

終端高空防禦系統（泰德系統）之初探

作者：蔣緯達 少校

提要

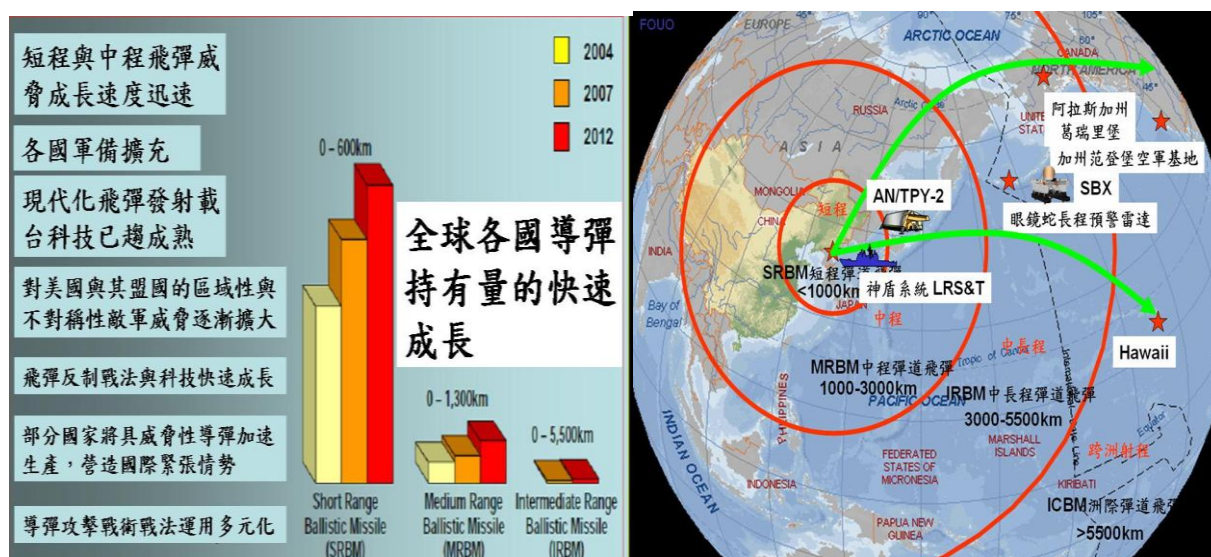
- 一、美軍是一支以境外作戰為主的部隊，其戰略及聯合作戰的思維模式，造就泰德系統成為美軍反制中、長程彈道飛彈的重要工具。
- 二、泰德系統能夠實施偵搜、追蹤、接戰並摧毀短、中程彈道飛彈，其最終作戰目標為對抗長程彈道飛彈。
- 三、泰德系統高效能的攔截系統能在高空與大氣層外實施攔截，結合愛國者三型防空飛彈等系統，能構成完整的防禦體系，提升戰區飛彈防禦系統(TMD)的能力，使防空作戰更臻完善。

關鍵詞：泰德系統、長程彈道飛彈、戰區飛彈防禦系統(TMD)

壹、前言

地對地導彈逐漸成為現代戰爭的攻擊趨勢，面對威力強大且精準的敵軍導彈部隊，美國需要高效能的攔截系統在空中架構一個鋼鐵之穹，以保障國境內之軍民安全，而在各類型飛彈攻防技術不斷精進的情況下，美軍藉高科技軍事研發獲得問題的解決方案。由圖一可瞭解近年來各式導彈的發展迅速，其中又以短程導彈成長最快。

圖一 國際間各式導彈近年來發展情形



來源：美軍準則 FM34-20, Introduction of THAAD」, June 2010, CH 2, p. p. 65¹

¹FM34-20, Introduction of THAAD, June 2010, CH 2 p.p.65。

「終端高空防禦系統」(Terminal High Altitude Air Defense System, THAAD, 簡稱泰德)是陸基機動型終端飛彈防禦系統，以國土防衛、三軍部隊、友軍與盟國之安全為首要任務，為彈道飛彈防禦系統終端防禦部的主要武器之一，如果敵軍發射的彈道飛彈在推進段(Boost Phase)或中程段(Mid-course Phase)未被其他彈道飛彈防禦系統單位攔截，泰德系統即能提供遠至大氣層內部與外部的彈道飛彈反制作為。泰德能夠偵搜、追蹤、接戰並摧毀短、中程彈道飛彈，但最終作戰目標鎖定在長程彈道飛彈。

泰德系統性能卓越，能夠以精準「擊殺(Hit-to-Kill)率」²有效確保對敵高價值目標的殺傷率(Probability of Kill, PK)，失誤率幾近於零，也能夠運用其他彈道飛彈防禦系統，擴大雷達涵蓋範圍的精密追蹤能力，從敵軍威脅升空後一直到進入終端段都對該目標動向瞭若指掌。進行被動防禦時，其精準的計算能力可以讓飛彈在精確的時間與地點集中目標。另外，就算飛彈發射完畢後若仍有防禦需求，也能夠迅速申請其他有能力的彈道飛彈防禦系統提供支援。對於敵軍威脅目標的資料蒐整也能夠以相當高的解析度與精確度完整呈現。從以上所列舉的作戰優勢便可以發現，目前美軍已相當仰賴此套系統的空中防禦能力。

美軍是一支以境外作戰為主的部隊，將全世界依美軍戰略考量劃分為五大軍區，透過世界各地分布的陸、海基長程預警雷達，泰德系統更能將觸手延伸至各大海空域，尤其是太平洋地區，儼然成為該海域的防禦海神。

圖二 美軍現行長程預警雷達分布圖



來源：FM34-20, Introduction of THAAD, June 2010, CH 1 p. p. 12 (S 為雷達)³

² Doug Richardson, (Lockheed Martin flight tests a Miniature Hit-to-Kill interceptor), http://10.22.155.9/intraspec/intraspec.dll?Goto&GID=JMR_JMR73483。

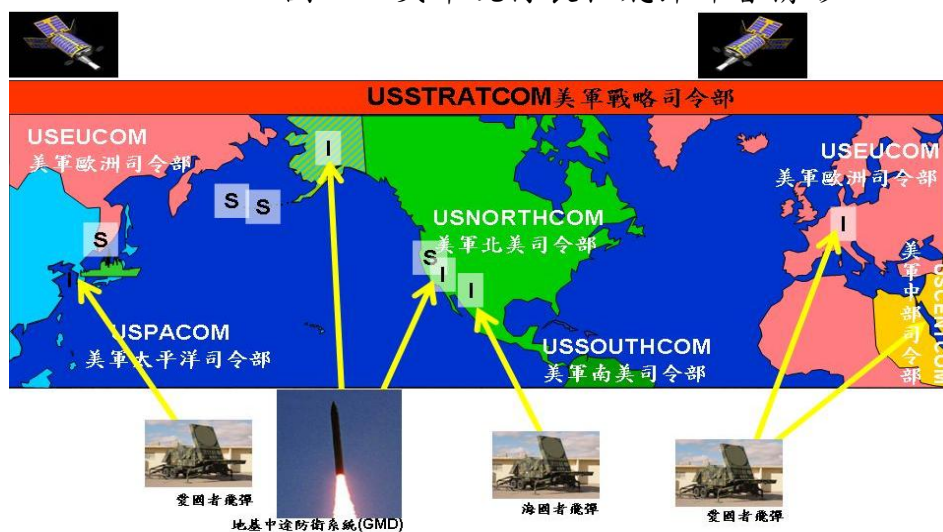
³ FM34-20, Introduction of THAAD, June 2010, CH 1 p.p.12。

依據圖二，目前美軍在全世界的部署重心已從中東地區移至太平洋海域亞洲各國，其他地區由防衛支援系統衛星⁴（Defense Support Program, DSP，數目不詳）於運行軌道上全程監控全球地面的飛彈發射架狀態；其雷達包括加州比爾空軍基地（Beale AFB）的早期預警雷達、位於阿留申群島宣米亞的眼鏡蛇長程預警雷達，神盾驅逐艦（位於日本海）上可偵測飛彈發射的 SPY-1⁵雷達，以及 2006 年加入預警系統行列的海基 X 頻段雷達，可進行即時偵查任務。

在飛彈方面，美軍基於將亞洲部分國家視為假想敵的立場，故大部分的飛彈陣地部署於對美國國土安全危害最大的西面，以針對可能來襲之威脅進行迅速反制（如圖三），其中以陸基中程防禦（GMD）⁶位於阿拉斯加葛瑞里堡與加州范登堡空軍基地兩個陸基中程防衛系統防空營（使用三階段推進的陸基攔截器「Ground Base Interceptor, GBI」）⁷最為重要；而整合作戰中心則為位於科羅拉多州的施瑞佛空軍基地（SAFB）⁸

由圖一可見美軍目前的彈道飛彈防禦重心在東亞地區。雷達與飛彈陣地以該地區為圓心部署，以反制由北韓發射的洲際彈道飛彈為主要考量原則。在這幾個同心圓中我們可以很清楚地瞭解從短程到洲際飛彈的影響能力範圍。

圖三 美軍現行長程飛彈部署情形



來源：美軍準則 FM34-20, 「Introduction of THAAD」, June 2010, CH 1 p. p. 14⁹

⁴ Jane's Space Systems and Industry, (Defense Support Program (DSP)), http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JSD_JSD_0035。

⁵ Jane's Defence Industry - September 01, 2007, (Norway signs up Lockheed Martin for SPY-1 radar support), http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDIN_JDIN74043。

⁶ Jane's Defence Weekly, (GMD restarts flight testing after 2010 intercept misses), http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDW_JDW51220。

⁷ Jane's Defence Weekly - October 10, 2007, (US ground-based interceptor scores successful 'hit' in flight test), http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDW_JDW34333。

⁸ 特南克斯,〈國家飛彈防衛漏洞理論「合理之彈道飛彈防衛報告」〉《尖端科技軍事雜誌》(台北),第339期,2012年11月,第47頁。

⁹ FM34-20, Introduction of THAAD, June 2010, CH 1 p. p. 14。

貳、泰德系統在彈道飛彈防禦系統中所扮演的角色

一、現行彈道飛彈防禦所扮演之角色

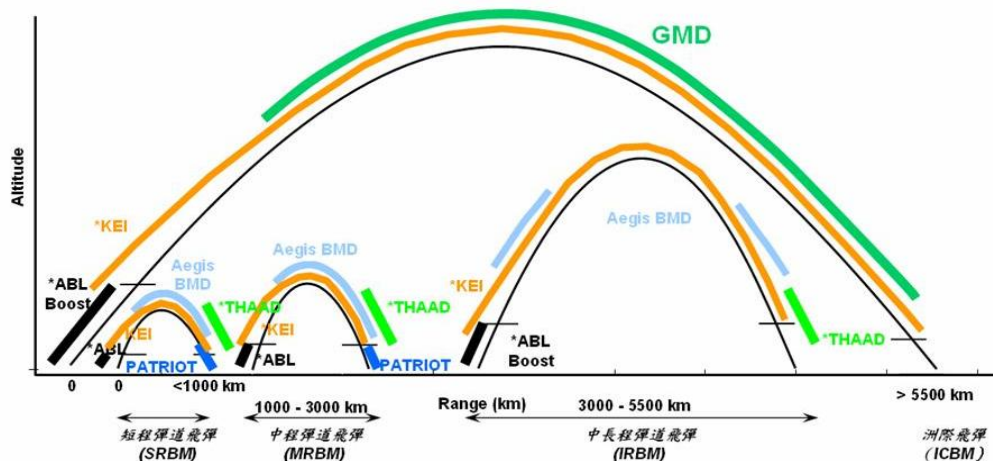
(一)美軍在冷戰期間深切體飛彈防禦的重要性，瞭解世界和平必須建立在武力平衡上，所以在 1997 年 4 月 1 日開始國家飛彈防禦計畫，陸基中程防衛系統由負責系統整合與推進部分的波音公司、後續承接外氣層獵殺載具 (EKV) 與海基 X 頻雷達的雷神公司，及負責指揮控制、戰管通信系統的諾斯洛普格魯曼，一起推動與研發；目前已經進入了產品開發階段。

(二)國家彈道飛彈防衛 (BMD) 計畫主要有下列四大目的：¹⁰

1. 保衛美國本土免於受到核子武器，其它大規模毀滅性武器 (WMD)¹¹ 或傳統彈道飛彈的攻擊。
2. 保護美國部隊、軍事基地、後勤指揮管制設施及部署在海外戰區的單位免於受到裝載有大規模毀滅性武器或傳統彈頭的彈道飛彈攻擊。
3. 保護美國的盟邦和所在地主國，免受大規模毀滅性武器或傳統彈頭攻擊。
4. 美國本土與盟邦免受意外或未經授權的飛彈攻擊。

(三)但上述彈道防禦能力至今仍傾向單一多次攔截作法，無法對抗像俄羅斯與中共這樣的大規模且縝密的核武攻擊，所以美軍在審慎考量之後決定研發彈道比愛國者飛彈系統高，較接近中長程彈道飛彈的泰德攔截系統，以有效抵制世界上具有核武與導彈能力的恐怖主義國家之武裝威脅。

圖四 彈道飛彈防禦系統分層防禦示意圖



來源：FM 41-6, Ballistic Missile Defense Operations, APR 2011, CH 2 p. p. 36¹²

¹⁰ 同註 8，頁 44。

¹¹ 戴志謙，〈美軍聯戰準則「對抗大規模毀滅性武器」對我之啟示與探討〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，國防部陸軍司令部，第 511 期，民國 99 年 6 月號，頁 147。

¹² FM 41-6, Ballistic Missile Defense Operations, APR 2011, CH 2 p. p. 36。

二、泰德在現行彈道飛彈防禦中所扮演的角色

(一)泰德系統在彈道飛彈防禦系統中所扮演的角色主要為以下 10 項：

1. 抵制所有短、中程彈道飛彈（SRBM、MRBM）及部分的中長程彈道飛彈（IRBM）的威脅。
2. 針對不對稱作戰¹³威脅目標做有效防禦。
3. 針對大規模導彈攻擊提供高密度與持續性的空中攔截火力支援。
4. 提供大氣層內、外飛彈攔截作戰能力。
5. 提供密集、有效的動能獵殺（hit-to-kill）¹⁴攔截能力。
6. 高度機動能力與可遠程運輸特性。
7. 與其他彈道飛彈防禦系統可通用性高。
8. 標準發射作業程序彈性大，可充份降低攔截彈體所需花費。
9. 採單枚獵殺作業方式，降低生產成本。

泰德系統能夠以自身戰管通信能力整合多項系統，以火力協調的方式在任何階段、任何高度以及任何射程範圍攔截彈道飛彈。美軍現行的武器發展都是以「整合」為依歸，以 Link-16 為統一訊息格式，TADIL-J 為統一傳輸規格，讓所有海、陸、空防空作戰單位都能夠將己身的能力納進整合指管架構裡。

(二)愛國者飛彈系統是第一套較符合現代化的反彈道飛彈（ABM）攔截系統，初步設計構想為攔截短程與中程飛彈等威脅，雖說該種飛彈在波灣戰爭中大放異彩，但當時以多打一的戰術方式讓美軍國防預算大幅增加，難以維持長久性任務，而且其攔截高度也不能夠完全滿足有效攔截中、長程彈道飛彈的需求。

基此，面對現代多元化的空中威脅，美軍研發單位決定在國家彈道飛彈防禦計畫中將空層與目標分類，讓各項不同特性的攔截武器去負責接戰。例如美軍今天已在阿拉斯加與加州建構完畢的陸基中程防禦（GMD）系統即為反制洲際飛彈而設立，研發中的機載雷射系統可反制所有在推進段中的飛彈種類，動能獵殺攔截飛彈系統專門針對中途段與部分推進段的所有飛彈種類，以及以神盾驅逐艦負責短、中程飛彈，最近的改進版甚至可以接戰中長程飛彈。

(三)泰德系統則在這個條理分明的空中作戰層中，負責所有飛彈種類的終端

¹³謝游麟，〈陸軍發展「不對稱作戰」能力之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 48 卷第 524 期，國防部陸軍司令部，民國 10 年 8 月，頁 90。

¹⁴ 同註 2。

段，對洲際飛彈的反制也頗具成效，這兩項功能使其在飛彈防禦中佔極重要的地位。

泰德系統的戰場空間包括大氣層內部與外部的空層，廣泛的涵蓋區域讓獵殺導引彈體能夠有更多的時間進行攔截，甚至能夠進行「航行間追瞄」(Shoot-look-shoot)的動作來增加擊殺成功率。¹⁵

高空攔截能力同時亦可用於反反制敵特種子母導彈的「特種子彈體提前釋放」的作戰方式。有些特種子母導彈會在攔截彈體抵達前的空域範圍，釋放化學或生化特種子彈體以進行大範圍人員殺傷，如此防衛系統就必須針對其釋放的每一個子彈體進行攔截。在這樣的情況下，如果單一飛彈能夠攜行數以百計的子彈體，攔截行為完全不符合作戰效益；但泰德系統能夠在特殊彈體抵達可釋放子彈體空域前，就對其進行攔截，徹底壓制其攻擊威脅。

參、泰德系統作戰特性、能力與限制

一、大範圍空域防禦之高度效能

(一)能夠保護重要人口密集地點與重要地面目標

針對東亞目前緊張情勢，尤其是當下的北韓問題，不僅對於南韓人民具有高度威脅，其領導人金正恩接班不久即挑戰與美國達成的和平協議，並進一步宣布試射長程火箭，致使國際社會震驚，亞洲各國做如針氈，只有擴大空中防禦範圍與效能，才能降低軍民威脅感。

(二)單枚彈體擊殺準確性高

不同於愛國者飛彈以兩枚打一枚的飛彈戰術，泰德系統彈體更為講求精準度，相關彈體詳細資訊後續描述。

(三)能夠抵禦短程彈道飛彈、中程、長程與洲際彈道飛彈的攻擊

(四)對於多枚飛彈攻擊進行一對一擊殺攔截戰法

(五)其系統之長程預警雷達及附屬裝備可由運輸機運輸，機動部署彈性大。

二、提供符合成本效益的彈道飛彈防禦能力

(一)與愛國者三型¹⁶飛彈系統陣地可共用部分硬體設施

如愛國者系統之營級 ICC 可納入泰德系統，進行遠程情資共享等鏈結功能，降低機械成本，同時具備計算彈道飛彈的彈著點以及發射點的能力。

(二)導引精準度高，降低戰備成本

¹⁵FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 7 p.p. 62。

¹⁶鐘靖騰，〈淺談愛國者三型防空飛彈系統〉《砲兵季刊》(台南)，第 150 期，民國 101 年第 4 季，陸軍砲訓部，頁 97。

如波灣戰爭中過度使用導引精準度較差的愛國者飛彈，造成該場戰爭軍耗過大，泰德系統則能夠對目標進行精準打擊。

(三)裝備再進場率低，維修需求低

泰德機具裝備經測試證明，其裝備損壞率較同型飛彈系統低，就算常年機動，其後勤流路也僅需二級定期維保即可滿足作戰需求。

(四)能夠進行長時間持續作戰

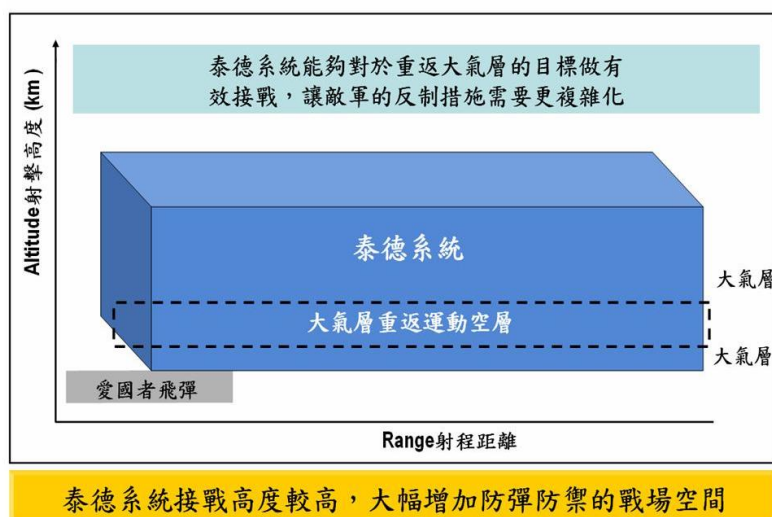
JLENS¹⁷系統是近十年間美軍研發的空浮雷達系統，能夠拉長作戰部署時間，提供高度大、作業持續力較久及超越地平線偵搜與射控能力，有效滿足境外作戰需求，防護重要資產，避免於巡弋飛彈¹⁸、敵戰機、無人飛行載具等較容易進行貼地飛行戰術之敵軍目標襲擾。

三、支援其他類型彈道飛彈防禦系統的作戰單位

(一)律定分層防禦理念、強化整體防空能力

穿越大氣層的泰德系統在高空的平流層與大氣層中間區域進行目標攔截，將敵軍中、長程導彈先行清掃之後，僅留置短、中程導彈給其他飛彈系統繼續處理。

圖五 分層彈道飛彈防禦中的泰德



來源：美軍準則 FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 11 p. p. 25¹⁹

(二)填補防禦漏洞、提供高空層備援能力

美軍以多制一的作戰理念在過去的現代化戰爭中一直都是成效顯著的，

¹⁷ 蔣緯達，〈全面整合指管、射控、情蒐、通信－美國陸軍聯戰攻陸飛彈防禦空浮雷達系統〉《砲兵季刊》(台南)，第150期，民國101年第4季，陸軍砲訓部，頁75。

¹⁸ 陳良培，〈防衛作戰反巡弋飛彈作戰之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第42卷第488期，國防部陸軍司令部，民國95年8月，頁82。

¹⁹ FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 11 p. p. 25。

所以「備援」防空機制也運用在飛彈攔截運用上，泰德就是最好的例證。

(三)大氣層內外攔截能力

其飛行高度與攔截彈道可彈性設定，可依據目標預期滯空資訊而設定其飛行彈道中各項措施作用時間點，對所有授予目標進行攔截。

(四)裝備性能強大，可進行指管轉移

防空砲兵單位的指管轉移速度與流程是否完整，能夠決定單位作戰整合能力強大與否；泰德能夠進行迅速指管、射控轉移與長程準確導引。

(五)戰場共通性大，可與其他武器單元整合

與美國國內各項空中與飛彈防禦系統裝備諸元整合，可進行有效指管通情整合。

肆、泰德系統基本編制

簡言之，泰德防空連由下表各建制單位所組成，戰術作戰中心（TOC）扮演指揮所的角色，統整所有下轄發射單元的射控管制，並藉由建制雷達保持作戰區內即時情資暢通，以有效協調單位自我防護與火力支援。

指揮所不僅用於泰德防空連本身，而是可通管作戰區所有火力單元，以一個思考指揮機構控管所有單位的作戰模式，藉以達到單一指管、多重火力、周密協調、減少誤擊的四大關鍵目的。透過空中與地面的同時監控，指管單位在決策階段時即能同時兼顧單位自我防護。

圖六 泰德系統所屬各部單元數量

區分	單位(排或組)
 LCS	2
 TOS	2
 SSG	2
 PSE	1
 雷達	1
 發射車	3
 攔截彈體	24
 指揮所	1

來源：美軍準則 FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 9, p. p. 7-11(筆者依據美軍準則自行繪製)²⁰

²⁰FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 9 p. p. 7-11。

伍、泰德系統單位組織架構

泰德系統是由四個主要元件組成：「射控與通信單元」(TFCC)、「長程預警雷達」、「發射車與彈體」；與作為後勤輔助元件的「特定後勤支援車隊」(PSE)。各部元件在設計上都是依據現代化戰爭最為要求的「整合」原則進行開發，所以能夠和其他的武器單元進行共通使用，各裝備元件之間納入 Link-16²¹ 訊息格式網路中，作戰訊息、即時情資分享暢行無阻，整體防空中的目標分配及火力接續亦毫無窒礙。

圖七 泰德系統各部組成概況



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 6 p.p. 41²²

一、射控與通信單元 (TFCC)

(一)組織架構情形

射控與通信單元又下分 3 個機組：戰術作戰中心 (Tactical Operations Station, TOS)、發射控制中心 (Launch Control Station, LCS) 與指管裝備支援組 (Station Support Group, SSG)。

1. 戰術作戰中心 (TOS)

戰術作戰中心的角色為指管工作站，讓 2 個操作人員以戰術思維進行系統操作、目標處理，並作為語音與數據傳輸的終端機，將整合

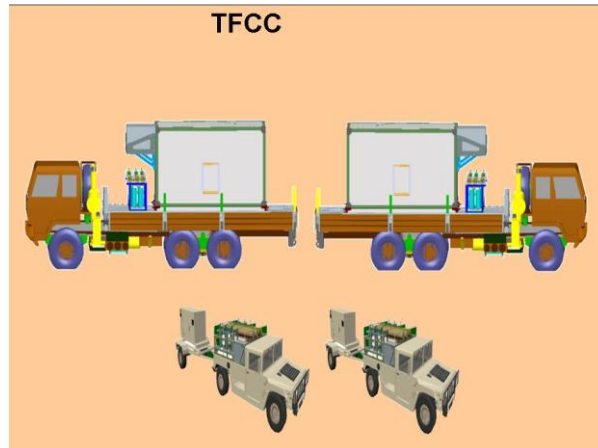
²¹ 萬濟人，〈數據鏈路對空軍指揮管制系統運用之影響——以 LINK-16 為例〉《國防雜誌》(台北)，第二十卷第四期，民國 95 年 12 月，頁 109。

²² FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 6 p.p. 41。

於此網絡內的所有單元進行以 Link-16²³ 為訊息格式為主的情資分享。這套裝備本身具有適應環境與核生化防護能力，能在周圍環境有毒氣、放射線與生化作戰顧慮時，供操作人員作為避難所使用。

戰術作戰中心車廂是掛載於 M113 悍馬車上，將各種作戰任務執行所必須使用到的軟體主件與主伺服器收納於車廂內部。戰術作戰中心是由一部一萬五千瓦的標準 PU-801 發電機供給電壓。

圖八 TFCC 示意圖



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 14 p. p. 2²⁴

2. 發射控制中心（LCS）

發射控制中心包括通信訊息分配處理與轉接機組、語音與數據傳輸裝備與操作者工作站。與戰術作戰中心配置相同的是其車廂具有核生化、放射線與毒氣防護能力，並且同樣使用 M113 悍馬車載運。發射控制中心內含一組區域網路（LAN），將所有泰德機組的電腦載台與其他以光纖電纜與戰術作戰中心進行有線傳輸的內部線路，透過有如蜘蛛網一般的強韌通信鏈路連結起來，讓這套支援戰術作戰中心的發射控制站成為連結發射車、彈體與戰術作戰中心的關鍵中繼站，將複雜的戰術命令換算成簡單的射擊指令，以科技簡化整個射擊流程。

如此強大的通信網絡以戰術作戰中心為圓心，將相鄰開設的泰德長程預警雷達、連內 9 座分散開設的泰德發射架及 2 個外部工作站緊密地連結起來。彼此都能夠藉由發射控制中心所處理並簡化過後的指令進行有效率的接戰程序，不浪費時間、預算與人力在多餘的射擊流

²³同註 21。

²⁴ FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 14 p. p. 2。

程上。

發射控制中心同時內建一部 GPS 介面，提供精確的戰場座標與目標接戰時機等資訊給射控與通信單元（TFCC）內的作業電腦與操作人員運用。發射控制中心內部還建置了語音與數據裝置，讓操作人員能夠與戰場上存在的任何語音或數據通信裝備進行通連。

發射控制中心在機動時，以吊環拖運掛載於輪車底盤上的 PU-801 型發電機，可提供機組一萬五千瓦的作業電壓。發射控制中心的通信網路由以下機組構成，讓泰德系統對於美國陸軍的各式新舊武器，不論是陸軍還是海、空軍，甚至是海軍陸戰隊與中情局，都能進行順暢的通連，這些機組包括：

- A. 聯合戰術資訊分配系統 (Joint Tactical Information Distribution System, JTIDS)
 - B. 區域共同使用者系統 (Area Common User System, ACUS)
 - C. 單一頻道地空無線電系統 (Single Channel Ground & Airborne Radio System, SINCGARS)
 - D. 全球定位定向系統 (Global Positioning System, GPS) 與光纖電纜鏈結
 - E. 戰術衛星通信 (Tactical Satellite Communications, TACSAT): 語音²⁵
3. 指管裝備支援組 (SSG)

每個指管裝備支援組都包含了兩台 M1113 悍馬車，載運光纖電纜纜線、無線電延長天線、小組後勤支援裝具與一台備援用拖式發電機。發電機主要是擔任戰術作戰中心與發射控制中心的備援電源支援。

(二) 射控與通信單元之四大功能性

1. 部隊作戰指管

對飛彈戰術作為來說，計畫、火力協調、作戰整備與後勤支援規劃全般的空中與飛彈防禦任務為戰場決勝的關鍵，其他只能依賴武器優越的機械技術。泰德的指管功能是目前美軍地對空導引飛彈中最為強大的系統。

2. 接戰作為指揮

透過監控、評估、計畫、指導與管控接戰作為有效執行飛彈防禦作戰。

3. 平時戰備訓練

機組設計時即加入模擬航跡訓練理念，在防空作戰中這是不可或缺

²⁵FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 14 p. p. 5。

的，所以平時泰德系統作戰人員可透過系統，進行接戰流程配合戰術指管的相關訓練，以強化戰區飛彈防禦作戰能力。

4. 縝密維修保養

完備的自我後勤維保能力讓射控與通信單元不僅能按正常期程完成單位保養，並能夠以單位強大維修能力，有效降低突發性裝備損壞率，提升機械運作壽限。

(三)射控與通信單元六套作業軟體

包括戰鬥管理軟體、作戰流程管控軟體（含防禦計畫擬定程式）、通信管控軟體、系統支援軟體、操作者支援介面軟體及內建訓練軟體。

(四)射控與通信單元作戰能力

射控與通信單元（TFCC）能夠整合並管控 1 組泰德雷達與 9 座飛彈發射架，雖說飛彈發射架間距受限於無線通信距離，但因泰德飛彈系統的接戰高度已超越大氣層，飛彈陣地的開設原則僅需注意隱蔽與掩蔽良好，並不用過於強調其他條件。

由於泰德系統以連為主要戰術單位，下轄於一個防空旅，其指管以該旅級命令為主，對戰區或戰區內師級任務編組部隊配屬行一般支援。但如編配至戰鬥單位擔任臨時防空掩護任務，可以飛彈排為單位進行火力支援，一個排下轄三個飛彈班，其射程範圍足以涵蓋其受支援作戰旅的戰場空間。

泰德系統有能力依據當前戰況與授權等級，進行自動化戰術作為估算與計畫擬定，供操作參謀人員在指參作業程序中，將所有可能性納入考量，並讓指揮官進行決策考量。所以戰場管理作戰對泰德而言，是再也熟悉不過的作戰流程之一，不但戰術考量時間縮短，過程簡易，射擊流程也能夠確實均衡分配到每一個發射架進行目標接戰。

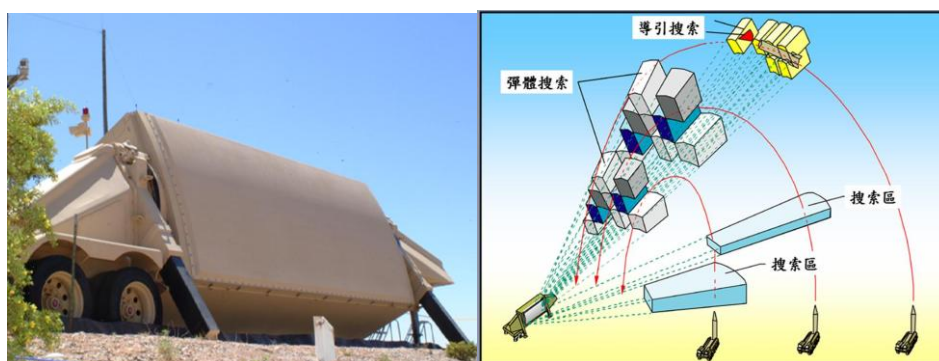
射控與通信單元能夠透過前述的 5 種通信裝備，與鄰近、下級與上級單位進行協調與連絡，並以 Link-16 為主要訊息格式進入整合網絡。另外，泰德通信鏈路也包括「聯合戰術信息收發終端機」（Joint Tactical Terminal/Transmit-Receive, JTT/T-R）與泰德內部網路數據無線電機組，供泰德內部各排進行無線電通聯，使泰德飛彈連成為運用強大戰術指管能力，進行獨立作戰的一個防空飛彈單位，也能夠同時對多項目標進行接戰。

二、泰德長程預警雷達

泰德系統雷達同時具有偵蒐與射控兩種能力，可對飛彈彈體進行照明導引，使用 X 頻段輻射波對目標在高空層中進行敵我識別與低終端段空層進行接戰，較愛國者飛彈系統敵我識別空層為高，也比愛國者系統能夠抵制的低終端段空層為低。

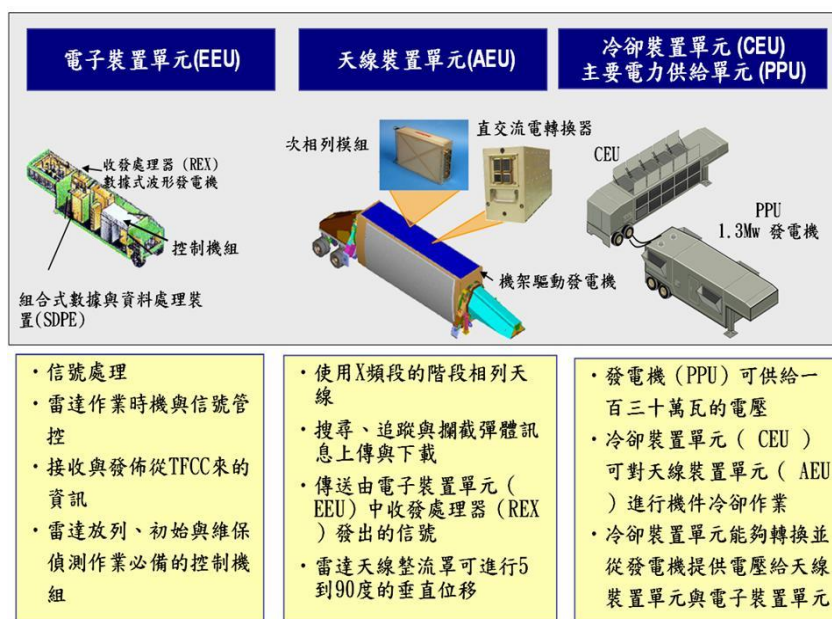
依據防空想定設計與戰術指管命令，由射控與通信中心（TFCC）防空計畫官指導搜索半徑與範圍，其搜索距離可達 1000 公里以上，相當於從台灣本島至大陸湖北省的作業距離。雷達能同時多功能處理多種目標，並且與攔截彈體進行通聯，即時傳送防空情資至彈體，並且由彈體上回傳飛行現況報告。

圖九 泰德系統雷達搜索示意圖



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 14 p. p. 20²⁶

圖十 泰德系統雷達主件示意圖



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 8 p. p. 11²⁷

²⁶FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 14 p. p. 20。

(一)泰德系統雷達主要元件

1. 電子裝置單元(EEU)

電子裝置單元是一部可機動、可運輸的拖曳輪型車隊，可充分支援雷達本體電子裝置功能，傳遞雷達作業時機訊息與管控訊息、接收與發布由 TFCC 傳來的資訊。作業車廂中的空調系統可有效降低雷達電子裝置處理信號時的故障率，信號處理電腦由 2 具平行處理系統組成，可在戰時損耗情形下互為備援。

此單元中更建置一組雷達放列、啟動與損壞偵測診斷等作業所必須的人員工作站，供操作人員在具防護能力(使用毒氣微粒濾淨器裝置「Gas Particulate Filter Unit, GPF」以針對核生化破壞進行防護)的座艙中作業。此工作站中的資訊處理軟體共有 6 種程式型態：任務運用系統(Mission Application Program, MAP)、顯示與控制系統(Display and Control Program, DCP)、作業前置與後續處理作為軟體(Pre- and Post-Processing Software, PPS)、雷達模擬軟體(Radar Simulation Software, RSS)、雷達測試控制系統(Radar Test Control Program, RTCP)與外部通訊處理軟體(External Communications Processor, XCP)。此 6 種工作程式造就整組雷達系統的基本作業成果，將複雜的遠程雷達輻射作業以全自動化的方式簡化，降低操作人員誤判機率。

2. 天線裝備單元

天線單元內容請參照圖九。

3. 主要電力供給單元(PPU)

此裝置供給泰德雷達系統電力，是 2 組可自走的機動交流電柴油發電機。此單元於產生電力時，須由冷卻裝置單元(CEU)同時進行機件冷卻，電力才能順利地傳送給雷達系統的其他單元使用而避免過熱情事發生。冷卻單元能夠一次控制 2 組電力供給單元的作業溫度。

4. 冷卻裝置單元(CEU)

與電力供給單元同是可機動拖曳載臺，對天線裝備單元與電力供給單元內部機件提供液態冷卻。其作業原理即由兩旁的熱源轉換器將從天線單元與電力供給單元輸出的冷媒吸收後向上釋出，構造簡單易於維修保養。

²⁷FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 8 p.p.11。

三、發射車

飛彈發射車分為底車與發射架兩部分：

(一)底車部分

底車載臺是由原 M1120 重型機動性能增強戰術輪車(M1120 Heavy Expanded Mobility Tactical Truck, HEMTT)為基礎，加裝機械裝載系統，成為泰德系統飛彈發射架的主要載臺。另外在進行改良時，也加裝了發射架穩定裝置、MEP 831A 三千瓦發電機、吊架電子模組以及一組 SINCGARS 語音無線電機與全球定位定向儀；該發電機即可供給底車足夠作業電力。泰德底車共有四組主要的子系統，分別為液壓子系統、電力子系統、導航子系統與通信子系統。

(二)發射架部分(Missile Round Pallet, MRP)

發射架為可升降的發射平臺與重複裝載作業機組，提供飛彈本體的基本發射前自然因素（風雨鏽蝕）防護。其本體由一組升降臺、制式彈箱（內含八枚彈體）以及一組射向決定裝置(Azimuth Determination Unit, ADU)組成；射向決定裝置可將射向方位角與俯仰角資訊傳送至底車工作臺。重新裝填因全自動化，只需 2 員即可進行，彈箱更換作業過程僅需 30 分鐘。

圖十一 泰德系統飛彈發射車



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 10 p. p. 20²⁸

²⁸ FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 10 p. p. 20。

圖十二 泰德系統發射車更換彈箱過程



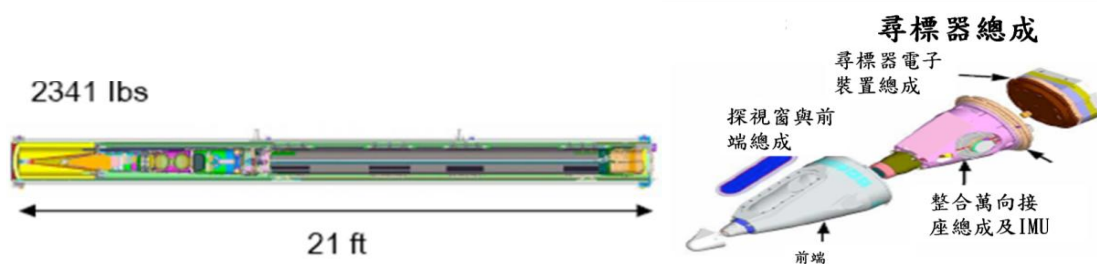
來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 10 p. p. 20

四、彈體

(一)彈體總成

泰德攔截彈體全長 21 英尺，重達 2341 磅，其尋標器分為前端、整合萬向接座、慣性導航單元與尋標器電子裝置。該彈體以動能擊殺為主要攔截方式，在單一階段(推進段)完成推進後，由雷達導引彈體至目標區域，並由雷達與彈體雙方同步交換飛航中更新數據(In-Flight Target Updates, IFTUs)與飛航中狀況回報(Interceptor provides In-Flight Status Reports, IFSR)兩種資訊，以逐步修正航向與航速直至接近目標，再以識別裝置辨識目標進行攔截。泰德攔截彈體精密度與複雜度如此之高，也難怪美軍將其使用壽限訂於 20 年，以避免裝備銹蝕或老舊引發失誤。

圖十三 彈體總成示意圖



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 10 p. p. 6²⁹

²⁹FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 10 p. p. 6。

圖十四 泰德攔截彈體彈頭 IMU 參據輸入介面



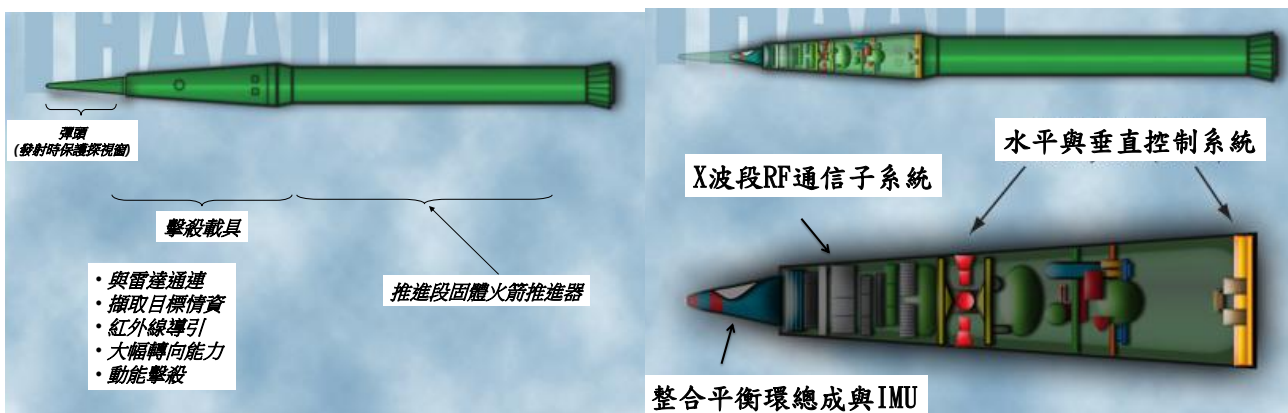
來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 16 p.p. 21

(二)大部構造

此攔截彈體是由彈頭、擊殺載具與推進段火箭推進器所組成，因彈體總成具有全天候作戰能力，在非備戰狀態時可將發射車放列於未加蓋之陣地而不會有銹蝕之疑慮。系統本身即可自動監控彈體溫溼度，就算環境因素過於潮濕、寒冷或是炎熱，都能夠利用系統自我測試警示裝置，告知操作人員系統狀況以提早進行損壞控制。自我測試裝置功能更包括了發射前、中、後與發射後三階段的彈體損壞狀況控制，讓整體作業損壞率降低。

擊殺載具在整個攔截彈體總成中，是以動能攔截敵方重返大氣層目標的主要元件。載具中建置了所有需要和雷達本體構成持續通連的機件，以精確獲得目標情資，並逐步導引、修正航道直到撞擊摧毀目標為止。

圖十五 泰德攔截彈體大部構造



來源：FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 16 p.p. 20³⁰

³⁰FM 34-20, Introduction of THAAD, JUN 2010, CH 16 p.p. 20。

陸、結語

中共不斷投入大量國防資源發展彈道飛彈與巡弋飛彈科技，並持續穩定發展武器系統，中共也利用這些系統造成威脅，以能獲得國家重大利益及解決問題。基此，國軍需要高效能的攔截系統，能在高空與大氣層外實施攔截，並結合愛國者三型防空飛彈等系統，構成完整的彈道飛彈防禦體系³¹。

美軍所研發的終端高空防禦系統(泰德系統)除主要能鎖定長程彈道飛彈目標外，並能提供至大氣層內、外部的彈道飛彈反制作為，同時實施偵搜、追蹤、接戰及摧毀短、中程彈道飛彈。國軍面對中共不同的空中威脅，應審慎因應中共對台之可能行動，並學習美方研發各式飛彈系統，除積極落實戰備整備外，更須針對威脅研擬對策，建構有效嚇阻優勢，爭取國際干預，並不斷更新各式防空武器系統，提升我國 TMD 的防衛能力，使防空作戰體系更臻完善，確保我台海安全。

參考文獻

1. FM34-20, Introduction of THAAD, June 2010。
2. FM 41-6, Ballistic Missile Defense Operations, APR 2011。
3. Doug Richardson, (Lockheed Martin flight tests a Miniature Hit-to-Kill interceptor),
http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JMR_JMR73483。
4. Jane's Space Systems and Industry, (Defense Support Program),
http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JSD_JSD_0035。
5. Jane's Defence Industry - September 01, 2007, (Norway signs up Lockheed Martin for SPY-1 radar support),
http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDIN_JDIN74043。
6. Jane's Defence Weekly, (GMD restarts flight testing after 2010 intercept misses),
http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDW_JDW51220。
7. Jane's Defence Weekly - October 10, 2007, (US ground-based interceptor scores successful 'hit' in flight test),
http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JDW_JDW34333。

³¹同註 11，頁 112。

8. 特南克斯，〈國家飛彈防衛漏洞理論「合理之彈道飛彈防衛報告」〉《尖端科技軍事雜誌》（台北），第 339 期，2012 年 11 月。
9. 戴志謙，〈美軍聯戰準則「對抗大規模毀滅性武器」對我之啟示與探討〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），國防部陸軍司令部，第 511 期，民國 99 年 6 月號。
10. 謝游麟，〈陸軍發展「不對稱作戰」能力之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 48 卷第 524 期，國防部陸軍司令部，民國 10 年 8 月。
11. 鐘靖騰，〈淺談愛國者三型防空飛彈系統〉《砲兵季刊》（台南），第 150 期，民國 101 年第 4 季，陸軍砲訓部。
12. 蔣緯達，〈全面整合指管、射控、情蒐、通信－美國陸軍聯戰攻陸飛彈防禦空浮雷達系統〉《砲兵季刊》（台南），第 150 期，民國 101 年第 4 季，陸軍砲訓部。
13. 陳良培，〈防衛作戰反巡弋飛彈作戰之研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 42 卷第 488 期，國防部陸軍司令部，民國 95 年 8 月。
14. 萬濟人，〈數據鏈路對空軍指揮管制系統運用之影響——以 LINK-16 為例〉《國防雜誌》（台北），第二十卷第四期，民國 95 年 12 月。

作者簡介

蔣緯達少校，陸官 94 年班，曾任排長、教官、連長等職，目前任職於陸軍司令部計畫處。