



新世代污水下水道建設與管理策略

內政部營建署下水道工程處處長 / 陳志偉
內政部營建署下水道工程處課長 / 周世銘
環興科技股份有限公司水務部經理 / 陳立儒
環興科技股份有限公司水務部計畫主任 / 吳忠柱

關鍵字：污水下水道、優化管考、應變體系、教育藍圖、全循環

摘要

我國污水下水道建設走過了 30 個年頭，期間面對大大小小的挑戰不計其數，在下水道界前輩筆路藍縷堅持並堅定地走到今日，才能有目前累積的建設成果，面對下一世代自然、社會、經濟及人文環境的種種挑戰，我們要有新世代污水下水道建設管理的思維與策略，將以「水循環」、「資源循環」、「減碳延壽」、「生態共生」為下水道四大新願景，並透過多管齊下優化管考提升污水下水道建設績效、建構天災應變體系並研擬減災策略以減輕災害衝擊、落實執行教育藍圖適才適所展現卓越成效、掌握下水道推動趨勢以厚實技術執行策略、結合接軌國際減碳趨勢打造全循環系統等多面向執行策略，分階段築夢踏實。

一、前言

我國在民國 73 年頒布「下水道法」後，於民國 77 年制訂「污水下水道發展方案」並歷經三次修正，內政部依據核定之方案分別

研提六年一期之污水下水道建設計畫，且已奉行政院核定第一期(81至86年度)、第二期(87至92年度)、第三期(92年至97年)、第四期(98年至103年)及第五期(104年至109年)等建設計畫(如圖1所示)，逐年推動污水下水道建設，歷經各界的努力，全民已逐漸感受到下水道建設所帶來之改善都市居住環境衛生、提升生活環境品質、防止水域污染以及確保良好水源水質的好處，因此無論在「八一〇〇-台灣啟動」、「挑戰2008國家重點發展計畫」、「擴大公共建設投資計畫-新十大建設」、「2015年經濟發展願景-第一階段三年衝刺計畫(2007-2009年)」、「愛台12建設」、「黃金十年-國家願景」及「永續發展政策綱領」等多項行政院重大施政計畫中均含括污水下水道建設計畫，並列入重大政策重點執行項目，其重要性可見一般。

目前第一至第四期建設計畫已執行完成，各級政府及民間資金投入建設經費達

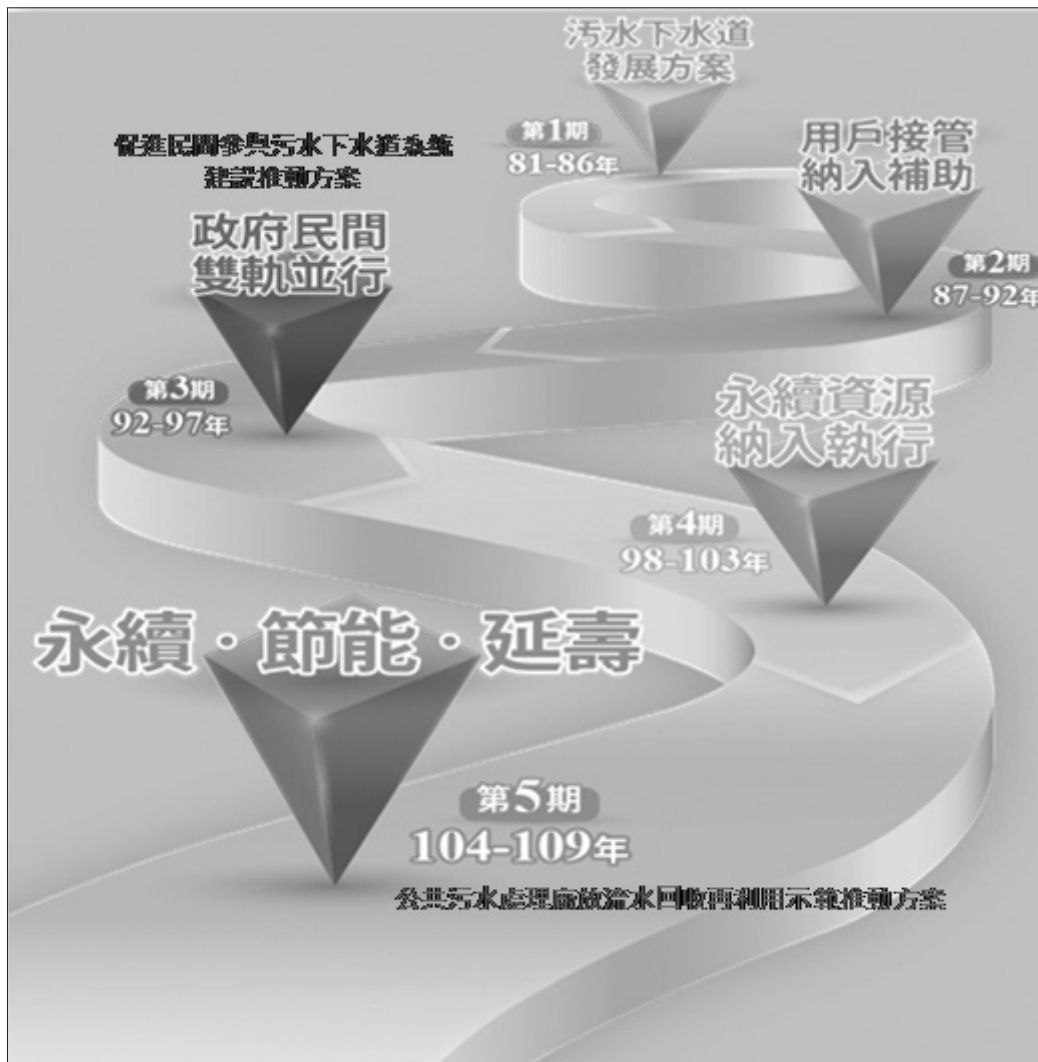


圖 1 我國各期污水下水道建設計畫演進

2,751 億餘元，第五期建設計畫總經費亦高達 1,068 億餘元，污水下水道如何有效利用並發揮相乘的效果，是目前國內污水下水道建設推動最重要之工作。

內政部營建署依據下水道法為下水道之中央主管機關，負責綜理全國下水道發展工作，舉凡下水道發展政策、方案及法規之訂

定、各縣市下水道系統發展計畫之核定及下水道建設、管理與研究發展之監督及輔導、下水道操作、維護人員之技能檢定及訓練與下水道技術之研究發展等皆是營建署的重要業務。

推動污水下水道建設至今已超過 30 個年頭，現階段所面臨之問題及挑戰包括：



- (一) 中央財政日益困難、資源有限，如何提升投資績效？
- (二) 大規模天災不時發生，有無緊急應變及處置標準作業流程 (SOP)？
- (三) 公部門 / 技術顧問 / 工程 / 操作維護如何確保下水道建設營運持續精進到位？
- (四) 產業吸引力不足缺乏長期發展空間，技術如何深耕發展？

面臨現階段的各種挑戰，我們認為應該要有新世代下水道的思維和做法，因此新世代污水下水道的建設與管理策略便顯得舉足輕重，同時也關係著污水下水道建設後續推動之成功與否，本文將針對上述重要課題提出初步策略與構想，作為後續有關污水下水道建設與管理施政參考。

二、築夢踏實邁向下水道新願景

污水下水道為都市現代化程度之重要指標，亦為改善都市污染及環境衛生之具體措施，可改善都市污染及環境衛生、減低河川污染、提升國民生活品質並進而提升水資源利用。

目前就政治、經濟、社會、文化、環境五大面向之長期趨勢，因應未來氣候變遷及國內外社會經濟情勢之變化，考量 (1) 地球暖化及氣候異常、(2) 國土規劃及區域均衡發展、(3) 區域聯合治理趨勢、(4) 水及其他資源缺乏、(5) 大規模災害發生風險增加及公共設施老化、(6) 政府財政拮据、(7) 人才及人力短缺、(8) 維護地球環境等，再針對下水道定位、整體管理目標設定、管理制度建立，效率化管理等，研擬出以污水下水道全循環

為目標之「水循環」、「資源循環」、「減碳延壽」、「生態共生」四大願景，作為未來下水道建設、管理、營運、技術及教育之總體方向，再導入「優化環境教育」、「厚實技術」、「全循環系統」、「柔韌防災體系」、「創造新價值」及「地球村貢獻」六大執行策略，來推動新世代污水下水道建設與管理 (詳圖 2 所示)。

為配合階段性循序達成目標，六大執行策略已落實為四項核心工作架構，包括「多管齊下優化管考」、「建構天災應變體系」、「落實執行教育藍圖」及「厚實技術執行架構」，初步說明如下並於後續說明相關工作規劃執行內容。

(一) 多管齊下優化管考

包括以 PDCA 滾動式檢討考評制度、逐步建立競爭型補助機制、強化促參履約管理機構功能、以大數據分析提出增進績效建議、與地方政府充分溝通並與專家學者諮詢、鼓勵公民參與並跨界對話交流。

(二) 建構天災應變體系

以系統思維建構柔韌防災系統，並進行天災搶救資源盤點與研擬分工調度方案，同時以全生命週期進行風險評估及研擬對策。

(三) 落實執行教育藍圖

政府部門教育訓練應強化本質學能以順利推行相關政策，其他從業人員則需適才適所持續精進，亦可透過舉辦國內及國際研討會進行經驗交流分享。此外，目前分散之下水道相關學協會、社團法人、財團法人等民間組織，宜進行資源整合以促進整體下水道

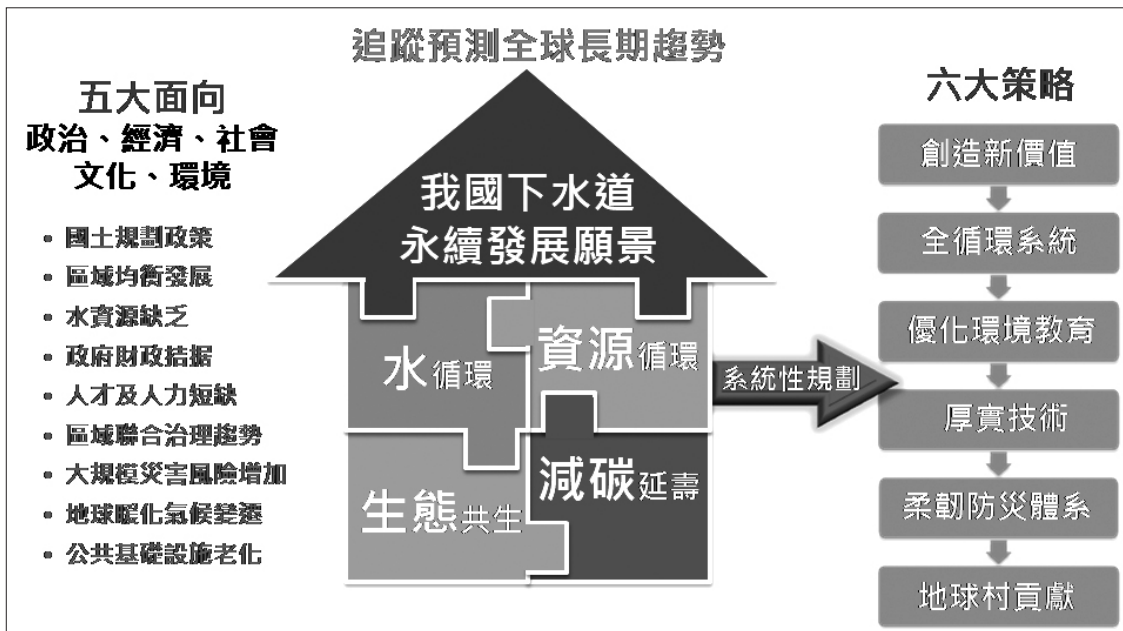


圖 2 我國下水道新願景

教育功能發展。另推行下水道環境教育，扎根養成並深植人心已刻不容緩；至於製作工安及施工工法教育影片，則可教育施工人員學習正確的觀念、態度與行為。

(四) 厚實技術執行架構

包括新方向、新觀念、新技術引入，掌握國際發展並接軌國際，定期檢討相關法規、標準之研擬修訂，擬訂規範指引及標準作業程序，掌握產業動態、扶植產業人才，資料公開並予電子化等以厚實下水道技術。

三、多管齊下優化管考

由於下水道建設係縣市政府地方自治事項，中央主要為督導之職，因此中央對於縣市政府經費補助相關管考機制是否精確合

宜，即為建設成效顯著與否之關鍵，多管齊下優化管考將是下水道建設績效提升的重要因子，相關策略如圖 3 所示，包括：

(一) 滾動式檢討考核評鑑制度

運用 PDCA 持續改善評鑑內容，評鑑係依據當年度評鑑執行計畫 (P) 進行，評鑑執行過程中 (D)，持續收集縣市政府回饋事項，另外也依據現行法規、工程規劃、設計及監造執行經驗修正部分評鑑項目並整理評鑑委員建議事項，納入明年修正參考 (C)。

研擬下年度評鑑執行計畫時，收集關鍵議題各項執行現況作為修訂參考，召開評鑑研商會議，綜合各單位意見進行修正後 (A)，完成下一年度評鑑執行計畫書 (P)。



圖 3 滾動檢討、多元精進管考執行架構

(二) 逐步推動地方政府競爭型補助機制

依「中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法」第十四條第二項「直轄市、縣(市)政府執行補助計畫時，如有未依中央政府各主管機關規定編列或撥付應分擔款，或執行績效不佳等情形者，各該主管機關得縮減或取消補助，並由原未獲補助之計畫項目依序遞補。」

目前正評估將考評結果列為丙等者，除依原「內政部營建署補助直轄市及縣(市)政府污水下水道建設計畫考核評鑑作業要點」(100.10.27 營署水字第 1002916092 號函修訂)第六點(三)主辦人員及機關相關主管視實際辦理情形各申誡 1 次以上外，另研擬下一年度減少補助金額百分比。惟為避免陷入因減少補助發生下一年度評鑑結果持續不佳之惡

性循環，若下一年度評鑑結果為乙等以上，則可恢復原補助金額百分比。

另規劃將頒獎典禮結合評鑑結果績優縣市心得發表，頒獎典禮依往例係配合營建署下水道年度研討會時舉行，各縣市從事下水道業務人員難得齊聚一堂，可藉由此機會邀請評鑑結果為優等縣市進行成果分享，並開放現場提問，進行經驗交流與分享。

(三) 強化促參查核評鑑

有關污水下水道促參系統執行成效，將再強化履約管理機構的工作，以達到實質監督之功能，研擬就執行重點明訂履約管理機構查核表單，並視需求修訂履約監督作業手冊及定期考核作業要點。



(四) 大數據分析

因應大數據時代來臨，下水道建設亦逐步採集巨量數據進行系統性分析，透過數據收集與大數據分析，可剖析污水下水道處理的質與量、污水下水道相關建設之成效、下水道與水媒疾病或房價之影響與關連等加值分析的面向基礎，凸顯建設營運成效，可作為精進下水道建設管考之參考。

(五) 彙整全方位意見

多方聽取各界聲音亦是精進下水道管考之一環，透過推動委員會、下水道專家諮詢會議、公民咖啡論壇、全國科長會議及民眾滿意度問卷調查等不同型式，邀集中央、縣市政府、業界、專家學者、利益關係團體、公民團體及民眾等跨界對談交流或回饋，針對下水道建設相關政策、課題及改善重點進行意見討論與蒐集，除透過互相分享學習建立觀念與達成宣導目的，藉以凝聚共識與願景外，並綜合開放性的討論與意見彙整搭配多元問卷設計，以提供我國下水道建設相關後續管考政策發想契機。

四、建構天災應變體系

災害防救分為減災、整備、應變及復原四階段（詳圖 4），為防患未然應積極強化對災害的認識，進而預防、降低災害損失。採用災害潛勢分析評估降低災損之對策，並協助決策者規劃應變策略，因此可透過蒐集以往災害之案例、了解災因、識別災況、分析災源，研擬應變對策將災害降至最低。以日本阪神大地震為例，地震造成污水下水道系統災損包括管線及人孔因土壤液化損壞破損，污水處理廠與抽水站進流管、出流管（渠）、



圖 4 災害防救四階段示意圖

輸水管、曝氣槽及沉沙池等結構損壞及龜裂等，造成整個系統喪失處理功能。如何透過災害風險管理降低災害發生風險、減輕災害衝擊及研擬減災策略實為必要且迫切。

污水下水道系統可概分為管線設施及廠站設施，考量自然因素、人為因素及其他狀況，排列出可能發生之各種緊急狀況、各種情境下可能發生之損害情形及應變對策。

我國災害防救體系依災害防救法規定，區分為「中央」、「直轄市、縣(市)」及「鄉鎮(市、區)」三層級，由中央災害防救業務相關機關參照「災害防救基本計畫」相關內容訂定「災害防救業務計畫」，作為各級地方政府災害防救計畫之上位計畫，計畫所列相關機關應辦事項於地方政府擬定「地區災害防救計畫」時應列入由相對應機關（單位）落實執行，以健全整體災害防救機制。



圖 5 下水道體系整體訓練架構思考示意圖

營建署為下水道之中央主管機關，下一層級為縣市政府，其地區災害防救計畫包含災害防救資料庫與資訊通訊系統，有關各縣市災害防救相關資料的即時傳輸及運用，各災害防救業務單位於平時應由專人負責資料庫建置、規劃及管理、更新、維護與測試，以確保災時資料的使用。災害防救資料庫依據功能性可分為環境基本資料庫、防救災資源資料庫、即時資訊資料庫、災害潛勢資料庫與復建資料庫五大類，防救災資源資料庫係作為應變決策系統指揮調度的依據，內容包含災害應變中心人員聯絡名冊，民間救災人力資源資料、專家技術人員資料、醫療資源分布資料、救災機具開口合約廠商分布等。現階段將請各縣市政府提供防救災資源資料庫之資料，再依北、中、南、東之區域與地質特性分項整理相關聯絡名冊、救災機具開口合約廠商等資料，當縣市政府尋求中央協助時，可提供跨縣市調度支援的資訊。

五、落實執行教育藍圖

對於整個下水道體系教育訓練，應有完整及全面的系統性思考，我們對整體下水道體系教育藍圖構想，可從政府部門教育訓練、持續精進分級進階的 OJT(On Job Training)、舉辦國內及國際研討會、學協會的整合發展及下水道環境教育五大面向著手(詳圖 5)，除可落實人才的養成發展，持續精進，更能適才適所在下水道體系的各自崗位中充滿自信並展現卓越成效。

(一) 政府部門教育訓練

下水道政府部門係主導和落實政策的關鍵角色，因此如何具備決策、溝通和執行等多元管理能力，便是政府部門教育訓練考量的重點，除了傳統的設計、監造、施工、營運管理及職業安全衛生等基本技術知識外，近年來由於面對民眾的機會大增，且中央地方有



大量業務須溝通協調，人際溝通、媒體應對與決策管理等都是培訓地圖中的重要拼圖。

(二) 持續精進分級進階的 OJT

由於下水道從業人員因擔任職務專業本職學能仍有不足無法確實到位，導致執行下水道業務發生錯誤、成效不佳或造成不良影響，且為使不同工作背景人員進行經驗交流，並持續吸收新知成長，同時可進行政策宣導，故架構污水下水道從業人員持續在職訓練，使相關人員能對必要的知識、技能、工作方法等進行教育訓練。下水道各項屬性任務之相關從業人員應有一套完整訓練架構，依專業分工領域分級進階規劃，鼓勵學習搭配進階授證，可有效提升人員素質。

(三) 舉辦國內及國際研討會

舉辦下水道國內研討會可匯集國內產、官、學等各方專業與專精人士進行經驗分享與交流對談，深化在地經營與發展。另舉辦下水道國際研討會，可與其他國家進行政策分享與技術交流，藉由先進國家下水道建設及環境再生等經驗，可檢討國內下水道建設的思維與技術，對於建設較落後之國家亦可透過國際交流，深耕該區域下水道產業開創先機。故舉辦下水道研討會亦為深耕優化教育重要之一環。

(四) 學協會的整合發展

目前國內下水道相關學協會、社團法人、財團法人等組織仍屬各自運作發展之狀態，若為下水道整體產業發展，建議可師法日本等先進國家，有效整合管理下水道學協會組織，強化相關組織功能，可做為落實下水道教育之民間重要助手。

(五) 下水道環境教育

十年樹木、百年樹人，下水道環境教育向下紮根刻不容緩，如何讓新世代了解、認同並支持下水道，需要有系統性的規劃和策略，讓大家可以共同參與。

六、厚實技術執行架構

我國下水道發展應掌握下水道推動趨勢、厚實技術發展，因此要有接軌國際、符合潮流的技術構想，包括法規標準制定與更新、規範指引檢討與修正、下水道產業扶植、新方向 / 新觀念 / 新技術引進及宏觀國際化視野五大面向著手 (詳圖 6)。

(一) 法規標準制定與更新

下水道功能在解決都市排水問題、促進都市健全發展、確保居住環境衛生、提升人民生活品質，惟所遵循之下水道法母法自 73 年公布迄今已超過 30 年，期間雖曾針對部分條文修正，但當年之立法背景與現今情勢已有明顯變化，過去偏重污水下水道建設，目前則有因應環境永續、極端氣候氣候變遷之政策作為，故針對當前政策、施政方針、下水道建設之角度及實際執行層面，著手檢討現行下水道法，進行必要之調整與更新，另包括定期檢討法規、標準研擬 / 修訂等都是後續厚實下水道技術之重要工作。

(二) 規範指引檢討與修正

國內污水下水道建設歷經多期計畫，目前全國各縣市已全面展開建設，並依營建署頒訂之污水下水道專用技術規範執行，以往公共污水管線及用戶接管工程常採用不同施工方式及各式各樣污水管材及設施材料之現象，已逐漸規格化並趨於一致化。



圖 6 下水道接軌國際、符合潮流的厚實技術構想

雖然污水下水道專用技術規範經多年來之努力，在施工及材料已逐漸精進及規格化；惟污水下水道相關施工技術及管材設施材料，在國際上之發展日新月異，為能跟上世界新技術新材料之腳步，適時對所採行之專用技術規範進行修訂，亦是克不容緩之工作。此外，包括手冊研擬 / 修訂、解說、採購契約範本、標準操作程序、標準維護程序等相關指引亦在發動之列。

(三) 下水道產業扶植

目前國內下水道產業尚未蓬勃發展，要讓下水道建設推展長長久久，健全整個下水道產業結構鏈為首要之務，除了掌握產業動態並將視狀況扶植相關產業發展本土在地技術，並培養相關人才，才讓下水道政策順利推動落實。

(四) 新方向、新觀念、新技術引進

我們要有多元的下水道發展，除了要發展本土技術，也要能師法國外的優點與技術，不能閉門造車，擁有建設新觀念並吸收技術新知，同時進行技術研析，才能進一步厚植下水道軟硬體實力，拓展技術能力。

(五) 宏觀國際化視野

同時要掌握國際發展情勢、接軌國際發展趨勢，將國內相關資料公開增加能見度，並將相關資訊及資料電子化，包括透過物聯網 (IoT)、虛擬實境 (VR)、擴增實境 (AR) 等方式加以應用，同步跟上資訊化發展腳步，敞開我們的心胸昂首闊步，以宏觀的視野放眼國際。



七、邁向污水下水道全循環願景

污水下水道工程建設中污水處理廠肩負污水淨化之重責大任，伴隨氣候變遷影響，全球水資源課題備受關注，污水處理廠涉及之資源包含處理後放流水、處理過程衍生之下水污泥等事業廢棄物和設備耗用之能源以及厭氧處理程序產生之甲烷氣等，水再生利用技術應朝低碳、低耗能與能資源整合邁進，污泥處理部分以乾燥減量、多元化再利用及焚化為推動目標，以結合「接軌國際減碳趨勢」之具體使命建構全循環系統。

其中針對水資源回收再利用及下水污泥減量與再利用推動方向如下。

(一) 水資源回收再利用

為促進我國水資源永續利用，推動再生水之開發、供給、使用及管理事項，營造再生水友善發展環境，促進水資源永續利用及產業發展，「再生水資源發展條例」已於民國 104 年 12 月 30 日由總統公布實施，並於民國 105 年 11 月 4 日陸續完成 9 項授權子法制定發布，制定廢污水及放流水再生利用明確的法律框架，賦予權責單位法源，營造友善環境，規範興辦程序及管理、售水機制，促進再生水資源永續及產業發展。依據「再生水資源發展條例」第四條規定缺水地區開發單位強制使用一定比率再生水；第五條規定缺水地區地方政府應積極興辦、得無償提供公共下水道系統污水及放流水，推展污水回收再利用已是刻不容緩且必行之策略。

民國 102 年已提出「公共污水處理廠放流水回收再利用推動計畫」，針對福田廠、安平廠、鳳山溪廠、豐原廠、永康廠和臨海

廠等 6 座營運中或規劃中都市污水處理廠作為再生水重點推動方案。此外，為擴大再生水使用及推動範疇，行政院於 106 年 4 月 5 日核定通過「前瞻基礎建設計畫」，並於「水環境計畫」項下框列子計畫「再生水工程」，內容包含臺中市水滄水資源回收中心再生水供應中科臺中園區工程、擴大高雄市臨海再生水取水管線工程(凱旋路主幹管)及福田水資源回收中心再生水供應彰濱工業區等 3 案，上述 6 座示範廠及前瞻計畫 3 案之地理分布詳圖 7。行政院亦已宣示民國 120 年達到再生水使用量每日 132 萬噸目標，約可取代公共給水量 10%，我國已正式進入多元化水資源利用新紀元。

此外，水再生利用技術應朝低碳、低耗能與能資源應用整合導向，評估低耗能新穎技術推展可行性，並結合廠內外可利用能源，達水資源與能源永續循環。

(二) 下水污泥減量與再利用

隨接管率日益提升，下水污泥產量增加，原多採衛生掩埋處置方式，受既有衛生掩埋容積逐年減少，新址開發不易，清除處理成本高漲，既有處理或再利用設施又因高含水率與臭味問題收受意願低，污泥去化問題亟待解決，環保署民國 103 年 1 月 29 日公告修正「指定廢棄物管理法第二條第一項第二款之事業」，新增「公共下水道污水處理廠為廢棄物管理法指定之事業，並於民國 104 年 7 月 1 日起施行，此後下水污泥屬有機污泥事業廢棄物範疇，需依廢棄物管理法規定清除、處理或再利用。

為解決日益嚴重下水污泥處理問題，營建署於第四期、第五期建設計畫推動污泥減量及污泥再利用示範驗證，期能以「解決廢

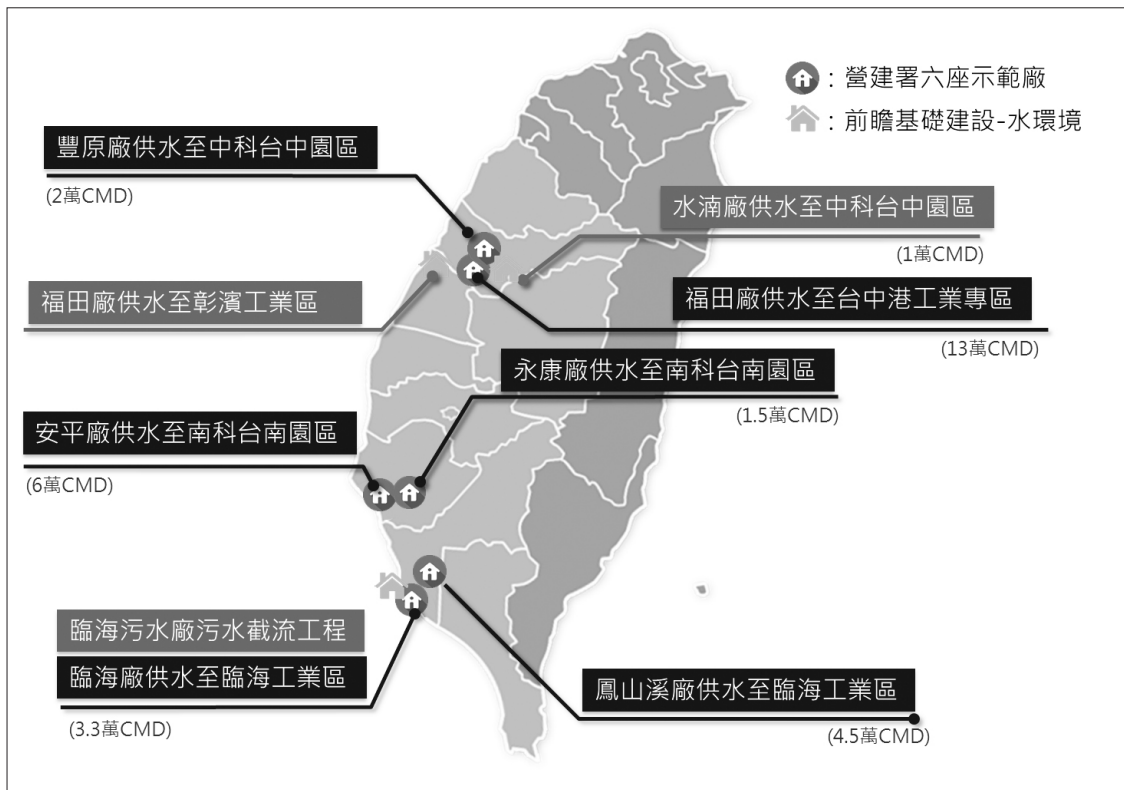


圖 7 我國營建署示範計畫及前瞻計畫再生水工程分布

棄物問題」和「資源有效利用」，建構資源永續。污泥減量優先考量地理位置及污水量、污泥量已穩定污水處理廠，補助縣市政府設置乾燥設備，目標係將污泥含水率 80% 降至 30%，並促成乾燥污泥在合適混燒比例下，送至垃圾焚化爐進行焚化減量與熱值回收計畫；污泥再利用示範驗證部分，宜蘭縣、臺中市及臺南市已完成示範驗證前置規劃，並採兩階段推動方式，第一階段優先推動宜蘭縣乾燥後碳化之燃料化及臺南市乾燥後燒結之材料化，臺中市乾燥後氣化之燃料化納入第二階段辦理範疇，透過 3 處示範驗證計畫，建立國內污泥再利用本土技術，確認產品去

化管道，供未來自行設置再利用設施，擴大下水污泥去化途徑。

國內各污水處理廠主管機關、代操作廠商或 BOT 廠商為減緩污泥去化問題，包含臺北市迪化廠(臺北市自設)、宜蘭縣宜蘭廠(代操廠商設置)宜蘭縣羅東廠(BOT 廠設置)、新北市淡水廠(BOT 廠設置)、高雄市楠梓廠(BOT 廠設置)等 5 座已陸續設置下水污泥乾燥設備，臺南市安平廠、新竹縣竹北廠和高雄市鳳山溪廠亦已著手規劃設置。



為達成「資源循環型社會」願景，污泥處置將朝向兼顧污染減量、節能減碳、再利用程度、市場通路等多元項目，規劃逐步達成。

結論

污水下水道系統是國家及城市重要基礎建設之一，也是現代化都市的進步象徵。內政部營建署自 81 年起積極推動污水下水道建設，截至 106 年底止全國公共污水下水道用戶接管已逾 275 萬戶。為增進社會大眾對我國污水下水道建設之瞭解與支持，同時進一步推展新世代污水下水道建設與管理，以政策、理論及實務近 30 年之經驗，提出前瞻發展策略，共同擘劃我國前瞻性污水下水道等水環境建設發展方向，並培植國內下水道相關從業人員之專業能力素質與國際性視野，提升我國國家之競爭力。 ◆

參考文獻

1. 污水下水道第五期建設計畫(104至109年度)核定本，內政部營建署，民國 103 年。
2. 下水道業務常用法規探討與研析期中報告，內政部營建署，民國 107 年。
3. 公共污水處理廠放流水回收再利用示範計畫，內政部營建署，民國 102 年。
4. 前瞻基礎建設計畫-水環境建設(水與發展)再生水工程推動計畫核定本，內政部，國 106 年。