

共軍無人飛行載具運用於救災之研究



吳俊賢士官長

國防部軍備局技術訓練中心士官長正規班 96 年班、
國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技 100 年
班；曾任助教，現任陸軍工兵訓練中心機械組教官。

提要

- 一、目前共軍已成立專責機構積極研發無人飛行載具，並於西元 2013 年雲南震災首度投入無人機實施災區探勘，我應對共軍的無人飛行載具運用於防災減損方面深入研究，透過資料蒐集，針對共軍現有無人飛行載具性能研判，現在及未來可能之災防運用，期能供我未來災防整備參考。
- 二、本次研究範圍針對共軍無人飛行載具(UAV) 現在及未來運用於災害防救方式實施探討，並研究相官方案應用於我軍之可行性。
- 三、研究共軍無人飛行載具(UAV)對於抗震救災之運用，藉此提升我工兵部隊災害救援能力、應變速度及情報蒐集能力，以適切判斷，投入人力、機具於災害潛勢地區及急迫救援災區。
- 四、礙於共軍無人飛行載具(UAV)較少有公開透明之資訊，且主要為投入軍事作戰，對於災害防救方面，UAV 之運用尚在起步階段，僅有雲南震災運用之實例，對於運用模式及資料蒐集不易，為本研究之限制因素。

關鍵字：無人飛行載具(UAV)、救災、情報蒐集

前言

西元 2008 年 5 月 12 日在四川地區發生大地震，造成嚴重傷亡，共軍立即迅速動員大量兵力投入災區進行救災。雖然在災情控制有極大貢獻，獲得大陸人民不少好評。但是在整個救災期間，共軍並未在第一時間啟動最新的科技裝備，例如衛星通信、無人載具、遙測照相、GPS 定位系統等協助救災，且交通與通信的嚴重破壞，導致大量救援兵力無法在 72 小時內投入最需救援之災區，貽誤救援時間。暴露出共軍在資訊掌握及情報獲得方面能力不足的嚴重

問題，因此如何提升救災部隊資訊獲得能力已是目前中共重要課題。而無人飛行載具因滯空長、操作簡易、攜行容易、機動性高、不受地形限制、提供即時影像與全天候等特性，可長時間值勤，相當適合運用於災情堪查與災損分析，災害發生後由於交通中斷，如運用無人飛行載具，深入災區空拍災損及交通景況，即時回報災情予抗震救災指揮部，提供指揮官彙整災區資訊適時判斷與下達正確決定於災害任務，將可大幅減少部隊投入時間，迅速完成救援整備工作。故本案特針對共軍無人飛行載具投入災害防救之運用情形，透過資料蒐集與研析，探討可否適用於我工兵部隊災防救中，期能供我未來建軍備戰參考。

共軍無人飛行載具(UAV)概述

一、無人機概述

無人飛行載具不同於一般載人飛行器，通常是指沒有飛行員於飛機上操控，藉由其他方法：如遙控或自動控制飛行，而執行特定任務的飛行器。依北約「軍事委員會空用標準化委員會」將無人飛行載具定義為「不搭載操作人員、使用空氣動力提供載具升力、可自主飛行或遠端操控、消耗性或可重複使用、可攜帶殺傷或非殺傷性酬載的動力飛行載具」而其任務執行涵蓋各項領域，需同時執行的任務選項堆疊、酬載量、作業時間、航程、作業空層及傳輸手段等因素則是決定載具的設計，目前幾種主要用途計有治安、災防、生化採樣、軍事、商業及其他等(如表一)。

二、中共現有無人飛行載具機型¹

中共對無人飛行載具作戰運用日

趨重視，已列入「非對稱作戰能力」重點發展裝備，積極循外購、仿製、自力研改等方向，陸續進行無人飛行載具研發、產製及運用，並建立無人飛行載具部隊，中共現有無人飛行載具機型頗多，軍事上主要用於偵蒐、戰場監視及電子戰對抗等，民間用途則運用於消防、國土地質監測及森林、海岸線的監測等一般任務。於依機型、用途、規格，可概略區分為 3 類構型(如表二)分敘如下：

(一)高空型無人飛行載具²

擁有滯空 10~24 小時及攜行 100~500 公斤之功能，主要承擔對長期跟蹤、工業情報及武器系統試驗監視等，屬戰略層級運用。目前中共已投入服役使用機型如下：

1.長虹一型無人飛行載具(如圖一)：高空多用途無人飛行載具「長虹一型」，主要用於軍事偵察、靶機或地質勘測、大氣採樣等科學研究。配有光學照相

¹ 曾祥穎，〈無人飛行系統之運用與展望〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 515 期，陸軍司令部，西元 2011 年 2 月，頁 127。

² 鄧詠政，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》(高雄鳳山)，第 237 期，步兵學校，西元 2010 年 8 月，頁 4。

表一 無人飛行機主要運用範圍說明表

無人飛行機主要運用範圍	
分 類	應 用 範 圍
治安	情蒐、海岸巡邏、搜索、反恐、反走私、空中追蹤
災害防救	火災偵測及撲救、搜救、水災災害評估、颱風(海嘯)早期警報、氣象資料蒐集
空氣標本採樣	生化、輻射值偵測及監控，早期警報系統
軍事	國土監控、除雷、偵蒐、戰鬥支援、潛艇偵蒐、戰場損害評估、戰場管理、目標獲得及標定、煙幕施放
商業	書信投遞、鐵公路、油管、油田、輸電系統監控、視訊通信轉播、魚訊監控追蹤、汙染監控、林相、航空測繪、地熱探查界測繪
其他	大型群眾活動監控、大型運動比賽慶典轉播

資料來源：作者綜合網路資料後自製。

表二 無人飛行載具(UAV)型式功能分類表

無人飛行載具(UAV)型式功能區分				
分 類	航程(km)	飛行高度(m)	續航時間(hr)	用途
高空型無人機	>500	7600	10~24	長期跟蹤、工業情報及武器系統試驗監視等
低空型無人機	70-200	3000	6~10	偵察、搜索、目標截獲、戰場監視、管理與目標、火力效果評估和戰鬥損失評估
微小型無人機	<10	240	1~2	空中監偵、目標獲得

資料來源：作者綜合網路資料後自製。

圖一 長虹一型無人飛行載具



資料來源：步兵季刊，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉，<http://210.79.232.155/hktd/ggfi/33ggfi.html>，西元2016年2月16日。

機、電視攝影機／前視紅外攝影機等。它由大型飛機載運到四千至五千公尺高空投放，然後自動爬升到工作高度；在飛行中，按預編程式控制高度、航速、飛行時間和航程，完成任務後自動返航，在程式控制或遙控狀態下進行傘降回收。

2.「WZ-2000」無人飛行載具³(如圖二):WZ-2000 是多用途無人偵察機,由貴州航空工業有限公司研製,可以攜帶偵察設備和對地攻擊武器,作戰時用來打擊防禦能力較強的戰術目標,甚至進行自殺式攻擊,以減少飛行員的損失。WZ-2000 採用輪式起降,航程約 2000 公里,採用一台渦扇小型發動機,外傾雙垂尾翼設計,機身則採用隱身設計,是種速度快,而且難於偵察的無人飛行載具。WZ-2000 機頭內安裝有衛星通訊設備或其他任務設備,因此可在全天時全天候條件下通過衛星向指揮部即時提供戰區圖像、電子情報,完成偵察和監視任務。

圖二 WZ-2000 無人飛行載具



資料來源:〈珠海航空展中共展示無人駕駛戰機〉《中國時報》(台北),西元 2000 年 11 月 8 日。

(二)低空型無人飛行載具⁴

耐航時間 4~12 小時,酬載量 25~100 公斤,主要功能為偵察、搜索、目標截獲、戰場監視、管理與目標和戰鬥損失評估等,屬旅級(含)以上戰術運用。

1.「ASN-104」無人飛行載具(如圖三):ASN-104 是一種小型低空低速無人駕駛偵察機。主要用於軍事偵察和民用航空測量,飛行高度:3200 公尺,作戰半徑:300 公里,滯空時間:2 小時,能提供敵方縱深 60 公里內戰場的空中偵察情報和即時監視。西元 1980 年開始研製,1985 年投入小批量生產全系統配備偵察機六架,地面站一套。機上裝有全方位航向飛行控制系統、無線電系統、航空照相機及攝像機等,一次飛行拍攝面積可達 1700 平方公里。該機借助火箭助推,在發射架上發射;起飛後,火箭自動脫落。飛機採用降落傘回收,機腹裝有一雙滑橇和減震系統,可吸收著陸時的衝擊負荷。

圖三 ASN-104 無人飛行載具



資料來源:步兵季刊,〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉,http://210.79.232.155/hktd/ggfi/ggfi.html,西元 2016 年 1 月 19 日。

2.「ASN-206」無人飛行載具⁵(如圖四):ASN-206 是一種多用途無人駕駛偵察機。1994 年研製,1996 年公

³ 鄧詠政,〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》(高雄鳳山),第 237 期,步兵學校,西元 2010 年 8 月,頁 8。

⁴ 鄧詠政,〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》(高雄鳳山),第 237 期,步兵學校,西元 2010 年 8 月,頁 6。

⁵ 鄧詠政,〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》(高雄鳳山),第 237 期,步兵學校,西元 2010 年 8 月,頁 7。

開，現已投入生產。該機飛行高度：5000~6000 公尺，作戰半徑：150 公里，滯空時間：4~8 小時。主要用於晝夜空中偵察、戰場監視、目標定位、校正火炮射擊、戰場損傷評估、邊境巡邏等軍事領域，也可用於航空攝影、地球物理探礦、災情監測、海岸緝私等民用領域。全系統包括 6~10 架飛機和一套地面站。具有數位式飛機控制與管理系統、綜合無線電系統和先進任務設備。該系統可以在 81 海裡遠縱深範圍內晝夜執行作戰任務，配備全景式照相機、紅外探測設備、攝像機以及定位校射等任務設備，最大任務設備重量為 50 公斤。

圖四 ASN-206 無人飛行載具



資料來源：步兵季刊，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉，<http://210.79.232.155/hktd/ggfi/ggfi.html>，西元 2016 年 1 月 19 日。

(三) 微小型無人飛行載具⁶：
UniEagle-X4 微小型四旋翼無人機(如圖五)

其機體長 870mm*寬 720mm*高 200mm、機體重量 2.2kg，續航時間 25 分鐘以上，遙控半徑 1,000 公尺，

最大任務荷重 0.8kg，工作海拔限制 5000m，最高升限 1000m，定位方式 GPS 定位。該機專為小範圍空中監視而設計。採用四旋翼的機械設計，透過機載電腦控制各旋翼之角度以變換飛行姿態，可按要求完成垂直起降、空中停留、偏航、俯仰控制等多種動作，取消升降舵與方向舵，完全由旋翼實施複合操控。該機為無線電遙控，具有體積小、操控靈活、維護簡便等優點，其攜帶的微型電視攝影鏡頭與發射器可向地面提供即時圖像資訊，耐航時間 1~4 小時，酬載量 25 公斤以下，主要用於空中監偵、目標獲得，以支援營級(含)以下部隊任務、供現場指揮官掌握情資，屬第一線戰鬥運用。

共軍無人飛行載具(UAV)救災之運用 一、發展起源

中國大陸地區每年都有各類型的天災，諸如洪澇、颱風、豪雨、土石流、乾旱、地震等等，這些大型的災害都非地方政府及公安所能處理，必須依靠共軍的預備役、民兵、水電武警及舟橋部隊(工程兵)所組成的救災專業部隊掌握與控制災情，然在西元 2008 年，四川地區發生了震驚世界的大地震。此次地震救災測試了共軍的指揮、運輸、動員及後勤等能力，救災任務結束後，中共總結了本次救災諸多缺失，其中造成救災指揮混亂的原因之一是資訊化程度不足，救災期間未能獲得充分且即時的空中觀測

⁶ 新華社，〈北京〉，<http://photo.pchome.com.tw/dav/idx0525/>，西元 2016 年 1 月 19 日。

以充分掌握戰區態勢，在組建前線救災指揮部47小時後共軍才到達所有受災的縣城，110 個小時後才抵達所有受災的鄉鎮，而這時仍有許多受災的鄉村處於救災盲點，使災民在無人相救的苦難中自生自滅，部分非重點地區得不到及時的救援及救援物資分配不當等問題，因此中共開始著手研發改革其救災體系、情報蒐集能力，並研究無人飛行器救災運用方式。

二、中共現行救災體系⁷

(一)各部會權責：中共政府為提升救災統合能力，成立「中共國際減災委員會」，主要任務是：研究制定國家減災工作的方針、政策和規劃，協調開展重大減災活動，指導地方開展減災

工作，推進減災國際交流與合作，是一個部際的協調機構。後更名為「國家減災委員會」(各主要部門的職能分工如下表三所示)；其中國土資源部及中國地震局已開始運用微小型無人飛行載具從事地質災害監測、重大地質災害監督管理、森林火災監測及地震災情調查與損失評估。

(二)軍隊救災權責：依據中共「軍隊參加搶險救災條例」第 3 條規定，軍隊參加搶險救災主要擔負解救、轉移或者疏散受困人員；保護重要目標安全；搶救、運送重要物資；參加道路、橋梁、隧道、搶修、海上搜救、核生化救援、疫情控制、醫療救護等專業搶險排除或者控制其他

表三 中共「國家減災委員會」各主要部門的職能分工表

中共「國家減災委員會」職能分工	
民 政 部	組織、協調抗災救災工作；組織查核災情，統一發佈災情，管理、分配中央救災款物並監督使用；組織、指導救災捐贈；承擔國家減災委員會辦公室，全國抗災救災綜合協調辦公室工作，擬定並組織實施減災規劃，開展國際減災合作。
國 土 資 源 部	負責地質災害監測、預警；協助搶險救災，協調重大地質災害防治的監督管理；國務院國土資源行政主管部門負責全國地質災害映及防制工作的組織、協調、指導和監督。
水 利 部	掌握、發佈汛情、旱情，組織、協調、指導全國防汛、抗旱、搶險工作，對主要河流、水庫實施調度，負責災後水利設施修復
農 業 部	負責組織重大農作物病蟲草鼠害、動物疫病、草原火災防制工作，幫助、指導災後農業生產恢復；調查、管理農情信息(含農業自然災害及損失情況)。
國 家 林 業 局	國家林業局負責沙塵暴、重大林業有害生物以及森林火災的監測和防治工作。
中 國 地 震 局	組織地震現場強地震監視、監測和震情分析會商；中國地震局負責中國國務院抗震救災指揮部辦公室的日常事物，匯集地震災情速報，管理地震災情調查與損失評估工作，管理地震災害緊急救援工作。
中 國 氣 象 局	負責氣象災害的實時監測、預警和預報，做好救災氣象保障服務；參與政府氣象防災減災決策，組織對重大災害性天氣跨地區、跨部門的氣象聯防，組織防禦雷電、大霧等氣象防災減災工作，歸口管理人工影響局部天氣工作。

資料來源：鄒銘、范一大、楊思全、陳世榮、王興玲，《自然災害風險管理與預警體系》(北京：歌學出版社，2010 年 5 月)，頁 30。

⁷ 王德利，〈共軍抗震救災角色-以四川救災為例〉《國防雜誌》(桃園)，國防大學，第 24 卷第 5 期，頁 41-43。

危重險情、災情等任務，共軍的救災任務部隊主要以地區武警、民兵、預備役以及現役的舟橋部隊為主。倘若災情擴大到非此類部隊能夠控制，才會動用現役的主要作戰部隊投入救災行列。

(三)部隊投入救災程序：在重大天然災難發生之後即進入災害搶救階段，在應急階段的指揮管制方面，有關部門立即組織災害緊急救援隊赴災區，並根據災區的需求，調遣公安消防部隊等災害救援隊伍和醫療救護隊伍赴災區、對災區緊急支援並回報應急工作進展情況。當災害造成大量人員傷亡或基礎建設損壞嚴重時，則調遣共軍和武警部隊參加搶險救災，各級各類救援隊伍均須服從現場指揮部的指揮與協調。

三、UAV 於搶險救災之運用

(一)運用實例⁸

1.西元 2013 年 9 月雲南彝良地震發生時，中共國家測繪地理信息部門即出動共軍武警救災部隊配屬之無人機(為 UniEagle-X4 微小型四旋翼無人機，以下簡稱 UAV)對災害發生核心區域實施航拍，制作《洛澤河震後航拍影像圖》，並獲取 20 餘平方公里高解析度影像，用於救援指揮和災情評估。據了解，該次地震發生後，國土資源部及國家測繪地理信息局立即指示雲南省測繪地理信息局啟動測繪應急保障計畫，第一時間組織無人機組

趕赴災區。無人機組在抵達昭通市並在彝良縣成功進行航拍(如圖六)，主要區域為重災區洛澤河鎮，航拍時長 35 分鐘，獲取航拍單片 164 張。

圖六 武警救災部隊配屬之無人機對災害發生核心區域實施航拍



資料來源：新華社，〈北京〉，
<http://photo.pchome.com.tw/dav/idx0525>，西元
2016 年 1 月 19 日。年 1 月 19 日。

2.武警救災部隊後續將航拍所得照片回傳雲南測繪地理信息部門快速制作完成《洛澤河震後航拍影像圖》(如圖七)，並送交抗震救災指揮部用於救災指揮工作，並由測繪地理信息部門把震區災前災後影像進行對比(如圖八)，製作環景拼接影像成果，展開災害、地質調查和測繪工作，對災區重建作全面、綜合的評估，以便選擇地質、地形條件適宜的地點開展恢復重建。UAV 具備機動快速、可於低空雲下作業特性，非常適合運用於國土監測與電子地圖、基本地形圖等基礎地圖圖資更新業務，對於災後重建區，辦理測繪圖資更新，提供災區重建後之地形及地貌比對供各界使用，發揮極大的經濟效益。

⁸ 新華社，http://www.gov.cn/zwggk/2006-12/29/content_486633.htm，西元 2016 年 1 月 19 日。

圖七 洛澤河震後航拍影像圖



資料來源：新華社，〈北京〉，
<http://photo.pchome.com.tw/dav/idx0525>，西元
2016 年 1 月 19 日。年 1 月 19 日。

(二)後續發展：現階段共軍正在加強資訊建設，提高其資訊化作戰能力，若能將此能力與救災相結合，則對共軍未來掌握災區情報能力將有莫大助益，未來中共仍將持續發展以UAV拍攝特定區域影像，支援防救災應變、國土監測、局部區域測繪圖資更新等方面，相關成果並可作為國土規劃管理、測繪工程、導航及民生建設等領域之參考資料。

無人飛行載具(UAV)於我工兵災防任務運用之探討

由前述資料可知，中共在無人飛行載具運用領域上已獲致大量成果，同

時仍積極研發新式無人飛行載具，透過共軍運用情形研討將其運用於我工兵部隊災防運用概述如下：

一、國軍現有無人機運用情形⁹

國軍現役無人機僅銳鴛型無人飛行系統，其系統架構採用起降及遠程遙控分離的架構(如圖九)，結構如下：

(一)地面導控站：一般包含資料鏈操作站臺、遙控載具駕駛站臺、任務指揮站臺、酬載操作站臺及天線單元五個機組。

(二)地面導控站分系統：負責擔任指揮中心，導控載具飛行並執行各項任務。

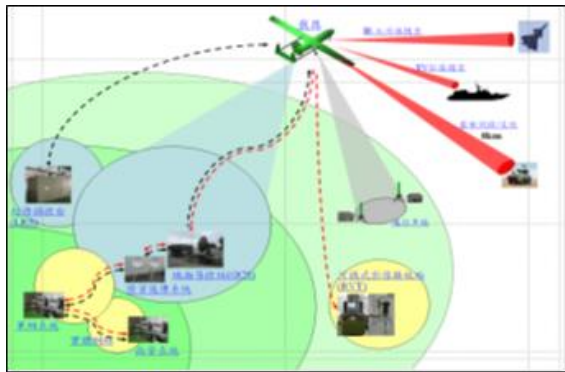
(三)起降操控站分系統：負責以目視操控載具起飛與降落。並且有運用於傳遞目標資料的情資後傳系統與。

(四)情資後傳分系統：為地面導控站分系統內之重要功能之一，負責將地面導控站所接收之情資傳送至指揮所，供指揮官掌握敵情及下達決心，並提供火協機構目標情資。

(五)可攜式影像接收分系統，於第一線作戰部隊之指揮所內建立，二人即可攜行，亦可固定於悍馬車、船艇、飛機等機動載具上，用以接收並顯示UAV所下傳之即時偵蒐影像，可開設於悍馬車上及第一線戰鬥部隊指揮所附近，顯示影像情資，供第一線部隊指揮官掌握敵情方便第一線單位情報獲得的可攜式影像接收站來支援指管通連系統(C4ISR)的運作。

⁹ 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》，頁 8-12。

圖九 銳鳶無人飛行載具系統系統架構圖



資料來源：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》，頁 8。

二、災害勘查之應用探討(風災、地質災害運用)¹⁰

我工兵部隊防災可運用國軍現有銳鳶系統或未來其它無人機系統，對易發生災害之潛勢區域進行偵查與監視或於災害發生時執行災損調查，以準確判斷情勢，有效進行救災任務，其方式如下：

(一)災害地區損害情形分析

利用無人飛行載具執行空中偵照，運用機上攜帶之各項功能之偵照儀器(如高解析度及紅外線感測)，將情資以通信鏈路傳回前進指揮中心或災防應變中心分析、運用或將所偵照之影像情資(如圖十)透過可攜式影像接收分系統傳至現場工兵救災部隊，運用最新情資，適時、適切投入至當機具執行救援或搶通機動路線。

(二)土石流潛勢區監視¹¹

颱風期間常會短時間降下驚人雨

量而引發山區土石流，往往政府相關部門及國軍僅能預先撤離部分高風險區居民，且地質調查一般僅限於平面，受限於地形地貌之阻擋，無法有效掌握及預判災情。無人飛行載具的航速低、滯空長及可回傳即時影像之特性，可以監視大部分潛勢區。另由無人飛行載具來執行危險性天候空中監視任務其風險性也遠低於有人直升機，可大幅提昇災防中心管制能力(如圖十一、十二)。

圖十 民國 101 年南投縣和社溪堰塞湖空拍影像



資料來源：(內政部國土測繪中心)，〈無人飛行載具系統專區〉，<http://www.nlsc.gov.tw>，西元 2012 年 6 月 12 日。年度戰法研討會》，頁 8。

圖十一 秀林村災區土石流衝擊路線右側即為秀林國小



資料來源：(自強國中航空社)，〈無人飛行載具〉，<http://www.hlc.edu.tw>，西元 2012 年 8 月 5 日。

¹⁰ 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》，頁 17-19。

¹¹ 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》，頁 17-19。

圖十二 監控將墜落的岩石



資料來源：(東森新聞雲)，〈基隆兩千噸姊妹石〉，
<http://www.ettoday.net>，西元 2013 年 9 月 3 日。

(三)資訊及通信傳輸中繼

由於風災及地質災發生時，可能造成原有電信系統損毀，使災區通信中斷，工兵部隊往往必須深入災區實施搶修，而現有無線電通信易受地形

阻擾，造成工兵部隊失聯，因此可使用無人機擔任通信(資訊)中繼站，中繼無線電信號或更遠距離的無人飛行載具即時傳輸的各項數據資料，使指揮、管制、通信、資訊能有效結合。

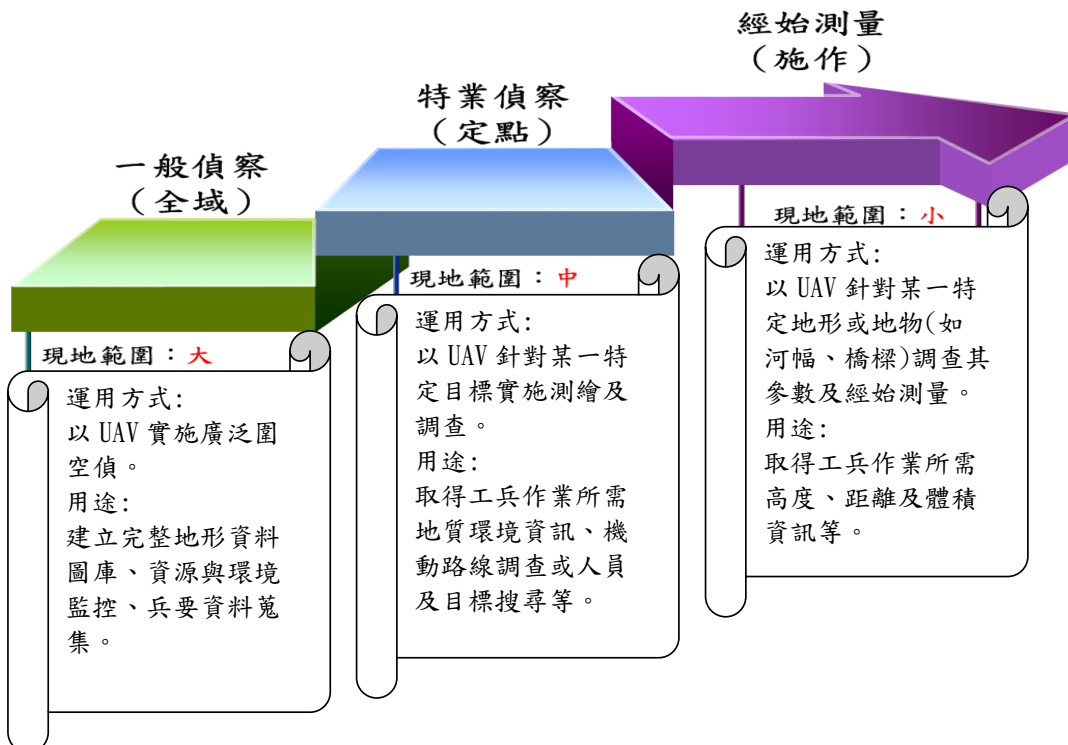
三、兵要調查之應用探討(工兵偵察運用)¹²

(一) UAV 於工兵偵察之運用(如圖十三)

UAV 運用於工兵偵察可區分為一般偵察、特業偵察及經始測量等三類支援型態，其運用方式如后：

1.一般偵察：以 UAV 實施針對指定之廣大地區或特定區域內尋覓蒐集以獲得一般性、廣泛性之工兵情報，以建立完整地形資料圖庫、資源與環境

圖十三 UAV 於此三種偵察支援之特性及方式



資料來源：石銘忠，〈工兵偵察作業規範及情報處理〉《工兵半年刊》(高雄燕巢)，第 137 期，工兵學校，西元 2010 年 11 月，頁 7。

¹² 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》，頁 20。

監控、兵要資料蒐集。

2.特業偵察：以 UAV 針對某一特定目標實施測繪及調查，取得工兵作業所需地質環境資訊、機動路線調查或人員及目標搜尋等。

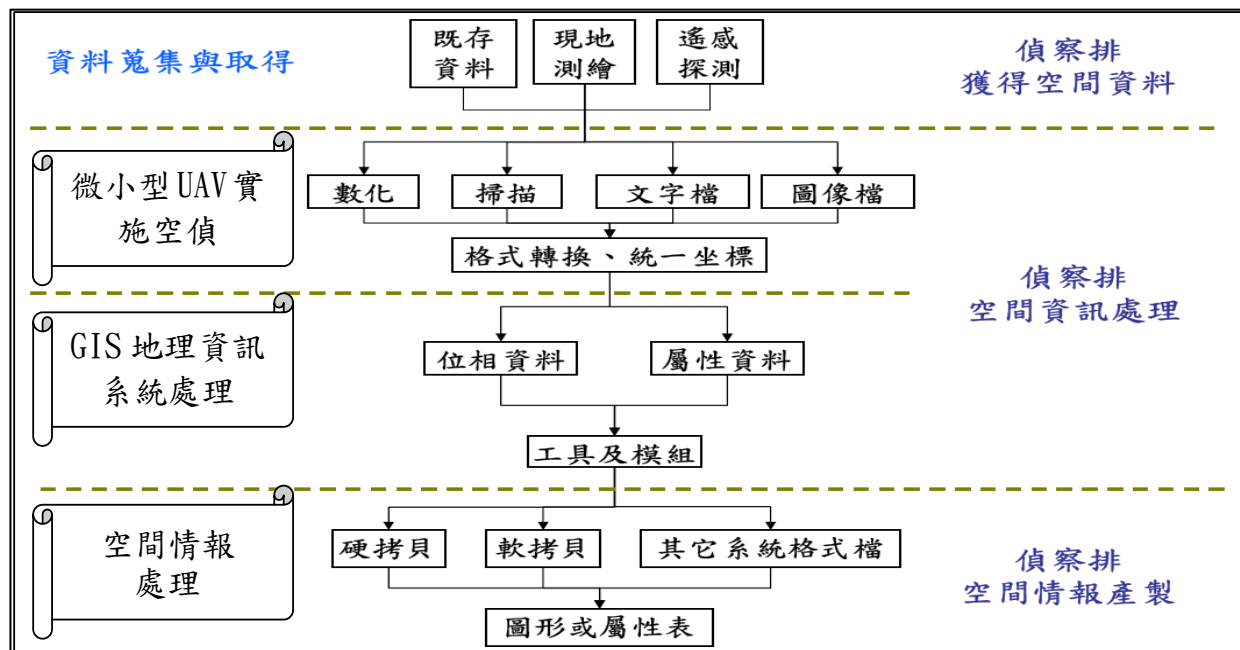
3.經始測量：為指揮官下達兵力運用決心後，以 UAV 針對某一特定地形或地物(如河幅、橋樑)調查其參數及經始測量，取得工兵作業所需高度、距離及體積資訊等，將設施配置參數及規劃藍圖於現地測設標記，以利工兵任務遂行。

(二)UAV 運用於工兵偵察之效益¹³

因此改善工兵偵察效能手段，即為運用空中偵照及數位化資訊整合，若能直接配賦予工兵部隊使用微小型

UAV，運用其輕量化、操作簡易及可獲得即時數位空偵影像之特性，搭配地理資訊系統(GIS)技術應用，對地形、資源與環境等空間資訊進行採集、儲存、處理、檢索、分析、顯示和輸出，其內容為將為工兵偵察資料套合、資訊萃取、工兵情報產製等作業步驟，提供空間情報支援和指揮決策的功能，其流程圖如下(圖十四~十六)：

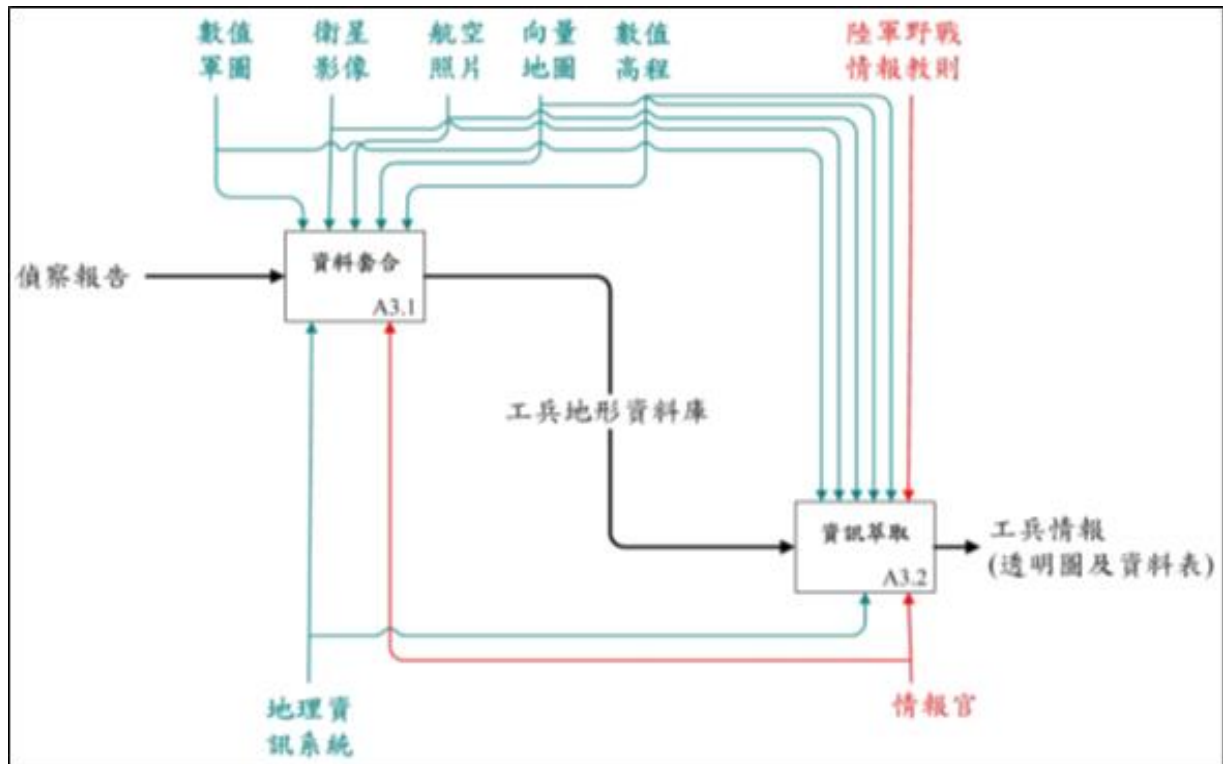
圖十四 UAV 結合工兵偵察及 GIS 之概念圖



資料來源：石銘忠，〈工兵偵察作業規範及情報處理〉《工兵半年刊》（高雄燕巢），第 137 期，工兵學校，西元 2010 年 11 月，頁 2。

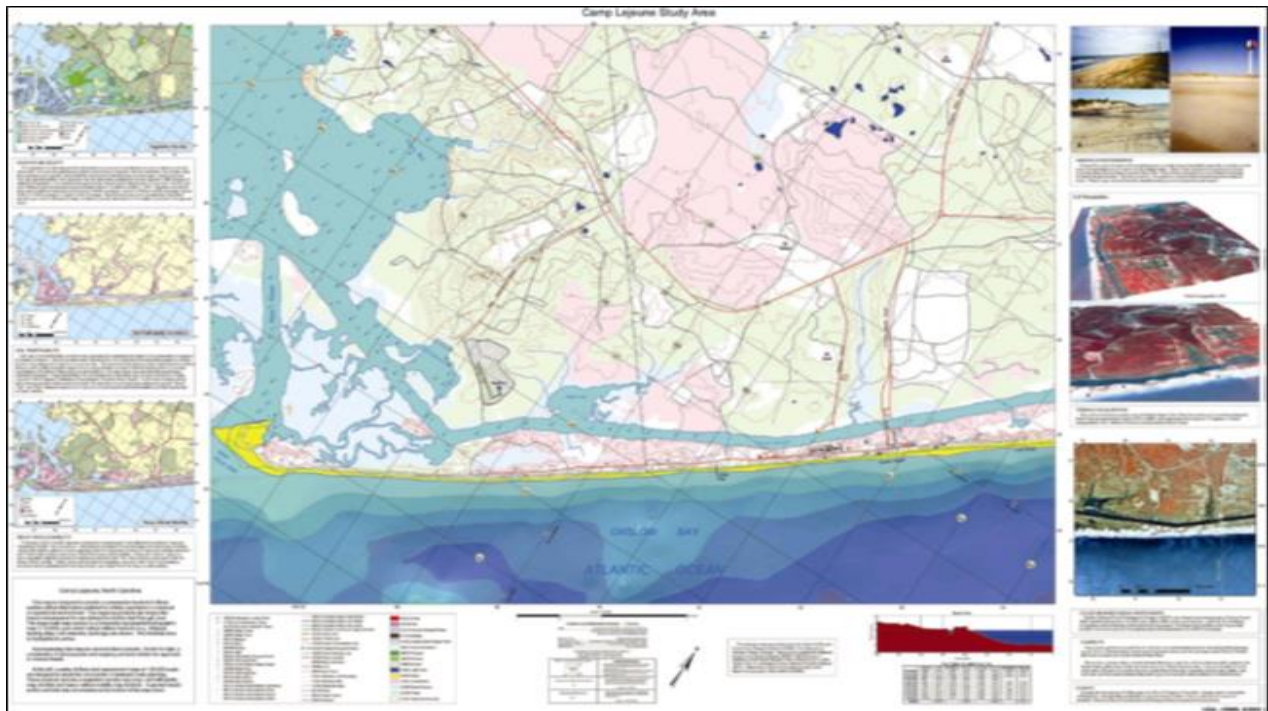
¹³ 石銘忠，〈工兵偵察作業規範及情報處理精進之研究〉《工兵半年刊》（高雄燕巢），第 137 期，工兵學校，西元 2010 年 11 月，頁 6。

圖十五 UAV 運用於偵察作業關係



資料來源：石銘忠，〈工兵偵察作業規範及情報處理〉《工兵半年刊》（高雄燕巢），第 137 期，工兵學校，西元 2010 年 11 月，頁 34。

圖十六 運用 UAV 產生完整空間情報示意



資料來源：Fleming, S., Jordan, T., Madden, M., Usery, E. L., and Welch, R., "GIS Applications for Military Operations in Coastal Zones," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 64, 2009, October, p213-222.，西元 2016 年 1 月 19 日。

(三)現行工兵偵察之限制

工兵偵察為工兵部隊獲得情報的必要手段，是為偵察排支援工兵部隊遂行各項作業之首要任務，因此偵察排需有建全的裝備儀器，並結合測繪技術發展資訊化空間情報處理能力，以有效發揮工兵偵察作業能量。為求能在支援先期獲得作業有關的地形資料，以產生所需工兵情報，必須藉本身裝備與技術實施偵察獲得資料；其中包含地形、天候、資源，惟目前偵察排僅依靠地面偵察，其作業易受地形、地物遮蔽限制，且各項設備儀器(雷射測距儀、GPS 地位儀等)所產置之空間情報資料無法有效轉換及整合為完整數位化地形資料，影響救災效能。

四、地形分析之應用探討(混和障礙透明圖運用)

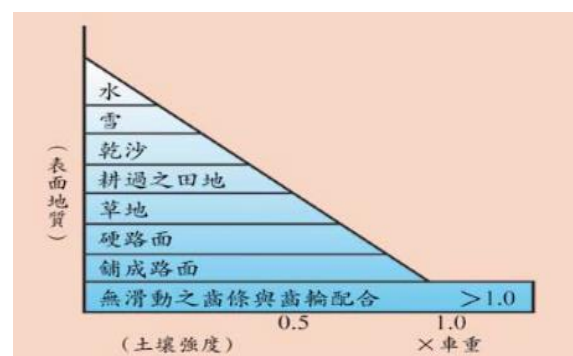
(一)地形分析於工兵救災作業之運用¹⁴

1.地形分析係對預期作戰(救災)地區的山系、水系、城鎮、交通、坡度、障礙、土質、植被分布及灘岸狀況等地

形因素進行分析，予以繪製成透明圖的作業，以利進一步分析部隊越野通行性、接近路線、機動走廊與地形要點，工兵部隊具有摩托化、重機械等特性，不同型式的地形(地物)、坡度、水系分布、植被、地質(土壤)等，對工兵部隊作業產生一定影響，如土壤的質地、成分類別、含水量多寡之不同，導致土壤的硬度產生不同的反應，相對影響機具機動力及作業效能(圖十七)。

2.另渡河作業受到水文的各種形態變化、河幅寬度、水深、流速、分布及性質影響，直接影響徒涉、泅渡點和渡河器材選用(表四)。

圖十七 土壤強度與牽引力關係圖



資料來源：作者綜合網路資料後自製。

表四 水文對渡河作業之影響分析表

水 文 區 分	對 渡 河 作 業 之 影 響 性
河 幅 寬	通常指江河、運河、水渠的橫向寬度 窄的河流，一般水淺，便於徒涉、泅渡及架橋。 較寬河流，一般水深，不利徒涉、泅渡及架橋。
水 深	水面與水底垂直距離 水之深淺影響徒涉、泅渡和渡河器材選用。
流 速	水之深淺影響徒涉、泅渡和渡河器材選用。 1.流速<1m/s對渡口類型選擇無影響。 2.流速1~2m/s對具徒涉能力之戰鬥車輛下水、上岸河水中操作困難，不利便道開設。 3.流速>2m/s除上述，並對履帶車輛運動均具影響。

資料來源：作者綜合資料後自製。

¹⁴ 陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範（第二版）》，西元 2009 年 4 月，頁 11-61。

3.因此工兵部隊機動及作業前須依據戰場情報準備(IPB)之地形分析作業步驟，將各種地形影響行動因素，以透明圖套疊方式，呈現地形對機動及地面作業之影響，而地圖無法分析清楚瞭解之區域，且為指揮官遂行任務之地區，即為實地工兵偵察派遣的重點。

(二) UAV 於地形分析之運用:

現行國軍之地形分析係以任務地區之地圖、衛照或空照圖覆蓋透明膠膜，輔以不同的各色筆與之描繪、標示，使山系、水系、建築物、橋樑、主要道路、城鎮及灘際地區等明顯突出，並視任務需要區分障礙、地形要點、接近路線、影響部隊運動等地形要素，分別繪成混合障礙透明圖以便於分析運用，惟此項作業極可能受到地圖出版年份差異、都市開發及災害後地形、土質、水文之改變，造成圖資誤差而失真，嚴重影響指揮官決心，若能運用UAV搭載感測儀器，於任務計畫階段實施範圍內空中偵察，修正圖資差異(如河幅、植被分布、土石流範圍及都市道路開發等)，提供參謀人員正確之地形、地物、水文參考數據，作為部隊機動、機具派遣種類、渡河方式及器材整備依據，將可有效提升工兵部隊作業效能。

結語

情報蒐集為執行救災任務不可或缺之重要事項，本軍防災及救災工作

時，常因能力不足無法取得即時衛星空照或天候不佳無法派遣直升機實施空拍，使狀況掌握精確度降低，常依賴媒體傳播取得災區資訊，造成應變速度過慢，機具、兵力無法適時、適地投入災區，容易喪失先機；在時代潮流下，無人飛行系統也已正式進入我軍的運用體系中，但對於大家所熟知的無人飛行載具系統運用方式，我工兵部隊運用無人機模式仍未發展出任何雛型，因此在參考共軍無人機救災運用模式及現有民間技術限制下，研究如何充分找出我工兵運用 UAV 在救災任務中可扮演的角色，如風災、地質災害勘查、工兵兵要調查及地形分析等多項應用之可行性，就是本文的最大目的。相信在未来無人機技術逐漸純熟及成本降低狀況下，相信我工兵部隊亦能如共軍部隊裝備無人機般，成熟的運用不同的偵搜手段，來有效提高偵查能力，破除戰場迷霧以提升戰場的透明度，供指揮者最及時且精準之戰場共同圖像，達成戰力倍增之效果。

參考文獻

中文書籍：

1. 鄒銘、范一大、楊思全、陳世榮、王興玲，《自然災害風險管理與預警體系》北京：歌學出版社，西元 2010 年 5 月)。
2. 陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》，(桃園：陸軍

司令部，西元 2009 年 4 月)。

期刊論文：

1. 曾祥穎，〈無人飛行系統之運用與展望〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 515 期，陸軍司令部，西元 2016 年 2 月。
2. 鄧詠政，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》(高雄鳳山)，第 237 期，第 237 期，步兵學校，西元 2010 年 8 月
3. 王德利，〈共軍抗震救災角色——以四川救災為例〉《國防雜誌》(桃園)，第 24 卷第 5 期，陸軍司令部，西元 2009 年 9 月。
4. 石銘忠，〈工兵偵察作業規範及情報處理〉《工兵半年刊》(高雄燕巢)，第 137 期，工兵學校，西元 2010 年 11 月。
5. 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》，西元 2012 年 2 月。

中文報刊：

1. 〈珠海航空展中共展示無人駕駛戰機〉《中國時報》(台北)，西元 2000 年 11 月 08 日。

網路引用：

1. 新 華 社 ，
http://www.gov.cn/zwgk/2006-12/29/content_486633.htm，西元 2013 年 9 月。
2. 內政部國土測繪中心，〈無人飛行

載具系統專區〉，
<http://www.nlsc.gov.tw>，西元 2012 年 6 月 12 日。

3. 自強國中航空社，〈無人飛行載具〉，<http://www.hlc.edu.tw>，西元 2012 年 8 月 5 日。
4. 東森新聞雲，〈基隆兩千噸姊妹石〉，<http://www.ettoday.net>，西元 2013 年 9 月 3 日。