水資源管理會刊

第二十一卷第二期 2019.12
ISSN 1606-2604
行政院新聞局局版
北市誌第 2415 號

發 行 人：楊偉甫
發 行 所：中華水資源管理學會
總 編 輯：張敬昌
副總編輯：虞國興
出版委員會委員：毛振泰　王藝峰
李振誥　林國華
林鎮洋　張良正
張尊國　陳清田
陳榮福　葉陳萼
虞國興　鄭友誠
簡昭群　蘇明道
（按姓氏筆劃排列）

本期企劃：王藝峰 / 簡昭群
執行編輯：陳英仁
會　　址：10055 台北市中正區
仁愛路二段一號四樓
電　　話：(02) 2392-6349
電話傳真：(02) 2396-4260
電子信箱：
water23926349@gmail.com
呈 印 者：中禾實業股份有限公司
地　　址：22161 新北市汐止區
中興路 98 號 4 樓之 1
電　　話：(02) 2322-1930

目錄

特別企劃

從洪災防救提升至建構韌性水城市之新思維
楊道昌、郭振民、林宥丞、鄭欽韓、張廣智、游保杉　2

專　論

韌性國土規劃：以雲林縣氣候變遷調適計畫為例　李永展　11

臺北自來水系統設施整備計畫之方法探討
范煥英、朱撼湘、吳正堂　17

新北市透水保水過去、現在與未來
宋德仁、楊宗珉、潘志豪　28

韌性城市智慧防災 — 桃園市智慧雲端水情兵棋圖台系統發展
劉振宇、李金靖、李岳壇、蔡明璋　36

學會動態

會務報導　秘書處　46

會員資料填表　秘書處　48

入會繳費方式　秘書處　50

從洪災防救提升至建構韌性水城市之新思維

楊道昌
國立成功大學水利及海洋工程學系 研究員兼任副教授
郭振民
國立成功大學水利及海洋工程學系 副研究員兼任助理教授
林宥丞
國立成功大學水利及海洋工程學系 專任研究助理
鄭欽韓
經濟部水利署綜合企劃組 科長
張廣智
經濟部水利署 副總工程司
游保杉
國立成功大學水利及海洋工程學系 特聘教授

摘要

受氣候變遷之影響下，極端降雨事件發生頻率愈趨頻繁，其降雨強度已經超過現有之防洪工程保護標準。為了面對極端降雨事件所帶來無可避免的淹水現象，從中央、地方、社區到住家宜建立「面對淹水、接受淹水、處理淹水」的防災韌性思維。地方政府目前是處理淹水的重要層級，因此本文配合國際面對極端降雨事件提升城市韌性之發展趨勢，並透過地方政府與專家訪談，建構適合臺灣城市因應氣候變遷下城市水韌性的評估系統，包含「組織韌性能力」、「基礎設施韌性能力」、「社會韌性能力」、「經濟韌性能力」等四構面之評估指標，作為地方政府首長設定韌性水城市之目標與調適策略之依據。本文發展的城市水韌性評估系統亦呼應聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）中之目標9、11、及13。

關鍵詞：氣候變遷、極端降雨、防災韌性、韌性評估系統、永續發展目標。

一、前言

近年在氣候變遷影響下，國內、外面臨極端降雨事件之嚴重衝擊漸趨頻

繁。民國 98 年莫拉克颱風在臺灣南部造成嚴重災害，接連民國 107 年的 0823 豪雨，受熱帶低壓滯留影響，長延時高強度的暴雨再次為嘉義、臺南、高雄、屏東等縣市帶來嚴重淹水災害。探究其淹水主要原因為降雨量遠超過排水設計標準，0823 豪雨在麻豆區、安南區及仁德區之最大 24 小時累積雨量皆超過 10 年重現期距保護標準；再加上當天適逢漲潮，外水高漲內水無法排出。

水利單位長期投入相當多的人力與財力來提升地方區域排水能力，目前已經大量減少在工程設計標準下經常性降雨事件的可能淹水面積。然而面對氣候變遷，世界各地已正面臨極端降雨事件造成之衝擊，其降雨強度已經遠超過目前我們工程與非工程的防治標準。因此防災工作除需持續推動傳統水利工程以防範經常性降雨帶來的洪水事件外，在防災思維上更需面對極端降雨事件下帶來無可避免的淹水現象，因此從中央、地方、社區到住家宜建立「面對淹水、接受淹水、處理淹水」（法鼓山，民國 88 年）的防災韌性思維。而地方政府目前是面對淹水問題非常重要的層級，在市政規劃與推動上未來在橫向如何整合各局處，在縱向領導各社區與居民，以共同建立與提升城市面對淹水的韌性能力至關重要。據此，本文擬建立一套適合地方政府可操作的韌性水城市評估系統以供參考。

圖 1　聯合國推動永續發展與建構韌性過程

本文首先回顧國際上防災韌性的發展及韌性的意涵與定義，然後綜合國內專家與地方政府訪談意見，發展一套適合提供縣市首長參考的韌性水城市評估機制與指標體系，期待經由檢驗與評估自己城市面對淹水的韌性能力，並融入韌性理念至城市發展與規劃過程中，進而建構韌性水城市以因應氣候變遷下的極端降雨事件。

二、防災韌性的發展

在過去的災害風險管理與調適策略擬定中，多以災害潛勢分析與脆弱度評估為主要工作，且以「降低脆弱度」做為其調適基礎。然而，聯合國國際減災策略組織（UN Office for Disaster Risk Reduction, UNDRR）於 2005 年發布「兵庫行動綱領」（UNDRR, 2005）與 2015 年發布「仙台減災綱領」（UNDRR, 2015）中，特別強調「提升韌性」是降低氣候變遷影響下災害風險衝擊之重要基礎。此外，UNDRR 於 2010 年起發起「讓城市更具韌性 – 我們的城市準備好了」全球行動，以進一步回應並落實兵庫行動宣言與仙台減災綱領，進而達成城市永續發展、建構韌性之共同目標，其發展過程如圖 1 所示。2012 年提出「讓城市更具韌性十要素」及「地方政府領導手冊」（UNDRR, 2012）並於 2017 年更新版本（UNDRR, 2017），引導地方首長理解並操作此十項要素（十項要素請參考圖 3），透過十項要素評估結果瞭解城市面對天然災害在不同面向之韌性程度，據此做為城市永續發展與提升韌性之改善方向。

對此，檢視過去水利署所完成之氣候變遷下洪旱脆弱圖、危險圖與風險圖評估製作，其係針對災害管理的災害風險評估層次，提供災害「防」及「救」的重要「預防」資訊。然而，UNDRR「讓城市更具韌性十要素」比目前防災四個階段「減災、整備、應變、復原」涵蓋層面更為周延。基此，本文採用前述水利署完成之風險評估成果，配合國際趨勢並考慮本土適宜性，建構適合臺灣城市因應氣候變遷防洪韌性評估方法，作為協助各地方政府首長朝向建構韌性水城市之目標，並確認規劃與願景之落差，作為未來努力方向。

三、韌性的意涵與定義

前述提及之「韌性」意涵究竟為何？本文以城市遭遇災害的韌性曲線（圖 2）進行說明：當災害發生時，城市如有充分的防禦準備與應變能力（如圖左邊箭頭），便能減少城市狀態惡化程度，降低災害衝擊；再加上具備有效的適應與復原能力（如圖中間箭頭），便可減少恢復時間，加速復原，讓城市狀態迅速回升；另外，韌性特別強調從災害中學習，重建後的城市

能比災前更好（build back better）且更具韌性的狀態（如圖右邊箭頭）。此外，「韌性」一詞早期由 Holling（1973）使用在生態系統，隨後廣泛應用於各領域中（包含生態、社會、經濟、社會－生態、災害、災害管理等），依據不同領域欲探討目的不同，其定義亦有所不同（彙如表 1）。

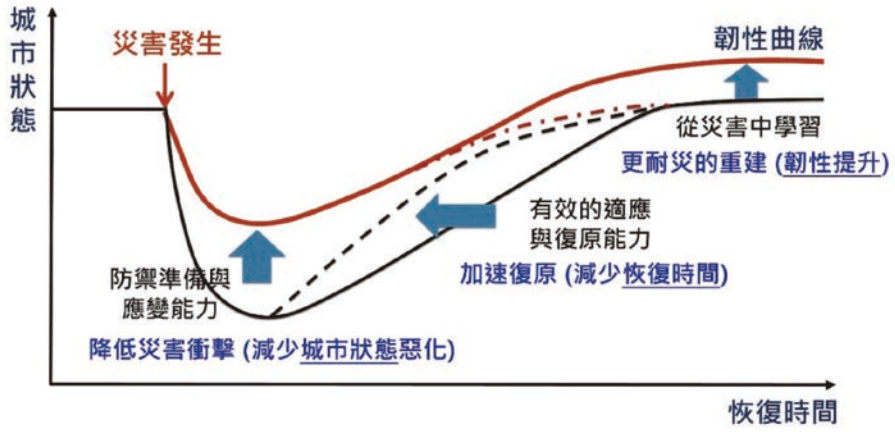


圖 2　城市狀態與健康狀態之韌性曲線

表 1　各應用領域其韌性之定義

應用領域	學者 / 機構	韌性定義
生態	Holling（1973）	一個生態系統在經歷外來干擾後，恢復或回復至原始狀態之能力。
社會	Timmerman （1981）	系統或地區在經歷災害事件後，吸收災害衝擊與恢復能力之量測。
	Dovers and Handner（1992）	「被動韌性」為強化現有條件使系統更具抗拒衝擊之能力；而「主動韌性」則指社會面對無法逃避之衝擊，重新營造一個足以接納改變之新系統。
社會－生態	Adger et al.（2005）	一個社會與基礎建設對抗外來擾亂或壓力，及其從擾亂後復原之能力。
經濟	Rose（2006）	一個系統在對抗損失或毀壞時，可承受或是緩和自身衝擊的能力。
災害	Berke and Campanella（2006）	使災害衝擊與損害最小化之生存與面對災害的能力。
災害管理	UNDRR（2002）	系統、社區或社會對抗或調整，以獲得一個可接受狀態之能力。其決定在社會系統，可自我組織、提升學習、調適及災害恢復能力。
	IPCC（2012）	系統（及其組成部分）以即時有效的方式預測、吸收、容納，或從災害事件衝擊影響中復原（包括基本結構與功能的保存、恢復或改進）的能力。
	USACE（2016）	預測、準備及適應不斷改變的情況，並能抵抗及回應災害，且迅速恢復。
	UNDRR（2015）*	韌性是指一個系統、社區或社會抵抗、吸收、適應災害造成的影響並從災害的影響中即時有效恢復的能力，包括保護並恢復其重要基本結構和功能。

註：* 為本文採用之韌性定義

本文係基於災害管理領域之韌性定義（UNDRR, 2002; IPCC, 2012; USACE, 2016; UNDRR, 2015）來建構韌性水城市評估系統，亦即城市遭遇水災之後，仍保有主要功能與結構，且能快速恢復之能力。前述災害管理領域之韌性定義中，UNDRR（2015）針對韌性之定義為：「韌性是指一個系統、社區或社會抵抗、吸收、適應災害造成的影響並從災害的影響中即時有效恢復的能力，包括保護並恢復其重要基本結構和功能」。可見韌性定義較降低脆弱度更為廣泛且完整，亦非狹義之系統回復力（如水資源供需系統從缺水狀態回復至不缺水狀態）。目前國際上無論於學術或實務領域皆非常強調透過強化韌性，融合地區社會經濟與建成環境條件，以及天然環境資源特色，從多元角度提出共贏、跨域合作與不悔（no-regrets）之綜合調適策略，以強化面臨災害之韌性。

依據 UNDRR（2015）之韌性定義可知：提升城市水韌性並非單方面從提升基礎設施防洪標準，來抵抗災害以確保城市重要基本結構和功能，仍需綜合與強化其他面向（如組織治理、社會與經濟），方能使城市遭遇水災後能吸收、適應災害造成的影響並具備即時有效恢復的能力。因此，建構韌性水城市之評估架構需從綜合性角度進行探討（即涵蓋組織治理、基礎設施、社會與經濟等層面）（Cutter et al., 2010）。此外，地方政府極需整合跨局處共同面對與處理極端降雨事件造成之衝擊並融入水韌性理念，以提升城市水韌性能力。

另外，韌性水城市的推動也同時呼應聯合國永續發展目標（SDGs）中之目標 9：產業、創新和基礎設施（建立具有韌性的基礎建設，促進包容且永續的工業，並加速創新）、目標 11：永續發展的市政規劃（促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性）與目標 13：氣候行動（採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響），進而達到永續發展、韌性臺灣之目標。

四、韌性水城市評估系統

參考前述國內外相關文獻瞭解：城市水韌性評估系統一般分為「評估構面」、「評估要素」、「評估指標」三個層面。透過與地方政府及專家訪談發現：UNDRR 發展的「讓城市更具韌性十要素」評估系統中，包含 117 個「評估指標」，如此非常詳細的評估指標在臺灣初步推動階段恐過於繁雜且不易操作。因此，本文建構之韌性水城市的評估系統先分為 (1) 組織韌性能力、(2) 基礎設施韌性能力、(3) 社會韌性能力、(4) 經濟韌性能力等四個「評估構面」（Cutter et al., 2010）。在前述四個評估構面下，再設定四個評估構面下之評估要素，以及評估要素內的評估指標。圖 3 說明本文建構之城市水韌性評估系統的四個評估構面與仙台減災綱領「四

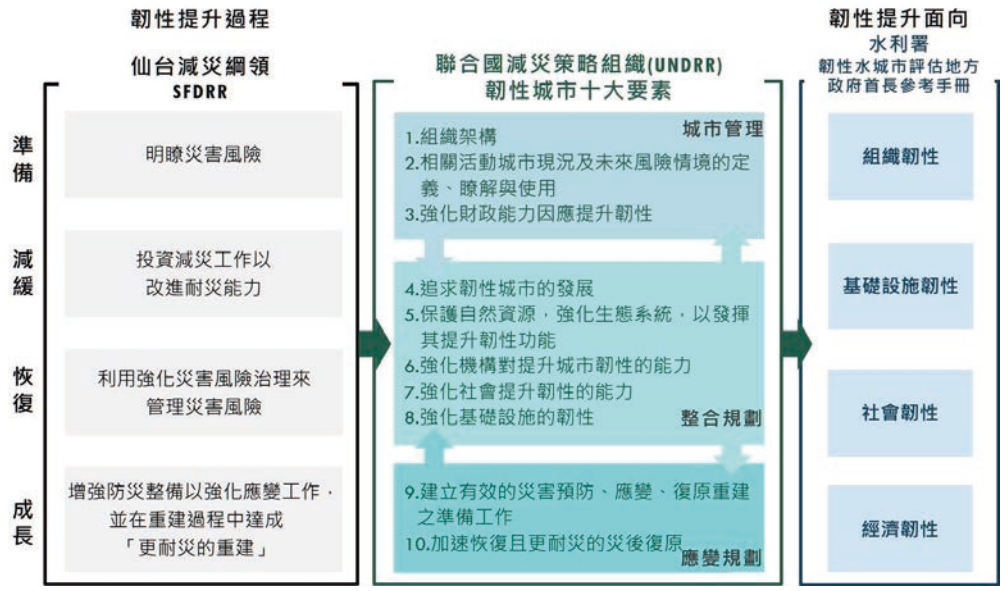


圖 3　韌性城市構成要項

大先優先推動項目」、聯合國國際減災策略組織「讓城市更具韌性十要素」精神與意涵之關聯性。

依據「組織韌性能力」、「基礎設施韌性能力」、「社會韌性能力」、「經濟韌性能力」等四個評估構面欲達成之標的，建構評估要素如圖 4 所示。為瞭解各評估要素之表現能力，本文依據專家意見與可評估資料之普及性，建立各評估構面下不同評估要素之評估指標，以利進行城市水韌性評估之操作，詳細內容請參閱「韌性水城市評估與調適研究」（經濟部水利署，民國 107 年）。

圖 4　韌性水城市四個評估構面與 16 個評估要素

五、韌性水城市的推動

前述韌性水城市評估系統係從城市的組織韌性能力、基礎設施韌性能力、社會韌性能力、經濟韌性能力等四個構面來發展「量化」與「質化」評估指標，使之兼具量化客觀性與質化深入性之雙重優點，進而編撰「韌性水城市評估－地方政府首長參考手冊」（經濟部水利署，民國 107 年），作為臺灣城市在面對洪旱威脅下之城市水韌性評估方法，提供地方政府自我檢視與評估之工具。透過評估結果，可促使地方首長與相關局處主管面對自我城市水韌性不足之層面，據以重視並提升該層面之韌性，達成全面性韌性水城市之目標。其中，水韌性評估指標係提供地方首長對自身城市狀態進行分析，瞭解城市面對極端災害影響下的水韌性能力，作為城市自我評估（自我成長）的工具，無需作為城市間的評比。

城市水韌性的推動與規劃方式首先需要獲得地方首長（或代理人）的重視，進而率領各局處主管進行評估（圖 5）。尤其在每次災害發生後，盡可能蒐集救災過程投入的人力、物資與財力，及災區復原時間與重建相關資料，讓爾後評估資料能夠更充分與完整，而且地方政府宜進一步進行災後檢討，從災害中學習讓城市水韌性能持續成長。詳細操作方式可依據城市水韌性提升規劃階段和步驟（表 2）進行。

六、結語

面對氣候變遷的衝擊，世界各地皆已正面臨極端降雨事件帶來洪災的衝擊，其降雨強度已超過目前我們的工程防治標準，因此必須強化對於面對洪災時的韌性能力，以積極面對氣候的不確定性。洪「災」雖難以避免，

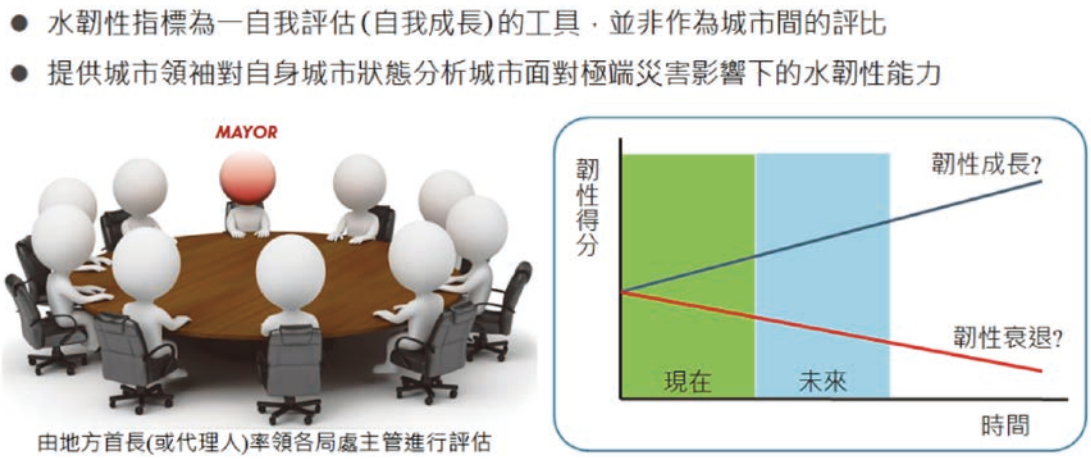


圖 5　地方首長（或代理人）率領下進行水韌性評估

表 2　韌性提升規劃階段和步驟（UNDRR, 2012）

階段一 動員和準備	1. 成立水韌性評估之籌備機構，凝聚城市水韌性意識
	2. 召集局處相關人員參與水韌性評估
	3. 制定工作計畫與執行程序
階段二 分析和評估城市韌性	4. 瞭解城市潛在風險
	5. 進行城市水韌性評估
	6. 分析當地環境和資源
	7. 準備水韌性評分報告
階段三 制定一個安全和具有韌性城市的行動計畫	8. 確定行動計畫願景、目標和行動
	9. 建立行動計畫與短、中、長期專案
	10. 使減災計畫制度化並確保永續推動
階段四 落實計畫	11. 計畫落實並調動資源
	12. 領導人的廣泛參與
階段五 監督和跟進	13. 計畫監督與意見反饋
	14. 宣傳與交流

但是透過洪災的韌性檢討與提升過程，可大幅減低「害」的程度，並且能從過去的經驗中學習成長，提升至更高程度的韌性水準。韌性提升過程除了需要瞭解自身不足之處以提出解決方法外，還需民眾與政府間的通力合作方能推動成功。基此，藉由城市水韌性評估系統之建置，透過「組織韌性能力」、「基礎設施韌性能力」、「社會韌性能力」、「經濟韌性能力」等四構面之指標內容，提供地方首長領導各局處室檢視城市水韌性能力，作為城市水韌性能力建構之指引。然而，各城市可能具有不同區域特性，建議未來可以藉由執行過程逐步修正。

謝誌

本文承蒙 經濟部水利署經費補助「韌性水城市評估與調適研究」計畫（計畫編號：MOEAWRA1060413 與 MOEAWRA1070381）得以順利完成。計畫執行期間，特別感謝參與案例評估之臺中市、臺南市及高雄市政府首長與各局處室主管，提供寶貴意見與計畫執行過程所需資料，在此一併致謝。

參考文獻

[1] Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4: 1-23.

[2] Timmerman, P. (1981). Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climate Change Applications. University of Toronto, Canada：Institute for Environmental Studies.

[3] Dovers, S. R. and Handmer, J. W. (1992). Uncertainty, sustainability and

change. Global Environmental Change, 2(4): 262-276.
[4] Adger, W. N., Hughes, T. P., Folke, C., Carpenter S. R. and Rockström, J. (2005). Social-ecological resilience to coastal disasters. Science, 309(5737): 1036-1039.
[5] Rose, A., 2006. Economic resilience to disasters: Toward a consistent and comprehensive formulation. Disaster resilience: An integrated approach. Illinois, p.226-244.
[6] Berke, P. R. and Campanella, T. J. (2006). Planning for post-disaster resiliency. Annals of the American Academy of Political and Social Science, 604(1): 192-207.
[7] UNDRR (2002). Living with Risk：A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
[8] IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters To Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
[9] USACE (2016). Resilience Initiative Roadmap, United States Army Corps of Engineers.
[10] Cutter, S. L., Burton, C. G. and Emrich, C. T. (2010). Disaster resilience indicators for Benchmarking baseline conditions. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7(1): Article 51.
[11] UNDRR (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR)
[12] UNDRR (2005). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
[13] UNDRR (2012). How to make cities more resilient: a handbook for local government leaders, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
[14] UNDRR (2017). How to make cities more resilient: a handbook for local government leaders, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
[15] 經濟部水利署，民國 107 年，「韌性水城市評估與調適研究 (2/2)」。
[16] 經濟部水利署，民國 107 年，「韌性水城市評估　地方政府首長參考手冊」，https://www.wra.gov.tw/media/60088/ 韌性城市參考手冊 1080522.pdf。
[17] 法鼓山，民國 88 年，心五四運動的時代意義，法鼓雜誌，120 期，第 2 版，https://www.ddm.org.tw/maze/120/2-1.htm。

韌性國土規劃：以雲林縣氣候變遷調適計畫為例

李永展
中華經濟研究院 研究員

壹、前言

2018年是有記錄以來第4最熱的一年，當年的全球平均氣溫幾乎比工業化前的平均氣溫高出將近1°C（Christian Aid, 2018）。而2015～2018年則是有記錄以來最熱的4年，此結果與人類溫室氣體排放結果的預測相符。類似地，根據科技部「2017台灣氣候變遷科學報告」的預測，台灣在21世紀末溫度將上升3.0°C～3.6°C，略小於全球平均值的上升幅度，但比「2011台灣氣候變遷科學報告」的預測值（2.0°C～3.0°C）又往上調升（科技部，2011；2017）；而在區域與季節方面，比較21世紀末與20世紀末的日最高溫改變量，整體提升以台灣北部及山區增加較明顯（科技部，2017）。

另一方面，國土計畫法經20多年努力，終於在2016年5月1日公告，並於2018年4月30日公告全國國土計畫，以指導國土永續發展，台灣國土空間體系從此邁入新紀元。國土計畫法第1條：「因應氣候變遷，確保國土安全，保育自然環境與人文資產，促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制並復育環境敏感與國土破壞地區，追求國家永續發展」。

國土計畫法明文規定2020年5月1日前必須公告實施直轄市、縣市國土計畫，而2022年5月1日前公告國土功能分區後，全國區域計畫及區域計畫法功成身退，不再成為國土體系的一環。未來台灣國土空間法制將分別透過國土計畫法、都市計畫法及國家公園法來引領台灣的國土空間體系。

為如期在2020年5月1日前公告實施直轄市、縣市國土計畫，各縣市正積極研擬縣市國土計畫。縣市國土計畫之研擬應依當地自然人文條件、產業發展條件及未來發展目標，並建構在全國國土計畫指導下劃設適當的國土功能分區，最終以4種國土功能分區取代區域計畫的11種分區。

而為了積極配合2016年生效之「巴黎協定」及聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals）等國

際公約與規範，台灣於 2017 年頒定「國家因應氣候變遷行動綱領」，在因應氣候變遷的前提下，全國國土計畫第七章即為「氣候變遷調適策略及國土防災策」。因此，各縣市在研擬縣市國土計畫時，應參考全國國土計畫指導原則，提出縣市國土計畫的氣候變遷調適計畫，本文以雲林縣國土計畫的氣候變遷調適計畫為例，提出縣市國土計畫因應氣候變遷的應有作為。

貳、雲林縣氣候變遷及災害潛勢

一、氣溫

由統計資料可知全台各縣市年平均溫度及極端高溫日皆呈現上升之趨勢，而雲林縣養殖業及農業發達，因氣溫變化產生的溫差可能造成沿海魚塭與作物之寒害與高溫導致農作減產、農友耕種中暑等問題（台灣氣候變遷推估與資訊平台）。

二、降雨量及降雨型態

由嘉義測站統計圖（雲林未設測站）得知降雨日 105.15 天、小雨日 23.30 天、大豪雨日 0.45 天、最大連續不降雨日 55.40 天。分析近十年數據，連續不降雨日近十年除 2012 年外皆低於 50 日，而近年大豪雨日分別於 2009 年、2013 年、2015 年突破 1.5 天，日變化自 1997 年起較劇烈，而小雨日則是逐年攀升至 2017 年的 50.7 日，高於平均 27.4 日。依季節統計資料，嘉義測站年雨量夏季最豐沛，秋冬急遽下降，尤其冬季減少幅度較大，此情形可能造成雲林縣豐枯水期之水量差異更趨明顯，進而影響農作生產（台灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）。

三、海平面上升

台灣周遭海域自 1961 年以來，即呈現上升趨勢，且近 20 年來幅度增快。1961 ~ 2003 年間，台灣鄰近海域的海平面平均每年上升 2.4 公釐，1994 ~ 2013 年的近 20 年期間，海平面上升速度增加到每年 3.4 公釐。雖然雲林縣沿海地區大都有海堤防護，因此海水位上升不至於直接導致大規模土地消失或淹水，但雲林縣屬平原地形且地層下陷範圍廣，海水位上升可能導致暴雨來臨時排水困難，增加淹水風險（國家災害防救科技中心等，2018）。

四、災害潛勢

雲林縣的災害潛勢，在天然災害部分包含颱洪災害、地震災害、坡地（含土石流）災害、海嘯災害及生物病原災害等；在人為災害部分包含毒化災害、懸浮微粒物質災害等。本文以雲林縣防災資訊網、經濟部水利署地層下陷防治服務團與國家災害防救科技中心圖資為基礎，彙整出雲林縣的災害潛勢包括地層下陷（下陷中心逐漸移往內陸）、淹水災害（高淹水潛勢區域（淹水深度

0.5 公尺以上）主要分布在平原與沿海地區）、坡地災害（落石、山崩、岩體滑動、岩屑崩滑及土石流潛勢溪流）、地震災害（梅山、大尖山、九芎坑及彰化等活動斷層，河道附近地區有較高的液化潛勢）及海嘯災害（沿海之水林、臺西、四湖、口湖及麥寮有發生海嘯災害之可能）。

參、氣候變遷調適之應用

本文依據「國家災害防救科技中心」參考 IPCC 對災害風險之定義，針對與水治理相關的淹水風險分析，並納入雲林縣氣候變遷調適計畫各領域調適議題與區位彙整，最後將風險圖 5 個等級，依風險矩陣分為低、中、高風險，第五級與第四級為高風險、第三級與第二級為中風險、第一級為低風險。然後針對不同風險等級地區，提出對應的空間調適策略及措施。以下參考「擬定雲林縣國土計畫及研究規劃委託技術服務案（期末報告）」（中華經濟研究院，2019），以淹水災害空間調適策略及計畫為例，說明縣市國土計畫因應氣候變遷應有的作為。

一、淹水災害空間調適地區

淹水災害風險由三個因子組成：危害度、脆弱度及暴露度，為評估基期（1979 ~ 2003 年）與推估時期（2075 ~ 2099 年）的災害風險，可參考上述風險等級，以瞭解造成該區域風險高之主因。研擬縣市國土計畫之氣候變遷調適計畫時，可參考國家災害防救科技中心的圖資，並依淹水災害風險圖（推估時期）進行分析，將淹水災害風險分級，例如，假設分為 5 個等級，則 5 表示該區域的災害風險「相對」最高，而淹水風險等級 1 並不表示無災害風險或不會發生災害事件，只是表示災害風險相對較低。至於鄉鎮市區之評估，可依據縣市有進行淹水模擬之鄉鎮市區進行比較，整理出縣市層級因應氣候變遷應優先調適之高風險鄉鎮市區，然後檢視這些高風險地區與該區域都市計畫發展強度與人口聚集程度之間的關係。

二、影響區位、重要議題及調適計畫

(一) 全縣所有地區

重點議題一：極端降雨事件增加，衝擊區域排水系統之排水能力。

調適策略：配合雲林縣總合治水對策，落實防洪排水及流域管理綱要計畫。

調適計畫：

1. 定期辦理河道調查、檢測及清疏。
2. 檢討抽水站容量並辦理抽水站興建、增建及老舊機組更新。
3. 建立雨水下水道地理資訊系統資料庫。

4. 雨水下水道系統清理維護。
5. 既有或新設雨水下水道增加貯留及滲透設施。
6. 規劃與設置分散式滯洪池，例如埤塘、公共設施地下層、大樓地下室等，並於農村再生加入聚落防災滯洪規劃，提高防災滯洪能力。

重點議題二：極端降雨產生或增加的暴雨逕流易增加淹水風險，也會造成地下水補注不易，於國土規劃及開發時應考量逕流量及不透水鋪面之規範。

調適策略：

1. 配合雲林縣總合治水對策，檢視土地使用管制之保水及透水機制。
2. 檢討流域位在都市計畫區內之土地使用規劃與管理。

調適計畫：

1. 綠建築輔導與推廣。
2. 建築開發行為配合綠建築擴大適用基地保水指標。
3. 研擬建築物增設滲透貯留設施之獎勵措施。
4. 將基地保水納入都市設計審議重點，並加強建築節能、環保及基地保水設計。
5. 河川溪流流經都市計畫區，應規劃適當區域作為滯洪空間，以降低都市洪泛風險。

(二) 沿海地區、嚴重地層下陷地區

重點議題一：極端降雨事件增加，增加淹水風險，易淹水潛勢區域的避災、減災、防災規劃。

調適策略：

1. 建立氣候變遷災害風險評估及脆弱度指標。
2. 配合雲林縣總合治水對策，落實豪雨預警及防災資訊綱要計畫。

調適計畫：

1. 確認易受災環境敏感地區分佈，建置雲林縣土地使用及易受災環境敏感地區地理資訊系統。
2. 建立災害敏感區地圖，劃設高風險地區為優先調適區域。
3. 氣候變遷之複合型災害脆弱度與極端災害規模之推估。
4. 建置水情資訊傳播系統，加強防汛演練。
5. 強化淹水防救災體系。
6. 提升降雨預報功能。
7. 整合水情資訊，建立決策支援系統。
8. 強化並落實「雲林縣易淹水區洪水及淹水預警系統」。
9. 強化醫療部門調適能力，提升緊急災難搶救能力。
10. 檢討水情資訊設施涵蓋面之合理性，於災害發生時可掌握易淹水地區以外區域之災情並發布預警。

重點議題二：極端降雨事件增加，因排水不易增加淹水風險。

調適策略：將氣候變遷衝擊因應、災害影響納入土地使用規劃與管理。

調適計畫：

1. 評估雲林縣環境容受力，檢討各地區發展規劃，包含地形、居住人口、都市化程度及土地使用現況等。
2. 土地使用規劃納入易受災環境敏感地區及防災考量，限制新開發與利用範圍。
3. 定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並更新地理資訊系統資料庫。
4. 落實雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫。

(三) 都市計畫區、人口集居之鄉村區

重點議題：人口集居地區受降雨型態改變及溫度上升之氣候衝擊，水治理風險增加，分配不均惡化地層下陷問題，都市化程度升高加劇熱島效應，降低都市居民對氣候變遷的調適能力。

調適策略：

1. 都市計畫定期通盤檢討與都市更新審議時，應納入水資源供給能力及氣候變遷衝擊。
2. 建築規劃及建材設計應考量都市熱島效應及全球暖化趨勢。
3. 規劃都市綠帶及藍帶。

調適計畫：

1. 新訂與擴大都市計畫及大型基地開發之審議，應考量水資源條件。
2. 評估氣候變遷於都市發展、水資源利用及產業發展之競合，並作為土地使用規劃之先期參考。
3. 工業區／產業園區納入用水計畫書之審議。
4. 持續推動既有建物綠建築更新診斷及改造評估計畫及宣導。
5. 訂定公私有建物綠建築自治規範，擴大規範對象或範圍。
6. 綠建築輔導與推廣。
7. 規劃都市綠帶及藍帶之建置及串聯。

肆、結論：適地適性的氣候變遷調適對策

本文建構在全國國土計畫指導下，根據雲林縣自然及人文特色，並根據「雲林縣地方氣候變遷調適計畫」（雲林縣政府，2013）及「擬定雲林縣國土計畫及研究規劃委託技術服務案（期末報告）」（中華經濟研究院，2019），彙整出與水治理相關的氣候變遷調適領域，然後提出研擬縣市國土計畫時，關於氣候變遷調適原則及策略的參考。

後續可依據不同災害空間，指認出可能的調適重點地區，然後與縣市國土計畫的四種功能分區套疊，檢視是

否有重疊之處，如果有重疊之處，便應檢視國土功能分區之適切性，以提供 2022 年 5 月 1 日前必須公告的國土功能分區圖之劃設依據。例如，各縣市在研擬縣市國土計畫時，應分析縣市轄區內的淹水災害、旱災、坡地災害及地層下陷分佈情況，如果這些災害剛好位於縣市發展核心區、都市密集地區或工業區等，則未來在重點核心發展之相關建設，應強化對於淹水、旱災及地層下陷等災害的預防與調適策略，以達縣市國土計畫之氣候變遷調適目標。而且對於單一調適重點地區與重疊調適重點地區應有不同的策略手法，單一調適重點地區可針對單一潛在災害研擬調適對策，至於重疊調適重點地區，應根據重疊的類型及程度有不同的策略手法。

台灣目前尚未有縣市層級的災害風險圖資，中央目的事業主管機關可爭取預算補助地方政府儘速研擬縣市層級的災害風險圖資。而無法及時制定縣市層級的災害風險圖資時，可利用全國風險等級圖資，以及國家災害防救科技中心相關圖資來套繪出縣市轄區內的高風險地區。

2020 年 5 月 1 日前依法必須公告的縣市國土計畫係第一版，這一版的氣候變遷調適計畫大都沿用縣市既有研究報告，建議後續在縣市國土計畫每五年通盤檢討時針對縣市自然人文條件、產業發展條件及未來發展目標，審慎檢討修正計畫內容，如此才能因應多變詭異的氣候變遷挑戰，也才能落實國土計畫法第一條揭櫫的「追求國家永續發展」之目標。

參考文獻

[1] Christian Aid (2018). Counting the cost: a year of climate breakdown. London: Christian Aid.

[2] 中央氣象局（2017），《2017 年全球與臺灣溫度趨勢分析》，台北：中央氣象局。

[3] 中華經濟研究院（2019），《擬定雲林縣國土計畫及研究規劃委託技術服務案（期末報告）》，台北：中華經濟研究院。

[4] 科技部（2011），《2011 台灣氣候變遷科學報告》，台北：科技部。

[5] 科技部（2017），《2017 台灣氣候變遷科學報告》，台北：科技部。

[6] 科技部，《台灣氣候變遷推估與資訊平台》，台北：科技部。

[7] 科技部，《台灣氣候變遷推估與調適知識平台》。台北：科技部。

[8] 國家災害防救科技中心、中央研究院環境變遷研究中心、科技部「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」編撰（2018），《臺灣氣候的過去與未來》，台北：國家災害防救科技中心、中央研究院環境變遷研究中心、科技部「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」。

[9] 雲林縣政府（2013），《雲林縣地方氣候變遷調適計畫》，雲林：雲林縣政府。

臺北自來水系統設施整備計畫之方法探討

范煥英
臺北自來水事業處工程總隊 總隊長
朱撼湘
臺北自來水事業處工程總隊 科長
吳正堂
臺北自來水事業處工程總隊 三級工程師

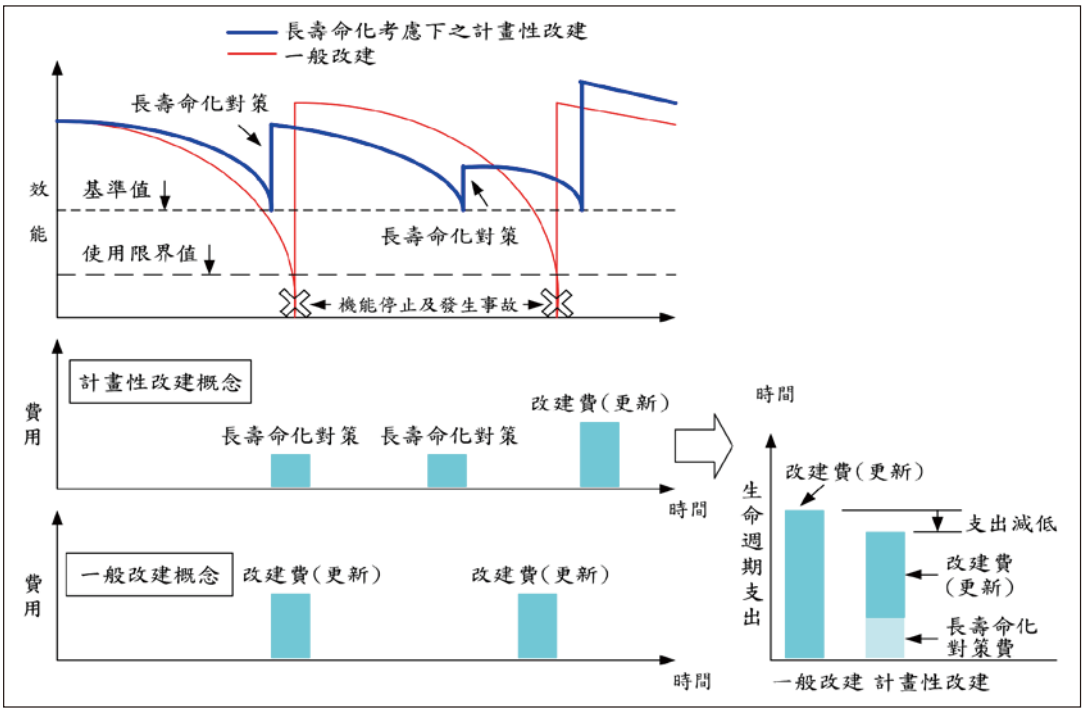
一、緣起

臺北自來水事業處（以下簡稱北水處）自民國 47 年起陸續推動臺北區自來水第一期至第四期擴建計畫及第五期建設給水工程計畫，提高供水品質及確保供水安全與穩定，達成現代化自來水之規模。然而早期建設迄今營運已過 50 ~ 60 餘年，逐漸老化、劣化及功能衰退，再度面對供水穩定問題，全面更新重建將花費相當可觀之經費，亦將造成設施無法營運衍生供需問題，且部分設施僅效能降低尚屬堪用，故參考日本等先進國家及下水道設施長壽命化之概念，期使設施回復應有功能及延長壽命，以生命週期總成本（Life Cycle Cost）達到提升效能及節省支出之成效（如圖 1），故規劃總經費 180 億元，期程 15 年之整備計畫，於 109 年開始執行，期使達成穩定供水、管理優化及防災強化之目標。

二、遭遇課題

目前臺北自來水淨水系統有 5 座淨水場，總處理量能為 454 萬 CMD，19% 之淨水設施已使用超過 40 年，於民國 123 年時，使用超過 40 年之淨水設施更高達 240 萬 CMD，約占總處理量能之 53%，各淨水設施已逐漸老化出現效能不彰或效率降低等狀況，如圖 2 所示。

配水系統分為加壓站及配水池，統計至民國 107 年底，北水處所轄加壓站有 97 座，總加壓能量 498 萬 CMD，營運已逾 40 年計有 10 座，約占全數加壓站之 10.3%，加壓量能約占總加壓量能之 17.1%。惟至民國 123 年



註：本圖來源為「下水道設施計畫性及長壽命化維護管理」，臺灣水環境再生協會，104 年 8 月

圖 1　設施延壽後降低生命週期支出之概念圖

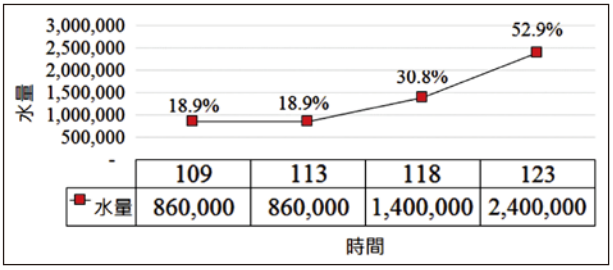


圖 2　淨水系統能量與年限時間圖

時，將增加至 44 處，約占全數加壓站之 45.4%，其加壓量能約占總加壓量能之 74.1%，如圖 3 所示。

配水池有 143 座，總容量 71.6 萬 m^3，營運已逾 40 年計有 29 座，約占全數配水池之 20.3%，配水池容量約

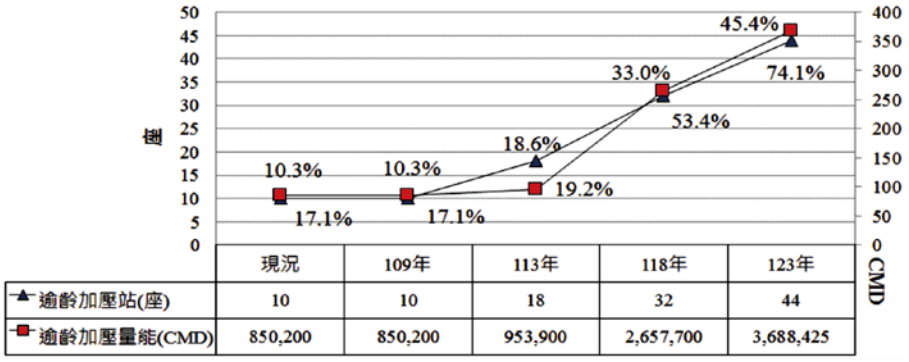


圖 3　配水系統加壓站年限時間圖

占總容量之 10.4%。惟至民國 123 年時，將增至 73 處，約占全數配水池之 51%，配水池容量約占總容量之 57.6%，如圖 4 所示。

輸配水管網口徑大於 500 mm 之配水幹管長度約為 450 公里，所採用管材包含了最早期的灌鉛臼口普通鑄鐵管（CIP）、改良接頭型式之機械接頭普通鑄鐵管（MJP）、無鋼襯預力混凝土管（PSCP）、鋼襯預力混凝土管（PCCP）、及至近年普遍採用迄今之延性鑄鐵管（DIP）等，其中屬於早期老舊及品質穩定度較差之管材約占 54%，如圖 5 所示。經統計目前超過各管種材建議使用年限之管線約占 26.4%，而至 123 年，統計將會有約 70% 之管線超過其建議使用年限，亦存在著供水穩定安全之風險，如圖 6 所示。

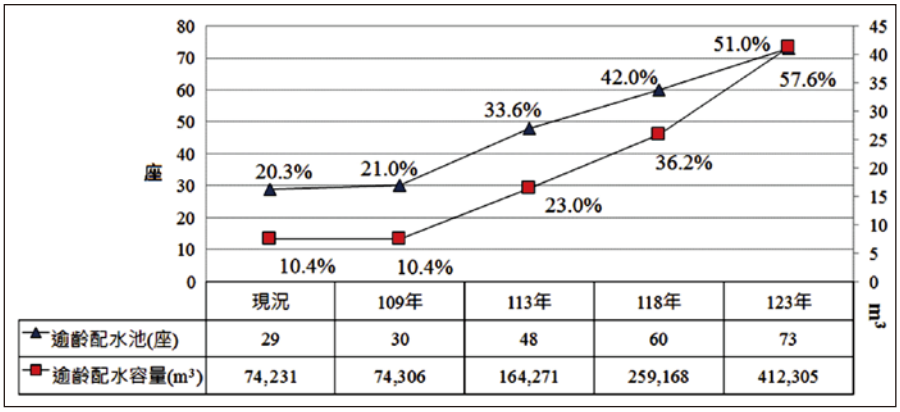


圖 4　配水系統配水池年限時間圖

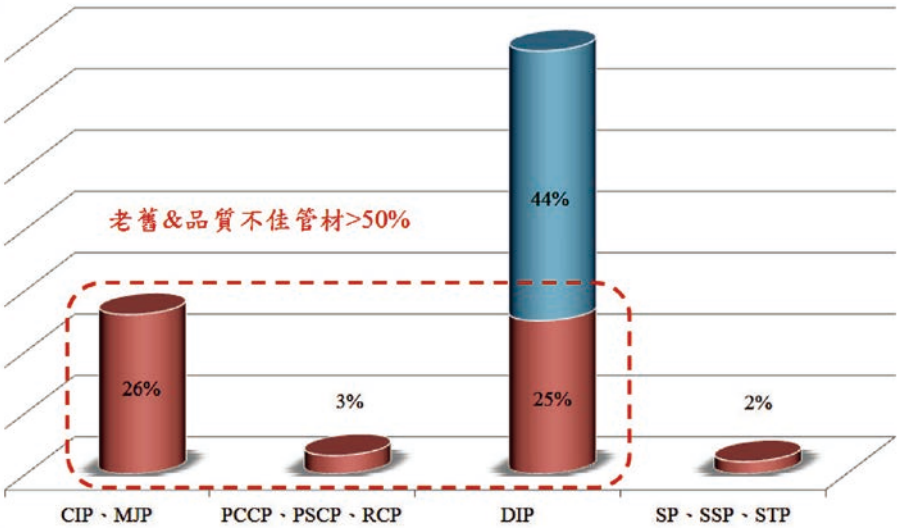
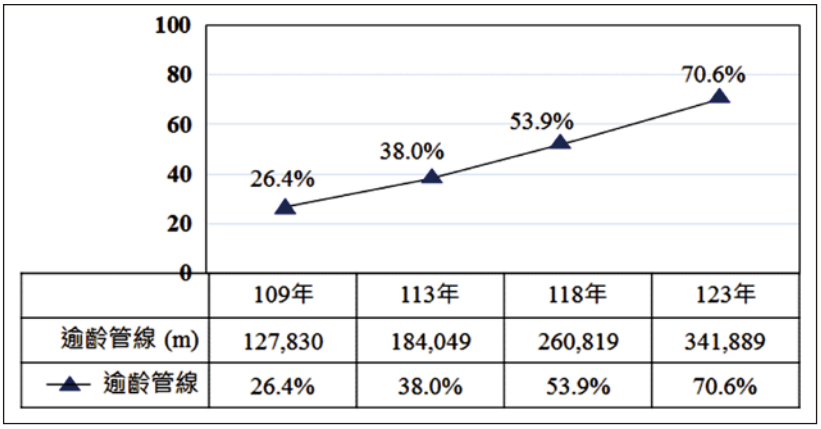


圖 5　北水處所轄幹管材質分布



	109年	113年	118年	123年
逾齡管線 (m)	127,830	184,049	260,819	341,889
逾齡管線	26.4%	38.0%	53.9%	70.6%

圖 6　輸配水系統管線年限時間圖

淤泥系統因為氣候的改變，原水濁度提高導致淨水淤泥增加，直潭場及公館場淤泥處理設備耗損嚴重，且原有淤泥系統於高濁度或極端氣候無法負荷。其中公館場除需處理本身淨水淤泥外，仍需負擔長興場之淨水淤泥，且因鄰近自來水博物館，操作時間受限，造成處理量受限等問題，導致颱風高濁度時，可能無法穩定供水及沉澱池無法排泥，導致快濾池濁度上升等風險。

另近年來因氣候變遷致災害頻傳，地震、颱風、暴雨或乾旱，臺灣所處地理位置所面臨的挑戰較他國更為嚴峻，早期之設施耐震、防災標準已不符現況，因此如何在嚴峻環境下維持系統穩定供水，亦為北水處所面臨之問題。

三、整備評估方法與執行原則

為了達到穩定供水、管理優化、防災強化等三大目標，將臺北自來水系統分為場站設施及輸配水幹管進行評估。

(一) 場站整備

自來水系統設施隨著使用時間，需持續進行盤點及評價檢討來了解設施當下的機能狀態，當機能狀態低於基準值時，即需採取相關延壽或更新等措施來進行整備，故整備工作應長期持續進行。參考先進國家地區經驗來執行臺北自來水系統整備工作，並透過 PDCA 循環管理的概念，將於每 5 年進行一次檢討，藉由持續執行運作及滾動式檢討，不斷精進計畫執行之成效，為自來水系統開啟整備新時代，設施整備工作流程如圖 7 所示，且在進行上述各系統整備的同時，亦將對各系統辦理管理優化及提升之檢討與建議。

場站設施整備之範疇為原水系統、淨水系統、加壓站及配水池、淤泥系統等系統老舊、逾齡或是效能較差者。

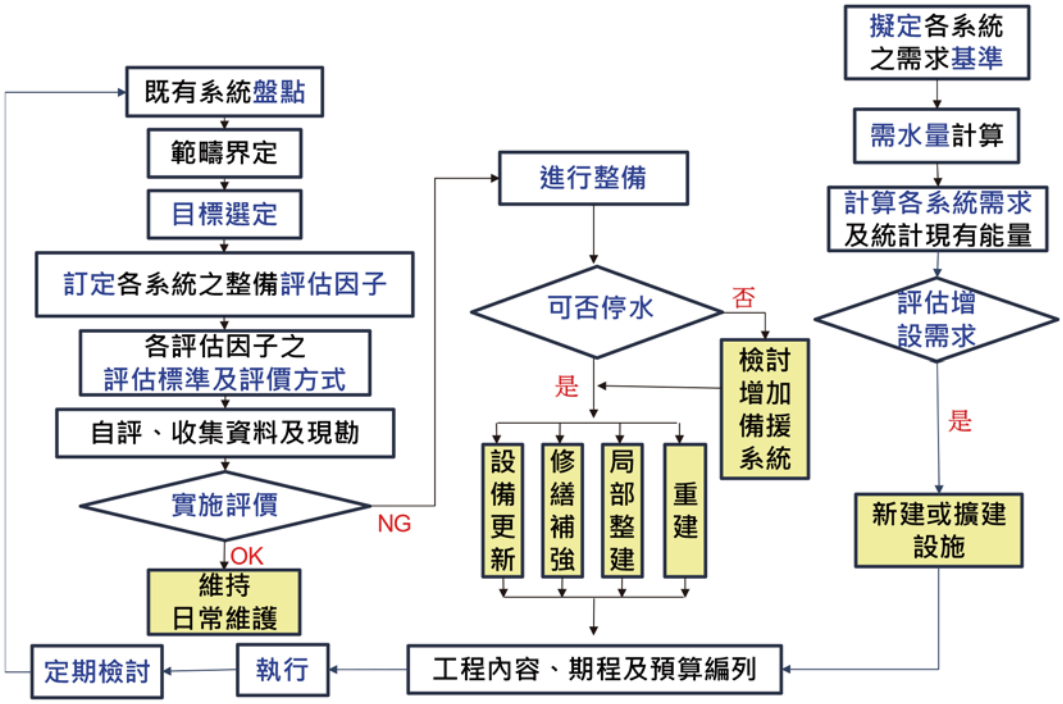


圖 7　場站設施整備評估流程

各系統進行設施整備評估時，主要評估方法及執行原則如下。

1. 資料收集：彙整相關設施之基本資料，配合各系統所設計之評價表單中之評估因子，進行收集及整理，以利後續評估分析。
2. 評估方式：選取標的依據各系統評價表單辦理評估。
   (1) 機能狀況：藉由現場目視結構物、設施、相關設備及管閥等狀況及運轉情形給予評價。
   (2) 老化程度：結構物及設備皆有其使用年限之規定，用以作為判斷其老舊程度之主要依據並給予相對應之評價。
   (3) 技術水平：針對目前操作、維護、應變能力及設備發生重大故障及維修次數等給予相對應之評價。
   (4) 各評估項目原則以整體性狀況，採平均方式進行評估，以符合本計畫目標以系統性之觀點進行各系統之評估及整備，惟其中若有某特定對象分數偏低或其他特殊狀況等，則列入其他專家建議欄位特別評價及討論之，以做為後續整備之計畫之建議考量。
3. 項目權重：進行各系統評價時，將針對評估因子中較具重要性的部分，給予相當之權重，以凸顯其評估因子對於系統之影響性。

4. 評價結果：針對評價表單各項因子之評價分數及權重依下式計算所得之分數。

   評價結果 (分) = ($\sum_1^n$ 各評估因子評價分數 × 權重) ÷ $\sum_1^n$ 權重

   其中 n = 評估因子（或權重）數目

5. 採取對策：針對評價結果計算所得之分數，依據其分數區間採取相對應之建議對策，其中評估表單中單一評估項目分數較低，或依據現場操作人員所遭遇之問題及意見，則將個別提出評估及相關之建議等。

(二) 幹管整備

本計畫輸配水幹管整備之範疇，主要內容包含原水幹線及清水幹線，而在配水管線部分，設定為口徑大於 500 mm 以上之幹管為整備目標，整備概念同場站設施整備，導入 PDCA 循環管理的概念，透過計畫性持續執行運作，對自來水系統未來永續發展為重要之策略，幹管整備工作流程如圖 8 所示。

原水及清水幹線將參考北水處過去執行原水及清水幹線清洗檢視之經驗及相關計畫，配合供水調配，進行原水及清水幹線分段檢視、清洗及維

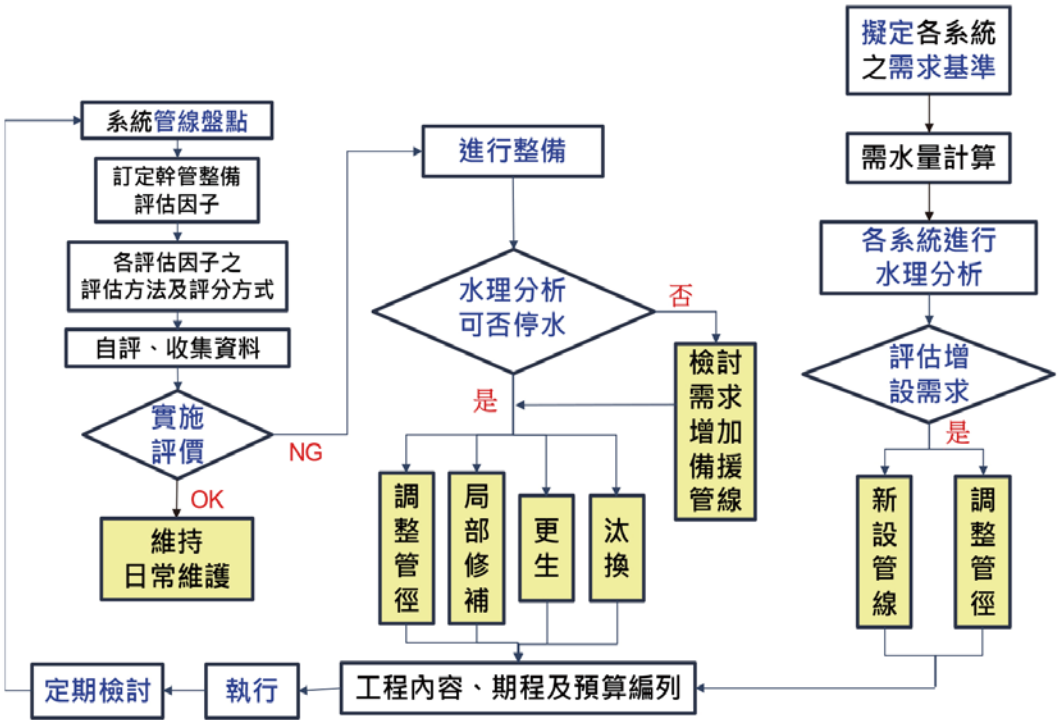


圖 8　幹管整備評估流程

護計畫排程及執行順序之整備工作。

輸配水管線系統總長約達 4,000 公里，其中 ϕ1,000 mm 以上主幹管約 209 公里及 ϕ500 mm ~ 900 mm 次幹管約 313 公里，合計共約 522 公里，扣除原水及清水幹線，在配水系統之口徑大於 500 mm 之配水幹管長度約為 450 公里。

幹管狀況評估將依照供水條件、管理效能、老化程度、影響程度及地震潛勢等五大面向對幹管進行評價，評分方式依各項內容之參數給予相對之分數，並給予不同權重計算分數，再依其結果安排相對應之處理辦法，各面向評估因子分述如下。

一、供水條件：針對管徑及操作壓力進行評價。自來水依據需水量設計所需之管徑，較大管徑之管線若漏水容易產生較大之漏水量，故將管徑較大者給予較低之分數。幹管若長期處於高壓狀態下，法蘭接頭有較高之漏水風險，本計畫以 EPANET 建置自來水管網，模擬供水狀態下管網之操作壓力，依據模擬壓力值作為評價之依據，將操作壓力較大者給予較低之分數。

二、管理效能：針對過往維護紀錄進行評價，考量各管段長度會影響所採計之維修次數，故採單位長度維修次數進行評價，次數較多者給予較低之分數。

三、老化程度：依據各管線之管材及管齡進行評價。採用之管材隨設置年代而不同，包含了 CIP、MJP、PSCP、PCCP 及 DIP 等。本計畫將 PCCP、PSCP、CIP、MJP 等非屬 DIP 及 STP 列入優先汰換之目標，DIP 及 STP 則以該管材之使用期限分別給予配分。

四、影響程度：透過水理模型分析作為該管線影響程度之依據，經分析結果所示之管線流量，較大者之管線給予較低之分數，以顯其重要程度。

五、土壤液化潛勢：土壤液化可能產生下陷或傾斜使幹管受損。依據中央地質調查所之土壤液化調查，將土層區分為高、中及低液化潛勢，並給予管線相對應之分數。

六、配分權重：依據上述五個面向，藉由專業知識與經驗之研判，採用專家諮議會商方式，依各評估因子對幹管所可能發生潛在影響配以權重。

四、評估結果

(一) 場站整備

場站設施整備依所收集資料及加權評分後，結果依照各系統分別列於表 1 至表 5，其中淨水系統及淤泥系統因設備設及設施較多，故將其分為濾前及快濾設施與濃縮及脫水設施，淨

表 1　原水系統評分與對策

對象	直潭壩	青潭堰	雙溪壩
指標	機能狀況：壩體結構及取水設施結構（安全評估報告）、閘門及相關機械設備功能 老化程度：壩堰使用時間、閘門／閘板老舊率、機械設備老舊率 管理狀況：2 年內閘門失效次數、2 年內機械設備失效次數		
評分	3.55	3.05	3.25
對策	維持例行性維護	進行整備	維持例行性維護

表 2　淨水系統評分與對策 -1

對象	第一座	第二座	第三座	第四座	第五座	第六座
濾前						
指標	機能狀況：結構物狀況、出水濁度維持 2.0 NTU 以下機率 (%) 老化程度：結構物使用時間、快混池及慢混池設備老舊率 管理狀況：2 年內快混池及慢混池設備失效次數					
評分	2.35	2.45	2.6	2.6	3.4	3.7
對策	進行整備				維持例行性維護	
快濾						
指標	拆除重建中	機能狀況：結構物及機房狀況、出水濁度維持 0.2 NTU 以下機率 (%) 老化程度：結構物及機房使用時間、反沖洗及自動控制設備老舊率 管理狀況：2 年內閘門、反沖洗、自動控制設備失效次數				
評分		2.3	2.35	2.5	3.55	3.7
對策		進行整備			維持例行性維護	

表 3　淨水系統評分與對策 -2

對象	長興場			公館場	雙溪場	陽明場
	水安 1	水安 2	水平			
濾前						
指標	同直潭場					
評分	3.25	3.25	3.4	2.5	3.15	3.2
對策	進行整備					
快濾						
指標	同直潭場					
評分	2.8	3	4	2	3.24	2.7
對策	進行整備		例行維護	進行整備		

表 4　配水系統評分與對策

對象	安華	南港		民生	北投	大同		安康	長興場	中和	公館	公館場	三重	松山	天母
		新	舊			一	二								
指標	機能狀況：池體、機房結構外觀狀況；管閥功能外觀狀況；配水池機能條件 老化程度：池體、機房、進出水管使用時間；抽水機、流量計、發電機、變頻器老舊率 管理狀況：抽水機、進出水管替代性；修漏次數；備品、設備維護難易度；綜合應變能力														
評分	3.41	3.63	3.16	3.26	2.63	2.66	2.69	2.84	2.93	2.24	2.24	2.25	2.32	2.44	2.45
對策	維持例行性維護				進行整備					進行整備					

表 5　淤泥系統評分與對策

對象	直潭場		公館場	
指標	機能狀況：結構物狀況、固體負荷、濃縮池淤泥濃度、淤泥含水率 老化程度：結構物及機房使用時間、濃縮或脫水設備老舊率 管理狀況：2 年內濃縮或脫水設備、濾液排放及回收系統失效次數			
評分	濃縮	脫水	濃縮	脫水
	3	3.1	2.95	2.95
對策	維持例行性維護		進行整備	

水系統又將各場依不同座處理設施進行區分，以利後續各系統整備能對象可以更加明確，達到預期之目標。

(二) 幹管整備

幹管整備利用 ArcGIS 重新繪製輸配水管網，套疊管線基本資料、EPANET 模擬資料、管線維修紀錄及土壤液化潛勢圖層等，並摘取所需屬性資料，如圖 9 ~ 12 所示，依照評分項目給予各相應分數並結合權重計算各段幹管評分，輸配水管網初步評價結果如圖 13 所示，由各項評價結果綜合分數較低者，作為優先整備之對象。

除輸配水管網評價結果外，幹管整備將結合管網水理模型，評估新設管線增加管網系統備援性或調整至最適管徑之可行性，並考量各管線依據不同管線背景條件（如是否可停水或具有已具有備援管線等），給予新設替代管線、局部修補、更生、汰換、清洗、例行維護等建議。

圖 9　管線基本資料圖

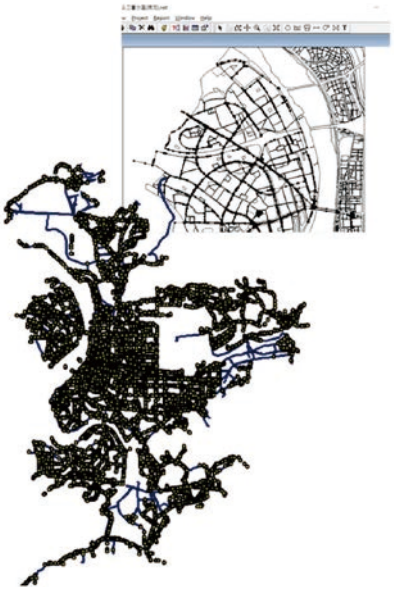


圖 10　EPANET 模擬資料圖

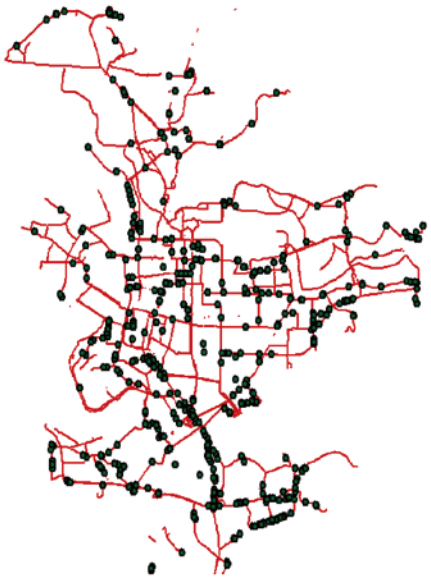


圖 11　管線維修紀錄

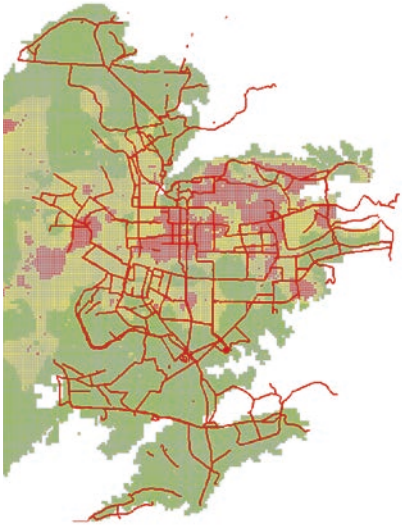


圖 12　土壤液化潛勢圖

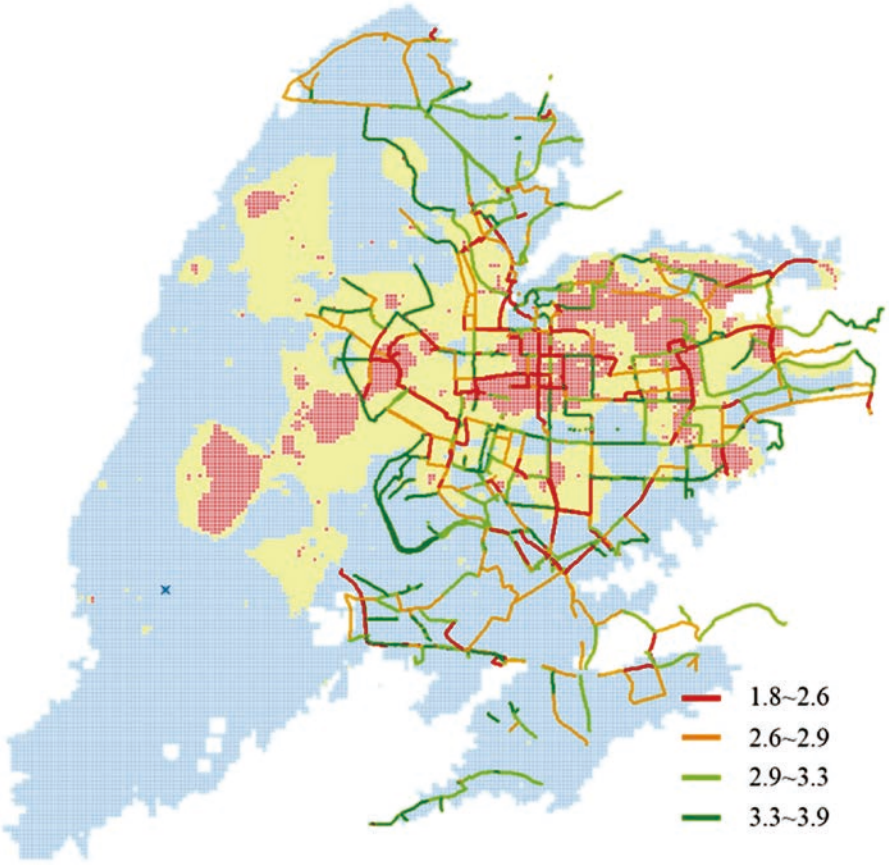


圖 13　輸配水管網初步評價結果

五、結語

臺北自來水系統隨著環境及人口之變遷，擴建計畫已屆尾聲，然系統將隨時間不斷老化，且氣候變遷導致環境地質災害不斷發生，設施整備計畫將為未來工作主軸，自來水系統設施及管線隨著使用時間需持續進行盤點及評價檢討以了解其機能狀態，當發現機能狀態低於基準值時，即需採取相關延壽或更新等措施來進行整備，故整備工作應長期持續進行。未來本案施行期間秉持務實求新的精神，參考先進國家地區經驗來執行臺北自來水系統整備工作，並透過 PDCA 循環管理的概念，每 5 年進行滾動式檢討，適時引用新技術新工法，不斷精進計畫執行之成效，提高設施防災能力，降低供水風險，並修訂整備指標，為自來水系統開啟整備新時代。

成為宜居永續城市是臺北市政府的整體願景，在此願景下，北水處承擔質優量足、用戶滿意的企業使命，滿足大臺北地區供水需求、確保供水穩定，藉由優化供水系統，提升管理效能，而辦理自來水系統之整備，未來在本案穩定供水、管理優化及防災強化三大目標奠基下，並配合市政府智慧城市推動智慧供水，以期達成安全、穩定、永續之新世代自來水系統，並提升城市的韌性。

參考文獻

[1] 水道施設機能診断の手引き，厚生労働省（2005）。
[2] 東京水道施設整備マスタープラン，東京都水道局（2016）。
[3] 施設整備マスタープラン大阪広域水道企業団（2015）。
[4] Developing a Seismic Resilient Pipe Network Using Performance Based Design Procedures Los Angeles Department of Water and Power (2017).
[5] 口徑 800 公厘以上管線安全評估計畫，台灣自來水公司（2017）。
[6] 水之養命 — 自來水管網之省力化及延壽維管新思維 中國土木水利工程學會（2015）。
[7] 下水道設施計畫性及長壽命化維護管理」，臺灣水環境再生協會（2015）。
[8] 高速公路橋梁延壽評估及案例分析委託研究計畫，交通部高速公，路局（2004）。
[9]「公共設施效能提升及維修法」立法之可行性研究 沈陳成、趙永茂（2012）。

新北市透水保水過去、現在與未來

宋德仁
新北市政府水利局 局長
楊宗珉
新北市政府水利局 副局長
潘志豪
新北市政府水利局河川計畫科 科長

一、前言

近年來隨著防洪思維的轉變、極端氣候的加劇，城市型態從早期「不怕水淹」逐漸轉型為「不怕淹水」的韌性城市，水利署更於今年 108 年 2 月 1 日起實施適用水利法增訂條文，其中第 83-13 條明文規定新建或改建建築物應設透水、保水或滯洪設施，新北市在 94 年起就已引入相關思維，從林口區開始，點、線、面逐步推動及推廣雨水滯留、透水保水的概念。新北市作為全台人口最多的區域，相關建設開發數量之多自然不在話下，市府如何因應氣候變遷所帶來的極端氣候，以及持續推動推廣透保水工作，便成為當下重要的課題。

二、新北市透水保水法規沿革

綜觀本市各項法規沿革，最早與透水保水、滯洪設施有關之法規，起源於 94 年林口山坡地解編。當時為發展林口造鎮計畫，需使林口部分區域劃出山坡地，為避免林口台地因過度開發造成下游區域積淹水，本府在林口特定區土管要點要求建築開發行為應設置充足之雨水貯留滯洪及涵養水分相關設施，即為本市最早要求開發行為需設置透保水及滯留設施之規定。

隨著時代推進，林口設置滯洪池頗有成效（照片 1），在 98 年時便將相關規定推行至本市 20 個重點都市計畫地區之土管要點，以期達到減緩都市洪澇，增加土地雨水滯留的能力。並在 100 年時訂定「新北市都市計畫規定設置雨水貯留及涵養水分再利用相關設施申請作業規範」將適用範圍擴及本市所有都市計畫區內，並明文規定要求最小滯留量體為基地面積乘以 0.05 m^3/m^2、放流量需介於基地面積乘以 0.000019 cms/m^2 的 0.85 至 1 倍間，此項法規所訂定之滯留量體亦較 102 年 7 月實施

照片 1　林口區立言公園滯洪池

之「建築技術規則建築設計施工編」第 4-3 條所訂定之量體（基地面積乘以 0.045 m^3/m^2）來的嚴格。

隨著都市開發推進，各開發基地可透水面積逐漸減少，對此，僅有雨水滯留系統尚不足以減緩都市洪澇，對此本市在 102 年訂定實施「新北市政府辦理建築基地保水指標執行要點」要求各開發基地需設置綠地、透水鋪面等各項設施，以增進地表涵養、滲透雨水效果。

近年來隨著防洪治水思維改變，從傳統「不怕淹水」思維轉型為「不怕水淹」的韌性城市概念，僅有作業規範及執行要點尚不足以表達本府對於打造新北成為韌性城市的企圖心，遂於 105 年公告實施「新北市透水保水自治條例」，及 106 年「新北市透水保水技術規則」整合以往雨水貯留及透水保水相關規範，並將基地最小透水保水量提升至基地面積乘以 0.08 m^3/m^2 為當時全國之冠，藉由逐步完善透水保水相關法令規範（圖 1），以期本市能成為全國推行透水保水領頭羊。

三、新北市透水保水各項積極作為

（一）實施透保水抽查機制

隨著都市開發，各式建築如雨後春筍般拔地而起，除供應給民眾一般使用，也肩負該處透水保水的責任，如何確保相關設施能正常運轉，並在關

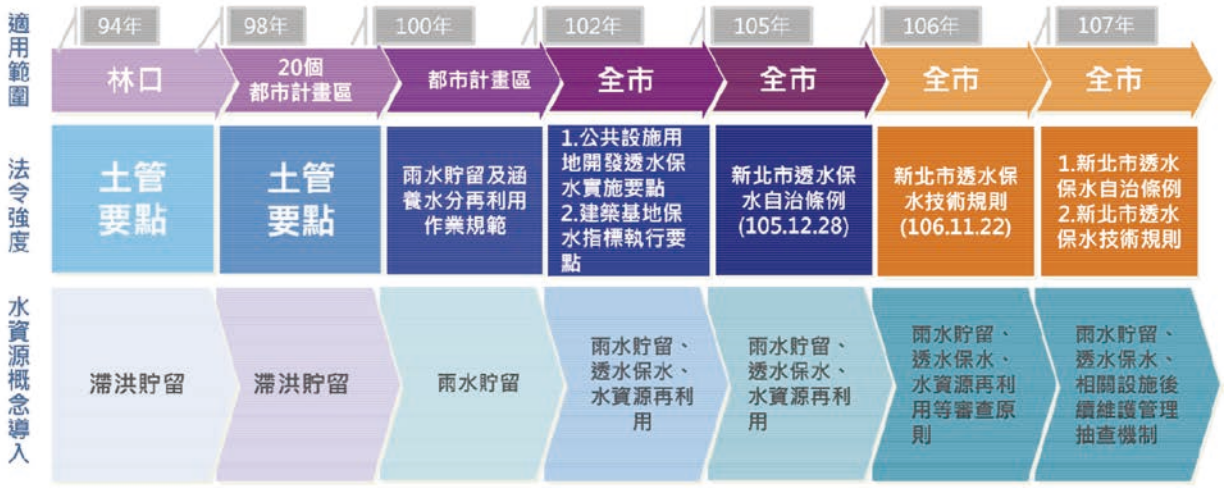


圖 1　本市透水保水法規演進

鍵時刻發揮功能，便成為一個重要的課題。有鑑於此，水利局在 107 年時率先實施透水保水設施抽查，針對轄內公有建築物例行抽查 50 件，以確保透水保水設施功能性，並持續宣導使大眾能了解透保水設施重要性。108 年時更增強例行抽查力道，從原本例行抽查 50 件增加至 80 件，並納入一定規模（2000 m^2）以上之大型私人建案，此外，也增加颱風來臨前之機動抽查（照片 2），以確保相關設施能在關鍵時刻發揮功能，減少都市洪澇風險。

（二）積極推動透保水示範區及環境教育

由於新北市都會區的排水設施已飽和，若要擴大既有下水道或截流

照片 2　海上颱風警報發布後偕同技師進行透水保水設施抽查

改道改善淹水情形，不僅工程所費不貲，且施工過程影響交通及民眾生活品質。如可藉由透水保水工程，用以提升土地透水性、減少地表逕流，達到降低雨水下水道負擔之效，本局於103至104年度在永和污水營運中心及中和福祥市場進行透保水示範區工程施作，現場頗具成效。基於以上經驗，本局與教育局攜手合作，於鄰近易積淹水地區學校操場或綠地下方施作大型貯水槽，以減少雨水下水道負擔、降低積淹水發生風險。

(1) 解決中和易積淹水潛勢區的成功案例

近年氣候變遷，汛期豪大雨常來得又大又急，102年6月12日一場暴雨造成中和區環球百貨周邊積淹水情形發生，路面積水漫淹至店家及民宅，民眾苦不堪言，該處每逢大雨易發生積淹水情事，相關排水改善工程已刻不容緩。惟周邊開發密度高，原本土地的吸水能力已逐漸消失，周邊難有大面積之公共區塊可做為利用，若擴增既有下水道，於施工期間將嚴重影響交通，造成民眾生活不便，故本局除於103年間完成「環球購物中心後方分流工程」及「莒光路排水改善工程」等下水道工程改善外，另擇定於該排水區上游處自強國小（校地面積2.38公頃）、自強國中（校地面積2.93公頃）辦理低衝擊開發（LID）示範工程，並於105年度完工。兩校地下貯水槽有效貯水量共約2,000 m^3、透水保水設施如雨水花園、JW工法鋪面等量體共約2,280 m^3（照片3、4），目標以時雨量80 mm之條件下，校內排水零出流（出流抑制）。

照片3　自強國中雨水花園

照片 4　自強國小透水鋪面

不僅減輕周邊及下游雨水下水道負擔，校內不易積淹水，進而大幅提升環球購物中心周邊下水道排洪量、降低該地區積淹水之風險。後經監測 106 年 2 月 24 日累積雨量 97 mm、106 年 6 月 3 日累積雨量 138.5 mm、106 年 10 月 12 日累積雨量 76.5 mm 等大雨事件，兩校地下貯水槽能吸納周邊逕流後皆達滿水位，顯見工程已發揮防洪效益。經前述工程三管齊下（圖 2），中和環球購物中心周邊已顯無積淹水情勢發生，成功的治水績效備受當地民眾肯定。

圖 2　中和環球周邊改善成果

在回收水的加值功能部分，另外將大雨過後地下貯水槽之雨水於晴天期間供學校沖廁使用。經過為期一年的統計成果，回收水用量約佔總用水量比例為 48.8%，有效達到水循環、資源再利用之目的，同時也透過環境教育分享，宣導防洪治水，讓學校師生們了解校內新增的透保水設施（照片 5），期待珍惜水資源的觀念能從教育落實，讓新北海綿城市的目標能向下扎根，傳承至下一代。

(2) 持續於本市各處推動透保水示範工程

有鑑於中和區自強國小、自強國中透水保水工程成效顯著，本局積極與教育局合作，盤點本市易積淹水區域及周邊學校，逐步選定適當點位進行透保水示範工程施作，迄今已完板橋區板橋國中、五股區成州國小、三重區三重高中等示範工程（表 1），設置共計約 2,600 m^3 貯水槽及相關透水鋪面、雨水回收設施等，可有效減少

照片 5　自強國小透保水環境教育

表 1　本市透保水示範工程列表

新北市水利局透水保水示範區工程						
工程名稱及位置	用地面積(M^2)	法規基地透水保水量體0.08A	施工後透水保水量體(M^3)	地下貯水槽量體(M^3)	經費	備註
永和區污水營運中心	7,800	–	606	78	6,332,000	103年11月完工
中和區福祥市場	2,500	–	324	50	10,430,000	104年4月完工
中和區自強國中	29,300	2,344	2,362	1,279	32,080,000	105年4月完工
中和區自強國小	23,800	1,904	1,922	720	23,000,000	105年8月完工
板橋區板橋國中	50,600	4,048	4,048	740	18,940,000	107年6月完工
五股區成州國小	18,956	1,516	1,528	1,443	16,530,000	108年2月完工
三重區三重高中	36,515	2,921	2,989	420	25,514,000	108年6月完工
三重區新北高中	75,000	6,000	6,333	4,906	55,850,000	預計109年度施作
汐止區金龍國小	23,390	1,871	2,665	2,480	35,100,000	預計109年度施作

地表逕流，增加土地保水量。亦與學校配合推動環境教育，持續宣導海綿城市理念（照片 6）。

四、新北市透水保水未來願景

新北市作為人口最多的首善之都，對於推動「韌性城市」及「海綿城市」更是動見瞻觀，未來將朝向「宣導並加強抽查機制」、「滾動式檢討法規制度」、「持續推動透保水示範區工程」三個面向持續進行。

(一) 宣導並加強抽查機制

本局 108 年度例行抽查 80 件後，後續於 109 年起將逐步增加透水保水抽查案件數量，並逐步降低抽查門檻，以確保大部分之透保水設施均能正常發揮功能，並加強機動抽查頻率，藉以向透保水義務人（商家、住宅管委會等）宣導透保水設施之功能性及重要性。

(二) 滾動式檢討法規制度

本市「新北市透水保水自治條例」及「新北市透水保水技術規則」公告實施迄今已 2 年多，其餘五都亦陸續修訂蘊含透保水概念之法規，學界研究也有相關論述成果可供參考，後續將持續針對本市法規進行滾動式檢討，逐項逐步研議修訂，以期使相關法規能與時俱進。

(三) 持續推動透保水示範區工程及環境教育

透保水示範區工程的推動，展現

照片 6　板橋國中透保水環境教育

本市對於推動「韌性城市」及「海綿城市」的決心，109 年度將在汐止區金龍國小及三重區新北高中實施透保水示範區工程，讓學校透水保水工程能提升周邊社區之防洪能力。後續新北市將以每年二座的速度來推動執行，並配合學校進行環境教育，將海綿城市的概念向下紮根。

五、結語

綜上所述，新北市作為人口最多的首善之都，更應不遺餘力持續推動，本市自 100 年起已有相當於 544 座標準游泳池的透保水量，近年來國外實例 (如鹿特丹的倍恩特姆廣場) 也多藉由透保水設施來增加都市防洪容受度，取代過去期待迅速排水的思維，用以解決都會區防洪課題。

面對氣候變遷所帶來的極端降雨事件，希望透過各項機制，並以公私協力的方式打造新北市成為心安家園的安居樂業城市。常言道「方向對了，就不怕路遠」只要在對的路上持續前進，終能達到目標，期許未來新北市能有強大的防洪韌性，來面對未來各種降雨事件的考驗。

韌性城市智慧防災 —
桃園市智慧雲端水情兵棋圖台系統發展

劉振宇
桃園市政府水務局 局長
李金靖
桃園市政府水務局 副局長
李岳壇
桃園市政府水務局 科長
蔡明璋
逢甲大學地理資訊系統研究中心 資深副處長

一、發展背景

近年降雨量及強度經常超過防洪設計標準降雨重現期，地方與中央相關單位持續推動治理易淹水區域，但受限於防洪治理工程有其保護極限，在颱風豪雨超過防洪設計標準或短延時強降雨等極端天氣衝擊下，地方仍時常面對淹水風險所帶來之挑戰。短延時強降雨於排水系統宣洩不及的狀況下，仍有可能造成積淹水。然而工程手段勢必不可能無限制地進行工程建設，需輔以非工程技術進行防災應變，進而提升治理工程建設之效益。更能爭取足夠的時間進行整備及防災，強化預警能力。因此，除了持續改善硬體的治理工程措施外，也需建立避洪減災的非工程措施機制，以全流域之概念透過立體多元水情雲端物聯監測及預警通報網，建構智慧雲端水情兵棋圖台系統，以爭取足夠的時間進行災前整備，積極有效的災中應變決策措施，以及滾動式災後檢討，持續精進改善防災減災作為，進而保障民眾生命財產安全，是桃園市政府水務局之重大目標。

二、雲端智慧物聯網架構

在以往水情主要針對河川區域排水等外水水位進行示警，然而都市地區更需要掌握都內積淹水狀況，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」整合多元

立體水情資訊，包含人工智慧淹水推估資料、氣象局降雨預報、雨量感測資訊、路面、區域排水、下水道水位感測資訊、影像判釋資訊等，全方位掌握空中、地面及地下第一手水情大數據，多元立體水情雲端智慧物聯網發展概念如圖 1 所示。

桃園市政府水務局基於「民生公共物聯網」之架構，透過可靠傳輸、安全、穩定、大量佈署、低耗電量之 NB-IoT 等低功耗廣域網路（LPWAN）通訊技術，規劃建設全方位立體多元水情雲端物聯監測網。此架構包含天空之降雨量觀測、地面之路面淹水深度觀測、路口攝影機觀測、區域排水水位觀測，以及地下之下水道水位流量觀測（圖 2），可掌握即時多元水情狀況、綜合評估降雨狀況，內、外水相互影響之關係，以及減洪設施之運作調控，進而分析預判未來積淹水情勢。目前水務局已開始運作及建置中之雲端物聯網測站包含雨量監測站 60 站、路面淹水監測站 155 站、區排水位站 64 站、路口攝影機 125 站、雨水下水道監測站 60 站、污水下水道監測站 90 站、遠端水門監控站 14 站、抽水機監測站 6 站。即時傳送大量多元立體水情資訊，進行大數據分析及智慧災情研判，為智慧水情兵棋圖台系統最主要之資訊來源。

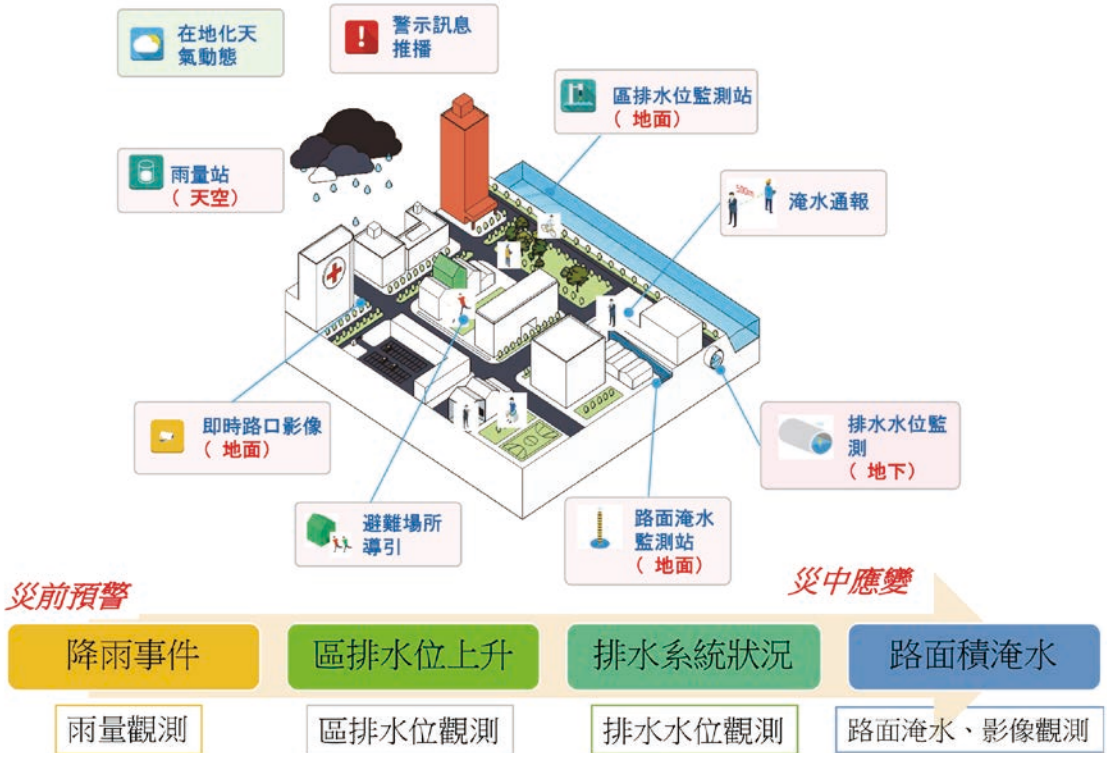


圖 1　多元立體水情雲端智慧物聯網概念圖

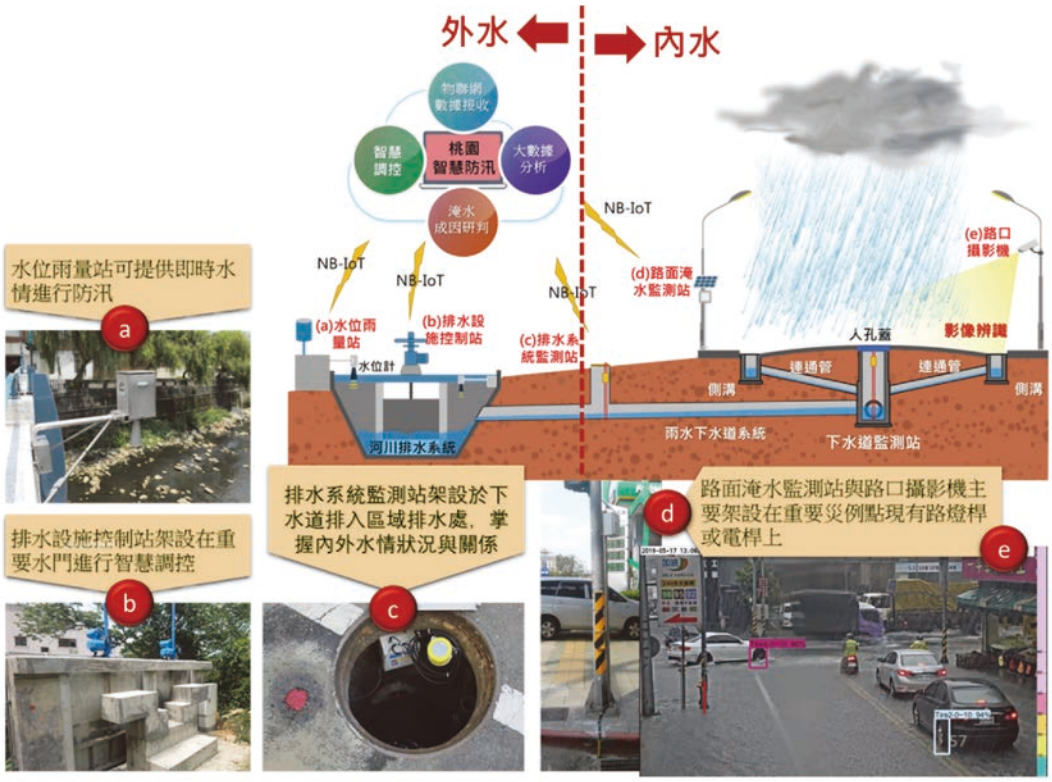


圖 2　多元水情監測站建置架構圖

三、智慧雲端水情兵棋圖台架構

除前述之雲端智慧物聯網多元水情資訊外，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」更透過多種雲端技術服務整合局內、外重要防災應變資訊，將水務局整體防災應變作為流程完全融入系統架構中。水情中心指揮官透過「智慧雲端水情兵棋圖台系統」掌握災前各科各區防災整備情形，下達水門啟閉及抽水機運作指令，災中針對不同來源之災情通報，透過該系統之積淹水災情成因研判分析功能，初步掌握可能之淹水成因，可因時因地下達最佳之災情處置指令，災後更可透過事件水情歷程分析功能，討論評估後續改善處置作為，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」在整個災情事件之災前、災中、災後都提供最佳之決策支援服務，防災應變各階段應用概念如圖 3 所示。

災前整備巡檢為積極主動防災減災之重要作為，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」提供水利構造物巡檢、水門巡檢、抽水機巡檢、在建工程巡檢、自主防災社區巡檢及防災資源檢點等多面向之災前主動巡檢功能模組，各巡檢人員透過行動巡檢功能進行巡檢成果及巡檢照片雲端回報，水情中心

圖 3　智慧雲端水情兵棋圖台應用於防災應變三階段

指揮官可快速掌握各單位巡檢狀況，包含滯洪池是否達到預抽、預排之目標，巡檢完成率，未巡檢主動提醒等，相關資訊均可在「智慧雲端水情兵棋圖台系統」隨時查詢掌握。

災中應變方面，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」介接消防署 EMIC 系統即時通報之災情，主動轉入水情兵棋圖台系統進行災情通報管理，亦包含民眾及防災人員透過「水情看桃園 APP」進行主動災情通報，透過災情通報管理模組，進行災情後續處置及狀態更新，將即時災情處置狀況呈現於圖台上，可動態瞭解整個應變處置情形。

同時，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」透過民生公共物聯網介接外單位之重要水情防災資訊，包含中央氣象局警戒通報、最新雨量及降雨預測數據，水利署之淹水通報及中央管河川水位資訊、水土保持局土石流紅黃警戒、公路總局封橋封路資訊及道路影像資訊，以及 NCDR 各項災情通報訊息，進入水情兵棋圖台系統進行綜合分析研判，整合多元立體水情資訊，提供最佳之水情防災決策支援服務，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」整體架構如圖 4 所示。

四、智慧雲端水情兵棋圖台發展成果

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」經由前述各種雲端物聯技術回傳之感測資料及災情資訊後，可於手機及電腦等跨平台裝置上使用。各層級水情應變單位與防災人員皆可運用「智慧雲端水情兵棋圖台系統」，全面提昇水情防災應變能量，預先部署主動進行防災減災，系統發展重要成果及特色如下：

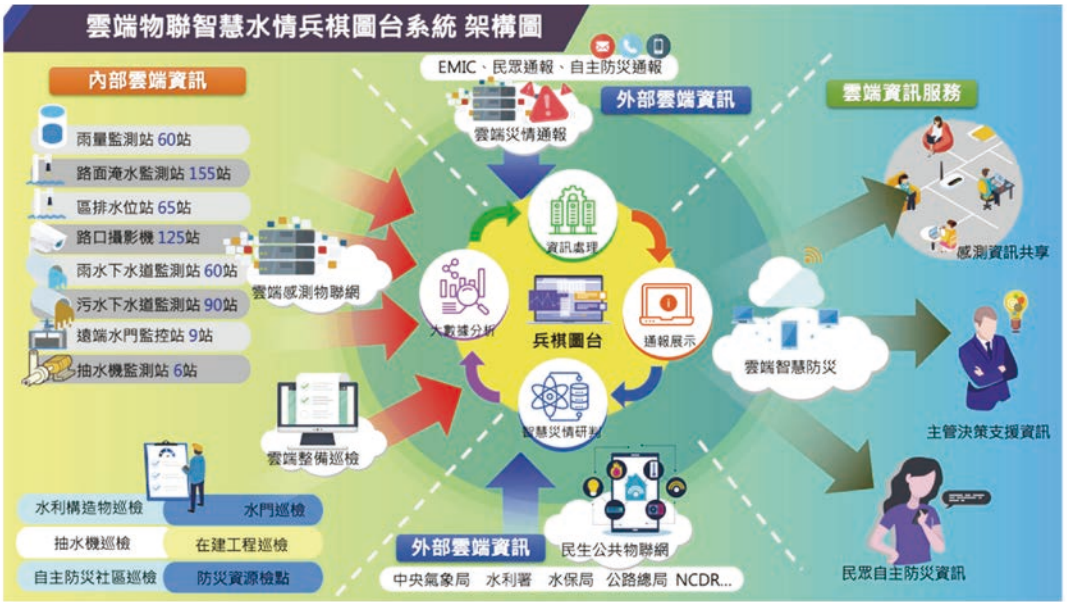


圖 4　智慧雲端水情兵棋圖台架構示意圖

(一) 視覺化區域總覽介面

為方便使用者能於單一頁面全面掌握各行政區水情狀況及各科室防災整備作為，「智慧雲端水情兵棋圖台系統」提供結合地理資訊模組及多功能圖表之視覺化平台，展示各水情物聯網監測站之空間位置與狀態，呈現各種水利構造物、減洪設施之整備及運作狀況以及各工程、自主防災社區巡檢狀況等整備資訊，災中各災情通報位置與處置情形。並以不同圖例顏色展現不同類型之事件、設備及處置狀態，讓使用者能以最簡潔且直覺方式掌握全區防災整備及水情資訊。

(二) 防災整備作為即時通報

防災整備為颱風豪雨應變最重要之階段，唯有全面且確實的整備工作，才能將災害所帶來的損失降至最低。水務局各業務科有不同的防災整備對象及處置作為，各業務科可透過「智慧雲端水情兵棋圖台系統」之整備通報模組功能，指派人員進行現場整備作為通報，包含現場照片，處置情形等，水情中心指揮官即可在圖台上瞭解全桃園之水情防災整備作為，水門啟閉是否有到達預定高度，是否需進行遠端調控，移動式抽水機是否有到達預定位置，固定式抽水機是否開始預抽，滯洪池水位是否有到達預定高度，各工程及自主防災社區是否完成防災整備，砂包等防災資源是否已就位等等（圖 5）。水情中心指揮官可全面性評估何處資源投入尚有不足，何處需加強防範，快速下達指令做好防災應變之準備。

圖 5　防災整備情形圖台展示成果

(三) 各式圖表及數據管理

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」整合非常多之防災整備及水情應變資訊，相關資訊都可透過資訊清單報表及統計圖形方式進行更快速的掌握，包含設施巡檢狀態、災情處置狀況等，透過空間圖台及各式圖表可快速動態全面掌握防災整備及應變處置作為（圖 6），有效進行滾動式管理。

(四) 災中淹水成因時間空間綜合研判

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」整合多元立體水情大數據，自動分析通報事件位置鄰近之多種水情資訊之時間序列及空間分布，進行智慧災情及研判，在空間分布方面包含災情地點是否有側溝及下水道建設、降雨是否超過重現期導致排水不及、下水道是否已達滿管狀態、區域排水水位是否超過雨水下水道排水口產生外水頂托現象等等。在時間序列方面，可分析降雨量、路面淹水、雨水下水道、區域排水水位之歷線，不同測站水位數據峰值變化等。結合多種水情評估可能淹水成因及災情空間時間變化趨勢，提供最佳之防災決策支援訊息，發展如圖 7 所示。

(五) 民眾服務導向

基於前述雲端防災應變資訊整合應用發展提供民眾使用之「水情看桃園 APP」。民眾可透過「水情看桃園

圖 6　防災應變資訊綜合圖表展示成果

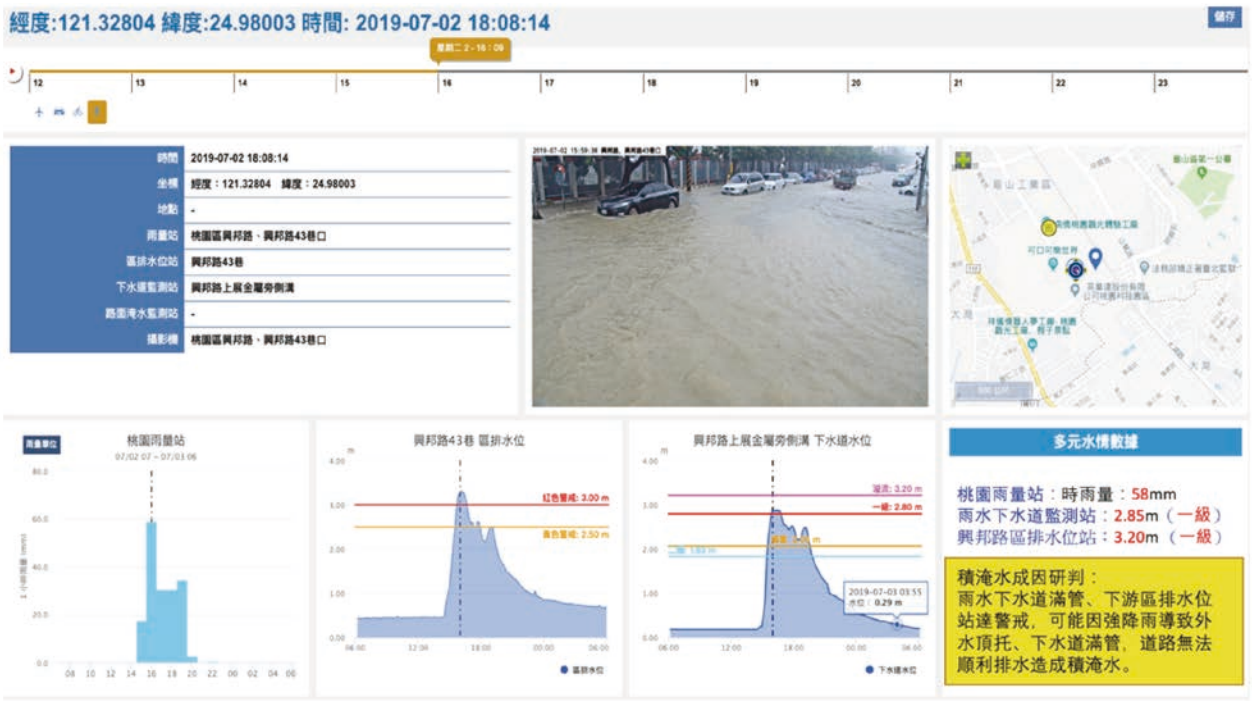


圖 7　淹水事件多元水情展示及淹水成因研判

APP」查詢「智慧雲端水情兵棋圖台系統」整合提供之災情資訊，包含災情的位置、照片以及處置情形等，以及各測站的警戒資訊，包含雨量、路面淹水、區域排水水位等，系統亦會依據民眾之位置主動推播鄰近警戒資訊，讓民眾掌握即時之水情資訊空間分布，主動避災減災，減少生命財產損失。

水務局運用最新之資通訊科技將後端整合之各種防災應變相關訊息即時提供給民眾參考運用，進一步避災減災。除了防災資訊之外，還包含許多生活資訊，包含交通停車、空氣品質、天氣概況、水務資訊等，民眾不需安裝太多的APP 就可以掌握許多的生活及防災資訊，提供一站式便民服務，「水情看桃園 APP」發展成果如圖 8 所示。

五、智慧雲端水情兵棋圖台發展創新效益

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」具有許多之創新效益，在創新方面以多元水情感測器提供水情大數據並運用大數據分析結果進行防救災決策，導入最新之資通訊技術為水務局之防災應變機制帶來全新之變革，全面提升水務局防災應變能量。

在效益方面能大幅減少各應變單位間資料調閱通知之人力與時間成本，以往應變期間蒐集各單位資料均需耗費大量人力與時間負責溝通聯繫。另外，在整備及災情等相關事項以往需逐一彙整各整備巡檢人員單位之回報資料，災情資訊亦需逐一通知區里長，需耗費許多之人力時間成本，而透過

圖 8　透過「水情看桃園 APP」隨時掌握生活及防災資訊

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」可自動將防災應變資訊依空間與資訊性質通知相對應的人員。更大幅減少紙本文件之輸出，達到節能減碳之目標。

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」透過「水情看桃園 APP」提供民眾防災預警及最新災情發生之空間位置，民眾可隨時隨地透過「水情看桃園 APP」取得相關資訊，讓民眾可預先將財物搬離可能淹水區域，並可避開危險區域，相關資訊亦透過主動推播方式提供給超過六萬位下載「水情看桃園 APP」之使用者。所帶來的效益是颱洪災害造成民眾生命財產損失案件減少，政府災害補助預算支出減少，亦可減少健保經費支出，更便利各市府機關對市民服務，防災相關系統所帶來之社會效益是無價的。

六、智慧雲端水情兵棋圖台未來展望

應用服務的功能要長久推動，端賴在建置初期即有完整的架構以及未來整體發展規劃，因此在現有之基礎上，水務局也擬定了「智慧雲端水情兵棋圖台系統」未來發展的藍圖，可分為水情雲端物聯網推動及智慧流域整體調控系統等面向進行說明。

(一) 水情雲端物聯網持續推動

水務局已建置雨量監測站 60 站、路面淹水監測站 155 站、區排水位站 65 站、路口攝影機 125 站、雨水下水道監測站 60 站、污水下水道監測站 90 站、遠端水門監控站 9 站、抽水機監測站 6 站，感測器在桃園區、中壢區、龜山區、八德區、平鎮區等都會區分布較為密集，未來將持續爭取經費擴大規模，持續於更多行政區導入水情物聯網感測設備，包含感測器及無線傳輸模組，從點、線擴展到面，打造涵蓋更廣之水情雲端監測物聯網，全面掌握大桃園地區水情資訊。

(二) 智慧流域整體調控系統

除掌握全方位水情感測資訊外，更重要的是能依據現況進行即時有效調控，未來規劃針對重點流域集水區進行更細緻之水情雲端物聯感測器布設以及及減洪設施遠端智慧調控系統建置，達到掌握集水區排水上、中、下游水情及智慧調控之目標。開發流域智慧調控平台，以三維及流域水情中控台之方式進行各項感測數據、分析研判數據以及圖形化展示，配合增設必要之監測站與遠端水門控制，可依據實務研判或系統自動分析建議，進行水門自動啟閉或抽水機運行操作，以達到智慧減洪調控有效減災之目標。

七、結語

「智慧雲端水情兵棋圖台系統」結合各式各樣雲端感測及資訊服務，進行多元水情資訊處理及大數據分析，可提供淹水成因綜合研判，透過多元水情資訊之空間分布與時序歷線，研判淹水可能原因為何，例如側溝、連通管堵塞、下水道滿溢或者區域排水外水頂托等，做為後續透過水門啟閉或抽水機運作進行流域整體減洪調控之重要參考依據。同時，所有資訊都可透過水情兵棋圖台系統進行空間展示查詢，水情中心指揮官可對桃園市整體水情資訊進行通盤瞭解，以利下達最佳決策。另一方面，感測資訊亦可透過雲端服務提供給外部單位進行分析運用。最重要的是，民眾可透過「水情看桃園 APP」隨時隨地掌握重要水情資訊，自主防災主動進行避災減災，減少生命財產的損失。

桃園市政府水務局未來將持續擴展打造更全面的水情雲端物聯網，發展智慧流域整體調控系統，結合最新科技輔助水務局應變決策作為，大幅提升水務局防災能量，朝向韌性城市之目標邁步前進。

中華水資源管理學會　會務推動報告

秘書長 簡俊傑

各項會議召開時間、地點及重要決議

會議名稱	時　間	地　點	討論事項與重要決議
年會籌備委員會 第八屆第三次年會 第一次籌備會議	108.9.6	上海鄉村餐廳 濟南店	1.報告年會時間、地點。 2.年會議程草案。
網站工作小組 第二次工作會議	108.10.16	水利署 台北辦公室	1.討論網站功能。 2.提出第二次修正報價。
會務發展委員會 第八屆第三次會議	108.12.5	上海鄉村餐廳 濟南店	1.通過新入永久會員 2 位，一般個人會員 52 位；永久團體會員 1 家、一般團體會員 3 家。 2.評選 108 年卓越貢獻獎、傑出水資源成就獎、資深人員獎及青年工程師獎等得獎人員。
學術活動委員會 第八屆第四次會議	108.12.13	中國土木水利 工程學會 會議室	1.評選 108 年「優良論文獎」得獎文章。 2.討論年會議程。
財務委員會 第八屆第四次會議	108.12.17	雲林農田 水利會	1.通過 107 年經費收支決算及資產負債表。 2.通過 108 年經費收支預算。

中華水資源管理學會

會員人數統計（至 108 年 12 月 20 日）

會員類別		會員數
個人會員	一般	919
	永久	227
合　計		1,146
團體會員	一般	25
	永久	30
合　計		55

會員入會費及永久會費

會員項目		會費標準
個人會員	一般常年	500 ~ 1,200 元/每人/每年
	一般入會	500 元/每人
	永久個人	5,000 元/每人
團體會員	一般常年	5000 元/每團體/每年
	一般團體	10,000 元/每團體

中華水資源管理學會

個人會員入會申請書

會員別	□ 一般個人會員　　□ 永久個人會員		
姓 名		出生年次	
性 別		身分證字號	
畢業學校及最高學歷			
專長領域	□工程 □管理 □法律 □環境 □規劃 □政策 □經濟 □農業 □其他 _____		
服務單位		職稱：	
單位地址	□□□		
永久地址	□□□		
聯絡電話		傳真電話	
E-mail			
會員證號	（新申請入會者由學會填寫）		

填表日期：中華民國　　年　　月　　日

* 個人資料僅供本會審核會員資格及通訊使用，不作其他用途。

中華水資源管理學會
電話：(02)2392-6325
傳真：(02)2396-4260　　電子信箱：water23926349@gmail.com
地址：10055 臺北市中正區仁愛路 2 段 1 號 4 樓

中華水資源管理學會

團體會員資料表

<table>
<tr><td>項 目</td><td colspan="3">☐ 新申請入會(請填寫全部項目)
☐ 資 料 更 新(請填寫團體名稱及更新項目)</td></tr>
<tr><td>會員別</td><td colspan="3">☐ 一般團體會員　　☐ 永久團體會員</td></tr>
<tr><td>團體名稱</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>單位電話</td><td></td><td>傳真號碼</td><td></td></tr>
<tr><td>單位地址</td><td colspan="3">☐☐☐</td></tr>
<tr><td>負 責 人</td><td></td><td>職　　稱</td><td></td></tr>
<tr><td>成立日期</td><td></td><td>員工人數</td><td></td></tr>
<tr><td>業務項目</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">會員
代表
(二名)</td><td>姓名</td><td>性別</td><td>職稱</td><td>年次(民國)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>會員證號</td><td colspan="3">(新申請入會者由學會填寫)</td></tr>
<tr><td>填表人</td><td></td><td>聯絡電話</td><td></td></tr>
</table>

填表日期：中華民國　　年　　月　　日

* 團體單位資料僅供本會審核會員資格及通訊使用，不作其他用途。

中華水資源管理學會
電話：(02)2392-6325
傳真：(02)2396-4260　　電子信箱：water23926349@gmail.com
地址：10055 臺北市中正區仁愛路 2 段 1 號 4 樓

入會繳費方式

會費繳付方式如下：

一、郵政劃撥：

戶名：社團法人中華水資源管理學會

劃撥帳號：19369414

二、支票：

抬頭：社團法人中華水資源管理學會

三、會員類別與收費標準

■ 一般個人會員：第一年申請入會時，需繳交入會費 500 元，會員應每年按期繳納常年會費，本會會期每屆三年，凡個人會員於該屆繳納二年以上之會費者得享有優惠，會費收取標準如下：

1.一次繳交一年：新台幣 500 元

2.一次繳交二年：新台幣 900 元

3.一次繳交三年：新台幣 1,200 元

■ 永久個人會員：一次繳付 5,000 元整，終生享有會員權益。

■ 一般團體會員：第一年申請入會時，需繳交入會費 10,000 元，第二年開始每年需繳納常年會費 5,000 元。

■ 永久團體會員：一次繳付 100,000 元整，該團體終生享有會員權益。

■ 學 生 會 員 ：第一年申請入會時，需繳交入會費 200 元，第二年開始每年需繳納常年會費 200 元。

中華水資源管理學會

電話：(02)2392-6325

傳真：(02)2396-4260　　電子信箱：water23926349@gmail.com

地址：10055 臺北市中正區仁愛路 2 段 1 號 4 樓

感　謝

台灣自來水股份有限公司

行政院農委會水土保持局

財團法人七星農業發展基金會

經濟部水利署

經濟部水利署南區水資源局

臺灣新竹農田水利會

臺北市七星農田水利研究發展基金會

臺北市七星農田水利會

臺北市瑠公農田水利會

臺灣台中農田水利會

臺灣石門農田水利會

臺灣宜蘭農田水利會

臺灣花蓮農田水利會

臺灣屏東農田水利會

臺灣苗栗農田水利會

臺灣桃園農田水利會

臺灣高雄農田水利會

臺灣雲林農田水利會

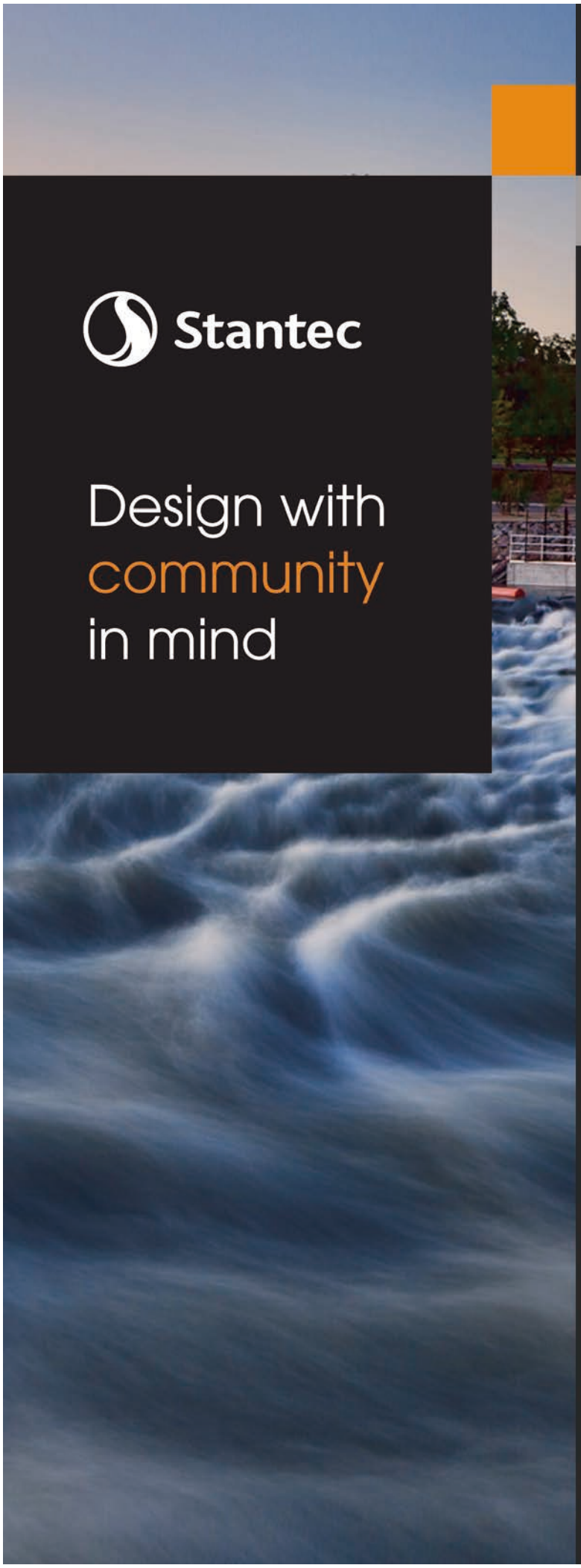
臺灣嘉南農田水利會

臺灣彰化農田水利會

臺灣臺東農田水利會　（依筆畫排序）

感謝以上單位的贊助，

協助本刊順利發行，特此銘謝！



Stantec

Design with community in mind

全球頂尖技術的領導品牌

Stantec 為全球大型的建築與工程顧問公司，擁有超過22,000名專業員工，遍佈全球六大洲400個營運據點。透過各領域專業的結合，我們提供客戶諮詢、規劃、設計、管理的全方位服務，並涵蓋機場、商場、學校、醫院、廠房等建築工程，以及能源、環境、水利、交通、社區發展等基礎設施的建設。

秉持對客戶與服務社區的長期承諾，我們以永續社區作為設計與服務的核心價值。

NO.1
前100強國際水務設計公司
Top 100 International Design Firms Water

NO.2
前150強BIM設計公司
Top 150 BIM Design Firms

NO.1
下水道/廢棄物/污(廢水)
Top 10 by Market - Sewer / Water

NO.1
前10強建築工程設計公司
Top 100 Green Building

Stantec

美商傑明工程顧問(股)台灣分公司
美華環境科技股份有限公司
https://www.stantec.com.tw

自主防災社區2.0

水土保持局自主防災社區2.0
推動計畫

全民參與 由下而上

為增加民眾對於防災議題的參與，由村里提出防災需求，結合直轄市、縣(市)政府與鄉鎮市區公所共同推動，落實地方政府經營管理自主社區的能力。

防災培力 行動加值

發展土石流自主防災社區分級管理制度，建立自主防災訓練管理執行計畫與自主防災裝備及設備強化執行計畫兩階段經費及資源補助的統一標準，給予相對應的輔導策略。

討論推演 因地制宜

為兼顧全災害面向之防災社區事務，導入協力團隊專業支援，實際進入社區建立核心陪伴機制，客製化社區防救災工作，解決目前各宣導演練內容無法符合社區現況的困境。

兵棋推演

實作演練

防災是初始的信念　**安全**是最終的呈現

行政院農業委員會水土保持局　廣告

臺灣雲林農田水利會
Taiwan Yunlin Irrigation Association

重大工程建設　新頂埤頭大排改善工程

新頂埤頭大排周邊屬雲林西螺蔬菜生產核心地區，因既設閘門設施及構造老舊，遇豪雨及颱風常造成潰堤淹水，為使排水順利及保障人民財產安全，本會爭取經費辦理更新改善。

工程效益

- 有效提高排洪效率，解決當地淹水問題
- 形成優美景觀河道，創造農村再生新象
- 宣揚政府農業德政，兼顧生產生活生態

施工前

施工後