

各國迷你（微）型無人飛行器發展兼論對我之啟示與建議

作者簡介



李昌茂少校，指職預官87年班；曾任排長、後勤官、車技官、教官，現任職於步校裝步組裝三小組。

◆ 提 要

- 一、美軍在阿富汗戰爭與第二次波灣戰爭中，啟用迷你（微）型無人飛行器，有效強化第一線部隊之偵蒐及統合戰力，獲得第一線營、連長相當正面肯定。
- 二、迷你（微）型無人飛行器體積小，操作容易，不易被敵發現與摧毀；且價格低廉，易於補充，並能配合實施近距離電子干擾及於危險區域實施偵察作業，為基層部隊偵蒐利器。
- 三、美國與法國已將迷你（微）型無人飛行器納入基層部隊基本配備，使基層部隊得以擁有自主運用的航空資產，能即時獲得正確情資，並提供上級與友軍。
- 四、當陸軍陸續裁撤部隊及人員後，在未來防衛作戰中，須善用科技裝備彌補人力之不足，而迷你（微）型無人飛行器可為我基層部隊提供即時性、可靠性、正確性之戰術、戰鬥情報，能大幅提高基層部

隊作戰彈性與效率。

關鍵詞：無人機、無人飛行器、迷你（微）型無人飛行器發展

前言

現代高科技戰爭為講求速度之戰爭，敵我雙方誰能先敵掌握戰場，即能先發制敵。故各國一直持續發展先進偵察工具，期能先敵撥開戰場迷霧，透明戰場景況，瞭解掌握敵軍之兵力、類型、編組、動向及位置，得以在戰場第一時間內研判其未來發展，指揮官及作戰參謀亦才能針對敵情，擬定作戰判斷及計畫與下達作戰命令，將部隊調動至適當、正確之位置，完成最佳適切之部署，以最迅速、有效打擊方式殲滅敵人。基層部隊戰場資訊主要依靠上級提供支援，此外，就是本身與敵接觸所獲得情資，營、連長對戰場資訊常難以掌控與即時，往往要付出較大傷亡代價。現有些國家已開始發展迷你（微）型無人飛行器，甚至已將它運用於戰場，且獲得良好戰術效果。本文蒐集各國迷你（微）型無人飛行器發展、作戰效能，並提出對我之啟示與建議，俾供參考。

迷你（微）型無人飛行器定義

所謂無人飛行器，是指機艙內沒有飛行員，依靠飛行控制系統和無線電遙控系統穩定和操控飛機。無人機的研製和有人機幾乎同步，1920年代就有人開始研究，第二次世界大戰後，無人機快速興起，但由於科技限制，無人機戰場效能有限。1982年貝卡山谷之役，以色列巧妙使用無人機進行偵察，並利用誘餌引誘敘利亞防空部隊啟動防空雷達，摧毀貝卡山谷28個防空飛彈陣地^①。自此之後，無人機之發展一日千里。無人機種類繁多，除靶機、偵察機外，還有電子干擾機、誘餌機、反輻射無人機、通信中繼機、無人戰鬥機等^②。而隨著科技進步與戰術需要，迷你（微）型無人飛行器（Mini Air Vehicle, □Micro Air Vehicle, MAV）也已問世。依美國防部空中偵察處1996財年無人機報告的定義，微型無人飛行器是一種尺寸小於15公分（6吋），並裝載小型感測器、簡單航空電子和通信鏈路，足以完成所需戰鬥飛行任務的無人機^③。亦有其他機構有不同界定，如2003年國際無人機系統協會（AUVSI），即前歐洲無人機

註①：高雄柏，〈快速發展的各國無人空中載具〉《尖端科技》，第259期，2006年3月1日，頁66。

註②：《南京日報》（南京），2003年10月16日，版B3。

註③：無人飛行器網，〈美國軍用微型無人飛行器〉，<http://www.csuav.org.cn/uav/develop/duav041117-11.htm>

系統協會（EURO UVS）出版《無人機：未來展望》年鑑第一版，提出對無人機及其參數的全面定義，其中微型無人飛行器定義為航程小於10公里、高度250公尺、航時1小時、起飛重量小於5公斤。對微型無人飛行器的定義，前者強調尺寸，後者強調重量。例如，「龍眼」（Dragon Eye）無人機的翼展114公分、機長91公分、起飛重量2.49公斤，被《舍菲爾德無人機手冊》列入微型無人飛行器類，而《詹氏無人機和靶機》則把它列為迷你型無人飛行器（mini-UAV）類。可見微型無人飛行器與迷你型無人飛行器的界限並無定論^④。而未來的超微型無人飛行器能像蜻蜓（如圖一）、蜜蜂一樣懸停在空中，鑽進窗戶、排氣孔等角落實施目標搜索，這些飄忽不定的「昆蟲間諜」，將使各種偵察器材難以發現其蹤跡^⑤。



圖一 像蜻蜓一樣的微型飛行器

資料來源：http://www.yc2z.com/sjdw/works/robot/ROBOT03/R103_2g_5.htm

各國迷你（微）型無人飛行器發展概況

一、美國

（一）「龍眼」（Dragon Eye）無人機（如圖二、三）



圖二 「龍眼」無人機與地面控制站設備

資料來源：www.huaxia.com/js/jszw/2005/00299717.html



圖三 「龍眼」無人機所拍攝的照片

資料來源：www.huaxia.com/js/jszw/2005/00299717.html

註④：Csuav網，〈美國軍用微型無人飛行器〉，<http://www.csuav.org.cn/uav/develop/duav041117-11.htm>

註⑤：同註②。

「龍眼」無人機重2.3公斤，是以手持投擲發射，可重複使用，翼展114公分，其飛行高度在91~152公尺之間，時速約56公里，執行任務的時間為30~60分鐘。「龍眼」無人機可拆換載荷的感測儀器、自動駕駛儀和推進系統都來自商用現貨。地面控制站使用1臺加固的商用現貨筆記型電腦。每個「龍眼」系統包括3架無人機和1個地面控制站。此型無人飛行器甚為輕便，以背包就可攜帶（拆卸後攜行體積僅為38cm×38cm×18cm），2名士兵組成一個小組就能夠攜帶無人機、4.5公斤重的地面控制站和備用電池徒步執行任務。「龍眼」無人機由2名士兵發射後，無人機按照事先規劃的航路點飛行。一旦進入目標區域，感測器立即蒐集資訊並將圖片傳回到地面控制站。「龍眼」可以被應用在城市作戰環境中，擔任巡邏任務，提供安全支援，也可在執行掩護任務時提供路徑偵察^⑥。美國海軍陸戰隊首次使用「龍眼」無人機是在2001年的阿富汗「持久自由行動」中，隨後在2003年的第二次波灣戰爭中被廣泛使用，效果相當良好^⑦。

（二）「微星」（MicroSTAR）微型無人飛行器（如圖四）

「微星」微型無人飛行器發展計畫自1997年開始啟動，生產商為美國桑德斯公司。從「微星」可看到奈米



圖四 「微星」飛行器只有手掌大

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

技術、微型航空電子技術、動力推進技術和微型感測器技術的新進展。它的固定翼機身重7公克，處理／存儲電子組件重6公克，照相機／透鏡重4公克，電動機及其螺旋槳重20公克，鋰電池重44.5公克，慣性系統加上處理器大約重20公克，「微星」總電功耗15瓦，航程5公里，任務巡航時間為20分鐘至1個小時，飛行速度一般為56公里／小時，高度為15~90公尺。它飛行時無雜訊，無雷達反射截面，隱形效果好，利於隱蔽行動，且具有高機動性能，可在樹冠下、樓宇間或房屋（建築物）內飛行。其攜帶晝夜飛行使用的攝影感測器，可在飛行時實施拍攝，可暫停在窗臺、樓角上觀察房間內或下面街巷內發生的情況，執行偵察和監視任務，即時支援地面部隊行動。「微星」微型無人

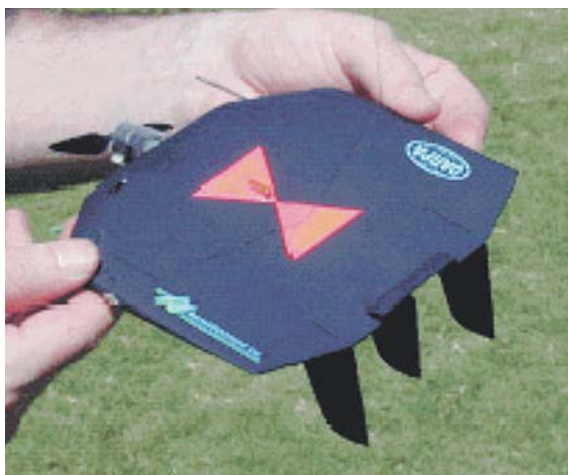
註⑥：人民網，〈美海軍陸戰隊將裝備「龍眼」無人機〉，www.people.com.cn/GB/junshi/1079/2442735.html

註⑦：人民網，〈「龍眼」無人機成為美海軍陸戰隊反恐重要工具〉，<http://military.people.com.cn/GB/1077/3324416.html>，2005年04月15日。

飛行器發射和回收，單人即可操作，不需要專用起飛或著陸場地，偵察獲得的目標圖像資料資訊經由無線電通信鏈路傳送到地面控制站。該原型機單架成本超過2萬美元，將來如能大量生產，成本可望降到1,000美元。不過，此微型無人飛行器尺寸太小，也限制了有效載荷和性能^⑧。

(三)「黑寡婦」(Black Widow)微型無人飛行器(如圖五)

美國航空環境(AeroVironment)公司研製的「黑寡婦」微型無人飛行器已順利通過飛行試驗，其形狀似圓盤，直徑15.24公分，飛行速度為48公里／小時，飛行時間為22分鐘。機上裝有一臺照相機，試飛中飛機的整個操控過程能夠全部顯示在地面監視器上。飛行期間除發現機翼略有震動之外，其餘基本正常。該機包括操控裝置、電視監視器、天線和一個氣壓發射



圖五 「黑寡婦」微型無人飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

器。這些設備均可裝在一個公事包中。機內各子系統重量是：鋰電池26公克、推進電機7公克、減速器1公克、螺旋槳2公克、機身4公克、舵機1公克、接收機及CPU 1公克、下載線路發射機3公克、黑白電視攝影機2公克、介面電子裝置1公克、滾轉角速度陀螺儀1公克、磁羅盤1公克。為進一步提高「黑寡婦」的性能，航空環境公司將選擇更佳的微型指令接收機，設計更好的天線以便遠端操作，還要增加磁羅盤及空速指示器及陀螺儀來穩定飛機。

(四)「黃蜂」(Wasp)微型無人飛行器(如圖六)

「黃蜂」微型無人飛行器是美國防高級研究計畫局(DARPA)的一個專案，亦是由AeroVironment公司所研製。「黃蜂」是美國防部製造的最小無人機之一，其全重只有200公克，長度33公分，在翼翅裏面整合有電池組，



圖六 「黃蜂」微型無人飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

註⑧：田龍生，〈微星：飛進房屋偵察的無人機〉，人民網，<http://military.people.com.cn/GB/42963/3487279.html>

滯空時間為1小時47分鐘，巡航速度為每小時30哩。美海軍目前正大力開發「黃蜂」微型無人飛行器（MAV）對近岸船隻監視能力。因此，美海軍目前正為「黃蜂」加裝感測器和遙測系統，利用它對向美國近岸行駛的船隻進行監視與偵察，傳送圖像資料，確認可能帶來威脅的船隻。另外，「黃蜂」還可用於電子戰，先以EA-6B「徘徊者」電子干擾機在高空進行電子干擾，再用「黃蜂」在敵人基地感測器附近配合電子戰攻擊，強化電子戰效果，對敵人實施干擾破壞^⑨。2005年改良後的「黃蜂」無人機上裝備有兩部微型攝影機，飛行控制由一臺機載電腦控制，能經由接收GPS衛星系統傳送信號確定準確的飛行路線，可長時間地蒐集戰場資訊並即時傳送給地面或艦艇上的操作人員。另外，該機裝備有一臺電動機，電力由蓄電池組提供，且機身上安裝的太陽能電池板可隨時為蓄電池充電。由於重量很小，「黃蜂」無人機可由士兵投擲發射^⑩。

（五）「大黃蜂」（Horne）微型無人飛行器（如圖七）

「大黃蜂」的微型無人飛行器長



圖七 「大黃蜂」微型無人飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

23公分（9吋），機翼結構是氫燃料電池動力系統，流經機翼上面的空氣向燃料電池供氧，氧氣與存儲的氫混合為生電能和水，在2002年8月的試飛中，創造1小時47分的續航時間記錄^⑪。

（六）「微型蝙蝠」（MicroBat）（如圖八）

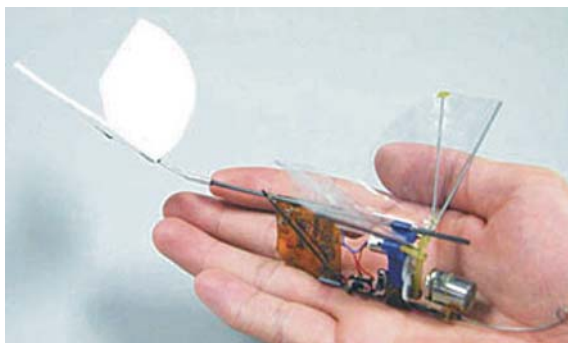
「仿昆蟲飛行器」於1990年代初被提出。它是基於對昆蟲運動原理的分析後據以設計的。美國投資10億多美元研究如何利用昆蟲實施偵察，如果在昆蟲身上裝置微型攝影機，則不僅可實現偵察，也可至人員無法進入的地方進行感測^⑫。航空環境公司為美國防

註⑨：北方網，〈美擬用黃蜂微型無人機監視近岸小型船隻圖〉，<http://tech.enorth.com.cn/system/2003/12/10/000684816.shtml>

註⑩：軍事天地，〈五角大樓成功試驗黃蜂微型無人偵察機〉，<http://mil.anhuinews.com/system/2005/04/09/001233603.shtml>

註⑪：人民網，〈美國防部將試飛「大黃蜂」無人機〉，<http://www.people.com.cn/GB/junshi/63/20021230/898228.html>

註⑫：李科傑，〈微小型無人系統發展及其對測試技術的新挑戰〉，傳感器儀表技術數網，<http://www.i-s.com.cn/xueshu-13.asp?newsID=123>



圖八 「微型蝙蝠」飛行器重14公克

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

部設計的「微型蝙蝠」翼展只有23公分、重14公克。它的引擎由可充電鋰電池供電，能以無線電遙控方向舵、升降舵和推力飛行，目前最長的續航時間為22分45秒^⑬。

二、俄羅斯「兄弟」系列無人機

「兄弟」系列無人機有兩種型號（干擾型和偵察型），該機採用最新複合材料，其重量只有3公斤、機長1公尺、翼展1.9公尺，飛行速度80~100公里／小時，飛行高度達3,000公尺，返回式無人機航程30公里，不返回式無人機航程290公里。該機的飛行由程式控制，但也可手動操控，每架無人機可飛行100次。據報導，該無人機的價格約為1萬美元，另可增選其他感測器系統，價格為3萬美元^⑭。

三、德國「Do-MAV」微型飛行器（如圖九）

「Do-MAV」已於2003年完成在英國及法國之展示飛行，2004年對德國特戰部隊展示。該系統的特點為Eads-Dornier公司之專利自動駕駛系統及軟體；當「Do-MAV」發射起飛後，其軟體即接管並駕駛該MAV，使其依程式設計之爬高率爬升；而此時發射者有足夠的時間返回操作地面控制電腦。而該自動駕駛系統之自動起飛程序為：投射士兵按下機身上第一顆按鈕，啟動電動馬達，接著再按下另一顆按鈕，並將MAV擲向空中，利用此2顆按鈕啟動自動駕駛軟體中之「自動起飛程序」。「Do-MAV」採用彩色電視攝影或黑白顯像偵察儀；此等攝影機重量甚輕，不超過20公克，其全重少於500公克，翼展42公分，地面控制站僅5公斤，絕對在單兵的體能負荷範圍之內^⑮。

四、以色列

（一）拉法爾公司生產的「雲雀」（Skylark）無人機（如圖十）

「雲雀」無人機是一種人工攜帶型，重6公斤、直徑12公分，最大飛行距離10公里，可在目標區域上空飛行60多分鐘，能提供即時目標圖像，直

註⑬：曹原，〈「微型蝙蝠」先進無人機創續航新記錄〉，千龍網，<http://mil.qianlong.com/5051/2003-1-13/186@631419.htm>

註⑭：劉鎖、洪山，〈俄計畫研製並出口兄弟系列微型無人飛行器〉，<http://past.people.com.cn/GB/junshi/63/20030529/1003022.html>

註⑮：劉鎖、洪山，〈俄計畫研製並出口兄弟系列微型無人飛行器〉，<http://past.people.com.cn/GB/junshi/63/20030529/1003022.html>



圖九 試飛中的德國「Do-MAV」微型飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html



圖十 以色列拉法爾公司生產的「雲雀」無人機

資料來源：<http://www.zerone.com/news/show/show1.asp?NewsId=97938>

接支援戰鬥任務。經由助推器或小型火箭發動機肩扛發射，可從屋頂、窗口或狹窄小巷發射，適用於城鎮作戰，發射後，「雲雀」的機翼（翼展1.5公尺）在引擎動力作用下，可迅速打開實施飛行。這種收放式小型無人飛行器裝

有一臺攝影機，該攝影機可提供大區域偵察和重點監控，其應用一臺筆記型電腦可簡單而方便地完成它的任務或航路點計畫，並具有飛行前或飛行期間更新航路點的能力^⑩。為避免與埃爾比特公司生產的「雲雀」無人機混淆，以色列拉法爾公司將其研製的微型無人飛行器「雲雀」（Skylark）更名為「隕石」（Skylite）^⑪。

（二）埃爾比特公司生產的「雲雀」（Skylark）無人機（如圖十一）

「雲雀系統」包括3架MAV及一具迷你地面控制站，其全套系統可裝入2個背包背負攜行，10分鐘內即可由2名士兵組裝完成，以手持投擲發射，可晝夜觀測和蒐集10公里之內的敵情資訊，每個戰場士兵經由簡單培訓後都可操作^⑫。

（三）其他

2004年3月25日以色列飛機工業公司展示多種機型的迷你（微）型無人飛行器。「小鳥」總重量1.3公斤，一名士兵便可攜帶和發射，它可經由觸點筆記型電腦上的座標控制飛機。飛機的飛行距離為5公里。「間諜」的體積略大，由2名人員操控，飛行距離是「小鳥」的兩倍。這兩種無人偵察機在傳回照片的同時，還可再飛行1個小時。此外，還展示「蚊子」（如圖十二）

註⑩：江西熱線，〈拉法爾進行肩射「雲雀」小型無人飛行器飛行試驗〉，<http://www.zerone.com/news/show/show1.asp?NewsId=97938>

註⑪：國際在線，〈以色列拉法爾公司為其微型無人飛行器更名〉，<http://gb.chinabroadcast.cn/3821/2004/06/06/922@185528.htm>

註⑫：人民網，〈以色列「雲雀」無人機系統〉，military.people.com.cn/GB/1077/3209432.html



圖十一 試飛中的以色列埃爾比特公司生產之「雲雀」無人機

資料來源：以色列埃爾比特系統公司（ElbitSystemLtd.Photo），摘自military.people.com.cn/GB/107/3209432.html

和「蚊子」1.5版本的原型迷你（微）型偵察無人機，它們分別重250公克和500公克。「蚊子」微型無人飛行器載荷有微型攝影機，已成功地進行數次40分鐘的試驗飛行。以色列某些地面部隊已經裝備有展示中的新型微型無人



圖十二 驗證中的以色列「蚊子」微型無人飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

偵察機，部隊利用這種微型飛行器，幾乎可立即獲得空中偵察照片^⑩。

五、新加坡「扇尾」（Fan Tail）垂直起降無人飛行器

「扇尾」採用碳纖維複合材料製成，裝有全球定位系統（GPS）導航自動飛行控制系統、地形規避系統和低雜訊發動機。它的起飛重量為2.9公斤，可在空中續航1小時，價格大約25萬美元。在設計上適用於城鎮作戰偵察和機場保衛，可在障礙物之間進行精確機動飛行，並能抵擋陣風順利飛行^⑪。

六、日本「μFR-II」微型無人飛行器（如圖十三）

日本開發成功當今世界上最輕的微

註⑩：新浪網，〈以軍配備新式無人偵察機微型偵察機重1.3公斤〉，<http://news.sina.com.cn/w/2004-03-29/10352167864s.shtml>

註⑪：人民網，〈新加坡研發先進小型無人飛行器〉，<http://military.people.com.cn/GB/42963/3295899.html>

型無人飛行器「 μ FR-II」。該機採用二重反轉式螺旋槳，可以按照程式設計路線自主飛行，攜帶微型攝影機並可將拍攝到的圖像情報迅速傳送回基地。該機直徑13.6公分、高8.5公分、重12公克，可持續飛行3分鐘，往後將持續改進以延長其持續飛行時間。該機未來將主要擔任室內恐怖活動發生時或核災害場所的情報蒐集任務^②。

七、中共

中共南京航空航太大學已研製出第一種微型無人飛行器，並且試飛成功。其翼展0.45公尺、重350公克，飛行速度80公里／小時，續航時間20分鐘，遙控半徑1,000公尺。該機專為小



圖十三 日本「 μ FR-II」微型無人飛行器試飛情形

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

範圍空中監視而設計。飛機採用飛翼式，沒有升降舵與方向舵，完全由副翼實施複合操控，其動力為一臺COX內燃引擎。該機為無線電遙控，具有體積小、操控靈活、維護簡便等優點。其攜帶的微型電視攝影鏡頭與發射器可向地面提供即時圖像資訊^②。

迷你（微）型無人飛行器作戰效能

一、不易被敵發現與摧毀

由於迷你（微）型無人飛行器體積小且大都使用複合材料，翼展小、電子發動機噪音信號低，在低空、超低空雷達截面積值甚小，可避開雷達／紅外線搜索，因而不易被發現。在第二次波灣戰爭中，美軍地面部隊大規模使用「龍眼」迷你（微）型無人機，在伊拉克戰場上尚無被擊落紀錄^③。

二、減少人員傷亡

現代作戰環境複雜且節奏快速，指揮官能否適時發揮機動力、火力、防護力，全賴是否有正確情資，在迷你（微）型無人飛行器加入戰場後，可協助第一線部隊迅速與正確掌握敵蹤，可有效避免敵之伏擊，減少人員之作戰傷亡。

三、操作容易

註①：尤文虎，〈日本研製成功世界最輕超小型無人飛行器〉，<http://www.people.com.cn/GB/junshi/1079/2928457.html>，2004年10月19日。

註②：無人飛行器網站，〈掌中鳥——微型無人飛行器〉，<http://csuav.com/uav/develop/duav1026-7.htm>

註③：中國互聯網，〈從局部戰爭看資訊化作戰〉，<http://www.china.org.cn/chinese/junshi/449890.htm>

一般中、大型無人機操作時需要一個連的兵力，還要有操控車、通訊車、基地設施（跑道發射架、回收處理、運輸設備、儲存設備、運輸、油料儲存、維修設備、警衛等），迷你（微）型無人飛行器操作甚為簡易，操作人員僅需要1~3人，而傳輸設備為攜帶輕便的筆記型電腦或PDA，且不需要基地臺便可發射飛行，執行勤務。

四、價格低廉，易於補充

一般中、大型無人飛行器造價雖然便宜，但也要數萬至數十萬美元，最先進的大型機則超過2,000萬美元²⁴，由於迷你（微）型無人飛行器系統不需要有使人員舒適和安全的裝置，也無需在核生化環境下保護人員的設備，以及支付訓練人員的費用，因此微型無人飛行器系統的造價、使用費用相對較低，有的微型飛行器僅需1,000美元，若未來大量生產，還可降低成本。故若遭敵摧毀後，可迅速補充。

五、近距離電子干擾

大型電子干擾飛機功率大，可實施較遠距離的干擾，缺點是目標大，易被攻擊，且成本高、數量少。微型飛行器可實施較近距離且針對性的干擾防空武器（飛彈、火炮）之導引雷達、砲瞄雷達、感測雷達和警戒雷達等。微型電子干擾飛行器可用戰鬥機攜帶（可一次攜

帶多達數十個微型飛行器），當飛到敵方陣地一定的距離時，探明敵方雷達位置，然後施放微型飛行器，對敵方陣地雷達實施干擾。如果干擾效果不理想，可增加微型飛行器的數量，實行「集群干擾」的戰術²⁵。

六、完整鏈結地空情資

偵搜裝備有偵察衛星、偵搜機、無人機等，各有其特性與限制，如衛星有固定軌道，被偵蒐國可在衛星臨空時，暫時中斷軍事行動，避開偵測，而以偵察機偵蒐情報，飛機滯空較久，且能在重點地區盤旋，此為間諜衛星所不及，但偵蒐機臨近敵領空時，常會觸動敵雷達，易遭敵擊毀，而造成裝備損壞與人員傷亡，而無人機則可依其大小部署在不同空域，獲取不同的情資。而若能將衛星、偵察機、各型無人飛行器獲得的戰場情資加以整合，更能有效洞悉敵動向，掌握全面戰場戰況。

七、可於複雜地形及危險區域實施偵察作業

2004年第二次波灣戰爭期間，「龍眼」在各種地形——開闊地、沙漠、小鎮、大城，都發揮了極大的功能並且不受當地的強風和沙塵影響，特別是在山坡後，甚至在城鎮戰還可提供建築物後或內部的偵察能力（如圖十四）；大多數的任務都不是預先規劃的，完全因應隨機及臨場上的戰術需求

註²⁴：同註²。

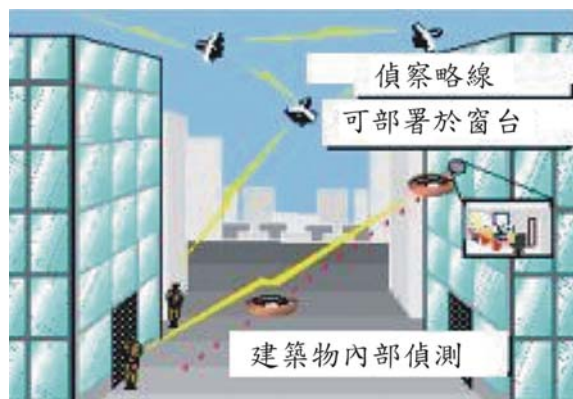
註²⁵：同註¹²。

註²⁶：胡堯儲，〈無人飛行載具（UAV）發展及陸軍可能應用之研討〉《陸軍月刊》，第41卷第476期，民國94年4月1日，頁73。

26。另外並可在核生化污染區域擔任偵檢任務，執勤時，只要將攝影機「鼻端」代之以核生化偵測器即可，可避免派遣人員遂行核生化偵檢之危險性。

八、擔任精確導引攻擊指引任務

第一線部隊可運用迷你（微）型飛行器偵察戰場前沿，將所偵得資訊即時傳輸至火力協調機構及海、空軍連絡官，據以執行攻擊任務，或是超近距離或附著目標體發出信號，便於偵察定位或指引飛彈攻擊。或可掛載氣象感測器測量氣溫、氣壓、濕度、風向、風速等氣象諸元，供發射彈藥時修正彈道使用。如在科索沃戰爭時，無人飛行器偵蒐之情資使北約部隊能精確打擊南聯盟70%的軍火庫和30%的



圖十四 微型飛行器是城鎮作戰偵察利器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

指揮所27。

九、直接作為攻擊武器

能以群布性對目標實施難以防備的攻擊，迷你（微）型飛行器如果裝上一些高效能炸藥或者一些失能劑，就能實施攻擊任務。

對我之啟示與建議

一、對我之啟示

(一)基層部隊配備迷你（微）型飛行器為未來趨勢

美海軍陸戰隊決定從2004年5月開始，計畫購買1,026架「龍眼」無人機和342個地面控制設備，將在4年的時間內把「龍眼」無人機撥發到作戰連隊28。美國陸軍2003年5月公布的計畫中，未來作戰系統（FCS），一個旅將配賦100架無人機，一個營將裝備無人機32架，其中支援排級部隊的微型無人飛行器，飛行半徑為8公里、飛行高度150公尺。考慮到無人機廣泛的應用前景，美陸軍計畫在2008年前把無人機種類增加到幾十種29。另據報導，在2002年10月舉辦的歐洲陸軍武器展上，法國表示未來將在主戰車配備微型無人飛行器，可用於掌握非直視目標，如：利用地形起伏隱蔽或隱藏在掩體後的敵方目標等，戰車可使用先進的遠

註27：中國航太網，〈無人機在戰爭中的地位和作用〉，<http://www.space.cetin.net.cn/docs/ht9806/ht980620.htm>

註28：華夏經緯網，〈美軍「龍眼」無人機在伊拉克展露真容〉，www.huaxia.com/js/jswz/2005/00299717.html

註29：新浪網，〈當今小型無人飛行器發展動向及其對策〉，<http://jczs.sina.com.cn/pc/2004-02-25/29/945.html>

端攻頂彈藥打擊目標^⑩，另法國「裝備與通信整合步兵」（Felin）計畫，不僅整合所有通信方式，更將配備微型化「偵察吊艙」^⑪。故可知先進國家基層部隊已將迷你（微）型飛行器納入未來建軍規劃。

（二）善用商業資源，提升自製能力

「龍眼」無人機的主要零組件大都為商用現貨，故能壓低製造成本。一般而言，不論是中型的戰術偵察空中無人載具，或是迷你（微）型飛行器，在要求能大量部署的前提下，成本控制是必然的結果，於是善加利用商業成熟技術是有其必要的。國內電子科技的蓬勃發展，在休閒式遙控模型機套件的國際市場也佔有一席之地^⑫。故我們應善用民間商業資源，提升自製能力，研製適合國土防衛作戰之迷你（微）型無人飛行器。

（三）透明第一線戰場，可減少作戰人員傷亡

防衛作戰時，若美軍未介入支援我軍，則我衛星偵察資源有限，而預警偵察機若無空優，也甚難發揮效用。無人機或迷你（微）型無人飛行器的靈活性及低廉價格，就算被敵擊毀也易於利用商用現貨組裝補充，可持續為我第一線部隊撥開戰場迷霧，減少作戰人員傷亡。

（四）擴大迷你（微）型飛行器作戰優勢

創新無人機運用技術，用較少的地面控制站和操作人員控制更多的迷你（微）型飛行器；擴展迷你（微）型飛行器的功能，使其不僅具偵察能力，且應具備攻擊能力，擴大其作戰優勢。

二、建議

（一）基層部隊配備迷你（微）型無人飛行器

在不斷持續實施人員精簡作業下，營級搜索排若要配備中型無人飛行器，在人力與成本不允許下甚難建案，應研擬配備迷你無人機，2~3人即可實施作業，而連級、排級、據點，甚或個人可配備微型飛行器，單人即可操作。以美軍陸戰隊使用之「龍眼」為例，2人小組可在10分鐘內完成組裝發射。因此，衡量作戰任務，在兵員及現役部隊人力減少，而作戰區範圍卻依然不變的戰場環境下，若我陸軍可獲得小型單兵攜帶型無人飛行偵蒐載具，將可大幅提升部隊作戰能力，而指揮官用兵也將獲得更大彈性。

（二）建構立體情資共享體制，有效掌控戰場

衛星系統、預警機、有人偵察機、中型無人偵察機、迷你（微）型無

註⑩：于鵬寶、徐永福，〈未來主戰坦克將配上微型無人飛行器〉，人民網，<http://past.people.com.cn/GB/junshi/63/20021023/848833.html>

註⑪：Doug Richardson，劉廣華譯，〈網狀化作戰——變革或風尚〉《國防譯粹》，第32卷第8期，民國94年8月，頁26。

註⑫：〈另類商業化小型無人空中載具〉《尖端科技》，第233期，2004年1月，頁98。

人飛行器等偵蒐裝備，都有其偵蒐盲點與優勢，為能高效率與即時透明戰場，未來應建構網狀化情資即時傳輸體系，將高、中、低空情資，有效統合即時共享，使指揮人員能適時下達至當決心，適時打擊敵軍。

(三)研究基層部隊配備迷你（微）型無人飛行器戰術運用作為

迷你（微）型無人飛行器戰術運用靈活，可變換選擇攜行之感測器，如白晝前視攝影機、側視或黑白低光度攝影機、側視紅外線攝影機或化學戰劑感測儀、生物戰劑收集儀^③、電子干擾器、雷射指示器，或是黏附高效能炸藥作為直接攻擊武器；若能根據個別狀況善加運用，可獲得良好戰術效果。如共軍搶灘登陸時，可利用迷你（微）型無人飛行器廉價優點，黏附高效能炸藥攻擊敵之登陸艇、登陸戰車等，能避免人員傷亡，又可經濟有效殲敵於灘頭。又如在城鎮作戰中，可利用其體積小、輕便，可在樹冠下、樓宇間或房屋（建築物）內飛行等特性，即時偵知敵情，予敵不斷伏擊，摧毀其戰鬥意志。由於其戰術運用相當多元，在基層部隊將配備此類型裝備時，應成立研究小組，利用各項演訓時機，鑽研各種戰術運用方式，以利發揮其最大作戰效能。

(四)研擬反制迷你（微）型無人飛行器作為

中共自1990年代以後，便積極發展無人機，近年來公布發展出的

無人機型近10種，且已著手研發迷你（微）型無人飛行器，顯見中共亦已注意到迷你（微）型無人飛行器的戰術運用價值，未來也將會成為我另外一個新的威脅。故我亦應研擬反制迷你（微）型無人飛行器作為，如可對此類飛行器的通信無線頻道實施無線電干擾，使其無法遙控和傳輸圖像，或是研發雷射多射束武器予以擊毀等，降低敵使用效果。

結 語

第一次波灣戰爭時，美軍雖擁有高科技衛星偵察系統、預警偵察機、無人偵察機，然基層部隊指揮官依然深覺處於戰場迷霧中，為解決此一難題，充分掌握戰場透明度，美軍於阿富汗戰爭與第二次波灣戰爭中，已開始啟用「龍眼」、「微星」等迷你（微）型無人飛行器支援營、連作戰，使基層部隊長能即時明瞭與掌握敵軍狀況，順利達成作戰任務。迷你（微）型無人飛行器是「廉價的偵察衛星」，也可改裝成「廉價的巡弋飛彈」，建議應建案籌購此類型裝備，使第一線部隊的士兵能與戰甲車、飛行器、上級充分共享情資，並能作為直接攻擊武器，有效摧毀敵之攻勢，達成防衛作戰使命。

收件：96年6月26日

修正：96年7月24日

接受：96年7月30日

註③：同註①，頁98。