

題目：美軍軍用機器人發展簡介



作者簡介：

洪惠菁少校，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、現有許多國家積極投入發展軍用機器人，尤以美國為甚，且已部署於戰場中使用，在執行各項軍事行動中，有相當良好之效果展現。
- 二、機器人無生死安危之問題，在情勢混沌不明狀況下，尤其是在城鎮地區，以機器人執行高風險戰鬥任務，可減少作戰人員傷亡。
- 三、美國會為支援機器人系統的發展，國會通過《國防授權（NDA）法案》（FY01, H. R. 4205, 217 款），為部隊制定的無人遙控技術投入實戰的發展目標是，到 2010 年，三分之一的遠端空中打擊行動由無人系統實施；到 2015 年，三分之一的地面戰車為無人系統。
- 四、未來軍用機器人將結合先進機器人學、感測器、無人飛行載具、網狀化通信技術、遙控武器、智慧化資訊技術，而成為不可或缺的戰力倍增器。
- 五、軍用機器人大量運用於作戰已成為趨勢，我須掌握國際軍事主流，整合產官學界資源，積極發展適合台澎防衛作戰軍用機器人，以增強戰力與減少作戰人員傷亡。

壹、前言：

美國於 2007 年夏季初首次派遣地面武裝機器人至伊拉克參戰，使戰爭的型態已進入機器人時代。在美國科技娛樂與設計(TED)團體會議開幕前的演講中，軍事專家彼得-辛格指出，機器人執行任務的時刻已經不遠了。辛格說，「我們要重視這場戰爭革命，這就如同發明原子彈時那樣¹。」目前的軍用機器人多數用於拯救生命及執行一些對人作戰人員危害較大的任務。但在科技持續改良狀況下，未來將能有效執行作戰任務，成為未來作戰攻堅利器。本文旨在介紹美軍軍用機器人，分析機器人運用於作戰之優點與

¹徐冰川、落暉，〈美軍事專家：2015 年半數美軍是"機器人"〉，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/tech/2009-02/07/content_10777648.htm

限制，美軍機器人未來研發方向、機器人兵團編制構想，並提出我之啟示，俾供建軍備戰之參考。

貳、機器人定義：

機器人是能夠感知、理解周圍環境並與之交互的人造裝置。一個機器人的主要部分是機械系統、電腦和感測器。當前的應用一般集中於人類無法順利執行或不願去做的重複性、危險的或較困難的工作，例如，自動化工業在其裝配線上廣泛地應用機器人來進行專業製造或危險的原料處理工作。美軍 2009 年公佈之《機器人戰略白皮書》，軍用機器人被分為兩類：無人地面車輛（UGVs）和無人飛行系統（UASs）。這些裝置通常都是經由遙控操控的，即由操作人員在安全地域遙控操作和控制。2008 年，美軍在伊拉克和阿富汗戰場總計投入約 3,000 輛 UGVs，為作戰提供支援。UGVs 最常見的應用就是拆除爆炸裝置。在當前的全球反恐戰爭（GWOT）中，約有 20 種型號的 UASs 支援偵察、精確定位和情報搜集任務的作業²。

參、美軍機器人發展簡介：

一、無人飛行系統：

（一）大型無人機³：

⊖RQ-1「掠食者」無人機（如圖一）：

據美國防部公佈的資料，美軍在阿富汗戰爭期間已進行 RQ-1「掠食者」無人機飛彈戰鬥試驗，此前該型無人機僅用於偵察和目標指示。在 2003 年第二次波灣戰爭中，該型機表現優異，在「無人區域」巡邏時，借助機載雷射目標指示儀，指引目標，導引飛彈攻擊目標（最初，飛彈是從其他飛機上發射的），「掠食者」無人機共攻擊並摧毀了 12 個地面目標，有防空飛彈連、飛彈發射裝置、伊拉克電視臺雷達和衛星設施。



圖一 「掠食者」無人機

資料來源：<http://www.people.com.cn/GB/junshi/2998870.html>

⊖「全球鷹」無人機：

² 知遠，〈機器人定義〉，搜狐網，<http://mil.news.sohu.com/20090623/n264697570.shtml>

³ 人民網，〈世界各國無人機發展現狀與前景〉，<http://www.people.com.cn/GB/junshi/2998870.html>

每套系統由 3 個地面指揮站和 8 架無人機組成，1997 年首次試飛，長 13.3 公尺，翼展 34.9 公尺，作戰半徑 5,550 公里，有效載荷 885 公斤。2000 年 6 月完成先期概念技術驗證和軍事應用評估，2001 年 4 月完成從加利福尼亞到澳大利亞的全航程連續自動飛行。與「掠食者」無人機通常在 5,000 公尺高空飛行不同，「全球鷹」一般在 20,000 多公尺的高空飛行，是伊軍地面防空設備根本無法攻擊的高空飛行器。該型無人機可滯空 36 小時，使用紅外線和雷達感測器能監視約 60 公里距離內的目標。「全球鷹」無人機能在 6 小時之內從德國飛到阿富汗，裝備有自動化著陸系統，由地面指揮站電腦控制。

(二) 中型無人機：

① 影子無人機（如圖二）：

影子無人機機翼裝有美陸軍戰場戰術通用資料鏈，續航時間 6 小時以上⁴，可為指揮官提供快速移動目標的捕捉、戰場即時情資搜整、作戰損傷評估和作戰管理能力⁵。



圖二 美軍 RQ-7「影子-200」戰術無人機

資料來源：<http://www.people.com.cn/GB/junshi/2998870.html>

② 獵人無人機（如圖三）

獵人無人機系統主要執行以下任務：即時圖像監視、火炮射擊校正、戰損評估、偵察和監視任務⁹。

⁴ 中國軍網，〈美陸軍 RQ-7B「影子」戰術無人機首架改進型已下線〉，http://www.chinamil.com.cn/site1/jsslpdjs/2004-09/07/content_4982.htm

⁵ 《中國國防報》（北京），2003 年 3 月 11 日，版 8。

⁹ nease 網，〈獵人戰術無人飛機〉，<http://cfz.nease.net/jqys/htmls/uav/2002/2002091801.htm>



圖三 美軍獵人無人機

資料來源：<http://cfz.nease.net/jqys/htmls/uav/2002/2002091801.htm>

(三) 迷你（微型）無人飛行器：

⊖ 「龍眼」(Dragon Eye) 無人機：(如圖四、五)

「龍眼」無人機重 2.3 公斤，是以手持投擲發射，可以重複使用，翼展 114 公分，其飛行高度 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」無人機可以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 台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。「龍眼」無人機由 2 名士兵發射後，無人機按照事先編好的 GPS 路徑點飛行。一旦進入目標區域，「龍眼」就會使用自身攜帶的感測器收集資訊並將圖片傳回到地面控制站。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」可以被應用在城市作戰環境中，擔任巡邏提供額外的安全保障，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

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。

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。



圖四 美軍「龍眼」無人機

資料來源：www.people.com.cn/GB/junshi/1079/2442735.html



圖五 「龍眼」無人機拍攝的照片

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

㊟「微星」(MicroSTAR) 微型無人飛行器 (如圖六)：

「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。「微星」無人機的固定翼機身重 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。從「微星」可看到奈米技術、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。奈米的技術將其它把陀螺、三軸加速度計、全球定位系統接收機以及相應的電子線路全部封裝在一個小小的矽片上。它無雜訊，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。它攜帶晝夜飛行使用的成像感測器，可在穿飛高高低低的樓層時實施拍攝，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，及時支援地面部隊行動。它航程 5 公里，也適合越過小山丘進行隔山偵察。「微星」的任務巡航時間為 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。「微星」微型無人飛行器發射和回收由單人操作，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通過 PRISM 無線電通信鏈路傳送到由兩塊個人電腦卡構成的

袖珍地面站。「微星」原型機單架成本超過 2 萬美元，將來如能大批量生產成本有望降到 1,000 美元。不過，微型無人飛行器尺寸太小，也限制有效載荷和性能。⁸



圖六 「微星」飛行器只有手掌大

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

③「黑寡婦」(Black Widow) 微型無人飛行器：(如圖七)

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，其形狀象個圓盤，直徑 15.24 公分，飛行速度為 48 公里/小時，飛行時間為 22 分鐘。機上裝有一台照相機，試飛中飛機的整個操縱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。該機包括操縱裝置、電視監視器、天線和一個氣壓發射器。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。為了進一步提高「黑寡婦」的性能，航空環境公司將選擇更好的微型指令接收機，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。



圖七 「黑寡婦」微型無人飛行器

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>

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

④「黃蜂」(Wasp) 微型無人飛行器：(如圖八)

「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，由加利福尼亞州蒙羅維亞的 AeroVironment 公司研製。「黃蜂」是美國防部的最小的無人機之一，其全重只有 200 公克，長度不過 33 公分，在翼翅裏面整合有電池組，其滯空時間為 1 小時 47 分鐘，巡航速度為每小時 30 英里。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。為此，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」還可以用於電子戰，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，飛行控制由一台機載電腦控制，能夠通過接收 GPS 衛星系統傳送的信號確定準確的飛行路線，可長時間地搜集戰場資訊並將它們即時的傳送給地面或艦艇上的操作人員。另外，該機裝備有一台電動機，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。



圖八 「黃蜂」微型無人飛行器

資料來源：

⑤「大黃蜂」(Hornet) 微型無人飛行器：(如圖九)

「大黃蜂」的微型無人飛行器長 23 公分(9 英吋)，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產生電能和水，在 2002 年 8 月的試飛中，創造了 1 小時 47 分的續航時間記錄¹¹。

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>

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>。

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>

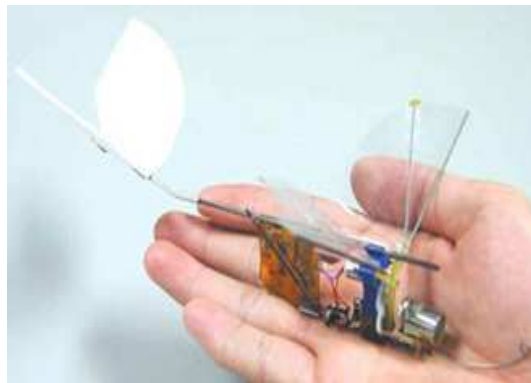


圖九 「大黃蜂」微型無人飛行器

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

⑥ 「微型蝙蝠」(MicroBat)：(如圖十)

「仿昆蟲機器人」於 1990 年代初被提出。它是基於對昆蟲運動機理的分析，按照一種新的設計思想去設計的。美國投資 10 億多美元研究如何利用昆蟲偵察，如果在昆蟲身上裝上微型攝影機，則不僅可實現偵察，也可對人無法進入的地方進行探測。¹² 航空環境公司為美國防部製造的「微型蝙蝠」翼展只有 23 公分，重 14 公克。它的電動機由可充電鋰電池供電，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 22 分 45 秒¹³。



圖十 「微型蝙蝠」飛行器重 14 公克

資料來源：kai.iks-jena.de/bigb/mav.html

二、無人地面車輛系統：

(一) 爆破與掃雷機器人：

⊖ iRobot Corp 公司的 iRobot Packbot 510 with EOD Kit 機器人：此型機器人（如圖十一）是一款可用來作偵測及移除爆裂物品的機器人。該系統採用新的類似於電子遊戲機的手柄操縱器，更加易於在野外訓練和使用。該設備改良型在 2007 年 4 月投入使用，

/898228.html

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>

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>

目前 iRobot 已經交付 800 多套的 Packbot 機器人，這些系統正在伊拉克、阿富汗以及世界其他地方使用¹⁴。Packbot 機器人體型小巧，長 0.87 公尺、寬 0.51 公尺、高 0.81 公尺、重 18 公斤，配備有爆裂物處理器「Explosive Ordnance Disposal, EOD」和工程師的全套工具，可對土壤進行挖掘，然後舉起相當於自身重量 2 倍的炸彈¹⁵，美國已準備將其納入美軍新型單兵標準裝備「模組化輕型攜型裝備（MOLLE）中」¹⁶。



圖十一 美軍 packbot 機器人

資料來源：images.businessweek.com/.../source/5.htm

㊟美國 Foster-Miller 公司的「鷹爪」(Talon)EOD 機器人：

履帶式「鷹爪」無人系統（如圖十二），最初設計用途為排除複雜／簡易爆裂物，其重量低於 45 公斤，以便於人員攜型，是一個強力、堅韌、輕巧的履帶車型 EOD 機器人。可使用在偵察、通訊、防衛及救災上，具有全天候、日夜、水陸兩棲工作能力，可適應任何地形。其自從於 2000 年在波西尼雅成功移除未爆彈，現已完成超過 2 萬件危險物品或爆裂物的移除。Talon 機器人非常強固堅韌，遭受重擊後仍能繼續執行任務，同時其可靠性很高，於 911 攻擊事件後，曾在紐約世貿大樓災難現場，連續 45 天，每天作業 2 次，均未當機¹⁷。



¹⁴ 〈危害處理機器人 防爆反恐好幫手〉《青年日報》（台北），民國 98 年 5 月 31 日，版 7。

¹⁵ 機器人愛好網，<http://www.roboticfan.com/Articale/general/200610/252.shtml>

¹⁶ 中國評論新聞網，<http://www.chinareviewnews.com/doc/1002/6/6/7/100266749.html>

¹⁷ 同註 14。

圖十二 「鷹爪」軍用機器人可執行拆除簡易爆炸裝置等危險任務
資料來源：big5.eastday.com:82/.../20090706/ula4484168.html

③美國 WM Robots 公司的「騎士」(Knight) EOD 機器人：

「騎士」機器人穩定度高、可穿行各種惡劣地形障礙、能爬陡坡與階梯，在各種天候下皆可操控的機器人，其手臂全伸可舉起 75 公斤重物，且無齒隙，既強力又精準。「騎士」能行走於 20 公分厚雪地，可同時裝置無線電與光纖兩種通訊設備。

(二)偵察機器人：

美軍近年推出一種偵察機器人「龍行者」(Dragon Runner) (如圖十三) 的偵察機器人，其設計目的為避免士兵傷亡，能在城鎮地區替代士兵開展偵察工作。該系統可由操控人員將其攜行至目標地，無論是山洞中，屋子角落、樓梯間，或者屋頂上，皆可順利執行任務。此款機器人的核心裝置為一無線傳輸數據機和超高頻 UHF 圖像傳輸系統，他的作業系統包括運動裝置、操作控制系統和一個遙控器裝置。士兵只需 3 秒鐘的時間就可將其從背包中取出使用。機器人配備有攝影機，可在白天或夜間提供戰略目標的即時畫面，以及偵察士兵視線以外的潛在危險區域的圖像。它也可用來做崗哨，使用超音波感測器來監視某個特定區域的不同方位動向。「龍行者」已於阿富汗戰場中使用，成功完成多項艱鉅任務，證明其戰場之實用性¹⁸。



圖十三 美軍「龍行者」偵察機器人

資料來源：www.defensereview.com/1_31_2004/PackBot_Afgaha.

(三)多功能通用／後勤與裝備無人載具簡介：

多功能／後勤與裝備載具(Multifunction Utility/Logistics

¹⁸江文川，〈軍用機器人發展現況簡介〉《陸軍學術月刊》，第 43 卷第 495 期，民國 96 年 10 月 1 日，頁 87。

Equipment, MULE，亦稱為「騾子」)，它是一種 2.5 噸重的無人駕駛地面載具，用於支援徒步步兵作戰行動。它由機動平臺或通用底盤、自主導航系統、操作人員控制系統和三種任務設備組件等 4 部分組成。採油電混合驅動，每側各有三個路輪，而每個路輪的輪轂內均裝有獨立的伺服馬達，讓整顆路輪可以繞著輪軸軸心 360 度轉動，以通過或攀越各種地形障礙（如圖十四）。共用機動平臺並配有中央輪胎充氣系統，可配合地形或在輪胎中彈時調整胎壓。自主導航系統是一套任務負載組件，能夠裝配在多功能／後勤與裝備載具和戰鬥機械載具上，使它們具備半自主作戰能力，還能夠裝配在系列有人駕駛地面車輛上，對其他無人駕駛地面載具有導引作用，另其機動平台搭配模組化任務設備組件(Mission Equipment Package, MEP)，就可執行其他作戰任務。「騾子」可由軍用旋翼機吊運，它有 3 種類型：運輸型、掃雷型和突擊型，三者的底盤通用¹⁹，其諸元與性能（如附表一）。茲將其介紹如後：

附表一 美軍多功能通用／後勤與裝備無人載具諸元及性能

諸元性能 型式	諸元（任務套件）	性 能	備 考
運 輸 型	可折疊／可移除式側邊欄杆、多功能基座與束縛裝置、外接電源插座及整合式飲水儲存配送與轉移系統等。	可運輸 874 公斤的裝備，未來可提升至 1,342 公斤。擁有良好的機動性和穩定性，能伴隨徒步部隊通過複雜的地形。	
掃 雷 型	固定式地雷偵測感應系統、感測器陣列部署次系統、地雷感測器組、（偵雷）通道標定次系統等。	採用外覆式橡膠履帶將 6 個輪胎包覆起來，使其看起來似一種履帶式車輛，履帶每平方公分的接地壓力將小於 140 公克，可避免不慎引爆地雷。	可清掃雷型、數量、面積、時間等數據待查。
突 擊 型	可連續 360 度旋轉的小型砲塔、武器／感測器穩定系統、2 座雙聯裝「標槍」飛彈	能運用車載火力，如 40 榴彈槍、同軸機槍、小型砲塔，掩護步兵班、排前進，及適時提供彈藥支援，以利攻	

¹⁹ 新浪網，〈美國陸軍 FCS 載入戰鬥系統〉，<http://jczs.sina.com.cn/p/2006-01-23/0745346283.html>

	發射器、40 榴彈槍、同軸機槍、突擊感測器組。	堅任務遂行，並具強大反裝甲能力。	
說明	三種型式之「騾子」均具備的共用供應裝備有主導航系統、戰鬥識別感測器與相列天線、化學戰劑偵測系統。		

資料來源：

一、張立德，〈能載又能打的「騾子」——MULE 多功能通用／後勤與裝備無人載具〉《尖端科技》，第 260 期，2006 年 4 月 1 日，頁 17。

二、王軍，〈吃苦耐勞的「騾子」〉《坦克裝甲車輛》，2006 年第 07 期，
<http://www.5ldh.net/magazine/article/1001-8778/2006/07/372393.html>

三、〈正在研製中的無人駕駛地面車輛 UGV〉《美陸軍雜誌》，2005 年 7 月號，頁 23。



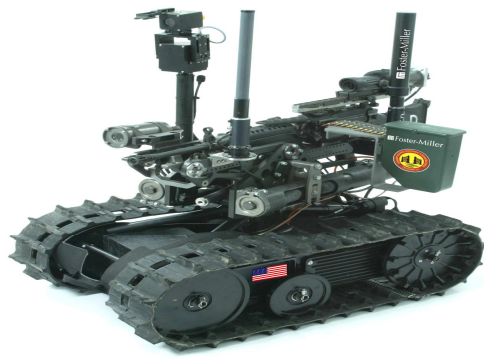
圖十四 美軍多功能／後勤與裝備無人載具越障驗證

資料來源：http://www.fyjs.cn/bbs/htm_data/26/0806/146662.Html

(四)武裝機器人：

美國陸軍於 2007 年首次派遣 3 部「特種武器觀測遙控偵察直接行動系統」(special weapons observation remote reconnaissance direct action system, SWORDS, 簡稱「神劍機器人」)至伊拉克作戰，此系統配備有 M249 輕機槍，且可在站台遙控操作，已於伊拉克執行偵察及街道巡邏任務。「神劍機器人」(如圖十五)旨在承擔「高風險戰鬥任務」，係經由專業人員操作前往遭受狙擊手襲擊的擁擠街坊尋找目標，並在巡邏人員抵達前將目標殲滅。目前該系統仍持續改良中，「神劍機器人」1.5 型的攜彈量將從 200 發增加為 400 發，並具有彈藥計數器，使操作人員得以掌握剩餘彈藥數量；2.0 型機器人則是將只能左右各旋轉 30 度的槍塔，改良成為 360 度旋轉²⁰。

²⁰Stew Magnuson, 李光悌譯，〈遙控機器人〉《國防譯粹》，第 35 卷第 4 期，民國 97 年 4 月，頁 40～43。



圖十五 美軍神劍機器人

資料來源: www.schneiderism.com/.../08/swords300dpi.jpg

肆、機器人運用於作戰之優點：

一、減少士兵傷亡：

機器人無生死安危之問題，在情勢混沌不明狀況下，與其讓士兵冒險，還不如將機器人送入不明的環境中作業。美陸軍第 29 步兵團 2007 年舉行一場「機器人戰爭演習」：整支機器人作戰兵團由 18 種執行不同任務的機器人組成，每名機器人與戰場上各種陸、空作戰平臺及感測器連接在一起。戰鬥開始後，地面機器士擔任先鋒，當隱藏的敵人攻擊它時，空中的無人駕駛偵察機能即時發現敵軍位置，通知巡航中的無人駕駛智能戰鬥機，然後智能戰鬥機發射飛彈命中目標。所有戰術行動都由智能戰爭機器人自行完成。據估算，這支機器人作戰部隊能使戰鬥時間縮短一半，而美軍士兵傷亡率降低 60%~80%²¹。

二、執行核生化偵測（偵檢）任務：

在二次波灣戰爭初期，當時普遍認為海珊政權擁有大規模毀滅性武器。美軍以配備雙輪採樣系統的核生化偵檢車進行地面污染偵檢開路，但必須以時速 3.2 公里的超慢速度前進，根本跟不上地面部隊的移動速度，且在車輛無法到達之處，偵檢人員須離開密閉車廂實施偵檢，安全與偵檢速度皆受影響，迫使當時地面指揮官冒險命令部隊超前核生化偵檢車向前挺進，未來若能以機器人配合實施偵檢作業，則能快速又安全實施偵檢作業，有效配合戰術行動。

三、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；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

²¹萬和，〈數千機器人服役美軍專家警告未來會毀滅世界〉，萬和網誌，<http://blog.udn.com/MONHER/2743594>

求。²²另外並可在核生化污染區域擔任偵檢任務，值勤時，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。

四、執行爆破與掃雷任務（如圖十六）：

執行爆破與掃雷任務是機器人發展的主要動力之一，執行此任務的機器人可為輪式或履帶式，操作人員可在幾百公尺甚至幾公里以外透過無線電或光纖電纜控制其活動。如美軍 TALON 機器人曾在波西尼亞協助清理手榴彈，以及於伊拉克執行拆除爆裂物任務。



圖十六 美國士兵與排爆機器人一起執行排雷任務

資料來源：<http://www.chinareviewnews.com>

五、擔任精確導引攻擊指引任務：

第一線部隊可運用迷你（微）型飛行器或地面機器人偵察戰場前沿，將所偵測得資訊即時傳輸至火力協調機構及海、空軍聯絡官，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。

六、執行反狙擊任務：

機器人可搭配聲波定位儀、雷射掃瞄器、微波雷達等多種裝置，能準確捕捉敵方狙擊手的方位，並執行反狙擊任務²³。

七、可節約國防經費：

研發智慧型機器人的經費所需不貲，但機器人若能成熟運用於戰場，則因機器人無升遷、調薪、軍裝、伙食、無需解決家屬問題，不必為它們支付退役金和保險，及作戰陣亡撫恤金，每名機器人的開支只相當於人類戰士的 10%²⁴。

²²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。

²³國際縱橫網，<http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.cri.cn/321/2004/04/14/152@129102.htm>

²⁴中國評論新聞網，〈機器人省錢省人 十年內將成美戰鬥主力〉，<http://www.chinareviewnews.com/crn-webapp/doc/docDetailCreate.jsp?coluid=48&kindid=0&docid=100530713>

伍、機器人運用於作戰之限制：

一、無法完全取代真人士兵：

機器人並不能完全取代士兵進入建築物或洞窟作戰的需求，因為機器人無法橫跨大片瓦礫、攀梯、穿越射擊孔，或是快速移動。即使配備的 2 具攝影機之一具有變焦鏡頭，其能力仍不及人眼，可有效識別戰場敵我目標。

二、程式控制不易：

現今美國的軍事機器人設計師往往急於求成，常會將還不成熟的機器人技術匆匆推入市場，促使人工智能的進步在不受控制的領域內不斷加速發展。且目前尚無一套控制自動系統出錯的防範措施。如果設計出現錯誤，足以讓全人類付出慘痛的代價。

三、後勤支援繁雜：

未來部隊機器人種類多樣化，數量也將遽增，機器人技術採購作需、實地應用流程、生命週期支援和資訊系統支援的細節各不相同，故後勤支援繁雜。

陸、美軍機器人未來研發方向：

2007 年 12 月國防部部長辦公室針對無人系統規劃指出，國防部優先研發的無人系統的四個功能域，以提升作戰能力缺陷。優先發展這些功能並非意味著排除其他任務領域的研究、開發和採辦，但卻反映美國防部最為迫切需要提升的專案，另美國防部亦積極針對機器人作戰道德規範投入研究，茲將其敘述如下。

一、偵察和監視：

某些形式的偵察（電子感應或視覺化）是作戰指揮官最希望無人系統具備的功能。保持一定隱蔽性地對關注地區的偵察能力非常重要，而目前無人系統所執行的偵察任務需要提升其標準化和互操作能力，以為大範圍的美國防部用戶提供更好的支援。

二、目標確認和定位：

目前，美國防部認為無人系統對目標的即時確認和精確定位能力尚存不足，需要進一步減少 GPS 制導武器的時延，並增加其精確度。但與目前人工作業系統相比，機器人系統可以代替作戰人員在高危險環境中作戰，減少人員傷亡。

三、反地雷作戰：

簡易爆炸裝置(IEDs)是第二次波灣戰爭中導致美軍傷亡的原因。遠端操作的機器人系統作為地面部隊的重要補充力量，減少大量的人員傷亡。無人系統在執行這一危險任務時具備天然的優勢，並將繼續在反地雷行動和作戰地域廢棄炸彈處理方面發揮關鍵作用。

四、核、生、化和輻射性、爆炸性武器偵察：

發現核、生、化和輻射性、爆炸性武器並檢測受影響地區的工作在國內

安全行動和國外應急作戰中都很重要²⁵。

五、符合道德規範：

到 2010 年為止，美國在戰爭機器人研究項目上的投資將達到 40 億美元。美國陸軍和海軍同時聘請道德規範領域的英國專家，協助研製不會違反《日內瓦公約》的新型戰爭機器人，目前已有大量的機器人在伊拉克和阿富汗戰場上「服役」，但此代機器人都是由人工進行遠程式控制作戰的。而新一代的機器人將能夠發現攻擊的目標及其所使用的武器，區分敵方目標是武器火力還是武裝士兵，並能夠識別救護車和平民等軟目標。專家會將符合《日內瓦公約》的戰爭規範寫入到軟體中²⁶，以利機器人執行作戰任務。

柒、美軍機器人兵團編制構想：

美軍認為未來機器人要形成有效戰力，必須將武裝機器人及其操作人員納入單位組織編裝內，才能發揮戰力。如同拖式反戰車飛彈操作手支援戰車一樣，機器人及操作人員亦應完全納入編組。目前的構想是以 2,000 名作戰人員配置 150 部機器人，此編配比例也可能在未來 10 年內改變，「全球未來研究院」（Institute for Global Futures）執行長軍事技術專家坎頓（James Canton）表示：「想編成 2,000 名機器人的 150 名分遣隊或許無法一蹴可幾，但技術發展將加速此一進程。」他指出，由電腦晶片可儲存容量每一年半至兩年即倍增的速度觀之，現今的機器人技術發展簡直就像是超級「摩爾定律」²⁷一般，將成為結合先進機器人學、感測器、網狀化通信等數項快速發展領域的演進成果²⁸。軍事專家預測美軍未來作戰時的人力將逐步遞減，至 2015 年美軍在戰場上將只剩一半「真人」，另一半將是「機器人」²⁹。

捌、美軍機器人發展對我之啟示：

一、機器人將朝智慧自主化發展：

部隊使用的機器人系統自主能力的主要限制因素仍然是系統的可靠性和任務環境的因素，且作戰任務相當複雜，相關任務量繁重，各子任務相互關聯，且包含多種變數（預料外和變化的條件）。未來隨著技術的進步，判斷機器人將朝智慧自主化發展，其自主和獨立運作能力將大幅提升，人為的指揮與干預將越來越少。專家預測未來機器人將以數種外觀與形態執行任務，其中包含人類外型，這些人形機器人未

²⁵ 知遠，〈國防部優先發展的機器人功能〉，搜狐網，<http://mil.news.sohu.com/20090623/n264697614.shtml>

²⁶ 木子網，〈五角大廈再次研發「機器人」 請道德專家參與〉，<http://lateline.muzi.net/news/11/fanti/1535840.shtml?cc=25248&ccr=>

²⁷ 摩爾定律是由英特爾名譽董事長摩爾提出，係指一個尺寸相同的晶片，隨著製程技術提升而逐年遞增可容納的電晶體數量，以此形容高科技發展快速。

²⁸ 同註 20，頁 43。

²⁹ 〈美軍機器人取代一半真人上陣〉《青年日報》（台北），民國 98 年 2 月 10 日，版 6。

來將具有奔跑、閃躲、跳躍的能力，並能依據臉部辨識資料庫進行目標識別³⁰，以能自主執行作戰任務。

二、以機器人替代真人作戰為未來趨勢：

民主化不斷的發展及輿論媒體的無遠弗屆，現代的戰爭的構想是期望能零傷亡。「鷹爪」(Talon)EOD 機器人自 2000 年首次被部署後，截至 2009 年 6 月 30 日，已有 2,800 輛「鷹爪」機器人被部署於作戰³¹。美國國會規定：三分之一的遠端空中打擊行動由無人系統實施；到 2015 年，三分之一的地面戰車為無人系統³²。顯見以機器人替代真人作戰為未來趨勢，目前雖有許多技術待克服，但機器人運用於戰場替代真人的比例將逐漸上升。

三、台澎防衛作戰運用機器人之芻議：

國軍近年來積極進行軍事事務改革，員額逐年縮減，但在持續提升人員素質及武器裝備性能下，戰力仍能持續增強。為能持續提升戰力及減少作戰人員傷亡，建議未來亦應參酌美軍，將機器人部署於部隊使用。國內海岸線狹長，兵力有限，即可以機器人彌補戰力之罅隙，如以無人飛機實施海岸線監測，並將即時情資傳送到指揮中心及前線指揮官，武裝機器人則部署於海岸要點，控制敵上岸路線，以殲敵於灘頭；城鎮作戰時，則以偵察機器人執行偵察任務，配合爆破與掃雷機器人執行肅清殘敵任務，減少作戰人員之傷亡。

玖、結語：

隨著機器人技術發展不斷精進，未來的部隊將具備全新的作戰能力，地面戰爭的型態將會改變，預判機器人平臺將與其他無人海、陸、空設施、無人地面感測器網路和無線技術整合，利用無遠弗屆的全球資訊網絡，形成全方位戰力。中共科協於 2008 年 4 日發布「兵器科學技術學科發展報告」披露，共軍大部分兵器技術已趕上世界水準，但部分兵器仍然與外國先進水準存在較大差距，同時鑑於未來戰爭將不再是人海戰術，無人智慧化系統將成為主要武器系統，報告建議拓展新概念兵器，例如發展武裝機器人等³³。發展機器人運用於戰場已為現在之趨勢，我亦應結合產官學界能量，將民間科技與國防需求相互整合，發展軍用機器人，以執行高風險戰鬥任務，減少作戰人員傷亡。

³⁰ 同註 27。

³¹ 仲崇慧，〈美軍增購更多魔爪機器人 目前至少有 2800 套在役〉，東方網，big5.eastday.com:82/./20090706/u1a4484168.html

³² 同註 21。

³³ 〈中共科協建議發展武裝機器人〉《青年日報》(台北)，民國 98 年 4 月 13 日，版 6。