

核生化防護研發回顧

作者簡介



作者莊孝感先生，國立清華大學化學系(61 年班)、化學研究所(63 年班)，歷任國家中山科學研究院化學研究所助理研究員、副研究員、研究員、技士、技正、技監、副組長、組長，曾任國家中山科學研究院化學研究所化學戰防護計畫主持人。專長為軍用毒氣偵檢預警技術與裝備研發、軍用濾毒技術與裝備研發、軍用污染消除技術與裝備研發、有害氣體紅外光遙測技術研發及核生化戰場管理。

提要

- 一、由以往核生化戰史研析，交戰雙方在使用核生化武器之前，首先必須評估對方防護及反擊之能力，如對方防護裝備及訓練充份精良，且具強大反擊能力，則不敢輕率使用；如對方裝備及訓練皆屬匱乏，則核生化武器應為極佳之攻擊利器。
- 二、核生化防護為因應核生化大規模毀滅性武器危害及此類災害事故應變救援所需之能量，以確保及維持戰力，有效避免或降低人員、裝備、設施等遭受污染危害，科技發展領域著重於偵檢、防護、消除、預警等技術，以應用於各類作戰及災害防救場景。
- 三、中科院化學所配合國防部國軍指揮所(坑道)核生化防護設施整建政策，針對國軍各重要陣地、指揮所、坑道之集體化學防護設施之需求，建立各項規劃、設計、裝備製作、系統組裝及功能驗證之技術與能量，陸續完成國軍重要作指中心核生化防護系統設施籌(整)建。
- 四、中科院化學所完成毒氣偵檢裝備、核生化偵檢車、核生化防護服、污染消除裝備、核生化危害評估警報通報系統等重要核生化防護系統裝備研發，供國軍部隊納編籌補，整合應用於國軍核生化整體防護作戰及反恐應援任務。

關鍵詞：核生化防護、指揮所核生化防護系統、毒氣偵檢裝備、核生化偵檢車、核生化防護服、污染消除裝備、核生化危害評估警報通報系統

前言

核生化武器(Nuclear Biological and Chemical Weapons, NBC Weapons)被國際組織列為『大規模毀滅性武器(Weapons of Mass Destruction, WMD)』，除具傳統武器瞬間之殺傷力外，撒布於地表之殘留毒劑仍有持續殺傷力。在戰術應用上，其對部隊阻絕及機動性遲滯功效，為傳統武器所無法比擬。核生化武器可在大範圍地區內造成人員殺傷，亦易波及平民。因此，1925 年日內瓦公約禁止使用化生武器，又在 1975 年巴黎和會中，有 172 個國家簽約禁止『率先使用核生化武器』，但准許受核生化攻擊之簽約國以核生化武器還擊。由以往使用核生化武器之戰史及波灣戰爭研析，交戰雙方在使用核生化武器前，首先必須評估對方

防護及反擊能力，如對方防護裝備及訓練充分精良，且具強大反擊能力，則不敢輕率使用；如對方裝備及訓練皆屬匱乏，則核生化武器應為極佳攻擊利器。

核生化防護研發回顧

核生化防護為因應核子、生物及化學大規模毀滅性武器危害，及此類災害事故應變救援所需之能量，以確保及維持戰力，有效避免或降低人員、裝備、設施等遭受污染危害。科技發展領域著重於偵檢、防護、消除、預警等技術，以應用於各類作戰及災害防救場景：

- 一、偵檢方面：發展對氣、液、固態污染危害物的偵測、鑑別、定量偵檢能力。
- 二、防護方面：發展避免與降低暴露於污染物，避免與降低污染物對人員生理效應影響，保護關鍵性裝備的個人與集體防護能力。
- 三、消除方面：發展可快速回復人員戰力，維持與恢復裝備、設施主要功能的消除與醫療維護能力。
- 四、預警方面：發展蒐集、研判、整合偵測器、情報、醫療等系統資訊，進行危害污染預測分析，並傳送實際與潛在危害資訊，提供指揮官明瞭及預測污染危害狀況，預判部隊運動及偵檢、防護、消除關鍵能力後續發展狀態的戰場管理佈局能力。

中科院化學所近年來重要的核生化防護研發成果計有：國軍重要作指中心核生化防護系統、毒氣偵檢裝備、核生化偵檢車、核生化防護服、污染消除裝備、核生化危害評估警報通報系統等六大項。現將中科院化學所自力研發之核生化防護相關系統裝備研發歷程、成果、運用簡述如后。

一、毒氣偵檢裝備

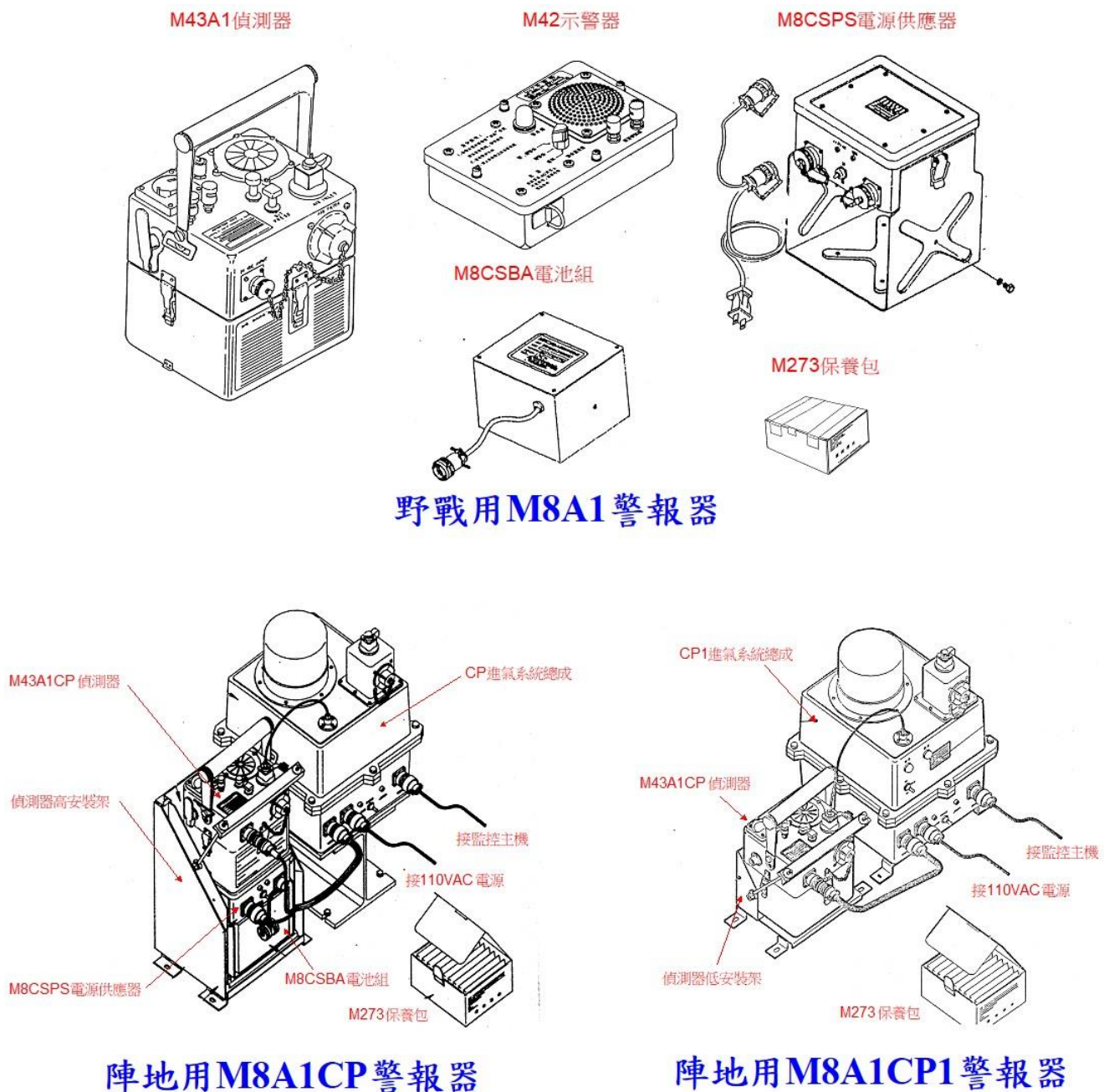
核生化偵檢裝備主要功能是偵檢、鑑別、定量空氣、水中、地表，與人員、裝備、設施之核生化污染危害，持續提供當地當時核生化污染狀況資訊。化學毒劑的偵檢預警裝備研發是化學研究所極為重要任務之一。

M8A1 化學毒劑自動警報器(M8A1 Chemical Agent Automatic Alarm，簡稱 M8A1 警報器)，係美軍 1982 年與廠商簽約生產之化學毒劑自動警報器。M8A1 警報器是以乾式的游離化原理自動偵檢空氣中的神經毒劑，操作維修作業較為簡易，可減少甚多的後勤補給支援，且可在無人監測下，連續 24 小時自動操作運轉。國軍於民國 72 年向美國軍購 200 套編裝配賦。由於 M8A1 警報器配賦階層為排級，國軍部隊需求量甚大。中科院化學所在國防部「核生化科技顧問會議」督導下，於民國 75 年完成 M8A1 警報器的仿製研發，至民國 80 年總計生產 M8A1 警報器 1,049 套供國軍部隊配賦使用，而後技轉聯勤 204 廠(現改制併入軍備局生產製造中心 202 廠)，廣續生產配賦國軍部隊使用。

惟 M8A1 警報器是化學毒劑自動偵檢警報裝備，偵檢神經性毒劑濃度超過示警濃度，警報器會自動發出警報，並停止偵檢運作(防止警報器內部偵檢組件受嚴重污染而喪失偵檢功能)，須經人員重新設定後，方能重啟偵檢運作。而國

軍指揮所(坑道)核生化防護設施需求的毒氣預警器，於毒襲時立即發出警報，且毒襲中可持續監測防護區外周遭之空氣中化學毒劑濃度，以利指揮所(坑道)核生化防護運作。有鑑於此，中科院化學所於民國 82 年完成 M8A1CP 陣地用警報器研發，至民國 85 年總計生產 M8A1CP 陣地用警報器 33 套，供天弓陣地與雄風陣地部署使用。由於 M8A1CP 陣地用警報器體積較為龐大，中科院化學所於民國 86 年將其縮裝研改為 M8A1CP1 陣地用警報器，於民國 88 年完成生產供金防部與天弓陣地部署使用。(如圖 1)

圖 1 中科院化學所研製之 M8A1 系列警報器



資料來源：中科院化學所研製資料。

圖 2 MD 系列多功能毒氣預警器



資料來源：中科院化學所研製資料。

由於 M8A1 系列警報器僅能偵檢神經性毒劑，中科院化學所參考國外先進化學毒劑自動偵檢警報裝備，於民國 88 年研發完成可偵檢神經性毒劑、糜爛性毒劑與室息性毒劑之 MD1A 多功能毒氣預警器(如圖 2)，於民國 100 年完成生產部署使用。民國 96 年中科院化學所依據國軍武器系統載具集體化學防護設施之需求，研發完成 MD1B 多功能毒氣預警器，於民國 102 年完成生產部署使用。民國 101 年中科院化學所續依據國軍集體化學防護設施需求，將 MD1B 多功能毒氣預警器研改成 MD1C 多功能毒氣預警器，於民國 107 年完成生產部署使用。

二、核生化偵檢車

核生化偵檢車係以具高機動越野能力之戰術輪車為載具，配備之主要核生化偵檢裝置有：化學戰(毒)劑偵檢/識別系統、核射線偵檢系統、核種分析系統、生物戰(毒)劑樣品採集辨識系統、遠距離化學戰(毒)劑監測系統、點測式化學毒劑監測系統、導航定位系統、氣象感測系統、樣品分析存儲系統、中央數據處理監控系統、通訊系統、遠距即時影像監視系統、核生化污染標識等，且車艙具備核生化正壓集體防護。核生化偵檢車配備精密之分析儀器、安全集體防護、快速機動載具及良好通訊傳輸設備，於遭受敵軍核生化或恐怖份子攻擊與國內核電廠及化學災變時，爭取預警、偵檢、防護時間，迅速採取災害管制作為，以降低傷亡，確保民眾之安全與國軍之戰力。

中科院化學所於民國 86 年研發完成第一代自製核生化偵檢車功能雛型，建立核生化偵檢車研發整合技術能量；並於國軍重要演習、年度核生化科技顧問會議及三軍重要幹部核生化巡教等以動態與靜態方式陳展，深獲認同與肯定。

國防部為使中科院化學所核生化偵檢車研發整合能量更加精進落實，核定中科院化學所 91 至 95 年賡續執行自製核生化偵檢車精進研發，計畫參考美軍 M93A1 核生化偵檢車功能，將中科院化學所精進之車輛核生化正壓集體防護技術、化學毒劑紅外光遠距遙測技術、化學毒劑點測式偵檢技術、機動層析/質譜化學毒劑分析技術、核生化自動採樣技術、氣象感測技術、核輻射監測技術、全球定位導航技術、核生化毒區污染標識技術、核生化指管通資情監偵(NBC C4ISR) 技術、整體後勤技術等，予以整合落實呈現，研發完成第二代自製核生化偵檢車功能雛型。

為符合「可行高速機動與越野能力之『四輪驅動車體』」需求，中科院化學所重新規劃核生化偵檢車，並設定為四輪驅動的福特 E 350 Van 為載台，並將核生化防護裝備重新設計整合組裝納入，研發完成第三代自製核生化偵檢車功能雛型。95 年 10 月陸軍司令部委請軍備局科產處與經濟部工業局召開陸軍核生化偵檢車案「國內產業自製能量評估」會議，會議決議：「本案由國內產業自製，且本院為適宜承接單位」。中科院化學所與陸軍化學兵處遂於 97 年 6 月完成陸軍 97-99 年核生化偵檢車委製案協議書簽署，並於 99 年 12 月如期如質完成 10 輛陸軍 99 式核生化偵檢車研製解繳。(如圖 3)

圖 3 中科院化學所研製之核生化偵檢車



第一代核生化偵檢車



第二代核生化偵檢車



第三代核生化偵檢車



99式核生化偵檢車

資料來源：中科院化學所研製資料。

三、核生化防護服

核生化防護服主要功能是防止化學毒劑、生物毒劑或放射性煙塵等透過皮膚引起人員傷害之皮膚防護器材。通常與防毒手套、防毒靴套及防護面具配合使用。核生化防護服防護原理可分為隔絕式與透氣式兩種。隔絕式防護服由不透氣膠布或高分子薄膜及其複合材料製成，可阻隔毒劑液滴滲透或毒劑蒸氣擴散透入，並可阻擋生物毒劑及放射性煙塵的透過，使人員皮膚與受染空氣隔絕。隔絕式防護服不能長時間穿著，主要供在嚴重污染區執行任務的人員使用。透氣式防護服由浸有化學活性物質之特殊透氣材料或含碳織物製成，可過濾與阻擋受染空氣中有害物質，使其無法滲入傷害皮膚，而空氣或水氣等能自由通過，透氣式防護服有較好之透氣散熱功能，可較長時間穿著。

防護服出現於第一次世界大戰。1917 年德軍首先使用芥氣，不僅能透過呼吸道使人員中毒，且能滲透服裝、鞋襪接觸皮膚傷害人員，於是出現以不透氣油布製成之防毒衣，爾後以合成橡膠防毒衣及塑膠防毒衣所取代。1920 年代，美軍配備以氯化石蠟將消毒劑浸漬於一般軍服上的防護服；1960 年代，英軍首先研製含碳透氣防護服。1990 年代以來，透氣式防護服發展迅速，性能不斷提昇，已成為各國軍隊普遍使用之防護裝備。

透氣式防護服由透氣材料製成之防護服。用於防止液滴或蒸氣毒劑接觸皮膚引起人員中毒，具有防毒、透氣、散熱等特性，同時具有偽裝、阻燃、防輻射塵等功能，可作為一般軍服穿著，亦可當戰鬥服使用。透氣式防護服按防護原理分為化學吸收型及物理吸附型兩類。化學吸收型由織物層上浸漬之化學活性劑與毒劑產生化學反應產生無毒物質，防止毒劑透過，如氯醯胺浸漬服。物理吸附型為藉活性碳層對毒劑吸附作用，並採用多層結構過濾防毒，如含碳透氣防護服及碳纖維防護服。

圖 4 國造七七式透氣碳纖防護服



資料來源：中科院化學所研製資料。

中科院化學所於民國 75 年開始進行透氣碳纖防護服研發，防護服材料組成採層分離式結構，分別為外層面布，中間層為不織布與碳纖布之膠合層(不織布面向外層，碳纖布面向內層)，及內層裡襯布料所組成。外層面布具撥水性及撥油性，印染符合本島植被色調之特殊設計虎斑式四色迷彩，中間層為不織布與碳纖布之膠合層，不織布與碳纖布以熱熔膠固著膠合，內層裡襯布為透氣吸汗性佳之棉布。中科院化學所於民國 77 年完成「國造七七式透氣碳纖防護服」(如圖 4)研發，經陸軍戰術測評合格後，技轉聯勤 302 廠生產製繳國軍需求，中科院化學所負責成品的防毒功能檢驗。

四、污染消除裝備

對人員、裝備、地面、建築物等實施消除、消毒核生化污染的技術，主要包括污染消除裝備、消除藥劑與消除方法三部分。污染消除裝備包括針對人員、裝備、地區及建築物等進行消毒或消除的各種車輛、裝備及其他消除器材等。利用消除器材將消除液(劑)噴灑或佈撒到被消除表面上，對毒劑、放射性污染、生物戰劑進行消除、消毒。消除藥劑為用於清除毒劑、放射性污染或生物戰劑及化學物質，包括消毒劑、消除液及溶劑。消毒劑用於對化學毒劑、生物戰劑進行消毒。消毒劑與毒劑產生化學反應，使其失去毒性。消除劑用於消除受感染表面上的放射性污染，用洗滌劑、綜合劑與水按比例調製成的消除液沖洗或刷拭受染表面，除去放射性污染，可剝性塑料加稀料後，噴灑在受染表層上，固化黏附放射性污染物後，從受染表面上剝去。隨著科技發展，新型消除裝備將朝向效率高、速度快、消除劑用量少、符合環保要求、機動性強及多功能的方向發展。

國軍制式的消除裝備有重型消除器(Heavy Decontamination Apparatus)與輕型消除器(Lightweight Decontamination Apparatus)。重型消除器亦稱為車載型消毒器(Power Driven Decontamination Apparatus)係結合機動載具、汲水泵浦、熱水器、水箱及噴灑系統所組成，消除能量視泵浦輸出轉速、水箱容量等而定，其具備機動性強，作業能量大等特點。機動式重型消毒器可噴灑消毒藥漿、熱水或泡沫消除溶液對大地區、建築物、大型裝備(含車輛)及人員實施消除作業，亦可擔任臨時沐浴及消防、汲水、運水、除冰之勤務，為野戰消除主要裝備。

鑒於國軍原配賦之美製 M12A1 500 加侖重型消毒器過於老舊鏽蝕，民國 92 年陸軍委請中科院化學所研改。新型重型消毒器於核生化狀況下，可對污染之道路、建築物、裝備實施三級消除作業，另可視需要實施救災任務。新型重型消毒器主要由泵浦總成(含消防水瞄)、水箱總成及副水箱等三套模組所構成，操作方便，可進行大區域之核生化消除與消防作業，化學所於 94 年完成重型消毒器研改解繳，如圖 5。

圖 5 93 式重型消毒器



資料來源：中科院化學所研製資料

輕型消除器亦稱為模組化消毒器(Modular Decontamination Apparatus)係針對車載型重消器性能研改，使具備更靈活、高機動性與儲水容量的模組化消除系統，不受地形限制等優點，適合專業及一般部隊使用。可針對人員、裝備、房舍遭受核生化戰劑污染時，可進行大規模地區與裝備消除，並可選擇高壓冷水、熱水、蒸氣及人員淋浴消除，在噴槍操作時可選擇柱狀或霧狀噴灑。

圖 6 輕型消毒器



資料來源：中科院化學所研製資料

中科院化學所於民國 88 年研發完成輕型消毒器(如圖 6)，輕型消毒器採模組化設計，由泵浦模組、加熱模組、水箱三部份組成。系統操作功能為高壓消除、高壓高溫消除、蒸汽消除、乾蒸汽消除、人員沐浴、泡沫噴覆、高壓水柱噴射等，化學所於 92 年接受空軍委製並部署於空軍各聯隊。

結語

中科院化學所遵照國防部令頒之「核生化防護政策指導及戰備整備規劃」，與各軍種規劃未來核生化防護主要裝備及設施工程需求，並參考先進國家核生化防護、反恐、災害防救、民防、緊急醫療之發展趨勢，研發建立國軍核生化防護裝備整備能力，強化國軍聯合作戰核生化整體防護戰力。

中科院化學所配合國防部國軍指揮所(坑道)核生化防護設施整建政策，針對國軍各重要陣地、指揮所、坑道之集體化學防護設施之需求，建立各項規劃、設計、裝備製作、系統組裝及功能驗證之技術與能量，陸續完成毒氣偵檢裝備、核生化偵檢車、核生化防護服、污染消除裝備等重要核生化防護系統裝備研製，供國軍部隊納編籌補，整合應用於國軍核生化整體防護及反恐應援系統。