

從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

作者簡介



作者柯嘉晟上士，畢業於中國科技大學視覺傳達設計系、化校士官高級班 101-2 期，歷任副班長、班長、區隊長，現任職本中心化學課程組教官。



作者高雪君中校，畢業於陸軍官校 87 年班(正 67 期)、化校正規班 90-1 期、國防大學理工學院應化所 94 年班，歷任排長、教官、連長、中隊長、營參謀主任，現任化訓中心化學課程組主任教官。

提要

- 一、執行偵檢作業之安全距離為可否順遂執行任務關鍵因素之一，若不適當距離，輕則延宕任務時序，重則危害人員生命安全，應審慎考量律定之。
- 二、歷年國軍準則主要參考緊急應變指南之初期隔離距離、搶救安全距離、預防警戒距離及《核生化中心作業手冊(第二版)》，然運用方式不同，產生不同作業安全距離，差距甚遠。
- 三、現行所使用之準則《陸軍偵消部隊訓練教範》僅說明未知狀況下之作業基點(距離)選定要領，未提供其他狀況下之選定要領。
- 四、本篇文章分析、統整各項參考資料運用，建議已知物質、未知物質及後續作業基點調整之安全距離參考數據，期藉本研究能使偵檢作業程序更加周延。

關鍵字：緊急應變指南、初期隔離距離、作業基點

前言

偵消部隊之偵檢班及一般部隊之偵消任務固定班，於化學戰狀況下負有劃分危害區域、污染物質判定及標示之任務，執行任務時作業基點為偵檢作業之起始點，若能正確判定污染物之隔離距離，選定適當作業基點，可避免作業人員受到危害物質的威脅，反之，若選定不適當位置，輕則增加體力的負擔，重則危害作業人員生命安全，甚至影響後續偵消支援作業遂行。

研究近年準則所律定作業基點與污染區中心之距離，由《偵消部隊訓練教範(第一版)》255 公尺至現行第二版提升為 1,400 公尺，發現選定原則中，結合多種參考資料，以致作業基點距離污染區過遠；若因環境(空間)受限，須以徒步方式作業，且須將防護等級提升至 A 級或 B 級防護狀況下，空氣呼吸器所儲存之空氣量無法支撐長時間、長距離作業，導致無法順利執行偵檢任務。

本文研究目的在探討現行所引用之參考資料是否符合任務及安全實需，另準則僅說明未知狀況下之作業基點(距離)選定要領，未提供已知部分或全部資訊

狀況下之處置作為，期藉查閱相關資料，研擬較合理之偵檢作業基點(距離)選定原則，以確保作業人員之安全及任務順利遂行。

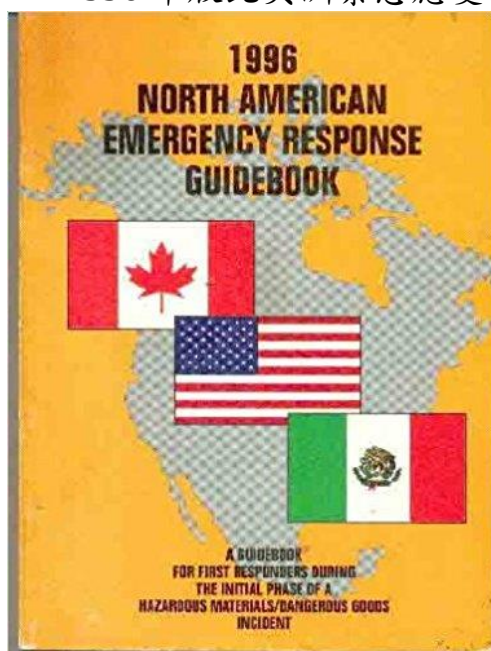
作業基點(距離)選定分析

目前尚保留可追溯之準則，分別為《化學兵偵消部隊教範¹》、《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範²》及現行所使用的《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)³》等三冊準則，章節中均說明偵檢作業程序及原則，並提供作業基點選定要領，其主要依據是引用美國交通運輸部(United States Department of Transportation, DOT)所出版之《緊急應變指南⁴》(中文譯本則是由工業技術研究院之緊急應變諮詢中心所翻譯)，下列就各準則作業基點選定方法提出分析。

一、化學兵偵消部隊教範

使用時期介於民 89 至 96 年初，筆者依出版時間推測文中作業基點選定所引用資料，係參考《1996 年版北美洲緊急應變指南(North American Emergency Response Guidebook, NAERG,96)》，如圖 1。

圖 1 1996 年版北美洲緊急應變指南



資料來源：HAZWOPER，

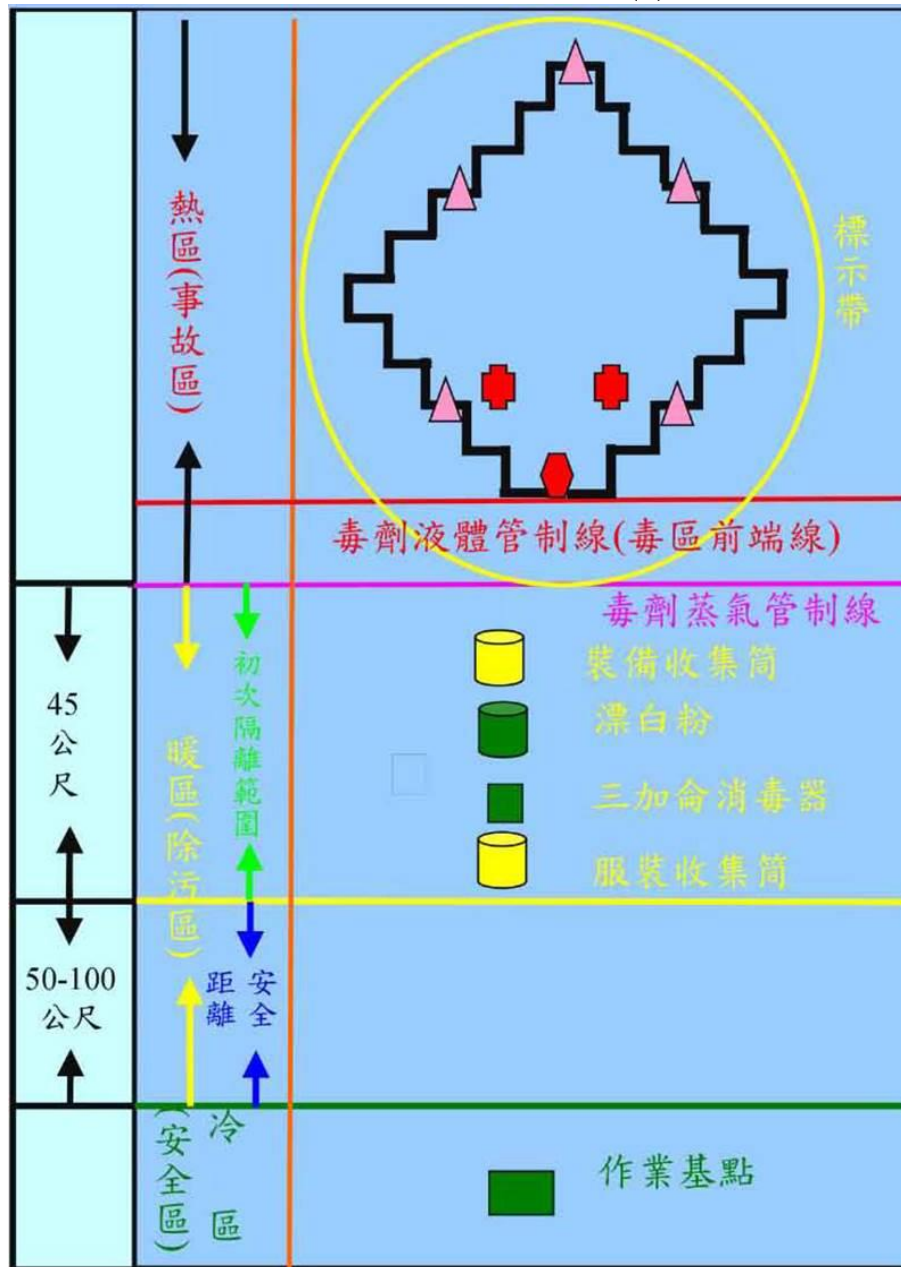
<https://slideshare.net/mobile/windsgroup/hazardous-waste-operations-and-emergency-response-34137331/>，2017 年 9 月 1 日下載。

-
- 1 陸軍總司令部印頒，《化學兵偵消部隊教範》(桃園：聯勤北部印製廠，民國 89 年 10 月)。
 - 2 國防部陸軍司令部印頒，《化學兵偵消部隊訓練教範》(桃園：國防部軍備局第 401 印製廠，民國 96 年 3 月)。
 - 3 國防部陸軍司令部印頒，《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)》(桃園：國防部軍備局第 401 印製廠，民國 104 年 12 月)。
 - 4 緊急應變指南為危害性化學品事故發生初期，供第一線應變人員參考使用。

(一)準則原文敘述

依化學災害緊急應變指南律定污染地區(事故區)初期隔離範圍為 45 公尺，化學戰劑在危害物質分類中列為第 6 類，其安全距離為 50~100 公尺，為確保偵檢作業人員安全，故暖區(除污區)設計為 95~145 公尺⁵(如圖 2)。

圖 2 徒步偵檢作業圖(1)



資料來源：陸軍總司令部，《化學兵偵消部隊教範》，民國 89 年 10 月，圖 4-8。

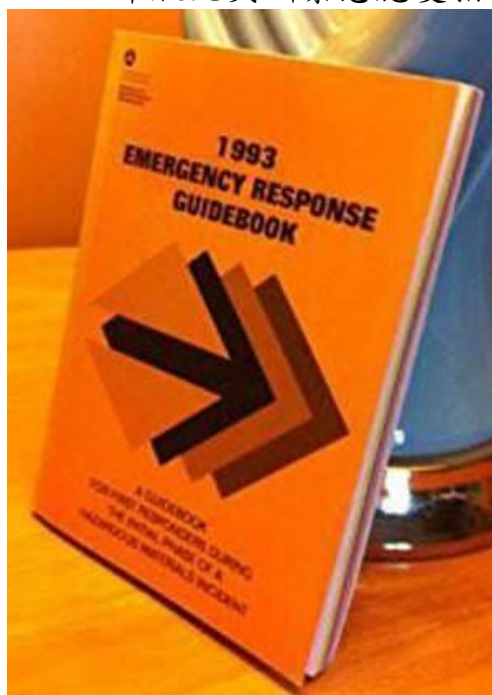
(二)參考依據分析

⁵ 如註 1，頁 4-68。

1.初期隔離距離：

原文所引用的《化學災害緊急應變指南》，無法確認是否為美國交通運輸部所出版之緊急應變指南，因文中所提《污染地區(事故區)之初期隔離距離為 45 公尺》，筆者查閱《1996 年版北美洲緊急應變指南》及前一版本《1993 年版北美洲緊急應變指南(1993 Emergency Response Guidebook, ERG 93)》(如圖 3)，均查無此數據，來源已不可考。

圖 3 1993 年版北美洲緊急應變指南



資料來源：amazon，<https://www.amazon.com/EMERGENCY-RESPONSE-GUIDEBOOK-1993-Responders/>，2017 年 10 月 2 日下載。

2.搶救安全距離：

《1996 年版北美洲緊急應變指南》尚未加入化學戰劑資訊，僅提供危害性化學物質之處理原則、初期隔離距離及保護行動距離。當時依環保署參考《1996 年版北美洲緊急應變指南》所建議之搶救安全距離及標示對照表，化學戰劑危害特性屬第 6 類，故搶救安全距離取其最大距離 50～100 公尺(如表 1)。

表 1 1996 年版北美應變指南建議之安全距離及標示對照表

物質類別	搶救安全距離 (單位：公尺)	危害性分類
爆炸性物質	500	1.1，1.2，1.3，1.5，1.6
爆炸性物質	100	1.4
有毒之易燃固體	100	4.1(潮濕狀態)
乾燥可能爆炸		

105-5 從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

物質類別	搶救安全距離 (單位：公尺)	危害性分類
毒性及易燃氣體	100-200	2.3 及 2.1
毒性及腐蝕性氣體	100-200	2.3 及 8
易燃氣體	50-100	2.1
易燃及腐蝕性氣體	100-200	2.1 及 8
腐蝕性氣體	100-200	8
不明壓縮或極低溫液化氣體	100	2
氧化性氣體	25-20	2.2 及 5.1
惰性(非易燃無毒)氣體	10-25	2.2
易燃液體及具毒性者	100-200	3，6.1
易燃液體及具腐蝕性者	50-100	3，8
易燃液體	50-100	3
易燃固體及具毒性及腐蝕性者	25-50	4.1，6.1(8)
易燃固體	10-25	4.1
自燃性物質(與空氣反應)	100-150	4.2
禁水性物質(與水作用產生有毒及 易燃氣體)	100-150	4.3
禁水性物質(與水作用產生易燃氣 體)	50-100	4.3
氧化性物質(液體)	50-100	5.1
氧化性物質(固體)	10-25	5.1
氧化性物質(禁水或不安定性高)	50-100	5.1
有機過氧化物(須冷凍控溫)	50-100	5.2
有機過氧化物(可長溫儲存)	25-50	5.2
毒性物質及腐蝕性且易燃	50-100	6.1，3，(8)
毒性物質及可燃、腐蝕性	25-50	6.1，(8)
感染性物質	10-25	6.2
放射性物質	25-50	7

參考資料：行政院環保署全球資訊網，<http://www.epa.gov.tw/cpDownloadCtl>

3.作業基點(距離)選定原則：

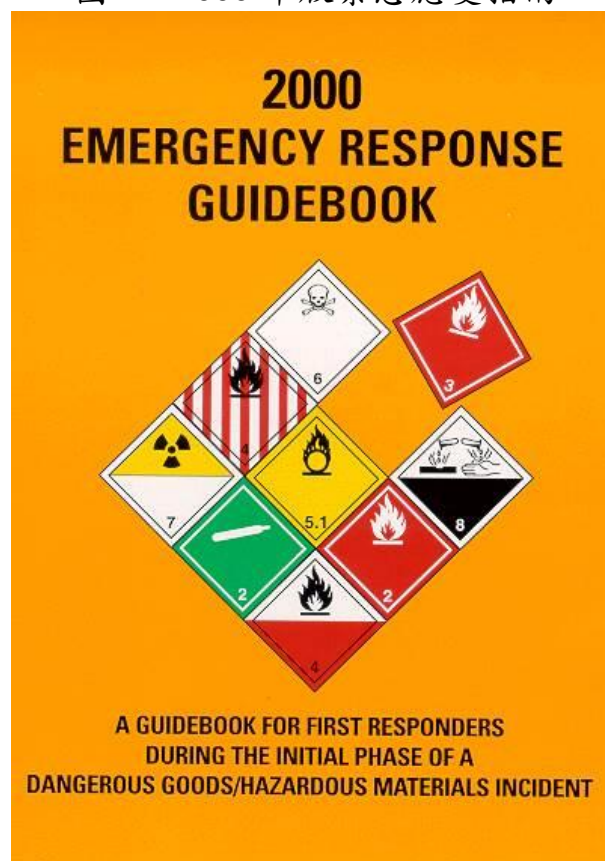
歷年作業基點選定原則，僅此版本以氣態管制線向上風處延伸，準則中未詳述其原因，但於偵檢組與受支援單位協調事項中，準則明述須瞭解「毒區邊緣之標示方式」，由此可見此版本將偵檢組定位為後續支援部隊，第一時間由一般部隊之偵消任務固定班執行狀況處置。

依上述分析，此作業基點選定原則是以偵消任務固定班所標示之氣態管制線向上風處，延伸初期隔離距離(45 公尺)+危害性分類第 6 類之搶救安全距離(50~100 公尺)，即作業基點位置設置於氣態管制線向上風 95~145 公尺處。

二、陸軍化學兵偵消部隊訓練教範

使用時期介於民 96 年初至 104 年底，準則所引用資料為《2000 年版緊急應變指南(2000 Emergency Response Guidebook, ERG 2000)》(如圖 4)，原先此手冊只運用於北美洲部分國家，後續南美洲國家亦將其作為應變手冊，故於西元 2000 年後之出版品，美國交通運輸部將《北美洲》字樣刪除。

圖 4 2000 年版緊急應變指南



資料來源：DOT，《2000 Emergency Response Guidebook, ERG 2000》，封面，2017 年 9 月 1 日下載。

(一)準則原文敘述

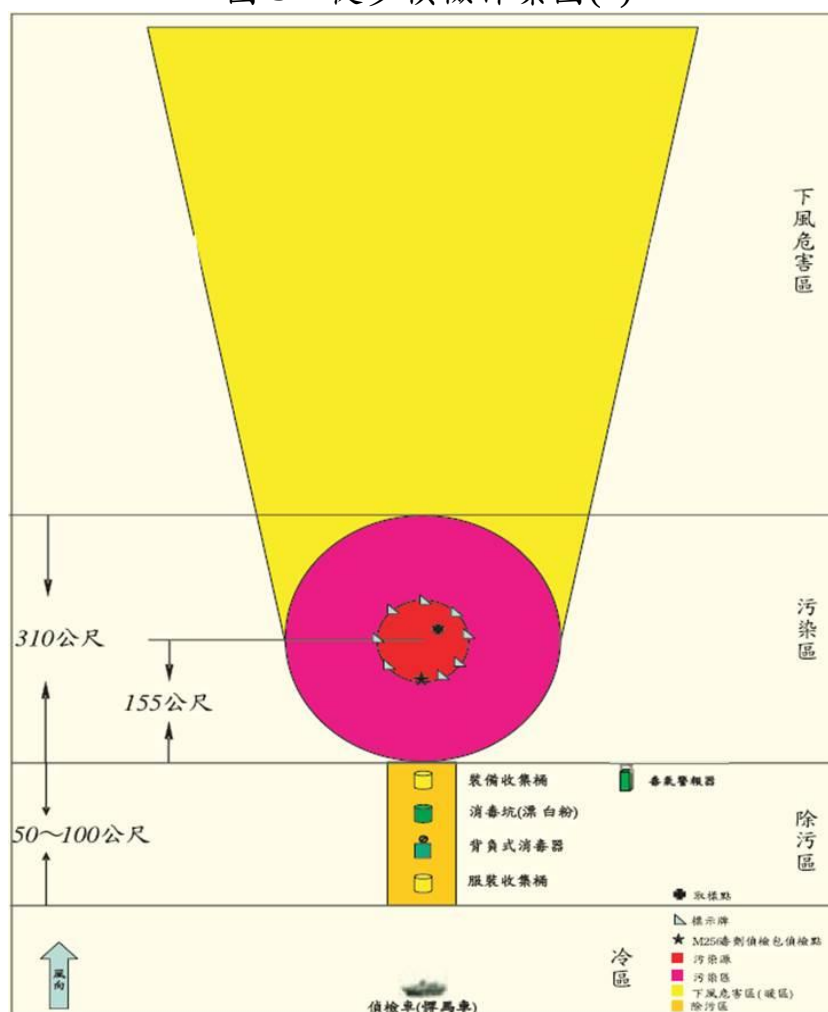
第一線執行部隊，依據緊急應變指南，化學戰劑小量洩漏初期隔離距離，以沙林戰劑最大(155 公尺)，故污染區範圍即以此距離為半徑之圓形區域；此類物質之搶救安全距離為 50~100 公尺為除污區之界線，故作業基點選定在液體污染區中心以外(205~255 公尺)之地區設置。⁶

支援部隊抵達後，選擇適當位置停車，此位置以具有較佳之隱蔽條件為主，通常距受支援部隊所標示之污染區範圍 50~100 公尺處以外之上風位置(如圖 5)。⁷

6 如註 1，頁 5-58。

7 如註 1，頁 5-59。

圖 5 徒步偵檢作業圖(2)



資料來源：國防部陸軍司令部《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範》，民國 96 年 3 月，圖 5-27。

(二)參考依據分析

1.初期隔離距離

《2000 年版緊急應變指南》首次加入化學戰劑資訊，說明如次：“Certain chemical warfare agents have been added to the Table of Initial Isolation and Protective Action Distances. The distances shown were calculated using worst case scenarios for these agents when used as a weapon.”⁸「譯：經確認過的化學戰劑已加入初期隔離距離及保護行動距離表中，此距離是根據此物質當作為武器時之最嚴重情況下計算出來的。」初期隔離距離及保護行動距離表中，化學戰劑於名稱後方標註”when used as a weapon”說明(如圖 6)，經統計後，各化學戰劑於小量洩漏之初期隔離距離，以光氣(CG)及沙林(GB)的 155 公尺為最大(如表 2)；就危害性而言，神經性戰劑對人體威脅

8 DOT 《ERG 2000》，P312。

較大，且當時所使用之預警裝備僅能偵檢神經性戰劑，故此準則以沙林 (GB)作為代表性物質。

圖 6 when used as a weapon

2810	Ethyl N,N-dimethylphosphoramidocyanidate	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	60 m (200 ft)	0.5 km (0.3 mi)	1.0 km (0.6 mi)
2810	GA (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.3 km (0.2 mi)	0.6 km (0.4 mi)	155 m (500 ft)	1.6 km (1.0 mi)	3.1 km (1.9 mi)
2810	GB (when used as a weapon)	155 m (500 ft)	1.6 km (1.0 mi)	3.4 km (2.1 mi)	915 m (3000 ft)	11.0+ km (7.0+ mi)	11.0+ km (7.0+ mi)
2810	GD (when used as a weapon)	95 m (300 ft)	0.8 km (0.5 mi)	1.8 km (1.1 mi)	765 m (2500 ft)	6.8 km (4.2 mi)	10.5 km (6.5 mi)
2810	GF (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.3 km (0.2 mi)	0.6 km (0.4 mi)	245 m (800 ft)	2.3 km (1.4 mi)	5.1 km (3.2 mi)
2810	H (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	60 m (200 ft)	0.6 km (0.4 mi)	1.1 km (0.7 mi)
2810	HD (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	60 m (200 ft)	0.6 km (0.4 mi)	1.1 km (0.7 mi)
2810	HL (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	HN-1 (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	HN-2 (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	HN-3 (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	Isopropyl methylphosphonofluoridate	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	L (Lewisite) (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	Mustard (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)
2810	Mustard Lewisite (when used as a weapon)	30 m (100 ft)	0.2 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)	95 m (300 ft)	1.0 km (0.6 mi)	1.8 km (1.1 mi)
2810	Pinacolyl methylphosphonofluoridate	60 m (200 ft)	0.5 km (0.3 mi)	0.8 km (0.5 mi)	215 m (700 ft)	2.1 km (1.3 mi)	3.1 km (1.9 mi)
2810	Poisonous liquid, n.o.s. (when 'Inhalation Hazard' is on a package or shipping paper)	215 m (700 ft)	1.9 km (1.2 mi)	4.3 km (2.7 mi)	915 m (3000 ft)	11.0+ km (7.0+ mi)	11.0+ km (7.0+ mi)
2810	Poisonous liquid, n.o.s. (Inhalation Hazard Zone A)	215 m (700 ft)	1.9 km (1.2 mi)	4.3 km (2.7 mi)	915 m (3000 ft)	11.0+ km (7.0+ mi)	11.0+ km (7.0+ mi)

Page 339

*** means distance can be larger in certain atmospheric conditions

資料來源：DOT《ERG2016》，P.339 及作者整理。

表 2 ERG 2000-化學戰劑初期隔離距離

聯合國編號	代號	中文名稱	初期隔離距離
1051	AC	氰化氫	60m
1076	CG	光氣	155m
1076	DP	雙光氣	60m
1556	MD	甲基二氯膦	30m
1556	PD	二氯苯基膦	30m
1589	CK	氯化氰	60m
1694	CA	氰溴甲苯	30m
1697	CN	苯氯乙酮	30m
1698	DM	亞當氏劑	60m
1699	DA	嘔吐性毒劑	30m
1892	ED	二氯乙烯砷	60m
2188	SA	砷化氫	60m
2810	BZ	畢茲	30m
2810	CS	催淚瓦斯	60m
2810	DC	嘔吐性毒劑	30m
2810	GA	泰奔	30m
2810	GB	沙林	155m
2810	GD	梭曼	95m
2810	GF	環狀沙林	30m

105-5 從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

聯合國編號	代號	中文名稱	初期隔離距離
2810	HD	芥氣	30m
2810	HL	芥氣與路易氏劑	30m
2810	HN1	氮芥氣-1	30m
2810	HN2	氮芥氣-2	30m
2810	HN3	氮芥氣-3	30m
2810	L	路易氏劑	30m
2810	VX	維埃克斯	30m
2811	CX	光氣污	30m

資料來源：作者整理

2. 搶救安全距離

環保署亦參考《2000 年版緊急應變指南》所建議之搶救安全距離及標示分類對照表，化學戰劑危害特性屬第 6 類，故搶救安全距離取其最大距離為 50~100 公尺(如表 3)。

表 3 2000 年版緊急應變指南建議之安全距離及標示對照表

物質類別	搶救安全距離(公尺)	危害性分類
爆炸性物質(1.1,1.2,1.3,1.5,1.6)	500	1.1~1.3, 1.5, 1.6
爆炸性物質(1.4)	100	1.4
有毒之易燃固體		
乾燥可能爆炸	100	4.1(潮濕狀態)
毒性及易燃氣體	100-200	2.3 及 2.1
毒性及腐蝕性氣體	100-200	2.3 及 8
易燃氣體	50-100	2.1
易燃及腐蝕性氣體	100-200	2.1 及 8
腐蝕性氣體	100-200	8
不明壓縮或極低溫液化氣體	100	2
氧化性氣體	25-20	2.2 及 5.1
惰性(非易燃無毒)氣體	10-25	2.2
易燃液體及具毒性者	100-200	3, 6.1
易燃液體及具腐蝕性者	50-100	3, 8
易燃液體	50-100	3
易燃固體及具毒性及腐蝕性	25-50	4.1, 6.1(8)
易燃固體	10-25	4.1
自燃性物質(與空氣反應)	100-150	4.2
禁水性物質(與水作用產生有毒及易燃氣體)	100-150	4.3
禁水性物質(與水作用產生易燃氣體)	50-100	4.3

物質類別	搶救安全距離(公尺)	危害性分類
氧化性物質(液體)	50-100	5.1
氧化性物質(固體)	10-25	5.1
氧化性物質(禁水或不安定性高)	50-100	5.1
有機過氧化物(須冷凍控溫)	50-100	5.2
有機過氧化物(可長溫儲存)	25-50	5.2
毒性物質及腐蝕性且易燃	50-100	6.1, 3, (8)
毒性物質及可燃、腐蝕性	25-50	6.1, (8)
感染性物質	10-25	6.2
放射性物質	25-50	7

參考資料：環保署《毒性化學物質災害緊急查詢手冊》附錄二，民國 94 年 5 月。

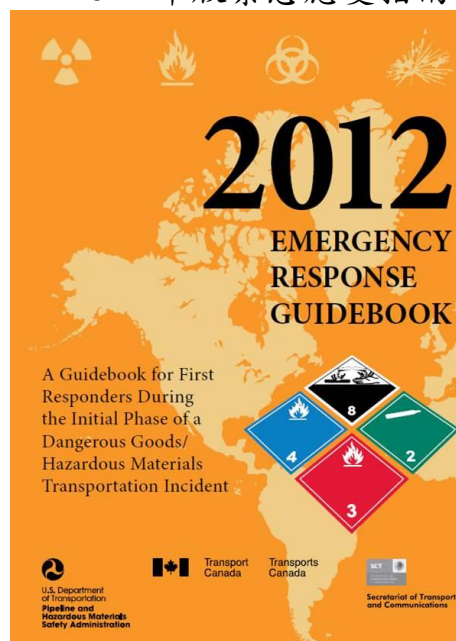
3.作業基點(距離)選定原則

依上述分析，此作業基點選定原則係以污染區中心向上風處，延伸神經性戰劑沙林(GB)小量洩漏之初期隔離距離(155 公尺)+危害性分類第 6 類之搶救安全距離(50~100 公尺)，故將作業基點位置設置於污染區中心向上風 205~255 公尺處。

三、陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)

使用時期介於民國 104 年底至今，偵檢組(準則第三章)及偵消任務固定班(附件六)作業基點選定所引用資料為《2012 年版緊急應變指南(Emergency Response Guidebook, ERG 2012)》(如圖 7)。

圖 7 2012 年版緊急應變指南

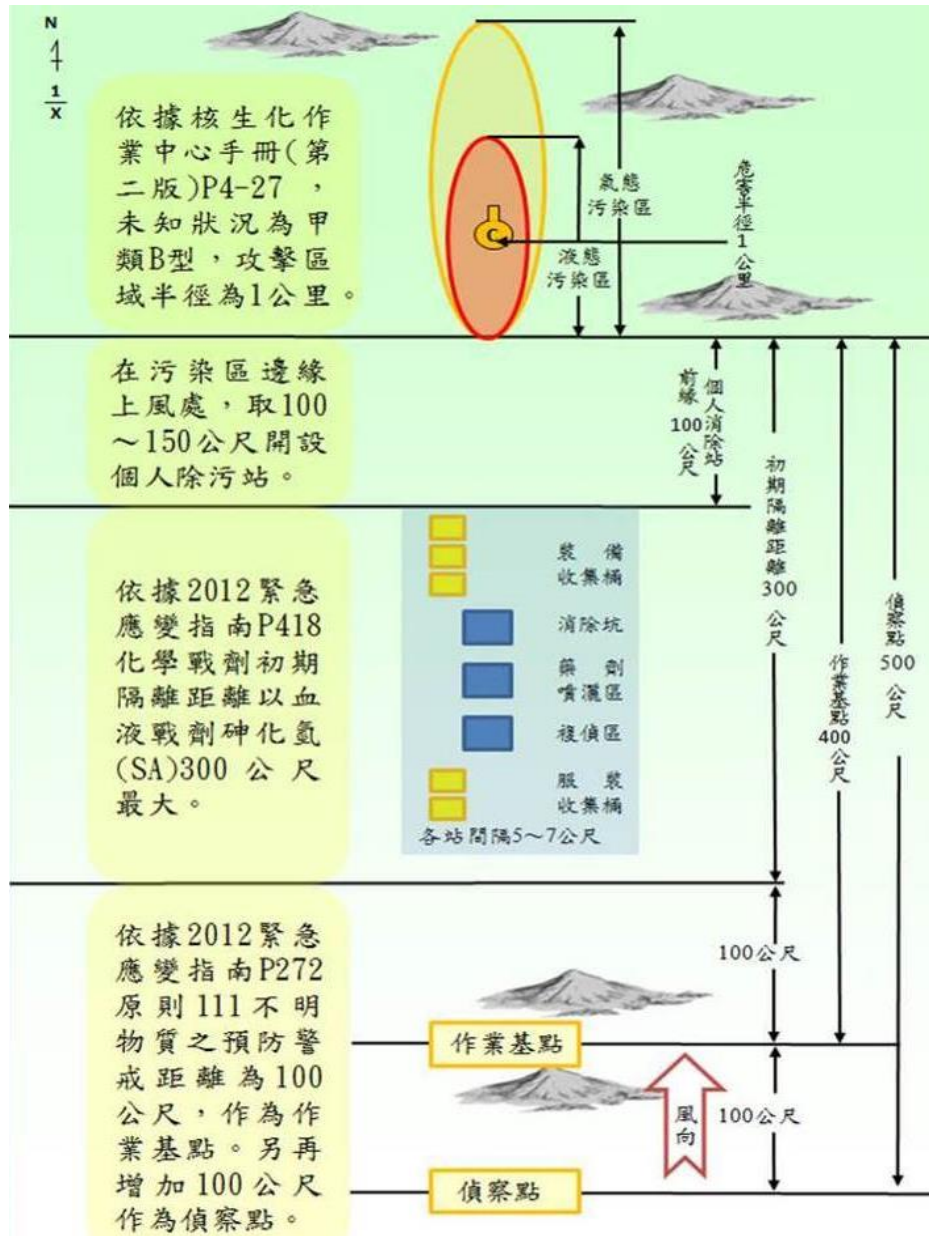


資料來源：DOT,《Emergency Response Guidebook, ERG 2012》,封面，
2017 年 9 月 1 日下載。

(一)準則原文敘述

依據《核生化中心作業手冊(第二版)》，未知狀況為甲類 B 型，攻擊區域半徑為 1 公里，此為液態污染區邊界；依據《2012 年版緊急應變指南》中，化學戰劑初期隔離距離以血液性戰劑砷化氫(SA)300 公尺最大，此為氣態污染區邊界；依據 2012 年版緊急應變指南原則 111 不明物質之預防警戒距離為 100 公尺⁹，故作業基點選定於液體污染區中心向上風處，延伸 1,400 公尺處(如圖 8)。

圖 8 偵檢作業間距圖



資料來源：國防部陸軍司令部印頒，《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)》，104年12月，圖3-11。

⁹ 如註3，頁3-54。

(二)參考依據分析

1.液態污染區邊界

此版本首次在初期危害辨識區分液態及氣態污染邊界，目的是考量爆炸後物質所產生的擴散效果，其液態污染邊界是參考《核生化中心作業手冊(第二版)》。因戰劑種類及攻擊型式不同，可分為甲¹⁰、乙¹¹兩種型式，附註中說明「除非有證據知道為乙類攻擊，否則均假設為甲類攻擊」，故於未知的狀況下，以甲類攻擊半徑 1 公里為液態污染區邊界距離，如表 4。

表 4 攻擊種類

攻擊型式		種類	攻擊區域半徑	風速	下風危害
甲類(非持久性如 GB、GD、CX、CG、AC、GF、CK)		A	1 公里	小於或等於每小時 10 公里	10 公里半徑圓
		B	1 公里	大於每小時 10 公里	不同投射系統之下風危害距離分別為：10、15、30 或 50 公里
乙類（持久性如 HN-3、L、HD、TH、TGD、VX）		A	1 公里	大於每小時 10 公里	10 公里
		B	2 公里	大於每小時 10 公里	10 公里
		C	大於 2 公里	大於每小時 10 公里	10 公里
		D1	≤1 公里	小於或等於每小時 10 公里	半徑 10 公里圓
		D2	1~2 公里		
		D3	≥2 公里		
附註	一、除非有證據知道為乙類攻擊，否則均假設為甲類攻擊。 二、若攻擊區域大小未知，則假設為乙類 B 型攻擊。 三、下風危害距離主要是依據投射方法及位溫梯度而訂。 四、大氣穩定狀況未知則假設為強烈逆增。				

參考資料：國防部陸軍司令部印頒，《核生化中心作業手冊(第二版)》，96 年 11 月，表 4-11。

- 10 甲類係氣態污染，暫時性、血液性戰劑及光氣是此類戰劑的代表，通常於目標上風處以浮質或蒸氣雲方式灑布，完全沒有或僅有少量地面污染，投射系統通常以砲彈及多管火箭。
- 11 乙類係地面污染，持久性神經戰劑及芥氣是此類戰劑的代表，投射系統通常以噴灑箱噴灑、空炸砲彈、火箭、飛彈及化學地雷。

2. 氣態污染區邊界

氣態污染邊緣是參考《2012 年版緊急應變指南》。化學戰劑小量洩漏初期隔離距離，以糜爛性戰劑甲基二氯膦(MD)及血液性戰劑砷化氫(SA)之 300 公尺為最大(如表 5)，此準則以砷化氫(SA)作為代表性物質。

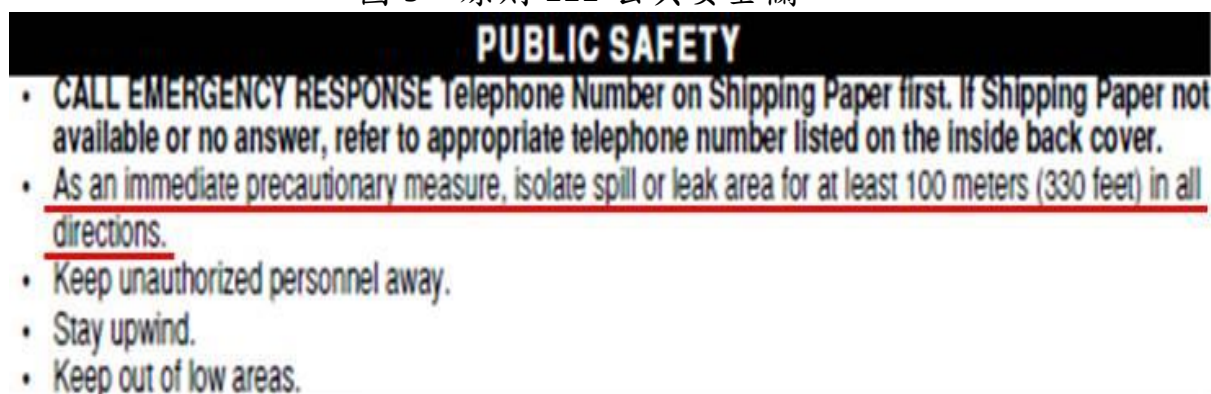
表 5 ERG 2012-化學戰劑初期隔離距離

聯合國編號	代號	中文名稱	初期隔離距離
1051	AC	氰化氫	60m
1076	CG	光氣	150m
1076	DP	雙光氣	30m
1556	MD	甲基二氯膦	300m
1556	PD	二氯苯基膦	60m
1589	CK	氯化氰	150m
1694	CA	氰溴甲苯	30m
1697	CN	苯氯乙酮	30m
1698	DM	亞當氏劑	30m
1699	DA	嘔吐性毒劑	30m
1892	ED	二氯乙烯砷	150m
2188	SA	砷化氫	300m
2810	BZ	畢茲	60m
2810	CS	催淚瓦斯	30m
2810	DC	嘔吐性毒劑	30m
2810	GA	泰奔	30m
2810	GB	沙林	60m
2810	GD	梭曼	60m
2810	GF	環狀沙林	30m
2810	HD	芥氣	30m
2810	HL	芥氣與路易氏劑	30m
2810	HN1	氮芥氣-1	60m
2810	HN2	氮芥氣-2	60m
2810	HN3	氮芥氣-3	30m
2810	L	路易氏劑	30m
2810	VX	維埃克斯	30m
2811	CX	光氣污	60m

資料來源：作者整理

再參考《2012 年版緊急應變指南》原則 111「混合裝載/未確認或不明物質之貨物」，於「公共安全(PUBLIC SAFETY)」欄位中，隔離洩漏或外洩區域周圍至少 100 公尺區域，作為立即預防警戒措施(如圖 9)。

圖 9 原則 111-公共安全欄



資料來源：DOT《ERG2000》，P.160。

3.作業基點(距離)選定原則：

依上述分析，此作業基點選定原則係以污染區中心向上風處，延伸攻擊型式甲類 B 型(1 公里)+砷化氫小量洩漏之初期隔離距離(300 公尺)+原則 111 不明物質之預防警戒距離(100 公尺)，故將作業基點位置設為污染區中心向上風 1,400 公尺處。

四、小結

分析各時期作業基點選定原則，主要引用緊急應變指南中所律定之化學戰劑初期隔離距離，但運用方法不同，而產生距離差異；另現行使用準則《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)》中，考量攻擊距離、初期隔離距離及不明物質預防警戒距離，多重引用參考條件，導致作業基點與污染區距離過遠，恐影響後續偵檢任務執行，唯有適切選用參考資料，律定適當距離，才能確保作業人員於安全環境下順利執行任務，故就現行準則選定參考資料實施研析。

準則作業基點(距離)選用原則研析

一、攻擊距離

依《核生化中心作業手冊(第二版)》準則內容，繪製甲類下風危害區域圖時，係以攻擊(洩漏)點為圓心，以 1 公里為半徑畫一個圓，即為攻擊區。此攻擊距離與緊急應變指南之初期隔離距離之起點相同，故不應與緊急應變指南之初期隔離距離累加計算。

二、緊急應變指南選用原則

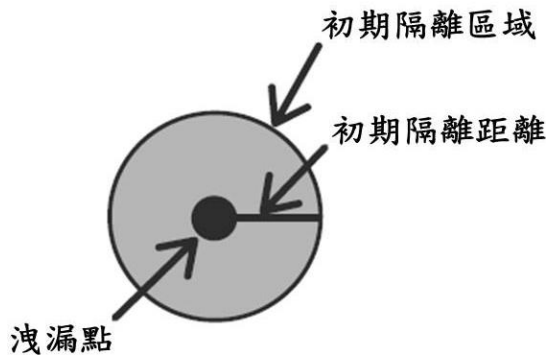
(一)初期隔離距離使用方法

依據《2016 年版緊急應變指南(2016 Emergency Response Guidebook, ERG 2016)》的說明，初期隔離距離其定義為事故現場周圍的區域，此區域的人員可能會暴露於具有危險物質(上風處)和威脅生命(下風處)濃度的環境(如圖 10)。若是已知物質，應先查閱危害物質之聯合國編號及確認洩漏量，再查閱初期隔離距離，依該危害物質洩漏量，以洩漏中心向周圍延伸初期隔離距離(如圖 11)。若無法得知正確位置，於會銜時確認毒區概略

105-5 從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

位置，或現地偵察是否有明顯彈坑，以作為污染中心。

圖 10 初期隔離距離



資料來源：DOT《ERG2016》，P.294 及作者整理。

圖 11 查詢初期隔離距離

小量洩漏

大量洩漏

TABLE 1 - INITIAL ISOLATION AND PROTECTIVE ACTION DISTANCES

			SMALL SPILLS (From a small package or small leak from a large package)				LARGE SPILLS (From a large package or from many small packages)			
ID No.	Guide	NAME OF MATERIAL	First ISOLATE in all Directions	Then PROTECT persons Downwind during			First ISOLATE in all Directions	Then PROTECT persons Downwind during		
			Meters (Feet)	DAY Kilometers (Miles)	NIGHT Kilometers (Miles)		Meters (Feet)	DAY Kilometers (Miles)	NIGHT Kilometers (Miles)	
1005	125	Ammonia, anhydrous	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)			Refer to table 3		
1005	125	Anhydrous ammonia	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.7 km (0.4 mi)	400 m (1250 ft)	2.2 km (1.4 mi)	4.8 km (3.0 mi)		
1008	125	Boron trifluoride	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.7 km (0.4 mi)					
1008	125	Boron trifluoride, compressed	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	200 m (600 ft)	1.2 km (0.7 mi)	4.4 km (2.8 mi)		
1016	119	Carbon monoxide	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)					
1016	119	Carbon monoxide, compressed	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)					
1017	124	Chlorine	60 m (200 ft)	0.3 km (0.2 mi)	1.1 km (0.7 mi)			Refer to table 3		
1026	119	Cyanogen	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.4 km (0.3 mi)	60 m (200 ft)	0.3 km (0.2 mi)	1.1 km (0.7 mi)		
1040	119P	Ethylene oxide	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)			Refer to table 3		
1040	119P	Ethylene oxide with Nitrogen	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)			Refer to table 3		
1045	124	Fluorine	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	100 m (300 ft)	0.5 km (0.3 mi)	2.2 km (1.4 mi)		
1045	124	Fluorine, compressed	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.1 mi)	100 m (300 ft)	0.5 km (0.3 mi)	2.2 km (1.4 mi)		
1048	125	Hydrogen bromide, anhydrous	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.2 km (0.2 mi)	150 m (500 ft)	0.9 km (0.6 mi)	2.6 km (1.6 mi)		
1050	125	Hydrogen chloride, anhydrous	30 m (100 ft)	0.1 km (0.1 mi)	0.3 km (0.2 mi)			Refer to table 3		
1051	117	AC (when used as a weapon)	60 m (200 ft)	0.3 km (0.2 mi)	1.0 km (0.6 mi)	900 m (3000 ft)	3.7 km (2.3 mi)	8.4 km (5.3 mi)		
1051	117	Hydrocyanic acid, aqueous solutions, with more than 20% Hydrogen cyanide	60 m (200 ft)	0.2 km (0.2 mi)	0.9 km (0.6 mi)	300 m (1000 ft)	1.1 km (0.7 mi)	2.4 km (1.5 mi)		
1051	117	Hydrogen cyanide, anhydrous, stabilized	60 m (200 ft)	0.2 km (0.2 mi)	0.9 km (0.6 mi)	300 m (1000 ft)	1.1 km (0.7 mi)	2.4 km (1.5 mi)		
1051	117	Hydrogen cyanide, stabilized	60 m (200 ft)	0.2 km (0.2 mi)	0.9 km (0.6 mi)	300 m (1000 ft)	1.1 km (0.7 mi)	2.4 km (1.5 mi)		

小量洩漏之
初期隔離距離

大量洩漏之
初期隔離距離

Page 296

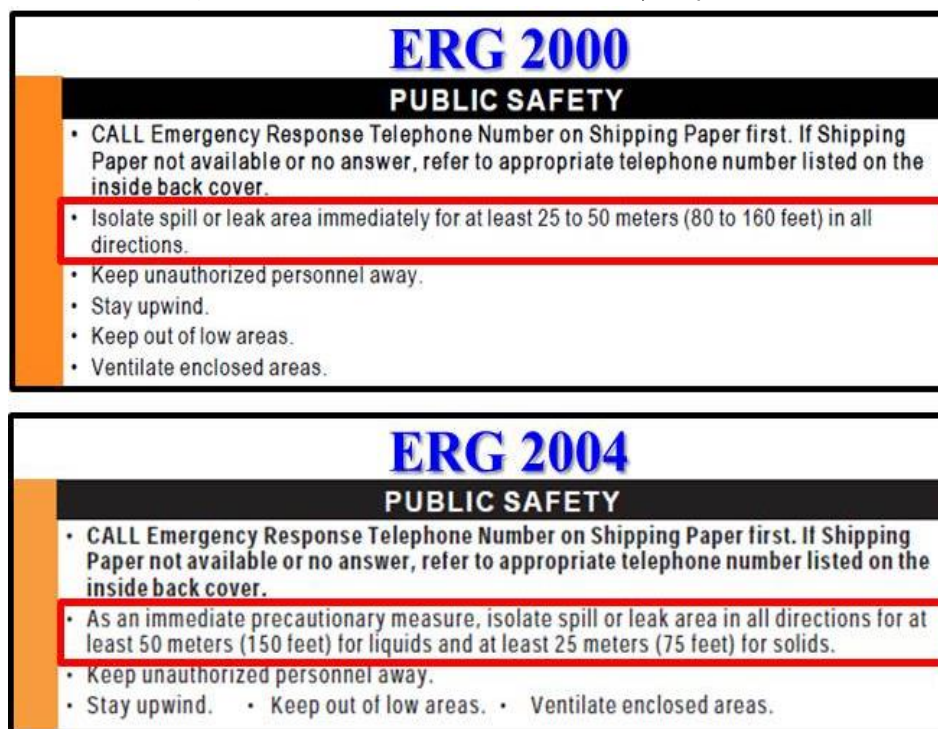
資料來源：DOT《ERG2016》，P.296 及作者整理。

(二)搶救安全距離及預防警戒距離之定義

歷年準則中出現「搶救安全距離」及「預防警戒距離」兩項用詞，其出處都是來自緊急應變指南內容，經筆者查閱相關資料後，發現緊急應變指南於 2000 年版前及 2004 年版後，在處理原則之「公共安全(PUBLIC SAFETY)」欄位中，因原文以不同方式說明，故後續環保署於相關災害防救資料中，使用不同中文翻譯(如圖 12)，其原意均指當事故發生後，於洩漏區周圍應至少

保持的安全距離。

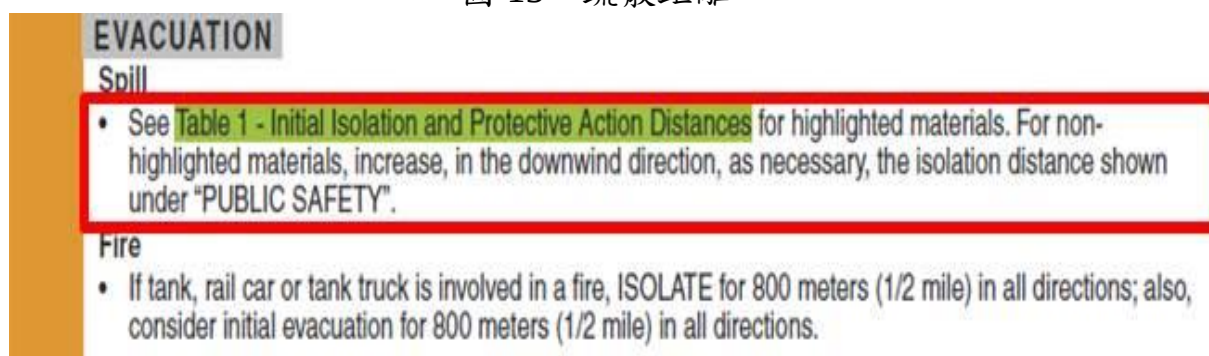
圖 12 搶救安全距離及預防警戒距離



資料來源：作者整理。

緊急應變指南之公共安全欄位中明確說明疏散距離，《對於填色物質¹²應查閱初期隔離及保護行動距離表，未填色物質則參考處理原則之《公共安全》所示，並視必要增加下風處之疏散距離(如圖 13)》；故此距離正確運用方法，若洩漏物質為吸入性毒性危害物質(TIH)，應查閱初期隔離及保護行動距離表中所建議之隔離距離，若非吸入性毒性危害物質(TIH)，則參考《公共安全(PUBLIC SAFETY)》所建議之預防警戒距離，兩者隔離距離，不得累加計算。

圖 13 疏散距離



資料來源：DOT《ERG 2016》，P.244 及作者整理。

(三)大、小量洩漏之定義

於《2008 年版緊急應變指南(ERG 2008)》前，其洩漏量是以小(等)於 200 公升之液體及小(等)於 300 公斤之固體，定義為小量洩漏；超過 200 公升(53

12 填色物質是指吸入性毒性危害物質(Toxic Inhalation Hazard, TIH)。

美制加侖)之液體及 300 公斤之固體，定義為大量洩漏。於《2012 年版緊急應變指南(ERG 2012)》中，其液體洩漏量修正為小(等)於 208 公升(55 美制加侖)，定義為小量洩漏；超過 208 公升之液體，定義為大量洩漏。然《2008 年版緊急應變指南(ERG 2008)》於「初期隔離與防護行動的背景資料」說明中，對於大、小量洩漏之定義新增一項說明，而此說明卻常被忽略，其內容如次：

“Spills that involve releases of approximately 208 liters for liquids (55 US gallons) and 300 kg for solids (660 lbs) or less are considered Small Spills, while spills that involve greater quantities are considered Large Spills. An exception to this is certain chemical warfare agents where Small Spills include releases up to 2 kg (4.4 lbs), and Large Spills include releases up to 25 kg (55 lbs). These agents are BZ, CX, GA, GB, GD, GF, HD, HL, HN1, HN2, HN3, L and VX.”¹³「譯：洩漏情境包含小(等)於 208 公升(55 美制加侖)的液體，與小(等)於 300 公斤(660 磅)的固體，定義為小量洩漏，而洩漏超過 208 公升(固體為 300 公斤)則定義為大量洩漏兩種。例外的狀況是 BZ、CX、GA、GB、GD、GF、HD、HL、HN1、HN2、HN3、L 與 VX 化學戰劑是以大於 2 公斤(4.4 磅)作為小量洩漏，大於 25 公斤(55 磅)作為大量洩漏考量。」

歷年準則均以化學戰劑之小量洩漏，作為初期隔離距離之參考，然上述化學戰劑其密度均大於 1g/cm^3 ，若以 25 公斤換算成液體容積，其容積均不超過 25 公升，故執行危害辨識時，例外的化學戰劑應考量為大量洩漏來計算。

(四)《When used as a weapon》之定義

《2000 年版緊急應變指南(ERG 2000)》中明確說明，《When used as a weapon》是根據此物質之最嚴重情境下所計算出來的；另引用美國研發洩漏及應變產品的《Arista Tek》公司所發行之期刊《The First Responder》，其中一篇研究初期隔離距離及保護行動距離的文章《A Look at the Isolation Distance and the PAD¹⁴》所提出，《The term “when used as a weapon” means that the material is released quickly as a spray or explosive release.(當作為武器時，代表著材料被迅速釋放為噴霧或爆炸釋放)》。

為證明《When used as a weapon》字義，代表該物質已將爆炸後所產生之擴散因素，納入初期隔離距離考量，筆者研究化學戰劑中發現，若其作為工業用途之毒性化學物質，其一般釋放及作為武器釋放時之初期隔離距離差異比較，如表 7。就表中可發現，相同物質當作為武器釋放時，其初期隔離距離大於一般釋放，由此可證明，緊急應變指南已將化學戰劑爆炸後所產生液體及碎片之擴散因素，納入初期隔離距離考量。

13 DOT《ERG 2008》，P297。

14 John Nordin, A Look at the Isolation Distance and the PAD, January 6, 2005。

表 7 初期隔離距離比較表

聯合國編號	代號	中文名稱	一般釋放 初期隔離距離		作為武器釋放 初期隔離距離	
			小洩漏	大洩漏	小洩漏	大洩漏
1051	AC	氰化氫	60m	300m	60m	1000m*
1076	CG	光氣	100m	550m	150m*	1000m*
1076	DP	雙光氣	30m	30m	30m	200m*
1589	CK	氯化氰	300m	1000m	800m*	1000m
2188	SA	砷化氫	150m	1000m	300m*	1000m

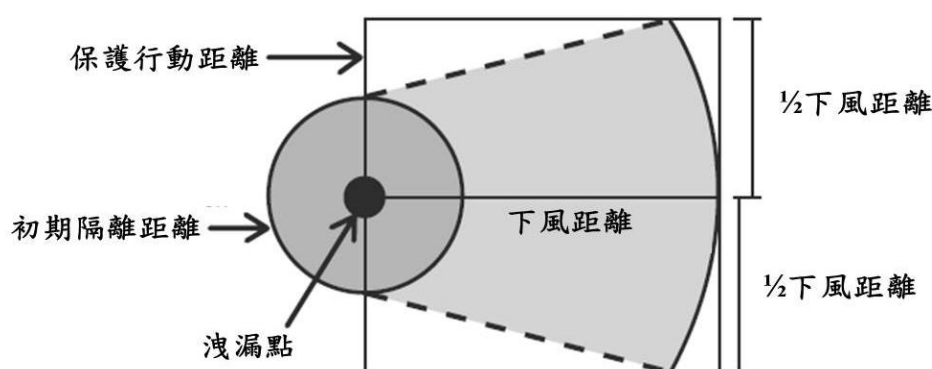
備註：*初期隔離距離大於一般釋放時。

資料來源：DOT《ERG2016》及作者整理。

三、小結

經上述分析，現行作業準據以攻擊型式-甲類 B 型作為液態污染區邊緣，然甲類 B 型所提供之下風危害區域圖與緊急應變指南之初期隔離距離及保護行動距離圖(如圖 14)相比較，其中心均以洩漏點或攻擊點為座標，先向外延伸污染半徑，再依照下風所建議之危害隔離距離，繪製危害區域圖，故攻擊種類表中甲、乙類所產生攻擊半徑，不可與緊急應變指南之初期隔離距離累加計算，故執行危害辨識時不應額外區分液態污染區邊界。

圖 14 初期隔離距離及保護行動距離圖



資料來源：DOT《ERG2016》，P.295 及作者整理。

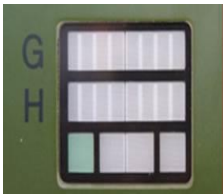
精進與建議

經研究後發現，作業基點選定要領有部分引用未適當，產生不合理的隔離距離。首先應考量國軍現役預警裝備可提供資訊，包含 GID-3 化學警報器、德國布魯克核化警報器、OWL 化學警報器及 M8A1 毒氣警報器等 4 種預警裝備，同樣具備化學戰劑資料庫，但因偵測器性能不同，德國布魯克核化警報器及 OWL 化學警報器可明確顯示戰劑名稱；而 GID-3 化學警報器則顯示神經性、糜爛性、血液性及窒息性戰劑等種類；M8A1 毒氣警報器則僅能偵測神經性戰劑。故執行

105-5 從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

初步危害辨識時，應結合預警裝備特性，依污染物質種類，作為作業基點選定之參據，相關預警裝備性能分析表，如表 8。

表 8 預警裝備性能分析表

裝備名稱	GID-3 化學警報器	德國布魯克 核化警報器	OWL 化學警報器	M8A1 毒氣警報器
偵測種類	神經性、血液性、室息性、糜爛性戰劑及 8 種工業毒性化學物質。	神經性、血液性、室息性、糜爛性戰劑及 5 種工業毒性化學物質、 γ 射線。	神經性、血液性、室息性、糜爛性戰劑及 30 種工業毒性化學物質。	神經性戰劑
顯示窗				無
顯示方式	G 欄表示神經性戰劑；H 欄表示糜爛或血液或室息；H 欄配合警報燈交互閃爍表示工業毒性化學物質。	G 欄可顯示神經性戰劑名稱；H 欄可顯示糜爛性、血液性及室息性戰劑名稱；T 欄可顯示工業毒性化學物質。	由液晶顯示模組直接顯示物質名稱。	警報即代表偵知神經性戰劑。

資料來源：作者整理

後續依裝備特性所提供警報資訊，初步危害辨識時可區分已知物質警報、神經、糜爛、血液性戰劑警報及未知狀況，再引用《2016 年版緊急應變指南(ERG 2016)》，結合洩漏量定義中例外的化學戰劑，判定初期隔離距離(化學戰劑初期隔離距離參考表，如表 9)，再選定「初期作業基點」，經實際標示氣態管制線後，後續調整作業基點位置，作業要領分述如後。

表 9 化學戰劑初期隔離距離參考表

傷害 效應	聯合國編號	代號	中文名稱	作為武器釋放 初期隔離距離		例外 洩漏量
				小洩漏	大洩漏	
神經	2810	GA	泰奔	30m	100m	V
	2810	GB	沙林	60m	400m	V
	2810	GD	梭曼	60m	300m	V
	2810	GF	環狀沙林	30m	150m	V

傷害 效應	聯合國編號	代號	中文名稱	作為武器釋放 初期隔離距離		例外 洩漏量
				小洩漏	大洩漏	
	2810	VX	維埃克斯	30m	60m	V
糜爛	1556	MD	甲基二氯砷	300m	1000m	
	1556	PD	二氯苯基肼	60m	300m	
	1892	ED	二氯乙烯肼	150m	1000m	
	2810	HD	芥子氣	30m	60m	V
	2810	HL	芥子氣 與路易氏劑	30m	100m	V
	2810	HN2	氮芥子氣	60m	300m	V
	2810	L	路易氏劑	30m	100m	V
	2811	CX	光氣污	60m	200m	
血液	1051	AC	氰化氫	60m	1000m	
	1589	CK	氯化氰	800m	1000m	
	2188	SA	砷化氫	300m	1000m	
窒息	1076	CG	光氣	150m	1000m	
	1076	DP	雙光氣	30m	200m	
嘔吐	1698	DM	亞當氏劑	30m	60m	
	1699	DA	嘔吐性毒劑	30m	300m	
	2810	DC	嘔吐性毒劑	30m	60m	
催淚	1694	CA	氰溴甲苯	30m	100m	
	1697	CN	苯氯乙酮	30m	60m	
	2810	CS	催淚毒劑	30m	100m	
失能	2810	BZ	畢茲	60m	400m	V

資料來源：作者整理。

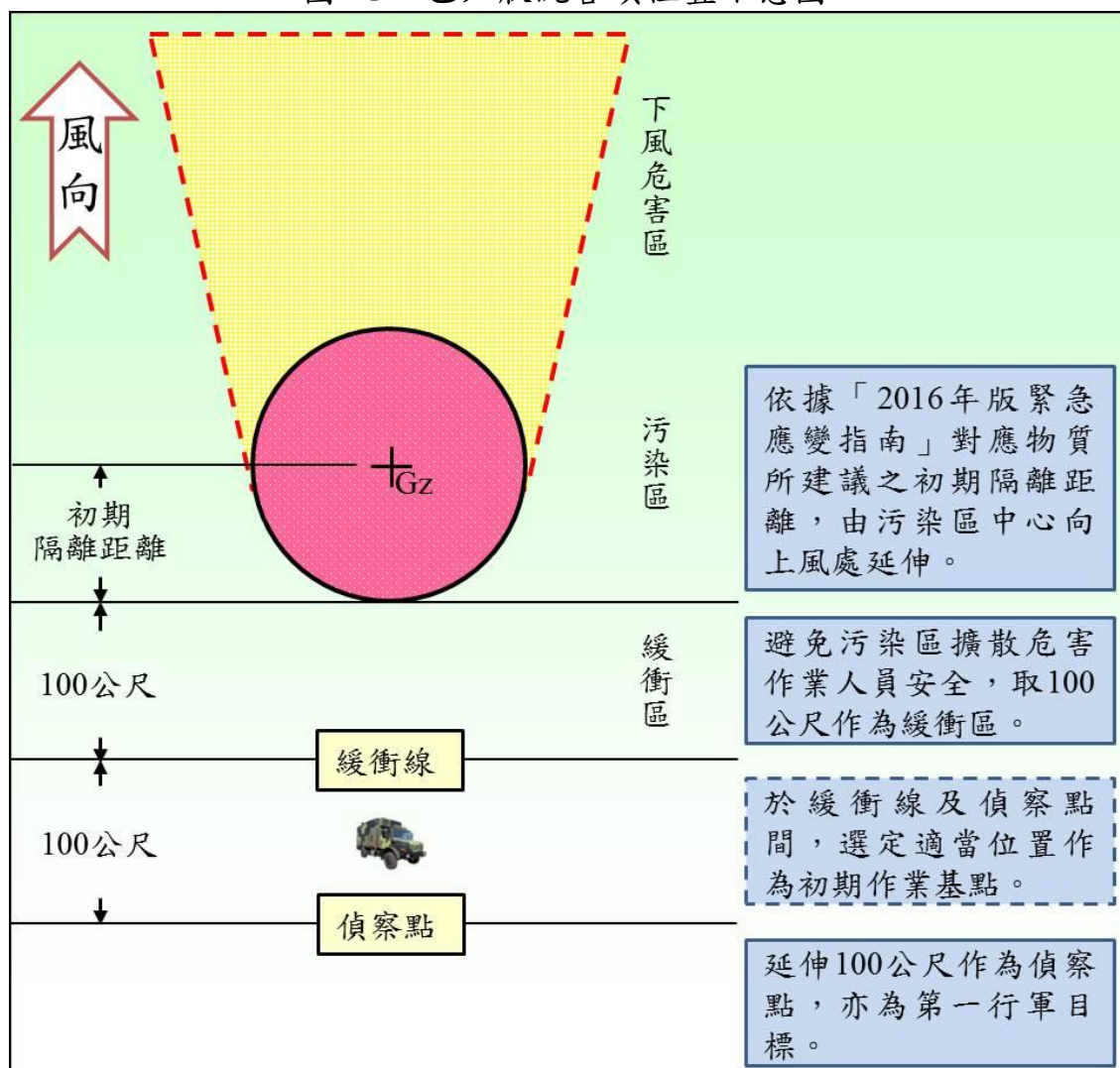
一、初期作業基點選定要領-已知狀況

已知污染物質狀況下，查詢《2016 年版緊急應變指南(ERG 2016)》所建議之初期隔離距離，其中應注意例外的化學戰劑，包含 GA、GB、GD、GF、VX、HD、HL、HN1、HN2、HN3、L 及 BZ 等，須考量為大量洩漏，其餘化學戰劑則以小量洩漏查詢初期隔離距離。以此距離由污染區中心向上風處延伸，為避免風向改變或其他因素造成污染區往上風處擴散，故須取 100 公尺(暫定名為緩衝線)作為緩衝空間，再往上風延伸 100 公尺處定為偵察點，亦為偵檢作業第一

105-5 從化學戰劑初期隔離距離探討作業基點選定

行軍目標，經現地偵察後，於緩衝線與偵察點間選定適當位置作為作業基點(如圖 15)。

圖 15 已知狀況各項位置示意圖

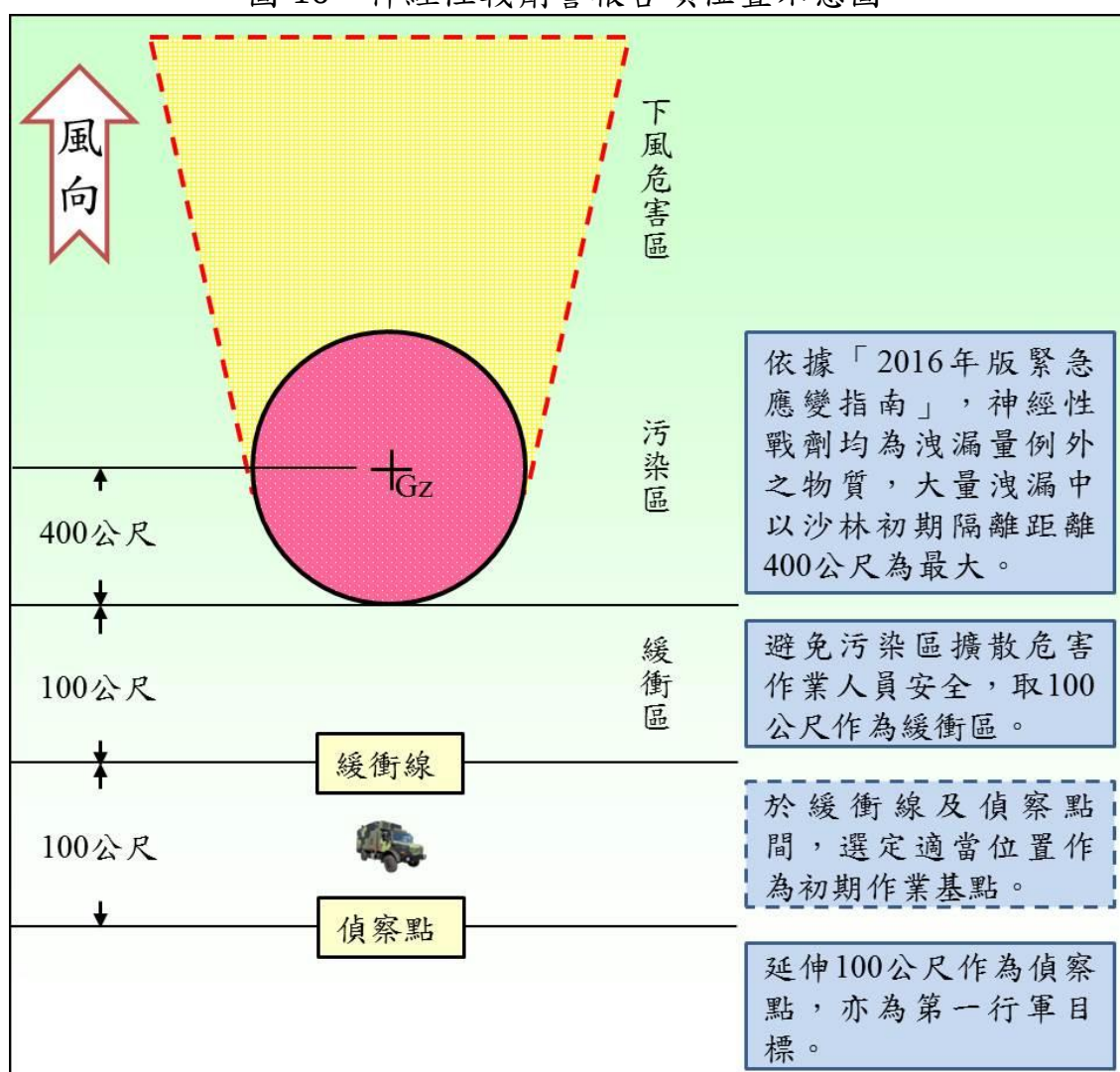


資料來源：作者自製。

(一)以神經性戰劑為例

依據《2016 年版緊急應變指南(ERG 2016)》，神經性戰劑均為洩漏量定義例外之物質，須以大量洩漏計算，其中以沙林(GB)初期隔離距離為最大，故由污染區中心向上風延伸 400 公尺，為避免風向改變或其他因素造成污染區往上風處擴散，須取 100 公尺作為緩衝空間，再往上風延伸 100 公尺處定為偵察點，亦為偵檢作業第一行軍目標；經現地偵察後，於緩衝線(距 GZ 500 公尺)與偵察點(距 GZ 600 公尺)間選定適當位置作為作業基點(如圖 16)。

圖 16 神經性戰劑警報各項位置示意圖

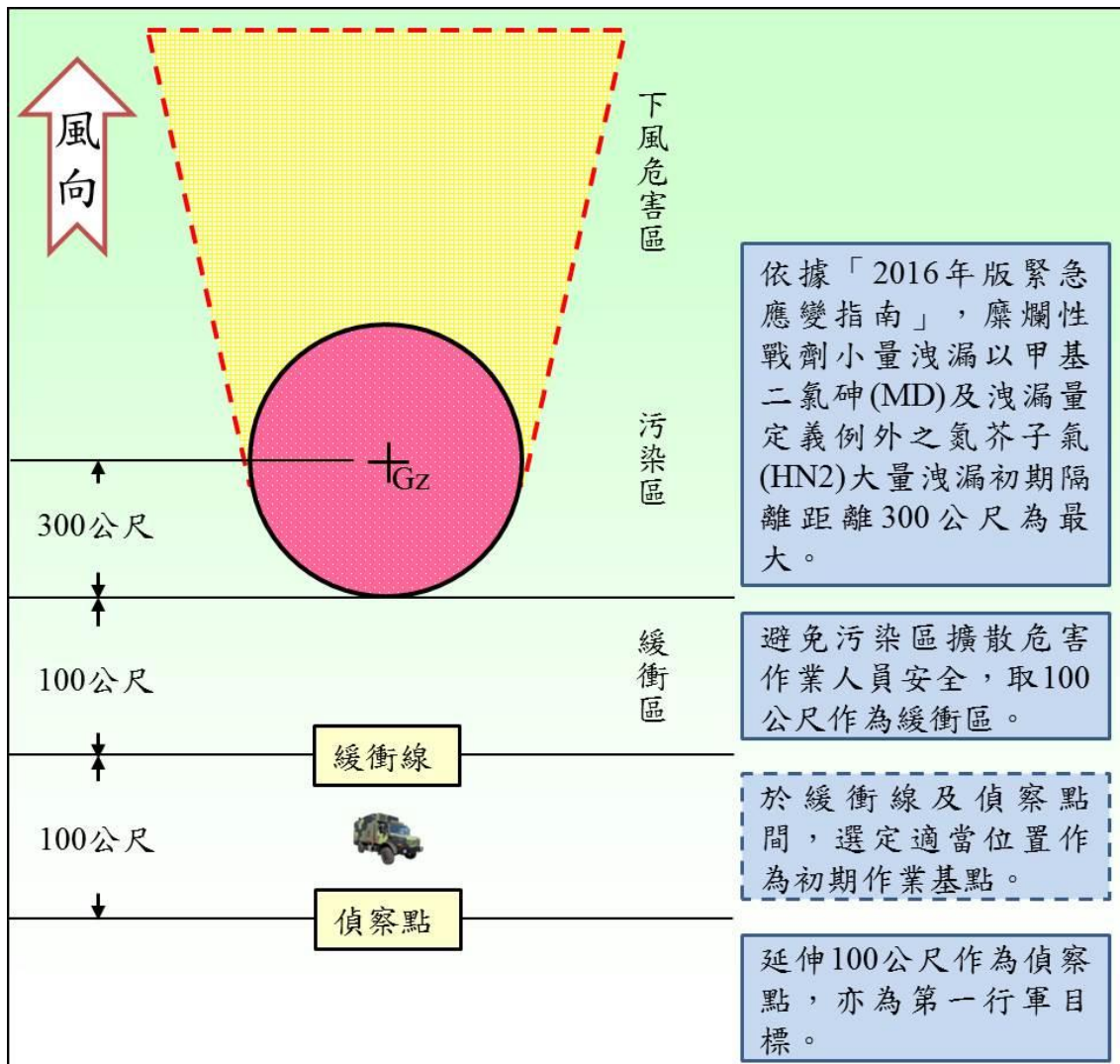


資料來源：作者自製。

(二)以糜爛性戰劑為例

依據《2016年版緊急應變指南(ERG 2016)》，糜爛性戰劑於小量洩漏中，以甲基二氯砷(MD)之初期隔離距離 300 公尺為最大；另部分洩漏量定義例外之物質，以氮芥子氣(HN2)大量洩漏之初期隔離距離 300 為最大，故由污染區中心向上風延伸 300 公尺，為避免風向改變或其他因素造成污染區往上風處擴散，須取 100 公尺作為緩衝空間，再往上風延伸 100 公尺處定為偵察點，亦為偵檢作業第一行軍目標，經現地偵察後，於緩衝線(距 GZ 400 公尺)與偵察點(距 GZ 500 公尺)間選定適當位置作為作業基點(如圖 17)。

圖 17 糜爛性戰劑警報各項位置示意圖

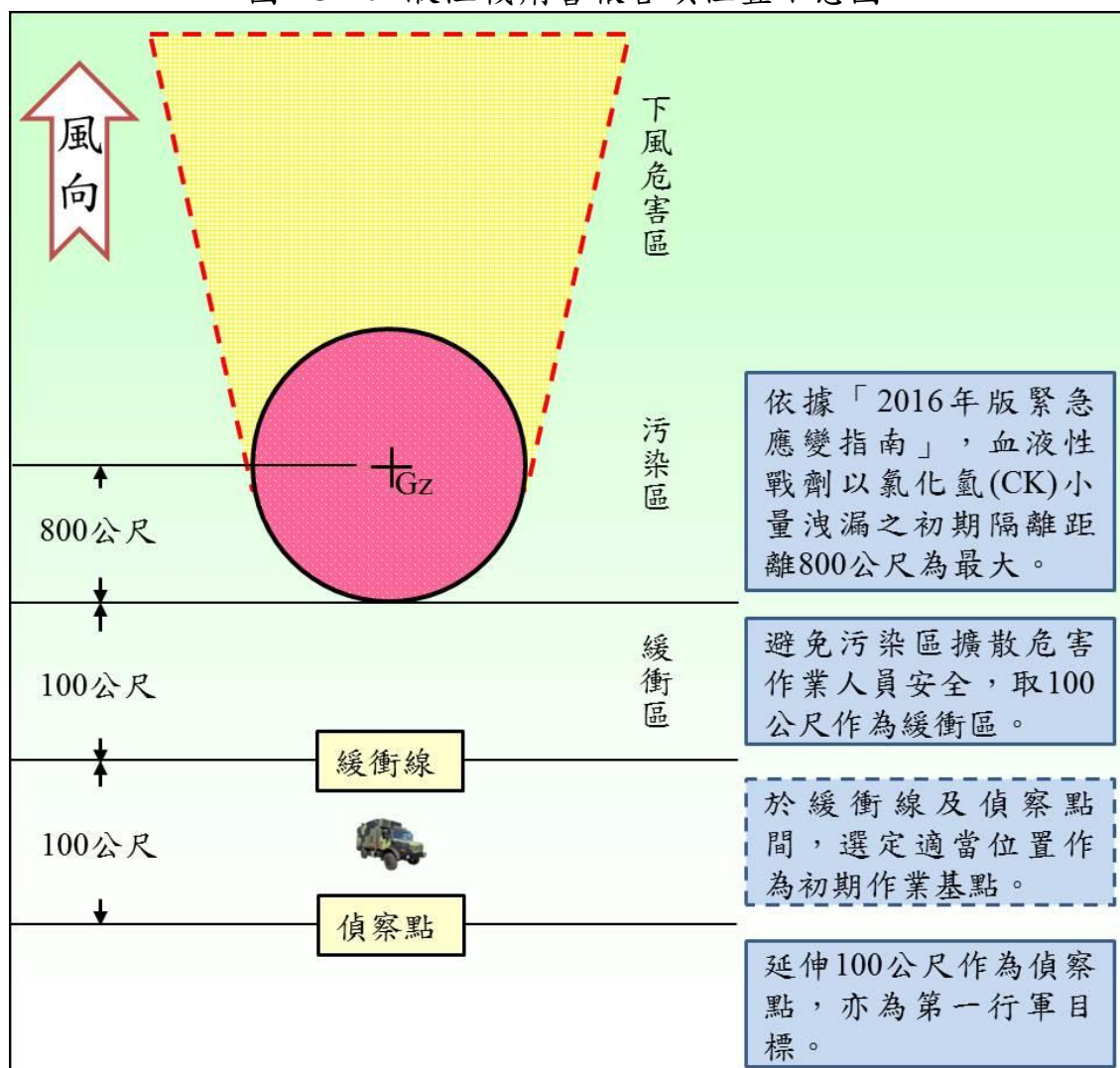


資料來源：作者自製。

(三)以血液性戰劑為例

依據《2016 年版緊急應變指南(ERG 2016)》，血液性戰劑以氯化氰(CN)小量洩漏之初期隔離距離 800 公尺為最大，故由污染區中心向上風延伸 800 公尺，為避免風向改變或其他因素造成污染區往上風處擴散，須取 100 公尺作為緩衝空間，再往上風延伸 100 公尺處定為偵察點，亦為偵檢作業第一行軍目標，經現地偵察後，於緩衝線(距 GZ 900 公尺)與偵察點(距 GZ 1,000 公尺)間選定適當位置作為作業基點(如圖 18)。

圖 18 血液性戰劑警報各項位置示意圖

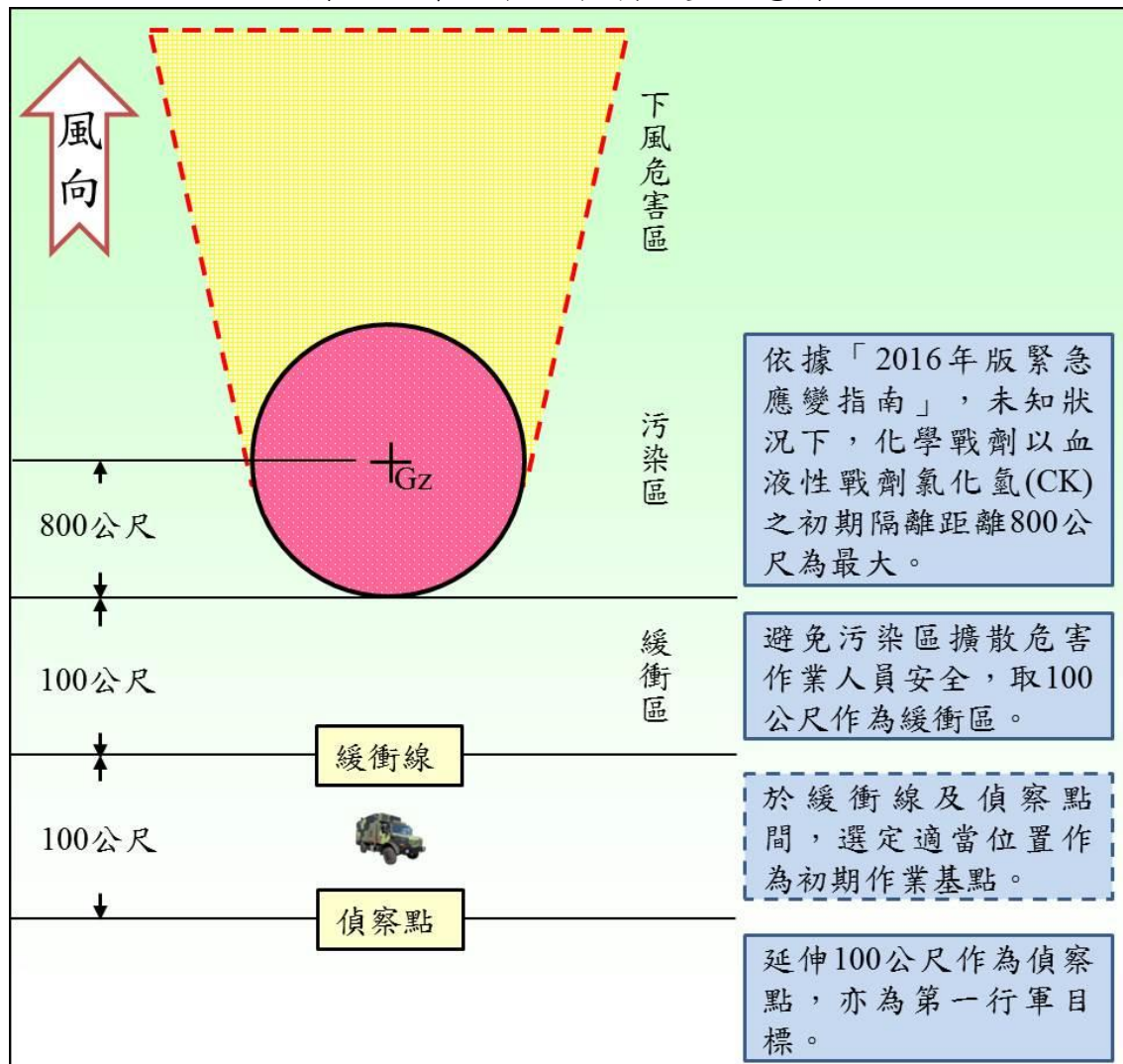


資料來源：作者自製。

二、初期作業基點選定要領-未知狀況

依據《2016年版緊急應變指南(ERG 2016)》，未知狀況下，化學戰劑以血液性戰劑氯化氫(CK)小量洩漏之初期隔離距離 800 公尺為最大，故由污染區中心向上風延伸 800 公尺，為避免風向改變或其他因素造成污染區往上風處擴散，須取 100 公尺作為緩衝空間，再往上風延伸 100 公尺處定為偵察點，亦為偵檢作業第一行軍目標，經現地偵察後，於緩衝線(距 GZ 900 公尺)與偵察點(距 GZ 1,000 公尺)間選定適當位置作為作業基點(如圖 19)。

圖 19 未知狀況各項位置示意圖

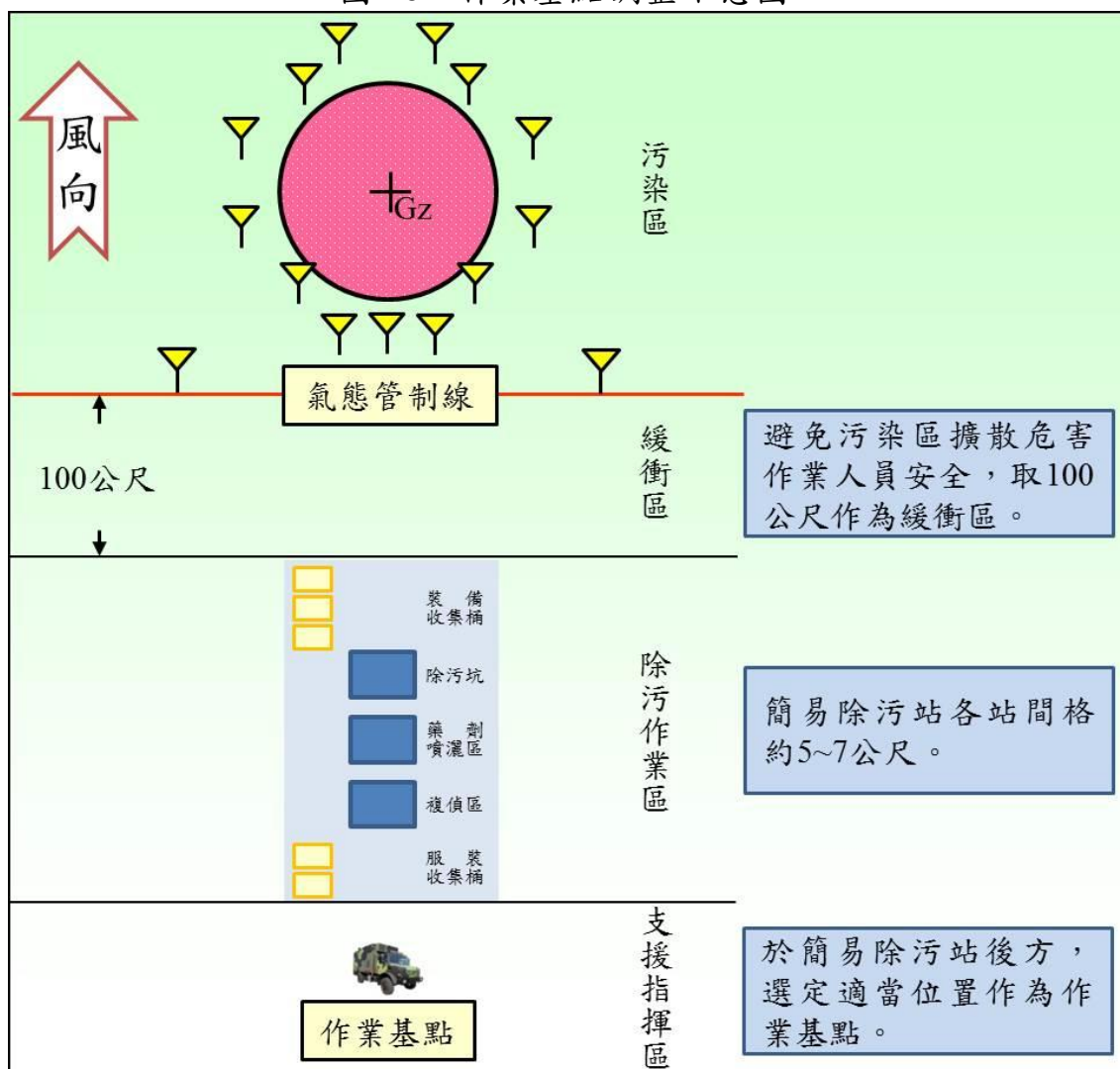


資料來源：作者自製。

三、後續作業基點調整位置

前述各狀況初期隔離距離之前緣線係預判位置，旨在選定偵察點及初期作業基點，待偵檢組完成氣態管制線標定後，再依偵檢結果向上風延伸 100 公尺作為修訂後之緩衝區，避免污染擴散危害作業人員安全，接續由緩衝線往上風方向開設簡易除污站，再由簡易除污站後方，選擇適當位置作為調整後之作業基點(如圖 20)。

圖 20 作業基點調整示意圖



資料來源：作者自製。

結語

偵檢是偵消支援作業之開端，若無法正確選擇偵檢的作業基點，將延宕任務執行，嚴重則危害人員生命安全，導致後續偵消作業無法順利達成。故唯有正確引用參考依據，才能選定適切、適當且安全的作業基點。

本文結合現行作業程序，研擬各項危害之初步辨識方法，期使偵消部隊之偵檢班及一般部隊之偵消任務固定班作業程序更加完整。文中所提出距離數據亦可作為訓練標準，成為偵檢指揮者危害辨識之依據，及要求偵檢人員基本體力、耐力標準，以提升偵檢作業人員素質。

參考文獻

- 一、陸軍總司令部印頒，《化學兵偵消部隊教範》(桃園：聯勤北部印製廠，民國 89 年 10 月)。
- 二、國防部陸軍司令部印頒，《化學兵偵消部隊訓練教範》(桃園：國防部軍備局第 401 印製廠，民國 96 年 3 月)。
- 三、國防部陸軍司令部印頒，《陸軍化學兵偵消部隊訓練教範(第二版)》(桃園：國防部軍備局第 401 印製廠，民國 104 年 12 月)。
- 四、國防部陸軍司令部印頒，《核生化中心作業手冊(第二版)》(桃園：國防部軍備局第 401 印製廠，民國 96 年 11 月)。
- 五、傅瓊厚，〈核化偵檢快速研判小組作業芻議〉《核生化防護季刊》，第 66 期，(桃園：聯勤北部印製廠，民國 88 年 11 月 16 日)。
- 六、DOT，《Emergency Response Guidebook, ERG》。
- 七、行政院環保署全球資訊網，<http://www.epa.gov.tw/cpDownloadCtl>。