

美軍未來生化消除作為

作者簡介

作者龐廣江中校，畢業於陸軍官校正 58 期、化校正規班 50 期、國防大學陸院 88 年班、戰院 95 年班；歷任排長、連長、總部系分官、化參官、中隊長、營長、組長，現職為軍團群指揮官。

提要

- 一、美軍因應未來消除作戰需求，於生化防衛聯合計畫執行辦公室，提出先進消除計畫專案，針對重要設施和敏感性裝備在遭受攻擊後應如何處置做研究，探討未來無污染之消除技術與發展趨勢。
- 二、未來作戰中，消除需求應考量實際需求，並能減少後勤需求，且具備對各器件的相容性，最重要的是應有可靠度、易用性、易維持等特性，最後應具有容易操作性等特性。
- 三、研擬我消除作業與發展之方向。

壹、前言

在過去十年間，針對使用化學和生物武器的恐怖主義和軍事攻擊事件不斷發生，如東京地鐵沙林事件和炭疽污染信件等等，均是生化污染威脅的明顯例證。現今美軍提出許多預防和監偵化學與生物戰劑計畫，但都面臨一個重要問題，即是關於重要設施和敏感性裝備在遭受攻擊後應如何處置。消除能力在對人員及建築物消除程序已經多所精進，但對於電子裝備，如從飛機駕駛艙雷腦控制器到船艦雷達系統等，是未來必須面對的重大課題。無論如何，數十年來消除作業在軍事作為上扮演軍力回復的重要角色，而一些今日所知己使用多年的共同性消除藥劑，包括次氯酸鹽、漂白劑和消除劑(DS2)，這些藥劑對消除物體表面均有腐蝕性，且會造成環境的二次污染，雖然在大量消除作業能量中這是不可避免的。但現今軍事作戰型態與模式，環境保護也是一個必須考量的重要課題，故在軍事上除應要求對人員和裝備具消除能力外，更要求不可造成二次污染，所以發展同時可消除化學與生物戰劑且不會對環境造成二次污染的消除藥劑，已是先進國家核生化發展的重要課題。

而未來作戰中，消除需求應考量以下要項：第一要項應著重在實際需求，例如能滿足化學戰劑、生物戰劑、工業毒性物質和達到消除作業安全。第二要項為減少後勤需求，例如減少污水或運用無水化消除、減少廢棄物的產生、小/輕/少的消除物質消耗品、多重或雙重使用的消除器具。第三要項為應具備對各器件的相容性，如對偵檢器不會有誤偵事件、對物質不會損害、能結合其它消除方式或塗抹器、相容於石油/機油/潤滑油或其它戰場可見物質等。第四要項為應有可靠度、易用性、易維持等特性，最後應具有容易操作性，如容易製造、整備、操作和僅需最少訓練等。

貳、美軍未來消除計畫發展

2005 年美軍聯合計畫管理辦公室正在執行先進消除計畫（註1），此計畫主要是著眼在能設計出對人員、裝備、設施和各種地形具移除和中和之核生化污染消除。其願景與策略為初期是提供作戰中負擔得起的現代消除裝具和噴灑器，以使在污染環境，提供作戰中一個增益能力，以便能立即、易操作和完善消除。長期是具有最佳作戰消除能力，含概以下要項：

- 後勤整備對消除作業應考量物質、人力、水、動力、燃油、運輸等。
- 不污染環境。

●自我消除能力。此先進消除計畫共區分為三個系統，第一為聯合共同消除系統(Joint Service Family of Decontamination Systems, JSFDS)，第二為聯軍靈敏性消除系統(Joint Service Sensitive Decontamination System, JSSDS)，第三為聯軍國內消除平台(Joint Platform Interior Decontamination, JPID)等三個先進消除系統建置。現分別說明之：

一、聯合共同消除系統(JSFDS)

此系統又區分為兩大次系統，首先是針對聯合勤務人員/皮膚消除系統(Joint Service Personnel/Skin Decontamination System, JSPDS)，後為針對裝備、設施及地形之消除系統。此次系統又區分為聯軍人員攜帶型消除系統(Joint Service Man-Portable Decontamination System, JSM-PDS)、聯軍可運送消除系統(Joint Service Transportable Decontamination System, JSTDs)及聯軍定點消除系統(Joint Service Stationary Decontamination System, JSSDS)等三個次系統。總而言之，此系統主要目的是提升美軍作戰能力及使軍隊消除能力提升，以符合作戰任務即時、周詳之需求。其系統獲得策略，聚焦在系統與設計能力、採用商用現貨商品提供最大靈活度，以螺旋發展程序漸進獲得，且要符合作戰需求及運用現行野戰消除系統，從中學習取得經驗參數，並要同時著重戰術發展、材料開發、準則修訂、測試與評估工作。聯軍人員/皮膚消除系統(JSPDS)，美軍作戰需求文件是在 2004 年定案，2004 至 2006 年朝向安全、包裝、效益與相容性規劃設計，2007 年作最後確認與達到初期作戰能力，預計 2010 至 2011 年達到完全滿足作戰能力。而此系統主要是開發出超越現行 M291 個人消除包，以增加作戰能力。而其性能需求為

- （一）對皮膚消除是經驗證許可。
- （二）有效對抗生化戰劑與有毒工業物質(化學/生物/輻射)。
- （三）可相容於偵檢器，並具其它消除能力，例如石油、機油、潤滑油和其它在戰場上可發現的物質。
- （四）適合使用在人員、傷患、傷口和個人裝備。
- （五）操作溫度在-32℃ 到 54℃ 間。
- （六）儲存溫度和耐存時間。
- （七）包裝耐用和容易開封。

註 1 JPM Decontamination Advanced Planning Brief to industry, 26 April 2005, Lt Col DALE TAKENAKA

聯軍人員攜帶型消除系統(JSM-PDS)，預計 2008 至 2009 年達到完全滿足作戰能力，此攜帶及手提型消除系統，須達到對點、船側及設施外部消除，並取代 M11 和 M13 消除器。而其性能需求為

- (一) 容易操作。
- (二) 手提或背部系統。
- (三) 當需要時能立即工作。
- (四) 最小訓練和維修。
- (五) 具其它消除能力，例如石油、機油、潤滑油。
- (六) 多功能消除任務，如對飛機、無敏感建築物或設施內部空間，大或小裝備均可消除。

聯軍移動消除系統 (JSTDS)，系統區分成二部份，第一部份為大規模移動消除系統，此部份為執行載具、設施與地面消除能力，且能與現行消除系統及載具相容。例如可使用熱肥皂水消除，大地區消除與減少後勤支援等，其規劃需求要項為可在中型戰術車輛上、道路或硬質表面上使用，在半自動操作環境下需 2 員操作，可立即調整為多功能任務，可消除載具車頂和側邊，每小時消除 8 輛大型車輛和一架飛機 (C-9/B1B/C-5)，可對 13 公尺高建築物消除，單具可消除 5 公尺寬，一次作業量是 3000 平方公面積；第二部份為小規模移動消除系統，此系統可在任何地形移動，可裝載在高機動、多功能輪型車輛和大型非專用載具上，3 名操作人員可在 30 分鐘內完成組裝，可單獨使用或裝在載具上使用並適合於戰鬥中使用，由 2 員完成全部工作和每小時消除 8 輛中型載具或一架飛機(FA-18E/CH-53)，取代現行 M17 輕型消除器。

聯軍定點消除系統(JSSDS)，預計在 2012 或 2013 年達到初期作戰能力，2014 或 2015 年達到完全作戰能力。此系統主要提供後勤地區消除作業，例如飛機、商用或軍事載具及裝備、支援裝備，可由 C130 運輸，能在 6 小時內重新部署，1 小時內能完作作戰準備。聯軍共同消除系統面對挑戰的技術是能有效對抗生化戰劑和工業有毒物質，消除作業環境溫度範圍(-25°F到 130°F)，儲存能力規劃在 3 至 5 年放置擱板儲存溫度(-28°F至 160°F)。

二、聯軍敏感性消除系統(JSSDS)

主要是針對靈敏性、高價值及執行重要任務裝備(如圖 1)，這裡所指靈敏性裝備是不能使用傳統消除劑和消除程序之裝備或是裝備價值超過 500 美金之裝備。高價值裝備大都是小尺寸和運用封閉迴路系統，如夜視裝備、電腦、精密儀控等或執行重要任務之裝備，如作戰指揮中心、飛彈控制中心等。



圖 1. 靈敏性、高價值及執行重要任務裝備

此計畫由三軍的專業成員組成，同時針對陸海空三軍高精密裝備，如電子、航空電子設備、環境控制系統、生命支持系統和作業人員等提出規劃要點，但這些整合會因地點與裝備不同而有差異，如對戰車消除不會危害，對飛機可能就有危害；在海平面至 4000 呎高空其消除作業也有不同，在海中的船艦最大問題就是水源，以上所列這些裝備的材料也有所不同。因應下列問題，聯軍敏感性裝備消除計畫主持人 Burnett 把這計畫歸成三大部份：

第一部份為敏感性裝備的包覆部份消除。例如夜視裝備的護目鏡，此時用一封閉迴路的容器(如壓力鍋或洗碗機大小的儀器)消除這些裝備，就消除所有戰劑和移除污染。一個有機溶劑如冷凍材料的二氯二氟代甲烷可取代一般藥劑，它不會侵蝕金屬且對塑膠僅有些微危害，這些都是良好的消除藥劑。另對於一些消除程序是以破壞表面戰劑，雖是好的主意，但對裝備卻是危險的，所以最新觀念是先移除污染，再破壞戰劑。

JSSD 計畫的第一部份，有三個測試發展階段：第一階段為工程發展測試，第二為品質測試，第三為資訊鏈路測試。而在第一階段需有實驗室原型機組合測試，如材料、消除效率、安全、健康、環保、任務和偵檢器及後勤支援等。第二階段測試需有符合美軍 MIL-STD 810 及運輸、包裝等。第三階段需有野戰模擬及實驗戰劑測試、人因工程和後勤驗證與符合 MIL-STD 810、電磁干擾、電磁脈衝、可靠度、維修率及自然狀況影響。第二部份為對大地區的消除或容積處理，例如飛機內部、坦克或是受保護的作戰控制室，運用熱處理方法使其回復正常環境，例如對液體化學戰劑運用熱空氣消除系統。第三部份是支援能力去完成如第二部份的消除，但是要求能力移動中執行消除作業，如仍在飛行飛機或行駛的坦克及作戰中的船艦，如此可實現在這些裝備中工作人員能回復到正常環境下工作。這些消除程序不能影響任務和整個平台的運作。在這三個部份一個重要因素是發展對敏感電子裝備或敏感性表面消除的方法—例如飛機隱形表皮和其它關聯的無危險貨物(如圖 2)，而聯軍敏感性裝備消除必須對所有飛機、載具和船艦都能執行，也包括補給燃料、再整補武器等。

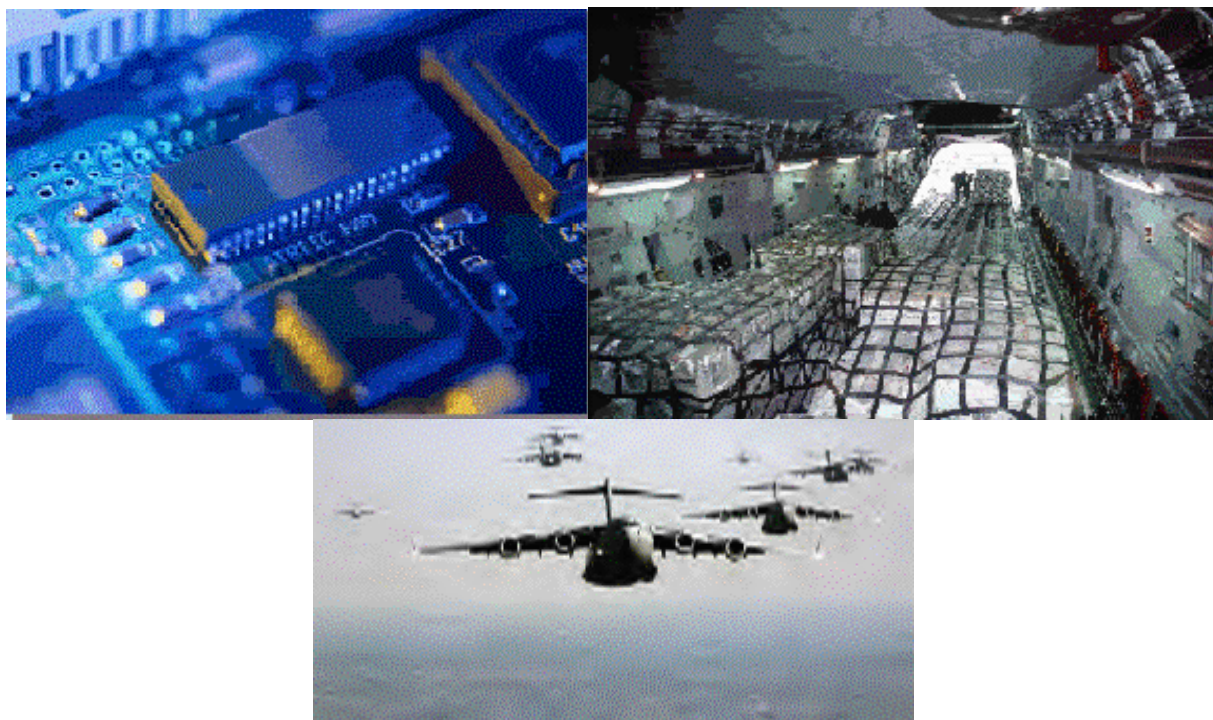


圖 2.聯軍敏感性裝備消除 (JSSSED)

三、聯軍內部消除平台(JPID) (註2)

聯軍內部消除平台(JPID)系統將消除航空器、運輸工具、船艦內部或建築物內部生化戰劑，目前美軍並不具有此能力。JPID 有兩個作業模式，第一為提供地面或裝備內部消除能力，第二是著重在消除程序、速度、效益、有毒工業物質消除和其它系統能力。而此系統主要針對飛機、車輛、機動維修設備和船艦內部，包括不能移動的敏感性裝備，並能在油料補充/後勤作業/武器整補等靜態環境下消除，另在機動環境下也能實施動態消除作業。其應具備之能力如下所述：

- (一) 操作程序、裝備系統或消除作業均不能危害到人員健康(如腐蝕物殘留、汽化等)。
- (二) 保證有毒工業物質、有毒工業化學、毒素戰劑和生化戰劑作戰下，能持續使用此內部平台。
- (三) 在消除作業期間，不會產生任何無法控制而導致危害健康與安全情形。
- (四) 不會降低防護等級。
- (五) 一次作業時間，不能小於 30 分鐘，才可實施整補。
- (六) 符合 463 公升裝載，其大小可裝載在高機動多功能輪型載具上(HMMWV)。

註2 [http://www.jpeocbd.osd.mil/documents/DC-JPID_\(L\).doc](http://www.jpeocbd.osd.mil/documents/DC-JPID_(L).doc).

參、美軍新式消除裝備發展現況

2005 年 5 月 30 日美陸軍第 612 工兵營 Andrew E. Johnson 化學中士在伊拉克使用新式消除器噴灑在中型戰術載具實施訓練，這系統是組裝在福特 350 的尾車(如圖 3)，士兵是在架設好的噴嘴上操作，可噴射到六層樓高(如圖 4)，圖 5 所示為參謀士官 Sandra A. Rogers(前者)和 Kerrethel Avery 中士教官(後者)，實施軟管噴灑訓練情形，此新式裝備為三個人員操作組成，一員駕駛，一員軟管，一員操作手，而軟管長度為 200 公尺。



圖 3.美陸軍照片，由 Jeremy D. Crisp 所拍

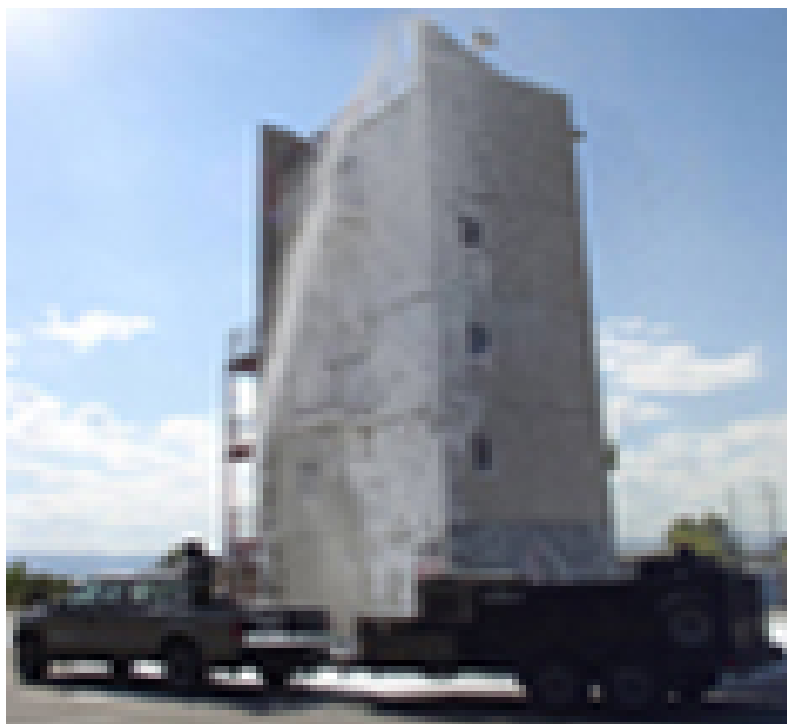


圖 4.樓層高噴灑訓練



圖 5. 2005 年 5 月 30 日於伊拉克訓練場景圖

2006 年 6 月 6 日於伊拉克（註3），美陸軍第 3 步兵師實施紮營訓練時，第 3 工兵群化學專家Fort Benning, Ga.和俄亥俄州第 612 國民兵工兵營，運用一天時間實施獵鷹固定設施消除系統野戰訓練(圖 6,7)，以對抗生化污染。獵鷹消除系統是一個大地區壓縮空氣泡沫卡車或尾車系統，除了具備生化戰劑消除功能外，也具備滅火能力。



圖 6.美陸軍 Andrew E. Johnson 中士(左)，Dan P. Cahill 參謀中士(中)和 Johnathan P. Abello 訓練情形



圖 7.美陸軍第 3 步兵師第 36 工兵群教官 Kerrethel Avery 化學中士士官長，於伊拉克時訓練獵鷹固定設施消除系統對一輛車輛實施噴灑消除

註3 CAMP LIBERTY, Iraq, June 6, 2006

另獵鷹 II 型是中小規模消除作業與可移動空氣壓縮泡沫及高壓/低容積液體消除散怖系統，可實施滅火(圖 8)、高壓操作，具核生化消除能力(圖 9)、危險物消除泡沫(圖 10)，冷熱肥皂水等消除。其運用原則為

- 生化消除作業
- 軍事野戰使用
- 工業與化學工廠
- 所有港口
- 燃油洩漏搶修
- 機場消除
- 水汽壓制
- 危險物控制與消除
- 工業設施火災與洩漏
- 一般去污工作
- 國土安全
- 國土防衛
- 緊急應援
- 野戰淋浴



圖 8. 獵鷹 II 型實施滅火訓練



圖 9. 獵鷹 II 型實施核生化消除作業



圖 10. 獵鷹 II 型泡沫消除作業

目前該系統最新研製型為獵鷹 III 型，此型是大規模地區作業壓縮空氣泡沫尾車系統(圖 11)，具有滅火泡沫、危險物泡沫和化學戰劑泡沫等三種消除物質，消除容量為 1030 加侖，固定軟管為 30 公尺，其性能為

- 專利多貯水槽特色
- 不銹鋼配管和組件
- 耐用型聚丙烯貯水槽
- 手槍式槍把噴嘴設計，軟管長度 30 公尺
- 裝滿時要能離地 20 呎
- 簡單、快速和易操作
- 最小維修需求
- 地面柱狀噴灑距離要有 86 呎，使用 6 個噴嘴可含括 100 呎的範圍
- 堅固耐用的結構



圖 11. 獵鷹 III 型

近期於 2006 年 8 月 25 日，美軍化學兵學校於野外驗證自動消除系統概念(圖 12)（註4），此概念是由機動援戰場實驗室花費三年時間所設計。這驗證將用兩週時間來進行，此概念是由於士兵從事直接消除作業是件危險工作，且未來化學兵部隊的任務將含括對機敏設施的保護。



圖 12.美國化學兵學校指揮官 Thomas Spoehr 上校，正在檢視自動化消除系統進行污染地區霧狀模擬消除作業

註 4 TRADOC News Service, Aug. 25,

肆、其它消除技術發展

一、泡沫消除劑

美軍現已發展三種類型泡沫消除劑，第一類型是去污和滅火雙重功能為主的消除劑，其性質為泡沫遇水就會發熱而膨脹，其和水的比例為 30：1(圖 13)，可使用在住家、建築物等，其耐儲時間超過 20 年。第二類是水膜泡沫消除劑，適用在燃油類滅火及去污，也可覆蓋在物體上形成一層阻燃效果，其與水或海水的比例為 15：1，耐儲時間超過 10 年。第三類為生化消除泡沫劑(圖 14)，為美國環境保護局認可消除藥劑，由桑地亞國家實驗室發展，運用易黏特性，對人員、載具、建物內外部、和地面等實施有效附著消除，對辦公室場所和空氣調節輸送管是安全的，其功能可對生化戰劑、大規模恐怖攻擊事件和髒彈等作消除處理。對於沙林、芥子氣等其它美軍所知悉化學戰劑具中和效用，且對不同種類有毒工業化學物質也是具有消除效用，此泡沫消除劑本身是無毒的，在消除過程中也是不會產生毒性。



圖 13. 泡沫膨脹情形



圖 14. 為生化消除泡沫劑對人員實施消除

此種泡沫消除劑，是經過美國官方及美軍多次驗證及許可，如美軍士兵暨生化指揮部 (SBCCOM)、艾德華生化中心 (ECBC)、西部沙漠測試中心、海軍作戰中化、環境保護局、伯可萊大學、堪薩斯州大學、IIT 研究所等單位。由此顯示出這種泡沫消除劑是最先進的消除要藥劑。

二、靜電消除系統 (註5) (圖 15):

靜電消除系統是快速且有效的表面消除技術，可摧毀生化戰劑與有毒工業化學物質，組成要件有光敏感藥劑噴頭、紫外光消除器、活性化器件及機組運送包與推車等(圖 15)，其在作業上有二個作業程序：

- (一) 第一程序：噴灑一層非常薄的專用光敏感藥劑。
- (二) 第二程序：使用紫外光照射消除物表面。

註 5 <http://www.biochemdecon.com/electrostaticdecon.html>

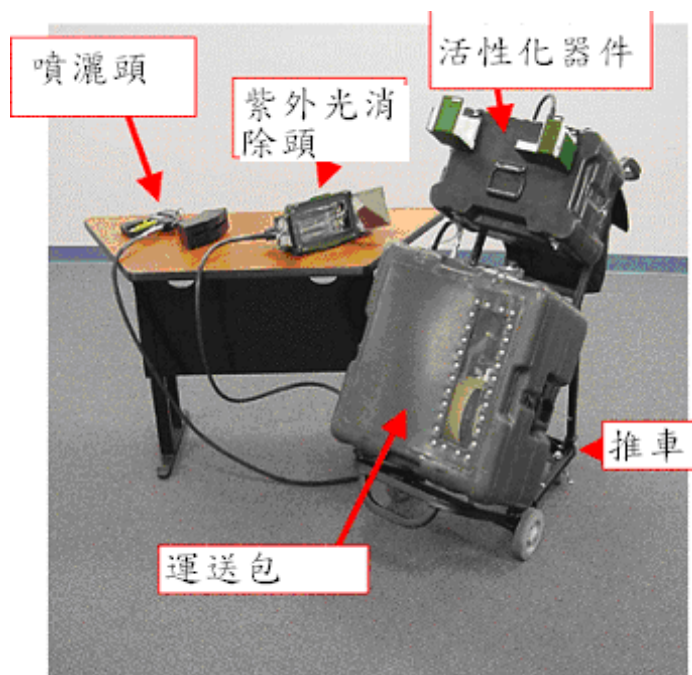


圖 15. 靜電消除系統

三、酵素消除劑

酵素消除劑是一種無毒、無腐蝕、無污染環保的接觸反應，可運用在化學神經戰劑消除，酵素是一種無水的有機磷酸，是種粉末包裝，可減少後勤負擔，美軍正考量 2008 年用酵素為基礎所研製的消除技術以取代現行 DS2，並可運用在聯軍敏感性軍品消除，而北大西洋公約組織也仿效美軍正在發展此種消除技術。

伍、結論

綜觀美軍近年來的消除作為與發展，莫不積極開發新式消除裝備與技術，以因應未來多面向生化戰劑與工業毒物及反恐等作準備，其發展重點除已有噴灑消除外，朝向中和及移除與摧毀表面戰劑等技術邁進，消除藥劑亦由有水消除，朝向無水、無污染、符合環保、滅火與雙功能(生化戰劑消除)等方向研製。