

煙幕在創新/不對稱作戰發展之研究

作者簡介



作者備役上校辛毓民，畢業於陸軍官校物理系 78 年班(正 58 期)、化校正規班 45 期、國防大學陸軍學院 91 年班、理工學院應化所 95 年班、戰爭學院 97 年班，歷任排長、連長、營長、群指揮官、課程組組長、教務處長、教育長、司令部組長。現職為中科院化學所化防組工程師。

提要

- 一、面對中共軍事力量持續快速成長，正面對決優勢不再，運用「煙幕」創造「不對稱的戰力」，降低敵軍作戰效能，減少我軍戰損，提高戰場存活，開創有利機勢，奮力一擊，實為聯合國土防衛作戰中，「創新/不對稱」作戰的具體作為。
- 二、「煙幕」具有以小搏大，利用低成本對抗高耗費的手段；以柔克剛，運用革命戰法，以低技術對高科技；隱真示假，採取欺敵誘餌策略，利用煙幕與假目標混淆敵軍目視觀測與空中偵察；孤立困惑，模糊敵人體感，使敵陷入戰場空間迷向，遮蔽友軍聯繫，讓敵處於困惑孤立狀態；威懾嚇阻，製造戰場迷霧，形塑高風險假象與威懾氛圍，嚇阻延宕敵指揮官決策，有效遲滯敵軍行動與增添官兵恐慌。
- 三、「煙幕」屬於被動防禦作為，主要任務就是保護部隊安全，戰場指揮官應該期待敵軍大量使用光電導引系統的武器或裝備，因為煙幕可以干擾、降低或遮蔽敵人的目獲、標定、導引，煙幕在「創新/不對稱」作戰的價值是正向的，一位有創造力的戰場指揮官，只要能夠有效運用煙幕，掌握全般戰場空間，就有可能獲得勝機。
- 四、為使國軍部隊能在未來的聯合國土防衛作戰中發揮最大戰力，研析煙幕在「創新/不對稱」作戰發展，可朝「自動戰場煙幕管理、先進遮蔽材料科技、多元發煙裝備整備與煙幕支援聯戰計畫」等面向探討，期能形塑戰場環境，增加戰場迷霧，降低敵人戰場覺知能力，打亂遲滯敵軍作戰進程，以確保聯合國土防衛作戰中，贏得勝利。

關鍵詞：煙幕、精準導引、創新作戰、不對稱作戰、隱真示假

前言

面對中共軍事力量持續快速成長¹，正面對決的優勢不再，為達成防衛固守目的，「創新/不對稱」成為發揮聯合戰力，使敵陷入多重困境，嚇阻其不致輕

1 國防部頒，《中華民國 106 年國防報告書》，中華民國 106 年國防報告書編纂委員會，民國 106 年 12 月初版，p.32

啟戰端的作戰思維。²然如何在聯合國土防衛作戰中，尋找「創新/不對稱」的作戰思維，必須從敵情威脅中尋找可用的不對稱手段、不對等力量，迴避敵人強點，並以適當的戰具戰法，反制敵人強點，從而改變戰爭結果，使戰爭朝向有利己方的方向發展。³

事實上，國軍早就有可用的不對稱手段來破解雙方不對等力量，有效迴避、反制敵軍強點，改變敵我態勢，使戰爭朝向有利我方發展，而這個不對稱的手段就是「煙幕」！「煙幕」具有以小搏大，利用低成本對抗高耗費的手段；^{4,5}以柔克剛，運用革命戰法，以低技術對高科技；⁶隱真示假，採取欺敵誘餌策略，利用煙幕與假目標混淆敵軍目視觀測與空中偵察；⁷孤立困惑，模糊敵人體感，使敵陷入戰場空間迷向，遮蔽友軍聯繫，讓敵處於困惑孤立狀態；⁸威懾嚇阻，製造戰場迷霧，形塑高風險假象與威懾氛圍，嚇阻延宕敵指揮官決策，有效遲滯敵軍行動與增添官兵恐慌。⁹

基此，運用「煙幕」創造「不對稱的戰力」，降低敵軍作戰效能，減少我軍戰損，提高戰場存活，開創有利機勢，奮力一擊，實為在聯合國土防衛作戰中，運用「創新/不對稱」戰法的具體作為。然煙幕施放成功與否，植基於發煙裝備的普及性，精準的戰場煙幕管理作為，以及靈活的煙幕運用，方能在適當的時間，適當的地點，依作戰指揮官需要施放或停止煙幕，在聯合作戰的場景中，一位有創造力的作戰指揮官，運用煙幕遮蔽的戰術作為，是沒有限制的。¹⁰

本文

戰場上使用煙幕遮蔽欺敵的理念可以追溯到2000多年以前，當時印度和羅馬軍隊燃燒刷子和稻草來製造遮蔽煙幕。西元1700年左右，瑞典人嘗試使用煙

2 同註 1，p.10

3 國防部頒，《國軍軍語辭典(92 年修訂本)》，(臺北:聯勤北部印製廠，民國 93 年 3 月 15 日)，p.2-6。

4 嚴明明，〈煙幕技術之發展〉《新新季刊》，第 35 卷第 4 期，2007 年 10 月，頁 86。

5 Thomas J. Culora, 〈The Strategic Implications of Obscurants – History and the Future〉, 《Naval War College Review》, Summer 2010, Vol 63, No.3, p.74。

6 1990 年美軍沙漠風暴期間，伊拉克放火燃燒油田，1999 年科索沃戰爭，南斯拉夫聯盟大量燃燒廢舊輪胎，這些燃燒的煙幕具有碳微粒、氣溶膠與大量蒸發油滴等，嚴重影響干擾美軍與北約組織使用高科技的光電導引武器攻擊目標。

7 例如南斯拉夫聯軍使用硬紙板製成的戰車誘餌、傾斜柴火爐的煙囪(在感測器中看來像拖曳式野戰砲)，甚至某些誘餌中放裝水的容器，利用日光將水加熱，複製出類似車輛或砲管使用的熱像以混淆，達成戰力保存目的。

8 WILLIAM E. KING IV, 〈Chemical Corps Smoke : Is There a Future in the Army of the Twenty First Century ? 〉《U.S. Army Command and General Staff College》, MASTER OF MILITARY ART AND SCIENCE, p.10

9 同註 5，p.79

10 Scott Sikora, 〈The Resurging Relevance of Obscuration 〉《Army Chemical Review》, Winter 2014, p.20

幕；另外美國內戰期間煙幕的使用也有被提出，但未實際使用。直至第一次世界大戰，美國和德國軍隊首先實際有條理地運用煙幕作戰。¹¹

美軍事專家評估，美軍目標獲得系統概約90%會受到現有發煙裝備影響；俄羅斯軍方也認為攻擊時煙幕能使敵方武器效能降低80%，防禦時則能降低90%。¹²為充分論述煙幕在戰場上的價值，本篇研究鏈結國軍「創新/不對稱」的作戰理念，摒除以往探討導彈威脅的慣例，研析共軍部隊可掛載、安裝的載台或單兵攜行的各式光電導引武器，同時引證美軍煙幕遮蔽戰史例證與目前發展現況，聚焦探討煙幕在「創新/不對稱」作戰的發展面向，以肆應在「防衛固守，重層嚇阻」軍事戰略指導下，發展「戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵」整體防衛構想，¹³探究煙幕支援聯合作戰的挑戰。

威脅分析

共軍先期作戰階段中，對我最大的威脅之一就是使用導彈(例如東風11與東風15短程彈道飛彈¹⁴)飽和攻擊，癱瘓我指管通資情監偵系統、防空飛彈陣地、機場、關鍵基礎設施與重要防護目標等，削弱我大部作戰能力，登島與陸上階段則利用登陸、空降、特戰與陸航部隊，結合海、空優勢與火箭軍支援下，運用各式導引武器，持續對我地面部隊、陣地、武器、裝備實施精準攻擊。

研析中共對我威脅最大的導引武器，主要是導引飛彈與精準炸彈兩大類型。導引系統概可區分為指令導引(Command Guidance)、視線導引線(Line of Sight)、導航導引(Navigational Guidance)與追蹤導引(Homing Guidance)等4種類型；又細分為乘波、有線、無線、電視、雷達、地形、慣性、主動、半主動、被動追蹤等導引方式¹⁵，使用的電磁波包括可見光、雷射、紅外、毫米波、微波等(如表1)，上述的導引類型、方式與電磁頻譜選擇，能夠依作戰需求、任務特性，甚至國防財力許可，複式多元組合運用，以加大反制的困難度。

表 1 武器系統導引方式彙整表

區分	類型	方式	說明
1	瞄準線導引	乘波(波束、駕束)導引 (Beam Riding Guidance)	以地面雷達或雷射作為導引訊號，搜索與鎖定目標後，讓飛彈乘於此訊號直到命中目標。

11 Michael J. Padden, 〈Vanishing Act: The Glorious Life and Silent Death of Battlefield Obscuration〉, 《Army Chemical Review》, Winter 2012, p.45.

12 閔俊宏、閔江、蘇世明, 〈對毫米波制導武器的煙幕干擾技術〉《光電技術運用》, 第 27 卷第 5 期, 2012 年 10 月, 頁 19。

13 國防部, 《中華民國 108 年國防報告書》, 中華民國 108 年國防報告書編纂委員會, 108 年 9 月, 頁 59。

14 中國人民解放軍對台灣飛彈, zh.m.wikipedia.org

15 <http://liu08222000.pixnet.net/blog/post/212696180-E9%A3%9B%E5%BD%88%E6%A6%82%E8%AB%96%28%E5%9B%9B%29>

		瞄準線指令導引 (Command of the line of Sight)	又稱有線指令導引，射手將瞄準器一直對準目標，飛彈便會擊中目標。
2	指揮導引	無線電指揮導引 (Radio Command Guidance)	可靠性低，易遭電子反制，目前多將尋標器換成簡單的電視或紅外線系統。
		電視指揮導引 (TV Command Guidance)	飛彈尋標器為一具電視攝影機，將目標概況傳送至射手，以手柄控制飛彈飛向目標。
		雷達指揮導引 (Rader Command Guidance)	採用兩組雷達分別追蹤目標及飛彈，用脈波傳送至飛彈直至命中目標。此方式多用於地對空飛彈的導引系統。
3	導航導引	地(文)形導引	又稱「地形等高線配合技術(或地形等高線比對)」，透過衛星製成地圖儲存在系統，飛行途中比對原始資料，修正航路，精度可達 100 公尺，常與慣性導航相結合。
		慣性導航系統 (Inertial Navigation System, INS)	一種自給式導航系統，使用加速計與陀螺儀來測量物體的加速度與角速度，並運用電腦估算運動物體位置、姿態與速度的輔助導航系統，不須外部參考系。
4	歸向(追蹤)導引	主動雷達歸向(追蹤)導引(Active Rader Homing, ARH)	全部導引元件均在飛彈本體上，利用飛彈尋標器發射電磁波照射目標，再接收回波，從而決定飛彈的航線。
		半主動雷達歸向(追蹤)導引(Semi-Active Rader Homing, SARH)	藉地面雷達或其他功能組件發射電磁波照射目標，飛彈的尋標器只須接收回波就能導引至目標。
		被動歸向(追蹤)導引(PHG, Passive Homing Guidance)	最簡單最常用的一種終端導引，根據目標輻射的電磁波，從而追蹤攻擊。目前實用的被動歸向(追蹤)導引有雷達被動導引、紅外線被動導引兩種。
附記		1. http://liu08222000.pixnet.net/blog/post/212696180-E9%A3%9B%E5%BD%88%E6%A6%82%E8%AB%96%28%E5%9B%9B%29	

2. <https://zn.m.wikipedia.org>
 3. 傅克熙，飛彈導引系統簡介，新新季刊，2001 期。
 4. 陳正衡，飛彈導引系統簡介-歸向導引，1701 期。

資料來源：作者彙整。

共軍精準導引武器威脅，除東風11(DF-11)與東風15(DF-15)短程戰術彈道飛彈(如圖1)對本島實施飽和攻擊外，研判更大的威脅是挾著海、空優勢，運用空中、海面載台與登島的地面、特戰部隊，掛載、攜帶各型具備目視、雷射、紅外、熱成像、毫米波、主動、半主動、被動、慣性、地形匹配等單相或複合類型的光電導引系統武器(飛彈、炸彈等)，對我人員、武器、裝備、設施、陣地等實施攻擊，重創國土防衛作戰反擊戰力。共軍可能對我實施精準導引攻擊，研判各型相關導引武器如表2及圖2~11。

表 2 共軍對地攻擊精準導引武器研判表

武器種類	導引方式	用途	載台
東風 11 短程戰術 導彈	■慣性/雷達導引 ■A 型慣性/GPS /光學導引	■機場、港口、指管中心、政經樞紐、防空、砲兵陣地等。 ■非核能關鍵基礎設施	戰術輪車
東風 15 短程戰術 導彈	■慣性導引 ■A 型採 GPS/雷達 ■B 型雷射測距儀	■機場、港口、指管中心、政經樞紐、防空、砲兵陣地等。 ■非核能關鍵基礎設施	戰術輪車
AFT (紅箭)系 列反坦克 飛彈	光學瞄準/紅外半主動/有線指揮/電視影像/雷射半主動/毫米波/紅外影像/熱成像/光纖	■攻擊戰甲車輛、堅固防禦工事。 ■攻擊低空直升機，防空及地面目標打擊 ■紅箭系列包括 8~12 種形式	單兵攜行輪型甲車履帶甲車一般車載直升機
AG-300 系列空對 地飛彈	半主動雷射/紅外成像/毫米波導引	■攻擊戰甲車輛、建築物、工事等不同類型的目標。 ■AG-300 系列包括 S/M/L 等型。	直升機無人機
AR 系 列 空對地飛 彈	雷射半主動/慣性導引/GPS	■攻擊戰甲車、輕型車輛、房屋、武裝人員、地面固定目標、工事掩體或移動目標，也可執行反恐等。 ■AR 系列共計 3 型，其中 AR-3 是反輻射飛彈，可執行遠程攻擊地面雷達。	無人機直升機

武器種類	導引方式	用途	載台
C-705KD 空對地飛 彈	紅外影像/電視 導引/指令傳遞 數據	攻擊地面目標	戰鬥機
CM 系列 空對地飛 (炸)彈	GPS/主動雷達 複合導引/慣性/ 紅外影像導引	■對地、大型水面艦艇、機場、防空陣地等攻擊。 ■CM 系列包括 102、502KG、506KG、704KG、802AKG 等型	戰鬥機
FT(飛騰) 系列導引 炸彈	GPS/慣性/紅外/ 雷射/主動	■飛騰系列包括 FT-1~10，均由航空炸彈加裝飛行套件或使用收放式「菱形背」彈翼。 ■打擊敵方電視台、通信、指揮中心、高級指揮官住所等	無人機 直升機 戰鬥機 轟炸機
GB 系列 航空雷射 導引炸	雷射導引	■對付各類堅固目標，如地下指揮中心、加強型機堡、交通樞紐 ■GB 系列包括 50、100、200、500、1000 公斤等級	戰鬥機 轟炸機
LS(雷石) 系列導引 炸彈	衛星定位/慣性 導引	■用於打擊重要的基礎設施或其它高價值固定目標 ■雷石系列包括 50、100、250 至 500 公斤等級	殲擊機
YL 系列導 引炸彈	衛星/雷射導引	■地下設施、坦克等目標 ■對地攻擊 ■YL 系列包括 5、8、12~15 等型	無人機 直升機 戰鬥機 轟炸機
佩刀反坦 克飛彈	慣性/紅外影像 導引	■射程分別為 1250/ 2500/4500 公尺 ■對戰車進行精確打擊	單兵攜行 直升機
附記	1.國家中山科學研究院企劃處，2017 年 6 月 2.維基百科， https://zh.wikipedia.org 3.百度百科， https://baike.baidu.com 4.新浪軍事， https://mil.sina 5. https://kknews.cc/zh-tw/military/b4gxalj.html 6. https://missiledefenseadvocacy.org 7. http://news.ifeng.com		

資料來源：作者彙整。

圖 1 東風 11、15 短程戰術彈道飛彈



圖片來源：

1. <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-proliferation/china/dong-feng-15/>.
2. <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-proliferation/china/dong-feng-11css-7/>.

圖 2 中共 AFT(紅箭)系列反坦克飛彈



紅箭-8(AFT-08)反坦克飛彈



紅箭-9(AFT-09)反坦克飛彈



紅箭-10(AFT-10)反坦克飛彈



紅箭-11(AFT-11)反坦克飛彈



紅箭-12(AFT-12)反坦克飛彈

圖片來源：

1. <https://zh.wikipedia.org>.
2. 黃德潔，紅箭-11 反裝甲飛彈，<http://mil.news.sina.com.cn/jssd/2017-08-18/doc-ifykcirz2898934.shtml>.
3. 馬群，中國兵器工業集團展出多種武器彈藥 精確制飛彈藥成重點發展對象，千龍網，2018 年 11 月 19 日，<https://read01.com/NymPmDQ.html>.

圖 3 AG-300 系列空對地飛彈



AG-300/M空對地飛彈



AG-300/L空對地飛彈

圖片來源：

1. <https://globaldroneuav.com/news/The-Key-Performance-of-Wing-Loong-2-UAV-Makes-Death-Inferior-3153.html>.
2. <https://www.aviationsmilitaires.net/v2/base/view/ExternalLoadModel/361.html>.
3. <https://twitter.com/dafengcao/status/792376082938798080>.

圖 4 AR 系列空對地飛彈



AR-1空對地飛彈



AR-2空對地飛彈

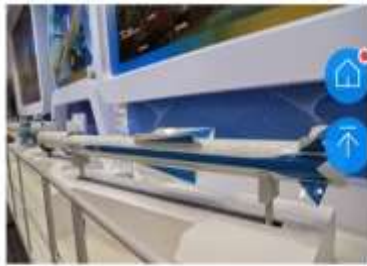


無人機掛載AR-1、2空對地飛彈

圖片來源：

1. 彩虹無人機標配 AR 飛彈系列, <https://kknews.cc/zh-tw/military/aeg6e9x.html>.
2. <https://kknews.cc/zh-tw/military/b4gxalj.html>.
3. 徐尚禮, 中時電子報, 2017/02/08, <https://www.chinatimes.com/realtimenews>.

圖 5 CM 系列空對地飛(炸)彈



CM-102反輻射飛彈



CM-400AKG空對地飛彈



CM-502KG輕型空對地飛彈



CM-506KG增程型精確導引炸彈



CM-704KG空對地飛彈



CM-802AKG空對地飛彈

圖片來源：

1. <https://kknews.cc>.

2. <https://read01.com>.

圖 6 中共 FT(飛騰)系列精確導引炸彈



FT-1型精確導引炸彈



FT-2型滑翔增程型
精確導引炸彈(500公斤)



FT-3(A)型精確導引炸彈



FT-5型小直徑
精確制導炸彈(80-100公斤)



FT-6(A)型精確導引炸彈

圖片來源：珠海航展明星武器：飛騰 FT 系列精確制導炸彈全揭，
<https://kknews.cc/military>，2019. 05.31

圖 7 中共 FT(飛騰)系列精確導引炸彈



FT-7型精確導引炸彈(飛行翼不同)



FT-10型精確導引炸彈



FT-8C(D)型精確導引炸彈



FT-9型精確導引炸彈

圖片來源：珠海航展明星武器：飛騰 FT 系列精確制導炸彈全揭，
<https://kknews.cc/military>，2019. 05.31.

圖 8 GB 系列雷射導引炸彈與空對地飛彈



GB50雷射導引炸彈



GB100雷射導引炸彈



GB3型250公斤雷射導引炸彈



GB500雷射導引炸彈



GB1000雷射導引炸彈

圖片來源：

1.<https://kknews.cc>.

2.http://news.ifeng.com/a/20141103/42368142_0.shtml.

圖 9 中共 LS(雷石)精確導引炸彈



LS(雷石)系列50、100、250至500公斤等級

圖片來源：

1. <https://kknews.cc/military/qgppkeo.html>.
2. <https://www.easyatm.com.tw/wiki/LS/>.
3. 百度百科，<https://baike.baidu.com/item/>.

圖 10 YL 系列導引炸彈



圖片來源：

1. 中時電子報，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170208005547>

-260417?chdtv

2. 中國兵器工業集團展出多種武器彈藥 精確制飛彈藥成重點發展對象馬群，千龍網，2018.11.19，<https://read01.com/NymPmDQ.html>

圖 11 中共佩刀反坦克飛彈、C705KD 空對地飛彈

佩刀反坦克飛彈



空對地飛彈



C705KD空對地飛彈

圖片來源：

- 1.國家中山科學研究院企劃處，2017 年 6 月，頁 45。
- 2.<https://www.easyatm.com.tw>

戰史例證¹⁶

知識分子應該研究過去，不是因為他們這樣做發現快樂，而是從中汲取教訓。¹⁷第一次世界大戰期間，美國意識到戰場需要有遮蔽劑，戰場指揮官也認為沒有輔助的正面攻擊，可能是一種過時的戰法，隨著戰爭的進展，掩護部隊安全與遮蔽裝備的要求獲得正面的回應。第一次世界大戰美國與德國軍隊首先使用煙幕與遮蔽劑，大戰後美軍化學兵持續更多煙幕與遮蔽劑的研究，其中一項探討煙幕在防止目標被步槍擊中的戰術價值，研究的成果(如表3)促使美軍正視戰場使用煙幕與遮蔽劑的優勢。

表 3 遮蔽煙幕的戰術價值，防止步槍瞄準射擊

階段	射擊條件	射擊數	命中數	命中率
1	沒有煙幕	66	38	58%
2	煙幕在目標區	75	8	11%
3	煙幕在射擊線	75	2	3%

資料來源：Brian A. Butler, Major, 〈Smoke and Obscurant Operations in a Joint Environment〉, Air Command and Staff College Air University, 1998,p.8~16.

一、第二次世界大戰

第二次世界大戰是煙幕與遮蔽劑廣泛運用的高峰，例如1943年7月7日德國飛機對比塞大港口區的盟軍發動襲擊。雖然襲擊持續半個多小時，但美軍使用

16 Brian A. Butler, Major, 〈Smoke and Obscurant Operations in a Joint Environment〉, AIR COMMAND AND STAFF COLLEGE AIR UNIVERSITY, 1998,p.8~16.

17 同註 16，p.7

M1發煙器¹⁸在該地區製造濃霧，德國飛行員無法找到目標，最後，在濃霧掩護的區域內，沒有炸彈擊中目標，也沒有船艦受損。1944年6月6日諾曼地登陸，在作戰發起日前，派遣多達21個化學兵連支援煙幕掩護，甚至部分單位已經配發體積小、重量輕的新型M2發煙器¹⁹，如圖11、12。

圖 11 車載 M1 發煙器施放煙幕 圖 12 M2 發煙器施放煙幕



圖片來源：<http://tothosewhoserved.org/usa/ts/usatsc02/chapter09.html>

另外，盟軍指揮官也意識到運用煙幕掩護部隊和後勤陣地的重要性，可以避免德國空軍的襲擊。事實上，除地面使用煙幕外，美國陸軍航空兵也利用煙幕和遮蔽劑增強它們的生存能力和殺傷力，空中轟炸機運用煙幕標記編隊集結點，提高對目標的轟炸殺傷力，結果相當成功。

二、韓戰

韓戰期間煙幕部隊再次展開行動，由於許多美軍指揮官曾在第二次世界大戰和韓戰期間服役，他們瞭解煙幕和遮蔽劑在韓國戰場上的作用。在前線煙幕單位為接敵單位提供直接隱蔽，同時也支援後方區域。在韓戰期間美軍化學連最重要的後方區域煙幕掩護任務，就是掩護釜山的港口區域。幾乎所有聯合國補給品和部隊都從釜山進入韓國。由於其戰略意義，釜山港是敵人潛在毀滅性空襲的最合理目標。

1953年戰爭即將結束時，最激烈的戰鬥發生在豬肋山(Pork Chop Hill)行動，美軍被迫在北韓軍隊的直接火力下執行防禦、再補給與撤離行動。期間由第333煙幕連提供4個月(1952年11月至1953年2月)的煙幕支援，期間敵火無效。當第7師指揮官由於兵力短缺終止煙幕支援任務時，北韓的火力導致傷亡人數增加，迫使指揮官迅速再將煙幕部隊帶回來，直到1953年7月止²⁰。一名熟悉豬肋山行

18 M1 發煙器是第二次世界大戰期間美國軍隊用於大面積煙霧遮蔽的第一台機械發煙器。

19 1943 年 9 月貝斯勒(Besler)公司開發的發煙器測試效果最好，美軍化學兵於 1944 年 1 月將其標準化為 M2 型。新發煙器體積小、重量輕，人員可以短距離搬運，不到 1 分鐘內可產生煙幕，操作和維護更加簡單。

20 AI Mauroni, 〈Smoke Operations in 21st Century Warfare〉, LANDPOWER ESSAY SERIES, April 1997,p.2.

動的指揮官寫道：「如果沒有這種保護性的煙幕，那麼該地區的晝間交通將是不可能的.....這一煙幕行動對該地區的戰術防禦具有重要意義」。

三、越戰

越戰期間，幾乎沒有大地區煙幕運用的戰史，主要是濃密的叢林作戰環境，已經具備足夠的隱蔽效果²¹，然砲兵煙幕彈或一般部隊煙幕手榴彈，用來標註地點或切斷與敵人的接觸，使用極為頻繁；唯一一次使用較大煙幕的記載，是第145戰鬥航空營使用改良型UH-1H直升機施放空中煙幕，保護低空飛行的飛機，避免遭越共戰鬥機攻擊²²，如圖12。

圖 12 1964-1965年間美軍首次執行飛行煙船(Smoke Ship)任務²³



圖片來源：<http://www.combatreform.org/smokescreen.htm>

四、第四次以阿戰爭(贖罪日戰爭)

第四次以阿戰爭(贖罪日戰爭)²⁴，在1973年阿拉伯-以色列戰爭時，埃及軍隊發動壓倒性的煙幕施放作為，而後越過中東地區的西奈半島和戈蘭高地，並且取回幾年前在「六日戰爭」中失去的土地，這場戰爭更是支持煙幕的理念。在不到24個小時，埃及5個師(包括大約100,000人，約1,000輛坦克，超過13,000輛車)跨越了一個世界上最大的反坦克壕溝。令人驚訝的，他們是在中午期間使用煙幕遮蔽，使得橫越寬闊開放地形的大部分作戰得以成功。

五、沙漠之盾/風暴行動

沙漠之盾/風暴行動，1990年波灣戰爭期間，美國陸軍指揮官並不確定是否需要使用煙幕與遮蔽劑，但是，化學兵部隊在沙漠之盾先期行動階段，就已經規劃可能執行美國與聯軍部隊，在沙烏地阿拉伯的各項軍事設施建設時或港口、

21 同註 16，p.14.

22 同註 11，p.46.

23 <http://www.combatreform.org/smokescreen.htm> 1964-1965 年間美軍第 145 空中勤務隊首次使用“Smoke Ship”；這是第一個在越南執行空中飛行煙船任務的勤務隊。2003 年美軍在伊拉克 Nasiriyah(納西里耶)鎮也曾想要運用 UH-1 Huey(休伊)直升機施放煙幕，將有可能反制地面 RPG，後來曾在 UH-60L 黑鷹直升機的機體小翼上安裝模組式煙幕吊艙使用遮蔽煙幕，以支援第 101 師空降(空襲)作業，並防止“Blackhawk Downs！”(飛機擊落)。

24 同註 22，p.47.

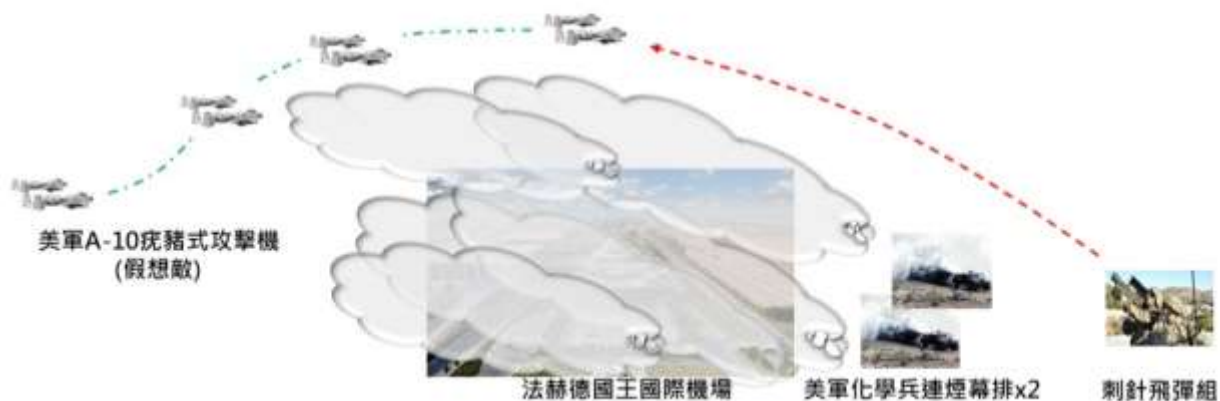
機場的煙幕掩護作業。

為驗證煙幕的價值，1990年12月13日，美軍第2化學兵營第761和59化學兵連的煙幕排，在僅有的10分鐘預警時間下，成功施放煙幕將沙烏地阿拉伯法赫德國王國際機場覆蓋，並迫使假想敵機(A-10攻擊機)拉高飛行高度，進入刺針飛彈鎖定範圍(如圖13)，成功驗證煙幕支援作戰非常有效。^{25,26}另第59化學兵連後續也依中央司令部(CENTCOM)指揮官的意圖，在Wadi al Batin和乾河以東配合戰車和裝甲運兵車(APC)誘餌混合移動，並利用大面積煙幕欺敵，誤導伊拉克部隊，成功轉移敵人的注意力。1991年2月20日第一騎兵師試圖嘗試在西邊進行佯攻突破，但是沒有煙幕的支援，使得任務無法執行。²⁷

然而，在這次戰爭中煙幕運用最成功的是伊拉克軍隊大量引燃科威特境內油田，引爆炸壞油井口的油管和鑿油設施，流出廣達幾英畝的大量黏黑原油，超過700口被破壞的油井燃燒，讓火焰和濃密油煙衝天，除產生有毒氣體，濃煙也威脅飛航安全，更嚴重影響光電導引武器的敏感光學裝置。²⁸

圖 13 煙幕掩護沙烏地阿拉伯法赫德國王國際機場與誘敵行動

1990年12月13日，美軍兩個化學兵連煙幕排，在僅有的10分鐘預警時間下，成功施放煙幕將沙烏地阿拉伯法赫德國王國際機場覆蓋，迫使假想敵機(A-10)拉高飛行高度，進入刺針飛彈鎖定範圍，成功驗證煙幕支援作戰非常有效。



資料來源：作者自繪。

25 同註 22，p.47.

26 同註 20，p.3-4.

27 同註 20，p.5.

28 〈波斯灣戰爭〉，中文維基百科，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>.

六、科索沃戰爭

科索沃戰爭，1999年北約以絕對優勢的空中兵力和高科技武器，對南斯拉夫聯盟的軍事目標和基礎設施連續進行78天轟炸。北約主要採用巡弋飛彈與精準導引炸彈進行攻擊，而南斯拉夫聯盟除了利用國家複雜的地形優勢、洞庫與地下設施外，還在戰爭初始就注意掌握北約空襲的特性，與空中攻擊航線，並利用各種偵蒐手段，早期發現攻擊徵候，提前施放煙幕，對一些重要目標進行掩護，干擾精準導引武器的目標識別與追蹤系統。並借鏡波斯灣戰爭的經驗，大量焚燒廢舊輪胎等辦法來製造煙幕，在空中形成大量懸浮的碳微粒和氣溶膠，以吸收、散射、折射光電導引武器系統的偵測，達到干擾北約精準導引武器攻擊，保存主戰裝備和作戰部隊實力。²⁹

當然，煙幕不是萬靈丹，也有失敗的時候，例如在1944年1月22日美軍步兵師試圖跨越義大利聖天使附近的拉皮多河，在進行架橋作業時，未經訓練的士兵在河旁隨機部署煙幕罐，試圖以煙幕掩蔽工兵，免受納粹部隊攻擊。然煙幕施放的太過濃密，風向又反吹回友軍部隊，導致士兵身體不適、看不見也找不到方向。在沒有足夠的掩蔽下，遭受長時間猛烈攻擊，甚至有些士兵走至雷區爆炸死傷，造成渡河失敗同時傷損1,681名官兵。³⁰

如果說第一次世界大戰是煙幕運用的啟蒙，那麼第二次世界大戰就是煙幕運用的濫觴，直到今日，戰場煙幕並沒有因為先進的感測器逐漸沒落，美軍仍然持續發展適合目前作戰環境的煙幕系統，開發更高階的煙幕遮蔽材料，以掌握戰場全般態勢，確保自己與友軍安全。

煙幕在「創新/不對稱作戰」的價值

面對中共龐大的軍力威脅，我國不與其進行軍備競賽，運用不對稱戰力以創造國軍相對優勢。國軍軍語辭典定義「不對稱作戰」係以不對稱手段、不對等力量與非傳統方式進行作戰，迴避敵人強點，並以適當的戰法、戰具攻擊敵人的弱點，從而改變戰爭的結果，使戰爭朝向有利己方的方向發展。³¹106年國防報告書也揭櫫國軍應更積極發展「創新/不對稱」戰力，藉以阻滯破壞或癱瘓敵作戰節奏與能力，以創造局部優勢，期能「以小搏大、以弱擊強」。³²未來依「防衛固守，重層嚇阻」之軍事戰略，戰力整建與軍事投資重點於建立「機動、價廉、量多、快速生產、具可耗性」之不對稱戰力³³，以遏止中共武力犯臺。

事實上，「煙幕」具備「創新/不對稱」作戰的理則，從戰史可證煙幕支援作戰遠起第一次世界大戰，濫觴於第二次世界大戰，歷經韓戰、越戰、第四

29 黃仲強，〈由科索沃戰爭檢討我軍戰力保存應有之具體作為〉《陸軍學術月刊》，第429期，2003年11月。

30 同註22，p.49。

31 同註3，頁2-6。

32 同註1，頁74。

33 同註13，頁64。

次以阿戰爭(贖罪日戰爭)，由於煙幕發揮極大的效用，以此為轉機，各國對發煙裝備相當重視，尤其是對反制精確導引武器³⁴，直至波灣戰爭(沙漠之盾/風暴)、科索沃戰爭，發煙裝備不斷更新³⁵，朝高機動性、裝備精巧、發煙量大、操作簡易、投資低廉、材料創新³⁶、遮蔽頻譜提高等面向邁進，相當切合國防報告書「以小搏大、以弱擊強」的論點，系統發展更切合「機動、價廉、量多、快速生產、具可耗性」，能迅速到達所望目標，快速製造戰場迷霧，隱蔽我軍作戰企圖，威懾敵軍進犯部隊，嚇阻孤立困惑之敵³⁷，而且發煙裝備價廉值高，能有效強化我軍部隊隱真示假，大量運用更可提高煙幕部隊任務運用裕度，形塑戰場高風險的假象，達成煙幕在「創新/不對稱」作戰的價值。

美國Military Critical Technology期刊曾報導，造價美金120元的煙霧彈就能掩護價值百萬美金的戰車³⁸，事實上裝甲防護並不是個人防護最安全的防禦方式，而是將戰車隱藏在敵人的視線之外。煙幕遮蔽的實用性早就被廣泛的認同，尤其是對雷射或紅外光偵測的反制特別有效。因此只要是地對地或空對地導彈配備是類的光電偵測系統，藉由適當的煙幕遮蔽系統，就可以在目標物與威脅來源間產生反制的遮蔽雲團，增強戰車戰場存活。³⁹

2010年美國海軍戰院夏季號期刊也曾刊載一篇名為《The Strategic Implications of Obscurants – History and the Future》，其中分析M56 Coyote渦輪發煙機每套組件單價成本13萬美元到15萬美元間，安裝30磅消耗性遮蔽劑包裝匣，單價成本1,000美元，每具遮蔽劑包裝匣可產生4分鐘吸收雷達波的煙幕，在海面上施放數平方哩的遮蔽雲團，成本低廉，持久性高，這種施放有關毫米波遮蔽劑的裝備，與海軍防禦性反艦飛彈系統相比，投資成本極為低廉，而且M56 Coyote煙幕系統組件可安裝於Littoral級戰艦、SH-60直昇機，甚至無人飛機(UAV)上，海軍水面船艦花費相對不多的費用，便可遮蔽攻艦巡弋飛彈(ASCM)與攻艦彈道飛彈(ASBM)的雷達終端導引系統。⁴⁰

1990年美軍沙漠風暴期間，伊拉克放火燃燒油田，1999年科索沃戰爭，南

34 姚祿久、高鈞麟、肖凱濤、龔有國編著，《煙幕理論與測試技術》(北京:國防工業出版社，2004年8月)，前言。

35 辛毓民，〈發煙裝備發展構型之研析〉《陸軍化生放核防護半年刊》，第106期，107年10月3日。

36 Larry Bickford，〈Working for the Warfighter Developing Advanced Obscurants to Defeat Enemy Capabilities〉，《Solutions》，Q3 FY2019, Volume 1 Issue 3.

37 同註5，p.79。

38 同註4，頁86。

39 Gheorghe Bogdan PULPEA, 《ASPECTS REGARDING THE DEVELOPMENT OF PYROTECHNIC OBSCURANT SYSTEMS FOR VISIBLE AND INFRARED PROTECTION OF MILITARY VEHICLES》，Military Technical Academy, Bucharest, Romania, International Conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION, Vol. XXI No 3, 2015, p.731~732.(感謝中科院化學所莊孝感顧問提供)。

40 同註5，p.75。

斯拉夫聯盟大量燃燒廢舊輪胎，這些燃燒的煙幕具有碳微粒、氣溶膠與大量蒸發油滴等，嚴重干擾美軍與北約組織使用精準光電導引武器攻擊目標，這是革命戰法的運用，藉由低技術的手段反制高科技武器；另外南斯拉夫聯軍也使用硬紙板製成的戰車誘餌、傾斜柴火爐的煙囪(在感測器中看來像拖曳式野戰砲)，甚至某些誘餌中放裝水的容器，利用日光將水加熱，複製出類似車輛或砲管使用的熱像，利用煙幕與假目標混淆敵軍目視觀測與空中偵察，隱真示假，並採取欺敵誘餌策略，達成戰力保存目的。

煙幕遮蔽可以讓我軍戰場指揮官獲得極大的安全感，包括隱蔽開闊地區的部隊、示威、佯動、欺敵、迫使佔據關鍵要點的敵軍離開、混淆與迷惑被煙幕包圍的敵軍....等，當煙幕遮蔽限制敵軍偵察與監視能力，改變地形地貌，使敵人在煙幕中產生不確定、孤立困惑、混亂⁴¹，模糊敵人體感，使敵陷入戰場空間迷向，遮蔽敵與友軍聯繫時⁴²，煙幕所製造的戰場迷霧，形塑高風險假象與威懾氛圍，嚇阻延宕敵指揮官決策，有效遲滯敵軍行動與增添官兵恐慌。

煙幕絕對不是戰場勝利的決定性因素，但是從第一次世界大戰迄沙漠風暴、科索沃戰史例證明白揭示，煙幕只要使用得當，是可以影響戰鬥結果的⁴³！上述煙幕在「創新/不對稱」作戰的價值論證中可以發現「煙幕」支援作戰，完全具備近年國防報告書屢次強調「以小搏大、以弱擊強」的論點，系統發展合乎「機動、隱匿、快速、價廉、量多、損小、效高、快速生產、具可耗性^{44,45}」的不對稱戰力特性，「煙幕」在未來的「創新/不對稱」作戰中，值得持續作為未來軍事投資重點發展，以發揮它的更大的價值。

煙幕在「創新/不對稱」作戰發展的方向

煙幕屬於被動防禦作為，主要任務就是保護部隊安全，戰場指揮官應該期待敵軍大量使用光電導引系統的武器或裝備，因為煙幕可以干擾、降低或遮蔽敵人的目獲、標定、導引，可見煙幕在「創新/不對稱作戰」的價值是正向的，只要指揮官能有效運用煙幕，掌握全般戰場空間，就有可能獲得勝機。

為使國軍部隊能在未來的聯合國土防衛作戰中發揮最大戰力，研析煙幕在「創新/不對稱」作戰發展的方向可朝自動戰場煙幕管理、先進遮蔽材料科技、多元發煙裝備整備與煙幕支援聯戰計畫等面向探討，期能形塑戰場環境，增加戰場迷霧，降低敵人戰場覺知能力，打亂遲滯敵軍作戰進程，以確保聯合國土防衛作戰中，贏得勝利，如圖14。

41 David A. Dellerman, 〈Smoke ‘Em If You Got ‘Em〉, 《Army Chemical Review》, summer 2015, p.7-8.

42 同註 8, p.10。

43 同註 16, p.3。

44 同註 13, 頁 44。

45 同註 1, 頁 74。

圖 14 煙幕在「創新/不對稱作戰」發展的方向



圖片來源：作者自繪。

一、自動戰場煙幕管理

目前絕大多數的長官對「煙幕」支援部隊的最大認知，就是「大家都看不到」，影響作戰部隊目標獲得，無法精準接戰或發揚火力！其實，這是對煙幕運用的誤解！煙幕施放最基本的就是必須獲得預警時間與氣象情資，結合支援單位的作戰計畫，才有可能達成任務。

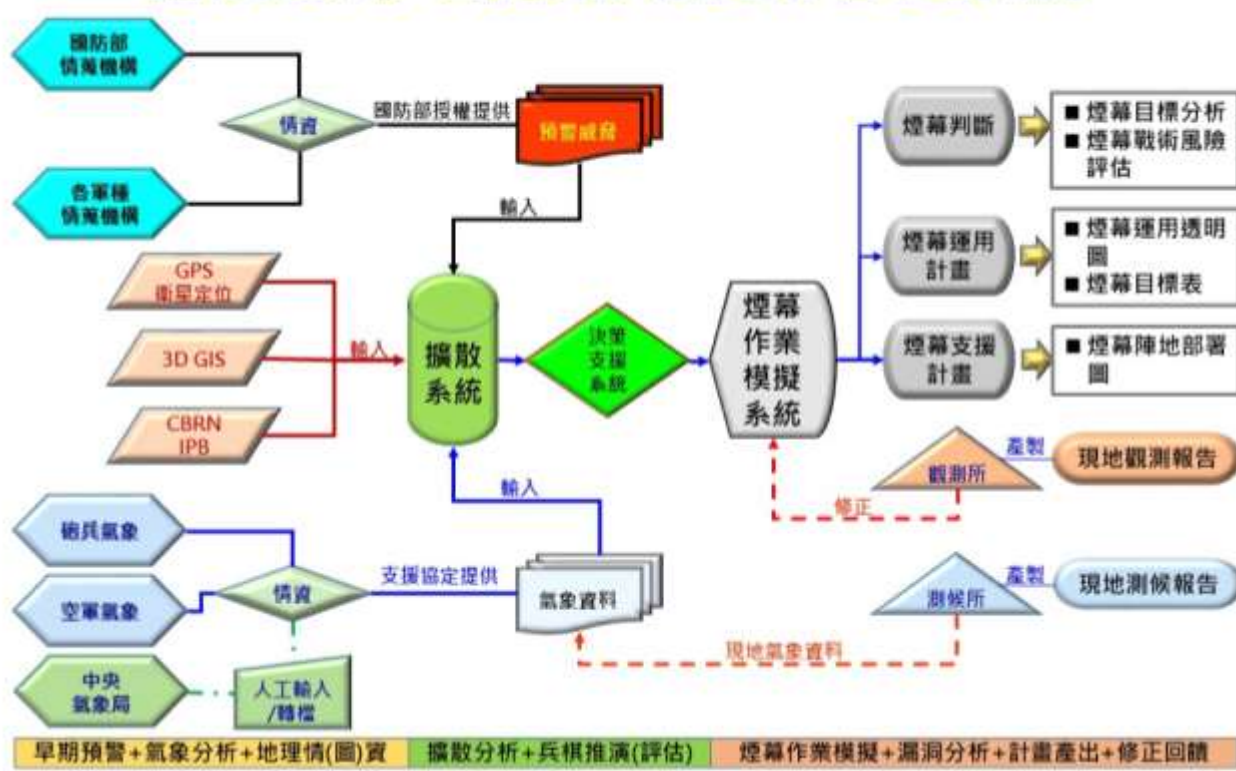
美軍在第一次波灣戰爭時，為確認煙幕支援作戰的價值，僅提供煙幕部隊10分鐘預警，即成功施放煙幕將沙烏地阿拉伯法赫德國王國際機場覆蓋，並迫使假想敵機拉高飛行高度避開煙層。結果遭機場周邊刺針飛彈部隊鎖定，成功驗證煙幕支援作戰；另一層意涵就是煙幕部隊執行任務不可畫地自圓，必須瞭解鄰接友軍的作戰能力充分配合，然這也是各兵科極容易陷入以本身為主角的戰術戰法發展迷思。

為使煙幕在戰場能夠充分發揮其應有的價值，能在適當的時間、適當地點，靈活運用不同的發煙裝備與煙幕遮蔽材料，快速施放，有效阻絕、反制敵人各類光電系統觀測、干擾與偵蒐，或立即停止煙幕，協力友軍反擊發起，有效打擊敵軍戰力，自動化戰場煙幕管理系統的發展是值得探討的。

藉由整合上級提供早期預警情資，與各級偵蒐、觀測裝備目獲，加上軍民氣象資料等，鏈入煙幕擴散系統，系統內建GPS定位模組、GIS 3D圖資與化生放核戰場情報(CBRNIPB)資料，透過擴散模式與決策系統分析、評估、推演模擬，提供煙幕作業模擬系統產生煙幕判斷、計畫等，煙幕部隊透過通資電系統接收計畫執行煙幕支援任務，並依現地測候所測得氣象資料，與觀測所觀測煙幕施放成煙效果，回饋系統即時修正煙幕擴散模式，並傳送最新作業座標，以利煙幕部隊或發煙裝備及時調整部署，讓煙幕掩護無間隙，或立即停止煙幕，開放鄰接友軍發起攻擊，確保被掩護部隊安全與友軍戰力完整，以利後續任務遂行。自動化戰場煙幕管理系統概念，如圖15。

圖 15 自動戰場煙幕管理系統概念

發展應用-自動戰場煙幕管理系統



資料來源：作者自繪。

二、先進遮蔽材料科技

未來的作戰將是各類型、多元複合感測器環伺的場景，「只要目標被發現，就等於是被摧毀⁴⁶」。戰場上的存活率將成為聯合國土防衛作戰勝負的關鍵，因此，如何提升煙幕遮蔽材料的遮蔽頻譜，支援部隊隱蔽或干擾光電導引武器系統能力，先進煙幕遮蔽材料的發展是一個極為重要的發展方向。事實上，戰場所使用的煙幕遮蔽材料已經是一門複雜先進的科技研究，性能測試包括材料科

46 洪偉哲，〈抗紅外線/毫米波複合材料製備與特性研究〉，碩士論文，國防大學理工學院，民99年5月20日，頁1。

學，氣象學，光電學，多相物理學，數學，化學，電腦科學和感測器技術等元素。⁴⁷

美軍Wooten's將軍提出「當我們能夠自由開啟或關閉目視、紅外與毫米波的頻譜窗口時，煙幕支援友軍行動將會成功，同時可以保護我們的力量去影響敵人的行動，不會降低我們的作戰能力⁴⁸」。2019年美陸軍參謀長現代化優先事項(Army Chief of Staff's Modernization Priorities)之一，就把「遮蔽技術開發」列為支援下一代戰鬥車輛(Next Generation Combat Vehicle, NGCV)⁴⁹安全的主要任務。而美軍在1998年曾提出一份未來煙幕遮蔽材料的關鍵概念(如表4)，迄今仍然值得給我們未來研究發展作一個參考。

表 4 未來煙幕與遮蔽劑

煙幕和遮蔽材料計畫設計	藉由煙幕與遮蔽材料
保護部隊	降低/防止目視或非目視觀察、瞄準或獲取友軍目標。
屏蔽戰場	允許敵人看到我們希望他看到的東西，並隱藏我們想要隱藏的東西；支援反偵察。
掌握電磁頻譜	戰術指揮官的快速反應工具，用於打開和關閉四維“窗口”。
擾亂敵軍行動速度(節奏)	緩慢、混淆、不同步敵人的行動，讓我們的指揮官複雜戰場的迷霧。
欺敵(誘餌)	當被納入綜合欺敵計畫時，用於隱藏或引起對友軍行動的關注。

資料來源：Brian A. Butler, Major, 〈Smoke and Obscurant Operations in a Joint Environment〉, Air Command and Staff College Air University, 1998, p.20-21.

國軍煙幕劑⁵⁰概有反制可見光的煙幕劑，主要成分包括六氯乙烷、異丙醇、氯磺酸、三氧化硫、四氯化矽、白磷、金屬及其合金、氯化亞銅、氧化鋅等，這類煙幕劑的代表例如HC(六氯乙烷)煙幕劑、WP(白磷)煙幕劑、FS(氟硫化合物)煙幕劑及煙幕油(美軍SGF-2)等，可有效反制波段在0.38~0.75 μm 的電視導引、微光夜視或傳統的目視偵察。

反制紅外光波段的煙幕劑，主要是鋅粉、氧化鋅、高氯酸鉀、氯丁橡膠等，可干擾或連續吸收3~5 μm 及8~12 μm 的中遠紅外波段探測器或降低紅外光導

47 同註 43，p.24。

48 同註 43，p.20。

49 同註 36, p.13。

50 吳國輝、洪偉哲、顏秉德、劉吉益，〈複合煙幕遮蔽材料製備與野戰運用測試研究〉，國防大學理工學院行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，民 99 年，頁 6-9。

引系統武器，而大地區反制紅外波段的煙幕材料主要是石墨粉。

另外，反制毫米波段煙幕劑，主要是碳纖維、鍍金屬纖維、玻璃、金屬細絲、鐵及高分子等材料。其中美軍曾使用碳纖維在M56A1渦輪發煙機上測試，具有反制9-96GHz 的雷達頻率，惟後續並未部署成軍，原因不詳。

目前部隊現役煙幕劑雖然可以反制或干擾可見光至紅外光波段，但都是單獨屬性的遮蔽材料，美軍2011年曾委託密蘇里科技大學研發便攜式發煙機時，就提出煙幕材料與系統燃料共用的概念，也獲得一定的成果；俄羅斯TDA-3型渦輪發煙機，可裝填同時具有抗可見光與抗紅外光的混合劑。⁵¹

美軍煙幕部隊與裝備雖在轉型過程中被調整，但從1997年迄今有關煙幕與遮蔽材料創新的文獻與研究資料仍然持續增加，發展的脚步也不曾停歇，只是美軍著實依據當前的任務與財力，滾動式調整煙幕與遮蔽材料發展腳步(如圖16)，包括陸軍持續在煙幕材料科學和技術計畫的應用研究，開發新的高性能遮蔽劑，新的遮蔽劑包括雙頻(從可見光到遠紅外光)遮蔽劑、微波遮蔽劑等改善，以及開發新的頻譜選擇遮蔽劑。

甚至將在2021財政年度開發和展示確認新的增程遮蔽系統(EROS)，接戰從其他介入的雷射導引飛彈威脅。2023年更藉美國陸軍戰車輪車研究開發工程中心開發的主動保護系統模組化框架，整合車輛保護感測器，完成車載/雙人攜帶式中型雙頻譜屏衛遮蔽模組系統展示確認，以保護機動部隊安全。⁵²

反觀國內煙幕材料的發展進程極為緩步，甚至缺乏誘因停滯不前，這與國防報告書中強調的論點與精神實有違背，殊值可惜。未來國軍煙幕材料發展⁵³必須結合作戰環境需求、後勤補給條件，除朝向單一複合多頻譜遮蔽材料發展外，也必須具備單向透視⁵⁴能力，遮蔽敵眼，而無損我部隊指揮官運籌帷幄，甚至開發對環境友善的環保煙幕劑，利於平戰演訓煙幕施放。

51 TDA-3 渦輪發煙機可使用霧油或煙幕粉劑，也可使用具抗可見光與紅外光的混合劑，混合劑每小時消耗 158-475 加侖，添加時間需 1.8-6 小時；系統兼具消毒功能。<http://inprokom.ru>。

52 同註 36，p. 13。

53 煙幕遮蔽材料除具有反制電磁頻譜的能力外，也強調對環境污染的控制與更寬的遮蔽範圍，包括膨脹石墨、環氧樹脂、導電高分子及碳纖維等對電磁頻譜有良好吸收特性的材料，可於水中分解且具環保效能的高分子材，或以碳纖維為基體，在基體材料上鍍上具有磁性的奈米金屬粉體，具有更強吸收性，可同時吸收紅外光與毫米波的能力，達到對光電防護全波段的效能。

54 頻譜選擇遮蔽劑(Spectrally selective obscurants)被定義為「遮蔽敵人部隊但允許友軍透視的遮蔽劑。用於這個概念的其他術語是「單向煙霧或不對稱視覺」。

圖 16美軍煙幕與遮蔽劑發展時間軸



圖片來源：作者自繪。

三、多元發煙裝備整備

國軍目前煙幕產生的來源主要是煙幕施放裝備與煙幕彈藥，通常包括專業部隊發煙裝備、車輛引擎煙幕施放系統(VEESS)、各型、各口徑火炮與單兵步槍使用的各類煙幕彈藥與煙幕罐等，本篇研究主要探討發煙裝備，車輛引擎煙幕施放系統、煙幕彈與煙幕罐等不在此論述。

研究國外發展現況，聚焦探討未來發煙裝備在「創新/不對稱」作戰的發展面向。以美國、法國、俄羅斯與中國大陸等國家發煙裝備為例⁵⁵，分析動力系統均採渦輪引擎(或航空發動機衍生型)，提供熱能與煙幕施放推力，可單獨或同時製造多頻煙幕，遮蔽可見光、雷射、紅外光或毫米波等光譜，系統搭載於各式戰術型輪車、甲車，甚至無人載具上，具快速機動與越野能力，可提供機甲部隊於開闊地形機動，或穿越有敵情威脅的地區，或執行偽裝、誘餌，或隱蔽部隊、重要目標與重要基礎防護設施等任務，如表5。

55 同註 35，頁 13。

表 5 美國、法國、俄羅斯與共軍發煙裝備性能分析

裝備程式	製造國家	動力系統	載具型式	遮蔽能力	煙幕劑	消耗量	作業人力
M56/A1	美國	渦輪引擎	M1113悍馬車	可見光、IR MMW	霧油、石墨粉 碳纖維	80 Ga/hr 27-270 kg/hr 8盒/30分	2人
M58A3	美國	渦輪引擎	M113裝甲車	可見光、IR	霧油、石墨粉	80 Ga/hr 27-270 kg/hr	2人
SG-18	法國	渦輪引擎	依需要	可見光、NIR	霧油	138Ga/hr	--
TDA-U(Y)	俄羅斯	渦輪引擎	URAL-43206	可見光、NIR	霧油	--	3人
TDA-2K	俄羅斯	渦輪引擎	KAMAZ-43114	可見光、NIR	霧油	105-200 Ga/hr	2人
TDA-3	俄羅斯	渦輪引擎	KAMAZ-5350	可見光、IR	混合劑	159-475 Ga/hr	2人
TDA-2M	俄羅斯	渦輪引擎	URAL-4320	可見光、NIR	霧油	79-211Ga/hr	2人
TMC-65	俄羅斯	渦輪引擎	URAL-375E	可見光、NIR	霧油	--	2人
FFC-02	中國	渦輪引擎	戰術輪車	可見光、NIR	霧油*	--	2人*
共軍02	中國	渦輪引擎	戰術輪車	可見、IR	霧油*石墨粉*	--	2人*
FRC-01	中國	渦輪引擎	戰術輪車	可見光、NIR	霧油*	--	2人*
火箭發煙車	中國	火箭	戰術輪車	可見光、IR、 MMW*	含磷煙劑* 金屬粉*石墨粉*	--	2人*
附記	■ 註有*號表示研判。 ■ 俄羅斯各式發煙車噴煙口均僅一處，研判僅具遮蔽可見光、雷射與近紅外光能力，惟TDA-3型可以使用混合劑，同時具有遮蔽可見光與紅外光全波段能力。 ■ 共軍各式渦輪發煙裝備，研判均具有可見光至近紅外光波段遮蔽能力。FRC-01燃氣射流發煙車研判仿製俄羅斯TMC-65，亦具有消除能力，相關諸元性能應類似。						

資料來源：作者彙整。

國軍目前部分現役發煙裝備雖具備上述多項性能，然尚未能達到「量多」的需求，使得煙幕部隊在作戰區執行煙幕支援作業任務沉重，必須考量增加煙幕的支援裕度。參考美軍近年發煙裝備發展的需求概念，國軍煙幕部隊除大地區發煙裝備持續缺裝籌補外，未來應可研發裝備精巧，可以安裝在任何載具上；重量輕便，可以由一個或兩個士兵攜行放置在任務地區；操作簡便，任何士兵都可以操作它；造價低廉，大量研製這樣的發煙機，可以依據作戰任務需要配賦單位立即使用；補給容易，發煙機燃料與遮蔽劑通用，減少補給需求品項；可以提供至少5-10分鐘連續煙幕施放⁵⁶的模組。甚至，參照美軍對戰場高風險地區，為避免發煙裝備形成敵軍目標，同時減少人員可能傷亡，運用無人小型平

56 Robert William Schaub, 〈Development of a versatile man-portable obscurant aerosol generator : characterization of aerosols in laboratory and field environments〉, MISSOURI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, Doctoral Dissertations, 2011, p.4

台或無人載具，執行遠端操作，而不用擔心人裝傷損^{57,58}，如圖17、18、19。

圖 17美軍正在測試的掩護遮蔽模組(Screening Obscurant Module,SOM)



SOM掩護遮蔽模組結構簡單，操作容易，可近距離遙控或在悍馬車內遠端操作，人員安全性高



SOM掩護遮蔽模組輕巧小，可以人員攜行或安裝在各種載具或無人載台上，具中型區域煙幕掩護能力



SOM掩護遮蔽模組可以隨伴或掩護機甲、步兵部隊遂行地面戰鬥，提高戰場生存能力

圖片來源：http://youtu.be/94_N3BTQ_os 截圖

57 同註 10，p.21。

58 2018 年 4 月美國通用動力公司在德國 Grafenwoehr 訓練區，示範遠端人工智慧控制 M58 狼式渦輪發煙機施放煙幕(如圖 6，圖 7)；2019 年美軍戰鬥能力發展司令部(U.S. Army Combat Capabilities Development Command,CCDC)地面載具系統中心(Ground Vehicle Systems Center)在多用途裝備運輸班(Squad Multipurpose Equipment Transport ,SMET)載具上安裝兩具 SOM，由 Stryker 在 1 公里外進行遠端操控。

圖 18 美軍士兵測試新的戰場煙霧產生系統



圖片來源：

1. <https://defencehound.com/2019/12/02/u-s-army-soldiers-test-new-battlefield-smoke-generating-system/>
2. <https://www.military.com/military-report/army-tests-new-battlefield-smokescreen.html>



圖 19 美軍在多功能載具安裝 SOM 並在 1 公里外 Stryker 上進行遠端操控

圖片來源：

1. <https://dod.defense.gov/News/Special-Reports/Videos/?videoid=681006>
2. U.S. Marine Corps photo by Lance Cpl. Nathaniel Q. Hamilton, <https://www.dvidshub.net>

2019年9月14日沙烏地阿拉伯的國營石油公司於首都里亞德附近2處油田，遭到全球首宗無人機飽和式攻擊。來自不同方向的多架無人機，攜帶炸藥匿蹤穿越嚴密的防禦系統，成功摧毀價值數十億美元的機具與難以計數的原油。造成全球產油供量不足危機，更突顯沙國面對不對稱戰爭的脆弱性。葉門「青年運動」叛軍利用數十架無人機，如蜂群般相互協力自主完成任務，其景況正如同韓國2018年平昌冬奧中，使用1218架微型無人機完成燈光秀表演。⁵⁹

59 〈精進技術與研發，反制無人機攻擊〉《青年日報社論》，108年9月18日。

未來國軍面對敵人可能的無人機群戰術，反制技術與作為包括偵測預警、攔截科技、干擾技術與偽裝欺騙等4大部分，其中干擾技術與偽裝欺騙就是「煙幕」運用的範疇。當偵測預警系統發現空中無人機威脅時，藉由前述「戰場煙幕管理系統」，啟動本段探討的各型煙幕裝備反制作為，有效干擾或阻斷敵無人機的遠端目獲或光電偵蒐系統鎖定，或施放偽煙欺騙，或誘敵至預想擊落區等，降低敵無人機作戰效能。

展望機動或陣地型的各式煙幕裝置發展，投資成本如無人機般價廉，當煙幕裝備普及時，只要獲得預警或遭敵偵測鎖定时，即可快速施放煙幕，遮蔽敵眼、干擾敵光電偵測系統，戰力將得以保存，這觀念的發展值得未來需求單位探究深思。

另外，為使單一裝備發揮最大效能，除執行煙幕掩護作業外，可以研究發想利用渦輪引擎的熱能與推力，開發研製噴射消除(戰劑除污或環境消毒)、緊急消防，或協助氣象單位施放人造雨所需的多元模組或套件，充分發揮裝備平戰的效能。未來多元發煙裝備的整備面向，不只裝備規格、尺寸的開發，也許消除、消防、造雨等功能開發，是值得需求與研發單位共同研討創新的課題。

圖 20 俄羅斯TMC-65發煙車對戰車除污與渦輪噴射水霧消防裝備



圖片來源：

1. <http://www.vitalykuzmin.net>

2. Turbojet pulverizing complex Water Storm, www.impulse-storm.com

四、煙幕支援聯戰計畫

美軍煙幕支援作戰，在每個世紀的軍事行動中都發揮重要作用！空軍使用煙霧標記目標、控制空中的飛行與長機(領隊機)識別；海軍使用煙霧隱蔽海上船隻，並保護它們免受空襲或反艦飛彈攻擊⁶⁰；地面部隊在敵人轟炸期間，運用煙

60 美國海軍作戰發展司令部(The Naval Warfare Development Command)於 2014 年 6 月 21-25 日運用第七艦隊將陸軍發煙裝備，於關島以南地區海上施放碳纖維雲吸收雷達波，評估對反艦飛彈防禦的效能。這項計畫稱之為「Pandarra Fog」，它不僅只是煙幕或干擾絲的問題，而是透過聯合各軍種的裝備整合，有效解決反制艦艇攻擊的光電導引武器系統，這實驗未來可能是美海軍艦隊進攻的關鍵因素。

霧支援架橋渡河、障礙設置、掩護部隊運動，以及隱蔽城鎮。煙霧和遮蔽劑對於成功的軍事行動至關重要，特別是在資源有限的情況下⁶¹，因此，美軍近代對各類型的衝突反制或海外作戰，所需各種形式或類型的煙幕與遮蔽劑使用，均納入各項計畫中，以確保部隊安全與任務達成。

國軍準則發展體系從綱領、要綱、教則、教範至手冊，依「打、裝、編、訓」的理則，應先確認煙幕支援作戰「打」的概念，然後從上到下一以貫之的發展，也就是將煙幕運用的思維，融入預想的作戰場景，灌注在各層級的聯合(協同)作戰準則，並將準則落實在固安作戰計畫中驗證，藉煙幕部隊的彈性編組，煙幕施放裝備或器材的長短相輔，靈活運用、逢戰必聯，以各種形式的煙幕執行掩護、欺敵、誘餌、偽裝等戰場支援，反制或干擾敵軍監視偵目獲能力，全力保護友軍安全，提高聯合部隊在未來戰爭中獲勝的能力。

圖 21 煙幕支援聯戰計畫發展概念



資料來源:作者自繪。

結語

從戰史即證「煙幕」具有極大的戰術價值，甚至可以改變戰略態勢！我國軍備發展大多參考美軍，近年美軍為使部隊於高風險地區能夠確保安全，持續

61 同註 43，p.5。

藉由煙幕訓練作戰指揮官，以破除戰場迷霧、或保護友軍安全、或減少地區衝突、或最小化敵人能力、或最大化部隊機動性，以提高生存能力與保護戰力完整。

面對兩岸失衡的軍力，國軍正積極發展「創新/不對稱」作戰的具體作為，「煙幕」戰力的發揮，實不宜在「創新/不對稱」作戰發展的腳步中缺席。兵監、訓練、學術與科研等單位若能依據想要、需要、必要的理則，共同策定煙幕整備發展近、中、遠程計畫，朝自動戰場煙幕管理、先進遮蔽材料科技、多元發煙裝備整備，與煙幕支援聯戰計畫等面向前進，將可以確定「煙幕」會是聯合國土防衛作戰中戰場戰鬥的倍增器。

未來的「煙幕」在「創新/不對稱」作戰的理則下成功是須要投資的，美軍對煙幕的價值一直是肯定的態度，而且持續不斷挹注必要財力給予更新，這值得國軍深思在國防財力緊迫下，以最小的「煙幕」投資，發展最大的軍事效益，體現「創新/不對稱」作戰的價值。

參考文獻

一、出版品

1. 國防部，中華民國 108 年國防報告書，民國 106 年 12 月，初版。
2. 國防部，中華民國 106 年國防報告書，民國 108 年 9 月，初版。
3. 國防部，《國軍軍語辭典 92 年修訂本》，民國 93 年 3 月 15 日。
4. 國防部陸軍司令部，《化學兵煙幕部隊教範(第二版)》，民國 97 年 11 月 20 日。
5. 國防部情次室，〈國軍敵情專題研究優良作品彙編〉，第 22 輯。

二、中文期刊、論文、報告

1. 黃仲強，〈由科索沃戰爭檢討我軍戰力保存應有之具體作為〉《陸軍學術月刊》，第 429 期，2003 年 11 月。
2. 姚祿久、高鈞麟、肖凱濤、龔有國編著，《煙幕理論與測試技術》，(北京：國防工業出版社，2004 年 8 月)。
3. 嚴明明，〈煙幕技術之發展〉《新新季刊》，第 35 卷第 4 期，2007 年 10 月。
4. 傅克熙，〈飛彈導引系統簡介〉《新新季刊》，2001 期。
5. 陳正衡，〈飛彈導引系統簡介-歸向導引〉，1701 期。
6. 閔俊宏、閔江、蘇世明，〈對毫米波制導武器的煙幕干擾技術〉《光電技術運用》，第 27 卷第 5 期，2012 年 10 月。
7. 辛毓民，〈發煙裝備發展構型之研析〉《陸軍化生放核半年刊》，106 期，民國 107 年 10 月 31 日。
8. 洪偉哲，〈抗紅外線/毫米波複合材料製備與特性研究〉《國防大學理工學院碩士論文》，民國 99 年 5 月 20 日。
9. 吳國輝、洪偉哲、顏秉德、劉吉益，〈複合煙幕遮蔽材料製備與野戰運用

測試研究〉《國防大學理工學院行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告》，民國 99 年。

三、國外期刊、論文、報告

1. Thomas J. Culora, "The Strategic Implications of Obscurants – History and the Future", *Naval War College Review*, Summer 2010.
2. WILLIAM E. KING IV, "Chemical Corps Smoke : Is There a Future in the Army of the Twenty First Century ?" U.S. Army Command and General Staff College, Master of Military Art and Science.
3. Scott Sikora, "The Resurging Relevance of Obscuration", *Army Chemical Review*, Winter 2014.
4. Michael J. Padden, "Vanishing Act : The Glorious Life and Silent Death of Battlefield Obscuration", *Army Chemical Review*, Winter 2012.
5. Brian A. Butler, "Smoke and Obscurant Operations in a Joint Environment", *Air Command and Staff College Air University*, 1998.
6. Al Mauroni, "Smoke Operations in 21st Century Warfare", *Landpower Essay Series*, April 1997.
7. Larry Bickford, "Working for the Warfighter Developing Advanced Obscurants to Defeat Enemy Capabilities", *Solutions*, Q3 FY2019, Volume 1 Issue 3.
8. Gheorghe Bogdan Pulpea, "Aspects Regarding the Development of Pyrotechnic Obscurant Systems for Visible and Infrared Protection of Military Vehicles", *Military Technical Academy, Bucharest, Romania, International Conference Knowledge-Based Organization*, Vol. XXI No 3, 2015. (感謝本所莊孝感顧問提供).
9. David A. Dellerman, "Smoke 'Em If You Got 'Em", *Army Chemical Review*, summer 2015.
10. Robert William Schaub, "Development of a versatile man-portable obscurant aerosol generator : characterization of aerosols in laboratory and field environments", *Missouri University of Science and Technology, Doctoral Dissertations*, 2011.

四、網路資料

1. 維基百科，<https://zh.wikipedia.org>.
2. 百度百科，<https://baike.baidu.com>.
3. 新浪軍事，<https://mil.sina>.
4. <http://liu08222000.pixnet.net/>.
5. <https://kknews.cc/zh-tw/military/>.
6. <https://missiledefenseadvocacy.org>.
7. <http://news.ifeng.com>.
8. 千龍網，<https://read01.com>.
9. <http://liu08222000.pixnet.net>.
10. <https://globaldroneuav.com/news/>.

11. <https://www.aviationsmilitaires.net>.
12. <https://twitter.com/dafengcao/status/792376082938798080>.
13. 中時電子報，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/>.
14. 徐尚禮，中時電子報，2017/02/08，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/>
15. 青年日報，2019/09/15，<https://www.easyatm.com.tw>.
16. <http://tothosewhoserved.org>.
17. <https://dod.defense.gov/News/Special-Reports/Videos/?videoid=681006>
18. U.S. Marine Corps photo by Lance Cpl. Nathaniel Q. Hamilton,
<https://www.dvidshub.net>
19. <http://www.vitalykuzmin.net>
20. [https://www.theverge.com/2018/4/10/17218872/nasa-rocket-engine-test-stennis-space-center-cloud-generation Turbojet pulverizing complex Water Storm](https://www.theverge.com/2018/4/10/17218872/nasa-rocket-engine-test-stennis-space-center-cloud-generation-Turbojet-pulverizing-complex-Water-Storm), www.impulse-storm.com.