

運用無人載具執行化生放核偵檢(測)之研究



作者簡介

作者楊程傑少校，畢業於指職軍官班 94 年班、化校正規班 100 年班、陸院 106 年班。歷任排長、連長、補給官、教官、參謀主任，現任陸軍司令部參謀。

提要

- 一、國軍負有保家衛國使命，在面臨傳統及非傳統化學武器攻擊和化學災害威脅環境下，作業技術更應與時俱進，人類生命寶貴又脆弱，用於執行化學偵檢及取樣作業，應須要更多高科技裝備保護與輔助其行動，以提升作業安全及效率。
- 二、本文開始即針對偵檢(測)作業中所產生之風險危害及現行作法不足，可精進之處提出說明。
- 三、現今無人載具已普遍運用於軍事、民事等各領域上，其所具備之特性恰巧可取代人類執行高風險之偵檢(測)及取樣等任務。如可運用高科技裝備結合傳統偵檢(測)來使用將產生出高效益及低風險，進而提出具體建議，以供國軍化學兵部隊未來運用及發展參據。

關鍵字：無人載具、多軸飛行器、空拍、福島核災、天津大爆炸

前言

近幾年核能及化學災害是近代人類科技進步時伴隨關注的議題之一，例如 1986 年發生於蘇聯烏克蘭之「車諾比事故」到 2011 年「311 日本福島核電廠事件」，都被國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)列為最重大的七級事故¹。上述兩次事件，不僅造成人員傷亡或病故，更對經濟、環境造成重大且長期性損失，尤其輻射外洩對人們造成的內心恐懼，更是難以抹滅。

工業科技發達也影響到氣候的變遷，引發各項災害，帶走了無數寶貴的生命，最讓我國印象深刻還是在 2104 年 8 月 2 日深夜當中的高雄氣爆，當消防隊接獲通報高雄市區多條道路疑似大量化學物質外洩時，而趕赴現場實施灑水壓制，但最後因工業化學物質外洩濃度過高引發多起爆炸，這場事件也造成 26 人死亡幾數百人受傷，最讓人不捨得是，死亡人當中就有第一線消防人員，由此可知在不知名危險情況，第一線人員是最危險及無保障，最後導致失去生命，讓人悲感痛心。

在前(2015)年「812 天津大爆炸事件」，亦屬人為管理不當，引發化學品災害，主要化學品為氰化鈉有毒物質，但因消防人員不瞭解該化學品的性質，貿

¹原能會在對外界公布核能事件資料時，仿照氣象單位區分颱風為輕度、中度、強烈之方式，將第 0 級事件稱為「未達級數事件」，第一級稱為「異常警示事件」，第二級稱為「偶發事件」，第三級稱為「嚴重事件」，第四級稱為「局部範圍意外事故」，第五級稱為「大範圍意外事故」，第六級稱為「嚴重意外事故」，第七級稱為「最嚴重意外事故」，<http://www.aec.gov.tw>。檢索時間：106 年 1 月 10 日。

然以水實施滅火，引發出更強烈的兩次大爆炸，此次現場將近 40 餘種化學品，數量達 2500 噸，全數燃燒下將造成人員生命、財產及環境污染等後續問題。

因此在時代進步、科技蓬勃發展迅速下，對相關的天然及人為災害之下，這幾年偵檢(測)技術也不斷精進和研發外，其中「無人飛行載具」(Unmanned Aerial Vehicle - UAV)用途極為廣泛且較具彈性而被世界各國加以運用，相較於有載人飛行、陸面及水下類型機具比較下，無人機具在產製及維護成本更佳低廉，滯空時間更長，在執行任務上顯示出高效益性及機動性等特點。加上訓練人員成本高昂且費時，在「無人載具」設計更可增加執行任務效益性及減少人員進入非必須的戰場或災區，因此如何透過高科技陸面、空中及水下等無人載具，迅速執行陸、空及水下偵檢(測)、分析及取樣作業，將可迅速獲得相關資訊，以達到減少人員風險及安全目標，實為當前重要之議題。

無人載具運用現況及發展趨勢

一、無人載具起源：

無人載具最早在 1920 年代就有開始研究，概念是用於軍事方面，開發時期是在一戰後，二戰中時期，曾以空中無人靶機使用。二次世界大戰²之後有數種發展路線。一種是以退役的飛機改裝成為特殊研究或者是靶機。一種是以專門設計的小型無人飛機擔任特殊的偵查或者試驗任務，第三種是以小型無人飛機取代大型飛機的任務。也因此隨著電子技術的進步，無人載具在軍事方面擔任偵察任務的角色上開始展露出他的靈活性與重要性。

二、無人載具運用現況：

從二戰開始發展出無人載具後，現正較發達的國家在軍上面以發展出上百種無人機類型，功能也遍及各種軍事運應用領域，諸如偵查、排雷、防化、攻擊、防禦，也在商業、社會及研究使用領域，諸如土地開發、土地利用勘查、房地產業願景攝影、都市計畫與景觀、緊急災害、颱風、土石流、林務、國道監測、河川、水庫、河川污染監控、海下勘查及環保稽查等等多樣運用。因此無人機的運用發展出陸面、水下及空中等三種類型(如表 1)。在軍用上及救災使用時，其發展不僅提升了戰鬥力也可避免傳統戰爭和救災期間大量人員傷亡。

²第二次世界大戰是自 1939 年至 1945 年所爆發的全球性軍事衝突，整場戰爭涉及到全球絕大多數的國家，包括所有的大國，並最終分成了兩個彼此對立的軍事同盟——同盟國和軸心國。這次戰爭是歷史上最大規模的戰爭，有 1 億多名軍事人員被動員並參與這次軍事衝突。

表1 無人機陸、水、空三種類型

	陸地類型	水下類型	空中類型
相關圖片			
名稱	PackBot	USNS 鮑迪奇號	MQ-9 收割者無人機
歷史	2003 年美國最早出現於伊拉克戰場的一款機器人，2011 年更因進入福島核電廠拍攝事故現場、偵測輻射劑量而聞名天下。	2016 年 12 月美國海軍在菲律賓賓蘇比克灣西北方，任務為收集海洋鹽度、溫度和水清晰度等相關數據，提供海軍使用。	2003 年美國通用原子技術公司，推出 MQ-9「收割者」無人機可為空中作戰中心和地面部隊收集、傳輸動態圖像，幫助地面部隊選用合適的裝備進行作戰，還可根據實際需要隨時開火。

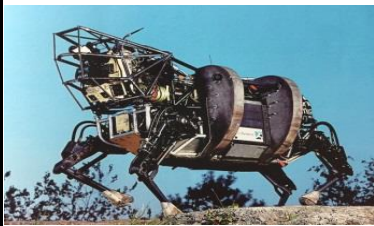
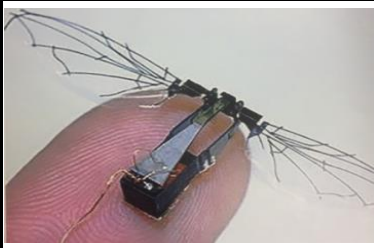
作者資料蒐整自製。

三、未來發展趨勢：

1920 年開始迄今已研發出上百種以上無人載具，在科技進步下我國也跟隨各國腳步陸續發展和研究，目前雖然發展緩慢，但已小有成就，從軍用空中無人機到民間公司進行商業及其他農林植保、影視航拍、電力巡檢等領域所開發的多軸飛行器。目前美國、日本等先進國家，已經朝向小型軍用機器人進行發展，機器人的發展方向體積勢將愈來愈小型、聰明及貼近人類平常生活。隨著 IC³ 技術發展進步，機器人可以做得更微小，既節省成本及材料，也節省大量能源消耗。在奈米科技方面的進展，甚至可做到肉眼看不太到的程度，讓它在細小的管子或裂縫中活動，甚至可以注入人體內部協助醫生進行手術、修復及觀察等工作。由於 CPU 和記憶體愈做愈小，運算卻愈來愈快，可處理的資料和速度成倍數增長。將來以奈米材料製成 CPU 和記憶體，容量將可大到難以想像，在未來的機器人勢將愈來愈人性化及聰明化。目前機器人的「智能」雖未能完全超越人類，但隨著人工智慧的演化及研改，機器人的智慧在功用及實用性將提高，達到超越人類的程度並非無可能(如表 2)。

³IC 是「Interrgrated Circuit」的縮寫，中文為「積體電路」，積體電路是將電機體、電阻、電容、二極體等電子元件整合至一塊晶片上，由於積體電路的體積非常小，使電子運動的距離大幅縮短，因此速度極快且可靠性高。<http://blog.xuite.net/>，檢索時間：106 年 5 月 30 日。

表 2 智能機器人

圖像	研發歷史	性能及特性
	2005 年研發，2008 年產出，並進行測試，由美國波士頓動力公司及軍方合作研發，主要用於物資運輸，能夠為戰場上是兵減輕負擔。	「大狗」機器人沒有車輪或者履帶，而是採用四條機械腿來運動，全長 1 米，高 0.7 米，重 75 公斤。能夠每小時 5.3 公里速度穿越粗糙地形，能背負 15.4 公斤物品。
	2013 年由美國波士頓動力公司及軍方合作研製，「阿克拉斯」機器人，主要用於搜索及拯救任務所設計，目前還在測試階段。	「阿特拉斯」機器人(希臘神話中的大力神)，身高 1.9 米，體重 150 千克，由頭部、軀幹和四肢組成，像人類一樣用雙腿直立行走。有 28 個液壓關節。它的腦袋包括立體照相機和一個雷射測距儀。能夠行走、取物，並且可在戶外穿越嚴酷地形，並用手腳進行攀爬。
	20004 年由日本 TMUSK 公司所研發出 T63 警戒型機器人，為室內智慧型保全機器人，能夠運用居家使用，來減輕人員成本和負擔。	T63 警戒型機器人，重量 110 公斤，移動速度 1m/s，可連續運作 8 小時，主要功能，可在樓層間自動巡邏、即時影像傳輸、遠端操控、自動充電，具有攻擊和防禦功能，並有取物、火焰及對人體等多重感測裝置。
	螞蟻士兵，是由美國研製的一種多功能超微型機器人，採用奈米技術，這幾年奈米武器的出現引起一場軍事革命，但在研發過程中，還須克服許多困難，近年來微型及超微型元件取得相當大進展。	奈米機器人體型僅有螞蟻大小，背上馭有一台微型太陽能動力裝置，復中裝有微型裝置及自主式導航裝置。它可以隱藏潛入敵人作戰指揮中心蒐集重要情報，也可以裝載微型高能行炸藥，直接摧毀敵通信指揮中心。

資料來源：1. <https://kknews.cc/tech/k9p96p.html>。

2. 許娟，《科技之力：全球智能武器》，頁 4~7；111。

3. 江文川，〈軍用機器人發展簡介〉《陸軍雙術月刊》，第 495 期，2007 年 12 月，頁 8~9。

無人載具執行化生放核災害偵檢(測)探討

隨著時代進步，科技及重工業快速發展下，人類在生活上的便利性也越來越明顯，但也伴隨人為災害的產生，當人為災害一發生時，往往造成生命及財產嚴重的損失外，也衍生出污染的後遺症，在近期這幾年當中，日本 311 福島及中國天津大爆炸事件所形成的災難下，運用出陸、空無人機結合的科技，如何執行災區偵檢(測)作業，增加時效性及降低人員風險，以下將進行探討。

一、日本311福島核災：

(一)事件概述：

日本於 2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分(臺灣時間 13 時 46 分)，在三陸沖發生 9 級地震，並引發海嘯及福島核電廠事故等複合性重大災害，是日本繼二次世界大戰以來最大的災害。

(二)傷害與影響：

日本 311 福島事件中，造成 2 萬多人死亡或失蹤，數兆台幣的經濟損失，而在環境方面讓日本 8%國土面積遭受到銫 137 的污染，須長達 30 年時間土地無法種植相關產業，在外海 30 公里內相關魚產業，大約 40%的日本黑鮪魚受到高劑量的銫污染，甚至連加州黑鮪魚體內都能測到輻射污染，對後續的經濟和生活環境影響甚大。

(三)偵測與結果：

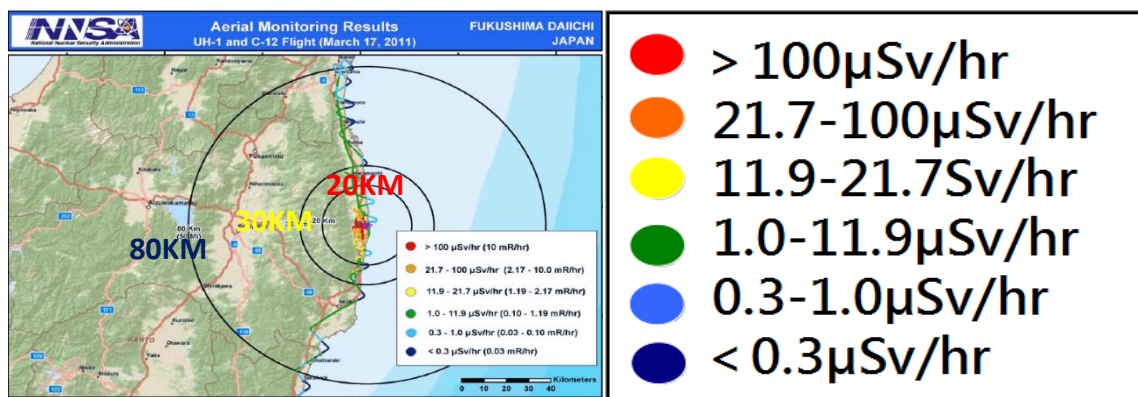
核電廠發生事故後，日本輻射線監控車偵測值由 0.07 上升至 1.4 μ Sv/h，並以每小時 1.4 毫西弗速度增加⁴，日本政府請求美國核管會(NRC)與美國能源部(NNSA)，派遣核災相關專家前往協助一同處理，3 月 14 日美國能源部組織 CMRT(Consequence Management Response Team, 以下簡稱 CMRT)先遣隊，派遣 25 員核災相關事件處理專家、4 員空中監測系統成員，前往協助環境監控任務。

1. 空中偵測：

(1)CMRT 先遣隊抵達日本橫田空軍基地，協助空中偵測部分，以 UH-1 與 C-12 飛機執行，空中監測系統成員於當日初步完成首航試飛。3 月 17 日開始從核電廠南端 80 公里處，由南向北，執行空中監測任務，飛行高度為 300~450 公尺，間距約為 600 公尺沿主要道路偵測，從核電廠為中心，向外半徑 20Km 偵測，劑量達 21.7~100 μ Sv/h 為高輻射劑量區；半徑 30Km 偵測達 1.0~11.9 μ Sv/h；在 30~80Km 以外偵測劑量顯示已達到 0.3~1.0 μ Sv/h，此次空中偵測共計執行超過 85 航次，飛行時數超過 490 小時，下圖為空中偵測成果輻射塵向西北擴散情形(如圖 1)。

⁴ 西弗是國際通用的游離輻射劑量單位，簡寫 Sv。1 西弗=100 倫目。微是百萬分之一的意思，微西弗就是百萬分之一西弗。西弗是一個相當大的輻射劑量單位，小的輻射劑量用微西弗來表示比較恰當。毫是千分之一的意思，毫西弗就是千分之一西弗。中等的輻射劑量用毫西弗來表示比較恰當。在台灣，天然背景輻射之平均值大約在每小時 0.1 至 0.2 微西弗之間。依據我國的游離輻射防護安全標準規定，一般人每年接受劑量限度不得超過 1 毫西弗（1,000 微西弗）<http://www.aec.gov.tw/www/gammadetect.php>。檢索時間：106 年 1 月 10 日。

圖 1 日本福島空中輻射監測結果



資料來源：Paul Guss, DOE Response to the Radiological Release from the Fukushima Dai-ichi, Nuclear Power Plant, U.S. Department of Energy, 2011, 頁 15。

- (2) 日本新潟縣妙高市的航空照片拍攝公司“Air Photo Service”利用小型無人飛機至高輻射區上空拍攝 150 張福島一廠外事故狀況及注水作業，照片顯現出(如圖 2,3)因受氫氣爆炸嚴重破損的反應器廠房及遭地震引發海嘯侵襲後一片狼藉的廠區，除無人機拍攝照片和視頻外，還進行空氣中樣本採集。



圖 2 美制 T 鷹無人機除可照相外，也可執行空氣取樣。



圖 3 為福島核電廠拍清晰相片。

資料來源：何偉 台電核一廠，〈日本福島事故的省思與經驗回饋〉《台電核能月刊》，352 期，101 年 4 月，頁 26-27。

2. 地面監測：

- (1) 日本化學部隊投入後於核電廠周邊地區約 20 公里外，執行 6 個點環境輻射偵測（全區計 106 個偵測點，分由中央、地方、警察、自衛隊及科研單位分工執行），同時執行地面監測期間，亦由美國 CMRT 戶外作業隊環境實地監測外，也蒐整日本政府自衛隊與美軍執行之環境輻射監測數值；同時，並蒐集相關地區土壤與飲水樣品採集來進行分析，截至 5 月底，共完成 504 個空氣樣品分析與 15 萬個各式測量

結果⁵(如圖 4,5)。



圖 4 仙台機場環境輻射偵測。



圖 5 現地監測與土壤取。

資料來源：譚建翊，〈美國支援日本福島核災之擴散模擬系統研究〉《核生化防護半年刊》，第 93 期，2012 年 5 月，頁 29。

(2)福島發生之後，有數個國家向日本提供機器人協助執行救災，此次支援任務美國機器人主要負責資訊收集，法國機器人則負責核輻射廢水的處理。美國 iRobot 公司此次協助支援的 4 個機器人實際上本來是用於中東地區伊拉克及阿富汗戰爭戰場偵察任務，在送抵日本災區前先進行部分改造，來因應救災使用。美國 iRobot 公司的 PackBot 和 Warrior (圖 6,7)等機器人是專為戰場所研製，到現今仍為美國運用戰場主力，美國也運用此次狀況將 PackBot 適時投入日本福島一廠。並也利用遠程遙控機器人 Warrio 負責清理反應器內殘骸並同時偵測輻射劑量，該環境輻射極高致使救援人員無法入內。也因此福島一廠的反應器輻射極高，救援人員 5 分鐘內受到的輻射便相當於一整年允許的輻射劑量。機器人運用顯然不存在此等問題，不僅可在危險區域內清理殘骸，也能運用測量輻射劑量。並借助機器人傳回數據及圖像，操控者亦能在安全距離監視。



圖 6 Packbot 於福島一廠 3 號反應器廠房。



圖 7 Warrior 機器人(清洗用)。

資料來源：何偉 台電核一廠，(日本福島事故的省思與經驗回饋)，台電核能月刊，101 年 4 月 352 期，頁 28。

⁵ Paul Guss, DOE Response to the Radiological Release from the Fukushima Dai-ichi, Nuclear Power Plant, U.S.Department of Energy, 2011, p2-15.

二、中共天津爆炸事件

(一)事件概述：

2015 年 8 月 12 日 23 時 30 分左右，天津濱海新區開發區瑞海國際物流有限公司突發大爆炸。爆炸共連續發生兩次，第一次爆炸相當於 3 噸 TNT 炸藥，等同 7 枚戰斧巡航導彈；在 30 秒後再次發生劇烈爆炸，相當於 21 噸 TNT 炸藥，約 53 枚戰斧巡航導彈，這次威力更加可怕和嚴重，當時現場騰起蘑菇雲，波及範圍更大。破壞力先後合計約 24 噸 TNT 炸藥當量。大爆炸威力驚人，方圓五公里建築物損毀嚴重，十公里內都受影響⁶。也因此造成大量人員死亡及財產損失(如表 3)。

表 3 天津大爆炸災情統計表

類別	災情統計
死亡	114 多餘人 (含 17 名消防員)。
失聯	約 57 人。
住院	700 人 (70 人重傷)。
災民	約 1 萬人。
毀損車輛	4000 多輛。
運輸設施	天津地鐵 9 號線東海路站遭震毀。
毀損房舍	受損房舍不計其數。
備註：2015 年 8 月 12~19 日統計結果	

資料來源：1. <http://www.appledaily.com.tw/appledaily>。

2. 作者資料蒐整自製。

(二)傷害與影響：

天津濱海新區發生爆炸後全區如同廢墟(圖 8)，現場還有劇毒化學物質外洩，當時起爆地點存放著硝酸鉀、硝酸鈉等硝酸鹽物質。這些固體氧化劑遇熱、碰撞都容易爆炸，現場檢出液鹼、碘化氫、硫氫化鈉、硫化鈉等 4 種物質。未波及周邊地區還存放約 700 多噸易燃性氰化鈉，爆炸造成現場的危險化學品燃燒逾 43 小時。隔日軍方出動約 217 名核生化救援部隊，先行針對事故現場執行空氣檢測，雖在現場暫無檢驗出氰化鈉毒性物質，但從事故現場倉儲上方黑煙，研判出有不知名的危險物質，後續透過精密儀器檢測，燃燒後產生化學變化衍生物三氯甲烷、環氧乙烷及甲苯等物質，均具有強烈毒性及致癌性；在排水口檢驗流放水亦驗出 3~8 倍的氰化鈉，顯示出已經外洩的警訊。隔日距爆炸現場半徑 6 公里處海河岸邊出現大量魚類屍體，大批魚殖死亡可能和危險化學品爆炸範圍影響或毒化物外洩影響有關⁷(圖 9)，更造成地區空氣及環境污染影響。

⁶香港《蘋果日報》，2015 年 08 月 14 日 A1 版。

⁷翻攝《華郵》網站 (goo.gl/SBTuWl)，2015 年 08 月 15 日。



圖 8 濱海新區爆炸現場



圖 9 海河大閘附近大批魚殖死亡

資料來源：聯合報 新華社，<http://udn.com/news/story/8489/1120805>

(三)偵測與結果：

當日下午 3 時 40 分，環保部門監測數據顯示，濃烈刺激性氣體主要為甲苯、三氯甲烷、環氧乙烷；其中甲苯濃度在 6 點時仍高於標準濃度。環境水質方面未受事故影響。爆炸後隔日(8 月 13 日)，軍方派出核生化救援隊抵達爆炸現場，檢驗出氰化鈉毒氣外，還檢驗出可能致死的神經性毒氣，立即要求當地人員提高防護和警戒，並在爆炸核心區 500 公尺處採集檢測，結果顯示氰化鈉和神經性毒氣指標都達到最高值，而北京化工博士門寶指出，毒氣吸入人體後，會與神經細胞作用，導致呼吸系統和心臟驟停致死。

同日凌晨 4 時，北京消防部門調派 2 架無人飛行機與 8 名核生化官兵至爆炸現場。利用無人飛行機隊在爆炸地區進行空中拍攝及影像傳輸，並將所得資訊繪製出 360 度全景事故圖(圖 10)，讓現場指揮官掌握最新資訊。在地面核生化救援隊則同步進行檢測出 29 個點含有氰化物(圖 11)，當地環保單位提醒民眾，勿碰觸可疑粉末，特別是不要潑水，以免物質遇水產生毒氣。8 月 14 日，事故區域被封堵的兩個排放口內地下管道，檢測出的化學需氧量(COD)超標 3 倍，氰化物超標 8 倍。



圖 10 360 度全景圖



圖 11 採集檢測作業

資料來源：聯合報 新華社，<http://udn.com/news/story>

傳統與無人載具執行化生放核偵檢分析比較

一、傳統偵檢作為

傳統偵檢作業方式，區分乘車偵檢及徒步偵檢作業等 2 項⁸，此 2 項作業方式均須進入熱區實施偵檢(測)及毒區標定作業，乘車偵檢作業適用大範圍、大面積污染地區，機動能力快速，作業時間較短，並可藉著作業艙內集體防護系統執行作業外，更可降低人員作業風險，確保作業人員安全，徒步偵檢作業則適合運用在污染範圍小的區域，偵檢(測)作業較為精確，惟作業所花時間較長，防護力較差，人員暴露在高濃度污染下對比乘車作業風險來的高。

依人員編組、訓練程度不同，配合 99 式核生化偵檢車⁹或輪型車輛，攜帶機具前往地區執行偵(檢)測作業，在作業期間因天候、地形、環境、污染種類及範圍的不同，有所差異，並影響作業人員安全之問題(如表 4)。

表 4 傳統偵檢作業優劣分析表

	優	劣
傳統偵檢作業	1. 偵檢作業較為精準。 2. 可獨立或統一執行偵檢(測)作業。 3. 人員不受建築物內部結構影響。	1. 易受地形或建築物限制。 2. 作業時耗用時間較久，增加人員風險程度。 3. 執行遠端監控時，易受地面熱源及障礙物干擾。 4. 發生爆炸或火災發生時，無法進入執行偵測或取樣影響時效性。

資料來源：1. 參照陸軍化學兵偵消部隊教範(第二版)

2. 作者資料蒐整自製

二、無人載具運用探討

近年來在無人機領域上突破及克服了很多缺點，如論是多軸飛行器、旋翼機或 UAV 無人載具，已發展出性能穩定、體積變小、重量變輕及傳輸無線電頻率控制上已有很大革新。透過無人具機使用，經有資料蒐整、資料整理及空間資訊等流程，來達到預期之效果。

如以化學兵部隊角度來探討無人機運用特性上，目前民間所使用的飛行器來進行空中檢測作業情況時，可區分兩個方面！一為演訓作戰支援，另一項以災防救援運用層面來進行探討。

(一)演訓作戰支援：

舉凡化學兵各項課程當中，皆從原則講解、影片收視、組合訓練、綜合教練及檢討等方式實施，但在檢討整個操演全程時，多依照教官所見狀況對學生實施講解，並未利用即時影像來教育，官兵因缺乏戰場圖像概念，僅

⁸陸軍化學兵偵消部隊教範(第二版)，第 3 章，3-56 頁。

⁹陸軍化學兵偵消部隊教範(第二版)，第 3 章。

憑記憶回溯或事後檢討錯誤，再持續不斷反覆練習，其效果因人而異，如能善加運用制式及非制式視訊教具，應更能提升演訓之功能。若基層部隊能搭配飛行器，可依其多視角之優勢，無論由部隊後方跟進，或以滯空模式俯視全程，均可有利對演訓狀況之掌握，在檢討講評時，以倒帶檢視或錄影回放的方式，還原影像，可使全員皆能有整體戰術運用之概念，以瞭解部隊訓練之缺失及改進之要項，如係屬重大演訓，亦可有利檔案紀實。

(二) 災防救援應用：

災害防救已為國軍當前重點任務之一，每年5至9月汛期來臨時，部隊依「超前部署、預置兵力、隨時防救」之指導¹⁰，派遣兵力前往責任地區待命，然而一旦成災，災情指管資訊來自部隊現有通資裝備、民間通報機制、媒體或部隊人力所能抵達之處，近年雖有衛星、無人機等高科技投入，但當發生化生放核重大災情時，往往第一線偵檢部隊情資都是被動獲得，不但無法立即執行作業，也影響救災時機。若基層部隊運用無人飛行器(如表5)，運用機動性強、即時掌握現場等優勢，實施熱區偵檢(測)及監測作業，獲取毒區種類、範圍或採樣作業，資訊回傳資料迅速整合(圖12)，讓現場指揮官瞭解現場最新情資，即刻處置縮短時效，將可減少時間浪費及降低作業人員進入毒區之風險。

表5 無人載具作業優劣分析表

	優	劣
無人機具作業	1. 載具形式多樣化，裝具成本低廉。 2. 可長時間執行作業，無須更換。 3. 執行偵檢(測)作業，減少人員進入損害。 4. 不受地形及障礙所限制。 5. 技術層面低、操作容易、攜帶方便。 6. 執行效率任務快，縮短作業時間。	1. 受天氣、電磁環境及所影響。 2. 不易應變突發狀況。 3. 自主防衛能力有限。 4. 非制式裝備，與國軍現有通資裝備不易整合。 5. 受建築物內部結構所影響。 6. 遠端遙控形成盲點。 7. 無線數據寬頻不足。

資料來源：作者自行整理。

¹⁰ 蕭英煜主編，《陸軍協助災害防救教範》(龍潭：陸軍司令部，民國102年7月)，頁1-5。

圖 12 天津大爆炸無人機飛行器前往熱區實施偵查



資料來源：《華郵》網站 (goo.gl/SBTuWL)

研究發現與建議

一、研究發現

目前以我化學兵部隊現況發展來說，雖有 99 式核生化偵檢車所配戴 M170 及德國布魯克化學遠距離遙測偵器¹¹，執行遠距離 5 公里標定概略污染範圍及監測作業之外，至今為止並無搭配運用其他相關科技裝備，以傳統偵檢作業方式已不符合部隊人員精簡之情形，均消耗大量人力、物力及時間，針對此項研究不難發現以下幾點：

(一)兵力能量不足：

現今部隊在人力精簡及人力資源相對縮減下，每年依然須執行各項演訓及配合各縣市政府災防演練，任務繁重，以我國化學兵部隊而言，偵檢班士官兵必須具備學士以上高知識、高技術作業人員，人員往往須耗長達 1~2 年時間培育和訓練，再配合執行各項任務所累積的經驗，在執行偵檢(測)作業上才算駕輕就熟，也因此突顯出兵力退伍及時間上銜接不足窘境，無法在人力充足有效遂行任務之問題。

(二)未結合現代科技：

先進國家，為提升人員在戰場及救災存活率，運用科技優勢及低成本情形之下，均朝向無人機器方向發展。我國為與其他國家競爭，國防部及中科院也在共同合作，運用科技研發相關無人機具，如能研發無人機具並與化學偵測裝備相結合，將來可在執行各項軍事或救災任務時，縮短作業時間。

(三)效益差風險高：

名將克勞賽維茲曾經說過，「真正的安全，才是勝利的保障」，不管是在軍事或平時救災情況下，化學兵如能結合現代科技無人機具，執行各項重大工作，將可在最短時間之下掌握最新資訊，並利用有限資源立即反應及

¹¹陸軍化學兵偵消部隊教範(第二版)，附件頁 7-2。

投入運作，增加偵檢作業效益，減少人員進入災區風險性。

二、建議

- (一)我國國防預算有限，人員精簡化情況下，建置裝備也些許不足，如兵監能提出作戰或救災需求，結合目前市場多款無人機具支援，研改成目前符合化學兵所須執行偵檢(測)等形式裝備，並利用駐地、基地訓練及救災實施驗證，以利軍事任務達成。在日本 311 福島事件當中，美國及英國協助日本，運用無人機具前往災區執行任務已有明顯效果，也因此世界上無人載具眾多，以目前化學兵特性及執行任務，須添購及研發出陸面及空中多軸飛行器，執行取樣、偵檢(測)及影像傳輸任務，來減低作業人員進入熱區進行作業，是有其必要性的。
- (二)以目前科技現況發展，陸面無人機及多軸飛行器較符合我化學兵部隊所使用，我國目前也有很多應用多軸飛行器用在救災及其他方面案例(如表 6)，在同年本國也針對日本福島事件實施「反恐金華演習實兵演練」，模擬恐怖份子挾持漁船、攜帶輻射髒彈進犯臺灣之情境。空中無人機機動起飛至輻射髒彈爆炸位置，進行遠端觀察、輻射劑量初步檢測，將影像畫面、輻射劑量偵測結果，傳回遠端輻射髒彈事故緊急應變前進指揮所(圖 13)。但無人機具其本身其能力限制，如能提升續航力(電源)和防護力，對我兵科後續使用將有很大的助益。
- (三)目前無人機多為空中機種，但我國現今法規並無相關明確規範，僅有「民用航空法」第 34¹²及 118 條¹³規定，遙控飛機於機場四周施放均視為有礙飛航安全物體，原則上禁止施放，除經該局評估未影響飛安情況且機場無航空器活動時及相關罰緩等規範，建議爾後使用訓練時，針對相關飛航法律教育和訓練，避免觸法。



圖 13 空中無人飛行載具執行輻射偵測。

資料來源：http://www.gis.tw/EPaper/2011/20110708/epaper_02.html

- (四)多軸飛行器及陸面無人機有利於化學兵部隊從事各項軍事任務之執行，建

¹² 〈民用航空法〉(法律類)第 34 條，全國法規資料庫。

¹³ 〈民用航空法〉(法律類)第 118 條，全國法規資料庫。

議能向上提案與中科院、軍備局及兵監訓練中心合作共同研改，爾後裝備配賦基層單位，並配合編裝、訓練教則及補保體系(商維)建立等，將可納入平(戰)時需求。

表 6 我國對多軸飛行器之應用

圖	像	運	用	說	明
				臺南市消防局指揮中心為取得大型地震災害圍、大規模淹水地區資訊，首創購置多軸飛行器，升空拍攝相(影)片，並將災害資訊傳回指揮中心，以整合救災資源及能量。	
				屏東縣府示範飛行機空拍、傳送影像、吊掛等救援任務，準確度提高還可載重 1 公斤，若遇災害，可吊掛救生衣給受困民眾，6 軸飛行機預計 2015 年加入行列，將成為防災新利器。	
				可製作 10 公分以內之正射影像，成果置於地理資訊圖台上，對區域作設計、規劃及管理等應用，並可對活動拍照及錄影、空拍全景圖或環景照、工程記錄及河川監測等加以運用。	
				社會運動時，除常見高架攝影機、SNG 轉播車外，媒體近來亦出動新式空拍攝影機，從空中鳥瞰拍攝現場。	
				有別於出動真正直升機到高空取景，為了降低成本及克服起降場地的限制，市場上已有高空攝影專用機出現，相較於遙控直升機，操控較為容易的「多軸空拍機」已逐漸流行。	
				民眾比照「發現臺灣」拍攝模式，以多軸飛行器空拍之現象，已有增加之趨勢，且較為普及至一般大眾。	

資料來源：徐偉勛，〈運用多軸飛行器執行軍事任務之探討〉陸軍雙術月刊，第 541 期，2015 年 6 月

結語

國軍因應相關組織調整，各兵科精簡化型態之下，人、物力資源不似以往充裕，加上現代戰爭型態朝小規模、高科技、高技術發展，唯有效掌握敵情，制敵機先之軍事運用才為現代戰爭制勝之道。世界各國在民間機關人員及軍方執行各項天然或人為災害時，往往暴露在風險高的環境之下而犧牲生命，現今

化學兵部隊除在駐地訓練、演訓及災防等多重任務下，期能藉由本專題，對軍事及救災任務執行上翻轉舊思維，結合民間科技產物之優勢，研發各項無人偵檢(測)及取樣裝備，讓化學兵同時運用在平(戰)時期，掌握最新訊息先期管控風險彌補其劣勢之處，達到相輔相成、事半功倍外，也能確保人員生命之安全，實為我化學兵部隊所朝向發展的目標之一。

參考文獻

一、書籍：

- (一)陸軍司令部頒，《化學兵偵消部隊教範(第二版)》，民國104年版。
- (二)陸軍司令部頒，《核子與輻射事件應援作業手冊(第一版)》，民國97年版。
- (三)許娟，《科技之力：全球智能武器》，第一版，(北京：化學工業出版社，2015年)。
- (四)許娟，《奇兵突襲，全球特種武器與裝備》，第一版，(北京：化學工業出版社，民國104年)。
- (五)板本 明，《圖解反恐維安系統》，楓書坊文化書版社，民國103年出版。
- (六)馮志光，《美國陸軍武器系統》，中共國防大學，民國99年出版。
- (七)林書豪、蕭明禮、王清正、陳建中，《國軍現役武器圖鑑》，知兵堂，民國101年出版。

二、期刊：

- (一)何偉 台電核一廠，〈日本福島事故的省思與經驗回饋〉《台電核能月刊》，第352期，101年4月。
- (二)盧兆偉，〈從自衛隊福島核災作為論化學兵救災整備〉《核生化防護半年刊》，第92期，100年10月。
- (三)譚建翊，〈美國支援日本福島核災之擴散模擬系統研究〉《核生化防護半年刊》，第93期，101年5月。
- (四)蘇育德，〈無人飛行載具(UAV)運用於國土安全與防衛作戰運用之研究〉《航特部100年度戰法研討會》，2011年6月。
- (五)李昌茂，〈各國迷你(微)型無人飛行器發展兼論對我之啟示與建議〉《陸軍雙術雙月刊》，第496期，2007年12月。
- (六)江文川，〈軍用機器人發展簡介〉《陸軍雙術月刊》，第495期，2007年12月。
- (七)余奏享，〈國土防衛作戰UAS情監偵運用〉《陸軍雙術月刊》，第529期，2013年6月。
- (八)徐偉勛，〈運用多軸飛行器執行軍事任務之探討〉《陸軍雙術月刊》，第541期，2015年6月。

化生放核防護半年刊第 104 期

三、網路資料：

- (一)亞拓，〈M690L 六軸飛行機〉，http://shop.align.com.tw/product_info.php?products_id=5374，2014/09/18。
- (二)行政院原子能委員會官網，<http://www.aec.gov.tw/>。
- (三)日本陸上自衛隊官方網站，<http://www.mod.go.jp/index.html>。
- (四)〈調查核災 美將派無人偵察機〉，《中時電子報》，<http://news.chinatimes.com/world/50405800/132011031700646.html>。
- (五)鎂客網網站，<https://kknews.cc/tech/k9p96p.html>。
- (六)香港蘋果日報網站，〈天津大爆炸 化毒外洩 恐200死700傷〉<http://www.appledaily.com.tw/appledaily>。
- (七)聯合報 新華社，<http://udn.com/news/story>。
- (八)《華郵》網站 (goo.gl/SBTuWL)。
- (九)全國法規資料庫<http://law.moj.gov.tw/>，民用航空法。