

車載式 PSTAR 預警雷達發展現況

提要：

- 一、PSTAR 人攜式預警雷達，可提供雙聯裝刺針飛彈系統 20 公里內的低空空目標情報，增加刺針飛彈射手接戰反應，並縮短捕獲及瞄準敵機時間，有效提升殲敵機率。
- 二、PSTAR 預警雷達平時係採各組件分開儲放於各自的攜行箱內，每次使用前後都得反覆組裝，即費時又費力，各組件不僅容易遺失，更增加損壞及故障頻率。
- 三、新式車廂組裝完畢後，可直接將各組件裝備儲放於車廂內使用。降低因人為操作的故障機會，不僅戰力提升，更增加裝備壽限。

壹、前言

陸軍野戰防空部隊，為因應中共空軍戰機、直升機的威脅和確保作戰區重要資產安全及適時支援友軍遂行地面作戰之空中掩護，於是在民國 92 年自美引進洛克希德馬丁公司所生產的人攜式搜索預警雷達([Portable Search Target Acquisition RADAR](#))簡稱 PSTAR 預警雷達。

PSTAR 預警雷達平時係採各組件分開儲放於各自的攜行箱內(如附圖 1)，執行戰備、演習、訓練等任務之前，必須先行完成各子系統組裝，方能遂行各項任務(如附圖 2)。因而每次欲使用雷達裝備的前後，都需不斷反覆經過操作手放列及撤收過程，如此一來極容易造成雷達裝備各組件的損壞、遺失而故障，無法有效發揮雷達原有作戰效能。自成軍迄今，PSTAR 預警雷達約略有下列幾項缺點：

1. 雷達各組件(區分主件 7 項、副件 2 項及各式纜線)因常拆裝，造成裝備損壞、遺失和故障。
2. 雷達系統每次裝載、卸載、放列及撤收，需耗費約 40 分鐘時間。
3. 發電機容易產生爆音、震動、黑煙及供電不穩定等，易對操作中的雷達產生不確定性干擾。
4. 每當發電機故障時，因沒有緊急備源措施造成雷達系統無法操作，影響作戰任務的遂行。
5. 因雷達裝備分開儲放於七個攜行箱，每個攜行箱(含裝備)約重 40~65 公斤，得由二員操作手搬運，不僅費時、費力、機動及陣地變換能力亦有限。
6. 雷達多半架設在地面上，容易受地面雜波干擾，降低雷達偵蒐空中目標效能。

7. 雷達放列後離地高約 2 公尺，因天線面受風面大容易被強風吹倒而損壞裝備。
8. 雷達陣地多在開闊地形，人員在操作時無法受到安全的遮蔽，對長時間執戰備而言是一大挑戰。
9. 執行戰備任務時，系統無搭配硬體設施供雷達操作手使用，對於人員適應性而言實為一大障礙。



圖 1 PSTAR 預警雷達攜行箱圖

資料來源：砲訓部飛彈組教案資料



圖 2 PSTAR 預警雷達全系統

資料來源：詹氏航太軍事資料庫(詹氏防衛週刊 033/007)，2000 年 2 月 16 日。

貳、初期研發經過

陸砲校飛彈組預警雷達小組教官針對上述缺點，秉著上級長官的指導、本職專業學能及部隊輔訪缺失等，自 92 年開始著手研發 PSTAR 預警雷達車廂。研發車載式雷達目的是為縮短 PSTAR 預警雷達放列與撤收時間，增加系統操作便利與實用性，提升雷達工作效能和降低裝備遺失、損壞的機率，延長裝備壽限。因此在不影響雷達裝備原有性能和不破壞雷達、悍馬車的結構及外觀等原則下，向本軍司令部爭取 93 年度小型軍品研發經費。初期先以小額經費研發能符合野戰防空部隊防空作戰需求之兩款(A 型及 B 型)車載式雷達雛型；予通過各項戰術測評後，擇優再實施量產配屬至各野戰防空部隊。

初步研發構想是將人攜式改為車載式(使用 M1097A2 悍馬車；該車能承載約 2 噸重)，並開發完成兩種不同類型的車廂設計。A 型車廂是將三個攜行箱直接坎入廂頂部，並直接在車頂上組裝雷達(如附圖 3)。B 型車廂則是將雷達裝備先自攜行箱內取出，直接安裝於車廂內定位，使用時僅需組裝天線及發電機後即可操作(如附圖 4)。



圖 3 車載式 A 型 PSTAR 預警雷達

資料來源：砲訓部飛彈組教案資料



圖 4 車載式 B 型 PSTAR 預警雷達

資料來源：砲訓部飛彈組教案資料

車載式 A、B 型車廂優缺點比較表，(如附表 1)。

表 1 車載式 A、B 型車廂優缺點比較表

車載式 A、B 型車廂優缺點比較表				
項次	比較項目	A 型	B 型	備 考
1	製作(施工)		優	A 型-施工較為複雜
2	安全性		優	A 型-人員須於車頂實施系統組裝，人員安全危安因素較高。
3	便利性		優	A 型：人員雖可於車廂內操作，但組裝時間較為冗長且便利性較差。
4	天線高度	優		B 型：天線較 A 型低 1 公尺。
5	機動性	優	優	使用相同型式悍馬車。
6	後勤維護		優	A 型：部分組件在車頂，維修保養較不易。
共同缺點：車身結構及材質全部皆以鋼材為主，車廂重量不符荷重實際需求。				

資料來源：作者研究後成果

兩款車廂經性能、戰術測評後，以 B 型車廂較符合野戰防空部隊使用。本校於是決定將車載式 B 型 PSTAR 預警雷達車廂參加陸軍司令部 93 年度小型軍品研發競賽，而榮獲第一名；國防部 93 年度小型軍品研發競賽，榮

獲第二名，深獲各級長官嘉許和部隊好評。使研發人員倍感責任重大，賡續積極研發朝向更符合部隊防空作戰需求的車廂推廣至部隊，以提升部隊防空戰力。

參、PSTAR 預警雷達車廂

一、PSTAR 預警雷達車廂全系統組成

PSTAR 預警雷達車廂全系統是由車廂、底盤和悍馬車三大部分組合而成(如附圖 5)。車廂藉由底盤與悍馬車相連結，維修及吊掛較為簡便。

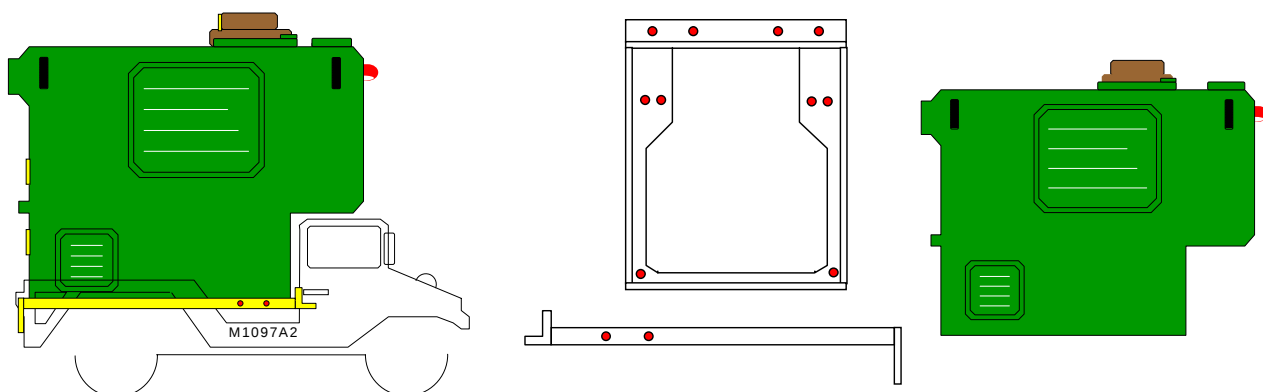


圖 5 車廂全系統組成(左-組裝完成後、中-底盤<俯視圖/側視圖>、右-車廂)

資料來源：作者自行繪製

二、車廂結構

在設計車廂結構時，首先考慮到的是安全性及實用性，因此設計車廂時就必須考慮到下列事項：

(一)安全性

1. 全裝總重(含雷達裝備、人員 3 員及車廂主/零附件等不得超過 1500 公斤(M1097A2 型式悍馬車最大承載重量約 2025 公斤)。全車結構及車身 95%皆由鋁合金材質(A6061)所打造，因鋁合金材質輕、不易生鏽、硬度及延展性較佳，採用此類型材質對安全性及實用性較佳。

2. 組裝雷達時操作手不需攀上車頂，避免因人為及外力因素造成損傷。因此在駕駛座正上方，左右兩邊各有一開口。便於操作手組裝雷達系統及歸北校正時使用。

3. 吊掛操作、底盤組裝(如附圖 6)

後續發展初期，參考了美造「復仇者防空飛彈車體系統模式」，實施構型研改，

故整採用模組化的概念，利用組合方式，將車廂模組而成，然而國軍小型軍品研發的精神是「研發產品在不破壞實體裝備的狀況下，達到事半功倍的效果」。故如要實施車廂吊掛僅需與「底盤」相結合/拆卸即可。

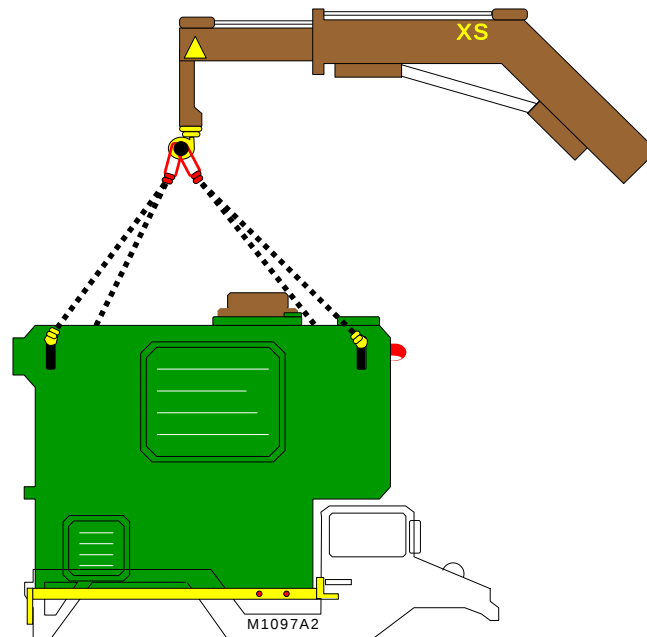


圖 6 車廂吊掛示意圖

資料來源：作者自行繪製

(二)實用性

1. 雷達系統裝備皆嵌入車廂內定位，不僅便於操作，更對於後續後勤維護有相當大的實用性及便利性。M1097A2 型悍馬車車斗長寬各約 2 公尺，實際能運用的空間很有限，必須裝載的裝備相當多，除雷達主/零附件外，個人的戰具、步槍、備用油料等，故空間的規劃即非常重要，提升人員適應性及實用性，提升戰備效能，為本車廂設計的重點。

2. 能長期執行任務

野戰防空部隊在遂行防空作戰時，其戰術位置多半都遠離駐地至野外陣地。當操作手長期執戰備時，就會面臨戰備及生活上的問題，如天氣變化、晝夜交替、人員食宿休息等問題，若這些問題沒有妥善解決，將會嚴重影響任務的執行。因此車廂在設計時就考慮到要符合人性化，第一要有最大的人員操作空間，裝備放置定位後，車廂仍可容納 3 員操作手使用空間。第二要能符合各種天候狀況下操作，因此車廂內安裝有空調系統，車廂結構的夾層裝有隔熱棉(具備隔熱及禦寒效果)，並可提供舒適的操作環境。

3. 能提供室電轉換功能

以野戰防空特性，雷達陣地多半在野外，得使用發電機供應電源給雷

達系統才能正常操作。但平時操作訓練皆在駐地，營區內就有 110V 電源可供雷達使用。因此車廂內裝有電源換器能提供雷達、車廂照明等。同時也可降低發電機的使用，減少其故障機率。

三、車廂外部

(一)車身及噴塗

車廂主結構(骨架部分)都是由鋁骨組成，非常堅固安全。在車廂內部及外部的蒙皮材質亦是用鋁合金雷射切割製成，中間夾有隔熱棉。車廂四周採圓弧造形兼具美觀作用；車廂外部車身噴塗野戰迷彩，能與野外環境相結合具欺敵效果，能提高戰場存活度。

(二)吊掛作業

在組裝車廂作業時，有兩種吊掛方式，其一是利用吊車直接懸吊車廂；另一則是用叉動車方式作業(本軍 3.5 噸及 12.5 噸型車輛皆配備吊臂供部隊吊掛作業使用)。

1. 吊車的吊掛作業

在車廂主結構的側邊兩側最上端留有吊孔(共 4 個)，供車廂在組裝時用吊鏈將車廂直接懸空吊起(每輛車廂皆配有二組吊鏈，可荷重 10 噸)。

2. 叉動車作業

野戰防空部隊沒有吊車可以吊掛車廂時，可利用車廂左、右兩邊底端離悍馬車座椅約有 15 公分高度的空隙實施吊掛作業。

四、車廂內部(如附圖 7)

車廂內部組件依美 PSTAR 技術手冊及車載式 PSTAR 預警雷達技術手冊規定實施組裝及連接，及擺放至各組件規定的機櫃中(如附圖 8)。

雷達班乘員(班長、雷達兵、駕駛兼發電機操作手)的個人裝備(個人戰具、步槍、彈匣及防彈頭盔等)皆有置物櫃及槍架供乘員擺放。車箱在前車頂左右兩邊各有兩個開口，便於操作手安裝雷達基座和天線。除此之，外雷達顯示螢幕右側也預留了軍規電腦的擺放位置及電腦插座。另外在車廂的兩側的手動活頁窗除了有通風的效果外，亦可利用其作圖及標定軍隊符號之用，實用性及延伸性極佳。

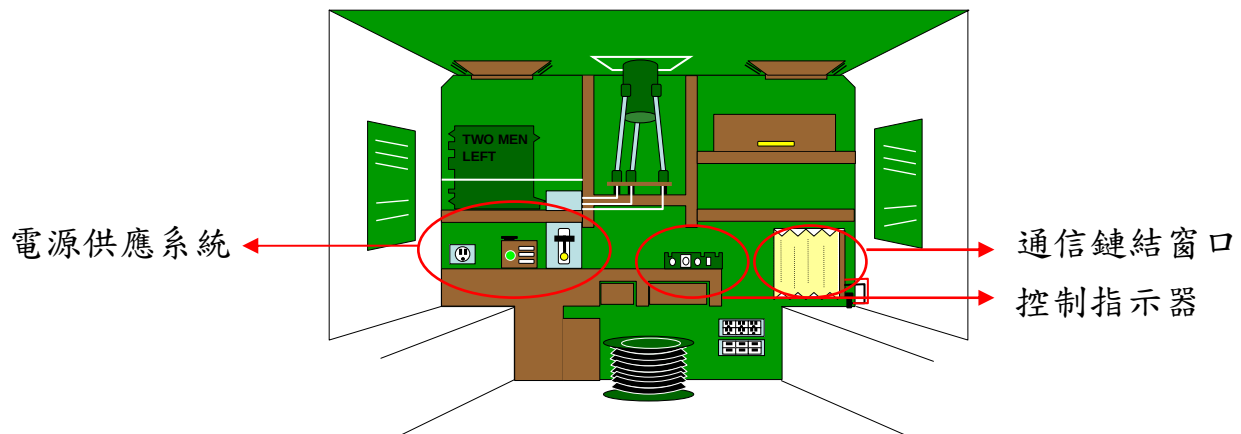


圖 7 車廂內部結構

資料來源：作者自行繪製

五、電源系統

車廂提供三種供電系統(發電機、室電、及悍馬車車用電源)。

(一)發電機

發電機可提供交流 110V 與交流 220V 電源，交流 110V 電源又區分成兩個迴路，一是經由電源轉換器供電給雷達裝備，二是直接提供車廂照明之用；而另一迴路則提供 220V 電源予空調使用。發電機不用時，則直接儲放於車廂左邊發電機櫃內(如附圖 9)。

(二)室電轉換器

室電轉換器是藉由發電機供給電源，能提供 28V 電源給雷達系統使用。每套車廂內置有一個移動式的室電轉換器和備有一條 30 公尺長的 110V 纜線，操作雷達前只要將市電轉換器與市電 110V 電源連結，就可提供穩定的電力供雷達系統使用。

(三)悍馬車車用電源

不論是在行軍或駐止狀態下，皆可直接使用悍馬車電瓶的 24V/28V 電源，提供車廂內照明所需電力。

六、雷達車廂及裝備組裝作業

雷達組裝作業區分底盤組裝、車廂組裝與雷達裝備組裝 3 個部分，底盤組裝利用人員搬運組裝；車廂組裝得利用吊車或叉動車實施作業；雷達裝備組裝則藉由模組化以 1：1 方式組裝。

(一)吊車組裝又區分兩個步驟，先將底盤與悍馬車車斗連結；再組裝底盤與

車廂部份。組裝全程得注意安全，提防吊鏈鬆脫造成違安事件。組裝費時約 1 個小時；又動車組裝步驟亦同。

(二)待車廂組裝完畢後，就可接著將雷達及個人裝備分別置於車廂定位，並連接所有纜線，此階段費時約 1 小時。

上述兩階段組裝完畢後，爾後操作裝備前就不需再重複組裝(即可節省人攜式的裝載及御載動作及時間)。減少裝備損壞及人為故障，不僅戰力得以提升，裝備的壽限也隨之增加。



圖 8 接收發射機儲放示意圖

資料來源：砲訓部飛彈組教案資料



圖 9 發電機儲放示意圖

資料來源：砲訓部飛彈組教案資料

七、全系統操作

雷達車廂組裝完畢後，接著即可實施系統放列，放列步驟如下：

(一)天線安裝：

因天線放置於車廂最前端的天線櫃內，兩名操作手分別站立於左右車頂開口處，打開天線櫃蓋後，直接取出天線安裝於天線基座上(如附圖 10)。

(二)升起旁波瓣消除器天線：

旁波瓣消除器位於車門左右兩邊上端，使用時直接升起天線並固定之。

(三)連接發電機：

三員操作手先固定發電機滑軌，再將發電機自發電機櫃取出，連結兩條纜線(110V 及 220V)後，就可啟動發電機開始供電。放列時間約 5 分鐘，即可立即執行戰備。

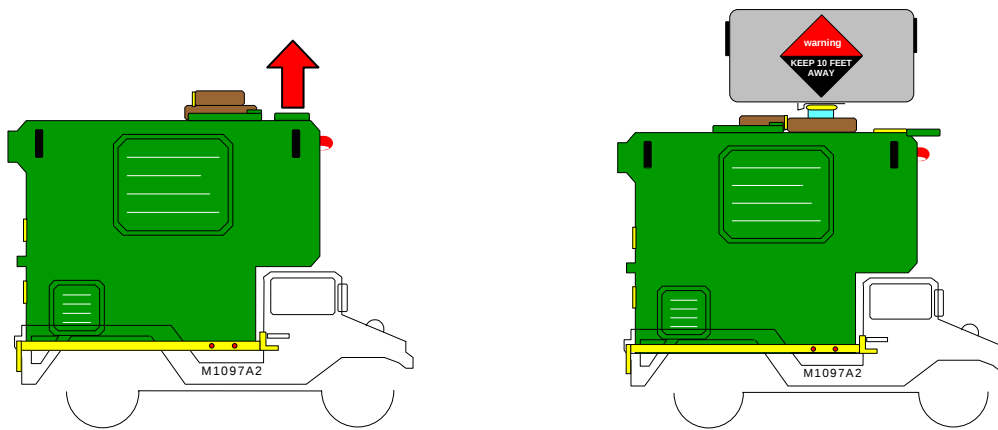


圖 10 雷達天線安裝位置示意圖(左-雷達天線位置、右-雷達組裝位置)

資料來源：作者自行繪製

八、通信

PSTAR 預警雷達系統使用型式為中科院研製之車裝式無線跳頻通信機，此型具備語音及數據傳輸的功能，並包含了電子戰防護所需的(跳頻邏輯、密鑰邏輯等先進設備)，另外內含了與美 SINCGARS 同等級的全球定位定向系統晶片，對於雷達座標定位及通聯上實為一大助益。

因通信機使用模式不同，車載式雷達使用型式為車裝式無線電通信機，其通信距離較人攜式雷達通信距離多了約數十公里，通信品質較佳，極適合野戰部隊長距離、長時間野外作戰。而在頻率管上，僅需透過上級主機即可實施資料輸入及更正，達到保密的效果。

九、補保維修

車載式雷達全系統除雷達裝備外，所有配件(如車廂、發電機、空調系統及室電轉換器等)均為國內技術產製或國內現貨市場上獲得，後勤補保維修極為便利。而因為是國內自行產製而成，如戰時發生緊急事件時，更可利用後備動員的力量，為國軍注入一輪新血，保障裝備的妥善率及常新性。

除此之外，各單位更可利用大賣場採購項目之途徑，向各大契約商採購現貨成品，依規定層級更換其汰換的各部零組件，保持雷達系統穩定與正常，致使防空戰力不致中斷。

十、戰術運用

PSTAR 預警雷達的任務就是及時將 20 公里內的空中情資，傳遞至飛彈班下達射擊要求，不僅縮短其搜索敵機的時間。更有效提升雷達作戰效能，其戰

術運用步驟如下：

(一)雷達陣地位置選定

雷達陣地應選擇於作戰地區內的制高點處(固定陣地、預備陣地)，避免影響雷達偵蒐和無線電通信之遮障地形，平時各級應督促所屬加強陣地經營及設備更新，以致戰時可有效發揮武器裝備之功效。而因天線架設後離地高約 4 公尺，偵蒐空域及範圍較先前寬廣，而相對地面雜訊干擾會明顯降低，有利於空中目標搜索及判定。就通信裝備而言，車裝跳頻無線電通信機使用的「車裝天線」較先前的單機天線，不論是接收增益或發射增益都有明顯的不同，反映在陣地的選擇上更是彈性。

(二)規劃路線及進出要道

研製車載式雷達最大目的，就是要提升野戰防空部隊雷達班的機動能力悍馬車是本世紀經過實戰驗證的戰術輪車，對於適應各種困難地形不是問題。所以在選擇雷達陣地時，應盡量靠近交通要道，以利機動或變換陣地。

就人員操作運用考量而言，操作手操作平台可就陣地位置來決定：

1. 車廂(內)操作：

雷達車廂受到明顯地形、地物或遮障遮蔽時、需長時間操作、夜間執行戰備或極短時間內即須變換陣地時，操作手將雷達啟動後於車廂內執行戰備即可畢竟野戰防空部隊乘員所攜帶之彈種較不適於與地面部隊正面作戰，如此可減少其乘員地面警戒的漏洞，亦可作為防護之用途。

2. 車廂(外)操作：

雷達車廂無受到明顯地形、地物或遮障遮蔽時可利用雷達系統配賦的 100 公尺延伸纜線實施遠距遙控操作，避免遭受敵空中航機攻擊。

(三)系統校正

雷達班的任務，即是將空中航跡目標情資及時的傳遞給飛彈班執行射擊任務，飛彈班須在雷達班所指示的方向和距離上，快速地發現及鎖定目標，這都取決於武器系統是否已做好正確的系統校正。而各下級部隊可利用悍馬車的機動特性，迅速進入戰術位置，並倚靠平時精確的陣地經營設施，快速完成系統校正，於時間內執行防空任務。

(四)全系統定平

每套雷達天線基座各配有手動油壓泵浦及水平儀，可有助於操作手更迅速實施定平操作，有鑑於先前雷達系統作定平調整時均耗費相當的時間，而設計以油壓方式代替，強化定平操作的精準度與時間。

(五)變換陣地

戰時雷達系統於作戰地區內易遭敵機電子戰攻擊(Electronic attack)包含(硬殺-反輻射飛彈、雷射武器，軟殺-偽冒、電子干擾等)，為確保作戰效能和戰場存活度就得不斷實施陣地變換。全系統可在 5 分鐘內可撤收完畢，立刻機動至預備陣地，如此不僅以時間換取空間，更增加戰術運用的彈性。

(六)作戰地區環境影響

電磁頻譜(spectrum)，在有限的大氣窗口下，倚靠空氣(真空)當作介質，用發射及接收的時間來判定目標的位置及距離，然而並不是所有的目標都能顯示在雷達螢幕上，在這大氣空間中，風速、振動及近距離地波雜訊是雷達最主要的頭號敵人。

1. 風速-因作戰地區內至高點，風速強勁、更可怕的是瞬間陣風，這對雷達機件而言，是頭一個最危險的障礙，有鑑於此，這次的構型研改則加裝了風速計，讓雷達班乘員能隨時監控地面風量及速度，決定戰備的狀態。
2. 振動-就振動而言大致分為 2 類，一是其它雷達系統所產生的電磁波，雖頻率不盡相同，但足夠對雷達系統產生額外的接收/處理負擔。二則是地面設施所產生的振動，如發電機或機體內產生的自發振動，這些振動都可以藉由車廂的隔絕，保持電磁波發射/接收增益不被干擾。
3. 近距離地波雜訊-可藉由車廂向上延伸的 4 公尺高度，降低近距離雜訊干擾，以保持目標正確性，避免干擾雜訊影響操作手對目標判定的困難。

肆、省思

一、曾有人質疑，美軍在設計 PSTAR 預警雷達時，是利用人員搬運和組裝，主要是考量不受戰場地形及環境限制，易於部署。而今天我們為何要改成車載式，真是多此一舉。事實是我們要在車輛都不易到達的地方，選為雷達陣地部署架設裝備，就都得完全靠人力搬運，實在是一件不容易的事。雷達系統與一般武器系統性質實屬不同，雷達系統內部機件大部份皆為積體電路及機電敏感性元件，不論是震動或是碰撞都會造成機體的負荷，鑑於先前本軍的戰術測評、駐地輔訪成效及後勤維保記錄看來，只有做好妥善裝備的使用規劃及後勤保養才能保持雷達系統正常的發揮其效能，即將其構型研改為車載式，將有助於指揮官戰術的運用之彈性及減輕保修人員維保之複雜度。

二、亦有人說，野戰防空部隊各雷達陣地是經全盤考量後才決定的，但有些雷達陣地是處於比較偏僻車輛是無法通行的。若只因悍馬車無法到達就無法部署這個陣地，那起不是打亂了全盤布局，影響整體防空作戰戰力的發揮。就每一作戰地區而言，交通網密布。我們只要在最靠近原雷達陣地週圍適當位置選定作為新雷達陣地，即可解決這一問題。而雷達的偵蒐距離有 20 公里遠，足夠彌補這距離上的誤差。再者雷達天線距地面高度有 4 公尺，比放在地上所減少的雜訊不知有多少，偵蒐效果清楚可見，所以對偵搜效果來說其所獲得的好處，絕對是有相當大的益處的。

三、許多人多半不信任由國內研發自製的軍品，認為何必大費周章呢？為何不直接向世界現貨市場購買？事實上，美國也有車載式 PSTAR 預警雷達(如附圖 11、12)，但造價貴，整體結構較簡單，操作環境不佳，且不適合台灣天候及操作適應性。因此，我們才會有構想自行研發，主要就是提供一個好的操作裝備和環境給野戰防空部隊，盡個人綿薄之力；另一個就是為國家節省大筆經費。



圖 11 美製車載式 PSTAR 雷達



圖 12 美製車載式 PSTAR 雷達內部結構

資料來源：詹氏航太軍事資料庫(詹氏防衛週刊 033/007)，2000 年 2 月 16 日。

伍、結論

美洛克希德公司出產之 PSTAR 預警雷達系統(萊茲雷達系統之緣起)研發至今已 12 年的時間，除了中華民國外另有新加坡等 4 個國家使用，從今年最新的詹式年鑑資料中指出，新式 PSTAR 預警雷達除了強化車載的功能外，搜索距離更是往前推進至 30 公里之遠，如何更加強化本軍野戰防空雷達系統的可靠度及能力，是下一階段重要的課題。

有鑑於武器系統輸入來源及傳輸介面不同，造成野戰防空雷達系統鏈結型式亦不盡相同，但積極強化雷達系統之機動能力與後勤維護度，已是克不容緩之事。「雷達」這個看似簡單卻操作複雜的機器，身為雷達教官的我們，更是有背負著教育傳承與創新(innovation)的使命，要在那個 30 公分平方的畫面中，看著滿堆的目標並分析著各種的可能，那怕是個無心的錯誤判斷，都會造成空情的危機與地面部隊的危險，故培養一個雷達操作手與一個飛彈射手實屬一樣的困難。

軍品研發製造是一段即漫長又堅辛且崎嶇不平的道路，在這條道路上看不到盡頭，其中的甘苦更不足以為外人道。但一想到最後研發成功，製成可用的軍品，亦能為部隊戰力提供綿薄之力，又能節省公帑，那種成就感絕非筆墨所能形容。

我們知道以色列與國軍都是使用美製裝備，但也常看到以色列在每次作戰時都會有驚世之舉，不論在戰術的運用還是武器戰力的發揮，都往往能青出於藍，較美軍更來得出色。歸根究底就是以以色列人肯下功夫不斷投資研究，開發出新的戰術及戰技，以提升其戰力。人言「有為者亦若是」只要我們肯積極投入研發，相信假以時日我們將會是第二個以色列。

參考資料

- 一、陸軍飛彈砲兵學校飛彈組預警雷達小組 PSTAR 預警雷達教案資料。
- 二、詹氏航太軍事資料庫(詹氏防衛週刊 033/007)，2000 年 2 月 16 日。

作者基本資料

唐經錚上尉，學歷：砲校官分班 90 年班、野戰防空正規班 189 期。經歷：排長、教官、空業官。現任單位(陸軍飛彈砲兵學校飛彈組預警雷達小組上尉教官)台南永康郵政 90681-14 號信箱，06-2336978#934379。