

出國報告(出國類別：會議)

赴香港參加「第八屆(2019)國際-亞洲太平洋地區研討及展覽會」

服務機關：台灣自來水公司

姓名職稱：李丁來 總工程師

林美良 課長

林志憲 課長

游育晟 工程師

林秉學 股長

顏銘宏 業務員

派赴國家/地區：香港

出國期間：108年10月30日至108年11月3日

報告日期：108年12月26日

摘要

國際水協會(IWA)為全球最具規模之水資源領域交流及合作平台，其中IWA亞太地區集團(IWA-ASPIRE)促進IWA亞太地區水管理科學教育及實踐，並鼓勵該地區內成員間交流。亞洲太平洋地區研討及展覽會(ASPIRE Conference & Exhibition)為每2年舉辦一次的會議，為該地區水務專業人員共享交流平台，自2005年舉辦第1屆起，迄今為止共舉辦7屆，第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會自108年10月31日至108年11月2日止，合計3日，在香港會議展覽中心(HKCEC)舉辦，主題為「以智慧擴建穩健的水資源，以科技創造韌性的水環境(Smart Solutions for Water Resilience)」，共安排6場大會主題演講、36場分場主題演講、142篇口頭發表論文、211篇海報論文、1場水務領袖論壇、1場水務監管者論壇、3場討論工作研討會，議題廣泛涵蓋氣候變化、綠色科技、廢水處理技術、廢水政策與治理、下一代水與能源、水政策與治理、水資源管理、供水管理、水的可持續性及水、衛生與健康等，為世界各地區國家所發展及面臨的水務問題。來自超過30個國家及地區與超過1,000名專家及代表出席會議，分享不同城市發展水資源的經驗，以解決近年極端天氣帶來的種種挑戰，藉以擴建穩健的水資源及創造韌性的水環境，並參觀香港的水務、渠務及環保設施。

台水公司除持續推動各項研究案引入國內學界及業界技術外，為求與國際尖端技術接軌，此行由台水公司李總工程師丁來，率第一區管理處林美良課長及顏銘宏業務員、第六區管理處林秉學股長、第八區管理處林志憲課長及水質處游育晟工程師等5人前往，除了藉由此次會議與國外專家學者交流最新水處理技術及交換淨水處理與操作管理實務經驗，更可藉機拓展台水公司國際知名度與能見度，進一步與國際學術單位或水資源企業建立更緊密之合作關係，以利公司未來與國際自來水界之長遠發展及配合政府南向政策之海外布局策略擬定。此外，第九屆(2021年)國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會預計在高雄舉辦，為行銷「IWA-ASPIRE高雄」相關事宜，此行亦一併協助下屆展覽會行銷事宜。

目錄

摘要.....	2
目錄.....	3
圖目錄.....	6
表目錄.....	12
第一章 目的.....	13
第二章 出國人員及行程.....	14
2.1 人員.....	14
2.2 行程表.....	19
第三章 過程紀要.....	20
3.1 展覽會簡介.....	20
3.1.1 主辦單位.....	20
3.1.2 大會議程及主題概述.....	22
3.1.3 會場介紹(含配置圖).....	30
3.1.4 台水公司攤位介紹.....	33
3.2 開幕典禮.....	39
3.3 專題演講.....	44
3.3.1 專題演講題目.....	44
3.3.2 主題 1：節約用水的城市設計和綠色基礎設施.....	47
3.3.3 主題 2：振興翠屏河-為防洪設施注入新生命.....	48
3.3.4 主題 3：智慧水務管理.....	49
3.3.5 主題 4：過去的經驗與對未來的思考.....	50
3.3.6 主題 5：在間歇性供水系統中水質管理：以烏干達穆科諾鎮為例.....	51
3.3.7 主題 6：中水回收生物廁所和污水處理廠的可持續發展：從概念演變到現實發展.....	52

3.3.8 主題 7：在雙供水系統中再生水利用色素消除誤接和污染的風險.....	53
3.3.9 主題 8：彈性水服務，彈性社會.....	54
3.3.10 主題 9：管網改善和節能減碳.....	55
3.3.11 主題 10：使用大數據分析間接供水模式之抽水機排程優化.....	56
3.3.12 主題 11：PIB 城市挑戰-城市和水問題的可持續綜合解決方案	58
3.3.13 主題 12：以水為資源的談判：歐洲北極沿岸地區水電管理的利益共享動態.....	60
3.3.14 主題 13：馬來西亞水務部門的改革：困難與阻礙.....	62
3.3.15 主題 14：大型水庫選擇不同取水口放流對下游魚類生態的影響.....	65
3.3.16 主題 15：藉由螢光分析水源、淨水程序及配水水質.....	67
3.3.17 主題 16：藉由靜電紡絲具有分層納米結構的活性碳纖維用於電容去離子技術.....	71
3.3.18 主題 17：評估膜電容去離子(MCEDI)技術對於去除水中硝酸鹽的可行性.....	73
3.3.19 主題 18：直接和間接飲用回收廢水中的有機微污染物：穩定、可靠和有彈性的技術屏障.....	76
3.3.20 主題 19：回顧與展望：近 40 年來中國大陸城市水環境與水生生態...	77
3.3.21 主題 20：保護我們水的未來—新加坡如何做到.....	79
3.4 水務領袖論壇.....	82
3.5 水務監管者論壇.....	85
3.6 拜訪相關各國水務單位及參展廠商.....	87
3.5.1 普萊姆斯管道有限公司.....	90
3.5.2 安樂工程有限公司.....	93
3.5.3 明興水務渠務工程有限公司.....	97
3.5.4 賽萊默有限公司(Xylem Inc.).....	100
3.5.5 弓銓企業股份有限公司.....	102
3.5.6 中國地質工程集團有限公司.....	104

3.5.7 中國建築工程(香港)有限公司.....	106
3.5.8 自動化儀錶公司.....	108
3.7 技術參觀.....	111
3.7.1 萬宜水庫.....	112
3.7.2 大浦淨水場.....	119
第四章 心得及建議.....	123
一、心得.....	123
二、建議.....	131
附錄一 台水公司論文發表.....	133
(一) 口頭報告-延長摘要(林志憲).....	133
(二) 壁報論文(林美良、顏銘宏).....	138
(三) 壁報論文(游育晟).....	139
(四) 壁報論文(李丁來總工程師、林秉學).....	140

圖目錄

圖 1 台水公司參加人員合影(由左至右：林美良、顏銘宏、李丁來、游育晟、林秉學).....	14
圖 2 台水公司參加人員合影(由左至右：顏銘宏、林秉學、游育晟、林志憲、林美良).....	15
圖 3 台水公司林美良.....	16
圖 4 台水公司林美良與發表論文壁報.....	16
圖 5 台水公司游育晟與發表論文壁報.....	17
圖 6 台水公司林秉學與發表論文壁報.....	17
圖 7 台水公司顏銘宏與發表論文壁報.....	18
圖 8 香港會議展覽中心底樓平面圖.....	31
圖 9 香港會議展覽中心一樓平面圖.....	31
圖 10 香港會議展覽中心四樓平面圖.....	32
圖 11 香港會議展覽中心參展廠商攤位平面圖.....	32
圖 12 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(1).....	34
圖 13 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(2).....	34
圖 14 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(3).....	35
圖 15 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位...35	
圖 16 向 IWA 主席 Diane d'Arras 行銷台灣與本公司相關業務	36
圖 17 台水同仁(顏銘宏)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition.....	36
圖 18 台水同仁(林秉學)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition.....	37
圖 19 台水同仁(林志憲)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition.....	37

圖 20 台水同仁(游育晟)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition.....	38
圖 21 台水公司隨身碟宣傳品及台灣自來水協會年曆.....	38
圖 22 開幕典禮合影(左至右：顏銘宏、林秉學、游育晟、林美良、李丁來、林志憲).....	40
圖 23 開幕典禮合影(左至右：李丁來、林志憲、水利署官員).....	41
圖 24 開幕典禮舞蹈表演.....	41
圖 25 開幕典禮香港行政長官林鄭月娥致詞.....	42
圖 26 開幕典禮國際水協主席 Diane D'Arras 女士致詞.....	42
圖 27 香港行政長官、國際水協主席與其他與會貴賓共同啟動水滴按鈕.....	43
圖 28 香港行政長官、國際水協主席與其他與會貴賓合影.....	43
圖 29 AECOM 中國副總裁沈石講授城市設計和綠色基礎設施.....	47
圖 30 阿特金斯中國有限公司副總監羅伯特•聖地亞哥演講振興翠屏河方案.....	48
圖 31 范曉軍博士講授澳門自來水公司智慧水務方案.....	49
圖 32 Will SYMONS 主講「彈性水服務，彈性社會」.....	54
圖 33 田友仲主講「管網改善和節能減碳」.....	55
圖 34 林志憲主講「使用大數據分析間接供水模式之泵調度優化」.....	57
圖 35 蘇楠主講「PIB 城市挑戰-城市和水問題的可持續綜合解決方案」.....	59
圖 36 Aileen Aseron Espiritu 主講「以水為資源的談判：歐洲北極沿岸地區水電管理的利益共享動態」.....	61
圖 37 馬來西亞水務部 Dr. CT Kim 講解馬來西亞水務改革的目標.....	64
圖 38 韓國延世大學邱教授講解水庫因季節變化水上下層翻攪的現象.....	66
圖 39 大阪自來水道局北本小姐主講藉由螢光分析水源、淨水程序及配水水質.....	68
圖 40 Yodo 河域(上游為 Uji 河、Katsura 河和 Kizu 河)圖.....	68
圖 41 Uji 河、Katsura 河、Kizu 河螢光強度.....	69
圖 42 Kunijima 淨水場原水 EEM.....	69
圖 43 Kunijima 淨水場流程圖.....	70

圖 44Kunijima 淨水場螢光強度變化	70
圖 45 臺大環工所侯嘉洪副教授主講評估膜電容去離子技術對於去除水中硝酸鹽的可行性.....	74
圖 46 電容去離子(CDI)技術	74
圖 47MCDI 實驗方法	74
圖 48CDI 及 MCDI cell 物理特性比較	75
圖 49CDI 及 MCDI cell 去除水中硝酸鹽離子比較	75
圖 50 美國克萊姆森大學工程學院 Gary Amy 主講直接和間接飲用回收廢水中的有機微污染物：穩定、可靠和有彈性的技術屏障.....	76
圖 51 曲久輝院士主講回顧與展望：近 40 年來中國大陸城市水環境與水生態..	78
圖 52 中國大陸水利環境發展情形.....	78
圖 53 黃裕嘉總經理主講保護我們水的未來—新加坡如何做到.....	80
圖 54 新加坡前總理李光耀對於水需求的看法.....	80
圖 55 新加坡未來用水需求來源.....	81
圖 56 新加坡水循環路徑.....	81
圖 57 荷蘭國際水務特使 Henk OVINK 講述全球永續發展目標與水管理的相關性.....	85
圖 58 水務監管者論壇演講者發表後，與會者提問與討論實況.....	86
圖 59 台水公司李丁來總工程師與新加坡國家水務局黃局長會晤.....	87
圖 60 台水公司李丁來總工程師與香港渠務署馮永昌總工程師會晤.....	88
圖 61 台水公司李丁來總工程師與香港水務署黃署長會晤.....	88
圖 62 台水公司李丁來總工程師與台灣自來水協會吳陽龍秘書長、北水處陳蔓莉副處長、台灣大學駱尚廉教授、童心欣教授、王根樹教授、成功大學林財富教授等人合影.....	89
圖 63 台水公司林志憲與普萊姆斯管道公司人員討論非開挖可撓性防彈內套工法	91
圖 64 普萊姆斯管道公司之 Primus Line 文宣介紹(1)	92
圖 65 普萊姆斯管道公司之 Primus Line 文宣介紹(2)	92

圖 66 安樂工程公司磁介質高效沉澱池模型.....	94
圖 67 台水公司游育晟與安樂工程公司人員合影.....	95
圖 68 磁介質高效沉澱池工藝流程圖.....	95
圖 69 磁介質高效沉澱池 3D 圖.....	96
圖 70 磁分離機.....	96
圖 71 台水公司林美良及林志憲聆聽明興水務渠務工程公司人員業務介紹.....	98
圖 72 明興水務渠務工程公司攤位布置(模擬未來世界管線汰換場景).....	98
圖 73 台水公司林志憲、游育晟與明興水務渠務工程公司人員討論管線汰換方式	99
圖 74 台水公司林美良、林志憲、游育晟與明興水務渠務公司賴經理合影.....	99
圖 75 賽萊默有限公司展示之 XA 雙通道濾水器(安裝於過濾池底於反洗時使用)	101
圖 76 台水公司林秉學與顏銘宏聆聽賽萊默有限公司人員介紹.....	101
圖 77 台水人員林美良、游育晟及顏銘宏聆聽弓詮公司講解智慧水表設備.....	102
圖 78 台水人員林美良、游育晟及林秉學聆聽弓詮公司講解智慧水表設備.....	103
圖 79 台水公司林志憲及顏銘宏聽取中國地質公司經驗分享.....	104
圖 80 中國地質公司在香港屯門邊坡保護的工程.....	105
圖 81 中國建築工程(香港)公司土木工程部李繼宇副經理向台水公司林志憲課長 及林美良課長說明該公司經營 40 年亮麗績效.....	107
圖 82 工程現場管理協作雲平台(「CIMS」項目管理).....	107
圖 83 台水公司林秉學、顏銘宏與 Endress+Hauser 公司討論水質分析相關業務講 解.....	109
圖 84 台水公司林秉學、顏銘宏與 Endress+Hauser 公司業務代表合影留念.....	109
圖 85 Endress+Hauser 公司濁度(turbidity)測量儀器文宣介紹(1).....	110
圖 86 Endress+Hauser 公司濁度(turbidity)測量儀器文宣介紹(2).....	110
圖 87 萬宜水庫集水區.....	112
圖 88 萬宜地質步道介紹(1).....	113

圖 89 萬宜地質步道介紹(2).....	114
圖 90 萬宜地質步道介紹(3).....	114
圖 91 萬宜地質步道介紹(4).....	115
圖 92 六角形岩柱介紹(1).....	115
圖 93 六角形岩柱介紹(2).....	116
圖 94 萬宜水庫東壩.....	116
圖 95 世界地質公園紀念碑.....	117
圖 96 萬宜水庫一隅.....	117
圖 97 萬宜水庫東壩外側防波堤.....	118
圖 98 萬宜水庫西壩外側(凸出處為月明亭).....	118
圖 99 大埔淨水場現場臭氧及氯氣生產設施(一).....	120
圖 100 大埔淨水場現場臭氧及氯氣生產設施(二).....	120
圖 101 台灣自來水協會吳陽龍秘書長及台水公司李丁來總工程師聆聽解說....	121
圖 102 大埔淨水場臭氧生產大樓.....	121
圖 103 台水公司李丁來總工程師與解說人員交換意見.....	122
圖 104 參訪合影 北水處同仁(第一排左 3)、台水公司林美良課長(第一排左 4)、 工研院同仁(第一排左 5)、自來水協會吳陽龍秘書長(第一排左 7)、台水公司 李丁來總工程師(第一排左 8).....	122
圖 105 香港大會 11 月 1 日快報屬於傳統報紙，文字敘述多，以政策宣導為主	125
圖 106 台北捷運的捷運報”UPAPER”，以人物、活動為主，生動活潑.....	125
圖 107 香港 2019 年 IWA-Aspire 會議暨展覽會場照片.....	126
圖 108 東京 2018 年 IWA 雙年會議暨展覽會場.....	126
圖 109 香港 IWA-ASPIRE 研討及展覽會 APP 畫面.....	128
圖 110 台灣慣用紐澤西護欄(左：混凝土製，右：聚乙烯一體成型).....	128
圖 111 港府道路施工採用之可連結式護欄.....	129
圖 112 歡迎酒會中舞龍舞獅表演.....	129

圖 113 香港警察維持交通.....130

表目錄

表 1 參訪行程概要.....	19
表 2 國際水協中國香港地區委員會執行委員會成員一覽表.....	20
表 3 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會議程概要.....	23
表 4 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 10 月 31 日完整議程.....	23
表 5 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 11 月 1 日完整議程.....	26
表 6 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 11 月 2 日完整議程.....	28
表 7 香港會議展覽中心設施資料.....	30
表 8 參展廠商一覽表.....	33
表 9 亞太水務領袖論壇議程.....	82
表 10 專業參觀路線.....	111
表 11 萬宜水庫相關設計參數.....	113

第一章 目的

國際水協會(International Water Association, IWA)為全球最具規模之水資源領域交流及合作平台，其下更依專業不同區分為多個次組織，擁有 50 個專業社群，年舉辦超過 35 個專業之研討會，會員橫跨全球 130 個國家及地區。IWA 成立主旨在於加強不同會員間的合作，並共享全球水科學和管理領域知識。其中 IWA 亞太地區集團 (The IWA Asia Pacific Region Grouping, IWA-ASPIRE) 由國際水服務協會 (the International Water Services Association, IWSA) 的亞太集團和國際水質協會 (the International Association on Water Quality, IAWQ) 的亞洲水質集團合併而成，促進 IWA 亞太地區水管理科學教育及實踐，並鼓勵該地區內成員間交流，成員包含澳洲、中國大陸、台灣、香港、日本、韓國、澳門、馬來西亞、紐西蘭、太平洋島國、菲律賓、新加坡、泰國和越南等。亞洲太平洋地區研討及展覽會 (ASPIRE Conference & Exhibition) 為每 2 年舉辦一次的會議，為該地區水務專業人員共享交流平台，自 2005 年舉辦第 1 屆起，迄今為止共舉辦 7 屆，依序為 2005 年新加坡、2007 年澳洲伯斯、2009 年台灣台北、2011 年日本東京、2013 年韓國大田、2015 年中國北京、2017 年馬來西亞吉隆坡，第八屆(2019 年) 國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會由 IWA、國際水協中國香港地區委員會及 ASPIRE 於香港合辦，並邀請了世界各地知名的專家、學者和決策者，分享不同城市發展水資源的經驗。主題講者將展示如何靈活地運用先進科技，提供有效的整合方案，以解決近年極端天氣帶來的種種挑戰，藉以擴建穩健的水資源及創造韌性的水環境。與會專家學者及討論議題幾近涵蓋所有水資源領域，舉凡水處理相關技術、水質檢驗技術、湖庫及優養化管理、藻毒、臭味議題、廢水管理等皆包含在內。

因應全球變遷及人為污染、水源日益匱乏，水質標準法規要求卻不斷趨嚴，僅依固有之淨水處理及操作技術實難滿足現今社會大眾之期待其需求。台水公司除持續推動各項研究案引入國內學界及業界技術外，為求與國際尖端技術接軌，積極參與國際專業水資源交流會議，而亞洲地區專精於水資源相關領域之學者及工程師等研究人員透過國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會 (IWA-ASPIRE Conference & Exhibition) 發表及交換其研究成果。對於期望躋身世界一流之水事業單位的台水公司而言，除了藉由此次會議能與各國水資源研究學者交流以獲取最新技術及研究成果外，更可藉機拓展台水公司國際知名度與能見度，甚或可進一步與國際學術單位或水資源企業建立更緊密之合作關係，以利台水公司未來之長遠發展及配合政府南向政策之海外布局策略擬定。此外，第九屆(2021 年)國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會預計在高雄舉辦，為行銷「IWA-ASPIRE 高雄」相關事宜，此行亦一併協助下屆展覽會行銷事宜。

第二章 出國人員及行程

2.1 人員

此行由台水公司李總工程師丁來，率第一區管理處林美良課長及顏銘宏業務員、第六區管理處林秉學股長、第八區管理處林志憲課長及水質處游育晟工程師等 5 人前往，如圖 1~圖 7 所示，會議發表「Discussion on the Control Strategy of Residual Aluminum Concentration at Water Treatment Plant and Case Study in Taiwan Water Corporation (TWC)」、「The Strategic solutions to compensation, dispute, and natural disaster, based on "obligated constant water supply" of water utilities in Taiwan」、 「Sedimentation and its Remedies : the Strategies of Nanhua Reservoir」及「Indirect Water Supply Mode-Pump Scheduling Optimization Using Big Data Analytics」等 4 篇論文外，並與國外專家學者交流最新水處理技術及交換淨水處理與操作管理實務經驗。



圖 1 台水公司參加人員合影(由左至右：林美良、顏銘宏、李丁來、游育晟、林秉學)



圖 2 台水公司參加人員合影(由左至右：顏銘宏、林秉學、游育晟、林志憲、林美良)



圖 3 台水公司林美良



圖 4 台水公司林美良與發表論文壁報

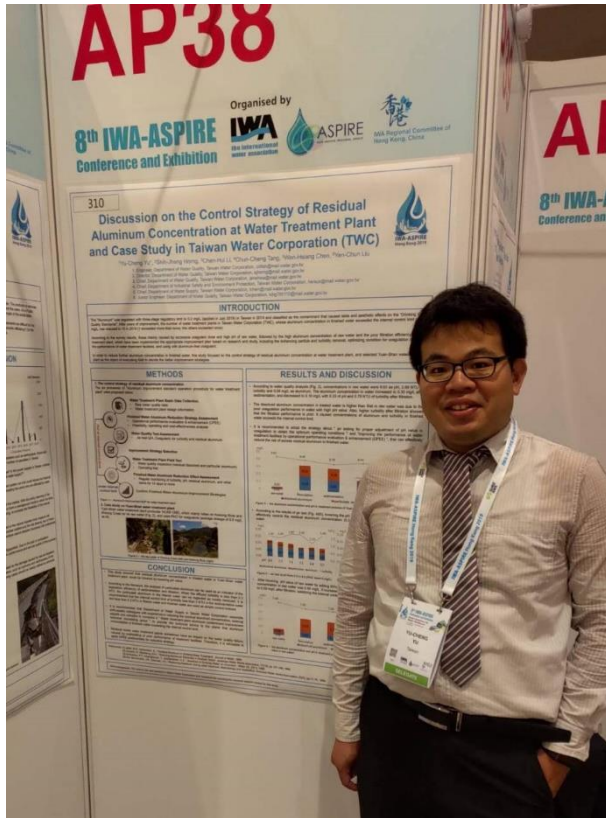


圖 5 台水公司游育晟與發表論文壁報

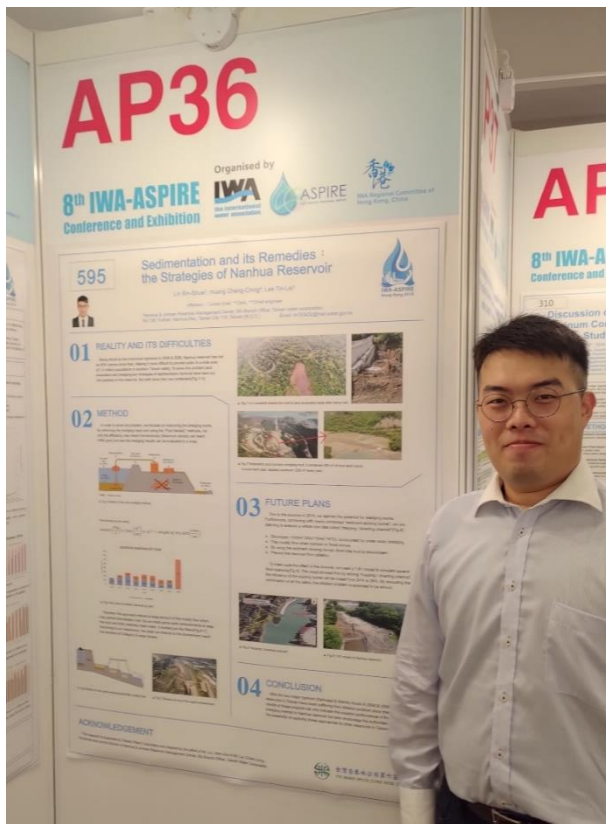


圖 6 台水公司林秉學與發表論文壁報



圖 7 台水公司顏銘宏與發表論文壁報

2.2 行程表

台水公司出國人員於 108 年 10 月 30 日分別由臺灣桃園國際機場(TPE)及高雄國際機場(KHH)搭機前往香港國際機場(HKG)，參加為期 3 日(108 年 10 月 31 日至 11 月 2 日)之參加 2019 年國際水協會亞洲太平洋地區研討及展覽會，此外，中華民國自來水協會吳陽龍秘書長、國立臺灣大學王根樹教授、國立臺灣大學駱尚廉教授、國立臺灣大學童欣心教授、國立成功大學林財富教授、國立成功大學黃良銘教授等人與臺北自來水事業處陳曼莉副處長率北水處同仁亦一同出席，參訪行程概要詳表 1 所示。

表 1 參訪行程概要

日期	行程
108 年 10 月 30 日	搭機前往香港香港會議展覽中心報到領取資料
108 年 10 月 31 日	參加大會開幕典禮 參加主題演講 參加歡迎酒會
108 年 11 月 1 日	參加水務領袖論壇 參加水務監管者論壇 口頭論文報告(林志憲課長) 參加主題演講 參加晚宴
108 年 11 月 2 日	參加閉幕典禮 專業參觀(萬宜水庫及大浦淨水場)
108 年 11 月 3 日	香港搭機返回臺灣桃園及高雄

第三章 過程紀要

3.1 展覽會簡介

3.1.1 主辦單位

第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會由國際水協會(IWA)、亞太地區組織(ASPIRE)及中國香港地區委員會合辦，水務署、渠務署及香港水務及環境管理學會協辦，並獲土木工程拓展署及環境保護署支持。自 1999 年 IWA 成立以來，香港水務署(WSD)代表香港特別行政區政府成為 IWA 的常任理事。為了確保 IWA 的廣泛利益，國際水協中國香港地區委員會於 2003 年成立，由 40 位個人會員和 2 位企業會員代表，協調 IWA 的所有活動，以作為水務部門、包括工業、政府、學術界/研究人員、顧問、承包商、製造商和供應商之間的意見和交流橋樑。現由水務署署長及渠務署署長分別出任執行委員會主席及副主席，執行委員會成員詳如表 2 所示。

表 2 國際水協中國香港地區委員會執行委員會成員一覽表

職位	人員	照片
Chairman (主席):	Ir WONG Chung-leung, JP Director of Water Supplies (水務署署長)	
Vice Chairman (副主席):	Ir LO Kwok-wah, Kelvin Director of Drainage Services (渠務署署長)	
Secretary (秘書):	Ir CHAU Sai-wai, JP Deputy Director of Water Supplies (水務署副署長)	

職位	人員	照片
Treasurer (財務長):	Ir LEE Tai-on Assistant Director of Water Supplies (水務署助理署長)	
Co-opted Members (成員):	Ir Andy Kwok Managing Director Black & Veatch Hong Kong Limited(博威工程顧問有限公司 執行董事)	
	Ir Raymond HM CHAN Chief Executive, ATAL Engineering Ltd (安樂工程有限公司總裁)	
	Prof X Y LI Professor of Environmental Engineering Department of Civil Engineering The University of Hong Kong (香港大學土木工程學系教授)	
	Prof G H CHEN Professor of Environmental Engineering Department of Civil and Environmental Engineering The Hong Kong University of Science and Technology (香港科技大學土木與環境工程 學系教授)	

職位	人員	照片
	Ir Anthony WK FOK Principal Environmental Protection Officer Environmental Protection Department(環境保護 署首席環境保護主任)	
	Mr David MW LUI Director AECOM(艾奕康工程顧 問股份有限公司董事)	
	Dr Derrick YB PANG Executive Director Chun Wo Development Holdings Ltd.(俊和 發展集團有限公司執行董事)	
	Dr Daniel TSANG Associate Professor Department of Civil and Environmental Engineering Hong Kong Polytechnic University(香港理工大學土木與 環境工程學系助理教授)	

3.1.2 大會議程及主題概述

第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會自 108 年 10 月 31 日至 108 年 11 月 2 日止，合計 3 日，主題為「以智慧擴建穩健的水資源，以科技創造韌性的水環境(Smart Solutions for Water Resilience)」，來自超過 30 個國家及地區與超過 1,000 名專家及代表出席會議，討論水資源政策及管理、智慧供水、可持續發展以及氣候變化等議題，並參觀香港的水務、渠務及環保設施。會議內容除各主題演講(Plenary Keynote Session & Keynote Session)外，亦包括 10 月 31 日開幕典禮及歡迎酒會、11 月 1 日水務領袖論壇、水務監管者論壇及晚宴，與 11 月 2 日專家全體論壇、專業參觀及閉幕典禮。另前一日(10 月 30 日)下午亦舉辦 3 場次工作研討會(workshop)討論，會議議程詳如表 3~表 6 所示。

表 3 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會議程概要

	2019年10月30日 (星期三)	2019年10月31日 (星期四)	2019年11月1日 (星期五)	2019年11月2日 (星期六)	
上午		開幕典禮	全體會議 主題演講 4	全體會議 主題演講 6	
		全體會議	茶歇	茶歇	
		主題演講 1	主題演講 3 和 分會環節 (3.1~3.6)	水務 領袖 論壇	主題演講 6 和 分會環節(6.1~6.6)
		茶歇			
		全體會議			
		主題演講 2			
		主題演講 1 和分會 環節(1.1~1.6)	主題演講 4 和 分會環節 (4.1~4.6)	全體會議 主題演講 7 專家全體論壇 閉幕典禮	
	下午		午餐	午餐	專業參觀
工作坊		全體會議	全體會議	水務 監管 者論 壇	
		主題演講 3	主題演講 5		
		茶歇	茶歇	水務 監管 者論 壇	
		主題演講 2 和 分會環節(2.1~2.6)	主題演講 5 和 分會環節 (5.1~5.6)		
	海報評賞	海報評賞			
晚上		歡迎酒會	晚宴		

表 4 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 10 月 31 日完整議程

時間	行程
8:00 AM - 7:00 PM	Registration
9:00 AM - 9:40 AM	<u>Opening Ceremony</u>
9:40 AM - 10:10 AM	<u>Plenary Keynote Session 1</u> <u>Review and Prospect: Chinese Urban Water Environment Change Over</u>

時間	行程
	the Last 40 Years Prof Jiu-hui QU
10:10 AM - 10:40 AM	Plenary Keynote Session 2 Securing Our Water Future: How Singapore Does It Mr Peter Joo Hee NG
10:40 AM - 10:55 AM	Coffee Break and Exhibition Opening Ceremony Poster Viewing 1
11:00 AM - 1:00 PM	Workshop on Shifting Time Horizons in Strategic Planning to Enhance Climate Resilience in Hong Kong (Co-organised by Drainage Services Department and IHE Delft) (By Invitation only) Shifting Time Horizons in Strategic Planning to Enhance Climate Resilience in Hong Kong
11:00 AM - 1:00 PM	Keynote Session 1.1 : Digital Water Utilities Practices and Development of Smart Water System of Guangdong, Hong Kong and Macao Greater Bay Area Jin-song ZHANG
	Keynote Session 1.2 : Water Infrastructure Planning and Implementation I Balancing Blue-Green and Grey Urban Infrastructure - A Joint Pilot Programme of the China-Europe Water Platform Prof. Arthur MYNETT
	Keynote Session 1.3 : Paradigm Shifting in Wastewater Resources Recovery Paradigm Shifting in Wastewater Resource Recovery Prof. Guang-hao CHEN
	Keynote Session 1.4 : Intelligent Water Supply Maynilad's Continuing Journey to Water Resilience Mr Randolph T. ESTRELLADO
	Keynote Session 1.5 : Water Resilience and Sustainable Water Management Water sector reform in Malaysia: issues and challengers Dr CT Kim

時間	行程
	<u>Keynote Session 1.6 : Sustainable Urban Drainage System I</u> <u>Water Sensitive Urban Design and Green Infrastructure</u> <u>Mr Stone SHEN</u>
1:00 PM - 2:30 PM	<u>Networking Lunch and Exhibition 1, Presentations by Sponsors and Exhibitors</u>
2:30 PM - 3:00 PM	<u>Plenary Keynote Session 3</u> <u>Perth: Transitioning to a World Leading Water Sensitive City</u> <u>Dr Steve CAPEWELL</u>
3:05 PM - 4:05 PM	<u>Keynote Session 2.1 : Tackling Water Environment Challenges with Novel Wastewater Treatment Technologies</u> <u>Water Environment in China - Challenges and Opportunities</u> <u>Prof. Min YANG</u>
	<u>Keynote Session 2.2 : Water Management for Climate Change Adaptation</u> <u>Water as Leverage for Innovative Climate Action</u> <u>Mr. Henk OVINK</u>
	<u>Keynote Session 2.3: Water Loss & Leak Detection</u> <u>Present and Future of Preventive Measures and Detection Technologies for Water Leakage in Tokyo</u> <u>Mr Tomoyuki TANIMOTO</u>
	<u>Keynote Session 2.4 : Water Infrastructure Asset Management</u> <u>Action 2030: A More Resilient Water Utility</u> <u>Mr Raveen JADURAM</u>
	<u>Keynote Session 2.5: Climate Change and Adaptation</u> <u>TBC</u> <u>Mr Darryl DAY</u>
	<u>Keynote Session 2.6 : Novel Water Solutions</u> <u>Forward-thinking Water Solutions that Won't Cost the Earth</u> <u>Mr Daniel SULLIVAN</u>
4:05 PM - 4:20 PM	<u>Coffee Break and Exhibition 2, Presentations by Sponsors and Exhibitors</u> <u>Poster Viewing 2</u>
4:25 PM - 5:45 PM	<u>Keynote Session 2.1 ~2.6 Continued</u>
4:30 PM - 6:30 PM	<u>16th IWA-ASPIRE Council Meeting</u>
5:45 PM - 6:30 PM	Poster Evaluation

時間	行程
5:45 PM - 7:30 PM	<u>Welcome Reception</u>
7:30 PM - 10:00 PM	ASPIRE Council Dinner (By Invitation only)

表 5 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 11 月 1 日完整議程

時間	行程
9:00 AM - 9:30 AM	<u>Plenary Keynote Session 4</u> <u>Aerobic Granular Sludge Processes for Water and Resource Recovery</u> <u>Prof Mark VAN LOOSDRECHT</u>
9:05 AM - 12:50 PM	<u>Asia-Pacific Water Leaders Forum (By Invitation)</u>
9:35 AM - 10:55 AM	<u>Keynote Session 3.1 : Smart Water Quality Management I</u> <u>Learning from the Past and Thinking of the Future</u> <u>Mr David WICKENS</u>
	<u>Keynote Session 3.2 : Water Protection and the Use of Reverse and Forward Osmosis</u> <u>Thinking about the Water Security and Protection in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area</u> <u>Prof. Ben-sheng HUANG</u>
	<u>Keynote Session 3.3 : Advanced Oxidation Process</u> <u>Organic Micro-pollutants in Direct and Indirect Potable Wastewater Reuse: Robust, Reliable, and Resilient Process Barriers</u> <u>Prof. Gary AMY</u>
	<u>Keynote Session 3.4 : Water Infrastructure Planning and Implementation II</u> <u>The State of the Water Services Industry in Malaysia Today</u> <u>Ir Abdul Kadir MOHD DIN</u>
	<u>Keynote Session 3.5 : Water Environment Management and the Use of Membrane Technology</u> <u>The Thinking and Practice in Technology System of Watershed Water Environment Treatment</u> <u>Dr Xiao-fei XUE</u>
	<u>Keynote Session 3.6 : Smart Drainage Management</u> <u>Restoring Eco-hydraulics Connectivity of a Storm-drainage Channel</u> <u>Prof Onyx WAI</u>
	<u>Coffee Break and Exhibition 3, Presentations by Sponsors and Exhibitors</u>

時間	行程
10:55 AM - 11:10 AM	<u>Poster Viewing 3</u>
11:15 AM - 12:55 PM	<p><u>Keynote Session 4.1 : Water Treatment Technologies</u> <u>Cost Optimization and Sensitivity Analysis in a FO/Crystallization/RO Hybrid Process with High-temperature Operation</u> <u>Prof Seung-Kwan HONG</u></p> <p><u>Keynote Session 4.2 : Sustainable Urban Drainage System II</u> <u>Shifting Time Horizons in Urban Flood Risk Management. Opportunities and Challenges to Increase Resilience</u> <u>Prof. Chris ZEVENBERGEN</u></p> <p><u>Keynote Session 4.3 : Smart Water Energy solution</u> <u>Aspiring towards a Circular Economy using Digital Twins and Smart Water-Energy Solutions</u> <u>Prof. Jurg KELLER</u></p> <p><u>Keynote session 4.4 : Pollutant Removal from Wastewater</u> <u>Reviving the Fragrant Harbour: What Are the Challenges?</u> <u>Kwok-ming, Henry CHAU</u></p> <p><u>Keynote Session 4.5 : Effective Operation of Wastewater Treatment Plants</u> <u>Digital Transformation Strategy to Smart Operation and Management of WWTPs in Beijing Enterprises Water Group</u> <u>Dr Wei-yan LIU</u></p> <p><u>Keynote Session 4.6 : Climate Change and Energy</u> <u>Resilient Water Services, Resilient Communities</u> <u>Mr Will SYMONS</u></p>
12:55 PM - 2:30 PM	<u>Networking Lunch and Exhibition 2, Presentations by Sponsors and Exhibitors</u>
2:30 PM - 3:00 PM	<p><u>Plenary Keynote Session 5</u> <u>Smart Solutions for Smart Cities</u> <u>Mr Victor GARNREITER</u></p>
2:30 PM - 6:00 PM	<u>2nd Asia-Pacific Water Regulators Forum (By Invitation only)</u>
3:05 PM - 4:05 PM	<p><u>Keynote Session 5.1 : Smart Water Quality Management II</u> <u>Smart Water Quality Management</u> <u>Dr Xiao-jun FAN</u></p>

時間	行程
	<u>Keynote Session 5.2 : Modelling & Reinventing Engineering Solution for Wastewater Treatment</u> <u>Modelling Platform for Water Sensitive Urban Design Implementation</u> <u>Prof. Ana DELETIC</u>
	<u>Keynote Session 5.3 : Advanced Wastewater Treatment I</u> <u>Self-driven Wastewater Advanced Purification and Resource Recovery</u> <u>Prof. Xia HUANG</u>
	<u>Keynote Session 5.4 : Partial Nitrification-Anammox Process</u> <u>Innovation and Application of Low-carbon Technology for Sewage Treatment Works</u> <u>Mr. Shu-jie PAN</u>
	<u>Keynote Session 5.5 : Membrane Technology and Seawater Desalination</u> <u>Intelligent Membrane Management to Enhance Resource Recovery Opportunities: the Role of IIOT Solutions</u> <u>Dr Sandeep SATHYAMOORTHY</u>
	<u>Keynote Session 5.6 : Industrial and Agricultural Wastewater Pollution Control</u> <u>Discussion on Management of Pollution Discharge Outlets in the Pearl River Basin</u> <u>Dr Li-ying WANG</u>
4:05 PM -	<u>Coffee Break and Exhibition 4, Presentations by Sponsors and Exhibitors</u>
4:20 PM	<u>Poster Viewing 4</u>
4:25 PM - 5:25 PM	<u>Keynote Session 5.1~5.6 Continued</u>
6:00 PM - 9:30 PM	<u>Gala Dinner</u>

表 6 第八屆國際水協亞太地區會議及展覽會 2019 年 11 月 2 日完整議程

時間	行程
9:00 AM - 9:30 AM	<u>Plenary Keynote Session 6</u> <u>Innovations in Urban Flood Risk Management - Fusion of Real-time Sensing, Model Simulation, and Data Assimilation</u> <u>Prof Hiroaki FURUMAI</u>
9:35 AM - 11:15 AM	<u>Keynote Session 6.1 : Urban Water Management</u> <u>Study on application and management of water wise community, from development of smart city –with Jian Kang public housing as an example</u> <u>Dr Tao LI</u>

時間	行程
	<p><u>Keynote Session 6.2 : Flood Disaster and Adaptation Measures in Urban Cities</u> <u>Analyses Of The Hydrologic Performance Of Bioretention Facilities</u> <u>Prof. James LI</u></p> <p><u>Keynote Session 6.3 : Advanced Wastewater Treatment II</u> <u>Direct Filtration of Municipal Wastewater Using Flat-sheet Ceramic Membranes for Pollutant Removal and Resource Recovery</u> <u>Prof Xiao-yan LI</u></p> <p><u>Keynote Session 6.4 : Biodiversity and Ecosystem-based Approach in Water Management</u> <u>River Restoration in the Context of Hong Kong: Challenges and Prospects</u> <u>Prof. Cho-nam NG</u></p> <p><u>Keynote Session 6.5 : Water Treatment and Public Health</u> <u>Adaptive WSPs: The Key to Resilient Safe Water Supplies</u> <u>Dr David CUNLIFFE</u></p> <p><u>Keynote Session 6.6 : Forward Thinking Water Solutions</u> <u>Impact of Selective Withdrawal in a Large Reservoir on Downstream Fish Habitats</u> <u>Prof. Sung-uk CHOI</u></p>
11:15 AM -11:30 AM	<p><u>Coffee Break and Exhibition 5</u></p> <p><u>Poster Viewing 5</u></p>
11:35 AM -12:05 PM	<p><u>Plenary Keynote Session 7</u> <u>Towards A New International Water Innovation Hub</u> <u>Prof Joseph H.W. LEE</u></p>
12:10 PM - 12:40 PM	<p><u>Expert Plenary Session</u></p>
12:40 PM - 1:10 PM	<p><u>Closing Ceremony</u></p>
1:30 PM - 6:00 PM	<p>Technical Visits</p>

3.1.3 會場介紹(含配置圖)

本屆國際水協亞太地區會議及展覽會，在香港會議展覽中心(Hong Kong Convention and Exhibition Centre，HKCEC)底樓、1樓及4樓舉辦，HKCEC是香港的主要大型會議及展覽場地於1988年開幕，地點位於香港島灣仔北填海區(聞名中外的維多利亞港上)，總面積達306,000平方公尺，可租用總面積91,500平方公尺，是香港最著名的地標之一，擁有960名員工，由香港政府及香港貿易發展局共同擁有，並由新創建集團的全資附屬機構香港會議展覽中心(管理)有限公司專責會展中心的日常管理及營運工作。每年舉辦7項亞洲最大規模及4項世界最大規模展覽，亦會舉行大型書展和演唱會，自正式啟用以來，HKCEC已舉辦47,521項活動，共接待逾1億1,200萬人次，設施資料詳如表7所示。

表7 香港會議展覽中心設施資料

設施	數量
總面積	306,000 平方公尺
總表面積	92,400 平方公尺
可租用總面積	91,500 平方公尺
6 個展覽廳	66,000 平方公尺
2 個多功能廳 (可舉行會議或宴會)	5,700 平方公尺
2 個演講廳 (分別有 336 及 637 個座位)	800 平方公尺
52 個會議室	6,000 平方公尺
其他可租用的多功能空間	13,000 平方公尺
7 間餐廳	可容納共 1,340 人

HKCEC 底樓為註冊及報告櫃檯與專業參觀集合點，一樓為第一演講廳及第二演講廳與參展廠商展示攤位，四樓為演講室(S423~S428)與壁報論文展覽室(S421)，各樓層平面圖詳如圖8~圖11所示。本屆國際水協亞太地區會議及展覽會共有49家廠商參展，依攤位位置分布共分為A~D等4區域。

Ground Floor

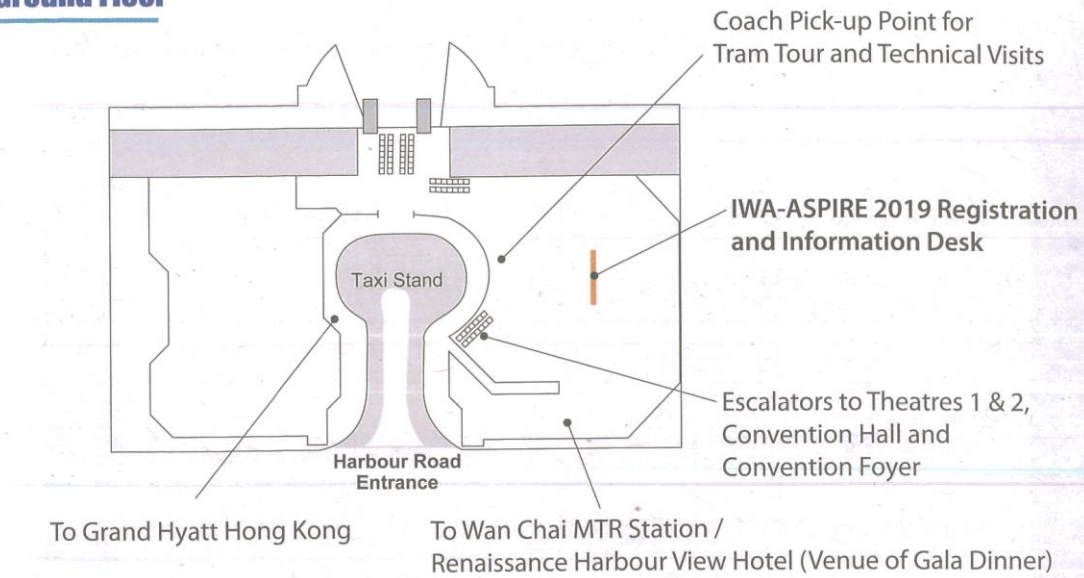


圖 8 香港會議展覽中心底樓平面圖

Level 1

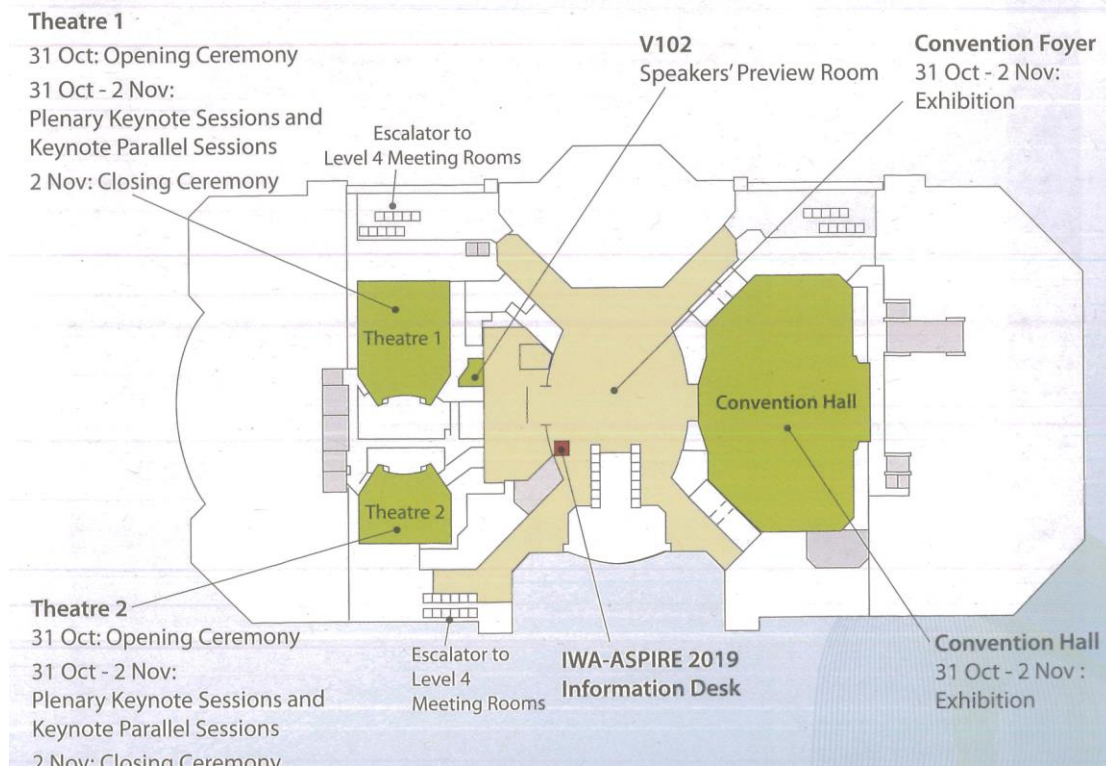


圖 9 香港會議展覽中心一樓平面圖

表 8 參展廠商一覽表

Booth No	Company name	Booth No	Company name
Mezzanine Floor			
D1	The International Water Association (IWA)	C14	Japan Pavilion
D2	Chartered Institution of Water and Environmental Management (HK Branch)		• Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government
D3	The Hong Kong Institution of Engineers		• Bureau of Sewerage, Tokyo Metropolitan Government
D4	Hong Kong Trade Development Council		• Federation of Japan Water Industries, Inc.
Level 1			• Hitachi Zosen Corporation
A1	ATAL Engineering Limited		• Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology
A2	Build King Holdings Ltd.		• Japan Water Works Association
A3	The International Water Association Regional Committee of Hong Kong, China (WAHK)		• Nagaoka International Corporation
A4	Chun Wo Development Holdings Limited		• Showa Rasekan Seisakusho Co., Ltd.
A5	Sun Fook Kong Construction Group		• Swing Corporation
B1	Paul Y. Engineering Group Limited		• Taisei Kiko Co., Ltd
B2	China Harbour Engineering Co. Ltd.		• TSS Tokyo Water Co.,Ltd.
B3-B6	Beijing Pavilion		• Yokohama Waterworks Bureau
	• Beijing Water Authority	C15	The Pearl River Hydraulic Research Institute
	• Beijing Enterprises Water Group Ltd	C16	China Water Resources Pearl River Planning Surveying&Designing Co., Ltd
	• Beijing Waterworks Group	C17	Ming Hing Waterworks Engineering Co Ltd.
	• Beijing Drainage Group Co., Ltd	C18	China Geo-Engineering Corporation
B7	Welcome Construction Co., Ltd	C19	CLP Power Hong Kong Limited
B8	Black & Veatch Hong Kong Limited	C20	Chevalier Group
C1	The Chinese Taiwan Water Works Association	C21	Kum Shing
C2	HR Wallingford	C22	Vernaltex Company Ltd
C3	Consulate General of Canada	C23	AECOM Asia Company Limited
C5	Endress+Hauser (HK) Ltd	C25	Waste & Environmental Technologies Limited
C6	Consulate General of the Kingdom of The Netherlands	C26	De Nora Permelec
C8A	SUEZ NWS	C27	Electrolytic Technologies Services LLC
C8B	PRIMUS LINE	C28-C29	Taisei Kiko Co., Ltd
C9	REC-CEL JV	C30	Siemens Limited
C10	Xylem (Hong Kong) Ltd.	C31	Technolog
C11	Wo Hing Construction Company Limited		
C12	China State Construction Engineering (Hong Kong) Limited		
C13	Kuly Construction & Engineering Company Limited		

3.1.4 台水公司攤位介紹

台水公司於本屆國際水協亞太地區會議及展覽會與台灣自來水協會及弓詮企業股份有限公司合作參展(攤位為 C1)，並一同行銷第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會，台水公司由參加人員依分配時段於攤位進行說明，並於現場備有儲存容量 32GB 之臺灣形狀隨身碟宣傳品及台水公司簡介，台灣自來水協會則提供 2021 年高雄宣傳年曆供參觀人士索取參閱，行銷攤位及行銷過程詳如圖 12~圖 21 所示。



圖 12 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(1)

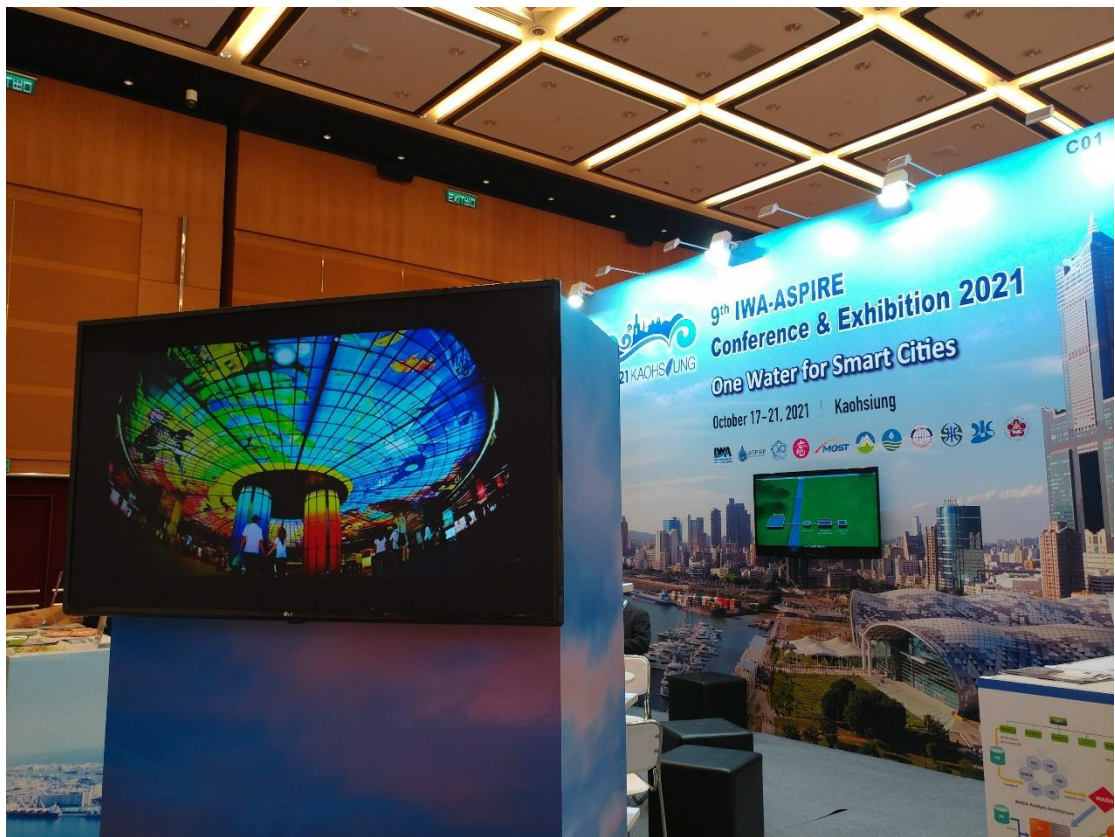


圖 13 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(2)



圖 14 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位(3)



圖 15 第九屆(2021 年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會行銷攤位



圖 16 向 IWA 主席 Diane d'Arras 行銷台灣與本公司相關業務



圖 17 台水同仁(顏銘宏)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition



圖 18 台水同仁(林秉學)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition



圖 19 台水同仁(林志憲)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition



圖 20 台水同仁(游育晟)行銷台水公司及 2021 IWA-ASPIRE Conference & Exhibition



圖 21 台水公司隨身碟宣傳品及台灣自來水協會年曆

3.2 開幕典禮

香港行政長官林鄭月娥(Mrs Carrie Lam)在開幕儀式致詞時表示，水是地球上生命之源，亦對經濟持續增長有着決定性影響。香港人口極度稠密，對供水、防洪及污水處理系統構成挑戰。長久以來，香港以創新思維解決這些挑戰，建立了世界級的供水及污水處理基建設施，並提升污水處理和防洪水平。香港於今年完成檢討「全面水資源管理策略」，強調控制自來水需求增長之餘，並制定措施以應對氣候變化所帶來的極端情況，確保香港能夠有穩定供水滿足需求。與此同時，已完工的跑馬地地下蓄洪計劃顯著地減低水浸風險；而淨化海港計劃則大大改善維多利亞港水質。

國際水協主席 Diane D'Arras 女士致詞時亦表示，IWA 是一個國際組織，匯集了世界上所有水務專業人員（無論是工程師還是管理人員），並透過他們的專業知識和經驗交流，試圖幫助建立一個睿智、可持續及公平管理的水世界。考慮到世界上仍有 30% 的人口仍遭受缺水問題困擾，既要滿足乾淨供水的可持續性，又要滿足其日常需求，這的確是一個非常嚴峻的挑戰。世界上約有 70% 的廢水未被回收和再利用。此外，隨著社會進步和科學知識的發展，對水衛生設施的定義也在發生變化，與 30 年前相比，如今在世界任何地方，提供清潔飲用水一直是一個棘手的問題。如果將這些問題與減緩氣候變化和碳排放控制相結合，即可設想到我們用水面臨的挑戰，而水是我們在地球上生存的最基本要素之一。當然，IWA 在香港的會議/展覽會考慮到所有這些問題。在為期三天的會議上，相關議題討論和交流，經驗積累和分享，以及新技術的引入為解決世界各地的水問題提供了解決方案。每個國家和地區所面對的客觀條件是擁有獨特政治結構和文化，實際上在各個方面都不同，而且傳統不同地方差異很大。因此，重要的是要使技術和規劃方法適應當地情況，同時記得與其他國家或地區間合作的重要性，尤其是在水源跨越國界時。而且，我們應該以明智的方式使用數據和技術，與社會和消費者互動，促進協作方法，並建立跨學科的架構，以創造一個明智的水世界，並改變服務方式以維持生活品質。國際合作對於找到應對此類挑戰的正確解決方案至關重要，同樣重要的是將總體規劃與當地管理方法相結合，尤其是水及其再利用，這可以減輕一個地區甚至整個國家的總體需求。的確，水資源本質上是地方性的，但我們不要忘記，相互依賴仍然是世界上許多地區的現況，甚至跨越國家邊界，在某些條件優越的地區節水也可能是最重要的。這些地區的鄰近區域都需要供水，因此產生了連鎖效應，超越地理和局部性的能力對於控制水的彈性和緩解氣候變化至關重要。香港大灣區是一個很好的例子，說明了供水方式的靈活性和適應性對於水計劃過程的重要性。中國南部珠江三角洲周圍正在擴大基礎設施建設和經濟發展。同樣，供水控制將從更局部地區改變為對整體區域綜合控制。當然，許多地區的快速城市化必然需要將供水管理模式從農村模式轉變為城市化且對空間限制更為敏感。因此，有必要使有關城市相鄰地區共同制定計劃，該計

劃不僅適用於單個實體，而且適用於彼此之間越來越依賴的所有區域。技術是解決世界水問題的非常重要的組成部分。除了依靠環境檢測與使用計算機和數據管理系統來控制供水實際狀況外，還採用了廢水循環利用新技術，以使用水更加高效和可持續。IWA 的願景之一是在較小的地區處理廢水，將循環水用於非飲用水用途，例如沖洗、洗車或灌溉，並儘可能符合當地的需求。海水淡化技術發展，減少了能源成本消耗及對鹽鹵水的適當處理，也將為這個世界沿岸的地區帶來福音。像水管理一樣，未來的技術發展在很大程度上取決於我們瞬息萬變的世界的適應性和不斷發展的因素。IWA 使命的一個非常重要的部分是消除發展中國家的水問題，以及為促進世界上所有專家在技術及管理上合作持續努力，開幕典禮相關照片如圖 22~圖 28 所示。



圖 22 開幕典禮合影(左至右：顏銘宏、林秉學、游育晟、林美良、李丁來、林志憲)



圖 23 開幕典禮合影(左至右：李丁來、林志憲、水利署官員)



圖 24 開幕典禮舞蹈表演



圖 25 開幕典禮香港行政長官林鄭月娥致詞



圖 26 開幕典禮國際水協主席 Diane D'Arras 女士致詞



圖 27 香港行政長官、國際水協主席與其他與會貴賓共同啟動水滴按鈕



圖 28 香港行政長官、國際水協主席與其他與會貴賓合影

3.3 專題演講

3.3.1 專題演講題目

本屆展覽會主辦單位著重議題為(1)氣候變化 Climate Change、(2)綠色科技 Green Technology、(3)廢水處理技術 Wastewater Treatment Technologies、(4)廢水政策與治理 Wastewater Policy and Governance、(5)下一代水與能源 Water and Energy Nexus、(6)水政策與治理 Water Policy and Governance、(7)水資源管理 Water Resources Management、(8)供水管理 Water Supply Management、(9)水的可持續性 Water Sustainability 及(10)水、衛生與健康 Water, Sanitation and Health 等 10 個主題。主辦單位共安排 6 場大會主題演講、36 場分場主題演講、142 篇口頭發表論文、211 篇海報論文、1 場水務領袖論壇、1 場水務監管者論壇及 3 場討論工作研討會如下：

一、大會議主題演講

- (一) 回顧與展望：過去 40 年的中國城市水環境與水生態(REVIEW AND PROSPECT: CHINESE URBAN WATER ENVIRONMENT AND WATER ECOLOGY OVER THE LAST 40 YEARS)
- (二) 保護我們未來的水-新加坡如何做到(SECURING OUR WATER FUTURE – HOW SINGAPORE DOES IT)
- (三) 伯斯：過渡到世界領先的水靈敏城市(PERTH: TRANSITIONING TO A WORLD- LEADING WATER SENSITIVE CITY)
- (四) 水資源和資源回收的好氧顆粒污泥處理(AEROBIC GRANULAR SLUDGE PROCESSES FOR WATER AND RESOURCE RECOVERY)
- (五) 智慧城市的智能解決方案(SMART SOLUTIONS FOR SMART CITIES)
- (六) 城市洪水風險管理創新-實時傳感、模型仿真和數據同化的融合 (INNOVATIONS IN URBAN FLOOD RISK MANAGEMENT - FUSION OF REAL-TIME SENSING, MODEL SIMULATION, AND DATA ASSIMILATION)

二、分場主題演講

- 1.1：數位水務(Digital Water Utilities)
- 1.2：水基礎設施規劃與實施 I(Water Infrastructure Planning and Implementation I)
- 1.3：廢水資源回收的範式轉變(Paradigm Shifting in Wastewater Resources Recovery)

- 1.4：智能供水(Intelligent Water Supply)
- 1.5：水復原力和可持續水管理(Water Resilience and Sustainable Water Management)
- 1.6：可持續城市排水系統 I (Sustainable Urban Drainage System I)
- 2.1：利用新型廢水處理技術應對水環境挑戰 (Tackling Water Environment Challenges with Novel Wastewater Treatment Technologies)
- 2.2：水資源管理以適應氣候變化(Water Management for Climate Change Adaptation)
- 2.3：失水和滲漏檢測(Water Loss & Leak Detection)
- 2.4：水基礎設施資產管理(Water Infrastructure Asset Management)
- 2.5：氣候變化與適應(Climature Change and Adaptation)
- 2.6：新型水解決方案(Novel Water Solutions)
- 3.1：智能水質管理 I(Smart Water Quality Management I)
- 3.2：水資源保護與逆滲透和正滲透的使用(Water Protection and the Use of Reverse and Forward Osmosis)
- 3.3：高級氧化處理程序(Advanced Oxidation Process)
- 3.4：水基礎設施規劃與實施 II (Water Infrastructure Planning and Implementation II)
- 3.5：水環境管理與膜技術的使用(Water Environment Management and the Use of Membrane Technology)
- 3.6：智能排水管理(Smart Drainage Management)
- 4.1：水處理技術(Water Treatment Technologies)
- 4.2：可持續城市排水系統 II (Sustainable Urban Drainage System II)
- 4.3：智能水能源解決方案(Smart Water Energy Solution)
- 4.4：廢水中的污染物去除(Pollutant Removal from Wastewater)
- 4.5：污水處理廠的有效運營(Effective Operation of Wastewater Treatment Plants)
- 4.6：氣候變化與能源(Climature Change and Energy)
- 5.1：智能水質管理 II (Smart Water Quality Management II)
- 5.2：廢水處理的建模與改造工程解決方案(Modelling & Reinventing Engineering Solution for Wastewater Treatment)

- 5.3 : 高級廢水處理 I (Advanced Wastewater Treatment I)
- 5.4 : 部分硝化-厭氧氨氧化處理程序(Partial Nitrification-Anammox Process)
- 5.5 : 膜技術與海水淡化(Membrane Technology and Seawater Desalination)
- 5.6 : 工農業廢水污染控制(Industrial and Agricultural Wastewater Pollution Control)
- 6.1 : 城市水管理(Urban Water Management)
- 6.2 : 城市洪水災害與適應措施(Flood Disaster and Adaptation Measures in Urban Cities)
- 6.3 : 高級廢水處理 II (Advanced Wastewater Treatment II)
- 6.4 : 水管理中基於生物多樣性和生態系統的方法(Biodiversity and Ecosystem-based Approach in Water Management)
- 6.5 : 水處理與公共衛生(Water Treatment and Public Health)
- 6.6 : 前瞻性水解決方案(Forward Thinking Water Solutions)

三、討論工作研討會

- (一)水和廢水處理中的創新消毒技術(Innovative Disinfection Technologies in Water and Wastewater Treatment)
- (二)粵港澳大灣區的水安全和管理問題(Water Security and Management Issues in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area)
- (三)如何在頂級期刊寫一篇好論文(how to write a good paper for top journal)

四、海報論文

- (一) 供水管理(Water Supply Management)
- (二) 雨水管理(Stormwater Management)
- (三) 廢水管理(Wastewater management)
- (四) 綠化、節能、可持續發展和全面水管理(Greening, Energy saving, Sustainability & Total Water Management)

3.3.2 主題 1：節約用水的城市設計和綠色基礎設施

主題名稱：節約用水的城市設計和綠色基礎設施(Revitalization of Tsui Ping River –Breathing New Life into Flood Prevention Facilities)

演講者：沈石先生 AECOM 中國副總裁，如圖 29 所示

講者沈石(Stone Shen)是 AECOM 大中華區建築與地方事務副總裁，在該領域擁有 20 多年的經驗，領導著 200 多名專業人士組成的景觀優秀團隊；在跨學科合作方面的實力廣受讚譽，尤其是在整合景觀設計、城市規劃、生態理論和工程技術以為景觀基礎設施項目，提供創新解決方案方面，獲得了知名機構的眾多國家和國際獎項。

本次演講，沈石分享經驗並領先推動業界的想法，並倡導知識共享和的專業發展。尤其著重城市設計對水需求的規劃和工程設計方法，綠色基礎設施自然環境和工程系統融為一體，成為應對氣候變化，安全建設的城市水環境。綠色基礎設施也確保「靈活性」和「健壯性」是核心設計原則，同時始終不懈地為社區提供共同利益，以幫助基礎設施對應未來的各種挑戰及顛覆。在實現綠色基礎設施概念的關鍵解決方案，是如何持續運用水資源的使用、存儲和再利用，包括雨水處理、污水處理、綠化覆蓋、軟土地面鋪設及生物多樣性增強等整體規劃和設計策略。並且將自然水循環，建築環境和傳統地下水系統連接起來，創造出更可燃，更安全，彈性以及對野生動植物的友善環境。沈石分享 AECOM 的水循環的城市設計方法成功經驗案例，例如：2012 倫敦奧運及里約奧運整體規劃、臺中柳川汙染整治及環境改善、大中華蘇州金雞湖規劃成功案例。



圖 29 AECOM 中國副總裁沈石講授城市設計和綠色基礎設施

3.3.3 主題 2：振興翠屏河-為防洪設施注入新生命

主題名稱：節振興翠屏河(Tsui Ping River)-為防洪設施注入新生命(Revitalization of Tsui Ping River –Breathing New Life into Flood Prevention Facilities)

演講者：阿特金斯中國有限公司副總監羅伯特•聖地亞哥，如圖 30 所示

近年來，香港特別行政區渠務署一直致力於將九龍東變成一個綠色核心商業區，提出了《振興九龍東總體規劃》概念，觀塘景業街(King Yip Street)明渠改造成一條綠色而又充滿活力的翠屏河河道的構想，生態和景觀美化工程。除了使河流恢復活力外，將進行改善步行人行道和相鄰人行道網絡的連通性，將提高該地區的形象，從而有助於將東九龍轉變為充滿活力的公共空間，一個吸引人的中央商務區，最後仍有重要目標，即是「降低洪水風險」。

景業街明渠的中游和下游位於潮間帶，水位變化會隨著潮汐而變化，並且在退潮時河床會暴露出來，渠務署計劃在下游安裝一個智能水閘，該水閘將隨著潮汐而上下波動，以提供翠屏河未來的水位特徵，當河水驟降時該智能水閘將通過調節水位形成蓄水區域並產生瀑布效應，以提供節水功能，並設置蓄水區的浮橋，以豐富河流的景觀和美化環境。

智能水閘和補水系統是全自動系統的一部分，該系統由未來的翠屏河內的水位傳感器和潮汐儀網絡組成。在該系統下，建立一個天氣監測模塊，並將其與香港特別行政區政府香港天文台的“局部系統強烈暴雨短期預警”(Short-range Warnings of Intense Rainstorm of Localized Systems)SWIRLS 連接整合，以獲取即時天氣預報數據，系統可以自動地響應傳入的不利天氣資料，天氣監視系統將通過洪水警報消息來保護振興的河流，以保護浮橋或河邊的遊客。

振興翠屏河不僅為該地區主要雨水排放系統發揮重要作用，而且社區發展成為一條綠河廊帶，將娛樂和休閒設施、商業聯繫起來，並發展該地區內的住宅開發。



圖 30 阿特金斯中國有限公司副總監羅伯特•聖地亞哥演講振興翠屏河方案

3.3.4 主題 3：智慧水務管理

主題名稱：智慧水務管理(Smart Water Quality Management)

演講者：沈范曉軍博士(Dr. Xiao-jun Fan)澳門自來水公司董事，如圖 31 所示

范博士 1999 年加入了蘇伊士集團下屬的澳門自來水公司，工作 16 年中與澳門特別行政區政府簽署為期 20 年的特許經營契約，致力於改革，創新和積極改進澳門自來水公司，該改革被視為中國的行業範例和榜樣。

智慧城市和智慧水的興起，水務公司需採用自動化監控和大數據分析技術，其中適時分配參數的網絡模對於自來水公司實施智能網絡管理至關重要，通過分析和評估水質大數據，自來水公司可以改善水處理廠的管理和分配網絡的管理，提供更多以客戶為導向的服務。商業智能 BI (Business Intelligence) 的應用將來自實驗室資訊系統和 GIS 系統的多個水質數據聚集，整合一界面，有助於以更全面性的方式，發掘潛在的水質問題。

澳門自來水公司於 2014 年引進 AQUADVANCED® 供水管網 GIS 監測平台，於 2016 年更將整個澳門地區的水力模型成功整合到平台內，使它成為一套專屬於澳門的供水管網監測、分析和預警系統。AQUADVANCED® 能夠透過安裝在小區管網內的監測儀器，有效率地全面監控澳門各區管網的即時運作情況，並能即時顯示各供水區域如流量、壓力、高位水池水位等供水區域的重要資訊。當管網運作出現異常時，平台會利用寶貴的供水運營大數據資料庫，演算出最人性化的預警，並提供監控人員提出通報，將影響降至最低。



圖 31 范曉軍博士講授澳門自來水公司智慧水務方案

3.3.5 主題 4：過去的經驗與對未來的思考

主題名稱：過去的經驗與對未來的思考(Learning from the Past and Thinking of the Future)

演講者：特許水與環境管理學會(CIWEM)主席戴維•威肯斯 (David WICKENS) 先生

David WICKENS 提到我們期望能供應大量優質飲用水幾乎被認為是基本人權；但出現問題時，通常可能是由於系統缺乏彈性。每當發生故障時，人們會對公共供水失去信心。結果之一是從以公共供水作為飲用水，而過渡至使用瓶裝水。講者著眼於英國格洛斯特(Gloucester)和伍斯特(Worcester)等城市過去在飲用水供應方面的失敗經驗，介紹新穎的測試方法，以改進飲用水質保護方式應用於水工業。

3.3.6 主題 5：在間歇性供水系統中水質管理：以烏干達穆科諾鎮為例

主題名稱：在間歇性供水系統中水質管理：以烏干達穆科諾鎮為例(Managing water quality in intermittent supply systems: the case of Mukono Town, Uganda)

演講者：鳥取(Tottori)大學坂本拓也(Takuya Sakomoto)教授

Takuya Sakomoto 講述間歇性供水系統會通過多種機制對微生物造成污染，尤其發展中城市普遍漏水管線侵入且衛生系統較差，受污染的水可能構成公共健康危害。儘管使用間歇供水國家意欲轉變為連續供水系統，例如坎帕拉市(Kampala)預計通過擴建和修復管道基礎設施於 2025 年轉變為連續供水。這項研究提出了解決方案，結合使用 EPANET 2.0 模擬水質動態的水質監測（例如識別對管道的入侵）和干預措施的影響（例如加強消毒）來改善烏干達(Uganda)的水質。案例研究是坎帕拉東北部的 Mukono 鎮，2018 年人口為 664,300 人，平均每天供水 20-24 小時，主要由 Ggaba II 淨水場供應出水，水量為 70,252CMD，生產流程為混凝、膠羽、沉澱、過濾、消毒及 pH 調節處理，原水取自維多利亞湖(Victoria)，供水會經由 Muyenga、Seeta 和 Mukono 等主要配水池供應到 Mukono 鎮。送配水管從直徑 800mm 到 50mm。研究抽樣有 19 個地點，包括淨水場、醫院、市場、交易中心、加壓站和大學的水池和水龍頭。檢驗及量測 12 個水參數用於供水系統的分析 and 模擬，包含水壓、水齡、pH、濁度、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、硫酸鹽、大腸桿菌、總大腸菌群、COD 和餘氯。使用 EPANET 模擬評估水齡發現所有地點約為 24 小時左右，在標準範圍內。該項研究完整探究從 Ggaba II 淨水場到坎帕拉 Mukono 鎮的水質，並提出了解決方案。利用實驗數據和 EPANET 模型，提出在配水池中提高消毒藥量的建議，以利所有地區餘氯至少為 0.2 至 0.5 mg/L，從而防止大腸桿菌污染。此外，提出可疑的漏水點，建議應儘速修護或更新改善，以減少污染源入侵管網系統，提高烏干達 Mukono 鎮使用者的用水安全。

3.3.7 主題 6：中水回收生物廁所和污水處理廠的可持續發展： 從概念演變到現實發展

主題名稱：中水回收生物廁所和污水處理廠的可持續發展：從概念演變到現實發展(Sustainable Development for Water Reuse Bio-toilets & Decentralized Sewage Treatment Plant: From Conceptual Evolvment to Reality Advancement)

演講者：鄧韋爾科技(Dunwell Technology)公司常務董事丹尼爾(Daniel M. Cheng)先生

Daniel M. Cheng 講者說明中水回收生物廁所和分散式污水處理廠的可持續發展。隨著第二次世界大戰後人口的快速增長，香港特別行政區渠務署已建立了約 1,700 個污水處理網路，全長 3 公里，約有 300 個污水抽水站和處理設施，每日從市區住宅、商業和工業場所收集和處理 280 萬 CMD 的污水。從全球的角度來看，如南非大乾早在 2017 年 3 月宣布國家緊急命令，以及澳大利亞市宣布自己水敏感城市，在在反映水議題的緊迫性。為了抵擋氣候變遷的影響，創意管理、創新方法和先進技術必須結合一起，以提供這種因應方案可能性。香港在實施膜生物反應器 (MBR) 和生物廁所 (BT) 方面的經驗已成為旅遊區 (主要在市郊和農村地區) 可持續回用水的可靠案例。同時，這些說服了建築師、城市規劃人員、政府官員，將這種可行性擴展到了遠離良好地區和現有基礎設施的新住宅區的開發中，相應的資本投資和管路系統運營成本可能高於集中式廢水處理設施。報告中提到該技術已從大規模基礎設施轉變為在農村安裝模組化設置 BT，使用 IoT 技術對農村地區和香港風景路徑的 160 多個系統進行監控和管理。克服技術挑戰，需要在短週期內將污水再循環到廁所沖廁水中，甚至要滿足最終通往水庫水流的嚴格標準。在這種情況下，已經免去將廁所連接現有污水管網，節省昂貴政府處理設施成本及不可行的管路基礎設施。一種新式專有曝氣工藝，採用太陽能移動式 BT 版本，免用鼓風機和壓縮機，將能源和維護成本降低 50%，並使噪音影響降低 80%，目前本項技術已推展至中東和澳大利亞等地區。

3.3.8 主題 7：在雙供水系統中再生水利用色素消除誤接和污染的風險

主題名稱：在雙供水系統中再生水利用色素消除誤接和污染的風險(Use of Colourants in Reclaimed Water to Eliminate Risks of Misconnection and Contamination in Dual Water Supply Systems)

演講者：香港大學土木工程系李曉燕(音譯)教授

講者敘述社會將缺水視為未來最大的風險之一，而可持續的城市供水系統將有助於減輕這一風險。香港政府頒布了全面水資源管理（TWM）戰略，該戰略著重於養護來抑制需水量的增長。水資源回收是 TWM 戰略中包括的關鍵供水管理計劃之一。再生水是將使用後污水轉化為循環水的過程，可將其用作非飲用水的替代供水，例如廁所沖水，街道清潔和景觀灌溉。雙水網系統可為非飲用水提供獨立再生水供水，此時應仔細處理雙供水系統的建造和維護，以消除再生水污染飲用水的風險。飲用水和再生水都是透明無味的。再生水和飲用水管線間的交叉連接是引起關注的此類風險之一。污染的負面影響將破壞民眾對將雙水網系統的信心。色素的使用已被確定為一種工程措施，可促進再生水和飲用水之間的區別，有助於最大程度減少交叉連接再生水的風險。將色素添加到再生水中將為水用戶提供一種快速、低成本和可靠的檢測方式，以檢測雙供水系統中的任何連接錯誤。方法論對於此類應用，所選的色素應滿足一般要求，包括（1）用於視覺檢測的低閾值濃度、（2）對人類和環境無毒、（3）最終客戶在美學上可接受、（4）耐氯氣降解、（5）低成本和簡單應用等。在顯著視覺濃度下，對氯的穩定性、染色性能、成本和生物廢水處理過程中的去除效率方面，對選定的色素進行實驗測試。結果發現亞甲基藍（MB）極易在瓷器和地磚上染色，因此不建議在再生水中使用 MB。而靛藍胭脂紅（Indigo）和鈉銅靛綠素（SCC）對氯不穩定，因此會很快消耗氯。另外，PB-V 在生物廢水處理過程中不容易降解。而 AB-9 是《公共衛生和市政條例》（第 132H 章）《食品法規中著色問題》中列出的食品級染料；它是藍色，在各種商業應用中均被用作食品和乳製品（例如蛋糕，糖果和飲料）的著色劑，較無前數幾款色素的問題。為了減少氯和色素的用量，可以考慮在再生水中的氯濃度穩定後，稍稍延遲 AB-9 的劑量。其結論為 AB-9 與其他可能的色素相比具有適用性，因為它對氯具有良好的穩定性、最低劑量成本、安全性以及無著色問題。長期以來，它已是安全的食品添加劑和某些清潔產品著色劑。因此，AB-9 用於再生水著色劑，是非常安全的，不會引起健康和環境問題，以消除在香港雙重供水系統中誤連接和污染的風險。

3.3.9 主題 8：彈性水服務，彈性社會

主題名稱：彈性水服務，彈性社會(Resilient Water Services, Resilient Communities)

演講者：澳大利亞 AECOM 公司 Will SYMONS 先生，如圖 32 所示

Will SYMONS 提到水在人類安全、福祉和繁榮起了決定性的作用。隨著氣候變化和城市化進程的加快，我們與水的關係需要迅速改變。未來海平面將繼續上升，如果無法及時採取行動減少溫室氣體排放，將有數十個沿海城市將面臨生存危機，包括風暴海潮、潮汐淹水等；而溫度上升，世界上許多城市已經因熱浪的頻率和強度的增加而面臨死亡率的上升。社會需要管理水資源的組織來面對挑戰，就價值、優先序和風險屬性進行適當討論，公私部門共同思考及提出解決對策。世界各地的城市都在應對這些挑戰，在紐約已出現一些創新的方法，以更佳地保護社區免受洪水侵害，同時改善人類生活水平；而墨爾本和雪梨，在景觀中增加保水設計和種植新型態的城市森林，將幫助社區應對當前和未來的熱浪。



圖 32 Will SYMONS 主講「彈性水服務，彈性社會」

3.3.10 主題 9：管網改善和節能減碳

主題名稱：管網改善和節能減碳(improvement and energy saving and carbon reduction)

演講者：臺北自來水事業處田友仲工程師(Yojon Tien)，如圖 33 所示

田友仲則提到台灣是一個人口稠密的地區，高山多水。年降雨量非常豐富。但是近年來暴雨或乾旱狀況加劇及頻繁。如何應對極端氣候，有效利用水資源，如何節水，留下寶貴的水儼然成為迫切需要研究的課題。自來水以供水管網將水送至用戶端的過程中，部分自來水由於各種因素而損失，這種無法計費的流失水量，稱之為 NRW (未計費水量)。根據國際水協會 (IWA) 的研究顯示，減少 NRW 的主要對策有四個，即“管線汰換”、“水壓管理”、“漏水檢測”和“資產管理”，其中“管線汰換”是最直接、快速及有效的改善方法。為了減少 NRW，台北市自來水事業處從 2006 年開始推行為期 20 年的四階段“供水網絡改善和管理計劃”。目標是希望該計劃在 2025 年漏水率將從原來的 26.99% 降低到 10%。自計劃實施以來，每年的實際改進結果都優於項目目標。漏水率平均每年下降 1.07%，並且在 2017 年已降到 14.18% 佳績。該處積極推動管網改善後，供水量由 230 萬 CMD 減少至 182 萬 CMD，每日出水量減少 48 萬噸，管末端水壓大幅增加。管末水壓升高後，因此可以降低加壓站運轉以維持均衡水壓，減少動力抽取。主講者也分享幾個成功的管網改善及效益的案例，以新北市新店地區為例，經過管網改善後，安康加壓站從 2018 年 9 月至 2018 年 10 月，與 2017 年 10 月相比，節省電費約新台幣 170,000 元。因此不僅可以節省寶貴的水資源，而且可以節省能源，減少碳排放。

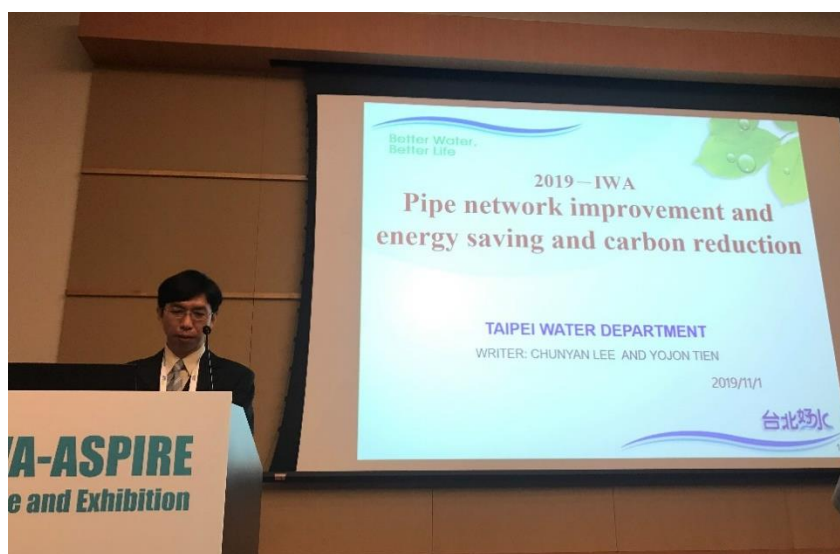


圖 33 田友仲主講「管網改善和節能減碳」

3.3.11 主題 10：使用大數據分析間接供水模式之抽水機排程優化

主題名稱：使用大數據分析間接供水模式之抽水機排程優化(Indirect Water Supply Mode-Pump Scheduling Optimization Using Big Data Analytics)

演講者：台水公司第八區管理處林志憲廠長，如圖 34 所示

主題內容則著眼於自來水公司 SCADA 系統所記錄各項設備運行的數據。這些大數據隱含不同操作員的操作知識，因此利用數據採掘技術萃取有用資訊以優化抽水機排程。傳統抽水機都透過人工設定水池水位上下限值來控制起停抽水機，然而水位的上限和下限設置，並沒有精確的計算方法來決定，主要係由資深操作員根據過去的事件經驗以決定控制策略；這些知識包括不同天氣條件、季節、節慶及週休等用水模式，以及供水設備系統的設備控制條件與限制及異常情況的知識。為了降低動力成本，關鍵操作原則則是在非尖峰時段(電費率較低的時候)啟用抽水機將水泵入配水池，並在尖峰期間在不影響安全供水條件下，有效釋放配水池水量以減少抽水機運轉。此外，在不同期間存在著有一定的用水需求模式，如果從 SCADA 收集到的大數據，再與演算法結合以預測需水量，那麼在設計系統以維持穩定供水方面將大有幫助。因此提出了一個即時出水量預測模組，及另一個即時抽水機排程模組，將此二項技術結合，以即時計算出最佳抽水機運轉組合。該模組使用時間序列水量數據作為預測出水量的輸入，並使用一種優化演算法來選擇最經濟抽水機運轉組合，以即時控制抽水機運轉。以本公司蘇澳淨水場間接供水模式為例，該配水池具有安全緩衝時間為 1.16 小時容量，電費率是採用台灣電力公司 2017 年高壓夏月工作日的三段式電價計算的，使用 2018 年 1 月 1 日至 31 日的 SCADA 數據進行實驗和評估，結果表明，與傳統的按 96 個間隔計算的抽水機排程相比，使用優化的抽水機排程系統可降低平均成本 6.51%。如果考慮配水池安全緩衝容量放大四倍，則平均緩衝時間為 4.64 小時，以 96 個間隔計算的一天的動力成本，大幅節省 21.40%，確實達到降低動力費的成果。

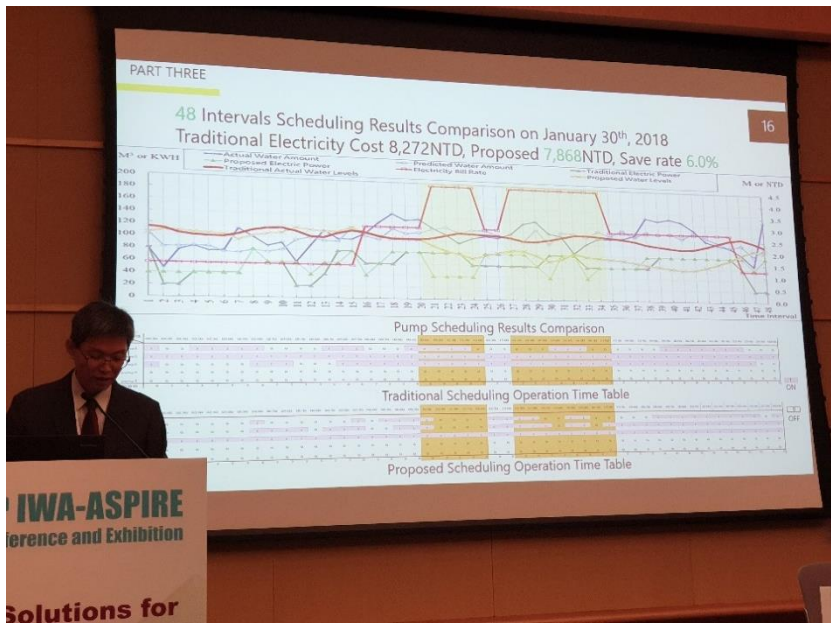


圖 34 林志憲主講「使用大數據分析間接供水模式之泵調度優化」

3.3.12 主題 11：PIB 城市挑戰-城市和水問題的可持續綜合解決方案

主題名稱：PIB 城市挑戰-城市和水問題的可持續綜合解決方案(PIB Urban Challenges - Integrated Sustainable Solutions for urban city and water problem)

演講者：上海 DUTCH SINO BUSINESS PROMOTIONS 公司蘇楠常務董事，如圖 35 所示

講者蘇楠則提到自 20 世紀以來，中國見證了城市的蓬勃發展，大城市人口密集，這為現代生活方式提供極大便利。然而，在工業化和城市化的規模上却有著不可避免副作用；資源可用性和環境污染等問題變成複雜挑戰。在這方面，迫切需要綜合可持續解決方案以應對當前情況的城市挑戰，綜合可持續解決方案（以下簡稱 PIB）是荷蘭的一個集團，在荷蘭政府的支持下，由知識機構和商業公司組成，以促進中國的城市可持續發展。主要思考是從整體角度看問題，從總體規劃、研究、參與、培訓、諮詢到產品應用一直到整個過程。通過這種方式，確保城市環境的可持續性，包括降低洪水風險、確保穩定的食品、能源和水的供應以及最終增強城市的適應力。中國的城市化持續發展，預計到 2030 年，中國的城市化率將達到 65%。但是當前的民用基礎設施或污染預防系統幾乎不能趕上發展的速度。同時，包括洪水和乾旱頻繁極端天氣狀況正在威脅特定地區的生計。事實上，中國的環境品質令人震驚。根據《新水質報告》，中國主要城市的水污染極為嚴重。在北京有 39.9% 的水被嚴重污染。在天津僅有 4.9% 的水可用作飲用水源。極端天氣變化和現有污染向社會提出了新的問題：如何管理極端天氣下的供需之間的平衡，以及如何改善水質和確保用水安全。另外，中國傳統的城市治理方法是零散且不一致的，缺乏全面解決問題的能力和知識。因此有必要具有復原力和可持續性的城市的新方法和方法論。PIB Urban Challenges 能夠針對食品、水和能源相關問題提供綜合的可持續解決方案。PIB 積極參與中國的城市水管理，其中之一是武漢長江生態公園專案，該案結合海綿城市設計、濕地建置、防洪、水質改善和監測、能源產生以及景觀設計，初步預算已達 100 億元人民幣。而生態浮島概念，可以淨化水質和增強當地生物多樣性，也可以加強沿海保護。為了建立更好的水和能源聯繫並最大化能源利用效率，將實施瓦赫寧根大學和三角洲地區的 ATES（含水層熱能儲存）技術，廣泛的地表水將充當熱能收集器，通過在地下水井中存儲和回收熱能，該系統可以利用自然熱能對建築物進行冷卻和加熱，而無需消耗任何其他化石資源。此外，ATES 可以用作土壤修復的促進劑，也稱為“生物清洗機”(bio-washing machine)。除了儲能之外，該技術還可以回收當地的土壤污染。PIB 為最終的生態公園設計引入了一系列適應性工具、措施、設計原則、城市藍綠基礎設施及決策支持系統。最後，採取立即行動來適應和減輕氣候變化的影響。城市挑戰的複雜性要求，絕不可能從一個方面來解決；

唯有從各角度收集專業知識並全面評估問題，才能提供具體完整的解決方案。



圖 35 蘇楠主講「PIB 城市挑戰-城市和水問題的可持續綜合解決方案」

3.3.13 主題 12：以水為資源的談判：歐洲北極沿岸地區水電管理的利益共享動態

主題名稱：以水為資源的談判：歐洲北極沿岸地區水電管理的利益共享動態 (Negotiating water as a resource: the benefit-sharing dynamics of managing hydropower in a triborder region in the European Arctic)

演講者：UiT挪威北極大學Aileen Aseron Espiritu高級研究員，如圖36所示

Aileen Aseron Espiritu 主講北極三個國家之間在水資源管理方面的長期合作。帕斯維克(Pasvik)河（在芬蘭稱為 Paatsjoki 河）從芬蘭北部的伊納里(Inari)湖流出，橫跨三個國家-芬蘭、俄羅斯和挪威。自 1950 年代後期以來，隨著河流流向北極圈的巴倫支海，沿河修建一系列水力發電大壩，以提供沿岸小社區用電。儘管冷戰一直持續到 1990 年代初，乃至於俄羅斯和歐洲之間的最新緊張局勢 2014 年俄羅斯吞併克里米亞，但在上述三個國家中如何使這些水電資源得以平穩運行。在這條河流資源及其管理是和平進行的，是跨界資源合作最佳實踐的傑出典範，即使這鮮為人知。在過去的半個世紀中，儘管歷史上或當今與俄羅斯之間存在明顯的緊張關係，但合作如何成功地創建了可持續的水電基礎設施，卻產生了細微的差別。分析歷史文獻、報紙和媒體報導以及在芬蘭、俄羅斯和挪威之間相關資料，並進行面對面採訪調查，曾在 2015 年至 2017 年對這三個國家的水電資源工作人員進行採訪之後，又於 2019 年初進行後續採訪。經過收集及三角比對分析，可以得出準確的結論，以揭示具有先進的水資源利益共享和管理的三邊關係的複雜性。研究認為，持續合作和實現可持續發展的共同利益的潛在優勢，在很大程度上是基於過去幾十年的透明度和溝通，並且還允許各個國家的中央政府實現一定程度的地方和區域獨立，以允許和鼓勵這種國際關係。這項工作將由位於芬蘭北部、俄羅斯西北部和挪威北部腹地邊緣地區的這一跨境地區的當地居民完成，以促進社區的可持續發展，以及在共享邊界上共享公共資源的利益。儘管利益分享作為一種分析框架並不是什麼新鮮事，但重要的是要強調其在地方當局之間關係的重要性，這些關係涉及伊納里湖和帕斯維克河為在歐洲北極地區跨境領土提供的水力資源。研究的意義在於利益共享對推進水資源管理研究的貢獻。此外，還進一步分析了歐洲外圍地區，特別是北極地區的邊界挑戰的複雜性。重要的是，它還展示了一個最佳實踐範例，即使與俄羅斯這樣的大國關係緊張，也可以實現和平的跨境關係和利益分享。對於世界上其他邊境地區來說，這種成功可能是一個重要的典範。



圖 36 Aileen Aseron Espiritu 主講「以水為資源的談判：歐洲北極沿岸地區水電管理的利益共享動態」

3.3.14 主題 13：馬來西亞水務部門的改革：困難與阻礙

主題名稱：馬來西亞水務部門的改革：困難與阻礙(Water sector reform in Malaysia: issues and challenges)

演講者：馬來西亞水務部 Dr. CT Kim 先生，如圖 37 所示

一、簡介

馬來西亞的水務面臨兩個基本挑戰：運營和財務效率低下和監管無效；營管上，水的高損失率、資產老化及管理不善、營運成本高等；在財務上，水務運營模式非永續模式，歸咎於昂貴的私人資金、低水價、居高不下的短期債款比和國家的債務。2006 年時，馬來西亞政府採取了大膽的舉措來改革水務部門，實施了幾項史無前例的舉措：水務部門的公司化，建立供水和排污服務的聯邦監管機構以及組建水資產管理公司。該研究探討了導致改革的事件以及面臨的問題和挑戰，其重要經驗可供其他國家複製。

二、導致改革的起源

馬來西亞的水務改革緣由有四；第一，始於 2003 年國家水資源委員會 (NWRC) 在會議中決定將所有水資源管理移交給聯邦政府。第二，能源、水和通信部 (MEWC) 於 2004 年成立，加速計畫的實施，並認定為聯邦政府與州政府的共同責任。第三件事是進行可行性研究，以確定實施該計畫的最佳方案。第四，2005 年《聯邦憲法》的修訂，從而使整個改革得以進行。

三、問題和挑戰

總的來說，過去馬來西亞的水務工作效率低落，例如：無計價水量多，收入低，水價結構無法永續，並且國家監督能量薄弱。

(一) 無計價水量

無計價水量是指所供應的水量與計量的水量之差；數十年來，高比例的無計價水量一直困擾著馬來西亞，從 2013 年到 2017 年，平均無計價水量比例超過 35%，在一些機構中高達 60%。這種情況會對所有水務公司造成不利影響，導致效率低下，增加了集水、處理和分配的成本，並減少收入，因此難以將水價保持在合理且可承受的標準，高水平的無計價水量也顯示管理效率低下。這會導致水務公司損失原本可用於改善其他服務的數百萬美元收入。進行改革就是希望找到解決這種情況的辦法。

(二) 無法永續經營的水價結構

這個問題是由兩個主要因素造成：第一，目前的水價沒有反映水質淨化及廢

水處理等實際成本，淨化和供水調配成本通常是水價最重要的組成，平均而言，馬來西亞的自來水每立方公尺僅需 0.32 美元，遠遠不及 0.55 美元的實際成本，在東南亞各國中是最低的水價。第二，水的私有化一定程度上確保了特許權(水權)所有者對水價調整的權力，但這卻扭曲了水價制定機制，當州政府出於政治考慮而不允許調整價格時，問題開始出現，這導致這些機構無法產生足夠的收入來收回其投資，因此無法履行其特許權義務，從而導致服務品質下降。此外，廉價的水還引發過度消費，最終導致廢水排放過多，從而使環境惡化。

(三) 疲弱的國家監管

在馬來西亞，各州政府分別監督管理其各自的供水機構，沒有單一的中央監管者，這樣的自我個別監督管理通常這意味著毫無有效的管理。供水機構的私有化也造成州政府無法有效監管規範州內的自來水公司。通常，這些機構是由現有政府內建立並由行政部門控制，而其之所以薄弱有兩個原因：監管的工作是由權力有限的政府部門公務員執行；其次，州政府與執行水務工作的機構（與私營部門合資）常發生利益衝突。

(四) 不可持續的財務模型

水務工作以前由兩個主要來源資助：公共資金和私人資金；公共資金主要由聯邦政府以無息貸款的形式提供給州政府；另一方面私營公司主要依靠融資來履行其在水權私有化的義務，但事實證明這兩種來源都無法成功地提高其長期的效率目標；各州政府由於沒有足夠的資金且過度依賴有限的聯邦貸款，影響了其改善供水系統的能力，也阻止了供水機構的績效或進步。私營水務部門依靠私人資金為基本建設工程提供資金。這迫使私營水務經營者以短期貸款做為長期水利建設的資金來源，形成巨大財務風險，導致私營自來水公司被迫撤回投資並以股東獲利為優先考量，間接阻擋供水機構的進步。

四、結論

整個改革起源於聯邦政府和州政府的共識，即“business as usual”(現行的方法)不再可行，根本性的改革計劃將使水務部門更加符合投資、監管、服務水準和公眾認知的期待，並使其能與其他公用事業部門例如：電信、能源和天然氣達到一致的標準；全面性的架構改革改變了馬來西亞水務部門的面貌，顯示馬來西亞在建立良善管理邁出了重要一步，尤其是在政策制定、法規和服務提供之間有更明確的任務劃分。然而，不受政治干擾和獲得可靠和高品質資訊的能力對於監管機構有效地發揮其功能至關重要，特別是在修改水價和批准水利事業的業務計劃方面上更是顯著。儘管只有在監管監督已經成熟並且存在可行的財務機制的情況下才能實現更高的效率標準，但通過公司化實現的改革還是取得了長足的進步。

總而言之，馬來西亞的水務改革凸顯進行良好治理的重要性。不只是區分各個角色之間的責任，但最重要的是要確立其獨立監管的原則。這樣的改革為水務

領域做出貢獻。

五、學習

雖然台灣的自來水供給除了台北市外幾乎由本公司辦理，但不論是水源、淨水、汙水及排水都由不同的政府單位或機構管理，例如光是水源管理及水庫的管理單位就有水利署、水公司、各地農田水利會或甚至台電及台糖，每個機構的水權及權責也截然不同，若論汙水及排水權責單位也是令人眼花撩亂，例如營建署、地方政府或河川局等，這造成「多頭馬車」、「本位主義」的情形屢見不鮮，造成如馬來西亞改革前的低效率及許多政策推動窒礙難行的情形發生，或許政府及各單位機構能在水管理議題上達到共識共組公司或組織，對於台灣的水源、供水、汙水處理等水務問題進行整合並提出「一條龍」的解決方案，再由各單位依照自身權責執行，或許能從根本改善台灣水務工作疊床架屋的情形。



圖 37 馬來西亞水務部 Dr. CT Kim 講解馬來西亞水務改革的目標

3.3.15 主題 14：大型水庫選擇不同取水口放流對下游魚類生態的影響

主題名稱：大型水庫選擇不同取水口放流對下游魚類生態的影響(Impact of Selective Withdrawal in a Large Reservoir on Downstream Fish Habitats)

演講者：韓國延世大學邱教授，如圖 38 所示。

一、主旨

昭陽江大壩是韓國的大型水壩之一，壩的高度和寬度分別為 123 公尺和 530 公尺，庫容量為 29 億立方公尺，最大深度為 113.5 公尺；昭陽江大壩的建設開始於 1967 年，並於 1973 年完成。2006 年強烈颱風艾維尼襲擊朝鮮半島時，造成最大每小時降雨量為 88 mm，大量細粒泥沙流入大壩，此後，水庫渾水潭持續了大約 8 個月。為了供應清水，韓國政府制定了降低濁度計劃，其中一項便是在水庫中建立可選擇的分層取水結構。昭陽水庫的分層取水結構的建設始於 2009 年，並於 2017 年完成。

此研究的目的是調查昭陽江水壩的選擇性分層取排水操作對下游魚類棲息地的影響，因此計畫內進行了物理棲息地模擬，並選擇了成年和含卵的平頷鱻(俗稱溪哥)作為目標魚類進行研究分析。為了模擬昭陽水庫水溫的變化，使用了 CE-QUAL-W2 模型並使用 HEC-RAS 模型進行水力模擬，獲得研究區域的水深、流速和水溫等水文資料，並使用 HSCs 對成年和含卵的平頷鱻進行棲息地模擬。透過此研究顯示，由於從大壩中釋放的冷水混合下游河道溪水後，可能會使河道中的魚類棲息地可能會嚴重傷害，但通過大壩選擇性分層取排水操作，其影響可在一定程度上降低。

二、學習

本公司南化水庫因淤積問題嚴重，刻正辦理抽泥及放淤河道作業，雖然委託睿泰工程顧問公司辦理下游河道監測分析工作，其中對下游河道生態也持續關注，但目前都尚未考量水庫放水水溫對於生態的影響，透過韓國邱教授在昭陽江水庫的研究，或許未來我們對於下游河道生態變化應該注意放水溫度對其之影響。



圖 38 韓國延世大學邱教授講解水庫因季節變化水上下層翻攪的現象

3.3.16 主題 15：藉由螢光分析水源、淨水程序及配水水質

主題名稱：藉由螢光分析水源、淨水程序及配水水質(Monitoring of Drinking Water Quality by Fluorescence Analysis: Source, Purification Processes, and Tap)

演講者：日本大阪水道局北本小姐 Y. Kitamoto (Osaka Municipal Waterworks Bureau, Japan)，如圖 39 所示

螢光分析是一種檢測水源水中有機物含量的高靈敏度方法，大阪市水道局 (OMWB) 經常將其用作消毒副產物(如三鹵甲烷)前體的替代指標。該方法可以進行快速、高靈敏度的測量，因此可以有效檢測出水質事件的成因。講者介紹在水處理過程中以及從水源到水龍頭輸送過程中，螢光分析作為水中有機物指標的可行性。在日本，大部分原水取自地表水，例如河流、湖泊和大壩水庫等。對於 OMWB 而言，它取自 Yodo 河最下游，供水量達 120 萬 CMD，可供應 270 萬人口，而 Yodo 河受到工廠和污水處理廠排放的水的嚴重影響。螢光分析是一種檢測有機物數量的高靈敏度方法，已被定期用於水質管理，作為消毒副產物前體數量的替代指標。使用三維發射激發矩陣(EEM)能夠更詳細地檢測水中螢光物質的存在。為了鑑定螢光強度，講者使用 JASCO Corporation 製造的 FP-8300 分光熒光計測量了固定波長或 EEM。熒光強度比以 0.1N 硫酸水溶液中的 50 μ g/L 硫酸奎寧為標準，分別在四個點測量螢光強度：①激發波長為 225 nm /發射波長為 340 nm (Ex225 / Em340)，代表氨基酸、生肽濃度；②Ex240 / Em420，代表黃酸、腐植酸濃度；③Ex275 / Em340，代表氨基酸、生肽濃度；④Ex325 / Em420，代表黃酸、腐植酸濃度。

Yodo 河由 Uji 河、Katsura 河和 Kizu 河等三大河流匯入，Yodo 河是 OMWB 的水源，如圖 40 所示。以河川逕流量計算，Katsura 河系統比其他河川攜帶的螢光物質更多。依實驗結果，污水在 Katsura 河中貢獻了約 50% 的螢光物質，如圖 41、圖 42 所示。另外在 OMWB 的水處理過程(包含加硫酸鋁、混凝、沉澱、中間臭氧、快濾、後臭氧、活性碳 GAC 及後加氯-次氯酸鈉，如圖 43 所示)中可以有效除去螢光物質的程度。其中混凝沉澱和中間臭氧對去除螢光物質尤為有效，如圖 44 所示。OMWB 將經過混凝沉澱處理過後的水作為工業用水進行供水，考量到工業用水與清水間管線間可能發生錯接情形，講者在混凝沉澱處理後的水中加入了處理過後的水(清水)，使前者佔總體積的 20%，可發現 Ex225 / Em340 周圍峰值處的螢光強度大約是清水中檢測到的螢光強度的兩倍，顯示螢光分析可以有效地用於管線錯接的迅速檢測。

台水公司離島地區水庫優氧化嚴重，當地淨水場原水中總有機碳及總三鹵甲烷前驅物質含量偏高，經淨水處理後之消毒副產物總三鹵甲烷亦時常偏高，未來若導入 FEEM 檢測技術，將可協助了解淨水場原水及淨水過程中總三鹵甲烷前驅物質含量變化，進而辦理淨水場設備改善，以提高供水品質。



圖 39 大阪自來水道局北本小姐主講藉由螢光分析水源、淨水程序及配水水質



圖 40 Yodo 河域(上游為 Uji 河、Katsura 河和 Kizu 河)圖

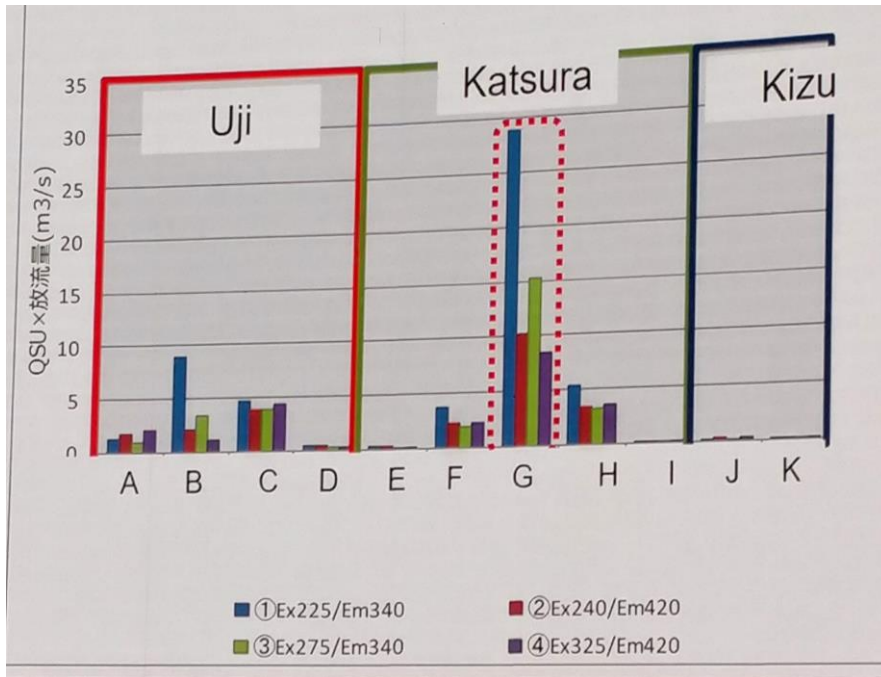


圖 41 Uji 河、Katsura 河、Kizu 河螢光強度

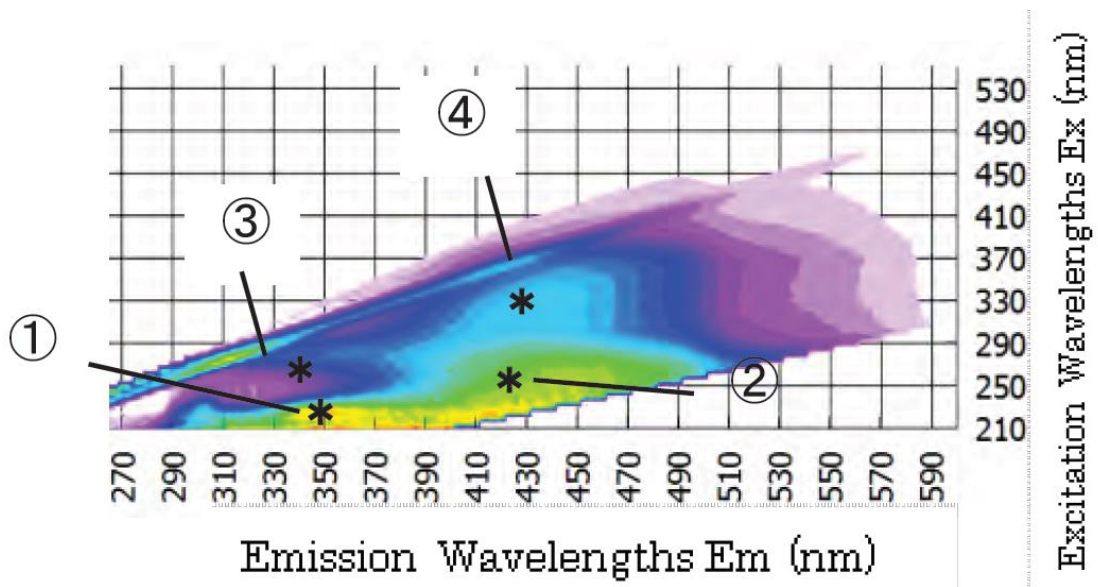


圖 42 Kunijima 淨水場原水 EEM

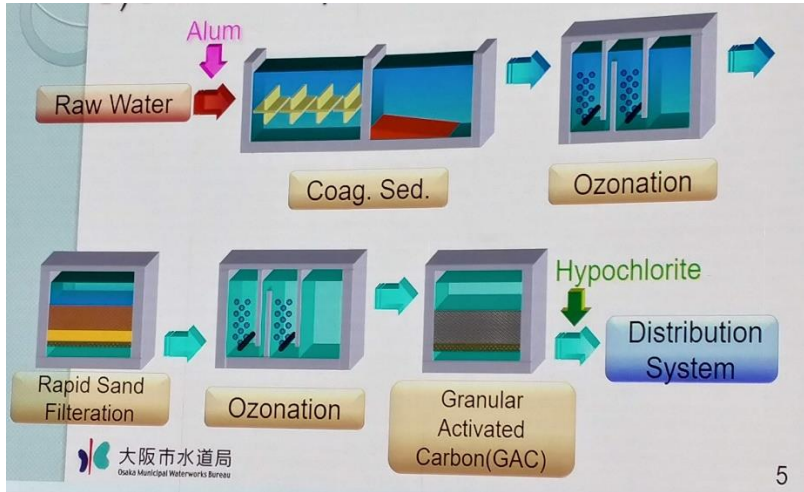


圖 43Kunijima 淨水場流程圖

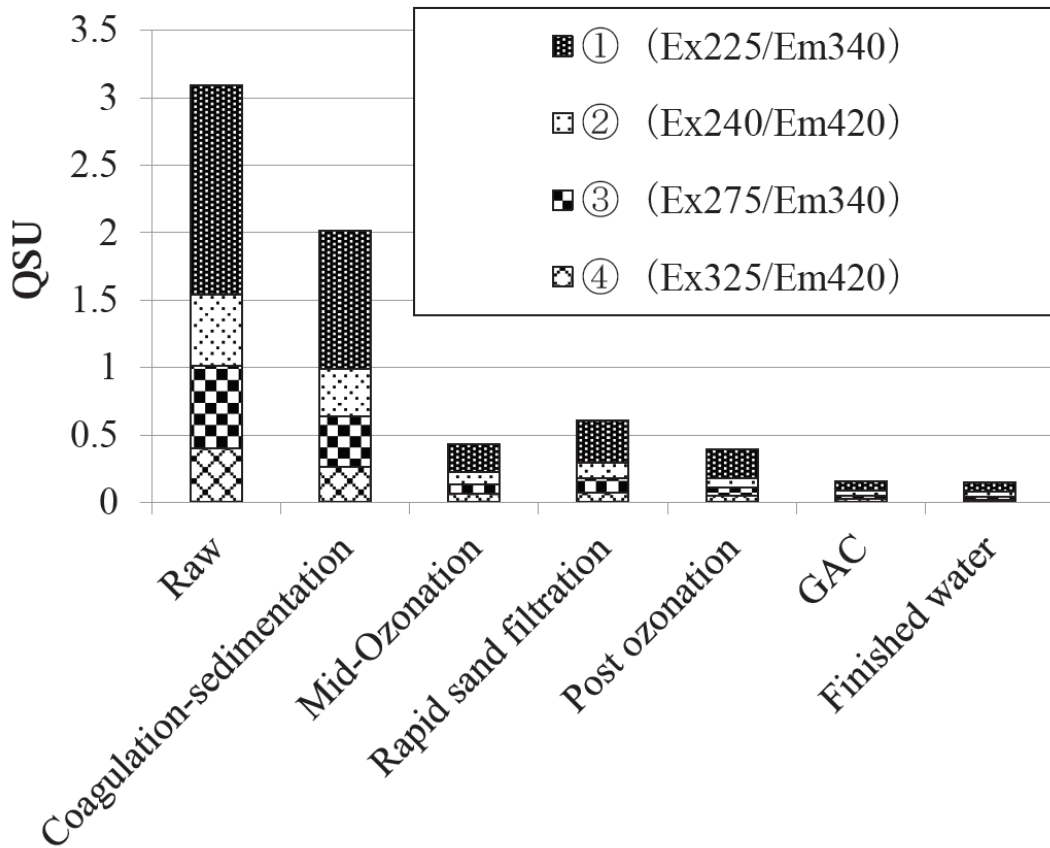


圖 44Kunijima 淨水場螢光強度變化

3.3.17 主題 16：藉由靜電紡絲具有分層納米結構的活性碳纖維用於電容去離子技術

主題名稱：藉由靜電紡絲具有分層納米結構的活性碳纖維用於膜電容去離子技術 (Activated carbon fibers with hierarchical nanostructure by electrospinning for membrane capacitive deionization)

演講者：臺灣大學環境工程研究所侯嘉洪副教授

講者針對近年來水資源短缺已引起全球關注，進而開發高能效的水處理技術。在新興技術中，電容去離子(CDI)被視為一種有前途的海水淨化脫鹽技術。CDI電池由一對多孔碳電極組成。當在一對電極上施加外部電場時，離子可以沿著電極/溶液界面上的雙電層存儲。為了進一步改善CDI工藝的性能，已經開發了膜電容去離子(MCDI)技術，通過在多孔碳電極上摻入陽離子/陰離子交換膜來提高電吸附工藝的效率。一般而言，活性碳是最具成本效益的材料，並廣泛用於(M)CDI。然而，由於低電導率，不規則的孔洞結構和高離子擴散阻力，導致活性碳基礎電極存在一些局限性。另外，由於導電率低和表面積不足，因此不利於使用聚合物粘合劑(例如聚偏二氟乙烯(PVDF))。隨著靜電紡絲技術的發展，納米纖維的製造已成為可調控過程，可以控制機械柔韌性，較大表面積和許多因素。尤質透過電紡絲的活性碳纖維(ACF)在用於電化學應用的無粘合劑和片狀電極上顯示出巨大優勢。因此，講者的目標是開發靜電紡絲製造方法以製造用於MCDI的ACF電極。

在研究中，ACF電極是使用聚丙烯腈(PAN)通過靜電紡絲製造的。隨後在不同的溫度(800°C / 900°C)和時間(0.5 h / 1.0 h / 1.5 h)下進行穩定化、碳化和活化過程，以控制ACF的孔結構和電導率。使用掃描電子顯微鏡(SEM)，比表面積和孔隙率分析儀(BET)對ACF的物理性質進行分析。在理想情況下，ACF可以形成由大孔、中孔和微孔組成的輪廓分明的層狀結構。其中製造ACF電極的最佳條件，電極在900°C下活化1.5小時，即所謂的ACF915。ACF915高比表面積為1300m²/g，中孔比為0.39。由拉曼光譜儀的結果顯示，ACF915石墨化程度高且導電性良好。另外由循環伏安法確認ACF的電容特性(矩形形狀)可了解ACF915擁有理想的電容雙層行為。在5 mV/s的掃描速率下，ACF915的比電容確定為76.47 F/g。為了進一步確認ACF在MCDI脫鹽性能，在1.2 V下使用5 mM NaCl溶液進行了電吸附實驗。電吸附實驗證明，在MCDI的充電步驟中，ACF915的鹽吸附容量有望達到14.49 mg/g。ACF915的高脫鹽性能可能歸因於良好的電導率，高的比表面積和分層的孔結構。另一方面，藉由以短路模式放電可以容易地實現ACF電極的再生。因此，通過靜電紡絲的ACF被證明是MCDI的潛在候選者。這些結果顯示製備具有良好電導率和可調諧孔結構的無粘結劑

電極材料以實現高性能脫鹽的一種有效方法。

經由講者介紹，這種新興的電容去離子(CDI)技術可作為潛在的海水脫鹽方法，雖然目前無法應用於本公司現有淨水場處理程序，相信未來仍可持續追蹤技術發展情形，下一篇主題則為電容去離子(CDI)技術應用於去除水中硝酸鹽離子之研究。

3.3.18 主題 17：評估膜電容去離子(MCDI)技術對於去除水中硝酸鹽的可行性

主題名稱：評估膜電容去離子(MCDI)技術對於去除水中硝酸鹽的可行性 (Evaluation of the feasibility of membrane capacitive deionization (MCDI) process for nitrate removal)

演講者：臺灣大學環境工程研究所侯嘉洪副教授，如圖 45 所示

地表水中的高硝酸鹽濃度會增加公共衛生風險，並降低環境水質。為了去除水中硝酸鹽含量而尋求有效處理技術一直是全世界的挑戰。電容去離子技術(CDI)被認為是一種微鹹水淡化的低成本、高能效工藝，特別是在 10 g-鹽/L 的濃度範圍內。一般而言，CDI 是一種電吸附過程，它根據雙電層(EDL)原理捕獲鹽離子。鹽離子的吸附和解吸可以分別通過電極的充電和放電來控制。儘管如此，已知在循環期間電極上鈦離子的吸附和排出會降低 CDI 工藝的脫鹽效率。為了解決這個問題，將離子交換膜(IEM)放在碳電極的表面上，以配置膜電容去離子(MCDI)電池。與 CDI 相比，MCDI 技術顯示出更高的鹽吸附能力和電荷效率。就用於 MCDI 的 IEM 而言，可以分為均質膜和異質膜。市售的均質 IEM 具有高滲透選擇性，高電化學性能和高機械穩定性。在這項研究中，講者主要比較 CDI 與 MCDI 技術使用均質 IEM 進行硝酸鹽去除。

為了構建 MCDI 電池，講者在活性碳電極前使用了標準級陽離子和陰離子交換膜(CEM)(CSE, ASTOM Co.)和陰離子交換膜(AEM)(ASE, ASTOM Co.)。CDI 和 MCDI 工藝都以單次運行模式以 10 mL min⁻¹ 的恆定流速運行。對於 NaNO₃ 溶液，進水鹽濃度選擇為 5 mM。充電和放電階段施加的電壓分別為 1.2 V 和 0 V。從研究結果中，CDI 的充電階段有一個強大的共生共離子反轉峰。該轉化峰降低了 CDI 工藝的硝酸鹽去除性能。當碳電極被均質 IEM 覆蓋時，MCDI 技術的硝酸鹽去除能力高達 0.103 mmole / g，這比 CDI 技術獲得的去除力(0.025 mmole / g)要高。此外，與 CDI 技術(3.5-10)相比，MCDI 技術顯示出較小的 pH 波動(4.2-6.5)。綜上所述，總體結果證明，將均相離子交換膜與 MCDI 技術的碳電極相結合是一種直接有效的方法，可增強硝酸鹽的去除性能，並在降低 pH 波動的情況下保持穩定的水質，如圖 46 至圖 49 所示。

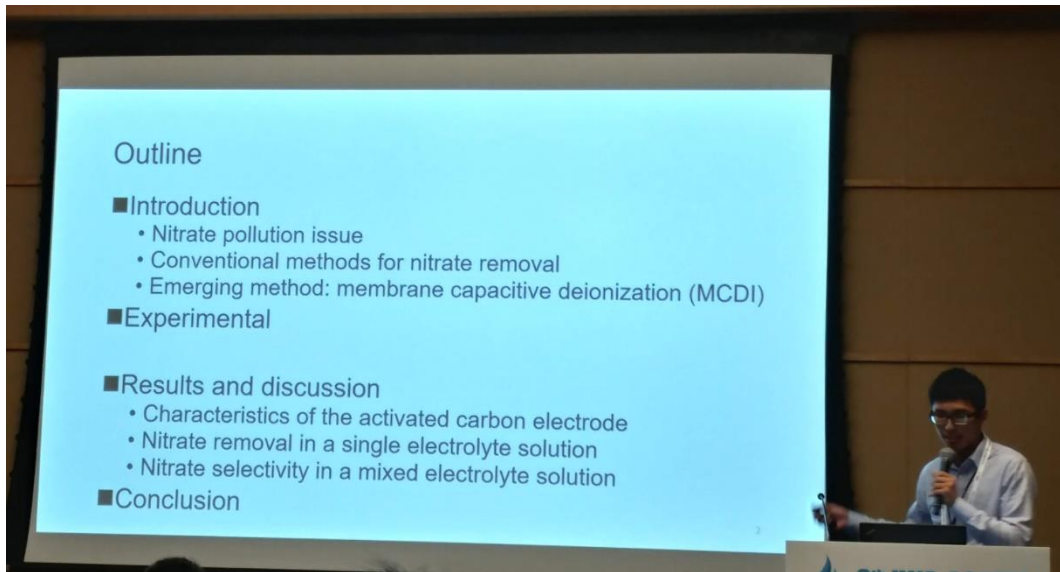


圖 45 臺大環工所侯嘉洪副教授主講評估膜電容去離子技術對於去除水中硝酸鹽的可行性

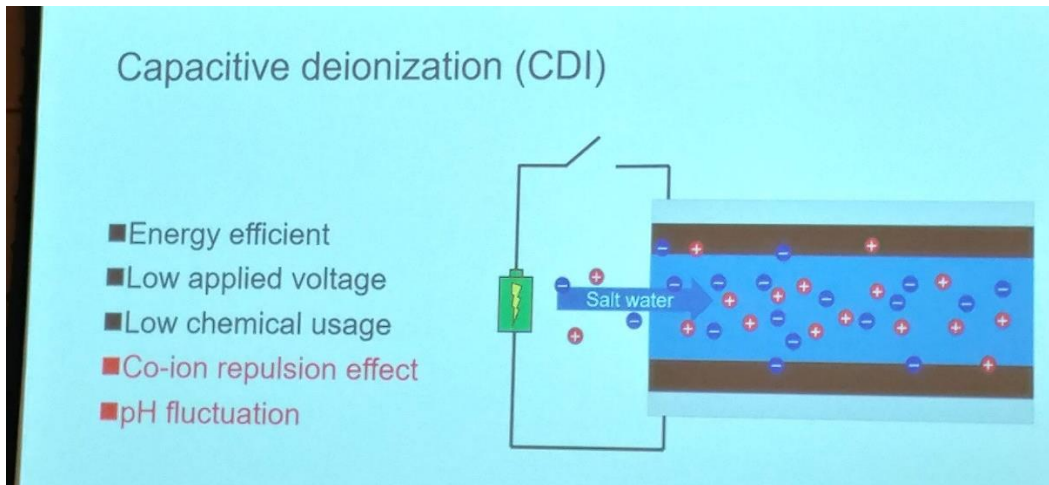


圖 46 電容去離子(CDI)技術

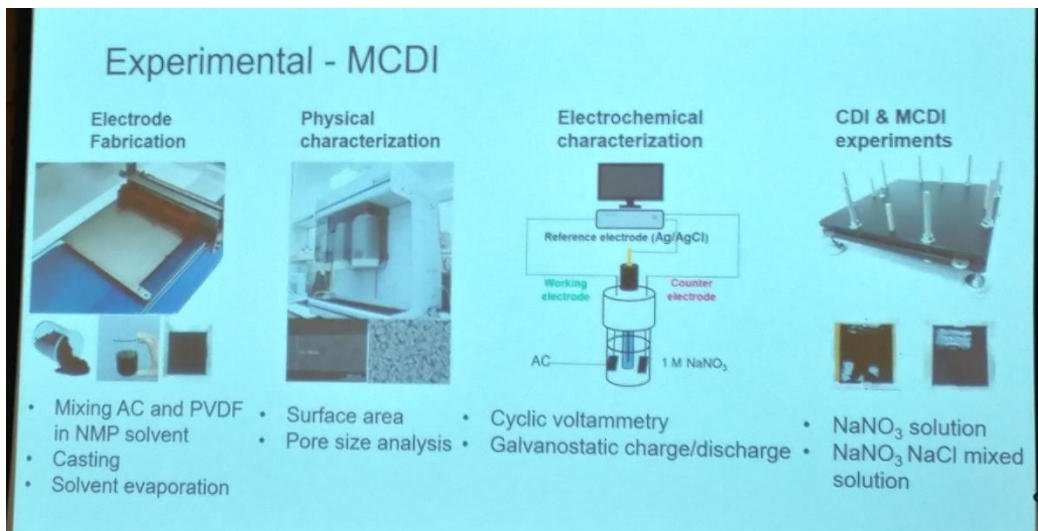


圖 47MCDI 實驗方法

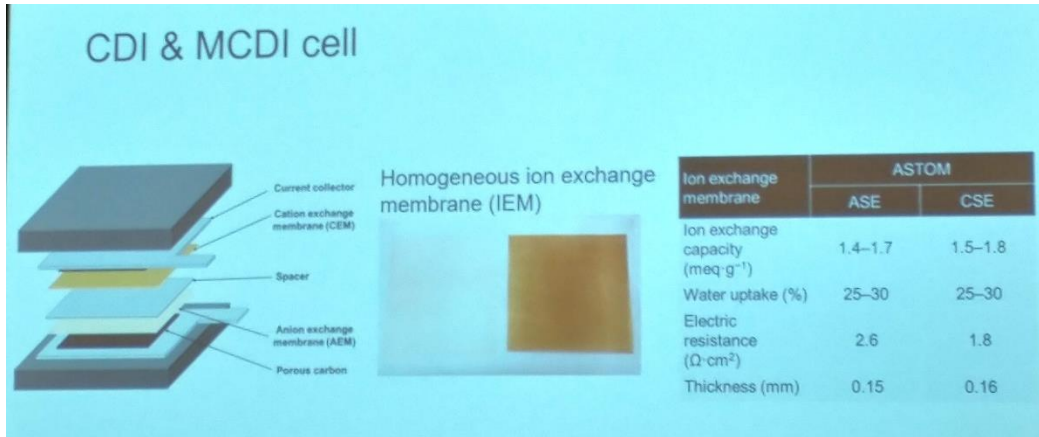


圖 48 CDI 及 MCDI cell 物理特性比較

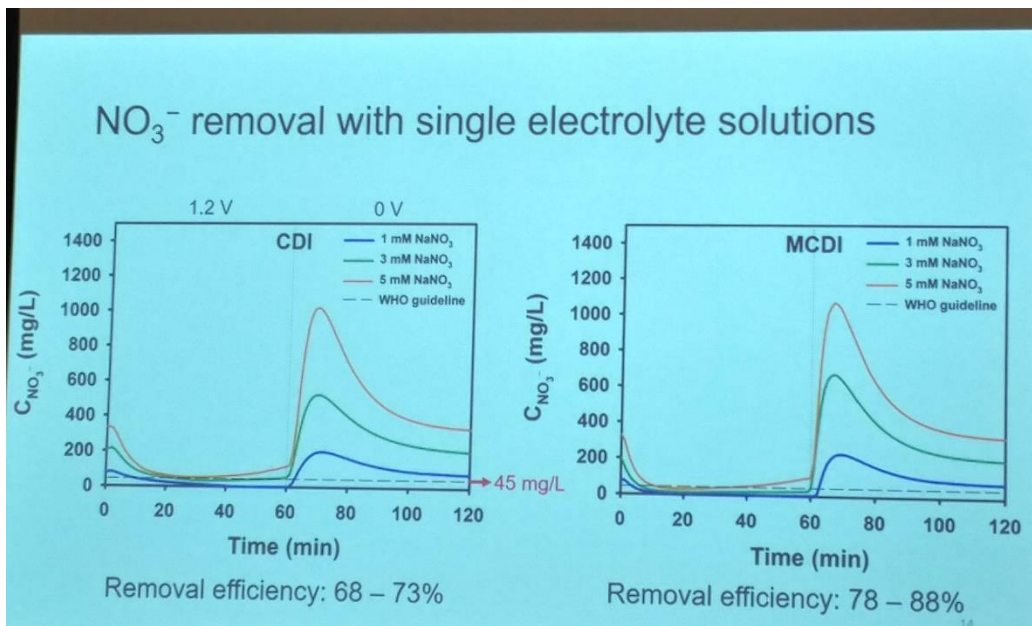


圖 49 CDI 及 MCDI cell 去除水中硝酸鹽離子比較

3.3.19 主題 18：直接和間接飲用回收廢水中的有機微污染物： 穩定、可靠和有彈性的技術屏障

主題名稱：直接和間接飲用回收廢水中的有機微污染物：穩定、可靠和有彈性的技術屏障(Organic Micro-pollutants in Direct and Indirect Potable Wastewater Reuse: Robust, Reliable, and Resilient Process Barriers)

演講者：美國克萊姆森大學工程學院 Gary Amy 特聘教授，如圖 50 所示

Gary Amy 提出間接(IPR)或直接(DPR)回收使用廢水所造成的關鍵問題是控制有機微量污染物(OMP)帶來的化學風險，包括藥物、人員護理、內分泌和工業化合物。有許多相關的減少 OMP 的單位流程，如氧化、吸附、薄膜和生物降解，其去除性能受 OMP 特性(如分子量/大小、電荷、極性、(芳族)結構和鹵素含量)的影響。關鍵過程屬性包括穩定性、可靠性和彈性(R3)。在某些情況下，混合使用各程序可以提供增強去除效能，在每個程序類別中都有對應的子類別。例如，活性碳對應離子交換吸附、逆滲透對應 NF 濾膜，(臭氧)氧化對應高級氧化。講者從 R3 角度對比流程和流程混合的性能，探究間接和直接再利用之間的主要區別，了解是否存在充當環境緩沖的自然過程，最常見的過程是含水層的補給和回收，其中生物降解是主要的去除機制。另外要考慮的是 OMP 控制過程在控制微生物風險方面的功效，例如使用具有消毒特性的氧化劑等。

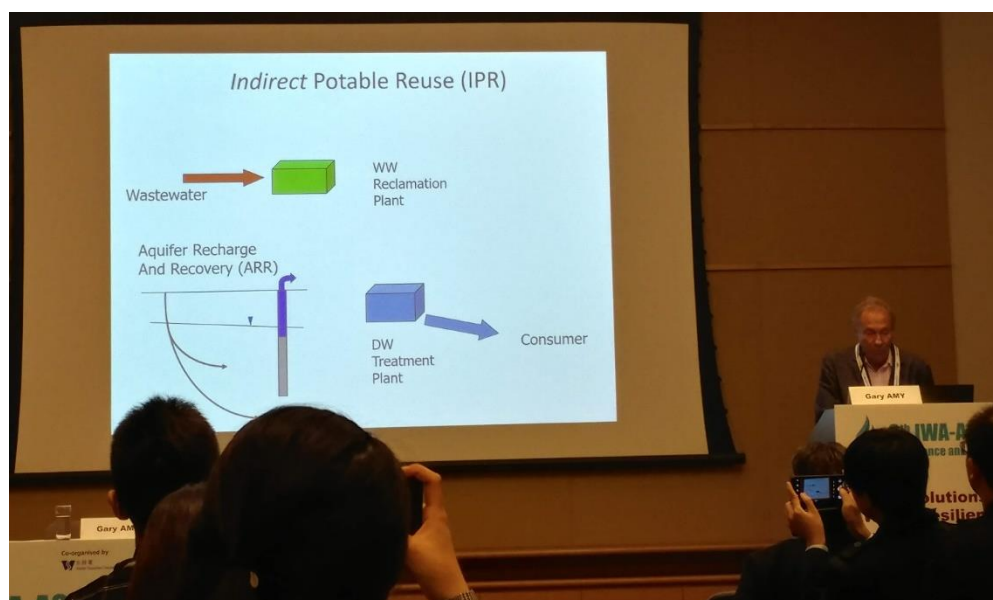


圖 50 美國克萊姆森大學工程學院 Gary Amy 主講直接和間接飲用回收廢水中的有機微污染物：穩定、可靠和有彈性的技術屏障

3.3.20 主題 19：回顧與展望：近 40 年來中國大陸城市水環境與水生態

主題名稱：回顧與展望：近 40 年來中國大陸城市水環境與水生態(Review and Prospect: Chinese Urban Water Environment and Water Ecology Over the Last 40 Years)

演講者：中國科學院生態環境研究中心曲久輝院士，如圖 51 所示

曲久輝提到在過去的 40 年中，中國大陸經歷了世界上規模最大的城市化和工業化，在經歷以發展為導向(1978-1999)、整合利用(1999-2012)和保護恢復(2012-2018)的階段之後，城市化比率已由 17.9% 提升至 58.5%，城市人口由 1 億 7 千 2 百萬人增加至 8 億 1 千 8 百萬人，農業用水佔比則減少 10% 對應於工業用水量增加 1.5 倍，截至 2017 年飲用水供水量已達 3,240 萬公噸，供水管線長達 55 萬 4,000 公里，水處理技術由 1955 年第一代混凝、沉澱、過濾及消毒程序；1976 年第二代新增臭氧及生物活性碳濾床；2001 年第三代著重於兩蟲及 NF、EDR 及 RO 等；未來將聚焦於高濁度、藻類、微量有機污染物(OMP)s、UF、過錳酸鉀等，中國大陸的目標是到 2050 年實現水環境的總體改善，涵蓋從生態破壞到生態恢復的整個過程，包含保護水源、提升水質、發展高及處理技術及建構管網系統，其中上海地區水質標準由 106 項增至 111 項，未來將從水量提升到水質提升為主，達到清水水質合格率大於 99%；配水合格率大於 96%。主題演講基於全面的數據和案例，如圖 52 所示，對中國在過去 40 年中在飲用水、廢水和水環境方面的獨特實踐和經驗進行回顧，其發展利用使用微污染水源的品質控制來推動，並以水源污染源控制、減少排放及解決生態恢復的污染問題。其中飲用水處理系統將朝向小型化、不添加藥劑、簡化處理流程等，同時以「藍色解決方案(Blue Solutions)」-減少水處理流程之能源需求、以水作為能源生產介質等建構碳中城市，面對未來中國大陸將以過往成功經驗，為未來的挑戰做好充分準備，確保中國大陸和全球城市水環境和水生態的美好未來。

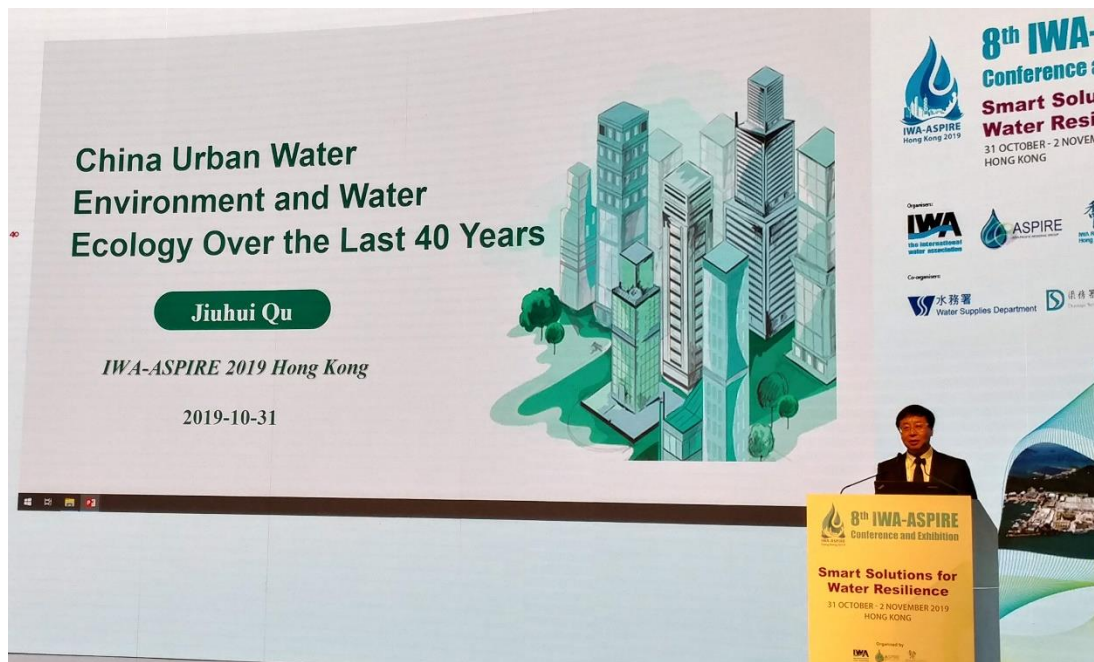


圖 51 曲久輝院士主講回顧與展望：近 40 年來中國大陸城市水環境與水生態

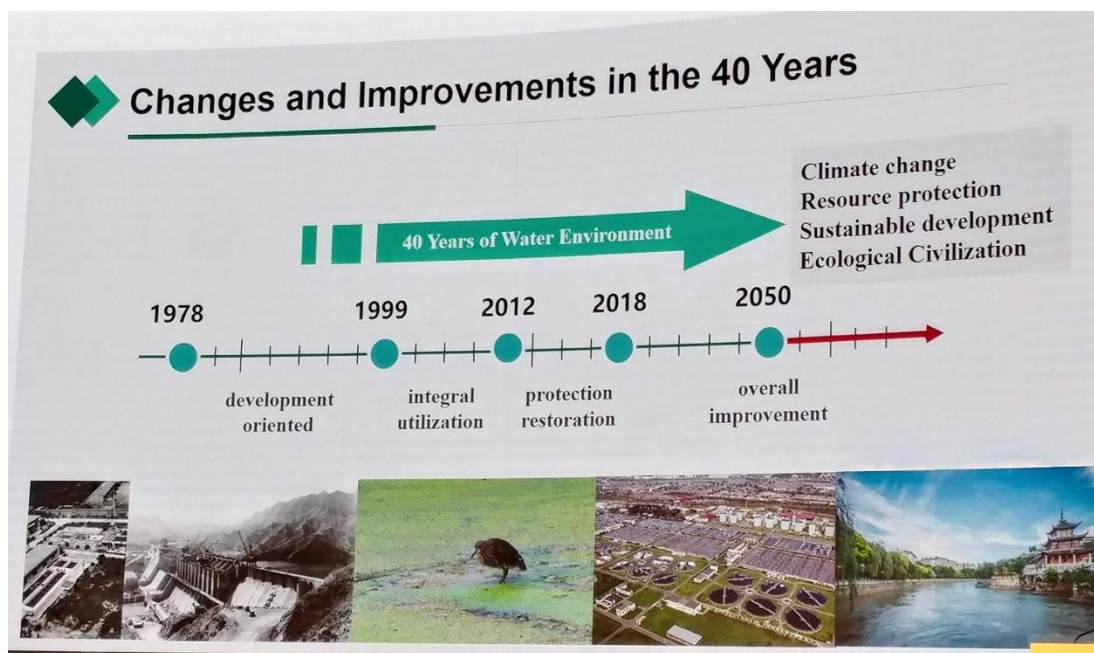


圖 52 中國大陸水利環境發展情形

3.3.21 主題 20：保護我們水的未來—新加坡如何做到

主題名稱：保護我們水的未來—新加坡如何做到(SECURING OUR WATER FUTURE — HOW SINGAPORE DOES IT)

演講者：新加坡國家水務局(Pub Water)黃裕嘉局長，如圖 53 所示

黃局長領導新加坡國家水務局，他負責新加坡的飲用水供應、廢水的回收和處理以及雨水的管理。演講時提到新加坡位於赤道上，屬熱帶地區，約每兩天一次雨，然而新加坡仍然是一個充滿嚴厲挑戰的地方，依據 2015 年世界資源統計，新加坡是世界上水資源最缺乏的國家，因為新加坡國土面積僅 720 平方公里，當地沒有足夠收集和儲存所有雨水的空間，來滿足將近 600 萬人口每日 200 萬立方公尺需求。新加坡前總理李光耀曾說：水主導其他所有政策，為了保存水資源，其他所有政策不得不讓步。可是現今新加坡並不缺水，新加坡是如何做到的？就新加坡本身而言，水資源挑戰並非唯一，惟新加坡克服的方式很可能是例外，根據預估 2061 年家庭用水需求 298 mgd(30%)、非家庭用水需求 621 mgd(70%)，總用水需求為 919 mgd，成長 2 倍。期望由馬來西亞供應(合約僅至 2061 年)及降雨彌補需求，非常不切實際，因為氣候變化加上儲水空間不足。所以新加坡政府將致力於發展下水道廢水回收及海水淡化系統。新加坡水管理方式的三個特色為整合、循環性和重複使用。主要策略為收集每一滴雨水，僅可能提高產量、將用過的水變成可飲用水來重複使用、海水淡化費用降低。在水處理所需能源方面，雨水處理約 0.2 Kwh/m³、廢水處理約 1.0 Kwh/m³、海水淡化約 3.6 Kwh/m³，儘管大自然資源貧乏，新加坡仍以長遠眼光，提前規劃未來數十年用水需求，並持續接受挑戰，如圖 54 至圖 56 所示。

新加坡為自身 2061 年以後用水需求已提早 40 年準備，可見其領導人遠見，隨著氣候變遷及溫室暖化影響，臺灣近年來豐枯水期降雨越來越不穩定，然而高科技半導體用水需求越來越大，本公司應提早因應，增加供水彈性，避免未來乾旱時無水可用。



圖 53 黃裕嘉總經理主講保護我們水的未來—新加坡如何做到

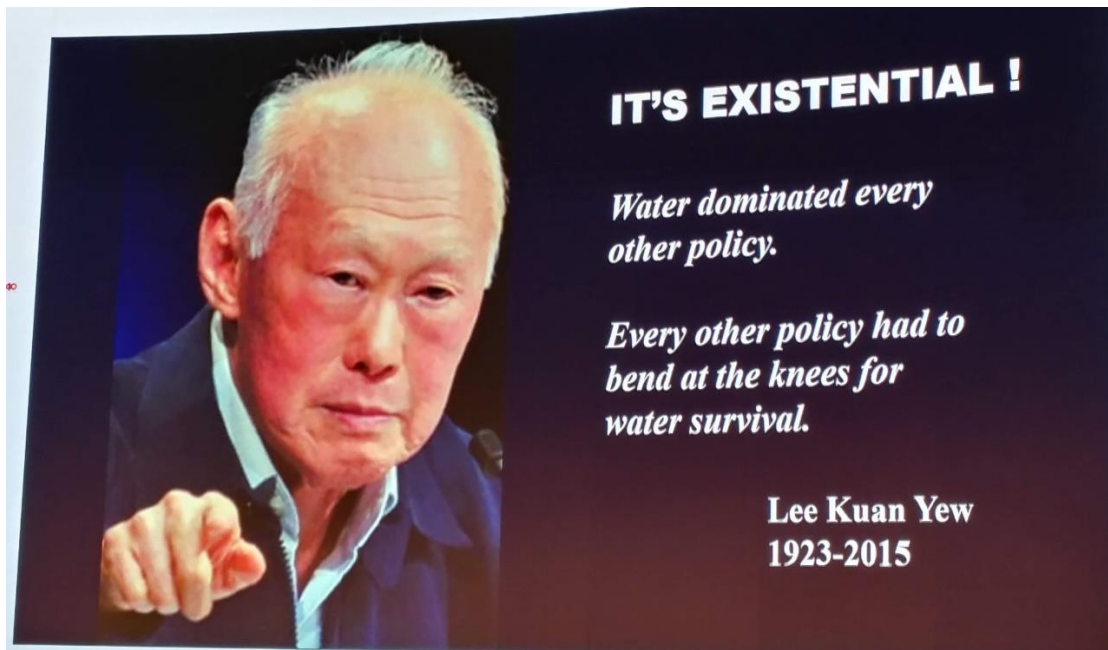


圖 54 新加坡前總理李光耀對於水需求的看法



圖 55 新加坡未來用水需求來源

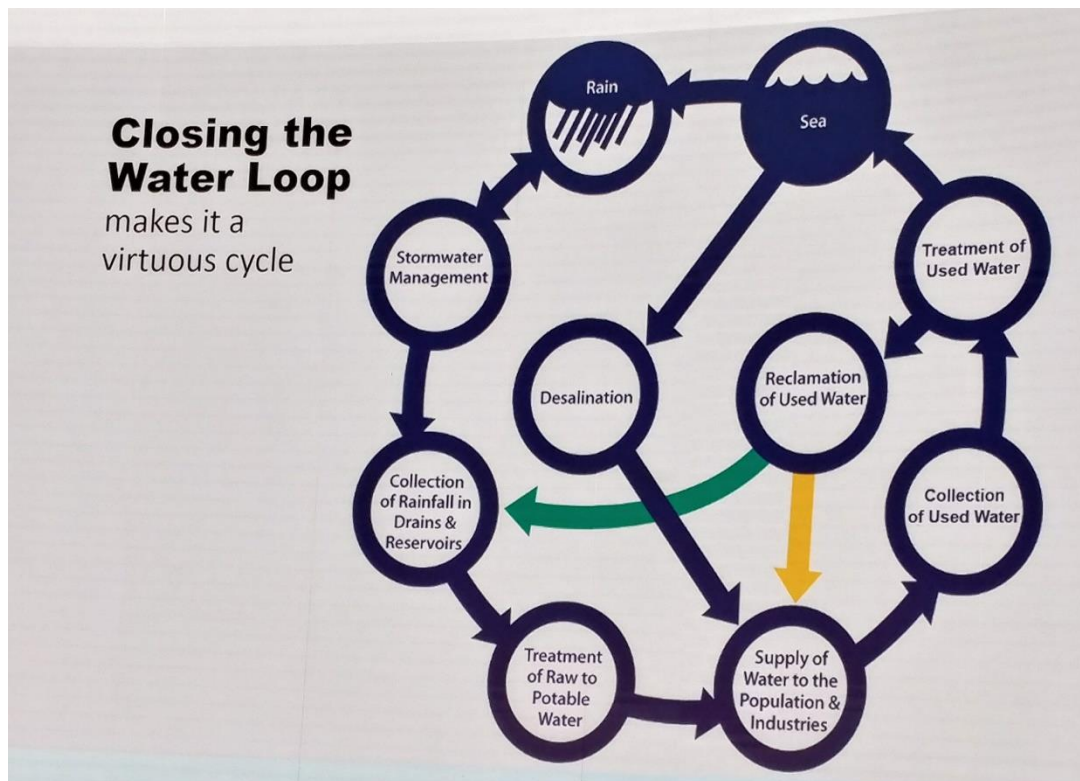


圖 56 新加坡水循環路徑

3.4 水務領袖論壇

在不斷變化的環境和日益嚴峻的水資源挑戰中，提高抵禦能力和可持續性供水，將是水務業的關鍵。故 IWA-ASPIRE 2019 大會於大會舉辦期間在 11 月 1 日上午 09:05 – 12:50 進行「亞太水務領袖論壇」，此論壇匯集了全球水務領導者，分享了在實務營運中確保水和衛生設施的主要成功因素和解決瓶頸問題，實現韌性供水和可持續性供水之目標。因此，它為水行業從業者提供了一個學習和借鑒世界其他地區的經驗的良好機會，目的是塑造該地區的美好未來。參加論壇僅受邀之全球水、衛生和廢水管理服務提供商的代表出席，本公司僅李總工程師獲邀出席，議程如表 9 所示。

表 9 亞太水務領袖論壇議程

時間	議程
09:05 - 09:35	報到及聯誼(Networking Reception)
09:35 - 09:40	IWA-ASPIRE 大會主辦單位致歡迎詞
09:40 - 09:50	香港特區政府發展局常任秘書長（工務）林世雄太平紳士致開幕詞 Opening Speech Mr Sai Hung LAM – <i>Permanent Secretary for Development (Works), HKSARG</i>
09:50 - 10:05	主題演講 1：兩座城市的故事：比較香港和新加坡的家庭用水 新加坡公用事業局首席執行官黃裕喜先生 Keynote Speech 1: A Tale of Two Cities: Comparing Household Water Consumption in Hong Kong and Singapore Mr Peter Joo-hee NG – <i>CEO, Public Utilities Board, Singapore</i>
10:05 - 10:20	主題演講 2：水務公司的未來挑戰和機遇 國際水協會主席 Mrs Diane D'ARRAS Keynote Speech 2: Future challenges and opportunities for water utilities Mrs Diane D'ARRAS – <i>IWA President</i>
10:20 - 10:35	分享議題 1：擁抱自然復原力於香港的雨水和廢水管理中 香港特區政府渠務署署長盧國華先生 First Topic: Embracing Nature Resilience in Hong Kong's Stormwater and Wastewater Management Mr Kelvin LO – <i>Director, Drainage Services Department, HKSARG</i>

時間	議程
10:35 - 10:50 	<p>分享議題 2：中國北控水務在韌性水資源系統之發展與實踐 中國北控水務集團高級副總裁楊光博士</p> <p>Second Topic: BEWG's exploration and practice on resilient water resources system (Presented in Putonghua) Mr Guang YANG – Deputy Executive Director, Beijing Enterprises Water Group Limited, China</p>
10:50 - 11:05 	<p>分享主題 3：澳大利亞城市供水服務的未來</p> <p>西澳大利亞自來水公司水循環創新主管 Steve CAPEWELL 博士</p> <p>Third Topic: The Future for Urban Water Services in Australia Dr Steve CAPEWELL – Head of Water Cycle Innovation, Water Corporation, Australia</p>
11:05 - 11:20	Coffee Break
11:20 - 11:35 	<p>分享主題 4：東京水務的供水韌性-120 多年歷史中積累的能力</p> <p>東京都水道局給水部給水課長谷本知之先生</p> <p>Fourth Topic: Resilience of Tokyo Water - On site capabilities cultivated over 120 years history Mr Tomoyuki TANIMOTO – Director, Water Supply Section, Water Supply Division, Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government</p>
11:35 - 11:50 	<p>主題演講：關於水韌性智能解決方案-在大灣區塑造可持續環境中的先鋒角色</p> <p>法國蘇伊士國際開發與創新高級副總裁- Victor GARNREITER 先生-</p> <p>Thematic Keynote on Smart Solutions for Water Resilience Topic: A Pioneer Role in Shaping Sustainable Environment in Greater Bay Area Mr Victor GARNREITER – Senior Vice President, International Development and Innovation, SUEZ, France</p>
11:50 - 12:40	<p>論壇主題討論</p> <p>主持人：國際水協會主席 Mrs Diane D'ARRAS</p> <p>Panel Discussion Moderator: Mrs Diane D'ARRAS Panelists: • Mr Peter NG • Mr Kelvin LO • Mr Guang YANG</p>

時間	議程
	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Steve CAPEWELL • Mr Tomoyuki TANIMOTO • Mr Victor GARNREITER
12:40 - 12:50	<p>國際水協會主席 Mrs Diane D'ARRAS 致閉幕詞</p> <p>Closing Remarks by Mrs Diane D'ARRAS</p>

Simultaneous Interpretation service between English and Putonghua will be provided for this forum.

3.5 水務監管者論壇

在 11 月 1 日所進行的三個半小時水務監管者論壇(Policy and Regulation for Sustainable and Resilient Water Management in the Asia-Pacific)，邀請了來自智利、英國、香港、荷蘭、中國、菲律賓、南韓、澳洲等各國專家學者與官員，分享國內及國際水政策與法規內容，以及預期成果。

首先，由來自荷蘭的 Henk OVINK 先生開場提到，由全球暖化與氣候變遷所造成的環境影響，人們最主要會先透過水來感受到。水與全球永續發展目標 Sustainable Development Goals (SDGs)和生活質量密不可分，若沒有改善水管理來適應氣候變化，則 SDGs 將無法實現。因此，為了連接 2030 年的水管理議程，與氣候變化共存並實現環境目標，水管理在戰略發展與投資決策中，將佔據更中心的位置，如圖 57 所示。



圖 57 荷蘭國際水務特使 Henk OVINK 講述全球永續發展目標與水管理的相關性

此外，世界各國專家學者與官員也紛紛提出各自的管理政策：

一、北京市水務局副局長 Jinhuai YANG 提出，以“水滋養北京，造福生活”的方針作為用水指導方針，提倡節水至上，並保持水的空間平衡，通過政府和市場共同協調水的治理和管理，在城市規模，土地，人口和生產、當地可用水量與水安全，水資源，水環境和水生態之間取得平衡。

二、香港特別行政區政府水務署副署長 Sai-wai CHAU 說明了香港水監管機構和

水供應商在確保飲用水安全以保護公眾健康方面發揮著至關重要的作用，然而，儘管香港已採取了一系列措施來提高飲用水之安全性，但仍需要繼續應對不斷變化的情況，以應對出現的挑戰。

- 三、來自菲律賓自來水廠和污水處理系統監管辦公室的首席監管人 **Patrick Lester N. Ty** 認為關鍵績效指標 **Key Performance Indicators (KPI)**和業務效率衡量標準 **Business Efficiency Measures (BEM)**是監管部門決定消費者價格的關鍵因素，為費率調整基準活動的兩個組成部分。基本上，**KPI** 致力於衡量與客戶服務相關的績效，將 13 個 **KPI** 分為三類，分別是供水服務 (**W**)、下水道和衛生服務 (**S**) 和客戶服務 (**C**)。另一方面，**BEM** 則衡量效率，將 9 個 **BEM** 分為四類，分別是收入 (**IN**)，**OPEX (OP)**，**CAPEX (CA)** 和非收入水 (**NR**)。透過明確的定義與量化政策，將使得水管理有更具體的判斷依據以利決策。
- 四、來自南澳大利亞衛生部首席水質顧問 **David CUNLIFFE** 博士則以澳洲為例，說明增加飲用水法規和建設法規，將有效強化安全且有彈性的飲用水途徑與供應，明確的法規將規範飲用水提供者就如何實現安全以及如何進行安全測量提供了明確的指導，而法規也向供水者要求明確的責任界定，來開發新飲用水的供給，此外，法規應改善城市和農村地區的供水安全性和彈性，最重要的是，法規應旨在增強社區對飲用水安全的信心。

論壇最後也開放討論，藉由與會者的提問、互動與激盪，提出不同的建議與可能的作為，來幫助實現聯合國可持續發展目標的達成，如圖 58 所示。



圖 58 水務監管者論壇演講者發表後，與會者提問與討論實況

3.6 拜訪相關各國水務單位及參展廠商

本屆會議台水公司李丁來總工程師於晚宴與新加坡國家水務局、香港渠務署及水務署等相關代表會晤，討論水務相關議題如圖 59~圖 62 所示。



圖 59 台水公司李丁來總工程師與新加坡國家水務局黃局長會晤



圖 60 台水公司李丁來總工程師與香港渠務署馮永昌總工程師會晤



圖 61 台水公司李丁來總工程師與香港水務署黃署長會晤



圖 62 台水公司李丁來總工程師與台灣自來水協會吳陽龍秘書長、北水處陳蔓莉副處長、台灣大學駱尚廉教授、童心欣教授、王根樹教授、成功大學林財富教授等人合影

3.5.1 普萊姆斯管道有限公司

Rädlinger primus line GmbH 於 2001 年成立，是 Rädlinger 集團旗下的子公司，為總部設立於德國的非開挖技術製造商，於美國及澳大利亞皆設有分公司。在普里莫斯內襯® 的開發過程中，該公司決定打造一種不用開挖即可修復壓力管道的獨特系統。經過了密集地研發階段後，該公司依靠其遍布全球的安裝合作商以及柔性內襯技術系統(非開挖可撓性防彈內套工法)，隨著其產品在世界各地的應用不斷增長。

該公司的 Primus Line 是一種創新技術，用於非開挖修復壓力管線，適用於運送不同流體，如水、天然氣和石油等，基本工法包含具可撓性的高壓軟管和特殊連接技術，Primus Line 內層為極光滑的行水內層，材質為 PE；中層為採用杜邦 Kevlar 防彈織布(單層或雙層)，具輕薄並可高承壓特性，可在最小的斷面影響下達到最高耐壓強度(管徑 150 mm 工作壓力為 56 bar；管徑 500 mm 工作壓力為 16 bar)，作為拉入設置管線時吸收牽引力；外層耐磨 PE 外護套，在拉入設置管線時保護內部織物，另外管線連接端採用法蘭或熔接方式。非開挖可撓性防彈內套可於施作前收納於捲軸內，最長收納長度達 6,000 公尺。安裝時僅需將管材拉入舊管內並以空壓機將低壓空氣注入管材回復圓管狀即可。全程無需加熱固化，確保施工品質的一致性，亦可減少機具設備佔用空間。適合用於下列環境：(1)既有過河段管線內套鋪設、(2)船型溝管段內套鋪設(45°彎頭)、(3)鐵道、箱涵或其他有結構物通過之管道內套鋪設、(4)繁忙路段管線內套鋪設、(5)橋樑附掛管線之內套鋪設、(6)潛鑽施工的失敗管線內套鋪設。具有下列優點：

- (1)省時及省錢：安裝速度可達每分鐘 10 公尺、牽引機每次拉動可達 2,500 公尺、可快速重新調校減少供水中斷時間、先期投資成本低。
- (2)簡化工程：安裝時角度最高可達 45°、可承受熱膨脹及震動影響、無縫可撓性的 Kevla 防彈織布。
- (3)保護環境及鄰近設施：較小的安裝空間、工作坑小和減少道路施工面積、減少機器工具使用、減少交通影響、對周圍日常生活的影響最小。
- (4)可提高水壓：管線可承受爆破壓力高達 206 bar、管線工作壓力高達 82 bar、可獨立於主管道。
- (5)延長管線壽命：管線在製造過程中和出廠前 100%品質控制、管線無需固化、蒸氣或黏合過程、管線安裝過程中不受天氣條件影響、管線可達 50 年壽命

該公司於展覽會攤位現場，展示 Primus Line(非開挖可撓性防彈內套)樣品，台水公司近年來為降低漏水率，投入大量預算進行管線汰換，但位於市區的地下管線複雜，且埋設空間有限及受到地上建築物影響而無法以明坑開挖方式辦理管

線汰換，或許可評估藉由 Primus Line 之替代方式辦理。



圖 63 台水公司林志憲與普萊姆斯管道公司人員討論非開挖可撓性防彈內套工法

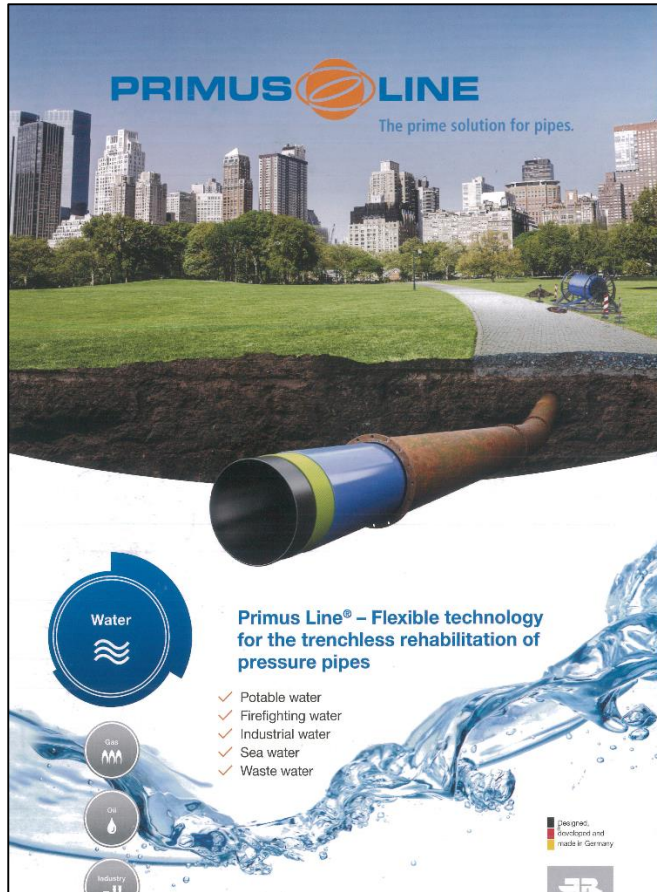


圖 64 普萊姆斯管道公司之 Primus Line 文宣介紹(1)



圖 65 普萊姆斯管道公司之 Primus Line 文宣介紹(2)

3.5.2 安樂工程有限公司

安樂工程公司(ATAL Engineering Ltd.)成立於 66 年，總部設立於香港，並於大陸北京、上海、南京、廣州及澳門等地設有辦事處，主要從事給水處理、污水處理、固體垃圾處理等工程設計及系統整合，並代理多國淨水及污水處理設備。該公司引進和開發先進技術處理市政污水和廢水已累積逾 40 年經驗，營運維修團隊在香港為超過 100 座污水處理設施提供服務，包括香港昂船洲污水處理廠、香港大埔淨水場、香港望后石污水處理廠、香港新圍污水處理廠、香港牛潭尾淨水場、香港榕樹灣及索罟灣污水處理廠、香港小豪灣有機資源回收中心等。該公司自主研發高效沉澱池(AMSFS)、曝氣生物濾池(ABAF)、橫流式周進周出沉澱池(ACROSS 沉澱池)、深度污泥脫水系統(ASDS) 與高效能污泥消化系統(AHLAD) 等一系列的污水處理專利技術和污水廠整體設計的能力。

本屆展覽會該公司主要展示磁介質高效沉澱池(AMSFS II)模型，詳如圖 66~圖 70 所示，磁介質高效沉澱池基本工作原理是在外加磁場下，磁性介質表面產生高梯度磁場，捕集經過它的磁性顆粒，從而提高出水品質。處理流程包括快混區、磁粉混合區、混凝區、沉澱區、磁粉分離和污泥回流及污泥排放系統等組成，分述如下：

- (1)快混區：沉砂池出水後送至快速攪拌的混凝區，在靠近攪拌器的槳板附近加入鐵鹽或鋁鹽混凝劑，使混凝劑迅速均勻分散到水中，利於混凝劑水解，充分發揮混凝劑高電荷對水中膠體電性中和破壞膠體穩定，使微小顆粒聚集在一起。
- (2)磁粉混合區：磁粉混合區中投入適量磁粉，磁粉微小作為晶核，更容易形成膠羽，同時大大提高膠羽的密度比重，加快沉澱速度。另外從沉澱區底部回流的污泥被泵浦抽送至磁粉混合區，加入循環污泥的目的是使原污水的懸浮固體與系統內的污泥接觸以增加膠羽形成，也使系統內的磁粉得以循環利用。
- (3)混凝區：當水從磁粉混合區流向混凝區，為了使固體懸浮物進一步形成較大、較密實的膠羽，需要在混凝區中投加高分子凝聚劑。凝聚劑具有吸架橋作用，使細小顆粒逐漸凝結成較大膠羽，便於固液分離，使水中懸浮物質及膠體顆粒能有效去除。
- (4)沉澱區：經過混凝區的水隨後流入高效沉澱區，沉澱區利用淺層沉澱原理，並採用傾斜管，使得沉澱區的表面水力負荷明顯提高。水在沉澱區的流向往上流動，顆粒往下沉澱沉積在池底，隨後以中心傳動的刮泥板將池底污泥刮向池的中央，由泥斗集中，再以污泥循環泵從泥斗抽出污泥送至磁粉混合區，而剩餘污泥則通過剩餘污泥泵抽送至磁分離機，進行磁粉回收利用，分離後之污泥則抽送至污泥處理廠。
- (5)磁分離機：由剩餘污泥泵將含磁介質污泥輸送至磁分離機，當含磁粉污泥通過

磁分離機時，磁分離機的強磁滾筒將含磁粉污泥的磁粉吸附撈起，使磁粉與污泥分離，再回收使用，污泥則進入污泥處理單元。

(6)磁泥剪切機：該公司的線上連續式高速磁泥剪切機是基於普通磁泥剪切機運行時磁粉、污泥分散不徹底及密封件使用壽命短等缺點進一步優化設計，具有每分鐘 1450 轉及內部設有剪切刀，當剪切葉輪帶動磁泥在筒體內高速運轉時，磁泥與筒體內部設置的剪切刀產生高速部撞而形成剪切效果，因而將磁粉和污泥徹底分離。

該公司磁介質高效沉澱池對於懸浮物質的去除效果 $\leq 5.0 \text{ mg/L}$ ；總磷去除效果 $\leq 0.3 \text{ mg/L}$ 。磁介質高效沉澱池為一體化設備，採用全鋼構模塊設計，對土建要求較小，且建造期程短，淨水處理能力約 480 CMD~9,600 CMD。

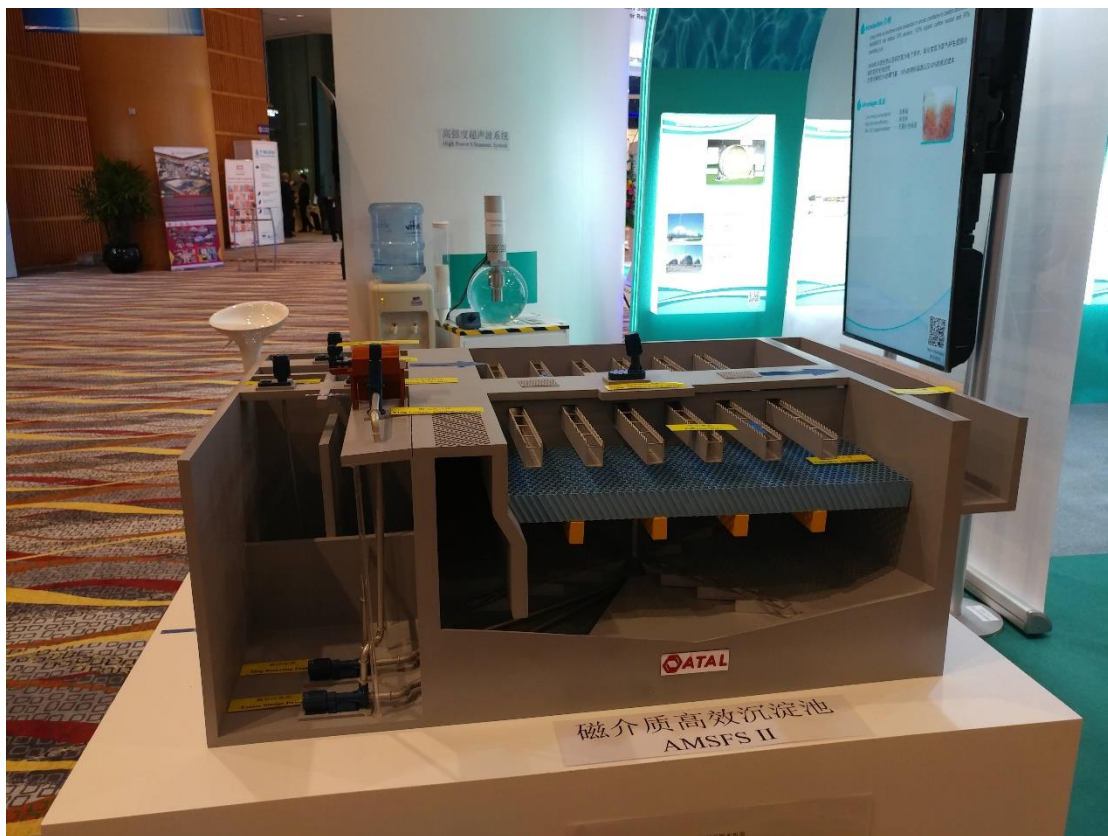


圖 66 安樂工程公司磁介質高效沉澱池模型



圖 67 台水公司游育晟與安樂工程公司人員合影

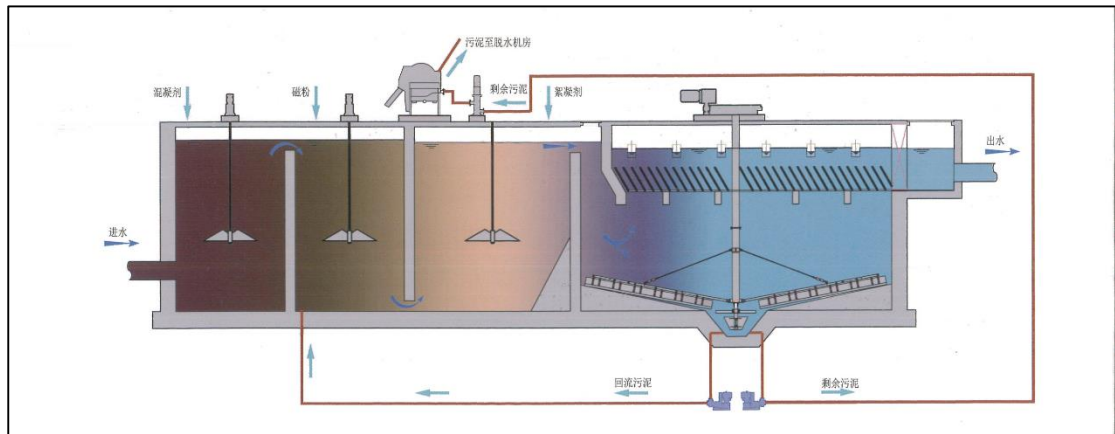


圖 68 磁介質高效沉澱池工藝流程圖

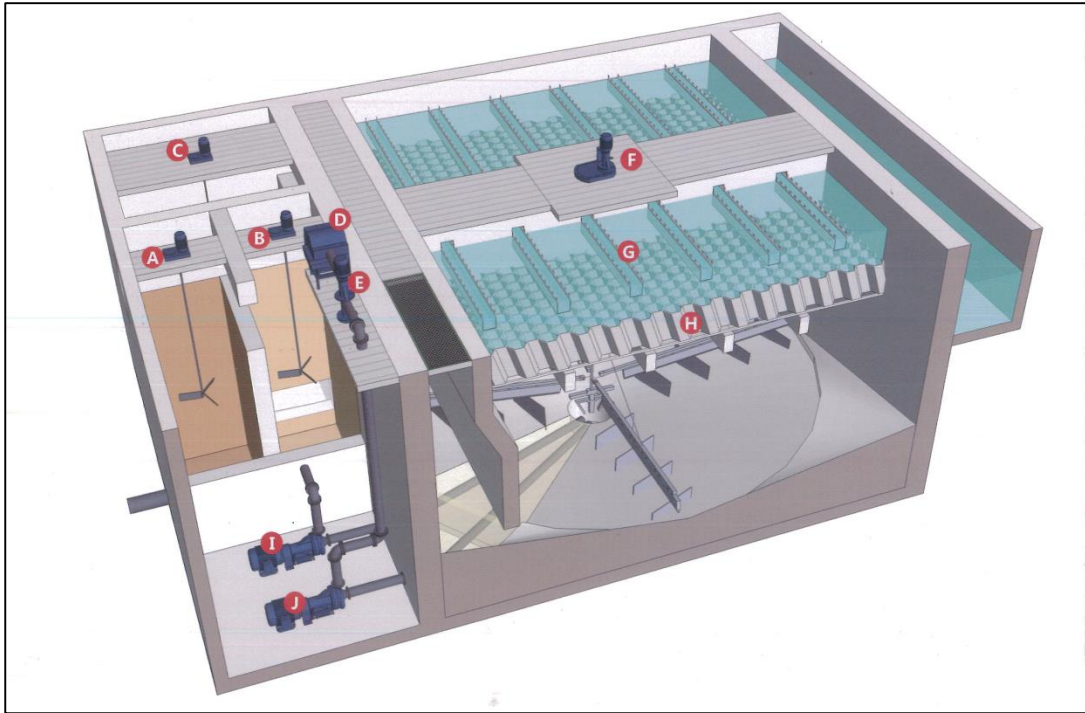


圖 69 磁介質高效沉澱池 3D 圖



圖 70 磁分離機

3.5.3 明興水務渠務工程有限公司

明興水務公司是香港第一家以水務為核心的水務、科技、工程和投資管理等業務為一體的高效和多元的水務集團。主要為香港公營機構提供水務工程服務包括水務工程、道路工程、渠務、斜坡改善等服務。憑藉豐富經驗，明興水務是香港主要的水務工程的服務提供者，目前為香港超過 55% 人口提供維修保養供水系統的支援服務。其業務包括更換及修復水管工程、保養工程、防止山泥傾瀉工程、基建工程及水管測漏等項目。該公司已完成之重要工程如下：

- (1)大欖涌臨時活性碳粉投放設備：為進一步提升香港飲用水品質，該公司配合水務署在大欖涌水塘側加設一座活性碳粉投放設備，並採用環保纖維物料興建而成。
- (2)新界西北區海水供水系統：利用海水取代自來水作為廁所沖洗用途。工程將於過去以自來水(淡水)作為廁所沖洗之新界西北區建設海水供應系統，包括在元朗及天水圍之間鋪設 67 公里的海水水管及在丹桂村興建一個海水配水池。該工程完工後，全香港海水供水管線將涵蓋 85% 人口覆蓋率，每年可節省 2 億 7,000 萬立方公尺自來水，相當於大約 3 成自來水用量。
- (3)沙田淨水場原地重建工程(南廠)-前期工程：沙田淨水場是全香港最大淨水場，負責供應自來水至大部分市區及沙田區。該場南廠於 1964 年啟用，為淨水場最早興建之部份。經過 50 年後，南廠已出現相當耗損，導致其出水量減少，且運作已不符合經濟效益，目前已接近使用年限，故辦理原地重建沙田淨水場南廠工程，更換老化的淨水設備，並將出水量由 36 萬 CMD 增至 55 萬 CMD，以應付新屋發展所增加的用水需求。前期工程包括行政大樓地盤平整、建造通道及進行相關的斜坡工程、興建後勤中心以重置化學品大樓、重置供電設備、興建水力發電設施及相關環境美化工程。
- (4)主要自來水供應區水壓管理及區域監測裝置建造工程：為了有效管理供水管網和減少供水損失，除更換及修復水管，近年來配合水務署在香港 17 個主要供水區安裝流量計和水壓管理設備(減壓閥、控制器、數據記錄儀)等區域監測裝置，持續監測各配水系統運作和調節水壓，從而降低供水管網整體水壓，減少因滲透及水管潛在水管爆裂而造成的用水損失。

該公司為展現對於工程技術發展的企圖心，於展覽會現場攤位，模擬未來世界供水管線汰換場景，如圖 71~圖 74 所示，強調該公司持續精進的管線汰換技術，並分享該公司目前承辦工程及遭遇的問題，因香港地區人狹人稠，施工不易，該公司特別採用靜音挖泥機及隔音罩減少施工噪音，並以重型混凝土切割機代替傳統打石機進行路面開挖工程。



圖 71 台水公司林美良及林志憲聆聽明興水務渠務工程公司人員業務介紹



圖 72 明興水務渠務工程公司攤位布置(模擬未來世界管線汰換場景)



圖 73 台水公司林志憲、游育晟與明興水務渠務工程公司人員討論管線汰換方式



圖 74 台水公司林美良、林志憲、游育晟與明興水務渠務公司賴經理合影

3.5.4 賽萊默有限公司(Xylem Inc.)

Xylem 是一家領先的水技術公司，致力於通過創造創新和智能的技術解決方案來處理水，以滿足世界對水，廢水和能源的需求。

本次該公司於展覽會場展示之雙通道濾水器，是針對解決其他濾水器的反洗流體分佈不均勻問題而開發設計的。主要由一個中央主通道與旁邊兩個平行的次通道所組成，主通道與次通道間的隔板具有通水通空氣的孔。反洗水進入主通道，然後從隔板上的通水通空氣的孔流進次通道，主通道內的流體與次通道內的流體，恰恰形成相對的流力分佈，形成互相補償的流速壓力(流力)梯度，使得經由次通道上的濾孔噴出的反洗流體(水、空氣)均勻的分佈於濾水器上的各濾孔，進而均勻的反洗濾水器上的濾料，單通道濾水器有等距等大的濾孔，距離進水口最遠的濾水頭，反洗時反洗水的通量最大。雙通道濾水器之主通道也有相同的狀況，而次通道的功能即為補償此不平均的流力分佈情況，使反洗水從濾孔噴出時能均勻分佈，均勻反沖洗濾料。經試驗與量測 12 m 長的雙通道濾水器之反洗水分佈不均勻度僅 $\leq +2\% \sim +3\%$ 。反洗水分佈不均勻指的是同一排濾水器兩點間（通常是選擇最高點與最低點）流量或水壓之差異百分比。

雙通道濾水器也可均勻分配反洗空氣，經由空氣管線送進來的反洗空氣進入三角形的中央主通道，主通道與次通道間的隔板具有通水通空氣的孔，均勻分配反洗空氣至上層的濾孔。雙通道濾水器上的濾孔以約 5 cm 間距排列，相對於傳統的濾水頭 (nozzle/strainer) 每隔 15~20 cm 距離安裝一只，雙通道濾水器提供濾池底部更多更均勻的濾孔，大大提升快濾池反洗與過濾效能。



圖 75 賽萊默有限公司展示之 XA 雙通道濾水器(安裝於過濾池底於反洗時使用)

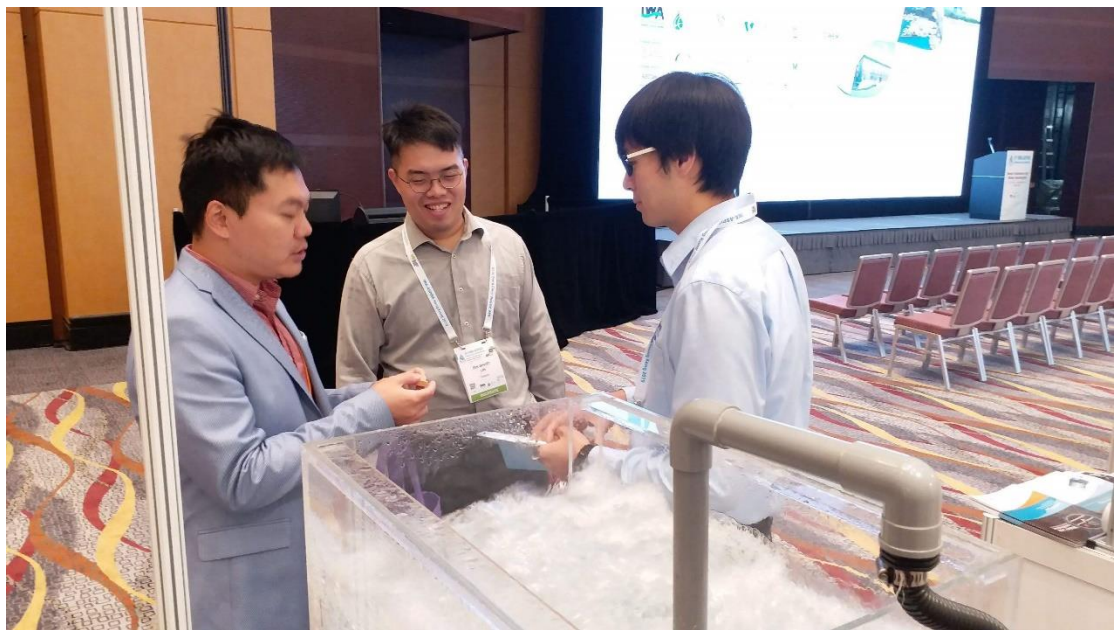


圖 76 台水公司林秉學與顏銘宏聆聽賽萊默有限公司人員介紹

3.5.5 弓銓企業股份有限公司

弓銓公司於 1991 年成立，從事流量計的研發設計、生產製造、測試校正服務，提供國內外自來水事業單位、工業園區、生產製程管理、用水節能等方面所需之優質電子式流量計、各式通訊傳輸介面，並著手規劃與建置用水管理智慧水網，弓銓持續研發多功能智慧型電子式流量計到各式通訊傳輸介面。因應全球化水資源日益受到重視，為提升台灣水資源管理效益與降低管網漏損，弓銓近年來配合通訊技術發展，開發各式「水資源專家管理系統、eye-Water 管理系統」，提供用水計量管理系統全方位解決方案。本公司近年來與該公司協助與合作建置水資源監測管理系統，並引進該公司智慧水表，期能提升本公司售水量及水壓管理。

該公司於本次展覽會與本公司及台灣自來水協會一同展覽宣傳第九屆(2021年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會，台水公司人員藉此機會聆聽該公司講解智慧水表設備，如圖 77、圖 78 所示。



圖 77 台水人員林美良、游育晟及顏銘宏聆聽弓銓公司講解智慧水表設備



圖 78 台水人員林美良、游育晟及林秉學聆聽弓詮公司講解智慧水表設備

3.5.6 中國地質工程集團有限公司

中國地質公司成立於 1982 年，總部設立於北京，香港分公司則於 1998 年成立，在港澳地區至今已執行了 150 個政府及民間計畫，主要從事基礎工程、邊坡穩定工程、水利工程及道路和排水工程，目前是地滑防範類別內最大的公司，並且參與了許多香港政府建設，例如：中環填海工程、北角東區走廊繞道工程、屯門公路隔音牆等多項政府計畫；在澳門參與了新葡京酒店、威尼斯人度假區、銀河娛樂度假區等地方重要顯著工程。

中國地質地香港公司目前在建項目共 25 個：邊坡治理 8 個，基礎工程 10 個，土木工程 7 個，目前正在執行案件總契約金額為 4 億美元。

該公司根據自身優勢，積極開拓具有競爭優勢的中小型項目，同時與其它建築商合作，開拓較大型項目。2016 上半年新簽約契約金額為 15,401 萬美元。其中兩個隔音屏項目屬於新進領域，契約總額超過 10 億港元，也是該公司首次契約金額超 5 億港元項目。

中國地質母公司為中國政府投資的集團，再於香港成立分公司辦理香港相關建設，這次展場許多參加廠商皆是類中國國營企業，藉由本次機會了解該公司工程作法經驗，如圖 79、圖 80 所示，據了解在 1997 年香港回歸中國後，許多香港本地的大型公共建設皆由這類的企業承攬，目的似乎是為了滿足國內就業需求並擴大香港公共建設，或許本公司也可考慮到台灣邦交國或是其他供水系統需協助的國家進行技術交流及指導。



圖 79 台水公司林志憲及顏銘宏聽取中國地質公司經驗分享



圖 80 中國地質公司在香港屯門邊坡保護的工程

3.5.7 中國建築工程(香港)有限公司

中國建築工程(香港)有限公司(CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING (HONG KONG) LIMITED)於1979年開始於香港從事建築業務，包括房屋工程、土木工程、基礎工程、土地勘測、機電工程和混凝土生產等建築相關業務。同時是香港大型建築商之一，持有五個由香港當局工務局發出的最高等級的C牌建造執照，可競投標額不受限制的公共樓宇建築、海港工程、道路與渠務、土地開發及水務工程。

四十年來，該公司以卓越及優質的管理參與建築行業，發揮建造高質素、技術性工程的核心專長，在香港及澳門先後承建了逾800項工程，累積了豐富及多方面的經驗及能力。2005年7月，集團於香港聯合交易所主板成功上市，十餘年間，集團營業額從2005年的68.6億港元上升至2016年全年超過462億港元，資本市值十餘年間增長約120倍；合約金額從2005年的59.6億港元增至2016年的2,496億港元，營業業績創下一系列令人矚目的績效。今年適逢成立40年，該公司於大會展覽會場攤位，展現亮麗成績單，如圖81所示。

中國建築工程公司持續發揮建造高品質、技術性工程的核心專長，近年致力於工程現場管理的「標準化」、「數位化」及「行動化」，支持網際網路與工程建設的融合，成功推動工程現場管理協作雲平台（「CIMS」）在工地的應用，如圖82所示，通過智能化工程管理平台，打造智慧工地。台水公司近年來為降低漏水率，投入大量預算進行管線汰換，開發配合雲端智能工程管理平台及藉助大數據優勢分析，推動現代化工程管理，可思考列為積極目標。CIMS項目管理的優勢與價值：

- 一、標準統一提高效率：訊息全面傳達，團隊高效率運作現場質量、安全、進度、資源等訊息隨時送達各方，提供決策訊息，工作任務迅速分派，縱橫單位緊密配合，高效率協同合作。
- 二、提昇現場人員能力：內置作業標準化，為現場施工人員提供一致性訊息，將技術及工法等解構並標籤化，傳送到施工現場，方便現場人員隨用隨看，將標準化落實，彌補現場人員能力不足。將管理延伸到項目現場，即時溝通，現學現用，增強質量提高效能。
- 三、大數據分析優化：實現項目管理數位化、科學化質量細節全面管控，管理過程清晰有序，真實記錄全程並可追溯，完整的數據可分析優化，項目管理用數據說話。



圖 81 中國建築工程(香港)公司土木工程部李繼宇副經理向台水公司林志憲課長及林美良課長說明該公司經營 40 年亮麗績效



圖 82 工程現場管理協作雲平台（「CIMS」項目管理）

3.5.8 自動化儀錶公司

自動化儀錶公司 Endress+Hauser，又簡稱 E+H，是 1953 年由瑞士工程師 Mr. Georg H. Endress 與德國銀行家 Mr. Ludwig Hauser 所共同創立的一家生產自動化工業儀錶的跨國集團公司，也是全球自動化儀錶的領導廠牌之一。E+H 注重產品研發與儀錶校正，產品線包含液位計、壓力計、流量計、溫度計、水質分析儀以及盤面儀錶（包含記錄器、指示器）等六大領域，同時也是歐洲最大的工業儀錶製造商，亦是全球少數能提供涵蓋所有工業量測應用的儀錶品牌，E+H 總部設於瑞士，R&D 及技術支援網絡遍及全球，在德國、瑞士、法國、義大利、美國、巴西及日本、中國等地都設立工廠及研發中心。E+H 很重視儀錶的校正工作，以 E+H 的在流量計生產中心為例，所有的流量計在製造完工之後，都要經過 E+H 本身的流量計校正中心校正完畢之後才可以出廠，而校正中心的校正設備則每隔 45 天都要效正一次，每隔半年由國家標準局校正一次，以確保所有校正設備的精度都保持在最高狀態，進而保證流量計出廠時的精度為最佳狀態。而在台灣市場方面，擎傑公司是 Endress+Hauser 在台灣獨家總代理，主要業務為代理現場工業儀錶。

E+H 於本次展覽中所展示的產品為水質分析的相關儀器，包括下列幾種形式：

- 一、酸鹼度/氧化還原計: 利用離子在液體中能導電的原理，透過外加電壓，測量液體中電流的大小，來判斷氫離子濃度，進而得知液體的酸鹼度，適用於各種液體的酸鹼度測量。
- 二、導電度計: 利用導電式（Conductive）與感應式（Inductive）的原理，來測量液體的電阻大小，而電阻的倒數就是導電度，適用於各種液體導電度的測量。
- 三、濁度計: 利用光照射到液體中懸浮固體的反射量，來判斷液體中懸浮固體的濃度，適用於各種液體的濁度測量。
- 四、溶氧量計: 利用氧分子在液體中發生氧化還原反應時，所產生的電流大小與氧分子含量成正比，來判斷液體中的含氧量，適用於水中含氧量的測量。
- 五、餘氯計: 測量原理與溶氧量感測計相同，利用氯分子在液體中經過氧化還原反應時所產生的電流大小與氯分子含量成正比，來判斷液體中的氯與二氧化氯的含量，適用於水中含氯量的測量。
- 六、水質分析系統: 高精度水質分析儀、加溫型總有機碳分析儀、自動取樣水質分析儀、移動式取樣水質分析儀、UV 水質分析儀等，藉由量測硝酸鹽、化學需氧、生化需氧量、總有機碳等測量參數，來針對水質做進一步的分析與改善。

環境保護、穩定的產品質量、工藝優化、高安全性，這些都是水分析測量日趨重要的原因。E+H 公司特別值得學習的地方在於不只水質分析的儀器，更結合了壓力、流量、濃度、溫度、密度、氣體分析等全方面的測量，並且從評估、採購、安裝、測試到操作等環節一條龍式的技術連結。相較之下，本公司對於水質疑慮的處理方式，除了由公司之供水由各區處水質課定期檢驗及不定期抽驗，及環保單位亦不定期抽驗外，主要是由民眾認為水質異常時，主動電洽台水公司各地服務所或營運所，再由台水公司派員服務，視需要取樣免費檢驗。Endress+Hauser 公司值得本公司借鏡地方，除了該公司增加了各項流程環環相扣的品質與流程順暢度之外，更能避免某一環節的關鍵技術或資訊掌控在單一廠商手中所產生不必要的風險與不便性，本次 Endress+Hauser 公司攤位與討論過程如圖 83、圖 84 所示；測量儀器文宣介紹如圖 85、圖 86 所示。

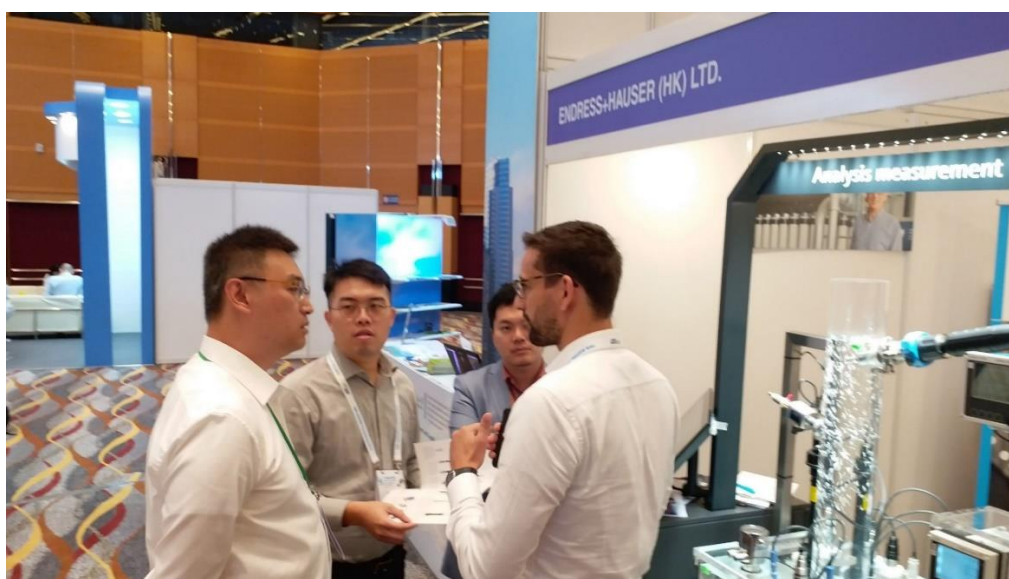


圖 83 台水公司林秉學、顏銘宏與 Endress+Hauser 公司討論水質分析相關業務講解



圖 84 台水公司林秉學、顏銘宏與 Endress+Hauser 公司業務代表合影留念

By using the same measuring principle and a similar measuring arrangement the compact line Turbimax CUE21 – CUE26 provides consistent readings with online, laboratory and portable turbidimeters.

CUE21 and CUE22
The online compact measuring station was specially designed for continuous and reliable measurement of turbidity in drinking and industrial water applications. By using Infrared (CUE21) as well as White light (CUE22), it allows measurement acc. to EN ISO 7027 and US EPA 180.1. The low volume of the specially designed flow-through cuvette provides a fast response time and reduces calibration costs.

The integrated automatic ultrasonic cleaning system avoids adhesion of air bubbles and reduces cleaning intervals. The combination of reusable and traceable turbidity standards with a clear menu guidance results in a very fast and easy calibration at low costs.



CUE23 and CUE24
The turbidimeter for laboratory use for scattered light measurement acc. to EN ISO 7027 (CUE23) and US EPA 180.1 (CUE24) is an ideal instrument for research as well as routine measurement. A fast and easy calibration can be achieved using the same turbidity standards as for the online unit. The instrument is equipped with an RS-232 output which provides printing or storing of the data. Furthermore it contains an auto alert calibration prompt, which indicates when calibration of the instrument is needed.

CUE25 and CUE26
Like the online and laboratory instruments, the handheld turbidimeter is based on the measurement of scattered light acc. to EN ISO 7027 (CUE25) and US EPA 180.1 (CUE26). It is supplied with a rugged storage box which contains everything (e.g. batteries, short instruction manual, sample cuvettes and reusable calibration standards) needed in the field. The waterproof housing allows a precise and reliable measurement in any wet environment and offers an optimum mobility under roughest circumstances.




Instruments International
Endress+Hauser GmbH + Co. KG
Instruments International
P.O. Box 2322
70574 Weil am Rhein
Germany
Tel. +49 7621 975 02
Fax +49 7621 975 45
http://www.endress.com
info@iendress.com

EN ISO 7027 / EN ISO 7027
EN ISO 7027 / EN ISO 7027


Endress+Hauser 
People for Process Automation

圖 85 Endress+Hauser 公司濁度(turbidity)測量儀器文宣介紹(1)

Endress+Hauser 
People for Process Automation

The complete package for your water treatment

- Highly accurate and reliable monitoring of your water quality – even at the lowest turbidity
- No water or product loss thanks to hygienic inline measurement
- From ultrasonic to air bubble trap: practical self-cleaning functions allow for unattended operation
- Smart verification and calibration: absolutely safe, liquid-free, without Formazin
- Great flexibility, simple handling: one sensor for all of your measuring points



Turbimax CUS52D without and with hygienic clamp

Solid state reference CUY52

Flow assembly Flowfit CUA252 with ultrasonic cleaning CYR52

圖 86 Endress+Hauser 公司濁度(turbidity)測量儀器文宣介紹(2)

3.7 技術參觀

本次大會安排 8 條專業參觀路線，如表 10 所示，此行參訪地點選擇「萬宜水庫」及「大埔淨水場」，以了解香港現代化水資源及淨水場操作管理設施。

表 10 專業參觀路線

路線	地點	備註
1	跑馬地地下蓄洪計劃(Happy Valley Underground Stormwater Storage Scheme)	
2	萬宜水庫(High Island Reservoir)	本次參訪地點
3A	有機資源回收中心第 1 期(Organic Resources Recovery Centre Phase 1, O-PARK 1)	
3B	小蠔灣污水處理廠(Siu Ho Wan Sewage Treatment Works)	
4	污泥處理設施(Sludge Treatment Facility, STF/T-PARK)	
5A	赤柱污水處理廠(Stanley Sewage Treatment Works)	
5B	西區海水配水庫(Western Salt Water Service Reservoirs)	
6	昂船洲污水處理廠(Stonecutters Island Sewage Treatment Works)	
7	大埔淨水場(Tai Po Water Treatment Works)	本次參訪地點
8A	林村河上游(Upper Lam Tsuen River)	
8B	元朗排水繞道(Yuen Long Bypass Floodway)	

3.7.1 萬宜水庫

萬宜水庫(High Island Reservoir)位於香港新界的西貢國家公園內，前身為官門海峽，屬大型岩層斷裂帶，當中的碎裂岩石長期遭受風化侵蝕，逐漸形成河谷，其後海平面上升，河谷便變成海峽。目前為香港最大水庫。水庫整體建築工程宏偉，其因香港人口在 1950 年至 1970 年代間急速膨脹，使得所需自來水供不應求，香港政府為此自 1971 年起修建水庫，至 1978 年竣工，建築方式主要於糧船灣與西貢半島東端間的狹窄海峽東西兩側，建造兩座岩石壩堤(東壩 490 公尺及西壩 760 公尺)，東、西壩高度分別為 107 公尺及 102.5 公尺。萬宜水庫東壩的防波堤由 7,000 多塊混凝土消波塊緊扣而成。消波塊採用雙 T 結構，每塊重達 25 公噸，能有效分散海浪並吸收海浪的衝擊力，有助於保護主壩免受海浪侵蝕。依據水庫管理單位提供資料顯示，萬宜水庫集水區達 60 平方公里，蓄水位高度比海平面高 64 公尺，水庫蓄水量可達 2.78 億立方公尺，但當水位高度達 61 公尺時，由洩水口開始洩洪，洩洪量為每秒 453 立方公尺，水庫水主要送往沙田淨水場及北港淨水場處理。此外，東壩靠糧船灣一側，因其特殊的六角形富含矽質的淺色流紋質火山岩岩柱節理，被列為聯合國教科文組織世異地質公園，根據專家估計，地質年代為早白堊紀(約 1 億 4000 萬年前)，火山岩柱的面積逾 100 平方公里(含海域)，露出地面的高度達 100 公尺，總厚度超過 400 公尺，平均直徑 1.2 公尺。火山岩柱擁有凝灰岩和熔岩的特徵，萬宜水庫集水區、設計參數、萬宜地質步道及六角形岩柱詳如圖 87~圖 98 及表 11 所示。

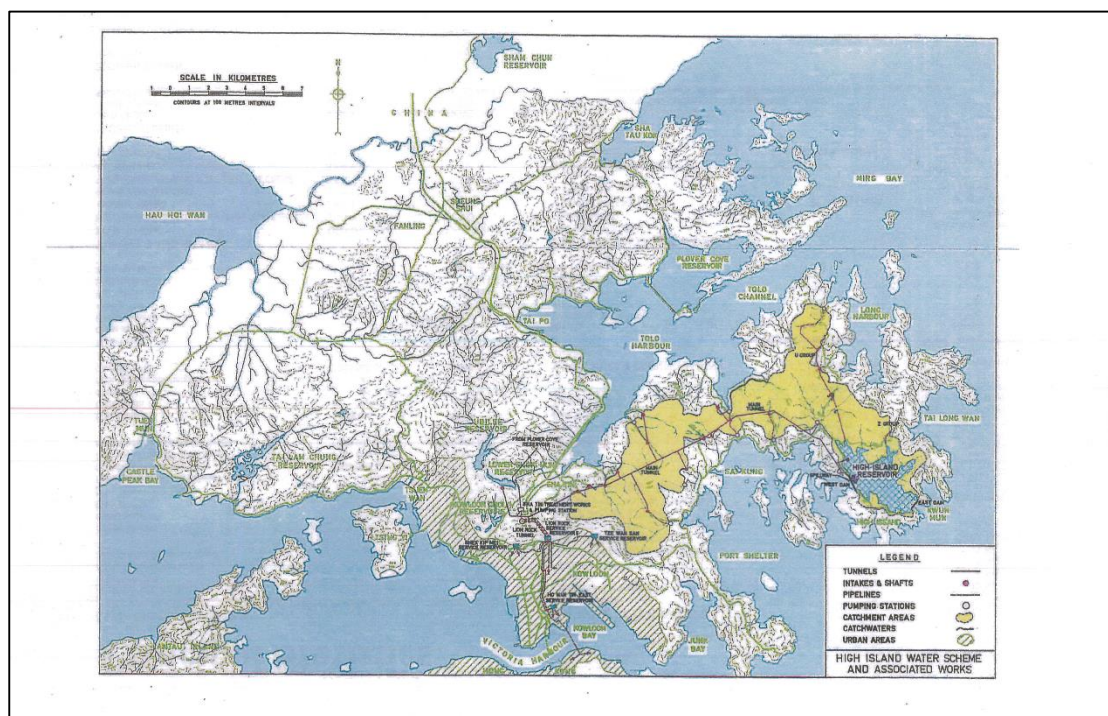
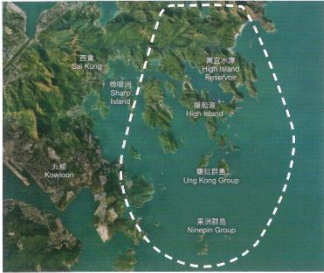


圖 87 萬宜水庫集水區

西貢火山岩區地質歷史



古碛火山口的推斷位置
Inferred location of the ancient caldera

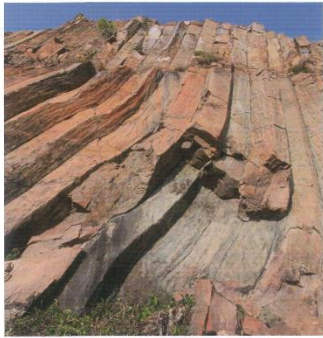
地質學家認為，西貢火山岩區是約1億4000萬年前(早白堊紀)該地區(即今日中國東部一帶)火山活動遺跡的典型例子。西貢曾經發生過極度劇烈的火山活動，在現時香港東南面形成一個直徑超過20公里的大型火山。

連串的猛烈火山爆發噴出大量火山灰和熔岩。後來，隆空的火山崩塌及下陷，形成破火山口。大量火山灰及富含矽質的熔岩在凹坑內緩慢冷卻及收縮，最後形成壯觀的六角形火山岩柱。岩柱的分布在西貢東郊野公園、添西洲、昂針洲、壹紅群島及果洲群島等逾100平方公里範圍。

Geological History of the Sai Kung Volcanic Rock Region

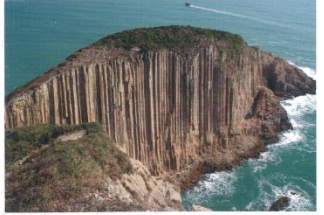
Geologists think that the Sai Kung Volcanic Rock Region is a typical example of traces of volcanic activities about 140million years ago (Early Cretaceous) in the area that is now eastern China. The area once went through a period of extremely intense volcanic activity, which resulted in the formation of a large volcano of over 20 km in diameter in what is now the south-eastern part of Hong Kong.

A huge amount of volcanic ash and lava spewed forth during a series of violent volcanic eruptions. Over time, the hollowed-out volcano collapsed and subsided, forming a caldera. The large amount of volcanic ash and silica-rich lava inside the depression slowly cooled and contracted, forming the spectacular hexagonal volcanic rock columns which are now exposed in Sai Kung East Country Park, Kau Sai Chau, Jin Island, the Ung Kong Group and the Ninepin Group, an area of over 100 km².



發育良好的六角形柱狀岩壁
Well developed hexagonal columnar joints

狀如管風琴的破邊洲 A Giant Pipe Organ - Po Pin Chau



破邊洲海柱
Po Pin Chau Sea Stack

從東堤遠望海邊，火山被海浪切割成兩個部分，破邊洲就是被分割出來的一座小島，展現了一種典型的海蝕地貌——海柱柱。破邊洲原本是花山的一部分，因長期受到海浪沖擊，最後與花山分離。其沿岸的石柱以近乎垂直的角度豎立海中，形狀就好像巨大的管風琴一樣。

Looking toward the sea from East Dam, Fa Shan is cut into two parts, the one being separated is Po Pin Chau, which is a type of the sea abrasion landscapes – sea stack. Po Pin Chau was once part of Fa Shan, but years of wave impact and erosion separated it. The rock stacks on the shore of Po Pin Chau, tower almost vertically over the sea. The rock face looks just like a giant pipe organ.

圖 89 萬宜地質步道介紹(2)

萬宜地質步道

High Island Geo Trail



1 笛形石紀念碑
Dolosse Monument

2 六角形岩柱
Hexagonal Rock Columns

3 膠盾有蒂帶
Fault Breccia Belt

4 岩曲岩柱
Disrupted Rock Column

5 海穴洞
Sea Cave

6 海蝕柱
Sea Stack

圖例 LEGEND

- 西貢東郊野公園
SAI KUNG EAST COUNTRY PARK
- 萬宜特別地區
HIGH ISLAND SPECIAL AREA
- 麥理浩徑
MACLEHOSE TRAIL
- 萬宜地質步道
HIGH ISLAND GEO TRAIL
- 標誌牌
INTERPRETATION PANEL
- 觀察站
OBSERVATION POINT
- 涼亭
PAVILION
- 資訊亭
INFORMATION KIOSK
- 廁所
TOILET
- 告示板
INFORMATION BOARD
- 露營地點
CAMP SITE
- 路標
FARL
- 玄武岩岩堤
BASALT DYKE
- 209 三角測量站
TRIANGULAR STATION
- 63 標高點 (海拔高度以英尺)
SPOT HEIGHT (Height in feet)

2.8 公里
2 小時

萬宜地質步道

R2G 踏足每步
Rampart Trail

新港聯合農林科技資訊
新界地質公園
Hong Kong UNI/SCD
Geological Geopark

香港地質博物館
香港地質公園
香港地質公園

圖 90 萬宜地質步道介紹(3)



圖 91 萬宜地質步道介紹(4)



圖 92 六角形岩柱介紹(1)

探索糧船灣六角形岩柱
Appreciating the High Island Hexagonal Rock Columns

1 展示地質奇觀的水庫工程
The reservoir project that uncovered a spectacular geological formation
壯麗的地質奇觀展現在眼前

2 一億四千萬年前的火山活動痕跡
Traces of volcanic activity 140 million years ago
1億4千萬年前的火山活動的痕跡

3 被海浪切割出來的小島
An island cut away by waves
波打穿的小島

4 獨特的淺色六角形岩柱
Unique light-colored hexagonal rock columns
獨特的淺色六角形岩柱

5 壯觀的六角形岩柱
Spectacular hexagonal rock columns
壯麗的六角形岩柱

6 大地上的裂縫
Fissures in the Earth's crust
大地的裂縫

7 六角形岩柱的秘密
The secret of the hexagonal rock columns
六角形岩柱的秘密

8 外力造成的地標
A landmark produced by an exogenous force
外力造成的地標

9 岩漿活動的記錄
Records of lava activities
岩漿活動的記錄

10 抵禦海浪的城牆——防波堤
The Cofferdam—a bulwark against the waves
波來襲的城牆——防波堤

11 官門海峽的由來
The Formation of the Kwan Man Channel
官門海峽的由來

12 停留在昔日時光的海蝕洞
A Sea Cave where Time Stands Still
停留在昔日時光的海蝕洞

圖 93 六角形岩柱介紹(2)



圖 94 萬宜水庫東壩



圖 95 世界地質公園紀念碑



圖 96 萬宜水庫一隅



圖 97 萬宜水庫東壩外側防波堤



圖 98 萬宜水庫西壩外側(凸出處為月明亭)

3.7.2 大埔淨水場

目前全港有 20 間淨水場，每天可處理水量達 531 萬立方米，供應全香港超過 700 萬名市民。本趟參訪大會安排目前第 2 大淨水場(次於沙田淨水場，與北港淨水場同列第 2)，參訪行程處處見到香港水務署的「大埔淨水場擴建工程」的工程績效。

大埔淨水場擴建工程於 2013 年 2 月展開，並已大致竣工。工程完成後，大埔淨水場的供水轄區包括大埔、九龍中部和西部以及香港島中西區。擴建工程提升大埔淨水場的供水及抽水設施，從而將其產水量由每日 40 萬立方米增至 80 萬立方米。

大埔淨水場擴建工程設計具以下特點：

- 一、善用空間：採用佔地較小的濾水技術，包括溶氣浮選技術，多層式廠房內設置層疊式多重濾水工序。佔地面積雖小 (10 公頃，僅為海洋公園的十分一面積) 但最終設計供水量為每日 120 萬立方米(約佔全港百分之 45 的用水量)。
- 二、零排放：大埔淨水場的所有污水均會經過適當處理後循環再使用。
- 三、臭氧處理：大埔淨水場是香港第二所採用臭氧技術作飲用水處理的淨水場。
- 四、雨水收集系統：大埔淨水場設有雨水收集系統。雨水經收集及適當處理後會用作灌溉和沖廁用途
- 五、水樣本回收使用：淨水場定時在不同濾水工序中抽取水樣本進行測試，以確保經處理後的食水水質符合世界衛生組織所建議《飲用水水質準則》的嚴格標準。測試後的水樣本，部份會混入原水從新處理，部份會用於其他用途，以確保善用廠內的水資源。
- 六、太陽能發電：大埔淨水場安裝一套 200 千瓦的太陽能發電系統。產生的電力供應給廠內的設施使用。
- 七、綠化環境：大埔淨水場擁有 30%綠化面積，並種植了一系列本地原生植物，整體外觀與周邊自然環境融為一體。
- 八、優化能源效益：大埔淨水場選用的濾水技術、抽水系統、通風照明和機電設備均經過仔細挑選，以達致良好的能源效益。

其中又以「現場臭氧及氯氣生產設施」為主要特色：

由於香港沒有氯氣供應商，大埔淨水場一直從中國大陸進口液態氯以維持淨水場的日常食水消毒作業，但潛在風險是運送液態氯途中的潛在洩漏風險與貯存

液態氯的潛在洩漏風險。解決方案是現場臭氧及氯氣生產設施，「現場臭氧生產設施」優點是先進和高效能的消毒技術、減少約 30% 的氯氣消耗量及提升飲用水品質。「現場氯氣生產設施」優點是氯氣按量生產、消除液態氯貯存和運輸風險、次氯酸鈉作後備消毒劑及提升飲用水消毒作業的安全和彈性，如圖 99、圖 100 所示。

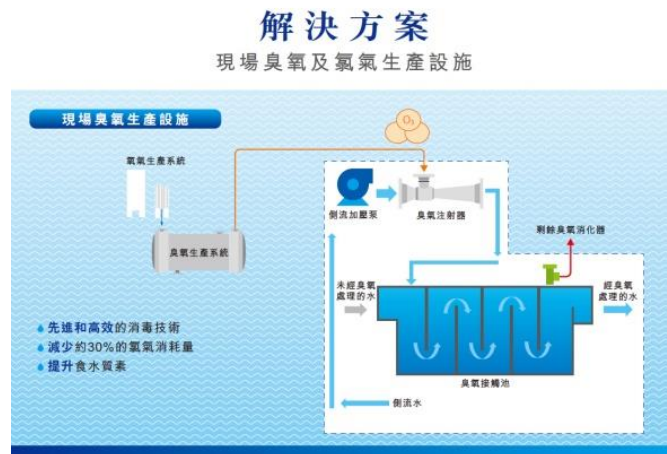


圖 99 大埔淨水場現場臭氧及氯氣生產設施(一)

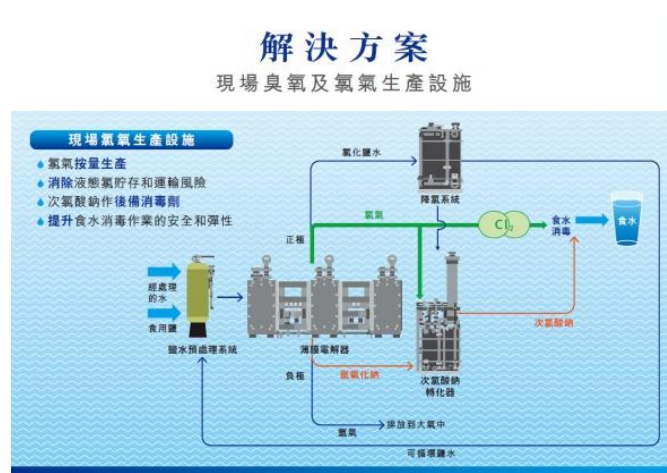


圖 100 大埔淨水場現場臭氧及氯氣生產設施(二)

大埔淨水場擴建工程及綠化環境工程屢屢獲獎，備受肯定，參訪過程如圖 101 至圖 104 所示：

- 一、國際水務協會創新項目大獎 - 全球項目設計大獎
- 二、香港綠色建築議會 - 綠建環評新建建築（1.2 版）暫定鉑金級
- 三、Autodesk 香港建築信息模擬設計大獎 2017 -得獎機構
- 四、建造業議會可持續建築大獎
- 五、香港顧問工程師協會 2018 年度大獎



圖 101 台灣自來水協會吳陽龍秘書長及台水公司李丁來總工程師聆聽解說



圖 102 大浦淨水場臭氧生產大樓



圖 103 台水公司李丁來總工程師與解說人員交換意見

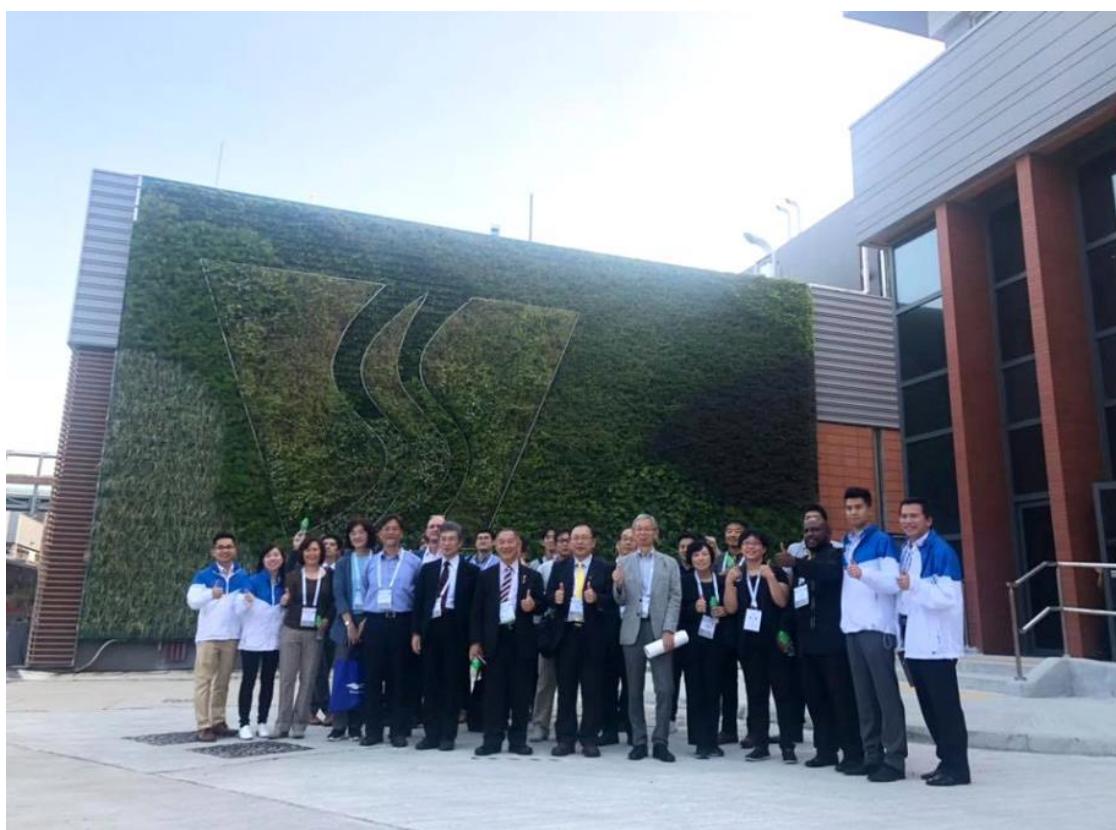


圖 104 參訪合影 北水處同仁(第一排左 3)、台水公司林美良課長(第一排左 4)、工研院同仁(第一排左 5)、自來水協會吳陽龍秘書長(第一排左 7)、台水公司李丁來總工程師(第一排左 8)

第四章 心得及建議

這次非常感謝本公司給筆者等人這個機會，很榮幸能參加第 8 屆國際水協亞太地區會議及展覽(IWA-ASPIRE 2019)，藉由「以智慧擴建穩健的水資源以科技創造韌性的水環境」的會議主題，由全世界知名專家、學者與管理者們齊聚一堂，在香港會議中心分享不同城市水管理的經驗，透過科技有效整合水資源與環境的平衡發展，提出有效的解決方案，以期面對極端氣候與日益艱困的環境挑戰下，繼續發展永續而穩健的水務管理。

雖然只有短短三天的日程安排，然而從開幕典禮的報到開始，直到開場、表演、致詞，餐飲與交通的安排，都可以看出主辦單位的用心。尤其會議及相關活動的內容安排非常緊湊而紮實，在不同時段安排氣候變遷、智慧供水、綠色科技、廢水處理與政策、永續水資源政策、可持續城市排水系統等囊括各領域的主題演講與海報展出，並舉辦了水務領袖論壇、水務監管者論壇、專家全體論壇等，提供了講者和與會者之間直接互動的平台，涵蓋的學術範圍無論在深度和廣度上都令人佩服，實在是獲益良多。

這次參訪由台灣自來水公司李丁來總工程師率隊前來，到了公司的攤位上我們與水利署、台北自來水事業處以及自來水協會的同仁們一起駐點，準備了公司的宣導品，一方面外國學者官員與參展廠商介紹本公司的服務範疇與知識交流，另一方面也不忘邀請來自世界各國的嘉賓參加 2021 年在高雄舉行的國際水協亞太區雙年會，不只行銷台灣自來水公司，更重要的是行銷台灣，展現台灣水務管理與經營的實力與技術。

一、心得

- (一)IWA-ASPIRE會議屬例行性兩年一次之地域性大型水務會議，每屆舉辦型態大同小異，但隨者時代潮流俱進及環境議題不斷推陳出新，伴隨科技發展突飛猛進，本次 IWA-ASPIRE 年會提出 ”Smart Solution for Water Resilience”為口號，研討主題相當的多元及廣泛，從水源管理、水質監控、地下水整治、水及廢水處理、整合水回收技術、薄膜脫鹽技術及水處理新材料的開發、能源回收及資源回收等均為本次研討會重點議題。
- (二)在資訊普及的趨勢下,有效運用大數據分析提供管理單位運用並且有效改善問題現況，這類運行模式已在全球發酵蔓延，在本次參訪行程，不論是展場中或是研討會主題，皆能看到相關技術及議題。在近年，台水公司已全面採用SCADA圖控軟體並組成監控整合專案團隊，自行研發智慧水網大數據分析系統(Water Advanced Data Analysis, WADA)，經由WADA系統將監控系統資料分析結果，回饋給各區處相關廠所做為區域修漏參考依據。台水公司站在這股潮流的浪頭上，持續有效率的新觀念才能逐年進步。
- (三)台灣自來水協會於國際水協會2018東京雙年會，已成功申辦第九屆(2021

年)年國際水協亞洲太平洋地區研討及展覽會在高雄舉行。為行銷「IWA-ASPIRE 高雄」相關事宜，本次行程台水公司同仁一併協助下屆展覽會行銷事宜。筆者有幸參與2018年IWA東京雙年會及本次2019年香港 IWA-ASPIRE研討及展覽會，取經學習以「主辦國」的視野吸收成功的經驗，期許在2021年的IWA-Aspire會議能讓世界看見台灣及台水公司。

- (四)香港主辦第8屆國際水協亞太地區會議及展覽會自108年10月31日至108年11月2日止，合計3日，主題為「以智慧擴建穩健的水資源，以科技創造韌性的水環境(Smart Solutions for Water Resilience)」，來自超過30個國家及地區與超過1,000名專家及代表出席會議，香港政府、香港貿易發展局及相關產業均投入相當大的資源(如經費、志工)，在會議規格提升許多，尤其在開幕邀請到香港行政長官林鄭月娥(Mrs. Carrie Lam)，對於香港主辦者的鼓舞很大。我國成功爭取於2021年於高雄舉行IWA-ASPIRE年會及展覽會，本次11月2日閉幕典禮中也由台灣自來水協會召集人林財富教授接下第9屆主辦權盃座，正式啟動主辦業務。台灣自來水協會團隊勢必能展現台灣主辦會議的水準，整合國內資源，爭取商機，提升我國產業在世界重要會議與展覽及與會專家中的能見度，亦可藉此與其他國家的參展者交流或技術合作，提高合作共創商機的機會，學習其他參展者的優點，改善技術提升品質。
- (五)會議隔天(11月1日)發送快報紙本，報導前一天的開幕盛會及相關研討會。傳統報紙因資訊相對網路新聞具有公信力，不需要特殊的條件或特殊媒介就可閱讀、便於攜帶，各類新聞分類明確，方便集中閱讀，因此仍引起大眾及參與者的搶閱。但本次香港展會只發行第1天10月31日以開幕典禮為主的快報，尤其香港行政長官林鄭月娥(Mrs. Carrie Lam)的蒞臨及致詞為第一版版面，如所示。11月1日及2日的研討及展覽會，未持續印製發送，甚為可惜。2021年10月17日至21日為期5天的IWA-ASPIRE年太平洋地區研討及展覽會在高雄舉行，如採取之前台北捷運各車站發行的免費捷運報”Upaper”，以前一日重要出席人物、當日會議場次、特寫人物鏡頭或南台灣景點介紹等，於各展場重要出入口發放，必定創造搶閱風潮。



圖 105 香港大會 11 月 1 日快報屬於傳統報紙，文字敘述多，以政策宣導為主



圖 106 台北捷運的捷運報“UPAPER”，以人物、活動為主，生動活潑

(六) 台水公司是台灣自來水協會最重要的會員，也是台灣最大的自來水公司，在2021年的IWA-ASPIRE會議及展覽會中勢必高度配合並展現最佳企業形象。展覽展銷會有大量的公共關係內容，是各社會組織力求塑造最佳組織形象的好機會。台水公司之宣導展示方式，可朝形象清新、生動的產業宣導傳播方式進行，例如：2018年東京都水道局宣導展示攤位，以水源地及水道設施票選活動為主軸，配合兌換溫水瓶，並以現場設置移動式飲水台，贈品溫水瓶可以立即使用，接續式行銷方式展現最佳自來水公司的企業形象。

(七) 展覽展銷會以提供公眾直接的雙向交流、溝通的機會，同時搭配宣傳手冊、活頁廣告等文字媒介，照片、幻燈片、錄影片及電影等音像媒介，講解、交談和現場廣播等聲音媒介，現場表演、示範等動作語言媒介以及實物媒

介等多種形式，進行全方位的宣傳。台水公司慣例的宣導方式，著重平面及文字宣導，2021年如有創新宣導方式，例如：以可以觸摸、使用、品嚐或其他方式對自來水產業產品加以檢驗，則能形成較完整的認識，也是新聞媒介的追蹤報導對象。



圖 107 香港 2019 年 IWA-Aspire 會議暨展覽會場照片



圖 108 東京 2018 年 IWA 雙年會議暨展覽會場

(八)本屆IWA-ASPIRE 會議在香港舉辦，惟正巧時值香港社會衝突，不過在活動期間會場週邊仍屬安定，不減會議熱絡氣氛。台灣自來水協會已成功接辦第九屆年IWA-ASPIRE研討及展覽會，將於2021年在高雄林皇宮舉辦。

因此，此行的另一個目的也就是宣傳2021高雄，本公司也在展場設置攤位廣為行銷，向世人展現台水經營努力的成果。

- (九)研討會活動從論文邀稿、審稿、接受及後續報告人聯繫安排，均有一些細節值得我們學習，本次一般連繫活動會有專業會議服務公司處理，但對於專業的研討會論文聯繫安排却有主辦單位香港水務署員工參與的身影，職因為口頭報告講者，所以過程中有安排一位水務署潘小姐協助接洽安排，除提供論文專業報告服務外，亦協助在港期間交通食宿狀況處理，以使過程可以有完好的解決；如此有國民外交的服務熱忱，值得2021高雄舉辦時借鏡。
- (十)在城市辦理大型活動是需要城市首長的大力支持，本次IWA-ASPIRE會議開幕則邀請香港行政長官林鄭月娥蒞臨致詞，除了說明港在水務的努力與建設以及對水議題的重視，並且一併宣傳香港。整個承辦過程都可看到港府相關部門投入與努力，如水務署、渠務署...等，有政府資源注入相形使活動增色不少，這部分是值得2021高雄參考的。
- (十一)從多場演講都可觀察到對於水議題不能僅著眼於小範圍，必須放大眼光以宏觀角度，從生態保育維護、環境永續經營、水資源再利用、節能減碳，乃至於人類福祉去思考。舉例來說，就取水、淨水、用水、廢水、再生等水循環，為政者是否有一套地方及中央的完整規劃，整合各項資源並落實去執行。因此，需要破除以往單打獨鬥的模式，統合政府及民間資源，以新思維、新架構、延續性的規劃區域發展藍圖，由政府建立完整可執行的系統，善用民間力量，重現過往生態環境並創造美好未來生活。
- (十二)此次香港會議也有一些貼心的安排，在出發前即發信告知，大會會提供免費機場往各大飯店之接駁車，以及一張可使用行動網路及充值電話費的SIM卡，對於不常拜訪香港的與會者提供這些服務，將減少溝通障礙及縮短洽辦時間，如此給予旅者有更好訪港印象。大會除了傳統紙本的大會手冊，也提供完整功能的APP服務，透過QR code掃描登錄後即可使用，將會議及活動之各場次時間、地點、講者介紹、講者論文摘要、現場Q&A發問、中心樓層介紹、旅遊資訊、新聞事件、社交活動、贊助商、展場資訊、技術訪問...等，以及推播功能，方便與會者在任何地點及時間接收訊息，避免錯過重要會議及有興趣的活動，如圖109所示。

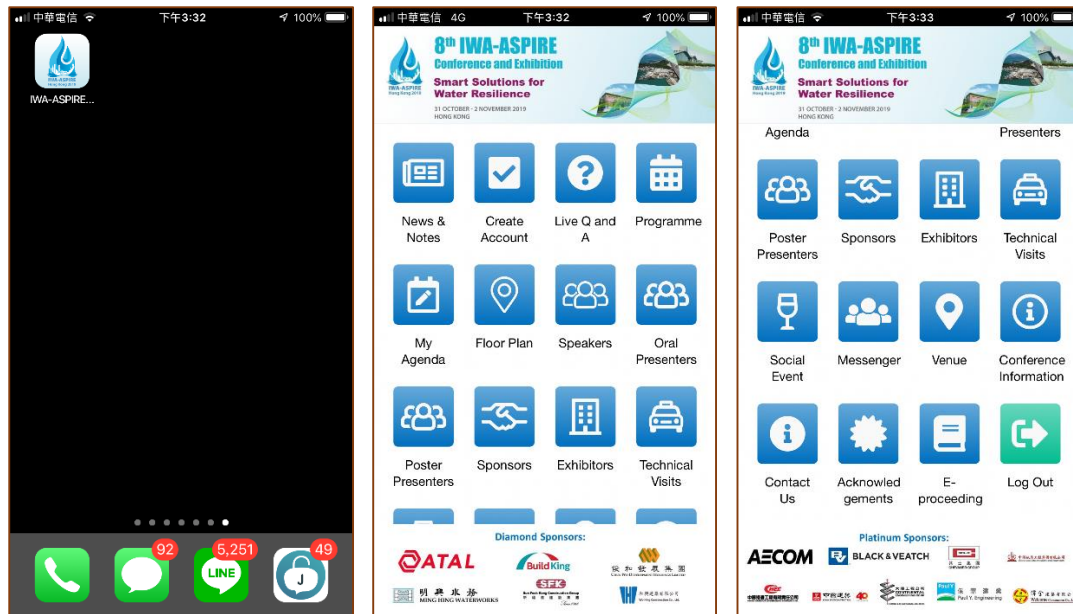


圖 109 香港 IWA-ASPIRE 研討及展覽會 APP 畫面

(十三) 在本展場-國際會議中心鄰近港府正執行各項建設工程，徒步其間發現到路施工之工地圍籬樣式與台灣慣用型式有所不同，台灣常用紐澤西護欄(混凝土製或聚乙烯一體成型)，而現場採用型式似乎結構上較為扎實，兩兩相連有栓桿可加以固定，對於車輛碰撞後護欄仍具有連貫性，避免產生缺口而造成二次事故。至於上部圍籬採用與台灣慣用鐵絲網式相近，並且在特定地區採用實心板，以免影響市容。香港是國際都市，國際旅客眾多，處處都有景點，因此完整區隔工地，確實非常重要，對於台灣要發展觀光的都市值得仿效，如圖110、圖111所示。



圖 110 台灣慣用紐澤西護欄(左：混凝土製，右：聚乙烯一體成型)





圖 111 港府道路施工採用之可連結式護欄

(十四) 很榮幸能參加本次在香港舉辦的2019國際-亞洲太平洋地區研討及展覽會，主辦單位國際水協中國香港地區委員會為本次展覽會提供許多貼心服務，包括機場引導、提供機場至展覽會場附近飯店免費接泊車、飯店代訂服務、香港移動通訊有限公司(CSL)免費SIM卡及IWA-ASPIRE 2019 APP，讓參加展覽會人員備感貼心，此外，主辦單位亦於10月31日歡迎酒會中邀請舞龍舞獅現場表演，如圖112所示，增添喜氣。本公司於本次於本屆展覽會與台灣自來水協會及弓詮企業股份有限公司合作參展共同行銷第九屆(2021年)高雄國際水協-亞洲太平洋地區研討及展覽會，並藉此宣傳本公司，在為期3天的展覽會中，許多國家參加人員除了對本公司業務深感興趣，亦對下一屆高雄展覽會充滿期待。遺憾的是，受到香港反對《逃犯條例》修訂草案(反送中)運動影響，實際參與人數並不多，而在展覽會期中適逢香港民眾上街抗議及警察維持秩序，造成交通上不便，如圖113所示。



圖 112 歡迎酒會中舞龍舞獅表演



圖 113 香港警察維持交通

- (十五) 本屆國際水協亞太地區會議及展覽會在香港會議展覽中心(HKCEC)舉辦，惟演講廳位於1樓及4樓，過於分散，以至於聆聽演講時，移動至不同演講廳所花時間過久，另本屆演講主題包含氣候變化、綠色科技、廢水處理技術、廢水政策與治理、下一代水與能源、水政策與治理、水資源管理、(8)供水管理、水的可持續性及(10)水、衛生與健康等，許多主題對於本公司未來水務發展及淨水處理技術皆有關連性，其中FEEM檢測技術，可協助了解淨水場原水及淨水過程中總三鹵甲烷前驅物質含量變化，進而辦理淨水場設備改善，以提高供水品質；新興的電容去離子(CDI)技術可作為潛在的海水脫鹽方法；Primus Line之替代管線汰換方式，可解決因地下管線複雜，且埋設空間有限及受到地上建築物影響而無法以明坑開挖方式辦理。此外，由新加坡對未來2061年用水準備經驗，提供本公司作為豐枯水期降雨不穩定之因應之道。
- (十六) 海報展示及研討會的樓層與展覽地點距離稍遠，展覽現場的動線也比較不容易了解，會讓參加者比較難在短時間清楚知道展覽內容及位置，因此現場或是事前對參加者的通知或是現場的引導工作相當重要。
- (十七) 海報可以採用電子螢幕方式展示，不僅海外海報布展者不用攜帶體積不小的海報，也可讓觀展者以QR code方式下載回去研究，也可達到無紙化的效果，為環境貢獻一份心力。
- (十八) 在展覽攤位的展示上，可以學習日本東京及橫濱水道局，展示過去或現在台灣在水務管理或工程上的時機或努力，不僅能建構並行銷台灣形象，也能拓展台灣各單位的業務，或甚至是推展新南向政策，協助其他地方發展。
- (十九) 本次參加在香港舉辦的國際水協IWA-ASPIRE 2019研討會及展覽，演講內容相當豐富，內容不只有自來水業務，從水源、淨水、供配水、汙水處理、排水甚至廢水回收都有涵蓋，而且不同國家的水務工作者觀點角度都不盡相同，對於解決問題的切入點也截然不同，例如馬來西亞各種水務機構的

整合、文中沒提到的南非對用水情形的普查、香港以海水做為中水系統水源(沖馬桶)及新加坡的海水淡化技術等，比起平常只在同樣的工作場所處理業務，到這樣大型的研討會可以說是開闊了視野，學習到很多平常接觸不到的新知，或許未來在遇到相關困難時能因這次經驗能有新的解決方案靈感；另外除了聽聞多場的議題演講，也在展場見識了各個國家不同領域機構的展示，不論是政府單位如日本東京水道局、橫濱水務局對無計價水量及漏水率降低的措施，中國國營企業如中國地質工程、中國海灣公司在香港的大型建設，或是遠從歐洲到香港布展的私人公司如PRIMUS LINE公司的免挖掘汰換管線技術等等，都留下了深刻的印象，也對水務領域發展的多樣性感到驚訝；上述都只是這4天參加本次大會很小部份的內容，不論是演講或是展覽的豐富度都非筆墨可形容，我想透過這次的經驗學習希望能在未來對本公司做出貢獻。

二、建議

(一) 參加國際研討會人數宜加強：

本次參加香港第8屆國際水協亞太地區會議及展覽，可說是收獲良多，惟本次本公司參與的同仁，僅有李丁來總工程師、林美良課長、林志憲課長、游育晟工程師、林秉學股長，以及顏銘宏業務員等六人(4人公費，2人公假自費)，然而根據會議日程密集而緊湊的課程安排，每一個時段至少有五堂課以上的專題演講，在不同會議室進行，時段彼此重疊，此外，同仁必須在攤位駐點，講解本公司業務與進行推廣，只有六員明顯不足。

建議下次國際出訪至少要安排8至10人(本次台北自來水事業處參加人數達15人以上)，除了能更完整的學習並記錄每堂課程的內容之外，在任務的安排與人力的調配及與其他同行台灣單位的配合上，也比較能有餘裕，除了能增加員工新知外，也能增益公司與各國水務單位之交流，促進業務之發展。

(二) 大型國際研討會宜注意大會報到和會場動線安排：

在會議正式開始的前一天，會場還未完全架設完成，導致此次一同出行的同仁們無法先貼上海報，並且針對駐點攤位場勘，先行預演。此外，報到當天的動線規劃不佳，十分擁擠且沒有明確的指示牌，與會者的名牌為現場列印並且有印製錯誤的情形，導致開幕式延宕。

建議將來若有承辦或協辦類似活動，應提早沙盤演練，確認動線明確，提前備妥所需文件與器材，並確認指示標語(雙語)的可見度，以提高與會者整體滿意度和活動的流暢。

(三) 大型國際研討會海報及簡報設計宜注意單位形象包裝與加強語言訓練：

本次會議，有些報告者的簡報檔案因為字體太小、排版紊亂、顏色昏暗、以及外語不夠流利，或者對於講稿的熟悉度不足，雖然內容非常紮實且有很好的見解，但呈現方式不佳會使得整體呈現大打折扣。觀察有些日本廠商的文宣與簡報，呈現出來的專業度與美觀性兼具，再加上精彩的口條，使得即使內容不算高深的學問，也能成功的贏取聆聽者的注意力。

建議本公司能協助代表公司出國的同儕，進行語言加強或者整體報告形象包裝，以求更完美的呈現。

(四) 大型國際研討會舉行期間宜酌予延長：

本次活動的天數稍短(實際上只有 2.5 天)，行程稍嫌過度緊湊。

建議將來若有舉辦或協辦的機會時，能拉長天數(理想狀態為 4-5 天)，或者減少同一天內的行程量，以確保參加者能更有效的參與各場會議與課程，並有更多的時間可以討論互動交流。

附錄一 台水公司論文發表

(一) 口頭報告-延長摘要(林志憲)

Indirect Water Supply Mode-Pump Scheduling Optimization Using Big Data Analytics

A water utility uses Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) to record data on the operations of many different types of equipment. These huge amounts of data potentially contain operational knowledge from many different operators and can be used for big data mining to collect information to optimize pump scheduling.

Traditional pump scheduling is individually controlled based on a set of operational rules. These rules were mainly based on pump performance to evaluate pumping efficiency and to monitor the water levels in the distribution reservoir to decide when to start or stop pumping water. However, there is no accurate calculation method of controlling those pumps when setting the upper and lower limits of water level as parameters. Senior plant operators make operational control decisions based on past experiences and information. These include knowledge of the equipment for water supply system control boundaries, knowledge of abnormal events, and knowledge of the demands of water on different weather conditions, festivals, holidays, weekends, etc.

The reservoir works much like an emergency backup battery in that it stores water and acts as a buffer in the case of a sudden demand of water or to regulate water pressure. In order to reduce cost and expenditure, it is preferable to pump water into the reservoir during off-peak hours when the power company charges the least for electricity and for the reservoir to act as a buffer by effectively releasing water when needed during peak hours. In addition, regional areas have a set pattern of water demands during different periods of time. If the large amount of data collected from SCADA could be combined with algorithms to predict water demand, it would be of great help in designing a system to help maintain stable water supply.

This study proposes an advanced scheduling system utilizing a Real-Time Water Output Forecasting Module (RWFM) that uses the Median Momentum Approach (MMA) as the basis for the development of real-time water demand prediction. In addition, a Real-Time Pump Scheduling Module (RPSM) uses pump performance to calculate an optimal pump combination. This model uses time shifted time series data as input to predict water demand to calculate what time frame to run pumps. With the

use of fast computational processing, an optimized calculation method is used to select the most economical approach to activate real-time pump scheduling. A flowchart of how the advanced scheduling system is designed to work is shown in Figure 1.

The development of the RPSM began first with the observation of the pump station operate environment and SCADA data. A computer was used to develop a pump scheduling simulation program. The program was then run to evaluate each operational data from station. The RPSM was developed using the Heuristic Algorithm (HA) and utilized the RWFM prediction of short-term water demands to select the optimal and most economical scheduling. This study was carried out in the following steps:

1. Selecting important variables and information from the pump station
2. Finding the useful pump combinations
3. Planning scheduling optimization rules and restrictions
4. Algorithm for optimizing pump scheduling

Among them, the algorithm for optimizing pump scheduling are affected by the following guidelines below:

1. Filling up the reservoir during off-peak hours
2. Making full use of the reservoir by releasing water during peak hours
3. Using MMA to predict future water demand
4. Time shifted time series data scheduling
5. Removal of irrational combinations

Finally, in order to evaluate the scheduling performance of the modules, the results were compared to the daily electricity cost of the pump operational records to see if the scheduling program in this study actually lowers electricity costs.

A system that consists of both RWFM and RPSM used in indirect water supply mode was experimented on with computational calculations. The results showed that when compared to traditional water level conditional based pump scheduling, the proposed system can effectively lower the electricity peak requirements and expenditures of the water utility. The Taiwan Water Corporation (TWC) Suao Water Plant indirect water supply mode was used as an example and includes a pump system combination consisting of two 100HP and 50HP pumps along with reservoir that can act as a buffer for 1.16 hours. The electricity cost was calculated by adopting the Taiwan

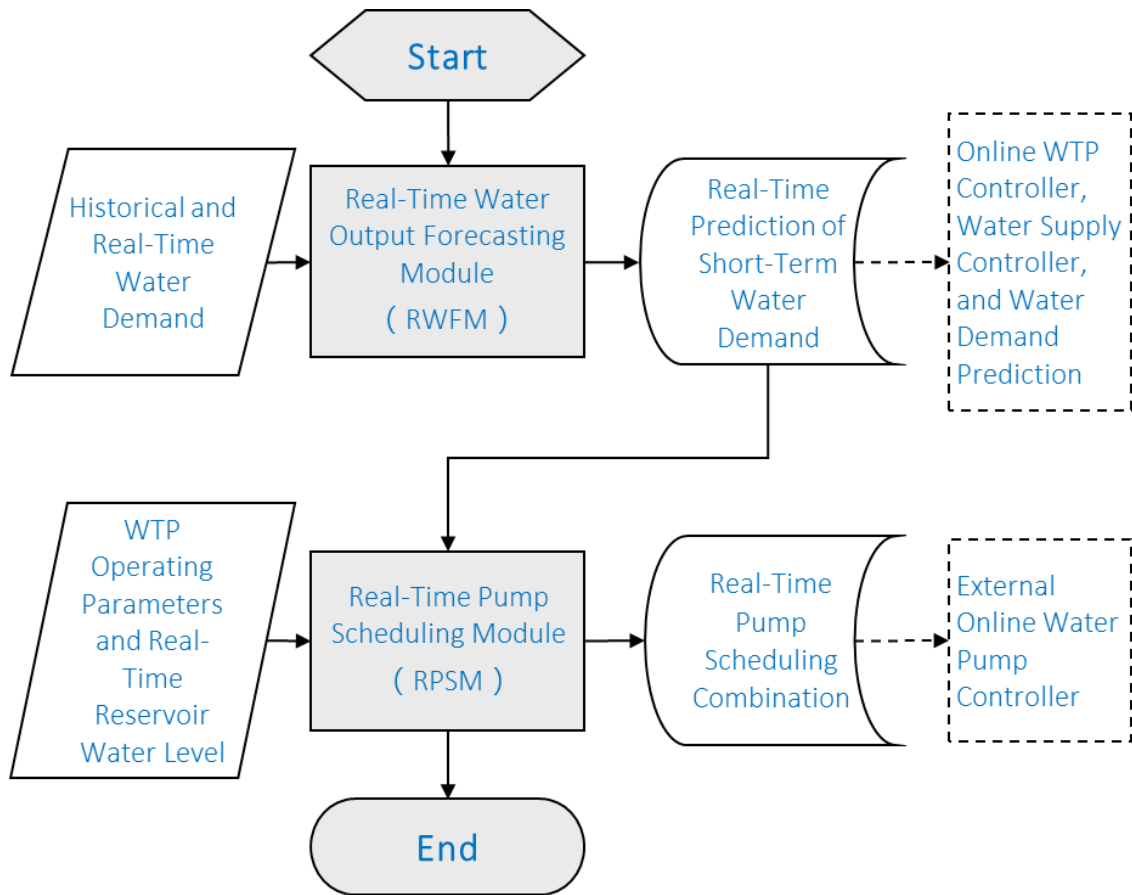
Power Company (TPC) 2017 summer weekday 3-stage electricity pricing. Using SCADA data from January 1st to the 31th of 2018 for experimentation and evaluation, the results showed that using the optimized pump scheduling system could reduce the average cost by 6.51% when compared with traditional pump scheduling in a single day calculated with 96 intervals. These results are reflected in Figure 2. Figure 3 shows a comparison between a traditional scheduling and the proposed scheduling calculated with 48 intervals on January 30th, 2018. The results showed that the electricity cost from the traditional scheduling was NT \$8,367 and the electricity cost from the proposed scheduling was NT \$7,868, a 6% decrease in electricity costs. If the intervals are increased to 96 intervals, the electricity bill would be NT \$7690, a 7% decrease in electricity costs. If a quadrupled sized reservoir is considered, the average buffer time becomes 4.64 hours and the cost reduction on the same day calculated with 96 intervals becomes 21.40%.

It can be concluded that the following factors may affect the efficiency performance during optimization of pump scheduling:

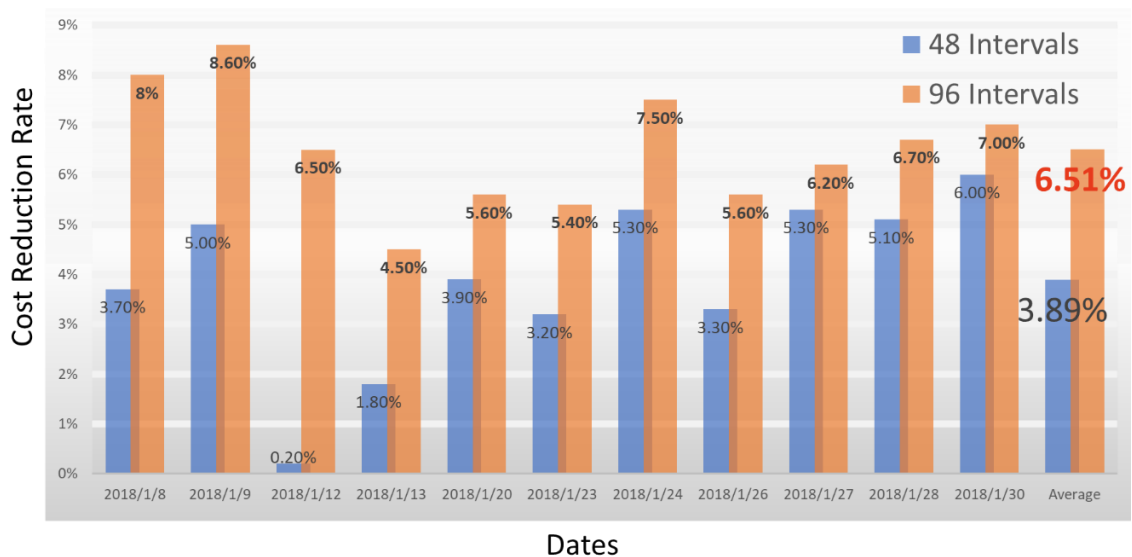
1. Differences in electricity bill rates
2. Effective reservoir capacity
3. The range of the upper and lower limits of the water level
4. Existing information regarding the differences of the kWh/M³ of the most used pump combination
5. Accuracy in predicting water demands

The results further emphasize that had kept up with a smart water management's primary goals, to provide efficient operation and management, effective real-time self-regulation, reduction of pumping costs, and decrease the likelihood of the power company having an electricity shortage during peak hours.

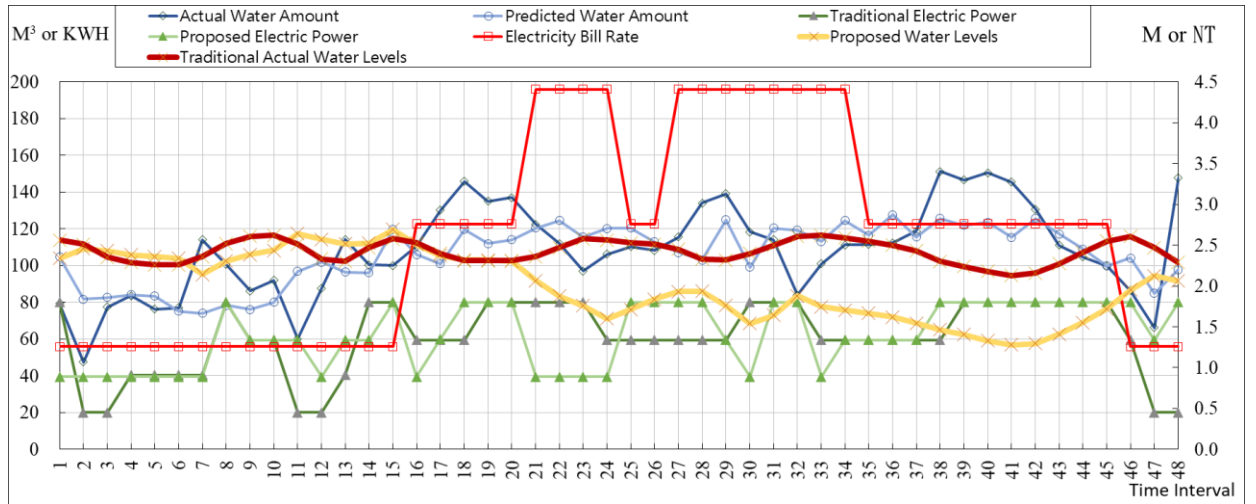
Keywords: Big Data, Intelligent Systems, Smart Water Management, Pump Scheduling



[Figure 1] Proposed Scheduling System Flowchart



[Figure 2] Comparison of the Suao WTP 48 and 96 Intervals Pump Scheduling



[Figure 3] 48 Intervals Scheduling Results Comparison on January 1, 2018

(二) 壁報論文(林美良、顏銘宏)

94

The strategic solutions to compensation, dispute, and natural disaster, based on "obligated constant water supply" of water utilities in Taiwan



¹May-Liang Lin*, ²Shu-Yan Tung, ³Ming-Horn Yen

1. Section Chief, Business section of First Branch, Taiwan Water Corporation, mayliaug@mail.water.gov.tw
 2. Director, First Branch, Taiwan Water Corporation, TSY@mail.water.gov.tw
 3. Sales Clerk, Tamsui Operation Station, Taiwan Water Corporation, maxyen1982@mail.water.gov.tw

INTRODUCTION

The current situation describes a general assumption that the public sectors take full responsibility, based on "obligated constant supply" of compensation, dispute, and natural disaster. The products or services provided by public utilities are the necessities for daily life. Thus, when providing such products or services, there must be a fair and legal trading relationship between the providers and the users. As a Public enterprise, Taiwan Water Corporation compensates for the users' water stoppages losses caused by natural disasters due to the force majeure accidents, based on the spirit of the principle of the social state.

What are the sources of law, definitions, and legal criteria for the responsibility of compensation for water stoppages losses caused by natural disasters? Are the compensating requirements too difficult for the users to fulfill? Whether the supplier abuses its dominant position in the market determines the scope of compensation and violates the Principles of the free market and reduces economic efficiency? On the contrary, whether the compensation claiming requirements are too easy to fulfill, resulting in users wasting water resources and failing to accomplish energy conservation obligations.

The purpose of this poster is to clarify the legal relationships between water users and providers, in order to regulate and supervise them in a reasonable way.

METHODS

1. Public utility minimum basic charge should plus natural disaster damage compensation insurance

The insurance excess and deductible should be covered by the water suppliers or by the users. The difference in the premium rate between the frequent drought areas and the normal water supply area should be taken into concern and reflect the reasonable price when designing the insurance system.

2. Reduce the limitation on natural disaster insurance in the public sector and increases the incentives for the general public's decision-making

At present, the public utility interruption clause in the insurance law is only adapted to the fire insurance, the insured could claim their power cut or water stoppages losses which were exactly caused by the fire accident as mentioned.

3. Legalization of force majeure loss compensation

The best solution to resolve the dispute over loss compensation should be to formulate the "loss compensation system", to formalize and legalize the loss compensation.

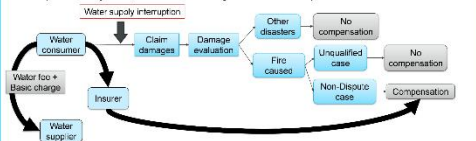


Figure 1 - Current Water Fee System

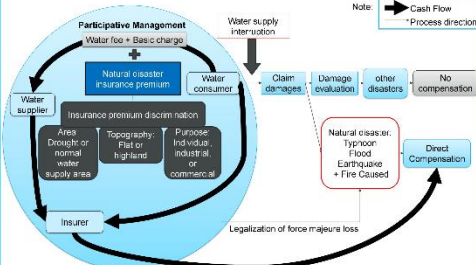
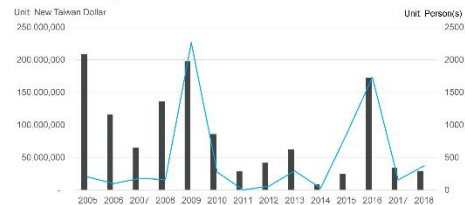


Figure 2 - Future Natural disaster insurance Design

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 - Losses Caused by Natural Disasters 2005 ~ 2018



- Taiwan water corporation's property losses caused by natural disasters such as earthquakes, floods and typhoons are not significantly positively correlated with the total number of casualties in Taiwan.
- Comparing to the feature of "inevitably occasional power outages" to the power supplier in Taiwan, whether the water supplier should have the same of "obligated constant water supply"?
- The establishment of a natural disaster compensation insurance system not only could reduce the financial deficits of public enterprises but also reach the goal of compensating the users who are affected by water stoppages losses especially the household users.
- The insurance should also consider the supply-side factors of the market. With the policy planning of the public sector, the funds of the insurers should be introduced to form a management mode in which the state, public utilities, and users participate in the responsibility sharing, to increase the feasibility of the natural disaster loss compensation insurance.
- The insurance market and tax incentives are strict and limited to the natural disaster force majeure risk insurance. The general public is deterred from the non-guarantee matters and the risk sharing due to these insurance limitations. Therefore, the government should combine natural disaster insurance with preferential taxation policies to increase people's willingness to insure.
- Most of the state-owned businesses are monopolized or oligopolistic. Due to the lack of competitive pressure provided by the market mechanism, the economic performance and service quality of the business are often criticized by the public opinion.
- Based on policy considerations, those who are compensated for the damage caused by natural disasters should be specified according to the form of natural disasters, such as typhoons and earthquakes. At the same time, the requirements and procedures of the claiming cases should be clearly defined to eliminate disputes and prevent abuse.



Figure 3 & 4 - Pipeline damage and repair site caused by natural disasters

CONCLUSION

- Public utilities should have limited compensation for the loss of users in accordance with their business regulations. Policymakers must maximize economics and maintain environmental sustainability under deteriorating natural environments circumstances. Besides scientific methods, social policy planning and decision making are also important.
- In addition to the post-fact remedy, it is also necessary to apply pre-fact governance of the government and choose appropriate natural disaster reduction policy tools or economic incentive tools to reduce the impact of natural disasters.
- The pricing system in which insurance companies, water suppliers and water users via participative management, they can supervise each other's costs and compensation mechanisms, and awaken participants' attention to environmental protection, energy conservation, and reduce water waste.

References: 1. <https://www.water.gov.tw/ftp/ajsp/7mp.htm>
 2. <https://www.cde.gov.tw/eng/index.php>
 3. Stephen J. Collier (2014) Neoliberalism and Natural Disaster, *Journal of Cultural Economy*, 7:3, 273-290. DOI: 10.1080/17530350.2013.858064

Acknowledgment: The authors are grateful to Taiwan Water Corporation for providing the research support needed for this study

(三) 壁報論文(游育晟)

310

Discussion on the Control Strategy of Residual Aluminum Concentration at Water Treatment Plant and Case Study in Taiwan Water Corporation (TWC)



¹Yu-Cheng Yu*, ²Shih-Jheng Horng, ³Chen-Hui Li, ⁴Chun-Cheng Tang, ⁵Wen-Hsiang Chen, ⁶Yen-Chun Liu

1. Engineer, Department of Water Quality, Taiwan Water Corporation, oilfish@mail.water.gov.tw
2. Director, Department of Water Quality, Taiwan Water Corporation, sjhorng@mail.water.gov.tw
3. Chief, Department of Water Quality, Taiwan Water Corporation, janshwa@mail.water.gov.tw
4. Chief, Department of Industrial Safety and Environment Protection, Taiwan Water Corporation, hersun@mail.water.gov.tw
5. Chief, Department of Water Supply, Taiwan Water Corporation, tchen@mail.water.gov.tw
6. Junior Engineer, Department of Water Quality, Taiwan Water Corporation, king750110@mail.water.gov.tw

INTRODUCTION

The "Aluminum" was regulated with three-stage regulatory limit to 0.2 mg/L (applied in July 2019) in Taiwan in 2014 and classified as the contaminant that caused taste and aesthetic effects on the "Drinking Water Quality Standards". After years of improvement, the number of water treatment plants in Taiwan Water Corporation (TWC), whose aluminum concentration in finished water exceeded the internal control limit of 0.16 mg/L, has reduced to 15 in 2019 (1 exceeded more than twice; the others exceeded once).

According to the survey results, these mainly caused by excessive coagulant dose and high pH of raw water, followed by the high aluminum concentration of raw water and the poor filtration efficiency in water treatment plant, which have been implemented the appropriate improvement plan based on research and study, including the enhancing particle and turbidity removal, optimizing condition for coagulation improving the performance of water treatment facilities, and using with aluminum-free coagulant.

In order to reduce further aluminum concentration in finished water, this study focused on the control strategy of residual aluminum concentration at water treatment plant, and selected Yuan-Shan water treatment plant as the object of evaluating field to decide the better improvement strategies.

METHODS

1. The control strategy of residual aluminum concentration

The six processes of "Aluminum improvement standard operation procedure for water treatment plant" were proposed below.

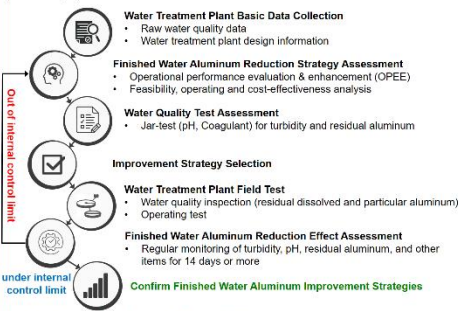


Figure 1 – Aluminum improvement SOP for water treatment plant

2. Case study on Yuan-Shan water treatment plant

Yuan-Shan water treatment plant produces 14,000 CMD, which mainly relies on Keelung River and Sheung Creek for its raw water (Fig. 2), and uses PACl for coagulants (average dosage of 3.0 mg/L as Al).



Figure 2 – the raw water of Sheung Creek (left) and Keelung River (right)

CONCLUSION

- This study showed that residual aluminum concentration in treated water in Yuan-Shan water treatment plant could be lowered by lowering pH value.
- According to the literature, the analysis of particulate aluminum can be used as an indicator of the separation efficiency of sedimentation and filtration. When the effluent turbidity is less than 0.2 NTU, the particulate aluminum in the filtered water can be regarded as mostly removed. It is recommended that the internal control limit of turbidity less than 2 NTU in the sedimentation water and less than 0.2 NTU in filtered water and finished water are used as simple control indexes.
- It is recommended that Department of Water Supply in Taiwan Water Corporation assemble enthusiastic colleagues with experience in reducing the residual aluminum concentration, external experts and scholars to compose a "Water treatment plant aluminum contaminant improvement technical counseling group" to provide the technical advice to the plants that aluminum concentration in finished water exceeding the internal control limit.
- Because some water treatment plants sometimes have an impact on the water quality failure, caused by overloading or poor performance of treatment facilities. Therefore, it is advisable to apply OPEE preferentially for reduction strategy.

RESULTS AND DISCUSSION

According to water quality analysis (Fig. 3), concentrations in raw water were 8.63 as pH, 2.69 NTU as turbidity and 0.04 mg/L as aluminum. The aluminum concentration in water increased to 0.30 mg/L after sedimentation, and decreased to 0.16 mg/L with 8.33 of pH and 0.79 NTU of turbidity after filtration.

The dissolved aluminum concentration in treated water is higher than that in raw water was due to the poor coagulation performance in water with high pH value. Also, higher turbidity after filtration showed that the filtration performance is poor. It caused concentrations of aluminum and turbidity in finished water exceeds the internal control limit.

It is recommended to adopt the strategy about "jar testing for proper adjustment of pH value in coagulation to obtain the optimum operating conditions" and "improving the performance of water treatment facilities by operational performance evaluation & enhancement (OPEE)", that can effectively reduce the risk of excess residual aluminum in finished water.

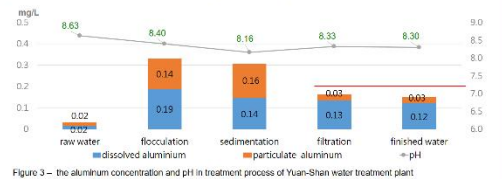


Figure 3 – the aluminum concentration and pH in treatment process of Yuan-Shan water treatment plant

According to the results of jar test (Fig. 4&5), lowering the pH to 6.8 and PACl dose about 2-3 mg/L can effectively control the residual aluminum concentration (0.05-0.07 mg/L) and turbidity (<0.2 NTU) in water.

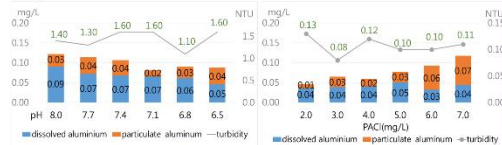


Figure 4 – Jar test at pH from 6.5 to 8.0 (PACl dose=3 mg/L)

According to the results of jar test (Fig. 4&5), lowering the pH to 6.8 and PACl dose about 2-3 mg/L can effectively control the residual aluminum concentration (0.05-0.07 mg/L) and turbidity (<0.2 NTU) in water.

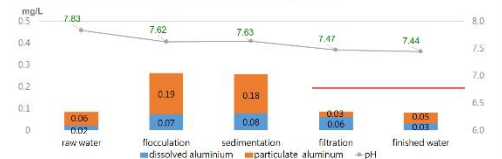


Figure 5 – Jar test at PACl dose from 2.0 to 7.0 mg/L (pH 6.8)

After lowering pH value of raw water by adding 60% sulfuric acid in distribution well (Fig. 6), aluminum concentration in raw water was 0.08 mg/L. It increased to 0.26 mg/L after sedimentation, and decreased to 0.09 mg/L after filtration, satisfying the internal control limit of TWC.

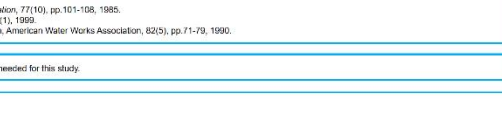


Figure 6 – the aluminum concentration and pH in treatment process of Yuan-Shan water treatment plant (after lowering pH value in raw water)

References: [1] Jekel, M.R.; Holzmann, B., "Residual Aluminum in Drinking Water Treatment", *Journal of Water*, 1989.
 [2] Onirelli, N.; Malinberg, R.H., "Reducing Aluminum Residuals in Finished Water", *American Water Works Association*, 77(10), pp.101-108, 1985.
 [3] Srinivasan, P.T.; Vitaragharan, T.; Subramanian, K.S., "Aluminum in Drinking Water: An Overview", *Water SA*, 25(1), 1999.
 [4] Van Benschoten, J.E.; Edzwald, J.K., "Measuring Aluminum during water treatment: Methodology and Application", *American Water Works Association*, 82(5), pp.71-79, 1990.

Acknowledgement: The authors are very grateful to Taiwan Water Corporation and coworkers for providing the research support needed for this study.

(四) 壁報論文(李丁來總工程師、林秉學)

595

Sedimentation and its Remedies : the Strategies of Nanhua Reservoir

Lin Bin-Shuei¹, Huang Cheng-Ching², Lee Tin-Lai³

Affiliation : ¹Junior chief, ²Clerk, ³Chief engineer

¹Nanhua & Jinmian Reservoir Management Center, 6th Branch Office, Taiwan water corporation; No.139, Yushan, Nanhua Dist., Tainan City 716, Taiwan (R.O.C.)

Email: lin753432@mail.water.gov.tw



01 REALITY AND ITS DIFFICULTIES

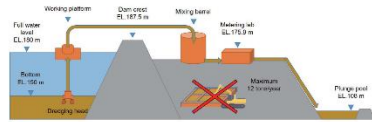
Being struck by two enormous typhoons in 2008 & 2009, Nanhua reservoir has lost its 40% volume since then. Making it more difficult to provide water to a wide area of 1.4 million populations in southern Taiwan safely. To solve this problem, land excavation and dredging, two strategies of sedimentation removal have been put into practice on the reservoir. But both have their own bottleneck (Fig.1-3).



▲ Fig 1 & 2 Landslide beside the road to land excavation base after heavy rain.

02 METHOD

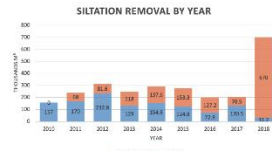
In order to solve the problem, we focused on improving the dredging works. By reforming the dredging head and using the "Flow density" methods, not only the efficiency was raised tremendously (Maximum density can reach 500K ppm) but also the dredging results can be evaluated in a snap.



▲ Fig 4 Sketch of the new dredging method

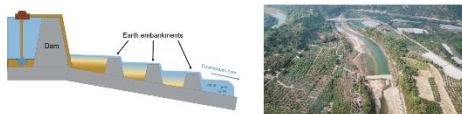
The formula we are using :

$$\text{density} \left(\frac{mg}{L} \right) \times \text{flow} \left(\frac{m^3}{\text{sec}} \right) \times 10^{-6} = \text{weight of dry dirt} \left(\frac{TONS}{\text{sec}} \right)$$



▲ Fig 5 Bar chart of siltation removal by year

However, this approach drained a large amount of the muddy flow which may pollute downstream river. So we made some earth embankments to keep the mud and drain relatively clean water. It worked just like filters (Fig.6-7). According to our experience, the water we drained to the downstream reach the standard of Category B water bodies.



▲ Fig 6 Sketch of how earth embankments filter muddy flow



▲ Fig 7 Skyview of one of the earth embankment



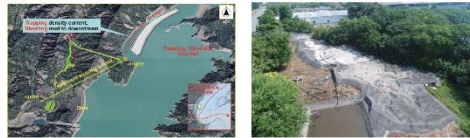
▲ Fig 3 Temporarily pool contains dredging mud. It contained 40K m³ of mud each round. 3 round each year, resulted maximum 120K m³ every year.

03 FUTURE PLANS

Due to the success in 2018, we learned the potential for dredging works. Furthermore, combining with nearly completed "sediment sluicing tunnel", we are planning to execute a whole new idea called "trapping / diverting channel" (Fig.8).

- Dimension: 1000m*100m*10m(L*W*D), constructed by under water dredging.
- Trap muddy flow when typhoon or flood comes.
- By using the sediment sluicing tunnel, divert the mud to downstream.
- Prevent the reservoir from siltation.

To make sure the effect of the channel, we used a 1:81 model to simulate several flood scenario (Fig.9). The result showed that by adding "trapping / diverting channel", the efficiency of the sluicing tunnel will be raised from 24% to 39%. By executing the combination of all the plans, the siltation problem is expected to be solved.



▲ Fig 8 "trapping / diverting channel"

▲ Fig 9 1:81 model of Nanhua reservoir

04 CONCLUSION

After the two major typhoon (Kalmegi & Morak) struck in 2008 & 2009, many reservoirs in Taiwan have been suffering from siltation problem since then. The results of these projects not only indicate the superior performance of the new dredging method in Nanhua reservoir but also encourage the authorities to consider the possibility of applying these approaches to other reservoirs in Taiwan.

ACKNOWLEDGEMENT

This research is supported by Taiwan Water Corporation and inspired by the effort of Mr. Lin, Wen-Jiun & Mr. Lai, Chien-Lung, the former and current director of Nanhua & Jinmian Reservoir Management Center, 6th Branch Office, Taiwan Water Corporation.

