

Development of Seawater Desalination Technology

張瑀芮、余世宗

E-mail: 374848@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The very limited world freshwater resources mean the uncertainty thereof has impact on the survival and economic development of human society. Despite abundant rainfall in Taiwan, rainwater retention remains challenging because of the temporal and spatial distribution of precipitation. Additionally, conventional ways of developing water resources are unable to guarantee steady water supply. These factors point to significant impact on Taiwan's society and economy in case of water shortages. This study, through data collection and analysis, investigates the feasibility of seawater desalination in Taiwan's development of water resources. Based on the state of water resources utilization in Taiwan, it is still difficult for seawater desalination to achieve commercial scale on the main island, but it has its advantages. Unlike the conventional way of developing reservoirs, seawater desalination has the advantages of reliable water sources, short construction periods, low land demand, low environmental impact, and high quality produced water. However, it requires much higher costs in comparison with reservoirs. The possible use of renewable energy sources such as solar and wind energy instead of fuels such as petroleum and coal can reduce not only costs but also carbon footprint emissions. The government can thereby make sensible adjustments to water prices and calculate reasonable prices by taking into account the construction and eco costs of water sources for reservoirs. This author believes that it is possible to strike a balance between the costs of seawater desalination and water prices following the upward adjustment of the latter and the yearly decline in the former. Taiwan may attain sustainability through more effective water resources utilization if it can combine the development and use of seawater desalination with the existing ways of utilizing water resources.

Keywords : seawater desalination、renewable energy sources、reverse osmosis

Table of Contents

中文摘要 iii ABSTRACT iv 致謝 v 目錄 vi 圖目錄 ix 表目錄 x 符號說明 xi 第一章 緒論 1 1.1 研究動機 1 1.2 研究目的 2 1.3 研究內容 3 第二章 研究方法與流程 4 2.1 研究方法 4 2.2 研究流程 5 第三章 文獻回顧 8 3.1 國內水資源開發現況 8 3.1.1 水資源運用狀況 8 3.1.2 水資源開發狀況 10 3.2 國際海水淡化之發展回顧 11 3.3 國內海水淡化之發展回顧 14 3.3.1 興建營運方面 14 3.3.2 研究規劃方面 18 3.4 海水淡化之技術與發展回顧 22 3.4.1 多效蒸餾法 23 3.4.2 多級閃化法 25 3.4.3 蒸氣壓縮法 27 3.4.4 逆滲透法 29 3.4.5 電透析法 33 第四章 海水淡化技術發展情形 37 4.1 海水淡化發展現況 37 4.1.1 國際海水淡化推行現況 38 4.1.2 國內海水淡化發展現況 42 4.2 常用海水淡化技術綜合比較 45 4.3 海水淡化技術之優劣分析 52 4.4 海淡廠投資成本分析 54 4.2.1 海淡廠興建成本分析 55 4.2.2 海淡廠營運成本分析 57 4.5 海水淡化發展之困境 59 4.6 海水淡化技術與再生能源的應用現況 64 4.6.1 太陽能海水淡化技術 64 4.6.2 風能海水淡化技術 69 4.6.3 其他再生能源的應用 73 4.5.2 風能海水淡化技術 69 4.7 海水淡化鹵水處理技術 74 4.7.1 排放引流 76 4.7.2 將鹵水再利用 78 4.8 海水淡化之未來 79 第五章 結論 81 參考文獻 83

REFERENCES

- 王大銘, 2002, 滲透蒸發技術的發展, 國立臺灣大學台大工程學刊, 第84期, 頁119-127。
- 王琪、譚永文, 2012, 海水淡化技術與應用, 浙江經濟期刊, 第15期, 頁26-27。
- 王文山、吳炯達、張維釗、蔡仲育, 2011, 南竿三期BOT案之興建及營運綜合研析, 能環智慧叢書-推動新生水水源成功案例分享, 台北:財團法人中技社。
- 王世昌, 2010, 海水淡化及其對經濟持續發展的作用, 化學工業與工程期刊, 第27卷, 第2期, 頁95-102。
- 巨廷工程顧問股份有限公司 1986。金門馬祖二地區海水淡化可行性規劃與環境影響評估—馬祖地區海水淡化可行性規劃。
- 台灣省自來水公司, 1998, 澎湖海水淡化廠興建及營運操作介紹。
- 台灣經濟研究院, 1999, 台灣造水產業之規劃與發展。台北:經濟部水資源局。
- 台灣綜合研究院, 2000, 淡化水合理水價的經濟評估。台北:經濟部水資源局。
- 朱文生, 2011, 海水淡化在臺灣, 新生水水源開發推動成功案例分享研討會論文。
- 朱文生, 2010, 海水淡化技術發展、經濟性及開發利用問題對策, 新生水水源發展專題報告。
- 李雪民, 2010, 主要海水淡化方法技術經濟分析與比較, 一重技術, 第2期, 頁63-70。
- 李杰、陶如鈞, 2008, 風能海水概述, 淨水技術, 第27卷, 第1期, 頁9-11。
- 李皞、龍瀟、劉克成, 2012, 淺談海水淡化濃鹽水的影響及利用, 應用能源技術期刊, 第1期, 頁13-16。
- 李志敏、曾秋苑、李淳、敖寧建, 2012, MSF/RO/ED海水淡化技術研究, 材料報導, 第26卷, 第5期, 頁125-128。
- 李蛟、劉俊成、高從?、張金玲, 2009, 太陽能海水淡化產業中的應用與研究進展, 水處理技術, 第35卷, 第10期, 頁11-15。
- 李至倫, 2003, 海水淡化之趨勢與未來性分析, 國家經濟論壇秋季號。
- 余瑞霞、王越、王世昌, 2005, 海水淡化濃鹽水排放與處理技術研究概況, 水處理技術, 第31卷, 第6期, 頁1-3。
- 吳美枝, 2012, 海水淡化新幫手-

奈米銀, 科學發展, 476期, 頁70-71。 19.阮國嶺, 2006, 海水淡化及其在電廠中的應用, 電力設備期刊, 第7卷, 第9期, 頁1-5。 20.邱昭源, 2003, 海水淡化處理方法規劃之研究—以新竹科學工業園區為例, 國立台灣大學環境工程系碩士論文。 21.林朝香, 1997, 地下鹹水以電透析除鹽, 工業節水技術系列之合理用水與造水技術研討會論文集, 頁217-231。 22.林聖書, 2007, 減壓式太陽能聚焦加熱海水淡化系統之研究, 樹德科技大學應用設計研究所, 碩士論文。 23.林傳鏗, 2008, 最為新進且高效率海水淡化技術研究, 水利產業研討會。 24.美商凱瑟公司, 1998, , 台灣西部沿海可行海水淡化廠佈設規劃及環評調查。 25.高從?, 2009, 城市節水與海水淡化, 國際水資源保護標準研討會論文集, 頁10-13。 26.袁惠新、劉志剛, 2001, 淺談果汁飲料及果汁濃縮技術, 糧油加工與食品機械發展, 第10期, 頁12-15。 27.徐平、賈世榮、謝春玲, 2003, 超濾技術和低污染反滲透膜在市政廢水回用方面的應用, 天津城市建設學院學報, 第9卷, 第2期, 頁105-110。 28.翁瑞彥, 2004, 環境成本函數分析-遺傳規劃法之應用, 朝陽科技大學環境工程與管理系, 碩士論文。 29.能邦科技顧問股份有限公司, 2000, 台灣地區示範海水淡化廠規劃。台北:經濟部水資源局。 30.能邦科技顧問股份有限公司, 2009, 台中及台南海水淡化廠調查規劃。台北:經濟部水資源局。 31.徐享崑、馮德榮、朱文生, 1998, 台灣地區發展海水淡化的可行性, 工程, 第71期, 頁15-49。 32.馬豐源, 2002, 淺淡海水淡化方案, 核研季刊。 33.陳文祥, 2005, 觀摩學習日本高級處理廠、海水淡化廠之設計、操作及管理技術, 出國參訪後心得報告。 34.陸柱、陳中興, 2000, 水處理技術, 華東理工大學, 頁401-410。 35.許永昌, 1994, 交互式電透析系統在純水及廢水回收之應用, 化工技術, 第14期, 頁105-109。 36.張淑貞, 2006, 探討電透析技術於海水淡化處理的特點及其處理效能, 朝陽科技大學環境工程與管理學系, 碩士論文。 37.張淵斯、曹知行, 2009, 海水淡化的發展, 科學發展, 438期, 頁32-39。 38.陳弘?、王國樑、趙永楠, 2007, 台灣地區海水淡化發展現況與推動策略之探討, 水利產業研討會。 39.陳弘?、王國樑、趙永楠、陳俊仲, 2008, 降低海水淡化供水成本新思維, 水利產業研討會。 40.黃志源, 2004, 台灣地區水資源成本研究-從綠色會計面討論, 逢甲大學經營管理碩士在職專班, 碩士論文。 41.葉至誠, 2000, 社會科學概論, 台北, 揚智文化。 42.經濟部水利署, 2006, 民間參與馬祖海水淡化廠可行性評估(核定本)。 43.經濟部水利署, 2007, 民間參與桃園海水淡化廠可行性評估。 44.經濟部水利署, 2005, 水資源永續發展政策規劃。 45.解利昕、李憑力、王世昌, 2003, 海水淡化技術現狀及各種淡化方法評述, 化工進展, 第22卷, 第10期, 頁1081-1084。 46.趙洪賓、金錐、劉馨遠, 1995, 水處理工程理論與應用, 科技圖書股份有限公司, 頁279-379。 47.熊日華、王世昌, 2003, 海水淡化中的替代型能源, 化工進展, 第22卷, 第11期, 頁39-42。 48.劉並風、湖海濤, 2011, 太陽能海水淡化新技術綜述, 水處理技術, 第37卷, 第8期, 頁7-10。 49.鄭宏飛、何開岩、陳子乾, 2005, 太陽能海水淡化技術, 北京理工大學出版社, 北京, 頁1-8。 50.鄭章靖、徐青、李軍、凌長明, 2011, 海洋能海水淡化研究進展, 水處理技術, 第37卷, 第9期, 頁24-27。 51.蔡博文, 2010, 低壓蒸餾是海水淡化系統之造水參數研究, 國立高雄海洋科技大學輪機工程所, 碩士論文。 52.戴新民、朱佳翔, 2006, 關於降低海水淡化成本得幾點思考, 中國會計學會高等工科院院分會主辦, 2006年年會論文集, 頁405-407。 53.戴玉玲、張建國、賈銘椿, 2012, 反滲透技術的研究進展與應用, 廣州化工期刊, 第40卷, 第10期, 頁24-26。 54.Andersson S.I. (1985), Design and field tests of a new membrane distillation desalination, Journal of Desalination, Vol.56, pp. 345-354。 55.Demircioglu M. (2009), Demineralization by electrodialysis (ED) -separation performance and cost comparison for monovalent salt, Journal of Desalination, Vol.153, pp.329-333。 56.Global Water Intelligence. (2009), The current state of desalination, GWI DesalData/IDA。 57.Hisham T. (2005), Review of VC fundamentals and costing, Journal of Desalination, Vol. 173, pp.72-94。 58.Howe C.W. (1971), Benefit-Cost Analysis for Water System Planning, Water Resources Monograph No.2, American Geophysical Union, Washington D.C., pp.144。 59.Liang T.M. (2004), Comparative performance of RO and EDR to treat river water as industrial water, IWA Special Conference on Water Environment Membrane Technology。 60.Loonen M., Hofman J. (1998), Electrodialysis as an alternative for reverse osmosis in an integrated membrane system, Journal of Desalination, Vol.117, pp.159-172。 61.Lamei A., Zaag P.V.D., Munch E.V. (2008), Impact of solar energy cost on water production cost of seawater desalination plants in Egypt, Energy Policy, Vol.36 (5), pp.1748-1756。 62.Misra B.M. (2005), IAEA ' S Desalination Economic Evaluation Programme (DEEP), Journal of Desalination, Vol.173, pp.155-162。 63.Moch Jr. I. (2002), A 21st Century Study of Global Seawater Reverse Osmosis Operation and Capital Costs, Proc. of IDA's World Congress on Desalination and Water Reuse, at Manama, Bahrain, March 8-13。 64.Panagiotis T. (2005), Optimal design of an electrodialysis brackish water desalination plant, Journal of Desalination, Vol.173, pp.173-186。 65.Robert S. (2000), Electrodialysis reversal (EDR) and ion exchange as polishing treatment for perchlorate treatment, Journal of Desalination, Vol. 131, pp.285-291。 66.Renaudin V., Kafi F., Alonso D., and Andreoli A. (2005), Performances of a three-effect plate desalination process, Desalination, Vol.182。 67.Saunders B.R., Turner M.L. (2008), Nanoparticle-polymer photovoltaic cells. Advances in Colloid and Interface Science, Vol.138, pp.1-23。 68.The International Desalination Association (USA), The ABCs of Desalting, 1990。 69.Wangnick K. (2004), IDA Worldwide Desalting Plants Inventory Report, No.18。 70.工程資訊 (2005), 離島海水淡化處理技術及發展趨勢, 取自 <http://www.twce.org.tw/info/%E6%8A%80%E5%B8%AB%E5%A0%B1/230-3-1.htm> 71.台灣海水淡化網 (2005), 海水淡化概述之海水淡化發展沿革, 取自 <http://www.taiwandesal.com.tw/news.htm>。 72.台灣海水淡化網 (2005), 海水淡化概述之海水淡化發展新趨勢取自 <http://www.taiwandesal.com.tw/news.htm>。 73.馬祖南竿海水淡化廠BOT招商資訊網 (2009), <http://www.ceec.com.tw/> 74.國際淡化協會, IDA Desalination Yearbook 2012-2013, <http://www.idadesal.org/> 75.維基百科 (2012), 海水淡化, 取自 <http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%B5%B7%E6%B0%B4%E6%B7%A1%E5%8C%96> 76.經濟部水利署 (2011), 國內現有海水淡化廠, 取自 <http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=22834&CtNode=5344> 77.澎湖新聞網 (2005), 海水淡化與海水淡水不同, 取自 <http://www.tnews.cc/069/newscon1.asp?number=312> 78.環境資訊中心 (2005), 台灣水資源政策檢討, 取自 <http://e-info.org.tw/issue/water/2002/wa02072201.htm> 79.DESWARE (2003), Global Production of Desalinated Water, 取自 <http://www.desware.net/desware/desa3.asp>。 80.DESWARE (2003), Energy Requirements of Desalination Processes, 取自 <http://www.desware.net/desware/desa4.asp>。 81.DESWARE (2003)。 取自 <http://www.desware.net/desware/desa3.asp>。 82.GWI (2012)

, What technologies are used? , 取自 <http://www.desalination.com/> 83.market-profile (2012) , Desalination by region , 取自 <http://desalyearbook.com/> 84.Energy Requirements of Desalination Processe (2004) , <http://www.desware.net/desware/desa.asp>