

陸軍學術 中華民國一百一十年五月

工兵半年刊

第158期

ISSN:2225-5400

GPN:48097-04422

Journal of Army Engineer Semiannually No.158, MAY 2021



陸軍工兵訓練中心發行

第 158 期

發行人 林佳躍
社長 李安邦
副社長 官明輝
總編輯 吳奇諭
主編 王嘉聖
審查委員 戴承澤 黃正強 林銘証
吳奇諭 馮聖之 姚奇君
韓子清 王禹景 陳泓瑜
傅順鋒 潘致中
美術編輯 王嘉聖
審校 郭旻鑫
封面設計 王嘉聖

軍品研發

M2 框桁橋-橋材吊架

可減少橋樑架設人力，降低M2框桁橋架設人員作業不易現況，有效提升作業安全性、減少危安風險，本案設計採機械加工與吊架載具形式，依M2框桁橋(構桁、冠材、橋桁、大底板)等四種橋材吊掛設計完成，可有效解決橋材鈍重、人員運搬不易與體力負擔之限制條件，進而提升作業效能，可有效減少危安風險目的。

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」
3.0 版臺灣

陸軍工兵半年刊 版權頁



出版日期

中華民國 110 年 05 月 14 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](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



第158期 目錄

戰史研究

以二戰時期堤路計畫美日攻防探討國土防衛作戰可行性

1



張佑菁 上校

陸軍官校 88 年班、陸院 98 年班、戰院 106 年班，曾任連、營長、人參官、教官組長；現任國防大學戰院教官



朱栢鴻 中校

陸軍官校 90 年班、陸院 104 年班，曾任連、營長、所長、教官組長；現任國防大學 110 年班戰院學員

戰史研究

從 2020 年納卡衝突中探討戰力防護之道-以中共無人機對我中部地區縱深守備部隊之影響為例

24



陳奕穎 少校

陸軍官校 97 年班、陸軍工兵訓練中心正規班 104 年班
曾任排、連長、工兵官、參謀主任、訓練官、副營長
現任國防大學 110 年班陸院學員

武器裝備

運用虛擬戰場系統執行教育訓練預期成效之探究-以架橋訓練為例

44



林右朗 少校

國立屏東科技大學土木工程系、陸軍工兵訓練中心正規班 100-1 期
曾任排、連長、工兵官
現任陸軍工兵訓練中心渡河組教官

武器裝備

應急式排雷發射器作業能量分析

68



吳珮瑄 少校

陸軍官校 96 年班、國防大學理工學院機航所 102 年班碩士
曾任排、連長、隊長
現任陸軍工兵訓練中心戰工組教官

軍事工程

建築物消防安全之研究-金陵營區
104 兵舍為例

82



許詠奇 士官長

士正班 37 期、樹德科技大學資管系
曾任助教、副排長、連士官督導長、中隊長
現任陸軍工兵訓練中心軍工組教官

軍事工程

陸軍新建營區電力運用智慧電網
管理之可行性研究

103



呂宗翰 中校

國管院企管科 87 年班、國管院
指參班 103 年班、戰略班 105
年班，曾任經理官、補給官、
後參官及分庫官，現任國防大
學管理學院國管中心教官



馮俊仁 少校

國防大學理工學院專 93 年
班，曾任排、連長、水電
官、副營長，現任國防大
學 110 年班陸院學員

敵情研究

共軍合成營擴大與鞏固登陸場
階段工程兵支援模式之探討

121



劉懷元 少校

專業軍官班 99 年班、陸軍工兵訓練中心正規班 107-1 期
曾任排、工兵裝備修護官、後勤官、教官
現任陸軍工兵訓練中心教勤營營部連連長

美軍準則翻譯

美陸軍聯合障礙物設置教範第四章

144



周寬渝 中校

陸軍官校土木系 95 年班、高雄科技大學土木研究所 108 年班碩士
曾任排長、連長、營後勤官、營參謀主任、研究教官
現為國防大學陸軍指參學院 110 年班學員

期刊專欄

工兵大小事--草嶺兵工殉難官兵紀念碑

158

以二戰時期堤路計畫美日攻防探討國土防衛作戰可行性

張佑菁上校、朱栢鴻中校

提要

- 一、堤路計畫為太平洋戰爭期間美軍籌劃登陸臺灣的作戰計畫，並以此作為威脅日本本土。在臺日軍為防止美軍奪取臺灣，在臺灣實施一系列防禦要塞作為，其中包括了構築要塞、工事、周邊海域布設水雷、蔗糖提煉酒精轉化成燃料與航空作戰為重點等。我軍可將日軍對抗美軍與我國對抗共軍之防禦作為相互對照，並研擬策進作為，以確保我國家安全。
- 二、共軍一直沒有放棄武力犯臺，本篇考量共軍對臺灣作戰模式，依據現行做法如何利用現有制式、非制式阻絕設施與創新思維之阻絕概念方式來強化阻絕設置作為，俾使我防衛作戰勝利增加成功公算。
- 三、工兵部隊負責作戰全程之促進我軍機動與阻礙敵軍機動之任務，然現今共軍武器系統提高、預警時間短、作戰節奏快，我軍工兵部隊應與時俱進，方能有效支援作戰部隊執行各戰術行動時所需之機動、反機動及戰場生存作業需求，以確保防臺澎衛防衛作戰目標。

關鍵字：堤路計畫、防禦要塞、防衛作戰

前言

堤路計畫又稱堤道作戰 (Operation Causeway) 或譯鋪道作戰，為美軍 1944 年在太平洋戰爭期間籌劃攻占臺灣的作戰計畫，美軍預奪取臺灣後除可有效利用臺灣為

跳板威脅日本本土外且阻斷日本回運南方戰略物資的海上生命線，¹ 創造太平洋戰區之有利態勢。在臺日軍為防止美軍奪取臺灣，在臺灣實施一系列防禦作為，包括物資儲存、真假機場規劃、構築地區要塞、各項工事阻絕

¹ 杜正宇，〈太平洋戰爭下美軍攻臺計畫與轉折〉《國史館館刊》（臺北市），第 55 期，西元 2018 年 3 月，頁 51。

設施、水雷運用及強化縱深地區構築防禦工事與動員當時臺灣民眾配合，企圖設陷美軍於臺灣境內長期僵持。²

共軍對臺用兵以東部及南部戰區為主要，二大戰區總兵力約 41 萬 2 千(如表 1)，³然美軍執行堤路計畫所需兵力共 42 萬人。⁴我國總編制員額 21.5 萬，常態維持兵力約 18.6 萬，⁵日本在臺期間守軍 5 個作戰區防衛兵力 19.5 萬。⁶就攻防人數言，與目前相同；就日軍防禦言，與現行我國整體防衛規劃，「戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵」⁷雷同。我國可參考

二戰期間日軍為因應當時美軍堤路計畫在臺灣實施之兵力部屬及工事構築等規劃進行分析，並且對照我國現今戰場環境，探討我國防衛規劃之工事阻絕設置應如何精進，以確保國軍能有效遂行防衛作戰之任務。

堤路計畫概述

一、堤路計畫之由來

(一)發展堤路計畫之歷史背景

1942 年 6 月日本在中途島海戰失敗之後，在整個太平洋作戰場景上開始產生了變化，美軍有效遏止日軍

表 1 兵力數量分析

當面共軍地面作戰現有部隊數量分析		
地面部隊人數	中共	
	總兵力	東部及南部戰區
	103 萬	41 萬 2 千
集團軍	13	5
合成旅	78	30(含 6 兩棲旅)
機步旅	-	-
摩步旅	-	-
裝甲旅	-	-
陸航及空中突擊旅	15	5
砲兵旅	15	5
空降旅	7	7
陸戰旅	8	4
戰車	6,300	-
火砲	6,300	-

資料來源：本研究整理。

² 鍾堅，《台灣航空決戰》(臺北市：燎原，西元 2020 年 2 月)，頁 134。

³ Office of the Secretary of Defense,〈Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2020〉，2020 年 8 月。

⁴ 同註 2，頁 139。

⁵ 全球資訊網，〈中華民國國防部-國防消息-新聞稿-國防部新聞稿〉，<https://www.mnd.gov.tw/Publish.aspx?>，檢索日期：西元 2020 年 8 月 2 日。

⁶ 同註 2，頁 155。

⁷ 中華民國 108 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 108 年國防報告書》，(臺北市：國防部，西元 2019 年 09 月)，頁 58。

攻勢，且美、日戰局也隨之攻守易位。⁸1943年以後盟軍在太平洋戰場上已擁有海空支配權，同年年底美軍展開跳島戰術。原日本整備的絕對國防圈外緣，從硫磺島、特魯克到緬甸等地區，由後方地區轉成前線戰區。美軍規劃的跳島攻勢，也將矛頭指向奪取臺灣地區，要使臺灣轉變成為登陸日本本土的前進基地。⁹

(二)發展堤路計畫之先期準備

美國在占領、統治臺灣的目標下，對臺灣實施各式調查與訪談曾居留在臺灣的外籍人士外，¹⁰美軍第十軍情報處也對臺籍戰俘實施問卷調查，調查內容主要有：水田水堤水壩深度與高度、沿岸水塘、房屋建築材質、河流性質、沼澤區域、魚塭狀況、道路結構、橋樑載重、疾病種類、飲水問題、軍官姓名、糧食位置、可登陸海灘、碉堡狀況、生產工廠等十五項¹¹美國紐約哥倫比亞大學也對當時臺灣地區的政治、經濟、心理、社會、人

文也進行了通盤研究，以利未來占領後的統治。1943年《開羅宣言》公布後，擬定奪取臺灣的「堤路作戰」前期計畫(如圖1)，當時任職太平洋艦隊司令尼米茲上將(ADM Chester W. Nimitz)對於該行動也堅持執行，因此該計畫亦稱為尼米茲攻勢軸線或海軍攻勢軸線。¹²

二、堤路計畫之目的

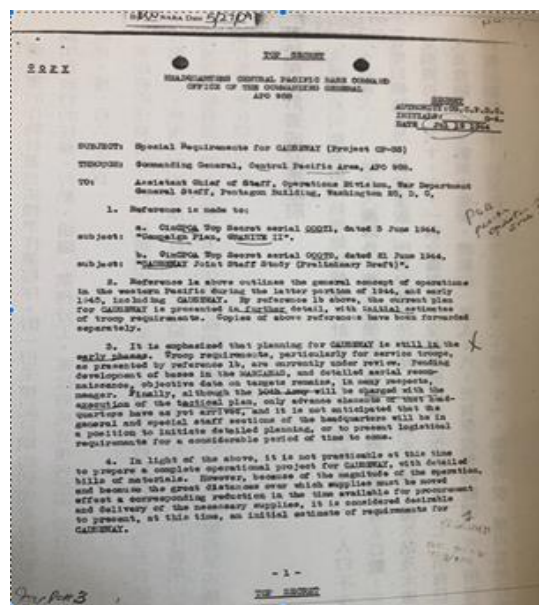


圖1 堤路計畫

資料來源：王景弘，《烽火邊緣臺灣走過 1941-1945》(臺北市：玉山社，西元2020年2月)，頁89。

在美軍眼中臺灣是居重要戰略地位的，有強大的陸、海、空基地和重要的工業與軍事生產。臺灣也是除

⁸ 同註2，頁133。

⁹ 同註2，頁133。

¹⁰ 同註1，頁54。

¹¹ 王景弘，《烽火邊緣臺灣走過 1941-1945》(臺北市：玉山社，西元2020年2月)，頁102。

¹² 同註2，139。

滿州外開發程度最高地區，除生產蔗糖與酒精外鋁的產量也佔日本產量百分之十，¹³美軍認為臺灣才是這區域最大的禍害與威脅，必須打下臺灣才可以快速結束戰爭，¹⁴美軍對臺灣空襲目標依序為軍事基地與飛行場、酒精提煉廠、化學廠、發電廠、最後才是城鎮。¹⁵對攻打臺灣計畫目的如下：

(一)取得 B-29 轟炸機航空前進基地

臺灣在日本長期經營之下已整建許多飛行場，一共修築了 63 處(如圖 2)，¹⁶美軍想利用現成飛行場站，建立中國沿岸的海上與空中交通線，取得轟炸日本本土的 B-29 轟炸機之巨大前進基地，對日本持續性的軍事壓力，在運用基地除轟炸日本外也可支援中國戰區，¹⁷且 B-29 轟炸機從臺灣出發轟炸日本，因為距離的原因可攜帶更重的炸彈。¹⁸

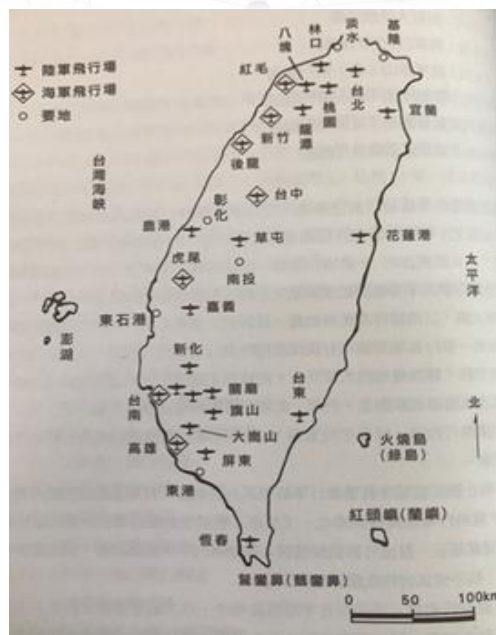


圖 2 飛行場配置圖
資料來源：鍾堅，《臺灣航空決戰》
(臺北市：燎原出版，西元 2020 年 2 月)，頁 70。

(二)切斷東南亞的海陸物資供應鏈

臺灣除了是日本南進攻奪菲島與印支半島的發航起點，¹⁹臺灣也一直扮演的日軍遠征基地的角色，提供了作戰部隊所需要的物資、後勤支援、部隊轉運等，再發動南方作戰期間具關鍵性地位，²⁰臺灣也是絕對日本國防圈內園外，更能屏衛著東南亞的海陸物資運回日本的交

¹³ 同註 11，頁 128。

¹⁴ WTFM 風林火山教科文組織，〈二戰台灣解放戰爭-「堤路」作戰計畫〉，<https://wtfm.exblog.jp/3755601/>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 21 日。

¹⁵ 同註 11，頁 130。

¹⁶ 同註 2，頁 27。

¹⁷ 同註 1，頁 63。

¹⁸ 同註 11，頁 112。

¹⁹ 同註 2，頁 1。

²⁰ 劉鳳翰，《日軍在臺灣（下）：一八九五年至一九四五年的軍事措施與主要活動》（臺北縣：國史館，西元 1997 年），頁 519。

通線，美軍奪取臺灣後，將會造成供應日本本土的糧食中斷，自東南亞獲取的各項資源也無法運回日本，大幅削弱日軍戰力，並對美軍爾後戰局開創有利態勢。²¹

(三)摧毀蔗糖提煉酒精轉化成燃料

臺灣盛產蔗糖，發酵過後可成酒精，更可轉化替代航空燃料，1915年在臺日軍運用蔗糖產品蜜糖在經過發酵提煉出高純度的無水乙醇。1944年在臺17座酒精工廠月產量可達4,930噸(如圖3)，供應500架飛機使用，以爭取更多油料維持戰力。酒精往年所累積的戰備量除能用於臺灣本島外也載運回日本內地供作戰使用。²²

酒精工場所屬糖廠	投資財團	設置地點	每月產量
新竹製糖所	大日本製糖	新竹州新竹市錦町	130噸
溪湖製糖所	明治製糖	台中州員林郡溪湖庄	280噸
虎尾製糖所	日糖興業	台南州虎尾郡虎尾庄	180噸
大林製糖所	大日本製糖	台南州嘉義郡大林街	330噸
蒜頭製糖所	明治製糖	台南州東石郡六腳庄	450噸
南靖製糖所	明治製糖	台南州嘉義郡水上庄	450噸
新營製糖所	鹽水港製糖	台南州新營郡新營街	200噸
灣裡製糖所	台灣製糖	台南州曾文郡善化庄	460噸
總爺製糖所	明治製糖	台南州曾文郡下營庄	460噸
橋仔頭製糖所	台灣製糖	高雄州岡山郡楠梓庄	550噸
後壁林製糖所	台灣製糖	高雄州鳳山郡小港庄	170噸
阿猴製糖所	台灣製糖	高雄州屏東市千歲町	430噸
恆春製糖所	台灣製糖	高雄州恆春郡恆春街	150噸
二結製糖所	大日本製糖	台北州羅東郡羅東街	150噸
花蓮製糖所壽工場	鹽水港製糖	花蓮港廳花蓮郡壽庄	180噸
花蓮製糖所大和工場	鹽水港製糖	花蓮港廳鳳林郡瑞穗庄	190噸
台東製糖所	明治製糖	台東廳台東街馬蘭	170噸

圖3 酒精工廠月產量

資料來源：鍾堅，《臺灣航空決戰》(臺北市：燎原出版，西元2020年2月)，頁78。

美日攻防計畫之分析

一、美軍攻擊計畫分析

(一)登陸臺灣之規劃

1944年6月20日美國第10軍(Tenth United States Army)在德克薩斯州薩姆休斯頓基地被編成。巴克納(Simon Bolivar Buckner)中將調任第10軍指揮官，負責執行美軍制定了攻打臺灣代號為「堤路」的作戰計畫的主攻部隊。²³同年8月23日，太平洋艦隊總司令的聯席參謀所研擬的「堤路作戰計畫」也正式出爐。²⁴在美軍先期計畫須遂行跳島戰術跨越太平洋後以海空兵力奪取臺灣制空、制海權，占領澎湖，作為美軍兩棲船團整補泊區。

陸軍第10野戰軍團所轄陸軍第3兩棲軍與陸軍第24軍，共有6個加強師主攻南臺灣，加上後勤單位共32萬餘人，海軍10萬餘人各型艦艇千艘各型陸機2,000餘架作戰飛機及艦載機，為美國主戰兵力。²⁵根據10野戰軍團之情報，預判臺、澎地

²¹ 同註2，頁134。

²² 同註2，頁75。

²³ 同註11。

²⁴ 施正鋒，〈美軍在二次大戰的攻台計畫〉，

<https://www.peoplenews.tw/news/f6a36822-4817-4d67-b446-3108639f939f>，西元2018年11月20日。

²⁵ 同註2，頁139。

區的日軍守軍約有 8 個師。美軍預估在登陸 D-3 日，日方將無法再將增援部隊送入臺灣，且於登陸日前，將會運用空襲與艦砲摧毀所有鐵路與主要橋樑。²⁶

空軍方面美軍預判，日軍指揮官可用戰機可達 1,500 架(800 駐防臺灣、700 架駐中國大陸與琉球)。當時臺灣各地機場總容量約 1,500 架，具有可彈性調度的特性。美軍登陸後，最具威脅由南至北有嘉義、新竹、臺北、臺東等機場。美軍登陸 D 日，臺南-高雄-枋寮日軍守軍，直接應戰兵力估計有二又三分之一個師團，D 日-12H 後續增援兵力將有 1 個師團抵達戰場，D 日-12 內又可在增援二又三分之一個師團，使日軍兵力達到五又三分之二個師團。而美軍擬定行動路線，有 A、B、C 三個方案(如圖 4)：

1.A 計畫：登陸 D-3 日，先以飛機對臺灣猛烈轟炸。開始登陸時，先以艦砲及空中轟炸，破壞交通系統，以防止或延緩日軍增援。第 3 兩棲軍搶灘鳳鼻頭，另分兵 1 個營登陸琉球嶼。然後，第 3



圖 4 美軍奪臺計畫圖
資料來源：鍾堅，《臺灣航空決戰》
(臺北市：燎原出版，西元 2020 年 2 月)，頁 140。

兩棲軍在下淡水溪(今高屏溪)之右翼部隊，盡最大力量攻入鳳山鞏固高屏溪防線並協助陸軍第 24 軍渡溪。最後與 24 軍會師占領高雄港，肅清曾文溪以南海岸平原之日軍。第 24 軍則搶灘枋寮西北的沙灘，占領水底寮機場。另以 1 個團戰鬥群登陸大坂埤(今墾丁之南灣里)，占領恆春機場，控制南灣一帶的海岸。隨後進軍里港，重整兵力後向西發起里港至屏東一線的攻勢。突破後，以主力沿里港至岡山方向進攻，占領岡山機場。該軍將保護美

²⁶ 同註 1，頁 64。

軍北面側翼，協同第 3 兩棲軍占領高雄及肅清曾文溪以南敵軍之任務，然後向北推進，鞏固臺灣西部海岸平原地區。²⁷

2.B 計畫：陸軍第 24 軍於高雄南、北之沙灘搶灘，主要任務為奪取高雄港。北路軍登陸後向東攻入橋仔頭，切斷南北鐵、公路要道，以防範或延緩日軍增援高雄。占領並鞏固岡山及機場設施，然後占領高雄。南路軍與北路軍同時登陸，以高屏溪的右翼部隊進軍鳳山，占領並鞏固所有機場，然後協同北路軍攻取高雄。第 3 兩棲軍於枋寮西北的有利沙灘登陸，攻占佳冬機場後，進軍屏東，占領並鞏固附近所有機場。以火力支援第 24 軍的攻勢，保護陸軍的右翼。第 5 兩棲軍則分兵一支配有兩個 8 吋砲營的團戰鬥群，搶灘琉球嶼。另兩個團戰鬥群登陸大坂埕、占領恆春機場，控制南灣一帶的海岸。這些部隊的任務後續由陸軍預備師接替(若預備師未被要求增援第 24 軍或第 3 兩棲軍)。各軍占領高雄港後，

登陸之美軍重整兵力向北推進，掃蕩曾文溪以南的日軍，然後向北推進，鞏固臺灣西部海岸平原地區。²⁸

3.C 計畫：為 B 計畫之調整，陸軍第 24 軍另可利用二層行溪河口沙灘，或以其替代岡山、鳳鼻頭其中一處。

美軍最後選擇 B 計畫，保留 C 計畫，作為 B 計畫的替代備案。理由，B 計畫的優點是逼迫日軍困守岡山-高雄-枋寮一帶，使美軍能在最短時間內，占領高雄港及登陸區之主要機場。可提供額外灘頭以作為補給之用，迫使日軍指揮官將部隊分散於更寬廣的區域；缺點是北路軍登陸之南、北沙灘相隔達 15 英哩。C 計畫登陸之沙灘相隔更加遙遠，達 30 英哩。A 計畫缺點是日軍可運用臺南-高雄-枋寮的部隊，攻擊美軍兩條狹長如渠道的縱隊。預計 1945 年 2 月 15 日，為堤路作戰發動時間。之後其它預定作戰計畫：如登陸硫磺島 4 月 15 日、琉球 5 月 1 日。²⁹

(二)堤路計畫終止原因

1.美軍代價太高

美軍認為臺灣屬於大

²⁷ 同註 1，頁 65。

²⁸ 同註 1，頁 66。

²⁹ 同註 1，頁 67。

型島嶼地形，易守難攻、能夠自給自足、自活自戰、糧彈充足，³⁰且日軍在1899年起開始了對臺灣實施要塞化建設，³¹日本也在1937年起對臺灣推行了皇民化運動，³²臺灣人民不一定會歡迎美軍，也極大可能會協助日軍死守，若日軍最後如退入山區死守，將不易清剿且造成美軍後續更大的傷亡。以美軍預估攻臺部隊(350,000人)傷亡十分之一，則人數為35,000人，美軍預估傷亡過鉅。³³

2.兵力、後勤不足

美軍聯合後勤計畫委員會(Joint Logistics Committee)評估該計畫，所需兵力9個武裝師和更多的後勤部隊，但這些部隊得在德軍投降後才能補充，否則無法滿足人力與後勤物資的需求。³⁴美軍海軍作戰部長金恩也認為登陸臺灣是有沉重的兵力與補給問題。³⁵

3.戰略價值趨緩

臺灣西南沿海缺乏可供美軍大型艦隊使用的深水港、泊地及後勤基地。根據美軍之調查(1944年6月)，高雄港防波堤尾端與碼頭入口處深度達29呎，而安平港水深平均僅有18呎，當時太平洋艦隊的航空母艦滿載吃水深度約為28呎，這吃水深度的確是不易於美軍利用，³⁶且當時日本在中國的東部機場也已經淪陷，原有臺灣的戰略意義趨緩許多。³⁷美軍如占領菲律賓與關島，可控管整個巴士海峽與菲律賓海，但只要再占領沖繩群島，封鎖臺灣周邊水道，臺灣的戰略價值就會大幅降底。

4.麥帥戰略評估

麥克阿瑟認為呂宋的戰略價值高於臺灣，盟國必需先占領整個菲律賓，才能完全切斷日本到東南亞的交通線。他也認為進兵呂宋所需的時間、人力、金錢費用，

³⁰ 同註2，頁143。

³¹ 黃智偉，《全島要塞化二戰陰影下的台灣防禦工事1944-1945》(臺北市：如果出版，西元2015年10月)，5頁。

³² 維基百科，〈皇民化運動〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/皇民化運動>，西元2021年01月16日。

³³ William B. Hopkins, *The Pacific War: The Strategy, Politics, and Players that Won the War* (Minneapolis, MN: Zenith Press, 2008), p. 288.

³⁴ 同註1，頁72。

³⁵ 同註11，頁106。

³⁶ 同註1，頁74。

³⁷ 同註1，頁54。

都會比進兵臺灣還要低。如果盟軍先攻下呂宋，便可繞過臺灣，進攻更北方的目標，並加速戰爭的結束。³⁸麥帥阿瑟還搬出菲律賓與美國關係，菲律賓是美國國土，一千七百萬人民忠於美國，如果繞過菲律賓全境或任何一部份，未能支援菲律賓而受到極大災難，即使不在全世界各地損害美國聲望，至少會在遠東損害美國聲望。³⁹

1945 年 3 月美軍正式終止堤路計畫，放棄登陸臺灣，同年 4 月 1 日進攻琉球半島，太平洋戰區後續的發展則為硫磺島取代臺灣成為

美軍的航空基地，琉球則取代臺灣成為海軍基地，臺灣逃過一場浩劫，亦使美軍免於在日軍經營許久的臺灣戰場進行作戰。⁴⁰(如圖 5)

二、日軍防禦計畫分析

1944 年後整個太平洋樣經過陸海空大戰後，日本由勝轉衰，從進攻轉變成防禦，相對的臺灣的防禦也變成了重點，⁴¹日本大本營預判美軍下一輪作戰區域，可能依序為菲律賓、臺灣與琉球、日本本土、北方齒舞群島等。⁴²為能防禦臺灣當時日籍在臺灣官兵合計已達 195,173 人，也將原有「臺灣軍」之各部隊與從「關東軍」調帶

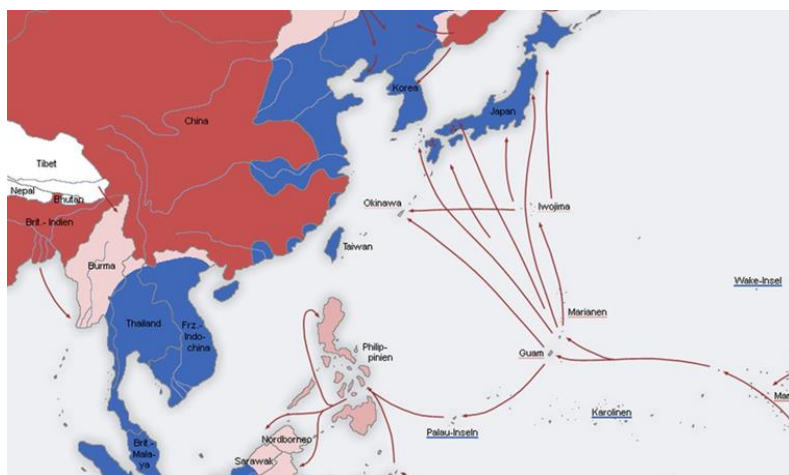


圖 5 同盟國跳島戰術(1943~1945)

資料來源：王景弘，〈臺灣走過烽火邊緣：美軍跳島戰略關鍵決策—先攻呂宋或先打臺灣〉，<https://www.thenewslens.com/article/105368>，ru0，檢索日期：西元 2020 年 12 月 10 日。

³⁸ 王景弘，〈台灣走過烽火邊緣：美軍跳島戰略關鍵決策—先攻呂宋或先打台灣〉，<https://www.thenewslens.com/article/105368>，檢索日期：西元 2018 年 10 月 10 日。

³⁹ 同註 11，頁 114。

⁴⁰ 同註 2，頁 155。

⁴¹ 同註 20，頁 525。

⁴² 同註 11，頁 127。

來的部隊成立「第十方面軍」，積極準備打算與美軍作為一個決戰點。⁴³在臺日軍對臺灣防禦規劃如下：(如圖 6)

(一)全般作戰構想

日軍預判美軍登陸前一日，主要橋樑遭到空襲或艦砲破壞，日軍仍能以搶修或架橋取代通過。⁴⁴日軍的作戰構想，以航空摧毀美軍艦隊與殲滅兩棲船團為優先，再攻擊於登陸泊區。若在海面上阻止美軍登陸失敗，則與美軍在灘岸實施決戰，最後動員民眾軍民一體，不惜犧牲所有臺灣軍民，於平原盆地實施焦土戰，在利用山地遂行游擊戰，使美軍深陷長期僵持戰，替日本本土爭取時間與空間，使本土防衛決戰能夠整備完善抵抗美軍。⁴⁵

(二)實施防禦作為

1.全島要塞化

臺灣要塞有建築於內陸的陸上要塞與海岸的沿岸要塞，沿岸要塞的設置是以砲臺防禦為中心，砲擊敵軍之海上戰力為目標，其目的在於彌補海軍軍力之不足及

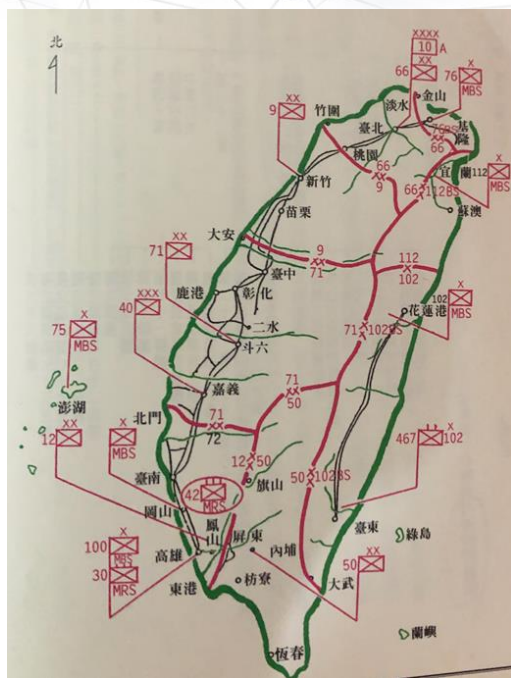


圖 6 日軍對臺灣防禦簡圖

資料來源：劉鳳翰，《日軍在臺灣(下)：一八九五年至一九四五年的軍事措施與主要活動》(臺北縣：國史館，西元 1997 年)，頁 539。

守備重要軍港或海峽。⁴⁶日軍占領臺灣初期已經開始著手建造，計有基隆要塞、高雄要塞、馬公要塞等三個要塞，⁴⁷到 1944 年太平洋戰局對日本極不利，日本認為必須在強化臺灣周邊防護力量，以能有效維護日本與南洋地區之中繼站安全。時任臺灣總督的長谷川清公告「臺灣決戰非常措施要綱」，諭令臺灣軍民一體，加強防禦軍事構工，務必使

⁴³ 劉鳳翰，《日軍在臺灣(上)：一八九五年至一九四五年的軍事措施與主要活動》(臺北縣：國史館，西元 1997 年)，頁 4。

⁴⁴ 同註 11，頁 96。

⁴⁵ 同註 2，頁 134。

⁴⁶ 楊護源，〈日本統治後期的高雄要塞(1937-1945)〉《檔案半年刊》(國家發展委員會檔案管理局)，第 15 卷第 2 期，西元 2016 年 12 月，頁 56。

⁴⁷ 同註 43，頁 5。

全島要塞化(如圖 7)。⁴⁸除提升要塞實施備戰外，又增加宜蘭、花蓮、臺東、恆春和枋寮五處反登陸要塞，各地區反登陸要塞依區域的自然環境與地理條件的不同構築就有所不同，但主要都還是以野戰掩體、反空降馬特洛砲塔、地下框舍，以及地下穹窖等四大類為主要，除此也在各沙灘的側方岬角進行野戰工事，除挖掘壕溝外，重要設施也覆蓋掩體。⁴⁹火砲設置更是要塞的重點，以高雄要塞(如圖 8)火砲配置為例，火砲安置於北起臺中、虎尾砲臺，南至石頭營四重溪、恆春等 21 處砲臺；火砲種類有 28 公分榴彈砲(火力最為強大、最大射程 7.8 公里)、美造 155 公釐加農砲、四一式 15 公分加農砲、四五式 15 公分加農砲、127 公釐聯裝加農砲、127 公釐聯裝高射砲、12 公分加農砲、12 公分高射砲、12 公分榴彈砲、10 公分聯裝高射砲、10 公分榴彈砲、斯加式 9 公分加農砲、8 公分加農砲、7 公分加農砲、47 公釐戰防砲、25 公

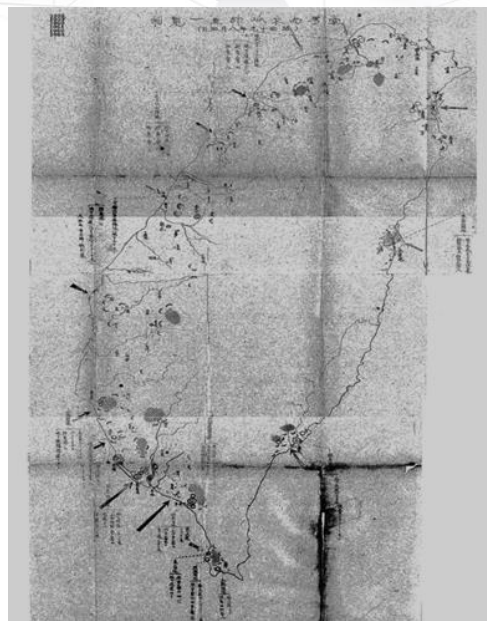


圖 7 臺灣島築城計畫一覽圖
資料來源：想想副刊【戰地眺望】二戰末期的臺灣全島要塞化，
<http://thinkingtaiwan.com/content/7545>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 10 日。

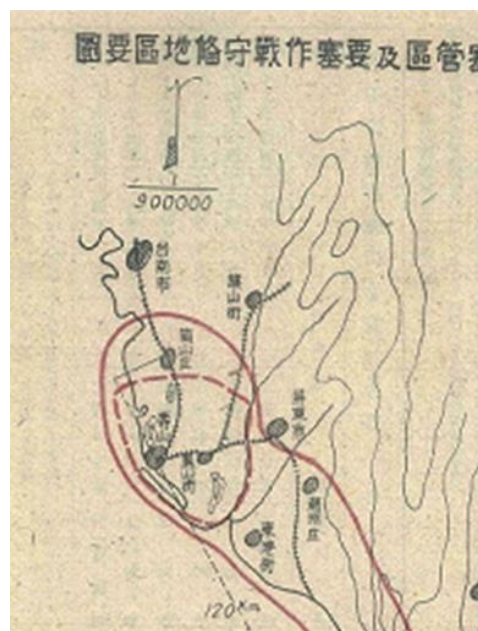


圖 8 高雄要塞管區及要塞作戰守備地區要圖
資料來源：楊護源，〈日本統治後期的高雄要塞(1937-1945)〉《檔案半年刊》(國家發展委員會檔案管理局)，第 15 卷第 2 期，西元 2016 年 12 月，頁 59。

⁴⁸ 同註 2，頁 146。

⁴⁹ 劉還月粉絲團，〈「台灣島築城計畫」築了多少海岸「長城」-以恆春半島四大地下坑道說起〉，
<https://www.facebook.com/liu580220/posts/2882260578492799/>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 10 日。

釐機關砲與九七式曲射步兵砲；掩體工事設施型態分為 3 類，分別為永久工事(鋼筋混凝土構築)、半永久工事(木石構築)與中永久工事(無掩蓋者木石構築但無掩蓋者)。⁵⁰

2. 反登陸防禦

海灘運用大小不同火砲實施有效壓制，加上與塞班島、瓜加林一樣，有碉堡陣地與障礙物及機動部隊。日軍守備兵力的支援，約十二小時能增援一個師，九天可投入最高總兵力五又三分之一師到受攻擊地區，實施沿岸加強防衛、沿岸輕防衛以機動預備隊準備反擊或重重防衛等三種佈署，並訓練士兵們以能堅守陣地為英勇行為。⁵¹

3. 沿海布水雷

為防止美軍實施登陸作戰與阻絕美軍潛艦進入近海航道對臺灣執行封鎖伏擊，日本於臺灣周邊海域設置水雷與反潛水雷，尤其是高雄、左營、馬公、基隆外港的泊區與聯外航道。布雷總數達 9,989 枚，對於美軍潛艦造成嚇阻效應(如圖 9)。⁵²

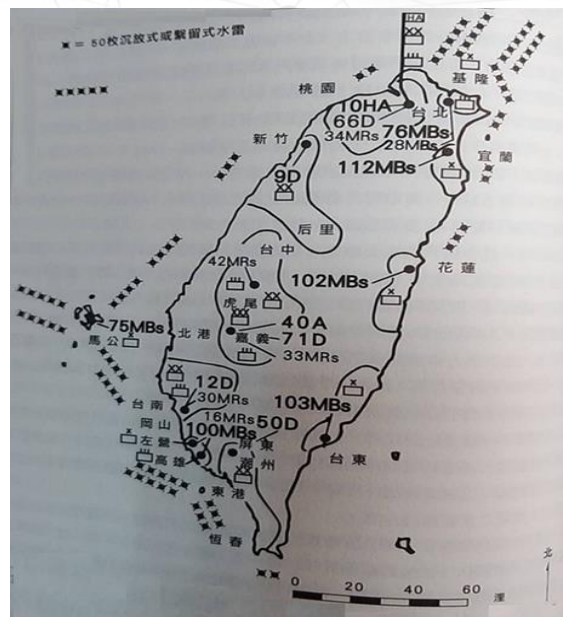


圖 8 日軍在臺灣周邊海域布放水雷及地面衛戍部隊部屬位置圖
資料來源：鍾堅〈臺灣航空決戰〉《燎原出版/遠足文化事業股份有限公司》，西元 2020 年 2 月，頁 148。

4. 航空為重點

以防衛並確保日本內地與南方作戰區之交通航道為目的，防備美軍奇襲。臺灣地區的戰備，以航空作戰為戰備重點，地面守備則以保衛核心飛行基地為優先。除加強整建各飛行基地，更在全島各核心飛行基地外圍闢建飛行場站，以利大批飛機進駐及疏散。航空資材如油彈補給品之儲存，預定囤儲達到兩個月的戰備存量，以防美軍以空中武力對臺灣攻擊時削弱日軍的作戰行動。⁵³

⁵⁰ 同註 46，頁 59。

⁵¹ 同註 11，頁 96-98。

⁵² 同註 2，頁 149。

⁵³ 同註 2，頁 146。

5. 塞班島教訓

日軍在針對臺灣擬定防禦計畫時，有因為塞班島的作戰教訓納入考量與臺灣地形特質，對於防禦計畫必須加以考量以下幾點事項。

(1)地面戰鬥經常處於制空權在敵不在我。

(2)敵艦砲猛烈砲擊下，我方火力無法加以反擊壓制。

(3)以機動為前提之作戰無法成立。

(4)非擊滅敵戰車則無法戰勝。⁵⁴

三、小結

日軍在防禦的各項措施上是有充分規劃與準備，也實施了全島要塞化，基本上已經做到了處處阻絕與處處設防。堤路計畫的終止對防禦方日軍而言，雖減輕其地面防衛武力負擔，但美軍對臺灣後續持續進行大規模的空中攻擊行動，卻造成日軍戰力嚴重損失，各項基礎工業、糖廠設施與軍事基地也遭受嚴重的破壞。如今的戰爭預警時間短、武器效能高

且戰術戰法不斷求新，除要有強度夠或隱蔽好的戰力防護地點外，也需要有計畫性的阻絕系統，配合機動性與快速性的裝備，當遭遇敵海、空中火力破壞後，能迅速實施補強作業，方能有效達到阻絕效果擾亂、轉向、遲至阻止敵軍行動。

我國防衛作戰規劃研析

一、共軍對臺灣作戰模式

共軍犯臺可能採取的主要三部曲。首部曲空中作戰；二部曲飛彈與海上作戰(包含兩棲登陸)；三部曲：中華民國的對策。⁵⁵作戰思想，共軍實施海上登陸作戰可分為以下幾個階段，集結上船、海上航渡、突擊上陸、擴大與鞏固登陸場，攻占登陸場，以能保障後續梯隊上陸遂行後續作戰。⁵⁶

(一)集結上船：共軍船團進入待機位置，再至各上船地域實施隱蔽，以快速、有序、有計畫方式，實施人員、武器、裝備與物資裝載上船。裝載上船順序依「先重裝備

⁵⁴ 同註 20，頁 532。

⁵⁵ 作者/Rick Joe 譯者/周敦彥 審者/黃依歆，〈共軍作戰想定 Anatomy of a Taiwan Invasion〉《國防譯粹》，第四十六卷第 11 期，西元 2019 年 11 月，頁 27。

⁵⁶ 陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》，第五十五卷第 567 期，西元 2019 年 10 月，頁 69。

與物資、後人員」與「先下後上」原則。裝載上船結束後，即下達離岸、退灘、航向編隊海域實施編隊或直接完成編隊出航，以防止整體行動極易暴露或遭受威脅。

(二)海上航渡：通常利用夜暗及海、空軍掩護下隱蔽實施，在由海上掩護集團及聯合登陸作戰集團混合編成登陸船團，為能抵達指定地點迅速展開與搶灘登陸，航渡時隊形須與登陸時作戰部署相結合，通常依排雷艦艇隊、艦艇火力支援隊、船載砲兵、登陸運送及海上掩護隊序列，採多路疏散航行。另登陸運送隊則依掃雷破障隊、突擊上陸群、前進指揮所、縱深攻擊群、聯合指揮所、預備指揮所、上陸砲兵群、作戰保障群、後方保障群與後方指揮所等序列實施航渡。航行中登陸船團逐次編成登陸突擊隊形，約距岸 20~30 公里位置，實施換乘及泛水，依突擊上陸、縱深攻擊、合成預備、防空兵、砲兵、電子網路作戰、後勤及裝備保障群順序實施編波。

(三)突擊上陸：當水際破障

隊先行完成水際障礙清除後，由灘際破障隊(所屬突擊上陸群所屬)實施灘岸障礙清理，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陸，一舉突破與奪占敵灘頭陣地之作戰行動。⁵⁷

(四)擴大與鞏固登陸場：突擊上陸群建立灘頭堡後，同時縱深攻擊群實施登陸，並於上陸後迅速向敵縱深地區發起攻擊，對敵灘岸守備部隊實施打擊在奪取登陸地域後，對敵反擊部隊實施防禦，鞏固已奪取灘岸，掩護後續部隊登陸，待後續部隊上岸後，對敵縱深守備打擊，奪占核心要點。⁵⁸

二、我國反登陸作戰規劃

我國 108 年國防報告書軍事戰略構想，「防衛固守，確保國土安全」、「重層嚇阻，發揮聯合戰力」。「防衛固守，確保國土安全」為長久以來軍事戰略的既定政策，強化資通電作戰能力，確保作戰指管設施安全，提升戰力防護，增進聯合反制

⁵⁷ 陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範第二版》，西元 2007 年 4 月 13 日，頁 4-17。

⁵⁸ 同註 56，頁 71。

戰力；另「重層嚇阻，發揮聯合戰力」是以重層嚇阻手段，達成防衛固守之目的，並建立不對稱作戰思維，發揮聯合戰力，陷敵於多重困境，嚇阻不輕啟戰端。⁵⁹ 依軍事戰略發展「戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵」之整體防衛規劃(如圖 10)，運用臺海地緣優勢，統合三軍戰力，予敵致命打擊之作戰目標，具體作法如下：

(一)戰力防護：戰力防護為貫穿作戰全程發揮戰力發揮的關鍵。藉由機動、隱蔽、分散、欺敵、偽裝、護衛、謀略、誤導，以及快速有效之損害管制，降低敵先期攻擊之危害，確保戰力完整，以有效支持後續作戰。

(二)濱海決勝：濱海決勝係依中共聯合登島作戰行動，所採取不對稱戰術戰法，選擇我空中兵力及岸置火力各型陸基的防空、反艦飛彈可涵蓋範圍，慎選決戰海域，形成局部優勢，發揮統合戰力，攻擊準備登陸的大型船艦，阻殲敵航渡船團。

(三)灘岸殲敵：灘頭陣地線



圖 10 我國整體防衛構想示意圖
資料來源：中華民國國防部「國防報告書」編纂委員會，《中華民國 108 年國防報告書》(臺北：國防部，西元 2019 年 9 月)，頁 58。

尚未建立時，為共軍作戰最危險的時期，乘敵甫行登陸、艦岸運動之際，統合三軍兵、火力及預置障礙阻絕，擊滅登陸之敵於泊、灘、岸地區，使敵無法登陸立足建立灘頭堡⁶⁰，後續勢必重新登陸，反登陸作戰才算奏功。

三、小結

日軍在防衛作戰中要求臺灣各軍事要點全力構築防禦工事，並將重要的要塞，在地下挖掘出四通八達的坑道，並徵召全臺青壯年在要塞外圍的實施野戰陣地、海岸線挖戰壕、山壁挖彈藥庫作業以強化防護力量；⁶¹ 在反登陸防禦方面，以障礙物設置加上火砲實施有效壓制；沿海布雷敷設作業，運用反

⁵⁹ 同註 7，頁 57。

⁶⁰ 同註 7，頁 59。

⁶¹ 小英教育基金會，〈【戰地眺望】二戰末期的台灣全島要塞化〉，<https://www.thinkingtaiwan.com/content/7545>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 21 日。

潛水雷與水雷堰，在臺灣近海撒下天羅地網，且水雷本身就具有將阻絕縱深向外延伸的特性；⁶²以航空作戰為戰備重點，防衛臺灣的重心，以空戰為作戰時最急迫。

我國防衛作戰為我生死存亡之戰，其目的在殲滅進犯敵軍，確保我國家安全，維護生存空間。⁶³臺灣四面環海，幅員有限，屬於島嶼防衛性質之作戰。陸軍反登陸作戰指導係以「獨立守備、分區擊滅、連續反擊、灘岸決勝」

為基本概念。⁶⁴我國在執行反登陸作戰上工事構築依時機與強度區分為野戰工事與永久工事兩大類。野戰工事可分為掩體(如圖 11)、戰壕及交通壕(如圖 12)、掩蔽部(如圖 13)等;永久工事以國防需要或在預期作戰地區，使用鋼筋混凝土等強度較大之材料，先期構築堅固而耐久之據點骨幹工事，並配合地貌，利用地物，結合偽裝構築(如圖 14)。



圖 11 掩體

資料來源：陸軍戰鬥工兵營、連(排)作戰教範(第三版)，國防部陸軍司令部，西元 2013 年 11 月 13 日，頁 3-53。



圖 12 交通壕

資料來源：陸軍聲，〈防衛作戰中灘岸工事及阻絕之探討〉，西元 2007 年 4 月。

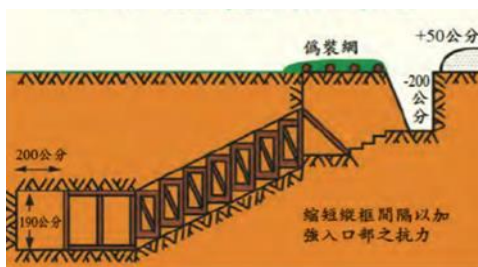


圖 13 坑道式掩蔽部斷面圖

資料來源：陸軍野戰工事構築作業手冊，國防部陸軍司令部，西元 2009 年 9 月 15 日，4-20 頁。



圖 14 永久工事

資料來源：陸軍戰鬥工兵營、連(排)作戰教範(第三版)，國防部陸軍司令部，西元 2013 年 11 月 13 日，頁 3-53

⁶² 同註 2，頁 149。

⁶³ 王繩果、周書年、黃金生、王傳結、曹豫、路台安、江銘、陳立文、王興尉，《陸軍作戰要綱》(國防部陸軍司令部印頒)，西元 1999 年 01 月 01 日，頁 6-1。

⁶⁴ 同註 63，頁 6-10。

運用的共同點水雷運用，水雷為一種不受海象影響、隱藏待敵、無預警又可產生強大殺傷力之武器，使用方便、效果驚人，更可出其不意、攻其不備，布設水雷為不對稱作戰的重要武器裝備，可保護重要的海港、沿岸據點和泊地，以遏阻或遲滯敵人的兩棲登陸作戰、擴大防禦縱深，是防禦敵人最具成本效益作戰方式，⁶⁵我國中科院自行研發「萬象水雷」，依其任務與用途，區分沉底雷、繫留雷及漂雷等三種，發展至今已研發萬象二型水雷(如圖 15)，具有延遲及自毀功能，其威力強大足以炸毀敵艦，能有效嚇阻敵軍艦艇攻擊臺灣。



圖 15 萬象二型水雷

資料來源：資料來源：中央通訊社，〈萬象二型水雷〉，
<https://www.cna.com.tw/news/aip/202101270157.aspx>，檢索日期：西元 2021 年 01 月 28 日。

我國防禦規劃策進做法

依共軍登陸作戰進程，登陸部隊於換乘區實施舟波換乘後，運用新式登陸載具如氣墊船、地效飛行器及兩棲裝甲車實施突擊上陸，其航渡速率及裝載效能均大幅提升，估算灘岸阻絕設置作業可用時間僅有 60 小時。⁶⁶然國軍目前許多障礙物阻絕，設置方式還停留於二戰時期用法，如填石木欄(如圖 16)、獨角砦(如圖 17)等傳統障礙物，所需人力多、設置時間久、強度不足且排除容易，想要於平時建造當時日軍在臺灣的要塞必將造成民怨，故阻絕設施僅可能在我軍獲有明確情資後方能開始實施作業，故對於防禦規劃以下幾點建議：

一、創新阻絕設置作法

現在戰場瞬息萬變，工兵部隊要能達到四個快速，快速布雷、快速排雷、快速阻絕、快速機動，以符合作戰需求。有效運用組合式掩體、廢棄物壓縮打包合成體與運用工事型塑戰場環境，⁶⁷方能達到工兵支援效能。

⁶⁵ 國家中山科學研究院，〈水雷〉，
https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=255&catalog=38，檢索日期：西元 2021 年 02 月 04 日。

⁶⁶ 蔣大琦，〈快速布雷於防衛作戰運用之研析〉《工訓中心教學研究報告》(高雄)，西元 2018 年 6 月，頁 9-10。

⁶⁷ 同註 56，頁 88。



圖 16 填石木欄示意圖



圖 17 獨角砦

資料來源：劉孝弘，《阻絕教範》(國防部陸軍司令部)，西元 2003 年 10 月 16 日，附 9-102、頁 5-17。

(一)運用組合式掩體(如圖 18)

組合式掩體乃是運用相同模組之防爆網構成，外層以土工布包覆，且可因應作戰環境選用偽裝顏色，可快速拉設完成架構，在運用工兵機械裝填土方，即可完成架設，其特性概述如下：

1.節約人力：小型掩體只需 2 員即可架設，大規模掩體工事可利用車輛拖拉架設，再運用推土機裝填土方即可完成。

2.架設快速：相較傳統的人力堆疊沙包，組合式掩體搭配工兵機械，架設均非常快速。

3.便於運輸：組合式掩體可折疊成箱，體積壓縮為原體積 1/10，運輸極為便利。

4.利於回收：掩體側邊鐵絲取出後，即打開網面，使土方流出掩體，即可折疊回收。

5.防護力強：掩體防護效能與填充土方類型有關，150 公分砂質土壤即可防護反裝甲武器。

6.快速修復：配有修復工具組，僅需針對破損區域進行修復即可，無須更換整個組合式掩體。

7.適應需求：可依據不同之作戰環境與需求，設計不同掩體，以適應作戰需求。



圖 18 運用組合式掩體

資料來源：吳奇諭，〈組合式掩體運用效益之研析〉《陸軍工兵半年刊 146 期》(西元 2016 年 5 月 1 日)，頁 20。

8.應用方式：可作為機甲車輛掩體、砲兵陣地掩體、指揮所設施與單兵掩體等，亦可作為阻絕設施，惟可能造成敵軍作為掩體使用。⁶⁸

(二)廢棄物壓縮打包合成體(如圖 19)

1.適用範圍：用鐵、鋁罐、塑膠等，結構分子較細之金屬及非金屬物質與鋅、銅、鐵鋁合金等物質。

2.成型尺寸(mm)：1200x800x800(長x寬x高)⁶⁹合成體大小。

3.廢棄物壓縮打包合成體，製作時間快速、每日生產量大，生產業者多(以臺中市為例，環保局已登記處理業者共 62 家)，⁷⁰製作過程不受天候與地形影響，設置方便可多面運用於灘際岸際阻絕。

4.效益評估：能有效阻止、遲滯敵登陸舟艇及水陸坦克之行動；設置於預定設置位置以工兵機械或吊車實施吊放，並可與漁網、貨櫃、消波塊併用，設置於坐灘(擱淺)線至低潮線下之間。



圖 19 廢棄物壓縮合成體

資料來源：施樂百達國際科技有限公司，〈壓縮打包機〉，

https://slpd.com.tw/new_page_30.htm，檢索日期：西元 2021 年 01 月 27 日。

(三)運用工事型塑戰場環境(如圖 20)

運用後備工兵營運用編管的工兵機械，依據作戰計畫對所負責灘岸地區依海灘地形特性實施工事作業，型塑戰場作戰環境，將原本防戰車壕設置方式變更成防戰車壕配合地下式掩體進行整合調整，將造成敵登陸時部隊行動困難，且易形成我軍反擊部隊攻擊目標。⁷¹

二、調整現員調配方式

工兵部隊在作戰全程負責區域廣任務緊急且人員有限，將會適時運用動員人力，若能調整現行現員調配方式，以能明定區分任務責

⁶⁸ 吳奇諭，〈組合式掩體運用效益之研析〉《陸軍工兵半年刊 146 期》(西元 2016 年 5 月 1 日)，頁 20。

⁶⁹ 基本型壓縮打包機，〈實用型壓縮打包機〉，<http://www.proten.com.tw/products-9.htm>，檢索日期：西元 2021 年 01 月 27 日。

⁷⁰ 臺中市政府環境保護局資源回收網，〈回收商查詢〉，<https://recycle.epb.taichung.gov.tw/recall/recall2-1.asp>，檢索日期：西元 2021 年 01 月 27 日。

⁷¹ 同註 56，頁 88。

灘岸阻絕反戰車壕結合戰車掩體運用構想示意圖

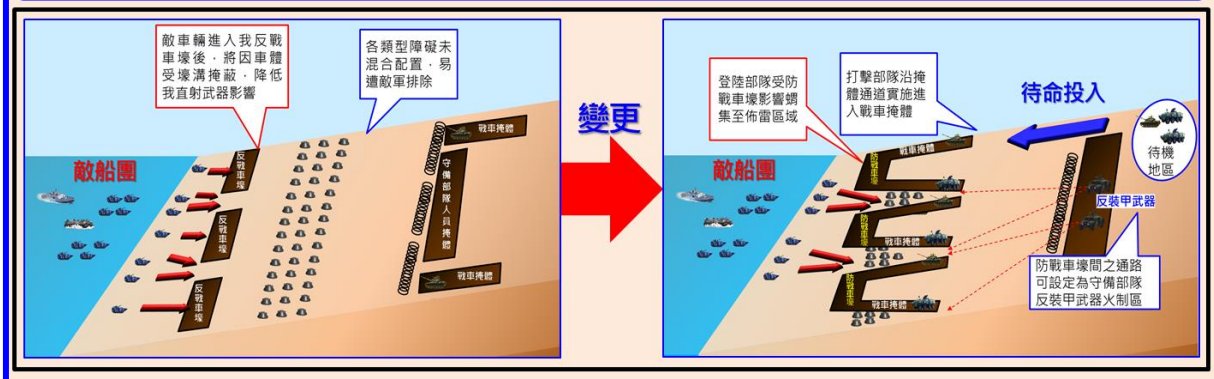


圖 20 戰車掩體與防戰車壕整合配置示意圖

資料來源：陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》，第 55 卷第 567 期，西元 2019 年 10 月，頁 25。

任。國防部西元 2006 年 11 月 26 日令頒「國軍地面後備戰鬥部隊兵力調整綱要計畫」，規劃工兵訓練中心，現員編實甲種後備旅工兵營，計有 6 個工兵營。在動員編成後仍需臨戰訓練 3-21 天(依據狀況調整)，目前現員調配到甲種後備旅工兵營人員均為軍官幹部，如能多增設士官長職務，將調配在營級或連級當任營連士官長，動員令生效後，軍官先行負責臨戰訓練，士官長依據阻絕計畫，針對守備區域運用徵購徵用阻材先行堆放設置，有效縮短阻絕設置時間。並且能讓常備工兵部隊約 4 千員兵力，在動員機制未啟動或未完成前專注於作戰區內各項工兵支援作業。

三、建築加入國防元素

強化戰力防護作為，修改公共建設法規，將建築加入國防需求元素，確保戰力完。屏東縣政府文化處曾經對於屏東縣內在二戰期間，日本所構築的碉堡工事實施勘作業，發現春日鄉戰鬥司令部設施雄偉，如佳冬的「碉堡王」則矗立平原(如圖 21)，縣府文化處長吳錦發先生表示，美軍會沒有攻打臺灣，



圖 21 碉堡王

資料來源：陳彥廷，〈春日司令部、佳冬碉堡王盡顯二戰關鍵戰略地位〉，<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2131010>，檢索日期：西元 2021 年 01 月 27 日。

大部分原因就是因臺灣防禦太強，⁷²可見防禦要塞的重要性。但如今不同於以往，已經不可能全島要塞化了或者像日軍當時在硫磺島上一樣，工事是經由許多鑽挖洞穴的專家所設計，地下化要塞包含完整的防衛體系，平日從事永久性之地下化工事整建，戰時方能將戰力「藏於九地之下」，以達自保而全勝之目的。⁷³但建築法規適當的修正納入國防元素是可行的。如臺灣西濱快速公路跨越國內主要河川出海口的橋梁，使得共軍想利用氣墊登陸艇，沿著河口「超越灘頭登陸」計畫執行困難。⁷⁴建築法規納入國防元素還可增進守備部隊的工事構築時效，如彰化縣芳苑鄉海堤單兵掩體防禦陣地(如圖 22)亦可增加戰力防護時可選擇的地區與方式且能縮短戰時構築時間;另汽機車庫出入口應適切調整大小切合我國主力戰車 M60A3(長度：9.309 公

尺、寬度：3.6 公尺、高度：3.27 公尺)⁷⁵進出，在強化抗炸係數，以符合戰時需求(如圖 23)。



圖 22 海堤單兵掩體防禦陣地
資料來源：陳冠備，〈可惜！搶建台 61 線芳苑「反共長城」陣亡剩 1 座〉，<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2677167>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 27 日。



圖 23 汽機車庫出入口
資料來源：谷歌圖片搜尋引擎，<http://www.google.com.tw/search/汽機車庫>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 27 日。

⁷² 陳彥廷，〈春日司令部、佳冬碉堡王盡顯二戰關鍵戰略地位〉，<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2131010>，西元 2017 年 07 月 13 日。

⁷³ 詹中一，〈硫磺島戰史對國軍反登陸作戰之啟示〉《海軍學術雙月刊》，第 49 卷第 6 期，西元 2015 年 12 月 01 日，頁 117。

⁷⁴ 高智陽的軍事秘辛世界，〈台灣西部風場與西濱快速道路對台海防衛作戰的影響〉，<https://blog.xuite.net/naijih/twblog/589179837>，西元 2020 年 06 月 10 日。

⁷⁵ 詹氏年鑑資料庫，〈M60A3〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2021 年 02 月 07 日。

四、籌購機動布雷系統

機動布雷系統(如圖 24)主要目的為有效拒止、遲滯敵登陸、作業時間短、布設面積廣。依司令部工兵處海灘兵要踏勘成果，本島紅色海灘 19 處，全長 7 萬 8 千餘公尺。規劃灘岸阻絕設置，其中適合設置雷區正面總長約 2 萬 8 千公尺，縱深約為 37-54 公尺，範圍大數量多。如有效利用機動布雷系統配合其戰術作為執行散撒布雷將能提升我軍灘岸布雷設置效能。除可利用於計畫性布雷外並伺機運用於敵軍海、空中火力目標海灘毀損原設置障礙物迅速實施增補布雷，能有效阻敵登陸並能有效反制敵登陸部隊對我灘岸阻絕實施破障，形成不對稱作戰之可恃戰力。

結語

各形式障礙物或阻絕經設置之後，就一定會有其將它破除之方法與工具就如矛盾對決。防禦方運用強大的障礙物阻絕就如同強大的盾牌，相對的攻擊方就會研發出克制的新式武器來破壞它如強而尖銳的矛。戰場中有效運用不同方式來快速設置



圖 24 Volcano 機械布雷系統運用於各式載具

資料來源：詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，檢索日期：西元 2021 年 01 月 27 日。

障礙與補強阻絕薄弱處，可有效達到擾亂敵軍使其畏懼及加重傷亡，除此外強化全民國防教育落實同島一命與心理抗壓的不對稱運用也相當重要。麥克阿瑟曾表示過，一旦登陸臺灣，面對的不只是日軍，還要面對近 600 萬充滿敵意的臺灣民眾。當軍民齊心合作對抗登陸的美軍，將會讓美軍辛苦於作

戰，⁷⁶事後也證明了美軍在沖繩島還得面對當地老百姓的拚死抵抗。⁷⁷臺灣如落實強化全民國防教育，軍民一心以臺灣的面積與人口均遠超過沖繩島對於登陸之敵將造成嚴重死傷。

國軍身為主場方，應藉自己本身地利之便，先期經營戰場之利、發揮創新不對稱作戰思維、戰術設計等三要素妥善統合籌畫，定能提高戰力以消耗共軍戰力，擴大共軍備戰的投資成本與時間壓力，等同增加我國防衛固守的嚇阻力。⁷⁸

⁷⁶ 同註 2，頁 142。

⁷⁷ 同註 1，頁 65。

⁷⁸ 郭恒孝、劉忠諺，〈臺灣本島地形對「不對稱作戰」之影響〉《財團法人國防研究院》（臺北市），西元 2020 年 8 月 07 日，頁 23，頁 36。

從 2020 年納卡衝突中探討戰力防護之道 - 以中共無人機對我中部地區縱深守備部隊之影響為例

陳奕穎少校

提要

- 一、位於南高加索之納卡地區，自蘇聯解體後，一直是世界軍事衝突的熱點。本次又吸引世人目光的主因，除了戰爭本身造成的後續影響外，在無人機戰術運用上也帶來巨大之效果。
- 二、中共為達成「強軍夢」，除了軍費預算連年增長外，近年還追隨美軍之腳步，全力發展無人機，囊括了陸、海、空、天、電等各方面，向成為世界強權的目標邁進，同時將此裝備運用在各式軍演上。
- 三、藉由探討本次事件中敵對兩國，來檢視我國現況能否有效因應，中共各式無人機所帶來之影響，並藉由持續研究反制作為，來強化戰力防護，進而達成國軍防衛作戰使命。

關鍵字：納卡衝突、無人機、戰力防護

前言

亞美尼亞(Armenia)與亞塞拜然(Azerbaijan)自 2020 年 9 月 27 日起，在納哥諾卡拉巴克(Nagorno-Karabakh)地區(以下簡稱納卡)爆發武裝衝突；據報導分析，這場衝突凸顯了無人機、先進感測器與長程武器運用的重要

性¹。此次衝突爆發後，隨即成為世界各國軍事部門與評論者關注焦點，尤其是在衝突中無人機的運用。近年來中共在無人機發展方面，可謂是日新月異與突飛猛進，相應之戰術、戰法也隨科技裝備的研發而生。國軍所面臨之未來戰場，將充斥著無人機裝備的偵察與攻擊，要

¹ 編譯王光磊(青年日報)，〈納卡衝突 - 揭示未來戰場樣貌〉，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1273877>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 30 日。

如何在其偵蒐與攻擊之作戰全程中，能保有自身戰力並隨時進行反制、迫使其登島任務失敗，為當前重要的課題。本篇研究主要透過文獻探討，以探究現今國軍戰力防護具體作為，並聚焦與納卡地理環境相似的我國中部地區縱深守備部隊為例，以提供相關建議。

納卡衝突中之戰力防護

納卡與我國在地理上相距遙遠，雙方文化背景與生活環境也可說是天壤之別，但即使如此，本次衝突對我們而言，還是有很多值得借鏡之地方。其原因有兩個因素，第一，根據全球軍力排名顯示，雙方軍力評鑑所呈現的懸殊狀況雷同²第二，納卡整個地區為非臨海、多山地地區，其戰場環境之複雜程度，與我國縱深守備部隊所處之戰地相似。其中無人機之戰鬥成效已然發揮戰略的效應，最終，亞美尼亞接受俄羅斯調停，為終戰畫下句點。因此，可將亞美尼亞

於本次衝突事件中之戰力防護作為，進一步成為我國應對中共無人機的借鏡。

一、戰力防護定義與目的

我國長年來面對區域性崛起大國的中共威脅，為能貫徹憲法所賦予之軍人職責，國軍在 108 年「國防報告書」中提出「戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵」整體防衛構想³我三軍部隊在這個構想架構下盡諸般手段與方式來達成，其中最為關鍵且須貫穿作戰全程的是「戰力防護」；而戰力防護之良窳攸關戰力是否存續與發揚。依據國防報告書，將戰力防護定義為我軍規劃透過機動隱蔽、分散、欺敵、偽裝、護衛、謀略、誤導，以及迅速有效之損害管制⁴來減低敵在作戰全程中對我之任何損害，進而保有我軍完整戰力，以利後續戰力持續的發揮。

二、納卡衝突起緣

納卡面積 4,400 平方公里，是南俄平原向高加索山脈的過渡地帶⁵亞美尼亞與亞塞拜然都是西亞地區小國

² GLOBAL FIREPOWER, Comparison Results(Armenia vs Azerbaijan)《GLOBAL FIREPOWER 2021》，<https://www.globalfirepower.com/>，檢索日期：西元 2021 年 2 月 20 日。

³ 《108 年中華民國國防報告書》(臺北：國防部，西元 2019 年 9 月)，頁 59。

⁴ 同註 3。

⁵ 譯王光磊(青年日報)，〈閱報秘書：納卡領土爭議歷史根源〉，<http://oldwww.ydn.com.tw/News/398188>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 30 日。

(如圖 1)，均為前蘇聯體制國家，雙方數十年來因納卡地區問題爭奪不休⁶。本次衝突起源牽涉因素廣泛，從最初民族、宗教及領土，進而延伸至國際政治及大國勢力干涉，讓納卡成為現今世界戰爭焦點區域。



圖 1 納哥諾卡拉巴克衝突說明圖
資料來源：編譯王光磊(青年日報)，〈閱報秘書：納卡領土爭議歷史根源〉，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInside/PagechapterID=1268423&type=international>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 30 日。

亞美尼亞信奉基督教；亞塞拜然則信奉伊斯蘭教，使位處中間地區之納卡，其主體民族伴隨着宗教擴展與民族遷徙幾經變動⁷。雙方問題，隨著蘇聯解體其根結非

但未解，還日趨嚴重⁸。武裝衝突經常爆發。2020 年 9 月 27 日，兩國即運用網路媒體大肆宣揚，不論是無人機偵打一體的發揮、摧毀對方之防空陣地、抑或是擊落對方之無人機等，均透由媒播以提振雙方士氣，尤其是亞美尼亞在戰力防護的作為均劣於亞塞拜然。該衝突至同年 11 月 8 日時，有了重大的轉變，亞塞拜然宣布攻占舒沙(Shusha)要塞、並切斷納卡地區與亞美尼亞重要聯繫之補給線。雖然亞美尼亞剛開始否認，但其背後勢力的俄羅斯，早已表明不會給予實質支持，而只能苦吞戰爭失敗的結果。除了從前線撤軍及卸除在納卡之武裝外，並接受由土耳其及俄羅斯軍隊，聯合派遣維和部隊進入納卡地區實施監管⁹。就是亞美尼亞於戰爭失敗後所要付出的代價。

⁶ 民視新聞網，〈全球／高加索戰爭終停火「納卡共和國」宣告滅亡〉，<https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2020B19W0081>，檢索日期：西元 2020 年 11 月 19 日。

⁷ 鏈聞〈從納卡衝突看無人機發展的現實與未來〉，<https://www.chainnews.com/zh-hant/articles/174155752402.htm>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 20 日。

⁸ 瑪麗娜·卡塔娃(BBCNEWS 中文)，〈亞美尼亞和阿塞拜疆衝突：普京稱有近 5000 人死亡納卡如何淪為戰火煉獄〉，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-54657172>，檢索日期：西元 2020 年 11 月 5 日。

⁹ 同註 6。

三、納卡衝突中之戰力防護

戰力防護良窳攸關作戰時持續戰力之發揮，進而影響勝敗的結果。所以這場衝突中，從與台海兩岸處境較相近之亞美尼亞的角度，來探討對於戰力防護在該國執行的概況。

(一)亞美尼亞國民軍組建於1992年，總人口僅有302萬人¹⁰敵國亞塞拜然為亞美尼亞的3倍多，計1,020.5萬人(如附表1)¹¹政府充分利用國內擁有之石油與天然氣資源，除促進經濟和社會飛速發展外，也投入國家財政預算支用於軍事發展。

(二)影響雙方軍事成功與否，是兩方所使用之武器裝備，以亞美尼亞而言，就本次衝突中具關鍵裝備為BM-30 Smerch、BM-21 Grad與Tos-1A等多管火箭發射系統、SS-21金龜子、SS-1C飛毛腿B型、伊斯坎德爾戰術飛彈等¹²；以及為數不多自行製造之無人機。其裝備大多來自前蘇聯或現今之俄羅斯，數量雖然不多，但整體而言，也不算太差(如附表2)。

(三)亞塞拜然在多年積極建軍備戰，其整體國力優於亞美尼亞之狀況下，武器裝備部分更是大幅提升，其多

表 1 亞美尼亞與亞塞拜然人力對照表

國家人數	亞美尼亞	亞塞拜然
總人口	3,021,324	10,205,810
現役	45,000	125,000
預備役	210,000	300,000

資料來源：1.GLOBAL FIREPOWER，〈Comparison Results (Armenia vs Azerbaijan)〉《GLOBAL FIREPOWER 2021》，2021年1月25日，〈<https://www.globalfirepower.com/>〉，檢索日期：西元2021年2月20日。

2.筆者自製。

表 2 亞美尼亞之無人機

亞美尼亞	
武器	備註
X-55 / Kh-55	● 2014年引用自己國家生產之偵察無人機。
HRESH	● 2018年引用自己國家生產之遊蕩彈藥。
Krunk	● 2011年引用自己國家生產之偵察無人機。
Orlam-10	● 俄羅斯製造的偵察無人機。沒有亞美尼亞人獲得的記錄，但是有報告表明在衝突結束時使用了它。

資料來源：Shaan Shaikh，〈The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense〉，《CSIS》，2020年12月，<https://art.archives.gov.tw/Theme.aspx?MenuID=186>，檢索日期：西元2021年1月30日。

¹⁰ 同註 2。

¹¹ 同註 2。

¹² Shaan Shaikh，2020/12。〈The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense〉，《CSIS》，2020年12月，

數裝備與亞美尼亞來源相同另其向鄰近科技先進之以色列 (Israel) 與土耳其 (Turkey) 購置。其主要裝備計有 T-122、T-107 和 Polonez 多管火箭發射系統等；以色列之 LORA 短程地對地彈道飛彈和 EXTRA 等武器，可謂數量可觀，火力強大¹³。其中在本次衝突中大放異彩之各式無人機戰術運用。(如附表 3)

(四) 從 2020 年雙方衝突開始，亞美尼亞之地面武力，如裝甲部隊、多管火箭砲車、防空平台就遭到亞塞拜然無人機的攻擊¹⁴，並且將攻擊成果的畫面全程錄影，以作為

最好的宣傳利器，使亞塞拜然呈現大獲全勝的形象，進而爭取國際談判與國內提振士氣的優勢。另亞塞拜然使用了各式先進感測器安裝於無人機或其他載台上，對於地面目標實施偵蒐，使戰場呈現高度的透明，並配合各式武器精準的攻擊，使亞美尼亞部隊遭受摧毀式的打擊。據報導，亞塞拜然部隊配合運用無人機系統，摧毀亞美尼亞約 250 輛各式裝甲車輛、前進觀察據點或 16 個指揮所，及近 220 個多管火箭系統和砲兵單位，其中包含 38 具俄製的 BM-27 多管火箭系統、S-300、

表 3 亞塞拜然之無人機

亞塞拜然	
武器	備註
Bayraktar TB2	● 無人機最早於 2020 年 6 月從土耳其購買。
Harop	● 2014-2016 年從以色列購買的遊蕩彈藥。
軌道器 1K	● 2016-2019 年從以色列購買的遊蕩彈藥。
軌道器 3	● 2016 年至 2017 年從以色列購買的遊蕩彈藥。
空襲者	● 2016-2019 年從以色列購買的遊蕩彈藥。
愛馬仕 900	● 2017 年至 2018 年從以色列購買的中空，長壽 (MALE) UAV。 ● 專為情報，監視和偵察 (ISR) 任務而設計，可飛行長達 36 小時。
愛馬仕 450	● 2008-2013 年從以色列購買的 MALE 無人機。
蒼鷺	● 在 2011-2013 年從以色列購買的 MALE 無人機。
航空之星	● 監視無人機，於 2007-2012 年從以色列購買。
搜索者	● 2011-2013 年從以色列購買的無人機。
安東諾夫 An-2	● 蘇聯時代的單引擎雙翼飛機。 ● 通過配備遠程控制系統，可重新用作無人機。

資料來源：Shaan Shaikh，2020/12。〈The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense〉，《CSIS》，2020 年 12 月，

<https://art.archives.gov.tw/Theme.aspx?MenuID=186>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 30 日。

¹³ 同註 12。

¹⁴ 楊俊斌 (中時新聞網)，〈無人機雙亞戰爭唯一贏家〉，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20201009000141-260301?chdtv>，檢索日期：西元 2020 年 11 月 19 日。

25輛9K33機動低空短程野戰防空系統、2具2K12防空飛彈系統等多個防空部隊¹⁵，其成果驚艷世局。在衝突初始亞塞拜然亦對亞美尼亞實施電戰攻擊，使相關設備及能力失效，並使其無人機有效避免亞美尼亞防空系統的偵搜。從有關報導指稱，俄國的電戰系統支援亞美尼亞此次作戰，並利用長程干擾機實施應對，並壓制了部分亞塞拜然無人機攻勢，但其效果僅支持四天¹⁶此，從這個報導我們可以瞭解到反制與反反制電戰能力，在戰爭中所扮演重要的角色。

(五)綜合上述，我們可以瞭解到影響整個納卡軍事衝突最具關鍵性的，就是無人機之運用(圖2)。在本次衝突中，亞美尼亞為何對亞塞拜然的無人機運用毫無作為，經參考各式報導、文章及準則後，綜整原因有以下幾點：



▲「亞」戰爭初期，雙方都大量將無人機作戰的畫面公開在社群網路上，成為「無人機大戰」的新戰爭模式。(圖／亞塞拜然國防部)

圖2 無人機偵察及攻擊畫面

資料來源：記者任以芳(ETtoday新聞雲)〈無人機作戰／PK野戰防空！開戰前亞塞拜然狂購2百架無人機〉，<https://www.ettoday.net/news/202102161912934.htm>，檢索日期：西元2021年2月20日。

1. 亞美尼亞現有防空系統，是源自蘇聯時代系統，例如2K11 Krug、9K33 Osa和9K35 Strela-10。雖其配備有先進之防空系統如S-300，但系統設計並非以反制無人機為主，在面對亞塞拜然所使用之TB2無人機，便無法發揮效能¹⁷。

2. 亞美尼亞在面對無人機威脅時，並無相關反制的武器裝備，使亞塞拜然在運用從以色列及土耳其所購置之無人機，與經研改後之蘇聯時

¹⁵ 陳柏宏(上報)，〈從外高加索兩國衝突中無人機角色反思我防空系統現狀〉，<https://tw.news.yahoo.com/%E5%BE%9E%E5%A4%96%E9%AB%98%E5%8A%A0%E7%B4%A2%E5%85%A9%E5%9C%8B%E8%A1%9D%E7%AA%81%E4%B8%AD%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E8%A7%92%E8%89%B2%E5%8F%8D%E6%80%9D%E6%88%91%E9%98%B2%E7%A9%BA%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E7%8F%BE%E7%8B%80-230000123.html>，檢索日期：西元2020年11月19日。

¹⁶ 編譯王光磊(青年日報)，〈納卡衝突 定義未來戰場的7大啟示〉，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1291165>，檢索日期：西元2020年11月30日。

¹⁷ Shaan Shaikh(CSIS)，〈The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh:Lessons for the Future of Strike and Defense〉，<https://art.archives.gov.tw/Theme.aspx?MenuID=186>，檢索日期：西元2021年1月30日。

期的裝備，如 An-2 Colt 雙翼飛機等，將其航行至前線以擾亂亞美尼亞的防空作為¹⁸。亞美尼亞在面對這樣的威脅，僅能使用其造價相較無人機數倍之防空飛彈實施攔截，其效果相當有限且易暴露弱點，可謂得不償失。

3.現今無人機均配賦性能良好之感應器及監視鏡頭，對敵方具有巨大威脅，其可作為後方砲兵部隊與戰術飛彈等，提供目標導引及監視，以提高戰場透明度。

4.在這場衝突中，我們可以觀察到雙方主戰裝備遭到無人機摧毀，因此，有報導評論，無人機的出現是否代表戰車在戰場上優勢的消失。但在美國《軍事時報》中軍事專家則認為還為時過早，從兩國衝突所傳播的畫面中，戰車被摧毀的原因，主要是歸咎於戰術訓練失敗及欠缺兵種協同作戰的概念，導致戰力防護力度不足，並非是戰車過時之信號。所以從納卡衝突中的確可獲取相關戰力防護不足的經驗與教訓，以提供我們防衛作戰的省思。

中部地區縱深守備部隊概述

1949年政府轉進來台，已歷七十餘年戰場經營，由於我國具有島嶼四面環海、縱深淺短等特性，故作戰方式異於一般作戰。因此，在聯合反登陸作戰指導，陸軍負責執行「毀敵於水際、殲敵於陣內」指導¹⁹，主要部隊區分為守備部隊、打擊部隊、砲兵部隊與陸航部隊等²⁰，以遂行反登陸作戰。其中守備部隊編組係編配步兵部隊為主，並納編海巡部隊、後備部隊、憲兵部隊及地區內之友軍地面部隊等²¹。後備部隊通常負責縱深地區守備，並以地形要點與村鎮守備為主，以下將縱深地區界定、中部地形概述及守備部隊型態，以及將納卡衝突中對於戰力防護相似之處提出說明。

一、縱深地區界定

依據國軍軍語辭典「縱深地區系自第一線灘岸地區守備部隊後方地境線，向內陸延伸至山地地區邊緣間之地區²²」。在臺澎防衛作戰想定中，當共軍第一梯登陸部隊

¹⁸ 同註 17。

¹⁹ 陸軍司令部，《陸軍作戰要綱(第二版)》(桃園：陸軍司令部，西元 1911 年)，頁 6-8。

²⁰ 同註 19，頁 6-27。

²¹ 同註 19，頁 6-38。

上岸後，即在灘岸或港口地區建立登陸場並實施行政下卸²³，以利其後續梯隊及後勤物資上岸，續向縱深地區發展以達成其作戰目標。在陸軍作戰要綱之「作戰區守備地區」區分中，也明確表示縱深地區之位置²⁴。從上述定義得知，中部地區縱深守備部隊所負責的地境，概略是台 61 號道至台 3 號道之間地區。

二、中部地區縱深守備部隊型態

「守備」意指防守某一地區之任務部隊，為阻止敵軍武力進犯，以確保該地區安全所採取之作戰行動²⁵。縱深地區守備部隊，通常係由後備部隊編成²⁶，為作戰區反登陸作戰及縱深地區守備之主體，通常在作戰區砲兵、防空火力及其他戰鬥與勤務支援下，遂行作戰任務²⁷。所以縱深地區守備部隊，主要是以後備部隊中之三種

後備旅擔任，並負責戰場經營及臨戰訓練等戰備整備工作²⁸。其守備方式又可區分為地形要點守備、村鎮守備及淺山要隘守備等 3 類²⁹，並依任務、兵力、地形與敵可能行動等考量用兵。另中部地區縱深守備部隊也應包含砲兵部隊、作戰區預備隊與後勤部隊，來共同負責轄區內之安全，依狀況許可，適切支援縱深地區戰鬥。

三、中部縱深地區地形分析

孫子曰：「夫地形者，兵之助也。」³⁰故分析中部縱深地區之地理環境，中部地區縱深守備部隊位於西部走廊中央之位置，以行政區概略之劃分，約位於苗栗縣、台中市、南投縣、雲林縣及嘉義縣境內；若另以主要道路作為大致區域之劃分，則東起台 1 號道，西至國 1 號道。地區內主要山系計有：尖山、大肚山、八卦山、林內高地、荷苞山及將軍山

²² 國防部，《國軍軍語辭典》（臺北：國防部，西元 2004 年 3 月），頁 6-8。

²³ 蔣大琦，〈分析共軍縱深地區作戰與我軍克制對策之研析-以旗山作戰分區為例〉《陸軍工兵半年刊》（高雄燕巢），第 149 期，西元 2016 年 10 月 3 日，頁 3。

²⁴ 同註 19，頁 6-40。

²⁵ 同註 22，頁 6-3。

²⁶ 同註 19，頁 6-45。

²⁷ 後備司令部，《後備旅作戰教則(草案)》（桃園：後備司令部，西元 2010 年），頁 5-1。

²⁸ 同註 27，頁 5-34。

²⁹ 同註 19，頁 6-45。

³⁰ 徐瑜編撰，《不朽的戰爭藝術：孫子兵法》（臺北：時報文化，西元 1998 年），頁 207。

等；重要水系分別為：後龍溪、大安溪、大甲溪、大肚溪、員林大排、西螺溪、北港溪等；重要地形提列：尖苗要隘、月眉台地、中興嶺、清泉崗及大肚山等。

(一)幅員狹小，城鎮密布

中部地區人口眾多，大多聚居於城鎮，土地開發程度高，建築物密布，雖嚴重影響觀測與射擊，惟對防禦而言，高密度城鎮分布可提供重要的堅固建築，以作為隱蔽與掩蔽有利地形與戰力防護作為。

(二)山脈縱貫南北，河流東西流向

中部地區之餘脈、丘陵及高地地形，雖對部隊通行運動造成影響，但可瞰制地區內交通、及兵力轉用與防禦重要支撐。主要河川皆為東西流向，部分河川因季節氣候之變化，其河幅可寬達400至1000公尺左右，水深0.5至3公尺不等，除了既設橋梁或特定需經整理之徒涉點外，嚴重影響兵力轉用。

(三)地形地貌複雜，交通網絡綿密

中部地區所包含之地形地貌複雜，可概分為丘陵

台地、盆地、水塘、河川及城鎮等各式地形地貌。交通網絡綿密，公路之南北向主要道路計有台1、3、17、19、61號道及國1、3高速公路等；東西向部分之快速道路分別有台72、74、76、78、82號道等，縱橫交錯，四通八達，對部隊機動而言，相當便利。

四、中部地區縱深守備部隊之戰力防護現況

依據準則要求，各類重要防護目標及三軍戰力應掌握「藏、騙、變、散、動」之五項要訣³¹，來檢視中部地區縱深守備部隊之戰力防護現況。

(一)藏：依據孫子兵法：善守者，藏於九地之下，³²通常將主戰裝備，利用地下工事構築掩體(如圖3)，或躲藏於民間堅固建物、各式高架橋下；後勤庫儲設施結合中部縱深地區之複雜地形建造，使敵「看不到」，以達戰力防護目標，並作為後續戰力發揮的憑藉。

(二)騙：「視以為真」就是以「騙」達到之目的，近年來各式操演中最常演練的項

³¹ 國防部，《國軍聯合作戰要綱》(臺北：國防部，西元2019年6月25版)，頁3-40。

³² 同註30，頁133。



圖 3 M109 自走砲車匿蹤建築工地
資料來源：游凱翔(中央通訊社)，〈戰
力防護再創新 陸軍 M109 自走砲隱
匿建築工地〉，
[https://www.cna.com.tw/news/first
news/202010280225.aspx](https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202010280225.aspx)，檢索日
期：2021 年 3 月 20 日。

目，是將戰、甲、砲車、指揮所、後勤設施等運用偽裝網及特殊塗料彩繪，以改變其外觀混淆敵軍偵蒐效能；另砲兵及通信部隊運用各式武器載台偽冒電子發射源、紅外線誘標等干擾、混淆方式，使敵難以辨別我武器裝備確實位置，³³使敵透過各式偵蒐儀器「視以為真」，進而達成防護重點目標。

(三)變：是用這個手段達到的境界，如砲兵部隊透過戰場經營，併同靈活之機動，適時變換戰術位置與陣地，使敵無法偵蒐我軍動態與精確打擊，戰力得以保存。

(四)散：「散」與「變」具有相互連續關係，是將作戰部隊分散部署，或將集中之後勤物資分屯，利用本地區

地形特性，適當運用城鎮密布之特點，適切分散部署之規劃，以達多兵機動、資源分區囤儲原則，避免敵軍偵蒐與打擊。

(五)動：「散」與「變」成功之關鍵，端視「動」的成效，各類型縱深守備部隊具備靈活之機動力，可影響「散」與「變」之作為。故運用中部交通網絡綿密之特性，部隊訓練與裝備整備是重要的關鍵，所以中部地區縱深守備部隊之戰力防護，在機動作為上值得提出探討。

中共發展攻擊型無人機概況

綜觀世界爆發之多場區域衝突中，可以體察到無人機已成為地面部隊的主要空中威脅來源之一。從 2001 年阿富汗與 2003 年伊拉克的反恐戰爭中，使用民用式之四軸無人機，攜帶土製炸彈濫炸人群，或是安裝攝影像功能，用以導引迫砲攻擊；2019 年 9 月份時，沙烏地阿拉伯之煉油廠和油田等兩處設施，遭到「胡塞運動」組織，以固定翼無人機及巡弋飛彈採異地同時方式攻擊³⁴；另

³³ 同註 31，頁 3-41。

³⁴ 洪安妮、謝志淵，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究 - 論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第 56 卷第 573 期，西元 2020 年 10 月，頁 47。

從 2014 年衝突至今之利比亞內戰，雙方大量使用土耳其與中國製造之無人機裝備³⁵。我們可以發現到，中共對於無人機發展，已可提供多數衝突國家遂行作戰，使身在衝突高風險區域的我們，應該有所警覺及深入研究必要，以研謀相應作為。

一、無人機發展緣起

中共無人戰鬥飛行載具發展起步雖較先進國家晚，但進展卻非常迅速，從最早期仿製蘇聯無人靶機「JIA-17」，研發出第 1 架無人機「長空一號」。越戰期間美國曾派遣「AQM-34N」火蜂(Fire bee)無人機至中共實施情蒐，遭到其擊落，並將殘骸帶回實施研究後，仿製出「WZ-5」無人偵察機。80 年代後，中共開始自行研製及發展無人偵察機³⁶，並於 90 年代時向以色列取經，同時向其採購極具爭議之「哈比」反輻射無人攻擊機。此後，更是加快在無人機方面的研製及作戰運用方式之探索，尤其是已研發出攻擊型

或偵打一體無人機。

二、攻擊型無人機發展現況與類型

在近十幾年間，中共在無人機發展方面，可謂突飛猛進，甚至將其研發之無人機，推展至世界各國銷售。以下針對危害最大，及近年來其重點研發及生產之攻擊型無人機做分析。

(一)「彩虹」系列

「彩虹」無人機為中共最早對外銷售，且出口量最多的一個系列，它也是各個系列中機型最為龐大的，分別有彩虹-3、彩虹-4 及彩虹-5 等。該系列中技術較為先進的即是「彩虹-5」，它具有 6 個載架，最多可掛裝 24 枚 AR-2 輕型空地飛彈或混裝 AR-1 空地飛彈與 AR-2 輕型空地飛彈³⁷，使其在戰術運用上更加多元、靈活與彈性。

(二)「翼龍」系列

「翼龍」無人機除用於軍事偵察、監視與對地打擊外，翼龍 1 型也運用於大氣研究、農業維護和森林防火等民生與科研用途³⁸。2020 年

³⁵ 轉角國際 24 小時，〈高加索「無人機大戰」：無情擊潰亞美尼亞的新·機戰未來？〉，https://global.udn.com/global_vision/story/8663/4981729，檢索日期：西元 2020 年 12 月 5 日。

³⁶ 黃耀鋒，〈中共無人戰鬥飛行載具發展及我因應作為〉（臺北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班，西元 2018 年），頁 56-61。

³⁷ 同註 36，頁 66-67。

³⁸ 同註 36，頁 62。

底中共最大型無人機「翼龍10(雲影)」於航展登場，該機型至少能使用7種精確導引炸彈，包括BBM3 GPS導引炸彈、LS6100激光導引炸彈、FT7防區外精確導引炸彈和YJ9E輕型反艦導彈等，以執行不同任務需要。據媒體報導，與美國的「死神(Reaper)」MQ9性能相近³⁹。

(三)「海鷹」

「海鷹」前身是2002年大陸航天科工集團第三研究院，是大陸唯一的飛航(巡航)飛彈研制、生產、保障部門⁴⁰。研發產品中廣為人知的「WJ-600」及「WJ-700」之動力系統據推測，即是採用小型渦輪風扇噴氣式發動機⁴¹。WJ-600無人機是大陸首型高空高速之無人機，可執行全天候對地攻擊、電子戰、訊息中繼站等軍事任務

⁴²。另能夠攜帶2枚小型飛彈進行偵打一體作戰，並具有隱匿之設計；「WJ-700」噴氣式長航時偵打一體無人機之原型機，於2021年1月份首次試飛⁴³，預判其性能將急起直追美國之「復仇者ER」無人機。

(四)「利劍」

攻擊-11「利劍」隱形無人攻擊機其飛翼設計，類似於美國「X-47B」、英國「塔拉尼斯」或法國之「神經元」等集合體，擁有兩個炸彈艙⁴⁴，中共在大閱兵直播提及，「利劍」主要任務是對敵人縱深目標進行精準打擊⁴⁵。故中共對於縱深目標的精準打擊，可以說已發展到所望的作戰需求。

³⁹ 香港經濟日報，〈解放軍超級無人機翼龍10亮相 能與美國死神較量〉，<https://china.hket.com/article/2792445/%E8%A7%A3%E6%94%BE%E8%BB%8D%E8%B6%85%E7%B4%9A%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E7%BF%BC%E9%BE%8D10%E4%BA%AE%E7%9B%B8%20%20%E8%83%BD%E8%88%87%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E6%AD%BB%E7%A5%9E%E8%BC%83%E9%87%8F%EF%BC%88%E7%B5%84%E5%9C%96%EF%BC%8C%E6%9C%89%E7%89%87%EF%BC%89>，檢索日期：西元2021年2月13日。

⁴⁰ 虹攝庫爾斯克(YouMeLive)，〈前哨-大陸獵鷹噴氣式無人機成功首飛，可萬米高空巡航，中東土豪新期待〉，<https://www.youmelive.com/junshi/249741.html>，檢索日期：西元2021年2月13日。

⁴¹ 同註36。

⁴² 同註36，頁69。

⁴³ 同註40。

⁴⁴ 同註36，頁71。

⁴⁵ 楊幼蘭(中時新聞網)，〈進化！陸利劍無人機隱形功力大增〉，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191002001285-260417?chdtv>，檢索日期：西元2021年2月13日。

(五)「暗劍」

「暗劍」為中共第二款隱形無人機。英國空戰專家布朗克(Justin Bronk)及美國航空網站「AINonline」指出暗劍之外型設計和各項性能指標都可能與中共第五代戰機相當。此外，據外媒預測，未來「暗劍」除有可能攜帶中共最先進空對空導彈實施空戰外，還能運用AI技術與殲-20協同作戰，以匿蹤出名之殲-20戰機為核心，指揮暗劍實施智能化集群作戰⁴⁶。

(六)中共隨著各式攻擊型無人機之研發(表4)，其相對應的戰術戰法也隨之孕育而生。首先，近年來中共攻台在報章媒體上，最為廣泛討論的即是所謂「點穴戰術」與「蜂群戰術」。「點穴戰術」是運用大量之無人機來摧毀我國重要之指管中心、防空雷達基地、機場、民生基礎設施等，來癱瘓我防空，取得制空權，並直接威脅指揮中樞，以快速獲取勝利。「蜂群戰術(如圖4)」是使用大量小型無人機展現群集滲透偵察、干擾、誘騙或向目標實施飽和攻擊等功能，以低成



陸空協同固定翼無人機「蜂群」系統，是中國首個實用化的無人機「蜂群」。(取材自微博)

圖4 共軍無人機蜂群系統
資料來源：賴錦宏(聯合新聞網)，〈中國電科電科院無人機「蜂群」曝光 部署快、攻擊準〉，
<https://udn.com/news/story/7331/4937164>，檢索日期：2021年3月20日。

本之無人機，癱瘓我國造價昂貴之防空雷達及飛彈等。以上所提及之戰術，從2019年美國上映電影《白宮淪陷3：天使淪陷》(Angel Has Fallen)中無人機科幻爆燃的場景來看，未來中共無人機的作戰能力，有可能如科幻電影般造成我國的重大損害。最後，隨著科技的進展，在軍事上也發展出「人機協同」的作戰概念，這意味著中共未來可能將「暗劍」配合匿蹤型戰機殲-20，實施偵察、電子干擾、效果評估、吸引敵防空火力或對敵機攻擊等。以有人機指揮無人機之聯合作戰，使整體戰力大幅提升，且徹底發揮無人機半自主化、可消耗性、低成本之優勢，以實

⁴⁶ 編譯朱世凱(Ettoday)，〈「暗劍」無人機將成為全球首款六代機可與殲-20協同作戰〉，
<https://www.ettoday.net/news/20180614/1190647.htm#ixzz6mPbiB9Mq>，檢索日期：西元2021年2月13日。

表 4 中共無人機基本資料

裝備性能	彩虹-5	翼龍-1	翼龍-10 (雲影)	WJ-600 (天鷹)	利劍	暗劍
機身重量 (公斤)	1,100	1,100	在研中不詳	在研中不詳	1,100	204
機身長 (公尺)	9	9	9	6.5	10	9
飛行速度 (公里/小時)	280	280	620	500-700	在研中不詳	150
上升最大高度 (公尺)	5,300	5,300	14,000	10,000	在研中不詳	20,000
航程 (公里)	6,500	4,000	3,500	200	4,000	
酬載重量/ 裝備/武器/ 用途	酬載 900 公 斤/ISR/光 學、電視攝 影、紅外 線、雷射測 距/指示、電 子戰、對地 攻擊	酬載 200 公斤/ISR/光 學、電視攝 影、紅外 線、雷射測 距/指示、電 子戰、對 地攻擊	CCD 相 機、合成孔 徑雷達、雷 達及通信 信號偵測 設備、光電 偵察設備 /GPS 導引 炸彈、空對 地飛彈、 GB-4 精確 導引炸彈 和輕型巡 弋飛彈/偵 蒐及攻擊	光學、合 成孔徑雷 達、電子 偵察、可 搭 2 枚對 地攻擊飛 彈/偵蒐及 攻擊	光學、電 視攝影、 紅外線、 雷達/通信 中繼/偵蒐 及攻擊	掛載 50 公 斤彈藥 /電 偵、雷 射照 射、測 距及 攻擊

資料來源：1.楊幼蘭(中時電子報)，〈炸彈卡車形成戰力，陸彩虹-5無人機完成多彈靶試〉

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170927004560-260417?chdtv>，檢索時間：2020年11月1日。2.許然博，〈中共無人飛行載具發展對我海軍威脅〉《海軍學術雙月刊》，第51卷第5期，2017年10月1日，頁120。3.蘋果日報，〈傳中國大陸產無人機利劍，首度試飛成功〉，

<https://tw.appledaily.com/international/20131122/2YR5YEAV4BWOD2XCUGGA7N3XJU/>，檢索時間：2020年11月1日。4.筆者自製。

現雙隱身，大幅度降低整個飛行機隊被發現的威脅⁴⁷。

三、對我中部地區縱深守備部隊之影響

(一)從中共各式航展中可以了解到，其投入大量的人、

物力在研製無人機，以擁有戰略、戰術、小型、匿蹤等多機種，並使作戰能力囊括了陸、海、空、天、電等各類型作戰支援⁴⁸。為剖析對我中部地區縱深守備部隊之影響，本節次

⁴⁷ 尖端科技軍事雜誌社，〈未來戰機之忠誠僚機：鯖鯊與女武神戰鬥無人機〉，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=452>，檢索日期：西元2021年2月13日。

⁴⁸ 藍碧玲(財團法人國防安全研究所)，〈無人機運用與不對稱作戰結合之重要性〉，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3304/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E9%81%8B%E7%94%A8%E8%88%87%E4%B8%8D%E5%B0%8D%E7%A8%B1%E4%BD%9C%E6%88%B0%E7%B5%90%E5%90%88%E4%B9%8B%E9%87%8D%E8%A6%81%E6%80%A7，檢索日期：西元2021年2月13日。

參考國內學者試擬中共犯台想定(如表5)實施研討。

(二)我國防衛作戰因應共軍犯台行動，區分為兩時期、三階段⁴⁹，針對無人機對我中部地區縱深守備部隊的影響，作以下合理的作為：

1.H+0-H+0.5時，進入應急作戰階段，首先，中共運用匿蹤戰機搭配具隱身功能之「暗劍」與「利劍」無人機，實施目標偵蒐與指管，以導引後續戰術飛彈對我遂行「斬首戰術」，以及縱深守備部隊之指揮所、砲兵陣地、雷達站台及後勤設施等，實施「點穴戰術」。

2.H+1時，共軍持續進犯，則進入全面作戰階段，預判共軍將運用如彩虹-4、彩

虹-5、翼龍-1、翼龍-2、WJ-600或WJ-700等型之無人機，進入我國上空，發揮偵察及打擊一體之作為，誘使我縱深地區高價值之防空裝備或陣地對其實施反制，以消耗我方戰力，並暴露陣地位置，以導引後方戰術飛彈實施打擊；同時善用偵打一體功能，對我其他重要指管、庫儲設施或基地等實施打擊。

3.H+6時，狀況持續對我不利，共軍進展順遂，並已奪取某港口、機場，建立登陸場，實施行政下卸，將續向我後方地區進展，以徹底完全攻佔我國領土，獲致決定性戰果。在上述全面作戰階段，共軍也將利用如

表 5 中共首戰即決戰初期突破想定試擬

時間	想定要點
H+0-H+0.5	• 上千枚簡易導引火箭連同潛台特工展開奇襲，遂行斬首、對各指管節點、機場、港口、防空、後勤及戰力基地作廣泛的癱瘓；另以火箭投射智能魚雷作佈雷，封鎖各港口。 • 少數DF-15對重大節點作打擊。 • 匿蹤戰機飛於臺灣上空盤旋，強化目獲與指管，並逕行打擊。 • 突擊波作多點登陸，以掌握某機場及港口的控制要點，或為佯攻。 • 啟動網路攻擊、干擾交通、造成大規模的通訊中斷及停電。 • 以防空飛彈及反艦飛彈打擊我方海上巡航中的機、艦。
H+1	• 持續以導引火箭作癱瘓打擊。 • 對突襲波持續有跨海或匿蹤戰機的火力支援。承擔較高風險下，另有直昇機甚或跳傘空降的投入。 • 無人飛機進入臺灣上空，消耗守方殘存戰力，並誘使作曝光。另有如殲6改裝的無人戰機隊遂行轟炸。 • 確定首波攻擊效果後，主力船團航向台海中線待命。
H+6	• 奪取某港口／機場，開始船團、空運飛機的大部隊登台。

資料來源：倪耿，《不對稱建軍及其實現-在中科院38年所見所思》(臺北市：科技圖書，2019年6月)，頁359。

⁴⁹ 陸軍司令部，《陸軍指揮參謀組織與作業教範(第三版)(上冊)》(桃園：陸軍司令部，西元2015年)，頁2-1-7。

WJ-600 無人機，對通信或雷達裝備，實施電子戰攻擊；同時可以仿效亞塞拜然在納卡衝突中之手段，擷取對我中部防禦地區重要設施與裝備打擊之畫面，以爭取在國際上對兩岸地區衝突之話語主動權，並先行營造獲勝之氛圍，使友我列國認為國軍乏力回天，進而對我後續國際聲援或軍事援助不利且影響優勢作為。

4.戰場前、後方之分已呈模糊無法界定，不論是在應急作戰階段共軍以無人機對我之先期偵察、或進入全面作戰階段之偵蒐與攻擊，是無分灘岸第一線或是後方地區的，可見縱深守備部隊並不會因位居第二線，無人機給予的威脅就會縮小。相反的，因重要之指管中心、機場、防空基地及後勤設施等都位在縱深地區，反而變成共軍無人機偵察與打擊之作

戰目標。

四、對我之啟示

依據納卡衝突中亞美尼亞之經驗，我中部地區縱深守備部隊在應對中共無人機威脅時之啟示如下：

(一)我地面部隊防空區分為防空部隊與部隊防空，防空部隊現有之裝備為復仇者防空飛彈系統，及便攜型FIM-92刺針飛彈，並負責中、低空之防空區域，其最主要反制空中進襲之敵戰機與飛彈。對於低成本且數量龐大之無人機，防空裝備將不敷成本且效益不彰⁵⁰。另在面對超低空的慢速無人機，目前僅能運用各類型部隊之各式機槍，以及部隊自行購置，數量少且性能有待商確的無人機攔截槍⁵¹，遂行部隊防空作為。因應空中威脅我們可以師法美軍之防空網概念(如圖5)⁵²，並參考近年幾次軍事衝突中，如2018年1架以色列無

⁵⁰ 同註 15。

⁵¹ 同註 34，頁 57。

⁵² Cedric T. Wins,〈CCDC'S road map to modernizing the Army:air and missile defense〉,《US Army》, https://www.army.mil/article/226920/ccdcs_road_map_to_modernizing_the_army_air_and_missile_defense, 檢索日期：2021年2月15日。

第1層，最低空的高機動保護系統，稱為「刀鋒系統」(BLADE)，是「彈道低空無人機接戰」(Ballistic Low Altitude Drone Engagement)的簡稱，可安裝在悍馬車上。

第2層，由固態雷射砲為核心的多任務高能雷射(Multi-Mission High Energy Laser, MMHEL)，可安裝在史崔克(Stryker)8輪甲車上。

第3層和第4層，機動防空技術(MADT)，包含火控雷達、1具7.62公釐機槍，和4具刺針輕型防空飛彈(Stinger)。

第5層，高能雷射戰術載具(High Energy Laser Tactical Vehicle Demonstrator, HEL-TVD)，將在中型戰術車上安裝10萬瓦級的雷射系統。

第6層，低成本遠程防空系統(Low-cost Extended-Range Air Defense, LOWER-AD)，是一種計畫中的飛彈攔截技術，比其他大型系統更小、成本卻更低，期望能夠大量部署。

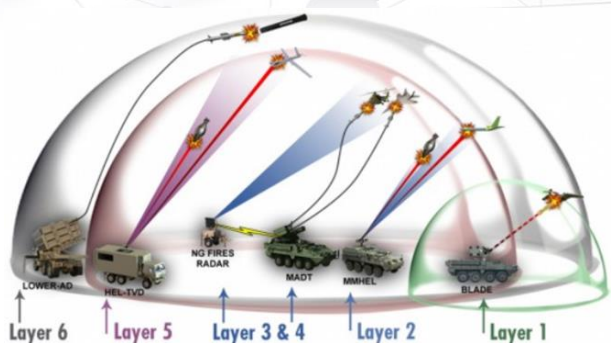


圖 5 美國陸軍防空設計概念示意圖
資料來源：Cedric T. Wins, "CCDC'S road map to modernizing the Army: air and missile defense," US Army, , https://www.army.mil/article/226920/ccdcs_road_map_to_modernizing_the_army_air_and_missile_defense, 檢索日期：2021 年 2 月 15 日。

人機被敘利亞士兵用機槍擊落⁵³，或今年據《Defence Blog》報導，敘利亞之叛軍在社交媒體上發佈聲明稱，用機槍擊落1架俄羅斯Orlan-10中程多用途無人機⁵⁴。

(二)從納卡衝突由無人機拍攝後流傳出來的影片中可以發現，亞美尼亞和亞塞拜然之軍隊大規模、偽裝不良且密集聚在一起，易造成自身成為被攻擊的目標。同樣重視這些問題的還有美軍，在2017年，美國陸戰隊準則針對無人機原則與程序提出

「被偵測、等同被鎖定、等同被殺害」⁵⁵等句，用於現今戰場最為貼切不過。由於先進科技影響，現代戰爭對於偽裝之要求與時俱進，因為部隊規模過大、蹤跡過多，幾乎無法躲過偵察，並遭致遠程火力之精準打擊⁵⁶。因此在面對敵無人機偵打一體作為，可運用「藏、騙、變、散、動」的原則來執行戰力防護。其作為可從部隊隱蔽(圖6)與掩蔽整備與「藏、騙、變、散、動」的原則相結合實施檢視。



圖 6 自走砲車匿蹤於青埔附近公園
資料來源：游凱翔(中央通訊社)，〈戰力防護再創新 陸軍 M109 自走砲隱匿建築工地〉，<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202010280225.aspx>，檢索日期：2021 年 3 月 20 日。

⁵³ 汪健、鄭一哈(新華網)，〈敘利亞軍方擊落一架以色列無人機〉，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.xinhuanet.com/world/2018-06/20/c_1123008318.htm，檢索日期：西元 2021 年 2 月 13 日。

⁵⁴ 自由時報，〈軍情動態-俄國 1 無人機偵察重要戰略高地 遭敘利亞叛軍擊落〉，<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3436428>，檢索日期：西元 2021 年 2 月 18 日。

⁵⁵ 編譯李思平(尖端科技軍事雜誌社)，〈被偵測、等同被鎖定、等同被殺害…美軍反無人機原則與程序〉，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=964#:~:text=%E3%80%8C%E8%A2%AB%E5%81%B5%E6%B8%AC%E3%80%81%E7%AD%89%E5%90%8C%E8%A2%AB,%E7%81%AB%E5%8A%9B%E7%9A%84%E9%80%99%E7%A8%AE%E7%B5%84%E5%90%88%E3%80%82>，檢索日期：西元 2021 年 2 月 13 日。

⁵⁶ 同註 55。

(三)縱深守備部隊編裝性能不具備機動能力，導致影響「動」的成效，因此欲達到依戰況適時靈活變換戰術位置的效果，機動能力的提升就相當重要。另後勤部隊的疏散作為，平時雖已完成相關庫儲裝備、彈藥等軍事後勤物資囤儲規劃與防護演練，惟平時的演練均減裝規模因應，故計畫詳細程度無法貼近實戰，戰時能否順遂作戰有待觀察。

(四)納卡衝突中俄國短暫的電子戰支援，不禁聯想起1982年以色列與敘利亞(Syria)的貝卡山谷(Beqaa Valley)戰役，即是著名的無人機與電子戰完美之配合運用。以色列無人機擔任誘敵角色，誘發敘利亞之防空雷達後，實施雷達波頻數據偵蒐、標定，接續派遣戰機對其防空陣地實施轟炸，在短短兩個小時內，敘軍便損失了17座防空飛彈陣地⁵⁷。在30幾年前的戰史就有高科技的

運用，現今中共將無人機與電子戰裝備相結合，運用的方式更加多元、靈活與變化，這對我防衛作戰影響甚鉅。

(五)身為世界軍事強權的美國，在面對充斥著無人機之作戰環境，除持續研製反制裝備外，也於2016年制定反無人機相關準則，並於2021年元月公布《反小型無人飛行系統戰略》⁵⁸。另據美國國防部還計劃在2024年前成立「聯合反小型無人飛行系統學院」⁵⁹，來肆應未來無人機作戰的趨勢。因此，令我意識到國軍在面對未來中共無人機之威脅，並無充足之訓練、亦無相關依循之準則。所以我們可鑒於美軍經驗，除了可參考各國現行對無人機反制裝備，如無線電干擾、衛星訊號干擾、電子干擾、高能微波干擾、傳統彈藥擊毀、攔截網纏住或高能雷射燒毀等⁶⁰，實施購置或研發反制中共無人機之武器裝備外，也應將如何使用現

⁵⁷ 滕昕雲(青年日報)，〈貝卡山谷之役 重創敘軍防空武力〉，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1286874&type=forum>，檢索日期：西元2021年2月18日。

⁵⁸ 編譯施欣妤(青年日報)，〈美首份反無人機戰略 揭3大目標〉，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1312777&type=international>，檢索日期：西元2021年2月18日。

⁵⁹ John R. Hoehn, Kelley M. Sayle, 〈Department of Defense Counter-Unmanned Aircraft Systems Congressional Research Service〉，<https://crsreports.congress.gov/search/#/?termsToSearch=Counter-Unmanned%20Aircraft&orderBy=Relevance>，檢索日期：西元2021年2月18日。

⁶⁰ 舒孝煌，〈不對稱戰：反制無人載具的途徑〉《國防情勢特刊-3 不對稱戰的演變與發展》，第3期，2020年7月10日，頁40。

有之手段、裝備採取反制作為，並納入相關準則編纂，使部隊有所依循，以防範未來無人機之偵蒐與打擊。

結語與建議

納卡衝突之所以吸人眼球，主要是它為現代大型戰爭之縮影，雖無法全面代表或定義，但還是具很高的參考價值。在《Global Firepower》網站上世界容易發生衝突的國家中，我國與中共也在名單內，可見我們身處的情勢是危機重重，因此，我們應有同島一命的認知及破斧沉舟的決心，知恥知病，勇於面對現實，本文所提之事物並非新鮮事，僅希望拋磚引玉，在眾人持續研究下，精進如何在不對稱的狀況下，執行戰力防護並構建堅強之可恃戰力，以捍衛國家領土完整與人民福祉。以下針對筆者對本文之啟示，提供數點建議來面對中共在無人機的挑戰：

一、加強野戰防空訓練

建立多層次野戰防空，平時應從無人機之基本認識、概念建立到實施反制作為演練，需逐動說明及推演。現階段部隊實況，除防

空部隊外，目前其它部隊能反制無人機之裝備，僅各式輕、重機槍。因此適切運用部隊防空作為，精實訓練，可將慢速、低空飛行無人機擊落，或可防制與面對敵軍來自空中的各式裝備偵蒐與攻擊。

二、強化消極防空作為

平時須加強訓練如何配合地形地貌，正確且快速使用混合型偽裝網及其他手段進行偽裝，將重要防護目標地下化，並事先調查現有軍用及民用設施，以於戰時可轉換運用。另在陣地及防禦工事部分，則可事先建置及預屯所謂預鑄式掩體，縮短緊急運用時構築時間，進而設置假電磁輻射源、假雷達、假指揮所和假陣地，以假示真，混淆敵人視聽，可以大幅降低被無人機偵測到的機率。另利用演訓時機可運用我自製之無人機裝備，如銳鳶無人機，對各部隊實施可見光、紅外線、雷達波等全方位反瞻，訓後發布反瞻結果實施檢討，使各部隊了解在戰場經營及作為上是否有不足之處，以肆應未來中共無人機之威脅。

三、重視電子戰反制作為發展

戰時各部隊嚴格管制雷達與無線電發射行為，以避免被敵軍偵蒐與攻擊。如遭遇敵軍無人機偵測，應進諸般手段將其擊落後，隨即變換位置，以防杜貝卡山谷戰役的歷史重演。另外積極發展電子戰反制作為，才能真正讓部隊在戰術運用上具有更多彈性，進而爭取戰場主動權。

四、無人機防制作為納入準則編纂

美軍於 2024 年規劃將成立「聯合反小型無人飛行系統學院」，顯見無人機未來在戰場上的重要性，而準則編纂是其重要的手段。有鑑於美軍之作為及國軍迫切實需，將無人機防制作為納入準則編纂，以律定各部隊在面對中共無人機的偵打一體作為上，統一戰術思想，發揮軍、兵種聯合反制無人機作戰，以避免中共對我高價值目標的精準打擊，降低中共在無人機在防衛作戰中戰術運用上的效能。

五、相應裝備自行研發

中共無人機種類繁多，從小型的四軸無人機到大型武裝無人機，都是共軍可能

運用於軍事上之範疇。面對這樣的陣容，我國除了避免產生兩岸武器裝備競賽，應將各式反制無人機手段做有機的組合運用。另依國防法第 22 條，可自行研發相對應且效益高之裝備應對，以避免中共無人機在防衛作戰中對我之損害。

運用虛擬戰場系統執行教育訓練 預期成效之探究-以架橋訓練為例

林右朗少校

提要

- 一、由於精密的電腦模擬及圖像、更快速的處理器及人工智慧之問世，已能產生僅次於實戰的虛擬實境，促使模擬訓練之進展突飛猛進，應用日廣，幾乎無所不在。
- 二、美軍在 1999 年代初，便開始將電腦模擬技術引入部隊訓練領域，進入 2001 年代後，全面推廣電腦模擬訓練。至 2006 年以來，美軍已開發多款接戰式模擬訓練系統，如陸軍近距離作戰徒步步兵戰術訓練系統、海軍陸戰隊的戰鬥獵手系統等。美軍運用科技技術，將系統更貼近實戰，藉以達到「仗怎麼打，士兵就怎麼訓」的宗旨。
- 三、陸軍自 2004 年起，配合中科院，先後研製訓練模擬器，計有：陸航各式飛行器之訓練模擬器、各型戰車訓練模擬器、拖式飛彈訓練模擬器、砲兵射彈觀測訓練模擬器、防空飛彈訓練模擬器等，絕大多數均為戰技、戰鬥層級使用。近年，因科技進步，未來訓練應整合導入，區分階段建構從單兵到營級、從單兵到綜合的模擬訓練中心，藉由虛擬實境訓練效果，不僅可達訓練實戰化、多元化、系統化之要求，使訓練效果更加提升。

關鍵字：虛擬實境、訓練模擬器、虛擬實境

前言

美國前陸軍訓練暨準則司令部前指揮官漢爾梭格將軍(William W. Hartzog)曾說¹：
「21 世紀的部隊係結合資訊

科技數位化與資訊情報傳輸的方式編成，故可大幅提升部隊整體的戰鬥力、存活率、兵種聯合作戰的多樣性。」美軍為順利達到新世紀建軍計畫之目標，各級長官均投

¹ 全志宏，〈虛擬實境技術運用於國軍教學之研究〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 423 期，西元 2003 年，頁 1-2。

入全部心力將模擬器技術有效運用於新世代之教育訓練上，發揮人員、武器及戰術效能於極致，訓練高素質人員實施跨世紀的軍事革新，以因應未來的各種不確定性的挑戰。

工兵訓練中心自 2003 年鑑於架橋訓練場地有限且架橋作業風險性高，建置 MGB 中框橋、M2 框桁橋訓練模擬器，提供班隊施訓，有效降低危安因素，並減少作業之裝備耗損。迄今，因科技進步，傳統之模擬器技術與呈現仿真效果已不符時代趨勢，放眼未來，國軍模擬訓練領域之發展應參照各國，導入「仿真虛擬系統」之科技，區分階段建構從各單兵到營級，個別專長到綜合演練之模擬訓練中心，藉由模擬器訓練效果，不僅可達訓練實戰化、多元化、系統化之要求，並同時解決訓場限制、裝備損耗、油彈消耗，使訓練成本降低，訓練效果提升，有效率的強化本軍實戰模擬之經驗。

發展概況

一、虛擬實境之發展與運用

(一) 虛擬實境沿革發展²

最早提出虛擬實境概念，是在 1932 年由英國作家阿道斯·赫胥黎 (Aldous Huxley) 長篇小說「美麗新世界」，書中提到「頭戴式設備提供圖像、氣味、聲音等感官體驗，以便讓人沈浸在電影世界中。」

接下來，在 1955 年，才由美國攝影師莫頓·海力格 (Morton Heilig) 發明一台可以投射 3D 影像、立體環繞音、震動、氣味和風吹效果，5 年後，1960 年海力格申請一個名為「Telesphere Mask」的個人立體電視設備專利文件。

隔年(1961)，伊凡·薩瑟蘭 (Ivan Sutherland) 教授所提出的「Ultimate Display」觀念，主要在介紹以電腦來顯示 3D 空間圖像的概念，同時也製造出人類有史以來第一部頭戴式可視設備，命名為「達摩克利斯之劍(如圖 1)」³，當初的這兩位都被稱為「虛擬實境之父」，也開啟了虛擬實境之科技之門。

達摩克利斯之劍這台機器具備了虛擬實境的要件：立體顯示、虛擬畫面生成、頭

² 傅志豪，〈「虛擬實境」技術導入軍事教育訓練之研究-以美國陸軍為例〉《中華大學碩士論文》(臺北)，西元 2010 年 7 月，頁 13。

³ 天地人文創，〈虛擬實境發展歷史〉，www.img.epochtimes.com，檢索日期：西元 2020 年 3 月 19 日。



圖 1 達摩克利斯之劍(Sutherland)
資料來源：天地人文創，〈虛擬實境發展歷史〉，
www.img.epochtimes.com，檢索日期：西元 2020 年 3 月 21 日。

部位置跟蹤、虛擬環境互動、模型生成，頭戴式可視設備之頭盔，從資料圖來看，達摩克利斯之劍跟今天的 VR 設備很像，但受制於當時的大環境，要鏈接的外部配件特別多，但已開始出現了實物的雛形，人類視覺、聽覺、觸覺之感覺與外界關係鏈結示意圖(圖 2、3)。

(二) 虛擬實境運用領域⁴

基本上一套虛擬實境系統所涵蓋之範圍極廣，所涉略的研究領域非常多，如圖 4、5，如何有效的結合各領域(學科)的研究成果，以達成虛擬實境的目標，一直是研究努力的方向。另隨著虛擬實境系統相關科技的日趨成熟，來自各領域的研究與應用也不斷的推陳出新，應



圖 2 人類感覺與外界關係鏈結示意圖



圖 3 視覺、聽覺、觸覺的虛擬實境技術

資料來源：app 情報戰，<http://www.appshooting.com.tw/>，檢索日期：西元 2020 年 04 月 22 日。

用領域也將不斷的擴大，研究領域範圍如表 1，成為必然的趨勢，也普遍存在我們一般的生活之中生根發芽，相關領域運用發展方向如下：

1. 車輛工程⁵

目前在車輛工程方面，虛擬實境技術可達到「汽車設計模擬」與「工廠生產線設計模擬」，將設計丟入 3D 空間內並透過 VR 身臨其境的操作，進而互動、觀察、調整，以及解決生產線上的問題，如圖 6。

⁴ 同註 2，頁 22。

⁵ 同註 2，頁 23。



圖 4 人類對虛擬環境的可操控程度

資料來源：臺灣百科，〈中科院 2016 年航太暨國防工業展-虛擬實境照片〉，<http://www.twwiki.com/wiki/>，
檢索日期：西元 2020 年 3 月 22 日。



圖 5 頭罩裝置示意圖(Head Mounted Display, HMD)

資料來源：劉胖胖(手機王新聞總覽)，〈以科技跨越真實與虛擬:淺談 VR、AR、MR〉，
http://www.sogi.com.tw/articles/ar_vr_mr/6245558，檢索日期：西元 2020 年 3 月 26 日。

表 1 虛擬實境的應用範圍

虛擬實境日常生活應用範圍		
項次	應用範圍類別	虛擬實境應用範圍說明
1	娛樂	電腦遊戲、電動玩具機、虛擬電影院、電視遊樂器等。
2	教育	虛擬科學實驗室、虛擬天文館、青少年數理教學、立體觀念教學、生活教育與專業領域教育訓練等 CAI 軟體等。
3	訓練	駕車(一般車輛吊車推土機等)、飛行、滑雪、機械人操作模擬、火災救災及各式儀器、設備操作、安裝與檢修訓練等。
4	醫學	外科手術、遠程遙控手術、身體復健、虛擬超音波影像、牙齒校正及藥物合成等。
5	設計	器材、室內設計、景觀、建築、土木、管線工程與機械人輔助設計等。
6	商業	廣告(動產不動產一般業務推銷及企業網頁製作)、財務分析、電傳會議與虛擬購物中心等。
7	簡報	博物館、紀念館、捷運車站簡介及遊客導覽系統等。
8	軍事	飛行模擬、各式軍車、軍艦、武器操控、軍事演習、軍種協同演習等。
9	太空	太空訓練、虛擬駕駛等。
10	藝術	動態藝術、虛擬演員、虛擬音樂等。
11	監控	即時性股市行情顯示、分析、電信網路及交通監控等。
12	科學視覺化	行星表面重建、虛擬風洞試驗、分子結構分析等。
13	聽覺評估	室內音響模擬、防止噪音測試等。
14	刑事調查	犯罪現場模擬、證物採集、動態射擊訓練、特種小組攻堅訓練等。
15	網路運用	即時性、互動式廣告、虛擬銀行、商店、博物館、大學(校園)、多人互動式教學、遊戲及分散式互動模擬(DIS)等。

資料來源：傅志豪，〈「虛擬實境」技術導入軍事教育訓練之研究-以美國陸軍為例〉《中華大學碩士論文》(臺北)，西元 2010 年 7 月，頁 22。

2. 太空科學⁶

NASA 可說是 VR 鼻祖，

最早使用 VR 技術，有效的降低風險，減少資金和人員的損失，如圖 7。

⁶ J.Turi(engadget)，〈Time Machines :NASA goes virtual at CES〉，<http://www.engadget.com/2013-12-15-time-machines.html>，檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。



圖 6 虛擬實境應用於車輛工程之研發
資料來源：《臺灣百科》，〈中科院 2016 年航太暨國防工業展-虛擬實境照片〉，<http://www.twwiki.com/wiki/>，
檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。



圖 7 NASA' s VIVED VR vision
資料來源：J.Turi (engadget)，〈Time Machines :NASA goes virtual at CES〉，<http://www.engadget.com/2013-12-15-time-machines.html>，
檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。

3. 裝備維修⁷

複雜的任務，如組裝，維修，並可以簡化操作的導入，並適當的時點，出現操作員需要的信息，並提供操作導引。例如，標籤上可以顯示部分系統操作說明，以引導一名技術工人如何進行維修的作業。利用隱藏的標誌用在一些較為精密的儀器或是裝備上，用虛擬透視方式呈現，可有效提升其工作效率及錯誤發生，如圖 8。

二、各國虛擬實境結合模擬器之發展

近年來世界各國軍事訓練之趨勢⁸，已漸大量採用模擬系統施訓，如美軍於波灣戰爭實施之入戰準備，即採用模擬訓練，使四處徵調而



圖 8 美國哥倫比亞大學在裝甲砲塔的 (ARMAR) 技術
資料來源：鄭邦監，〈擴增實境與人機介面應用之研究－以醫療衛教為例〉《政治大學碩士論文》（臺北），西元 2010 年，頁 35-37。

來的部隊迅速完成戰備並進入待戰的顛峰狀態。然國軍於武器裝備精進之際，期在主客觀訓練環境受制之下，仍能掌握新時代科技技術，結合模擬器之發展，落實訓練培育出精實戰力，以下針對各國與我以虛擬實境結合模擬器之發展實施概述。

⁷ 鄭邦監，〈擴增實境與人機介面應用之研究－以醫療衛教為例〉《政治大學碩士論文》（臺北），西元 2010 年，頁 35-37。

⁸ 周宜光，〈虛擬實境系統的開發模式與應用〉《技術學刊》（臺北），第 15 卷 1 期，國立臺灣科技大學，西元 2000 年，頁 9-87。

(一)中國大陸

目前中共正積極研發屬戰略戰役層級之「智能化戰略戰術作戰模擬系統」，涵蓋生物、航太、信息、激光、自動化、能源、新材料等七大領域，本系統自 1986 年規劃並推動執行，並於 2000 年完成，15 年間總投資達 8 仟 1 佰億人民幣，現行使用之虛擬系統如下所示：

1.VR 設備跳傘模擬系統

主要用於訓練常規翼傘操控，又可以模擬各種突發事件，VR 帶來的墜落感可以較為真實的還原空中突發情況下的緊張感，如圖 9。

2.VR 車載探測系統 (HMDS)

在地面作戰的訓練中，VR 被用於教導士兵學習如何在陸地上操作軍事裝備的工具。VR 車載探測系統就是一項應用實例，可以精確地檢測非金屬和金屬爆炸物，炸彈的壓力板以及反坦克地雷的位置。這項 VR 模擬由陸軍 Edgewood Chemical 生物中心的美國陸軍開發，可以幫助士兵在實踐之前，先熟悉車載探測系統的操作方法及各項功能，如圖 10。



圖 9 共軍跳傘模擬訓練

資料來源：新華網，
www.xinhuanet.com/mil/2016/02/26/c_128753703_16.html，檢索日期：檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。



圖 10 VR 車載探測系統

資料來源：z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

3.反暴亂作戰規劃系統

模擬訓練的主要目的還是為了幫助士兵了解各種突發狀況(例如暴亂、恐怖組織事件)，並掌握正確的應對措施。反暴亂作戰規劃系統專門用於引導新兵了解動盪地區的情況，模擬反叛分子的對抗局勢，讓士兵在 VR 中有效地學習防禦及攻擊敵人的作戰技能，如圖 11。



圖 11 反暴亂作戰規劃系統

資料來源：Z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

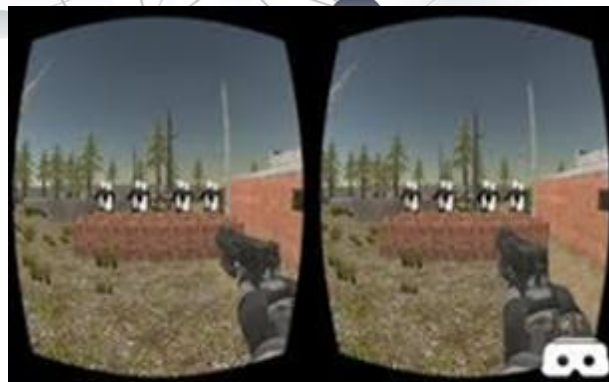


圖 12 毀滅戰士 II 電玩遊戲

資料來源：谷歌圖片搜尋引擎，<http://www.google.com.tw/search/毀滅戰士II>，檢索日期：西元 2020 年 4 月 18 日。

(二)美國

美國陸軍在 70 年代初期仍以人工模擬方式⁹，重建地形、地貌，然而在同一時期，利用資訊科技技術，開始以計算機模型來計算戰損部隊機動速度、彈藥和油耗。亦於 1987 年成立「模擬器訓練中心」，投資廠商開發適用美國三軍各式武器訓練模擬器之軟、硬體，完善整體運用規劃及部隊訓練督導等工作，如圖 12。

1. 成立各式虛擬實境實驗室¹⁰

美軍認為「虛擬模擬無非是當今 21 世紀的主要訓練方式」，如今隨著科技日新月異的進步下，美軍運用各種模擬器材，如部隊人員訓練、戰甲車輛駕駛、武器射擊、



圖 13 美軍虛擬實境導入傘訓模擬器
 資料來源：谷歌圖片搜尋引擎，<http://www.google.com.tw/search/美軍>

航空駕駛等各式各樣之模擬器系統融入海、陸、空軍兵種，模擬高技術裝備作戰，如圖 13。

2. 航空—航空組合武器戰術教練(AVCATT-A)

AVCATT-A 系統是日常空軍訓練中常用的 VR 戰爭模擬程序，該系統仿真了五架訓練專用的軍隊直升機。技能熟練的士兵可以通過配戴 VR 頭顯設備(HMD)，進入

⁹ 同註 2，頁 31-33。

¹⁰ Z 字媒體，www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

虛擬環境中感受猶如真實戰場中的砲火、風向、溫度及大氣能見度的變化情況，如圖 14、15。

(三)英國

上世紀 80 年代末¹¹，英國模擬技術公司 Plextek 為英國軍方開發了一套虛擬現實訓練系統，旨在培訓醫護人員應對緊急狀況。該系統使用了一套頭戴顯示器，如圖 16，用於顯示類似遊戲中的戰爭場景，培訓人員要在該環境下處理傷員傷口等。

(四)中華民國

中科院於 2004 年先後運用虛擬場景結合模擬器，發展步槍射擊模擬器(圖 17)、砲兵迫擊砲模擬器(圖 18)、戰甲車(圖 19、20)、直升機(圖 21)及雷射接戰與戰場抗壓等模擬器¹²(圖 22)，使學者可於不受武器、裝備、天候及地形限制來實施訓練，可以使學者透過與更仿真之影像互動產生訓練效果，訓練嚴然已從二維空間發展為三維空間。

中科院在 2017 年航太展中，將 VR 技術應用於各類型訓練模擬系統，如 F-16 戰



圖 14 美軍軍、兵種模擬訓練



圖 15 航空組合武器戰術教練

資料來源：z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：檢索日期：
西元 2020 年 4 月 10 日。



圖 16 英國頭戴顯示器

資料來源：愛鳳網，<http://www.ifuun.com/a20165551437>，檢索日期：西元 2020 年 4 月 18 日。

機飛行等模擬系統，透過資訊整合方式，搭配戰場資訊圖台系統及 3D 戰場顯示系統

¹¹ 愛鳳網，<http://www.ifuun.com/a20165551437>，檢索日期：西元 2017 年 4 月 18 日。

¹² 張琪閔、莊水平，〈由 3D 多維模擬訓練平臺淺論國軍部隊基礎訓練之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 127 期，西元 2017 年 4 月。



圖 17 射擊模擬器



圖 18 砲兵迫擊砲模擬器

資料來源：中科院，《陸用模擬器》，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2020 年 4 月 24 日。



圖 19 甲車駕駛模擬訓練室

資料來源：黃中正，〈甲車駕駛模擬器效益評估之我見〉《步兵季刊》(高雄)，第 222 期，陸軍步兵訓練指揮部，西元 2006 年 11 月，頁 4-7。



圖 20 組合型戰車訓練模擬器

資料來源：國家中山科學研究院，〈陸用模擬器〉，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=32&catalog=25，檢索日期：西元 2019 年 4 月 24 日。

整合為虛擬實境聯合作戰訓練系統。該院航研所在 2016 年本軍演習時，就已推出合成化戰場規劃，鏈結戰車模擬器、砲兵模擬器、VR 射擊

模擬器、UAV 模擬系統雷射接戰等系統輸入戰場資訊圖臺中，提供裁判組掌握當前戰況及評分，可快速整合或模組化各階層所需，如圖 23。



圖 21 直升機作戰訓練模擬器 TH-67
資料來源：國家中山科學研究院，〈陸用模擬器〉，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=34&catalog=25，檢索日期：西元 2020 年 4 月 24 日。



圖 22 戰場抗壓訓練館
料來源：中科院，〈陸用模擬器〉，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2019 年 4 月 6 日。

未來亦可規劃以中科院代管整合全軍相關之模擬系統納專業菁英團隊實施新建、管理與維護，如圖 24，建構適合各部隊之訓練對象、訓練科目訓練要求及訓練標準。

三、美軍虛擬戰鬥空間模擬系統介紹

(一) 虛擬戰鬥空間模擬器的起源

美軍虛擬戰鬥空間模擬系統源自於虛擬場景的與運用，早期普遍大量開發於遊戲領域，後期亦逐漸朝向各專業領域各自深入重點開發。現今時下最流行的射擊戰鬥遊戲軟體，創下世界國家各領域專業人士所推崇讚嘆，此款遊戲名稱為《絕地求生：大逃殺》，也是時下年輕人俗稱「吃雞」的相似遊戲。



圖 23 綜合戰鬥模擬系統整合規劃
資料來源：參考中科院，虛擬實境系統發展現況及未來展望簡報，西元 2020 年 4 月 18 日。

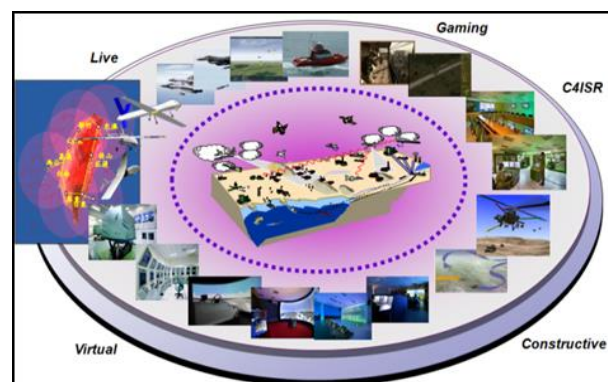


圖 24 合成化戰場
資料來源：中科院，〈陸用模擬器〉，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2020 年 4 月 6 日。



圖 25 波西米亞圖騰

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

美國陸軍的 VBS(虛擬戰鬥空間) 模擬系統¹³，起源於遊戲軟體閃點行動《Operation Flashpoint》：雖然「閃點行動」在現代引領出一番軍事遊戲風潮是一件新事(更勝於當時的寶可夢)，但從很早開始，美軍就在使用類似的遊戲訓練士兵。它的歷史可以追溯到十多年前在 2005 年的上半年，開發者是一家捷克廠商(波西米亞互動工作室)，如圖 25，為美軍量身訂製符合其軍事效益之系統軟體，也造就今天該廠商它的名聲在軍事遊戲愛好者中，可謂如雷貫耳。

(二) 虛擬戰鬥空間模擬器系統介紹

虛擬戰鬥空間模擬器系統簡稱 VBS(圖 26)，系統開發平台，如圖 27。為模擬

真實的戰場環境，拋棄了大量無關現實的元素，這裏沒有背景音樂、沒有賞心悅目的景觀，沒有劇情，只有簡單的任務交代，但你將置身於根據衛星圖 100% 還原的地圖中，比如阿富汗的群山、伊拉克的沙漠或是中歐的北約演習場。另外，許多為遊戲省略的環節也在 VBS 中得到了忠實體現，以下為 VBS 與商業戰爭遊戲軟體呈現之差異性：

1. 子彈在 VBS 中是一種稀缺資源：每個步槍兵通常只會攜帶 6 個備用彈夾，即 180 發子彈，這也要求上級妥善選擇目標，每個士兵也需要嚴格遵守開火紀律。

2. 槍支的保險系統：在戰鬥中，你需要打開保險才能射擊，否則，槍械就有可能出現走火。

3. 通訊和情報系統：在電子遊戲中，開發者會為玩家提供周到的任務提示；但在 VBS 中，如果你是前線士兵，你需要在步話機中獲得大部分情報和作戰指示。

4. VBS 一共提供了 4 個交流頻道，其中排長、副排長和四位班長佔用一個，他

¹³ 柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。



圖 26 虛擬戰鬥空間模擬系統



圖 27 虛擬戰鬥空間模擬系統開發平台

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

們會在其中交換情報，溝通指揮事宜。另一個頻道用於班組內通訊，這一頻道主要用來通報敵情，傳達具體的命令。此外還有兩個特殊頻道：其中一個可以呼叫支援，另一個能召喚爆炸物處理小隊。在這些頻道中，扮演上級的教官會結合局勢，決定是否派出支援兵力，如無人機、救援直升機和炮火支援等，而現實的演習往往不會提供這種條件，如圖 28。

5.在 VBS 中，你將很難看到 UI 提示的目標指南，而是更多需要從上級處獲取口頭指示。

6.VBS 另一個與普通遊戲迥異的地方在於尋路系統，在這裏，你只能依靠戰場地圖結合 GPS、指南針和望遠鏡前往目標區域，如圖 29。

7.VBS 的另一有趣之處是還原了真實的受傷情況：比如煙霧彈或者榴彈會導致眩暈和摔倒；腿部中彈將令



圖 28 虛擬戰鬥空間模擬系統



圖 29 虛擬戰鬥空間模擬系統(VBS3 中登場的 M1 系列主戰坦克)

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

玩家難以前進，如果被重武器擊中，你將被系統判定為喪生，至於能否「復活」則需要由負責後台操縱的教官決定。雖然上述設定繁瑣和不近人情，但它們確實還原了戰場情況。同時，它們還帶來了常規訓練無法提供的體驗，並加快了士兵們的實戰上手時間。

舉個例子，在 2010 年後，為針對反恐戰爭的新局面，VBS3 中增加了許多新任務，比如掃蕩恐怖分子藏身的房間，護送車隊穿越危險的山

區，或是駕駛潛航器滲透進危險地區，伏擊敵軍的頭目，如此等等。遊戲的模式總數超過了 300 種，與這些模式配套的還有宏大和真實的世界，僅「美國東海岸」一處地圖的面積就超過了 4 萬平方公里；而且和反映伊拉克和阿富汗熱點戰區的地圖一樣，其中的建築和地貌都完全參照了真實環境，如圖 30。

四、小結

隨著虛擬實境系統相關科技的日趨成熟，來自各領域的研究與應用也不斷的推



圖 30 虛擬戰鬥空間模擬系統

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

陳出新，應用領域也將不斷的擴大，這已是必然的趨勢，成長於科技時代的士兵們對網路遊戲都非常熟悉，VR 模擬演習會是他們感興趣並樂於接受的軍事演習方式，這種積極主動的訓練心態，有利於提高實軍事演習的實際效果。因此，如何借鑑各國與美軍在聯合訓練中開展網絡訓練的成功經驗和做法，結合我軍實際以系統工程的角度看待網絡訓練內容體系建設，構建具有我軍特色的網絡訓練內容體系建設設想，提升我軍聯合作戰與訓練，十分重要且意義深遠。

研究分析與發現

國軍近年來為配合新一代兵力及 21 世紀建軍構想，不斷精進人員訓練及技術水準，但受限於武器系統造價

高昂、師資培育不易、施訓能量不足、武器系統分散部署、場地與設備不足、國防預算考量與民意高漲等限制因素，嚴重影響國軍各項教育訓練之效益。

在這個世紀中，「虛擬實境」的善用將造成了一大突破，運用此技術於教學上，可以不必動用昂貴的真實武器裝備即可達擬真之教學效果，有效降低各項精密武器裝備教學耗損、提升裝備妥善率、解決師資培育不易之問題，且各項教育訓練不受場地、設備與天候影響，學員可依據本身實際需求與不熟悉的部分重複不斷練習同一課程直至純熟為止，故可知「虛擬實境」技術應用於教學已成為本世紀教育訓練之主流，以下針對虛擬實境應用於陸軍訓練模擬器運用情形實施介紹。

一、架橋訓練結合模擬器之建構規劃

(一)架橋模擬器建構規劃

1.架橋任務需求：因應戰訓實需，橋樑架設為本軍工兵重要作戰支援任務之一，對作戰部隊遂行攻、防、遭、追、轉等戰術作為影響甚鉅。

2.橋樑裝備實況：本軍制式橋樑計有 M2 框桁橋、MGB 中框橋、LSB 重框橋、M48A5 履帶機動橋、M3 浮門橋，如表 2，其中 M48A5 履帶機動橋、M3 浮門橋屬裝備操作之機動性橋樑，暫不納入本次模擬器研究考量，僅探究 M2

框桁橋、MGB 中框橋與 LSB 重框橋型式，LSB 重框橋於 97 年採購、撥發至各工兵群及工訓中心，以提升原有固定橋(M2 框桁橋及 MGB 中框橋)橋齡老舊、跨距及載重等級不足等問題，提升工兵作戰及災害救援能力。

3.舊有模擬軟體運用情形：以往架橋模擬軟體僅有 92 年研製(已逾 16 年)之 M2 框桁橋、MGB 中框橋等 2 項軟體。因當初 LSB 重框橋裝備籌購時，未同步規劃建置模擬器，亦因架設方式不同，舊軟體亦無法提升開發實施

表 2 工兵制式橋樑裝備性能一覽表

項目 型式	圖示	長 (M)	載重	架設時間	作業人數	備考
M2 框桁橋		39	60 噸	180 分	44 員	
MGB 中框橋		49.4	60 噸	120 分	1 排兵力	
LSB 重型框桁橋		52	80 噸	40 時	機械協建 配合人力	
M48A5 履帶機動橋		18.3	60 噸	2-5 分	每車 2 人	
M3 浮門橋		19.8	70 噸	18 分 (100 公尺 浮橋)	每車 3 人	

資料來源：作者參考準則自製。

LSB 重框橋訓練，且現行架橋模擬軟體與時下先進之模擬器發展相比已趨近淘汰之窘境，無法滿足訓練所需。藉此，於 108 年底採購 LSB 重框橋架設模擬系統，如圖 31，此系統內容涵蓋 LSB、MGB、M2 及應急橋樑之架設模擬，系統開發採用與美軍同一套之現行 VBS 軟體，提升架橋模擬訓練之發展。

4. 架橋訓練結合模擬器之分析如后

(1)藉由架橋訓練結合模擬器建置架橋模擬器，可提供工兵作戰支援作為模擬的安全訓練模式(區分單機及組合)，於單機(個人)訓練合格後，更可進階至多機(組合)聯合訓練，適合於工兵基礎及組合訓練使用，進而配合逼真的戰場環境，有效提升工兵作戰支援作業成效。

(2)建置橋樑架設模擬系統，可使工兵幹部及堆高機、吊臂操作手人員透過實況模擬及狀況演練等操作，來熟悉工兵作業流程與協建運用方式，以充實本軍橋樑架設教學及訓測實需，如圖 32。

(3)軟體內容可執行橋材諸元介紹、架設種類與形式、橋樑勤務、架橋風險管



圖 31 架橋模擬軟體 VS 架橋模擬器
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。



圖 32 堆高機、吊臂結合模擬器操作
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。

理、架橋準備(含架橋點偵察)、人員編組、架橋程序(含經始、滾具設置)及要領、吊掛作業、架設實作(基本架設、特種架設)、橋材裝載(含裝載整備，貨櫃/中型戰術輪車)、堆高機運搬及貨櫃吊掛作業等訓練科目之功能，如圖 33，且不受天候影響與空間限制，並可模擬各種天候、複雜艱困地形、地物，並配合防衛作戰場景及戰術想定，進而提高訓員訓練成熟度與學習興趣。



圖 33 架橋模擬器系統架構
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。

二、架橋模擬器教育訓練效益評估

(一)運用模擬系統與實裝訓練操作之差異

1.縮短訓練時程：運用模擬系統實施訓練，可減少教學整備工作，並針對重點練習，逐步增加訓練次數，縮短訓練時程。

2.不受環境限制：模擬系統之操作不受天候環境影響，受訓學(員)生及部隊可藉模擬系統持續實施訓練，增大投資訓練效益。同時，利用模擬系統實施各種場景仿真，可使訓練更貼近作戰實況，提升訓練成效。

3.提昇作業安全：模擬系統可模擬各種不同訓練課程及可能之突發狀況，亦能提供特殊且複雜之虛擬作戰環境及難以遭遇之天候與地形；透過高危險性場景模擬訓練，

可提高實際操作之安全性，使學者熟悉作業程序及危機處理，藉以增加應變能力，期於實際作業時，將裝備實際性能予以充分發揮。

4.可反覆從事訓練：在不同訓練條件之下，同一狀況可以反覆實施訓練，使受訓學員(生)可藉模擬器重複訓練，增大投資訓練效益。

5.減低裝備損耗、節約訓練成本：裝備使用頻繁，其壽限大幅縮短並消耗大量爆材，運用模擬器從事訓練，能減少裝備不當損耗，延長裝備使用壽限；另可節省爆材消耗。

6.減少訓練場地、環保抗爭：訓練場地難覓，易造成民意抗爭，模擬器於室內實施，可減少對環境與噪音污染，避免民眾抗爭。

(二)傳統架橋訓練與「架橋模擬器」效益比較

國外有關模擬系統之發展日趨成熟，隨著電腦硬體設備資料處理速度不斷提升，模擬軟體開發也因市場需求日益精進，除了在技術門檻方面較於以往降低許多以外，系統成熟度與擬真度亦大為提升，同時減少了開發風險與經費需求。然而，訓練模擬器之運用能彌補現階段受限之訓

對工兵戰鬥支援任務實施檢討與策進，如圖 34。

2. 可提供橋樑載重、小型

軍品研發、架設方式改良、架設成效及作業時間等模擬效益評估、分析能力；後續可供教學訓練成效、部隊作戰能力、戰術戰法研究及準則編修等驗證作為，精進作戰準則之適切性。

表 3 傳統架橋訓練與「架橋模擬器」效益比較分析

訓練方式 項目	傳統架橋訓練	架橋模擬器訓練	比較分析
課前準備	實施風險管控會議、器材人 整備、場地整理，需多人 配合才可完成。	具每日例行使用前檢 查及自我故障功能顯 示，僅教官1人即可完 成。以百人班隊而言， 教官及助教僅需3人。	架橋模擬器訓練可課。 架橋模擬器訓練時間。 架橋模擬器訓練時間。 架橋模擬器訓練時間。
訓練場地	基礎架橋訓練場需要 20X10平方公尺	可依架橋模擬器數 量，建置適當廠庫，即 可施訓。	架橋模擬器訓練場 架橋模擬器訓練場 架橋模擬器訓練場 架橋模擬器訓練場
訓練成本	一、常損壞之器材，如十 字繫材、抬夾、插銷無 法估計。年度裝備耗損 二、人力成本：一次上課 所需一名教官與三名 三、時間成本：如「戰鬥 班」之基礎班隊 工程時間為35小時。	一、僅需220伏特之電約 源，訓練每人每次約 估15元。 二、人力成本：僅需教 官1人即可完成。	依器材損耗、成 依器材損耗、成 依器材損耗、成 依器材損耗、成
安全因素	由於基礎動作不熟練，常 因姿勢、口令不正確等問 題，造成事故。	運用模擬器可使學者 熟悉操作程序、注意事 項，可降低訓練時之訓 外事件發生，確保訓練 安全。	架橋模擬器訓練 架橋模擬器訓練 架橋模擬器訓練 架橋模擬器訓練
訓練效益	一、由於場地限制，僅具 一般道路基本架橋能 力。 二、天候不佳時，常停止 架橋訓練。	一、可藉音效、視訊虛 擬下雨、夜晚等景得 況，使學者能習得惡 劣天候架橋要領。 二、使用液壓重量系 統，使學者能感受鍛 鍊，避免因姿勢不 正確導致人員受傷。	架橋模擬器可變 架橋模擬器可變 架橋模擬器可變 架橋模擬器可變

資料來源：作者自行整理。



圖 34 108 年 LSB 重框橋架設模擬系統開發實景畫面

資料來源：柏輝科技有限公司，西元 2020 年 3 月 3 日。

3. 本系統除運用於班隊教學及基地訓測外¹⁴，並依未來「合成化戰場」環境建置考量，系統具美軍高階架構(HLA)介面，可藉由 COP 圖臺與 JCATS 系統介接及整合，於演訓階段與其他兵科完成戰技、戰鬥、戰術之「合成化戰場」整合，未來若推廣至(工兵)群級或其他單位，可透過良好網路環境與 JCATS 電腦兵棋實施整合，成為分散式互動模擬環境，擴大演訓規模與範圍，提升本軍實兵對抗層次。

三、小結

依國防部推動國軍「合成化戰場環境」之建置目的是在於整合國軍現有「電腦兵棋」、「訓練模擬器」及「實兵訓練裝備」，有效輔助部隊戰備整備與訓練本務，以降

低實兵訓練風險、節約訓練成本，並兼顧部隊訓練安全，提升聯合作戰訓練成效。針對未來各項之模擬系統，可保留連網運用之架構與擴充性，俾提升性能與未來系統之研改。

結語與建議

臺灣地小人稠，經濟高度發展、土地環境密集的開發以及現代化戰爭強調高科技與高技術武器的發展，我國因國情特殊，缺乏實戰經驗，而訓練上，受到訓場限制及訓練危安等種種因素，無法符合戰時與敵接戰狀態而大型實彈操演僅能結合書面想定發佈，實施各式武器射擊，常淪為火力展示。透過增加模擬器在訓練上的運用，除增加仿真敵情外，能運用虛擬訓場描繪戰場景況在戰術上，加深指揮官指參作為及協同合作戰術運用，使部隊訓練更加務實，並能在全天候、全方位情況下實施訓練，也使得訓練頻次增加，減少訓練危安發生，歸納此次研究，實施幾點建議如后。

¹⁴ 孫銘鴻，〈運用虛擬(擴增)實境科技提升機步部隊訓練部隊訓練成效之研究〉《步兵學術季刊》(高雄)，第 269 期，陸軍步兵訓練指揮部，2018 年 10 月 30 日，頁 14。

一、整合模擬系統、發揮聯戰能力

從美軍發展模擬器的概念中，將虛擬實境技術安裝戰車、裝甲車或飛機等各項裝備上，可進行在車組與車組，機組與機組訓練模擬器聯接在一起，而不同模擬器亦可聯接，或異地相連，使各地參訓部隊共享一個資料庫，使射擊程序、指揮控制、遠距離空中人力支援等科目的訓練，都運用模擬方式進行。反瞻我國，各兵科訓練中心模擬器目前皆為各自發展，未有完整整合不同型態的模擬系統的能力與管理。因應未來環境，建議朝向國外相關技術，以高階連網架構(HLA/DIS)

作為整合基礎，研發串連各項聯戰系統、戰場資訊圖台、無人機、砲兵射擊及單兵射擊等訓練系統如圖 35，使國內現有與未來模擬器之系統能有效整合，並由中科院或有能力之機構統一管理整合，並配合年度預算編列，實施裝備維管或性能提升，使未來在聯合作戰基礎下，讓不同的模擬系統可在同一個虛擬戰鬥環境中，讓各地的學員透過連網方式，異地同時的在同一個想定中進行交戰或聯合演訓，讓聯戰系統與模擬器不局限於某個層級之使用，使各級訓練更加彈性，提升訓練成效。



圖 35 各軍種作戰模擬器整合系統

資料來源：新浪新聞，

<https://news.sina.com.tw/article/20180930/28354118.html>，檢索日期：西元 2020 年 3 月 3 日。

二、建構多元模擬器、提升國軍戰力

鑑於工兵固定橋架橋訓練均屬高風險、高強度訓練項目，迄去年至今，中心訓場地有數量不足或環境單一等窒礙因素，故發展執行雷區、障礙物、爆破設置及橋樑架設等多元之模擬系統專案，藉由數位模擬平台軟體建置，訓員透過多元課程，採循序漸進、訓後回顧及缺失矯正等標準程序驗證合格後，再實施實裝訓練，未來應朝向不足之處，持續發揮模擬器領域，建構兵科專業屬性之多元模擬器，舉凡工兵重機械等相關裝備之模擬器，取代機具不足、天候不佳、訓員眾多、結合戰場環境等限制因素，影響教學品質與部隊戰力，使教育訓練有效結合作戰，達成防衛作戰使命。

三、善用模擬器特色、劃分使用層級

以兵監為例，在陸軍所扮演角色，為訓練軍團、旅、營、連、排、班階層武器裝備及戰術訓練科目，其中旅、營級以上以練指揮為主，固以電腦兵棋、模擬器及指管系統為主軸，而連含以下階

層則應著重於裝備模擬器，並結合虛擬實境，實施戰鬥及戰技等科目實施訓練，如此各層級均能在聯網共用圖資場地下，於同一個平台上，編寫規劃的想定、創造想要的戰場，實施一連串之戰略、戰術與戰鬥之戰術戰法運用，並搭配年度部隊實兵與兵棋模擬實施驗證，以磨練各階層之作戰能力，如此善用彈性化和開放式模擬環境平台架構，創造多元訓練想定，開創複雜作戰環境，提升各級聯戰能力。

四、軍購新式裝備、建置原廠模擬器

鑒於年度國防預算採購，以往新式裝備採購，均未納入原廠模擬器系統建置，如今當前環境發展下，模擬器已成為現代之趨勢，建議未來建軍發展，外國各式新式武器裝備採購，須納入原廠所建置之模擬器系統一併配合交裝與教育訓練，以符合未來環境與各項條件受限下，我軍可善用模擬器系統，達到人員熟稔裝備操作，以及進階聯網進入戰場環境平台，實施戰術作為等各項有利操作，增進國軍戰力。

應急式排雷發射器作業能量分析

吳珮瑄少校

提要

- 一、近年來因作戰型態的轉型，國軍部隊已朝向機動力強，戰鬥節奏快的作戰編組來訓練，在作戰階段中，「破障」扮演著重要的作戰行動。
- 二、為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷概念，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並藉由電雷管引爆後開闢出人員通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，以利後續作戰執行評估。
- 三、本研究參考美軍人員殺傷障礙排除系統(APOBS)為基礎，工兵部隊在作戰階段均會遭遇到破障行動，為了可有效提升破障能力，進而藉由軍品研發一應急式排雷發射器，其能量為開闢寬 1 公尺、長 30 公尺人員通道，可破壞防人員障礙物及簡易障礙物，若結合爆藥引爆能有效且快速完成排雷作業，以增強破障效能及提高訓練安全性，並提供相關數據作為納入工兵機動排雷建案之參考。

關鍵字：排雷能力、破障、地雷搜索器

前言

近年來作戰型態的改變，各部隊已朝向機動力強、戰鬥節奏快的作戰模式作為建軍發展的目標，如何提升部隊機動過程遭遇障礙物能迅速通過，快速破障扮演著重要的關鍵，而目前工兵部隊運用地雷

搜索器標定地雷位置後實施人工排雷及運用爆藥進行障礙物爆破作業，已不符時需，急需研擬克制對策。

為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷裝備，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並配合電雷管引爆後開闢出人員

通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，用以解決目前耗時、安全性不佳等問題，進而提升排雷成效為目的。

發射器系統概述

一、研發動機及目的

(一)研發動機

共軍在 106 年軍改後，可以發現現行編裝武器皆調整到以合成營為最小單位，並藉由頻繁的演習，訓練合成營軍(兵)種聯合作戰，雖然我國屬守勢作戰國家，然而障礙排除仍為任何作戰階段均會面臨的問題，且近年來因作戰型態的轉型，國軍部隊已朝向機動力強，戰鬥節奏快的作戰編組來訓練，在作戰階段中，「破障」扮演著重要的作戰行動，如圖 1、圖 2 所示。

鑑於目前國軍部隊排雷裝備為傳統地雷搜索器，如圖 3 所示，僅能以人工排雷實施，所耗費作業時間長，且排除地雷時需要作業人員進行排除，其安全性較差，而目前工兵部隊僅有人工排雷的地雷搜索器、運用爆藥及破壞筒進行爆破作業、裝甲部隊戰車上配賦排雷犁實施排雷外，已較不符現代戰爭之戰場運動。



圖 1 人員殺傷障礙排除系統 (APOBS)

資料來源：Global, 〈MK7 Antipersonnel Obstacle Breaching Systems〉, <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/apobs.htm>, 檢索日期：西元 2021 年 1 月 25 日。



圖 2 火箭排雷系統

資料來源：LYNDHURST PRECISION, 〈Minefield breaching device〉, <http://lyndhurst-precision.co.uk/case-studies/minefield-breaching-device/>, 檢索日期：西元 2021 年 1 月 25 日。



圖 3 地雷搜索器執行地雷搜索
資料來源：作者自行拍攝。

(二)研發目的

為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷概念，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並藉由電雷管引爆後開闢出人員通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，以利後續作戰執行評估。

(三)預期效果

1.利用現行國軍庫存爆藥加以研發後，成為更有力之破障裝備。

2.於需要破障時再行組裝，提升破障作業速度，以遂行步兵部隊行動。

3.取代舊式破壞筒，以更便捷方式攜行，減少人力需求。

4.裝備組裝簡單，可有效節約作業時間。

5.戰時搭配爆藥執行破障作業，平時可支援災害救援行動。

二、研發構想

雷區破壞與排除之目的，不外乎為運用有效方法開闢通路，使後續部隊通過或資源運送，其雷區破壞方法有爆藥破壞法、繩索破壞法、機械破壞法、應急破壞法及輔助破壞法¹：

(一)直射武器

部隊使用武器絕大部分均為直射武器(如表 1)，殺傷屬於點或線區域，而國軍傳統地雷屬於被動式殺傷武器，發火方式為壓發、拉發、啟發及鬆發，若使用直射武器進行清除，僅能精準射擊地雷引信才能導致地雷失效或引爆，對於射擊的精準程度及效用

表 1 陸軍步兵部隊直射武器性能諸元表

項次	武器程式	最大射程 (公尺)	有效射程 (公尺)	爆炸半徑 (公尺)
1	T65K2 式 5.56 公厘步槍	2000	600	--
2	T91 式 5.56 公厘戰鬥步槍	2653	400	--
3	國造 T85 式 40 公厘,榴彈發射器	400	點目標 200 公尺	400
4	40 公厘榴彈機槍	2200	1500	穿甲厚度 5cm
5	5.56 公厘班用機槍	3600	1000	--
6	T-74 式 7.12 公厘排用機槍	3200	1200	--

資料來源：作者參考步兵準則自行彙整。

¹ 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 3-2~3-4。

評估下，並不適合此方法，而地雷若設置在地面下，更無法運用直射武器進行排除，故地雷設置作業區分地上和地下兩種排雷方式如下：

1.路面上地雷：需射擊到引信才會引爆。

2.路面下地雷：無法排除。

(二)迫砲武器

部隊使用迫砲武器種類眾多，其迫砲殺傷屬於面區域範圍，以砲兵一門 105mm 牽引榴彈砲為例，有效面積為 20*30 平方公尺，如表 2 所示，但實際只有砲彈擊落點才能有效炸毀地雷，其餘面積多為破片殺傷，並無法有效摧毀雷區內的地雷。

如以一正面 100 公尺 * 縱深 100 公尺，密度 1-2-2 雷區

為例，地雷數量約 400 餘顆，若使用直射武器射擊需要射擊 400 餘次，而運用 105mm 牽引榴彈砲需發射約 15-20 發數，最多也只能炸毀 15-20 顆地雷，故使用爆藥排除，相對可以開闢出一條安全通道，工人或裝備通過。

三、研發實驗數據

為了求得爆藥爆炸能量與地雷排除能力之關係，我們運用了國軍現有導爆索進行測試，並藉由拋繩槍之拋射能力求得拋射角度及飛行距離，以下區分兩個部分說明：

(一)爆藥選擇及測試

爆藥種類眾多，有爆速高低、敏感度及防水性等性能，目前國軍現有炸藥常用的有 TNT、C4 炸藥及導爆索，

表 2 陸軍砲兵部隊主要武器性能諸元表

項次	武器程式	最大射程(公尺)	彈著有效面積(公尺)		
			縱深	橫寬	破片散飛半徑
1	M101A1105 公厘 牽引榴彈砲	11000	20	30	175
2	M114A1155 公厘 牽引榴彈砲	14600	30	50	360
3	M2A1155 公厘 牽引加農砲	23513	30	50	390
4	M115,8 吋 牽引榴彈砲	16800	50	80	470
5	M109A2155 公厘 自走榴彈砲	18100	30	50	360
6	M110A2,8 吋 自走榴彈砲	22900	30	80	470

資料來源：作者參考砲兵準則自行彙整。

參考現行各國排雷作法，多為運用火箭帶動導爆索飛行，將導爆索鋪放在雷區上，在藉由導爆索起爆後，為後續部隊開闢一條相對安全之通路，故此次爆藥選擇為導爆索，導爆索一捆為 500 呎，重量為 5 公斤，其 PETN 裝填藥量為 5.0 公克/公尺，經過實驗數次後，可以發現一次使用 8 條導爆索可以將重 3.5 公斤 M3 地雷炸飛最小位移為 50 公分，即為排除人員通道寬度 1 公尺，如表 3 所示，而排雷長度取決於發射器動力可發射多重的導爆索，故小型軍品研發設定在 30 公尺長，換算之 8 條導爆索，長 30 公尺，重量就高達 8 公斤了。

戰防雷爆藥量為 5.5 公斤 TNT，引爆在 3.5 公尺內產生的衝擊波將會有受損式破壞，M2A4 及 M3 人員殺傷雷爆藥量為 0.2 及 0.45 公斤

TNT，引爆在 1.2-1.5 公尺內產生的衝擊波將會有受損式破壞²。

(二)拋射能力分析

本實驗階段是以軍備局第 205 廠研發落地式氣壓式拋繩器作為發射動力，落地式拋繩器的拋射距離最遠可達 230 公尺，惟運用在災害救援上，帶動飛行屬於收納輕量型的繩索在彈頭裡面，無法與導爆索重量相做比較，故僅針對拋繩及彈頭重量和發射角度變化，求得實驗數據，以供設計研發參考。實驗過程運用的平時訓練用導爆索作為拋射出繩索，區分拋射角度、繩索重量及彈頭重量進行測試(如表 4 所示)：

1.拋射角度

實驗過程中可以發現拋射角度並非 45 度距離最佳，嘗試 30 度後飛行距離可以更多，故以拋射器的方式發射，

表 3 爆破能量及清除地雷能力成果統計表

項次	導爆索數量	排除地雷種類	地雷重量	清除距離
1	1M*15 條	M14	100 克	4 公尺
	1M*15 條	M2A4	800 克	3 公尺
	1M*15 條	M3	3.5 公斤	1.4 公尺
2	1M*10 條	M14	100 克	3.2 公尺
	1M*10 條	M2A4	800 克	2 公尺
	1M*10 條	M3	3.5 公斤	1 公尺
3	1.5M*10 條	M2A4	800 克	3 公尺
	1.5M*10 條	M3	3.5 公斤	1.5 公尺
4	1.8M*8 條	M2A4	800 克	2 公尺
	1.8M*8 條	M3	3.5 公斤	1 公尺

資料來源：作者自行彙整。

² 沈新明，認知火炸藥，經濟部礦務局事業用爆破專業人員訓練班課程 2019。

表 4 拋繩器拋射能力測試成果統計表

項次	訓練用導爆索	總重量(繩索和彈頭)	發射角度	拋射距離
1	10M*10 條	3 公斤	45 度	28 公尺
	10M*10 條	3 公斤	30 度	32 公尺
2	10M*1 條	0.7 公斤	30 度	56 公尺
	10M*5 條	1.5 公斤	30 度	25 公尺
	10M*10 條	2.5 公斤	30 度	15 公尺
3	10M*10 條	4.6 公斤	30 度	44 公尺
	15M*10 條	5.6 公斤	30 度	33 公尺
4	10M*10 條	5.4 公斤	30 度	40 公尺
	15M*10 條	6.4 公斤	30 度	35 公尺
5	10M*10 條	5.5 公斤	35 度	39 公尺
	15M*10 條	6.5 公斤	35 度	38 公尺

資料來源：作者自行彙整。

建議拋射角度調整到 30 度較為適宜。

2. 繩索重量

繩索數量調整拋射 1 條、5 條及 10 條後，可以得知拋射距離約成倍數遞減，代表拋繩槍原理僅適合拋射輕量彈頭至目的地，原理上不適合帶動重型器材，故在發射器的研發需考量兩段式給予動力，才可能足夠帶動有重量的導爆索飛行至前方實施破障能力。

3. 彈頭重量

藉由物品加重彈頭重量，可以從實驗過程中得知彈頭若較輕，容易出現頭輕腳重的現象產生，故持續加重彈頭重量 2-3.5 公斤不等，繩索爆藥重量約在 2-2.5 公斤左右，可以得到一適合彈頭重量之數值。

綜合以上實驗過程，若需要研發排雷發射器搭配國軍現有爆藥開闢人員通道之破障能力，在導爆索運用須以 8 條為一捆作為基數，長度參考則以發射器動力來考量，而發射重量偏重，故僅以拋繩槍單一發射動力將不足以帶動繩索向前，故在發射器發射動力方面將須考量以兩段式飛行動力為主，才能達到我軍之能量需求。

操作流程

本章節介紹 109 年小型軍品研發之應急式排雷發射器諸元組成，組裝及發射操作流程。

一、諸元組成

諸元組成為氣動式可重複發射排雷器主體、16 公克高壓氣瓶、導爆銅片、導爆

管、導爆管復歸器、可重複充氣氣動推力牽引彈頭、訓練用安全繩索、導爆索前端連接器、導爆索後端連接器及防水攜行箱。

(一)氣動式可重複發射排雷器主體(如圖 4)

1.規格

(1)整體包含發射槍管、多功能發射主體、可調式後肩托，其中多功能發射主體內可放置導爆管、前端可放置導爆銅片、管內可放置 16 公克高壓氣瓶。

(2)整體尺寸：長度 91 公分、寬 5 公分、高度 19 公分，重 2 公斤。

(3)多功能發射主體與發射槍管使用材質為鋁合金，可使用市售 12 與 16 公克 CO₂ 氣瓶內液態氣體轉換為氣化空間；後肩托為塑膠材料。

2.功能

(1)發射器主體具有安全保險開關、槍型握把和射擊按鍵。

(2)安全開關為防止誤射安全保險裝置，且安全開關未開至射擊位置時，板機將無法作用。

(3)發射器主體具有水平角度參考調整，以利設置拋射角度。



圖 4 氣動式可重複發射排雷器主體



圖 5 十六公克高壓氣瓶
資料來源：作者自行整理。

(4)發射器主題為槍型設計，方便攜帶，快速完成準備，整體高壓蓄壓充氣過程中，沒有任何洩氣的結構。

(5)發射動力為二氧化碳氣體動力。

(6)後肩托不因裝備運輸中造成損壞，具有堅固性，並可依個人的射擊習慣調整長度。

(二)16 公克高壓氣瓶(如圖 5)

1.規格

(1)尺寸：瓶身高度 9 公分，直徑 2 公分，重 40 公克。

(2)金屬儲存鋼瓶內含 16 公克液態二氧化碳，氣瓶內壓力超過 800PSI 以上。

2.功能

(1)氣瓶可置放於導爆管內，由前端導爆銅片控制爆破壓力，引爆 16 公克液態高壓氣瓶。

(2)當按下發射開關時，導爆管內金屬撞針瞬間刺破 16 公克二氧化碳氣瓶，瞬間由液態二氧化碳轉換成氣態二氧化碳，達設定壓力時，導爆銅片引爆點即可產生巨大推力，將可重複充氣產生氣體推力牽引導爆索之「牽引彈頭」瞬間送出，脫離發射器主體，同時啟動牽引導爆索拋射彈頭的閥門開關，產生反作用推力，將導爆索或一組 30 公尺訓練用安全繩索往前方拋射至少 30 公尺。

(三)導爆銅片(如圖 6)

1.規格

(1)尺寸：直徑 20mm，厚度：0.07mm。

(2)材質：為金屬銅片。



圖 6 導爆銅片

2.功能

(1)將 12 公克或 16 公克 CO₂ 氣瓶放置於導爆管內，於執行任務時，將導爆管放置於氣動式可重複發射排雷器，隨後開啟安全開關，按壓板機瞬間刺破 12 公克或 16 公克 CO₂ 氣瓶，液態二氧化碳產生氣化作用，當壓力提升達到 500PSI 時，導爆銅片產生破裂將氣化二氧化碳轉換為動能作為拋射使用。

(2)將可重複充氣氣動推力牽引彈頭拋射脫離槍管，並平衡飛行姿態，且啟動牽引彈頭內部閥門，產生飛行推力將導爆索拖行飛行至前方。

(四)導爆管(如圖 7)

最後由指揮官詳細說明初步的阻絕規畫指導，因為這是阻絕規劃的關鍵因素。

1.規格

(1)尺寸：長度 15 公分，直徑 3 公分，重 70 克。



圖 7 導爆管

資料來源：作者自行拍攝。

(2)材質：塑膠材質，
內有強力彈簧及金屬撞針。

2.功能

(1)用來固定爆破銅片，
同時可放置 12 公克或 16 公克
CO₂ 氣瓶，使用時須放置於氣
動式可重複發射排雷器內部。

(2)當扣下手握槍行板
機時，瞬間刺破液態二氧化
碳氣瓶，當氣化達到 500PSI
時，轉換動能將可重複充氣
氣動推力牽引彈頭拋設置前
方 30 公尺以上。

(五)導爆管復歸器(如圖 8)

1.規格

(1)尺寸：直徑 15mm，
長度 116mm。

(2)材質：為塑膠材質。

2.功能

於使用前，將導爆管內
金屬彈簧與金屬撞針調整成
預備模式，再放入液態二氧
化碳氣瓶。

(六)可重複充氣氣動推力
牽引彈頭(如圖 9)

1.規格

(1)尺寸：可重複充氣
氣動推力牽引彈頭前端直徑
63mm，長度 255mm；含後端
飛行平衡尾翼全長度 455mm，
並配賦 1 支可重複充氣高壓鋼
瓶，長度 130 公分，直徑 23
公分，可實施充氣。

(2)材質：PP、NBR45
度、鋁合金。

2.功能

(1)拋射彈頭可重複充
氣，當脫離發射器主體後，
攜帶一條連結繩線飛行且平
衡飛行儀態後，開啟充氣式
12 盎司氣瓶尾蓋閥門，產生
向後方推力。

(2)動力牽引彈頭後端
經過連結繩連接 8 公斤以上
重量導爆索或訓練用安全繩
索，可在空中持續 3 秒鐘以
上氣體推力持續飛行，飛行
距離至少需 30 公尺以上。



圖 8 導爆管復歸器



圖 9 可重複充氣氣動推力牽引彈頭

資料來源：作者自行拍攝。

(七)訓練用安全繩索(如圖 10)

1.規格

(1)尺寸：每組安全繩索長 30 公尺，單組重量須達 8.6 公斤。

(2)材質：為尼龍紗經多股纏繞承受拉力須超過 800 公斤。

2.功能

(1)訓練用安全繩索可供拋射反覆使用絕不斷裂，兩端具有快速安全扣環，以方便快速連結可重複充氣氣動推力牽引彈頭的連接繩與攜行箱繫留繩上，並且一次將發射訓練用安全繩索 30 公尺 1 組至前方 30 公尺以上。

(2)作為平日教育訓練模擬操作排雷射器之導爆索，替代國軍導爆索使用，以增加訓練次數。

(八)導爆索前端連接器(如圖 11)

1.規格材質：鋁合金鍛製快速接頭。



圖 10 訓練用安全繩索
資料來源：作者自行拍攝。

2.功能：可快速連接可重複充氣氣動推力牽引彈頭的連接繩和導爆索，或訓練用安全繩索 1 組，不因發射後造成鬆脫。

(九)導爆索後端連接器(如圖 12)

1.規格材質：鋁合金鍛製快速接頭。

2.功能

(1)導爆索後端連接器可提供導爆索與攜行箱繫留繩完成接續。

(2)發射後可繼續接續電雷管，以實施點火作業。



圖 11 導爆索前端連接器

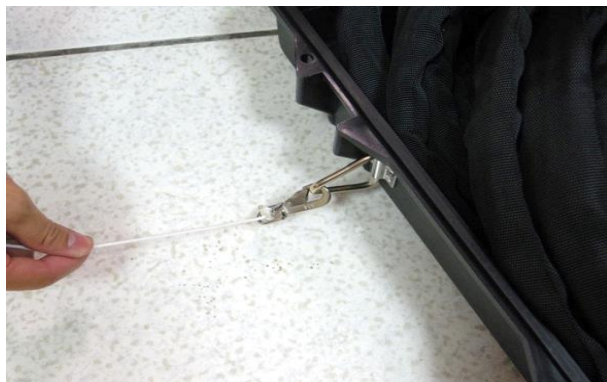


圖 12 導爆索後端連接

資料來源：作者自行拍攝。

(十)防水攜行箱(如圖 13)

1.規格

(1)尺寸：攜行箱長 105 公分、寬 39 公分、高 15 公分，空箱淨重 6 公斤。

(2)材質：使用複合式碳纖維材質，具堅固性及攜帶方便性。

2.功能

(1)攜行箱需具有手提方式及可使用肩背帶之背負功能，箱上有固定繫留繩，開關具有 4 組安全夾扣，運輸過程中可防止人員誤觸開啟。

(2)攜型箱具有防水功能，可於雨天在外攜帶使用，並可防止雨水滲透到內部造成設備潮濕。

(3)攜行箱內部可收納重覆使用氣動式可重複發射排雷器主體 1 組、16 公克高壓氣瓶 6 組、導爆銅片 10 組、導爆管 2 組、導爆管復歸器 2 組、可重複充氣氣動推力牽引彈頭 2 組以及快速維修拆裝工具 1 組。



圖 13 肩背攜行箱

(4)所有物品置入攜行箱內關閉後，於運送過程中不可因外在因素不慎開啟，造成零件設備掉落。

(5)適合人員使用背帶背負攜帶，或一般手提箱攜行。

(6)可依照 8 字型收納 1 組訓練用安全繩索放置訓練安全繩索攜行箱內。

二、組裝作業程序

組裝作業包含前置作業的導線鋁管繩索、安全繩索收納和牽引彈頭充氣，接續至現地後開始組裝作業，包含導爆管安裝、排雷發射器安裝導爆管、安裝氣動式牽引彈頭、連接 30 公尺安全繩索及調整發射角度等步驟。

(一)導線鋁管繩索收納(如圖 14)

鋁管內的繩索須依照 8 字形收納至鋁管內部，切勿使用環繞繩索方式收納，容易造成打結情形產生，影響發射後飛行作業。



圖 14 導線鋁管繩索收納

資料來源：作者自行拍攝。

(二)安全繩索收納(如圖 15)

安全繩索或導爆索須依照 8 字形收納至攜行箱，且不可有打結情形產生，發射時須將繩索至於操作手右前方，以確保操作手發射時之安全。



圖 15 安全繩索收納

(三)氣動式牽引彈頭充氣(如圖 16)

1. 先將大氣瓶放倒再確認兩個氣閥開關為A關閉狀態確認後再開啟氣瓶開關。

2. 接上牽引彈頭的充氣接頭，確認連接完成再將氣閥調整為B充氣狀態，第一次充氣為預備充氣，充氣約3-5秒關閉，將氣閥調回為A關閉狀態。

3. 由於洩氣時會有很強的反作用力，務必雙手握好氣閥開關，再將氣閥緩緩調成C洩氣狀態同時緊緊穩住充氣連接線直到氣體完全洩完，此時牽引彈頭會因為CO₂氣化過程呈現為冰冷狀態，再進行正式充氣，如牽引彈頭未呈現冰冷狀態請再重複預備充氣及洩氣。

4. 將氣閥開關再調整為B充氣狀態進行正式充氣，約5~10秒牽引彈頭會由冰冷狀態立刻回溫再將氣閥調整為A關閉狀態。



圖 16 氣動式牽引彈頭充氣
資料來源：作者自行整理。

5. 將充好氣的彈頭立起並準備好彈頭插梢，一手握住插梢定位頭準備往下壓，另一手將彈頭插梢預插入插梢定位孔，兩手同時迅速往下壓，在下壓時會瞬間噴出少許氣體同時即可將彈頭插梢固定，完成充氣後，須將彈頭進行重量量測，重須達1000克以上，才能確保飛行距離達30公尺。

(四)導爆管安裝(如圖 17)

1. 將導爆管後端橘色尾蓋旋轉取下，並取出橘色內管(內管為12克CO₂氣瓶使用)，如使用16克CO₂氣瓶則不需安裝內管



圖 17 導爆管安裝
資料來源：作者自行拍攝。

2.氣瓶撞針復歸：使用復歸器置入導爆管後往內推，同時將卡榫下壓推到定位完成氣瓶撞針復歸。

3.置入氣瓶：將16克CO₂氣瓶細口朝內置入導爆管，再將橘色尾蓋蓋上，須確定卡榫是否扣上。

4.導爆銅片安裝：取下導爆管前方黑蓋，將導爆銅片放入黑蓋中再將導爆管由上往下蓋上黑蓋，即完成導爆管的安裝。

(五)排雷發射器安裝導爆管(如圖 18)

1.按下伸縮式肩托黑色按鈕，並將肩托往上折180度，取下排雷發射器後蓋。



圖 18 排雷發射器安裝導爆管
資料來源：作者自行拍攝。

2.確認安全保險開關：安裝導爆管於發射器前，務必將安全保險開關由發射狀態壓入確認為安全保險狀態，紅色為發射狀態，壓入為安全狀態。

3.置入導爆管：將導爆管銅片朝前，氣瓶端朝後置入發射器，導爆管末端凸點朝下並推到底，最後再將尾蓋裝回並鎖緊，務必要用力鎖緊到底，避免產生空隙。

4.伸縮式肩托復位：按下伸縮式肩托黑色按鈕，並將肩托往下折180度回復到射擊位置，按住肩托內的押板可調整肩托長度，以適應每個人的最佳擊時姿態。

(六)安裝氣動式牽引彈頭(如圖 19)

1.連接充飽氣的牽引彈頭與飛行平衡尾翼：先將插梢線順著置入尾翼，讓線穿過整個尾翼到底端的噴氣孔，同時將彈頭置入尾翼卡榫，再將彈



圖 19 安裝氣動式牽引彈頭
資料來源：作者自行拍攝。

頭逆時鐘方向卡住牽引彈頭與平衡尾翼。

2.連接插梢線與導線鋁管：將插梢線與鋁管連接以8字結綁緊，理好線後再將鋁管抵緊飛行尾翼底部。

3.連接鋁管與排雷發射器長槍管：將鋁管置入發射器長槍管，再長槍管底部扣好固定扣。

4.連接長槍管與排雷發射器主體：將長槍管的輔助把手朝上與排雷發射器主體戰術滑軌朝向同個方向，以順時鐘方向將發射器主體結合，轉到底時主體與槍管即會呈現同一方向，即完成氣動式牽引彈頭與排雷發射器主體的連接。

(七)連接 30 公尺安全繩索(如圖 20)

將發行尾翼後的導線與 30 公尺安全繩索前端扣環連接鎖上，再將 30 公尺後導線扣環扣住攜行箱。



圖 20 連接安全繩索

(八)調整發射角度(如圖 21)

氣動式可重複發射排雷器在牽引 30 公尺 8 公斤的安全繩索或導爆索的最佳角度約為仰角 55 度，將角度參考器打開並調整為 45 度，重垂延著角度參考器下緣垂下與握把上螺絲完全重疊即為仰角 55 度，此時朝發射方向開保險扣射擊按鍵即可達到最佳射程。

三、發射作業成果

藉由「應急式排雷發射器」測評後，可檢視實測成果，並將相關缺失及建議作為爾後二代發射器進行研改參考依據，以符合各部隊操作及運用。

(一)前置作業：

1.導線鋁管繩索收納(圖 22)平均時間為 1 分 25 秒，惟收納繩索手法可能因人而異，導致發射時會造成繩索打結而無順利發射。



圖 21 調整發射角度

資料來源：作者自行拍攝。



圖 22 導線鋁管繩索收納



圖 23 安全繩索收納



圖 24 彈頭充氣



圖 25 發射現況

資料來源：作者自行拍攝。

2.安全繩索是作為平日訓練拋射代替8條導爆索使用，其收納方式以8字形收納在攜行箱內，以方便操作人員攜行或輛裝載，其平均收納時間為1分54秒，依照正常程序收納繩索(圖23)，發射後均能其完成發射作業。

3.彈頭充氣(圖24)為第二段動力來源，充氣氣瓶安全接受壓力為18盎司(1盎司=28.7公克)，為了可達到所要求的飛行距離，必須將氣瓶加入12盎司才足夠，即充氣壓力至少須達345公克才達標準，足夠將安全繩索發射飛行至前方30公尺以上。

(二)組裝作業

組裝程序為先完成導爆管氣瓶安裝，再裝入發射器，接續完成充氣彈頭與飛行平衡尾翼結合後，再將彈頭與槍管固定後組裝至排雷發射器主體，最後完成導爆索(安全繩索)連接，其平均作業時間為4分25秒，均能在5分鐘內完成。

(三)發射作業(圖25)

應急式排雷發射器其發射最佳角度為55度，經多次測試後，可以發現充氣彈頭壓力足夠345公克以上，飛行距離均超過30公尺。

作業能量分析應用暨建議

經過小型軍品研發測評後，發現部分功能及設計仍有再加強之部分，以下針對作業能量分析之應用，並提出幾點研改建議：

一、作業能量分析應用

(一)作業能量分析

工兵部隊在作戰階段均會遭遇到破障行動，為了可有效提升破障能力，進而藉由軍品研發一應急式排雷發射器，其能量為開闢寬 1 公尺、長 30 公尺人員通道，可破壞防人員障礙物及簡易障礙物，其前置作業及組裝方式時間減短且流程簡單，並配合載具運送或人員攜帶，有效提升部隊破障之能力，惟現行布雷大多以機械載具散撒布放設置為主，其雷區設置後縱深皆超過 30 公尺，故在發射距離及破壞程度，仍有精進之空間。

(二)爆藥敏感性分析

應急式排雷發射器使

用程序簡單，惟目前拋射距離只有 30 公尺，最大原因在於導爆索重量較重，其構造由彭梯兒(PETN)高級爆藥製成，且爆藥敏感性較高，平常管制在彈藥庫皆以一捲 500 呎纏繞屯存，在解開後仍成螺旋形彎曲狀，容易造成結或折壓，故建議可以研討其他鈍性爆藥減少體積來降低爆藥重量等等問題，盡可能達到一次即可開闢長 50 公尺或 100 公尺之人員通道為目標。

(三)配賦規劃分析

應急式排雷發射器操作簡單，僅需 2 人即可實施操作，建議可以直接配賦到工兵部隊各排來強化各部隊之破障能力，配賦建議如表 5 所示。

二、研改建議

(一)發射器主體進行二代研改

本組藉由小型軍品研發之應急式排雷發射器發現

表 5 配賦規劃建議表

項目	應急式快速排雷發射器
研發需求	鑑於目前本軍僅以人工地雷搜索器實施排雷，無法於敵火下進行作業，且排雷作業需耗費大量人力及時間，已不敷現行作戰型態。
量產效益	戰時可於敵火下作業進行排障作業，平時可運用在災害救援，俾我工兵部隊遂行各項作戰及救援任務。
配賦數量	1.工兵群營級 12 組(8×12=96 組) 2.聯兵旅工兵連 3 組(12×3=36 組) 3.工訓中心：2 組 合計：134 組

資料來源：作者自行彙整。

發射時後座力較大，容易造成操作手安全上問題，而可調式後槍托強度必須強化才能避免容易變形或損壞，或者可將原發射器主體之槍托式研改成落地式發射器，增加發射的穩定性及安全性。

(二)鋁管繩索收納不易

每次發射後都需要回收繩索，重新收納繩索後，才能發射導爆索，雖然收納繩索時間不長，但是在繩索收納過程，可能會因為收納方式及手法改變而造成繩索打結，而無法順利發射，便浪費一次發射所需的氣瓶及銅片等耗材。

(三)發射場地受限

應急式排雷發射器所使用充氣彈頭髮射在草皮上可反覆充氣使用，惟發射後落在硬地上，容易造成彈頭變形損壞，建議可以在彈頭包覆相關耐摔材質，以利發射器可適用在各場地實施破障任務。

得出爆藥量與破障能量，並運用 205 廠研發之拋繩槍，反覆發射得知最佳拋射角度及彈頭重量與發射距離之影響，綜合以上結果，運用小型軍品研發案，結合現有爆藥引爆能有效且快速完成排雷作業，以增強部隊單兵破障效能及提高訓練安全性，並提供相關數據納入工兵機動排雷建案參考依據。

結語

本研究主要驗證「應急式快速排雷發射器」取代「傳統人工排雷」可行性與成效，故利用現有國軍現性爆藥導爆索配合實爆訓練課程實驗

建築物消防安全之研究 - 金陵營區 104 兵舍為例

許詠奇士官長

提要

- 一、人們所居住的建築物逐漸趨向高層化、地下化、大型化和密閉化，此等現象導致一個相同的結果，那就是只要一有火災發生，在極短的時間內，就會造成人身、性命和財物的重大損失。有鑑於此，針對建築物火災危害的預防上必須做一深入的研究。
- 二、針對金陵營區 104 兵舍大樓消防安全設備設置規範，現行法規之規定、起造至後續使用管理問題做探討。
- 三、在有限的時間及筆者能力的限制下，所有資料與文獻均以筆者能取得者來進行研究分析。
- 四、蒐集國內外有關建築物消防安全之論文、著作、期刊及報告等，對其理論架構、依據和研究方法進行系統性之整理及探討分析，以作為本研究改進之參考。

關鍵字：火災、消防安全、消防設備

前言

火災分類是由美國國家消防協會所制定法規標準(National Fire Protection Association, NFPA)而來，分為 A、B、C、D 四種火災類別，其中 A 類是普通火災、B 類和 C 類分別是指由油脂和電器所引起之火災，而 D 類是活性金屬如鈉、鉀、鎂、鋰、鋯等可燃性金屬物質及禁水性物質引

起之金屬火災，另外與瓦斯所引起之瓦斯火災，兩種火災合併稱之為特殊火災。

現行設備介紹

我國目前消防法規之各類場所消防安全設備設置標準，略作介紹說明。依設置標準第七條共分為四大類，以下各節將分別介紹這四大類設備。

一、滅火設備

依設置標準第八條滅火設備可分為下列八大種類(如表 1)茲分述如下：

(一)消防砂

消防砂鄉村使用較為普遍，可臨時取代水源來滅火，是剛發生之小火源用砂覆蓋使其缺氧窒息的滅火方法，也可以用來吸收易燃液體或燃油的洩漏。儘管在現代化的消防設備所取代，但仍具備其獨特的優勢，取得容易、便宜及易於使用，可以快速補充和恢復。

(二)滅火器

滅火器重量一般約在 15-18 公斤，其優點是易於搬動、操作簡單、方便使用等；一般擺設於角落或容易取得之牆壁。當火災發生初期，燃燒範圍未擴大之前滅火器是為最有效之滅火設備，但必須依據依其適用的火災類別，來選擇使用適當滅火器，以免弄巧成拙延誤滅火先機；滅火器之種類如表 2 所示。

(三)室內消防栓設備

當火災剛發生時之初期火災，使用一般水桶或滅火器來滅火雖有可能達到滅火效果，若當火焰到達天花板時，火已進展到中期火災，不是滅火器及水桶來灌救能

表 1 滅火設備種類

1	滅火器、消防砂	5	水霧滅火設備
2	室內消防栓設備	6	泡沫滅火設備
3	室外消防栓設備	7	二氧化碳滅火設備
4	自動撒水設備	8	乾粉滅火設備

資料來源：作者研究彙整。

表 2 滅火器的種類及其適用性

總類	適用火災
水滅火器	A 火災
強化液滅火器	A、B、C、D 火災
乾粉滅火器	A、B、C、D 火災
二氧化碳滅火器	B、C 火災
泡沫滅火器	A、B 火災
海龍 1301 滅火器	B、C 火災

資料來源：作者研究彙整。

應付的，此時要滅火勢必需要較大的水量，因此若能使用室內消防栓設備來取得較大的需水量才能發揮滅火功效。

室內消防栓一般人認為就是設置在走廊旁牆上紅色箱體，那只是室內消防栓箱設備的一部份而已。另外還有水源、配管、配線、幫浦等¹。設置場所應依設置標準第十五條規定，室內消防栓設備系統示意圖如圖 1 所示。

(四)室外消防栓設備

室外消防栓設備顧名思義就是把消防栓設置於建築物的室外，除了可以從建築物的外圍放水來滅火及防止延燒外，亦可視必要延伸水帶至建築物之內部搶救。但是對於高層建築物與地下層之使用有其困難，因此是

¹ 台糖公司商業機電空調專業人員訓練講義”，西元 2019 年。

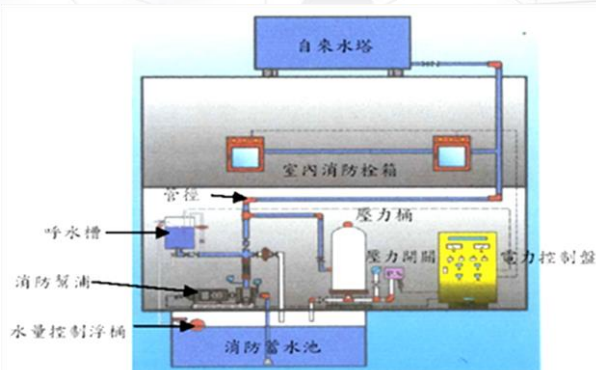


圖 1 室內消防栓設備

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

以建築物之一、二層為其有效滅火範圍。一般是設置於工廠及倉庫外，住宅大樓沒有此種設備。設置場所應依設置標準十六條規定，室外消防栓設備系統示意圖²，如圖 2 所示。

(五)自動撒水設備

火災燃燒隨時間的增長而擴大，因此必須及早發現，故有賴於火警自動警報等設備，但火警自動警報設備只

能發現火災卻不能滅火，而火災發現後，要報警、引導避難、滅火活動等，產生緊張荒亂而不知所措。假若設備不僅能發現火災，亦能立即自動進行滅火則更具效果。

自動撒水設備不僅要能發現火災，也要能夠自動滅火，如建築物之天花板設置撒水頭，火災發生時感知其所生之熱能而自動撒水，所以自動撒水設備是發現火災及同時滅火為目的之設備。即使無人操作亦能自動撒水，此為其優點。但是當滅火後設備並不能自動察覺，仍繼續撒水，易造成莫大的水損，此為其缺點。若撒水的同時亦能發出警報，引起注意，且視滅火的狀況操作撒水，來減少水損則更為理想。自動撒水設備設置場所應依設置標準第十七條規定，其設備系統示意圖如圖 3 所示。

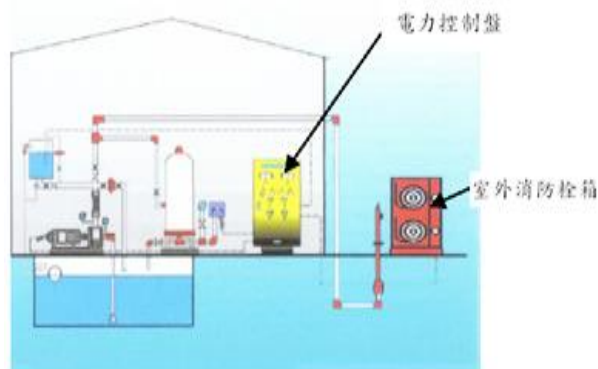


圖 2 室外消防栓設備

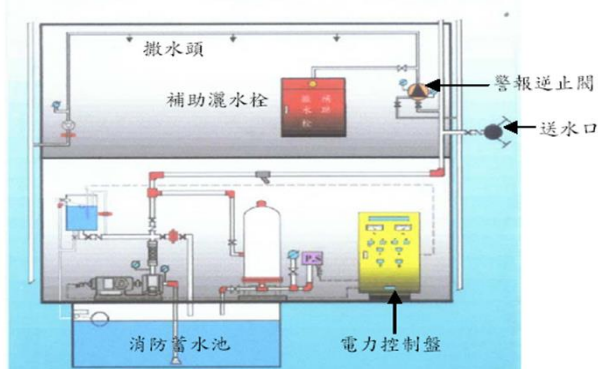


圖 3 Minotaur 散撒布雷系統發射模組

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

² 內政部消防署網站消防，〈火災業務統計、消防設備相關制度介紹〉，
<http://www.nfa.gov.tw>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 1 日。

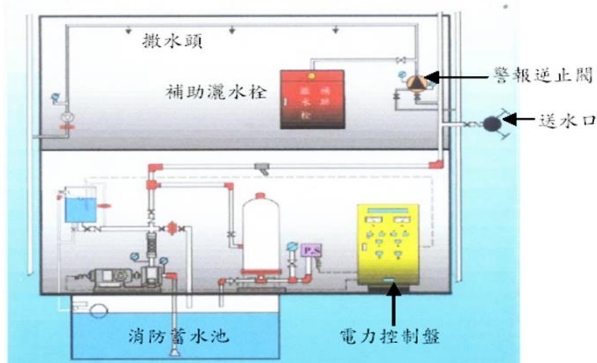


圖 3 自動撒水設備

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

(六)水霧滅火設備

水霧滅火設備是使用水做為滅火劑，因此和自動撒水設備似乎沒有太大的不同。但與自動撒水設備不同的是，水霧滅火設備能將水成霧狀放射，均勻噴出覆蓋燃燒面積，以達到滅火效果之設備。水霧噴頭噴出之微小水滴，吸熱容易，且分佈均勻，除對燃燒物體產生冷卻作用外，當放出的水滴觸及高溫時，快速形成水蒸汽，體積膨脹 1700 倍，而產生降低空氣中氧氣濃度達到窒息之目的。同時利用噴出時之壓力攪拌不溶於水之油面層，使油氣擴散於水霧中，形成不燃性乳化層覆蓋油面。如用於可溶性之可燃物質，更可發揮稀釋作用，是一種能滅火、壓制火勢、防阻延燒及預防

火災等多功能之消防安全設備³。設置場所應依設置標準第十八條規定，水霧滅火設備系統示意圖如圖 4 所示。

(七)泡沫滅火設備

係利用泡沫覆蓋於火源產生窒息效果，及泡沫本身來冷卻而達到滅火目的之設備。一般以 3-6% 泡沫原液混合水成泡沫水溶液來放射使用。

而泡沫原液管裝置於加壓送水裝置與泡沫放出口或泡沫頭之間，當高壓水流經時，能將泡沫原液以一定比例注入水流混合。

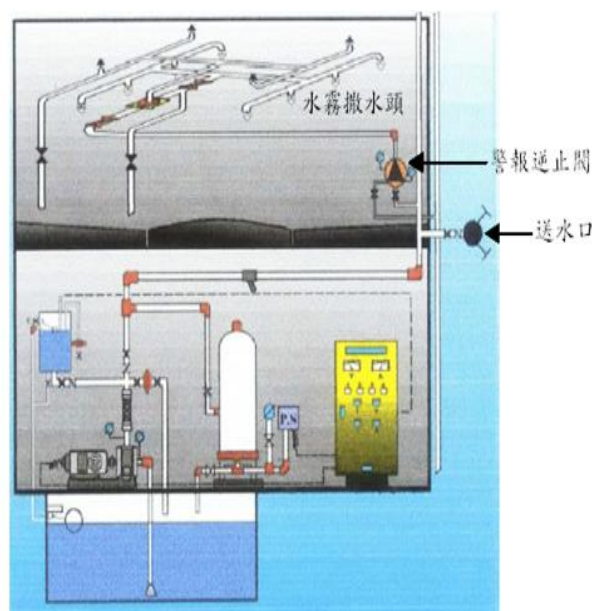


圖 4 水霧滅火設備

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

³ 賴榮平、姚昭智，“建築物消防安全設備耐震規範之研究”，2018 年。

泡沫滅火能將燃燒物與火焰隔離，避免燃燒現象繼續進行，並會在油類表面成一乳化層阻隔周圍氧氣的繼續供應，及抑制可燃性氣體蒸發而產生窒息作用。適用於地下停車場、室內停車間、汽車修理場。泡沫滅火設備設置場所應依設置標準第十八條規定，其設備系統示意圖如圖 5 所示。

(八)二氧化碳滅火設備

二氧化碳對於一些特殊場所，危險區域火災而言是屬於非常優良且成本較低的滅火藥劑，藉由二氧化碳來降低火災區之氧氣含量，產生窒息作用，以達滅火的目的，當液態二氧化碳釋放大氣環境中時，由於快速的氧化，對防護區及週圍環境產生迅速冷卻的效果。二氧化碳藥劑放射後，完全轉變為氣態。當人員再度進入該防護前，該區以及周遭均需作好完善的通風換氣，不可冒然進入，因二氧化碳滅火濃度過高會致人於死。二氧化碳放射後是不留痕跡，是無色無味的有毒氣體，但災後火場清理比較簡單快速⁴。設置場所應依設置標準第十八條規定。使用二氧化碳滅火的優點：

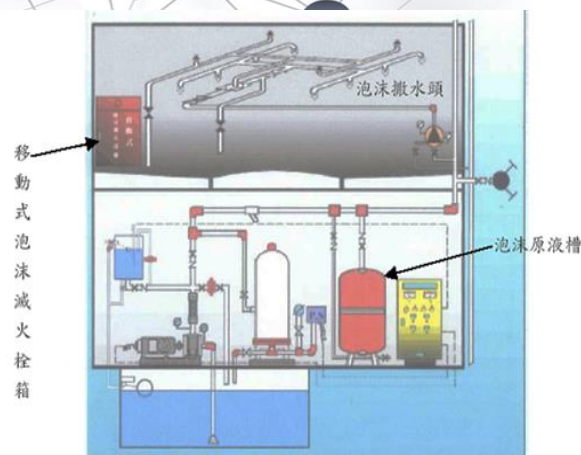


圖 5 泡沫滅火設備
資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

1. 不損害設備，不留痕跡，貴重儀器不會被破壞。
2. 非導電性氣體或通電之電氣設備不會產生爆炸。
3. 比重比空氣重，浸透擴散性佳，可達深層火災滅火。
4. 化學性穩定，珍貴的藝術品得以保存。
5. 價格便宜容易大量取得，且易高壓液化儲存。

使用二氧化碳滅火最大缺點就是吸入濃度過高的二氧化碳會致人於死，其濃度值對人體的影響如表 3 所示。

表 3 二氧化碳濃度值對人體的影響

濃度值 %	對人類的影響
2	會使人產生不快的感覺
3	呼吸速度增加
4	眼睛、喉嚨感覺到刺激產生頭痛、耳鳴等現象
8	呼吸困難
9	嘔吐、失去知覺
10	產生視力障礙
20	中樞神經破壞、死亡之虞

資料來源：作者研究彙整。

⁴ 何金福、常慧芳，《化學系統圖表解析》（臺北市：詹氏書局，西元 2019 年 11 月）。

(九)乾粉滅火設備

乾粉滅火設備顧名思義是屬於固體滅火藥劑，為粉狀的固體，禁水性遇水容易破壞、爆炸、觸電等危險場所如電力、電信、電腦室，目前常見的乾粉藥劑如表 4 所示有四種。設置場所應依設置標準第十八條規定。

在停車場或地下室停車場使用第三種乾粉，因為它潛藏於 A、B、C 火災都可能發生。乾粉滅火設備之特性：無毒粉狀固體、不會產生有毒氣體、不會破壞臭氣層、對電絕緣性高、易受潮而結塊(吸潮性強)及可桶裝或罐裝。

二、警報設備

警報設備若火災一旦發生時，能自動報知的器具或設備。其種類分為下列四種分述如下：

(一)火警自動警報設備

火警自動警報設備係指火災初起之際，能自動偵

知火災生成物如煙、熱、光之自動偵知，經感應而動作來顯示火災發生位置，並能發出音響警報通知關係人採行適當因應行動，或連動其他滅火、阻火、排煙等防災設備且適時動作之消防安全設備，其構成組件有：受信總機、火警探測器、中繼器、標示燈、地區警鈴、配線、電源、手動報警機等。

(二)手動報警設備

手動報警設備係利用手動按鈕向受信總機，或中繼器發出火警信號之設備，其目的在提供發現火災時，能以最快且正確通知該場所管理人及周邊的人，只要押其按鈕即可達成目的。

手動報警機分為 P 型 1 級、P 型 2 級及 T 型三種，火警標示燈整天是通亮，其目的為顯示該處設有手動報警機，消防栓箱等，並以醒目的紅燈引人注目，若遇有發生火災或搶救，可即立刻

表 4 四種乾粉藥劑說明

法規名稱	成分	學名	簡稱	顏色	俗稱	適用火災	效果
第一種乾粉	NaHCO_3	碳酸氫鈉	B.C. 乾粉	白	普通乾粉	B、C	低
第二種乾粉	KHCO_3	碳酸氫鉀	K.B.C 乾粉	紫	紫焰乾粉	B、C	中
第三種乾粉	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_2$	碳酸二氫氨	A.B.C 乾粉	粉紅	多效磷酸鹽乾粉	A、B、C 小型火災	中
第四種乾粉	$\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{NCOH}_2$	碳酸氫鉀 + 尿素	X.B.C 乾粉	灰白	錳鈉克斯	B、C	高

資料來源：作者研究彙整。

發現。圖 6 所示為 P 型 1 級及 P 型 2 級之手動報警機。

(三)緊急廣播設備

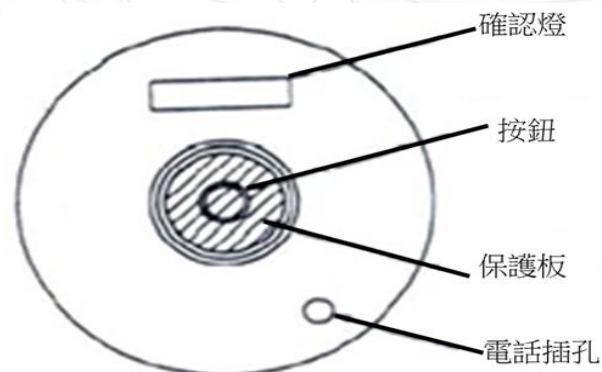
當火警發生時，能迅速的以擴音器廣播或發出警報聲(如警鈴、警笛等)，通知建築物內的眾人使他們確實知道發生火警訊息，進而促其採取滅火或逃生的設備，即稱之為緊急廣播設備，其包括有緊急鈴、自動式警報器、啟動裝置、標示燈、擴音器、操作裝置、揚聲器、電源、配線等。緊急廣播設備系統示意圖如圖 7 所示。

(四)瓦斯漏氣火警自動警報設備

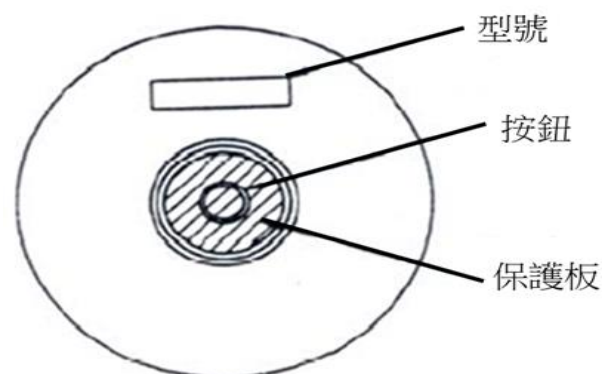
瓦斯漏氣火警自動警報設備顧名思義就是當瓦斯漏氣發生或火警發生時，能接收探測器之信號，以直接或經由中繼器，將瓦斯洩漏之場所報知建築物之有關人員，以便採取疏散人員逃離現場及關閉瓦斯等措施的設備，其組件可分為受信總機、檢知器、中繼器中和警報裝置四種。瓦斯漏氣火警自動警報設備系統示意圖如圖 8 所示。

三、避難逃生設備

避難逃生設備當火災發生時，無法利用樓層避難設



P 型 1 級手動報警機



P 型 2 級手動報警機

圖 6 手動報警機種類

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

施逃生，用於避難之器具，以及做為引導人員向樓梯或出口逃生之標示等。

(一)標示設備

標示設備於火災時防止人員逃生避難之紊亂，預先以燈火將主要出入口明顯標示避難方向，顯示的設備有：出口標示燈、避難方向指示燈及避難指標等。設置場所依設置標準第二十三條規定。

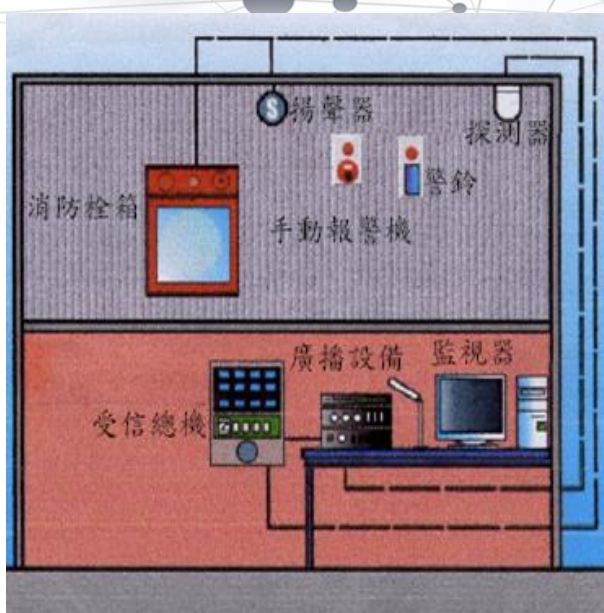


圖 7 緊急廣播設備

圖 8 瓦斯漏氣火警自動警報設備

資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，

<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索

日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

出口標示燈應設於通往戶外之防火門及安全梯，排煙室之防火門，及另一防火區劃之防火門，或居室通往走廊通道出入口之上方。避難方向指示燈裝置於走廊、樓梯及通道，且指示燈應保持不滅。避難指標設於走廊或通道之轉彎處，易見且採光良好處。

(二)避難器具

避難器具在避難逃生的時後，所使用之器具有滑台、避難梯、避難橋、救助袋、緩降機、避難繩索、滑桿及其他避難器具。建築物除十一層以上樓層及避難層外，各樓層應選適當場所設置，設置場所依設置標準第二十五條規定。

目前超過十一層以上住宅大樓，依規定都設有自動撒水設備，沒有設置避難器具，在十層以下大都使用緩降機設備。而避難器具是火災時，樓上人員以無法使用電梯、樓梯等設備時，消防救災人員未到達之前，在緊急情況下所使用的逃生設備。

(三)緊急照明設備

當火場遇停電狀態時，能由交流電立即轉換成直流電來照明給予在場人員順利逃生或便利消防人員搶救之設備。設置標準第二十四條規定火災時市電被切斷或電器引起之火災使交流電源中斷等情況，緊急照明設備內之線圈(coil)失磁而跳脫，使接點

導通，緊急照明燈亮，其電源為蓄電池設備，容量應能持續使用三十分鐘以上⁵。

四、消防搶救上之必要設備

消防搶救上之必要設備是在火災之時，為了防止火勢繼續擴大及在場人員財務、性命之損傷，或波及鄰近房舍等。

(一)連結送水管

連結送水管係指建築物內部，為供給消防用水所設之送水管。火災發生時，即使消防隊未延伸水帶至所需之樓層，亦能利用此送水管，由消防車直接送水口送水，即可迅速從事消防滅火活動。設置標準第二十六條規定，連結送水管應設置之場所為五層或六層建築物，總樓地板面積在 6000M^2 以上者及七層以上之建築物，總樓地板面積在 1000M^2 以上之地下建築物，以上規定連結送水管應設置之樓層場所面積可由圖 9 所示。

(二)消防專用蓄水池

大規模建築物發生火災時，因消防用水不容易從基地外取得，故在建築基地內設置消防專用蓄水池，使消防人員救災時能夠就近作

業，節省消防人員在搶救上取得水源之時間。依設置標準第二十七條規定，目前住宅大樓都應設置消防專用蓄水池，而消防專用蓄水池都設於地下室，水是從自來水管配管進入，水量由浮筒開關控制自動補充，消防幫浦抽水管插於蓄水池中，起動消防幫浦能隨時提供滅火之用水。

(三)排煙設備

在火災發生時為使消防隊之搶救能夠順利進行，對於地下層、無開口樓層、特別安全梯間、緊急升降機間、有受煙害侵襲之虞的場所，利用排煙設備將煙排出，亦即排煙設備將室內煙霧及有害氣體抽出，使室內變成負壓，新鮮空氣進入產生對

7F	7F 以上建築物含 7F
6F	5F 或 6F 之 TF > 或 = 6000 M ²
5F	
4F	
3F	
2F	
1F	
BF 建築物之 TF > 或 = 1000 M ²	

圖 9 酒精工廠月產量
資料來源：全國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

⁵ 柴油引擎發電機使用說明”，東元電機股份有限公司，2020 年。

流作用之設備。排煙設備應依設置標準第二十八條規定。

地下層四周圍沒有窗戶通風不良，大都作為停車場之用，地下排煙設備除了火災時利用設備換氣，平時在上下班之時段，汽機車大量進出排出廢氣多，也可利用設備換氣。

(四)緊急電源插座

緊急電源插座為使消防人員，在火災現場從事救助或滅火活動時，所使用之照明器具或破壞用電動器具，能夠提供電源以利救火能順利進行之設備。依設置標準第二十九條規定，火災之時電源由緊急發電機供應之，交流單相電壓為 110～115 伏特 15 安培，其容量需 1500 瓦特以上。

(五)無線電通信補助設備

無線電通信補助設備在超高層建築物或地下建築物，無線電通訊，常因地形地物之影響而收訊不良，為使消防隊在救災通訊活動能順利進行可用無線電之通信補助設備。設置標準第三十條規定，為了使無線電通訊在地下室或角落，避免有收訊不良現象，應使用線波同軸電纜，來提高收訊清晰度，以方便救災。

現行法規

目前建築物在規劃設計時，主要是依據建築技術規則⁶及消防法規各類場所消防安全設備設置標準之規定辦理。對於大多數的建築物而言，依現行法規設計、施作、無庸置疑的能夠提供一定程度之安全性。本章主要介紹有關之消防安全設備設計監造人員、設備設置場所、警報的分區、防火區劃、防煙區劃以及後續設備之維護等相關法令條文規定。

一、設計監造人員

(一)消防設備師(士)資格

在消防法第八條說明有關消防設備師(士)資格，中華民國經消防設備師(士)經考試及格並依本法領有消防設備師(士)證書者，得充消防設備師(士)。

(二)在設計監造上相關條文

消防設備師是屬於消防專業技師，從事有關消防安全設計監造，在消防法第七條依各類場所消防安全設備設置標準設置之消防安全設備，其設計、監造應由消防設備師為之；其裝置、檢修應由消防設備師或消防設備(士)

⁶ 《最新建築技術規則》(臺北：茂榮書局，西元 2019 年)。

為之，而國內住宅大樓都要設置消防安全設備，所以在規劃時之設計，起造時之監造，由消防設備師來為之。

二、設備設置場所及面積規定

(一)依場所用途分類

在各類場所消防安全設備設置標準第十二條按用途分甲、乙、丙、丁、戊、己六大類。而住宅大樓消防安全設備設置是屬於乙類場所第七目集合住宅。若有室內或地下停車場則屬於丙類場所第三目室內停車場、建築物依法附設之室內停車空間，或戊類場所第三目地下建築物

(二)設備器具設置與面積關係

設備器具因使用場所不同及面積大小而有所差異，目前國內住宅大樓依規定應設置之器具與面積關係，茲分述如下：

1.滅火器設備：滅火器設備是無法自動滅火的設備，完全要靠人來操作使用才能滅火，但其操作簡單使用方便，在火災出萌之時滅火，是非常有效之滅火設備。有關滅火器設備設置，住宅大樓屬於在消防法設置標準第十四條之規定：

(1)地下建築物。

(2)總樓地板面積在一百五十平方公尺以上之乙、丙、丁類場所。

(3)設於地下層或無開口樓層，且樓地板面積在五十平方公尺以上之各類場所。

(4)設有放映室或變壓器、配電盤及其他類似電器設備之各類場所。

(5)設有鍋爐房、廚房等大量使用火源之各類場所。故住宅大樓基本上都應設置滅火器設備。

2.火警自動警報設備：當室內溫度達到探測器所設定溫度時，探測器動作將信號輸至中繼器，在由中繼器轉輸至受信總機發出火警信號的設備。在消防法設置標準第十九條之規定下列場所應設置火警自動警報設備：

(1)六層以上十層以下之建築物任何一層樓地板面積在三百平方公尺以上者。

(2)十一層以上建築物國內住宅大樓一層樓地板面積在三百平方公尺以上者居多，應設火警自動警報設備。

3.緊急廣播設備：當火警發生時，能迅速的以擴音器廣播或發出警報之設備裝置。在

消防法設置標準第二十二條之規定，設有火警自動警設備及瓦斯漏氣火警自動警報設備，應設置緊急廣播設備，住宅大樓在此規範內者，需設置緊急廣播設備。

4.避難逃生設備：火災發生時要使在場人員能夠安全逃離火場之設備。在消防法設置標準第二十五條之規定下列場所應設置避難逃生設備：建築物除十一層以上樓層及避難層外，各樓層應選設滑台、避難梯、避難橋、救助袋、緩降機、避難繩索或滑杆等避難器具。住宅大樓在此規範內者，需設置避難逃生設備，但建築物在構造及施工上，並無避難逃生障礙，經中央消防主管機關任可者，不在此限。

5.無線電輔助設備：無線電通訊常因受地形地物之影響致使通訊不良，而使救災活動無法順利進行。在消防法設置標準第三十條之規定下列場所應設置無線電輔助設備：

(1)樓高在一百公尺以上建築物。

(2)總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物。住宅大樓在此規範內者，需設置無線電輔助設備。

三、火警警報區劃與面積樓層關係

(一)劃定火警分區

建築物裝設火警自動警報設備之前，依消防安全設備設置標準第一一二條規定先劃定火警分區。劃定火警分區主要是火災發生而探測器動作時，能在受信總機表示出火災發生之區域，使關係者容易確認地點，故設置火警自動警報設備之對象物，應就其防護空間、規模分隔成數個區域，該分隔區域數，即以探測器回線數代表之。在同一火警分區內可擁有多個火警探測器，但配線只一回線即可。劃定火警分區有水平區劃，水平區劃基本上可依樓層及各樓地板面積來劃分，若建築樓層為夾長型亦可依邊長來劃分：

1.每一火警分區不得超過一樓層，並不得超過樓地板面積 600m^2 。但上下兩層樓地板面積之和不超過 500m^2 者，得兩層共用一分區。

2.每一分區之任一邊長不得超過 50m ，但裝設光電式分離型探測器時，其邊長得在 100m 以下。

3.如由主要出入口或直通樓梯出入口能直接觀察該

樓層任一角落時，第一款規定之 600m^2 得增為 1000m^2 。

4.樓梯、斜坡通道、升降機之昇降路及管道間等場所，在水平距離 50m 範圍內，且其頂層相差在二層以下時，得為一火警分區，但應與建築物各層之走廊、通道及居室等場所分別設置火警分區。

5.樓梯或斜坡通道，垂直距離每 45m 以下為一火警分區，但其地下層部份應為另一火警分區。

(二)警報分區鳴動

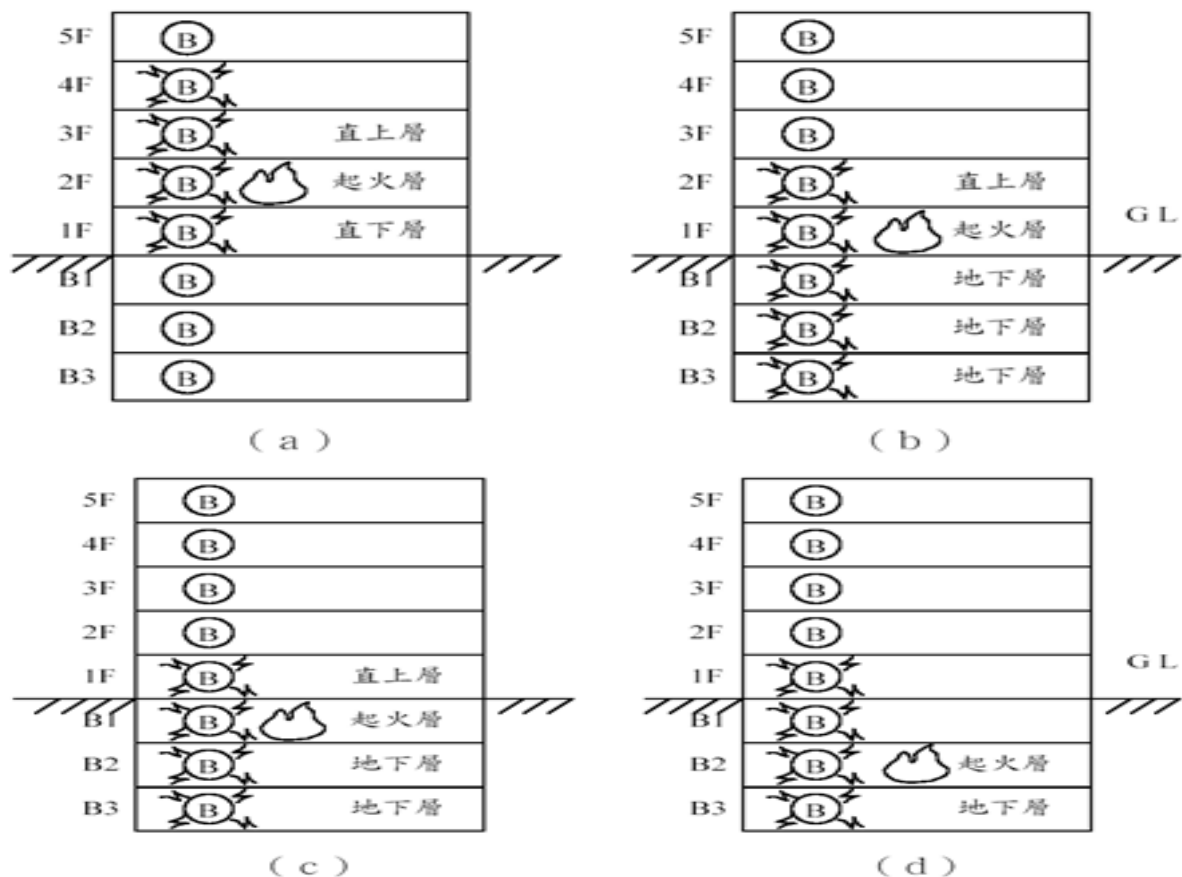
建築物在五樓以上，且

總樓地板面積超過 3000m^2 者，設置標準第一一三條，有下列規定：

1.起火層為地上二層以上時，限該樓層與其直上兩層及其直下層鳴動，如圖 10(a)所示。

2.起火層為地面層時，限該樓層與其直上層及地下層各層鳴動，如圖 10(b)所示。

3.起火層為地下層時，限地面樓及地下層各層鳴動，如圖 10(c)(d)所示。



B 代表蜂鳴器

圖 10 火警分區鳴動方式

資料來源：國法規資料庫，各類場所消防安全設備設置標準，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>，檢索日期：西元 2020 年 10 月 17 日。

四、建築物防火、防煙區劃之相關規定

建築物主體結構除了木造之外大多數建築為鋼筋混凝土、磚塊、石材或被覆具有防火時效的鋼結構等材料組成，技術規則第六十六條防火區(都市計劃範圍內似為防火區)內之建築物，地面層數在三層以上或其總樓地板面積超過 100m^2 者應為防火建築物，未達者得以不燃材料建造。國內住宅大樓之樓層數或樓地板面積幾乎皆超過上述規定，而構造都為鋼筋混凝土或鋼結構材料，部份隔間使用磚塊，故皆符合此項要求。

在都市工商經濟發達，人口也大量集中於都市，各種高樓大廈櫛比鱗次、密密麻麻，房舍成為我們上班、居住、及活動的場所，因此各項安全策施必須要做好，尤其是高層建築物防火設計。建築物的防火設計最終目標有下列幾點：

(一)防止起火及火勢擴大，減少財務損失。

(二)保證安全疏散，確保生命安全。

(三)防護建築物不致因火

災造成損壞與波及鄰房

(四)提供消防搶救人員於執行救災時之必要設施

為達到以上之目標，建築防火設計須從防火區劃、防煙區劃、及避難對策等方面著手⁷。

(一)防火區劃

防火區劃其意義是限制火災危害的範圍及隔離火災燃燒時所產生之有害因子，並且能提供在場人員避難逃生行動時的安全空間。其功能是防止火焰擴大侷限延燒範圍為目標，且要具有一定時間以上耐火性遮蔽焰、煙及熱的功能，以牆壁、樓梯、防火門、防火鐵捲等構成。其區劃參照建築技術規則相關規定如表 5 所示。

(二)防煙區劃

以防火防煙之牆版、樓板將整棟建築物內部隔成區域，讓煙之移動被限制在一個區劃內，並由該區劃內獨立系統把煙排出，以達到煙控的目的。有很多火場經調查報告在火場罹難者，先是被濃煙嗆暈之後再被火燒死，尤其近年來火災型態有別於過去之火災，最大的差異是會產生大量的濃煙及有毒氣體，原因

⁷ 丁育群，“建築技術規則性能防火法規轉換之研究”，內政部建築研究所，1998年。

表 5 建築技術規則防火區劃相關規定

項目	相關內容	適用建築物	條款依據
面積區劃	應按樓地板面積 1500 平方公尺以內區劃，但設有自動滅火設備者，可加倍計算。	防火建築物房防火構造建築物	設計施工篇第 79 條
	總樓地板面積每 1000 平方公尺	主要構造部分為不燃性材料所建造之建築物	設計施工篇第 80 條
	總樓地板面積每 500 平方公尺	木造建築物	設計施工篇第 81 條
	建築面積 >300 平方公尺 建築長度 15 公尺	連棟式建築物木造屋架	設計施工篇第 84 條
	樓地板面積每 100 平方公尺	六層以上，防火牆、防火樓板、甲、乙種防火門窗	設計施工篇第 83 條
	樓地板面積每 200 平方公尺	同上，但牆面 1.2 公尺天花板使用不燃材料，防火牆、防火樓板、甲種防火門窗	
	樓地板面積每 500 平方公尺	同上，但牆面，天花板為不燃材料	
用途區劃	主要構造為防火構造或不燃性材料建造者	無窗戶屋室	設計施工篇第 87 條
	防火構造通達樓板或屋頂	連棟式或集合住宅	設計施工篇第 86 條
	防火構造或不燃性材料	學校、醫院、旅館、寄宿舍	
	1 小時防火時效之防火牆、防火門窗	餐飲業	
	免受 1500 平方公尺區劃限制者	戲院、電影院、歌廳、演藝場館覽場、集合堂觀眾席、學校體育館、工廠、零售市場	設計施工篇第 79 條

資料來源：全國法規資料庫，建築技術規則，
<http://w3.cpami.gov.tw/law/law/lawe-2/b-rule.htm>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 19 日。

是建築材料改變之外，人們所使用的物質也有所不同，由以往の木質纖維轉變為化學纖維或塑膠合成高分子等材料，加上建築結構、型態的改變，空調系統使用氣密性良好，火災時燃燒產生氧氣不足現象，不易完全燃燒，火煙無法排出屋外，頓時整棟大樓煙霧迷漫、天昏地暗。而建築物內的人們受到此種煙及有毒氣體侵襲很容易產生中毒昏迷，終至死亡。在大型建築物中防煙區劃是相當重

要，其區劃是參照建築技術規則相關規定如表 6 所示⁸。

(三)避難對策

一旦火災發生，如何使在場的人員得以安全逃生，為避難對策主要設計，有避難通道、避難出入口、樓梯、其他避難設施及引導指示用之標示設備等。在建築技術規則第四章第一節有不同設置規定，茲分述如下：

1.避難通道：係指由建築物各區域，通往避難出口連接之通道，並且用避難方向

⁸ 王正立，“專技人員特考消防設備人員考試筆試及格人員訓練班教材，科目：建築物構造設施”，2019 年。

表 6 建築技術規則防煙區劃相關規定

項目	相關內容	適用建築物	條款依據
面積區劃	樓地板面積在 500 平方公尺以內	區劃內任一點具排煙口 <45 公尺	設計施工篇第 101 條第 1 款
	樓地板面積每 >500 平方公尺，但每 100 平方公尺以內有區劃者	免設排煙設備	設計施工篇第 100 條第 1 款
	防煙垂壁	不燃材料自天花板下垂 50 公分	同上條第 1 款
垂直區劃 排煙口 進煙口	排煙口、排煙門風道(管)及其他與火焰接觸部分	以不燃材料建造	設計施工篇第 101 條第 5 款
	可開向戶外窗戶面積 >2 平方公尺	緊急升降機間或特別安全梯	設計施工篇第 102 條第 1 款
	可開向戶外窗戶面積 >3 平方公尺	緊急升降機間或特別安全梯兩者間用時	
	排煙口 >4 平方公尺以上	直接連通排煙管道	同上條第 2 款
	兼作排煙室使用時 >1.5 平方公尺	天花板高度 1/2 以下範圍內牆壁上	設計施工篇第 102 條第 5 款
	排煙管道內斷面積 >6 平方公尺 兼作排煙室，內斷面積 >9 平方公尺	頂部直接通向戶外	設計施工篇第 102 條第 3 款

資料來源：全國法規資料庫，建築技術規則，
<http://w3.cpami.gov.tw/law/law/lawe-2/b-rule.htm>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 19 日。

指示燈、避難指標指示清楚，動線要良好暢通，防止事故發生時蜂擁而上，無法疏散造成恐慌現象。

2. 避難出入口：係災害發生時，確保人命安全之重要設施，為使避難逃生能夠順利進行，門扇應由內往外開且加貼省目推字，門的上方必須以出口標示燈標示清楚。

3. 樓梯：在避難逃生之時，樓層上人們直覺的第一選擇便是樓梯，它成了逃生最重要的通路，若是無法有效的做好防火區劃，反而是變成火煙上昇的通道，對在場人

員的逃生避難將產生無比的危險。另外在建築技術規則中規定，在一定規模以上之建築物，必須設置直通樓梯、安全梯、特別安全梯三種各別不同之規定。

管理制度之譏議

一、消防安全設備管理之意義與目的

消防安全設備是屬於預防設備，其主要目的是在保護民眾生命、身體、財產等之重要器具設備，寧可是備而不用，但是它隨時在保障著我們，提供我們所居住的環境多一份安全減少一些恐懼。

而這些器具設備再如何的精密完善，終究還是要靠人去操作及維護管理，若忽略其維護管理，甚至於棄之而不管，一旦火災發生，器具設備不能發揮其應有的功能，形同虛設。因此平時就要確實的做好管理檢查，才能知道缺失與故障之所在，並且儘速地來加以改善修換，不吝於充實設備，也唯有如此才能隨時保有最佳功能狀態。

凡任何的事務、機器設備、團體組織經過管理之後才能建立起一種制度，有制度的管理才會有效率，消防安全設備的管理亦不例外，而管理之重點是「人」而非「物」。假若業主或是住戶大家能夠重視、關心，認為一定要做好消防安全設備的管理維護，這樣來推動消防管理就簡單容易。但事實不然，有很多國人還是心存僥倖，常認為自己沒有那麼倒霉，將消防設備之管理維護視為是一種浪費。在以往報導案例中，所顯現的就有許多消防安全設備平日管理維護不當，至使初期滅火失敗，而成為大災難者屢見不鮮。有些甚至

於嚴重到連緊急發電機、消防幫浦都無法啟動等情況，亦時有所聞，實在令人難以置信。其原因有些並非未實施消防管理，而是對於消防設備管理之重要性認識不足，管理的不徹底所致⁹。

依據消防署西元 2001 年臺閩地區住宅火災分析調查表¹⁰，國內住宅火災佔建築火災六成，死亡人數佔建築火災九成四，受傷人數佔建築火災六成七，財務損失 4.77 億，顯示出住宅火災之可怕性。

二、金陵營區 104 兵舍大樓消防安全設備管理

目前兵舍大樓消防安全設備管理流程，依使用設計及建造使用面向概述如下：

(一)依設計面向區分：

1. 消防安全設備之設計是屬於一種專門職業性工作，西元 1994 年國家開始成立消防設備師(士)專業技術特考，來負責建築物之消防安全設計、監造及檢修工作，所以在大樓設計時消防設備師應參與設計。

2. 消防設備繪製成設計施工圖，使施工者方便施作。

⁹ 陳弘毅，《防火管理》（臺北：鼎茂圖書出版公司，西元 2013 年 1 月）。

¹⁰ 火災業務統計、消防設備相關制度介紹，內政部消防署網站消防，<http://www.nfa.gov.tw>，檢索日期：西元 2021 年 1 月 19 日。

3.設計圖與施工圖繪製完成，送交消防主管機關審查，若設計上有不合乎規定，退還設計者修改圖面。

4.消防主管機關審查完成之後辦理發包，承包商按主管機關審查之圖說施工。

(二)依建造使用面向區分：

1.施工完成之後報請消防主管機關查驗，主管機關除了依審查之圖說查驗之外，還包括設備外觀檢查、性能測試及綜合檢查等。若有不合乎規定之設備或施作，通知業主缺失改善。改善完成通知複檢至取得查驗合格證，起造階段完成，準備交由大樓管理委員會接管。

2.年度檢修申報時，管理權人委託消防安全設備檢修專業機構辦理檢修，檢修結果向當地消防主管機關申報，檢修申報是根據消防法施行細則第六條第二項有關之規定辦理。

3.檢修之缺失改善，提出改善計劃書給消防主管機關，改善完成主管機關得視需要派員複查，完成年度檢修申報，為目前現有管理階段。

三、金陵營區 104 兵舍大樓消防安全設備管理之問題和改善

(一)管理人員對消防管理之問題

保養檢查大多數是在年度檢修申報時，委託代檢機構在一併做檢查測試，但消防安全設備的管理巡視也是項目之一。然而對這些管理人員只要求體健就好，但對於消防安全設備的功能、使用方法、操作程序、系統流程，大部份的管理人員都不瞭解。若遇上緊急狀況時便束手無策，這樣不但會延誤在場人員的逃生，更延誤到救火先機。而受信總機、廣播主機、監控系統等重要設備，管理員若不會使用操作，這些設備恐無法發揮效用。

在一些案例之中即顯示許多人員缺乏消防方面專業知識和訓練的不足，例如當探測器或檢知器偵測到煙、熱、瓦斯等信號時，將信號輸往中繼器，再由中繼器傳輸至受信總機，此時受信總機的地區指示燈開始閃爍並發出信號，管理人員理應依閃爍位置地點查看，是否有火警發生或是誤動作以示確定。尤其是設置在

公梯偵煙式探測器，人員出入頻繁灰塵多比較敏感，常會有發生誤動作現象，有時無法復歸(reset)。而管理人員常將控制電源切掉(off)，使整個系統停擺這是非常可怕的管理操作方式，正確的作法是馬上檢查確認之後，再連絡消防相關人員來更換新品並加以測試。管理人員此方面缺失也是造成火災頻傳主要因素一。

(二)管理人員之改善

1.證照制度之建立：消防機關應對管理人員，舉辦消防安全設備之使用操作訓練或講習，時間為一～二天，並建立題庫，訓練講習結束時給予測驗，通過發給證照。此項訓練業務亦可委託政府或民間之職業訓練單位辦理，來提昇管理人員對消防安全及設備使用之知識，並建立管理人員之消防證照制度。

2.教育訓練：時代不斷的在進步，設備也不斷的在更新，證照為三年的有效期限。管理人員對於新的設備要懂得操作使用，所以要有回訓機制來做補充教育訓練，同樣發給結業證書，才能維持

先前證照資格，未回訓者自然失效。

3.管理人員證照抽查：消防主管機關對於管理人員，抽檢是否有消防管理證照及對消防設備之操作，好的嘉獎鼓勵，不會操作之管理人員先記點處分使有所警惕，或是處罰業主或管理權人，這樣管理人員才會用心學習。若是火災發生時，不會驚慌失措，使用設備才能得心應手，相對的傷害自然就降低了。

4.管理人員：在實施相當時日後，也可用管理條例來限制不得用沒有消防管理證照者當防火管理員，有心想從事這份工作者很自然的就會接受消防管理訓練。

結論與建議

在建築物方面逐漸朝向高層化，而高層化建築物最怕的是火災發生，消防搶救之車輛設備，往往無法到達建築物之高度，主要還是要靠其本身消防安全設備之偵測來發現火災發生地點，隨即起動設備滅火。而消防安全設備是預防性設備，主要是“以防為主，以消為輔”¹¹是

大樓建築物之必要設備。而滅火最佳時期是在火災出萌階段未擴大燃燒之時，消防設備如果能在此時發揮其應有之功效滅火及通知在場人員能夠安全逃離現場，使損害降至最低，這就是消防安全設備設置的目的。大樓之消防安全問題安全管理之探討結論如下：

一、結論

(一)消防安全設備方面

1.滅火設備類：除了室外消防栓箱、水霧滅火設備、二氧化碳滅火設備、乾粉滅火設備，一般在工廠或比較特殊場所使用之外，其餘住宅大樓在其規定範圍內都有使用。

2.警報設備類：受信總機是依大樓戶數選用，100戶以下使用 P 型較多，100戶以上使用 R 型，設有瓦斯探漏氣設備使用 GP 型。手動報警設備中、P 型 1 級因有電話插孔，住宅大樓最常使用，而 P 型 2 級因沒有電話插孔，T 型適用於工場及公司，住宅大樓較少使用。其他如緊急廣播設備、瓦斯漏氣火警自動警報設備應在住宅大樓適當場合設置。

3.避難逃生設備及消防搶救上之必要設備亦在住宅大樓適當場合設置。

(二)有關現行法規方面

1.住宅大樓是屬於乙類場所第七目集合住宅，若有室內或地下停車場則屬於丙類場所第三目室內停車場，建築物依法附設之室內停車空間，或戊類場所第三目地下建築物。

2.建築物在十一層以上之樓層，樓地板面積 100 平方公尺以上者；應設置自動撒水設備之規定等。

3.防火區劃和防煙區劃以及火警分區適用在較大面積劃分，限制燃燒範圍。

(三)有關管理之改善

1.對於大樓管理人員操作消防安全設備可由證照制度，來提高住宅大樓火災之安全性。

2.設備功能之運作可用保養卡，主管機關抽檢方式配合，來彌補現有檢修申報之不足。

3.對於消防設備操作說明用醒目字體，以提醒操作使用。

4.增建或改建可納入年度檢修申報項目一併檢查，避免防火、防煙破壞。

¹¹ 吳建勛、賀占奎，《建築防火設計》（臺北：科技圖書股份有限公司，西元 2018 年 9 月）。

5、防火教育宣導應繼續實施，並可用贈品來提高參與意願，讓火災預防概念更普及。

二、建議

(一)管理人員應接受消防安全訓練，並通過消防管理證照考證之考試，以建立證照制度。

(二)金陵營區各兵舍大樓都應要有通過消防管理證照考證之防火管理員來擔任管理人員，定期檢查管理大樓兵舍內消防設備、器材，是否都可以按程序操作或有無遺失及損壞，如有應立即更新及回報，加強對營區各兵舍大樓的消防安全重視。

(三)建議制訂法令依消防設備之完整性，來分級收取不同火險費率，加強大樓對消防安全的重視。

陸軍新建營區電力運用智慧電網管理之可行性研究

呂宗翰中校、馮俊仁少校

提要

- 一、在國際能源與氣候變遷議題持續發酵下，各個國家也大力推動智慧電網，期能透過先進讀表系統雙向傳輸用電數據，促進電力系統最佳化，進而達到節能減碳目標。
- 二、鑑於當前國軍後勤政策及國防預算有限下，無法使國軍營區降低用電成本及人力付出，故本研究藉由文獻探討及專家訪談方式，找出營區裝置智慧電網可行性。
- 三、研究結果顯示，要使國軍營區節能、節費及節力，智慧電網建置確有實際必要，最後分析結果提出建議事項，供業管單位參用，以提升用電使用效率。

關鍵字：節能減碳、智慧電網、國軍營區

前言

一、研究背景

智慧電網是運用資訊、通信與自動化科技，在發電、輸電、配電，裝設電腦監控設備及系統，透過這些設備「雙向溝通」能力，讓供電量及用電量的數據數位化、可視化，並對其中資訊加以整合分析，以達到電力資源的最佳配置，解決電力業者在電力輸送及個別用戶

在電力使用可能出現的問題，提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大運用與節能減碳¹。現今全球先進國家皆面臨尖峰負載上升、能源耗竭與溫室效應等共同問題，因而紛紛投入風力、太陽光電等再生能源開發與推廣，但再生能源易受季節影響發電較不穩定，加上既有傳統電網已無法滿足再生能源發展需求，為兼顧

¹ 行政院資訊網，〈推動智慧電網－確保電力穩定供應〉，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/89f3c34d-9c62-4cf2-afdc-e047a72e17da>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

增加再生能源佔比，節省大量增建電廠的成本，確保電網供電安全可靠，必須要更智慧化、即時調節與更精準預測並掌握負載，因此發展智慧電網已成為國際趨勢。

根據經濟部能源局統計²，西元 1998 年至西元 2018 年間，國內能源消費結構仍以電力消費成長幅度居冠，電力消費佔全能源消費從西元 1998 年的 26.73% 上升至西元 2018 年的 29.09%，若依電力消費部門類別統計，西元 2018 年的服務業部門總電力消費量為 471.2 億度電，相較該部門於西元 1998 年消費電量 321.8 億度電，用電需求持續成長中。而歸類於服務業部門的國軍電力消費西元 2018 年度約為 9.66 億度電(預算支出約新臺幣 27 億元)，雖然僅佔該部門電力消費量約 2.1%、佔全國電力總消費量 0.37%，但對於預算多年正成長的國防部而言，已經是一筆頗具規模的支出，且近年來國軍用電消費卻是連年超支，電力消費增加間接壓縮其他作業維持費可用額度。因此，藉由智慧電網導入營區電力管理

模式，以有效控制電力費用合理支出，應務實深入研析。

二、研究動機

因應全球暖化問題，節約能源為當前最主要問題。行政院目前重要政策推動方向為「推動智慧電網-確保電力穩定供應」，其中因應未來再生能源大規模併網需求，提升營運效率，政府於西元 2019 年 12 月起以「提升再生能源穩定度」、「提升用戶供電品質」及「促使用戶智慧節能」三大目標優先推動。

目前國軍多數營區屬老舊設施，內部的電力線路以及耗電設備已多數老舊、效能降低，在長時間使用下，已達維護翻修或重建的年限，加上科技時代來臨，舊式營區勢必要投入相當龐大的經費實施整體整修，藉由智慧電網導入營區電力管理模式之研析，並納入營區翻修整體規劃，以有效提升電力使用效率，此為本研究動機之一。

另國軍營區數量龐大，部隊人力在各次組織精簡政策下逐漸減少，尤其各部隊在無水電維管人員編制下，多以任務編組方式於每日指派專人於固定時間實施電表抄表

² 經濟部能源局，《能源統計手冊 108 年版》(臺北：經濟部能源局，西元 2019 年)，頁 34-35、頁 87-88。

作業，不但徒增人員工作負荷，且易肇生抄寫資料誤植或遺漏等情事，因此，引進民間科技以提升軍方用電維管作業效能，此為動機二。

三、研究目的

本研究期能透過相關文獻探討，瞭解現行營區用電管理模式。預期達成研究目的的如下：

(一)藉由文獻分析及專家訪談法，歸納國軍營區運用智慧電網管理之可行方式及配套措施，以提供政策指導單位參用。

(二)同步探討影響營區電力節約能源的問題，以及可提升用電效能、降低電力用量與人員維管負荷的管理策略，作為後續營區新建或改善工程的電力設備構建參考。

四、研究範圍與限制

(一)研究範圍

1.依目前國軍節約能源管制等相關規定，均以營區為單位建立用電相關數據，囿於獨立營區經常僅部分兵力實施駐守，相關用電設備及參數有其侷限性，為提升本研究實用性，故選擇國軍現有旅(群)級駐用及新建營區為研究範圍。

2.引進相關民間智能化用電管理設備實施維管，須考量營區現行用電管理作業流程及相關法令規定，為提升研究結果可行性，本研究將以「司令部」層級以上政策業管人員、業界專家為訪談對象。

(二)研究限制

1.本次研究探討營區智慧電網管理可行性研究，因目前國軍現住營區尚無完成智慧化用電管理系統建置，故僅針對智慧化用電管理相關設備規格之數據實施維管效能分析，無法運用實際運作之系統來進行效益比較。

2.本篇方式採文獻資料蒐集、問題探討及分析等方式執行研究，雖力求周嚴，但仍有未能涵蓋之處，故僅針對營區用電管理探究其結果，然許多內外部等影響因素，例如人員用電習慣及營區住用年限等不納入考量。

文獻探討

一、智慧電網概述

電力系統可分成發電、輸配電與終端用戶等三大部份³。輸配電部份是電力系統

³ 臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢索日期：西元2020年12月20日。

之高速公路，將電力透過由龐大基礎建設如電桿、纜線、開關、設備與軟體等由發電端送至終端用戶。智慧型電網技術是將數位技術應用電力之輸配電，也就是利用資通訊，電力電子與先進材料等進行電力基礎建設的現代化與最佳化。電網包含輸配電在臺灣分成特高壓電網、高壓電網、低壓電網。

全球電網基礎建設市場可分成電力線路(桿、電纜、裝配、感測器)、變電所與控制設施(變電站、變壓器、開關、軟體)、終端設備(連結設備、電表等操作軟硬體)等三個大分類，而在各種類別中均有傳統、智慧型或次世代之設備與產品。

在運作方面，傳統電網屬集中式發電，單方向電力潮流，並以歷史經驗來運轉，未來的電網在配電網先

進行區域內的電力交換，若有剩餘或不足電力則在區域間進行交換，電力潮流方向不再固定，由特高壓流向高、低壓，因此智慧型電網的分散式控制流程係由下而上的調度和控制，有別於傳統電力網的集中式控制流程。

智慧型電網為整合發電、輸電、配電及用戶的先進電網系統，其兼具自動化及資訊化的優勢，具備自我檢視、診斷及修復等功能，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨之電力，可滿足世界各國能源政策發展方向與因應社會對供電可靠度與供電品質提高的要求。另一方面，可以導入大量再生能源併網發電、結合智慧型電表進行需求面管理，減少二氧化碳排放、抑制尖峰負載及節約能源。建置智慧型電網的關鍵技術包括：

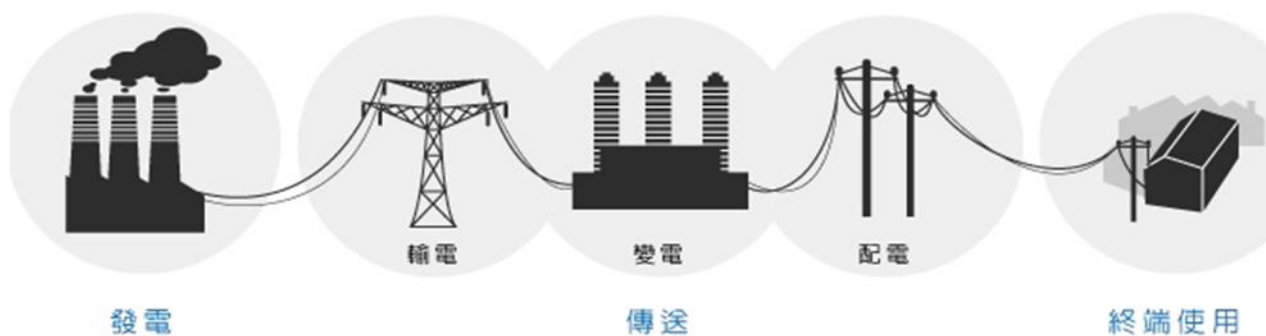


圖 1 電力產業簡單示意圖

資料來源：臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

- (一)跨網路的整合通訊技術。
- (二)先進的控制方式。
- (三)感測、讀錶及量測。
- (四)先進的電力設備及電網元件。
- (五)決策支援及人機介面。

智慧型電網未來推廣程度要端看技術發展、政策目標與對電力品質改善的程度而定。未來微電網技術導入後，短期可提高臺灣電力網路對分散式電力承載容量，中長期則可用於電力設備之資產管理、變壓器負載管理與竊電防治。

智慧電網可分為發電、輸電、配電，在輸電與配電是電力系統的高速公路，將電力透過龐大基礎建設，例如，電線桿、纜線、設備與軟體等等，由發電端送至配電端，智慧電網技術是將數位技術應用於電力的輸電與配電，也就是利用資訊、通訊技術、電子、先進材料等等，進行電力基礎建設，在電力傳輸的過程中，能智能化的分析電力與管理電力，進而達成節約電力，降低用電成本⁴。

智慧電網為經濟及高效率方式的電力網路，對發電、供電等設施及用戶端進行整合，可持續性的確保電力系統的供應與安全，另智慧電網應用層面非常廣闊，不僅可即時回饋使用端的需求，亦可提升能源使用安全並對電網系統進行即時監控，以建構一個智慧、安全及可靠的電網系統⁵。

智慧電網實現雙向通信，提高效率、可靠性和安全性的現代通信技術和自動控制並提供電力工程技術與網路通信集成通過眾多電力儀器儀錶感應器、電力供應商和最終使用者之間的智慧電錶。通過合併這兩種不同技術，智慧電網將促進消費者和提供者之間的雙向通信⁶。

採用智慧電網，不僅電力公司可以對一般或企業用戶的用電情形得以完全掌握，用戶也可以透過電表，掌握用電情形、電價資訊，然後為用電進行合適規劃。電力公司可以根據用電量進行差別定價，用戶也可以針

⁴ 鄭洵翼，〈智慧電網導向工業 4.0 之電力監控〉《南榮科技大學碩士論文》（台南市），南榮科技大學碩士，西元 2018 年，頁 19。

⁵ 黎文舜，〈智慧電網導向發展綠色能源混合決策模式應用於國防電力設施之研究〉《國防大學管理學院碩士論文》（臺北市），國防大學管理學院碩士，西元 2017 年，頁 10。

⁶ 李奕，〈智慧電網環境下之電力品質資料庫平台設計與實現〉《國立中正大學碩士論文》（高雄市），國立中正大學碩士，西元 2016 年，頁 3。

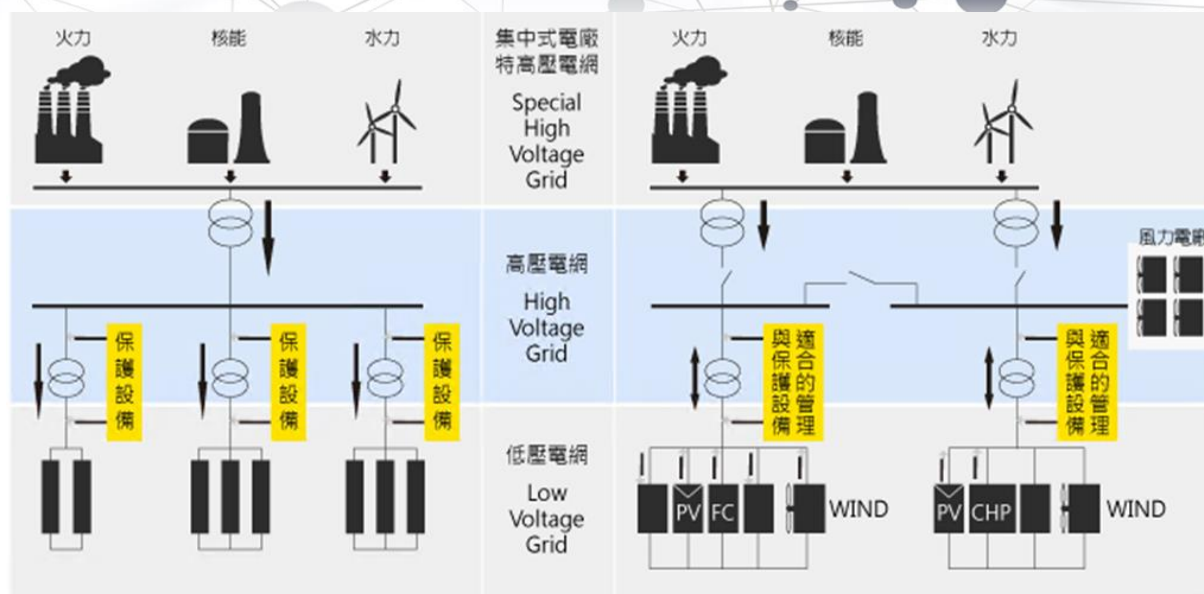


圖 2 傳統電網監控方式與未來電網比較

資料來源：臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，
http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢
 索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

對不同價格，從事不同的電力消耗活動。此外，停電時智慧電網也可以自動偵測故障元件區域，進行故障區域排除、甚至在維修人員進行修復時，自動化尋找替代供電路線，確保用戶端服務不受影響⁷。

智慧電網架構相當龐大，所涵蓋的應用技術與產業領域十分廣泛，從半導體、傳統電廠、公有基礎建設、通訊產業到資訊安全，皆是智慧電網的相關範圍，也因為涵蓋範圍太過龐大，世界上目前尚未有一個國家有成功的完整智慧電網經

驗，各國皆是從做中學，以滾動方式推進，但是雖然沒有統一的定義，一致的目標幾乎都是節能減碳、穩定供電並逐漸增加再生能源的使用比重，在規劃的過程中同時導入智慧電表、通訊傳輸、儲能(電)、穩定電壓及控制系統等科技，並予以整合應用。

智慧型電表⁸，簡稱智慧電表、智能電表，是一種新型的數位電度表，它會精確的標示出能源的使用量，並透過網路回報資訊，它可以成為智慧電網的一部分。智慧型電表為具有通訊功能之電子式

⁷ 經濟部能源局，〈智慧電網宣導手冊 102 年版〉（臺北：經濟部能源局，西元 2013 年），頁 6-7。

⁸ 吳文義，〈數位電表應用於家庭節電節費系統之研究〉《國立中正大學碩士論文》（嘉義縣），國立中正大學碩士，西元 2014 年月，頁 6。

表 1 智慧電網與傳統電網比較表

傳統電力網路	智慧電網
傳統電表人工抄表	智慧型電表遙控抄表
不容易執行時間電價	容易執行時間電價
尖峰用電較難評估	較易掌控尖峰用電資訊，達到即時管理。
停電或故障需人力逐一確認排除	可自動確認事故發生地點，具自動隔離故障，快速恢復供電(電網自愈)。
用電量不易管理	用戶方便針對用電做調整，節省發電成本。
用戶為被動關係	民眾能主動查詢，提高節電參與度可主動改變用電行為，節省電費。

資料來源：經濟部能源局，《智慧電網宣導手冊102年版》（臺北：經濟部能源局，西元2013年），第7頁。

電表，除可計量用電度數外，更可以即時監視停電事故發生之時間與日期等資訊，並可記錄不正常的電壓、電流與電力品質變化，對用電可靠度與供電品質的改善與提升具有相當助益。

智慧電表建設，是由智慧型電表、通訊系統、電表資訊管理系統所組成，是實現智慧電網目標最重要的建設。智慧電表具有通訊功能，可讓用戶與供電方資料雙向溝通，透過用電量預測與分析，能適時滿足用戶需求，藉由數據監控分析，可達到能源最適使用效率，且會主動紀錄用戶的用電習慣與用量，透過輸配量與用電量之差異還能防制竊電，在偵測不正常電壓與電流時，

亦能即時停電報修；用戶也可於用電平臺上查詢用電資訊，進行自主電能管理⁹。

智慧電表系統架構主要由智慧電表、通訊系統與設備、電表資訊管理系統等三大部分組成。該系統具有用戶資訊查詢功能服務、停電檢測以及電費開票、設備管理、負載管理、節能服務等功能，其中用戶資訊查詢功能，包括基本資料、用電資訊、每日定時、即時或排程讀取並電表驗證資料¹⁰。

智慧電表為智慧電網之基礎元件，具有網路通訊功能的電表，能自動遠端計量消耗能源，資訊傳遞方便，可收集用電量的量測。智慧電表的基礎建設，透過室內顯示器和網路的通訊功能，

⁹ 行政院資訊網，〈推動低壓智慧電表建置〉，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/e69c2971-a86e-43bc-b49d-dffec54f886>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁰ 鄭安平，〈住宅電氣火災防範：使用智慧電表與深度學習技術〉《國立中央大學博士論文》（桃園市），國立中央大學博士，西元2019年，頁36。

即時監測電量，將資料主動提供給消費者或電力事業公司，亦可同時進行雙向溝通，開啟更多的售後服務契機¹¹。

智慧電表(圖3)是台電推動智慧電網的關鍵基礎¹²。傳統機械電表須透過人工抄表，2個月後拿到電費帳單才知用多少電，但智慧電表具有通訊傳輸功能，不僅可讓用戶即時掌握自身用電，台電也能透過蒐集到的用電資訊，進行停電偵測、遠端復電等。



圖3 智慧型電表

資料來源：經濟日報，〈智慧電表商機大 三大業者搶進〉，<https://money.udn.com>，檢索日期：西元2020年12月20日。

智慧電表除了具有逐時紀錄總用電量的功能外，更加裝通訊系統，能將用電資訊傳輸到台電的電表資料管理中心，進行用電統計及分析，用戶可在台電設置的用戶入口服務網站中，清楚看到跟自己有關的用電數據、圖表，例如家中前一個禮拜、前一天或更即時之總用電量，將能源圖像化、視覺化後，更能提醒自己注意電器使用時間，若再搭配適當之時間電價方案，調整用電習慣，例如於尖峰(高電價)時段減少用電或移轉到離峰(低電價)時段用電，除了在日常生活中可落實節能減碳外，更有助於降低電費的支出¹³。

智能電表能夠呈現民眾用電資訊與時間關係，能夠提供更多管理工具，像是時間電價、即時電價，透過智慧電表的用電數據與資訊，用戶可以更了解自己的用電習慣，進而選擇合適自己的費率方案，或是在低價時段

¹¹ 林國泰，〈應用結構方程模式探討智慧電表居家採用意向之實證研究〉《國立台灣科技大學碩士論文》(臺北市)，國立台灣科技大學碩士，西元2015年，頁5。

¹² 聯合新聞網，〈智慧電表裝置超前 2024年300萬戶有望提早達標〉，<https://udn.com/news/story/7266/4803426>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹³ 台電綠網，〈智慧服務 綠色生活〉，https://greennet.taipower.com.tw/Page_Theme/45，檢索日期：西元2020年12月20日。

用電¹⁴。智慧電表可連結通訊系統，以電表資料管理系統建置智慧讀表系統基礎建設（AMI），不只是利用網路讀取用電資訊，省去人力抄表，也設計即時停電偵測，過去如果停電，需要用戶打電話通報，裝設智慧電表後，可即時偵測停電，也可遠端進行停、復電作業¹⁵。

截至西元2020年6月全台已安裝超過60萬戶智慧電表，至年底將完成100萬戶，另「台電e櫃檯」APP於6月底正式推出用戶用電分析新功能，有裝智慧電表的民眾將可輕鬆掌握自身用電，為讓民眾生活更便利，持續推廣智慧電網，其中智慧電表是關鍵基礎。傳統機械電表須透過人工抄表，兩個月後拿到電費帳單才知用多少電，但智慧電表具有通訊傳輸功能，可結合網站、手機APP或居家顯示器（IHD）將「用電可視化」，讓用戶即時掌握自身用電¹⁶。

有關智慧電表投資的效益部分可以從電業、用戶、社會等面向進行分析¹⁷，其說明分別如下：

（一）電業（Utilities）為電力供應商以及電力公司，包括整合發、輸、配的電力公用事業，其效益是降低運轉和維護成本、遞延資本成本以及其他成本支出。

（二）用戶（Customers）為電力消費者或最終用戶，而降低電費、減少電力中斷帶來的損失以及改善電力品質就是對用戶帶來收益。

（三）社會（Society in general）指智慧電網具外部效果的接受者，對公眾、社會有正面或負面影響，其效益為減少負的外部效果。正面的外部效果一般則較難定義，雖然提高效率的社會福利收益不完全反映於電價，但對總體經濟仍有間接效益。換言之，社會的效益是減少負的外部效果與相關的市場失靈。

¹⁴ 遠見雜誌，〈智慧電表助節電 開啟大數據的魔法盒〉，<https://www.gvm.com.tw/article/amp/75898>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁵ 環境資訊中心，〈台灣電力APP搭配智慧電表 可知每15分鐘用電變化〉，<https://e-info.org.tw/node/226420>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁶ 中央通訊社，〈台電智慧電表APP即時監看用電資訊6月上路〉，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202005150198.aspx>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁷ 施恩、古文潔、陳翔雄，〈智慧電表布建現況及提升效益分析〉《臺灣經濟研究月刊》（台北市），第38卷11期，台灣經濟研究院，西元2015年11月，頁118-119。

二、民間機關智慧電網推展現況

臺灣夏季溫度屢創新高，用電量頻頻破表，鳳山社區為台電宿舍，目前為台電打造的節能減碳示範處，該社區結合太陽能光電、健康照護與智慧宅等多項元素，不僅可以節能創能，還能導入智慧宅的運用，包括家電如電視開關、冷氣、除濕機、窗簾及門禁系統等，透過數位化，利用手機便能遠端操控，並可監看家中狀況，運用廣泛。「智慧綠社區」透過科技，將能源、數位宅與健康照護做出有效串連，藉由鳳山社區的成果展現，未來若能作為模範推廣，將會是臺灣邁向下一個能源世代的敲門磚，非常值得期待¹⁸。

臺北市推動智慧電網(智慧用戶)策略採場域類型規劃、擴大綠能使用及建立設計準則等方式，期以建立實際案例並經數據收集、統計及驗證，提出對應各類場域設計準則，作為後續場域擴大推動參考，目前分別進行公共住宅智慧電網、北投士林科技園區暨三館一園智慧電網及市府大樓暨周邊機關學校智慧電網¹⁹，分述如下：

(一)打造節能化智慧公宅：市府現有**35**處公宅智慧社區場域，超過**1萬2千**戶，全面裝設智慧三表(水表、電表及瓦斯表)並取得智慧建築標章，除考量節能、節水、社區安全外，將建構智慧社區管理、智慧電網管理、智慧停車管理等。

(二)北投士林科技園區電網：2016年進行園區**2**處公園創電及能源管理示範建置，設施含太陽光電系統、小型風力機、儲能及能源管理系統，2017年於園區**2**處學校，進行低耗能校園示範建置，設施含遠端卸載冰水主機設備、觸控螢幕能源教育設施與互動式能源教育遊戲、儲能及能源管理系統等。

(三)市府大樓暨周邊機關學校智慧電網：召集市府大樓及周邊**1.5**公里共**13**棟機關大樓，建構小型智慧電網及能源管理系統匯集相關用電資訊。

民間智慧電網整合技術為儲能系統與電網互連的關鍵技術，其中包含以下等四項技術²⁰，藉由儲能系統與電網互連，並建立電網管理平台整合技術，同時儲能元件如電池等之儲能系統管理技術，建立高電壓(1,000V以

上)電池組管理能力，並建立百瓩級儲能電力轉換器開發關鍵技術。

(一)電池管理系統：包含模組整合、電池充放電狀態監控、訊號處理及通訊傳輸。其中模組整合，因應在快充快放過程中電池處於大功率操作，呈現瞬間大電流，需考量散熱機制及操作安全性。其散熱機制，需同時考量模組封裝設計及間隔用良導熱材料之選用，使電池芯溫度能夠透過充分設計之導熱路徑，將內部產熱散逸至模組外，增加電池組的使用壽命及操作安全性²¹。

(二)網型儲能電力轉換器：高功率雙向電力轉換器採用新型控制方法，搭配單級電路拓樸架構，可彈性搭配各種儲能元件進行充放電功能，在放電狀態下可將能量逆送至電網端，具快速的脈衝充放電電流響應速度；應用範圍於再生能源發電系統、大

型儲能發電系統²²。

(三)電網管理平台：結合用電狀況、行為分析與管理功能，提供家庭、企業使用的能源管理工具。此平台即整合及蒐集用戶端的用電狀況，依此分析、匯整整體用電及不同電器設備用電情形，讓用戶設定家中或公司內用電政策方便管理用電。例如從管理平台的紀錄中查看24小時運作的電冰箱，從每月冰箱用電紀錄瞭解是否該汰舊換新，汰換用電效率差的老舊家電。也能依用電離尖峰設定各設備用電情形²³。

(四)電力及系統大數分析：將能源系統作為資訊物理系統(CPS)概念，以整合電力系統與發電能源系統及終端能源應用系統之間的資訊，將私人網路及互聯網共同組成通信環節，結合調度業務與經營業務之間的資訊，並且對儲能系統與電力供需之特性進行分析，著重需求特性

¹⁸ 智慧城市應用案例，〈鳳山智慧綠社區把電用得更聰明〉，<https://sharecase.ils.org.tw/>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁹ 臺北市政府產業發展局，〈臺北市循環城市推動計畫白皮書草案〉，西元2018年，頁10-11。

²⁰ 能源教育資源總中心，〈儲能研究領域-智慧電網整合技術〉，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=teachers&id=67&did=42>，檢索日期：西元2020年12月20日。

²¹ 材料世界網，〈電池管理系統與應用〉，<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=43635>，檢索日期：西元2020年12月20日。

²³ IHome，〈資策會研發智慧電網管理平台〉，<https://www.ithome.com.tw/node/63560>，檢索日期：西元2020年12月20日。

與儲能系統產品特性與品質分析技術。通過因果關聯式、統計關聯式及博弈等行為關聯式的資料及相應的大資料技術，物理系統與資訊系統融合為資訊物理能源系統(CPES)²⁴。

三、國軍現行用電管理作法及執行現況

節約國防維持費預算，在不影響國家安全、軍事作為及「當省不用、當用不省、節約使用」前提下，貫徹政府節能減碳政策，厲行水電節約管制措施，杜絕能源浪費²⁵，相關作法如下：

(一)以「營區」為單位，建立用電量數據，並產生同期比較表管制。

(二)營區內應檢討逐次完成列管建築物用電分表裝置，每日核派教育訓練合格人員，定時抄寫電表度數(含分表)，逐日檢核用電度數，如發現異常用量，立即深究其原因，精進改善。

(三)定期召開節能檢討會，追蹤、分析差異原因，要求所屬確實執行各項節能作為，並

研擬具體可行之改善措施。

在不影響「戰備任務遂行」、不降低「部隊戰力」及「官兵生活品質」等 3 項前提下，為使「水電管制」與「節約能源」等相關作法執行時，秉持「當省不用、當用不省、節約使用」原則，落實各項節能管理工作²⁶，相關作法如下：

(一)建立「分區責任管理制度」，劃分專人、專責水電區域管制表(含責任區域圖)，簽奉權責長官核定實施，落實執行。

(二)營區應每日指派專人，於固定時間落實電表抄表及每日在營人數紀錄，並完成「水電節約成效」填報。

(三)應逐月建立耗用數據，發掘使用量異常增加時，召開會議查明原因。

綜觀上述目前配合政府政策及營區用電管措施，不外乎就是朝節能方向邁進，且每日定時核派專人實施抄表作業，並於平日建立用電量相關數據，以於用量異常增加時，能夠藉查表機制發掘。

²⁴ 能源教育資源總中心，〈儲能研究領域-智慧電網整合技術〉，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=teachers&id=67&did=42>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

²⁴ 國防部參謀本部後勤參謀次長室，後勤政策指導(108年修訂版)，108年，頁綜 13-2-13-3。

²⁵ 國防部陸軍司令部，109年水電管制督考實施計畫，108年，頁 1、頁 3-4、頁 6。

另依據現行作業模式於水電維管時主要所需耗費成本，包括巡管人力及無使用之水電設備未關閉，相關成本計算分述如下：

(一)巡管人力計算：以旅級部隊為例，經計算該營區電表計 21 個，實際測試每日人工抄表乙次概約花費 1 個小時，以每週(5 天)計算概約耗用 5 個小時，以每月(20 天)計算概約耗用 20 個小時；若以二等兵每月 30 天薪餉(約 35000 元)換算，每小時時薪約 48 元，因此每週及每月須花費 240 元及 960 元。

(二)無使用之用電設備未關閉：營區官兵寢室在人員未隨手關閉電源狀況下，若一天以 12 小時計算，目前以使用 T8 燈管 20W(4 支)為

主，概約耗費 0.96 度電；寢室冷氣使用禾聯廠牌(機型：HO-G23H，550W)，概約耗費 6.6 度電，故一天耗費 7.56 度電，以每週(5 天)計算耗費 37.8 度電，以每月(20 天)計算耗費 151.2 度電；若以臺灣電力公司電價表最低每度電 1.39 元換算，每日須花費 10 元，每週及每月須花費 50 元及 200 元。

營區在無設置智慧電網情形下，無法有效掌握用電量及不易管理，初估每月將耗用 1160 元，每年則須支出 1 萬 3920 元，而營區所需安裝費用僅概需 4 萬餘元，便可節省大量預算及人力，故智慧電網在現行住用營區可說是扮演重要角色。

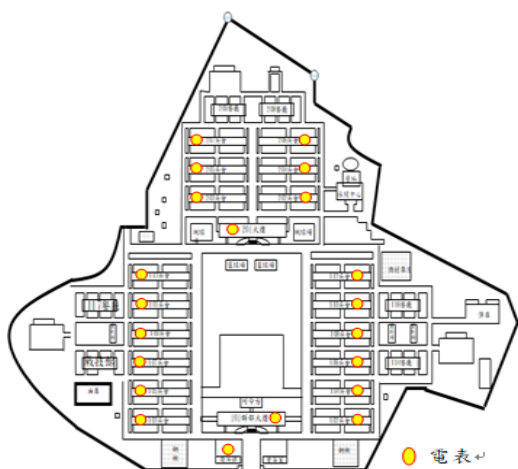


圖 4 某營區電表配置圖
資料來源：某年某營區電力改善工程招標計畫書。



圖 5 某營區官兵寢室使用同類型電器設備
資料來源：某年某營區電力改善工程招標計畫書。

研究對象

本研究共計訪談 5 位司令部層級以上政策業管及 2 位業界專家為訪談對象，以增加研究之完整性，訪談內容以錄音檔形式記錄後轉為逐字稿，再配合訪談時的觀察與記載，儘可能使訪談資料完整，在整理的過程中，將其內容完整呈現後並與受訪者再進行聯繫與確認，力求資料的正確及完整性。訪談之 7 位人員基本資料如表 2、3。

一、訪談設計

料收集方式，在進行訪談之前，再依照研究的問題與目的，設計訪談的問題，作為訪談的方向。

二、效益面向

(一)裝設智慧電網(表)會降低電費支出。

(二)裝設智慧電網(表)會提

高用電使用效率。

(三)裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力。

(四)裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出。

二、功能面向

(一)智慧電網(表)需具備自動控制電源功能。

(二)智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數。

(三)裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況。

三、成本面向

(一)建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主。

(二)建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主。

(三)建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件。

表 2 受訪政策業管人員基本資料

受訪者	軍種	階級	年資	職稱	備考
A	陸軍	中校	14	業管參謀	國防部
B	陸軍	上校	26	組長	司令部
C	陸軍	上校	25	副組長	司令部
D	陸軍	上校	21	幕僚首參	司令部
E	陸軍	上士	10	業管參謀	司令部

資料來源：本研究整理

表 3 受訪業界專家背景介紹

專家	職稱	背景與業界經驗描述
F	檢驗課主辦	臺灣電力公司台南區營業處 10 年
G	辦事員	臺灣電力公司台南區營業處永康服務所 25 年

資料來源：本研究整理。

研究成果與分析

本研究共計訪談 7 位人員，區分兩組，分別為 5 位司令部層級以上政策業管及 2 位業界專家，訪談時間為西元 2021 年 1 月 23 日至 2 月 5 日，訪談結果彙整如表 4 所示：

一、效益面向分析

(一)裝設智慧電網(表)會降低電費支出認同比例為百分之五十七，顯示透過設備的雙向溝通能力，讓供電量及耗電量的數據變成數位化，並對當中資訊加以整合分析，以使

表 5 訪談彙整表

項次	研究問題	專家回復情形	
1	裝設智慧電網(表)會降低電費支出。	認同	不認同
		4	3
		A、B、D、G	C、E、F
不認同原因	C：因設備的更新及更換會增加成本的支出。 E：裝設智慧電網(表)可瞭解用電效率及習慣，但降低電費支出非必然。 F：降低電費支出是個人習慣問題，不會因為裝設智慧電網(表)電費就降低。		
2	裝設智慧電網(表)會提高用電使用效率。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
3	裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力。	認同	不認同
		4	3
		B、D、E、G	A、C、F
不認同原因	A：用電習慣是跟個人素質有關，並不會因為智慧電網而變好，相反可能變差，因為會有依賴性，想說等等就會關了，結果離開時沒有關閉。 C：習慣較難改變，要從教育著手。 F：取決於自己是否要改變，不然再好的設備，習慣不改，資源一樣是浪費。		
4	裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
5	裝設智慧電網(表)需具備自動控制電源功能。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
6	裝設智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
7	裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	

項次	研究問題	專家回復情形	
不認同原因	無。		
8	建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主。	認同	不認同
		6	1
		A、B、D、E、F、G	C
不認同原因	C：一次性裝置成本及風險較大。		
9	建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
10	建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件。	認同	不認同
		6	1
		A、B、D、E、F、G	C
不認同原因	C：應定期更換，以維系統穩定及安全。		
其他建議	A：建置智慧電網(表)可視預算額度逐步裝置，但建議還是以一次性裝置比較好，比較不會有施工上的問題。 B：節能減碳仍須從建立教育節能知識開始，改變用電習慣，否則也可能僅是短暫的教育回饋。 C：無。 D：無。 E：無。 F：建議以逐步實施建置為主，滾動式方式前進並修正，才可獲得最佳效益。 G：建議逐步實施建置較妥，可掌握前次裝置狀況並適時予以更正。		

資料來源：本研究整理。

電力得到最佳配置，進而使電費降低。

(二)裝設智慧電網(表)會提高用電使用效率認同比例為百分之百，顯示藉由先進的技術及即時監控功能，提升供電品質與可靠度，以解決用戶在電力使用可能出現的問題，進而提高用電使用效率。

(三)裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力認同比例為百分之五十七，顯示設備主要是協助用戶瞭解

自己的用電情形，監控自己的用電狀況，改變用電習慣，協助住家做有效用電管理，進而節省電力。

(四)裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出認同比例為百分之百，顯示傳統電表需由人工實施抄表，兩個月後收到帳單，才知道用了多少電，裝設智慧電網(表)可透過傳輸功能，讓台電公司與用戶都可掌握用電情形，減少單位人力付出。

二、功能面向分析

(一)裝設智慧電網(表)需具備自動控制電源功能認同比例為百分之百，顯示智慧電網已納入國家節能減碳計畫之一，並以推動智慧電表建設為重點，透過自動化控制功能，提昇電力系統效率，以促進節能減碳。

(二)裝設智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數認同比例為百分之百，住宅用戶裝設智慧電網(表)，採用自動彙整概念，電力公司可透過電表將度數資訊傳送至家中，使用戶可瞭解用電度數，達到台電公司與用戶端雙方雙贏局面。

(三)裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況認同比例為百分之百，顯示能瞭解用戶耗電量的變化，有了更明確數據與分析，就能時時提醒自己調整電器設備使用時間或思考改用更省電得電器設備。

三、成本面向分析

(一)建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主認同比例為百分之八十六，顯示在預算足夠下，以一次性工程實施裝置，避免因多次建置，造成合約及施工上所產生的履約問題。

(二)建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主認同比例為百分之百，顯示在預算不足下，區分多次實施建置，以滾動方式推進及改進，發揮效益最大化。

(三)建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件認同比例為百分之八十六，顯示只在設備因年久或突發狀況下損毀時實施維修更換，以節省預算，減少不必要支出。

四、研究成果

智慧電網目前為國內重要的基礎建設，為的就是達到節能減碳及提昇用電安全穩定等多項目標，再者藉由智慧電表導入時間電價誘因來改變用戶用電行為，進而降低成本支出，使用戶不僅能運用現代化科技了解日常用電之習慣，並能實際降低不必要之用電成本，因此在政府機關大力推動及專家學者支持智慧電網裝置下，未來勢必將普及至民間各類政府機構、企業、學校與家庭中，而陸軍部隊相信也可規劃在駐用或新建營區試行建置，以實際數據分析找出符合營區使用之可行性方法或配套措施，近而改善整個國

軍部隊用電管理之效能，以達到提昇用電效率及減少單位人力付出之目標。

結論與建議

一、結論

智慧電網將先進的資訊技術應用在電力系統，而此技術與設備使電力公司既有之運轉程序及用戶用電模式的產生改變，透過智慧電網的建置，期能提昇電力效率及品質，以促進經濟發展；陸軍近年來，在政府機關能源政策的規劃與制訂下，朝向更多的節能減碳及新科技機制，目前多數營區雖以規劃重新整建或翻修，但所呈現的情形與政府機關推動的方向尚有落差，意味著陸軍的新思維未完成建立，幾前年，智慧型手機生產時，國軍同步研發一套 MDM 軟體，智慧型手機在營區開放使用，使得國軍弟兄姊妹也能瞭解各項國內外資訊，而智慧電網，在專家學者及司令部層級以上業管人員認同下，在營區裝置使用，其效益或許無法與民間機關或企業相比，但在用電效益、電費支出及人力付出相信會與目前現況有著明顯下降，顯示智慧電網在使用上的可靠度，因此智慧電網裝置在未來勢必是營區節能減碳推動的重要幫手之一。

二、建議

(一)自西元2017年起，陸軍以專案執行多件老舊營區拆

除新建工程，然在營區具備充足的綠地下，更能發揮節能的減碳設計原則，在新建工程的規劃構想中，同步考量節電及節費等面向，將智慧電網裝置納入規劃，使營區在新建後，能有效提昇節能成效。

(二)智慧電網考量部分營區老舊且經費受限等因素，無法一次滿足建置狀況下，可分段進行建置，近程階段重點優先建置監測、紀錄、分析及警報等功能、中程階段針對高耗電及長時間使用之空調設備實施建置、遠程階段配合新建工程整體規劃建置。

(三)經訪談成果可知，本軍各營區若需建置智慧電網，應建置包含自動控制電源功能、自動彙整及管控用電度數及能比對用電異常狀況等完整功能之智慧電網系統始能滿足部隊運用需求與效益，故於建置時，不應為節約經費而選用功能性較差之系統，以避免降低整體建置效益。

(四)智慧電網要產生最大效益取決人個人，政府機關提倡用電習慣，目的是提醒大家，要做到隨手關閉電源，減少電力浪費等觀念，因此部隊在智慧電網未完成建置前，更須三不五時持續教育及宣導用電觀念，秉持「當省不用、當用不省、節約使用」的概念。

共軍合成營擴大與鞏固登陸場階段工程兵支援模式之探討

劉懷元少校

提要

- 一、共軍積極強化軍事能量及提升破障手段，促使其軍事能力加速朝向現代化發展，為消弭臺灣海峽之天險，並加大兩岸軍力差距，共軍除持續部隊整編擴增與新列裝備(輪具)外，並積極強化工程兵破障能量，本文重點置於共軍擴大與鞏固登陸場階段工程兵任務、編組及支援方式，精研剋敵因應之道。
- 二、共軍軍改後，大幅度提升武器裝備性能，並藉由演習驗證新式裝備效能，逐步納入登陸戰役作戰序列，除持續調整破障模式及編組外；另依作戰進程整合裝備戰力，強化破障能量，目前共軍已具備於登陸上岸前，對預定登陸灘岸地區實施大面積障礙排除能力，加速登陸作戰節奏。
- 三、運用氣墊船快速及高越障能力，短時間內將第一梯隊突擊兵力及裝備載運上岸，迅速建立灘頭堡，掩護縱深攻擊群發起進攻，陸航機降戰鬥群迅速超越灘岸陣地，突入縱深地區實施機降，由內向外展開攻勢，以「平垂多點登陸，多向機動殲敵」之戰法，破壞我整體防禦體系。
- 四、面臨共軍「多層雙超、平垂多點」立體化多維登陸，我軍設置障礙能力、作業時效及阻絕強度為反登陸作戰之決勝關鍵，我應以共軍登陸作戰各階段模式及特、弱點，檢討未來符合防衛作戰阻絕設置模式，以利反登陸作戰順遂。

關鍵字：合成營、反登陸作戰、阻絕設置

前言

美 108 年國防報告書提到「中共領導人習近平於 2019 年 1 月《告臺灣同胞書 40 周年》提出「一國兩制臺灣方案」，重申未放棄武力犯臺選項，中共持續挹注高額國防預算，加速推動國防軍事現代化進程，加劇臺海軍力失衡，並透過戰區實施跨軍種聯訓等作為，提升對抗外軍及兵力投射等戰力，對我國國防安全構成嚴重威脅¹。

共軍依「國防和軍隊現代化建設三步走」發展戰略，進行「全面深化改革、調整組織體制、規模結構優化、強化人才培育」各項改革，以提升其戰力。積極朝「飛行、特戰、無人及數位化」發展，戰區任務由原「國土防衛」向「區域聯防」轉變，各集團軍持續完成空中突擊旅組建，俾達「機動作戰、立體攻防」戰略目標²。

臺灣四面環海，武裝進犯均需採登陸作戰，將其部隊投射至我國領土遂行作戰，藉共軍近年演習、軍事訓練及國防報告書可知，共軍除每年挹注高額國防預算新列各式登陸

載具外，並配合新式戰法，持續研製新型破障裝備及調整其作業編組。

共軍積極強化軍事能量及提升破障手段，促使其軍事能力加速朝向現代化發展，我應以敵為借鏡，持續掌握共軍登陸作戰模式，並針對登陸作戰各階段進程，研擬剋制對策，本文重點置於共軍登陸作戰擴大與鞏固登陸場階段工程兵任務、編組及支援方式，精研剋敵因應之道。

情報摘要

為消弭臺灣海峽之天險，並加大兩岸軍力差距，共軍除持續部隊整編擴增與新列裝備(輪具)外，並積極強化工程兵破障能量，透過「跨越」、「奇兵」、「多軍兵種聯合登陸作戰」等系列軍演，朝「實戰化、正規化」方向發展，奠定部隊協同作戰能力。

一、跨越演習 2019

2019 年 7 月起，由 72、80、81、82、83 集團軍編組紅、藍軍(藍守紅攻)，於朱日和、確山、三界及洮南基地實施 4 階段旅對抗(如圖 1、圖 2)，藍軍於對抗前已得知作戰地區

¹ 中華民國 108 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 108 年國防報告書》，(台北，國防部，西元 2019 年 9 月)，頁 30。

² 同註 1，頁 30。



圖1 朱日和A、確山B階段演習圖

資料來源：1.〈軍事報導〉中國軍事網，

http://www.js7tv.cn/video/201907_188257.html，作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年1月1月20日。2.〈好看視頻〉，陸軍：“跨越-2019•確山B”

紅藍兵激烈交鋒，拔點控要立體攻防！

<https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&vid=5421376814313843553>；〈軍事報導〉中國軍事網【“跨越-2019•確山”演習】中原腹地炮聲隆隆 合成旅全員全裝實兵對抗，作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年1月20日。



圖2 三界C、洮南D階段演習圖

資料來源：1.〈央視軍事報導〉，搜狐網，探營安徽三界：重裝部隊的合成之道 https://www.sohu.com/a/320431942_120058550；李帥帥 黃遠輝 黃小鉗 李思皓 尚雨軒，中國軍事網，跨越-2019•三界C”實兵對抗演習；部隊千人百裝晝夜行軍 完成遠端投送 http://www.js7tv.cn/video/201911_197915.html，作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年1月20日。

2.《國防軍事早報》，中國軍視網“跨越-2019洮南D”實兵演習 紅方千里機動 藍方處處設險，http://www.js7tv.cn/video/201911_197792.html，作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年2月5日。

及戰術位置，並提前完成工事構築，刻意架構兩軍不對稱戰力，除驗證重型合成旅遠程投送、指揮控制、火力打擊、多維防護、綜合保障外，戰場偵察及工程兵破障能力亦是考核重點，尤以工程兵戰場排雷(火箭、機械、爆破)及跨越地障(橋樑架設)等課目為大宗。

二、工程奇兵 2019

共軍每年依作戰官科辦理名為奇兵之比武競賽，工程兵亦是如此，2019年5月19日於江蘇徐州陸軍工程大學訓練基地，進行為期5日的工程奇兵比武競賽(如圖3、圖4)，參賽官兵共800餘員，驗證課題95項，置重點於工程偵察、機動保障、駐城偽裝等課目，



限寬路、陡坡路、急轉彎等複雜路段比武競賽

挖掘邊溝、清除路障比武競賽

圖3 工程奇兵比武競賽圖(一)



漕渡比武競賽

雷區架設比武競賽

圖4 工程奇兵比武競賽圖(二)

資料來源：李橙 蘧廣偉 馬銘 李曉峰 楊宏達，中國軍事網，陸軍“工程奇兵—2019”比武競賽火熱進行中，http://www.js7tv.cn/video/201905_181519.html 作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年2月5日。

並將新式裝備納入，研擬課題考核實戰能力，透過競賽方式考驗戰時工程兵核心能力，以提高部隊實戰化訓練水平。

三、多軍兵種聯合登陸作戰 2019

2019年8月起海軍與陸軍分別實施登陸作戰軍演(如圖5)，海軍著重點於海上航渡、泛水編波及掃殘破障，開闢通路保障登陸部隊突襲上陸；而陸軍方面重點置於海上遠程投送與突襲上陸演練，此次

演習設置6類100餘項課題，驗證部隊的力量編組、指揮控制、組織協同等能力，作為海上到陸上突襲力量的基石。由上述共軍演習及軍事訓練概況發現，近期共軍演訓重點如下：

(一)共軍持續調整登陸作戰編組及訓練方針，由近年演習可知，空軍著重點於制空權奪取、空中支援，海軍演練重點於海上航渡、換乘編波、突襲上陸，陸軍則為突襲上陸、擴大與鞏固登陸



圖5 多軍兵種聯合登陸作戰演習

資料來源：1.馬嘉隆，中國軍網，【第一軍視】進攻！兩棲部隊多兵種突擊登陸 http://www.81.cn/big5/lj/2018-10/30/content_9326991.htm，作者剪輯自網路影片，檢索日期：西元2020年2月。2.新浪網，時刻準備登島！陸軍兩棲部隊多軍兵種聯合登陸作戰，http://slide.mil.news.sina.com.cn/l/slide_8_199_74476.html/d/#p=4，檢索日期，西元2020年5月28日。

場、縱深攻擊，火箭軍重點置於陣地變換、鞏固封鎖、精準打擊，明確劃分登陸作戰各軍種之任務，強化登陸作戰能量。

(二)登陸作戰演習多以海、陸軍兵種聯合演習，作戰階段僅推演至突擊上陸，而擴大與鞏固登陸場、縱深攻擊等階段均屬基本戰術範疇，以內陸訓練為主，由跨越系列軍演可證。

(三)專業部隊依兵種專長施訓，藉演習中狀況處置考核外，並透過每年比武競賽方式驗證訓練成效，如：奇兵系列軍演，測驗對象為戰鬥員(單人、多人)及指揮員(旅、營)等2類，按實戰要求及訓練大綱設計課目。各專業平時按專長展開訓練，戰

術訓練按加強、配屬模(塊)組展開融合訓練，以解決指揮協調不順暢之問題，部隊正朝向「合成、多能、即用」的目標轉型³。

研究分析

一、共軍合成營擴大與鞏固登陸場階段作戰模式劃分

擴大與鞏固登陸場為突襲上陸後之作戰階段，核心目的係掩護縱深攻擊群登陸並確保其戰力完整，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

³ 錢曉虎、李大勇，〈陸軍探索工程防化部隊訓練轉型新路〉，http://www.mod.gov.cn/big5/power/2018-05/02/content_4812188.htm，檢索日期：西元2020年2月5日。

登陸⁴，依作戰進程區分為固守灘頭陣地、立體超越攻擊、攻殲固守之敵及建立登陸基地等4個階段。

(一)固守灘頭陣地：奪占灘頭後，突擊上陸群固守灘頭陣地，牽制縱深攻擊目標⁵，以火力攻擊敵灘頭守備部隊持續開創戰場破口，並防止敵企圖關閉破口之戰鬥行為，引導縱深攻擊群登陸，確保其戰力完整投入戰鬥。

(二)立體超越攻擊：縱深攻擊群上陸後，配合海上艦砲及陸航兵火力，採「強行突進、快速直插、縱深機降」方式，立體超越敵灘岸要點，形成全縱深打擊之勢，對敵灘岸守備部隊發動立體超越攻擊⁶，奪取登陸地域及要點後即轉為守，箝制抗擊敵反擊部隊，鞏固已奪占之灘岸要點，掩護後續部隊登陸投入戰鬥。

(三)攻殲固守之敵：後續部隊登陸展開後，採「小群多路、穿插分割、各個殲滅」方式，向縱深地區發起攻擊，截斷敵退路及增援；另與配

合奪取登陸場之機降部隊會師，奪占核心要點，分割敵佈署與孤立預殲之敵⁷，攻佔敵縱深要域及殲擊敵預備隊，以利建置登陸基地。

(四)建立登陸基地：為確保戰力維持及後勤保障物資持續投送，於佔領之登陸場建立登陸基地，其規模大小依任務、戰鬥編組、登陸場條件設置，主要任務為「登陸場內海空防禦及警戒、登陸載具駐岸管制、航行標誌設置、損毀裝備搶修、保障物資卸載、修建碼頭及交通設施，清除水際至岸際殘餘障礙」等⁸，並作為後續登陸部隊當前敵情戰況及機動保障方向之信息中繼站。

二、共軍合成營擴大與鞏固登陸場編組與運用模式之研判

本段就共軍合成營與工程兵編組、裝備及運用模式等面相實施分析，分述如后：

(一)編組(如表 1)

1.共軍軍改後，「合成營」被定位為合成旅的主體⁹，亦為新型合成之戰術基本單位¹⁰

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，西元2014年10月，頁72。

⁵ ⁶ 同註4，頁72。

⁷ ⁸ 同註4，頁73。

⁹ 陳津萍、張貽智，〈解放軍合成營裝備之研析〉《陸軍學術月刊》(桃園)，109年2月號，陸軍司令部，西元2020年2月，頁102。

¹⁰ 韓光明，〈扭住戰訓核心探索合成營建設新路〉
http://www.81.cn/jfjbmap/content/2018-05/03/content_205175.htm，檢索日期2020年2月20日。

就編組型態分析，依主戰裝備區分為輕型、中型、重型合成營¹¹，分述如后：

(1)輕型合成營：由裝步(步兵)連、輕型突擊車連、火力連及支援保障連等部隊組成；另除上述固定編制外，依作戰需求細化為步兵模組、偵察模組、火力模組等 10 餘個功能模組。(編組如表 1)。

(2)中型合成營：由裝步連、突擊車連、火力連及支援保障連等部隊組成；另功能模組同輕型合成營。(編組如表 2)。

(3)重型合成營：由裝步連、坦克連、火力連及支援保障連等部隊組成；另功能模組同輕型合成營。(編組如表 3)。

2.中共軍改後，在合成部隊模組化及多功能化的要求下，已將原工程兵部隊整編為集團軍屬「工程防化旅」、合成旅屬「作戰支援營工化連」及合成營屬「支援保障連工兵防化排」等 3 類編組型式，可依任務需求配屬作戰，組織圖(如圖 6 至 8)及運用判斷表(如表 2)如後。另依共軍 2019 年建設總結，中共將持續組織調整，研判集團軍所屬工化旅拆分為工兵旅及防化旅，惟現階段情報尚未明確，此為後續研究重點。

3.共軍各作戰階段均納編相關破障作業編組，以維登陸部隊機動能力¹²，共軍破障裝備作業能力分析如后：

表 1 共軍「輕型、中型、重型合成營」任務編組表

合成營任務編組表				
類型	主戰編組型態	部隊屬性		
輕型合成營	火力連	裝步連(步兵連)		輕型突擊車連
		迫砲排		彈藥排
	支援保障連	醫護排	工兵防化排	修理排
		運輸排		炊事排
	功能模組	步兵模組	偵察模組	火力模組
中型合成營	火力連	裝步連(步兵連)		突擊車連
		迫砲排		彈藥排
	支援保障連	醫護排	工兵防化排	修理排
		運輸排		炊事排
	功能模組	步兵模組	偵察模組	火力模組
重型合成營	火力連	裝步連(步兵連)		坦克連
		迫砲排		彈藥排
	支援保障連	醫護排	工兵防化排	修理排
		運輸排		炊事排
	功能模組	步兵模組	偵察模組	火力模組

資料來源：1.陳津萍、張貽智，《解放軍合成營裝備之研析》《陸軍學術月刊》(桃園)，109年2月號，陸軍司令部，西元2020年2月，頁107。2.作者彙整。

¹¹ 同註 9，頁 106。

¹² 陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 567 期，西元 2019 年 10 月，頁 80。

表2 共軍集團軍以下層級工程兵運用判斷表

層級	單位型式	兵力	運用方式	部隊類型	數量	任務
集團軍	工程防化旅	3 個營	多數集中運用，少數配屬下級。	布雷連	2	雷區設置
				地爆連	1	雷區及障礙物排除
				舟橋連	2	浮橋架設
				橋樑連	1	固定橋架設
				築城連	2	工事構築道路搶修
				偽裝連	1	偽裝作業
旅成合	作戰支援營	3 個排	多數集中運用，少數配屬下級。	地雷爆破排	1	障礙設置及排除
				道路築城排	1	機械化橋樑架設
				舟橋排	1	道路搶修工事構築
營成合	支援保障營	1 個排	集中運用	工兵班	3	障礙排除工事構築

資料來源：作者彙整。

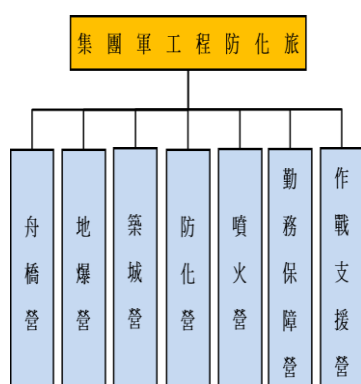


圖 6 集團軍屬「工程防化旅」組織判斷圖

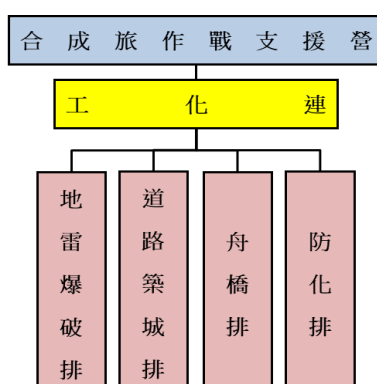


圖 7 合成旅屬「作戰支援營工化連」組織判斷圖

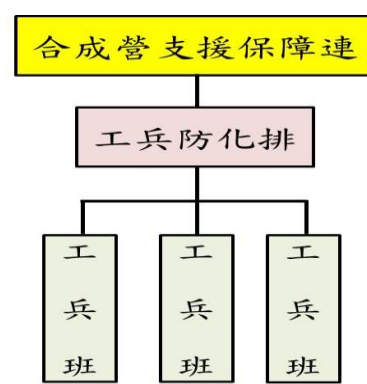


圖 8 合成營屬「支援保障連工兵防化排」組織判斷圖

資料來源：作者自行繪製。

(1) 輪式 28 管新型火箭破障車(圖 9)

此裝備發射架共 28 管，底盤為共軍鐵馬系列 6X6 軍用卡車，可搭載於登陸艦艇破壞我灘岸阻絕設施，並於登陸後支援陸上作戰¹³，破障能力如表 3：



圖 9 共軍輪式 28 管新型火箭破障車
資料來源：鐵血網，〈實戰演習中的解放軍新型火箭破障發射〉

https://m.tiexue.net/touch/thread_5943405_1.html，檢索日期，西元 2020 年 3 月 10 日。

¹³ 個人圖書館，〈奔馳 NG 技術國產重型全區卡車代表作之重行鐵馬〉
<http://www.baidu.com/ala/c/www.360doc.cn/mip/613450113.html>，檢索日期，西元 2020 年 3 月 10 日。

表3 共軍輪式28管新型火箭破障車能力分析表

裝備諸元	底盤	XC2200	空車重量	7.5公噸
	長度	9.84公尺	最大里程	600公里
	寬度	2.5公尺	時速	85公里
	高度	3.24公尺	乘員	3員
破障器材	28枚300毫米大口徑新型火箭掃雷破障彈			
破障能力	有效射程5000公尺以上，最大射程6000至8000公尺，破障面積為14000平方公尺以上。			

資料來源：1.個人圖書館，〈奔馳NG技術國產重型全區卡車代表作之重行鐵馬〉<http://www.baidu.com/ala/c/www.360doc.cn/mip/613450113.html>，檢索日期，西元2020年3月。2.作者彙整。

(2)兩棲裝甲破障車(圖10)

此裝備由 ZBD-05 兩棲步兵戰鬥車底盤研製改良，配備排雷犁、阻絕牆破障彈及排雷火箭等裝備，具破壞堅固障礙能力（8個），並可開闢寬4公尺，長100公尺之雷區通路，可隨伴兩棲裝甲部隊突擊登陸，破障能力如表4：



圖10 共軍兩棲裝甲破障車

資料來源：陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第55卷第567期，西元2019年10月，頁82。

(3)散撒布雷系統(圖11)

此裝備搭載8座發射架(共288發射管)及1440枚戰防雷，可散撒寬20公尺、縱深150公尺、密度0.8之戰防雷區，並依需求裝置於輪車或甲車上，裝置於甲車時，其防護能力較高，可於敵火狀況下實施快速布雷，布雷能力如表5：



圖11 共軍散撒布雷系統

資料來源：周寬渝，〈107年度敵情專題研究〉，共軍機動布雷裝備發展歷程與作戰運用之探討，檢索日期，西元2020年3月10日，頁11。

表4 共軍兩棲裝甲破障車破障能力分析表

裝備諸元	長度	7.52公尺	航渡距離	40公里
	寬度	3.3公尺	航速	25公里
	高度	3.04公尺	乘員	3員
武裝	1.30mm機砲、2.7.62mm機槍			
破障器材	1.阻絕牆破障彈8枚、2.火箭爆破器1組(長度100公尺)、3.排雷犁			
破障能力	1.開闢寬4公尺，長100公尺之雷區通路1條、2.可破壞堅固障礙8個			

資料來源：本研究整理。

表5 共軍散撒布雷系統能力分析表

裝備諸元	底盤	XC2200	發射架數量	8
	長度	9.84公尺	發射管數量	288
	寬度	2.5公尺	發射架平台面積	5.5m×2.35m (8座)
	高度	3.24公尺	重量(裝填完成)	720公斤
布雷能力	雷區密度	0.8	轉向角度	180度
	雷區設置面積	20m×150m	重新裝填時間	2分鐘
	最大仰角	40度	雷區散撒寬度	20公尺
	最小散撒距離	20公尺	最大散撒距離	150公尺
地雷攜行量	戰防雷		1,440枚	
	人員殺傷雷數量(壓發式)		12,960枚	
	人員殺傷雷數量(拉發式)		4,320枚	
雷種	SATM 戰防雷		SAPM 人員殺傷雷	SAPEM 人員殺傷雷

資料來源：1.周寬渝，〈107年度敵情專題研究〉，共軍機動布雷裝備發展歷程與作戰運用之探討，檢索日期，西元2020年3月10日，頁11。2.本研究整理。

2.本研究整理。

(4)GSL130 綜合掃雷車(圖12)

此裝備配賦排雷犁(1付)及磁性掃雷桿(2支)可開闢寬3.2公尺之雷區通路，並可運用排雷火箭(1套)開闢寬4公尺，長100公尺之雷區通路，破障能力如表6：



圖12 共軍GSL130綜合掃雷車
資料來源：陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第55卷第567期，西元2019年10月，頁82。

(5)組合式火箭爆破器(圖13)

此裝備由9具I型及3具II型單兵火箭爆破器(內含爆導索)、發射架(1套)、組合管(4套)組成，使用方式分為單具使用、2具串聯、3具並聯、6具組合、9具組合及12具組合等，可開闢寬2公尺，總長400公尺之雷區通路1條；另針對蛇腹型鐵絲網障礙，開闢寬度更可達4.5公尺¹⁴，破障能力如表7：



圖13 共軍組合式火箭爆破器
資料來源：陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第55卷第567期，西元2019年10月，頁82。

¹⁴ 搜狐網，〈火箭爆破器〉，http://m.sohu.com/a/208761774_613193/，檢索日期，西元2020元3月。

表 6 共軍 GSL130 綜合掃雷車破障能力分析表

裝備諸元	長度	9.7公尺	航渡距離	40公里
	寬度	3.2公尺	時速	47公里
	高度	2.5公尺	乘員	2員
破障器材	1.排雷犁1付 2.磁性排雷桿2支 3.排雷火箭1套(長度100公尺)			
破障能力	1.開闢寬4公尺，長100公尺之雷區通路1條。 2.機械式排雷設備可開闢寬3.2公尺之雷區通路。			

資料來源：1.搜狐網，〈中國新型掃雷車：造型怪異，幾十米外“隔山打牛”引爆地雷〉https://www.sohu.com/a/298984580_99938912，檢索日期，西元2020年3月11日。2.本研究整理。

表 7 共軍 GSL130 綜合掃雷車破障能力分析表

裝備諸元	單具重量	24公斤	全套重量	340公斤
	I型單具射程	42.5公尺	I型全套射程	382.5公尺
	II型單具射程	22.5公尺	II型全套射程	67.5公尺
破障器材	1.I型單兵火箭爆破器3具(內含爆導索) 2.II型單兵火箭爆破器9具(內含爆導索)			
破障能力	1.開闢寬2公尺，總長400公尺之雷區通路1條；另針對蛇腹型鐵絲網障礙，開闢寬度更可達4.5公尺。 2.使用方式分為單具使用、2具串聯、3具並聯、6組具組合、9具組合、12具組合等方式。			

資料來源：1.百度百科，〈火箭爆破器〉，<http://baike.baidu.com/item/>，檢索日期，西元2020年3月。2.搜狐網，〈火箭爆破器〉，http://m.sohu.com/a/208761774_613193/，檢索日期，西元2020年3月11日。3.本研究整理。

(6)90A型火箭車(圖14)

此裝備底盤為共軍鐵馬系列6X6軍用卡車，發射架為40管122公厘火箭彈(備發彈40發)，射程分為20公里、30公里、40公里等3類，彈頭計高爆榴彈、高效高爆榴彈、子母彈及反裝甲地雷彈(每發6枚地雷)，齊射(40發)約20秒，自動裝填約3分鐘；另反裝甲地雷彈最大射程32.7公里，一次可散布正面650公尺，縱深800公尺之雷區¹⁵，能力分析如表8：



圖14 共軍組合式火箭爆破器

資料來源：新浪網，〈專打敵方步兵！我軍90A火箭布雷車大漠佈設地雷陣〉，http://slide.mil.news.sina.com.cn/I/slide_8_199_65702.html#p=6，檢索日期，西元2020年4月10日。

(7)GQL111 重型機械化橋(圖15)

此裝備為車載式剪型橋樑，全套橋材由5輛橋車

¹⁵ 新浪網，〈90式122毫米輪式自行火箭砲〉，http://k.sina.cn/article_6634347305_18B701B2900100fu8c.html?from=mil，檢索日期，西元2020年4月10日。

表 8 共軍 90A 型火箭車能力分析表

裝備諸元	底盤	XC2200	空車重量	7.5公噸
	長度	9.84公尺	最大里程	600公里
	寬度	2.5公尺	時速	85公里
	高度	3.24公尺	乘員	3員
配賦器材	1.發射架共40管，可額外攜帶備發彈40發。 2.射程分為20公里、30公里、40公里等3類。 3.彈頭計高爆榴彈、高效高爆榴彈、子母彈及反裝甲地雷彈(每發6枚地雷)。			
能力	1.齊射(40發)約20秒，自動裝填約3分鐘。 2.反裝甲地雷彈最大射程32.7公里，一次可散布正面650公尺，縱深800公尺之雷區。			

資料來源：1.新浪網，〈90式122毫米輪式自行火箭砲〉，http://k.sina.cn/article_6634347305_18B701B2900100fu8c.html?from=mil，檢索日期，西元2020年4月。2.《詹氏年鑑》，<http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html>，檢索日期，西元2020年4月。3.本研究整理。

裝載(共5付，每付長15公尺、寬3.8公尺)，單橋節15公尺，作業人數12員，每付橋樑架設時間為9分鐘，全橋架設時間約50分鐘，可克服長75公尺，深5公尺以內之障礙¹⁶，越障能力如表9：

(二)運用模式：擴大與鞏固登陸場階段共軍將運用縱深攻擊群配屬工程兵部隊，隨伴機甲部隊向縱深地區發起攻擊¹⁷，依作戰進程區分為固守灘頭陣地、立體超越攻擊、攻



圖 15 共軍 GQL111 重型機械化橋
資料來源：鳳凰網軍事，鳳凰網，〈基建狂魔”遇到溝？中國軍隊一流架橋設備，5輛車1小時造橋75米〉，<http://mil.ifeng.com/c/7mUCMhVfuEp>，檢索日期，西元2020年4月10日。

殲固守之敵及建立登陸基地等4個階段，本段假定共軍以

表 9 共軍 GQL111 重型機械化橋越障能力分析表

裝備諸元	底盤	鐵馬XC2300	高度	3.45公尺
	長度	11.9公尺	時速	90公里
	寬度	2.3公尺	乘員	5員
越障器材	橋材5付(每付長15公尺、寬3.8公尺)			
越障能力	單橋節15公尺，全套橋材架設75公尺，作業人數12員，付橋樑架設時間為9分鐘，全橋架設時間約50分鐘，橋面調整高度可在3至5公尺。			

資料來源：1.新浪網，〈深度：全世界最強架橋車在中國 俄方酸性哭訴被抄襲〉，<http://mil.sina.cn/sd/2016-05-27/detail-ifxsqxqu4522831.d.html>，檢索日期，西元2020年3月。2.本研究整理。

¹⁶ 新浪網，〈深度：全世界最強架橋車在中國 俄方酸性哭訴被抄襲〉，<http://mil.sina.cn/sd/2016-05-27/detail-ifxsqxqu4522831.d.html>，檢索日期，西元2020年3月10日。

¹⁷ 同註12，頁70。

喜樹海灘為登陸場，俾利引導讀者進入戰場景況。

1. 固守灘頭陣地

(1) 共軍奪占灘頭後，將以火力攻擊灘頭守備部隊持續開創戰場破口，固守灘頭陣地並防止敵關閉破口之戰鬥行為，引導縱深攻擊群登陸，依本軍戰場情報準備教範可知¹⁸，共軍登陸場約正面 6 至 12 公里、縱深約 4 至 6 公里之地區(如圖 16)，以臺灣南部某海灘海岸線約 3,840 公尺，灘際縱深約 50 至 430 公尺，鄰接，為南北分進重要道路，登陸場周邊計港口、機場等地形要點，均符合共軍登陸場條件之位置(如圖 17)。

(2) 共軍運用船載式破障火箭(如圖 18)，於登陸前大面積破壞灘岸障礙，有效

保留工程兵破障能量。奪占灘頭後，工程兵藉兩棲破障車破壞灘岸阻絕設施，並運用雷區分割守備及阻滯反擊部隊機動，協助縱深攻擊群向內陸進發。(如圖 19)

2. 立體超越攻擊

(1) 依共軍對陣地防禦之敵進攻戰術圖解可知¹⁹(如圖 20)，縱深攻擊群上陸後，配合海上艦砲及陸航兵火力，對敵灘岸守備部隊發動立體超越攻擊，奪取登陸地域及要點後即轉為守，箝制抗擊敵反擊部隊，鞏固已奪占之灘岸要點，作為後續作戰之縱深佈署。(如圖 21)

(2) 此階段工程兵除可運用綜合掃雷車、兩棲破障車、組合式火箭爆破器等裝備清除戰場障礙，並以火箭布雷系統(如圖 22)切割敵佈

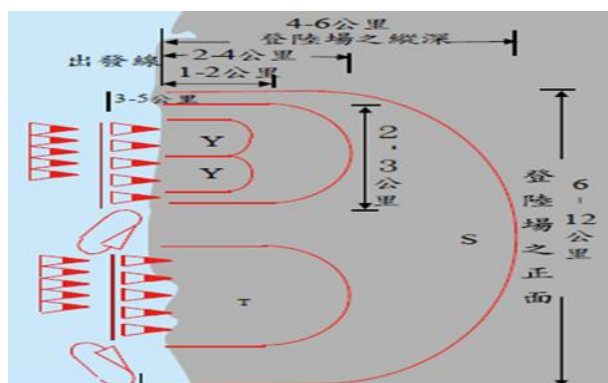


圖 16 共軍登陸作戰程序戰術圖解

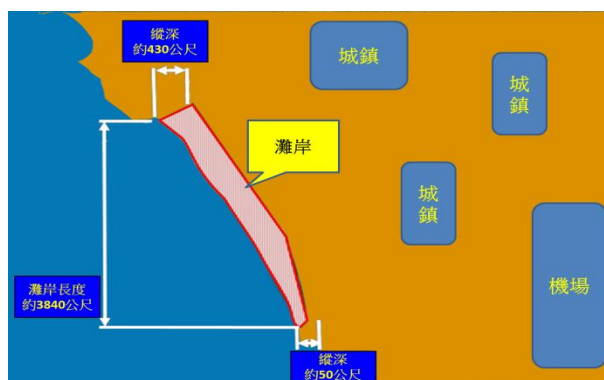


圖 17 臺灣南部某海灘登陸場示意圖

資料來源：1. 王偉賢，〈陸軍戰場情報準備作業教範(第三版)〉《陸軍司令部》(桃園)，西元 2016 年 11 月，附 5-19。2. 作者自行繪製。

¹⁸ 王偉賢，〈陸軍戰場情報準備作業教範(第三版)〉《陸軍司令部》(桃園)，西元 2016 年 11 月，附 5-19。

¹⁹ 同註 18，頁 5-666。



圖 18 共軍船載破障火箭

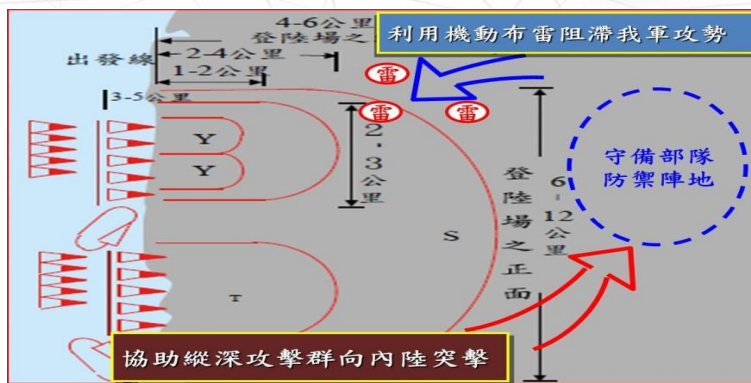


圖 19 工程兵機動布雷系統支援固守灘頭陣地示意圖

資料來源：1.陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第55卷第567期，西元2019年10月，頁81。2.作者自行繪製。

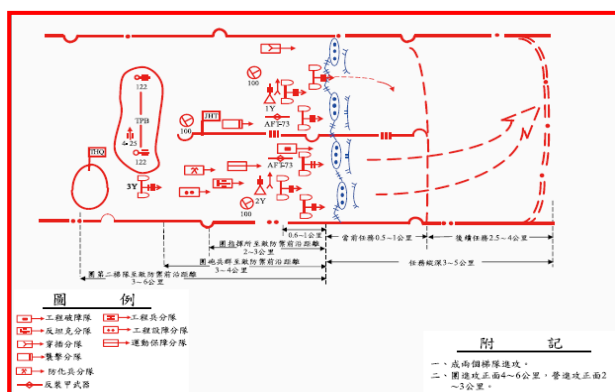


圖 20 共軍展開占領進攻出發陣地戰術圖解

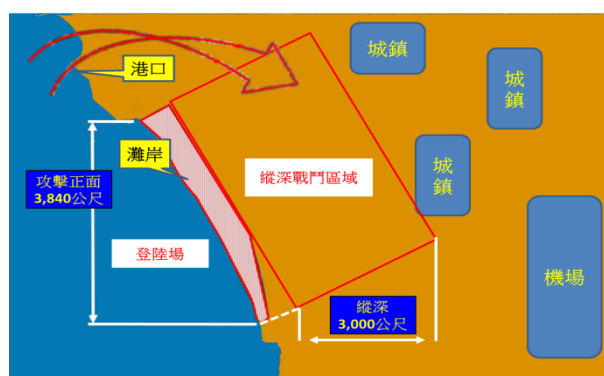


圖 21 共軍縱深攻擊群戰鬥區域示意圖

資料來源：1.王偉賢，〈陸軍戰場情報準備作業教範(第三版)〉《陸軍司令部》(桃園)，西元2016年11月，附5-66。2.作者自行繪製。

署，阻滯敵反擊部隊機動，顛倒作戰正面，奪取登陸地域及要點後即轉為守，牽制

抗擊敵反擊部隊，掩護後續部隊登陸投入戰鬥。(如圖 23)



圖 22 90A 型火箭布雷車

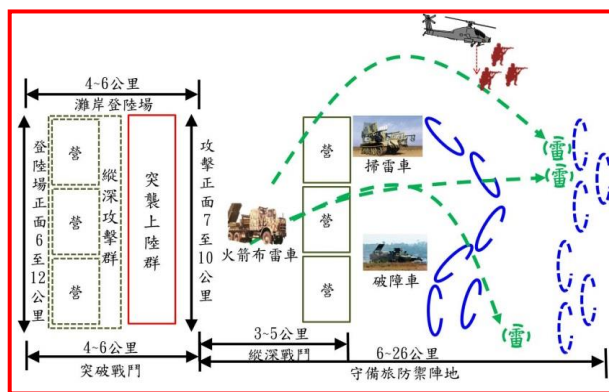


圖 23 工程兵支援立體超越攻擊示意圖

資料來源：1.《詹氏年鑑》，

<http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html>，檢索日期，西元2020年4月10日。2.作者自行繪製。

3. 攻殲固守之敵

(1) 依共軍進攻戰鬥戰術圖解可知²⁰(如圖 24)，縱深攻擊部隊登陸展開後，採「小群多路、穿插分割、各個殲滅」方式，向縱深地區發起攻擊，截斷敵退路及增援；另與配合奪取登陸場之機降部隊會師，奪占核心要點(機場、港口)及地形瞰制點，攻佔敵縱深要域及殲擊敵預備隊(如圖 25)。

(2) 縱深攻擊群與機降部隊會師後向縱深地區發起攻擊，此階段工程兵支援重點為快速越障，部隊機動若遇橋樑損毀，將運用 GQL111 重型機械化橋跨越河川障礙(圖 26)。

4. 建立登陸基地

為確保戰力維持及後勤保障物資持續投送，於佔領之登陸場建立登陸基地，其規模大小依任務、戰鬥編組、登陸場條件設置，由共軍野戰陣地防禦戰術圖解可知²¹(如圖 27)，此階段共軍將運用已奪取之要域實施防禦，確保登陸基地建立順遂，以利後續人員、裝備及物資補充；另工程兵除以工兵機械構築基地周邊工事，並運用鋼板機動蓆

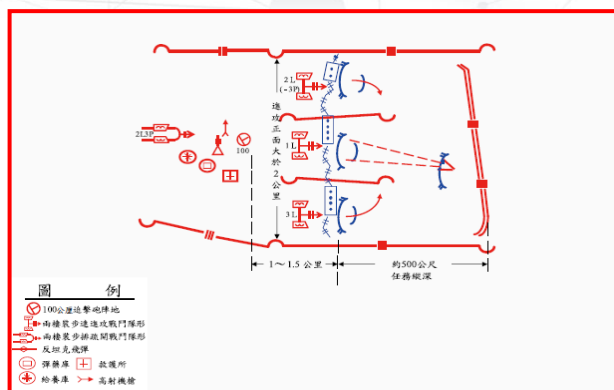


圖 24 共軍兩棲機步師裝甲團裝步營 1 個梯隊進攻戰鬥戰術圖解

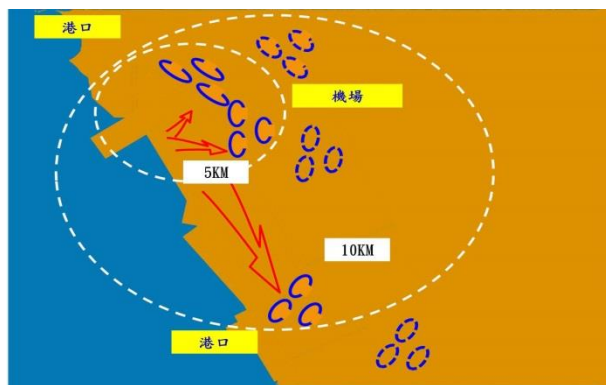


圖 25 共軍攻殲固守之敵示意圖

資料來源：1. 王偉賢，〈陸軍戰場情報準備作業教範(第三版)〉《陸軍司令部》(桃園)，西元 2016 年 11 月，附 5-60。2. 作者自行繪製。



圖 26 共軍 GQL111 重型機械化橋
資料來源：新浪網，〈深度：全世界最強架橋車在中國俄方酸性哭訴被抄襲〉，
<http://mil.sina.cn/sd/2016-05-27/detail-ifxsqxXu4522831.d.html>，檢索日期，西元 2020 年 4 月 10 日。

(如圖 28)強化乘載力不足之道路，保障登陸基地運作順遂。

²⁰ 同註 18，附 5-60。

²¹ 同註 18，附 5-73。

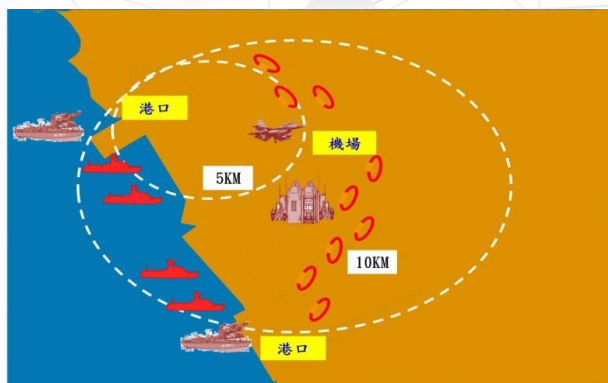


圖 27 共軍建立登陸基地示意圖
資料來源：作者自行繪製



圖 28 共軍鋼板機動蒞
資料來源：YOUKU，工程兵修路，簡單又粗暴，8 輪卡車直接往地上扔下一卷卷鋼板！，https://v-wb.youku.com/v_show/id_XNDY1MjkxNjg4MA==.html，檢索日期，西元 2020 年 5 月 28 日。

三、特、弱點分析

(一)特點

1.登陸作戰多維化

鑑於共軍聯合登陸作戰軍演與軍事訓練可知，未來作戰模式將採「多層雙超」方式，突擊登陸海灘、關節要點、火力機構及預備隊²²，研判共軍登陸作戰應會採取「平垂多點登陸，多向機動殲敵」方式²³，擴大與鞏固登陸場階段著重點於「超越登陸主島，由內向外發展」，以陸航機降戰鬥群，迅速超越我海岸陣地，使第一線守備部隊腹背受敵，策應主力作戰，並與縱深攻擊群會師，箝制我後方部隊或阻我增援反擊，為建立登陸基地開創有利態勢。

2.破障作業機械化

共軍傳統登陸作戰，主要運用單兵火箭排雷器及爆破等方式遂行破障作業，於突擊上陸時易遭火力制壓，肇生傷亡折損戰力，為解決人工排雷耗時費力問題，共軍於1970年起陸續研製組合式火箭爆破器、綜合掃雷車及兩棲裝甲破障車等各式人攜及車載式火箭爆破器，以提升雷區排除效能²⁴，對共軍主戰部隊戰力挹注極大之優勢，近年陸續將新式機械化破障裝備納入作戰序列，取代過去人力破障作業，大幅提升登陸部隊破障效率及人員存活率。

²² 葛惠敏，〈解析中共 2015 年中國的軍事戰略白皮書〉《國防雜誌》(桃園)，第 30 卷第 6 期，西元 2015 年 11 月，頁 81。

²³ 陳威霖、徐文博，〈共軍低空飛行載具對我反登陸作戰垂直阻絕作為影響之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 54 卷第 561 期，西元 2018 年 10 月，頁 68。

²⁴ 同註 12，頁 83。

3.破障手段多元化

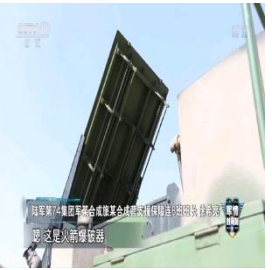
共軍除積極研製破障裝備外，並應用於不同部隊屬性之裝備，如衝鋒舟搭載組合式火箭爆破器、登陸艇裝載輪式28管新型火箭破障車；另將火箭爆破器及阻絕牆破障彈，裝置於新式兩棲裝甲車輛，以提升登陸作戰時對堅固障礙排除能力²⁵。(多元破障能力如表10)

(二)弱點

1.協同指揮統合困難

共軍合成部隊係以多個不同屬性部隊組成，作戰結構多且複雜，雖已編成營級參謀群，協同指揮仍存在問題，各級指揮員無法有效管制所屬部隊，鄰接友軍協調不良，「孫子兵法篇十一·九地」提及，善用兵者，譬如率然。率然者，常山之蛇

表10 共軍多元破障能力分析表

共軍多元破障能力分析表			
破障裝備	整合裝備	戰力融合	特性
			可於登陸艇發射破障火箭，摧毀敵灘岸阻絕設施。
火箭破障車	登陸艇	船載火箭	
			可於登陸艇發射組合式火箭，開闢海上通路。
組合式火箭爆破器	衝鋒舟	破障衝鋒舟	
			阻絕破障彈至，於車頂前方，火箭爆破器，於車輛後方。
阻絕破障彈	火箭爆破器	兩棲裝甲破障車	

資料來源：本研究自行整理。

²⁵ 同註12，頁83。

也，擊其首則尾至，擊其尾則首至，擊其中則首尾俱至，說明指揮作戰應將部隊運用自如，若指揮通聯不暢，火力協同不明，無法完整發揮整體戰力。

由兵種聯合登陸及跨越系列演習可證，共軍演習及軍事訓練均採階段式訓練，登陸作戰於島嶼訓練、基本戰術運用以內陸訓練為主，作戰進程不具連貫性，仍缺乏協同作戰指揮力。

2.戰場信息傳遞混亂

在複雜多變的戰場景況下，大量常規與高科技戰術武器及裝備，加上指揮機構多處於機動狀態及電磁威脅環境中，指揮、控制與命令傳遞能力更加困難。共軍雖已建構北斗衛星、電子作戰地圖、數位化移動網路設備等資訊能力，但仍處於磨合訓練階段。2019年《新時代的中國國防》白皮書指出：「中國特色軍事變革取得重大進展，但機械化建設任務尚未完成，資訊化水準亟待提高...與世界先進軍事水準相

比差距還很大。」²⁶說明共軍在國防科技與資訊建設雖已有進步，但仍有精進空間。

3.後勤補給不易支援

登陸作戰初期，共軍部隊僅能以基本攜行量實施戰鬥，歷經衝鋒發起與突襲上陸階段，油料、彈藥消耗量大，若無法即時整補，戰力將難以延續，且共軍裝備與我軍互不通用，零附（組）件無法逕戰場擄獲及本島民間管道獲得，裝備損壞維修困難，影響戰鬥持續力。

依共軍登陸作戰進程，奪占機場及港口實施行政下卸前，須獲得海、空優、擴大與鞏固登陸場等條件後始可執行，故行政下卸前，登陸部隊僅能仰賴登陸艦艇往返灘岸運補，後勤支援效能低，戰力維持不易。

合成營集裝甲、步兵、砲兵、偵察兵、通信兵、工兵、防化、救護、運輸、修理等諸多專業兵種於一體，其編組覆蓋陸、空等多元力量構成²⁷，囊括陸軍所有基礎兵種²⁸，故部隊裝備形式極為複雜，需編配專門且架構完整之後勤

²⁶ 中華人民共和國國務院新聞辦公室，〈新時代的中國國防〉（北京：人民出版社，西元2019年7月），頁6。

²⁷ 張照星、向勇，〈合成營由「接受指令型」向「獨立作戰型」轉變〉《解放軍報》，西元2016年9月9日，版2；梅世雄、梅常偉、袁全，〈合成營成為我陸軍調整轉型方向之一，它有何魔力〉，http://www.81.cn/jwgz/2016-09/28/content_7281749.htm，檢索日期：西元2020年4月20日。

²⁸ 同註9，頁106。

部隊給予支援；另後勤部隊編組、運用、補給品攜行與再補給、部隊持續戰力之維持與再戰整備等，均應符合機動之要求²⁹，基此，「合成營」部隊之高機動力亦成為後勤支援補給之負擔，如何能適時適量提供後勤支援將成為「合成營」部隊立體登陸作戰之一大窒礙³⁰。

四、對我之影響

(一)破障手段多元整合，傳統阻絕無法阻滯

共軍軍改後，大幅度提升武器裝備性能，並藉由演習驗證新式裝備效能，逐步納入登陸戰役作戰序列，除持續調整登陸作戰破障模式及編組外；另依作戰進程整合裝備戰力，船載破障火箭及破障衝鋒舟即為戰力整合之裝備，目前共軍登陸部隊已具備於突擊上陸前，對預定登陸灘岸地區實施大面積障礙排除能力，加快登陸作戰節奏。

(二)平垂多點突擊能力，提升兵力投射能量

共軍可運用氣墊船快速及高越障能力，短時間內將第一梯隊突擊部隊之兵力

及裝備載運上岸，迅速建立灘頭堡³¹，掩護縱深攻擊群發起進攻。陸航機降戰鬥群迅速超越我灘岸陣地，突入縱深地區實施機降，由內向外展開攻勢，以「平垂多點登陸，多向機動殲敵」之戰法，破壞我整體防禦體系。

(三)遠距布雷能力提升，切割戰場阻滯反擊

依本軍機步旅防禦及反擊圖解可知³²，我軍守備旅防禦陣地縱深約 6-20 公里，若與反擊部隊拘束打擊地區縱深合併計算，其戰術位置約距守備旅防禦陣地 12 至 40 公里。共軍 90A 型火箭布雷系統最大布雷距離為 32 公里，除阻滯我反擊部隊機動外，並影響守備旅後勤補給路線，有效分割我防禦體系。(共軍遠程設障示意如圖 29)

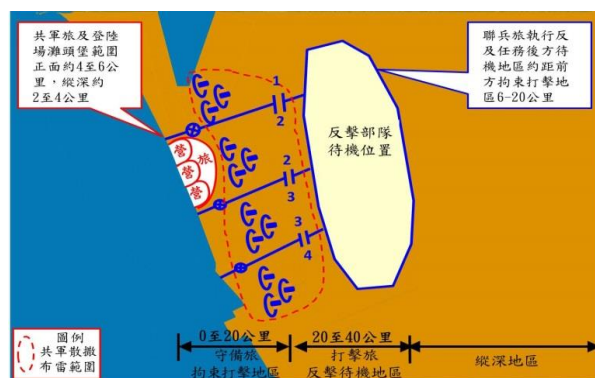


圖 29 共軍遠程設障示意圖
資料來源：作者自行繪製。

²⁹ 林哲民，《陸軍後勤教則(第三版)》(桃園：陸軍司令部，西元 2015 年 11 月)，頁 1-1-7。

³⁰ 周寬渝，〈共軍「合成營」登陸突擊作戰工程兵支援能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 563 期，西元 2019 年 2 月，頁 54。

³¹ 同註 12，頁 68。

³² 劉清源，〈陸軍基本戰術(戰鬥)圖解手冊(第二版)〉《陸軍司令部》(桃園)，西元 2014 年 10 月，2-48、2-51。

剋制對策及對建軍備戰之建言

本段置重點於「強化阻絕效能、削弱登陸戰力、增加破障能力」等面向，分述如后：

一、剋制對策

(一)改變阻絕思維、肆應戰爭趨勢

共軍新式破障裝備均具備大面積及堅固障礙破壞能力，我軍傳統障礙物(圓木斜排、填石木欄、圓木柵、混凝土牆)易遭排除，應改採强度高且斷面小之資材(如：貨櫃、消波塊)，降低共軍破障裝備對障礙物破壞程度；另面對現代戰爭節奏快，我軍反應時間短，應改變傳統阻絕思維(制式阻材為主、非制式阻材為輔)，落實守備區資材兵要調查，並提升就地取材設置阻絕能力(如：廢棄車輛、油桶)，以肆應戰爭趨勢。(如圖 30)

(二)強化立體阻絕，籌購新式阻材

面對共軍「平垂多點登陸，多向機動殲敵」之戰法威脅，傳統阻材逐漸不敷使用，我軍阻絕應由平面轉為立體，反空機降作為應改以往「使敵下不來、不集中、出不去、連不上」之目的，朝「毀敵於機內、殲敵於著陸場」發展，應儘速籌購新式阻材(智能地雷、廣域型地雷、反直升機地雷等)，增加障礙設置彈性及影響範圍，提升我防衛作戰之能量。(如圖 31)

(三)擴展排雷手段、提升破障能量

我軍現行排雷方式仍以人力為主，依本軍合格地雷作業手排雷作業時間計算，每枚地雷排除需耗費約 10 分鐘³³，若以 90A 型火箭布雷一次散撒 240 枚地雷計算，排除作業需耗費 4.5 小時，反觀各國



電線杆(應用資材)



消波塊(林克塊)



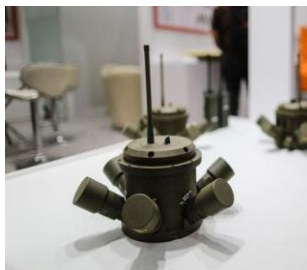
鋼材(應用資材)



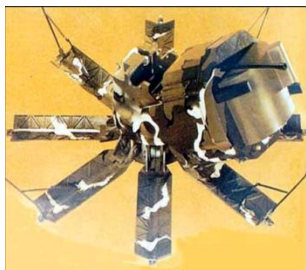
油桶

圖 30 我軍障礙物材質選定建議圖
資料來源：本研究自行整理。

³³ 吳奇諭，《陸軍地雷戰教範(第二版)》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元 2015 年 10 月 15 日)，頁附件 14-1~4。



1. 複合探測制導反直升機地雷



2. AHM 智能反直升機地雷



3. XM-7「蜘蛛」智能地雷



4. 雷電反直升機地雷

圖 31 新式阻材示意圖

資料來源：1. 資料來源：搜狐網，〈地雷炸直升機 這不是說笑 真挺靠譜 經濟又實惠〉https://www.sohu.com/a/156009504_673040。檢索日期，西元 2020 年 6 月 28 日。

2. 新浪博客，新浪網，〈美國 AHM 反直升機地雷〉http://blog.sina.com.cn/s/blog_5031cd7e0100bi82.html。檢索日期，西元 2020 年 6 月 28 日。3. 周寬渝，〈共軍「合成營」登陸突擊作戰工程兵支援能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 563 期，西元 2019 年 2 月，頁 58。4. 同註解 1。

現行排雷方式，以火箭排雷耗時最短、效益最大，其原理為拋射爆導索，後續藉爆導索爆炸威力引爆週邊地雷，我軍可結合拋繩槍及無人飛行器，研擬應用排雷器材，消弭共軍機動布雷所造成之影響。(如圖 32)

二、對建軍備戰之建言

(一) 整合民生設施、提升阻絕強度

建議國防部向行政機關協調，依固安作戰計畫於重要登陸海灘實施計畫性設置，配合當地民情將防風林、定置漁網、鹽田、魚塭及離岸風電等民生設施設置於重要海灘周邊，以改變原海岸地形，提升阻絕強度，成為防舟艇、防車輛及防地效飛行載具之永久固定障礙³⁴，以達平戰結合之目的。(如圖 33)



1. 我軍制式拋繩槍



2. 四軸無人飛行器



3. 多軸無人飛行器

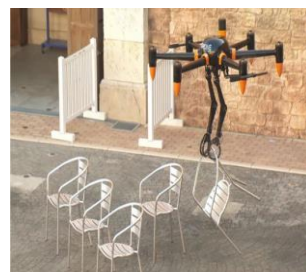


圖 32 應用排雷器材研改建議圖

資料來源：1. 陸軍工兵訓練中心 104 年度小型軍品研發成果展示。2. 露天拍賣，〈SwellPro 斯威普 水手 3+ 升級版防水無人機航拍 4K 高清釣魚四軸飛行〉<https://goods.ruten.com.tw/item/show?21922612846441>。3. Yahoo 奇摩 3C 科技，yahoo 奇摩，〈多雙手妙用無窮！具有機械手臂的四軸飛行器〉<https://tw.news.yahoo.com/A8-102700170.html>。檢索日期，西元 2020 年 6 月 28 日。

³⁴ 同註 12，頁 87。



1. 防風林



2. 築堤養灘工程



3. 離岸風電裝置



4. 定置漁網

圖 33 永久固定障礙

資料來源：1.《陸軍阻絕教範(第二版)》，國防部陸軍司令部印頒，2016年10月25日，頁6-33，檢索日期，西元2020年6月28日。

、2. 高雄市政府水利局〈茄荳海灘復育及景觀改善工程〉，<https://wrb.kcg.gov.tw>，檢索日期，西元2020年6月28日。3.維基百科，〈離岸風力發電〉，<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/離岸風力發電>、4.環境資訊中心〈定置漁網〉，<https://e-info.org.tw/taxonomy/term/19222>。檢索日期，西元2020年6月28日。

(二)正視快速設障、確保戰場優勢

隨著共軍登陸輸具能量提升，且持續研發新式登陸載具，朝向立體化、機動化及快速化發展，加速敵我接觸進程，壓縮我軍阻絕設置時間，如能籌補野戰掩體快速佈放系統，即能爭取設置時效，且該裝備亦可運用

於掩體使用，以利遲滯敵軍行動。

共軍大幅強化工程兵破障能力，易造成戰場突破口，本軍現行障礙物設置方式均無法於敵情顧慮下執行，若能採購快速布雷裝備或研製火箭布雷彈，便可快速增補阻絕罅隙，確維阻絕能量。(如圖 34)



1. 野戰掩體快速佈放系統



2. 散撒布雷系統



3. LRSV 火箭布雷系統

圖 34 快速設障裝備

資料來源：

1.<https://www.militarysystems-tech.com/suppliers/force-protection/hesco-bastion-ltd>，檢索日期，西元2020年6月28日。2.陳威霖、徐文博，〈共軍低空飛行載具對我反登陸作戰垂直阻絕作為影響之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第54卷第561期，西元2018年10月，頁83。3. 陳威霖、周寬渝，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第55卷第567期，西元2019年10月，頁90。

(三)研改現有裝備、建立破障能力

分析共軍破障裝備演變沿革可知，其多以原有裝備為基礎(如載具、發射架)，針對作戰需求研發套件，如共軍利用 ZBD-05 兩棲步兵戰鬥車底盤，整合排雷犁、阻絕強破障彈及排雷火箭等裝備，研製兩棲裝甲破障車，我若能運用現有裝備(如本軍自製輪型甲車)，研製相關附屬工具，甚至朝無人化、智能化發展，除大幅提升裝備性能外，並保留原後勤補保體系基礎，以發揮國防預算最大效益。(如圖 35)

結語

共軍軍事力量持續增長，並積極調整戰略佈署，以近年共軍演訓登陸作戰模式研判，未來作戰型態將朝節奏

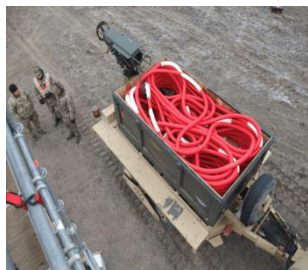
快、效能高發展，面臨「多層雙超、平垂多點」立體化多維登陸，我軍設置障礙能力、作業時效與阻絕強度即為反登陸作戰之決勝關鍵，我應以共軍登陸作戰各階段模式及特、弱點，檢討未來符合防衛作戰阻絕設置模式，以利反登陸作戰順遂。

孫子兵法九地篇提及：

「善用兵者，能使敵人前後不相及，眾寡不相恃，貴賤不相救，上下不相收，卒離而不集，兵合而不齊」，若能有效發揮阻絕效能，必能阻滯登陸之敵，分割佈署削弱戰力，因此我軍應改以往費力耗時之阻絕方式，朝向機動化、隱密性高、不易排除之方向發展，並配合戰場實況適時增補阻絕強度，結合打擊部隊兵、火力殲敵一部，達成防衛作戰之目的。



1.我軍現有載具



2.火箭排雷器



3.遠端控制技術



4.裝甲工兵車

圖 35 裝備研改示意圖

資料來源：1.尖端科技軍事雜誌，〈2017台北國際航太暨國防工業展報導〉，網址：www.dtmdataabase.com，檢索日期：西元2020年6月28日。2.LYNDHURST PRECISION，〈Minefield breaching device〉，http://lyndhurst-precision.co.uk/case_studies/minefield-breaching-device/，檢索日期：西元2020年6月28日。3.卡他皮拉(Caterpillar)，<https://www.equipmentworld.com/cat-d8t-remote-operation-conexpo-2017/#>，檢索日期，西元2020年6月28日。4. Breakingdefense.com，<http://breakingdefense.com/2018/04/us-uk-test-robot-breachers-drones-in-germany/>，檢索日期，西元2020年6月28日。

美陸軍聯合障礙物設置教範第四章

OBSTACLE PLANNING AT CORPS, DIVISION, AND BRIGADE LEVELS

軍團、師與旅級阻絕計畫

譯者：周寬渝中校

指揮官與參謀當在執行攻擊、防禦及轉進作戰時，會將障礙之運用方式納入考量。本章將針對軍團、師與旅級單位所屬之阻絕計畫實施說明，在上述層級單位的阻絕計畫主要在賦予障礙物設置之權責集中或是提供障礙的管制，在軍團及師級階層，指揮官重點在發展所屬地區內之阻絕區與阻絕限制，在旅級階層，指揮官的阻絕計畫重點則置於發展所屬地區內之阻絕帶與阻絕限制，在本章所述三個階層之單位指揮官，可能也會在計畫內律定所需設置之阻絕群種類與位置，但不常見。

在各階層指揮官的決心策定程序中均包含阻絕計畫之產製，已確保可有效整合障礙且使阻絕計畫在戰時之計畫、準備與執行階段具備足夠之彈性，以下將針對軍團、師級與旅級部隊運用美軍野戰手冊(FM 101-5)決心策定準則執行阻絕計畫整合之方法進行說明。

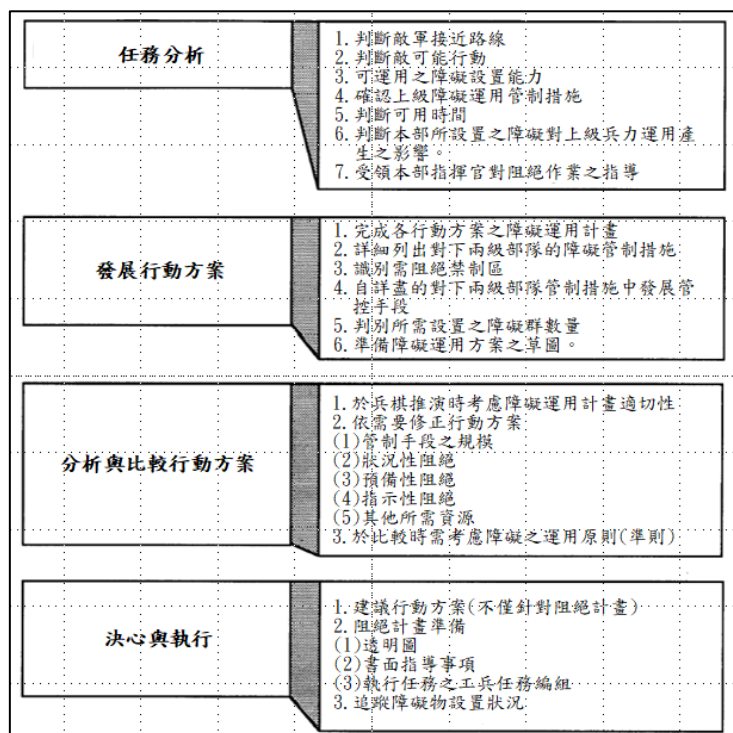
決心策定程序與阻絕之關係

決心策定程序的簡繁主要取決於可用時間，指揮官在過程中扮演著關鍵的角色，並由參謀依其職掌範圍給予指揮官相關的建議與資訊，表4-1說明在程序的各步驟中包含了許多對障礙運用的考慮事項，相關事項分述如下：

- 1.任務分析。
- 2.發展行動方案。
- 3.行動方案分析及比較
- 4.決心及執行

於實施決心策定程序前，指揮官需依據其所收到之任務或藉由針對作戰現況分析結果實施推斷，參謀人員應快速的判別作戰種類、現行情資及預估之可用時間。

圖 4-1 決心策定程序與阻絕計畫之關係示意圖



任務分析

任務分析為決心策定程序的第一個步驟，需藉由下列作業項目來完成：

1. 判斷事實及發展假定事項。
2. 分析上級任務與指揮官企圖。
3. 分析敵我相對戰力
4. 指揮官實施參謀作業指導

判斷事實與發展假定事項

指揮官需仰賴參謀所提供之事實與假定事項以作為其自行任務分析、重述本部任務、參謀作業指導與發展行動方案之依據。在決心策定之過程中，參謀根據對事實之判斷級假定事項實施作業準備與資料更新，表4-1列舉部分參謀於發展其作業判斷時所需考慮之敵情、敵情、地形(天候)、兵力與可用時間等相關事項，參謀可運用這些判斷作為發起其對障礙運用之事實與假定事項之架構：

1. 情報。
2. 後勤。
3. 火力支援。
4. 工兵。

作業時，參謀可能不會準備書面判斷，僅運用一般格式及並內心思維方式對各階層所需考慮事項進行思考，對越低層級之單位而言，判斷內所需列述之事項就越詳細，舉例而言，在軍團層級，後勤官僅需說明阻絕作業所需使用之第四與第五類補給品之噸數，但在旅級，參謀需於計畫內針對設置障礙或地雷所需之數量實施說明。

表 4-1 任務分析阻絕考慮事項一覽表

任務分析相關因素	考慮事項
任務	1. 任務為何？ 2. 作戰及兵力運用構想為何？ 3. 所需之障礙管制措施為何？ 4. 阻絕企圖為何？
敵情	1. 敵軍所具備之破障器材為何？ 2. 敵可能行動為何？ 3. 敵對我最大危害之行動為何？ 4. 敵軍之兵力部署及破障器材配置為何？
地形	地形五大要素分析 1. 地形已對敵軍所造成之影響為何？ 2. 地形之觀測狀況為何？ 3. 地形可否提供隱蔽與掩蔽？ 4. 既有障礙之位置為何？ 5. 何處為地形要點？ 6. 何處為接近路線？ 7. 天氣對機動之影響為何？ 8. 地形對機動之影響為何？
可用兵力	1. 工兵部隊的兵力、裝備及訓練狀況如何？ 2. 可獲得之阻材數量為何？ 3. 可運用之運輸工具為何？
可用時間	1. 距作戰開始剩餘時間為何？ 2. 可用於計畫作為之時間為何？

情報判斷

雖然情報已由參二部門全般負責，然於實施情報判斷時仍需藉由各參之協助，情報判斷詳細的內容已列於相關野戰手冊(FM101-5,34-10)，戰場情報準備作業包含整合障礙所需之情資，列舉如下：

1. 敵軍與友軍之接近路線。
2. 敵軍兵力部署。
3. 以低兩階層之方式列計敵軍編組與部署。
4. 敵軍之目標、主力及可選擇之行動方案。
5. 指定偵查區、利害目標區及決心點。
6. 敵軍弱點及敵軍之決心點
7. 敵軍破障能力。

後勤判斷

後勤判斷可協助參謀判斷單位之障礙設置能力，在執行判斷時，可運用之阻材與運輸工具，具同等重要性，一般而言，針對可運用之運輸工具，並非針對專用運輸工具進行列計，僅需針對特定時間區間內可獲得之運輸能量進行探討，因此參謀必須考慮單位在何時與何地區需要相關阻材，下列資訊為在實施障礙設置計畫時，針對阻絕器材屬第四及第五類軍品之相關事項：

- 1.可獲得阻材之種類與數量。
- 2.阻材之現存位置。
- 3.阻材之作業需求位置。
- 4.阻材現存地點至需求地點之距離。
- 5.可獲得用於運輸阻材之運輸工具。
- 6.阻材運輸規劃。

後勤判斷可協助參謀判斷單位之在各行動方案中針對障礙設置作業於後勤支援之可行性，且工兵將運用此資訊納入工兵判斷中。

火力支援判斷

火力支援判斷主要的目的在於提供兵力運用計畫以整合火力；然而火力支援判斷的內容也同樣可適當的整合障礙，以下為火力判斷中對實施阻絕計畫實施有用之資訊：

- 1.整體火力支援能力(如砲兵連、營、攻擊直升機或定翼機之種類)。
- 2.能用於散撒佈雷之阻材(砲兵或是空投)。

工兵判斷

工兵判斷由工兵參謀撰擬，以於實施決心策定程序時，提供必要的工兵相關資訊，藉由以下工兵判斷的幾個實施步驟，工兵可針對戰場現況與假定事項實施戰場工兵作業評估，戰場工兵作業評估可提供阻絕計畫中的下列資訊：

- 1.地形分析。
 - 2.敵軍工兵部隊任務及可執行機動與戰場生存力作業能力。
 - 3.友軍部隊之機動與戰場生存力
- 指揮官與參謀可運用上述之判斷完成決心策定程序。

分析上級任務與指揮官企圖

藉由分析上級任務與指揮官企圖所產生對任務之認知，可能會對任務產生及後續參謀於決心策定程序中所運用的步驟產生影響。參謀可於上級作戰命令或作戰計畫的附件中找到相關資訊，針對分析上級任務與指揮官企圖所需分析之事項如下：

- 1.上級指揮官企圖。
- 2.作戰地區與欺敵作為。
- 3.任務。
- 4.限制。
- 5.風險。
- 6.可用時間分析。

上級指揮官企圖

參謀藉由分析上級指揮官企圖，以判斷上級指揮官於障礙設置完成後對未來作戰支援之企圖，甚至如果在上級指揮官未明確說明阻絕企圖之狀況下，參謀必須自上級指揮官之作戰企圖中找出影響阻絕計畫之相關資訊，舉例而言，指揮官企圖說明現執行之防禦作戰之目的在於為爾後之主要攻擊作戰創造條件，針對此狀況，參謀必須考慮必須之障礙管制措施以防止所設置之障礙遲滯未來攻擊作戰實施。

作戰地區與欺敵作為

作戰地區之律定將對障礙運用造成實體上之限制，參謀必須注意上級計畫裝所律定之偽裝作為，並據以發展阻絕計畫。

任務

參謀需自上級所提供的資訊中判斷特定與推斷之任務將對阻絕計畫產生影響之部分，特定任務包含如下：

- 1.上級所律定之阻絕群(指示性、狀況性或預備性)。
- 2.上級對旅級部隊所負責阻絕區所需具備之特定阻絕效果。
- 3.阻絕限制。

需推斷之任務包含如下：

- 1.對於上級部隊攻擊/反擊軸線、戰鬥據點、攻擊目標與接近路線之阻絕運用限制。
- 2.在原地接替任務交接時，阻絕運用之相關協調事項。
- 3.對下級部隊所需賦予之障礙設置權責與管制措施。

限制

參謀必須針對上級所律定之事項(包含必須完成或不准許完成之事項)判斷將會對障礙運用所產生之影響，限制因素包含下列事項：

- 1.上級所律定必須設置之阻絕群。
- 2.上級對旅級部隊所律定必須支援特定區域需具備之特定阻絕效果。
- 3.因阻絕運用限制導致在區域內無法實施障礙障礙。
- 4.因阻絕運用限制導致在無法實施障礙障礙。

可用阻材

參謀可藉由分析上級之任務編組並運用各參判斷以判別可供運用之阻材，部分與阻材有關之資訊將會影響阻絕計畫之內容，陳述如下：

- 1.可支援阻絕作業執行之相關情報器材。
- 2.可實施運輸(陸運或空運)或處理阻材之裝備器材。
- 3.因可執行戰術性阻絕之工兵單位
- 4.其他可支援障礙設置之非工兵人力與裝備。
- 5.可提供散撒布雷功能之空投或砲兵裝備器材。

風險

參謀需瞭解上級對達成任務所能接受之風險為何，其中一項例子即為，當對我危害最大之接近路線實施狀況性阻絕設置計畫時，可將進行防禦時，敵最可能運用之接近路線授予障礙優先運用權；另一個例子則為辨識何處為上級於敵軍沿敵第二可能使用之接近路線，運用節約兵力之方式實施防禦，參謀可能需沿此接近路線另外計畫增加障礙之使用，以運用障礙協助補強在此區域實施防禦之少數兵力。

可用時間分析

參謀判斷可用時間、決策圈與指揮官所分配之時間，參謀針對可用時間，可參考計畫階段使用1/3時間及執行階段使用2/3時間之原則來進行時間分配，然而參謀必須瞭解障礙設置為時間密集之作業，故須先期告知下級其執行障礙設置作業之相關資訊，使其能節約時間，參謀也運用時間分析之方法以協助判斷整體阻絕作業能達成之效能，舉例而言，對某種規模之工兵單位而言，在特定時間內可預估可完成的障礙數量。

指揮官於決定關鍵任務及重述任務前，需針對先前研討所產製之相關資訊進行考慮，雖然設置障礙本身一般而言非屬關鍵行動或任務重述之一部分。

分析敵我相對戰力

參謀實施敵我相對戰力分析之基準，一般建立在針對敵、我雙方可進行比較之基礎上，針對敵我相對戰力重新計畫並評估結果。障礙如同其他相關因素(如空權、地形或領導力)當與火力實施整合時，即可對戰場產生影響力，但指揮官與參謀主要在於律定障礙運用之價值，並可能等到發展行動方案階段時，才會對障礙運用之價值實施律定，並且重新針對戰力比實施計算。

指揮官參謀作業指導

指揮官說明其作戰構想並述明他如何擘劃此次戰鬥，詳細內容可參閱美軍野戰手冊(FM 101-5)。指揮官必須清楚了解將如何整合阻絕作業，以型塑戰場並提高火力計畫之效果。並針對障礙管制措施、障礙運用優先權及預期阻絕效果等進行指導，指揮官依據參謀之經驗、可用時間、以建立之作業習慣及標準作業程序，針對各層級部隊之特性進行指導，指揮官應提供之指導事項如下：

- 1.友軍將於何處集中火力殲滅敵軍。
- 2.阻絕企圖。
- 3.對不同種類之障礙所設定之阻絕權責與限制
- 4.對空中或砲兵散撒布雷裝備器材之運用(設置砲兵拒止性彈藥、遙控反裝甲彈藥與砲兵之目標攻擊率)。
- 5.戰場生存與反機動作業所需之土方作業器材需求。
- 6.執行阻絕作業所需之兵力
- 7.於執行機動及戰場生存任務中，可接受之風險。
- 8.障礙移交與通道封閉之相關資訊。
- 9.提示反擊與其他部隊機動所需使用之路線。

發展行動方案

針對計畫階段的下一個步驟，指揮官與參謀首先概略的發展其兵力運用之行動方案，然後同樣以概略之方式發展用以支援任務執行之

阻絕計畫，後續參謀於分析行動方案階段(兵棋推演)，確定阻絕作業之細節，發展行動方案之程序可由下列步驟達成：

- 1.列述敵我軍部隊。
- 2.發展兵力運用計畫
- 3.決定指管手段
- 4.準備行動方案報告及相關草圖(透明圖)。

當參謀準備行動方案報告及相關草圖(透明圖)時，應相關內容應著重於考慮如何運用阻絕作為支援行動方案。參謀應將戰場的全部縱深納入阻絕運用之考量，表4-2及表4-3分別說明在攻擊與防禦作戰中阻絕運用需考慮之事項。參謀初步將支援下兩層級單位所運用之障礙運用管制措施實施繪製，當參謀實施敵我兵力列述時，需針對地形與敵情進行考量，當參謀實施障礙管制措施所影響之位置與範圍時，需針對敵我雙方部隊、地形與兵力運用計畫實施考量。

表 4-2 攻擊作戰阻絕計畫相關內容說明表

階段劃分	運用障礙之相關考量事項
縱深地區作戰	1. 如何阻滯敵軍後續之增援部隊？ 2. 如何協助急迫防禦實施？ 3. 如何拘束敵反擊部隊？ 4. 如何擾亂敵指管作為與戰鬥支援勤務 5. 如何支援反火力戰實施或運用障礙對敵航空設施進行攻擊？
近接地區作戰	1. 如何於機動過程對側翼提供防護？ 2. 如何反制敵於深入我後方地區之作戰？ 3. 如何反制敵對我實施突穿攻擊？ 4. 如何拘束當地之敵反擊部隊 5. 當我軍攻擊頓挫時，如何提供適切之支援？ 6. 當敵對我發起反擊時，如何提供適切之支援？
後方地區作戰	1. 如何對固定之勤務支援設施提供防護？ 2. 如何反制敵深入我後方地區之作戰？

表4-3 防禦作戰阻絕計畫相關內容說明表

階段劃分	運用障礙之相關考量事項
縱深地區作戰	1. 如何對敵先頭部隊造成遲滯或擾亂？ 2. 如何分離敵後續跟進部隊？ 3. 如何形塑戰場？
近接地區作戰	1. 如何提升偵察、警戒與掩護部隊之火力？ 2. 如何於主戰地區前緣擾亂敵先頭部隊？ 3. 如何形成對警戒部隊之防護？ 4. 如何協助警戒部隊脫離戰鬥？ 5. 如何於警戒部隊撤退時封閉通路？ 6. 如何於主戰地區擾亂敵部隊？ 7. 如何將敵導入接戰地區？ 8. 如何將敵拘束於接戰地區？ 9. 如何阻敵脫離接戰地區或某一接近路線？ 10. 如何對主要作戰地區之部隊提供防護？ 11. 如何對防禦地區側翼實施防護？ 12. 如何對後續部隊實施擾亂？ 13. 如何拘束敵之預備隊？ 14. 如何運用額外增加之障礙以增加阻絕效能？ 15. 如何在目標地區支援預備隊火力發揚？ 16. 如何對預備隊之側翼實施防護？ 17. 如何支援預備隊於目標地區之急迫防禦實施？ 18. 如何於敵撤退時，遲滯其行動？ 19. 如何對敵增援時，遲滯其行動？
後方地區作戰	1. 如何對部隊提供防護作為？ 2. 如何設置戰術性障礙設置反制敵深入我後方地區之作戰？

舉例而言，當軍團實施防禦時，會將所屬旅級單位，沿著敵軍師級單位接近路線實施部署，軍團幕僚於考量地形及敵軍師級部隊之作戰目標後，試著描繪軍團阻絕區，以支援軍團兵力運用與旅級的部署。對師級單位而言，參謀運用阻絕帶而旅級單位則運用阻絕群，在各層級參謀規劃阻絕作為時，需認知區域內何處為所屬部隊所需通行之地，並需律定對應之阻絕運用限制，這些暫時規劃的阻絕管制措施也同樣提供做為探討所需運用阻絕資源之起始點(詳細內容請參閱於本書附件C)，以作為後續發展支援行動方案之阻絕計畫之基礎。

參謀運用暫時律定之阻絕管制措施以發展支援行動方案之阻絕管制方法，軍團參謀將獨立之阻絕區劃分給裝騎群或獨立旅，在師級單位所屬之區域內，將畫定阻絕運用限制區或律定相關區域阻絕使用限制；師級參謀運用暫定之阻絕帶以輔助阻絕區之律定；旅級參謀則依據暫定之阻絕群來輔助阻絕帶之律定。師級與旅級同樣均可能劃定阻絕運用限制區域或標定其他之阻絕運用限制，以支援地區內之兵力運用。所劃定之阻絕區及阻絕帶均必須在下級部隊所屬之地境內。當參謀於繪製阻絕管制措施時需考慮阻絕管制之原則，且其他各參所考慮之事項應可能影響阻絕計畫之內容。參謀亦需部門將如何運用阻絕支援預備隊作戰納入考慮，並得到負責作戰與計畫之助理參謀長及作戰認可後，參謀完成阻絕運用透明圖之準備以說明阻絕如何支援此任務之行動方案。

分析行動方案

為提供指揮官最佳行動方案之建議，參謀針對行動方案實施分析與辨認，參謀運用兵棋推演計數來實施行動方案分析，並於推演過程中針對支援行動方案之阻絕計畫實施推演，而非單獨將阻絕獨分析，參謀實施兵棋所需考慮事項說明如下：

- 1.阻絕計畫所需阻材。
- 2.優先順序及作業所需達到之阻絕能力。
- 3.如何運用障礙物計畫來協助行動方案並達成指揮官企圖。
- 4.設定適當之阻絕運用限制，以確保現在與未來作戰中友軍的機動需求。
- 5.如何藉由阻絕改善所有的特定與推斷行動
- 6.情報部門需整合敵軍之破障能力及對障礙之處置作為。

在需要的狀況下，參謀將隨兵棋推演結果修正行動方案，同時也了解敵軍之破障計畫、所需資訊、下級部隊任務及其他所需之戰鬥支援，在此時間點所需增加考慮之事項如下：

- 1.基於兵力運用、作戰地區邊界、前進軸線、目標、接戰地區或其他的增加的路線改變管制措施之規模或位置。
- 2.對預備性阻絕之需求。
- 3.對狀況性阻絕之需求。
- 4.對指示性阻絕之需求。
- 5.下級部隊所負責之障礙設置任務
- 6.設置戰術性阻絕所需額外增加之工兵單位。

在針對每一個行動方案實施兵棋推演後，參謀會針對兵棋推演結果分析行動方案與其他相關計畫之優缺點，在針對各行動方案實施比較，參謀將運用指揮官指導之方式或原有模式作為特殊之評估準據，在比較行動方案時指揮官與參謀可找出對阻絕設置可能有用之相關之評估準據如下：

- 1.何種行動方案所需運用之阻材最少。
- 2.何種行動方案對當地的基礎設施產生最小的衝擊(如破壞橋樑)。
- 3.何種行動方案所使用之障礙對未來作戰所需機動作業產生最少阻礙。

決心下達與執行

決心策定程序的最後一個步驟即為決定並執行行動方案。

建議與決心

比較行動方案的目的是在於統合幕僚意見，建議指揮官最佳之行動方案，若參謀基於其他戰場作業系統面覺得該行動方案需要執行較艱難的阻絕計畫，參謀可能會給予指揮官更多的考慮事項，參謀必須告知指揮官在現有阻絕作為對戰數行動存在風險為何或向指揮官提出運用更多阻材之方案，以避免戰術風險產生。參謀亦必須讓指揮官了解何處能獲取作業所需阻材且讓指揮官了解獲取及運用額外之阻材將造成何種影響，實施阻絕作業規劃時，了解上級與鄰近友軍單位所具備之阻材是相當重要的。

指揮官藉由選擇行動方案，以產製最後之計畫，他可能選擇特定的一個行動方案、修正後的行動方案，或是結合數個行動方案之內容，不論如何，指揮官均會實施決心下達及給予額外的參謀作業指導以發展作戰計畫，後續參謀將完成計畫及準備相關之命令。

計畫與命令

工兵通常需負責準備阻絕計畫，並由指揮官對計畫與命令完成批准，對於在上級障礙管制措施範圍外之阻絕作業事項，參謀必須協調並獲取上級的同意，對於側翼鄰接友軍而言，參謀需針對阻絕計畫進行協調，而對後方區域而言，參謀需與作戰部門的軍官及管制單位協調阻絕運用指導，參謀同樣需分發阻絕計畫給上、下級單位。

阻絕計畫對於軍團、師及旅級等階層通常包含下列事項

1. 組絕運用限制(以圖示或清楚的文字敘述)。
2. 預備性障礙群(特別針對通路而言)設置之準據與計畫。
3. 狀況性障礙群(在有規劃設置之狀況下)執行之任務執行管制表。
4. 針對工兵單位之任務編組。

對軍團層級而言，阻絕計畫需增列下列事項：

※賦予獨立旅或裝騎群之阻絕區(在特定的狀況下應說明阻絕企圖)

圖4-2為軍團組絕計畫之透明圖

在師級階層，其阻絕計畫亦應包含下列項目

1. 賦予獨立旅之阻絕區(在特定的狀況下應說明阻絕企圖)
2. 針對防護性障礙物運用與回報之指導
3. 針對工兵單位之任務編組

圖4-3為師級組絕計畫之透明圖

圖4-2 軍團組絕計畫之透明圖範例

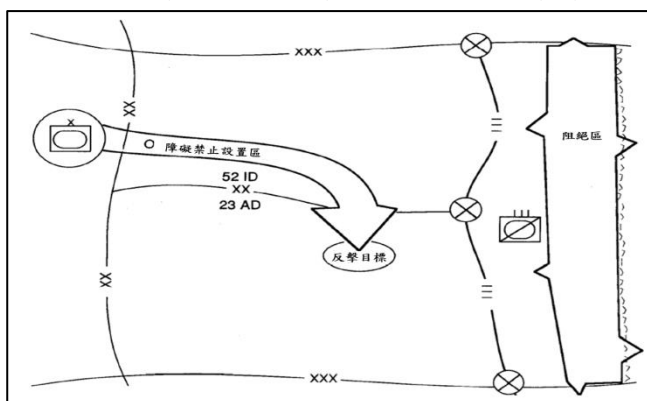
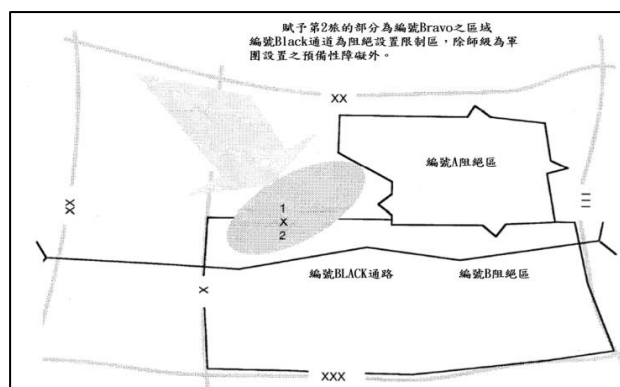


圖4-3 師級組絕計畫之透明圖範例

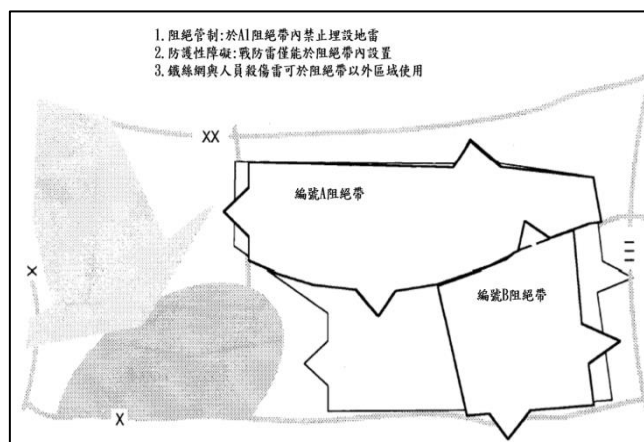


在旅級階層，其阻絕計畫亦應包含下列項目

1. 賦予營特遣隊之阻絕帶(在特定的狀況下應說明阻絕企圖)
2. 針對防護性障礙物運用與回報之指導
3. 針對組絕設置與控制之指導

圖4-4為旅級組絕計畫之透明圖

圖4-4 旅級組絕計畫之透明圖範例



實施與督導

單位修正組絕計畫時，會採取下列措施。

- 1.針對後續獲得之情報進行分析，以確保阻絕計畫能有效應對預期威脅。
- 2.確保下級對其阻絕管制措施及其所發展與執行之阻絕計畫完成回報。
- 3.基於已完成確認、新增或是新發展出之材需求實施轉用、額外需求申請或修正阻絕計畫。
- 4.持續實施計畫。

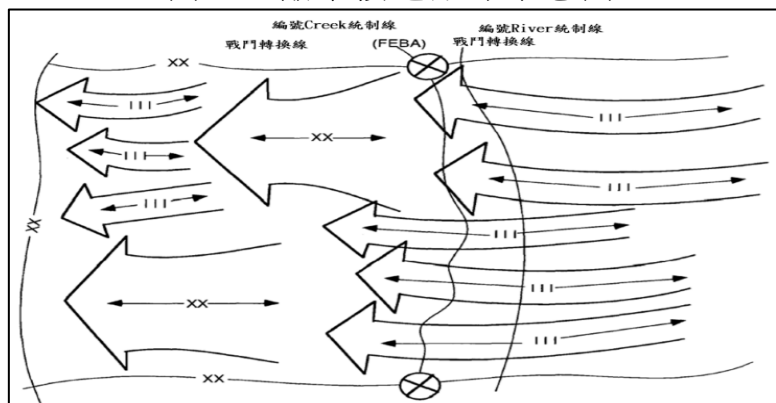
以下章節內容為一個師級實施防禦作戰時進行阻絕計畫之想定，此流程同樣適用於軍團與旅級階層。

師防禦作戰想定

參謀依據事實與假定判斷在此區域可能出現之敵軍與接近路線(如圖4-5)，在師作戰地區內，敵軍可運用5個群級部隊可通過規模的接近路線。於作戰地區北面，敵軍的兩條群級部隊接近路線可轉換為一個師級部隊之接近路線，亦可作為3個群級部隊接近路線使用，於作戰地區南面，敵軍具備3條群級部隊接近路線，可轉換為一個師級部對規模之接近路線。

參謀完成其他各項判斷與蒐集完成計畫所需必要資訊後，師已完成相對戰力分析與決定支援防禦作戰之兵力比，除此之外，師亦針對上級指揮官的任務與企圖完成分析，在此案例中，師級所擬訂之阻絕計畫並不會對軍團阻絕計畫產生任何之影響，參謀將指揮官指導事項整合於計畫內。

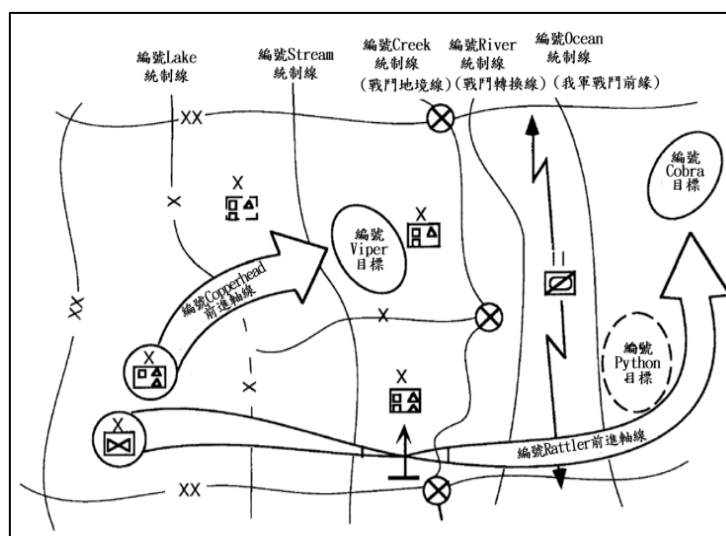
圖4-5 敵軍接近路線示意圖



發展行動方案

參謀因應敵人即將抵達之第一梯隊(兩個機步師)與第二梯隊(一個機步師)發展防禦地區內之防禦計畫(如圖4-6)，師運用所屬裝騎中隊監視編號River與編號Ocean統制線間之區域，部署於作戰地區北部的旅級部隊負責擊滅自編號Stream統制線方線而來之敵軍師級部隊。擊滅前述部隊後，該旅隨暫緩回歸至編號Lake之統制線區域，使敵軍可突穿地區明顯的突出部。部署於南部的旅級部隊將抵抗自編號Stream統制線而來之敵軍，並將敵軍突穿之兵力規模控制於一個排級部隊規模內，擔任預備隊的旅級部隊將沿編號Copperhead之前進軸線向編號Viper之目標發起攻擊，以摧毀敵軍第二梯隊之機步師。陸航旅將沿編號Rattler之前進軸線進入編號Cobra目標區，攻擊目標為針對敵軍第二梯隊機步師之指管與後勤資材。

圖4-6 行動方案之兵力運用構想



期刊專欄

工兵大小事

草嶺兵工殉難官兵
功垂不朽

地理位置

此紀念碑位於嘉義縣梅山鄉梅山公園內，民國40年（1951）秋，建立「草嶺兵工殉難紀念碑」，以表追思頌德。並收其骨骸合葬，築成墓園，每年殉難紀念日皆由軍方與地方各界在此舉行祭典，以慰英靈。

碑碣概述

民國40年（1951）春，國軍第75軍16師工兵營奉命從事開鑿太平至草嶺之間的公路，以利進一步開發當地草嶺潭，獲取灌溉與電力的自然資源。公路歷2個月又27日而告成，該營分別返防，唯因應鄉民所請，復留連長李柏龍率領的130官兵，協助整修草嶺潭天然土壩的坍方。五月十八日清晨，由於連日豪雨、山洪暴發，導致土壩潰決，洪水泛濫而奪走了74名內兵的性命，誠悲慘也。

英魂名錄

李柏春上尉	童清心上尉	金霞山中尉	楊萬雲少尉	向舟田少尉	蕭芝槐准尉	陸飛准尉	劉宗益准尉	陳定立上士	蔡喜保上士	吳福根上士	嚴志剛上士	王英俊上士	劉少泉上士	耿心田上士	段瑞林上士	潘金松上士	張明詩中士	王大成中士	胡登金中士	黃良得中士	陳根鴻中士	陶明中士	劉光輝中士	郭長根中士	張杏松中士	唐成全下士	周炳安下士	沈學明下士	江上喜下士	陸恒興下士	張冬夢下士	林忠下士	劉瑞珍上兵	周必上兵	李章全上兵	蔣阿春上兵
陳善慶上兵	黃益民上兵	戴連珍上兵	陳玉上兵	史久和上兵	向德林上兵	盧秀祺上兵	彭忠良上兵	李茂生上兵	姚炳昌上兵	林國珍上兵	何清海上兵	黃喜生上兵	曾自德中士	張泉發中士	周祖瑞中士	方國成中士	戴國英中士	李金祥中士	張海清下士	沈普生下士	周元福下士	謝瑞盛下士	呂世榮上兵	朱寶林上兵	李信芳上兵	劉廷功上兵	林阿來一兵	陳芳信一兵	章阿岳上兵	夏連兆上兵	陳阿富上兵	劉阿日上兵	葉如根上兵	劉世民上兵	周治平上兵	周裕堂上兵



碑文記載

十遵草義，嘉潭，草二返連畫，官洪瀾不，險，以，天英雨餘激慟。第七，也去深且，為月分，綿洪國，身浸水性，離仁，候良，天英雨餘激慟。我通召，為尤巧，先閱，排雨之澤，卒當水先免，察懷誌謀，深績，不還。夏之路，躍者，謀，時一連，適公地，為人也，素諳木攀，能緬以而州嶺懋，授英靈。年公之，水躍，時一連，適公地，為人也，素諳木攀，能緬以而州嶺懋，授英靈。明公嶺坑拔水，深，驗，第一方，立，有，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。臺灣，草嶺，古山，及，工程，讚，兩，排，一，億，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。臺至，總，縣，裂，潤，及，工程，讚，兩，排，一，億，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。會平，應，林，地，既，工，經，營，讚，兩，排，一，億，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。山太，響，雲，羅，地，既，工，經，營，讚，兩，排，一，億，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。舟於，並，諸，利，有，保，滯，聞，連，整，湧，瞬，息，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。由事，鄉，其，有，足，聞，連，整，湧，瞬，息，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。軍從，策，山，冬，若，府，抵，愕，第，三，領，然，門，瞬，息，間，餘，七，十，八，日，正，黎，明，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。大命，國，梅，嚴，相，政，手，驚，留，率，吞，營，倖，獲，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。年，奉，之，縣，辛，潭，傾，志，觀，復，心，石，即，達，營，倖，獲，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。四營，大，嘉，辛，潭，傾，志，觀，復，心，石，即，達，營，倖，獲，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。之兵，攻，位，里，珊，漸，同，觀，請，童，壩，時，五，十，六，人，呼，救，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。興工，反，嶺，十，潭，壩，身，我，成，環，長，逾，五，十，六，人，呼，救，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。軍師，灣，梅，五，月，化，建，而，紳，副，激，未，僅，五，十，六，人，呼，救，不，相，聞，同，仁，亦，能，搶，護，武，器，不，苟，初，先，於，復，水，縷，危，顧，英靈。亂六，臺，為，約，日，石，關，日，因，春，水，下，十，烈，夜，從，容，指，揮，部，屬，自，戕，而，祭，先，建，代，壯，殉，殤，冰。戡十，設，原，北，與，石，關，日，因，春，水，下，十，烈，夜，從，容，指，揮，部，屬，自，戕，而，祭，先，建，代，壯，殉，殤，冰。五奉，嶺，市，積，而，路，十，防，長，夜，一，兵，濤，漫，事，柏，因，均，預，曷，亦，然，烈，天，勇，昂，深。

中華民國四十年八月
陸軍中將第七十五軍
葉成敬撰并書



陸軍工兵半年刊
第 158 期



ISSN:2225-5400 建議售價:非賣品
GPN:48097-0442
陸軍工兵訓練中心發行