

美軍掩護遮蔽模組發展之研析

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、美軍為形塑戰場並控制能見度，透過戰場指揮官使用煙幕與遮蔽劑，以增加戰場迷霧，降低敵人戰場覺知能力，並將煙幕與遮蔽作業整合進入聯合作戰計畫，以確保美軍仍能掌握戰場，贏得勝利。
- 二、2016 年美軍聯合特遣部隊執行反暴亂作戰煙幕遮蔽目標：「減少衝突、最小化敵人能力、提供更大的機動性、保護並提高生存能力」，據此發展掩護遮蔽模組(Screening Obscurant Module,SOM)，SOM 於 2019 年實施初評，2021 年執行接收測試，並預定在 2023 財政年度，辦理車載/雙人攜帶式掩護遮蔽模組系統展示確認。
- 三、煙幕具有隱蔽友軍，欺騙敵人、信號標示、誘餌與維護部隊戰力的特殊能力，從 1997 年迄今美軍煙幕與遮蔽作業的研究仍然持續，沒有停止的跡象。事實上，美軍戰場發煙裝備的需求從未間斷，只是使用者改變了！

關鍵詞：掩護遮蔽模組，Screening Obscurant Module，SOM，渦輪發煙機，煙幕，遮蔽劑

前言

隨著進入 21 世紀，美軍為形塑戰場並控制能見度，透過戰場指揮官使用煙幕與遮蔽劑，以增加戰場迷霧，降低敵人戰場覺知能力¹，同時藉由科技發展，讓煙幕與遮蔽劑不會降低或影響美軍武器的使用²。美軍在煙幕與遮蔽的戰史中，不斷吸取教訓，持續發展並研究將煙幕與遮蔽作業整合進入聯合作戰計畫，以確保美軍在 21 世紀仍能掌握戰場，贏得勝利。³

事實上，從 1997 年至 2010 年間，是美軍化學兵部隊的黑暗期，2000 年中期陸軍部隊正從「師」轉型到無所不包的「旅戰鬥隊」，同期間也派兵在海

1.Williams.King IV, 〈Chemical Corps Smoke : Is There a Future in the Army of the Twenty First Century ? 〉,p.10.

2.Larry Bickford , 〈Working for the Warfighter-Developing Advanced Obscurants to Defeat Enemy Capabilities 〉, U.S. Army Combat Capabilities Development Command (CCDC) Chemical Biological Center Solutions Newsletter,Q3 FY2019, p.13

3 .Brian A. Butler, Major, 〈 SMOKE AND OBSCURANT OPERATIONS IN A JOINT ENVIRONMENT 〉, AIR COMMAND AND STAFF COLLEGE AIR UNIVERSITY, April 1998.

外執行各類型反暴亂的作戰，在部隊轉型能力重組分析工具的評估下，囿於反暴亂的作戰環境，大地區煙幕遮蔽裝備用途較小，導致戲劇性的影響陸軍分析現有煙幕部隊與裝備的需求。基此，在有限資源情況下，美軍化學兵將煙幕與遮蔽的戰力暫時擱置，包括煙幕部隊調整編組、發煙裝備移編國民兵(兩個連)與國家儲備庫，甚至部分移到國家訓練中心⁴，提供部隊指揮官作為製造戰場迷霧，與輪訓部隊地面作戰訓練期間支援對抗部隊使用。⁵

時至 2011 年美國密蘇里科技大學研究多功能便攜式發煙機⁶(versatile man-portable obscurant aerosol generator)後，2016 年 L3 Linkabit 公司延續研究開發成果，更與美軍簽訂發展掩護遮蔽模組(Screening Obscurant Module, SOM)計畫，合約內容包括系統總成和展測(SID)⁷。藉由學術研究成果的延續，可以瞭解美軍並沒有因為煙幕部隊被調整，而停滯發煙裝備與遮蔽物的發展，事實上研究正持續中，直到可以整合至聯合作戰計畫為止！

2010 年美軍評估再投資以前的能力，其中尚未重新整合的一項關鍵能力是車載遮蔽能力的發煙裝備，可以提高機動部隊顯著的戰鬥力，但是在現代技術與以反暴亂為重點的作戰環境中，大多數將領認為已經過時⁸，然「只要目獲和情報蒐集的方法仍在使用，煙幕與遮蔽的優勢就仍然存在」⁹。

美軍戰場發煙裝備的需求

煙幕遮蔽可以讓戰場指揮官獲得極大安全感，包括隱蔽開闊地區的部隊、示威、佯動、欺敵、迫使占據關鍵要點的敵軍離開、混淆與迷惑被煙幕包圍的敵軍...等，在一個有創造力的指揮官手中，煙幕運用是沒有甚麼限制的！¹⁰

2014 年 1 月份在加州歐文堡(Fort Irwin, California)國家訓練中心(the National Training Center,,NTC)美軍第 11 裝甲騎兵團第一中隊部隊 C 指揮官第一次配合 M58 Wolf 渦輪發煙機，在煙幕遮蔽下執行任務，部隊 C 指揮官認為遮蔽物(煙幕)絕對是戰鬥備增器¹¹；2015 年美軍在密蘇里州倫納德伍德堡(Fort Leonard Wood, Missouri)401 訓練區，使用 M56 Coyote 渦輪發煙機，藉煙幕

4.M56 coyote 或 M58 wolf 渦輪發煙機移編訓練中心包括：加州歐文堡國家訓練中心(the National Training Center, Fort Irwin, California)與倫納德伍德堡(Fort Leonard Wood)等。

5.Scott Sikora ,〈The Resurging Relevance of Obscuration〉,《Army Chemical Review》,Winter 2014,P.19.

6.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.

7.L-3 Linkabit Awarded Contract for Screening Obscuration Module Development and Production for U.S. Army Contracting Command, www.2.l3t.com.

8.同註 5，p.18。

9.同註 6，p.4。

10.同註 5，p.19-20。

11.同註 5，p.17-18。

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、混亂與孤立感，以協助聯合兵種部隊執行突破演練¹²。雖然美軍大地區煙幕遮蔽能力正在減少，但是國防部仍提供資金用於開發新的煙幕遮蔽模組，以填補原有能力上的差距。¹³

事實上，美軍戰場發煙裝備的需求從未間斷，只是使用者改變了！¹⁴2011年密蘇里科技大學開發便攜式的戰場發煙裝備，當時的需求包括必須更小，幾乎可以連接到軍隊中的任何載具；重量更輕，可以由一個或兩個士兵攜帶放置在任務地區；操作更簡，任何士兵都可以操作它；造價更低，大量購置這樣的發煙機，可以根據需要配賦單位立即使用；補給更易，發煙機燃料與遮蔽物質通用，減少油品輸送到戰區的補給需求；媲美 M56 渦輪發煙機的遮蔽輸出，並提供 5-10 分鐘的連續煙幕施放。¹⁵

另外，美軍戰場指揮官期待在高風險地區，使用遠端操作的車載發煙機，而不用擔心傷亡¹⁶，甚至未來戰場發煙裝備就是運用無人小型平臺或輕型載具。David A. Dellerman 建議化學兵應該展望未來的傳統遮蔽/煙霧方法，與過時的設備進行研究和開發，以建立更好的煙幕遮蔽能力。¹⁷

美軍發煙裝備發展現況

第一次世界大戰期間，煙幕從天然材料燃燒轉變為化學化合物的燃燒，第二次世界大戰煙幕資材並沒有太大改變，但是發煙裝備的設計變得多樣，例如 M1¹⁸、M2¹⁹發煙器(如圖 1、2)；之後數十年發煙裝備發展到從燃燒型態轉變成大規模遮蔽浮質，也就是將霧油²⁰注(噴)入到足以引起油料蒸發的熱源中，當蒸發的油從發煙裝備中噴出，與環境相對較冷空氣接觸時，產生相當於霧的效果，

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

13.同註 5，p.20。

14.同註 5，p.21。One change that could be made is that the Chemical Corps could hand over responsibility for obscuration to another branch of the Army. ……however, as the years have passed, the Chemical Corps has forged an identity into which obscuration no longer cleanly fits. Today, the Engineer Corps or a maneuver branch would be better suited to take on responsibility for vehicle-mounted obscuration.

15.同註 6，p.4。

16.同註 5，p.21。

17.同註 12，p.8。

18.M1 型發煙器高 6 呎、空重 3000 磅、填充霧油 5,400 磅，需由拖車、卡車或駁船運輸。每小時消耗 100 加侖霧油、7 加侖燃料與 150 加侖的水。啟動後，需 3-6 分鐘預熱。

19.M2 型發煙器長度不到 3 呎，寬 2 呎，高 2 呎。每小時消耗 50 加侖霧油、5 加侖汽油與 5 加侖的水。空重僅為 180 磅，滿載 266 磅，可由兩名人員短距離移動。

20.霧油依化學成分區分舊霧油(SGF-1)和新霧油，舊霧油是環烷油並含有致癌物質，1986 年後生產的規格要求排除任何致癌物質，並命名為 SGF-2。

可以長時間在大氣中傳播，例如 M3A4²¹、M54²²脈衝噴射式機械發煙器(如圖 3~6)與 M56 Coyote、M58A3 Wolf 渦輪發煙機²³的抗可見光模組等(如圖 7、8)。



圖 1 M1 發煙器(車載)



圖 2 M2 發煙器



圖 3 M3A4 脈衝噴射式機械發煙器

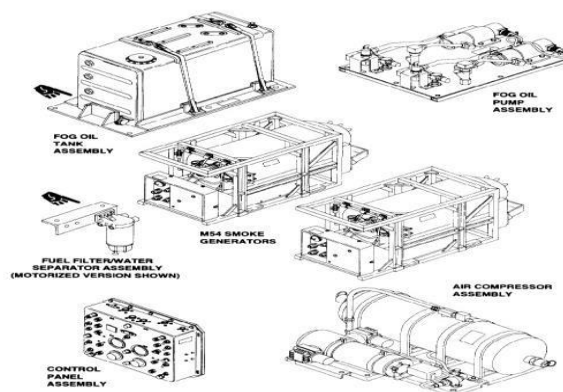


圖 4 M54 脈衝噴射式機械發煙器各部總成



圖 5 M157/M157A2 發煙車²⁴



圖 6 M1059/M1059A3 發煙車

21.TM3-1040-276-10, p.1-4。美軍 M3A4 脈衝噴射式機械發煙器與國軍現役 M3A3 類同，僅部分組件外觀與位置略有不同。

22.TM3-1040-279-12&P, p.1-0~1-2。M54(或 M54A2)脈衝噴射式機械發煙器組成包括霧油油箱、霧油泵浦、燃油油水分離、空氣壓縮機、控制面板等五大總成構成。

23.渦輪發煙機安裝在 M1113 悍馬車上稱為 M56Coyote 渦輪發煙車，安裝在 M113A3 裝甲車上稱為 M58 Wolf 渦輪發煙車。

24.M54 脈衝噴射式機械發煙器安裝在 M1037/M1097 悍馬車上，稱為 M157/M157A2 發煙車，裝在 M113A2/M113A3 裝甲人員運兵車上，稱為 M1059/M1059A3 Lynx 型發煙車。



圖 7 M56 Coyote 渦輪發煙車



圖 8 M58A3 Wolf 渦輪發煙車

圖片來源：

- 1.US Army TC Chemical 2 Laboratory to Field Chapter 9,<http://tothosewho served.org/usa/ts/usatssc02 /chap-ter09.html>.
- 2.<https://www.ebay.com.my/itm/MILITARY-SURPLUS-SMOKE-SCREEN-GENERATOR-M3A4-PULSE-JET-NOT -WORKING-US-/ 39189979 0178>.
- 3.TM3-1040-279-12&P, HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, WASHINGTON D.C., 19 JUNE 1998.
- 4.<http://fas.org/man/dod-101/sys/land/>

然而，2001 年 911 事件後，美軍開始轉型執行海外反暴亂行動時，雖然煙幕可以保護部隊安全，防止敵人觀測與攻擊，但是大地區煙幕裝備在這樣的作戰場景卻不盡然適用，加諸轉型分析評估的結論，煙幕能力逐漸消逝在化學兵部隊裡。煙幕與遮蔽作業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。²⁵

2011 年美國密蘇里科技大學發表一篇「開發多功能便攜式渦輪發煙機」的研究論文，參考 M56 Coyote 渦輪發煙機煙幕施放技術，使用美國 Neenah 生產的 SWB-11、SWB-25 以及 Van Nuys 生產的 JetCat P80 等三款無線遙控模型飛機的小型渦輪噴射引擎，作為測試煙幕施放的動力來源，詳細規格如表 1。

表 1 SWB-11、SWB-25 以及 JetCat P80 渦輪噴射引擎基本規格

渦輪引擎 型號	規格						備註
	直徑 (cm)	長度 (cm)	重量 (kg)	尾溫 (°C)	推力 (kg)	油 耗 (l/min)	
SWB-11	8.89	18.42	0.86	650	5.17	0.20 Jet-A	■啟動需使用小型丙烷氣缸
SWB-25	11.43	29.99	1.68	696	11.34	0.30 Jet-A	■測試中體積最大的渦輪引擎
JetCat P80	11.18	30.48	1.32	580-690	9.53	0.27	■測試效果最好

25.同註 3，p.3。

資料來源：

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.28-38

其次設計發煙機遮蔽油噴霧器，運用各種直徑的不鏽鋼管、噴嘴，不同方式的安裝、測試，尋找最佳的煙幕施放與成煙效果。包括使用不銹鋼管直接在渦輪引擎排氣尾管後安裝噴霧器(如圖 9)，或是以銅管與世偉洛克配件(Swagelok T)建構一個大於排氣直徑的環(如圖 10)，

或以不銹鋼管彎曲成圓形，在面向渦輪引擎尾管側面開孔提供更精細的噴霧(如圖 11)，甚至考量各型渦輪引擎測試，設計用不同直徑的管材彎曲成圓形，並在環管周圍開設不同孔徑與數量的噴嘴，以獲得最佳煙幕效果參數。



圖 9 直接在渦輪引擎排氣尾管後安裝噴霧器



圖 10 使用銅管和 Swagelok T 設計大於排氣直徑的環

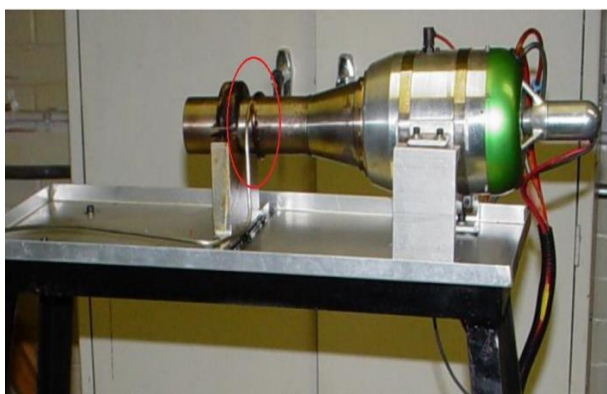


圖 11 將不銹鋼管彎曲成圓形，面朝尾管側開孔



圖 12 多功能便攜式渦輪發煙機原型機

圖片來源：

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.29-36,46

最後依據研究目標與參數完成設計構想，開發一套便攜型渦輪發煙機原型機(如圖 12)，設計構想²⁶包括：

- 一、開發全系統承架與箱體，便於系統功能模組安排；渦輪引擎設置在頂部(如圖 13)，以保持熱源與遮蔽油遠離系統各部組(零)件，或未來地面作業或載臺安裝安全；進氣端與上方安裝不銹鋼編織篩網的過濾器，提供渦輪引擎獲得最大空氣流量，與避免地面碎屑或固體微粒被吸入渦輪引擎可能性；鋁製百葉窗型空氣開口，降低雨水進入箱體風險，突出箱體的渦輪引擎尾管，須設計引導蒸發的霧化油和排氣，以遠離渦輪引擎艙體，減少火災風險。箱體頂部安裝鉸鏈，便於保養與維修。
- 二、渦輪發煙機箱體下方隔間用於容納電子控制模組和燃油泵系統(如圖 14)，箱體兩側各設計檢修門，提供電池和控制單元裝置的檢修口。具有可拆卸的燃料和遮蔽油箱，容易清潔和維護，大油箱專用於遮蔽油儲存，較小的於燃料儲存，泵浦組件位於箱體內，油箱均需具有浮動式液位指示器、防火填充頸和通氣蓋。
- 三、箱體由 0.125 吋厚的鋁板構成，並依據其強度和密度進行調整。例如百葉窗型防雨遮由薄鋁壓製，減輕整體重量。
- 四、箱體側邊安裝手柄，便於靜止或運轉時移動發煙機，同時確保作業人員安全的保持在兩側，手柄可以向下活動，收納到箱子兩側的凹槽中，不會有額外的長度，可以保留較小的存儲與車輛安裝空間。
- 五、所有運作狀況均可由控制面板查看，同時結合渦輪引擎原無線遙控功能，開發無線電控制單元，系統模組功能可透過無線遙控方式，實施遠端操作。

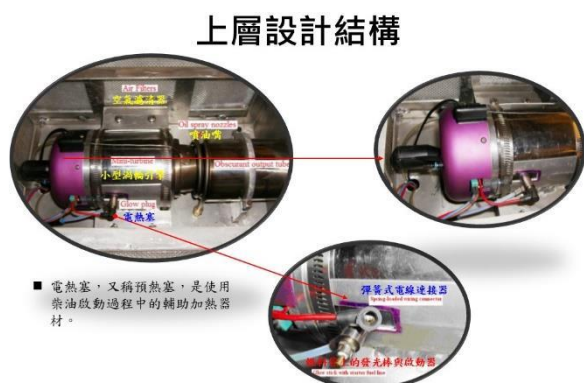


圖 13 多功能便攜式渦輪發煙機原型機

上層結構圖



圖 14 多功能便攜式渦輪發煙機原型機

下層結構圖

圖片來源：

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.166, 180

26.同註 6，p.38-46。

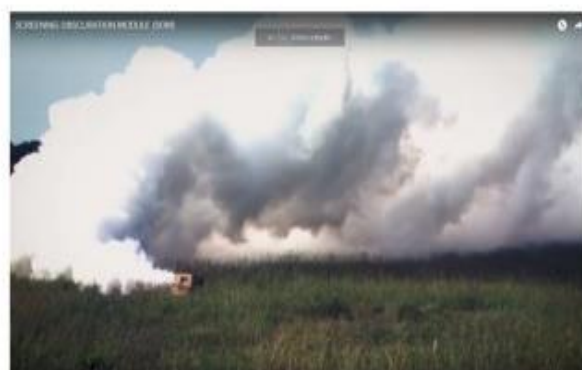
原型機測試結果顯示，無線遙控模型飛機所使用的小型渦輪噴射引擎，可以做為便攜式渦輪發煙機的動力與熱力來源，體積小、重量輕、操作簡、造價低、補給易，大都符合研究初始目標，惟媲美 M56 渦輪發煙機的遮蔽輸出性能仍有探討與求證的空間。

這項研究成果直到 2016 年有了全新的發展，美軍提出聯合特遣部隊執行反暴亂作戰煙幕遮蔽的目標：「減少衝突、最小化敵人能力、提供更大的機動性、保護並提高生存能力」，L3 Linkabit 公司依據美國陸軍要求，發展掩護遮蔽模組(Screening Obscurant Module,SOM)，為部隊提供便攜式可安裝/可拆卸的中型區域目視遮蔽能力，藉由發展掩護遮蔽模組(以下簡稱 SOM)，降低敵軍在視覺與近紅外區域，利用電磁頻譜偵測美軍目標的能力，提高載具機動生存能力和提高保護士兵等級，SOM 將利用微型發煙機技術產生有效的視覺遮蔽雲團，以屏蔽敵軍，未來 SOM 可以取代舊式煙幕罐，單兵或部隊將可以在開闊複雜的地形上使用 SOM 設備²⁷(如圖 15)。

圖15 掩護遮蔽模組(SOM)野外測試



SOM原型機



煙幕施放/中型區域部隊(裝備)/掩護(遮蔽)/欺敵



安裝在地面無人載具/在史崔克戰鬥車內遠端遙控操作/安全





輕/小/各種載具安裝/機動防護力



遮蔽敵目視觀測/掩護地面部隊戰鬥/發起攻擊



預擬計畫目標/遠端操作/自動作業/歸航



隨伴機甲部隊/提高機動部隊安全

圖片來源：http://youtu.be/94_N3BTQ_os 截圖

2019 年美陸軍參謀長現代化優先事項 (Army Chief of Staff's Modernization Priorities)之一，就是遮蔽技術開發的主要任務是支援下一代戰鬥車輛(Next Generation Combat Vehicle, NGCV)²⁸的安全，而 L3 Linkabit 公司在 2016 年 10 月獲得合約後²⁹，即於 2017-18 年開始設計、製造與第一階段測試，今(2019)年正在執行使用者測試，預定 2021 年第一季美軍完成最後接收測試³⁰，這項煙幕與遮蔽能力發展的進程，與陸軍參謀長現代化優先事項完全契合。

近期，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)在班級多功能裝備運輸 (Squad Multipurpose Equipment Transport ,SMET)載具上安裝兩具 SOM(如圖 16)，由 Stryker C2(指揮和控制)載具在 1 公里外進行遠端操控(如圖 17)。帶有 SOM 的 SMET 運用人工智能操作方式施放煙幕，除隱蔽部隊，提高生存能力外，更能夠保護地面部隊人員安

28.Larry Bickford, 〈Working for the Warfighter Developing Advanced Obscurants to Defeat Enemy Capabilities〉,《Solutions》,Q3 FY2019,Volume 1 Issue 3, p.13

29.L-3 Linkabit Awarded Contract for Screening Obscuration Module Development and Production for U.S. Army Contracting Command, [http://www.2.13t.com/linkabit/pdf/pr/L3%20Linkabit%20SOM %20Award-FINAL\(Oct3_2016\).pdf](http://www.2.13t.com/linkabit/pdf/pr/L3%20Linkabit%20SOM%20Award-FINAL(Oct3_2016).pdf).

30. PB 2019 Army,p.62.

全；2019 年 5 月下旬和 6 月初規劃在亞基馬(Yakima)訓練中心實施初評。³¹無人車載雙組 SOM 的測試，研判極可能鏈結美軍 2023 財政年度，辦理車載/雙人攜帶式中型雙頻掩護遮蔽模組系統展示確認。³²

圖 16 無人車載的雙組 SOM 開始煙幕施放測試



圖 17 操作人員在 1 公里外的 Stryker 載具上進行遠端操控



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>

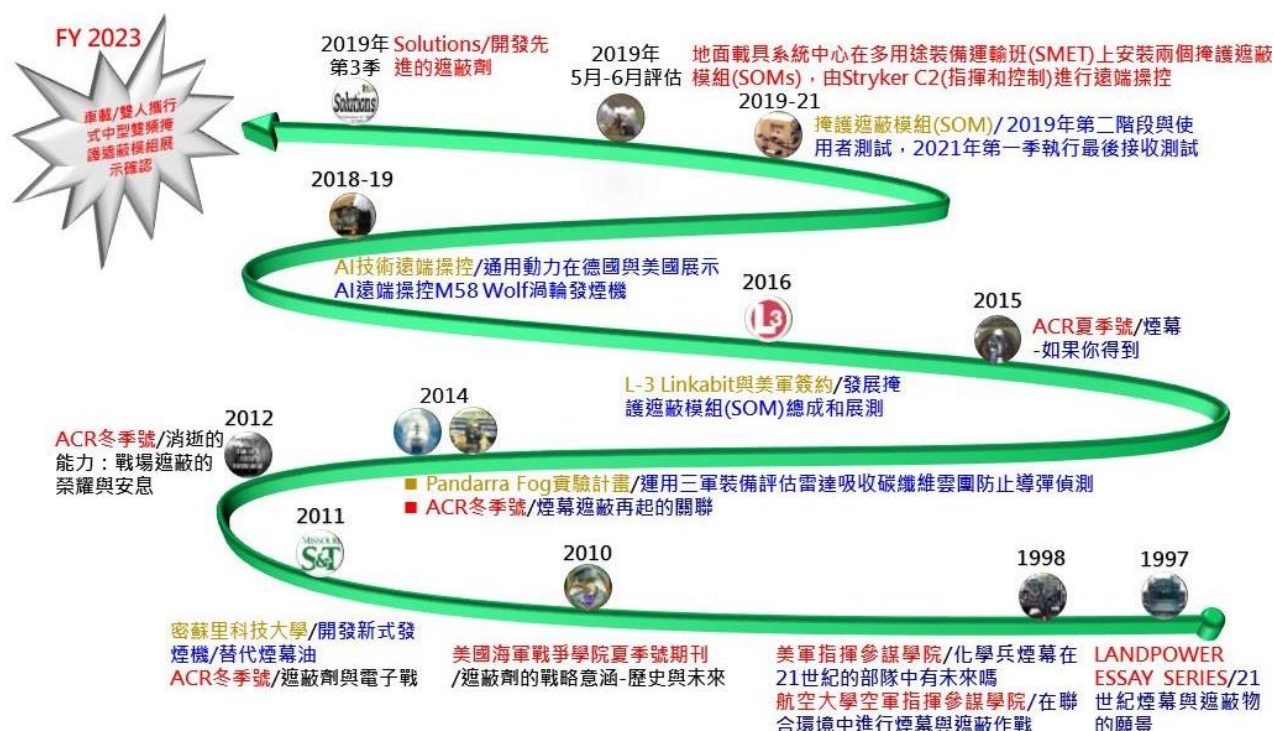
煙幕具有隱蔽友軍，欺騙敵人、信號標示、誘餌與維護部隊戰力的特殊能力，從 1997 年迄今有關美軍煙幕與遮蔽作業的文獻與資料仍然持續增加(如圖 18)，只是美軍依據當前任務與財力，滾動式調整煙幕與遮蔽劑發展腳步，實際上研究發展不曾停歇，也沒有停止的跡象。

31. Squad Multipurpose Equipment Transport (SMET) surrogate with Screening Obscurant Modules (SOMs) - B-Roll, <https://dod.defense.gov/News/Special-Reports/Videos/?videoid=681006>

32. 同註 2。

圖 18 美軍 1997-2019 年煙幕與遮蔽科技發展現況

美軍21世紀煙幕與遮蔽研究資料時間軸



圖片來源：作者自繪。

美軍化學兵煙幕部隊與裝備雖然在轉型過程中，戲劇化地消失了，但是另一種模組化，可以單兵攜行或直接安裝在戰鬥車輛或地面無人載臺，以產生和維持遮蔽屏幕，降低攻擊期間敵軍地面觀測與空中偵察的掩護遮蔽模組，已經獲得生產、部署設計、開發、製造、安裝和測試的合約，並預計在 2021 年第一季執行最後接收測試，也替美軍在煙幕與遮蔽作業的發展歷史上，寫下另一頁新的里程。

結語

本篇研究提出兩個意涵，第一是美軍煙幕與遮蔽的發展，因任務或轉型有所調整，但是所有的發展關鍵仍是環繞在戰場指揮官的作戰需求與部隊安全；其次，雖然美軍大地區煙幕產生器在目前的作戰環境中式微，然煙幕與遮蔽的需求仍然存在，而且持續朝向聯合作戰的通用裝備發展，以提供給戰場上迫切需要的指揮官運用，有效隱蔽友軍、遮蔽敵眼，掌握戰場，確保部隊安全。

美軍未來煙幕與遮蔽的發展，研判在裝備上朝多功能、便攜型，在軟體上朝無人載具、遠端操控，在材料上朝多重頻譜、單向透視、只遮敵眼³³，期建構全方位的戰場優勢，然這些目標願景早在 1997-1998 年美軍陸、空軍指揮參謀

33. 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」。

學院 William E. King IV 與 Brian A. Butler 等兩位少校，在他們的研究報告結論中就已提出概念，值得一窺深思。

最後，美軍海外任務雖與我國情截然不同，但是，維護戰場部隊生存、裝備完整與重要設施安全的價值觀相信是一致的。國軍未來如何在創新/不對稱的作戰環境中，審度負荷沉重的化學兵煙幕部隊任務，同時探討發展部隊通用型多功能發煙模組，以增加煙幕支援戰場的裕度，是值得領導者去深思的，唯有主動掌握戰場迷霧，獲得關鍵頻譜優勢，煙幕與遮蔽作業才能有效支援聯合國土防衛作戰，獲取勝利契機。

參考文獻

一、論文

- (一)William E. King IV, 〈 Chemical Corps Smoke : Is There a Future in the Army of the Twenty First Century ? 〉, US Army Command and General Staff College, MASTER OF MILITARY ART AND SCIENCE, June 1998.
- (二)Brian A. Butler, Major, 〈 SMOKE AND OBSCURANT OPERATIONS IN A JOINT ENVIRONMENT 〉, AIR COMMAND AND STAFF COLLEGE AIR UNIVERSITY, April 1998.
- (三)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.

二、期刊

- (一)Scott Sikora , 〈 The Resurging Relevance of Obscuration 〉, 《 Army Chemical Review 》, Winter 2014.
- (二)David A. Dellerman, 〈 Smoke ‘Em If You Got ‘Em 〉, 《 Army Chemical Review 》, summer 2015.
- (三)Larry Bickford, 〈 Working for the Warfighter Developing Advanced Obscurants to Defeat Enemy Capabilities 〉, 《 Solutions 》, Q3 FY2019, Volume 1 Issue 3.
- (四)AI Mauroni, 〈 Smoke Operations in 21st Century Warfare 〉, 《 LANDPOWER ESSAY SERIES 》, April 1997.

三、出版品

- (一)PB 2019 Army
- (二)PB 2016 Army
- (三)TM3-1040-276-10, GENERATOR, SMOKE, MECHANICAL:PULSE JET, M3A4, HEADQ-QUARTERS, DEPARTMENT OF THE ARMY SEPTEMBER 1985
- (四)TM3-1040-279-12&P, HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, WASHINGTON D.C., 19 JUNE 1998.

四、網路

- (一)L-3 Linkabit Awarded Contract for Screening Obscuration Module Development and Production for U.S. Army Contracting Command, www2.l3t.com
- (二)Squad Multipurpose Equipment Transport (SMET) surrogate with Screening Obscurant Modules (SOMs) - B-Roll, <https://dod.defense.gov/News/Special-Reports/Videos/?videoid=681006>
- (三)http://youtu.be/94_N3BTQ_os
- (四) <https://www.dvidshub.net>
- (五)US Army TC Chemical 2 Laboratory to Field Chapter 9, <http://tothosewhoserved.org/usa/ts/usa-tsc02/chap-ter09.html>
- (六)<https://www.ebay.com.my/itm/MILITARY-SURPLUS-SMOKE-SCREEN-GENERATOR-M3A4-PULSE-JET-NOT-WORKING-US-/391899790178>
- (七)<http://fas.org/man/dod-101/sys/land/>