

節能環保新知

正向滲透海水淡化技術



工研院能環所/黃盟舜、金光祖

海水淡化技術概述

台灣地區常因為水源水量無法穩定供給，使得缺限水的現象時常發生，對於高科技產業密集的新竹科學工業園區而言，產生極大的威脅及影響。在高科技產業生產過程中，由於缺限水導致的風險，若無法加以克服解決，對於我國的國際競爭力有著顯著的殺傷力。地球本身的水資源極為豐富，其中三分之二被水覆蓋，但事實上總儲量中97%是鹹水(包括海水和苦鹹水)，而剩下的3%的淡水中，又有77%是存在於南、北極的冰蓋及冰川等，人類實際可利用的淡水只佔全球水總量的0.7%。由於傳統水源開發的成本與困難度逐年增加，加上水資源供需情勢日益緊張的情形下，紛紛開始尋找新的水源，其中應用海水淡化技術來開發輔助水源為各先進國家最

常採用的方法之一。海水淡化在技術上並無太大的困難，重點在於傳統水源供水價格低廉，海水淡化的成本必須要能夠與河川、水庫中的水競爭，因此，海水淡化工業發達的都是一些高度缺水的地區以及自身缺少水源的國家，或在離島才使用小型的海水淡化設備來取得淡水。

所謂的海水淡化，也稱之為海水脫鹽，主要原理是利用能源將鹽水分離，所生成的產物包括含鹽量極低的淡水以及含高鹽量的鹵水，而達到海水淡化的目的，而目前已廣泛成為世界許多水資源貧乏或新水源開發困難國家或地區的水源取得技術；海水淡化的方法很多，以技術面而言，主要可分為蒸餾法及薄膜法，其中蒸餾法可細分為多級閃化法(Multi-stage flash, MSF)、多效蒸餾法(Multi-effect distillation, MED)和

蒸汽壓縮法(Vapor compression, VC)等，以消耗最小的能量來生產最多的淡水。而薄膜法則可細分為逆滲透法(Reverse osmosis, RO)、超微濾法(Nanofiltration, NF)及電透析法(Electrodialysis, ED)等，發展最完善的利用膜的方法是逆滲透法，這個方法也常用來淨化飲用水，所得到的就是所謂的逆滲透水。其他的淡化技術有冷凍法(Freezing)及太陽能蒸餾法(Solar still)，因為分離技術尚未成熟或仍屬於實驗室階段，有量產上的困難，因而在各式的海水淡化技術中，仍以逆滲透法與多級閃化法為主，如圖1所示。

台灣地區在使用海水/半鹹水淡化用來作民生用水以及產業廢水回收再利用這兩項領域中的成長與需求量已經非常明顯，而在考量到適用於台灣本土條件之技術範圍以及經濟成本下，目前利用逆滲透法與薄膜法進行海水淡化，如圖2為正向滲透、弱壓滲透(Pressure-retarded osmosis, PRO)及逆滲透的原理示意圖。再進一步考量能源成本問題，則提出正向滲透法(Forward osmosis, FO)除鹽技術，海水淡化過程中無須經由加壓馬達來產生滲透壓，估計成本將遠低於逆滲透法，符合未來朝向省能、低成本的技術方向。

海水淡化發展趨勢

近年來，全世界海水淡化市場有顯著成長的趨勢，以淡化後的淡水用途而言，普遍使用於民生、公共、灌溉以及工業，依據國際淡化協會的用途分類，可區分為展示用、排放用、工業用、灌溉用、軍民用、民生用、電廠用、觀光用以及用途不明等九類。以海水淡化技術而言，以沙烏地阿拉伯為首的中東地區產油國家目前仍以蒸餾法進行除鹽淡化，其他地區則主要採用逆滲透系統，主要原因是逆滲透海水淡化廠的建造所需時間較短、操作所需能量較低且操作維護容易，相較於其他技術，能適時的解決用水不足問題。至2003年底為止，以海水為原水的淡化廠每日產量達2,166.8萬噸(57.4%)佔最多，若從裝置機組數分析，目前全世界以半鹹水為原水的組數有7,460組(43%)佔最大宗，如圖3及圖4所示。

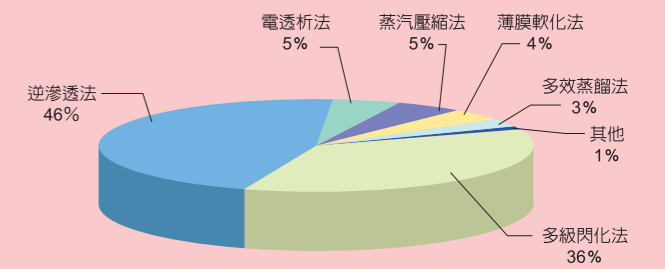


圖1 海水淡化技術應用比例

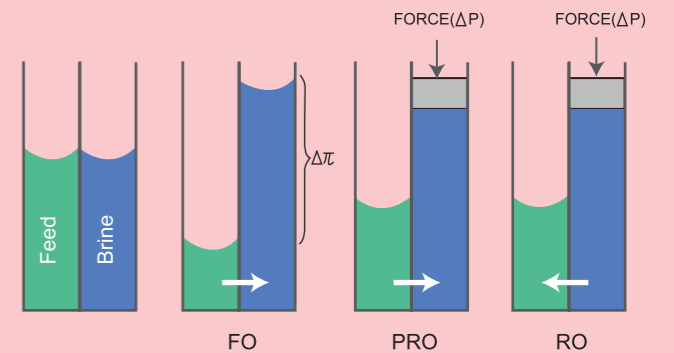


圖2 各類滲透技術示意圖

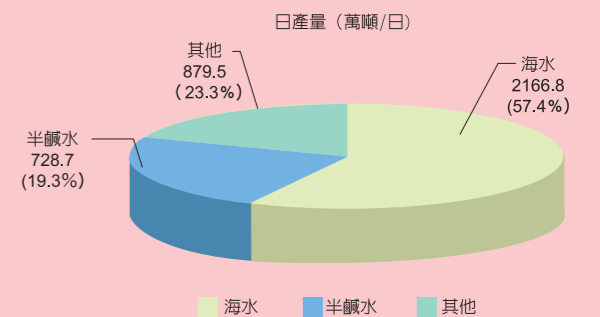


圖3 海水淡化使用原水產量比例圖

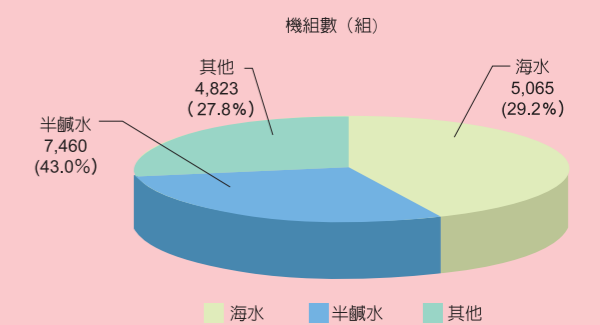


圖4 海水淡化使用原水組數比例圖