



1. 引言

1.1 新加坡是一個水資源匱乏的國家。該國人口達 550 萬，在總面積合共 718 平方公里的國土當中，沒有天然湖泊、巨大的河川或充裕的地下水資源作為淡水供應來源。由於新加坡一直依靠從馬來西亞輸入淡水，故有需要推展更多元化的供水管理措施。該國多年來一直致力增加本地收集雨水及開拓新水源，以確保充足及可持續的用水供應。

1.2 在收集本地雨水方面，新加坡建有 17 個水塘，當中有兩個新水塘於 2011 年落成。此外，當地亦擴大集水區的範圍至涵蓋該國三分之二的土地總面積。至於新的供水來源方面，新加坡建有 5 間"新生水"廠(NEWater plant)，以處理使用過的水，並將之轉化為高純度用水。目前，"新生水"或再造水可應付新加坡現時的用水量達 30%。¹ 除再造水外，新加坡亦興建了兩間海水化淡廠，引入淡化水。現時，淡化水可應付新加坡 25% 的用水量。本資料便覽旨在向發展事務委員會提供有關新加坡的供水管理情況，並特別概述該國近年興建海水化淡廠的情況。

2. 新加坡的供水管理

2.1 在新加坡，公用事業局(Public Utilities Board，簡稱 PUB)是環境及水資源部(Ministry of the Environment and Water Resources)轄下的法定機構，整體性管理新加坡供水、集水及污水處理事務。作為國家水務機構，公用事業局尤須負責收集、生產、分配及再造用水，確保可以持續和具效率地供水。公用事業局亦致力扶植水利產業的發展，並透過其全資擁有的附屬公司——公用事業局顧問

¹ "新生水"主要用於半導體晶片製造廠、工業邨及商業樓宇的工業及空調冷卻用途。在旱季期間，當局會在水塘加入"新生水"，將之與原水混合。

私人有限公司(PUB Consultants Private Ltd)，與多間以新加坡為基地的水務公司合作進行海外項目，合作的範疇包括供水的基建發展以至營運和保養都市供水系統等項目。

2.2 新加坡的淡水供應最初主要來自兩方面，其一是從馬來西亞輸入用水²，另一來源是收集雨水。新加坡關注到其極為依賴馬來西亞供水，長遠而言，有必要達致用水自給。因此，新加坡政府於 2002 年銳意透過興建新水塘、增加集水區及開拓不同的供水來源等措施，提高本地供水量。

2.3 在開拓不同的供水來源方面，新加坡一直投放資源，以發展再造水及海水化淡項目，早於 2003 年及 2005 年已分別建成首間"新生水"廠及海水化淡廠。經過約十多年的發展，新加坡已建立了一個多元化的供水系統，淡水主要來自 4 個不同來源，即"國家四大水龍頭(Four National Taps)"。該 4 個來源包括(a)來自本地集水區的水；(b)從外地輸入用水；(c)產自 5 間"新生水"廠的再造水；及(d)產自兩間海水化淡廠的淡化水。在上述的供水來源中，"新生水"及淡化水分別可應付新加坡總用水量的 30% 及 25%。

2.4 展望將來，公用事業局預測，新加坡 2060 年的每日用水量將會較現時增加接近一倍。因此，新加坡政府計劃增加"新生水"的產量 3 倍以上，以及逐步提升海水化淡廠的規模，以期在 2060 年"新生水"及淡化水可分別應付新加坡 55%及 25%的用水量。

3. 新加坡的海水化淡廠概況

3.1 早於 1990 年代，新加坡政府已視海水化淡為可行的淡水供應來源，但礙於當時所涉及的生產成本高昂而未有採用。其後海水化淡技術逐步改進，尤其是逆滲透技術(reverse osmosis)在全球日益普及，令海水化淡程序的成本得以降低。新加坡遂於 2000 年代決定引入海水化淡。

² 新加坡一直根據兩項雙邊協議從馬來西亞的柔佛州輸入用水。首項協議已於 2011 年 8 月屆滿，第二項協議則將於 2061 年屆滿。

3.2 在 2005 年 9 月，首間海水化淡廠 —— 新泉海水化淡廠 (SingSpring Desalination Plant) 在新加坡西部工業區 —— 大士 (Tuas) 投產。作為長遠提高淡化水產量計劃的一部分，新加坡於 2011 年在大士動工興建第二間海水化淡廠 —— 大泉海水化淡廠 (Tuaspring Desalination Plant)。該廠於 2013 年 9 月啟用，是東南亞地區內其中一間規模最大的逆滲透海水化淡廠。

新泉海水化淡廠

3.3 新泉海水化淡廠於 2005 年投產。該廠的設計年產量為 5 000 萬立方米。淡化水是透過使用半滲透膜 (semi-permeable membranes) 進行逆滲透程序，將預先處理的海水進行淡化。³

3.4 新泉海水化淡廠是新加坡政府按公私營機構夥伴合作的模式 (public-private partnership approach) 批予私人機構的首個水務基建項目。新泉私人有限公司 (下稱 "新泉")⁴ 透過公開招標，獲取合約設計、建造、擁有及營運新泉海水化淡廠，並同時負責相關的融資安排。新泉海水化淡廠向公用事業局供水，然後由該局分配予住宅和工商用戶。根據公用事業局與新泉簽訂的購水協議，新泉須在 2005 年至 2025 年的 20 年間向公用事業局供應淡化水，首年的價格定於每立方米 0.78 新加坡元 (3.64 港元)⁵，其後每年的價格調整則視乎燃料價格及通脹率等因素而定。

大泉海水化淡廠

3.5 新加坡第二間海水化淡廠 —— 大泉海水化淡廠在 2013 年投產。該廠的設計年產量為 1 億 1 600 萬立方米，是世界上其中一間最具能源效益的大型海水化淡廠。廠房本身設有發電廠，為進行海水化淡提供可靠的供電來源，過剩的電量會售予新加坡全國電網。

³ 有關逆滲透技術的詳情，請參閱 FS07/14-15。

⁴ 新泉是一間以新加坡為基地，由凱發集團 (Hyflux) 全資擁有的附屬公司。凱發集團是一間環球水務公司，在新加坡、中國和阿爾及利亞等國家營運逆滲透海水化淡廠。

⁵ 新泉供應公用事業局的淡化水價格首年定為每立方米 3.64 港元，遠低於計劃興建的將軍澳海水化淡廠的估算成本 (每立方米 12-13 港元)。前者價格並不包括配水給用戶和客戶服務所涉及的成本，但後者價格則包括所有相關成本。資料研究組曾致函新加坡環境及水資源部和公用事業局，要求兩間機構提供海水化淡總成本的資料，截至本資料便覽發表當日，兩間機構尚未就資料研究組提出的要求作覆。

3.6 大泉海水化淡廠是公用事業局另一公私營機構夥伴合作項目。根據該項目的招標結果，大泉私人有限公司(下稱"大泉")⁶獲批出合約，以設計、建造、擁有及營運該廠，並同時負責該項目的融資安排。根據購水協議，大泉須在 2013 至 2038 年的 25 年間向公用事業局供應淡化水。首年的淡化水價格定於每立方米 0.45 新加坡元(2.79 港元)的低水平^{7,8}。與新泉海水化淡廠的安排相若，大泉海水化淡廠的供水價格其後每年亦會按燃料價格及通脹率等因素調整。

興建新的海水化淡廠

3.7 為及早籌謀，以應對日後可能出現持續旱情和乾旱天氣，新加坡政府在 2015 年年初宣布將在大士興建第三間海水化淡廠。⁹此外，新加坡預期，到了 2060 年，用水量將較現時增加接近一倍，因此政府亦公布計劃在新加坡其他地區增建海水化淡廠，以應付未來不斷增加的用水需求。

⁶ 以新加坡為基地的大泉私人有限公司亦由凱發集團擁有。

⁷ 有關的價格低於新泉海水化淡廠的供水價格，反映大泉海水化淡廠的運作可能具較高的能源效益。

⁸ 一如新泉海水化淡廠，大泉海水化淡廠所收取的首年供水價格並不包括配水給用戶和客戶服務所涉及的成本。

⁹ 請參閱 Parliament of Singapore (2015)。

參考資料

1. Au-yeung, F. (2009) *SingSpring – A Positive PPP Experience*. Available from: http://www.siww.com.sg/pdf/FF_Au_Yeung_Fai.pdf [Accessed September 2015].
2. Chua, S.G. (2014) *NEWater – Water Sustainability in Singapore*. Available from: <http://www.macaomiecf.com/cms2014/fckupload/file/4Chua%20Soon%20Guan.pdf> [Accessed September 2015].
3. Civic Exchange. (2014) *The Water Tales of Hong Kong and Singapore: Divergent Approaches to Water Dependency*. Available from: <http://www.civic-exchange.org/en/publications/164987052> [Accessed September 2015].
4. Hyflux. (2011) *Hyflux named Preferred Bidder for Tuas II Desalination Plant*. Available from: http://hyflux.listedcompany.com/newsroom/20110307_160349_600_BBABE30BE99D4CC54825784C00224123.2.pdf [Accessed September 2015].
5. Hyflux. (2013) *Hyflux Corporate Brochure 2013*. Available from: http://www.hyflux.com/misc/Hyflux_Corporate_Brochure_2013.pdf [Accessed September 2015].
6. Kable Intelligence Ltd. (2015) *Tuas Seawater Desalination Plant – Singapore*. Available from: <http://www.water-technology.net/projects/tuas-seawater-desalination> [Accessed September 2015].
7. Lee, M.F. (2012) *Managing Operations of PPP Contracts – Case Study: SingSpring Desalination Plant*. Available from: [http://environment.asian.org/wp-content/uploads/2013/07/awgrm/Managing-PPP-Contractors-\(2Nov2012\)\(PUB\).pdf](http://environment.asian.org/wp-content/uploads/2013/07/awgrm/Managing-PPP-Contractors-(2Nov2012)(PUB).pdf) [Accessed September 2015].
8. Parliament of Singapore. (2015) *Speech by Dr Vivian Balakrishnan, Minister for the Environment and Water Resources, Committee of Supply Debate on 11 March 2015*. Available from: <http://www.mewr.gov.sg/news/speech-by-dr-vivian-balakrishnan--minister-for-the-environment-and-water-resources--committee-of-supply-debate--11-march-2015-section-c> [Accessed September 2015].

9. SG Press Centre. (2015) *Speech by Mr Teo Ser Luck, Minister of State for Trade and Industry, at the Italy-Singapore Cleantech Forum*. Available from: http://www.news.gov.sg/public/sgpc/en/media_releases/agencies/mti/speech/S-20150319-1.html [Accessed September 2015].
10. *Statistics Singapore*. (2015) Available from: <http://www.singstat.gov.sg/> [Accessed September 2015].
11. WaterWorld. (2013) *Singapore's second desalination facility set to open with combined power plant*. Available from: <http://www.waterworld.com/articles/2013/09/singapore-s-second-desalination-facility-set-to-open-with-combined-power-plant.html> [Accessed September 2015].

立法會秘書處
資訊服務部
資料研究組
2015年9月30日
電話：2871 2142

資料便覽為立法會議員及其轄下委員會而編製，它們並非法律或其他專業意見，亦不應以該等資料便覽作為上述意見。資料便覽的版權由立法會行政管理委員會(下稱"行政管理委員會")所擁有。行政管理委員會准許任何人士複製資料便覽作非商業用途，惟有關複製必須準確及不會對立法會構成負面影響，並須註明出處為立法會秘書處資料研究組，而且須將一份複製文本送交立法會圖書館備存。