香港水資源危機之二

連兩年納財案 未來方向

海水化淡開源

▶香港的主要水源東江水已捉襟見肘，急需要開拓新水源。圖為市民到水車取水 資料圖片

今年的財政預算案中，曾俊華表明希望「海水化淡長遠可以成為香港一個重要水源」，連續兩年把海水化淡寫入財政預算案中，可見本港需正視淡水資源的重要性。水資源及供水水質事務諮詢委員會主席陳漢輝指，香港主要水源東江水已捉襟見肘，香港需要開拓新水源，「海水化淡就是香港未來的方向」。

大公報記者 葉漢亮 許嘉信
實習記者 吳家俊
部分圖片由奧雅納及李凱威提供

陳漢輝表示支持興建海水化淡廠。他說，東江水供應廣東省多個城市，用量已經接近飽和，而香港水資源有限，現今近8成淡水由東江水供給。他預計，隨着人口不斷增加，香港用水量亦會不斷上升，到時可能會面對「無水用」的窘境，不能過分依賴東江水，「香港三面臨海，擁有豐富的海水資源，海水化淡就成爲不二之選」。

逆滲透技術成熟成本低

「早於07和08年間，水務署已於屯門和鴨脷洲做海水化淡試驗。屯門位處珠江口，水的含鹽量較低但就含有較多的懸浮粒子，鴨脷洲情況就剛好相反。而結果顯示水的含鹽量對海水化淡影響不大，相反懸浮粒子就十分影響海水化淡的效率。」陳漢輝續說，位處香港東邊的將軍澳最適合興建海水化淡廠，海水較爲乾淨，所產的淡水又能原區供應，符合成本效益。

▶李凱威指，海水化淡廠出入水口設計需十分謹慎

海水化淡將成爲本港重要淡水來源之一，但它運作原理是怎樣？曾參與本港海水化淡試驗廠工作、現職奧雅納高級工程師的李凱威表示，海水化淡技術就是海水的脫鹽工藝，通過在海水中加入能量，使海水轉化爲淡水及鹽。他指，目前世界上主要運用三種海水化淡技術，分別是多效蒸餾（MED）、多級閃蒸（MSF）和香港將會採用的逆滲透（RO）技術。他表示與其他海水化淡技術相比，逆滲透技術成熟、成本低，容易提升產量等優勢，是適合香港的海水化淡技術。

「海水首先經由水泵進入化淡廠進行預處理工序，去除海沙、細菌、病毒等不溶於水的雜質，其後過濾完成的海水就進入逆滲透技術工序。經處理的海水會被管道分流至多個管狀逆滲透裝置之中，每個裝置都配有直徑8吋，長爲1米的逆滲透膜。」李凱威詳細解釋逆滲透技術的運作。

能源消耗大需找平衡點

他續指，滲透膜只能允許水分子通過，海水在高壓之下，約有50%的海水通過滲透膜會轉化成淡水，餘下的50%會變成濃鹽水。收集的淡水會經過後處理工序，消毒及調節水的酸鹼度以符合飲用。而濃鹽水就會經由排水口以密封管道的方式，在離岸約300米並高於水平面處以噴射的方式排放，盡可能稀釋濃鹽水。

「海水化淡廠的成敗關鍵，不在滲透膜，而在入水口、出水口、水泵等設備上。」他舉例說，若把入水口興建在有較多生物的海域，各類生物會經由水泵進入滲透膜中，生物亦會在膜內繁殖，嚴重影響滲透膜的壽命。另外，若海水渾濁度較高，即含有較高的懸浮粒子，亦會影響海水化淡的效率。他提醒，海水化淡廠的設計一定要謹慎，入水口、出水口等設備一旦建成就難以改動。

香港原來有正在運作的海水化淡廠。李凱威指出，西貢滘西洲公衆高爾夫球場建有一個規模不大、正在運作的海水化淡廠，所產的淡水僅供灌溉及淋花之用。他表示，除現時在將軍澳建海水化淡廠，期望未來可在離島等地區拓展海水化淡技術，因爲鋪設海底食水管的費用龐大，海水化淡可能更爲划算。

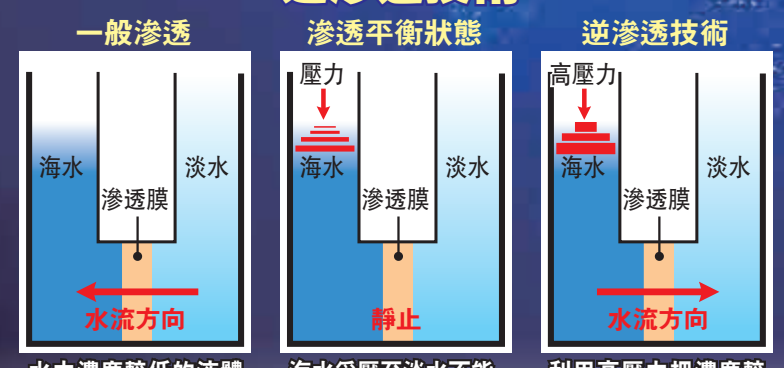
綠色力量高級環境事務經理單家驊認爲，不論發展再造水或海水化淡，兩者都只能成爲本港的「後備水源」，估計可提供的食水量不多於整體的百分之十。他坦言，再造水和海水化淡均需要大量能源消耗，「雖然多了食水來源，但產生的溫室氣體或會帶來別的生態影響，政府應要找出平衡點」。

主要海水化淡技術比較

項目	多級閃蒸（MSF）	多效蒸餾（MED）	逆滲透（RO）
能源消耗	高	中	低
處理高渾濁度海水能力	高	中	低
處理含鹽量高海水能力	高	中	低
產出水質	非常好	非常好	可接受
資本投入	高	中	低
維護成本	低	低	中

資料來源：奧雅納

逆滲透技術



水由濃度較低的液體通過滲透膜流向濃度較高的液體，而達致滲透平衡狀態。

海水受壓至淡水不能穿過滲透膜。

利用高壓力把濃度較高的海水逼向濃度較低的一方，滲透膜只容淡水通過，把鹽分和其他雜質分隔。

荷蘭意國採熱能推動化淡

除逆滲透技術外，現時運用廣泛的海水化淡技術還有多級閃蒸技術（MSF）和多效蒸餾技術（MED）。以上兩種技術都是屬於用熱能推動的海水化淡技術，被荷蘭、意大利、沙特阿拉伯等國家運用。

多級閃蒸技術主要用於大型海水化淡廠，曾經是世界最大的香港樂安排海水化淡廠就是利用多級閃蒸技術。化淡廠首先會抽取海水作預澄清和消毒處理，經過處理後，海水會被加熱注入多級閃蒸系統。由於環境壓力較低會致使海水沸騰並會立即閃蒸變爲蒸氣，系統的大氣壓會逐級降低，而海水會逐級升溫。多級處理後海水會逐步達至飽和狀態，而所得到的水蒸汽會被收集成爲可供飲用的淡水。

多級閃蒸的優勢在於單機淡水產量大，而且不受海水鹽度影響，可以把海水轉化爲純度較高的淡水。但多級閃蒸技術初期投入是逆滲透的兩倍，運作亦需要消耗大量能源，而在運作後操作彈性低，不適合用水量變化大的地區。

多效蒸餾技術是較早研發的海水化淡技術，轉化海水方法與多級閃蒸類似，系統由一系列的蒸發器組成。此方法的原理是在海水預處理後，利用高溫蒸氣與海水之間的溫差進行熱交換後，收集因爲高溫而蒸發的水蒸汽，從而得到純淨水。

▲海水化淡廠的內部設施

用電量高普通濾水廠4倍

將軍澳海水化淡廠擬使用逆滲透技術，該技術雖較傳統海水化淡技術節能，但仍需要消耗大量能源。李凱威估計，海水化淡廠的用電量比普通濾水廠高至少4倍，而每立方米海水化淡的水價爲12–13元，遠比現時東江水價加後處理費用的8元爲高。

將軍澳化淡廠投資額40億

李凱威表示，海水化淡廠的建設成本遠高於濾水廠。他說，位於大埔的濾水廠每日產水40萬立方米，耗資32億興建。而將軍澳海水淡化廠初始產量約爲13萬立方米一日，但投資額卻高達40億，往後的運營成本亦十分高昂。

他舉例說，一般水廠消毒過濾1立方米的水大約要用0.6度電，若使用逆滲透技術，每生產1立方米水就要消耗2.5至4度電，用電量相差最少4倍以上。他又指，較早前香港海水化淡試驗廠每立方米的綜合成本是7.8至8.4元，但由於受建築成本及電價因素影響，水務署最新估計的海水化淡綜合營運成本就高達12至13元一立方米。

產濃度極高鹽水有礙生態

除能源消耗高外，海水淡化還會產生濃度極高的鹽水。他說，有50%的海水會轉化爲淡水，其餘就會變成濃鹽水，濃鹽水雖然可以通過蒸發形式轉化爲鹽，但需要使用大片土地，不適合寸金尺土的香港，唯一處理方法只可以把濃鹽水排出大海。他說，濃鹽水會經由埋藏於海床下的密封管道排出，若濃鹽水不能得到有效稀釋，會對生態產生一定影響。

他指，將軍澳是香港數據運輸和果洲群島的海上風力發電廠海底電纜的登陸點，若出水管道和海底電纜重疊，可能會影響相關設施，當局要審慎考慮海水化淡廠出入水口的位置。

「由於使用高壓水泵，泵房內會產生高分貝噪音。」他說，在生產淡水期間，海水化淡廠會產生大量噪音，而距離化淡廠最近的將軍澳日出康城及小西灣藍灣半島相隔至少2公里，相信噪音不影響居民日常生活。

▲海水化淡會產生濃度極高的鹽水。圖為海水化淡廠的內部設施

◀西貢滘西洲公衆高爾夫球場建有一個規模不大的海水化淡廠

港化淡廠2020年投服務

本港計劃興建海水化淡廠開發新水源，預計2020年投入服務，屆時可提供每年5000萬立方米食水，相等於全港食水用量的5%，並可進一步擴建至年產9000萬立方米食水。

其實早在1975年，屯門樂安排海水化淡廠開始投入運作，1977年全面運作，日產18萬立方米淡水，當時採用高溫蒸餾技術，需耗用大量燃料，及後一度停產。其後1981年制水期間重開，但原油價格上升令海水化淡成本飆升，海水化淡廠於1982年關閉及停用，1991年拆卸。

近年海水化淡技術發展迅速，根據國際海水化淡協會資料，2012年全球有約1.6萬個海水化淡設施，總日產量逾7000萬立方米，分布全球各地包括內地、新加坡、澳洲、中東、美國、西班牙等，其中60%以上採用逆滲透技術。

積極發展再造水

新加坡的新泉海水化淡廠於2005年啓用，年產5000萬立方米淡水，佔全國用水需求10%。澳洲的柏斯海水化淡廠於2006年運作，該廠是全球最大規模採用再生能源及逆滲透技術的海水化淡廠。中東國家近年出現年產量超過1億立方米的逆滲透海水化淡廠落成。本港水務署亦於2007年完成海水化淡技術的先導研究，確立海水化淡在港的可行性，生產符合世界衛生組織《飲用水水質準則》的飲用水。

除海水化淡外，水務署亦積極發展使用再造水，在大嶼山昂坪及石湖墟污水處理廠進行的循環再用處理污水試驗計劃證明，使用再造水作非飲用用途在技術上可行，預期於2021年或之前，會向上水、粉嶺和新界東北新發展地區的居民供應再造水，作沖廁及其他非飲用用途。而外國有地方早已將再造水作飲用，包括美國加州及新加坡。

★浙江辦事處 杭州市鳳起路139號天安2幢24樓 TEL:(571)87151210 FAX:(571)87151209★江蘇辦事處 南京市廣州路188號蘇寧環球大厦21F TEL:(25)83243655 FAX:(25)83248656★湖北辦事處 武漢市武昌區中北路227號愛尚東亭1號樓2單元2803室TEL:(27)85761656 FAX:(27)85560732★中國證券採訪部 深圳市南山區東濱路66號 TEL:(755)26074162 FAX:(755)26419058★河南辦事處 鄭州市鄭東新區CBD商務內環路2號中油新澳大厦901室TEL:(371)65585233 FAX:(371)65585427★青海辦事處 青海省西寧市七一路493號162室 TEL:(971)6335709 FAX:(971)6335709
★四川辦事處 四川省成都市八寶街108號國信廣場1106室 TEL:(28)85557928 FAX:(28)85557928★陝西辦事處 西安市新城大院陝西省人民政府辦公廳大樓508室TEL:(29)87294832 FAX:(29)87294162★山西辦事處 山西省太原市長治林區長風西街16號萬國城MOMA 6號樓1單元1001 TEL:(351)6101 188 FAX:(351)6101 188★海南辦事處 海口市玉沙路5號國貿中心21樓A座 TEL:(898)66735188 FAX:(898)66735388★駐紐約記者 200East 72nd Street ,6G, New York, NY10032, U.S.A. TEL:(+1)718-353-3656 E-mail:hiuman.tkp@gmail.com ★駐倫敦記者 12 York Road, New Southgate, London N11 2TG U.K. TEL:181-888-2226 FAX:181-889-3668
★西南辦事處 渝中區學田灣正街東方花苑B座1901室TEL:(23)63628921 FAX:(23)63628921★江西辦事處 南昌市北京東路南洋花園A4-5 TEL:(791)8308129 FAX:(791)8308329★湖南辦事處 長沙市芙蓉區晚報大道時速風尚大厦1311室TEL:(731)82193515 FAX:(731)82193525★廣西辦事處 廣西南寧市青秀區東葛路82號永凱現代城三單元22樓2201室 TEL:(771)5802 399 FAX:(771)5802399★新疆辦事處 烏魯木齊市中山路477號自治區人民政府綜合辦公樓303室 TEL:(991)2803001 FAX:(991)2803003★澳門聯絡處 澳門水坑尾街321號泉雅閣3樓A座TEL:(853)28354510 FAX:(853)28354509