

不對稱戰爭之研究：以俄烏戰爭之 FPV 無人機運用為例

筆者/陳鴻成

提要

本研究探討了第一人稱視角（FPV）無人機在不對稱戰爭中的潛力，並以俄烏戰爭中的典型案例，證明其低成本與高機動性之價值。藉由分析俄羅斯和烏克蘭部署 FPV 無人機的經驗，呈現其在精確打擊、即時情報收集、平衡作戰態勢及支援地面部隊方面的效能。

本文也進一步探討了臺灣未來在面對中共軍事壓力下，FPV 無人機在國土防衛中的運用可行性，並針對了在灘岸防禦、城鎮巷戰及淺山要域等場景中的使用模式。研究結論旨在於供我國未來軍力建構與軍工科技發展之參考；如果適當整合這類低技術門檻、易於量產和操作的無人載具系統，可以在有限資源下有效地強化臺灣防衛韌性及非對稱作戰能力。

關鍵詞：FPV 無人機、不對稱戰爭、國土防衛、俄烏戰爭、防衛韌性

壹、前言

自 2022 年 2 月底俄羅斯全面入侵烏克蘭以來，戰場上無人機技術的應用已達到了前所未有的規模，雙方軍隊廣泛運用各類無人機進行偵察、監視、電子戰與攻擊，然而，在眾多無人機型式之中，最引人注目的並非昂貴的軍規無人機，而是一種源自民間競速使用的「第一人稱視角¹無人機」(First Person View, FPV Drones，以下將簡稱為 FPV 無人機)，這類型的無人機可憑藉其即時視訊功能、成本低廉、體積小不易發現、機動性且操作簡單，以及高精準攻擊等特性，在人、物力資源有限的衝突中展現了顛覆性潛力。觀之，俄烏戰爭中烏克蘭就充分利用 FPV 無人機成功攻擊俄羅斯的高價值目標(如戰車與補給線等等)，顯著減緩俄軍攻勢，並被媒體譽為「窮人巡弋飛彈」。²這種戰鬥模式不僅降低了戰爭的經濟門檻，也為小型國家或弱勢的一方提供了對抗強大對手扭轉戰略劣勢的關鍵。

根據美國國防部 2024 年《中共軍力報告》，中共擁有超過 200 萬現役軍人，遠超臺灣的 16.9 萬總兵力。³此外，中共公佈 2025 年的國防預算已達 2457 億美元(約新台幣 8 兆元)，相較於臺灣今(2025)年的約 200 億美元(約新台幣 6470 億元)，差距相當顯著(高達十二倍之多)；⁴這種壓倒性的數量與資源優勢使得我國在傳統對稱戰爭取得局部勝利以上的戰果，幾乎不可能。⁵面對中共軍事威脅日以俱增下，我國就需採低成本、可快速部署的解方來預應。而 FPV 無人機的特性恰好契合這一方面需求。

本研究的動機源於當前安全環境的變遷與我國面對台海衝突生存的迫切性，故需借鏡俄烏戰爭的成功作戰案例，剛好這些案例可作為適合資源有限的國家在作戰成本與效益間取得有利基的平衡之舉證，其中不僅展現執行戰場偵監與精準打擊效益，更可以降低人員在城鎮作戰中逐屋搜索或巷戰的高傷亡率。另特別一提的是我國的國防軍備政策，目前仍聚焦於傳統大型武器為重，例如國艦國造的潛艦、F16V 戰機及 M1A2 戰車等高價裝備籌建與採購，故對 FPV 無人機的未來戰略潛力的關注不足。因此，亦希望藉本文能啟發有效的國防戰略資源運用及優化整體防衛作戰部署的策略，俾利複製出一套具靈活與創新符合我國防衛的不對

1. 第一人稱視角(First person view)：由配備攝影機的無人機可以透過手機、平板電腦或其他螢幕，甚至透過視訊護目鏡將即時影像傳輸給遠端操控飛行員，此功能為飛行員提供了來自無人機的偽飛行員視角，所以稱為第一人稱視角(FPV)，參考英國民航局定義，無人機飛行規則和分類，<https://www.caa.co.uk/drones/rules-and-categories-of-drone-flying/first-person-view-flying/>

2 科技新報,Alan chen,「便宜巡弋飛彈，烏軍無人機鑽進建築物內炸毀俄軍裝甲車」，<https://technews.tw/2024/02/23/ukrainian-fpv-drones-hunted-russian-armors-inside-warehouse/>，發布：2024.2.23

3 印太防禦論壇,「台灣透過延長兵役來強化部隊戰備、徵兵能力」，<https://ipdefenseforum.com/zh-hant/2024/05/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%80%8F%E9%81%8E%E5%BB%B6%E9%95%B7%E5%85%B5%E5%BD%B9%E4%BE%86%E5%BC%B7%E5%8C%96%E9%83%A8%E9%9A%8A%E6%88%B0%E5%82%99%E3%80%81%E5%BE%B5%E5%85%B5%E8%83%BD%E5%8A%9B/>，發布：2024.5.28

4 自由時報,「中共持續增加軍費，學者：威嚇台灣、壓制美日」，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1695060>；發布：2025.3.6

5 U.S. Department of Defense, "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China" (Washington, DC: U.S. Department of Defense, 2024). p148。

稱作戰模式，以支撐現行「防衛固守，重層嚇阻」的軍事戰略指導，進使守備部隊在極端不利的戰略環境中，能維持足夠的對抗能力。⁶

貳、FPV 無人機的功用、類別與作戰案例分析

一、功能與特性：低成本、即時同步影像、高機動性

第一人稱視角（FPV）無人機是配備即時視訊傳輸系統的小型無人飛行器(如圖 1)，操作者透過頭戴式顯示器或移動螢幕(如圖 1)，以第一人稱視角進行精準操控，有效執行偵察與攻擊任務。FPV 無人機的技術特性主要體現在三個面向：低成本、即時同步影像與高機動性，這使其在不對稱戰爭中具備獨特優勢。



圖 1，資料來源：Newscientist，< Drone versus drone combat is bringing a new kind of warfare to Ukraine>
<https://www.newscientist.com/article/2450427-drone-versus-drone-combat-is-bringing-a-new-kind-of-warfare-to-ukraine/>

第一個面向為低成本，是 FPV 無人機最顯著的特徵，根據無人機的市場數據與戰場實證，一架常規 FPV 無人機的製造成本通常介於 300 至 1000 美元，或是光纖無人機則為 1200–1590 美元(含線材)，無論如何都遠低於傳統軍事裝備，以美國的「標槍」(Javelin)反裝甲飛彈為例，每枚造價約 17 萬美元，而 FPV 無人機就能以不到標槍飛彈 1% 的價格呈現類似的戰術效果⁷。這種經濟有效的戰場對換比的方式絕對成為資源有限國家的理想武器，尤其適合不對等的衝突中居財力資源較少的一方。

第二個面向為即時同步影像功能，就是透過高速視訊回傳系統使操作者能夠實時看見目標並即刻調整飛行路徑、實施偵察或攻擊目標，這種功能相較於傳統的無人機不僅提升了打擊精度，還能讓操作者在複雜環境中靈活應變，使其成為軍備較弱方抗禦強敵的重要戰具。例如，在俄烏戰爭中，烏克

6.國防部，112 年國防白皮書，臺北市，2013 年 9 月，頁 63。

7 Newtalk 新聞,17 萬飛彈換 400 萬坦克！美製「標槍、刺針飛彈」專打俄軍坦克、飛行器，
<https://newtalk.tw/news/view/2022-03-01/716867>;發布 2022.03.01

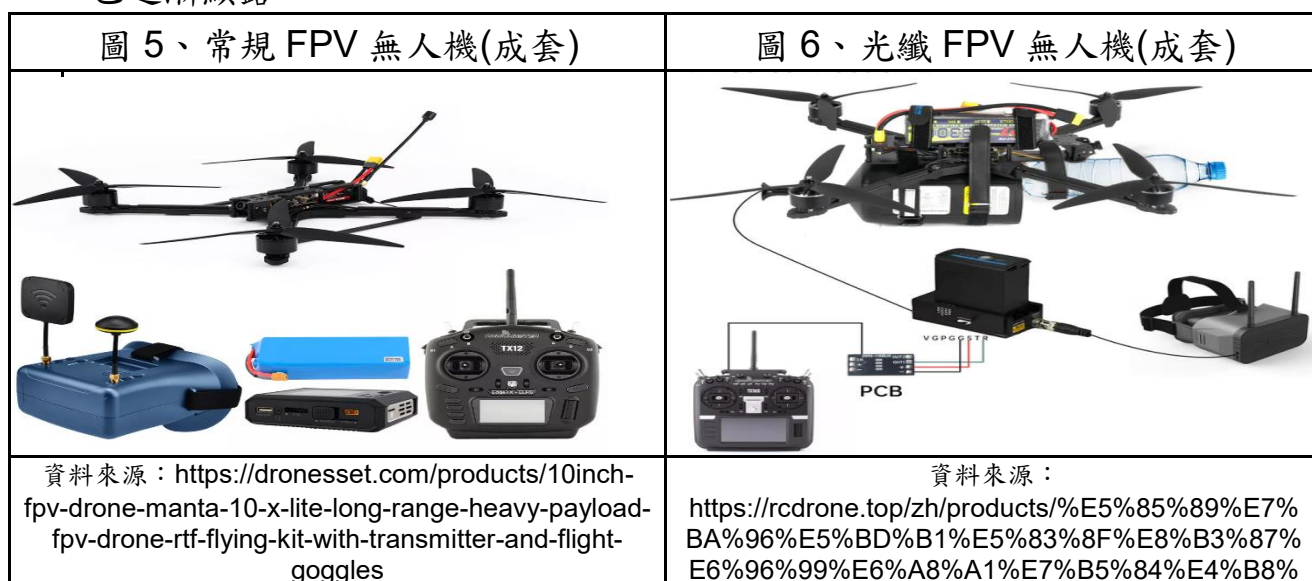
蘭操作員利用 FPV 無人機的即時影像，成功鎖定俄軍士兵執行狙殺(如圖 2~4)，或者對戰車的薄弱部位實施攻擊並予以摧毀⁸。



第三個面向則是高機動性，由於輕量化設計（重量通常在 250 克至 1 公斤之間）與具備卓越的飛行性能，能以每秒 30-50 公尺的速度飛行，並在狹窄空間中快速轉向。這種輕巧的機動性使其能夠穿梭於城市巷道、山地隘口之間，甚至可進入建築物內部實施偵蒐，去執行傳統武器難以企及的任務。

二、FPV 無人機類型及其區別簡介

FPV 無人機依據俄烏兩國之間接戰環境的需求，針對抗電子干擾與增強傳輸控制，已區分為「常規 FPV 無人機」(如圖 5)與「光纖 FPV 無人機」(如圖 6)等兩類型的發展。常規 FPV 無人機起源於民用無人機競速與航拍領域，採用無線電頻率傳輸控制信號與即時影像，技術成熟且易於量產，其低門檻的製造與部署特性使其在衝突中迅速普及，初期常用於俄烏戰爭中對俄軍軍事目標的精準打擊，然而，隨著反制無人機的電子設備（如干擾器與反無人機系統）的廣泛部署，易受電子干擾與信號範圍有限的弱點在高強度衝突中已逐漸顯露。



⁸ 自由時報軍武頻道,烏克蘭精準夜襲! FPV 無人機摧毀俄軍 BRDM-2 裝甲車,
<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4709147>;發布: 2024.06.18

	AD%E7%B9%BC%E5%BB%B6%E9%95%B7%E5%99%A8%E6%A8%A1%E7%B5%84%E7%94%A8%E6%96%BC-fpv-%E6%94%AF%E6%8F%B4%E9%AB%98%E9%81%94-20-%E5%85%AC%E9%87%8C%E7%9A%84%E6%9C%89%E7%B7%9A%E8%A8%A%E8%99%9F%E5%82%B3%E8%BC%B8
--	---

相對地，光纖 FPV 無人機正是在此背景下應運而生，其發展源於對抗電子干擾的戰場需求，通過光纖線纜傳輸控制與影像數據，不僅能抵禦電磁干擾，還可提供高清晰度與長距離穩定性，適合執行高可靠性需要的作戰任務（如表 1）。

分類	常規 FPV 無人機 (Wireless FPV Drone)	光纖 FPV 無人機 (Wired FPV Drone)
通訊方式	透過無線電（依賴開放頻段通常為 5.8GHz、2.4GHz）進行影像傳輸與遙控	利用超細光纖纜線連接飛控與操作端，實現高速穩定的影像與操控傳輸
飛行距離	有效控制距離約 2-5 公里（視環境）	受可達 10 公里
飛行特性	高機動、適合快速突擊與群體飛行	操控穩定、適合精準攻擊
任務功能	攻擊(含自殺攻擊)、偵察、投彈、誘敵等	逐屋搜索、複雜電子環境下的作戰、狙(伏)擊
戰術適用	城鎮戰、短距突擊與游擊作戰	強電磁干擾區、巷戰、高風險建築突襲
部署單位	步兵、特戰部隊、後備（民兵）守備部隊	特戰、電子戰部隊、高價值目標打擊單位
特點	整備簡單部署快、行動靈活度高	高抗干擾、保密性強，不受電磁封鎖與 GPS 阻斷
弱點	易受敵電訊欺騙、攔截或電子干擾影響、續航電力短。	靈活度限制線材繫絆、部署整備工序較無線型複雜。
成本估值	約 400–1000 美元／架	約 1200–1590 美元／架

表 1 資料來源：作者彙整繪製。

三、俄烏戰爭作戰實例

在俄烏戰爭（2022 年至今）的衝突中 FPV 無人機大規模的應用，提供了許多不對稱作戰的最佳實證。以下就要以烏克蘭採用低成本的 FPV 無人機作為反制面對俄羅斯強勢進攻的機械化部隊的主要實例來探討

(一)機甲車輛襲擊

在巴赫穆特戰役中，烏軍就將商用 FPV 無人機改裝為「自殺式」武器，搭載 RPG-7 彈頭或自製爆炸物，針對裝甲車輛(俄軍 T-90 與 T-72 戰車)進行精準打擊，尤其是瞄準其炮塔後部或履帶等薄弱部位⁹(如圖 7)。轉載報導統計指出，一架成本約 500 美元的 FPV 無人機能摧毀價值超過 400 萬美元的戰車

9 易網, 战场惊现无敌小怪兽，不断进化的 FPV 无人机！, <https://www.163.com/dy/article/JKRUU6MJ0556911B.html>; 發布：2025.01.2

10。在 2023 年初，據烏克蘭國防部估計，FPV 無人機已摧毀數百輛俄軍裝甲車輛，迫使俄軍將重型裝備後撤數公里，顯著減緩其進攻速度。

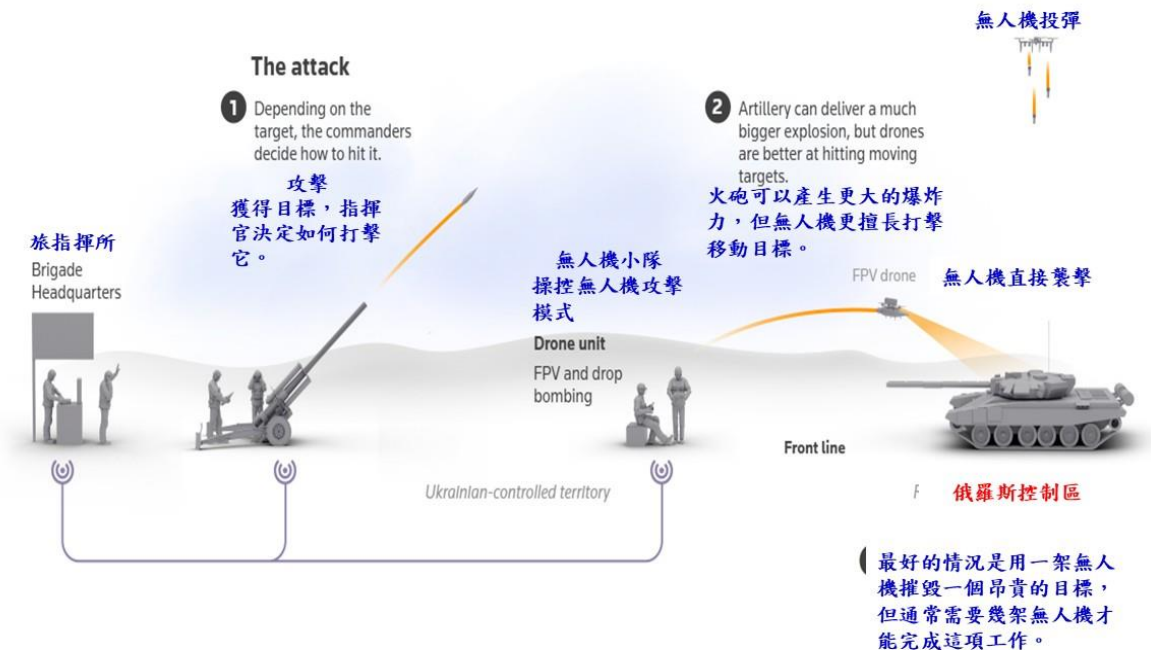


圖 7，資料來源：路透社，< How drone combat in Ukraine is changing warfare>
<https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/DRONES/dwpkeyjwkpml/2024.3.26>

(二)補給線突擊

在 2022 年 10 月一段廣為流傳的影片顯示，烏克蘭 FPV 無人機以俯衝方式摧毀一輛俄軍油罐車，引發連鎖爆炸¹¹。就是烏軍在赫爾松地區利用 FPV 無人機攻擊運輸車隊與燃料庫，切斷俄軍的前線補給。這些行動不僅削弱了俄軍的後勤能力，還展示了 FPV 無人機在低成本條件下實現高戰術價值的潛力，充分展顯在不對等的戰爭中彌補傳統武器的數量劣勢，為資源有限的一方提供抗衡的空間。

(三)指揮管制系統破壞

烏軍情報部隊曾部署 FPV 無人機攻擊俄軍臨時設置的 1L219M ZOOPARK-1 型反砲兵電達系統，更在頓內茨克地區摧毀了俄羅斯要價不菲的 R-330 Zhitel 電子戰系統¹²，由於此類目標具有戰術關鍵性，一旦遭受攻擊而中斷，將重創 C4ISR（指揮、控制、通訊、電腦、情報、監視與偵察）指管鏈的作

10 騰訊網, FPV 无人机神话正在破灭? 俄乌战场近一年, FPV 反坦克效率大幅下降,
<https://news.qq.com/rain/a/20250220A09MGI00>, 發布: 2025.2.21

11 Kanal13, "Russian supply lines collapse near Kupiansk as Ukrainian drones annihilate convoys and armour," <https://www.youtube.com/watch?v=zGTQEITv-qQ>; 發布: 2025.2.5

12 Defense Express, "Ukrainian FPV Drones Destroy russian R-330 Zhitel EW System While Repelling an Assault in the Donetsk Region", https://en.defence-ua.com/news/ukrainian_fpv_drones_destroy_russian_r_330_zhitel_ew_system_while_repelling_an_assault_in_the_donetsk_region-13942.html, 發布: 2025.3.24

用。亦曾傳聞烏軍特戰部隊搭配 FPV 機針對俄軍前線指揮官及車輛進行「斬首」行動，造成其前線指揮體系擾亂。

四、對比傳統武器的成本效益

FPV 無人機相較於傳統武器的成本效益是其在不對稱戰爭中脫穎而出的關鍵。以俄烏戰爭為例，一枚「標槍」反裝甲飛彈的造價約為 17 萬美元，且每發射一次需額外的後勤支持，而一架 FPV 無人機能以 500 美元左右的成本摧毀同等目標。根據媒體報導的估計，一輛 T-90 式戰車的製造成本約為 400~450 萬美元¹³，這意味著 FPV 無人機的成本效益比約達 9000 比 1。同樣地，據官媒消息美國預分別在 2026 及 2027 年期間，採每年 2 架交付台灣具偵察與打擊功能的 MQ-9B 無人機，連同 2 套地面控制系統也將分兩批交貨，總價約 4 億 6700 萬美元¹⁴，若再加上裝備後維成本所要支出的費用可能更高。然而，FPV 無人機就能在局部任務中以極低成本替代同樣偵察與打擊功能。

與傳統武器更有優勢另有射程與籌獲速度，例如「標槍」反裝甲飛彈的有效射程可達 2500 公尺，而 FPV 無人機的航程通常可達 5-10 公里不等。所以，傳統武器的昂貴價格與複雜後勤需求限制了其武器裝備的配屬，尤其對資源匱乏的國家而言。相比之下，FPV 無人機的低成本使其可作為一次性的大量部署，無需考慮回收。以烏克蘭為例，在 2023 年期間每月生產數千架 FPV 無人機的產製速度，絕對是遠超俄軍戰車的生產速度及反裝甲飛彈籌獲。此外，FPV 無人機的精準性與機動性彌補了火力上的不足，使其能在攻防作戰中都能發揮更大作用。這種成本效益的差異使得弱勢一方能夠以數量與靈活性壓制強敵的高科技裝備，形成「以小博大」的不對稱戰略格局。

13 陳成良,自由時報,“ 芭比Q了！又一俄軍 T-90 主戰坦克遭轟爆「造價 1 億元」”,
<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4017561>；發布：2022.8.7

14 石秀娟,中央社,“ 台灣軍購空中衛士無人機 美首批 2026 年交貨”<https://www.cna.com.tw/news/aip/202403200042.aspx> ;發布：2024.3.20

參、中共軍力增長的威脅與我國國防資源的侷限

一、中共與我國不對等的軍事力量比較

因中國整體經濟在過去十多年一直維持的高成長率，同步促使軍事快速現代化，軍力飛速地增長，特別在海軍、空軍與導彈(火箭軍)部隊的質與量大幅提升。依據美國國防部出版《2024 年中共軍力報告》中提到，中共海軍現擁有 3 艘航母、60 艘潛艦(6 艘核動力彈道飛彈潛艦 SSBN、6 艘核動力攻擊潛艦 SSN 和 48 艘傳統柴油動力的攻擊潛艦 SS)與 395 艘水面艦¹⁵，遠多於我國海軍主作戰艦艇數量計基隆級艦等 26 艘與 4 艘潛艇¹⁶。在空軍方面，中共擁有約 1800 架戰鬥機，其中包括第五代隱形戰機 J-20 就已超過 300 架，而我國將各式主力戰機、偵察機、運輸機、教練機等輔助機型加總僅有 474 架戰機¹⁷，且目前尚未擁有第五代同等級的先進戰機機型；再參據長期對兩岸軍力研究者的研判，解放軍主要對台作戰的兵力，計東部戰區的第 71、72、73 集團軍(主力方面)、南部戰區的第 74 集團軍、中部戰區的第 83 集團軍(協力方面)，以及轄區內的特戰部隊、海軍陸戰隊與空軍空降兵軍各乙部，總計約 40 餘萬人，其中包含有 3 個空中突擊旅及 4 個陸航旅，共計約 560 餘架各型直升機¹⁸。由此可見，解放軍在軍隊的數量與國防資源對臺灣已構成絕對壓倒性優勢，這就是中共軍事威脅我國的核心基礎。

再者，鑑於中共不放棄武力對臺的原則下，解放軍為增強搶灘登陸和後勤行動的能力，兩棲登陸艦隊規模也隨著軍力現代化大幅增強，最引人注目的是 075 型和 076 型兩棲攻擊艦下水服役。目前中共至少有 3 艘 075 型兩棲攻擊艦已經投入作戰序列，分別是海南號(2021 年 4 月服役)、廣西號(2021 年 12 月服役)和安徽號(2022 年 10 月服役)；另據報導 076 型兩棲攻擊艦(四川艦)業於 2024 年 12 月下水實施海上作戰測試¹⁹。另在今年(2025)年初曾有報導指出中共在廣州國際造船廠建造了一批新型「特殊駁船」(jack-up barges)，而這些駁船結合了民用滾裝貨輪的功能，企圖直接將重型戰具投送到所望登陸目標區的沿岸道路上，並使其能夠進行多點登陸在避開或繞過傳統海岸防禦，迫使臺灣的灘岸防禦計劃難以推展，並增加了中共兩棲犯臺作戰成功的可能性²⁰。

15 U.S. Department of Defense, "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China" (Washington, DC: U.S. Department of Defense, 2024), p47-58

16 國防部，「海軍新一代輕型巡防艦建案規劃」專案報告，臺北市，2023 年 11 月，頁 2。

17 U.S. Department of Defense, "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China" (Washington, DC: U.S. Department of Defense, 2024), p59-62

18 香港 01 祁賓鴻「前台國防部官員：兩岸軍力嚴重失衡，解放軍可迅速癱瘓台灣軍」，https://www.hk01.com/article/765594?utm_source=01articlecopy&utm_medium=referral，發佈：2022.05.04

19 中國時報江飛宇，「076 世界首艘具電磁彈射的兩棲攻擊艦」，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20250218000703-260309?chdtv>；發佈：2025.2.18

20 The Diplomat, Jhih-Siang Liu and Yuan-Chou Jing, "Why China's New 'Special Barges' Are a Worrying Sign for Taiwan", <https://thediplomat.com/2025/02/why-chinas-new-special-barges-are-a-worrying-sign-for-taiwan/>

二、臺灣當前國防資源籌備的挑戰

從當面中共的軍力規模及資源預算來看，解放軍佔盡極大的優勢，這是不爭的現實。假設兩岸一旦開戰，我國軍初期絕對沒能力立即在臺灣周邊海、空域掌握制空及制海權，就因如此，解放軍獲得海、空優勢後就能大舉揮軍，以正規與非正規的兩棲輪具實施渡海，同時結合空、機降等手段，對臺灣進行全面性及多維度的登島作戰行動。

儘管我近年增加國防投資，其現有軍事能量仍存在顯著的窒礙與局限。首重的是兵源不足，兵源不足是當前主要的問題也是戰力提升的隱憂。以我國在 2024 年為例，約有 16.9 萬名現役員額，當年一年期義務役才徵召共徵集 6956 人，其中有 993 人轉服志願役²¹，另外服役 4 個月的軍事訓練役因訓練期程短，很難形成有效的即戰力。另國防部宣稱擁有 166 萬後備軍人，雖然自 2023 年起推行新制教育召集，訓練週期為期乙週(5 至 7 天)及兩週(14 天)的專長複訓及現地戰術，但每年實際參與人數也僅 11.8 萬人左右，其在短期限提升後備動員戰力仍是有限²²。其次，就是裝備老化與數量不足制約了防衛作戰效能，以海軍的 4 艘潛艇、4 艘基德級驅逐艦與 22 艘巡防艦多為美國退役艦艇，不論在質與量都落後於中共的新型艦艇。空軍擁有 474 架戰機中的 F-16、幻象 2000-5 型與經國號 (IDF) 戰機等，自成軍迄今大部分型式均屬第四代半戰機為主力，另於航電裝備及空戰效能雖具備部分電子戰能力，但尚無系統化隱形設計，故都缺乏對抗中共第五代戰機殲-20 的隱形能力。整體而言，臺灣現有軍事能力在面對中共的軍力數量與技術優勢時，顯得準備不足，亟需以創新戰術或外部支援來彌補差距。

肆、FPV 無人機因應解放軍武力犯臺的不對稱作戰運用

台灣本島受限於國土狹小、兵力有限與制海空劣勢等現實條件。面對解放軍可能採行的「聯合登陸作戰」模式，從「遠程火力打擊、奪取海空權、實施封鎖、多維度登陸，到最終向島內縱深推進」以高速快捷之作戰節奏遂行作戰。故不對稱戰略成為必要選項。在此戰略脈絡下，FPV 無人機因其低成本、高機動與高精度打擊的特性，已成為現代戰場上「廉價的精準武器」。尤其以烏克蘭戰場經驗中，對俄軍裝甲與補給體系造成巨大損害，顯示其在不對稱戰爭中的潛能，提供我國執行國土防衛作戰具有高度借鏡的價值。

首先，在灘岸防禦，FPV 無人機可遲滯或拒止解放軍登陸。因屆時解放軍武犯初期，我國軍無法確保制空、制海優勢，故傳統固定式陸基式海防及防空火力與雷達可能作戰的首波即遭壓制，若能部署大量具備高機動性的 FPV 無人機，可

taiwan/；發佈：2025.2.24

21 中央通訊社,翟思嘉,“恢復一年期義務役首年 993 人「簽下去」轉志願役”,
<https://www.cna.com.tw/news/aip/202503260139.aspx>, 發佈：2025.3.26

22 大紀元,吳旻洲,“台明年新制教召擴大辦理,薪資加成 1.5 倍”,
<https://www.epochtimes.com/b5/22/12/6/n13879461.htm>, 發佈：2022.12.6

配合戰場感測系統即時發現接近之解放軍登陸船艇、兩棲車輛或氣墊船等，並進行低空高速突擊。烏克蘭即曾以改裝的 FPV 無人機攜帶炸藥直擊俄軍的裝甲運輸車輛或行經橋樑下方薄弱部位，達成反裝甲或阻絕戰果²³。同理，若中共採用機械化部隊進行「快速搶灘登陸」模式，我可使用 FPV 無人機則可透過分散部署與群體出擊，對解放軍登陸艇、水陸坦克或其他搶灘載具進行「飽和式自殺攻擊」，造成其登島戰術節奏錯亂或迫使轉向。甚至，解放軍可能使用新研發的「特殊駁船」(jack-up barges)在淺灘水域形成臨時碼頭企圖後續兵力直接跨越岸際礁石或沙洲快速上岸。所以，此時 FPV 無人機能在足未穩之時對這些設備實施快速出擊，造成其最大化的傷害效果。

其次，若解放軍突破海岸防線必試圖向內島城鎮及地形地點推進，所以在城鎮作戰場域中，FPV 無人機更是可以發揮不對稱戰力。觀之，俄烏戰爭中的巴赫穆特與馬里烏波爾等戰役中，雙方皆大量使用 FPV 無人機於廢墟與建築群中追蹤敵軍動態，執行定向伏擊與限制空間突擊。FPV 無人機在城鎮戰中的部署方式可靈活多變，可從高樓屋頂、民宅內或地下停車場起飛，利用城市建築作為天然掩護，躲避敵方雷達偵測，在狹窄巷道與建築間隙中飛行，甚至穿過破損窗戶進入室內，未來臺灣若遭敵軍進行登陸後縱深滲透與城鎮佔領，我方守備部隊將面臨高密度交戰區與視線受限的情境。此時，FPV 無人機可自巷弄間穿梭，飛入建築物窗口、通風井或地下通道，且在無 GPS 或衛星通訊遮蔽的都市環境中，仍能依賴目視操作與低延遲影像完成目標打擊或情資蒐集。更重要的是，城鎮戰所需之無人機多為低成本且能快速部署者，恰好符合這類系統的部署構想。

再者，臺灣地形以深谷多山、林密坡陡為主體。但有許多交通要道在淺山丘陵地區，這些地形崎嶇且植被茂密，限制了機械化部隊的機動性，正是 FPV 無人機發揮優勢的最佳空間，淺山要域將成為另一個關鍵戰場。可效法烏軍在實戰中運用 FPV 無人機潛入俄軍後方，搭配偵察小隊標定目標後發起精準突擊。對我國而言，淺山區域的狹窄山徑與隘口（如新北的烏來或桃園的復興鄉）是敵軍推進的必經之路適合設伏，可由特戰部隊或山地守備單位攜行 FPV 無人機，利用其可穿越樹林與地形遮蔽的特性執行敵後偵察、快速回傳戰場畫面，並結合反甲武器或導引迫砲火力劃定擊殺區對敵方步兵與輕型車輛發動伏襲，迫使其放緩推進速度或繞道，增加戰場壓力。此外，在缺乏空中密支下，可將採用 FPV 無人機配置熱成像模組，於夜間辨識敵方隱蔽行軍部隊，提供「低空偵搜」能力。

總結而言，FPV 無人機若能有效納入具我國國土防衛情報作戰序列，將可以有限資源對抗大量敵軍在未來高強度作戰，形成節點式防禦與機動火力反應的靈活結構。從灘岸至山林、再到城市巷戰，其多場景、多功能的應用潛力，皆應成為不對稱防衛戰略之核心。

23 Royal United Services Institute, 〈Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War〉, (2024) 頁 8-9

伍、結論

本研究透過對 FPV 無人機在俄烏戰爭中的應用案例分析，確認此類低成本、高機動性系統在不對稱戰爭中展現的顛覆性作戰潛能。當前我臺灣與中共的實力在某種程度上與民國初期時，毛澤東所提出國共雙方在中國革命戰爭的不對稱態勢相似，只是角色已然互換而已。大家就參用毛澤東革命戰爭規律的理則框架來看，我國現況極像當時共產黨面臨的戰略環境其中之三個特點：第一特點(政經實力不對等)，現在臺灣與中共的政治經濟發展實力不平衡；第二特點(敵人強)，中共的軍事力量強大為居世界第二或第三位；第三特點(我方弱)，與中共相比臺灣在整體戰力上相對弱小。所以，我們要以「其人之道」，運用毛澤東曾強調「以弱勝強」的創新戰略思維，在面對強敵時，必須充分認識這些特點，來發展符合自身條件的不對稱戰術戰法。

面對中共持續增長的軍事壓力及雙方懸殊的軍力差距，我國在傳統作戰體系外，亟需建立靈活且創新的不對稱戰力，曾經我國前參謀總長李喜明上將也提出在有形戰力對比懸殊下，弱方要採用創新與不對稱戰術，更強調的建軍方向要採用大量低成本、高機動、能分散、致命性高的武器，以彌補於數量與質量上的戰略劣勢²⁴。在我國的兵源短缺、資源有限的條件無法改善下，這類低成本高效能的 FPV 無人機，恰好提供了一條可行的途徑，進而促使戰場優劣態勢改變。基於研究發現，本文得出以下結論與建議：

一、建立本土 FPV 無人機研發與生產體系

當前我國在無人機技術領域擁有相當基礎，但需加速 FPV 無人機的本土研發與量產能力，務必整合產官學各界資源，建立針對軍事用途的無人機研發中心，針對台海特殊作戰環境與需求，開發具備抗電子干擾、高精度打擊與模組化設計的系統。同時，應簡化採購程序與規格認證，鼓勵民間企業參與國防用 FPV 無人機的生產，建立戰時快速擴產機制，確保在緊急狀態下能夠迅速提升產量。

二、發展多層次 FPV 無人機戰術體系

借鑒俄烏戰爭經驗，FPV 無人機應融入國軍現有防衛戰略與戰術體系中，形成「低空多層次」的不對稱防衛作戰網絡。在此有 4 個方面的建言：(1)在灘岸防禦階段，部署大量低成本 FPV 無人機針對登陸艇、兩棲車輛與臨時碼頭設施實施飽和攻擊，類似烏軍針對俄軍裝甲部隊的打擊戰術；(2)在城鎮戰階段，利用其高度機動性能為砲兵、步兵提供「隔牆穿透的視野」執行精準打擊，如烏克蘭在巴赫穆特戰役中的建築內部偵察與攻擊；(3)在淺山要域防禦中，結合特戰部隊與山地守備單位實施敵後偵察與伏擊，如同烏軍針對俄

²⁴ 李喜明，《臺灣的勝算》(臺北：聯經出版社，2022 年 9 月)，頁 330-410。

軍後方補給線的襲擊；(4)運用光纖 FPV 無人機在電磁干擾環境下的應用潛力，解決戰場上日益嚴重的電磁干擾、遮障等電子戰威脅問題。

三、改革國防教育與訓練體系

FPV 無人機的高效運用仍需要具備高技術素養的操作人才，故提 4 點建議，俾利是類人才培育：(1)在國軍各軍種專業訓練中納入 FPV 無人機操作課程，培養專業操作人員；(2)在全民國防教育中加入基礎無人機知識，擴大潛在操作人才庫；(3)改革後備動員制度，建立「民間 FPV 無人機戰鬥隊」，由具專業背景の後備人員或志願民眾組成，在危機時刻可快速整合於國防體系；(4)定期舉辦多場景 FPV 無人機對抗演習，檢驗戰術效能並優化作戰方案。

四、調整國防預算與資源配置

面對軍事資源的限制，建議進行國防投資的策略性調整。大型、高價值武器系統仍然重要，但應適度增加對低成本、高效能等微型無人機系統的投資比例，以達到資源最優化分配。誠心建議總體國防預算中，應有適當的資源比重投入 FPV 無人機及相關技術的研發與採購，並落實制定明確的五年兵力整建計劃。

五、國際合作與技術交流

我國應整合各相關部會，並積極與理念相近國家建立 FPV 無人機領域的合作建議有 4 點：(1)與烏克蘭等有實戰經驗的國家交流作戰心得與技術發展，特別是針對俄烏戰場上 FPV 無人機的改良與創新；(2)與美國、日本等盟友探討聯合防禦中 FPV 無人機的整合運用；(3)研究俄烏戰爭中出現的電子對抗與反制技術，提前開發抗干擾能力；(4)參與國際無人機安全標準與法規制定，確保相關技術的合法運用與倫理考量。

綜上所述，FPV 無人機雖然不是解決台海安全挑戰的萬靈藥，但作為一種低成本、高效能的不對稱戰力，確實能夠顯著提升我國整體防衛韌性。借鑒毛澤東以「積小勝為大勝」的戰略思想，大量部署 FPV 無人機可在關鍵戰場節點上製造局部優勢，進而累積為整體態勢的「量變」影響整體戰略的「質變」。這種「以小博大」、「以弱勝強」的思維與現代不對稱作戰理論高度契合，是我國在面對強大對手時不可或缺的戰略選擇與建軍備戰的解方。

未來研究建議：可進一步探討 FPV 無人機與人工智能、群體智能等新興技術的整合應用，特別是基於俄烏戰爭中已經顯現的發展趨勢，如自主識別目標與多機協同作戰等。同時應研究如何在法律、倫理與國際人道主義法的框架下，確保這類系統的合法與適當使用。此外，持續深入分析俄烏戰場上 FPV 無人機技術與戰術的最新發展，及時調整我國的相關戰略規劃，保持不對稱作戰的創新優勢，為台海防衛提供更具前瞻性的科技支撐。

參考文獻

一、中文部分

(一)專書

- 1.中華民國國防部，《中華民國 112 年國防報告書(ROC National Defense Report 2023)》(臺北:中華民國國防部戰略規劃司，2023 年)，頁 63。
- 2.李喜明，《臺灣的勝算》(臺北：聯經出版社，2022 年 9 月)，頁 330-410。
- 3.毛澤東，《中國革命戰爭的戰略問題》(哈爾濱：東北書店，1948 年 12 月)，頁 18-20。

(二)期刊(專案報告)

1. 國防部,「海軍新一代輕型巡防艦建案規劃」專案報告,臺北市,2023 年 11 月,頁 2

(三)網路資訊：

- 1.科技新報,Alan chen,” 便宜巡弋飛彈，烏軍無人機鑽進建築物內炸毀俄軍裝甲車”，<https://technews.tw/2024/02/23/ukrainian-fpv-drones-hunted-russian-armors-inside-warehouse/>”；發布:2024.2.23
2. 自由時報,「中共持續增加軍費，學者：威嚇台灣、壓制美日」，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1695060>”；發布：2025.3.6
3. Newtalk 新聞,17 萬飛彈換 400 萬坦克！美製「標槍、刺針飛彈」專打俄軍坦克、飛行器,<https://newtalk.tw/news/view/2022-03-01/716867>；發布 2022.03.01
- 4.自由時報軍武頻道,”烏克蘭精準夜襲！FPV 無人機摧毀俄軍 BRDM-2 裝甲車,<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4709147>“;發布：2024.06.18
- 5.易網, 战场惊现无敌小怪兽，不断进化的 FPV 无人机！，<https://www.163.com/dy/article/JKRUU6MJ055691IB.html>；發布：2025.01.2
- 6.陳成良,自由時報,” 芭比Q了！又一俄軍 T-90 主戰坦克遭轟爆「造價 1 億元」”，<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4017561>；發布：2022.8.7
- 7.台灣事實查核中心,「台灣花 6 億美元向美國買 4 架型號 MQ- 9B 無人機，西方媒體爆出 MQ-9B 無人機售價 3 千萬美元，美賣台灣同型號竟為 1.5 億美元，花費五倍價錢」，<https://tfc-taiwan.org.tw/fact-check-reports/migration-9244/>；發布：2023.6.12
8. 香港 01 祁賓鴻”前台國防部官員：兩岸軍力嚴重失衡，解放軍可迅速癱瘓台軍”,https://www.hk01.com/article/765594?utm_source=01articlecopy&utm_medium=referral，發佈：2022.05.04
- 9.中國時報江飛宇,” 076 世界首艘具電磁彈射的兩棲攻擊艦”，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20250218000703-260309?chdtv> “；

發佈：2025.2.18

10. 中央通訊社, 翟思嘉, "恢復一年期義務役首年 993 人「簽下去」轉志願役",
<https://www.cna.com.tw/news/aip/202503260139.aspx>, 發佈：2025.3.26
11. 大紀元, 吳旻洲, "台明年新制教召擴大辦理, 薪資加成 1.5 倍",
<https://www.epochtimes.com/b5/22/12/6/n13879461.htm>, 發佈：2022.12.6
12. 印太防禦論壇, "台灣透過延長兵役來強化部隊戰備、徵兵能力",
" <https://ipdefenseforum.com/zh-hant/2024/05/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%80%8F%E9%81%8E%E5%BB%B6%E9%95%B7%E5%85%B5%E5%BD%B9%E4%BE%86%E5%BC%B7%E5%8C%96%E9%83%A8%E9%9A%8A%E6%88%B0%E5%82%99%E3%80%81%E5%BE%B5%E5%85%B5%E8%83%BD%E5%8A%9B/> " ; 發布:2024.5.28

二、外文部分

(一) 期刊(專案報告)

1. U.S. Department of Defense, "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China" (Washington, DC: U.S. Department of Defense, 2024), p47-58
2. Royal United Services Institute, 〈Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War〉, (2024) 頁 8-9

(二) 網路資訊：

1. Civil Aviation Authority, The UK's aviation regulator,
〈 <https://www.caa.co.uk/drones/rules-and-categories-of-drone-flying/first-person-view-flying/> 〉
2. Kanal13, "Russian supply lines collapse near Kupiansk as Ukrainian drones annihilate convoys and armour,"
<https://www.youtube.com/watch?v=zGTQEITv-qQ> ; 發布：2025.2.5
3. Defense Express, "Ukrainian FPV Drones Destroy russian R-330 Zhitel EW System While Repelling an Assault in the Donetsk Region",
https://en.defence-ua.com/news/ukrainian_fpv_drones_destroy_russian_r_330_zhitel_ew_system_while_repelling_an_assault_in_the_donetsk_region-13942.html, 發布：2025.3.24
4. The Diplomat, Jhih-Siang Liu and Yuan-Chou Jing, "Why China's New 'Special Barges' Are a Worrying Sign for Taiwan",
<https://thediplomat.com/2025/02/why-chinas-new-special-barges-are-a-worrying-sign-for-taiwan/> ; 發佈：2025,2,24

5.路透社, Mariano Zafra, Max Hunder, Anurag Rao and Sudev Kiyada , "How drone combat in Ukraine is changing warfare ",
<<https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/DRONES/dwpkeyjwkpm/>> , 發佈：2024.3.26

筆者簡介



姓名：陳鴻成

級職：上校學員

學歷：陸軍官校 91 年班正 71 期、貝里斯叢林戰教官班 2006 年班、步兵正規班 98 年班 343 期、薩爾瓦多聯合指揮參謀 2012 年班、宏都拉斯國防大學戰爭學院 2019 年班。

經歷：排長、高空特勤中隊副區隊長、區隊長、機步營長、軍情處情參官、作計室作參官、步兵旅參謀主任、現任國防大學中軍所研究生。

電子信箱：軍網：hungchen0704@webmail.mil.tw（請點選自動取消超連結）
民網：hugocheng.0704@gmail.com