

臺北市智慧洪災管理的推動 — 以抽水站自動化監控系統建置為例

彭振聲／臺北市政府工務局局長

張凱堯／臺北市政府工務局科長

劉彥均／臺北市政府工務局技士

摘要

臺北市政府近年來積極推動「智慧城市」發展，強化「智慧洪災管理」，面對全球氣候變遷帶來極端水文條件之挑戰，透過水利防災科技應用於都市洪災管理，以資通訊技術的優勢，彌補傳統都市洪災管理應變能力之不足，本文說明利用水利防災科技與資通訊技術之結合應用，包含內水、外水之監測（視）、預報與控制、水情資訊管理與災害決策支援、資訊公開與回饋等層面，架構「智慧洪災管理」體系，另以臺北市建構抽水站自動化監控系統為例，說明智慧洪災管理大幅提升抽水站操作效能與管理維護品質，並強化應變指揮能力，利用自動化機組操作，避免人為操作錯誤，降低可能發生之積淹水危害，更可降低操作及管理人力需求，讓人力資源運用更有效率。而未來臺北市政府亦將持續提昇對於都市區降雨之空間變異、河川及下水道水位等水情的監測品質與精度，及加強水情資訊公開與利用，為智慧洪災管理及防洪抽水站自動化操控效能提昇建立基礎，使臺北市未來在應對颱風或暴雨侵襲，能更有效率、更準確、更安全地完成防救災任務。

前言

隨著城市人口密集成長所帶來的諸多問題，如能源消耗、環境保護、交通運輸、健康醫療、災害防救等，使城市治理面臨系統性變革的壓力，智慧城市（Smart city）策略之發展便是用以解決城市所面臨的特殊議題，尤其在資訊數位化及創新知識經濟的時代

下，發展智慧城市已是全世界先進國家必然之趨勢。智慧城市之推動是以資通訊基礎建設與公開資料平台為基礎，透過政府有效規劃都市發展願景，結合市民實質需求驅動智慧城市解決方案產生^[3]。而智慧城市之推動，透過智慧政府、智慧市民、智慧公共基礎建設與服務、智慧治理（Smart governance）、智慧交通、智慧能源及智慧水資源等發展要素，期待善用資訊通訊技術優勢，於各方面帶給市民最大的便利，解決城市問題，使城市成為更安全、便捷、宜居之城市。

近年來，由於全球氣候變遷，加上臺北市高度開發之影響，都市原有排水抗洪能力應付極端氣候侵襲有其極限，因此，臺北市政府積極推動「智慧洪災治理」體系，透過水利防災科技應用之導入，結合資訊通訊技術（ICT），強化「智慧洪災管理（Smart flood management）」技術，提昇既有排水抗洪設施效能。臺北市目前透過建置完善之內、外水水情監測（視）系統、河川與市區水位預警預報系統、雨水抽水站（Pumping station）自動化管理監控系統及水情資訊管理系統等方式，有效發揮都市排水防洪（Flood control）設施功能，並於設施超過其服務能力時，對市民提出預警，進行必要之防範疏離措施，減少社會成本及民眾生命財產之損失。

「抽水站自動化監控」於「智慧洪災管理」中尤其扮演重要角色，過去抽水站管理係以人為操控為主，雖臺北市早期已建立標準作業程序及編製操作手冊，平時亦加強防災應變演習演練，然於緊急水災發生時，仍有人為疏失的風險，而長期亦將面臨操作人

員老化、技術斷層及經驗難以傳承等問題。隨著科技進步，抽水站透過「智慧治理」策略進行全面自動化監控管理，不僅大幅減少人力負荷及時間成本，更可有效降低人為疏失機率，更準確、安全、效率、智慧化地進行抽排水作業。

臺北市水利建設現況

臺北市地勢低窪，淡水河、新店溪、基隆河環繞匯流，於颱風暴雨來襲，河川水位高漲易發生積淹水情形，為解決防洪排水問題，臺北市依行政院核定之「臺北地區防洪計畫」，以築堤為主，配合河道整治、疏浚，於堤內市區佈設雨水下水道系統，並於雨水下水道幹線出口設置抽水站，以抽除市區無法藉由重力排出之雨水，經多年基礎工程建設推動，目前各項防洪排水設施完成率極高，詳如表 1。

表 1 臺北市防洪排水設施建設現況

	規劃長度(座)	已完成	完成率(%)
堤防	131,231 公尺	109,141 公尺	83.16
雨水下水道	540,000 公尺	522,158 公尺	96.7
抽水站	74 座	65 座(另 21 座臨時)	87.84

河川防洪 (Flood control) 建設

臺北市轄內涵蓋之溪流包含「跨省市河川」：淡水河、基隆河、新店溪、景美溪、「直轄市管河川」：雙溪、磺溪、貴子坑溪、水磨坑溪、磺港溪、指南溪及大坑溪、四分溪、內溝溪等「區域排水」，計畫興建堤防 131 公里，已興建完成 109 公里，其餘約 22 公里為風險較低及需配合都市計畫開發區，如關渡、洲美、社子島等地區，完成率達 83.16%。臺北市轄河川堤防建設於跨省市河川係以 200 年重現期之洪水為保護設計標準加 1.5 公尺出水高；直轄市管河川及區排除雙溪為 100 年加 1 公尺出水高外，其餘河川及區域排水皆以 50 年重現期之洪水為保護設計標準加 0.8 公尺出水高。圖 1 為臺北市堤防分布圖。

雨水下水道系統建設

臺北市雨水下水道目前設計容量係以 5 年重現期暴雨排水保護標準，計畫興建總長度約 540 公里，目前已興建完成約 522.16 公里，完成率達 96.7%，並自民國 88 年起

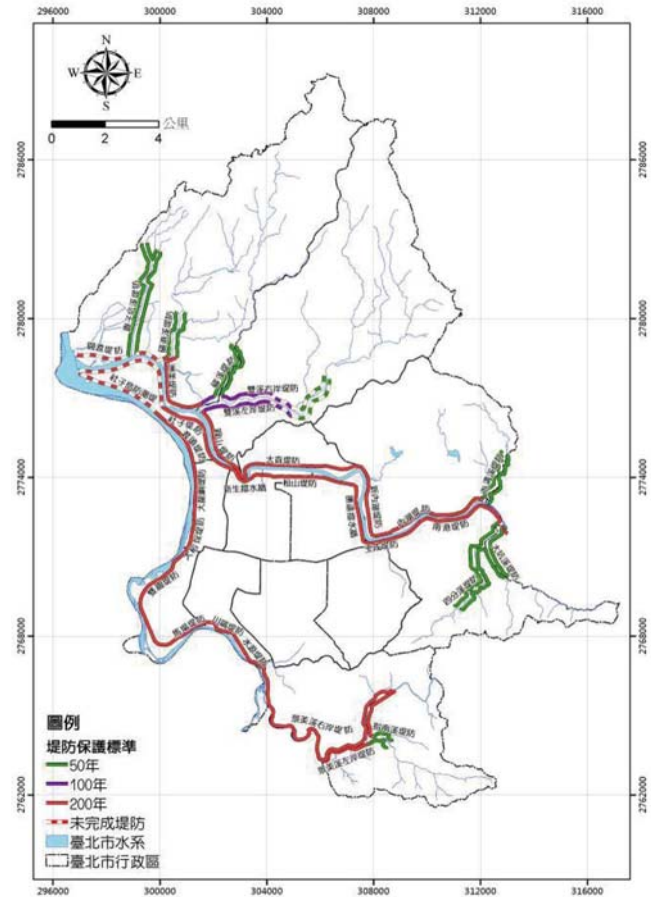


圖 1 臺北市轄堤防分布圖

分區進行下水道縱走調查作業，94 年完成 GIS 系統開發及資料建檔，透過資訊化管理提高設施維護效率。102 年再重新全盤縱走調查、檢討及更新擴充 GIS 資料庫。

雨水抽水站 (Pumping stations) 建設

當河川水位高漲時，堤內降雨無法重力排入河川，需仰賴抽水站動力抽排水，當抽水站抽排不及或機組故障將立即造成市區積水問題。臺北市雨水抽水站設計量係以 5 年重現期颱風雨為設計標準，規劃建置 72 座抽水站，計畫抽水量 2,402CMS，目前已完成 65 座永久抽水站及 21 座臨時抽水站，總計 86 座抽水站，全市總抽水機組數量為 409 台，總抽水量約 2,130CMS，完成率 87.84%。

氣候變遷對於防災應變的挑戰

極端水文事件發生頻繁

近年來，由於氣候變遷，旱澇災害交替頻繁，水文極端現象顯現，不僅每年颱風侵襲臺灣的次數增加，

即使非颱風季節，短時間出現異常降雨的頻率也較過去明顯增加，根據統計資料顯示，臺灣每年平均遭受 3.53 個颱風侵襲，主要集中於 7 至 9 月，臺北市位於臺北盆地，面積 272 平方公里，年總降雨量 2,400 mm，年降雨日數 165 日，相較早期 1911 年代，年總降雨量增加 268 mm，年降雨日數減少 27.8 日，平均日暴雨量增加 30%。臺北市因地形及氣候影響，先天即是一個多雨易積水的城市，近年更因高都市化發展及熱島效應影響，降雨集流時間縮短，逕流係數增加，致原有設施設計容量難以應付，效能備受挑戰，尤其在遭遇諸如象神、桃芝、納莉颱風及 911 暴雨等事件後，人民對都市水患治理之期許及要求自然更高了。

傳統防災措施不足以應付

除了水文條件變得更加惡劣，傳統之都市防災應變能力、效率及準確性亦顯得不足，如降雨空間資訊的難以掌握、水情資訊無法即時偵測或不可靠、抽水站機組設備運轉狀態掌握度低、操作人員經驗不足、人為操作疏失、災害潛勢無法即時推估提供預警防範、水情資訊無法有效管理與傳遞、民眾無法獲得有用資訊亦無法立即防範災害危害等種種原因皆可能導致政府防災決策者無法全盤分析、研判及下達防災應變措施，民眾亦無法即時掌握防避災資訊預為因應。

智慧洪災管理體系的建構

臺北市早期之防洪思維是以築堤、河川疏濬、雨水下水道及抽水站排水等方式，運用工程性之防堵策略保衛城市免於洪泛災難，但隨著極端性氣候的發生，短延時強降雨事件頻率增加，雨水下水道系統及抽水站設計容量已難以應付，有感單純工程防護方式僅能達到一定保護程度，且受限於環境條件，防洪排水設施難以再透過工程措施再加以提升功能。因此，臺北市進入 21 世紀後，隨著資訊科技快速發展，於「智慧城市 (Smart city)」之「智慧治理 (Smart governance)」理念下推動「智慧洪災管理 (Smart flood management)」體系的建構，透過資訊通訊技術與水利防災科技結合，導入臺北市的水利防災工作，進行氣象資料蒐集分析，即時監測河川及雨水下水道水位，評估預測積淹水潛勢，全程自動化監控抽排水設備運轉狀態，強化水情資訊之管理、傳遞及共享，除供作

市府內部機關防救災決策支援使用，另開放民眾查詢及主動推播最新防災及避災資訊。

臺北市之「智慧洪災管理」架構如圖 2 所示，主要藉由水利防災科技及資通訊技術之結合應用，就內外水加強水情之「監測」與「預測」、設備之「監控」、防救災之「管理與決策」及「資訊公開與回饋」。就市區內水而言，「監測」面包含雨水下水道水位之監測及市區積水之監視，「預測」面為市區淹水潛勢地區之預測，「監控」面為雨水抽水站自動化監控；就外水而言，「監測」面包含河川水位之監測及河川水情之監視，「預測」面為河川水位預測及河川各級警戒值之預警，「監控」面為河川疏散門及閘門啟閉狀態之監控；就「管理與決策」面而言，所有雨量、水情監測及設施操作等數據資料皆整合於「水情監測資訊平台」及「臺北市水情資訊 APP 平台」，不僅第一線防救災人員可於第一時間掌握正確可靠之資訊，亦可應用於「災害決策支援系統」作為決策者分析、判斷及下達防救災應變決策；就「資訊公開與回饋」面而言，一般民眾可於臺北市政府消防局「臺北市防災資訊網」、「地圖化資訊系統」等網站或於手機下載「臺北市行動防災 APP」查詢最新、最正確之防災及避災資訊，勘災人員則可利用「臺北市行動勘災 APP」上傳回饋災情資訊。以下就臺北市智慧洪災管理架構各項組成加以說明：

內水防災監測、監控與預報

■ 雨水下水道水位監測及預警^[5]

為掌握市區降雨時雨水下水道水位變化情況，臺北市政府評估各下水道系統低窪區及易冒水人孔點位，陸續建置 156 處雨水下水道水位監測站，進行雨水下水道即時水位變化監測，並訂定三級警戒值，做為防救災作業參考，另擇定 9 處歷史積水低窪區設置水位顯示器，將即時水位資訊傳遞至附近里辦公處，以利地區里長及民眾隨時掌握水情，提早預防水患。

■ CCTV 市區重點水情監視

降雨時為觀察市區重要水利設施之水情變化狀況，臺北市政府於大湖公園、碧湖公園、南港公園等滯洪池閘門控制點、大溝溪生態治水園區滯洪池渠首工及壩頂平台等 5 處設置 CCTV 影像監視站，並持續進行更新維護作業，強化並提升監視系統品質與效能，隨時掌握市區滯洪池水情狀況。

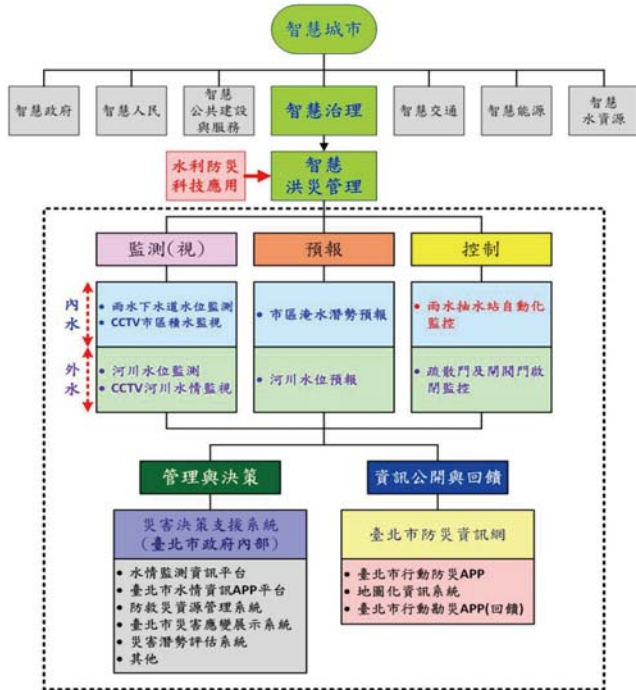


圖 2 臺北市「智慧防災管理」架構圖

■ 市區淹水潛勢分析與預測 [6]

為充分瞭解臺北市之降雨特性及針對境內各行政區訂定適宜之雨量警戒值，臺北市政府辦理淹水潛勢圖製作及淹水預報系統建置工作，完整蒐集集水區雨量站降雨資料及歷年臺北市積淹水資料，分析降雨特性並應用適當模式進行市區雨水下水道系統水理演算，模擬不同降雨強度下市區可能積水潛勢，並以重現期 200 年降雨之平均淹水深度為基準，劃分高、中及低積水潛勢區域，作為評估防救災規劃的參考。

另整合水情監測系統功能，建立臺北市即時淹水預報系統，推估未來數小時降雨量，透過即時淹水預報及預警通報，對降雨警戒之地區提出防救災應變決策支援。圖 3 為臺北市不同降雨強度之淹水模擬潛勢。

■ 抽水站 (Pumping stations) 自動化監控

臺北市地勢低窪，市區排水於河川外水位達一定高程後，即無法藉重力自然排出，此時，抽水站即扮演用動力將內水排放至河川之重要角色。臺北市政府依河系、地域及操作特性將全市抽水站劃分 6 個分區，建置全市 86 座抽水站自動化監控系統，並以群組化方式分區管理，各群組進行遠端監控及影像監視，大幅提升抽水站操作及管理效能，再由總管理中心及防汛指揮部遠端監視，強化整體應變指揮能力。



圖 3 臺北市不同降雨強度之淹水潛勢模擬示意圖

■ 外水防災監測、監控與預報

■ 河川水位監測 [7]

臺北市政府目前已自設 19 處市管河川水位站，加上經濟部水利署第十河川局設置 33 處中央管河川水位計、翡翠水庫管理局 3 處、石門水庫管理局 1 處，總計 56 處水位站，監測河川水位，並計畫於 104 年再新增 7 處市管河川水位站，以有效掌握河川水位變化，支援防救災應變決策需求。

■ CCTV 河川水情監視

颱風豪雨期間為正確掌握河川及高灘地水位上漲情形、防止民眾發生危險及防範危害防洪安全行為，臺北市政府沿淡水河、基隆河、新店溪及景美溪評估合適地點設置 CCTV 監視系統 (圖 4)，利用 CCTV 監視河川高灘地臨時設施撤離狀況及民眾與停駐河濱車輛撤離情形，目前已完成 24 處，加上經濟部水利署第十河局設置 5 處，總計 29 處，並計畫於 104 年底再新增 14 處 CCTV 河川監視站。



圖 4 CCTV 河川水情影像監視設備建置

■ 河川水位預測^[8]

臺北市政府透過蒐集、分析降雨與河防安全等資料，進行降雨預測評估，研擬適用臺北市市轄河川之洪水預報模式，並以極端降雨條件模擬分析可能發生河川溢堤及溢淹範圍，並將模擬淹水潛勢回饋至水災

危險潛勢區保全計畫。另同時整合淹水預報、市轄河川水位預報及淡水河防洪指揮中心對淡水河之洪水預報等，建立臺北市河川「水情預警測報系統」(圖 5)，迅速提供水災危險潛勢地區之監測及預報資訊，以作為防災及救災參考。

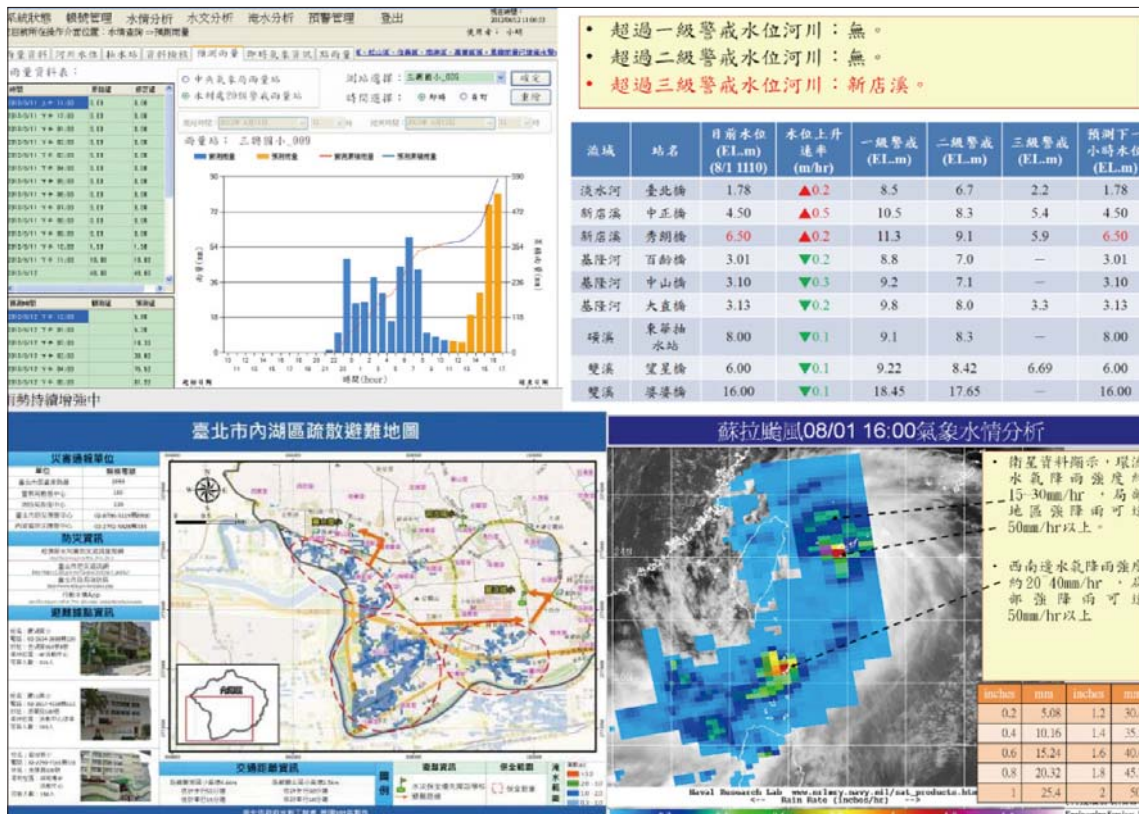


圖 5 臺北市河川「水情預警測報系統」示意圖

■ 疏散門及閘門啟閉監視 [9]

臺北市政府目前正辦理疏散門及閘門啟閉管理系統建置工作，針對市轄 36 處疏散門、106 處河川獨立閘門及 4 處湖泊獨立閘門建置啟閉管理監視系統，並將資料傳輸整合至水情資訊平台，透過值勤人員即時掌握疏散門及閘門啟閉狀況，避免防汛缺口的產生，如有緊急性狀況亦可立即發現及處理。

水情資訊管理

為達確實、統一、有效管理水情資訊及資訊共享，臺北市建置「臺北市水利處水情監測資訊平台」（圖 6），整合所有系統開發及介接成果，包含中央氣象雷達資料、雨量站、河川水位站、雨水下水道水位站、河川及滯洪池 CCTV 監視站、抽水站抽水機運轉狀況、閘門啟閉狀況等資料，以利市政府相關防救災人員於防汛期或執勤時能夠即時掌握水情資訊，立即做出應變及決策支援。另配合現代智慧型手機普遍使用，進一步開發「臺北市水情資訊 APP 平台（IOS 及 Android）」（圖 7），以更迅速橫向傳達水情資訊。

防救災決策支援

洪災發生時，為利決策者通盤分析災害情勢，於最短時間下達最適當之防救災應變決策，臺北市政府應用資通訊科技及地理資訊系統，整合跨單位豐富之監測及監視資料，建立災害相關決策所需之資料庫，並建置「災害決策支援系統」，以作為災害應變中心研判決策及指揮調度之重要依據，同時，也開放一般民眾查詢防救災所需相關資訊，提升其災害防範知識及警覺。此系統資料庫建置完整，包含氣象圖資、颱風地震、河川與水庫水位、雨水下水道水位、潛勢溪流、土石流災害等，另提供災情事件地理座標定位、災情警示與相關災情資訊，使用者可馬上清楚掌握分散之防救災資訊資料，另充分應用多媒體展示介面，決策人員可即時接收動態資訊，即時發布預警預報，及時因應災害發生（圖 8）。

資訊公開與回饋

颱風暴雨來臨前，為及早通知民眾水情訊息及宣導防、避災行動，臺北市政府除於電視、廣播、公共場所跑馬燈及相關網站首頁公布即時最新消息外，另開發手機使用之「臺北市行動防災 APP」（圖 9），除具即時水情資訊、定點災情查詢功能外，亦能主動推播災情訊息、防災宣導、1991 報平安等功能。另民間勘災人員專用之「臺北市行動勘災 APP」，新增災情資訊上傳功能（圖 10），以回饋第一線防救人員，達到政府與民間群策群力、全民合作防、救災目的。

臺北市抽水站自動化監控系統建置

傳統抽水站操作所面臨的問題 [4]

隨著氣候的變遷，臺北市常因颱風或暴雨帶來大量降雨量，近年屢有釀成積淹水災害情形，為避免民眾受到積淹水損失，降低區域積淹水風險，建構完善之防洪排水體系，為都市治水的必要手段。而就高度



圖 6 水情監測資訊平台



圖 7 臺北市水情資訊 APP 平台

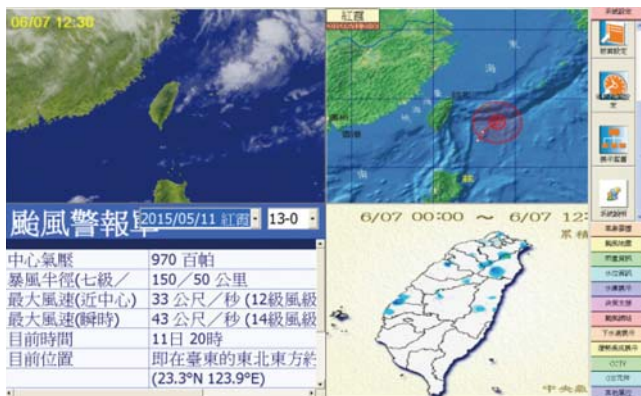


圖 8 災害決策支援展示系統

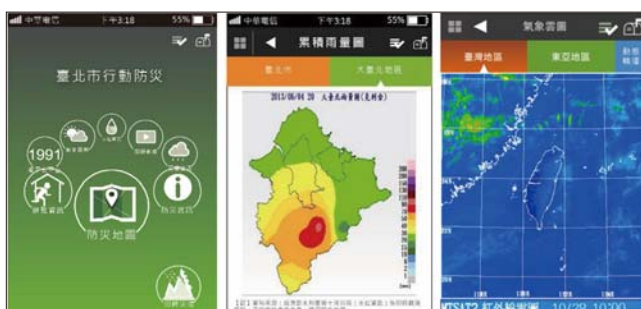


圖 9 臺北市行動防災 APP



圖 10 臺北市行動勘災 APP

開發且位屬低窪的臺北市，抽水站係屬市區防洪排水體系的最後一道防線，臺北市計有 86 座抽水站，409 台抽水機組，傳統抽水機組之啟動、停機及重力排水閘門啟閉等操作，大多憑藉現場操作技工之經驗，藉由雨量站降雨量監測及抽水站前池水位高低及變化速率，研判決定抽水機啟動時機及啟動機組數量，以控制前池水位在安全範圍內。因此，操作技工的經驗及判斷，成為抽水站運轉成敗之關鍵，如果人為操作稍有差錯，即可能造成市民

生命財產的嚴重損失。然而，未來水文條件變得更加惡劣，傳統人為操作難以配合降雨空間變異資訊進行抽水操作，加上操作人力老化，人員更替頻仍，人員素質不齊，經驗傳承不足造成操作及管理經驗流失，及管理階層對抽水站機組設備運轉狀態難以即時掌握等問題，勢必造成防洪體系最重要防線被突破的風險提高。

臺北市抽水站除加強排水機組設備功能及抗洪保護設施外，如何運用已建置完成之雨水下水道監測系統及水情整合監視系統之即時資訊，結合自動化監控系統的建置，藉由即時水情資訊串聯自動化操作控制，以期提升抽水站管理效能及操作準確性、強化應變指揮能力、減少系統負荷、降低發生積淹水風險、並減少人為因素導致操作失敗情形之發生等目標，提升市區防洪排水保護，確保護市民生命與家園免於水患是為當前急要之課題。

抽水站自動化操控構想

臺北市已於市區建置 36 處雨量站、156 處雨水下水道水位站，並已將水情整合至臺北市水情整合監視系統，即時提供將各抽水站集水區內之降雨量、雨水下水道水位、河川水位等監測資料。而抽水站自動化監控系統具備依內、外水位變化自動操控抽水機組及閘門啟閉之功能，透過水情整合監視系統，即時將各抽水站集水區內之降雨量、下水道水位、河川水位等即時監測資料，作為自動操控之依據。自動化操控系統構想如圖 11，其具體作法說明如下：

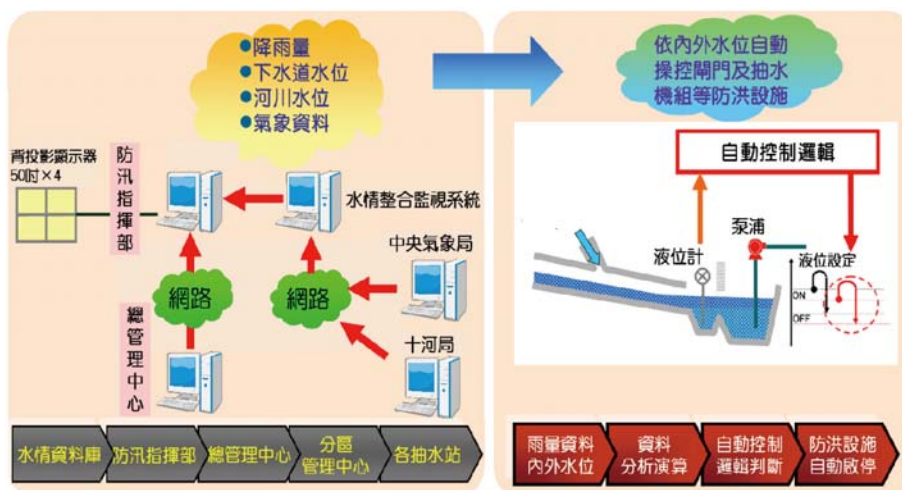


圖 11 抽水站自動化操控構想示意圖

將抽水站集水區內代表雨量站之降雨量或下水道水位資訊納入自動化操控策略，當該集水區之即時降雨強度超過某一設定值時（如 10mm/10 分鐘），系統自動由一般降雨模式操作表切換至豪雨模式操作表，以設定不同前池水位高程及啟動抽水機組數量來因應不同降雨量度及潮汐影響因素之操控需求。

現有抽水機組引擎依前池水位啟動後自動加速至一定轉速後，尚需由操作人員手動調速，即納入比例 - 積分 - 微分控制器（proportional-integral-derivative controller, PID）控制策略進行抽水機組自動加減速控制，當抽水機組引擎以自動加速至一定轉速後，依前池水位與其個別抽水運轉水位之差值調控抽水機組轉速至額定轉速，若前池水位低於其個別抽水運轉水位，則抽水機以一定轉速持續運轉至停機。

抽水站自動化監控系統管理架構 [10,11]

民國 90 年臺北市歷經納莉颱風之侵襲，當時因降雨來得既快又強，雨量過度集中，抽水站抽排水不及，不僅造成低窪地區嚴重水患，且導致部分抽水站抽水機組受創。為防範類似事件再度發生，臺北市政府除陸續辦理抽水站提高抗洪檢討評估以提升自我保

護能力外，更積極擴建抽水站及提升既有抽水機組排水容量，以因應日益增加之排水需求，並於 91 年及 92 年兩度派員至國外考察先進國家總合治水對策與防洪抽水站自動化操作管理的成功案例，當時，日本東米花谷抽水站已可遠端監視管理及操控鄰近小型抽水站。

臺北市政府師法國外經驗進行抽水站自動化監控系統建置之評估規劃，就臺北市各抽水站所在河川感潮特性、組織人力及管控性進行評析後，依河系、地域及操作特性劃分 6 個分區，進行分區群組化管理，抽水站位置及分區分布如圖 12。

而全市抽水站自動化監控系統，由下而上計分為四個層次，分別為各抽水站監控系統、分區管理中心、總管理中心及防汛指揮部（防颱中心），第 1 至第 6 分區管理中心係屬維護核心，常駐抽水站管理人員，分別監控所屬雨水抽水站，並負責各抽水站之管理、操作及維護，而抽水站總管理中心（包含總一及總二管理中心）係屬決策核心，主要為任務導向，監視各分區管理中心及抽水站之水情、水位及機組、閘閥門操作情形，並接收防颱中心之訊息，指揮各分區管理中心，層級管理示如圖 13。各層級須提供之監控功能說明如下：

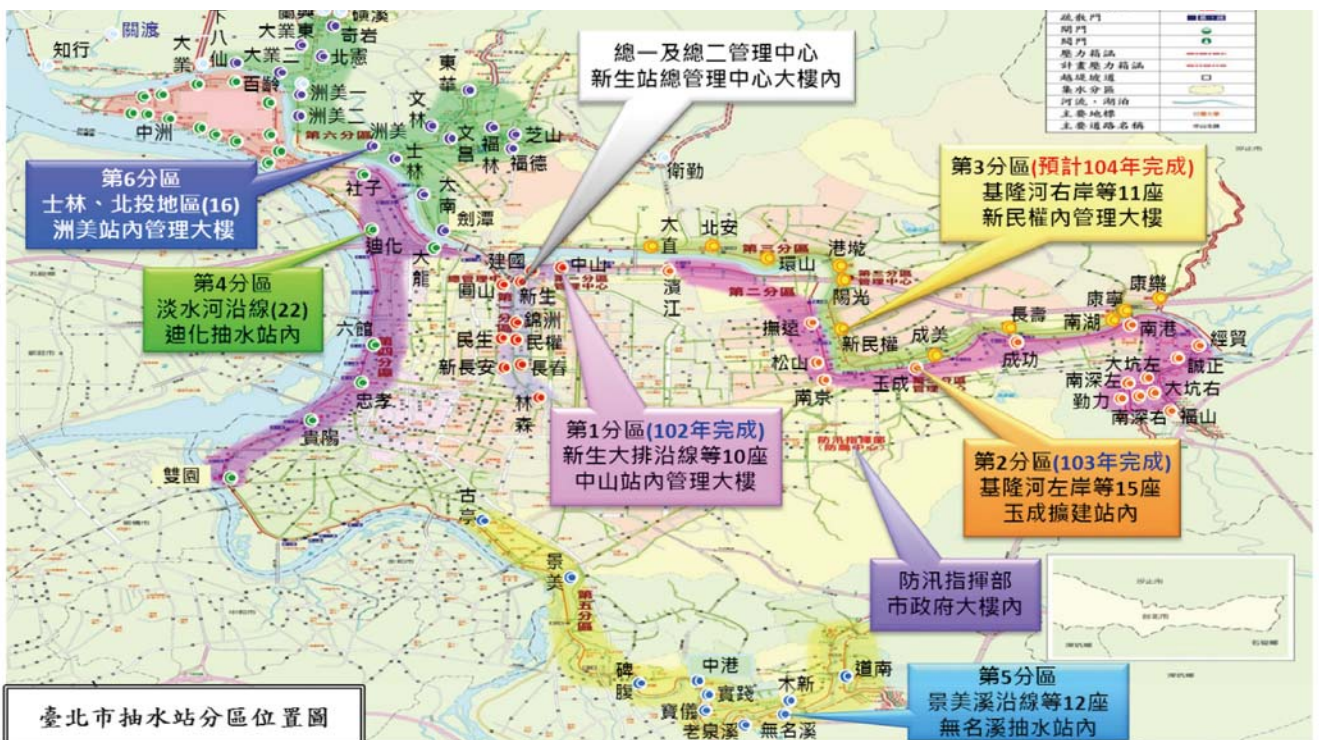


圖 12 臺北市抽水站自動化監控分區位置圖

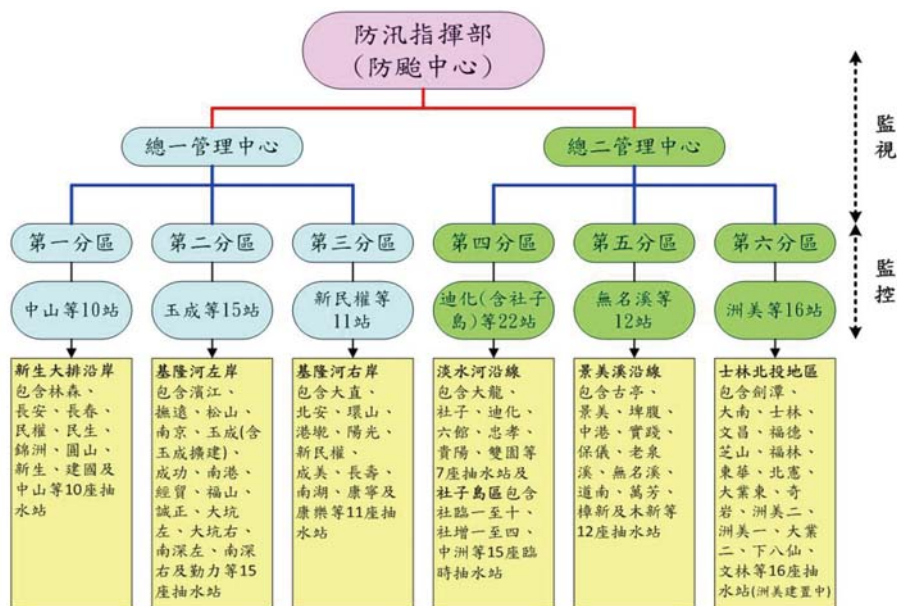


圖 13 臺北市抽水站自動化監控系統群組化管理層級圖

各抽水站自動化監控：各抽水站設置專屬工作站，可遠端操作及監視該站內之抽水機設備、儲油設備、供電設備、撈污機設備、閘門設備、門禁保全設備、照明設備、火警受信設備及其它輔助設備。

分區管理中心遠端監控：遠端遙控其所轄管之抽水站內抽水機及相關防洪設施，並藉由光纖網路傳回各抽水站機組實際運轉狀態及現場即時影像畫面。

總管理中心遠端監視：遠端監視轄管各分區管理中心之防汛設施實際運轉狀態、圖控操作畫面及現場即時影像畫面，並提供防汛指揮部（防颱中心）所有抽水站防汛設施相關操作畫面及資訊。

防汛指揮部（防颱中心）遠端監視：由總管理中心提供各分區管理中心所有抽水站之防汛設施相關操作畫面及資訊至防汛指揮部（防颱中心）。

臺北市抽水站自動化監控系統整合規劃

■ 抽水機組自動化運轉

在各抽水站建構中央控制系統及設計自動運轉程式，使各抽水站能依照前池水位，自動啟動或停止機組抽水，示如圖 14，並可依水位設定不同高程啟動抽水機，或停止抽水機運轉，並依水位變化類推，以減少人為疏失，同時節省電源，達到最有效的運作功能。

■ 設備操作遠端監控功能

為達成抽水站遠端監控功能，在各抽水站利用複聯式 PLC 控制器將抽水機組、發電機、閘門、撈污機及相關附屬設施納入監控，除可於各抽水站自動操控抽排水設施外，藉由中央監控系統的工業級電腦（IPC），以及人性化的圖控軟體、路由器（Router），

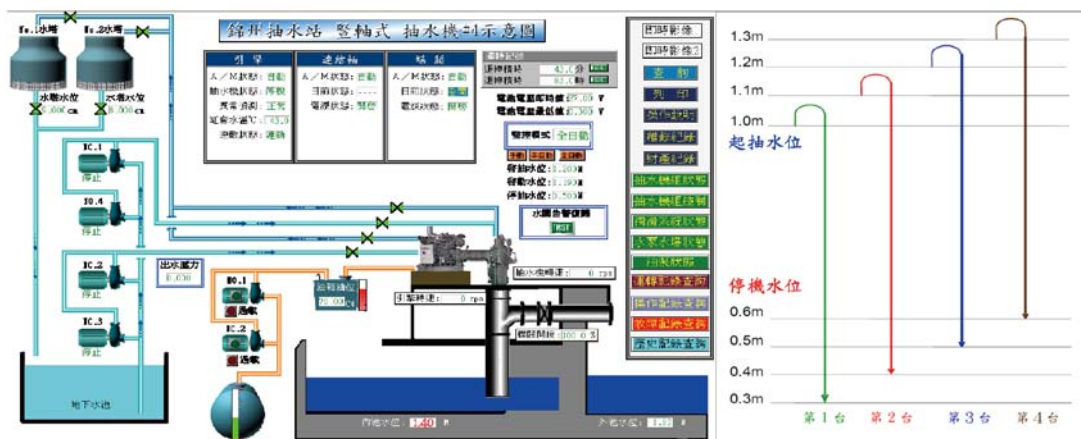


圖 14 抽水機組自動運轉程式示意圖

經由專用網路，將抽水站控制系統資料上傳至分區管理中心，遠端直接監控各站的抽水機、發電機、閘門等設備。另外，為避免主控電腦發生故障時，影響救災指揮調度，抽水站的中央監控系統，另外設置有監控主機及備援系統，以確保系統持續運轉，監控系統架構，示如圖 15。

■ 抽水作業遠端監視功能

為使分區管理中心確認抽水站實際運作情形，

在各抽水站抽水機組、發電機組、撈污機、閘門、水位計以及重要出入口設置攝影機監視，除了在各抽水站可依保全警報事件鎖定目標即時監視及現地儲存影像，在分區管理中心也可以進行 24 小時遠端及時監視及操控攝影機組，即時掌握機組與水位狀況，若遇到緊急事件，可在第一時間應變處理，另外在總管理中心及防汛指揮部也可以遠端調閱各抽水站的即時影像，監視系統架構，示如圖 16。

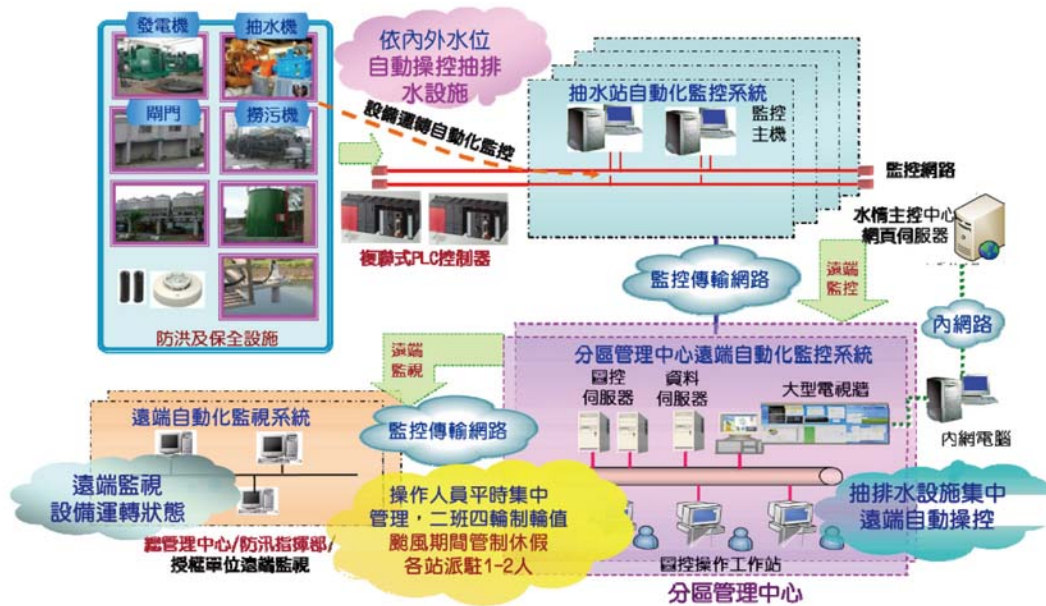


圖 15 臺北市抽水站自動化監控系統架構圖

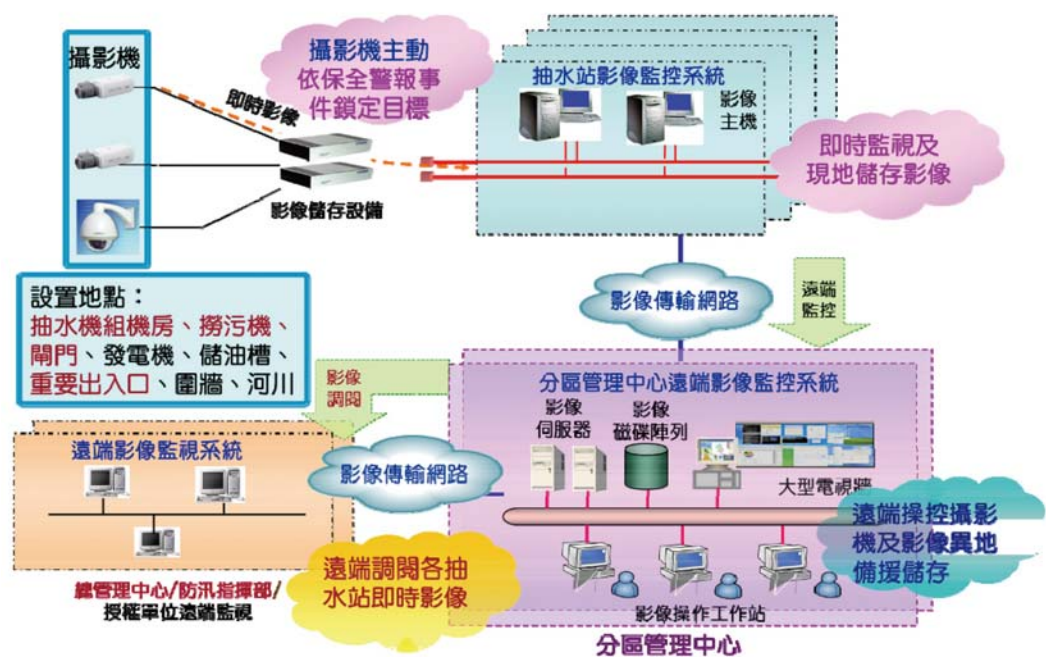


圖 16 臺北市抽水站影像監視系統架構圖

■ 站區保全防盜功能

在抽水站周邊架設室外型全功能攝影機，並加裝對照式紅外線偵測器及紅外線人體感測器，同時在各主要門窗加裝磁簧開關，另為確保油料安全，將油槽液位信號等，亦一併納入系統監視確保站內設施的安全。保全警告發生，警告畫面及即時監視影像立即在監視螢幕跳出。

■ 站內消防告警功能

在抽水站內，還設置有溫度差動式探測器、定溫式探測器與偵煙探測器等，具有消防預警的功能，可即早偵測到災害發生的訊號，為達到有效預防的效果。探測信號亦一併納入系統監視確保站內設施的安全。消防告警發生，警告畫面立即在監視螢幕跳出。

抽水站自動化監控系統建置期程

為提升抽水站管理效能、降低人力及強化應變指揮能力，臺北市政府逐步對全市 86 座抽水站建置自動化監控系統進行自動化操作管理。首先，自 92 年起即辦理「抽水站自動化監控系統建置工程」的評估規劃，並先行擇定第 1 分區新生大排沿線等 9 座抽水站試辦建置自動化監控系統，該自動化監控系統於 96 年 11 月建置完成，歷經 97 至 100 年之颱風暴雨考驗，系統調校至穩定可靠。因第 1 分區自動化監控系統試辦成效良好，亦累積相當經驗，遂於 100 年後擴大對全市所有抽水站建置自動化監控系統。抽水站總管理中心（圖 17）及第二、三分區管理中心（圖 18）均已完成管理大樓建築工程，第 2 分區於 103 年完成，第 3



圖 17 臺北市抽水站總管理中心及監控室



圖 18 第三分區管理中心及監控室

分區預定於 104 年完成，第 4 至 6 分區計畫於 105 至 108 年辦理完成。

抽水站自動化監控系統建置效益

臺北市推動抽水站自動化監控，預期可達成之功能效益如下：

- 提升管理效能：抽水站集中監控後，抽水站之管理將由點（站）延伸為線（分區）、由線（分區）延伸為面（總分區），讓管理者利用系統即時資訊做全面性的統合作業。
- 強化應變指揮能力：藉由系統之集中監控，即時掌握各站之機組與水位狀況，若遇緊急事件，可於第一時間應變處理，較利於指揮調度。
- 優化機組性能提高自動運轉功能：利用系統整合相關水域水情資訊，提供相關站區閘門設備與抽水機設備運轉之依據，依各站需求設計自動控制策略，使各抽水站能依前池水位、雨量及下水道水位等資訊自動啟動機組抽水。
- 提高維護品質：系統能長時間記錄機組運轉狀態及故障因素，可提供設備維護人員維護保養之參考，提早發現設施異常情形，提高機組之妥善率，使抽水站於颱風豪雨期間能順利發揮抽排水功能，確保本市之防汛安全。
- 降低人力需求、減少人力費用支出：抽水機組能依前池水位自動啟動或停止、人力可集中調度及輪值，因此可降低人力需求。
- 避免人為疏失，提高防洪操作安全：抽水機組及閘門依前池水位、雨量及下水道水位等資訊自動啟動，並由分區管理中心遠端監控，避免人為疏失所引致之操作失敗。

結論

全球氣候變遷影響下，加上臺北市高度開發之影響，都市原有排水抗洪能力應付極端氣候侵襲有其極限，因此，臺北市政府積極推動「智慧城市」，建構「智慧洪災治理」體系，透過水利防災科技應用之導入，結合資訊通訊技術，強化「智慧洪災管理」技術，提昇既有排水抗洪設施效能及防救災能力。

「抽水站自動化管理監控」為「智慧洪災管理」

體系重要的一環，臺北市政府逐步建構全市抽水站自動化監控系統，並透過已完成之抽水站自動化監控分區歷經多年汛期颱風暴雨事件之實證，抽水站自動化監控系統確實大幅提升抽水站操作效能與管理維護品質，並強化應變指揮能力；再者，利用自動化機組操作，不僅可因應水情變化提早抽排水，避免人為操作錯誤，降低可能發生之積淹水危害，更可降低操作及管理人力需求，讓人力資源運用更有效率。而未來臺北市政府亦將持續提昇對於都市區降雨之空間變異、河川及下水道水位等水情的監測品質與精度，及加強水情資訊公開與利用，為智慧洪災管理及防洪抽水站自動化操控效能提昇建立基礎。

參考文獻

1. 林欽榮，2013，「智慧城市國際發展趨勢與國內邁向智慧城市發展策」，國土資訊系統通訊，第 86 期，第 10 至 22 頁。
2. 林顯明，2015，「全球智慧城市發展新趨勢：臺灣的機會與挑戰」，中華經濟研究院 TWO 及 RTA 中心，1 月 15 日專欄。
3. 陳建助、高雅玲、陳文棠，2014，「未來，智慧城市引領風騷 — 臺灣智慧城市產業挑戰與機會」，思潮季刊，第 12 期，第 26-29 頁。
4. 張凱堯，2009，「人工智慧於都市防洪排水系統控制之研究」，國立臺灣大學生物環境系統工程學研究所博士論文。
5. 臺北市政府工務局水利處，2007，「臺北市雨水下水道監測系統規劃建置（第一期）— 96 年度監測資料分析報告」。
6. 臺北市政府工務局水利處，2011，「臺北市淹水潛勢圖製作及淹水預報系統建置工作」報告。
7. 臺北市政府工務局水利處，2013，「臺北市 CCTV 河川水情監控設備建置工程委託規劃設計工作」報告。
8. 臺北市政府工務局水利處，2013，「臺北市水災危險潛勢地區保全計畫檢討工作」報告。
9. 臺北市政府工務局水利處，2014，「疏散門及閘門啟閉管理系統建置工程委託規劃設計工作」報告。
10. 臺北市政府水利工程處，2009，「基隆河抽水站管理中心委託規劃工作 — 抽水站自動化監控系統規劃設計第一階段（總一範圍）規劃作業成果」報告。
11. 臺北市政府水利工程處，2010，「基隆河抽水站管理中心委託規劃工作 — 抽水站自動化監控系統規劃設計第二階段（總二範圍及防汛指揮部）規劃作業成果」報告。
12. Chang, F. J., K. Y. Chang, L. C., Chang, 2008, "Counterpropagation fuzzy-neural network for city flood control system", Journal of Hydrology, 358: 24-34.
13. Cembrano G., Quevedo J., Salameo M., Puig V., Figueras J., Marti J., 2004, "Optimal control of urban drainage systems. A case study" Control Engineering Practice, 12(2004) 1-9.
14. Fi-John Chang, Kai-Yao Chang, 2006 "Counterpropagation Neural Network for Pumping Operation", 2006 Water Pacific Geophysics Meeting. 