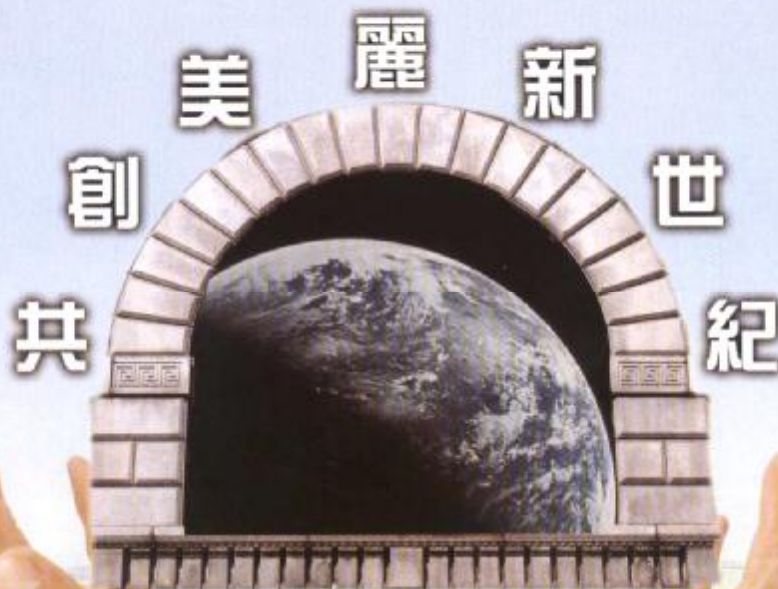




綠色技術發展中心與您攜手



- | 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



社團法人 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，則可分為外來式（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	×
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，故需停機將產品拆卸清洗保養。
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	- 產品吸附於鋼管外，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。 - 產品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。 - 產品若設置於管內具有暫時性效果，但須截管安裝及保養且工作不穩定；若吸附於管外，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。 - 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，相對增加燃料消耗量，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。 - 產品吸附於鋼管外，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、除銹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。

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 $I \times$ 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。

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. 屬永久性之磁體，100 年內消磁不超過 10%，除外力重擊、腐蝕或連續性高溫 160℃ 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℃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物濃度需控制在2,000mg/L，對於已離子化的磁性水則可控制在3,000~3,500mg/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)及冷卻水塔出水泵之具導磁性管路上，及主要的補充水管路與迴流管線上。若補充水管為PVC管或銅管等不具導磁性之管路時，就必須包環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、氧、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，則需要於管路上包環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清除原留存於管路中之結垢物；若為舊有鍋爐系統，則啟用之初期需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、設備應用實績評估

以1999年7月應用於台灣某工廠之六聯鍋爐作效益評估，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、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(Fe₃O₄)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×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×150元/包×12月=18,000元/年
5. 減少燃油：
27公秉×5088元/公秉×12月=1,648,512元/年
6. 減少重油運輸：

表3—六聯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

$3\text{ 趟次/月} \times 2000\text{ 元/趟次} \times 12\text{ 月} = 72,000\text{ 元/年}$

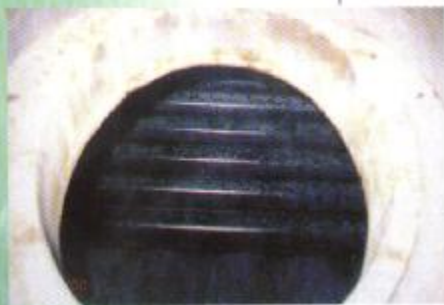
其潛在經濟效益為：

1. 節水部份：
 $192,000 + 4,160 + 10,000 + 18,000 = 219,160\text{ 元/年}$
2. 節油部份：
 $1,648,512 + 72,000 = 1,720,512\text{ 元/年}$

整體經濟效益：1,939,672 元/年



▲ 使用超勁磁設備後鍋爐爐管水垢大量剝落



◀ 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，可穿透一般鍍鋅鐵管，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 噸鍋爐每日操作 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。

