

防衛作戰化學兵不對稱作戰運用方式探討

作者簡介



作者張瑞軒中校，畢業於國防大學理工學院 90 年班(化工科)、化訓中心正規班 96-1 期、國防大學陸軍指參學院 101 年班、戰爭學院 109 年班、戰研所 110 年班，曾任排長、化學官、核防官、連長、營參謀主任、教務處副處長、八軍團營長、組長、中心作發室主任，現職為中校主任教官。

提要

- 一、近年共軍科技隨著經濟發展，全球軍力已躍昇為世界強國，兩岸武力落差加劇且局勢轉趨緊張，臺海兩岸軍事力量失衡，差距懸殊且持續擴大，不對稱作戰思維扮演關鍵性角色。
- 二、防衛作戰共軍將以強大優勢攻擊我重要防護目標，而我軍面臨海、空均劣勢狀態，化學兵部隊如何以不對稱戰力，摧破敵之攻勢，創造我軍有利反擊態勢為研究動機。
- 三、於「防衛固守、重層嚇阻」軍事戰略下，運用化學兵部隊不對稱作戰戰法，提升兵科於聯合作戰中之主動與重要性，並期盼可啟發未來建軍備戰嶄新方向。

關鍵詞：偵消、煙幕、化生放核威脅

前言

兩岸軍力差距懸殊且持續擴大，防衛作戰時，共軍以強大優勢攻擊我重要防護目標，而我軍面臨海、空軍劣勢狀態，化學兵部隊如何以不對稱戰力，¹協力摧破敵之攻勢，創造我軍有利反擊態勢為研究動機。於「防衛固守、重層嚇阻」軍事戰略下，依「小型、大量、智能、匿蹤、快速、機動、價廉、損小、效高、不易被偵知攻擊、有利戰力保存、容易發展維護、敵難以有效反制」之不對稱作戰戰力標的，創新化學兵部隊不對稱作戰戰法，於聯合作戰中協力主戰部隊共同達成任務，並期盼可啟發未來建軍備戰嶄新方向。

化學兵不對稱作戰意涵

孫子云：「十則圍之，五則攻之，倍則戰之。」說明數量不對等用兵之法；

1 「不對稱作戰」就是相對於「對稱作戰」而來，採取非傳統或非正規方法，發揮己方優勢，攻擊對方致命痛點，造成對方心理及實體上損失，獲得預期的軍事或政治目的，參見李懷義、杜建明，〈劣勢海軍用兵思想與不對稱作戰思維之探討〉《海軍學術雙月刊》，第 50 卷第 1 期，2016 年 2 月，頁 16。

孫子云：「凡先處戰地而待敵者佚，後處戰地而趨戰者勞。」說明時空不對等用兵之道；孫子云：「兵之形，避實而擊虛。」說明質量不對等戰法應用；孫子云：「善用兵者，避其銳氣，擊其惰歸。」說明戰場壓力不對等心理對抗。因此，化學兵煙幕之不對稱作戰主要支撐國軍「防衛固守」軍事戰略，面對共軍龐大飛彈與無人機威脅，為強化作戰指管、重要資產及關鍵基礎設施安全戰力防護與保存，持續研究開發新型煙幕材料，規劃建置即時煙幕系統，以煙幕掩護重要設施與主戰裝備，煙幕一旦影響飛彈終端導引，彈道稍微偏移，而降低準確度與攻擊效益，形成攻防成本懸殊之不對稱作戰，大量消耗敵軍作戰資源；而化學兵偵消部隊不對稱作戰主要支撐國軍「重層嚇阻」軍事戰略，戰時結合全民總力，動員融合容易取得化學材料等物力，並運用無人機縱火等積極手段，協力支撐「擊敵於海上、毀敵於水際、殲敵於灘岸」之用兵理念，於廣闊灘岸守備線，以相對低廉化學材料，施以敵軍戰場心理壓力，成為重層嚇阻之一環，協同戰鬥部隊逐次削弱敵作戰能力，以創造有利態勢，迫使敵犯臺失敗。

敵情威脅

共軍在快速推動現代化之中，當時第二砲兵部隊是最積極的兵種，其不斷演進準則與兵力結構之目的，主要是嚇阻新威脅以及建立更強有力的武力威懾選項，各種明確跡象顯示，在未來幾年將持續擴張，甚至可能擔負起諸如「太空反制作戰」(Counter space operations)等各項新任務，²2016 年 12 月 31 日第二砲兵部隊成為中國人民共軍火箭部隊，從兵種提升到第四軍，目前共軍飛彈武力包括 600 枚短程彈道飛彈(Short-Range Ballistic Missiles, SRBMs, 300-1,000km)、150 枚中程彈道飛彈(Medium-Range Ballistic Missiles, MRBMs, 1,000-3,000km)、200 枚超中程彈道飛彈(Intermediate-Range Ballistic Missiles, IRBMs, 3,000-5,500km)、100 枚洲際彈道飛彈(Intercontinental Ballistic Missiles, ICBMs)及 300 枚陸基地射巡弋飛彈(Land-Attack Cruise Missiles)；³另外，中共化學基礎設施足以大規模研究、開發與生產一些化學製劑，可能擁有化學和生物戰武器(Chemical and Biological Warfare, CBW)製劑的技術專長，而強大的軍備工業及飛彈、火箭與火炮武器系統，也可以提供 CBW 武器之發射載臺。⁴中國擁有探測 CBW 特工和防禦 CBW 攻擊所需的技術專長、

2 夏宜嘉，〈中共航天探月工程與飛彈科技整合發展〉，《國防雜誌》，第 30 卷第 5 期，2015 年 9 月，頁 84。

3 Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2020 (Annual Report to Congress, 2020), pp. 56-59.

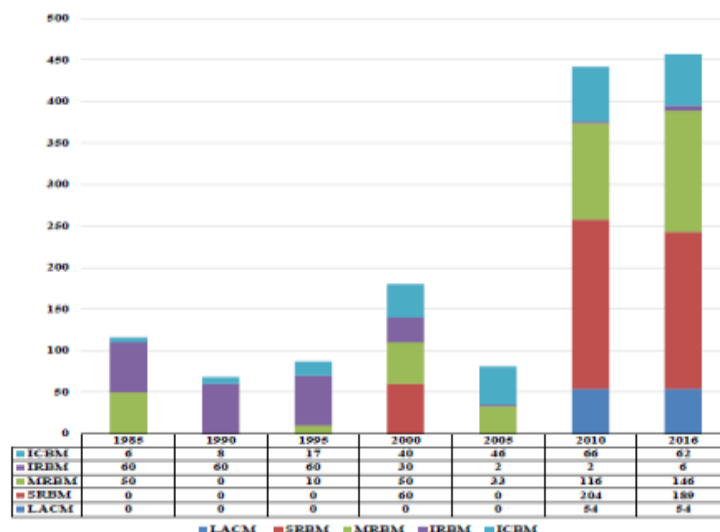
4 Anthony H. Cordesman & Arleigh A. Burke & Max Molot, "China and the U.S.: DIA on Chinese Biological

軍事單位和裝備。如同火箭軍角色是中共核心戰略威懾力量，除作為搭載威力最強大的核子彈頭打擊武力，不可否認中共在生物工程方面持續研究、化學材料轉用戰場以及放射性物質可能威脅，因此，共軍飛彈結合化生放核威脅確有必要對其進行探討與分析。

一、聚焦局部區域戰爭

依據美國《戰略與國際研究中心》(Center for Strategic and International Studies, CSIS)智庫研究，發表共軍火箭軍飛彈發射器統計數據，歸納分析近年來共軍飛彈發展趨勢，從近二十年共軍飛彈歷史數量變化，發現中共轉而聚焦局部區域戰爭，由共軍飛彈發射器可以得知武力地理範圍的變化，1985 年共軍第二砲兵部隊所有飛彈均可以到達位於關島的美國重要海外基地，該基地位於第二島鏈，然而，到了 2012 年共軍第二砲兵部隊可以攻擊關島美軍基地飛彈武力數量比例降到大約 15%，因此，指標顯示共軍飛彈武力威脅重點任務已從第二島鏈甚至更遠區域，顯著轉向中國大陸周邊區域，這種轉變完全符合目前中共戰略指導「局部戰爭」的概念(如圖 1)。⁵因此，面對中共局部區域戰爭部署飛彈武力，其彈頭可輕易轉換配置生化武器彈頭，或是飛彈攻擊臺灣本島波及化工廠與核電廠，將對我臺澎防衛作戰戰場上形成巨大化生放核潛在威脅。

圖 1 中共火箭軍飛彈數量百分比堆疊直條圖



資料來源：IISS, Military Balance 1985-2016, adapted by Anthony H. Cordesman and Joseph Kendall at the Center for Strategic and International Studies.

and Chemical Weapons- 2019,” Changing Nuclear, Chemical, and Biological Forces and Delivery Systems, 2019, p. 531.

5 Anthony H. Cordesman and Joseph Kendall, The PLA Rocket Force: Evolving Beyond the Second Artillery Corps (SAC) and Nuclear Dimension (Center for Strategic and International Studies, 2016), pp. 17-23.

二、精確飛彈快速癱瘓

習近平強調積極防禦內涵，並在戰略上採取守勢，戰役戰鬥採取攻擊態勢，因此，為達到戰略上守勢，飛彈發展如東風-21D 反艦彈道飛彈(Anti-ship ballistic missile, ASBM)即是威脅美國在亞太地區武力投射，企圖削弱美國影響力，東風-21D 可以在海上集中緩慢移動目標，其圓形公算誤差(Circular Error Probable, CEP)值僅 20 公尺(如表 1)。⁶如果發生衝突，共軍可能會決定使用反艦彈道飛彈對付美國海軍武力投射核心-航母戰鬥群，並利用反艦彈道飛彈威嚇美國援助可靠性進行戰略溝通，同時對臺灣、日本、菲律賓、越南等彰顯美國保護既不可靠也得不到，從共軍有關反艦彈道飛彈題目相關文獻顯著成長，意味著刻意半透明資訊，達到增強「人不犯我，我不犯人；人若犯我，我必犯人」之嚇阻力。⁷另外，為達到戰役戰鬥採取攻擊態勢，其仰賴精確可靠飛彈武器，所謂「失之毫釐，差之千里」，如飛彈精確度不足或易受戰場環境干擾，將會耗用更多飛彈數量彌補目標摧毀程度，另一方面，精確可靠飛彈加上足夠數量發射器，將可異地同時採取猝然攻擊，瞬間達到癱瘓無防護能力之目標，尤其中共仍然有部分舊型飛彈於準確度不足情形下，裝置生化或是小當量核子彈頭或放射性物質，造成重要軍事設施無法使用與運作停擺，也是我防衛作戰威脅必須防範要項之一。

表 1 共軍飛彈導引系統及圓形公算誤差 CEP 一覽表

共軍飛彈導引系統及圓形公算誤差 CEP 一覽表			
系統	類型	導引系統	CEP(公尺)
DF-5A	洲際彈道	慣性	300
DF-5B	洲際彈道	慣性	800
DF-11	短程彈道	慣性	600
DF-15	短程彈道	慣性	300
DF-15A	短程彈道	慣性、GPS、地形等高匹配	30-45

6 圓形公算誤差(Circular error probable, CEP)是彈道學測量武器系統精確度項目，定義是以目標為圓心畫圓，如果飛彈命中此圓圈機率最少有一半，則此圓圈半徑就是圓形公算誤差。

7 Andrew S. Erickson, Chinese anti-ship ballistic missile development: drivers, trajectories and strategic implications (The Jamestown Foundation, 2013), p. 8.

DF-15B	短程彈道	慣性、GPS、雷達導引、雷射測距	5-10
DF-16	短程彈道	慣性、GPS	5
DF-21	中程彈道	慣性	700
DF-21A/C	中程彈道	慣性	50
DF-21D	中程彈道	慣性、地形等高匹配	20
DF-26	長程彈道	未知	150-450
DF-31	洲際彈道	慣性	300
DF-41	洲際彈道	星體慣性、GPS	100-500
JL-2	潛射彈道	慣性、GPS	150-300
HN-3	巡弋飛彈	慣性、衛星導航、地形等高匹配、 數位場景匹配	5

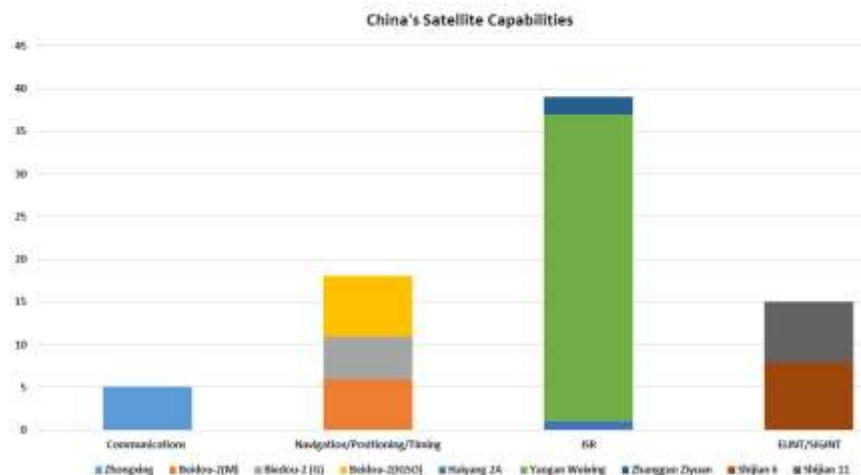
資料來源：China and the U.S.，2019 Adapted by Anthony H. Cordesman, Arleigh A. Burke and Max Molotatthe, Center for Strategic and International Studies, p. 544.

其中，飛彈達到精確可靠關鍵就是太空技術。共軍發展精確導引彈道飛彈及巡弋飛彈，可從陸、海、空基及水下發射平臺協同作戰，就是已掌握高解析度即時衛星圖像、目標定位資料融合以及自主衛星定位、導航與授時(Positioning, Navigation and Timing, PNT)。中國北斗衛星導航系統(Beidou Navigation Satellite System, BDS)已於2020年6月23日發射北斗系統第55顆導航衛星，以及北斗3號最後一顆全球組網衛星，正式完成全球衛星導航系統部署，比原先計畫提前半年。⁸共軍戰略家認為，使用天基系統(space-based systems)能力以及拒絕對手使用太空系統是現代戰爭的核心，中共除完成全球北斗衛星導航系統部署，並且不斷強化指揮與管制能力(Command and Control, C2)，建立即時監視、偵察及預警系統(如圖2)。⁹不可否認中共已站穩航太科技與航太戰略戰略位置，達到全球可獨立自主即時偵測與預警、遠程甚至洲際衛星通訊、遠程精準作戰，已不受國界、地理及天候限制。

⁸陳曉莉，〈中國發射最後一顆北斗導航衛星，完成全球衛星導航部署〉，《iThome 新聞》，2020年6月24日，〈<https://ithome.com.tw/news/138435>〉(檢索日期：2020年7月21日)

⁹Anthony H. Cordesman, Arleigh A. Burke and Max Molot, "China and the U.S.," Center for Strategic and International Studies, 2019, p. 576.

圖 2 中共衛星數量堆疊直條圖



資料來源：IISS Military Balance 2016. Adapted by Anthony H. Cordesman and Joseph Kendallatthe, Center for Strategic and International Studies.

三、飛彈火箭多重威脅

中共共軍短程彈道飛彈包括東風 11、東風 15 及東風 16 型彈道飛彈，其系統正在逐步更新，取而代之的是高精確度及更先進與複雜載荷，而蘭德(Research and Development, RAND) 智庫在 2009 年研究報告指出，以其精準短程彈道飛彈配合群子彈 (Cluster Munitions) 或油氣彈 (Fuel-air Explosives) 彈頭，共軍大約只要使用 60-200 枚飛彈，即足以暫時癱瘓所有空軍基地跑道，¹⁰除此之外，攻陸巡弋飛彈 (Land-Attack Cruise Missiles, LACM) 精確度加上穿透彈頭，足以擊毀機堡與受保護戰機，摧毀國軍航空戰力，《2019 年度中國軍事與安全發展報告》指出，共軍已經部署陸基巡弋飛彈 (Ground-launched cruise missile, GLCM) 數量達 270-540 枚，因此，防衛作戰時估計對我威脅的彈道與巡弋飛彈總數約為 1,020-2,040 枚，敵攻臺飛彈數量多重且龐大(如表 2)。由於彈道飛彈飛行速度較快，飛行距離也較遠，彈道飛彈除一小段在大氣層中實施動力飛行與導引外，其餘時間均沿著只受地球重力作用的橢圓彈道飛行，因此，彈道飛彈在起飛階段必須穿越大氣層，但平飛前進階段則主要是在空氣稀少的高空或外層空間，下降階段再入大氣層，此後利用慣性制導攻擊目標。而巡航飛彈實際上是一種無人駕駛飛行器，透過自動導航，利用噴氣發動機推進並靠氣動升力支撐重量，能以最有利的速度和高度飛行，具有突防能力強、命中精

10David A. Shlapak, David T. Orletsky, Toy I. Reid, Murray Scot Tanner,& Barry Wilson, A Question of Balance: Political Context and Military Aspects of the China-Taiwan Dispute, 2009, pp. 50-51.

度高等優點。¹¹另外，共軍在遠程火箭彈發展也是不遺餘力，火箭彈分為 PHL-03、PHL-11、PHL-16，其中 PHL-16 最大射程約 300 公里。不同於一般地面火砲如戰車砲、自走砲及其他榴彈砲等，射程受限 100 公里內，而遠程火箭彈除了能針對敵軍地面部隊進行打擊外，對於跨區作戰、跨島作戰更具有威脅性，由於遠程火箭彈同樣具備精確導引系統，使火箭彈誤差能小於 10 公尺，相較彈道飛彈造價更便宜，且射程幾乎涵蓋臺灣本島等同短程彈道飛彈之威脅，對我防衛作戰初期，預期共軍遠程火箭彈配合彈道飛彈打擊我重要防護目標，快速奪取臺海制空、制海權。

表 2 共軍火箭軍武力發射架及飛彈數量統計表

China's Rocket Force			
System	Launchers	Missiles	Estimated Range
ICBM	90	90	>5,500km
IRBM	80	80-160	3,000-5,500km
MRBM	150	150-450	1,000-3,000km
SRBM	250	750-1500	300-1,000km
GLCM	90	270-540	>1,500km

資料來源：Office of the secretary of defense, Annual Report to Congress : Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, China Military Power, 2019, May 2019, p. 117.

四、無人飛機威脅遽增

隨著科技進步，無人飛行載具性能也不斷提升，除了慣性或全球衛星定位導航，可以達到自動化操作，並運用數位電視攝影機及雷達等偵搜裝備即可將訊息同步傳送至地面，由於無人機飛行速率不快且體積小，具有雷達反射面積小之匿蹤特性，並且結合多種精準飛彈武器可以達到遠距攻擊目的，無人機作為攻擊工具，近年在全球已發生多起例證，受到各國高度重視，2019 年 9 月中，位於沙烏地阿拉伯首都利雅德附近的兩處國營事業石油設施，遭到 10 架無人機攜帶炸藥匿蹤穿越嚴密防禦系統，成功摧毀數十億美元的油田機具與難以估計的原油，據報導是由胡塞武裝組織所發動的無人機攻擊，運用成本極低的無人機，卻造成沙烏地阿拉伯石油大量減產且全球油價暴漲，更引發中東軍事

11 〈你知道彈道飛彈和巡航飛彈的差別在哪裡麼？〉，《每日頭條》，2017 年 9 月 16 日，〈<https://kknews.cc/zh-tw/military/26l2z5z.html>〉（檢索日期：2020 年 12 月 1 日）

與政治緊張。¹²而位於中亞高加索地區的亞美尼亞及亞塞拜然兩國，於 2020 年 9 月 27 日起在雙方領土爭議問題的納哥諾 - 卡拉巴克地區(簡稱納卡地區)爆發激烈軍事衝突，雙方在 3 度停火協議失敗後，持續在邊界城鎮進行巷戰，期間雙方對於無人機戰術運用，可說是一場無人機成為未來作戰趨勢之軍事變革；而近年來共軍在無人機的研究領域投入龐大資源，不論是具備高可靠性及優異複雜環境適應能力聯合監偵翼龍無人機，或是對中遠程反艦及對地攻擊飛彈進行打擊效果偵察，且具備超音速飛行與極佳隱形設計執行穿透敵方防空網秘密偵察任務的無偵-8 無人偵察機，以及具有使用成本低、巡邏距離遠、巡邏時間長、隱身性能出色的攻擊 11(利劍)無人機，或是搭載 16 枚空對地導引武器且空中巡航時間可達 30 小時以上，最大飛行距離超過 1 萬公里的彩虹-5 察打一體無人機，¹³都可能是中共以武力犯臺的重要武器。隨著共軍無人機隊不斷壯大，中共建政 70 週年閱兵令人目不暇給無人機方隊(如圖 3)，以及 2020 年 10 月共軍無人機首次侵入我西南防空識別區，而國軍則是以雷達、飛彈持續監控，足以印證共軍無人飛機威脅遽增；其中，中國電子科技集團電子科學研究院研發陸空協同固定翼無人機蜂群系統(如圖 4)，具備「快速部署、密集發射、空中懸停與機動投放、精確編隊、陣型變換、對地察打、精確打擊」作戰能力，可同步操控 4 輛發射裝置上的 192 架蜂群無人機實施對地偵察及同步打擊任務，¹⁴另研判該系統也可安裝於軍事艦船或貨輪上，對我形成察打一體與精確打擊雙重威脅。高性能的無人機，較傳統軍事武器如戰車、軍機、軍艦來說，更具隱匿性、靈活性、低成本等特質，已是未來戰爭的重要武器。尤其軍用無人機再搭配短、中、遠程各類飛彈，或是配備生化、放射性武器，都令人防不勝防。

12 姚中原，〈慎防中共無人機侵擾〉，《自由評論網》，2020 年 10 月 28 日，〈<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1408922>〉(檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

13 〈彩虹五號無人機〉，《維基百科》，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BD%A9%E8%99%B9%E4%BA%94%E5%8F%B7%E6%97%A0%E4%BA%BA%E6%9C%BA>〉(檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

14 賴錦宏，〈中共無人機「蜂群」曝光 未來將融入武器系統〉，《聯合新聞網》，2020 年 10 月 14 日，〈https://udn.com/news/story/7331/4934673?from=udn-referralnews_ch2artbottom〉(檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

圖 3 中共建政 70 週年閱兵展示「攻擊-11」無人機



資料來源：〈<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191127002097-260518?chdtv>.〉
(檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

圖 4 CH-901 蜂群無人機發射系統



資料來源：<https://udn.com/news/story/7331/4934673?from=udn-referralnews_ch2artbottom.> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

防衛作戰化學兵運用

綜合敵情威脅，中共三棲進犯之作戰進程，遂行聯合登島作戰，我軍首要面對龐大彈道飛彈、巡弋飛彈及遠程火箭為主要威脅，防衛作戰時化學兵運用目的在降低敵化生放核武器攻擊所造成損害，俾利我軍戰力確保及防衛作戰任務遂行，因此，應基於任務，考量作戰地區化生放核環境、敵化生放核武器威脅與可能行動、我軍防護能力，執行化生放核防護作為，使與防衛作戰相結合，以利作戰任務達成。

一、戰力保存

(一)偵消部隊

偵消部隊運用各式警報器，對關鍵設施實施早期預警，並結合國軍各旅級

化生放核威脅預測與防護預警系統與所屬營、連級構成綿密警報網，以利早期預警，同時，偵消部隊應持續實施情報蒐集，研判敵使用化生放核武器徵候，並且對遭敵核化攻擊之指揮所、通信中心、後勤設施及集結部隊儘速實施人員、裝備、車輛消除作業，必要時納編部隊偵消任務編組協助作業，提升作業能量，如有遭受污染之道路則以消除部隊開闢安全通道，以利部隊機動；另外，我軍戰術位置如遭敵核化污染，由偵消部隊實施消除作業，若染毒面積過大，則可協調工兵部隊，將污染表層移除，以利部隊迅速通過。

(二)煙幕部隊

煙幕部隊於指揮機構、雷達站、防空陣地等要點，施放煙幕及偽煙欺敵矇騙敵軍，遮蔽敵空中觀測及有效降低敵飛彈攻擊摧毀程度，並掩護後勤輜重與設施，以及煙幕反制敵空中光電導引武器打擊我岸置飛彈及砲兵部隊，其中，煙幕部隊採機動發煙掩護打擊部隊機動，並結合工兵阻絕，採機動方式於敵重要接近路線配置，以減緩其運動速度；另外，對我進入戰術位置或反擊之重要橋樑、交通要道，施放煙幕並配合偽煙欺敵，降低我戰術行動風險。

(三)三軍部隊

各聯戰任務部隊須掌握作戰地區內具有化生放核威脅之相關運作場址或設施，並持續對敵蒐集化生放核投射能力及武器系統，完成應變處置作為，而地面部隊採取疏散、掩蔽、偽裝及損害管制等措施，以減少損害，並持續加強個人、集體防護及警報與報告手段；另外，由於海上聯戰任務部隊缺乏掩蔽且迴避不易，為避免遭敵化生放核武器攻擊，運用機動與疏散作為，保存艦隊戰力，而空中聯戰任務部隊兵力則採行疏散配置，增大作戰縱深，積極運用地下化防護設施與戰備跑道，以利戰力保存，確保關鍵戰力。

二、濱海決勝

(一)偵消部隊

偵消部隊於各重要陣地附近預先開設人員、車輛消除設施，依需求實施污

染地區偵檢消除作業，並於各地區具毒性化學物質運作工業區儲槽或核電廠等化生放核高風險區域，實施預警監測。運用核化警報器，對指揮所、通信中心及重要設施構成綿密警報網，以利早期預警，同時，濱海決勝階段，敵特工人員將可能對我毒性化學物質儲槽及核電廠進行破壞，因此，賦予各部隊觀測所核生化觀察任務，建立核生化情報傳遞系統，構成網狀佈置，監偵敵情，偵消部隊編組偵檢組，於敵核生化攻擊時儘速到達污染地區，進行偵測(檢)作業，消除部隊保持機動待命，以利隨時支援作戰區消除任務，於各重要設施及陣地附近預先開設人員、裝備消除設施，以供人員、裝備緊急消除作業，並依戰術需求，實施污染地區消除作業。

(二)煙幕部隊

煙幕部隊於敵可能空機降地區，結合我障礙設置，遮蔽著陸場干擾及阻礙敵空機降作戰，以及掩護我掃蕩部隊發起攻擊，阻敵策應其爾後登陸部隊行動。於對敵突擊舟波射擊階段，為防敵以空中對我砲兵(飛彈)陣地、指揮所、雷達站實施攻擊，煙幕部隊應分別在上述地點及機動打擊部隊集結地區施放煙幕，並於多處施放偽煙，以矇騙敵軍。對須變換之陣地，先期施放煙幕，以利爾後行動，於濱海決勝階段，以煙幕反制敵空中光電導引武器打擊岸置飛彈擊砲兵部隊，並以煙幕掩護後備部隊占領陣地，及反制空中攻擊，掩護守備部隊戰鬥；另外，於海岸防護射擊後，煙幕部隊依計畫配合砲兵以煙幕及煙幕罐配合黃磷彈，遮蔽敵眼，並打擊其指揮系統，以利後續第一線部隊遂行灘岸戰鬥。

(三)三軍部隊

持續運用三軍主、被動偵蒐裝備，爭取早期獲得化生放核威脅預警，以利各聯戰任務部隊適時機動至戰術有利位置，預判敵有化生放核攻擊行動及可能遭受損害時，採先制攻擊摧毀或癱瘓敵化生放核投射系統，減少敵攻擊損害，而海上聯戰任務部隊採機動與疏散，艦隊遭敵核武器攻擊，迅速脫離危害區，潛艦單位以潛航迴避，爭取戰力維持；另外，空中聯戰任務部隊採先制攻擊，防敵對我實施化生放核攻擊，由於敵於濱海決勝階段將以飛彈對我持續攻擊，各聯戰任務部隊加強各種化生放核防護諸般手段，使人員、裝備損傷減至最低，並統合空中、海上及地面兵力實施聯合火力

打擊，防敵對我化生放核攻擊而阻斷我軍行動，同時，各級持續分析作戰地區化生放核場址或設施，並預擬相關應變處置作為，防敵誤擊影響我軍行動。

三、灘岸殲敵

(一)偵消部隊

偵消部隊協力反擊部隊執行打擊任務，對敵可能誤擊我工業毒性化學物質儲槽或核電廠其下風危害機動作戰行動，於重要機動道路要點預先開設人員與車輛消除站，於灘岸殲敵階段，偵消部隊負責重要地區、設施消除及開設人員、裝備、車輛消除站，並開闢安全走廊，協力打擊部隊反擊作戰，另外，各級核防官指導集結部隊加大疏散配置，降低危害程度，於後勤地區預先開設裝備消除設施，以利對核化感染裝備進行緊急消除作業，並建議對儲存裝備加大疏散及混儲，同時，對港口、機場完成作業準備，必要時納編地區偵消區(分)隊，增加作業能量。

(二)煙幕部隊

於戰場上可妥善運用煙幕欺敵及干擾作為，防敵空中攻擊或以精準武器鎖定等，提高戰場存活能力，煙幕部隊掩護守備部隊變換及佔領陣地，掩護重要道路橋樑及打擊部隊機動與展開，如風向有利結合灘岸各障礙阻絕，以煙幕遮障敵軍登陸突擊作戰部隊，發揚我兵、火力最大效能。以煙幕開闢安全走廊掩護打擊部隊機動及展開，依作戰需求，以煙幕掩護反擊部隊行動、重要軍事設施、橋樑、機場等，登陸支援作戰之煙幕，遮蔽突擊波，以免遭敵之直接觀測與射擊，並遮蔽側翼，並防止敵側攻火力，亦可遮蔽爆破與偵察部隊之灘頭作業，欺騙敵人，使其不明我登陸之地點與方向，擾亂敵軍增援部隊行動。

(三)三軍部隊

於灘岸殲敵階段，地面聯戰任務部隊必須防敵砲火波及相關場址與設施，造成化生放核污染，影響我軍行動，因此，運用煙幕實施欺敵、遮障、隱蔽或掩護聯戰任務部隊，降低敵武器效能、干擾敵導引與目標獲得系統，增加戰場存活率，同時，善用民間資源，藉煙幕作為改變灘岸、空降場、

機場及港口等環境，迫使敵人改變登陸企圖，並運用偵檢(測)、消除手段，開闢除污安全走廊或恢復人員、武器裝備，協力聯戰任務部隊發揮整體作戰效能。

化學兵不對稱運用研析

共軍依裝載、航渡、突擊三棲進犯之作戰進程，遂行聯合登島作戰，而我軍面對龐大彈道飛彈、巡弋飛彈及遠程火箭等等攻擊手段，因此，我軍不得不對此防範，採取積極核生化防護作為提供三軍戰力保存，以確保各人、物動員、後勤、通資電整備支援作戰所需，可遂行爾後作戰；另外，由於傳統彈頭飛彈攻擊面積愈大，消耗飛彈數量愈多，或是必須採用極高成本的高精確飛彈，我軍可運用煙幕干擾及核心目標採取分散配置，以不對稱作戰思維降低飛彈對我威脅，同時消耗共軍飛彈武力，達到迫使共軍奪臺任務失敗之目標；另外，化學兵運用無人機施放煙幕、施放 CS 手榴彈、對共軍船艦脆弱位置灑布泡沫膠等手段，達到不對稱作戰運用之高成本效益，可作為未來兵科建案規劃發展主軸之一。

一、複合煙幕阻材干擾飛彈尋標

最先進攻陸巡弋飛彈具備高精確度可以有效用於對付小目標，其關鍵在於終端導引技術，攻陸巡弋飛彈導引通常分三個階段進行：發射、航行及終端，在發射階段，飛彈僅使用慣性導航系統進行導引，在航行階段，飛彈由一個或多個系統更新慣性導航系統導引，包括雷達地形輪廓匹配系統、雷達或光學場景匹配系統以及衛星導航系統，最後在終端導引階段時，當飛彈進入目標區域並使用更精確的場景匹配或是光學或雷達感測終端探測器。¹⁵由於巡弋飛彈是一種高度生存性的武器，主要是因為飛彈橫截面小且採低空飛行，很難進行雷達探測，另外，由於渦輪風扇發動機散發熱量很少，因此若以紅外檢測也相當困難。以戰斧飛彈為例，導引系統包括全球定位系統(GPS)接收器、光學數位場景匹配區域關聯系統(Digital Scene Matching Area Correlation, DSMAC)，以及地形輪廓匹配雷達導引系統(terrain contour matching, TERCOM)，光學數位場景匹配區域關聯系統採預先存儲的目標圖像與實際目標圖像進行比較，而地形

15 Anthony H. Cordesman and Joseph Kendall, The PLA Rocket Force: Evolving Beyond the Second Artillery Corps (SAC) and Nuclear Dimension (Center for Strategic and International Studies, 2016), p. 34.

輪廓匹配雷達導引系統採預先存儲的參考地圖與實際地形進行比較，並進行航向校正，將飛彈按路線對準目標(如圖 5)。¹⁶

圖 5 地形等高線匹配雷達導引及數位場景匹配關連系統運作示意圖



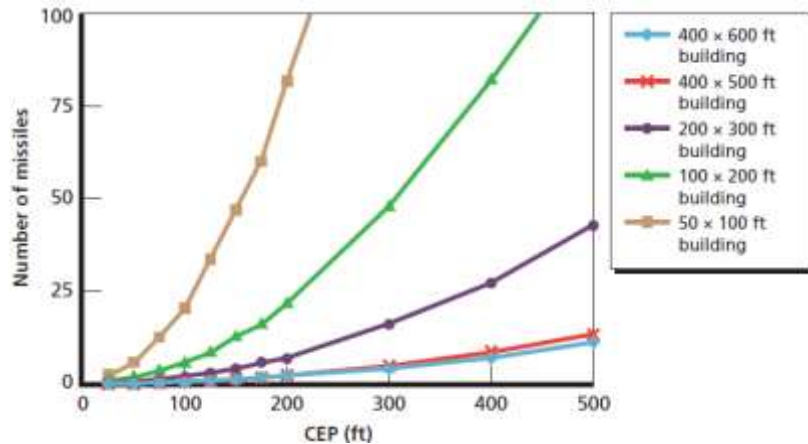
資料來源：Military Analysis Network, BGM-109 Tomahawk, <<https://fas.org/man/dod-101/sys/smart/bgm-109.htm>. > (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

由此可知，共軍飛彈利用北斗全球定位系統僅僅是多元導引系統手段之一，要達到高精確度目標仍然必須依靠地形等高線匹配雷達導引及數位場景匹配關連系統，因此，對我重要防護目標如以愛國者或是天弓防空飛彈實施防禦之外，建議研發如煙幕添加金屬粉等更高效益複合煙幕阻材，採煙幕吸收雷達波及可見光，影響飛彈終端導引而降低精確度，如圖 6 不同圓形公算誤差 CEP 飛彈攻擊建築物所示，即便僅僅是 10 公尺誤差，對於小目標其摧毀程度已近乎是等比級數之差別，另一方面，防空飛彈實際上就是子彈打子彈，在非常高速度要攔截成功其實相當困難，以攻防 2：1 比例換算，面臨共軍現有彈道再加上巡弋飛彈數量估計是將近 2000 枚，以我目前飛彈防禦系統飛彈數量實在是獨木難支，且防衛作戰時共軍實施飽和攻擊，我防空飛彈發射架有限情況下，更是無法達到應有的飛彈防禦效益，當我軍防空飛彈已經消耗殆盡時，我們更應該運用低成本煙幕干擾飛彈的準確度，提高我重要防護目標存活率，才能在有限資源中，極力爭取任何可能扳回劣勢的機會。因此，除煙幕部隊外，國軍重要防護目標，如雷達站、指揮機構、機場、港口等，應建構固定煙幕系統，可於敵猝然飛彈

16 Military Analysis Network, BGM-109 Tomahawk, <<https://fas.org/man/dod-101/sys/smart/bgm-109.htm>. > (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

攻擊時施放煙幕，影響敵飛彈終端導引及其精確度，結合防空飛彈共同抵禦敵飛彈攻擊威脅。

圖 6 不同 CEP 飛彈攻擊建築物達 90% 摧毀程度所需數量，橫軸代表飛彈圓形公算誤差 CEP，縱軸代表飛彈數量，曲線代表各式大小建築物。



資料來源：RAND MG888, P. 148.

二、煙幕遮障觀測偽冒隱真示假

2020 年 9 月爆發亞美尼亞與亞塞拜然軍事衝突，亞塞拜然無人機空中觀測並以飛彈直接攻擊敵戰車與防空陣地(如圖 7)，啟發我防衛作戰時，運用化學兵煙幕部隊以煙幕遮障中共無人機偵察與打擊，遂行戰力保存，無人機具備兩個特性，其一是採用目視偵察，其二是精準打擊，因此，面對目視偵察克制對策就是運用煙幕遮障使無人機操作者看不見目標，更甚者，無人機如具備紅外線偵察系統，則可於煙幕添加石墨粉，即便是透過紅外線鏡頭，在空中仍然是無法判別目標所在位置。接下來面對無人機精準武器，克制對策為擴大所見與實際攻擊目標面積相對程度，由於無人機載重有其限制性，所攜帶的彈藥磅數也是有限，換言之，無人機精準武器攻擊殺傷範圍也是相當有限，對於無人機操作者而言，面對煙幕遮障攻擊目標，大面積煙霧遮障內的确存在必須攻擊目標如戰車，然而，無人機空中觀測只能選擇攻擊煙霧一個點，如果選擇中心點但是戰車位於煙幕遮障邊陲位置，無人機攻擊彈藥殺傷範圍，對戰車而言僅是火力波及產生輕度損害，當然形成無效攻擊。換言之，煙幕遮障面積與真正目標面積比例落差愈大，對於降低無人機攻擊準確度幅度愈大。再者，當無人機無法命中目標時候，同時也是暴露所在位置，當我方未被摧毀時，即是進行反制攻擊作戰。雖然煙幕運用戰場已有準則詳細規範行動準據，然而，基於部隊裝

備無任何改變狀態下，煙幕運用之目標以及優先次序，也應隨著未來戰場威脅變化，而有所調整，孫子兵法云：「戰勢不過奇正，奇正之變，不可勝窮也。奇正相生，如循環之無端，孰能窮之哉」，不對稱作戰克敵致勝方法，

圖 7 亞塞拜然無人機偵察打擊亞美尼亞戰車



資料來源：<<https://www.youtube.com/watch?v=98aOlqQT0HU&t=63s>>（檢索日期：2020 年 12 月 1 日）

三、運用化學材料開創積極防禦

聚氨酯泡沫填縫劑是將聚氨酯預聚體、發泡劑、催化劑等裝填於耐壓氣霧罐中的特殊聚氨酯產品，廣泛用於建築門窗邊縫、構件伸縮縫及孔洞處的填充密封，夏季全乾時間約 4-6 小時，冬季約 24 小時，目前中國大陸年用量龐大約在 3,000 萬罐左右，可完全自主生產，當物料從氣霧罐中噴出時，沫狀的聚氨酯物料會迅速膨脹並與空氣或接觸基體中的水分發生固化反應形成泡沫，固化泡沫體均保持良好的彈性及黏結力(如圖 8)。¹⁷由於大型艦艇除非遭飛彈直接命中動力及武器系統，否則平均需要數枚飛彈始得以擊毀船艦戰力，因此，我可運用聚氨酯泡沫優越黏著性，以無人機搭載泡沫膠，對共軍海軍船艦攻擊其甲板及進氣口脆弱位置，加上泡沫膠難以清除特性，將造成共軍船艦失去動力而無法順利執行登島作戰，甚至也可以泡沫膠攻擊共軍航空母艦起落區，將癱瘓所有敵機起降，且必須消耗大量人工時仍難以清除，有效打擊共軍海軍航空母艦戰力；再者，也可以泡沫膠融入金屬絲以飛彈或火箭灑布相列雷達使其失去偵知能力，有利我海軍及空軍遂行制空及制海階段發揚戰力。

而運用聚氨酯泡沫相較於火力攻擊船艦，主要優勢有兩項，其一，就火力

17 百科知識，<<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E8%81%9A%E6%B0%A8%E9%85%AF%E6%B3%A1%E6%B2%AB%E5%A1%AB%E7%B8%AB%E5%8A%91>>（檢索日期：2020 年 12 月 1 日）

能力與限制而言，火力的確是有效但一定是要精準火力才具備作戰效益，否則對於大型船艦仍然無法達到摧毀或是癱瘓其作戰行動，但是精準火力必須仰賴目獲雷達，於兩岸防衛作戰時，共軍必然以摧毀我所有可用雷達為優先攻擊目標，即便是我軍機動雷達能在積極戰力保存作為中存活下來，但是只要一開啟雷達系統，在我無海空優情況下，仍然極有可能遭敵空軍反輻射飛彈鎖定再次遭受攻擊，因此，運用無人機搭配化學製劑，可以達到出奇不意效果。其二，就可用資源而言，因共軍與我軍軍力懸殊，不對稱思維是成功公算關鍵，防衛作戰初期我軍所有武器裝備與系統想必面臨共軍強大攻擊優勢而不斷耗損，然而，如果部隊武器及飛彈等作戰資源消耗殆盡後，我軍仍必須使用諸般手段對共軍加以抵抗，因此，運用民間商業用無人機，對共軍船艦進氣口脆弱位置灑布泡沫膠，轉換國家資源為國防資源，並達到癱瘓共軍作戰效益之目的。

圖 8 作業人員噴灑聚氨酯泡沫填充劑



資料來源：<https://www.builderonline.com/building/code/spray-polyurethane-foam-alliance-updates-iso-compliance-standards-for-spray-foam-insulation-and-roofing_o> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

四、大量海岸泡沫形成灘岸阻絕

2020 年 5 月大量海泡沫阻礙救援後，5 名衝浪者在大量海洋泡沫中失去方向而喪生，衝浪者年齡在 22 至 38 歲之間皆是經驗豐富且熟悉海象與水性的海上運動愛好者，其中 2 個人更是經過國際培訓救生員，據報導，事故發生時，當地警察、消防員、海岸警衛隊以及其他緊急工作人員參與救援行動(如圖 9)，其中使用直升機試圖吹走泡沫並提高能見度，然而，泡沫最厚高達 9 英尺(2.74 公尺)，如果衝浪者跌落於大量海洋泡沫之中，將難以回到衝浪板及岸上，消失

在泡沫下就如同消失於雪崩一樣。¹⁸美國國家海洋與大氣管理局(the National Oceanic and Atmospheric Agency)網站指出，海洋泡沫最常見原因是浮游植物物質與大量有機物混合，隨後被風浪攪成泡沫，如條件有利堆積於海岸形成海泡，變成含氧量低令人窒息的粘性介質。¹⁹因此，於防衛作戰時，運用未來化學兵部隊「多功能散灑系統」，研製對環境無害之化學物質，並開發相對應散撒系統多種裝填製劑之一，對敵可能登陸之岸際海域灑布化合物，形成大規模海洋泡沫，對登陸搶灘共軍而言，可以想像當所有敵軍全副武裝而非徒手狀態，且在我岸際強烈火力壓制之下，對於必須跨越大量海洋泡沫障礙時，將會造成敵軍多大威脅與阻礙，與工兵部隊聯合多重灘岸阻絕，同時有利我守備部隊發揚火力達成灘岸殲敵之作戰任務。

圖 9 荷蘭消防隊於海牙海灘海洋泡沫中搜救衝浪者



資料來源：Lianne Kolirin, CNN, May 13 2020, <<https://edition.cnn.com/2020/05/13/sport/dutch-surfers-drown-scli-intl-spt/index.html>> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

五、無人灑布化劑打亂登陸編組

核生化訓練課程中於防護程度測試教室燃燒 CS 膠囊訓練個人面具防護，雖然對人員無致命傷害，但是對無防護面具人員造成暫時喪失視覺與呼吸困難等極為不適症狀，另外，國際上使用催淚瓦斯對付民眾抗暴行動時有耳聞(如圖 10)，在不違反國際軍備控制條約如禁止化學武器公約前提下，運用無人機噴灑如催

18 Lianne Kolirin, "Five surfers die in the Netherlands after huge layer of sea foam hampers rescue," CNN, May 13, 2020, <<https://edition.cnn.com/2020/05/13/sport/dutch-surfers-drown-scli-intl-spt/index.html>> (檢索日期：2020 年 7 月 30 日)

19 Sam George, "Netherlands Surfing Tragedy: Was Sea Foam Really to Blame for the Deaths of 5 People?," The inertia, MAY 20, 2020, <<https://translate.google.com/translate?hl=zh-TW&sl=en&u=https://www.theinertia.com/surf/netherlands-surfing-tragedy-was-sea-foam-really-to-blame-for-the-deaths-of-5-people/&prev=search&pto=aue>> (檢索日期：2020 年 7 月 30 日)

淚瓦斯、防狼噴霧成分「辣椒素」等，達到暫時干擾敵軍感知並打亂登陸及敵空(機)降，因此，於灘岸作戰時由化學兵部隊以無人機對敵灑布干擾感知化學製劑，造成敵軍登陸梯隊及空降人員混亂，並對敵軍無防護狀態下暫時喪失戰鬥能力，可達低成本高作戰效益，有利我守備部隊灘岸殲敵；另外，以色列已經運用商業用無人機搭載 12 枚 CS 手榴彈(如圖 11)，對所望攻擊地區予以投擲，我軍面臨與共軍持續增長國防預算，運用化學兵不對稱作戰思維，將造價高昂的軍規無人機調整為商業用無人機，將成本極高的精準飛彈調整為干擾敵軍感知化學製劑，化民力為我力，融我力為戰力，爭取防衛作戰成功契機。

圖 10 委內瑞拉總統尼古拉·馬杜羅抗爭行動中防暴警察使用催淚瓦斯



資料來源：Where cops gas protesters with chemicals banned in warfare, <https://www.ozy.com/news-and-politics/where-cops-gas-protesters-with-chemicals-banned-in-warfare/78621/> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

圖 11 以色列開發無人機搭載 12 枚 CS 手榴彈



資料來源：Nick Waters, "First ISIS, then Iraq, now Israel: IDF Use of Commercial Drones," *bellingcat*, June 18, 2018, <<https://www.bellingcat.com/news/mena/2018/06/18/first-isis-iraq-now-israel-idf-use-commercial-drones/>> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

六、無人掛載彈藥縱火殺傷敵軍

2019 年 9 月以色列無人機於黎巴嫩邊境投下燃燒彈，致使一片樹林起火，目的是燒毀樹木和灌木叢，以防止遭黎巴嫩武裝人員伏擊；另外，國際間也多有無人機用於縱火之例證，如中國大陸運用縱火清除高壓電線纏繞物，避免遇下雨天可能造成短路造成跳閘停電，也有效降低電力公司人員作業風險；另外美國運用無人機縱火清除森林雜草與蜂窩(如圖 12)。因此，我化學兵部隊運用無人機，於灘岸作戰甚至城鎮作戰時，以無人機縱火殺傷登陸敵軍，及藏匿於建築物的共軍，亦可用於縱火隨風勢擴大蔓延燒毀共軍彈藥與後勤輜重等設施，達到殺傷敵軍與破壞敵後勤補給能量之目的。



圖 12 美國無人機縱火清除森林枯枝

資料來源：<<https://www.youtube.com/watch?v=07rtBip9ixk>> (檢索日期：2020 年 12 月 1 日)

結語

建軍備戰首要明確判斷威脅來源，防衛作戰時方能達到預期效益，不對稱作戰是避開對方相對優勢，採取己方相對優勢面對敵人所遂行的作戰，共軍以龐大無人機隊及彈道及巡弋飛彈壓迫我軍戰力，而我有限資源中以小搏大，運用軍民兩用化合物及煙幕應用等積極手段，達到創機造勢反制敵軍作戰行動，迫使敵登島任務失敗。當然，運用商用無人機等作為是不對稱作戰戰術戰法，不同於準則運用，也非教育訓練及測考項目，然而，臺澎防衛作戰就是平戰結合，戰場上可能面臨敵情威脅與民間資源運用，必須透過訓練與演練方能成就真正戰力，因此，不對稱作戰是種思維，真正走入部隊成為「教、訓、測」一環，才是作戰戰力的開端。平戰化生放核是兩面刃，面對化生放核廣泛威脅完成周全準備，同時積極開創重層嚇阻，奠定兵科新利基。

參考書目

一、書籍

- 1.張萬年，《當代世界軍事與中國國防》(北京：中共中央黨校出版社，1993年)。
- 2.林中斌，《核霸:透視跨世紀中共戰略武力》，(台北:台灣學生書局,民國88年2月)。
- 3.張良玉主編，《戰役學》(北京：中共國防大學，2008年3月)。

二、期刊論文

1. 李懷義、杜建明，〈劣勢海軍用兵思想與不對稱作戰思維之探討〉《海軍學術雙月刊》，第50卷第1期，2016年2月。
2. 夏宜嘉，〈中共航天探月工程與飛彈科技整合發展〉《國防雜誌》，第30卷第5期，2015年9月。
3. 蕭朝琴，〈中共導彈攻台之可行性評估〉，《中國大陸研究》，1999年，第42卷第12期，頁58。
4. 彭群堂，〈中共火箭軍發展與亞太區域安全之研究〉《海軍學術雙月刊》，2018年。
5. 中共中央文獻編輯委員會，〈國際形勢和軍事戰略方針〉《江澤民文選，第1卷》(北京：人民出版社，2006年)。
6. 楊仕樂，〈反介入撒手鐮？解析解放軍的飛彈威脅〉，《遠景基金會季刊》，2010年7月。
7. Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2020 (Annual Report to Congress, 2020).
8. Anthony H. Cordesman & Arleigh A. Burke & Max Molot, "China and the U.S.: DIA on Chinese Biological and Chemical Weapons- 2019, " Changing Nuclear, Chemical, and Biological Forces and Delivery Systems, 2019.
9. Anthony H. Cordesman and Joseph Kendall, The PLA Rocket Force: Evolving Beyond the Second Artillery Corps (SAC) and Nuclear Dimension (Center for Strategic and International Studies, 2016).
10. Andrew S. Erickson, Chinese anti-ship ballistic missile development:

- drivers, trajectories and strategic implications (The Jamestown Foundation, 2013).
11. Anthony H. Cordesman, Arleigh A. Burke and Max Molot, "China and the U.S.," Center for Strategic and International Studies, 2019.
 12. David A. Shlapak, David T. Orletsky, Toy I. Reid, Murray Scot Tanner, & Barry Wilson, A Question of Balance: Political Context and Military Aspects of the China-Taiwan Dispute, 2009.
 13. Anthony H. Cordesman and Joseph Kendall, The PLA Rocket Force: Evolving Beyond the Second Artillery Corps (SAC) and Nuclear Dimension (Center for Strategic and International Studies, 2016)
 14. U.S. Department of Defense, "Annual Report on the Military Power of the People's Republic of China (2009)," Defense Link, April 12, 2009, <[http:// www.defenselink.mil/pubs/pdfs/China_Military_Power_Report_2009.pdf](http://www.defenselink.mil/pubs/pdfs/China_Military_Power_Report_2009.pdf)>.
 15. Paul H. B. Godwin, "PLA Doctrine and Strategy: Mutual Apprehension in Sino-American Military Planning," in Stephen J. Flanagan & Michael E. Marti, eds., The People's Liberation Army and China in Transition (Washington, DC: National Defense University Press, 2003).
 16. Huang Jinxin, "My Views on the Rocket Force as a Strategic Military Service," Rocket Force News, 2016.
 17. Andrew S. Erickson, "Ballistic Trajectory: China Develops New Anti-Ship Missile," Jane's Intelligence Review, Vol. 22, No. 2, February 2010.

三、網路報刊

1. 陳曉莉, 〈中國發射最後一顆北斗導航衛星, 完成全球衛星導航部署〉, 《iThome 新聞》, 2020年6月24日, 〈<https://ithome.com.tw/news/138435>〉(檢索日期: 2020年7月21日)
2. 〈你知道彈道飛彈和巡航飛彈的差別在哪裡麼?〉《每日頭條》, 2017年9月16日, 〈<https://kknews.cc/zh-tw/military/26l2z5z.html>〉(檢索日期: 2020年12月1日)

3. 姚中原，〈慎防中共無人機侵擾〉《自由評論網》，2020年10月28日，〈<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1408922>〉（檢索日期：2020年12月1日）
4. 〈彩虹五號無人機〉《維基百科》，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BD%A9%E8%99%B9%E4%BA%94%E5%8F%B7%E6%97%A0%E4%BA%BA%E6%9C%BA>〉（檢索日期：2020年12月1日）
5. 賴錦宏，〈中共無人機「蜂群」曝光 未來將融入武器系統〉《聯合新聞網》，2020年10月14日，〈https://udn.com/news/story/7331/4934673?from=udn-referralnews_ch2artbottom〉（檢索日期：2020年12月1日）
6. Military Analysis Network, BGM-109 Tomahawk, <<https://fas.org/man/dod-101/sys/smart/bgm-109.htm>>（檢索日期：2020年12月1日）
7. 百科知識，<<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E8%81%9A%E6%B0%A8%E9%85%AF%E6%B3%A1%E6%B2%AB%E5%A1%AB%E7%B8%AB%E5%8A%91>>（檢索日期：2020年12月1日）
8. Lianne Kolirin, "Five surfers die in the Netherlands after huge layer of sea foam hampers rescue," CNN, May 13, 2020, <<https://edition.cnn.com/2020/05/13/sport/dutch-surfers-drown-scli-intl-spt/index.html>>（檢索日期：2020年7月30日）
9. Sam George, "Netherlands Surfing Tragedy: Was Sea Foam Really to Blame for the Deaths of 5 People?," The inertia, MAY 20, 2020, <<https://translate.google.com/translate?hl=zh-TW&sl=en&u=https://www.theinertia.com/surf/netherlands-surfing-tragedy-was-sea-foam-really-to-blame-for-the-deaths-of-5-people/&prev=search&pto=aue>>（檢索日期：2020年7月30日）