

輔助戰鬥利器—無人地面載具發展現況之研究

作者簡介



邱俊璋士官長，領士 88 年班第 11 期、士官長正規班 24 期畢業，文藻大學英國語文系畢業；曾任班長、助教，現職為陸軍步兵訓練指揮部兵器組教官。

提 要

- 一、美軍在阿富汗及伊拉克戰爭時已成功運用無人地面載具 UGV (Unmanned Ground Vehicle)來處理未爆彈，大幅降低人員因處理未爆彈而造成意外傷亡；俄羅斯軍方亦將武裝無人地面載具投入敘利亞打擊伊斯蘭國 IS(The Islamic State)恐怖組織，獲得相當大成效。
- 二、無人地面載具(UGV)，或稱地面無人機、地上無人機，是一種無須搭載成員並在地面運行的載具。應用於對人員危險或無法進入的區域，例如對炸彈的探測與處理。¹無人地面載具於軍事上之運用，能有效戰場監控、災害救助執行、營區安全巡邏及城鎮巷弄利器等特性，而美軍於戰場上使用超過 5,000 餘台無人地面載具，有效的降低非正規戰鬥巡邏所造成的死亡率，由 37%減少至 5%以下。²
- 三、遙感是遠距離的感知，遠端獲取信息，遙測主要是用於遠距離的監測，而遙控是遠距離的控制，遙控脫離了線路的限制，能够在所望空間進行遠程控制。³我國民間已具備深厚的科技基礎，未來在軍事用途開發上，有很大發展潛力，將可協助共同開發。

關鍵詞：無人地面載具、武裝無人載具、感知器、遙控、遙感

¹<無人地面載具>《wikipedia》，<http://wikivisually.com/lang-zh/wiki>(檢索日期:民國 106 年 5 月 15 日)。

²張法憲，<多功能地面載具與戰場機器人概述>，http://www.worldcitizens.org.tw/awc2010/ch/F/F_d_page(檢索日期: 民國 105 年 9 月 17 日)。

³<遙感與遙控>《百度》，https://zhidao.baidu.com/question/559565337404216884.html?lqbl=relate_question_0(檢索日期:106 年 5 月 28 日)。

壹、前言

無人地面載具 UGV(Unmanned Ground Vehicle)是一種與地面接觸執行任務的裝備，為車上沒有人員進行操控之載具。⁴無人地面載具配置多組感知器，⁵平時可於營區內執行營區防護、巡邏工作，操作員僅需設定巡邏路線，載具即可依設定動線實施巡查；戰時可立即將現場環境即時投射至中央處理中心，讓操作員立即掌握戰場環境現況，能適時回報與狀況處置。然美軍在多次戰爭中成功運用無人地面載具處理未爆彈，大幅降低人員因未爆彈而造成之意外傷亡；俄羅斯軍方亦將武裝無人地面載具投入敘利亞打擊伊斯蘭國恐怖組織，並獲得廣大成效。從美、俄等國實戰使用中充分認識到，在地面作戰中無人地面載具，具預警、偵查能力，並可減少人員傷亡、提高精確打擊能力；另外靈活機動，不怕犧牲的無人地面載具能够深入危險地區實施偵查，為戰場提供更先進安全之裝備。民國 100 年 3 月 11 日，日本東北大地震引起海嘯，破壞福島核電廠造成核災，美軍隨即派出 4 具 I-Robot 特殊核子作業任務機器載具，協助處理核災問題，可見無人地面載具在作戰或高強度急難救助上漸趨重要；而 2016 年底，一場劃時代試驗在美國佛州賽考斯基開發飛行中心展開，一架無人黑鷹直升機吊掛一輛無人地面載具，飛到野外部署後自行展開偵查，最後任務圓滿完成，操作者們是遠在 19 公里外的地面控制中心。⁶另以色列是研製無人地面載具很早的國家。以色列「守護者」(Guardium)軍民兩用全自動安全無人地面載具，可對機場、港口、軍事基地、重要管線以及其他有全日安全監視需求的設施執行巡邏任務。⁷然發展無人地面載具儼然成為未來趨勢，世界先進國家相繼投入無人地面載具之研製，讓無人地面載具在未來能成為戰士的最佳夥伴，就像獵人與獵犬密不可分關係一般，本軍未來在發展與運用上亦值得期待。

貳、無人地面載具發展近況

無人載具系統 UV(Unmanned Vehicle)可區分為無人空中載具、無人地面載具及無人水上載具等三大類，本文將朝無人地面載具實施探討，無人地面載具又稱地面無人機、地上無人機，是一種無須搭載成員並在地面運行的載具，其發展近況之緣起、近況、技術、應用、效能概述如下：

一、緣起

⁴亞力克斯，〈軍用無人地面載具(上)〉《尖端科技》(台北)，第 364 期，民國 103 年 12 月，頁 80。

⁵感知器:為無人載具對場景感知所搭配，舉凡位置感知、振動感知、壓力感知等等，依據載具屬性不同分別之。

⁶李斯平，〈從無人黑鷹及無人車看全面自動化趨勢〉《青年日報》(台北)，民國 106 年 3 月。

⁷<全球國防機器人哪家強>《壹讀》，<https://read01.com/ExaG48.html>(檢索日期:105 年 4 月 22 日)。

1921 年 10 月，美國無線電公司全球無線雜誌上發表了一份關於遙控工作車的報告，在無人的汽車上使用無線電實施控制，當時的人認為此項技術將可用於戰車上。⁸而 1930 年蘇聯研製出最早期的無人地面載具，當時蘇聯軍隊將少量的 T-18、T-26、T-38、BT-5 和 BT-7 等輕型坦克安裝無線電遙控裝置改裝成遙控坦克。這些遙控坦克平時由士兵駕駛，執行任務時，以兩車一組，兩車距離維持在 500~1500 公尺間，遙控坦克在前，由後方坦克內的無線電操作員負責遙控，遙控坦克上可以搭載機槍、煙霧彈發射器等設備。⁹而早在二戰時期，德國即運用一種稱為哥利亞(Goliath)地面載具(如圖一)，哥利亞長約兩米，可負重 70 至 100 公斤，又稱為遙控地雷車，用於追蹤地雷，其成名之戰是 1944 年的華沙之役，而同年諾曼地登陸時，也有部分哥利亞投入作戰。¹⁰



圖一 哥利亞地面載具

資料來源：這是一台遙控小坦克，卻是二戰德國最可怕的殺人機器！

萬花鏡，<http://www.wanhuaqing.com/d122786>，(檢索日期:民國 106 年 5 月 15 日)。

二、近況

現今先進各國無人地面載具在軍事運用及災害防救上用途廣泛，然商業運用、物資運輸亦逐漸進行中；現今先進各國在軍事運用上之使用，如美軍伴隨士兵戰鬥之 **Pack Bot** 背包無人地面載具，讓士兵在執行城鎮偵查任務時，能以 **Pack Bot** 實施偵查，減少人員傷亡機率；英國 **Ironclad** 無人地面載具，有效協助英國士兵於城鎮作戰中所面臨的危險工作；另俄羅斯 **Platform** 無人地面載具，能實施軍事巡邏，載具上具武器系統，能射擊固定及移動目標，提供部隊適切火力支援；而以色列守護者一號，堅守崗位，嚴密保護著以巴邊界國土之安全；在商業運用上亦能執行醫療物資運送，能有

⁸Unmanned ground vehicle，wikipedia，

https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_ground_vehicle，(檢索日期:民國 106 年 5 月 12 日)。

⁹萬麗，〈軍用無人地面載具最新景觀（上）〉《輕兵器半月刊》(台北)，民國 104 年 4 月上，頁 24。

¹⁰同註 2。

效人力資源節省，並減少因人員因素所產生之交通事故，特殊區域偵查，能執行隧道、溝渠及涵洞等調查工作，有助後續建設之整體工程規劃。

三、技術

無人地面載具其技術組成包括平台，感知器，控制系統，操控界面，通信連結等系統集成功能。分述如下：

(一)平台

無人地面載具平台，依任務實施設計，以輪型和履帶是平台的常見形式。而無人地面載具有幾大優點：不會疲倦、抵禦高低溫、高壓、強輻射、毒氣等傷害，戰場生存能力強、超越人類感官極限，全方位作戰及服從指揮，沒有恐懼等人類情感，有利於戰事的掌控。¹¹

(二)感測器

無人地面載具感測器，主要運用於環境檢測。¹²每具無人地面載具都會配賦若干個感測器，感測器能感應載具週遭變化，將所接收數值，依後端操作員需求，傳輸後端，利於載具任務現況判斷分析，另感知器能將操作員所操作之指令，傳至載具上實施操作，如以排爆型載具為例，可操作載具前後，以遠端操作工作手臂夾取物品等。

(三)控制系統

無人地面載具依其種類區分為遙控載具及自主載具兩大類。¹³遙控載具如美國陸軍為作戰時搭配單兵實施網路通信、觀測等運用，發展小型(單兵)無人地面載具 SUGV(Small /Soldier Unmanned Ground Vehicle)，iRobot310 其重量約 13.6 公斤以下，可由單兵實施攜行(如圖二)。¹⁴而自主載具由系統透過雲端資料庫之建立，將載具依任務需求，讀取雲端資料庫訊息自主執行任務。

¹¹<全球國防機器人哪家強>，《壹讀》，<https://read01.com/ExaG48.html>(檢索日期:105 年 4 月 22 日)。

¹²同註 8。

¹³遙控載具:即指透過遠端傳輸操控員指令實施操作。自主載具:即不須由操作員遠端實施操作，自主執行任務。

¹⁴同註 4，頁 82。



圖二 iRobot 310 SUGV

資料來源: iRobot 310 SUGV, United States of America, army-technology.com, <http://www.army-technology.com/projects/irobot-310-sugv-us/> (檢索日期:106 年 2 月 5 日)。

(四)操控界面

無人地面載具操控界面，有使用操控器、程式語言及語音輸入等方式。¹⁵以現今戰場輕型、背負式無人地面載具為例，採用操控器操控方式居多，戰士於戰場上，背負無人地面載具，要進行巷弄城鎮搜索時，以無人地面載具為優先，戰士以操控器實施操控，方便戰場環境使用。

(五)通信連結

無人地面載具和中控站之間的通信以無線方式進行連結，而無線通訊方式區分為類比無線通訊及數位無線通訊等技術，對於執行監控或搜查等任務的地面無人載具而言，類比無線通訊易受干擾又無保密性，將使無人載具無法發揮其重要功能；以軍事機密性任務而言，類比無線通訊易遭他人竊取且在傳輸的過程中，如遇雜訊等外來無法抗拒之因素影響，導致重要訊息出錯而無法正確判讀或進一步校正錯誤。而數位無線通訊因不連續的信號處理能使雜訊效應減至最小且對於衰減的通道具有強健性，在資料傳輸當中具較高安全性及錯誤更正能力，使通訊有更佳品質。¹⁶

四、應用

無人地面載具(UGV)之應用依任務需求實施，有由單兵攜行，搭配作戰員在適當地點執行任務地面載具；有配合排、班執行偵查、搜索等任務地面載具；有可執行排雷作戰任務地面載具，依作戰種類及種類區分如下(如表一)。

(一)作戰種類

常見類型有偵察型、排爆型、武裝型及後勤/多功能通用等。偵察型無人地面載具主要是為了支援區域和其他特殊地形的遠距離偵察任務。排爆

¹⁵同註 8。

¹⁶邱祥育，〈數位無線通訊於地面無人載具之實現〉，<http://handle.ncl.edu.tw/11296/ndltd/51353053461463171869> (檢索日期:民國 106 年 5 月 15 日)。

型無人地面載具，配備有爆裂物處理器，可進行挖掘工作，取出爆裂物；排爆型無人地面載具，美國已成功運用於阿富汗及伊拉克戰場上。因應戰爭之多元性，發展出武裝型無人地面載具，依據任務需求，將武器配賦載具平台上，俄羅斯已成功運用於敘利亞 IS 恐怖攻擊中，效果斐然。後勤/多功能通用無人地面載具主要用於後勤補給、傷患運送，可在複雜地形跟隨步兵班，擔任戰場運送及後勤物資補給等工作。¹⁷

(二)類型

以輪型及履帶方式實施承載，輪型常用於偵察、排爆、武裝及後勤多用途支援，是較為常用的一種承載方式。而履帶方式實施承載，常用於偵察、排爆、武裝及後勤多用途支援，是僅次於輪型使用的承載方式。

表一 無人地面載具作戰種類及使用類型

作戰種類	使用目的	使用類型
偵察	支援區域和特殊地形偵察。	輪型、履帶型
排爆	配備有爆裂物處理器，排爆用。	
武裝	武器配備於載具平台，反恐怖攻擊。	
後勤/多功能通用	後勤補給、傷患運送及物資補給。	

資料來源:作者自行繪製

五、效能

美軍認為，無人地面載具應具備感知戰場環境，能讓操作員遠端執行任務並立即決策之效能。廣義上而言，無人地面載具是指能執行掃雷、排爆與偵查等軍事任務，並擴展至搜索、救援、目標繪製及情報資料蒐集傳遞等效能。¹⁸故無人地面載具有極大發展需求及價值，以下就高風險作戰任務、勤務支援任務等分述如下。

(一)高風險作戰任務

1、核生化環境作業

在核生化環境下作業，核生化災害因災害因素具不確定性，在情資未明下，人員受到極大的風險，不可貿然進入災區，於這樣極具危險環境中作業，無非是將風險攀到最高，然運用無人地面載具進行核生化環境作業，將地面載具傳回之資訊實施分析，並以無人地面載具進行核生化災害初步排除工作，利於持續檢測。

2、營區安全巡邏

¹⁷同註 2。

¹⁸<美軍機器人強的沒朋友，不僅僅是工業實力強這麼簡單>《kknews》，<http://kknews.cc/2h-tw/military/38mpm3y.html>。(檢索日期:106 年 7 月 2 日)。

美軍陸戰隊測試無人地面車輛巡邏與 MDARS 系統，¹⁹進行綜合訓練演練以確保成功維護基地週遭安全。²⁰此無人載具採用彩色影像鏡頭及紅外線攝影機，使操作員能有效監看目標。操作員先期完成載具移動路線設定，完成後則由載具依設定動線實施巡邏，可有效降低危安發生，確保營區之安全。

(二)勤務支援任務

1、勤務支援

使用無人地面載具執行勤務支援有其必要性，地面勤務支援裝備載重大、速度快、機動性好。以美軍「大狗」Big Dog 為例，「大狗」可以在崎嶇地形中行走自如，並可裝載物資和裝備跟隨部隊前進，不但可以在崎嶇不平的地帶跟進，甚至可以伴隨士兵翻山越嶺，跟進到車輛無法開進的地方。是具有縮短補給周期、反應速度快的優勢。同時，使用無人後勤地面載具可以滿足分散式作戰需求，實現精確物流補給。²¹

2、後勤多用途載具

近年來，簡易爆炸裝置(IED)已經成為美軍部隊面臨的最大威脅之一。與此同時，戰場上各個界線已經變得越來越模糊，這樣一來，那些只是執行日常後勤任務的美國陸軍士兵、海軍陸戰隊隊員和其他人員，也處於這些簡易爆炸裝置的威脅中。實際上，補給車隊已成為容易遭受到攻擊的目標，而美國《軍事後勤論壇》雜誌刊登斯科特南斯的文章，簡要介紹了美軍為了安全執行後勤保障任務，正在研究無人駕駛地面車輛技術。²²

參、美英法德俄以等先進國家發展現況

美軍是運用無人載具最普遍的國家，於阿富汗戰場及伊拉克境內使用已逾 5,000 餘台無人地面載具，有效的降低非正規戰鬥巡邏所造成之死亡率由 37% 減少至 5% 以下。而現行各國服役地面載具發展現況概略如下：

一、美軍無人地面載具

(一)背包無人地面載具(PACK BOT)

背包無人地面載具(如圖三)是 I Robot 公司研製的軍用無人載具，在

¹⁹MDARS:為探測入侵者及潛在敵人的移動檢測評估反應系統 mobile Detection Assessment and Response System。

²⁰〈美國陸戰隊將採用無人地面載具(UGV)保護美軍基地安全〉《PIXNET》
<http://adf20021021.pixnet.net/> (檢索日期:106 年 1 月 16 日)。

²¹〈無人後勤裝備發展現狀及啟示〉，《每日頭條》，
<https://kknews.cc/zh-tw/military/p49o8z2.html>，(檢索日期:106 年 5 月 28 日)。

²²李有觀譯，〈美軍研究無人駕駛地面車輛技術安全後勤保障〉
<https://read01.com/J8y7MP.html>，(檢索日期:105 年 5 月 11 日)。

伊拉克及阿富汗地區有超過 2,000 組的 Pack Bot 服役過。²³ 背包顧名思義，是指該型機器人小巧玲瓏，可裝於背包裡攜行，屬於陸軍模組化輕型攜行裝備之一。該車目前有偵察型、探險型及處理爆炸裝置型等 3 種類型。²⁴ 美軍在伊拉克戰爭中靈活運用背包機器人與戰士實施搭配，戰士可直接背於後方攜行，抵達目標區域後，由操作員持搖桿控制器實施爆炸物處理，先遣進入城鎮搜索，可有效減少人員傷亡(如表二)。



圖三 美軍士兵操作 Packbot 機器人

資料來源：〈Packbot 戰場上的百變背包〉《輕兵器》

<https://www.qbq.com.cn/a/bencanday.phpfid=33&jd=644>，(檢索日期:2016 年 5 月 11 日)

表二 背包機器人基本資料表

背包機器人基本資料(Pack Bot)	
高度	41 CM
重量	18 KG
攝影機	CCD 及熱顯像
移動方式	履帶
控制方式	遙控(無線、光纖)
類型	偵察型及處理爆炸裝置型

資料來源：筆者自行繪製

(二)角鬥士戰術無人地面載具(Gladiator)

角鬥士(如圖四)是一個能遙控的多面無人地面載具，角鬥士是由美國海軍陸戰隊所提出之需求，它可以在任何天氣與地形下，執行偵察、核生化武器探測、突破障礙、反狙擊手和直接射擊等任務。²⁵ 角鬥士發展出三種車型，一是如圖所示以柴油為動力的履帶型車輛，另外兩種是六輪

²³ 萬麗，〈軍用無人地面載具最新景觀(上)〉《輕兵器半月刊》(台北)，民國 104 年 4 月，頁 26。

²⁴ 白海軍，〈美軍新概念作戰系列-戰場無人機器人之較量〉《化學工業出版社》，民國 104 年 8 月，頁 11。

²⁵ 知遠/任峰/原石，巷戰利器—遙控機器人戰鬥車輛，http://big5.china.com.cn/military/txt/content_12847934.htm，(檢索日期:105 年 10 月 22 日)。

混和動力車輛，全車型皆可使用 M240、M248 機槍及烏茲衝鋒槍等武器。²⁶角鬥士系統操縱非常便利，戰鬥時，角鬥士可於前方射擊，為後續戰鬥員掃清前進中的障礙(如表三)。



圖四 配賦 7.62 公厘口徑機槍的角鬥士

資料來源：知遠/任峰/原石，巷戰利器—遙控機器人戰鬥車輛，
http://big5.china.com.cn/military/txt/content_12847934.htm，(檢索日期:105 年 10 月 22 日)。

表三 角鬥士戰術無人車基本資料表

角鬥士戰術無人車基本資料表(Gladiator)	
高度	120 CM
重量	726 KG
可配武器	7.62 MM 中型機槍 9 MM 烏茲衝鋒槍
攝影機	CCD 及熱顯像
移動方式	履帶(輪型)
控制方式	遙控(無線)

資料來源：筆者自行繪製

美軍實戰之經驗，提供相當寶貴的數據，無人地面載具也因應實戰經驗變得更多元，並基於人道立場發展出之無人地面載具，更能降低戰鬥員無謂的傷亡，美軍將持續因應作戰環境之變遷，發展適切性之無人地面載具，以利未來戰爭。

二、英國無人地面載具

2016 年在 DSEI 展出的 BAE 系統 Ironclad 是一款新的無人地面載具，用途是承擔士兵面臨的一些最危險的工作。Ironclad 體積小，可以在緊張的城市環境中進行任務，並保持處理極端越野地形所需的舒適性，也可以進行偵察，作戰和傷患疏散作戰。²⁷Ironclad 無人地面載具使用高耐久性的電池

²⁶萬麗，〈軍用無人地面載具最新景觀(下)〉《輕兵器半月刊》(台北)，民國 104 年 4 月。

²⁷BAE reveals new unmanned ground vehicles to 'take on dangerous jobs', <https://ukdefencejournal.org.uk/bae-reveals-new-unmanned-ground-vehicles-take-dangerous-jobs/>，(檢

電源，提供了長效的運行能力，並將配備一系列可在現場迅速改變的任務系統。模組化連接系統允許兩個車輛連接在一起以處理額外的負載，例如傷患運輸專門的擔架。它也可防止爆炸和遭受小武器的火力攻擊，以增加任務的生存能力。²⁸ (如圖五)。

Ironclad 無人地面載具使用相同模組化平台，能因應不同任務之執行，快速更換載台，如偵察任務，結合模組化偵查載台，能將影像和音頻直接傳回操作員，是探索危險環境之理想選擇。另使用擔架能快速運送傷兵遠離戰場，而傷員撤離型無人地面載具能同時將兩架載具結合，使用擔架能快速運送傷者遠離戰場；而武裝型 Ironclad 無人地面載具，具遠端遙控武器射擊能力。



圖五 Ironclad 無人地面載具

資料來源：BAE reveals new unmanned ground vehicles to 'take on dangerous jobs' , <https://ukdefencejournal.org.uk/bae-reveals-new-unmanned-ground-vehicles-take-dangerous-jobs/> , (檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

英國之模組化無人地面載具雖能快速更換載台，卻也因為使用相同平台而使得功能受到限制，如傷患運輸型無人地面載具需機動力及舒適性，武裝型載具須能強化發揚火力，偵查型無人載具需輕巧、不顯眼，爆裂物處理型需具一定程度防爆能力等，若朝強化模組平台效能做起，提升各類型無人載具所需之能力，方能具模組化之便，圓有效執行任務之功。

三、法國無人地面載具

2016 年在巴黎維勒班特舉行的展覽，展示 NERVA LG 無人地面載具。此無人地面載具將配備任務設備以執行任務。²⁹ NERVA LG 無人地面載具

索日期:106 年 10 月 29 日)。

²⁸BAE Systems Unveils Ironclad Unmanned Ground Vehicle , <https://defence.pk/pdf/threads/bae-systems-unveils-ironclad-unmanned-ground-vehicle.517414/> , (檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

²⁹France sells NERVA LG unmanned ground vehicles to the Gabonese armed forces , <http://defence-blog.com/army/france-sells-nerva-lg-unmanned-ground-vehicles-to-the-ga>

是由輕便，堅固，通用的平台和控制站組成。配備 4 台攝影機和麥克風使其立即可用於執行遠程觀察任務。該平台與超過 20 個可選擇之任務套件相容，擴大了可執行之任務，如偵查，反恐，救援或通聯操作。³⁰(如圖六)



圖六 NERVA LG 無人地面載具

資料來源：Nexter Robotics small robot UGV Unmanned Ground Vehicle reconnaissance IEDs detection France

https://www.armyrecognition.com/french_france_defence_industry_company_uk/nexter_robotics_small_robot_ugv_unmanned_ground_vehicle_reconnaissance_ieds_detection_france_french.html，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

法軍在城鎮作戰環境中使用之無人地面載具運用上不遺餘力，如為了進行目標偵查的戰場偵查無人地面載具，然而，輕量、便於攜行的無人地面載具能幫助戰鬥人員於城鎮作戰環境及街道的近距離巷戰，提供多樣的協助，唯體積小，通信距離短，無法穿越高低落差大之複雜地形，執行任務時間短持續力不足等問題也層出不窮。然城鎮作戰之小型無人地面載具需具備堅固抗摔之特性，能讓操作員於城鎮作戰時將之拋入城鎮窗戶內而不損壞，並能正常執行任務。

四、德國無人地面載具

德國國防部最新的軍事無人地面載具能力具有兩項重大採購舉動。兩者都是在於爆裂物處理之應用，其中包括一個大型和一個小型 EOD 無人地面載具。德國國防部積極支持軍事無人地面載具的技術評估。

TEODor 無人地面載具(如圖七)具備模組化設計，結合了各種附件和先進的技術能力。它提供人員卓越的安全和保護。TEODor 無人地面載具長 1.3 米，寬 6.85 米，高 1.24 米，重 375 公斤。可承載 350kg 的有效載荷。

[bonese-armed-forces.html](https://www.armyrecognition.com/french_france_defence_industry_company_uk/nexter_robotics_small_robot_ugv_unmanned_ground_vehicle_reconnaissance_ieds_detection_france_french.html)，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

³⁰Nexter Robotics small robot UGV Unmanned Ground Vehicle reconnaissance IEDs detection France French，

https://www.armyrecognition.com/french_france_defence_industry_company_uk/nexter_robotics_small_robot_ugv_unmanned_ground_vehicle_reconnaissance_ieds_detection_france_french.html，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

並配備化學和放射性傳感器可進行偵察活動。x 射線裝置系統可幫助檢測潛在的危險和可疑物體。並可用於識別和解除封閉區域，建築物和車輛中的誘殺裝置，簡易爆炸裝置和其他危險物品。對異常危險的物體進行偵察，監視和調查。³¹



圖七 TEODor 無人地面載具

資料來源：TEODor Explosive Ordnance (EOD) Robot, Germany ,
<http://www.army-technology.com/projects/teodor-explosive-ordnance-eod-robot/>
, (檢索日期:106 年 10 月 28 日)。

德國無人地面載具以掃雷及爆裂物處理載具為主，像著名的清道夫、犀牛掃雷車，Rode 爆裂物處理地面載具等，對於爆裂物處理之無人地面載具需具備一定程度之軟硬體能力，軟體部分須具備內建爆裂物辨識及處置系統，能立即辨識爆裂物之類型，危險程度及排除方式，並能涵蓋作戰人員安全範圍，降低人員傷損，硬體部分，爆裂物處理無人地面載具，本身防爆係數應以可抵抗簡易爆裂物爆炸而亦能執行其主要任務為主。

五、俄羅斯無人地面載具

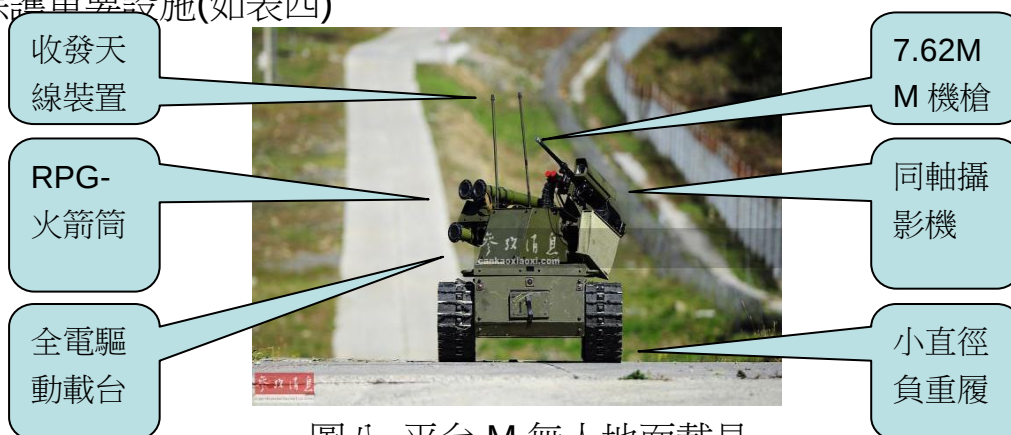
俄羅斯獨立報網站報導稱，2014 年 12 月，俄軍洋槐自走火炮、6 台平台 M 無人地面載具和 4 台阿爾戈無人地面載具，在仙女座自動化指揮系統的指揮下，於敘利亞的拉塔基亞某山區順利完成作戰任務。敘利亞軍隊在俄國專家和無人地面載具的協助下向 754.5 高地發起攻擊。³²

平台 M 無人地面載具(如圖八)是俄軍現已用於實戰的無人武裝地面載具，平台 M 地面無人地面載具重 800KG，配賦一挺機槍及四具 RPG-26 72.5MM 火箭筒。此無人地面載具能够爬上 25 度陡坡，而操作員可在 1500 公尺外遙控指揮。主要用於軍事巡邏及偵察，可以攻擊固定及移動目標。

³¹TEODor Explosive Ordnance (EOD) Robot, Germany ,
<http://www.army-technology.com/projects/teodor-explosive-ordnance-eod-robot/> , (檢索日期:106 年 10 月 28 日)。

³²<雄霸天空陸地！中東成無人戰爭試驗場>《每日頭條》，
<https://kknews.cc/military/omolvjm.html> , (檢索日期:106 年 2 月 1 日)。

此無人地面載具用於執行偵察任務，為部隊提供火力支援，戰鬥巡邏及保護重要設施(如表四)



圖八 平台 M 無人地面載具

資料來源:<雄霸天空陸地！中東成無人戰爭試驗場>，每日頭條，<https://kknews.cc/military/omolvjm.html>，(檢索日期:106 年 2 月 1 日)

表四 平台 M 基本資料表

平台-M 基本資料表(Platform M)	
高度	120 CM
重量	800 KG
可攜帶武器	7.62 MM 機槍 RPG-26 72.5 MM 火箭筒
攝影機	CCD 及熱顯像
移動方式	履帶
控制方式	遙控

資料來源：筆者自行繪製

俄羅斯計劃在每軍區和艦隊中組建獨立的軍用機器人連，到 2025 年機器人裝備將占整個武器和軍事技術裝備的 30%以上。俄羅斯國防部成立了無人地面載具技術科研實驗中心，專門負責領導俄軍用無人地面載具的研發生產。³³

六、以色列無人地面載具

以色列部隊將守護者一號(Guardium MK1) (如圖九)用於以巴邊界戰鬥巡邏、伏擊與防禦，守護者一號為自主控制之無人地面載具，如遇緊急戰況時，可直接轉換為遠端遙控模式對載具實施控制，守護者一號可裝配武器對敵射擊，執行鎮暴工作時，亦可加裝非致命性武器達所望效果(如表五)。

³³<全球國防機器人哪家強>《壹讀》，<https://read01.com/ExaG48.html>(檢索日期:105 年 4 月 22 日)。



圖九、以色列守護者一號

資料來源：以色列新型戰鬥機器人，鐵血論壇 <http://bbs.tiexue.net/bbs32-0-1.html>，(檢索日期:2017年2月1日)

表五 守護者一號基本資料表

守護者一號基本資料表(Guardium MR1)	
高度	220 CM
重量	1400 KG
可配賦武器	致命武器、非致命武器
攝影機	CCD 及熱顯像
有效載荷	300 KG
移動方式	輪型
控制方式	自主、遙控

資料來源：筆者自行繪製

肆、各國未來發展趨勢

各國先進國家無人地面載具將持續朝資訊化、無人化及機動化之戰場趨勢前進，軍事及商用皆有其發展，軍事部分朝軍事情報資訊共享、增強戰場指揮及軍用地圖繪製；商用部分朝醫療運輸急難救助、特殊區域地形偵、調查及核生化環境作業等面向探討。

一、軍事未來發展趨勢

(一)軍事情報資訊共享

軍用無人地面載具將蒐集之資料上傳至雲端，在雲端系統將相關資料實施分類，並演算最佳行動方式，經專業人員實施確認後，將事件處理行動準據自動儲存至資料庫，如未來遇類似事件時，即可由資料庫立即實施情報資料判斷與分享，能預防相同錯誤產生，增加執行成功率，有利任務執行。現行的無人自動駕駛車，即是運用雲端資料共同分享之概念，有效確保無人車駕駛時之安全性。

(二)增強戰場指揮

無人地面載具由操作員實施遠端操控，美國陸軍通信電子研發暨工程中心(CERDCE)研究團隊在紐澤西州聯合基地展現先進模組化偵測系統

MDARS (Modular Detection And Response System)，有別於絕大多數無人載具都需要操作者遙控至定位，接著使用遙控進行遠端控制執行任務，而軍方期待的是能減少人力，對操作者需求更低的裝備，無人載具僅需靠車載式感測系統及 GPS 就可到達操作者指定的位置；³⁴能使無人載具可在最低人力執行的條件下，滿足戰場指揮對於 C4ISR 的要求。³⁵

(三)軍用地圖繪製

無人地面載具將執行地圖繪製，由遙控載具配備高解析度相機、攝影機，能執行大範圍地圖繪製，亦可深入小巷或隱蔽物周圍、後方，執行影像擷取，將擷取之影像實施地圖繪製；用於軍事場景，將作戰場景地圖先行實施繪製，並實施作戰集中地區之分析，所謂作戰集中地區分析，是將作戰區內預判衝突點先行實施繪製及分析，經模擬推判選擇最佳作戰策略及相對執行效能，將可有效減少無效戰力運用及提升作戰成功機率。

二、商用未來發展趨勢

(一)醫療運輸急難救助

以無人地面載具執行醫療運輸急難救助，可有效預防並減低急難救助人員傷亡；當地震來臨，造成建築物倒塌時，救難人員在進行倒塌建築物內人員救助時，急救人員須冒著餘震或再次倒塌風險進入建築物搶救人員，若救助人員使用無人地面載具執行災害急難救助工作，於第一時間搶救生命，可有效預防二次災害發生。

(二)特殊區域地形偵、調查

無人地面載具可進行特殊區域、如隧道、溝渠及涵洞等偵、調查工作，以台灣為例，台灣隧道工程自獅球嶺隧道以來，隧道已完成總長度逾 300 多公里，多數隧道因建造年代較老舊及久遠，使隧道較易受如地震或邊坡滑動等外力作用，需考量加以整修、補強或加以改建。³⁶而無人地面載具要執行隧道調查工作時，搭配高解析度相機及攝影機，可深入隧道內先行偵測數據，探測有無危險因子存在，將數據回傳，讓操作員得以分析數據，有利探測工作之進行。

(三)核生化環境作業

在核生化環境下作業，核生化災害因災害因素具不確定性，在情資未

³⁴編輯部，〈從 MDARS 模組化偵測暨響應系統看見未來無人車革命〉《尖端科技軍事雜誌》(台北)，第 380 期，民國 105 年 4 月，頁 41。

³⁵C4ISR:即指揮、管制、通信、電腦、情報、監視、偵查 Command、Control、Communication、Computer、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance。

³⁶〈擴建隧道之設計與施工案例探討〉《中華顧問工程司》

http://www.ceci.org.tw/book/56/ch56_11.htm，(檢索日期: 民國 106 年 2 月 12 日)。

明下，人員受到極大的風險，不可貿然進入災區，於這樣極具危險環境中作業，無非是將風險攀到最高，然運用無人地面載具進行核生化環境作業，將載具回傳之數據加以分析，並以無人地面載具進行核生化災害初步排除工作，利於持續檢測後續狀況。

伍、本軍建構無人地面載具思考方向

我國中山科學研究院於 2017 年亞太智慧防災高空論壇暨新科技設備發表展中，展出了一款「偵察暨無線中繼用小型無人地面載具」，體積小巧、易於攜帶。此地面無人載具可提供 1 公里的有效遙控距離和 2.5 小時的續航力，裝配 GPS 定位器、360 度可調式監看鏡頭和三頻 MIMO 無線通訊等裝備。可應用於高危險性的石化、核電廠產業，亦適用於軍警或消防用途如巡邏、偵察爆炸物品、火場拍攝等等。這款無人載具可以因應需要換置不同配件，如熱成像相機、輻射探測器、加裝履帶等。³⁷而民間發明無人地面載具動作頻繁，2016 年歐洲盃國際創新發明展中我國作品發光發熱，由民間學院研發的極地探索載具，可在第一時間進行探索或搜救時，先行派遣探索載具進行相關任務，適合在雪地、沙漠及其他極端地形上執行任務；另外多功能履帶載具，結合一具多元功能之機械手臂，能於遠端或安全區域進行遙控控制，並具備類似人類手臂功能的設備，手臂末端模組能結合夾爪模組、金屬探測及毒物取樣等模組以進行危險爆裂物移除、金屬物品探測、汙染物品取樣與生命探測等功能，能有效降低意外及天然災害救援時之危險。

我國軍、民方載具工藝水準達一定程度以上，未來如能依據國軍防衛作戰之需求，整合軍、民間企業研發之能力，建構出所屬地面無人載具，以強化我軍地面作戰之能力。

一、建構無人地面載具思考方向

建構無人地面載具思考方向朝發展共同工作平台、階段區分由簡入難、提供戰場環境保護、集群網路作戰能力及結合虛擬實境模擬訓等面向分述如下：

(一)發展共同工作平台

在台澎防衛作戰，本軍依平、戰時需建構無人地面載具，平時以災害急難救助、特殊地形偵查為主，戰時以具爆裂物處理能力，能立即投入城鎮作戰為主；災害急難救助部分以無人地面載具執行災害急難救助，可有效預防二次災害發生；另無人地面載具可用於特殊區域偵察，如隧道、溝渠及涵洞等偵、調察工作，無人地面載具在執行隧道調查工作時，搭配高

³⁷<無人機地理信息方案：固定翼機測繪 3D 地形雲端地圖分享空拍記錄>，《dronesplayer》
<https://www.dronesplayer.com/60969/固定翼無人機測繪-3d-地形-雲端地圖分享空拍記錄/>(檢索日期:106 年 5 月 20 日)。

解析度相機及攝影機，可深入隧道內先行偵測數據，探測危險因子數量與性質，將數據回傳分析數據，有利探測工作之進行。

因此，無人地面載具需建構共同平台，並依平、戰時任務實施載台更換，平時執行災害急難救助、特殊地形偵查任務時，組裝救助及地形偵查裝置於共同平台上，執行後勤支援任務，組裝補給裝置於共同平台，而戰時執行偵察任務，結合機器手臂或偵查需求之裝備，執行武裝戰鬥時，亦能將武器與共同平台結合，而爆裂物處理能力之無人地面載具，亦是不可或缺之一環，以能立即投入作戰，能多面向有效任務執行。依據美國的研究報告，美軍在作戰時所受極大威脅在於潛在危險的爆裂物 IED(Improvised Explosive Devices)之影響，因此戰時處理爆裂物的無人地面載具極為重要，然而美軍運用在戰場上排除爆裂物之無人地面載具，已成功解除了 1 千多個爆裂物，然而英、法、俄各國也都對無人地面載具運用於爆裂物處理有多加著墨。

(二)階段區分由簡入難

無人地面載具依戰場使用環境功能，區分小型無人地面載具由單兵攜行實施偵查使用，使用輪型或履帶型。中型無人地面載具，由操作手實施操控，戰鬥及後勤支援使用，以輪、履帶型為主。大型無人地面載具，操作手實施操控，實施排雷使用，以大型履帶為主。³⁸然無人地面載具發展階段規劃，本軍以發展後勤支援之無人地面載具及營區巡邏為第一優先；第二階段以本軍城鎮作戰，對於偵查有極大需求，發展單兵攜行之無人地面載具，伴隨單兵實施小規模作戰，有極大功效。而武力較強大的武裝無人地面載具亦是第二階段規劃發展不可或缺的一環(如表六)。

表六 無人地面載具發展階段規劃

分類	中型 無人地面載具		小型 單兵攜行	中型 載具	大型 無人載具
發展階段	第一階段		第二階段		第三階段
用途	後勤支援	區域巡邏	偵查	武裝	排雷
型式	輪型	輪型	輪型	輪型	
	履帶型		履帶型	履帶型	履帶型
共同平台	需求	需求	需求	需求	需求

資料來源:筆者自行繪製

我國屬防禦作戰，在城鎮內實施作戰機率大，在城鎮地區展開戰鬥任務，此時，在我方陣地周邊部署無人地面載具，執行監視任務。如果

³⁸同註 4。

發現敵人趁入夜來襲，就可以用武裝地面載具射擊將之擊退，碰到敵人潛伏的建築物，也能用於偵查或攻堅任務。³⁹城鎮作戰能力求快速接戰，由於城鎮隱藏多重死角，在接戰瞬間無太多反應時間，如何先期發現敵軍，即為一重要課題。美國陸軍執行城鎮作戰訓練，已將士兵搭配無人地面載具訓練課程納入訓練項目。

(三)提供戰場環境保護

本軍現階段持續實施新型戰鬥車換裝任務，對人員於戰場環境提供優良的保護，然若需下車實施搜索或戰鬥時，如何能確認戰場環境、維護下車戰鬥之安全，為重要戰備考量，若運用無人地面載具，操作員於車上操控無人地面載具方式，先行實施戰場下車環境搜查，確認安全時，人員再下車戰鬥，甚至當無人地面載具搜查時發覺戰場危險，亦可直接依控制中心指令實施對敵射擊。現今第四代戰爭⁴⁰不再侷限於特定的地區，而是包括整個社會對應新的挑戰及變化。⁴¹相對於第一代人力戰爭、第二代火力戰爭及第三代機動戰爭，第四代非正規、不對稱作戰，甚是需要發展無人載具因應未來作戰型態之需求，然當戰爭轉換為地面作戰時，則無人地面載具將扮演著重要輔助角色。無人地面載具運用於各惡劣作戰環境執行任務，其承受之能力也遠遠超過載人的系統，而以投入的成本而言，也遠低於載人的戰車或戰機等，當無人地面載具被破壞時，也不需面對人員傷亡後續之撫卹或醫療給付等問題，故發展無人地面載具是必要之舉，國內對於武器、觀瞄、射控、監控及機電整合領域皆有其足夠相關之專業領域素養及研發能力，未來加以整合，可提升效益，以下是各國相近無人武裝地面載具價位。(如表七)。

³⁹同註 33。

⁴⁰第四代戰爭：第四代戰爭的主要特徵在於其非國家組織不但擁有刀槍棍棒、爆炸物等操作簡單、成本低廉的武器，還擁有一直以來只有國家才能擁有的導彈、地雷、化學武器乃至原子彈等新型武器。至於作戰對手，則是分散社會內部的小規模團體。

⁴¹<韓媒聚焦全球多款地面機器人動物型最可怕>《搜狐》，

<http://mil.sohu.com/20150405/n412067556.shtml>，(檢索日期:106 年 5 月 21 日)。

表七 各國相近型式武裝無人地面載具

國家	美國	俄羅斯	以色列
型式	角鬥士	平台 M	守護者
重量	726KG	800KG	1400KG
移動方式	履帶	履帶	輪型
價位(美金)	30-40 萬	30-40 萬	40-50 萬

資料來源:筆者自行繪製

(四)集群網路作戰能力

本軍若發展無人地面載具，除單一類型地面載具作戰外，亦須具備集群網路作戰能力，集群網路作戰能力能擴大戰果潛能，⁴²無人地面載具需求高空偵察優勢，無人空中載具亦須地面精確影像辨識呈現，將具備相輔相成擴大作戰效能之要求。美軍亦有關於無人地面載具與無人機組成的集群分布網絡的能力報告，在進行的模擬試驗後，顯現集群式運用比單一平台更為有效，驗證報告紀錄使用集群網絡擴大運用的彈性，可實施集群戰術，其預期戰果可具有很高的投資回饋潛力。⁴³(如表八)

表八 集群作戰效能

	偵察	偵察比	摧毀	摧毀比
單一	33	33%	11	11%
集群	90	90%	63	63%
單位：100 輛無人地面載具及無人機集群				

資料來源:筆者自行繪製

士兵為配合作戰所需，身上所配賦裝備越來越多，即使藉由科技將裝備設計變的輕巧些，部分士兵仍因裝備的增多而負重增加；另配賦電子設備的增加，電力供給，不論電池容量多大，終有耗盡，面臨更換或充電的問題。⁴⁴未來本軍建構無人地面載具時，亦需考量將電池充電容量，可藉由隨伴攜帶、運載攜行方式實施或太陽能轉換方式實施，減緩士兵裝備增多之負重，並增強無人地面載具執行任務之效能；另外，無人地面載具需增強其耐摔能力，尤其以伴隨步兵城鎮搜索之無人地面載具，需能讓士兵執行城鎮搜索任務時，能將無人地面載具移過門窗不致損壞，能繼續執行任務之能力，故無人地面載具是必要的作戰需求。

(五)結合虛擬實境模擬訓能

⁴²集群網路作戰能力:乃將不同類型無人載具，如無人空中、地面、水下載具，集群作戰單位，

⁴³李海元，〈智能無人化機器作戰系統〉，<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/2228379.html>，(檢索日期:105 年 9 月 17 日)。

⁴⁴<機器人上戰場！班級任務支援系統>《國防新聞網》，

http://www.ewmib.com/news.php?news_id=2&cate_id=6，(檢索日期:106 年 5 月 28 日)。

隨著科技的進步，VR(Virtual Reality)虛擬實境已經可用於結合軍事行動，培養操控無人地面載具操作人員進行爆裂物排除任務；而在操作實機之前，先實施模擬器操作訓練，強化操作員到載具操作之效能，結合各式實戰情境，如模擬城鎮戰、未爆彈拆除、偵察及搜索等相關課題，強化操作員基礎模擬訓練。另美軍無人機操作者的流失日愈嚴重，一份美軍的備忘錄中提到「無人機操作者的進一步流失，將會妨害無人機近年來的戰備與作戰能力！」⁴⁵分析其原因，操作員工作量大，雖然不用親身戰場經歷，但出勤需長時間緊盯螢幕畫面，且夜間出勤量逐年遞增，操作員無法適度休息，連鎖效應也導致家庭失和等因素產生。鑑於無人機操作員面臨之問題，未來無人地面載具操作員應適時適度公開獎勵，宣導操作者實際工作執行特殊性，並適度調整執勤方式，皆有助於操作者壓力來源之釋放。

二、建構無人地面載具性能提升趨勢

展望未來，本軍無人地面載具發展應由單兵操作、特定功用及多功能等方向實施性能提升，分述如下

(一)載具功能提升

載具未來功能提升項目有目標觀測、火力支援、偵監、數位鏈路、遙感、遙測、遙控、敵我識別及定位系統等。

1、目標觀測

單兵攜行無人地面載具因減輕攜行重量考量，針對其目標觀測係數及解析度不如後方監控平台，以 Packbot 背包無人地面載具為例，其視頻為 10.5 吋，搭配 128M RAM 處理器。⁴⁶若將單兵之操控畫面提升，將利於士兵於第一線作戰時，可立即目標判斷，當影像同步配合後方指揮平台時，除可讓指揮官能清楚接收影像與訊息外；其特定功用與多功能地面載具，若由後方指揮平台直接控制時，對於目標觀測品質將可再提升。

2、火力支援

目前各國單兵操作之無人地面載具以排爆、偵察及障礙排除為主，其使用機械手臂進行任務時，因前線任務有極大不確定性及危險性，雖載具易遭敵損壞，但是不致危及人員性命；然若於單兵攜行之

⁴⁵趙武靈，〈從 Good Kill 一片看無人機駕駛內心問題〉《尖端科技軍事雜誌》(台北)，第 372 期，民國 104 年 8 月，頁 90。

⁴⁶<i>Robot PackBot® 510 with EOD Kit> 《iRobot》，
http://www.asimo.pl/materialy/download/iRobot_510_PackBot_for_EOD_Technicians.pdf
(檢索日期:106 年 5 月 28 日)。

無人地面載具內建小型自衛武器(如手槍)，在載具執行任務遇敵單兵時，尚能保有輕型武力，當與我單兵同進時，亦能行火力支援，而特定功用及多功能地面載具，皆依任務配屬輕型或中型支援火力，能行火力支援。

3、偵監

傳統的無人地面載具偵監方式，最常見的是透過網路下達控制指令，而操作者使用電腦搖桿與無人載具上的伺服器相連結，透過 TCP/IP 通訊協定對 Internet 資料存取並傳遞控制訊息及執行狀況至無人載具，然而其缺點是頻寬及速度限制，易造成訊息傳遞延遲，在軍事運用上效果普遍不佳。⁴⁷而現階段行動通訊已進入第四世代 4G(4rd Generation)，藉由 4G 行動通訊作為監控載具方式將比傳統的 TCP/IP 通訊協定監控方式更無死角，將可大幅提升偵監能力。

4、數位鏈路

單兵操作之無人地面載具，現行傳輸僅於單兵手持之操控台與載具之間實施傳輸及通聯，當無人載具執行任務區域中，如遇緊急或需回報事件，則由單兵另行傳輸後方控制台，甚為不便，若整合實施數位鏈路。⁴⁸讓後方總控制平台與單兵傳輸載具整合，將實況同步顯示，將更顯功效。

5、遙感、遙測、遙控

遙感是遠距離的感知，遠端獲取資訊，遙測主要是用於遠距離的監測，而遙控是遠距離的控制，遙控脫離了線路的限制，能够在空間進行遠程控制。⁴⁹而無人地面載具以感測器於遠端實施遙感，其成效關係感測器數量及敏銳度；目前受限於網路通訊，其遙測及遙控品質普遍不佳，使用行動通訊將有助於提升遙測及遙控品質。

6、敵我識別

無人地面載具依賴內建資訊實施運作，無法在情勢多變的戰場偽裝或欺敵措施時，無法有效判明敵我，恐有遭敵破壞、淪為敵方使用

⁴⁷<網路通訊協定的定義>《Idvs》，<http://www.idvs.mlc.edu.tw/04teaching%20unit/01data%20processing/Resourcess/6.html> (檢索日期:106 年 7 月 9 日)。

⁴⁸數位鏈路:以光纖為骨幹傳輸，採用數位信號傳輸資料並使用時分復用技術提供線路分幀能力，可以承載多種傳輸協定並要求在傳輸時進行協定轉換的資料傳輸鏈路技術，稱為數位鏈路。

⁴⁹同註 3。

或誤傷我軍之疑慮，現階段應有效建立資料庫，強化敵我識別能力及作戰場景使用。

7、定位系統

目標定位的需求廣泛存在於軍事用途，因此定位技術的好壞往往扮演著相當程度的重要性，然而無人地面載具在複雜的地形環境中行駛，GPS (Global Positioning System) 多路徑反射的問題會很明顯，這樣的 GPS 定位訊息很容易會有幾公尺的誤差。對於軍事運用來說，這樣的誤差易造成誤擊事件，然而傳感器本身也有偏差與噪音等問題，透過使用卡爾曼濾波⁵⁰融合技術，以達到較好的定位效果。⁵¹

(二)整體面向功能提升

未來整體面向功能提升包含優良夜視能力、具備模組化能力及雲端學習能力等。

1、優良夜視能力

優良夜視能力是無人載具夜視需求重要項目，夜視系統(Night Vision System)主要採用主動紅外線成像技術⁵²與熱成像技術。早期主動成像技術的有效率僅為 5%，到現在的有效率可達 25%-30%，可滿足近距離到中遠距離的紅外線夜視突破，而遠距離的夜視監控則採用新的雷射夜視技術。近年來，夜視技術的研究出現了新的趨勢，國外研究機構對仿生夜視技術展開研究，有工程技術⁵³及生理應變等兩類仿生夜視。例如美國科學家蛇類(蟒蛇或窪地毒蛇)可以利用一種夜視蛋白質，在漆黑夜晚發現獵物並捕獲，科學家們在研究，如果此種蛋白質能感知紅外線，就有可能用它製作夜視系統的傳感器。⁵⁴

2、具備模組化能力

隨著無人載具創造技術逐漸進步，無人載具模組化日趨重要，而

⁵⁰ 卡爾曼濾波：根據感測器量測的訊息資料，利用數學方法對動態目標進行估測，稱之卡爾曼濾波。而卡爾曼濾波實際上是一套線性濾波的遞迴公式，利用這組遞迴公式從已知的初始狀態值開始，當每次獲得新的量測值後，只需利用已算出前一時刻狀態估計值，根據內建方程式即可計算出新的狀態估計值。這種方法可以減少濾波裝置的計算量及儲存量，適合用於目標觀測，可即時計算系統之狀態值及預報下一時刻的定位。

⁵¹ 〈GPS 及慣性傳感器在無人駕駛中的應用〉《每日頭條》，

<http://kknews.cc/zh-tw/car/aqjqlj.html#.WWBLrHKnHzs.lineme>(檢索日期:106 年 7 月 8 日)。

⁵² 主動紅外線成像技術:把目標物體反射或自身輻射的紅外輻射圖像轉換成人眼可觀察的圖像。

⁵³ 工程技術仿生夜視:用工程技術模擬夜間動物視覺器官的特殊功能，創造出的仿生夜視。

⁵⁴ 〈淺談車載夜視系統發展趨勢〉《READ01》，<http://read01.com/57zJ5m.html/>(檢索日期:106 年 2 月 20 日)。

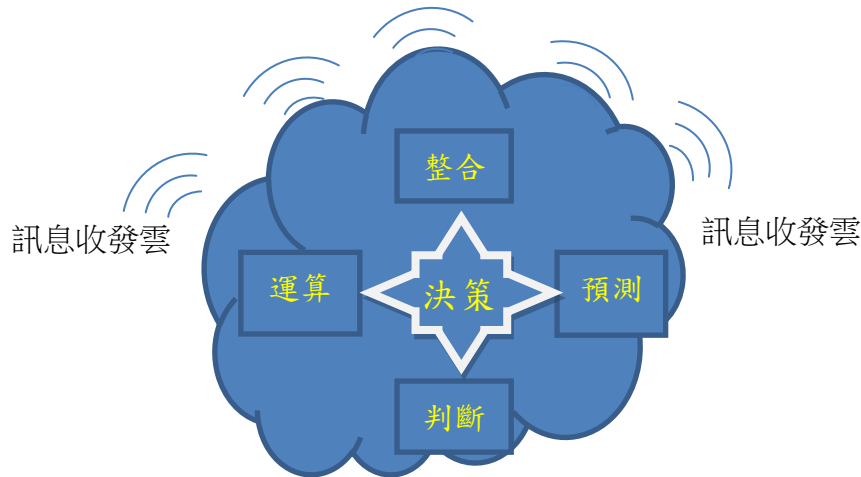
美國雷神公司與愛沙尼亞米爾萊姆公司共同對外展出一具模組化雛形的地面無人載具，德米斯模組化步兵系統，其最大的特色是以車載式平台為基礎架構，中心有一中央裝載艙模組，透過此模組化系統可整合各式裝備，如遙控武器站、激光測距儀、毒氣警報器及後勤工程運輸等模組。⁵⁵模組化設計可提升載具運用之彈性，擴充載具最大效用。

3、增強運作時間

目前無人地面載具需使用到動力的裝備繁多，如大量感測器、工作手臂、平台等，故載具多無法長時間運作，對需長時間執行之任務有很大制約性。如果有先進動力，無人載具的超長運作時間將成為可能，透過更強大的電池、燃料電池或可再生能源(如太陽能)，提高發電量及強度。⁵⁶原則上，無人地面載具需可完全執行任務，除非出現機械故障。

4、雲端學習能力

無人地面載具未來須具備雲端學習能力，以雲端為基礎，無人載具學習不依賴以規則為基礎的電腦程式運算，而是靠學習從大量資料中找出關聯性訓練而成的一種演算法。⁵⁷透過事件收發雲端，將事件資訊分析、資料運算、整合、預測最佳結果，最後提供決策。(如圖十)



圖十 智能化雲端學習概圖

資料來源：筆者自行繪製

事件決策亦儲存於強大雲端資料庫中，未來如遇相同事件，雲端

⁵⁵ 〈未來戰場的超級戰士，德米斯履帶式模組化步兵系統〉《讀覽天下》，
<http://m.dooland.com/index.php?s=/article/id/910543.html>(檢索日期:106年7月2日)。

⁵⁶ 保羅.斯查瑞，〈20YY 機器人時代的戰爭〉《國防工業出版社》，民國105年3月，頁91。

⁵⁷ 〈Google 無人車顛覆產業關鍵3堂課，雲端軟實力是技術領先關鍵〉《ITHOME》，
<http://ithome.com.tw/news/98678> (檢索日期:2017年2月20日)。

資料庫可立即決策，快速找出最適合無人地面載具進行判斷。在戰場上面臨不同地形、天候挑戰，戰場上瞬息萬變，透過智能化雲端學習，能立即決策制敵機先。

陸、結語

現代科技的快速發展，武器設計已趨向精密化，如何減少傷亡是作戰考量的重要因素之一，無人地面載具平時可保護軍事基地安全並執行救災任務，戰時可替代作戰人員於無特定戰場的環境實施掩護和偵察操作，在性能上不僅需有良好操控性及障礙穿越能力，並需對固定式目標進行監偵，以迅速提供戰場最新情報。且在現今國防兵員及經費不足狀況下，使得能執行勤務運輸、安全巡邏、預警偵查、爆裂物處理，武裝射擊、輔助作戰、傷患運送及後勤補給等類項之無人地面載具，已儼然從各國無人地面載具競賽中逐漸成形；未來由無人地面載具搭配戰鬥人員執行各項勤、任務工作將能相輔相乘，達事半功倍之效。

然如何發展最適合本軍運用的無人地面載具至為重要，近期發展以災防為主，作戰為輔，建議以災防、探測、安全巡邏型式無人地面載具為主，防災型無人地面載具搭配生命探測儀，能在災害發生時，破瓦殘壁中靈活運行，在第一黃金救援時間內，搶救寶貴生命，發揮其被設計之最大價值；安全巡邏型無人地面載具可執行營區多點設定，自動執行安全巡邏工作，並可執行載具間相互連結，當單一載具在實施安全巡邏遭遇暴民入侵，載具間能立即相互連結，並火速趕至現場實施支援任務及同步回報指管中心，利於指揮掌握。

中、長期以作戰為主、災防為輔，建議發展爆裂物處理、傷患救助、武裝類型的無人地面載具為主，以符合未來戰場執行軍事任務需求；爆裂物處理無人地面載具建議朝爆裂物探測及爆裂物處理等兩部分實施，爆裂物探測無人地面載具以輪型載具為主，採高度機動性，搭配精準爆裂物探測儀器，能立即偵測出多組爆裂物精確位置，如遇簡易爆裂物，爆裂物探測無人地面載具亦能自行排除，如遇大型爆裂物，立即回報指管中心，派遣大型爆裂物處理無人地面載具前往處置，然大型爆裂物處理無人地面載具建議採履帶型載具為主，並具備高強度安全防護設施，引爆爆裂物時，能掩蓋爆裂物爆炸範圍，保護人員安全。另外，以無人地面載具實施傷患救助，有極大需求性，戰場上瞬息萬變，傷損在所難免，傷患救助型無人地面載具要特別重視其運輸時人員的舒適性，戰場上之傷損皆為嚴重傷害，傷患在運送上要避免造成二次傷損，另須重視載具之防護性，載具須能抵抗敵軍 7.62 公厘(含)以下口徑機槍零星攻擊而不損壞，

能將傷患平安送至安全區域。武裝型無人地面載具，其模組化射控系統與平台，能裝載 7.62 公厘(含)以上機槍火力為武裝型無人地面載具標準配備，並具小型反裝甲武器能力，是伴隨我軍城鎮作戰之利器，具備一定速度機動能力，能伴隨戰鬥員機動前進，並具備可防敵軍 7.62 公厘(含)以下口徑機槍攻擊而不損壞之防護力，能正常執行作戰射擊任務。

無人地面載具研製初期投入經費大，但是一旦可以工業化生產形成流水線，生產速度將遠超於培養現役士兵的速度。每一個無人地面載具皆不需培訓，即可直接置入戰場擔任救災工作。⁵⁸然而，國軍救災視同作戰，本著人飢己飢、人溺己溺之精神，袍澤們如在進行天然災害救援中，若搭配無人載具進行災區探查及救援，定能在安全的前提下，圓滿完成任務，達到雙贏局面。

⁵⁸同註 2。

參考文獻

- 一、 保羅.斯查瑞，〈20YY 機器人時代的戰爭〉《國防工業出版社》，民國 105 年 3 月。
- 二、 白海軍，〈美軍新概念作戰系列-戰場無人機器人之較量〉，《化學工業出版社》，民國 104 年 8 月。
- 三、 坂本明，〈圖解未來兵器-從遙控炸彈到機器人兵器，圖解近未來兵器與戰場〉《楓書坊文化出版社》，民國 103 年 7 月。
- 四、 編輯部，〈從 MDARS 模組化偵測暨響應系統看見未來無人車革命〉《尖端科技軍事雜誌》(台北)，第 380 期，民國 105 年 4 月。
- 五、 趙武靈，〈從 Good Kill 一片看無人機駕駛內心問題〉《尖端科技軍事雜誌》(台北)，第 372 期，民國 104 年 8 月。
- 六、 亞力克斯，〈軍用無人地面載具(上)〉，《尖端科技》(台北)，第 364 期，民國 103 年 12 月。
- 七、 亞力克斯，〈軍用無人地面載具(下)〉，《尖端科技》(台北)，第 365 期，民國 104 年 1 月。
- 八、 萬麗，〈軍用無人地面載具最新景觀(上)〉《輕兵器半月刊》(台北)，民國 104 年 4 月上。
- 九、 萬麗，〈軍用無人地面載具最新景觀(下)〉《輕兵器半月刊》(台北)，民國 104 年 4 月下。
- 十、 李斯平，〈從無人黑鷹及無人車看全面自動化趨勢〉《青年日報》(台北)，民國 106 年 3 月 18 日。
- 十一、 李有觀譯，〈美軍研究無人駕駛地面車輛技術安全後勤保障〉
<https://read01.com/J8y7MP.html>，(檢索日期:105 年 5 月 11 日)。
- 十二、 張法憲，〈多功能地面載具與戰場機器人概述〉，
http://www.worldcitizens.org.tw/awc2010/ch/F/F_d_page(檢索日期: 民國 105 年 9 月 17 日)。
- 十三、 邱育祥，〈數位無線通訊於地面無人載具之實現〉，
<http://handle.ncl.edu.tw/11296/ndltd/51353053461463171869> (檢索日期:民國 106 年 5 月 15 日)。
- 十四、 李海元，〈智能無人化機器作戰系統〉，
<http://www.people.com.cn/BIG5/junshi/1078/2228379.html>，(檢索日期:105 年 9 月 17 日)。
- 十五、 楊安琪，〈機器人能穿越山林不摔跤〉，
<http://technews.tw/2015/08/19/google-boston-dynamics-robot-atlas>。(檢索日期:105 年 11 月 06 日)。
- 十六、 〈無人機地理信息方案：固定翼機測繪 3D 地形雲端地圖分享空拍記錄〉，《dronesplayer》
<https://www.dronesplayer.com/60969/固定翼無人機測繪-3d-地形-雲端地圖分享空拍記錄>/(檢索日期:106 年 5 月 20 日)。

- 十七、<美軍機器人強的沒朋友，不僅僅是工業實力強這麼簡單>《kknews》，
<http://kknews.cc/2h-tw/military/38mpm3y.html>。(檢索日期:106年7月2日)。
- 十八、<機器人上戰場！班級任務支援系統>《國防新聞網》，
http://www.ewmib.com/news.php?news_id=2&cate_id=6，(檢索日期:106年5月28日)。
- 十九、<網路通訊協定的定義>《ldvs》，<http://www.ldvs.mlc.edu.tw/04teaching%20unit/01data%20processing/Resourcess/6.html> (檢索日期:106年7月9日)。
- 二十、<遙感與遙控>，《百度》，
https://zhidao.baidu.com/question/559565337404216884.html?lqbl=relative_question_0(檢索日期:106年5月28日)。
- 二十一、<Google 無人車顛覆產業關鍵 3 堂課，雲端軟實力是技術領先關鍵>《ITHOME》
<http://ithome.com.tw/news/98678> (檢索日期:106年2月20日)。
- 二十二、<魔爪系列機器人>，《軍武介紹》，
http://pp-gold-1.blogspot.tw/2011/04/blog-post_1124.html (檢索日期:106年5月15日)。
- 二十三、<美國陸戰隊將採用無人地面載具(UGV)保護美軍基地安全>《PIXNET》
<http://adf20021021.pixnet.net/> (檢索日期:106年1月16日)。
- 二十四、<GPS 及慣性傳感器在無人駕駛中的應用>《每日頭條》，
<http://kknews.cc/zh-tw/car/aqjqlj.html#.WWBLrHKnHzs.lineme>(檢索日期:106年7月8日)。
- 二十五、<擴建隧道之設計與施工案例探討>《中華顧問工程司》，
http://www.ceci.org.tw/book/56/ch56_11.htm，(檢索日期:民國106年2月12日)。
- 二十六、<全球國防機器人哪家強>《壹讀》，<https://read01.com/ExaG48.html>(檢索日期:105年4月22日)。
- 二十七、<無人地面載具>《wikipedia》，<http://wikivisually.com/lang-zh/wiki>(檢索日期:民國106年5月15日)。
- 二十八、<淺談車載夜視系統發展趨勢>《READ01》，
<http://read01.com/57zJ5m.html/>(檢索日期:106年2月20日)。
- 二十九、Nexter Robotics small robot UGV Unmanned Ground Vehicle reconnaissance IEDs detection France French，
https://www.armyrecognition.com/french_france_defence_industry_company_uk/nexter_robotics_small_robot_ugv_unmanned_ground_vehicle_reconnaissance_ieds_detection_france_french.html，(檢索日期:106年10月29日)。
- 三十、France sells NERVA LG unmanned ground vehicles to the Gabonese armed forces，

<http://defence-blog.com/army/france-sells-nerva-lg-unmanned-ground-vehicles-to-the-gabonese-armed-forces.html>，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。

- 三十一、Unmanned ground vehicle，wikipedia，
https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_ground_vehicle，(檢索日期:民國 106 年 5 月 12 日)。
- 三十二、BAE reveals new unmanned ground vehicles to ‘take on dangerous jobs’<https://ukdefencejournal.org.uk/bae-reveals-new-unmanned-ground-vehicles-take-dangerous-jobs/>，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。
- 三十三、<iRobot PackBot® 510 with EOD Kit> 《iRobot》，
http://www.asimo.pl/materialy/download/iRobot_510_PackBot_for_EOD_Technicians.pdf (檢索日期:106 年 5 月 28 日)。
- 三十四、tEODor Explosive Ordnance (EOD) Robot, Germany，
<http://www.army-technology.com/projects/teodor-explosive-ordnance-eod-robot/>，(檢索日期:106 年 10 月 28 日)。
- 三十五、BAE Systems Unveils Ironclad Unmanned Ground Vehicle，
<https://defence.pk/pdf/threads/bae-systems-unveils-ironclad-unmanned-ground-vehicle.517414/>，(檢索日期:106 年 10 月 29 日)。
- 三十六、<IAI INTRODUCES ROBATTLE-A COMBAT MANEUVERING & SUPPORT GROUND ROBOT> 《IAI》，
<http://www.iai.co.il/2013/32981-47061-en/MediaRoom.aspx>。(檢索日期:106 年 7 月 9 日)。