

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：國際會議)

「2016 新加坡國際水資源週」
國際會議

服務機關：國家發展委員會

姓名職稱：黃琮逢科長、姚俊豪技正

派赴國家：新加坡

出國期間：105 年 7 月 11 日-105 年 7 月 15 日

報告日期：105 年 10 月 04 日

摘要

新加坡國際水資源週 (Singapore International Water Week, SIWW) 由新加坡環境及水資源部 (Ministry of the Environment & Water Resources) 以及負責水循環整體營運之公共事務局 (Public Utility Board, PUB) 共同舉辦，為世界上最重要的水資源相關會議之一。除兩年一次例行之水資源週活動外，今年並合併舉辦世界城市峰會 (World City Summit) 以及新加坡環境清潔峰會 (CleanEnviro Summit Singapore)，規模更勝以往。

該水資源週內容包含水領袖高峰會議與水資源研討會等，集結產官學三方探討水資源所面對的挑戰及尋求解決方案，以及集結水利專家，就污水管理、水質及再生水資源等諸多議題，分享相關經驗及實際作法，提供各國與會人員參考。

參與此一重要之水資源會議，除可吸取各國發展經驗，並有助於分享我國抗旱、開發水資源之努力與經驗，促進了解與合作。同時考察新加坡重要之水資源設施、研發單位、水資源與能源整合產業，廣泛瞭解新加坡水資源綜合管理之經驗、扶植再生水等新興水資源產業、以及水資源、能源、廢棄物處理、土地利用計畫等多元整合方案之發想與計畫執行等層面。

目 次

壹、目的.....	4
貳、過程紀要.....	5
參、心得建議.....	12

壹、 目的

新加坡國際水資源週 (Singapore International Water Week, SIWW) 由新加坡環境及水資源部 (Ministry of the Environment & Water Resources) 以及負責水循環整體營運之公共事務局 (Public Utility Board, PUB) 共同舉辦，目的為提供一水資源資訊交流與技術整合之平台，吸引世界各地之政府官員、學者專家、廠商代表、投資者等水資源界不同角色共同參與，為世界上最重要的水資源相關會議之一。除兩年一次例行之水資源週活動外，今年並合併舉辦世界城市峰會 (World City Summit) 以及新加坡環境清潔峰會 (CleanEnviro Summit Singapore)，規模更勝以往。

本屆水資源週，本會奉派國土區域離島發展處黃琮逢科長與姚俊豪技正參加，參與此一重要之水資源會議，除可吸取各國發展經驗，同時考察新加坡重要之水資源設施、研發單位、水資源與能源整合產業，廣泛瞭解新加坡水資源綜合管理之經驗、扶植再生水等新興水資源產業、以及水資源、能源、廢棄物處理、土地利用計畫等多元整合方案之發想與計畫執行等層面。

貳、 過程紀要

茲將參與之新加坡國際水資源週（SIWW）及重要活動，摘錄如下：

一、新加坡環境概述:

新加坡處於亞洲絕佳的地理位置、四季皆夏、治安良好、國民教育素質高且以英文為母語，並具有完善的商業環境以及優質的金融環境吸引大量外資進駐。由於企業能夠通過新加坡快捷地輻射到周邊區域市場，新加坡已然成為前進東南亞新興市場的門戶，根據新加坡國家外貿統計資料，目前已有 7000 家外商在新加坡設點做為深耕亞太區的營運總部，根據加拿大研究機構 OVUM 的資料，全球員工人數超過 7000 人的大型跨國企業中，有六成將亞太的營運總部設在新加坡。

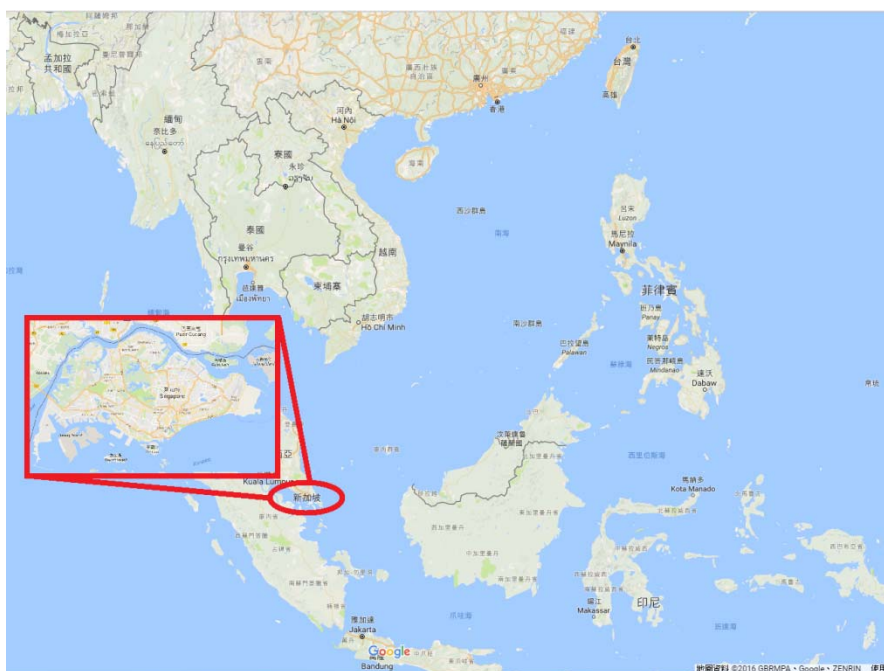


圖 1、新加坡地理位置圖

新加坡陸地面積狹小，國土面積為 719 平方公里，約台北市面積之 2.4 倍，水資源佔有量居世界倒數第二位，日常生活、工商業生產用水仰賴向馬來西亞購水、國內集水區水庫、再生水(NEWater)及海水淡化四個面相獲得，據新加坡公共事務局 PUB 統計，2006 年至今，新加坡幾家水公司的相關研究花費，高達 4.7 億新幣（約新台幣 112 億），同期間，總部設在新加坡的幾間水公司，共握有 1 百多項國際計畫，總值近 90 億新幣（約新台幣 2,150 億）。新加坡最大上市水處理公司凱發集團

(Hyflux Ltd)羅傑斯(Jim Rogers)更表示：「在水利用技術方面，新加坡應該要成為全球的主要領導者、成為水矽谷(water silicon)」由此可知，新加坡已然是水資源推動不容忽視的科技重鎮，具體成果包括水處理和水供應、廢水和飲用水的處理、回收和再利用、分配和廢水網路、能源和水的連結、海水淡化、資源和地下水的防護、污染的預防、偵測、測量和控制、農業用水、都市建築和都市美化、將水用於未來都市並結合娛樂作用、儲存和管理，生活、工業、城市等水處理技術與設備等等。

根據去年世界水資源協會(water resources institute)預測，新加坡在2040年將成為世界上8個最容易因水資源供給不足而發生混亂的國家，因此，透過新加坡公共事務局(PUB)的規劃，新加坡有幾項戰略，第一、是透過雨水蒐集下水道的興建盡可能收集所有的降水，並設法利用暴雨降水(storming water)；第二、污水收集與淨化進行再利用；第三、海水淡化，這部分是新加坡技術的核心。具體目標如表 2，第一階段(2030)，預測降低國內需求由 45%至 40%，供給端則強化 NEWater 由 30%提高至 50%，連帶提升海水淡化比率由 25%至 30%；第二階段(2060)，進一步預測降低國內需求由 40%至 30%，供給端則強化 NEWater 由 50%提高至 55%，維持海水淡化比率至 30%。

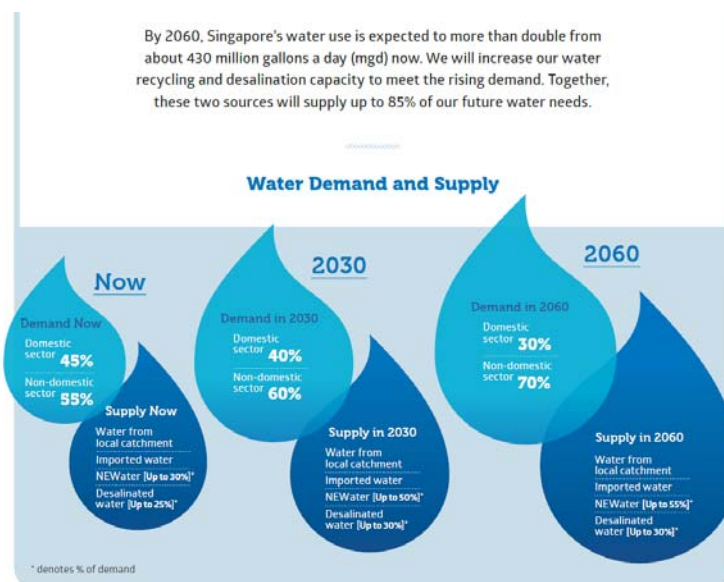


圖 2、新加坡水供給具體目標

二、Water Reuse(污水收集與淨化進行再利用)

新加坡稱廢污水回收再生之水資源為 NEWater，目前已完工之再生水廠，供水量已達 273,000 CMD，達新加坡全國用水量之 30%，採專管輸送，與地表水、海淡水等其他自來水源分開，主要用途仍做為工業用水使用。除目前已完工通水之五廠外，未來長期目標為至 2060 年，NEWater 產水量可達新加坡總用水量之 50%。樟宜水資源再生中心完工於 2009 年，為新加坡第五座、同時也是全世界規模最大的再生水廠，設計最大水量達 228,000 CMD，採雙薄膜淨水程序，最後產水為 RO 級純水。

樟宜水再生中心同時為新加坡 DTSS (Deep Tunnel Sewage System) 計畫之一部分。DTSS 計畫規模約為 30 億美元，計畫分期將新加坡所有污水處理管網串聯，包括建設 48 公里長、由新加坡西北端之 Kranji 至東南端樟宜之地下管線；總長達 60 公里之下水道連接管線；以及五公里長之海洋放流管。透過 DTSS 計畫，公共事務局希望能連結新加坡所有污水再生處理之量能，讓每一滴污水皆能充分處理、盡量回收，以達成 2060 年再生水之產水目標。



圖 3、樟宜水再生廠之 RO 薄膜處理程序

另外提到 CleanTech Park，為新加坡之環保科技園區，園區內兩棟主要之大樓均為水再生建築。該水再生建築有兩大特點，其一為雨水收集系統，將降落於該建物之雨水集中收集至頂樓之雨水處理室，經簡單

之沉澱、過濾處理後，供作屋內廊道綠色植栽灌溉之用。廊道上之綠色植栽，除綠美化功能外，亦可阻隔部分陽光，達到減少空調耗能之功能。水再生建築的另一特色，為糞管污水之全回收。該建築將洗手台排水之灰水管線與糞管排水完全分離，灰水收集處理後用作灌溉用水，糞管排水則收集進入一全自動操作之污水處理系統，處理後之放流水重新用作馬桶沖水使用。此一作法管線設計雖較為複雜，但可有效提升 on-site 水再生比例；而糞水處理系統設有 bypass 系統，若汙水處理設施發生故障或處理容量不足，污水可直接 bypass 進入公共污水下水道系統，以公有系統作為污水處理之備援系統，可做為日後思考韌性城市之推動方向。



圖 4、雨水收集處理系統



圖 5、廊道植栽皆由回收水澆灌



圖 6、全自動操作之污水處理系統

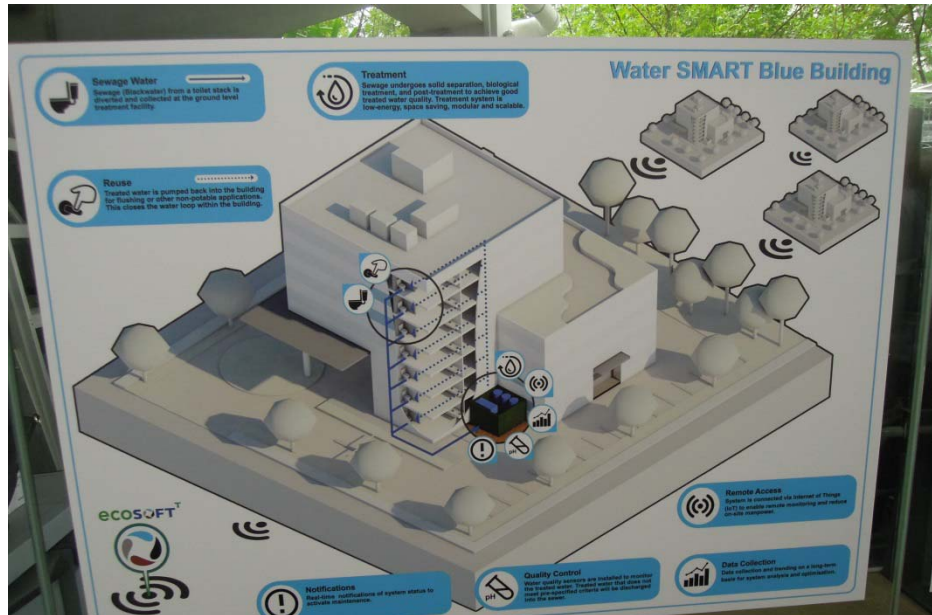


圖 7、全自動操作之污水處理系統

三、Desalination(海水淡化) - Application

新加坡主要水源有四：地表蓄水、向馬來西亞購水、再生水、以及海水淡化。地表蓄水方面，新加坡集水面積已達全國總面積的40%以上，擴張有限；而向鄰國購水的合約到 2060 年到期，目前政策朝向不續約亦能確保水資源供應無虞方向規劃；而再生水的供水目標，為 2060 年時，達總供水量的一半。因此，在正常狀態下，供水成本最高的海水淡化，主要將擔任水資源供給的備援角色。惟新加坡政府為維護投資者信心，確保供水無虞，在海水淡化方面仍投注可觀心力，現已有完工營運中之海水淡化廠兩座，另有一座即將興建，兩座規劃中。

大會安排參訪的 Tuaspring 海水淡化廠位於新加坡西南側，完工於 2013 年，由 Hyflux 公司興建營運，設計出水量 318,500 CMD，為目前東南亞最大規模之海水淡化廠。該廠另一重要特色為設計時即考慮到海水淡化的高耗能需求，設有毗鄰之汽電共生發電廠，該發電廠冷卻用水即為海水淡化廠之入流水，而發電量除供海水淡化成使用外，多餘之發電量亦可回售電網，進一步降低產水成本。

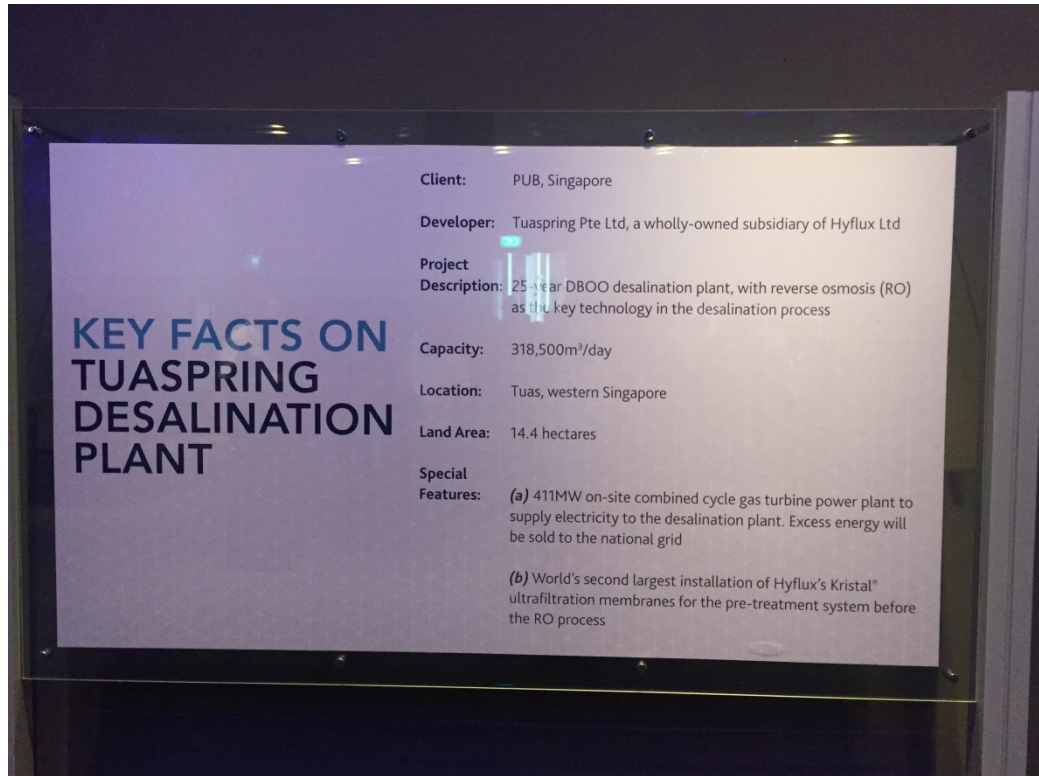


圖 8、Tuaspring 海淡廠基本規格



圖 9、海淡廠參訪

參、心得建議

- 一、新加坡陸地面積狹小，國土面積僅約台北市面積之 2.4 倍，水資源佔有量居世界倒數第二位，然為因應天然水資源匱乏的窘境，政府致力尋求解決之道，從收集雨水、污水收集與淨化進行再利用，到成本相對高昂的海水淡化技術，政府可說是無所不用其極，要把每滴水花揮最大效益。可以看出新加坡政府施政的決心與魄力，是事情成功與否的關鍵，然台灣因政治環境特殊，台灣工業用水一年 18 億噸，重覆使用回收率低只占四成，如果在政策、法令的推行上能大刀闊斧的執行，在水資源的收集與運用上等，勢必更有效率。
- 二、日常生活中，例如部分辦公大樓或集合式住宅，設有雨水儲集設施及汙水淨水設備，並按水源以不同的管線來供應一般飲用、花木澆灌及沖廁用等不同目的。因為畢竟沖廁用的水等，不須達用飲用水標準，因此在供應民生飲用水上的水能就能有效的供已單一目的，較易管控與調配水源。這點值得台灣學習，畢竟目前台灣的住宅與辦公大樓，不論打開水龍頭的目的是澆灌還是飲用等，水的來源大多來自淨水廠，來自淨水廠的水皆經過成本較高的處理程序，如果能學習新加坡的制度，從日常生活上做起，較能有效利用水資源，節約珍貴的水資源。
- 三、在台灣的建築技術規則中，可以看到在綠建築專章中，有針對雨水回收的規範，例如第二百九十八條，「建築物雨水或生活雜排水回收再利用：指將雨水或生活雜排水貯集、過濾、再利用之設計，其適用範圍為總樓地板面積達一萬平方公尺以上之新建建築物」等。這點如能落實到一般集合住宅、大樓，讓全民參與，而不只侷限在總樓地板面積達一萬平方公尺以上之新建建築物，相信能替民眾解省用水的費用外，更能珍惜水資源。
- 四、另外一個台灣值得面對的問題是水價。民生用水水價是 9~10 元，工業用水卻只要 3.3~4.4 元，為世界最低。水的來源有限，其跟可以大量供應製造的貨品，在供應販售上不應該採一樣的模式。一般的可大量供應製造的貨品，需求者買的量，單價自然會降低。然水是有限的天然資源，更不應該在需求者使用的量大時，單價降低，而是應該調高，以價制量，使大量水源使用者因而節省用水，或鼓勵工業其使用替代水源(例如高處理成本的海淡廠)，及提高使用回收水等比例。

五、新加坡地狹人稠水資源相當匱乏，但面對困境，他們積極尋找解決之道，自 1990 年代即開始致力於海水淡化及再生水利用，近二十年來，不但完全解決缺水之苦，同時發展出水利產業，是化危機為轉機的具體典範。台灣為海島國家，要像新加坡一樣並不是沒能力，而是必須在法令、部會、政治上，先取得整合與共識，方能順暢執行。中央相關單位應更加精進就不合時宜的法令，逐一檢討，並優先檢討水價、水權、水資源開發調配等關鍵議題，讓水資源永續長存，源源不絕。