

105 年全國水論壇正式大會 引言報告及與談報告

經濟部

105 年 12 月

目錄

壹、議題一：水與安全—洪流分擔、與水共生	1
一、引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司	1
二、與談人：臺南市政府水利局 黃文彥副局長	15
三、與談人：國立交通大學土木工程系 楊錦釗教授.....	22
四、與談人：專業者都市改革組織 楊重信監事	27
貳、議題二：水與發展—涓滴珍惜、水源永續	53
一、引言人：經濟部水利署 曹華平副署長	53
二、與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長.....	71
三、與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長	88
四、與談人：台積電公司 許芳銘處長	117
參、議題三：水與環境—水岸融合、環境優化	120
一、引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長	120
二、與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長	139
三、與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任....	158
四、與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授.....	172
肆、議題四：水與契機—資訊公開、公私協力	193
一、引言人：經濟部水利署 賴建信署長	193
二、與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長....	214

壹、議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

一、前言

經濟發展致土地大量開發、快速都市化之影響，原本地狹人稠的臺灣，在近年極端氣候影響下，多已完成之高水治理仍無法全面解決淹水積潦災害，故本署研訂之「新紀元水利施政綱要計畫（102~111年）」即主張應強化源頭管理，推動國土與環境資源合理開發，強化跨域協調以推動流域管理與治理，促進公民參與，創造合諧治水關係，爰本議題依治水新思維、新觀念之轉變與實施，以下列三大課題說明：

(一) 洪水管理，韌性國土

臺灣的地文、水文環境特殊，治水工作本不易執行，加上社會發展之土地高度利用、都市化效應及近年氣候變遷溫室效應影響等問題，治水思維已有所轉變。傳統洪災治理偏重工程，惟治水工程之效果有其極限，且政府資源有限情況下，較佳的災害防治理念，越來越強調土地之規劃利用、都市發展管理，及災前之預防、預警，海綿城市之綜合管理，留給洪水必要的滯蓄空間並調節出流量，做有效洪水管理，以達防災減災之目的。

(二) 綜合治水，跨域合作

近年來因極端降雨發生頻繁，水道常需承受超過其計畫流量之逕流量，致排水不及發生淹水情事，防洪治理已非單一水道治理方式可解決，已轉變由流域角度思考「與水共存」、「不與水爭地」，採取流域整體治理規劃之綜合治水策略，以達成河川及區域排水等各類排水保護基準及流域整體治理之目標，利用土地使用管理、防災策略、工程及非工程措施併用等方法，由各單位跨部會合作共同執行，就流域水患治理達成一定保護成效。

(三) 科技防災，全民防災

氣候變遷及異常氣候影響，降雨豐枯加劇，導致水旱災害威脅俱重，一再破紀錄的天氣型態，已非應用歷史觀測與既有經驗可予以面對，如何透過科學技術，從監控、預警、通報到應變進行精進，達成智慧化水利防災，是有效管理氣候災害風險的重點課題。

近年天氣型態屢屢發生強、急、短的暴雨事件，經常豪雨成災，政府防災應變漸有不及，強化全民防災觀念與意識，結合科技災害預警、通報作業的健全，落實非工程措施，建構民力防災的組織與能力，使民眾自主提早離災、避災、防災，讓災害的影響降至最低，亦是另一發展重點。

二、辦理情形

臺灣地區主要的河川防洪治理工程，在日治時代已有開始規劃並且局部實施。民國16年以後，主要河川陸續設置河川工事事務所專職治理並擬訂治理計畫，河川防洪開始大幅進展。光復後，防洪業務原由公共工程局辦理，民國36年7月改由臺灣省水利局接管，就河川治理規劃，以及遭受天災人禍損壞之防洪工程，權衡緩急，分年逐步實施新建及搶修復建。後為因應人口增加及配合經建政策，於民國47年起視公共利害關係之輕重、經濟價值之高低、配合財力進行河系治理；在河川之上游由山地農牧局配合實施水土保持工作，水利局於下游則興建防洪設施，以策整個流域之安全。此時期水利局對防洪之規劃，以每一河系為單元，同時提高其設計標準，為洪水頻率50年或100年之流量，對都市城鎮之防洪工程，並視人口成長及社會經濟價值酌予提高，一面充實現代化之水文觀測設備，以健全防洪預報，加強防汛組織，組訓民眾協助防汛工作，對於洪水災害搶救與搶修成立組織團隊，經常演習，俾能適應任何突發事件。

民國54年政府訂頒經建長期發展計畫，其中主要河川流域開發及治理規劃，及專案中所列淡水河治本計畫，均明示為要點計畫。民國65年起，

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

配合經建計畫執行，首先在十二項建設（民國69年~74年）中，辦理「加速改善重要農田排水系統計畫」及「修建臺灣西岸海堤及全島重要河堤工程」，並自民國75年至79年間推行之十四項建設中，賡續辦理「繼續河海堤計畫」及「繼續區域排水計畫」，民國80年至85年則列入國家建設六年計畫之「河海堤後續六年計畫」及「區域排水後續六年計畫」繼續籌措經費加強辦理。期間面臨社會及經濟的快速變遷而產生之水資源運用、河川治理及管理工作推動產生之新問題，經濟部為集思廣益，妥善因應，爰召開78年全國水利會議，邀請學者專家與政府機關出席深入交流討論，對於各項水利問題建立共識並提出具體可行之建議，以供政府及各界採擇並儘速實施。

在前期各項治水建設陸續完成後，重要河川多數地區均已得到保護，但民國80年代後期開始，臺灣接連遭受重大颱風災害，包含民國85年賀伯颱風、民國87年瑞伯、芭比絲颱風、民國89年象神颱風、民國90年納莉颱風等，均引致嚴重洪災，爰於基隆河首先進行整體治理計畫，內容除工程措施以外，也加入許多重要的非工程措施，包含洪水預報及淹水預警系統及洪氾區管制等。期間經濟部為配合國家發展所需及水資源永續經營，並檢討水利時空環境，分別於民國83年舉辦全國水利會議，民國87年舉辦全國國土及水資源會議，民國92年舉辦全國水利會議，彙集各方智慧，提出因應對策及擬定水資源工作未來方向，供日後政策推動之參考，意義重大。

民國93年起，經濟部水利署開始推動重要河川、海岸環境營造及區域排水整治每期6年之中長程計畫，同年發生七二水災，民國94年612豪雨也造成南部地區大面積淹水災情，因受災範圍八成集中於縣(市)管河川、區域排水及事業海堤等未完成改善或地層下陷地區，經濟部爰針對易淹水低窪地區於民國94年提出「易淹水地區水患治理計畫」，比照基隆河整治模式，以流域綜合治水概念，系統性治理縣(市)管河川、區域排水及事業海堤。

民國98年，莫拉克颱風造成八八風災重創南臺灣，再度喚起國人正視防洪治水的課題，同年行政院召開「全國治水會議」，呼籲各界正視異常氣候之衝擊，同時凝聚災區復建及重建工作上，中央與地方、政府與民間之共識，因應臺灣水與土砂災害併發的複合型災害加劇的變遷環境，謀求未來綜合治水及用水、土砂災害處理及流域管理等基本對策方針，有效調適異常氣候的衝擊。另行政院為推動淡水河、大甲溪、濁水溪、曾文溪及高屏溪等五大重要河川流域之水、土、林資源永續運用、集水區保育、流域治理與環境營造及土地利用等事項，責成經濟部研提五大重要河川流域整體治理綱要計畫，均報奉行政院核定在案，以作為各部會分工合作，推動五大重要河川流域整體治理之參據。

隨著防洪治理理念的不斷進步，本署已朝流域綜合治水之策略演進，考量滯洪、蓄洪、分洪、減洪、導洪及束洪等工程方法，並儘量利用沿岸的公有土地，放寬河道不與河爭地，或作為滯、蓄洪池儲納洪水，另外再配合土地利用管理、建築管理、洪水預報、淹水預警、洪氾區管制、防救災應變措施、洪氾災害保險及民眾教育宣導等非工程方法，依照因地制宜的原則來研擬流域整體治理對策，促使在設定的保護標準內達到減輕淹水災害，並且能兼顧生態保育、景觀、親水、休憩及水源利用等功能，而目前計畫辦理之防洪工程已完成近8成。

三、面臨問題

然而面對臺灣地區的河川特性結合全球暖化氣候變遷的影響，以及社會經濟持續發展與民眾對水環境之期許，開始產生下列情狀，為防洪事業所必需面對處理：

- (一) 氣候變遷與極端降雨，加上人口居住及經濟活動所需土地不足而與水爭地造成之洪澇事件。
- (二) 水道高水治理多已完成，在社會經濟、都會發展及防洪資源有限情況下，仍無法全面解決淹水積潦災害。

- (三) 極端降雨結合臺灣地區特殊地理環境，於上游集水區常造成大範圍崩塌及土石流，導致複合型災害，顯示上游集水區工程措施治理成效亦有其限度。
- (四) 傳統都市防洪思維以「排洪」為主，然氣候變遷極端降雨加上都會區快速開發，已有超出下水道及各種排水系統設計容量之情況，都會區防洪策略有檢討空間。
- (五) 國家財政日漸吃緊，無法持續投入大量經費興建防洪設施。
- (六) 防洪治理有待流域內上、中、下游之所有水事務相關機關單位分工合作推動，進行流域整體防洪治理，以求最大治理成效。
- (七) 利用關鍵科技確實掌握水旱災之情勢，並持續推動各機關、企業及民眾積極參與防災整備與提升防災應變之能力。
- (八) 建立全民防災觀念，提升民眾自我防災意識共同參與防救災。

四、未來挑戰

依目前防洪治理所面臨氣候變遷及都市化效應之情勢，高水治理已無法全面解決淹水積潦災害，因此，在災害防治上，除以傳統之工程措施提高防災能力，並須以流域洪水管理觀念兼具工程與非工程措施理念，配合氣候變遷調適及災害型態之改變，考量社會對環境改善之企求，以「與水共存」、「不與水爭地」之思維，採取流域整體治理規劃之綜合治水策略，故歸納以「開發之逕流管理法制需持續加強」、「綜合治水尚須持續」及「持續推動民眾、社區及企業共同防災」三大課題進行未來挑戰分析。

(一) 開發之逕流管理法制需持續加強

1. 目前洪水管理之治水理念主要為逕流分擔出流管制，然現階段各都會均法令位階不高或尚未完備，對於集水區土地開發進行出流量管制，容易造成規避現象，致土地發生水患災害時歸責於水道治理，此情形將使整體推動工作流於被動，成效亦難以彰顯。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

2. 目前逕流分擔出流管制相關法規，主要針對新開發區的土地開發行為進行出流管制，對於逕流分擔尚無具體法規可供引用推動。

(二) 綜合治水尚須持續

1. 流域上、中、下游防洪治理及土砂經理，涉不同權責單位，以往治山防洪措施雖已朝向系統性整合，並已有相當成果，但仍需持續加強，以呈現流域整體治理成效，加上臺灣特殊地文水文環境，結合極端降雨事件引致土砂及洪流之複合型災害事件頻仍。
2. 傳統都市防洪思維以「排洪」為主，近年來氣候變遷，極端降雨頻傳，面對都會區快速開發，逕流量大幅增加，下水道及各種排水系統之設計容量實有檢討及提升空間。
3. 民眾對治水的要求與期待逐漸提高，但政府相關防洪、排水、海岸及水資源設施等相關經費逐年減少，影響水利事業興辦及維護。

(三) 持續推動民眾、社區及企業共同防災

1. 對於大規模災害，政府救災能量有限，須持續落實民眾防災與離災觀念，以發揮自助與互助之精神。
2. 打破傳統企業參與公益只對弱勢的人或團體的思維推動企業，從企業社會責任之公益角度參與水利防災活動。
3. 對於易淹水地區工程施作難度較高，或非急迫性之硬體工程，因此藉由成立水患自主防災社區，教導民眾學習如何自主警戒、疏散、撤離，並持續鼓勵社區透過跨部會之資源整合，使社區永續發展。

五、關鍵課題

為因應目前所面臨相關問題與挑戰，治水新思維應針對土地開發部分納入水管理制度，即目前所著力推動之逕流分擔、出流管制之新觀念，並應持續加強整合綜合治水之工程與非工程措施，及提升公私協助，強化防災避難意識建立與各部會之分工合作機制，期能降低災害發生。因應上述

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

挑戰歸納以「洪水管理，韌性國土」、「綜合治水，跨域合作」及「科技防災，全民防災」三大課題為推動目標。

(一) 洪水管理，韌性國土

1. 逕流分擔與出流管制整體推動架構主要可區分為「綜合治水」、「土地開發出流管制」、「各類排水出流管制」及「既成土地使用逕流分擔」等 4 大區塊，「綜合治水」部分自 95 年行政院核定「易淹水地區水患治理計畫」至 103 年起所推動「流域綜合治理計畫」皆持續進行中。
2. 「土地開發出流管制」部分，縱觀各部會對於土地開發出流管制之相關法規，係各部會本於權責訂定，法制面並不待水利主管機關之法制精進，實務上予以具體落實執行。
3. 「各類排水出流管制」部分，各集水區各類水道如河川、區域排水、坡地排水、下水道、農田排水等分屬不同主管機關管轄，各主管機關對其轄管水道保護標準及流量計算方式皆有所不同，各主、支流匯流處如未將出流管制納入檢核加以規劃，可能會造成上游水道流量超出下游水道容許流量，進而造成淹水災害。
4. 「既成土地使用逕流分擔」部分，內政部近年來對於土地管理及建築管理法規，多已針對滯洪空間及雨水貯流等加以修正規範，然早期開發之都市計畫區，因公共設施空間規劃不足，且土地取得成本較高，若要透過逕流分擔規劃增加滯洪空間，實務操作上甚為困難，未來仍須透過協調合作解決。

(二) 綜合治水，跨域合作

1. 流域管理事權主要涉及跨部會與跨中央地方，如經濟部(水利署)、農委會(林務局、水保局)、內政部(營建署)、交通部(公路總局、高公局)、環保署及各縣市政府等，協調、整合與分工為最重要的工作，故可針對重要河川研訂流域整體經理綱要計畫、集水區保育計

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

畫及流域水質改善計畫等，作為各機關分工執行及界面協調檢討之依據。

2. 以綜合治水概念，於都會區妥善規劃多功能性之滯洪空間，同時建立滯蓄洪設施之管理維護機制，方能以加強保水蓄洪機能，建構與水共生之韌性都市，進而提高都會區防洪能力。
3. 鑒於水文、水理及地貌等隨著時間改變，防洪工程及治理計畫應定期辦理相關檢討調適，並導入風險管理，持續加強既有設施安全檢查及維護管理作業，以維護防洪設施功能。
4. 流域整體治理及經營管理，以及洪水管理制度，需要國土規劃之相關部會與計畫共同配合，並合作精進相關核心技術開發與應用，扶植相關產業，提升整體防洪減災整備與應變能力。

(三) 科技防災，全民防災

1. 降雨預報掌握水情：颱風豪雨來臨前，運用中央氣象局所提供多元降雨預報工具，進行河川水位預警、淹水預警及水庫放流預警等前置作業，並提供情資研判與決策支援服務。然氣象局定量降水預報係6小時之累計雨量，防災預警模式運算所需之逐時資料，尚待進一步發展；且降雨預報工具雖多，颱洪應變期間各部會仍需單一預報模式共同援用，以利全流域預警資訊之一致性。
2. 災情掌握：積淹水災情迅速掌握點位、災況及救災需求，始可及時調度防救災器材，作最有效之應變與災情控制，惟積淹水災情類型包括民宅、道路、農田、漁塭…等類別，除範圍廣，事涉不同權管單位，難由水利單位全面掌握外，各類災情的耐災程度及緊急防救需求，亦宜由權管單位分工協力辦理。

3. 全民防災：

- (1) 目前由水利署與地方政府補助、輔導建置近 400 處水患自主防災社區，除仍難全面普及外，部分縣市政府更因財源不足或主管機關不夠重視，而有維運困難問題。
- (2) 防震、防火、環保、土石流、治安需求之自主社區近年紛紛由各目的事業主管機關輔導成立，造成社區及投注資源之競合，如何整合目的事業主管機關資源，就自主防災需求，建構社區多功能防災能力、普及化、資源使用效率化之分配，有待跨部門協調合作。
- (3) 企業參與水利防災，但不知從何切入協助；社區有需求，但不知從何接洽企業，獲得協助。

六、策進作為

依據三大關鍵課題，未來各部會策進作為之建議與主協辦單位列表如表一，並研擬中長期行動方案如下：

(一) 推動逕流分擔出流管制，納入土地管理法制

1. 一年內各機關檢討相關法令規章，落實簡政便民；二年內推動將氣候變遷與國土規劃的思維納入相關法規之修正及立法(短期)。
2. 訂(修)定相關法規，納入逕流分擔出流管制(中期)。
3. 加強落實土地開發與各類排水出流管制(中期)。
4. 推動逕流分擔出流管制納入土地與建築物管理等相關規定及制定審議規範(長期)。

(二) 綜合治水，跨域合作-整體流域治理綜合治水，提升都會抗洪能力

1. 配合國土規劃作業，二年內完成河川、區域排水、海岸及濕地等水利區域之保護、防護標的檢討(短期)。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

2. 持續推動跨域(水、土、林、海、環保等)流域整體治理及經營管理，與相關協調推動機制(中長期)。
3. 配合流域整體經理與逕流分擔出流管制，研訂土地利用基本原則(中長期)。

(三) 科技防災，全民防災

1. 應用科技強化都市防災，並促進水利事業帶動水利產業發展，向國外推廣與發展(短期)。
2. 強化水情監控與災情掌握；建立民間及企業參與水利防災機制(中長期)。

(四) 行動方案與跨部會合作事項

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
1. 推動逕流分擔出流管制，納入土地管理法制(策略)		
一年內各機關檢討相關法令規章，落實簡政便民；二年內推動將氣候變遷與國土規劃的思維納入相關法規之修正及立法	● 檢討相關法令規章以落實簡政便民。 ● 推動相關法規納入氣候變遷與國土規劃之思維。	1. 主辦：經濟部、內政部。 2. 協辦：水利署、營建署、交通部、公路總局、環保署、農委會、水保局、林務局、縣市政府、各目的事業主管機關。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
訂(修)定相關法規，納入逕流分擔出流管制	● 建立出流管制與逕流分擔之基本水文分析方法及統一標準作業流程。 ● 推動逕流分擔與出流管制納入「水利法」修訂。 ● 研議增訂「逕流分擔與出流管制條例」。 ● 研議增修下水道法。	1. 主辦：經濟部、內政部。 2. 協辦：營建署、交通部、公路總局、環保署、農委會、水保局、林務局、縣市政府、各目的事業主管機關。
加強落實土地開發與各類排水出流管制	● 土地開發或興辦事業審議程序納入排水規劃書及排水計畫書核定文件。 ● 各類排水規劃納入出流管制檢核。	1. 主辦：經濟部、內政部、農委會、縣市政府。 2. 協辦：營建署、交通部、公路總局、環保署、水保局、林務局、各目的事業主管機關。
推動逕流分擔出流管制納入土地與建築管理等相關規定及審議規範	● 推動逕流分擔出流管制納入土地開發、水土保持技術規範、開發行為環境影響評估作業準則等就已開發及新開發土地之管理法規。 ● 推動逕流分擔出流管制納入建築技術規則等建築管理法規。 ● 水利署將適時提供相關研究成果，並由各主管部會參酌修訂。	1. 主辦：內政部、農委會、環保署。 2. 協辦：經濟部、水利署、營建署、地政司、交通部、公路總局、水保局、林務局、縣市政府。

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
2. 整體流域治理綜合治水，提升都會抗洪能力(策略)		
配合國土規劃作業，二年內完成河川、區域排水、海岸及濕地等水利區域之保護、防護標的檢討	● 以風險管理概念，檢討河川、區域排水、海岸及濕地等水利區域之保護、防護標的。	1. 主辦：經濟部、內政部。 2. 協辦：水利署、營建署、農委會、縣市政府。
持續推動跨域(水、土、林、海、環保等)流域整體治理及經營管理，與相關協調推動機制	● 以流域整體治理及經營管理為目標，研訂流域整體經理綱要計畫、集水區保育計畫及流域水質改善計畫，並由各部會依計畫所列各項措施本權責配合辦理。 ● 強化流域業務事權統合，健全事權協調與整合機制，並透過行政院指定之各級流域整體治理及經營管理平臺協助推動追蹤相關工作。	1. 主辦：經濟部、交通部、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：水利署、營建署、水保局、林務局。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
配合流域整體經理與逕流分擔出流管制，研訂土地利用基本原則	● 研訂流域特定區域計畫，指導土地使用管制規則、直轄市及縣市區域計畫修訂，非都市土地檢討變更，與都市計畫、國家公園計畫及風景特定區計畫等實質發展計畫具體的修訂原則。 ● 納入未來之國土計畫與國土功能分區。	1. 主辦：經濟部、內政部。 2. 協辦：營建署、科技部、水保局、林務局、縣市政府、各目的事業主管機關。
3. 科技防災，全民防災(策略)		
應用科技強化都市防災，並促進水利事業帶動水利產業發展，向國外推廣與發展	● 運用智慧水管理科技，促進水利事業帶動水利產業發展，向國外推廣與發展。 ● 應用科技強化都市防災，推動都會區示範智慧防汛網，試行成功後推廣至其他地區。	1. 主辦：經濟部、水利署、科技部(科學園區管理局)、內政部、縣市政府。 2. 協辦：工業局、國營會、技術處。
強化水情監控與災情掌握	● 建立逐時定量降水預報，提升預報模式效能，以利加值運用。	1. 主辦：交通部氣象局。 2. 協辦：水利署、科技部、農委會、水保局、林務局、縣市政府。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

引言人：經濟部水利署 陳肇成總工程司

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
	● 強化積淹水災情查報機制與技術能力。	1. 主辦：經濟部、水利署、內政部、交通部、科技部(科學園區管理局)、農委會、水保局、林務局、縣市政府。 2. 協辦：工業局、國營會、臺水公司、臺電公司、農田水利會、臺北自來水事業處。
建立民間及企業參與水利防災機制	● 整合目的事業主管機關資源，整體規劃建構自主社區及強化多功能防災能力。 ● 建立企業參與自主社區機制及誘因。	1. 主辦：縣市政府。 2. 協辦：經濟部、工業局、水利署、國營會、臺水公司、臺電公司、內政部、交通部、科技部、農委會、水保局、林務局、農田水利會、臺北自來水事業處。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：臺南市政府水利局 黃文彥副局長

一、前言

台南市西半部由於位於古倒風內海及古台江內海，所以先天上就屬地勢低窪的地形，再加上排水系統原本以農業灌溉為主，所以普遍存在護岸老舊、斷面不足及保護標準不足之情形。因此早期遇雨常造成外水大規模溢淹故治水短期策略先以達到不受外水影響無大規模溢堤淹水為初期治理目標。此外，近年來強降雨事件仍頻，未治理完成地區仍受水患威脅，仍需長期持續推動辦理相關河川排水治理及堤後排水改善工作，以降低淹水機率。

然而治水與環境息息相關，光僅防洪設施改善，無優良水質及環境，難以達到與水共生理念，因此水岸親水環境之營造，逐步讓民眾對河川排水印象不再是淹水臭水污水難以親近的區域，民眾始能珍惜水環境，與河川排水共存共榮。

為達到讓市民能親近水之目的，台南市透過線狀水岸自行車綠道等遊憩設施串連，再逐漸將不同水岸連結成面狀，以營造並拓展相關遊憩資源的亮點計畫分別分期發展，打造親水大臺南水岸環境營造的目標。並期望藉由前述工作項目達到營造優質水岸環境，以讓民眾親近水進而才能產生與水共生的意識。

二、發展策略

(一) 河川排水整治搭配應急工程

台南市配合中央政策，針對臺南市轄區內五個主要河川間之區域排水水系以流域綜合治理概念，除持續研提流域綜合治理計畫中易淹水地區後續治理、市管區域排水應急整治工程等工作項目外，有時因治理經費龐大無法一步到位，就不足部分即先以應急工程手段

搭配，先達到不受外水影響無大規模溢堤淹水為初期目標，先務求降低淹水區域及面積。

(二) 內外水治理兼顧

河川排水水路治理大體是以外水防治為主，然而堤內集水區內才是人民生活環境區域，如何在讓外水不受影響後，減低堤後受淹水影響程度，需要因地制宜採取多元化的方式。

1. 雨水下水道

雨水下水道與都市居民生活息息相關，為健全臺南市都市計畫區排水系統，確保人民生命財產安全，台南市自縣市合併後積極推動雨水下水道建設，每年提升雨水下水道實施率 0.8 %以上。

2. 動力抽排

隨著氣候變遷，強降雨的機會越來越多，完善的下水道系統搭配抽水站是都市防洪重要的一環，本市以往因為外水溢淹等問題仍然嚴重，自「易淹水地區水患治理計畫」及「流域綜合治理計畫」實施以來，搭配部分排水應急加高工程，外水問題減緩。為使內水順利排出，針對無法重力排水區域設置抽水站，以輔助內水順利排除。

3. 高低地分流

本市都會區現有的堤後排水系統，多將逕流集中至最下游一次抽排，但當外水高漲時抽排量卻十分可觀，相對的抽水站的抽水量體卻十分龐大，若能因地制宜儘量讓高地的水藉由重力排的方式排入主要水道，剩餘的只要處理天然低地的流量自然要抽的水量就少很多，同時也降低抽水站故障的風險區域。

4. 嚴審排水計畫，強化洪流分擔

台南市縣市合併後自辦及公辦重劃案甚多且多位於河川排水沿岸，強化要求逕流管制及滯洪措施為洪流分擔增加實質效果。

(三) 系統化資訊管理

水利工作很重要的一環是防汛資訊的即時取得以利研判因應對策。台南市正朝整合全市防洪設施納運轉訊號入水情監控系統而努力，指揮體系在應變中心可以即時瞭解並作分析研判，以利各項調度。此外，也結合水情資訊巡查報 APP 應用程式，輔入水利建造物圖資，使巡查人員能將巡查成果即時回傳，強化應變防災能力，並持續整合各樣水文氣象監測料，包含雨量、水位、CCTV 影像，運用台南水情 APP 應用推廣，以提供市民防災第一手資訊。

除此之外，尚有相關污水下水道地理資訊系統，雨水下水道地理資訊系統等亦是在管理維護與工作推行的輔助，如何系統化資訊管理是進行中的工作，在水利安全層面上是舉足輕重的措施。

(四) 長期污水下水道，短期水質淨化改善水質

治水雖與環境息息相關，光僅防洪設施改善，無優良水質亦難以達到與水共生理念，台南市改善水質的策略長期係配合推動污水下水道建設，但污水下水道建設動輒十數年始可開始收致效益，且河川排水中亦有工業畜牧等廢水污染。因此台南市短期在污染嚴重的區域先行設置水質淨化場以截流方式先行淨化處理，已略收成效。

建設水資源回收中心以處理汙水，持續推動污水下水道用接管降低民生污水的污染是長期性的工作，截流方式建設礫間處理，接觸曝氣等水質淨化場是短期可收成效的，若能結合小型生態池，亦可同時兼具環境教育功能。

(五) 河川排水環境營造

水岸環境營造策略在創造水綠交融的優美環境，發展體質健康的綠地空間，突破傳統水利機能限制與消極性角色，活化水利工程與周遭環境的互動關係，達成兼顧水利與景觀雙重功能的加值水利計畫。

台南市正強化水岸景觀綠美化來提升水岸及滯洪池綠覆率，以增加生態空間，同時創造與延伸水岸綠帶環境並輔以建置自行車道來達成節能減碳之目的。鄰近水岸空間大量種植喬木及灌木以兼顧景觀綠美化及節能減碳標的，中、長期則找尋合適的水岸環境，以綠帶營造生態空間，將生態環境線狀延伸拓張成網，讓水岸環境能多元化進而創造生物多樣性環境。

水岸遊憩為未來臺南市重要的觀光資源，又能達到讓市民能親近水之目的，透過線狀水岸遊憩設施串連水岸觀光點位，以營造並拓展相關遊憩資源的亮點計畫分別擬定分期發展計畫，打造親水大臺南的目標。並期藉由前述工作項目達到營造優質水岸環境，以讓民眾親近水進而才能產生與水共生的意識。

三、實際作法與案例

(一) 排水整治搭配應急工程

依照排水治理計畫辦理的治理工程必須克服用地取得，房屋拆遷等問題，且經費往往十分龐大，曠日廢時。如果治理工程跟應急的工程如果可以同時並進的話，可以提早降低外水溢淹的風險。

所以如果在河道拓寬前，先以應急手法簡易加高，再針對缺口處及瓶頸段作應急處理，排水防洪標準可適時提高，再依計畫辦理治理工程相輔相成。

舉例而言，台南市仁德區三爺溪治理工程在萬代橋到鯽潭橋這個瓶頸段用地逐年徵收中，因此在民國 101 年起，先以組合式的應急堤防加高施做，幾次的颱風外水就沒有溢淹。但正式的堤防還需要用地徵收，拓寬完始符合治理計畫。因此應急工程短期先讓外水不會溢淹，近幾年的颱風豪雨、三爺溪均無外水溢堤現象，搭配仁德滯洪池分擔了部分洪峰時的水量，頗具成效。且目前用地徵收已完成，主要河道的拓寬工程，即將依這些治理計畫施工，應急工程之護岸即可功成身退。

(二) 內外水多元化治理

以台南市永康排水治理為例說明，它結合了流域綜合治理的概念。以往位於永康排水上游的永康工業區很容易淹水，因為鹽水溪堤防興建後，永康排水出口地勢較低，一受外水影響就無法排出，高速公路興建後原有的下水道箱涵也成為通水瓶頸，早期位於永康排水與鹽水溪出口之抽水站量能也不足以應付都市發展後及現在的豪雨。

為處理上述問題，台南市配合易淹水地區水患治理計畫，沿高速公路上游興建分洪道，先利用地形將中游的水量約 70% 可分洪至鹽水溪較上游處，以減緩下游出口處之排水壓力。此外，亦在分洪道出口設置抽水站及滯洪池調節分洪道水量讓分洪及抽水機組操作更有效率。

此外，關於永康排水原出口處抽水機效能不足，亦增設一大型應急抽水站，現階段幾次豪雨颱風，永康排水之集水區域都已經能獲得較佳的保護，永康分洪道及二座抽水站完成後，包括永康工業區及沿線均已無以往淹水的狀況。另一方面，在永康排水水系的雨水下水道亦配合流域綜合治理計畫持續新設，讓此地區更加安全。

永康工業區後開發的永康科技工業園區，在逕流分擔的理念下，開發的逕流量零增量，以不增加下游負擔為原則，園區有自己的滯洪池與抽水站也減少了永康排水下游低地的負擔。

(三) 嚴審排水計畫，分擔鄰近地區洪流

在台南市升格為直轄市後，深感台南地區為十分容易淹水的地區，加上房地產景氣良好，各項公辦自辦重劃區陸續推動，加上市府各項重大的開發案，在審查排水計畫時均嚴格要求除排水設施完善外，亦必須分擔鄰近地區的地表逕流，利如工 8 工業區，新吉工業區、平實營區，台南副都心等大型開發案，均有足夠的滯洪設施。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：臺南市政府水利局 黃文彥副局長

另安南區是地勢十分平坦排水不易卻也是重劃案最多的地區，均嚴格要求公園結合滯洪池的設置，此為洪流分擔的概念，獲得具體的實證。

(四) 資訊系統 APP、抽水站、淹水預警系統

資訊整合以台南市水利局已於 100~101 年即完成臺南水情即時通 APP 為例，將全市建置水位、雨量站、CCTV 影像整合提供民眾更多元之水情資訊管道，讓民眾能提早應變，提昇淹水地區整體之安全性，強化本市防災作業。後續也陸續與水利署與氣象局合作將中央建置的雨量、水位資訊整合至 APP 中。

也針對新化區新和庄、歸仁區五甲教養院等高淹水潛勢地區水位站，擴充建置初步預警及警報系統，將警報訊號連至鄰長及院中並自動簡訊通知附近警消單位、鄰里長及公所，可及早預警爭取撤離時間，以達離災目的。

後續亦將對三爺溪流域著手建置淹水預警系統，期提供淹水預測資訊，連接至防災應變中心提無應變調度資訊，未來甚至可結合 APP 對區域內民眾提供預警功能。

(五) 水質與環境改善

水岸環境改善與水質兩者必需相輔相成，如果空有環境營造，結果河水卻髒臭污黑，環境營造將失去效果。而水質如果能搭配改善，營造水環境之生物多樣性反而是一加一大於二的效果。

前面提到永康排水我們在解決水患問題的同時，也將水質改善併行。利用分洪道與滯洪池的空間建置永康分洪道礫間水質淨化場，將分洪道的水經由礫間處理後再排回河川排水中以改善水質。

而在最下游也有永康礫間水質淨化廠，礫間處理後排入生態調節池，可有效改善鹽水溪水質同時也建有廬道可做為環境教育場所，

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：臺南市政府水利局 黃文彥副局長

近年為朝水再生利用方向，後續的永康水資源回收中心將搭配水再生處理可以供應鄰近科學園區工業用水。更值得一提的是，位於南區市中心的竹溪再造計畫，亦結合水質與環境共同搭配，期給市民一個優良水岸環境空間，該民眾親近水進而能產生與水共生的環境意識。

四、面臨課題

水利工作千頭萬緒，而民眾對水利工作的需求已由安全提升至對親水環境的渴望，雖然意識的提升是好的，但水利工作在推動上仍然面臨諸多問題：

- (一) 土地取得困難冗長:在都會區域不論是排水治理，滯洪池增設，水質淨化場、水資源回收中心興建等，均會面臨都市計畫變更，及土地取得問題，這些往往需要長時間及足夠的經費克服，要短期達到成效，常有相當困難。
- (二) 都會已發展地區增加建設難度: 在人口已發展高密度都市，下水道系統不足，或要改建已有的排水系統，均面臨交通維持、管線遷移等問題，經常使得排水系統改善花費很長的時間，甚或引起民怨。
- (三) 短延時強降雨: 近年來短延時強降雨事件，對都會區域衝擊最大，經常有局部積水的狀況，且範圍甚廣，梅姬颱風即為一例。而在既成基礎建設不易全面改建條件下，只有朝逕流分擔、雨水貯流、及建物保全措施著手，但是仍需民眾接受與配合。

五、結語

要達到與水共生理念，除了河川排水的安全性之外，還必需有良好的親水環境，所以突破傳統水利機能限制與消極性角色，活化水利工程與周遭環境的互動關係，達成兼顧水利與景觀雙重功能的加值是十分重要的，所以水質、環境需要和治水並重。台南市一直以來推動的親水大台南，就是朝與水共生的目標努力。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：國立交通大學土木工程系 楊錦釗教授

一、如何由治理邁向經理

陳總工程司業已清楚的勾勒出台灣未來面對的挑戰及策進方向，因應社會環境發展的需求，由治理到管理更進一步邁向經理已是必然的趨勢。但如何做？個人覺得首應先清楚的定義何謂管理、何謂經理？並釐清其含蓋的內容，其間的差異是什麼？

防洪計畫最主要的目的是降低災害保障人民生命財產安全，更積極的思維即是營造適合居住的空間，維護自然環境的永續。由此即可判釋經理之異於治理與管理，乃在於其積極的思維，除了降低災害之外（Minimize loss），藉由治理計畫的推動，期能對社會國家衍生出最大的利益（Maximize benefit）。

就治理面的角度來看，執行上相對的容易，在綜合考量技術、經濟、財務可行性、及社會政治等各層面的衝擊之後，隨著環境的變化，我們可以相當具體的定出一個保護標準作為計畫推動的依據。依循這樣的邏輯，防洪計畫若要朝管理及經理的方向發展，很明顯的，似乎我們應先制訂其對映的管理標準及經理標準。能訂出標準，定義及內容自然清楚。

綜觀過去水利單位完成的規劃及工程計畫，事實上都已隱約包括管理及經理的概念，譬如，河川環境營造、生態保育、親水空間等配合計畫皆與其有關。舉基隆河的防洪治理案例而言，因為員山子分洪的推動，降低主流的流量，勻出防洪空間，營造親水環境，促進都市發展，而衍生出的社會效益，基本上可視為經理計畫的一環。只是水利單位所提的白皮書、政策綱領、綱要計畫等涉及跨部會的方向，長期以來政府並無整合的機制，程序上幾乎流於形式。期盼未來整體性的「管理與經理規劃程序與標準」的制定，能列為政府施政的重點及重要的討論議題。

二、流域整體治理與綜合治水措施的意涵

陳總工程司指出的策進作為，無論是洪水管理亦或綜合治水的議題，其主要的目標，都是擬藉由出流管制及逕流分擔等措施，於土地開發利用的計畫中注入防洪（洪泛）管理的元素。

為達到該目標，治水措施就無法侷限在傳統渠道線形的治理，因此過去幾年八年八百億接而六年六百億計畫，在空間上滯洪及蓄洪設施為計畫的主軸，整合線形及空間滯洪的治理方式，應可視為水利署現階段所謂綜合治水的意涵。

該推動的方向是正確的，但個人覺得綜合治水意涵僅考量空間的因素是不足的，未來應更進一步考量，如何整合「時間」及「空間」因素在治水措施的規劃上。

以下就流域整體治理的方向及推動出流管制相關的準備工作，提出幾點看法供參：

（一）流域整體治理思維

流域整體治理是一種思維，必須考慮的元素至少包括：水（防洪與水資源）、國土、環境、生態等，各元素之間的互制與介面如何取得平衡？應是整體治理的目標。

但不同流域各有其特性與問題，水利署基本上已有其推動的程序。針對六大流域研擬整體治理規劃，及流域經理基本計畫；並依法公告治理計畫線及用地範圍線，以規範河川的行水空間。後者仍停留在河道線形治理的概念；而前者各元素間平衡標準亦尚未能有一定的準則可依循。在未來就這兩個議題進一步研討之前，現階段建議可先考量推動以下幾項關鍵工作：

1. 治理面可加強河川排水高風險渠段的評估分析，及其對映工程與非工程措施之研擬與推動。

2. 針對既定的保護標準，全面檢視可容納的風險度，作為未來推動管理措施的預備資訊。
3. 易淹水區地下水資源、地陷、防洪整體策略的規劃與推動。
4. 檢視並整合各流域既已完成的治理規劃、河川情勢調查、河川環境營造計畫、治理基本計畫、河川區域劃定、經理基本計畫等。

(二) 綜合治水措施意涵

為因應流域整體治理的概念，水利署首針對前述水與國土之間平衡與介面問題，提出綜合治水措施，將河川排水「一維度線形」擴展至「二維度面」的治理；由河道「定常流洪水位」延伸至洪泛區的「非定常流淹水」的治理。並首先針對水與國土開發利用的平衡，提出出流管制與逕流分擔措施。

理論上，由一維度至二維度，由定常流至非定常流，所需的資料及分析的標準罔異。因此，推動出流管制之前，應先檢討河川、區排、都排、灌排原先規劃擬定的保護標準，及其介面的整合。以下幾項工作，建議列為推動綜合治水的先期計畫，以作為後續工作推動之基石：

1. 提升水文水理計算所需資料的精緻度，譬如：實測流量、河道地形資料、河床質粒徑、上游入砂濃度、流域地形高精度數位資料等。
2. 制訂管理規劃及設計規範，並檢討與治理規劃設計規範之介面。
3. 推動河川、區排、都排治理介面的檢視，據以評估在既定治理標準下之缺口，及老舊堤防檢查，供改善措施之參考。
4. 推動洪泛區風險管理概念。
5. 建立流域管理溝通平台。

三、台灣的防災科技

(一) 要談科技，首先必須知道我們需要什麼科技。

基本上可分為工程：規劃設計施工；及非工程：預警、洪泛管理等相關科技。我們現在所能掌握的科技事實上都已是相當先進且在國際水準之上，問題是制度及文化，無法讓有創意的構想及科技被採納，並進一步整合與運用。另外一個層面是，科技所需的基礎資料不足，且欠缺整體系統性的調查與檢校。這些可能是目前我們最迫切需要討論研議的課題。

(二) 要談科技運用，要討論如何讓大家看見，並投入有價值且務實的科技。

台灣學界有非常強大的研發能力及能量，無論是氣象、洪旱、坡地、地震、體系，過去二、三十年來，相關的防災科技研發成果不勝枚舉，科技的發展對台灣天然災害防治相當有貢獻。只是研發的效率及效益似乎不如預期，與實務的需求一直有所落差，且常未能料敵於先，常常是災害發生後，研究課題才衍生隨之於後，因此無法提供工程規劃設計必要的資訊。譬如：2004年艾莉颱風重創石門水庫，水庫淤積嚴重，相關主管機關欲研擬工程對策，但學界卻未能立即提供任何相關研究成果可參據運用。

事實上，水庫淤積的問題，對台灣而言，本來就是顯而易見非常重要的課題，但卻從未被發現與重視。無水庫泥砂監測設備科技的研發，入砂資料不足以因應所需，以致規劃分析未能完全掌握現地條件。因此，對策規劃研擬及預算的編列，在無充分科學論證的前題下，投資的成效及效益風險極高。所以要談如何運用科技減低災害，亦須先討論如何讓大家看見，並投入有價值且務實的科技。

(三) 前瞻科技的展望

未來減低災害的重點科技，在工程面，應可著眼於流域防災策略及設施風險管理措施的推動，及其檢測監測整合科技的開發；非工程面，可步向應變決策支援智慧系統的開發建置。但這些科技的運用，都需建構在精確完整的資料，及智慧系統的「核心技術」研發上，這是我們目前最亟需思考的議題。

四、結語

由線至空間至流域的整體治理，進一步邁向管理與經理已是防洪計畫必然要走的方向，但治理與經理內涵的差異及其對映標準首應定義清楚。為此，應有更精確的水文地文資料及精緻的分析，由空間的規劃，拓展至空間與時間整體考量的規劃。亦即無論是治理、管理亦或經理，都需有厚實的科學論證為依據，天然條件的掌握愈精準，防洪計畫規劃會愈嚴謹，其效率及其成效就會愈高。如何推動？建議成立專案小組研議後續的工作與推動方式。然要具體落實，優質組織制度的制定，及公務體系積極的態度與創新思維的養成，將至為關鍵。最後，期盼因為防洪計畫視野由治理至經理層次的提升，除降低災害風險之外，能因此而創造優質業界發展的空間，及擴大防災科技市場。

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：專業者都市改革組織 楊重信 監事

一、前言

台灣早期之治水以工程措施為主，近年始逐漸關注非工程措施之重要性。行政院於95年5月3日核定經濟部根據「水患治理特別條例」所擬訂之「易淹水地區水患治理計畫」（以下簡稱水患治理計畫），計畫期程8年（95年7月~102年12月），分3階段實施。水患治理計畫於102年底結束時，水患問題仍未有效解決，行政院乃成立「行政院水患治理檢討專案小組」，檢討過去執行之內容及成效，深入分析與檢討，從「國土防災」、「綜合治水」、「立體防洪」、「流域治理」等面向，釐清有效之治理策略，並提出未來治水方案。接著經濟部配合成立「易淹水地區水患治理計畫成效檢討小組」，依據「行政院水患治理檢討專案小組」之決議事項，檢討95年起至102年止8年之執行績效，謀合出未來持續改善之具體內容與方法，除持續辦理水患治理計畫相關治理工程外，並提出一些創新作為，包括：以國土規劃角度推動逕流分擔及出流管制，加強非工程與水共存等治水新思維，以及研提「流域綜合治理計畫(103-108年)」，計6年分三期辦理。立法院於103年1月14日院會通過「流域綜合治理特別條例」，總統並於103年1月29日公布施行，施行期限至108年12月31日止。行政院於103年4月16日核定經濟部根據「流域綜合治理特別條例」，修正之「流域綜合治理計畫(103-108年)」，計畫總經費計660億元，計畫期程為103~108年，共計6年、分三期辦理。流域綜合治理計畫除繼續採用工程治水措施外，強調從國土規劃角度，推動逕流分擔及出流管制，加強非工程與水共存等治水新思維。經濟部水利署因應2030年水環境所提出之「新紀元水利政策綱領」與「新紀元水利施政綱要計畫（102~111年）」亦強調要強化源頭管理，推動國土與環境資源合理開發，強化跨域協調以推動流域管理與治理，促進公民參與，創造和諧治水關係。

易淹水地區水患治理計畫已於102年執行完成，接續之「流域綜合治理計畫(103-108年)」已快執行完畢，惟在氣候變遷極端降雨事件之衝擊下，縱使此計畫執行完成，勢必仍然無法全面解除水患之威脅。

本次論壇議題一「水與安全－洪流分擔、與水共生」之引言報告，指出：「依目前防洪治理所面臨氣候變遷及都市化效應之情勢，高水治理已無法全面解決淹水積潦災害；因此，在災害防治上，除以傳統之工程措施提高防災能力外，須以流域洪水管理觀念兼具工程與非工程措施理念，配合氣候變遷調適及災害型態之改變，考量社會對環境改善之企求，以「與水共存」、「不與水爭地」之思維，採取流域整體治理規劃之綜合治水策略」，因此，以「開發欠缺水管理政策制度」、「綜合治水尚須持續」及「持續推動民眾、社區及企業共同防災」為主軸，關注：洪水管理，韌性國土（留給洪水必要之滯蓄空間並調節出流量，做有效洪水管理）、綜合治水，跨域合作（採流域治理方式，跨部會合作共同執行）、科技防災，全民防災（透過科學技術，從監控、預警、通報到應變進行精進，達成智慧化水利防災，有效管理氣候災害風險，並強化全民防災觀念與意識，建構民力防災的組織與能力，使民眾自主提早離災、避災、防災，讓災害的影響降至最低）等關鍵課題，提出具體可行之策進作為、行動方案、以及涉跨部會合作之推動事項。

本引言報告對當前我國防洪治理所面臨問題、未來挑戰、關鍵課題之分析、以及最後建議之策進作為、行動方案、以及涉及跨部會合作推動事項，見解前瞻、精闢、且可行，本與談報告人甚為贊同與支持。為集思廣益，拋磚引玉，本與談報告以下首先對引言報告內容提出一些參考意見；然後，聚焦在國土開發對暴雨逕流及其對水文與水質之衝擊，最佳暴雨水管理措施（Best Management Practice, BMPs）、以及提出暴雨水逕流控制要求之建議；最後則提出暴雨水逕流管理之經濟誘因手段。

二、對引言報告之參考意見

(一) 建立一個完整之暴雨水管理計畫體制

建議暴雨水管理計畫體制之最上層計畫為「流域綜合治理計畫」(Comprehensive Basin Management Plan)，第 2 層為「集水區域暴雨水管理計畫」(Watershed Stormwater Management Plan) 或「區域排水集水區域暴雨水管理計畫」(Regional Drainage Catchment Area Stormwater Management Plan)、第 3 層為「都會或都市暴雨水管理計畫」、第 4 層為社區或鄰里暴雨水管理計畫、最下層為建築基地暴雨水管理計畫。

(二) 健全綜合治水與暴雨水管理法制

1. 短期：有效執行現行水利法規之規定，並且強化與國土保育與開發之結合。例如，立即依據水利法第 65 條：「主管機關為減輕洪水災害，得就水道洪水泛濫所及之土地，分區限制其使用。前項土地限制使用之範圍及分區辦法，應由主管機關就洪水紀錄及預測之結果，分別劃訂，報請上級主管機關核定公告後行之。」之授權，訂定「洪水平原劃設與管制辦法」、「洪氾區劃設與管制辦法」，劃設洪水平原與洪氾區，擬訂管制計畫，分二級管理；並將一級洪水平原與一級洪氾區納入「國土計畫」之「第一類國土保育地區」，二級洪水平原與二級洪氾區納入「國土計畫」之「第二類國土保育地區」；其次，依水利法第 47 條之 1：「中央主管機關為防止某一地區地下水超抽致影響地下水資源永續利用、海水入侵或地層下陷，得劃定地下水管制區，限制或禁止地下水之開發；其管制區劃定程序、鑿井與水權登記管制及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。」之規定，劃設重要或次要地下水管制區，並將重要地下水管制區納入第 1 類國土保育功能分區，次要地下水管制區納入第 2 類國土保育功能分區；以及，建議將依據水利法規所劃定之河川區域、區域排水設施範圍、水庫蓄水範圍、海堤區域、嚴重地層下

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：專業者都市改革組織 楊重信 監事

陷地區等，納入國土計畫第 1 類國土保育功能分地區；並且，確實執行水利法（以下簡稱本法）第 78 條之 4 授權訂定之「中央管區域排水計畫書審查作業要點」之規定：面積達 2 公頃以上之土地開發利用或變更使用計畫，致增加其集水區域內之逕流量者，應擬訂排水規劃書及排水計畫書送審，讓排水計畫書與土地開發審議結合，落實新土地開發計畫之逕流分擔與出流管制。

2. 中期：完成「水利法」之增修訂工作。「流域綜合治理特別條例」將於 108 年 12 月 31 日失效，建議在此之前完成水利法之修訂工作，將「流域綜合治理特別條例」重要條文、「逕流分擔與出流管制」、以及「暴雨水管理」之「最佳管理措施」(Best Management Practice, BMPs)與「低衝擊發展」(Low Impact Development, LID)納入水利法之增修訂條文內，以及完成「流域特定區域計畫」，納入國土計畫內。
3. 長期：完成「流域綜合治理與暴雨水管理法」之立法工作，建立涵蓋各類空間尺度之「暴雨水管理計畫體系」，以及將「水利署」升格為「行政院水利署」。

(三) 通盤檢討暴雨逕流責任歸屬

暴雨水管理之重點在於地表逕流之控制，而地表逕流之增加，主要來自既有建成地與新發展地區，此等地區皆歸地方政府管轄，因此，地方政府對暴雨逕流管理應負最大責任。建議通盤檢討中央與地方政府之暴雨水逕流管理責任。於水利法規內規定地方政府於辦理都市規劃、都市更新、市地重劃、區段徵收、核發土地開發許可或用地變更許可、分區管制變更、以及建築許可時，都應該提出逕流分擔與出流管制計畫，提出 BMPs，以及可量測之管理目標。除地方政府外，地主、不動產開發者、更新事業實施者，亦應擔負逕流控制責任；以及建議檢討現行分散且標準不一之規定，新訂標準法規，或納入相關法令內修訂。

(四) 以減少暴雨逕流為未來治水核心

在氣候變遷極端降雨事件之衝擊下，縱使目前執行中之高水治理工程完成，洪患問題仍將會很嚴重，未來仍須持續辦理流域綜合治理工作，勿庸置疑。未來之流域綜合治理與治水之工作重點，引言報告已詳述，不再贅述。本與談報告對此議題之一個補充是：建議未來之治水工作「以減少暴雨逕流為核心」，建立所有建成地區、新開發地區、以及再發展地區（包括都市更新地區）之基地「最低逕流控制要求」(Minimum Runoff Control Requirements)，讓所有不透水地表之所有權人擔負控制暴雨水逕流之責任（此將於本報告第三小節中詳述）。

(五) 引進暴雨水管理之經濟誘因手段

近年來治水之思維已經改變，流域綜合治理計畫除採用工程治水措施外，已開始強調從國土規劃角度，推動逕流分擔及出流管制，加強非工程與水共存等治水新思維；但治水之「經濟誘因工具」(Economic Incentive Tools) 或市場工具 (Market Based Instruments) 則未受到重視。基於治水之效率性、公平性、以及有效性，建議引進暴雨水管理之經濟誘因工具，如：通稱為「雨稅」(rain tax) 之「不透水地表費」(Impervious Surfaces Tax)、或「暴雨雨水整治費」(Stormwater Remediation Fee)。(此將於本報告第四小節中詳述)。

(六) 強化民眾參與與教育

民眾參與可以提供寶貴意見，尤其是可從專業公民團體獲得免費之專業意見，以助選擇最佳管理措施。建議建置民眾參與平台，以收協調溝通之效，爭取民眾與社區之支持。未來有關流域綜合治理計畫、集水區暴雨水管理計畫、都會暴雨水管理計畫、地方政府雨水管理計畫、發展與再發展之基地暴雨水管理計畫等之審查，皆有

必要強化民眾參與。傳統之民眾參與之作法，以告知民眾、公開展覽、召開說明會或公聽會、以及民眾陳請等為主，建議未來朝向「資訊公開」、「決策透明」、建立「行政聽證會」機制、以及建立民間志願監督暴雨水逕流量與水質制度。

三、建立全面性之暴雨水逕流控制制度

(一) 地面逕流之產生

降水(Precipitation)落至地面上後，一部分自地表面或地下流入河流或海者，謂之為逕流(Runoff)；其中，流經地表面者，謂之「地面逕流」(Surface Runoff)；總降水量減去植物之截留量、地面、葉面，水面之各種蒸發量、窪地滯蓄量，以及土壤入滲量，所剩餘之水量謂之暴雨逕流量(Stormwater Runoff)。(中華百科全書，2004)。簡單地說，一個地區之降水超過土壤之滲透容量，而流經地表，到，達河川或其他承受水體之水量即為暴雨逕流，影響暴雨逕流量之因素，除氣象因素外，主要為不透水地面 (Impervious Surface)，此為任何硬鋪面、人造不滲水之地區，包括：建物基地不透水鋪面、屋頂、停車場、車道、人行道、以及其他不透水之地面。不透水地表會使暴雨水逕流量與輸送速率增加，入滲至土壤之水量與地下水補注量減少。

不透水地面之增加主要是都市化所造成，都市化程度愈高，不透水地面之面積愈大，都市之地面暴雨水逕流量愈大，圖 1 示都市化所造成之水平衡變化情形 (FISRWG, 1988)。如圖 1 所示，自然覆蓋之地區之地面暴雨水逕流量僅為降雨之 10%；當一個地區被開發後，不透水地面占 10%~20%與 30%~50%時，地面暴雨水逕流量將分別提高至降雨之 20%與 50%；當不透水地面超過 75%時，地面暴雨水逕流量將可能提高至降雨之 55%。

都市不透水地面增加，不僅導致暴雨水逕流量增加，且讓逕流流

議題一：水與安全－洪流分擔、與水共生

與談人：專業者都市改革組織 楊重信監事

速增快，讓河道之尖峰流量（Peak Flow）增加，以及洪峰過後基流量減少。圖 2 示一個地區開發後產生較高流量、較高尖峰流量、以及基流量減少之情形。一個已發展之集水區，其尖峰流量可能高於未開發集水區之 2~5 倍，暴雨水逕流速率增加，流經地面到達河川或水體所需時間會減少，此乃導致開發後之高尖峰與高流量。暴雨水逕流量與流速之增加將會改變河川水流、產生洪害、損害河岸、以及造成生命財產之損失（Virginia Stormwater Management Handbook）。

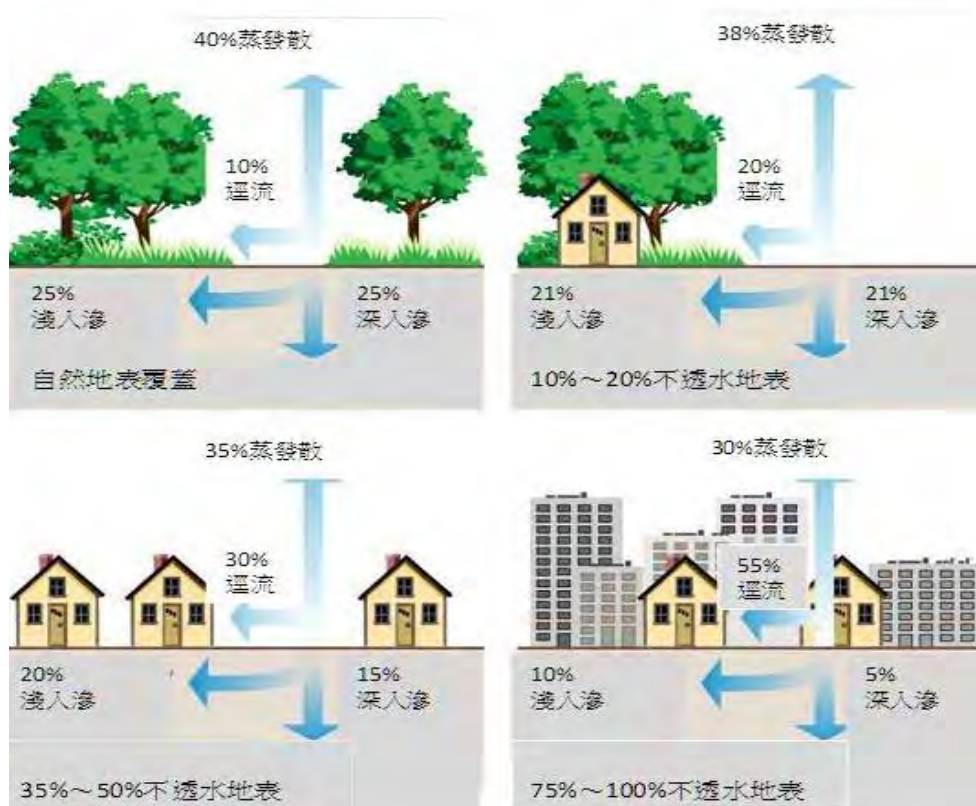


圖 1. 不透水覆蓋與地面逕流之關係

（資料來源:US Federal Interagency SWRG，1998）

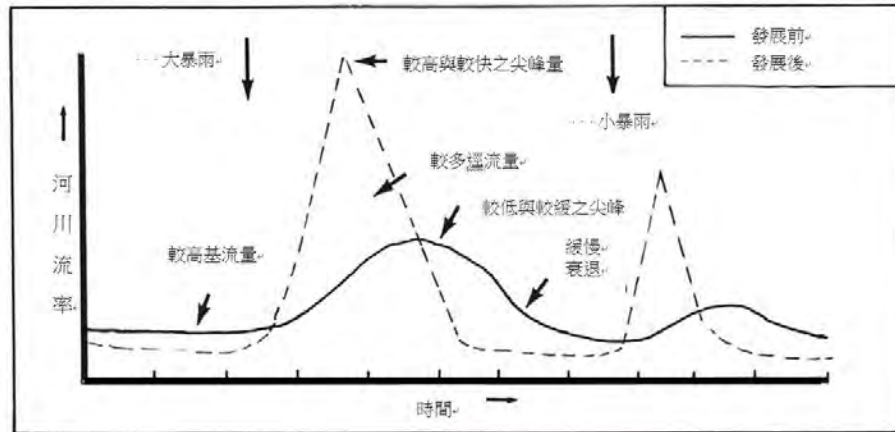


圖 2 不透水覆蓋與地面逕流之關係

(資料來源: Virginia Stormwater Management Handbook, Chapter 4, p.4-25)

(二) 暴雨逕流之衝擊

一個集水區土地被開發後，不透水覆蓋增加，原來可滲水之土地被轉換成道路、住宅區、購物中心、車道、以及屋頂，入滲地下與蒸發散之水量減少了、地表暴雨水逕流量增加，並且快速流經地面，到達河川或其他承受水體，此對河川水文、河川地貌、水生物棲地與生態、以及水質等會有很大之衝擊（以下內容整理自 Minnesota Stormwater Manual：Overview of basic stormwater concepts）：

1. 改變河川流量（Changes to stream flow）

暴雨水逕流對河川流量之改變，包括：

- (1) 增加逕流量（Increased runoff volumes）：都市發展使得不透水地面增加，此會使總逕流量增加。
- (2) 增加尖峰逕流排放（Increased peak runoff discharges）：降雨會快速流經不透水地面，一個已發展之集水區所增加之尖峰流量約為未受人為干擾集水區之 2~5 倍之多。
- (3) 較大逕流速度（Greater runoff velocities）：不透水地面、壓實土壤、以及排水系統改良如：雨水排水、管線、溝渠，將促使集水區內之暴雨水流經地面之速度增快。

- (4) 較短之集中時間 (Shorter times of concentration)：當逕流速度增加，水流經地面到達河川或其他承受水體之時間將會縮短。
- (5) 河川滿水位頻率或接近滿水位頻率增加 (bank-full and near bank-full events)：增加逕流量與尖峰流量會使滿水位或接近滿水位事件之頻率增加。
- (6) 增加洪患 (Increased flooding)：逕流量與尖峰量之增加會增加溢堤洪水頻率、延長洪峰持續時間、以及提高潰堤洪患之嚴重性。
- (7) 乾季低流量 (Lower dry weather flows (Base flow))：暴雨逕流入滲量之減少會造成基本流量之減少。

2. 改變河川地貌 (Changes to stream geomorphology)

已發展集水區之暴雨水逕流量與流速之增加，會影響到河川、溪流、溝渠、以及水道之形態或實質形狀與特性，主要衝擊包括（整理自 Georgia Stormwater Manual, 2001）：

- (1) 河川加寬與河岸侵蝕 (Stream widening and bank erosion)：河道變寬是為了容納與輸送 已發展集水區所增加之暴雨水逕流與較高之河川流量。較頻繁之中小規模逕流事件底切與冲刷河岸較低部分，引起較陡的河岸於較大暴雨事件發生時倒塌。較高之流速(Higher flow velocities)：開發後河岸侵蝕率之增加，會造成河川寬度數倍於開發前之寬度。
- (2) 河川下切侵蝕(Stream down cutting): 河川容納較高流量之另一方式是下切侵蝕河床，此將造成河川縱剖面不穩定，或是提高河川流速，造成河川上下游之河道侵蝕。
- (3) 河岸遮蔽之損失 (Loss of riparian canopy)：當河岸逐漸下切與崩塌時，保護河岸之植物（樹木、灌木、以及草本植物）將逐

漸塌陷，暴露根部，並於暴雨時容易被連根拔起，而讓河岸結構更為脆弱。

- (4) 沈積造成河床改變 (Changes in the channel bed due to sedimentation)：河道侵蝕與上游泥沙來源，會造成河道之淤積，覆蓋在河床或底層，造成河床之改變。
- (5) 洪水平原高度提高 (Increase in the floodplain elevation)：高峰流量之增加，會使洪水平原之高度會隨集水區發展而提高，此情形會因為建築行為、以及於洪水平原填土而加重，而讓原先不淹水之建築與財產受到威脅。

3. 對水生物棲地之衝擊 (Impacts to aquatic habitat) (adapted from the Georgia Stormwater Manual, 2001)

暴雨水逕流會造成河川實質改變，而對河川生態造成衝擊，此包括：

- (1) 棲地結構之退化 (Degradation of habitat structure)：高度發展地區之暴雨水逕流會冲刷河道，把生物社群冲刷掉；河岸侵蝕與河岸植物之損失，會破壞魚類與其他水生物之棲地；河床沈積物會讓底層生物體與水生環境窒息。
- (2) 水池與淺灘結構之損失 (Loss of pool-riffle structure)：未發展地區之河川排水，常包含較深與水流緩慢之水池、淺灘、以及激流，這些水池與淺灘是魚類與水生昆蟲之棲地。一旦這個地區被開發後，暴雨水逕流量隨即增加，源自都市集水區之逕流量也會隨之增加，沈積物之負荷也會提高，原來之水池與淺灘很快就會消失，取而代之的是規格一致的淺水與河床，此很難再提供水生物多樣化之棲地。
- (3) 基流量減少 (Reduced base flows)：基流量之減少主要源於不透水覆蓋之增加，雨水滲透土壤容量之消失。基流量之減少對

河川內棲地有負面之影響，此影響在乾旱時期更為嚴重。

(4) 河川溫度升高 (Increased stream temperature) :溫暖不透水地面 (如：街道與停車場) 之暴雨水逕流、蓄水池之水、河岸植物之減少、以及淺水道等因素，都可能讓都市河川之溫度升高。河川溫度升高將促使溶氧水準下降，而破壞食物鏈，以及會威脅到某些只能適應水溫小幅變動之水生物種(如鱒魚)之生存。

(5) 生物豐富度與多樣性之下降 (Decline in abundance and biodiversity) : 一旦各種水生生物棲地面積減少與棲地品質下降，則水生生物之數量與多樣性就會下降，較敏感之魚類與其他形式生命可能會消失，取而代之的是較能適應不好水質之生物體。水底或河床之生物多樣性與組成，常被用來評估都市河川之品質；水生昆蟲則是河川食物鏈形成之重要環境指標。魚類與其他水生生物體不僅會遭受到暴雨水逕流量增加對其棲地變化之衝擊，也常遭受到由於都市發展與土地使用活動之負面影響。

4. 對水質之衝擊 (Water quality impacts)

土地一旦被開發，不透水地面取代自然植生覆蓋，從大氣、車輛、以及鄰近地區吹來之污染物即會累積，而當暴雨事件發生時，這些污染物很快就會被沖洗流入河川或其他承受水體，造成水質之惡化。河川或承受水體之水質與水體之化學、生物、以及實質之特性有關，其涵容能力差異很大，對污染之容忍度也有很大之差異。暴雨水逕流對水質之主要衝擊，包括 (參考自 Virginia Stormwater Management Handbook, Chapter 4) :

(1) 湖泊與河川優養化，使藻類快速生長。

- (2) 河川淤積導致水生生命窒息，以及水生物棲地消失；若沈積物有受到污染，則其對水生物之衝擊將會更大。
- (3) 來自氨氣、重金屬、有機合成物、殺蟲劑、以及其他污染物（包括一些來自有機物與殺蟲劑而對內分泌有破壞效果者）之毒害。
- (4) 來自生物可分解有機物質潛在之耗氧或生化需氧量(BOD)，可能導致承受水體有機體缺氧。
- (5) 受到熱島效應與建築物加溫之水流入河川後，使得河川水溫上升，溫水之溶氧量少於冷水，此種熱污染將進一步降低含氧量。水溫之變化可能嚴重破壞一些只能存活於小幅溫度變化之水生物種，如：鱒魚與石蠅等。
- (6) 漂浮物質與沈積物（如：垃圾、碎草、衛生用品、以及土壤侵蝕等）有礙觀瞻與美學。
- (7) 地下水受到可溶性有機化學物、重金屬、硝酸鹽與鹽之污染。

(三) 減少暴雨逕流衝擊之方法 (BMPs)

一個集水區暴雨水逕流量之大小，除受到不可抗力之氣象因素外，如前所述，主要是受到都市發展或土地開發，不透水覆蓋增加所致。水利與相關學科之文獻已經發展出一套可以有效減少暴雨水逕流之措施，統稱為暴雨水管理之「最佳管理措施」(Best Management Practices，簡稱為 BMPs)。

BMPs 是一套技術、措施、或結構之控制，用來以最成本有效方式，管理暴雨之量與品質 (U. S. EPA, 1993)。在都市化地區可用來減輕來自營建與發展地區之暴雨水逕流與污染之 BMPs，可分成：非結構式或源頭控制之 BMPs 與結構式之 BMPs 兩類 (U. S. EPA, 1993)。非結構式 BMPs 是指使用自然措施減少暴雨逕流與污染水準之暴雨水

逕流管理技術，此不需要太多之工事，但是需要透過政府法規（如：規劃與環境法規）、說服、以及經濟工具來達成目標。（Taylor and Wong, 2002）。非結構式 BMPs 被稱為源頭管理（source control）之 BMPs，是因為它們直接管理逕流與污染物之來源（WEF and ASCE, 1998; U. S. EPA, 1999b）。結構式之 BMPs 則是採用工程系統與方法，設計來暫時貯存與移除逕流污染物（MWLAP, 1992; MDE, 2000; Claret et al., 2003）。採用結構式措施之目標是在「控制都市地區之暴雨逕流量與出流率」，以及「減少出流水之污染量」，常見之案例如：滯留系統、滲透系統、雨水收集系統、過濾系統、以及人工濕地等。

非結構式之 BMPs 與結構式之 BMPs 之區別，有些很清楚，有些則難以區分；例如：利用植物阻斷暴雨水逕流直接連結到不透水表面，可視為結構式或非結構式之措施。一些新的都市暴雨水逕流管理概念，如：較佳基地規劃技術（Better Sites Planning Techniques）（CWP, 1998）與低衝擊發展（low-impact development, LID）技術，如綠屋頂（U. S. EPA, 2000）是聚焦在同時利用規劃技術與微觀尺度整合景觀實務，以防止或減少暴雨水逕流之衝擊。這些新的方法強調源頭控制與小規模之結構處理，亦很難將它們歸為那類措施。近年之非結構式控制 BMP，通常是結合一項或多項之結構式 BMP 方法，被認為是一種「療癒火車方法」（treatment train approach）。

暴雨水管理之非結構或源頭控制 BMPs 主要成分有 3：（1）透過發展與再發展之規劃、設計與營造，以最小化或消除負面衝擊；（2）減少不透水覆蓋，以及維護透水地面，以最小化基地暴雨水出流量與釋放出之污染物；（3）教育與訓練民眾，讓其瞭解都市暴雨水逕流之潛在問題、民眾對基地暴雨逕流應該擔負之責任、以及有那些 BMPs 可用來幫助解決問題（WEF and ASCE, 1998）。目前非結構或源頭控制 BMPs 主要應用在都市尺度之發展與再發展，其在集水區尺度計畫之應用案例仍少（Claret et al., 2003）。

目前常用之暴雨水最佳管理措施(包括非結構式或源頭 BMP 與結構式 BMPs) 主要包括：計畫與管制系統、逕流減量系統、窪地或開放渠道系統、過濾系統、滲透系統、以及盆地系統等；茲簡述如下(參考自 2013 Virginia Stormwater Management Handbook)：

1. 計畫與管制系統 (Planning and Development Control System) :透過各類型與層級之水土資源規劃、保育、開發、以及管制等手段，達成流域整治、總合治水、暴雨水逕流管理、水資源永續利用、以及生態系統維護之目的。計畫與管制系統所涉及之計畫與管制措施，包括：(1) 國土規劃、國土功能分區與分類、以及使用地分類與使用管理計畫；(2) 流域治理特定區域計畫或流域綜合治理計畫、以及集水區暴雨水管理計畫；(3) 國家公園計畫、自然保留區計畫、濕地保育利用計畫、整體海岸管理計畫、以及特定水土保持區計畫等；(4) 都市土地使用分區管制計畫；以及 (5) 各種涉及調適氣候變遷極端天氣事件衝擊之計畫。

2. 逕流減量系統：

目的在減少基地暴雨水逕流之出流量，其主要措施包括：

- (1) 滯洪池：洪水期間才蓄水，平常不蓄水，池內綠地空間於未下雨時可供休閒活動等多功能使用。
- (2) 植被屋頂 (Vegetated roofs)，此亦稱為綠屋頂或生態屋頂)：屋頂可種植植物，並暫時儲存暴雨水逕流，以助減少暴雨水逕流量、尖峰逕流率、以及污染負荷。
- (3) 斷開落水管 (Downspout Disconnection)：攔截屋頂逕流、滲透、過濾、處理或再利用雨水。
- (4) 雨水收集 (Rainwater Harvesting)：將屋頂雨水收集到地面大容器內，作為景觀用水，此為水箱或雨水槽系統 (cistern or rain tank system)。

- (5) 土壤改良 (Soil Compost Amendments)：於營建後量，改良土壤，增加其孔隙率，以減少暴雨水逕流量與提升水質。
- (6) 層流植被過濾帶或保存開放空間 (Sheet Flow to Vegetated Filters or Conserved Open Space)：過濾帶是有植被之地區，過濾鄰接地區不透水地面流入之雨水，讓它流速減慢，以及安定沈積物與所挾帶之污染物。
3. 窪地或開放渠道系統：此為逕流輸送措施，可提供各種污染移除功能。
- (1) 植生溝渠 (Grass channels)：可以在雨水輸送系統內提供逕流過濾與處理服務，可較傳統之排水溝或排水系統產生較少之逕流與污染。植生溝渠所能減少之逕流與污染量，視土壤之透水性而定。
- (2) 乾式窪地 (Dry Swales)：乾式窪地與植生溝渠皆可視為開放渠道概念，但是兩者之設計則不同。乾式窪地基本上是以容量為基礎之淺生態調節池 (bioretention)，它的形狀像線性渠道，可暫時存水與過濾污染物。植生渠道則屬於輸送系統，以流率為設計基礎，提供水質處理。乾式窪地之水質處理過程是透過減少逕流量、減少沈積物、過濾、土壤吸水、以及生物轉換等手段進行。
4. 過濾系統：目的在移除逕流之養分、沈積物、重金屬、油脂等。主要措施包括：
- (1) 過濾措施 (Filtering Practices)：暴雨水處理工具可用在小規模且高度不透水之基地。暴雨處理工具可透過一個工程過濾媒介，收集、暫存、以及處理暴雨雨水。過濾措施之水質處理是沈澱、過濾、土壤吸收、以及植物攝取 (生物轉換) 之過程。
- (2) 生態調節池 (Bioretention)：可用在高度不透水地區，它把地

表逕流導入一個具有如同森林生態系之污染清除機制之景觀生態池。生態調節池之主要成分是濾床，此為沙與有機物質混合而成之過濾媒介。生態調節池可營造一個很好之逕流減少環境、過濾污染、生物轉換、微生物活動、以及提供移除污染物之功能。它亦可提供景觀服務與舒適。

5. 滲透系統 (Filtering system)：此可與逕流減量 (逕流入滲土壤內) 以及污染處理 (主要為過濾) 合併使用。主要措施包括：

(1) 透水鋪面 (Permeable Pavement)：透水鋪面是可讓暴雨水逕流透過鋪面孔隙滲透，進入底下礫石水池，暫時儲存之鋪面。通常濾過之逕流收集到地下後，會回到雨水排水系統。透水鋪面有減少逕流量以及提供移除污染物之作用。

(2) 滲透措施 (Infiltration Practices)：滲透措施之操作是利用地表或地下之暫時儲水，讓進入之暴雨水逕流滲入土壤。暴雨水逕流先要通過多重之預處理機制，先絆住沈澱物與有機物質，再滲透入土壤；暴雨水逕流滲透土壤後之水質處理，包括：化學物品之吸附 (吸收、沈澱) 與生物轉換等污染移除過程；當然，滲透措施亦有減少暴雨水逕流量之功用。

6. 盆地系統 (Basins)：此可降低逕流率 (滯留)、移除污染物 (濕地)、增加動物棲地 (人工濕地)，其主要措施包括：

(1) 人工濕地 (Constructed Wetlands)：淺窪地，用來承受暴雨水並做水質處理。人工濕地提供重力沈澱、生物吸收、以及微生物活動之理想環境。人工濕地之水質處理過程包括：沈澱、輕微固體之懸浮、吸附在底層土壤、水中溶解、細菌與植物攝取等。

- (2) 濕式水池 (Wet Ponds)：平時即保持池內有水狀態，其低水位之蓄水量可營造類似生態池或小型湖泊，其生態效果優於乾式。濕式滯留池可提供重力沈澱、生物攝取、微生物活動之功能。每一新的暴雨事件可重置一部份之池水，移除前次暴雨逕流之污染物。濕式滯留池之水質處理過程包括：沈澱、吸附到底層土壤、水溶解、生物轉化等。

(四) 暴雨水逕流控制制度之建立

都市發展或土地開發，不透水覆蓋增加，以及開發者或地主不願意採用 BMPs，導致暴雨水逕流量增加，對河川水文、河川地貌、水生物棲地與生態系統、以及水質等造成嚴重之衝擊，產生鉅額之社會成本。此種私人追求土地開發利潤或效用之最大化，所產生之基地暴雨逕流衝擊，可視為一種「負面外部性」(Negative Externalities)，政府若不介入管理，基地之暴雨水逕流出流量與整個集水區暴雨水逕流量將會超過排水系統之負荷量，對都市地區及下游產生負面衝擊。爰此，建議建立一個兼具命令控制與市場誘因機制之「全面性暴雨水逕流出流管制」制度，要求對不透水地面之增加有貢獻之全體土地發展基地地主，承擔基地暴雨水滯留之責任，以減少暴雨水逕流量；具體之作為如下：

1. 對所有建成地、新發展地區、以及再發展地區（都市更新地區），全面實施基地最低暴雨水逕流控制，規定基地內之暴雨水逕流出流量，不得超過一定之水準或超過一定之比率；換言之，規定所有建築基地必需符合一個「暴雨水逕流出流量」標準，如：規定基地暴雨水逕流出流量，不得高於 x 頻率年 y 小時暴雨水逕流總量 (SWR v) 之 $z\%$ ；亦即規定：所有建築基地必需符合一個「暴雨水逕流滯留量」標準，如：規定基地發展者或地主應於基地內或集水區內滯留其暴雨水逕流總量之 $z\%$ 。

2. 規定新發展地區之開發者或地主，必需提出暴雨水管理計畫

(Stormwater Management Plans, SWMP) 送審，其計畫內容至少應包括：暴雨逕流計算資料、影響地區之環境特徵資料、發展對暴雨水逕流及對水文與水質之衝擊、以及計畫採用 BMPs 之有效性與可接受性。新開發地區之基地必需符合「逕流量零增加，且出流量需小於允許排水量」之規定，始能獲得開發或建築許可。

3. 再發展地區或更新地區之基地發展，亦需要提出「暴雨水管理計畫」送審，符合「逕流量零增加，且出流量需小於允許排水量」之規定，始能獲得再發展或更新許可、以及建築許可；但因基地受限，確實無法於基地內符合「暴雨水逕流滯留量」要求者，可考慮放寬規定，允許再發展地區基地之一定比例以下之滯留量可採用「移地滯留」(Off-Site Retention)、或以「暴雨水滯留信用(Stormwater Retention Credits, SRCs)、或以「繳納代金」(in-lieu fee, ILF) 方式替代。1 單位 SRC 等於滯留 1 加侖水 1 年之量，代金則按滯留 1 加侖水 1 年之成本計算。

4. 建成地區已發展之建築基地，因為基地滯留暴雨水之條件受限很大，採用 BMPs 措施可減少之暴雨水逕流量有限，所以要符合「暴雨水逕流滯留要求」之難度很高，但基於公平考量，不應給以免責；建議於地主提出佐證資料，證明技術上無法於基地內採用適當之 BMPs 以符合滯留要求時，可申請將無法符合滯留要求之暴雨水逕流量(以加侖表示)「移地滯留」、或以「暴雨水滯留信用、或以「繳納代金」(in-lieu fee, ILF)) 方式替代，或合併使用。「移地滯洪」之設計可參考美國哥倫比亞特區之作法(District of Columbia's Stormwater Management Guidebook, 2013)。

申請以 SRCs 來符合暴雨水滯留量規定時，地主可使用在所屬集水區內所擁有之 SRCs，或在市場上購買集水區內之之 SRCs。政府應提供 SRCs 買賣雙方之資訊，由買賣方雙方做自願性之交易，但是買

方所購入之 SRCs 必需經過主管機關核准後始能使用。SRCs 之供給來源是私人或機關團體採用合乎規定之暴雨水 BMPs、或將原非自然覆蓋地區改造為自然覆蓋土地（例如，將停車場改造為透水綠地或生態調節池），所創造暴雨水逕流滯留容量超過法定滯留容量要求之部分，此超額滯留容量由主管機關認定後，核發 SRCs；一單位之 SRC 等於滯留 1 加侖水 1 年之量。SRC 之利用可不限於同一集水區，集水區外之 SRC 亦可適用，惟需打折扣，例如，集水區內之一單位 SRC = 1.25 單位集水區外之 SRC (District of Columbia's Stormwater Management Guidebook, 2013)。

四、暴雨水逕流管理之經濟誘因手段

過去水利主管機關之暴雨水逕流管理思維，聚焦在最佳管理措施之工程手段與部分非工程手段，而經濟誘因手段（也可視為非工程手段之一）則沒有受到關注。美國 Maryland 州對不動產所有權人之不透水地面，課徵「雨稅」（Rain Tax），就是一種經濟誘因手段，讓土地開發者或不動產所有權人在被課雨稅與減少不透水地面之間作選擇，以促使不透水地面減少，進而減少暴雨逕流量與減輕水體污染。以下先討論課徵雨稅之理論基礎，然後介紹 Maryland 州之雨稅，最後提出我國課徵雨稅之建議。

（一）雨稅之理論基礎

雨稅是對不動產之不透水地面課稅，此種稅本質上是一種「庇古稅」（Pigouvian tax）。庇古稅是經濟學者庇古（Arthur C. Pigou, 1877~1959）於 1920 出版之「福利經濟學」一書中提出。庇古稅之主要概念是對造成負面外部（Negative Externalities）之私人或團體課稅（以下統稱為私人），使私人邊際成本上升至等於社會邊際成本時，即可以內部化外部效果，讓資源配置回復到有效率之水準。就都市發展或基地發展而言，發展代表將原為自然覆蓋之地表，大部分轉化為建築物、道路、廣場、停車場等不透水地面。基地發展強度愈高，基地不透水地面積會愈大，暴雨水逕流量會愈多，逕流

速率會愈快，洪峰到達河川或其他承受水體之時間會愈短，挾帶至河川與其他承受水體之非點源污染物也將會愈多，此將對河川水文、水質、以及水生物棲地等產生很大之衝擊，當河川與排水系統無法負荷暴雨水逕流尖峰流量時，則會釀成積水與嚴重之洪水災害；上述衝擊將對社會造成嚴重之損失（以下稱為社會成本）。在沒有政府政策干預情況下，追求基地開發利潤最大化之私人，是不可能主動將基地不透水地面增加所造之社會成本，納入基地開發決策的；亦即，基地發展者所負擔之成本僅是私人成本，而不會主動負擔社會成本。因此，基地不透水地面所產生暴雨水逕流之社會成本是一種典型之負面外部。

基地不透水地面負面外部之存在，會讓一個都市發展或基地開發產生過量之不透水地面，衍生鉅額之社會成本。對不透水地面課徵庇古稅，可讓私人在繳稅與減少不透水地面兩者間，思考是被課稅划算？或是減少基地不透水地面以減少稅負划算？最適不透水地面庇古稅可讓不透水地面外部內部化，該最適稅率決定於私人邊際淨利益（Marginal Net Private Benefit, MEPB）與邊際外部成本（Marginal External Cost, MEC）相等時之水準，或是決定於不透水地面減量邊際成本與不透水地面邊際外部成本相等時之水準。茲以圖 3、4 說明之。

設 MNPB 為基地發展之邊際淨私人利益曲線，此代表私人每增加 1 單位不透水地面之投入，所能獲得之利益，此曲線之斜率應為負，亦即，MNPB 將隨不透水地面增加而遞減；在沒有對不透水地面課徵雨水前，私人利潤最大化之條件是 MNPB 等於零，滿足此條件之基地發展產出量是（ Q_m ），不透水地面之面積是 I_m （如圖 3）。設基地不透水地面之邊際外部成本曲線，如圖 3 之 MEC 曲線所示，此曲線之斜率應為正，亦即，每增加 1 單位之不透水地面所增加之外部成本，應該是會隨不透水地面增加而遞增。² 當政府對不透水地面課徵庇古稅（ t ）時，稅後之 MNPB 曲線將會往下移，最適稅率（ t^* ）是在

$MNPB = MEC$ 之處，亦即，最適稅率應滿足之條件為：私人每增加 1 單位不透水地面所能增加之利益，應該等於該單位不透水地面所增加之外部成本。在稅率達到最適水準時，稅後之最適產出量與不透水地面之面積，即決定於 $MNPB - t^* = 0$ 之處，亦即，最適產量等於 Q_s ，最適不透水地面之面積為 I_s （如圖 3）。

再者，若基地不透水地面減量之邊際減少成本（以 MAC 表示之）與不透水地面之邊際外部成本（ MEC ）已知，則最適不透水地面稅率（ t^* ），可由 $MAC = MEC$ 之條件決定之，如圖 4 所示， t^* 決定於 MAC 曲線與 MEC 曲線交叉之處。

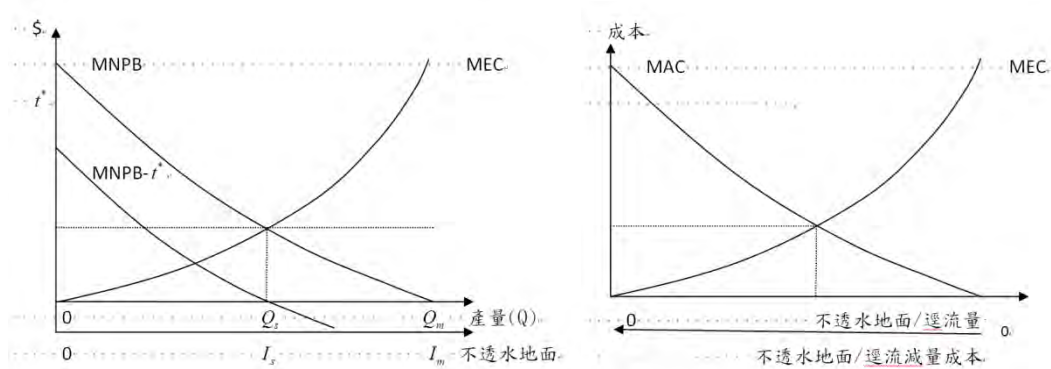


圖 3. 最適不透水地面庇古稅 (A) 圖 4. 最適不透水地面庇古稅 (B)

(二) 美國馬利蘭州之雨稅

美國馬利蘭州是第一個立法課徵雨稅 (Rain Tax) 之州，其立法課徵雨稅之緣起是在回應美國環境保護署 (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) 於 2010 年規範隨暴雨水逕流流入 Chesapeake Bay 之污染最大日負荷量 (Total Maximum Daily Load, TMDL)。馬利蘭州政府為求減少暴雨水逕流量、減輕非點源暴雨水污染、減少洪災與水生物棲地損失、以及籌措污染防治所需之經費，乃動到對雨水課稅之腦筋。Maryland 州於 2012 年 4 月通過雨稅法案，州政府認為這是減少暴雨水逕流最有效之方法，暴雨水逕流一旦可減少，排入 Chesapeake Bay 之非點源污染即可減少。目前

Maryland 州內之 9 個人口最稠密之郡與 Baltimore City 已課徵雨稅。不過這 10 個市郡並非都欣然接受雨稅，例如：Carroll 郡完全拒絕對暴雨水課稅，將稅率定為零；Frederick 郡將稅率訂為\$0.01；Baltimore 郡近年也發起反對雨稅之運動（Walters, 2013）。以下簡述 Maryland 州雨稅課徵情況：

1. 雨稅開徵目的：

雨稅是對不動產之不透水地面課稅，不動產不透水地面之面積愈大，所需繳納之雨稅愈多。課徵雨稅之主要目的不是在於增加稅收，而是在創造減少不透水地面之誘因，促使開發者或地主願意減少不透水地面，以節省雨稅之負擔，以及減少暴雨水逕流量與減輕非點源污染。

2. Maryland 州實施雨稅之市郡

Maryland 州已實施雨稅之市郡，包括：Anne Arundel, Baltimore, Charles, Carroll, Frederick, Harford, Howard, Montgomery, 以及 Prince George 等 9 個郡，以及 Baltimore City。

3. 課稅標的、方式與稅率

Maryland 州 10 個市郡所課徵之「雨稅」，所採用之名稱包括：「暴雨管理費」（Storm management fee）、「不透水地面稅」（Impervious surface tax）、暴雨水整治費（Stormwater Remediation Fee）等；雖然所採用之稅名不一致，但基本上課徵標的都是住宅及企業不動產之不透水地面，公有財產是被排除在外，但宗教與非營利組織之不動產不透水地面則在課稅之列。至於沒有擁有不動產者，則不需負擔雨稅。雨稅之課徵方式是附加在不動產稅上徵收。

不透水地面是指水無法滲透之地面，例如：不透水鋪面、屋頂、道路、停車場、廣場等，雨稅即是針對不動產之不透水地面課稅；原

則上雨稅負擔是按照不透水地面之面積計算的，但實際操作時是按「當量住宅單元」(Equivalent Residential Unit, ER) 計算的，各市郡之 ER 面積有差異，稅率則通常固定，但亦有隨房屋形式而異的，住屋與商辦房屋之稅率也有差異之情況。表 1 為 Maryland 州 10 個市郡之雨稅課徵概況(Walters, 2013)。

表 1 MARYLAND 市郡之雨稅 (2013)

市郡	期限	ERU	住家	企業
Anne Arundel	年	2,940 sq. ft.	\$34, \$85, or \$170 \$85/2,940 sq. ft.	\$85/2,940 sq.ft.
Baltimore City	季	1,050 sq. ft.	\$12, \$18, or \$36	\$18/ERU
Baltimore County	年	2,000 sq. ft.	\$21 or \$39	\$69/ERU
Charles	年	3,087 sq. ft.	每年改變	每年改變
Carroll	NA	NA	NA	NA
Frederick	年	NA	\$0.01 flat fee	\$0.01 flat fee
Harford	年	500 sq. ft.	\$125 flat fee	\$7/ERU
Howard	年	500 sq. ft.	\$15/ERU	\$15/ERU
Montgomery	年	2,406 sq. ft.	\$29.17 - \$265.20	\$88.40/ERU
Prince George's	年	2456 sq.	\$20.58 flat	\$20.90/ERU

註： ERU：等量住宅單元 (Equivalent Residential Unit)，用來衡量一筆不動產之不透水地表屬於那個雨稅類別。本表資料引用自 Walters (2013)。

4. 預期稅收目標與預期效益

Maryland 預計至 2025 年，一年可徵收 US \$ 482 million，並可望達成 U.S. EPA 對 Chesapeake Bay 污染減量之要求，EPA 要求 Maryland 負擔 US \$ 14.8 billion 之計畫經費 (Cenname, 2014)。Maryland 州之雨稅預期可獲得之效益，包括：(1) 運用雨稅收入，推動可減輕 Chesapeake Bay 污染之方案與基礎設施之建設，並預計可達成 EPA 所要求之 Chesapeake Bay 污染物削減目標：氮削減 22%、以及磷削減 15%。(2) 對不透水地面課徵雨稅，可提供開發者或地主減少不透水地面之誘因，直接減少不透水地面，或採用 BMPs 措施將不透水地面轉化為透水地面或半透水地面，或於新發展地區或都市更新地區採用「低衝擊發展」方法，此等皆可有效減少暴雨雨水逕流、

降低減少洪害機率、減少汙染、以及減少生態棲地之損害，或甚至節省防洪設施建設經費。(3) 雨稅之其他效益包括：河川遊憩效益之增加、水產之增加、生態系統服務功能之提高、以及房地產價值之提高等。(Cenname, 2014)。

(三) 建立雨稅制度之構想

建議水利主管機關或國家發展委員會，著手研究我國建立雨稅制度之可行性，茲提供初步構想供參考：

1. 雨稅名稱：不透水地面稅。
2. 性質：庇古稅 (Pigouvian tax)。
3. 課徵目的：公平負擔暴雨水逕流責任，有效減少不透水地面，減少暴雨水逕流量，減輕非點源暴雨水污染，並減少洪災損失、以及生態系統服務功能之損失。
4. 課徵標的：所有私人、企業、團體（宗教、慈善、及其他非營利組織）不動產之不透水地面。
5. 稅率：採用每平方公尺不透水地面每年 X 元之固定費率，不按土地使用性質訂差別費率，稅率可定期檢討，例如，配合公告地價評定，定期檢討調整。
6. 課稅方式：附加在地價稅徵收。
7. 稅收運用：專款作為流域或集水區暴雨水管理計畫經費。

五、結語

對於都市或土地發展基地所產生之暴雨水逕流，不論是產生於新發展地區、再發展地區、或既有建成地，全面要求建築基地作「暴雨水逕流控制」，規定基地內之暴雨逕流出流量，不得高於 x 頻率年 y 小時暴雨逕流總量之 z%，並建立暴雨水逕流「移地滯留」、「暴雨水滯

留信用」、以及「暴雨水滯留代金」等配套制度，大部分人之第一個反應，可能會認為這不太可行。對私人、企業、團體（宗教團體、慈善團體、以及其他非營利團體）之不動產不透地面課徵「雨稅」，大部分人之第一個反應，有可能會認為這有點瘋狂；但是，這兩套新的暴雨水逕流管理制度，未經過周延之設計與評估，不宜一口否決。台灣是美麗之島，但也是災難之島，在氣候變遷衝擊下，頻繁之極端天氣事件，可能帶來之洪水災難，將會是台灣未來最大之危機；爰此，建議水利主管機關或國家發委員會投入資源，深入評估這兩套制度之可行性。

六、參考文獻

1. 中華百科全書，2004。
2. 新紀元水利施政綱領（102~111 年），經濟部水利署。
3. Cennam, Steven (2014) .It's Not a "Rain Tax," It's an Impervious Surfaces Tax.
<http://www.cennamology.com/home/its-not-a-rain-tax-its-an-impervious-surfaces-tax>
4. Elliott, S.; Jowett, I.G.; Suren, A.M.; Richardson, J. (2004). A guide for assessing effects of urbanization on flow-related stream habitat. NIWA Science and Technology Series, No. 52.59.
5. Minnesota Pollution Agency (2016). Minnesota Stormwater Manual : Overview of basic stormwater concepts.
http://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Overview_of_basic_stormwater_concepts
6. Muthukrishnan, Swarna and Ari Selvakumar (2004). The Use of Best Management Practices (BMPs) in Urban Watersheds. U.S. Environmental Protection Agency EPA/600/R-04/184.

7. Prey, Jeffrey et.al. The Wisconsin Stormwater Manual Part One: Overview, Wisconsin. Department of Natural Resource, Bureau of Water Resource Management, Nonpoint Source and Land Management Section, Publication Number: WR-349-94.
8. Stormwater Management Guidebook , Prepared for: District Department of the Environment , Watershed Protection Division , District of Columbia ; Prepared by: Center for Watershed Protection , MD , July 2013. (Ch.6 Off-Site Retention by Regulated Sites.)
9. Stormwater Management Ordinance, Phase 2 granted to DeKalb County, Illinois by the Illinois Compiled Statutes, 55 ILCS 5/5-1062.2, and Illinois Drainage Law.
http://dekalbcounty.org/PlanningZoningBuilding/Plans/Stormwater/sw_ord.pdf
10. Virginia Stormwater Management Handbook, July 2013
http://www.deq.virginia.gov/files/share/wps/2013_SWM_Handbook/
11. Walters , John J. (2013). Rain Tax Just Another Way to Dodge Fiscal Responsibility ,Maryland Policy Report, No 2013-03. Published by the Maryland Public Policy Institute.
12. West Virginia Department of Environmental Protection. (WVDEP). 2006. Stormwater management structure guidance document. Groundwater/UIC program. Morgantown, WV.

貳、議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

一、前言

水為生命維生要素，亦為生活、生產、生態三生所必需的關鍵資源，同時也是人民生活、社會經濟永續發展不可或缺的要素，因此，水是21世紀重要的課題，水資源短缺將限制國家社經的發展。

臺灣降雨豐沛，惟地狹人稠致每人每年可分配雨量少，且水庫庫容有限、降雨時空分佈不均，加上氣候變遷澇旱循環加劇，缺水風險增高，如何確保水資源供應無虞，以提昇人民生活品質與支持社會經濟持續發展，為水資源經營管理須面對的問題與挑戰。

此外永續發展及節能減碳的課題亦日益受重視，水力發電及太陽能發電等綠能發展已為推動趨勢。臺灣日照充足，倘配合善加利用湖庫水域，應具太陽能發電潛能；小水力發電對環境衝擊較小，亦值得開發輔助區域供電。

二、面臨問題

- (一) 每人每年可分配雨量少：臺灣四面環海，氣候溫暖潮溼，年平均降雨量約 2,500 公釐，雖雨量豐沛，約為世界平均值的 2.6 倍，但因地狹人稠，每人每年可分配雨量僅約 4,000 立方公尺，不到世界平均值 21,796 立方公尺的五分之一。
- (二) 降雨時空分佈不均勻：臺灣雖降雨豐沛，惟在時間及空間上的分佈極不均勻，每年 5~10 月期間的雨量約占全年總雨量的 78%。豐、枯水期雨量差異懸殊，需透過水庫蓄存豐水期水量。
- (三) 地形條件限制明顯：臺灣本島總面積約 3.6 萬平方公里，惟中央山脈南北縱走，造成臺灣河川東西流向分別注入太平洋及臺灣海峽，又因河川坡陡流急，降雨後逕流迅速入海，甚難蓄存，且河谷狹窄，興建水

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

庫其庫容有限。目前全臺水庫庫容總計約 20.5 億立方公尺，由水庫年供水約 41 億噸，平均需運轉 2 次（圖 1），才能滿足供水需求。由於人口逐年成長與經濟發展，我國自來水用水量呈現逐年成長趨勢（圖 2）。

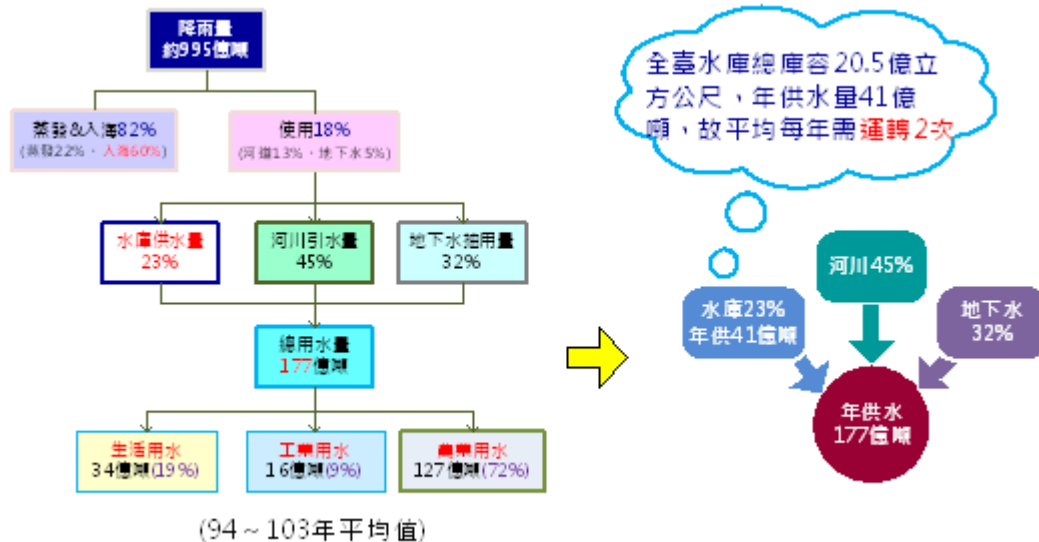


圖 1 現況水源架構與用水概況圖

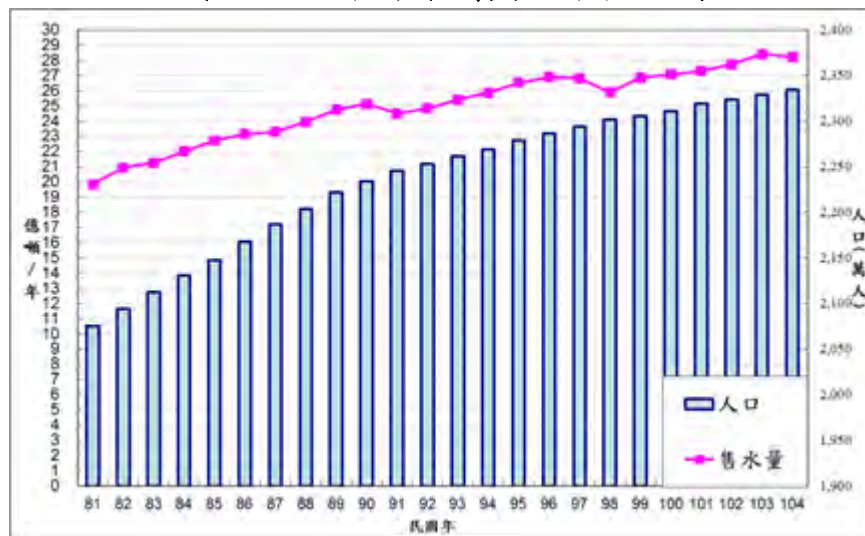
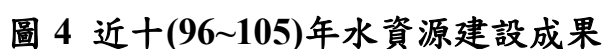


圖 2 歷年(81~104)全臺人口與自來水售水量統計

(四) 乾旱與洪水加劇發生：受近年來全球氣候變遷影響，臺灣降雨集中，強度增強，不降雨日數增加，澇旱循環加劇，使缺水風險日益升高，降雨量豐枯差異愈加明顯。

水資源建設是國家發展重要基礎建設，為穩定民生與奠定經濟發展的基礎，歷來陸續推動水利建設以蓄豐濟枯(圖3)，為因應氣候變遷造成缺水風險提升及用水需求成長，民國90年以後我國水資源策略逐步轉型為多元水源開發與加強經營管理，近年來積極辦理水庫永續利用、節約用水、供水管線減漏、用水效率提升、多元水源開發、供水調度管網建置及節水三法立法等工作如下：(圖4)



(一) 水庫設施永續利用

1. 為延長水庫使用年限，96 至 105 年期間已完成水庫清淤 9,177 萬立方公尺。
2. 101 年完成石門水庫發電鋼管改造為排砂設施，於 102 年蘇力、潭美及 104 年蘇迪勒、杜鵑等 4 場颱風期間之累計排砂量高達 241 萬立方公尺，相當於節省 12 億元清淤費用。並正辦理石門、曾文及南化等重要水庫之防淤隧道工程，完成後可提升水庫排砂量並增加防洪功能。

(二) 自來水供水管線降漏

1. 自來水降漏經近十(96~105)年期間努力，已減少年均 1.75 億噸漏水損失。
2. 刻由台灣自來水公司持續執行「降低漏水率計畫(102 至 111 年)」，及臺北自來水事業處持續執行「供水管網改善及管理計畫」(95~114 年)，於 104 年全臺自來水系統漏水率已降至 16.4%。

(三) 無自來地區供水改善：近十年自來水普及率由 92.04% 提升至 93.45%，計提升 1.41%，受益戶數達 3.8 萬戶；104 至 105 年均預算達 15 億元更為 97 至 103 年均經費 5 億元之 3 倍，加速提升民眾生活品質。

(四) 離島地區供水改善：辦理澎湖、金門及連江地區供水改善工作，以提升供水穩定度；金門地區並推動自大陸引水，工程於 104 年 12 月完成發包，預計 107 年供水。

(五) 強化區域間水源調度能力：96 至 105 年合計新增供水調度備援能力每日 257 萬立方公尺(完成板新供水改善二期第 1 階段、石門水庫分層取水工、石門淨水場原水池及竹寮、翁公園伏流水等設施)，藉由水源區域間靈活調度，提升區域供水穩定。

(六) 多元開發水源

1. 伏流水：台灣自來水公司已於 104 年完成竹寮及翁公園伏流水設施，合計增加 20 萬噸備援水源。水利署亦正辦理高屏溪伏流水工程，預計再增加 10 萬噸備援水源。

2. 水庫、人工湖

(1) 湖山水庫施工期間結合專家與民眾參與生態保育及人文融合工作，於 105 年 4 月下閘蓄水，供水後可替代地下水抽取，減緩雲林地層下陷。

(2) 中庄調整池正施工中，預定 106 年完工可增加每日 2.4 萬噸供水能力及每天 80 萬噸備援供水達 6 天。

(3) 鳥嘴潭人工湖於 104 年奉行政院核定實施，現正辦理基本設計及用地取得作業。

3. 海水淡化

(1) 99 年完成南竿 3 期、100 年完成東引、101 年完成馬公、望安、西嶼、103 年完成虎井等海淡廠，6 座海淡廠每日產水 0.81 萬噸。

(2) 本島部分已辦理相關海淡廠建置規劃，並依用水急迫性，擬優先推動臺南海淡廠計畫。

4. 再生水：為鼓勵產業利用再生水，行政院已核定推動包括臺中市福田、豐原、臺南市永康、安平及高雄市鳳山溪、臨海等 6 座再生水示範廠建設，後續再擴及其他區域。

(七) 節水三法

1. 「再生水資源發展條例」：業於 104 年 12 月 30 日公布實施，未來缺水之虞地區一定規模用水者需使用一定比率系統再生水，預期再

生水可成為高缺水風險地區新增產業用水解方之一，有利於創造良好投資環境。

2. 「自來水法」部分條文修正：業於 105 年 5 月 4 日公布實施，其中第 95 條之 1 規定法人、團體、個人於國內銷售之用水設備、衛生設備等產品，應具省水標章，預期可促進生活節水及效率用水。以馬桶及洗衣機為例，估計其市佔率由現況提高至 100%後，可增加每年節水量 630 萬噸。
3. 「水利法」部分條文修正：業於 105 年 5 月 25 日公布實施，提供強化用水計畫管理之法源依據，將據以辦理書面及現地查核，合理核減用水量，以勻出水量因應用水需求。另未來依法徵收耗水費將就已落實執行節約用水者酌予減徵，促使用水大戶採取節水行動，有助於提高用水效率。

四、未來挑戰

(一) 產業持續發展，用水需求持續成長

1. 政府近期力推綠能科技、亞洲矽谷、生物醫藥、智慧機械、國防航太及石化轉型循環經濟與新農業等五加二創新產業，需籌謀供水對策配合推動。
2. 維持產業持續發展，對經濟成長及人民就業極為重要，仍須因應供水需求研提產業用水解方，以營造投資有利環境。

(二) 水源多元化對能源需求產生衝擊

1. 因傳統水源開發推動困難，故開源方式已將新興水源納為選項，包括海水淡化及再生水等。該等新興水源除耗能外且需穩定能源供應，故須考量國家能源供給限制及對環境之影響。
2. 惟臺灣能源 98%依賴進口且電力目前無法由國外支援，為加強能源供應安全，除全國上下一心積極推動再生能源外，水利署亦考量

利用既有水利設施積極推動太陽光電、水力發電等再生能源，以提高再生能源占比，並減少水源多元化對能源供應產生之衝擊。

(三) 水利產業亟待扶植

為發展水循環經濟體，需要營造有利之法規環境、資金來源、市場拓展、產業策略、供應鏈整合等配套措施，並導入智慧管理模式，推動跨域整合，以達成推動我國水利產業發展的目標。

(四) 水資源經營管理不易，潛在供水風險

1. 水資源總量有限，用水效能待提升

- (1) 平均生活用水量頗高，民眾雖有節水意識，惟仍待實際落實。產業投資節水設備比例偏低，不利提升用水效率。
- (2) 現行水權制度中尚未落實水權人全面裝置量水設備，致無法確實掌握實際取用水量，影響用水管理。
- (3) 二元供水系統未普及，次級用水仍需以自來水供應，影響用水效率。

2. 水庫淤積嚴重，亟待改善

- (1) 全臺公告水庫 95 座，水庫原總容量 28.9 億立方公尺，目前總庫容為 20.5 億立方公尺，淤積量達 8.4 億立方公尺，淤積率達 29%。臺灣總水庫容量逐年降低影響調蓄能力，且近年高強度降雨事件衍生水質惡化、原水濁度遽增及淤積造成庫容驟降，已明顯衝擊整體供水穩定。
- (2) 傳統清淤工作受限水庫水位影響清淤時間、淤積物處置不易、脫水處理成本高、清淤影響交通致民眾抗爭等困難，均使清淤量能受限。

3. 自來水系統漏水率尚需改善，用水安全品質亦有提升空間

- (1) 早期為迅速提高普及率，自來水配水管多採價廉質輕、運裝施工便利之塑膠管，其耐久性、抗壓性較差，使用迄今多數已超過管材壽齡，兼之地震頻繁、重車輾壓等因素，造成自來水配水管線漏水嚴重，惟每年管線汰換能力有限，近年雖核定投入上千億元，惟漏水率降低非一蹴可及。
- (2) 另早期使用較經濟之預力混凝土管(PSCP)，經長期使用材質逐漸老化及受重車輾壓，造成近年爆管事件有逐年升高趨勢。另因地下管線複雜或缺乏詳細資料，地下水管亦常因其他管線施工不慎，造成挖破水管情事。

4. 傳統水源開發日益困難

- (1) 優良壩址有限：臺灣地質構造複雜且地層年淺質弱，適合天然水資源開發地點逐漸減少。
- (2) 水庫興建亟待與民眾溝通：地方對水庫興建持不同意見，須加強溝通以獲推動共識。

(五) 水價合理調整仍待落實

自來水為民生基本物資，因受到社會環境等因素影響，台灣自來水公司水價已逾 22 年未調整，且因現行水價級距價差不明顯，價格無法對高用水量用戶產生制衡效果，導致民眾雖有節水意識，但實際落實比率仍待提昇，對於產業投資節水設備亦不具經濟誘因，不利提升用水效率。

(六) 農業用水積極推動節水措施

1. 我國農業用水占比約 72% (包含灌溉、畜牧與養殖等用水)，其中灌溉用水占比約 63%，與鄰近氣候相近或以稻米為主食之國家比較，

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

接近日本的 62%，尚低於中國的 68%，亦低於亞洲平均的 81%。(圖 5)

2. 農業節水則依農委會建議於擴大耕種面積及積極推動節水後，每年整體用水量為高標 147.74 億噸/年、中標 138.09 億噸/年及低標 122.2 億噸/年，將致力以最低 122.2 億噸/年為願景目標。

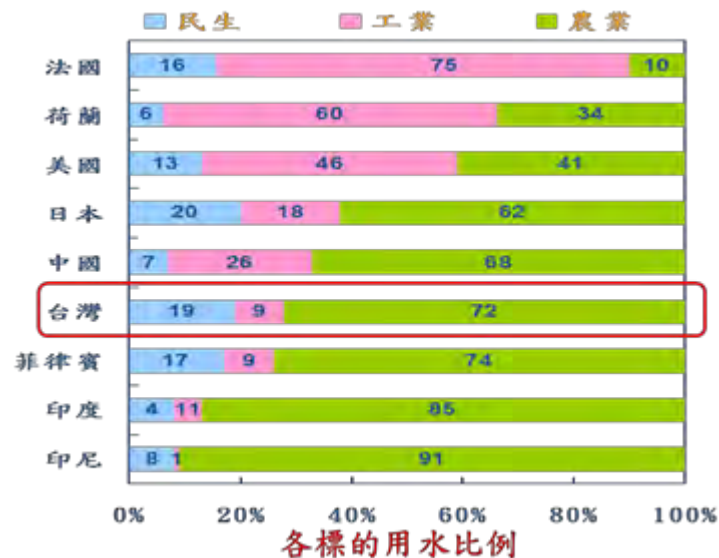


圖 5 聯合國農糧組織統計各國用水比例

3. 農委會亦持續推動各項農業節水措施方案，並將由經濟部與農委會持續合作研究訂定農水兩利之政策如下：
- (1) 推廣農業節水技術：由行政院農業委員會依據各地區灌區特性，補助水利會或農民辦理各種灌溉節水設施(如滴灌、噴灌或管路灌溉)。結合監測土壤情報及研究農作物需水規律，實現區域最佳水份調控。結合農耕方法與抗旱育種提高作物抗旱性。
 - (2) 加強農田水利建設：由行政院農業委員會持續推動「加強農田水利建設(中長程)計畫」，補助農田水利會、直轄市及縣(市)政府共同推動渠道及構造物等設施更新改善、農地重劃及早作節水推廣等工作。
 - (3) 農糧生產應考量水文條件，兼顧糧食安全與適地適種，妥善利

用降雨及川流水，並於水資源不足及主要競用區域檢討農業產業結構調整。

五、關鍵課題

臺灣近年來社經環境快速變化，產業用水需求持續成長，且對水資源穩定供應要求日加殷切。惟受限於天然地形及水文條件，雨量雖豐沛但水資源條件不佳，加上氣候變遷影響，面對水資源永續及穩定供應用水需求的挑戰，須善用綠能與水資源，穩定供應產業用水與研發水利產業，營造產業發展之友善環境，及強化水資源風險管理積極「節流」與「開源」。

(一) 綠色經濟，綠能與水資源運用

1. 於水庫、滯洪池、埤塘等水域之水利用地及相關水利設施，依潛力及技術可行性推動水域型太陽能光電系統。
2. 另初步調查具小水力發電潛力地點，包含鯉魚潭、牡丹及湖山等水庫與集集攔河堰南岸聯絡渠道等，後續將分階段評估推動實施。
3. 鼓勵新興水源間接認購綠能。

(二) 穩定供應產業用水，營造投資有利環境

維持產業之供水穩定，將可營造有利之投資環境，有利於我國社會經濟持續發展。為營造穩定之供水環境，將持續多元開發水源，於供水吃緊地區，將優先以再生水作為因應新增產業用水解方之一，同時配合水利法修法，亦將加強已核定用水計畫查核，核實檢討以勻出水量因應用水需求。此外為提升產業用水效率，亦將加強輔導產業節水回收等措施，確保供水穩定。

(三) 扶植水利產業發展，發展循環水經濟

為利我國水利產業發展，推動再生水開發利用，以發展水處理設備技術；整合資通訊能力，以提升水文監測設備技術；建構智慧化零組件與設備領域，來強化節水設備技術能力；持續落實自來水降

漏及分區管網建置，及改善農用渠道與推廣管路灌溉，可增進我國自來水及灌溉減漏技術；而發展自動化監控技術，可強化我國防災預警監測能力。配合節水三法之法規配套，引進資金挹注，加強市場拓銷提升國際能見度，同時營造水利產業策略聯盟，整合上中下游供應鏈，進而可拓展海外商機，達成我國發展循環水經濟之目標。

(四) 水資源風險管理，積極「節流」與「開源」

1. 落實各標的節約用水，提升用水效率：配合自來水法修法強制販售符合省水標章之用水及衛生設備，自來水事業落實旱季特定時段減壓供水等常態節水工作，以提升生活用水節水效率。另加強輔導提升工業用水製程回收率，俾提高工業用水效率。此外，落實推動水權人裝置量水設備、調整農業產業結構，推動農業加強灌溉管理等措施，可提升農業用水效率。
2. 強化區域供水調度及備援系統，提升區域供水穩定：於自來水系統部分，經由建立地面水及地下水聯合運用機制，強化水源及取水設施備援系統(如水庫分層取水、備援供水設施、伏流水汲取設施及地下水備援井網等)，可強化區域供水備援與調度能力。於農業用水部分，透過加強灌溉管理提升用水效率，節約水量多角化利用，除滿足灌溉需求外，且可增加跨標的備援供水功能。
3. 加強既有水庫整體維護及防淤工作，維持水庫穩定供水功能：落實「水庫集水區保育綱要」推動各水庫集水區保育實施計畫，同時針對重要供水且淤積較為嚴重者 13 座水庫(圖 6)擬定整體防淤策略，加強維護管理、落實清淤最大化策略，以延長水庫壽命及確保供水功能。及供水之穩定。並持續推動執行石門、曾文及南化等水庫防淤隧道工程，以利水力排砂操作，減緩水庫淤積情況並增加防洪功能，維持水庫穩定供水功能。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

13座主要水庫風險度評估

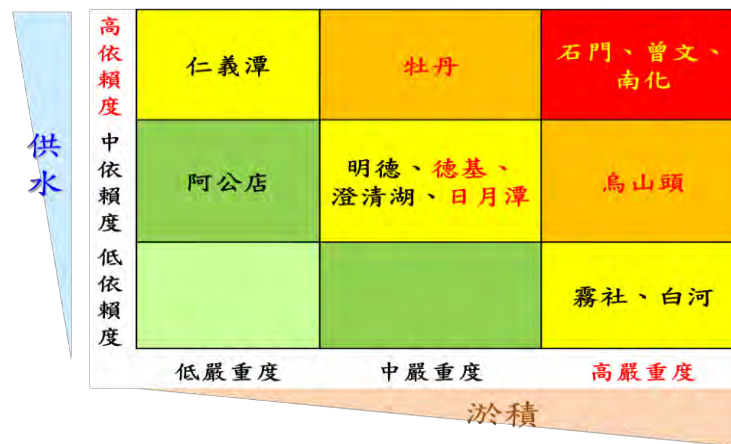


圖 6 全臺 13 座主要水庫供水風險評估

4. 持續辦理自來水系統減漏

(1) 台灣自來水公司執行「降低漏水率計畫(102 至 111 年)」，將漏水率降至 14.25% (圖 7)。

(2) 臺北自來水事業處持續執行「供水管網改善及管理計畫」(95~114 年)，將轄內漏水率降至 10%。

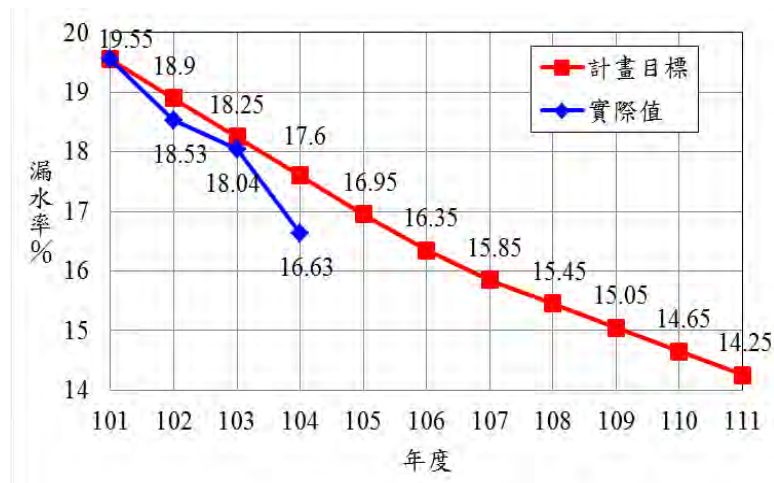


圖 7 降低漏水率計畫(102 至 111 年)執行目標與進度

5. 促進水源多元開發：持續辦理川流水、水庫、攔河堰或人工湖、伏流水、地下水等天然水資源開發，及推動海水淡化或污(廢)再生利用等新興水資源供水。

(五) 推動水權合理化，覈實核給水權

為推動水權合理化，已檢討事業所需用水量核算因子，積極推動量水設備裝設，並自 105 年起推動用水紀錄逐月填報，並對於新申請案件加強審核機制(圖 8)。

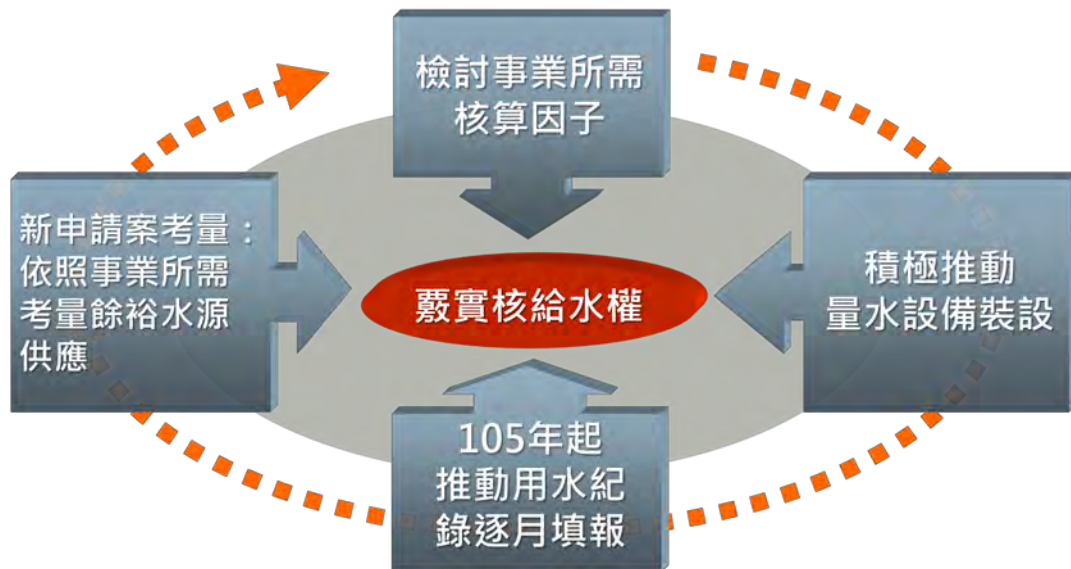


圖 8 推動水權合理化措施

六、策進作為

(一) 綠色經濟，綠能與水資源運用

1. 評估埤塘、魚塭、水庫與滯洪池設置小水力發電及水域型太陽能光電系統之潛勢地點，並優先推動設置水域型太陽能光電系統 150MW 裝置容量(短期)。
2. 推動小水力發電(中長期)。
3. 持續推動水域型太陽能光電(中長期)。

(二) 穩定供應產業用水，推動水利事業帶動水利產業

1. 水源供應短缺之虞地區新增產業用水優先以再生水供應(短期)。
2. 民國 120 年再生水使用量達公共給水量 10%之目標(中長期)。

3. 輔導產業提升用水效率(中長期)。

4. 提升智慧水管理及水利工程技術，帶動技術推廣與輸出(中長期)。

(三) 水資源風險管理

1. 考量能源、糧食與環境安全，在洪水資源化及採分散式小型系統原則下，提報水資源風險管理計畫並據以施行(短期)。

2. 農田水利設施為臺灣特有資產，在現有基礎下，應進一步強化其用水效率，以促進國家整體水資源合理調配(短期)。

3. 基於社會各界對水價合理化已有高度共識，應適時推動水價合理化，以健全供水事業發展(短期)。

4. 持續檢討改進水權制度(中長期)。

5. 強制水權人裝置量水設備(中長期)。

6. 強化調度能力及建置地下水備援井網(中長期)。

7. 多元水源開發及水庫功能永續(中長期)。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

(四) 行動方案與跨部會合作事項

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
1. 綠色經濟，綠能與水資源運用(策略)		
評估埤塘、魚塢、水庫與滯洪池設置小水力發電及水域型太陽能光電系統之潛勢地點，並優先推動設置水域型太陽能光電系統150MW裝置容量	● 評估全臺小水力發展潛能並推動設置小水力發電裝置 ● 評估埤塘、魚塢、水庫及滯洪池設置水域型太陽能光電系統之潛勢地點 ● 優先推動埤塘、魚塢、水庫與滯洪池設置水域型太陽能光電系統150MW裝置容量，並配合建置周邊輸配電系統 ● 訂定水域型太陽能發電躉購費率	1. 主辦：經濟部、農委會、縣市政府。 2. 協辦：能源局、國營會、水利署、台水公司、台電公司、台糖公司、內政部地政司、嘉南農田水利會。
推動小水力發電	● 持續推動設置小水力發電裝置 ● 評估適宜之水力抽蓄發電場址及潛能	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：能源局、國營會、水利署、台電公司。
持續推動水域型太陽能光電	● 持續推動埤塘、魚塢、水庫及滯洪池設置太陽能光電系統，並配合建置周邊輸配電系統 ● 水域型太陽能光電系統相關法規推動修正	1. 主辦：經濟部、農委會、縣市政府。 2. 協辦：能源局、國營會、水利署、台水公司、台電公司、台糖公司、內政部地政司、農田水利會。
2. 穩定供應產業用水，推動水利事業帶動水利產業(策略)		
水源供應短缺之虞地區新增	● 優先推動臺中、臺南及高雄再生水示範計畫並滾動檢討	1. 主辦：經濟部、內政部、科技部、臺中市政

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
產業用水優先以再生水供應	● 各工業區及各科學園區管理單位整合轄管園區之再生水需求，持續媒合再生水廠	府、臺南市政府、高雄市政府。 2. 協辦：工業局、水利署、加工出口區管理處、營建署。
民國120年再生水使用量達公共給水量10%之目標	● 水源供應短缺之虞地區依產業需求積極推動公共污水廠放流水再生利用 ● 各產業主管機關推動轄管園區廢水之回收再生利用 ● 輔導產業自廠廢污水回收再生利用	1. 主辦：經濟部、內政部、科技部、縣市政府。 2. 協辦：工業局、水利署、營建署。
輔導產業提升用水效率	● 協助既有工業區研提用水計畫，並配合耗水費開徵，協助業界引進低耗水性製程、水回收循環再利用、節水技術諮詢輔導及獎勵措施等	1. 主辦：經濟部、科技部、縣市政府。 2. 協辦：工業局、水利署、加工出口區管理處、台水公司、科學園區管理局。
提升智慧水管理及水利工程技術，帶動技術推廣與輸出	● 輔導研發監控及大數據分析技術軟硬體，建立智慧水管理機制及推動示範計畫 ● 獎勵及輔導智慧水管理系統相關技術、零組件與設備研發、設計、製造等工作 ● 輔導廠商投入節能、創能型造水技術研發 ● 推動水利工程技術創新，帶	1. 主辦：經濟部、科技部、農委會。 2. 協辦：工業局、水利署、技術處、台水公司。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
	動技術推廣與輸出	
3. 水資源風險管理(策略)		
考量能源、糧食與環境安全，在洪水資源化及採分散式小型系統原則下，提報水資源風險管理計畫並據以施行	● 推動具滯洪功能之雨水貯留、埤塘或離槽水庫等分散式小型蓄供水設施 ● 由產業開發單位利用既有用地空間擴增蓄水容量，作為其因應缺水之緊急應變 ● 積極執行已核定之自來水降漏計畫 ● 研擬提報臺灣地區水資源風險管理計畫	1. 主辦：經濟部、農委會、科技部、臺北市政府。 2. 協辦：水利署、台水公司、臺北自來水事業處、農田水利處、科技部、科學園區管理局、工業局、縣市政府。
農田水利設施為臺灣特有資產，在現有基礎下，應進一步強化其用水效率，以促進國家整體水資源合理調配	● 考量區域水文特性，調整農業產業結構 ● 推動現代化灌溉技術與節水措施 ● 研議水量合理調配機制	1. 主辦：農委會。 2. 協辦：水利署、農田水利會。
基於社會各界對水價合理化已有高度共識，應適時推動水價合理化，以健全供水事業發展	● 照顧基本民生用水、調整高用水量費率級距及落實用水公平正義三項原則，兼顧水資源管理、經濟發展、自來水事業永續經營及民眾負擔，研議水價調整方案 ● 適時提報水價調整方案，經	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：水利署、台水公司。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

引言人：經濟部水利署 曹華平副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
	水價評議委員會審議並與立法院充分溝通後實施	
持續檢討改進水權制度	● 推動水權合理化 ● 審慎評估水權費徵收配套	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：水利署、台水公司、農委會、農田水利會。
強制水權人裝置量水設備	● 推動智慧量水設施 ● 檢討水權核發及落實水權帳管理	1. 主辦：經濟部、縣市政府。 2. 協辦：水利署、農委會、農田水利會。
強化調度能力及建置地下水備援井網	● 增加區域供水及調度能力，並持續推動自來水降漏 ● 建置地下水備援井網，提供枯旱備援水量 ● 建立地下水緊急備援啟動機制	1. 主辦：經濟部、縣市政府。 2. 協辦：水利署、國營會、台水公司、臺北自來水事業處。
多元水源開發及水庫功能永續	● 持續推動地下水、伏流水、再生水、海淡水、地面水等多元水源開發 ● 重要水庫總體檢 ● 推動水庫延壽，加強既有水庫整體防淤工作	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：水利署、台水公司、台電公司、農委會、農田水利處、科技部、科學園區管理局、工業局、縣市政府。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

農業灌溉用水量在統計方式呈現上，占整體水資源之大宗，爰在區域水資源供應不足或其他標的競用時，外界常常關注灌溉用水效率與用水量之合理性。惟灌溉用水主要水源取自天然河川，在缺乏調蓄設施的情況下，灌溉用水的供應常隨著降雨豐枯情勢落差甚大，具有極不穩定之特性，大部分無法作為民生與工業用水使用。加上面對氣候變遷、人口增長、工業成長與糧食危機等全球性水資源管理課題，農業灌溉用水之經營除要能滿足國家糧食作物生產，更肩負擴展生活及生態等層面多樣性功能之使命，逐步邁向確保糧食自給率、提供優質安全的農產品、維護和諧永續生態環境及提升農村生活品質的「三生農業」發展。因此，除須持續提升灌溉用水效率以確保農業灌溉用水三生功能外，更須加強對公眾之溝通，務使外界充分理解灌溉用水之特性及效益，以強化整體社會對農業灌溉用水合理性與重要性之認同，俾利發揮農業灌溉用水「調豐濟枯」及「藏水於農」之特有功能。

以下依據本議題所設定主軸「水與發展-涓滴珍惜、水源永續」之各項子議題，就農委會之農業灌溉水資源管理現況、重點政策與未來發展規劃進行報告。

一、農業灌溉用水特性與效益

臺灣農業灌溉用水具有其獨特之歷史沿革與特性，有必要加以詳實論述以深化公眾對於灌溉用水的正確認知，進而確保農業灌溉用水之永續發展。農業灌溉用水具有以下相關特性與效益：

(一) 高效率利用天然水資源之特性

以往農業灌溉用水設施之開發係由農業部門與農民共同投資，農民均有負擔工程受益費，具有使用受益權，並由農田水利會代表辦

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

理水權登記，依法予以保障，農委會則依據「農田水利會組織通則」監督輔導農田水利會秉承政府政策推行農田水利事業。歷年來，各地農田水利會長期建設、維護並管理長達 7 萬公里之灌排圳路，以重力取水及送水之灌溉方式，每年從河川引取 88 億立方公尺灌溉用水（占總灌溉用水量近 8 成，取自水庫則僅約 1 成，如圖 1），充分利用不易蓄存取用之天然水資源來供灌全國主要農業生產區，相較於民生及工業用水多數取自於水庫或攔河堰等蓄水設施，農業灌溉用水堪稱我國有效利用天然水資源之最佳實現，不僅穩定了農業生產，也為國家社會經濟發展奠定了良好基礎。

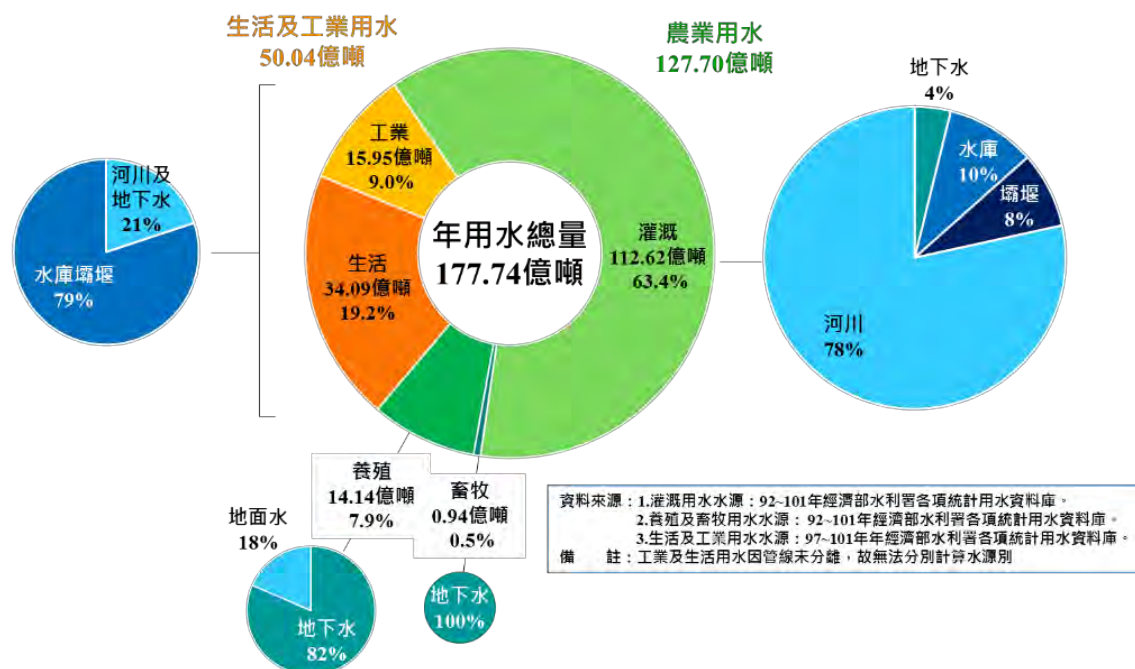


圖 1 各標的用水比例與其水源之組成 (99~103 年平均)

(二) 農業灌溉用水之生產、生態及生活效益

近年來由於民生與工業用水需求成長，在水資源開發腳步停滯（近 20 年新開發的蓄水設施僅增加不到 1 億立方公尺的庫容量）、調蓄設施嚴重不足（全臺調蓄設施總容量約僅占年用水量的 1/9）的情況下，轉而競用農業水資源，並提出農業占水資源利用大宗但產值卻相對較低的質疑，甚至產生「只要農業用水減量多少百分比，

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

即可滿足民生與工業用水需求」的錯誤認知。

針對農業灌溉用水耗用水量大而產值低的質疑，事實上忽略了農業灌溉水資源除了滿足作物生長，維護糧食安全與支持農事服務相關產業發展的生產功能外，還具備了調洪、涵養地下水、防止土壤沖蝕、調節微氣候、淨化空氣、保育生物多樣性等生態機能，同時亦建構了農田與農村景觀，提供休閒旅遊與教育文化的生活功能（如圖 2）。根據臺、日、韓相關研究對水田公益機能的量化評估，其環境機能價值約為稻米產值的 2.3 倍。

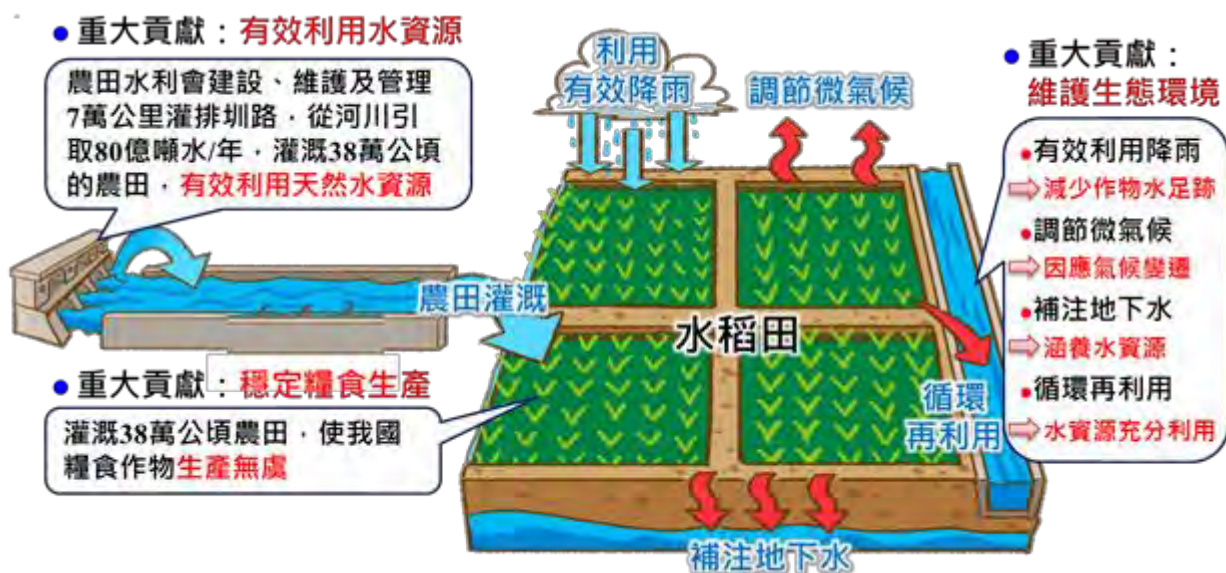


圖 2 農業灌溉用水之生產、生態及生活功能與貢獻

此外，農業灌溉用水超過 80% 直接引自河川及其他地面水源，由於水質與水量相對不穩定，往往較難以為民生與工業用水所用。加上農業灌溉水資源的時空分布特性，枯水期的西部地區農業灌溉用水已相當吃緊，能夠再節約以支援其他標的之水量有限；而東部地區的農業灌溉用水雖相對充裕，惟在沒有移用需求、東部與西部缺乏相互連通之輸水系統及蓄水設施，難以跨區域調度的情況下，對於西部平原之水資源調度並無幫助，若非農業灌溉引水，這些河水也只是直接流入大海。因此，農業灌溉水資源絕非如外界所想，從

總量減少即能支援滿足其他標的用水需求。

(三) 比例合理且不易直接移做其他標的使用

是否為「先進國家」或「高所得國家」與農業用水所佔比例似無直接關聯。實際上農業用水所佔比例主要受該國家地區水文、地理環境、農耕特性與飲食習慣影響；例如：與我國地理環境最為相似之日本，均為東亞季風氣候區，水資源主要係依賴來自夏季颱風雨量（均需蓄存夏季豐水期雨量供枯水季節使用，歐洲國家則無明顯豐枯季節），另我國農業用水量包含灌溉、畜牧與養殖等標的，其中養殖用水量為我國特有之統計水量，每年約有 10 億噸，其他國家未將養殖用水量統計為農業用水之組成。故若要與其他國家農業用水比例進行比較，應以灌溉用水為主，農田水利會每年所營運之 110 億立方公尺農業灌溉用水，占我國水資源總使用量之 63%，相較於鄰近國家與亞洲主要稻米生產國家，我國農業灌溉用水占總用水量之比例大約與中國、日本與韓國一致，並大幅低於亞洲主要稻米生產國家（如圖 3），顯示其比例十分合理且有其必要性。

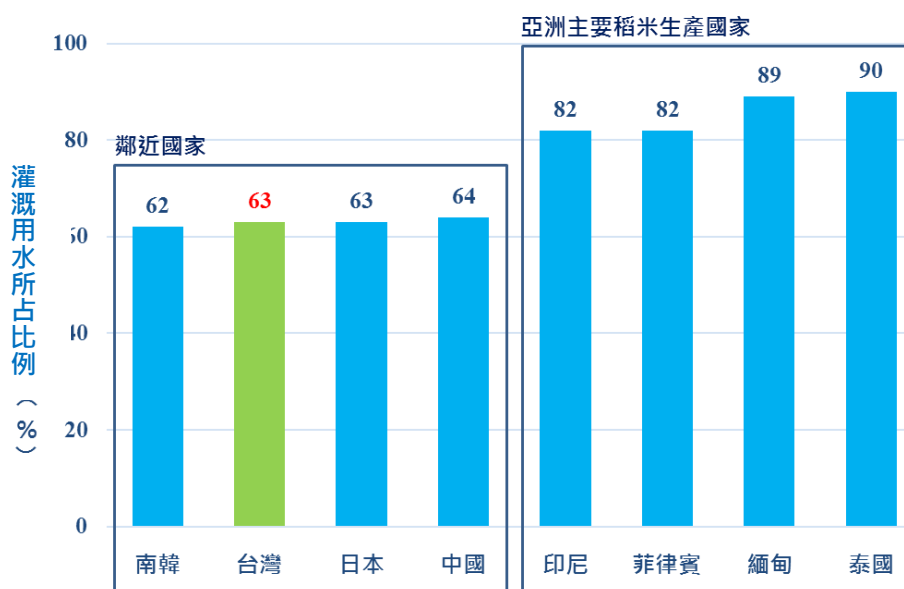


圖 3 我國灌溉用水量比例與鄰近國家及亞洲主要稻米生產國家之比較

農業用水包括農業灌溉用水、養殖用水及畜牧用水，民國 71 年總用水量為 163.5 億噸。民國 73 年經濟部與本會研商未來水資源需

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

求，基於新水資源開發困難，且增設水庫對於生態環境之衝擊，當時決定不以開發大型水庫做為解決農業用水不足之手段，推估至民國 100 年之農業總用水量訂為 150 億噸。嗣後，因糧食消費習慣改變，稻米生產過剩，推行稻田休耕轉作面積逐年增加，灌溉用水量遂逐年減少，農業用水總量逐年下降至民國 103 年之 130.5 億噸，減少水量 33 億噸，減幅超過 20%，惟所節約之農業用水量，實務上仍需配合調蓄設施興建，方能彌補民生與工業用水缺口(至民國 103 年民生及工業用水水量合計增加 16 億噸，與農業用水減少水量 33 億噸相比，尚有將近 17 億噸以上可使用取水潛能量)(如圖 4 所示)，否則僅徒增造成水量白白流入大海及降低補注地下水水量功能。

民國 71 年之總農業用水量 163.5 億立方公尺，迄民國 103 年已降低為 130.5 億立方公尺，已減少 33 億立方公尺之用水量，然而，民生及工業用水從民國 71 年的 31 億立方公尺成長至民國 103 年的 47 億立方公尺，增加 16 億立方公尺(如圖 4 所示)，且多數為水庫水源。由此可見，過去 30 多年所節約之農業灌溉用水量，因受時間與空間分布之限制，實務上仍需配合調蓄與輸配水設施興建，方能彌補民生與工業用水缺口(至民國 103 年民生及工業用水水量合計增加 16 億立方公尺，與農業用水減少水量 33 億立方公尺相比，尚有將近 17 億立方公尺以上可使用取水潛能量)，否則一味減少農業灌溉用水僅徒增白白流入大海之水量，並降低補注地下水水量功能，對於提升各標的用水之穩定性，助益不大。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

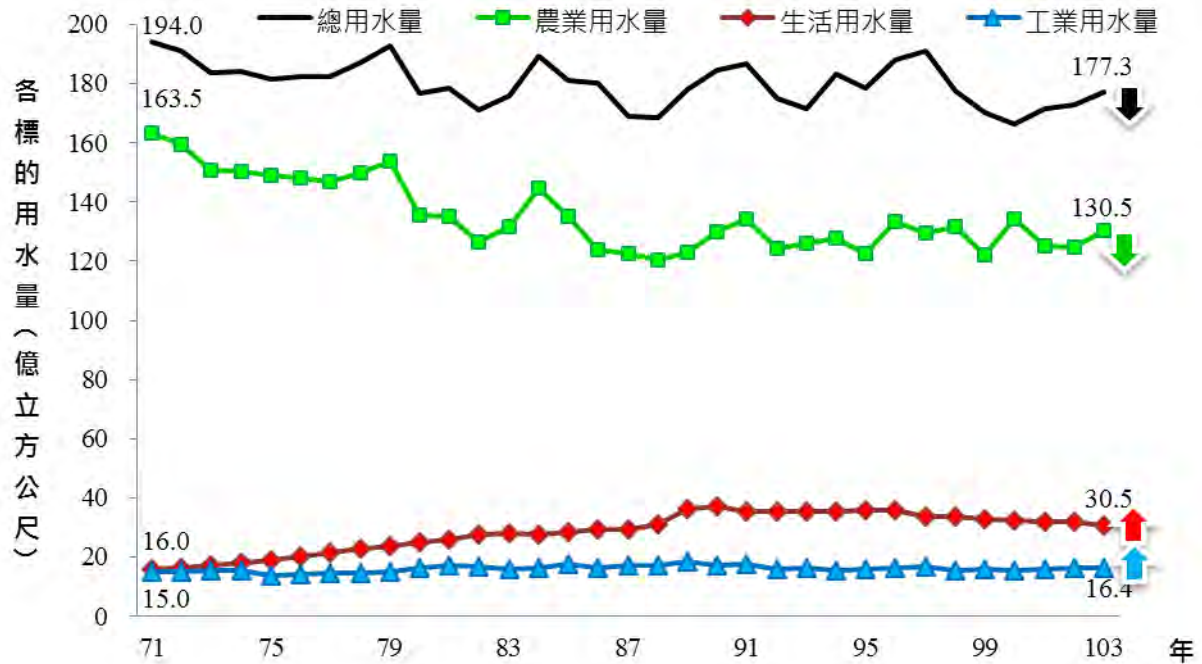


圖 4 歷年各標的用水量變化情形

二、綠色經濟與水資源運用

(一) 農業水資源之綠色經濟

綠色經濟是以維護人類生存環境、合理保護資源與能源、有益於人體健康為特徵的經濟，是一種平衡式經濟。農業灌溉用水除了具備能滿足作物生長、維護糧食安全與支持農業相關產業發展來創造農業產值與收益外，還具備了調洪、涵養地下水、調節微氣候、淨化空氣、有效利用降雨、保育生物多樣性等生態機能，同時亦建構了農田與農村景觀，提供休閒旅遊與教育文化的生活功能，可謂是綠色經濟的良好展現。

1. 農業灌溉用水可涵養補注地下水，防止地層下陷

農田灌溉期間經由田間滲透水下滲，可涵養補注地下水，減緩地下水超抽情況，防止地層下陷，估計台灣水田每年地下水補注量可達 20 億立方公尺，相當於 6 座翡翠水庫之有效容量（翡翠水庫之有效容量為 3.4 億立方公尺，如圖 5）。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

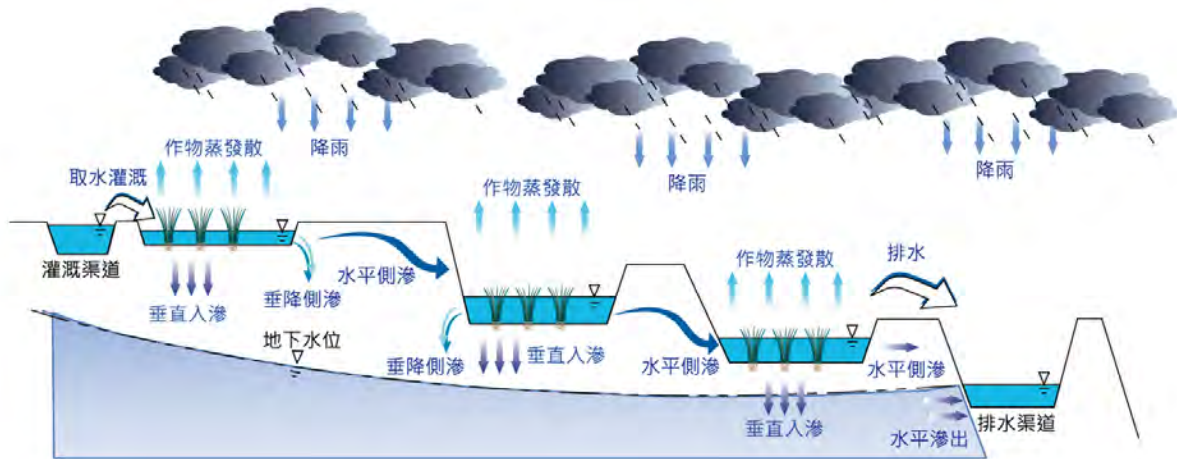


圖 5 農業灌溉用水之地下水補注功能示意圖

2. 水田之蒸發散作用具冷涼作用，具有良好之調節微氣候功效

夏季水田地區氣溫較一般農業區低 3°C ，較都會區低 7°C ，一公頃蓄水水田之冷房效果，約等於 2,600 台冷氣機，具有良好之調節微氣候功效，（如圖 6）。



圖 6 農業灌溉用水之調節微氣候功能示意圖

3. 農作物行光合作用具有淨化空氣之重要貢獻

每公頃水田每日可吸收約5輛汽車來回行駛北高兩地約600公里所排放之二氧化碳量，更能使水田地區空氣清新，夏季氣候涼爽，讓農村成為寧靜舒適之良好生活居住環境（如圖7）。

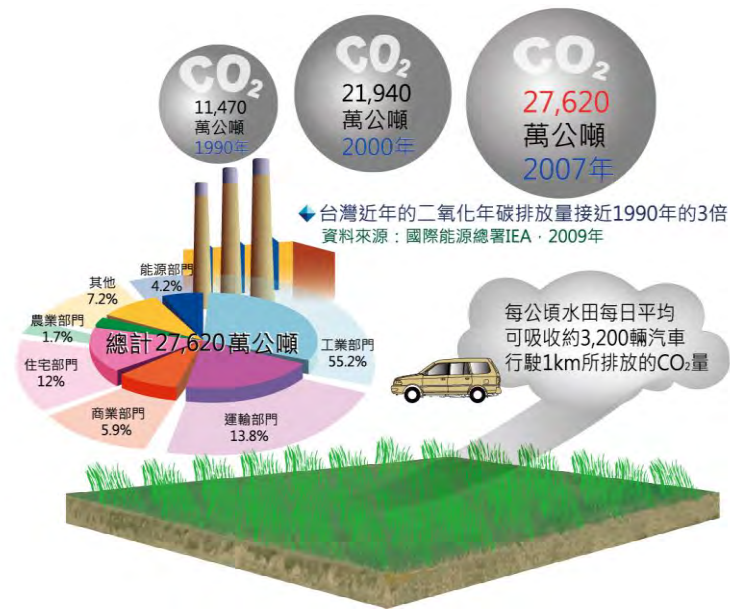


圖7 農業灌溉用水之減碳功能示意圖

(二) 農業水資源之運用

我國先天受到地形及降雨時空分布不均的影響，後天面臨氣候變遷的威脅，與調蓄設施不足的限制，使得豐沛的水資源難以蓄存及利用（水庫調蓄及逕流利用量僅不到總雨量的20%，如圖8）。由於河川流量隨降雨豐枯波動極大，在缺乏調蓄設施的情況下較難以穩定供應生活及工業用水；反觀農業灌溉用水因對水量需求較具彈性，故得以仰賴河川為主要水源。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

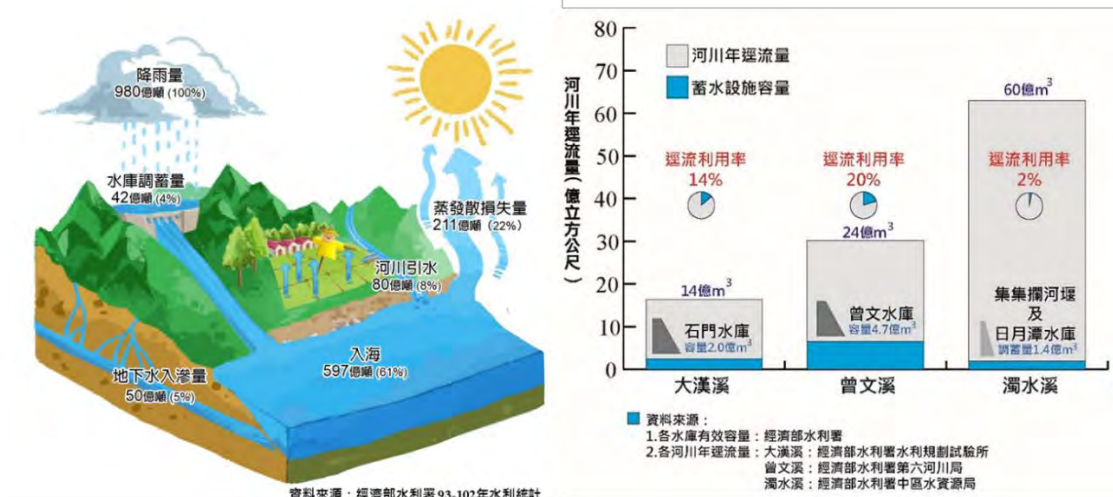


圖 8 我國降雨量之水庫調蓄及逕流利用情形與比例

一般豐水期時，由於河川流量遠大於需要的水量，此時若非農業灌溉引水，多餘的河水皆直接流入大海，不易為民生其工業標的使用；而農業灌溉增加豐水期之引水量，透過密布的渠道與廣大的水田延長水資源停留於陸地之時間，可充分發揮補注地下水之功能，另於枯早期透過加強灌溉管理，將節省水量適時支援其他標的，為農業「調豐濟枯」及「藏水於農」的實際體現（如圖 9 所示）。

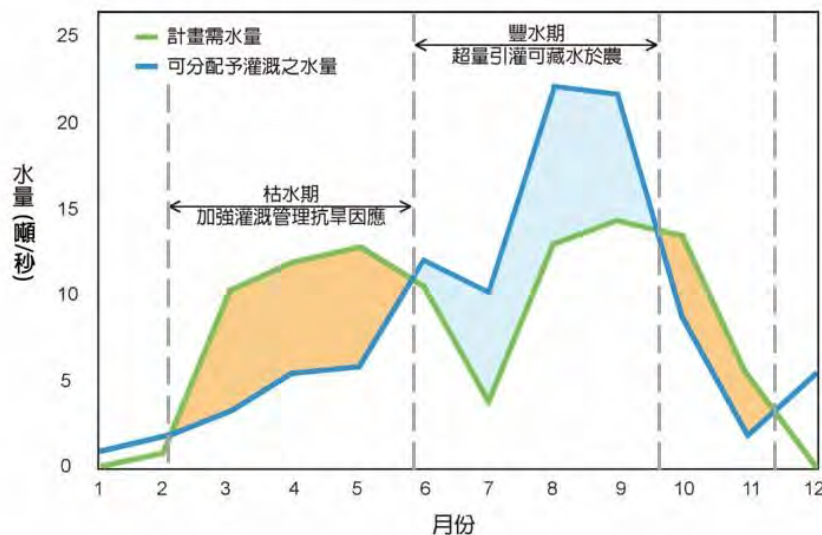


圖 9 農業灌溉水資源調豐濟枯及藏水於農特性示意圖

在枯水期，在面臨豐枯差距日益嚴重的衝擊下，農委會持續輔導各農田水利會，依據各區域之空間特性，針對不同缺水程度，擬具

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

各類因應措施（如圖 10 所示），以提升農田水利會辦理抗旱工作之效能。

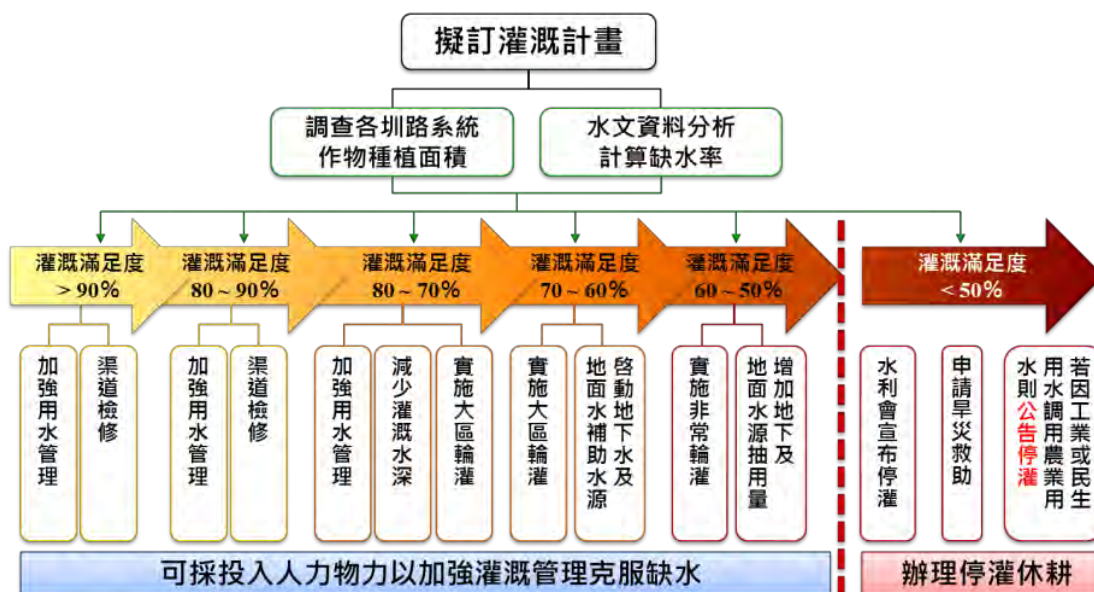


圖 10 農業水資源因應不同乾旱程度之抗旱機制

三、水資源風險管理

(一) 調蓄設施不足，農業水資源缺水風險極高

臺灣山高坡陡，降雨很快流入海中，河川取水遠較其他國家不易，而與臺灣水文及人文環境相近的日本，為因應氣候變遷與國家發展所需，不斷努力提升供水之穩定性，近 20 年來仍持續增建了 400 多座水庫，共增加了約 58.6 億噸的蓄水量。我國理應較日本更積極開發水資源，但近 20 年來卻僅興建了寶山第二水庫、湖山水庫、士林攔河堰及羅東攔河堰等，共增加蓄水量約 0.9 億噸（如圖 11 所示），也因此，近年每遭逢嚴重乾旱，便辦理大規模停灌休耕來減緩各標的的缺水衝擊，此即顯示臺灣目前所調控的水資源量應有所不足。

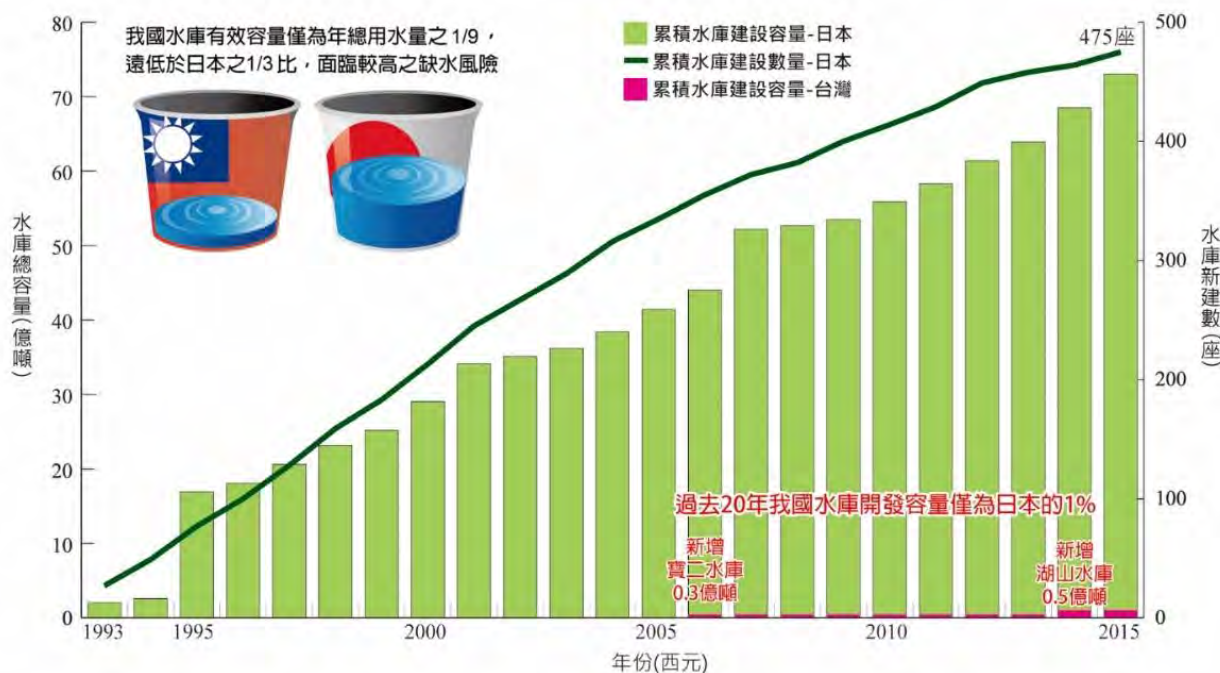


圖 11 我國與日本近年水庫建設進程之差異分析

(二) 農業灌溉水資源因應氣候變遷衝擊之調適作為

農業灌溉用水每年取自於水庫之水量約 10 億噸，僅占灌溉用水年總取水量之 9%，也就是說，農業灌溉用水依賴河川取水的比例甚高，在氣候變遷衝擊日鉅的情勢下，農業灌溉水資源管理所面臨的風險正不斷升高。為確保農業灌溉用水之三生功能，農委會推動多項農業灌溉用水效率提升政策及因應措施，來強化農業灌溉水資源利用及應用，以因應氣候變遷下水資源漸趨不穩定的衝擊。

1. 推動農田水利設施更新及改善

灌溉用水自水源取水後，透過渠道引入農田灌溉，渠道的材質及狀態與輸水效率有明顯關聯性，輸水途中可能因渠道破損而有滲漏情形，因此辦理老舊圳路更新改善工程，除維持設施功能外，更可有效降低輸水損失。農委會持續推動「加強農田水利建設計畫」，每年補助各農田水利會辦理約 300 公里之圳路更新改善，圳路經更新改善後每公里約可減少 7 萬立方公尺之輸漏水損失，每年節水量約可達 2,100 萬立方公尺。經統計近期 97 年至 103 年，灌溉圳路累計更新

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長
改善 2,468 公里，年節水量估計為 1.8 億立方公尺。此外，亦積極改善取水及輸配水構造物，穩定取水量及提升調配操作效率（如圖 12）。農田水利取水設施及輸配水系統若遇颱風豪雨水災而遭受損壞時，則須立即辦理搶修，維持設施取水功能，並於災後進行復建工程，健全農田水利系統。

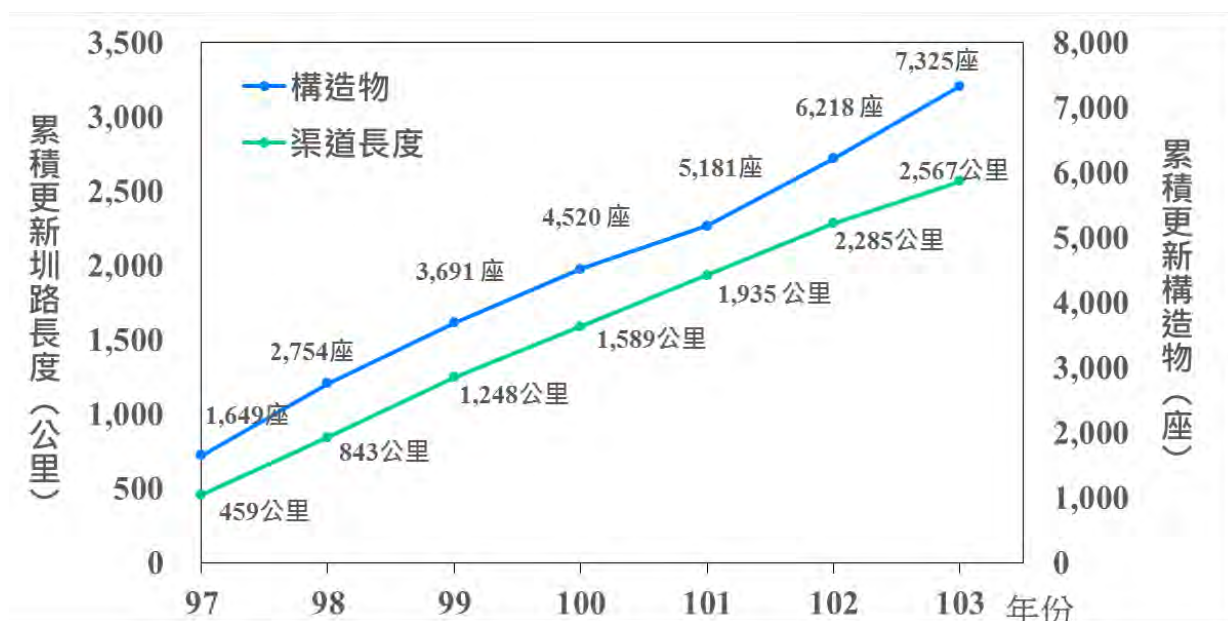


圖 12 歷年（97~103 年）累計更新改善構造物及圳路長度圖

2. 推廣旱作管路灌溉設施

為維護糧食安全與農業永續發展，透過推廣耐旱作物及研發高效用水灌溉等方式，有效節省灌溉用水量，滿足缺水地區之灌溉需求。農委會輔導農民施設省水、省工及兼具灌溉、施肥、施藥等多目標管路灌溉設施，每公頃可較傳統漫灌或溝灌方式有效節省 0.5 萬立方公尺的灌溉用水，同時降低生產成本，提高生產競爭能力，增進水土資源有效利用。農委會自民國 72 年起補助各農田水利會辦理「推廣旱作管路灌溉計畫」，截至 104 年底約已補助 4.5 萬公頃，總節水效益達 2.2 億噸（如圖 13）。

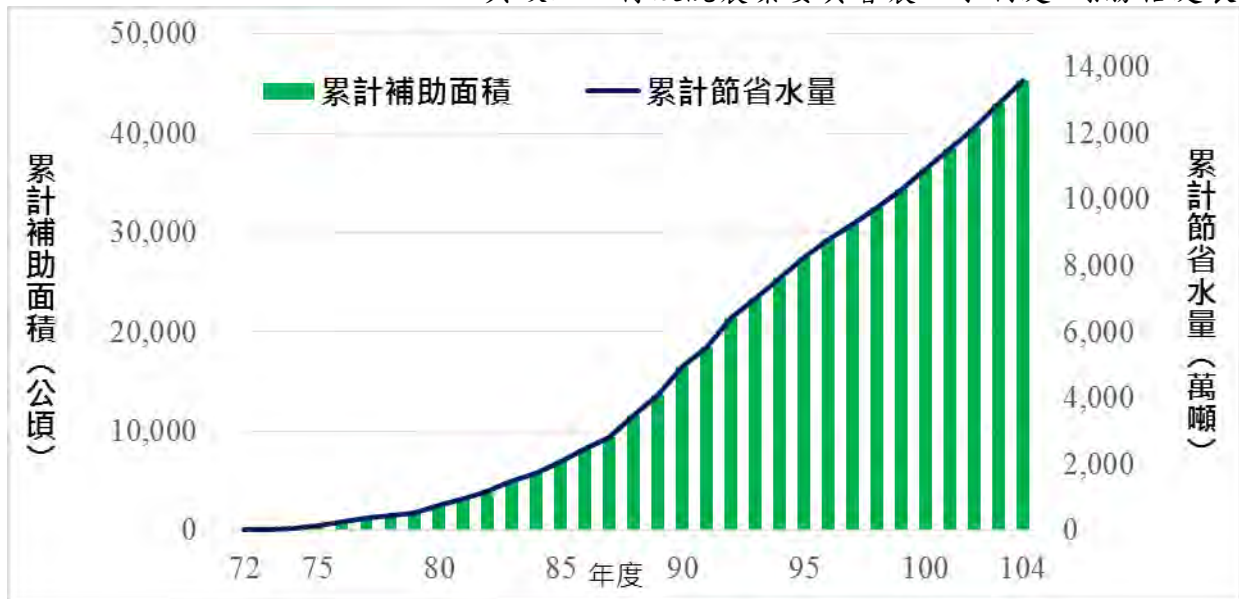


圖 13 推廣旱作管路灌溉歷年面積及成效

3. 透過掌水工調配灌溉用水，有效提升用水效率

農田水利會之掌水工，協助自給水門至田區配水計畫之灌溉作業，能適時適量提供灌溉用水（如圖 14），有效運用水資源，確保農業生產。以嘉南農田水利會為例，因應 103 年下半年水情不佳，該會在 103 年二期稻作期間，透過掌水工加強田間管理並實施相關輪灌應變措施（例如供水 5 天停水 5 天），有效節水蓄存於水庫（自 103 年 9 月統計至 104 年 1 月省下 6,300 萬立方公尺水量），進而延長水庫供水時程，除達成穩定民生與工業之用水外，亦讓 104 年台南地區 10,000 公頃一期稻作免於休耕，並確保農業灌溉用水之三生功能得以維持。

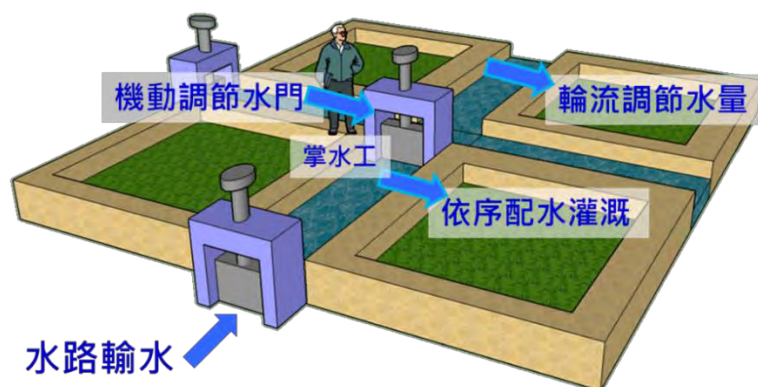


圖 14 農田水利會透過掌水工調配灌溉用水示意圖

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

4. 農業灌溉用水回歸重複使用，有效提升用水效率

全國農田水利會灌溉系統內，回歸水使用量每年約為 6.6 億噸，另引自區域排水系統之回歸水每年約為 9.1 億噸，總計回歸利用水量約 15.7 億噸，占總灌溉用水 14%，顯示農業灌溉用水自體節水循環再利用之比例相當高（如圖 15）。



圖 15 農業灌溉用水在引水輸送與灌溉排水過程之回歸再利用特性

5. 發展農業灌溉用水決策輔助技術

整合相關農業水土資源與地理資訊圖資，建置水土作物及氣象等大數據資訊加值決策平台及研訂灌溉用水效率指標（如圖 16），提供完整即時之決策輔助工具與掌握灌溉供水情勢空間因子，每年充分利用有效雨量達 18 億噸以上，相對降低(節省)灌溉用水量。

與談人：行政院農業委員會農田水利處 謝勝信處長

The diagram illustrates a comprehensive system for managing agricultural water resources and rice transplanting progress. At the center is the **農田水利決策輔助平台** (Agricultural Water Decision Support Platform), which acts as a hub for data exchange and decision-making. It is connected to the **農委會農田水利處** (Ministry of Agriculture Bureau of Water Resources) and **農田水利會** (Water User Associations). The platform facilitates **資料交換** (Data Exchange) and **插秧進度** (Rice Transplanting Progress) between the **農田水利類公務統計報表與資料輯整合系統** (Integrated System for Agricultural Water Public Statistical Reports and Data Compilation) and the **灌溉管理情勢資料庫** (Irrigation Management Situation Database). The system also includes a **水利會檢核** (Water User Association Check) and a **農田水利會** (Water User Association) for **插秧進度** (Rice Transplanting Progress). A detailed view of the **插秧進度地圖** (Rice Transplanting Progress Map) shows data for June, July, and August across different regions, with a table listing specific statistics like **105年3-8月上旬插秧面積** and **105年3月上旬重要**.

	6月		7月		8月	
	上旬	中旬	上旬	中旬	上旬	中旬
宜蘭					871	815
花蓮						
台東						
新竹						
苗栗						
桃園						
台中						
南投						
彰化						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						
基隆						
台北						
新北						
桃園						
苗栗						
彰化						
南投						
雲林						
嘉義						
屏東						
高雄						

6. 研發農業灌溉水資源智慧管理技術

The diagram illustrates the Smart Water Management Decision Platform (智慧管理決策平台) and its application in different weather conditions and water management stages.

Platform and Weather Conditions:

- 智慧管理決策平台 (Smart Water Management Decision Platform):** The central hub, represented by a circular arrow.
- 枯旱期 (Drought Period):** Indicated by an orange arrow pointing to the left.
- 平常時 (Normal Time):** Indicated by a blue arrow pointing to the right.

Water Management Stages and Actions:

- 1 即時掌握水庫水位 (Real-time monitoring of reservoir water level):**
 - 枯旱期 (Drought Period):**
 - Core competition area water saving (核心競用區節水)
 - Immediate control of smart water gates (即時調控智慧水門)
 - Immediate monitoring of water source trends (即時掌握水源情勢)
 - Immediate monitoring of water source trends (即時掌握水源情勢)
 - Regulation of pond water source supply (調節埤塘水源供水)
 - Decision (決策)
 - 平常時 (Normal Time):**
 - Mastering field water conditions (掌握田間用水情勢)
 - Decision (決策)
 - Immediate control of smart water gates (即時調控智慧水門)
 - Regulation of pond water source supply (調節埤塘水源供水)
 - Decision (決策)
 - Water quantity regulation (水量調配)
 - Decision (決策)
 - Mastering water level (掌握水工)
 - Stable irrigation water (穩定灌溉用水)
 - Decision (決策)
- 2 因應水情即時打折扣決策 (Decision-making with immediate discounts in response to water conditions):**
 - 平常時 (Normal Time):**
 - Expand irrigation area, improve food self-sufficiency (擴大灌溉範圍, 提升糧食自給率)
- 3 即時掌握水庫水位 (Real-time monitoring of reservoir water level):**
 - 平常時 (Normal Time):**
 - Support other targets (支援其他標的)
 - Three wins (三贏)
 - People (民生)
 - Industry (工業)

Other Elements:

- 降雨 (Rain):** Represented by a cloud icon.
- 提升用水效率 (Improve water use efficiency):** Indicated by a green arrow pointing to the right.
- 智慧水門 (Smart Water Gate):** Represented by a gate icon.
- 埤塘 (Pond):** Represented by a pond icon.
- 水庫 (Reservoir):** Represented by a reservoir icon.
- 民生 (People):** Represented by a house icon.
- 工業 (Industry):** Represented by a factory icon.

圖 17 智慧管理農業灌溉水資源以強化三生功能

四、結語與建議

(一) 水資源必須涓滴珍惜，也應該適度開發：

當國家不能掌握足夠的水資源量時，在氣候變遷的衝擊下，面對未來可能不斷發生的乾旱，我們將窮於應付，且年復一年都恐須以分區供水及停灌等方式因應，整個社會不但付出了金錢、人力、物力，及犧牲水田三生（生產、生態、生活）功能等代價，對長期穩定供水能力也毫無幫助，且最終勢必引發各用水標的間的用水紛爭。爰我們可仿效日本僅將管理手段作為降低缺水風險的輔助措施，積極開發水資源，因應未來必然到來的高頻率與高強度之乾旱事件。因此，為確保區域農業、民生及工業用水穩定利用水資源，應視區域用水需求，著重於積極規劃推動水資源開發（設置調蓄設施），增加區域水資源供水量，需水單位亦須預先與當地農田水利會合作投入相關硬體設施改善取水、輸水等設施，並於確保糧食安全及農民權益原則下，健全調度支援措施，將可提高推動之可行性及提升整體水資源運用效率。

(二) 維護既有灌溉排水系統設施，確保糧食生產：

灌溉用水與其供給系統可謂是農業經營的命脈，我國也因為擁有長達 7 萬公里的灌溉排水系統，方能有效利用天然水資源來灌溉數十萬公頃農地，穩定了糧食生產並成為社會經濟發展與因應氣候變遷的重要基礎。然而，面臨氣候變遷所導致的極端氣候事件頻傳，不僅舊有圳路須有效更新改善以維護其供水效能來因應乾旱，遭逢颱風暴雨而導致之輸配水設施損毀亦須即時修復以維持農民生計。灌溉用水管理與設施維護工作為穩定農業「生產」之關鍵，須持續性辦理並整合多元技術加以通盤分析規劃以提升其效能。

(三) 善用水田蓄水功能，確保農業灌溉水資源三生功能：

臺灣農業灌溉水源以河川直接引水為主，然而河川流量隨降雨豐枯變化極大，如不蓄存利用，則直接奔流入海。故應鼓勵農業在豐水期超量引灌，增加土壤含水並補注地下水；在枯水期加強水庫型農田水利會強化埤塘蓄水之抗旱備援機能，配合掌水工模式加強灌溉管理，有效運用灌溉系統提前打折供水以減少水庫灌溉供應水量，所節省之水量可蓄存於水庫，延後或避免民生用水進入第三階段限水，因此農業用水之開源與節流將穩定灌溉用水、增加糧食生產與適時支援其他標的用水之三贏局面，確保農業灌溉水資源三生功能，並有效發揮「調豐濟枯」及「藏水於農」的重要價值，創造民生與農工產業共榮共存之新局。

(四) 確立良性用水管理制度與法規環境，提高農田水利會節水誘因及確保農民權益：

配合國家政策調度農業用水作為民生與工業用水之支援，應秉持農業用水以農用為優先，以短期及暫時性為原則，避免長期調用農業用水；並應仿效美國與日本等國不因工商業的發展而忽視了農業需求，尊重農業歷史水權的作法；加速本國「水利法」與相關法規之修訂，不要隨意削減農業水權，務實處理水量問題，讓農田水利會可透過加強灌溉管理模式節約農業用水支援其他標的使用，另建議將農業用水調度要點提升至法令層級，健全農業用水調度整體機制，應可提高農田水利會節水誘因及確保農民權益。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

自來水取供事業-提升水資源利用效能

一、供水環境背景

台灣面臨各種特殊氣候與地理環境，造成自來水供水相當大的威脅。因此台灣降雨雖為世界的3倍，但人均分配水量不及世界1/5，導致可運用水量不多，名列全世界前18個缺水國家，自來水事業必須在有限的資源下經營。

- (一) 颱風多：臺灣每年約有 3 至 6 個颱風，常帶來瞬間強降雨量，容易造成大澇。
- (二) 地震頻繁：受到菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊不斷的擠壓，地震頻繁，造成供水設施受損。
- (三) 地形陡峻：山高坡陡，降雨 56.2% 直接流入海中，22.3% 蒸發掉，僅 19.5% 可利用，水資源難以留存，且山谷狹窄庫容受限，地質年淺質弱，適合建壩地點受限，地表不穩固，沖刷土泥，造成高濁度原水。
- (四) 降雨分佈不均：76% 雨量降在 6-10 月豐水期，枯水期雨量不足。



圖 1 世界各國平均年降雨量及每人平均分配雨水量

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

依100年「台灣氣候變遷科學報告」研究，台灣平均每10年會出現1次大乾旱，2~3年出現1次小旱；而每增溫1度，會增加15%的乾旱天數。大臺北都會區是台灣的政治、經濟、文化和教育中心，也是台灣人口密度最高的地區，缺水將造成重大損失與不便。而臺北供水區面臨旱災、暴雨與地震三大威脅，且水源依賴新店溪單一來源，未來還要擴大支援新北市用水，臺北自來水事業處身為自來水取供事業，如何有效利用水資源，負有重責大任。

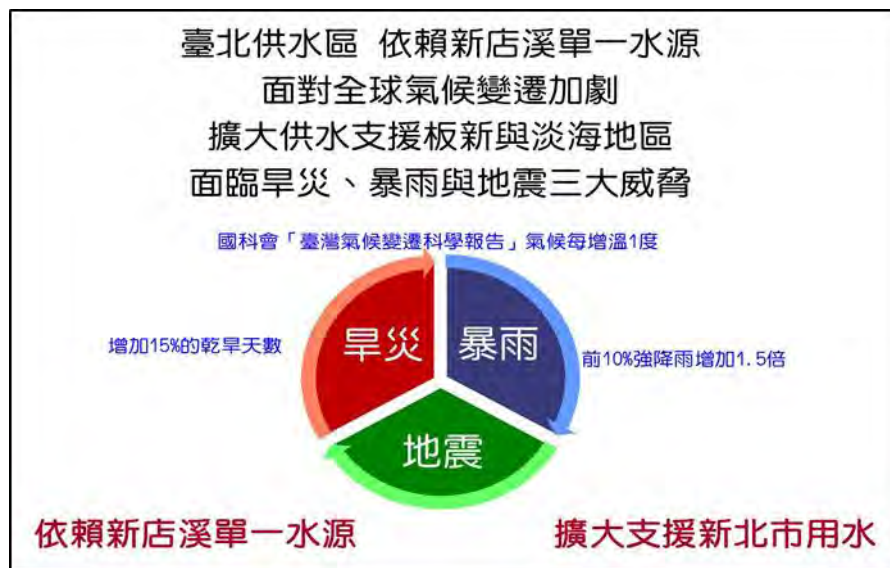


圖 2 北水處供水所面對之威脅

二、自來水取供事業課題與對策

臺北供水區因應早期高度經濟與人口成長問題，資源與經費都投入在水源取水、淨水、加壓配水等供水擴建設施，且因水價低廉，排擠管線汰換投資，87年以前管線年平均汰換率僅0.5%，88至91年擴大內需補助汰換率小幅提升至1.12%，加上早年管材耐震、抗壓或耐蝕能力、水密性、強度、韌性等均較現今管材不足，一旦遭受外力衝擊或超過使用年限，極易產生漏水現象，最高漏水率達28.44%。

另一個課題是長期水費低廉，水費佔GDP 0.22%，使得用水量偏高，臺北每人每日生活用水量347公升，在IWA (International Water

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

Association)95年調查114個城市中，臺北水費排名第113(第二低廉)，導致民眾無節水意識，成為台灣水資源永續發展的隱憂。

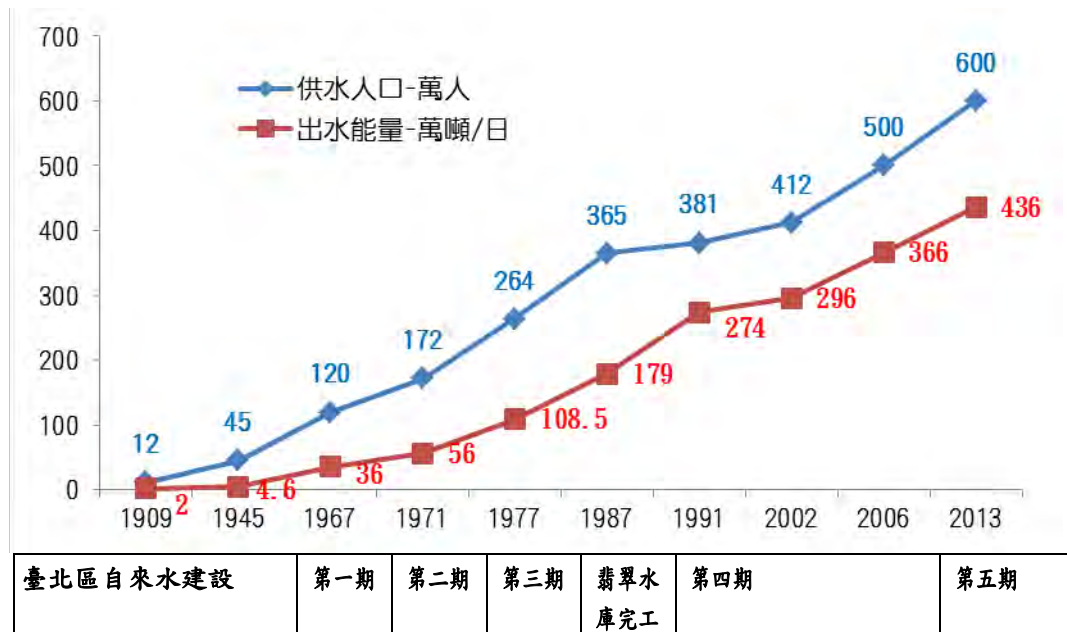


圖 3 臺北區自來水建設過程

翡翠水庫完工前，直潭水庫蓄水量僅有420萬噸，調節功能有限，枯水季節難以供水，76年翡翠水庫開始蓄水後，集水區域面積303平方公里，水庫面積10.24平方公里，蓄水量4.06億噸，可滿足至119年自來水所需水源，原以為應該用水無憂，但91年發生北台嚴重旱災，臺北地區首次面臨分區限水的困境，實施了4個月的限水，其中還包含49天的分區供水，讓台灣北部陷入一片恐慌，臺北翡翠水庫水位跌破120公尺的關卡，供水進入危急狀況，對民生與經濟都帶來嚴重的影響，也讓北水處體認到水資源的急迫性與缺水高風險性。



臺北面對水資源永續最重要的二個課題是「漏水率高」與「用水量高」，使得取供事業耗用水資源也大，但台灣受地形所限，增闢水源不易，北水處需透過節流來提升水資源利用效能，並研訂「減漏」、「節水」雙向並進的

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

對策，擬訂20年「供水管網改善及管理計畫」與落實「節約用水推廣」，降低大臺北的缺水風險，讓水資源能永續。

三、臺北自來水過去 10 年的作為

北水處於95年啟動「供水管網改善長程計畫」與96年「推動家戶節約用水計畫」兩項專案，以提升取供事業的水資源利用效能。

(一) 管網減漏

北水處擬訂「供水管網改善長程計畫」，計畫內容如下：

- (1) 目標：管網漏水率從 26.99%降低至 10%以下
- (2) 期程：95 年 114 年，採 4 階段執行，每一階段以 5 年期。
- (3) 經費：200 億元。

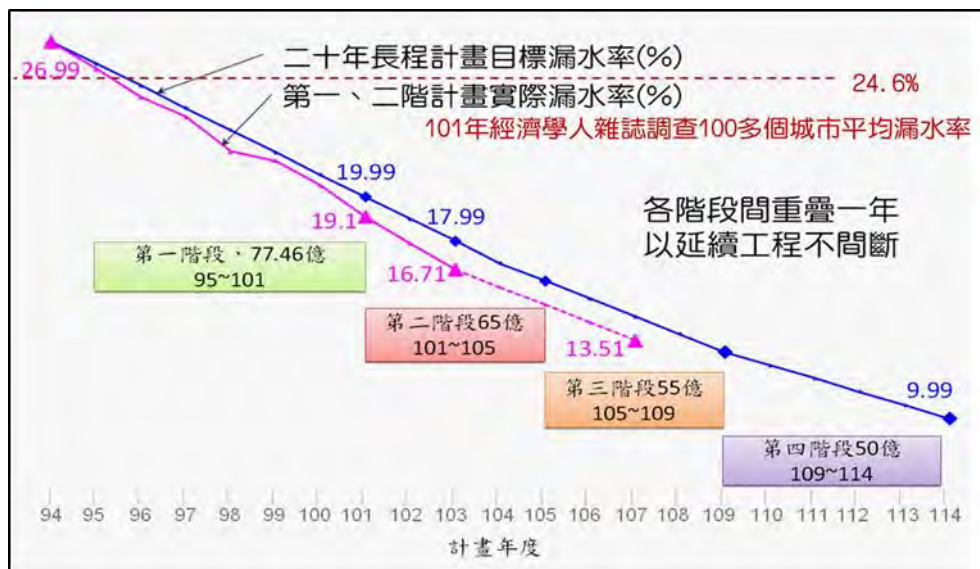


圖 4 北水處二十年管網改善計畫

第一階段計畫實施時程為 95 至 101 年，總經費 77.46 億元，已執行完畢，漏水率由 94 年底 26.99%下降至 101 年 19.1%。第二階段計畫實施時程為 101 至 105 年，總經費 65 億元，104 年漏水率降至 15.58%。第三階段計畫實施時程為 105 至 109 年，總經費 55 億元，目前執行中。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

依據國際水協會（IWA）2001 年柏林國際自來水會議，水量損失之管理與技術國際報告中指出，成功的漏水管理對策，其主要作業內容包含管線與資產管理－管線汰換、水壓管理、積極主動的漏水控制－漏水檢測及小區計量、修漏的速率及品質四大主軸。

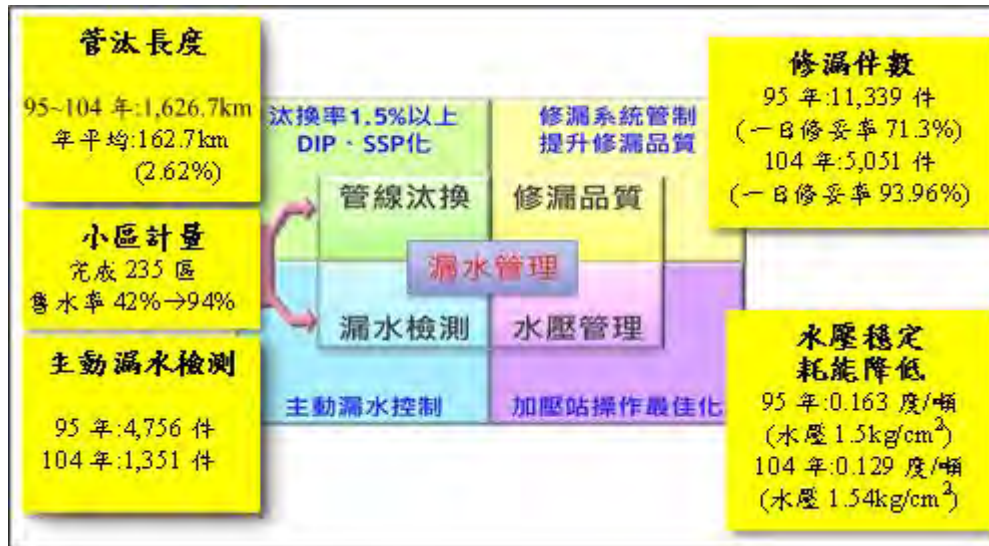


圖 5 管網改善四大主軸

1. 管線汰換

北水處進行第一階段計畫前之管線材質分布分析，輸配水管材質以 DIP 為主，另有 PVC、CIP、MJP 等。給水管材質以 PVC 為主，其他材質包括 SSP、GIP、LP、ABS、PB、PE 等。以現今管材技術檢討過往材質，配水管之 PVC、CIP、MJP 應逐步汰換為 DIP，給水管之 GIP、LP、ABS、PB、PE 汰換為 SSP。為改善老舊管線漏水狀況，北水處 95 至 104 年總計已抽換完成 1,626.7 公里，年平均汰換率超過 2.62% 以上，每年均超越國際水協會所建議為維持系統漏水不致惡化之管線年汰換率 1.5%。



圖 6 北水處管網改善情形

為檢核及驗證管網漏水改善之成效，保證工程品質，北水處於國內首度嘗試以「小區計量」，並與管網改善工作結合，透過抄表計量瞭解區塊內漏水率之變化，評估管網改善成果，徹底找出漏水癥結的所在，同時利用最小流量方式掌握各階段施工效益，研判各計量區之初始售水率，選擇漏水嚴重之區塊，優先執行管線汰換，讓經費投入最迫切需要改善區域，以發揮最大經濟效益。

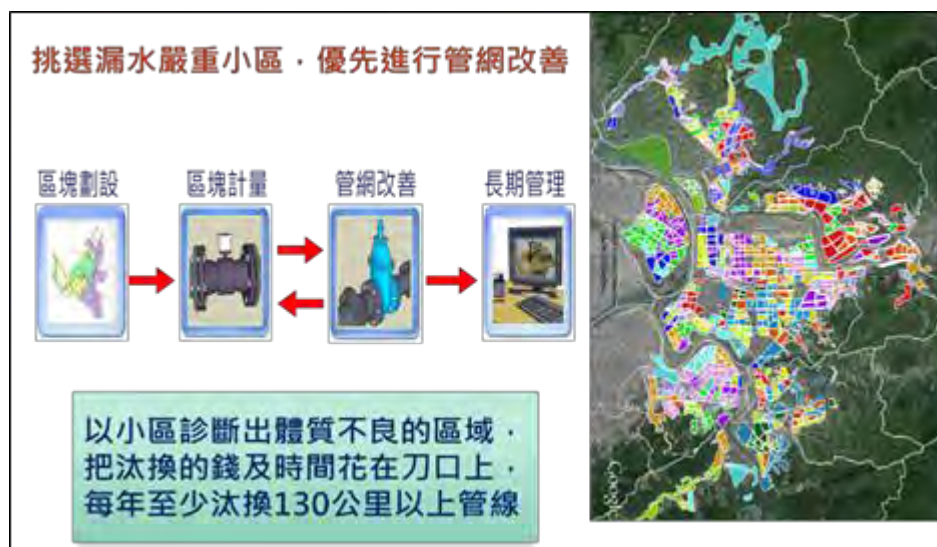


圖 7 北水處小區計量作法

北水處更進一步透過小區計量之方式，確立了最適計量評估表選定、次分區規劃、全線開挖徹底斷除不明管、逐巷直接法檢測等多項精進創新作法。經統計累計完成 820 小區的規劃中，完成計量 546 區，242 區完成改善作業，平均售水率由初期 52% 提升至 94%。

2. 水壓管理

水壓管理向來是最經濟有效的漏水控制法寶，因為降低水壓，漏水相對就隨之減少，也就是說，管網體質並沒有改變，但漏水量隨著水壓降低而減少，可收立竿見影之功效。國際漏水控制專家們建議當地控制漏水的首要工作，就是減少泵站出口壓力，同時設置減壓閥，以降低管網水壓。

過去北水處對於水壓管理完全憑藉經驗法則，當管網水壓偏高時，即減少並聯水泵數量，也就是採用「減台」方式降低壓力，反之，壓力不足時就得「加台」，因此，往往造成管網水壓無法完全在時間或空間上獲得均勻調控，再加上在加、減台瞬間，泵浦馬力全速運轉，壓力突變，對後端管網造成嚴重衝擊，系統更容易發生前端猛加壓，管線破漏加劇，而末端用戶卻依舊水壓偏低，甚至只有凌晨離峰期間才有自來水的情形。

對此，近年北水處採用了變頻器，除了可讓泵緩緩增減轉速，輸出壓力較為平順，並以末端壓力訊號回授方式操作，當末端壓力偏低時，透過變頻器精確調整泵轉速，滿足用戶用水需求，自管網改善第一階段計畫起，臺北逐步於各加壓站安裝變頻設備，迄今除了部分小型加壓站，屬定速泵送水池類型無須變頻控制之外，其餘水量皆經變頻穩壓泵送，對於降低漏水貢獻良多。

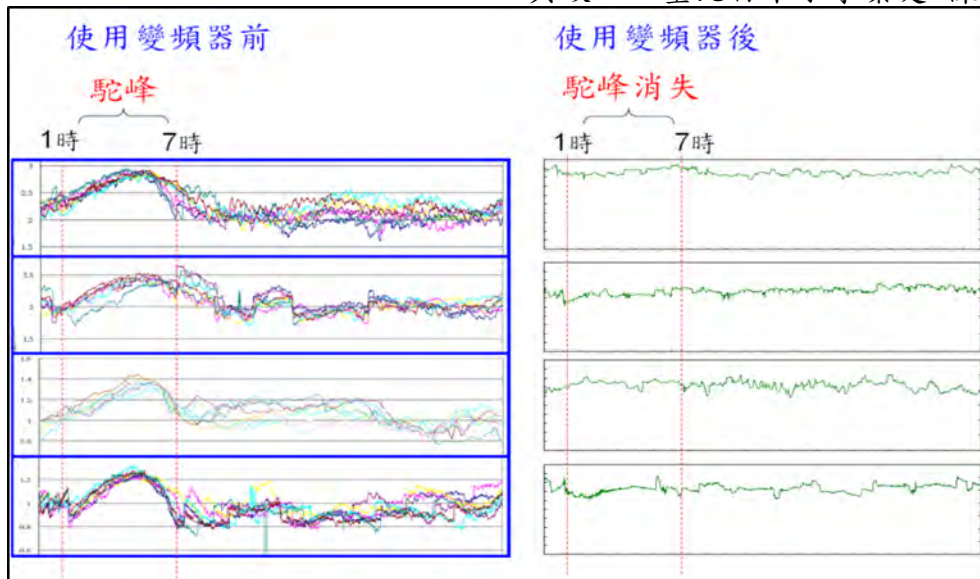


圖 8 北水處加壓站安裝變頻設備穩定水壓

3. 漏水檢測

地下漏水不易察覺，有賴專業技術與機密儀器及檢測，定出正確漏水位置，以便挖掘修復。北水處管線漏水檢修作業，除機動修漏外，並全面委託專業測漏廠商，進行供水分區檢測計畫及循環巡檢作業，採劃分區域方式，有系統地檢測供水區域內輸配水管線、給水管線之地下漏水，作為汰換或維修管線之依據。

4. 修漏速率及品質

北水處除每日查漏及民眾報修資料，據以建立漏水點基本管控資料，由各營業分處依序維修漏水點外，並配合修漏管理系統、結合管線地理資訊系統、客服系統，以追蹤管制漏水案件。針對漏水點分布及管材漏水頻率等情形進行檢討分析，提供汰換管線之參考，以增進修漏之速率及品質，進而減少漏水。經由系統追蹤列管，北水處 1 日修妥率由 95 年 71.3%，逐年提升至 104 年 94%，漏水件數因管網改善執行有成，由 95 年的 11,339 件下降至 104 年的 5,051 件，若統計至 105 年 10 月則已降至 3,396 件。



圖 9 北水處漏水檢測與修漏作業

大臺北地區經北水處 10 年來積極執行各項健全管網措施後，漏水率由 94 年的 26.99% 下降至 104 年的 15.58%，減少 11.41%，平均每年降低 1.14 個百分點。94 年管網計畫改善前轄區配水量為每日 230 萬噸；104 年轄區配水量下降為每日 186 萬噸，每日節省配水量 45 萬噸，支援水量則由每日 20 萬噸增加至約 39 萬噸。後續按第三階段計畫持續改善，轄區每日配水量將持續下探至 175 萬噸。由於漏水減少，北水處有更充足的餘裕水量，可以支援周邊地區用水，北水處也更有信心，未來能有充分足夠之水量，持續配合政策，擴大支援新北市板橋、新莊等地區供水。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

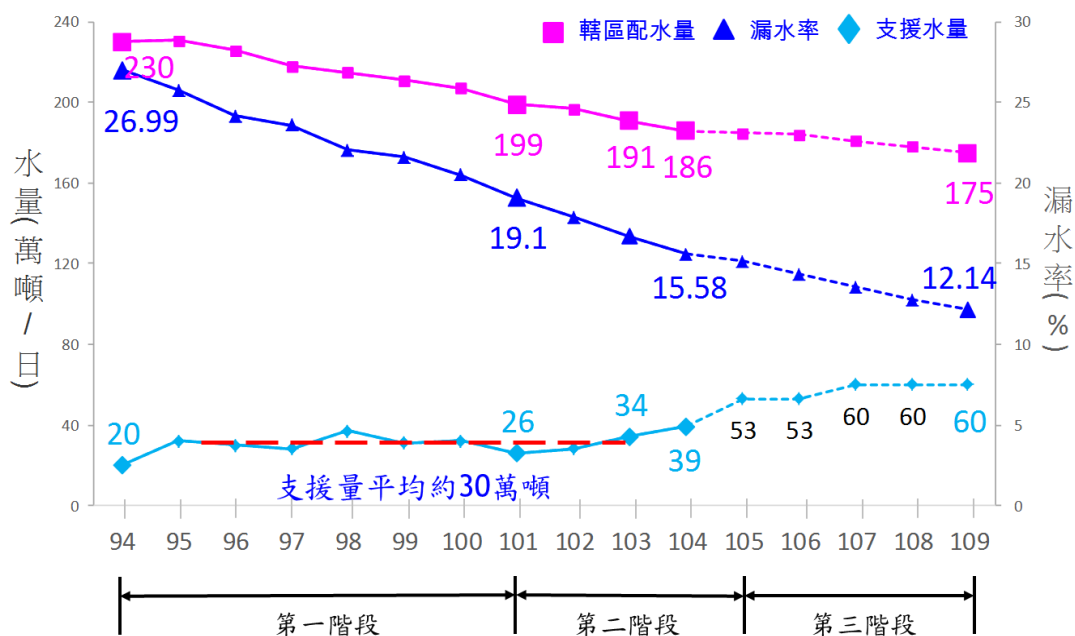


圖 10 北水處管網改善成效

(二) 家戶節水

1. 計畫內容

北水處訂定「推動家戶節水計畫」，計畫內容如下：

- (1) 目標：每人每日家庭用水量從 263 公升降低至 220 公升
- (2) 期程：96 年至 103 年
- (3) 經費：6 千萬元

2. 推動架構

由於臺北係高度住商混合地區，於 96 年時家庭用戶就占整體用水量的 74%，面對用水量不斷增加，而又無法調整水價抑制營業大用水戶用量下，選擇從「家戶」著手，推動「家戶節水計畫」，採取從「社區」「家庭」「學校」「社會」四個管道來推動，希望以實際行動充分貫徹在民眾生活的各個層面，推動計畫的架構如下圖：

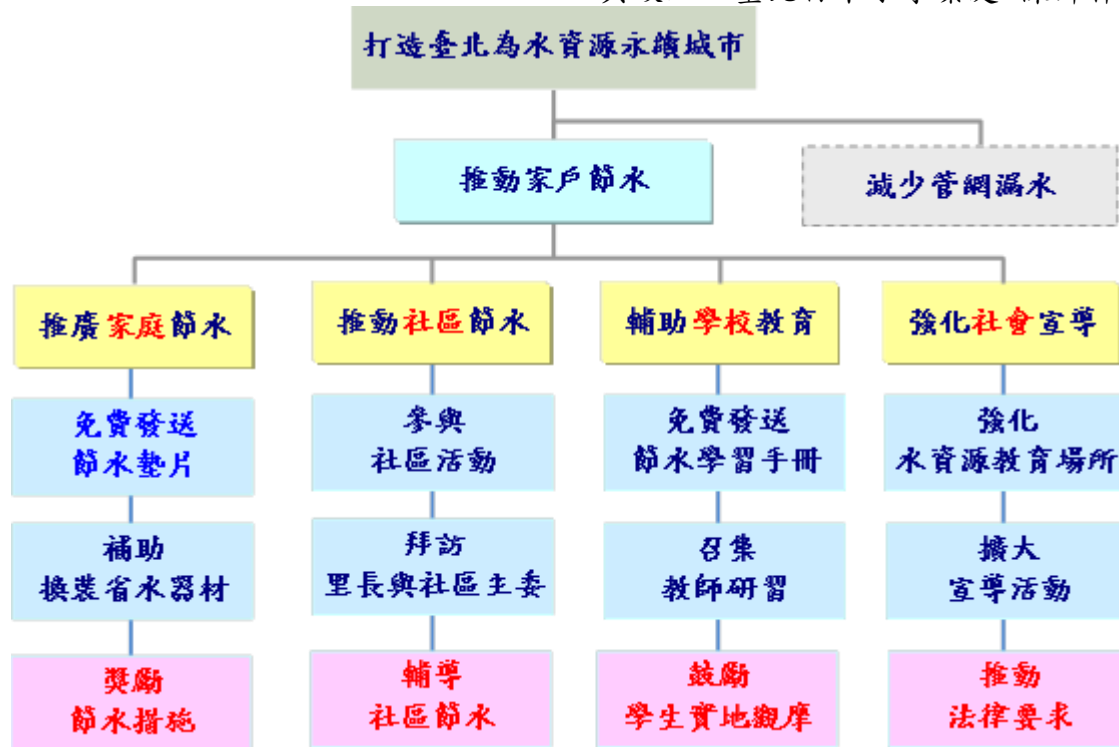


圖 11 臺北推動家戶節水計畫架構

3. 節水行動內容

(1) 家庭

A、免費發放節水墊片給 130 萬家庭用戶：

製作廚房龍頭、面盆龍頭與蓮蓬頭等各3片可換式墊片(同樣的洗滌效果只用 75%水)，免費將節水墊片發送到府給民眾換裝；並將「省水與省錢」連接提供使用誘因。本案最重要的效用是帶給 130 萬用戶省水器材的使用經驗，並節省水量 1,678 萬噸/年，降低總用水量 2.8%。



節水與省錢結合宣導

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

B、補助換裝省水器材：99 年補助民眾購置省水洗衣機及馬桶，每件 2 千元，共補助馬桶 10,533 座、洗衣機 28,270 台。

C、獎勵節水家戶：99 年推動節水水費打 95-85 折，50% 用戶享受節水優惠。另創新推出節水抽獎的活動，造成民眾對節水議題的關注，100 年舉辦家戶節水行動抽獎，特獎獨得現金百萬以及 iPad2 等，有 1.7 萬用戶參加。

(2) 社區

A、參與社區活動：透過拜訪里長(里長係由里民投票選舉產生意見領袖，每個里有 2~3 千戶)與社區主委等來協助推廣節約水，並利用創新的趣味活動激起民眾參與意願。97 年起每年拜訪里長 1~2 次，參與社區活動 363 次。



圖 12 參與社區活動與拜訪里長

B、輔導社區節水：為能讓社區節水動起來，派員赴社區與居民互動輔導節水，提供免費的用水設備及水質安全檢查。100 年首次推動完成 105 個社區 12,707 戶的輔導。並給予節水社區獎金 1-10 萬元，有 1.8 萬戶及 158 個社區參加。



圖 13 輔導社區節水

(3) 學校

A、發送學童節水學習手冊：製作節水學習手冊發送全臺北市 154 所公私立國小做為節水學習教材，並可於網路上免費下載，5 年來讓超過 60 萬名學生接觸到節水教育，該手冊也獲得經濟部金點設計產品標章。並舉辦水資源種子教師研習，邀請全市 154 所公私立國小老師參加，教導教材的使用及應用方式。



圖 14 北水處製作節水學習手冊

B、鼓勵學生實地觀摩：開放公館淨水場結合鄰近自來水設施，建置省水節能的教育園區(Taipei Water Park)，並獲臺北市政府指定國中小學必到之校外教學場所，每年入園人次達 100 萬，校外教學參觀人次每年都接近 10 萬人。



圖 15 推動水資源教育

(4) 社會

A、強化水資源教育場所，擴大宣導活動：為讓社會各階層均有參與水資源教育的機會，100 年再成立環境教育中心，提供更完善的水資源教育設施，並配合節慶製造節水議題，結合社會資源，舉辦多元活動。99 年及 100 年透過環保聖誕樹的議題操作，獲得參與民眾熱烈迴響、網路部落格 20 萬次熱烈討論及國內主要報紙大幅報導辦理各類活動達 75 場。



99 年水龍頭聖誕樹開闢節水議題

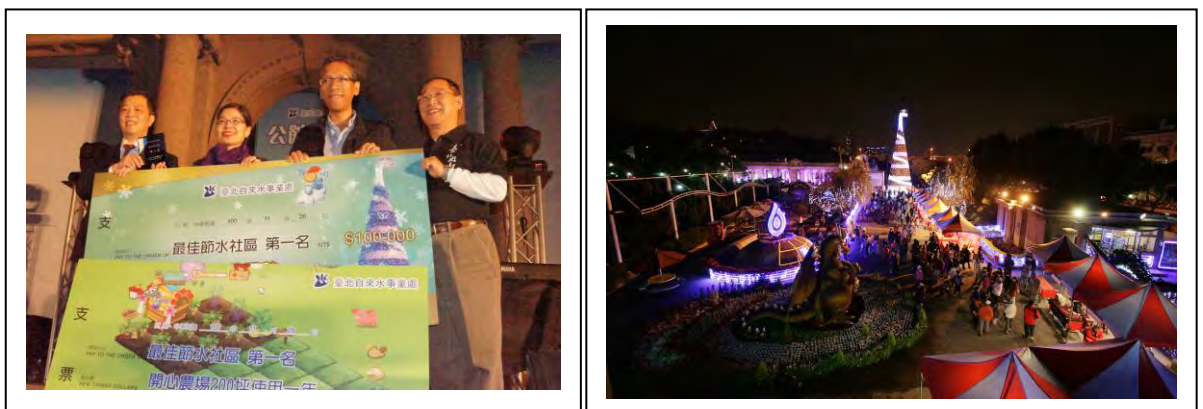


圖 16 節水社區比賽頒獎及 100 年水龍頭聖誕樹宣導活動

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

B、推動法律要求：北水處亦不斷透過行政管道及媒體機會，要求中央儘速修法將省水器材及雨中水回收等納入建築規範。

(三) 實施成效

臺北每人每日家庭用水量，從 96 年 263 公升到 104 年降至 218 公升，減少 17.11%；以 96 年售水量為基準，自 96 年至 104 年總計節水達 6,343 萬噸。

表 1 北水處推動家戶節水措施效果

年度節水措施						節水成效 (每人每日家庭用水量)
年度	發送節水墊片 (130 萬戶)	發送小學節水學習手冊	補助購買換裝省水器材或節水輔導	推動節水折扣或節水比賽	舉辦節水抽獎	
96	發送 30 萬戶	發送 3.4 萬冊				263 公升
97	發送 40 萬戶	發送 3.3 萬冊				243 公升
98	發送 60 萬戶	發送電子書至北市所有國小				227 公升
99		發送電子書至北市所有國小	換裝 3.9 萬戶	60 萬戶參加	報名計約 0.56 萬戶萬噸	225 公升
100		發送電子書至北市所有國小	輔導 105 個社區 12,707 戶	158 個社區 18,000 戶參加	報名計約 1.8 萬戶	222 公升
101		發送電子書至北市所有國小	成立臺北好水服務團，輔導 80 案，其中 32 案獲得好水標章		報名計約 1.5 萬戶	220 公升
102		發送電子書至北市所有國小			報名約 1 萬戶	220 公升
103		提供節水親子共學單電子版予各國小自行印製			報名約 1 萬戶	219 公升
104		發送全市國小節水親子共學單	配合經濟部補助購置省水器材 41,139 戶	2 至 6 月節水折扣，累計優惠 101 萬戶次		218 公升
合計						共減少 45 公升

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

國際水協會(International Water Association;簡稱 IWA)是目前全球最大的水領域協會，會員來自全球超過 100 個國家及地區，102 年為表揚全球對推動水資源行銷與溝通具有貢獻的機構，特別舉辦「行銷與溝通」專案創新獎選拔。有感於積極行銷對於社會凝聚節水共識、塑造節水文化有所助益，北水處特投入該專案參獎準備，各國評審對台灣在水價這麼低的狀況下，民眾仍願意省水，感到非常驚訝，也對臺北投入節水的創意及努力給予高度肯定。因此，臺北市在該競賽中獲得東亞區的首獎，打敗同組競爭日本東京，韓國首爾、釜山等城市，並進入全球選拔，由全球 4 大區（亞太區、東亞區、歐洲西亞區、美洲區）約 10 個獲該區獎項的國家再行競賽，結果全球選拔中臺北榮獲榮譽獎，僅次於全球首獎挪威首都奧斯陸，這是台灣節約用水第一次在國際獲得表揚。

透過「家戶節水計畫」的推動，臺北每人每日家庭用水量從 96 年的 263 公升下降到 104 年的 218 公升，共降低了 17.11%。其中 96 年至 100 年 4 年期間就下降 15%，是成效最佳的時候，但是從 100 年至 104 年期間則只下降 4 公升，幅度已開始趨緩。

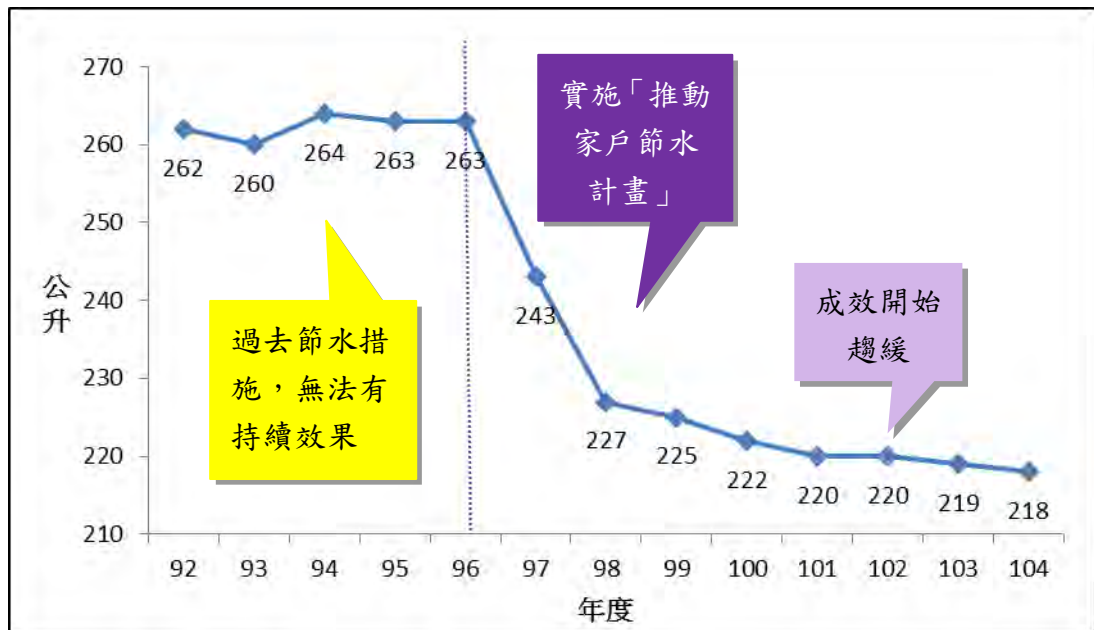


圖 17 北水處推動家戶節水計畫成效

四、臺北自來水下一個 10 年的規劃

過去10年北水處所推動管網減漏與家戶節水皆能達成目標，並獲得不錯的改善成果，而未來10年也有許多課題需要去克服，才能突破瓶頸順利推動。

1. 水價長久未調，投資改善供水系統財源不足
2. 路管規範愈嚴苛與管線汰換包商能量不足
3. 水價低廉，工商用水不斷成長，家庭節水愈來愈難有成效

因此，北水處規劃下一個10年再提升水資源利用效能，採取下列3個對策：

1. 合理調整水價：籌措財源投資改善系統，提高節水誘因。
2. 更精緻化管網管理：建構智慧水網，尋找較適管網弱點改善，能更及時有效調配水量。
3. 擴大與強化節水：從家戶擴大到機關學校與大用戶，找尋耗水量大的用戶，採取主動節水服務措施。

(一) 合理調整水價

為了降低氣候變遷的影響與提升供水品質，北水處於 95 年啟動管網改善與備援備載兩大改善計畫，預估需投入 450 多億元。計畫執行迄今近 10 年以來，北水處靠自身開源節流的努力已籌措約 227 億元，然每年仍有 5 至 6 億元資金缺口，需由舉債支應，故負債由前次調價(83 年)時的 44.4 億元上升到 120 億元，財務狀況有逐步惡化之虞，在各項成本不斷攀升下，北水處投資報酬率已降至 0.45%，遠低於中央銀行公告近 3 年銀行業平均放款利率 2.23%、全國銀行 3 年期平均存款利率 1.4%及北水處近 10 年平均貸款利率 1.16%。而在以債養債惡性循環下，財務結構轉趨惡化，未來恐將債留子孫。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

另外，翡翠水庫每單位運轉維護費是由臺北市政府編列公務預算支應，由全體市民買單，但是北水處支付水庫原水費 1 度僅 0.52 元，不到整體水源保育所需經費 20%，其餘皆由政府補貼，用水越多補貼就越多，而這些大用水戶多屬於工商業，並不符合社會公義。

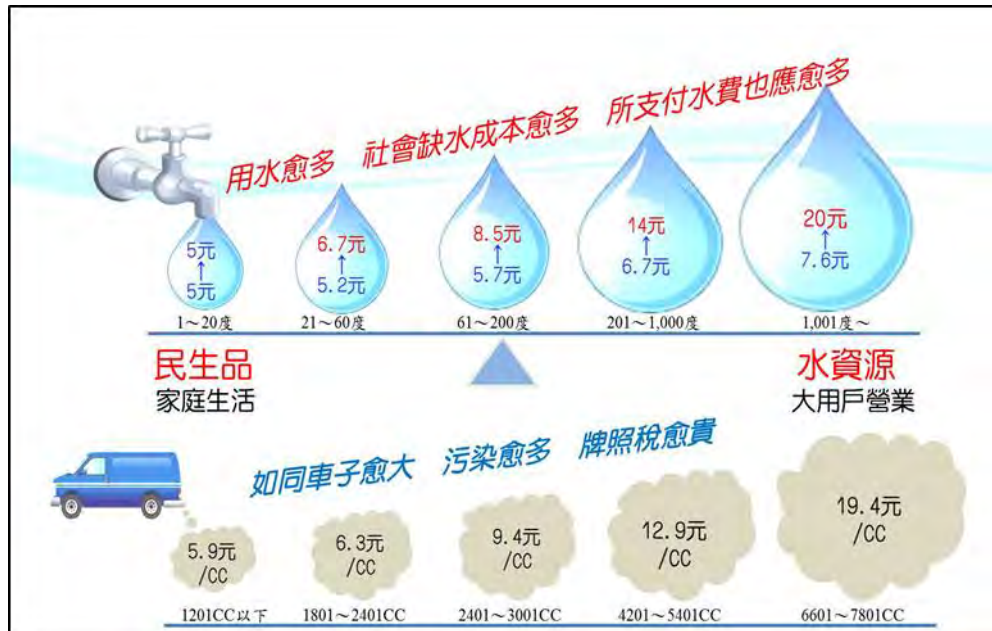


圖 18 北水處調整水價的原因及調整後水價結構

參考各主要城市水價表最高及最低級距比值，世界各國主要城市比值多為 3 以上，反觀臺北價差比值僅 1.52，舉凡中水收集處理每度約 18 元及廢水回收利用之單位成本約 30 元，皆遠高於北水處最高級距的用水費單價 7.6 元。

綜上所述，大臺北地區是全臺政治金融中心，如停限水造成的經濟損失將難以估計，因此除了必須有更完善的供水系統與防護，更需有合理的水價來支應水庫維護及集水區保育，以消除政府補貼不合理現象、落實使用者付費，以確保自來水事業之健全經營及水資源永續。所以北水處於今年 3 月起調漲水價，擴大用水費差別費率，亦即用水量耗用愈多付費愈多，以符社會公義，同時藉此增加大用戶節水誘因、精進產業用水設備。



圖 19 北水處水價調整後增加收入之用途

(二) 管網更精緻化管理與改善

臺北市是臺灣首善之區，國際化之都市，隨著時代的進步，人民對生活品質之要求也隨之提高，路面品質之好壞，更是評估一個城市良莠的重要指標。據調查民眾對道路不滿意原因多為路面不平整、挖路頻繁及坑洞太多等。為降低民怨，道路主管機關除加強人員巡查道路品質，對於管線開挖訂下更多且更高的道路修復標準。例如：要求管線單位的施工時間，須避開早上民眾上班時間外，並提早收工回復交通的順暢。在管溝開挖路面復舊上，要求全巷寬或至少一個車道的路面銑鋪。道路主管機關所採行的各項措施，將使得每日可施工的時間較以往縮短，每日管線的施作能量相對減少、而管溝施工後進行大規模的路面銑鋪作業，都使得管網改善成本相對增加。

在管網改善成本日益增加的情形下，管網改善必須朝向精緻化。「智慧小區」將是北水處未來推動的方向，所謂「智慧小區」即將檢測修漏與管線汰換結合，依據小區售水率的高低，決定是否採行管線全面汰換或局部汰換及檢修方式進行改善，以減少開挖範圍，降低管網改善成本。

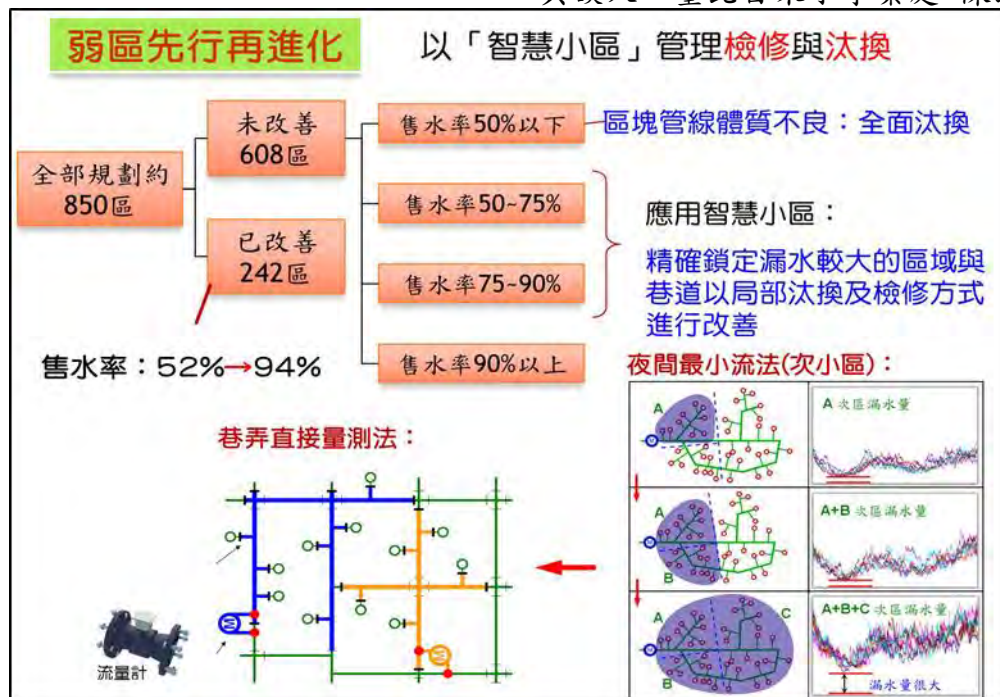


圖 20 北水處「智慧小區」規劃

(三) 擴大與強化節水推動

北水處過往推動節水主要為家戶用水，但近幾年成效已趨緩，在中央「節水三法」(再生水、省水標章產品及耗水費)通過及配合水價調整後，擴大機關、學校、營業等用水，以達更廣泛的節水效益。

北水處於 104 年訂定「加強降低每人每日生活用水量實施方案」，在節水推動的作法上改變以往較靜態的宣導，主動到用戶端提供家戶、大用戶、機關學校節水服務，並兼顧到各個用水量別，期能達到「以 103 年為基期，至 107 年降低 8 公升」的計畫目標。

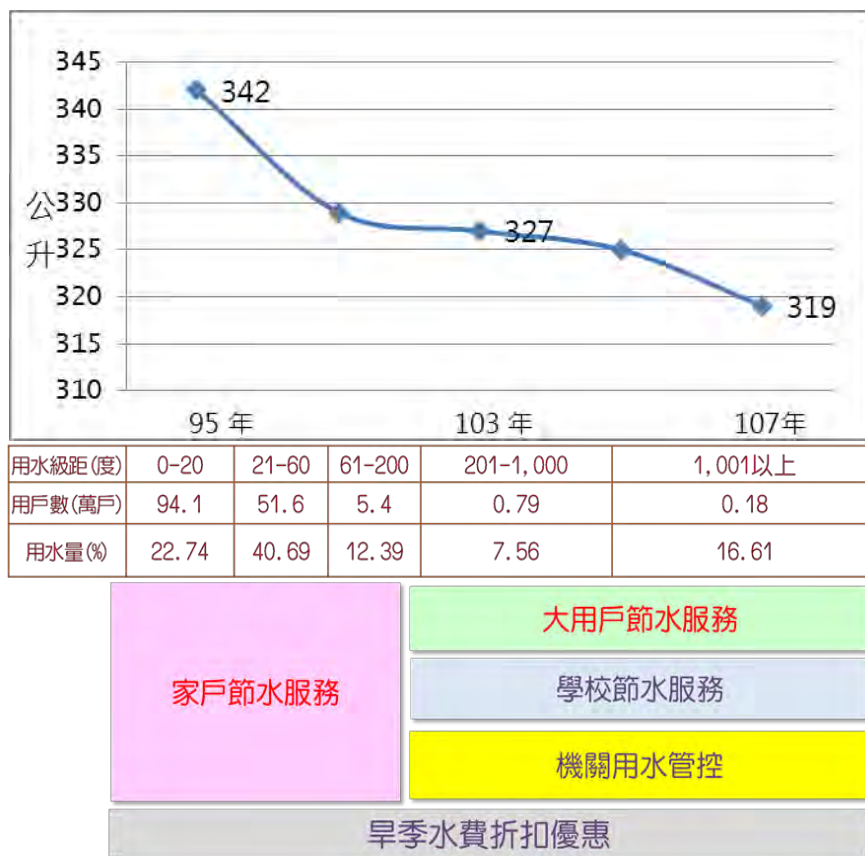


圖 21 北水處擴大推動節水計畫目標及方案

1. 大用戶節水服務

105 年 3 月水價調整採擴大累進費率，對於大用戶月用水量 1,000 度以上從每度 7.6 元調高至 20 元(用戶數 0.1%、用水量 16%)，雖然臺北地區容積空間昂貴，水回收再利用成本也相對高，但對部分大用戶已提升對用水管理、修漏與設備汰換的節水誘因，因此北水處先辦理大用戶節水講習會收集了解大用戶節水需求與意願，並提供免費裝設智慧水表，協助找出耗水、漏水的數據與可能原因。

(1) 節水講習會:舉辦節水經驗分享研習會 2 場。

(2) 換裝智慧水表:大用水戶 1,800 戶，原已裝設 100 只、105 年 700 只、106 年 900 只、107 年 100 只。

(3) 節水技術輔導:預計輔導 40 家，目標節水率 10%。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

智慧水表可記錄用戶每分鐘連續密集的用水量，透過無線讀表系統及時自動回傳並繪製圖譜，把無形的用水量視覺化、具體化呈現，幫用戶找出異常用水量及原因，而不是等到收到帳單才發現問題，以減少水資源浪費。目前已協助發現異常 60 件，發現漏水 29 件，已改善 12 件，節省水量 66,667 噸/月。

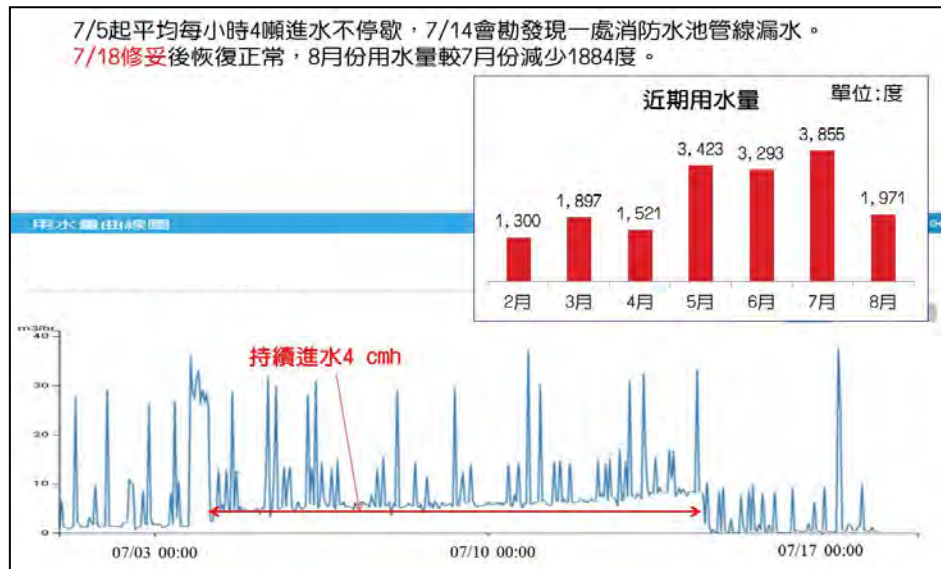


圖 22 大用戶智慧水表用水量圖譜分析案例

2. 家戶節水到府服務

家庭用水量占 60%以上，若每戶每人均能落實每日節水 10 公升，成效將很驚人，因此自 105 年下半年開始辦理家戶到府節水服務，先針對用水量較大之家庭用戶著手，到府提供查漏、節水及驗水服務。

- (1) 查漏：依工研院統計國內家庭每 5 個馬桶就有 1 個會漏水，而一般家庭馬桶漏出的水量，約佔家庭用水之 5%-10%。故到府服務時，除檢查用戶端水表指針是否持續轉動外，並協助民眾檢查馬桶、水龍頭等用水設施有無漏水。
- (2) 節水：有鑑於大部分家中水龍頭下方都有進水閥，適度調整進水閥開度，可有效管控水龍頭出水量，避免水量太大導致無效水資源浪費，故到府服務時，除安裝省水龍頭外，並協助調整

水龍頭下方的進水閥開度。

(3) 驗水：檢驗用戶家中自來水水質，並將報告後寄給用戶參考。



圖 23 北水處辦理「家戶節水到府服務」

3. 機關學校節水管控

(1) 計畫目標

訂定「104-107 年府屬機關學校節約用水計畫」，以 103 年為基期，控管逐年降低 2%，至 107 年降低 8%為目標。

表 2 北市府屬機關學校節水目標及實績

年度	104	105	106	107
目標-較 103 年基期	-2%	-4%	-6%	-8%
實際達成	-6.6%	-7.58% (至 9 月)		

(2) 控管方式

A、重點機關：從每季改成每月追蹤管理，用水量增加 10% 與基準用水量高時，現地勘查輔導。

B、一般機關：用水量劇增 30%時，追蹤管理。

C、學校：建立學校用水量參考基準，分別統計其人均用水量，提供學校參考，以利學校自主評量管理。

(a) 異常增加:對月用水量突增 500 度以上學校進行輔導協助。

(b) 用水量高:對人均用水量高的學校進行普查與測漏。

表 3 學校用水量參考基準

學校類型	平均每人每日用水量
無餐廳無游泳池	24 公升/人/日
有餐廳無游泳池	36 公升/人/日
有餐廳有游泳池	50 公升/人/日

(3) 推動作法

成立學校水資源服務團，整合各項資源，協助裝設智慧水表進行用水管理、校園漏水檢測、推動學童教育與緊急供水站等服務。

4. 學童節水教育

為讓節水教育向下紮根，培養學童節水意識帶回家庭、帶到未來生活與工作上，北水處針對北市國小三年級或四年學童發放「親子共學單」與辦理「節水體驗營」。

(1) 親子共學單: 節水 3 招、災前儲水、直飲及離家最近的緊急供水站。

(2) 節水體驗營: 體驗無水時提水之苦、回收水沖馬桶、認識省水器材。

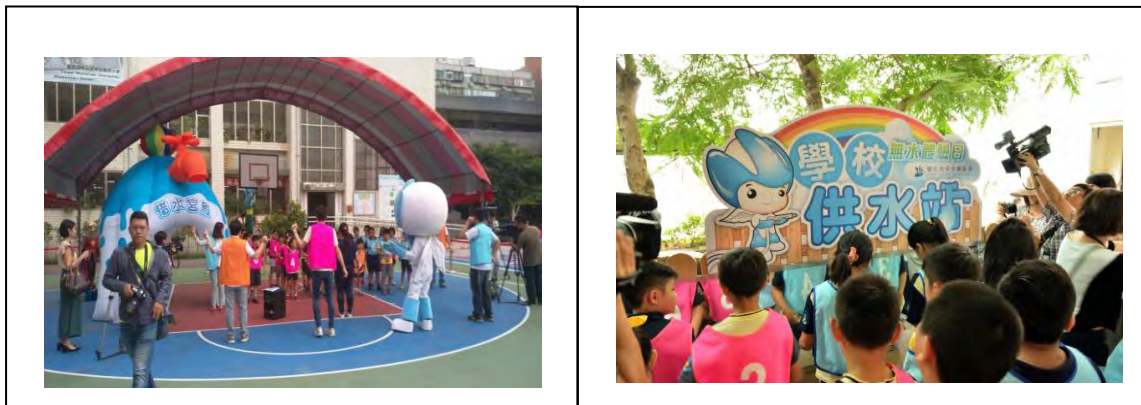


圖 24 北水處辦理節水體驗營

5. 旱季節水折扣優惠

面臨限水危機時，大用戶買水成本每度水增加至 300-500 元，故在旱象來臨前，提供節水優惠方案，鼓勵節水，延緩旱災到來，讓大用戶有節省的經費，來因應旱災的各項措施。

節水召集令 節今日的水 解明天的憂

因應旱象，邀請您一同節水，享受水費優惠！！

● 實施期間：自104年4月起至旱象結束

● 水費優惠折扣：實施期間本期用水量與去年同期比較，「用水費」金額依節水率之級距，給予不同之水費折扣：

節水率級距	用水費折扣
$10\% \leq X < 20\%$	9折
$20\% \leq X < 30\%$	8折
$30\% \leq X < 40\%$	7折
$40\% \leq X < 50\%$	6折
$50\% \leq X$	5折

臺北自來水事業處 TAIPEI WATER SUPPLY BUREAU



圖 25 旱季節水優惠折扣

五、未來展望與產業帶動

北水處身為臺北供水區唯一自來水取供事業，在過去10年透過「減漏」與「節水」雙向並進的策略，在滿足經濟成長與民眾生活用水下，每日供水轄區所需配水量將從95年231萬噸下降至104年186萬噸，每日節省配水量45萬噸，年節省1.64億噸水資源，取供事業水資源利用效能提升20%。在98年、102年與104年當北部面臨少雨旱象時，除臺北免於遭受限水外，也有餘裕的水量及時間來防範旱象及配合中央水源調度全力支援其他缺水地區。

放眼未來，大臺北地區已經沒有興建第二座水庫的條件，減少漏水就可減少翡翠水庫放水量與水源開發建設成本，所以必須持續性投資進行設備維護與改善，以維持管網系統健全，確保大臺北地區用水的穩定與安全，不致受劇烈環境變遷影響，因此北水處將持續辦理「供水管網改善及管理」及「供水設備效能提升」、「幹管整修及更新」等計畫，以114年漏水率下降至10%以下為目標，屆時轄區配水量預估將降至每日162萬噸，與94年改善前相較，每日減少70萬噸，使水資源能有效利用。

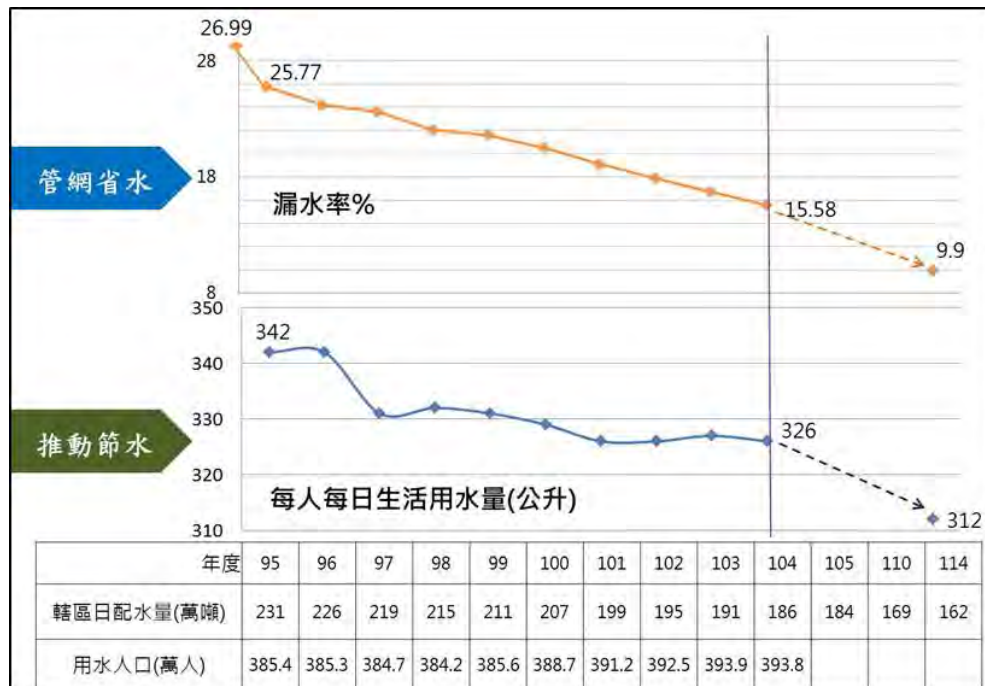


圖 26 北水處推動減漏、節水的過去與未來

北水處在執行「減漏」、「節水」的過程中，因為推動多項政策，也帶來提振國內與水相關產業發展的外部效益。

- (一) 統計北水處 94 年管線材質長度統計資料，輸配水管總長度約 3,525 公里，DIP 長度 2,492 公里，佔 70%，待汰換配水管 986 公里。給水管總長度約 2,664 公里，SSP 長度 376 公里，佔 14%，待汰換給水管 1,696 公里。合計全部需汰換管線總長為 2,682 公里。為改善老舊管線漏水狀況，北水處 95 至 104 年的 10 年間，總計已抽換完成 1,626.7 公里，年平均汰換率超過 2.62% 以上，投入的總經費約 130 億元，每年投入管網改善的經費約 13 億元，提供為數甚多的基層工作機會，帶動自來水管線製作廠商大量的商機。
- (二) 大用水戶節水服務：水價調整後水費單價接近水回收處理利用單價，提高用戶改善用水設備的意願，再加上大用水戶節水服務推動方案，將為省水設備、水回收處理及節水技術服務等產業提供發展契機。
- (三) 家戶及學校節水服務：從前北水處執行家戶節水計畫，為了提升節水效果，開發節水墊片，逐戶寄送至信箱，教導民眾安裝在廚房、蓮蓬頭、洗手台的水龍頭上。實施 3 年後，連廠商都看出其中商機，開發類似產品上市，方便民眾更新使用。如今，立法院在 105 年 4 月 19 日三讀通過自來水法增訂節約用水專章，規範馬桶、洗衣機等 11 種用水設備，都必須具有省水標章，才可在國內販售，北水處呼應政策，自 105 年下半年開始辦理家戶節水到府服務，到用戶家中裝置省水龍頭；在學校節水方面，北水處也協調由教育局主導，推動學校新設或汰換用水設備時，應使用通過經濟部水利署驗證之省水標章產品，有助於國內省水器材製造產業發展。
- (四) 智慧水表：為了讓用戶能及時掌握用水情形，及時發現用水異常並及時處理，減少水資源浪費，北水處規劃在 107 年前針對月用水量 1,000 度以上的大用水戶共 1,800 戶完全裝置智慧水表，並建置智慧水網；在硬

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

體方面，預料將帶動智慧水表製造及物聯網產業發展，在軟體方面，因自動回傳用水量的大數據分析運用作業，也為資訊服務及通訊產業帶來新的業務需求。此外，為讓智慧水表普及化，北水處已訂定收費標準，讓一般用戶也可以付費申請裝設，未來很可能擴大發展為水、電、瓦斯共用平台，提升房屋價值，目前已引起建商關注，並已有申請案件，將進一步帶動國內「智慧宅」的建設與發展。

北水處近10年來推動減漏與節水，不僅達成減少水資源耗用的目標，也支應臺北地區人口及經濟成長所需用水，並進一步促進水相關產業的發展。未來政府若能協助塑造對產業更有利的環境，例如在人力資源、技術開發、平台建置等各方面扮演媒合的角色並研訂適當的法規政策，可讓相關材料、人力、技術等供應市場更加成熟，降低自來水事業的採購成本，發揮魚幫水、水幫魚的正面循環效果。

六、結語

身為自來水事業的經營者，肩負著大臺北五百萬人口與經濟發展的用水，檢視過去10年的改善作為與環境變化：

- (一) 95 年時北水處採取「減漏」、「節水」雙向並進的對策，到 104 年漏水率減少 11.4%，每人每日家庭用水降低 17%、減少 45 公升。
- (二) 10 年來轄區人口成長 2.3%，而配水量降低 20%，每日減少 45 萬噸，相當可增加 200 萬人的生活用水，近幾年旱象，臺北安然度過，且能增加支援板新地區。

面對氣候變遷加劇，未來大雨大旱的頻率與強度激增，大臺北停水風險大幅提升，105年起北水處規劃下一個10年的作為：

- (一) 首先進行合理調整水價，民生必需用水每月 20 度不調整，維持每度 5 元，用水愈多，社會缺水成本愈多，所支付水費也應愈多，1,000 度以上從每度 7.6 元調高到 20 元，以籌措財源，並提高節水誘因，這部分已在今年完成。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：臺北自來水事業處 陳錦祥處長

- (二) 有了財源將可支應北水處持續汰換管線改善供水系統，擴大與強化節水服務措施，到 114 年要達成再節省 24 萬噸水量/日，水資源利用效能再提升 10%。
- (三) 未來災害多大不可預測，必須準備後災害時緊急供水系統，除了今年完成 120 個學校供水站，107 年要完成 70 口戰備水井，110 年完成翡翠專管取水，以確保大臺北地區供水穩定及安全。

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：台積電公司 許芳銘處長

產業節水經驗與相關政策建議

台灣與世界上許多其他地區一樣，季節降雨量深受氣候變遷的影響，雖然年有不同，但是以長時程觀察，豐枯不均且豐者更豐、枯者更枯是一個不能否認的趨勢。由此觀察，氣候變遷至少會再持續數十年，水問題的嚴重性也至少要等數十年後才會趨緩。水是必需資源，政府、民眾與企業需要學習與水風險共存。

工業仍扮演著國家經濟的核心角色，推動綠色製造納入水元素有其必要。水應用在工業製程無論是清洗、冷卻、吸收或是直接參與化學反應，都不可或缺。值此新建廠難以取得水配額，既有廠年年春季擔心缺水的時刻，欲有改善政府與工業都有其責任。

缺水是企業的營運風險之一，必須加以重視。台積公司推動綠色製造多年，水資源管理與節水是很重要的項目，累積了許多經驗，更藉節水成果在綠色工廠、綠建築、節水標章等外部評比或是認證獲得肯定。這樣的努力仍在持續中因此，工廠導入節水目標管理，擴大機台水回收涵蓋率，從源頭就強化廢水分流，提升回收效率。

廢水依照水質分流是提升回收率的重要關鍵。清楚分流並建立管網，納入幾種回收子系統併同回收是較有經濟效益的做法，在最新的半導體廠，廢水分流後種類可多達35種以上。看成果，一滴水已經可以循環使用3.5次以上，而這樣的努力還在精進中，正在朝向使用4次的目標前進。

台積公司也透過半導體協會，將我們的成果展現在國際同業的節水活動，協助世界半導體協會達成了2000~2010年單位用水量降低30%的目標，從數字看，台積公司的單位產品用水量是全球同業最少的。往前看，由於

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：台積電公司 許芳銘處長

氣候變遷加劇，公司預期水風險仍會持續上升，為了降低對原水的依賴，訂立了2025年比2015年單位產品用水量更降低20%的積極目標。

水在回收過程，無論是過濾、離子交換，都需要用電，當回收率高到一個程度，不得不平衡考慮缺水風險與減碳責任。因此除非有必要，不建議進行廢水全回收，也就是不建議做到零排放。理由是全回收需要將濃縮水蒸發與乾燥，結晶物或是污泥也需要委外處理甚或掩埋，造成另一種環境風險。

企業也需要以產品全生命週期的角度尋找節水機會。台積公司進行大規模供應鏈產品水足跡盤查，發現自家工廠用掉64%的水，供應商用掉其餘的36%。因此，企業推動供應鏈節約用水也是刻不容緩的事，台積公司從事這方面的努力已經有七八年之久。

從制高點看國家水資源政策，開源與節流同等重要，兩者都需要政府、產業與民眾共同重視與努力。天然水庫新蓋不易，城市污水再生轉供工業使用已是近年水利署的重要政策，產業基於國內缺水風險將長存應會支持，但是需要主管機關規劃好供水水質與備妥緊急狀況配套。

檢討推動節水政策之各種策略，耗水費即將開徵，但是長期言，徵收「耗水費」不如合理調整水價來得公平也較有全面性節水效果。政府未來可評估兩者的節水效果與對產業發展的影響，在二者中僅擇一實施。另外，建立各工業區與大型獨立工廠節水目標；推動產業採行節水最佳可行方案；每年枯水季開始時，即常態地啟動工業、民生與農業旱季節水措施，至確認降雨量使該年度無缺水風險為止，讓旱季有限的水資源盡量存在水庫裡，做為國家水風險管控的一部分。

總而言之，產業擔負國內經濟發展的重任，水資源為產業營運的關鍵，缺水則談不上產業發展；另一方面，水也是民眾日常生活的必需品，沒水難以度日。水議題十分重要，企業平日做好預防性措施，有機會減輕乾旱

議題二：水與發展-涓滴珍惜、水源永續

與談人：台積電公司 許芳銘處長

與洪氾災害損失。產業面對長期挑戰，支持修訂水相關法規與政策，也建議主管機關與產業充分溝通，規劃出完整可行的措施。

參、議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

一、前言

水，是地球上一切生機的命脈，同樣是全人類賴以維生最基本、也最重要的元素。水除了提供人類飲用所需，也提供地球萬物生存需求，食物鏈也因此存在，人類方得有豐足的營養來源，而成為生命之所繫。人類的文明在利用水循環過程中，逐漸因為擴張的需求而造成需求的矛盾。究竟人類福祉重要，還是生態環境的維護重要？這樣的是非選擇題不斷引發不同立場的論戰。然而可以確定的是，人類的經濟發展勢必需要考量對於水環境影響的控制，方不至於破壞水環境反致影響人類的基本生存條件。

臺灣雨水雖然豐沛，但分配不均，且坡陡流急，因此水資源利用與管理的難度很高，缺水風險每年都是政府面臨的嚴峻挑戰。而臺灣的地理位置又位於梅雨鋒面帶與西太平洋颱風路徑上，常有颱風豪雨發生，其造成的土石鬆動與崩落，也造成水庫淤積、供水風險甚至危及水庫生命，因此，除了經濟開發對水環境造成的影響外，尚有天然環境所帶來的風險，也更凸顯了水環境的經營管理在臺灣的重要性。

除了生存的基本需求外，水也攸關了民眾的生活品質。早期在河防安全掛帥之情況下，堤防高築、厚重混凝土的外觀儼然成為人民安全的保障圖騰，但近年在環境永續的目標下，治水目標逐漸由早期治水、利水、親水，轉為目前順應自然、與水共存；水利署所提出之治水計畫，亦從以往以防洪工程為主、環境營造為輔之思維，逐漸轉變為目前綜合治水、洪水分擔、出流管制之策略，也開始重視水岸環境之利用發展、生態保育平衡及親水環境等課題。因此，未來防洪安全或水資源開發運用趨勢，將朝向以整體資源管理及保護為基礎，兼顧治理及生態環境復育之方向，俾在保障居民生命財產安全及經濟發展需要之前提下，仍能維持優質之水環境。

二、面臨問題

(一) 降雨不均、旱澇頻增

臺灣地區在過去百年的暖化情形相當明顯，年均溫的暖化速度約為 $1.4^{\circ}\text{C}/100$ 年，大概為全球平均年均溫增溫趨勢($0.7^{\circ}\text{C}/100$ 年)的 2 倍。在降雨型態方面，臺灣地區總雨量在過去百年雖無明顯增多或減少，但總降雨日卻是明顯減少。大豪雨日數在近 50 年與 30 年有明顯增多現象，但小雨日則是大幅減少，呈現出下雨機會傾向減少，但一旦下雨就偏向降大雨的型態，朝向極端降雨的災害性天氣型態發展。

2016 年太平洋第一個生成的颱風(尼伯特)延後至 7 月以後，並成為第一個生成即侵襲臺灣的強烈颱風，另於 9 月份接連發生莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬颱風之侵襲，並造成全臺重大災情。而由近年之水情資料，臺灣面臨降雨不均、旱澇頻增之證據已很顯著，並承受著水資源供應及水岸環境之風險與威脅。

(二) 高濁度影響水環境

臺灣近年由於受到極端氣候及地震的影響，山坡土質鬆動並受豪大雨沖刷崩落，屢屢造成河川濁度飆升，甚至超過淨水場之處理能力，也陸續發生停水之情形。以大臺北地區之供水為例，以往仰賴青潭堰取用新店溪流域上游南勢溪之水源，自從 105 年蘇迪勒颱風造成重大土石災害，因濁度飆升致使臺北市發生近年最嚴重之停水事件；其後 106 年梅姬颱風侵襲，再次造成高濁度而停止取水之情況。

(三) 污染事件影響水環境

經濟發展攸關人民生計，因此人為開發勢在難免，惟因此造成環境污染之風險，同樣使民眾暴露於健康風險之中；反之，嚴格而單一強度之管制，限制人民開發之權利，亦可能造成該等居民之抗拒，反可能造成相關保育措施推動困難。

因開發擴張以及不肖業者不當之心態，造成水環境污染事件頻傳，危害當地生態環境及用水安全，在政府機關人力及財力不足之情況下，增加對於水環境管理之困難度。

(四) 生態棲地之改變

早期相關公共工程之規劃與供需思維，皆以人為本體，強調堅固之堤防或完善之取水工以保護人類的生命財產需求，另經濟發展所需建設用地，亦不斷與相關生態棲地衝突，而忽略可能對生態棲地之影響；另外因經濟發展而不斷發生水污染事件，亦傷害了原棲地生態之生存。

而生態棲地之改變，除造成食物鏈失衡及對各種動植物種之威脅以外，也象徵了其賴以維生之棲地失去了調節微氣候或淨化水質或空氣之功能，也同樣可能對於人類生存環境造成影響。

(五) 權責分散影響流域管理

水、土、林之經營管理及保育分屬不同權責，早期各機關各行其政，並著重傳統的工程整治，近年雖已開始納入保育與管理之需求，並藉由跨部會會議之方式共同合作推動相關工作，惟因施政權責與需求仍有不同，各單位所提政策存在本位，機關資源不易整合，難以發揮加乘之效果。

另各機關管理存在逕行援引其他法令或將自身權責加諸於其他機關之情形，而未審慎考量不同法令設計目的不同，以及可能存在之競合問題。例如各機關對於「水庫集水區」或「嚴重地層下陷」地區之管理，卻未能考量其必要性及合理性，除單一強度嚴格管制造成民眾抗爭外，逕行援引造成後續爭議問題之權責不明，以及管制目的與合理性不明確的問題，除影響民眾權益外，亦造成民眾不信任感，徒增施政衝突，不利爾後相關保育政策之推展。

(六) 過度開發超出環境承載能力

經濟開發除了可能造成水環境之破壞威脅外，由於總量管制之機制長期在臺灣未能落實，因此無法評估水體的涵容能力，亦不易對於開發進行詳細之影響評估判斷，長期累積結果，造成多條嚴重污染之河川，尤以接近都會區且其流域遍佈高污染性工廠之情況最為嚴峻。

(七) 保育工作缺乏長期人力與預算投入

早期政府及人民對於保育觀念較為薄弱，對於保育工作欠缺長期規劃及責任感，相關經費投入亦為有限。另因保育工作常需長期經營，相較於都市景觀、硬體設施及社會福利等措施，並不易於短期內展現成果，再加上政府財源日益窘迫，在預算經費排擠之情況下，亦可能導致相關資源投入之匱乏，而影響水環境之保育。

(八) 民眾對水環境保護觀念有待加強

水環境保育之觀念除了書面或影片意象之傳達外，更重要的部分係內化於民眾的生活；由於水環境保育的措施常造成民眾不便，且民眾對於水資源之匱乏及水環境之污染並無深刻之感受，導致落實行動保育之作法不易推行，也因此水環境保育之觀念無法深入於日常生活，間接影響水環境保育的效果。

三、辦理情形

因應以往水環境所面臨之問題，以及為能達成提供全民優質水資源及永續發展之目標，各單位於水資源保育之重要施政努力摘要如下：

(一) 推動水質水量保護與合理管制

1. 依據自來水法於取水口上游集水區劃定「水質水量保護區」，全國共劃定 113 處保護區，面積約 9,000 平方公里，約佔國土 4 分之 1 面積，依據自來水法第 11 條規定限制或禁止貽害水質水量之行為。

2. 引入低衝擊開發(LID)之做法，並利用其原理運用於非點源污染防治之推動，近年於坪林茶園之推廣，搭配最佳化管理(BMPs)之作法，獲得當地民眾之認同與配合，將可做為日後推廣示範。
3. 於 101 年 9 月 24 日訂定「水源保育與回饋費獎勵有機栽培植樹保林農地停耕執行注意事項」，將水源保育與回饋費進一步朝向合理運用之方向，並藉以促進保護區之水源保育與兼顧民眾權益之作法，並實際於南化水庫及新店溪青潭等保護區推動落實。
4. 於 101 年 7 月 11 日訂定「水源保育與回饋費獎勵有機栽培植樹保林農地停耕執行注意事項」，並據以推動保護區內巡查作業。而為進一步落實，亦同步成立跨單位之「水質水量保護區管制事項協調會報」，定期追蹤管考巡查成效與舉發案件管理。
5. 水利署配合 99 年 6 月 5 日公布之「環境教育法」，積極辦理環境教育，並逐年持續推廣以保育社區之型態強化水資源教育宣導工作，近年在桃園雪霧閣、苗栗新開、大湖、臺南大埔、西阿里關以及屏東里港等地，皆投入相關人力與資源，期輔以非工程措施達成維護優質水環境之目的，並喚起保護區內居民愛鄉護土之精神落實在地保育工作。

(二) 落實水質水量保護區之回饋機制

1. 落實「受益者付費、受限者得償」之精神，率先推動「水源保育與回饋」政策，以每年徵收約 10 億元之經費回饋受限鄉、鎮、市、區。除有助於落實生存正義，亦降低保育措施推動之阻力。
2. 推動設置專戶運用小組專款專用，使回饋費之運用落實地方自主，以切合地方實際需要，另於水質水量保護區內併同引導保育與回饋併重之措施，兼顧民眾權益及水環境保育。

(三) 推動水庫集水區保育治理

1. 擬定並陳報行政院於 95 年核定「水庫集水區保育綱要」，建立日後水庫水庫集水區流域經理之原則，開啟不同權責部會合作之契機，亦成為日後水庫集水區保育治理之方針。
2. 推動「石門水庫及其集水區整治計畫」，除緊急供水工程暨水庫更新改善、穩定供水設施及幹管改善外，更納入集水區保育治理工作，其中除土砂整治外，尚包含土地使用管理、土地使用與環境生態、防災監測、水庫集水區保育、保育防災教育宣導等工作，更具流域經理之概念。建置完成集水區三維地理資訊系統，建置石門水庫及其集水區防災通報系統，完成原水濁度自動監測系統建置共計 20 測站，進行水庫集水區 9 條溪流指標生物習性調查及評估，並辦理生態保育工作坊；另進行水庫蓄水範圍(含保護帶)、主流河道穩定治理，共計 22 件保育治理工程，防砂量約達 171,756 立方公尺，同時辦理各項生態解說宣導活動及水資源保育活動，累計完成 307 場次，總人數約 18,707 人。
3. 推動「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」，因應莫拉克颱風造成南部地區水庫營運管理之危機，其主要工作為水庫集水區保育治理、水庫更新改善及淤積處理、調度及備援系統提升、新水源開發四大項，水庫集水區保育治理項下辦理落實土地管理，強化集水區防災監測，加速集水區保育治理，推動保育防災宣導等工作。
4. 推動「國土保育—水庫集水區保育實施計畫」，於 104 年起陸續擬定核定阿公店水庫、牡丹水庫、仁義潭水庫、澄清湖水庫、明德水庫、白河水庫、石門水庫、霧社水庫、日月潭水庫、曾文水庫、南化水庫及烏山頭水庫等之水庫及水區保育實施計畫，刻正由各權責機關積極辦理中。

(四) 推動河川環境營造

1. 自 93 年起執行第 1 期「重要河川環境營造計畫(93-97 年)」，並於 97 年接續推動「重要河川環境營造計畫(98-103 年)」及「振興經濟擴大公共建設投資計畫-加速辦理中央管河川急要段治理與環境營造計畫(98-100 年)」，已有效漸進改善重要河川防災減災、營造自然豐富之水環境及親水遊憩空間、促進河川棲地保育、建置河川基本資料、設施維運之目標任務。
2. 以宜蘭河永金一號堤防為例，以「人水和諧、生態永續」為主軸，進行河道空間之綠美化輔，進而營造優質水環境。堤防以蜂巢格框鋪設增加綠化改善景觀及生態、採用透水步道及納入當地歌仔戲人文元素，兼顧安全、景觀、生態及人文；另北勢溪「103 年度北勢溪 1 號河溪治理工程」，除穩定河床及河域邊坡之安全外，另考量魚種增設渠道消除回流陷阱，工程並融入坪林茶葉一心二葉之在地意象，兼顧友善生態環境、降低生態衝擊及在地人文之理念；而旱溪畔之「康橋計畫」，則是分為下游「滯洪保護區」、中游「水岸休閒區」、上游「生態淨化區」，兼具防洪、休閒、生態意義，並已成為當地民眾重要遊憩地點。

(五) 推動海岸環境營造

1. 自 104 年起執行「海岸環境營造計畫(104~109 年)」，均遵守行政院核定「永續海岸整體發展方案」指導原則與基本理念，並以「除為因應災害所必需外，原則上不再新建一般性海堤；若有興建必要時，應儘量避免破壞當地生態環境。」作為執行準則，以達成「營造友善海堤空間，展現優質海岸環境」之計畫目標。相關做法包括人工養灘、沙質海岸堆沙植栽回復海灘自然風貌、緩坡塊石保護工。
2. 以花蓮南濱海岸為例，即係吊移原有混凝土消波塊移入海中作為人工潛礁，原地則改鋪具親水性的大塊石來保護海岸。提供民眾可親

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

近海岸的安全環境。兼顧保護海岸線、營造海洋生物棲息環境及景觀休憩；花蓮七星潭海岸，除海堤環境景觀改善外，尚包含橫向構造物(堰壩等)生態廊道改善、設置魚道、棲地設置生態工法、河道改善、濕地保育，另納入人工放流魚苗、社區營造、社區巡守與義工等非工程手段，皆為近年較具代表性之案例。

(六) 推動地下水保育及地層下陷防治

1. 為能有效保育地下水水資源、解決地層持續下陷問題，經濟部會同農委會、內政部自 85 年至 97 年間推動第一、二期地層下陷防治執行方案，98 年至 109 年間推動第一、二期地下水保育暨地層下陷防治計畫，針對地層下陷仍較為顯著之彰化、雲林地區，行政院自 100 年至 109 年推動雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫。
2. 依據水利署最新地層下陷檢測資料顯示，近 7 年宜蘭、桃園、高雄及屏東地區已趨停，嘉義及臺南地區已趨緩至每年 3.8 公分及 2.9 公分，而彰化地區下陷速率已由每年 17.6 公分減緩為 8.4 公分，成效最為卓著；另雲林沿海地區從每年 5.7 公分減緩至 3.7 公分；雲林內陸地區則從每年 12.2 公分減緩至 8.2 公分。而全臺持續下陷面積部分，亦由 1529 平方公里減少至 803 平方公里，防治成效卓著。

(七) 推動興建污水下水道系統

1. 污水下水道之興建為奠定提升民眾生活品質及維護水環境安全之重要基礎建設，早期較不受到地方政府之重視，惟近年在民眾對於環境品質提升的要求下，已逐年推動。
2. 截至 105 年 8 月，全國污水處理率合計達 52.67%，包含公共污水下水道普及率 29.47%，專用污水下水道普及率 10.26%以及建築物污水設施設置率 12.94%。並逐年推動中。

(八) 推動國土三法立法通過

1. 臺灣國家位處地震帶，地質不穩，伴隨近年來氣候變遷加劇，使得每逢颱風或豪大雨來襲，總造成許多災情。另臺灣是島嶼，缺乏海洋整合使用與管理的思維，且近年來農業生產用地在經濟發展需求下，面臨釋出壓力等重要國土空間議題。此議題涉及國土保安、生態保育、資源維護、糧食安全、經濟發展及城鄉管理等不同面向，亟須從整體角度思考進行空間規劃，除符合國內經濟及社會文化發展需求外，也須兼顧環境永續。
2. 而攸關國土永續發展及土地使用秩序的國土三法，歷經多年的推動，在各界的努力下，「國土計畫法」、「海岸管理法」及「濕地保育法」等 3 部法案皆已完成立法，落實推動國土計畫、國土復育、海岸保護、及濕地保護的目標，也是臺灣環境生態保育及國土永續發展重要的里程碑。

(九) 推動重要環境保護政策

相關環境保護政策及做法攸關水環境品質及安全甚鉅，且環保主管機關歷年亦陸續提出多項具體措施，重點措施如下：

1. 建立環境影響評估相關政策與機制：除於 83 年訂定並公布環境影響評估法外，另訂定「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」，作為相關開發行為是否實施環評之準據。各項開發行為，亦可藉由環評承諾事項降低開發對環境所產生之影響與衝擊。
2. 推動廢棄物源頭減量及回收：自 94 年起推動垃圾強制分類，逐步推動垃圾費隨袋徵收。全國垃圾清運量，從 86 年 1.143 公斤／每人每日，降至 104 年的 0.378 公斤，較歷史最高年(87 年)減量 63.56 %。104 年全國垃圾回收量共 399.21 萬噸，回收率達 55.23 %。
3. 推動環境教育：99 年 6 月 5 日公布環境教育法，以強化保育根基。截至 104 年，環境教育人員認證達 8,455 人，從事環境教育規劃推

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

廣及擔負環境教育之解說、示範及展演等教學事項；環境教育設施場所數達 99 處，環境教育機構為 22 所。

4. 修正水污法，開徵水污染防治費：104 年 2 月 4 日修正水污法，明定不得任意繞流排放，提高罰鍰上限；並於 104 年 5 月 1 日開徵水汙費，依排放污水量徵收費用，以促使減少污染排放量。
5. 推行總量管制：105 年 1 月修正發布「放流水標準」及「水污染防治措施計畫及許可申請審查辦法」完備總量管制法規規範。106 年 1 月 12 日核定全國首例桃園市新街溪及埔心溪流流域廢污水排放總量管制方式，以改善污染情形，並作為後續推動示範案例。

(十) 推動生態農業政策

1. 整體性治山防災及國土復育：辦理整體性治山防災計畫、辦理石門水庫及其集水區整治計畫、辦理曾文南化烏山頭水庫治理計畫、辦理水庫集水區土砂防治及保育治理與加速完成重大土石災害集水區治理，以保育水土資源，涵養水源，減免災害，促進土地合理利用，增進國民福祉。另辦理「建立地層下陷區濕地生態園區經營管理示範」計畫，營造濕地生態園區，辦理好美寮濕地調查，以保護生物多樣性，減緩地層下陷趨勢。
2. 加強農田水利建設：農田水利渠道更新改善 340 公里及構造物更新改善 829 座；推廣旱作灌溉及現代化管理設施，辦理旱作灌溉推廣 2,039 公頃、辦理休耕水田蓄水推廣 202 公頃；另結合農業生產資源，推動節能省水黃金廊道示範計畫；以及加強灌溉水質監測管理，共檢驗 43,700 點次，預防農地遭受污染。
3. 推動綠色造林，維護生物多樣性及自然資源：98 年至 100 年平地造林執行 1 萬 2,033 公頃，獎勵山坡地造林 1,756 公頃。經營管理 80 處自然保護區系統，成立 10 處為保護區系統專職管理單位，總計進行 3 萬 4,000 次巡護工作。新增公告澎湖南海玄武岩等 7 處自

然保護區。推動森林生態旅遊，選定花蓮大農大富、嘉義東石鰲鼓、屏東林後四林等 3 處大型平地森林園區，推廣 16 條生態旅遊遊程。

四、未來挑戰

(一) 氣候極端趨勢恐加劇

1. 近年氣候變遷漸趨明確，如 103 年與 104 年高溫現象已是有紀錄以來的兩名。103 年臺灣本島無直接侵襲之颱風，至影響 104 年上半年因而嚴重缺水；104 年 3 月與 4 月多數水庫蓄水率曾降至 30% 以下，而啟動第三階段公共給水的限水措施。俟於 104 年 8 月又連續有兩個颱風襲臺，造成大臺北地區原水濁度瞬間升高而需要停限水，且兩種極端現象皆同在 104 年接連發生。
2. 從巨觀之全球氣候觀之，聯合國「跨政府氣候變遷小組 (IPCC)」2007 對 2100 年全球預測，氣溫將上升攝氏 1.1-6.4℃ (最有可能的範圍 1.8-4.0 °C)、海平面則上升 18-59 公分如兩極冰層快速融解，會再提高 10-20 公分)。乾旱、颱風等天災的強度都將增強，北極冰層則在夏天可能完全融解。因此，不論從臺灣近年發生之現象以及國外專業機構對於全球氣候之分析，都顯示未來氣候變遷之趨勢恐持續加劇。

(二) 水環境仍存在污染風險

1. 由於非點源污染之特性，相較於點源污染更難以掌握及防治。其中山坡地的整治除經費龐大外，以近年強降雨發生之頻率以及地震頻傳，亦不易維持其整治成效；而因農業行為而產生之非點源污染，則攸關農民耕種物種與習慣，亦呈現地緣關係，除不易以單一作法通用於各地，亦不易掌握其發生時間與地點
2. 由於坡地之崩坍不斷發生，造成土石崩落入河川或水庫，造成原水濁度飆高，並進一步影響供水安全。

3. 經濟發展攸關居民基本生活條件，惟優質的水環境亦影響居民健康及生活品質。然而基於環保概念以及環境責任感不足，相關水污染案件時有所聞，未來在開發需求不減之情況下，水污染行為是否得以有效控制仍有疑慮。
4. 因機關人力不足，水污染之防治及違法行為取締成效不易彰顯。能否運用有效管理方法及監測科技，將影響水污染防治業務之效率。
5. 總量管制雖已有推動案例，惟尚在起步，後續相關管制成果及其他案例之推廣皆亟待檢討及推動。

(三) 流域經理作法需再加強

1. 依近年之天候變遷及水文條件，流域整體規劃之概念日益重要，亟待於各權責機關中持續推動，以保障優質用水環境；惟因涉及工作廣泛，涵蓋國土規劃、土地管理、產業調整及工程技術之轉變，且在各領域各有其專業及需求之情形下，如何有效整合與規劃，實為重大挑戰。
2. 水庫集水區範圍廣大，佔全國面積將近 3 分之 1，集水區內之環境若無法落實詳細調查工作，將不利各權責單位對症下藥，進而影響整治及管理之效率。
3. 國家之發展，宜兼顧社經發展與環境保育，合理發展、合理管制，皆不宜偏廢。但依據目前現況，經濟開發是否確實考量對環境之評估與衝擊？以及相關限制開發規定是否合理等問題，皆仍存在爭議與衝突，不易達成雙贏，若各權責單位未能針對權管法令建立合理之論述及合理管制，恐不利於水環境之保育。
4. 近年雖已逐步朝向水岸(河岸、海岸)環境營造之方式推展，惟仍待推廣，且其後續管理介面及營運等相關待解決問題亦逐漸浮現，不利永續經營。

(四) 水土林業務仍待整合

1. 經濟開發以及水環境保育需求迥異，以往著重各自發展，雙方需求無法兼顧，各目的事業主管機關亦欠缺兩者整體發展現況之資訊，致不易迴避或合作。
2. 水環境相關產業尚未蓬勃發展，不利傳統產業輔導轉型，間接影響流域經理產業與保育之綜合規劃及資源整合。
3. 為整合水、土、林資源與事權，刻正籌備環境資源部之成立，惟屢生波折，迄今尚未完成相關作業；雖目前藉由相關跨部會協調，相關業務尚可推行，惟因權責競合且易存在本位，故對於相關業務與資源能否有效整合仍有疑慮，亦影響行政協調及資源整合運用。

五、關鍵議題

基於前述「水與環境—水岸融合、環境優化」議題未來可能面臨之挑戰，提出關鍵議題如下：

(一) 如何降低開發對水環境之衝擊

1. 經濟發展攸關人民生活需求及品質，開發在所難免，惟開發若超過環境承受能力，反將造成人民健康與安全之風險。
2. 開發對於水環境之衝擊，宜從源頭即予控制、削減或補償，並應視為開發者應盡之義務。
3. 水環境污染稽查為遏止污染行為最為直接之方式，惟在機關人力與經費有限之情況下，需亟思有效管理之策略。

(二) 如何強化流域經理之作法

1. 水庫集水區之環境優劣，攸關下游水庫壽命及供水安全，因此應以流域經理之概念落實集水區內之整治與管理，以保育水土資源。

2. 國土計畫法雖已立法通過，惟相關子法仍待建立，另其國土計畫之定位與策略亦亟待建立共識，且應能納入流域保育需求及產業調整之思維。
3. 流域經理對於水環境保育之思維，除地面水外，亦應考量地下水環境之健全，以避免毫無節制之抽取造成水資源匱乏及污染。
4. 各機關宜檢視權管法令，檢討援引其他法令之合理性與必要性，並應強化其施政合理性之論述，以化解外界疑慮，降低日後推動各項保育措施之阻力。
5. 河岸環境營造兼具防(滯)洪、生態、景觀及休憩功能，立意良善亦廣受民眾歡迎，惟仍待推廣，且涉及後續維護管理問題，如何能永續經營，是為後續推廣之關鍵；另海岸管理法已立法通過，後續海岸營造管理宜應配合管理精神議定海岸防護、減災及管理之方式。

(三) 如何整合有限資源發揮綜效

1. 經濟發展對於水環境之影響宜有客觀且符合實際之評估方式，並應整合與強化相關環境監(觀)測資料，俾調整環境保育措施及產業發展之合宜性。
2. 產業型態攸關當地水環境之健全，若未整合及輔以合適之轉型或發展之輔導，將不利環境保育，亦影響產業之健全發展。
3. 水庫集水區之健全管理攸關水環境之優劣，惟如何能整合水、土、林之資源，如何能避免不同權責之介面與衝突以及充分互相合作，亦為重要課題。

六、策進作為

基於前揭關鍵議題，「水與環境--水岸融合、環境優化」之議題後續建議短、中、長期策進作為如下：

(一) 強化開發補償及水環境保育

1. 二年內推動水資源環境教育納入各級學校課程。(短期)
2. 強化推動水體廢(污)水排放之總量管制及生活污水源頭納管(中、長期)
3. 推動綠色基礎建設，降低環境衝擊。(中、長期)
4. 強化水環境之防治及教育宣導，促進水環境保育(中、長期)

(二) 推動流域經理，保育水土資源

1. 在安全無害的情況之下，二年內推動河川、海岸環境景觀改善計畫，促進民眾愛水意識。(短期)
2. 加速推動國土計畫，並結合水環境保育及產業調整之思維。(中、長期)
3. 強化地下水管理作業。(中、長期)
4. 強化保育措施合理管制。(中、長期)
5. 擘劃水岸願景藍圖，結合防洪治水及親水環境營造，永續經營管理，優化水岸環境。(中、長期)

(三) 整合環境資源，促進永續發展

1. 一年內完成水庫集水區管制措施檢討；二年內提報重要水庫及民生水庫保育實施計畫。(短期)
2. 落實經濟發展對於環境影響之評估。(中、長期)
3. 水環境科技研發結合產業轉型輔導，以利永續發展。(中、長期)
4. 持續配合組織改造，促進資源與事權整合。(中、長期)

(四) 行動方案與跨部會合作事項

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
1. 強化開發補償及水環境保育(策略)		
二年內推動水資源環境教育納入各級學校課程	● 教育課綱或教材之檢討。 ● 依據修正課綱或教材納入課程。	1. 主辦：教育部 2. 協辦：經濟部、環保署、內政部
強化推動水體廢(污)水排放之總量管制及生活污水源頭納管	● 落實推動廢污水排放之總量管制。 ● 加速推動下水道建設及強化用戶接管，從源頭納管污染源納入相關法令規範。	1. 主辦：內政部、環保署。 2. 協辦：經濟部、農委會、縣市政府。
推動綠色基礎建設，降低環境衝擊	● 研提加強低衝擊開發技術研發，提升廢水環境污染削減之功能。 ● 建立低衝擊開發相關規範及作法，以利推廣。 ● 減少開發對於水環境衝擊，並兼顧生態環境補償及保育措施。	1. 主辦：內政部、環保署。 2. 協辦：各目的事業主管機關、縣市政府。
強化水環境之防治及教育宣導，促進水環境保育	● 妥善運用既有技術及管理方式運用於水污染整治、水環境(水質、水量與生態)之監(測)控以及違規控管作業。 ● 積極創新水環境教育宣導推動策略，強化企業及民眾自覺與認同水環境保護，以形塑「水合作」文化。	1. 主辦：環保署、內政部、農委會、經濟部。 2. 協辦：縣市政府。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
2. 推動流域經理，保育水土資源(策略)		
在安全無害的情況之下，二年內推動河川、海岸環境景觀改善計畫，促進民眾愛水意識	● 推動河川環境營造計畫及海岸環境營造計畫。 ● 推動兼顧安全、景觀及生態之經營策略	1. 主辦：經濟部 2. 協辦：內政部、縣市政府
加速推動國土計畫，並結合水環境保育及產業調整之思維	● 加速推動國土計畫，以國土永續發展原則劃設國土功能分區。 ● 國土計畫納入水環境流域經理之需求，兼顧區域發展與水環境保育空間，進而引導健全之城鄉發展與產業調整思維	1. 主辦：內政部。 2. 協辦：環保署、經濟部、農委會、原民會、縣市政府。
強化地下水管理作業	● 流域經理納入地下水保育，掌握地下水水量、抽用量、補注、合理出水量之評估。 ● 建立單井安全出水量模式、地下水水情警戒因應機制、地下水資源運用監控管理資訊系統。 ● 推動產業調整及用水合理化，合理使用地下水並促進地下水保育。	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：內政部、農委會、科技部、縣市政府。
強化保育措施合理管制	● 各機關對於權管法令，應依各自管理需求建立完整合理論述及強化保育措施合理管制，期能在保障優質水環境下，使人、水關係和諧共存。	1. 主辦：內政部、經濟部、環保署、農委會。 2. 協辦：其他目的事業主管機關。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
擘劃水岸願景藍圖，結合防洪治水及親水環境營造	● 結合中央與地方之河川排水治理之施政作為，推動「水與綠」整合計畫。 ● 依據行政院核定之「跨域加值公共建設財務規劃方案」，加強檢討計畫成本效益評估，將外部效益內部化，鍊結周邊關聯發展機會及潛力發展地區，以提高計畫自償及後續經營管理之能力。	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：國發會、內政部、縣市政府。
3. 整合環境資源，促進永續發展(策略)		
一年內完成水庫集水區管制措施檢討；二年內提報重要水庫及民生水庫保育實施計畫。	● 完成水庫集水區環境之調查評估，並依權責檢討合適管制策略。 ● 針對重要水庫及民生水庫，研擬並提報跨部會權責之保育實施計畫，俾利後續推動。	1. 主辦：經濟部、內政部、農委會。 2. 協辦：環保署、原民會
落實經濟發展對於環境影響之評估	● 建立、強化及整合水環境之監測。 ● 藉由監測資料之完善，完成相關水資源帳或綠色國民所得帳，藉以反映在發展經濟時，自然環境及資源的耗損情況，俾供權責單位及民間團體隨時據以提供調整因應策略。	1. 主辦：環保署、農委會、內政部、經濟部。 2. 協辦：主計總處、水利署、水保局、林務局。
水環境科技研發結合產業轉型輔導，以利永續發展	● 發展水環境之監測、調查、分析、評估與污染削減之技術。 ● 藉由水環境相關科技研發，協助業界加強環境保育措施並輔導轉型，以利永續發展。	1. 主辦：經濟部。 2. 協辦：工業局、技術處、科技部、內政部、環保署、農委會、其他目的事業主管機關。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

引言人：經濟部水利署 鍾朝恭副署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
持續配合組織改造，促進資源與事權整合。	● 持續推動水、土、林管理事權整合，並配合組織改造作業，以增進流域資源利用及環境保育之管理成效。	1. 主辦：環保署。 2. 協辦：國發會、經濟部、農委會、內政部。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長

一、前言

桃園市的自然地形除大漢溪河谷地形外，大部分為古石門沖積扇，其中老街溪、新街溪、南崁溪等九大水系南北向流經桃園主要都會區，自古桃園台地的河川水系流路短，集水區小，因此除了大雨及雨季有充足逕流供灌溉使用外，常時僅涓涓細流，為了改善灌溉之需求，乃興建埤塘儲存雨水，目前本市尚有2千餘口埤塘，埤塘與埤塘間藉由灌溉圳路東西向串連運用，而河川、埤塘與圳路形成棋盤狀交錯的水利系統，構成桃園獨特地理景觀。

桃園市政府辦理老街溪、新街溪、南崁溪治理並結合環境營造改善都市藍帶系統，並廣設親水公園及生態步道、水岸自行車道，帶給市民優質親水綠帶，以增進兩岸民眾福祉。

桃園市政府同時推動中之桃園航空城將帶動台灣的創新產業，以「治水」、「利水」、「活水」、「親水」為原則，結合流域治理及相關公共設施，立下水與環境結合之優良範例。



圖 1 桃園市水系、埤塘分布圖

二、桃園航空城開發之水域補償及環境保育

航空城特定區開發乃我國之重大經濟建設計畫，為確保計畫區域保護基準提升後，不增加下游之洪水風險，及減少土地開發對水道之負擔，並配合水利署「『流域綜合治理計畫』逕流分擔與出流管制試辦操作—以桃園航空城為例」之計畫，故基地依本案開發進程與公共建設，採取水域補償措施，分擔增加之逕流量，推動航空城朝低衝擊開發方式邁進，建立韌性航空城。

(一) 開發土地滯、蓄洪設施

依據再審定版都市計畫之「都市防災計畫」，航空城訂定四項水域補償措施，如下說明：

1. 計畫區內公園或綠地提供 13 公頃水域面積。除確定公 51 將提供 5 公頃之水域外，剩餘 8 公頃則暫定設置在埔心溪及新街溪沿河綠帶上，以減輕水道之逕流負擔，如圖 2。
2. 自由貿易港專用區至少提供 5%的土地面積作為生態景觀池，約 5.2 公頃。
3. 產專區至少提供 5%的土地面積作為生態景觀池，約 27 公頃。
4. 計畫道路 1-1-60M 提供 20 公尺長度，作為道兼水之水域範圍，約 8.7 公頃，其配置如圖 3。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長



圖 2 計畫區內公園或綠地預定之水域補償範圍圖

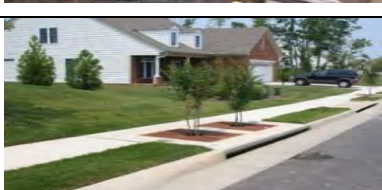
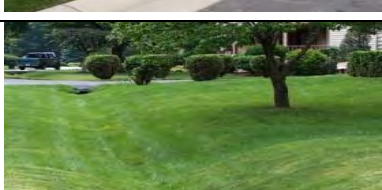


圖 3 計畫區內道路優化（道兼水）之水域補償範圍圖

(二) 低衝擊開發設施

配合桃園航空城「治水」、「利水」、「親水」、「活水」之四大水政策及整體綜合治水策略，擬以小規模滯洪功能取代大規模滯洪，發揮化整為零之功效，即採取低衝擊開發(LID)，LID 各項單元設施說明如表 1 所示。

表 1 LID 各項單元設施說明彙整表

設施名稱	照片	適用地點
透水鋪面		行人步道、自行車道、廣場及公園等開放空間，或停車場及低交通量的道路
綠屋頂		可於平屋頂上或坡度小於 40 度的斜屋頂上建造，適用於新蓋建築或既有建築改建
生態滯留/雨水花園		公共道路用地、停車場、私人庭院、公共開放空間(如公園或廣場)、人行道及中央分隔島
雨水桶		高度都市化之住宅區、商業區、公共地區或工業區
樹箱過濾設施		公共設施、停車場及人行道等場址受限區域
植生溝		停車場、庭院、公園、道路及都市間的公共設施空間
滲透側溝/井		社區開放空間、建築物周圍、街道、人行道、停車場、庭院

資料來源：「水環境低衝擊開發設施操作手冊」，內政部營建署，105.03。

(三) 中水利用工程

為減少航空城開發後對水資源之衝擊，航空城開發亦將引入中水作為二元供水系統，利用建物筏基空間或基地退縮帶及法定空地設置貯水槽，增加水源供應之穩定度，如圖 4。

藉由 LID 結合雨水回收系統及回收再利用之策略，航空城之中水可供特定區內之產業區生產用水及次級公共用水(沖廁、澆灌)使用，其來源包括航空城臨近之桃園、中壢水資源中心之再生水源及航空城住宅區內之雨水貯留。有關中水供應與雨水貯留之結合可參見圖 5。

(四) 既有埤塘滯、蓄洪設施

航空城區內共 23 口埤塘，其中 19 口埤塘依據政策環評之決議，必須保留，因此未來將規劃埤塘朝向水資源兼作滯洪、蓄洪功能使用，如圖 6 所示。

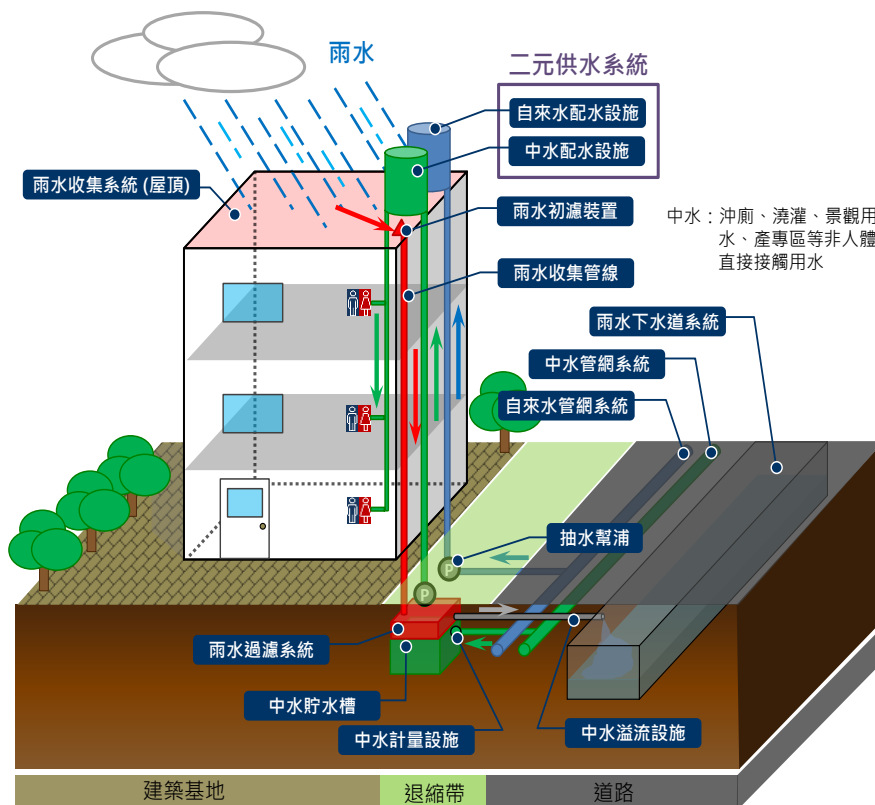


圖 4 雨水貯留系統示意圖

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長



圖 5 航空城中水系統示範區位置圖

埤塘水源定位	埤塘編號
① 雨水調節(滯洪)	2-2-6、2-24、2-26、2-3-1、4-10、4-11、4-12、4-13、5-10、莊稼
② 灌溉專用為主	2-4-1、5-11(橫山大埤)

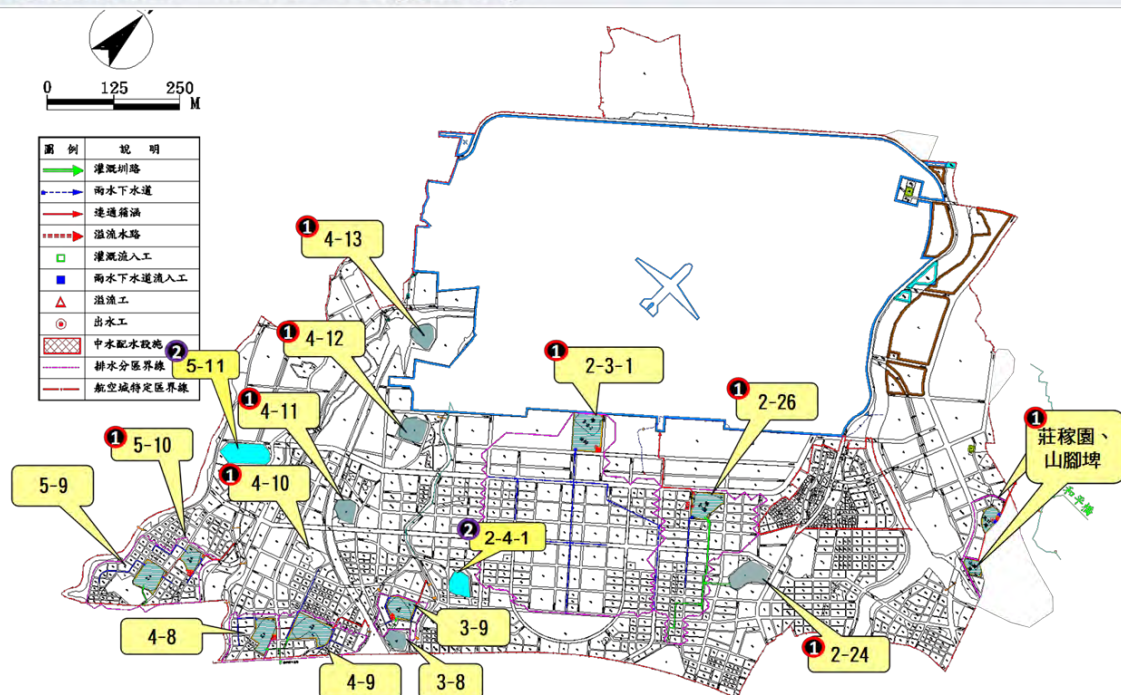


圖 6 航空城範圍內既有埤塘規劃圖

三、大漢溪水土資源共生共用

為落實流域整治，廣設親水公園及生態步道自行車道等工作，並回應地方發展需求，市府正積極辦理有關大漢溪之整治及規劃。

大漢溪沿岸於本市轄管範圍內之自然環境資源豐富，人文環境多元，更為本市發展歷史最悠久之東側都心重鎮。惟現階段為平衡防洪安全、河川管理及水資源保育等需求，除於大漢溪河道兩側劃設河川區域線及水道治理計畫線外，亦於鳶山堰至後池堰間，劃定板新水質水量保護區、鳶山堰水庫蓄水區及重要水庫集水區等諸多限制使用範圍，以致本區域因受制於水利法、自來水法、區域計畫法及環境影響評估法等相關法令限制，水土資源之分配以水域環境空間為主要導向，產業發展受限、土地利用價值降低，無法有效推動地方發展，區域整體競爭力逐步削減。

鑑此，為利於大漢溪整體水土資源共生共用，桃園市政府刻正辦理「大漢溪桃園市轄段(後池堰至鳶山堰間)區域總體規劃可行性評估」計畫，主要係結合水環境保育及產業調整思維，透過區域水土資源調整手段，並投入必要之公共建設資源，創造大漢溪河廊新風貌，同時提升區域整體競爭力，以達成「水土資源永續利用、開創區域發展動能」之目標。依據初步規劃成果，大漢溪二岸區域整體規劃願景如圖7，其中重要之規劃策略如下：

大漢溪二岸整體規劃



圖 7 大漢溪兩岸總體規劃願景圖

(一) 兼具區域發展之水域資源空間調整

過去便於河川區域管理，大漢溪上游河段劃設有河川區域線，其中三坑舊河道在大漢溪改道後陸化已久，且現況土地多為農牧租用，為本區域範圍內在不影響河川防洪空間之前提下，可供調整為發展使用之最適宜區位。

因此，規劃將大漢溪左岸後池堰至中庄堰間之防洪構造物完整串聯，就目前未施設堤防區位辦理築堤防護工程，在河川防洪需求得以確保後，後續配合水利主管機關進行河川區域線之調整，規劃利用堤後之新生浮覆地。

(二) 結合多標的功能之水利防災設計

辦理築堤防護工程之同時，規劃將其堤後道路型式設計為供車行及自行車道，除提供新生浮覆地開發基地之通行功能，亦可一併改

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長

善整體自行車路網串聯。此外，配合水資源永續利用及綠能發展需求，同步規劃於防汛道路下埋設石門原水專管，並擬於堤頂設置太陽能光電系統，供電予開發基地使用，以結合防災、水資源、交通、觀光、綠能等多標的功能，如圖 8，以利於建設資源整合。

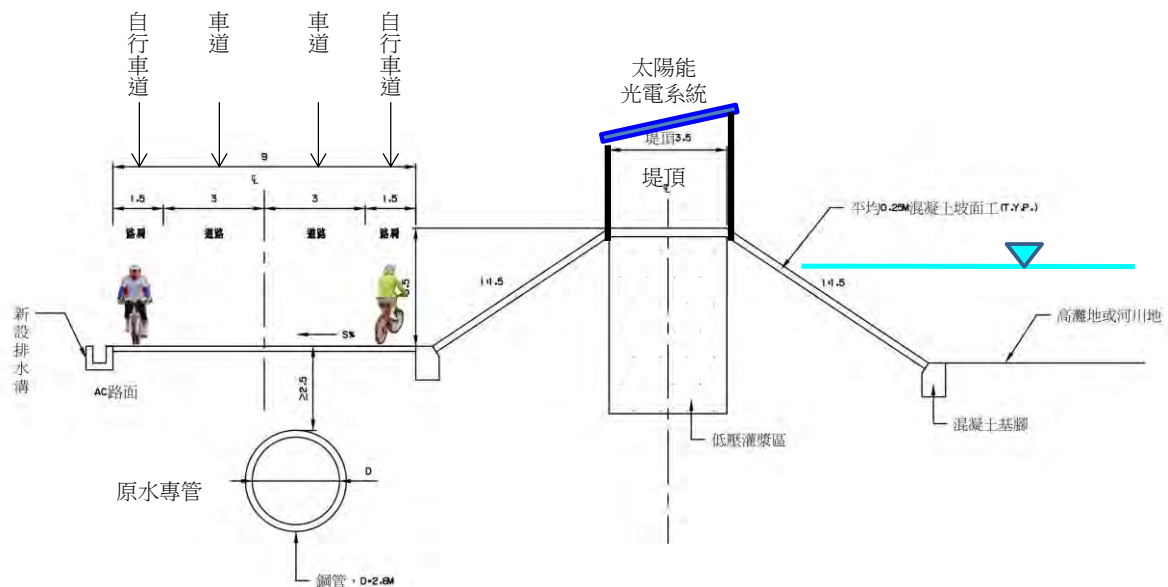


圖 8 多標的堤防參考設計型式

(三) 促進水資源永續利用之具體改善

大漢溪後池堰至鳶山堰間之水資源利用有中庄調整池及板新淨水廠取水使用，且大漢溪水源為提供整體桃園地區及部分新北地區之重要命脈，有其不可替代之重要性，因此為確保水資源利用不致枯竭，爰規劃有「石門原水專管工程」及多項側向流入排水之「水質淨化工程」等改善措施，包括「員樹林排水礫間水質淨化工程」、「大溪排水人工溼地水質淨化工程」、「埔頂排水礫間水質淨化工程」如圖 9 所示，強化改善整體大漢溪河川水質，同時確保板新淨水廠取水之水質及水量。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長



圖 9 大漢溪水質淨化工程區位圖

(四) 結合在地特色之土地使用規劃

針對三坑舊河道之新生浮覆地土地使用，則規劃以契合大溪地區於桃園市區域計畫中之生態休閒都心定位，並結合基地周邊在地環境特色，以「運動休閒」、「遊憩活動」及「石門花園」等三大主軸進行規劃利用，相關規劃構想如圖 10 所示。

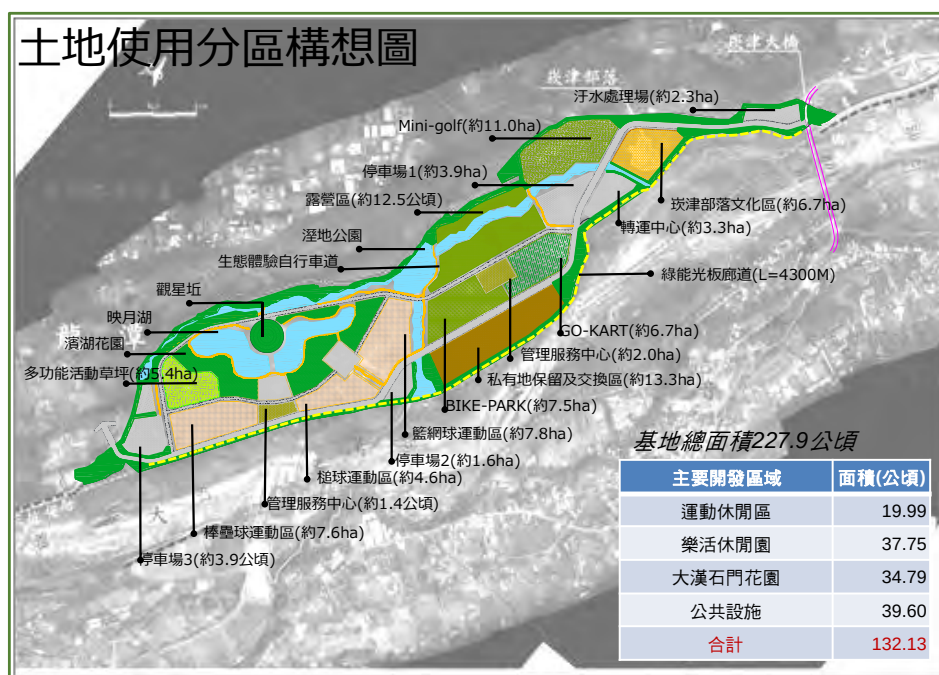


圖 10 新生浮覆地土地使用分區構想

四、整合環境資源、促進永續發展

桃園市近年積極進行老街溪、新街溪、埔心溪、南崁溪、大漢溪等河川流域整治，並廣設親水公園及生態步道、自行車道，提供市民親水休閒遊憩環境；另藉由污染源削減及河道疏濬，加強水質改善及河防安全，使河川水質不但更加清淨，亦恢復孕育生命的本能，同時也改善疏洪能力，進一步保障沿岸居民生命財產。桃園市政府對流域推動治理內容如表2所示，其中老街溪、新街溪及南崁溪等水環境營造推動情形說明如下：

表 2 桃園市政府近期推動三大河川流域整治工程

河川流域	整治工程
老街溪	· 老街溪伯公潭段水域整治工程、步道及自行車道串連
新街溪	· 新街溪治理工程 1 處、應急工程 2 處、景觀步道 5 處
南崁溪	· 南崁溪(東門溪)朝陽公園礫間水質淨化工程 · 南崁溪水汴頭水域營造(倒伏堰、水質改善) · 南崁溪印象大橋、南崁溪忠孝西橋 · 南崁溪支流東門溪桃林鐵路分洪工程

(一) 老街溪水環境營造

中壢區老街溪自 99 年起推動老街溪第一階段整治計畫，透過鄰近景觀改善對開蓋後所釋出的水岸空間進行改造規劃，建構長達 3.6 公里的無障礙自行車步道來延展老街溪的沿岸風光。第二階段則納入全流域治理概念持續延伸老街溪整治，如老街溪伯公潭段水域整治工程、步道及自行車道串連，係以原中壢區開蓋段為中心，往上游整合伯公潭段的吊橋、陸橋及田園風光，以及納入周邊的客家區域及富歷史意義的糯米橋，打造平鎮區伯公潭段的「歷史、文化、田園低碳水岸生態社區」，規劃構想如圖 11 所示。老街溪下游段整治則往高鐵區進行延伸，打造青塘園地區成為中壢新亮點。

此外，為美化老街溪河岸垂直護岸，營造河岸景觀，本府於中壢區老街溪河教中心至中央橋辦理景觀改善，施設花槽 624 座及種植蔓性馬櫻丹綠美化護岸 828 公尺，型塑老街溪空間景觀，另提出「夜

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長

間光點改善計畫」，於步道旁邊增設炭燈並且雕琢水景，增加老街溪晚上景點。



圖 11 老街溪伯公潭段水域整治工程規劃配置示意圖

(二) 新街溪水環境營造

新街溪流域範圍涵蓋龍潭、平鎮、中壢及大園等地區，因舊河道護岸高度不足，加上河道束縮，致使每逢大雨就造成兩積淹水問題，本府未來除持續進行新街溪整治工程，以及在沿岸闢建親水公園及景觀步道等設施外，同時管制上游工業區之工業廢水排入，朝治水、親水及綠水目標邁進。有關新街溪水環境營造說明如下。

為加強新街溪整治工程，市府辦理堤防護岸整治、護岸加高、景觀綠美化工程以及疏濬工程，並於滿庭芳橋、偉大橋、龍岡橋、美隆橋及福州橋等河岸設置水岸景觀步道，串聯既有步道系統，同時於滿庭芳橋處之眷村與水圳間設置樂活公園，增加市民休憩空間。規劃構想如圖 12 所示。



圖 12 新街溪滿庭芳橋旁樂活公園改善規劃模擬圖

(三) 南崁溪水環境營造

南崁溪流經桃園區、龜山區、八德區、蘆竹區等人口稠密地區，流域內居住人口達五十五萬人，由於早期南崁溪水患及河川污染問題嚴重，歷年已投入大量治理經費，進行南崁溪環境營造工作，以改善河川環境。近期治理重點主要以有妨礙行水之橋梁進行改建，如忠孝西橋、南崁橋、新路橋等；水汴頭水域營造；東門溪(南崁溪支流)朝陽公園礫間水質淨化工程；以及自行車道斷點部分串連，如印象大橋自行車道、步道計畫等。

此外，上游支流之東門溪排水幹線因中下游河道管理維護不易常有淤積導致通水斷面不足，常有洪水宣洩不易導致回壅溢淹現象，造成龜山工業區與桃園都市計畫區積淹問題。故本府南崁溪支流東門溪桃林鐵路分洪工程，於已停駛之桃林鐵路(山鶯路至南崁溪)上埋設排水管涵，透過桃林鐵路段分洪治水，解決桃園市龜山區龜山工業地區積淹水問題。相關改善整治工程規劃成果詳圖 13 及圖 14 所示。



圖 13 南崁溪忠孝西路忠孝橋改建工程模擬圖



圖 14 南崁溪水汴頭大橋親水河岸自行車道規劃示意圖

五、桃園市水土環境教育

為促進市民瞭解個人及社會與環境的相互依存關係，增進環境倫理與責任，進而維護環境生態平衡、尊重生命、促進社會正義，培養環境公民與環境學習社群，採用教育手段，增進市民保護環境之知識、技能、態度及價值觀，促使市民重視環境，採取行動，以達永續發展之目標。推動方向分為「自主防災環境教育」、「水資源環境教育」及「環境教育場所營造」，以學校、社區等公民團體培育環境教育專責人員，及社區單元推動環境教育團體為主要核心。有關各項活動辦理情形，詳表3所示，活動辦理內容說明如下：

(一) 自主防災環境教育

自 101 年起陸續於易淹水區域推動水患自主防災社區計畫，105 年再新增 5 處自主防災社區，合計共 23 處，辦理教育宣導、研習與志工組訓，輔導社區建立防災觀念與常識，培養災害緊急應變能力，落實並強化社區防災工作，以維護公共安全。

(二) 水資源環境教育

藉由自主防災社區之營造，並於 104 年度起加入水資源環境教育課程，以在地水環境為教材，加強市民了解周邊水域環境，提高水域環境與生態之「復育」、「教育」、「保育」意識。

(三) 下水道環境教育

配合污水下水道接管工程，辦理污水下水道工程環境教育說明會，使市民了解水資源、下水道與生活的關係，並說明污水下水道系統接管相關工程之推動過程，市民的權利與義務。

(四) 環境教育場所營造

為推動環境教育活動，亦輔導規劃相關環境教育設施場所以整合環境教育專業人力、課程方案及經營管理，用以提供環境教育專業服務之具有豐富自然或人文特色之空間、場域，目前本府與河川水域相關場域已有石門水庫、老街溪河川教育中心等 10 處環境教育設施場所取得認證，未來將規劃輔導桃園北區、中壢及埔頂水資源中心取得認證。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長

表 3 桃園市政府推動各項水土環境教育辦理情形

自主防災環境教育活動剪影	
	
水資源環境教育活動剪影	
	
下水道環境教育活動剪影	
	
環境教育場所營造	
	

六、埤塘多功能使用與特色營造

(一) 埤塘資源再利用

1. 都會區滯洪-西坡埤塘生態公園：

為改善南崁溪支流東門溪周邊之東勇路易積淹之水患問題，利用西埤、大湳水上樂園埤塘空間進行滯洪，除可改善東勇街、和平路及樹仁三街淹水問題，針對目前既有水圳護岸老舊，且部分為土堤段以及圳道兩側環境景觀雜亂缺乏整理，水圳腹地缺乏步道休閒空間，利用自行車道及步道開闢後，活化農水圳溝使用，協助改善當地水圳環境，提供民眾休閒活動空間。有關西坡埤塘生態公園規劃成果詳圖15所示。

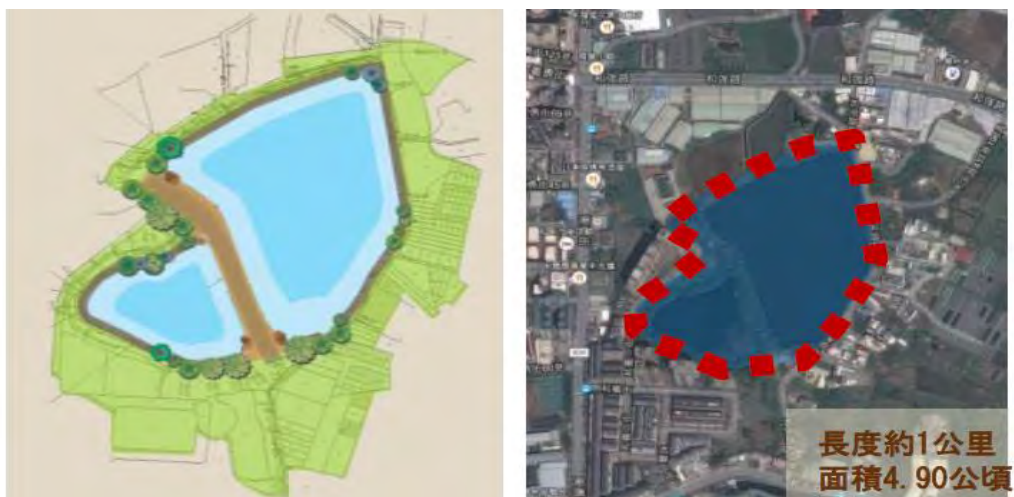


圖 15 東門溪西坡埤塘生態公園規劃示意圖

2. 都會區滯洪-中原埤塘生態公園：

過去中原大學一帶都市排水系統僅考慮既有排水分區並無考慮區外匯入的水量，導致既有洪水調節功能降低。由於針對中壢地區既有排水系統進行修整不易，因此本府利用中原大學及環中東路旁之中原埤塘(14A)進行滯洪，以解決中壢後站地區及下游中壢工業區淹水問題。此外，中原埤塘(14A)平時可結合周邊景觀餐廳，增加中壢後

車站地區之休憩地點，形成「中原生態公園」，營造成為都市景觀的一部分，提高中原地區周邊生活品質與經濟價值。

3. 埤塘資源再利用-防災滯洪資源：

(1) 埤塘生態公園

桃園埤塘遍布，曾有千埤之鄉之美名，近年來本府與桃園、石門農田水利會合作，活用現有埤塘資源，已營造多處埤塘成為「埤塘生態公園」，例如 1-4 號池埤塘公園、高鐵特定區之青塘園、八德埤塘公園。

(2) 埤塘水資源活化

桃園產業用水成長快速，埤塘因具有蓄水空間，故早年工業單位曾租用水利會灌溉埤塘，作工業用水原水調配使用，例如台灣中油桃園煉油廠則租用 1-16 號埤塘，調配工業用水，屬於水利會埤塘多角化經營之一環。

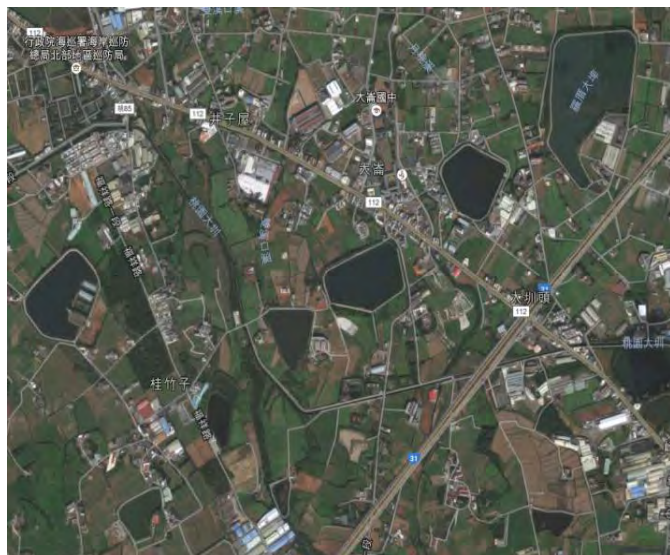
目前亦有工業區租用水利會埤塘，增加工業區之備援用水容量，水利會則採取加強灌溉方式，增加埤塘之調配容量，以滿足工業部門之產業用水需求。例如位於觀音區之桃園科技工業區，則租用桃園農田水利會 10-20 池，浚渫挖深後，可貯水 70 萬立方公尺，可供工業區七日備援使用。

(二) 低碳綠能結合運用

為因應低碳綠能之時代潮流，本市近年積極推動太陽光電綠能發展，基於綠能發展結合地方特色，規劃推廣桃園、石門農田水利會之埤塘、灌溉渠道，在不影響灌溉功能下，利用埤塘空間發展水上浮島式太陽光電系統，有效運用埤塘，期許「自己的電、自己發」，使桃園真正成為綠能城市。如圖 16 所示。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：桃園市政府水務局 劉振宇局長



(桃園地區埤塘分布空照圖)



太陽能板推廣應用



(日本兵庫縣池塘上漂浮太陽能發電廠)

圖 16 埤塘空間再利用-漂浮式水上太陽能板應用示意圖

七、結語

藉由河川、埤塘、圳路與道路相互支援、串聯都市藍綠帶生活，塑造與自然共享之水利環境，建立桃園為低碳、韌性、智慧、生態的城市。

水域環境再造，結合低衝擊開發與土地多目標使用，除降低環境風險外，並進一步形塑桃園城市水文與地文，朝環境永續的道路邁進。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

一、前言

台灣的水環境維護，涉及許多權責部門，包含水利署的流域治理、環保署的污染防治、農委會的水土保持、內政部的國土規劃及區域發展等，還有地方政府的具體措施落實推動。前述部門或機關的相關政策、管理作為、工程建設等作為，都牽動著全國的水環境的形塑。

隨著國家公共工程硬體建設的完備，經濟的穩定成長，以及國民素質的提升，再加上各部會秉持夥伴政府精神協力合作，並依據其權責分工推動相關工作，使當前台灣水環境遠較二、三十年前改善許多。我們的親水環境已更為普遍了，舉凡宜蘭冬山河的治理，台中秋紅谷公園的建置，以及近來的康橋計畫，皆突顯出在水環境維護的議題上，政府資源的投入以及人民的需求，較之以往已大幅提升。

然而，面臨全球氣候變遷及極端氣候頻仍的衝擊，山林過度開發及水土流失，再加上工業發展帶來各種污染物質的排放，使水環境的維護遭遇了更多的挑戰，包含：(1)降雨不均、旱澇頻增；(2)高濁度影響水環境；(3)過度開發超出環境乘載能力；(4)生態棲地之改變；(5)權責分散影響流域管理；(6)污染事件影響水環境；(7)保育工作缺乏長期人力與預算投入；(8)民眾對水環境保護觀念有待加等八大關鍵問題，其中5~8又為重中之重的課題，應設法突破當前工作推展之窘境，以型塑水環境新文化。

以全台主要河川中最大流域面積，也是大高雄地區逾兩百萬人口的飲用水來源高屏溪為例，早期流域從上、中游即有大量畜牧廢水介入，導致水質惡化不佳，使得大高雄地區的居民沒有優質的飲用水源。為解決此問題，政府成立了高屏溪流域管理委員會，長期投入資源於高屏溪的治理及保育，目前水質已較過往改善許多。然而，高屏溪的水環境，迄今仍面臨著許多的問題。

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

本次論壇擬就高屏溪流域水質治理情形進行概要介紹，再借鏡日本治理琵琶湖的經驗，反思我國在水環境維護的事上，需要加強與突破的地方。

二、高屏溪流域管理委員會及治理概況

(一) 高屏溪流域管理委員會

過去高屏溪流域之整治因地域及業務性質之不同而分屬不同主管機關，而各不同業務主管機關之治理資源分散且目標不一，造成河川流域無法有效整體整治。爰此，為達成河川永續經營目標，政府採用流域整體規劃治理高屏溪。並於民國九十年成立了高屏溪流域管理委員會(以下簡稱委員會)，旨在確保大高雄地區飲用水水源水質、維護高屏溪流域河川生態環境、及有效執行防制取締違法違規行為。為達成前述流域管理任務，該委員會之執掌共分為六項：(1)關於高屏溪流域整體治理計畫之策劃、協調及追蹤管制事項；(2)關於高屏溪流域內重大開發經建計畫之協調、諮詢事項；(3)高屏溪流域內有關河川防汛之協調、推動事項；(4)高屏溪流域內有關污染及生態環境之防護、協調事項；(5)高屏溪河川區域內有關違法案件稽查、取締之執行、協調事項；(6)其他有關高屏溪流域管理及協調事項。

委員會之組織架構係依據「高屏溪流域管理委員會執行計畫書暨設置要點」，由經濟部會同各相關部會成立，其人員組成由經濟部、環保署、內政部、農委會及高屏二縣市政府派員兼任之，聯合稽查大隊 80 人負責現地稽查巡守等業務，以全日 24 小時三班制輪流，現該會成員共計 109 人，組成架構詳圖 1 所示。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

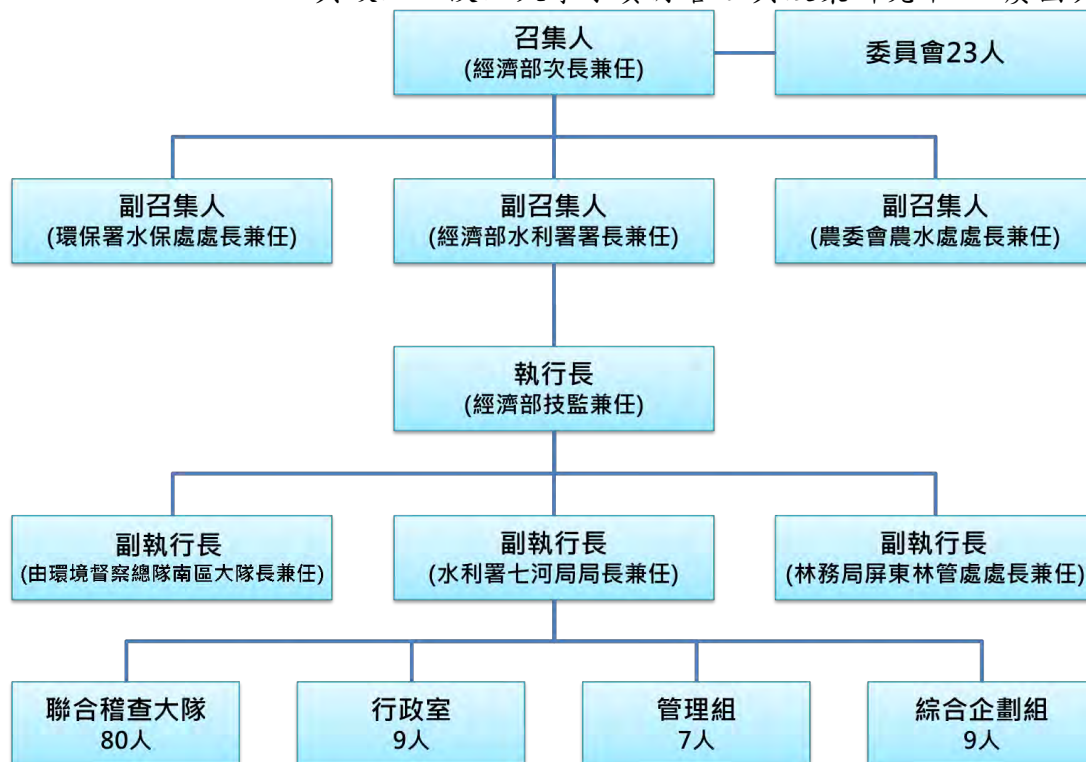


圖 1 高屏溪流域管理委員會之組織架構

根據民國 104 年「高屏溪流域整體經理實施計畫(104-107 年)」，4 年總經費約 105 億元，其計畫要項共有七大項：分別為水資源經營管理、水質維護、水土災害防治、集水區經營、河川營造生態保育、維生系統安全及綜合業務，104 年度執行各項計畫及經費統計彙整如表 1。

表 1 高屏溪流域整體經理實施計畫(104-107)年經費統計

	水資源經營管理	水土災害防治	水質維護	集水區經營	河川營造生態保育	維生系統安全	綜合業務	合計
經濟部	48.54	24.89	0	0	0.72	0	0	74.15
農委會	0	7.6	0	0.9	0.01	0	0.07	8.58
內政部	0	0	9.13	0	0	0	0	9.13
環保署	0	0	0.42	0	0	0	0	0.42
交通部	0	0	0	0	0	12.8	0	12.8
小計	48.54	32.49	9.55	0.9	0.73	12.8	0.07	105.08

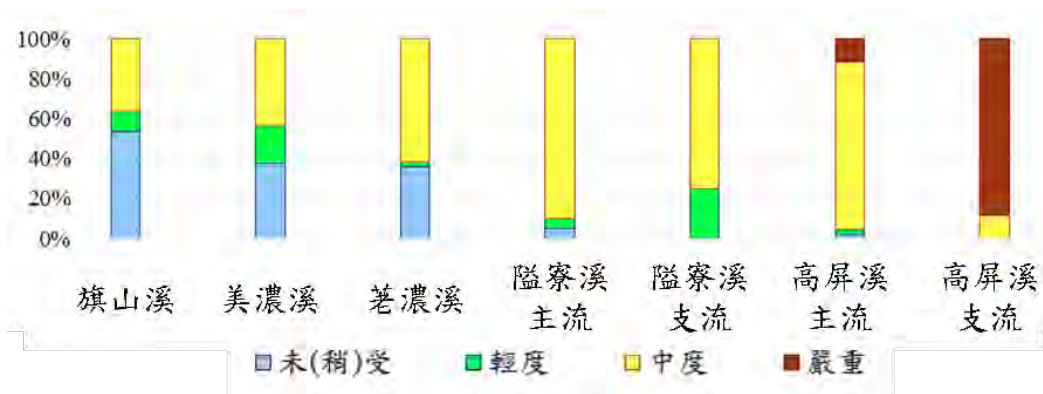
(二) 高屏溪流域水質改善成效分析

高屏溪流域管理委員會成效良好，自民國 90 年設立後，高屏溪流域水質已大幅改善。由於高屏溪流域為重要水源，因此其水體分類除雙園大橋以下為丙類外，其餘皆為乙類以上，其分布概況如圖 2 所示，甲類水體分界點之集水區面積佔全流域一半以上，其次為乙類水體，丙類水體所佔面積最少。據 104 年度水質監測結果，可看出高屏溪上游支流之水質優於下游(圖 3)，且各區段水質大致符合地面水體分級設定之目標。



(資料來源：「104 年高屏溪流域管理工作執行年報」)

圖 2 高屏溪流域水體分類現況



(資料來源：「104 年高屏溪流域管理工作執行年報」)

圖 3 高屏溪流域各主支流河川污染程度百分比統計

高屏溪流域的水質能夠改善的主要原因，在於離牧政策的推動。民國 89 年以前高屏溪攔河堰上游之養豬數量約 50 萬頭，因離牧政策實行，目前高屏溪攔河堰上游之養豬數量已降低至 9,000 頭以下，水質因此顯著改善。若以環保署水質測站之氨氮作為畜牧廢水及民生污水對於高屏溪水質污染之指標，由圖 4 可看出高屏溪攔河堰上游各測站的氨氮濃度，自離牧政策推動以來，即有明顯下降。惟高屏溪攔河堰下游測站則發現氨氮濃度反有上升趨勢，此係部分養豬農移至下游所致。整體而言，高屏溪的離牧政策使得畜牧廢水的衝擊，對於高屏溪攔河堰上游已大幅減少，並確保了澄清湖水庫能免於畜牧廢水的影響。然而，依據 104 年度水質監測結果，高屏溪流域上、中游仍有大比例的監測結果屬中度污染，進一步的探究可知主要係懸浮固體偏高所致，且大致而言近年之懸浮固體較十五年前有較高的現象(圖 5)，主因強降雨沖刷地表土壤所致，顯見高屏溪雖然藉著離牧政策使得畜牧廢水的介入情形減輕，整體流域水土保持工作的推動，在極端氣候的衝擊下，有再強化以減少土壤流失並改善水質的需要。

因著離牧政策使得部份養豬農移至高屏溪下游流域，如武洛溪集污區及牛稠溪集污區，匯集了畜牧廢水及民生污水，再匯入高屏溪(圖 6)，使得高屏溪攔河堰以下水質不佳，大多屬於中度污染程度的水質

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

(圖 7)。雖然這些廢污水已不致影響最主要的民生用水(澄清湖水庫)，但由於高屏溪攔河堰下游仍有高雄農田水利會的曹公圳，及屏東農田水利會的新園舊圳及萬丹圳取水供灌，故其水質仍對農業生產環境造成衝擊，以曹公圳為例，水源水質常年氨氮有偏高的情形。

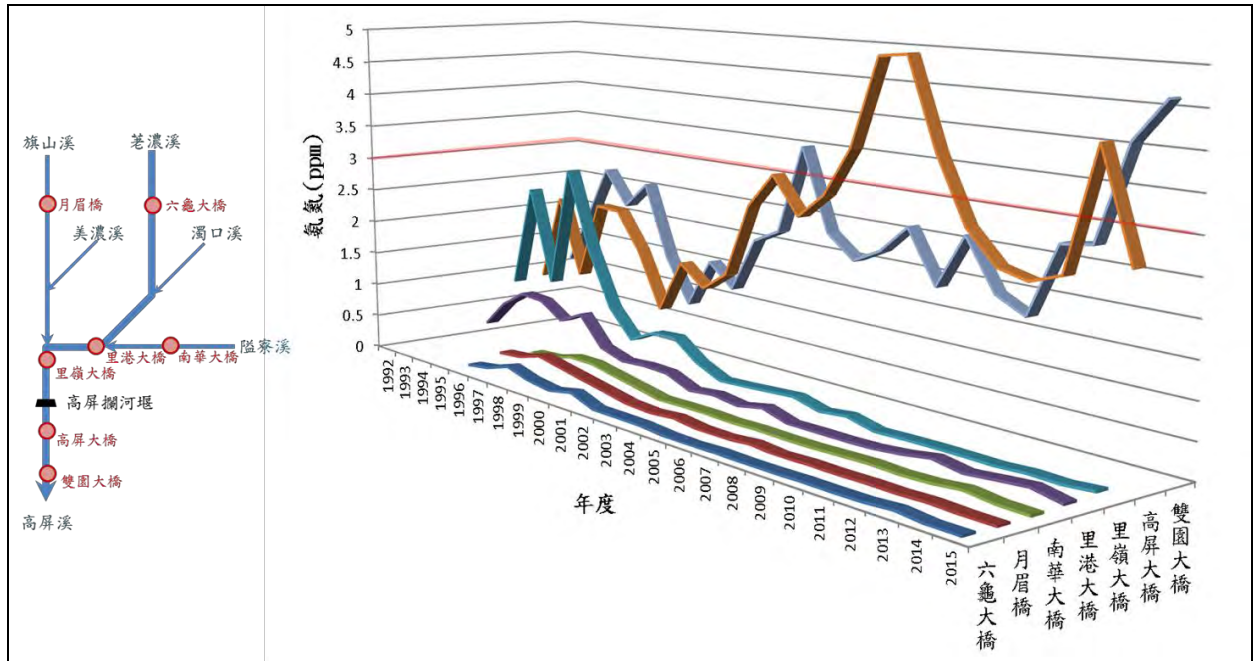


圖 4 高屏溪環保署水質測站(部分)分布示意及歷年氨氮平均值變化趨勢

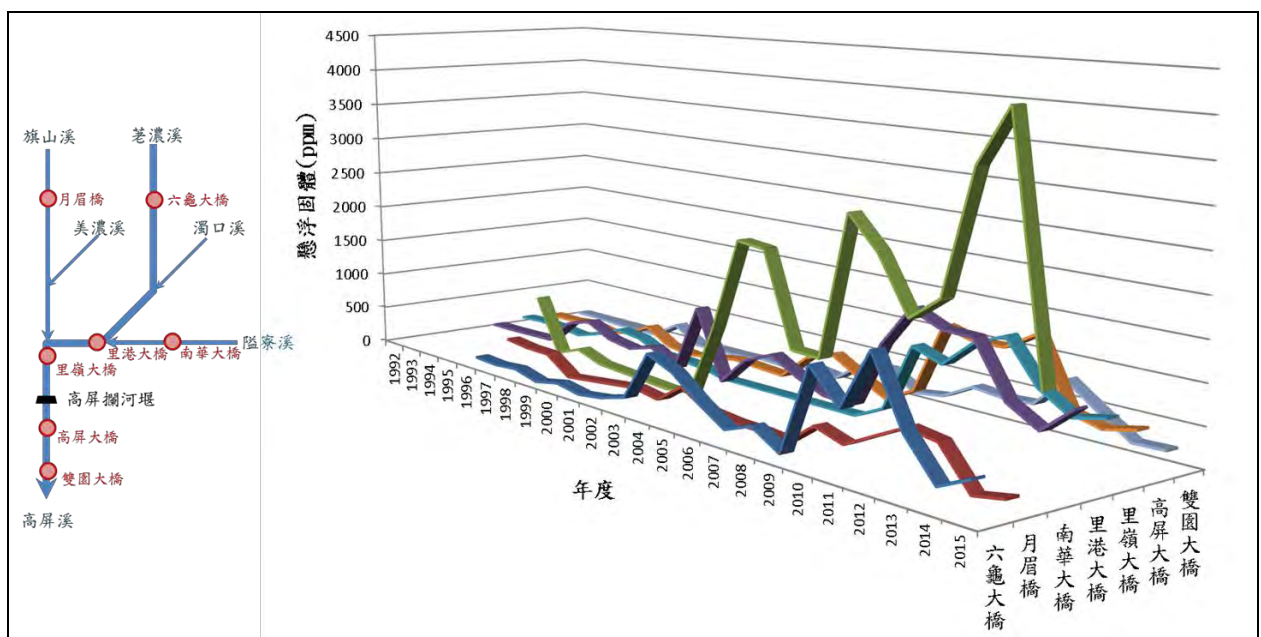


圖 5 高屏溪環保署水質測站(部分)分布示意及歷年懸浮固體平均值變化趨勢

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

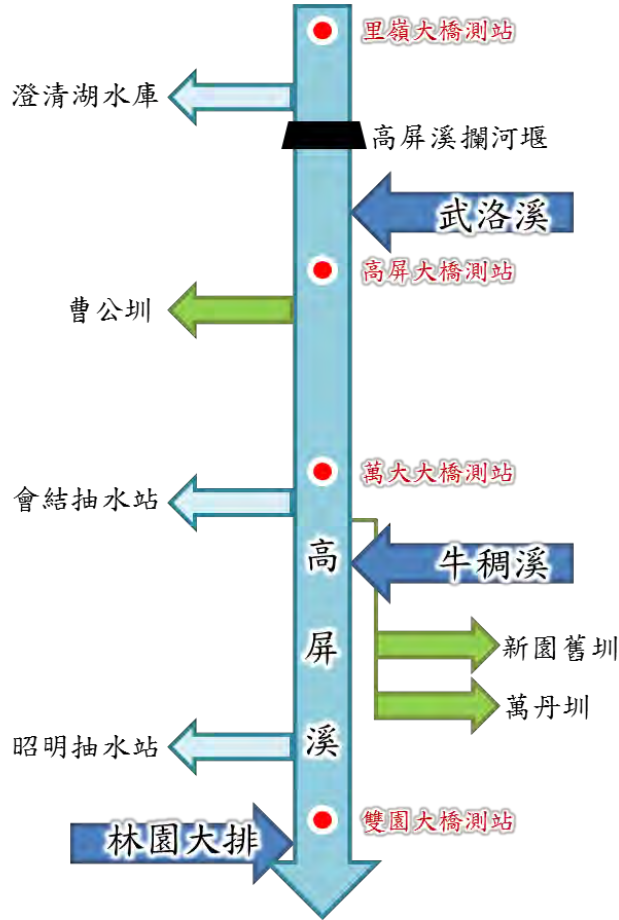
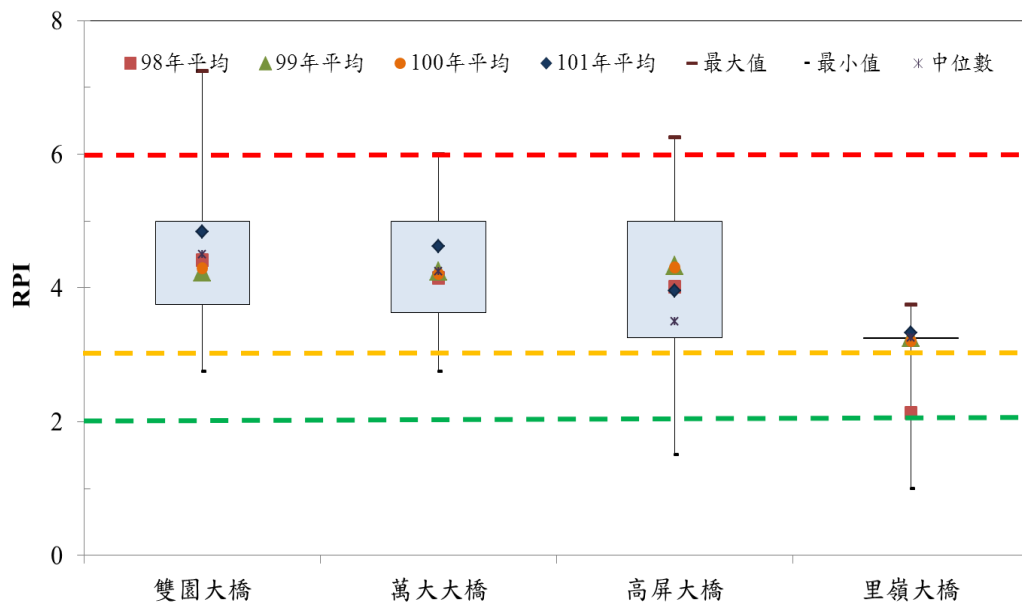


圖 6 高屏溪攔河堰下游環保署水質測站、排水匯入點、取水點分布示意



(摘自「高雄市河川水質統計與優劣分析探討」，高雄市環保局，2013)

圖 7 高屏溪攔河堰下游水質測站歷年分析結果

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

另外，曹公圳灌區也存在工業廢水污染問題，僅新幹仁美及後庄兩水利小組，登記及未登記工廠就逾 550 家，灌區受到含重金屬廢水污染的威脅。工業發展帶來重金屬污染問題，又未能妥善自行處理，卻將其負面之危害留給農業。曹公圳灌區面積高達 4,496 公頃，許多耕地已轉作，如種植蔬菜等作物，灌溉水質不佳，最終受害者仍為高雄地區當地居民。

(三) 高屏溪流域管理經驗的省思

高屏溪流域管理的經驗，顯示出當今台灣面臨許多棘手問題，新興課題層出不窮，且民意紛亂與財政窘困，在預算經費不足與排擠情況下，本位思維容易造成各單位分工而未能合作的現象，且民眾對於水資源匱乏與水環境污染的問題並無深刻之感受，此為當前台灣眾多水環境問題未能獲得解決的根本原因。我們或許可以借鏡日本治理琵琶湖的經驗，找到台灣未來的解決方案。

三、借鏡日本治理琵琶湖的經驗

琵琶湖為日本第一大淡水湖，與富士山同被視為日本的象徵。地理位置位於滋賀縣(圖8、圖9)，流域面積廣達3,848 平方公里比高屏溪流域面積大約600 平方公里，計有460條大小河川匯入，湖面南北長達63公里，東西最寬約23公里，蓄水面積670平方公里，蓄水量達275億噸，為周遭地區產業用水及1,450萬人口(約全國11%)生活用水的水源，其供應都市自來水600萬CMD，工業用水120萬CMD及農業用水2,360萬CMD。於1950年代之後因經濟的高度成長，帶來超過環境負荷的污染，水質惡化產生惡臭，曾於60年代發生「淡水赤潮」的現象。在了解到導致這種現象的原因之一是使用含「磷」的合成洗淨劑的後，當地民眾推動了停止使用含磷洗淨劑，改用以天然油脂為主原料的肥皂粉的運動，此即眾所周知的「肥皂運動」。



資料來源：滋賀縣廳網站

圖 8 琵琶湖地理位置及其周遭流域集水區範圍



資料來源：滋賀縣廳網站

圖 9 琵琶湖全景鳥瞰相片

(一) 琵琶湖綜合開發計畫(1972~1997)

受到民眾自發性保護琵琶湖運動及對周遭環境關注的壓力，日本首次制定兼顧區域開發與水資源開發之整合計畫，乃依「琵琶湖綜合開發特別措施法」推動琵琶湖綜合開發計畫，從 1972 年起至 1997 年共歷經了 25 年。綜觀回顧其推動重點方向，大致可歸納為以下幾點：

1. 政策主導，治理措施到位

60 年代起，滋賀縣政府制定一系列的法規和條例，並針對琵琶湖的環境治理和開發利用做出規劃。計畫中將琵琶湖周邊流域劃分成 7 個流域單位，各流域分設行政事務所，執行統一政策標準，對各流域的泉、小河流、森林、山地、梯田進行調查研究，並據以進行整治。琵琶湖綜合開發計畫包含中央政府、地方政府共同分工(如表 2)。

表 2 琵琶湖綜合開發計畫

琵琶湖開發計畫		區域開發計畫
湖岸堤・管理用道路 內水排除設施 南湖浚渫 瀨田川浚渫 瀨田川堰的改建 管理設備	道路(含管理用道路) 河川 水道 工業用水道 土地改良 水產 港灣 漁港 都市公園 自然公園設施	防砂 水庫 山地 造林・林道 下水道 水肥處理 自然保護地域公有化 畜牧業污染防治設施 農業聚落排水處理設施 垃圾處理設施 水質觀測設施
水資源開發公園	水資源開發公園、中央、市鄉鎮	中央、市鄉鎮

資料來源：琵琶湖開發綜合管理所，網址：<http://www.water.go.jp/Kansai/biwako>

2. 嚴格把關，控制污染源入湖

當地政府對對生活、畜牧業、農業和工業污染源實行綜合整治，並修建城市下水道、農村生活排水設施及聯合處理淨化槽，以處理生活污水。當地政府還採取多種措施對入湖河流直接淨化，如疏濬河底污泥及在河流入口種植蘆葦等水生植物。此外，滋賀縣政府針對湖區制定了較國家更為嚴格的污染管制法規，並且結合環境政策課、農業農村政策課及土木政策課等六單位，聯合監督和管理。

3. 生態修復，重塑靚麗風采

1960 年代之後，隨著注入湖區污染物質大量的增加，琵琶湖生態系統亦隨之嚴重失衡。為此，於 1979 年制定《琵琶湖富營養化防治條例》，並於 1986 年劃定琵琶湖區及其周遭地區為「生態景觀形成地域」，以加強建設湖泊景觀及恢復生態系統平衡。

4. 注重交流，強化居民環境意識

1977 年 5 月，琵琶湖發生了會釋放惡臭的紅褐色浮遊生物的大問題，也就是「淡水赤潮」。在了解其形成的原因後，當地居民自發性推展「肥皂運動」，全縣停止使用含「磷」的合成洗淨劑。

官民協作水環境保護活動，如每年 7 月 1 日之「琵琶湖日」大家共同清淨琵琶湖區及其周遭環境，由縣內各地市民及企業，與行政單位同心協力投入「美化琵琶湖運動」。自 1981 年起的 30 多年期間，共約有 500 多萬人次參與了這項運動。

另外，透過琵琶湖博物館、琵琶湖研究所、滋賀縣立大學、水環境科學館等設施，讓人們充分理解琵琶湖地區的自然與文化。

(二) 治理琵琶湖的決心與宏大的願景(Mother Lake 21, 1999~2050)

隨著琵琶湖綜合開發計畫於 1997 年完成後，持續檢討及修訂賡續提出更具宏觀願景之「琵琶湖綜合保育計畫」，又稱為母親湖(Mother Lake)21 計畫。其將琵琶湖視為人與自然長期營造而形成之生命文化複合體，具多元價值，為超越世代之共有資產。其基本理念乃「琵琶湖與人共生-讓琵琶湖以健全的面貌繼承給下一世代」(圖 10)。此計畫乃滋賀縣與中央六個部、署(包含國土廳、環境廳、厚生省、農林水產省、林野廳及建設省等)共同推動，結合了以流域為單位之縣民、事業及政府部門。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

從琵琶湖環境保護的治理過程看，在民意與政策法規的有效引導下，透過當地民眾和政府的不懈努力，琵琶湖目前已成為世界上水質最乾淨、景色最美麗的湖泊之一。



圖 10 琵琶湖與人共生-讓琵琶湖以健全的面貌繼承給下一世代

(三) 日本治理琵琶湖成功關鍵要素

綜觀前述案例，可歸納日本治理琵琶湖之成功關鍵要素如后：

1. 成功關鍵一：居民的參與確保了地方維護的持續性

於各個流域分別設立研究會，以組織並廣邀居民參與，透過遴選協調人，鼓勵居民及各事業單位參與綜合計畫各式活動，以促進每個居民的積極性，逐漸提高居民對維護琵琶湖生態環境的認知，也間接的促使地方政府與中央政府對琵琶湖治理的決心。

2. 成功關鍵二：地方政府主導，中央審議並寬列經費

(1) 綜合治理計畫制定程序

琵琶湖區所在地滋賀縣的知事，於聽取居民、町、村和相鄰縣、市意見後，由滋賀縣主導擬定綜合治理計畫，送縣議會核准後，再提送中央各相關省(國土交通省、環境省及農林水產

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任
省等)審議。經中央各相關省審議修訂後，最終將由總理大臣核定。

(2) 年度實施計畫制定程序

滋賀縣依核定之綜合治理計畫制定年度之實施計畫，再提送中央各相關省，並抄送各有關地方機構，並根據中央和地方分擔原則分別提供經費預算，經協議修正後確定年度實施計畫。計畫實施乃透過滋賀縣、地方機構、水資源開發機構和相關單位；中央政府負責監督與查核。另設立縣、市、町及村聯絡會議制度，並定期召開行政協調會議，負責計畫推動之協調與溝通。

四、高屏溪水環境改善策略建議

由前述高屏溪水治理概況及日本琵琶湖經驗，提出未來針對高屏溪水環境之改善策略建議如后：

(一) 喚起民眾對水環境關懷的自覺

加強教育宣導工作，喚起民眾對高屏溪水質污染的關注，以透過當地民眾「由下而上」民意匯集方式，促使地方政府首長正視問題，並引發其積極管理的決心。

(二) 自己造成的問題自己解決

各單位與部門於發展過程中所形成之問題，應以自我解決問題為原則，如無法處理時，應提出經費並尋求其他單位與部門之協助，而不致任由問題持續存在，形成環境之社會成本，最終卻由全民或後代子孫所承擔。

(三) 問題的解決應由受害當地之地方政府主導推動

針對地方所面臨的環境遭受污染破壞之問題，應由地方政府主導，並邀集中央相關單位研議長期解決問題之實施計畫，除地方政

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：淡江大學水資源管理與政策研究中心 虞國興主任

府應依權責編足經費外，亦以專案計畫方式請求中央各相關單位編列年度分攤之經費，並經行政院審議確立專款專用，以避免各單位因經費排擠效應而縮減其實施內容。

五、結語

當前教育宣導的工作，側重於水環境知識的傳達與政策的宣導，此等並無法將水環境保育的思維融入民眾日常生活中。水環境的優化與維護，需透過不斷地溝通與協調，才能促使地方民眾積極參與。因此如何強化與民眾溝通協調，應為水資源教育宣導計畫的最重要工作。

高屏溪流域水質攸關大高雄地區民眾飲用水品質及農耕作物安全，徹底改善高屏溪流域水質是一項艱難的工作；但是大高雄地區民眾的飲用水安全及食安不能永遠停滯不前。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

生態資訊整合應用於流域環境與河川生態保育

一、前言

台灣的水與環境，反應於流域的河川棲地生態及其孕育的生物多樣性。筆者多年來致力於台灣河川棲地之溪流調查、環境教育與生態保育，並關注工程對於河川流域的影響，因此逐漸發展出河川情勢調查與快速棲地生態評估法，筆者所發展出的評估法具有易操作、快速、經濟與易比較之優點。並於本次論壇中筆者會詳述RHEEP快速棲地生態評估方法、水利工程生態檢核機制原理、水利工程數位棲地生態影像紀錄及棲地生態影像圖庫建置歷程。

筆者以環境教育推廣者角色，研析廿多年來台灣以水資源生態環境教育為主題的方案，闡述其中以生態資訊整合及環境教育平台之建構方法，歸納分析類別、使用對象、用途與環境教育推廣。台灣水資源環境教育平台融入了「治水、利水、活水、親水、保水、節水及愛水」等理念，並以「資訊整合、全民參與、教育永續及終身學習」為目標，水利署及其所屬機關迄今已建置21個環境教育平台。本文茲摘要筆者近年來成果重點，說明筆者近年來於水資源環境教育推廣之實務與進展，作為本論壇與談之參考資料。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授



圖 1 永續公共工程的生態思維及保育機制



圖 2 永續工程生態保育機制

(資料出處：汪靜明，行政院公共工程委員會)



圖 3 台灣氣候與水環境災害防救



圖 4 棲地生態資訊整合出版品

(資料出處：汪靜明，2011 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核與河川棲地保育措施)



圖 5 棲地生態資訊整合出版品



圖 6 棲地生態資訊整合成果報告

(資料出處：汪靜明，2011 氣候變遷下河川復興，2011 台灣櫻花鉤吻鮭環境教育國際研討會)

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授



圖 7 大屯溪生態工法環境教實務
案例



圖 8 大屯溪生態工法環境教案例

(資料出處：汪靜明，2010 水利工程人員之流域生態環境教育推廣座談會，經濟部水利規劃試驗所)



圖 9 生態工法實務案例



圖 10 自然、人文與環境生態平衡

(資料出處：汪靜明，2010 水利工程人員之流域生態環境教育推廣座談會，經濟部水利規劃試驗所)

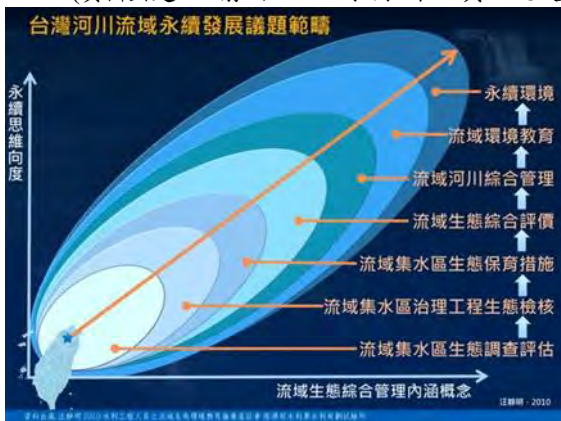


圖 11 台灣河川永續發展與保育治理重點



圖 12 台灣河川發展趨勢

(資料出處：汪靜明，2010 水利工程人員之流域生態環境教育推廣座談會，經濟部水利規劃試驗所)

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

(一) 棲地生態資訊整合規劃架構

流域整合管理 **環境教育** **生態效益**

水質維護清淨
棲地生態保育
水岸環境活化
政府行政管理
民衆投入參與

場地環境教育
環境教育基地
(場所・設施認證)
環境教育人員

對環境友善
(有效改善)
對民眾友善
(有益改善)

地方流域管理 資訊整合平台 地方環境教育

流域管理行動計畫 直轄市、縣(市)主管機關 環境教育行動方案
(依環境教育法第七條)

[illegible]

圖 14 水資源環境教育整合

175

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

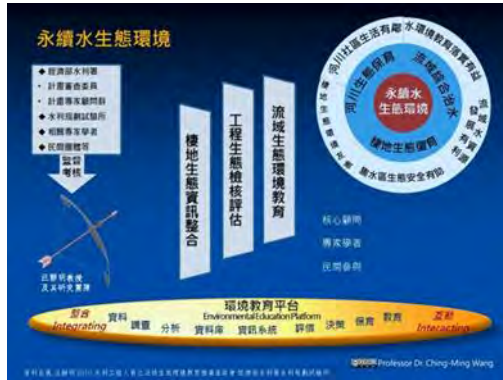


圖 15 永續水生態環境治理



圖 16 環境治理與生態管理

(資料出處：汪靜明，2010 水利工程人員之流域生態環境教育推廣座談會，經濟部水利規劃試驗所)

本計畫依歷年河川情勢調查之空間（流域）、時間（辦理時間）屬性進行初步分析，其中，河川情勢調查中有關生態資料是以動植物（生物）數量資料之調查作為評估依據，雖生物指標可依據其在各流域區位中之特性、重要性與優先性進行初步評估，但仍較難直接反映其與水利工程情勢之關聯性。經本項目比較快速棲地生態評估法及既有河川情勢調查方法，快速棲地生態評估方法較直覺，且具有快速、經濟、易判斷、易操作的特性，更可提供水利工程人員在評估生態保育措施時，掌握棲地生態環境資訊的全面性。

102 年進行 RHEEP 快速棲地生態評估方法之實際操作，結果顯示 RHEEP 針對不同水利工程類型與棲地環境之影響均可進行評析並不受工程類型限制，其評估結果皆能具有參考價值且精準度高。透過 RHEEP 快速棲地生態評估，可反映出該水利工程在各生命週期階段對整個河川棲地環境及有關生態保育維護上之影響，在透過評析、建議，研擬合適之棲地保育措施，將可歸納其重點生態保育議題，提供相關主管機關作為生態保育之重要依據。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

執行成果成效檢視

工作項目三、台灣區域重點河川情勢調查之生態資料彙整 淡水河、大甲溪、烏麻溪

河川生態評估方法比較

項 目	應用時機	主要效益及使用限制	關聯性
河川情勢調查	進行河川流域整體棲地生態資訊	1、建制長期性河川生態背景。 2、但須耗費人力與財力與時間。	為一基本資訊的建置
水棲生態檢核表	針對水利設施提供棲地生態概念整合	1、提供水利工程生態檢核的作用，落實工程生態品質的提升與前置生態因應之思維。 2、無法對河川整體影響提出界定思維。	為棲地河川情勢的工程效益
RHEEP	針對水利工程生命階段快速背景釐訂	1、提供短期時間內為簡地河川情勢的對工程棲地生態影響之評鑑。 2、無法確立棲地焦點保護保全的特定生態提出因應。	為快速因應河川情勢、工程檢核評估的基本措施
IBI	提供河川指標性群眾依據	1、使水利工程保護對象明確。 2、但其生態指數的呈現無法銜接棲地演替與因應。	為聚焦河川情勢特定物種生態尺度
SERAS	河川景觀營造		

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所「棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所」汪靜明，2012。

圖 17 台灣區域重點河川情勢調查之生態資料彙整－河川生態評估方法比較

(資料出處：汪靜明，2012 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所)

本計畫另編製「台灣區域重點河川示範水利工程之生態檢核網路版操作手冊」及「台灣區域重點河川示範水利工程之快速棲地生態評估案例網路版手冊」，並辦理兩場次「棲地生態環境教育研習活動」，透過知識性的課程講授、與綜合討論加深擴大學員之學習成效，建立產官學界之交流溝通，並透過實際操作方式回饋檢核表之修正及調整，深化研習內涵落實於應用層面。本計畫延續前兩年之計畫辦理目標，期能對於台灣棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核有所助益，更能作為落實河川棲地生態保育及永續水資源發展，對於台灣水利規劃發展實具相當關鍵之意義與價值。

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授



圖 18 台灣區域重點河川示範水利工程之生態檢核網路版操作手冊封面

面(資料出處：汪靜明，2013 台灣區域重點河川示範水利工程之RHEEP 快速棲地生態評估案例網路手冊，經濟部水利規劃試驗所)



圖 12 台灣區域重點河川示範水利工程之RHEEP 快速棲地生態評估案例網路版手冊封面(資料出處：汪靜明，2013 台灣區域重點河川示範水利工程之RHEEP 快速棲地生態評估案例網路手冊，經濟部水利規劃試驗所)

(二) 執行方法與架構

台灣河川水系分布密集且流域短促，各水系集水區與流域之間的生態系統有互相連結，成為影響台灣各重點河川流域永

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

續發展關鍵，因此各流域棲地生態之資訊整合，應被視為檢視台灣各河川流域整治課題之重點，集結歸納分散的棲地生態環境資訊、提升其資訊效益分析、使相關資源能被有效參考，以至於作為後續環境保育及教育、棲地生態復育策略研擬之推廣應用，實為當今台灣政府相關單位之重點施政考量，更是必行之趨勢。本計畫推動執行之目的，即是為了規劃研擬適用於國內水利工程之生態資訊整合、工程生態檢核機制、快速棲地生態評估方法等機制，並考量其一體適用於全國流域水系之可能性。本計畫之推動目的即在於發展適用於台灣流域之棲地生態檢核機制制定、水利工程勘查研選、棲地生態影像紀錄及圖庫建置、棲地生態環境教育推廣等重點河川棲地保育措施之參考機制，以利作為後續推動河川流域管理、棲地生態保育措施與水環境教育之參考。



圖 20 102 年計畫執行方法與架構

(資料出處：汪靜明，2010 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所)

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

在 101-102 年度計畫範圍中，則以淡水河、大甲溪、濁水溪、曾文溪及高屏溪等五大流域作為主要工作範圍，分別進行水利工程之生態檢核機制修定、水利工程勘查與研選、河川情勢調查之生態資料彙整、快速棲地生態評估方法案例操作、水利工程之生態檢核案例操作、台灣區域重點河川水利工程示範區之棲地生態影像紀錄及圖庫建置、棲地生態資訊推廣應用於台灣河川復育網站資料擴充、台灣區域重點河川示範水利工程之生態檢核網路版操作手冊、台灣區域重點河川示範水利工程之快速棲地生態評估案例網路版手冊、台灣河川棲地生態保育環境教育研習等計畫項目。

計畫研選淡水河流域之員山子分洪道、水尾灣、二重疏洪道防潮閘；大甲溪流域之谷關大橋、東勢大橋、埤豐大橋；濁水溪流域之寶石橋、集鹿大橋、集集攔河堰、西螺大橋與曾文溪流域之曾文一橋、二溪大橋、曾文溪橋以及高屏溪流域之甲仙攔河堰、高屏溪攔河堰、雙園大橋，作為本計畫重點河川示範水利工程，實施水利工程生態檢核機制、RHEEP 快速棲地生態評估方法、棲地生態影像記錄與彙整分析。



圖 21 河川生態資料檢核與快速棲地評估方法之操作成果

(資料出處：汪靜明，2010 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所)

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

(三)「水利工程生態檢核機制」方法論及成果

本計畫將以往工程生態檢核的相關經驗，整合水利工程生命週期之關鍵議題範疇，研擬並修訂適用於台灣水利工程之生態檢核機制及其表單，可提供作為各河川流域現況之資訊整合參考依據。

透過水利工程生態檢核機制進行資訊調查，其成果可評估鄰近區位的重點生態保育議題，如棲地生態環境、生物多樣性，或考量政府與民間團體關切之環境議題，如土地使用管理、水利規劃作為、自然與人文環境之資料蒐集，藉此作為政策方針之重要考量依據，另有關民眾參與、生態調查、生態分評析、保育措施、環境效益分析與保育治理成效綜合檢討、資訊公開等不同生態保育議題，都能依水利工程生命週期及其階段性關鍵議題進行深入而詳細之情勢了解，具有實務價值與意義。



圖 22 台灣區域重點河川示範水利工程之生態檢核表操作案例(資料出處：汪

靜明，201 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所)

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

根據本計畫研提之生態檢核機制成果，將可逐步呈現台灣河川流域復育及生態保育措施之具體成效，進一步彙整呈現於台灣生態保育策略與執行成果。

本計畫針對台灣五大流域之重點水利工程示範點位進行水利工程生態檢核案例之操作，該成果可作為生態保育策略與執行方案之規劃依據。建議日後可經由進一步推廣生態檢核表操作，以行政輔助方式提醒工程單位注意與生態環境有關事項，作為工程影響棲地環境之生態保育措施規劃與採行重要參考。

生態檢核機制之訂定，將以101年度計畫執行成果為基礎，藉由進一步評估工程生態檢核資料、重點河川水利工程特性，以及專家顧問諮詢等方式，建立台灣區域重點河川示範水利工程生態檢核表單。

圖 23 依水利工程生命週期研擬修訂生態檢核表(資料出處：汪靜明，2009 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟水利規劃試驗所)

(四) 重點河川水利工程 RHEEP 快速棲地生態評估方法操作案例

本計畫建立之快速棲地生態評估方法，其有助於使用者在短時間內篩選出重要環境控制變因，以掌握生態保育議題及核心問題，並進一步研擬策略及執行方案。同時，在水利工程之生態檢核評估機制中之生態調查及生態評估檢核資料項目

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授
上，運用 RHEEP 快速棲地生態評估方法（Rapid Habitat Ecological Evaluation Protocol）進行實務案例操作，以協助瞭解棲地環境生態在水利工程施工前中後之變化。

透過重點河川評估案例，可了解針對不同水利工程類型與棲地環境之影響均可進行評析，並不受限於工程類型限制，其評估結果皆能具有參考價值且精準度高。RHEEP 快速棲地生態評估法主可直接反映水利工程在不同生命週期階段中的河川棲地生態情勢，水利工程人員可參考集評估結果，判斷整體河川棲地生態系統所遭受的影響及其恢復的情形，以作為棲地生態保育措施之參考依據。進行 RHEEP 快速棲地生態評估時，藉由評估表單的填寫，可反映出該水利工程在各生命週期階段對整個河川棲地環境及有關生態保育維護上之影響，在透過評析、建議，研擬合適之棲地保育措施，將可歸納其重點生態保育議題，提供相關主管機關及地方政府做為生態保育之重要依據。



圖 24 大甲流域中游河段之魚類棲地改善及生態評估案例

(資料出處：汪靜明，2010 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施(1/3)經濟水利規劃試驗所)

議題三：水與環境-水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

整體而言，透過 RHEEP 快速棲地生態評估法進行棲地生態環境評估時，不需要專業儀器，節省大量現地調查經費，可於現場直接對於所調查之棲地環境健康程度進行概括瞭解，與此同時，藉由河川棲地水、土、林、動、人等生態面向評估因子與量化的分數統計，構成快速且客觀之指標分數，瞭解不同區域或不同時期棲地狀況，能藉此指標了解整體生態系統受人為干擾影響較嚴重的部分及後續棲地復育工程所應考量方向，為簡單快速具實用性棲地生態評估方法。另依水利工程實務推動工作需求，實際操作快速棲地生態評估方法之評估項目範疇指引內涵，並針對各重點水利工程進行快速棲地生態檢核管理策略分析（表 4），檢視其相關表單的可行性，以達預先確認工程計畫對生態環境可能產生的衝擊及影響程度之目的，並將實際操作成果作為河川生態復育推廣及棲地生態環境教育實務案例參考資料。

表 4、RHEEP 快速棲地生態檢核管理策略分析

分級	評分	生態系統描述	管理策略
優良	100~80	1、生態品質優良 2、棲地環境及生物結構與功能未受干擾或破壞，生態系處於極穩定自然狀況	須立即並永久劃設為保護區進行保育，並允許進行相關生態科學研究。
良	79~60	1、生態品質佳 2、棲地環境及生物結構與功能遭受輕度干擾或破壞，生態系處於極穩定自然狀況	需採行限制人為干擾並採被動環境復育措施，亦即消除對環境不利之因素後，讓環境恢復自然。
差	59~30	1、生態品質差 2、棲地環境及生物結構與功能遭受重度干擾或破壞，生態系處於嚴重失衡狀況	需進行長期復育計畫，依設定之目標漸次減少人為干擾或破壞之措施，採主動環境復育措施，自然資源依生態環境品質之變化而改變利用密度。
劣	29~10	1、生態品質極差 2、棲地環境及生物結構與功能遭受嚴重干擾或破壞，生態系處於極度失衡狀況	一般而言係因水質嚴重污染或流量幾近斷流，所以須採暫時棄置原則，待水質改善或水量恢復後視生態環境改善後情況再行規劃。

資料出處：棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核與河川棲地保育措施總報告書，經濟部水利署水利規劃試驗所，2013，汪靜明編著。

議題三：水與環境—水岸融合、環境優化
與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授



圖 25 河川棲地生態評估方法案例對照圖(1/2)

(資料來源：汪靜明，2012 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核與河川棲地保育措施計畫，經濟部水利署水利規劃試驗所)



圖 26 生態棲地十項評估因子(2/2)

三、水資源環境資訊整合平台

(一) 台灣區域重點河川情勢調查之生態資料彙整

筆者在上述計畫之外，研究生態資訊整合之應用，近年來發展出公開資訊之環境教育網路平台，將生態資訊達到公平、公正、公開的普世價值。並且利用公開資訊結合環境教育與環境教育人力資訊公開。

在生物種群關聯於河川棲地生態指標分析上，其「特性」指標主要表示某生態物種在該水域型態與河段區位中的特殊存在性；「重要性」指標則表示經過範疇界定，能透過該物種掌握河川情勢實際現況者；「優先性」指標則考量到解決棲地即時性問題，採取相關策略時首需考量其保育措施之物種。考量工程河溪治理成效的銜接，在執行工程的生命週期中，能快速的掌握其階段性的自主管考，經由RHEEP的檢核成果，提供河川棲地生態整體觀的效能查核以及關鍵議題的釐定，從而提出階段性的因應策略與環境友善思維。

將之對照既有河川情勢調查項目，「RHEEP 快速棲地生態評估方法」中的十項評估因子大多能依河川情勢調查項目對應於第 21 條(調查目的及調查內容)、第 22 條(河川環境因子調查方法)、第 23 條(河川棲地分類標準及調查方法、第 24 條(河川區域人工構造物調查方法)、第 25 條(生物調查目的及調查項目)、第 33 條(植物調查方法)等。而上述為河川情勢調查主要調查內容，可知快速棲地生態評估此方法已充分對應河川情勢調查項目，及掌握河川評估的必要內涵。

比較快速棲地生態評估法及既有河川情勢調查方法，其中河川情勢調查項目需有較多的調查技術、方法、標準及程序，其調查須按照調查計畫、頻率、標準方法及技術，故其優點為標準、完整，但

議題三：水與環境—水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

卻費時、費錢、不易操作，同時無評估之標準及等級。而快速棲地生態評估則以目視法為主，透過十項因子之特徵，判斷其評估之品質。相較後，雖快速棲地生態評估方法較直覺，但其快速經濟、易判斷、易操作的特性，更可提供水利工程人員在評估生態保育措施時，掌握棲地生態環境資訊的全面性。

(二) 五大河川水利工程之生態影像紀錄及圖庫建置案例操作

台灣區域重點河川水利工程示範區之棲地生態影像紀錄及圖庫建置。筆者曾對台灣境內五大重點河川流域之水利工程示範區進行水利工程棲地生態影像紀錄，棲地影像紀錄作業流程及表單，其紀錄內容涵括工程名稱、行政區位、流域集水區、工程點位、棲地生態評估十大項目等，並將紀錄成果於擴充於棲地生態數位影像圖庫中。可有利台灣水資源生態資訊整合，有助於後續推動水利工程保育措施與河川棲地生態環境教育。可將影像分為「棲地生態影像變遷紀錄」與「棲地生態影像圖庫擴充」兩大部分，分別對流域：淡水河、大甲溪、高屏溪、濁水溪、曾文溪等五大河川流域做影像紀錄。水利工程點位進行棲地生態影像紀錄，並提供現場拍攝同步詮釋之影像內容與關聯性資訊、時空涵蓋範圍資訊，2013 年統計影像紀錄資料逾 500 張。

議題三：水與環境—水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授

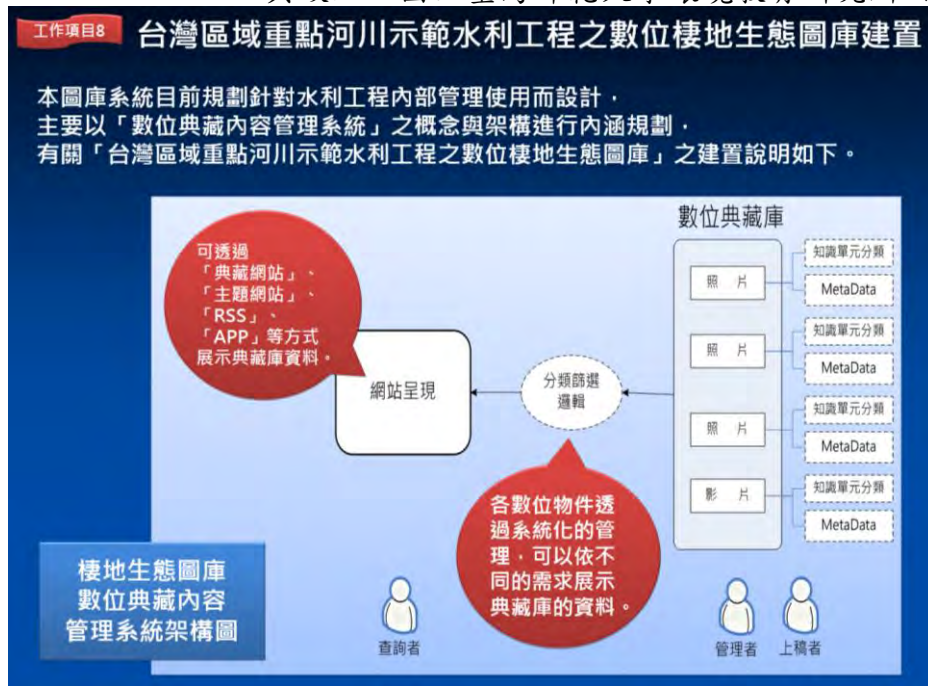


圖 27 數位棲地生態圖庫數位典藏內容管理系統架構

(資料出處：汪靜明，2012 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施，經濟部水利規劃試驗所)



圖 28 從流域整合管理到環境教育

(資料出處：汪靜明，2012 棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核機制與河川棲地保育措施(2/3)經濟部水利規劃試驗所)



圖 29 環境教育平台與經營管理

(資料出處：汪靜明，2016 推動水資源環境教育與環教設施整合計畫，經濟部水利署)

四、結語

(一) 水與環境的融合與優化

我們持續的目標是用棲地生態保育的思維去推動水資源管理及相關的水利工程施作（生態工法）。在本文所提及的「水利工程生態檢核機制」與「RHEEP 快速棲地生態評估方法」的核心價值，以及在幫助水利工程規劃營建的過程中，融入生態保育的思維，

因此，透過環境教育的整合推廣發展，更能夠提昇棲地生態的保育價值。筆者自 95 年配合《石門水庫及其集水區整治特別條例》推動環境教育參與者及眾參與等 iWater 愛水環境教育行動，即是透過環境教育的模式整合民眾參與機制，落實水資源環境教育。直至目前為止，已獲得豐富的成果。

(二) 水資源環境教育平台

回顧國內水資源教育，水資源教育廣泛的涵括愛水、節水、親水、治水等層面。水利屬自 1990 年起開始著力於培訓教師，並推廣水庫安全教育，推廣的計畫焦點在「加強水資源保育」、「認識水庫安全」及「如何節約用水」等主題。直至 1997 年，經濟部水利署為使水資源教育能在學校中落實，進一步委託當時服務於台灣師範大學環境教育研究所暨中心主任之筆者，主持「八十七年度推動學校愛護水

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授
資源（愛水）教育宣導統籌計畫」，才將愛護水資源教育與環境教育結合，並以學校環境教育的方式向下紮根。

筆者以水生態專家學者角色，協助水利署串聯各部門環境教育之資源特色及環境教育專業領域之專家學者，其中包含環境及資源管理、氣候變遷、自然保育等面向，再從環境生態、科學教育、藝術與美學等主題，擴展水資源環境教育之視野。規劃水資源環境教育多元系列課程，如戶外學習、課程、演講、參訪、體驗等，深化水資源環境教育相關人員的環境教育素養，並且擴大其參與之面向，期許達到水資源環境教育永續發展之效益。

環境教育之對象為全體國民、各類團體、事業、政府機關（構）及學校，並以「資訊整合、全民參與」及「教育永續、終身學習」為目標。

彙整水利署暨所屬機關之環境教育平台共計 21 個，分別是水利署本部的織臺灣水網等 7 式。台北水源特定區管理局之「水源保育兒童網」等 4 式。北區水資源局之「石門水庫環境教育平台」1 式。中區水資源局「鯉魚潭水庫環境教育基地數位環境生態圖庫」，以及「鯉魚潭水庫環境教育推廣人才庫」等 2 式。南區水資源局之「曾文水庫環境生態圖庫」、「曾文水庫環境教育推動人才資料庫」，以及建置中的「曾文水庫數位生態知識管理資料庫」。水利規劃試驗所等 4 式本研究根據各網站平台之屬性、內容，分類為「環境教育生態基礎資料」、「環境教育人文基礎資料」、「環境教育資訊交流」與「環境教育實務案例」等四大類；在使用對象方面，根據不同平台屬性，提供社會大眾、水利署同仁及教學者使用，其環境教育專業領域之推廣也涵蓋八大領域。

議題三：水與環境—水岸融合、環境優化

與談人：國立臺灣師範大學環境教育研究所 汪靜明教授



圖 30 台灣水資源環境教育平台（經濟部水利署 88 年~105 年）

(三) 落實生態環境補償及保育措施，以維護河川棲地多樣性

生態補償、監測及保育措施有助於保育河川棲地的多樣性，包含微型棲地、小型棲地、中型棲地甚至大型棲地。河川流域從上游集水區到中游接著下游最後流入海中，跨越國土保育地區、農業發展地區及城鄉發展地區，最後到達海洋資源地區。

台灣水資源環境教育平台充分利用公開資訊達到民眾參與，進一步落實生態保育資訊公開，例如河川棲地生態保育評估、水庫集水區之工程生態檢核，以及 RHEEP 棲地生態評估方法等。水利署及其所屬機關建置之 21 個環境教育平台具有公開資訊及民眾參與之功能，提供有關生態調查、生態評估、生態保育、工程生態檢核評估、環境教育以及環境教育人才庫等相關資料，俾利擴大台灣水資源河川流域環境與河川生態保育推廣與實務應用。

台灣水岸融合以及環境優化須充分結合生態資訊整合，使用 RHEEP 河川快速棲地評估法建構完整的河川情勢分析，有助於經營管理河川棲地。整合相關河川情勢調查資訊、水利工程數位棲地生態影像紀錄及棲地生態影像圖庫建置，最後公開資訊以已達到「治水、利水、活水、親水、保水、節水、愛水」之理念。

不論上中下游的河川棲地均需要重視，應定期利用 RHEEP 河川快速棲地評估法補充並更新台灣五大流域之河川棲地生態環境近況，有助於維持河川棲地多樣性。棲地生態資訊等基礎資料則可幫助政府經營管理台灣河川流域多樣性，以達到河川生態保育及生態環境補償的目的。維護了河川棲地多樣性，則有助於生物多樣性之質與量維持，最後達成用水案融合與環境優化。

肆、議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

一、前言

政府制定與民眾權益相關之政策推動時，邀請公民團體共同推動公私協力，廣納公民意見為同樣目標努力，達成彼此都受益的成果，已是國際趨勢。例如：荷蘭還地於河和與水共存政策、日本東京鶴見川流域治理等均邀請市民參與相關委員會。而日本多摩川源流生態教育與森林再生計畫不但邀請公民加入協議會，更開辦多摩川源流大學與當地建立伙伴關係。澳門新城則是從規劃階段開始，就落實全方位公民參與，特別諮詢許多弱勢社群(學生、長者、殘障人士、單親媽媽等)，並藉由民調機構協助全程分析與瞭解民意趨向，公布「公眾諮詢總結分析報告」，盡速將各方意見納入規劃。近年，國外盛行之智慧城市與國家發展委員會「公共政策網路參與平臺」等也多導入公民參與，建立公私協力機制，故公民參與與公私協力は現代政府推動公共事務不可或缺的元素或重要意見資產。

活化應用公私協力之首要步驟即為資訊公開與教育培訓。其中藉由揭露資訊而自然形成「推力(Nudge)」效應，促使人民參與且自主決定(哈佛大學法學院桑思汀教授(Cass R. Sunstein))。另外，透過教育培訓，強化公私部門對議題了解與公民參與技巧，並尋求彼此的共識。

臺灣山坡地陡峭，河川短促，雨勢集中，雨水快速地流入海洋，造成水資源管理或流域經理相當不易，面對如此艱困的挑戰，不僅要採工程、非工程之手段，且需跨部會層級機關的合作，更要參採國外經驗，即導入公民參與，才能圓滿整體水政策，並藉由資訊公開，自然形成「推力」，將有助於多元利害關係人參與討論，公私協力作出更適切的決定，俾使公私之跨部門與跨領域整合，從而解決難題；另透過教育方式，提升施政品質，尋求公私部門的共識，建構韌性水臺灣。

二、面臨問題

去(民國104)年於韓國大邱舉辦的全球水資源最大盛事第七屆世界水論壇(7th World Water Forum, WWF7)及去年底落幕的聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第21次締約方大會(COP21)—「巴黎協定」(Paris Agreement)皆揭示了資訊公開與公私協力的必要性與重要性。經濟部(水利署)邀集民間NPO、NGO、專家學者、各機關代表等，共同參與103年6月、9月舉辦之全國水課題焦點對話第1、2階段活動及105年4月舉辦之韌性水管理座談會，與會各團體代表皆強調積極落實資訊公開與建立有效的公民參與機制是未來政府施政的重要課題。尤其公民參與與公私協力已是現代政府推動公共事務不可或缺的元素或重要意見資產。

惟過去，礙於資訊不發達或資訊不透明，公部門的訊息無法有效傳達到人民與私部門，進而資訊不對稱造成「溝通不對等」，導致公部門與私部門處於分治的互動，進而影響公民參與意願及公私協力的推動。以最近幾年陸續發生的重大食安事件，造假食品不僅危害民眾食安，更重創「臺灣製造」的形象，讓臺灣在全世界公認的善良及信賴感蕩然無存。這些事件最重要的一環，就是資訊透明公開，如果能公開源頭進出口的詳細資料，就可促進公私協力共同監督食品安全，避免中間商搞鬼，讓民眾食的安心。故公開更多與更適切的資訊，自然形成「推力」，並且引導公私協力，一起為臺灣現階段或是未來可能面臨的課題，共同集智尋求更適切的處理方式。

然公民參與是要技巧的，這部分就必須透過教育手段。2011年(民國100年)美國城市聯盟出版「讓地方民主運作：市政代表如何看公民參與(Making Local Democracy Work: Municipal Officials' Views About Public Engagement)」報告顯示「公務單位工作人員及民眾應該都很需要更多有關如何有效參與的培訓，且超過一半的受訪市政代表表示他們自己與居民其實都缺乏適當的技能、經驗或工具來執行公民參與。」，這顯示

公私部門皆需透過教育培訓，強化議題了解與公民參與技巧，並尋求公私部門的共識。

三、辦理情形

為完善整體「水」政策，建構韌性水臺灣，尋求各界對於水議題之共識，經濟部(水利署)除與各部會積極溝通協調外，並以資訊公開與公私協力方式，擴大民眾及公民團體參與各項水議題的討論，以下就成功經驗(成果)予以分享：

(一) 公私協力

1. 推動民眾參與水治理的相關制度

(1) 流域治理

水患治理特別條例自 95 年 1 月 27 日公布施行，行政院 95 年 5 月 3 日核定「易淹水地區水患治理計畫」，為因應時空環境及考量民眾需求，經濟部(水利署)執行該計畫之工程設計初期即舉辦說明會，邀請當地民眾共同參與，100 年更邀請關心水患治理之民間團體(如易淹水地區水患治理聯盟等)參與規劃審查及地方說明會。鑒於水患治理計畫業於 102 年底結束，又 102 年 8 月 28 日至 9 月 1 日因康芮颱風及其引進之西南氣流於中南部造成淹水災情，爰此，經濟部於 103 年推動「流域綜合治理計畫」，並參酌民眾參與「易淹水地區水患治理計畫」之成效，103 年公布「經濟部辦理流域綜合治理計畫建立民眾參與機制注意事項」，規定由地方政府及河川局成立諮詢小組及聯繫窗口，並且在工程規劃、設計及施工過程必需召開說明會。截至 105 年 8 月 17 日止，流域綜合治理計畫共辦理在地諮詢小組會議 59 場、規劃溝通活動 14 場、工程提報說明會 92 場、工程設計溝通活動 63 場、施工協調溝通說明會 51 場。

(2) 集水區治理

95 年公布「石門水庫及其集水區整治特別條例」，規定實施計畫資訊公開，進行生態調查及整體環境生態復育，同時建立與在地居民協商機制。97 年公布「石門水庫及其集水區整治計畫資訊公開要點」，規定應公開項目與方式。98 年公布「石門水庫及其集水區整治計畫民眾參與注意事項」，已規定參與對象、應開放參與項目及參與者應遵循義務。100 年公布「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫民眾參與注意事項」，規定應開放民眾參與項目及民眾應遵循義務。故截至 105 年 8 月 17 日止，石門水庫及其集水區整治計畫網站瀏覽人次達 4,827,067，曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫網站瀏覽人次達 777,273；其中曾南烏穩定供水計畫共辦理水庫蓄水範圍土地可利用限度查定說明會 18 場、土石流防災宣導 36 場、水資源保育及集水區保育防災宣導約 150 場、工程設計及施工前說明會約 50 場。此外，為評估石門水庫及其集水區整治計畫之水庫集水區保育計畫辦理情形，並於 96 年公布「石門水庫及其集水區整治計畫之水庫集水區保育評鑑小組設置及作業要點」，共進行 9 次評鑑，透過評鑑，除建立與民眾溝通協調機制外，更提供民眾社會教育機會、環境及生態保育意識，具有培力民眾參與公共決策及深化民主之意義。

2. 推動民眾參與河川環境改善工程—以宜蘭河為例

為「恢復自然健康河川，建構永續之生活環境」，經濟部(水利署)辦理河川環境改善時，於規劃設計階段召開地方說明會以廣納地方建言，藉由公私協力作出更適切的決策，以下以宜蘭河為例。

宜蘭河於永金一號橋下游段長期以來雜草叢生，每逢汛期水漫高灘地，且整體景觀零亂紛呈。基於此，經濟部(水利署)於 104 年規劃河川環境改善工程，以「人水和諧，生態永續」為主軸，綠美化河道

空間，營造優質水環境，且本著對自然人文的尊重，兼顧保育、再利用及再造。

該工程於設計初期即召開說明會，傾聽民眾建言，當時有部分民眾對設計內容有反對聲浪，為使施工順利，避免民眾於施工期間出現不可預期之抗爭或阻撓，故尊重民意適度修正設計內容，並於完成設計初稿後再召開審查會議，邀請相關專家學者、在地民意代表、社區學會共同傾聽在地需求。經由意見交換，同意保留部分植生帶，將較髒亂之河濱處改為淺瀨區以串連河岸；且配合左岸結頭份社區為宜蘭縣歌仔戲發源地，增加一處歌仔戲主題廣場(結頭份廣場)供社區辦理活動使用，成功地將在地社區原蘊釀抗爭阻力轉為贊同支持力。

3. 跨領域、跨部會行政革新

(1) 河川疏濬

臺灣河川坡陡流急、上游侵蝕旺盛、下游堆積快速等河川特性，為避免淤積之砂石影響河川水文之流徑及保障河道週邊生命財產之安全，河道疏濬乃為河川整理治理工程之重點。惟早期河川疏濬以個案方式向當地縣市政府申請，許可採石區零亂分散，無法充份掌握砂石採取狀況，故常有超挖、越區等盜濫採砂石行為；為有效管制砂石清運，85年起河川管理機關改採「聯合開發整體管理」方式；90年起河川辦理疏濬工程採售合一；92年全面停止個案申請；95年起試辦「採售分離」政策，嚴密管制外運土石數量，改善採售合一方式可能帶來之問題，自開辦以來有效阻絕盜採砂石情事發生；97年11月28日頒行「河川水庫疏濬標準作業規範」，所有疏濬方式之管理機制均比照採售分離管制，透過體積及斷面檢測、管制站、監視系統及保全人員24小時監管等方式掌握實際外運土石數量。此外，採取舉辦地方說明會、培訓志工協助巡防、建置河川便利通網站公開疏濬資訊、主動與檢、警、調合作及召開廉政座

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

談會等措施，獲得近 3 年年平均盜採案件 5 件，近 3 年砂石價格波動僅 3%，河川水利業務管理人員清廉度進步 10 名等績效。

(2) 水廉政

經濟部(水利署南區水資源局)自 100 年起推行「水廉政」，透過與臺南地檢署的跨域合作推動跨部會整合，並藉由行政透明機制的建立(資訊公開)，讓全民有參與和監督南水局水資源管理工作之管道(公私協力)，已邀請產(廠商)官(南水局、水利署、地檢署、政風室、廉政署)學(學術單位)界、環境團體、廉政志工、河川志工、當地居民參與討論，扭轉社會對水利部門以往較封閉的印象，並建立起社會大眾對水利部門的信任，有助於水資源永續的經營管理。

4. 發起全國河川日，建構河川社群網絡

經濟部(水利署)自 95 年起為提升民眾對水資源及河川環境的保護意識，發起「全國河川日」教育宣導活動，主要希望藉由民間的活力與創意，結合在地資源，使河川日能深入民眾生活之中，使愛河護河觀念成為習慣的一部分。

99 年起經濟部(水利署)更與「社區大學全國促進會」共同參與河川治理的公私協力工作，其推動共分為「集結各地關心河川組織，形成河川社群(99-101)」、「關注水資源，推動深度之民眾參與及優質環境教育(102-103)」、「著重政策訴求，落實公民參與的制度化(104-)」等 3 個階段，藉由結合在地社群、河川局及各流域社區大學合作辦理「河川論壇」、「全國大型河川戶外活動」及「流域走讀」等水環境教育活動，並將其成果與公民參與相關題材製成廣播節目；此外，規劃與制定民眾參與相關諮詢機制，讓民眾參與從工程面提升至政策面。期以多元、創新與擴大方法，培力河川流域公民，投入河

川守護行動，讓「愛護河川」成為社會的中間力量，並蔚為公民具體實踐行動。

5. 推動防汛護水志工服務隊

為整合民間力量，協助政府共同執行水利防災工作，於 99 年透過所屬 10 個河川局招募民間志工，完成培訓後於 99 年成立「防汛護水志工服務隊」，志工平時進行服務區內水環境巡查及狀況反應；災時則配合各河川局應變小組之開設，執行水災情查看及通報。

歷經多年運作，目前計有 1,541 名志工，其年度服務總件數及運作效能皆持續增加，內容涵蓋水利設施損壞、溢堤潰堤、堰塞湖形成等災情通報，以及協助水環境維護工作，例如 101 年 0610 豪雨通報南投縣和社溪堰塞湖災情、102 年天兔颱風通報臺東知本溫泉溪溢堤並協助疏散撤離、103 年 0807 豪雨通報臺南港尾溝溪疏洪道損壞，以及河川局高灘地與堤岸環境營造等，確實發揮避災減災成效，並促進水環境安全永續。

6. 環境教育及其場所建置

自 99 年 6 月 5 日制定公布環境教育法，並自公布後一年施行，其對象為全體國民、各類團體、事業、政府機關(構)及學校。經濟部(水利署)已要求全體同仁依環境教育法規定，每年參加至少 4 小時以上環境教育，每年也辦理 10 場次的環境教育研習，協力單位計 278 處；參與專家及學者計 402 位，另鼓勵員工取得環境教育專業人員認證，目前已有 39 位取得認證。並積極推動所轄區域進行環境教育場所認證工作，目前計有臺北水源特定區環境教育中心、石門水庫土木文化資產暨環境教育館及曾文水庫環教場所等均已獲認證，另融入愛水環境教育理念，累積 88 套課程教材及環境教育出版品共 19 式。這些場所不僅提供同仁上課之用，亦對民眾開放，俾強化公私部門對於議題了解與公民參與技巧，並尋求彼此的共識。另透過環境教育，讓

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

民眾了解環境之破壞、全球暖化與氣候變遷，可能發生水資源不足、洪澇加劇、能源與糧食嚴重短缺等現象，將嚴重威脅人類、生物及環境，讓每一個人從認知、價值觀及態度上來落實環境保護、水資源保育之行為。

(二) 資訊公開

1. 多元資訊發布管道

經濟部(水利署)透過每週發行，將水利即時性訊息資訊公開，並能及時多元豐富隨時展現，讓外界能瞭解水利署，更由於採各單位輪流供稿，同仁間能彼此切磋成長，促進彼此單位間之瞭解與合作，並利用 E 河川—交流水知識等粉絲團將水利署最新消息、水利資訊與民眾互動。

為提供民災防災資訊，經濟部(水利署)建置防災資訊服務網、水情 APP 等系統，提供即時氣象、雨量、河川水位、水庫水情等，並及時發布淹水、河川水位、水庫洩洪及枯旱等預警資訊，以讓民眾及早因應。

2. 水知識服務

經濟部(水利署)有系統整理水利相關知識，透過「e 河川」計畫(係提報第三階段電子化政府之「優質網路政府」項下之旗艦計畫)以「e 河川網路資訊服務」為主題，經 e 河川知識服務網，以 5E 概念係推動水利知識服務，電子化(electric)整合交換河川資訊、即時水情、洪災、防災等河川大小事等水利資訊，提供更民眾所需全面性之開放資料、並利用各機關(例如:環保署、氣象局等)之開放資料進行加值、於「水資料應用平臺」建立「環境監視」等多項數位儀表板。交流互動(exchange)的水資源知識，透過社群網站與民眾互動，在 facebook 成立「E 河川-交流水知識」粉絲團，獲得 2 萬位以上粉絲，成立「我是水利人」社團，獲得近千位水利專業人士參與。以環境生

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

態(environment)為核心建立「臺灣河川復育網」專業主題網，與國際相關復育網站進行交流。進行河川教育(education)加深民眾水利知識，透過水利名詞庫將網站文章進行閱讀精靈方式解釋專業名詞，講民眾聽得懂的話。更企圖營造民眾親水享受(enjoyment)之環境知識，介紹單車路線、親水公園等資訊。期使民眾因「知水」、「親水」，進而「保水」、「愛水」為目的。

3. 公開揭露工程資訊

為配合本署重大計畫的資訊公開作業，廣為宣導與推動「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」及「流域綜合治理計畫」，建置相關專屬網站以公開揭露計畫內容、執行情形、工程資訊、治理成果及民眾參與等相關訊息。

「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」宣導網站自 2011 年 5 月 31 日上線迄今，網站資料量約 660 多筆，依據 Google Analytics（分析），網站瀏覽量逾 100,000 次；另「流域綜合治理計畫」專屬網站自 2015 年 7 月 22 日上線以來，網站資料量約 670 多筆，網站瀏覽量已超過 47,000 次。

四、未來挑戰

隨著時空環境變遷、公民意識抬頭與科學技術的進步，使得資訊公開與公私協力方式必須進一步調整。尤其資通訊技術的成熟，使網路成為接收與發送資訊的快速工具，亦隨著無線通訊技術的發展，萬物相連的物聯網也正在快速發展，所有物品都可能演進為具智慧化的資訊影像，讓公民參與方式增加更多想像空間。

近年國際間逐漸盛行的智慧城市及國家發展委員會「公共政策網路參與平臺」多導入新科技，以強化資訊公開與公民參與，其中智慧城市強調廣泛使用通資訊技術，以達到城市的永續發展，改善人民生活品質與提升城市競爭力，其主要趨勢分別為以人為本的思維，解決在地問題(如：美國

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

亞利桑那州，運用主動式需求管理和數據分析平臺，提供通群族選擇出發時間、新路線和模式，以減少交通壅塞的問題）；以4P(Public-Private-People Partnership)公私密夥機制，擴大公民參與（如：英國倫敦推動「London Open Data」計畫，提供無成本訊息，讓市民與企業能夠一同參與提出創新解決方案，並創造更多應用程式）；利用開放式平臺系統，讓各種群體相互交流促成創業生態圈，激發跨界跨域的創新動能（如韓國首爾市結合新創企業與公民參共同解決都市內的垃圾處理、停車位與文化體驗等城市問題，推動城市智慧化。），另國家發展委員會「公共政策網路參與平臺」之功能為讓行政機關的政策計畫更加公開透明，並朝向公民參與及強化溝通之目標邁進，並讓政府與民間的社會氛圍趨向信任之夥伴關係。使民眾參與讓政府施政更為周延，促進國家進步的動力，兩者皆為運用科技最佳典範。

因此，經濟部(水利署)在推動資訊公開與公私協力雖已有了成功經驗(案例)，參酌前述案例，考量時空環境與資訊科技發展，仍有改善空間及克服事項，茲未來挑戰如下：

(一) 政府與民眾的資訊落差

臺灣目前資訊揭露直接相關的制度規範為民國 94 年公布的「政府資訊公開法」，其目的在於「建立政府資訊公開制度，便利人民共享及公平利用政府資訊，保障人民知的權利，增進人民對公共事務之瞭解、信賴及監督，並促進民主參與」。然而，仍有以下幾點有待加強：

1. 選擇性資訊公開

政府各部門掌握大量資訊，並依前述法規明定予以公開，然僅止於部分水利事業，缺乏不同類型水利事業之資訊公開(如農業用水)，使得整體水資源的永續經營管理不易落實。故各類型的資訊宜普遍公開，以消弭社會各界的資訊落差。

2. 資訊取得不易

政府部門常將資訊上網等同於資訊公開，然就民間團體(NGO)而言，如何更積極參與決策及取得後續決策追蹤之資訊仍有困難。另外，各部門間常因本位主義或擔心資訊本身的敏感性，因而影響資訊公開的意願。

3. 具敏感性的資訊公開

日前 0206 震災，在各界壓力下，經濟部推出線上的土壤液化潛勢區查詢系統，該系統在有限時間內因應社會大眾的壓力即時公開，然而系統的公開時機、資料呈現方式，甚而是否應該公開皆引起部分社會大眾的疑慮。水相關資訊是否公開亦常遭遇具敏感、爭議性之疑慮。

4. 資訊(加值)運用不易

以流域經理為例，如能整合流域整體資訊，將有助於民眾對流域整體了解，公部門更能共同解決流域治理相關問題，惟各部門格式不一，資料品質不一致，致影響資訊(加值)運用，故須研究標準資訊格式，以利資訊的交換與流通。

5. 缺共同的溝通語言

各領域具有專業性，彼此溝通需講民眾聽得懂之語言，故需將專業水利名詞有系統整理，於文章中可以連結相關名詞，有助於民眾對水利領域之了解，公部門更能利用名詞將相關資料加以串聯，惟水利名詞建立不易，故須研究建立相關名詞資料庫。

(二) 不同屬性所建立的單一參與

1. 民眾參與單一化

民眾參與的重點在於營造多元利害關係人的民眾參與，參與者的身份應該多元化而非限縮在某一特定對象。以水資源為例，其涉及產

業、農業等，如僅蒐集水利部門之民眾意見，則無法完備整體水資源政策，故應參酌涉及主要領域民眾意見，以擴大民眾參與。

2. 跨領域之民眾參與需制度化

公民參與是現代政府推動公共事務不可或缺的要素，故跨部門及跨領域整合，擴大參與對象，目前各部門對於民眾參與僅依部門需求規範，如需跨部門及跨領域之公民參與，則需重新建立相關規範，才能廣徵各界意見。

(三) 政府部門與民眾須尋求共識

1. 不同專業知識的融合

就以往經驗顯示，政府部門間及政府與民眾間所具有專業知識不同(如水利部門之水資源、農業部門之糧食、民眾之區域性知識等)，進而彼此影響溝通及業務推動。故公私雙方宜具備有助於彼此溝通的共同知識仍有待辨識。

2. 本位主義的去除

各部門間有其必須達成之目標，而民眾亦有其利益之考量，如各有堅持(本位主義)，則無法形成共識。達成共識的關鍵在於，需以國家、社會整體的利益考量為基礎，以尋求獲得政府各部門及社會大眾認可的政策(決策)方向。

3. 資料斷層的鏈結

政府機關、部門、業界、學界及民眾之間，因專業、領域及所在環境不同，致資料之提供與使用間對資料解釋有所差異，造成彼此間對所運用的資料在文意上有所斷層，故常有對分析後的資訊判讀及結論常有落差。要解決這因為資料斷層造成的分析結論落差，得有統一的資料文脈及連結。

4. 虛擬之公私跨域整合平台建立

水的議題攸關民眾權益，當政府與人民對水的政策(法規)出現意見落差，如不及早溝通協調，將使社會氣氛便趨向緊繃與不信任。目前除公聽會或說明會等溝通的管道外，更須因應數位化的時代來臨，建立虛擬之公私跨域整合平臺，如「公共政策網路參與平臺」，藉由各種公私利害關係者參與討論、建議、草案、定案等四個階段完整討論相關水議題，最後形成共識之水政策。

五、關鍵課題

基於前述，「水與契機—資訊公開、公私協力」議題上的主要障礙可以歸納為以下三點，「政府與民眾的資訊落差」、「不同屬性所建立的單一參與」、「政府部門與民眾須尋求共識」。基於此，未來將從以下三面向積極回應。

(一) 完善資訊公開與加值運用

1. 「政府資訊公開法」於民國 94 年公布以來，資訊公開已然是臺灣各政府單位處理公務奉行之基本原則，故依前原則，對部門間、政府與民眾建立完善資訊公開宜及早辦理。
2. 良好的知識管理(Knowledge Management, KM)指的是從資料(Data)、資訊(Information)、知識(Knowledge)到智慧(Wisdom)的過程；在具正確品質的資料情況下，透過加值方能將資料提升為資訊、知識、甚至智慧，因此有必要掌握最新資訊科技技術持續推動水相關資訊(加值)運用。
3. 結合水與科技，發展水資訊加值與顧問服務產業，並將政府與民間的資料予以整合，建置以需求導向的使用者應用生態圈，研發整合性創新系統平臺，且蒐集使用者反饋意見，精進商業模式與價值創造，以促進臺灣產業蓬勃發展。

(二) 擴大民眾參與及跨域整合

1. 社群網站屬民眾普遍使用之工具，為資訊的交流與分享提供了新的途徑，建立粉絲團較易接近民眾需求，亦可成立社團鼓勵特定議題有興趣之民眾參與討論。
2. 水議題涵蓋相關廣泛，利用 4P 模式跨界整合運作，促成企業、學校、研究機構、與民眾參與，並建立跨部門及跨領域之公民參與之相關規範。
3. 跨領域之公民參與，需藉擴大實體或建置虛擬溝通平臺來加以整合，平臺成員應涵括公私部門的利害關係者。

(三) 加強環境教育並尋求共識

1. 藉由教育，建立部門間、政府與民眾之共同知識，以強化溝通，並尋求最大公約數，達成共學的效果。另建立部門間之交流機制。
2. 迎合資訊化時代，建立環境教育資料大數據區確有必要性，並建立資料之間知識與文脈間的連結，不僅有利於教育推廣，也有助於適時發布關鍵環境資訊，滿足社會大眾知的權利。
3. 以水環境資料為核心，建立視覺化之相關亮點服務，提升民眾對環境生態河川知識教育之核心知識，推廣及宣傳水利知識管理運用，藉由政府與政府，以及政府與民眾間共同合作，創造隨手可得的互動式水環境資源資訊服務。

六、策進作為

公民意識的興起，掀起了公民參與的篇章，儼然成為這世代的潮流。因此，為讓民眾瞭解政府推動「水」的公共事務，「資訊公開與公私協力」已是重要的課題，惟基於前述，其推動方式必須配合時空環境與資訊科技發展予以調整，茲擬定之短、中、長期策進作為如下：

(一) 完善資訊公開與加值運用

1. 檢視法規，盤點民眾關心之資訊，主動公開(短期)。
2. 建立具一致性的水資料格式與水資料整合平臺(中期)。
3. 建立水資料應用知識庫與協定標準(中期)。
4. 發展水資訊應用生態圈，建立智慧水管理及促成需求導向之創新技術產業，並協助國際推廣(長期)。

(二) 擴大民眾參與及跨域整合

1. 應用社群網站強化政策溝通，並鼓勵民眾參與或創意提案(短期)。
2. 建立政策評估、工程規劃及維護管理之公民參與相關規範，確立參與者權利與義務，並強化公共審議過程，保障公共利益(中期)。
3. 擴大實體與建立虛擬之公私跨域整合平臺(長期)。

(三) 加強環境教育並尋求共識

1. 每年公告臺灣水利情勢，以因應環境變遷的挑戰(短期)。
2. 擴大與深化環境教育之公私跨域共學機制(中期)。
3. 建立環境資料大數據與保護私人資訊的配套法規(中期)。
4. 善用資通訊技術即時或定期發布關鍵環境資訊，並以視覺化方式優化政策溝通，以形成政策推力(長期)。

(四) 行動方案與跨部會合作事項

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
1. 完善資訊公開與加值運用(策略)		
檢視法規，盤點民眾關心之資訊，主動公開	● 盤點相關法規、資訊 ● 研析相關程序與公開	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
建立具一致性的水資料格式與水資料整合平臺	● 水資料盤點與水資料共通格式研訂 ● 水資料整合平台規劃建置 ● 水資料更新與維護管理	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
建立水資料應用知識庫與協定標準	● 水資料開放協定標準研訂 ● 應用雲端運算、大數據、開放資料及物聯網統收納管水資料之技術研發 ● 水資料應用知識庫規劃建置與維護管理	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
發展水資訊應用生態圈，建立智慧水管理及促成需求導向之創新技術產業，並協助國際推廣	● 建立淡水河、大甲溪、濁水溪、曾文溪及高屏溪等流域之智慧水管理 ● 水資料加值運用需求調查與潛在市場評估 ● 水資訊應用產業輔導與市場媒合 ● 臺灣水資訊應用技術國際推廣	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
2. 擴大民眾參與及跨域整合(策略)		

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
應用社群網站強化政策溝通，並鼓勵民眾參與或創意提案	● 盤點既有公民參與的樣態檢討現行公民參與機制，並配合修正相關規定 ● 水議題交流社群網站建立與維護管理 ● 水議題社群網站輿情分析與政策溝通策略規劃 ● 在地問題方案解決中心經營管理與群眾外包創意提案網路活動推廣	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
建立政策評估、工程規劃及維護管理之公民參與相關規範，確立參與者權利與義務，並強化公共審議過程，保障公共利益	● 利害關係人協商與公共審議能力建構 ● 公民參與水利政策評估之制度研議 ● 公民參與水利工程規劃與維護管理配套法規研議	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
擴大實體與建立虛擬之公私跨域整合平臺	● 公私跨域整合實體平臺成效評估與擴大規劃 ● 公私跨域整合虛擬平臺規劃與建立 ● 實體與虛擬平臺整合規劃與推廣	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
3. 加強環境教育並尋求共識(策略)		
每年公告臺灣水利情勢，以因應環境變遷的挑戰	● 跨域合作盤點水相關資訊(如：氣候變遷情境與河川情勢等) ● 加值、應用及公告	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
擴大與深化環境教育之公私跨域共學機制	● 水環境公私跨域共學機制研議 ● 水環境公私跨域共學活動規劃與辦理	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。
建立環境資料大數據與保護私人資訊的配套法規	● 環境監測資料共通格式研訂與環境大數據建立 ● 環境大數據關聯性分析與跨部會資料整合 ● 環境大數據涉及私人資訊之適法性研究與配套法規研議	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

引言人：經濟部水利署 賴建信署長

行動方案	具體合作工作項目	主(協)辦單位
善用資通訊技術即時或定期發布關鍵環境資訊，並以視覺化方式優化政策溝通，以形成政策推力	● 環境資訊監測與視覺化呈現設計 ● 環境政策推力分析與關鍵指標設計 ● 關鍵環境指標計算與公布辦法研訂	1. 主辦：經濟部、內政部、交通部、科技部、國發會、行政院主計總處、環保署、農委會、縣市政府。 2. 協辦：工業局、能源局、水利署、國營會、技術處、加工出口區管理處、臺水公司、臺電公司、營建署、氣象局、公路總局、水保局、林務局。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長

一、前言

世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)近期發表的2015年全球風險報告(Global Risks 2015)，將水資源危機(Water Crises)列為未來全球衝擊經濟與社會的最大風險，伴隨著全球氣候變遷現象，亦加深水資源危機的問題，全球不同都市也同時面臨著缺水與淹水的問題。

臺灣地形山坡地陡峭，河川短促，雨勢集中，雨水快速地流入海洋，造成水資源管理或流域治理相當不易，而提升水資源經營、強化偏鄉自來水普及率、有效改善淹水等，成為臺灣水資源與水利建設的重要課題。面對如此艱困的挑戰，不能只採取水利工程手段，必須整合非工程策略，強化國土規劃策略，整合跨部會相關層級的資源與合作，加強資訊公開與公私協力，共同解決水資源問題，建構永續水環境(Sustainable Water Resource)。

二、國發會建立「公共政策網路參與平臺」，擴大參與規劃，落實政策溝通

世界各國藉由民眾參與政策規劃與E參與(E-participation)提供政策，已成為國際趨勢，根據聯合國2014年「電子化政府調查」，193個會員國中有95個(占49%)國家在政府入口網設有民眾意見反映管道，71個國家運用社群媒體就公共政策議題與民眾互動。

因此，水資源議題也可以藉由參與式規劃與E參與(E-participation)，提供水資源創新想法與政策建議，讓更多公民或關係人(stakeholder)參與討論或提案，公私密合夥(Public-Private-People Partnership, 4Ps)，透過資訊公開與公私協力，提供民眾顧問、政策決定之參考。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長

事實上，國家發展委員會(以下簡稱本會)已在104年初成立「公共政策網路參與平臺」(網址：<https://join.gov.tw/>)，該平臺強化建構政府與公民間良善的溝通管道，平臺區分四大部分：1. 提點子：透過民眾提案，提供政府施政之參考。2. 眾開講：提供政府各部會近期正在規劃推動的政策資料，並透過平台機制公開徵詢民眾意見。3. 來監督：提供政府經貿國是會議結論之執行進度，以及政府重大施政計畫執行概況等資訊，並邀請全民進行管考與監督。4. 找首長：首長信箱：回應民眾聲音。因此，本會公共政策網路參與平臺提供民眾、團體、政府機關之間的E參與管道，建立資訊公開與公私協力的範例，未來本會仍將加強要求各部會針對規劃中或執行中之重大政策及社會關注議題，均應透過參與平臺主動公開徵詢民意，廣泛蒐集不同利害關係人對政策的看法，並結合實體會議召開，以落實政策溝通。

根據本會「公共政策網路參與平臺」資訊，對於水資源的利用與省水宣導，經濟部(水利署)於105年7月8日在平臺提出「你/妳今天省水了嗎？」主題，藉由圖表說明，以「友善環境」、「質優量穩」及「安全用水」等三大願景推動臺灣水資源政策，並以「節約用水」、「有效管理」、「彈性調度」及「多元開發」為策略，期能達到每人降低每日用水量、省水器材市占率100%及降低自來水漏水率之目標。經濟部(水利署)透過公共政策網路參與平臺，宣導省水政策，並邀請全民監督，以達省水目標。未來本會將擴大參與，實踐開放政府理念，主動公開徵詢民意強化公共政策網路參與平臺服務，建構政府與公民間良善的溝通管道。

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長



資料來源：國發會公共政策網路參與平臺

	民國 104	民國 110	民國 120
平均每人每日用水	273 公升	250 公升	240 公升
省水器材市佔率	省水馬桶 91.4% 省水洗衣機 84.9%	100%	100%
工業用水回收率	69.8%	75%	80%
再生水供應量	民生污水回收量 3.1 萬噸 工業廢水回收量 39.1 萬噸	民生污水回收量 28 萬噸 工業廢水回收量 45.8 萬噸	民生污水回收量 82 萬噸 工業廢水回收量 50 萬噸
自來水漏水率	北水 16.72% 台水 18.04%	14%	12%

資料來源：國發會公共政策網路參與平臺

三、提供完善資訊，建構風險溝通網絡

鑑於當前氣候變遷產生的跨界和跨域的風險衝擊，亟需新的風險治理與風險溝通策略，為強化民眾對其風險感知，提供完善資訊，並納入相關利害關係人，建構風險溝通網絡。

本會在105年度開始辦理「建構氣候變遷調適之風險溝通網絡」計畫，委託國立臺灣大學(風險社會與政策研究中心)進行，展開一系列虛擬與實

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長

體的執行方案，透過傳統與新興媒體工具，包括：虛擬媒體、實體活動，以及媒體培訓課程等，推動氣候變遷下的知識傳播，以期將氣候變遷調適的思維、觀念和行動，進行串聯性的對話與溝通，串連政府部門、學者專家、媒體與民眾（包含相關NGO團體與社會各界），多方利益關係網絡。

未來在水資源使用或水利建設規劃方面，也可以參考建構風險溝通網絡，整合政府部門、學者專家、媒體與民眾等各方意見，提供完善資訊，建構政府與民眾間的良好溝通管道。

四、提供更生活化的資訊與溝通方案，讓民眾更容易瞭解政府政策

政府在提供資訊或提供政策方案時，往往發生內容過於生硬，或發現太多、太複雜專業知識，一般民眾實難以瞭解。因此，未來在水資源或水利等相關計畫上，提供資訊應該以更具生活化的溝通方式傳遞知識，結合於日常生活裡的經驗知識，如此才能讓民眾更更容易瞭解政府政策，而這也是未來各政府機關在執行上必須思考的方向。

五、強化即時 APP 資訊服務網

淹水涉及人民生命與財產安全，政府為有效改善淹水問題，自2006年起以短、中長期，分別訂定「水患治理特別條例」與「流域綜合治理特別條例」，共編列1,820億元（約為一年公共建設中央公務額度）的特別預算來推動水患治理。治水策略則以「國土防災」、「綜合治水」、「立體防洪」、「流域治理」等面向作為指導方針，透過整合中央地方跨部門資源，結合國土規劃、防（減）災與產業調整等策略，期達成避（減）災、保土蓄水及土地合理利用目標。

經濟部水利署為提供民災防災資訊，已建置防災資訊服務網、水情APP等系統，提供即時氣象、雨量、河川水位、水庫水情等，並及時發布淹水、河川水位、水庫洩洪及枯旱等預警資訊，俾利民眾及早因應。此外，行政院農委會水土保持局也已建構土石流防災資訊，透過公眾參與的概念，利用智慧型手機內建定位及拍照功能，將颱風豪雨期間當地雨量及影像等訊

議題四：水與契機—資訊公開、公私協力

與談人：國家發展委員會國土區域離島發展處 郭翡玉處長
息上傳至水土保持局，提供更豐富且詳細之資訊。未來建議各相關機關在辦理對於具急迫性或涉及生命財產安全之議題時，可以考慮強化即時APP資訊服務網，並藉由民眾意見回饋，強化資訊公開與公私協力之綜效。

六、強化由下而上的溝通模式，並注重新興媒體的影響力

本會在推動氣候變遷調適與風險溝通的過程與經驗中，政府角色的拿捏亦是重要的一環，其中一個重點思維是溝通過程中必須清楚傳達計畫所推動的「風險溝通」，而這不等同於「政策溝通」，因為後者的溝通模式很容易落入由上而下的政令宣導，是單向的政策傳遞模式，而非雙向的溝通交流。因此，未來相關機關在推動此類計畫方案時，建議能強化由下而上的參與式溝通模式來推動，避免單向的政令宣導，並掌握議題背後的核心精神，透過分享與學習的心態，邀請各界共同參與和探討，如此也才能打開更多對話的機會，真正落實資訊公開與民眾參與。

此外，新興媒體或社群網絡的影響力也日益顯注，年輕世代對於小眾媒體、獨立媒體或各類型態社群網絡之需求亦逐漸增加。事實上，多元參與、納入各界的意見，建立更多關注議題的利害關係人，知識與訊息才有更有機會擴散與討論，也才能提升公私部門的溝通品質。

七、強化公私協力，鼓勵民眾或團體創意提案

本會辦理建構氣候變遷調適之風險溝通網絡的經驗中，鼓勵參與者腦力激盪，例如：民眾參與中的創意提案，曾建議政府可以參考運動彩券的構想，開發氣候變遷彩券，針對每日的降雨量或溫度進行投注，讓全民在娛樂的同時，更能關注氣候變遷的議題。此外，在節能減碳的主題上，由於許多家庭主婦是推動節能減碳的主要對象，如何強化更多男性的共同參與，從生活中落實節能減碳，也是參與者在腦力激盪的發想。因此，未來在水資源或水利建設上，進一步促成及鼓勵民眾或團體的創意提案，透過較生活化、娛樂式的方式，強化民眾參與，希望能成為水利界持續推動的工作之一。