

計畫名稱：毒災防救管理資訊整合及強化應變決策支援計畫

計畫編號：EPA-101-J104-03-001

計畫執行單位：工業技術研究院

計畫主持人：陳范倫

計畫期程：101 年 09 月 28 日起至 102 年 09 月 30 日止

計畫經費：5,700 仟元整

## 摘要

依據環保署毒災諮詢監控中心統計資料顯示，於國內每年約發生 300 件毒化災事故，以化學品運作廠場最多，其次為是交通事故，上述事故可能因為人為操作失誤或設備失誤造成人員傷亡與財產損失。有鑑於此，中央及地方平時擬定災害防救業務計畫，事故發生時則成立災害應變中心來因應災害事故發生。本計畫目標則以建置毒災防救單一平台，提升行動裝置軟體、規劃及建置事故經驗分析及檢核機制、加強系統應用並滾動修正架構、規劃防災雲及運輸事故之系統可行方案等項目為主，於本計畫評選與工作範疇會議後，即進行各項工作展開，整體工作進度均已完成，並符合計畫工作之要求。

建置毒災防救單一平台，提升行動裝置軟體方面，完成「毒災防救管理資訊系統」系統分析規劃書，以毒災防救之預防、整備、應變及復原為設計主軸，加強平時預防宣導及整備作業，變時依使用者社群及需求不同，完成業者、環保局及環保署等專區的事故通報作業流程、功能模組規劃及權限設計等項目。制訂與完成六輕工業區毒化物運作廠場之事故模擬分析結果命名編碼規則、資料應用介面及上傳介面等功能，並納入系統供決策參考。強化全國毒災聯防系統功能含聯防廠場查詢、線上資料更審、新增行事曆、新增資材種類等介面功能。評估與建置空氣品質監測網與中央氣象局逐時氣象資訊歷史資料庫建置，並建置各縣市避難收容點。完成網頁簡易版(PDA)查詢系統分析規劃與功能建置；因應現場資訊回傳及決策應用需求，iPad 決策系統應用軟體部分完成 Phone 端 iOS 與 Android 以及 Pad 端 iOS 系統功能開發，包括防災資料查詢、變時即時資料閱覽、圖面繪製、應變人員定位、影音回傳與顯示、雙向視訊溝通以及現場監測數值回傳等項目，以提供使用者整體便利操作介面。

毒災應變事故經驗資料分析及檢核機制方面，建置現場應變五大重要階段模組（包括失誤情境、災情評估、環境偵檢、行動方案與危害指引等），並完成解析 23 種應變事故案例，提供未來災害事故發生時主要參考依據，且在事故結束

後系統列出引用的行動方案與除污復原，以利建置應變經驗資料，促使系統資料庫累積事故學習經驗，達到回饋與修正功能。依據國內毒災防災體系建置、區域事故發生機率、區域性運作現況等資料，提供 22 位縣市種子教官與區域性應變專家幕僚，並針對上述人員辦理系統操作與情境模擬教學訓練工作。

加強系統應用，滾動修正「毒災防救管理資訊系統」架構方面，完成辦理北中南 4 場次使用者操作說明會，參加人數共 109 人；於「毒災防救管理資訊系統及行動裝置」情境模擬測試及沙盤推演工作，分別於桃園、新竹、苗栗、彰化以及嘉義等五縣市進行辦理；毒災防救管理資訊系統未來藍圖規劃說明會，主要針對 99 至 102 年系統建置項目以及未來因應組織變動、應變體系、環境需求、系統資訊化之變遷等議題進行說明與討論，參加人數共 24 人。依據使用對象及團隊，完成系統申請使用普及率、出勤事故系統使用率以及意見回饋率績效指標訂定，於系統上線使用後，其各項系統績效分別為申請普及率 100 %、系統使用率 65 % 以及意見回饋率 90 %，均達本計畫工作之要求。

納入「防災雲」概念，規劃可行方案方面，完成評析消防署防災雲端訊息服務平台，以及「毒災防救管理資訊系統」與消防署「防災雲端訊息服務平台」之介接訊息架構；針對運送毒化物交通事故模擬分析及疏散避難模組，完成模擬參數定義，包括容器型態、情境假設、氣象條件、人口密度等條件進行疏散動線與疏散避難訂定，建議未來在系統建置時，可進行動態擴散模擬，並持續修正前項模擬資料，以符合事故應變時間序之需求。

## 前言

依據環保署毒災應變諮詢中心監控國內毒化災事故案例，自 97 年起每年約可監控 300 件毒化災事故，其中以化學品運作場廠之事故案例最多（佔 65%），其次是化學品運輸交通事故（佔 15%），其他包括有倉儲事故、實驗場所事故及不明廢棄場址事故等（佔 20%）。上述事故可能因為人為操作失誤或設備失誤造成財產損失及人員傷亡，而近年來因氣候變遷造成之暴雨、淹水、颱風，甚至地震等天然災害亦會連帶波及危害性化學品運作設施。每當毒化災事故發生時，伴隨重大火災及爆炸而波及鄰近其他化學品運作設施，同時亦會造成環境污染（空氣、水、土壤），嚴重時甚至影響附近人員安全及下風處民眾生命財產，有鑑於此，中央及地方平時擬定災害防救業務計畫，事故發生時則成立災害應變中心來

因應環境毒化災事故發生。

從近幾年來毒化災事故的應變處理經驗，發現第一線應變人員如業者之人力及應變資材普遍不足，第一時間到場之消防及警察人員則對化學品之危害不甚熟悉，且地方環保機關人力有限，毒化物承辦人員更動頻繁，造成事故發生時應變實務經驗不足，往往都只能靠毒災應變隊協助化學品辨識及初步處理。而當縣市政府災害應變中心成立後，亦無法即時掌握附近敏感受體（學校、醫院、取水口、灌溉區域等），針對事故嚴重後果及影響範圍也無法推估預測。中央災害應變中心僅能被動接受現場資訊，無法有效動態隨時掌握毒化災影響範圍及擴散區域，而進一步執行大型事故資材調度與人力支援。以上狀況若在國內發達的媒體上重複播送及渲染，將造成政府救災單位強大的壓力及負面的輿論衝擊。

為了因應上述應變需求，環保署於 99 年 5 月至 100 年 12 月為期一年半的委辦計畫中，完成「毒災防救決策支援系統」之四年（99-102 年）藍圖規劃報告，並陸續利用 2 場次的協商說明會議收集各單位建議內容，透過 6 場次的系統操作說明加以推廣及宣導。資料剖析方面完成 8 大災害應變資料庫之解構與建構工作，包含「毒性化學物質運作場廠危害預防及應變計畫資料庫」、「毒災系統之事故通聯資訊、專家群與應變單位聯繫資料庫」、「毒性化學物質應變資料」、「毒性化學物質運送車輛即時監控系統（GPS）資料庫」、「毒性化學物許可證、登記文件、核可文件管理系統」、「毒性化學物質運作量申報管理系統」、「環境災害管理資訊系統（資材部分）」，以及環保署「環域資料庫及廢清計畫書系統資料庫」。

子系統開發方面共完成 7 個子系統開發：99 年完成之子系統，其一為「全國毒災聯防系統平台」強化全國聯防組織籌組推動業務，協助各聯防組織管理其組織成員及整備能量資訊，並提供全國聯防組織推動成果績效展現，資料部分完成 52 個縣市毒災聯防小組之資料上線，另外也納入 88 個全國性毒災聯防組織之籌組資料；其二為「毒災現場環境監測數據及影像回傳系統」協助並整合第一線應變人員自動回傳應變現場偵測儀器，產出濃度趨勢。

100 年則完成五個子系統功能開發，其一「資材調度管理系統」能根據現場化學品及相關條件自動研判後提供資材調度清單建議及路程計算，完成因應事故緊急派遣與資材調度，進一步提昇整體應變時效；其二完成「地理資訊系統面圖層」，搭配疏散避難之人口密度及收容中心之決策建議；其三「線上文件與訊息交流系統平台」能針對事故開啟虛擬專案會議室，提供各地區應變人員進行線上

交流、事故討論分工，其四「毒災防救體系文件管理平台」針對各應變單位常用表單文件設計並共同管理使用，建立平時即時資訊與防救災文件追蹤管理，其五「氣象資訊交流平台」因應事故現場氣象資訊蒐集需求，建置空氣品質監測站氣象資訊快速查詢平台，結合擴散模擬分析功能產出疏散管制距離及決策建議。

完成上述資料庫解構建構以及各子系統開發外，並開發決策支援系統網頁，以運作廠場以及運輸槽車不同場所類型，產出其應變參考模組，匯入運作廠場基本資料、核可/許可證號、運作申報量、防災基本資料、平面圖等基本資訊，以及毒化物和勞委會兩千多種之危害資訊資料，結合聯防資材及環域風險資料庫，並以 GIS 地理資訊系統呈現事故位置與周圍毒化物運作場所，最後輔以決策支援建議事項等。決策支援系統於事故發生初期提供化學品危害資訊、運作廠場基本資料、環域地理資訊、事故擴散模擬、整體事故描述基本資料以及處置進度等項目功能，提供中央與現場應變人員共同溝通平台。

本計畫提升毒災防救決策支援系統為「毒災防救管理資訊系統」，將平時風險管理及潛勢分析資料庫納入系統中，建置毒災防救（預防、整備、應變、復原）單一平台。強化應變決策支援系統運用，以縣市實際案例進行系統模擬及沙盤推演，提升縣市承辦人員對系統的熟悉度及應用。優化決策支援系統資料庫，將常見之毒災事故應變過程模組化，若發生類似毒災事故，可從事故案件登錄開始到應變結束前，依據事故時間軸隨時給予應變支援決策建議，實質強化系統對事故支援的效益及應用。

## 執行方法

一、強化毒災防救管理機制，整合風險評估資料建置毒災防救（預防、整備、應變、復原）單一平台，並搭配行動裝置軟體提升應用性與普及性

(一) 整合既有「毒災防救查詢系統」及「毒災決策支援系統」各項功能，並依據不同使用者設計不同權限，統一毒災防救（預防、整備、應變、復原）系統功能於單一平台操作。

(二) 針對「平時預防整備」與「變時應變復原」設計頁面轉換，提供使用者更便利之操作環境。平時功能應包括教育宣導、研討會及最新訊息公告、毒化物防救災文件查詢、線上諮詢及問答集、文件管理子系統、電子報等；變時功能應包括環境監測數據及影像回傳子系統、資材調度子

系統、事故線上交流子系統、擴散模擬子系統、環域敏感區域及疏散避難子系統、決策支援子系統等。

- (三) 將六輕工業區毒化物運作場廠之事故模擬分析結果，彙入決策支援系統中，依據不同的參數條件產出進階之決策建議事項（包含疏散路線），供指揮官快速決策參考。
- (四) 強化全國毒災聯防系統，開發聯防場廠之查詢介面及全國毒災聯防組織線上資料變更審核介面，新增行事曆功能並可與其他系統介接，並根據現有全國毒災聯防組織資訊需求持續配合更新網頁功能及資料，如業者更新各項聯防組織資料時間及可線上新增資材種類等功能。
- (五) 持續強化氣象資料連線與計算、聯繫、通訊、疏散等動員系統資料之建置。
- (六) 開發 PDA 版之簡易決策查詢系統（包含時序及應變資料）。
- (七) 持續強化及修正 IPAD 決策系統應用軟體，開發「災區人員設備定位及圖面繪製上傳功能」，利用行動裝置之圖面繪製（含管制線、化學品位置及其他手繪資訊）及災區人員、設備定位後，可將該圖面上傳至後端資料庫供決策者參考使用。
- (八) 開發「雙向視訊溝通功能」，利用行動裝置本身之影音功能開發聲音及影像之存檔及上傳，必要時可進行即時視訊溝通，以利縣市及中央災害應變中心掌握現場即時災況。

二、優化決策支援系統資料庫，透過毒災應變事故經驗資料分析及相關檢核機制執行，建置本土化資料並確保資料正確性與有效性，提升毒災應變決策支援效能

- (一) 規劃「毒災應變事故經驗分析模組」，至少需利用事故應變類型、容器、程序、資材及時序等因子，將 96~100 年度既有毒災事故應變經驗重新解構及建構，建立毒災決策經驗知識庫。
- (二) 依據上述經驗知識庫產出毒災事故應變經驗模式至少 20 種，並納入決策支援系統。
- (三) 完成「毒災應變事故經驗分析模組」自動修正回饋功能，可自行學習並修正事故應變經驗模式，後續納入決策支援系統進行應用。

(四) 由環境毒災應變隊、毒災應變諮詢中心及縣市環保局提出至少 20 位應變專家幕僚，完成毒災應變決策支援實質運用訓練及驗證。

三、利用事故情境模擬測試及沙盤推演機制，加強環保單位及環境毒災應變隊系統應用經驗，並收集使用者意見滾動修正「毒災防救管理支援系統」架構

(一) 辦理 3 場次「毒災防救管理支援系統及行動裝置」之使用者操作說明會，收集不同使用者之意見，回饋後續系統修正之依據。共 90 人參加，提供午餐及茶水。

(二) 辦理 3 場次「毒災防救管理支援系統及行動裝置」之情境模擬測試及沙盤推演會議，必要時配合縣市毒災演練等時機實機應用以測試系統操作，加強環保單位及環境毒災應變隊線上模擬演練及實際系統應用。共 45 人參加，提供午餐及茶水。

(三) 依本署現行毒災防救相關資料庫系統，提出「毒災防救管理支援系統」具體可行的規劃設計方案，作為中央及地方推動毒災防救管理相關功能之藍圖。範圍須包含平時預防、災害整備、事故應變及災後復原等功能，且依據不同使用者進行規劃設計。

(四) 完成修正「毒災防救管理支援系統」建置架構後，需召開 1 場次與中央及地方稽查單位協商會議，並依相關意見做修正。

(五) 依據「毒災防救管理支援系統」之使用對象及團隊，系統申請使用之普及率需達 95%，針對每次出勤事故系統使用率需達 55%，每次使用後之意見回饋率需達 80%，以利收集其使用後的評價與建議，提供後續系統修正參考。

(六) 依據「毒災防救管理支援系統」之使用成果及效益，設計量化之績效指標，以毒災事故之預防績效、整備績效及應變實質績效，評估系統對使用者之量化成效。

四、配合未來組織再造，納入「防災雲」之概念規劃雲端服務，檢討「毒災防救管理支援系統」與各項資訊搭配之功能並規劃可行方案

(一) 為未來組織再造相關系統介接或圖資統一，規劃及配合修改，將資料雲端化，並評估與交通路網監視系統、路況資訊系統、雲端報案系統、即

時災況通報系統及地理圖資應用系統等與「毒災防救管理支援系統」搭配之功能性及可行性分析。

- (二) 針對運送毒化物交通事故，規劃模擬分析及疏散避難模組之功能分析。
- (三) 完成上述功能分析之系統規劃建議書，提供環保署參考。

## 結果

### 一、建置毒災防救單一平台，提升行動裝置軟體

- (一) 建置「毒災防救管理資訊系統」分析規劃書，以毒災防救之預防、整備、應變及復原為設計概念主軸，加強平時預防宣導及整備作業，變時依使用者社群及需求不同，完成業者專區、環保局專區及環保署專區之事故通報作業流程、功能模組規劃及權限設計，完成 PDA 版簡易查詢系統頁面功能建置工作。
- (二) 建置六輕工業區毒化物運作廠場之事故模擬分析結果命名編碼規則、資料應用介面及上傳介面功能，並納入系統提供決策參考。
- (三) 修正全國毒災聯防系統功能強化包括聯防場廠之查詢介面、全國毒災聯防組織線上資料變更審核介面、新增行事曆功能並可與其他系統介接以及業者更新各項聯防組織資料時間及可線上新增資材種類等功能。
- (四) 完成空氣品質監測網氣象資訊歷史資料庫建置及中央氣象局逐時氣象資訊之評估，並建置全國各縣市避難收容點位資料庫。
- (五) 因應現場資訊回傳及決策應用需求，iPad 決策系統應用軟體完成 Phone 端 iOS、Phone 端 Android 以及 Pad 端 iOS 系統功能開發工作；利用行動裝置結合 Skype API 完成雙向視訊溝通功能。

### 二、毒災應變事故經驗資料分析及檢核機制

- (一) 完成現場應變五大重要階段模組規劃（包括失誤情境、災情評估、環境偵檢、行動方案與危害指引等），細部因子的建構架構與內容及系統資料庫的自動修正回饋功能規劃；依據失誤情境、災情評估以及化學品種類因子，進行應變經驗模組系統資訊化，呈現應變資訊涵蓋應變行動方案、環境偵檢、個人防護、區域管制與除污復原等五個項目之應變參考。
- (二) 依據國內毒災防災體系建置、區域事故發生機率、區域性運作現況等統計資料，提供 22 位縣市種子教官與應變專家幕僚，並針對其毒災防救

管理資訊平台、行動裝置軟體以及毒災應變事故經驗分析模組，進行系統操作教學與情境推演等訓練工作。

### 三、加強系統應用，滾動修正「毒災防救管理支援系統」架構

- (一) 完成年度規劃重點是以平時預防及災害整備等為規劃重點機制，其內容包括毒災防救平台整合、行動裝置運用、工業區運作廠場風險以及應變經驗模組建置等項目
- (二) 「毒災防救管理資訊系統」建置架構修正以及未來藍圖系統規劃，並依據前述資料辦理中央及地方稽查單位協商會議，參加人數共計 24 位
- (三) 依據「毒災防救管理資訊系統」使用對象及團隊，完成系統申請使用普及率、出勤事故系統使用率以及意見回饋率績效指標訂定，於系統上線使用後，其各項系統績效分別為申請普及率 100 %、系統使用率 65 % 以及意見回饋率 90 %。

### 四、納入「防災雲」概念，規劃可行方案

- (一) 完成評析消防署防災雲端訊息服務平台，以及「毒災防救管理資訊系統」與消防署「防災雲端訊息服務平台」之介接訊息規劃架構
- (二) 針對運送毒化物交通事故模擬分析及疏散避難模組，完成模擬參數定義，包括容器型態、情境假設、氣象條件、人口密度等條件進行疏散動線與疏散避難訂定，未來則以進行動態擴散模擬，持續修正前項模擬資料，以符合事故應變時間序之需求。

## 結論

因應現場應變人員對化學品之危害不甚熟悉，且地方環保機關人力有限，毒化物承辦人員更動頻繁，造成事故發生時應變實務經驗不足，往往都只能靠毒災應變隊協助化學品辨識及初步處理。無法即時掌握附近敏感受體（學校、醫院、取水口、灌溉區域等），針對事故嚴重後果及影響範圍也無法推估預測等需求。本計畫共分為四大項目包括(1)建置毒災防救單一平台，提升行動裝置軟體；(2)毒災應變事故經驗資料分析及檢核機制；(3)加強系統應用，滾動修正「毒災防救管理支援系統」架構；(4)納入「防災雲」概念，規劃可行方案等工作。

建置毒災防救單一平台，提升行動裝置軟體，整合毒災系統與決策系統，匯入全國各縣市避難收容點位、六輕工業區毒化物運作廠場事故模擬分析資料庫，

並建置業者、環保局以及環保署通報功能及權限設計，PDA 版簡易查詢系統頁面功能、iPad 決策系統應用軟體 Phone 端 iOS、Phone 端 Android 以及 Pad 端 iOS 系統等功能開發工作；毒災應變事故經驗資料分析及檢核機制，依據五大失誤因子，呈現應變行動方案、環境偵檢、個人防護、區域管制與除污復原等五個項目之應變參考，並提供 22 位縣市種子教官與應變專家幕僚；加強系統應用，滾動修正「毒災防救管理支援系統」架構，完成系統申請使用普及率、出勤事故系統使用率以及意見回饋率績效指標訂定，於系統上線使用後，其各項系統績效分別為申請普及率 100 %、系統使用率 65 % 以及意見回饋率 90 %；納入「防災雲」概念，規劃可行方案，評析消防署防災雲端訊息服務平台，以及「毒災防救管理資訊系統」與消防署「防災雲端訊息服務平台」之介接訊息規劃架構；針對運送毒化物交通事故模擬分析及疏散避難模組，完成模擬參數定義，藉由本計畫成果以提供使用者整體功能操作與呈現系統建置之效益。

## **建議事項**

一、本計畫已針對手持式 iOS 系統建置有手機端與指揮官端的程式建置工作，但對於 Android 系統則在有限的開發經費下，僅開發手機端系統。目前 iOS 系統市佔率約五成，Android 系統市佔率約四成，對於指揮官 Android 系統實有開發之必要性？

**建議方案：**本計畫目前係針對指揮官端以 iOS 作業系統進行開發平時、變時以及圖資繪製等三部分功能開發，符合裝置為 iPad 及 iPad mini 等二種硬體，因此，建議為提供未來應變體系使用，應著手投入經費進行開發指揮官端 Android 系統，如此則可符合市售硬體裝置九成以上的使用需求，以利使用操作之廣泛性。

二、本年度因應手持式行動裝置離線需求，並規劃將相關防災整備資料，如防災基本資料、廠場平面圖、化學品危害資訊等製作成文件檔，以供行動裝置下載後預置於 Pad 端，整體文件名稱、資料數量以及所需存放空間，粗估磁碟空間約 22GB，未來會再加入應變經驗模組資訊，故其伺服器端與指揮官端所需空間容量應如何規劃擴充？

**建議方案：**目前計畫已將轉換完成的文件檔放置空間較大之磁碟，但也已呈

現八成滿載現象，未來為擴充文件資料備存需求，建議於伺服器主機給予文件存放空間至少需 150GB 以上，指揮官端手持式裝置磁碟存放空間至少需 30GB 以上，以符合整體軟體開發後之需求。

三、年度計畫開發手持式行動裝置圖層繪製上傳功能，需載入運作廠場圖資資料，並結合 Google Map 圖層，以呈現事故整體圖資為主軸，雖在毒化物防災基本資料表規範運作業業者，其圖資命名需為 JPG 格式且檔案不得大於 1MB，然在實際資料庫所存在之檔案，確有 word、excel、pdf 與 bmp 等多種型式，增添資料取用及呈現之開發困難度？

**建議方案：**針對業者所需提供之毒化物防災基本資料表中，關於運作廠場的內部配置圖圖資資料，既然已規範圖資命名需為 JPG 格式且檔案不得大於 1MB，建議於業者進行毒化物防災基本資料表線上填報時，確實要求廠場依據規範上傳，再以系統化控管方式，主動判斷檔案格式與大小，不僅可統一資料庫內所有資料格式，以達成後續相關系統開發、界接與可加值等應用性。

四、依據「毒性化學物質危害預防及應變計畫作業辦法」中，要求運作第三類毒化物業者，應進行災害模擬分析，故廠商需製作擴散模擬結果 kml 檔，但未來這些檔案應如何將其資料庫化，即時運用於事故應變使用，實為後續之課題？

**建議方案：**本計畫將針對六輕工業區擴散結果彙整相關 kml 檔，並將其資料庫化，運用於網頁介面與行動裝置介面，但是在規劃 kml 資料庫化時，檔案名稱統一化將成為系統加值應用的重大問題，因此制訂其檔案命名原則實為首要之要務，未來本計畫群將參照此原則，將麥寮六輕工業區已完成擴散模擬結果資料庫，將運作業業者、諮詢監控中心與毒災應變隊所完成的擴散模擬結果考量納入規劃建置，建議針對此檔案命名規則進行會議討論，完成訂定工作規範，並提供各單位參考、使用，並確實遵守完成相關作業，以確保未來資料建置之一致性。

五、於辦理系統操作說明會與系統未來藍圖規劃協商會時，多數縣市均表示，本年度系統功能建置已達事故整備與應變使用之要求，唯獨於系統開發時，需有相關硬體搭配，才可發揮其功能，目前在縣市預算編列時，並無法提供對應的硬體設施，故對系統操作與使用並無法十分熟悉，對於事故應變當下所能提供之功能亦被限縮？

**建議方案：**現階段系統建置有區分網頁與行動裝置軟體等兩部分，然針對行動裝置軟體操作使用部分，在需求方面則包括硬體設備以及現場網路通訊等兩項，其硬體設備部分建議可採用器材租賃方式辦理，以因應資訊系統的快速變化，而網路通訊部分則可結合現場環保應變體系所建置的網路通訊分享機制，以達到共用之目的。