

工兵

167

期

2025 年 10 月

半年刊

Journal of Army Engineer Semiannually



陸軍工兵訓練中心發行

發行人 蔡傳聖

社長 朱栢鴻

副社長 邊韋豪

總編輯 林右郎

主編 王嘉聖

審查委員 李振弘 胡源逢 楊博仁

林星瑜 陳泓瑜 潘致中

吳文藝 陳建宏 吳奇諭

劉珉裕

美術編輯 王嘉聖

審校 林政傑、楊智傑

封面故事 M字形突擊舟

曾參與復興空難、南方澳大橋及各式災害等救援行動，主要在使部隊能跨越河川地障暢通機動路線，並藉由靈活、穩定及快速部署之特性，以提高各式任務執行效率。



出版日期

中華民國114年10月29日

創刊日期

中華民國60年11月16日

發刊網頁

國防部全球資訊網/軍事書刊/學術期刊

<https://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=軍事刊物&id=17>

發行

陸軍工兵訓練中心

地址

高雄市燕巢區中西路1號

電話

07-6169882

電子郵件

caes736141@gmail.com

G P N 4809704422

ISSN 2225-5400

定價 非賣品



本著作採用創用CC為：
「姓名標示-非商業性-相同方式分享」



目 錄

教育訓練

從工兵重機械訓練考照探討影響訓練遷移關鍵因素之研究



朱栢鴻 上校

陸軍官校90年班、陸軍工兵學校正規班98年班、陸軍指揮參謀正規班104年班、國防大學戰爭學院正規班110年班
曾任排長、工兵官、副連長、連長、工參官、副營長、教官、工兵所所長、營長、53群指揮官及陸軍工兵訓練中心參謀長
現任陸軍工兵訓練中心副指揮官



周俊宏 士官長

陸軍工兵訓練中心技勤班87年班、陸軍工兵訓練中心士官高班90年班、國防部軍備局士官長正規班93年班
曾任助教
現任陸軍工兵訓練中心機械組教官

1

教育訓練

從戰鬥工兵師資班課程探討美軍爆破技術與我軍之差異



鄧中適 少校

陸軍官校99年班、工兵正規班107年班
曾任排長、副連長、工兵官、人事參謀官
現任陸軍工兵訓練中心戰工組教官

22

教育訓練

陸軍工兵訓練中心結合勞動部職訓中心訓練模式藉以提升訓練效益之研析



周俊宏 士官長

陸軍工兵訓練中心技勤班87年班、陸軍工兵訓練中心士官高班90年班、國防部軍備局士官長正規班93年班
曾任助教
現任陸軍工兵訓練中心機械組教官

52

教育訓練

淺談城鎮戰中詭雷之應用



吳珮瑄 少校

陸軍官校96年班、國防大學理工學院機航所102年班、陸軍工兵訓練中心正規班103-1期
曾任排長、連長、隊長
現任陸軍工兵訓練中心戰工組教官

70

目錄

剋制共軍重型合成破障能力之探討

敵情研究

**陳崇傑**

指職軍官93年班、陸軍工兵訓練中心正規班100年班
曾任工程官、參謀官
現任陸軍工兵訓練中心戰工組爆破教官

89

中共新型駁船發展與對臺登陸作戰能力之研析

敵情研究

**吳珮瑄少校**

陸軍官校96年班、國防大學理工學院機航所102年班、陸軍工兵訓練中心正規班103-1期
曾任排長、連長、隊長
現任陸軍工兵訓練中心戰工組教官

114

俄烏戰爭中無人艇(載具)運用之淺析

科技武器

**簡紹帆 中尉**

陸軍專科學校專4期、陸軍工兵學校軍官正規班114年班、國立金門大學企業管理系畢
曾任班長、副排長、排長
現任陸軍第六軍團機步第269旅工兵連排長

**楊智凱 士官長**

陸軍專科學校士正班107年班、陸軍工兵學校士官高級班99-2期、樹德科技大學行銷管理科畢
曾任班長、訓練士、副排長、助教
現任陸軍工兵訓練中心渡河組教官

130

從工兵重機械訓練考照探討影響訓練 遷移關鍵因素之研究

朱栢鴻上校、周俊宏士官長

提要

- 一、隨著臺海局勢複雜與兩岸關係緊張，身為軍人須從專業角度認知到軍人核心價值，就是善盡保國衛民責任，精進本職學能，提升整體國防力量，本研究旨在探討國軍訓練遷移關鍵要素之分析，以工兵重機械證照訓練考照為例，期使訓練遷移朝向正向發展，藉以強化工兵部隊官兵重機械操作能力，提升工兵官兵本職學能。
- 二、本研究運用重要性-表現分析法(Importance-Performance Analysis, IPA)，藉以瞭解國軍人員對重機械操作考照培訓實際需求之主觀感受，研究對象以取得來自陸軍工兵訓練中心考取重機械操作證照訓員為主，並對其實施問卷調查，分析問卷結果顯示影響重機械操作考照訓練遷移之關鍵因素，計有「幹部領導統御」、「職涯規劃發展」、「工作環境」、「部隊結構問題」及「教學單位能量」等 5 項，後續針對關鍵因素提出結論與建議，作為工訓中心日後辦理重機械操作證照班，培訓課程擬訂改善策略之參考。

關鍵字：重要性-表現分析法、訓練遷移、考照培訓

前言

本研究以陸軍工兵訓練中心(以下簡稱工訓中心)「重機械操作證照推廣班」培訓為例進行探討，旨在探討國軍陸軍工兵部隊(以下簡稱工兵部隊)技術士證考照訓練遷移關鍵要素，首先訪談實際於工訓中心證照推廣班中取得證照之部隊

人員，藉以瞭解工兵部隊人員證照訓練遷移影響因素，將蒐集有關國軍證照訓練及技能檢定之相關訓練遷移因素及評量指標，分析其訓練遷移關鍵因素屬性重視度與認同度，並依據訪談結果製作問卷，問卷樣本母體為工兵部隊，發放對象為工兵部隊相關具重機械操作

專長及教育(測)職人員填寫。

回收之有效問卷運用 Cronbach' s Alpha(克隆巴赫 α 係數)分析信度，最後透過重要性-表現分析法(Importance-Performance Analysis, IPA)，瞭解工兵部隊人員對重機械考照實際需求，並透過「IPA 重要程度與滿意程度」分析影響訓練遷移因素，發覺主要待改善關鍵因素後，提出強化工訓中心「證照推廣班」訓練遷移正向成效之課程、訓練與政策建議事項。

文獻探討

一、國軍證照檢定

(一)國軍透過政策整合與人力資源發展策略，積極鼓勵官兵報考由國內、外專業認證機構所舉辦專業證照考試¹，藉此作為專長能力與職涯發展的重要依據。

(二)配合職業證照制度，有效提升國軍人員(軍官、士官、士

兵、學生、聘雇人員)之技術水平外，亦有助於退役後個人職涯發展。

(三)面對全球化快速變遷的產業與技術迅速發展，國家推動認證制度，藉以有效培育人才為目的，國防部係為強化官兵專業與職能，也配合國家制度推動，建立國軍內部標準與職能架構，強化官兵專業知識與實作能力，進而提升部隊整體戰力。

二、影響國軍訓練遷移層面要素

(一)人員在消化吸收訓練情境中學習到的新知識和技能後，在一段時間內將其應用到不同的工作崗位上，從而提高工作績效，增強組織的競爭力²。將行為改變並延伸至新的工作場所，是一種行為的改變且是對組織有貢獻³。

(二)訓練遷移(training)是一個「轉化的過程」⁴。訓練遷移是指人員將在

1 國防部-國防法規資料庫，國軍軍職人員公餘進修實施規定，<https://law.mnd.gov.tw/scp/Query4B.aspx?no=1A008714011>，檢索日期：西元 2024 年 12 月 16 日。

2 王瑞賢(2002)。〈個人學習層次、學習滿意度與訓練移轉關係之探討〉《國立中正大學企業管研究碩士論文》(臺灣：嘉義)，頁 22-23。

3 李弘暉、羅比德(2008)。〈員工訓練遷移效果之研究(上)〉《T&D 飛訊》(臺北)，第 57 期，頁 6。

4 許昌隆(2004)。〈組織精簡知覺對員工工作投入與工作滿足之影響－以訓練移轉成效為干擾變項〉《國立中山大學人力資源管理研究所論文》(高雄：國立中山大學)，頁 28-37。

訓練中學習到的知識、技能和態度有效、持續地應用於工作的過程⁵。

(三)國軍堅持「為戰訓練、練用結合」的方針，務實優化人員職能教育，教育訓練分為基礎教育、進修教育、深造教育、專長班隊及師資班隊等，部分班隊包含國家認證(技術士證照)培訓。這些訓練主要目的，是透過定期和不定期訓練方式，不斷強化各班隊學員技能和戰力，使國軍訓練遷移成效能夠充分體現部隊的實際需求。因此，要實現國軍人員正向訓練遷移目標，首先要提升官兵的績效水準⁶。

(四)一般來說，在討論培訓需求分析時，大多數人會從組織(組織分析強調整個組織與組織目標、資源及資源配置之間的關係)、工作/任務(確定工作流程中活動以及完成任務所需條件)、人員(了解人員需要接受哪

些培訓及培訓的內容)的角度來討論培訓需求的三層次分析⁷。

1.國軍公餘進修政策評估發現，校級以上軍官對阻礙軍人繼續訓練的因素的看法有明顯差異，他們提出的因素包括：部隊管理、課程設計等⁸。國軍人員會因為戰備演訓任務、特殊組織文化、部隊管理及課程設計等因素而降低參訓意願，導致人員報名初期，就有預期心理無法參加訓練。

2.從計畫行為理論的觀點，主要有態度、主觀規範及知覺行為控制影響訓練遷移成效⁹。

3.受訓者能否運用訓練所學，將之投入工作場所就是所謂的訓練成效，由能持續運用訓練所學-維持層面及能學以致用於不同工作情境-類化層面二個結果來說明¹⁰。

4.在組織裡領導者與部屬相處融洽，組織重視員工訓練、職場表現及是否支持培訓等，

⁵ P.nick blanchardjames w. thacke，朱惠琴(譯)，《企業訓練與發展》(臺北：學富文化，西元2008年)，頁113-116。

⁶ 劉育銘，〈從訓練遷移觀點探討空軍航機保修專業訓練〉《嶺東通識教育研究學刊》(臺中)，第2卷第1期，西元2007年，頁61-67。

⁷ Goldstein, Irwin L./Ford, J. Kevin. Training in Organizations With Infotrac Needs Assessment, Development, and Evaluation, Cengage Learning, (2001), P365-395.

⁸ 武立夫，〈國軍志願役士兵公餘進修政策評估：一個質與量的研究〉《國立臺灣大學政治學系》(臺北：國立臺灣大學)，西元2024年，頁16-20。

⁹ Ajzen, I The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(2), (2001), P179-211.

¹⁰ Laker, D.R. Dual dimensionality of training transfer. Human Resource Development Quarterly, 1(3), (1990), P209-223.

這些正向關係均有助於訓練遷移態度上¹¹。

5.綜上所述，訓練遷移是組織訓練效果評估重要層面，可以解釋為人員將訓練所獲得的新知識、新技能和新態度，有效地轉化、改變或持續於工作環境中，並取得良好工作績效。因此，本研究歸納主要影響國軍訓練遷移有「幹部領導統御」、「職涯規劃發展」、「工作環境」、「部隊結構問題」及「受訓人員對於訓練滿意」等五個層面。

三、關鍵影響因素評量指標

(一)幹部領導統御評量指標
相關文獻彙整

1.經驗傳承：成功領導者的特質包括激勵他人將經驗傳承下去，同時也認為激勵繼任者傳承使命，包括激勵繼任者並讓經驗得以傳承。¹²

2.信心提升：獲得證照的信心取決於學習動機、學習策略和學習成就。¹³

3.提升信任度強度：領導者是否能夠支持部屬的學習並提供應用機會是提升訓練遷移的重要條件之一。證照可信度來自工作對等交換行為，持有證照並具有對應技能，使證照價值提高，故證照體現了專業性、必要性、知識性和技能性。¹⁴

(二)職涯規劃發展評量指標
相關文獻

1.金錢考量：針對國軍人員公餘進修政策評估發現，教育資源整合(教育預算)也是考量進修因素主要原因之一。¹⁵

2.升遷發展：在組織中如果能將訓練與職務、升遷等目標結合起來，能顯著提高訓練意願度。¹⁶

3.工作相符性：企業「訓練設計」稱為訓練活動本身的良好設計質量，包括學習原則的應用、訓練內容與工作任務的互補程度、訓練材料和呈現方式，這些都是直接影響訓練遷移因素。¹⁷

¹¹ Ford, J. K., & Noe, R. A. (1987) Self-assessed training needs: The effects of attitudes toward training, managerial support, and job involvement. *Journal of Applied Psychology*, 72(4), P638-644.

¹² 大衛·葛根。翻譯：張明敏、韓文正、藍美貞，〈美國總統的7門課〉，時報出版(臺北)，西元2002年，頁246-260。

¹³ 韓美文，〈學習動機、學習策略對學業成就之影響－以取得證照信心為干擾變項〉《績效與策略研究》，第12卷第2期，西元2015年，頁57-71。

¹⁴ 黃嘉莉，〈中小學教師證照制度的社會學分析：社會藩籬論觀點〉《臺灣教育社會學研究》，第16卷第2期，西元2016年，頁65-103。

¹⁵ 同註8，頁16-20。

¹⁶ Kirkpatrick, D. L. Evaluating training programs: The four levels. San Francisco, CA: Berrett-Koehler., (1994)。

¹⁷ Baldwin, T. T., & Ford, J. K.. Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41(1), (1988), 63-105.

4.不確定回報率：人們動機來自於行動結果評估，其對應的期望值和手段工具的乘積，所以當人們認為投資成本>失敗(金錢加時間)的損失，回報率低於投資效益時，意願降低是屬正常行為。¹⁸

5.外部壓力：研究發現國軍人員於營外進修時，訓練單位或教育機構離服務單位(駐地、居住地)太遠時，會降低公餘進修意願。¹⁹

(三)工作環境評量指標相關文獻

1.有制度性安排學習：組織嚴格完善的制度是能有效提升整體訓練成效的，受訓者完成訓練後，回到工作場所，能對其工作事項抱持著相對信心。²⁰

2.學用是否一致：提出計畫行為理論的觀點，影響訓練遷移的主要三個因素之一「知覺行為控制」：指訓練人員對其

該完成的工作事項所抱持著相對的信心。²¹

3.代理人制度：在日常工作實務的安排、實踐的機會與有效資源支援為影響因素關鍵。²²

4.自我要求高：計畫行為理論三大核心構面中的主觀規範發現，個人的感受來自於他人的壓力和期許，例如同儕認同參訓者工作時，可接受額外訓練，參訓者對於現況工作上，更能無後顧之憂參加訓練等正面行為。²³

5.學習衝突：個人工作角色與責任等缺乏清楚認知，認為是工作壓力源可能來自於角色間的衝突，例如工作與學習間的衝突。²⁴

(四)部隊結構問題評量指標相關文獻

1.學習小組制度：合作學習除了在原本面對面學習外，另外互相討論、幫忙及分享的，學習小組具有相依性質與互動性。²⁵

¹⁸ Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. New York: Wiley.

¹⁹ 同註 8，頁 16-20。

²⁰ 廖文志、莊子儀(2015)。<〈訓練評鑑的調節下訓練制度影響訓練成效之研究〉《中小企業發展季刊》第 37 卷，頁 35-72。

²¹ 同註 8，頁 16-20。

²² Burke, L. A., & Hutchins, H. M.. Training transfer: An integrative literature review. *uman Resource Development Review*, 6(3), (2007), P263-296.

²³ 同註 8，頁 16-20。

²⁴ Kahn, R. L.. *Organizational stress: Studies in role conflict and ambiguity*. New York: Wiley, (1964)。

²⁵ Johnson, D. W., & Johnson, R. T.. *Learning together and alone: Cooperation, competition, and individualization* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, (1987)。

2.額外加班學習：研究發現企業教育訓練的時間影響員工本身的家庭和工作生活，是會降低員工學習意願，企業在安排受訓時間與地點時，尊重員工意見(想法)，是可以提高訓練意願。²⁶

3.提升職涯意識：人脈互動管理系統建置之研究，個人價值除了基本學歷外、各項能力及工作資歷還要有更多的人力資源，也就是包含了拓展人脈及建立人脈的重要性。²⁷

4.列入單位發展目標：生涯經歷、主管是否支持訓練，是影響受訓者自身能力與態度是否全力運用在工作上以達到整體目標。²⁸

5.干擾原任務執行：階級的制度、任務配置與可有效支援能力，是影響訓練遷移的可行性。²⁹

(五)教學單位能量評量指標相關文獻

1.具備教官與教材配置：研究發現若缺乏對學習模式的有效理解與教材狀況的有效掌握是可能影響學員的學習效果和品質。³⁰

2.教官是否具備實務背景：師資背景與訓練資源(模擬器設備)等相關條件，會影響學習與實際成效。³¹

3.訓練彈性空間：在自我效能理論中，當訓員集中環境(場域)中獲得連續小成功，可有效建立我做得到的思維，進而影響實際考試成果。³²

4.心理適應效應：分析訓練場地等於考試的證照場地，有助於成功記憶，將會直接影響正向信心且對環境不只熟悉外，也降低許多不確定性，增加學習優勢。³³

²⁶ 同註 8，頁 16-20。

²⁷ 李弘暉(經理人)，〈員工的心聲：「不是我不想接受公司培訓，只是..」主管沒想過的 6 個關鍵理由〉，<https://www.managertoday.com.tw/columns/view/54166>，檢索時間：西元 2024 年 06 月 26 日。

²⁸ 王振宇，〈人脈互動管理系統建置之研究〉《國立臺灣科技大學》(臺北)，西元 2024 年，頁 1-53。

²⁹ 同註 17，P63-105。

³⁰ Salas, E., Tannenbaum, S. I., Kraiger, K., & Smith-Jentsch, K. A. (2012). The science of training and development in organizations: What matters in practice. *Psychological Science in the Public Interest*, 13(2), 74-101.

³¹ Setiawati, L. (2021). Analysis of discovery learning models to improve learning outcomes in social studies in elementary schools. *Ilkogretim Online*, 20(3), P160-165.

³² Tsai, W. C., & Tai, W. T. (2003). Perceived importance as a mediator of the relationship between training assignment and training motivation. *Personnel Review*, 32(2), 151-163.

³³ Bandura, A.. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), (1977) P191-215.

5.充足且實用的教材：訓員對於課程設計喜歡之程度，直接影響訓員是否能順利完成學業之因素。³⁴

(六)綜上文獻探討之結果，發現影響工兵重機械考照訓練遷移關鍵要素，共計 5 個衡量層面，而每個衡量層面另延伸出 3 至 5 項評量指標(關鍵影響因素)，故本研究將以這 5 個衡量層面與 23 個評量指標(關鍵影響因素)，作為後續影響訓練遷移研究因素方向，層面與指標歸納如表 1。

關鍵因素之探索與蒐集

一、探索階段(關鍵事件法)

(一)本研究初期透過關鍵事件法³⁵(Critical Incident Technique,CIT)進行質性資料蒐集，對部隊參與過工訓中心證照考照人員，實施焦點座談後，將影響國軍證照訓練遷移關鍵因素(事件)，透過實際事件或實例說明蒐集與分析，歸納核心因素並據此設計問卷。

(二)研究對象為國軍工兵群、國軍工兵授課教育(測)及工兵具備操作經驗或曾考過重機械

表1 國軍訓練遷移關鍵要素各層評量指標歸納表

衡量層面	評量指標
幹部領導統御	1.經驗傳承 2.信心提升 3.提升信任度強度
職涯規劃發展	1.金錢考量 2.升遷發展 3.工作相符性 4.不確定回報率 5.外部壓力
工作環境	1.有制度性安排學習 2.學用是否一致 3.代理人制度 4.自我要求高 5.學習衝突
部隊結構問題	1.學習小組制度 2.額外加班學習 3.提升職涯意識 4.列入單位發展目標 5.干擾原任務執行
教學單位能量	1.具備教官與教材配置 2.教官是否具備實務背景 3.訓練彈性空間 4.心理適應效應 5.充足且實用的教材

資料來源：本研究整理。

操作技術士證照人員，借座談描述其參與「重機械操作職類」考照經驗，包括在工作單位報名時的狀況、準備歷程、上課內容及實際應用情境與心理感受，進而歸納出訓練遷移之關鍵事件因素，25 位座談受訪者(樣本)背景概況如表 2。

³⁴ 王姿文(2024)。〈部隊專長訓練結合證照取得之探討-以工程重機械為例〉。《陸軍工兵半年刊》，第 165 期，頁 40-54。

³⁵ 關鍵事件法是由弗拉納根(John C. Flanagan)上校和伯恩斯(Baras)在 1954 年共同創立的，在二次大戰期，美國空軍飛行心理學計畫所發展出的研究副產品。

表2 受訪者(樣本)背景概況表

背景屬性	類別	份數
性別	男	20
	女	5
婚姻	未婚	10
	已婚	15
現在位階	軍官	5
	士官	8
	士兵	12
有無國軍推廣的證照	有	18
	無	7
服役年資	五年以下	6
	5-15年	12
	15年以上	7

資料來源：本研究整理。

二、關鍵因素(事件)蒐集

影響訓練遷移因素文獻歸納計有 5 項層面與 23 個關鍵要素、事件或與實例影響國軍證

照訓練遷移，依此製作成人員訪談表，運用焦點座談方式，彙整其訪談結果並作為後續問卷設計資訊，訪談概要如表 3。

研究結果與分析

一、樣本結構分析

本研究有效樣本數為 240 份(N=240)，樣本結構區分性別、婚姻狀況、居住地、國軍位階、平時是否有公餘進修、受訓訊息來源、教育程度與服役年資等 8 項，分布結構如下：

(一)男性 198 人(占 82.5%)、女性 42 人(占 17.5%)，顯示證照訓練性別分布上，男性訓員多於女性訓員。

表3 影響考照訓練遷移關鍵要素訪談概要表

內涵	關鍵評估要素	關鍵事件或實例說明 (重要性屬性分析代號)	人次
幹部領導統御	經驗傳承	事件：先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗。(V1) 實例：參與(座談)者表示，先考取者經驗是有效的經驗傳承。	21
	信心提升	事件：加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項。(V2) 實例：參與(座談)者表示，有證照後增加自我的個人成就感與自信心，並提高職場能力。	24
	提升信任度強度	事件：取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力，提升信任度。(V3) 實例：參與(座談)者表示，長官喜歡將任務給予有證照人員執行。	20

內涵	關鍵評估要素	關鍵事件或實例說明 (重要性屬性分析代號)	人次
職涯規劃發展	金錢考量	事件：進修補助，支付考照費用，節省自費問題。(V4) 實例：參與(座談)者表示，不需擔心額外的學費和教材費用，增加外來壓力。	22
	升遷發展	事件：職涯規劃，取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會。(V5) 實例：考照後有助於自我提升專業技能和知識增加工作認同感，幫助職場就業與升遷。	25
	工作相符性	事件：工作需求與考試內容相符。(V6) 實例：在部隊工作就是操作工兵裝備，考試也是工兵裝備，平時有接觸容易上手。	21
	不確定回報率	事件：不想冒著考不過的自費風險。(V7) 實例：補助考試金錢費用的前提是要考過才能補助，不確定回報率，怕花費時間和精力。	22
	外部壓力	事件：受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔。(V8) 實例：訓練單位在受訓期間要集中管制且需留宿，無法每日上下班，個人生活與工作學習的平衡難以維持，且訓練單位位於南部地區，南北交通費形成壓力。	24
工作環境	有制度性安排學習	事件：集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易。(V9) 實例：接訓單位實施有系統集中管理排定課表與模擬練習制度，訓員可於固定時段專心準備術科項目。	24
	學用是否一致	事件：學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性。(V10) 實例：訓員學會操作各類型重型工兵機具後即被編入搶修作業組，實地操作應用於平戰時任務。	21
	代理人制度	事件：可能有額外的考試、督導或壓力。(V11) 實例：軍職人員均帶著薪資受訓，雖有代理人制度但原建置工作與業務持續推動，增加額外壓力。	25
	自我要求高	事件：自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量。(V12) 實例：工兵部隊因每日工地任務繁重，無法抽出精力準備考試，最終決定延期參加。	22
	學習衝突	事件：無法面對壓力下學習效率降低。(V13) 實例：訓員因同時需面對考照與單位督導壓力，在考照過程表現失常。	20

內涵	關鍵評估要素	關鍵事件或實例說明 (重要性屬性分析代號)	人次
部隊結構問題	學習小組制度	事件：團隊與同事間相互邀參與受訓考試(V14) 實例：朋友間、學長與學弟間成立自學(相互激勵)小組，輪流分享考試經驗並彼此互相督促。	23
	額外加班學習	事件：節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率。(V15) 實例：訓員利用公務時間參加機具訓練，考取證照後仍可正常執行單位實務	21
	提升職涯意識	事件：在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源。(V16) 實例：跨單位學習課程讓訓員與不同單位交流操作經驗與職涯建議。	20
	列入單位發展目標	事件：單位長官的期許。(V17) 實例：長官鼓勵單位人員參加證照考試並提供學習資源，提升部隊整體專業形象。	23
	干擾原任務執行	事件：擔心考試壓力影響日常工作表現，導致出現角色衝突。(V18) 實例：訓員考照期間情緒緊繃，導致施工任務頻繁出錯被幹部關切。	20
教學單位能量	具備教官與教材配置	事件：提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材。(V19) 實例：訓場就是考場，且工兵訓練中心配置專責教官與實作教材，協助官兵訓練與報考。	21
	教官是否具備實務背景	事件：教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足。(V20) 實例：教官具證照實務經驗並熟悉機具，並且於訓練期間提供模擬操作範例熟悉設備與場地減少焦慮。	25
	訓練彈性空間	事件：集中管制，無法更靈活安排自行學習進度。(V21) 實例：中心採統一訓練時程，無法針對學習進度較慢者進行補強。	22
	心理適應效應	事件：考試環境讓人緊張。(V22) 實例：現場監評制度嚴格，訓員因壓力表現失常影響通過率。	24
	充足且實用的教材	事件：教學提供的學習材料有限，不夠全面。(V23) 實例：教材內容過於簡略或過時，無法反映最新考題趨勢。	21

資料來源：本研究整理。

(二)已婚 76 人(占 31.7%)、未婚或單身 164 人(占 68.3%)，顯示證照訓練未婚訓員多於已婚訓員。

(三)駐地單位分布北部地區(基隆、宜蘭、台北、桃園、新竹)53 人(占 22.1%)、中部地區(苗栗、台中、彰化、雲林、南投)61 人(占 25.4%)、南部地區(嘉義、台南、高雄、屏東)90 人(占 37.5%)、東部地區(花蓮、台東)19 人(占 7.9%)、離島地區(澎湖、金門、馬祖)17 人(占 7.1%)，顯示證照訓練上，訓員南部地區參訓人數最多，其次中部地區，離島地區參訓數量最少。

(四)軍官階 40 人(占 16.7%)、士官階 143 人(占 59.6%)、士兵階 57 人(占 23.8%)，顯示證照士官參訓數最多，軍官最少。

(五)曾參加公餘進修 46 人(占 19.2%)、未參加公餘進修 194 人(占 80.8%)，顯示證照訓練未參加公餘進修(無意願)者，多於有參加者(有意願)。

(六)受訓訊息來源由連隊宣導得知者 158 人(占 65.8%)、同事告知者 46 人(占 19.2%)、網路資訊者 21 人(占 8.8%)、其它方式 15 人(占 6.3%)，顯示證照訓練資訊由連隊宣導成效最佳。

(七)參加考照訓練學歷，高中(職)畢業 104 人(占 43.3%)、大專畢業 128 人(占 53.3%)、研究所及以上學位 8 人(占 3.3%)，顯示證照訓員大專學歷最多，研究所及以上學位最少。

(八)服役 5 年以下 75 人(占 31.3%)、服役 5 年至 15 年 133 人(占 55.4%)、服役 15 年(不含)以上 32 人(占 13.3%)，顯示證照訓員服役 5 年至 15 年最多比例，最少為服役 15 年(不含)以上者。

二、信度分析

本研究分析方法運用 Cronbach' s Alpha(克隆巴赫 α 係數)來衡量問卷各項間之一致性， α 值範圍 0—1，當 $\alpha > 0.9$ 為非常好，0.8—0.9 為良好，0.7—0.8 為可接受，0.6—0.7 為勉強接受，當 $\alpha < 0.6$ 為信度不足， α 值在 0.70 以上通常被視為可接受。

(一)重要性之信度分析：「重要性」信度分析結果，「幹部領導統御」構面係數為 0.805，「職涯規劃發展」構面係數為 0.825，「工作環境」構面之係數為 0.811，「部隊結構問題」構面之係數為 0.825，「教學單位能量」構面之係為 0.824，「整體(總量表)」係數為 0.892。

(二)滿意度之信度分析：「滿意度」信度分析結果，「幹部領導統御」構面係數為 0.823，「職涯規劃發展」構面係數為 0.813，「工作環境」構面之係數為 0.807，「部隊結構問題」構面之係數為 0.807，「教學單位能量」構面之係數為 0.811，「整體(總量表)」係數為 0.884，「重要性」各構面及總量表係數均大於 0.7。

(三)小結：本研究「重要性」及「滿意度」構面信度分析結果如表 4，各構面及總量表係數均大於 0.7，表示問卷之重要性及滿意度具有高信度，問卷題項具有高度一致性與穩定性，無須修訂題項內容。

三、敘述性統計分析

(一)重要性之敘述性統計分析

1.本研究發現重要性構面依序為「4.進修補助，支付考照費用，節省自費問題」、「19.提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材」、「20.教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足」等 3 項平均數較高，顯示訓員相當重視「職涯規劃發展」、「教學單位能量」，等影響考照訓練遷移感受。

2.然「13.無法面對壓力下學習效率降低」、「9.集中管理強

化學科研讀時間，讓獲照更容易」及「12.自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量」等 3 項平均數最低，顯示訓員較不重視「工作環境」影響考照訓練遷移感受，重要性統計分析表如表 5。

(二)滿意度之敘述性統計分析

1.根據分析統計結果，各題項平均數均高於 3 分，顯示受測訓員對各構面所代表之內容普遍給予正向評價，問卷所列題項在訓員心中具有一定重要性。

2.滿意度構面平均數前三者，依序為「15.節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率」、「14.團隊與同事間相互邀參與受訓考試」及「20.教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足」等題項，顯示訓員對證照訓練遷移因素較滿意「部隊結構問題」、「教學單位能量」等題項。另「23.教學提供的學習材料有限，不夠全面」、「12.自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量」及「13.無法面對壓力下學習效率降低」排序最後，顯示訓員對「教學單位能量」、「工作環境」等較不滿意題項，滿意度構面平均數、標準差及排序如表 6。

表4 信度分析表

構面	題項	克隆巴赫係數 α	
		重要性之信度	滿意度信度
幹部領導統御	1. 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗	0.805	0.823
	2. 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項。		
	3. 取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力提升信任度。		
職涯規劃發展	4. 進修補助，支付考照費用，節省自費問題。	0.825	0.813
	5. 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會。		
	6. 工作需求與考試內容相符。		
	7. 不想冒著考不過的自費風險。		
	8. 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔		
工作環境	9. 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易。	0.811	0.807
	10. 學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性		
	11. 可能有額外的考試、督導或壓力。		
	12. 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量。		
	13. 無法面對壓力下學習效率降低。		
部隊結構問題	14. 團隊與同事間相互邀參與受訓考試。	0.825	0.807
	15. 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率		
	16. 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源		
	17. 單位長官的期許。		
	18. 擔心考試壓力影響日常工作表現。		
教學單位量	19. 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材	0.824	0.811
	20. 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足。		
	21. 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度。		
	22. 考試環境讓人緊張。		
	23. 教學提供的學習材料有限，不夠全面。		
整體(總量表)信度		0.892	0.884

資料來源：本研究整理。

表5 「重要性」之敘述性統計分析表

構面	題項	平均數	標準差	排序
幹部領導統御	1. 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗	4.16	0.799	8
	2. 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項。	4.00	0.855	18
	3. 取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力提升信任度。	4.05	0.861	15
職涯規劃發展	4. 進修補助，支付考照費用，節省自費問題。	4.42	0.756	1
	5. 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會。	4.11	0.820	11
	6. 工作需求與考試內容相符。	4.22	0.838	6
	7. 不想冒著考不過的自費風險。	3.89	0.865	19
	8. 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔	4.23	0.856	5
工作環境	9. 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易。	3.66	1.022	22
	10. 學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性。	4.03	0.847	16
	11. 可能有額外的考試、督導或壓力。	3.74	0.928	20
	12. 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量。	3.67	0.983	21
	13. 無法面對壓力下學習效率降低。	3.64	0.979	23
部隊結構問題	14. 團隊與同事間相互邀參與受訓考試。	4.01	0.855	17
	15. 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率	4.25	0.762	4
	16. 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源。	4.16	0.806	9
	17. 單位長官的期許。	4.09	0.948	13
	18. 擔心考試壓力影響日常工作表現。	4.19	0.807	7
教學單位能量	19. 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材。	4.37	0.738	2
	20. 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足。	4.36	0.718	3
	21. 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度。	4.14	0.781	10
	22. 考試環境讓人緊張。	4.07	0.801	14
	23. 教學提供的學習材料有限，不夠全面。	4.11	0.792	12

資料來源：本研究整理。

表6 「滿意度」之敘述性統計分析表

構面	題項	平均數	標準差	排序
幹部領導統御	1. 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗	4.14	0.797	8
	2. 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項。	4.00	0.850	15
	3. 取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力提升信任度。	4.08	0.844	11
職涯規劃發展	4. 進修補助，支付考照費用，節省自費問題。	4.38	0.761	4
	5. 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會。	4.16	0.819	7
	6. 工作需求與考試內容相符。	4.11	0.776	9
	7. 不想冒著考不過的自費風險。	3.86	0.873	18
	8. 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔	4.02	0.884	14
工作環境	9. 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易。	3.75	0.920	20
	10. 學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性。	4.03	0.783	13
	11. 可能有額外的考試、督導或壓力。	3.82	0.851	19
	12. 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量。	3.67	0.879	22
	13. 無法面對壓力下學習效率降低。	3.72	0.882	21
部隊結構問題	14. 團隊與同事間相互邀參與受訓考試。	4.39	0.682	2
	15. 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率	4.44	0.675	1
	16. 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源。	4.34	0.685	5
	17. 單位長官的期許。	4.06	0.823	12
	18. 擔心考試壓力影響日常工作表現。	4.11	0.862	10
教學單位能量	19. 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材。	4.19	0.832	6
	20. 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足。	4.38	0.767	3
	21. 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度。	3.99	0.944	16
	22. 考試環境讓人緊張。	3.87	0.944	17
	23. 教學提供的學習材料有限，不夠全面。	3.65	0.933	23

資料來源：本研究整理。

四、運用重要性表現分析(IPA)

(一)「重要性」與「滿意度」之表現分析

1.透過 IPA 分析方法探討國軍訓練遷移之關鍵要素，聚焦於國軍人員參與證照檢定過程中的重要性認知與實際滿意程度，藉以辨識訓練與檢定制度的需強化或優先改善的構面，進而提供政策規劃及實務執行之參考依據如表 7。

2.分析後資料「重要性」認同度標準化值接近 1.0 或超過 1.0 的屬性項目共有 3 項，包括「V4 進修補助，支付考照費用，節省自費問題」、「V19 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材」及「V20 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足」等；而「滿意度」認同度標準化值接近 1.0 或超過 1.0 的屬性項目共有五項，包括「V4 進修補助，支付考照費用，節省自費問題」、「V14 團隊與同事間相互邀參與受訓考試」、「V15 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率」、「V16 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源」及「V20 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足」等。

(二)重要表現分析

1.本研究藉由 IPA 方法，探討國軍官兵於參與證照檢定過程中對訓練遷移影響因素的「重要性」與「滿意度」認知，以具體掌握現行制度運作中資源配置與執行成效之落差，並作為未來強化訓練成效與提升專業能量之政策參考依據。

2.IPA 的分析方式係將各項目之「重要性」與「滿意度」得分繪製於圖 1 四象限矩陣中，四個象限分別為：

- (1)標準化值矩陣呈現第一象限「優先維持區」。
- (2)標準化值矩陣呈現第二象限「關鍵改善區」。
- (3)標準化值矩陣呈現第三象限「低優先區」。
- (4)標準化值矩陣呈現第四象限「過度投入區」。

3.各象限指標影響如表 8，說明如下：

- (1)第一象限：屬高重要性／高滿意度項目，應持續保持與投入資源；落於此象限區位「(+滿意度(X軸),+重要性(Y軸))」的因素共有 10 個項目，分別為「幹部領導統御」層面的「V1 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗」、「職涯規劃發展」層面的「V4 進修補

表7 重要性與滿意度之統計表

構面	屬性(編號)項目	重要性 平均數	滿意度 平均數	Z重要性 (標準化值)	Z滿意度 (標準化值)
幹部領導統御	V1 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗	4.16	4.14	0.401	0.383
	V2 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項	4.00	4.00	-0.307	-0.209
	V3 取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力，提升信任度	4.05	4.08	-0.064	0.122
職涯規劃發展	V4 進修補助，支付考照費用，節省自費問題	4.42	4.38	1.596	1.377
	V5 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會	4.11	4.16	0.196	0.453
	V6 工作需求與考試內容相符	4.22	4.11	0.681	0.244
	V7 不想冒著考不過的自費風險	3.89	3.86	-0.811	-0.802
	V8 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔	4.23	4.02	0.737	-0.104
工作環境	V9 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易	3.66	3.75	-1.838	-1.255
	V10 學習後可立即應用於工作中符合技能實用性	4.03	4.03	-0.176	-0.069
	V11 可能有額外的考試、督導或壓力	3.74	3.82	-1.483	-0.976
	V12 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量	3.67	3.67	-1.800	-1.604
	V13 無法面對壓力下學習效率降低	3.64	3.72	-1.931	-1.394
部隊結構問題	V14 團隊與同事間相互邀參與受訓考試	4.01	4.39	-0.270	1.412
	V15 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率	4.25	4.44	0.793	1.621
	V16 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源	4.16	4.34	0.420	1.220
	V17 單位長官的期許	4.09	4.06	0.103	0.034
	V18 擔心考試壓力影響日常工作表現	4.19	4.11	0.551	0.244
教學單位能量	V19 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材	4.37	4.19	1.372	0.592
	V20 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足	4.36	4.38	1.297	1.394
	V21 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度	4.14	3.99	0.327	-0.244
	V22 考試環境讓人緊張	4.07	3.87	0.028	-0.767
	V23 教學提供的學習材料有限，不夠全面	4.11	3.65	0.177	-1.673

資料來源：本研究整理。

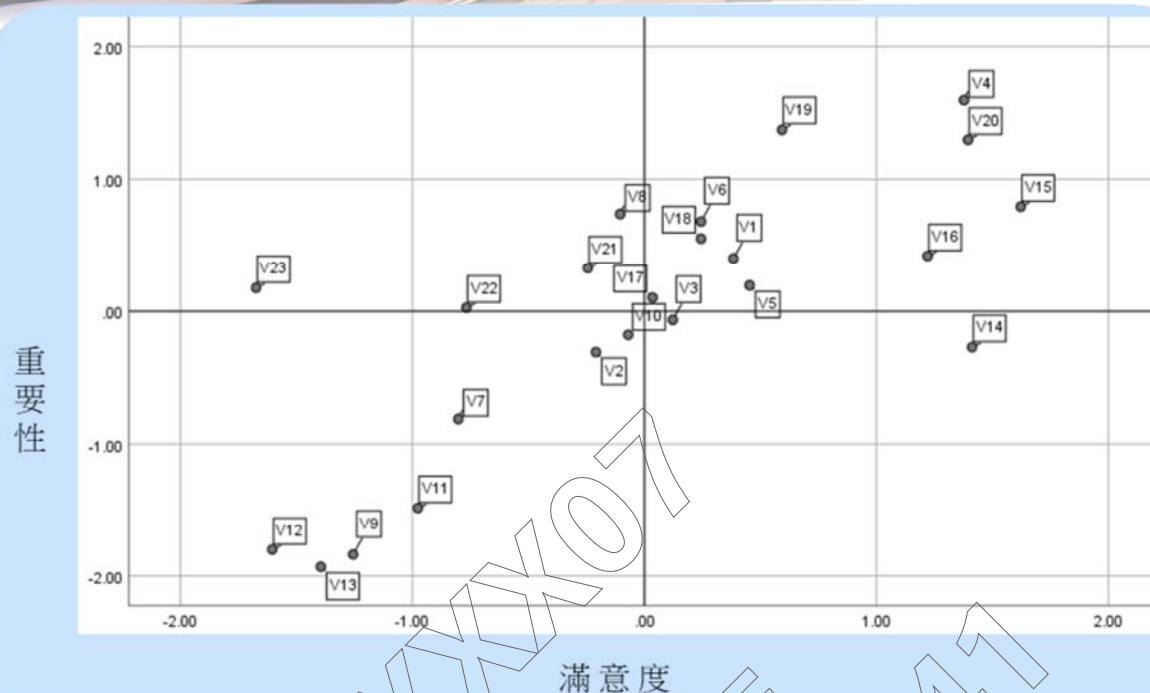


圖1 重要性與滿意度之落點分析圖
資料來源：本研究整理

表8 重要表現分析摘要表

構面	屬性(編號)項目	區位
幹部 領導 統御	V1 先前已經考取者可以互相幫助和交流考試經驗	優先維持區
	V2 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項	低優先區
	V3 取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力，提升信任度	過度投入區
職涯 規劃 發展	V4 進修補助，支付考照費用，節省自費問題	優先維持區
	V5 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會	優先維持區
	V6 工作需求與考試內容相符	優先維持區
	V7 不想冒著考不過的自費風險	低優先區
	V8 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔	關鍵改善區
工作 環境	V9 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易	低優先區
	V10 學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性	低優先區
	V11 可能有額外的考試、督導或壓力	低優先區
	V12 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量	低優先區
	V13 無法面對壓力下學習效率降低	低優先區
部隊 結構 問題	V14 團隊與同事間相互邀參與受訓考試	過度投入區
	V15 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率	優先維持區
	V16 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源	優先維持區
	V17 單位長官的期許	優先維持區
	V18 擔心考試壓力影響日常工作表現	優先維持區
教學 單位 量	V19 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材	優先維持區
	V20 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足	優先維持區
	V21 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度	關鍵改善區
	V22 考試環境讓人緊張	關鍵改善區
	V23 教學提供的學習材料有限，不夠全面	關鍵改善區

資料來源：本研究整理。

助，支付考照費用，節省自費問題」、「V5 職涯規劃取得證照可能提升升遷機會或職場就業機會」、「V6 工作需求與考試內容相符」。「部隊結構問題」層面的「V15 節省個人時間，利用上班時間受訓學習較有效率」、「V16 在學習過程中認識其他單位同事增加人脈資源」、「V17 單位長官的期許」、「V18 擔心考試壓力影響日常工作表現」。「教學單位能量」層面的「V19 提供原地考照相關教學人員(教官)和培訓器材」、「V20 教官教學有專業培訓和機具資源支援，讓考試準備更充足」顯示國軍人員對此 10 項指標具「高重要性且高滿意度」，也是國軍訓練遷移辦理證照檢定繼續保持此項目的服務表現或績效。

(2)第二象限：屬高重要性／低滿意度，應不可過度投入資源；落於此象限區位「(一滿意度(X軸),+重要性(Y軸))」的因素共有四個項目，分為「職涯規劃發展」層面的「V8 受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔」、「教學單位能量」層面的「V21 集中管制，無法更靈活安排自行學習進度」、「V22 考試環境讓人緊張」、「V23 教學提供的學習材料有限，不夠全面」。顯示國軍人員對此 4 項目的「高重要性且低滿意度」也是

國軍訓練遷移辦理證照檢定重點調整強化關鍵改善，其中教學單位能量層面的就占有三項，要特別注意。

(3)第三象限：屬低重要性／低滿意度，改善優先度低；落於此象限區位「(一滿意度(X軸),一重要性(Y軸))」的因素共有五個項目，分別為「幹部領導統御」層面的「V2 加強個人電子兵資履歷，強化證照是職場經歷的加分項」、「職涯規劃發展」層面的「V7 不想冒著考不過的自費風險」、「工作環境」層面的「V9 集中管理強化學科研讀時間，讓獲照更容易」、「V10 學習後可立即應用於工作中，符合技能實用性」、「V11 可能有額外的考試、督導或壓力」、「V12 自我對工作要求高，無法同時準備考試，可能影響工作質量」、「V13 無法面對壓力下學習效率降低」。顯示國軍人員對此 7 項目的「低重要性且低滿意度」也是國軍訓練遷移辦理證照檢定改善優先度低，其中工作環境層面的就佔有五項且全部都落於此象限區位，要特別注意。

(4)第四象限：屬低重要性／高滿意度，改善優先度低；落於此象限區位「(+滿意度(X軸),一重要性(Y軸))」的因素共有二個項目，分別為「幹部領導統御」層面的「V3

取得證照執行任務可以讓長官更信任專業能力，提升信任度」。「部隊結構問題」層面的「V14 團隊與同事間相互邀參與受訓考試」。顯示國軍人員對此二項目的「低重要性且高滿意度」也是國軍訓練遷移辦理證照檢定上資源可能投入較多。

結論與建議

一、結論

1.根據研究結果顯示，官兵普遍認為「教學能量」是影響訓練遷移成效的重要關鍵構面，具有高度影響力。尤其是在此構面下的「訓練彈性空間」、「心理適應效應」以及「充足且實用的教材」等3個子題表現，反映出當前制度與學習環境仍存在待優化之處，亦說明訓練成效之實質轉化，有賴更全方位的支持與調整；此外，「職涯規劃發展」構面所揭示現實的困境是「受訓期間無法每天回家，且南北交通費是負擔」，也說明訓練成效並非單靠教學內容即可達成，實際生活條件與制度設計同樣具有關鍵影響力，根據訓練遷移理論指出，學習環境品質與心理支持因素對學習成效與實際應用有顯著影響，因此提升教學能量是強化訓練效益與證照制度落實的關鍵。

2.「教學能量」與「職涯規劃發展」是影響訓練遷移成效的重要構面，首先在訓練彈性空間方面，單位應考量官兵任務輪值與勤務特性，規劃更多樣化的訓練時段，如分流式上課、彈性選修、數位課程輔助等，以降低學習與勤務的衝突，提升參訓意願但也要特別強調說明清楚證照考試是一種模組的考試方式有固定題庫與範圍和評分標準的。

3.其次，針對心理適應效應，該導入學習支持系統與壓力調適機制，例如提供學習輔導、考前心理調適、同儕學習小組等，降低因專業證照壓力所引發的焦慮與排斥感，營造正向學習氛圍，強化學員學習動機與自信。

4.最後，在教材的充足性與實用性方面，應依據部隊實務需求與證照考核內容進行整合更新，確保教材與實務任務具高關聯性，並搭配操作式教材、情境模擬教案及影片教材等多元方式呈現，以提升教材應用性與學員吸收效果。

5.綜上所述，教學能量的提升不僅關乎師資本身，更牽涉到教學資源、制度彈性與訓員心理構面的全方位設計。透過系統性優化教學條件，將有助

於強化訓員的學習成效，進而促進訓練成果的實質遷移與部隊整體專業能量之提升。

二、建議

根據本研究結果與實務觀察，歸納出以下 5 項具體建議，期望對未來推動國軍證照制度及訓練遷移機制提供具體可行的參考方向：

(一)強化教學資源與彈性學習空間，應因單位任務差異，提供更具彈性的學習安排，包括數位教材、自學平台、彈性時段課程等，使官兵能依勤務條件擇時參訓，降低學習與勤務之衝突。此外應定期檢視教材品質與更新頻率，確保其符合證照考核標準與單位實務操作需求，提升學習品質與實用價值。

(二)建立幹部引導與經驗傳承機制，各級幹部應主動參與訓練推廣，親身示範終身學習之態度，營造學習文化。建議導入「在職導師制度」，由具經驗之幹部或已取得證照之人員擔任導師，協助學員掌握考試要領、分配學習資源、強化學習策略，進而促進知識技術之有效傳承與落地。

(三)培養正向團隊文化與同儕學習支持鼓勵同袍互相邀約參訓，組成共學小組或學習社群，以團隊學習模式營造良好

學習氛圍。建立「學習互助」制度，可提升學員之學習動機與責任感，亦有助於知識交流與技能強化，使訓練成果更具深度與持久性。

(四)持續滾動檢討訓練內容與績效追蹤，訓練內容應依照任務實務需求與外部證照規範進行定期盤點與滾動修正，避免內容老舊或脫節。並應建立完整之訓練成效追蹤系統，透過問卷調查、實務回饋、考核結果分析等方式，持續監測訓練與遷移成效，作為制度調整與資源配置之依據。

(五)制度與規定需要適當修正。因應各單位訓員外散宿方式不同，故陸軍教育暨準則發展指揮部於 114 年 5 月實施之政策修正內容，訓員在訓期間開放每日外散宿；同時為減少訓員南北交通往返，也建議北、中、南三個工兵部隊，單位場地與機具都能符合相關規定，逐年增加辦理考照種類，減少人員南北奔波的狀況。

綜上所述，透過制度化設計與持續性優化策略，結合多元教學、心理支持與資源整合等手段，有助於提升國軍官兵的學習意願與訓練成果遷移成效，進一步強化國軍整體專業能量與戰備實力。

從戰鬥工兵師資班課程探討美軍爆破技術與我軍之差異

鄒中適少校

提要

- 一、美方技協團隊於戰鬥工兵班 114-1 梯起開始教授「爆破課程」，筆者參與課程設計、中文教材校稿及美方教學過程，以美方教材及其準則相關條文為研究基礎；藉由分析美方爆破課程內容，參考美軍準則相關條文，結合我方準則，歸納差異與不足之處，並尋找相應之精進作法。
- 二、美軍與我軍爆破技術相較之下，我軍在橋樑破壞方式、爆破方式、公式及參數方面有所差異；尤其是材料科學及建築技術日新月異，我軍爆破技術多年未革新，能否達成所望破壞效果，須抱持存疑態度；短期內無法大量實爆獲得驗證數據及參數狀況下，先參考美軍爆破準則修訂我軍準則條文內容，再建構合格實爆場地實施準則條文驗證，以推動爆破技術革新。
- 二、本次研究在於借鑑美方爆破課程及準則之內容，作為後續爆破教範及作業手冊編修之參據，並依此精進我方爆破課程訓練。

關鍵字：爆破、爆藥、常數、填塞係數

前言

我軍爆破準則及技術係承繼美軍而來，各項爆破公式、方式及參數(如抗力與填塞係數等)源自西元 1960 年代之美軍準則¹；經過 60 年之發展，美

軍爆破技術大幅進步，而我軍在缺乏驗證狀況下停滯不前。

藉美方技協團隊於工兵訓練中心教授「爆破課程」時機，與美方教官交流爆破技術及經驗，以教材內容為基礎實施研

¹ US Army, 《DEMOLITION CARD GTA 5-10-9》(Washington,D.C., 西元 1965 年 5 月), 頁 1~4。

討，逐步擴展至美軍爆破準則(FM 3-34.214)相關條文，歸納雙方差異及我軍不足之處；透過雙方交流取得先進爆破技術，作為我軍爆破準則修編及課程內容精進之參據。本文研究架構如圖 1。

美軍爆破技術簡介

美方技協團隊於戰鬥工兵班 114-1 梯起開始教授「爆破課程」，與我軍教學團隊交流美軍爆破技術；而我軍爆破技術係承繼美軍而來，內容大同小異，本章節僅介紹課程架構，以及針對課程內容實施探討。

一、課程架構

戰鬥工兵師資班課程區分「基礎課程」、「計畫課程」、「戰鬥技能」、「戰鬥工兵」、「一般工兵」、「後支力」、「觀察管制員」及「關鍵事件」等 9 類，其中「戰鬥工兵」依任務性質分為「機動」、「反機動」及「生存能力」等 3 門課程；「爆破」則歸屬為「反機動」課程之一部，其內容以爆破破壞製造障礙為主(如圖 2)。

美方設計之爆破課程計「爆破基礎」等 10 項進度(如圖 3)，每項進度時數配當為 3 小時，共計 5 天；教學以室內原則講解為主、室外實作練習為



圖 1 研究架構
資料來源：作者自行繪製。

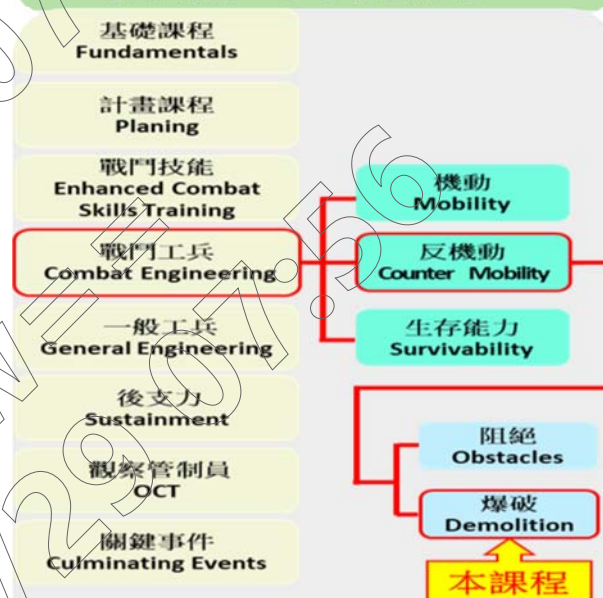


圖 2 戰鬥工兵師資班課程整體架構圖
資料來源：作者自行繪整。

爆破基礎 Intro to Demo	3小時
爆藥淨重與最小安全距離 NEW AND MSD	3小時
木材爆破 Timber Demolitions	3小時
鋼結構爆破 Structural Steel Demolitions	3小時
特種鋼材爆破 Special Steel Demolitions	3小時
道路爆破 Road Crater	3小時
障礙物爆破 Breaching Demolitions	3小時
橋樑爆破 Bridge Demolitions	3小時
爆破課程複習 Demo Test Review	3小時
爆破課終測驗 Demo Test	3小時

圖 3 美軍爆破課程架構圖
資料來源：作者自行繪整。

輔，美方教官多以狀況發布誘導學員作題，內容為設置方式、位置選定及爆藥計算等。

二、美軍爆破技術

依上述課程進度之分類及準則相關條文，逐項探討及介紹美軍爆破技術，作為與我軍爆破技術對照之基礎。

(一)爆破基礎：計「各種爆藥性能介紹」及「問題解決六步驟」等2項，說明如下。

1.各種爆藥性能介紹：除介紹爆藥種類、爆速及效應比；另針對各種爆藥爆炸或燃燒產生之煙霧說明其危險性(如表1)²。

2.問題解決六步驟：針對

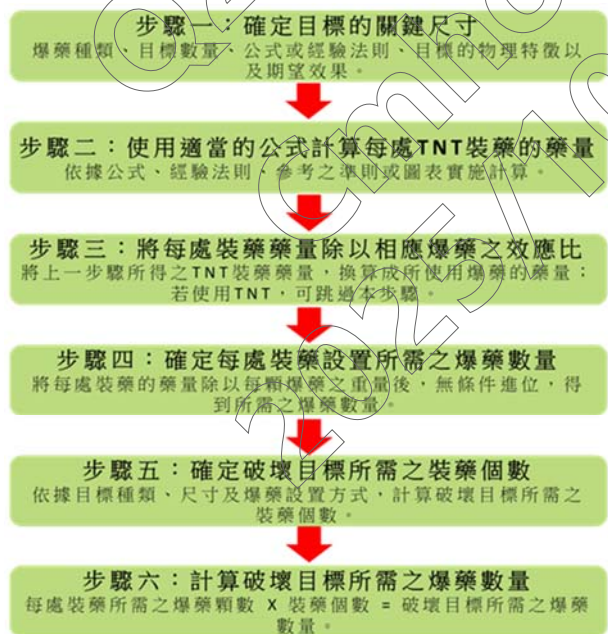


圖4 「問題解決六步驟」流程圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-4；筆者自行繪製。

爆藥量計算，提出「問題解決六步驟 Six Step Problem Solving Format」(如圖4)³，統一之步驟及要領能有效避免錯漏項，導致藥量計算錯誤之狀況。

表1 美軍各種爆藥性能介紹表

名稱	用途	爆速 (英尺/秒)	效應比	煙霧 毒性	抗水性
TNT梯恩梯	炸裂爆藥，混合炸藥	22,600	1.00	危險	優良
Tetryl特出特	起爆藥，混合炸藥	23,300	1.25	危險	優良
Composition C4	切割裝藥、破壞裝藥	26,400	1.34	輕微	優良
Composition B	彈裝爆藥	25,600	1.35	危險	優良
阿馬圖(硝酸銨80%、TNT20%)	彈裝爆藥	16,000	1.17	危險	差
PETN彭梯兒	導爆索、雷管、炸裂爆藥	27,200	1.66	輕微	優良
RDX海掃更	雷管、混合炸藥	27,400	1.60	危險	優良
硝酸銨	土方作業、坑道爆破	8,900	0.42	危險	差
黑火藥	定時引信	1,300	0.55	危險	差
M2A3、M2A4、M3A1推型裝藥	切割裝藥	25,600	1.17	危險	優良
雷管 M1A1, M1A2, M1A3	起爆藥	25,600	1.17	危險	優良
過氯酸鈉-鋁粉二元混合爆藥	多功能爆破裝藥主要炸藥	13,100	1.60	輕微	良好
Composition A3	助推裝藥、彈裝爆藥	26,500	1.35	危險	良好
Composition A5	助推裝藥、彈裝爆藥	29,300	1.40	危險	優良
Composition H6	坑道爆破	23,600	1.33	危險	優良
M1第奈米特	炸裂爆藥	20,000	0.92	危險	尚可
硝化甘油	商業用炸藥	25,200	1.50	危險	良好
PETN-TNT混合爆藥(各佔50%)	起爆藥、彈裝爆藥	24,400	1.26	危險	優良
片狀炸藥(以M186-RDX為基礎)	切割裝藥	24,000	1.14	危險	優良
片狀炸藥(以PETN為基礎)	切割裝藥	23,300	1.66	低	優良
Tetrytol-TNT混合爆藥(75/25%)	炸裂爆藥	23,000	1.20	危險	優良

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁1-2~1-3；筆者自行彙整。

² US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁1-2~1-3。

³ 同註2，頁3-4。

(二)爆藥淨重與最小安全距離：將爆藥及火具全數換算成「爆藥淨重」後，再依「爆藥淨重」計算所需之「最小安全距離」(有掩蔽、無掩蔽及危險破片等3種)，說明如下。

1.爆藥淨重

(1)「最小安全距離」計算所需之參數，「爆藥淨重 Net Explosive Weight」相當於「TNT 爆炸當量 Explosive Equivalency」，其目的在將所有爆裂物(如爆藥、導爆索、雷管、電雷管等)換算為 TNT 爆藥藥量，藉以精確計算當前環境所需之最小安全距離，公式如下⁴。

爆藥數量(qty) × 單顆爆藥重量(wt) × 效應比(RE factor)

= 爆藥淨重(NEW)

(2)以 1 條 5 英呎長的導爆索(每英呎 50 格令)，1 支 M11/M16 雷管(每支 19 格令)，及 3 顆 1 磅 TNT 爆藥為例，其中「格令(grain)」是英制重量單位，常用於彈藥、藥品及火藥領域，7000 格令(gr)=1 英鎊(lb)，

導爆索： $qty \times wt \times RE\ factor = 5\ 英呎 \times \frac{50\ 格令}{英呎} \times 1.66$

= 415 格令

雷管： $qty \times wt \times RE\ factor = 1 \times 19\ 格令 \times 1.60 = 30.4\ 格令$

爆藥： $qty \times wt \times RE\ factor = 3 \times 1\ 磅 \times 1.00 = 3\ 磅$

總爆藥淨重： $\frac{(415 + 30.4)}{7000} + 3 = 3.064\ 磅\ TNT\ 爆炸當量$

計算過程如下。

2.最小安全距離

(1)確認「爆藥淨重」後，依據當前環境計算「最小安全距離 Minimum Safe Distance」，使用之參數計「爆藥淨重」及「K 因子」等 2 種；其中「K 因子」為「爆炸過壓」之常數(如表 2)，

表2 美軍「K 因子」對照表

爆炸效果	磅/平方英吋	K因子	備註
危險破片	-	300	
爆炸過壓(磅／平方英吋)	0.07	300.02	
	0.10	250	
	0.50	75	
	1	45	
	2	30	
	3	20	
	4	18	
	5	15	無遮蔽
	6	14	
	7	13	
	8	12	
	9	11	
	10	10	有遮蔽
	15	8	
	20	7	
	30	6	
	40	5	
	60	4	
	100	3.5	
	200	3	

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.，西元 2007年6月)，頁7-6。

⁴ 同註 2，頁 7-4～7-5。

最常使用之「K 因子」計 300(危險破片)、15(無掩蔽)、10(有掩蔽)等 3 種，公式如下⁵。

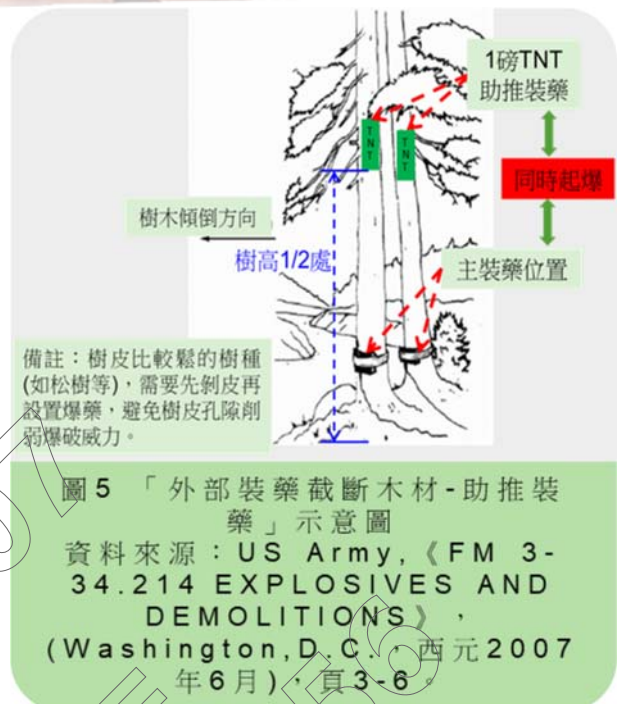
$$\sqrt[3]{\text{爆藥淨重(NEW)} \times \text{爆破過壓常數(K)}} \\ = \text{最小安全距離(MSD)}$$

(2)以 1 條 5 英呎長、每英呎 50 格令的導爆索，1 支 M11/M16 雷管，及 3 顆 1 磅 TNT 爆藥為例，已得知其爆藥淨重為 3.064 磅 TNT 爆炸當量，計算過程如下。

$$\begin{aligned} \text{危險破片之最小安全距離(MSD)} &= \sqrt[3]{3.064 \times 300} = 435.74 \text{ 英呎} \\ \text{無掩蔽之最小安全距離(MSD)} &= \sqrt[3]{3.064 \times 15} = 21.79 \text{ 英呎} \\ \text{有掩蔽之最小安全距離(MSD)} &= \sqrt[3]{3.064 \times 10} = 14.53 \text{ 英呎} \end{aligned}$$

(三)木材爆破：與我軍木材爆破「外部裝藥截斷木材」、「外部裝藥造成障礙」及「內部裝藥」等使用相同公式⁶⁻⁷，並新增「樹樁爆破」及「樹木爆破(環形裝藥)」等 2 種設置方式。另 C4 爆藥易塑形、爆炸威力強，有利於內部裝藥，美軍較常使用 C4 爆藥實施木材爆破。

1.外部裝藥截斷木材(如圖 5)：除設置主裝藥外，為確保樹木向所望方向傾倒，需額外於樹高二分之一處設置 1 磅 TNT



爆藥作為助推裝藥，而裝藥位置為主裝藥反方向。

2.樹樁爆破(如圖 6)：運用爆破清除樹樁之方式，作業要領如下說明⁸：

(1)爆藥藥量計算：於離地 12 至 18 英吋處量測樹樁直徑，所得數據無條件進位至最近的半英呎(以 1.2 英呎為例，進位為 1.5 英呎)；枯死樹樁直徑每英呎使用 1 磅 TNT 爆藥，活樹樁為 2 磅，整顆樹木連根拔起為 3 磅。

(2)直根型樹樁：第 1 種方式為主根上穿孔設置 1 處裝藥；第 2 種方式於主根兩側

⁵ 同註 2，頁 7-6～7-9。

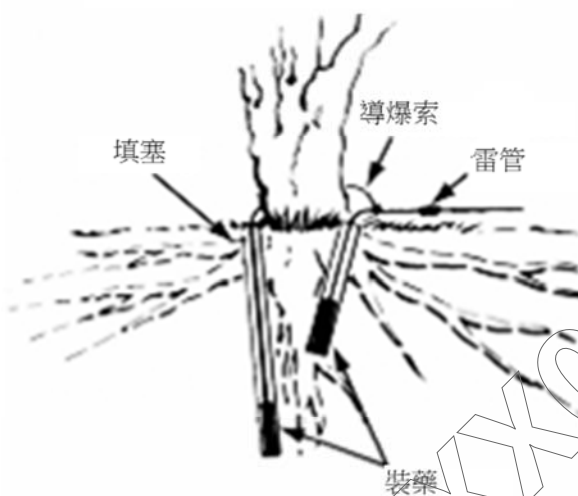
⁶ 同註 2，頁 3-4～3-8。

⁷ 同註 3，頁 3-96～3-99。

⁸ 同註 2，頁 3-30～3-31。

直根型樹樁裝藥位置

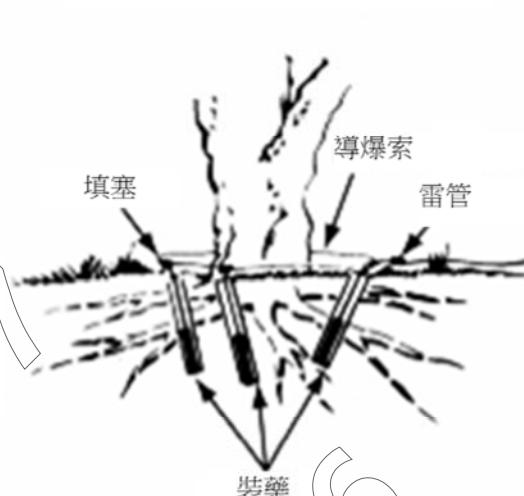
穿孔深度 = 樹樁直徑



直根型：橡樹、松樹、胡桃樹、木蘭等。

側根型樹樁裝藥位置

穿孔深度 = 樹樁半徑



側根型：楓樹、柳樹、白楊、梧桐等

圖6 「樹樁爆破」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-31。

穿孔各設置 1 處裝藥，穿孔深度為樹樁直徑，爆藥應緊貼主根設置，以運用剪切效應截斷主根。

(3)側根型樹樁：穿孔位置在主要側根之間，向樹樁中心斜向穿孔設置裝藥，穿孔深度為樹樁半徑。另大型側根不易完全斷裂，導致樹樁無法完全掀起，對於大型側根下方可能需要增加爆藥量、設置額外裝藥，將其爆斷。

3.樹木爆破(環形裝藥)：使用 C4 爆藥之「環形裝藥」截斷直徑 30 英吋以下樹木(如圖 7)，爆藥藥量計算參照「外部裝藥

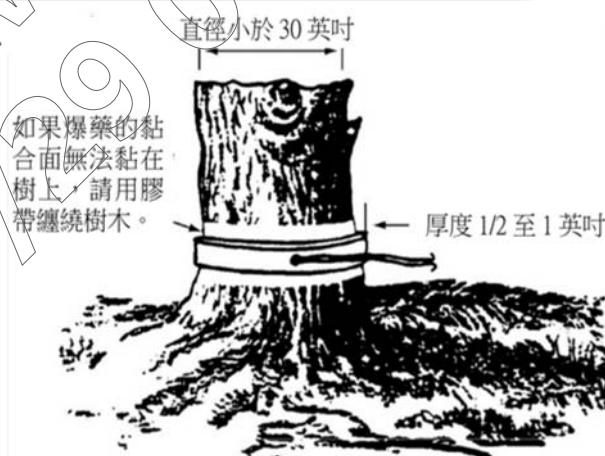


圖7 「樹木爆破(環形裝藥)」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-7。

截斷木材」公式，作業步驟及要領如後⁹：

⁹ 同註 2，頁 3-6～3-7。

(1)作業前先剝除設置位置之樹皮，減少爆藥與樹木之空氣間隙。

(2)C4 爆藥帶環繞樹木一圈，直徑 15 英吋以下之樹木，爆藥帶厚度至少 1/2 英吋；直徑 15~30 英吋之樹木，爆藥帶厚度至少 1 英吋。

(3)於爆藥帶兩側相對位置與火具接續，實施雙點起爆。

(四)鋼結構爆破：與我軍鐵材爆破「爆破工字樑」、「爆破高碳鋼、合金鋼及中徑 2 吋以下之圓形鐵件」與「鐵軌」等使用相同公式¹⁰⁻¹¹，僅針對「爆破高碳鋼、合金鋼及中徑 2 吋以下之圓形鐵件」藥量計算及設置實施說明如下¹²。

1.直徑或厚度 2 英吋(含)以下：直徑或厚度 1 英吋(含)以下者，使用 1 磅 TNT 爆藥；直徑或厚度 1~2 英吋者，使用 2 磅 TNT 爆藥，須同時引爆(如圖 8)。

2.直徑或厚度超過 2 英吋：爆藥藥量使用「 $P=D^2$ 」公式，與我軍相同；直徑或厚度 3 英吋(含)以上者，應將爆藥於目標兩側交錯設置(如圖 9)，以產生最大的剪切效果。

(五)特種鋼材爆破：計「帶狀裝藥」、「鞍狀裝藥」與「菱形裝藥」等 3 種¹³，說明如下。

1.帶狀裝藥：使用 C4 爆藥之「帶狀裝藥」截斷厚度不超過 3 英吋之鋼板(如圖 10)，裝藥厚度為目標厚度的二分之一，但不得小於 0.5 英吋，裝藥寬度為

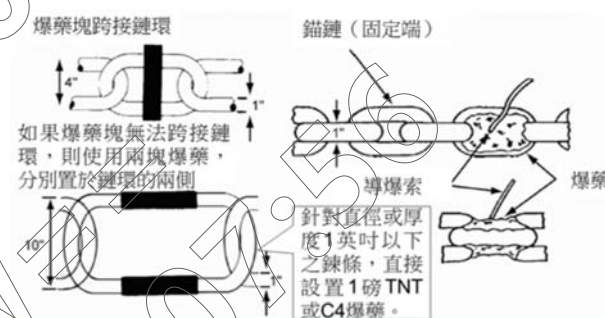


圖 8 「直徑或厚度 2 英吋(含)以下高碳鋼、合金鋼及圓形鐵件爆破」示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月)，頁 3-7。

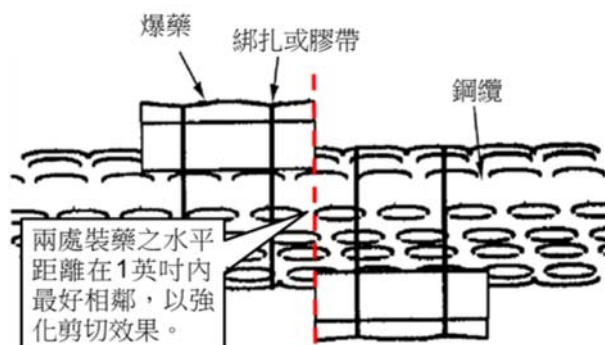


圖 9 「直徑或厚度 3 英吋(含)以上高碳鋼、合金鋼及圓形鐵件爆破」示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月)，頁 3-7。

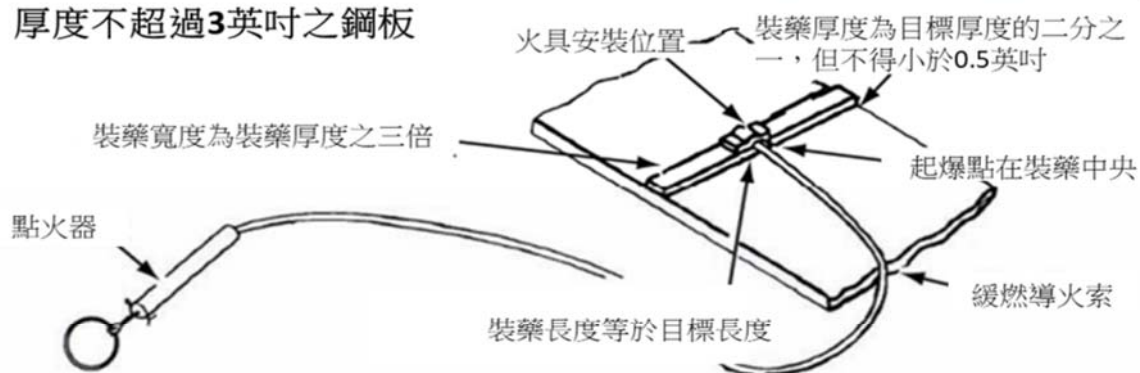
¹⁰ 同註 2，頁 3-10~3-12。

¹¹ 同註 3，頁 3-100~3-102。

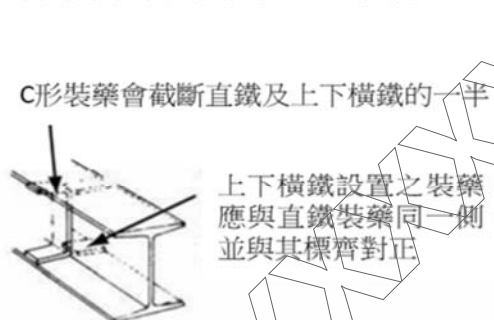
¹² 同註 2，頁 3-12~3-13。

¹³ 同註 2，頁 3-14~3-17。

厚度不超過3英吋之鋼板



厚度小於2英吋之工字樑



厚度2~3英吋之工字樑

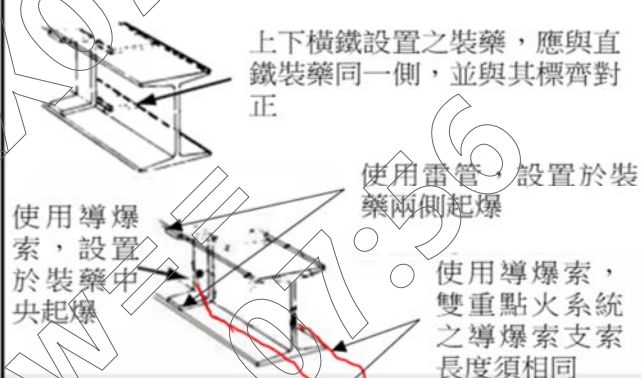


圖10 「帶狀裝藥」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-15。

裝藥厚度之三倍，裝藥長度與目標長度相同。

2. 鞍狀裝藥：使用 C4 爆藥之「鞍狀裝藥」截斷直徑不超過 8 英吋之軟鋼棒材(如圖 11)，裝藥厚度為 1 英吋，底部寬度為目標周長的二分之一，長軸長度為目標之周長，爆藥體積為「長軸 x 底寬 X $1/2 \times 1$ = 體積(立方英吋)」，並在長軸頂端安裝火具。

3. 菱形裝藥：使用 C4 爆藥之「菱形裝藥」截斷直徑不超過 8 英吋之高碳鋼或合金鋼棒材(如圖 12)，裝藥厚度為 1 英吋，

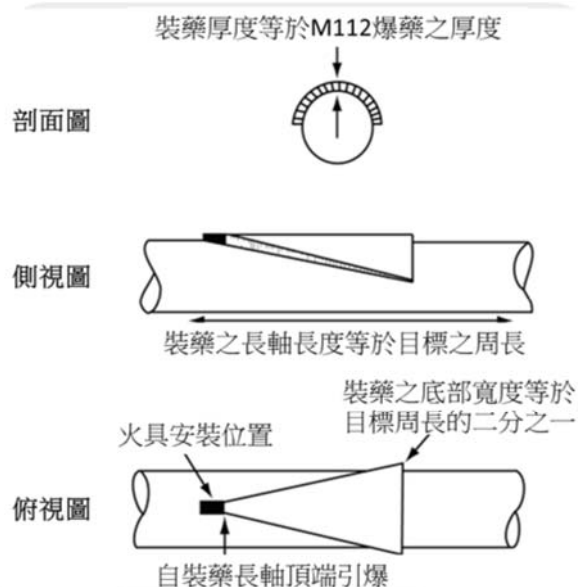


圖11 「鞍狀裝藥」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-16。

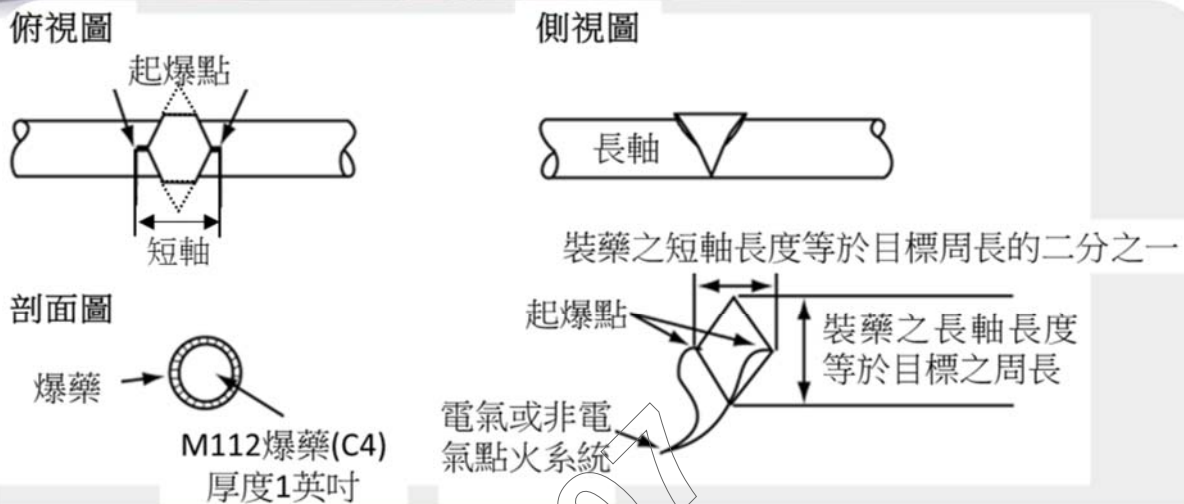


圖12 「菱形裝藥」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-17。

長軸長度為目標之周長，短軸長度為目標周長的二分之一，爆藥體積為「長軸 x 短軸 $\times \frac{1}{2} \times 1 = \text{體積(立方英吋)}$ 」，並在短軸兩端安裝火具；其中裝藥須完整包覆目標，長軸兩端互相接觸，如有必要，請增加裝藥藥量及尺寸。

(六)道路爆破：「路坑開設」方面與我軍相同¹⁴⁻¹⁵，新增「釋壓面爆坑法」¹⁶，爆破後會形成一個不對稱之梯形路坑，深約 7~8 英呎、寬約 25~30 英呎，敵方坡度約 25 度、我軍坡度 30~40 度，其作業步驟及要領如下說明。

1.路面穿孔：土質及碎石路面上鑽鑿兩列孔洞，前、後

列間距為 8 英呎，各孔之左右間距為 7 英呎，前、後列穿孔位置交錯配置，敵方較我軍側少 1 處穿孔(如圖 13)；另堅硬鋪面上，前、後列間距增加為 12 英呎。我軍側穿孔數量計算公式如下。

2.裝藥設置：我軍側穿孔深度為 5 英呎，裝填 40 磅 TNT 爆藥；敵方側穿孔深度為 4 英呎，裝填 30 磅 TNT 爆藥；每列裝藥須使用雙重點火系統，每孔須實施填塞。另使用「硝酸銨掘坑裝藥」時，應依照圖 14 之方式安裝雷管等火具及額外之爆藥，以降低硝酸銨(鈍性爆藥)之不起爆機率。

¹⁴ 同註 2，頁 3-23~3-25。

¹⁵ 同註 3，頁 4-112~4-121。

¹⁶ 同註 2，頁 3-25~3-26。

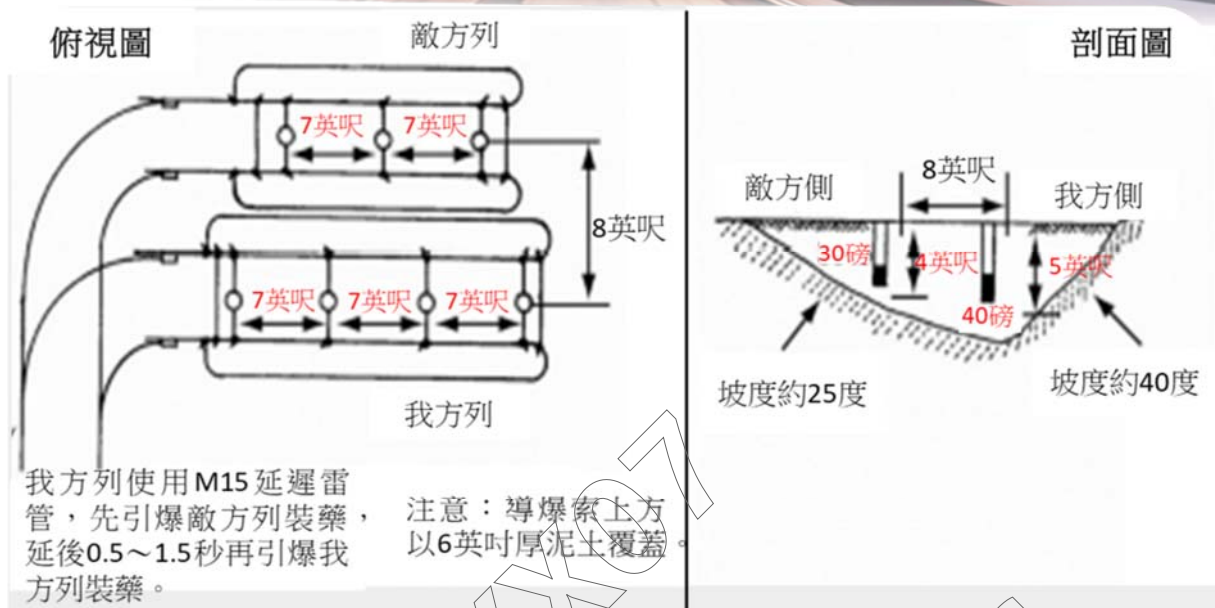


圖13 「釋壓面爆坑法」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-26。

3.點火起爆：我軍列裝藥起爆時間應比敵方列延遲 0.5~1.5 秒，建議使用 M15 雷管作為延遲點火系統；先引爆敵方列裝藥，再引爆我軍列裝藥。

(七)破壞裝藥：與我軍「破壞裝藥」之公式相同^{17~18}，僅介紹「物料抗力係數」、「填塞係數」、「裝藥厚度」與「C4 爆藥速查對照表及轉換係數表」及「對抗力爆破裝藥」¹⁹等，說明如下。

1.破壞裝藥

(1)物料抗力係數：考量建築技術和材料力學之進步，「物料抗力係數」物料種類較為詳細，並因應物料抗力增強

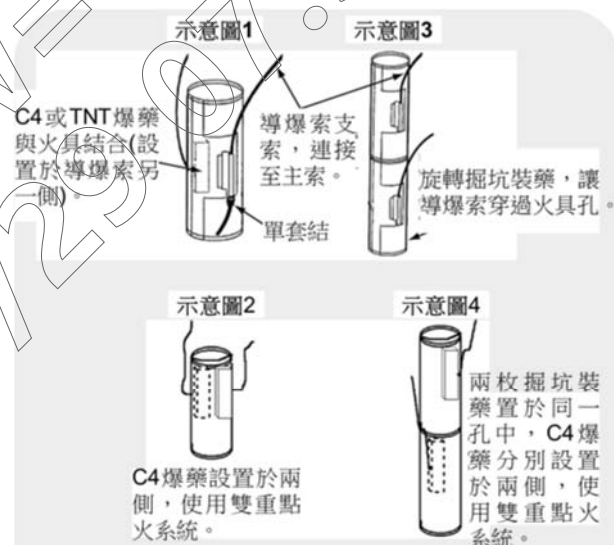


圖14 「掘坑裝藥與火具結合」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-26。

調整抗力係數 K 值(如表 3)。

(2)填塞係數：「填塞係數」裝藥方式圖例與我軍相同，並

¹⁷ 同註 2，頁 3-17~3-22。

¹⁸ 同註 3，頁 4-108~4-114。

¹⁹ 同註 2，頁 3-22~3-23。

表3 美軍「物料抗力係數」表

破壞裝藥物料抗力係數表		
物料種類	美軍	
	R	K
泥土	任何尺度	0.07
加固程度(弱) 頁岩、硬質地層、堅實木材、土方建築	小於1.5公尺(5呎)	0.32
	大於等於1.5公尺(5呎)	0.29
加固程度(好) 混凝土塊 岩石	小於等於0.3公尺(1呎)	0.88
	介於0.3公尺(1呎)與0.9公尺(3呎)之間	0.48
	大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎)	0.40
	大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎)	0.32
	大於等於2.1公尺(7呎)	0.27
加固程度(一流) 緊密混凝土	小於等於0.3公尺(1呎)	1.14
	介於0.3公尺(1呎)與0.9公尺(3呎)之間	0.62
	大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎)	0.52
	大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎)	0.41
	大於等於2.1公尺(7呎)	0.35
鋼筋混凝土 (僅能破壞混凝土，不能截斷鋼筋)	小於等於0.3公尺(1呎)	1.76
	介於0.3公尺(1呎)與0.9公尺(3呎)之間	0.96
	大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎)	0.80
	大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎)	0.63
	大於等於2.1公尺(7呎)	0.54

注意：除非對結構有明確了解，否則始終假設是鋼筋混凝土及加固程度為一流。

資料來源：US Army, 《FM3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁3-18。

表4 美軍「填塞係數」對照表

圖例	已填塞 設置於目 標中心點	已填塞 厚度>爆 破半徑	已填塞 水深>爆 破半徑	未填塞 外部裝藥 在中間處	未填塞 水深<爆 破半徑	未填塞 厚度<爆 破半徑	未填塞 外部裝藥 置於地面
填塞 係數							
C值	1.0	1.0	1.0	1.8	2.0	2.0	3.6

注意(美軍)：不要將在固體材料(例如砂子或泥土)中填充的裝藥視為完全填塞，除非裝藥覆蓋的深度等於或大於破壞半徑。水深必須大於半徑才能使用1作為C。

資料來源：US Army, 《FM3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁3-18。

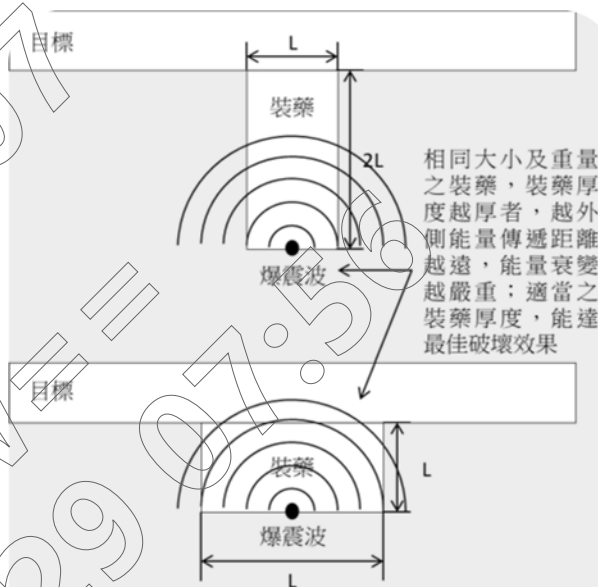


圖15 裝藥厚度「能量傳遞」示意圖
資料來源：筆者自行繪製。

因應實爆數據之經驗常數調整填塞係數C值(如表4)。

(3)裝藥厚度：爆震波在爆藥中傳遞方向及距離，影響能量傳送至目標之效率。裝藥厚度過厚，將導致爆震波在傳遞中衰減(如圖15)，降低能量傳遞效率；另起爆點設於裝藥中央(如圖16)，爆震波垂直傳遞於目標表面，其能量傳遞效率將高於平行傳遞。選擇適當之裝藥厚度(如表5)及起爆點位置，以達最佳破壞效果。

(4)C4 爆藥速查對照表及轉換係數表：因C4爆藥易塑形、爆炸威力強、便於內部裝藥，美軍大多使用C4爆藥實施爆破，針對「破壞裝藥」有設計C4爆藥之「速查對照表」及「轉

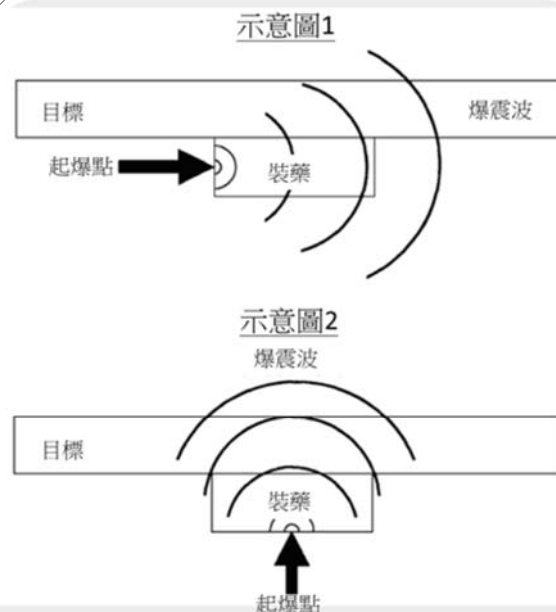


圖16 起爆點「能量傳遞」示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁3-3。

表5 美軍「裝藥厚度」對照表

裝藥厚度	
裝藥重量(磅)	裝藥厚度(英吋)
小於5	1
大於等於5小於40	2
大於等於40小於300	4
大於等於300	8

注意:若使用TNT,請使用相對應的概略裝藥厚度。

資料來源:US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington,D.C.,西元2007年6月), 頁3-3。

換係數表」(如表 6、7),便於快速計算 C4 爆藥藥量。

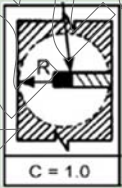
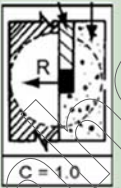
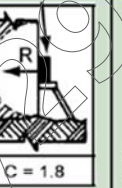
2.對抗力爆破裝藥:區分「藥量計算」與「設置方式」,說明如下。

表7 破壞裝藥「C4爆藥轉換係數表」

鋼筋混凝土以外材料的轉換係數	
材料	轉換係數
土	0.1
一般加固 硬質 頁岩 一般混凝土 岩石 好木材 土方施工	0.5
密實混凝土 一流加固	0.7

資料來源:US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington,D.C.,西元2007年6月), 頁3-21。

表6 破壞裝藥「C4爆藥速查對照表」

鋼筋 混凝土 厚度 (英呎)	M112爆藥(C4)						
							
2.0	1	5	5	9	10	10	17
2.5	2	9	9	17	18	18	33
3.0	2	13	13	24	26	26	47
3.5	4	21	21	37	41	41	74
4.0	5	31	31	56	62	62	111
4.5	7	44	44	79	88	88	157
5.0	9	48	48	85	95	95	170
5.5	12	63	63	113	126	126	226
6.0	13	82	82	147	163	163	293
6.5	17	104	104	186	207	207	372
7.0	21	111	111	200	222	222	399
7.5	26	137	137	245	273	273	490
8.0	31	166	166	298	331	331	595

資料來源:US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington,D.C.,西元2007年6月), 頁3-20。

(1)藥量計算：美軍為「目標厚度(英呎) $\times 1.5 = \text{C4 爆藥磅數}$ 」，我軍為「目標厚度(英呎) $\times 1 \sim 2 = \text{TNT 爆藥磅數}$ 」。另美軍註明藥量計算前，目標厚度以 0.5 英呎為單位無條件進位；以 1.1 英呎為例，即無條件進位為 1.5 英呎。

(2)設置方式：對抗力爆破裝藥之起爆點設置在遠離目標

的一側，起爆用之導爆索支索使用「英式結」與主索結合，並確保兩處裝藥同步引爆(如圖 17)。

(八)橋樑爆破：計「頂部破壞法」、「底部破壞法」、「斜角破壞法」、「混凝土剝離裝藥法」及「橋礎爆破-翼牆」等 5 項。其中「頂部破壞法」等 3 種(如表 8)，為簡支橋「橋節

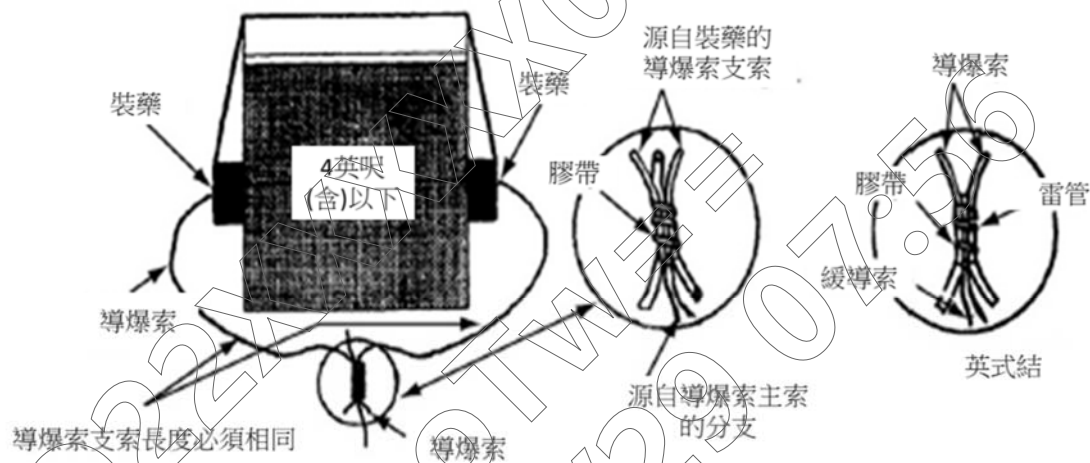


圖 17 「對抗力爆破裝藥」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月), 頁 3-22。

表 8 破壞法簡介

類別	設置位置	特點	適用狀況	說明
頂部破壞法	橋面上部結構	可快速設置，適合遲滯敵人	作業時間受限以及特戰應用	對於鋼筋混凝土結構，可使用「混凝土剝離法」截斷，讓橋節掉落，使用爆藥量較大。另橋樑上部結構高度(H)及最小截斷長度(Lc)，將影響橋節無法掉落，形成「折彎樑」現象。
底部破壞法	橋面下部結構	結構性破壞，導致整體倒塌	由工兵部隊執行，作業時間充裕	優先使用之設置方式，設置後橋面開放不影響通行，針對鋼筋混凝土及預鑄混凝土結構效果佳，因上述結構下方混凝土包覆較少。缺點為設置時間長，底部空間深度不足 0.15 公尺時，應改採頂部或斜角破壞法。另橋節爆破後，位移距離大於橋節之間隙，將形成「三點拱」現象，導致橋節無法掉落。
角度破壞法	斜放在樑柱結構上	定向截斷樑柱效果佳	精準截斷，破壞承重結構	將橋樑所有構件(橋節、欄杆、管道)等截斷，切割角度約為水平面 70 度，爆藥設置於橋節中央與支點的 1/3 處。此設置方式適用各種橋樑，適用橋樑須維持通行或有充分準備時間使用。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月), 頁 4-2 ~ 4-16。

爆破」之破壞方式²⁰，依照橋節種類、諸元及任務需求選擇適

合之方式(如圖 18、19)，再尋求相應之爆破方式和裝藥法。

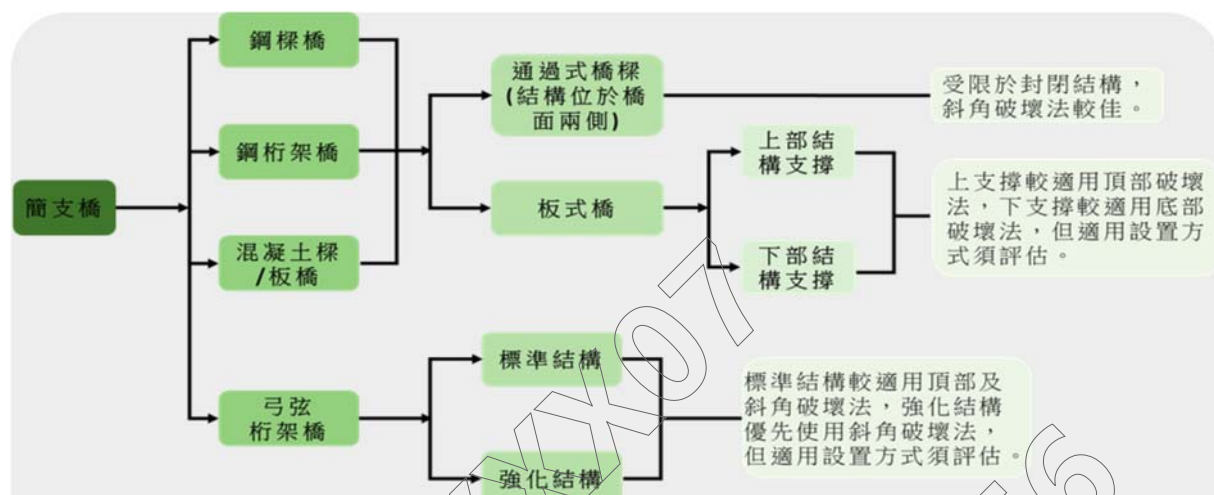


圖18 「橋節型式與裝藥法選擇」示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁4-10及H-1~H-15。

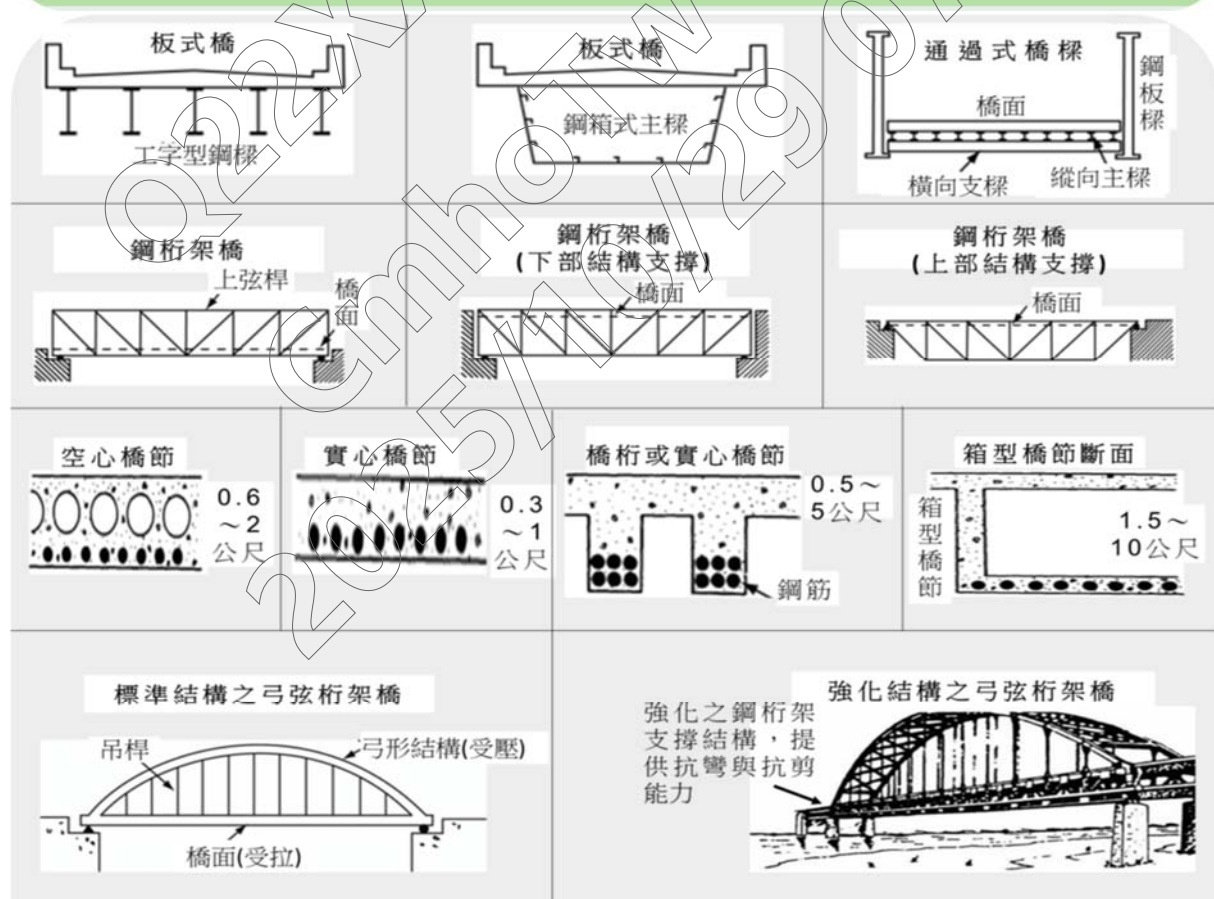


圖19 「橋節型式」示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁4-11~4-13。

²⁰ 同註 2，頁 4-2~4-16。

針對破壞法之選擇，取決於偵察量測之數據²¹，以判斷使用「頂部破壞法」、「底部破壞法」或「斜角破壞法」，範例如圖 20。

另「混凝土剝離裝藥法」主要用於「頂部破壞法」，而「橋礎爆破-翼牆」係針對兩側翼牆實施破壞。

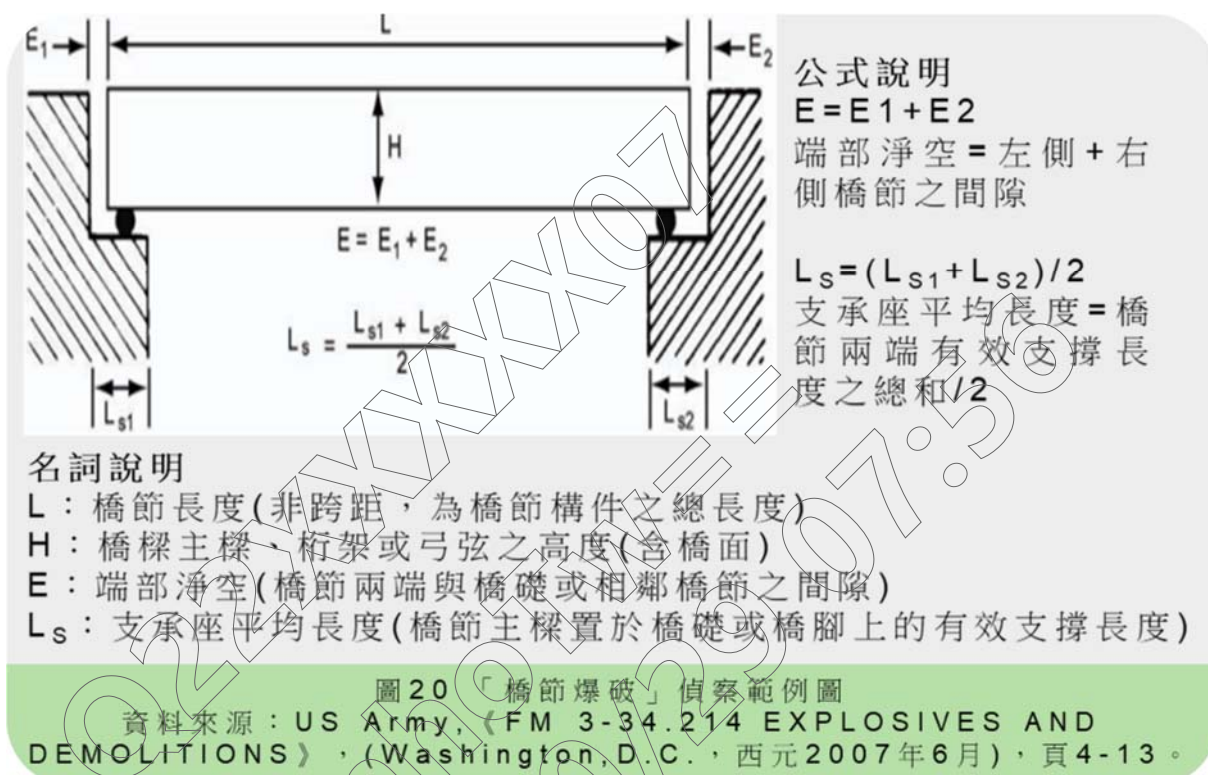


表9 頂部破壞法所需最小破壞長度(Lc/L)對照表

截斷長度與橋節長度比(Lc/L)對照表															
Ls/L H/L	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.080	0.100
0.01	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.009	0.010	0.011	0.013	0.015
0.02	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.011	0.012	0.015	0.017	0.019	0.022	0.026	0.030
0.03	0.008	0.009	0.011	0.012	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018	0.022	0.026	0.029	0.033	0.039	0.045
0.04	0.011	0.013	0.015	0.016	0.018	0.019	0.021	0.022	0.023	0.029	0.034	0.039	0.043	0.052	0.060
0.05	0.013	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.029	0.036	0.043	0.049	0.054	0.065	0.075
0.06	0.015	0.019	0.022	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.044	0.051	0.058	0.065	0.078	0.090
0.07	0.018	0.022	0.026	0.029	0.031	0.034	0.036	0.039	0.041	0.051	0.060	0.068	0.076	0.091	0.105
0.08	0.021	0.025	0.029	0.033	0.036	0.039	0.042	0.044	0.047	0.058	0.068	0.078	0.087	0.104	0.120
0.09	0.023	0.028	0.033	0.037	0.040	0.044	0.047	0.050	0.053	0.065	0.077	0.087	0.097	0.116	0.135
0.10	0.026	0.032	0.036	0.041	0.045	0.049	0.052	0.055	0.058	0.073	0.085	0.097	0.108	0.129	0.150
0.11	0.028	0.035	0.040	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.080	0.094	0.107	0.119	0.142	0.165
0.12	0.031	0.038	0.044	0.049	0.054	0.058	0.062	0.066	0.070	0.087	0.102	0.116	0.130	0.155	0.180
0.13	0.033	0.041	0.047	0.053	0.058	0.063	0.067	0.072	0.076	0.095	0.111	0.126	0.140	0.168	0.195
0.14	0.036	0.044	0.051	0.057	0.063	0.068	0.073	0.077	0.082	0.102	0.119	0.136	0.151	0.181	0.210
0.15	0.038	0.047	0.054	0.061	0.067	0.073	0.078	0.083	0.088	0.109	0.128	0.145	0.162	0.194	0.225
0.16	0.041	0.050	0.058	0.065	0.072	0.078	0.083	0.088	0.093	0.116	0.136	0.155	0.173	0.207	0.240
0.17	0.043	0.053	0.062	0.069	0.076	0.082	0.088	0.094	0.099	0.124	0.145	0.165	0.184	0.220	0.255
0.18	0.046	0.056	0.065	0.073	0.080	0.087	0.093	0.099	0.105	0.131	0.154	0.175	0.194	0.233	0.270
0.19	0.049	0.060	0.069	0.077	0.085	0.092	0.099	0.105	0.111	0.138	0.162	0.184	0.205	0.246	0.285
0.20	0.051	0.063	0.073	0.081	0.089	0.097	0.104	0.110	0.117	0.145	0.171	0.194	0.216	0.259	0.300

備註
 1. 若計算或量測出來的數字不在上表中，則用無條件進入法至下一個最接近數字。
 2. 在表中查詢Ls/L與H/L的交叉值，即可得出所需之Lc/L值，再乘以橋節長度L，即得所需破壞長度Lc。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁H-2。

²¹ 同註 2，頁 4-13。

1.頂部破壞法

(1)計算「高度與長度比(H/L)」及「支承座平均長度與橋節長度比(Ls/L)」值後，對照表格(如表 9)查詢「截斷長度與橋節長度比(Lc/L)」值；其目的在確認橋節所須破壞之上部結構位置，以避免橋節爆破後，因上部結構卡住未掉落，形成「折彎樑」現象(如圖 21)，計算範例如表 10。

(2)爆藥安裝於橋樑上部結構之兩側對稱位置，以便破壞結構張力和壓力承載點，造成「鉸鏈作用(Hinge Formation)」，使橋樑結構向內彎折，造成橋節掉落。

(3)橋面通常不設置爆藥作為截斷位置，除非橋面為主要承重結構(如混凝土樑/板橋等)，或為了增加破壞成功率、輔助上部結構之破壞，而設置之補充爆藥。

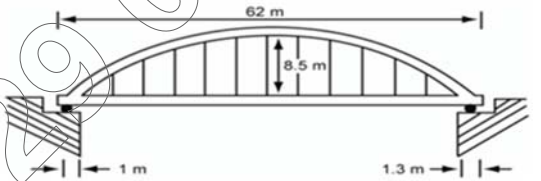
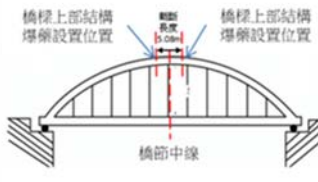
(4)截斷結構所需爆藥設置方式及藥量計算，視其結構

材質、尺寸及現況選擇適合之方式。

2.底部破壞法

(1)計算「高度與長度比(H/L)」值後，對照表格(如表 11)查詢「底部破壞法所需最小橋節端部淨空與長度比(E_R/L)」值；其目的在確認橋節兩端端部淨空之總和，大於橋節受破壞後掉落所需之端部淨空值，以避免爆破後橋節卡住未掉

表 10 頂部破壞法所需最小破壞長度(Lc)計算範例

問題：使用頂部破壞法進行橋樑爆破之計算，判定下圖之弓弦桁架橋如何爆破？ 諸元：橋節長度(L)62公尺、高度(H)8.5公尺、支承座平均長度(Ls)1.15公尺。	
	
步驟1	參閱「截斷長度與橋節長度比(Lc/L)對照表」，查詢及計算相關數據，以確認橋面上部結構所需截斷之長度。
步驟2	計算「高度與長度比(H/L)」， $H/L=8.5/62=0.137$ ，查詢上述表格無0.137之值，無條件進位至0.14。
步驟3	計算「支承座平均長度與橋節長度比(Ls/L)」， $Ls=(1.3+1)/2=1.15$ ， $Ls/L=1.15/62=0.0185$ 。
步驟4	查詢上述表格無0.0185之值，無條件進位至0.020。
步驟5	查詢上述表格，H/L=0.14與Ls/L=0.020的交叉點為Lc/L=0.082，而 $Lc=L \times 0.082=5.08$ 公尺。
步驟6	計算爆藥設置位置：將截斷長度Lc除以二(5.08/2=2.54公尺)。
解決方案	預定截斷位置為橋節中線兩側各2.54公尺，請於上部結構實施標記作為破壞中心線及爆藥設置位置。 

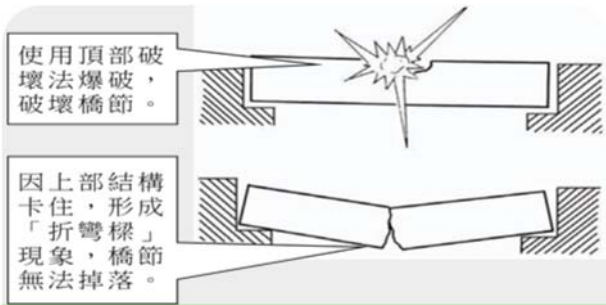


圖 21 「折彎樑」示意圖
資料來源：US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.，西元2007年6月)，頁4-3。

資料來源：US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.，西元2007年6月)，頁F-12。

表 11 底部破壞法所需最小橋節端部淨空長度(E_R/L)對照表

H/L	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
E_R/L	0.0002	0.0008	0.0020	0.0030	0.0050	0.0070	0.0100	0.0130	0.0160	0.0200
H/L	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
E_R/L	0.0240	0.0290	0.0340	0.0390	0.0440	0.0500	0.0570	0.0630	0.0700	0.0770

注意：

1. 若計算或量測出來的數字不在上表中，則用無條件進入法至下一個最接近數字，範例： $H/L=0.076$ ，則從上表中取用0.08，相對應的 $E_R/L=0.0130$ 。
2. 將表中所得 E_R/L 值乘以L即可得到 E_R 值。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁H-1。

落，形成「三點拱」現象(如圖22)，計算範例如表12。

(2)爆藥安裝於橋樑底部結構之中央位置，以便破壞結構張力和壓力承載點，造成「鉸鏈作用(Hinge Formation)」，以結構頂部為鉸點，使橋樑結構向外彎折，造成橋節掉落。

(3)截斷結構所需爆藥設置方式及藥量計算，視其結構材質、尺寸及現況選擇適合之方式。

3.斜角破壞法

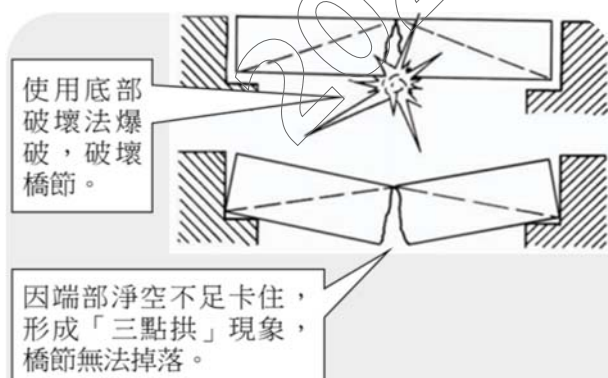


圖 22 「三點拱」示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁4-3。

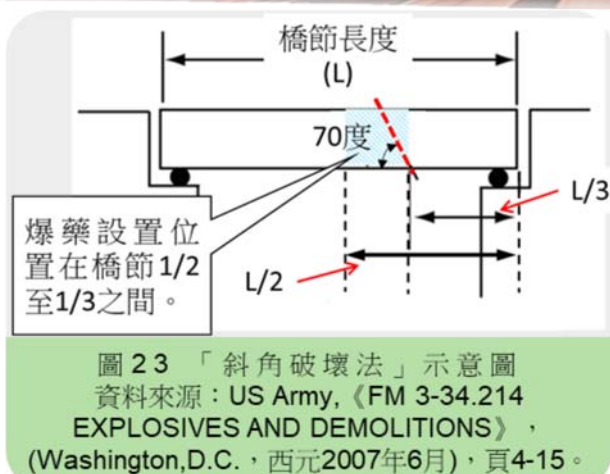
表 12 底部破壞法所需最小橋節端部淨空長度(E_R)計算範例

問題：使用底部破壞法進行橋樑爆破之計算，判定下圖之板式橋(工字型鋼樑)如何爆破？諸元：橋節長度(L)25公尺、高度(H)2.1公尺、端部淨空(E)0.4公尺。	
步驟1	參閱「底部破壞法所需最小橋節端部淨空長度(E_R/L)對照表」，計算E是否大於 E_R ，以確認是否適用底部破壞法。
步驟2	計算「高度與長度比(H/L)」， $H/L=2.1/25=0.084$ ，查詢上述表格無0.084之值，無條件進位至0.09，對應之 E_R 值為0.0160。計算所需端部淨空值， $E_R=0.0160 \times L=0.4$ 公尺。
解決方案	比較實際端部淨空總合(E)為0.4公尺，等於所需端部淨空值(E_R)之0.4公尺，可使用底部攻擊法截斷橋節，毋須擔心卡住不掉落之情形。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁F-12。

(1)使用「斜角破壞法」時，須截斷橋樑所有構件(包括橋節主體、護欄及管線等)，破壞角度與水平線夾角呈70度，以避免橋節殘骸卡住未掉落。爆藥設置位置應選在橋節中線至距離端部三分之一處(如圖23)。

(2)適用於各種橋樑型式，尤其是保持橋樑通行能力，但



須周密之準備，並能有效避免「折彎樑」及「三點拱」等不完全破壞現象。

(3) 截斷結構所需爆藥設置方式及藥量計算，視其結構材質、尺寸及現況選擇適合之方式。

4. 混凝土剝離裝藥法：「混凝土剝離裝藥法」主要用於「頂部破壞法」，為美軍於橋面上實施橋節爆破之設置方式，說明如下。

(1) 「混凝土剝離裝藥法」設計目的為移除鋼筋混凝土樑(板)之混凝土，使鋼筋暴露在外，但無法預測對鋼筋之損壞程度，針對厚度不超過 2 公尺的鋼筋混凝土樑(板)破壞效果良好(如圖 24)。對於「簡支橋-混凝土樑/板橋」而言，以「頂

部破壞法」計算所需截斷長度後，在欲截斷位置運用「混凝土剝離裝藥法」，能有效破壞及截斷橋節，促使其掉落。

(2) 爆藥藥量計算：

A. 每公尺橋面所需之爆藥藥量 $(P) = \{3.3 \times \text{橋節厚度}(h) + 0.5\}^3 \times 3.3$ ，上述公式之單位，爆藥藥量以 TNT 爆藥磅數、長度以公尺為單位。

B. 預期破壞之橋節長度 $(Wd) = 2 \times \text{橋節厚度}(h) + 0.3$ ，為「混凝土剝離裝藥法」爆破後預判破壞之橋節長度，單位為公尺。

C. 「預期破壞之橋節長度 (Wd) 」未達「頂部破壞法所需最小破壞長度 (Lc) 」時，將導致不完全破壞，形成「折彎樑」現象，藥量調整說明如表 13。

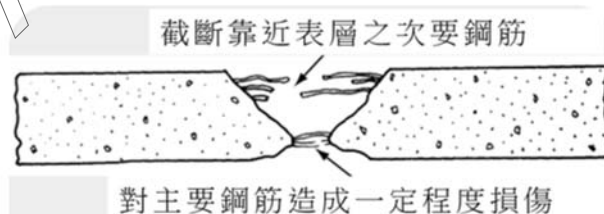


圖 24 「混凝土剝離裝藥法」破壞效果示意圖
資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，
(Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月)，頁 4-15。

表 13 因應「頂部破壞法所需最小破壞長度 (Lc) 」爆藥藥量調整說明

狀況	$Wd \geq Lc$	$Wd < Lc < 2 \times Wd$	$Lc = 2 \times Wd$
示意圖			
藥量調整方式	依「 $P = (3.3 \times h + 0.5)^3 \times 3.3$ 」計算之爆藥藥量，設置單列爆藥。	依「 $P = (3.3 \times h + 0.5)^3 \times 3.3$ 」計算之爆藥藥量，設置單列爆藥，但藥量增加 10%。	依「 $P = (3.3 \times h + 0.5)^3 \times 3.3$ 」計算之爆藥藥量，增加 100% 藥量，並設置雙列爆藥。

資料來源：筆者自行製表。

(3)設置方式：單列爆藥設置之長度為橋面全寬，堆疊之底寬為高度之1~3倍，不須填塞(如圖25)；若以砂包妥善填塞(如每磅爆藥使用兩袋砂包)，則爆藥藥量可減少三分之一。

(4)針對「平板橋節」及「T型橋節」計算範例如表14。

5.橋礎爆破-翼牆：針對橋礎之翼牆有特別提示(如圖26)，若翼牆有支撐重建或臨時橋樑之能力，應使用橋礎爆破

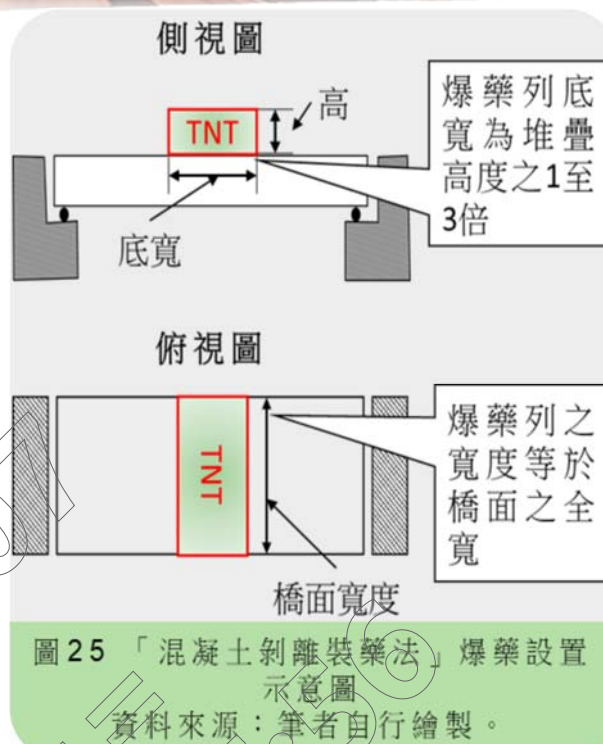
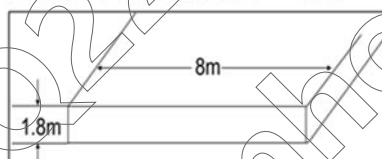
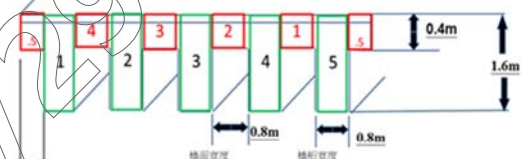
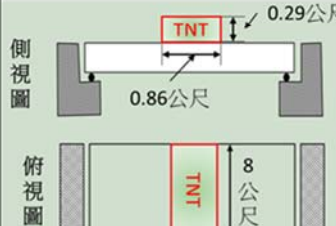
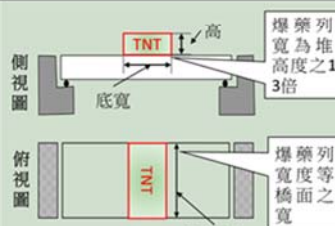


表14 「混凝土剝離裝藥法」計算範例

問題：使用混凝土剝離裝藥法進行橋樑爆破之計算，不考慮「頂部破壞法所需最小破壞長度(Lc)」之影響，判定下圖之平板橋節如何爆破？ 諸元：橋節寬度(W)8公尺，高度(H)1.8公尺。 		問題：使用頂部破壞法進行橋樑爆破之計算，判定下圖之T型橋節如何爆破？ 諸元：橋節長度(L)62公尺，高度(H)8.5公尺，支承座平均長度(Ls)1.15公尺。 	
步驟1	目標橋節寬度(W)8公尺，高度(H)1.8公尺，使用「混凝土剝離裝藥法」。	步驟1	參閱「截斷長度與橋節長度比(Lc/L)對照表」查詢及計算相關數據，以確認橋面上部結構所需截斷之長度。
步驟2	$P = 3.3 \times \{3.3 \times \text{橋節厚度}(h) + 0.5\}^3 = 3.3 \times (3.3 \times 1.8 + 0.5)^3 = \text{每公尺} 881.40 \text{ 磅 TNT}$	步驟2	計算「高度與長度比(H/L)」， $H/L = 8.5/62 = 0.137$ ，查詢上述表格無0.137之值，無條件進位至0.14。
步驟3	使用TNT爆藥，不須使用效應比換算。	步驟3	計算「支承座平均長度與橋節長度比(Ls/L)」， $Ls = (1.3+1)/2 = 1.15$ ， $Ls/L = 1.15/62 = 0.0185$ 。
步驟4	每公尺881.40磅TNT，使用1磅TNT爆藥，進位為每公尺882磅TNT。	步驟4	查詢上述表格無0.185之值，無條件進位至0.20。
步驟5	爆藥設置長度為橋節全寬，以公尺為單位，共計8公尺。	步驟5	查詢上述表格，H/L=0.14與Ls/L=0.20的交叉點為Lc/L=0.082，而Lc=L×0.082=5.08公尺
步驟6	每公尺882磅TNT×8公尺=7056磅TNT爆藥	步驟6	計算爆藥設置位置：將截斷長度Lc除以二(5.08/2=2.54公尺)。
解決方案 爆藥藥量為7056磅TNT，堆疊長度為8公尺(橋全寬)，高度約0.29公尺(10層爆藥)，底層約0.86公尺。 		解決方案 預定截斷位置為橋節中線兩側各2.54公尺，請於上部結構實施標記，作為破壞中心線及爆藥設置位置。 	

資料來源：筆者自行繪製。

之裝藥方式予以爆破破壞(如圖27)，避免遭敵利用²²。

三、小結

本章節僅介紹美軍技協團隊教授之爆破課程及其準則延伸閱讀之內容，而美軍在爆破技術及方式不斷研改創新下，改進及新增不少破壞、爆破方

式與公式，尤其是「橋樑爆破」方面。

藉由美軍技協團隊之技術交流及課程教學，掌握最新爆破技術及應用方式，進而分析美軍與我軍爆破技術之差異，以提升爆破作業效能。

美軍與我軍爆破技術之差異

以美軍技協團隊教授之爆破課程及其準則延伸閱讀之內容為基礎，與我軍準則內容實施比較，探討雙方爆破技術之差異。

一、雙方爆破技術差異

依美軍爆破課程進度之分類逐項實施探討，作為後續修編準則及精進課程之基礎。

(一)爆破基礎：

1.各種爆藥性能介紹

(1)美軍爆藥種類、爆速及效應比²³與我軍有所差異(如表15)²⁴⁻²⁵，其中爆速及效應比經美軍多次驗證後修訂數據，證明爆速與效應比為相對關係，而非絕對關係，例如：C4爆藥爆速為26,400英尺/秒、效應比為1.34，並非TNT爆藥與C4爆藥爆速之比值1.17。我軍「效應比=其他爆藥爆速÷TNT爆藥爆速」之公式，不完全正確。



注意：如果翼牆可以支撐重建或臨時橋樑，請按照與橋樑相同的方式在翼牆後面放置裝藥來摧毀翼牆。



圖26 「橋樑翼牆」示意圖
資料來源：美軍技協團隊「橋樑爆破」課程教材，頁19。

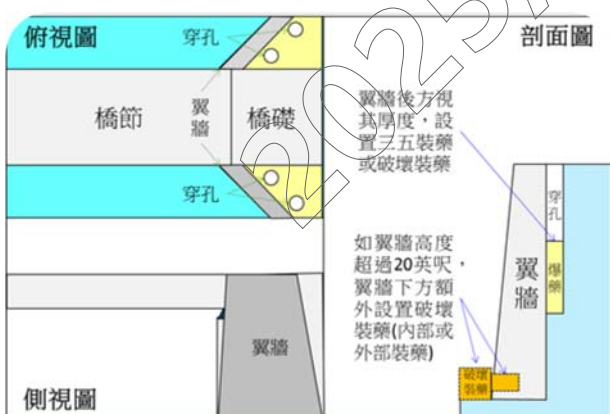


圖27 「橋樑爆破-翼牆」示意圖
資料來源：筆者自行繪製。

²² 同註2，頁4-27。

²³ 同註2，頁1-2～1-3。

²⁴ 同註2，頁2-4～2-33。

²⁵ 陸軍司令部，《陸軍爆破作業手冊》(桃園，西元2007年5月)，附2-1～2-2。

表 15 美軍與我軍爆藥性能差異對照表

名稱	美軍					我軍		
	用途	爆速 (英尺/秒)	效應比	煙霧 毒性	抗水性	爆速 (英尺/秒)	效應比	防水性
TNT梯恩梯	炸裂爆藥、 混合炸藥	22,600	1.00	危險	優良	21,000	1.00	極優
Tetryl特出特	起爆藥、混 合炸藥	23,300	1.25	危險	優良	25,200	1.2	極優
Composition C4	切割裝藥、 破壞裝藥	26,400	1.34	輕微	優良	28,350	1.35	極優
軍用M1代拿邁	美軍準則無介紹					20,160	0.96	優
商用純代拿邁 (40%~60%)						15,120~19,320	0.72~0.92	24小時內優， 24小時後劣。
商用軟式代拿邁 (40%~60%)						9,030~12,180	0.43~0.58	劣
膠質代拿邁 (40%~60%)						8,190~15,960	0.39~0.76	優
Composition B	彈裝爆藥	25,600	1.35	危險	優良	25,830	1.23	優
阿馬圖 (硝酸鉍80%、NT20%)	彈裝爆藥	16,000	1.17	危險	差	18,060	0.88	劣
PETN彭梯兒	導爆索、雷管、 炸裂爆藥	27,200	1.66	輕微	優良	27,720	1.32	優
RDX海掃更	雷管、混合 炸藥	27,400	1.60	危險	優良	27,930	1.33	優
硝酸鉍	土方作業、 坑道爆破	8,900	0.42	危險	差	11,130	0.53	劣
黑火藥	定時引信	1,300	0.55	危險	差	1,260	0.06	劣
M2A3、M2A4、M3A1推 型裝藥	切割裝藥	25,600	1.17	危險	優良	我軍準則無相關參數		
雷管,M1A1、M1A2、 M1A3	起爆藥	25,600	1.17	危險	優良			
過氫酸鉍-鋁粉二元混合爆藥	全功能爆破裝藥 主要炸藥	13,100	1.60	輕微	良好	我軍準則無相關介紹		
Composition A3	助推裝藥、 彈裝爆藥	26,500	1.35	危險	良好			
Composition A5	助推裝藥、 彈裝爆藥	29,300	1.40	危險	優良			
Composition H6	坑道爆破	23,600	1.33	危險	優良			
M1 第奈米特	炸裂爆藥	20,000	0.92	危險	尚可			
硝化甘油	商業用炸藥	25,200	1.50	危險	良好			
PETN-TNT混合爆藥(各佔 50%)	起爆藥、彈 裝爆藥	24,400	1.26	危險	優良			
片狀炸藥 (以M186-RDX為基礎)	切割裝藥	24,000	1.14	危險	優良			
片狀炸藥 (以PETN為基礎)	切割裝藥	23,300	1.66	低	優良			
Tetrytol-TNT混合爆藥 (75/25%)	炸裂爆藥	23,000	1.20	危險	優良			

1. 美軍及我軍均以「TNT梯恩梯」為標準，其效應比(RE Factor)為1；惟美軍針對效應比參數之估算，除考量各種爆藥之爆速比例外，亦有將實際爆破之效果納入，與我軍參數有所差異。
2. 表格字體為紅色者，意謂雙方準則均有介紹，但數值不同之處；「我軍準則無相關參數」，意謂準則有介紹，但未說明相關參數；「我軍準則無相關介紹」，意謂準則未介紹該種類之爆藥。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，
(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁1-2~1-3；陸軍司令部，《陸軍爆破教
範》(桃園，西元2006年3月)，頁2-4~2-28；筆者自行彙整。

(2)針對各種爆藥爆炸或燃燒產生之煙霧，美軍於準則有

完整說明其危險性，而我軍無詳細說明。

2.問題解決六步驟：為美軍準則針對爆藥藥量計算之步驟²⁶，與我軍準則概同。惟我軍準則於各種爆藥設置方式實施說明，無統一之步驟及要領；相較之下，美軍之「問題解決六步驟 Six Step Problem Solving Format」，能有效避免錯漏項導致藥量計算錯誤之狀況。

(二)爆藥淨重與最小安全距離：美軍將爆藥及火具換算成「爆藥淨重」後，再依「爆藥淨重」計算所需之「最小安全距離」，其目的為求得精確之安全距離，在力、空、時受限狀況下執行爆破作業；而我軍僅計算爆藥本身之重量，以及破片飛散之安全距離²⁷，在城鎮作戰等場景較缺乏作業彈性及靈活性。

(三)木材爆破：美軍及我軍使用相同公式，惟美軍以 C4 爆藥為主，其威力大、便於塑形、利於內部裝藥，而我軍以 TNT 爆藥為主。另美軍「外部裝藥截斷木材」額外設置助推裝藥，並新增「樹樁爆破」及

「樹木爆破(環形裝藥)」等 2 種設置方式，差異部分如表 16。

(四)鋼結構爆破：美軍及我軍使用相同公式，惟「爆破高碳鋼、合金鋼之圓形鐵件」藥量計算及設置有所差異^{28~29}(如表 17)。

(五)特種鋼材爆破：美軍及我軍特種鋼材在「帶狀裝藥」、「鞍狀裝藥」與「菱形裝藥」等相似而不相同^{30~31}，設置方式略有差異(如表 18)。

表16 美軍與我軍木材爆破差異對照表

項目	美軍	我軍
外部裝藥截斷木材	公式相同，額外增加助推裝藥	公式相同
外部裝藥造成障礙	相同	相同
內部裝藥	相同	相同
樹樁爆破	用於清除殘留之樹樁	無
樹木爆破(環形裝藥)	使用C4爆藥截斷樹木之裝藥方式	無

資料來源：US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.,西元2007年6月),頁3-4~3-8；陸軍司令部,《陸軍爆破教範》(桃園,西元2006年3月),頁3-96~3-99；筆者自行彙整。

²⁶ 同註 2，頁 3-4。

²⁷ 同註 3，頁 3-3。

²⁸ 同註 2，頁 3-12~3-13

²⁹ 同註 3，頁 3-104。

³⁰ 同註 2，頁 3-14~3-17。

³¹ 同註 3，頁附 7-1~附 7-3。

表17 美軍鋼結構與我軍鐵材爆破差異對照表

項目		美軍	我軍
高碳鋼、合金鋼之圓形鐵件	1英吋以下	目標單側設置1磅TNT爆藥	P=D ² 目標單側設置爆藥
	1~2英吋	目標單側設置2磅TNT爆藥	
	超過2英吋	P=D ² 目標兩側設置爆藥	

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-12~3-13；陸軍司令部, 《陸軍爆破教範》(桃園, 西元2006年3月), 頁3-104；筆者自行彙整。

(六)道路爆破：美軍及我軍道路爆破在「路坑開設」方面相同，惟美軍新增「釋壓面爆坑法」，以及硝酸銨爆藥與雷管火具接續方式有所差異^{32~33}（如表19）。

(七)破壞裝藥：美軍與我軍「破壞裝藥」之公式相同，惟「物料抗力係數」、「填塞係數」、「裝藥厚度」及「C4爆藥速查對照表及轉換係數表」有所差異；另美軍額外介紹之「對抗力爆破裝藥」，與我軍「相對裝藥」相似，但藥量計算有所差異，說明如下。

1. 破壞裝藥

表18 美軍與我軍特種鋼材爆破差異對照表

項目	美軍	我軍
帶狀裝藥	截斷厚度不超過3英吋之鋼板，裝藥厚度為目標厚度的二分之一。	截斷厚度不超過2英吋之鋼板，裝藥厚度為目標厚度。
鞍狀裝藥	裝藥厚度，目標直徑8英吋(含)以下均為1英吋。	裝藥厚度，目標直徑6英吋(含)以下為1/3英吋，6~8吋為1/2英吋。
菱形裝藥	裝藥厚度，目標直徑8英吋(含)以下均為1英吋。	裝藥厚度，目標直徑8英吋(含)以下均為1/3英吋。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-14~3-17；陸軍司令部, 《陸軍爆破教範》(桃園, 西元2006年3月), 附7-1~附7-3；筆者自行彙整。

表19 美軍與我軍道路爆破差異對照表

項目	美軍	我軍
路坑開設	相同	相同
釋壓面爆坑法	爆破後會形成一個不對稱之梯形路坑，深約7~8英呎、寬約25~30英呎，形似戰防壕之三角壕。	無
硝酸銨爆藥與雷管火具接續方式	雷管火具與TNT爆藥(C4)接續，再將爆藥設置於硝酸銨裝藥上，用於確保起爆。	雷管火具直接與硝酸銨裝藥接續。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》, (Washington, D.C., 西元2007年6月), 頁3-23~3-26；陸軍司令部, 《陸軍爆破教範》(桃園, 西元2006年3月), 頁3-21~3-22、4-112~4-121；筆者自行彙整。

³² 同註2，頁3-14~3-26。

³³ 同註3，頁3-21~3-22。

(1)物料抗力係數：美軍物料種類較我軍詳細^{34~35}，且抗力係數 K 值較高(如表 20)，源自建築技術和材料力

學之進步，導致物料抗力增強。

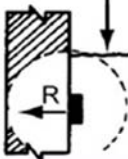
(2)填塞係數：美軍填塞係數 C 值較低(如表 21)^{36~37}，源自實爆數據之經驗常數修訂。

表 20 美軍與我軍「物料抗力係數」對照表

破壞裝藥物料抗力係數表				
物料種類	美軍		我軍	
	R	K	R	K
泥土	任何尺度	0.07	任何尺度	0.05
加固程度(弱) 頁岩、硬質地層、堅實木材、土方建築	小於1.5公尺(5呎) 大於等於1.5公尺(5呎)	0.32 0.29	任何尺度	0.23
加固程度(好) 混凝土塊 岩石	小於等於0.3公尺(1呎) 介於0.3公尺(1呎)跟0.9公尺(3呎)之間 大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎) 大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎) 大於等於2.1公尺(7呎)	0.88 0.48 0.40 0.32 0.27	不足3呎 3~5呎(不含) 5~7呎(不含) 7呎(含)以上	0.35 0.28 0.25 0.23
加固程度(一流) 緊密混凝土	小於等於0.3公尺(1呎) 介於0.3公尺(1呎)跟0.9公尺(3呎)之間 大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎) 大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎) 大於等於2.1公尺(7呎)	1.14 0.62 0.52 0.41 0.35	不足3呎 3~5呎(不含) 5~7呎(不含) 7呎(含)以上	0.45 0.38 0.33 0.28
鋼筋混凝土 (僅能破壞混凝土，不能截斷鋼筋)	小於等於0.3公尺(1呎) 介於0.3公尺(1呎)跟0.9公尺(3呎)之間 大於等於0.9公尺(3呎)小於1.5公尺(5呎) 大於等於1.5公尺(5呎)小於2.1公尺(7呎) 大於等於2.1公尺(7呎)	1.76 0.96 0.80 0.63 0.54	不足3呎 3~5呎(不含) 5~7呎(不含) 7呎(含)以上	0.70 0.55 0.50 0.43
注意：除非對結構有明確了解，否則始終假設是鋼筋混凝土及加固程度為一流。				

資料來源：US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.，西元2007年6月)，頁3-18；陸軍司令部，《陸軍爆破教範》(桃園，西元2006年3月)，頁3-109；筆者自行彙整。

表 21 美軍與我軍「填塞係數」對照表

圖例	已填塞 設置於 目標中心點	已填塞 厚度≥ 爆破半徑	已填塞 水深≥ 爆破半徑	未填塞 外部裝藥 在中間處	未填塞 水深<爆破 半徑	未填塞 厚度<爆破 半徑	未填塞 外部裝藥 置於地面
對照表							
美軍	1.0	1.0	1.0	1.8	2.0	2.0	3.6
我軍	1.25	1.25	1.25	2.3	2.5	2.5	4.5
注意(美軍)：不要將在固體材料(例如砂子或泥土)中填充的裝藥視為完全填塞，除非裝藥覆蓋的深度等於或大於破壞半徑。水深必須大於半徑才能使用1作為C。							

資料來源：US Army,《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington,D.C.，西元2007年6月)，頁3-18；陸軍司令部，《陸軍爆破教範》(桃園，西元2006年3月)，頁3-113~3-114；筆者自行彙整。

34 同註 2，頁 3-18。
35 同註 3，頁 3-109。
36 同註 2，頁 3-18。
37 同註 3，頁 3-113~3-114。

(3)裝藥厚度：我軍無「裝藥厚度」之參數，而裝藥厚度將影響爆破後之破壞效果。

(4)C4 爆藥速查對照表及轉換係數表：因我軍以使用 TNT 爆藥為主，故無相關表格。

2. 對抗力爆破裝藥：美軍「對抗力爆破裝藥」與我軍「相對裝藥」相似^{38~39}；惟「藥量計算」與「設置方式」略有差異(如表 22)。

(八)橋樑爆破：美軍與我軍「橋樑爆破」方式之差異，計「頂部破壞法」、「底部破壞法」、「斜角破壞法」、「混凝土剝

離裝藥法」及「橋礎爆破-翼牆」等 5 項^{40~41}，雙方差異如表 23 所示。

表 22 美軍對抗力裝藥與我軍相對裝藥差異對照表

項目	美軍	我軍
藥量計算	厚度每英呎使用 1.5 磅 C4 爆藥，以 0.5 英呎為單位無條件進位。	厚度每英呎使用 1~2 磅 C4 爆藥，以 1 英呎為單位無條件進位。
設置方式	爆導索支索使用「英式結」與主索結合。	爆導索支索使用「雲雀結」與主索結合。

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月)，頁 3-22；陸軍司令部《陸軍爆破教範》(桃園，西元 2006 年 3 月)，頁附 7-2；筆者自行彙整。

表 23 美軍與我軍橋梁爆破差異對照表

項目	美軍	我軍
橋節爆破破壞方式	區分「頂部破壞法」、「底部破壞法」、「斜角破壞法」等 3 種，視橋樑類型及諸元選擇適合之破壞方式，徹底破壞橋節使其陷落。	● 單一橋節：靠近我方第一節橋節距端末 1/4 處用破壞裝藥(壓力裝藥)爆破，使橋節向我方陷落。 ● 連續橋節：在靠近我方第一節兩端端末 1/4 處用破壞裝藥(壓力裝藥)爆破，使其徹底陷落；或在每一節橋節靠近我方端末 1/4 處用破壞裝藥(壓力裝藥)爆破，使橋節向我方陷落。
橋節爆破裝藥方式	● 混凝土剝離裝藥(橋節厚度 2 公尺以下) ● 破壞裝藥	● 壓力裝藥(T 型橋節) ● 破壞裝藥(平板橋節)
橋礎爆破-翼牆	比照橋礎爆破，視翼牆厚度於翼牆後方設置三五裝藥或破壞裝藥，若翼牆高度超過 20 英呎，翼牆底部須設置破壞裝藥	於翼牆傾斜面穿孔裝藥爆破破壞。
小結	● 我軍橋節爆破之破壞及裝藥方式，破壞裝藥及壓力裝藥僅設置於橋節其中一端，易發生橋節截斷長度不足，破壞後橋節形成「折彎樑」及「三點拱」現象，無法完全陷落。 ● 美軍橋節爆破之破壞及裝藥方式，因應橋樑類型及諸元實施調整，能有效避免「折彎樑」及「三點拱」現象。 ● 橋礎爆破-翼牆，我軍於傾斜面穿孔爆破，易造成翼牆未徹底破壞情形；美軍比照橋礎爆破方式，能徹底破壞翼牆，無法修復。	

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元 2007 年 6 月)，頁 4-2~4-16、4-27；陸軍司令部，《陸軍爆破教範》(桃園，西元 2006 年 3 月)，頁 3-105~3-114、4-90~4-98；筆者自行彙整。

³⁸ 同註 2，頁 3-22~3-24。

³⁹ 同註 3，頁附 7-2、7-4。

⁴⁰ 同註 2，頁 4-2~4-16、4-27。

⁴¹ 同註 3，頁 3-105~3-114、4-90~4-98。

二、雙方實際運用差異

透過美方技協團隊分享實戰經驗，以及爆破技術的實際運用，歸納後計「火具」、「爆藥」、「接續作業」及「點火系統」等4個方面之差異，說明如下。

(一)火具：美軍使用火具以雷管、緩導索、導爆索及點火器為主(如圖28)，我軍以電雷管、電氣點火器為主。美軍鮮少使用電雷管及電氣點火，主因為電流0.6安培即可起爆單支電雷管⁴²，在複雜戰場環境下，電雷管及電氣點火具高風險性，且可靠性遠低於雷管等非電氣點火之火具。

(二)爆藥：美軍使用爆藥以C4爆藥為主，我軍以TNT爆藥為主。究其原因為C4爆藥爆炸威力強、易於塑形及黏貼於物體表面，有利於執行戰鬥爆破等簡易爆破作業⁴³。

(三)接續作業：爆導索支索與主索結合，除使用「雲雀結」外，美軍還使用「英式結」，用於支索與主索結合(如圖29)，更為迅速。

(四)點火系統：我軍使用雙重雷管、雙重導爆索、雙重電氣點



圖28 雷管、緩導索、導爆索及點火器
資料來源：陸軍司令部，《陸軍爆破教範》(桃園，西元2006年3月)，頁2-29、2-34、2-37、2-41。

火、雙重混合(電氣及導爆索)等4種雙重點火系統⁴⁴，類似美軍雙點起爆系統；而美軍的單點起爆系統，則使用同一條導爆索主索，同時接續2組雷管或電雷管(如圖30)，可比擬雙重點火之效果⁴⁵，能節省設置作業時間及爆材。

三、小結

本章節介紹美軍技協團隊教授之爆破課程及其準則延伸閱讀之內容，與我軍準則內容比較後之差異處；其中我軍承繼美軍爆破準則之脈絡發展，在基本爆破公式方面差異不

⁴² 同註3，頁2-32。

⁴³ 同註3，頁1-4～1-5。

⁴⁴ 同註3，頁3-86～3-88。

⁴⁵ 同註2，頁2-30～2-31。

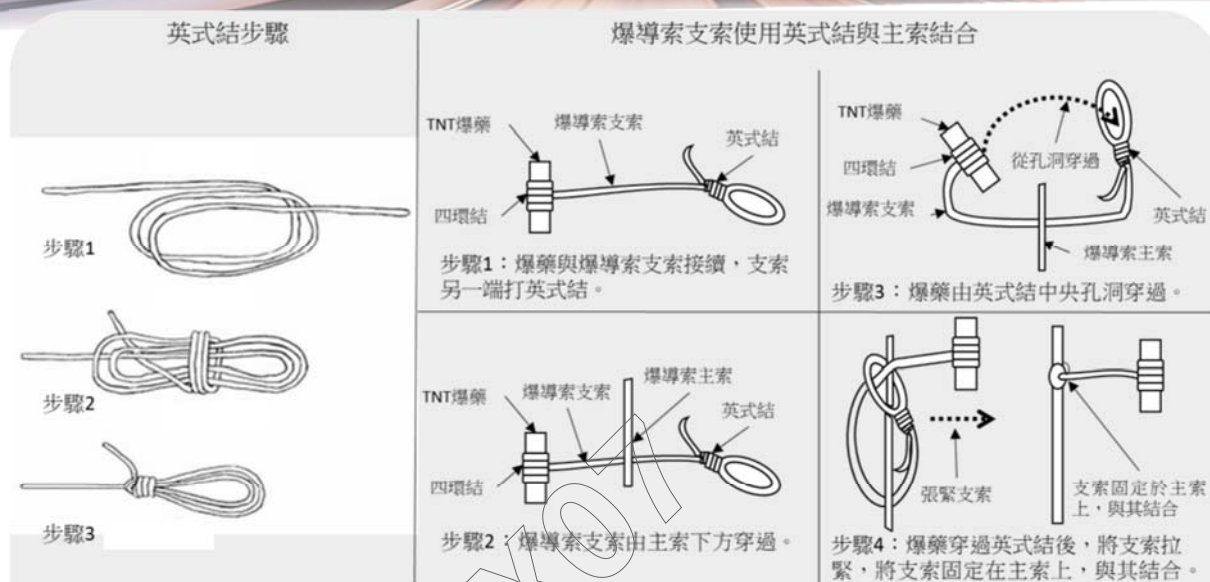
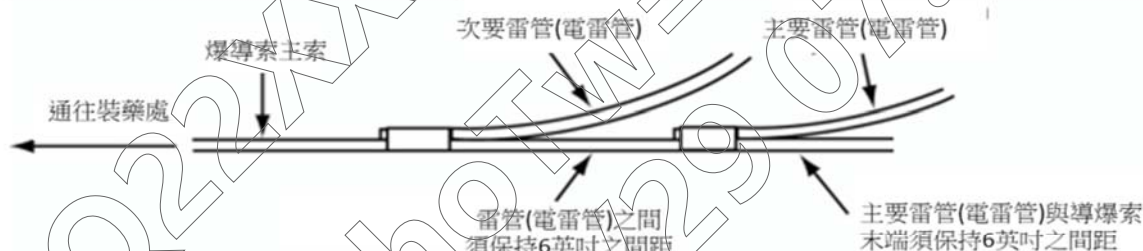


圖 29 爆導索主索與支索結合(英式結)示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁2-28～2-29；筆者自行繪製。



注意事項：電雷管及雷管混合使用時，電雷管接續在導爆索末端處，雷管接續在電雷管前方靠近裝藥處，點火時，先爆雷管，再爆電雷管。

圖 30 美軍單點起爆系統示意圖

資料來源：US Army, 《FM 3-34.214 EXPLOSIVES AND DEMOLITIONS》，(Washington, D.C., 西元2007年6月)，頁2-31。

大，但美軍技術革新速度和實戰經驗方面遠勝於我軍，造成今日雙方爆破技術及實際運用之差距。

瞭解雙方差異後，進而研擬因應作法，追平我軍爆破技術及實際運用之落差，為首要目標。

精進作法

借鑑美軍爆破技術與我軍準則之差異處，以及美軍技協團隊分享之經驗，參考爆破教範目錄之分類⁴⁶，區分「爆藥、火具及爆破器材」、「爆破基礎作業」及「爆破作業」等方面實施探討，藉以精進我軍之爆破技術。

⁴⁶ 同註 3，頁目錄 1～4。

一、爆藥、火具及爆破器材

(一)爆藥性能及效應比：在雙方爆藥成份配比相同之前提下，可參照美軍準則之內容修訂我軍準則之參數。

(二)火具

1.教學方面：目前使用電雷管實施教學及訓練，建議恢復使用雷管教學；另雷管不起爆率較高之問題，可採用美軍單點起爆系統，或採用雷管及電雷管混合起爆方式(如圖 31)，確保安全無虞，亦能達成訓練效果。

2.火具方面：現有雷管庫儲時間過長，造成不起爆率大為增加，建議全面檢討現有雷管庫儲環境、推陳及保存年限，並採購新雷管及點火具。

二、爆破基礎作業

(一)安全距離計算：美軍先計算「爆藥淨重」，將爆藥及火具

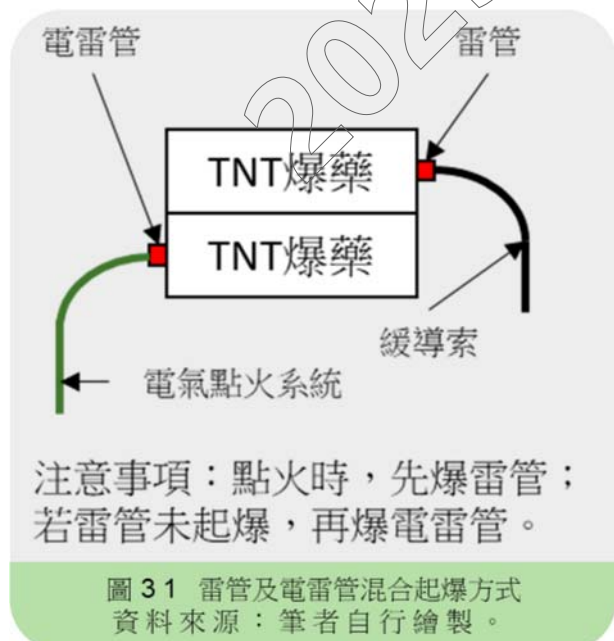
換算為「TNT 當量」，再考量 METT-TC 等因素，再計算「有掩蔽」、「無掩蔽」及「危險破片」之安全距離；我軍僅有計算「危險破片」之安全距離，無法適應戰場複雜環境，尤其是城鎮作戰，可參照美軍準則修訂我軍準則之公式及參數。

(二)起爆藥包接續：美軍使用「硝酸銨掘坑裝藥」或「H6 掘坑裝藥」時，會額外安裝 C4 或 TNT 爆藥起爆，避免不起爆情形發生；我軍針對鈍性爆藥(如硝酸銨等)，能仿效相應作法執行爆藥接續作業，以確保起爆效果。

(三)爆藥藥量計算：美軍使用「問題解決六步驟 Six Step Problem Solving Format」，我軍爆藥藥量計算遵循類似模式，但準則無具體步驟或程序；相較之下，美軍六步驟可有效減少爆藥藥量計算之錯漏，能仿效其步驟及程序，並納入橋樑爆破等偵察重點。

(四)木材爆破：美軍「外部裝藥截斷木材」額外設置「助推裝藥」，並新增「樹樁爆破」及「樹木爆破(環形裝藥)」等 2 種爆破方式，能納入我軍準則內容，增進爆破方式之多樣性及靈活性。

(五)鐵材爆破：我軍「爆破高碳鋼、合金鋼及中徑 2 吋以下



之圓形鐵件」使用之公式($P=D^2$)，與美軍爆破超過中徑2吋之圓形鐵件之公式相同，且中徑2吋以下圓形鐵件使用1~2磅TNT爆藥，代表我軍爆藥藥量計算及威力超溢，可參照美軍準則修訂我軍準則之公式及參數。

(六)混凝土及磚石爆破

1.破壞裝藥：美軍與我軍使用相同公式，參數差異包括提高「物料抗力係數」、下修「填塞係數」及律定「裝藥厚度」等，上述係數之修訂源自美軍實驗驗證之成果，可參照美軍準則修訂我軍準則之參數。

2.對抗力爆破裝藥(相對裝藥)：我軍以係數最大值2實施計算，爆藥藥量與美軍概同。惟我軍係數為1~2，亦無精確之係數對照或推估公式，建議以美軍為基準。

3.美軍各類速查表或對照表能減少爆藥藥量計算時間，增進作業效率，我軍準則可參考及新增相關速查及對照表。

三、爆破作業

(一)橋樑爆破

1.橋節爆破：美軍重點為橋節爆破之破壞方式及爆破點之選定，能否徹底破壞橋節使其陷落，再考慮爆藥設置及藥

量計算的問題；我軍未考慮相關參數及常數，爆破後可能造成不完全之破壞狀況(橋節卡住未陷落)，可參照美軍準則修訂我軍準則相關內容。

2.橋礎爆破：我軍未詳細說明橋礎翼牆之爆破方式，可參照美軍準則修訂我軍準則相關內容。

(二)特種爆破技術：美軍「帶狀裝藥」、「鞍狀裝藥」及「菱形裝藥」等3種爆破方式，有明確爆藥藥量計算及設置方式，尤其是裝藥厚度部分；我軍爆破與美軍相似，但在裝藥厚度有所差異，可參照美軍準則修訂我軍準則之設置方式及參數。

結論與建議

一、結論

我軍爆破技術之落後，源自於缺乏先進技術交流與實爆數據驗證，而美軍爆破技術之進步，源自於不斷的實爆驗證及相關數據與實戰經驗之累積。其中「美國陸軍工兵團 U.S. Army Corps of Engineers(USACE)」⁴⁷在其中扮演重要角色，在老舊橋樑及大壩等基礎設施拆除作業中提供專業與精密爆破或技術支援等，例如：爆破「蒙塔尼

⁴⁷ 美國陸軍工兵團 U.S. Army Corps of Engineers(USACE) 官方網站，<https://www.usace.army.mil/Helene/>，檢索日期：西元2025年7月3日。

學河道水壩」開鑿通航槽等⁴⁸，並藉以驗證爆破參數及獲得相關數據。

材料科學及建築技術日新月異，我軍爆破技術在短期無法積累大量爆破數據及驗證參數狀況下，建議先參照美軍準則修訂我軍準則爆破方式、公式及參數，快速形成有效戰力，再逐步推動準則條文實際驗證，以推動爆破技術革新。

二、建議

(一)爆破技術交流：我軍透過「陸威專案」與美軍合作，目前兩軍計有「專家交流」、「隨隊見習」、「聯合演訓」、「機動輔訓」、「互動協訓」與「特戰合作組」等6種模式⁴⁹。自民國113年起，藉美軍技協團隊「戰鬥工兵師資班」開辦，我軍得以吸收美軍最新之戰技(術)及經驗參數，足以彌補受囿於各種因素無法驗證之技術，而爆破技術交流為近期之重點，除透過美軍技協團隊於「戰鬥工兵師資班」授課之「爆破課程」外，希望藉由現地橋樑爆破之偵察、破壞方式與爆破點之選定、爆藥藥量計算與設置等，學習美軍技協團隊之實作經驗，若能透過美

軍技協團隊之協助，觀摩美軍大當量爆藥之實爆(如橋樑、建築物及大壩爆破等)，將能拓展我軍教學團隊視野及實際應用之經驗。

(二)我軍準則編修：經由美軍技協團隊獲得最新之美軍爆破準則，透過專業翻譯及定期研討，將美軍準則轉化為我軍準則編修之參據，藉以更新過時之條文及參數。

(三)實爆數據驗證：目前實爆數據驗證之窒礙為工訓中心實爆場地幅員受限，無法執行大當量爆藥或特種爆破之實爆。建議我軍先建構大當量爆藥之實爆場地，藉以驗證各項爆破方式及參數；另透過軍民合作管道，與地方政府協調報廢待拆除之橋樑等基礎設施，由工兵部隊協助執行爆破拆除作業，藉以獲得實際驗證之數據，並精進爆破作業技術。

(四)爆破技術推廣：透過工訓中心開辦之「戰鬥工兵師資班」、「工兵爆破師資班」及「爆破職能師資班」等班隊，教授美軍爆破技術，藉人員結訓返部後擔任單位師資教學，以推廣美軍爆破技術。

⁴⁸ 美國國民兵局(National Guard)「清除蒙塔尼學河道水壩以恢復通航」，<https://www.nationalguard.com>，檢索日期：西元2025年7月3日。

⁴⁹ 聯合新聞網，〈獨/陸軍司令鍾樹明率團訪美出席陸威專案年終會議〉，<https://udn.com/news/amp/story/10930/8315576>，檢索日期：西元2025年7月3日。

陸軍工兵訓練中心結合勞動部職訓中心 訓練模式藉以提升訓練效益之研析

周俊宏士官長

提要

- 一、工兵訓練中心為工兵部隊官兵，職前、在職、升職所需職能施以必要訓練單位，訓練項目為戰而訓，其訓練特殊性並無其它訓練單位可供比較內容優劣，但民間具技術訓練相似補習班或職業訓練中心不計其數，其中符合職業安全法規範的職業訓練機構，更是企業或民眾技術訓練首選，兩者皆為訓練機構，訓練機構之訓練模式是否有可供學習之處，值得我們去探討。
- 二、當今社會人士轉換職場或職涯規畫時，一者除繼續升學提升知識與學位外，另欲取得操作或作業資格，屬職業安全衛生職類技術範疇者，會前往職業安全衛生訓練機構尋求協助並參訓，本研究要探討工兵訓練中心若結合勞動部職業訓練機構訓練模式後，是否可優化教學與訓練，使課程規劃更趨向實需，提升官兵受訓意願及參訓認同感，切合國防部專業人才培育與運用，爭取人才長留久用政策。

關鍵字：職業安全衛生、訓練機構、訓練模式

前言

國軍人員需具備專長代碼後才能調佔職缺，故工兵部隊官兵須先到陸軍工兵訓練中心(以下簡稱工訓中心)實施訓練，取得相關專長(代碼)後，才能調整至特定專長職務，故可以理解成工訓中心之訓練，是讓官兵在未來擔任職務時，具備一定資格或技術的職前訓練。

國軍職務除有專長代碼外，另有階級之分(如中士、上尉等)，一般裝備操作編制多為士官與士兵職缺，部隊指揮督導職務多為軍官或高階士官擔任，然某些技術職務並無升階級(官)脈絡考量，導致欲調整官兵職務時，易產生後續未能有符合繼續精進技術職缺。

國軍狀況與社會職場相同，民眾於行政院勞動部職業安全衛生署(以下簡稱職安署)管轄，所設立之職業安全衛生訓練機構(有對職業安全執行訓練單位、協會及機構者，文後均簡稱職訓中心)完成職前訓練後，進入職場持續在職訓練，即能無縫接軌職場技術需求，另針對有銜接資格需求者，設計不同級別訓練供受眾承接訓練精進深造從業資格，故本研究後續將探討職訓中心之訓練模式，建議汲取職訓中心長處，優化工訓中心訓練模式，藉以提升工訓中心訓練效益。

訓練模式探討

一、成立背景與目的

(一)西元 1609 年法國為增強部隊運動能力及有效降低人員傷亡，首先創立工兵部隊，專司工事及道路之建構。西元 1796 年拿破崙崛起，陸軍編有專司架橋之工程隊，至此專職之「工兵」已發展為陸軍不可或缺之兵種。

(二)我國專職工兵部隊「鎮屬工程隊」於西元 1894 年成立。西元 1932 年於南京正式成立

「陸軍工兵學校」，是為我國工兵教育之起源，西元 1982 年遷至高雄燕巢現址，西元 2014 年更名為「陸軍工兵訓練中心」。

(三)工訓中心成立是基於軍事需求、技術發展與國家安全策略綜合考量，其目的在訓練工兵部隊各階層人員，擁有相應戰術、作戰、操作技術等專業技能與知識，以提升作戰效能與災害應變能力，專責培育工兵幹部及從事工兵專業技術人員。

二、訓練對象與目標

依據「工訓中心 114 年班隊規劃暨課程設計」¹，班隊區分進修班隊 2 類 4 班、基礎班隊 2 類 7 班、專長班隊 10 類 60 班及師資班 9 班。以下為各班隊訓練對象及目標簡述：

(一)進修班隊：志願役軍官及志願役士官 2 大類班隊。

1.志願役軍官：區分為軍官正規班及國軍工程營產正規班。

(1)軍官正規班召訓對象為中尉以上至少校軍官，培訓目標為培養工兵部隊連級主官及軍團、旅(含比照)、營級參謀為目標。

¹ 陸軍工兵訓練中心，《陸軍工兵訓練中心 114 年班隊規劃暨課程設計》(高雄：陸軍工兵訓練中心，西元 2024 年 12 月 24 日)，頁 2。

(2)國軍工程營產正規班召訓對象為中尉以上至少校軍官，培訓目標為使各軍種及軍備局所屬執行工程、營產軍官，培養其工程、營產職能，有效執行三軍各項重大工程、土地管理業務。

2.志願役士官：區分士官長正規班及士官高級班。

(1)士官長正規班召訓對象為現階上士(含以上)具士官高級班學資者，能執行兵科職能計畫作為、連以下兵種協同作戰、連、排級戰鬥教練及營基本戰術概念為目標。

(2)士官高級班召訓對象為工兵中士人員，培養擔任上士階班長、副排長職務，具排、班級領導與作戰能力為目標。

(二)基礎班隊：區分軍官分科班及士官分科班 2 大類班隊。

(1)軍官分科班召訓對象為官校應屆畢業人員、轉任初官或社會青年，培養擔任排、連級主官及營級一般參謀職務，能執行連、排級部隊日常管理實務、領導與作戰能力為目標。

(2)士官分科班召訓對象為士校應屆畢業人員、轉任初官或社會青年，培養擔任中、下士階班長職務，能執行班級部

隊日常管理實務、領導與作戰能力。

(三)專長班隊：區分工兵領導班隊(志願役預官班、志願役工兵班)、專業技術班隊(軍官班、士官班及士兵班) 2 大類班隊。

(1)工兵領導班隊召訓對象為工兵部隊志願役人員，培養戰鬥工兵、勤務工兵與機械操作人員為目標。

(2)專業技術班隊召訓對象為工兵部隊志願役人員，培養工兵部隊中、高級專長，例如消防、重機械操作、機械修護等技術取得為目標。

(四)師資班：區分制式橋樑師資班等 9 個班隊。

召訓對象為工兵部隊志願役人員，培養人員瞭解工兵各式機具、橋材及裝備操作與運用，並學習相關授課要領，以利返回部隊擔任駐地師資種能，有效遂行各種工兵任務遂行為目標。

三、工兵訓練中心訓練模式

(一)教官培訓

1.儲備教官²：國軍授課職缺區分教官及教師，其工訓中心教學師資為教官職缺，區分軍職及雇員 2 類；軍事院校為教官及教師等 2 類。

² 中華民國國防部，《國軍軍事學校教師人事處理規定》(臺北：中華民國國防部，2022.5.20)，頁 1。

(1)依據陸軍工兵訓練中心軍事儲備教官甄選作業規定³，軍職教官甄選通用標準為正規班或基礎教育畢業人員，其畢業成績序須在 1/2(含)名或綜合評鑑為甲等(含)以上。

(2)軍官教官另依據職缺須具本軍指參、戰略班學資、研究所畢業者(須為擬任職務相關系組及專長者)或曾受國外相關專長訓練訓期一個月以上結訓者(與擬任教學科目相關者)。

(3)雇員教官依各組擬任教學科目提出雇員教官徵選計畫。

(4)符合前開資格者，可以參加軍事儲備教官甄選，在取得儲備教官適任證書後，可調整教官職缺資格。

2.教官訓練

(1)新進教官訓練時間為期 1 個月，期間須實施「準則及教案研讀」、「教學見習」、「初試」及「複試」等訓練後，才能進行新進試教；若個人未取得教官職缺專長者，需經過專長轉換(教學旁聽見習)取得教官職務專長代碼。

(2)新進教官完成試教後，才具排定授課資格，後續仍會排定持續試教觀察是否適任

教官，用以管制新進人員進步狀況及新進教官觀摩教學相長之機會。

(二)訓員訓練方式

1.年度開始前會公布當年度班隊訓練流路(期程)，並於每季前 1、4、7 及 10 月時，召集作戰區(軍團層級)承辦人員協調派訓事項，並將員額統一分配。

2.普遍而言工訓中心班隊，由部隊長考量任務及銜補狀況，訓員採強制性訓練，非由訓員個人意志選擇班隊(專長)；訓練費用由國防部撥補至工訓中心統一運用，訓員不用負擔訓練費用，另部分可考技術士證班隊會給予證照報名補助。

3.每月班隊於一個月前，由工訓中心承辦單位排定整月課程，以利教官組排定人員授課，並依據進度實施階段考試。

(三)課程時數與內容

1.課程時數

(1)進修班隊：為期約 25 週訓練課程，區分共同性一般課程與兵科專業課程(多為組合課程及戰術課程)，課程涵蓋連、營實務、領導統御及戰術範圍。

(2)基礎班隊：為期約 10~32 週訓練課程，區分共同性

³ 陸軍工兵訓練中心，《陸軍工兵訓練中心軍事儲備教官甄選作業規定》(高雄：陸軍工兵訓練中心，西元 2024 年 12 月 24 日)，頁 1~3。

一般課程與兵科專業(多為基礎課程及組合課程),課程涵蓋班、排及連隊實務範圍。

(3)專業專長班隊：為期約 3~10 週的訓練課程，戰鬥工兵士兵(督導士官)有涵蓋較廣的共同性一般課程與兵科專業外(多為戰鬥工兵基礎課程及組合課程)，餘專長班隊課程均以個人專長為主，例：工兵督導士官班(給水土)有關給水專長課程佔比 210hr：268hr，約總時數 78.36%。

(4)師資班隊：為期約 2~10 週的訓練課程，除戰鬥工兵士兵(督導士官)課程有較長時數的戰鬥工兵及戰鬥技能課程外，餘專長班隊課程均以個人專長課程為主，例：工兵各型舟艇操作師資班，舟艇課程佔比 91hr：93hr，約總時數 97.84%⁴。

2.課程內容

(1)進修班隊：區分共同性一般課程(政戰、法務、督察、人事、情報、作戰、後勤、計畫、主計、工兵、通資、化學)與兵科專業(兵科共同、兵器課程、戰鬥教練、技術課程與體能戰技)。

(2)基礎班隊：區分共同性一般課程(政戰、督察、人事、情報、作戰、後勤、計畫、主計、工兵、通資、化學)與兵科專業(特戰六項職能、兵器課程、技術課程、與體能戰技)。

(3)專業專長班隊：除戰鬥工兵士兵(督導士官)區分共同性一般課程(政戰、法務、督察、人事、情報、作戰、後勤、計畫、主計、工兵、通資、化學)與兵科專業外(兵科共同、兵器課程、戰鬥教練、技術課程與體能戰技)，餘班隊課程區分共同性一般課程(日常實務)與兵科專業(兵器、技術、體能戰技)。

(4)師資班隊：課程以兵器(技術)為主⁵。班隊及課程規劃如表 1。

(四)督導(課)機制

1.採部外及部內單位督課機制，部內由工訓中心指揮部長官或業管單位採定期或不定期督課，對訓練班隊進行課程三不變(課目、時間及地點)督課及現場三有(人員、裝備及器材)督導，督課依每月核准之課表及現場進度與教案是否相符為主。

⁴ 同註 1，頁 2~3。

⁵ 同註 1，頁 5。

表1 陸軍工兵訓練中心114年班隊暨課程規劃表

項次	班隊類別	班隊名稱	目標	課程概要
一	進修班隊	軍官正規班	培養工兵部隊連級主官及軍團、旅(含比照)、營級參謀為目標	以旅、營戰術、指參作業及兵種協同作戰為重點之課程
		國軍工程營產正規班	培訓工程、營建、營產等相關業務之尉級軍官有效執行各項工程管業業務為目標	共同課目同軍官正規班，專業課目以工程課程及營產課程為主
		士官長正規班	培養士官長階，連、排級領導與作戰能力	兵科職能計畫作為，連、排級戰鬥教練，連以下兵種協同作戰、營基本戰術課程
		士官高級班	培養上士階，排、班級領導與作戰能力	兵科專業組合作業，班、排級戰鬥教練，連以下部隊指揮程序及任務式指揮課程
二	基礎班隊	軍官基礎分科班	培養排、連級主官及營級一般參謀為目標	工兵基礎作業及班、排戰鬥支援教練為主，部隊日常實務工作及災害防救等課程
		士官分科班	培養中、下士階，班級領導與作戰能力	兵科專長訓練、連以下編制武器(裝備)操作保養、小部隊戰鬥、特戰六項職能及部隊管理實務為重點之課程
三	專業專長班隊	專長轉換班	培養部隊志願役工兵及工兵機械操作專長人員	以培養戰鬥工兵及工兵機械作業實施主、次專長併訓課程為主
		專業技術班隊	培養部隊工程知識、技術工兵機械與裝備操作與保養中、高級專長人員	使其具備工程技術、工兵機械與裝備操作與保養等專長職能課程
		複訓班	特種工兵機械操作人員之複訓，精進裝備操作與保養技術	特種工兵機械操作與保養課程
		義務役訓練班	能執行工兵部隊基礎任務與一般日常實務	能執行工兵部隊基礎任務與一般日常實務課程
		幹部職能強化教育班	強化學員應變與處置能力使學員在面對突發狀況懂得運用管理方式，正確處理突發狀況	一般通識課程
四	證照推廣班	證照推廣班	培訓工兵志願役官、士、兵具考取專業證照職能	依技能檢定考照各站別安排課程

資料來源：陸軍工兵訓練中心，《陸軍工兵訓練中心114年班隊規劃暨課程設計》(高雄：陸軍工兵訓練中心，西元2024年12月24日)。

2.部外則多為週期性督導(例如半年或每年),採預告式期程執行,督導內容較為全面,概略分為業務與實況督導,業務督導以行政作業為主,例如:課前是否召開風險會議、機具派遣有無規劃、教案是否更新命令等;實況部分則以當日授課進度為準,督導以編組、訓練進度是否與教案內容相同為主。

四、小結

(一)工訓中心成立目的主要是培訓專業技能、肆應複雜任務能力,提升訓員應變能力,除培養團隊協作增強溝通、協調能力與強化訓練安全意識外,更要降低實際任務風險。

(二)工訓中心訓練管理、督導與辦班均有其標準,每年課程內容因各種作戰要求,致每年訓練或授課產生微幅偏差,課程覆蓋性或標準,會微量滾動調整,時間一久班隊訓練目標與結果就會不一致(法規部份除外)。

臺灣職業安全衛生訓練中心訓練模式探討

一、成立背景與目的

(一)勞工安全衛生法立法緣由為西元1972年時,臺北飛歌電子工廠連續發生作業女工有機溶劑中毒及西元1974年基

隆造船廠造船公司發生乙炔爆炸,引起社會重視,因此立法防止職業災害及保障勞工安全健康與衛生。

(二)職業安全衛生法(勞工安全衛生法更名)於西元1977年催生迄今已修正多次,適用於各行各業工作者,包括自營作業者、雇主、現場指揮人員及志工等,增(修)訂許多法規和措施,但職災發生率仍未顯著減少。

(三)西元1990年勞工受傷率年年攀升,社會對職業安全關注逐漸高漲,政府與相關機構警覺,此時需要建立一個專業組織,來推行職業安全衛生教育與訓練,以提高企業與員工對安全衛生重視的程度。

(四)西元1996年臺灣職業安全衛生訓練中心在此背景下成立,旨在應對隨著經濟進程加快,職業安全與健康日益增長的社會問題。

二、訓練對象與目標

依據職業安全衛生教育訓練規則第2條需安全衛生教育訓練人員分類如表2。依其表上種類本研究將之區分為職業安全衛生人員、現場評估人員及危險機械設備操作人員等3大類,其說明如下:

表2 安全衛生教育訓練人員分類表

項次	類別
1	職業安全衛生業務主管之安全衛生教育訓練
2	職業安全衛生管理人員之安全衛生教育訓練
3	勞工作業環境監測人員之安全衛生教育訓練
4	施工安全評估人員及製程安全評估人員之安全衛生教育訓練
5	高壓氣體作業主管、營造作業主管及有害作業主管安全衛生教育訓練
6	具有危險性之機械或設備操作人員之安全衛生教育訓練
7	特殊作業人員之安全衛生教育訓練
8	勞工健康服務護理人員及勞工健康服務相關人員之安全衛生教育訓練
9	急救人員之安全衛生教育訓練
10	一般安全衛生教育訓練

資料來源：作者自行彙整。

(一)職業安全衛生人員：區分職業安全衛生業務主管(簡稱業務主管)、職業安全衛生管理師(員)(簡稱職安人員)等2類。

1.非營造業業務主管於職訓中心完成授課時數且測驗合格⁶，取得「結業證明」後，可擔任工作場所安全衛生運作與執行職安人員，例如：甲種職業安全衛生業務主管(甲業)，可擔任勞工人數100人以上，屬高危險事業單位安全衛生管理業務主管，訓練資訊如表3。

2.職安人員於職訓中心完成法定課程時數，取得「期滿證明」後，依職類報考「全國技術士技能檢定」，取得合格技術士證後，可從事工作場所負責規畫、執行與管理企業內的職業安全衛生工作，確保工作場所的安全與勞工健康，例如：乙級職業安全衛生管理員，可擔任勞工人數30人以上未滿100人之事業單位(第三類)職業安全衛生管理員，職安人員訓練資格及設置標準如表4。

表3 安全衛生教育訓練人員分類表

名稱	資格	年齡	設置標準
甲種職業安全衛生業務主管	無限制	滿16歲	員工達100人以上之事業單位，需設置一名甲種職業安全衛生業務主管。
乙種職業安全衛生業務主管	無限制	滿16歲	員工在30-99人之事業單位，需設置一名乙種職業安全衛生業務主管。
丙種職業安全衛生業務主管	無限制	滿16歲	員工在1-29人之事業單位，需設置一名丙種職業安全衛生業務主管。
丁種職業安全衛生業務主管	無限制	滿16歲	第二、三類工作場所員工人數在5人之事業單位需設置一名丁種職業安全衛生業務主管。

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

⁶ 勞動部勞動法令查詢系統，職業安全衛生教育訓練管理職類結訓測驗試場認可及管理作業要點，西元2018年8月23日。

表4 非營造業職安人員(第一類)訓練資格及設置表

名稱	學歷 (資格)	訓練(考照) 資格	設置標準
職業安全衛生管理員(乙級)	高中以上	1.工作經驗 2.期滿證明	1.工作場所員工人數達100-299人以上之事業單位需設置1名。 2.工作場所員工人數達500-999人以上之事業單位需設置2名。
職業安全管理師(甲級)	高中以上	1.工作經驗 2.期滿證明 3.職業安全衛生管理員(乙級)技術士證	1.工作場所員工人數達300-499人以上之事業單位需設置1名。 2.工作場所員工人數達1000人以上之事業單位需設置2名。
職業衛生管理師(甲級)	高中以上	1.工作經驗 2.期滿證明 3.職業安全衛生管理員(乙級)技術士證	1.工作場所員工人數達300-499人以上之事業單位需設置1名。 2.工作場所員工人數達1000人以上之事業單位需設置2名。

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

(二)現場評估人員：區分施工安全評估人員、勞工作業環境監測人員、有害作業主管(簡稱作業主管)、營造業作業主管(簡稱作業主管)等4大類，其訓練資格如表5。

1.施工安全評估人員訓練

期滿，參加職訓中心辦理之期末測驗，取得「結業證書」後，即可擔任勞動部規範之危險性工作場所施工安全評估人員，如於建築物頂樓樓板高度在80公尺以上之建築工程，擔任施工安全評估人員。

表5 現場評估人員訓練資格表

名稱	學歷資格	訓練(考照) 資格	人員類別
施工安全評估人員	無限制	滿16歲	1.施工安全評估人員 2.製程安全評估人員
勞工作業環境監測人員	無限制	高中以上	1.甲級化學性因子作業環境監測人員 2.甲級物理性因子作業環境監測人員 3.乙級化學性因子作業環境監測人員 4.乙級物理性因子作業環境監測人員
高壓氣體作業主管	無限制	滿16歲	高壓氣體製造安全主任、高壓氣體製造安全作業主管、高壓氣體供應及消費作業主管
有害作業主管	無限制	滿16歲	有機溶劑、鉛作業、四烷基鉛、缺氧作業、特定化學物質、粉塵作業、高壓室內作業、潛水作業等業務主管
營造業作業主管	無限制	滿16歲	擋土作業主管、模板支撐主管、露天開挖作業主管、隧道等挖掘作業主管、隧道等襯砌作業主管、施工架組配作業主管、鋼構組配作業主管、屋頂作業主管

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

2.勞工作業環境監測人員參加協會辦理之期末測驗，取得「期滿證明」後，依級別報考「全國技術士技能檢定」，取得合格技術士證後，可從事勞工作業環境監測業務，例如：乙級物理性因子監測人員。

3.有害作業主管參加協會辦理之期末測驗，取得「結訓證明」後，即可擔任勞動部規範之危險性工作場所管理、監督相關人員，例如：水泥業、紙類加工廠之粉塵作業主管。

4.營造業作業主管，參加協會辦理之期末測驗，取得「結訓證明」後，即可擔任勞動部規範之特定危險性工作管理、監督

相關人員，例如：於露天開挖作業之工程擔任主管。

(三)危險機械設備操作人員：依法規區分危險機械及危險設備等2大類操作人員。

1.法定危險機械設備操作人員於職訓中心完成法定授課課程時數，取得「期滿證明」，可報考技術士技能檢定，取得合格技術士證後，可取得危險機械設備操作資格，「高壓氣體特定設備操作人員」及「高壓氣體容器操作人員」除外，例如：三公噸以上固定式起重機操作人員，危險機械設備操作人員訓練資格如表6、7。

表6 危險機械操作人員訓練資格表

名稱	學歷資格	訓練(考照)資格	人員類別
起重機操作人員	無	年滿18歲	1.吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機 2.吊升荷重在三公噸以上之移動式起重機 3.吊升荷重在三公噸以上之人字臂起重桿
升降機操作人員	無	年滿18歲	1.導軌或升降路之高度在二十公尺以上之營建用提升機 2.吊籠

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

表7 危險設備操作人員訓練資格表

名稱	學歷資格	訓練(考照)資格	人員類別
鍋爐操作人員	無	1.年滿18歲 2.期滿證明 3.次級技術士證照	1.甲級鍋爐 2.乙級鍋爐 3.丙級鍋爐
壓力容器操作人員	無	年滿16歲	第一種壓力容器操作人員
高壓氣體或容器操作人員	無	年滿16歲	1.高壓氣體特定設備操作人員 2.高壓氣體容器操作人員

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

2.非法定危險機械設備操作人員於職訓中心完成法定授課課程時數，參加協會辦理之期末測驗，取得「結訓證明」後，可取得危險機械設備操作資格，除「荷重一公噸以上堆高機操作人員」除外，例如：三公噸以下移動式起重機操作人員。

(四)訓練期滿資格認證職類：西元 2013 至 2025 年原於訓練機構訓練期滿，採紙本測驗職類，已逐步改為電腦化測驗，目前累積計甲種職業安全衛生主管等 28 種職類⁷，顯示職安署在結訓測驗上力求公平、公正及統一要求，後續測驗符合從業資格者，可在職安署網站查閱相關資料，故勞檢單位至事業單位檢查時，雇主及勞工若無紙本證書，也可供簡易勞檢查核。

三、職業安全衛生訓練中心訓練模式

(一)講師(學、術科)資格⁸

1.職業安全衛生人員及現場評估人員依級別，要求須任教大專校院實際相關課程教學經驗者，相關學科碩士學位並有相關工作經驗者，職業衛生

技師資格並有相關工作經驗者，持有相關技術士證照並有相關工作經驗者資格，方可擔任講師。

2.危險機械設備操作人員：可遴選大專院校相關科系畢業且具 3 年以上工作經驗者、任教課程具 10 年以上實務者、具勞動檢查員 3 年以上工作經驗者等 3 項資格擔任學科講師。術科講師資格為高中(職)以上畢業，並取得授課技術士證照或訓練合格(結訓證書)具 3 年以上實務者擔任。

3.職業安全訓練不論學、術科課程，每班都須有職業安全管理員(乙級)擔任專責輔導員，以確保授課場所的安全與學員衛生健康。

4.術科及學科講師不得於同一梯次班別同時擔任講師。

(二)訓練種類：區分初訓、回訓等 2 種類別，訓練內容概述如下。

1.舉凡參加職業安全衛生協會第一次訓練皆可統稱為初訓，目的在使勞工了解操作危險機具設備需技能與知識，理解工作場所之安全風險，並學

⁷ 中華民國電腦基金會，114 年試務講習【監場人員】資料，高雄，西元 2025 年 7 月 4 日。

⁸ 勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，附表 15，檢索日期：西元 2025 年 6 月 13 日。

習如何規避風險、避免意外，例如：三公噸以下移動式起重機操作人員。

2.依據職業安全衛生教育訓練規則在事業單位擔任勞工，依不同職類在年限內(2~3年)應至職訓中心實施在職教育訓練(2~6小時)，且應針對勞工作性質使其接受相關訓練，勞工回訓週期表如表8。

3.職訓中心開班訓練時，應依規範於15日前檢附下列文件，報請地方主管機關備查，經核備後才可開班訓練：

(1)教育訓練計畫報備書。

(2)講師概況：另辦理術科訓練時，每班學員上限15員，若超過15員則須增加術科講師1員。

(3)學員名冊。

(4)教育訓練課程表：學科、術科每日上課時數，不得逾八小時，術科實習應於日間實施，學科得於夜間辦理授課。但

夜間上課每日以三小時為原則，惟不得超過午後十時。

(5)負責之專責輔導員名單。

(6)訓練辦班須依照已完成審核通過班別進行申請，未經過審核班別不可私自辦理訓練，經查核情節嚴重，可能取消訓練協會訓練資格。

(三)課程內容及時數

1.職業安全衛生人員

(1)職業安全衛生業務主管因事業單位不同，區分為一般業務主管及營造業業務主管等2大類。同級別其上課時數相同，「法規與通識」10小時課程2職別都要上課，一般業務主管專業科目著重於「一般行業管理制度」、「管理實務(含職災案例研討)」等3大類26~42小時職業安全課程；而營造業則著重於「營造業管理制度」、「管理實務(含職災案例研討)」等3大類26~42小時課程內容⁹。

表8 勞工回訓週期表

項次	名稱	回訓週期時數
1	職業安全衛生業務主管	每2年6小時
2	職業安全衛生管理人員	每2年12小時
3	勞工健康服務護理人員及勞工健康服務相關人員	每3年12小時
4	勞工作業環境監測人員、施工安全評估人員及製程安全評估人員、高壓氣體作業主管、營造作業主管及有害作業主管	每3年6小時
5	餘職業安全衛生教育訓練規則規範之勞工	每3年3小時

資料來源：勞動部勞動法令查詢系統，《職業安全衛生教育訓練規則》，檢索日期：西元2025年6月13日。

⁹ 同註8。

(2)職業安全衛生管理人員主要有「職業安全衛生相關法規」、「職業安全衛生計畫及管理(含實作)」、「專業課程(再依種類級別分類甲級、乙級)」等 3 大類 115~130 小時課程內容。

2.現場評估人員

(1)作業主管因應工作場所或勞工工作項目不同，可區分高壓氣體作業主管 21~22 小時課程、有害作業主管(18 小時)及營造業作業主管(18 小時)等 3 類。其課程乃針對特定場所或工作項目為主，例如：擋土牆支撐作業主管，其課程針對擋土牆支撐實施相關授課「安全衛生相關法規」、「擋土牆支撐場所機具」、「設備作業環境知識」、「安全作業標準與事故之處置」、「安全管理與執行」等 5 大類 18 小時課程內容。

(2)施工安全評估人員其課程「危險性工作場所審查及檢查申請相關法規」、「施工安全管理系統」、「安全評估方法概論」、「施工災害分析」、「審查申請案之製作及演練」、「審查申請程序及作業事項」等 6 大類 76 小時課程；製程安全評估人員課程主要有危險性工作場

所審查及檢查、檢核表及稽核管理制度等 10 大類 82 小時課程內容。

(3)勞工作業環境監測人員其課程有「危險性工作場所審查及檢查申請」、「相關法規施工安全管理系統」、「安全評估方法概論」、「施工災害分析」、「審查申請案之製作及演練」、「審查申請程序及作業事項」等 6 大類 56~98 小時課程內容。

3.危險性機具及設備操作人員¹⁰：其課程針對法定危險機械或設備操作人員，授予操作機具設備之種類、構造、組件知識、事故預防與處置、自動檢查與檢點、機具設備操作等課程，例如：吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機操作人員，其課程主要針對起重機具「相關法規」、「種類及其機能」、「構造與安全裝置」、「原動機及電氣相關知識」、「事故預防與處置」、「自動檢查與檢點維護」、「吊掛操作與指揮實習」等 9 大類 38 小時課程內容。

4.訓練機構課程由職安署召集專家學者統一定綱目，故訓練課程通常不會有大變動，內容一般在法規變更或新增工安案例致課程內容微調，

¹⁰ 職業安全衛生教育訓練規則第 12~14 條規範項目。

以確保人員教育訓練標準一致化，其訓練模式較不易受到外在影響。

(四)督導(課)機制

1.上述職業安全衛生訓練在其實施開課前，應使用教育訓練計畫報備書向主管機關核備方可開班，報備內容包含講師資格、教練資格、場地及機具核備，主管機關現場督導時，則依計畫報備書實施稽核，其缺失納入單位評鑑分數計算，單位績等區分優等、甲、乙、丙級等類別，不同績等類別對應未來開班資格，故職訓中心在其影響協會營利下，自然而然每次開班務求在符合規範下辦班，以保證職訓中心評鑑績等。

2.地方政府勞檢機構於訓練協會辦班訓練時，會派遣承辦人員不定時至文件核備地方進行督訪，檢視講師、進度、機具、人員是否依照核定文件進行，針對違規處會進行處份，嚴重甚至取消辦班訓練資格。

四、小結

(一)職業安全衛生教育訓練是確保工作場所企業符合法規要求。

(二)各地區職訓中心能透過統一的法源，對訓練目標實施

統一課程及訓練，並透過事前核備開班及不定期稽核方式，主管機關或地方政府審查各職訓中心級別，並依評鑑結果核發辦班資格與限制¹¹，有效落實留優汰劣職訓中心，使人員獲得優質的訓練與知識。

訓練模式差異性分析

一、訓練規範差異分析

(一)陸軍工兵訓練中心

工訓中心課程每年是依據前年班隊執行現況，並依國防部、司令部當前政策指導，且參考駐地訓練要項、協訓建議、驗證項目及部隊輔訪等結果綜合考量，滾動式調整年度班隊課程，故每年在課程、時數或訓練內容皆有微幅修正；另訓練師資、機具、器材及場地等規範，則由訓練中心依據《年度教育訓練評鑑實施計畫》頒布相關計畫，律定授課評鑑內容，故督導、課程設計、執行等，嚴格來說均屬工訓中心包辦所有教育訓練規劃。

(二)職業安全訓練中心

職訓中心辦班是依據《職業安全法》所衍伸之《職業安全衛生教育訓練規則》等各項法規，進行辦班作業流程，其訓練

¹¹ 勞動部職業安全署，勞動部公布 113 年第 1 梯次職業安全衛生教育訓練單位評鑑結果，檢索日期：西元 2025 年 6 月 13 日。

架構在法規制定時，已包含協會成立、訓練實習、課程內容、訓練師資、器材、授課時數等做一系列完整規範，另輔以主管機關或縣市政府所屬勞檢機構，對所屬地區職訓中心實施勞動檢查、督導或評核，將訓練跟督導機制分立，確保職業訓練安全能在既有規範上進行，不致偏移太多。

二、訓練目標差異分析

(一)陸軍工兵訓練中心

1.基於軍事需求訓練對象以工兵部隊軍官(少尉至上尉)、士官(下士至上士)及士兵(二兵至上兵)等人員，涵蓋工兵部隊基層至中階官兵，培訓工兵部隊機具操作(作業)及部隊領導專長人員為主，故受訓者需具備一定或特殊軍事背景。

2.目標分析

(1)剛入伍人員：需接受基礎工兵技能訓練(如：戰鬥工兵)，建立必要的專業知識和操作能力。

(2)現役士官(兵)：需要進一步提升專業技能和戰術應用能力的現役士官(兵)，參加工訓中心所提供進階訓練和專業課程。

(3)初官與連級軍(士)官：負責指揮和管理工兵部隊人員，需接受戰術規劃、指揮、協同與領導統御訓練。

(4)中、高級專長人員：純粹需取得特定機具操作或執行任務資格，回來工訓中心專注提升工兵技術，接受專業技能提升訓練人員(如：爆破、工程或挖土機等)。

3.工訓中心訓練內容能提供官兵多樣性及專業性職能，有效提升整體工兵部隊作戰能力和專業素養，但也使部分訓練項目重複訓練，造成訓練資源浪費。

(二)職業安全訓練中心

1.基於職業安全職類訓練專責設立之法人，社會中需要具備職業安全職類專長(操作)證書或證照人員，會至訓練協會報名參加訓練取得資格，以利在職或未來職涯規劃，故訓練目標是以培訓社會需要職業安全職類專長人員為主。

2.訓練目標

(1)一般安全衛生教育人員

A.適用對象：新進員工或在職勞工。

B.內容：基礎職安法規、危害辨識、緊急應變。

(2)特定作業主管

A.類別：缺氧作業、高壓室內作業、吊掛作業等。

B.資格：需具備相關工作經驗。

(3)危險性機械/設備操作人員

A.包含：起重機、鍋爐、高壓氣體設備操作。

B.認證：通過測驗後核發技術士證照。

3.職訓中心能提供民眾必要之安全衛生教育及訓練，有效使勞工從業和避免職災，訓練項目雖具多樣性，但課程內容針對勞工特種工作所需知識、技術，實施教育訓練，一般課程也較針對性說明，故訓練時較無課程重複現象產生。

三、訓練模式差異分析

(一)陸軍工兵訓練中心

1.實戰技能多採在各種地形和環境中進行實地操作，讓訓員在真實情境中學習和應用技能，通過小組任務和合作演練，強調團隊合作和指揮協調，部分班隊訓後或課程結束，會定期進行技能評估和反饋，幫助訓員了解自身的優勢和改進空間，持續提升訓練效果，並作為日後工訓中心課程修訂依據參考。

2.原則性課程教學，通過課堂由教官講授工兵技術的基本原則和操作流程。

3.實作訓練方法旨在全面提升士兵的專業技能和作戰能力，確保其在各種環境中都能

有效執行任務。

(二)職業安全訓練中心

1.一般課程通常以講座、模擬演練等，並使用多媒體教學工具，過程著重安全案例分析，尤以當前重大工安事件，多採互動式學習，刺激訓員思考將法規融入案例實況學以致用。

2.危險機具設備訓練，是在經主管機關評鑑合格場地實施，主要進行實際操作演練，例如急救技能、消防疏散演練及機具設備操作，增強實務經驗，每日課程均有規範如何實施訓練。

3.部分課程線上學習(媒體內容須經過主管機關審查)，提供靈活的在線學習資源，讓員工可以自主學習職業安全知識和技能。

4.這些訓練方法旨在提高員工的安全意識和實際操作能力，確保工作環境的安全與健康。

四、小結

經分析發現同為訓練單位，在訓練規範、訓練目標與訓練模式有相異之處，但兩者最終訓練目標均為事業單位(社會工作場所或軍事駐地單位)，朝向降低工安事件發生機率，授予特殊專長技能與知識，提高工作效益等目標邁進，故工訓中

心若能學習職訓中心其訓練模式優點，截長補短應可提升訓練效益。

建議與結論

一、建議事項

(一)建立技能認證制度，持恆職能駐地訓練：可參考職訓中心將班隊依性質區分「在職訓練」、「職前訓練」及「資格訓練」等訓練班別，課程以專業及取得特定操作資格授課導向，技能若能在駐地單位持續學習或練習(精進)者，可於駐地單位持續訓練或執行，例如：主官裝備檢查、後勤通識課程(非專長訓練取得)及現地阻絕、工事開設技能等，另有要求進階(級)資格需求者，另可辦理複訓班隊，人員統一回工訓中心複訓熟裝後，直接做人員技術資格認證，避免重複性課程過多。另有新政策、作法須教育部隊官兵者，每年以短時數方式開辦班隊回訓師資或廣訓人員，使人員回到部隊落實與宣導，避免班隊更新課程內容後，部隊與新訓人員知識落差，導致執行任務上的困擾，更可將訓練資源給真正需要人員，藉重視在職與回訓制度，讓平時在部隊從事戰備本務工作人員，認同自己職務，爭取人才長留久用之目標。

(二)廣儲部隊優良師資，累積實務晉任教官：建議由工訓中心開辦師資班(資格)，其基層部隊授課人員，須參加工訓中心工兵軍事儲備教官、助教甄選(認證)，人員認證合格後，可於部隊擔任授課教官、助教，此類人員於基層部隊服務授課時，就是累積實務經驗，並逐步精進技術與知識，主管機關(司令部、軍團及工訓中心)則比照職業安全衛生檢查方式派員輔導，考核駐地單位並實施評鑑分等，工訓中心後續需調整教官或助教時，可由優等單位挑選人員，經試講試教合格後，派職至工訓中心擔任教測職(當然要有對應獎勵機制)，以擴大教測職資源儲備。

(三)新增工兵職安班隊，落實安全衛生執行：國軍訓練首重成果，訓練過程更不容有危安風險產生，這點與民間成立職訓中心概念相同，本研究發現，工訓中心並未開辦安全衛生管理人員，在中高階班隊授予風險管控基本概念，未設立專職班隊培訓職安人員，建議工訓中心可增辦安全衛生管理班隊，區分管理階層與作業階層，例如戰鬥支援營可能需要戰工(爆破)安全衛生管理業務主管及戰工(爆破)作業主管，在非增

加業務考量下，結合現有部隊人員職掌，給予應擔任安全軍官人員知識與技能，以進行安全衛生規畫、執行與管理駐地橋樑作業安全衛生工作，確保官兵安全與健康，讓部隊訓練時，策進安全軍官輔導效能，落實風險管控消彌風險，發揮實質功用。

(四)管控流路受訓員額，維護班隊訓練品質：建議工訓中心嚴格管制每梯次(班)受訓人數，班隊規劃可比照職訓中心，將訓練崗位數、器材數及教官數納入考量，作為審核開班與分配員額依據，確保班隊訓練品質與操作時數一致性，符合最低訓練需求，畢竟班隊在相同課程，運用既有場地、機具與師資，人數較多之班隊訓練效果一定有所折扣，人數不足(例如人數大於開班 $1/2$ 以上、或定期班隊)視情況開班，畢竟工訓中心非營利機構，訓練是以作戰導向需求，如此可確保訓練品質，以維持一定的訓練教育水準。

二、結論

(一)軍以戰為主、戰以勝為先，故軍以訓為戰是工訓中心目標，但就其本質與職訓中心相同，為傳授人員專業知識與技能之訓練單位，然工訓中心

於承平時期，若發生職業安全衛生事件時，則須經得起軍人(眷)甚至於民眾的檢驗，因此國軍訓練時，若能兼顧官兵安全衛生保障，同時給予核心作戰技能教育訓練，取得基本專長技能，官兵返回駐地後，能在戰時守備區域堅持訓練，適應複雜多變的戰場環境，才能在戰場上取得優勢。

(二)官兵除了持恆訓練技術外，安全衛生也是重中之重，國軍優化兩者內涵於訓練上，不就等同職訓中心訓練模式，因此工訓中心若能結合職訓中心班隊分門訓練模式，提煉出必要之通識與專業課程，將班別分門別類，使受訓官兵能夠接觸優質訓練模式，課程重質不重量，工訓中心與部隊同時培訓，應是工訓中心值得注意並可改變的訓練方向。

淺談城鎮戰中詭雷之應用

吳珮瑄少校

提要

- 一、因應我國國家發展，各縣市鄉鎮發展緊鄰海岸線，造成我國重要守備地區海灘與城鎮密不可分，就作戰地區而言無法就單一地理特性明確區分，故城鎮戰將成為我防衛作戰中主要的作戰環境之一。
- 二、城鎮戰在近年各國戰役中，已變成不可避免的戰爭型態，應根據未來作戰需求積極調整相關訓練方式。而臺灣的作戰也從原本的「灘岸殲敵」轉變為「城鎮、縱深作戰」，如何獲得城鎮作戰之勝利為我國均不可避免之重要議題。
- 三、本文參考美軍地雷戰準則，針對詭雷的介紹、設置、排除、應用、作業編組及設置流程均有詳細的說明，作為我軍工兵在詭雷設置參考及不足的補充修訂，置重點在詭雷單雷設置與排除及與障礙物搭配運用，可藉準則研讀及教學研究來增強我工兵詭雷設置之發想，以利部隊在作戰中可運用合宜。

關鍵字：詭雷、城鎮戰、智能地雷

前言

「詭雷 booby trap」¹，若直接翻譯的話就是「傻子陷阱」，是「軍事」上一種用來「防禦步兵」通過的軍用陷阱，被觸發時可以直接殺傷敵軍或者發出信號指出敵軍位置，所以往

往會加上一些誘餌(如戰利品、槍枝)以吸引敵人觸發，或在某些情況下日常行為，如開門、撿起物品或開燈亦可觸發；雖說「詭雷」中帶一個「雷」字，但廣義來說，並非所有「詭雷」都會爆炸，釘刺或者其他傳統

¹ 〈booby trap〉，《FM 20-32 Mine/Countermining Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington, D.C., 1 October 2002)》，P.13-5。

的非爆炸類陷阱殺傷方式也都算「詭雷」的一種，常用於游擊戰、非對稱戰爭或特種作戰等軍事上，均可稱之為詭雷。本研究將其詭雷簡介定義、使用方式及詭雷應用等用途實施探討。

詭雷簡介

在戰時及非軍事行動中，隨時且隨處均可發現詭雷，設置詭雷目的可殺傷人員或使毫無戒備的人員失去戰鬥能力，創造戰場危疑震撼之效果，使敵心生膽怯，畏戰不前，藉以瓦解敵戰鬥意志。本章節參考美軍地雷準則內的詭雷介紹，包含組成原理、戰術運用及設置與排除作業流程，說明如下。

一、詭雷定義與組成

(一)詭雷定義：「詭雷」在國軍軍語辭典定義為「可殺傷人員，具有多種誘發裝置，使敵人不可捉摸難以排除，以遲滯敵人行動」²；在地雷戰教範中定義為「一設置隱密發火裝置之地雷或裝藥，若將其誤認為毫無妨礙之物體移動或觸及時，即引起爆炸，通常為工兵部隊或專業人員負責設置」³。

(二)組成原理：詭雷起爆方法區分電器和非電器，此兩種方式都可通過許多不同類型之炸藥製造，而爆破裝置可直接連接固定於炸藥上或利用遠端連接方式引爆，大多數的詭雷皆由以下零件組成。

1.點火裝置：複雜之詭雷可透過振動、聲音、溫度變化和其他方法進行操作，但在作戰地區發現的多數點火裝置都是以簡單的機制，通過拉動、壓力、壓力釋放或張力釋放(拉、壓、鬆、啟)即可啟動。

2.動力源(例如電池)。

3.連接點(通常為爆導索或導電線)：在安全程序下，不可直接將點火裝置連接於爆藥上，而是事先連接好詭雷裝置後將其設置於正確位置。

4.雷管或電雷管。

5.主裝藥：對人員殺傷詭雷而言，小於 1 公斤之小型炸藥即足以達成效果。炸藥周遭可鋪設石頭、廢金屬、釘子或其他材料以產生更多殺傷威力；輪型車輛爆藥量須達 6.75 公斤，履帶型車輛爆藥量須達 11.25 公斤。

² 國防部印頒，《國軍軍語辭典(92年修訂本)》(臺北：國防部，2004年3月)，頁10-65。

³ 陸軍司令部印頒，《地雷戰教範(第二版)》(臺北：國防部，2015年10月)，頁4-1。

(三)詭雷設計類型⁴：依目的的不同，詭雷設計類型可大致區分為捕捉型、獵殺型與傷害型三大類，而依種類與使用區域的不同而有所不同，但大致的原理則都是利用地形、地物、繩索、尖刺、巨石、巨木等物，配合竹枝、樹幹的彈力與本身的重力，以各種組合的方式加以引誘目標進入陷阱區，以下針對不同誘導行為加以說明之。

1.由執行任務的人員引爆。

2.利用人的天性，誘導其做某些行為後產生。

(1)誘餌：通常由能引起敵人興趣之物品所組成，如在快速撤離過程中被留下或丟棄具有吸引力或有趣的物品或軍品。

(2)圈套：在可以拆除第一個陷阱的地方放置詭雷。最常見的圈套由兩個詭雷組成，其一設置目的是為被敵軍探測，另一則在當敵人處理先前詭雷時啟動引爆。

(3)虛張聲勢：通常由一個假的陷阱組成一種騙局。

(4)雙重虛張聲勢：讓敵人認為陷阱是安全或可以排除後，當引爆線從炸藥上取下

時，陷阱即呈現解除狀態，但實際上當引爆線從炸藥中取出時，即會引起爆炸，依靠的是重複造成的意識和警覺性下降。

(四)設置位置：若敵人前進時遇到的第一道障礙物或設施為詭雷時，排除時間即會被拖延，且敵人會為自身安全愈加謹慎行事，其設置地點概述如下。

1.建築物、設施和野戰工事內及其周圍。

2.在道路彈坑或必須清除的障礙物內及其周圍。

3.在接近路線上天然、有遮蔽之休息場所。

4.在可能作為集結地區內。

5.在燃料、物資或材料儲備區周遭。

6.在公路或鐵路系統聯絡點和隘路(尤為無法繞越之處)。

二、戰術運用

詭雷為一種心理上的武器，可使敵人更加謹慎，並減緩其速度，簡單的詭雷設置也具有同樣的機率殺傷敵軍，即使詭雷被發現並排除後，其目的也已達到，因此不需浪費時間去設置無法被探測或無法排除之複雜詭雷，在運用上分述如後：

⁴ 同註 1，P.13-4~5。

(一)防禦作戰運用

1.區域封鎖與減緩敵軍進攻速度。

(1)在敵可能機動路線上設置詭雷，如隘口、橋樑、樹林邊緣等，迫使敵須繞路或進行排雷作業。

(2)降低敵裝甲或步兵部隊的行進速度，爭取時間增援或重整防禦陣地。

2.保護關鍵設施或陣地

(1)在彈藥庫、通訊設施、指揮所等重要地區周圍設置詭雷，增強防護與威懾力。

(2)若遭敵突破，預設可遠程引爆詭雷，也可作為反資敵之運用。

3.誤導與引導敵軍路線

(1)故意在非主要防禦重點方面設置詭雷，引導敵軍看似較安全，實則陷阱重重之路線。

(2)結合假目標與詭雷混用，使敵軍攻擊失準或浪費彈藥資源。

4.反滲透與防伏擊：對我方陣地周圍實施詭雷設置，可偵測或阻止敵軍特戰部隊或突擊偵察兵滲透。

(二)攻擊作戰運用

1.限制敵反擊縱深

(1)在攻擊部隊佔領陣地

後，可預置詭雷於後方要道、側翼或預判敵可能反擊路線上，以削弱敵軍反擊能力。

(2)時間充裕下，可營造出「假陣地」吸引敵突入，在啟動詭雷爭取整備時間。

2.攻擊行動中偽裝手法

(1)配合主攻方向，於側翼或敵可能攻擊軸線上設置詭雷，可誤導敵軍判斷。

(2)利用自動感應型詭雷(如震動、光電感應)搭配聲響彈、煙幕彈，製造出接敵錯覺，用來分散敵防禦重點。

3.佯攻掩護主攻：在佯攻方向設置詭雷，製造聲光效果或傷害，轉移敵軍注意力，使主攻部隊較易接近真正目標。

(三)攻、守作戰皆可運用

1.可使用電器詭雷與遙控爆炸裝置：可遠端引爆、觸發警報或聯動攝影裝備作為監控使用。

2.可運用假雷與心理戰優勢：即使無爆炸威力效果，亦能對敵軍造成強烈心理壓力，迫使敵採用破障資源進行掃雷。

(四)運用效果所需考慮事項

1.目的：詭雷設置既費時又危險，除非有必要需求，否則通常不建議浪費時間與精力設計的陷阱。例如，詭雷是用來對付小部隊行動，如果其目的是要摧毀車輛，則使用地雷較有效。

2.位置：詭雷的精確位置只能由設置單位來確定，且須劃定區域並加以記錄，以便在重新佔領時不會對友軍造成威脅。

3.設置時間：雖然並非所有詭雷設置都需要工兵部隊才能執行，但設置時間多寡都可能會影響其他任務，且設置的時間長短決定所需的人數及對工兵技能熟悉度。

4.安全通路數量：安全通路所需數量在撤退過程中極為重要，因在撤退過程中，詭雷位置已轉交給作戰部隊，也可為掩護部隊發動反擊提供安全區域。

5.重新佔領的可能性：即使敵人沒有引爆詭雷，也可對其進行干擾。因此，因應戰術需求

而暫時撤離的地區或預計很快會被重新佔領的情況下，不應設置詭雷。

(五)限制因素：自 19 世紀中期開始，各國一直在討論和締結各種保護平民百姓和其他受害者之戰爭公約，並於 1978 年底正式發布日內瓦公約，禁用武器之中包含「非自毀」地雷和塑料地雷，且地雷僅可以於非民眾居住區使用，且必須帶有自毀裝置，衝突結束後應儘快拆除銷毀。對於塑料地雷，其致命危害在於不能被金屬探雷器發現，且爆炸後產生之彈片也無法以醫用 X 光機檢測。雖然美國政策限制美軍使用詭雷，分別針對禁制使用詭雷裝置之人員、物品及地點清楚律定，也針對在城市、村莊和其他有平民居住的地區做相關使用規範(如表 1)，但由於此公約不屬於

表1 美軍詭雷使用規範

項次	項目	說明
1	禁止使用詭雷裝置或相關人員、物品及地點。	人員 (1)生病、受傷或死亡的人員。 (2)動物或其屍體。
		物品 (1)國際公認的保護性徽章、標誌或信號(如圖1)。 (2)醫療設施、設備或用品。 (3)兒童玩具或其他便攜式物品或產品(為餵養、健康、衛生、衣服或教育而設計)。 (4)食物或飲用水。 (5)具有明顯宗教性質之物品。
		地點 (1)埋葬或火化地點或墳墓。 (2)廚房用具或電器，軍事機構、軍事地點或供應站除外。 (3)歷史遺跡，藝術作品，或禮拜場所。
2	在城市、村莊和其他有平民居住的地區，若地面部隊間無戰鬥發生，則禁止使用詭雷，除非如說明狀況之下。	(1)軍事目標上或在其周圍。 (2)採取措施(守衛、警告)保護平民免受詭雷的影響。

資料來源：作者參考 FM 20-32 Mine/Countermine Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington,D.C., 1 October 2002), P.13-1~2自行彙製。

強制性公約，因此無法用以約束其他國家⁵。



圖1 戰利品陷阱
資料來源：〈碰到戰利品也不能胡亂伸手？詭雷了解一下：從入門到入土一氣呵成〉，《新浪網》，https://k.sina.cn/article_5952956544_162d2e8800010Oct2p.html，檢索日期：2024年10月25日。

三、詭雷設置與排除

執行設置、排除作業之指揮官必須有足夠的時間來進行偵察，並瞭解所有相關訊息，包含計畫作為、設置、排除作業和完成有時效性的紀錄，如此才能下達完整命令。

(一)詭雷設置⁶：詭雷設置屬於高危險性之任務，必須謹慎執行，美軍準則雖無規範其詳細的步驟，但應盡可能地遵循以下程序(如表 2)，指揮官須優先設定管制點讓所有人知悉，接續進行設置編組以劃分負責

表 2 詭雷設置遵循程序

項次	項目	說明
1	管制點	指揮官必須在到達陷阱區後建立一個管制點，該點內包含指揮所及裝備囤儲區，且安全通路須從管制點開始規劃。
2	管制編組	每個設置小組由一到兩人組成，律定每個小組負責責任區域，詭雷位置之選定須確保意外引爆時不會造成友軍傷亡，在大多情況下，唯有指揮官、設置人員及紀錄手才會進入詭雷設置區域。
3	標記	和多數雷區一樣，需對詭雷設置之雷區進行標記，可使用雷區標示牌或臨時標記，應於敵人偵察該地區之前再執行撤除標記。
4	設置作業	設置作業前需將所需爆藥及器材運輸至場地，未接受命令前，設置手不可執行發火準備。若設置手僅有一員，該員完成發火前設置手都不可離開詭雷區域，直到指揮官下令完成發火後始能離開；若設置小組為兩人，則由一人留在詭雷區域，另一人回到管制點報告任務完成狀況。設置小組會使用同一路線進入或離開設置區域，當路線不明顯時，則會以其他標示方式記錄。
5	檢查及完成發火	在下達發火命令之前，指揮官應檢查詭雷安全及偽裝情形，確保詭雷設置計畫內設置人員可以安全快速的方式撤離至管制點。
6	報告與紀錄	詭雷設置不分敵我，必須遵守正確的報告及記錄程序，才能避免友軍傷亡及戰後清除作業，其報告內容設置目的及企圖、設置位置、開始設置時間完成設置時間、修改設置詳細訊息等。

資料來源：作者參考 FM 20-32 Mine/Countermine Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington,D.C., 1 October 2002)，P.13-9~10自行彙製。

⁵ 同註 1，P.13-1~2。
⁶ 同註 1，P.13-9~10。

責任區域，爾後在執行標記、設置作業、檢查及完成發火都由各設置小組自行負責，最後返回管制點後須提供完整報告及記錄。

(二)詭雷排除方法：隨著戰場型態日益複雜與非對稱威脅的增加，詭雷常結合偽裝、誘導與感應技術，可造成極大程度干擾部隊行動與作戰節奏，具有高度潛在風險，為強化部隊的應變能力，各部隊應熟稔各類詭雷之識別、標定與排除程序，建構完善之詭雷排除能力，如表3所示，說明排除方法眾多，可依據不同詭雷特性評估使用，惟須特別瞭解排除過程中所需注意的安全規定。

綜合以上研究可以發現，詭雷設置與排除皆有其計畫作為、步驟程序、報告與紀錄，因詭雷設置屬於高危險性之任務，指揮官及作業人員均須妥善完成規劃，使用時機評估後，再實施各項詭雷作業。

詭雷於城鎮戰中之應用

一、城鎮戰定義

(一)定義：「城鎮」通常為一個

國家人口聚集的中心、運輸樞紐、政府所在、財富的根源、工業中心、資訊的傳播網及通訊交換主要的位置。因為世界走向城市化的趨勢加快，使城鎮在軍事上的意義相對更形重要⁷。以往「城鎮戰」在我軍的另軍語稱為「住民地戰」，就準則而言，住民地所涵蓋的範圍較城鎮廣泛，舉凡因民眾群居而形成建築物密集的地區均稱之，如沿海漁村、農村、大型村落、工業區、商業區、住宅區、大都會等都可以通稱為「住民地」，凡是於此區域發生的軍事行動都可稱為「住民地戰」⁸。但城鎮的界定應該更為嚴謹，在地區內的人口、建築物數量與發展程度必須達到相當程度以上，才能界定其為城鎮；就共軍而言，其慣用「城市戰」稱之，其定義該地區具有防衛能力及貿易功能⁹；西方國家對城鎮戰稱之為(urban warfare、city warfare、urban operation、urban combat)都是意指於城鎮地區作戰或戰鬥之意。

⁷ 黃雯禧，〈全景影像偵察系統應用於城鎮戰之研究〉，《通資半年刊》(桃園)，第125期，通信電子資訊訓練中心，西元2016年6月，頁97。

⁸ 陸軍總司令部，〈住民地戰教範草案〉，民國94年6月30日，頁1-1。

⁹ 孫強銀、劉洪、湛永建，〈信息化條件下城鎮作戰研究〉，《黃河出版社》(南京)，第一版，西元2004年3月，頁4。

表3 詭雷排除方法與安全規定

項次	項目	說明
1	排除方法 ¹⁰	(1)拉動 當所造成的損失可以接受時，則使用抓鉤跟繩索來拉動陷阱，特別適用於設置在開放區域的陷阱，當一個詭雷被拉動而沒有爆炸時，至少要等待30秒才能接近以防使用了延遲啟爆裝置。
		(2)絆線 在排除作業之前，先檢查該地區是否有人員殺傷雷之裝置，盡可能地在接近絆線的地方放置一個抓鉤，在拉動人員進入掩護區之前，不要接觸絆線。
		(3)鬆發(拉動釋放) 操作拉動和釋放機制的物品。
		(4)壓力機制 將壓力裝置從操控它的物體下移出，如果無法做到就建議原地摧毀，在大多情況中，會選擇炸藥排除而不是點火裝置，較為安全。
		(5)就地銷毀 當要銷毀原地的詭雷時，可以在詭雷附近引爆一個小裝置，前提是周圍能接受爆炸造成的損失情況下才使用這種方法，倘若不能把炸藥放在主裝置旁，則必須要盡可能靠近點火裝置，以破壞其啟動機制。
		(6)手工清除 這種方法最為危險，只有在不可能或無法實施就地拉動或破壞詭雷的情況下才可使用，且排除工作只能由爆炸物處理人員或有經驗的工兵幹部進行，在決定如何清除之前，要仔細檢查詭雷的所有細節等方面。
		(7)導爆索炸藥 當僅需要一條狹窄路徑通過詭雷區時，如人員通道，可以使用線性爆藥來快速產生效果。
		(8)裝甲車 這種方法是用在空曠地區且設置小型炸藥的詭雷，如人員殺傷雷，裝甲車可以在該區域來回機動輾壓，可縮短清除時間，而傷亡的風險也很低。
		(9)火力 如果陷阱設置在草地或茂密的植被中，可以用火力來焚燒偽裝材料，露出詭雷裝置，在大多數情況下，產生的熱量足以燒毀或引爆點火裝置。
2	排除安全規則 ¹¹	(1)任何與周圍環境格格不入或人為物體，務必不要輕易去觸碰，因所看到的極有可能是敵軍刻意設置的。 (2)從各個角度檢查地雷或詭雷，並在排除之前檢查是否有其他引爆手段 (3)確保只有一人在執行排除工作，避免過多死傷。 (4)不可使用武器，如果真的有必要使用武器，則應停止排除作業。 (5)對詭雷絆線兩端進行檢查時，在未完成解除裝置前，不可觸碰到絆線 (6)追蹤絆線時，需檢查沿著絆線下的其他陷阱。 (7)檢查所有詭雷區域時應保持懷疑的態度，因每個地雷都可能設有陷阱 (8)拉動詭雷或地雷後，至少需等待30秒，預防有裝置延遲的保險絲。 (9)標記所有詭雷區域，直到全部被清除。 (10)如當下狀況需直接拉動或就地銷毀詭雷，不可試圖徒手排除詭雷。

資料來源：作者參考 FM 20-32 Mine/Countermine Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington,D.C., 1 October 2002)，P.13-22~23自行彙製。

(二)城鎮類型：本島城鎮受西方城市規劃理論、環保觀念及新興建築科技影響，使都市、城

鎮結構發展呈現多元化的型態¹²，根據臺灣本島城鎮發展型態可區分五大類型，說明如下。

¹⁰ 同註 1，P.13-22~23。
¹¹ 同註 1，P.13-20。
¹² 陸軍司令部印頒，《陸軍城鎮戰教範(上冊)》(臺北:國防部，2023 年 10 月)，頁 1-2~1-4。

1.不規則型：城鎮邊緣及交通網發展不規則，多為老式城鎮發展而成。

2.棋盤型：其型態概略成長方形，交通網如同棋盤，多為新興城鎮。

3.混合型：具有棋盤型及不規則型城鎮之特性，為現代化新興城市。

4.輻射環型：重要機關設施，位於城鎮中心，住宅區及商業區向四周成輻射環型發展。

5.扇型：一般受高地、河流等地形影響，造成重要設施朝一側發展。

(三)城鎮戰陣地編組：依據陸軍城鎮戰教範內容說明，城鎮戰陣地編組需視城鎮大小及建築物分布狀況與兵力多寡，劃分防禦區域，編組獨立據點¹³，陣地依其特性應編組警戒陣地、戰鬥陣地及核心陣地等3個部分，說明如下。

1.警戒陣地：通常位於戰鬥陣地或側方之地形要點，且能行遠距離之觀測與射擊，或遮蔽、掩蔽良好，或預判為敵向我接近路線之重要地形，其警戒派遣距離須在建制武器及通

信連絡之範圍內，兵力派遣通常由預備隊擔任。

2.戰鬥陣地：可在建築物之內部或外部，選擇位於城鎮郊區為有利，俾可控制敵接近路線，利用工事、障礙阻絕、詭雷設置、火網相互配合，並可獲致良好觀測與射擊，有利於火力發揚，並發揮側、斜射之最高利益。

3.核心陣地：利用城鎮外圍重要建築編組第一線陣地，控制敵之接近路線，利用防禦地區內堅固與有重要設施之建築物，編組核心陣地；利用工事、障礙阻絕、火網相配合，以遲滯敵之行動，敵滲透或突入時，將其拘束於各據點間之狹小地區，再以火力與逆襲殲滅敵人。

警戒陣地主要著眼在於迫敵提早展開，遲滯及擾亂敵之前進；戰鬥陣地著眼於以集火與彈幕射擊、配合側防機關、反射擊陣地消滅敵於陣地前；核心陣地主要著眼於以周密、熾盛之火力，配合障礙設施將其分割獨立，乘敵進退困難失去連絡之際，以火力急襲及近戰格鬥殲滅之¹⁴。

¹³ 同註 12，頁 3-276~3-277。

¹⁴ 林哲群，〈防衛作戰城鎮設防工兵支援之探討〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 51 卷第 542 期，西元 2015 年 8 月，頁 36。

二、城鎮戰中常見詭雷類型

城鎮戰詭雷應用裝置，可採用當地城鎮特性現有的材料在現場製作，其與地雷有相同的目的，用來殺傷人員跟損壞車輛，以下提供幾種應用設置作為參考。

(一)尖竹釘陷阱(如圖 2)：於尖竹釘陷阱上鋪設一層無法承擔成人重量之薄木板或草蓆，竹子可改成鋼筋以符合城鎮特性，再以土壤偽裝，使敵軍通過時落入底下陷阱之中，此設計可運用規劃在警戒陣地外圍道路周邊，並配合道路阻絕或布雷進行封阻，迫使敵軍離開道路往周邊泥土路前進，惟因挖掘坑洞所需設置時間較久。與一般地雷相比，詭雷的佈設方法五花八門，一般傳統地雷屬於設置後，被動靜待敵人觸碰

引爆，而詭雷則會偽裝成各種物體、配合各種機關，吸引敵人主動觸發引信或機關來殺傷。尖竹釘板(如圖 3)，不同於尖竹釘陷阱，釘板設置方式更為快速及多變。我軍可以利用現成的鋼筋代替削尖的硬木或竹子，並在上面塗抹糞便或其他汙穢塗物，放置於偽裝良好的坑中。尖刺本身很少致命，但若刺穿身體或足部，將會造成極大之痛苦，甚至是感染之傷害。這些陷阱主要目的是騷擾和傷害敵方士兵，以至於需要額外敵方士兵來攙扶、運送傷者。

(二)門把詭雷(如圖 4)：在城鎮戰中，軍隊無法避免要深入建築物進行搜索和偵察，或者是尋找臨時掩體、佔領制高點等，過程中時常有開門的動作，因此經常將門把與詭雷結合，

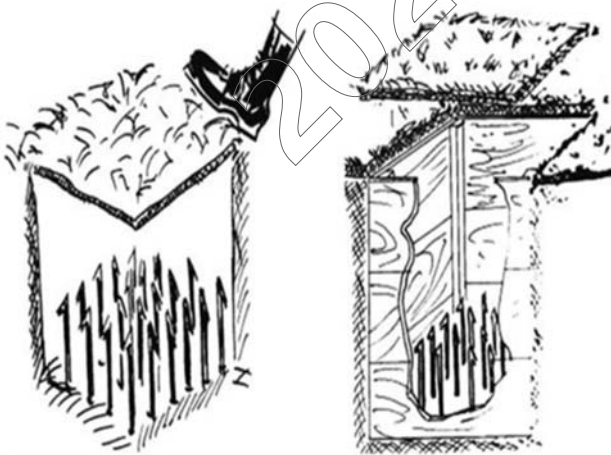


圖2 尖竹釘陷阱

資料來源：〈碰到戰利品也不能胡亂伸手？詭雷了解一下：從入門到入土一氣呵成〉，〈新浪網〉，<https://k.sina.cn/.html>，檢索日期：2024年10月25日。



圖3 尖竹釘板

資料來源：〈National Army Museum Te Mata Toa〉，<https://www.armymuseum.co.nz/punji-spikes>，檢索日期：2024年11月26日。



圖4 門把詭雷

資料來源：

<https://www.slideshare.net/andrew572280/moutpdf>，檢索日期：西元2024年09月10日。

可以利用身上的手榴彈、M14人員殺傷雷等壓或拉發引信裝置改造後，達到殺傷敵人效果。

(三)高爆、砲彈裝置(如圖5)：高爆砲彈裝置十分容易作為應用詭雷，將原本火炮之引信拆除後，以一標準的點火裝置和一段爆導索(或雷管代替)，再運用現有的C4炸藥牢牢包覆住，即可形成一詭雷裝置。抑或將5個105



圖5 砲彈裝置

資料來源：〈詭雷〉，

<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw>，檢索日期：2024年10月3日。

砲彈用爆導索綑綁在一起後，加裝多樣引信作為引爆裝置也可達成同樣效果。

(四)地面傾斜板雷(如圖6)：是一種常見城鎮戰場的詭雷裝置，利用地面上設置的傾斜板，當人員或車輛踩踏時，觸發下方的爆炸裝置，造成傷害或破壞，通常會設置於樓梯、走廊、門口等人員通常頻繁的區域。

(五)子彈雷(如圖7)：傳說中的子彈雷常用於反步兵，在二戰、越戰和阿富汗戰場上都能見到，其戰鬥部就是一顆常規的軍用子彈，並配有一個裝有擊針、擊針簧和一個簡單的壓發引信。使用時，先將雷殼壓至固定地方，然後將子彈壓進雷殼內，再把擊針壓到位，壓發引信卡住擊針，當敵人踏到子彈雷的時候觸發，



圖6 地面傾斜板雷

資料來源：都是「詭雷」害的！美軍含淚朝戰友屍體瘋狂掃射？，
<https://www.ettoday.net/>，檢索日期：2024年10月25日。

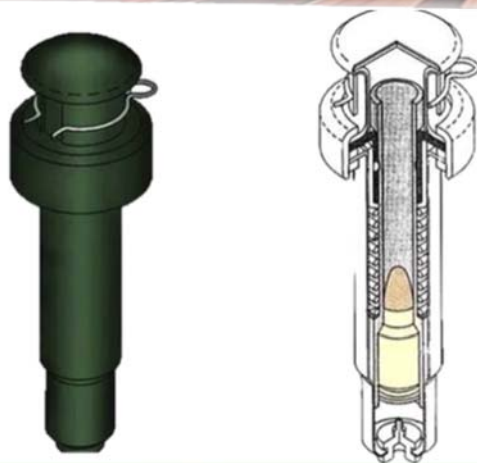


圖7 子彈雷

資料來源：〈碰到戰利品也不能胡亂伸手？詭雷了解一下：從入門到入土一氣呵成〉，<https://k.sina.cn/html>，檢索日期：2024年10月25日。

壓發引信釋放擊針打擊子彈的底火，擊穿敵人的腿或腳，達到殺傷敵人步兵的意圖，如果是軍車觸雷，亦能擊穿汽車輪胎造成裝備損壞。

然而，一般情況下最有爆發力的詭雷，也只使用 250 克至 1 公斤間的炸藥，原因為大多數詭雷會在受害者的身體一米內引爆，少量爆藥即足以殺傷受害者或使其行動受限。

三、城鎮戰中詭雷位置選定

防禦永遠是最強的戰爭型態，因為攻擊方會主動出現，如穿過開闊的地形攻擊，亦或者在城鎮道路街道上攻擊，所以防禦者必須進入準備好的位置隨時應付戰鬥，利用諸般手段

(兵火力及阻絕結合)讓攻擊方到你要的地方，通常會選定在掩蔽性高之敵軍必經道路，再結合城鎮戰場空間進行壓制，發展獨立作戰模式，以下就城鎮戰區分道路詭雷、屋內詭雷與物品詭雷等 3 種類型實施說明。

(一)道路詭雷：城鎮作戰中，可大量運用地雷、爆藥、砲彈及 IED 等，通常會選在城鎮街道兩側、道路面上、道路轉彎處、窄橋、涵洞、地下道入口、路面坑洞或修補處、障礙物後方(如殘骸)、路肩、雜草或側溝內、城鎮出口或十字路口設置詭雷，使敵於城鎮街巷戰鬥時，因移動或觸及詭雷引爆，造成敵軍人員或車輛損傷，亦可彌補我軍城鎮防禦兵力之不足¹⁵，道路詭雷常用的地雷為 M18A1 定向破片式人員傷殺雷，此地雷有效半徑為 50 公尺，其危險半徑可達 100 公尺，結合兵、火力常適用於城鎮作戰中重要路口、道路(如圖 8)，以確保攻擊範圍能涵蓋敵軍來襲方向，而又不至於誤傷我(友)軍。

根據報導¹⁶，俄軍會在撤離前，在烏克蘭土地上大量設

¹⁵ 同註 3，頁 4-5。

¹⁶ 中文報刊：美聯社，〈俄軍撤離還四處埋地雷澤倫斯基痛批：遺體竟被設置詭雷〉，《自由時報》，<http://news.ltn.com.tw>，檢索日期：2025 年 2 月 12 日。

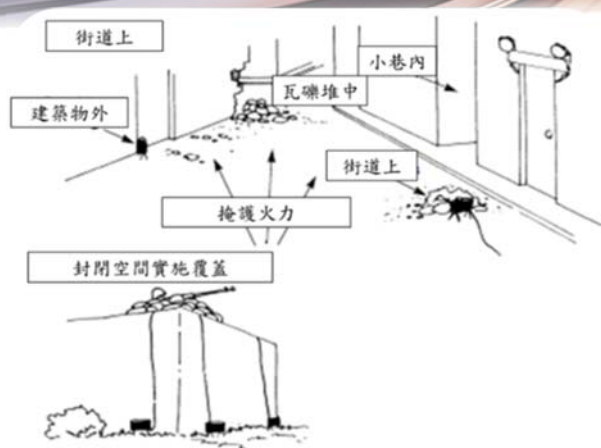


圖8 運用 M18A1 地雷在道路上實施詭雷設置

資料來源：FM 20-32 Mine/Countermine Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington, D.C., 1 October 2002), P.12-12

置地雷，包括房屋、廢棄車輛與裝備，甚至在遺體也會加裝詭雷，為了就是增加殺傷威力，造成軍方及民眾恐慌，故如果要使用道路，就必須確保安全，軍方就得詳細檢查道路上裝備或阻絕是否有裝設詭雷(如圖 9)，「詭雷」儘管不道德，但在激烈



圖9 烏軍檢查是否有詭雷

資料來源：俄軍撤離還四處埋地雷澤倫斯基痛批：遺體竟被設置詭雷，
<http://news.ltn.com.tw>，檢索日期：2025年2月12日。

的戰場上，幾乎是尋常操作，大部分軍隊都會使用。

(二)屋內詭雷：城鎮作戰中，可運用地雷、爆藥、砲彈等器材，由工兵部隊(通常採單兵作業)於室內利用門板、門窗、樓梯、走道、廚房等設置詭雷(如圖 10)，使其於城鎮逐屋戰鬥時，因不注意而移動或觸及引爆，對敵軍之人員造成意想不到之傷害¹⁷。屋內詭雷設計通常都在最平常、最不起眼的東西上動手腳，如電燈開關作為詭雷，當人進入漆黑的屋內，第一件事就是會找電燈開關，如果將燈泡拆除，改成爆藥填塞，當打開開關後，就不會是電燈的燈光，而是引燃爆藥的光度了。M14 人員傷殺雷因為體型小，也較常運用在建築物內或周圍作為詭雷設置(如圖 11)，以達奇襲之效果。

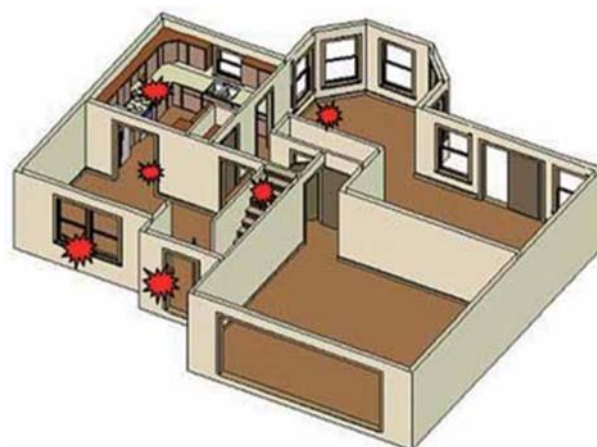


圖10 室內詭雷設置示意圖

資料來源：陸軍司令部印頒，《地雷戰教範(第二版)》(臺北：國防部，2015年10月)，頁4-26。

¹⁷ 同註 3，頁 4-20。

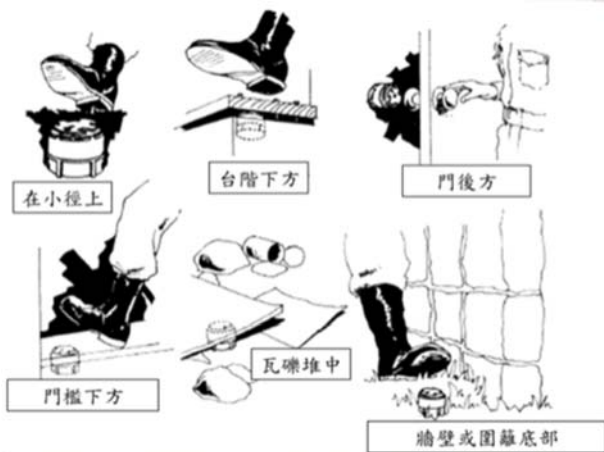


圖 11 運用 M14 地雷實施詭雷設置
資料來源：FM 20-32 Mine/Countermine
Operation: Mine-Warfare Principle (United
States, Department of Army, Washington, D.C.,
1 October 2002), P.12-11。

(三)物品詭雷：物品詭雷乃運用各式裝備、器材，結合發火裝置、雷管、主裝藥所構成之詭雷裝置，在使敵人因不注意而移動或觸及引爆，對敵軍之人員造成意想不到之傷害¹⁸；大多數物品詭雷最常使用的為手榴彈，例如 39 型卵狀手榴彈(如圖 12)是第二次世界大戰期間德軍所產的手榴彈，正常情況下，會使用 4 秒左右的延遲引信。然而，如果這一枚手榴彈使用瞬時引信作為一個固定的詭雷，當敵軍發現這顆看似被丟棄的手榴彈時，很可能會嘗試使用它們，但當他們拉掉拉繩之際，就會被炸成碎片；另一種使用這種詭雷情況是，手榴彈的瞬時引信連著一座建築物的

門框，當門被打開時，手榴彈會馬上引爆¹⁹。

四、城鎮戰中詭雷之應用實例

城鎮詭雷是一種非常有效的戰術手段，通過在敵人預期的地方設置爆炸裝置來造成混亂或造成重大傷亡；而詭雷在歷史上以及現代戰爭中都被廣泛使用，特別是在城市戰爭中，以下是幾個詭雷在城鎮中應用的實例。

(一)越南戰爭(1955-1975)：在越南戰爭中，北越軍隊(越南民主共和國)和越南人民軍常使用詭雷來對抗美國及南越軍隊的進攻。北越軍隊經常在城鎮、



圖 12 39 型卵狀手榴彈
資料來源：〈39 型卵狀手榴彈〉，
<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/39型卵狀手榴彈>，檢索日期：
2025 年 2 月 12 日。

¹⁸ 同註 3，頁 4-35。

¹⁹ 〈二戰德軍使用的卵狀手榴彈，當作詭雷使用讓對手防不勝防〉，
<https://kknews.cc/zh-tw/history/mn38xz2.html>，檢索日期：2025 年 2 月 12 日。

村莊及交通要道上安裝詭雷，尤其是在美軍進入的區域內，而這些詭雷往往被隱蔽在土壤中(如圖 13 隱密發火裝置之地雷)，並與當地環境融為一體；古芝地道(如圖 14)位於胡志明市附近，是北越軍隊在戰爭期間建造的龐大地下通道系統，長達 250 公里，這些地道不僅用於隱藏和運輸，還佈滿了各種詭雷和陷阱，以防禦美軍的進攻。古芝地道已成為歷史遺址，目前地道內有多種模擬的戰爭陷阱展示，這些都是當時北越軍隊用來對抗敵軍的戰術。陷阱展示包括竹釘陷阱、隱藏陷阱和爆炸裝置等，這些設計不僅展示了北越軍隊的策略，也反映了當時北越軍隊如何利用地形和簡單的工具來保護自己。

(二)蘇聯入侵阿富汗期間(1979-1989):阿富汗游擊隊(聖戰者, Mujahideen)利用簡易爆炸裝置(IEDs)與詭雷來攻擊蘇軍部隊，特別是在城鎮戰中，他們經常在廢墟、必經路線或房屋內放置詭雷(如圖 15)，誘使蘇軍進入後引爆，造成嚴重傷亡；戰爭期間，詭雷被反政府武裝組織廣泛使用，特別是在城市及其周邊地區，這些爆炸裝置通常是簡易的手工製作，設



圖 13 隱密發火裝置之地雷
資料來源：〈碰到戰利品也不能胡亂伸手？詭雷了解一下：從入門到入土一氣呵成〉，https://k.sina.cn/article_5952956544_162d2e88000100ct2p.html，檢索日期：2024年10月25日。

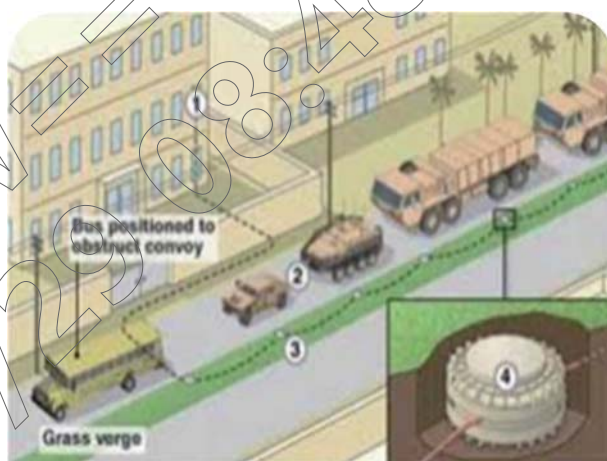


圖 14 運用地雷實施道路詭雷設置
資料來源：陸軍司令部印頒，《地雷戰教範(第二版)》(臺北：國防部，2015年10月)，頁4-5。

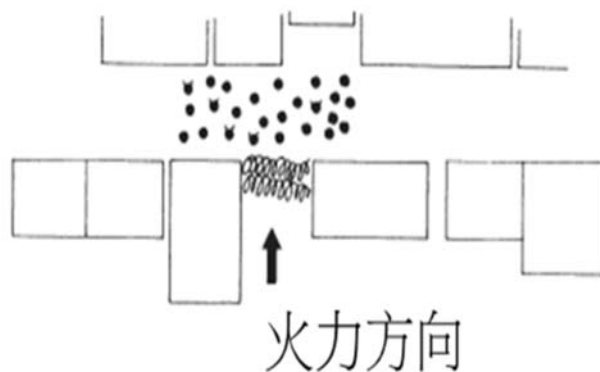


圖 15 運用地雷實施道路詭雷設置
資料來源：FM 20-32 Mine/Countermine Operation: Mine-Warfare Principle (United States, Department of Army, Washington, D.C., 1 October 2002), P.12-19。

置在道路上、建築物附近，以及市場等高流動性的地點。反政府武裝組織利用這些詭雷來摧毀軍事目標並製造恐懼，甚至將詭雷用於鎮壓當地居民的反抗行為，由於阿富汗的地形複雜，詭雷在狹小的城市區域內尤其難以清除，對蘇軍和當地民眾造成了巨大威脅。

(三)烏俄戰爭(2022-至今)：

烏俄戰爭期間，俄軍與烏軍均在城鎮戰中大量使用詭雷，例如在撤退時於建築內部、橋樑或車輛上安裝陷阱，使敵方部隊在清理區域時遭受傷害。據110年4月2日報導發現，俄軍於3月份因攻擊受挫，遲遲未能攻進基輔城鎮，最終決定逐次撤離，撤離途中在道路上



圖16 烏俄戰爭，俄軍撤退時橋樑上設置雷區

資料來源：沒在怕爆破...烏軍清地雷「用腳踢」連3車馳皆無視開過地雷區》，
<https://www.new.yahoo.com>，檢索日期：2023年9月9日。

設置大量地雷(如圖16)，防止烏軍追擊，然地雷在未設詭雷狀況下，無法達到預期效果，輕易遭烏軍排除。另一顯著用途為在眾多建築物中不起眼的角落，例如門、窗、電話、樓梯、書籍、門板等地方設置隱藏詭雷，造成敵軍防不勝防、人心恐慌等狀況。

防衛作戰中城鎮戰詭雷應用設置方式

在臺澎防衛作戰中，面對敵軍由海岸登陸後逐步向內陸戰術態勢，城鎮戰場將是防衛軍的主戰場之一。透過有效的詭雷設置，可強化城鎮防禦縱深，削弱敵軍攻勢，在進行城鎮戰時，詭雷(如地雷、簡易爆炸裝置等)運用可以有效延緩敵軍、阻斷進攻路線，甚至達到殺傷與心理威懾目的。城鎮防禦阻絕設置須結合守備部隊之防禦體系編成，可區分為城鎮外阻絕及城鎮內阻絕²⁰，筆者依據城鎮外圍、街道與交叉路、建築物內部與週邊與重要設施等四個面向，分別說明詭雷運用之方式如下。

²⁰ 陸軍司令部印頒，《陸軍城鎮戰阻絕作業手冊(第一版)》(臺北：國防部，2013年10月)，頁2-1~2。

一、城鎮外圍(進入口/接近路線)

(一)目的：主在拒止、遲滯敵軍各式戰甲(輪型)車輛、人員進入城鎮或迫使其產生步戰分離，無法發揮統合戰力²¹，或迫使敵軍改變行進路線，延緩其推進速度。

(二)運用方式

1.在敵可能接近城鎮之路線上、主要道路、橋樑、巷口設置各式詭雷使其誤為毫無妨礙²²。

2.在可疑建築物入口或可預期敵軍躲藏區設置傳統壓力啟動式地雷，即壓發地雷。

3.運用誘餌物品(如彈藥箱、裝備等)結合詭雷引誘敵軍觸發。

二、街道與交叉路

(一)目的：主在遲滯、侷限、拘束敵之行動²³，以阻斷機動，造成敵軍混亂與傷亡。

(二)運用方式

1.在街角、廢車、垃圾堆等障礙物下設置遙控或壓發詭雷。

2.配合狙擊與伏擊部隊使用，引敵入陷後引爆。

3.應用IED(如偽裝成民用車輛)於街道轉角等突襲使用。

三、建築物內部與周邊

(一)目的：主在拒止、遲滯敵軍各式戰甲(輪型)車輛、人員接近與攻擊我戰鬥陣地與核心陣地，藉以降低我軍之損害²⁴，如控制建築物室內空間、預設伏擊點、封鎖敵軍行動路線等。

(二)運用方式

1.於敵可能接近之城鎮建築物內，如門口、樓梯間、走廊等狹窄空間布設詭雷(如室內詭雷、物品詭雷)，使其誤為毫無妨礙之物體移動或觸動時即引啟爆炸²⁵，形成殺傷區。

2.城鎮內建築物觀測死角甚多，故需選定建築物內易被占據的高地、射擊點設置繩索觸發式之爆炸裝置。

3.使用遙控式IED進行遠端控制，引爆時機更具彈性與隱蔽性。

四、重要設施

(一)目的：防護關鍵設施，防止敵軍破壞或占領。

(二)運用方式

1.對可能暫時淪陷敵方之重要設施，如橋樑、倉庫、工廠、電台、發電廠、港口、機

²¹ 同註 20，頁 2-10。

²² 同註 20，頁 2-13。

²³ 同註 20，頁 2-87。

²⁴ 同註 20，頁 2-115。

²⁵ 同註 20，頁 2-116。

場等重要設施，於我軍撤離予以有計畫之破壞，使敵短期內無法利用²⁶。

2.在設施周邊設置多層地雷或定時、感應式爆炸裝置，於敵進入後再破壞，更能擴大效果。

3.在敵可能滲透之隱蔽小路或地下設施及系統，及其出入口附近要點布雷，妨礙敵軍行動。

結論與建議

一、結論

近年隨著兩岸局勢嚴峻及共軍軍力大幅提升，其登陸輪具、破障裝備及運輸載具的更新與研發，登陸戰法也隨之創新加速，防衛作戰濱海城鎮的重要性逐漸受到重視與討論，城鎮戰中詭雷的有效運用，對於提升防衛作戰的韌性，具有關鍵作用。希望藉由本文喚起各部隊對城鎮戰中詭雷運用之重視，可以提供給各部隊作為未來應用參考，而我工兵部隊應加強詭雷運用方式之訓練，建立我軍應變能量，使工兵部隊熟稔靈活運用城鎮各種詭計裝置陷阱之地(詭)雷，進而能夠與城鎮作戰相呼應。

二、建議

(一)調整授課實作重點：原課程設計內容設置方式多以埋設為主，因國內目前設置傳統地雷方式仍以人力方式將其埋入地面，優點為敵於運動期間較不易發現，以達到出其不意效果；缺點為耗時過長，不符合時間效益。現代戰爭趨勢朝規模小、戰鬥節奏快等特性發展，加上排雷裝備(如爆導索等)日益更新，地面下之地雷不再具有以往隱匿之預期效果。因此，應檢討刪減耗時人力埋地下雷課程時間，調整增加地上設置地(詭)雷方式，如何快速完成城鎮空間特性雷區之設置及排除，應為未來授課之重點，較能符合防衛作戰之需求。

(二)引信起爆方式多樣化：就目前傳統制式引信而言，最為常見之發火方式為拉發、壓發及絆發引爆，其設置原理概念簡單，但需固定方向、一定力道等條件滿足後方可觸發，且較容易被排除，應增加多元起爆裝置，以下列舉幾項非傳統詭雷起爆之方式，也是目前各國常用之方法。

1.磁感應：國軍即將採購之火山布雷系統即為一電磁引

²⁶ 陸軍司令部印頒，《陸軍城鎮戰教範(上冊)》(臺北:國防部，2013年10月)，頁2-217。

爆雷體，其雷體本身可使地雷對金屬物體敏感度提高，減少設置時誤爆之可能性，另外，當地雷吸附於戰甲車腹部(側邊)時，亦可使敵無法排除，增加敵軍傷損。

2.震動感應：結合臺灣本島先進的地震感知器，當感知器到達一定數值時，立即觸發引爆，可適用於敵戰甲車或重型載具接近路線上，此種方式不僅不易察覺，還可排除受電磁脈衝干擾之可能性。

3.無線遙控：無線遙控技術並非新科技，若能結合到軍事裝備上使用，則可使士兵能夠在安全距離之外操控地(詭)雷之引爆，這種方式可以降低現場操作之風險，並提供更靈活之引爆時機，更可在數位密碼保護及加密技術條件下分享遙控引爆權責，增加運用之靈活性及隱蔽性。

4.光學感應：利用紅外感測器感應技術，詭雷可根據光線之變化檢測戰車正確性，並將穿甲彈指向戰車頂部進行引爆，而將目標摧毀，是一個可以部署在鄉鎮城市等地方，做為不對稱戰力武器裝備發展方向。

(三)雷區設置方式：現行工兵部隊雷區設置教學著眼於制式

雷區(如群式帶型、列式定距、列式電光等)設置，此設置方式除需耗時量測固定範圍與距離角度外，其設置方式於我軍準則中皆有詳細紀錄，準則或雷區紀錄若不慎落入敵軍手中，將對我雷區原有之價值大打折扣。而城鎮作戰較無大範圍地雷區可提供我工兵部隊設置制式雷區，建議應著眼於道路布雷、機動阻絕搭配詭雷設置為主，較能因應未來工兵城鎮作戰之任務需求。

剋制共軍重型合成營破障能力之探討

陳崇傑少校

提要

- 一、現代科技的快速進步，帶來了戰爭型態與方式的變化，高精確、高殺傷的精準打擊武器，對傳統的工兵防護手段構成了巨大的威脅。根據搜尋有關解放軍軍演的資訊，可以發現中共軍方在各類軍事演習中，廣泛運用「協同作戰」的概念，結合有人與無人裝備，展現其軍事實力的快速發展。中共軍方的「資訊化」、「科技化」、「多功能化」的發展趨勢，使其「無人」作戰能力日益增強。無人裝備的組合，利用衛星等資訊平臺，進行三維、多維的精準打擊任務。
- 二、中共軍方的重型合成營，將其沿海至灘間區域的破障能力，從傳統的「區域性破壞」提升為「全域性破壞」。工程兵使用各種先進的破障設備，如兩棲裝甲破障車、綜合掃雷車、火箭磁感應掃雷器等，對灘間區域的屏障設施進行有效的清除與破壞。車輛、輪式衝擊橋車等各種設備，則提供了兩棲部隊在灘間區域的機動能力，為其進行登陸作戰創造有利條件。

關鍵字：破障、重型合成營

前言

在當今世界，軍事力量的發展與創新是國家安全的重要支柱。共軍目前對臺作戰仍採「多維雙超」，「立體登陸作戰」為主，而其中兩棲作戰能力的提升不僅反映了一國的軍事現代化進程，也可能改變國家甚

至區域的安全格局。"剋制共軍重型合成營破障能力"這一主題，正是在這樣的背景下顯得尤為重要。

兩棲作戰，指的是軍隊利用海上與陸上兩種或多種運輸方式，將部隊、裝備和物資從海上運送到敵方控制的海岸，並

進行登陸作戰的一種軍事行動，這種作戰方式要求高度的協同作戰能力和快速反應能力，對於破障能力的要求尤為關鍵。破障能力直接關係到兩棲作戰的成功與否，它包括了對海灘、水下、以及陸地上各種障礙的清除和穿越能力。近年來，隨著科技的進步和戰爭型態的變化，無人裝備在兩棲作戰中的角色日益重要。它們可以在人員無法或難以進入的危險區域進行偵察、破障、甚至直接參與戰鬥，大大提高了作戰效率和部隊的生存能力。因此，研究共軍重型合成營的破障能力，特別是無人裝備的運用，對於了解其兩棲作戰能力的發展趨勢具有重要意義。

本文將從多個角度對共軍重型合成營的破障能力進行深入分析。首先，將探討其破障能力的發展背景和現狀，包括破障裝備的種類、性能以及運用方式。其次，將分析其在實際演習中的表現，以及這些演習對提升破障能力的作用。最後，將討論共軍重型合成營破障能力的未來發展方向和可能面臨的挑戰。

透過對共軍重型合成營破障分隊能力的研究，不僅可以為軍事專家和策略分析師提供參考，也能讓讀者更理解兩棲作戰的複雜性和現代戰爭的新趨勢。這不僅是一項軍事技術的探討，更是對未來戰爭型態可能變化的一種預見¹。

情報摘要

一、共軍合成營種類說明

中共解放軍在 2017 年軍改後，將原有的師、旅級單位整編為「合成旅」，使其具備更強的獨立作戰能力。這些合成旅根據其主要裝備和作戰任務，區分為輕型、中型和重型合成旅。它們的主要差別如下：

(一)重型合成旅

1.主戰裝備：主要配備主戰坦克(如 99A/96A 式)和履帶式步戰車(如 ZBD-04A)，以及大口徑自行加榴砲(如 05A 式 155mm 自行加榴砲)。

2.作戰特性：擁有最強大的火力、突擊能力和防護力，適合在平坦、開闊的地形進行高強度正面突擊作戰。其裝備的履帶式車輛在越野能力和防護上優於輪式車輛。

¹ 國防部，《中華民國 112 年國防報告書》(國防報告書編纂委員會)，2022 年 9 月，頁 12。

3.兵力結構：通常編有 4 個合成營，1 個砲兵營、1 個防空營、1 個偵察營、作戰支援營和勤務保障營等，兵力滿編約 5,000 餘人，主戰裝備數量龐大。

(二)中型合成旅

1.主戰裝備：主要配備輪式裝甲車輛(如 08 式輪式步戰車)及 122mm 自行榴彈砲等。

2.作戰特性：強調快速反應和機動性，適合在複雜地形、城市環境或需要快速部署的任務中發揮作用。輪式車輛在公路行駛速度快，油耗較低，但防護力相對較弱。

3.兵力結構：與美軍史崔克旅(Stryker brigades)類似，編制人數約 5,000 餘人，下轄 4 個合成營及其他支援營。

(三)輕型合成旅

1.主戰裝備：主要配備輕型高機動車輛(如猛士突擊車、山貓全地形車)和輕型坦克(如 15 式輕型坦克)。

2.作戰特性：具有極高的機動性、快速部署能力，適合在山地、高原、叢林等複雜地形，或進行快速突襲、偵察和特種作戰。其裝備輕便，可以通過空運等方式快速投送。

3.兵力結構：雖然火力相對較弱，但其靈活性和適應性

使其在特定戰場環境下具有獨特的優勢。

總體而言，解放軍的輕、中、重型合成旅是為了適應不同作戰環境和任務需求而設計的，透過「合成營」的編組，強調多兵種協同作戰、資訊化能力和模組化編成，提升了部隊的整體作戰效能。

二、共軍重型合成營編制

共軍陸軍重型合成旅的主幹部分是 4 個合成營、1 個砲兵營、1 個防空營、1 個偵察營、1 個作戰支援營、一個勤務保障營等 9 個營級單位(如圖 1)，其重型合成營下轄裝甲步兵連等 6 個連級單位(如圖 2)，另重型與中型合成營下轄的火力連配備 6~9 門 122 公厘自走迫榴砲及 3 輛搭載人員攜行式防空飛彈的高機動防空車；輕型合成營的火力連則配備重機槍、反戰車飛彈、迫擊砲與 120 公厘火箭彈。

重型合成營均配賦 05 式兩棲突擊車及 05 式步戰車等兩種裝甲戰鬥車，具備較強機動之能力，泛水速度可達到每小時 25 公里，進入相對平坦的地形後機動優勢更加明顯，強大的水上機動能力大幅縮短在敵火下暴露的時間，以增加灘

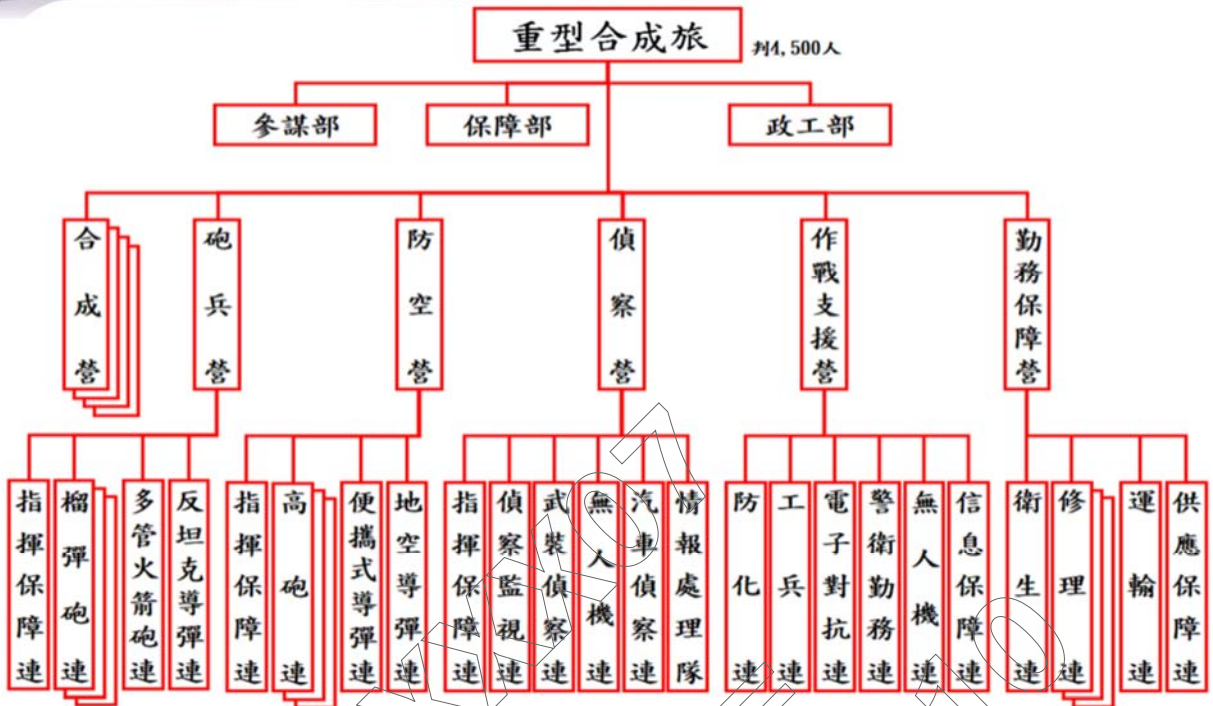


圖1 共軍重型合成旅組織判斷圖
資料來源：王禹景，〈共軍重型合成營登陸作戰破障能力研析以73集團軍為例〉《工兵半年刊》(高雄)，第161期，2022年10月，頁76。

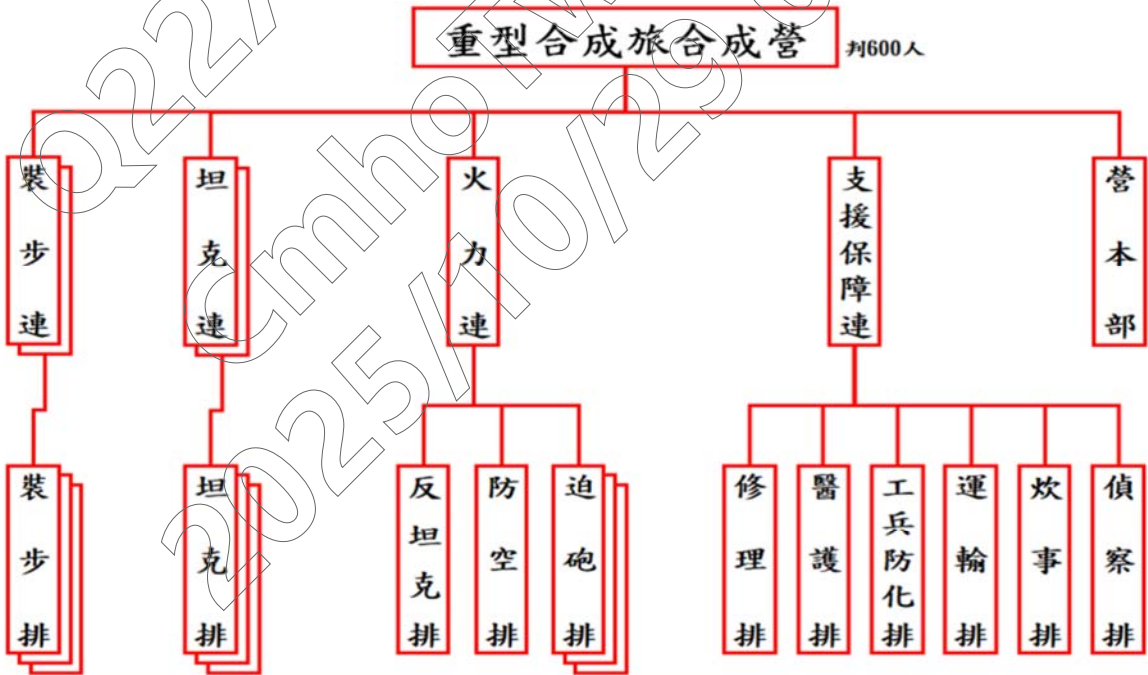


圖2 共軍重型合成旅合成營組織判斷圖
資料來源：王禹景，〈共軍重型合成營登陸作戰破障能力研析以73集團軍為例〉《工兵半年刊》(高雄)，第161期，2022年10月，頁76。

岸作戰能力；其中支援保障連下轄編制修理排、醫護排、工兵防化排、運輸排、炊事排及偵察排，於執行任務時會混合編成

模組化之綜合保障隊，直接隨聯合戰鬥隊行動，以保障部隊作戰效能。

(一)共軍重型合成營工程兵編組²：重型合成營作戰編成工程兵，通常採取少部分向下加強，大部分集中留用方式。向下加強通常使用總兵力的 1/3 左右，配屬給下級某一作戰部(分)隊或某一作戰編組，用於保障其作戰行動。對重型合成營集中掌握的工程兵，除了建制單獨用於執行某一專項保障任務之外，通常根據不同的專業特長編組運動保障隊、障礙設置隊、障礙排除隊、工程兵預備隊等，人數不足時，由工化旅派遣適員支援。

1.運動保障隊：是擔負保障部隊機動任務的戰鬥編組。通常以工程兵道路、橋樑分隊為主，並加強機械化步兵、戰車分隊、通訊分隊及防化分隊等編成，裝備道路機械、制式路面材料、制式橋樑材料、掃雷、爆破、通信器材和各種車輛等，其兵力規模，依據敵情、被保障部隊的編成和行動性質、行進道路、季節和天氣，及現有工程兵力和器材等情況靈活調整，兵力一般為一個排至一個連，主要任務為偵察機動路線道路狀況、排除行進路線上的障礙物或開闢通路、修復被破壞的路

段和橋樑，修築急造軍用道路，在小型河流、溝渠上架設橋樑等。當保障部隊水上機動時，則擔負偵察，標示航線及排除水中障礙物的任務。通常在部隊行軍、機動、進攻前建立，行動時，位於被保障部隊的先鋒，有時也可預先部署在重要交通樞紐附近實施定點保障、配置在被保障部隊附近、地形隱蔽且便於機動的地域。

2.障礙設置隊：負責機動設置障礙物和實施破壞作業的戰鬥編組。通常由工程兵地雷爆破分隊編成，有時可得到通信兵、防化兵，步兵或民兵的加強，裝備布雷車、運輸車、指揮車、偵察車以及爆破工具、通信器材等，其兵力規模，依據敵情、地形、任務和現有兵力，裝備等情況靈活調整，通常為一個排至一個連。主要任務為在受敵戰車威脅最大的方向上快速布雷和實施破壞作業，以阻滯敵戰車的行動，封閉敵突入缺口，掩護部隊的翼側與結合部安全，一般與反戰車預備隊協同行動，有時單獨行動，配置在第一梯隊之後，以利向前進行任務。

² 張志偉，《陸軍兵種戰術學》(北京：軍事科學出版社)，2012年6月，頁74。

3.障礙排除隊：進攻作戰中，擔負在敵障礙物中開闢通路的戰鬥編組，為戰車開闢通路的障礙排除隊，通常以工程兵地雷爆破分隊為主組成，必要時加強防化分隊和戰車分隊。配備火箭掃雷車，戰車架橋車及探雷、掃雷、爆破、通訊器材及運輸車輛等。開闢步兵通路的障礙排除隊，通常由經過專門訓練的步兵分隊為主組成，並按偵察、排雷、爆破和掩護分隊編組。主要任務為在夜暗或煙幕掩護下，充分利用火力發揚效果。在前沿障礙物中開闢或擴大通路，保障戰車和步兵的突破，突破後，依據需要繼續擴大和維護通路，或用於伴隨進攻部隊在敵防禦的障礙物中開闢通路、排除爆炸性障礙物，配置在主要進攻方向上

地形隱蔽且便於前進的地域，在登陸作戰中，障礙排除隊應編有水際灘頭破障分隊，負責在敵灘頭障礙物中開闢通路。

4.工程兵預備隊：通常由工程兵築城、道路、橋樑、地雷爆破等專業分隊編成。其兵力規模，由合成指揮員依據工程保障的範圍，可能出現的工程保障任務，可用於機動使用的工程兵數量而定，通常不少於總兵力 1/3。主要任務為構築與維護重型合成營指揮所，增強主要方向上的工程兵力，接替受損失的工程兵部隊(分)隊，遂行臨時出現的工兵保障任務。配置在主要作戰方向或指揮所附近便於隱蔽和機動的地域。工程兵預備隊使用後，須適時重建。(如表 1)

表1 共軍重型合成營工程兵編組表

共軍重型合成營工程兵編組表		
項次	編組	任務
一	運動保障隊	偵察進行道路狀況，排除行進路線上的障礙物或開闢通路、修復被破壞的路段和橋樑，修築急造軍用道路，在小型河流、溝渠上架設橋樑等。當保障部隊水上機動時則擔負偵察，標示航線及排除水中障礙物的任務。
二	障礙設置隊	在受敵戰車威脅最大的方向上快速布雷和實施破壞作業以阻滯敵戰車的行動，封閉敵突入缺口，掩護部隊的翼側與結合部安全。
三	障礙排除隊	在夜暗或煙幕掩護下，充分利用火力準備效果。在前沿障礙物中開闢或擴大通路，保障戰車和步兵的突破，突破後，依據需要繼續擴大和維護通路，或用於伴隨進攻部隊在敵防禦的障礙物中開闢通路、排除爆炸性障礙物。
四	工程兵預備隊	構築與維護重型合成營指揮所，增強主要方向上的工程兵力，接替受損失的工程兵部隊(分)隊，遂行臨時出現的工兵保障任務。

資料來源：1.張志偉，《陸軍兵種戰術學》(北京：軍事科學出版社)，2012年6月，頁74。2.作者研究整理。

(二)共軍重型合成營破障編隊：重型合成營突破障礙分隊(破障分隊)的戰力主要由重型合成營保障連的工化排編組，並配合戰鬥兵力，約有 4-5 個排。在登陸作戰中，主要用於執行排雷或爆破等手段，以便利部隊機動。破障小組與排雷小組一般隨攻擊部隊行動，清除灘岸上的障礙物，維護攻擊路線的安全或擴展安全通道等任務。在戰鬥中，他們清除敵方防禦縱深地區的障礙物，開闢海灘至潮間帶的安全通道，包括敵方臨時散布的地雷(應急地雷)³，各類型合成營工程兵編制主要裝備(如表 2)。

三、共軍工程兵如何協力突擊上陸

為了確保登陸突擊集團部隊能夠「上岸」，在通過突擊發起線後，將採用多點多路持續突擊的方式，在海空軍的密切支援下，集中全體兵力和火力，對主要登陸區域進行登陸⁴，主要依靠其強大的破障火力，迅速摧毀我方的海灘障礙，使部隊能夠快速向內擴展。排除障礙是共軍登陸作戰的最大關鍵，主要考慮航程距離和可攜帶的登陸工具等因素，從船到岸、從岸到岸，或兩者相結合的方式實施。作戰分為戰役組織準備、先期作戰、登陸作戰和陸上作戰四個階段(如表 3)⁵。

表2 各類型合成營工程兵編制裝備表

各類型合成營工程兵編制裝備表		
項次	合成營型態	工兵防化排裝備
一	輕型合成營	衝鋒舟、單人火箭爆破器
二	中型合成營	08式輪型綜合掃雷車、08式輪型裝甲工程車、08式輪型衝擊橋
三	重型合成營	GSL130型掃雷車、GQL111型重型機械化橋車、96式裝甲突擊破障車、GPZ111A型綜合輪型掃雷車
四	兩棲 重型合成營	ZTD05兩棲裝甲破障車、綜合掃雷車、火箭掃雷車、履帶多功能破障車、火箭爆破器、機械探雷器、挖掘機、推土機

資料來源：1.王禹景，〈共軍重型合成營登陸作戰破障能力研析以73集團軍為例〉《工兵半年刊》(高雄)，第161期，2022年10月，頁77。2.作者研究整理。

³ 吳奇諭、高唯真，〈防衛作戰工兵機動阻絕隊編組與運用之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第53卷第555期，2017年10月，頁68。

⁴ 蔡和順，〈共軍師登陸作戰之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第50卷第537期，2014年10月，頁70。

⁵ 王健民，〈共軍聯合登陸作戰能力之研究以2020、2021年軍演為例〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第58卷第585期，2022年10月，頁5。

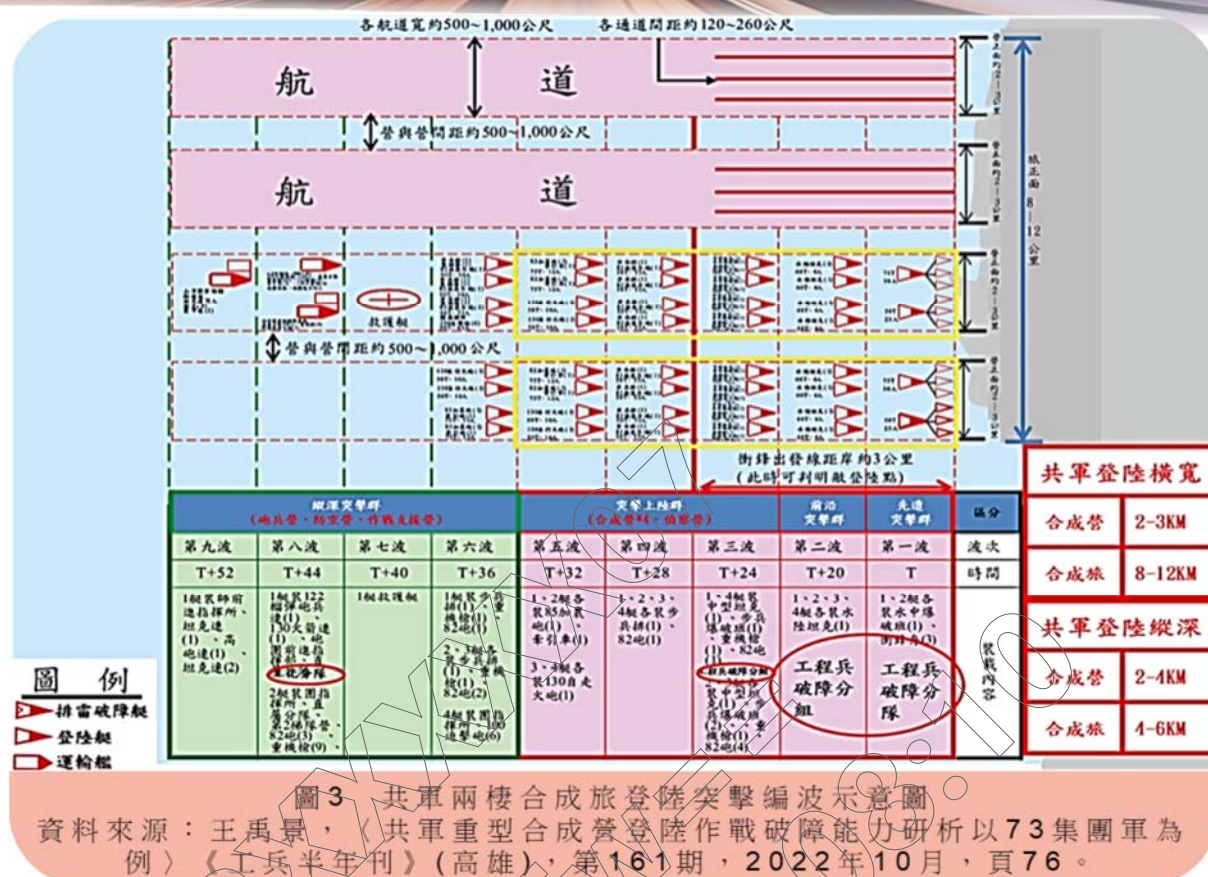
表3 共軍登陸作戰階段及作戰行動示意表

共軍登陸作戰階段及作戰行動示意表				
共軍登陸作戰階段	戰役組織與整備	先期作戰	登陸作戰	陸上作戰
時間	D-30+至D-5日	D-5至D-3日	D-3至D日	D日至D+X
作戰行動	1. 共軍實施對臺戰役作戰準備工作。 2. 戰略偵察→兵力集結→反介入與區域拒止→聯合封控我海、空域。 3. 兵力部署前推。 4. 軍種聯合作戰演練。 5. 聯合封鎖。 6. 部署電站反制部隊。 7. 癱瘓民間關鍵基礎設施。	1. 奪取戰役制電磁權。 2. 先期綜合火力突擊。 3. 奪取戰役制空權。 4. 奪取戰役制海權。 5. 建立安全輸送區。 6. 航渡準備：兵力集結、裝載上船。	1. 航渡行動。 2. 立體登島行動。 3. T-2H20M前完成海上掃雷破障，T-40M前直前掃雷破障，T-3M前火力支援艦實施火力破障，T時前第一艇波在特戰部隊協力下實施岸際破障。 4. 快速上陸。 5. 散布錯假或爭議訊息。	1. 縱深陣地奪占與鞏固。 2. 重要城鎮奪占與鞏固。 3. 空機降作戰。 4. 成立攻臺前進指揮所。 5. 建立防空陣地。 6. 空軍提供地面部隊空中密接支援、情監偵、制空權。 7. 海軍執行反介入巡弋。 8. 建立實質控制權。 9. 對在臺作戰共軍執行後勤支援。 10. 弱化臺灣軍民抵抗力。
目的	1. 部隊調動與訓練。 2. 完成登陸前戰役布勢與防止外軍介入準備。	奪取制三權、運用導彈火力先期癱瘓重要目標(雷達站、港口、機場等)。	登陸部隊依計畫完成裝載、港口發航、海上航渡(展開與泛水編波)、海上掃雷破障、火力破障、火力突擊、岸際破障、開闢通道遂行突擊上陸，最後建立灘頭堡，掩護後續部隊登陸。	奪佔縱深目標。

資料來源：1.陳榮弟，《聯合戰鬥教程》(北京：軍事科學出版社)，2013年6月，頁172。2.王健民，〈共軍聯合登陸作戰能力之研究以2020、2021年軍演為例〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第58卷第585期，2022年10月，頁5。

共軍重型合成營在距離岸邊約7公里處開始泛水，並切換為泛水突擊模式。為了完成重型合成旅的登陸任務，並形

成強大的登陸突擊力量，通常按照先遣突擊群、前沿突擊群、突擊上陸群和縱深突擊群的順序，實施登陸編波(圖3)。同時，



在海軍的掃雷艦清除淺水區的水雷後，重型合成營負責開闢四條寬度約 30-75 公尺的通道。登陸前，他們與攻擊艦合作進行岸轟。空軍轟炸機持續對守備部隊進行打擊，削弱守備部隊的兵力和火力，並摧毀激浪區的各種水際障礙，以確保水路和水際的安全⁶。

重型合成營的工兵防化排換裝配賦各種破障機具，以確保主要作戰兵種的突擊登陸。登陸波次編隊中的各群工兵的裝備描述如下：1.先遣突擊群乘坐攜帶炸藥或火箭發射

器和小型無人機的突擊艇，人機協同進行爆破，完成單艇通道的開闢；2.前沿突擊群乘坐兩棲裝甲破障車，清除地雷區和摧毀堅固障礙物；3.突擊上陸群乘坐兩棲裝甲步兵戰鬥車，攜帶人員攜帶式排雷爆破系統，清除剩餘的雷區和障礙物。其海灘和陸地破障的能力分析如下：

(一)重型合成營灘岸破障能力：重型合成營具有立體攻防、多維多能、遠程應急、跨區機動等作戰能力。在登陸作戰中，重型合成營可以運用各種無人裝

⁶ 王禹景，〈共軍重型合成營登陸作戰破障能力研析以73集團軍為例〉《工兵半年刊》(高雄)，第161期，2022年10月，頁80。

備和破障裝備，實施水面航道和上陸通道的開設以及灘岸阻絕的清除；共軍目前現有灘岸破障能力裝備如下：

1.無人破障艇(如圖 4)：可以遠程操控，用於探測和清除水面障礙，降低人員傷亡。

2.船載破障火箭(如圖 5)：可以對灘岸第一線的障礙物進行精確打擊，為登陸部隊開闢通路。

3.兩棲裝甲破障車：可以在水陸兩棲作戰，用於破壞灘岸的地雷、鋼刺蝟、鐵絲網等障礙。

4.綜合掃雷車：可以在陸地上進行掃雷、破障、開路等任務，配備機械探雷器、火箭爆破器等裝備。

5.履帶多功能破障車：可以在陸地上進行破障、開路、運輸等任務，配備推土鏟、鐵爪、鏈鋸等裝備。

6.火箭掃雷車(如圖 6)：可以在陸地上對敵方的地雷、爆破物、障礙物進行遠程掃除，發射多枚火箭彈形成掃雷帶。

作戰時，工程兵部隊使用火箭爆破器、無人機爆破、火箭掃雷車、履帶式多用途破障車、機械式探雷器、工程機械等裝備，配合煙幕和直接火



圖4 無人破障艇



圖5 075攻擊艦



圖6 火箭掃雷車

資料來源：王禹景，〈共軍重型合成營登陸作戰破障能力研析以73集團軍為例〉《工兵半年刊》(高雄)，第161期，2022年10月，頁76。

力掩護，對海灘和岸邊的阻絕工事和堅固障礙物進行打擊。兩棲裝甲突擊群的第一梯隊緊隨其後，登陸灘頭，對前沿防禦陣地發動猛烈攻擊，佔領有利地形，為第二梯隊登陸創造有利條件。

研究分析

(二)重型合成營陸上破障能力：共軍重型合成營陸上破障能力是指其在登陸作戰中，運用無人裝備、工程兵裝備和火力支援，快速清除灘岸地區的障礙物，為後續部隊登陸創造有利條件的能力。一些具體的例子包括如下。

1. 重型合成營偵察模組使用多軸旋翼無人機確認障礙位置，並傳遞資訊給其他單位。

2. 工程兵運用編制之兩棲裝甲破障車、綜合掃雷車、火箭掃雷車、履帶多功能破障車、火箭爆破器、機械探雷器、工程機械等裝備，具備快速完成灘岸阻絕破障能力。

3. 船載破障火箭和海軍艦砲對灘岸地區進行遠程火力打擊，為重型合成營登陸部隊提供火力支援。登陸部隊的重型合成營登陸後，將利用工程兵設置障礙物、爆破和建造碉堡，鞏固灘頭堡，並進行反機動作戰，減緩敵方反攻部隊的攻擊速度，提高登陸地點的防禦效能。第二梯隊的工程兵將提供伴隨支援。這樣，綜合掃雷車、架橋車、工程作業車等破障裝備(如表 4 所示)就可以配合部隊的戰術行動，進行掃雷和破障、道路修復和橋樑架設，確保部隊的快速機動。

根據《人民日報》網站、中共軍網、各類相關報導和視頻的分析，從 2021 年到 2023 年，重型合成旅具備協同作戰的全面能力，能夠運用混合破障編組和各種破障車輛和個人裝備，快速破壞各類混合障礙區，開闢安全通道，並利用各種無人載具和衛星定位提高精確打擊能力。為了確保國家安全、維護生存空間、保障人民福祉，我軍必須面對中共的軍事威脅和挑戰，考量新型武器裝備對戰術發展的影響，並持續更新我方現有武器裝備的性能。其涵蓋範圍日益擴大。海、空、陸三軍的主要作戰兵種必須朝向科技化和快速化發展。同時，必須努力克服時空限制，爭取有利機會。工程和後勤支援方式必須朝向多元化和多功能化發展，以利於實施立體化支援的機動戰。

在軍事改革之後，東部戰區的第 73 集團軍在 2017 年底進行了模擬城市街戰和摧毀碉堡等演練項目。在 2018 年 1 月和 4 月，它進行了兩棲作戰訓練和一場聲稱「劍指臺獨」的實

表4 共軍各類型工程兵部隊主要裝備能力判斷表

共軍各類型工程兵部隊主要裝備能力判斷表		
名稱	諸元	圖片
衝鋒舟	1.服役時間：1990年 2.諸元： (1)船體長：約6公尺。 (2)船體寬：約2.5公尺。 (3)航速：50-60KM/HR。 (4)成員：8至12員 3.運用時機：於航渡階段(T-2H40M至T-3M)對灘岸障地及阻絕設施實施爆破破壞。	
GBP 128型火箭 爆破器	1.服役時間：2010年 2.沿革：取代操作複雜之舊款組合式發射器 3.諸元： (1)單兵攜帶 (2)重量：15.5公斤。 4.運用時機：於突擊上陸階段(T-40M至T時)，搭載於無人破障艇上開設灘際安全通路	
05式 兩棲 裝甲 破障車	1.服役年限：2010年 2.沿革：由ZBD-05式兩棲裝甲車底盤改良。 3.諸元： (1)長：9.5公尺 (2)寬：3.36公尺 (3)高：3.04公尺 (4)車重：26噸 (5)操作人員：3員 4.運用時機：於鞏固與擴大登陸場階段(T+32M至T+2H40M)，實施阻絕破壞任務。	
GPZ 111A 輪型綜合 掃雷車	1.服役時間：2022年 2.沿革：由ZBL-08式機械排雷型車衍生而成。 3.概述： (1)車長：8公尺 (2)寬：3公尺 (3)高：2.1公尺 (4)操作人員：3員 (5)時速：100KM/H/R 4.運用時機：於鞏固與擴大登陸場階段(T+32M至T+2H40M)，實施暢通機動路線之任務。	
96式 掃雷 破障 裝甲車	1.服役時間：2018年 2.沿革：採用96式戰車底盤，取代舊型79式戰車底盤GSL-130綜合掃雷裝甲車。 3.諸元： (1)長：10.65公尺 (2)寬：3.4公尺 (3)高：2.5公尺 (4)重量：43.7噸 (5)操作人數：3員 4.運用時機：於鞏固與擴大登陸場階段(T+32M至T+2H40M)，實施暢通機動路線之任務。	

資料來源：1.人民網軍事，〈高清解放軍巡邏南海永暑礁曝光，兩棲戰車奇特〉，2016年4月26日，<http://military.people.com.cn/20160426>，檢索日期：2024年1月25日。2.CCTV7國防軍事紀實頻道，〈鐵甲戰車威猛出擊〉，2022年7月20日，<http://www.xinhuanet.com/mil>，檢索日期：2024年1月25日。3.中共軍視網，〈讓地雷無所遁形的破障利器〉，2023年2月15日，<http://dq.yam.com/20230215>，檢索日期：2024年1月25日。4.南京軍務誌，〈人民解放軍破障裝備介紹〉，2023年10月14日，<http://www.qbq.com.cn/a/bencandy>，檢索日期：2024年1月25日。

彈軍事演習⁷，2020年6月5日，第一艘075級兩棲攻擊艦「海南艦-艦號31」，根據登陸作戰的需求，從2021年7月到12月自主研發，與第74集團軍在9月同日進行了海試，並在次年3月服役，075號3艦也完成了海試並正式服役。這種艦艇被中共視為共軍對臺灣進行登陸作戰的武器；此外，還有三艘兩棲攻擊艦分別在海南、廣西和安徽，都已在2022年進入海試階段，這顯示了他們強化登陸多樣化的意圖和決心。從上述演習中可以判斷，共軍已經按照「機動作戰、立體攻防」的要求，完成了「重型合成旅-重型合成營」的部隊編制，並具備了「立體攻防、多維多功能、遠程應急、跨區域機動」的作戰能力，同時進行了初步驗證聯合作戰編隊，全面機械化和資訊化，建立全域機動部隊⁸。此外，重型合成營是最小的戰術單位，其在登陸作戰中的作用也應詳細研究。只有深入了解敵人，才能

知己知彼，百戰不殆。

一、共軍突擊上陸戰法研析

(一)海空突擊登陸作戰：中共對臺灣海空突擊登陸作戰，不僅要面對臺灣的防禦和反擊能力，還要克服臺灣的地理環境和氣候條件，這些都可能成為中共登陸的障礙物。為了順利完成登陸作戰，中共必須在登陸前和登陸中，對臺灣的障礙物進行有效的破壞，以減少自身的困難和危險。障礙物破壞的主要手段有以下幾種：

1.火力破壞：中共將利用其火箭砲、巡弋飛彈、無人機等遠程火力平臺，對臺灣的海岸防禦工事、沿海礁石、海上障礙物、橋樑、道路等目標進行精確打擊，以破壞臺灣的登陸阻撓和反登陸能力，並為自身的登陸艦艇和兵力開闢通道。

2.工程兵破壞：中共將利用其特種部隊和工程兵部隊，搭乘直升機或運輸機，對臺灣的重要據點、關鍵設施、障礙物等目標進行空降或機降，並使用爆破、切割、拖曳等手段，對障礙物進行破壞或清除，以為後續的登陸部隊鋪路。

⁷ 中時電子報，〈兩岸星期人物武力犯臺首攻部隊第73集團軍軍長胡中強〉，2018年4月28日，<https://chinatimes.com/realtimenews/20180428000034-260409.html>，檢索日期：2024年1月25日。

⁸ 同註1，頁36。

3.化學破壞：中共將利用其化學部隊和化學武器，對臺灣的海岸地區、河流、水庫、農田等目標進行化學汙染或破壞，以破壞臺灣的生態環境和民生資源，並造成臺灣的恐慌和混亂。

以上是中共對臺灣海空突襲登陸作戰中，如何實施障礙物破壞的一些可能手段，但這些手段並不保證中共能夠克服臺灣的障礙物，因為臺灣也有相應的防護和應變措施，而且中共的破壞行動也會引發國際社會的譴責和制裁，因此中共對臺灣的武力威脅仍然面臨著巨大的風險和挑戰。

如果中共軍隊要執行聯合登陸作戰，必須考慮空軍飛機種類和海軍登陸艦艇之間的速度和射程差異、空軍指揮的困難和速度維持的難度、從海上航行到灘頭登陸的所有登陸部隊都必須考慮，須在海上秘密進行；然而，受到波浪、潮汐和適合大型部隊登陸的海灘等因素的影響，海上航行的指揮和控制是一個很大的挑戰。除了登陸部隊外，無人載具也被用於演習中。例如，無人機(艦)執行偵察和清除或摧毀海灘障礙物，以便於部隊登陸作戰；中共軍隊近年來不斷加強智能化

和無人化武器裝備的訓練，以最大限度地提高其協助部隊執行聯合登陸作戰的能力⁹。

(二)多層雙超作戰思維：共軍對臺灣的登陸作戰，是一種高強度、高風險、高難度的軍事行動，需要克服臺灣的地理、氣象、海象等不利因素，以及臺灣的防禦火力、反登陸部署、外部干預等威脅。為了成功登陸，共軍必須在最短的時間內，突破臺灣的防禦障礙物，建立灘頭橋頭堡，迅速展開縱深攻擊，控制臺灣關鍵要點。共軍的登陸作戰，採取「多層雙超」的戰法，即在多層次的空間，運用超視距換乘編波衝擊和超越灘頭登陸與著陸的手段，實施立體、多元、全縱深的突擊登陸。在這種戰法中，障礙物破壞是一個重要的環節，既要破壞臺灣的防禦障礙物，又要建立自己的攻擊障礙物，以保護登陸部隊，阻礙敵方的反擊。共軍的障礙物破壞，主要分為三階段：

1.在先期作戰階段，共軍將利用火箭軍、空軍、海軍、戰略支援部隊等，對臺灣的防空、防艦、反潛、反登陸等重要目標，進行精確打擊，以破壞臺灣的防禦體系，創造登陸的條件。共軍將運用巡弋飛彈、彈道飛

⁹ 同註 5，頁 21。

彈、無人機、電子戰等手段，對臺灣的雷達、指揮通信、飛機場、港口、碼頭、沿海砲兵、水雷、障礙物等進行破壞，以降低臺灣的偵測、警戒、反擊能力。

2.在登陸作戰階段，共軍將利用海軍、海軍陸戰隊、陸軍、空降兵等，對臺灣的登陸地域，進行超地平線和海空一體的突擊登陸，以破壞臺灣的灘岸防禦，奪取灘頭陣地，並迅速展開縱深攻擊。共軍將運用氣墊船、兩棲裝甲車、直升機、空降兵等手段，對臺灣的水障、地雷、拒馬、鐵絲網等進行破壞，以打通登陸通道，並在灘頭陣地設置煙幕、障礙物、地雷等，以保護登陸部隊阻礙敵方的反攻。

3.在陸上作戰階段，共軍將利用陸軍、海軍陸戰隊、空軍、火箭軍等，對臺灣的陸上目標，進行全縱深的攻擊，以破壞臺灣的戰略要點，控制臺灣的政治、經濟、軍事、社會等核心功能。共軍將運用戰車、裝甲車、火砲、飛彈、無人機、特種兵等手段，對臺灣要塞、碉堡、隧道、橋樑、道路、鐵路、水壩、發電廠、石油儲備、通信基站等進行破壞，以切斷臺灣的防禦、運輸、供應、指揮等能力。

在「多層雙超」聯合登陸作戰能力方面，參與單位應涉及多個軍種，可以實現「多維度、多方向和全縱深」的聯合登陸作戰效果(如圖5)。總之，共軍對臺灣的登陸作戰，是一種多層雙超的戰法，需要在各個階段，實施有效的障礙物破壞，以突破臺灣的防禦，奪取臺灣的主動權，並建立自己的優勢，以達到統一目的。

二、特、弱點分析

(一)特點

1.海空掩護破障

(1)共軍利用其海軍和空軍的優勢，對臺灣的海岸防禦、雷達站、飛彈基地、機場等重要目標進行大規模的打擊，以削弱臺灣反登陸能力。

(2)共軍派遣特種部隊、水陸兩棲部隊、海軍陸戰隊等精銳部隊，乘坐快速登陸艇、氣墊船、兩棲裝甲車等運輸工具，從多個方向對臺灣的登陸點進行突襲。

(3)共軍在登陸部隊的掩護下，使用火箭發射器、工程車、爆破隊等裝備，對臺灣的海灘障礙物進行破壞，為後續部隊的登陸鋪平道路。

(4)共軍在登陸部隊的支援下，使用直升機、空降兵等

方式，對臺灣的後方地區進行空降，切斷臺灣的交通線、佔領要點、分割敵軍。

2.裝甲防護破障：登陸作戰是一種高風險、高難度的軍事行動，需克服敵方海岸防禦，突破灘岸的障礙物，並迅速奪取登陸場，以保障後續部隊的上陸和補給。為了提高登陸作戰的成功率，共軍在登陸時，廣泛使用了各種裝甲破障裝備，以增強其破障能力和火力支援能力。這些裝備包括：

(1)兩棲裝甲破障車：為能在水陸兩棲行動的裝甲車，配備了多種破障工具，如鏟刀、鐵爪、鏈鋸、火箭爆破器等，可以清除水中和灘岸的障礙物，如水雷、鐵絲網、碉堡、障礙柱等。這種裝甲車還可以提供火力掩護，攜帶步兵或工程兵，並運送物資和彈藥。

(2)綜合掃雷車：為專門用於掃除地雷的裝甲車，配備了機械探雷器、電磁探雷器、雷管發射器等，可以在行進中探測和破壞地雷，為登陸部隊開闢安全通道。

(3)火箭掃雷車：為利用火箭彈掃除地面障礙物的裝甲車，可以發射多枚帶有鋼索的火箭彈，形成一個寬度達 100

公尺的掃雷網，將地面的地雷、鐵絲網、障礙柱等拉起或炸毀，為登陸部隊清理出一條寬敞的道路。

(4)履帶多功能破障車：這是一種集多種破障功能於一身的裝甲車，可以根據不同的障礙物，切換不同的破障模式，如鏟刀、鐵爪、鏈鋸、推土鏟等，可以有效地清除灘岸障礙物，如碉堡、障礙柱、混凝土牆等。

3.使用這些裝甲破障裝備，可以為共軍登陸時帶來以下的優點：

(1)提高破障效率和速度：使用裝甲破障裝備，可以在短時間內，清除大量的障礙物，為登陸部隊開闢出寬敞的通道，減少登陸部隊的暴露時間和損失，加快登陸進程。

(2)增強火力支援和保障能力：使用裝甲破障裝備，可以在破障的同時，提供火力掩護，壓制敵方的反擊，保護登陸部隊的安全。同時，裝甲破障裝備還可以運送物資和彈藥，補充登陸部隊的消耗，增強登陸部隊的戰鬥力。

(3)擴大登陸場和縱深：使用裝甲破障裝備，可以在灘岸上，快速突破敵方的防禦，擴大登陸場的範圍，為後續部

隊的上陸創造有利條件。同時，裝甲破障裝備還可以向縱深方向推進，打開敵方的防禦深度，為登陸部隊的深入作戰奠定基礎。

綜上所述，共軍登陸時，使用裝甲破障裝備，可以有效地克服敵方的海岸防禦，為登陸部隊提供強大的破障能力和火力支援能力，加快登陸進程，擴大登陸場和縱深，提高登陸作戰的成功率和戰果。

4.遠距破障：共軍登陸作戰的一個重要環節是破壞敵方的灘岸阻絕障礙，以保障登陸部隊的順利上陸和快速推進。為了提高破障效率和降低破障風險，共軍研製了多種遠距破障裝備，如船載破障火箭、火箭掃雷車、火箭爆破器等，這些裝備具有以下優點：

(1)遠距破障裝備可以在安全距離內對敵方的障礙物進行精確打擊，避免了近距離破障時遭遇的敵方火力反擊或障礙物爆炸傷害，減少了破障部隊的傷亡。

(2)遠距破障裝備可以在短時間內對敵方的障礙物進行大規模破壞，形成多條登陸通道，加快了登陸部隊的上陸速度和機動能力，增加了登陸作戰的突破力量。

(3)遠距破障裝備可以與其他兵種和裝備協同作戰，形成破壞火力網，對敵方的灘岸防禦形成強大的壓制和破壞，創造有利的登陸條件，提高登陸作戰的成功率。

綜上所述，共軍登陸時，使用遠距破障裝備的優點是顯而易見的，它們不僅提高了破障效率和安全性，還增強了登陸作戰的整體能力和戰果。

(二)弱點

共軍登陸作戰是一種複雜的聯合作戰，需要克服我方的海岸防禦和灘岸阻絕。為了使登陸部隊能順利搶灘上陸，共軍在登陸作戰各階段，分別規劃運用掃雷艦、船載破障火箭、兩棲裝甲破障車等破障裝備，破壞我方的水雷、障礙物、地雷等障礙，並持續依照作戰需求研製新式破障裝備，以提升登陸部隊破障能量。然而，共軍的破障能力仍存在一些弱點，以下從 5 個面向進行分析：

1.破障裝備數量不足：共軍的破障裝備數量和質量不足，無法滿足大規模登陸作戰的需求。根據公開資料，共軍目前只有約 20 艘掃雷艦，其中大部分是老舊的 053 型和 082 型，只有少數是新型的 082II 型和 Wozang 型。這些掃雷艦的

掃雷能力和抗損傷能力都有限，無法有效清除我方的智能水雷和反水雷武器的威脅。此外，共軍的船載破障火箭和兩棲裝甲破障車的數量和種類也不多，主要是以 122 毫米和 107 毫米火箭為主，其射程和威力都不高，無法對付我方的深埋地雷和堅固障礙物。共軍的破障裝備在數量和質量上都不足以支持大規模的登陸作戰，可能導致登陸部隊遭遇重大損失和延誤。

2.破障作業缺乏協同：共軍的破障作業缺乏協同和保障，無法有效應對我方的反破障能力。共軍的破障作業主要由海軍、陸軍和海軍陸戰隊的工程兵分別負責，各自使用不同的破障裝備和方法，缺乏統一的指揮和協調，可能造成作業效率低下和重複浪費。此外，共軍的破障作業也缺乏有效的保障，如火力掩護、電子干擾、情報支援等，無法防止我方的反破障力量，如反水雷直升機、反水雷無人機、反水雷快艇、反水雷飛彈等，對其進行打擊和干擾。共軍的破障作業在協同和保障上都存在缺陷，可能導致作業失敗和破障裝備被摧毀。

3.破障與登陸能力差異過大：共軍的破障能力與登陸能力不匹配，無法適應我方的靈活防禦。共軍的登陸能力已經發展成為立體化、多元化、全縱深和垂直登陸的模式，強調運用多層雙超戰法，對登陸地區進行關節癱瘓突擊、多維快速上陸和縱深超越打擊。然而，共軍的破障能力仍然停留在傳統的水平破障和線性破障的階段，主要依賴掃雷艦和船載破障火箭對固定的灘岸阻絕進行破壞，無法對付我方的機動性阻絕和深度阻絕。共軍的破障能力與登陸能力不匹配，可能導致登陸部隊無法順利登陸或被我方的反登陸力量所消滅。

4.戰力分散考驗指管能力：為了削弱我方沿海防禦的實力，共軍計劃在開闢通道、突擊上陸、鞏固和擴展登陸地點等階段，使用各種障礙排除裝備，支援登陸作戰，使共軍登陸部隊能從奪取灘頭到上陸，完成預定的任務。為了奪取一個區域，共軍可以充分利用每個戰鬥群內的預定障礙排除行動，消除我們事先設置的阻絕障礙。然而，在整個登陸作戰過程中，指揮控制作業極為複雜，而駐防部隊現場設置的阻絕障礙也極為繁雜，如果指管機制

無法有效發揮，障礙排除的效果也會降低。

5. 清掃水雷能力不足：近年來，中共建造了許多船艦，被外界戲稱為“水淺餃子”。但是，它們建造了驅逐艦、護衛艦、登陸艦、航空母艦和潛艇；只有大型的“掃雷艇和獵雷艇”沒有建造，大規模生產不同步。雖然有無人障礙突破艇在使用，但遠程控制操作訓練不容易，而且突破障礙的突擊容易受到守軍的火力打擊，所以突破障礙的效果不會如預期。因此，當共軍攻臺時，它們將面臨登陸前的海上障礙。大量的水雷增加了開闢水道的難度¹⁰。

綜上所述，共軍的破障能力仍存在數量和質量不足、缺乏協同和保障、與登陸能力不匹配等弱點，這些弱點可能嚴重影響其登陸作戰的效果和成本，甚至導致登陸作戰失敗。我方應該充分利用這些弱點，加強我方的海岸防禦和灘岸阻絕，運用機動性、多樣性、智能性和隱蔽性的阻絕手段，對共軍的破障作業進行有效的打擊和干擾，延緩或阻止其登陸部隊的上陸，以達到「防衛固守，

重層嚇阻」的戰略目標。

三、對我防衛作戰之影響

近年來，共軍陸續實施大規模兩棲登陸戰鬥演習(包括反介入與區域拒止)，顯示共軍正加強對「攻臺奪島戰」的準備，並使兩棲多維登陸部隊朝向常態化、立體化和高機動化的三維作戰型態發展，對我防衛作戰構成嚴重威脅。因此，如何瞭解敵方「多點立體登陸，全深度攻佔控制登陸區(段)」的戰術，以及如何阻止共軍攻佔並鞏固登陸區(段)的全深度，乃是本文關心的問題。本文從以下幾個方面進行研究分析：

(一) 多重破障能量影響我阻絕效能：攻臺登陸作戰是一項高度複雜的聯合戰役。在武器裝備性能大幅提升之後，共軍近年來逐步將新型裝備、無人載具和衛星系統納入聯合登陸戰役中，並從其登陸演習中可以發現，共軍在新型裝備的加入後，持續調整其登陸戰鬥突破模式。目前，共軍登陸部隊具有運用艦載火箭和兩棲裝甲車輛、火箭破障器和各種無人裝備具有清除預定登陸目標區域內大規模障礙物的能力，嚴重影響我軍的海岸阻絕效能。

¹⁰ 同註 3。

(二)強化破障威力影響我堅固障礙物效果：混凝土障礙物如龍牙和消波塊等體積龐大、重量沉重，運輸和安裝時需要機械協助。與標準障礙物如雷區相比，雖然混凝土障礙物的設置時間較長，但是，其高密度和重量使得共軍無法使用火箭破障器彈射的炸藥來清除。為了解決此項窒礙，共軍近年來研發了破壞障礙物的炸彈。這種裝備可以有效地摧毀混凝土障礙物，使得我方的混凝土類固定障礙物材料不再具有難以清除的優勢。

(三)改變突擊登陸方式影響我海灘防禦：根據對共軍傳統登陸作戰破障模式的分析，可以發現，共軍進行登陸作戰時，主要的破障力量是組織在縱深攻擊群中。因此，在縱深攻擊群完成登陸之前，共軍的登陸部隊只有個人士兵的障礙物清除裝備，破障能力有限。然而，在 05 式兩棲裝甲破障車服役後，它配備了多種破障裝備，大大提高了對海灘陣地的破壞效率，削弱了海灘守軍的防禦能力。

(四)火箭布雷遲滯我軍反擊：根據我軍步兵旅反攻的示意圖，我們可以看到，我們的反攻部隊的待命區域距離守備

旅的限制打擊區域約 6-20 公里。如果結合守備旅防禦陣地的深度，其待命位置的範圍約距離灘頭陣地 12 公里至 40 公里，根據計算，共軍新型 GBL113 火箭布雷器的最大布雷距離可達 40 公里，在登陸階段，共軍可以使用火箭布雷器對我們的反攻部隊的移動路線進行機動布雷，阻礙我們的反攻行動。增加登陸後的增援戰力進程。

(五)敵我能力比較(如表 5)

1. 布、排雷手段

(1)共軍：擁有許多布、排雷機具、武器，例如兩棲裝甲破障車、綜合掃雷車、無人破障艇、GBP-128 式單兵火箭爆破器、散撒(火箭)布雷車、傘降布雷裝置、GBL113 型火箭布雷車等。

(2)我軍：現行我軍排、布雷是使用人力，進行單雷埋設與排除。

(3)比較：兩岸比較顯示，共軍在戰時具有多種清除我軍障礙物的手段。若敵人登陸，敵人將利用其火箭布雷系統進行布雷，並執行遠程反機動作戰。根據我軍目前的排雷方法，無法在短時間內消除。地雷區將影響並延遲我軍打擊部隊的反攻任務的執行。

2. 裝備機動性

(1)共軍：工程部隊的清障與設障裝備具有相對多樣的機動能力(水陸兩棲、履帶式和輪式)，如水陸兩棲裝甲障礙突破車、綜合掃雷車、散布(火箭)布雷車、機械化橋樑車和衝擊橋等。

(2)我軍：我軍即將進口火山布雷系統，且平時即妥善建立制式及非制式阻絕器材調查，可有效利用散撒布雷及阻絕設置，阻礙共軍機動。

(3)比較：從上述比較中，可以看出共軍工程部隊在戰時的機動支援能力，可以協助主力部隊快速展開。相反地，我軍工兵部隊的機動性相對遲鈍和沉重，無法迅速協助主力部隊執行反攻任務。

3. 反機動裝備

(1)共軍：工程部隊共軍擁有多種散撒(火箭)布雷車等裝備，可快速有效完成雷區設置，阻礙我軍機動。

(2)我軍：我軍具有可進行工程與築壘建設的機動工程機械與輔助機械，如挖土機、推土機和多功能工程車等。另外也具有戰術機動工程機械，包括履帶機動橋和 M3 浮門橋車等。除了浮門橋車外，大部分的架橋裝備還需要由輪式車輛進行裝載與運輸。

(3)比較：共軍現役即擁有較多數量的散撒布雷裝備，惟因其為登陸作戰，故所能攜行之阻絕器材種類缺乏，相校於我軍，我軍即將採購火山布雷系統，阻絕器材不虞匱乏，因此目前敵我反機動能力概等。

4. 裝備執行任務能力及所需人數

(1)共軍：共軍擁有多種裝備，可以執行各種任務，無需額外的人力協助。它可以執行如架橋(機械化橋樑車)、突破障礙物(水陸兩棲裝甲障礙突破車)、布雷(綜合掃雷車、火箭布雷車)等任務，只需派遣必要的人員，如機械操作員和指揮員等。

(2)我軍：與共軍相比，我軍裝備種類較少，可執行的任務有限。無法依靠單一的機械來完成如架橋和設置障礙物等任務，針對布雷與排雷等工程戰術任務，需調派大量人力與機具協助完成。

(3)比較：由上述比較可知，我軍執行架橋、設障、布雷等工兵戰術任務時，必須仰賴大量人力與機具協助。相較之下，共軍的機械化裝備能夠獨立依靠機械完成架橋與設障任務，對於布雷與排雷等任務，共軍的機械化裝備更能以單一裝

備完成任務。其能在戰鬥中精簡人力，並能執行多種任務，以確保主力部隊的戰場機動性。

我軍之剋制對策及建議

一、剋制對策

藉由以上分析共軍登陸作戰工程兵破障分隊能力的特點及弱點後，逐項提出以下幾點對應之剋制對策。

(一)阻斷海空掩護、減弱破障能力：特點分析中已述明，共軍於破障前，勢必先以海軍和空軍戰力，掩護其陸軍破障分隊及裝備實施破障任務，但在我國軍相對應的反艦、防空武器、各式火炮的反制下，加上國軍具有守方優勢及臺灣海峽天然屏障，共軍亦無絕對海優及空優，再者，共軍長期以來破障裝備數量及素質不足之弱點，亦是我國軍可加以突破之破口，藉由優先打擊共軍破障裝備，及優化我阻絕設施，即可減弱其破障能力。

(二)打擊裝甲防護、重點優先擊滅：共軍近年來積極研發具有裝甲防護之掃雷及破障裝備，裝甲裝備雖具有防護力強之優點，惟亦具有目標明顯、速度較慢之缺點，當裝甲破障裝備預於第一線實施破障時，應以兵、火力搭配「轉向型障礙

物」，將其誘導至預想殲敵區，並迫使其步戰分離，進而各個擊滅。

(三)研究裝備限制、破解遠距破障：無論是俄烏戰爭，或是共軍，皆具有遠距火箭破障裝備，雖然比傳統破障裝備破障距離稍遠，惟研究其諸元特性後，即可發現，火箭破障裝備因需使用爆導索開闢通路，所以雖名為「遠距」，因其火箭需拖曳數百公斤之爆導索，實則僅能發射幾百公尺，所以當其破障時，仍位處於兵、火力集中的第一線範圍，且因其攜帶大量未防護之爆藥，因此極其危險，當受到輕微爆炸波時，即會產生「殉爆」效果，因此當我軍於第一線發現遠距破障裝備時，應優先以火力攻擊，即可輕易摧毀，當共軍無法破障時，其主力部隊也同時受阻。

(四)擾亂指管協同、癱瘓指揮機制：共軍各兵種皆有破障裝備，但觀察其歷年演習紀錄，可發現各兵種破障部隊及裝備，皆缺乏協同演習經驗，且登陸作戰時，各兵種各兵科部隊皆同時機動，對於久未實戰之共軍，如此繁雜之指管流程，實在是其急需克服及訓練之課題，我軍則可利用共軍此一罅隙，利用電子戰、電磁干擾、假情報

等手段，積極癱瘓或干擾其指管作為，使其無法有效掌握部隊，甚至減弱其戰力發揮。

(五)因應共軍掃雷、研發水雷阻絕：共軍目前缺乏大型獵雷艇及掃雷艇，因此我軍可針對此一弱點，大舉採購或研發水雷，藉由布設大量水雷，配合兵力及火力，可以達到「擾亂、轉向、遲滯、阻止」等多種阻絕效果，以期引導其主攻部隊，落入我預想殲敵區，增加共軍兵力消耗及減緩登陸速度。

(六)因應敵情威脅、創新阻絕作法：完善的阻絕方案可以有效地延緩敵方的進攻，並提升我軍的戰鬥力。當共軍具備運用遠程火力對我軍海岸陣地進行即時、高強度和大規模的攻擊能力時，我軍目前的海岸阻絕行動勢必會受到敵方砲火的破壞。為了結合阻絕效果與火力反擊，有必要重新檢視設置海岸阻絕的思維，調整聯合作戰計畫至交戰區，並在預期的敵方殲滅區周圍設置戰術障礙物，如阻止、擾亂、轉向及遲滯等。

(七)整合沿海資材、填補阻絕缺口：我軍堅持「防衛固守、重層嚇阻」的軍事戰略理念，實施阻絕設置並協調部隊和火力的部署，以利於執行作

戰任務。然而，目前制式材料的數量有限，非制式材料必須通過物資動員來調動。因此，作戰區如何整合區域沿海設施的現有資源，獲得資金建造固定防禦工事，形成人工系統障礙物，以填補阻絕缺口，並根據作戰計畫在紅色海灘周圍設置，破壞原有的登陸地形，並成為對抗舟艇和車輛的永久固定障礙物，以延緩敵方的突擊登陸。

二、對我軍之建議

藉由以上分析共軍登陸作戰工程兵破障分隊能力的剋制對策後，逐項提出以下幾點對應之建議。

(一)優化阻絕效果：隨著共軍日漸增強破障能力，我工兵部隊亦積極改善阻絕方式及效果，使其破障裝備無法輕易排除我軍布設之阻絕設施，以下將區分水際、灘際、岸際等地區分別提出優化建議：

1.水際：(如圖 3)

(1)浮動平台運用：經驗證，每座浮動平台結合 3 個 50 加侖油桶，內裝 10%納磅油，其上再設置鋼刺蝟，繫留於水際，使其於水際漂浮，使用 6 磅 TNT 爆破使其燃燒，可造成 38.7 公尺殺傷半徑，6 公尺高火焰，燃燒 20 分鐘以上，干擾敵登陸作戰，增加敵武裝人員

泅渡時間，利於守備部隊火力打擊。

(2)採購水際雷：於水際布放雷區，結合海軍水雷及灘岸阻絕形成整體阻絕，增加敵武裝人員泅渡時間，利於守備部隊火力打擊。

(3)研發自殺無人艇：運用無人靶船結合遠距遙控、預劃航道及即時視訊等功能，搭載爆藥對敵船團實施攻擊，破壞共軍登陸編隊，如中科院「快奇專案」發展的自殺攻擊型無人艇，近日已在屏東恆春半島東部海域進行測試中。

(4)採購蜂群無人機：結合無人機及人工智能技術，掛載爆藥對敵空中與海上目標實施攻擊，毀敵於水際灘頭。

2.灘際：(如圖 4)

(1)增購機動布雷系統：本軍機動布雷系統配賦 20 套，採購 14 套，應增購滿足單位配賦數，以提升機動阻絕能力。

(2)採購火炮布雷裝備：運用火炮搭配布雷系統，於敵機動路線上快速、遠距完成布雷，使敵排除困難，侷限敵於我火力瞰制下。

(3)採購野戰快速掩體：配賦於工兵部隊及灘岸守備部隊，縮短完成陣地構築及阻絕所需時間，本次漢光演習已將

「HESCO 防禦工事」，納入演練課目，且效果卓越。

(4)鋼板樁運用：運用民間鋼板樁於灘際設置連續壁，使敵裝甲車及人員無法繞越或通過，限制敵於灘際，暴露於火力瞰制下。

3.岸際：(如圖 5)

(1)採購人攜式反戰車布雷系統：配賦於工兵群及守備步兵旅，於灘岸聯外道路布放雷區，迫敵蝟集形成我火力攻擊目標。

(2)活化動員車輛運用方式：動員車輛於聯外道路關節處及濱海城鎮陣地外圍，破壞引擎及輪胎，輔以詭雷、爆藥及重油，使敵難以排除。

(二)提升武器裝備效能：研究改裝機動式布雷車，以增進裝備使用效率及與友軍緊密配合。建議由中科院或軍備局設計改裝布雷系統及本軍現有裝備，除達成機動障礙之目的外，亦可提升本軍裝備使用效能，並納入年度演訓及訓練驗證，取得可靠之參數資料。若日後能自外購得或自行研發快速布雷裝備，應配合本軍年度漢光、長青、長勝、長泰等重大演習，擬定相關驗證項目(涵蓋地點、操作時間)，實施驗證，以取得相關可靠之戰鬥參

數資料，利於防禦作戰時執行機動布雷任務。

(三)水、陸布雷區域整合：水雷具有「損失小、效益高、操作簡易、價格便宜」之特性，能有效摧毀敵艦及裝甲車輛。另因其在水中高度隱蔽，不易被敵方衛星及航空照片偵測，可降低布設後遭大規模火力轟炸之機會。根據現階段共軍登陸作戰之破障能力，可發現共軍對於水深 2 公尺以下之水雷無機械化排雷能力。中科院目前正研發高潮線以下之水下水雷，若能評估、量產及配置部隊，可有效顯著提升海灘阻絕能力。

(四)建立專業任務編組：依據現行工兵準則之內容，可發現其指導原則僅包含各種工兵作業之方法及編成，於實際戰鬥階段，工兵部隊執行各項作業時，需其他兵種之支援，以符合偵察、搜索、警戒及火力支援等作戰需求，而協同作戰之指導僅限於原則性之敘述，致各單位於協助工兵部隊執行各項工兵作業時，無明確之任務分組，影響作業效率。建議參照美軍之模式，將「障礙設置」、「障礙排除」、「通道道路建造」、「橋樑緊急修復」、「爆破」等不同屬性之任務需求，制定成模組化之任務小組，並納入各聯合訓練

演習實施課程驗證，以利任務執行。

結語

共軍不斷進行各種軍事演習，其主要目的是藉由演習檢驗各單位日常訓練的成效。共軍的工程兵部隊也積極且持續地參與各種聯合和專業的軍事演習；因此，可以清楚地看出，共軍在工程保障作戰的運用上，不斷創新和求變，朝著資訊化、專業化、高科技化的要求發展。反登陸作戰實際上是防禦作戰的主力。陸軍是臺澎防禦作戰的「可靠力量」。工兵任務雖將重點放在海灘、港口和機場，但在共軍整體戰力快速發展的威脅下，過去的「灘岸決勝」的核心指導思想，需要重新審視和調整。利用島嶼的防禦縱深和沿海城鎮的特性，將敵人困於不利的環境中。利用島嶼的複雜地形，將軍事火力和阻絕設置密切結合，逐步削弱敵人戰力，為勝利創造契機。

中共新型駁船發展與對臺登陸作戰能力之探討

吳珮瑄少校

提要

- 一、中共對臺灣的軍事壓力從不減弱，「軍民融合」政策下跨海投送輸(載)具的轉型，新型駁船的發展正是這一背景下的重要產物，目的在提升中共對臺海登陸作戰中可能扮演的角色與影響。
- 二、隨著科技技術進步與戰略需求，解放軍開啟更換模式，針對登陸作戰的能量整合與演練安排，已不再僅限於傳統兩棲作戰艦艇，而逐步擴展至「軍民融合」體系下的民用船舶與新型駁船應用，強調「複合投送」與「聯合登陸」，即整合陸、海、空等多軍種力量，為的就是要實現快速、高效率之登陸作戰節奏。
- 三、本文參考近期新式駁船的報導，並在「軍民融合」政策下，也同步將大型民用運輸船隻(如滾裝船、貨船)轉化為軍事用途，分析其登陸作戰中應用模式恐對我國防衛作戰體系構成較大威脅，國軍應當居安思危，考慮「紅色海灘」防衛構想外的可能性。

關鍵字：軍民融合、跨海投送、新型駁船

前言

隨著中華人民共和國(以下簡稱中共)持續加強對臺灣的軍事壓力，特別是在登陸作戰能力方面，這種強化不僅體現在傳統軍事裝備現代化，還包含「軍民融合」政策下海上投送輸(載)具的轉型。新型駁船的發展正是這一背景下的重要

產物，目的在提升中共對臺海登陸作戰中可能扮演的角色與影響。

近年來，中共在對臺灣本島實施渡海作戰的模擬演練中，愈加強調「非傳統灘岸登陸」與「複合兵力快速接運」等概念，至少從西元 2020 年開始，中國軍方就在兩棲登陸演

習中嘗試使用浮動碼頭和堤道，從渡輪和其他船隻上卸下裝甲車和其他裝備¹。其中，作為新興投送載具的模組化駁船(modular barges)與大型滾裝船(RO-RO ships)，因具備自主航行、淺水登陸、裝卸彈性等特性，已在其渡海作戰藍圖中佔有一席之地，這些能力包括在簡易或受損港口設施進行卸載，使用臨時碼頭或棧橋將車輛和補給直接運送上岸，以及在海面卸載貨船(包括滾裝船)，然後通過小型運輸船(lightering)將物資轉運至已奪取的港口或灘頭陣地。

中共登陸作戰能力發展概況

一、登陸作戰概念之發展

中國人民解放軍(以下簡稱解放軍)之登陸作戰概念從傳統兩棲作戰轉向現代化聯合作戰，其登陸作戰區分為戰役組織與準備、先期作戰、登陸作戰與陸上作戰等階段²，置重點在登陸作戰階段，傳統解放軍強調的是三波次登陸戰術，即先遣部隊奪取灘頭、主力部隊擴

張戰果、後續部隊鞏固與建立登陸場；然而隨著科技技術進步與戰略需求，解放軍開啟更換模式，針對登陸作戰的能量整合與演練安排，已不再僅限於傳統兩棲作戰艦艇，而逐步擴展至「軍民融合」體系下的民用船舶與新型駁船應用，強調「複合投送」與「聯合登陸」，即整合陸、海、空等多軍種力量，為的就是要實現快速、高效率之登陸作戰節奏。

(一)先遣部隊奪取灘頭：第一波次多由海軍陸戰隊或兩棲突擊旅組成，搭乘兩棲登陸艦(圖1)於高風險灘岸突入，突擊上陸群在通過衝擊出發線後，採多點多路連續突擊方式，並在



圖1 075型兩棲攻擊艦
資料來源：南台新聞，〈海南艦及長沙艦抵港訪問5日〉，《Line Today》，
<https://today.line.me/HK>，檢索日期：
2025年8月25日。

¹ 〈中國據報正建造適應「台灣有事」需求的新型登陸駁船〉，《法國國際廣播》，
<https://www.rfi.fr>，檢索日期：2025年3月24日。

² 蔡和順，〈剖析共軍聯合登陸戰役〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第48卷525期，
西元2012年10月，頁36。

海、空軍密切支援下，集中所有兵、火力，於主要登陸地段實施登陸，希能一舉突破與奪占敵灘頭陣地之作戰行動³，奪取登陸場與建立灘頭堡。如西元 2021 年 7 月在大陸東南沿海，實施「越海奪島」聯合登陸演練，運用無人機先期監偵，及無人艇(機)實施灘岸阻絕爆破，確保登陸部隊安全，合成營遂行突擊上陸，奪取高地目標，強化陸上作戰能力⁴。

(二)主力部隊擴張戰果：第二波次則動用滾裝船(圖 2)與大型貨船輸送機械化部隊與補給資源，在突擊上陸群建立灘頭陣地後，指揮員同時開始下令縱

深攻擊群登陸，從已奪取有利方面進入作戰，迅速向敵縱深地區實施超越攻擊，與突擊上陸群攻擊敵反擊部隊，以奪占敵縱深目標，擴大與鞏固登陸場，保障集團軍後續部隊登陸⁵，協助鞏固與擴張灘頭縱深。

如 2020 年 10 月東部戰區第 73 集團軍於大陸東南海域，實施多兵種聯合立體渡海演習，兩棲裝甲突擊群，在空中和地面的火力掩護下，迅速自兩棲登陸艦及野牛級氣墊登陸艇(圖 3)發起突擊，包括水陸坦克(圖 4)及快艇向灘際快速衝鋒；水陸坦克直接從海上對灘岸目標進行射擊。另特戰部隊以機降方



圖 2 中國滾裝貨輪

資料來源：〈中國滾裝貨輪對我有威脅？林超倫、林傳凱：商航之名行演習之實〉，《自由時報》，

<https://share.google/NynLweVOZKci8WEeX>，檢索日期：

2025 年 8 月 25 日。



圖 3 野牛級氣墊登陸艇

資料來源：編譯郭正原，〈野牛兩棲登陸俄波羅的海艦隊秀戰力〉，《青年日報》，

<https://www.ydn.com.tw>，檢索日期：

2025 年 8 月 25 日。

³ 蔡和順，〈共軍師登陸作戰之研究〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 50 卷 537 期，西元 2014 年 10 月，頁 70。

⁴ 王健民，〈探究共軍聯合登陸作戰能力-我防衛作戰因應之道(以 2021~2023 年軍演為例)〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 60 卷 596 期，西元 2024 年 8 月，頁 12。

⁵ 同註 2，頁 36。



圖4 ZTS-63A型水陸坦克
資料來源：金亞文，〈中國推出最新型水路坦克性能世界先進〉，《中國評論新聞網》，<https://hk.crntt.com/>，檢索日期：2025年8月25日。

式，向縱深地區展開敵後破壞，與登陸部隊對守備部隊形成兩面夾擊之勢⁶。

(三)後續部隊鞏固與建立登陸場：第三波次則接運重型裝備與後備部隊，以保障後續攻擊力量與後勤保障物資持續登陸，於所占領登陸場內建立登陸基地，主要包括海上及陸上部分；登陸基地建立在主要登陸地段，其範圍大小依作戰任務、作戰編組、灘岸與灘後條件確定⁷，強調「持續輸入與戰略縱深建立」的思維。如2025年2月大陸官媒央視(22日)報導，在粵東某訓練場，解放軍東部戰區第73集團軍某旅組織所屬合成部隊，重點圍繞要點奪控、

街巷清剿等實戰內容，展開進攻戰鬥考核⁸。

二、渡海作戰演訓趨勢

近年來，解放軍在渡海作戰演訓中展現出新的作戰趨勢，包含渡海梯隊編組、岸灘奪取、快速卸載等流程的增進與優化，例如，解放軍在演習中使用大型民用滾裝船進行軍事運輸，顯示出對快速投送與後勤支援之重視，在觀察些這演訓活動時，可以反映出解放軍在登陸作戰能力上仍持續提升中。

(一)東部運投-2020：共軍南部戰區74集團軍所屬重型合成旅，於2020年6月徵用「長達隆號」滾裝船，實施整建制跨海投送演練，在2020年「東部運投-2020」8月演習中，解放軍首次大規模動用渤海輪渡集團旗下六艘滾裝渡輪進行裝甲車灘岸卸載，並配合浮動棧橋與墊道鋪設實施快速接運，主要驗證滾裝船、貨輪的裝載、投送能力，及運用半潛船及浮橋，進行「無碼頭卸載」作業。所謂「無碼頭卸載」意思係指：「當任務

⁶ 于鵬飛、謝志淵，〈2020年共軍東、南部戰區登島演習研析-兼論對國軍防衛作戰之啟示〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第57卷577期，西元2021年6月，頁33。

⁷ 高魯、葛濤、郭書科、羅成，〈登陸作戰裝備保障部隊突擊上陸速度淺析〉，《運籌與管理》(北京)，西元2012年4月，頁27。

⁸ 〈解放軍「攻台先鋒」演練城市巷弄清剿台軍模擬大陸攻新竹海灘〉，《香港01》，<https://www.hk01.com/>，檢索日期：2025年4月22日。

地區的港口碼頭設施因戰爭、自然災難、恐怖襲擊等原因，遭破壞無法使用，或無既有碼頭設施可供利用，須採取多種替代方法和手段，完成物資裝備從船舶到陸上的卸載作業，以有效保障前線需求」⁹。

(二)東部運投-2020A：2021年在福建省與廣東省交界處太埕灣舉行「東部運投-2020A」演習，更進一步於南部戰區進行單位級海上突擊訓練，徵用了6艘滾裝船、2艘貨輪及半潛船等¹⁰，模擬 RO-RO 船支援第一波次登陸作戰，演習中並未完全依賴傳統軍艦，而是嘗試以民船在短時間內完成部隊集結、航渡、卸載與重新配置，展現極高的後勤靈活性。2021年9月，解放軍測試並評估了一種新型浮動棧橋系統(圖5)，畫面指出，海上堤道是由多個浮動平台組合而成，並且確實具有軍事行動意義。

(三)綜合以上 2020-2021 年東部運投演習中出現的防禦行動觀察結果，解放軍與其商船支援艦隊或許正在轉變思維，開始考量將這些船舶置於潛在風險之中，包括模擬戰時第二

波次與第三波次部隊接運流程，由滾裝船將車隊卸至岸際轉運，再由小型登陸艇或改裝駁船運往後方部署區域，其觀察有以下幾點說明。

1.解放軍目前可能無法提供足夠的兩棲登陸能力，亦無法在艱困或嚴峻環境下支持大規模跨海入侵臺灣所需的海上後勤保障。

2.解放軍對民用船舶的運用似乎僅限於特定船隻，展現出初步發展的能力，但尚不足以支援跨海入侵，然而，當這些能力正式確立，船舶數量增加，其整體運輸能力可能會迅速提升。



圖5 新型浮動棧橋系統

資料來源：〈中國怪奇登陸船的真實影像曝光了 與滾裝輪對接組成海上浮橋〉，〈自由時報〉，

<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4924598>，檢索日期：

2025年3月24日

⁹ 楊太源，〈共軍徵用「民用船舶」支援兵力投送評析〉，《中共研究雜誌社》，<https://iccs.org.tw/NewsContent/65>，檢索日期：2025年4月13日。

¹⁰ 同註9。

3.演習重點放在建立軍事單位與民用組成部分之間的程序與協調機制。

4.西元 2021 年的活動首次引入了十五年來的全新兩棲登陸技術，這可能標誌著這一趨勢的轉變。

5.大多數演習的支援僅限於白晝時段，並配合有利的潮汐和天氣條件進行。

6.解放軍利用民用船舶支援大規模兩棲後勤提供了一個基準，並勾勒出解放軍未來行動可能需要的能力與運輸規模。

7.渡海作戰不僅是軍力輸出，更是「系統推進」，強調灘岸奪取後須迅速完成設施建設與兵力再配置。

新型駁船與軍民用運具之戰術角色

一、新型駁船特色

新型駁船(圖 6)在設計上具有多項技術特色，其設計理念已超越傳統運輸載具範疇，轉而成為具戰術支援功能的接運平台，如淺灘接戰能力、自航功能、模組化裝載等，這些特性使其能夠在各種複雜的海岸環境中執行登陸任務，並大幅提高部隊及裝備的投送效率。

(一)特徵研判：外媒軍事專家分析開源情報指出，中國正建造至少 3-5 艘新型特種登陸駁船，並與艦體船身漆上「東工 401」、「東工 402」和「東工 403」



圖 6 新型特種登陸駁船示意圖

資料來源：〈網傳中國建造一系列特種登陸船意在突破台灣「紅色沙灘」防衛〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4924598>，檢索日期：2025年3月24日。

等字樣之舷號，其中一艘可伸出長約 120 公尺的陸橋，直接深入沿岸公路、城鎮運送裝備¹¹。有關這些特種登陸駁船，每艘都具有很長的路橋從艦艏前面延伸出來，其長度可能有超過 120 公尺，所以研判一艘船的船身長度的加橋樑長度大概是 250 公尺，且這些駁船能夠自升式的把 3 艘被串聯在一起(圖 7)¹²，組成了長約 850 公尺的「跨海道路」，用於到達沿海公路或海灘以外的堅硬地面，而

尾部設有一個開放式的平台，甚至還有自備坡道，可供其他船舶停靠和卸貨，其中有些駁船甚至帶有可升降 4 個、6 個與 8 個巨型升降支柱(圖 8)，基本尺寸研判如表 1，即使在惡劣天氣下，不需依靠臨時碼頭或建置堤道系統，也能提供穩定的運送平台，這些駁船在行動中，就像是充當浮動碼頭一般，在戰術上研判可直接將大量的重型戰車及載具，卸載到臺灣沿海的道路上。



圖 7 新型特種登陸駁船

資料來源：〈有夠近！中國古怪登陸船又來了 船體懸空又立柱、還可串聯入侵〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4979760>，檢索日期：2025年3月24日。

- ¹¹ 〈網傳中國建造一系列特種登陸船意在突破台灣「紅色沙灘」防衛〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4924598>，檢索日期：2025年3月24日。
- ¹² 〈有夠近！中國古怪登陸船又來了 船體懸空又立柱、還可串聯入侵〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4979760>，檢索日期：2025年3月24日。



圖8 駁船有4個、6個與8個巨型升降支柱

資料來源：ALLSOUREC ANALYSIS, <https://allsourceanalysis.com/>, 檢索日期：2025年3月24日。

表1 特種登陸駁船尺寸研判表

項次	升降支柱	駁船長度	駁船寬度	棧橋長度
1	4個	108公尺	38公尺	133公尺
2	6個	128公尺	35公尺	140公尺
3	8個	185公尺	36公尺	200+公尺

資料來源：作者自行彙製。

當然其中應還有相當大的技術需要克服，特別是跨長距離來運送重型武器，而不使橋樑變形或斷裂，以及尺寸噸位這麼大一艘船航行速度與跨洋途中恐被攔截機率；但在顯示說明了中共解放軍正嘗試打傳統思維解決可能的軍

事行動方式，國軍應當居安思危，考慮「紅色海灘」防衛

構想外的可能性。

(二)技術特性研判：新型特種登陸駁船是解放軍為提升兩棲作戰能力所發展的關鍵裝備，其設計與功能具有以下顯著特徵。

1.模組化裝載設計：這些登陸駁船採用模組化設計，可以根據任務需求進行快速配置和改裝，如裝甲車登陸平台、臨時浮碼頭、補給箱平台、發電組模組、浮動橋節或兵員投送平台，以適應不同的作戰環境和任務要求，模組間最多可連結五節船體，形成120至150公尺之臨時作戰平台。

2.自航能力：傳統駁船需依附於拖船或登陸艦組合使用，

而新型登陸駁船具備較高的航速和機動能力，能夠在複雜海況下執行任務，提升了部隊的快速反應能力，有助於駁船在戰區完成裝卸任務後迅速脫離，避免遭受敵軍反制武力攻擊。

3. 多功能性：中共新型駁船普遍設計為平底構型，除了傳統的登陸作戰任務外，這些駁船可於無碼頭、無港設施的灘岸地形實施登陸作業，還具備物資運輸、人員輸送、醫療救援等多種功能，增強了部隊的綜合保障能力。

二、民用運輸船隻的軍事應用

在「軍民融合」政策下，解放軍將大型民用運輸船隻(如滾裝船、貨船)轉化為軍事用途，例如，解放軍曾使用渤海輪渡集團的 16,000 噸級的民用貨船(渤海珍珠號)進行軍事運輸演習¹³，顯示出民船在戰時可作為支援平台之潛力。

(一) 滾裝貨輪：滾裝貨輪設計用於輪型與履帶型車輛的船隻，雖非傳統登陸艦，但大型滾

裝貨輪若具備加固甲板與軍車固定設施，可作為第二波或後續波次兵力登陸平台，在軍事上可轉化為高效率的戰略投送平台，故從船體設計、監造到登記、管理過程已具備海軍大型運輸艦的物資運輸能力，故共軍將其納入重要的後勤保障運輸載具¹⁴，其優勢有提高快速裝卸效率，無須依賴吊掛設施，車輛可自行進出作為簡易碼頭、臨時泊位作業，也可搭載大量主戰裝備(如主戰坦克、自走砲、裝甲車、後勤支援等車輛)，提高載重能力，並可達到平時作為商用貨輪，戰時依法徵用或依軍轉標準等規範改裝後即可投入作戰的軍民融合政策，中共現有各型民用滾裝船 60 餘艘，其中「軍管民字型」滾裝船 34 艘，分由南部戰區海軍、東部戰區海軍、北部戰區海軍列管，可運送逾 20 個合成旅，對戰力快速增長有巨大的助力¹⁵。透過軍民融合政策，解放軍已將多艘大型民用滾裝貨輪標準化為可搭載重裝甲單位的艦船(圖 9)，提升渡海登陸作戰能量。

¹³ 〈解放軍演習徵用萬噸民用船評論稱或是未來犯台一種戰術台灣以練針對性防衛〉，《rfi》，<https://www.rfi.fr/tw/>，檢索日期：2025 年 4 月 22 日。

¹⁴ 詹仁吉，〈淺談共軍非正規輪具運用－以滾裝貨輪與半潛船為例〉，《陸軍砲兵季刊》(臺南)，第 197 期，西元 2022 年 6 月，頁 69。

¹⁵ 楊太源，〈共軍徵用「民用船舶」支援兵力投送評析〉，《中共研究雜誌社》，<https://iccs.org.tw/NewsContent/65>，檢索日期：2025 年 4 月 13 日。



圖9 坦克被裝載到一艘改裝用來運載軍用車輛的汽車渡輪

資料來源：〈中國首次亮相新型登陸艇-這對臺灣意味著什麼？〉，

<https://www.theguardian.com>，檢索日期：2025年3月24日。

其優缺點分析有以下幾點：

1. 優點

(1)運載量大，可搭載主戰坦克、補給物資、後勤單位，支援建立灘頭堡與後續推進。

(2)和平時期作為商用貨輪，戰時依法徵用或依軍轉標準改裝後即可投入作戰。

(3)作為機動預置補給船，滾裝貨輪能快速在區域內轉移部隊、補給與裝備，快速支援突發戰局轉變。

2. 缺點

(1)需具備相對穩定的登陸條件(如已建構簡易碼頭、浮動棧橋、港區掌控)，依賴港口與登陸設施，不適合第一波強行登陸，較適合第二波由滾

裝貨輪運載重裝甲、後勤與地面建制部隊登陸支援灘頭穩固與推進。

(2)滾裝貨輪船體型大，易受海空火力打擊、防禦力弱，需有制空與制海權掩護才能接近灘岸。

(3)非專業登陸艦，不具備灘岸直接搶灘能力，須配合其他平台使用。

(二)半潛船：半潛船是專門從事運輸大型裝備的特種船舶，包括海上石油探鑽平台、大型船艦、潛艦、預置橋樑等；該船配賦潛浮壓載系統，船身可以下潛裝載或下卸重型裝備，工作完成後潛浮壓載系統可將水排出浮在水面上¹⁶，其軍事優勢包括可搭載超大型裝備，如兩棲艦艇、浮動碼頭模組等，具備海上浮式碼頭功能，能在無港口條件下實施裝卸，且半潛船航程遠、耐海性強、能快速沉浮切換狀態執行多樣作業，非常適合遠距離作戰行動，有效支持遠距部署。作戰中受損艦艇通常無法及時返回基地搶修，而半淺船浮沉特性，可作為簡易船塢使用，增加海上作戰任務支援及救援能力¹⁷。中時

¹⁶ 陳添郁，〈中共半潛船發展對登陸作戰效能之研究〉，《陸軍學術月刊》(桃園)，第52卷549期，西元2016年10月，頁49。

¹⁷ 陳群文、劉俊延，〈淺析豬共半潛船發展與軍事運用〉，《海軍學術月刊》(高雄)，第57卷4期，西元2023年8月，頁65。

新聞網於 2023 年 1 月 7 日罕見公布了中共海軍飲馬湖號半潛船的訓練畫面，飲馬湖號屬於典型的半潛船設計，主甲板非常低平，船頭和船尾很高，船體內部設有壓載艙，可以根據需要增加或排出壓載艙進水，從而控制船隻的潛浮高度。照片顯示(如圖 10)，飲馬湖號抵達任務海域後，首先下潛至預定水深，訓練轉運船占領預定陣位後，緩緩接近飲馬湖號並做好裝載準備。其優缺點分析有以下幾點：

1.優點

(1)半潛船可承載驅逐艦、潛艦、兩棲登陸艦等艦艇跨洋運輸，其中最著名的是 **Blue Marlin** 於 2000 年在葉門亞丁港內遭蓋達組織以自殺小艇衝撞攻擊而損毀，無法自主航行的美國海軍柯爾號飛彈驅逐艦載回美國本土¹⁸。

(2)半潛船具備「海上浮動碼頭」的功能，可在無港區、無灘岸碼頭的狀況下，半潛船下沉成浮碼頭，供滾裝貨輪、登陸艇或其他船隻接駁裝卸重型裝備。

(3)透過模組化設計，半



圖 10 飲馬湖號半潛船的訓練畫面
資料來源：〈大陸央視罕見披露 飲馬湖號半潛船訓練畫面〉，《中時新聞網》，
<https://www.chinatimes.com/realtimews/20230107001121-260409>，檢索日期：2025年4月17日。

潛船可快速轉型為海上基地或浮式作戰平台，有可作為海上大型建設支援並部署。

2.缺點

(1)缺乏自衛火力，需依賴艦隊或戰機掩護。

(2)動作速率慢、機動性低於戰鬥艦艇。

(3)裝卸過程需特殊條件下才能作業，如平穩海況與技術支持。

三、駁船在登陸作戰中應用模式

新型駁船可以彌補運力不足，更可以在短時間內將大量的軍事裝備(車輛、物資和人員的輸送效率)集中投放到對岸，但絕對不會是在「第一波的搶灘」，因為同時也可能成為「高

¹⁸ 〈台船公司舉辦 65,000 載重噸級 潛舉式甲板重貨載運輸「GPO EMERALD」交船〉，《臺灣國際造船股份有限公司》，
<https://www.csbcnet.com.tw/ActivitiesDetailC004100.aspx?Cond=b4992668-9fe4-4996-aaf9-ad705493c31f>，檢索日期：2025 年 4 月 22 日。

價值目標」，而是在「登陸場」建立之後，跨海登陸作戰最要緊的是要建立「攻勢基地」，隨後在第二次增援中運送主力部隊和重型裝備，若擁有機場、港口，將以利後續的部隊物資得以源源不斷地進入，以提高登陸作戰之靈活性和效率，其應用模式推測如下。

1.多點登陸：傳統兩棲作戰通常選擇地形適宜之海灘作為登陸點，但這種方式容易被對手預判及進行防禦作為，而新型登陸駁船的高機動性和多功能性，使解放軍能夠選擇多個登陸點，甚至在不適合傳統登陸地段也可以實施登陸，有一些地區有一些岩石，傳統意義上並不適合登陸作戰，但是這種橋樑完全可以跨越不易登陸的地形，將登陸的起始點延伸到更深入的內陸地區，大大增加中國兩棲部隊可能登陸的寬度和地點¹⁹，增加了我軍防禦的困難度。

2.快速部署：新式登陸駁船的高航速和模組化設計，可將多個駁船可以相互連接，根

據西部海灘的灘後狀況不同，可以將10艘或者更多這樣的船搭在一起連續使用，就能夠組成一條長達2公里以上的碼頭，使部隊能夠在短時間內完成集結和部署，提高了作戰突襲性與靈活度。

3.後勤持續：新型登陸駁船具備多功能性，可能會和目前大量建造的滾裝船結合使用，駁船用來連接滾裝船和灘頭陣地，敵坦克以及裝甲車可以直接從滾裝船上行駛下來，沿著橋樑走向灘頭陣地，這樣將大大提高向灘頭投放兵力和物資的速度，解決灘頭及登陸上岸後的後勤補給問題。

綜上所述，解放軍徵用民用船舶(滾裝船，半潛船、新型浮堤及浮動碼頭)，作用如下：一是可以配合解放軍「075型兩棲攻擊艦」及「071型綜合船塢登陸艦」等，建構出可以實施遠征型兩棲攻擊艦隊。二是用於解決解放軍海外基地不足，畢竟登陸作戰重點在後勤持續力，半潛船被稱為「遠征移動基地艦」²⁰，共軍認為發展半潛船

¹⁹ 〈【軍事情報局】真要打臺灣？中共登陸駁船詳解〉，《新唐人電視台》，<https://www.ntdtv.com/b5/2025/01/17/a103948904.html>，檢索日期：2025年3月24日。

²⁰ 〈罕見曝光！解放軍半潛船「飲馬湖號」訓練照港媒：奪島搶灘支援作戰利器〉，《Newtalk新聞》，<https://newtalk.tw/news/view/2023-01-06/852020>，檢索日期：2025年4月17日。

可彌補戰略投送能力薄弱，及缺乏海外基地的戰略短板。三是利用新型駁船、滾裝船、半潛船及浮橋等相關設備，進行「無碼頭卸載」作業，為攻臺第二梯隊及預備隊提供人員、物資與裝備下卸作業，確保登島作戰部隊的持續作戰能力²¹。

對我國反登陸防衛作戰之 衝擊

1949年金門戰役是中國軍事著作中經常引用的案例之一，檢討敗戰首要原因是輕敵跟戰術失誤，傳統渡海作戰，有兩個原則必須遵循，第一是首波突擊梯隊要具有突破防線，並向縱深發展之力量，故對渡海載具要求甚高，其二是要建立穩固的灘頭陣地²²，筆者認為最顯著的關鍵教訓應為，即使第一梯隊作戰部隊成功奪取灘頭陣地，但若後勤支援無法及時跟進，後續梯隊將無法登陸，這將對整體登陸作戰產生重大影響，甚至在極端情況下影響到整個聯合作戰，以下提出幾點衝擊觀點。

一、灘岸防衛的挑戰

傳統上，臺灣的防禦重點放在有限的可登陸海灘，這些地點易於防守，然而，這些駁船的能力，使解放軍能夠在更多、更分散的地點進行登陸，繞過傳統的防禦陣地。由於新型特種登陸駁船的部署，對臺灣的防禦策略提出了新的挑戰。民用船舶將是任何大規模「跨海投送」(cross-sea projection)行動的重要組成部分，尤其是在對臺灣的跨海入侵作戰中，新型駁船之引入恐增加我國灘岸防衛之難度，其淺灘接岸和快速卸載能力使解放軍能夠在更多地點實施登陸，基於此原因，解放軍可具備了多點、多方式登陸的能力，臺灣則需要擴大了我軍防禦範圍，增加防禦資源的分配難度。

二、偵察與反應時間之壓縮

目前共軍攻臺正規兩棲輪具不足，缺乏大規模登陸艦艇，但「中國可能透過動員民間運輸資源來彌補登陸艦不足」，包括使用大型滾裝船、商業駁船

²¹ 楊太源，〈共軍徵用「民用船舶」支援兵力投送評析〉，《中共研究雜誌社》，<https://iccs.org.tw/NewsContent/65>，檢索日期：2025年4月13日。

²² 林佳興，〈慶祝古寧頭戰役勝利70周年-作戰情勢分析〉，《陸軍步兵季刊》(高雄)，第273期，西元2019年8月，頁10。

等作為登陸補給手段²³，且中共動員流程模糊，軍民轉換船隻可在演訓與商業任務間切換，難以透過衛星與臺灣海域船舶動態資訊系統(AIS)資料辨識真正軍事投送單位，將民船編為海上民兵海運大隊，試驗如何使用民間運輸資源執行軍事任務²⁴，而特種駁船按照民用標準建造的，若有需求則可以在短時間內大量建造，解放軍將可利用民用船隊進行軍事投送，可能模糊戰爭徵候，壓縮我軍偵察與反應時間，因非正規登陸的灘岸往往缺乏固定雷達、岸防火力與戰備部隊部署，形成「天然漏洞」，這應強烈要求我軍提高情報蒐集和快速反應能力，才可應對其突發狀況。

三、高風險區域之分析

2023年國防部檢討共軍可能對臺兩棲登陸近20處海灘，由於毗鄰空軍花蓮、佳山基地，重新將七星潭海灘納入²⁵。臺灣西部的灘岸地區均可能成為新型駁船登陸的高風險區

域，至少有14處共軍可能登陸海灘：加祿堂、金山南(以上紅色海灘)、林口、海湖、金山北、翡翠灣、福隆、頭城、壯圍、羅東、布袋、臺南黃金海岸、北臺南海岸、林園²⁶，這些駁船的設計，使其能夠在惡劣的海岸條件下運作，包括泥灘和海堤等地形，換句話說，只要是地形平坦之地區，就適合大型船隻接岸，變成「處處防備、處處薄弱」的窘境，故需特別加強防禦部署，意味著臺灣需要重新評估其海岸防禦策略，考慮到解放軍可能利用這些駁船在非傳統登陸點發動攻擊的可能性。

結語與防衛建議

中共新型駁船之出現，代表著解放軍對臺登陸作戰模式再進一步進化了，若與傳統軍用登陸艦艇相比，這些新型駁船(包含可模組化、具自航力、低吃水、便於灘岸接駁等特性)不僅能夠在各地點非正規灘岸

²³ 〈為攻台做準備？共軍新型登陸駁船曝光 具超長登陸橋〉，《聯合新聞網》，<https://udn.com/news/story/7331/8613081>，檢索日期：2025年3月24日

²⁴ 歐錫富，〈2023中共政軍發展評估報告-第四章共軍攻台兩棲戰力〉，《國防安全研究院》，出版日期：2024年1月3日，頁72。

²⁵ 〈獨家〉睽違34年後，花蓮七星潭再列紅色海灘〉，《自由時報網》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4461884>，檢索日期：2025年4月17日。

²⁶ 歐錫富，〈2023中共政軍發展評估報告-第四章共軍攻台兩棲戰力〉，《國防安全研究院》，出版日期：2024年1月3日，頁61。

登陸外，更具備快速投送後續梯隊重型裝備與補給之能力，大大彌補了解放軍現有船團在接近灘岸時最後一公里之弱點²⁷。此外，在「軍民融合」戰略主軸下，解放軍可成功將部分民用滾裝船、工程駁船與運輸平台納入戰備體系中，透過模糊化的船舶用途與任務轉換能力，使其在戰時能迅速投入軍事運用，甚至在無預警狀況下完成先期部署與接戰準備。

這些種種變化都顯示出中共已不再單純依賴傳統兩棲登陸艦艇有限數量，而是發展出另一種多元登陸體系，利用民用運輸資源支撐海上立體投送、逐次上岸與接續後勤補給作戰流程，將使中共在登陸作戰中，具備突襲性、偽裝性與續航力之能量，對我國防衛作戰體系構成較大威脅，而新型駁船雖非傳統軍事艦艇，卻因其平戰時戰術彈性運用，也可成為解放軍強化對臺登陸作戰能力的重要關鍵，在未來衝突中，他們將結合「軍民融合」政策、快速接運與灘岸突襲等特性，對我國防構成實質威脅，故我國應從以下幾個層面強化整體防衛體系。

一、強化海岸預警系統與識別能力

中共近年大量運用民用駁船與滾裝船，判斷有可能於戰時迅速切換為軍事用途之跡象，而將民用駁船與滾裝船偽裝成軍事任務易造成軍事戰爭之衝突，我國平時應加強針對中共解放軍船艦群之監視偵察能力，並建構軍民船艦用途識別機制系統，建議強化戰術預警能力，提升衛星偵察、無人機巡邏等手段，以利提供國軍部隊實施辨別分析，即時取得中共解放軍部隊軍事動向，確保預警系統效能。

二、滾動調整防禦部署

傳統觀點認為，在臺灣本島上僅有少數適合兩棲登陸的沙灘，這些地點可能會受到重兵防守，面對這些新型駁船帶來的潛在威脅，使中共解放軍可以選擇新的登陸地點，並使我軍組織防禦能力變得更複雜，故臺灣必須要調整其防禦策略，根據中共解放軍多點登陸策略可能性，須重新評估調整防禦部署，確保關鍵區域之防禦強度。

²⁷ 〈登島神器讓重裝部隊一步上岸〉，《知乎專欄》，<https://zhuamlan.zhihu.com/p/3074564996>，檢索日期：2025年4月17日。

三、提升機動火力打擊能力

新型駁船雖具備接近岸灘能力，但在岸際接駁卸載階段時防守能力較為薄弱，我國均應可發展多層次灘岸打擊火網，針對灘岸接合運輸階段進行飽和攻擊，特別是在預判可能登陸的地區，加強部隊機動性和彈性，部署偽裝火力據點與偵察節點，提高敵軍難以精確判斷我方防衛部署的困難度，確保能夠在短時間內對突發狀況作出反應。

俄烏戰爭中無人艇(載具)運用之淺析

簡紹帆中尉、楊智凱士官長

提要

- 一、於俄烏戰爭中，無人操縱機器成了不可或缺的裝備，無論是偵察空拍機、攻擊機、機器犬、無人艇等逐漸變成一種新的作戰運用方式，其中無人艇可有效協助現代船艦執行各項任務外，建造成本更是低於傳統艦艇，故成為現今各國持續開發及研究項目。
- 二、探討烏克蘭於俄烏戰爭中的具體應用案例，所產生之戰術效果與影響，進行分析及研究，將其納入對我國防衛作戰運用之參考。
- 三、我國為海島型國家，河口及港灣眾多，透過對無人艇技術特性、軍事應用領域及俄烏戰爭中的具體案例，為我國防衛作戰提供建議與戰術運用參考，以利後續提出適用於臺灣戰略環境的無人艇作戰建議。
- 四、我工兵部隊負有河口阻絕之任務，若能加以瞭解無人艇之相關知識與運用方式，配合無人機同時運用，除河川水文及鄰近海域偵查運用外，更可提前預警敵情，結合相關阻絕設置及火力配置，已達阻敵、殲敵之效果。

關鍵字：無人艇、俄烏戰爭、防衛作戰

前言

俄烏戰爭自西元 2022 年爆發以來，戰場態勢不斷演變，無人作戰科技發展與應用成為焦點，其中，無人艇(Unmanned Surface Vehicle, USV)在海上作戰領域的表現相當突出，成為現代戰爭提供了軍事新型攻

擊與防禦方式，而烏克蘭利用了無人艇實施軍事行動成功突襲俄軍艦艇與海上設施，展現了低成本、高效能之戰術價值，對傳統海戰模式產生深遠影響，此項軍事戰術行動能加以推演及探究。

無人艇技術特性與傳統 艦艇之比較

無人艇是一種現代化海洋船艇結合智能化不需要駕駛員登船實施駕駛操控，透過遠端遙控駕駛船艇可於水面或水下作業，搭載先進傳感器和計算機運算系統，通過編成及衛星定位實現長距離行駛並避開海上障礙物，最初常用於商業和民用目的，隨著技術逐漸成熟，無人艇運用於排雷、監視和自殺式攻擊等任務之軍事戰術目的。

一、技術特性

無人艇設計為適應水面、深水、河川及海洋等不同環境要求因素，且講求防水、防腐蝕、抗風浪、準確測量導航及克服海面障礙等¹，其技術涵蓋自主導航、遙控操作、人工智慧決策與多重攻擊模式。

(一)動力系統

1.電動推進器：適用於小型或低速無人艇，具有低噪音、低排放特點，常用於環境監測或

近岸任務，如我國廠商自主研發無人載具「碳險家一號」²採用電力驅動搭載船用鋰電池系統(圖1)。

2.柴油或混合動力系統：提供較高續航力和速度，適用於中型無人艇，能應對長時間或遠距離任務需求，如我國廠商自主研發無人載具「海鯊800」³採用柴油動力系統(圖2)。

3.波浪或風力推進：利用自然能源實施長時間自主航行，適合進行海洋觀測任務，如丹麥部署美國 Saildrone 公司「航海家(Voyager)」⁴無人水面載具採用風帆動力系統(圖3)。



圖1 碳基科技「碳險家一號」
資料來源：中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，
<https://news.ydn.com.tw/nrws/newsInsidePage?chapterID=1774078&type=highlight>，
檢索日期：2025年6月20日。

¹ 香港智庫，〈海上快速無人艇，幫助中國管理海洋的好幫手〉《團結香港基金》
<https://www.ourhkfoundation.org.hk/sites/default/files/media/pdf/sea4.pdf>，
檢索日期：2025年6月6日。

² 中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，
<https://news.ydn.com.tw/nrws/newsInsidePage?chapterID=1774078&type=highlight>，
檢索日期：2025年6月20日。

³ 同註2。

⁴ 丹麥將部署無人船強化海上情監偵，
<https://news.ydn.com.tw/nrws/newsInsidePage?chapterID=1764906>，
檢索日期：2025年6月20日。



圖2 雷虎科技「海鯊800」
資料來源：中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，
<https://news.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1774078&type=highlight>，
檢索日期：2025年6月20日。



圖3 美國Saildrone公司的「航海家(Voyager)無人水面載具」
資料來源：丹麥將部署無人船強化海上情監偵，
<https://news.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1764906>，
檢索日期：2025年6月20日。

(二)導航與通訊：無人艇導航與通訊系統為確保其自主性能與遠端操控，應具備全球導航衛星、慣性導航及自動識別系統等，先進導航系統結合感測器數據，可實現即時路徑調整與障礙物迴避判斷計算，提升自主航行安全性⁵。

(三)感測器與偵蒐設備：可搭配多種感測器，以支援各類任務需求，如壓力/深度、水溫感測器、聲納(主/被動)、側掃聲納、光電影像、磁力、水質化學及氣象與環境感測器等，如新加坡海軍「海上維安無人艇(MARSEC USV)(圖4)」，該艇擁有雷達、光電等感測器，搭配多種燈具、雷射、警告與廣播設



圖4 「海上維安無人艇」
資料來源：星「海上維安無人艇」服役執法利器，
<https://news.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1742882>，
檢索日期：2025年6月15日。

備，艇艙配有遙控武器系統裝備1門12.7公厘機槍，有助遂行多元任務⁶。

(四)武裝與攻擊手段：部分無人艇具備武裝能力，搭載如聯

⁵ Seagull，〈具有先進多任務能力的無人水面艦艇〉《Elbit Systems》
<https://www.elbitsystems.com>，檢索日期：2025年6月6日。

⁶ 星「海上維安無人艇」服役執法利器，
<https://news.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1742882>，檢索日期：2025年6月15日。

合空地飛彈用於打擊海上或地面目標(圖 5)、魚雷系統執行反艦或反潛攻擊(圖 6)及自殺式攻擊載具對目標進行撞擊攻擊任務(圖 7)等。

二、無人艇與現代傳統艦艇之比較

無人艇與現代傳統艦艇在

功能與戰術運用上各有優缺點，以下將依據生產成本、戰略靈活性、生產週期與佈署速度、人員風險、續航能力、指揮控制及電子戰脆弱性等方面進行詳細比較⁷(表 1)。

表 1 無人艇與傳統艦艇比較表

項目	無人艇	傳統艦、潛艇
生產成本	低	高
戰略靈活性	高	低
生產週期與佈署	短	長
人員風險	低	高
續航能力	短	長
指揮控制	高	低
電子戰脆弱性	高	低
備註		

資料來源：作者自行彙製。



圖 5 烏軍使用自製「Magura V5」無人艇發射飛彈，成功擊落俄軍 Mi-8 直升機

資料來源：烏無人艇建功首度擊落俄直升機，
<https://news.ydn.com.tw/news/newsinsidePage?chapterID=1734920>，檢索日期：2025年6月20日。



圖 6 烏克蘭 TLK-150 魚雷系統

資料來源：烏克蘭總統辦公室，
<https://mickryan.substack.com>，檢索日期：2025年6月20日。



圖 7 烏克蘭「海上寶貝(Sea Baby)」可裝載各式攻擊炸藥，適合打擊靜態目標

資料來源：Covert Shores Articles，
<http://www.hisutton.com/Ukraine-Sea-Baby-USV.html>，檢索日期：2025年6月20日。

⁷ 何偉《臺灣應發展低成本無人艦取代高價古董艦》
<https://blog.udn.com/mobile/H101094880/180486424>，檢索日期：2025年6月20日。

(一)生產成本：傳統艦艇需要巨額資金投入包括設計、建造、測試和維護，相比之下無

人艇研發與製造成本相對較低，能以更低成本佈署更多數量增加戰場彈性；傳統艦艇及潛艇後勤需求與維護成本相對較高，而無人艦艇結構簡單、操作和維護更為經濟，有助於降低長期國防預算壓力。

(二)戰略靈活性：無人攻擊艦艇體積小、機動性高、搭載電子戰設備，提高協同作戰能力以分散佈署，能避開敵方單一攻擊目標，且因體積小可降低雷達攔截面積，難以被偵測與攔截，並可運用蜂群戰術同時佈署大量單位，對敵方施加壓力分散其注意力。

(三)生產週期與佈署：艦艇的建造和測試週期長，短期內無法形成戰力；而無人艇可以更快速地設計、生產並投入實際佈署，提升即時防衛能力。

(四)人員風險：執行高風險任務時需派遣訓練有素的人員，若被擊沉會導致人員重大傷亡；而無人艇無需人員駐守，即使損失也不會危及生命。

(五)續航能力：海上無人艇多數使用電池供電，這限制了它們的續航能力。長時間的海上運行會消耗大量電力，而目前

的電池技術可能無法提供足夠的續航力，限制其佈署能力。

(六)指揮控制：無人艇上的電子設備、感測器、通信系統等可能會遭遇故障，尤其是在極端海況下，這可能影響無人艇的運行；且過度依賴通訊鏈與衛星控制，遭遇干擾或 GPS 遮斷時容易癱瘓或失控。

(七)電子戰脆弱性：無人艇易受電子干擾、駭客入侵或假訊號等攻擊，一旦通訊被截獲可能造成情報洩漏。

三、小結

無人艇具有殺傷力大、存活率高、成本低、操作容易、發展迅速及生產量大等優點；但無人艇也存在易受干擾、續航力有限及技術故障等缺點；無人艇並非取代傳統艦艇，而是形成「低成本、高風險任務」的取代力量。下一章將對俄烏戰爭中無人艇的案例分析，加以探討無人艇於現代戰爭的重要性。

俄烏戰爭運用案例分析

俄羅斯對烏克蘭發動軍事行動始於西元 2022 年 2 月 24 日至今已超過三年，這期間烏克蘭為對抗俄羅斯軍隊，運用了無人載具科技實施戰術攻擊，較著名且成功任務為襲擊

刻赤大橋、擊沉謝爾蓋-科托夫號護衛艦及擊落俄軍 Mi-8 直升機等案例，相關運用過程如下。

一、具體案例介紹

(一)襲擊刻赤大橋

1. 地理位置：刻赤大橋 (Crimean Bridge) 位於俄羅斯境內是由兩座平行公路橋和鐵路橋所建造而成，橫跨刻赤海峽長約 19 公里為連結俄國南部的達曼半島 (Taman) 及克里米亞半島之交通樞紐，是目前歐洲最長跨海大橋(圖 8)。

2. 戰術行動：西元 2022 年 10 月 8 日烏克蘭海軍使用兩艘「海上寶貝 (Sea Baby) 無人艇

(圖 9)」各裝載計約 800 公斤炸藥，於敖德薩軍港出發橫跨海峽抵達刻赤大橋下方，直向公路橋其中一座混凝土樑柱撞擊，而另一艘從反方向攻擊鐵



圖 9 海上寶貝 (Sea Baby) 無人艇
資料來源：Covert Shores

Articles,
<http://www.hisutton.com/Ukraine-Sea-Baby-USV.html>, 檢
索日期：2025年6月21日。



圖 8 刻赤大橋地理位置

資料來源：1. 刻赤大橋、空軍基地傳爆炸聲，自由時報，
<https://news.itn.com.tw/news/world/breakingnews/4030213>；
2. Google 地圖，檢索日期：2025年6月21日。



圖10 衛星圖像顯示了刻赤大橋起火冒煙的特寫視圖

資料來源：France Médias Monde 法國世界媒體集團，<https://rfi.my/AU8G>，檢索日期：2025年6月21日。

路橋樑柱，此次襲擊爆破對刻赤大橋結構產生嚴重損害造成大橋之路面及鐵軌嚴重受損⁸(圖10)。

(二)擊沉謝爾蓋-科托夫號護衛艦

1.艦艇簡介：「謝爾蓋-科托夫號護衛艦(Sergey Kotov)」為俄羅斯海軍黑海艦隊護衛艦，造價估計約 6500 萬美元(約 21.45 億新臺幣)，艦上配備有一架 Ka-29 直升機、76.2 毫米 AK-176 艦砲和 AK-630 近迫武器系統。(圖11)

2.戰術行動：西元 2024 年 3 月 6 日烏克蘭國防部情報總局(HUR)發佈消息，烏國特種部隊遙控五艘烏國自產「馬古拉 5



圖11 謝爾蓋·科托夫號護衛艦

資料來源：自由時報新聞網，<https://def.ltn.com.tw>，檢索日期：2025年6月21日。



圖12 烏軍自製「Magura V5」水面無人艇

資料來源：The Aviationist，<https://theaviationist.com>，檢索日期：2025年6月21日。

型(Magura V5)水面無人艇(圖12)」，於當天凌晨擊沉停泊於被俄軍侵佔克里米亞半島附近海域之黑海艦隊護衛艦羅斯謝爾蓋-科托夫號(圖13)，此行動造成 7 名官兵死亡、6 人受傷，並迫使其餘 52 名船員撤離⁹。

(三)擊落俄軍 Mi-8 直升機

1.直升機簡介：Mi-8 直升

⁸ 刻赤大橋被炸，新款自殺無人艇傑作，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4398592>，檢索日期：2025年6月21日。

⁹ 打造三維無人載具-有效嚇阻海上威脅，<https://mickryan.substack.com>，檢索日期：2025年6月21日。



圖 13 烏克蘭發布的影片據稱顯示謝爾蓋·科托夫號遭到無人機損壞

資料來源：BBC，

<https://www.bbc.com/news/world-europe-68477318>，檢索日期：2025年6月21日。



圖 14 Mi-8 直升機

資料來源：The Aviationist，
<https://theaviationist.com/>，
檢索日期：2025年6月21日。

機¹⁰為俄羅斯陸軍航空攻擊直升機，可搭載多達 24 名作戰人員，巡航速度約 230 公里/小時，Mi-8 系列直升機已生產超過 1.7 萬架，目前服役於 50 個國家。(圖 14)

2. 戰術行動：西元 2024 年 12 月 31 日烏克蘭國防部情報總局(HUR)發佈消息，烏國海軍第 13 特戰部隊以「Magura V5 無人艇」搭載海龍 R-73 (Sea Dragon)飛彈，潛伏至在克里米亞半島西部附近黑海水域，向俄軍 2 架 Mi-8 直升機發射飛彈，成功擊落 1 架並間接導致另 1 架受損(圖 15)，成為全球首次以無人艇擊落空中目標紀錄，顯示了無人艇在現代戰爭中之潛力。¹¹

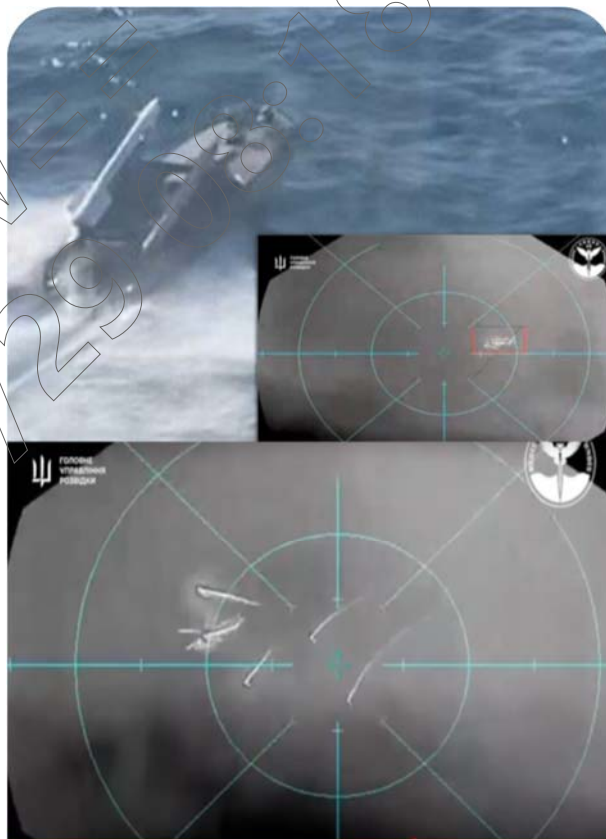


圖 15 俄軍 Mi-8 直升機遭烏克蘭無人艇 Magura V5 鎖定後擊毀

資料來源：烏克蘭國防部情報總局，
<https://www.nexttv.com.tw/NextTV/News/Home/WorldNews/2025-01-01/1847515.html>，
檢索日期：2025年6月21日。

¹⁰ A Russian Mi-8AMTSh-VA，The Aviationist，<https://theaviationist.com/>，檢索日期：2025年6月21日。

¹¹ 烏無人艇建功首度擊落俄直升機，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月21日。

二、戰術效果及影響

(一)後勤補給受阻

1. 赤刻大橋是連接俄羅斯本土與克里米亞半島的關鍵通道，對俄國在南部戰線的補給至關重要。攻擊導致部分車道受損，公路通行受限，迫使俄方尋求替代路線；烏克蘭利用無人艇對刻赤大橋的攻擊，展現了其非對稱作戰的創新能力，這些攻擊不僅對俄軍構成實質打擊，也提升了烏克蘭在國際間地位。¹²

2. 俄軍防禦措施升級：為應對烏克蘭攻擊，俄軍已在大橋周邊佈署了2套「鎧甲-S1M」防空系統，加強赤刻大橋防禦。¹³

(二)黑海艦隊戰力削弱

謝爾蓋-科托夫號巡邏艦為俄軍黑海艦隊中較新型的巡邏艦，排水量約1700噸，造價約6500萬美元，其被擊沉進一步削弱了俄軍在黑海的海上控制能力。據烏克蘭方面統計，自2022年俄軍全面入侵以來，

已有超過三分之一的黑海艦隊被摧毀或重創。¹⁴

此次成功的攻擊行動，展示了MAGURA V5無人艇在現代海戰中的高效能。該無人艇具有低可探測性、高速(最高可達42節)和遠程作戰能力(操作範圍達800公里)，使其能有效突破敵方防禦，對目標造成致命打擊。這種非對稱戰術的成功應用，對傳統海戰模式構成挑戰。¹⁵

(三)改變海空作戰格局

擊落俄軍Mi-8直升機，此次行動顯示烏克蘭無人艇不僅能對海上目標發動攻擊，還具備空中目標的打擊能力，顯著提升及戰略靈活性，這對俄軍空中支援及海上巡邏任務構成新的威脅，迫使其重新評估在黑海地區的作戰策略。

間接提升烏克蘭軍事創新形象成功將無人艇與飛彈系統結合，此次行動不僅提振了烏克蘭軍民的士氣，也向國際社會展現了烏克蘭在非對稱作

¹² 烏無譚偉，《俄羅斯正試圖用一組駁船保護一條重要的補給線》，<https://www.businessinsider.com/russia-protecting-crimean-bridge-with-barges-2024-6>，檢索日期：2025年6月21日。

¹³ 陳成良(自由時報)，〈大幅強化克里米亞大橋防禦，俄軍「鎧甲-S1M」防空系統現身〉，<https://def.ltn.com.tw/amp/article/breakingnews/4814722>，檢索日期：2025年6月22日。

¹⁴ 陳成良(自由時報)，〈黑海艦隊再添戰損！烏克蘭無人艇擊毀俄軍巡邏艦〉，<https://def.ltn.com.tw/amp/article/breakingnews/4598034>，檢索日期：2025年6月22日。

¹⁵ 瓦迪姆·卡普斯，《MAGURA V5 烏克蘭新型態海上無人機》，<https://itc.ua/ua/novini/magura-v5-novyj-ukrayinskyj-morskyj-ezpilotnyk/>，檢索日期：2025年6月22日。

戰能力中的創新，有助於爭取更多國際支持與援助。¹⁶

三、小結

赤刻大橋遭無人艇攻擊，對俄軍的軍事補給與戰略佈署造成壓力，迫其增強防禦措施；俄軍巡邏艦被擊沉象徵著烏克蘭在現代海戰中非對稱戰術的成功應用，對黑海艦隊造成實質打擊；而擊落俄軍直升機，不僅是戰場上的一次戰術勝利，更是無人作戰技術運用的一個里程碑，值得各國密切關注。

俄烏戰爭顯示無人艇可有效威脅傳統海軍，不論是橋樑破壞、港口奇襲、自殺式攻擊等均有效果，為未來海上作戰提供新選擇，值得我國防衛作戰深入研究。

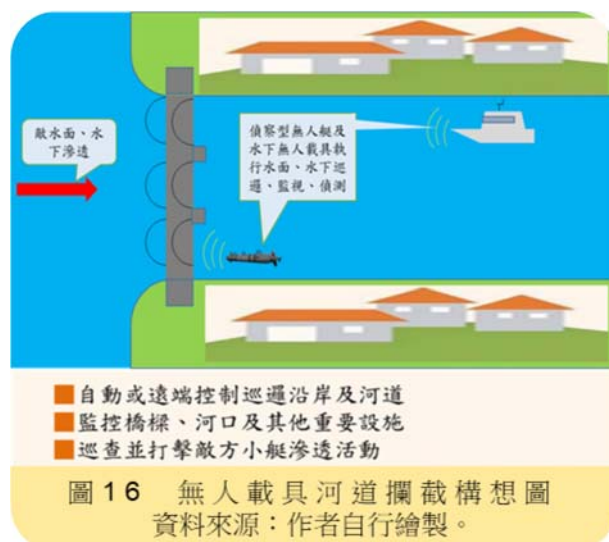
對我國防衛作戰之運用

一、運用構想概述

我國為海島型國家，河口及港灣眾多，地形狹長且鄰近中國，具備佈署無人艇進行河道防禦的高度戰略價值，無人艇在防衛作戰中的運用方式多樣，可依照不同作戰需求，搭載各類武器進行襲擊、騷擾、封鎖、破壞等任務，特別適用於反

滲透防禦、夜間(惡劣天候)自動巡邏與自殺式攻擊，作者提出相關無人艇防衛作戰運用構想建議如下：

(一)反滲透防禦：可在重要海、河口佈署小型偵察型無人艇及水下無人載具於橋樑、水門、河口等(如圖 16)重要節點以執行水面、水下巡邏、監視、偵測與追蹤潛在威脅作業，實施反滲透防禦，攔截敵軍舟艇或滲透部隊；例如北約盟軍海軍司令部(MARCOM)「X 特遣隊」測試運用多種無人水面載具(USV)(圖 17)與無人水下載具(UUV)(圖 18)，藉驗證人工智慧(AI)技術和與自主系統作業效能執行情監偵任務，提升水上水下關鍵基建安全與未來聯



¹⁶ 陳成良，全球首見擊落 Mi-8 直升機 烏克蘭無人艇立功，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4909791>，檢索日期：2025 年 6 月 22 日。



圖 17 美軍在中東與地中海測試「Sailer Explorer」無人船
資料來源：北約「X特遣隊」將赴波海 測試新銳無人載具，
<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月22日。



圖 18 無人水下載具「動力信使 25(UUV)」

資料來源：北約「X特遣隊」將赴波海 測試新銳無人載具，
<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月22日。

合作戰技術創新¹⁷。

(二)夜間(惡劣天候)自動巡邏情報偵蒐與回傳：無人艇(載具)已成為國際間國防積極投入研發應用在軍事領域，也因無人艇(載具)可運用於遠距監偵、匿蹤打擊、掃/布雷、反潛、電磁作戰、誘敵平臺或武裝系統等複合式裝備，且續航力與隱蔽性適合長時間滯留於海域巡邏任務提供水岸即時畫面¹⁸。例如國內廠商雷虎科技所研發之「海鯊 800」無人艇(如圖 19)，具備自主導航與目標識別性能，可抗達 5 至 7 級風力，最大航程達 600 公里。¹⁹

(三)嚇阻性攻擊：從烏克蘭海軍運用無人艇摧毀俄羅斯黑海艦隊護衛艦案例，可見透過遠端遙控無人艇搭載水雷或炸藥，可作為「自殺式攻擊艇」，



圖 19 「海鯊 800」無人艇
資料來源：中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，
<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月20日。

¹⁷ 北約「X特遣隊」將赴波海測試新銳無人載具，
<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月22日。

¹⁸ 無人載具新里程國防自主展實力，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

¹⁹ 中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，
<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

若偵察到敵軍入侵時，運用水面無人艇執行第一線攻擊戰術作戰，實施癱瘓敵艦戰力達到嚇阻性效果²⁰。例如烏克蘭的「Sea Baby」無人艇(圖20)，可攜帶RPV-16火箭、兩枚義大利製MN-103「蝠鱚」水雷、150公斤TNT炸藥或180公斤HBX-3炸藥，可見無人艇之多功能性和多樣化武器用途²¹。

二、後續發展建議

(一)未來整體發展與建議

1.建立專責作戰體系與協

同指管鏈：建立北中南「水面無人作戰分隊」(類似無人機編隊)，編入陸軍、海軍、陸戰隊或海巡系統，具備快速佈署、自主打擊及遠端操控能力，可實施河道、港灣巡防及監控任務，並將無人艇納入聯戰管理系統並與無人機及地面火力協同(如圖21)；從戰術來看無人艇(載具)以「蜂群戰術」眾多艘無人艇(載具)同時駛向進入敵人目標，應可造成敵方雷達與射控系統負荷，反增加敵方防禦破口²²。

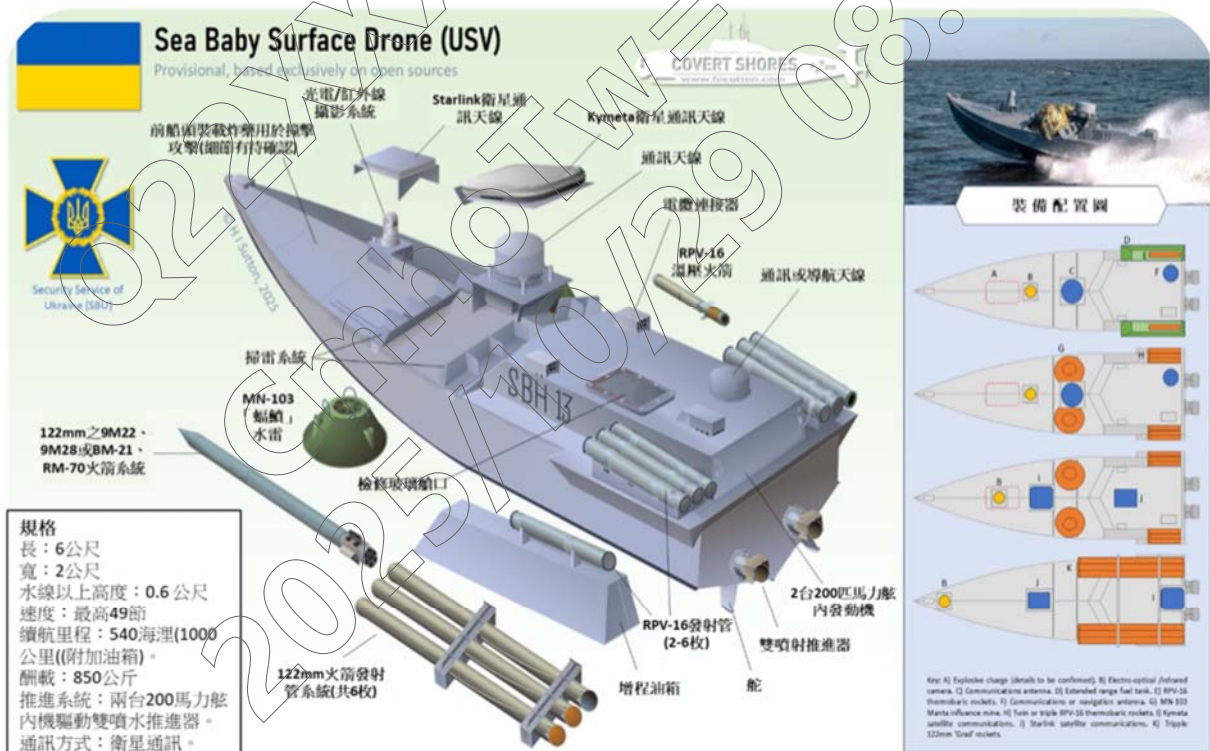


圖20 「Sea Baby」無人艇可搭載武器裝備說明圖

資料來源：Covert Shores Articles，

<http://www.hisutton.com/Ukraine-Sea-Baby-USV.htm>，檢索日期：2025年6月23日。

²⁰ 打造三維無人載具有效嚇阻海上威脅，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

²¹ 「Sea Baby」無人艇可搭載武器運用圖，Covert Shores Articles，<http://www.hisutton.com/Ukraine-Sea-Baby-USV.htm>，檢索日期：2025年6月23日。

²² 無人載具新里程國防自主展實力，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。



圖 21 美國無人艇結合菲律賓海軍打「蜂群戰術」試圖圍堵中國攻台」
資料來源：MARTAC海上戰術系，
<https://newtalk.tw/news/view/2024-11-20/945437>，檢索日期：2025年6月23日。



碳險家一號無人艇



中信5號無人艇



海鯊800無人艇

圖 22 國內廠商水面無人載具
資料來源：自由時報新聞網，
<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4980658>，檢索日期：2025年6月23日。

2. 建立自主研製鏈與模組化平台：無人艇重點技術包括自主導航、多艘協同及水面隱匿船型設計等，建議由中科院主導，結合中山大學海工系、成大航太系與台船技術中心，研製重點技術，使無人艇核心技術本土化(如圖 22)，發展可變換模組，如監控模組、聲納、炸藥艙、干擾器或反潛裝備等，以提高多任務靈活性兼容軍民用需求；持續國防自主政策推動之下，中科院與國內國防廠商共同發展無人艇(載具)能促進國內產業發展，深化國防自主實力，確保後續性能符合實際作戰需求，以滿足國軍建軍備戰需求²³。

²³ 中科院「水面無人載具展示」強化國防自主，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

3.實兵演練與民防結合：定期在關鍵河道舉行實兵演練，如淡水河、基隆河、高雄愛河港區與地方民防配備無人艇(載具)、電戰干擾設備假想敵軍舉行模擬對抗課程，藉由驗證情蒐、監視、偵察與反制作為協調溝通，精進聯防作戰能力²⁴；也可在全國地區不定期舉辦城鎮韌性演習驗證戰時動員、災害應變機制，模擬戰災應處場景，實施兵棋推演，運用無人艇(載具)於災後巡查、水門警戒、港口封鎖等演練和重大災難時運送物資及協助救災，整合軍、政、民各方資源建構一體協作、效能穩健全民防衛體系²⁵。

(二)對我工兵運用之建議：

藉由上面各項分析對於我工兵部隊運用之方式提出以下相關建議。

1.用於工兵偵察：於工兵偵察時除運用原有之偵察方式實施偵察外，藉由配置相關量測裝置，可運用無人艇於河川水文偵察，以利我工兵部隊於橋樑架設、舟艇漕渡、河道防禦設置之位置選定及相關參數建立。

2.用於河道阻絕(防禦)及預警敵情：有鑑於於2024年6月，中國大陸前解放軍海軍人員駕駛小艇突入淡水河事件及今年漢光演習時，有民眾駕駛小艇穿越我阻絕設施，雖於戰時我國軍均有相關防禦設置，我工兵部隊可運用無人艇佈屬於河口外圍及河道內部，除可運用其防止敵運用小型艇突入及滲透外，更可運用其所配賦之相關武器，配合我軍阻絕與火力配置予以打擊，也可增加我河道防禦運用方式。

結語

無人艇在俄烏戰爭中的表現，已證實其在現代海戰中具備高效益、低成本與不對稱作戰優勢。烏克蘭以現有資源成功癱瘓俄軍艦隊，顯示未來海上作戰可將無人艇納入考量。對我國而言，無人艇應成為防衛作戰佈署中重要一環，不僅能強化沿岸與港灣防禦，也能與無人機、飛彈等形成聯合防禦體系。面對日益複雜的區域安全挑戰，我國應加速投入無人艇研發與戰術整合，建

²⁴ 美菲聯演驗證無人機攻防效能，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

²⁵ 金門城鎮韌性演習 建構堅實防衛體系，<https://news.gpwd.mnd.mil.tw>，檢索日期：2025年6月23日。

立具有前瞻性與實戰性的防衛策略，以維持海域安全與戰略嚇阻；另目前國外工兵部隊已有配備無人艇，以利其河川水文及鄰近海域偵察，也可用於提前預警敵情之效果，考量我國屬海島型國家若僅依賴海軍部隊之運用可能成效有限，故撰寫本篇文章使我工兵部隊能了解無人艇之運用方式，若可有效運用也可增加阻敵之相關手段，使各項阻絕能有效組合運用，已達阻敵、殲敵之效果。