

C4isrk 架構下之城鎮戰作戰模式的探討



陳崑屏中校，中正理工學院專科七七年班，國防管理學院指參九一年班，中正理工學院電研所碩九五年班，曾任排、所、營長、教官、參謀官、副指揮官；現任步兵學校軍聯組通化小組主任教官

題要：

- 一、 隨著科技與作戰需求的提昇，戰場上不斷地因應需求而加入了新的戰場要素，提供指揮官多重獲得即時情資的方式，輔助指派及交付最適的載台發揚即時火力，掌握戰場。
- 二、 C4isrk 主要不同於C4isr，是增加了「Kill」殺傷的功能，而加入「Kill」的C4isrk則使國防戰力朝「偵攻兼具」的戰場管理邁進。
- 三、 各國軍隊普遍以“有利於資訊的快速流動”為原則，改革指揮體制，實現資訊傳輸快、保密性能好、失真機率低、抗干擾能力和生存能力強為目標。
- 四、 城鎮戰幾乎皆為單兵與單兵近戰的模式，單兵作戰系統將整合人-機-環境等因素，其核心是C4isr 系統、火力系統和生存系統的有機統一體，使士兵、裝備及武器形成一個整體，從而全面增強單兵的火力、機動、通信、觀測與防護能力，除使單兵能於巷戰中，掌握週遭威脅來源及可用支援，更可成為一個火力單元，遂行獨立作戰。
- 五、 2008 年8 月喬治亞共和國與俄國的軍事衝突時，雙方軍隊在未交戰前，俄國即對喬治亞共和國展開全面的網路戰攻擊，致使政府與民間網站幾乎處於關閉及癱瘓狀態。

壹、前言：

資訊科技進步所帶來的影響不僅改變人類生活形態，更使城鎮戰作戰模式發生重大變化，如伊拉克作戰中，美軍雖可利用網狀化在千里外的指管中心運籌帷幄指揮軍隊調動自如，非但掌握了戰場即時資訊，亦能反制伊拉克使用電子資訊武器，徹底主宰戰場，塑造一場高科技戰爭的典範，然到了城鎮時卻羈絆聯軍戰事進展，使美軍深陷於戰場泥淖，而未來的城鎮作戰型態無論在監偵、指管及作戰載台上等運作方式與速度上，也都將有別於傳統之作戰模式，因此，要打一場快又有效率的城鎮作戰應從對城鎮的特性、限制與需求有所了解，並結合C4isrk 發揮作戰效能，使部隊得以精確打擊、迅速控制戰場。

貳、何謂C4isrk：

所謂C4isr 是軍事領域中的指揮和管制系統就像粘合劑，它能把戰場上的各種不同的武器系統、電子裝備和作戰平台“粘合”成爲一體化的新型作戰系統，從而形成巨大的戰鬥力。這種系統就像人的神經網路和靈魂一樣，雖然抓不著、看不見、虛無飄渺，本身也未必有多大力量，但它卻可以指揮龐大的軀體和四肢去完成各種各樣的靈巧動作。這個系統就是於全球軍事領域風靡一時的C4isr 系統，國軍稱之爲「指管通資情監偵」系統。而C4isrk 主要不同於C4isr 是增加了「Kill」殺傷的功能，也就是明確的將火力載台納入戰場整體的一環，

以往C4isr 系統僅包含「指、管、通、資、情、監、偵」等單元，偏重於提早預警與指揮管制，具有減少部隊反應時間之功能，而加入「Kill」的C4isrk 則使國防戰力朝「偵攻兼具」的戰場管理邁進。

依據美國空軍上校鮑依(John Boyd's)所曾提出「觀測(Observe)、導向(Orient)、決策(Decide)、行動(Action)循環理論(OODA Loop)」²的作戰模式(圖 1:OODALoop)理論中，「觀測」功能是以人為或科技的方法藉由載台蒐集指揮官所需的作戰情資，掌握戰場敵軍動態；而「導向」功能中，藉由前項功能獲得大量資料，經由電腦做融合處理，再經系統或人工方法分析後，獲得敵軍作戰型態模式，提供指揮官做威脅評估與狀況判斷；接著藉由指揮官依據情資及參考敵情資料庫所作的判斷或輔以自動指管及決策支援系統的「決策」過程，最後選擇「行動」方案、擬定作戰計畫或下達作戰命令，命令接戰執行單元執行作戰，執行作戰成果後再回饋至觀測單元作為下階段行動或修正之依據計畫，促使指揮官對戰場掌握更能即時且全貌；而C4isrk系統則依此理論架構監偵、指管及火力載台等作戰單元間的資料交換，因此在C4isrk架構下結合科技與需求加入新的戰場元素，提昇指管及監偵功能並強化掌握火力載台執行成果回報，達在資訊科技的輔助下，感測器、指揮官與火力單元結合為一體，快速反應戰場各種情況，達到「以資訊優勢決定作戰優勢」的目標。

圖 1：OODA Loop (循環理論)



資料來源：http://en.wikipedia.org/wiki/OODA_Loop

參、城鎮戰的特性、限制與需求：

一、城鎮戰的特性³：

城鎮已成為局部化現代戰爭的重要目標，由於城鎮有堅固的建築物、街道、自來水給水、電力、電訊系統等公用設施與密集的人口，以及儲存有大量的物資之故，致其所用之戰術亦不同於其他類型的作戰。城鎮作戰是在人造建築物的地理環境下，計畫或進行各項軍事行動，城鎮環境會對各級指揮官戰術選擇造成影響，因為敵人可混在百姓中間，因此接戰規則及使用武力都需有所限制。因此，現代化之城鎮作戰，首應建立之基本認識，分述如後：

(一) 人口集中：

由於城鎮能夠提供較多的就業機會，吸引其他地區人口，造成城鎮日

趨膨脹擴張，人口集中。

(二) 軍事價值：

一般城鎮雖無特殊之地理價值，然有些城鎮其所在地位居交通樞紐、或為政治、工商、文化中心，使其具有特殊之地位價值，戰時則極易成為重要之軍事目標，而為兵家必爭之地。如本島『台北市』為院轄市，國都所在地，工商發達、人口集中，且為陸空交通中心樞紐，由於其特殊之地位價值，在未來台澎防衛作戰中，其得失對敵我將造成決定性影響。

(三) 物資資源：

城鎮人口集中，交通及工商業發達，儲存有為數可觀之各種物資原料。

(四) 堅固建築物：

本島位於太平洋地震帶，發生地震頻率高，以至現代城鎮建築物之特色不僅要高大、且要堅固，對城鎮戰中，武器裝備之選擇、戰術戰法運用等，均有極大之影響。

(五) 交通中心：

社會人口的需要而發展為商業中心，故通常陸上交通均以城鎮為中心向外發展，構成綿密之交通網路。另現今郵電事業發達，各城鎮郵局、電信局等設施，通訊公司，廣播及第四台業者眾多，對外通訊至為方便。故一般而言，較大的城鎮或政經中心通常為交通樞紐。

(六) 組織繁多：

組織的功能在能將人、事、物等有機體結合起來，作有系統、有計劃的運用，以發揮其最大的功能。就作戰言，若能適切運用城鎮中之各組織，動員一切人、物力支援作戰，則可發揮城鎮作戰之特有效能。

二、 城鎮戰的軍事限制

- (一) 受建築物密集影響，部隊指揮掌握困難。
- (二) 市區內街巷縱橫，武器效能大為減低。
- (三) 機械化部隊，其運動易侷限於街道中。
- (四) 城鎮攻防近接戰鬥限制了砲兵、空軍之密接支援。
- (五) 對火、毒攻極為敏感，損害性亦增大。
- (六) 通信連絡受限制，對戰鬥傳令之依賴性增大。
- (七) 易被敵潛伏份子滲透成為內部之混亂。
- (八) 城鎮內因人口眾多，民生必需品之供應不易。

三、 城鎮戰的需求

考量在C4isrk 架構、城鎮戰的限制及需求，未來城鎮戰中如何降低人員戰損、發揮最大戰力及獲至最大戰果等多重目的下，至少須能達成以下要求：

- (一) 能結合新科技運用於各種新式裝備，並利用偵察手段獲得及時準確的情報。

- (二) 節點（單兵、各式感測器及火力載台等）與節點間都可有效鏈結且雙向傳輸，節點數愈多允許傳輸的範圍可隨之擴大，並可使單兵、載具及指揮所偵測到的目標藉由彼此互連互傳使其他成員可共享戰場即時情資。
- (三) 可突破通信盲點，能在通信障礙（高樓林立的建築）下，可使用單兵用無線電機進行加密語音和資料通信，並具有資訊蒐集、儲存、處理和傳輸能力。
- (四) 能確保資料存取、資料傳輸兩者的安全性，資訊在經過保密及傳送過程中，仍能確保資訊的正確性。
- (五) 能提供防範或阻止無線網路資料被監聽及竊取的功能，且非授權人員不得對資料實施存取。
- (六) 提高單兵敵我辨識能力，藉各型感測器的輔助，使士兵能隔著牆實施敵我識別，提早完成近戰準備，如圖 2：3D穿牆人體偵測設。
- (七) 能結合雷達、各式感測器和鐳射掃描等裝置，對運動或靜止中的狙擊手和火力進行偵測與定位。
- (八) 能提供具有體積小、高擴充性、低成本、機動性高、易佈設且具有主動偵測環境變化與物體作定位的無線電感測系統。
- (九) 需具有資安防護能力，可防止電腦病毒入侵及防範間碟軟體滲透，破壞電腦資料庫及應用系統。

圖 2：3D穿牆人體偵測設備



資料來源：東駒股份有限公司，<http://www.avitone.com.tw/CCL.html>

肆、城鎮戰中的戰場要素之探討：

隨著科技與作戰需求的提昇，戰場上不斷地因應需求而加入了新的戰場要素，提供指揮官多重獲得即時情資的方式，輔助指派及交付最適的載台發揚即時火力，掌握戰場；未來加入城鎮戰的作戰要素主要可區分為指管、監偵及火力等三大作戰基本單元，以提供各級指揮官共享即時之戰場狀況，使所有單位具備一致的認知，並針對威脅指向作出有效評估進而正確指派與交付至當火力靈活組合作戰所需資源發揮C4isrk 作戰效果。

一、指管單元：指揮管制之目的在於提供指揮官在下達決心後，對於各式打擊武力，實施作戰指揮與管制之功能，隨著軍隊資訊化程度

的提高，傳統軍隊指揮體制中存在的資訊流程長、橫向溝通能力弱、抗毀能力差等弊端越來越突出。為了減少和克服這些弊端，各國軍隊普遍以“有利於資訊的快速流動”為原則，改革指揮體制，將以垂直指揮關係為主的樹狀結構，改變為橫寬縱短的扁平網狀結構，以減少指揮層次，實現資訊傳輸快、保密性能好、失真機率低、抗干擾能力和生存能力強的目標，因此，為滿足城鎮戰指揮官指管需求，安全可靠的通信網路即為不可缺席的重要要素。

(一) 無線感測網路：

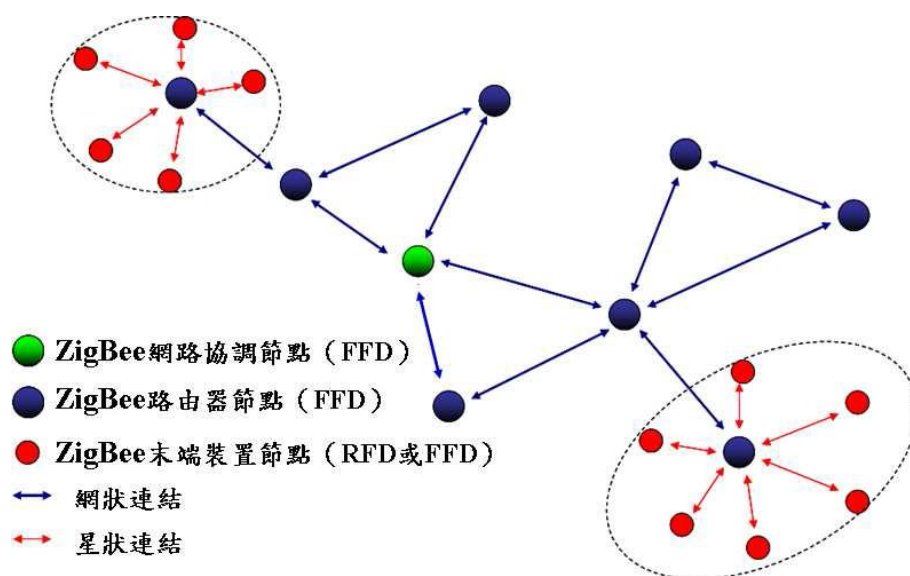
城鎮戰戰場狀況不僅瞬息萬變，指揮中樞的指揮命令更可能因戰場的萬變而喪失先機，因此指揮官更被迫必須於現地下達決心及作戰命令，因此戰場情資傳遞方式必須更快且更安全，而為克服城鎮中通信死角及建築物障礙建立作戰網路，讓各單位指揮官均能全程掌握部隊動向即時獲得作戰情資乃為重大課題。無線感測網路(Wireless Sensor Network, WSN)是由一到數個無線資料蒐集器以及為數眾多的感測器(sensors)所構成的網路系統，元件之間的溝通是採用無線的通訊方式，具備Ad-hoc 功能，每一點都可雙向傳輸，點數愈多允許傳輸的範圍可隨之擴大，可應用於監測與預警⁶，提供指揮官正確情資。

(二) ZigBee (群蜂技術) (圖 3: ZigBee 網路架構)：

是一種介於無線標記和藍牙之間的技術，具有彈性的傳輸距離(一般

約50-100 m，依低耗電量之不同，可提昇至300 m）、多節點的傳輸（在一個空間內可迅速抓取各個配備同樣介面的無線電訊號）、長效電源（使用一對AA電池達到長達數年的工作時間）、低成本及優秀的抗干擾能力等優點⁷，且主要用於近距離無線連接，支援主從式或點對點方式運作，同時最多可有255個裝置鏈結，具有高度擴充性，除可提供各級指揮官指管需求外，更可確保情資的安全性。

圖 3：ZigBee 網路架構



資料來源：

<http://www.mem.com.tw/news/images/N070815000220070815110640.jpg>

二、 監偵單元：未來城鎮戰北約觀點中指出，未來指揮官能否有效利用太空，將日漸成為重要的課題，因此必須整合陸海空部隊擁有的太空與內太空載人與無人監視戰力。依據國軍對C4isr 之定義中¹⁰，所謂「監視」乃透過視覺、聲響、電子、照相或其它方式對空中、地面或地下、區域、人員或事件進行有系統之觀察；而「偵察」係執行

一項任務，藉由視覺觀察或其它偵察方法以獲得敵方或潛在敵方之行動及資源相關資訊，或是蒐集有關於一特定地區之大氣、水紋或地理特性資料。故其主要目的是將獲得的有用情資整合後分享給相關人員、組織，並輔助指揮官下達作戰決策，進而指揮部隊協同作戰執行任務。

(一)感測器¹¹：

所謂感測器是能將物理量或化學量轉換成另一對應輸出的裝置，其功能為代替人類感觀檢測外界的訊息。資訊化戰場，獲取資訊至關重要，感測器作為獲取資訊的一種隱蔽高效的手段，將大量應用於城鎮戰中。未來城鎮戰中最低層的部隊也將擁有可融合到情報網路的攜帶型感測器，感測器有許多類型，如震動感測器、聲音感測器、磁性感測器、紅外感測器等。各種類型的感測器具有不同的優點，也有各自的缺陷。綜合運用不同類型的感測器，可實現優勢互補。如聲音感測器可以探測數百米到一公里範圍內的槍口爆破聲和數百米到一公里以上範圍內的子彈衝擊波。聲音感測器的最大優點是解析度強，能夠清楚地區分出是人為聲響還是自然的聲響，但是其耗電量大，為延長其使用壽命，可與耗電量小的震動感測器聯用，首先由震動感測器探測到目標，再啟動聲音感測器進行探測，從而實現優勢互補。

(二)迷你無人飛行載具：

城鎮戰的重點已由傳統的「接戰」轉為「知敵」，藉由提昇城鎮戰場的知敵能力可有效鎖定敵人致命要害並獲至所望戰果¹³。無人飛行載具在過去十餘年來發展快速，由於數位訊號處理與傳輸技術進步，迷你與微型無人飛行載具發展已近成熟，SensoCopter 是德國研製的一種可垂直起降的微型無人飛行載具（圖 4：SensoCopter 微形無人飛行載具），可裝載高光度電視攝影機、紅外線裝置、警告辨識系統等光電系統，並且裝有GPS、微機械陀螺儀等定位導航系統；另一款 FanCopter 也是由德國所研製的（圖 5：FanCopter 微形無人飛行載具），可垂直起降的微型無人飛行載具，全重僅1.3 公斤，可輕易由單兵攜行與操作，可裝設1 具迷你CCD彩色錄影機、一具高解析度攝影機或1 具低光度紅外攝影機，且兩者均具有飛行噪音低的與尺寸小特性，不易遭敵發現，可適時傳送所需影像至單兵作戰系統提供單兵巷內戰即時情資外，亦可作為指揮官狀況判斷所需情資及作為戰場即時威脅評估判斷與決心下達的重要依據，可想見的是未來戰場上將到處充斥著這些無所不在的飛行密探。

圖 4：SensooCopter 微形無人飛行載具



資料來源：<http://theblueishsky.blogspot.com/2008/03/sensocopter.html>

圖 5：FanCopter 微形無人飛行載具



資料來源：<http://mil.news.sina.com.cn/2006-06-23/0910379027.html>

(三)多用途機器人¹⁵：

在城鎮戰除面臨各種傳統的危險外，廣大的城鎮、高樓林立與地下設施等均使作戰行動增加了複雜度，城鎮戰傳統戰法是採取逐步前進逐步火力掃蕩的牛步化方式，因而經常造成人員的大量傷亡，且為確保作戰行動中的人員安全，也經常造成對不確定環境與基礎設施實施摧毀破壞，而如何能在不確定環境與不熟悉的戰場上，一方面減少人員傷亡一方面又能執行搜索、偵察、甚至攻擊等任務，多用途機器人在這方面扮演著異軍突起的角色。以德國研製的Asendo 機器人為例，

其基本設備除有監視攝影機、距離感測器及攝影鏡頭外，還能根據需求加裝操作臂、抓舉裝置及射擊裝置等設備，除可應用於傳統拆彈技術外，更能於戰場中執行搜索、偵察甚至攻擊等任務。（圖 6：具有識別敵我能力的MAARS 機器人）

圖 6：具有識別敵我能力的MAARS 機器人



資料來源：

<http://tech.big5.enorth.com.cn/system/2008/06/06/003369553.shtml>

三、 火力單元：為主要摧毀敵有生力量的主要要素，而新的概念武器是指工作原理、結構、功能或殺傷機理等與傳統武器不同的新型武器系統。

（一）單兵作戰系統：

城鎮戰幾乎皆為單兵與單兵近戰的模式，單兵作戰系統將整合人-機-環境等因素，其核心是C4ISR 系統、火力系統和生存系統的有機統一體，使士兵、裝備及武器形成一個整體，從而全面增強單兵的火力、

機動、通信、觀測與防護能力，

除使單兵能於巷戰中掌握週遭威脅來源及可用支援，更可成為一個火力單元，遂行獨立作戰。目前比較先進的是美軍試驗中的2025 年城鎮單兵系統（圖 7：），具有大強的殺傷、機動、生存和持久能力。

圖 7：未來單兵系統



資料來源：

http://big5.china.com.cn/news/txt/2008-08/22/content_16302835.htm

（二）高時效精準打擊：

美國核子專家瓦爾斯特得（Wohlstetter）曾言道：「大體上，改良十倍的準確度，與增加千倍的核子爆炸威力具相同的效果。」¹⁶1999 年以美國為首的北約對南斯拉夫發動空戰，這場為期78 天，代號為「聯軍作戰-Allied Force」的空戰，是一場極端的戰爭，其最大的特點是北約在無人傷亡的情況下，單靠空中武力的運用即迫使南國政府屈

服，其空中攻擊利用遙攻與精準導引武器，及精準武器、隱形戰機、遠程接戰與航太監偵等高科技而有效地達成了這個目標¹⁷。在城鎮戰中，地面部隊有可能被割裂，而由於觀察和射擊受限，地面部隊相互提供火力支援很困難。這時需要空中力量提供及時精確的近距離火力支援。地面部隊可運用測距儀、GPS 接收機及目標指示器，將敵人的 GPS 坐標和火力支援需求傳送到指揮機構，引導空中火力平臺對威脅實施攻擊或反制行動。美國地面的特戰部隊小組配有「腹蛇目標定位系統（Viper Target Location System）」¹⁸。這個系統用 GPS 定出自己的位置然後再利用量角器和雷射測距儀定出目標離自己的方向和距離，以推算出目標位置的經緯度，再交由空中戰機以 JDAM（Joint Direct Attack Muniton）攻擊。美國於阿富汗戰局中即成功利用 Viper/JDAM 結合地面指揮小組，精準炸毀地面目標。

（三）網路戰：

網路戰是資訊戰型態之一，是運用科技整合創造資訊優勢，打擊敵方弱點，加速戰爭步調的戰爭型態¹⁹，美國在 90 年代第一次波灣戰爭中，於伊拉克購置的一批防空系統的印表機，安裝病毒晶片，並在沙漠風暴行動開始後，用無線遙控啟動病毒，致癱瘓伊拉克防空系統；科索沃戰爭中，美軍通過截取的通信鏈路把製造的假雷圖像植入南聯盟防空網路系統中，致使南聯盟防空系統陷入癱瘓；2001 年 10 月阿富汗

戰爭中更是全面展示了網路戰提高了作戰效能，從發現一個機動目標到發動襲擊僅需10分鐘；以上都是網路戰的形式，在未來網路戰中將拓展到整個電磁領域，包括對網路環境的爭奪，網路戰所達成的作戰效果是傳統軍事所段所難以比擬的，網路戰的攻擊模式主要有三種：

- _ 體系破壞模式：係通過發送電腦病毒、邏輯炸彈等方法破壞敵方電腦與網路系統體系，造成敵方指揮控制系統癱瘓。
- _ 資訊誤導模式：向敵方電腦與網路系統傳輸假情報，改變敵網路系統功能，可對敵決策與指揮控制產生資訊誤導和流程誤導。
- _ 物理摧毀模式：美國研究一種只有手提箱大小的電磁脈衝發生裝置，它所產生的電磁脈衝可摧毀周圍幾千米內電腦的電子零件，直接破壞它們的工作效能。

而稱史上的第一次網路戰攻擊，則發生在2007年5月的愛沙尼亞，全國電腦網路遭受來自全球各地的網路攻擊，幾乎癱瘓全國關鍵基礎設施及網路運作，重要基礎設施包括國會、總統府、總理辦公室、政府重要部會、中央銀行及報社媒體等之電腦網路都受到所謂分散式阻斷服務（Distributed Denial of Service，DDoS）而被迫關門，另一起類似的網路戰爭，是在2008年8月喬治亞共和國與俄國的軍事衝突時，雙方軍隊在未交戰前，俄國即對喬治亞共和國展開全面的網

路戰攻擊，致使政府與民間網站幾乎處於關閉及癱瘓狀態²¹；由上述二個具城鎮規模的網路戰實例來看，資訊網路已成為城鎮重要戰略資源，且其戰略破壞性將是以往傳統武器所無法比擬的。

（四）狙擊與反狙擊：

城鎮戰中，狙擊手是個永久性的問題，城鎮作戰已成為台澎防衛作戰地面決戰的主要戰場，而城鎮中建物林立，使狙擊手可在城鎮戰中有效發揮狙殺破壞效果，在城鎮中更加充斥著戰場迷霧而狙擊戰仍能擁有電子脈衝下容易生存、適合人道要求、戰技特性易發揮、適應戰場壓力及節省作戰彈藥等能力²³，可知在城鎮戰中狙擊戰的重要性。反之，反狙擊也理所當然的成為城鎮中不可疏視的新力量，新概念的反狙擊手段包括聲音、雷達、被動紅外和鐳射掃描等裝置，都已經被試驗用來反狙擊。如鐳射掃描系統可以用來探測狙擊手的望遠鏡或夜視儀等光學儀器，可以在狙擊手射擊之前就發現目標。紅外感測器能探測一公里以上範圍內的槍口閃光。由於子彈的溫度比氣溫高，當高溫子彈穿過冷的空氣時，數個紅外感測器從不同的角度分別計算，就可以精確定位發射點。也可以在無人機上配置被動紅外系統、光電／紅外攝像機、鐳射指示器和微型彈頭炸彈，可以精確定位發射點，引導地面力量實施打擊。也可將無人機引導到適當的位置，發射由GPS和街巷三維數據庫制導的彈藥實施打擊。為了對付狙擊手，美軍已專

門研製出一種“機動還擊系統”，就是一輛裝有攝像和聲音傳感裝置的裝甲卡車，在遭到襲擊後感測器會自動判斷子彈來襲的方向並自動還擊。

伍、結論

中國古代軍事家孫子曾指出：“攻城則力屈”，“攻城之法，為不得已”。眾所皆知，城鎮戰是最艱苦的戰爭形式，同時也是傷亡最大的戰爭形式。以美伊戰爭為例，美國士兵雖然擁有全世界最精良的武器及無線電通訊裝備，及具有最新科技之優勢，但一旦陷入城鎮戰，整個城鎮將變成一個危機四伏的大戰場，當聯軍遇上伊拉克人員充分利用地利、人和因素的條件下，高科技產物若未能適合戰場仍難以派上用場，更遑論發揮效果於極致，本文以強調OODA Loop 為理論基礎的C4isrk 架構觀念，結合戰場指管單元、監偵單元及火力單元，並藉由漫佈城鎮中的通資網路串連所有作戰單元，達到作戰行動與戰場體認同步化。因此，未來城鎮戰作戰模式隨著威脅的改變與戰場需求不同，所建構出的作戰場景將會是一個新科技與傳統戰法並存的環境，傳統城鎮戰的作戰架構也將在新元素的加入下起了變化，改變了原有的戰術戰法，新的城鎮戰作戰架構也將是未來研究的新方向。