

電磁脈衝武器的威脅與防護

陳偉寬、鄭大誠

提 要：

一、1962 年美軍在約翰斯頓島上空進行了核試驗，爆炸後距離試驗場 800 公里的檀香山市的防禦警報器全部爆裂，其與威克島的遠距離短波通信中斷，美軍的電子通信監視指揮系統也全部失靈。

二、美軍調小組事後發現，「元兇」原來是核爆試驗生的高能電磁脈衝。這一偶然的發現，激起了美軍將高能微波武器用於戰場的興趣。

三、特別是近 20 多年來，電磁脈衝武器的研發和運用正呈加速的趨勢，得吾等深入探究。

關鍵詞：核試驗、高能微波武器、電磁脈衝

壹、前言

2003 年 3 月 26 日美軍使用高功率微波炸彈轟炸巴格達電視臺，爆炸時生的電磁微波能量達數 10 億瓦，造成巴格達地區大面積停電，雷達、電腦、電話、廣播通訊陷入癱瘓，一些交通工具無法使用。其實早在 1962 年 7 月，美軍在約翰斯頓島上空進行了當量為 140 萬噸的核試驗，核彈爆炸 1 秒鐘後，距試驗場 800 公里的檀香山市的數百個防禦警報器全部爆裂，歐胡島的照明變壓器被燒壞，檀香山與威克島的遠距離短波通信中斷。與此同時，距爆中心投影點 1,300 公里的夏威夷群島上，美軍的電子通信監視指揮系統也全部失靈。是什麼原因導致了災難的發生呢？美軍調小組事後發現，「元兇」原來是核爆試驗生的高能電磁脈衝。這一偶然的發現，激起了美軍將高能微波武器用於戰場的興趣。特別是近 20 多年來，電磁脈衝武器的研發和運用正呈加速的趨勢。

美國專門成立的一個電磁脈衝委員會近年曾發表一份有關美國對電磁脈衝武器敏感性的評估報告指出：「一次內衛星或洲際彈道導彈在 布拉斯加州上空 30 英里處實施的規模不大的電磁武器打擊，就會使整個美國、加拿大以及墨西哥部分地區的電子設施全部失靈」。2002 年初，在「9 月 11 日調委員會」出首份「『基地』襲美調報告」的同一天，巴特利特出了〈電磁脈衝襲擊對美國的威脅評估〉報告。報告宣稱：「我們國家有能力阻止國際恐怖分子最可怕的襲擊，但卻不知道美國所面臨的脈衝武器攻擊威脅有多大。」巴特利特在這份報告中渲染：「一旦遭到脈衝武器的襲擊，我們超級大國的地位將從此不保！」他強烈建議五角大廈將脈衝武器提升到國家戰略的高度，並加大研發與試驗力度。這份報告很快引起了白宮和五角大廈的重視〔註一〕。吾人曾就此一課題做過研究，並於兩年前發表於國軍刊物，今年度國防部又以此專案委外研究；筆者委請鄭博士一起再深入此一問題探索分析及指導〔註二〕，研究成果與我國軍幹部分享參考。

貳、電磁脈衝的來源與區分

現今至少有 25 個國家已擁有一或正在獲取及發展一可造成大規模傷害與破壞核武或此等武器的投射系統〔註三〕。得吾人認識與重視：

一、電磁脈衝的來源

電磁脈衝 (Electromagnetic Pulse 簡稱 EMP) 的主要來源可以分成三大類〔註四〕：

(一) 雷擊—LEMP。

(二) 核爆—HEMP。

(三) 人造之電磁脈衝：電磁脈衝攻擊武器—電磁脈衝彈 (E-Bomb)、高能微波攻擊武器 (HPM)。

1. 雷擊 LEMP 的生〔註五〕

雷電是正負電荷急劇中和的現象。在上升氣流中水滴與冰晶常因摩擦而使正負電荷分離，造成雲塊帶電，雲塊與雲塊間亦會因靜電感應，彼此因感應而帶相反的電荷，且隔空相對。若帶負電之雲塊接近地面，地面亦會受緣電感應，使得地面因感應而生正電，彼此相互吸引。當隔空相對的正負電間之電壓大時，其間空氣也會由體變成導體，生巨大電流，並放出光和熱，這正是正負電中和現象。

雷電的電壓通常從 1 萬伏特到 10 萬伏特，有時會高到 20 萬伏特，而人體能忍受的安全電壓約在 36 伏特以下，就算接觸到輕微的雷電也可能重損人體。有些時候，遠在幾公里外打雷時，很高的雷電衝擊，可能經過 120-240ACV 電源線進入屋，這種雷電衝擊會生電場和磁場，它們可以通過電源線而擊毀設備中的元件；然而，你可以按裝瞬時防衛裝置，把雷電衝擊加以錯位，使設備元件得到保護。

2. 高空核爆電磁脈衝 HEMP 的生

只要核子彈爆炸高度 (從核爆中心至水／陸面的距離) 大於 30 公里，即為所謂的高空核爆。

高空核爆造成的電磁波脈衝攻擊，可以讓地面半徑百餘至數百公里範圍 的所有未受防護的電子品幾近全部被瞬間感應的強大電流燒毀，因為這種攻擊的核爆高度多半在 50 公里以上的高空，具有強大的感應電壓和電流，足以摧毀和干擾通電系統。

其特點是：涵蓋面積大、時間短、能量大和頻率範圍寬。電磁脈衝核彈，可利用導彈發射，將微型核彈在平流層做高空引爆，造成瞬間電磁脈衝衝擊波，生巨大的空間電場 (HEMP 強度及影響範圍如附表)，以癱瘓敵網路系統，軟殺傷整個資訊構架。

3. 人造之電磁脈衝的生

即不經核爆也可以實現類似核爆生的電磁脈衝。可以生高頻微波脈衝的系統安裝在無人駕駛的航空器、炮彈或導彈上，以便能製造出一種電磁電場，用來燒毀敵人導彈的控制裝置。這種電磁脈衝彈對電子設備實施的是「面摧毀」，功率可達 8,000 萬瓦，瞬間即可使供電網和有線通信網短路，也可將幾十公里範圍 電子元器件燒毀。裝在小貨車上的射頻武器足以摧毀一家金融機構的電腦系統。

二、區別

電磁脈衝 (EMP) 武器是利用核爆時生的輻射現象與大氣反應，或利用電子方法生持續短促的寬頻譜電磁能量脈衝，直接破壞目標或使目標喪失作戰效能的一種新型武器。簡單地，EMP 炸彈爆炸時生的電磁脈衝，能使其殺傷半徑之，幾乎所有的電氣、電子系統和電子元件無法正常運作，甚至出現難以修復的嚴重損壞。對於隱蔽的地下電子系統，EMP 彈仍能以釋放的電磁能量，通過電子系統暴露於地面的天線、電纜、接線柱等設備生感應電流，傳入地下設備的核心部件進行破壞。美軍在 1991 年波斯灣戰爭期間，曾向伊拉克發射一枚具電磁脈衝破壞效能的戰斧巡弋導彈，攻擊伊軍指揮中心的電子系統。這次攻擊被視為 EMP 的一次實戰試

驗，具體結果至今沒有出爐。八年後，美軍在科索沃戰爭再度使用EMP炸彈，使得這種新型武器的應用性大為提高。然美軍這兩次使用的EMP彈，不是靠核爆生的，而是用電子手段生電磁脈衝，因此稱為「非核致電磁脈衝武器」或「高功率微波彈」，和早期的「核致電磁脈衝武器」有明顯區別。

這種「核彈」爆炸的景象如同自然界的雷電現象，其本質區別在於：一個是自然形成，而另一個是人為生。目前，按生電磁脈衝的原理劃分。電磁脈衝武器分為核電磁脈衝武器和非核電磁脈衝武器兩種類型：

(一)核電磁脈衝武器，是一種利用核爆炸生的高強度電磁脈衝實施目標打擊的電磁脈衝武器，是一種以增強電磁脈衝效應為主要特點的新型核武器。核爆炸時，除生衝擊波、光熱輻射、貫穿輻射和放射性輻射之外，還有第五種效應——電磁脈衝效應。它能瞬間造成雷達迷盲、通信中斷、計算機失靈和指揮控制系統癱瘓。

(二)非核電磁脈衝武器，是利用炸藥爆炸壓縮磁通量的方法生高功率電磁脈衝的電磁脈衝武器，其原理是將炸藥的化學能瞬間轉化為巨大的脈衝電磁能，並對敵電子戰系統進行軟殺傷。長期以來，由於技術等原因，電磁脈衝只有通過核爆炸才能生，因此電磁脈衝武器的研製一直受到很大限制。但隨著現代高科技空前發展，非核電磁脈衝武器已然登台亮相，並呈現出飛速發展的新勢頭。非核電磁脈衝武器莫可小。

根據研究，電磁脈衝武器除了利用高爆炸藥及相關裝置生電磁脈衝的「非核爆電磁脈衝彈」之外，另有利用微當量核子彈(約1KT，威力1,000噸TNT)色炸藥在高空引爆生電磁脈衝的「弱核爆電磁脈衝彈」。

說弱核爆電磁脈衝彈的威力，綜合近年來各家說法，大致是以彈道飛彈投射一枚千噸級的微當量核彈，在距地40-50公里的平流層引爆，可在目標區地表0.01公里範圍內生強大的電磁脈衝衝擊波，使電子組件因瞬間超載短路而永久損壞，同時會干擾除超高頻通訊外的無線電通訊1小時以上。「弱核爆電磁脈衝彈」是用以攻擊大面積的目標，執行戰略性攻擊；「非核爆電磁脈衝彈」則是用來攻擊小面積目標與活動目標，執行戰術性攻擊〔註六〕。

參、電磁脈衝武器之可能運用方式

一、可能使用方式及其優勢

在未來戰爭中，電磁脈衝武器最可能的使用方式可分四種：

(一)用於攻擊通信中心或由雷達控制的防空武器系統。

(二)充當防空武器使用。

(三)做為飛機的自衛式干擾裝置。

(四)直接通過火炮等發射，對付敵方的地面電子設備。

軍事專家認為，電磁脈衝武器之所以前景看好，主要是因為其相對其他武器所具有的一系列獨特優勢。

首先，電磁脈衝武器的能量從起爆點呈錐形向外延伸，在傳輸過程中不受天氣因素等影響，威力損失小而覆蓋範圍廣，對於精確定位技術的依賴性很低，因此遠比制導炸彈、反輻射導彈或常規炸彈效率高。

其次，電磁炸彈主要造成電子設備和設施的毀傷，對於人員，輕者造成煩躁不安、頭痛、記憶力減退，重者造成肌膚燒傷、眼部組織損傷，但一般而言無強烈副作用。因此至少從名義上看來更加人道，使用起來顧忌也更少。

另外，電磁脈衝還是隱形武器的剋星。眾所周知，隱形武器的秘密在於靠吸波材料吸收電磁波，從而減少反射而降低暴露概率。普通雷達發射的電磁波因能量弱可以被吸收，但電磁脈衝武器的能量密度極大，瞬間就能使隱形目標的反射度急劇上升而「原形畢露」。

二、攻擊目標

目前，世界上少數國家已經開發出具有實戰價的非核電磁脈衝武器，大體可分為四類：電磁脈衝彈、高能電磁脈衝發生器、高功率微波炮和爆炸驅動磁通壓縮輻射器等。

(一)電磁脈衝彈，是一種利用大功率電磁脈衝直接殺傷破壞目標或使目標喪失作戰效能的非核電磁脈衝武器。這種武器由飛機或導彈在空中實施發射並引爆後，其強大的脈衝功率，可將敵目標整個電子設備瞬間摧毀。據悉，俄軍研製成功的一次可釋放能量100兆焦耳的電磁脈衝彈，可對北約C4ISR系統構成巨大威脅。

(二)非核高能電磁脈衝武器，是利用炸藥爆炸壓縮磁通量的方法生高功率電磁脈衝的電磁脈衝武器，其原理是將炸藥的化學能瞬間轉化為巨大的脈衝電磁能，並對敵電子戰系統進行軟殺傷。

(三)高能電磁脈衝發生器，能發射頻帶很寬的電磁脈衝，可瞬間大範圍覆蓋目標系統的響應頻率〔註七〕。

外軍擬將小型高功率微波炮裝備在巡弋導彈中，利用類似聚光罩的天線，將高功率微波能量匯聚起來並發起攻擊。

(四)爆炸驅動磁通壓縮輻射器，是外軍近年研製的一種新型電磁脈衝武器，它已成為目前適合於炸彈應用的最成熟的技術〔註八〕。據外電透露，目前世上已研製成功如手提箱大小的一種武器，可由突擊隊員攜帶潛入敵國，實施遙控引爆造成混亂。

從打擊目標上看，電磁脈衝武器與傳統原子彈有很大不同。它的攻擊目標主要為三類：

1.防空預警系統。

2.各類導彈和導彈防護系統。

3.軍用和民用電子通信系統或金融中心等，如指揮機構、軍艦、通信大樓或政府要地等。

而從殺傷原理上看，電磁脈衝武器對電子設備有著獨特的破壞力，即使用電磁脈衝武器摧毀目標所用能量，要比利用衝擊波和彈片摧毀目標所需的能量小數萬倍。

肆、新概念武器——以美國、中共為例

電磁脈衝的殺傷作用原本是高空核試驗的副品。1961年10月30日，蘇聯在新地島上空試爆史上最大的5千萬噸級彈時，就曾使方圓數千公里的通訊線路及雷達系統全數「罷工」。受到發的軍事專家，從此致力於研究如何增強核爆炸的電磁效應而抑制其他效應，這類通過高空核爆形成電磁脈衝的新式核武器，也就成為最原始的電磁脈衝彈。

一、美國

透過電磁脈衝武器的殺傷機理和特性可以看出，對於在現代軍事行動愈來愈依賴於電子設備和信息戰系統的信

息化軍隊來，電磁脈衝武器無疑正巧成為「軟肋」。毫無疑問，面對「第五維戰場」——電磁空間日漸激烈的角逐，面對電子脈衝武器強大的攻擊優勢，未來戰爭如何保護己方電子設備安全運轉，已成為爭奪制電磁權

和制信息權的重中之重。

2004年，美軍開始對新一代電磁脈衝武器進行廣泛測試，計畫最終將目前造價昂貴的電磁脈衝武器成本降至約400美元；俄羅斯在前蘇聯時期就開始了電磁脈衝武器的研究，其發明的重8公斤的小型強電流電子加速器，爆炸時可發出X射線、高功率微波並破壞電子設備。除俄羅斯和美國外，英、法、德、日等國也都在緊鑼密鼓地進行電磁脈衝武器開發與研究。國際軍事專家認為，海灣戰爭中，伊拉克之所以被動挨打，其重要原因之一，正是其指揮控制系統等已遭到破壞，從而喪失了電磁環境控制權。

美國專門成立的一個電磁脈衝委員會近年曾發表一份有關美國對電磁脈衝武器敏感性的評估報告指出：「一次內衛星或洲際彈道導彈在布拉斯加州上空30英里處實施的規模不大的電磁武器打擊，就會使整個美國、加拿大以及墨西哥部分地區的電子設施全部失靈。」有關方面表示，這些預測非危言聳聽，美國近來已在其正式發布的防務報告中明確發出了當面臨發生「電磁珍珠港事件」或「電磁9月11日事件」時的危險警告。

對於美國馬里蘭州共和黨眾議員羅斯科巴特利特來，2008年最令他興奮的事，莫過於五角大廈將完成脈衝武器項目的全面整合，並計畫在2012年將脈衝武器全面裝備美軍。

在美國國防部所公布的《2005年中共解放軍力報告書》第六章「中共解放軍軍事現代化與臺灣海峽安全」中指出，部分解放軍軍事理論家承認，可在臺灣上空引爆核子武器，透過核爆生的高能電磁脈衝對台生致命性打擊。其優點是國際難以將之解讀為對台動武或跨越核門檻，既可威嚇臺灣、亦可用於對臺灣領導人的斬首行動〔註九〕。

由於電磁脈衝會令大氣層的電離層與磁氣圈出現變化，進而摧毀臺灣的重要軍事設施與作戰能力，如通訊設施、雷達及光電感測器等裝備。此外，電磁波還能癱瘓臺灣的電力傳輸設備與網路。不過電磁波攻擊的影響範圍難以控制僅在臺灣上空，將對大陸、日本、菲律賓乃至商船與飛機航班等都造成影響〔註十〕。

二、中共

近年來因武器加速擴散致許多國家擁有高科技、低成本卻又具高威脅的武器對地區安全形成隱憂，如中共提供陸生化及飛彈等相關技術給北韓、伊朗及伊拉克等，均危及區域軍力平衡〔註十一〕。中共的核武戰略思維經三次演變，從早期的「心理核威懾」、近期的「實用核威懾」，到2000年起進入的「能動核威懾」階段。中共在一個階段，對使用核武都有不同的戰略想定，前兩個階段在戰略和戰術上均強調被動出擊，最新階段則因應美國戰術核武的調整，而不排除在一定條件下先發制人。

為達到先發制人的威懾效應，中共近期的核武發展排除大規模報復原則，把核武研製方向朝單一能量的釋放彈頭為主，包括以釋放高能中子輻射為主要殺傷因素的中子彈，或僅強調釋放高能EMP彈頭等。美國國防部已有數據表明，中共不僅具備核爆可控當量的EMP彈頭，並積極研發包括高功率微波等「新概念武器」。美國國會多次提出嚴重警告，擔心恐怖分子使用電磁脈衝炸彈而非核彈攻擊美國本土，如果上使用，將使某個機場附近空域的飛機，因電訊全部中斷而無法降落，造成的危害遠遠大過九一一被撞毀的雙子星大樓。有理由相信，除非中共受到核爆式電磁脈衝彈的攻擊，否則不會輕易使用類似武器，但在必要情境下，中共將不排除使用「非核致電磁脈衝武器」或高功率微波彈攻擊對手。

高功率微波彈的主要原理，是以炸藥和化學燃料的爆炸能為能源，並用高功率脈衝發生器替代核爆炸生的局部強力EMP破壞電子設備，因此這類武器體積小、重量輕，便於攜帶與投擲，可由飛機、導彈或火箭等載具搭載投射。作為戰略目的使用時，電磁脈衝武器能用來攻擊對方指揮中心、軍用衛星、通信樞紐，癱瘓敵方整個軍事系統；作為戰術武器時，EMP彈能對敵方集群的車隊、坦克和士兵造成嚴重損傷。

包括中國在內，各國對電磁脈衝武器防護的研究早已開展多年，新研製的軍用電子設備、計算機、通訊系統等都加強了對EMP武器的防護能力。

伍、電磁脈衝威脅及其防護之探討

一、威脅

科學家藉著模擬電磁脈衝試驗發現，電子裝備最易受電磁脈衝能量破壞，就外觀而言裝備看似完整無恙，然內部之記憶電路、集體電路、邏輯電路、放大電路.....等，均因瞬間超載而燒毀(短路)，致無法正常工作，而愈先進、複雜及靈敏之裝備其影響愈大，就理論而言：真空管抗電磁脈衝效果最佳，電晶體次之，集體電路再次之，三者抗電磁脈衝能力大約為1000:100:1，現僅就電磁脈衝對各種威脅及C4ISR系統影響敘述如下〔註十二〕：

二、對人員及日常生活影響

科學家曾以動物實驗，將狗及猴子以模擬電磁脈衝照射，並重覆實驗，皆未顯示有受到任何傷害。惟系統操作員在不知情之情況下，如果接觸到一個聚集有大量電磁脈衝的收集體(金屬體、電子裝備、纜線.....等)，均會遭受到極高電壓(5萬-10萬伏)的灼傷、或休克，嚴重甚至會造成死亡。

敵以電磁脈衝為攻擊武器，其目的除了癱瘓我軍事設備之C4ISR、政府運作機制外，對於遭敵電磁脈衝攻擊第一時間之日常生活影響，以電力供應、油品供應、交通體系最為嚴重，金融業界與傳播媒體等亦遭癱瘓，受到極嚴重的影響。在遭受電磁脈衝武器攻擊時，國之民防體系、政府機制等均會同時遭受嚴重影響，故政府對於建立防範電磁脈衝整體防護相關規範，應為當務之急，避免於遭敵攻擊時，造成無以彌補之損害〔註十三〕。

三、對有、無線電

電磁脈衝很容易使電纜感應電壓超過最大容忍限，結果會造成火花或短路現象，損壞線路，而線路上各式終端設備(如配線箱、交換機)也易遭受線路上累積的能量而燒毀。據學者顏顯提出：一條足球場那樣長的電線所截收的電磁脈衝能量，足可供1,500個100瓦的電燈泡閃亮一霎那，而一條橫越美國大陸的電纜所收聚的電磁脈衝能量，能使兩條電力輸電電線間發生亮光極強的電弧〔註十四〕。

此外，電磁脈衝其頻譜可涵蓋大部分的軍(民)用無線電通信波段，且無線電機的大型天線、饋線及銜接線，均為電磁脈衝良好的收集體，在強大電場影響下，將使無線電系統受到嚴重破壞。例如：一架飛航中之飛機，若遭遇電磁脈衝侵襲時，電磁脈衝能量可藉由金屬機身、外露天線、座艙.....等路徑，進入機內電子電路中，造成電子元件燒毀(故障)，電路被干擾(短路)，儀表突然生的各種警(信)號，進而使飛機各項數位飛控系統失效，致影響飛行員的判斷與處置，造成飛安事件。

四、對雷達波之影響

電磁脈衝可影響電離層之穩定性，當雷達波在掠過此一被擾亂之區域時，會使其傳播途徑彎曲，造成雷達所確定的目標位置，可能與真正的目標位置有所差異。嚴重時甚至生吸收作用，如雷達波從目標物反射回來而必須通此一區域，即將全部被吸收，因而使雷達信號中斷。

五、對資訊系統之影響

柯斯摩(Cosmo)說過：戰爭勝負的關鍵不在於誰的槍彈最多，而是誰掌握了資訊〔註十五〕。迅速而確實之情報資訊，對軍事作戰而言，特別明顯而重要，其對「搶先」和「控制」在時效上已至秒秒必爭之程度，惟有靠容量大而迅速的資訊(電腦)系統來分析、研判、處理，方能達到上述目的；但電磁脈衝卻能破壞(消除)儲存在半導體記憶器 的資料，或者將裝置有「微處理器」控制系統的功能破壞，造成整個資訊處理中心癱瘓，資訊無法傳遞(或傳遞錯誤的資訊)，因而使指揮官耳目被切斷(或誤判)，無法迅速下達決心，而延誤作戰時效。

六、防護

電磁脈衝防護之方法與電磁干擾(EMI)及雷擊波防護原則雖概同，但電磁脈衝因具上昇時間快、能量大之特性，一般防範電磁干擾及雷擊波之裝置，尚無法有效達到防護之目的。然在「沙漠風暴」的波灣戰爭行動中，以美國為首之多國聯軍其通信系統，已經採用具吸收電磁脈衝所構成之緩衝器電路，以強化抗電磁脈衝干擾效果，可見電磁脈衝已運用於高科技的戰爭中，其雖不能直接獵殺敵人，但卻可加速戰爭目的之達成，甚至決定戰爭的勝負，影響之大難以估計。

(一) 概念

21世紀是電子戰的世紀，掌握了制電磁權的一方將有能力控制戰爭的走向。據瞭解，美、俄、歐、日在積極研製電磁脈衝武器的同時，都在積極關注電子設備的防護問題，可謂「礪劍」與「鑄盾」並重〔註十六〕。當然，非核爆式的電磁脈衝彈並非毫無防護措施可用。包括根據不同情況採用隔離、濾波或屏障等方法，降低EMP炸彈對重要目標的破壞；對於一些核心的電子設備，可採用抗電磁干擾能力強的電子元件；或把電子設施分散多處，以備分恢復遭到破壞的電子系統等〔註十七〕。

有矛必有盾，電磁脈衝武器雖然威力驚人，但如果防禦方準備充分，仍有機會將其破壞性大大降低。電磁脈衝防護與雷電防護基本相同，用厚鋼板或厚銅板做成的屏蔽罩，就可以提供很高的總體屏蔽效能。考慮防護的有效性和成本，目前通常採取「因地制宜」與「分層防護」的原則。「因地制宜」就是結合設施所在的地理環境，對電磁脈衝的屏蔽進行統籌規劃。「分層防護」則是根據設施 裝備的重要性、靈敏性和脆弱性，分區分層配置，以最低的成本達到全防護的目的。

(二) 具體作法

為確保設施 的電子設備在電磁脈衝下正常工作，一些要害部門通常還需進行二次防護，如建造專用防護隔離室、金屬屏蔽牆、防護隔離門窗等等。另在台海方面，2002年9月所出版的美國「新聞週刊」，曾假想式的預言中共以電磁脈衝彈對臺灣發動攻擊，癱瘓臺灣股市、金融與通訊體系，臺灣駭客亦隨即反擊，重挫北京中關村資訊中心，兩岸資訊戰全面開打〔註十八〕。由於「新聞週刊」的預言對中共當時被炒熱的「超限戰」有助長的作用，遂引起各方關注。

就因電磁脈衝彈對資訊系統危害甚大，各方無不想盡辦法找尋防護措施，目前被當作比較有效的防護辦法有兩種〔註十九〕：其一是利用屏蔽裝置阻止電磁脈衝的穿入，同時在所有穿過屏蔽的導線上施加防護措施，這樣電磁脈衝將不能達到設備 部的敏感元件。其二是設計、製造特殊的線路與元件使其能承受電磁脈衝，或者當它們感受到電磁脈衝時，能自動切斷設備的措施來阻止電磁脈衝的穿入。

雖然如此，但以戰爭武器發展的速度來看，要澈底的防護電磁脈衝的攻擊，恐怕還是緩不濟急，應加速發展高頻率安全通訊衛星以及相關戰術性反制作為，以降低敵人以電磁脈衝彈攻擊時我方可能之戰損。

電磁脈衝是以電磁波在空間散佈方式來傳遞能量，它經由金屬表面的電磁感應、或由隙縫穿透及金屬導線傳導，傳送到電子裝備 。這和一般的電磁干擾(EMI)的傳遞，基本上是一樣的，但電磁脈衝的能量極高，因此防護時需要作特別的考量。

當遭受電磁脈衝攻擊，為了降低電磁脈衝的威脅，根據MIL-STD-2169的規定，所有的機敏裝備需加裝電磁阻隔裝置，或需有特定的防護措施。對於個別獨立的裝備(或是次系統)所組成的設施(或是系統)而言，需於各個屬於獨立的機敏裝備中安裝各自的電磁阻隔裝置來進行保護。電磁阻隔裝置包括電磁屏蔽層、各出入端口(Point of Entry, 簡稱 POE)的突波防護裝置、連接各機動或是固定設施之間長纜線的防護模組(Long-Line Protection Module, 簡稱 LLPM)。在電磁脈衝防護設計階段，可靠度、易維護度、建構規劃管制、易測試度、工安與人因工程、銹蝕防制、以及標準製圖實務等，都應納入考量。

威信電磁脈衝防護的基本原則有兩大項，即「分層(級)防護」與「因地制宜」。當第一層電磁脈衝防護無法滿足規格需求時，即需規劃第二層防護區塊，透過分層防護設計以逐層降低電磁場強度，達到整體防護功效。

一般而言，就防護層無法達成規格需求之原因可能有以下幾點：

1. 隔離材料材選擇不當，材質本身特性即無法滿足規格需求。
2. 防護金屬板材或箱壓裝備存在瑕疵，直接影響防護效。
3. 專業設計能力不足，導致設計防護層本身即無法達到規格標準。
4. 施工工法錯誤，影響電磁脈衝防護能力。
5. 工程施作品質不良，局部地區存在孔隙，易造成外部電磁波滲入，導致整體防護效下降。

另實務上，電磁脈衝的防護相當繁雜，需要特別設計及防護的材料，大體上有三類：

1. 屏蔽—就是以金屬或吸收材料做防護屏障，藉反射及吸收電磁波，削減EMP穿透量。
2. 限壓和濾波—限壓是利用二極體、變阻器或火花間隙等元件，將用電系統輸入端感應到的電壓限制在某一額定之下；濾波則是將非工作頻率的電磁脈衝波排除，以降低EMP對於 部電子或是電力元件的衝擊。
3. 接地—利用適當的接地網路，將額外的電磁感應導向大地，以補強前述屏蔽、限壓和濾波的防護。

電磁脈衝防護系統建構完成後，須進行接收測試，以確保防護相關技術的品質。

由於各類設施或武器裝備在平常的運作環境中，並不一定可以顯示相關的電磁脈衝防護能力。因此就需要依賴

有規劃的驗證測試、維修管理等程序，來確保各項防護措施的效果。為拓增 EMP 防護措施平時之應用價，防護的設計也應多方面來考量其他用途。

陸、結語

雖然整個電磁脈衝防護是一件非常複雜且困難的工程，尤其對臺灣這種技術有限的國家，光要測試一項裝備的屏蔽防護能力和屏蔽層的電磁脈衝防護效力不從心，所以現階段是先以指管通情系統為防護重點，因為這些系統設備大多數位於地下或有堅固掩體防護，進行電磁脈衝防護可以事半功倍。

目前軍方正大力推動的各類專案所使用的數據鏈路和指管通資情監偵系統相關裝備，也應加強電磁脈衝防護，以免被攻擊後癱瘓。另外，軍方還應研發緊急或臨時的簡易電磁脈衝防護方法，一旦解放軍集結動作頻頻，軍情單位研判解放軍可能對台發動攻擊時，軍方就可以即時補強的屏蔽措施加強裝備對電磁脈衝防護的效能，減低遭受電磁脈衝攻擊時的損害。

特別是我國面對中共導彈威脅尚無立即有效的對策時，我國雄厚的資訊潛力或許可在中共採取導彈攻擊之際，對其 C4ISR 等系統進行「資訊戰」，爭取制電磁權優勢，以削弱其導彈優勢。另藉網路破壞、駭客入侵、植入病毒、邏輯炸彈等方式，入侵共軍相關網路，癱瘓指管機能，使其無用武之地。因此，國軍應結合民間的科技能量，研發相關技術，建構有效的資訊武器(如電腦病毒、電磁脈衝彈、病毒防護軟體等)，以建立全軍資訊戰攻擊能量。另為降低敵資訊攻擊效益，可建立多層、多頻、多型的複式通資網路，提升資訊網路存活率〔註二十〕。同時特應注重下述兩點：

一、強化對電磁脈衝攻擊之防護

雷達系統、武器裝備、通信及電腦資訊裝備，易受電磁脈衝干擾或破壞。為避免裝備遭受攻擊破壞，保障指管及作戰效能，國軍除運用光纖通信外，於籌購或發展各項電子元件時，應多使用較具抗電磁脈衝之電子元件，並配合過壓濾波系統等保護裝備，逐次更新、汰換原舊較差系統。另亦可將通信雷達等電子裝備及電纜導線，設於金屬建築物或埋於地下，經良好之屏障與接地措施，將電磁脈衝感應能量經由地表散逸，降低電子裝備損壞程度。

二、建構通資安全防護機制

藉全面監偵及網路節點管理，掌握全軍資訊交換與傳輸安全，建立早期主動偵感情報獲得能量，以建構國軍通資網路安全防護網，剋制中共「網軍」攻擊。具體作為如防火牆防護參數應隨時更新；通信電路分線箱警示(報)系統加強監控；落實實體隔離政策，嚴禁違規撥接網際網路；網路設備加強巡檢，防止非法搭接；嚴禁鑊槽槽法軟體及網際網路散播之共享軟體；加強監控伺服器主機之系統稽核紀錄；電腦病毒樣本宜隨時更新強化終端電腦之實體防護及存取控制，通資保密設備密鑰依規定更換；成立緊急危安應變處理任務編組(CERT)等。並整合國軍資訊戰、電子戰與指管戰所需各項系統，以發揮整體作戰效益。另外，我國應在提升資訊戰軟、硬體設施的同時，更要建立國人資訊安全重於一切的觀念，提高全民警覺，不讓駭客有任何見縫插針的機會，以構建出一個百毒不侵的資安防護網。

尤其電磁脈衝效應，雖占核爆全部能量極小部分，但其破壞距離甚遠，對 C4ISR 系統傷害極大，為下一世紀高技術條件下之癱瘓戰，亦為戰爭勝負關鍵之利器。故各國對電磁脈衝研究及防護技術日趨考究與重視，以期在遭電磁脈衝侵襲後仍能維持 C4ISR 能力。吾人除應秉持「勿恃敵之不來，恃吾有以待之」之戰備整備原則，持續蒐集各先進國家電磁脈衝之研究與運用情形外，更應積極檢討未來「資訊作戰」中抗電磁脈衝之相關因應措施，俾在電磁脈衝的侵襲下，仍能遂行戰爭指導，贏得勝利。

註一：〈美軍計畫 2012 年全面裝備脈衝武器，搶在中俄之前〉，引用自

http://mil.cnwest.com/content/2009-05/15/content_2058161.htm。

註二：主持人鄭大誠，〈世界各國高能微波及電磁脈衝防護作為之研究〉，《99 年國防部作計室委託研究計畫書》，編號：(HC99050P007 號案召標)。

註三：美國國防部長威廉·柯恩(William S.Cohen)，《核生化武器擴散威脅與回應》，(美國國防部辦公室出版，國防部史編室譯，民國 91 年 8 月)，頁 iii。

註四：〈EMP 防護實例〉，見 <http://www.hemphy.com.tw/>。

註五：〈EMP 電磁脈衝防護〉，參見 http://www.hemphy.com/emp_service.html。

註六：元，〈傳聞中的殺手武器—打破電磁脈衝的迷思〉，(Break the Myth of Chinese EMP Weapon Attack Taiwan)，《全球防衛雜誌》，第 254 期，2005 年 10 月。

註七：據判，美軍在研的高能炸彈驅動電磁脈衝發生器近年來不斷取得突破性進展。高功率微波炮是另一種電磁脈衝武器，它能像探照燈或手電筒射出的光束一般，瞬間擊毀電子目標系統。

註八：據悉，一部大型爆炸驅動磁通壓縮輻射器生的電流要比一次典型的雷擊生電流大 10-1,000 倍，該輻射器可由制導炸彈或巡航導彈投擲，目前已可實現小型化研製生。

註九：元，〈傳聞中的殺手武器—打破電磁脈衝的迷思〉，(Break the Myth of Chinese EMP Weapon Attack Taiwan)，《全球防衛雜誌》，第 254 期，2005 年 10 月。

註十：同註九。

註十一：國防部《中華民國 91 年國防報告書》，(台北、國防部編印，民國 91 年 7 月)，頁 14。

註十二：羅承烈，〈電磁脈衝之研究〉，《國防科技》；〈中共軍事戰略演進研析〉，《空軍學術月刊》，第 602 期，2008 年 2 月，頁 33。

註十三：倪文忠，〈台灣機場軍事建築防護工程探討：機場軍事建築防護工程探討〉，見 www.gamez.com.tw/viewthread.php?tid=314857。

註十四：顏顯，〈電磁脈衝在現代戰爭中所扮演的角色〉，《三軍大學月刊》，第 166 期，頁 67。

註十五：里·阿米斯德/編(Leigh Armistead)，《資訊作戰—以柔克剛戰爭》，(出版者 Protomac Books，2004 年)，頁 17。

註十六：〈未來戰場「第二原子彈」電磁脈衝武器走向實戰〉，參見

tw.myblog.yahoo.com/jw!qfGHxg.eGQJsaPC0Hb5AiBD/article?mid=2627。

註十七：樂義／特稿／中國時報，民國 91 年 9 月 10 日。

註十八：〈新型戰爭的關鍵武器電磁脈衝彈〉，參見

www.youth.com.tw/db/epaper/es001007/eb0654.htm。

註十九：王崑義，〈反制電磁脈衝戰術〉刊載於青年日報，民國 96 年 3 月 27 日。

註二十：謝游麟，〈中共「癱瘓戰」思維與戰力發展研析〉，《國防雜誌》，第 24 卷，第 2 期，頁 90。