊。〈亞軌道飛行〉，《台灣 word》<http://twword.com/wiki/亞軌道飛行>，(檢索時間：2017年6月27日)。

¹¹馬赫為速度量詞，1馬赫即1倍音速，在地表速度約為1,235km/hr，15-25馬赫約為18,525 km/hr -30,875 km/hr。〈馬赫〉，《維基百科》<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/馬赫>，(檢索時間：2017年6月27日)。

(如圖一)。¹²



圖一 飛彈各種射程之彈道特性

資料來源：徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003年12月)，頁27。

肆、美軍全球飛彈防禦(GMD)發展階段

美軍的「國家飛彈防禦(National Missile Defense, NMD)」構想，源自於冷戰時期雷根總統所提出的戰略防衛機先(Strategic Defense Initiative, SDI)，但其戰略目標和企圖，則有些許差異。其不同在於冷戰時期與當時的國際戰略改變，使得此戰略防衛的對象必須擴張，從由原先的前蘇聯和中共為主，增加至逐漸擁有可以攜帶核生化等大規模毀滅性武器之長程彈道飛彈的「流氓國家」，因為在世界上，擁有長程彈道飛彈的武力，已經不再是強權國家的專利。¹³

然而隨著高科技武器在第三世界國家不斷擴散，成為世界上許多國家的主要威脅，美國國家飛彈防禦系統發展可劃分為三個時期，第一階段是1983年由雷根總統提出規模龐大的「戰略防衛機先」計劃(1985-1991)，此時期的構想是在

¹²同註3。

¹³林宗達，《中共與美國飛彈攻防之軍備建構》(晶典文化事業出版社，2003年7月)，頁178。

200 至 1,000 公里的高空建立多層次、多方式的反彈道飛彈系統，使美國本土不受前蘇聯的核子飛彈攻擊；第二階段是 1991 年布希總統提出的「全球有限打擊防禦網(Global Protection Against Limited Strikes, GPALS)」，此時期的防禦重點置於前蘇聯意外發射或第三世界國家發動少量的飛彈攻擊(1991-1993)；第三階段是 1993 年柯林頓總統提出的「彈道飛彈防禦計劃(Ballistic Missile Defense, BMD)」(1993-1997)，其內容區分為用於保護美國本土免受飛彈襲擊的國家飛彈防禦(NMD)和用於保護美國海外駐軍及相關盟國免遭飛彈威脅的戰區飛彈防禦(Theater Missile Defense, TMD)兩大部分，¹⁴此階段為求能有效反制彈道飛彈的威脅，重點置於作戰系統的規劃與整合，其架構區分為將既有早期預警系統(衛星和雷達)進行性能提升、研發新型的陸基雷達和太空飛彈追蹤系統、設計攔截飛彈的動能獵殺載具(Kinetic Kill Vehicle, KKV)及整合聯合作戰的指揮管制系統等四項，¹⁵同時還推動其他國家與其合作發展戰區飛彈防禦系統，在亞太地區美國謀求把日本、韓國納入其戰區飛彈防禦系統。

伍、飛彈防禦體系與效能

因應紐約發生 911 恐怖攻擊事件，使美國在如何防範第三世界國家在未來構成之威脅、勒索、甚至傷害的問題更加複雜化，¹⁶小布希總統認為 NMD 和 TMD 應該不分彼此，才能成為完整的飛彈防禦體系，並在 2002 年將「國家飛彈防禦」改名為「全球飛彈防禦(Global Missile Defense, GMD)」，¹⁷不再以彈道飛彈之射程或作戰地區界定彈道飛彈防禦系統，而改以針對彈道飛彈各飛行階段實施攔截來區分防禦系統，而各時期的飛彈防禦系統或元素，也依彈道飛彈飛行路徑的推進階段、中間階段和終端階段，重新劃分為三大類(如圖二)。¹⁸

¹⁴冬鷹，〈NMD 系統的發展〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第 176 期，全球防衛雜誌社有限公司，1999 年 4 月。

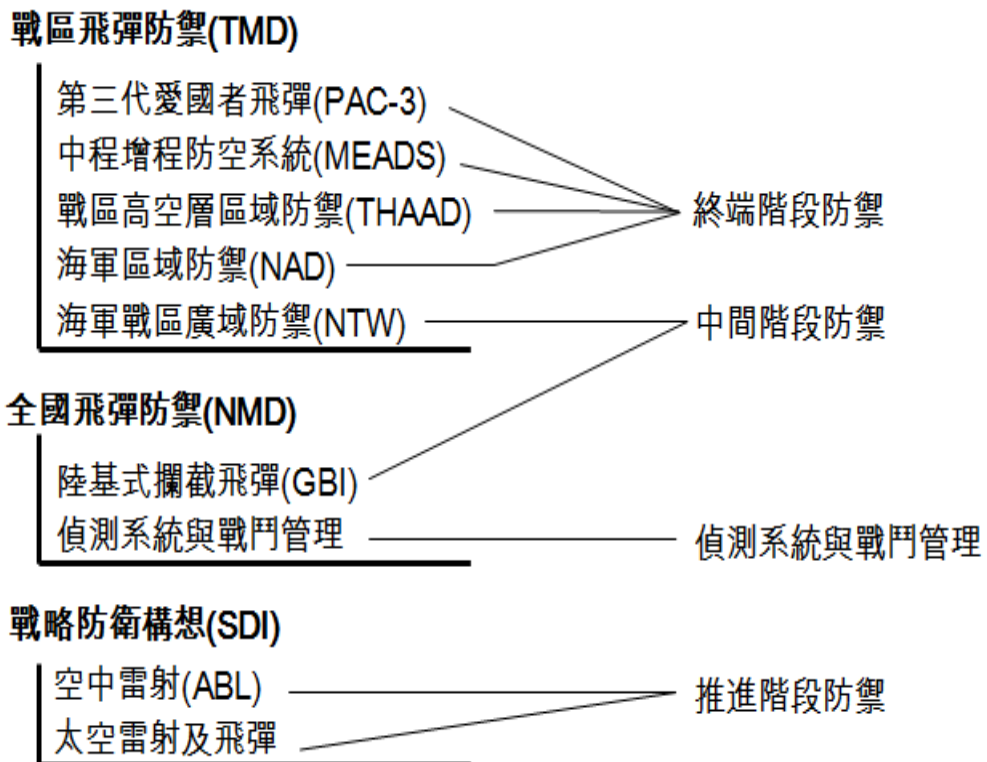
¹⁵同註 14。

¹⁶杜和庭，〈後冷戰時期美國飛彈防禦政策之研究〉《國立政治大學研究所論文》(台北，2004 年 3 月)。

¹⁷〈國家飛彈防禦系統〉，《維基百科》

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E5%AF%BC%E5%BC%B9%E9%98%B2%E5%BE%A1%E7%B3%BB%E7%BB%9F>，(檢索時間：2017 年 2 月 25 日)。

¹⁸同註 3。



圖二 美國全球飛彈防禦系統架構

資料來源：徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003年12月)，頁183。

一、飛彈預警系統

全球飛彈防禦的預警系統包含太空紅外線偵測系統(Space Based Infrared System, SBIRS)、改良型早期預警雷達(UWR)及機動型長程預警雷達等三種。

太空紅外線偵測系統由6枚高軌道預警衛星(High Earth orbit, HEO)於赤道上方繞行地球，又稱同步軌道衛星，另有24枚整天圍繞地球不斷旋轉的低軌道預警衛星(Low Earth orbit, LEO)¹⁹，整個系統的任務是負責監視偵測地表飛彈發射時的尾焰及其發射陣地，並測定彈道參數、判定飛彈攻擊目標，同時予以追蹤，為國家戰略防禦決策提供預先警報。²⁰

改良型早期預警雷達又稱鋪路爪長程預警雷達(AN/FPS-115 PAVE PAWS)，由雷神公司研製，採用雙面陣天線，一般探測距離約4,800公里，對截面積10平方公尺的高彈道飛彈探測距離可高達5,550公里。雷達峰值功率582.4千瓦，

¹⁹低地軌道又稱近地軌道(Low Earth orbit)，是指太空航空器距地表高度300到2000公里間的近圓形軌道，大多數對地觀測衛星、測地衛星、太空站及較新的通訊衛星採用此軌道。高軌道(High Earth orbit)又稱地球同步軌道，即衛星的軌道週期與地球的自轉週期相同，且方向一致，距地表高度為35,786公里，用於通訊衛星。〈近地軌道〉，《維基百科》
<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/近地軌道>，(檢索時間：2017年6月29日)。

²⁰〈導彈預警衛星〉，《台灣wiki》

<http://www.twwiki.com/wiki/%E5%B0%8E%E5%BD%88%E9%A0%90%E8%AD%A6%E8%A1%9B%E6%98%9F>，(檢索時間：2017年3月12日)。

平均功率 145 千瓦，全部設備都安裝在 32 公尺高的多層建築物內，兩個天線陣面各由 2,000 個陣元組成，直徑約 30 公尺，掃描一次所需時間為 6 秒鐘，²¹主要部署於從美國的東、西海岸，監視大西洋和太平洋上戰略飛彈、核潛艇發射的彈道飛彈，它可以探測飛彈的彈道、發射點，計算出彈著點的位置，提供彈道飛彈來襲的預警情報；同時也可以用於太空目標的監視，如監視和探測衛星等空間目標(如圖三)。²²



圖三 美軍位在阿拉斯加的鋪路爪雷達

資料來源：同註 23，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。

機動型長程預警雷達又稱 X 波段雷達(AN/TPY-2)，由雷神公司研製，其構型可區分為陸基式與海基式兩種，提供較多元的部署方式，由天線、電力系統、冷卻系統和主動力系統等 4 個部分組成，雷達天線面積為 9.2 平方公尺，發射/接收陣元數為 25,344 個，陣元峰值功率可達 16 瓦，雷達平均功率約 60-80 千瓦。主要負責目標探測、跟蹤、威脅分類和彈道飛彈的落點估算，並即時引導攔截彈飛行及攔截後毀傷效果評估。AN/TPY-2 雷達探測距離遠、解析度高，戰略戰術機動性好，既可單獨部署成為彈道飛彈早期預警雷達(前置基地模式)，也可和 THAAD 系統的發射車、攔截彈、射控和通信單元一同部署，成為飛彈防禦系統的射控雷達(終端模式)。由於該雷達採用波長較短的 X 波段和巨大的雷達陣面，雷達波束非常窄，其解析度非常高，對彈頭具有跟蹤和識別能力，能識別假彈頭，將目標從誘餌或彈體碎片中識別出來。該雷達對 100 平方公尺雷達反射截面

²¹ 〈鋪路爪威力到底有多大〉，《每日頭條》<https://kknews.cc/zh-tw/military/v633oy.html>，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。

²² <http://www.radartutorial.eu/19.kartei/01.oth/karte004.en.html>，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。

積目標的探測距離最遠可達 2,300 公里，對 1 平方公尺雷達反射截面積目標的探測距離達 1,700 公里，高解析度和超遠的探測距離使 AN/TPY-2 雷達成為世界上最大、性能最強之機動式長程預警雷達(如圖四)。²³



圖四 海基式 X 波段雷達

資料來源：《維基百科》https://zh.wikipedia.org/zh-tw/X_波段雷達，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。

二、推進階段防禦

彈道飛彈在升空之後，推進階段中的速度較慢，在這個階段把敵軍的飛彈攔截下來，除了較易摧毀外，還可以擴大保護範圍，此階段的攔截器有雷射武器和動能獵殺載具。²⁴發射雷射的平台有波音 747-400 型飛機和衛星，空中雷射所使用的雷射武器屬於化學作用的氧碘雷射，由美國於 1977 年研發成功，這種雷射具備 3 項優點，首先，不需大型的發電設備，有利於將雷射武器裝置在飛機上。其次，雷射的波長僅 1.315 微米，是全世界高能雷射所能做到最短的波長，在穿過大氣層時能量的散失較少，也才較具有殺傷力。最重要的是，由飛機搭

²³<http://www.radartutorial.eu/19.kartei/02.surv/karte015.en.html>，(檢索時間：2017 年 4 月 15 日)。

²⁴雷射武器系統(Laser Weapon System, LaWS)係美國海軍開發的定向能量武器，使用高能雷射對遠距離的目標進行精確射擊或用於防禦彈道飛彈，美軍目前可將其搭載於航空器、艦艇及地面載具等，而太空衛星載具則因技術與預算龐大因素，預計 2021 年始有能力部署；動能獵殺載具(Kinetic kill vehicle, KKV)係裝置在攔截飛彈上，採用紅外線尋標器或雷達導引，在飛彈接近攔截點前即引爆，使數百片鎢鋼片形成獵殺網，使目標在碰撞後的高熱下被摧毀。〈雷射武器〉，《維基百科》<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/激光武器>，(檢索時間：2017 年 6 月 29 日)。註 2，頁 245。

載的雷射武器，比任何要靠火箭推動的獵殺載具能更快完成攔截敵人飛彈的工作。第一架波音 747-400 型飛機已於 2002 年開始改裝後的試飛，根據電腦的模擬作戰，空中雷射武器能在 24 小時內到任何一個地方執行任務，在任一時間點都會有兩架搭載雷射武器的飛機，以 40,000 英尺的高度在空中巡弋。一旦敵軍發射彈道飛彈，飛機能在飛彈穿出雲層、持續動力飛行時加以鎖定，以雷射武器予以摧毀。²⁵

三、中間階段防禦

海基彈道飛彈防禦可區分為低空層的海軍區域彈道飛彈防禦(Naval Area Defense, NAD)，用以防禦中、短程飛彈之攻擊，以及高空層的海軍戰區廣域防禦(Nav Area Defense, NTW)，目的在攔截外大氣層的來襲飛彈，兩者均以配備神盾戰鬥系統(Aegis combat system, ACS)的軍艦為主，前者搭載標準二型四式 A 飛彈(SM-2ER Block IVA)，後者搭載改良自標準二型飛彈的長程標準三型飛彈(SM-3)，作為其截擊來襲飛彈的主要防禦武器。²⁶

神盾戰鬥系統是美國在越戰時期的經驗及與前蘇聯的競爭下，分析出美國海軍水面艦艇對反潛、反艦、防空、近迫防禦及區域戰情管理中心之需求，提出新一代作戰中心系統的規劃，因此神盾系統是海軍聯合打擊概念的延伸，而非單一種武器系統。²⁷而以神盾戰鬥系統作為水面艦配備，統合了目標的偵測、追蹤、解析、判斷及攻擊，被全世界公認為能力最佳的武器系統總稱，在美國海軍的巡洋艦(提康德羅加級)和驅逐艦(柏克級)已全數配備，總數有 77 艘，美軍官方名稱為「Weapon System Mk7」。²⁸

基於彈道飛彈防禦「多層攔截」的概念下，美軍部分的神盾艦搭載了神盾 BMD 信號處理裝置等特別程式，且搭載的電腦程式隨時在更新中(目前為神盾 BMD3.6.1)，可發射 SM-3 或 SM-2 ER Block IVA 飛彈，擔任海基飛彈防禦系統的角色，為海外部署美軍及重要設施提供保護，以防禦短、中程彈道飛彈；此外亦可擔任前進部署感測器，偵測並先期追蹤長程彈道飛彈，事先提供預警，支援陸基中程防禦(GMD)任務，在飛彈防禦體系中，扮演相當重要的角色。²⁹

神盾艦兼具水面作戰、反潛作戰、攻擊地面作戰、防空作戰及飛彈防禦等

²⁵同註 3，頁 184。

²⁶高一中譯，〈彈道飛彈的威脅和防禦〉《國防譯粹》(台北市)，第 26 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1999 年 2 月，頁 40。

²⁷維基百科，〈神盾戰鬥系統〉，

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A5%9E%E7%9B%BE%E6%88%B0%E9%AC%A5%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，(檢索時間：2017 年 4 月 23 日)。

²⁸柿谷哲也，《宙斯寶盾！神盾艦防禦系統超強圖解》(呂丹芸譯)(新北市：瑞昇文化事業股份有限公司，2012 年 1 月)，頁 26。

²⁹孫立方，〈神盾彈道飛彈防禦系統〉《青年日報》，2004 年 6 月 28 日(第 3 版)。

多重角色，就防空及彈道飛彈防禦方面而言，神盾戰鬥系統分為「感測」、「制禦裝置」及「武器裝置」等 3 大領域(如表三)，感測上具有能偵測、追蹤目標的 SPY-1 雷達，它也是神盾艦外觀上的象徵物；制禦裝置上有指揮決策等相關系統，可對目標物完成敵我辨識並決定威脅程度及攻擊度順序；武器裝置則有垂直發射系統和制式飛彈，一旦決定攻擊後，垂直發射系統發射對空飛彈，並由射擊指揮系統導引飛彈攻擊目標。³⁰

表三 神盾戰鬥系統組成及功能

神盾戰鬥系統組成及功能		
區分	系統	功能
感測裝置	SPY-1雷達	用於搜索目標的高性能偵測雷達。
制禦裝置	指揮決策系統	對於來襲目標，自動排列出威脅優先順位，讓具有攻擊決定權的艦長易於判斷。
	武器控制系統	自動選擇攻擊時需要的飛彈，並具有發送資料及發射指令的機能。
	神盾顯示系統	由大型顯示器及管理裝置等構成，將作戰中的全數情報以圖解表示出來。
	作戰判斷檢視系統	檢測神盾武器系統運作是否正常，並自動修復有問題的部分。
	神盾戰鬥訓練系統	提供操作員的模擬訓練。
武器裝置	射擊指揮系統	負責對空飛彈的導引及控管，由SPG-62照明雷達及管理機器等構成。
	垂直發射系統	原始設計為雙懸臂式飛彈發射器MK26，後期均改良為垂直發射系統MK41，可縮短裝填及對空連續發射時間，並可選用戰斧巡弋飛彈對內陸地區攻擊，使任務執行更為廣泛。
	制式飛彈	配備標準飛彈(SM-2、SM-3)及戰斧巡弋飛彈，兼具強大的防空及地面攻擊能力。

資料來源：參考柿谷哲也，《宙斯寶盾！神盾艦防禦系統超強圖解》(呂丹芸譯)(瑞昇文化事業股份有限公司，2012年1月)，作者整理。

神盾艦與一般軍艦不同之處，在於其搭載 SPY-1 雷達。一般水面戰鬥艦的防空雷達，主流型式設計在桅桿高處以機械式旋轉並發射電波，然而這種傳統

³⁰同註 29，頁 14。

的防空雷達，在旋轉週期內，雷達面對方向以外的區域容易產生無法監視的死角。若在死角範圍內，敵機或敵方飛彈高速移動，雷達將無法確認其動向。相較於此，神盾艦採用的 **SPY-1** 雷達，在艦橋的四個角落設置「相位陣列天線」(如圖五)，內部具有 4,350 個縱橫排列的電波發射裝置，亦稱為天線元件(移相器)，最大可以發送 400 萬瓦的 **S** 波段頻寬電波(波束)，監視範圍可涵蓋全方位 360 度，每分鐘對水面上半徑 325 公里內的半球體空間實施數次搜索，一旦發現目標，雷達控制電腦即在 1 秒鐘內對目標再發送數道波束，並於極短的時間內描繪出目標的軌跡，因此能夠持續不間斷的追蹤敵方飛機或飛彈，這是其最大優點，在雷達的畫面上，顯示敵方的光點由於會持續不中斷的移動，所以能夠確認敵方是採取迴避或是攻擊行動等詳細動向，且同時間可追蹤 200 個目標。此外，當神盾艦發射對空飛彈時，雷達也可以幫飛彈實施終端導引或協助飛彈與神盾艦間的資料傳輸，這是傳統防空雷達無法做到的。³¹



圖五 神盾艦 SPY-1 雷達

資料來源：《維基百科》<http://mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-Aegis-3.htm>，(檢索時間：2017 年 1 月 8 日)。

標準型飛彈為具有彈道飛彈防禦能力的神盾艦標準配備，**SM-2ER Block IVA** 使用固態燃料，彈長 6.5 公尺(加裝火箭推進器)，彈徑 0.34 公尺，彈重 1,398

³¹同註 29，頁 64。

公斤，最大射程 150 公里，對尋找目標有較高的仰角，搭載紅外線顯像尋標器，作為其攻擊目標區別和精確攔截之用。³²標準三型飛彈 SM-3 Block IIA 以 SM-2 為基礎改良，彈長 6.55 公尺，彈徑 0.34 公尺，最大射程 250 公里，採用三節火箭推進器、輕量外太空攔截器(LEAP)及動能獵殺載具(KKV)，³³其中 LEAP 是攔截中長程彈道飛彈的主要武器，重約 18 公斤，平均飛行速度每秒 4 公里，含有可擊穿硬目標的高密度鎢球，可在大氣層外完全擊毀目標的戰鬥部，使飄落地球的生物或化學顆粒威脅趨近於零。³⁴

四、終端階段防禦

(一)戰區高空層區域飛彈防禦系統(THAAD)：

「戰區高空層區域飛彈防禦系統」又稱「終端高空防禦系統」，外界簡稱為「薩德系統」，³⁵此系統之研究工作始於 1990 年，其是為求攔截戰術/戰區彈道飛彈或是重返大氣載具(RV)而設計來防護涵蓋戰區部隊與區域安全的飛彈系統，1992 年 9 月由洛克希德馬丁公司與美國陸軍簽訂契約，領導整個研究發展計畫，而雷神公司則負責整個 TMD 地面雷達的聯結系統整合，此一契約高達美金六億八千九百萬元。³⁶

全系統由指揮中心、1 部陸基 X 波段雷達「AN/TPY-2」、6 部 8 聯裝發射裝置和 48 枚攔截飛彈組成(如圖六)，各次系統均能使用車輛搭載或牽引，亦能使用 C-130、C-141、C-17、C-5 等運輸機進行空運，全套系統可完成對彈道飛彈的偵測、識別、標定和發動數波的飛彈攔截接戰；³⁷其中攔截飛彈彈長 6.17 公尺，彈徑 0.34-0.37 公尺，發射重量約為 800 公斤，採用慣性或全球衛星定位導航，使用固體燃料火箭推進器，最大射程約 150 公里，彈頭搭載動能獵殺載具(Kinetic kill vehicle, KKV)或外大氣層擊殺載具(Exoatmospheric kill vehicle, EKV)，且擊殺載具均使用液體燃料推進器，具備偏向和高度控制系統，可作為攔截目標攻擊修正方位高度之用，³⁸其攔截高度介於 40 公里(大氣層內)至 150 公里(大氣層外)，可以擊中超音速 8 倍以上速度發射的彈道飛彈。³⁹

³²同註 14，頁 208。

³³張羽譯，〈戰區飛彈防禦系統發展現況〉《國防譯粹》(台北市)，第 23 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1996 年 2 月，頁 60。

³⁴劉鳳景與吳紅映，〈美國海軍戰區飛彈導彈防禦系統〉《現代軍事》(台北市)，第 270 期，台灣英文出版社，1999 年 7 月，頁 42。

³⁵風傳媒，〈無視中國反對 美軍「薩德」反飛彈系統明年上半年進駐朝鮮半島〉，<http://www.storm.mg/article /185981>，(檢索時間：2016 年 11 月 4 日)。

³⁶林宗達，《TMD 戰區飛彈防禦與台海安全》(台北市：時英出版社，2000 年 2 月)，頁 198。

³⁷粵儒，〈終極截殺-戰區彈道飛彈反制：Part I〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第 174 期，全球防衛雜誌社有限公司，1999 年 2 月，頁 86。

³⁸同註 37，頁 199。

³⁹同註 36，(檢索時間：2016 年 11 月 4 日)。

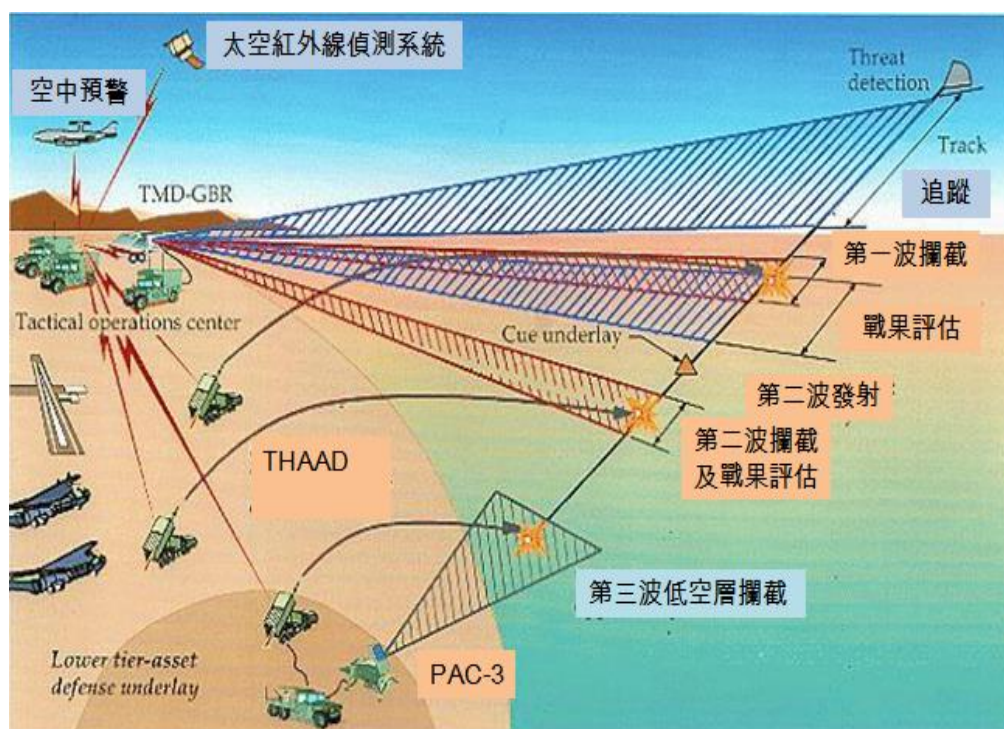


圖六 THAAD 系統組成

資料來源：《維基百科》<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/THAAD>，(檢索時間：2017 年 5 月 16 日)。

THAAD 系統的攔截程序，先以 AN/TPY-2 雷達在遠距離搜索目標，一旦搜索到目標即進行跟蹤，並把追蹤數據傳送至 BM/C3，透過系統運作將目標數據傳送到攔截飛彈上，再下達發射命令。飛彈發射後可多次修正目標數據，接近目標時動能擊殺載具與彈體分離自主尋標飛行，透過直接碰撞以達攔截並摧毀目標，如果第一枚未能擊中目標，便發射第二枚，若仍未能擊中，則將目標轉交給愛國者三型(PAC-3)系統進行低空層的第三次攔截(如圖七)。⁴⁰

⁴⁰溫德義，〈美國戰區高空區域防禦系統簡介〉《現代軍事》(台北市)，第 219 期，台灣英文出版社，1995 年 4 月，頁 38。



圖七 THAAD 系統與 PAC-3 聯合作戰示意圖

資料來源：徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003 年 12 月)，頁 204。

(二)愛國者三型反彈道飛彈系統(PAC-3)

愛國者反彈道飛彈系統是美國彈道飛彈防禦組織(Ballistic Missile Defence Organization, BMDO)為預防美國海外部隊免於遭受彈道飛彈攻擊，所主導的「國家飛彈防禦」計畫之一，由雷神公司研製。⁴¹基於受到前蘇聯 SS-1 戰術飛彈的威脅，美國將其相位陣列雷達的搜索範圍由 45 度提升至 90 度，並改良飛彈的引信、彈頭和導引部份，成為愛國者二型(PAC-2)。⁴²

而 PAC-3 系統主要由 1 具地面射控相位陣列雷達(C 波段雷達)和 2 輛發射車組成，每輛發射車可搭載 4 個發射架，全系統可裝載 32 枚攔截飛彈，其簡易、輕便可由 C-130 等運輸機載運至部署地點。⁴³攔截飛彈使用洛克希德馬丁公司研製的新型增程攔截彈(Extended Range Interceptor, ERINT)，彈長 4.635 公尺，彈徑 0.255 公尺，發射重量 304 公斤，最大攔截距離可達 70 公里，最大攔截高度 24 公里以上，最大飛行速度 5 馬赫；⁴⁴彈頭搭載動能獵殺載具(KKV)，且增加「殺傷增強器」裝置，當攔截彈接近目標至一定距離時，能拋出 24 個圓盤狀的

⁴¹杜立維譯，〈美國彈道飛彈防衛系統〉《國防譯粹》(台北市)，第 26 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1999 年 2 月，頁 27。

⁴²曲劍甫，〈美國彈道飛彈防衛系統〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第 73 期，全球防衛雜誌社有限公司，1990 年 9 月，頁 42。

⁴³同註 37，頁 198。

⁴⁴同註 30。

高密度破片，增大了攔截彈的有效直徑，從而保證有效的撞擊並摧毀來襲目標。

45

愛國者飛彈系統原使用陸基 L 波段「AN/MPQ-53」雷達，為單脈衝體制多功能相位陣列雷達，主要組成包括相位陣列天線、發射機、接收機、信號處理器、敵我識別器等，其中相位陣列天線由 8 個天線組成，1 個用於目標搜索、跟蹤和攔截彈跟蹤、導引功能的主陣(5,161 個陣元)直徑 2.44 公尺；5 個用於電子對抗功能的副瓣對消天線子陣(每個子陣 51 個輻射陣元)；1 個用於 TVM 功能的子陣(253 個陣元)直徑 0.533 公尺；1 個用於敵我識別功能的天線子陣(20 個陣元)；可同時監視 100 個目標，獨立完成對目標搜索、識別、跟蹤、攔截全過程相應工作，探測距離最遠可達 18 公里，並引導 8 枚飛彈攻擊 3-5 個目標；⁴⁶而 PAC-3 進一步升級中相位陣列雷達，使用雙行波管代替了原先的單行波管和正交場放大器，升級後的雷達被重新命名為 AN/MPQ-65，平均功率較舊雷達增加了一倍，探測距離提升至 30-40 公里，配合雷達的軟體升級，可以從誘餌或碎片中區分小型目標，且低空性能得到極大改善，可在地面雜波下發現高速運動目標，使得整個系統的反巡弋飛彈能力有一定提升。⁴⁷

美國雷神公司在 2016 年針對 AN/MPQ-65 雷達系統再次性能提升，新一代雷達採用主動相控陣體制和氮化鎵晶片。主動相控陣由多個小型的電波發射器為電波源，每個單元都可以獨立運作，如同昆蟲的複眼一般，使得偵測可以更靈敏，即使少數的電波源故障也不會損及全部雷達的運作，讓愛國者導彈系統獲得 360 度監控範圍。其次，氮化鎵材料大大提高能源效率和雷達發射功率，在偵測性能上，比舊式採用無源相控陣體制 AN/MPQ-53/65 雷達有很大提升。⁴⁸

陸、對我國安之影響

美國為能有效建構在亞太地區的飛彈防禦體系，一方面強化自身飛彈防禦能力，另一方面擴大與亞太盟國在飛彈防禦方面的合作，透過相關情資共享，不僅增加美國對該地區的瞭解與掌握程度，同時也讓合作的亞太盟國能享受到

⁴⁵直心儀，〈研製中的新型反戰術彈道導彈〉《現代軍事》(北京)，第 182 期，1992 年 3 月，頁 29。

⁴⁶呂久明、賈銳明與劉孝剛，〈AN/MPQ-53 相控陣雷達性能分析〉《2009 年全國天線年會論文集》，2009 年 10 月。

⁴⁷國防新幹線，〈美國為台軍升級 3 套愛國者-2 導彈要價 11 億美元〉，http://www.hellotw.com/gfxgx/sp/wqhg/201001/t20100126_535131.htm，(檢索時間：2017 年 4 月 16 日)。

⁴⁸台灣 wiki，〈愛國者-3 反導系統〉，<http://www.twiki.com/wiki/%E6%84%9B%E5%9C%8B%E8%80%85-3%E5%8F%8D%E5%B0%8E%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，(檢索時間：2017 年 4 月 16 日)。

美國「情報傘」的庇護，讓盟邦皆能降低面臨飛彈攻擊的威脅。然在其飛彈防禦發展的進程中，國防戰略決策者與專家們除對建構東亞地區飛彈防禦有更多的瞭解外，他們更熟悉地區內國家的飛彈防禦政策，而且對不同國家的政策行為及實施狀況，是否互補或是互相衝突，以及這些舉措對美國飛彈防禦建構所造成的影響。⁴⁹從日本與美國共同合作開發彈道飛彈防禦系統的經驗，可發現日本在防禦技術與雷達偵測能力確有提升，也投入鉅額國防預算。而《南韓日報》在 2017 年 2 月指出「部署 THAAD 系統正在動搖整個東北亞局勢」，隨著韓國政府加速部署，東北亞的安全格局正在發生大幅搖擺，中國、北韓可能會重新接近，以應對日漸明顯的韓美日軍事同盟。就問題而言，現在東北亞似乎出現了中俄朝對美日韓的對立格局。而中共陸續對韓美日以北韓為藉口強化安保同盟的做法提出嚴重警告，也不排除對韓國提出多種方式的制裁。⁵⁰

彈道飛彈防禦需求是難以律定的，因為它不僅取決於敵方意圖，還取決於敵方的能力，諸如威脅國家所擁有攻勢武器的數量和類型，以及決定這些武器如何使用的戰略等。儘管武器可以量化，但是戰略是難以觀察的。一個謹慎的防禦者需要對很多不同的威脅、技術、能力做好準備。⁵¹就地理環境而言，我國與中共相隔台灣海峽，在彈道飛彈防禦規劃上最主要考量的因素就是反應時間短，即使具備性能先進的防禦系統，反應與反制也僅能多爭取幾分鐘時間，因此，建構完備而有效的飛彈防禦系統，需考量其效益與付出代價是否相對合理。現階段我國在飛彈防禦系統配備愛國者三型反彈道飛彈系統、改良型鷹式飛彈系統及自主研發天弓飛彈系統，配合鋪路爪長程預警雷達，可具備基礎防護能力，然在面對中共的威脅下，應思考中共將以更多低成本的手段，來消耗我國昂貴的反彈道飛彈資源。

此外，中共日益增強的太空武力與海上封鎖能力亦不容小覷，對任何遭受其威脅的國家而言，都是一場嚴苛的考驗。⁵²我國面臨中共最大的武力威脅仍在常規武器，因其在中共入侵時能降低重要基礎設施與工業基地破壞，與核武器相較之下，對常規武器的終端防禦，亦是我國反制方案的建構重點。

柒、維護我國防安全策略

⁴⁹陳相寶，〈從聯盟理論探討東亞飛彈防禦區域聯盟-以美日為例〉《國防大學研究所論文》(桃園市)，2009 年，頁 157。

⁵⁰〈薩德部署 美媒：大陸對韓有 40 多種制裁方法〉，《今日新聞》

<https://www.nownews.com/news/20170301/2422810>，(檢索時間：2017 年 9 月 10 日)。

⁵¹同註 50，頁 158。

⁵²〈中國神鷹-400 制導火箭炮發威！〉，《每日頭條》<https://kknews.cc/zh-tw/military/6536aq.html>，(檢索時間：2017 年 9 月 10 日)。

飛彈防禦的概念近年來頗受國內、外軍事專家關切與重視，因為其所防禦的對象-彈道飛彈，已超出傳統大氣層內的防禦系統所能處理的範圍，屬於太空作戰領域，由於它可在作戰全程的任何時間、階段，毋需冒著傷亡的危險，即將戰爭帶到敵人的領土，使得擁有此種防禦能力，等於具備戰略優勢。⁵³美國自冷戰時期與前蘇聯的軍備競賽，轉變面臨第三世界國家恐怖攻擊的威脅，而近年中共的彈道飛彈技術發展迅速，加上北韓在飛彈試射與核子試驗腳步不曾停歇，促使美國在維護國家利益安全前提下，相當重視彈道飛彈防禦的政策發展、科技研發與國際間合作，對世界各國均造成一定程度的影響，有鑑於此，作者針對可能對我國國防安全之影響及因應作為提出如下：

一、強化國防實力確保國家安全

成為現代國家需具備主權、人民、政府及領土等四個基本要素，我國在國家發展的歷程上，不斷面臨中共的軍事、經濟、外交、政治等各方面的威脅，尤以中共逐年不斷增加彈道飛彈數量，嚴重危害我國國家安全；美國參議員約翰華納(John Warner)，針對 1991 年 2 月最後一發伊拉克的飛毛腿飛彈(SS-1)攻擊以色列時，其於特拉維夫的親身經歷，說出：「若非親眼目睹，實在很難想像一個國家面對飛彈攻擊，毫無防衛能力的時候，全國上下陷入驚恐的樣子」。⁵⁴我國在面對中共與日俱增的戰略威脅下，全國人民應深化國家安全觀念，體認強化國防實力為國家安全重要環節。

二、建立預警機制發展反制系統：

波灣戰爭對美國飛彈防禦而言，存在許多深層的戰略意涵，對戰前盟軍信心滿滿的認為可由反制作戰方式，解決伊拉克彈道飛彈的問題，但實際戰爭經驗及根據戰後美國空軍出資委託的調查報告均呈現不同的發展，使多國聯軍瞭解其於敵人發射彈道飛彈之前，除可讓伊軍因射擊準備匆忙，未能適切的瞄準目標而無法達到最高的命中精度，故而削弱伊拉克發射的速率，但在「偵搜與攔截」的能力上實在有限，套用史瓦茲科夫將軍的話：「實在很不好找」。綜合 1991 年波灣戰爭的經驗，可知「嚇阻戰略失靈」、「反制作戰失效」在後冷戰時期已是既存的事實，也告訴大家：「過於依賴先發制人，先下手為強或國際解除武裝的作為，以防範核生化及飛彈之擴散是不夠的，不論平時或戰時，這些方案必須有能夠對抗這類威脅的防禦能力為其後盾，才是正道，亦即直接證實「主動防禦」有其存在之價值。⁵⁵世界各國航太科技愈趨成熟，並廣泛運用於商業或軍

⁵³麥克馬洪(Scott K. McMahon)著，《美國飛彈防禦的過去與現在》，曾祥穎譯(台北市：麥田出版社，2001 年 6 月)，頁 7。

⁵⁴同註 54，頁 4。

⁵⁵同註 54，頁 104-109。

事用途上，太空作戰亦為未來重要趨勢，我國應持續積極參與各國航太科技事務，瞭解掌握相關情報，並發展太空情、監、偵、反制等相關作為，降低中共對我之威脅，達到主動防禦戰略目標。

三、落實防務結構降低戰損威脅

因應中共可能對我發起高強度猝然突襲，因此戰力保存為防衛固守的首要工作，避免在作戰初期即因戰損而癱瘓，影響後續戰力發揮，同時針對電信、交通、能源、水庫及電力等基礎設施，置重點於防護能力整建，確保持久戰力。⁵⁶然本軍肩負反登陸與城鎮作戰重要任務，就中共登陸作戰而言，部隊進入西部人口城鎮或都會區後，容易因複雜的交通網路而失去方向，且地區內均為我方情報人員，極易成為持久戰，因此，我國應強調分區守備、機動速決作戰概念，提升應急作戰能力，持恆落實防務結構，發揮持續戰力。

四、堅定重層嚇阻發展不對稱作戰

我國位於亞洲大陸向太平洋進出，第一島鏈重要戰略關鍵位置，美國為確保其國家安全，已於 2017 年 3 月將 THAAD 系統裝備運抵韓國，而韓國亦必須面對中共強烈反對與經濟制裁，使得朝鮮半島局勢與美中韓三邊關係更趨緊繃，⁵⁷然我國最重要的是防衛本身國防安全，對此議題不應涉入或參加別人的戰爭，應以保衛中華民國的國防安全為建軍備戰之主要目標，絕對不是幫其他國家作戰，國防部長指出，「重層嚇阻」為國軍戰略指導方向，意即將敵層層消滅，用不同手段拒阻敵軍。⁵⁸以中共現階段國防武力，講求發揮其軍事科技與技術優勢，成立了火箭軍與網軍，就是以發展彈道飛彈有效掌控戰場優勢，進而擴大並利用敵人之弱點，並藉資訊優勢，全程掌握戰場主動權；⁵⁹我國應採取主動防禦，並迴避敵人強點，以適當的戰法、戰具擴大敵人弱點，發展不對稱作戰，朝向有利我國防安全的方向發展。⁶⁰

⁵⁶高廣圻等 52 人，《中華民國 104 年國防報告書》(台北市：國防部，2015 年 10 月)，頁 69。

⁵⁷中央通訊社，〈薩德裝備運抵南韓 朝鮮半島局勢緊繃〉，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201703070215-1.aspx>，(檢索時間：2017 年 3 月 7 日)。

⁵⁸風傳媒，〈馮世寬：不贊成加入「薩德」飛彈防禦系統 台灣不應涉入別人戰爭〉，<http://www.storm.mg/article /229408>，(檢索時間：2017 年 3 月 2 日)。

⁵⁹胡敏遠與王陸桓，〈論析野戰戰略的「不對稱作戰」用兵原則〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 48 卷第 523 期，陸軍司令部，2012 年 6 月)，頁 34。

⁶⁰〈不對稱作戰〉《陸軍軍語辭典(92 年修訂版)》，(台北市：國防部，2004 年 3 月)，頁 2-6。

柒、結語

我國位於太平洋第一島鏈中央位置，戰略地位非常重要；另外中東卡達面對伊朗，我國與卡達均部署美軍功能最強大的「鋪路爪」早期預警雷達系統，偵測範圍將可涵蓋中共沿海各重要地區；中共在浙江大興村部署多彈頭飛彈預警雷達，監控我國與沖繩地區飛航狀況，另在福建江田鎮、惠安縣、東山島部署被動雷達天線陣列，⁶¹干擾我國部署之雷達系統。我國應聚焦臺海戰場，考慮全方位的戰略威脅之外，妥擬防務對策。⁶²身為國軍的我們應深刻體認整體戰力均衡發展的重要性，唯有以聯合作戰型態展現出各軍兵種相互協調與合作，充分認知彼此能力與限制，軍兵種之間相互截長補短，充分發揮作戰效能，方能有效提升作戰任務成功機率。

⁶¹ 《漢和防務評論》〈浙江架設新雷達監控中華民國/蘋果日報〉，
<http://hk.apple.nextmedia.com/realtime/china/20160602/55177627>，(檢索時間 106 年 3 月 16 日)。

⁶² 佚名，〈從美太空戰略 論現代戰場新思維〉《青年日報》，2017 年 6 月 28 日(社論)。

參考資料

- 1.美國空軍-空天力量雜誌，2017年夏季第11卷第2期。
- 2.李京倫編譯，〈大陸反薩德真正原因：核武底牌曝光〉《聯合報》(台北市)，民國106年3月13日，版A10國際。
- 3.徐家仁，《彈道飛彈與彈道飛彈防禦》(麥田出版社，2003年12月)。
- 4.孫旭、何樹才、孫快吉與黎曉明，《世界軍武發展史-飛彈篇》(世潮出版有限公司，2003年1月)。
- 5.趙雲山，《中共飛彈及其戰略-解放軍的核心武器》(明鏡出版社，1997年4月)。
- 6.〈洲際彈道飛彈〉，《維基百科》
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B4%B2%E9%9A%9B%E5%BD%88%E9%81%93%E9%A3%9B%E5%BD%88>，(檢索時間：2017年3月7日)。
- 7.〈導彈彈頭突防技術〉，《台灣 word》<http://twword.com/wiki/導彈彈頭突防技術>，(檢索時間：2017年6月27日)。
- 8.徐家輝，〈中共彈道飛彈發展與我國軍事戰略之關係研究〉《國立淡江大學研究所論文》(台北，2004年6月)。
- 9.劉明濤與楊承軍，《高技術戰爭中的導彈戰》(北京國防大學出版社，1994年10月)。
- 10.〈亞軌道飛行〉，《台灣 word》<http://twword.com/wiki/亞軌道飛行>，(檢索時間：2017年6月27日)。
- 11.〈馬赫〉，《維基百科》<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/馬赫>，(檢索時間：2017年6月27日)。
- 12.林宗達，《中共與美國飛彈攻防之軍備建構》(晶典文化事業出版社，2003年7月)。
- 13.冬鷹，〈NMD系統的發展〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第176期，全球防衛雜誌社有限公司，1999年4月。
- 14.杜和庭，〈後冷戰時期美國飛彈防禦政策之研究〉《國立政治大學碩士論文》(臺北市)，2004年。
- 15.〈國家飛彈防禦系統〉，《維基百科》
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E5%AF%BC%E5%BC%B9%E9%98%B2%E5%BE%A1%E7%B3%BB%E7%BB%9F>，(檢索時間：2017年2月25日)。
- 16.〈近地軌道〉，《維基百科》<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/近地軌道>，(檢索時間：2017年6月29日)。

17. 〈導彈預警衛星〉，《台灣 wiki》
<http://www.twwiki.com/wiki/%E5%B0%8E%E5%BD%88%E9%A0%90%E8%AD%A6%E8%A1%9B%E6%98%9F>，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。
18. 〈鋪路爪威力到底有多大〉，《每日頭條》
<https://kknews.cc/zh-tw/military/v633oy.html>，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。
19. <http://www.radartutorial.eu/19.kartei/01.oth/karte004.en.html>，(檢索時間：2017 年 3 月 12 日)。
20. <http://www.radartutorial.eu/19.kartei/02.surv/karte015.en.html>，(檢索時間：2017 年 4 月 15 日)。
21. 〈雷射武器〉，《維基百科》<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/激光武器>，(檢索時間：2017 年 6 月 29 日)。
22. 高一中譯，〈彈道飛彈的威脅和防禦〉《國防譯粹》(台北市)，第 26 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1999 年 2 月。
23. 維基百科，〈神盾戰鬥系統〉，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A5%9E%E7%9B%BE%E6%88%B0%E9%AC%A5%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，(檢索時間：2017 年 4 月 23 日)。
24. 柿谷哲也，《宙斯寶盾！神盾艦防禦系統超強圖解》(呂丹芸譯)(新北市：瑞昇文化事業股份有限公司，2012 年 1 月)。
25. 孫立方，〈神盾彈道飛彈防禦系統〉《青年日報》，2004 年 6 月 28 日(第 3 版)。
26. 張羽譯，〈戰區飛彈防禦系統發展現況〉《國防譯粹》(台北市)，第 23 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1996 年 2 月。
27. 劉鳳景與吳紅映，〈美國海軍戰區飛彈導彈防禦系統〉《現代軍事》(台北市)，第 270 期，台灣英文出版社，1999 年 7 月。
28. 風傳媒，〈無視中國反對 美軍「薩德」反飛彈系統明年上半年進駐朝鮮半島〉，
<http://www.storm.mg/article /185981>，(檢索時間：2016 年 11 月 4 日)。
29. 林宗達，《TMD 戰區飛彈防禦與台海安全》(台北市：時英出版社，2000 年 2 月)。
30. 粵儒，〈終極截殺-戰區彈道飛彈反制：Part I〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第 174 期，全球防衛雜誌社有限公司，1999 年 2 月。
31. 〈THAAD〉《維基百科》<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/THAAD>
32. 溫德義，〈美國戰區高空區域防禦系統簡介〉《現代軍事》(台北市)，第 219 期，台灣英文出版社，1995 年 4 月。

- 33.杜立維譯，〈美國彈道飛彈防衛系統〉《國防譯粹》(台北市)，第 26 卷第 2 期，國防部政務辦公室，1999 年 2 月。
- 34.曲劍甫，〈美國彈道飛彈防衛系統〉《全球防衛雜誌》(台北市)，第 73 期，全球防衛雜誌社有限公司，1990 年 9 月。
35. 直心儀，〈研製中的新型反戰術彈道導彈〉《現代軍事》(北京)，第 182 期，1992 年 3 月。
- 36.呂久明、賈銳明與劉孝剛，〈AN/MPQ-53 相控陣雷達性能分析〉《2009 年全國天線年會論文集》，2009 年 10 月。
- 37.國防新幹線，〈美國為台軍升級 3 套愛國者-2 導彈要價 11 億美元〉，http://www.hellotw.com/gfxgx/sp/wqhg/201001/t20100126_535131.htm，(檢索時間：2017 年 4 月 16 日)。
- 38.台灣 wiki，〈愛國者-3 反導系統〉，<http://www.twiki.com/wiki/%E6%84%9B%E5%9C%8B%E8%80%85-3%E5%8F%8D%E5%B0%8E%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，(檢索時間：2017 年 4 月 16 日)。
- 39.陳相寶，〈從聯盟理論探討東亞飛彈防禦區域聯盟-以美日為例〉《國防大學研究所論文》(桃園市)，2009 年。
- 40.〈薩德部署 美媒：大陸對韓有 40 多種制裁方法〉，《今日新聞》<https://www.nownews.com/news/20170301/2422810>，(檢索時間：2017 年 9 月 10 日)。
- 41.〈中國神鷹-400 制導火箭炮發威！〉，《每日頭條》<https://kknews.cc/zh-tw/military/6536aq.html>，(檢索時間：2017 年 9 月 10 日)。
42. 麥克馬洪(Scott K. McMahon)著，《美國飛彈防禦的過去與現在》，曾祥穎譯(台北市：麥田出版社，2001 年 6 月)。
- 43.胡敏遠與王陸桓，〈論析野戰戰略的「不對稱作戰」用兵原則〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 48 卷第 523 期，陸軍司令部，2012 年 6 月)。
- 44.〈不對稱作戰〉《陸軍軍語辭典(92 年修訂版)》，(台北市：國防部，2004 年 3 月)。
- 45.高廣圻等 52 人，《中華民國 104 年國防報告書》(台北市：國防部，2015 年 10 月)。
- 46.中央通訊社，〈薩德裝備運抵南韓 朝鮮半島局勢緊繃〉，<http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201703070215-1.aspx>，(檢索時間：2017 年 3 月 7 日)。
- 47.風傳媒，〈馮世寬：不贊成加入「薩德」飛彈防禦系統 我國不應涉入別人戰爭〉，<http://www.storm.mg/article /229408>，(檢索時間：2017 年 3 月 2 日)。

48. 呂禮詩，〈美軍擬在我國部署薩德系統疑雲〉《亞洲週刊》(香港)，第 31 卷第 7 期，亞洲週刊有限公司，2017 年 2 月。
49. 大紀元時報，〈專家：中共為何懼怕美韓的薩德反導系統〉，
<http://www.epochtimes.com/b5/16/2/18/n4642319.htm>，(檢索時間：2017 年 2 月 18 日)。
50. 〈浙江架設新雷達監控中華民國/蘋果日報〉《漢和防務評論》，
<http://hk.apple.nextmedia.com/realtime/china/20160602/55177627> (檢索時間 106 年 3 月 16 日)。
51. 佚名，〈從美太空戰略 論現代戰場新思維〉《青年日報》，2017 年 6 月 28 日(社論)。