

提要

- 一、隨著高科技時代來臨，我們必須體認未來的戰爭方式將隨時空而轉變，接踵而來的將是第三波高科技文明戰爭。
- 二、電磁脈衝從四〇年代於高空核爆試驗中被發現後，尤其威力具有涵蓋面積大、時間短暫、能量高、頻率範圍廣等特性，其會對電子、資訊、纜線…等設施產生電磁效應，以致作戰任務無法有效遂行，但由於電磁脈衝對人體幾乎沒有直接傷害，主要以電子設備為其主要摧毀對象，癱瘓我 C4ISR(指揮、管制、通信、電腦、情報及監偵)系統為目的。
- 三、衡量未來是高科技戰爭，各種科技武器系統，均應具備有抗電磁脈衝之能力，現各國對電磁脈衝研究及防護技術均無時無刻不在進行，以期在遭電磁脈衝攻擊後仍保有 C4ISR 系統作業能力。
- 四、未來戰爭是高科技武器時代，各國家無不以先行奪取「制電磁權」為目的，以期進而主導戰場優勢，俾利在戰爭中贏取勝利，而我裝甲部隊是國軍主戰部隊若然遭電磁脈衝攻擊後是否還能保持作戰能力遂行任務，在此做分析及討論，以求因應之道。

壹、前言：

自第二次波灣戰爭中，以美軍為首之多國聯軍部隊，其武器系統就是具有電磁脈衝攻擊、干擾及破壞之功能，使其伊拉克指管系統完全失去效能造成極大傷害，由於此種作戰模式使其各國對電磁脈衝之研究及發展日趨重視，大大的改變以往過去作戰型態。美伊戰爭除了是一場高科技戰爭，也是把戰爭藝術化，更可說是「資訊化及數位化戰爭」，他是由「電磁脈衝」、「資訊網路」及「資訊化武器

裝備」三者結合而成。綜觀戰爭全期，美軍除使用高科技的資訊化武器裝備，在戰場上精準打擊伊軍外，更利用「電子戰武器」攻擊，以致能徹底瓦解以裝甲兵為主戰兵力的伊拉克指管通資系統。

目前中共已擁有核武技術，其對「電磁脈衝」無時無刻不在進行發展研究，當前在高科技武器發展下，對岸軍力日益強大，對我台、澎、金、馬之統戰無所不用奇極達成。在 2002 年 9 月上旬，美國「新聞週刊」

在其「2012 年世局評估」特別號中預測，中共可能以「電磁脈衝武器」發動攻擊，藉以癱瘓台灣股市、金融機構、發電廠、交通與通信系統造成台灣大恐慌¹。其最主要的好處是國際難以解讀為對台動武或跨越核武門檻，既可威嚇台灣，亦可用於對台灣領導人的斬首行動²。其中以使用電磁脈衝武器，先行佔領「制電磁權」癱瘓我軍事設施，然後再行正規部隊登陸作戰奪取我台灣可能性最高，其分析原因如後：

一、電磁脈衝武器以殺傷破壞電子設備為主，但對人體不會產生危害，可減少國際間各國的批判及輿論壓力。

二、電磁脈衝則是以小規模，小能量，做局部區域性之攻擊，可有效癱瘓我國軍各部隊之 C4ISR 系統，達到作戰之效果。

三、加快作戰節奏，可節約成本亦可達到速戰速決之戰爭原則。

四、電磁脈衝武器易造成國內之政治、金融及經濟之恐慌效益，以達到孫子兵法所說「不戰而屈人之兵」之目的。

綜合以上因素，可知 中共無時無

刻從未以各種方式放棄武力攻臺，做為解決臺海問題之手段，相信對岸將藉由波灣戰爭中「電子戰攻擊」之作戰型態，可能運用於未來攻台作戰之模式，依目前共軍電磁脈衝產生的方式、電磁脈衝的特性及對電磁脈衝的運用方式，我裝甲部隊身為國軍主戰兵力要如何來防範在此文章中提出個人見解，供各部隊參考運用，其能對我裝甲部隊爾後作戰，有所助益。

貳、何謂電磁脈衝(EMP)及產生方式為何：

1930 年代，義大利物理學家費米曾預言，伴隨原子彈的爆炸，將有電磁場的產生，但當時對於原子彈的研究，著重於爆炸威力與技術，故電磁場的產生並未受到重視。1958 年美國在太平洋上空進行氫彈實驗，核爆所產生的電磁脈衝造成夏威夷群島的路燈全部熄滅，無線電導航系統中斷，甚至澳洲也受到影響。直到 1961—1962 年間，蘇聯及美國相繼進行多次的高空核爆試驗，產生驚人的電磁脈衝現象，才開始對電磁脈衝產生重視³。

¹吳國宏，〈電磁脈衝簡介、影響及防護研討〉，122 頁。

²：啟元，〈Break the Myth of Chinese EMP Weapon Attack Taiwan〉，http://www.lmcf.org.tw/Htm_F/defenceZ.htm，頁 1。

³：同註 2。

一、電磁脈衝（EMP）定義：

所謂電磁脈衝（EMP），有別於電磁干擾（EMI），係一種脈波式變化的瞬間高能量電磁干擾，在極短時間內上升，以電磁波的形式，將強大能量（108J或 50KV/m以上）由爆點傳至遠處。行進中對電子、資訊、電力、光電、微波…等裝備設施產生破壞，致使指揮、管制與通信任務無法遂行。但對人體沒有直接造成傷害，會使廣大範圍內的電子儀器全部或部分零件造成永久性的損害，能使所有的通訊系統、雷達、資訊等設備燒損或短路、瞬間無力化，更能立即切斷高度現代化軍隊C4ISR指管系統，令各種電子設備之武器瞬間便成無用武之地⁴。

二、電磁脈衝（EMP）產生方式：

目前電磁脈衝（EMP）產生方式大概區分為自然與人為兩種方式：

（一）自然方式：

如太陽黑子活動、雷電感應（LEMP）等自然現象。

（二）人為方式：

電磁脈波武器

（Electron-Magnetic Pulse Weapon）為人為產生之強烈電

磁脈波輻射，如核爆（NEMP）、電磁脈波炸彈（E-bomb）等來實施壓制和摧毀敵方的武器平台、通信、指管、電腦、雷達、控制等與電磁有關的設備，以奪取戰場優勢的一種武器系統⁵。

參、電磁脈衝特性：

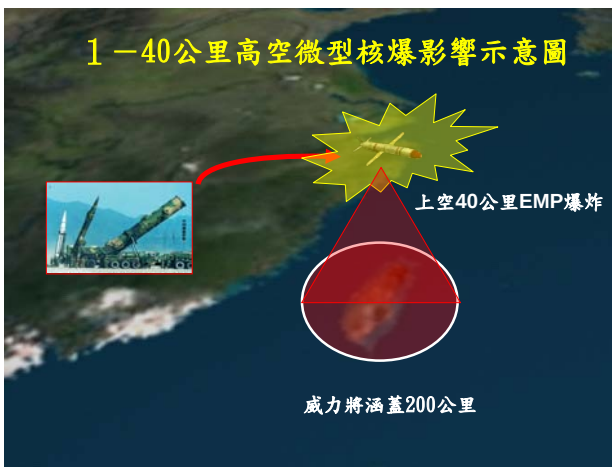
一、影響範圍面積大：

同能量的電磁脈衝波影響範圍，是依其炸點高度不同而異，如在台灣上空 40 公里處，引爆一枚核子武器，其威力將涵蓋 200 公里（詳如圖一：1—40 公里高空微型核爆影響示意圖），若將炸點提昇至 200 公里高空，除台灣之外，菲律賓、日本、韓國及中國大陸東南沿海部份省份也會受影響，如以中國大陸為例，若於蘭州上空 400 公里高空處，引爆一枚 100 萬噸級核子武器，則全大陸將為電磁脈衝所涵蓋。因此電磁脈衝武器的爆炸影響範圍，依其彈頭種類及爆炸方式，可小至電子炸彈（MEMP）之數百公尺，大至微型核爆（NEMP）之三百餘公里。而要發揮其效能，投送載具（如導彈、巡弋飛彈、無人飛機）、引爆高度及導引系統密不可

⁴：啟元，〈Break the Myth of Chinese EMP Weapon Attack Taiwan〉，http://www.lmcf.org.tw/Htm_F/defenceZ.htm，頁 2。

⁵同註 1。

分，可藉衛星定位(G P S)與多重導引，使更精準擊中所欲攻擊之目標，以產生最大之效果。



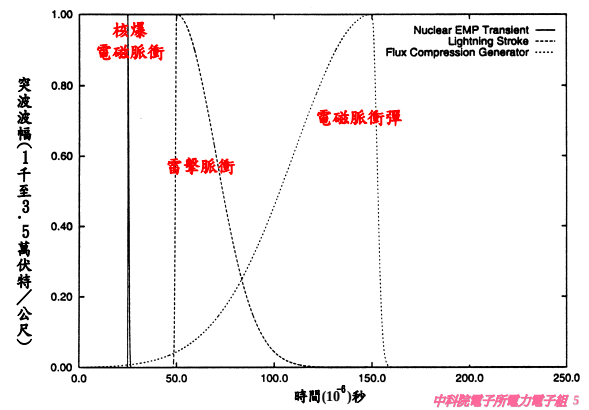
圖一：1—40 公里高空微型核爆影響示意圖(資料來源：作者自行繪製)

二、產生時間短、能量強：

電磁脈衝武器引爆後，爆炸點之電場強度可在極短時間(約 6-10 秒)內達到最大強度，每公尺約為 1 千~3.5 萬伏特／公尺(視電磁脈衝彈頭種類而定)，並隨距離衰減，整個脈衝持續約 3-10 秒，雖然非常短暫，但是在瞬間釋放出電磁波能量威力是非常驚人，藉著大量的模擬試驗，發現C4ISR系統的電子零件及設備極易受核電磁脈衝的干擾和破壞，而且電子設備越複雜(靈敏)越易遭摧毀⁶。如表一：各種EMP突波/衰減分析表；圖二：EMP對電子元件、設備的傷害；表三：電子元件所能承受的

EMP 能量。

各種EMP突波/衰減分析表

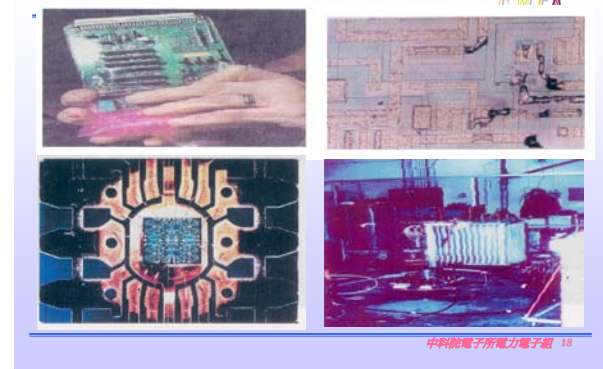


表一：各種 EMP 突波/衰減分析表

(資料來源：

<http://www.abovetopsecret.com/paes/ebo mb.html>)

EMP對電子元件、設備的傷害



圖二：EMP 對電子元件、設備的傷害

(資料來源：中科院電子所電力電子組製作)

電子元件所能承受的EMP能量

感應能量(焦耳)	可能損害
10^{-7}	微波二極體燒毀
10^{-6}	線性積體電路產生不正常工作或燒毀
10^{-5}	低功耗電晶體不正常工作或燒毀
10^{-4}	CMOS 積體電路、中等功率電晶體、二極體及電容器損壞
10^{-3}	JFET、SCR 高功率電晶體及薄膜電阻損壞
1	真空管燒毀

中科院電子所電力電子組 19

表三：電子元件所能承受的 EMP 能量

(資料來源：中科院電子所電力電子組製作)

⁶：羅承烈，〈電磁脈衝之研究〉，
http://www.imcf.org.tw/Htm_F/defenceZ.htm，頁 2。

三、破壞頻率範圍廣：

電磁脈衝武器爆炸時所產生之負電子，受地球磁場效應影響，以螺旋狀方式沿著地球磁力線行進，會在10KHZ—100MHZ與微波(30—300GHZ)兩波段，產生極強之電磁脈衝。對軍(民)用中頻(LF)、高頻(HF)、極高頻(VHF)、及衛星(S、EHF)無線電訊號造成極大影響⁷，如表四：各種電磁脈衝對無線電通信干擾程度分析表

無線電射頻遭受電磁脈衝干擾程度分析表				
項次	彈頭種類	頻率範圍	影響程度	備考
一	微當量核彈	低頻(30-300KHZ)	有感覺對講通信	一、炸高40公里。 二、恢復時間1小時。
		中頻(0.3-3MHz)	干擾廣播	
		高頻(3-30MHz)	阻斷戰情通信	
		極高頻(30-300MHz)		
二	電子炸彈	超高頻(300-3000MHz)	有感多波道通訊	一、炸高2公里。 二、恢復時間3分鐘。
		特超高頻(3-30GHz)	干擾衛星通訊	
		極高頻(30-300GHz)	嚴重干擾雷達	

表四：各種電磁脈衝對無線電通信干擾程度分析表(資料來源：參考楊順欽，《電磁脈衝防護的概念與方法》，國防雜誌，94年3月，頁9及作者收集資料綜整自製)

四、傳導能量速度快：

由於電磁脈衝是以電磁波之型態發射，只要藉由金屬導體(如飛機、船艦、坦克、飛彈、雷達、電纜線等…)均能接收電磁脈衝並將能量傳導至物體內，而導致內部電子零

件，遭受重大能量而燒毀，一般而言，傳導金屬結構越大(如戰車、甲車、飛機、船艦等)，接收電磁脈衝能量也就越多，其破壞程度也就越高，所以依其破壞之效應概可區分兩種⁸：

(一)系統完全被破壞：

由於電子設備中的部份零件受到電磁脈衝的侵襲而破壞(如半導體絕緣層、積體電路及保險絲均因過熱被燒毀)，從而引起整個設備之功能失效，造成永久性損壞，沒有經過修復是無法再使用。

(二)系統僅部分被干擾(短路)：

由於電磁脈衝所引進能量使得設備功能紊亂、操作失常栓鎖等各種故障現象。例如電腦記憶體內的指令信息發生變化，從而導致程序錯亂、計算結果出錯；控制開關、繼電器或觸控電路發生狀態改變，進而導致設備失靈(控)、發生錯誤動作…等，然而暫性的干擾，並不會造成裝備及電子零件之損壞，且用不著修復，只須將系統電源開關關閉後，重新啟動就會恢復正常運作。

⁷：同註4。

⁸：同註4。

肆、共軍對電磁脈衝武器之運用方式：

一、共軍所運用電磁脈衝武器之種類：

「電磁脈衝武器」可概分為「弱核爆電磁脈衝飛彈」與「非核爆電磁脈衝飛彈／炸彈（或砲彈）」兩類，前者是利用彈道飛彈投送「低核當量核子彈頭」在目標區的適當高空爆炸、而對廣大的地面目標區產生強大的電磁脈衝（Electro Magnetic Pulse，簡稱 EMP）損毀效果，後者則是巡弋飛彈、炸彈（或砲彈）在目標區附近引爆「炸藥式爆炸電磁脈衝彈頭」、而對有限的局部目標區產生電磁脈衝損毀效果。

二、共軍對電磁脈衝武器運用方式：

依電磁脈衝彈影響範圍及破壞威力，可區分以下幾點概述：

（一）大當量千噸級以上之核彈攻擊：

根據研究一千噸當量的核彈在40KM上空引爆，在半徑200KM內的電子設備，如無適當之防護作為，將被其產生之電磁脈衝完全摧毀。若以此法投擲千噸級以上之核彈於台灣成功外海70KM上空（中共經模擬測試之後在此爆炸點因地球曲面之因素，對其本身傷害最小），那

麼國軍各項武器裝備及C4I指管情傳系統，將陷入全盲，全聾⁹。

（二）裝配於現各型武器裝備攻擊：係針對小型目標設計，運用衛星、飛機、船艦及車輛等方式，載運電磁脈衝武器，對台灣特定目標攻擊，造成C4ISR系統癱瘓，以達到政治逼和為目的。

（三）小當量千噸級以下之核彈攻擊：

中共自核武建軍以來，即以「彈頭小型化，當量微型化」為其開發彈材之質量，據悉現已成功的將當量降至千噸級以下，使得核彈可用於局部性戰術作戰。



圖三：中共 M-9 戰區彈道飛彈採用機動載具移防，可攜帶核子彈頭（資料來源：參考高坤林上校，《電磁脈衝（EMP）對戰爭影響之研究摘錄》）

⁹ 楊順欽，〈電磁脈衝防護的概念與方法〉，國防雜誌，第二十卷第三期，民國94年3月，頁9。

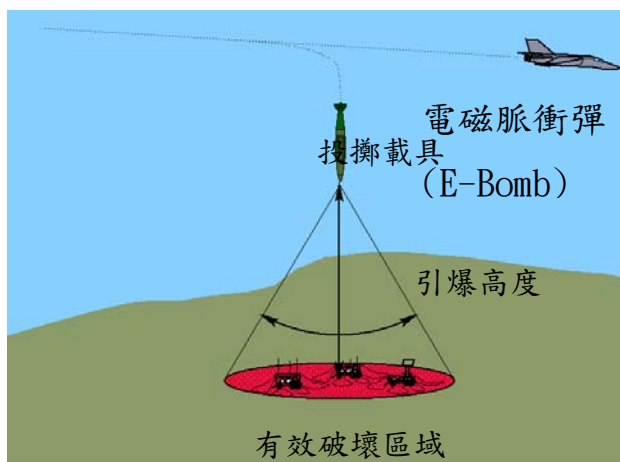
中共二砲(戰略導彈部隊)現有各型戰略(術)飛彈型別、陣地數量及射程涵蓋地區判斷表							
類別	型別	射程 (公里)	可攜彈頭 種類	數量	陣地位置	陣地 數量	射程涵蓋地區
短程 SRBM	M-9	600KM	高爆炸、核 彈、化學彈	不詳	研判83年於 江西贛平部署	不詳	大陸邊(海)境各國
	M-11	300KM	高爆炸、核 彈、化學彈	不詳	84年以前撥交集團軍使 用	不詳	大陸邊(海)境各國
中程 MRBM	東風21號 CSS-5	750- 2200KM	70KT 核彈	16	吉林通化一處、 雲南楚雄一處	2	大陸邊(海)境各國
長程 LRBM	東風3號 CSS-2	2800- 3100KM	1-3KT 核彈	80	吉林通化4處、遼寧登沙河6 處、山東益都2處、安徽益 都2處、安徽石台2處、雲南 建水14處、清海大通4處	40	獨立國協南部、東南 亞、東北亞
洲際 ICBM	東風4號 CSS-3	5500- 7000KM	70KT 核彈	10	河南栾店5處(部署4處、1處 未進駐)、清海德令哈4處 (部署3處、1處未進駐)、 湖南通遠5處(部署3處、2處 未進駐)	14	獨立國協全境、西歐 及非洲部分地區
洲際 ICBM	東風5號 CSS-4	13000- 14500KM	4-5KT 核彈	7	河南洛寧2處、河南盧氏4處 (部署3處、1處據報中)、湖 南靖縣12處(部署2處、5處 據報中、5處未部署)	18	獨立國協全境、西歐 及非洲全境、美洲 部分地區
潛射 SLBM	巨浪浪 CSS-N-3	2000KM	70KT 核彈		配屬於「夏」級核潛 艇	視「夏」級核潛艇 活動範圍而定	
合計				113		74	

表五：中共二砲(戰略導彈部隊)現有各型戰略(術)飛彈型別、陣地數量及射程涵蓋地區判斷表；(資料來源：參考高坤林上校,《電磁脈衝(EMP)對戰爭影響之研究摘錄》)

(四)電磁脈衝彈(E-Bomb)攻擊，如

圖四所示：

據了解目前中共已向美、俄等先進國家，掠奪並掌握「內爆」關鍵技術以壓縮彈材臨界質量，加上其於 1988 年曾派員赴以色列，洽購相關防護技術及設備，預判其正進行小(微)型核彈及電磁脈衝彈之發展。



圖四：電磁脈衝彈(E-BOMB)攻擊
(資料來源：<http://www.abovetopsecret.com/paes/ebomb.html>)

伍、電磁脈衝對裝甲部隊所造成之影響：

綜合以上分析之後，若中共對我國家猝然發起電磁脈衝彈攻擊，在我裝甲部隊部份勢必遭受嚴重之傷害，大家都知道我裝甲部隊為陸軍主戰兵力之一主要戰力就是各式戰車，而戰車外部鋼鐵質部份就是電磁脈衝最良好的傳導體，經由傳導間接破壞我戰車內部各項電力系統、射控系統及通信系統等裝備，使其我戰車失去作戰能力無法發揮作戰效能，為使各部隊瞭解電磁脈衝對裝甲部隊所造成之影響，針對以下幾點提出見解：

一、對平時旅戰情中心之影響：

各聯兵旅之戰情中心為掌握全旅戰備狀況及遂行緊急應變任務之重要處所，通常均設置在RC結構為主體或地下化永久工事內。其四周的牆壁與頂部均有避雷設備等，均具相當的電磁脈衝(雷電)防護能力，可是若遭受電磁脈衝彈攻擊時須注意其電磁波會隨RC建築物之通氣窗(孔)，天線、電話及電力線等金屬導線進入，亦會導(射)入強大電流，燒毀內部之通資系統，儘而影響旅戰情中心對各部隊之指揮管制。

二、戰時對裝甲部隊之戰術指揮所

之影響：

戰時各裝甲部隊於戰備準備或遂行反擊時，指揮所位置之選定大部分以既有設施為主，如軍中其他營區、徵用住民地、學校、大樓社區及民間廠房等堅固建築物，擔任戰術指揮所，其設施主體概同本軍均為R C建築物結構雷同，惟其門窗、通氣孔、電話及電力線，並無電磁脈衝防護措施，對電磁波防護力較薄弱，我通資系統易燒毀損壞，故其指揮所內各通資裝備並需經適切補強防護始可使用。

三、對裝甲部隊戰車所造成之影響：

其實電磁脈衝攻擊對裝甲部隊各式戰車所造成的傷害是非常大，因為戰車是良好傳導體，可藉由以下之途徑，破壞我戰車各主要功能及系統使其我戰車無法遂行作戰，因此針對傳導途徑做以下分析：

（一）經由戰車外觀金屬表面傳導：

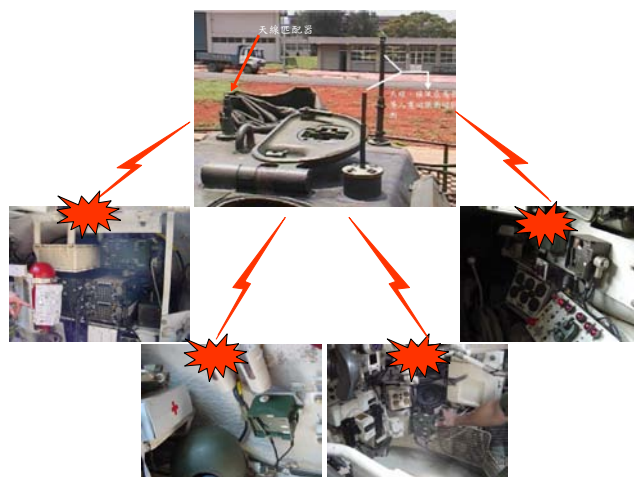
由於電磁脈衝攻擊的電磁波能量，在金屬表面的裝備（系統）上，如戰（甲）車的車體，易產生強大的電流，並傳導至車體內部造成電路、電力系統及裝備大部份損壞，對我戰車影響甚鉅，如圖五所示。



圖五：戰車外觀感應電磁脈衝示意圖（資料來源：作者研究整理）

（二）經由戰車天線、砲管及橫風感測器傳導：

電磁脈衝的電磁波能量可經由戰車外觀上天線、砲管口及橫風感測器等地方，將電磁能量導入戰車內部造成各電子裝備系統嚴重損壞，如圖六所示。



圖六：電磁脈衝經天線引入戰車內部示意圖（資料來源：作者自行繪製）

四、電磁脈衝對戰車成員所造成之影響：

(一)如前項所述戰車車體即為一大金屬塊，是良好導電體，在遭受電磁脈衝攻擊後，會在車身聚集大量電磁波能量，若官兵不小心碰觸，可能造成高溫灼傷或燙傷疼痛，要是所穿著皮鞋鞋底絕緣性差，將遭受到電擊，造成心臟麻痺，甚至休克死亡，如圖七所示。



圖七：戰車存放大量電磁能量後入人體內之示意圖(資料來源：作者自行繪製)

(二)若電磁脈衝經由戰車外無線電天線傳導進入，則人員若去碰觸天線時勢必造成人員受傷，如圖八所示。要是電磁波已經藉由天線饋線傳導至通信機，則通信裝備操作人員，甚至車長、射手、裝填及駕駛手，如未使用絕緣手套，作業不小心碰觸，將因身體導入大電流，

造成休克、灼傷，甚至燒傷，如圖九



圖八：人員觸碰天線導入電磁波
(資料來源：作者自行繪製)



圖九：透過通信機導入電磁波
(資料來源：作者自行繪製)

五、對裝甲部隊之現行通資系統之影響：

(一)有線電平、戰時通信部份：

1. 電纜線及被覆(纜)線經電磁脈衝感應後，將產生高能量及強大電流，並藉由線路及纜線感應流竄至營區內各電子設備及電力系統(如交換機、軍用電話、電腦、印表機、傳真機等設備)，造成線路短路或燒毀。

2. 平時旅、營級營區固定交換機系統及 KY-32 野戰數位式交換機，因均架設於 RC 建築物內，平時均有架設地網且在纜線上均有加裝突波抑制器，具有防護電磁脈衝能力，但其效益是有限，只能降低減少裝備傷害程度。
3. 聯兵旅平時配屬之陸區通信系統裝備，陸區車廂本身具有局部電磁脈衝攻擊防護能力，能減少電磁波干擾，但在遭受電磁脈衝攻擊時陸區車廂並須停止作業將各通風孔完全關閉才能有效防止。
4. 戰時旅、營級有線電系統，戰時旅、營交換機及終端設備(如交換機、電話機、傳真機及視訊)大多開設於指揮所內或放置輪車上，在此建議選擇更堅固建築物開設放置，但因線路及纜線必須外露架設，電磁波也就容易經線路傳導強大電流而燒毀損壞裝備。

(二)無線電平、戰時通信部份：

1. 平時旅、營級各無線電台均結合戰情中心架設在 RC 結構之建築物內，但各電台之天線均架設建築外或頂樓，如遭電磁脈衝攻擊時仍可藉由外露之天線及饋線傳導致通信機造成裝備燒毀及短路。
2. 戰時旅、營級無線電電台架設於 M577 指揮車上（如防情台、戰情

網及情搜網等）或是通信車上，現行無線電機在電磁脈衝攻擊下，均可涵蓋所有的電磁頻譜無依倖免，且無線電機之天線就是良好的導體在強大電磁脈衝能量下可藉由外露之天線及饋線傳導致通信機造成裝備燒毀及短路，所以現行無線電通信在電磁脈衝攻擊下勢必造成重大傷害，如圖十所示。

11/4T無線電台通信車感應電磁脈衝示意圖



圖十：無線電台通信車感應電磁脈衝示意圖(資料來源：作者自行繪製)

(三)多波道通信部份：

無線電多波道電台開設因裝備均放置於車廂內，除天線架設於外，若遭受電磁脈衝時同配屬陸區系統一樣迅速將車廂之各通風口關閉以避免電磁波進入，如圖十一所示。

無線電多波道通信車感應(導入)電磁脈衝示意圖



圖十一：CTM-218 多波道通信車感應電磁脈衝示意圖(資料來源：作者自行繪製)

(四) 配屬陸區系統之小延伸節點
通信：同有線電系統一樣。

(五) 資訊系統部份：

資訊系統包括主電腦系統、資訊線路、終端機及伺服器，由於主電腦、終端機及伺服器，主要是由高精密電子零件主成，易遭受電磁脈衝攻擊。若遭受電磁脈衝攻擊，重者電子元件大部將會被燒毀，輕者僅記憶器內的資料將被消除。

陸、精進作法及建議事項

一、平時旅、營戰情中心及戰時旅、營級戰術指揮所之防護作為：

(一) 平時聯兵旅、營戰情中心防護作為如下：

1. 聯兵旅、營各戰情中心進出

大門，建議設置防爆鋼質外門及加裝銅質內門，以保障戰情中心內部不受電磁脈衝之攻擊。

2. 戰情中心各通氣孔及窗戶建議貼上鋁箔紙，以阻絕 EMP 射入。通氣孔加裝銅網，進而能阻絕部份電磁脈衝攻擊。

3. 戰情中心的無線電電台天線、軍用電話及電力線，外加金屬保護導管，於進入戰情中心內部前，多加裝突波抑制器，降低電磁脈衝攻擊之減少傷害。

4. 平時旅、營戰情中心盡量能選擇 RC 建築物地下室，畢竟 RC 建築物外觀有一層防護水泥牆當保護可以大大降低電磁脈衝之傷害。

(二) 戰時旅、營級戰術指揮所防護作為如下：

1. 若戰時旅、營指揮所與現駐地相結合建議設置防爆鋼質外門及加裝銅質內門，以保障指揮所內部不受電磁脈衝之攻擊，指揮所內各電子設備進入屋內前要求要加強接地或接入地網緩衝電磁脈衝之傷害力。

2. 若戰時旅、營指揮所離開駐地開設，盡量能選擇 RC 建築物地下室當指揮所，畢竟 RC 建築物外觀有一層防護水泥牆當保護可以大大降低電磁脈衝之傷害。

3. 若戰時旅、營指揮所選擇在沒有 RC 建築物及任何掩體的地方開設，則指揮所內各相關電子設備資訊線或通信機天線及纜線一定要加裝突波抑制器，或接地要做成地網式，但效益不大，所以建議各聯兵旅指揮所開設時要慎選地方。

二、戰車遭電磁脈衝之防護作為：

電磁脈衝是由大氣中自由電粒子，並在地磁牽引下進入大氣層，與地球磁場相互作用所產生各種介質而產生不同效果¹⁰，但導體因面積、溫度等，都會衰減其電磁脈衝強度。因此裝甲部隊可先利用天候車體本身加裝防護措施及藉由掩體保護等，讓電磁脈衝衰減。

（一）以下就戰車車體遭電磁脈衝攻擊時需補強防護地方做探討：

1. 建議將各式戰（甲）車之砲塔、駕駛艙頂蓋（逃生門），修改為磁密門。並於砲塔與底盤結合部加貼錫箔紙，乘員艙通風裝置則加裝金屬網。
2. 針對戰（甲）車天線、車內尾通話、射控及電力系統，在其外部導線進入車身間，增加金屬導管

並與車身連接，電源導線及天線饋線則加裝突波抑制器或濾波器等多重保護。

3. 將塑膠或尼龍布鋪設於戰車內各乘員及駕駛座位，並使之與車身隔離，以減少人員因電磁脈衝攻擊時不小心碰觸車身，而遭受電擊傷害。

4. 對戰車內車裝無線電機及自動化設射控系統，所使用電子裝備之電源、控制及射頻等重要單元，以修改內部線路方式，增加濾波、突波抑制器等元件，使滲入裝備之殘留電磁脈衝能予以濾（消）除。

（二）再來我們探討戰車在無掩蔽及有掩蔽設施下之防護作為：

1. 各式戰車在無任何掩蔽下之防護作為：

戰車在無任何掩蔽下電磁脈衝可經戰車之外觀進入，使其有關之電子或電力設備失去效能。而另一個路徑則由砲塔上的橫風感測器及其後側之無線電天線，或是從砲塔進入車內並感應通信裝備、射控系統及電力系統使其失去效能。

綜合研判在無任何掩蔽下之戰車，遭逢敵電磁脈衝攻擊後，是無任何防護作為，且戰車內通信及自動化射控系統均將被燒毀無法使用

¹⁰ 吳國宏，〈電磁脈衝簡介、影響及防護研討〉，國防通信電子及資訊季刊，第五期，民國 92 年 7 月，頁 123。

影響甚大，表六為電磁脈衝對戰車通信及射控系統之分析表，提供各單位參考運用。

戰車通信與射控系統遭受電磁脈衝強度10000V/M分析表													
項次	電子元件	裝束通信系統				射控系統							
		無線電通信系統		車內足通信系統		熱源影像儀		雷射測距儀		彈導計算機		穩定系統	
		正常	干擾	燒毀	正常	干擾	燒毀	正常	干擾	燒毀	正常	干擾	燒毀
1	電阻		√		√		√		√		√		√
2	電容		√		√		√		√		√		√
3	電感		√		√		√		√		√		√
4	變壓器		√		√		√		√		√		√
5	IC電路						√		√		√		√
6	邏輯電路						√		√		√		√
7	數位電路												
8	晶體二極管		√										
9	二極管						√		√		√		√
10	電晶體		√		√		√		√		√		√
11	斷電器	√				√		√		√		√	
12	繼電器		√			√		√		√		√	
13	光路器		√			√		√		√		√	
14	開關	√				√		√		√		√	
總計		燒毀		燒毀		燒毀		燒毀		燒毀		燒毀	

表六：電磁脈衝對戰車通信及射控系統之分析表(資料來源：參考廖鎮坤上校，(從美伊戰爭中看電磁脈衝攻擊對裝甲部隊作戰影響之研究)摘錄)

2. 戰車在有掩（蔽）體設施保護之防護作為：

裝甲部隊現有之掩（蔽）體設施，包括天然偽裝掩體、偽裝網掩體、RC 結構掩蔽及地下化掩體等等…，除天然偽裝及偽裝網偽裝無電磁脈衝防護力外，其他設施均有一定防護力，其中以開挖地下化掩體防護力最強，現在針對各戰車在掩體設施下防護作為做探討：

(1) 天然偽裝掩體：

天然偽裝由於是藉助天然植物或樹木來輔助偽裝，但對戰車防護電磁脈衝效果幾乎是沒有。

(2) 加裝偽裝網掩體：

偽裝網掩體由於上方空隙太

多無法有效擋住電磁波，而兩翼及後側之水泥牆對電磁脈衝則具有良好之防護力。若電磁波從上方滲過偽裝網或正面進入時，則戰車完完全全吸收電磁脈衝能量遭受損壞，如圖十二所示。



圖十二：掩蔽設施對電磁脈衝防護圖(資料來源：作者自行繪製)

(3) 在 RC 掩體部份，區分兩部份說明：

- A. 各營區現有之 RC 掩體，其頂部與兩翼及後側之土牆、抗炸牆，對電磁脈衝遮蔽力非常良好。惟其正前方洞口無任何遮蔽，且通信線路與電力線，並無接地特別措施，其對EMP防護力仍無法有效全面防護，掩體內戰車仍會受部份影響。
- B. 開挖地下化式掩體，為目前裝甲部隊對EMP防護力較強者。

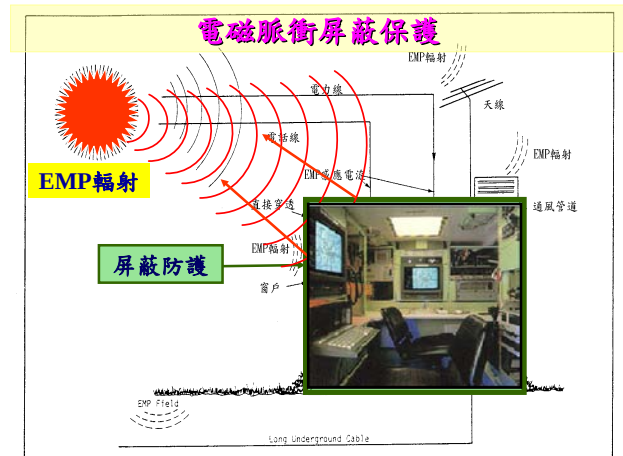
但其通氣孔、門縫，及通資（電力）線，易將導入（射入）電磁脈衝，若加以待改進，勢必防護能力大大提昇。

三、強化裝甲部隊通信系統之電磁脈衝防護作為：

通信系統是裝甲部隊指管通聯的重要手段，若通信遭受阻斷勢必影響任務遂行，因此通信系統要如何做好電磁脈衝防護，是非常重要的，而我裝甲部隊要如何防護我通信系統，其主要防護方法計有屏蔽及遮障、接地或加裝突波抑制器及濾波器、通信線路及資訊網路地下化、通信裝備備品存量使用等主要措施，在此就以上幾種防護做說明提供參考運用：

（一）屏蔽及遮障部份：

則是對一些重要軍事設施在外觀部分做些屏蔽物(如加裝銅板、加厚水泥牆、加裝抗電磁波材料等)將其包圍的防護措施,使其電磁波能量減少射入或檔至於重要設施外面,如圖十三所示。

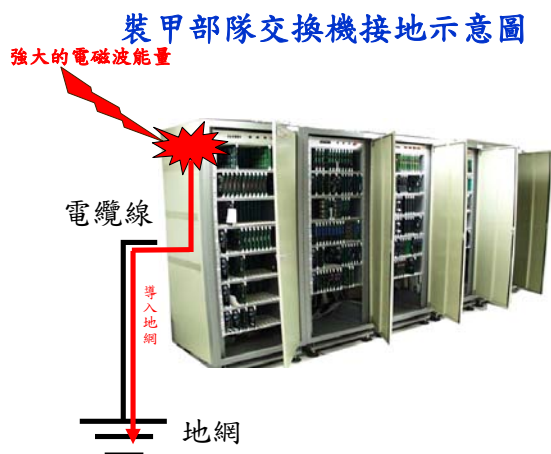


圖十三：電磁脈衝屏蔽保護示意圖(資料來源：作者自行繪製)

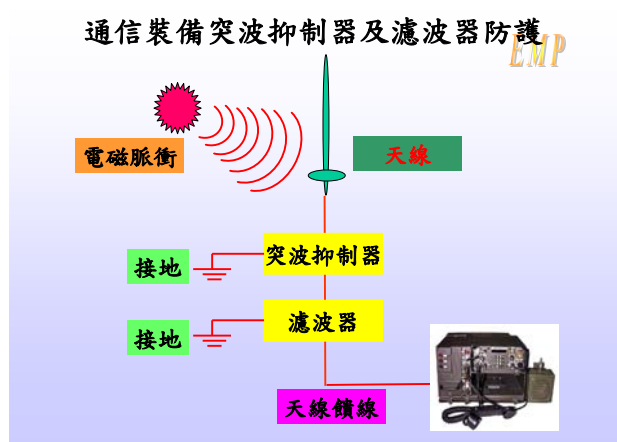
而我裝甲部隊各型戰車、重要武器裝備及通信系統均建議可以採取此方法，在外觀上做加強或加塗一層抗電磁波材料，以減少電磁波的攻擊。

（二）接地或加裝突波抑制器及濾波器：

1. 各裝甲部隊之交換機及旅戰情中心無線電電台裝備能確實接地，甚至於建議能加裝地網，有效能瞬間將電磁脈衝導引至地底下，避免電磁脈衝透過纜線及饋線直接破壞通信裝備。



圖十四：裝甲部隊交換機接地示意圖(資料來源：作者自行繪製)



圖十五：突波抑制器及濾波器保護示意圖(資料來源：作者自行繪製)

2. 建議各裝甲部隊總機電纜線進入口可加裝突波抑制器或是旅戰情中心之無線電電台之天線饋線加裝濾波器，並運用突波抑制器及濾波器之功能，減少電磁脈衝的能量，強化裝備存活率。
3. 戰車內部各電源饋線或電纜導線，建議也可加裝突波抑制器或濾波器，若遭電磁脈衝時透過電源饋線或電纜導線傳導至突波抑制器或濾波器上以就可減少電磁波能量傳至通信裝備或射控及電

力系統，這樣戰車傷害程度就不至於太大仍可遂行任務。

(三) 總機線路及資訊網路地下化：

1. 目前各裝甲旅營區內總機線路幾乎都曝露在外，幾乎沒有電磁波防護能力，若總機接地網較差，往往只要遭電磁波(雷電)攻擊時必定燒毀及損壞，所以線路地下化不僅可以減少電磁波攻擊甚至於可以將電磁波導入地下減少傷害。

2. 資訊網路建議同總機線路作法一樣地下化，必能降低電磁波傷害。

(四) 備品存量使用：

各單位備品存量要平時建立完備，若因電磁脈衝攻擊而造成重要裝備損壞無法修復時，啟用備用存量就顯得重要並且能立即替代損壞裝備繼續執行任務。

四、增強裝甲部隊預警能力：

- (一) 現行作戰模式為制空、制海、制電磁權，可想而知制電磁權是一項很重要資訊，若能將敵方情報資料系統，迅速整合至裝甲旅旅、營，使裝甲部隊能即時掌握，敵「核彈」及「電磁脈衝」攻擊威脅，就可以事先做好電磁防護措施。

- (二) 整合旅、營戰術(鬥)指管系統，使戰場透明化，有效

管理戰力，對進犯敵軍有效打擊。

(三) 購置裝騎、偵察部隊，所需個人與車載式雷射、雷達及通訊偵測等裝備，增強中、近距離戰場監偵能力。

(四) 裝騎、偵察部隊增設情報搜索無線電專網，並將各級戰情、情報中心調幅無線電網，換裝為寬頻(4MHZ)無線電機，使能即時傳遞戰場敵景，能有效制敵機先。

五、加強訓練裝甲部隊所有人員對電磁脈衝防護認知：

(一) 各單位均應檢討現有電子戰應變計畫，修訂應變要領與編組，需增訂遭電磁脈衝攻擊時應變機制及遮蔽裝備作業要領，現行司令部每年加強宣導「複雜電磁環境下應有處置作為」，其能提供各部隊於演訓或戰時能有所相關作業規定之依據，來強化各單位電磁脈衝處置作為。

(二) 現行兵科學校在電磁脈衝的課程，均有依照司令部指導排入年度的課表內，針對高級軍官班隊實施授課，加強各幹部對「複雜電磁環境下

應有處置作為」有所認知。

(三) 而陸軍各部隊在旅級各通信官的電腦部份均有建立一套由司令部通資處所做「複雜電磁環境下應有處置作為」查詢系統，不管在任何演訓、戰備或基地，通信官都能適時運用此系統來查詢電磁脈衝各種狀況做適當的處置作為之依據。

(四) 依照訓練計畫大綱各部隊每季、每月在課表排定需加入電子戰課程，由單位通信官依照「複雜電磁環境下應有處置作為」查詢系統內狀況來下達給各旅營、級各部隊處置，以磨練幹部電磁脈衝防護處置作為。

(五) 將非電子通信(傳令、視號、聲號)，列入各學校教育及部隊訓練必要(必測)課目，使部隊遭敵電子戰攻擊時，能以手旗、手勢維持通信。

六、整建電磁脈衝戰力，使部隊能適應未來作戰環境：

(一) 將電磁脈衝所造成影響，能列入未來籌購戰(甲)車、通資系統及構築軍事設施之需求。

(二) 整建以光纖為主之戰略、戰

術通信系統，及以機動無線電（900—1800MHZ）為主之軍民共用之戰鬥通資系統，以確保遭敵電脈衝攻擊後，通信仍有備援手段保持暢通。

（三）發展超高頻（150-1000MHZ）無線電通信系統，以減少核爆電磁脈衝

（10KHZ-100MHZ）與電子炸彈（1000MHZ（微波）以上）之影響。

（四）自製通資裝備與電子元件，應全面採用砷化鎵或矽等抗電磁脈衝材料。並針對電子系統，對其重要電路（電源、控制、射頻）單元，使用氣體放電管、氧化鋅變阻器及半導體二極體等組成突波抑制電路，以保護重要武器與通資系統免受瞬間高壓破壞¹¹。

（五）利用塑膠纖維、砷化鎵等抗電磁脈衝材料，製作通資裝備攜行箱。除利於平時儲存及戰時野戰攜行外，並確保內存通裝，於遭敵電磁脈

衝突襲後仍妥善堪用¹²。

（六）爭取與先進國家技術合作，併結合國內公民營學術機構及廠商，全力發展「人造衛星」與「電子炸彈」，及其投射系統，以爭取早期預警及以電磁脈衝攻擊來犯敵軍。

柒、結論

透過美伊戰爭期間，大家可由電視媒體，看到伊拉克軍隊，由伊拉克北方以走路方式返巴格達，這說明不對稱戰爭，所產生的不對稱效果，而真正勝敗關鍵，應該是美軍運用諸多高科技的電子戰武器，攻擊伊拉克電視台、發電廠與其附近之通訊中心、雷達站及防空系統，並有效摧毀其通資、電力、防空、雷達及主戰武器系統，打的伊拉克又聾又瞎，甚至於摧毀其殘存之廣播及光纖系統，使伊拉克全國完全陷入癱瘓。這個戰爭給我們重要啟示如下：

一、在未來的作戰模式「不對稱作戰」及「高科技電子戰武器」已經是必然，惟有強化我裝甲部隊裝備能達到資訊化、數位化效能，才能真正主宰未來戰

¹¹ 羅承烈，〈電磁脈衝之研究〉，
http://www.lmcf.org.tw/Htm_F/defenceZ.htm，
頁 2。

¹² 同註 7。

場。

二、建議我裝甲部隊能吸取波斯灣戰爭經驗，在防護「電磁脈衝」攻擊戰術及戰法上能記取伊拉克的教訓，可成為我建軍備戰之借鏡，以做為爾後建軍發展，強化各裝甲部隊之電磁脈衝防護能力。

三、我裝甲部隊主力武器戰（甲）車幾乎為金屬車身，其內部之無線電機及車內尾通話、射控及電力等系統，也都是電磁脈衝良好感應體。當前最急需且有效的，應該是全面檢討戰（甲）車遭受電磁脈衝時其防護措施及作為，並持續加強部隊電磁脈衝防護觀念及非電子通信訓練課程，確保我裝甲部隊遭敵電磁脈衝攻擊時，能將傷害降至最低，依然仍效遂行作戰任務。

四、現在世界各國不管從先前核彈到現在電磁脈衝彈發展，相信「制電磁權」的優勢已在各國

作者簡介：

姓名：陳國基

學歷：中正理工專 82 年班、通校正規班 163 期

經歷：排長、副連長、連長、師、旅通信官、軍團有線電官、教官

現職：裝訓部暨裝校通信組少校教官

家都想極力取得，因為能以最少最快速之殺傷力而獲取最大之戰果進而不戰而屈人之兵是世界各國家的作戰最高指導原則。我們國家也是如此，但礙於對岸關係，有太多高科技武器在發展上都受到限制，所以我們國軍各部隊更應該嚴加防範對岸可能運用各種電磁脈衝武器來對我各部隊實施攻擊及破壞。所以掌握不了電子優勢，就無法主導戰爭的優勢

；喪失了對戰爭發展的主導權，就注定贏不了戰爭。1991 年美軍在波灣戰爭中，運用高科技武器的作戰模式使不少國家跌破眼鏡，而且還讓許多停留在第二次世界大戰之作戰思維的國家有所認知，未來電子戰優勢正是開啟戰爭的勝利之鑰，不可不加以重視。