

DOI:10.53106/230674382025081143002

無人機巡檢油料管線可行性之研究

作者/黃新榮

審者/石大明、周偉仁、龔驛濱

提要

- 一、油料管線需完善管理制度，國軍現階段巡檢營外「過橋油管及橋下油管」，須由人員穿著青蛙裝或雨鞋涉水探勘，潛存傷情風險。
- 二、未來若能運用無人飛行載具，標竿學習臺灣中油股份有限公司（以下稱中油），對國軍油料管線巡檢執行面，應有一定程度的貢獻。
- 三、研究結果發現，無人機應用於國軍油料管線「過橋油管及橋下油管」之巡檢作業，可提高「工作品質」及「工作安全性」。

關鍵詞：無人機、油料管線、巡檢

圖片來源：shutterstock



壹、前言

我國防衛作戰之特性，為運用重層嚇阻手段，以不對稱作戰思維，嚇阻敵不敢輕啟戰端，若敵仍執意進犯，則依「整體防空、聯合截擊、聯合國土防衛」之作戰進程，對敵實施反制。¹ 在聯合國土防衛作戰任務中，關鍵成功因素在於「能否發揮持久防衛之聯戰效能」。²

無人機現已廣泛運用於軍事層面，美軍便曾於「沙漠風暴」之際派遣武裝無人機針對臨時架設之油管與加壓站進行巡檢防護監控，³ 因此，無人機技術對「未來戰爭形態」勢必造成莫大影響，此變革亦將逐步擴充至軍事後勤領域。

無人機應用的主要模式之一，是作為多種服務應用載具平臺，如巡檢、農業應用、空拍等；在巡檢部分，憑藉其「低成本、高度靈活機動性、不受地形地物限制」等諸般優勢，相較於傳統人工巡檢「高成本、低效率、具一定程度危安風

險」，無人機可代替人工完成「高風險、遠距離、大範圍」的巡檢任務，目前在國內各部門及業界中已被廣泛應用（如表一）。

國內相關學者對無人機應用於管線巡檢之研究甚少，僅中油考量部份區段的天然氣輸送管線係附掛在橋梁上，難以人力執行，故而開發無人機實施巡檢，用機器取代人力於管線行水區難點檢查，亦同時保護作業人員安全。⁴

本研究吸取中油公司實務經驗，旨在探討無人機應用於國軍油料管線巡檢之可行性，研究範圍聚焦於「過橋油管及橋下油管」；研究對象為「油料部隊基層官、士、兵」以及「庫部、指揮部與陸勤部層級之軍職幕僚人員」，採網路問卷方式進行調查與樣本資料蒐整，並使用SPSS統計軟體進行樣本數據分析，據以歸納研究之結果，提供油料部隊高階主官(管)精進建議做法。

- 1 中華民國112年國防報告書編纂委員會，《中華民國112年國防報告書》（臺北：國防部，2023），頁63。
- 2 侯玉霜，〈防衛作戰後勤支援之研究—以戰場搶修為例〉《陸軍學術雙月刊》，第56卷第573期，2020年10月，頁2。
- 3 羅裕耀，〈美中無人機的後勤發展與應用〉，軍傳媒，<https://reurl.cc/QY8zo2>（檢索日期：民國114年6月28日）
- 4 郭彥廷，〈無人機巡檢管線AI打造智慧公安〉，《石油通訊》，第864期，民國112年8月，頁1-2。

表一 國內各部門及業界無人機巡檢應用統計表

應用者	應用內容
行政院海巡署	海域及河道口岸際搜索、取締越界捕魚、海域巡護治安巡查及漁業違規行為蒐證等事項。
行政院 農業委員會	1.以無人機影像拍攝，森林火災初步探勘、森林資源及堰塞湖監控。 2.養殖漁業水質監測、養殖場巡視監控。 3.遠洋漁船利用無人機進行漁群勘查，協助打撈作業。
內政部警政署	成立警用無人機專責隊，鎖定刑事偵防、交通控管、環境保護和防救災等四大面向，透過補足空中視角，改善辦案效率。
內政部消防署	輔助消防救援、人員搜救，並提供現場指揮官決策所需參考資訊之拍攝影像。
交通部公路局	以無人機搭配避障系統，貼近橋梁進行自動化巡檢，堪估橋梁劣化情形。
交通部 中央氣象局	無人機垂直空汙巡檢（感）測，找到空汙直接證據。
臺水	1.水庫安全巡檢。 2.防撞無人機，輔助污水下水道管線設施檢查，優化作業環境。
臺電	1.超高壓電塔（主要分布在山上）巡檢。 2.風力機檢測（風力發電機檢測不停機更有效率）。
臺鐵	由無人機結合自走車所改造的「軌道巡軌智慧機器人系統」，待測試通過，將逐步取代人工巡軌作業，提供全面性自動化巡軌服務。
中油	無人機巡檢天然氣掛橋管線，提升巡檢效率。
臺灣港務 股份有限公司	港口環境巡檢，檢測地形地貌減少死角、範圍更廣，更能取代駕船巡檢。
太陽能板業者（承躍 能源、群創能源等）	太陽能板無人機空拍巡檢，大幅節省時間與人力。
中華電信	開發無人機機隊管理系統，利用5G行動網路，提供場域巡檢。
臺灣大哥大	導入「無人機」應用，進行基地臺智慧巡檢及尋找站址，提升營運效率。

資料來源：本研究整理

貳、文獻探討

一、無人機簡介

（一）無人機定義

美國聯邦航空管理局將無人機定義為「在飛機內部或飛機上無法進行直接

人為干預的情況下運行的飛機」；⁵ 我國則認為無人機係「自遙控設備以信號鏈路進行飛航控制或以自動駕駛操作或其他經民航局公告之無人航空器」。⁶

(二) 無人機種類

區分單旋翼、多旋翼、固定翼與混合機型等四類。⁷

1. 單旋翼機型：係由單個旋翼動力組所組成的飛行器，具備自主停懸、速率控制及導航飛行的功能，⁸ 其機身具一個主旋翼和尾翼，而主旋翼是主要動力來源，技術門檻高，人員需較長時間的訓練（如圖一）。⁹
2. 多旋翼機型：係由多個旋翼動力組所組成的飛行器，主要靠各個機臂上的螺旋槳旋轉翼產生升力，¹⁰ 藉以平衡



圖一 單旋翼機型—無人直升機

資料來源：國土測繪中心全球資訊網

機身重心，且兩機翼間的扭矩可互相抵消，故較易控制、入門門檻低，¹¹ 且因飛行穩定、可小型輕簡化，適合休閒娛樂使用，最受消費者青睞（如圖二）。¹²

3. 固定翼機型：一對機翼固定附著於機身兩側，當動力啟動時，產生浮力

-
- 5 Federal Aviation Administration. (2016, June 28), "Operation and certification of small unmanned aircraft systems," Federal Register, 81(124), 42063–42164, <https://reurl.cc/6KA1d5> (檢索日期：民國114年6月28日)
 - 6 民用航空法，民國112年6月28日，第2條第26款。
 - 7 吳益銘、鄧友清，〈智慧生活的未來想像—無人機技術探索〉，《電腦與通訊》，第175期，2018年10月，頁7-13。
 - 8 內政部國土測繪中心，〈無人機系統介紹〉，《國土測繪中心全球資訊網-中文網》，<https://www.nlsc.gov.tw/cp.aspx?n=13658> (檢索日期：民國114年6月28日)
 - 9 呂建濤，〈遙控無人機應用於災害搶救之研究—以嘉義縣為例〉（南華大學科技學院永續綠色科技研究所碩士論文，2022），頁14。
 - 10 同註7。
 - 11 洪義順，〈無人載具應用於救災之效益研究〉（中州科技大學智慧自動化工程系研究所碩士論文，2020），頁14。
 - 12 同註8。



圖二 多旋翼機型—四旋翼無人機

資料來源：國土測繪中心全球資訊網



圖三 固定翼機型—成大黑面琵鷺號無人機

資料來源：國立成功大學無人飛機實驗室

強，在特殊狀況下如海上援助救及災害救援等，有很高的運用價值（如圖四）。¹⁶



圖四 混合式機型—傾旋翼無人機

資料來源：傾旋翼機巡航模式與轉換模式建模與初步分析

並依靠機翼飛行，航程長、抗風能力強、酬載能力高。¹³主升力來自空氣與機翼之相對運動，須具備一定之空氣相對流動方能以更強的升力飛行，故需跑道進行起降，操作相對困難，適用於大範圍、高度要求之任務（如圖三）。¹⁴

4. 混合式機型：將具垂直起降功能的旋翼附加於固定翼飛行器上，提供更多元化的飛行模式，以適應不同的任務需求；¹⁵另一研究亦指出，其具備良好高速巡航性能與垂直、起降功能的混合式機型傾旋翼無人機，機動性

（三）國內無人機飛航管理

因應無人機活動逐漸增加，交通部民航局於「民用航空法」之遙控無人機專章中，明文規定相關管理方式如下：

13 同註7。

14 同註7。

15 同註7。

16 呂士綸，〈傾旋翼機巡航模式與轉換模式建模與初步分析〉（淡江大學航空太空工程學系研究所碩士論文，2018），頁13。

1. 註冊

- (1) 自然人：250公克以上，須註冊。
- (2) 法人：不論重量，皆須註冊；未註冊，罰鍰3至15萬，得沒入無人機。

2. 保險

- (1) 自然人：不強制投保責任保險，惟操作人應審慎考量需要，並得自行投保。
- (2) 法人：強制投保責任保險；法人執行無人機未依法投保，罰鍰6至30萬。

3. 操作證照

- (1) 操作證分類：各類操作證有效期限均為2年；操作飛手未依法執有操作證，罰鍰6至30萬（如表二）。

(2) 測驗與給證

- A. 年滿16歲：不需測驗，即可向民航局申請「學習操作證」；持證者可於持有遙控無人機操作證之操作人在旁指導監護下，學習操作同構造且最大起飛重量未逾15公斤之遙控無人機。
- B. 年滿18歲：經學科測驗合格後，由民航局發給「普通操作證」；經體格檢查合格及學、術科測驗合格後，由民航局發給「專業『基本級』操作證」及「專業『高級』操作證」。

4. 操作規範：彙整如下（如表三）：

5. 無人機檢驗說明：我國交通部民用航空法「無人機專區」第九十九條第十

表二 國內無人機操作證分類

無人機重量 (W)	自然人	法人	
		專業「基本級」操作證	專業「高級」操作證 (申請解除操作限制)
W < 2kg	免考操作證	I (不可逾400呎飛行)	Ia (G1、G2、G3)
2kg ≤ W < 15kg	普通操作證		Ib (G1、G2、G3)
15kg ≤ W < 25kg	專業「基本級」操作證 (不可逾400呎飛行)	II (不可逾400呎飛行)	IIc (G1、G2、G3)
25kg ≤ W < 150kg		III (不可逾400呎飛行)	IIId (G1、G2、G3)
W ≥ 150 kg			

資料來源：交通部民用航空法

表三 國內無人機操作規範

規範內容	但書
遙控無人機飛航活動之實際高度不得逾距地面或水面400呎(120公尺)。	須以法人身分申請解除操作限制，並取得專業高級操作證。
夜間禁止飛行活動(日落後日出前)。	須以法人身分申請解除操作限制，並取得專業高級操作證G1。
禁止無人機投擲或噴灑任何物件或裝載危險物品。	須以法人身分申請解除操作限制，並取得專業高級操作證G2。
禁止於人群聚集或室外集會遊行上空活動。	須以法人身分申請解除操作限制，並取得專業高級操作證G3。
不得同一時間控制2架以上遙控無人機。	須申報安全計畫經航局許可及地方政府同意。
須在視距範圍300公尺內操作。	無

資料來源：交通部民用航空法

一項：「為確保遙控無人機之安全及可靠性，明訂遙控無人機之設計、製造、改裝應申請檢驗之規定；另國外進口遙控無人機，明訂其應經檢驗合格或認可之規定。復考量部分遙控無人機形式構造簡單，與有人航空器之航空產品裝備及其零組件規模不同，故針對國內設計、製造、改裝及國外進口者，其形式構造簡單之遙控無人機得免經檢驗或認可；先進國家已開始著手研訂遙控無人機之器材檢驗基準，為便利我國產業取得產品認證及出口其他國家之商機，參考國際標準制定我國檢驗基準，或核定採用國

際間通用技術規範。」

6. 國軍現行管理辦法

依「國軍無人駕駛航空器系統空域管制作業程序」，國軍現行管理辦法摘略如下：¹⁷

(1) 為利國軍無人駕駛航空器系統執行任務時，各項作業順遂與安全，特訂定本作業程序，俾利各機關(構)、單位(以下稱單位)作業之依據。

(2) 本作業程序用詞定義如下：

A. 無人駕駛航空器系統(以下稱UAS)：指無人駕駛之飛行載具及其相關組件。

17 中華民國國防部國防法規資料庫「國軍無人駕駛航空器系統空域管制作業程序(修正時間：民國109年03月19日)」。

B. 無人飛行載具（以下稱UAV）：指具有動力、不載人（含駕駛操作員）、使用航空動力提供載具上升力量、能自動飛行或遙控操控、可掛載毀滅性或一般彈頭、戰略上可消耗或可回收的空中飛行載具。

(3) 作業區分方式：國軍UAS空域管制依任務需要與權責，區分經常戰備及防衛作戰時期二種作業方式：

A. 經常戰備時期：由任務部隊逐級呈請所隸司令部向交通部民用航空局（以下稱民航局）提出空域申請，並副知聯合空中作戰中心（以下稱JAOC），經核覆及送請民航局公告後，任務部隊依計畫執行。但符合下列情況，無須另行申請：

- 國軍UAS已經交通部民航局飛航指南（AIP）公告之固定航線者。
- 國軍演習或火炮射擊附加UAS施作內容，已完成演習任務空域公告者。
- 國軍UAS在已公告之軍方所屬管轄且未逾四百呎範圍內活動不受管制。

B. 防衛作戰時期：防衛作戰時期應急作戰階段後，任務部隊依計畫接受各戰略單位管制，經戰略單

位向JAOC提出申請，核覆後依計畫執行。

(4) 作業區分方式各機關（構）、單位（以下稱單位）作業權責如下：

A. 國防部

- 督導各司令部辦理UAS空域申請。
- 辦理本作業程序會銜、公告及修正及停止適用事宜。
- 審核各司令部呈報之UAS空域管制作業規定。

B. 交通部

- 配合本作業程序辦理會銜及修正及停止適用事宜。
- 督導民航局於經常戰備時期辦理國軍UAS空域申請審核及公告發布作業。

C. 民航局

- 負責於經常戰備時期國軍UAS空域申請審核及公告發布作業。
- 任務部隊擔任協助災害防救任務時，協助緊急發布公告及空域管制。

D. 各司令部

- 執行UAS空域飛航公告申請。
- 負責、督導所屬任務部隊UAS全般業務推展及整備事宜。
- 策頒所屬任務部隊UAS空域管制

作業規定。

- 負責經常戰備時期所屬任務部隊UAS作業與空域申請初審，並協調、管制相關空域申請事宜。

E. 國軍聯合作戰指揮中心（以下稱JOCC）

- 經常戰備時期協助災害防救任務時，負責國軍UAS兵力運用及管制事宜。
- 防衛作戰時期，督導、管制國軍UAS全般運用與作戰指導。

F. JAOC

- 經常戰備時期依民航局發布之UAS飛航公告通知各相關單位，並督導國軍UAS空域管制相關事宜。
- 協助UAS空中航行管制作業。

G. 戰略單位

- 防衛作戰時期依計畫負責所屬任務部隊UAS任務管制、運用及空域協調及申請事宜。
- 防衛作戰時期負責審核及發布所屬任務部隊UAS空中作戰命令（ATO）、空中任務協調命令（ACO）及空中任務協調特別指示（SPIN）。

H. 任務部隊

- 負責UAS航線規制作業。
- 負責任務執行監控與管制全般作業事宜，並向所在空域航（戰）管單位

報告載具動態。

(5) 作業程序

- ##### A. 經常戰備時期：依計畫應先期與相關單位完成空域協調及航線規劃，其應辦事項如下：

● 任務部隊

- a. 依飛行訓練任務預劃表及民航局航空情報申請發布作業規定，完成民航局無人航空器系統作業申請表及航線規劃，呈報司令部辦理使用空域申請與飛航公告事宜。

- b. 依任務需求適時派遣連絡官進駐各航空管制單位，協調相關管制事宜。

● 各司令部

- a. 審核所屬任務部隊UAS作業申請表，於民航局遙控無人機管理資訊系統提出空域申請，並副知JAOC。
- b. 督導或協調任務部隊UAS作業整備事項。

● JAOC

- a. 依民航局發布之UAS飛航公告通知各相關單位。
- b. 協助UAS空中航行管制相關事宜。

● 民航局

- a. 審核國軍UAS線上申請資訊。
- b. 協助發布國軍UAS飛航公告作業。
- c. 配合國軍UAS飛航區域實施航線

及空域管制作業

B.防衛作戰時期

● 任務部隊

依任務需求，完成UAS航線規劃，呈報戰略單位辦理空域申請事宜。

● 戰略單位

a.審核UAS作業申請表，轉送JAOC提出空域申請。

b.發布單位UAS空中作戰命令（ATO）、空中任務協調命令（ACO）及空中任務協調特別指示（SPIN）。

c.督導或協調所屬UAS部隊作業整備。

● JAOC

a.負責統籌調派運用各類型空域與禁、限航區域。

b.依空域使用情況及新增空域需求，完成空域調派與任務協調後核准使用。

c.負責飛航管制公告作業。

d.配合UAS飛航區域實施航線及空域管制作業。

二、油料管線簡介

（一）油料管線定義

國軍目前使用之油管型式，區分「輕磅鋼質油管」及「標準重量油管」兩種，

前者管身為輕量化的鋼質材料，延展性佳、可彎曲，可做為機械管路、油壓管路用，如動力機械內油管、油壓缸配管；後者係沿既有道路鋪設，構築而成的油料管線，適用於永久性用途。

（二）油料管線分類與巡檢

油料管線區分「採地下化方式鋪設之地下油管」、「裸露於外之地上油管」、「附掛於橋邊並裸露於外之過橋油管」、「附掛於橋正下方並裸露於外之橋下油管」、「開關箱涵」、「支柱」、「支架」、「測試電樁」、「伸縮環」及「陰極防蝕設施」等。油管之經管單位，應建立完整、詳細之油管資料（如油管平面圖、管徑、管長等），且每日至少應巡檢乙次，巡查方式以腳踏車為主、以機車為輔，置重點於「油料管線沿途道路施工情形」、「油管本體及各項附屬與安全設施有無鏽蝕脫漆情況」、「油管各項接頭及開關法蘭是否有漏油情況」、「橋面油管支架是否有脫落情況」、「過橋油管與橋下油管是否有管夾等異物附著於管身」等，主動查察與狀況回報，於巡查完畢後，將巡查結果建檔備查，以利巡管圖資之修訂。

三、無人機巡檢應用案例

為使無人機能執行各式類型的檢查，需配備多樣化的特殊感測器，以下為

目前市面上常見的巡檢無人機配置科技（如表四）：¹⁸

（一）管線巡檢

常見應用領域主要在限制區域巡檢，以油管運輸管道、下水管道與海水混凝土管道為大宗，舉美國Skypersonic公司天然氣及石油檢測為例，用於油料運輸管道巡檢的無人機，建置LED照明燈，搭配強大的訊號傳輸，由無人機端蒐集，接收5.8GHz即時清晰的影片訊號。¹⁹

在國內，學者郭彥廷於專題報導中指出，為解決附掛在橋梁上管線難以人力執行的困境，導入天然氣掛橋管線智慧巡檢系統（物聯網、人工智慧、5G），有

助中油投入數位轉型願景，加速朝智慧化企業發展（如圖五）。²⁰

大陸中國石化銷售華南分公司全面開展智能化管線管理系統建設，大膽嘗試無人機巡線，組建無人機大隊應用於管道巡線和應急管理，目前公司所轄粵、桂、黔、滇、渝、川及瓊等7省（區、市）油料管道6,036公里已試行無人機巡線（如圖六）。²¹

夜間為打孔盜油違法犯罪活動的高發時段，大陸「中國石化銷售華南一大疆創新無人機聯合應用實驗室」採用大疆推出的經緯M300RTK飛行平臺，搭載禪思H20T相機及PSDK探照燈，完成多次

表四 巡檢常見感測器簡介

感測器	任務	無人機代表（續航力）
視覺相機（0.1至1KG）	表面裂紋檢測（腐蝕、疲勞、分層）、3D建模	DJI Phantom 4 pro（30min）
IRT相機（0.2至1.5 KG）	地表及地下缺陷檢測（疲勞、分層）	Sensefly Albris（22min）
LiDAR感測器（1.3至2.8KG）	3D點雲模型	Altus LRX（22min）
SAR合成孔徑雷達（2.7KG）	表面裂紋檢測	Spreading Wings S1000（15min）
高光譜和多光譜（0.8至2KG）	表面裂紋檢測	Aeryon Skyrainger（40min）

資料來源：巡檢無人機應用趨勢研析

18 李孟儒，〈巡檢無人機應用趨勢研析〉，ITIS智網，https://www.itis.org.tw/NetReport_Detail.aspx?rpno=965275930（檢索日期：民國114年6月28日）

19 同註16。

20 同註4。

21 每日頭條，〈無人機巡線6000公里輸油管線〉，每日頭條，<https://kknews.cc/zh-tw/news/jj5v3oe.html>（檢索日期：民國114年6月28日）

夜間管道常規巡檢（如圖七）。²²

（二）橋樑巡檢

交通部透過人工實際執行橋梁巡檢



圖五 無人機巡檢橋梁管線

資料來源：石油通訊



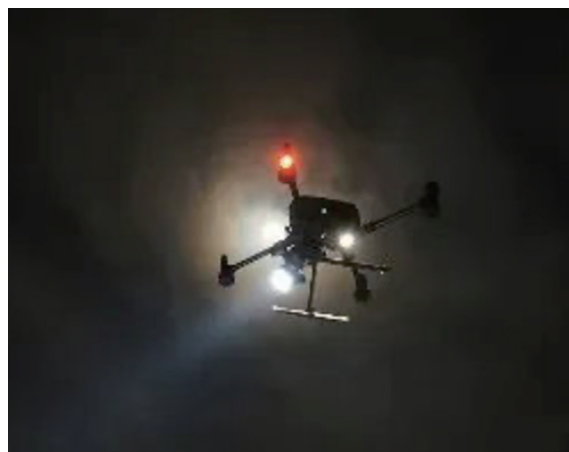
圖六 無人機巡檢懸索跨越輸油管線

資料來源：人民網

後，拍攝取得之各種橋梁劣化樣態照片及影像，蒐整成驗證資料庫，匯入「橋梁劣化辨識模型」，採試誤法調整模型參數，最佳化此模型之辨識能力，經比對無人機空拍後所回傳之巡檢照片及影像、實施橋梁現況分析，再以人工智慧辨識橋梁是否有異狀情事，避免檢查人員處於高空作業下的安全隱患（如圖八）。²³

（三）風力機巡檢

英國Perceptual Robotics公司應用無人機拍攝海上風電場之風機及葉片圖像，搭配即時模擬系統與分析，提供風機運營商快速且可行的維修建議，減少工程師在危險海域工作的必要性（如圖

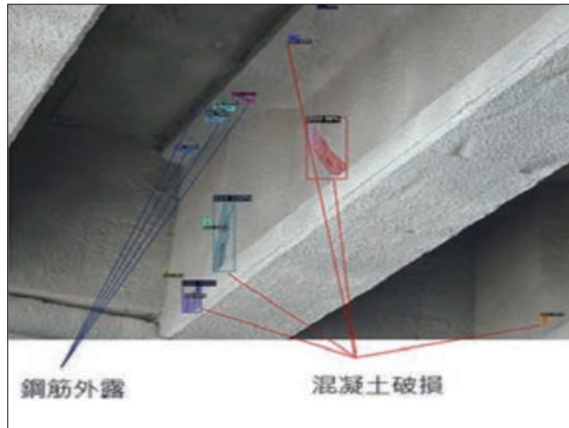


圖七 無人機管道夜間巡檢

資料來源：先創國際

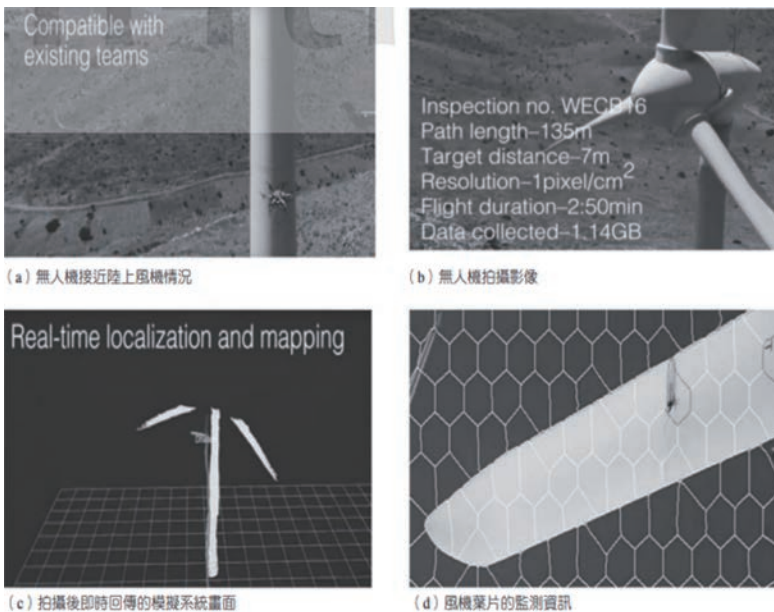
22 先創國際股份有限公司，〈DJI大疆經緯M300 RTK 助力中石化銷售華南輸油管道夜間巡檢〉，先創國際，<https://reurl.cc/j9bNeM>（檢索日期：民國114年6月28日）

23 張庭維、許筠曼、吳亭諺、許舜翔、張家銘，〈影像分析方法應用於構造物外觀異狀自動化偵測之發展〉《土木水利》，第48卷第2期，2021年4月，頁45。



圖八 無人機橋梁異狀檢測巡檢

資料來源：土木水利



圖九 無人機橋梁異狀檢測巡檢

資料來源：經濟前瞻

九)。²⁴

(四) 狹窄/密閉空間巡檢

係指受限制空間，包含設備內與設備之外的空間，亦即一般人難以到達之處所或雖可到達但作業時有重大危安疑慮之環境巡檢。

「先創國際」結合在無人機領域多年的銷售、訓練、產業合作、企業與政府專案等經驗，提供在狹窄或密閉空間的

無人機巡檢。²⁵

四、科技接受模式

1989年美國學者Davis、Bagozzi及Warshaw等人，發展科技接受模式(Technology Acceptance Model, TAM)，用於進一步解釋或預測資訊科技使用的影響因素(如圖十)。²⁶

Davis與Venkatesh(1996)提出，使用態度

24 歐宜佩、陳信宏，〈觀察新興科技產業化之發展路徑—以英國機器人及自動化系統領域為例〉《經濟前瞻》，第177期，2018年5月，頁65-72。

25 先創國際股份有限公司，〈狹窄/密閉空間 無人機巡檢 解決方案〉，先創國際，<https://www.esentra.com.tw/b2b-purchase-solution/inside-inspection> (檢索日期：民國114年6月28日)

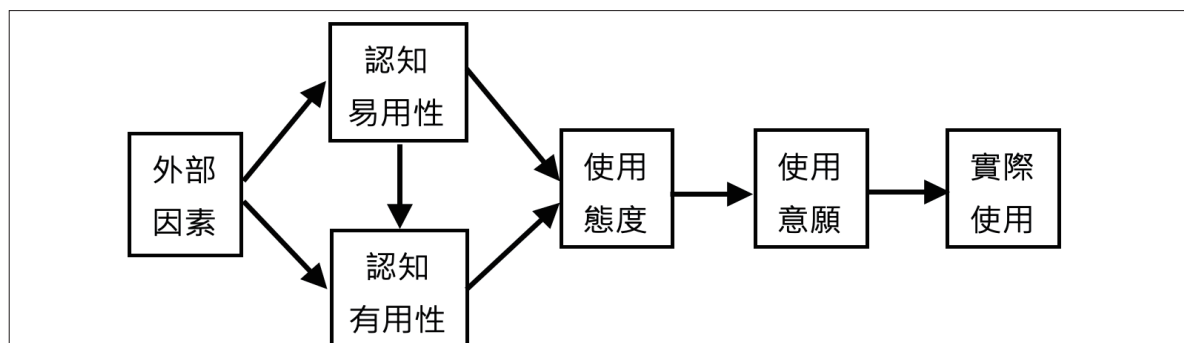
26 Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989, August 1), "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models," *Management Science*, Vol.35, No.8, pp. 982-1003, <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mnsc.35.8.982> (檢索日期：民國114年6月28日)

是中介變數，不會影響使用者行為意向，剔除此變數，修正科技接受模式（如圖十一）。²⁷

Venkatesh與Bala（2008）認為，伴隨科技新技術「使用經驗的增加」，勢必緩

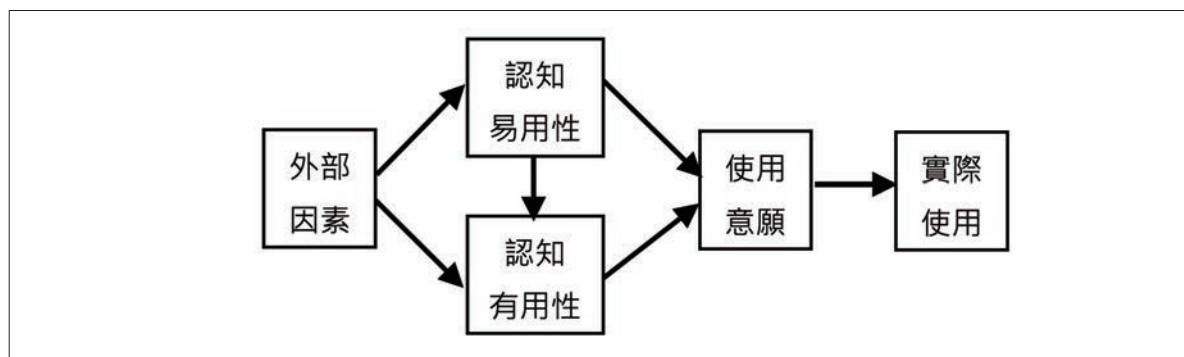
和對科技新技術之恐懼症，正向影響使用者的認知與感觀，進而感受操作科技新技術的樂趣與享受。²⁸

前述提及之「科技接受模式」，已廣泛應用於「創新產品、科技產品及資



圖十 科技接受模式

資料來源：Management Science



圖十一 修正後科技接受模式

資料來源：Decision Science

- 27 Davis, F.D., and Venkatesh, V., "A Model of the Antecedents of Perceived Ease of Use: Development and Test," *Decision Science*, Vol.27, No.3, 1996, pp. 451-481, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-5915.1996.tb00860.x> (檢索日期：民國114年6月28日)
- 28 Venkatesh, V., & Bala, H., (2008), "Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions," *Decision Science*, Vol.39, No.2, pp. 273-315, <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x> (檢索日期：民國114年6月28日)

訊系統」，如「對無人商店購買意願之研究」²⁹、「探討臺灣消費者使用電子支付之研究」³⁰及「無人車試乘之使用行為意圖探討」³¹等，故本研究推論該模式亦可應用於「無人載具領域」之研究，且將無人機應用於國軍油料管線巡檢不僅實際可行，更可提高工作品質及工作安全性。以下為研究假設：

H₁：「認知易用性」對「認知有用性」具「正向顯著性」影響。

H₂：「認知有用性」對「接受程度」具「正向顯著性」影響。

H₃：「認知易用性」對「接受程度」具「正向顯著性」影響。

H₄：「接受程度」對「可行性」具「正向顯著性」影響。

H₅：「可行性」對「工作品質」具「正向顯著性」影響。

H₆：「可行性」對「工作安全性」具「正向顯著性」影響。

參、研究設計

一、研究架構（如圖十二）

二、資料分析方法

（一）項目分析：總體樣本區分高、低分群，續以獨立樣本t檢定，檢驗鑑別度。

（二）信度分析：Cronbach's α 值若大於 0.7，代表問卷所使用之量表具有可信度。

（三）相關分析與效度分析：利用相關分析取得各變數間相關系數後，比較各變數Cronbach's α 值是否大於相關系數，以衡量問卷內容之「區隔效度」。

（四）迴歸分析：本研究採「簡單迴歸分析」，並以R平方判斷解釋能力。

三、問卷設計

（一）問卷題項

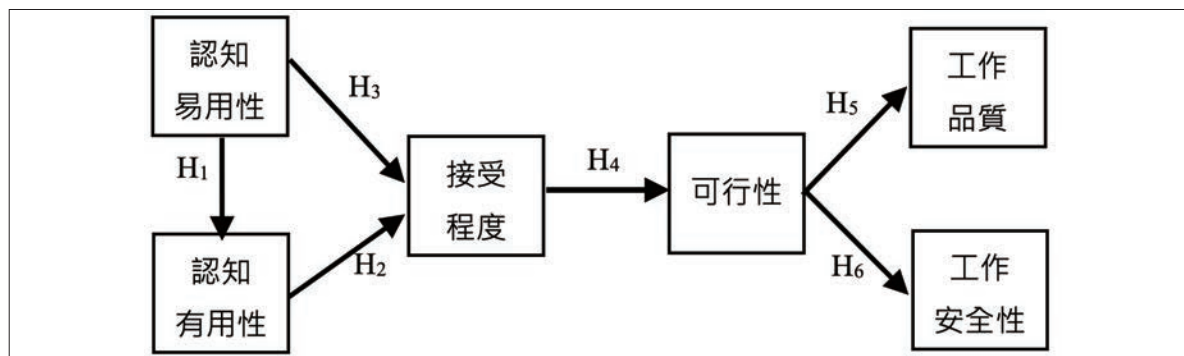
參考Venkatesh與Bala（2008）科技接受模式量表，³²調製預試問卷，區分提高工作品質、提高工作安全性、認知易用

29 王子恆，〈購買意願影響因素之研究—以無人智慧型商店為例〉（南華大學企業管理學系管理科學 碩博士班論文，108年），頁1-45。

30 李淑芬、楊允文、賴玟鈞、郭佩筑、顏宇華，〈以科技接受模式探討臺灣消費者使用電子支付之研究〉，《全球商業經營管理學報》，第13期，2021年9月，頁65-76。

31 蔡至誠、羅希哲，〈無人車試乘之使用行為意圖探討—以整合型科技接受模式觀點〉，《科技與工程教育學刊》，49卷1/2期，2019年12月，頁6-10。

32 同註26。



圖十二 研究架構圖

資料來源：本研究繪製

性、認知有用性、接受程度、可行性等6個部分，量表問項皆為正向敘述，評分方式採用李克特（Likert）五點尺度計分，依「非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意」分別給予「5分、4分、3分、2分、1分」（如表五）。

（二）決定預試問卷樣本數

1973年學者Comrey提出，預試樣本數建議為最多分量表題目數量的3至5倍，係決定預試問卷樣本數之原始文獻，³³並於1988年將此方法應用於期刊文章；³⁴其後國內學者吳明隆、張毓仁等人亦以該理論決定預試問卷樣本數。³⁵因

此，本研究採用學者Comrey之研究結果，而本研究預試問卷分項量表題目最多者，為「認知有用性」計5題，為求謹慎評估問卷題項之適切性，故決定預試問卷有效樣本數為25份（取最大值）。

（三）預試問卷評估

1. 項目分析

總體題項區分「認知易用性（分別題項計4題）」、「認知有用性（分別題項計5題）」、「接受程度（分別題項計4題）」、「可行性（分別題項計4題）」、「工作品質（分別題項計4題）」、「工作安全性（分別題項計3題）」等六大類，將各

33 Comrey, A. L., (1973), A first course in factor analysis, Academic Press. (檢索日期：民國114年6月28日)

34 Comrey, A. L. "Factor analytic methods of scale development in personality and clinical psychology," Journal of Consulting and Clinical Psychology, Vol.56, No.5, Oct. 1988, pp.754-761. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.56.5.754> (檢索日期：民國114年6月28日)

35 吳明隆、張毓仁，《SPSS（PASW）與統計應用分析I》，再版（臺北：五南圖書出版有限公司，西元2014年6月1日），頁29。

表五 預試問卷內容

變項名稱	量表題目
認知易用性	我認為無人機之操作會很容易上手。
	無人機之操作不會耗費我很多精神心力。
	無人機這項技術更貼近人性，會很快得融入我們的日常生活工作中。
	我有信心，我可以在最短時間內，熟練無人機之操作，運用自如。
認知有用性	使用無人機巡檢油料管線，我覺得有益於自身本職學能。
	使用無人機巡檢過橋（橋下）油管時，有助瞭解現場管線現狀。
	使用無人機巡檢過橋（橋下）油管，有助巡管工作更為落實。
	無人機能適應複雜地形，即使在管線行水區難點等環境嚴苛的情況，也能完成任務。
	無人機作為日常巡檢的記錄工具，對我們的工作是有幫助的。
接受程度	我覺得使用無人機這項技術是個先進的概念。
	我很樂意使用無人機這項新技術。
	若開放無人機培訓課程，我會很樂於報名受訓班隊。
	我有意願去更加瞭解無人機這項技術並學習如何使用它。
可行性	我覺得可在年度油料示範講習實況演練項目中，增列〈無人機〉之應用。
	我覺得可將無人機納編於使用單位之編裝內。
	我希望有場所能進行無人機實際操作訓練。
	我期待未來我能順利考取無人機飛手操作證照。
工作品質	無人機巡檢所拍攝之影像、圖檔等資訊，可存入雲端資料庫，毋須擔心資料保存問題，我認為「優於」現行油料部隊資料保存作法（以人工產製紙本巡檢報告後，再行歸檔備查）。
	無人機巡檢所拍攝之數位化資訊，我認為可使巡管圖資更臻完善。
	使用無人機巡檢，我認為在未來亦可透過大數據分析，預測管線洩漏位置，有助油料部隊轉型，朝向智慧化發展。
	使用無人機巡檢過橋（橋下）油管，我認為可改善目前以人工目視巡檢「易漏看」之檢查盲區。
工作安全性	使用無人機巡檢過橋（橋下）油管，可使檢查人員無需徒步涉水，減少巡檢人員的安全隱患。
	天災、颱風過後，應用無人機執行巡檢作業，可避免人員在危險環境下作業，大幅提高作業安全性。
	無人機可消除檢查員將自己置於各種潛在危險情況中的風險因子。

資料來源：本研究整理

類區分「高分群（73百分位數以上之群組）」及低分群「（27百分位數以下）」，並以「獨立樣本t檢定」檢測「高、低分群」之差距，經檢測均達顯著性水準

（ $P < 0.05$ ），代表本研究問卷之「所有題項」均具有鑑別度，所有題項均予以繼續使用、毋須刪除（如表六至十一）。

2.信度分析

表六 預試問卷項目分析—認知易用性

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性（雙尾）
題項1	52.364	.000	.000
			<u>.020</u>
題項2	52.364	.000	.000
			<u>.020</u>
題項3	52.364	.000	.006
			<u>.024</u>
題項4	52.364	.000	.000
			<u>.038</u>

資料來源：本研究整理

表七 預試問卷項目分析—認知有用性

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性（雙尾）
題項1	.833	.371	<u>.000</u>
			.005
題項2	12.232	.002	.000
			<u>.001</u>
題項3	1.352	.257	<u>.001</u>
			.004
題項4	.343	.564	<u>.000</u>
			.005
題項5	1.628	.215	<u>.003</u>
			.007

資料來源：本研究整理

表八 預試問卷項目分析—接受程度

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性（雙尾）
題項1	4.760	.040	.091
			<u>.021</u>
題項2	.081	.779	<u>.000</u>
			.000
題項3	1.919	.179	<u>.000</u>
			.001
題項4	.172	.682	<u>.000</u>
			.001

資料來源：本研究整理

表九 預試問卷項目分析—可行性

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性 (雙尾)
題項1	5.212	.034	.000
			<u>.003</u>
題項2	46.960	.000	.000
			.000
題項3	7.090	.015	<u>.000</u>
			.000
題項4	23.130	.000	.001
			<u>.008</u>

資料來源：本研究整理

表十 預試問卷項目分析—工作品質

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性 (雙尾)
題項1	16.867	.001	.001
			<u>.010</u>
題項2	26.473	.000	.000
			<u>.001</u>
題項3	11.185	.003	.000
			<u>.001</u>
題項4	11.185	.003	.000
			<u>.001</u>

資料來源：本研究整理

表十一 預試問卷項目分析—工作安全性

獨立樣本檢定			
區分	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定
	F 檢定	顯著性	顯著性 (雙尾)
題項1	15.750	.001	.000
			<u>.001</u>
題項2	14.749	.003	.000
			<u>.002</u>
題項3	15.792	.001	.000
			<u>.001</u>

資料來源：本研究整理

Cronbach's α 值均大於0.7，代表問卷所使用之量表具高度可信度，所有題項均予以保留、毋須刪除（如表十二）。

3. 相關分析與效度分析

兩兩變數之間均為正相關，且各變數Cronbach's α 值均大於各變數兩兩間之相關係數，代表本問卷內容具「區隔效度」（如表十三）。

（四）決定正式問卷樣本數

1973年學者Comrey提出，正式樣本

數建議為單份量表總題項數的5倍，此即決定正式問卷樣本數之原始文獻，³⁶並於1988年將此方法應用於期刊文章；³⁷其後學者Gorsuch亦提出有效樣本數至少為微量表題目數量的5倍。³⁸因此，本研究綜整上述兩位學者之建議，將樣本數設定為單份量表總題項數的5倍，本研究正式問卷單份量表總題項數依序為「認知易用性4題」、「認知易有性5題」、「接受程度4題」、「可行性4題」、「工作品

表十二 預試問卷信度分析

變項名稱	Cronbach's α 值
認知易用性	0.875
認知有用性	0.891
接受程度	0.775
可行性	0.784
工作品質	0.785
工作安全性	0.878

資料來源：本研究整理

表十三 預試問卷相關分析與效度分析

區分	認知易用性	認知有用性	接受程度	可行性	工作品質	安全性
Pearson 相關	認知易用性	.875	-	-	-	-
	認知有用性	.451	.891	-	-	-
	接受程度	.415	.616	.775	-	-
	可行性	.173	.237	.475	.784	-
	工作品質	.155	.362	.668	.630	.785
	工作安全性	.354	.306	.616	.451	.523

資料來源：本研究整理

36 同註31。

37 同註26。

38 Gorsuch, R. L. (1983), Factor analysis (2nd ed.), Lawrence Erlbaum Associates.

質4題」及「工作安全性3題」，故本研究正式問卷採用之有效樣本數為120份（ $5 \times 4 + 5 \times 5 + 5 \times 4 + 5 \times 4 + 5 \times 4 + 5 \times 3$ ）。

肆、研究結果

一、迴歸分析

「認知易用性」、「認知有用性」、「接受程度」、「可行性」、「工作品質」、「工作安全性」等六大類，經相關分析後，兩兩變數之間的相關係數均 >0 （最大值為1、最小值為0.284），代表兩兩變數之間均具有相關聯程度且為正相關（如表十四）。

於確認完兩兩變數之間具有基本的相關聯程度之後，接續便可進一步判斷其因果關係。本專題使用簡單迴歸分析（分析「1個自變數」去影響「1個依變數」之方法），以找出兩兩變數之間的因果與影響程度，即當標準化係數（即迴歸

係數） >0 時，代表自變數對依變數具有正向影響；當標準化係數（即迴歸係數） <0 時，代表自變數對依變數具有負向影響；當標準化係數（即迴歸係數） $=0$ 時，代表自變數對依變數無影響；當顯著性 <0.05 時，代表有顯著性；當顯著性 ≥ 0.05 時，代表無顯著性；R平方又稱為「解釋力」。當R平方愈大，代表自變數對依變數的解釋能力愈強。

（一）認知易用性對認知有用性之影響

標準化係數（迴歸係數） $=0.397$ （ >0 ）、顯著性 $=0.000$ （ <0.05 ），研究發現「認知易用性」對「認知有用性」具正向且顯著之影響；R平方 $=0.157$ ，意即「認知易用性」對「認知有用性」的解釋能力為15.7%（如表十五）；意味無人機若操作容易，使用者趨向相信「有助」油管巡檢任務之執行。

（二）認知有用性對接受程度之影響

標準化係數（迴歸係數） $=0.738$

表十四 研究變項相關分析一覽表

區分		認知易用性	認知有用性	接受程度	可行性	工作品質	安全性
Pearson 相關	認知易用性	1	-	-	-	-	-
	認知有用性	.397	1	-	-	-	-
	接受程度	.373	<u>.738</u>	1	-	-	-
	可行性	.284	.751	<u>.885</u>	1	-	-
	工作品質	.408	.641	.583	<u>.633</u>	1	-
	工作安全性	.369	.540	.597	.616	<u>.809</u>	1

資料來源：本研究整理

(>0)、顯著性=0.000 (<0.05)，研究發現「認知有用性」對「接受程度」具正向且顯著之影響； $R^2=0.545$ ，意即「認知有用性」對「接受程度」的解釋能力為54.5%（如表十六）；意味無人機若有助油管巡檢任務之執行，使用者會更願意使用此項技術。

（三）認知易用性對接受程度之影響

標準化係數（迴歸係數）=0.373
(>0)、顯著性=0.000 (<0.05)，研究發現

「認知易用性」對「接受程度」具有正向且顯著之影響； $R^2=0.139$ ，意即「認知易用性」對「接受程度」的解釋能力為13.9%（如表十七）；意味無人機的操作界面和功能設計簡單易懂，使用者更願意使用此項技術。

（四）接受程度對可行性之影響

標準化係數（迴歸係數）=0.885
(>0)、顯著性=0.000 (<0.05)，研究發現「接受程度」對「可行性」具有正向且顯

表十五 認知易用性對認知有用性影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
認知易用性	.445	.095	.397	.000	.157
依變數：認知有用性					

資料來源：本研究整理

表十六 認知有用性對接受程度影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
認知有用性	.803	.068	.738	.000	.545
依變數：接受程度					

資料來源：本研究整理

表十七 認知易用性對接受程度影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
認知易用性	.455	.104	.373	.000	.139
依變數：接受程度					

資料來源：本研究整理

著之影響； $R^2=0.784$ ，意即「接受程度」對「可行性」的解釋能力為78.4%（如表十八）；意味無人機這項新興科技之接受程度愈高，愈有可能將此項技術引進油料部隊，應用於油管巡檢任務之執行；另依本研究問卷調查結果：「接受程度」此構面之各題項選項「認同百分比」達67.1%（非常同意39.2%、同意27.9%）、「可行性」此構面之各題項選項「認同百分比」達67.7%（非常同意35.8%、同意31.9%），皆顯示大部份受測者「接受」無人機技術，且認為無人機巡檢油料管線「實際可行」。

（五）可行性對工作品質之影響

標準化係數（迴歸係數）= 0.633
(>0)、顯著性=0.000 (<0.05)，研究發現「可行性」對「工作品質」具有正向且顯

著之影響； $R^2=0.401$ ，意即「可行性」對「工作品質」的解釋能力為40.1%（如表十九）；意味無人機應用於過橋（橋下）油料管線巡檢可提高工作品質。

（六）可行性對工作安全性之影響

標準化係數（迴歸係數）= 0.616
(>0)、顯著性=0.000 (<0.05)，研究發現「可行性」對「工作安全性」具正向且顯著之影響； $R^2=0.380$ ，意即「可行性」對「工作安全性」的解釋能力為38%（如表二十）；意味無人機應用於過橋（橋下）油料管線之巡檢，可提高工作安全性。

二、研究假設與統計驗證結果

本研究所提出之6項研究假設（ H_1 至 H_6 ），經過統計軟體分析後，驗證結果均為「成立」（如表二十一）。

表十八 接受程度對可行性影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
接受程度	.883	.043	.885	.000	.784
依變數：可行性					

資料來源：本研究整理

表十九 可行性對工作品質影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
可行性	.541	.061	.633	.000	.401
依變數：工作品質					

資料來源：本研究整理

表二十 可行性對工作安全性影響之迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	顯著性	R平方
	B之估計值	標準誤差	Beta分配		
可行性	.465	.055	.616	.000	.380
依變數:工作安全性					

資料來源：本研究整理

表二十一 研究假設與統計驗證結果

研究假設	統計驗證結果
H ₁ ：「認知易用性」對「認知有用性」具「正向顯著性」影響。	成立
H ₂ ：「認知有用性」對「接受程度」具「正向顯著性」影響。	成立
H ₃ ：「認知易用性」對「接受程度」具「正向顯著性」影響。	成立
H ₄ ：「接受程度」對「可行性」具「正向顯著性」影響。	成立
H ₅ ：「可行性」對「工作品質」具「正向顯著性」影響。	成立
H ₆ ：「可行性」對「工作安全性」具「正向顯著性」影響。	成立

資料來源：本研究整理

伍、結論

(一) 目前國軍除透過人工定期巡檢油料輸油管線外，亦已參考中油導入科學方式，於各地區油料庫建置「聯安聯測系統」及「自動測報系統」，其中「自動測報系統」即自動化油料管線壓力監測系統，設置於「營外」開關箱涵內之油管道身，用以監測油料管線全線壓力值是否有降壓情事。正常情況下，油料管線之壓力值恆定，僅小幅動上下波動（受熱脹冷縮影響），壓力值若驟降，表示發生漏點，安管中心執勤

人員可透過電腦之示警畫面，第一時間查出油料洩漏點所在位置，同步通知工修組前往現地探勘。

(二) 當位於「過橋油管及橋下油管」疑似油料洩漏，若適逢颱風過後大雷雨或短時強降雨等劇烈驟變之氣象，溪水可能瞬間湍急，此時步道難行，須等待天氣轉變穩定後，方可執行洩漏點查察，以維作業人員生命財產之安全。

(三) 氣候變遷帶來越多的極端天氣事件，長期趨勢令人堪慮，避災之後再去執行管線巡檢，往往錯過處置黃金時間，在現代科技的驅動下，

且伴隨著無人機技術的落地，導入無人機巡檢油料管線，可克服大自然的障礙，以下說明其優點：

1. 提高安全性：藉由無人機取代人力，於管線行水區難點檢查，巡檢人員可不必進入危險區域。
2. 提高精確度：無人機配有紅外線視覺相機及雷達等感測器，可獲得更精確的資料，以降低肉眼觀察疏漏的機率。
3. 巡檢資料數位化：傳統巡檢資料僅透過紙本與相片，以資料夾方式備份；無人機所拍攝的影像，經由AI辨識，確認管線有無異常，如PE包覆破損、鏽蝕、管體裸露等，亦將經緯度、日期、拍攝角度、圖檔等資訊一併存入雲端資料庫，使輸補油管圖資更臻完備。

陸、研究建議

基於本研究之研究假設所得到之結果，提出以下研究建議：

一、對部隊之建議

現行我油料部隊所運用之聯安系統、聯測系統及自動測報系統，均為舒緩人力需求上的壓力及提升盜、漏油防範與處理效率所採取的科學技術，在未來，可再思考將「無人機技術」引入「油管巡檢領域」，茲以「應用範圍」及「應用方式」，分述如下：

(一) 應用範圍

就續航力而言，目前市面上，小型無人機均不超過二小時，僅適用於短距離油管之巡檢，本文所指「過橋油管及橋下油管」，即屬此類油管，亦為本文研究之範疇（大型無人機如國造騰雲二代，滯空時間近24小時，但其用途為軍種作戰，非適用於油管巡檢作業）。然國軍營外輸補油管，短則數十公里，長達百公里，尤以花東地區為最（約200公里），「過橋油管及橋下油管」僅為其中的一小部份，未來若「儲電技術」出現突破性變革，並能順利解決飛行續航力問題，應將無人機巡檢技術，應用範圍擴大至「全營外管線」，全面提升巡檢工作品質與安全性；另可引進中油或民間廠商等科研技術（如「紅外線熱像儀」^{39、40}、「視頻追

39 Kevin Chiang, 〈一次就搞懂~史上最小最強的紅外線雙光無人機【DJI Mavic 2 Enterprise Advanced】〉, DRAGONFLY UAS, <https://reurl.cc/1Krdnp> (檢索日期:民國114年6月28日)

40 先創國際股份有限公司, 〈快速了解熱成像技術與無人機的可操作性如何使您的企業受益〉, 先創國際, <https://reurl.cc/EVO3qA> (檢索日期:民國114年6月28日)

蹤模塊」⁴¹、「高精度慣性導航系統、掃描儀、飛行時間感測器、視覺相機」⁴²、「高清晰變焦相機」⁴³、「氣體洩漏影像自動辨識」^{44、45}、「可燃性氣體檢測模塊」⁴⁶及「高音喊話器」等），⁴⁷搭載於無人機，對輸油管線場景進行智能識別、即時報（預）警，打造更強大的自動化智慧後勤，值得建案單位參考。

（二）應用方式

國軍盜、漏油事故，從不間斷，故找尋更優化的管線管理方式，實是刻不容緩，因此，導入「無人機智慧巡檢系統」方案，無論是定期普查，抑或突發事故的應急巡檢，特別是需加強巡護的高風險路段，無疑係另闢蹊徑，茲以部署後臺管理結合安全管制中心、培訓飛手能量律定專人專責維管及效仿警界人士建立

巡檢共同圖像等3項，建構未來可操作應用升級模式，分述如下：

1. 結合安全管制中心部署後臺管理：將「無人機智慧巡檢系統」後臺管理，設置於國軍油料部隊所屬各營區「安全管制中心」，執勤人員透過電腦主控螢幕，監控巡檢動態畫面及第一時間突發狀況處置；巡檢全過程實時追蹤，並記錄備份，存入歷史雲端資料庫，以利透過大數據分析，預測管線洩漏位置，有助油料部隊轉型，實現輸油管線綜合巡檢控管。
2. 培訓飛手能量律定專人專責維管：因應未來無人機趨勢，政府於111年宣布恢復一年制義務役徵集時，便將無人機專長列為新制義務役的改革亮點，未來該如何訓練無人機操作手，

41 袁延壽，〈強攻AI無人機供應鏈 中保科攜手聰泰科技打造「動態追蹤雲端AI無人機」〉，工商時報，<https://www.ctee.com.tw/news/20240318701210-430502>（檢索日期：民國114年6月28日）

42 同註18。

43 同註26。

44 高永謀，〈氣體洩漏影像自動辨識技術 工廠管線抓漏的好幫手〉，工業技術研究院，<https://reurl.cc/6KArg6>（檢索日期：民國114年6月28日）

45 大翰科技股份有限公司，〈影像辨識技術的氣體洩漏監測系統〉，大翰科技股份有限公司，https://www.mpi-tech.com.tw/news_info.php?id=60（檢索日期：民國114年6月28日）

46 先創國際股份有限公司，〈無人機氣體監測〉，先創國際，<https://www.esentra.com.tw/product/uav-gasmonitoring>（檢索日期：民國114年6月28日）

47 Kevin Chiang，〈【新品介紹】DJI Mavic 3 Enterprise〉，DRAGONFLY UAS，<https://www.dragonflyuas.com.tw/post/dji-mavic3-enterprise>（檢索日期：民國114年6月28日）

將是義務役入伍後的關注重點。惟從人員長留久用之層面考量，培訓無人機專長種能，應以各單位「志願役為主、義務役為輔」，避免因人員離退而造成飛手缺口罅隙，以維持國軍飛手能量；另於113年度國防預算，編列三軍無人機的採購經費，並由陸軍司令部成立「無人機訓練中心」協助執行戰訓任務，後勤油料部隊可爭取員額擇優派訓，俟是類人員順利考取無人機飛手證照後，專責維管，並編列飛手專業加給，給予實質鼓勵。此外，可於陸勤部補給處年度油料示範講習中，增列無人機應用示範項目，內容包含無人機之組成、性能、用途、操作方法、保養維護及注意事項，置重點於無人機影像傳輸資訊判讀與應處；藉由靜態簡報與動態實作，建立第一線巡檢作業人員、安全管制中心執勤人員、部隊指揮官及各級督導官對無人機巡檢之基本觀念與安管機制。

3. 效仿警界建立巡檢共同圖像：由於執行巡檢任務時，需長時間監看、追蹤，可能會因電池電量有限而不得不中斷無人機飛行任務，鑑此，可開發無人機自動充電基站技術，進行自動快充，以實現無間斷管線巡檢。而警

政巡邏無人機隊應用「自動充電基站技術」，搭配「即時影音串流技術」，利用頻寬，完整地將無人機所拍攝之影音，同步顯示於指揮中心，成功建立「巡檢共同圖像」，殊值我油料部隊學習。

二、對業界之建議

無人機作為近幾年快速發展崛起的新興科技，我國相對其他各國，起步較慢，民眾對無人機的基本認知本就不足與陌生，依本研究結果中「易用性」對「接受程度」具「正向且顯著性」之影響，故打造一把簡單的入門鑰匙極為重要，建議無人機經營業者應提升系統操作之便利性與體驗感，如可於系統開發、設計階段，著重於操作介面簡單化與人性化，使整個作業系統更加友善、更貼近於人性，將大幅提升社會大眾的科技接受程度。

作者簡介

黃新榮上校，嶺東科技大學國際企業研究所畢業。後校正規班95年班、國防大學戰略班113年班。曾任陸勤部戰情中心戰情官、陸勤部戰情中心主任、陸勤部後勤訓練中心補給教官組主任教官，現為軍備局綜合事務處綜管科長。