

想盡辦法變出水！

——以色列的海水淡化流程

1 引水



每一分鐘從海水表層引入300噸的海水，消耗的電能極大，整座廠有37%的電力用於引入海水。

2 前處理



抽上來的海水要先經過泥沙的沉澱處理，因為逆滲透的薄膜十分脆弱，還要經過六道手續除去海水中的雜質。

3 高壓薄膜逆滲透



自然情況下，當濃度高的海水與淡水用半透明薄膜隔開，純水會因滲透壓滲入海水端。而逆滲透即是用高壓在海水端施壓，迫使海水因逆滲透壓流入純水端，強迫鹽水分離的技術。

4 後處理



逆滲透造出的淡水，沒有任何礦物質，長期飲用有腎衰竭之虞。最後一階段的後處理中，淡化廠會針對不同的用途，加入微量礦物質，以供飲用水或灌溉使用。



以色列建國國父班古里安 (David Ben-Gurion) 說過：「在以色列，為了要腳踏實地，我們堅定不移的相信奇蹟。」為了生存，他們必須相信奇蹟，進而創造奇蹟。以色列的自然供水只能支撐國家一半的用水量，這代表他們必須想辦法造出另一半的水源。造水的故事，從一九五六年開始。

第一站：哈代拉淡化廠

先知卓見 看出海水飲用是以色列的未來

五十五年前，以色列科學家薩爾欽 (Alexander Zarchin) 夢想從海水中取得飲水。當年，美國《時代雜誌》引述他的話：「以色列的資源太少，所以我們無法拒絕任何夢想。」他多次和班古里安見面，一次一次的說



明：「海水飲用將是以色列的未來！」終於申請到了二十七萬美元（當時幣值），成立了ID E科技，以色列人也踏出與天爭水的第一步。

讓海水能夠飲用，這個當時看來遙不可及的夢想，如今卻成為以色列水資源最寶貴的解答。ID E現在是全球最大的逆滲透海水淡化廠建造商，在四十個國家建有超過四百座海水淡化廠。○九年建成的哈代拉（Hadera）淡化廠，是目前全球最大的RO逆滲透淡化廠，每年可生產一·二七億噸的淨水。

哈代拉位在經濟重鎮特拉維夫北方四十五公里處，沿著海邊公路往北走，遠遠就能看到海邊的一片白色泡沫。

海面底下巨大的導水管強力引水，海水翻騰，引起的氣泡滿布在工廠周遭的海域表面，「白色泡沫海」的面積約有一座足球場之大。工作人員說，每分鐘約有三百噸的海水湧入哈代拉淡化廠，接下來，上千根的RO逆滲透管二十四小時施以高壓，將海水的鹽分清除。

而就在導水管二英里外的另一頭，ID E總裁費爾柏（Avshalom Felber）打開水龍頭，盛滿一杯「新鮮的水」請我們飲用。

「記住，這杯水在四十二分鐘前，還是地中海的海水。」他遞過水杯時驕傲地說。

一·二七億噸的年產量，光是這座淡化廠，就足夠提供全以色列5%的淨水，一年的產水量，足夠讓台積電做十年的八吋晶圓所需用水。

在以色列短短二百公里的海岸線，就有三十二座海水淨化廠，根據官方數據，目前境內

二·三%的用水都是由海水淡化製造出來。而這條路，是上帝逼出來的。

努力造水 逆轉自然 花五十年鑽研海水淡化

費爾柏告訴我們：「以色列沒路可走了。老天只給我們一片沙漠，唯一的選擇，就是把不可能做到可能。我們做到了，而且只有我們做到！」費爾柏講話帶有沙漠民族「人定勝天」的傲氣，但他做得有理，「逆滲透，就是一種『逆轉自然』的科技。」他說。

「逆轉自然」之處，在於它「還原」了海水形成的過程，利用高壓將鹽分較高濃度的海水抽離，製造出淨水。費爾柏指著桌上的迷你模型說：「道理聽來簡單，但做起來並不容易。我們花了五十年，才摸熟這項技術。」

五十年的鑽研，半世紀所累積的學習曲線，無論是在建廠或是生產成本，ID E都能

壓縮至極。

以哈代拉淡化廠為例，建廠成本約四·二億美元，其中政府出資二·六億美元，而在澳洲雪梨的海水淡化廠，產量比哈代拉略少，但建廠成本卻高出四倍以上。

在生產成本的部分，哈代拉每天可產出二五〇萬噸的淨水，每度水的成本是〇·五七美元，約當新台幣十七元；相較於台灣最大的澎湖烏坎海水淨化廠（一廠），每天僅能生產七千噸淨水，而每度水的成本高達台幣四十元。

「在以色列，情況很明顯，我們只有努力造水這條路可走。所以政府已經訂出政策目標，二〇二〇年，五〇%用水都會是海水淡化的淨水。」為了達成目標，ID E必須在每一個環節降低成本、提高效率。

哈代拉花了二十八個月就蓋成，「以色列缺水，但沒有『缺水危機』，因為我們從不拖延。」每度十七元的淨水成本，在以色列民生水價每度四十元新台幣的環境下，自有發展空間，而這樣的成本，在國際間也能堪稱最具競爭力。但費爾柏說，在拓展國際市場時，仍然在部分國家遇到問題，「這些國家不能接受，因



即使在沙漠中，也能見到以色列遍布全國的輸水系統。



為成本仍然高出當地水價許多。我不懂，這些政府為何寧願維持低水價，讓民眾浪費資源，卻不願認真面對缺水問題。」

這說法，令人聯想到平均水價每度十元、居全球第四便宜的台灣。「我希望全世界很快就意識到這個問題。」或許是為了強調，也或許只是要蓋過淨水廠的噪音，費爾柏這句話說得特別大聲。

在我們頭上，巨大的輸水管往水壓中繼站延伸。以色列與天爭水的另一場浩大工程才正要展開。

第二站：阿拉德集團 下足功夫 發展出零漏水的監測系統

以色列不只擁有頂尖的造水科技，在別人想不到的地方，他們也下足功夫。

或許你不知道，在年年喊缺水的台灣，有一個隱藏的惡魔，每年喝掉台灣超過八億噸得來不易的淨水。原因就是「水管漏水」。

根據過去二十年來的數據統計，台灣每年平均有二二%的用水，因為自來水管線漏水而被白白浪費掉，相當於每年多「喝掉」三、六座石門水庫。漏水成災的原因，除了管線年久失修（以台北市為例，近十年每年汰換率僅〇·六五%），更糟的是，水公司恐怕根本不知道什麼地方在漏水！

你家多久抄一次水表？台灣自來水公司二個月抄一次水表。而大部分的漏水情況都是抄水表時，也就是最慢必須等到兩個月後才能發現。

我們讓沙漠湧出清泉！
以色列的水管如同血脈，在最偏遠蠻荒的角落，
都能有清水的滋潤。



42 分鐘

從海水轉化成淡水的時間

17 元

一度水的生產成本
(單位/新台幣元)
(台灣約30-40元)

6 億噸

以色列一年海水淡化淨水