

軍用機器人發展現況簡介

作者簡介



江文川副教授，美國德州農工大學資訊碩士、美國辛辛那提大學機械碩士、工業工程博士；曾任助教、講師，現任職於陸軍官校資訊系。

◆ 提要

- 一、科技的發展往往也帶動各種新式軍用武器機具的技術蓬勃興起，機器人應用於軍事用途以減少人員的傷害為目標已逐漸成為潮流，近來各國無不卯足全力發展軍用機器人，其發展不僅提升了戰鬥力，也避免傳統戰爭大量的人員傷亡。
- 二、國際間發展的軍用機器人類型已達上百種，功能遍及各種不同的軍事應用領域，諸如偵察、保障、排雷、防化、攻擊、防禦型等等。若以空間的配置將軍用機器人作一分類，可以大致分為陸面、水下及空中軍用機器人三種。
- 三、國防戰備的素質與實力，是確保國家安全安定的重要因素，軍用機器人已然在未來成為戰場上的主角，世界各國為因應世局的快速轉變，掌握國際軍事主流，如何建立機制，整合與運用科技人才資源，積極發展與研析軍用機器人，為當前軍事單位所面臨的挑戰。

前言

美國國防部機器人項目辦公室負責人戈登·約翰遜說：「它們不會感到飢餓，不會產生恐懼，也不會忘記長官的命令。即使有人在它們身邊中彈倒下，它們也毫不在意。難道它們不比人類幹得更出色嗎^①」？

自第一個機器人的具體概念問世以來，歷經40多年的發展已有傲人的成就，各種用途的機器人近十年來更是在科技的運用與整合上突飛猛進向實用、普及化邁進。為了改善人類的生活品質，提高社會生產力，機器人的快速發展是人類文明進展的必然，例如：搬運重物、汽車焊接、精密裝配、火山探險、深海探密等，在現實生活中這些工作可能造成人體傷害、可能人難以長時間勝任、可能人無法身臨其境、可能環境險惡、枯燥單調等等，這些都是機器人大顯身手的地方^②。

科技的發展往往也帶動各種新式軍用武器、機具的技術蓬勃興起，現代戰爭中應用高科技裝備已越來越多，生命得到至高的重視，因此機器人應用於軍事用途以減少人員的傷害為目標而逐漸成為潮流。軍用機器人是一種用於軍事上具有某些擬人功能的機械電子裝置，它可以是一個武器系統，例如：機器人

坦克，也可以是武器裝備上的一個子系統或裝置，例如：軍用飛機的「副駕駛員」；軍用機器人的發展不僅能輔助戰鬥力的提升，也可能避免傳統戰爭大量的人員傷亡，在惡劣的環境下，機器人的承受能力遠超過有生系統，並且只要能源供應與通信連絡不斷，可以長時間完成許多載人系統無法完成的工作。近年來各國陸續開啟了發展軍用機器人的計畫，尤以美國最為積極，而且在軍事行動中，也扮演了舉足輕重的角色，甚至美國國防部預測，不到十年內，機器人即將成為美軍獵殺敵人的作戰主力^③。

機器人應用於軍事用途之過去與現況

早在1950年俄裔美國科幻小說家艾薩克·阿西莫夫（Isaac Asimov）在其經典之作《我，機器人》一書中列出了經典的「機器人三定律」，即：一是機器人不能傷害人類，也不能由於自己的懈怠而令人類受到傷害；二是機器人必須聽從人類的命令，除非該命令與第一定律相悖；三是機器人必須在不違反第一和第二定律的情況下維持自己的生存。這是給機器人賦予的倫理性綱領。機器人領域的學術界一直將這三原則作為機器人開發的準則，但軍用機器人的

註①：網易科技網，<http://tech.163.com/05/0218/15/1CSR05QG0009153V.html>

註②：中國科普博覽網，〈機器人博覽——機器人探密〉，<http://159.226.2.5:89/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/technology/robot/secret/sec101.html>

註③：中華民國微系統暨奈米科技協會，http://www.nma.org.tw/bulletin/newslist.asp?web_id=msa&func_seq=2&serialno=919

武器研製卻在立場上經常是與此準則背道而馳，因而初期的研製計畫造成反對與支持觀點截然對立的兩派立場。早在第二次世界大戰期間，德國就研發出掃雷及反坦克用的遙控爆破車，美國則研製了遙控飛行器，這些都是最早的軍用機器人。不論人們當初對機器人開發準則的主觀意識如何，近十幾年來，在國際接連不斷局部戰爭的推動下，軍用機器人的發展可說是飛快的成長。在空中，無人飛機屢創戰績；在地面，機器人排除爆炸物、掃除地雷、進行偵察；在海洋，機器人清除水雷、探索海底的秘密；在宇宙空間，機器人成了考察太空的明星^④。

目前，國際間發展的軍用機器人類型已達上百種，功能遍及各種不同的軍事領域，諸如偵察、排雷、防化、攻擊、防禦……等等型式。若以空間的配置將軍用機器人作一分類，可以大致分為陸用、水下、空中軍用機器人，本文將著重在陸用型軍用機器人的介紹，分述如下：

一、陸用機器人

陸用機器人可以用以執行掃雷、偵察、攻擊和運補等各種任務，大大降低士兵的傷亡。美、英、德、法、日等國均已研製出多種不同用途的陸用機器人，並在實戰中成功協助完成任務。在此舉例說明各種不同用途之陸用機器

人：爆裂物處理、掃雷、獵殺、保安、偵察機器人及其他類型的機器人。

(一)爆裂物處理機器人

依中華民國最高法院民國22年上字第4131號判例指出：「刑法上所謂爆裂物，係指其物有爆發性，且有破壞力，可於瞬間將人及物殺傷或毀損者而言^⑤。」因此，我們可以清楚的界定出凡是具有爆發性、破壞力且能在瞬間將人及物殺傷或毀損的物品，就是爆裂物。

軍事行動是爆裂物處理機器人發展的主要動力之一，其他諸如：恐怖事件的頻繁發生、政治事件的恐嚇手段、藉機要脅金錢或單單只是惡作劇心理等，也提升了爆裂物處理機器人的需求。

爆裂物處理機器人可為輪式及履帶式，轉向靈活、體積不大，操作人員可以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。例如美國在伊拉克戰場上用來拆除爆裂物的機器人「MR5」，身上有6個關節連接的操縱臂，其靈敏度極高；運用的光學設備攝影機、夜視鏡和變焦透鏡（Zoom Lens）；該機器人之履帶，能夠讓它攀爬45度階梯，穿越石塊和有刺鐵絲網；可攜帶的2002危險探測頭具備穿透鋼板和牆壁之能力^⑥。其他如美國Foster-Miller公司的TALON機器人和

註④：中國科普博覽網，〈機器人博覽——軍用機器人〉，<http://159.226.2.5:89/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/technology/robot/army/sec101.html>

註⑤：中華民國法務部，<http://www.moj.gov.tw/ct.asp?xItem=26480&ctNode=96&mp=001>

註⑥：中國安防產品網，<http://www.secu.com.cn/news/view/2005/3/14/9798.htm>

iRobot公司的PackBot機器人等等，亦具有相同之性質。

TALON機器人（如圖一）的重量大約80磅，每小時可行進5.2哩，一次充電可走約20哩。在「清醒」模式下，也就是機器人執行監視任務但大部分時間還是休眠狀態，一次充電大約可

化輕型攜行裝備（MOLLE）」中^⑧。將PackBot運用在爆裂物處理時，配備了稱為爆裂物處理器「Explosive Ordnance Disposal, EOD」和工程師的全套工具，可以對土壤進行挖掘，然後舉起相當於自身重量2倍的炸彈^⑨。此外，PackBot Explorer機器人搭配聲



圖一 美國Foster-Miller公司以TALON機器人平臺為基礎，延伸發展出的軍用機器人系列照

資料來源：<http://taiwan.cnet.com/news/ce/0,2000062982,20094647,00.htm>

使用1星期。操作人員是透過無線電的命令或是光纖網路來指揮，還可配備火箭砲以達到武裝化的目的^⑦。TALON曾經在波西尼亞協助清除手榴彈，以及世貿中心災難現場的清理。

PackBot機器人（如圖二）體型小巧，長0.87公尺、寬0.51公尺、高0.18公尺、重18公斤。「Packbot」意指「背包機器人」，美國已準備將其納入美軍新型單兵標準裝備「模組

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，還可執行反狙擊任務；報導指出，美國軍方已在伊拉克和阿富汗使用這樣的機器人進行偵察與排除炸彈和反狙擊任務^⑩。

（二）獵殺機器人

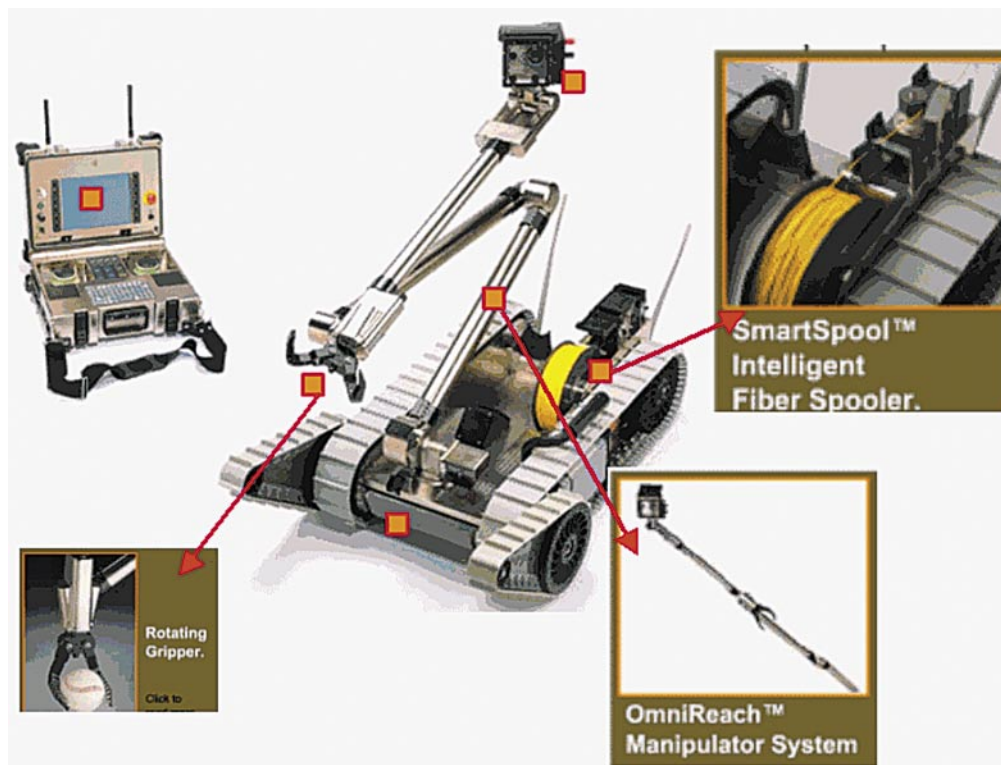
獵殺機器人專職追蹤和射擊任務，目前最負盛名的獵殺機器人為美國陸軍在阿富汗和伊拉克戰場上使

註^⑦：Taiwan.CNET.com，<http://taiwan.cnet.com/news/ce/0,2000062982,20094647,00.htm>

註^⑧：中國評論新聞網，<http://www.chinareviewnews.com/doc/1002/6/6/7/100266749.html?coluid=6&kindid=27&docid=100266749>

註^⑨：機器人愛好者網，<http://www.roboticfan.com/Article/general/200610/252.shtml>

註^⑩：國際縱橫網，<http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.cri.cn/321/2004/04/14/152@129102.htm>



圖二 美軍用於伊拉克戰爭的PackBot Explorer機器人

資料來源：http://playrobot.com/menu09_c23.htm

用的SWORDS (Special Weapons Observation Reconnaissance Direction System) 機器人(如圖三)，又稱為「劍」機器人，由Foster-Miller公司研發製造，它的前身為TALON機器人，兩者的不同點在於，TALON主要執行爆裂物處理和災難現場的清理任務，而SWORDS則裝上了機槍等大威力武器，直接執行戰鬥任務^⑪。

SWORDS身高只有3呎(約合0.9公尺)，它裝備了4具攝影機、夜視鏡、變焦設備等光學偵察或瞄準設

備。能裝備的武器包括：M16步槍、M240、M249機槍以及M2 02-A16 40公厘火箭彈發射器等；以步槍或機槍而言，每分鐘能發射1,000發子彈。士兵可以對其進行遠程遙控指揮，有效控制距離最遠為1,000公尺；採用交流電、電池或充電電池作為動力；控制盒重13.6公斤，有兩個操縱桿，分別控制武器和SWORDS機器人^⑫。

另外，由美國iRobot公司研發生產的「戰士」(Warrior)獵殺機器人(如圖四)，它配備了兩挺全自

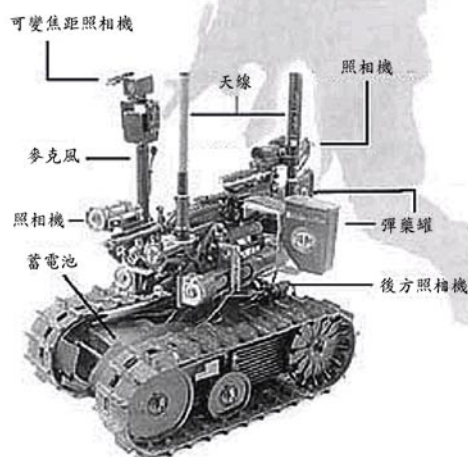
註⑪：Foster-Miller Company，<http://www.foster-miller.com/lemming.htm>

註⑫：百靈寬帶網，<http://news.beelink.com.cn/20050222/1789107.shtml>



劍機器人的功能圖

重量：
80~120磅
最快速度：
52哩/小時
最長運轉時間：
4小時
遠程操縱距離：
最遠至0.5哩



圖三 美國陸軍在伊拉克戰場上使用的SWORDS機器人，左圖為其正面照，右為細部說明

資料來源：<http://sports.eastday.com/eastday/mil/node3205/node3206/userobject1ai709895.html>
<http://news.beelink.com.cn/20050222/1789107.shtml>

動、自動裝彈、可遙控的機槍，重量為250磅。這種機槍被稱為「鎚子」(Hammer)，目前還處於實驗階段¹³。

(三)掃雷機器人

據聯合國兒童基金會1996年的報告估計，在全世界64個國家中埋有700多種合計共1.1億顆地雷，例如在波灣戰爭中，伊拉克共埋設了500~1,000萬顆各種地雷、阿富汗有1,000萬顆、柬埔寨有500~800萬顆、安

哥拉900萬顆、莫三比克200~300萬顆、波士尼亞黑塞格維那有300~500萬顆等。這麼多地雷對於平民百姓生命有極大的威脅，不時傳出傷亡的報導，更不要說許多地方還在不斷埋下的新地雷。現在世界上每月平均有2,000人死於地雷爆炸，每年約有2~2.6萬人因而喪生，地雷已使25萬人致殘。而且每清除一顆30美元的地雷，需要花費300~1,000美元，這麼多的地雷以現在的投資與技術需要1,400年才能清除

註¹³：機器人愛好者網，<http://www.roboticfan.com/Article/general/200610/252.shtml>



圖四 美國iRobot生產的「戰士」Warrior機器人

資料來源：<http://www.roboticfan.com/Article/general/200610/252.shtml>

完畢。在阿富汗，只靠人工掃雷，清除全國的地雷需要4,300年。而且掃雷還會造成士兵的傷亡，因此掃雷成了各國緊迫而又長期的任務。機器人掃雷之所以受到人們的重視，不僅因為它掃雷速度快，更重要的是它可以避免人員的傷亡。

此外，2002年1月初，日本文部科學省在東京展示了用於探測和清除地雷的六腳機器人「慧星2號」（如圖五）。它不但可以探測到普通的地雷，而且還可以發現聲波雷達無法發現的塑膠地雷。這種機器人將被用於阿富汗的掃雷工作^⑭。德國的「萬發

雷」（Minebreaker 2000）機器人掃雷車，則採用「豹1」型主戰坦克的底盤，能夠透過自身攜帶的重型碳化鎢齒，把地表的植被清除，割斷地雷的引爆索，然後挖出並摧毀埋在地下的彈藥。在同一時間內，它的掃雷面積相當於一個工兵排掃雷面積的15~20倍。在戰場上，這些掃雷機器人更可先行為部隊開路，大大減少地雷帶

給部隊的傷亡^⑮。

（四）警戒機器人

一般而言，警戒機器人均具有多種功能，可用於巡邏、偵察煙、火及入侵者，此外，它還可以在發現問題時即時發出警報。最大利益在於能夠最大程度的替代保安的工作，做到人們所不能做到的保安工作。

警戒機器人可用於軍事基地、核子武器設施、洲際飛彈地下發射庫、軍需倉庫、軍火庫、機場、鐵路樞紐、港口、大型油槽，及其他重要設施的保衛工作。

由我國專家與新光保全公司合作

註⑭：東方新聞網，〈日本的掃雷機器人〉，<http://news.eastday.com/epublish/big5/paper5/20020120/class000500003/hwz583671.htm>

註⑮：公眾科技網，〈形形色色的機器人〉，<http://academy2003.cpst.net.cn/popul/topic/article/51213144244.html>



圖五 日本文部科學省展示慧星機器人

資料來源：<http://news.eastday.com/epublish/big5/paper5/20020120/class000500003/hwz583671.htm>

研製的首款保全機器人「新保中正一號」（如圖六）即將量產。具有自動行走、迴避障礙、爬坡、偵測火災（瓦斯、毒氣）或人體溫度、警訊通報、監視等多項功能，白天可以利用語音導覽系統及觸控螢幕，擔任導覽員；晚上又可轉任保全人員，供遠程操控^⑩。

在東京舉行的2004安全設備大展上展出的T63警戒型機器人（如圖七左），是日本TMUSK公司所研製，它為室內型保全機器人，並具備樓層間自

動巡邏、即時影像傳輸、遠端操控、自動充電、攻擊／防禦裝置、手臂取物以及火焰、人體等多重感測裝置，當它感應到火苗時能即時聯繫消防中心，取得迅速撲滅火苗的先機，其本身也有灑水功能。除此之外，若偵測到罪犯入侵，T63也能噴出煙霧來暫時使罪犯喪失行動能力，TMUSK公司尚有Ligurio戶外警戒型之機器人（如圖七右）^{⑪⑫}。

（五）偵察機器人

偵察機器人的功能在於搜索及跟

註⑩：中國教育和科研計算機網，〈臺灣研製成功的首款保安機器人將批量生產〉，<http://www.edu.cn/20040924/3116763.shtml>

註⑪：PCHOME <http://article.pchome.net/00/01/73/36/23~31>

註⑫：吳兆橫、何侑倫和林彥君，〈保全機器國際發展現況〉《智慧機器人技術專輯》，第218期，2006年8月，頁23~31。



圖六 由我國專家和新光保全公司合作研發的「新保中正一號」保全機器人

資料來源：吳兆橫、何侑倫和林彥君，〈保全機器國際發展現況〉《智慧機器人技術專輯》，第218期。

蒐集。

除前文曾提及美國Foster-Miller公司的TALON機器人和iRobot公司的PackBot機器人外，美軍最近新推出一種偵察機器人，命名為「龍行者」（Dragon Runner）（如圖八）的偵察機器人，其設計目的就是避免士兵的傷亡，能在城鎮地區代替士兵開展偵察工作。軍隊可以將它隨即扔到目標地，無論是山洞裡、屋子的角落、樓梯間，或者屋頂上，這種機器人都能夠重新再站立起來，執行任務。此款機器人核心裝置為一無線數據機和超高頻UHF圖像傳輸系統，它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。士兵們只要用不到3秒鐘就可以把它從背包裡面拿出來投入使用，它的最高運行速度達到每小時20哩。機器人有一

T63 Artemis	外型尺寸	660mm(W)×820mm(D)×1570mm(H)
	重量	110kg
	移動速度	1 m/s
	連續運行時間	約8hrs
	主要功能	樓層間自動巡邏、即時影像傳輸、遠端操控、自動充電、攻擊／防禦裝置、手臂取物以及火焰、人體等多重感測裝置



圖七 日本TMUSK公司所研製的保全機器人，圖左為T63室內警戒型機器人；圖右為Ligurio戶外型保安機器人

資料來源：吳兆橫、何侑倫和林彥君，〈保全機器國際發展現況〉《智慧機器人技術專輯》，第218期。

蹤戰場上的機動目標；也可偵察識別建築物內人類和機器的活動。可在戰場中取代士兵前往危險區域進行偵察或情報

個隨車攜帶的錄影機，可以在白天或夜間提供戰略目標的即時畫面，以及士兵們視線以外的潛在危險區域的圖



圖八 由美國卡內基·梅隆大學和美國佛吉尼亞海軍實驗室合作研發的「龍行者」(Dragon Runner) 機器人

資料來源：<http://big5.southcn.com/gate/big5/www.southcn.com/tech/news/200406290070.htm>

像。它也可以用來做崗哨，用超音波感測器來監聽某個特定區域的不同方位的動向。該系統還能有效地克服各種障礙物、翻越欄杆、上下樓梯。它還具有一個方便攜行的把手，及方便裝卸供電系統的設計，前端有一個能夠提供圖像的攝影機。「龍行者」首次在阿富汗戰場的山洞中使用，成功完成多項艱鉅任務，證明了其戰場之實用性^{19 20}。

(六)其他類型的機器人

①輪型

R-Gator (如圖九) 是一種新型汽車，由美國iRobot公司和John Deere合作在其公司的Gator平臺改裝而成。它可以人為駕駛，也可以自動駕駛，配備了「R-200」輕武器系統操作的一挺30機槍。這種自動汽車有長時間的、大容量的貨物運輸功能，性能十分卓越。

CRUSHER (如圖十) 尖端機器人戰車，由美國卡內基·梅隆大學國家機器人中心於2006年所研製，重6.5噸，它定位為混合型運輸車，這種機器人也可以代替士兵在危險地區執行偵察任務。即使沒有裝甲，CRUSHER戰車也可以承受輕兵器打擊，繼續前進，因為它的每個輪子都具備引擎與懸吊系統，即使其中的一個或幾個輪子失靈，戰車照樣可以行進^{21 22}。

②履帶型

GLADIATOR (如圖十一) 軍用機器人，由美國卡內基·梅隆大學國家機器人中心為美國海軍陸戰隊量身訂做，目前正在研製中，重2,000磅，體積與CRUSHER相比小得多，美國海軍陸戰隊打算將它作為一種戰術偵察車。

③腿型

「大狗」Big Dog (如圖十二) 運輸型機器人，是由美國Boston

註¹⁹：吳兆橫、何侑倫和林彥君，〈保全機器國際發展現況〉《智慧機器人技術專輯》，第218期。

註²⁰：南方網，<http://big5.southcn.com/gate/big5/www.southcn.com/tech/news/200406290070.htm>

註²¹：中國網，<http://news.china.com.cn/chinanet/china.cgi?docid=85078311,54424989&server=192.168.9.86&port=3002>

註²²：今日電腦網，<http://www.computertoday.com.hk/robot.php?gsel=19&commonid=48>



圖九 由美國iRobot公司和John Deere合作研發的R-Gator無人駕駛車

資料來源：<http://www.roboticfan.com/Article/general/200610/252.shtml>



圖十 由卡內基·梅隆大學國家機器人中心所研製的CRUSHER機器人戰車

資料來源：<http://www.computertoday.com.hk/robot.php?gseid=19&commonid=48>

Dynamics公司研製，高2.3呎、重165磅的未來載重機器人，它能夠在戰場上為士兵運送彈藥、食物和其他物品；汽油是它的動力來源，內裝維持機身平

衡的迴轉儀。它擁有比傳統輪式機器人更強的越野能力，一次有效荷載可搭載40公斤，可爬越35度的斜坡。同時，它還裝備多種傳感器，其中最為特殊的是一套用於保障平衡和穿越崎嶇路面的「主動平衡」系統^{②③}。

④衛兵型

由南韓公司聯合研製出的一種機器人衛兵（如圖十三），可用於守衛重要軍事設施和執行巡邏任務。這種由三星集團Techwin公司領導研製的機器人衛兵，聲稱能偵測、警告並以壓制性火力對付入侵者。南韓政府2003年12月投資98億韓元（約合10.3億美元）開始這項為期3年的研製計畫。Techwin公司負責這項研製工作的總工程師說，這種機器人衛兵兼有通常的「視力」和紅外線探測能力，能識別2公里（白天）和1公里（夜間）以外的人、汽車或樹木，還可探測到4公里（白天）和2公里（夜間）以外的移動物體。

這位總工程師說，這種機器人衛兵能夠盤問10公尺以內的來客，並在偵測到闖入者時發出警報。這些功能可以由機器人衛兵自動完成，也可以由管理員操縱。一名管理員可同時操縱16個機器人衛兵。如有需要，還

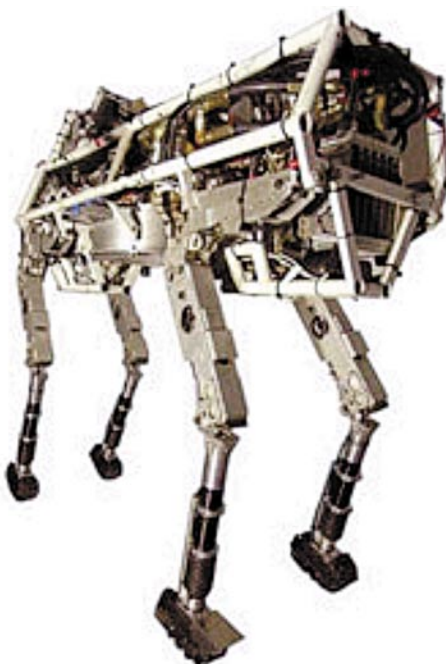
註②：工業控制網，〈機器人大「比拚」，超前技術影響人類生活〉，http://www.industrialcontrols.eetchina.com/ART_8800424763_2500004_584065d8200607.HTM

註③：智能機器人，〈大狗（BigDog）機器人將為軍隊運輸設備〉，http://robotworld.org/robotworld/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=2



圖十一 由美國卡內基·梅隆大學國家機器人中心為美國海軍陸戰隊量身訂做的GLADIATOR軍用機器人

資料來源：<http://war.zgjrw.com/News/20061231/War/183822264600.html>



圖十二 美國Boston Dynamics公司所研製的「大狗」Big Dog運輸型機器人

資料來源：1.http://www.industrialcontrols.eetchina.com/ART_8800424763_2500004_584065d8200607.HTM
2.http://robotworld.org/robotworld/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=2



圖十三 由南韓公司聯合研製的機器人衛兵，目前正在測試中

資料來源：http://big5.china.com.cn/military/txt/2006-09/30/content_7208285.htm

可將機器人衛兵安裝在運載工具上。南韓產業資源部工業政策室負責人李在勳（音譯）說：「這種智慧型機器人非常獨特，因為它首次把監視、跟蹤、射擊和語音識別等功能集於一身。」機器人衛兵的頭部安裝了K-3機關槍。南韓軍方將在未來幾個月內測試若干機器人衛兵，以確定其可靠性。如果測試成功，將在2007年底正式配備這種機器人衛兵²⁵。

二、水下軍用機器人

水下機器人不僅可用於海上資源的探勘和開發，而且在海戰中也有不可替代的作用。水下機器人分為遙控、半自

動及自動型。為了爭奪制海權，各國都在開發各種用途的水下機器人，一般常見的有探雷機器人、反水雷水下機器人等。

（一）探雷機器人

美國海軍陸戰隊專家依據一種大龍蝦的形態，開發出了能穩健地在海邊沙灘和淺灘地區移動並探尋地雷、水雷的機器人。這種機器人的身形近似長方體，在其身體下部安裝的原本是數個橡膠輪子，當機器人在遙控裝置的操縱下靠近可疑物後，其攜帶的傳感器能探測到爆炸物成分的特殊分子。但是，當機器人進入海邊的淺灘地區後，海浪和方向不定的水流會嚴重阻礙機器人的行進。為了解決這個問題，研究人員根據常在美國海岸出沒的一種大龍蝦的形態，對探雷機器人進行「整容」。重整過的機器人的身體兩側被分別裝上4條可彎曲的長腿，其身體後部有兩片形似大龍蝦尾部的支撐板，頭頂上還有兩根形似觸角的器件。但是，原有的輪子並沒有拆除。當機器人依靠輪子快速駛進淺灘後，它的8條腿可在遙控下支撐起身體，穩健地趴著在水底行進，其移動速度可達每秒15公分。在急流中，機器人尾部的支撐板和從頭頂伸下的「觸角」能夠扎入水底細沙，協助機器人繼續行進。研究人員認為，經過進一步改裝後，這種機器人還能在淺灘地區協助搜尋遇險人員²⁶。

註²⁵：中國互聯網新聞中心，〈南韓研製出機器人衛兵能夠盤問10米之內來客〉，http://big5.china.com.cn/military/txt/2006-09/30/content_7208285.htm

(二)反水雷水下機器人

水雷的種類繁多，利用不同的水雷封鎖航道，不僅在戰爭期間是對海軍的巨大威脅，而且戰後清理它們也是個令人頭痛的事情。

正像在地面上一樣，海上掃雷也是一項既困難又危險的工作。為了避免人員的傷亡，一些已開發國家都利用遙控水下機器人ROV掃雷。用ROV掃雷的過程一般分四步驟——檢測、分類、識別和銷燬。掃雷艦的聲納發現水雷後，先測出方位，然後再把ROV放入水中。透過光纜控制ROV駛向目標，並利用ROV攝影機進一步確定它是不是水雷，若是，則利用ROV置放炸藥然後引爆水雷。瑞典博福斯公司研製的「雙鷹」ROV已被瑞典、丹麥及澳大利亞海軍選用。在德國和比利時海軍也選擇SAAB博福斯動力公司的ROV掃雷；由於ROV的技術成熟，所以目前大多數國家都使用ROV掃水雷。但是ROV的臍帶纜嚴重限制了機器人作業區域的大小和操作的靈活性；美國海軍制定無人無纜潛水器（UUV）發展計畫，UUV或稱之為自動水下機器人（AUV），以期能取代ROV，突破ROV的限制²⁶。

三、空中軍用機器人

空中機器人又叫無人飛機，是軍用機器人研製技術進步最大、經費投入最

多、實戰經驗最豐富的領域。其主要用於戰場警戒、蒐集情報、目標跟蹤或毀損評估，兼具偵察、定位等多項軍事功能。無人飛機可概分為三大類：

(一)第一類：大型無人飛機

具1,000公里以上的遠距飛行能力，系統成本昂貴，須具有複雜的衛星導航控制設備與性能，滯空時間長。

(二)第二類：中、小型無人飛機

飛行能力為100公里以上的中、短距離，系統成本較低，導控設備較簡單，通常以螺旋引擎為主，目前此類無人飛機全球研發與應用最廣。

(三)第三類：微型飛行器

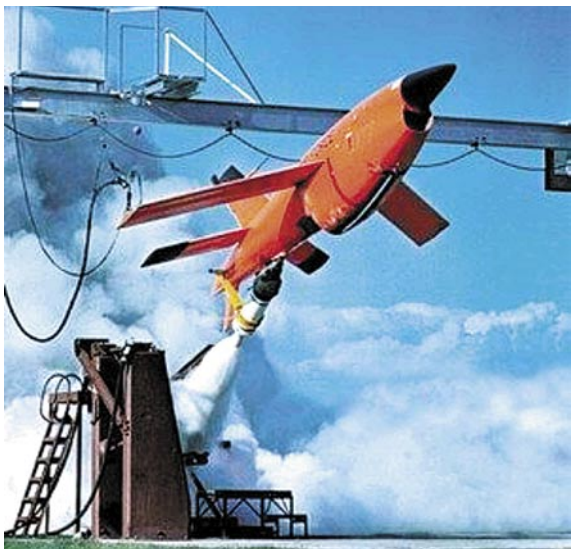
機身6吋大小，飛行能力只有10公里以內。導控設備操作簡易，同樣以螺旋槳引擎為主，成本便宜。

80多年來，世界無人飛機的發展，無論是技術層面還是種類、數量，美國均居世界之首位。世界各國也都積極引進和研發無人飛機，無人飛機在戰場中的突出表現，使各國無不競相開發。美軍將無人飛機（如圖十四～十六）²⁸列為未來國防科技裝備發展的重點，在實戰中，無人飛機確實為美軍立了大功，在美國對伊拉克的「沙漠風暴行動」當中，一架「拓荒者」（Pioneer）無人飛機迫使伊拉克向美軍投降，無人飛機的重要性由此可知。

註²⁶：大公網訊，http://www.takungpao.com/news/2003-7-4/_IN-151452.htm

註²⁷：<http://www.roboticfan.com/robot/bbs/dispbbs.asp?boardID=46&ID=1415&page=3>

註²⁸：人民網，〈綜述：美軍無人飛機嶄露頭角〉，<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/63/20030429/982104.html>



圖十四 美國國防部無人駕駛飛機
(BQM-34A火蜂)

資料來源：<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/63/20030429/982104.html>



圖十五 美國空軍於阿富汗戰爭中的掠食者偵察機

資料來源：<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/63/20030429/982104.html>

隨著時代進步，高科技的無人飛機將使有人戰機逐步退出天空，取代成為未來



圖十六 由美國波音公司研發的X-45A無人戰鬥機，於2005年5月25日成功完成首飛任務

資料來源：<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/63/20030429/982104.html>

的空戰主角之可能^{29③0}。

微型飛行器是90年代中期出現的一個新技術，目前微型飛行器的體型已研製成比鳥還要來得小，它可以在戰場偵察而毫不引人注意，將所拍攝的畫面傳回地面。微型飛行器的飛行模式，有些具備類似飛機一樣的固定式飛行翼，有些像似昆蟲一樣的撲翼，有些則是像直升機一樣的旋翼。無人飛機系統需幾個人來操作，還要裝備配套的設備車輛，微型飛行器則不需要，可由士兵獨立操作，由於飛行器尺寸微小，在空中飛行很難用肉眼發現，雷達探測系統也很難探測到，儘管微型飛行器目前的性能離實用尚有差距，但其軍用的前景深遠，所以發展特別快。

軍事單位發展與研析軍用機

註²⁹：人民網，〈美軍無人飛機嶄露頭角〉，<http://past.people.com.cn/BIG5/junshi/63/20030429/982104.html>

註³⁰：解放軍報網，http://www.pladaily.com.cn/big5/pladaily/2004/07/28/20040728001334_gjjs.html

器人之挑戰

國防戰備的素質與實力，始終是確保國家安全安定的重要因素，軍用機器人已然成為戰場上的主角。世界各國為因應世局的快速轉變，掌握國際軍事主流，如何建立機制，整合與運用科技人才資源，積極發展與研析軍用機器人，為當前軍事單位面臨的挑戰。相關學者專家即建議國內成立類似美國國防先進研究計畫署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA），以規劃民間企業參與軍備先期研發之可行作法，以降低企業投資國防科技研發之風險並同時能發展出一套可行性的「專責平臺」。

以美國國防部國防先進研究計畫署為例，其主要任務在維持美軍的科技優勢和維護國家安全，並透過高投資研究，彌合與探詢基礎研究和軍事用途之間的縫隙，並提供美國國防部推動國家安全變革。DARPA的管理哲學在於引進專案管理，透過充分的授權能迅速做出決策，政府亦提供相當獎金來鼓勵研究成果。近年來美軍高層認為，自動化的陸海空載具或機器人，將可有效紓緩汽車炸彈或地對空飛彈造成人員死傷，有鑑於此，美國國防部DARPA便陸續於2000～2004年對卡內基·梅隆、加州、維吉尼亞和喬治亞大學、波音公司、諾斯洛普格魯曼、英特爾等產學界合作，投入金額並高達3,800餘萬美元

來進行對偵察、運輸機器人或無人載具自動駕駛新型戰車Spinner等的研發，以取代M1戰車。此結合產官學各界能量，投入先進國防科技研發的機制值得我方參考。

將目前各方科技人才培訓資源與國防需求相互整合，從事機器人產業先期研發作業，除了可與民間密切合作之外，更可藉此發展軍民通用技術，把軍事技術建立於民生工業，厚植國防工業於民間以帶動產業發展，建立平時將人才訓練儲備於民間（寓兵於民），於需要時政府即可隨時整合運用這股人力資源能量^③。

結 論

20世紀60年代以來，在全球掀起的這一場科技革命的浪潮，機器人時代無疑已悄然來臨，在新技術革命浪潮的衝擊下，軍事領域發生了深刻的革命，武器裝備日新月異，地面無人傳感器、無人戰車以及無人駕駛偵察和作戰飛行器等高技術武器裝備相繼問世，從而逐漸的改變了戰爭的物質基礎。只要戰爭的根源沒有剷除，戰爭的危險就一天不會消失。我們只能認真地準備戰爭，去研究、肆應戰爭的新情況、新特點，切切不可淡化戰爭意識，積極應對始能在未來的戰爭中立於不敗之地。

收件：96年3月16日

修正：96年5月11日

接受：96年5月21日

註③：陸開泰，「第七次全國科學技術會議」，第六議題子題二題綱三。[Http://www.nsc.gov.tw/pla/tc/Files/9308-others/0805-6\(5\)-5.doc](http://www.nsc.gov.tw/pla/tc/Files/9308-others/0805-6(5)-5.doc)