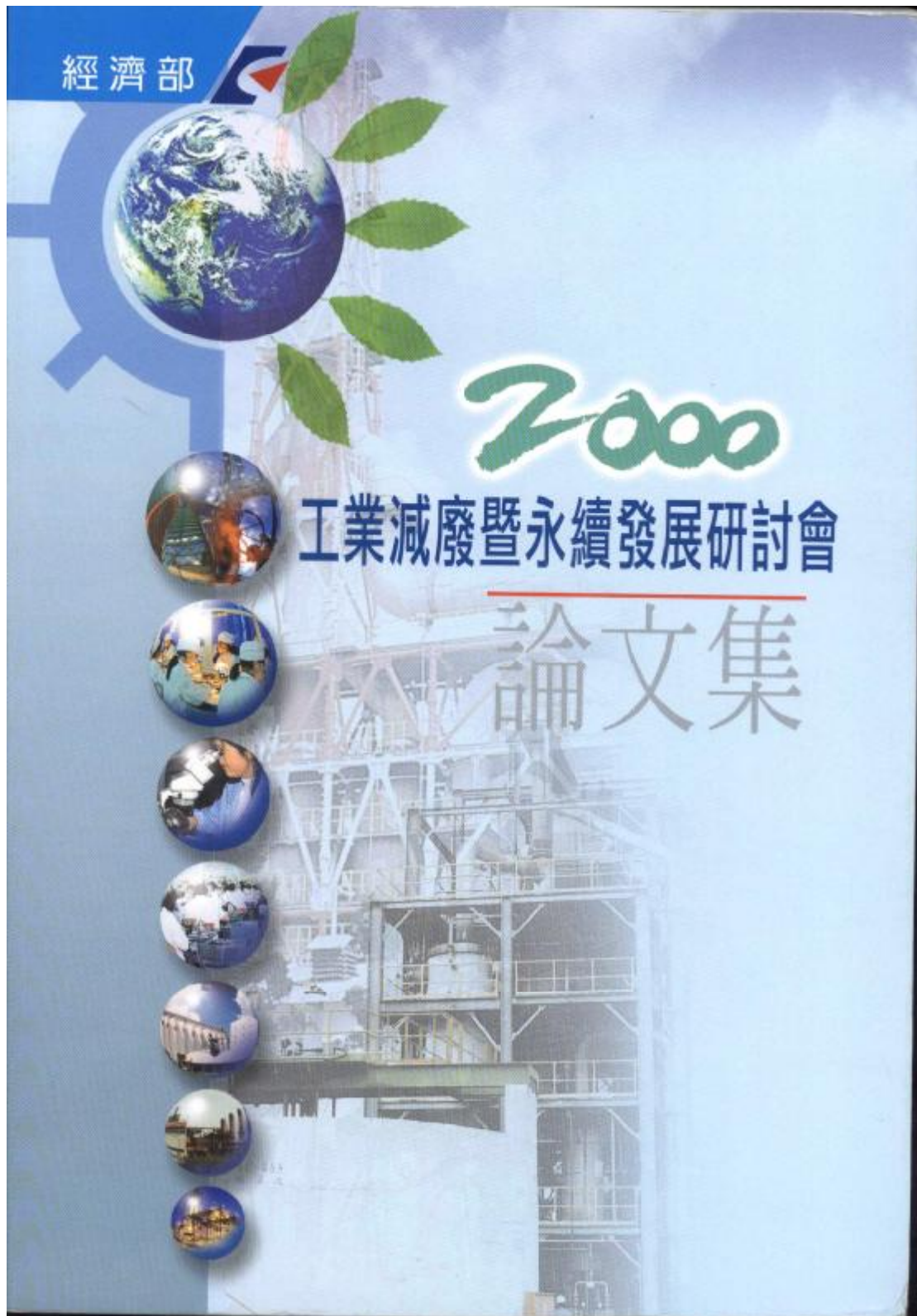
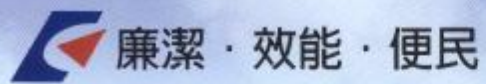


中華民國經濟部工業減廢暨永續發展研討會一書第 162 頁至 175 頁報導超勁磁功能性





廉潔 · 效能 · 便民



經濟部工業局

台北市信義路三段41-3號

電話：(02)2754-1255

傳真：(02)2708-1204

網址：<http://www.moeaidb.gov.tw>

GPN:00834-489-0941

蒸汽鍋爐能源節約及污染減量技術介紹

作者：司洪濤*

*財團法人台灣產業服務基金會 研發專案組經理

摘 要

台灣每年使用之能源如果換算成原油，其數量相當於 87.6 百萬公秉油當量：這些能源有 96% 仰賴進口；消費最多的能源為石油（51%）和天然氣（6%），其次為煤炭（30%）、核能（10%）及水力（3%）。而現階段能源短缺且環保意識日益高漲，如何充分利用燃料，達成最佳的能源效益，並且降低污染排放量，是工業界及研究單位所努力的方向。尤其我國能源大部分仰賴進口，積極尋求各種經濟效益之技術，促使產業界節約能源與減少污染，更是刻不容緩，本文主要是介紹一球鞋製造廠，其採用具有節能功效之流體磁化器，安裝於鍋爐之進油管與進水管上，經長時間觀察其運轉情形，並追蹤統計相關測試數據，結果發現在能源節約上，工廠單位產能耗油率由 1.048 公秉/千雙球鞋，轉變為 0.946 公秉/千雙球鞋（降低了 0.102 公秉/千雙球鞋），亦即在相同的產量下，成功地減少重油使用量 9.7%，以該廠 88 年全年球鞋總生產量 4,272 千雙為基準，推估每年可節省重油使用量 436 公秉，若以中油低硫鍋爐用油價格 8,887 元/公秉（89.9.14 牌價表）來計算，相當於每年節省燃料費 387 萬元新台幣，而在減少空氣污染物排放量方面更是貢獻匪淺；另外在鍋爐熱交換器結垢之情形亦大為改善，自安裝流體磁化器後，工廠鍋爐水停止加化學品的情形下，發現熱交換器結垢並未增加，且管壁上結垢物變為軟泥容易清洗，除了大大提升熱傳效率之外，亦節省許多維修人力。此能源節約及污染減量成功實例，值得國內耗能工業之相關產業參考與仿效。

【關鍵詞】鍋爐、節能、減廢、磁化、水處理

The Case Study of Improved Energy Saving and Waste Reduction on the Steam Boiler

Hung-Tao Szu*

*Manager, Research & Development division, Foundation of Taiwan Industry Service

ABSTRACT

The energy consumed in Taiwan equals to 87.6 million-m³ equivalent of crude oil per year and 96% of it is imported. Five major types of the energy consumed in Taiwan exist as oil (51%), natural gas (6%), coal (30%), nuclear energy (10%), and hydraulic power (3%). At present, the shortage of the energy and the rising environmental conscious drive the industry and research organization to find a better technology to make the reasonable use of the fuel and reduce the pollutant emission. This article describes the advantages and benefits after the installation of energy saving flow-conditioner at the inlets of water and oil pipes of steam boilers from a sport shoe manufacturer. After a long-term observation, the statistics show that the heavy oil consumption per thousand pairs of shoes reduced from 1.048 m³ to 0.946 m³. That is to say the energy saving efficiency equals to 9.7%. The total production of the factory was 4,272 thousand pairs of shoes in 1999. It could be calculated that there are about 436 m³ heavy oil saved theoretically in 2000, if the production assumed as the same as the last year. With the market price of the heavy oil: 8,887 NT/m³ (the list price of China Petroleum based on 14/9/2000), the factory would save 3,870 thousand NT per year accordingly. Other benefits from the installation of flow-conditioner includes the reduction of air pollution, the lime-scale decreasing inside the heat exchangers and pipes, and the enhancing heat efficiency. This is a successful case in energy saving and waste reduction and to be worth of reference for the industry of energy consumption.

【Key words】 boiler 、 energy saving 、 waste reduction 、 magnetic 、 water treatment

一、前言

台灣每年使用之能源如果換算成原油，其數量相當於 87.6 百萬公秉油當量：這些能源有 96% 仰賴進口；消費最多的能源為石油（51%）和天然氣（6%），其次為煤炭（30%）、核能（10%）及水力（3%）。而現階段能源短缺且環保意識日益高漲，如何充分利用燃料，達成最佳的能源效益，並且降低污染排放量，是工業界及研究單位所努力的方向。尤其我國能源大部分仰賴進口，積極尋求各種具有經濟效益之技術，促使產業界節約能源與減少污染，更是刻不容緩。有鑑於此，財團法人台灣產業服務基金會（以下簡稱產基會）乃成立研發專案組，積極蒐集國內外科技產品相關資訊，並從事能源節約、環境保護與工業安全技術之引進、推廣及研發工作，在產基會執行多年工業局委辦工業減廢輔導過程中，接觸歐、美及國內數種宣稱具有節能功效之流體磁化器產品，將其安裝於鍋爐之進油管（或進水管）上，便可提升鍋爐燃燒效率（或熱傳效率），達到 10 至 30% 不等之節能功效，如此高經濟效益之節能技術，產基會基本上是持保留之態度，然而工業實務上，卻陸續有測試成功之案例，值得進一步之研究探討。故要求產品供應商說明其技術原理，每每問及技術關鍵之處，皆因涉及製造專利（KNOW HOW）笑而不答，其中不免具有過份誇大功效的地方，但在核四廠已遭遇停建之命運下，站在能源節約的觀點，任何一種技術或產品，如果真能為工廠節省 5% 之能源耗用量，就有其存在及大力推廣的價值，故彙整流體磁化器相關技術文獻，以及一家工廠安裝此項設備後，單位產能耗油率減少 9.7% 之運轉情形與測試結果，供國內致力於能源節約之工廠參考，茲依案例工廠簡介、流體磁化器工作原理介紹、燃油減量及排污減量成效敘述如下：

二、案例工廠簡介

（一）工廠製造流程與生產量

本文所介紹之鍋爐燃油減量及排污減廢成功案例，為某從事 Nike 球鞋製造之 OEM 工廠（以下簡稱 A 廠），其整個工廠大門外觀實景如圖 1，而鍋爐房內之三座蒸汽鍋爐外觀實景如圖 2，A 廠 Nike 球鞋之製造流程如圖 3 所示，A 廠在 88 年全年球鞋之總生產量為 4,272 千雙，而 A 廠 88 年及 89 年詳細之球鞋生產量如表 1 所示。



圖 1 A 廠大門外觀實景



圖 2 A 廠三座蒸汽鍋爐外觀實景

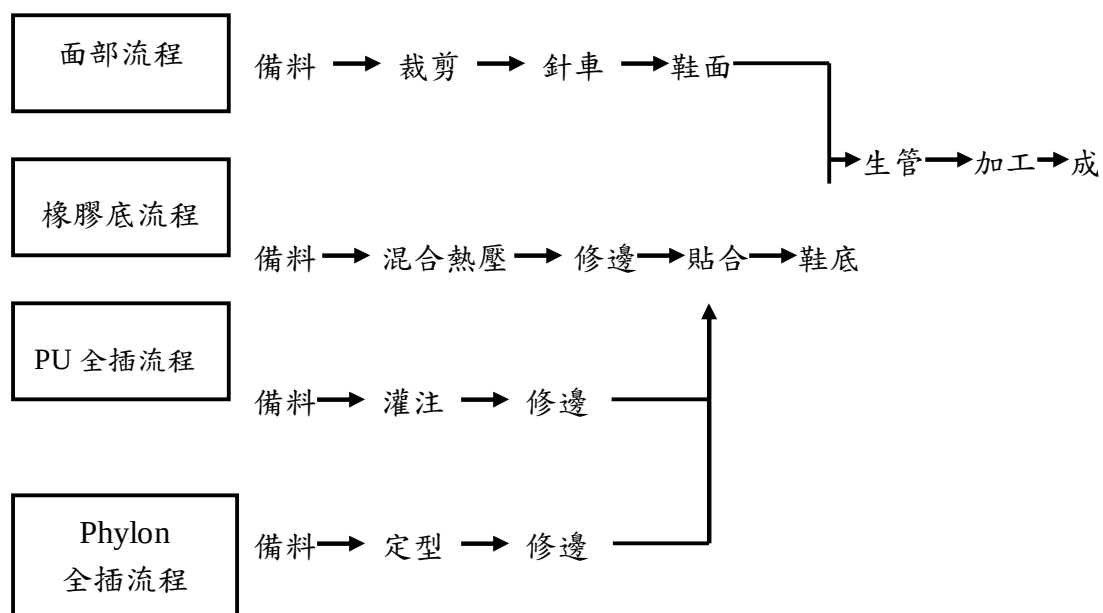


圖 3 A 廠球鞋之製造流程

表 1 A 廠 88 年及 89 年球鞋生產量統計表

月份 球鞋 產量(雙)	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	小計
88 年	354976	290309	321833	349328	354898	356393	363925	371453	372278	379894	366251	391408	4272946
89 年	385160	320849	363514	350010	330016	316903	349506	337396	—	—	—	—	統計中

(二)工廠鍋爐重油使用情形

由於球鞋橡膠底製造之混合熱壓程序需使用熱源，故工廠配置有了三座蒸氣鍋爐(編號分別為 No.1、No.2 及 No.3 鍋爐，如圖 2 所示)，每座鍋爐皆使用重油為燃料，統計 88 年全年重油總使用量為 4,250 公秉，而為了方便評估三座鍋爐整體之節能績效，故截取 A 廠 88 年及 89 年 2~7 月間重油耗油量情形，詳如表 2 所示。

表 2 A 廠 88 年及 89 年 2~7 月間重油耗油量統計表

月份 重油耗 油量(公秉)	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	2~7 月 小計
88 年	343.269	378.453	361.029	358.000	346.707	346.707	2134.165

89 年	336.762	344.886	318.086	310.228	307.299	304.874	1922.135
備註	1、88 年 1~12 月全年重油總使用量約為 4,250 公秉						

三、流體磁化器工作原理

本文所謂「磁化」一詞採較廣泛之定義，包含磁鐵或非磁鐵之各種處理方式，近年來有研究單位將此類「磁化水」統稱為「機能水」。流體磁化器可設計為管線中設備元件之一部份，或直接夾在管線外即可。有的為超強磁鐵之材質；有的為含特殊成分之合金。其外型結構看似簡單，但論起其工作原理卻有些學問，其所涉及之基本物理現象與化學變化，很少有流體磁化器銷售員能將其說明清楚，然而進一步要求原始產品供應商說明其技術原理，每每問及技術關鍵處，皆因涉及製造專利點到為止，或笑而不答，故僅能由現有國內外少數之文獻報告，彙整一些可信度較高之科學數據，為流體（油或水）經磁化後，具有節約能源及防止結垢之功能提供理論上之解釋。

(一)節約能源的基本原理

燃料油的成份太過複雜，故以水為代表，探究其節能原理就顯得單純多了。水的分子是二個氫及一個氧原子所結合的，然而，科學家發現水分子並非以單分子獨立存在，而由多分子像念珠般聯結存在。這種水分子的集團稱為水的族群（或稱為水分子團）。

有關水的族群之大小，在科學上的量測方法，可利用氧¹⁷-核磁共振儀，測定水樣光譜之半高寬度（單位為 Hz）以資判斷。該測試水樣半高寬度值愈小表示水的族群愈小。其氧¹⁷-核磁共振光譜示意圖如圖 4 所示。

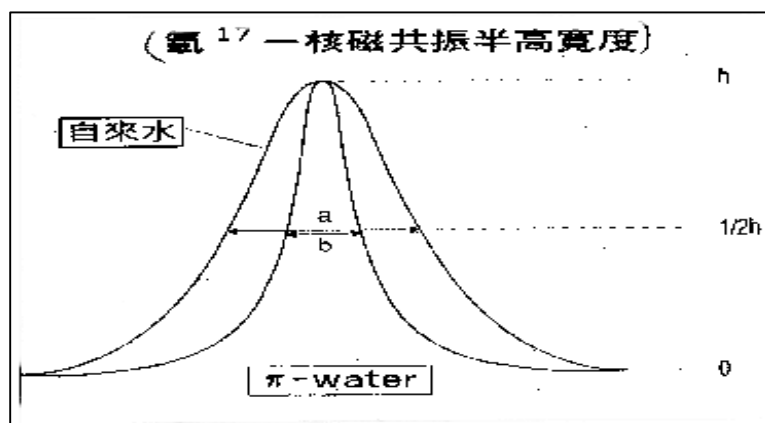


圖 4 氧¹⁷-核磁共振儀光譜示意圖

由文獻上水的族群／氧¹⁷-核磁共振光譜的半高寬度如表 3 所示。國內某一設備供應商取台中中興大學自來水為樣品，利用氧¹⁷-核磁共振儀進行上述半高寬度之測試，發現磁化水之半高寬度確實有減小之現象，其未磁化水及

已磁化水光譜測試結果如圖 5、圖 6 所示

表 3 水的族群/氧¹⁷-核磁共振光譜的半高寬度

類別	水樣名稱	半高寬度
未 磁 化 水	原水	128.0Hz
	自來水（日本愛知縣幡豆鎮）	127.8Hz
已 磁 化 水	π -water 淨水器處理水	53.2Hz
	陶磁球浸漬水	89.0 Hz
	磁鐵礦石浸漬水	85.0 Hz
	麥飯石浸漬水	97.0 Hz
	遠紅外光陶磁球浸漬水	89.0 Hz
	鹼性電解水	64.0 Hz

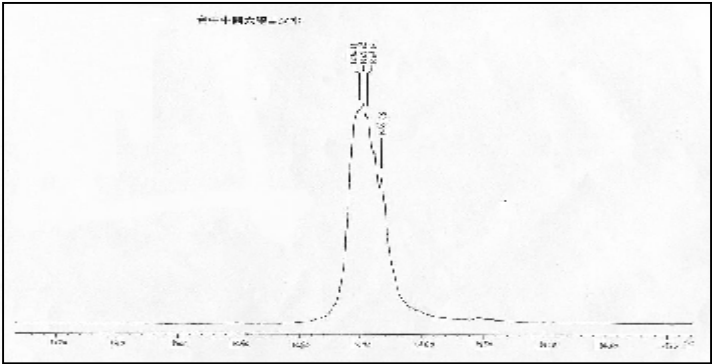


圖 5 未磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

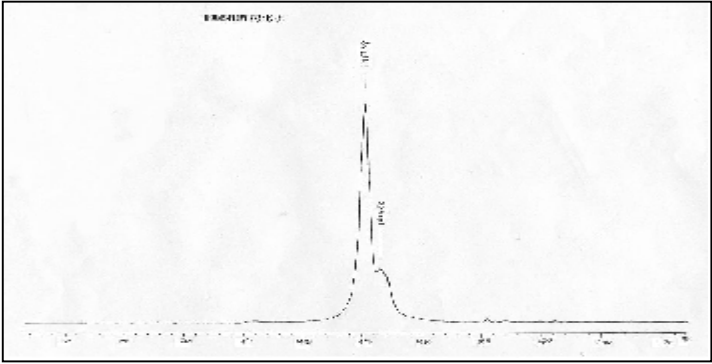


圖 6 已磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

由水分子族群之觀念導入燃油分子族群之觀念，同理可推，燃油經流體磁化器磁化後，其燃油分子族群亦由大族群成變小族群，促使燃料油在燃燒器噴嘴霧化後，相對地較容易霧化成較小的燃油分子團，在微觀上，其劇烈的燃燒化學反應過程中，空氣與燃油分子接觸之比表面積 (Specific Area) 比尚未磁化前高出很多，故燃燒較為完全而充份釋放燃油的熱量，在產生相同的熱當量條件下，相對地減少鍋爐燃油的耗油量，在符合質能不減定律的前提下，此水分子族群由大變小的光譜科學証據，間接提出流體磁化器為何能達成能源節之理論依據。

另外，有學者提出一種特殊的能量理論，此理論指出水（或流體）經磁化後被賦予某些能量，由於將水磁化的方式有很多種（詳見表 3 所示），究竟磁化水被賦予什麼形式的能量以及提升能量之多寡，如何以科學的儀器給予定性或定量的分析，目前有興趣之研究者仍在研究中，日本牧野伸治理學博士在神奇的 π -WATER 一書中，提出磁化水具有多少能量？可利用一種蘇俄發明的克理安照相法進行攝影來觀察，以被拍攝物體散發光芒之強弱代表賦予能量的大小。當磁化水具有很強的能量時，所拍出之克理安照片中，磁化水就所射出很強的光芒， π -WATER 所拍出之克理安相片詳如該書封面所附之彩色照片，同理可推，燃料流體經磁化後亦被賦予某些能量，因而達成可促進燃燒效率之功效，這也可間接說明流體磁化器為何能達成能源節的另一種之理論依據。

至於其他更具體或直接的理論，則有待專家學者進一步探討之。

(二)鍋爐防垢基本原理

採用磁化法處理水是近年來發展的一種新技術，國內外已廣泛用來解決鍋爐、熱交換設備和冷卻水管道等除垢與防垢問題，並獲得極為顯著的效果。磁化水去除水垢的原因是，水中碳酸鈣 (CaCO_3) 結晶形態的改變。水垢的主要成分 CaCO_3 是由水中所含的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受熱分解生成的，它有兩種結晶方式，當磁化處理過的水受熱時，析出的 CaCO_3 晶體主要為針狀文石結晶，文石結晶的結構疏鬆，抗拉，抗壓能力差，黏結性弱，不易黏結成堅硬水垢。它可在水中任意成核結晶，形成泥渣狀態沉澱而藉由鍋爐水排污除去，而未經磁化處理的水在加熱時析出的 CaCO_3 結晶主要為緊密的菱形方解石晶體，易在受熱的金屬面上形成堅硬的水垢。

此外，磁化作用不僅是改變了水垢的結晶狀態，也改變了水分子與晶體之間的關係，即改變了晶體的水合狀態。 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的分子結構如圖 7 所示。水是一個極性分子，水的單分子常由於氫鍵作用而締合成雙分子或多分子的聚合體 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 。而水分與 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 之間也由於氫鍵的作用發生締合，如圖 8 所示。未經磁化處理水時，在 HCO_3^{-1} 離子周圍締合著許多水分子，當受熱後 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分解生成 CaCO_3 結晶時，由於周圍這層水分子的包圍， Ca^{+2}

與 CO_3^{2-} 離子碰撞機會少，形成的結晶中心少，因而易於形成大塊水垢結晶附於管壁上。

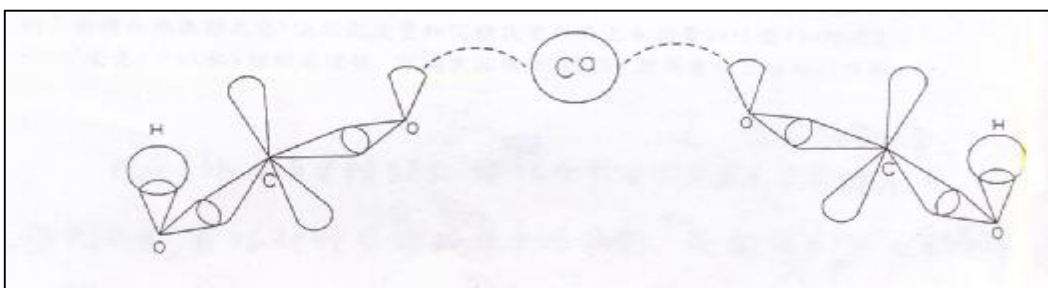
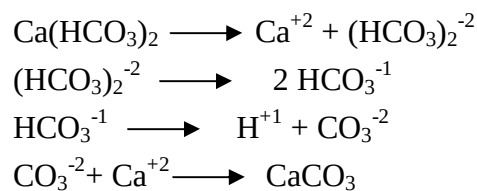


圖 7 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子結構示意圖

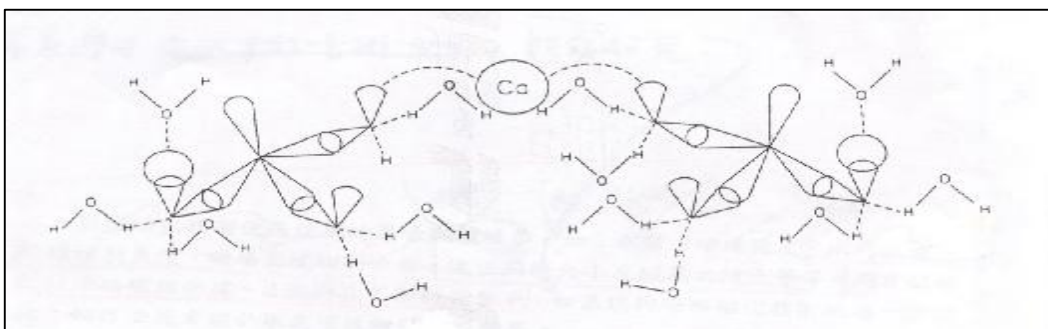


圖 8 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子與水分子的氫鍵締合

在水磁化過程中，磁場向水輸送能量，而破壞了氫鍵，根據呂查得里原理可推知，水經磁場後水中締合的氫鍵及水與 HCO_3^{-1} 之間的氫鍵遭到破壞，而使 Ca^{+2} 與 CO_3^{-2} 離子間接觸機會增加，硬度鹽類顆粒的穩定性降低，而使結晶中心增加，易成無定形態而成泥渣，易於排污除去。其重點在於結晶中心的增多，因結晶中心的表面積和熱面積之比，決定泥渣量和沉積在受熱面上水垢量的比值，如硬度 350~400mg/l 的水，經磁處理後，可減少沉積物達 92%，因而有防止結垢的作用。

除此之外，文獻資料亦顯示水分子經磁化後，在某些化學或物理性質也有些改變，例如：水分子氫氧鍵之夾角、水的表面張力、水的電導率、水的溶解度、水中溶氧量、以及水中正負電荷分離與分佈情形產生變化，這些科學上可量測的數據，有賴專家學者不斷的研究，如果能夠瞭解磁化技術的進一步理論基礎，相信必能有助於磁化處理技術應用領域的發展。

四、燃油減量及排污減廢成效

(一)評估與測試過程

A 廠在 88 年 11 月 18 日接觸此新技術之後，開始評估流體磁化器之可行性，在詳細研讀其相關資料後，88 年 11 月 28 日決定先由 No.1 鍋爐開始進行測試，在其進油管及進水管上分別安裝乙個流體磁化器，其安裝位置分別如圖 9 及圖 10 所示，並建立流體磁化器追蹤評估報表，逐日記錄並觀察流體磁化器使用情形，以便日後評估能源節約與經濟成本各方面效益如何，初步觀察 No.1 鍋爐在停止用藥的情形下，各方面之運轉狀況皆無不良影響，88 年 12 月 1~8 日抽水取樣並反覆測試，鍋爐水有漸漸變清的現象，且鍋爐火焰集中，呈現藍焰，故在 88 年 12 月 21 日於 No.2 及 No.3 鍋爐亦開始加裝流體磁化器，89 年 2 月 14 日評估結果節省燃油約 3%，其安裝後效益追蹤評估重點摘要情形，如表 4 所示。

表 4 A 廠鍋爐流體磁化器效益追蹤評估重點摘要

項目 日期		重點工作項目	評估結果/追蹤情形	備註
八十八年	11 月 18 日	開始接觸此技術		
	11 月 19 日	詳讀流體磁化器相關資料	A、可節省用藥費 B、具有獨特脫垢功能 C、有助於完全燃燒 D、延長設備使用壽命	著手評估可行性
	11 月 28 日	首先選擇 No.1 鍋爐進行安裝測試	打開爐體並拍照取証，同時建立 No.1 鍋爐試驗追蹤報表	No.1 鍋爐停止用藥
	12 月 1~8 日	抽水取樣反覆測試	鍋爐水漸漸變清	
	12 月 9 日	總結觀察	pH 值基本正常 9.5-10.5，火焰集中，呈現藍焰	
	12 月 21 日	評估 No.2，No.3 鍋爐是否安裝	No.2，No.3 鍋爐決定安裝進行測試，同時建立試驗追蹤報表	No.2，No.3 鍋爐停止用藥
	12 月 27 日	繼續測試觀察	pH 值有所降低 8	
八十九年	1 月 2 日	再次打開爐體檢查	TDS 濃度在 1000 左右	未長新垢
	2 月 11 日	測試 No.2，No.3 鍋爐	pH 值基本達到標準	
	2 月 14 日	總結評估	安裝該設備可省燃油 3%左右	
	3 月 5 日	打開 No.2，No.3 鍋爐人孔檢查結垢狀況	未見新垢形成	No.2，No.3 鍋爐停用軟水，改用自來水
	3 月 12 日	打開 No.1 鍋爐人孔檢查結垢狀況	爐膽上的舊垢有明顯脫落	No.1 鍋爐停用軟水，改用自來水
	3 月 19 日	檢查 3 座鍋爐	一切正常	
	4 月 2 日	No.3 鍋爐年檢，打開人孔查結垢狀況	無新垢形成，但 pH 值較低，一般 pH 值在 8 左右	
	4 月 25 日	抽水取樣反覆測試	爐水漸漸變清	
	4 月 29 日	檢查 3 座鍋爐	一切正常	
	5 月 3 日	打開 No.1 鍋爐檢查	鍋爐爐膽未長新垢	
	7 月 9 日	打開 No.1 鍋爐人孔及手孔取樣檢查	無新垢產生，水質正常，並拍照取證	硬垢形成軟泥

註：TDS 為總溶解固體物



圖 9 A 廠鍋爐燃燒機重油進油管上安裝流體磁化器



圖 10 A 廠鍋爐蒸汽用水進水管上安裝流體磁化器

(二)能源約節效益

1. 鍋爐排氣溫度下降

在能源節約方面，鍋爐加裝流體磁化器初期，即可明顯觀察到鍋爐排氣溫度有下降 10~20℃ 的情形，三座鍋爐在安裝流體磁化器前後鍋爐排氣溫度如表 5 所示。

表 5 A 廠三座鍋爐安裝流體磁化器排氣溫度情形

鍋爐編號	No.1	No.2	No.3
安裝前排氣溫度	250℃	220℃	210℃
安裝後排氣溫度	230℃	210℃	200℃
排氣溫度下降	20℃	10℃	10℃

2. 單位產能耗油率降低

又經長時間觀察其運轉情形，並追蹤統計相關測試數據，由表 1 及表 2 換算成單位產能耗油率，結果發現在能源節約上，工廠單位產能耗油率由 1.048 公秉/千雙球鞋，轉變為 0.946 公秉/千雙球鞋，也就是降低了 0.102 公秉/千雙球鞋，亦即在相同的產量下，成功地減少重油使用量 9.7%。

3. 節省重油使用量與燃料費

A 廠 88 年及 89 年 2~7 月間單位產能耗油率如表 6 所示。以該廠 88 年全星球鞋總生產量 4,272 千雙為基準，推估每年可節省重油使用量 436 公秉，若以中油低硫鍋爐用油價格 8,887 元/公秉（89.9.14 牌價表）來計算，相當於每年節省燃料費達 387 萬元新台幣。

表 6 A 廠 88 年及 89 年單位產能耗油量統計表

月 份 類 別	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	2~7 月間 平均	單位
88 年	1.182	1.176	1.033	1.008	0.973	0.935	1.048	公秉/千雙球鞋
89 年	1.050	0.949	0.909	0.940	0.970	0.872	0.946	公秉/千雙球鞋
降低量	0.132	0.227	0.124	0.068	0.003	0.081	0.102	公秉/千雙球鞋
降低百分比	11.2	19.3	12.0	6.7	0.3	8.5	9.7	%
備註	1、鍋爐安裝流體磁化器之後，平均每生產 1000 雙球鞋可節省 0.102 公秉之重油量。 2、若以 88 年 1~12 月全年總生產量為計算基本，估算每年可節省重油： 0.102 公秉/千雙*4272 千雙/年=436 公秉。							

(三)排污減廢效益

1. 減少空氣污染物排放量方面

如前所述 A 廠重油使用量每年可節省 436 公秉，因此在減少空氣污染物排放量方面，依據美國環保署 AP-42(Compilation of Air Pollutant Emission Factors)之鍋爐空氣污染物排放係數推估：工廠三座鍋爐每年粒狀物(PM)減少 545kg；硫氧化物(SO_x)減少 4,194kg；一氧化碳(CO)減少 262kg；氮氧化物(NO_x)減少 2,878kg；揮發性有機物(VOC)減少 86kg，詳如表 7 所示。

2. 減少繳納空氣污染防制費方面

在繳納空氣污染防制費方面，因鍋爐減少硫氧化物(SO_x)及氮氧化物(NO_x)的排放量，相對地可以減少應繳納之空氣污染防制費，若以三級防制區收費費率為計算基準 (SO_x：12 元/公斤、NO_x：10 元/公斤)，硫氧化物的空氣污染防制費可節省 50,328 元/年；氮氧化物的空氣污染防制費可節省 28,780 元/年，故空氣污染防制費預估可減少繳納 79,108 元/年，詳如表 7 所示。這對要繳納空氣污染防制費之工廠而言，又可節省一筆可觀的費用。

3. 鍋爐水垢處理成效方面

另外，在鍋爐熱交換器原有結垢之情形亦大為改善，自安裝流體磁化器後，又在鍋爐水停止加化學品的情形下，發現熱交換器原有之鍋垢脫落並未產生新的結垢，如圖 11，且管壁上結垢物已轉變為軟泥因此容易清洗，如圖 12，同時鍋爐水排污次數由 5 次/日減少為 1 次/日，因此除了提升熱交換器熱傳效率之外，亦節省許多藥品費用、維修人力以及寶貴的水資源。



圖 11 鍋爐安裝流體磁化器後鍋垢脫落並不再形成



圖 12 鍋爐安裝流體磁化器後硬垢變成軟泥型態

五、結 論

一般工廠在不明瞭流體磁化器能源節約與排污減廢的工作原理，以及不確定其是否真正有效之前，很難輕易在廠內鍋爐投資安裝此項設備，尤其是中、大型企業更是不敢冒然嚐試，故有必要對此技術再進一步研究揭開其中的奧妙，以化解欲使用者心中之疑慮。在核四廠已遭遇停建之命運下，從能源節約的觀點來看，任何一種技術或產品能真正為工廠節省 5% 能源耗用量，就有其存在及大力推廣的價值，此鍋爐燃油減量 9.7% 及排污減廢之成功案例，值得國內耗能工業之相關產業參考與仿倣，更期待國內對此技術有興趣之同志，共同努力從事有關磁化技術理論與實務之研究，探討其有價值之應用領域，排除功效誇張不實的部份，並創造更多的能源節約及排污減廢成功案例，不論其能源節約百分比是多少，只要能達到 5% 以上，皆是工廠之福。

六、參考文獻

- 1、李雲春，有關鍋爐勁磁水處理器之效率評估報告，三豐鞋業有限公司。
- 2、台灣面臨的能源問題，油小看大集，www.cpc.com.tw 網站資訊。
- 3、中國石油股有限公司燃料油產品牌價表，89 年 9 月 14 日。
- 4、磁化科技的原理與應用，瑞典流體磁化器產品型錄、技術密件及書信資料。
- 5、磁化科技的原理與應用，丹麥流體磁化器產品型錄、技術密件及書信資料。
- 6、磁化科技的原理與應用，美加流體磁化器產品型錄、技術密件及書信資料。
- 7、磁化科技的原理與應用，台灣流體磁化器產品型錄、技術密件及書信資料。
- 8、牧野伸治理學博士，神奇的 π -WATER，正義出版社，ISDN：957-664-208-6。
- 9、Magnetic Effects of Simulated Brine Properties Pertaining to Magnetic Water Treatment, National Heat Transfer Conference, Minneapolis, MN, July 1991。
- 10、Gunned Nilsson, Department of Gedogy, Eearth Sciences, Göteborg University, S-413 81 Göteborg. Soil Remediation of A Heavy Mental and Creosote Contaminated Site Applied on the Former Wood-Preservation Site at Grimstorp, South Sweden。
- 11、Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42 Fourth Edition September 1985。
- 12、Perry's Chemical Engineers' Handbook, Sixth Edition, McGraw-Hill International Editions。

作者簡介

司洪濤

學歷：國立中山大學環境工程研究所碩士

經歷：財團法人生物技術開發中心生化組助理研究員（78.09～79.03）

中鼎工程公司環工部專案工程師（79.04～81.08）

財團法人中國技術服務社工業污染防治中心專案經理（81.09～89.04）

現任：財團法人台灣產業服務基金會研發專案組經理

專長：環保法規、環境工程、化學工程單元設計、空氣污染防治規劃設計