

國光能源開發股份有限公司減廢技術及執行成果

何璠* 張武雄** 侯萬善* 林坤讓*** 鄭清宗****

摘要

國光能源開發公司為我國與亞洲生產力組織合作之環保示範工廠，此示範計畫已進行兩年。國光公司為國內太陽能集熱板製造業中，少數以鍍鉻的方式製作集熱層，其對於技術的更新及未來趨勢的掌握，均投入相當的努力，對於此次國際合作之機會，國光公司亦設定了下列目標：

【關鍵字】

1. 亞洲生產力組織(Asian Productivity Organization)
2. 太陽能集熱板(solar energy collector)
3. 流體化床電解設備(fluidized bed electro-winning tank)
4. 離子交換塔/ion exchange tank)
5. 脫脂液(degreasing water)

*中國技術服務社工業污染防治中心 工程師

**國光能源開發股份有限公司 總經理

***中國技術服務社工業污染防治中心 經理

****中國技術服務社工業污染防治中心 副主任

- (1)達成降低成本及提高生產力之效益。
- (2)符合環保法規與標準。
- (3)提昇公司形象。
- (4)發展新的商機，擴大國外接單量。
- (5)減少原料及資源損耗。
- (6)改進工作環境。
- (7)提高產品品質。
- (8)減少污染處理設備之投資及操作成本。
- (9)通過ISO 14001驗証。

本廠在85年度，經過一年的時間，透過中國技術服務社、以及日本亞洲生產力組織的技術輔導，執行減廢活動之效益達230萬元。除了減廢之推行外，本廠亦積極推動5S之管理活動，使得廠內環境在整頓之後煥然一新，對於提振員工之士氣有莫大助益。本廠亦希望將此次減廢經驗分享給國內電鍍業者。

一、前　　言

1.1 背景說明

亞洲生產力組織(Asian Productivity Organization，簡稱APO)係一非營利及非政治性的亞洲地區國際組織，於1961年5月在日本東京成立，其主旨為對各會員國工農與服務業提供技術、管理等服務，以倡導全面生產力之提昇，促進各會員國經濟之繁榮，改善人民之生活水準。故APO逐年擬訂工作計畫，選擇特定項目及方向，推廣介紹提高生產力之新知識、新觀念、新技術及新方法。

為了因應近年來國際對環保問題的重視，APO特於1994年在日本政府支持下，開始推動一環境特別計畫(Special Programme for Environment，簡稱SPE)，並設立一環境委員會(Committee on Environment，簡稱COE)，協助規劃及執行SPE的計畫。

1994年COE在中華民國台灣舉行會議，會中確立以污染預防及控制為發展方向，並結合清潔生產、工業減廢及管末處理部份，並以示範工廠的形式，推廣相關

技術。在第一年的環境特別計畫(SPE)中，APO以評選方式，從各會員國的書面提案中篩選數家備選，然後派遣專家實地評估、確認，以選出真正具有代表性之國家及示範廠，最後APO選擇了四個國家，分別為中華民國、香港、印度及泰國。我國執行之第一年計畫係輔導沈氏藝術印刷公司推行工業減廢，由於成效良好，又繼續獲得APO之核可，執行第二年計畫之電鍍業的輔導，國光能源開發公司為示範工廠。

1.2 計畫參與單位與組織

由於本次合作為一跨國性的計畫，為全力達成計畫目標，在我國方面即有五個單位參與，並定期開會檢討。計畫執行單位可分為兩部分，一為技術協助單位，另一為示範工廠廠內減廢組織。各個單位所負責的工作項目及範圍說明如下：

- 經濟部工業局(IDB/MOEA)--負責計畫推動與監督
- 中國生產力中心(CPC)--負責和APO之聯絡協調及錄影帶之拍攝、製作
- 中國技術服務社(CTCI)--負責技術輔導
- 國光能源開發公司--負責減廢方案之執行
- 逢甲大學張柏成教授--負責技術指導與環境品質分析

1.3 公司簡介

本廠主要產品為太陽能集熱板；其基礎材是銅片及銅管，組裝後先鍍鎳以為保護層，再鍍黑鉻為吸熱介質。民國77年設廠於台中縣豐原市，於民國83年6月遷廠至台中縣神岡鄉現址。目前廠內雇有員工約15人，資本額新台幣500萬元，年營業額約新台幣4,200萬元，每月生產太陽能集熱板約3,500片，每片集熱板面積約2平方公尺，但為試探市場需求，也曾生產不同尺寸之集熱板；目前產品全數供應國內十餘家下游加工業，為國內此類太陽能產品製造業之唯一供應商。

二、減廢推動過程

2.1 廢棄物清查

本廠之污染來源可分類為噪音、固體廢棄物、廢水及廢氣，茲將各污染源之特性描述於後。

- 1.噪音之主要來源，為銀焊操作時焊槍高速氧氣流經噴嘴所產生的聲音。由於可能影響操作人員及鄰近民宅，目前正規劃自動化銀焊作業。
- 2.固體廢棄物之來源包括自日本進口銅管的運送木箱、銅片裁切之殘片、銅片管焊接製程的不良品、焊錫條線圈塑膠捲、化學藥品空容器及廢水處理後之污泥。空木箱可另用作建築模板，或作鍋爐燃燒材。廢銅材由回收業者收購，目前收購價每公斤新台幣50~70元之間。空的塑膠捲及化學藥品空容器則由一般廢棄物處理業者收集。廢水污泥含鎳及鉻，按有害事業廢棄物認定標準第二條第一項，為製程有害事業廢棄物，委由代處理業運交簽約之中聯爐石公司處理。
- 3.廢水包括生活廢水及製程廢水；其中製程廢水含脫脂水洗水、酸中和水洗水、鍍鎳水洗水、鍍鉻水洗水、測壓試漏用水及經過處理之鍍鎳液回收水，經該廠之廢水處理系統處理後，匯合生活廢水，由放流口排放至下水道。目前處理過之放流水質符合87年國家標準，並定期檢驗，對規定之成分分析作成紀錄。該廠持有省環保處發給之廢水排放許可證，有效期為五年(83年~88年)。本廠廠長持有乙級事業廢水處理技術員執照，負責該廠之廢水處理相關事項。
- 4.廢氣包括鉻酸氣、焊錫煙氣及鍋爐排放煙氣，皆有簡便處理設施。

該廠製程有四種製程溶液不在該廠之日常廢水處理範圍內，但因為含高濃度化學物質，其意外洩漏將造成相當嚴重之污染，略述如下：

- 1.脫脂槽液：脫脂溶液含複合鹼劑，脫脂劑使用時會消耗老化，適用量為50公克／公升；預期有效使用期限為一年，但該廠已使用近三年未更新，靠比重及滴定測定脫脂溶液之品質，以補充方式維持效力。前處理脫脂劑無法回收，廢棄時必須桶裝委外處理。
- 2.酸洗槽液：酸洗溶液含複合酸劑，靠比重及滴定檢測，以補充方式維持效力。
- 3.鎳電鍍槽液：鎳電鍍溶液含複合鍍鎳劑；電鍍槽液使用hull cell (267 cc)檢測，以補充方式維持效力。
- 4.鉻電鍍槽液：鉻電鍍溶液含複合鍍鉻劑；電鍍槽液靠比重及滴定檢測，以補充方式維持效力。

2.2 舉辦國光公司廠內講習會

- 1.參加對象：國光公司所有人員、協力廠商及其他電鍍業者。
- 2.執行方式：

在教育訓練方面，由中技社工程師擔任講師，針對國光公司所有人員及協力廠商進行訓練。另外，藉由日本專家來台技術指導之便，假台中人才培訓中心舉辦電鍍業污染預防講習會，由日本專家及中技社工程師擔任講師，學員對象為國內電鍍業者，重點在基本減廢觀念之教育，並針對國光公司之情形，說明後續執行減廢之方式。

2.3 國外專家技術指導

在日本亞洲生產力組織的支助下，邀請電鍍專家做技術指導，共在臺停留五天時間，行程安排為先拜會台灣電鍍公會，聽取公會所做的簡報，以對台灣之電鍍發展有更進一步的瞭解。另於第三天假台中人才培訓中心，於電鍍業污染預防講習會中，講授基本電鍍減廢技術，以及目前最新的電鍍污染防治技術，最後一天則在國光公司進行現場勘察，勘訪完畢後，針對國光公司目前所面臨之污染防治問題進行討論，並提出改善建議。

2.4 減廢方案執行

減廢計畫的發展和執行，在規劃上要先得到管理階層的同意和支持，減廢小組成立後，應隨即展開對工廠之清查及評估，以便得到完整、詳細之相關資料，作為減廢方案可行性評估之依據。最後，減廢小組執行可行之減廢方案，並持續追蹤，修正之。

針對國光公司，所擬定之工業減廢方案，茲分述如下：

1. 銅片裁切部份，電動吊鉤工作區域之標示
2. 銅片裁切區域散置廢棄物之處置
3. 焊錫時逸出蒸氣之減量及處理
4. 原物料管制及物件管理
5. 焊槍作業人員噪音曝露量之降低
6. 緊急應變措施之規劃，以及建立危害性物質清單
7. 降低鎳離子排放量
8. 脫脂液回收
9. 水洗水回收

除了工業減廢之外，國光公司亦積極推行ISO 14001，針對此部份，所擬定的步驟與方法如下：

1. 獲得高階主管承諾
2. 先期環境審查
3. 環境政策
4. 組織與職責
5. 環境目標與標的
6. 環境管理方案
7. 技術可行性評估和執行時程規劃
8. 系統文件化
9. 內部稽核
10. 管理階層審查
11. 持續改善

2.5 效益評估

針對國光公司所面臨的問題，共完成9項近期方案之規劃，並對其中較易量化之3項方案進行效益評估，評估結果如下所示。

方案1：降低鎳離子排放量

目前本廠是使用流體化床電解設備來回收鎳，唯電流效率過低（僅68.3%），因此電鍍殘液中鎳離子濃度仍過高（ $10,652\text{mg/l}$ ）。為使電鍍殘留液之鎳離子濃度能控制在較低的範圍，以免增加廢水處理單元之負荷，可在設備操作穩定的情況下，增加陰極板的數量，使電流密度控制在 100A/m^2 左右，如此可使電流效率提昇至80%以上，並增加回收之鎳金屬量，若同時延長電解時間，可使電解殘留液之鎳離子濃度更為降低。此方案之經濟效益分析如表1所示。

方案2：脫脂液回收

以往本廠對於脫脂液之處理方法，是當基材脫脂提起後，以氣刀將基材上之大部份脫脂殘液吹回脫脂槽中，隨後再移往下一槽，靜置一段時間，將剩餘之殘液滴入此槽中。日本專家來台指導時，提出以下建議：雖然氣刀可減少脫脂液的損耗，但會使該槽中脫脂液之COD愈來愈高，如此反而減短其使用壽命，另外對於脫脂槽液，若可增設簡單之吸油過濾機，更可將脫脂液之壽命由一年提昇至五年，經評估本方案之年效益近200萬元。此方案之經濟效益分析如表2所示。

表1 經濟效益分析－降低鎳離子排放量

執行方案		降低鎳離子排放量			
比較項目		項 目	費用(NT)	百分比(%)	合計
投 資 成 本 (A)	硬 體 投 資 成 本 (A)	無	0	0	0
	每 年 操 作 費 用 (B)	補充藥品之費用(鹼液)	2,000	100	2,000
投 資 回 收 效 益 (C)		回收效率由68.3%提昇至80% 可使電解殘液的濃度降為3,133mg/l 每年可增加回收鎳量 $(10,652\text{mg/l} - 3,133\text{mg/l}) \times 8,800\text{l/月} \times 12\text{月/年}$ $= 794\text{Kg}$ 可節省鎳使用費用 $794\text{Kg} \times 300\text{元/Kg} = 238,200\text{元}$	238,200	100	138,200
每年淨效益 (C-B)		236,200元／年			
回收期 A/(C-B)		立即回收			

方案3: 水洗水回收

由於本廠已具備金屬鎳及鉻之回收處理裝置，在用水方面之減量空間已相當有限，因此日本專家提供建議，將水洗水以數個離子交換塔做綜合處理，處理過後之水再回用至水洗槽。此方案之經濟效益分析如表3所示。

表2 經效效益分析－脫脂液回收

執行方案		脫脂液回收			
比較項目		項 目	費用(NT)	百分比(%)	合計
投 資 成 本 (A)	硬 體 投 資 成 本 (A)	吸油過管機(×2) 管線材料、施工	50,000 2,000	96 4	52,000
	每 年 操 作 費 用 (B)	維修費（含濾網更換費用） 電費	2,000 10,000	17 83	12,000
投 資 回 收 效 益 (C)		延長脫脂劑之使用壽命至五年以上，並增加 脫脂效果 節省脫脂劑費用 $5\text{m}^3/\text{年} \times 1000\text{l/m}^3 \times 100\text{元/l} \times 4\text{年} =$ 2,000,000元	2,000,000	100	2,000,000
每年淨效益 (C-B)		1,988,000元／年			
回收期 A/(C-B)		10天			

表3 經濟效益分析－水洗水回收

執行方案		水洗水回收			
比較項目		項 目	費用(NT)	百分比(%)	
投 資 成 本 (A)	硬 體 投 資 成 本 (A)	離子樹脂交換塔 管線材料、施工 水洗水貯槽	500,000 10,000 5,000	97 2 1	515,000
	每 年 操 作 費 用 (B)	維修費（含再生樹脂費用） 電費	20,000 10,000	67 33	30,000
	投 資 回 收 效 益 (C)	可節省用水 $15m^3/日$ 每年可節省水費 $15m^3/日 \times 330\text{工作日/年} \times 7\text{元}/m^3 = 34,650\text{元}$ 每年可節省之廢水處理費用 $15m^3/日 \times 330\text{工作日/年} \times 7\text{元}/m^3 = 34,650\text{元}$	34,650 34,650	50 50	69,300
每年淨效益 (C-B)		39,300元／年			
回收期 A/(C-B)		13年			

三、結論

國光公司始終堅持對環境保護的承諾，因此對於減廢工作的推行亦不遺餘力。除此之外，本廠並將此工作範圍擴充到勞工安全衛生、品質管理以及環境管理。茲將國光公司實施有成之措施列舉於下：

- 以離子交換法來回收鉻金屬
- 倉儲管理，如5S之推行
- 廢銅片的處理
- 防火及救生器材
- 高級廢水處理系統
- 廢包裝材及空容器之回收
- 品質管理系統之建立
- 環境管理系統之建立

雖然部份目標無法在年度計畫內達成，國光公司目前正致力於取得ISO 14001驗證，因為在此架構之下，可持續監督其環境績效，以符合其持續改善之承諾。

參考文獻

- 1.中國技術服務社工業污染防治中心，亞洲生產力組織環境輔導示範廠計劃期末報告，經濟部工業局，民國86年3月。