

## 甲車防護利器——雷射預警系統之研究

作者簡介：

洪蕙菁少校，女性專業軍官班第九期，曾任兵工督導官、管制官、後勤官，現職為步校裝步組裝三小組教官。

提要：

- 一、雷射導引技術的精確性與抗干擾性運用於反裝甲導引飛彈，對戰甲車殺傷力極大，故在戰甲車上裝備雷射預警防護系統，強化其防護力，已成戰甲車防護重要選項之一。
- 二、雷射預警系統係當戰車被敵方雷射直接或間接偵測或標定時，可立即發出警示，並運用輔助系統，以實施有效防衛作為，避免戰甲車輛遭敵摧毀。
- 三、現共軍主力 98 式戰車之反裝甲飛彈與服役於反裝甲部隊之紅箭反裝甲飛彈，均具雷射導引系統，對我戰甲車破壞力相對提高。我發展中之雲豹甲車，建議應裝置雷射預警器，但亦須規劃相關配套輔助作為，才能有效提高戰場存活率。

## 壹、概說：

自裝甲車輛於第一次世界大戰出現以來，裝甲車輛的發展一直圍繞在火力與防護力的相互競賽，每一次火力的提升必然相對刺激防護力之增強<sup>21</sup>。近年來，科技不斷進步，戰甲車輛在火力與防護力也相對提升，裝甲車輛的主要威脅由以往的肩射反裝甲武器，提升為雷射導引飛彈，在近幾次的戰爭，如第一次波灣戰爭、科索沃戰爭、美阿戰爭以及第二次波灣戰爭，雷射導引飛彈已成為攻擊戰甲車之主要作戰武器。第二次波灣戰爭大規模戰事結束後，據統計美英聯軍總共投擲 19,948 顆精確導引武器，其中「寶石路」系列雷射導引飛彈使用數量計有 8,716 顆，是戰爭中使用最多的一種精確導引武器，佔投擲精確導引彈藥總量的 43.7%<sup>22</sup>（如圖一）。現有些國家（包含中共）已將雷射導引技術運用於反裝甲導引飛彈，並發展致盲性雷射武器，對戰甲車殺傷力極大。為保障機步作戰人員之安全，避免作戰載台遭敵摧毀，故已有國家在戰甲車上裝備雷射預警防護系統，強化其防護力。本文旨在介紹雷射導引武器對戰甲車之威脅，各國雷射預警系統發展簡介，並提出未來我戰甲車加裝雷射預警系統之配套輔助作為，俾供參考。



圖一 美軍於伊拉克戰爭中投擲 8,716 顆雷射導引飛彈

資料來源：

[http://csonline.com.cn/big5/content/2003-07/23/content\\_273134.htm](http://csonline.com.cn/big5/content/2003-07/23/content_273134.htm)

## 貳、雷射導引武器與雷射致盲干擾武器簡介：

### 一、雷射導引武器簡介：

雷射導引飛彈使用的是半自動尋標導引方式。在攻擊時，先從地面或空中以雷射目標指示器對準目標發射雷射光束，發射或投放的攻擊性彈頭前端的「尋標器」就會捕獲由目標表面反射回來的雷射光束，並控制和導引彈頭對目標進行攻擊，能有效擊中目標。由於雷射光束的方向性極佳且發散角度極小，因此，雷射導引武器命中精度極高，儘管與傳統飛彈相比，雷射導引飛

<sup>21</sup>徐培忠、王維波，〈坦克之盾：主動防護技術〉《國外坦克》，2002 第 5 期，2002 年 5 月 1 日，頁 37。

<sup>22</sup>沈雲平、李武林，〈“寶石路”戰場風雨兼程〉，星辰在線網，

[http://csonline.com.cn/big5/content/2003-07/23/content\\_273134.htm](http://csonline.com.cn/big5/content/2003-07/23/content_273134.htm)

彈造價不菲，但其作戰效能卻比傳統飛彈高出數十倍甚至數百倍<sup>23</sup>。其特點與限制如下：

(一)雷射導引武器特點<sup>24</sup>：

⊖導引精確度高：

雷射導引武器可用於攻擊固定或活動目標，尋標導引精確度一般在 1 公尺以內，且飛彈首發命中率極高，是其他導引方式無法達到的。

⊖抗干擾能力強：

由於雷射光束是由專門設計的雷射器才能產生出來的，故自然界的雷射光無法干擾，且由於雷射的單色性與光束的發散角度小，使得敵方很難對導引系統實施有效干擾。

(二)雷射導引武器限制：

⊖在濃煙與複雜氣象條件下，精確度大為降低<sup>25</sup>。

⊖飛彈採雷射半主動式導引，在飛彈擊中目標之前，雷射光束須一直不斷照射目標，其雷射器載體，如飛機、戰甲車等，易被敵方發現和摧毀<sup>26</sup>。

二、雷射干擾致盲武器簡介：

雷射干擾致盲性武器可利用輻射出的雷射能量，使裝甲車輛上之光學觀測裝置的玻璃窗口產生極小的裂紋，出現龜裂現象。熱量的聚集還可使玻璃表面熔化後再硬化，而產生磨砂現象，龜裂和磨砂會使玻璃表面不透明，致使光學觀、瞄儀器失去作用，另亦會造成射手眼睛灼傷或暫時性致盲，從而造成火力和機動性降低。現已有許多國家在戰車和裝步戰鬥車上安裝此類系統，如以色列的「梅卡瓦」戰車、日本 90 式、俄羅斯 T-90 式戰車，美軍 M2A3 裝步兵戰鬥車、史崔克裝步戰鬥車都安裝有類似系統<sup>27</sup>，另據資料顯示第三代以上之食人魚甲車均裝置有此防護系統。

參、雷射預警系統簡介：

雷射預警系統能偵測出飛彈導引、目標指示或測距儀之雷射<sup>28</sup>。當戰甲車被敵方雷射直接或間接偵測或標定時，能立即發出警示（藉由車內揚聲器及通信頭盔警示）及顯示雷射偵測方向（藉由加裝於車內之顯示器燈光及閃光顯示），並適時採取防護措施（結合戰車煙幕彈發射系統），能選擇以手動或自動方式啟動戰甲車煙幕防護系統遮障敵軍，或迅速利用地形實施掩蔽，遮蔽其載台雷射光束之照射，使尋標器無法正確接獲反射之雷射光束，致敵無法有效摧毀欲

<sup>23</sup> 中國公眾網，〈射程遠精度高的雷射導引炸彈〉，

<http://database.cpst.net.cn/popul/guard/manys/artic/30407154826.html>

<sup>24</sup> 郭修煌主編，〈精確導引技術〉（北京，國防工業出版社，1999 年 8 月），頁 162。

<sup>25</sup> 同註 3。

<sup>26</sup> 同註 4。

<sup>27</sup> 同註 1，頁 38。

<sup>28</sup> 彭恆中譯，〈如何加強現代戰車防護措施〉《陸軍學術月刊》，第 39 卷第 458 期，民國 92 年 10 月 16 日，頁 74。

攻擊之目標。

#### 肆、敵情威脅：

1974 年北京工業學院等單位開始探索雷射半主動導引技術，在 1977 年製成樣機，目前空軍已裝備幾種雷射導引飛彈，主要用於強 5 攻擊機，且積極研購新型雷射導引飛彈，提升其空對地攻擊能力。雷射導引反裝甲飛彈方案於 1983 年制定，目前其主力 98 式戰車之反裝甲飛彈與服役於反裝甲部隊之紅箭反裝甲飛彈，均具有雷射導引系統，另亦研製出雷射干擾致盲武器，對我戰甲車破壞力相對提高，茲將其簡介如下：

##### 一、空對地雷射導引飛彈：

共軍雖早於強 5 攻擊機裝備幾種雷射導引飛彈，然其導引精準度不足，對地面目標威脅有限。近年來積極研購新型裝備幾種雷射導引飛彈，其新購進的蘇愷 30 配備有反雷達飛彈，判斷未來將配備雷射導引飛彈<sup>29</sup>，強化空對地攻擊能力。2006 年珠海航空展中，中共航天科技集團展出 FT-1（如圖二）和 FT-3（如圖三）兩種精準導引飛彈 1:1 實體模型，兩彈均由傳統飛彈研改而來，有效提升對目標命中機率，可用於近距離空中支援、封鎖、壓制敵方防空、海上反艦、兩棲打擊等，並能打擊機動堅固目標和軟目標、固定堅固目標和軟目標、海上艦船等<sup>30</sup>。



圖二 珠海航空展中的 FT-1 型 500 公斤精準導引飛彈

資料來源：<http://jczs.news.sina.com.cn/p/2006-11-02/1441409273>.

<sup>29</sup>黃朝茂譯，〈中共軍事能力之現代化〉《國防譯粹》，第 29 卷第 12 期，民國 91 年 12 月，頁 40。

<sup>30</sup>人民網，〈國產 FT-3 型 250 公斤精準制導炸彈現身〉，<http://military.people.com.cn/BIG5/8221/61117/72622/72631/4986942.html>，2006 年 11 月 01 日 18:40。



圖三 珠海航空展中的 FT-3 型 250 公斤精準導引飛彈

資料來源：[http://military.people.com.cn/BIG5/8221/61117/](http://military.people.com.cn/BIG5/8221/61117/72622/72631/4986942.html)

[72622/72631/4986942.html](http://military.people.com.cn/BIG5/8221/61117/72622/72631/4986942.html)，攝影：安京。

## 二、98 式戰車<sup>31</sup>（如附圖四、五）：

共軍 98 式主戰車係於 1990 年開始進行研製作業，1998 年正式服役，於次年閱兵慶典中首度展示，此型主戰車仍在繼續進行性能提升，以增進其作戰能力（附註：共軍業已將 98 式主戰車提升為 98I（Improved）式主戰車，主要之性能提升項目為增進其裝甲防護力，以改善其對現代大口徑戰車彈藥，諸如尾翼穩定脫殼穿甲彈（動能彈）及反裝甲飛彈（化能彈）之防護能力，依此改裝方式研判，現有之 105 公厘口徑戰車砲使用之乏鈾彈心之尾翼穩定脫殼穿甲彈，將無法貫穿其砲塔或底盤之前方裝甲，一般之反裝甲飛彈勢將更無法貫穿其前方裝甲。另此型戰車增加配備可獨立旋轉之瞄準具，使其具有對多目標進行接戰之功能）。依據詹氏國防週刊（JDW）於 2002 年 11 月 6 日報導，共軍最新型之 98 式主戰車裝備有 125 公厘/50 倍徑光膛砲，已具發射雷射導引飛彈能力，此項能力已獲中國北方工業集團（NORINCO）證實。此種雷射導引飛彈據悉與俄國 KBP 器材設計局（Instrument Design Bureau）研製之 9K119 Reflects（北約報導名稱為：AT-11「狙擊手」）反裝甲導引飛彈雷同，最大射程可達 5,000 公尺（性能如附表一）。

<sup>31</sup> < 中共 98 式主戰車發射雷射導引飛彈能力之說明 > 《裝校發展室》，頁 1。  
第 17 頁，共 80 頁



圖四 中共 98 式戰車

資料來源：軍事中國之聲網



圖五 測試中的 98 式戰車

資料來源：軍事中國之聲網

### 三、反裝甲部隊之紅箭反裝甲飛彈<sup>32</sup>：

紅箭(Red Arrow)HJ-9 型飛彈係中共陸軍最新型第三代反裝甲飛彈，已於一 1990 年年末納入服役。此型飛彈於 1999 年 10 月 1 日之北京閱兵慶典中首度展示，部分車載式 HJ-9 型反裝甲飛彈目前正服役於中共反裝甲部隊。

#### (一)彈型系列：

- ⊖紅箭 HJ-9 型：基本型，半自動瞄準線指引(SACLOS) + 雷射指揮導引。
- ⊖紅箭 HJ-9A 型：微米波尋標導引，射後不理。
- ⊖紅箭 HJ-9B 型：半主動乘波導引，射後不理。

#### (二)導引方式：

- ⊖基本型的 HJ-9 型飛彈採用半自動瞄準線指引方式 (SACLOS)進行導引，

<sup>32</sup> <中共HJ-9型紅箭系列反戰車導引飛彈>《裝校發展室》，頁2。

操作者可使用光學或熱像瞄準具對目標進行偵測及追蹤，並以一具攝影機的集中器量測飛彈與瞄準線間的偏向角，指引訊號經由 0.9 公厘波長的雷射傳送至飛彈。

- ⊖HJ-9A 型飛彈採用一具安裝於飛彈後段之微米波雷達尋標器，此型飛彈主要的優點包括惡劣天候的運作能力(雨天、雪天、濃霧、煙幕及戰場障礙物等)，且為射後不理之導引方式。
- ⊖HJ-9B 型飛彈採用一具半主動式雷射尋標器進行導引，飛彈 沿著由地面觀察人員、其他飛行器或發射平台本身所投射的雷射光束飛向目標，如此，可以多種不同的方式運用此系統，諸如獨立自主、空中或地面、間接或直接、單發、快速射擊或混合發射等。

附表一 中共反裝甲導引飛彈性能簡介

中共反裝甲導引飛彈性能簡介		
反裝甲導引飛彈(ATGM) 功能項目	俄製 AT-11A/B 狙擊手 9K119/9K119M Svir/Invar	中共 HJ-9B 紅箭
射程	100-5,000 公尺	100-6,000 公尺
飛行最大距離時間	15 秒	不詳
穿甲能力 (滾軋均質裝甲/置於炸射式反應裝甲 之後)	770 公厘 AT-11A 1,050 公厘 AT-11B	850 公厘
導引及指揮連結方式	乘波導引 半自動瞄準線指引(SACLOS)	乘波導引 半自動瞄準線指引(SACLOS)
發射平台	T-72B, T-72S, T-72V, T-80U, T-72UD, T-90, 2A45M 反裝甲砲, 98 式戰車	三腳架 90 式(WZ-551)輪型裝甲運兵 車
飛行前重量	28 公斤/24.3 公斤	37 公斤
長度	700 公厘	152 公厘
直徑	125 公厘	不詳
翼展寬度	160 公厘	
彈頭	高爆反裝甲/陣列式高爆反 裝甲	陣列式高爆反裝甲

附記	經由主砲管發射，T-72 系列戰車最大射程可達 4,000 公尺	
----	----------------------------------	--

資料來源：裝校發展室

#### 四、雷射干擾致盲武器：

中共北方公司曾在菲律賓國防武器展中，展出一套 ZM-87 雷射干擾系統，該系統能同時以 2 種不同波長發射功率 15MW，脈波重複率 5HZ 以上的雷射光，在 2~3 公里距離內會傷害人的肉眼，若再加裝一個 7 倍率的光學放大鏡組，則有效距離可延伸至 5 公里以上，而對肉眼短暫的「眩盲」效果在 10 公里之遠處仍可發揮作用。另此武器系統也可用來破壞光學裝備，如雷射測距儀、攝影機及飛彈上的尋標器<sup>33</sup>。

#### 伍、各國與中共雷射預警系統簡介：

由於雷射導引具有準確與抗干擾能力強等特性，現主流反裝甲導引飛彈，都是以雷射導引為主流，先進國家為增加戰甲車存活率，都在其戰甲車上裝置各式雷射預警裝置，茲介紹如下：

##### 一、美國：

美國目前發展供裝甲車輛使用的雷射預警系統，其波段涵蓋的範圍均為 0.5~1.6 微米，包括已為美國陸軍選用於 M1A2 戰車及 M2A3 裝甲步兵戰鬥車（如圖八）的 AN/VVR-1 型，以及為美國海軍陸戰隊選用於先進兩棲攻擊車（AAAV）的 AN/VVR-1 及 AN/VVR-3 型的雷射預警系統；此外，Goodrich 公司刻正為美軍進行 AN/VAR2A 型空用雷射預警系統的性能提升計畫，波段範圍亦為 0.5~1.6 微米，另 Goodrich 公司所有雷射接收器的產品均能在敵情威脅狀況改變下，立即實施性能提升，以因應作戰需求。美軍史崔克旅之史崔克甲車已選用 AN/VVR-3 型的雷射預警系統，並計畫於每輛甲車上安裝雷射預警系統，即採用 100% 的配賦基準，此種方式為美軍的標準作業模式，無論空騎直升機或裝甲車輛均採用此等配賦基準<sup>34</sup>。

<sup>33</sup>朱明茂譯，〈中共推出致盲性雷射武器〉《國防譯粹》，第 22 卷第 9 期，頁 101。

<sup>34</sup>〈美軍雷射預警系統發展沿革〉《Goodrich 公司簡報資料》



圖八 美軍 M2A3 裝甲步兵戰鬥車

資料來源：<http://www.sina.com>

## 二、日本：

89 式 IFV 上已安裝有雷射預警器<sup>35</sup>。

## 三、中共：

除安裝中共自行研發的射控系統及內含雷射測距儀之車長及射手晝夜間穩定瞄準鏡外，中共 98 式主戰車並採用多種先進方式以改善其戰鬥存活力，包括紅外線干擾器等，紅外線干擾器與俄製的 Shtora 系統類似，用以干擾反裝甲導引飛彈，此系統僅能針對有限度的弧度範圍實施反應，故須將砲塔轉向最大威脅的區域<sup>36</sup>。

## 四、其他國家雷射預警系統，如附表二：

附表二 各國雷射預警系統性能與運用

各國雷射預警系統性能與運用						
型別	基本功能	性能特性			運用	
廠商		探測器			指示器	
(國別)		視場	探測波長	角分 辨率		
CS-LW1CSIST	識別，警	水平：360	0.4--2.0um		音響警	

<sup>35</sup>王劍，〈外軍新式裝步戰鬥車縱橫談〉《現代軍事》  
<http://210.79.226.16:81/cetin2/qk/xdjs/b/xd1998/xd98422.htm>

<sup>36</sup>同註 11。

(中華民國)	戒和確定 雷射測距 儀，指標 器和導引 武器照射 之方位確 定雷射型 態，施以 預警，干 擾及反制	垂直：90	(可擴充至 10.6um)		報 電腦螢 幕顯示 (多目 標，長 時性)	飛機 船艦 指揮所
TMV518 Thomson-CSF (法國)	雷射測距 儀，指標 器或導引 武器預警 (結合雷 達預警 機)	360	0.69--1.06um		雷達顯 示 裝置顯 示	直升機 戰甲車
LAWA Eltro	雷射指標 器或紅外	水平：360 垂直：	0.45—10.6um	5		直升機 戰甲車

(德國)	照明預警	-20..+60				
RL1/RL2 Simrad (挪威)	脈衝雷射 測距儀或 指標器預 警 (低誤 警率)	水平:360 垂直: -20..+67	0.66—1.1um	水平:45 垂直:45	LED 顯 示 持續 2 秒音訊	裝甲車 戰甲車
LID Federal Directorate (南斯拉夫)	雷射預警 (低誤警 率)	水平:360 垂直:90	0.66--1.1um	水平:45 垂直:45	LED 顯 示 持續 2 秒音訊	戰甲車 船艦
DAL Thomson-TRT (法國)	偵測和顯 示雷射測 距，照 明，導引 之武器系 統之位置	水平:360 垂直: -30..+60	0.65--1.06um 可擴充至 10.6um	15		戰機 直升機
HLWE Alcatel SEL (德國)	同時分辨 一個照明 器，四個	水平:360 垂直: +/-45	0.4--1.1um 可擴充至 1.4-2.4	水平:10	顯示所 有偵測 物	戰機 戰甲車

	測距儀					
COLDS MBB (德國)	確定雷射 型態，方 位和密碼 施以反制 和電磁干 擾	水平:360 垂直: +/-45	0.4--2.0um 可擴充至 10.6um	水平:3 垂直:3		飛行器戰 車 衛星 船艦
1220 系列 Marconi (英國)	確定雷射 型態 (可 擴充系 統)	水平:360 垂直: -15..+40	0.35--1.1um 可擴充至 8-11um	+/-22.5 (or 10)	雷達顯 示 裝置顯 示	直升機戰 機 戰甲車
SAVIOUR Racal (英國)	結合雷達 預警機， 確定雷射 型態，方 位並反制		0.66—1.1um		可同時 顯示 8 個威脅 物	任何戰甲 車
RL1/RL2 Lasergage (英國)	脈衝雷射 測距儀或 指標器預	水平:360	0.66—1.1um	水平:45	LED 顯 示 持續 2	戰甲車

	警				秒音訊	
Laser Warning Ferranti (英國)	預警與反 制	水平:360 垂直:>90			視訊和 音響警 報	直升機 戰機 戰甲車
LWS-20 Elisra (以色列)	偵測脈衝 雷射方位 和型態				視訊和 音響警 報	戰機

資料來源：(裝校發展室)

陸、雷射預警系統之配套輔助作為：

加裝雷射預警系統，是提升戰甲車存活率主要防護作為之一，我發展中之雲豹甲車，建議應裝置雷射預警器，並結合其他配套輔助作為，才能有效避免遭敵摧毀：

一、結合煙幕發射系統：

大部分的雷射預警系統都會納入煙幕產生系統，最基本的方式，是採用若干煙幕彈投射器，安裝在戰甲車車身或砲塔之兩側，當車輛偵測到被雷射威脅源照射、指向時，可自動選取並啟動較靠近雷射威脅源之方向的煙幕防護系統，並於2秒內形成遮障，此煙幕應能對可見光、部分紅外線及部分雷射產生遮蔽效果，如拉克羅斯公司(Lacroix)的加力士(Galix)系統，業已安裝在勒克萊(Leclerc)戰車上，瑞典也已選定加力士系統供其未來的戰鬥車輛使用，而世界各國也在廣泛的使用<sup>37</sup>。

二、加裝角反射器或雷射炫光器：

當遭敵雷射鎖定時，加裝之角反射器或雷射炫光器可自動啟動實施反制，使敵雷射導引系統遭致干擾而失去導引作用，無法擊中攻擊標的。

三、結合未來戰場管理系統：

雷射預警系統之軟體界面應預留結合未來戰場管理系統介面，當系統偵測到敵攻擊訊號時，能將敵情資料，迅速傳至上級與友軍，即時共享敵情，以採取相關防護或攻擊行動。

四、結合武器攻擊系統：

<sup>37</sup>同註8。

當偵測出敵雷射導引訊號時，應同時能鏈結武器攻擊系統，選擇最快速、最有效率的攻擊武器，摧毀敵發射源。

五、敵威脅參數資料庫建立：

雷射預警系統應能將我情報單位、美軍或盟國交換而來之敵威脅參數予以蒐整，並將其輸入預警器記憶體內供訊號比對分析判斷。

六、預留擴充波段，以因應未來威脅：

中共已研發成功一氧化碳雷射，其功率高於二氧化碳雷射，其波段為3~4微米及5~8微米，美軍電戰專家推判極可能運用在共軍ZM-87型雷射致盲武器，且3~5微米波段之高功率半導體固態雷射、可調頻式自由電子雷射、化學雷射等，共軍均已陸續研發成功，預判將逐漸轉用至國防用途上，因此戰場未來之雷射威脅源波段將不只限於早期之0.4~1.8微米，故應預留波段擴充介面，以因應與時俱進之威脅。

柒、結語：

戰甲車具有速度快、火力強等特性，現已為地面部隊作戰最佳支援利器。各國為能減少遂行地面作戰阻力，積極發展雷射精準導引武器，期能先期摧毀敵戰甲車輛；而戰甲車為反制雷射導引武器之摧毀，亦裝備有雷射預警系統。雷射反雷射系統發展快速，針對共軍已研購新型雷射導引飛彈，98式戰車裝備有反裝甲雷射導引飛彈、ZM-87雷射干擾致盲武器等，對我機步部隊威脅甚大，值我發展新一代甲車之際，建議應依敵情威脅加裝雷射預警系統，以提升我戰甲車存活率，才能有效遏阻敵地面作戰行動。