



# 作戰軍用機器人發展沿革及軍事用途之研究

## 作者／范昌煒

### 提要

- 一、軍用機器人學是一門整合機械學、微機電學、自動控制學、半導體與人工智慧相關軟硬體技術的跨領域應用。
- 二、軍用機器人是為軍事用途而設計的自主機器人或遠端遙控裝置；1990 年代發展遠端遙控無人裝置技術，軍用機器人逐漸廣泛運用於各種軍事任務上。
- 三、大部分的作戰狀況下，裝甲戰鬥車輛要集中才能發揮戰鬥力，然複雜地形分割裝甲車輛運用，此際須依據任務、敵情、天候與地形、可用時間、可用兵力等因素，採步戰協同作戰始可達成任務，軍用機器人可扮演關鍵角色。
- 四、台澎防衛作戰為守勢作戰，主要作戰地區於灘岸直後城鎮密布，針對裝甲車輛及步兵的作戰能力與限制，在複雜地形中攻防戰鬥，軍用機器人可替代與彌補步戰協同之不足。
- 五、地面作戰透過軍用機器人可使戰場資訊透明化，亦可藉軍用機器人行有限攻擊，即時而精確標定敵軍的位置，大幅改變步戰協同作戰模式。運用作戰機器人強化複雜作戰環境下協同戰力發揮，是吾等必須深入研究的課題。

關鍵詞：軍用機器人、無人機、人工智慧

### 前言

作戰軍用機器人是裝備於地面部隊，可執行地面軍事任務的武器，當前發展而言，依據控制模式的不同，可分為遙控式、半自動和全自動三種；根據行駛模式，可區分為輪式、履帶式無人車；又根據任務性質的不同，分為偵察車型、巡邏車型、排爆排雷車型、無人作業車型等等類型。廣泛應用於偵察、監視、特種作戰等任務，能夠在危險作戰環境下藉由各式各樣測距、辨識等感測器感知作戰環境的改變，代替或補足執行軍事任務的不足。隨著半導體、人工智慧、電池技術等發展愈趨多元成為未來地面作戰的發展趨勢。

現今人口日益集中，城市加速擴大，城鎮戰鬥等複雜地形下作戰已成為必要性的作戰方式。台灣沿岸城鎮密布，也是未來防衛作戰的主要場所，尤其具有戰略價值之都市。因為城鎮地域廣大，堅固且密集之建築物聚集，導致機動、觀察、射擊、指揮、協調、通信連絡困難，對向城鎮攻擊敵軍形成限制，兵、火力不易發揮，戰鬥隊形易遭分割，有利於守軍運用分割、包圍、近戰及逆襲等靈活戰術與戰法，圍殲於城鎮聚落，未來敵人勢必輔以各類型軍用機器人實施作戰。軍用機器人具有種類多、用途廣、適應性強的特點，而且自身信號弱、機動性好、造價低廉，可以輔助兵種協同作戰；更先進的機器人車輛作為載台

安裝各種武器、觀測、指管系統於執行軍事任務，在提高戰場效能等方面扮演越來越重要的角色。未來戰爭中作戰方式將發生重大變革，軍用機器人運用可大幅提升作戰效能；另一方面軍用機器人的反制作為亦愈趨重要。

### 壹、軍用機器人發展沿革

#### 一、發展沿革：

軍用機器人的運用始於尼古拉·特斯拉 (Nikola Tesla, 1856-1943)，他是無線電工程師的先驅，<sup>1</sup>1898 年特斯拉在紐約的麥迪遜廣場花園舉辦了電器博覽會，向大眾展示無線電遙控船艇模型，也向美軍作了同樣的展示，顯示無線電技術在軍事應用的潛力，但並未獲得重視。

##### (一)第一次世界大戰時期：

第一次世界大戰時間，開始無人軍事車輛和武器基礎的運用。當戰爭陷入壕溝戰的僵局時，遙控軍用車輛作為突破壕溝的手段獲得關注。第一次世界大戰期間唯一投入使用的系統是德國的 FL-船(無線導摩托艇)，設計用於撞上敵艦。在 1916 年，德國人使用特斯拉的無線電控制系統，1917 年 10 月德國在比利時海岸附近，以 FL-船襲擊船艦，但在大量運用前戰爭就結束了。

##### (二)第二次世界大戰時期：

在二次世界大戰時德國開發和使用無人系統，研發出掃雷、反坦克用途的遙控爆破車稱為哥利(Goliath)-(如圖 1)，長 2 公尺、重約 10-100 公斤。<sup>2</sup>

圖 1-諾曼第戰役英國士兵捕獲德國 Goliath 遙控爆破車



資料來源：網路資料 <http://220px-Mini-tanks-p012953><sup>3</sup>

<sup>1</sup>George V. Sasic. 〈TESLA – The Father of RC〉《Model Aviation》(美國)·第 1 卷 1 期·Academy of model aeronautics·1976 年 3 月。

<sup>2</sup>Eate archive carece de informacion acerca · (German mini tanks manufactured by Borgward) · <http://220px-Mini-tanks-p012953> · 2021 年 7 月 5 日。



時速約 9.5 公里，用於自殺攻擊時爆炸殺傷敵人，是軍用機器人有規模運用的濫觴。

1944 年美國對軍用機器人也開始著墨，起初想法是把重型轟炸機的不必要的裝備都拆除並裝滿炸藥，飛行員將飛機升空後跳傘，由在附近的一艘船艦隨後進行無線電遙控，並使用安裝在無人機駕駛艙內的電視攝像機，將飛機引導至目標，而這些目標是有人駕駛轟炸機無法冒險接近的。另外，1944 年初，美國 B-24 轟炸機在太平洋戰場，投放了 450 多枚由轟炸機目視操縱的 VB-1 Azons1000 磅無線電遙控滑翔炸彈，這也是最早導引武器之一。

### (三) 早期發展(1950-1970 年)：

1958 年，美國阿貢國家實驗室(Argonne National Laboratory)推出世界第一個現代實用機器人。這是一個裝在四輪小車上的遙控機器人，其操作表演引起與會科學家興趣。此後各國也相繼開展實用機器人的研究。機器人技術流入日本、歐洲等國工業生產的流水線。從此，機器人在全世界蓬勃發展起來。這時期機器人，是一種簡單程式、存取控制、動作能力有限的機器人。軍事上的用途仍有很多限制。60-70 年代，電子技術有了重大突破。機器人開始有了感測元件和更好的動作能力，能半自動從事稍微複雜工作，也產生明顯軍事用途。1966 年美國海軍使用機器人至約 870 公尺深的海底，成功打撈起一枚失落氫彈，引起了關注。這時期機器人除用於某些軍事領域及特殊環境工作外，真正戰場用途仍少。

### (四) 中期發展(1970-1990 年)：

進入 70 年代至 80 年代，人工智慧技術的發展，各種感測器的使用，電腦速度大幅提升，以各種感測器為主智慧型機器人出現，能根據輸入或接收的信息作出適當的處理，各種運用概念漸漸成形，但仍因科技的限制，軍事用途仍有受限。

### (五) 當前發展 1990 年迄今：

隨著科技進步人工智慧結合無人載具，在空中、地面、水上、水下軍用機器人快速發展出無人船、無人潛艇與無人車，甚至配備武器系統直接參與戰鬥，逐步取代人的趨勢，大幅減輕作戰部隊的風險與負擔，軍用機器人的應用改變戰爭的性質。近來美國大量採取的配備地獄火飛彈的「掠奪者」無人戰鬥飛行器(MQ-1 Predator)於巴基斯坦、阿富汗的反恐任務。科技進步，自動化與電腦化的武器與戰爭方式已經逐步取代人的角色。<sup>4</sup>其他

<sup>4</sup>賴文儀，〈軍用機器人與正義戰爭傳統〉《全球政治評論》，(台中)，第 59 期，國立中興大學國際政治研究所，2017 年 7 月，頁 51~80。

各國例如俄羅斯於 2019 年在敘利亞投入軍用機器人進入實戰的階段；中共在軍用機器人方面也發展涵蓋各軍種的無人平台，並參與實際演習，在 2021 年 1 月新春開訓時期展示新型特種偵察軍用機器人並具有攻擊能力，中國北方工業公司研製「銳爪 1 型」偵察型的無人戰車<sup>5</sup>，在 2020 年 9、10 月中共的 73 集團軍在渡海登陸演練中，裝有機槍的無人偵察車及採用 8×8 底盤大型無人後勤運輸車，雖然處於須現場人員遙控的狀態，但隨著人工智慧進步，取代人為遙控已成為進行式。其他國家的軍隊也多致力於發展具攻擊性多用途的軍用機器人。

2021 年根據俄羅斯軍用機器人投入敘利亞戰場參加實戰，軍用機器人利用熱顯像儀，尋找敵武裝份子，操作人員遠程遙控機器人進行攻擊，根據俄羅斯公布的資料「天王星-9」的改良型號這款機器人配備 1 挺 12.7 公厘機槍，及四聯裝飛彈發射器，採全履帶方式肆應各種困難地形，配備了熱顯像儀等偵蒐儀器，在敘利亞的城鎮作戰中發揮強大功能減少了俄羅斯軍隊的傷亡，俄羅斯也持續致力於軍隊中無人化作戰裝備的比例。美軍在 2014 年在阿富汗戰場測試投入陸上軍用機器人超過 1.2 萬具軍用機器人，運用於偵蒐、攻擊、補給及爆裂物拆除等各種形式的軍事用途。在阿富汗戰場城鎮戰中，美軍傷亡大部分來自簡易爆炸裝置，美軍大量使用軍用機器人以減少傷亡。美軍在阿富汗城鎮戰中主要以「利爪」多功能機器人在火力、偵蒐、爆裂物處理方面協力美軍作戰。

## 二、國軍軍用機器人獲得沿革

### (一)空中無人機：

1964 年 7 月的「東京灣事件」使基隆港作為美軍的任務基地，國軍有了與美國無人機接觸的機會。國軍也開始思考將空軍無線電遙控靶機改造成近程遙控的反艦飛彈的方案，這就是「火蜂計劃」。中科院將大型靶機研究改進為遠程反艦飛彈的構想，這就是後來的「中流計劃」。1971 年雄風反艦飛彈開始發展，不過中科院靶機研究改進自中流計劃，當時「中流計劃」使用的靶機是仿製美國比奇公司的 MQM107B 遙控靶機，<sup>6</sup>藉由遙控靶機技術累積，陸續發展出小型紅雀無人機、中翔無人機(銳鳶無人機)，到目前大型騰雲無人機，該無人機 2015 年在台北航太展首次亮相，2017 年再次亮相台北航太展。它是中高度、長滯空、多酬載的大型全複合材料無人機系統，具備自主起降、多機操控、空中中繼、聯網導控與即時影像傳輸等功

<sup>5</sup>許智翔，〈解放軍東部戰區配備新式無人地面載具〉，[http://indsr.org.tw/News\\_detail/3316/](http://indsr.org.tw/News_detail/3316/)，西元 2021 年 1 月 29 日。

<sup>6</sup>朱偉岳，〈史話火蜂計畫無疾而終台灣的飛彈腳步〉，<http://www.chinatimes.com/opinion/20210912000003-262107>，西元 2021 年 9 月 12 日。



能，可執行情搜、監視、偵察和巡邏任務，視需求掛載機炮、飛彈等武器，可改裝成偵察攻擊一體化無人攻擊機。

圖 2-中翔無人機



圖 3-騰雲無人機



資料來源：[http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product\\_id=90&catalog=16](http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=90&catalog=16) 2022 年 2 月 18 日。

## (二)地面軍用機器人：

我國雖然電子、資訊工業基礎相當穩固，但在地面軍用機器人起步較晚，在 2004 年中科院開發智慧型災難處理機器人(如圖 4)，用於特殊危險環境。2005 年陸軍官校電機系研發先導型多功能載台，可執行偵察、火力支援，並可執行營區警戒巡邏，攜帶 M249 班用機槍，攜彈量可達 400 發(如圖 5)。由國防部國防發展基金會委託相關學校作後續研究，包含救災、消防、偵察、戰鬥支援、攻擊等多項模組化功能軍用機器人。

圖 4、中科院開發災難處理機器人



圖 5、陸軍官校開發之機器人

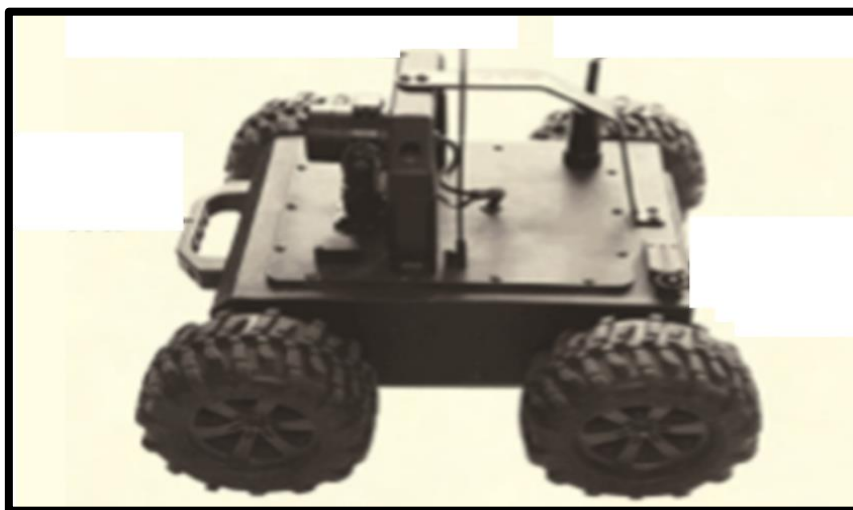


資料來源：高崇洋、劉國青，《災害處理機器人研發》(台北：勞安全衛研所，西元 2009 年 3 月)，頁 6~7。

## (三)現有裝備與運用：

目前陸軍僅有一款具軍用機器人功能即 MMP T5000 四輪偵搜機器人(如圖 6)，係陸軍航空特戰指揮部於 2009 年向聯合防衛實業有限公司採購，納編為國軍編裝特戰裝備，並命名為四輪偵搜機器人，功能為特戰部隊偵搜裝備，可藉內裝監視系統，讓操作者可巡邏、監視目標區，適合作近距離觀測搜索或掌握陣地內戰況之用。

圖 6-MMP T5000 四輪偵搜機器人圖



資料來源：陸軍四輪偵蒐機器人操作手冊，頁 2-3<sup>7</sup>

## 貳、實用化軍用機器人介紹

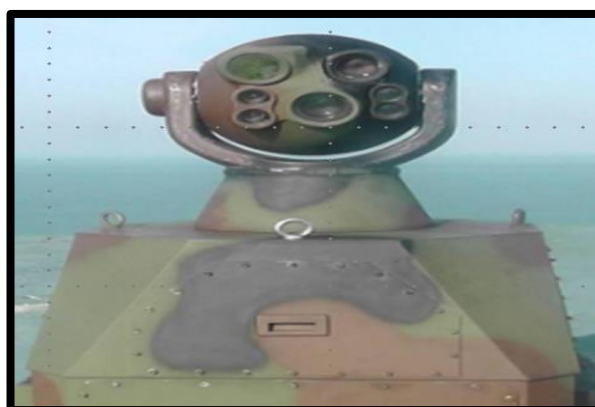
### 一、XTR-101 近程自動化防禦武器系統：

以國造 T75-20 雙管機砲為主體的「近程自動化防禦武器系統」，(如圖 7、8)。

圖 7-XTR-101 近程自動化防禦武器系統



圖 8-XTR-101 光電指揮儀



資料來源：[http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product\\_id=90&catalog=16](http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=90&catalog=16) 2021 年 12 月 24 日。

<sup>7</sup>徐宏文，《陸軍四輪偵蒐機器人操作手冊》，頁 2-3。



遠距遙部屬在東引等外離島。<sup>8</sup>如採用自動射擊載台的方式，採用人員遠端遙控，即可協力地面部隊作戰，減少兵力負荷，增加作戰效能。

## 二、多任務軍用機器人：

主要以輕型機器人為主，複合式的功能能以鏡頭傳輸畫面用於偵察，且可遙控手臂移除爆裂物，在作戰時於陣地前緣識別敵方威脅，早期警報敵情，探測敵軍佈署與防禦力量。在戰場上使用多任務軍用機器人進行偵察可有效降低損傷提升偵察效率。例如：美軍具偵測功能與遙控手臂軍用機器人的「背包」多任務軍用機器人，<sup>9</sup>這項功能美軍在阿富汗戰場最廣泛使用功能，可用來處理尚未爆炸的簡易型炸藥，並且具備可攜帶性、高

圖 9-510 PackBot 遙控偵除爆手臂機器人



資料來源：<http://www.army-echnology.com/projects/irobot-510-packbot-multi-mission-robot/>，2021年12月27日。

機動性，可協助快速執行偵察及移除爆裂物任務，且可搭配簡單武器系統具備攻擊能力，執行各項任務。

## 三、無人彈藥補給車：

2016 年美軍首次公開 Titan (泰坦)地面無人車，可有效載重約 800 公斤<sup>10</sup>，可提供隨行士兵彈藥、裝備的攜行，減少人員負荷。2019 年美國通用公司為美軍開發小型多用途運輸車 Mules 減輕陸軍步兵的負擔，採用輪式且可承載 550 公斤，以電池作為動力來源可行駛約 100 公里，美軍預計

<sup>8</sup> 羅添斌(自由時報)·〈近程自動化防禦武器系統佳軍方核定採購由六套增為七套〉·<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3280067>·2021 年 10 月 5 日。

<sup>9</sup> (Army technology)·〈iRobot 510 PackBot Multi-Mission Robot〉·<http://www.army-technology.com/projects/iRobot-510-PackBot-Multi-Mission-Robot>·2021 年 8 月 21 日

<sup>10</sup> (Army technology)·〈Titan Unmanned Ground Vehicle (UGV)〉·<http://www.army-technology.com/projects/titan-unmanned-ground-vehicle-ugv>·2021 年 9 月 15 日。

2021 年生產 624 套 Mules 地面部隊運送機器人。<sup>11</sup>我軍可利用類似裝備作為彈藥補給，防衛作戰時減少後勤人員的負荷，增加後勤運輸能量。

圖 10-Mules 軍用機器人騾子



資料來源：<http://www.stripes.com/theater/ush/robotic-mules-to-lighten-the-load-for-army-s-infantrymen-1.605938>，2021 年 11 月 4 日。

#### 四、蜂群運送物資：

無人機蜂群運送物資就能部隊所需的物資從空中投下後迅速脫離戰場<sup>12</sup>。不僅止於快速的物資補給，受補給單位如遭受包圍，無人機蜂群運補仍能做到即時補給，(圖 11、12)。

圖 11-無人機蜂群吊掛補給品



圖 13-無人機蜂群空投補給袋



資料來源：<http://www.stripes.com/theater/ush/robotic-mules-to-lighten-the-load-for-army-s-infantrymen-1.605938>，2021 年 11 月 4 日。

<sup>11</sup> (Robotic mules to lighten the load for Army's infantrymen) · <http://www.stripes.com/theater/ush/robotic-autonomous-drone-delivery-experiment-works/> · 2020 年 9 月 29 日。

<sup>12</sup> (Drone life) · 〈NATO's Autonomous Drone Delivery Experiment Works〉 · <http://dronelife.com/2020/09/29/natos-autonomous-drone-delivery-experiment-works/> · 2020 年 9 月 29 日。



北約組織的「無人機操作試驗」的演習中<sup>13</sup>，使用新的技術，讓無人機蜂群對包圍圈裡的受補給單位進行補給，不至於面臨補給線遭截斷的窘境。在可以快速追蹤地面步兵的位置，然後迅速出動，為部隊提供彈藥補給，甚至熱食的追送等運用。

#### 五、微型群攻飛行器：

美國國防先進研究計畫署提出攻勢群攻戰術(Offensive Swarm-Enable Tactics, OFFSET)，由地面部隊配合 250 個無人地面系統或無人機系統在複雜的城市環境中完成各項任務<sup>14</sup>。中科院「劍翔反輻射無人機」即藉由此概念發展，且已進入實際生產階段，具有發展潛力，(如圖 13、14)。

圖 13-劍翔反輻射無人機



圖 14-劍翔反輻射無人機發射車



資料來源：<http://www.can.com.tw/amp/news/aip/201908140228.aspx>，2021 年 11 月 4 日。

#### 六、戰場救護機器人：

2010 年 11 月美軍在喬治亞州陸軍步兵中心機動作戰實驗室，測試戰場救護機器人，主要以戰場撤離功能為主輔助機器人(BEAR)，作戰人員可使用該設備引導機器人救出受傷的士兵，帶至救護站安全的進行檢傷分類，輔助機器人(BEAR)可以舉起與搬運 250 公斤重量，用機器手指完成精密動作，使用雙軌系統保持平衡，(如圖 15)。戰場救護機器人在戰場上代替救護兵對傷員實施救助，將傷員帶往後方救護站，減少醫務人員負荷與人員

<sup>13</sup> Timothy Chung，〈Offensive Swarm-Enable Tactics, OFFSET〉，<http://www.darpa.mil/program/offensive-swarm-enable-tactics>，2021 年 8 月 4 日。

<sup>14</sup> Barb Ruppert，〈Robots to rescue wounded on battlefield〉，[http://www.army.mil/article/48456/robot\\_to\\_rescue\\_wounded\\_on\\_battlefield](http://www.army.mil/article/48456/robot_to_rescue_wounded_on_battlefield)，2021 年 9 月 2 日。

傷亡。對於人力精簡的衛勤部隊而言，戰場撤離輔助機器人的使用減輕現有衛勤部隊的負擔，同時增加戰場救護效能<sup>15</sup>。

圖 15、BEAR 戰場撤離輔助機器人



資料來源：[http://www.army.mil/article/48456/robot\\_to\\_rescue\\_wounded\\_on\\_battlefield](http://www.army.mil/article/48456/robot_to_rescue_wounded_on_battlefield)，2021 年 8 月 4 日

#### 七、軍用外骨骼：

軍用外骨骼亦是軍用機器一種類型，可分為全身外骨骼和部分身體外骨骼，按功率區分主動外骨骼和被動外骨骼，在現代戰爭中，所需裝備越來越多，根據美軍統計，阿富汗戰爭期間，每名士兵平均的負重約為 45 公斤，對體力造成極大損耗，軍用外骨骼已為各國積極研究，(如圖 16、17)。

圖 16-中科院研發軍用動力外骨骼

圖 17-美國洛克希德馬丁公司軍用外骨骼



資料來源：<http://mna.gpwb.gov.tw/news/detai/?User>

資料來源：<http://www.lockheedmartin.com/en-us/prod>

<sup>15</sup>林維安，〈無人載具在戰場救護上之運用〉《陸軍後勤季刊》(桃園)，106 年 2 期，國防部陸軍陸勤部，2017 年 5 月，頁 86~107。



key=a9503ba0-ed3e-4a93-bf07-32e22b763187, 2021 年 10 月 26 日  
ucts/exoskeleton-technologies.htm, 2021 年 11 月 4 日

的解決方案之一。中山科學研究院發表最新開發的軍用動力外骨骼系統，透過電機和結構動力設計，在需要搬運彈藥、操作重型武器或救助傷兵等大重量負荷任務時，減輕士兵膝關節負荷。目前為下肢行動力外骨骼(膝關節)空載移動速度 6 公里，馬達輔助扭力 40Nm 以上，系統重小於 10 公斤可有效增強士兵肌耐力；<sup>16</sup>美軍積極研發動力外骨骼系統，包括雷神公司推出的 XOS-2、洛克希德馬丁公司推出的 HULC 等，目前仍因電力供應問題，評估不適合在前線任務使用，因此當前軍用外骨骼開發，仍以後勤、支援任務或醫療復健功能為主。

#### 八、無人機反制防禦系統：

軍用機器人技術蓬勃發展，尤其是無人機運用在偵察與攻擊上，相關的反制措施愈顯得重要，例如反制防禦系統，具備電子掃描雷達目標檢測，光電跟蹤分類和定向射頻抑制能力，藉由連續掃描無線電頻譜，調整定向天線找出無人機與操作員的位置，確認目標後發射電磁脈衝干擾，一般而言有以下幾種干擾模式，(如圖 18、19)。

- (一)發射電磁脈衝干擾。
- (二)高功率的微波干擾。
- (三)高功率的雷射摧毀。

圖 18-RAYSUN MD1 無人機干擾器



圖 19-PHASER 微波定向能武器



資料來源：<http://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id>

資料來源：<http://www.raytheonmissilesanddefense>.

<sup>16</sup>(軍聞社)·〈中科院研發軍用動力外骨骼可有效提升作戰效率〉·<http://mna.gpwb.gov.tw/news/detai/?Userkey=a9503ba0-ed3e-4a93-bf07-32e22b763187>，檢索時間 2021 年 10 月 26 日。

台灣的駿安公司的 RAYSUN MD1 無人機干擾器可干擾 1,100 公尺內無人機，全重 6 公斤內是易於攜帶使用無人機反制性武器。<sup>17</sup>無人機襲擊例如：2019 年 9 月 14 日沙烏地阿拉伯的兩處油田遭到的無人機蜂群襲擊，因應無人蜂群作戰，美國雷神公司研發高功率微波輻射技術武器系統，用能量脈衝擊落成群的敵方無人機。美國空軍花費 1,628 萬美元購置，於在美國境外的一個未指定地點進行實驗評估。PHASER 高功率微波系統是第一個部署的定向能防禦武器。<sup>18</sup>美軍與 Kord Technologies 合作，將雷射武器投入地面作戰。新研發的定向機動短程防空系統

圖 20-研發中雷神版 50kW DE M-SHORAD 系統



資料來源：<http://www.army-technology.com/news/kbr-demostrates-m-shorad-capabilities/> 2021 年 9 月 9 日。

(DEM-SHORAD)是以史崔克(Stryker) 甲車載台的 50 千瓦雷射武器，用途是擊落無人機威脅，在 2021 年早些時候成功進行戰鬥射擊之後，將於 2022 年 9 月開始部署，<sup>19</sup>(如圖 20)。

### 參、軍用機器人戰術運用優勢及風險

軍用機器人的誕生與近年來各式無人飛行載具廣泛運用於戰場，各國紛紛投入研發與量產，部分裝備經實戰驗證效果極佳，也降低人力操作執行作戰任務傷亡風險，小型群攻武器系統甚至可以簡約人力，即可執行同步多重目標攻擊，這些無人化裝備，必須透過無線電遠端遙控指揮，在「人」未親蒞戰場狀

<sup>17</sup>(尖端科技軍事雜誌社)·〈台灣製造無人機干擾器現蹤於伊拉克戰場〉·<http://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=409>，檢索時間 2021 年 12 月 26 日。

<sup>18</sup>(Raytheon Missiles&Defense)·〈Phaser High-Power Microwave System〉·<http://www.raytheonmissilesanddefense.com/capabilities/products/phaser-high-power-microwave>，檢索時間 2021 年 11 月 17 日。

<sup>19</sup>(Raytheon Missiles&Defense)·〈Phaser High-Power Microwave System〉·<http://www.army-technology.com/news/kbr-demostrates-m-shorad-capabilities/> 2021 年 9 月 9 日。



況下，上述的優勢也相對衍生電磁干擾、敵我識別、戰果鑑定、彈藥補充及易遭敵火攻擊等風險，各國也以近期「納卡」與「俄烏」戰爭中，土耳其製的 TB2 無人機使用小直徑徘徊式彈藥精準攻擊裝甲車輛頂部，獲致豐碩戰果，但戰勝不復，同樣各國也展開反制之道研究。

## 一、戰術運用之優勢

### (一)減少人員傷亡，確保有生戰力：

人為有生戰力之根本，自古以來作戰官兵從盔甲保護，到今日的個人防護裝備都希望官兵在作戰時能多一層保護，降低傷亡，而軍用機器人就是替代人去執行高危險性工作，如排雷、拆彈、敵區偵察與攻擊等，以 1942 年 6 月 4 日美日中途島海戰，雙方攻艦艦載機只有兩種(俯衝轟炸機與魚雷機)，俯衝轟炸機必須由高空以接近垂直角度向敵艦俯衝至 1,000 呎高度投彈，魚雷機則必須保持貼海面飛行，距離敵艦約 2,000 公尺投放魚雷，都必須在敵方護衛戰鬥機及濃密防空火網下，冒死執行攻擊任務，此役雙方艦載攻擊機隊及飛行員損失慘重，現代戰爭攻艦有艦射、空射及岸置反艦飛彈，當敵艦進入射程，按下發射鈕，飛彈自己去敵艦，最典型的是英阿福克蘭戰爭，阿根廷以法製超級軍旗戰鬥機攜掛飛魚飛彈，擊沉英國最新型巡防艦「雪菲爾號」，陸上軍用機器人也是執行高危險性任務，人不必要親蒞現場，如此便可減少人員傷亡，同時也使部隊士氣得以維持，越戰美軍士兵在越南叢林中，最令他們害怕與心理受創，不是與越共交戰，而是詭雷與陷阱，如當時有軍用機器人可以領頭由空中及地面搜索，早期排除，降低非直接交戰造成的傷亡，確保有生戰力完整。

### (二)降低人力負荷，遠端多機操控：

臺灣本外島在戒嚴時期，本島(含澎湖)海岸巡防、重要橋隧及山防管制都不屬大批兵力但任哨兵，外島則以據點群構成海岸防禦工事，日以繼夜派遣武裝哨兵，全天候防止敵人突擊上岸，如今在國軍整體兵力精簡之後，這些碉堡、管制哨與海防據點，都留下歷史痕跡，德國於第二次世界大戰建構北海至英吉利海峽灘岸防禦工事「大西洋長城」，在 2014 年紀念諾曼第登陸 70 周年雙方戰火餘生參戰官兵重回奧瑪哈灘頭，美國老兵回憶把他們困在沙灘上，是德軍機槍堡交叉火網，德軍老兵就當年據守碉堡向外看，當天早上始曉微亮中，發現盟軍上岸，我就用 MG-3 機槍開始掃射，但是彈藥跟預備槍管在 30 分鐘就打完了，只好拿起步槍繼續打，過沒多久旁邊據點被美軍用爆破筒跟噴火器攻佔，我只好高舉雙手，走出據點投降，本軍已獲得岸置自動防禦系統(可依需求裝設 7.62-20mm 機槍(砲))，配合全天候光電偵蒐裝備，以往要人各就各位進



入陣地，現在只要 2 員官兵值勤即可遠端控制以往一個連的自動武器，無人武器工作站同步發揚火力，如此可節約大量兵力，轉為機動作戰兵力，戰術運用彈性加大，也避免兵力於灘岸遭敵火攻擊，造成大量傷亡。

### (三)智能尋標載具，同步多重打擊：

美軍與中共近年來無人機朝大型化，具備長航程與偵攻一體效能，然而此一發展並非所有國家所能擔負起研發經費，現今無人化發展趨勢，在發展先進國家，以中大型、可返航、高酬載無人機為主；而其他國家，則使用中小型無人機群攻作戰或自毀式攻擊，形成不對稱作戰為主，足以可見，武器裝備研發以「適形、適用」，而非一味追求更大、更新及更多，以符合國家經濟能力，支援國防力量，傳統反裝甲武器與戰車仍是造成裝甲車輛毀傷的主要武器，而無人機和徘徊式彈藥則是可在更遠的距離，避免與敵接觸情況下，先破壞敵無裝甲保護且固定式的指管系統，同時摧毀敵裝甲目標，這些無人機本身可發射飛彈，加裝自主尋標系統，同時攻擊多個目標，當掛載彈藥擊油料耗盡時，無人機會選擇一個最後目標做自毀性攻擊，因此當派出這些無人武器載具時，必須確認目標獲得，因為它們不會再回收。

### (四)定位主動運補，維部隊戰鬥力：

部隊戰鬥與生存持續力維持，是部隊戰力泉源，現代戰爭武器自動化，彈藥精準化，尤其第五類補給品消耗速度極快，以單兵步槍攜行 150 發，在接戰狀況下可能在 20-30 分鐘內消耗完畢，以 CM-11 戰車砲彈隨車 58 發，若進行灘岸火殲，選定 2-3 個陣地，以持續射速 4 發/分，加上陣地變換時間約 90 分鐘內射擊完畢，現行由營輜重攜行補給日份，已無法滿足補給所需，作戰區地支部開設彈藥補給點，雖採預屯方式，但距離部隊仍有一段距離，因此智能化無人自動補給車益形重要，可同時派出多輛運補車輛，在設定運補路線後主動向戰鬥部隊前運，因臺灣聯合國土防衛，屬內線防禦作戰形態，在我控制地域遭敵服或機率較低，如果二戰德國機槍陣地可以有預備槍枝與超量囤儲彈藥，那每一個陣地可以維持更久作戰持續力，因此在美陸軍戰場指管系統，將聯合後勤支援系統納入，在接收作戰部隊彈藥消耗量，盡快以直升機、無人飛行載具或多軸旋翼機進行彈藥補給，使戰鬥中獲得補充。

### (五)戰場高度透明，監偵導向攻擊：

敵軍動態與目標獲得，是兵火力投射之前必須要先確認，在無人機及 CCD 攝影機問世前，想要獲得敵情除了諜報網，最快方式啟動「空中偵察」，但任務對於飛行員危險性極高，偵照高度高面積廣但解析度降低，



冷戰時期 U-2 高空偵察機雖然執行多次深入中俄內陸，但遭擊落飛機也不少，而且所獲偵察照片落地以快速沖洗，再分發至需求單位，最少是 6 小時之後，以現在機械化部隊 6 小時已經移動了 100 公里，戰場偵蒐無人機區分近中遠程，以光電酬載及數位傳輸系統，構成作戰地區網狀化空中偵搜系統，地面偵蒐系統，可以使用多軸飛行器與微型偵察機實施局地偵察，進入城鎮地區，運用小型遙控車輛進入街巷先期偵察，避免貿然進入遭受敵軍伏擊，逐屋戰鬥亦可使用光纖攝影機或數位偵蒐球先了解屋內動態，砲兵射擊同樣也蒙受其利，以往靠前進觀測官或第一線戰鬥與偵蒐部隊獲得目標情報，現在火協中心考的是空中偵察無人機透過戰術數據鏈路傳送目標情報，可立即下達射擊任務，射彈修正與火力效果可以立即執行與鑑定，因此軍用機器人在空中、地面構成立體監偵與導引網絡，讓執行攻擊火力單位可以實施精準打擊，同時也讓敵蹤無所遁形。

## 二、戰術運用之風險

### (一)複雜電磁環境，易受敵方攻擊：

爭取資通電作戰優勢，在無形與虛擬空間進行著，解放軍早在 1990 年提出登島作戰必須先獲得制空制海及制電磁權，過去電子戰著重於干擾敵軍通信系統與破解密碼，現在戰場上通信系統、指管網路、海空偵蒐雷達、三軍導引武器及無人載具遠端遙控，都需要占用無線電頻譜，所以每個使用單位所能分配頻段極為有限，而且這些頻波段一旦開啟，周邊國家一定會啟動電子參數偵蒐，所以這些頻譜會使用平時與戰時兩種頻波段，以進行訓練與作戰相對當無人載具離地面導控站越遠，導控訊號發射功率就要越高，如以共軍而言甚至必須以船艦設置海上中繼，否則就要用衛星，現在作戰戰場指揮官想要充分掌握敵情，又要隱蔽自己行蹤，由於現在多軸飛行器取得容易，且在網路運用軟體支援下，即可透過 WIFI 模式進行操控，初期未立法管制時，有心人士用以窺探或派設國軍重要機敏處所，然臺灣針對這些拒偵照之多軸飛行器與無人定旋翼機立下相關法條規範，戰場上，這些無人機或軍用機器人出現時，會遭軟、硬攻擊手段使其失效或擊毀，在軟殺方面除了干擾遙控頻率外，地面上亦可設置電子誘標、GPS 干擾器及假目標，讓敵方無偵蒐裝備失控墜毀會蒐集到假情報。

### (二)遠端操控人員，難以掌握戰場：

在遠端操控室內，雖具備探敵於千里外，然而透過光電酬載回傳影像，若直接判讀必須具備高度訓練及敵方武器裝備識別能力，且判讀誤失率相當高，若交由多重情資分研系統判讀，準確性較高，但同時處理多筆

資料時，等候回覆時間會比較久，此時敵方除固定設施外，其他會採取機動變換陣地或進掩蔽位置，要再進行攻擊時恐已喪失戰機，另外無人機偵獲情報資料不能以單機所見，必須進行交叉比對，將發現敵軍兵力位置及數量作整體性研判，才能藉由徵候獲得敵可能行動方案，因為這項情報判斷最難經由電子計算機進行處理，除非是具備類人工智慧，但目前各國作法還是交由情報部門以人工經列舉、分析及比較後得出敵較大可能行動，軍用機器人還是跟人一樣，可以觀察出徵候與事件，蒐集情報資料，但還是無法直接產製出情報與敵可能行動。

### (三)無人自動武器，彈藥補充困難：

相信有許多人看過「駭客任務」這部電影，當錫安母體被攻破時數以萬計的電磁烏賊攻入時，立即啟動自動防衛系統，以傳統槍砲進行射擊，當大量敵軍湧入時，這些無人自動武器彈藥馬上消耗光，接著穿著機械骨骼戰士上場同樣也是彈藥消耗太快，彈藥兵必須冒死傳遞補充彈藥，以這樣場景說明，未來若於灘岸設置自動化槍砲，那要囤儲多少彈藥，以現在機槍(砲)射速 400 發/分以上，當然不可能這樣打，槍管會過熱失去效用，一般會以持續射速每分鐘 3-4 次(以 10-15 發連放)，如以 7.62mm 機槍彈箱(240 發鏈裝)約 6-8 發鐘射擊完畢，在敵人由海上衝擊上路時，此時彈藥用罄的武器工作站，由誰去補充彈藥，因此在設計上可考慮使用步兵連火力班運用方式採雙槍配置，單槍使用，也就是每一武器工作站以兩挺機槍(砲)採複式配置，射擊輪流交替，而彈藥則以守備地區潮間帶縱深及敵登島作戰效程作為計算基礎，假設「A 灘岸」縱深約 1,000 公尺，敵軍以衝鋒艇搭載掃雷破障工兵，必須上岸開設及標示 3-4 條安全通道，所需作業時間約為 T-60-30 分，在 30 分鐘內雙槍各射擊 15 分鐘計算，以 7.62mm 機槍彈計算每槍約需 720 發機槍彈，每一武器工作站需囤放 1,440 發機槍彈，方能維持持續戰力。

### (四)定位運補載具，未具自衛能力：

自動化無人運補車輛，未來是軍用運補機器人之選項，三國時期諸葛亮六出祈山向關中五丈原進軍，企圖透過決戰以擊敗曹魏，當時傳聞諸葛亮設計了「牧牛流馬」由蜀漢運補軍需供前線使用，當然這是三國演義中比較戲劇化表述，其真實性已不可考，這當中也有敘述這些裝備被曹軍俘獲的場景，當押運軍需的蜀軍，遇到伏擊的曹軍馬上按下機關，讓這些載具打不開也拖不動，等曹軍拿他沒辦法時，蜀軍再回到現地，把機關打開讓這些載具繼續執行運任務，通常無人自動運輸設備會裝設於車輛或機械設備裝配工廠，因為在廠區可以設定固定路線，自動領料與



直送配地點，但是作戰時問題來了，這些車輛如果從補給點出發必須經過設定路線，而能導航它要告 GPS 定位，而且行進過程中可能遇到潛敵破壞與不易狀況，能否如期達成目標，因此比較可靠做法還是必須派遣護衛押運兵力隨行，一方面監控並護衛運補車隊安全。

(五)慢速無人飛機，易遭防砲擊落：

三、小結：

### 參、本軍作戰軍用機器人需求

軍用機器人用途非常多元，軍用機器人可用於戰場監控、偵察、蒐集情報，可以代替駕駛戰車、操作火炮，攜帶炸彈攻擊固定設施、運送彈藥、後勤物資、設置或排除障礙、運送傷患等。因應本軍於防衛作戰中擔任角色，應在有限的資源下，根據我國研發能力，建立一個軍用機器人通用機體結構，這樣可集中資源，採研發裝置或籌獲軍用機器人並行，減少研究發展時間。

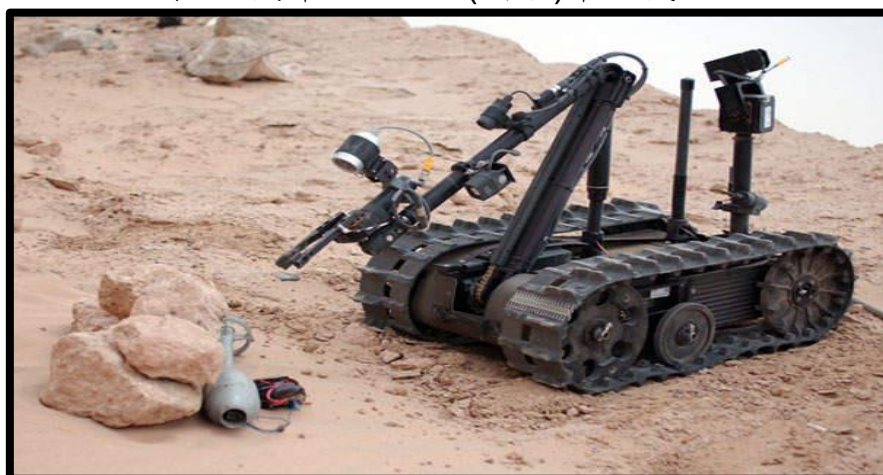
首先，XTR-101 近程自動化防禦武器系統，本島海岸線綿延千餘公里，守備部隊正面過大，可以利用近程自動化防禦武器系統，彌補間隙減少人力；另外可發展近程自動化防禦武器系統的機動載台，提升戰場存活率與彈性運用的能力。

其次，戰鬥持續力關乎國土防衛作戰成敗，然各地區支援指揮部，雖採分區配置預先囤儲的方式，然面對龐大的補給需求，以其有限的人力與機具面臨力有未逮的窘境；所以地面無人車提供守備或打擊部隊隨行油料、彈藥等可大幅提升戰鬥持續力。最後當務之急，是發展多任務軍用機器人。例如：美軍 TALON (利爪)多任務軍用機器人，該機器人在手臂收起時長 86.4 厘米，寬 57.2 厘米，高 27.9 厘米，離地間隙為 7 厘米。它可承載 45 公斤的有效載荷，帶夾持器的拖曳能力高達 77 公斤，牽引能力為 340 公斤，最大臂舉升能力為 9 公斤，TALON (利爪)具有機械臂、360°旋轉、夾持器、麥克風和揚聲器。它配備了直覺的操縱桿件，可用於 180°俯仰下臂，使用履帶的軍用機器人，其最大機動速度為每小時 8.37 公里。可攀爬 43°的樓梯，通過 45°的邊坡和 38 公分的積雪或岩石堆中越障<sup>20</sup>。自 2000 年以來一直在美軍服役；它可以部署在多種軍事行動應用中，執行一系列任務，包括化學、生物、放射、核和爆炸、爆炸物處理、救援、重型地雷、未爆彈藥和簡易爆炸裝置 (IED)、通信、偵察和探測，TALON (利爪)軍用機器人採用模組化設計，

<sup>20</sup>(Army technology) · 〈Talon Tracked Military Robot〉 <http://www.army-technology.com/projects/talon-tracked-military-robot> · 2021 年 11 月 21 日。

包含多種傳感器，佈署快速且易於使用。藉由購置或研發多任務軍用機器人，快速裝備部隊，可顯著提升本軍防衛作戰效能，(如圖 21)。

圖 21-美軍 TALON (利爪)軍用機器人



資料來源：<http://www.army-technology.com/projects/talon-tracked-military-robot>、2021年9月27日。

#### 肆、軍用機器人軍事用途

##### 一、聯合防衛作戰之運用

國軍聯合國土防衛作戰本質屬守勢作戰，改變以往灘岸線性防禦配備，再以打擊部隊反擊，擊滅登陸敵軍，面對共軍登島戰術改變，未來必須以依託於灘岸直後橫互密集城鎮聚落的編成縱深據點群，分區、分時逐次阻殲登(著)陸敵軍，不同於美軍，面對著以武裝民兵與游擊隊以不對稱戰法與戰具據守城鎮敵軍，需有別傳統作戰改良式戰具與戰法以協同戰力向城鎮聚落發起攻擊，才能逐步推進，肅清敵軍，完成綏靖作戰。若我能獲得各類軍用機器人裝備，對於居於守勢被動的我方，如何以軍用機器人結合守備與打擊部隊，進行防衛殲敵作戰；反擊敵軍產生相對性優勢，隨者各類型作戰軍用機器人功能而具體化，運用的模式不斷地推陳出新已得到更多驗證。以防衛作戰觀點切入軍用機器人軍事用途其運用分析如下表：

表 1、防衛作戰軍用機器人運用分析表

| 敵登陸效程                | 作業時間       | 距離       | 作戰進程      | 軍用機器人運用          |
|----------------------|------------|----------|-----------|------------------|
| 集結上船階段               | T-21h      | 120km    | 聯合空中、海上作戰 | 大型偵蒐無人機<br>群攻無人機 |
| 海上航渡階段               | T-21h~T-7h | 120-60km |           |                  |
| 海上航渡階段<br>(展開、換乘、泛水) | T-7h~T-1h時 | 60-20km  | 泊地攻擊      | 群攻無人機<br>偵蒐無人機   |



|                |                                                                       |        |            |                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------------------------------|
| 突擊上陸階段         | T-1h~T 時                                                              | 20-0km | 灘岸作戰       | 多任務軍用機器人<br>自動化防禦武器           |
| 擴大與鞏固登陸<br>場階段 | T~T+24 時                                                              |        | 縱深地區<br>作戰 | 無人機蜂群補給<br>無人彈藥補給車<br>戰場撤離機器人 |
| 備考             | 1.T 為共軍登陸部隊突擊上陸時間。<br>2.共軍兩棲登陸作戰時序參考註、 <sup>21</sup> 註。 <sup>22</sup> |        |            |                               |

資料來源：作者自行繪製

### (一)集結上船階段及海上航渡階段：

此階段敵軍船團距離甚遠，大型無人機例如：中科院研發的騰雲二型及美軍 MQ-9「死神」無人偵察機，具日、夜影像偵蒐能力、電子干擾、及未來可掛載武器等任務功能。無人機具備攻擊能力是重要的發展趨勢，但其研發成本高、時間長且不易達到數量上的優勢。數量不足則難以突破防空網，難達到立竿見影的效果。此外，大型無人機所需跑道較長，亦須考量其戰場存活率。

### (二)海上航渡階段(展開、換乘、泛水)：

此階段無人機敵軍船團距岸約 60-20 公里，無人機航程與滯空時間要求較低，例如：亞塞拜然動用的無人機型號土耳其製貝拉克塔 TB-2 無人機，重量僅美國製的 MQ-9「死神」1/8，飛行速度為每小時約 128 公里，且攜帶 4 枚雷射導引飛彈。亞塞拜然還使用土耳其製的「卡古」(Kargu)巡弋無人機，這款多軸旋翼的無人機具備情報和智慧辨識系統有能力自行辨認、定位、鎖定目標<sup>23</sup>。輕型無人機可藉由多種發射模式搭載輕量徘徊式彈藥，借由其速度慢、目標相對小，敵船團防空雷達不易偵蒐特性對敵船團實施飽和攻擊，殺傷的效果將優於無導引的雷霆 2000 火箭彈及傳統的榴砲攻擊。

### (三)突擊上陸階段：

此階段建置 XTR-101 近程自動化防禦武器系統，搭配未來研改的機動載台，或藉由堅固的工事搭配運用，大幅減少守備部隊防禦正面過廣，人員不足

<sup>21</sup> 陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 567 期，國 2019 年 11 月。

<sup>22</sup> 蕭順元，〈聯合泊地攻擊作戰區遠程精準火力戰術運用之研究〉《砲兵季刊》(台南)，第 183 期，國 2018 年 12 月。

<sup>23</sup> 簡恒宇，〈亞塞拜然打贏納卡戰爭的「魔法子彈」 無人機將成未來戰爭關鍵武器〉，<http://www.storm.mg/article/3199853?page=1>，檢索時間。2022 年 2 月 9 日。

的狀況，大幅提升守備部隊作戰能力。打擊部隊搭配多任務功能機器人，可執行監視和偵察、化學、生物、放射線等檢測、建築物、路線清理、爆炸物處理、危險品處理、簡易爆炸裝置處理。可以根據反擊部隊的任務，協同遂行打擊(反擊)任務；另本島作戰地理環境受限於城鎮高度發展，戰時勢必以城鎮為主要作戰場景，此時多任務功能機器人可發揮其多功能性及部署彈性，隨伴地面部隊執行城鎮作戰，提供其偵蒐、掩護等功能，確保戰力發揮與完整。

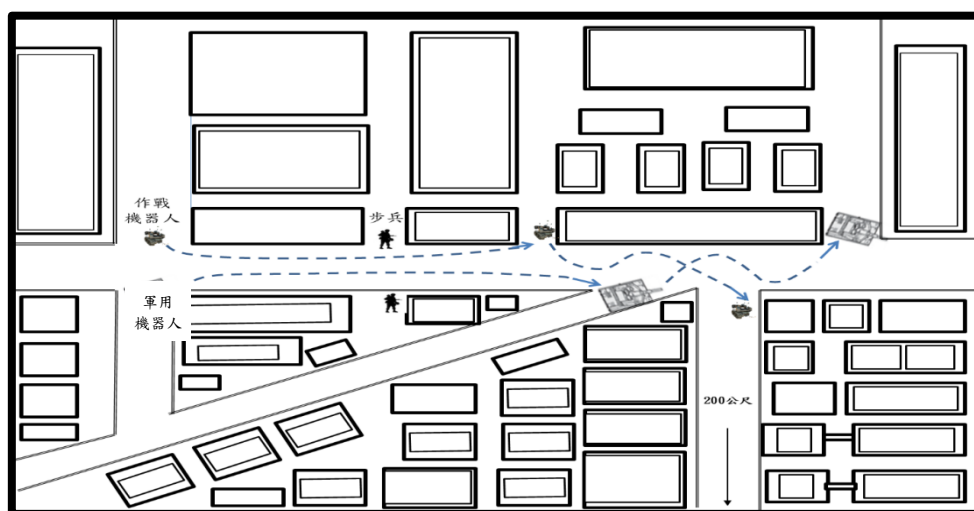
#### (四)擴大與鞏固登陸場階段：

此階段實施載反擊或縱深地區戰鬥，後勤能量如何維持續戰力為致勝關鍵，搭配無人機蜂群補給、無人彈藥補給車、戰場撤離機器人持續戰鬥能力，減少後勤單位負荷為重點。無人機蜂群補給不受地形限制，可投放物資迅速撤離，加快補給速度。縱使遭受包圍，補給線遭切斷，無人機蜂群補給仍能為受包圍部隊進行補給，增加作戰持續力。無人彈藥補給車增加彈藥預置、分配的效率。戰場撤離機器人則可在傷患救助時發揮功能。

#### 二、步戰協同與運用軍用機器人兩者間差異性及優點分析以-城鎮戰為例

戰車部隊在戰場的優勢從二戰以來多次得到驗證，但戰場的弱點也非常明顯，包含目標搜索的限制、射擊死角、戰車體積、重量等因素在城鎮作戰中這些弱點暴露，須藉由步戰協同截長補短相互配合。步兵與戰車交互掩護通過街道時，(如圖 22)，戰車要提供直射火力支援。步兵可佔領建築物並提供近距離的戰車射擊死角火力支援，雙方均能獲得運動與射擊之交互

圖 22-城鎮戰步戰協同軍用機器人運用示意圖



資料來源：作者自行繪製



掩護。戰車可以在建築物街道，也可以在土堤後方，或是在任何具隱掩蔽的位置，除防止敵反戰車導彈，亦須提供步兵即時的火力支援。確保建築物內安全乃城鎮戰中步兵首要工作。此外，步兵須對地面樓層做檢查，以確保支援的戰車所在位置沒有反戰車導彈伏擊。當部隊運動時，也需要確認所有街道路口、天橋等是否有地雷、詭雷危害戰車安全。目前作戰機器人皆可有效替代步兵任務，可提供作戰即時畫面引導射擊且無人員傷亡、疲勞、人為疏失等缺點。

城鎮戰運用地面軍用機器人可顯著減少人力運用提高戰場效能，軍用機器人日益扮演越來越重要的角色。在未來的地面城鎮作戰中，可能會出現機器人部隊。甚至有人設想，未來戰爭中的突擊部隊將是一支遙控的機器人裝甲部隊，跟隨其後的才是由士兵組成的部隊。無庸置疑，城鎮戰軍用機器人現已成為世界各國爭相研製的熱門武器，城鎮戰軍用機器人在現代戰爭中的作用日益重要，將逐漸成為資訊化戰場上重要角色。

### 三、戰車部隊運用軍用機器人後戰場優勢分析：

再者，輕型軍用機器人裝備不僅可以完成在危險和複雜地形爬行、偵察、搜索，銷毀簡易爆炸裝置、布雷等任務，還可以通過安裝武器實現對敵的精確打擊和火力支援，不斷滿足不同的作戰需求。同時，隨著人工智慧、影像分析、控制技術、通信技術、能源技術、材料技術等不斷進步，輕型軍用機器人裝備逐步實現了精確化、高靈敏度、多用途和輕量化，向著智能化、全天候、網絡化和協同作戰方向邁進。

現行軍用機器人裝備雖處於研發階段，但已完成在危險和複雜地形爬行、偵察、搜索，銷毀簡易爆炸裝置、布雷等任務，還可以藉由安裝武器實現對敵的精確打擊和火力支援，滿足各種作戰需求。隨著自動控制技術、通訊技術、能源電池技術、材料技術等不斷進步，軍用機器人裝備實現了精準化、高靈敏度、多用途和輕量化，向著智能化、全天候、網絡化方向邁進。軍用機器人的參與的作戰，仍將是以人為核心的作戰。指揮人員和操作軍用機器人的士兵應該以新思維和新的戰鬥模式來操縱無人作戰系統以完成作戰任務，因此，在未來戰場上，半自主控制方式將是軍用機器人作戰控制的主流。

整體而言，無人機的廣泛應用，不只讓美軍認知到指管系統不能再如傳統般採固定、無裝甲式設置，而要改為機動、裝甲式，同時也思索如何能讓大部隊，特別是裝甲縱隊在新興威脅前減少損失。<sup>24</sup>現行軍用機器人裝

<sup>24</sup>李思平，〈青年日報軍事論壇無人機強勢興起啟發武器轉型〉，<http://www.ydn.com.tw/news/newsInsidepage?chapterID=1430594&type=forum>，檢索時間：2022 年 2 月 9 日。

備不只在無人機領域有長足發展，已完成研發在危險和複雜地形爬行、偵察、搜索、布雷、銷毀簡易爆炸裝置等任務；還可以藉由安裝武器實現對敵的精確打擊和火力支援，滿足各種作戰需求。隨著自動控制技術、通訊技術、能源電池技術、材料技術等不斷進步，軍用機器人裝備必朝向精準化、高靈敏度、多用途、輕量化、智能化、全天候、網絡化方向邁進。以下是軍用機器人重要發展趨勢形成優勢：

(一)人工智慧反應快：

隨著 CPU 的不斷更新，戰場訊息可以透過人工智慧有效分析，另外先進技術在感知器、影像辨識、自動控制系統與無人武器系統大量應用，使得軍用機器人具備使指揮人員透過控制系統對其下達指令後，可迅速做出反應獨立完成任務。

(二)全天候、長時間的作戰能力：

一直以來，戰場上「全軍」的考量一直是指揮官最優先考慮的項目，而軍用機器人的應用。在化學、生化、放射線武器等極為惡劣的攻擊時，軍用機器人的環境超過人體所能適應極限，不會產生人類因體力和心理層面的疲乏而影響任務執行。

(三)較強的戰場生存能力：

與步兵操作武器戰場生存能力相比，軍用機器人的具備明顯優勢，只要適當增加關鍵零件的防護力，即可有較高的戰場生存能力，沒有人員受傷需要大量醫療能量的問題。

(四) 提升偵蒐、攻擊能力：

整合多任務軍用機器人的偵蒐、攻擊能力，可大幅消彌傳統作戰產生的作戰死角，傳統作戰可能受限人員風險、體力等各項因素效能不如預期，多任務軍用機器人憑藉本身偵蒐、攻擊裝置，可立即提升作戰能力。

### 結論

二戰以來戰車一直為地面作戰主戰兵力，但軍用機器人可能全面性改變目前戰場現況；軍用機器人大幅提升地面作戰部隊狀況察覺能力，且可立即打擊目標。部署軍用機器人作為戰術偵蒐目標或武器載台時，對當前及爾後之戰況具決定性之影響力。其可提供即時戰場資訊、適切火力支援、精準接戰有效遂行戰鬥、持續的後勤能量補充，為未來作戰塑造有利態勢。當軍用機器人與戰車相結合時，可減少戰車於複雜地形對步兵的依賴，消彌戰車的射擊死角大，體積大易成為攻擊標的劣勢，可與軍用機器人戰力整合遂行同步作戰時，尤其配合於城鎮等複雜地形，作戰能力將有顯著提升。



當前全球少子化趨勢，可創造生產力的人口結構將產生變化，而邁向高齡化的社會，影響全球未來的發展。未來在招募人才上將更趨困難，增加軍用機器人減少人員的運用外，還可提升戰力。在經濟觀點是低風險、高效率，在作戰觀點亦是損小、效高的選擇。雖然，當前軍用機器人在軍事領域存在道德問題和安全風險，取代傳統人力還有一段時間，但可預見軍用機器人運用將會快速的在未來各國國防科技發展中不斷地實現與應用。

當機器人來到戰場時，我們應該思考其帶來之衝擊。如目標概念的改變及戰場空間的改變等，1903年飛機問世在戰場上的運用，讓戰爭由平面走向立體，轉變戰爭面貌與作戰方式。1915年英國發明世界第一輛戰車小威利，打破第一次世界大戰壕溝戰的僵局，戰車因發揮重要作用，持續主宰地面作戰。新武器裝備的出現，每每都對戰場環境及所有戰術、戰鬥運用思維產生重大影響，不改變式將淘汰。相同地，當軍用機器人普遍運用時，也將帶來重大改變，而軍用機器人投入作戰中，將大幅提升協同作戰中戰鬥員的存活率，及有助於戰車於城鎮戰等複雜環境中的戰鬥方式。軍用機器人的參與的作戰，仍會是以人為核心，仍仰仗指揮人員和操作軍用機器人的戰鬥員完成作戰任務。因此，在未來戰場上，軍用機器人將漸成主流。綜上所述我陸軍如可獲得相對應功能各式軍用機器人，兼具偵蒐、打擊、智能化功能，可執行監偵、警戒、早期預警、以及補給品運輸、傷亡後送。在防衛作戰中可以看得清打得準，加大攻擊的縱深，減少複雜地形的限制因素，改變當前協同作戰模式之缺點，有效增強戰力，所以我軍應加快腳步投入軍用機器人的運用。

## 參考文獻

### 一、中文部分

#### (一)專書：

- 1.徐宏文。《陸軍四輪偵蒐機器人操作手冊》。(陸軍司令部)。
- 2.賴文儀。〈軍用機器人與正義戰爭傳統〉。《全球政治評論》。(國立中興大學國際政治研究所)。第59期， 2017年7月。

#### (二)期刊：

- 1.林維安。〈無人載具在戰場救護上之運用〉。《陸軍後勤季刊》(桃園)。106年2期。國防部陸軍陸勤部。 2017年5月。
- 2.陳威霖、周寬渝。〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉。《陸軍學術雙月刊》(桃園)。第55卷第567期。民國2019年11月。
- 3.蕭順元。〈聯合泊地攻擊作戰區遠程精準火力戰術運用之研究〉。《砲兵季刊》(台南)。第183期。2018年12月。

#### (三)網際網路：

- 1.許智翔。〈解放軍東部戰區配備新式無人地面載具〉。  
[http://indsr.org.tw/News\\_detail/3316/](http://indsr.org.tw/News_detail/3316/)， 2021年1月29日。
- 2.朱偉岳。〈史話火蜂計畫無疾而終台灣的飛彈腳步〉。  
<http://www.chinatimes.com/opinion/20210912000003-262107>。2021年9月12日。
- 3.羅添斌(自由時報)。〈近程自動化防禦武器系統佳軍方核定採購由六套增為七套〉。<http://news.ltn.com.tw/news/polotics/breakingnews/3280067>，檢索時間2021年10月5日。
- 4.(軍聞社)。〈中科院研發軍用動力外骨骼可有效提升作戰效率〉。  
<http://mna.gpwb.gov.tw/news/detai/?Userkey=a9503ba0-ed3e-4a93-bf07-32e22b763187>。
- 5.(尖端科技軍事雜誌社)。〈台灣製造無人機干擾器現蹤於伊拉克戰場〉。  
<http://www.dtmtdatabase.com/News.aspx?id=409>。
- 6.簡恒宇。〈亞塞拜然打贏納卡戰爭的「魔法子彈」 無人機將成未來戰爭關鍵武器〉。<http://www.storm.mg/article/3199853?page=1>。
- 7.李思平。〈青年日報軍事論壇無人機強勢興起啟發武器轉型〉。  
<http://www.ydn.com.tw/news/newsInsidepage?chapterID=1430594&type=forum>。

### 二、外文部分(Internet)

(一)(Army technology)。〈Talon Tracked Military Robot〉。<http://www.army-technology.com/projects/talon-tracked-military-robot>， 21.DEC.2021。

(二)(Army technology)。〈iRobot 510 PackBot Multi-Mission Robot〉。<http://>



- www.army-technology.com/projects iRobot 510 PackBot Multi-Mission Robot , 21.AUG.2021 。
- (三)(Army technology) 。〈Titan Unmanned Ground Vehicle (UGV)〉。http://www.army-technology.com/projects titan-unmanned-ground-vehicle-ugv 。 15.SEP.2021 。
- (四)(Robotic mules to lighten the load for Army's infantrymen) 。http://www.stripes.com/theater/ush/robotic-mules-to -lighten-the-load-for-army-s-infantrymen-1.605938 。 4.DEC.2021 。
- (五)(Drone life) 。〈NATO's Autonomous Drone Delivery Experiment Works〉。http://dronelife.com/2020/09/29/natos-autonomous-drone-delivery-experiment-works/ 。 2.AUG.2020 。
- (六)Timothy Chung 。〈Offensive Swarm-Enable Tactics,OFFSET〉。http://www.darpa.mil/program/offensive-swarm-enable-tactics 。 4.AUG.2021 。
- (七)Barb Ruppert 。〈Robots to rescue wounded on battlefield〉。http://www.army.mil/article/48456/robot\_to\_rescue\_wounded\_on\_battlefield , 2.SEP.2021 。
- (八)(Raytheon Missiles&Defense) 。〈Phaser High-Power Microwave System〉。http://www.raytheonmissilesanddefense.com/capabilities/products/phaser-high-power-microwave 。 17.DEC.2021 。
- (九)(Raytheon Missiles&Defense) 。〈Phaser High-Power Microwave System〉。http://www.army-technology.com/news/kbr-demonstrates-m-shorad-capabilities/ 9.SEP.2021 。
- (十)Eate archive carece de informacion acerca 。(German mini tanks manufactured by Borgward) 。http://220px-Mini-tanks-p012953 , 5.JUL.2021 。
- (十一)George V. Sosis. 。〈TESLA – The Father of RC〉《Model Aviation》(America) 。 Vol.1/Sec1 。 Academy of model aeronautics 。 MAR.1976 。

## 筆者簡介



姓名：范昌煒

級職：少校教官

學歷：陸軍官校 90 年班、管理學院資源管理所年 96 班

經歷：排長、連長、副營長、現任指參組少校教官

電子信箱：

軍網：Kota@webmail.mil.tw

民網：superkota1223@icloud.com