

水資源管理政策現代化

第二部分



行政摘要

二零一九年十二月

可持續供水系統： 邁向多元化的水源

自上世紀六十年代後期始，本地集水、東江水及沖廁用的海水，組成香港供水系統的骨幹。在此期間，香港購買東江水的水量每年平穩增加，直到現時，70%至80%食水都是根據與中國大陸當局簽訂的供水協議從東江流域購入。

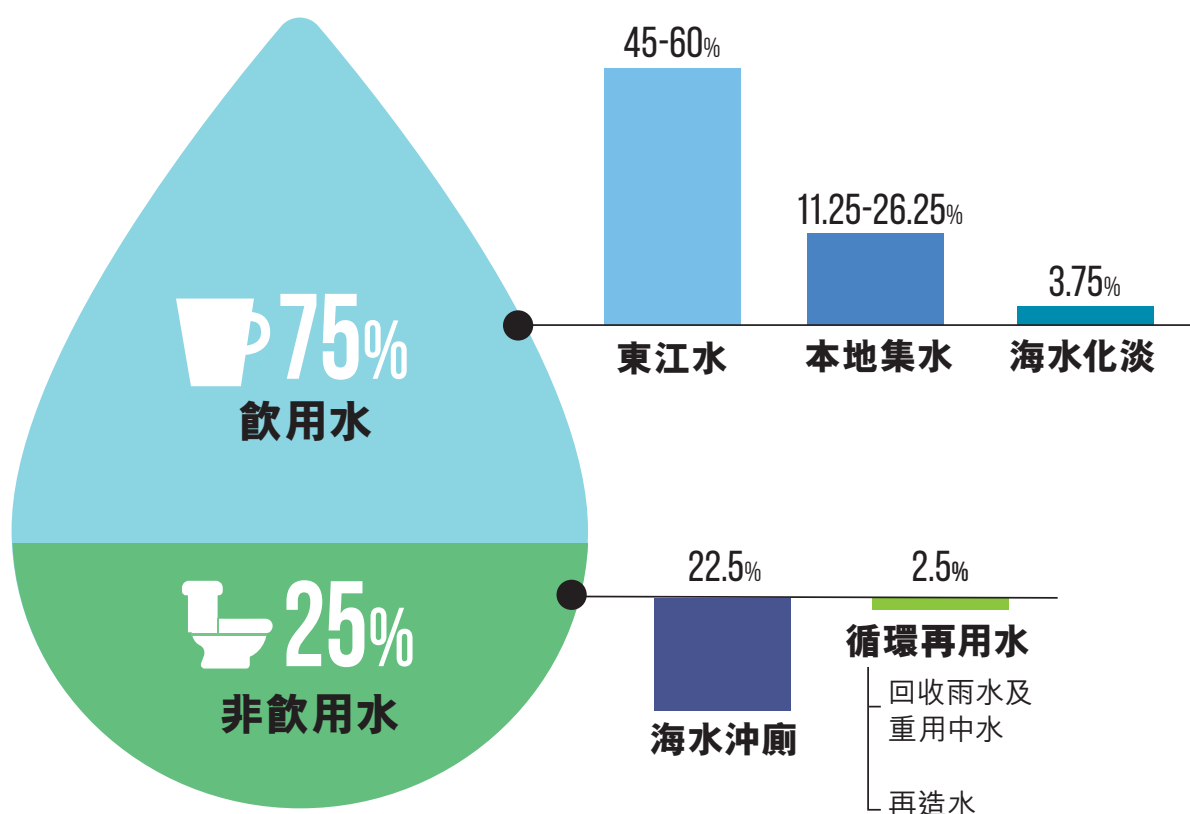
但這是達致穩定供水的一個昂貴選擇，並且費用看來只會日益增加。這是因為有其他更優先需要的用途，例如保持河流的生態功能和水力發電等，令競爭越來越激烈。水務署也關注到東江沿岸城市快速發展而可能增加對水的需求。而河流的其他用途，包括支援日趨繁忙的水道交通，都對水資源帶來壓力。

儘管香港大部分地區以海水沖廁，但人均每日食水耗用量都較全球110公升的水平高出約21%¹。若計及所有用水量，香港明顯地需要尋找替代水源。為確保2030年後繼續供水穩定，水務署在《全面水資源管理策略2019》中提出加入新的水源，包括海水化淡及循環再用水（即回收雨水、重用中水和再造水）（見下圖）。

本研究除了分析現行水資源的效用，亦會剖析水務署提出的新水源，在本地情況是否可行。本報告包括以下部分：綜論現行供水系統及用水情況；根據包括可持續性在內的各種標準，對現有及新提出的水源進行評估；以及根據這些分析，對未來路向提出策略性的建議。

未來水源多元化

來源：水務署，2019



本地集水

每年，香港約30%食水來自天雨²。在總降雨量中，大約一半落入集水區內，但由於降雨非常集中在短時期出現而超出集水區的容量，港九各處17個水塘，只能儲存當中的10%。

水塘之間缺乏有效的排洪隧道，每當遇上大雨，水塘便會滿溢。根據水務署資料，在2009-2014年間，水塘每年平均流失1,980萬立方米原水。為處理這個問題，水務署與渠務署合作展開了水塘間轉運計劃，目標是每年將340萬立方米的溢流，從九龍副水塘引導往下城門水塘，而這個水量足夠約68,000人使用一年^{3,4}。水務署估計，在這項工程下，每立方米食水的成本價約20港元，而現時本地食水的成本價只是4.2港元⁵。但水務署補充，這項目可達致雙重目的，就是增加本地集水之餘亦可防洪⁶。

此外，大部分集水區均位於郊野公園內，相關法例使其免受發展項目影響。擴充或改建水塘可能破壞環境，令情況變得複雜。

雖然擴充水塘能儲存更多購入的東江水，但卻成本高昂。水務署指出，每增加一立方米的容量，成本超過20港元。翻查文獻發現，以改動水塘提高儲水量，將牽涉大規模工程及投資，回本期往往長達多於250年，令此建議顯得不切實際⁷。加上面對氣候變化的影響，擴充水塘仍改變不了其望天打卦的本質，對確保穩定供水的幫助不大。

東江水

香港目前80%食水來自東江水，是水務署的一筆重大開支⁸。

受用水量和營運成本等影響，東江水供水協議多年來作出了相應改動，一般是提高供水上限。最近一次重要改動是2006年，採用了「統包總額」模式。在新條款下，無論珠江三角洲是否出現天旱，均確保香港每年最多得到8億2千萬立方米的供水。根據過去十年數字，香港每年平均使用6億4千萬立方米東江水，2011年是唯一一年達到供水上限⁹。另外，新協議容許水務署在不同時期，因應水塘儲水情況、用水需求、降雨估算等因素，按需要調節輸水量及輸水時間。這個靈活安排，令一些中型水塘如大欖桶水塘的溢流機會減少，也可讓本地集水區儲存更多雨水。水務署又指出，即使水塘溢流出現，也只會讓本地原水流失，減低溢流成本。這個看來似是好的協議，但實質有缺點。

根據協議，無論香港實際使用多少水，仍需繳付全額費用，這樣令購買東江水的真正成本，較條文中所訂明的為高。自水務署在1995年2月起凍結各行各業的水費徵收率以來，署方只有約30%收入來自水費，其餘則來自補貼。

由於香港用水量不斷上升，在沒有主要替代水源下，我們對東江水的依賴只會日益增加。香港可以考慮與廣東當局重新談判協議的內容，以維護香港的利益，特別在有關費用方面。新協議可以採取新形式以穩定東江水價格，又或降低供水上限，而同時容許按需要，以更高價格購入非固定的水量，這樣也可鼓勵節約用水。這個安排最終可能有助減省開支，因為香港只需為真正使用的東江水付款，而非現時一筆過「統包總額」。若香港能減少對東江水的依賴，對珠江三角洲其他城市也有好處，例如將面臨嚴重缺水考驗的深圳，情況將可得到緩和。

協議續約談判時的考慮因素



購買東江水是水務署最大的一項開支，這筆沉重費用對該署開展研究及投資發展替代技術構成了障礙。正如我們另一份相關報告《節約用水—邁向智能用水的香港》提到有關水費「用者自付」原則無法落實，東江水的龐大費用令水務署長年維持在虧損狀態。此外，署方內部並無設立基金，每年依靠立法會批出近70億港元的撥款作補貼，除非能取得額外撥款，水務署將無法推行任何研究或新計劃。

因此，香港必須戮力發展替代水源減低對東江水的依賴，藉此控制成本，並為市民提供可靠及價錢合理的食水。另外，東江水源亦受天雨因素影響，在極端乾旱的情況下，無論協議作出任何保證，也不能排除缺水的可能。從經濟角度而言，不購買東江水對香港來說並不可行，但面對人口及經濟增長、珠三角對水資源的需求，及全球氣候變化，減少依賴單一水源，將增加本港整個供水策略的應變能力。

海水沖廁

香港是少數沿海城市，設有食水和海水（用作沖廁）兩套供水系統，兼且是完全獨立運作。過去六十年，以海水沖廁節省了不少食水，是確保供水穩定一個不可或缺的部分。不過，進一步擴大使用海水沖廁前景並不明朗。

水務署自1972年開始免費提供海水，鼓勵市民使用。由於無法以水錶量度使用量，水務署沒有直接為海水收費，而是間接從食水水費中收回成本。在推行初期，海水沖廁並未受市民歡迎，但當局訂定的收費及相關政策逐漸收效，至2017年，約85%人口以海水沖廁，佔整體供水量的22%¹⁰。與每立方米食水（包括本地集水和東江水）16.6港元的平均成本相比，提供海水的成本較低。在過去十年，人均每日沖廁水量持續增加。

研究發現，海水沖廁是否划算主要取決於兩個因素：一、人口密度，必須每平方公里超過3,000人；二、離岸距離，輸送海水須少於30公里，若輸送往高地，距離將要更短。隨著香港城市發展，人口遷移至離岸更遠、密度較底的地區，海水沖廁的成本效益將逐漸遞減。

在新界等偏遠地區，海水沖廁的經濟效益不高。水務署開始探討替代的沖廁水源，包括淡水、回收雨水和再造水。除沖廁以外，這些替代方案亦可作其他非飲用用途，可提高水務署整體供水策略的彈性。

隨著香港採取更環保的建築規格（尤其在使用雙沖式水箱方面），沖廁用水的整體需求將開始下降。水務署估計在2016年，香港市民每日平均用92.3公升水（包括食水和海水）沖廁，而現時新加坡¹¹和澳門¹²分別是28.8公升和35公升；若然香港採用同一水平的技術，水務署每年將只需為用戶提供約1億立方米海水沖廁。到時，每單位海水的資本成本比例將會增加，令每立方米海水沖廁的成本價格增至7.87港元，其他替代方案將變得更加可取。加上海水對排水管道造成嚴重腐蝕的缺點，若採取替代方案，大廈業主將可免除這方面的憂慮。

循環再用水

水務署計劃透過增加使用海水沖廁及循環再用水（包括回收雨水、重用中水和再造水），擴大使用次階水作非飲用用途的範圍。

回收雨水及重用中水

從屋頂等表面收集得來並存作未來用途的雨水稱為回收雨水，而從浴室、洗手盆和洗衣機等地方收集的水稱為中水，經處理後可供使用。截至2019年中，一共有約100個政府項目的新建樓宇安裝了回收雨水和重用中水設施，符合了政府的綠色建築政策¹³。水務署在安達臣道石礦場的發展計劃，將安裝回收雨水及重用中水系統，以取代淡水沖廁。

根據在澳洲進行的研究，回收雨水的成本變化很大，應用於香港市場，成本有可能高於其他較便宜的替代方案¹⁴。本地一項研究發現，若在一幢多層大廈天台設置典型的雨水回收系統，只足夠為大廈內的洗衣機提供25%用水¹⁵。若在一幢典型住宅大廈裝置該系統，要在財務上可行，它最少要佔地900平方米，而最理想是2,000平方米。由於佔地不少，對一般私人大廈來說，這個方案顯得並不吸引亦不可行。

香港缺乏用地，土地成本高昂，限制了雨水回收的成效。但在暴雨期間，若能在市區收集徑流，卻可降低洪水暴發的機會。擴充水塘及雨水回收方案仍然依賴天雨，在天旱時缺乏應變能力，所以只能說在抗洪方面有效益，並不能有效地增加食水供應。

在洪澇為患的關鍵時刻，若水務署與渠務署能緊密合作，將可疏導雨水，長遠可減輕這方面帶來的破壞。結合防洪與水資源效益，這被認為過於昂貴的項目可能在經濟上變得可行。

再造水

再造水是經過處理而達致本地水質標準的排放水。在世界各地，再造水已成為一個日漸普及的水資源，大部分是非飲用用途。在香港，再造水可用來抵銷淡水需求，類似目前使用海水沖廁的情況。

雖然在香港將再造水處理至飲用水標準不可行或不合乎經濟效益，但它可以替代淡水和東江水作多種非飲用用途。由於其用途廣泛，特別在非住宅用水方面，將可抵消部分淡水需求。然而要大規模推行再造水，將要面對公眾是否接受、耗費投資建造設備，及知識掌握的挑戰。

渠務署已展開試驗計劃，以取得經驗並測試在香港使用再造水的可行性。位於大嶼山的昂坪污水處理廠於2006年啟用，是香港首個附有三級污水處理及再造水設施的項目。該廠為約40,000名居民及旅客提供污水處理服務，每日提供140立方米再造水，用作灌溉、養魚及沖廁等¹⁶。據渠務署資料，昂坪污水處理廠採用高級化學、生物、過濾及消毒程序，確保提供的再造水已淨化、無臭及安全，可作一系列的非飲用用途。

渠務署在2010年又進行了11項小規模再造水試驗計劃¹⁷，結果顯示，對於經過二級處理、不含鹽的污水，只需投放較少能源及化學品，便能淨化成再造水；但對於需要一級處理、含鹽的污水，需投放的能源則顯著增加，有時甚至與海水化淡不相上下。

從經濟及對抗環境變化角度而言，在香港（尤其是新界地區）採用再造水作沖廁及其他非飲用用途十分可取。但若要擴展至其他地方，如代替食水沖廁或推廣至工業及商業用戶，將遇到不少阻力，因為排污系統中混有海水，令淨化工程變得困難及昂貴。而現行污水處理設施主要提供基本、一級或準二級處理，並不能將污水淨化至適合重用的標準。加上污水含有鹽份，假使渠務署不加大設備投資及運營資金，再造水的發展潛力將大打折扣。

據水務署估計，在香港採用再造水每立方米成本約6.5港元，差不多是購買東江水的65%。投放資源發展相關技術，以再造水作一籃子非飲用用途，將會為香港增添一個既便宜又能應對天旱的水資源，且在節省能源及保持本地水質方面都有益處。

海水化淡

根據水務署的計劃，海水化淡是一個備用選項，將自2030年起佔整體食水資源約5%。考慮這方案時，必須兼顧相關技術是否符合香港其他政策目標。例如在《香港2030+》計劃中，當局提出不單要開拓充足水源，也要尋求一套「明智、綠色及具應變能力的基礎建設，配合有效土地利用，以產生更佳協同效應」¹⁸。

縱使海水化淡在天旱期間，能提供可靠水源，但需要投放很多能源，且對環境可能造成破壞。採用更多能源意味成本增加，而若這些能源是來自煤炭及化石燃料，將加劇碳排放的問題。因此，我們並不建議在香港大規模進行海水化淡。香港應尋求一個既能應對氣候變化又環保的解決方法，只能提供5%食水源的海水化淡，可謂與這些目標背道而馳。

香港缺乏本地水資源，目前從廣東購買東江水較海水化淡便宜，預期這情況可持續至未來。再造水具備與海水化淡同樣的抗旱能力，而且在投放更少能源、更低成本的情況下，可提供優質水源。基於這些因素，立法會及水務署倡議為海水化淡作重大投資，將很難得到支持。

不過，也不能斷言海水化淡永遠不可行。科研人員正研發一些嶄新技術，譬如在新加坡，電脫鹽技術有望減低能源方面的消耗，目前正在實驗室及試驗層面進行研究，在商業上是否可行，仍有待證實。另外，再生能源將可彌補花在能源上的開支，同時能減低排放污染物，令海水化淡更具吸引力。然而，在這些技術發展成熟之前，海水化淡在香港仍屬不切實際，對用戶而言也所費不貲。

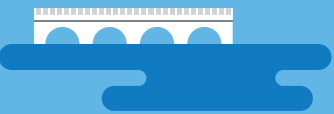






結論及建議

水務署計劃推出海水化淡、再造水、回收雨水及重用中水，這將佔香港整體水資源約6.3%。不過，當中只有海水化淡能供飲用，可佔未來飲用水源約5%。面對氣候變化的挑戰，上述計劃不夠進取，不足以減輕我們對天雨的依賴，也似乎無法增強整個供水系統的長遠應變能力。

我們在另一份相關報告《節約用水 — 邁向智能用水的香港》中，提出了一系列透過調整水費、加強保育及教育，以改善對水資源需求管理的建議。而在這份報告中，我們集中在水資源供應方面，並基於以下準則作出建議：



水資源 簡介

	現時每立方米 成本	抗禦氣候變化 的能力	適應能力
飲用水			
本地集水 	HK\$4.20	低	低
東江水 	HK\$10.13	高*	低
海水化淡 	HK\$12.00- HK\$13.00	高	低-中**
非飲用水			
雨水回收 	HK\$2.86- HK\$231.00	低	低
重用中水 	HK\$1.50- HK\$16.00	高	高
再造水 	HK\$6.50	高	高
沖廁			
海水沖廁 	HK\$4.26	高	低

* 透過供水協議獲得保證。但由於東江的氣候模式與本地集水相同，因此在沒有此保證的情況下或在長期乾旱時，評級將與本地集水相同。

** 隨著香港將逐步淘汰煤炭發電，並使用更多天然氣及非化石燃料來源，將可逐漸減少因開發水資源需要大量能源而影響氣候的缺點。而能源儲存系統的進步，也將令可再生能源的使用更切實可行。

1. 為再造水作非飲用用途設定更進取的願景

水務署現時計劃只將2.5%的循環再用水（包括再造水、回收雨水和重用中水）作非飲用用途，但由於相對上規模不大，因此沒有進一步細分用量。我們建議應設立更進取的20%願景，以再造水作非飲用用途，包括淡水沖廁（7.9%）及建築和工業界的需求（分別是2.2%和6.1%）。20%的再造水，將為香港節省1.97億立方米食水，或相等於整個政府機構和沖廁系統的淡水使用量。透過提高公眾的接受程度、發展必要的基礎設施，及加強業界相關知識，將可實現這一看似十分進取的願景。

從輸送安排和經濟角度來看，在現有地區和未來發展的新市鎮用再造水代替淡水沖廁是值得考慮的，因為若為這些地區提供海水沖廁，輸送成本將相當高。

2. 重新審視採用海水化淡作為後備水源的必要條件

水務署已將海水化淡視為策略性水資源，因它不易受氣候變化影響，在旱季其間亦可以為香港提供水源。但在決定投資多少時，我們必須考慮該技術對整體的影響。若計及輸送問題，海水化淡有可能顯著增加用電，這樣將帶來更多溫室氣體，進而加劇氣候變化，到頭來可能令乾旱更趨頻仍。此外，透過如我們在另一份報告《節約用水 — 邁向智能用水的香港》中，有關慳水教育和政策方面的建議，將可以更容易及便宜地得到化淡帶來的潛在好處。

除了對氣候的影響，研究人員亦愈加關心海水化淡對海洋生物多樣性，以及整個生態系統可能帶來的影響。若能耗費更少能源開發新水源，對環境造成更少破壞，再配合嚴格的節約用水措施，這將會是在經濟及環保角度上更佳的選擇。

3. 水務署與渠務署建立更緊密的協作

在討論本地集水和回收雨水的章節中，我們指出由於成本高昂，在水塘之間輸送食水及增加雨水回收，對加強香港水資源均缺乏效益。但若計及在抗洪方面的好處，在經濟角度上便有很大分別。當水務署與渠務署一起建立共同解決方案，這些外部效益將更見有利。若僅從一個部門的角度衡量，這些項目長久以來都被認為成本高昂。但假使將所有好處都一併考慮，計劃將更具成本效益。這個策略亦符合《香港2030+》所訂明的目標，就是要從全方位考慮供水建設。

4. 提升數據的精準度和透明度以改善供水系統

當局目前並沒有量度個別用戶以多少海水沖廁，而食水沖廁則只以大廈為量度單位，以致無從準確得知使用量及滲漏情況，亦不清楚兩類用戶的確切數目。每家庭用戶所得的用量資訊並不完整，因為當中涉及估算。令問題更複雜的是，由於水費賬單每四個月才發放一次，用戶無法及時獲取信息，難以更快地注意並解決滲漏問題，或得悉有關節約用水的成效。

水務署需更新供水網絡及設置更多智能水錶，這樣不但能為當局提供用量數據，亦對用戶有提醒作用，鼓勵他們節約用水，並能及時知道滲漏問題，迅速作出修補。若不釐清這些數據，當局將無從掌握供水系統的真正效能，要比較各個替代方案也變得不可能。水費賬單也可以重新設計以包括更準確的資訊，並可與其他本地用戶和城市比較。正如我們在另一份相關報告《節約用水 — 邁向智能用水的香港》中提到，準確的用量數據能推動節約用水，而這亦讓水務署能更準確地掌握沖廁水的真實用量，並更好地與替代方法的經濟效益作比較。

1. Water Supplies Department, *Annual Report 2017-18*, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.wsd.gov.hk/filemanager/common/annual_report/2017_18/common/pdf/wsd_annual_report2017-2018.pdf (accessed September 2019).
2. Legislative Council Secretariat, *Research Brief: Water resources in Hong Kong*, June 2015, Hong Kong: HKSAR Government, <https://www.legco.gov.hk/research-publications/english/1415rb05-water-resources-in-hong-kong-20150611-e.pdf> (accessed November 2018).
3. Audit Commission, *Chapter 4: Management of Water Supply and Demand*, No. 64, 1 April 2015, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.aud.gov.hk/pdf_e/e64ch04.pdf (accessed 7 November 2018).
4. Water Supplies Department, *Total Water Management Strategy 2019*, September 2019, Hong Kong: HKSAR Government, <https://www.wsd.gov.hk/en/core-businesses/total-water-management-strategy/twm-review/index.html> (accessed 6 September 2019).
5. ADM Capital Foundation and Civic Exchange, *The Illusion of Plenty*, May 2017, <https://civic-exchange.org/wp-content/uploads/2017/05/Water-Report-English-final.pdf> (accessed 15 October 2018).
6. Water Supplies Department, *Total Water Management Strategy 2019*, September 2019, Hong Kong: HKSAR Government, <https://www.wsd.gov.hk/en/core-businesses/total-water-management-strategy/twm-review/index.html> (accessed 6 September 2019).
7. Mc Jannet, D., Cook, F. and Burn, S., *Evaporation Reduction by Manipulation of Surface Area to Volume Ratios: Overview, Analysis and Effectiveness*, 2008, Urban Water Security Research Alliance, <http://www.urbanwateralliance.org.au/publications/UWSRA-tr8.pdf> (accessed 7 November 2018).
8. Water Supplies Department, *Annual Report 2017-18*, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.wsd.gov.hk/filemanager/common/annual_report/2017_18/common/pdf/wsd_annual_report2017-2018.pdf (accessed September 2019).
9. Dongjiang water figures for these years were obtained from WSD information requests.
10. Water Supplies Department, *Annual Report 2017-18*, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.wsd.gov.hk/filemanager/common/annual_report/2017_18/common/pdf/wsd_annual_report2017-2018.pdf (accessed September 2019).
11. Teo, G., "Showering, flushing account for nearly half of water used in homes: PUB study," *Channel News Asia*, 2 March 2018, <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/showering-flushing-account-for-half-of-water-used-in-homes-10002178>; Wong, D., "Homes now have more water-efficient fittings; showers still use most water: PUB study," *Straits Times*, 1 March 2018, <https://www.straitstimes.com/singapore/half-of-all-water-fittings-in-households-are-efficient-showering-still-uses-most-water-in>.
12. Personal Correspondence with Macau Water, November 2018.
13. Water Supplies Department, *Total Water Management Strategy 2019*, September 2019, Hong Kong: HKSAR Government, <https://www.wsd.gov.hk/en/core-businesses/total-water-management-strategy/twm-review/index.html> (accessed 6 September 2019).
14. Department of Environment and Conservation, *Managing Urban Stormwater: Harvesting and Reuse*, April 2006, New South Wales: Government of Australia, <https://www.environment.nsw.gov.au/-/media/OEH/Corporate-Site/Documents/Water/Water-quality/managing-urban-stormwater-harvesting-reuse-060137.pdf> (accessed November 2018).
15. Gao, X., Kim, Y. and Lee, H.W. (2014), "Life-cycle Cost Analysis of Using Rainwater Harvesting Systems in Hong Kong Residential Buildings," *Journal of the Korean Housing Association*, Vol. 25, pp.53-62.
16. Drainage Services Department, *Ngong Ping Sewage Treatment Works*, March 2009, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.dsd.gov.hk/EN/Files/publications_publicity/publicity_materials/leaflets_booklets_factsheets/NgongPing_STW.pdf (accessed November 2018).
17. Chan, H., *Water Reclamation Trial Projects in Drainage Services Department*, 2012, Drainage Services Department, https://www.dsd.gov.hk/EN/Files/Technical_Manual/technical_papers/EMP1202.pdf.
18. Development Bureau and Planning Department, *Hong Kong 2030+: Toward a Planning Vision and Strategy Transcending 2030*, Hong Kong: HKSAR Government, https://www.hk2030plus.hk/document/2030+Booklet_Eng.pdf (accessed 15 October 2018).

© 思匯政策研究所 2019



香港中環永和街23-29號俊和商業中心23樓
電話 (852) 2893 0213 傳真 (852) 3105 9713
www.civic-exchange.org