



## 1. 引言

1.1 新加坡在 2000 年代開始生產淡化水，作為該國開拓多元化用水來源的長遠策略下，另一個淡水供應來源。目前，淡化水已成為新加坡 "第四大國家水龍頭"(fourth National Tap)，<sup>1</sup> 應付該國 25% 的用水需求。據公用事業局 (Public Utilities Board)<sup>2</sup> 的資料，預測新加坡 2060 年的每日用水量將倍增至大約 360 萬立方米。基於這個背景，新加坡政府已計劃提高現時的淡化水產量，以期到了 2060 年，淡化水能繼續應付未來 25% 的用水需求。本資料便覽旨在提供新加坡發展海水化淡廠的資料，包括淡化水的生產過程。

## 2. 新加坡的海水化淡廠

2.1 新加坡的國家水務機構為公用事業局，該局早於 1970 年代已着手研究，可否運用海水化淡技術開拓另一淡水供應來源，但礙於當時所涉及的生產成本高昂，該項可行性研究並無取得成果。其後海水化淡技術逐步改進，尤其是逆滲透技術 (reverse osmosis)<sup>3</sup> 在全球日益普及，令生產成本得以降低，並為新加坡於 2000 年代引入海水化淡作為供水來源奠定基礎。

<sup>1</sup> 另外 3 個國家水龍頭為：(a)從本地集水區收集的雨水；(b)從馬來西亞輸入的用水；及(c)"新生水"(高純度再造水)。

<sup>2</sup> 公用事業局是環境及水資源部 (Ministry of the Environment and Water Resources)轄下的法定機構，整體管理新加坡供水、集水及污水處理事務。

<sup>3</sup> 逆滲透技術是一種利用將海水推過半滲透膜進行的海水化淡過程，半滲透膜只容許水分子透過，鹽分則不能通過。

2.2 新加坡現有兩間海水化淡廠，分別為新泉海水化淡廠(SingSpring Desalination Plant)及大泉海水化淡廠(Tuaspring Desalination Plant)。該兩間海水化淡廠位於大士(Tuas)，<sup>4</sup> 運用逆滲透技術，每天合共生產約 455 000 立方米淡化水。<sup>5</sup> 該兩間海水化淡廠按公私營機構夥伴合作(public-private partnership)的模式興建。據此，公用事業局向私人機構批出合約，以設計、建造、擁有及營運該兩間海水化淡廠，而私人機構則向公用事業局供應淡化水，然後由該局分配予住宅和工商用戶。

### 新泉海水化淡廠

2.3 新泉海水化淡廠於 2004 年興建，是新加坡首間海水化淡廠。該廠於 2005 年投產，設計年產量為 5 000 萬立方米(或每天 136 000 立方米)。新泉海水化淡廠亦是公用事業局按公私營機構夥伴合作的模式，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")<sup>6</sup> 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。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，首年供應的淡化水價格定於每立方米 0.78 新加坡元(3.64 港元)，<sup>7</sup> 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

2.4 大泉海水化淡廠於 2011 年興建，是新加坡第二間海水化淡廠。該廠於 2013 年投產，設計年產量為 1 億 1 600 萬立方米(或每天 318 500 立方米)。大泉海水化淡廠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，為進行海水化淡向廠房提供可靠的供電來源，過剩的電量會售予新加坡全國電網。

---

<sup>4</sup> 大士是新加坡西部最大的工業區。

<sup>5</sup> 據公用事業局的資料，新加坡每天的耗水量約為 180 萬立方米。

<sup>6</sup> 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、印度和阿爾及利亞等國家營運。該集團就海水化淡、用水循環再造、廢水處理及食水處理提供方案。

<sup>7</sup> 新泉向公用事業局供應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生產成本(按 2013-2014 年度價格水平計算為每立方米 12.6 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。

2.5 公用事業局向大泉私人有限公司(下稱"大泉")<sup>8</sup> 批出合約，以設計、建造、擁有及營運大泉海水化淡廠，並同時負責相關的融資安排。根據雙方訂立的購水協議，大泉須在 2013 年至 2038 年的 25 年間向公用事業局供應淡化水，首年供應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。<sup>9、10</sup> 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。

### 3. 淡化水的生產過程

3.1 在新加坡，海水經處理成為淡化水後，會與來自水塘並經過處理的水混和，繼而配送予住宅和工商用戶。海水化淡涉及下列 3 個過程：

- (a) 前期處理工序 —— 從海水過濾出懸浮固體；
- (b) 雙過濾(double pass)逆滲透技術處理程序 —— 利用雙過濾技術，使海水流過半滲透膜，去除海水中的鹽分；<sup>11</sup> 及
- (c) 後期處理工序 —— 將經處理的水再礦物化(加入礦物質)<sup>12</sup> 及調節其酸鹼值。<sup>13</sup>

---

<sup>8</sup> 以新加坡為基地的大泉私人有限公司亦由凱發集團擁有。

<sup>9</sup> 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。

<sup>10</sup> 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。

<sup>11</sup> 在單過濾(single pass)逆滲透技術系統中，原料水會流入半滲透膜，流出半滲透膜的是滲透水(淡化水)，而沒有流過半滲透膜的是濃縮水。在雙過濾逆滲透技術系統中，經第一次過濾程序獲得的滲透水會成為第二次過濾程序的原料水。這些滲透水再經第二次過濾程序處理後，可生產更優質的淡化水。

<sup>12</sup> 據世界衛生組織的資料，由於淡化水的礦物質含量甚低，因此在輸送過程中會銹蝕喉管和裝置。再礦物化是處理此問題的方法之一。此外，將淡化水再礦物化有助用戶攝取具營養價值的礦物質，例如鈣、鎂及氟化物。請參閱 World Health Organization (2011b)。

<sup>13</sup> 酸鹼值用以顯示物質的酸鹼度。據世界衛生組織的資料，在各個處理用水的階段必須控制酸鹼值，以確保用水經過妥善淨化和消毒。進入輸送系統的用水的酸鹼值亦必須妥為控制，以盡量減低水管和喉管的銹蝕程度。物質的酸鹼值由 0 至 14，而食水的最適酸鹼值為 6.5 至 8.5。請參閱 World Health Organization (2011a)。

3.2 據公用事業局的資料，在國家四大水龍頭當中，淡化水是耗用最多能源的供水來源。為確保淡化水成為可負擔及可持續的供水來源，公用事業局與業界夥伴機構合作，發展可在海水化淡過程中減少能源消耗量的新技術，從而降低生產成本。

## 4. 新近發展

4.1 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，以加強新加坡對抗乾旱天氣的能力，並協助應對日後不斷增加的用水需求。這間新的海水化淡廠將於 2017 年投產，會由公用事業局擁有和營運。新加坡政府再於 2015 年 9 月宣布將在濱海東 (Marina East) 興建第四間海水化淡廠，這間海水化淡廠將按照設計—建造—擁有一營運的安排興建。兩間新海水化淡廠的設計年產量均為 5 000 萬立方米。

## 參考資料

1. Development Bureau. (2015) *Item for Public Works Subcommittee of Finance Committee*. Paper submitted to the Public Works Subcommittee of Finance Committee of the Legislative Council for discussion on 3 June 2015. LC Paper No. PWSC(2015-16)18.
2. Kable Intelligence Ltd. (2016a) *Tuas Seawater Desalination Plant – Singapore*. Available from: <http://www.watertechnology.net/projects/tuas-seawater-desalination/> [Accessed February 2016].
3. Kable Intelligence Ltd. (2016b) *Tuaspring Desalination and Integrated Power Plant – Singapore*. Available from: <http://www.watertechnology.net/projects/tuaspring-desalination-and-integrated-power-plant/> [Accessed February 2016].
4. 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 February 2016].
5. Ministry of the Environment and Water Resources. (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 February 2016].
6. Prime Minister's Office Singapore. (2013) *Speech by Prime Minister Lee Hsien Loong at the official opening of Tuaspring Desalination Plant*. Available from: <http://www.pmo.gov.sg/media-release/speech-prime-minister-lee-hsien-loong-official-opening-tuaspring-desalination-plant> [Accessed February 2016].
7. The Public Utilities Board. (2005) *Press Releases – Fourth National Tap Flows*. Available from: <http://www.pub.gov.sg/mpublications/Pages/PressReleases.aspx#> [Accessed February 2016].

8. The Public Utilities Board. (2013) *Press Releases - PUB and Hyflux officially open Singapore's second and largest desalination project*. Available from: <http://www.pub.gov.sg/MPUBLICATIONS/Pages/PressReleases.aspx#> [Accessed February 2016].
9. The Public Utilities Board. (2015a) *Our Water, Our Future*. Available from: [http://www.pub.gov.sg/mpublications/OurWaterOurFuture/Documents/OurWaterOurFuture\\_2015.pdf](http://www.pub.gov.sg/mpublications/OurWaterOurFuture/Documents/OurWaterOurFuture_2015.pdf) [Accessed February 2016].
10. The Public Utilities Board. (2015b) *Our Water: The Flow of Progress – Annual Report 2014/2015*. Available from: [http://www.pub.gov.sg/annualreport2015/docs/PUB%20AR\\_2014-15.pdf](http://www.pub.gov.sg/annualreport2015/docs/PUB%20AR_2014-15.pdf) [Accessed February 2016].
11. The Public Utilities Board. (2015c) *Press Releases – HSL Constructor Pte Ltd to build third desalination plant at Tuas*. Available from: [http://www.news.gov.sg/public/sgpc/en/media\\_releases/agencies/pub/press\\_release/P-20151112-1/AttachmentPar/0/file/PUB%20Press%20Release\\_16Nov2015.pdf](http://www.news.gov.sg/public/sgpc/en/media_releases/agencies/pub/press_release/P-20151112-1/AttachmentPar/0/file/PUB%20Press%20Release_16Nov2015.pdf) [Accessed February 2016].
12. The Public Utilities Board. (2015d) *Press Releases – PUB to build fourth desalination plant*. Available from: [http://www.news.gov.sg/public/sgpc/en/media\\_releases/agencies/pub/press\\_release/P-20150903-1/AttachmentPar/0/file/ME%20desal%20plant%20Media%20Release\\_Final.pdf](http://www.news.gov.sg/public/sgpc/en/media_releases/agencies/pub/press_release/P-20150903-1/AttachmentPar/0/file/ME%20desal%20plant%20Media%20Release_Final.pdf) [Accessed February 2016].
13. *The Public Utilities Board*. (2016) Available from: <http://www.pub.gov.sg/Pages/default.aspx> [Accessed February 2016].
14. 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 February 2016].
15. World Health Organization. (2011a) *Guidelines for Drinking-water Quality (Fourth Edition)*. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf) [Accessed February 2016].

16. World Health Organization. (2011b) *Safe Drinking-water from Desalination*. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70621/1/WHO\\_HSE\\_WSH\\_11.03\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70621/1/WHO_HSE_WSH_11.03_eng.pdf) [Accessed February 2016].

---

立法會秘書處  
資訊服務部  
資料研究組  
2016年2月26日  
電話：2871 2143

---

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。