



# 第三章

# 災防新興挑戰與對策

Chapter

3

- 議題一 持續高溫下之電網穩定控管措施
- 議題二 連續豪雨引致鐵公路之邊坡災害預防及安全應對策略
- 議題三 冷鏈物流倉儲大火事故之安全管理策進
- 議題四 毒性及關注化學物質危害風險控管
- 議題五 強化海洋環境之污染影響應處量能



## 議題一 持續高溫下之電網穩定控管措施

在全球暖化所造成的氣候變遷所造成的衝擊，影響臺灣氣候變化趨勢及極端高溫已不容忽視，當氣候炎熱時容易造成用電需求遽升，導致系統用電超出預測值，並加上乾旱影響水力機組輸出，致使系統電力供應能力不穩定（圖 3-1、圖 3-2）。為因應氣候變遷所導致之可能衝擊，並減少極端氣候事件之災害影響及損失，須強化我國於極端氣候下（高溫及缺水）等複合性災害發生時之電力穩定供應能力，以降低因事故造成其他災害擴大之情形。



圖 3-1、日月潭大竹湖進水口附近水域因乾旱出現大片沙洲  
資料來源：台灣電力股份有限公司



圖 3-2、大旱期間日月潭水庫探底，溢流井設施與邊坡完全裸露  
資料來源：台灣電力股份有限公司

### 挑戰：避免因高溫用電需求遽升，影響輸變電設備維護及電網可靠度

#### 一、極端氣候以及景氣變化，加深負載預測之難度

近年來，受到極端氣候等諸多外部因素影響下，用電需求預測較為不易，另就電力供給面部分，考量再生能源大量加入，以及核電、老舊機組陸續汰換，供電結構正在轉變中，使得瓶頸及重載線路之電力調度不同以往，既有電力調度機制及思維有其精進之必要性，電力調度單位與氣象公司合作整合各國氣象單位的資料，預估系統負載及再生能源（太陽能、風力）發電量，以提升預測準確度，並滾動檢討預測。

#### 二、高溫影響輸變電設備維護週期

極端型氣候造成臺灣嚴重乾旱炎熱，且近年來用電需求遽增，嚴重影響電力系統調度，間接造成輸電線路設備維護排程異動，無法如期更換及維護困難，加速設備老化，提高停電事故發生的可能性。另為因應夏季溫度逐年增高之情形，於 110 年 7 月起陸續修訂提升屋外變壓器及開關設備耐熱能力運轉規範，將原運轉條件 24 小時均溫由 30°C 提升到 33°C、最大日溫由 40°C 提升到 43°C，以確保設備性能及安全。



圖 3-3、台電中央調度中心透過精準預測和風險控管，提高發電效率，以因應緊急供電

資料來源：台灣電力股份有限公司



圖 3-4、因應夏季用電需求，確保機組穩定及發電效率，台電安排非夏季期間進行歲修

資料來源：台灣電力股份有限公司

## 對策：加強電力系統韌性與彈性

### 一、將瓶頸及重載線路汰換為耐熱導線

為因應高溫極端氣候之影響，及再生能源蓬勃發展時期，現有輸電線路傳輸容量勢不足以因應未來需求，且由於電力建設多屬鄰避設施，電源及電網之建置不易，故針對瓶頸及重載線路，台電公司採用既有輸電線路汰換為耐熱導線，更換後仍維持原弛度，且提升送電容量，亦適用於較高運轉溫度；另盤點架空導線及地下電纜各線徑規格，由 30°C 至 50°C，每 5°C 為一級距，檢討送電裕度，提供運轉人員參考，適時調節送電容量，確保供電安全及穩定。

### 二、竹木修剪及導線接頭紅外線測溫

氣候高溫將導致架空導線溫度升高，導線弛度增加，與竹木間距離縮短，因此於高溫季來臨前，先進行線下（旁）竹木修剪，增加安全距離裕度，以及辦理導線接頭紅外線測溫，若有異狀立即改善（圖 3-5、圖 3-6）。



圖 3-5、跳電事故發生，台電盡全力排除異常，恢復正常供電

資料來源：台灣電力股份有限公司

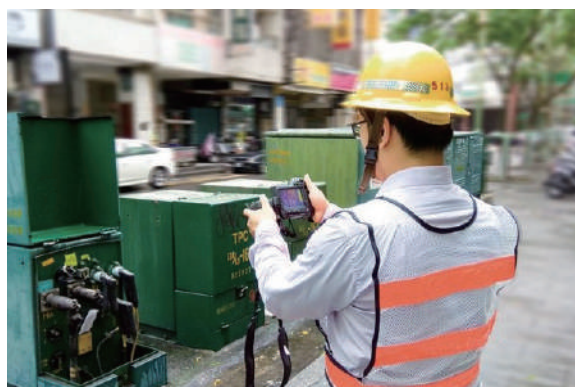


圖 3-6、台電利用紅外線檢測儀器及時改善供電狀況，以避免配電系統電力設備異常

資料來源：台灣電力股份有限公司



### 三、冷卻系統 - 降低電纜洞道溫度

考量高溫極端氣候對電纜洞道影響，依據「台灣電力公司輸供電事業部電纜洞道冷卻系統設置評估要點」建置電纜洞道冷卻系統(圖 3-7)，根據送電需求及洞道內溫度等條件，啟動強制風冷卻或間接水冷卻系統，避免高溫氣候造成電纜及洞道內溫度過高，確保供電安全及穩定。

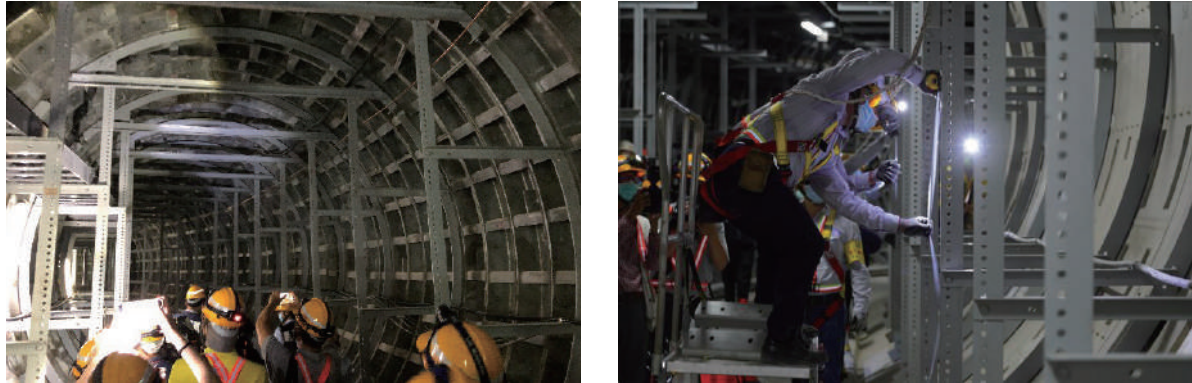


圖 3-7、電纜洞道冷卻系統

資料來源：經濟部

### 四、變電設備巡檢測溫作業

針對屋外式設備，除定期施做外部診斷(如：紅外線測溫、部分放電等)外，將避免於夏季尖峰負載期間施作，並於加入系統前須通過防風雨試驗或耐候試驗；針對斷路器設備，每週檢視 GIS 氣封開關 SF6 密度計氣體壓力、斷路器動作時間數據，加強設備通風能力；另針對變壓器設備，將定期進行變壓器油中氣體分析巡檢作業，清洗變壓器散熱器，檢查散熱器是否有異音或散熱不佳情形，並增設冷卻、送風系統或淋、灑水設施系統，以維持電力系統和設備安全(圖 3-8)。



圖 3-8、變電所架空地線檢查作業；變電所活掃作業；輸變電設備外部診斷紅外線檢測作業

資料來源：台灣電力股份有限公司

## 議題二 連續豪雨引致鐵公路之邊坡災害預防及安全應對策略

全球暖化造成極端氣候頻繁，改變降水的時空分布及強度，亦導致近年劇烈天氣的發生頻率增加，例如颱風、梅雨鋒面、西南氣流、熱帶性低氣壓等造成強風豪雨現象明顯增加，進而大幅升高致災機率，嚴峻地考驗公路邊坡防災應變能力（圖 3-9）。



圖 3-9、東北季風降雨異常，蘇花路廊台 9 丁線（舊蘇花公路）因土石泥流沖刷，封閉部分路段

資料來源：交通部公路局

### 挑戰：

#### 一、山區氣候多變，天候雨量預報困難

臺灣常受到颱風、梅雨鋒面、西南氣流、熱帶性低氣壓等影響，導致「長延時」的降雨現象增加。臺灣山區地形複雜氣候多變，因此必須有更精準、即時且細緻的氣象監測、預測和預警資訊（圖 3-10），以因應對連續豪雨公路邊坡防災應變之迫切需求。



圖 3-10、交通部公路局 - 公路防救災資訊系統

資料來源：交通部公路局



## 二、路權範圍外水系影響難掌控，且既有監測儀器設置是否足以反映狀況

造成邊坡坍塌的因素相當複雜，包括地質因素、設計不周及坡頂超載均有可能造成，而「水」為邊坡災害之主因之一，地表水及地下水皆對邊坡穩定造成影響，特別是路權範圍外之水系，因涉及集水區影響範圍，更是難以掌控。故邊坡監測儀器設置位置，是否可以有效掌控邊坡穩定徵兆之反饋，則是一大挑戰。

- (一) 掌控邊坡路權範圍外水系發展與流向。
- (二) 檢討監測儀器設置位置、數量及頻率。

## 三、鐵路沿線落石入侵及潛勢地段危害

111年9月13日4時57分宜工段瑞芳分駐所接獲通報，平溪線約K11處，列車撞及掉落石頭，造成平溪線列車4703A次客車排障器受損凹陷，部分氣鞴管斷裂；啟動公路接駁，共影響平溪線7列次、旅客22人，無人員受傷，後續發生二次落石，因二次落石地點屬同一破碎地段之邊坡，且持續受颱風豪雨影響，為維護行車安全，續將十分-菁桐間路線預警性封鎖。

- (一) 直接原因 - 邊坡落石侵入車輛淨空。
- (二) 間接原因 - 上邊坡（約70度）為砂岩及頁岩互層的脆弱陡峭邊坡，9月8日宜蘭發生規模三點一的地震，加上梅花颱風環流連日的大雨，致路線邊坡土石坍塌。

## 四、邊坡災害防護偵測困難

高速鐵路土建結構在設計及施工上均充份考慮自然災害因素，然高鐵沿線天候多變，人員巡檢頻率無法即時監控邊坡，而肉眼更是難以監測邊坡內在變化徵兆，無法偵測非預期之自然災害。

災害告警系統（DWS）設計運作原理均相同，以常閉（close）電路來偵測受保護區是否有因地滑、外物入侵而斷線或因地滑加設傾斜感應器傾斜超過30度，而作動開關呈現斷開（open），設計均採故障自趨安全（Fail-to-safe）設計，安全可靠度高，確實達成列車防護功能。

### 對策：

#### 一、發展即時預報及預警技術

為提升防災預警技術及作為，交通部中央氣象署協助交通部公路局客製化QPEPLUS（劇烈天氣監測系統）完成，可透過介接即時氣象觀測資訊，供為劇烈天候下道路封閉決策參考（圖3-11）。劇烈天候下交通部公路局24小時監看QPEPLUS系統重點監控路段、橋梁之預警、警戒、行動多重降雨觀測指標，並以預判、部署、預警、通告、應變等5階段實施操作必要時實施封路或封橋，並以各項資訊系統、通訊技術等科技應用，提供決策應用並將道路通阻資訊傳遞予民眾，以減少災害損失，強化風險管理。

### 防災科技化推動氣象情資自動化加值應用



圖 3-11、防災科技化推動氣象情資自動化加值應用

資料來源：交通部

## 二、辦理總體檢作業，邊坡養護作為納入外部水之考量，並確實檢討監測儀器

交通部高速公路局啟動總體檢作業，於 112 年 4 月底前完成轄區 C 級邊坡總體檢作業，針對外部水因子部分進行圖資研判，最後圈繪各邊坡之集水區、水系、維護管理關注範圍等，以利據以辦理後續維護補強等作為；除此之外，亦將透過總體檢結果，滾動式調整邊坡監測儀器設置頻率與密度，藉以完整監控邊坡，確實掌握邊坡安全狀況。

- (一) 啟動國道邊坡總體檢作業，首次透過高精度地形坡度圖之圖資研判，圈繪各邊坡之集水區、水系、維護管理關注範圍等，有效掌控集水區影響範圍。
- (二) 依據國道邊坡總體檢結果，滾動式調整邊坡監測儀器設置位置與密度，藉以完整監控邊坡，確實掌握邊坡安全狀況。

## 三、落石告警系統設置及路段預警作為

- (一) 交通部臺灣鐵路管理局已完成 26 處落石告警系統設備建置，其中 15 處已上線監視中。
- (二) 交通部臺灣鐵路管理局工務處使用 (QPESUMS) 天候監控系統，遇豪雨即派員現場監視，必要時預警性降速封路，提升安全防護。另 111 年 9 月 26 日正式調降交通部臺灣鐵路管理局平溪支線共計 5 個路段之雨量警示表。
- (三) 臺灣鐵路管理局依據邊坡養護手冊辦理巡查、分級等工作，並依據前述作業結果，於所規定之高風險邊坡設置監測儀器，以監測邊坡狀況維護鐵路安全。

## 四、沿線邊坡辦理定期人工量測及增設自動化監測站

對於高鐵沿線 389 處邊坡，除辦理定期及不定期檢查 (地震 / 颱風 / 暴雨發生)，為降低邊坡坍塌對高鐵營運安全的影響，台灣高速鐵路股份有限公司自營運開始，即對沿線邊坡辦理定期人工量測及增設自動化監測站，以加強對邊坡監測。若邊坡自動化監測值達到巡查標準，亦將派員至該處邊坡巡查，以維安全。又台灣高速鐵路股份有限公司研擬多項精進對策，包括：引進物聯網 IoT 邊坡監測設備，擴大監測「面」的涵蓋率，整合「暴雨預警系統」，有效掌握邊坡不穩定徵兆，並採用 InSAR、GNSS、UAV、光達等先進遙測技術，加強邊坡調查及安全評估成效。

### 議題三 冷鏈物流倉儲大火事故之安全管理策進

111年3月10日晚間，桃園市蘆竹區美福倉儲有限公司發生大火，該建築物為地上7層、地下2層鋼筋混凝土構造，佔地面積龐大約9,000坪，因冷鏈用途倉儲外牆經特殊處理及火載量等因素，導致救災滅火不易，期間殘火復燃不斷，歷經8日完成滅火作業，並由於倉儲大火燃燒後之大量生鮮食品，其廢棄物未依規定貯存及限期清理，導致異味溢散，造成附近居民亦飽受惡臭長達1個多月。

#### 挑戰：火災發生初期未能即早偵知

##### 一、倉儲低溫運作，火警探測及警報困難

低溫倉儲運作溫度約介於-45°C至8°C之間，火災探測及警報困難，且大型低溫倉儲高度大多超過10公尺，感測元件亦容易因環境產生冷凝水，造成無法對火災早期煙霧探測進行警報。

##### 二、庫板夾層空間起火，滅火不易

位於低溫庫板上方與樓地板下方之空間起火時，滅火相當困難，該空間無設計防護之自動滅火設備。

#### 對策：強化業者自主提升損害防阻措施及通報機制，降低災害發生風險

##### 1、自動通報系統

考量一般火警探測器有設置環境溫度之限制，建議冷凍倉儲配置能早期發現火災之溫度自動調整裝置，內部人員於監控發現火災後得即時啟動因應作為。

##### 2、吸菸及動火管理

強化事業單位作業人員之安全管理及自主管理能力，如吸菸管理，消除火災隱患，提高員工健康水平。

##### 3、設計安全區劃

場所平面圖應包含易燃性及不燃性物品等位置標示，考量倉庫收納特性與救災動線設計適切安全區劃。

##### 4、加強自衛消防編組演練

模擬場所可能發生的火災情境，訂定即時發現火災、即時搶救之標準作業程序，進行消防自衛編組演練，確保員工對職場環境風險的認知。

##### 5、強化自衛消防編組功能

美福倉儲股份有限公司建築物外牆因為特殊處理導致發生火災時救災不易，建議可依建築結構特性，強化自衛消防編組功能（如結構技術人員編組）（圖3-12），或採民間組織支援協定方式，並充實防災設備，如便攜式消防泵、泵車等，以強化是類場所防災體制，提升救災量能。



序號	編組	任務
1	指揮組	掌握各組執行進度及根據狀況下達命令，並與公部門應變中心作聯繫。
2	預警組	以具有基本災害認知者為優先，組員須瞭解公司情況，任務為平時瞭解公司與廠房各容易致災場所，災時加強巡查危險地點及監控預警為主。
3	搶救組	以對設備設施有概念之年輕力壯者為佳，任務為平時設施設備保養、管理，災時進行搶救作業。
4	疏散組	以熟悉公司與廠房環境者為優先，平日以防救災規劃宣導為主，災時進行員工的疏散，並向相關防救災單位通報災情。
5	救護組	以具有基本救護技巧者為優先，任務為平時協助瞭解公司員工個別身體健康狀況，災時進行緊急醫療救護。
6	後勤組	組員需具備良好溝通協調能力，平時任務為教育訓練規劃；災時任務為物資調度與各組狀況彙整及相關單位之協調作業。

企業災害應變編組

圖 3-12、企業防災指導手冊

資料來源：內政部消防署

三年災害概況

災害防救施政預算

防災新興挑戰與對策

災害防救推動政策之重點與成果

## 議題四 毒性及關注化學物質危害風險控管

我國化學產業蓬勃發展，化學品種類推陳出新，國際市場流通化學物質約數萬種，其中部分具易燃性、爆炸性、毒性、腐蝕性等危害特性，導致化學物質事故災害風險大幅提升。

根據環境部環境事故專業諮詢監控中心統計，近 10 年（102 至 111 年）國內發生危害性化學物質事故總計 4,330 件，平均每年約 433 件，事故場所及類型分別以工廠及火災最多。面對毒性及關注化學物質危害帶來的高度風險與不確定性，事前預防勝於事後應變，除持續監控、通報，更要培養業界自主應變能力、協助整合跨域資源，化被動為主動，使風險有效控管，降低災害發生率。

### 挑戰：健全化災防護量能，降低化學事故風險

#### 一、民間化學災害應變人員專業度落差

業者為運作場所發生化學物質災害第一線人員，往往因缺乏化學相關知識、危害辨識能力，無法於事故發生當即採取妥適因應措施，導致災害波及範圍擴大，爰需建置毒化災應變訓練場、推動專業應變人員訓練制度（圖 3-13），以提升民間化學災害應變人員之素質。

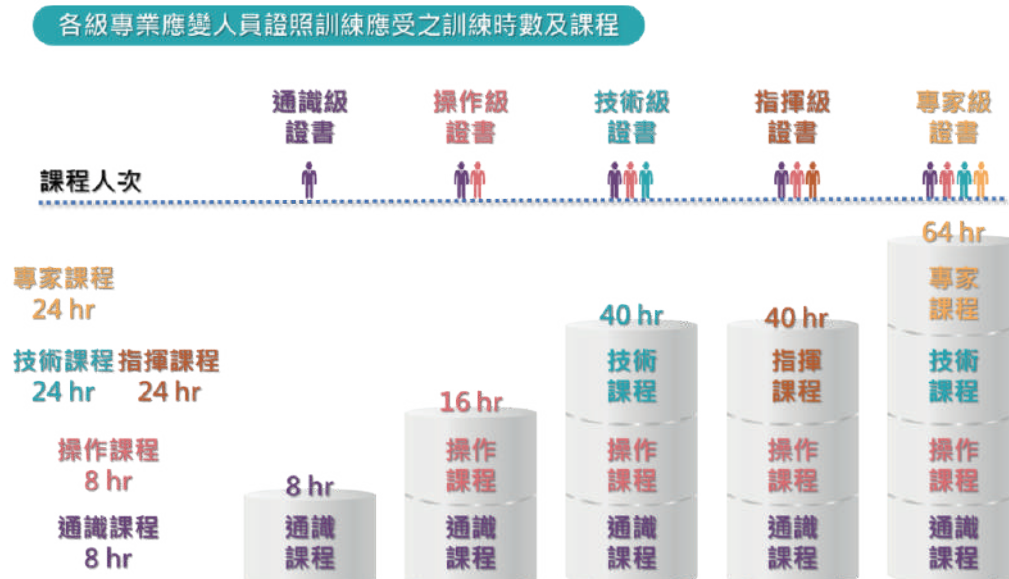


圖 3-13、各級專業應變人員證照訓練應受之訓練時數及課程

資料來源：環境部

## 二、公私部門化災應變量能整合複雜

地方政府採購應變裝備器材設備數量不一、業界自主應變能量經驗不足，當氣候變遷衝擊可能致使災害朝複合型趨勢發展，事前預防整備並完備互相支援機制為當前要務。

## 三、化學災害事故緊急應變知識有限

化學物質使用、製造、運輸過程如稍有不慎恐引起火災、爆炸、洩漏，事故發生無法預期，民眾缺乏化學災害應變知識情況下，恐採取錯誤措施造成傷亡，需透過宣導教育推廣毒性及關注化學物質災害避難疏散基本知識。

## 對策：化被動為主動，公私部門合作，落實災害預防

### 一、精進毒化災應變訓練場設施，提升訓練品質

環境部南區毒化災專業訓練中心為國內首座毒化災應變之專業訓練場，設有化學品槽車移槽訓練模組，111 年訓練逾 2,000 人次，持續配合外界需求擴充精進訓場設施，提升訓練品質（圖 3-14）。

### 二、推動訓練制度，強化應變能量

自 110 年 8 月 3 日起至 111 年 12 月 31 日止，環境部指定公告國立聯合大學、財團法人工業技術研究院、國立雲林科技大學及國立高雄科技大學等 4 家訓練機構辦理毒性及關注化學物質專業應變人員訓練，共開設 271 班，其中通識級 93 班、操作級 63 班、技術級 85 班、指揮級 13 班、專家級 17 班。參訓人數計 9,119 人，訓練合格人數達 8,500 人，持續推動專業應變人員訓練，強化應變量能。

### 三、化被動為主動，聯合臨場輔導

環境部每年會同環境事故諮詢中心、專業技術小組、地方政府消防、環保等單位及專家學者等實際到重點廠家辦理毒性及關注化學物質分級運作輔導及無預警測試，提供業者專業建議並落實檢討改善，111 年共臨場輔導 478 場次、無預警測試 250 場次，公私部門化被動為主動，共同落實毒性及關注化學物質災害預防整備。

### 四、籌設聯防組織，資源整合共享

環境部積極輔導毒性及關注化學物質製造、儲存、使用與運輸等運作者建立應變支援機制，成立全國毒性及關注化學物質災害聯防組織，截至 111 年共籌組全國聯防組織 167 組、4,400 餘家、輔導檢核聯防備查文件 73 場次、無預警測試 26 場次，結合各類演練測試提升聯防成效。

### 五、分眾教育宣導，培養防災智識

透過協助地方辦理業者法規說明會、大眾媒體及實體宣導活動，分群分眾設計不同難度之教材文宣，使民眾瞭解毒性及關注化學物質相關法規、認識化學品危害、災害防救、疏散避難等知識（圖 3-15）。





圖 3-14、南區毒化災專業訓練中心 - 訓練單元  
資料來源：環境部



圖 3-15、化學知識地圖  
資料來源：環境部

## 議題五 強化海洋環境之污染影響應處量能

隨著海洋運輸與利用日漸頻繁，加上近年來極端氣候影響，大幅增加海上活動作業風險，相對海洋環境污染事件亦面臨日趨多元模式；對於污染發生之種類、時間、地點不確定的特性，我國準備及執行「污染緊急應變」工作亦相對加大作業難度。

依據前述之挑戰特性，如何運用結合國內所有應變整備量能，實施污染發生前之預防與發生後之應變整合作業，至關重要；相關常見之海洋環境污染類型，不外乎油料或化學品外洩至海洋水體，或是相關陸地污染物隨著河川或海岸進入到海洋中，另外自然災害衍生大量污染物亦可能對於海洋環境產生污染問題。

### 挑戰一：因極端氣候或自然災害致海上船舶或工業設施污染物外洩

船舶航行期間，或者是相關海上工業設施諸如卸油浮筒、輸送管線，以及離岸風機等，可能會因極端氣候或自然災害而有污染物外洩狀況，具有海洋環境污染潛勢，若無法事前預防降低發生機率，或是發生污染外洩後無法實施即時應變，釀成污染擴散，將加劇破壞海洋環境。

### 對策：災前整備預防、降低事故機率

#### 一、依據污染事件發生樣態劃分應變權責：

要求所有因海難或陸源污染、海域工程、海洋棄置、船舶施工、油料輸送或其它非因海難造成意外事件之潛在污染源管理單位，嚴格執行操作工作程序，並於作業現場備置足量應變設備器材以因應實際需求，降低污染產生可能性。

#### 二、逐年編列預算、建置應變能量

在經常發生污染事件附近適當點位儲置應變能量，另外補助地方政府增購適宜應變設備器材，充實地方應變能量，提升應變作業能力，同時依據「海洋污染防治管理系統」，管理全國緊急應變能量，組織公務機關及民間機構，聯防統合調遣應變資源，落實應變管理制度及防災整備；發生污染期間立即輸運應變設施趕赴現場實施污染圍攔防堵與清除回收，避免事態擴大。

#### 三、尋求國際合作、培養應變能力

派遣國內相關應變機關（構）人員至國外專業應變培訓機構訓練，接受最新國際應變作業策略資訊，熟悉海洋油污染事件處理作業方式與程序；返國成為種子教官施訓，藉以培養應變人力。

#### 四、針對事前整備、實施逐級動員

依據「輕裝在前、重裝在後、分散配置、逐級動員」原則，透過海洋污染防治管理系統，以分級分區方式，整合實施污染應變作業。

### 挑戰二：人為作業疏失造成污染物外洩

有關油料或化學品之儲存、運輸等管理，概須仰賴人力執行或監控，若進行相關作業上有疏失發生，將致油料或化學品外洩至海洋水體，爰似有必要要求相關潛在污染設施管理單位，有效降低污染外洩機率。

### 對策：統合量能調用、聯合分工應變

- 一、運用科技蒐證與採樣科學工具，確認污染型態與範圍，並持續引進購置國際間具備「即時偵知、輕便儲放、高效回收、耐用可靠」之新型應變設備，分區建置應變能量庫房，以利即時動員縮短污染清除作業時間。
- 二、依據污染型態與範圍，調用國內相關業者應變能量，同時視作業需求要求民間應變廠商投入應變支援工作。
- 三、區分應變層級以及地域，成立應變中心與前進指揮所，聯合動員污染區域範圍內所有具備應變能量之公務機關與民間機構，整合實施污染範圍內，各區域權責機關分工負責清除工作。

### 對策二：應變檢討統計、善後復原求償

- 一、污染應變期間，持續應變效能檢討與應變資材支出統計工作，依據實際需求隨時調整，避免產生二次污染狀況，以完善應變效果。
- 二、確認污染區域環境復原作業方式與驗收標準，並視污染清除與復原程度，召集應變中心相關成員進行會勘與驗收工作確認環境復原結果，持續辦理水質監測、生態復育、資源復育追蹤等工作；同時依據主管法令或損害賠償規定進行損害求償。