

經濟部



2000

工業減廢暨永續發展研討會

論文集



工業鍋爐燃油減量及排污減廢成功實例

司洪濟* 劉文清** 張顯***

*財團法人台灣產業服務基金會 研發專案組經理

**財團法人台灣產業服務基金會 研發專案組工程師

***福建三豐鞋業有限公司 執行副總經理

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%，以該廠去年（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 Industry Boiler

Hung-Tao Szu* Wen-Cheng Liu** Richard Chang***

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

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

***Executive Vice President, Fujian Sanfeng Footwear Co., Ltd.

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；這些能原有 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，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，但在核四廠可能遭遇停建之命運下，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 Nike 球鞋之製造流程如圖 1 所示，A 廠在去年（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。

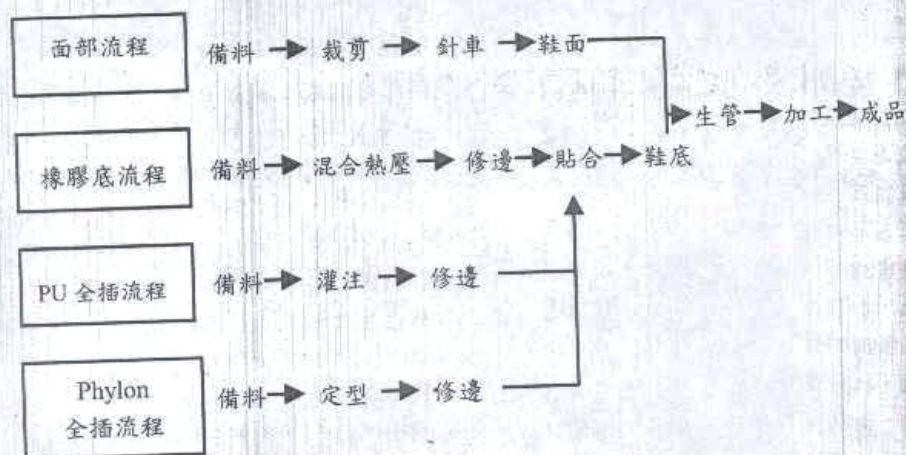


圖 1 A 廠球鞋之製造流程

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)，每座鍋爐皆使用重油為燃料，統計去年(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

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 2 所示。

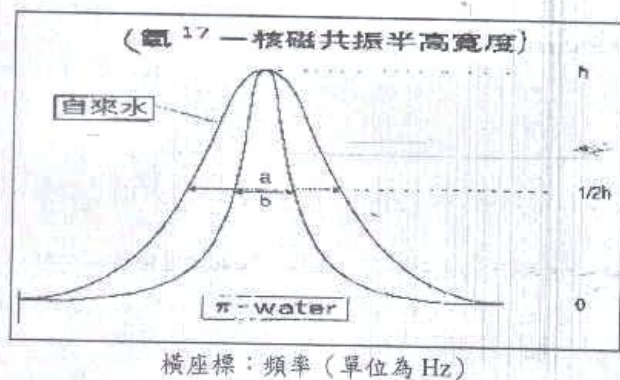


圖 2 氧¹⁷-核磁共振儀光譜示意圖

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 3、圖 4 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

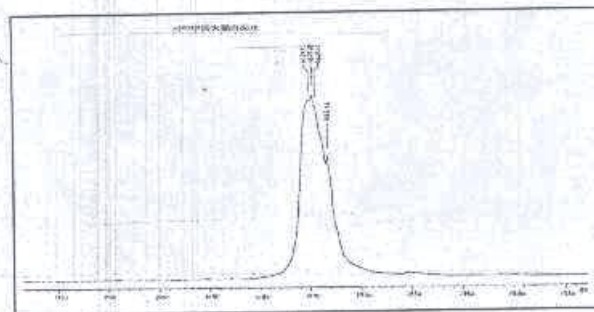


圖3 未磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

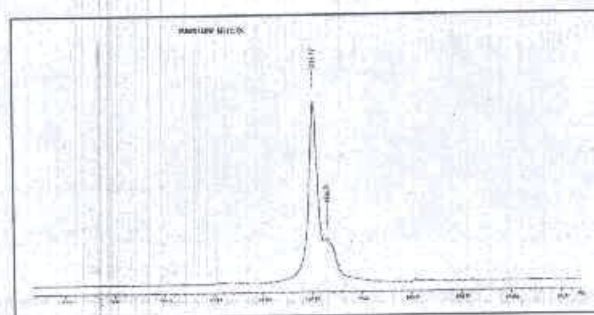


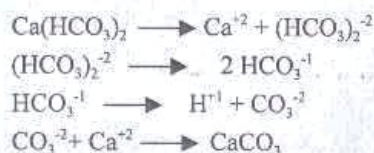
圖4 已磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

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約之理論依據。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 5 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 6 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。



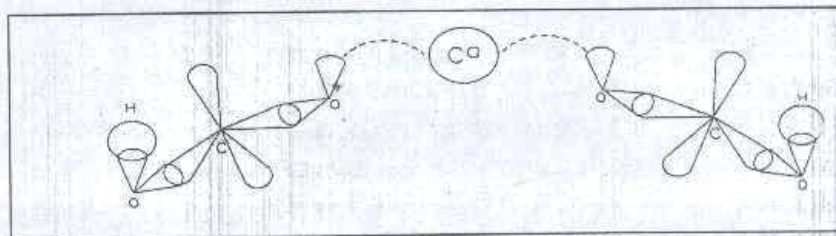


圖 5 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子結構示意圖

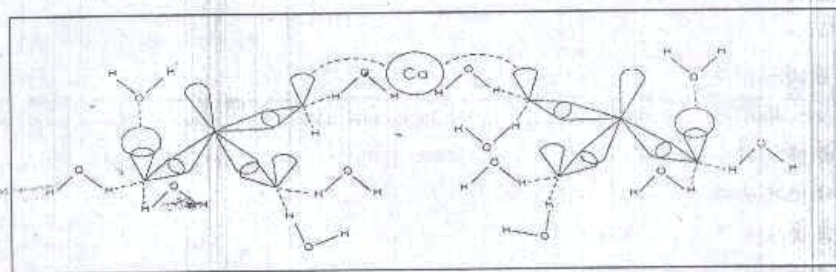


圖 6 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子與水分子的氫鍵締合

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 廠在去年(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，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，經過 2 個半月初步評估結果節省燃油約 3%，故在 89 年 2 月 11 日於 No.2 及 No.3 鍋爐亦開始加裝流體磁化器，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

日期	項目	重點工作項目	追蹤情形	備註
八十八年	11 月 18 日		著手評估可行性	
	11 月 19 日	詳讀相關資料	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	停止用藥
	11 月 28 日	安裝在 No.1 鍋爐	打開爐體並拍照取證，同時建立試驗報表	
	12 月 1 日	抽水取樣反復測試	鍋爐水漸漸變清	
	12 月 8 日			
	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	經評估安裝 No.2，No.3 鍋爐	停止用藥同時建立報表	
	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	未長進新垢，TDS 濃度在 1000 左右	
	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	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	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	抽水取樣反復測試	爐水漸漸變清	
	4 月 29 日	檢查 3 座鍋爐	一切正常	改用自來水
	5 月 3 日	打開 No.1 鍋爐檢查	鍋爐爐膽未長新垢	停用軟水
	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

(二)能源節約效益

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℃

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%。

A 廠 88 年及 89 年 2~7 月間單位產能耗油率如表 6 所示。以該廠去年 (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

在減少空氣污染物排放量方面，以美國 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(SOx)減少 4,194kg；一氧化碳(CO)減少 262kg；氮氧化物(NOx)減少 2,878kg；揮發性有機物(VOC)減少 86kg，詳如表 7 所示。

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，發現熱交換器並未產生新的結垢，如圖 7，且管壁上結垢物已轉變為軟泥因此容易清洗，如圖 8，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。

表 7 A 廠鍋爐空氣污染物排放減量推估

類別	粒狀物 PM	二氧化硫 SO ₂	三氧化硫 SO ₃	一氧化碳 CO	氮氧化物 NOx	揮發性有機物	
						非甲烷	甲烷
排放係數 (kg/公秉)	1.25	9.5	0.12	0.6	6.6	0.14	0.057
減量推估 (kg/年)	545	4,142	52	262	2,878	61	25
備註	1、依據美國 AP-42 空氣污染排放係數 2、以 A 廠每年減少 436 公秉重油使用量為基準(假設含硫量為 0.5%)						

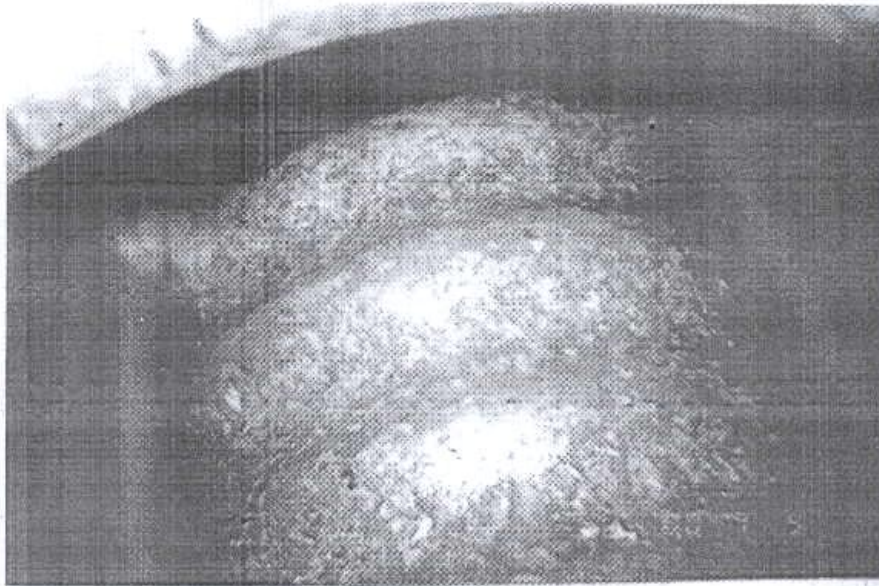


圖 7 鍋爐安裝流體磁化器後流體鍋垢不再形成



圖 8 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在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。在核四廠可能遭遇停建之命運下，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效，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，有關鍋爐動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。

147

月刊／贈閱

中華民國89年6月5日

Vol. 13 No. 147 Jun. 2000

工業污染防治報導

HIGHLIGHTS OF INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL

要目

- 巴塞爾公約 (下) 3
- 毒性化學物質管理法之內涵 (中) 5
- 國內製藥業污染防治現況與策略性建議 (下) 8
- 半導體業OHSAS18001安衛風險鑑別方法及實務運用 (下) 10
- Power Magnet 超勁磁設備功能介紹 (上) 14

國內郵政已付
報費 郵費
台北郵局支局
許可證
北台字第5308號

郵政特准掛號
認爲新聞紙類
國內郵政特准
掛號認爲新聞
紙類掛號認爲
新聞紙類掛號

環境荷爾蒙

之認知 (上)

■ 陳世偉

一、前言：

1996年美國動物學家柯爾朋 (Theo Colborn) 等三人出版「失竊的未來」(Our Stolen Future) 一書，使化學物質 (環境荷爾蒙) 的危險性對生物生殖能力的影響，成爲世界的焦點；1999年5月比利時發生戴奧辛污染畜牧用飼料事件之後，「環境荷爾蒙」(Environmental Hormone) 與世紀之毒「戴奧辛」(Dioxins)，令人聞之色變，頓時之間又成爲外界關心之熱門話題。早在1962年卡爾森 (Rachel Carson) 所寫「寂靜的春天」(Silent Spring) 一書明確的指出，殺蟲劑DDT以及其他人工合成之化學藥劑的使用，雖然帶給人類生活上的舒適與便利，但這些不易分解的化學物質長年累月的暴露環境之中，經由生物累積、濃縮及轉換等作用，將造成生物體內內分泌系統失調 (Endocrine disruption)。一般人對於戴奧辛的認識相較於對環境荷爾蒙的了解來的透徹，獲得的資訊也爲廣泛，而對於新名詞「環境荷爾蒙」的認知較爲模糊，或許僅只知道它是種會影響人體內分泌失調，導致生殖系統受到侵害的之一種具有毒性之化學物質罷了。

二、何謂環境荷爾蒙：

「荷爾蒙」(Hormone) 一詞係源自於希臘語，是自覺活動之物的意思，是一種由腺體產生的生物物質，藉著血液送到體內的器官發揮功能，控制或是調節生物體生殖、成長、性別傾向，及血醣濃度等等，在必要時，從腦部傳達訊號，在體內各器官 (腦下垂體、甲狀腺、胰臟等) 製造，然後分泌到血液中，再傳到體內需要的地方作用。吾人一般可以見到生物體內微妙的分泌系統平衡是，<腦>→<荷爾蒙分泌組織>→<血液中分泌傳送>→<在需要之處使組織自覺>→<產生作用後分解，自覺組織>→<細胞再度沈眠>。

「環境荷爾蒙」的特徵可以說是環境中外來的某種化學物質，原本在體內不存在，體內內分泌系統受到外來化學物質擾亂，產生基因突變及與生殖有關的種種異常反應。換言之，有些化學物質可「模擬類似」天然的荷爾蒙，欺騙身體而造成體內對荷爾蒙的過度作用與反應。而所謂的內分泌系統 (Endocrine

Power Magnet

超勁磁設備功能介紹 (上)

■ *吳欣蓉、*張世宏、**陳見財

一、前言

流體管路系統中常有水垢、雜質、微生物等困擾，當附着於管壁上則嚴重影響熱交換的效率。對於避免水垢產生的水管處理，一般採用固定添加化學藥劑、定期化學藥劑酸洗、安裝一般性之磁性除垢器或使用逆滲透設備等方法來解決此類問題，惟此等方法有的操作成本高且易產生二次污染，有的若未確實操作則無法達到其功能，有的則不易安裝與維修。

對於上述管中流體易產生的困擾，Power Magnet (中文以“超勁磁”稱謂)設備藉由磁力強度高達4萬高斯以上的磁場，穿透具導磁性之輸送管的管壁，利用磁場在管內被循環水切割產生電

流，使管路成為負電性，而排斥負電性的溶存陰離子、氧、藻菌接觸管路，以避免產生水垢、藻泥、青苔或腐蝕。

二、磁能處理器介紹

磁能處理器大概可分為兩類，一種為磁波器(永磁式、電子式)，另一種為非磁波式除垢器(電子式、電磁式及靜電式)。電子式、電磁式、靜電式需外加電源透過轉化器使之轉變為電離子、電磁場或靜電場，僅有永磁式不需外加電源。若以安裝方式區分，則可分為外夾式(不需配管)、管內式(分為內置式及接管式)。常見之設備類型如表1。

表1 常見磁能處理器的類型

型式	磁波器		非磁波式除垢器		
	永磁式	電磁式	電子式	電磁式	靜電式
外加電源	×	✓	✓	✓	✓
安裝方式	外夾 內置	外夾 ×	× 內置	外夾 內置	× 內置
水流與磁場方向	垂直/平行	垂直	垂直/平行	平行	垂直/平行

磁能器對水體的作用可分為兩類說法，第一類為讓水中成分如鈣、鎂等形成結合性的分子團(軟性水垢)；第二類是讓水中之水垢成份解離(即離子化)，使鈣、鎂游離、懸浮(離子化)。磁能物理器除了可抑制結垢外，亦有報告指出，磁場可造成分離性易除去之水垢，並在3~6個月內溶解已形成之附着性水垢。表2針對目前產品設備的功能作一簡單的比較分析。

三、Power Magnet設備原理

Power Magnet超勁磁設備之原理說明如下：

1、水中溶質成份的變化

磁能處理的效果與水中不純物有關，因此純

水與一般水情況有差異。尤其強磁性不純物如 Fe_3O_4 粒子為形成水垢、污泥之結晶核粒子。此外Lorentz Force導致離子分流效應為影響水垢污泥成長之原動力。

2、Lorentz電場的作用

Lorentz電場產生的原因，係帶電荷粒子通過一垂直磁場，在Y方向會產生電場。電場E是磁性流體力學中決定帶粒子運動軌跡的重要因子。未加磁場的離子運動，離子流係以等電荷方式直線前進。加磁場的離子運動，由於Lorentz電場使管壁形成正負極，等電荷離子流產生正負離子偏移現象，亦即陽離子向負極靠近，陰離子向正極靠近。

表2 磁能處理器設備功能分析表

管內電子式	* 藉由循環水離子化或鈍化，來抑制管路結垢或形成軟性水垢。 * 必須停機安裝及保養，有漏電危險，有使用期限，使用時損耗能源。 * 因阻礙水流，管路有壓降及洩漏疑慮。 * 補給水的水質較差或濃縮倍數較高時，產品本身會有結垢現象，故需停機將產品拆卸清洗保養。 * 運用於鍋爐系統時，作用效果差異大。
管內永磁式	* 須截管安裝及保養。 * 因阻礙水流，管路有壓降及洩漏疑慮。 * 因裝置於管內所以不需穿透管壁之磁力。 * 若補給水的水質較差或濃縮倍數較高時，產品本身會有結垢現象，故需停機將設備拆卸清洗保養。
管內靜電式	* 在水中直接放入電極板，施以高電壓使水中硬度離子化。 * 器材價格昂貴，安裝與維修皆要關機。 * 容易漏電產生電擊。
管外電磁式	* 設備吸附於鋼管外，使產品磁力線穿透管壁在管內形成電場，不必截管安裝及拆卸保養。 * 有漏電危險，有使用期限，使用時損耗能源。 * 設備之磁力需足夠穿透管壁(7mm厚度之鍍鋅鋼管其抗磁性為14,000~17,000高斯)，而非僅擴散於管壁上。
低永磁式	* 設備之磁力均低於6,000高斯以下。 * 設備若設置於管內具有暫時性效果，但須截管安裝及保養且作工不穩定；若吸附於管外，則一般約4mm之管壁其抗磁性約10,000高斯以上，故磁力無法穿透。
管外永磁式	* 一般永磁式 — 具20,000高斯磁力，能穿透4mm鋼管。 — 設備吸附於鋼管外，使磁力線穿透管壁在管內形成磁場，不必截管安裝及拆卸保養。 — 對鍋爐因改變荷電離子之時間不長而無法發揮功能。 — TDS僅約1,000 mg/L，鍋爐排水次數較傳統化學法多2~3倍之排水量，相對增加燃料損耗量，造成鍋爐蒸氣量不足，並增加操作人員負荷。 — 不能直接除垢僅能防止結垢，安裝前需先酸洗除垢。 * 超勁磁式 — 具40,000高斯之磁力。 — 設備吸附於鋼管外，使產品磁力線穿透管壁在管內形成磁場，不必截管安裝及拆卸保養。 — 穿透具導磁性管後磁力仍相當強，不受原水水質影響，直接除垢、除鏽且能防止鍋爐結垢及腐蝕。 — 鍋爐排水之TDS可達3,000 mg/L，排水頻率約與化學法相近，甚至可延長排水週期。

3、離子分流對水垢的抑制作用

離子分流使正負離子在管路中不呈直線前進，取而代之是往管壁偏移，這種現象可用來解釋抑制結垢機制。鐵管管壁腐蝕形成之氧化鐵如 Fe_2O_3 可視為結晶核。一般情形結晶核傾向於在管壁上析出（方解石狀之水垢結晶），形成附著性水垢。離子分流由於增加水流中溶存離子結晶核碰撞機率，因此傾向形成浮游狀態之大片結晶（軟質易除去之霰石），易隨著水流被沖走。

4、水垢的剝離

金屬管材質與水垢之膨脹係數不同，當管壁溫度變化時，由於膨脹係數不同使結垢物產生龜裂，未磁化之水其溶質成份進入裂縫中析出，因而修補裂縫而使結垢物繼續擴大。但磁性處理水由於溶質成份不足，無法修補裂縫，裂縫經水份蒸發擴大後，導致剝落。

5、抑制鐵管腐蝕

金屬管線在未磁化處理之水中，管壁通常覆蓋一層腐蝕氧化形成之 Fe_2O_3 。磁化處理水中則由於溶氧減少，使 Fe_2O_3 逐漸還原成 Fe_3O_4 。 Fe_3O_4 為比 Fe_2O_3 穩定之化合物，覆蓋在管壁表面可防止腐蝕作用繼續發生。

超勁磁設備之所以能穩定製造磁性水，係因其在管內形成電廠。而形成電廠之三大要素為具有導磁管，穿透磁力（600高斯以上）及流體流速三者缺一不可。

四、Power Magnet設備特性

超勁磁Power Magnet設備為台灣廠商自行研發生產之高永磁性設備，其特性如下：

1. 超勁磁設備整體磁性高達40,000高斯以上，磁性穿透力強，使用於7mm厚度之鋼管，其內部穿透之點磁力仍達1,000高斯以上。
2. 屬永久性之鐵鐵，100年內消磁不超過10%，除外力重擊、腐蝕或連續性高溫150℃環境下無保磁作用外，其餘環境均可發揮功能。
3. 超勁磁設備安裝方便，不需日常保養。
4. Power Magnet設備為複合磁體，以永磁管外型能釋放的磁力強度屬於絕無僅有。為一種節省水資源、電力，且不必停機保養，不造成環境污染並能延長設備壽命之磁性裝置。
5. 超勁磁設備裝置於鍋爐輸送管路時，由於磁力強，不需事先酸洗管壁，避免侵蝕管壁與環境。

（本文作者係中技社綠色技術發展中心**工程師**組長）

2000工業污染防治工程實務 技術研討會 論文徵稿

主辦單位：經濟部工業局

執行單位：中技社
工業污染防治技術服務團

為鼓勵產業界交換污染防治改善處理技術及操作維護經驗，提昇工業污染防治技術，達成污染防治之目標；本年度將持續辦理工程實務技術研討會，歡迎各界踴躍投稿；本研討會舉辦日期預定於11月份，將假工業局主辦之工安環保月系列活動中辦理。

各界先進如需了解相關工作，可洽本團張聖雄先生 電話(02)87737335轉221。或可將有關污染防治工程實務技術之論文摘要(文字稿及磁片)逕寄至「台北市106忠孝東路四段310號11樓 工業污染防治技術服務團 張聖雄先生收」，或以mail直接連繫，E-mail:b.bear@etdc.org.tw

148

月刊/贈閱

中華民國89年7月5日

Vol. 13 No. 148 July, 2000

工業污染防治報導

HIGHLIGHTS OF INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL

要

- 環境荷爾蒙之認知(下) 3
- 毒性化學物質管理法之內涵(下) 4
- Power Magnet超動磁設備功能介紹(下) 6
- 廢鹽硫酸銨置換法資源回收技術推廣(上) 10

目

國內郵政已付
報費 郵
台北第八支局
掛號 電話
北高字第5308號訂閱回函郵路
郵費在內
2000年7月號
444郵局或台北
郵局2000年7月號
台北郵局郵局

論 土壤及地下水 污染

整治法中地主的責任(上)

■ 鄭介松

「我在台東有一塊地，但我的工作在台北，如果那塊地遭污染，請問我需負何種責任？」這是「土壤及地下水污染整治法」於八十九年一月十三日三讀通過後，環保署記者會上，記者關心的問題。這個問題很可能也是大多數擁有或管理土地者，面臨八十九年二月二日，總統公布本法施行後，第一個想到的疑問。

按現行污染防治法令之規範主體多以污染行為人為主，如空氣污染防治法管制固定污染源與移動污染源、水污染防治法管制指定公告之事業、廢棄物清理法規範廢棄物產生源、毒性化學物質管理法規範毒化物運作人等。上開規範主體均與各該法律所管制之污染具有直接之關聯，多為各種污染態樣之製造或產生者。

惟土壤及地下水污染整治法係著重污染整治為主的立法，因土壤及地下水污染問題主要起因於廢水、廢氣、廢棄物或毒性物質排放與棄置所致，為避免法規執行之重疊與競合問題，有關預防土壤及地下水遭受污染之主要措施回歸於現行環保法規中規範，而本法之預防措施則以土壤及地下水污染之監測與調查工作為原則。本法係參照美國國會於一九八〇年制定「全面環境對策、賠償暨責任法」(Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act簡稱 CERCLA或Superfund法案)與一九七六年通過「資源保育回收法」(Resource Conservation and Recovery Act簡稱 RCRA 法案)之立

Power Magnet

超勁磁設備功能介紹(下)

■ * 吳欣蓉、* 張世宏、** 陳見財

五、Power Magnet超勁磁設備使用範圍

本設備屬於管外永磁式裝置，其外型如圖1所示，可應用之範圍包括加熱系統(鍋爐、熱水管路等)、冷凍空調系統、引擎燃燒系統(重油引擎、卡車等)、循環流體之管路(游泳池、噴水池等)。



圖1 Power Magnet超勁磁設備外觀圖

1. 加熱系統

以鍋爐之加熱系統而言，可應用於補水管線及燃料供給管線；安裝於鍋爐的補水管路時，儘可能接近鍋爐的進水口，以增加鍋爐所帶的負電荷，避免配置有超過高溫 150°C 或遭受腐蝕、重擊可能之區域，而一般鍋爐排水總溶解固體物的濃度需控制在 $2,000\text{ mg/L}$ ，對於已離子化的磁性水則可控制在 $3,000\sim 3,500\text{ mg/L}$ 。

2. 冷凍空調系統

應用於冷凍空調系統之冷卻水塔，超勁磁設備可裝設在冷凝器（冰水主機）及冷卻水塔出水泵的具導磁性管路上，及主要的補充水管路與迴流管線上。若補給水管為PVC管或銅管等不具導磁性之管路時，就必須包覆鐵捲在管線上並配合一個鐵管夾封在該管上即可。安裝超勁磁設備的冷卻水系統其循環水之總溶解固體濃度可達數萬 mg/L ，只要定期將沈積於水塔底盤之軟性水垢或雜質自水塔排放。

3. 引擎燃燒系統

以應用於車輛的引擎為例，可裝設燃料型超勁磁設備於進入燃燒引擎前的輸油管上，使進入

引擎霧化的油霧憑藉磁場的作用而離子化，打散原有糾結的正、負離子雜質，促使燃料中的碳氫分子與氧氣充分混合，達到完全燃燒，增加燃燒效率減少空氣污染。

4. 循環流體之管路

若應用於循環流體之管路如游泳池，則可直接裝設於出水泵之輸送管上，使管路經由磁場作用而具有負電性，以排斥溶存於管中負電性的陰離子、氯、藻菌等接觸管路而產生結垢。對於PVC或銅質輸水管不具導磁性部份，則需要於管路上包覆鐵捲再裝置超勁磁設備。

5. 使用於舊有系統

對於已具有結垢物之輸送管路或鍋爐，超勁磁裝置可使水因被離子化而形成磁化水，磁化水中之氫離子被管壁吸收，可將已存在管壁或爐壁的硬質水垢溶解成軟性水垢，所以使用超勁磁設備於舊有系統初期，應特別注意會有許多雜質、水垢因溶解剝落排出。既有之冷卻水塔須先以酸洗方式消除原積存於管路中之結垢物；若為舊有鍋爐系統，則啓用之初期需控制總溶解固體濃度在 $1,000\text{ mg/L}$ 左右，當排水不再呈現顏色，則可逐漸提高至 $3,000\text{ mg/L}$ 。

六、設備應用實績評估

以1999年7月應用於台灣某工廠之六噸鍋爐作效益評估，裝置條件及評估結果說明如下：

- A. 鍋爐型式：某廠牌煙管式蒸氣鍋爐，蒸氣量：6噸($6,000\text{ kg/hr}$)，工作壓力： 8 kg/cm^2 ，使用16小時/日
- B. 供水條件：60噸/日，補水管管徑：2吋
燃油使用管徑：3/4吋
- C. 超勁磁設備使用數量：
供水系統型式：KP2000型、數量：4個
供油系統型式：KP1000型、數量：2組

依據廠方使用情形，不再添加工業用藥、除垢劑、抗氧化劑、防腐蝕劑，節省約15%的使用燃料，減少黑煙排放，鍋爐也不需定期酸洗，僅每日排水控制鍋爐水之TDS值在2,500 mg/L的濃度。該廠安裝後三次打開鍋爐並與以往使用的結果比較如下：

(1) 在裝置後不加化學藥劑的情況下，結垢並未增加。

(2) 管壁上之結垢物轉變為軟泥，容易沖洗。

(3) 鍋爐內壁形成一層暗黑色四氧化三鐵(Fe_3O_4)的保護膜，不像以往有褐紅色表面剝離的現象。

經濟效益分析如表3所示。由表中計算結果可知，該公司使用超勁磁設備後每年整體經濟效益達約194萬元，而在減少環境污染方面其貢獻更無法言喻。

表3 六順鍋爐使用經濟效益分析表(操作時間：16hr)

品 名	安 裝 前	安 裝 後	說 明
工業用藥	15,000~20,000元/月	不再使用	
離子交換樹脂	60~100公升/年	不再使用	52元/公升
酸洗用藥	平均10,000元/年	不需酸洗	
工業用鹽	10包/月	不再使用	150元/包
重油	180公秉/月	153公秉/月	
重油運輸	18趟次/月	15趟次/月	減少3趟次/月，2,000元/趟次

註：上述單項設備價值波動，本表以寶順廠1999年7月份為計算基準

整體經濟效益，計算如下：

1. 減少使用工業用藥：16,000元/月，192,000元/年
2. 減少離子交換樹脂：80公升 $\times$ 52元=4,160元/年
3. 減少酸洗費用：10,000元/年
4. 減少工業用鹽：10包/月 $\times$ 150元/包 $\times$ 12月=18,000元/年

5. 減少燃油：27公秉 $\times$ 5,088元/公秉 $\times$ 12月=1,648,512元/年

6. 減少重油運輸：3趟次/月 $\times$ 2,000元/趟次 $\times$ 12月=72,000元/年

其潛在經濟效益為：

1. 節水部份：192,000+4,160+10,000+18,000=219,160元/年

2. 節油部份：1,648,512+72,000=1,720,512元/年

整體經濟效益：1,939,672元/年

七、結論

Power Magent超勁磁磁能處理器，屬於管外永磁式的磁能除垢器，擁有管外式設備不需切管安裝，容易保養的優點，又屬具有40,000高斯磁能的永磁式設備，可穿透一般鍍鋅鋼管，不需外加電源，可避免漏電的危險；比較其他各種磁能處理器，超勁磁磁能處理器為安裝方便、無須保養的磁能設備。

超勁磁設備之應用就經濟層面的觀點，免除了添加化學藥品的成本，減少了停機保養與人工的成本，不需定期酸洗延長了設備使用壽命，應

用於6順鍋爐每日操作16小時的系統，其回收期約3至6個月。就環保的觀點，不需添加藥品免除了二次污染的困擾，在冷凍空調、鍋爐系統的應用上節省了水資源，對於產品的使用上消耗能資源和不需外加電源，實屬於無污染、省能源之環保綠色產品。政府相關部門如能大力推廣使用確實具有效能之超勁磁設備，相信對國內之環保、生態、能源、水資源及經濟將具有相當大的正面貢獻。◆

(本文作者係中核社綠色技術發展中心工程師兼組長)

成功實例

[illegible]

物(Ver)的減少(表2)。熱交換器有結垢之化學清洗,又在鋼鐵水交換器並未產生結垢的結垢,其實能力結垢物已轉變為疏水垢容易清除。同時結垢物積於水側的3支(1/3)減少。

隔年(1971)年，因促成了投訴英商德商兩家香港之外，亦促成了香港金融門戶、服務人力及貨倉的興衰面，此使原運到及污染區域環境質質。值得提及的是工業及相關業等無不感到困難。【三型在著財團法人台灣經濟發展基金會提供協助】

這正是北卡羅萊納(North Air Carolina, WAG)近50年來逐漸發展成全球纖維產量第一的州。而它也是目前全球唯一擁有纖維原料生產及加工能力、且設有專門化學研究所和研究中心Aroclon的州。利用這些化學品來生產纖維不僅使纖維原料與纖維產品直接接觸而無任何副作用，且能利用該州的乾乾粉纖維(aramid)和超強纖維(ultrahigh AME)來應用於特殊材料如以這些纖維生產的防彈服等。Aroclon為全球唯一生產超強纖維芳綫(ultrahigh methacrylate, UHMA)的州，每年可出口10萬噸。UHMA為製作太空服、航空引擎及建築鋼筋等之原料。而含有化學UHMA成份的纖維可生產一些特殊鋼絲繩及AME。UHMA為Aroclon化學公司所發明，而Aroclon公司也

回收
處理廢
以濕式氧化

中技社 通訊

CTCI BI-MONTHLY

民國八十九年八月號

30

2

社務動態

承先啟後・創新經營——第十六屆董事會改選

3

技術專題

Power Magnet 超勁磁設備功能介紹

9

人物專訪——工研院林敏雄副院長

11

業務報導

林文川組長獲選績優中小企業輔導人員

電路板製造業清潔生產技術

跨世紀資源回收展望研討會與座談會

民間委辦服務

汽車排氣遙測

台北國際環保暨能源展

業務查核會議

能源資訊系統介紹

16

藝文天地

綠色技術發展中心與您攜手

創 美 麗 新 世 紀
共



- 污染防治、污染預防、工業安全之技術與諮詢
- 環保技術應用之評估與新技術之引進
- 環境檢測服務
- 環境與工業安全衛生管理之輔導與推廣
- 環保、工安、環境管理人員之培訓
- 環保政策與措施之宣導
- 環境資訊之建置與服務
- 環保計劃之規劃與執行



中 技 社
綠色技術發展中心

服務專線：(02)8773-7335 網址：<http://www.etdc.org.tw>
傳真：(02)8773-7276 地址：台北市忠孝東路四段 310 號 11 樓

Power Magnet

超勁磁設備功能介紹

■ 綠色中心 吳欣蓉、張世宏、陳見財

一、前言

流體管路系統中常有水垢、雜質、微生物等困擾，當附著於管壁上則嚴重影響熱交換的效率。對於避免水垢產生的水質處理，一般採用固定添加化學藥劑、定期化學藥劑酸洗、安裝一般性之磁性除垢器或使用逆滲透設備等方法來解決此類問題，惟此等方法有的操作成本高昂且易產生二次污染，有的若未確實操作，無法達到其功能，有的則不易安裝與維修。

對於上述管中流體易產生的困擾，Power Magnet（中文以“超勁磁”稱謂）設備藉由磁力強度高達4萬高斯以上的磁場，穿透具導磁性之輸送管的管壁，利用磁場在管內循環水切割產生電流，使管路成為負電性，而排斥負電性的溶存陰離子、氧、藻菌接觸管路，以避免產生水垢、淤泥、青苔或腐蝕。

二、磁能處理器介紹

磁能處理器大概可分為兩類，一種為磁波器（永磁式、電子式），另一種為非磁波

式除垢器（電子式、電磁式及靜電式）。電子式、電磁式、靜電式需外加電源透過轉化器使之轉變為電離子、電磁場或靜電場，僅有永磁式不需外加電源。若以安裝方式區分，則可分為外夾式（不需配管）、管內式（分為內置式及接管式）。常見之設備類型如表1。

表1－常見磁能處理器的類型

型式	磁波器		非磁波式除垢器		
	永磁式	電磁式	電子式	電磁式	靜電式
外加電源	×	✓	✓	✓	✓
安裝方式	外夾 內置	外夾 內置	外夾 內置	外夾 內置	外夾 內置
水流與磁場方向	垂直/平行	垂直	垂直/平行	平行	垂直/平行

磁能器對水體的作用可分為兩類說法，第一類為讓水中成分如鈣、鎂等形成結合性的分子團（軟性水垢）；第二類是讓水中之水垢成份解離（即離子化），使鈣、鎂游離、懸浮（離子化）。磁能物理器除了可抑制結垢外，亦有報告指出，磁場可造成分離性易除去之水垢，並在3～6個月內溶解已形成之附著性水垢。表2針對目前產品設備的功能作一簡單的比較分析。

表2-磁能處理設備功能分析表

管內電子式	· 藉由循環水離子化或氧化，來抑制管壁結垢或形成軟性水垢。 · 必須停機安裝及保養，有漏磁現象，有使用期限，使用持續耗能源。 · 因阻礙水流，管壁有壓降益及異物產生。 · 有結垢的水質較差或濃縮倍數較高時，產品本身會有結垢現象，故需停機清理發垢加清洗保養。 · 運用及維護系統時，作用效果差甚大。
管內永磁式	· 須拆管安裝及保養。 · 因阻礙水流，管壁有壓降及水質疑慮。 · 因裝置於管內所以不聚存過剩磁之磁力。 · 若結垢水的水質較差或濃縮倍數較高時，產品本身會有結垢現象，故需停機將產品拆開清洗保養。
管內靜電式	· 在水中直接放入電極板，施以高電壓使水中硬質離子化。 · 器材價格昂貴，安裝與維修均甚複雜。 · 容易漏電產生電擊。
管外電磁式	· 產品以附於鋼管外，使產品磁力線穿過管壁在管內形成磁場，不必暫停安裝及拆卸保養。 · 有斷電故障，有使用期限，使用持續耗能源。 · 產品之磁力能穿透鋼管壁(7mm厚度之鋼管與鋼管其抗磁性為14,000~17,000高斯)，而非僅透於管壁上。
低永磁式	· 設備之磁力均低於6,000高斯以下。 · 產品若設置於管內具有暫時性效果，但須暫停安裝及保養且工作不穩定；若裝於管外，則一般約4mm之管壁其抗磁性約10000高斯以上，故磁力無法穿透。
管外永磁式	· 一般永磁式 — 具20,000高斯磁力，能穿透4mm鋼管。 — 產品以附於鋼管外，使產品磁力線穿過管壁在管內形成磁場，不必暫停安裝及拆卸保養。 — 對通備因改變電離子之時間不長而無法發揮功能。 — TDS值約1,000 mg/L，過濾排水次數較傳統化學法多2~3倍之排水量，相對增加藥料耗量，造成廢水蒸氣量不足，並增加操作人員負擔。 — 不能直接除垢能防止結垢，安裝的需氣鼓吹除垢。 · 超磁式 — 具40,000高斯之磁力。 — 產品以附於鋼管外，使產品磁力線穿過管壁在管內形成磁場，不必暫停安裝及拆卸保養。 — 穿透與超磁式管後磁力仍相當強，不會因水質影響，直接除垢，除垢且能防止結垢穩定及防腐。 — 過濾排水之TDS可達3,000 mg/L，排水效率與化學法相近，甚至可延長排水週期。

三、Pow

Power

如下：

1、水中

質

此種水質

析物如Fe

模粒子。

為影響

2、Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

Lore

三、Power Magnet設備原理

Power Magnet超勁磁設備之原理說明如下：

1、水中溶質成份的變化

磁能處理的效果與水中不純物有關，因此純水與一般水情況有差異。尤其強磁性不純物如 Fe_2O_3 粒子為形成水垢、污泥之結晶核粒子。此外Lorentz Force導致離子分流效應為影響水垢污泥成長之原動力。

2、Lorentz 電場的作用

Lorentz電場產生的原因，係帶電荷粒子 ix 通過一垂直磁場 H_z ，在 Y 方向會產生電場 E_y 。 E 是磁性流體力學中決定帶粒子運動軌跡的重要因子。未加磁場的離子運動，離子流係以等電荷方式直線前進。加磁場的離子運動，由於Lorentz電場使管壁形成正負極，等電荷離子流產生正負離子偏移現象，亦即陽離子向負極靠近，陰離子向正極靠近。

3、離子分流對水垢的抑制作用

離子分流使正負離子在管路中不呈直線前進，取而代之是往管壁偏移，這種現象可用來解釋抑制結垢機制。鐵管管壁腐蝕形成之氧化鐵如 Fe_2O_3 可視為結晶核。一般情形結晶核傾向於在管壁上析出（方解石狀之水垢結晶），形成附著性水垢。離子分流由於增加水流中溶存離子結晶核碰撞機率，因此傾向形成浮游狀態之大片結晶（軟質易除去之礫石），易隨著水流被沖走。

4、水垢的剝離

金屬管材質與水垢之膨脹係數不同，當管壁溫度變化時，由於膨脹係數不同使結垢

物產生龜裂，未磁化之水其溶質成份進入裂縫中析出，因而修補裂縫而使結垢物繼續擴大。但磁性處理水由於溶質成份不足，無法修補裂縫，裂縫經水份蒸發擴大後，導致剝落。

5、抑制鐵管腐蝕

金屬管線在未磁化處理之水中，管壁通常覆蓋一層腐蝕氧化形成之 Fe_2O_3 。磁化處理水中則由於溶氧減少，使 Fe_2O_3 逐漸還原成 Fe_3O_4 。 Fe_3O_4 為比 Fe_2O_3 穩定之化合物，覆蓋在管壁表面可防止腐蝕作用繼續發生。

四、Power Magnet設備特性

超勁磁Power Magnet設備為台灣廠商自行研發生產之高永磁性設備，其特性如下：

1. 超勁磁設備整體磁性高達40,000高斯以上，磁性穿透力強，使用於7mm厚度之鋼管，其內部穿透之點磁力仍達1,000高斯以上。
2. 屬永久性之磁鐵，100年內消磁不超過10%，除外力重擊、腐蝕或連續性高溫150℃環境下無保磁作用外，其餘環境均可發揮功能。
3. 超勁磁設備安裝方便，不需日常保養。
4. Power Magnet設備為複合磁體，以永磁管外型能釋放的磁力強度屬於絕無僅有。為一種節省水資源、電力，且不必停機保養，不造成環境污染並能延長設備壽命之磁性裝置。
5. 超勁磁設備裝置於鍋爐輸送管路時，由於磁力強，不需事先酸洗管壁，避免侵蝕管壁與環境。

五、Power Magnet 超勁磁設備使用範圍

本設備屬於管外永磁式裝置，其外型如圖1所示，可應用之範圍包括加熱系統(鍋爐、熱水管路等)、冷凍空調系統、引擎燃燒系統、循環流體之管路(游泳池、噴水池等)。



圖1—Power Magnet 超勁磁設備外觀圖

1. 加熱系統

以鍋爐之加熱系統而言，可應用於補水管線及燃料供給管線；安裝於鍋爐的補水管線時，儘可能接近鍋爐的進水口，以增加鍋爐所帶的負電荷，避免配置有超過高達150℃或遭受腐蝕、重擊可能之區域，而一般鍋爐排水的總溶解固體濃度需控制在2,000mg/L。對於已離子化的酸性水則可控制在3,000~3,500mg/L。

2. 冷凍空調系統

適用於冷凍空調系統之冷卻水塔，超勁磁設備可安裝在冷凝器(冰水主機)及冷卻水塔出水泵之具導磁性管路上，及主要的補充水管與回流管線上。若補給水管為PVC管或銅管等不具導磁性之管路時，就必須加裝磁棒在管線上並配合一傳磁管夾封在該管

上即可。安裝超勁磁設備的冷卻水系統其循環水之總溶解固體濃度可達數萬mg/L，只要定期將沉澱於水塔底部之軟性水垢或雜質白水塔排放。

3. 引擎燃燒系統

以應用於車輛的引擎為例，可裝設燃料型超勁磁設備於進入燃燒引擎前的輸油管上，使進入引擎霧化的油滴藉磁場的作用而離子化，打散原有糾結的正、負離子雜質，促使燃料中的碳氫分子與氧氣充分混合，達到完全燃燒，增加燃燒效率減少空氣污染。

4. 循環流體之管路

若應用於循環流體之管路如游泳池，則可直接裝設於出水泵之輸送管上，使管路經由磁場作用而具有負電性，以排斥溶存於管中負電性的離子、氧、氯離子等接觸管壁而產生垢垢。對於PVC或銅質水管不具導磁性部份，則需要於管路上包覆磁棒再裝置超勁磁設備。

5. 使用於舊有系統

對於已具有結垢物之輸送管路或鍋爐，超勁磁裝置可使水因離子化而形成磁化水，磁化水中之離子被管壁吸引，可將已存在管壁或爐壁的硬質水垢溶解成軟性水垢，所以使用超勁磁設備於舊有系統初期，應特別注意會有許多懸質，水垢因溶解而排出，既有之冷卻水塔須先以酸洗方式清除原留存於管壁中之結垢物；若為舊有循環系統，則改用之初應控制總溶解固體濃度在1,000 mg/L左右，當排水不再呈現顏色，則可逐漸提高至3,000 mg/L。

六、設備

以15
到備作
如下：

A. 鍋爐

某廠

蒸氣

6kg

B. 供水

60m

燃油

C. 超勁

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

供水

六、設備應用實績評估

以1999年7月應用於台灣某工廠之六噸鍋爐作效益評估，裝置條件及評估結果說明如下：

A. 鍋爐型式：

某廠牌之CF-1009型煙管式蒸氣鍋爐，
蒸氣量：6噸(6000kg/hr)，工作壓力：
8kg/cm²，使用16小時/日

B. 供水條件：

60噸/日、稱水管管徑：2吋
燃油使用管徑：3/4吋

C. 超勁磁設備使用數量：

供水系統型式：KP2000型、數量：4個
供油系統型式：KP1000型、數量：2組

依據廠方使用情形，不用再添加工業用藥、除垢劑、抗氧化劑、防腐蝕劑，節省約15%的使用燃料，減少黑煙排放，鍋爐也不需定期酸洗，僅每日排放水控制鍋爐水之TDS值在2,500mg/L的濃度。該廠安裝後三次打開鍋爐並與以往使用的結果比較如下：

- (1) 在裝置後不加化學藥劑的情況下，結垢並未增加。

- (2) 管壁上之結垢物轉變為軟泥，容易沖洗。

- (3) 鍋爐內壁形成一層暗黑色四氧化三鐵(Fe_3O_4)的保護膜，不像以往有褐紅色表面剝離的現象。

經濟效益分析如表3所示。由表中計算結果可知，該公司使用超勁磁設備後每年整體經濟效益達約194萬元，而在減少環境污染方面其貢獻更無法言喻。

整體經濟效益，計算如下：

1. 減少使用工業用藥：
16,000元/月，192,000元/年
2. 減少離子交換樹脂：
80公升 $\times$ 52元=4160元/年
3. 減少酸洗費用：10,000元/年
4. 減少工業用鹽：
10包/月 $\times$ 150元/包 $\times$ 12月=18,000元/年
5. 減少燃油：
27公秉 $\times$ 5088元/公秉 $\times$ 12月=1,648,512元/年
6. 減少重油運輸：

表3—六噸鍋爐使用經濟效益分析表（操作時間：16hr）

品名	安裝前	安裝後	說明
工業用藥	15,000~20,000元/月	不再使用	
離子交換樹脂	60~100公升/年	不再使用	52元/公升
酸洗用藥	平均10,000元/年	不需酸洗	
工業用鹽	10包/月	不再使用	150元/包
重油	180公秉/月	153公秉/月	
重油運輸	18趟次/月	15趟次/月	減少3趟次/月， 2,000元/趟次

註：上述單價會隨物價波動，本表以實績廠1999年7月份為計算基準

3 換次/月 × 2000 元/換次 × 12 月 =
72,000 元/年

其潛在經濟效益為：

1. 節水部份：
 $182,000 + 4,160 - 10,000 - 18,000 =$
219,160 元/年
2. 節油部份：
 $1,648,512 + 72,000 = 1,720,512$ 元/年

整體經濟效益：1,939,672 元/年



▲ 使用超勁磁設備後鍋爐爐體水垢大量剝落



◀ 使用一段時間後
逐漸形成 Fe_2O_3 ，
而無腐蝕現象

七、結論

Power Magnet 超勁磁磁能處理器，屬於管外永磁式的磁能除垢器，擁有管外式設備不需切管安裝，容易保養的優點，又屬具有 40,000 高斯磁能的永磁式設備，可穿過一般鍍鋅鋼管，不需外加電源，可避免漏電的危險；比較其他各種磁能處理器，超勁磁磁能處理器為安裝方便，須保養的磁能設備。

超勁磁設備之應用就經濟層面的觀點，免除了添加化學藥品的成本，減少了停機保養與人工的成本，不需定期清洗延長了設備使用壽命，應用於 6 噸鍋爐每日操作 16 小時的系統，其回收期約 3 至 6 個月。超勁磁的優點，不需添加藥劑免除了二次污染的困擾，在冷凍空調、鍋爐系統的應用上節省了水資源，對於產品的使用上消耗能資源和不需外加電源，實屬於無污染、省能源之環保綠色產品。政府相關部門如能大力推廣使用與實具有成效之超勁磁設備，相信對國內之環保、生態、能源、水資源及經濟將具有相當大的正面貢獻。 ☉

2001/五月號/化工技術第 98 期
報導爭氣鍋爐能源節約及污染減量成功實例
在 246 頁至 260 頁



化工技術

2001 / 五月號 / 第 98 期 / 生醫材料與組織工程專輯

商裕商標 值得信賴

精密陶瓷專用機，特殊抗耐磨專利



SY-KME

真空捏合押出機 VACUUM KNEADING & EXTRUDING MACHING

商裕機械有限公司

公司：台灣台北市新莊市化成路389巷46號
三重廠：台北縣三重市頂寮工業區廣發街14號
林口廠：台北縣林口鄉工二工業區工八路14號
電話：886-2-2995-8772 · 8521-3879 · 8522-3387 · 2601-5988
傳真：886-2-2995-4248

<http://www.shang-yuh.com>

SHANG YUH MACHINE CO., LTD

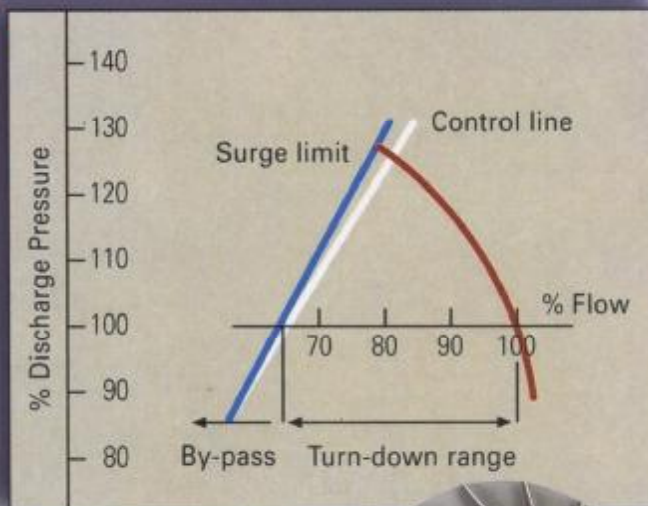
COMPANY: NO.48, LANE 389, HUA-CHENG RD., HSIN-CHUANG CITY, TAIPEI HSIEN, TAIWAN.
SAN-CHUNG FACTORY: NO.14, TINGKAN INDUSTRY DISTRICT, SAN-CHUNG CITY, TAIPEI HSIEN, TAIWAN.
LIN-KOU FACTORY: NO.14, KUNG 8 RD., KUNG 2 INDUSTRIAL DIST., LIN-KOU HSIANG, TAIPEI HSIEN, TAIWAN.
TEL: 886-2-2995-8772 · 8521-3879 · 8522-3387 · 2601-5988 FAX: 886-2-2995-4248
E-mail: shayuh@ms32.hinet.net

35%的恆壓容調範圍， 無 Blow-off 的困擾

Atlas Copco

離心式空壓機，製程用壓縮機

- 恆壓容調範圍大，適合各種用途 (Process Air, IA, PA)
- 安裝簡單，不需外接吸氣管，By-pass排氣管
- 採用箱型設計 78dB/A. 噪音最低
- 冷卻水用量最少
- AB 5/03型 PLC controller 連接監控容易



4 715421 122717

Atlas Copco

新寧股份有限公司

TEL: 03-4796838 EXT. 38
FAX: 03-4796820

Atlas Copco Taiwan Ltd.

website: www.atlascopco.com.tw
E-mail: actwn@ms13.hinet.net

蒸汽鍋爐能源節約及污染減量技術介紹

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

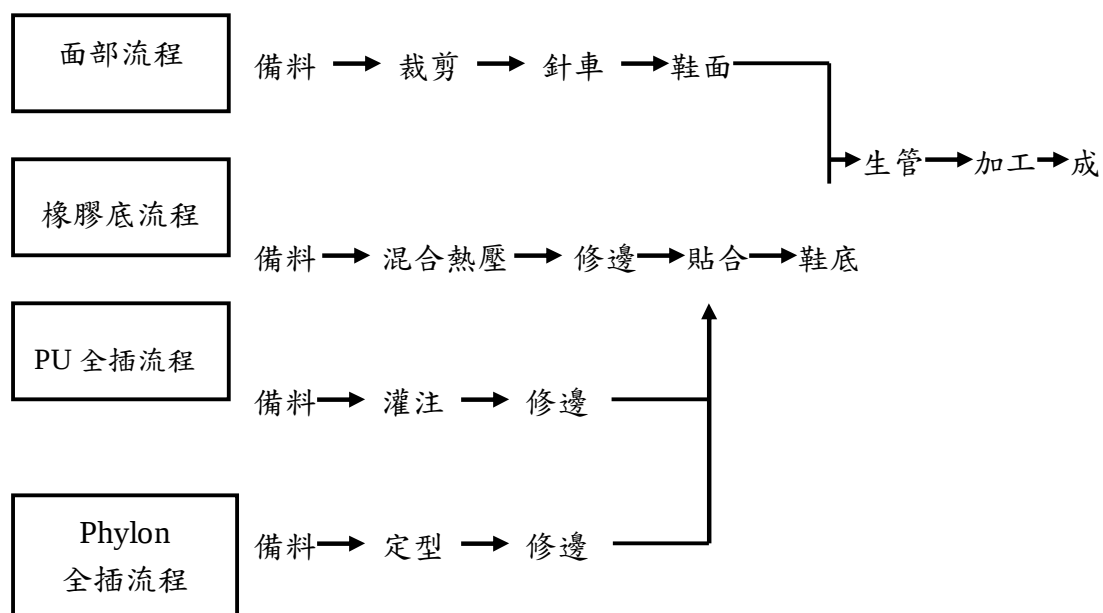


圖 3 A 廠球鞋之製造流程

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

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。

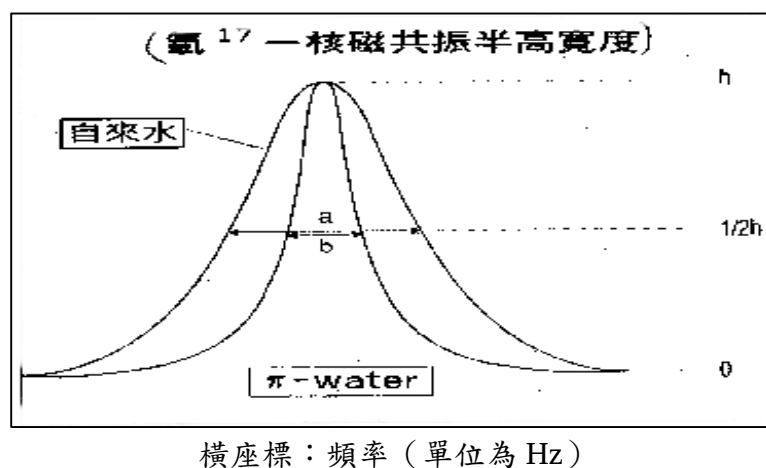


圖 4 氧¹⁷-核磁共振儀光譜示意圖

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

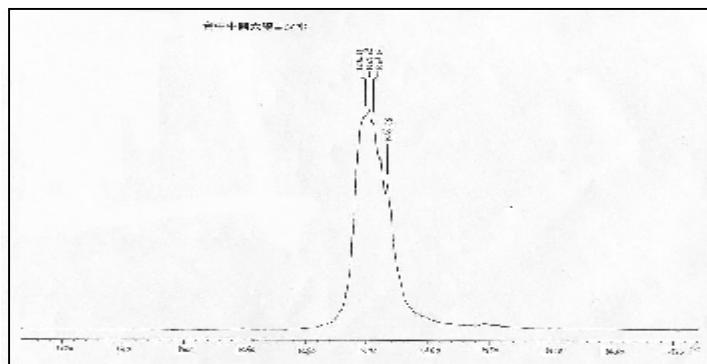


圖 5 未磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

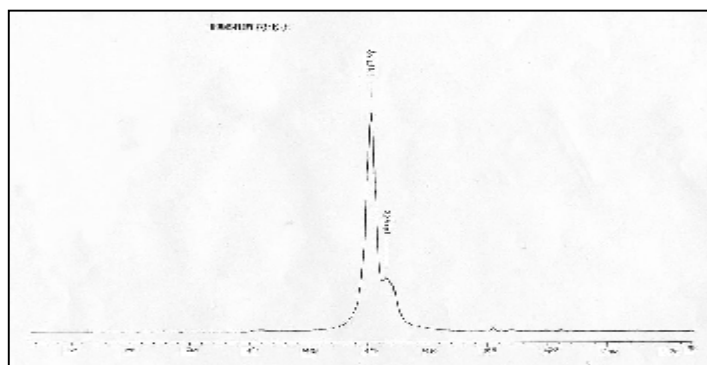


圖 6 已磁化水之氧¹⁷-核磁共振光譜

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。

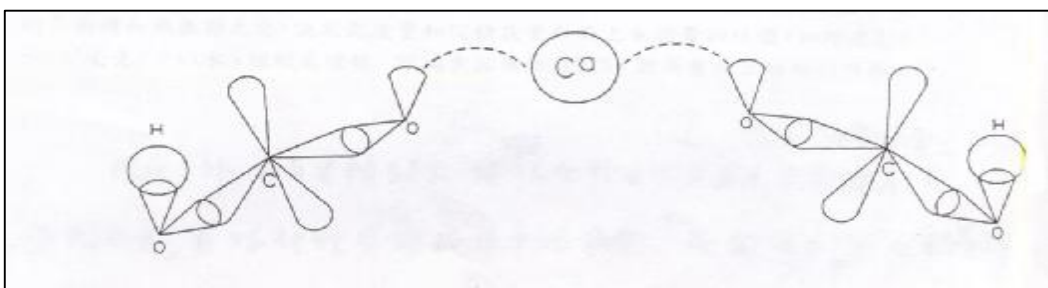
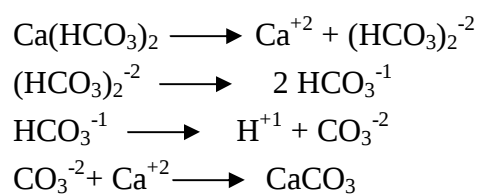


圖 7 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子結構示意圖

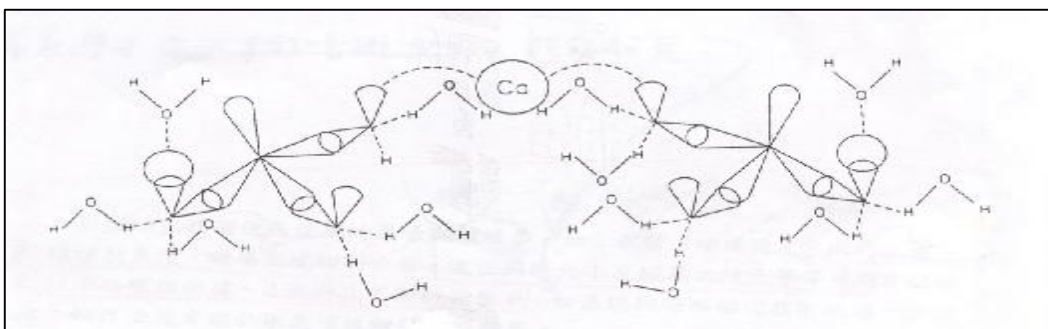


圖 8 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子與水分子的氫鍵締合

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 ┆ 11 月 27 日	詳讀流體磁化器相關資料，評估流體磁化器優點	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
	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
	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
	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
	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
	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
	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，並拍照取証

註：TDS：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。

