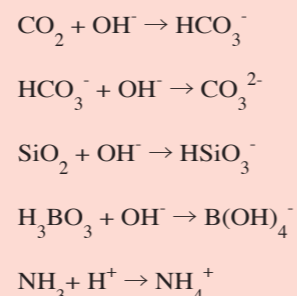


早期的電透析應用於鹽水(Brackish Water)的去礦化(Demineralization)處理後製成飲用水。商業化的電透析製程開始於1960年代，比逆滲透製程約早10年，技術乃臻成熟。其中往復式電透析法(Electrodialysis Reversal, EDR)可大幅改善積垢的問題。1980年代因使用脂肪質陰離子薄膜(Aliphatic Anionmembrane)之緣故，往復式電透析法更得以有效解決各種問題，包括懸浮物質、有機物、礦物質之去除等。

傳統電透析法運用在脫鹽造水的最大限制在於其所能處理之原水鹽度上限較其他脫鹽方法來的低，若原水導電度超過10,000 μ S/cm，則所增加之ED耗電量使其造水成本與其他方法比較就失去競爭性。1970年代EDR改變了傳統電透析法的缺點。事實上EDR與ED為相同的製程，唯一區別是EDR的直流電源電極每小時逆轉數次(通常2至4次)，當電極逆轉的時候，使得溶液中離子的移動方向也改變，即淡水與鹼水流向會互換，積垢與雜質不易附著薄膜之上，可處理有結垢傾向之鹼水且不受化學加藥品的影響^[5]。

另外一種電透析技術為電去離子技術(Electrodeionization, EDI)，利用電透析過程中的極化現象對離子交換填充床進行電化學再生，集合了電透析和離子交換法的優點，借助離子交換樹脂的離子交換作用與陰、陽離子交換膜對陰、陽離子的選擇性透過作用，在直流電場的作用下，實現離子定向遷移，從而完成水的高度脫鹽。由於離子交換、離子遷移及

離子交換樹脂的電再生相伴發生，猶如一個邊工作邊再生的混床離子交換樹脂管柱，可以連續不斷地製造高品質的超純水，如圖6所示^[6]。溶液中離子所發生的化學反應如下：



這項技術克服了電透析不能高度脫鹽的缺點，又彌補了離子交換不能連續工作、需消耗酸鹼再生的不足，其產水水質能滿足鍋爐用水對電阻率、硬度和矽等的要求。EDI技術結合了此兩種成熟的水處理技術電透析技術和離子交換技術。它主要替代傳統的離子交換混床來生產超純水，這種技術國外已在電子、電力、化工等行業製備超純水方面得到推廣應用。這種技術及相關技術的應用將會使原有的水處理技術產生某些變革，從而取得更良好的環保和經濟效益。

在一定的操作條件下，當膜或樹脂與水的介面上極化過程發展到一定程度時，水就電離為 H^+ 和 OH^- 離子，從而對樹脂實現動態電再生，這一過程是EDI技術的核心和基礎。亦即在普通電透析的淡水室內填充混合樹脂，使出水水質變好，在進水(常為RO滲透水)

導電度 $<40 \mu$ S/cm下，出水導電度可在 0.067μ S/cm以下；設備連續運行，樹脂自行再生。EDI主要用於把總溶解固體量(TDS)為1~20 mg/L的水源製成8~17 Megaohm/cm超純水。為防止裝置系統出現堵塞，減少其運行壽命，EDI對進水水質有一定的要求，一般採用RO的滲透水作為進水。因此，EDI應用領域為電子、半導體、精密機械行業超純水；製藥工業用水；食品、飲料、飲用水的製備；海水、苦鹹水的淡化；小型純水站，團體飲用純水；精細化工、精密科學用水；其他行業所需的高純水製備等^[7]。

電透析應用

1950年離子交換薄膜在美國由離子交換樹脂研發壓製成板狀成功之後，許多製膜大廠紛紛投入其研發工作；在歐美，則將此項技術運用在鹽井水製成飲用水的領域；在日本，則主要發展在海水製鹽的領域，最近這幾年離子交換薄膜系統在日本每年生產超過1千3百萬噸的食鹽，這項應用是此技術最成功的商品之一。

在台灣，民國64年台鹽公司新建離子交換膜電透析法製鹽之通霄精鹽廠完工進行食鹽精製，所生產食用鹽係以電透析離子交換膜製造，具有可避免重金屬污染之特色。但成功關鍵則是發展出一價離子選擇性離子交換薄膜，這種薄膜解決了石膏積垢的問題，因

為這種薄膜允許製成較高濃度的鹼水，而這些產物符合工業上的使用需求。

此外，電透析離子交換薄膜系統也被使用於離島地區的海水淡化技術以及農村地區因農業活動而導致的高濃度硝酸鹽氮去除技術，目前皆有實廠且操作營運狀況良好。近年來，電透析離子交換薄膜技術在食品加工業、製藥業已大量被使用，應用例子為：(1)中草藥有效成分的分離和精製：通過電透析可把中草藥萃取液分離成無機陽離子和生物鹼、無機陰離子和有機酸、中性化合物和高分子化合物三部分；(2)超純水製備：電透析製備第一階段脫鹽水，可去鹽80~90%；再用離子交換樹脂除鹽10~20%製備超純水；(3)水污染處理：廢酸或含金屬鹽溶液處理(見圖7)、回收鍍鎳廢水等^[2]。

電透析發展

目前全世界應用於海水淡化商業用途之除鹽造水技術，主要可分為蒸餾法(Distillation)及薄膜法(Membrane)兩大類。薄膜法主要有逆滲透法(RO)與電透析法(ED)兩種方法，因此，電透析在海水淡化的發展會持續下去，另外，在電透析膜的應用上，電解水亦是發展的方向之一。以下介紹電解水的發展過程與應用技術：

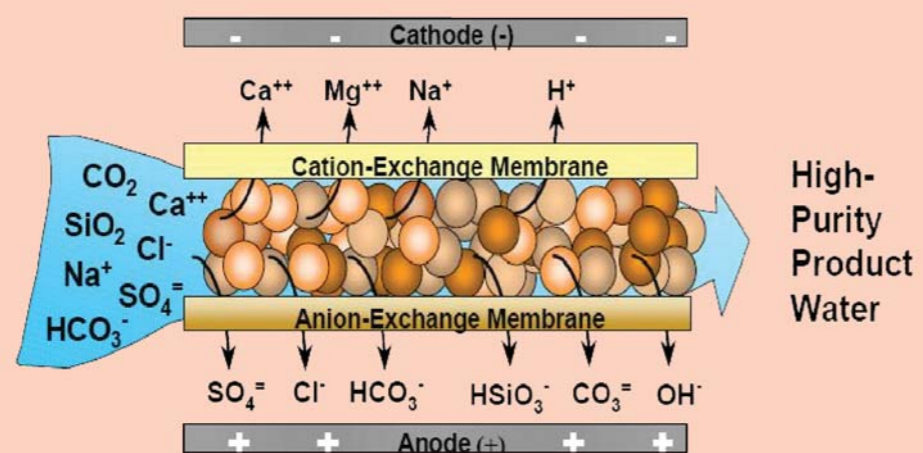


圖6 電去離子(Electrodeionization)工作原理示意圖

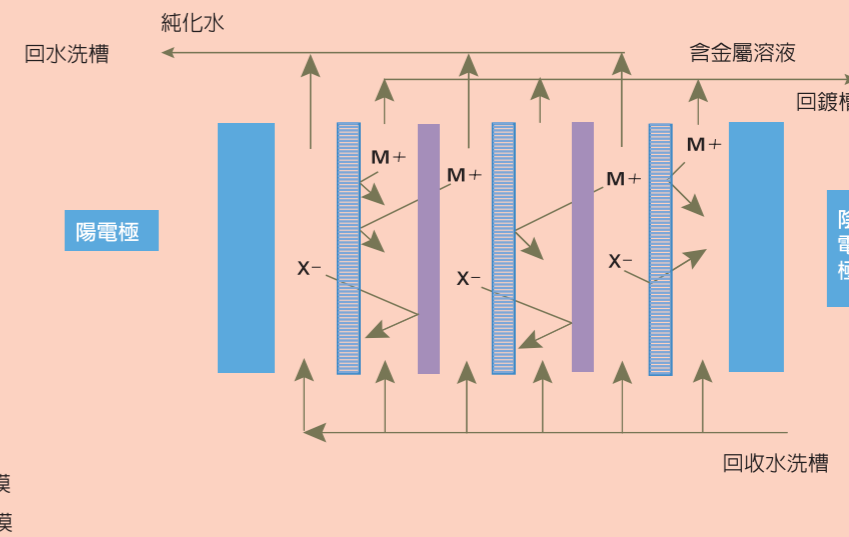


圖7 典型電透析技術應用於含金屬鹽溶液之示意圖