

台灣區電鍍業廢水污染防治現況

宋欣真* 鄭仁川* 徐國淮* 朱昱學*

摘要

電鍍業之污染防治現況及其防治成效，近年來一直是社會各界所關注的焦點。為深入瞭解及掌握國內電鍍業的污染防治工作成果，工業污染防治技術服務團（以下簡稱服務團）特進行全面之調查研究及統計分析工作，以建立行業污染特性、廢水處理現況、防治成本及防治技術等各項資料，並深入解析該產業整體之廢水污染防治成效。

目前電鍍業大都已積極從事廢水污染防治改善工作，並且在調查之有效樣本數50家工廠中，有58%之工廠可符合82年放流水標準。各工廠大都採用傳統之物化處理方式，將氰系廢水予以氧化、鉻系廢水予以還原，再與一般酸鹼廢水合併以化學混凝沉澱法處理之。此處理流程在良好之操作控制下，對於各項污染物皆能有效加以去除。至於廢水污染防治成本方面，以設置成本而言，平均為35,300元／CMD廢水，操作成本（包含藥品費、電力費）則為27.71元／m³廢水。此外，並以目前電鍍工廠每日產生147,468m³廢水量推估，國內電鍍工廠投資於廢水污染防治之總設置成本達新台幣52億元以上。

【關鍵詞】

- 1.電鍍業廢水(electroplatue wastewater)
- 2.污染防治成本(pollution prevention cost)

*中國技術服務社工業污染防治中心工程師

一、前　　言

電鍍業為金屬表面處理工業之一環，其製程乃是將溶液中之金屬成分利用電解還原之方法，將其鍍著於被鍍物之表面。電鍍最初之目的是以防腐蝕為主，以後隨電鍍技術之進步，光亮平滑之鍍層更兼具了裝飾之功能。現今電鍍技術常應用於提升鍍件之導電性，如電子零件之接頭等；或用於改良鍍件之焊接性，如鍍純錫或鍍錫鉛等；或是應用於增加鍍件之耐磨度，如硬鉻電鍍等。綜觀日常生活所接觸之物件，從化學反應器的內壁，無數的印刷電鍍板到汽車擋泥板，女士佩戴之珠寶、飾品等，均可看到電鍍技術的卓越貢獻。近數十年來，雖然已發展許多新興的金屬膜加工技術，如化學鍍、真空蒸著鍍等，但是電鍍以其生產量與品質來衡量，仍然是最重要的金屬表面處理工業。

依據經濟部統計處編印之工業生產統計月報⁽¹⁾資料顯示，電鍍相關工業產品之年生產價值截至82年底達8626.8億元以上，其對國內整體工業及經濟發展有很大貢獻。

電鍍工廠由於製程中會產生含酸、鹼、氰化物及重金屬離子之廢水，若未經妥善處理，會對周圍環境造成重大危害，故工廠從事生產之際，亦應兼顧環境品質之維護，做好廢水污染防治工作。

服務團歷年來先後輔導過之電鍍工廠達260家以上，本文特將歷年累積之輔導經驗做一有系統之整合，建立行業污染特性、廢水處理現況及污染防治技術應用情形等各項資料，並進行電腦建檔及統計分析工作，以深入解析國內電鍍業之廢水污染防治現況及工作成效。期望文中之統計分析數據及現況評析說明有助於國內各界對電鍍工業有更深一層的瞭解，並能做為相關業者從事污染防治工作之參考。

二、行業概況

台灣地區電鍍工廠之經營，其規模大小不一，小者員工數人，廠房數坪即可營業，大者投資逾億，員工人數亦高達百人以上。此外就其經營方式而言，有的以電鍍為其專業，有的僅為其生產製程中之一環；再從行政管理方面來說，雖有很多業者遵照法令取得工廠登記，但仍有很多業者未辦理工廠登記，即所謂地下工廠，尤有甚者，部分工廠時而營業時而歇業，除視營業運狀況好壞外，並藉以規避環保機關之查核。因此，以國內目前究竟有多少家電鍍工廠，眾說紛云，難以查證。

依據工業局民國78年之調查結果⁽²⁾顯示，台灣地區所有之電鍍工廠共計3,314家，工廠多集中在台北、彰化等地區，惟依台灣區電鍍同業公會資料顯示，目前國內領有工廠登記證之電鍍廠約有630家⁽³⁾，佔所有電鍍工廠之20%。至於電鍍工廠規模大小，依據服務團歷年輔導260家工廠資料統計，其資本額分布狀況如圖1，資本額在2,000萬元以下之工廠達76.6%，500萬元以下之工廠亦佔52.8%，超過半數以上，而在100萬元以下之工廠約70家，佔26.9%，佔所有工廠之四分之一強，顯示國內電鍍工廠規模以中小型企業為主。

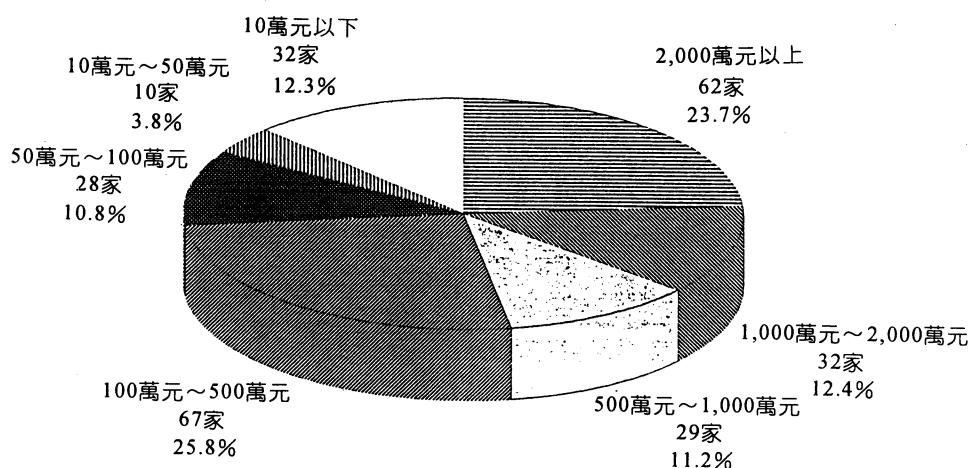
電鍍工業之加工製程歷經多年之發展，種類包羅萬象，然依鍍件鍍層之要求及功能不同，可將其分為下列四大類：

- 裝飾電鍍：利用鍍層之光澤、顏色以增加商品的外觀價值，如珠寶、飾品、皮帶頭、傢俱等。
- 工業電鍍：主要為利用鍍層之特殊機械性質，加強底材功用或增加鍍件之防蝕性，如輪軸、汽缸等汽機車零件及鋼鐵底材。
- 電子電鍍：主要目的在使電機、電子材料之電阻保持一定，如電話插頭、金端子、電阻帽等電子元件。
- 塑膠電鍍：係在塑膠製品表面鍍上一層金屬皮膜，以增加塑膠製品之美觀、耐熱性、耐蝕性等，如鈕扣、電器外殼、門板、汽車輪蓋等。

四類型工廠所占比例如圖2所示，以裝飾電鍍所佔比例最高，為43.1%，其次為工業電鍍約佔35.3%，此兩類型電鍍工廠合計所佔比例為78.4%，顯示裝飾及工業電鍍仍為物件電鍍加工之最基本需求。

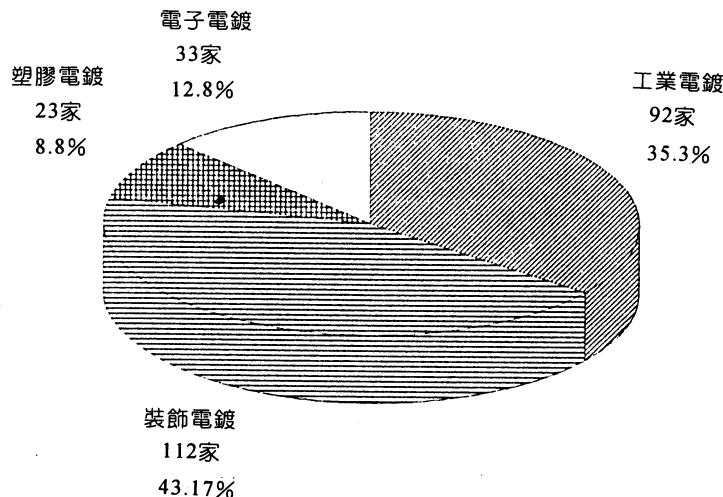
電鍍工業之生產乃是將各項物品之表面予以加工，本身並非一項產品，其加工鍍件種類包羅萬象，舉凡汽機車零件、船舶零件、電子零组件、金屬模具、手工具、樂器、珠寶及貴金屬等，皆為電鍍之相關產品。因此行業之生產係以前述相關產品生產價值表示。歷年之產值變化情況如圖3所示，截至82年底達新台幣8,626億元以上。由相關產品歷年產值變化顯示，十年來產品總值成長達2倍上。然而最近幾年由於環保要求、勞工不足、地下工廠競爭等因素影響，使得業者面臨相當大的衝擊。為符合工業未來發展趨勢，電鍍業者勢必要調整經營腳步，朝產業升級方向努力，以提升製程效率，降低生產成本。茲將電鍍業未來之發展策略分述如下：

1. 採用高性能自動化設備，降低生產成本，減少人工不足問題。
2. 加強製程減廢技術、回收有價資源如重金屬等，並減少管末處理之負荷。
3. 引進國外新技術，改進生產技術，以增進生產效率或減少污染物之排放。
4. 配合鍍件需求，研究新的電鍍加工技術，以提高鍍件之附加價值。



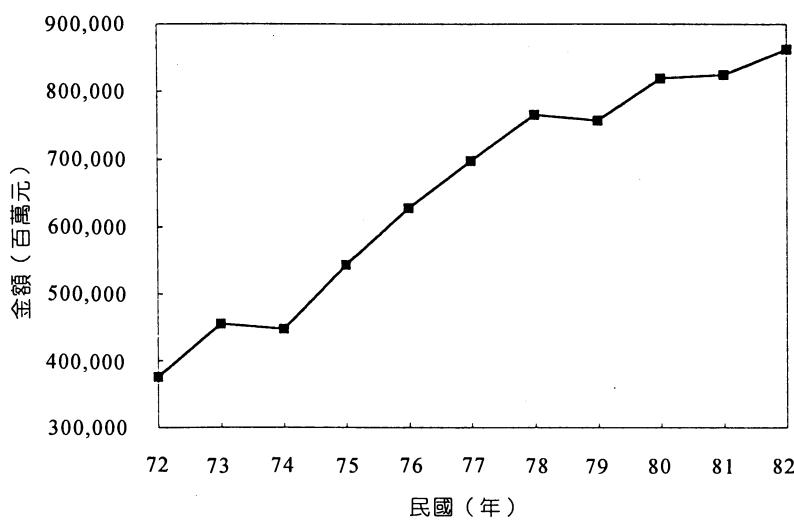
[註]統計家數為服務團歷年輔導之工廠

圖1 台灣區電鍍工廠資本額統計圖



[註]統計家數為服務團歷年輔導之工廠

圖2 台灣區電鍍工廠分類統計圖



資料來源：中華民國台灣地區工業生產統計月報，83年2月

圖3 電鍍相關工業歷年產值統計圖

三、污染特性

3.1 污染來源

電鍍業由於鍍件種類複雜，材質用途及功能需求各異，致其製造方法及作業程序差異頗大。然電鍍之基本製程單元大致相同，即包含前處理（脫脂、酸洗等）、電鍍及後處理三大程序。茲將各類電鍍製程、使用藥劑及排出污染物種類示於圖4。製程之廢水來源主要是各槽體定期排放之廢液及製程水洗水，污染物則包含油脂、雜質、懸浮物、酸鹼、鉻離子、氰化物及重金屬離子等。

3.2 污染濃度

在進行電鍍業廢水污染防治之各項統計分析工作時，特依前述四類電鍍類別所佔之比例選取共計50家樣本工廠。分別是裝飾電鍍20家，工業電鍍18家、電子及塑膠電鍍各6家工廠。各類電鍍之原廢水污染濃度範圍及其常態累積或然率50%相對應之變數值(以下簡稱 P_{50})，經統計分析結果示於表1。

由於電鍍工廠製程產生廢水依特性可分為氰系、鉻系及一般酸鹼系廢水。為便於統計結果之分析，乃先求出50家樣本工廠因各類廢水所產生之污染量，繼之以綜合廢水量除之，而得到各廠之綜合廢水污染濃度。以COD而言，工廠產生之綜合廢水濃度由最小之52mg/L至最大之532mg/L， P_{50} 約為199 mg/L，COD主要來源包含鍍件本身附著之污濁物、脫脂單元之界面活性劑及鎳電鍍單元中之光澤劑及潤滑劑等。在82年標準施行前COD之標準為200mg/L，即有半數工廠廢水在未處理之前，其COD已可符合當時之放流水標準，然82年將COD管制標準提昇為100mg/L時，工廠在經由傳統化學混凝沉澱處理後，放流水 P_{50} 雖為70.25mg/L，但仍有30%以上之工廠無法符合放流水標準，且多數工廠並未將間歇排放之高濃度脫脂廢液納入處理，致實際之COD污染狀況應較統計之原廢水COD值更形嚴重。SS之原廢水 P_{50} 為90.81mg/L，SS主要來源為鍍件表面之雜質、油脂等污濁物所造成的。至於原廢水之pH分布狀況，在此之所以未將其以表列出，主要在於電鍍工廠廢水可概分為一般酸鹼廢水、氰系及鉻系三種，後二者未經前處理不得予以混合，且各廠pH範圍皆相近分別為4~6、10~11及3~4，其中尤以氰系廢水之pH應控制在10以上，以確保廠區之安全性。

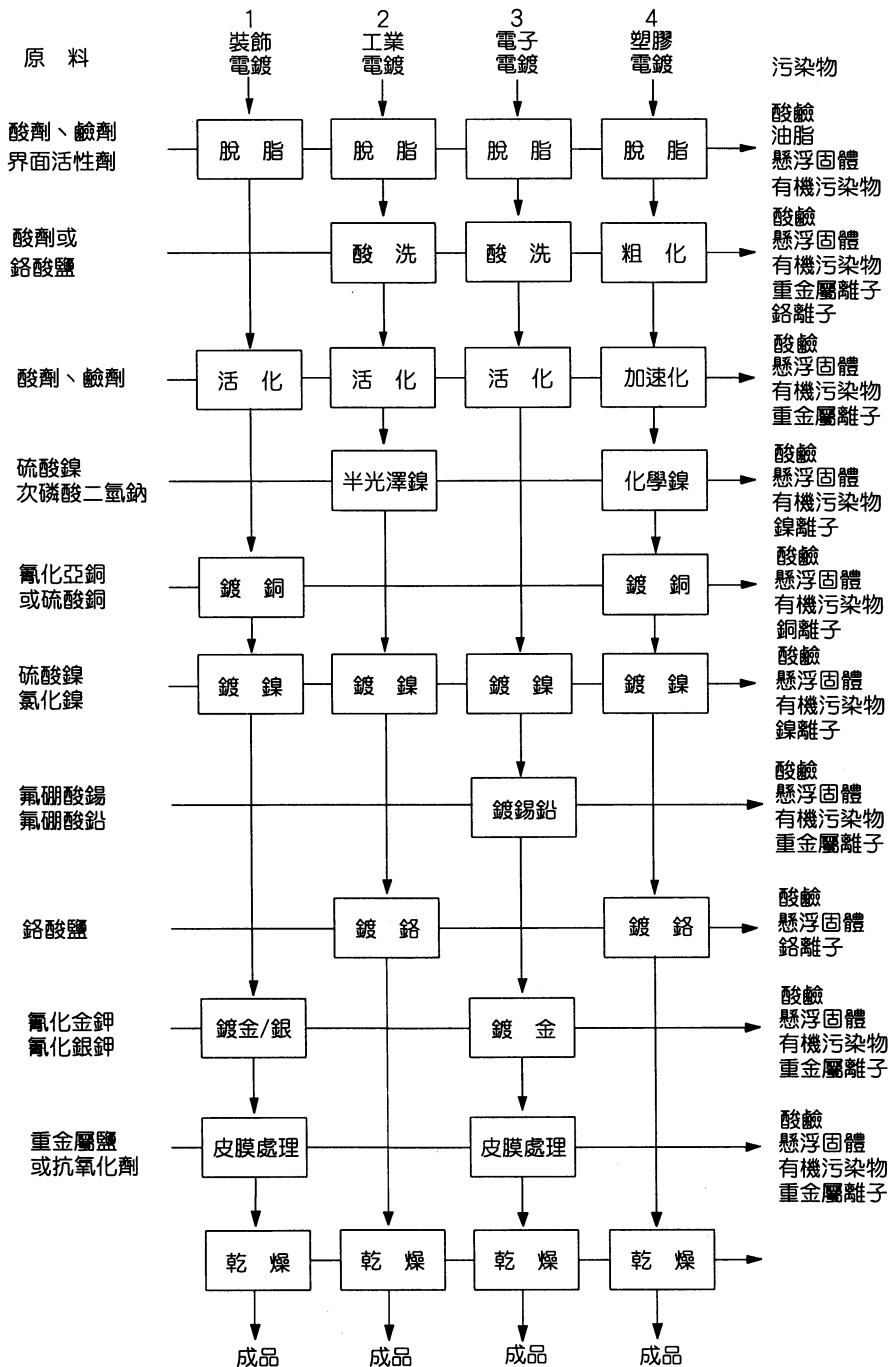


圖 4 電鍍工廠製程廢水排出機構圖

表1 電鍍業各類型樣本工廠原廢水污染濃度

項目	裝飾電鍍		工業電鍍		電子電鍍		塑膠電鍍		電鍍業	
	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀
COD	70 532	252	82 325	165	113 500	242	52 219	128	52 532	199
SS	20 432	99	29 465	127	13 169	70	10 128	32	10 465	91
CN	2.60 225	16.05	0.40 65.50	7.16	1.25 70.0	5.53	2.50 2.50	—	0.4 225	9.19
Cr(VI)	0.25 100	6.23	0.05 38.25	3.92	1.67 1.67	—	1.90 145.46	14.32	0.05 145.46	5.61
Ni	4.5 325	22.19	0.5 232.5	12.25	0.8 190.4	11.61	4.67 141.75	32.31	0.5 325	18.37
Cu	1.87 153.33	9.99	6.24 69.75	14.97	0.34 9.75	2.42	3.48 227.5	20.68	0.34 227.5	9.45
Zn	45 45	—	5.33 45.24	17.41	5.83 5.83	—	—	—	5.33 45.24	17.1
Fe	6.34 69.09	17.23	5.33 29.65	15.83	0.3 10.0	2.96	—	—	0.3 69.09	11.34
Pb	—	—	—	—	0.4 50.07	5.27	—	—	0.4 50.07	5.27

[註] 1.單位為mg/L

2.P₅₀為累積或然率50%時相對應之數值

綜合原廢水中六價鉻、氰化物之濃度P₅₀分別為5.61mg/L及9.19mg/L。在部份產生六價鉻之工廠設有大氣蒸發濃縮等設備回收鉻酸，致產生之廢水污染濃度較低，在所調查之樣本工廠，其原廢水濃度範圍由0.05~145.46 mg/L，最大值與最小值相差達數千倍，除受廠內管理良窳之影響外，製程是否進行回收對污染濃度之高低影響極大。

在所調查統計之50家樣本工廠之各類污染物中均有COD、SS項目，其餘如六價鉻、氰化物及重金屬則視產品要求及製程使用藥劑不同，以致產生之污染物種類互異，表2為各類型電鍍工廠產生之污染物種類統計，重金屬以鎳、銅排放之頻率較高，尤以鎳為四類型電鍍工廠皆普遍使用之，樣本工廠中共計86%工廠使用此重金屬。在塑膠及電子電鍍之應用上亦多作為打底之用。其他種類之重金屬如鋅為工業電鍍所排出者，鉛為電子電鍍製程所產生之污染物，鐵則除塑膠電鍍外，皆有產生此項污染物。

表2 電鍍工廠污染物排放種類統計表

污染物	工 廠 種 類				電 鍍 業	
	裝飾電鍍	工業電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	合計	百分比(%)
COD	18	20	6	6	50	100
SS	18	20	6	6	50	100
鎳	12	20	5	6	43	86
六價鉻	17	16	1	6	40	80
銅	6	13	6	6	31	62
氰化物	9	10	4	1	24	48
鐵	6	5	3	—	14	28
鋅	6	1	1	—	8	16
鉛	—	—	3	—	3	6
銀	—	—	1	—	1	2

(註)除百分比外，單位為工廠家數。

各類型電鍍工廠COD及SS之污染特性，由圖5四類電鍍工廠之污染濃度 P_{50} 顯示，COD值約在120~250mg/L之間，以裝飾及電子電鍍較高；SS則以裝飾電鍍最高，其值為127mg/L，其餘3類電鍍皆在100mg/L以下。此二種污染物濃度主要與鍍件表面所含之雜質及電鍍製程使用之藥劑種類、廢液排放之頻率、製程使用水量等有很大關係。

氰化物與重金屬等污染物濃度四類型電鍍工廠差異很大，污染濃度 P_{50} 如圖6所示。以氰化物而言，塑膠電鍍因僅一家樣本工廠製程使用氰化物，因此未有 P_{50} 值，而其他三類型電鍍之 P_{50} 值則皆在17mg/L以下；六價鉻之產生情況在樣本工廠中，電子電鍍亦因製程僅一家工廠產生此類污染物，亦未有 P_{50} 值，其他三類電鍍除塑膠電鍍約15mg/L，其他如裝飾電鍍及工業電鍍皆在7mg/L以下。工廠產生之六價鉻污染濃度雖與製程水洗水量相關，然其最主要會受是否有回收設備設置之影響。目前國內中大型電鍍工廠多設有大氣蒸發濃縮設備或離子交換樹脂等回收設備回收鉻酸，回收成效相當良好。其他各類重金屬之濃度 P_{50} 值，大多在20mg/L以下，各類型電鍍廠視鍍件底材、功能、回收設備與否、製程用水量等因素，造成重金屬產生之污染濃度互有差異。在此特別提出說明的是鎳，僅塑膠電鍍之鎳濃度 P_{50} 達30mg/L以上，由於塑膠電鍍之製程原理首先是在不導電之塑膠鍍件上，沉積一層鎳層，使其具導電性，再電鍍其他金屬，因此塑膠電鍍工廠皆有鎳之產生。然其濃度亦多在十幾mg/L至數十mg/L，僅一家工廠高達140mg/L以上，致影響累積或然率之分布狀況，使 P_{50} 值達30mg/L以上，該廠有此高濃度之含鎳廢水排出實不符合經濟效益，因廢水於管末處理需添加大量之化學藥劑，並產生大量污泥，又因電鍍污泥多屬有害事業廢棄物，因此，委託清運處理費用相當可觀。工廠在有高濃重金屬離子產生時，實應設置回收設備。

3.3 單位產品污染量

電鍍工廠之產量一般主要依據製程是採用滾鍍或掛鍍分別以重量或鍍件數量來代表生產量，且由於鍍件種類、形狀、大小變化萬千，以此兩種方式並不能明確說明其生產情形。因此，統計分析工作係將各樣本工廠逐一調查其鍍件之電鍍面積（以m²表示），並據以估算單位產品產生之污染量。經由統計分析結果顯示，各類電鍍工廠單位產品綜合廢水量之累積或然率分布如圖7所示，

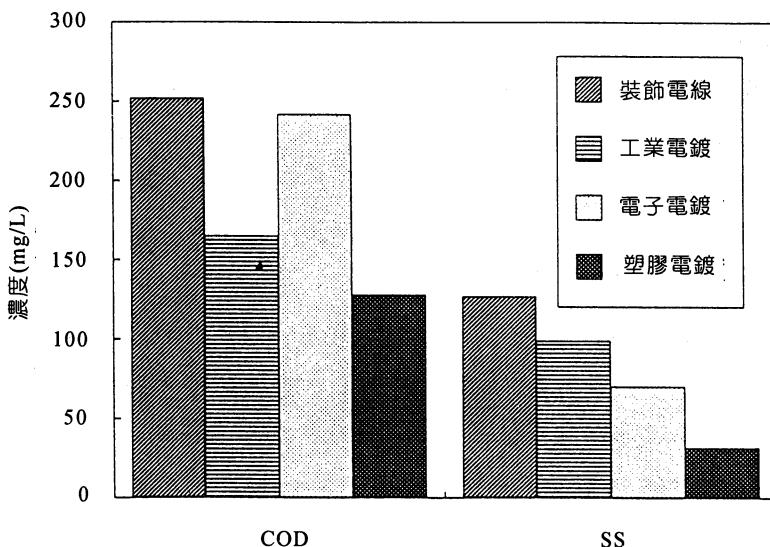


圖5 各類型電鍍工廠COD、SS污染濃度 P_{50}

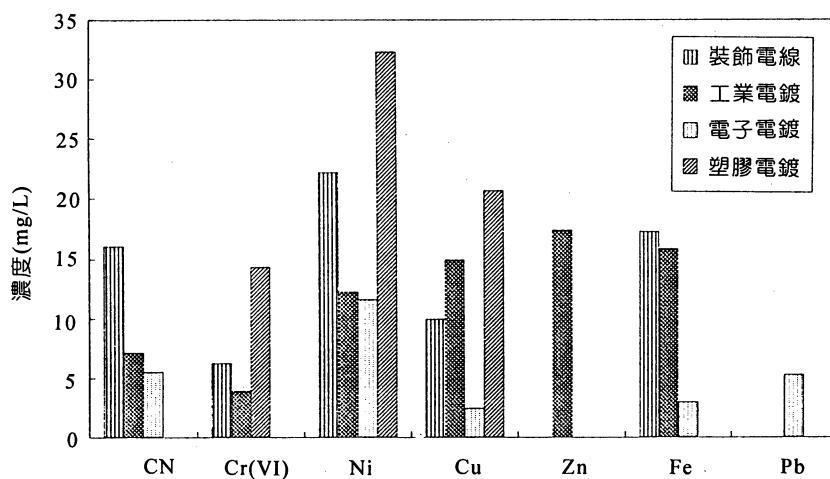


圖6 各類型電鍍工廠氰化物及主要重金屬污染濃度 P_{50}

採對數累積或然率分布，在50家樣本工廠中，單位產品廢水量為 $18.25\sim 2,926.83\text{L/m}^2$ 電鍍面積， P_{50} 為 231.31L/m^2 電鍍面積（以下簡稱產品）。其最大值與最小值相差達160倍，除因製程與產品之差異外，廠內生產過程用水是否合理化為主要影響之因素。由於台灣地區工廠大多採用地下水為主要水源，而近年來，水資源之取得已日益困難，政府亦愈來愈重視水資源之保護，因此若欲有效減少用水量，進而降低污染量，製程用水合理化及減量化之重要性日益顯著。

四類型電鍍工廠單位產品之污染產生量範圍及 P_{50} 值如表3所示，以綜合廢水量平均值 P_{50} 而言，塑膠電鍍單位產品廢水量最高達 539.95L/m^2 產品，其次為裝飾電鍍之 277.55L/m^2 產品，工業電鍍則最低為 154.44L/m^2 產品，而一般酸鹼系、鉻系、氟系等三類廢水，以一般酸鹼廢水為主要廢水來源。

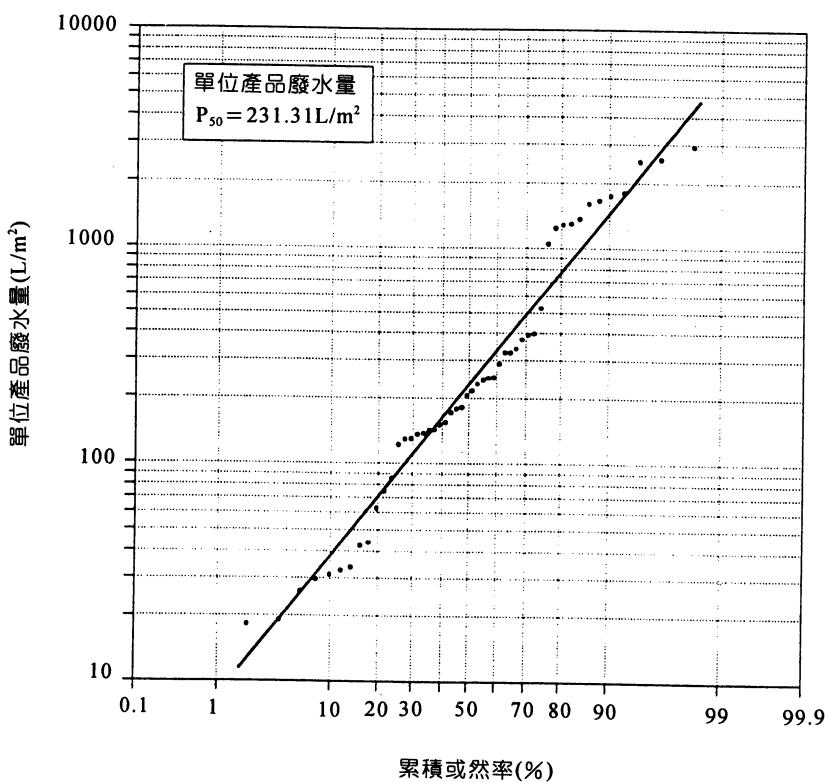


圖7 電鍍工廠單位產品廢水量累積或然率分布圖

表3 電鍍業各類型工廠單位產品污染產生量

項 目		裝飾電鍍		工業電鍍		電子電鍍		塑膠電鍍		電鍍業	
		範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀	範圍	P ₅₀
單位 產 品 廢 水 量 (L / m ²)	一般酸鹼系廢水	11.70 2083.33	185.53	13.81 768.00	105.87 1240.46	22.50 	152.04 	202.09 1400.00	406.09 2083.33	11.70 162.61	
	鉻系廢水	3.33 670.60	41.65	2.19 220.00	23.91 	11.93 	—	30.17 589.62	96.54 670.60	2.19 36.56	
	氟系廢水	5.20 975.61	151.49	6.12 140.35	30.61 	11.25 60.73	20.99 	78.79 	— 	5.20 975.61	58.22
	綜合廢水	18.25 1926.83	277.55	19.13 1280.00	154.44 1240.46	33.75 	181.35 1800.00	233.14 539.95	18.25 2926.83	18.25 231.23	
單位 產 品 污 染 產 生 量 (g / m ²)	COD	4.56 1082.50	69.91	3.37 220.50	25.55 620.23	10.97 	43.93 280.80	12.12 50.42	68.99 1082.50	3.37 590.59	45.95
	SS	1.46 590.59	27.55	4.42 183.75	19.68 124.05	1.59 	12.7 50.42	3.03 17.09	1.46 590.59	21.01	
	CN	0.49 195.13	8.63	0.05 9.83	1.29 2.36	0.18 	0.63 	0.98 	0.05 195.13	2.5	
	Cr(VI)	0.03 250.00	1.8	0.01 48.96	0.59 	0.24 	—	0.95 188.69	7.73 250.00	0.01 1.33	

[註] 1.樣本工廠為50家

2.P₅₀為累積或然率50%相對應之數值

3.鉻系、氟系廢水之統計，係以50家樣本工廠中有產生此類污染物之工廠

電鍍業單位產品COD、SS、六價鉻及氰化物污染量亦示於表3，每m²電鍍面積COD污染產生量為45.95g、SS為21.01g、六價鉻為1.33g、氰化物則為2.50g。各類型電鍍污染狀況以COD而言，裝飾及塑膠電鍍單位產品產生之污染量最高，其中塑膠電鍍由於製程使用藥劑含EDTA等螯合劑，為有機物之主要來源，因此COD污染量頗高。氰化物則是以裝飾電鍍每m²電鍍面積產生8.68g為首，六價鉻則以塑膠電鍍產生7.73g/m²，居四類型電鍍之冠。

由四類型電鍍工廠單位產品污染量之差異性顯示，各類型電鍍工廠因鍍件基材特性、鍍件功能要求、廠內管理、製程或使用藥劑種類之不同，致使污染物種類及污染程度差異頗大。塑膠電鍍之單位產品用水量居四類電鍍之首，未來宜加強廠內管理朝向合理用水或回收再用等方向努力，以節省水資源及回收有價重金屬。此外電鍍工廠應朝向製程改善，在不妨礙產品品質前提下，延長製程單元電鍍槽液之使用，或採用低污染藥劑等方向努力，以減少污染之產生，並提高生產效率。

四、污染防治現況

4.1 廢水處理狀況

台灣地區目前電鍍工廠已普遍設置廢水處理設施，僅少數地下工廠未予設置。50家樣本工廠皆設廢水處理設施，其中符合現行82年標準者有29家佔58%，不符合的工廠家數21家。各類型樣本工廠符合放流水標準之情形如表4所示，以工業電鍍符合標準之百分比最高，18家樣本工廠之中有11家符合，原因在於工業電鍍多為中大型工廠甚或鑄造、電鍍一貫作業之工廠，資本較為雄厚，對於設置污染防治設備之資金籌措較易。電子電鍍在6家樣本工廠中有4家符合放流水標準，在各類電鍍廠中比例最高，由於電子電鍍為近年蓬勃發展之電鍍類型，多數工廠屬新設工廠，在規劃建廠之初即已將減廢回收設備納入製程生產線當中，因此，污染產生量較低，廢水處理較為容易，處理成效良好。

表4 電鍍工廠符合82年放流水標準之情況

項 目	裝飾電鍍	工業電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	電 鍍 業	
					家數	百分比(%)
符合標準者	9	11	4	5	29	58
不符合標準者	11	7	2	1	21	42
合 計	20	18	6	6	50	100

[註]有效樣本數50家工廠

而在不符合放流水標準之工廠中，不符合項目以COD為主。在50家樣本工廠中有20家(即40%)採傳統化學混凝方式處理，由於未能有效去除溶解性COD污染物，故無法符合82年COD 100mg/L之標準。其次為重金屬鎳有7家工廠未能符合，由於鎳之氫氧化物形成其最佳pH為10，部份工廠為節省加藥量，致加藥不足或pH未控制在最佳反應條件，而未能有效形成氫氧化鎳沉降，致無法符合放流水標準。至於SS不能符合標準之工廠亦佔12%，其主因在於沉澱池操作控制不佳，如未適當排泥，或設計不當，處理容量不足等因素造成。其他無法符合標準之項目尚有六價鉻、氰化物或銅。

電鍍業50家樣本工廠廢水污染防治狀況，如表5所示，為各類型電鍍工廠主要污染物去除百分比，以COD而言，其範圍由2~96%，P₅₀值為51%。由於電鍍業之廢水處理採用傳統之化學混凝方式，僅能去除懸浮性有機物，對於溶解性有機物則無法有效去除，因此COD之去除率平均僅能達到51%。至於氰化物及六價鉻之去除率平均達80%以上，此兩種污染物之去除以傳統之氧化還原方式，在適當之pH及氧化還原電位之控制下，皆能達到良好去除效果。表6為各類型電鍍樣本工廠之放流水污染濃度，各污染物之P₅₀皆在放流水標準以下，電鍍業COD排放濃度範圍由8~300mg/L，P₅₀為70mg/L。

100 台灣區電鍍業廢水污染防治現況

表5 電鍍業各類型樣本工廠主要污染物去除率分布狀況

項目	裝飾電鍍		工業電鍍		電子電鍍		塑膠電鍍		電鍍業	
	範圍(%)	P ₅₀ (%)	範圍(%)	P ₅₀ (%)	範圍(%)	P ₅₀ (%)	範圍(%)	P ₅₀ (%)	範圍(%)	P ₅₀ (%)
COD	15 95	48	2 96	47	44 87	61	32 85	63	2 96	51
SS	8 99.99	49	17 99	68	17 98	57	38 91	65	8 99.99	58
氰化物	8 99.99	74	50.08 99.87	89	36 99.99	76	96	—	8 99.99	81
六價鉻	20 99.99	82	50.16 99.82	86	76.05	—	90.59 99.73	96	20 99.99	86

[註]P₅₀為累積或然率50%時相對應之數值

表6 電鍍業各類型樣本工廠放流水污染濃度

項目	裝飾電鍍		工業電鍍		塑膠電鍍		電子電鍍		電鍍業	
	範圍	P ₅₀								
COD	24 300	99	8 127	57	8 148	36	50 125	81	8 300	70
SS	2 100	24	4 132	24	3 28	8	4 39	15	2 132	20
氰化物	0.01 3.00	0.44	0.01 32.7	0.2	0.1 0.1	—	0.01 0.80	0.09	0.01 32.7	0.24
六價鉻	0.01 1.10	0.28	0.01 3.20	0.14	0.03 2.00	0.23	0.4 0.4	—	0.01 3.20	0.20
鎳	0.07 4.00	0.78	0.11 11.4	0.51	0.14 3.00	0.41	0.07 1.00	0.36	0.07 11.4	0.58
銅	0 4.20	1.56	0.15 5.00	1.02	0 1.50	0.32	0.03 1.96	0.35	0 5.00	0.85
鋅	4 4	—	0.35 5.00	1.74	—	—	3.0 3.0	—	0.35 5.00	2.07
鐵	0.70 5.00	2.63	0.20 8.00	1.95	—	—	0.2 3.0	1.06	0.20 8.00	1.90
鉛	—	—	—	—	—	—	0.05 0.70	0.17	0.05 0.70	0.17

[註] 1.單位為mg/L

2.P₅₀為累積或然率50%時相對應之數值

前已說明電鍍工廠產生之廢水依據污染來源、種類及特性之不同，分為一般酸鹼廢水、氰系廢水及鉻系廢水三種。其處理原則係將各類廢水妥善地予以分類收集，氰系廢水先經由氧化成為N₂與CO₂，鉻系廢水經由還原將六價鉻還原為三價鉻後，再與一般酸鹼廢水合併以化學混凝沉澱之方式，將各類重金屬形成氫氧化物而後沉降去除之典型處理流程示於圖8。此處理方式對於氯化物、六價鉻及重金屬等各項污染物皆能達到良好之去除效果，然卻無法有效降低廢水中之COD濃度。自82年放流水標準施行後，COD濃度由於200mg/L降低至100mg/L，因此，部份工廠以此方式處理無法符合82年放流水標準，除藉由全面檢討廠內之管理及施行減廢措施外，如處理水質尚不能達到放流水標準，需改善管末廢水處理設施，如增設活性碳吸附等高級處理單元，或採用生物處理方式，以有效去除有機物。

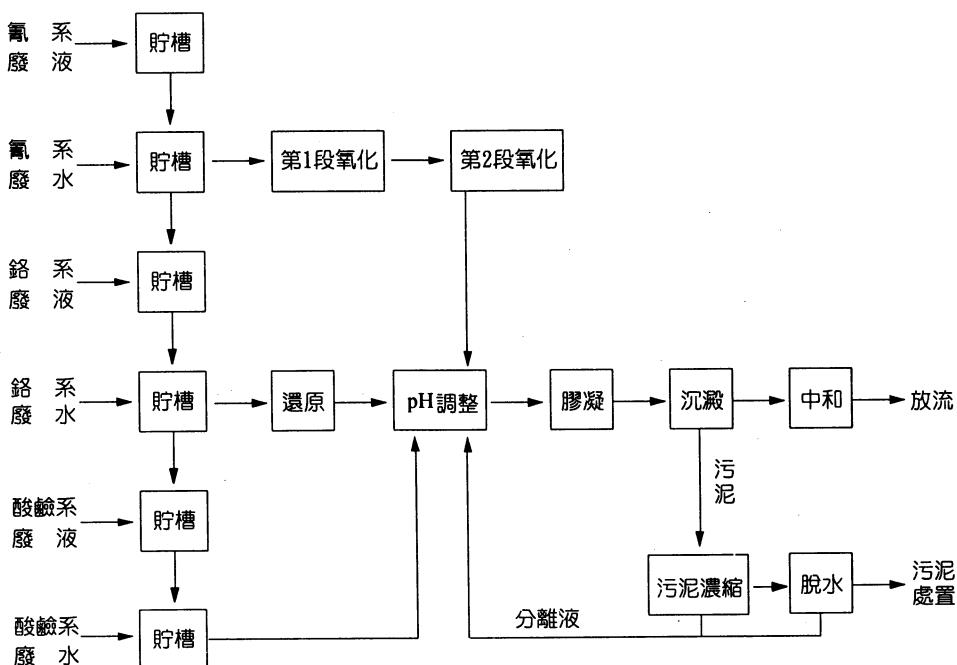


圖8 電鍍廢水典型處理流程圖

4.2 減廢現況

電鍍工廠製程使用大量有機、無機化學藥劑及重金屬鹽類，在這些物質當中，部份係具有相當之回收價值，工廠如能進行良好之廠內管理及施行妥善之減廢措施，不僅可延長製程藥劑之使用期限，減少廢液之排出量及排出頻率，且可減輕管末處理之困擾，降低廢水之操作成本。近年來，電鍍工廠已逐漸體認強化廠內管理與製程減廢工作之重要性，紛紛檢討廠內管理及施行減廢措施之可行性，表 7 為電鍍工廠常見之減廢技術。

表 7 電鍍工廠常見之減廢技術

項 目	說 明
藥劑之最佳利用	藥劑之使用狀況予以詳實記錄，並選用最適藥劑以使應用效率達到最理想狀況。
維護保養	1.機械設備適當維護保養，以確保生產效率。 2.槽體、管線防止洩漏。 3.維護保養過程所產生之廢液不任意傾倒。
清潔管理	1.鍍槽落件及時清理，以免污染電鍍槽液而縮短鍍液使用期限。 2.製程使用之殘餘藥劑，儘量收集妥善處理，不任意傾倒。
原料管理	1.原物料良好之庫存管理。 2.槽液避免不當排放，做最佳利用。
廢水分流	1.高低濃度廢水分流收集，以利處理。 2.不同特性廢水分流收集，依廢水特性予以適當之處理。
合理用水	1.製程水洗方式採用靜止水洗及多槽逆洗流程，以回收鍍件帶出液及減少清洗用水量。 2.廠內清潔時，儘量減少清洗水用量，並儘可能地使用處理後放流水。
回收再利用或循環使用	1.銅、鎳、鉻酸等重金屬回收再用。 2.鍍件帶出液回收再利用。
設備改善	1.設備自動化，提高產品一致性，以增進生產效率。 2.鍍槽與回收槽或水洗槽間設置滴板，使帶出液流回鍍槽。 3.鍍件掛具之選用及調整。
製程改善	1.控制鍍槽溫度、時間、電流密度及鍍浴濃度等在最佳控制條件，使電鍍工程合理化。
原料純化及替代	1.使用低污染、無毒、易處理藥劑，替代高污染、有毒、難處理藥劑。 2.製程使用原物料純化，以確保電鍍品質及延長鍍液使用期限。

目前台灣地區電鍍工廠除加強廠內管理之各項工作外，部份工廠亦回收有價重金屬。重金屬之回收項目主要以鎳、鉻酸、金、銀、銅等各項。在調查之50家樣本工廠當中。計有16家工廠設置回收設備，詳如表8。工業及裝飾電鍍以回收鎳及鉻酸為主，電子電鍍則係回收鎳及金為首要，塑膠電鍍則是回收鎳、鉻酸及銅。此四類型電鍍工廠若分別依其樣本工廠數來統計，以電子電鍍6家樣本工廠中4家設有回收設備達67%最高，主因電子電鍍之程序中含有鍍金製程，而金為一昂貴之貴重金屬，具有相當高之回收價值，各廠皆儘可能予以回收。

表8 電鍍工廠減廢回收項目統計表

單位：次數

工廠種類 回收項目	工業電鍍	裝飾電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	電鍍業
鎳	2	5	3	3	13
鉻酸	3	4		3	10
金			4		4
銅				3	3
銀		1	1		2
合 計	5	10	8	9	32

[註] 1.1家工廠可能回收2種以上之金屬。

2.設置回收設備工廠數：工業電鍍3家，裝飾電鍍7家，電子電鍍4家，塑膠電鍍2家，合計16家。

各項重金屬經由製程回收後，排放至廢水處理設施之濃度已大幅降低，不僅可減少廢水處理所需使用之藥劑，也減少污泥之產生量，大幅降低污泥處理與處置費用。在調查樣本工廠中，設置回收設備之工廠皆為中大型規模者，主因回收設備之設置初期需投入一筆動輒百萬元以上之資金，以小型工廠而言，實在相當困難，故無法設置有效之回收設備，此外小型工廠員工人數少，亦較缺乏技術人員來操作維護回收設備，因此回收設備之設置以中大型規模工廠為主。

4.3 廢水污染防治常見缺失

雖然目前電鍍工廠已普遍設置廢水處理設施，但仍有部份工廠未能達到理想之處理成效。符合標準之比例為58%，而其餘42%不能符合標準之工廠及部份雖可符合之工廠中，其污染防治設施尚有缺失存在。電鍍廢水污染防治常見缺失經實際至工廠輔導訪視研判，將其彙整如下，主要分為製程減廢管理與管未處理兩大部份。

1. 製程減廢與管理常見缺失

- (1) 製程生產線配置不適當：廠內生產線之規劃設計及配置對污染之產生有很大影響，如製程採人工手動之生產線，無回收槽之設置，不能有效減少槽液之帶出量，以致鍍件清洗之用水量大，且清洗廢水之污染濃度高。
- (2) 製程選用藥劑不適當：電鍍製程槽液中添加之藥劑量所含不純物濃度過高，會加速槽液之老化，增加廢棄槽液量，此外，使用之藥劑種類屬高污染抑或低污染藥劑，亦對產生廢水之污染濃度有很大影響，尤以選用之脫脂劑種類為影響廢水COD之主要因素。
- (3) 回收設備未發揮效率：部份設置回收設備之工廠，其回收設備未發揮預期之回收功能，可能原因為廢水未有效分類收集、或未有適當之操作維護人員與技術。
- (4) 廠內管理不當：廠內管理之範圍相當廣泛，舉凡原料之庫存管理、製程用藥量是否適當，製程槽液之排放時機、製程設備之維護保養等皆屬之，如未有確實之記錄做為管理依據，往往是造成生產品質降低，原料過量使用，污染產生量偏高，槽液意外洩漏等之主要因素。

2. 管未處理常見缺失

(1) 廢水未有效予以分類收集

廠內廢水排放未予分類或分類不確實，造成處理困難；高濃度廢液未處理即逕行排放，或與一般清洗廢水混合後，即直接排入廢水處理系統，或未依廢液特性設置單獨收集管路及貯存槽體，造成系統負荷之劇烈變化，影響處理成效。

(2)處理設備未予適當維護保養

電鍍業由於多屬中小型工廠，對於廢水處理設施之操作維護工作，多係由製程生產員工兼任。由於其多未受廢水處理專責人員之訓練，有關廢水處理之專業知識較為缺乏，亦較無充裕時間對設備進行維護保養工作，尤其對於部份之檢測控制計，如ORP計、pH計等精密設備，常因保養不當，致精確性降低，甚而故障不堪使用，且部分工廠其安裝位置與進出流口、加藥點及攪拌設備之間常配置不當，檢測控制計所顯示之數據不足以反應真正狀況，致影響處理成效。

(3)選擇之處理方法未能有效去除污染物

傳統之化學混凝法僅能去除懸浮性COD，對於溶解性COD無法有效去除，致使其放流水之COD無法符合現行放流水標準。

(4)處理設置容量規劃不足

部份工廠在設置處理設備之初，未考慮將產能擴大時廢水量增加等問題納入考量，而造成廢水貯存槽容量不足，各處理單元設計容量亦過小，無法因應突增之水質及水量負荷。

(5)污泥未予妥善處理

電鍍工廠之污泥處理設備除少數使用污泥脫水機外，大多數工廠皆使用晒乾床。在所調查50家樣本工廠中，使用污泥晒乾床者共計33家佔66%，而其中設施完善者屈指可數，甚者備而不同。因此電鍍工廠之廢水處理產生污泥，多數工廠在廠內並未有妥善之處理。

(6)處理設備耗損、折舊率高

電鍍工廠製程由於使用大量酸、鹼藥劑、腐蝕能力較強，加上廢水處理設施未有專人維護保養，且未定期進行有效之防蝕處理，易嚴重縮短設備使用年限，增加工廠無謂之投資成本。

(7)由於環保單位規定電鍍業的營運，必須具備廢水處理專責人員，否則將遭到取締，而電鍍業從業人員普遍教育程度不高、流動率大，使得人員雖經訓練仍少有執照者或於取得執照後另謀高就，使業者在連續遭到取締後，部分已陷入營業困境。

未來87年電鍍業放流水標準，在COD及SS方面將更趨嚴格，重金屬則未作調查，而以往業者以化學混凝沉澱法處理廢水時，除COD去除率不甚理想外，SS的處理效果亦偶有不穩定情形，除因處理設施未能完全發揮功能、廢水污染量高外，工廠未能實施減廢亦為一大因素。因此，為因應未來的環保趨勢，業者宜能未雨綢繆，做好減廢工作，倘此若仍無法符合放流水標準，則配合處理設施增設如過濾、活性碳吸附或生物處理等設備，應能使放流水符合環保法令之要求。

4.4 廢水污染防治總成效

前已說明電鍍工廠之廢水污染防治現況，在此將依電鍍業之污染產生及排放總量說明污染防治總成效。由於電鍍的種類包羅萬象，未能有一明確之計量單位來說明台灣地區電鍍工廠之生產狀況。因此在進行總污染量統計時，係依據經濟部統計處編印之「台灣地區工業生產統計月報」中，電鍍主要相關產品之生產價值及調查統計50家樣本工廠之產量與產值來推估。推估結果顯示，82年台灣地區電鍍鍍件總表面積為 $197,636,197\text{m}^2$ ，以單位產品廢水量 P_{50} 估算，則82年台灣地區總廢水產生量為 $45,715,229\text{m}^3$ 。至於其他污染物之總產生量及處理去除率示於表9，以COD而言，總污染產生量約為每日29公噸，在現況處理條件下總去除量為每日19公噸、去除率以污染總量計算達65%以上，較表5去除率以原廢水、放流水濃度計算51%者為高。又假設以恰符合82年放流水標準 $\text{COD} = 100\text{mg/L}$ 為基準加以推算，則總去除量約為14.5公噸，其去除率為49.7%，其他污染項目如SS、六價鉻及氰化物等亦有相似情況，87年標準則僅以SS濃度限值由 50mg/L 提高為 30mg/L ，餘則不變，因此情況與82年標準同。

現況處理條件下總去除率以污染總量計算較以濃度計算為高，其原因主要是由於目前國內電鍍工廠以中小型工廠為主，這類工廠在進行廢水污染防治工作時受限於資金、場地及技術等因素影響，廢水污染防治成效較不理想，而大型電鍍工廠其家數雖少，然產生之污染量大，且各廠皆有完善之廢水污染防治設施，排放之廢水皆經由妥善處理，因此，電鍍業之污染防治成效以總量計算較以濃度計算為佳。至於現況處理條件下之處理成效較恰符合82年標準者為佳，顯示目前電鍍工廠產生之污染皆有適切良好之方法有效將之去除，主要關

鍵在於工廠是否願意將環境保護工作視為本身之責任，來從事這項工作，如同製程生產線般積極進行。

表9 台灣地區電鍍工廠污染防治總成效

污染項目	污染狀況	現況處理條件下 ⁽¹⁾			恰符合82年標準 ⁽²⁾			恰符合87年標準 ⁽²⁾		
		總污染產生量(kg/d)	總去除量(kg/d)	去除率(%)	總去除量(kg/d)	總排放量(kg/d)	去除率(%)	總去除量(kg/d)	總排放量(kg/d)	去除率(%)
COD	29295	18935	10360	64.6	14584	14747	49.7	14584	14747	49.7
SS	13395	10450	2945	78.0	6022	7373	44.9	8971	4424	67.0
六價鉻	644	620	24	96.3	588	56	91.3	588	56	91.3
氰化物	742	724	18	97.6	673	69	90.7	673	69	90.7
鋅	175	154	21	88.0	33	142	18.9	33	142	18.9
鎳	2797	2708	89	96.8	2675	122	95.6	2675	122	95.6
銅	1245	1145	100	92.0	945	300	75.9	945	300	75.9
鐵	210	175	35	83.3	210 ⁽⁴⁾	368	100	210	368	100
鉛	76	51	25	67.1	67	9	88.2	67	9	88.2

[註](1)以放流水污染濃度P₅₀及總廢水量估算

(2)以82、87年放流水標準之濃度值估算

近年來環保標準日趨嚴格，民眾環保意識普遍提昇，政府亦愈來愈重視環保政策之徹底執行，因此合法電鍍工廠已普遍設置廢水污染防治相關設備，在確實操作運轉下，各污染物之去除情況相當理想。由於進行污染防治總成效之推算時，係以對數累積或然率分布曲線在累積機率50%之操作狀況下，估算目前台灣地區之污染防治成效，雖有部份工廠無法符合82年放流水標準，然亦有工廠之放流水質相當良好，以致污染總排放量較恰符合82年標準之總排放量少。

五、污染防治成本分析

廢水污染防治成本包括廢水污染防治設施之設置及操作成本，前者主要包含廢水處理及污泥處理設施費用，後者則含藥品費、電力費、污泥處置費用及

操作人員人事與維修費用。本年度進行之調查統計分析工作對於設置成本主要含前述二大部份，操作費用則指廢水處理操作費用（藥品費、電力費）及污泥清理費用二者之總和。

1. 設置成本

各樣本工廠之單位設計廢水量設置成本，其範圍由11,000元/CMD廢水至最大約156,250元/CMD廢水，相差約達15倍， P_{50} 為35,346元/CMD廢水。若將設置成本細分為廢水處理設施及污泥處理設施，則各類電鍍工廠單位廢水量設置成本如表10所示。處理設施之設置費用，各工廠之差異性頗大，由於工廠產生之廢水污染特性，如濃度高低、污染物種類、廢水量多寡，皆會影響單位廢水量之設置成本。又如產生氰化物、六價鉻污染物之工廠需有氧化槽、還原槽之設置，因此設置成本較無此類污染物產生之工廠為高。此外，工廠一般總廢水量較小者，單位廢水量設置成本亦較高。

以目前台灣地區電鍍工廠每日產生之廢水量147,468m³，推估目前電鍍工廠用於廢水污染防治設施之設置費用達新台幣52億元以上。

四類型電鍍工廠單位廢水量設置成本 P_{50} 亦示於表10，以工業電鍍最低， P_{50} 為27,592元/CMD。主因工業電鍍因鍍件用途，品質要求較低，製程較其他類型電鍍單純，產生之廢水處理亦較為單純，且一般此類工廠規模較大，廢水量較多，因此設置成本較低。裝飾電鍍之設置成本最高， P_{50} 達44,565元/CMD廢水，電子及塑膠電鍍居中。

表10 各類電鍍工廠廢水污染防治設施設置成本

項 次		裝飾電鍍	工業電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	電 鍍 業
廢水處理設備 費(萬元/CMD)	範圍	0.13~14	0.12~8.67	1.05~14.38	1.53~6.25	0.12~14.38
	P_{50}	3.58	1.21	3.04	3.17	2.34
污泥處理設備 費(萬元/CMD)	範圍	0.08~2.73	0.12~8	0.08~1.25	0.15~0.9	0.08~8
	P_{50}	0.38	0.54	0.33	0.35	0.42
合 計 (萬元/CMD)	範圍	1.1~14.55	1.12~12.17	1.28~15.62	1.68~6.67	1.1~15.62
	P_{50}	4.46	2.76	3.42	3.54	3.53

2.操作成本

電鍍廢水處理之操作成本示於表11，以每噸廢水處理所需之電力費及藥品費合計如圖9所示，在累積或然率分布圖上其呈良好之線性關係。90%以下之工廠操作成本在100元／噸廢水以下， P_{50} 為27.71元／噸廢水。若考量污泥處置費用，則電鍍業廢水污染防治操作總成本 P_{50} 為每 m^2 電鍍產品8.56元，90%工廠約在60元以下，如圖10所示。操作總成本中，以藥品費為主要之操作成本來源，電力費則所佔比例最低，污泥處置費用居中。因此未來在廢水處理流程之規劃及設施之操作，如何使藥劑做最有效之利用，並在最經濟情況下操作，實為大家共同努力之目標。

表11 各類電鍍工廠廢水污染防治操作成本

項 目		裝飾電鍍		工業電鍍		電子電鍍		塑膠電鍍		電鍍業	
		範圍	P_{50}	範圍	P_{50}	範圍	P_{50}	範圍	P_{50}	範圍	P_{50}
每噸廢水 操作費用 (元/ m^2)	藥品費	0.73 232.14	25.91 130.08	0.98 101.92	20.36 55.38	11.54 8.46	25.88 32.35	8.46 32.35	0.73 232.14	24.39 232.14	
	電力費	0.42 13.33	2.19 9.62	0.58 10.00	1.94 10.42	0.46 2.23	2.23 10.42	1.47 2.81	0.42 13.33	2.17 13.33	
	合 計	1.38 242.57	29.05 136.80	2.25 136.80	23.76 61.54	13.46 61.54	28.69 106.73	10.57 36.33	1.38 242.57	27.71 242.57	
單位產品 操作費用 (元/ m^2)	藥品費	1.09 60.98	7.19 49.23	0.02 3.16	3.16 22.90	1.12 4.69	4.69 60.42	3.33 17.46	0.02 60.98	5.65 60.98	
	電力費	0.01 12.20	0.6 1.11	0.02 0.3	0.3 1.43	0.08 0.41	0.41 18.75	0.34 1.52	0.01 18.75	0.5 18.75	
	污泥處置費	0 27.27	2.23 12.00	0.09 0.77	0.77 4.77	0.03 0.54	0.54 28.58	2.51 7.74	0 28.58	1.48 28.58	
	合 計	1.57 95.12	10.52 61.97	0.22 5.06	5.06 28.24	1.27 6.23	6.23 97.50	6.86 28.49	0.22 97.50	8.56 97.50	

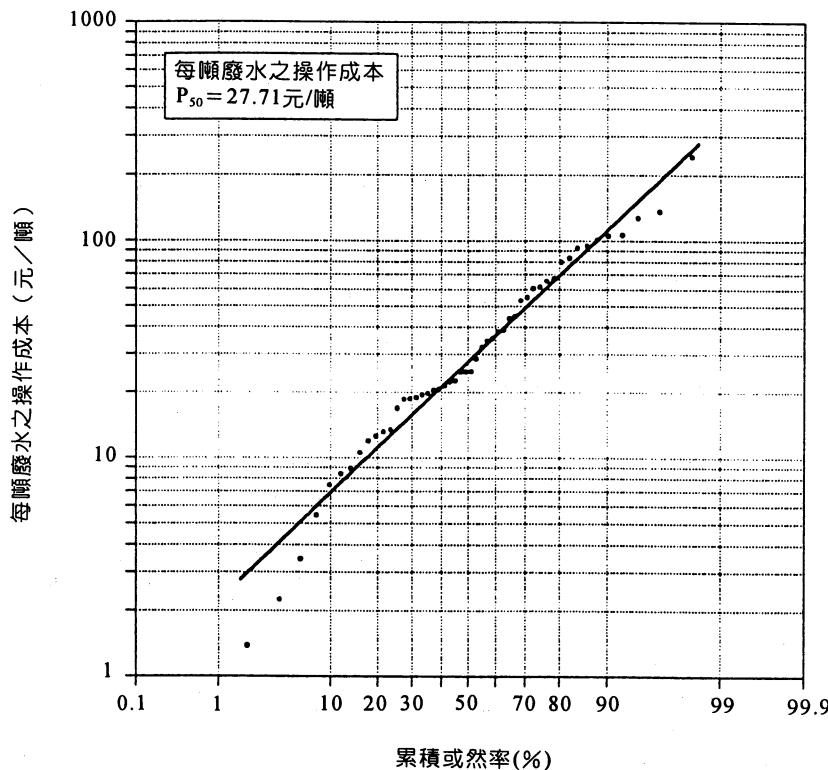


圖 9 電鍍工廠每噸廢水之操作成本累積或然率分布圖

在調查之樣本工廠中，污泥處置費用佔總操作成本之百分比 P_{50} 為 17%，即若一工廠廢水污染防治總成本每月 10 萬元，平均污泥清除所需費用為 17,000 元。由於電鍍工廠污泥屬有害性事業廢棄物，委託清除公司清除處理要花費一筆相當可觀之費用。以電鍍工廠污泥每 kg 處理成本約需 6~15 元/kg 污泥， P_{50} 為 10.42 元/kg 污泥，82 年全年台灣地區之總污泥量約 2,800 公噸，則電鍍污泥總清除費用約為 2 億 9 千萬。

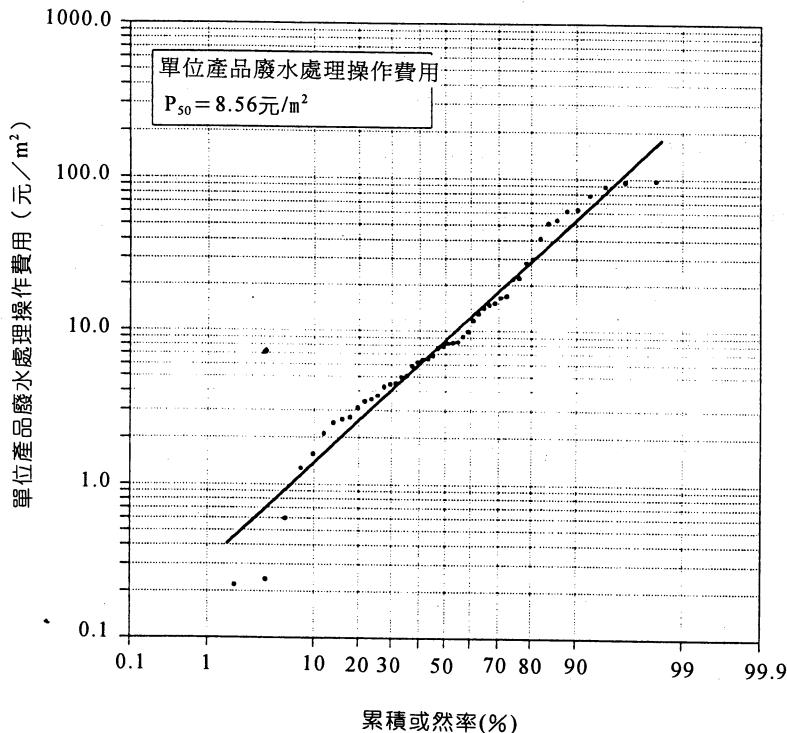


圖10 電鍍工業單位產品廢水處理操作費用累積或然率分布圖

至於四類型電鍍工廠廢水污染防治操作成本之比較以工業電鍍最低，其他三類電鍍工廠相距不遠，平均每噸廢水之操作費用於23.76元至36.33元。每 m^2 電鍍產品分擔污染防治費用5~30元。

前述為調查統計50家樣本工廠，依電鍍產品特性分類其操作廢水處理設施費用之分析，若將其中29家符合放流水標準之工廠分別予以統計如表12所示，與全部樣本工廠之操作成本做一比較，顯示符合放流水標準之工廠每噸

廢水之操作費用，其 P_{50} 並未明顯較全數工廠為高，有些類型工廠之 P_{50} 甚至較低，顯示工廠不符合放流水標準，並非加入之藥劑不足，而是廠內管理不適當或廢水處理設施操作維護不當，甚或處理設施功能不足所造成的。工廠宜詳細檢討廠內現況，並做適當之調整，使能符合放流水標準。

表12 各類電鍍工廠之廢水處理設施操作費用與符合放流水標準工廠之比較表

項 次		裝飾電鍍	工業電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	電鍍業
符合放流水 標準之工廠 之操作費用 (元/m ³)	範圍	19.45	2.25	13.46	10.57	2.25
		 242.57	 136.8	 53.33	 106.73	 242.57
	P_{50}	41.85	20.28	22.45	32.3	27.9
符合放流水 標準之工廠 之操作費用 (元/m ³)	範圍	1.38	2.25	13.46	10.57	1.38
		 242.57	 136.80	 61.54	 106.73	 242.57
	P_{50}	29.05	23.76	28.69	36.33	27.71

3.廢水污染防治對整體產業造成之影響

為維護及改善環境品質、減少污染物之排放，業者於污染防治設備之投資可能直接造成生產成本之增加，降低產品之競爭力，甚至減少利潤，對產業可能發生不利之影響是無可諱言的。依據本年度調查統計結果顯示，若將廢水處理設置成本與資本額比值繪於對數累積或然率分布圖，顯示其分布近似直線， P_{50} 為0.39，如圖11所示。表示若資本額為500萬元之工廠，平均投資在廢水處理設施之設置費用為195萬元，而工廠資本額愈小者，比值愈高。由於台灣地區電鍍工廠絕大多數為中小型工廠，資金籌措、運用較不容易，工廠欲投資一筆資金於廢水污染防治工作較為不易。至於操作費用與營業額比值之累積或然率分布圖如圖12所示， P_{50} 為0.018，顯示若年營業額1,000萬元，則廢水處理設施操作費用為18萬元，尚不含人事及機械設備之維修費，對於業者實為一大負擔。

然由於污染防治工作之進行，亦將可改善工作環境，而使得生產效率提高，並迫使業者對製程深入檢討及改善，以便對於各項資源能予以充份回收

再利用，促使產品品質提高或生產成本為之降低，此種良性之改善亦逐漸為業者所接受，且已有相當多的實例為大家有目共睹。由此可見，污染防治對產業之發展實具有正面之意義，即所謂之「經濟發展與環境保護兼籌並顧」。

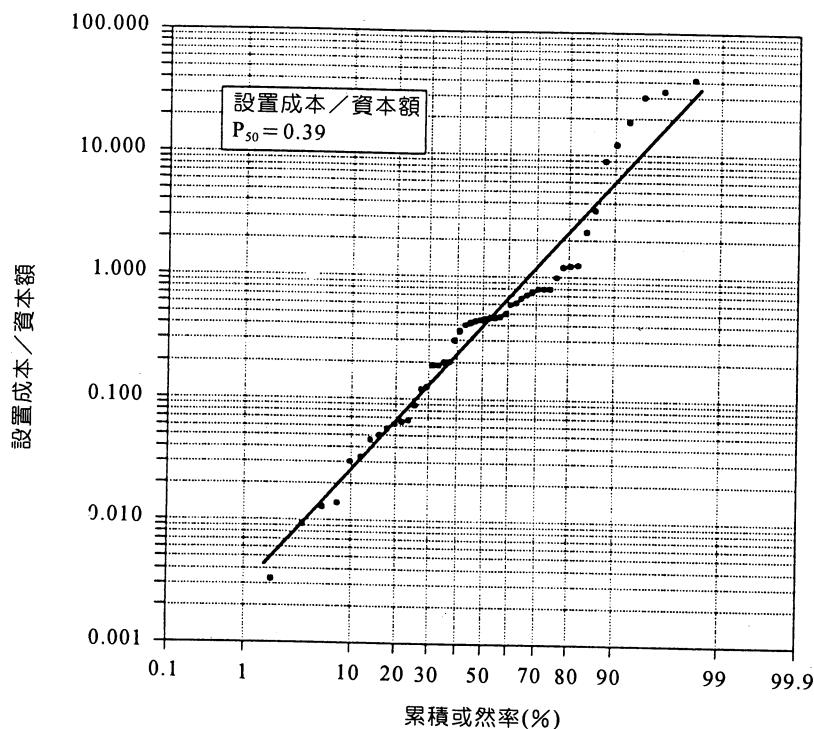


圖11 電鍍工廠設置成本與資本額比值累積或然率分布圖

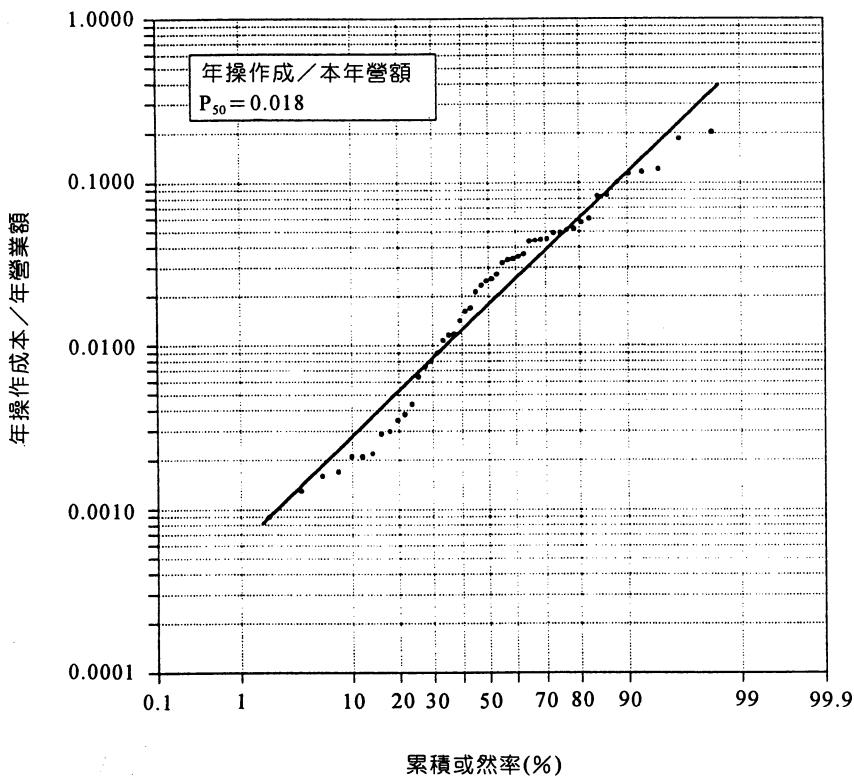


圖12 電鍍工廠廢水處理年操作成本與年營業額比值累積或然率分布圖

六、結語

電鍍業者近年為符合現行82年甚至87年放流水標準，大多積極從事廢水污染防治工作，除設置廢水處理設施並保持良好的操作維護管理外，亦檢討廠內管理及減廢可行措施，以期在生產之同時，亦能以最經濟有效之方式，達到廢水污染防治之目的。

經服務團之調查輔導及資料整合結果，將目前台灣地區電鍍業之行業概況、污染特性，防治現況及可行之處理技術做一系列之統計分析，建立電鍍業污染防治特性資料庫，提供相關單位參考，此外，並歸納各方意見提出下列幾點建議：

- 1.研發電鍍新技術，以提昇產品品質，並積極從事廠內改善及廢水處理新技術之開發，以徹底改進製程設施及廢水防治措施，降低廢水水質與減少排放水量，同時舉辦研討會，使能廣泛推行並提昇工廠污染防治技術。並在研討會中舉出成效良好之工廠案例，以達示範之目的，此點服務團歷年來已陸續辦理中。
- 2.地下工廠的存在，造成合法廠商在經營上無法與之公平競爭，因而影響到合法廠商正常操作廢水處理設施的意願，相關單位宜設法減少此一問題所造成之影響，當然亦需合法業者之協助配合始能達成。
- 3.廠應有廢水處理專責人員，實際負責工廠之廢水污染防治工作，並與各製程工程人員配合進行廠內減廢工作，經常給予訓練、輔導，使其對於廢水問題能做一正確且適宜之處理。

總之電鍍業者應繼續努力確實做好廠內管理及製程減廢工作，減少管末處理負荷，並提昇工廠廢水處理技術。除此之外，工廠亦應確實做好處理設施之操作及維護工作，以期廢水污染防治工作能更經濟有效地進行，促使產業進一步發展。

參考文獻

- 1.中華民國台灣地區工業生產統計月報，經濟部統計處編印，83年2月。
- 2.電鍍工業廠內改善措施執行成效調查研究報告，台灣產業服務基金會，78年6月。
- 3.電鍍業水污染防治技術，經濟部工業局，工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，82年6月。
- 4.電鍍業廢水處理技術整合及推廣專案綜合報告，中國技術服務社，工業污染防治技術服務團，83年6月。