

美軍砲兵 AN/TPQ-53「反火力戰目標獲得雷達」簡介

作者：卓以民

提要

- 一、美軍 2007 年為緊急增強戰場上老舊雷達之反火力戰目標獲得能力，啟動「加強型 AN/TPQ-36」(EQ-36) 研發計畫，至 2011 年當 EQ-36 成功部署戰場後，正式更名為 AN/TPQ-53 (Q-53)，亦計畫在 2020 年之前取代老舊的 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37。基於 AN/TPQ-53 (Q-53) 為當前最先進的反火力戰目標獲得雷達，且代表「多工雷達之先進技術」已開啟嶄新的世代，值得國軍深入瞭解。
 - 二、AN/TPQ-53「反火力戰目標獲得雷達系統」列為「目標獲得類 II」(ACAT II) 計畫，由美國防部監督執行作戰測試與評估。此種新世代反火力戰感測系統，可憑藉 360 度偵蒐能力減低雷達涵蓋間隙，且具備充分彈性可因應敵方的不預期作為而適時改變任務，目前編制於「旅戰鬥隊」(BCT) 與「火力旅」(FiB) 的雷達排，亦將取代陸軍「編裝表」中老舊的 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37 雷達
 - 三、美軍邁入 2014 年後，野戰砲兵致力貫徹既定目標，雷達系統將精簡為 AN/TPQ-50 輕型反迫砲雷達與 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達，擔任未來野戰砲兵之「主要目標獲得雷達」，俾利面對 2020 年與未來戰場之挑戰。檢討國軍砲兵「機動目標雷達」缺裝問題存在已久，惟目前正值檢討與規劃之際，美軍砲兵追求「火力雷達」現代化與研發 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達之作為，實可供國軍砲兵未來規劃與研發參考。
- 關鍵詞：AN/TPQ-53 (Q-53) 反火力戰目標獲得雷達系統、多工雷達之先進技術、AN/TPQ-50 輕型反迫砲雷達

前言

美軍砲兵自 1980 年起，即納編 AN/TPQ-36 反迫砲與 AN/TPQ-37 反砲兵兩種「武器定位雷達」，在歷經多次戰役與長達 30 年之研改後，已提升為 AN/TPQ-36 (V) 10 型與 AN/TPQ-37 (V) 9 型。當 1992 - 1999 年巴爾幹半島衝突期間，美軍發現 AN/TPQ-36 不易偵測敵高角度、射程短與全方位之迫砲火力，特於 2004 年納編短距離 AN/TPQ-50「輕型反迫砲雷達」(LCMR) 作為雷達三層涵蓋之第一層部署，惟此舉仍無法徹底解決雷達老舊問題。

2007 年美軍為緊急增強戰場上老舊雷達之反火力戰目標獲得能力，啟動「加

強型 AN/TPQ-36」(EQ-36)研發計畫，至 2011 年當 EQ-36 成功部署戰場後（如圖一），正式更名為 AN/TPQ-53（Q-53），亦計畫在 2020 年之前取代老舊的 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37。¹基於 AN/TPQ-53（Q-53）為當前最先進的反火力戰目標獲得雷達，且代表「多工雷達之先進技術」已開啟嶄新的世代，值得國軍深入瞭解。

圖一 AN/TPQ-53 型「反火力戰目標獲得雷達系統」



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”, LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月。

計畫緣起與進程

美軍早期反火力戰目標獲得裝備以「聲、光測系統」為主，1980 年起換裝 AN/TPQ-36 反迫砲與 AN/TPQ-37 反砲兵兩種「武器定位雷達」，在歷經多次戰役與長達 30 年之研改後，美軍砲兵反火力戰所使用之武器定位雷達即使發展快速，且性能精進，惟仍未擺脫原本老舊硬體結構與偵蒐扇形方位、距離、性能不足、編組龐大與缺乏彈性等問題，致 1998 年起展開多起新式雷達升級、研發計畫，期間曾歷經失敗與漫長研改、過渡進程（如表一），直至 2011 年始成功部署 AN/TPQ-53（Q-53）型「反火力戰目標獲得雷達系統」。

表一 美軍 1998-2012 年新型「反火力戰目標獲得雷達」研發進程

區分 項目	1998 年 AN/TPQ-47	2012 年 AN/TPQ-50	2012 年「加強型 AN/TPQ-36」
偵蒐距離	300 公里	500 公尺-10 公里	360 度：20 公里 90 度：60 公里
偵蒐方位	90 度	360 度	90 度 360 度
載具組成	LMTV x 1+天線拖車 HMMWV x 1	無（分解後運輸）	MTV x 1+發電機拖車 MTV x 1+發電機拖車
操作人數	9 人	2 人	4 人

¹ Mr. Jeff Froyland and CW4 Scott Prochniak, “Training and Doctrine Command Capability Manager-Fires Brigade,” Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013), p42.

研發結果	進度延宕與超過預算等理由，2004 年計畫終止。	撥發部隊彌補現階段 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37 偵蒐涵蓋間隙。	1. 2011 年部署後更名為 AN/TPQ-53。 2. 計畫在 2020 年之前取代 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37。
------	--------------------------	---	--

資料來源：作者自製

一、AN/TPQ-47 研發與終止

1998 年美國陸軍與「雷神公司」(Thales Raytheon System) 簽訂 AN/TPQ-37 升級為 AN/TPQ-47「尋火者 II 型」(Firefinder II) 計畫。新型的 AN/TPQ-47 (圖二) 具備較 AN/TPQ-37 更優異之性能，除取代 AN/TPQ-37 之「天線接收/發射機組」(Antenna Transceiver Group, ATG) 外，且整合美國陸軍「先進野戰砲兵戰術資料系統」(Advanced Field Artillery Tactical Data System, AFATDS) 軟體，憑藉嶄新之存活力、長距離偵測與人力精簡等優點，可偵測遠達 300 公里外之戰術彈道飛彈，且具備與美軍其他飛彈防禦系統介面連結之能力²。惟 AN/TPQ-47 即使測試結果令人滿意，終因進度延宕與超過預算等理由，宣告計畫終止，埋下另起研發新案的伏筆。

圖二、AN/TPQ-47 武器定位雷達



資料來源：AN/TPQ-47 Firefinder weapon locating radar, (<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll>)
〈檢索日期 2010 年 6 月 5 日〉

二、納編 AN/TPQ-50 彌補偵蒐涵蓋間隙

美軍於 1992－1999 年巴爾幹半島衝突期間，發現「波士尼亞」(Bosnia) 與「科索沃」(Kosovo) 地區之最大威脅來自高角度、射程短與全方位之迫砲，即使陸軍通常使用 AN/TPQ-36 追蹤與計算迫砲陣地，惟其並不具備全方位之偵測能力，須納編 AN/TPQ-50「輕型反迫砲雷達」(Lightweight Countermortar Radar，

² AN/TPQ-47 Firefinder weapon locating radar, (<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll>), 〈檢索日期 2010 年 6 月 5 日〉。

LCMR)，解決此一窘境。³

AN/TPQ-50 可提供關鍵的短距離（500 公尺 - 10 公里）、360 度迫砲、砲兵與火箭位置，確保第一群砲彈之射擊效果。每組僅須 2 人即可操作與維修，通常放列於載具或三腳架上使用，因重量輕故可裝載空運或支援空中突擊（如圖三）。

美軍為達成「不對稱戰爭」之目標獲得任務，特依據準則與作戰經驗，將目獲雷達採三層部署。第一層為短距離 AN/TPQ-50，第二層為中距離 AN/TPQ-36（V）8 型、第三層為長距離 AN/TPQ-37（V）8 型，如此擴大涵蓋部署始可增大對攻擊之敵迫砲、砲兵、火箭火力偵測之保證，提供人員、裝備等較整體、均衡之防護。

圖三 放列後的 AN/TPQ-50「輕型反迫砲雷達」（LCMR）



資料來源：control and ground surveillance radar system P1- 3, (http://10.22.155.6/intraspex/CACHE/00117285/JREWA202.HTM,JREW06-Oct-2011*Battlefield,missile), (檢索日期 2012 年 2 月 15 日)。

三、研發「加強型 AN/TPQ-36」（EQ-36）

2007 年美國陸軍意圖緊急增強部署中老舊雷達之反火力戰目標獲得能力，與「洛克希德.馬丁飛彈系統與感測公司」（Lockheed Martin Missile System and Sensors）簽訂「加強型 AN/TPQ-36（EQ-36）雷達發展計畫」，分別於 2008 年 7 月生產 12 套、2010 年 4 月生產 20 套。當 2011 年 9 月美軍基於多工雷達先進技術日趨成熟，且成功部署戰場後，正式將「加強型 AN/TPQ-36」（EQ-36）雷達更名為 AN/TPQ-53（Q-53）「反火力戰目標獲得雷達系統」（Counterfire Target Acquisition Radar System）。

³ Chief Warrant Officer Three Daniel W. Caldwell, 《Radar Planning, Preparation and Empliment of 3-Tiered Coverage:LCMR, Q-36 and Q-37》, Field Artillery, 9-10/2004, p45.

AN/TPQ-53 雷達特性、限制與組成

AN/TPQ-53「反火力戰目標獲得雷達系統」(Counterfire Target Acquisition Radar System) 列為「目標獲得類 II」(ACAT II) 計畫，由美國防部監督執行作戰測試與評估。此種新世代反火力戰感測系統，可憑藉 360 度偵蒐能力減低雷達涵蓋間隙，且具備充分彈性可因應敵方的不預期作為而適時改變任務，目前編制於「旅戰鬥隊」(Brigade Combat Teams, BCT) 與「火力旅」(Fires Brigade, FiB) 的雷達排，亦將取代陸軍「編裝表」中老舊的 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37 雷達 (如圖四、五)。⁴

圖四 AN/TPQ-36 (V) 10 型反迫砲雷達



資料來源：<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll>,〈檢索日期 2010 年 6 月 5 日〉

圖五 駐南韓美軍 210 火力旅展示之 AN/TPQ-37 (V) 9 型反砲兵雷達



資料來源：Mr.Daryl Youngman,“Fires Radar Strategy,”Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013),p45.

一、特性

AN/TPQ-53 具機動性、相容性、全方位支援與維修簡單等特點，且與「間接火力防護能力」(Indirect Fire Protection Capability,IFPC) 相容，可反制火箭、砲兵與飛彈攻擊。創新的 AN/TPQ-53 經由戰場測試後，證實較當前部署之雷達系統具備更佳的性能，包括強大機動力、增進可靠性與支援能力、低生命週期

⁴同註 2，p42。

成本、精簡操作員額，並可在「全光譜」(Full Spectrum)環境追蹤目標，符合當前戰場最重要的功能。系統特性分述如下：

(一) 固裝相位陣列的雷達系統可使用 90 度(固定)或 360 度(旋轉)模式，偵蒐、分類與追蹤由迫砲、砲兵、火箭發射之彈丸；(二) 具備「全光譜」執行任務能力，包括城鎮戰、不對稱戰力、高強度與傳統戰場等範圍；(三) 可提供對我構成威脅之間接火力系統位置，增進反火力戰目標精度，且減少偵蒐錯誤率；(四) 擔任「反火箭、砲兵、飛彈」(Counter-Rocket, Artillery, Missile, CRAM)系統，且具備間接火力防護能力；(五) 機動力強，短距離戰術機動使用兩部「中型戰術載重車」(Medium Tactical Vehicle, MTV)，長距離戰略部署則可裝載 C-5、C17 或 C-130 運輸機；(六) 操作與維修簡單，僅需 4 人即可操作，並可藉由維修平台確實診斷故障元件；(七) 網路電纜與接收/輸出設備完整，除可選擇無線或光纖電纜控制外，雷達軟體可鏈結「陸軍作戰指揮系統」(Army Battle Command System)、「先進野戰砲兵戰術資料系統」(AFATDS)與「前方區域防空系統」(Forward Area Defense System, FAADC2)等。

二、限制

美軍就科技條件與測試結果，評估 AN/TPQ-53 為最先進的反火力戰雷達系統，惟比對美軍歷代研發雷達、現階段火力雷達發展策略與其他先進國家相關系統(如北歐「亞瑟」—ARTHUR 武器定位雷達、西歐「眼鏡蛇」—COBRA 反砲兵雷達)之特性後，研判 AN/TPQ-53 可能影響戰場運用效能之限制(或弱點)，分述如下：

(一) AN/TPQ-53 雷達刻意針對反火力戰目標偵測與間接火力預警功能，並不具備偵測其他目標(如海上船艦、航空器等)之功能。

(二) 美軍現階段火力雷達發展策略為「多功能或多重任務」，AN/TPQ-53 雷達僅針對單一反火力戰目標偵測，顯然未符合美軍現階段火力雷達發展策略之願景。

(三) AN/TPQ-53 雷達最大偵蒐距離為 60 公里，惟美軍 1998 年研發 AN/TPQ-47 雷達(尋火者 II 型)可偵蒐遠達 300 公里外之戰術彈道飛彈。未來美軍如須使用「陸軍戰術飛彈系統」(ATACMS)執行縱深打擊任務時，勢必將增編或運用其他偵蒐系統彌補涵蓋縱深。

(四) 固裝相位陣列雷達皆有遮蔽角的限制，務必減低前方遮蔽物造成偵蒐波束死角。因此 AN/TPQ-53 在廣袤平原或沙漠地形運用時，顧慮較小；當運用於丘

陵或山地時，除非如 ARTHUR—D 型「長頸鹿」(DIRAFFE) 雷達般可適度升高天線超越遮蔽物，否則將影響偵蒐效能。

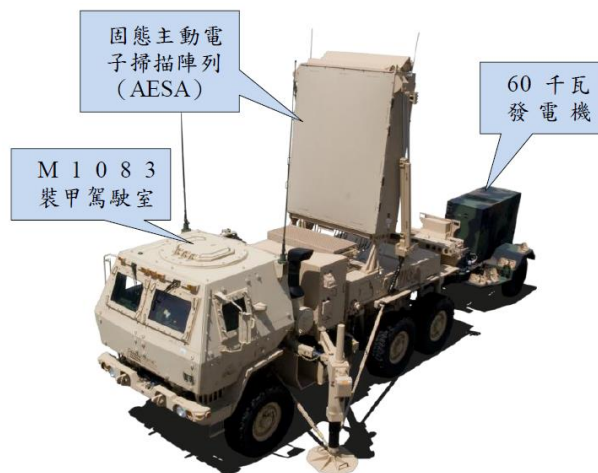
(五)AN/TPQ-53 雷達可使用 90 度(固定)與 360 度(旋轉)兩種模式偵測、分類與追蹤迫砲、砲兵與火箭彈，惟「固定」與「旋轉」模式切換時可能延遲或中斷偵蒐涵蓋，除非多部雷達採複式部署或交替運用。

(六)AN/TPQ-53 雷達操作人員精簡至 4 人後，雷達班已無能力安全警戒，須依賴友軍協助，或部署於友軍陣地內獲得自然掩護。

三、系統組成

AN/TPQ-53 雷達系統設計兩部 M1083 型 5 噸「中型戰術載重車」(MTV)，第一部為「任務基本群組」(Mission Essential Group)，包括雷達天線與發電機。第二部為「次要群組」(Sustainment Group)，包括可適應特殊天候的操作控制車廂與備用發電機(如圖六、七)。(重要諸元，如表二)

圖六 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達系統—基本任務群組



圖七 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達系統—次要群組



資料來源：圖六、七“AN/TPQ-53 Radar System”, LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月。

表二 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達系統重要諸元

諸元		AN/TPQ-53 (Q-53)	備 考
區分		反火力戰目標獲得雷達	
雷 達 類 型		反火力戰目標獲得雷達	載重車型式 ：5 噸中型 戰術輪型 載具家族 (FMTV)
使 用 國 家		美國、新加坡	
製 造 公 司		洛克希德·馬丁公司	
頻 帶		S 波段 (2-4GHz)	
天 線 型 式		主動固裝相位陣列天線	
附 件		裝甲駕駛室 60 千瓦發電機	
操 作 組 員		2+2=4 員	
偵 蒐 距 離	90 度搜尋模式	60 公里	
	360 度搜尋模式	20 公里	
偵 蒐 精 度		機密 (研判 50—150 公尺)	
載 重 車 重 量		8,889 公斤	
載 重 車 速 度		89 公里/小時	
載 重 車 巡 航 里 程		480 公里	
載 重 車 尺 寸		6.93 x 2.43 x 2.84 公尺	

資 料 來 源 ： AN/TPQ-53 Q-53 Counterfire target acquisition radar system (<http://www.armyrecognition.com/>)，〈檢索日期：/2016 年 3 月 4 日〉。

(一) 雷達天線：固裝相位陣列的 AN/TPQ-53 雷達天線 (如圖八)，包括氣流與溫度感應器、備用天線組件、機械式鍵控匹配元件、移動式雷達天線罩等組件，不須特殊工具，即可由維修平台熟練的診斷所有元件。

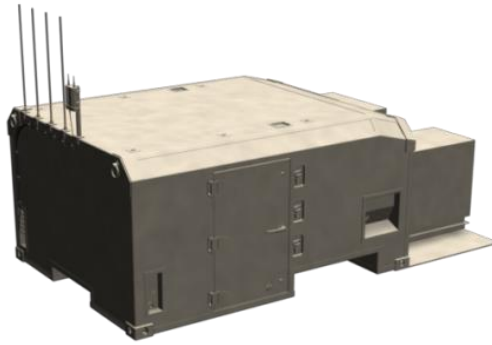
圖八 AN/TPQ-53 雷達系統天線



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”, LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

(二) 操控車廂：操控車廂可適應特殊天候且符合人體工學，具備網路電纜與接收/輸出設備、「軍規筆記型電腦」等級的「遠端控制顯示器」與作業軟體，且可確保操作手之安全與舒適 (如圖九)。

圖九 AN/TPQ-53 雷達系統操控車廂



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”,LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

（三）發電機：AN/TPQ-53 雷達配賦兩部 60 千瓦發電機（如圖十），提供系統操作所需之電力，且備用發電機可維持配備，兩部發電機皆內建故障感知器，可確保連續不斷作業。

圖十 AN/TPQ-53 雷達系統發電機與拖車



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”,LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

（四）「中型戰術載重車」（MTV）：編配 M1083 型 5 噸 6 x 6 「中型戰術載重車」（MTV）兩部，一部裝載雷達天線與牽引發電機尾車，另一部則安裝操控車廂與牽引備用發電機（如圖十一）。M1083 型 MTV 動力由 6 汽缸 Caterpillar 柴油引擎連接至 Allison 自動變速箱，行駛最高速度為每小時 89 公里，最大巡航距離達 480 公里，駕駛室為裝甲配備，可防護輕型武器與砲彈破片。

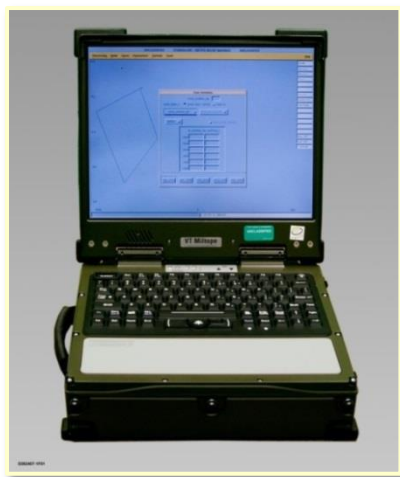
圖十一 AN/TPQ-53 雷達系統「中型戰術載重車」（MTV）



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”,LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

(五)「遠端控制顯示器」：符合「軍規筆記型電腦」等級的「遠端控制顯示器」(Remote Control Display Unit)含作業軟體，計兩部(如圖十二)，一部置於安裝雷達「天線接收/發射機組」(ATG) MTV 的主駕駛室，另一部則置於操控車廂。可支援：通過戰術數據機的無線介面、增強火力支援軟體、交互式電子技術手冊(IETM)與內建式訓練，兩部「遠端控制顯示器」可依據配置在基本任務或持久操作狀態間任意選擇。當機動時，則可在駕駛室操作。

圖十二 AN/TPQ-53 所配賦之「遠端控制顯示器」



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”, LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

(六)「遙控平台仰角系統」(RPES、SPES)：區分為「遙控雷達天線仰角」與「自動調整平台水平」兩部分(如圖十三)，為密封式自動調整伺服裝置，可確保雷達天線水平穩定，且零件易於處理、更換。

圖十三 AN/TPQ-53「遙控平台仰角系統」

遙控雷達天線仰角



自動調整平台水平



資料來源：“AN/TPQ-53 Radar System”, LOCKHEED MARTIN 簡報，2015 年 10 月，p10。

AN/TPQ-53 雷達目標精度研判

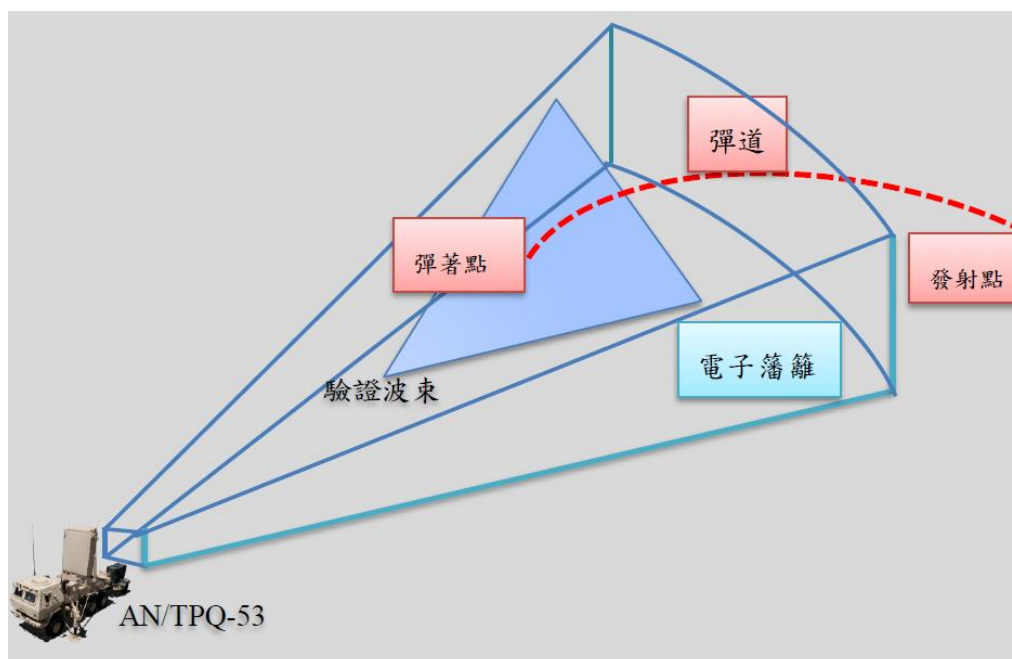
AN/TPQ-53 雷達目前列為美軍重要新式裝備，基於保密條款，洛克希德.馬丁公司官方簡報與相關網路資料均未提供精度數據，僅描述「符合美軍反火力

戰目標精度需求」，亦無法查證反火力戰目標精度需求之具體數據。惟反火力戰目標精度需求必須以「雷達性能」為支撐，且兩者互為因果，即現役偵蒐雷達勢必符合反火力戰目標精度需求，或反火力戰目標精度需求即為現役偵蒐雷達性能範圍。特就反火力戰雷達定位原理，歸納影響目標精度之決定因素，進而研判 AN/TPQ-53 精度範圍。

一、反火力戰雷達定位原理

AN/TPQ-53 可產生 90 度扇形或 360 度全方位之電子「藩籬」(Curtain)，就追蹤而言，兩種不同之涵蓋方式相差僅 1 毫秒(千分之一秒)。⁵當砲彈穿過電子藩籬觸發驗證波束後，隨即啟動自動連續追蹤，且藉由持續掃瞄功能，最多可定位與追蹤數十個目標，系統將由高度差異(使用計算至儲存數位地圖)與目前操作者之座標、標高等，自動修正識別目標。所有信號與資料皆須經過系統測試程序，即每一追蹤目標先經由內建「彈道參數」比對，過濾出無效的(如飛鳥、飛行器或其他)資料。如追蹤軌跡為「平滑彈道」，即可推算武器射擊陣地與砲彈落點，並顯示於操作者地圖與列印一系列之地圖座標(如圖十四)。雷達亦可透過提供記錄與修正資料，追蹤、修正與增進友軍武器射擊之精度，且識別彈著點增進反火力戰在第一時間對抗高優先目標之效能。

圖十四 反火力戰雷達定位原理示意



資料來源：作者自製

⁵ EQ-36, (<http://10.22.155.6/intrasex/intrasex.dll>).〈檢索日期：2016 年 3 月 4 日〉。

二、影響目標精度之決定因素分析

就前述反火力戰雷達定位原理歸納影響目標精度之決定因素，包括：雷達陣地定位（定向）精度、彈道參數精確程度與其他系統比對能力等三項。

（一）就雷達陣地定位、定向精度需求而言

當砲彈穿過雷達電子藩籬觸發驗證波束後，隨即啟動自動連續追蹤，依據「誤差傳播定律」⁶如砲彈追蹤位置與軌跡越精確，內建「彈道參數」所計算出的砲彈「發射點」或「彈著點」將越精確。基此，雷達陣地位置與定向線方位角為求精確（如表三），早期由測地提供，且精度較其他武器（牽引、自走砲、多管火箭等）或氣象系統要求更高。1995 年改良後的 AN/TPQ-36（V）⁷ 與 AN/TPQ-37（V）⁹，為增進雷達定位與定向自主性與偵測目標精度，已在「天線接收/發射機組」（ATG）安裝「整合模組化定位定向系統」（MAPS-H）。⁷

就洛克希德.馬丁公司官方簡報與相關網路資料查證，AN/TPQ-53 雷達系統之「遙控雷達天線仰角」與「自動調整平台水平」部分，均未說明是否安裝「整合模組化定位定向系統」（MAPS-H）或其他類似系統，保密意圖明顯。

表三 雷達陣地定位、定向精度需求

雷達 區分	座標 (CEP)	標高 (PE)	方位 (PE)	備 考
迫砲定位雷達 (AN/TPQ-36)	10 公尺	10 公尺	0.4 密位	
武器定位雷達 (AN/TPQ-37)	10 公尺	3 公尺	0.4 密位	

資料來源：《Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY, FM6-2》
〈HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, 9/1993〉, pH-1.

（二）就彈道參數精確程度而言

反火力戰雷達所追蹤之目標，經由內建「彈道參數」比對後，推算武器射擊陣地與砲彈落點，故目標位置正（精）確與否，「彈道參數」亦有決定性之影響。美軍自 1980 年換裝 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37 雷達後，即持續蒐集與修正世界各型武器彈道參數，且列為後續雷達軟體研改重點。在歷經 30 餘年的努力後，AN/TPQ-53 雷達之目標定位能力與精度，即使列為機密，勢必較舊型目獲系統或雷達之性能明顯提升，最可能的範圍研判在 50—150 公尺（如表四）。

⁶ 由觀測值計算之未知量，則觀測值所含誤差一定會傳播至未知量。李瓊武，《測量學新編》，（台北市：九樺書局，民國 77 年 1 月），頁 10。

⁷ Mark Hewish & Rupert Pongelley, "FEATURES, Pinpointing the battlefield threat", 《Jane's International Defense Review》, 3/2004. pp4-5.

研判程序：

1.假定事項：

- (1) 美軍早期光測與聲測系統精度僅列入參考。
- (2) 美軍目獲雷達最佳目標定位精度為<50 公尺。
- (3) AN/TPQ-36 最佳目標定位精度為 100 公尺。
- (4) AN/TPQ-37 最差目標定位精度<270 公尺。
- (5) AN/TPQ-53 目標定位精度較 AN/TPQ-37 大幅提升。

2.運算—誤差分析法

精度值：100 公尺、50 公尺、100 公尺、270 公尺（如表四）

$$(1) \text{標準誤差} = \sqrt{(100)^2 + (50)^2 + (100)^2 + (270)^2} / (4-1)$$

$$= \sqrt{95444/3} = 178 \text{ 公尺}$$

$$(2) \text{平均誤差} = (100) + (50) + (100) + (270) / 4$$

$$= 130 \text{ 公尺}$$

$$(3) \text{最小誤差極限} = \text{最佳精度 (50 公尺)} \times 3 \text{ 倍} = 150 \text{ 公尺}$$

或「標準誤差與平均誤差」之平均值

$$= (178+130) / 2 = 154 \div 150 \text{ 公尺}$$

3.計算結果

AN/TPQ-53 目標定位精度為 50 至 150 公尺範圍。

表四 1960-2010 年美軍各型目標獲得系統（雷達）定位精度對照

系統 精度	光 測	聲 測 系 統	活 動 目 標 定 位 雷 達		武 器 定 位 雷 達	
		AN / T N S - 1 0	AN / T P S - 2 5 A	AN / T P S - 5 8 B	AN / T P Q - 3 6	AN / T P Q - 3 7
目 標 精 度	<50 公尺	<150 公尺	<100 公尺	<50 公尺	< 偵蒐距離 之 1%①或 100 公尺②	< 偵蒐距離 之 0.9%③
AN/TPQ-53 精度	研判為 50—150 公尺範圍					
說 明	①AN/TPQ-36：最大偵蒐距離 24 公里 x 0.01=240 公尺 ②AN/TPQ-36 精度 100 公尺為「圓形公算偏差」（CEP，90%） ③AN/TPQ-37：偵蒐距離（砲兵）30 公里 x 0.009=270 公尺					

資料來源：作者自製

（三）其他系統比對能力而言

反火力戰雷達所獲得之目標，通常須經過其他目獲系統（如無人空中系統、監視衛星、觀測系統、砲擊報告小組、敵後情報人員等）交叉比對，方可確定性質與精度。當 2001 年「伊拉克自由作戰」（OIF）期間，美軍反火力戰系統已

結合「先進野戰砲兵戰術資料系統」(AFATDS)與「自動化縱深作戰協調系統」(Automated Deep Operations Coordination System, ADOCS)。當 AN/TPQ-37 雷達之「數位砲兵目標情報」傳遞至 AFATDS 與「反火力戰軍官」的 ADOCS 後，即由 5 公尺解析精度之「衛星影像」比對原點與打擊方格，俾確定目標性質與正確位置。⁸ 基此，AN/TPQ-53 雷達目標定位精度即使低於 150 公尺，美軍仍可透過其他目獲系統交叉比對，確定目標位置。

三、結論

綜合研判 AN/TPQ-53 雷達合理的目標精度範圍為 50—150 公尺，可符合多工雷達之先進技術與美軍反火力戰目標精度需求。

系統運用效益

「反火力戰」為野戰砲兵主要任務之一，須對敵迫砲、砲兵、火箭、飛彈與其他火力支援系統等，予以制壓、擊滅與摧毀，以爭取火力優勢。然反火力戰須以「目標情報」為基礎，美軍自 2011 年換裝 AN/TPQ-53「反火力戰目標獲得雷達」後，已達成火力裝備「現代化」策略之近期（2015-2019 會計年度）目標，獲得 2020 年與未來之戰場優勢。⁹ 其運用效益分述如後：

一、擴大偵蒐扇形：美軍原編制 AN/TPQ-36 於 1995 年升級為 (V) 8 版本後，偵蒐扇形始由 90 度擴大至 360 度，惟偵蒐距離（24 公里）仍嫌不足；AN/TPQ-37 則仍侷限在 90 度偵蒐扇形。新型 AN/TPQ-53 為 S 波段（2-4GHz）主動式固裝相位陣列雷達，可使用 90 度（固定）或 360 度（旋轉）兩種模式，偵蒐、分類與追蹤反火力戰目標，且距離遠達 60 公里，較前者具備更大且更遠之偵蒐扇形。

二、多元化作業模式：AN/TPQ-53 雷達配賦兩部「遠端控制顯示單元」，操作手可依需要使用一部在載具駕駛室內遙控，亦可使用另一部在操控車廂完全管控，可增大作業彈性。

三、防護部隊安全：AN/TPQ-53 雷達可符合全方位「間接火力防護能力火箭、砲兵、迫砲」(Indirect Fire Protection Capability Rocket Artillery Mortar, IFPC RAM) 要求，可在火箭、砲兵、迫砲等間接火力攻擊前發出警告，提供旅戰鬥隊早期預警，適採安全防護

四、精簡組織與操作編組

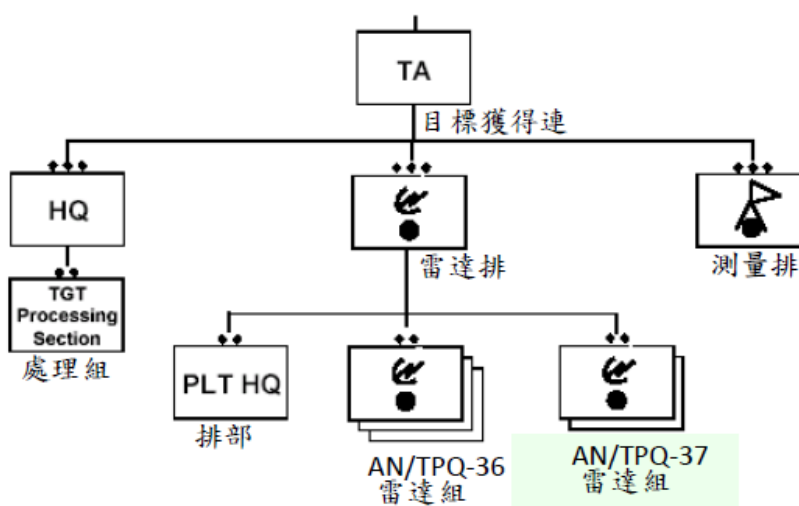
⁸ Warrant Officer Three Brian L and Lieutenant Colonel Noel T .Nicolle, "Acquisition ! 3d ID Counterfire in OIF", 《Field Artillery 9-10/2003》, p44。

⁹ Mr.Daryl Youngman, "Fires Radar Strategy," Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013), p46。

(一) 精簡組織：美軍重裝師目標獲得連雷達排原下轄：AN/TPQ-36 雷達組 x 3，AN/TPQ-37 雷達組 x 2 (如表五)。當 AN/TPQ-53 雷達納編後，預計 2019 會計年度 AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37 雷達將汰除，就現階段「目標陸軍需求」(Objective Army Requirement, OAR) 總數 174 套研判，¹⁰除目前已部署的「旅戰鬥隊」(BCT) 與「火力旅」(FiB) 雷達排外，未來目標連雷達排將下轄 AN/TPQ-53 雷達組 x 5，除可減低裝備複雜度，亦倍增運用效益。

(二) 精簡操作編組：AN/TPQ-53 雷達系統使用兩部 M1083 型 5 噸 6 x 6 「中型戰術載重車」(MTV)，僅需 4 人即可操作。如與需要 3 部悍馬車 (HMMWV)、6 個人操作的 AN/TPQ-36(V)8 雷達系統或 2 部 5 噸「中型戰術載重車」(MTV)、2 部悍馬車 (HMMWV) 與 10 人操作的 AN/TPQ-37 (V) 8 雷達系統比較，明顯精簡操作編組。

表五 美軍重裝師目標獲得連組織系統



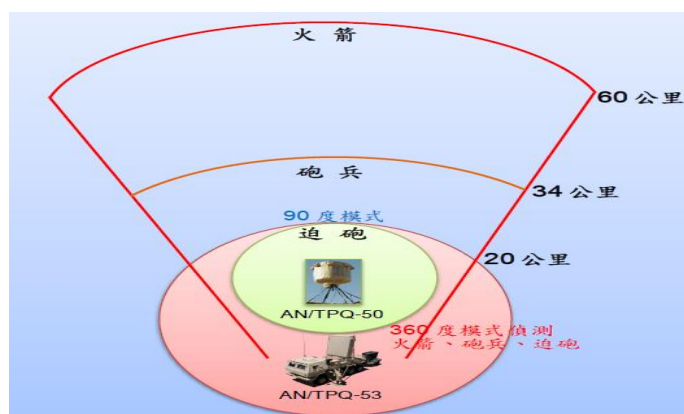
資料來源：《Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY TARGET ACQUISITION》
FM3-09.12 (FM6-121). HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY. 6/2002. pp2-2.

五、彌補偵蒐間隙：美軍為達成「不對稱戰爭」之目標獲得任務，特依據準則與作戰經驗，將目標獲得雷達採三層部署。第一層為短距離 AN/TPQ-50 「輕型反迫砲雷達」(LCMR)，第二層為中距離 AN/TPQ-36、第三層則為長距離 AN/TPQ-37。¹¹未來當 AN/TPQ-53 雷達納編後，僅由 AN/TPQ-50 與 AN/TPQ-53，即可擴大涵蓋部署、彌補偵蒐間隙 (如圖十四)，增大對攻擊之敵迫砲、砲兵、火箭火力偵測之保證，提供人員、裝備等更為整體、均衡之防護。

¹⁰ 同註 9，p. 42。

¹¹ 同註 8，p42。

圖十五 美軍未來目標獲得雷達兩層涵蓋部署示意



資料來源：作者自製

六、提升機動能力：AN/TPQ-53 雷達在精簡組織與操作編組後，短距離戰術機動可使用兩部「中型戰術載重車」(MTV)，行駛最高速度為每小時 89 公里，最大巡航距離達 480 公里。長距離戰略部署則可裝載 C-5、C17 或 C-130 運輸機，不僅機動力大幅提升，且為戰場與海外戰略部署提供更大優勢。

陸、其他國家運用現況

自 2011 年起，美軍 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達已成功部署在伊拉克、阿富汗戰場，提供美國陸軍加強防護間接火力。2013 年 10 月美國國會宣布同意 AN/TPQ-53 雷達出口「新加坡」要求，核定內容包括 6 套具備 120 度偵蒐扇形能力的 AN/TPQ-53 (V) 反火力戰目標獲得雷達系統（如圖十六）、隨系統作業之發電機、電力單元，一套模擬器、實彈射擊練習器，其他相關工具與測試裝備、備份與維修料件、維修與再調律檢修、軟體支援、技術書刊、證明文件、通信支援裝備、人員訓練等，均由美國政府與承包商「洛克希德·馬丁公司」支援，估計金額高達美金 1 億 7 千 9 百萬元。¹²

圖十六 AN/TPQ-53 (V)「反火力目標獲得雷達系統」



資料來源：Mr.Daryl Youngman,“Fires Radar Strategy,”Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013) ,p47.

¹² AN/TPQ-53 (Q-53) Counterfire target acquisition radar system (<http://www.armyrecognition.com/>) ,
〈檢索日期：2016 年 3 月 4 日〉

結語

美軍邁入 2014 年後，野戰砲兵致力貫徹既定目標，初期階段（2015-2019 會計年度）將老舊、維修預算龐大且偵蒐扇形僅 90 度的八種雷達系統，精簡為兩種 360 度，且具備電子優勢、高機動、多用途、可安裝於輪型載具的 AN/TPQ-50 輕型反迫砲雷達與 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達，擔任未來野戰砲兵之「主要目標獲得雷達」，以彌補當前作戰間隙，俾利面對 2020 年與未來戰場之挑戰。

「反火力戰」為野戰砲兵主要任務之一，須以「目標情報」為基礎致迅速、精確目標獲得，為各國努力之目標。檢討國軍砲兵「機動目標雷達」缺裝問題存在已久，惟目前正值檢討與規劃之際，美軍砲兵追求「火力雷達」現代化與研發 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達之作為，實可供國軍砲兵未來規劃與研發參考。

參考文獻

- 一、BG Brian J.Mckiernan,“Field Artillery Modernization Strategy,” Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013)。
- 二、Mr.Jeff Froysland and CW4 Scott Prochniak,“Training and Doctrine Command Capability Manager-Fires Brigade,”Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013)。
- 三、Mr.Daryl Youngman,“Fires Radar Strategy,”Fires 2013 March-April (Fires Seminar 2013)。
- 四、Mark Hewish & Rupert Pengelley, “FEATUURES,Pinpointing the battlefield threat”, 《Jane’s International Defense Review》,3/2004。
- 五、Warrant Officer Three Brian L and Lieutenant Colonel Noel T .Nicolle , “Acquisition ! 3d ID Counterfire in OIF” , 《Field Artillery 9-10/2003》。
- 六、《Tactics,Techniques ,and Procedures for FIELD ARTILLERY TARGET ACQUISITION》FM3-09.12(FM6-121).HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY.6/2002。
- 七、《Tactics,Techniques ,and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY, FM6-2》, 〈HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY,9/1993〉。
- 八、AN/TPQ-37(V)Firefinder weapon locating radar,(<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll...>) 〈檢索日期 2010 年 6 月 5 日〉
- 九、AN/TPQ-53 (Q-53) Counterfire target acquisition radar system,

- (<http://www.armyrecognition.com/>)〈檢索日期：2016年3月4日〉。
- 十、EQ-36, (<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll>), 〈檢索日期：2016年3月4日〉。
- 十一、AN/TPQ-47 Firefinder weapon locating radar, (<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll>) . 〈檢索日期 2010 年 6 月 5 日〉
- 十二、《The Power of Honeywell Inertial Navigation System—MAPS, EPLSS, TALIN》, 〈Honeywell Inc,29/6/2000〉。
- 十三、“AN/TPQ-53 Radar System”,LOCKHEED MARTIN 簡報,2015 年 10 月。
- 十四、耿國慶著,〈美軍砲兵目標獲得雷達因應「不對稱戰爭」之發展與運用〉《砲兵季刊》,131 期,民國 94 年第 4 季。
- 十五、耿國慶著,〈美軍「伊拉克自由作戰」(OIF)反火力戰之目標獲得簡介〉《砲兵季刊》,137 期,民國 96 年第 2 季。
- 十六、耿國慶著,〈砲兵反火力戰「聲測武器定位系統」發展簡介〉《砲兵季刊》,150 期,民國 99 年第 3 季。
- 十七、耿國慶著,〈歐洲砲兵「眼鏡蛇」(COBRA)反砲兵雷達簡介〉《砲兵季刊》,151 期,民國 99 年第 4 季。
- 十八、耿國慶著,〈美軍「反砲兵(迫砲)雷達陣地分析系統」(FFPAS)簡介〉《砲兵季刊》,154 期,民國 100 年第 3 季。
- 十九、耿國慶著,〈美軍 AN/TPQ-50「輕型反迫砲雷達」(LCMR)簡介〉《砲兵季刊》,158 期,民國 101 年第 3 季。
- 二十、耿國慶著,〈美軍火力雷達發展策略簡介〉《砲兵季刊》,167 期,民國 103 年第 4 季。
- 二十一、《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則-第二版》,(桃園縣：國防部陸軍司令部印頒,民國 98 年 4 月)。

作者簡介

卓以民少校,陸軍官校專 89 年班、砲校正規班 190 期畢業,歷任排長、連長、營參謀主任,現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。