

第四章

4

Chapter

災防新興挑戰 與對策

議題一 · 工廠安全統合管理機制精進作為

議題二 · 化學雲輔助災害防救管理策進

議題三 · 各項災害應用數位科技執行人命救援策略

議題四 · 強化極端氣象監測與預報技術

議題五 · 水資源穩定供應國家級戰略



議題一 工廠安全統合管理機制精進作為

112年9月22日屏東縣明揚國際科技股份有限公司發生火災，造成10死，逾百人輕重傷重大事故。本起事故起因該公司堆放超過管制量危險物品，未主動依法申報，亦未落實消防法規定火災預防相關事項，致行政機關無法即時發現該高危險場所，並採取管制措施。為避免廠場未如實申報危險物品並落實管理之錯誤再次發生，特以藉由整合各部會行政資源，推動本工廠安全統合管理機制，以發揮跨機關統合協力綜效。

挑戰：化學品管理複雜且專業，增加管理難度

一、化學品申報規定分散各部會，申報數據比對勾稽不易

相同化學品，因各部會管理目的不同，申報頻率及管制量都不同，無法及時掌握各法規之疑似漏申報化學品工廠，應再調合各法規化學品之申報頻率，透過制度及系統強化管理（圖4-1）。



圖 4-1、各部會轄管工廠化學品管理規定

資料來源：經濟部

二、未整合各領域之查核及輔導

各部會涉及危險物品管理規定不同，獨自檢查所及面向不足。因申報不實工廠危害辨識及自主管理能力普遍較低，應聯合公部門各單位加強查核暨輔導。

對策：建立工廠安全統合管理機制

一、盤查

盤點危險物品管理之法規，調整相關法規化學品申報頻率，以強化化學品申報管理。經濟部「工廠管理輔導法」及「工廠危險物品申報辦法」、內政部「消防法」、勞動部「優先管理化學品之指定及運作管理辦法」皆已於113年列入修法作業中，俾提升政府機關對危險物品申報及預防措施之管制。

二、管理

加強工廠自主管理，彙整各部會化學品有關規定，建立工廠化學品管理自主檢核表及管理指引，發送工廠，協助業者自主檢核及管理以符合法令規範。

三、查核

透過盤點危險物品高風險工廠，召集中央及地方單位進廠實施聯合稽查，依權責從消防、環保、建管、職安及工廠管理各面向法規協同進行詳細查核，確保該工廠公共安全無虞。

四、演練

消防法、工廠管理輔導法及毒性及關注化學物質管理法等規定皆有應變、演練及訓練等相關規定。輔導相關工廠結合上述各部會法規，運用區域聯防及提升自主防災量能，將災害傷亡及損失降至最低。（圖 4-2）



圖 4-2、工廠安全統合管理機制
資料來源：經濟部



議題二 化學雲輔助災害防救管理策進

化學雲的成立，主要依據 103 年 2 月 26 日「食品雲跨部會推動規劃會議」中，行政院指示環境部（原行政院環境保護署）研議建置化學雲，藉由蒐集國內各主管機關管理化學物質資訊，並經由系統將資料正規化處理後，分享及回饋至各部會使用，化學雲目前共取得 10 部會 53 個系統資料。107 年桃園敬鵬火災後，鑑於當時化學雲所整合資訊較多，且已有加值運用的作法，始與內政部消防署合作開發防救災輔助相關功能。

挑戰：介接資料不一致及缺少，增加資料整合難度及救災資訊不足

一、部會化學物質管理目的不同，致拋轉入化學雲資料及頻率有所差異

化學雲是一個資訊整合應用平臺，事業單位並不是到化學雲申報或登錄，國內化學物質管理權責向來依使用目的，分由相關部會依管理目的訂定法規管理之，因管理目的不同，管制強度與所蒐集資料內容之法源規定不一，致拋轉入化學雲之資訊有所差異，導致整合不易。

此外，各部會拋轉資料至化學雲頻率多切齊部會法規規定，以每月、每季、每半年或每年拋轉資料予化學雲，惟部分系統考量廠場申報資料需再確認，故於申報截止日數日後，方可拋轉資料予化學雲，或資料拋轉時間點未定期，導致化學雲取得資料具時間差。

二、救災所需資訊待擴增

由於原化學雲係輔助食安風險化學物質管理，107 年桃園敬鵬火災時，鑒於當時化學雲所整合資訊較多，且已有加值運用的作法，歷年已依據消防救災單位需求，不斷擴增及整合系統資訊，於災時輔助搶救部署參考，逐步配合救災需求擴增系統資訊。

三、救災資訊展示呈現可再優化

雖環境部化學物質管理署目前已與內政部消防署共同研討，於化學雲建置「廠商運作背景報表」功能，於災時可提供消防救災單位該廠場於各系統最新一次化學物質運作及圖資資訊，另因應救災現地應用可快速取得廠商運作背景報表，與內政部消防署系統介接，可免另登入化學雲，消防單位即可透過消防署派遣系統取得廠商運作背景報表資訊。然而考量消防救災單位對於廠場平時檢查或緊急救災時，不同情境所需求不同，如何有效的提供資料，輔助救災單位判斷場所危害特性，仍可再進一步與內政部消防署共同研討及優化。

對策：強化救災輔助資訊統整及檢核，完善輔助救災指揮需求

一、建立資料檢核機制

考量各部會拋轉至化學雲資料品質及時效，攸關提供救災人員資訊可靠性，為使資料能有效整合，將優先就與消防救災提出資料需求之系統，建立系統共同語言鍵值，並研擬及建置資料檢核機制，以強化拋轉資料之完整性及正確性；此外，為能提升資料時效性，透過建立資料拋轉稽催機制，將依據各法規申報截止日，要求前述系統需於 20 日內將資料介接至化學雲。

二、資料擴增及提供

依據內政部消防署提出需求及建議，協助介接勞動部優先管理化學品與工廠危險物品之座標資訊至內政部消防署系統，供內政部消防署應用（圖 4-3）。依據救災單位需求，透過各部會共同強化系統資料，由化學雲持續跨部會整合，以完備救災資訊應用。



圖 4-3、內政部消防署派遣系統示意圖

資料來源：環境部

三、調整及優化救災輔助資訊顯示

環境部化學物質管理署已與內政部消防署共同研析，於化學雲建立廠商運作背景報表功能，惟考量緊急救災時，應以提供簡潔清晰及必要資訊為原則，避免資訊過於龐雜。

為利於消防救災第一線人員快速研判及應變，依據內政部消防署建議，化學雲所提供之廠商運作背景報表，可優先顯示簡要重要資訊。爰此，將廠商運作化學物質對應之聯合國化學品分類及標示全球調和制度（Globally Harmonized System for Classification and Labelling of Chemicals, GHS）圖示及現場平面配置圖等資訊調整至快報第一頁；此外，於快報中依消防救災資訊需求擴增危險物品分類資訊，供救災人員參考（圖 4-4）。

此外，規劃建立使用情境分類快報，在接獲通報時，先提供第一線救災人員場廠危害等級標記與圖資等資訊之快報簡要版，以利救災人員快速檢視廠場危害性；於救災人員抵達現場前，可進一步提供救災單位，有關消防救災較為關切化學物質申報系統之廠場運作化學物質資訊（廠商運作背景報表摘要版）；於抵達現場，搭配工廠管理權人依據消防法第 21 條之 1 規定，提供廠區化學品種類、數量、位置平面配置圖及搶救必要資訊，輔助指揮官衡酌搶救風險，採取適當之搶救作為。此外配合各單位例行檢查，另可應用化學雲廠商運作背景報表完整版與現場進行比對，檢視情形是否相符，掌握轄區內廠區之化學雲資訊。



圖 4-4、廠商運作背景報表調整樣式範本

資料來源：環境部



議題三 各項災害應用數位科技執行人命救援策略

近年我國國內重大災害事故頻傳，如 107 年 10 月 21 日台鐵普悠瑪自強號在宜蘭出軌造成 18 死 215 傷；108 年 10 月 1 日宜蘭南方澳大橋斷裂造成 6 死 12 傷；109 年 1 月 2 日的 UH-60M 黑鷹直升機新店山區空難造成 8 死 5 傷，其中沈總長一鳴將軍殉職是國軍專機失事中領軍階最高者。110 年 4 月 2 日臺鐵第 408 次車清水隧道重大鐵道事故造成 49 死 213 傷；同年 10 月 14 日高雄市「城中城」大樓火災造成 46 死 43 傷，是臺灣戰後史上死亡人數第二多的建築物火災，僅次 84 年衛爾康餐廳大火（64 死 11 傷）。

挑戰：不同類型災害頻傳且國際情勢難以預料

面對各種不同類型災害必須運用不同科技加強人命救援，另因應近年來國際情勢難以預料，戰事頻傳，應參考俄烏戰爭情境，將重大衝突災害防救應變策略納入整體考量。

對策：應用數位科技執行人命救援

一、運用數位資料開放平臺，整合公開資訊並有效分享利用

內政部因應災害應變建置「災害防救資訊系統」，介接各項災害情資，供中央部會、直轄市、縣（市）及鄉（鎮、市、區）公所等級災害應變中心及緊急應變小組使用，透過系統的協助進行災害應變與處置，從中瞭解通報至災害應變中心各項緊急事件的應變與處置狀況。未來應以救災人員及指揮官能夠第一時間掌握經確認之即時災情為目標，持續精進該系統功能。為紓解大規模災害之案件受理線路滿載現象，應規劃提供網路災情通報機制，並以行動科技執行各項災害防救工作，加強於現場執行資料蒐集，於第一時間提供民眾防災訊息或作為救災人員優先救災重點等，亦將持續強化擴充其功能。

二、結合數位科技相關應用投入救災，提升人命救援任務執行效率

鑑於新興能源產業及科技之興起，太陽能、電動車、無人機、星鏈科技及虛擬實境等新興科技成為未來之趨勢，同時也可能衍生新種類之災害類型。在災害救援的第一線，需要快速整合各項資訊，例如救災人員、設備的管理，各種救災資源的調度，災害現場的影像、音訊或是文字，應運用消防 5G 場域計畫，利用 5G 大頻寬、低延遲、廣連結等三項特性，將 5G 用於防災教育、搜救作業上，並打造智慧搜救平臺，可整合搜救人員配戴的 AR 頭盔，獲得災區現場即時影像，並利用空拍機建立災區 3D 模型，透過現場臨時搭建的 5G 專網，提升整體搜救作業效率。建置規劃國家級的智慧搜救派遣系統，有效整合各項災害資訊，提供監控、預警、通報、緊急應變更便捷及優質流程，透過系統決策分析，派遣搜救資源，提升人命搜救執行效率。

三、運用數位科技架構訓練場域，強化救災訓練與深植防災教育

透過 AR 擴增實境、VR 虛擬實境、MR 混合實境及 XR 延展實境等虛擬實境技術建構防救災訓練場域，能使受訓人員感受身歷其境的效果，強化專業救災人員的養成，培養其救災時的風險意識，另亦可鼓勵社區民眾參與，廣邀社區周圍相關之企業、學校及其他團體參與教育訓練，將防災意識深植於社區民眾的觀念之中。

議題四 強化極端氣象監測與預報技術

受氣候變遷影響，極端氣象導致天然災害頻仍，且發生時間與規模比起過去的模式更難以預測，如何提前掌握極端氣象的天氣資訊，並提前因應相關風險威脅，成為政府刻不容緩的重要任務。

挑戰：

要有效減緩極端氣象災害對社會所帶來的衝擊，必須持續精進氣候監測及預報技術，提供防救災單位與社會各界更精確細緻、更即時迅捷的各項警特報資訊與資料，必須透過積極推動數位轉型、升級先進硬體設施、導入新興科技等方式，有效強化極端氣象監測與預報技術。交通部中央氣象署盤點規劃 3 項對策（圖 4-5）、15 個策略如下：

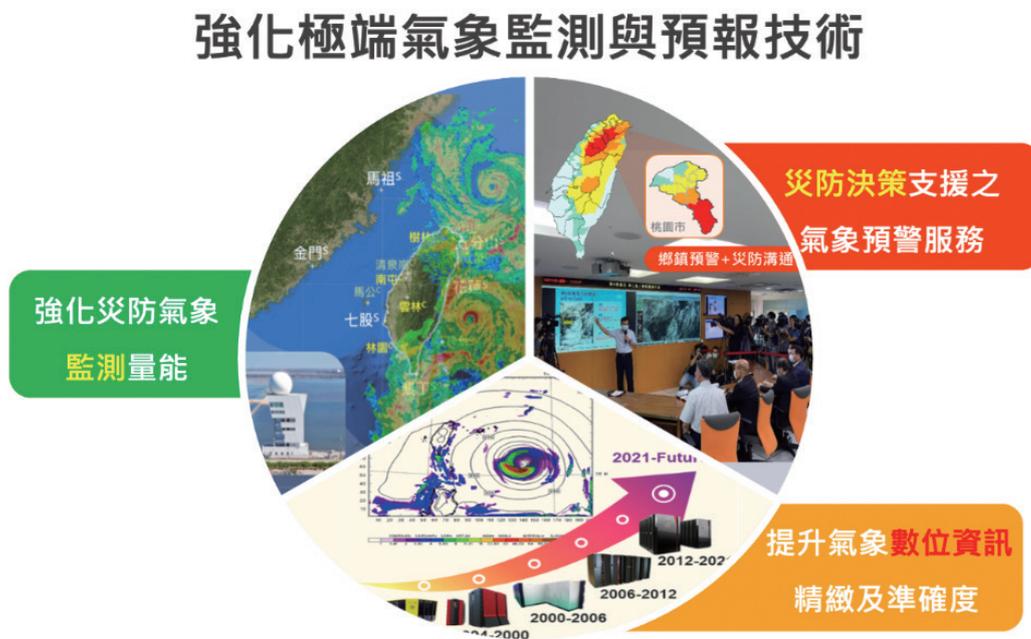


圖 4-5、交通部中央氣象署面對極端氣象因應對策

資料來源：交通部中央氣象署

對策一：強化災防氣象監測量能

一、精進海氣象設施與技術，擴增及提升監測量能

導入先進觀測設施及新興觀測技術，建構更綿密的高時空觀測網，擴大海氣象觀測資料的整體監測量能。規劃逐年滾動式汰換或升級老舊及不良率偏高的觀測設施，降低維運成本，提升資料的良率，精進海氣象觀測效能。

二、提升雷達觀測網覆蓋率，精進降雨監測與分析效能

建置金門及馬祖氣象雷達站，結合現有之雷 觀測網及北、中、南、雲林、宜蘭 5 部防災降雨雷達，強化對劇烈天氣現象的監測能力。運用雷達遙測技術大範圍監測海面波浪及海流，開發海象雷達智慧品管演算法，提升災防所需雷達資料品質。



發展更合理精緻的雷達定量降雨估計技術與產品，強化現有「新一代劇烈天氣監測系統（QPEplus）」之交通部屬機關客製化系統服務，提供氣象情資與防災重點熱區之即時監測與預警功能。

三、發展智慧型監測技術，提升鄉鎮尺度災害性天氣監測效能

精進氣象雷達、地面觀測網、閃電等資料之整合，結合物聯網、無人載具等先進科技，依據災害性天氣特徵發展智慧型與視覺化之監測技術，有效提升鄉鎮尺度災害性天氣監測效能。

四、擴建地震觀測網，增進地震預警效能

增建井下地震站以提高地震訊號品質、縮短地震測報時間，並針對六都開發客製化地震預警系統作業模組。

與菲律賓合作於臺灣南部海域沿馬尼拉海溝東側布設 800 公里海纜，並設置 6 座海底地震海嘯觀測站，以強化該區域的地震海嘯監測。

五、強化地球物理觀測，發展地震前兆分析技術

逐年升級與擴建地球物理觀測設備，提升測站妥善率及資料品質，增加觀測站密度，擴大前兆異常偵測範圍。

發展地震前兆分析技術與方法，導入統計演算法、人工智慧與大數據分析方法等創新技術，研發地震預報技術。

對策二：產製更細緻準確之氣象數位資訊

一、升級超級電腦計算能量，提升預報精度，支援災防決策需求

完成高速運算電腦及相關網路、儲存設施的建置。精進區域、全球、氣候數值測報模式、發展太空數值作業模式，提升數值天氣預報精緻度並發展預報決策工具。同時促進我國高速運算電腦產業發展與應用人才培育。

二、整合數位預報作業量能，延長定量降水（即時）預報時效

發展模式與統計後處理及訂正方法，強化人工智慧大數據統計科學技術，改善定量降水預報技術，提升數位預報作業量能並強化災防相關氣象數位資訊之供應。

三、精進海象模式災防預報能力

引進國際先進之海洋耦合與資料同化技術，持續提升交通部中央氣象署海象資料同化能力，並發展新興的波浪、海流與大氣區域耦合技術。應用人工智慧開發非結構網格波浪模式與發展機器學習降尺度波浪模擬技術，以提升模式解析度、延長預報時效並降低模式系統性誤差。

四、發展人工智慧地震預警系統，大幅縮短地震預警發送時間

建立機器學習模型，運用深度學習方法，讓機器直接從大量歷史資料中自動擷取資料特徵，研發地震定位及震度預估技術。

對策三：精進災防決策支援之氣象預警服務

一、提供即時鄉鎮尺度之災害性天氣預警服務

介接更高空間解析度及更高時間密集度之監測及預報資料，提升更細緻的即時監測與預警功能；建置高低溫特報鄉鎮化自動建議機制，加速警特報發布流程。與美國合作建置新一代人機互動的鄉鎮尺度災害性天氣預警發布平台。

透過整合智慧型監測與即時預報技術，持續提升短延時強降雨與大雷雨之即時預警效能。經 2 年與地方政府合作，113 年起正式辦理「溪流預報及山區暴雨之溪水暴漲警示」細胞廣播作業。精進現行縣市尺度的災害性天氣預警，現已提供低溫特報及高溫資訊之鄉鎮尺度燈號預警，113 年持續開發鄉鎮尺度的強風特報燈號預警。

二、強化中央與地方災害性氣象情資溝通

強化中央與地方災害性氣象情資溝通，提升區域災防資訊連結，於關鍵時召開跨單位連線會議，降低災防氣象資訊解讀落差；113 年起將於颱風警報期間縣市決策前之關鍵時試辦「颱風警報期間沿海地區風力預報」，能更有效提供政府防災和地方停班課等決策所需資訊，輔助各縣市相關決策進行。

三、精進週、月、季之極端氣候預警資訊

開發週、月、季尺度之極端溫度及降雨之機率預報產品，並與學界合作，以視覺化方式呈現極端事件發生的時空分布及演變趨勢，提供乾旱等預警資訊。

四、建構國家氣象觀測資料庫，促進災防資料活化應用

透過創新科技應用、大數據、人工智慧等數位治理機制，進行資料品質檢核、監測及管理，建立國家氣象觀測資料庫，增進跨域資料交換運用，提升災防服務應用與經濟效益。進行跨單位協商，建立跨域多元資料交換格式與介接標準規範，完善資料整合與資料品管及訊息之介接與應用。

五、建構環島異常海象預警系統

建置異常海象光學影像監視站，以影像辨識技術結合人工智慧運算，逐步建置完成全國智慧異常海象預警整合監控系統。建立分眾應用圖表及定位化地理資訊，以「自訂預警、主動通知」方式提供海岸與海域使用者智慧化防災警示。

六、建構新型態展示場域，推廣氣候變遷防災意識

應用擴增、虛擬或混合實境等科技，開發數位氣候行動推廣工具，推展氣候變遷應用展示服務，協助民眾建立氣候變遷的知識及能力，提升防災知能，落實氣候行動。

藉由前述對策之推動，期能有效協助我國防救災業務之災害管理，包括：

- (一) 長期減災規劃階段：精進天氣監測及預報技術，強化災害性天氣守視。
- (二) 中期災害整備階段：提前發布災害性天氣預警資訊，提升防災整備效能。
- (三) 短期災害應變階段：即時通報各項警特報資訊，提供災害期間之應變決策運用。
- (四) 災後復原階段：提供短、中、長期天氣預報及展望，輔助災後復原作業。以全面提昇我國面對氣候變遷影響之災害防救韌性。



議題五 水資源穩定供應國家級戰略

挑戰：

一、極端氣候事件增加供水穩定風險

氣候變遷加劇，未來降雨呈暴雨集中、但不降雨時間拉長趨勢。如 2020 至 2022 年發生半世紀來豐水期無颱風過境；2023 年上半年臺灣南部超過 600 天無大雨，枯旱風險漸增。

二、都市人口、產業用水需求增加快速

都會區發展快速、人口集中，以六都為例，人口佔全臺約 7 成且逐年增加，而且近年臺灣產業投資及高科技產業發展快速，用水需求快速成長。

對策：

一、建立臺灣氣象乾旱指標監測系統

為可以更快得到全臺乾旱嚴重等級的分佈情形，在採取各種決策時的參考資訊更加明確，將針對全臺 26 個水庫集水區三種不同時間尺度的乾旱指標時間序列與空間分布圖，提供未來 1-6 個月各水庫氣象乾旱指標預報資訊，有助依不同地區的乾旱嚴重等級，來採取相對應的因應策略計畫。（圖 4-6）

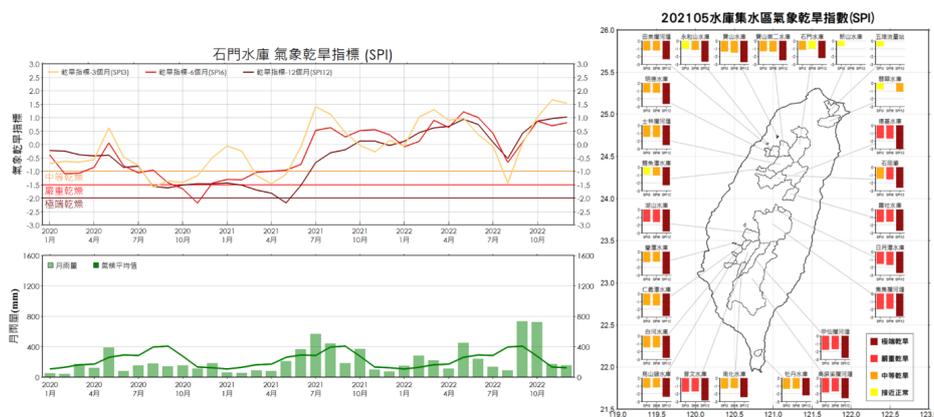


圖 4-6、臺灣氣象乾旱指標監測系統示意圖

資料來源：經濟部水利署

二、強化流域整體經營管理，提升水資源利用率

除加強集水區水土保持與增設水庫排砂設施外，於供水端則增加蓄水及開發新水源，如擴大水庫清淤、推動在地滯洪兼具水資源利用、增設人工湖及伏流水及水庫淤泥去化等；並強化調度管理及科技造水，增加保險水源，如調度備援管路建置、自來水減漏、再生水、海淡水利用等，透過由水源頭至水龍頭之水資源經營強化管理，朝供水穩定與水資源長久發展利用等願景推動。（圖 4-7）



圖 4-7、強化流域整體經營管理示意圖

資料來源：經濟部水利署

三、打造西部廊道供水管網，均衡南北降雨差異

為縮小臺灣南北降雨不均衡問題，提升區域水源的調度彈性，積極推動西部廊道供水管網串接計畫，藉由北水南調、南水北送打通調度瓶頸，讓水資源整體運用更靈活有效。目前已完成臺北支援基隆及板新、大漢溪水源南調桃園、桃園支援新竹幹管、臺中支援彰化、雲林支援彰化及嘉義、臺南支援嘉義、臺南高雄水源聯合運用等區域調度管線；將持續推動三重及蘆洲區域供水管網改善、石門水庫至新竹聯通管、鯉魚潭淨水場北送苗栗清水管、大安大甲溪聯通管、臺中至雲林管線連通改善及濁幹線與嘉南大圳串接等。（圖 4-8）



圖 4-8、打造西部廊道供水管網示意圖

資料來源：經濟部水利署



四、科技造水增加保險水源，減少降雨依賴

科技造水（再生水及海淡水）具不受降雨影響、供水穩定且對環境衝擊較小特點，可增加枯水期保險水源。未來海淡水將併入自來水供水系統，與區域水源聯合運用，作為降低氣候變遷威脅的保險水源；至於再生水將持續與地方合作推動，未來重要產業的用水都將優先使用再生水，除不排擠民眾用水外，亦可兼顧產業發展及水資源循環利用。目前行政院已核定內政部國土管理署「公共污水處理廠再生水推動計畫」，除了已陸續產水的高雄鳳山廠、臨海廠及臺南永康、安平廠外，後續如臺中水湳、福田、臺南仁德、桃園桃北、新竹竹北、臺中豐原及高雄楠梓、橋頭等廠也在持續積極推動中；此外，行政院於 112 年 4 月核定新竹及臺南海水淡化廠計畫，將分別於 116 年及 117 年完工產水，其他地區海淡廠如桃園、臺中、嘉義及高雄等則持續評估中，並於規劃成熟核定後推動執行。（圖 4-9）

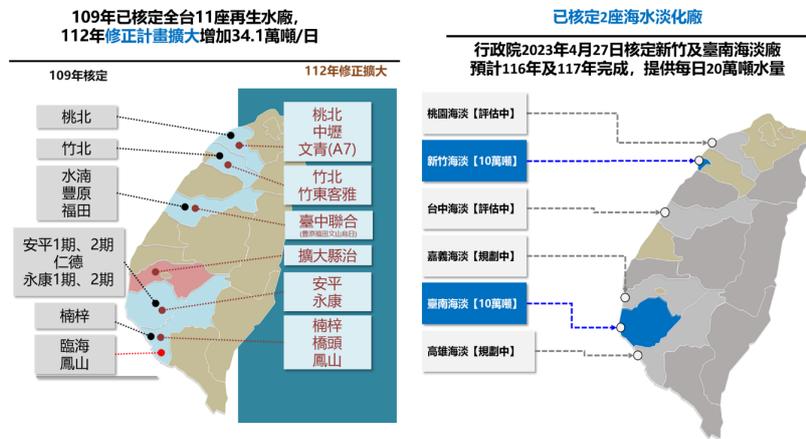


圖 4-9、科技造水增加保險水源示意圖

資料來源：經濟部水利署