

精進夜視裝備效能強化小部隊夜間作戰訓練之研究

作者/張曜溍少校



張曜溍少校，陸軍官校 87 年班、步校正規班 338 期畢業；曾任排長、連長、訓練官、步訓部戰術組教官，現任職於教育部新竹市光復中學軍訓教官。

提 要

- 一、有機的物體會無時無刻地在向外發射紅外線，故無論白天或黑夜，我們所接觸到的空間皆充滿了紅外線，但紅外線無論強與弱，是無法用肉眼看到的，所以各國均投入資源研究應用光電探測和成相器材，其目標是將肉眼無法看到的物體轉換成(或增強)利用輔助器材，協助眼睛在黑暗處可看到目標物之外觀影像，這技術日益發達，亦相對提升了夜間作戰效能。
- 二、傳統夜間作戰是利用黑暗掩護戰力較弱的一方，實施兵力調動與運用，達到以弱敵強的戰鬥方式之一，通常是攻擊有限的目標。近代夜間觀測裝備科技化，夜間作戰優劣形式已產生反轉作用，實施傳統之夜間作戰困難度日益提高，黑暗已是配賦高精密夜視裝備之部隊，展現出強者更強，以優勢戰力強壓對方的最好利用空間。
- 三、從近代戰爭中觀察各國夜間作戰仍是以小規模為主，通常是藉夜間機動，奪取關節要點，運用小部隊實施滲透與攻擊，有效掩護後續之軍事行動，在最短時間內奠定大規模作戰致勝基礎。因此，如何運用夜視裝備落實夜戰訓練，定期實施夜間戰備任務訓練，對於提昇部隊夜戰能力，必能有極大之助益。

關鍵詞：夜視技術、紅外線、夜戰、熱輻射、熱成像

壹、前言

隨著科技的進步，夜視裝備日新月異的推出新的品項，戰場透明度大幅提升，黑夜不再是夜間作戰最好的掩護，現代戰爭已是如何有效利用高科技夜視裝備，將黑夜轉換如白晝般的視覺效果，讓戰力能夠達到白天所做不到的效果與要求；唯有運用高效能裝備實施夜間偵察、搜索、觀測、警戒、掩護、連絡等，方能有效率執行效高、損小的作戰任務。本篇研究以夜視裝備對小部隊夜間作戰之影響為主軸，範圍以先進國家夜視技術與裝備發展之歷程，並針對近代戰史運用與本軍小部隊組織調整後之夜戰能力實施分析，探討在現代戰爭中，為了控制戰場的動態發展，藉「模擬實戰」之訓練與驗證，以小部隊為基礎，從改良訓練環境以提高夜戰能力，並要積極研究反制敵軍夜視器材的效能，進而能夠健全夜間作戰訓練，有效率強化小部隊夜間作戰能力。

貳、夜視技術演進

研究發現有機物體是不斷地散發紅外線，所接觸到的空間無時無刻皆充滿了紅外線，在夜暗環境中，除了大量的紅外線之外，還有微量光的存在，這些存在夜暗中的少量自然光，如月光、星光、大氣輝光等光源與日光相較之下顯得十分微弱，所以又稱作夜微光。人類受限於自然環境及生理機制等因素，長期演化的結果，使得人眼於日間對影像清晰度及色彩層次感的辨識遠大於夜間，這就是人們在夜暗環境中無法正常觀察的一個原因，因此各國積極研究如何應用光電探測和成相技術，將肉眼不可視之目標轉換成(或增強)肉眼可視影像的一種資訊採集、處理和顯示的夜視技術，其技術發展演進主要包含：紅外線轉換技術、微光影像增強技術、紅外線熱源成像技術和新型的固態成像技術四個階段概述如後：

一、紅外線轉換技術：

此種技術出現於 30 年代初期，在第二次世界大戰期間獲得了較大的發展，戰後又經過多年研究與改進，成為最早獲得實際應用之技術，此技術最為成熟，且為 60 年代前夜視技術之主流。該技術係利用一種紅外光電效應(光電子發射於真空中的運動過程)的真空零件(紅外線變像管)做探測器和顯示器，紅外線變像管係將紅外線光譜範圍內

的電磁輻射轉換成電流之一種裝置，可將紅外光通過此裝置，將不可視的電像轉變成肉眼可見的光學像，達到觀察之目的，即利用光-電-光的二次變換原理，將景物不可視之近紅外線輻射圖像轉變成可見光圖像之技術，故又名為紅外線轉換技術。但由於作為頻譜轉換器的紅外線變像管本身增益(在輸入功率相等的條件下，實際與理想的輻射單元於空間同點處所產生之功率密度比)較低，工作時需要利用人工的方式照射紅外線以提高景物反射光量，所以是一種主動式的夜視技術。¹

二、微光影像增強技術：

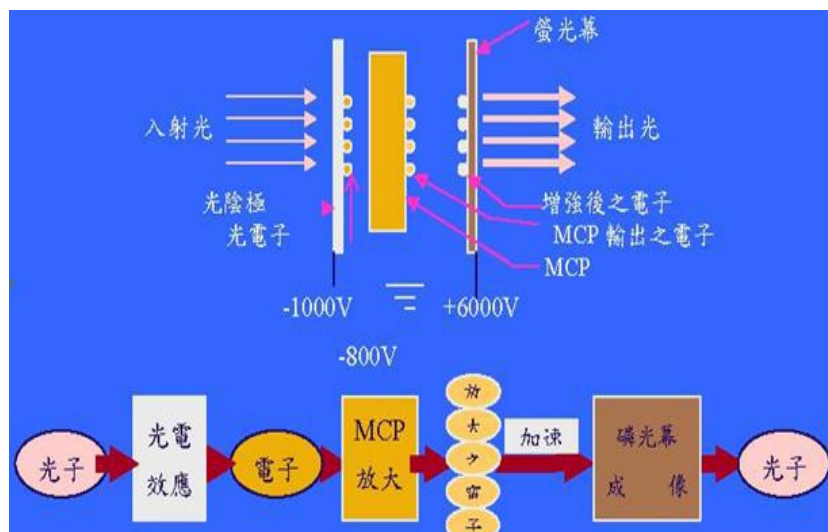
微光影像增強技術在 60 年代後便迅速的發展，為一種新式的實用性夜視技術。在此期間，中印戰爭和幾次的中東戰爭中所暴露出的主動式夜視鏡的缺點，促使了被動式夜視技術的迅速發展。這類型的技術，其原理係利用光的傳輸，也就是光子的運動，即使在最黑暗的狀況之下，仍會有光子的存在，微光影像增強技術能夠收集來自物體放射或反射的可用光子，並有效地放大這些光子，使在低光度的情形下亦能獲得較清晰的影像。微光影像增強技術最重要之零件為光放管(影像增強器)，該裝置由光陰極、電流放大器、螢光幕及光纖輸出介面所組成，其外緣則覆以產生高電壓之電源供應器，其作用可將微弱光線放大並轉換成可見光。其作用流程為夜視鏡光放管工作原理，當外界微弱的入射光打在光陰極上，產生光電效應，²放出光電子，這些光電子藉微通導板經外加磁場加速放大後輸出，射向螢光幕，進而出現增強的明亮圖像並成像於螢光幕，光放管工作原理示意。³(如圖一)

¹梁介豪，〈夜視裝備發展現況與砲兵運用之研析〉《砲兵季刊》(台南)，第 154 期，砲兵季刊社，2009 年，頁 3~4。

²張忠才，〈夜視裝備簡介〉《航特部隊學術半年刊》(台南)，第 39 期，航特部季刊社，民國 93 年 3 月，頁 153。

³林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》(台南)，第 169 期，砲兵季刊社，頁 38。

圖一 光放管工作原理示意圖



資料來源：林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》（台南），第 169 期，頁 38。

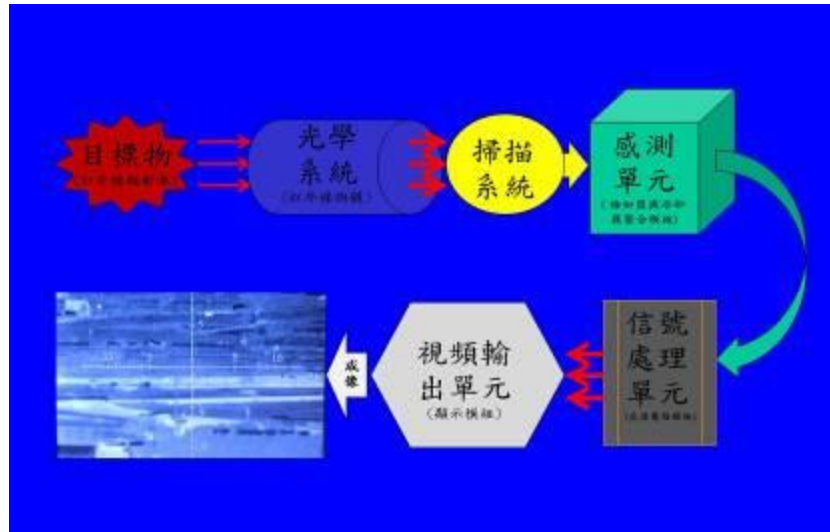
三、紅外線熱源成像技術：

紅外線熱源成像技術係利用一種內光電效應的半導體組件做為探測器，將景物自身所散發出的中、遠紅外線(熱能)輻射圖像轉換成電荷圖像，經技術處理後放大，並由相應的顯示器還原成可見光圖像。由於遠紅外線成像技術係直接利用熱輻射成像，所以通常又稱為熱像技術。熱像技術不需要任何的光，系統接受物體本身輻射出之熱能，再予以成像，熱像儀接收的是紅外光，所謂的紅外線光是一種看不見的光，它的波長是介於可見光和微波之間，屬於紅外光的波段涵蓋了三個波段：1-3 微米短波紅外線波段、3-5 微米中波紅外線波段、8-12 微米長波紅外線波段等。其中以 3-5 微米和 8-12 微米兩波段在大氣中的傳導性較佳，並且這兩種波段對雲霧和煙的穿透性較佳，所以熱像技術泛指此兩種波段而言。⁴因其依賴景物各部所散發出輻射之能量多寡來獲得景像之原理，工作時亦不需使用人工的方式照射紅外線來提高景物反射光量，所以也是一種被動式的夜視技術。此技術是以探測目標物體的紅外線輻射源，並通過光電轉換、掃描系統與信號處理等手段，將目標物體的溫度分布圖像轉換成視頻圖像，藉由視頻輸出單元顯示成像，其作用流程示意。⁵(如圖二)

⁴林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》（台南），第 169 期，砲兵季刊社，頁 38。

⁵苗沛元，《現代紅外線系統工程實務》，（台北：東華書局，民國 98 年 9 月），頁 138。

圖二 熱成像作用流程示意圖



資料來源：筆者自行繪製

四、新型固態成像技術：

由於集成電路(如微型電子器零件)的快速發展，使得固態探測及固態顯示零件廣泛地被使用。特別是 70 年代以後，由於電荷耦合零件的出現，才使固態成像的夜視技術有了較大的突破。此種技術是利用固態的光敏零件做成探測器，固態的發光零件做成顯示器，且採用全固態化電路進行圖像的轉換、處理並增強至適合觀察的亮度，故稱為固態成像技術。

參、夜視裝備發展現況

依據夜視技術發展過程而演化至今所使用之夜視裝備可分為「主動式」及「被動式」兩類，「主動式」需主動發射信號或光源方能偵測或看清目標之裝備稱之為主動式裝備；「被動式」不對外發射信號，僅被動的接收目標所發出之信號者，稱之為被動式裝備，為了防止發射信號或光源被敵方偵測，曝露觀測人員位置，⁶進而發展出可偵測熱源輻射成像之夜視儀，其夜視裝備研製過程依照其特性又可區分為 3 大系統：⁷

⁶林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》(台南)，第 169 期，砲兵季刊社，頁 37~38。

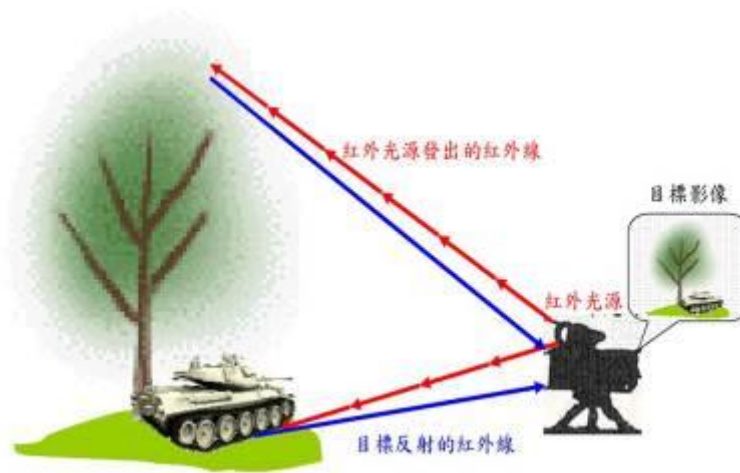
⁷《衝破戰爭的迷霧-偵察與反偵察》，國防科技大學出版社，2000 年 8 月，頁 159~175。

一、主動式紅外線夜視儀：

德國於第二次世界大戰期間首先研製一種主動式紅外線夜視儀，此種紅外線夜視儀，實際上就是由探照燈演化而來的，因此可稱為紅外線探照燈。

其原理係利用肉眼看不見的紅外線照射於目標上，利用反射後之紅外線光匯聚至紅外線變像管，此種紅外線變像管是一種真空管，由陽極、陰極和螢光屏組成，在陽極表面鍍有一層銀氧銫薄膜，當薄膜受到紅外線照射後會產生電子，而產生電子的多寡，將隨著紅外線照射的強弱而有所變化，即紅外線越強產生的電子越多；另一方面通過紅外線變像管的陰極，將目標反射的紅外線圖像轉變成電子圖像，在此同時，陰極產生的電子在陽極的吸引下以高速狀態撞擊螢光屏，此狀態又將電子圖像轉變成可見光圖像，進而成為人眼所能觀察之圖像。⁸（如圖三）通常主動式紅外線夜視儀針對重量及體積都有一定的限制，致使紅外線探照燈的功率無法太大，一般作用距離約為 300 公尺左右。

圖三 主動式紅外線夜視儀作用原理示意圖



資料來源：梁介豪，〈夜視裝備發展現況與砲兵運用之研析〉《陸軍砲兵季刊》（台南），第 154 期，頁 15。

⁸梁介豪，〈夜視裝備發展現況與砲兵運用之研析〉《砲兵季刊》（台南），第 154 期，砲兵季刊社，2009 年，頁 4~5。

主動式紅外線夜視儀之優點，因本身需發射紅外線光源照射目標，且觀測效果不受環境光度強弱的影響，故能獲得較大的反差，易於從背景中辨認目標。但此優點也成為最致命的缺點，因為裝備本身發射紅外線光源，只要對方使用紅外線探測器時，就容易被察覺，且遭受敵軍攻擊。

二、星光夜視鏡：

星光夜視鏡發展到第三代加強型，其效果已遠超越主動式夜視鏡，不僅體積更小、重量更輕且觀測距離更遠，因此可適用於夜間觀測及個人攜帶，其觀測效果。(如圖四)惟星光夜視鏡易受天候影響，無法穿透雲霧等缺點，故在風、雪、雨、沙的環境中使用，將使得觀測距離降低，且該裝備觀測距離通常為 1000~2000 公尺之間。

圖四 用星光夜視鏡觀測下的步槍兵



資料來源：

<http://news.163.com/photoview/00AQ0001/9554.html#p=68NSMSEH00AQ0001>

星光夜視鏡通常由影像增強器、目鏡和物鏡等光學系統組成，目前國內軍備局 402 廠已生產 TS93 式步機槍夜視鏡與 TS96 式夜視鏡(雙目單筒及單目單筒等兩類)供國軍選用，現貨市場亦有美國 ATN 公司所生產 Night Scout 型雙目夜視鏡及 Viper 型單目夜視鏡，但其偵測距離約 1000 至 2000 公尺，其功能適合夜間巡邏、車輛維修及近距離作業，其外觀、功能及特點。(如表一)

表一 夜視鏡對照表

區分	國產軍備局生產製造中心	美國 A T N 公司
外觀		
功能說明	1. TS96式雙眼單筒夜視鏡，作用為夜間或微弱光源狀況下的近距離資料閱讀、巡邏、駕駛、機器設備操作、監視、單兵作戰、構築工事等。 2. TS96式單眼單筒夜視鏡，為頭戴(可分離)式單兵用被動式夜視鏡，適合部隊指揮官於夜間陣地指揮與戰況掌握，亦可做近距離觀測與監視搜索用。	1. 手持式Night Scout雙目夜視鏡擁有5倍變焦系統及紅外線照明裝置，於夜間使用精確度佳，攜帶方便。 2. Viper型單目夜視鏡內建特殊變焦系統，可使原本一倍變焦調整為4倍或8倍，Viper是目前市場最小型的夜視裝備，並擁有智慧型紅外線照明裝置。
特點	1. 在無光時，可開輔助紅外線光源，增加明亮度，具有強光自動保護裝置，亮度超過限制，電源會自動切斷。 2. TS84A1式夜視望眼鏡內附有十字刻劃板可簡易測距。	1. 內建特殊變焦系統，可使原本1倍變焦調整為4倍或8倍。 2. 目前市場最小型及重量輕的夜視裝備。

資料來源：作者自行整理。

三、紅外線熱像儀：

自然界中任何一種物體只要溫度高於絕對零度(攝氏零下 273 度)時，就會發出紅外線輻射光，不同溫度所發出的熱輻射頻率亦不相同，這些熱輻射的波長是屬於紅外光的範圍，因此只要能偵測到頻率，將其轉換成肉眼可見的頻率，不受日夜之影響，亦可於夜間辨識出所有的物體。

而紅外線熱像儀則是靠接收目標自身所發出的紅外線而成像，其所顯示之圖像反映了目標表面各部位所發射的紅外線之強弱，而所發射出的紅外線之強弱，又取決於該部位溫度的高低，故所顯示的圖像在實質上，反映出目標表面各部分的溫差，因而又稱為熱顯像儀。由於熱顯像儀工作方式是屬於完全被動式，不易被對方發現及干擾，且熱輻射於大氣中之傳輸能力較佳，可使熱顯像儀無論白天或黑夜皆具備透過霧、雨、雪之能力。熱成像儀的優點還具有可探測到其他手

段所無法區別之目標。例如，可發現軍事人員車輛活動過後或撤離之地區，還可揭露各種軍事偽裝，並可穿透偽裝網等較薄之掩蔽物。(如圖五)其作用距離較遠，使用於手持觀察和瞄準射擊時，其作用距離為 2000~3000 公尺，若用於艦艇上進行水面觀察時，作用距離可達 1 萬公尺。⁹

圖五 紅外線熱成像儀夜間偵測偽裝戰車景況



資料來源：<http://club.mil.news.sina.com.cn/thread-188257-1-5.html>

熱像儀使視覺偽裝已不如往昔那麼有效，英國陸軍曾於福島戰爭中測試過多功能熱像儀，就戰車而言，即使藏於樹叢或沿樹林邊緣行駛，都難逃熱像儀之偵察，國內可生產製造與推展其裝備，其外觀、功能及特點，(如表二)國產之熱像儀顯像亦有不錯效果。¹⁰(如圖六)

表二 熱像儀說明表

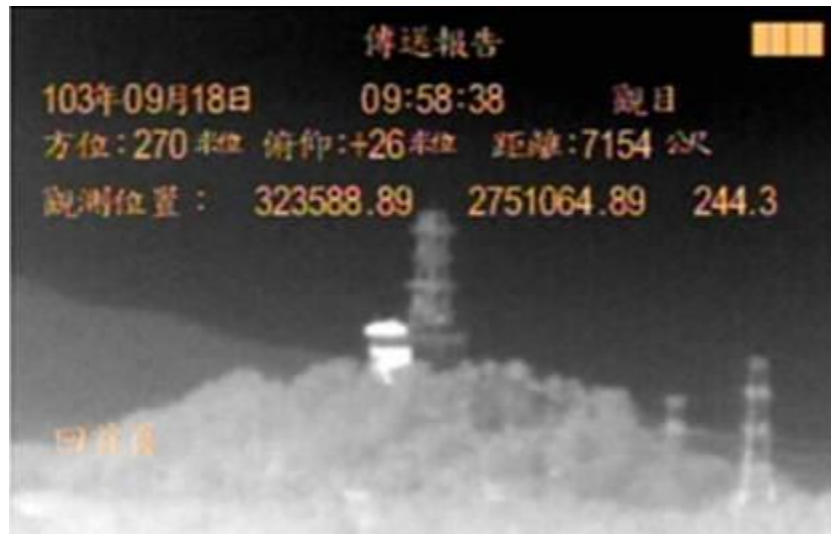
外觀	 TS102式手持式熱像儀 CS/PAS-5熱影像系統	 神鷹1型手攜式熱像儀 JIM LR 熱顯像儀
功能	被動式熱像裝備，係利用中波紅外線(3-5um)焦面陣列檢知器偵測目標物之熱輻射，轉換成影像，可於不同光度下或煙霧瀰漫等環境進行遠距離之觀測、偵蒐與目標辨識。	
特點	1. 具磁偏校正功能。 2. 可單獨供手持使用。	模組化觀念設計，可視戰場場景選擇。

資料來源：林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》(台南)，第 169 期，頁 41。

⁹梁介豪，〈夜視裝備發展現況與砲兵運用之研析〉《砲兵季刊》(台南)，第 154 期，砲兵季刊社，2009 年，頁 7~8。

¹⁰林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》(台南)，第 169 期，砲兵季刊社，頁 40。

圖六 CS/PAS-5 熱影像系統夜間偵測 7 公里建築物景況



資料來源：林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》（台南），第 169 期，頁 40。

肆、夜視裝備優、缺點分析

現行各種夜視裝備性能各有差異，其功能亦有所不同，當前較廣泛使用的有主動式紅外線夜視鏡、被動式微光夜視鏡，被動式熱成像裝置等三種，而這三種夜視裝備系統其優、缺點分析：¹¹（如表三）

表三 夜視裝備三種系統優、缺點之分析表

夜 視 裝 備 三 種 系 統 優 、 缺 點 之 分 析			
項次	裝 備 系 統	優 點	缺 點
1	主動式紅外線夜視鏡	1. 技術成熟、造價低廉、像質較好 2. 具有紅外線探照可照明場景，受外界自然環境照明條件影響較小。 3. 紅外線光束照於目標上，可使目標與背景形成明暗反差，利於觀測。	1. 體積大、重量重、耗電多。 2. 觀測的範圍和功率受限制。 3. 易暴露，無法發揮隱匿效果。
2	被動式微光夜視鏡	1. 技術成熟、造價較低、構造簡單。 2. 體積較小、重量較輕、耗電較小、像質較好、圖像3D立體效果較佳等。 3. 僅需利用夜暗自然天光來照明景物，不需使用人工紅外線光源，故在使用上較安全可靠。	1. 觀察效果和距離，易受環境光度和大氣透明度所影響，因景物間本身反差較小，圖像平淡，層次較不分明。 2. 易受密集的濃雲、貼近地面的煙霧與定向的散射之影響，使得景物的照度和對比度明顯下降，影響觀測效果。 3. 易受偽裝的欺騙和干擾。

¹¹ 王湘蓉，〈試論夜間作戰準備〉《陸軍月刊》（桃園），第 40 卷，第 468 期，民國 93 年 8 月，頁 57。

3	被動式熱顯像夜視鏡	1. 不受周圍環境的自然照明條件影響，使用上安全可靠。 2. 一般的軍事目標自體所發出較強長波的熱輻射源利於在大氣中傳輸，易於實施遠距離探測。 3. 具有可識別偽裝和穿透煙霧等獨特優點，可在能見度不良的白晝，做為晝間觀測輔助之手段，適於全天候使用。	1. 構造複雜、體積較大、重量重、技術難、成本高。 2. 於熱探測器作業時，須於在低溫下工作，故需附加致冷裝置。 3. 溫度對比之圖像顯示，觀測時與可見光對比的圖像有所差異，圖像3D立體效果較差。 4. 適應時間較長。 5. 影響單兵運動協調性較大。
---	-----------	--	---

資料來源：作者自行調製

伍、夜視裝備系統之限制

主動式紅外線夜視鏡、被動式微光夜視鏡，被動式熱成像裝置這三種夜視裝備系統雖各有其特性及效果，但目前仍有下列幾點限制尚待克服。

一、視界限制：

視界可區分距離與角度，夜視器材之視界一般約為 8~40 度間，在 200 公尺距離時，所觀測之正面大約為 40~50 公尺，而觀測距離縮短，觀測正面亦相對縮小，若觀測距離增大，則影像模糊分辨困難。

二、地形限制：

夜視器材在使用上對目標僅能行直接觀測，因此對於各種建築物、地形起伏較大或較複雜之區域，使用時均造成觀測上之障礙。

三、天候限制：

夜視器材對於天候極為敏感，尤其是在雨、濃霧、風雪等天候不佳的條件環境影響下，將使得夜視器材於觀測時，效果大為減低或者導致無法觀測。

四、易受干擾：

夜間觀測器材若受火光、燈光、紅外光直接照射後，其觀測效果將顯著地降低，僅能見到對方光源並無觀測效果，又因夜視器材無法透視煙幕，故煙幕亦會減低觀測效果，形成觀測上之障礙。

五、目標搜索不易：

夜間觀測使用時無法分辨自然色彩，對於目標物之搜索僅能根據其外型、輪廓與各種物體對光度反射之程度所產生之明暗對比，藉以判斷目標性質，故易造成誤判。

六、分辨識別困難：

作戰地區內敵我之活動，對夜視器材均能產生感應，但卻無識別能力，僅能憑藉觀測、操作人員經驗作判斷，故易造成誤擊。¹²

陸、夜視裝備成功運用戰史

1934 年荷蘭的霍爾斯特(G. Holst)等人研製出第一支紅外線變像管，樹立起了人類突破夜暗的里程碑。接著在第二次世界大戰期間，德國納粹在車輛上裝配在夜間不用可見光照明下，就可以進行偵察的紅外線夜視儀，利用夜幕成功避開盟軍的監視與空襲，快速地將世界上最早的導彈-V-2 飛彈送上前線。

二戰後美國率先研究開發夜視技術，每年花費上億美元的經費研製各種夜視器材。美軍在 60 年代的越南戰場上使用了汽車紅外線夜視駕駛儀、戰車紅外線潛望鏡、指揮官用夜視鏡和星光電視等多種夜視器材。埃及和以色列在 70 年代中東戰場上皆在戰車上加裝主動式紅外線夜視儀，埃及還在裝甲車上加裝星光夜視鏡。

1982 年的英阿福克蘭群島戰役中，英軍在登陸後，就是憑藉著夜視裝備，並利用其裝備特性，在夜晚發起攻擊，使得無夜視能力的阿軍傷亡慘重。1986 年美軍空襲利比亞於卡扎菲的總部時，亦利用先進的紅外線技術，將前視紅外線機載於戰機上，因此能準確地將炸彈投擲於目標上破壞目標。

而在 1991 年波灣戰爭中，美軍因具備夜間作戰的能力，使得夜晚變得如同白晝般，夜間戰場更透明化，進而獲得豐碩的戰果。尤其多國部隊在 28 天的空襲中，絕大部分是在夜間進行，此舉不但使戰機存活率提高，亦給伊拉克軍隊帶來恐慌及震撼，而以美國為首的聯軍部隊能以極小的傷亡，擊潰擁有世界第四強陸軍的伊拉克，究其原因乃是在作戰中運用了具有夜戰能力之戰機，迅速摧毀伊拉克防空及指、管、通、情系統和重要軍事設施，奠定了勝利的基石，也使得夜間攻擊的戰術成為了未來作戰的主流。

由於夜視器材不斷更新，可預見在未來戰場上，遭遇夜戰的機會將更為頻繁，故如何研發及有效的運用夜視器材，以提升部隊夜戰能力，實為當務之急。¹³

¹² 譚吉春，《夜視技術》，(北京)，國防工業出版社，1999 年，頁 112~126。

¹³ 《衝破戰爭的迷霧-偵察與反偵察》，國防科技大學出版社，2000 年 8 月，頁 152~153。

柒、小部隊夜間戰鬥能力分析

國軍小部隊以往夜間作戰訓練，著重在戰技及戰鬥層面，然在高技術的夜視裝備的研發與運用方面，還達不到現代化戰場要求標準，導致夜間戰鬥仍停留在配掛夜視鏡打傳統型態戰鬥。經歷多年來的組織調整後，小部隊現行夜間作戰訓練，從基礎夜間訓練，逐漸提升至班、排、連戰鬥教練，然在夜視器材不足及師資缺乏狀況下，使得驗證之方式，仍以傳統之鑑測模式。且各項演訓中，皆以機甲部隊為主，缺乏夜間作戰之驗證項目，致使小部隊夜間訓練，除加強訓練時數外，無法依據全員全裝於夜間從事作戰準備，以研擬出具體之夜間作戰戰術戰法。然夜視器材運用於夜戰後，對小部隊夜間戰鬥之影響諸如以下幾點：

一、觀測與射擊：

以往戰場上賴以與敵保持接觸之觀測與射擊，因夜暗之降臨，而減低效能，甚至得配合戰場照明(如探照燈、照明彈與燎火堆等)、射擊標定等器材使用，容易形成行動暴露的致命傷。如今隨各型夜視鏡之使用，已獲得改善，使夜戰更接近晝間的要領。

二、隱蔽與掩蔽：

傳統夜間作戰，常藉夜暗之掩護隱匿企圖爭取主動，以轉變優劣形勢。然因夜視器材的投入戰場，導致攻防雙方的一切行動，均可能暴露在對方的偵測之下，奇襲成功的機率也相對減低。

三、搜索警戒：

在未配備夜視器材之前提下，遂行夜間搜索、警戒時，搜索部隊常感目標識別不易方向維持困難，且需接近至敵陣地內或附近，方能獲得所需之情報資料；至於警戒部隊，則需將陣地變換至較低的位置，並派出巡查彌補間隙，利用潛伏哨、聽音哨、音響障礙等手段，輔助警戒任務。若能配賦夜視器材於搜、警中，那麼因夜暗產生之各項限制因素，均可迎刃而解。

四、指揮連絡：

部隊作戰常用傳統之聲視號指揮連絡方式，除聲號連絡，僅能在非戰鬥狀況下使用外，其餘之連絡方式，幾乎無一能適用於夜戰。然而，隨著各類夜視器材裝備之發展與運用，致晝、夜間之指揮連絡將漸趨一致。

五、戰鬥隊形：

傳統夜戰因能見度不良，部隊指揮管制、觀測連絡不易，致使部隊運動隊形，以一或二路縱隊前進。若在敵軍部隊配備精良夜視器材的情況下，我軍部隊傷亡程度將相對提高。

六、火力支援：

傳統夜戰之火力支援，通常藉晝間完成偵察、計畫與夜間標定射擊，或利用夜間照明方式支援射擊任務。然而因各型武器已能配賦夜間瞄準鏡，致使支援火力亦能於夜戰時，行直接或間接觀測射擊，大幅提升支援效能。

本軍 TS96 頭載式夜視鏡，可供單兵於偵察、搜索、戰鬥與射擊使用，使單兵可同時具備裸視與夜視之能力，無論戰鬥人員由亮處進入暗處，或由暗處進入亮處，均可直接以裸視或夜視的單眼實施觀測，且運動時身體的協調性更佳，在加上 TS96 式單眼單筒夜視鏡可拆裝於槍上使用之特性，搭配內紅、綠光快速瞄準具，可改變以往夜間射擊方式，僅需要點對點（如圖七）即可快速瞄準射擊，改變以往需三點連成線之瞄準射擊法，使得射擊精準度提高、觀瞄速度加快及不受貼腮瞄準法限制，因內紅、綠光快速瞄準具之瞄準視覺角度不受限制之特性，更進一步地強化了單兵於戰鬥時之射擊協調性。

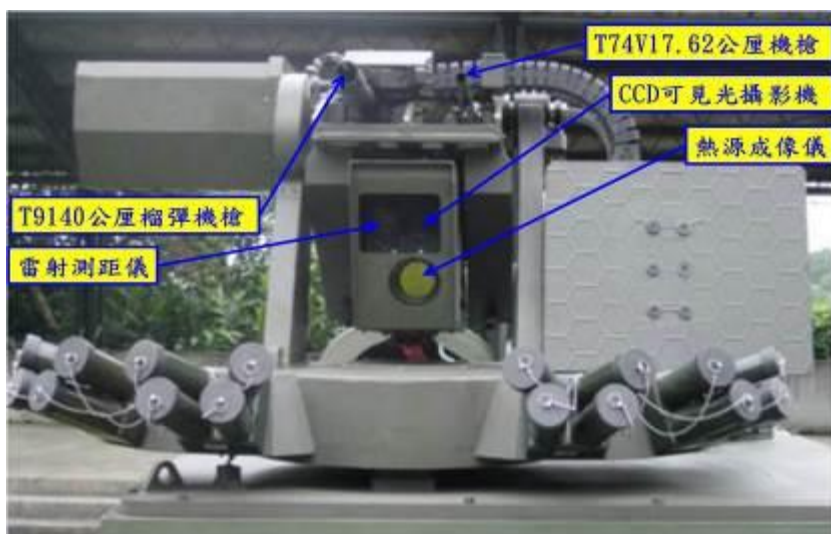
圖七 星光夜視鏡觀測下內紅綠光快速瞄準器



資料來源：作者自行拍攝。

機步營 CM33 輪型戰鬥車配備之熱影像觀瞄裝備，位於武器系統正下方並與之同軸之觀瞄系統所組合而成之遙控槍塔(如圖八)，全系統是由 CCD 可見光攝影機、全天候螢幕式熱像瞄準具及雷射測距儀等所組成，射擊中主要是藉熱源成像儀及 CCD 可見光攝影機進行目標搜索、觀測、辨識及瞄準，再利用雷射測距儀完成目標的距離判定，同時透過射控系統內建射表，自動調整武器系統仰角與風偏修正，¹⁴此時，射手僅需打開保險射擊即可命中目標。

圖八 星光夜視鏡觀測下內紅綠光快速瞄準器



資料來源：作者自行拍攝

捌、提升小部隊夜戰能力作法

未來戰場上夜戰的機會將更為頻繁，故如何研發及有效運用夜視器材，以提升部隊夜戰能力，實為當務。然先進裝備雖有一定之優勢，但在我尚未完全獲得裝備之情況下，亦可利用各項條件相應之，其防制作為如下：

一、積極籌補高性能之夜視器材：

欲提升夜間作戰能力，必須積極籌補具現代化夜視器材(如不可見光雷射指標器、不可見光戰場照明器材、不可見光敵我識別器及熱顯像儀等)，並針對其特性配發至單兵使用，藉以提升夜間作戰能力。

二、充分利用各種自然條件：

¹⁴張開耀，〈彈道係數的修正〉，<http://blog.renren.com/share/156340635/11808157992>，頁 01。(檢索時間 104 年 2 月 14 日)

針對人員、車輛、武器等裝備逕行遮蔽，且充分利用各種地形、地物等自然條件配合偽裝，致使敵夜視器材無法通視或辨識，並可能避開透空及開闊地，以達偽裝、隱、掩蔽之效果。

三、利用惡劣之天候：

在惡劣天候狀況條件下，可利用其特性所產生之風沙、塵土等現象，使敵夜視器材降低其觀測效能，亦可造成敵夜視器材無法正常地發揮觀測效果，以達防制之作為。

四、靈活運用部隊運動：

若在夜視器材的視距範圍內，易發現高大、運動之目標，難發現低小、靜止的目標，易發現突出、透空之目標，難發現位於低窪、陰暗的目標，易發現橫向運動的目標，難發現縱向運動的目標；另夜視器材的視界，用於觀測上的範圍，一般約 50 度，用於駕駛上的範圍一般為 90 度；而用於瞄準具上的範圍一般為 10 度。而一般正常人眼睛的視界水平範圍約 190 度、垂直方向範圍約為 110 度，所以利用夜視器材實施觀測，易形成搜索時間較長，發現目標較慢，因此為了減少暴露軍事目標，則必需靈活運用各種部隊運動。

五、運用各種偽裝方法，迷惑敵之偵測：

偽裝為反制敵夜視裝備之最佳手段，除一般偽裝要領外，更應針對夜視器材之熱能偵測特性加以強化，如改變裝備外觀、減少裝備反光及熱輻射源之散佈，以假人、假陣地、假車輛等實施欺敵措施，混淆敵之觀察；然就實質上而言，就是減少目標與背景間的反射或輻射之溫度差別，而隨著各種不同性能的夜視器材的相繼發明，偽裝的方法亦有所分別：

(一)對反制主動式紅外線夜視器材，其偽裝乃以利用地形、地物、植物與背景圖形等自然條件下，進行偽裝以減少目標與背景對紅外線的反射差別，例如植物對紅外線反射能力強，火砲、車輛對紅外線反射能力弱，將在夜視器材的螢光屏上形成明暗對比，即目標容易暴露，所以用植物將目標偽裝起來就能消除目標與背景對紅外線之反射差別以達到隱蔽之目的。

(二)對反制微光夜視鏡其偽裝原則，儘量縮小目標與現地背景對夜天光之反射差，特別是微光夜視鏡對反光強的物體，像槍、燈、天線等最敏感，應防止外露。

(三)對反制熱像儀其偽裝原則，乃在消除或減少目標與背景熱輻射之溫差，例如對人員、設施、車輛等目標，可採用多層隔熱材料、泡沫塑料等塗覆車體，以取得改變目標熱圖像形狀的偽裝效果。另外一種隔熱層置於偽裝網與目標之間亦可改變目標固有熱輻射分佈狀態，使目標與背景具備熱輻射相同之特性，方能防止主動與被動紅外線之探測。

六、採用各種干擾措施

(一)煙幕干擾：

採取煙幕干擾措施最為簡單、快速、有效的一種方法，此方法能夠使主動式紅外線夜視器材和微光夜視器材觀測效果下降或失效，但對熱像儀之干擾則影響效果較差。

(二)欺騙干擾：

若敵使用主動式紅外線夜視鏡與被動式星光夜視鏡實施觀測，將對真假目標識別不易，因此可採取相關防制作為(如假人、假車輛、假陣地等措施)，藉以迷惑敵方，可誤導敵判斷與決策上之錯誤。

(三)強光干擾：

除熱顯像儀受強光影響因素較低外，主動式紅外線儀及星光夜視鏡受強光照射均無法有效發揮其夜間觀測功能，可利用功率較大之不可見光 LED 照明燈實施戰場照明，干擾敵之觀測，進而影響其射擊，唯實施強光戰場照明干擾恐將暴露自身位置，可配合利用具光電傳感器之裝置，使用雷射致盲方式實施干擾，將敵觀測人員肉眼或夜視器材實施燒毀致盲。

(四)器材偵察與火力相結合：

當搜索目標時，對任何可疑閃光、螢光，均不可放棄。一般而言，以紅外線觀察敵方紅外線時，會產生暗綠色光球，而以紅外線觀察敵星光夜視鏡時，會產生綠色螢光點，若以星光夜視鏡看紅外線時，則會產生白色光球，如有上述情況發生，則可優先使用火力，間滅敵人，摧毀敵夜視裝備。

七、建置擬真訓練環境與機制：

為使夜戰訓練由傳統逐次轉化成科技化、模訓化訓練，應於各基訓中心建置夜戰情境模擬訓練場地(如夜戰情境模擬教室)，讓進訓官兵在實景環境體會真實戰場。受限於場地因素則可以班為單位施訓

及鑑測，訓場中各項設施及狀況設置，均依據戰場上可能遇到之各種地形及各類部隊特性，如灘岸、叢林、城鎮、障礙、視線灰暗及突發狀況等加以設計，進訓部隊能利用夜視及輔助裝備，在夜間遂行戰鬥。¹⁵突破傳統訓練方式，結合動畫、影像、聲光和雷射等電腦模擬技術，融入現代戰爭情境，營造仿真的夜戰訓練場景，並以模擬實境技術使官兵在各種夜間的戰場環境中與電腦監控的假想敵軍實施交戰，並藉由模擬訓練中心主控台的遠端監控，指揮掌握與記錄分析訓練效果，讓參訓官兵能實際與假想敵軍交手，提升實戰能力。¹⁶

玖、結語

部隊訓練最大癥結是受到正常作息與演訓部隊安全的影響，因此，訓練時讓戰鬥節奏盡量不要影響部隊正常三餐與晚上休息，已是普遍共同的概念，夜間發生意外比例高，在訓練強度上比較容易降低，嚴格的訓練觀念才是克服夜戰訓練最根本的問題。夜間訓練要設計狀況，以假設敵誘導狀況進行，部隊要全員配戴夜視鏡、徹夜連貫訓練，未達到訓練要求標準就不休息，尤其是下半夜訓員最疲累時，更應該考驗夜間訓練紀律與克服疲憊意志力，加強訓練強度，另就是強調運用夜間攝影記錄部隊夜間訓練狀況，實施最後階段的訓練檢討，以有效為標準，才能精實夜戰訓練成果。

¹⁵ 中華網，〈域外之師：美軍在實驗室模擬訓練戰場〉，http://military.china.com/zh_cn/critical/25/20030711/11504206.html，摘自《環球時報》2003-07-11 08:50:32。

¹⁶ 許紹軒，〈戰場抗壓訓練 陸軍首座模擬館啟用〉，[http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/100416/78/23zar.html\[/url\]](http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/100416/78/23zar.html[/url])。

參考資料

- 一、梁介豪，〈夜視裝備發展現況與砲兵運用之研析〉《陸軍砲兵季刊》（台南），第 154 期，砲兵季刊社，2009 年。
- 二、張忠才，〈夜視裝備簡介〉《航特部隊學術半年刊》（台南），第 39 期，航特部季刊社，民國 93 年 3 月。
- 三、林山禾，〈擊破夜暗的限制〉《砲兵季刊》（台南），第 169 期，砲兵季刊社。
- 四、苗沛元，《現代紅外線系統工程實務》，（台北：東華書局，民國 98 年 9 月）。
- 五、《衝破戰爭的迷霧-偵察與反偵察》，國防科技大學出版社，2000 年 8 月。
- 六、王湘蓉，〈試論夜間作戰準備〉《陸軍月刊》（桃園），第 40 卷，第 468 期，民國 93 年 8 月。
- 七、譚吉春，《夜視技術》，（北京），國防工業出版社，1999 年。
- 八、張開耀，〈彈道係數的修正〉，
<http://blog.renren.com/share/156340635/11808157992>。（檢索時間 104 年 2 月 14 日）
- 九、中華網，〈域外之師：美軍在實驗室模擬訓練戰場〉，http://military.china.com/zh_cn/critical/25/20030711/11504206.html，摘自《環球時報》2003-07-11 08：50：32。
- 十、許紹軒，〈戰場抗壓訓練 陸軍首座模擬館啟用〉，<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/100416/78/23zar.html> [/url]。