

中小企業工業廢水回收輔導計畫

《本報告內容不必然代表經建會之意見》

委託單位：行政院經濟建設委員會

執行單位：京華工程顧問公司

中華民國九十三年十二月

目 錄

	頁次
第一章 計畫源起與目的.....	1
1-1 計畫源起.....	1
1-2 計畫目的.....	2
第二章 計畫內容.....	3
第三章 輔導產業背景說明.....	5
3-1 輔導行業產業概況.....	5
3-2 輔導行業用水及廢水特性.....	14
第四章 計畫執行方法說明.....	21
4-1 中小企業工業用水回收之深入輔導.....	21
4-2 輔導成效推廣與技術擴散.....	42
第五章 計畫成果說明.....	47
5-1 輔導工作成果重點.....	47
5-2 成效推廣與技術擴散成果.....	60
第六章 結論與建議.....	65
6-1 結論.....	65
6-2 建議.....	66
附 錄、輔導報告	

表 目 錄

頁次

表 3-1-1 電子零組件製造業之分類標準及內容說明.....	5
表 3-1-2 我國電子零組件產業國內產業地位.....	6
表 3-1-3 2000~2001 年我國前 10 大電子零組件產品產值.....	7
表 3-1-4 台灣地區電鍍工廠分佈概況暨會員統計表.....	9
表 3-1-5 2000 年台灣整體紡織產業上中下游產值比較.....	10
表 3-1-6 民國 86~91 年台灣紡織品主要出口項目統計.....	12
表 3-2-1 民國 86~90 年總工業用水量與電子業用水量比較.....	15
表 3-2-2 電鍍廢水各類污染物主要來源.....	17
表 4-1-1 工業用水效率提升深入輔導作業流程表.....	22
表 4-1-2 基線調查工作項目.....	30
表 4-1-3 回收水最適化再利用評估要因.....	34
表 4-1-4 用水效率管理指標分類.....	39
表 4-2-1 成果發表研討會之規劃重點.....	43
表 5-1-1 輔導成果報告內容規劃.....	57
表 5-1-2 輔導成果預估節水量.....	58
表 5-1-3 輔導前後回收率比較.....	58

圖 目 錄

頁次

圖 3-1-1 我國電子零組件產業全球產業地位.....	6
圖 3-1-2 電路板產業結構.....	8
圖 3-1-3 紡織產業上中下游關聯圖.....	11
圖 3-1-4 民國 91 年紡織品出口結構.....	12
圖 3-2-1 電子零組件製造業水源用途結構分析.....	15
圖 3-2-2 工業電鍍典型製程及污染來源.....	17
圖 3-2-3 紡織業水源供給來源結構分析.....	19
圖 3-2-4 紡織業水源用途結構分析.....	19
圖 4-1-1 訪廠輔導標準作業程序.....	23
圖 4-1-2 薄膜應用之分類.....	25
圖 4-1-3 電凝設備廢水處理流程圖.....	27
圖 4-1-4 現場輔導作業流程.....	29
圖 4-1-5 水平衡分析原理.....	32
圖 4-1-6 某半導體製造廠水平衡圖.....	33
圖 4-2-1 成果發表研討會之執行流程.....	43
圖 4-2-2 工業用水技術座談會之工作流程圖.....	44
圖 4-2-3 宣導活動之規劃流程.....	46

第一章 計畫源起與目的

1-1 計畫源起

水是人們生活及生存所不可或缺的必需品，同時亦是各生產事業之重要生存命脈之一。台灣地區受自然環境及地理條件的影響，雖然雨量豐沛，但可有效利用的水資源卻相當缺乏。

台灣地區之水源主要來自 5、6 月間之梅雨及夏季颱風雨與冬季之東北季風雨，但近年來受全球氣候變遷的影響之下，雖然年降雨量無明顯變化，卻造成降雨頻率明顯之改變-暴雨頻率增加，然而在無法有效蓄集水資源的狀態下，乾旱缺水的狀況愈來愈嚴重，根據長期水文紀錄分析台灣平均乾旱週期為 10 至 12 年，乾旱期間發生多在 2 至 4 月間。又依經濟部水利署（以下簡稱水利署）各標的用水資料顯示，工業用水由民國 72 年之 15.1 億噸成長至民國 90 年之 17.4 億噸，成長率為 15%；其中由自來水系統供應的約有 5.3 億噸，佔工業總用水量之 30.6%。若以產業特性需求水質要求較高的電子、電鍍及染整行業來看，旱季自來水價調漲勢必對該產業造成相當衝擊，特別是中小企業之影響更是鉅大。

行政院經濟建設委員會（以下簡稱經建會）為積極推動及落實新興水資源開發政策，於本(九十三年)四月十四日邀集水利署及工業局研商「廢水回收再利用及海水淡化相關推動事宜」，會中決議以中美經濟社會發展基金預算項下，以分攤經費方式針對中小企業協助其工業廢水回收工作。

本工作係因應中小企業對用水上之取得困難，且又能持續維持較高之產業競爭力，透過本計畫提供用水效率提昇之模組方法，由輔導過程中尋徵最佳化之改善模式，並透過宣導計畫使其他中小企業者可予以重視並積極推動自己工廠之改善，協助政府共同推動節約用水，降低政府用水調配的壓力。

1-2 計畫目的

- 一、建立中小企業工業廢水回收行動式機組，協助中小企業進行現場工廠廢水回收之測試。
- 二、以經建會之名義，透過深入輔導協助中小企業解決廢水處理中電導度問題，並提昇其廢水回收能力。
- 三、藉由經濟日報或工商時報等平面媒體邀請產、官、學、研、專家辦理廢水回收實務座談會，辦理成果觀摩會，對企業界進行宣導，技術擴散以展現經建會在廢水回收對廠商協助之績效。

第二章 計畫內容

- 一、建立適合中小企業使用之試驗模組，進行現場測試之深入輔導。
 - (一) 籌設租用試驗模場一組，以適用電鍍、電子及染整業為主。
 - (二) 完成實驗模場試車操作，並規劃試驗流程。
 - (三) 研擬工廠深入輔導作業流程及規劃輔導項目。

- 二、輔導對象以電子、電鍍及染整業共六家為原則，並且以符合中小企業之條件者優先。
 - (一) 遴選電子、電鍍及染整業中小企業廠商，共計六家，進行深入輔導。
 - (二) 建立六家廠商基本資料，包括物料量、產品量及用水量。
 - (三) 深入調查製程用水水量及水質情形。
 - (四) 針對各廠提出改善意見及方案。
 - (五) 協助受輔導業者進行用水效率提升措施之推動。

- 三、辦理「中小企業工業廢水回收輔導成果發表會」一場。
 - (一) 以中小企業用水效率提升為主題，選擇一公開媒體進行座談會規劃與舉辦。
 - (二) 相關座談內容需彙整後刊登於公開平面媒體，版面須至少為全版一式。

- 四、運用平面媒體，辦理「中小企業工業廢水回收座談會」一場。
 - (一) 配合本局工業用水效率提升計畫成果發表會，同時辦理「中小企業用水效率提升成果發表會」。
 - (二) 規劃發表會內容，並邀請實際推動廠商到場發表成果。

五、配合相關工業廢水回收宣導活動至少一次。

第三章 輔導產業背景說明

3-1 輔導行業產業概況

中小企業輔導行業包括電子業（印刷電路板）、電鍍業及染整業共三個行業，以下就本年度輔導三個行業產業特性概述如下：

（一）電子業

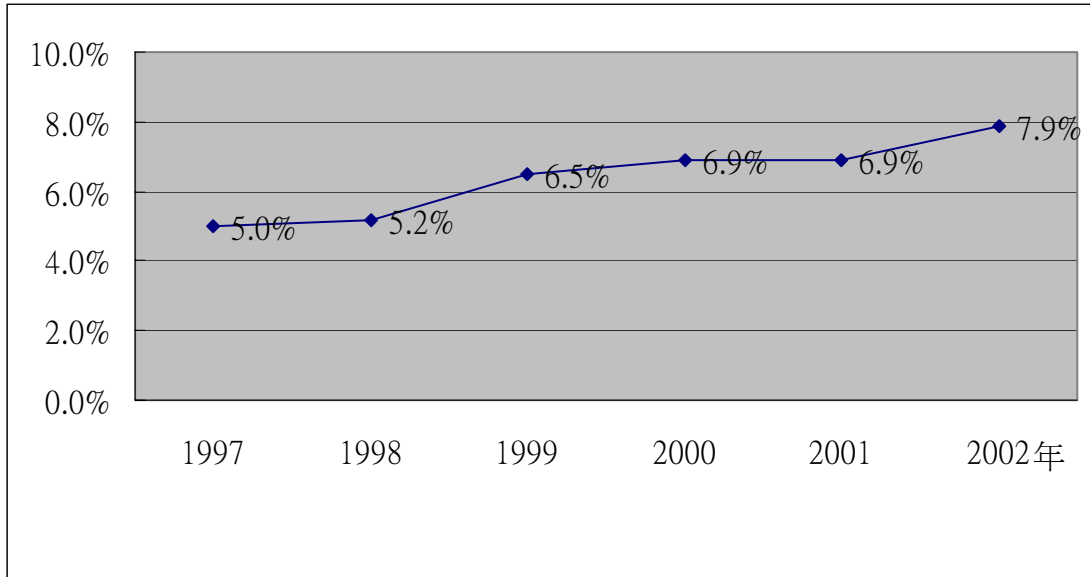
依據行政院主計處九十年第七次修訂改編之製造業分類標準，電子零組件製造業之行業別編號為 27，且可細分為 6 個子行業，各業之定義及內容說明詳如表 3-1-1 所示。

表 3-1-1 電子零組件製造業之分類標準及內容說明

中類	小類	細類	行業別	各業定義及內容說明
27			電子零組件製造業	凡從事電子零組件製造之行業均屬之
	271	2710	半導體製造業	凡從事半導體製造之行業均屬之
	272	2720	被動電子元件製造業	凡從事被動元件製造之行業均屬之
	273	2730	印刷電路板製造業	凡從事印刷電路板製造之行業均屬之
	279		其他電子零組件製造業	凡從事 271 至 273 小類以外電子零組件製造之行業均屬之
		2791	電子管製造業	凡從事電子管製造之行業均屬之
		2792	光電材料及元件製造業	凡從事光電材料及元件製造之行業均屬之
		2799	未分類及其他電子零組件製造業	凡從事 2791 及 2792 細類以外之其他電子零組件製造之行業均屬之

資料來源：行政院主計處，製造業分類標準及統一編號，九十年第七次修訂改編

如圖 3-1-1 及表 3-1-2 所示，我國電子零組件產業佔全球比重由民國 86 年之 5.0% 持續上升至民國 91 年之 7.9%；佔國內產業比重由民國 87 年之 13% 持續上升至民國 90 年之 17.2%。



資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫，民國九十二年

圖 3-1-1 我國電子零組件產業全球產業地位

表 3-1-2 我國電子零組件產業國內產業地位（單位：新台幣百萬元）

年	1998	1999	2000	2001
全體製造業	8,204,937	8,923,940	10,209,148	10,175,364
成長率	-	8.8	14.4	-0.3
電子零組件製造業	1,068,302	1,290,277	1,770,839	1,770,839
功能元件	-	20.8	37.2	-1.1
電子零組件	13.0	14.5	17.3	17.2

資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫，民國九十二年

2001 年我國前十大電子零組件產品分別是積體電路、印刷電路板(簡稱 PCB)、液晶顯示器、連接器、光碟片、電容器、影像管、SPS、發光二極體、電阻器等(詳如表 3-1-3 所示)。

表 3-1-3 2000~2001 年我國前 10 大電子零組件產品產值（單位：新台幣百萬元）

	2000 年	2001 年	成長率
1 積體電路	287,200	219,700	-23.5%
2 印刷電路板	179,348	162,000	-9.7%
3 液晶顯示器	88,390	114,907	30.0%
4 連接器	65,359	68,520	4.8%
5 光碟片	50,958	58,606	15.0%
6 電容器	62,846	55,990	-10.9%
7 影像管	59,068	55,421	-6.2%
8 交換式電源供應器	42,296	31,633	-25.2%
9 發光二極體	29,599	25,382	-14.2%
10 電阻器	30,548	20,355	-33.4%
合計	903,601	818,415	-9.4%

註：包含國內外之產值統計

資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫，民國九十二年

隨著電子資訊工業之蓬勃發展，位屬上游工業之電路板製造業者亦持續秉持多樣化、多機能化及高速化之目標，廣泛應用於各種機具上，一般電路板又可依產品型態及層次區分為軟板、硬質單面版、雙面板及多層板等四類，其產業結構如圖 3-1-2 所示。舉凡民生機具、通信器材、電腦及汽車等設備均大量採用電路板，作為支撐電子零組件彼此間電路互相接續之組裝機板。

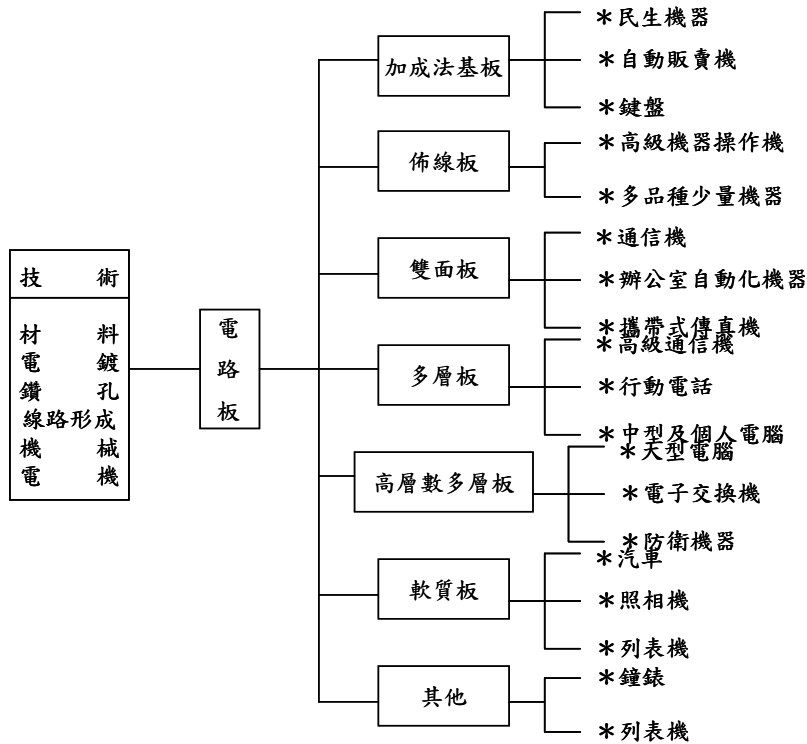


圖 3-1-2 電路板產業結構

(二) 電鍍業

電鍍製程是現代化產品不可缺少之重要程序，歷年來在國內經濟發展上均扮演著相當重要的地位，惟電鍍產業規模隨著相關產業及國內經濟景氣而有很大變化

國內電鍍工廠規模以中小型企業為主，依據台灣地區電鍍工業同業公會之資料顯示，截至 90 年 8 月，加入同業公會之電鍍廠總計有 357 家，詳如表 3-1-4。近年來由於環保及勞工意識高漲，使得部份工廠基於環保投資成本及勞工成本考量，而關廠或轉往大陸或東南亞投資設廠，工廠數量急速萎縮，一般估計總數量可能在 1,500 至 2,000 家之間，工廠集中在彰化、台中及北部等地區。

表 3-1-4 台灣地區電鍍工廠分佈概況暨會員統計表

縣市	台北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	南投	嘉義	台南	高雄	合計
會員家數	99	46	3	1	69	38	5	2	62	14	339
贊助會員	4	1	0	0	9	4	0	0	0	0	18

資料來源：台灣區電鍍工業同業公會提供，90年3月底統計資料。

電鍍工業是一項結合傳統與高科技同步成長之產業，更是人類提升生活品質不可或缺的科技工業，然而因工業各界在環保、工安、電力、勞工、土地各項政策影響之下，使得整體工業發展受到極大影響，因此在研究發展推動工作上顯得特別困難，所以有關傳統產業升級、主導性新產品發展等計畫仍待大力推動，惜因電鍍業特質常是家族經營，相對接受程度亦大幅降低。

由於電鍍製程是工業製品完成過程中重要的加工部份，程序包括前處理、電鍍及後處理。待鍍物件進行電鍍之前需經徹底的脫脂洗淨程序，電鍍之後為使鍍膜安定化需再進行後處理。因此，各程序均需使用多種化學原料，且為避免各程序之藥液互相混和污染，各程序間亦需使用大量清水來進行鍍件清洗作業，使得生產過程中產生老化之高濃度廢棄槽液及低濃度清洗廢水。同時，因製程中所使用之化學物質部份屬於毒性化學物質，槽液易隨著溫度而蒸發，致使製程中產生不同類型之污染。

(三) 染整業

染整工業為紡織工業中上承人纖、紡紗、織布業，下接成衣服飾品業之上中下游產業體系中，提高加工織物附加價值的關鍵產業，亦是上游人纖業的銷貨通路與支援下游製衣業往高級產品開發的供應源頭。行政院主計處編印之中華民國行業標準分類中紡織業之定義為「凡從事纖維之紡紗、織布及染色整理等行業均屬之」，依此定義紡織業之上中下游關聯詳如圖 3-1-3 所示。

我國紡織業從事天然纖維織造、人造纖維織造、紡紗、織布、染整、成衣之生產已歷四十餘年，雖是傳統產業，但經業者積極引進國外生產技術及自動化設備，已逐漸轉型為資本及技術密集的產業。台灣紡織業之產業體系完整，具有相互支援之產業群聚現象，在過去為台灣締造不小佳績，整體紡織產業上中下游產值整理如表 3-1-5 所示，近 5 年來出口值達 687.2 億美元，仍為第二大創匯產業。在國際紡織品市場上亦佔有極重要之地位，依 2001 年世界貿易組織統計，台灣為全球第五大紡織品出口國及第十五大成衣出口國。

「染整」係將紡織品（包括纖維、紗織、布疋、成衣等）以物理、化學方式或兩者兼具方式處理，經適當的前處理（退漿、精練、漂白等）、染色、印花及整理加工，賦予紡織產品具有顏色、光澤的外觀、舒適的觸感及特殊的機能性功能（如防水、透氣、防火、抗菌等），扮演著美化成衣服飾及提昇產品附加價值的重要角色，尤其在現今強調產品少量多樣化的趨勢潮流下，更突顯出染整業的重要性，為紡織工業價值鏈中不可或缺的一環。染整產業涵蓋範圍廣泛，以紡織材料種類區分，主要可分為染紗、染布及成衣染色三大類，在台灣染整業當中以筒紗及針織、梭織布染色最為普遍。

表 3-1-5 2000 年台灣整體紡織產業上中下游產值比較

項目	纖維製造業		紡紗、織布及染整業		成衣服飾業		紡織產業合計
	數值	百分比	數值	百分比	數值	百分比	
廠家數	87	1.16	5398	72.12	2000	26.72	7485
從業人員(萬人)	2.40	8.83	15.47	56.92	9.31	34.25	27.18
產值(億新台幣)	1205	21.7	3482	62.8	860	15.5	5547
出口值(億美元)	9.5	6.25	113.2	74.47	29.3	19.28	152
進口值(億美元) (含天然纖維)	6.2	21.45	12.5	43.25	10.2	35.29	28.9
平均每人年產值 (萬新台幣)	472.08	59.79	225.08	28.51	92.37	11.70	201.43

資料來源：經濟部工業局，紡織中心 ITIS 整理，2001 年 5 月 1 日，紡織品銷售值

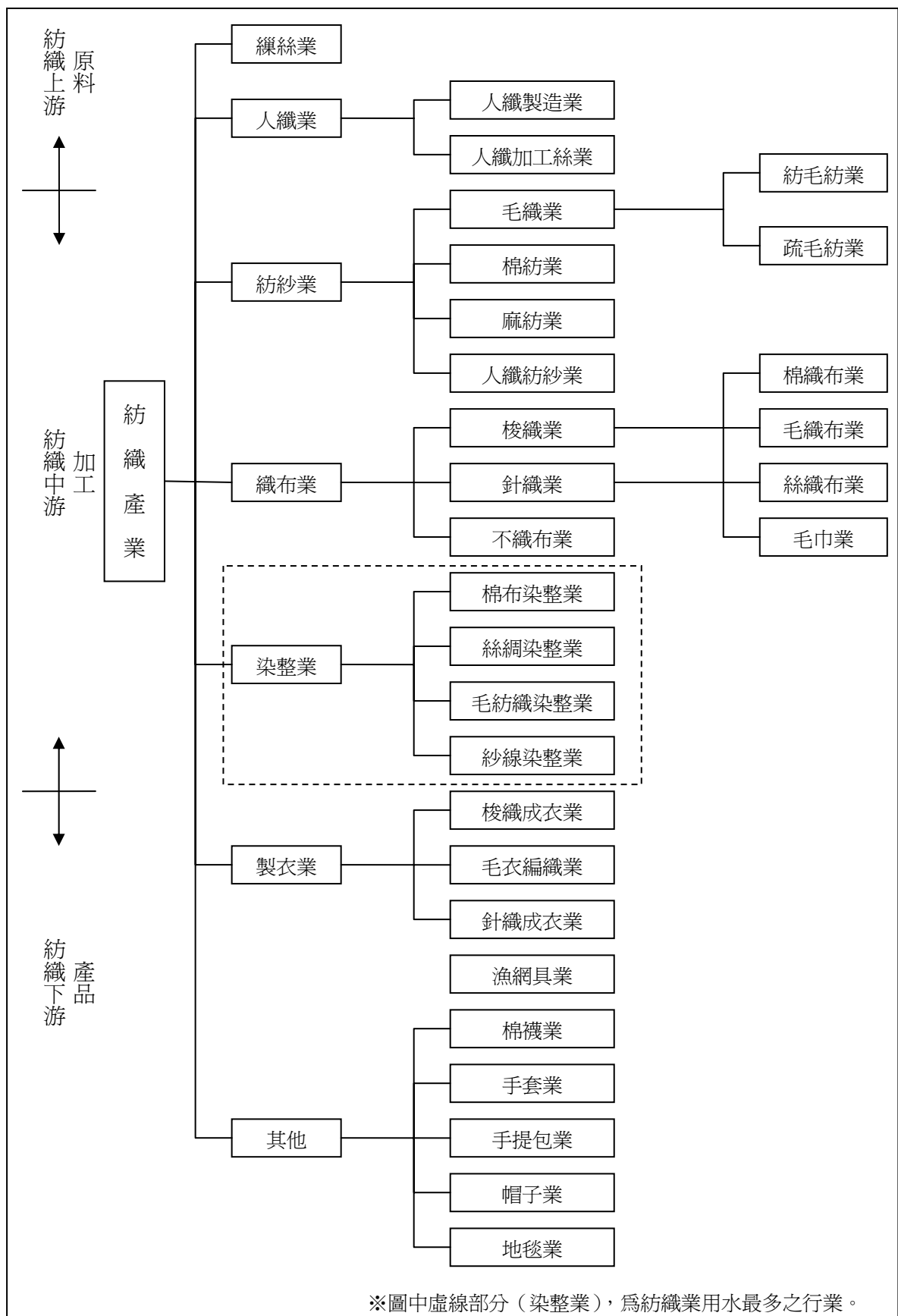


圖 3-1-3 紡織產業上中下游關聯圖

依據海關統計，民國 91 年我國紡織品及成衣出口值為 121.4 億美元，佔全國出口總值(1306.4 億美元)之比重為 9.3%，在出口值的結構上，仍以布類出口比重最大，佔 60.5%；其次為紗類佔 14.2%；成衣類佔 12.7%；纖維類佔 7.7%；服飾品類僅佔 5%，整理如圖 3-1-4 所示。民國 86 年至 91 年以紡織品 5 大分項產品的出口統計整理如表 3-1-6 所示，由產品的出口項目結構中觀察，民國 91 年布類、成衣及服飾品均呈衰退現象，紗及纖維類反而成長了 31%。這意味我國紡織品生產價值鏈產生了些許的變化。

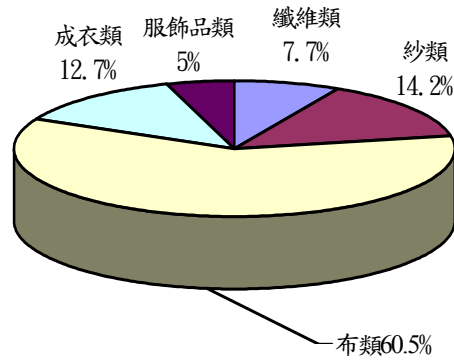


圖 3-1-4 民國 91 年紡織品出口結構

表 3-1-6 民國 86~91 年台灣紡織品主要出口項目統計 (單位:百萬美元)

類別年	布	成衣	紗	紡織纖維	服飾品	合計
86	10120 (61%)	2,445 (15%)	2,178 (13%)	1,036 (6%)	837 (5%)	16,616 (100%)
87	8918 (61%)	2,349 (16%)	1,798 (12%)	770 (5%)	725 (5%)	14,560 (100%)
88	9043 (64%)	2,119 (15%)	1,565 (11%)	747 (5%)	711 (5%)	14,185 (100%)
89	9517 (63%)	2,211 (15%)	1,799 (12%)	947 (6%)	723 (5%)	15,197 (100%)
90	7781 (62%)	1,775 (14%)	1,607 (13%)	798 (6%)	674 (5%)	12,635 (100%)
91	7341 (60.5%)	1538 (12.7%)	1720 (14.2%)	934 (7.7%)	610 (5%)	12143 (100%)

資料來源：中華民國海關進出口統計，紡織中心 ITIS 計畫整理

根據台灣區棉布印染工業同業公會與絲綢印染工業同業公會調查資料顯示，台灣地區工廠家數約為 400 家，其中染布廠約 69%，染紗廠約 18%，其餘如印花整理等 13%，主要分布於台北、桃園及彰化等地區，除少數工廠型式為將紡織—染整—成衣加工之一貫化作業大廠外，其餘大多屬於代工性質之中、小型工廠。

國內染整產業仍以接單代工生產者為多，過去染整技術主要來自日本或歐洲之染料助劑商或機械製造商為主，近年來，在經濟部技術處以及工業局支持下，積極研發具前瞻性之研究計畫，並提供業者相關清潔生產技術輔導，培植染整業者建立本土化生產技術，染整製程隨著新的科技發展與導入，新素材、複合素材的開發及產品功能擴展，逐漸擺脫過去勞力密集的刻板印象，而邁入技術密集、資本密集，研發設計著重在機械自動化、安全環保化、產品多元化，呈現出新質感、舒適、環保的新生產形象。

染整技術是一種高複雜性之加工技術，染整業也可以稱為高科技傳統產業，它利用許多高精密度設備來從事生產，同時由於其勞力密集、加工製程長、用水量大、污染量大等特性，使得生產及維護成本居高不下，故染整工業主要特性大略可歸納如下：

1. 大部分之染整工業經營型態以代客加工為主(OEM)，自主經營性較低，雖經營風險較低但利潤薄弱。染整業普遍偏重代客加工營運方式，究其原因可歸納為下列三點：(1)染整加工自胚布進廠至染整為成品布，其加工過程較複雜，各加工程序需用專屬機台，任何一道製程均可能造成品質變異，因此，大部份紡織廠寧可專營紡紗或織布業，也不願擴大至染整加工業。(2)具經營生產規模之染整廠，其機械設備之投資額頗大，一般中、小型紡織廠無力投資。(3)染整工廠若欲自主經營，對布價

波動之風險性極大。

2. 染整廠為配合成衣市場流行需求，需不斷配合符合流行之成品布加工方式，由於流行趨勢變化快週期短、產品多款少量故產品生命週期相當短，使得加工產品繁多。而我國加工染整廠均代加工性質，甚少主動開發，訂單隨著成衣流行之多變性，在加工產品、接單方面均較其他紡織先進國家更複雜，染整廠所承接之產品加工專案更為繁雜，不但造成染整廠管理複雜，機械設備利用率降低，且染料、助劑庫存較多，生產成本較高，而不利於業者開發新產品及研究發展。
3. 染整產業用水量大、製程複雜、多變化；染料、助劑及樹脂種類多，故染整廢水的水質也相當複雜，業者需建立一套經濟又符合法規可行的廢水處理設備，又可回收水再利用，因此生產成本相對提高。故目前染整業為符合國內環保需求及國際紡織品環保性檢驗之標準，逐步淘汰高污染原物料，並由製程配方/條件合理化著手，以綠色設計、清潔生產之方式，以達到減少製程用水量及降低廢水處理成本之目標。

3-2 輔導行業用水及廢水特性

若要輔導工作能掌握重點，則先瞭解輔導行業的用水及廢水特性是必須的，下面就三個行業之用水特性做詳細說明：

(一) 電子業

依據經濟部水利署民國九十一年工業用水量統計報告資料顯示，電子工廠單位面積用水量為 $180 \text{ m}^3/\text{公頃}/\text{日}$ ，為統計資料中 22 項業別單位面積用水量之第十一大總用水量；總用水量 $23.6 \times 1106 \text{ m}^3$ ，為第十六大總用水量業別。電子業於民國 86~90 年

之總用水量與總工業用水量比較如表 3-2-1，歷年來約佔工業總用水量之 5.5%。

表 3-2-1 民國 86~90 年總工業用水量與電子業用水量比較 (單位：百萬立方公尺)

項目	86 年	87 年	88 年	89 年	90 年
總工業用水量	1613.66	1701.87	1727.23	1858.64	1739.80
電子業用水量	91.71	104.91	95.91	93.35	95.25
電子業用水量比例(%)	5.68	6.16	5.55	5.02	5.47

資料來源：經濟部水利署，九十一年工業用水量統計報告，九十二年十二月

電子零組件製造業依用途需求可分為五大類，分別為間接冷卻用水、鍋爐用水、製程用水、生活用水與其他用水。根據統計資料，電子零組件製造業以製程用水所佔比例最高，達 58.2%，分析結果如圖 3-2-1。

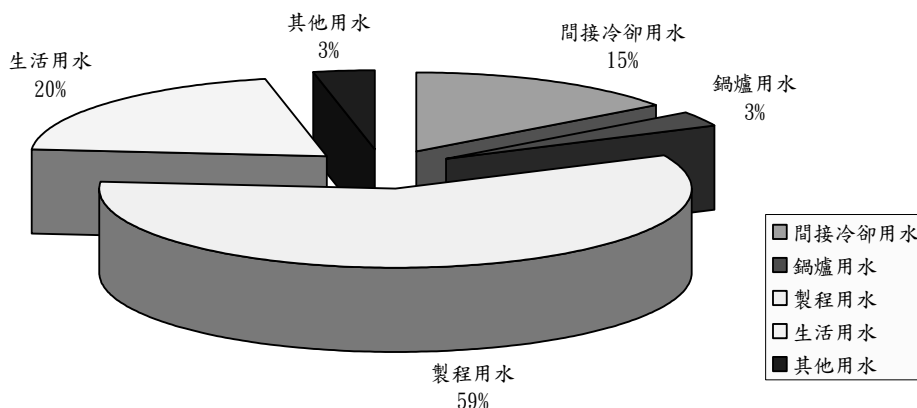


圖 3-2-1 電子零組件製造業水源用途結構分析

電路板製造業隨資訊工業之蓬勃發展，產能亦越來越大，在民國 87 年的時候每年用水量高達 4,000 萬公噸，此水量約佔電子業總用水量的 40~50%，因此對於水資源節約亦格外顯得重要。電路板製程廢水、廢液特性隨產品層次的提升而趨於複雜，且與其製程使用物料有直接的關係，單面板工廠排放廢水有 pH、COD、銅離子 (Cu^{2+}) 等污染物，雙面板及多層工廠則有 pH、COD、銅離子 (Cu^{2+})、鉛離子 (Pb^{2+})、鎳離子 (Ni^{2+})、六價鉻 (Cr^{6+}) 及氟化物 (F^-) 等污染物。

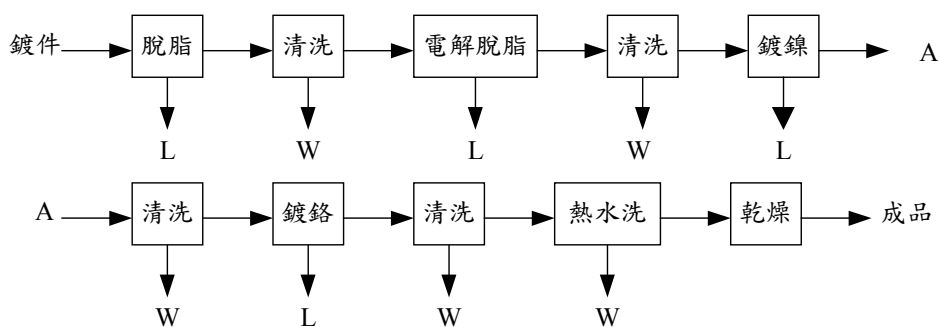
其廢水種類包括酸鹼性廢水、濕式洗滌塔之溢流水、冷卻水及生活廢水，目前電子業廢水處理方式大多採用添加化學藥劑進行混凝、沉澱等反應，以符合放流水標準，但由於處理水中 COD 數值相當高，一般來說，皆會於後續處理單元加入生物處理，以達到去除效果。若需進行回收再利用，可將放流廢水回收至洗滌塔或調節池再利用，可減少用水量及化學藥劑加藥量，亦可將廢水用於冷卻及廁所衛生用水，以達到節約用水及成本之效果。

(二) 電鍍業

鑑於電鍍業多屬中小企業，由於部分委外和製造技術的成熟，造成小規模、分散型的產業型態。同時，囿於資本與勞力規模，故對於研發資源的投入普遍偏低。

在水資源耗用情形的部分，依經濟部水利署的資料顯示，行業用水回收率為 42.6%，低於整體製造業；另行業用水量則佔製造業整體總用水量的 3.3% (1991 ~ 2000 年平均值)。雖電鍍業總產值存在逐年衰退的現象，但用水量卻屢創新高，顯示工業用水回收再利用技術更新與改良較為遲緩，需要政府單位協助引進合理化用水技術與相關奧援，注入新的用水管理與新的製程工業用水回收再利用技術，以達到產業創新與水回收率提昇的目標。

金屬製品電鍍之主要目的係利用鍍層之特殊機械性質，用以增強鍍件之防蝕及耐磨功能，常見的有於鐵材或銅材鍍上耐蝕性強且硬度大的鎳及鉻金屬，如汽車鋼圈、輪弧、手工具等之雙重鎳—鉻電鍍。典型之電鍍製程及污染來源如圖 3-2-2。



[註] W：廢水來源 L：廢液來源

圖 3-2-2 工業電鍍典型製程及污染來源

電鍍業由於鍍件種類複雜，材質、用途及功能需求各異，以致製造方法及作業程序差異頗大。然電鍍之基本製造單元大致相同，即脫脂、酸洗、電鍍、後處理程序。其污染來源含涵蓋廢水、廢棄物、廢氣及使用大量的化學物質。

電鍍製程之廢水來源主要是各槽體定期排放之廢液、製程清洗水及意外排放之電鍍液，依廢水性質區分可分為鉻系、氰系廢水及酸鹼廢水等三股，污染物內容則包括油脂、雜質、懸浮物、酸鹼、鉻酸鹽、氰化物及重金屬物質等。有關各類污染物之主要來源詳如表 3-2-2 所示。

表 3-2-2 電鍍廢水各類污染物主要來源

污染物質	主要污染來源
酸	酸性脫脂、酸中和、活化及電鍍等程序之廢液及清洗水
鹼	鹼性脫脂、電鍍、活化、後續處理脫脂等程序之廢液及清洗水
油脂	脫脂廢液及清洗水
有機物	脫脂、酸洗、活化、電鍍（鉻鍍液除外）及後處理之廢液及清洗水
懸浮固體	製程中各單元廢液及清洗水
鉻離子	老化槽液及清洗水
氰化物	老化槽液及清洗水
重金屬離子	製程中各單元之廢液及清洗水（鉻離子除外）

綜合上表內容可知，電鍍工業之廢水主要來自二道製程：

- A.剝離與洗淨：旨在以鹼性、酸性或合成有機溶液將被鍍物表面電鍍不良之鍍膜剝除，與去除鐵銹、油脂、塵土等所形成之廢水。
- B.電鍍：旨在藉電化學法將金屬鍍於被電鍍物品之表面上，以達保護及裝飾之目的。典型電鍍液配方乃依所欲電鍍之金屬而定；例如 NiSO_4 、 CrO_3 、 CuSO_4 、 $\text{Cd}(\text{CN})_2$ 、 NaCN 、 $\text{Zn}(\text{CN})_2$ 等。綜合上所述可知，電鍍槽液及沖洗廢水所含之成分相當複雜，因此，利用離子交換系統處理此類金屬廢水時，包括樹脂之選擇、適當之前處理及良好之操控管理皆相當重要。

多數電鍍業者廢水管末處理以因應環保法規要求為主。由於電鍍製程之差異性、廢水處理設施規劃設計細部流程及操作維護程度不同等因素，電鍍工廠之廢水處理設計細部流程及操作維護程度不同等因素，電鍍工廠之處理水質亦不盡相同。一般而言，工廠製程管理及管末處理設施規劃、操作維護良好之工廠，其處理水質大多能符合放流水管制標準。而在不符合放流水標準之工廠中，不符合項目以 COD 及鎳離子之頻率較高。

(三) 染整業

紡織產業中除織布廠水織機用水量外，染整業用水量最多，故紡織業與食品、造紙、化學原料、金屬基本與電子業等六大行業，被列為台灣地區六大耗水量工業，必須提升用水效率節約用水，以節省水資源。依據 89 年台灣地區工廠用水查核調查結果分析，紡織業在水源供給來源仍是以地下水為主自來水為輔如圖 3-2-3 所示，水源用途需求以製程用水佔大部分如圖 3-2-4

所示。

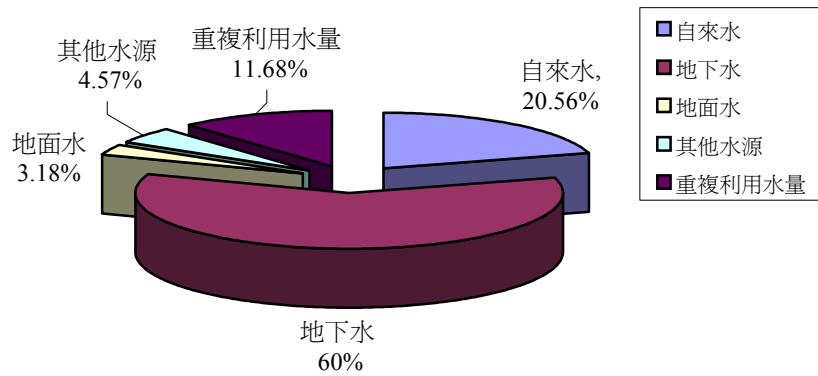


圖 3-2-3 紡織業水源供給來源結構分析

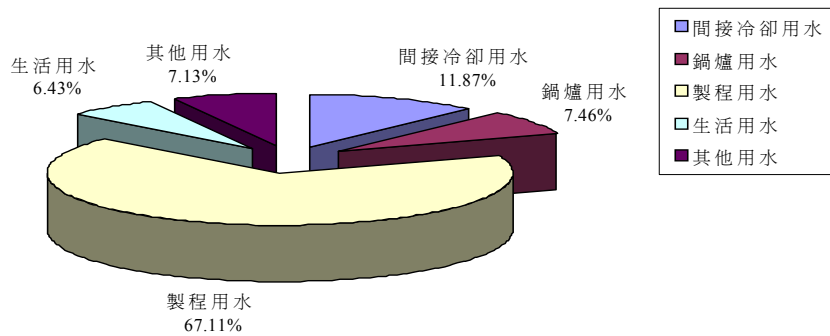


圖 3-2-4 紡織業水源用途結構分析

在染色加工中，精鍊、漂白、染色、加工等各種工程以及鍋爐等常須耗用大量的水資源。水質的良窳，對於製品的品質與鍋爐的機能，將有極大的影響。染整業主要用水來源為地下水及自來水等。普通地下水是利用地表下深度在 100 公尺以上地層中之水。但因溶有地層成分，含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 及 Fe^{2+} 等成分，這些成分之含量因地域而有差別，水位特別低時，亦可能增加這些成分的含量。而自來水即地下水或地表水淨化殺菌後之水，因之雖然不純物的含量較少，但做為染色用水較不符合經濟效益。

不同染整廠用水量差異極大，整體考量染整廠用水特性，染整廠主要用水包括三大部分，第一、染整過程中前處理（退漿、精鍊、漂白）、染色、整理工程用水量，第二、前項工程進行中

機器設備，降溫使用之冷卻水、冷凝水和鍋爐製造蒸汽產生冷凝水；第三、公共區空調用水。

染整加工流程視織物素材的成分、組織、性質，其最終用途之不同而有極大差異。國內染整廠染整加工以布染工廠之數量居多，而紗染次之，成衣染使用率最低；一般染整廢水為高溫及高 pH 值，但亦有部份廢水因為使用酸性染料及助劑至產生低 pH 值之廢水；一般染整製程高濃度之廢水多來自於精鍊漂白及染色後之第一缸廢液或出現於樹脂之槽底液中，其餘清洗廢水污染濃度較低；若以製程類型而論，則壓染廢水之污染值最高，廢水 COD 可達 3,000 mg/L，其次為印花，最低則為浸染廢水其一般 COD 低於 1,000 mg/L。由此可見，不同製程之染整廢水若欲符合相同之放流水管制標準，則需使用不同之處理技術。

第四章 計畫執行方法說明

4-1 中小企業工業廢水回收之深入輔導

(一) 試驗模廠籌設及租用

由於廢水回收再利用的成熟系統均已使用於三級處理的製程中，包括化學氧化、過濾、GAC、UF、UV 消毒、RO 等，分析過去已成功之廢水回收再利用案例，仍以 UF、RO 為處理流程之主體。而依據本計畫對國內外現有技術之瞭解，本工作小組擬以逆滲透 (RO) 及奈米級膜 (NF) 為本計畫模廠試驗之主軸，並搭配電集脈衝廢水全自動處理系統 (以下簡稱電凝設備) 之前處理技術，並篩選評估國內與國外不同廠商所提供可行技術以進行模廠測試。而本項工作與傑世環保科技工程有限公司及財團法人生物技術開發中心合作，以移動式廢水回收處理廠 (mobile plant) 進行不同產業排放水回收再利用之可行性試驗與驗證。

(二) 工廠深入輔導

本項工作之預期目標乃在於協助電子業、電鍍業及染整業等三個行業進行工業廢水回收之深入輔導，並藉由回收率提升及行業預期總重複利用水量的達成，技術擴散與成效推廣等方式，促成各界更積極投入工業用水效率提升，期使用水合理化及達到水資源充分利用之目標；有關實施方法如表 4-1-1，其工作內容如下：

1. 遴選符合資格之電子、電鍍及染整業中小企業廠商各兩家，共計六家，進行深入輔導。

- 2.建立六家廠商基本資料，包括物料量、產品量及用水量。
- 3.深入調查製程用水水量及水質情形。
- 4.針對各廠提出改善意見及方案。
- 5.協助受輔導業者進行用水效率提升措施之推動。

表 4-1-1 工業用水效率提升深入輔導作業流程表

執行工作	實施方法
輔導資格認定	<ul style="list-style-type: none"> • 電鍍、電子及染整業 • 符合中小企業之條件
遴選輔導廠商	<ul style="list-style-type: none"> • 三個行業共遴選六家輔導廠商
規劃輔導架構	<ul style="list-style-type: none"> • 以密切的訪廠及溝通規劃與廠方進行深入之輔導程序
訪廠輔導	<ul style="list-style-type: none"> • 水質水量檢測 • 用水相關資料清查與建立 • 水平衡檢覈分析 • 用水效率提升方案研提及討論 • 用水合理化與回收最適化評估 • 節水/回收方案評量與建議 • 協助用水推動方案之廠內推動及效益評估
輔導成果報告撰寫	<ul style="list-style-type: none"> • 技術諮詢與專家顧問協助 • 輔導單位綜合規劃撰寫
工業用水回收再利用方案實施	<ul style="list-style-type: none"> • 協助進行工業用水回收再利用方案之可行性評估 • 必要時進行改善方案之測試
成效推廣	<ul style="list-style-type: none"> • 選擇至少兩家做為示範工廠 • 進行成果發表觀摩活動

(三) 輔導作業

本計畫主要內容即為工廠輔導作業，因此事前完善之規劃乃相當重要，有關本團隊所訂定訪廠輔導之標準作業程序詳如圖 4-1-1 所示，包括有行前準備作業、現場輔導作業、輔導報告行政作業以及後續輔導作業等各項工作；然而依據本輔導團隊於去年度執行訪廠輔導作業近二百家之實務經驗顯示，如何能提高廠

商意願及強化執行信心實為本計畫達成輔導成效的重要關鍵，在此乃針對輔導作業之執行重點做一摘述：

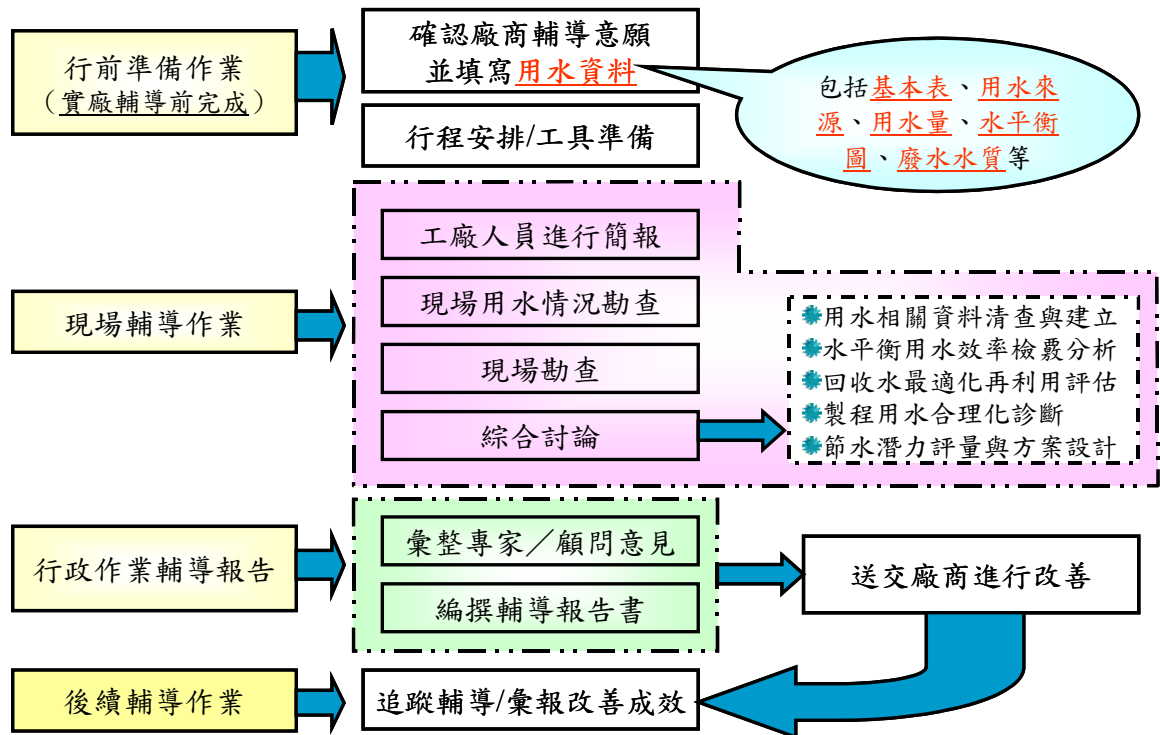


圖 4-1-1 訪廠輔導標準作業程序

1. 建立輔導團隊

擁有一個專業技術優良且輔導經驗豐富的團隊是本計畫執行成功的關鍵；對此，京華工程顧問公司乃邀集具有多年廠務經驗與資深學術研究之專家學者群來共同組成輔導團隊；此外，並配合國內從事節水工作經驗豐富之單位進行實廠技術諮詢，以執行各場次之現場輔導作業，協助及提升廠商對用水管理與回收再利用的效率。

整體而言，對不同產業及分業廠家進行實際輔導過程時，藉由輔導團隊之實務經驗與專業技術，對各類製程現況及用水特性進行初步判識與掌握，亦將對製程、冷卻、鍋爐、民生及其他用水等各種用水點進行節水潛力之評量，此外，對於深入輔導之廠

商，亦依據現場狀況找出最適當之節水改善方案，並對相關用水管理、節水措施或回收再利用技術提出改善方案之設計或建議，完成輔導成果報告的撰寫與成果彙編作業。

2. 掌握最新技術

近年來工業用水回收再利用之技術，包括如：薄膜過濾/逆滲透法(UF-RO)再利用系統、活性炭/離子交換法(AC-IEX)再利用系統、奈米級膜(NF)及電凝設備等，均為目前國內較流行之處理方法，就過往輔導之經驗，受輔導廠商常面臨之問題點有，對設備之選擇不易、操作複雜性、回收年限長及成本可能較高等，前述等問題點多使業者降低投資意願，亦降低了受輔導廠商執行工業用水回收再利用之成效，本工作團隊針對此問題即依據以往經驗，對於新式技術均有所掌握，以期幫助受輔導廠商做判斷之選擇及協助估算回收成本，藉以提高受輔導廠商推動節水之意願，以下就針對本計畫執行所使用之模廠NF及電凝設備做一技術說明。

(1) 奈米級過濾膜(Nanofiltration, NF)：

薄膜分離技術具有選擇性高、操作簡易、節省能源及易於放大等優點，因而被廣泛應用於各種產業，市場規模的成長十分快速。在薄膜分離技術上，物質透過膜的驅動力可以是濃度差、電位差、溫度差或是壓力差。NF是則以壓力差為驅動力的薄膜分離程序。

NF 的膜孔則介於 RO 及 UF 之間，可以阻擋分子量在 200~1,000 Daltons 間之粒子（如圖所示 4-1-2），其對一價離子的阻擋率不高，但可阻擋二價離子。NF 對無機鹽的去除率較 RO 來得低，由於可以在低壓條件下操作（135~230psi），因此 NF 多使用在有機物質去除率高而無機鹽去除率相對較低之領域；與 RO 相比，NF 之優勢在於再生性強，濃縮液流速低。

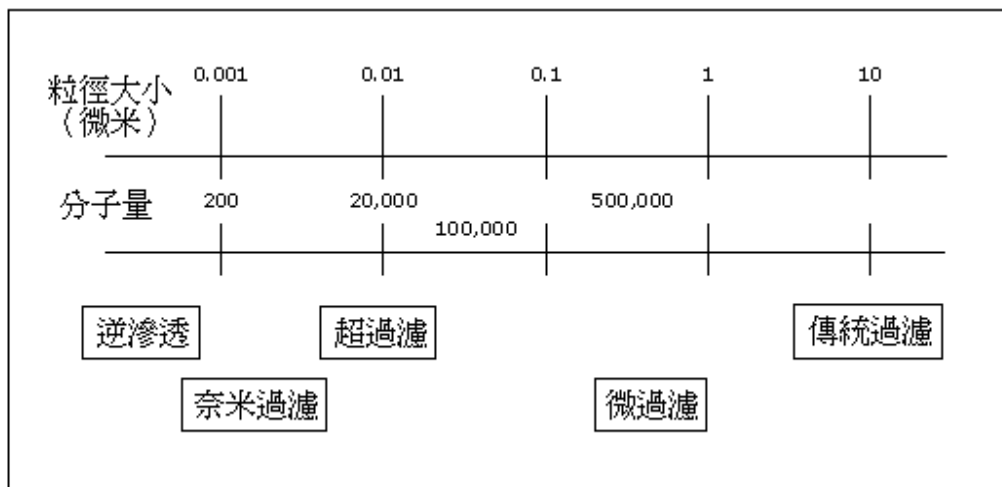


圖 4-1-2 薄膜應用之分類

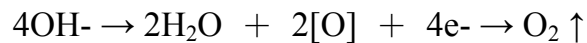
(2) 電凝設備

電凝設備係利用量子電化學之原理，在電解槽中藉由電流，對廢水中之污染物質作用，使污染物與極板產生分子化、電子化及金屬化之現象，進而產生沉澱物及非污染性分子和 H_2 ，然後再進一步利用微泡沫浮除法（或其他過濾法）進行固液分離。該技術之主體為一電凝主機，該主機係採用一組三相全波整流器加以變換電流，反應室裏的電極板通上了直流電(DC)並應用法拉第定律及歐姆定律達到電荷之轉移。

設備係以可溶解性金屬（鐵）為極板，操作時在電解槽中通以高電壓、低電流的直流電，藉廢水中電解質的電子傳導，產生一系列的作用，說明如下：

i. 氧化反應

在陽極極板上的氧化反應則產生氧氣：



此種初生態氧分子具有很強的氧化能力，可以氧化廢水中之污染物，因而去除廢水中之COD。

ii. 還原反應

在電解過程中，陰極產生還原反應，氫離子被還原成初生態的氫，具有很強的還原能力，對於許多以氧化態成分為主的色素染料，可將其還原成無色物質，進而將廢水中之色度去除。

iii. 混凝作用

陽極板使用可溶性鐵板或鋁板，電解時可以解離出離子狀態之 Al^{3+} 或 Fe^{2+} ，並與水溶液中之 OH^- 產生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

反應產生的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 活性比鋁鹽或鐵鹽之混凝劑凝聚效果更強，能與水中有機物和無機物產生膠羽。

iv. 浮除作用

在電解過程中，陽極和陰極表面不斷產生氧氣

和氫氣，並在以微小氣泡逸出時，能粘附在膠羽上使其上浮至水面而去除。整個反應流程如圖4-1-3所示：

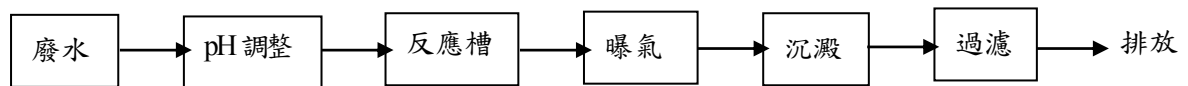


圖4-1-3電凝設備廢水處理流程圖

3.強化廠商的信心及意願

輔導成效與廠商配合意願密不可分，高配合度之受輔導廠商通常在輔導上較能由溝通協調過程中獲取許多實際經驗，在執行輔導過程中較能掌握現況而提出較佳之解決問題途徑。低配合度之受輔導廠商在輔導上則易增加輔導單位所需資料的搜集及降低製程了解的程度，輔導上較耗費各項資源。本工作團隊除了對受輔導廠商背景及現況有一深入且完整的了解外，並與高層進行溝通工作，冀望提供足夠之人力及財力配合，使輔導計畫在廠內推動中減少阻力，方可在雙方配合圓滿的狀況下，獲致預期輔導成效。

4.提供多元化回收再利用方案

本年度在建議廠商進行各項工業節水方案或措施時，儘量進一步考量能兼顧管理面、技術面及經濟面，且建議其搭配廠內之製程減廢、清潔生產、工業用水回收再利用措施及回收水再利用等多元方向來共同實施，以期具有節水成效外，亦有節能、減廢等效果，進而提升廠商投資效益。

5.確認用水回收率

運用良好的輔導作為，確定各種產業及製程之回收方案，並確定實際的執行比率，如此其用水回收率自然可確保，並作為訂定政策的參考依據。然由過去輔導經驗上可看到執行率低仍是面對的最大挑戰，因此除考量在產業政策配套措施應配合修訂外，仍應由輔導團隊提出實用的處理流程及合理的設備改善方案建議。本團隊配合進行完整的輔導，透過技術面、經濟面及環境面之整體性協助廠商，提供完整的改善建議書，經由輔導團隊與受輔導廠商充分溝通後，依建議方案實施改善作業，在輔導工作完成後，本團隊就所提出的各項工業用水回收再利用改善建議方案，工廠的實施情形與執行進度、窒礙難行的問題點、目標達成率等作成紀錄、分析與管控。

(四) 輔導工具

執行現場輔導作業時配合辦理基線調查、水平衡檢覈分析、回收水最適化再利用評估、製程用水合理化診斷、工業用水回收再利用潛力評量、用水效率檢覈等，有關現場輔導之整體作業流程詳如圖 4-1-4 所示，其各項工作方法敘述如後。

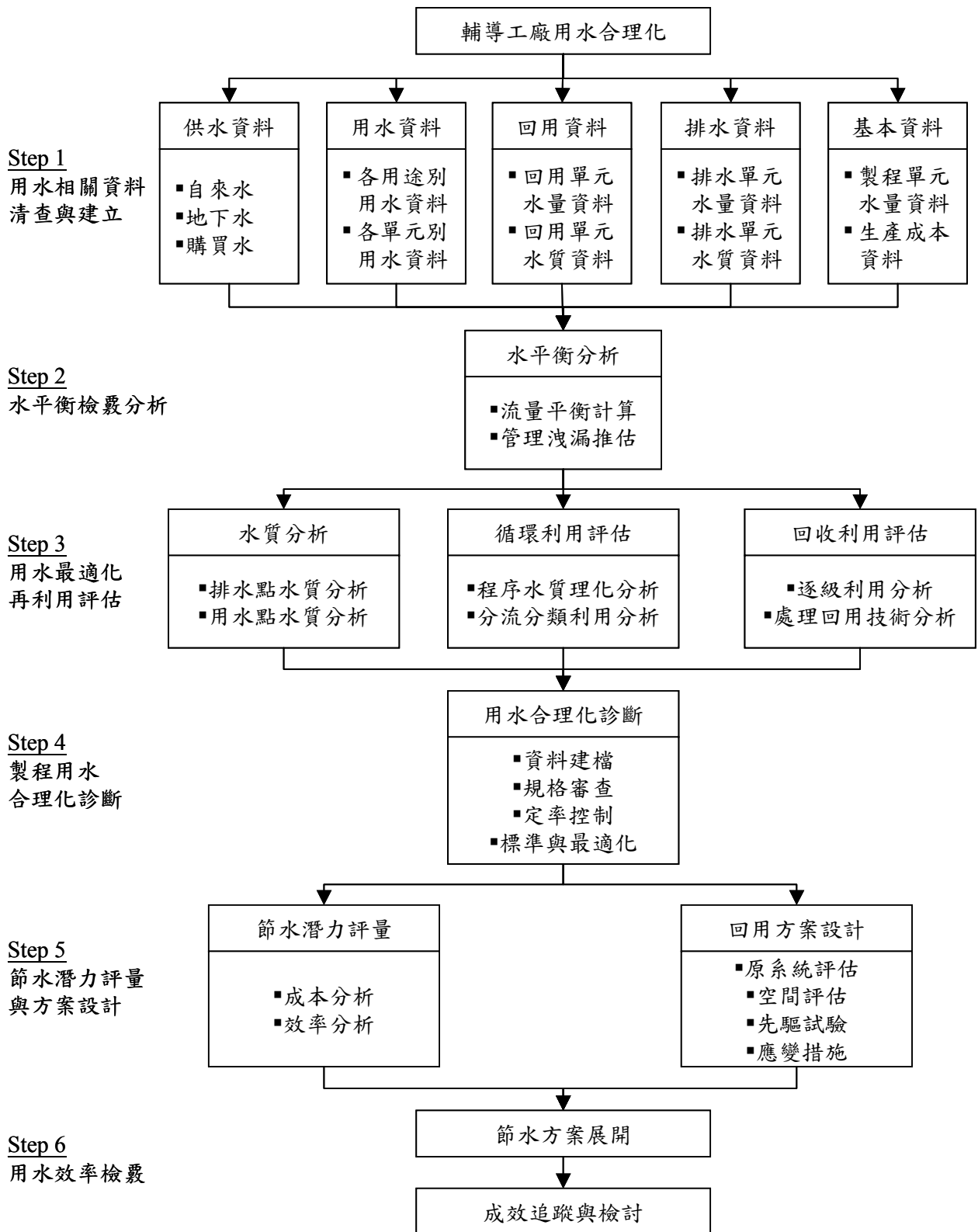


圖 4-1-4 現場輔導作業流程

1. 基線調查

用水清查是為用水管理與一切輔導改善之基礎，確實的資料蒐集包括供水資料、用水資料、回用資料、排水資料及基本資料等項目，此將有利於進行全廠節水目標之整體評估與改善規劃，同時也是工廠用水管理的基礎；有關整體用水清查之工作係以水量與水質兩大方向予以進行，如表 4-1-2 所示：

表 4-1-2 基線調查工作項目

類別	調查項目	調查工具
水量	<ul style="list-style-type: none"> * 原始取水量 * 重複利用水量 * 產製水量 * 消耗水量 * 排放水量 	<ul style="list-style-type: none"> * 平面配置圖 * 給水系統圖 * 製程流程圖 * 生產線平面示意圖 * 污水排放平面示意圖 * 水平衡圖 * 相關用水量記錄表
水質	<ul style="list-style-type: none"> * 各單元水質要求 * 各產水/用水/排水點的水質數據 * 產水設備/廢水排放的水質標準 * 各單元過程水質變化之機制 	<ul style="list-style-type: none"> * 製程/設備水質要求表 * 廢水處理設備流程圖 * 廢水水質分析表 * 廢水處理記錄表 * 節水及水回用資料

(1) 水量清查

首先就廠方的用水相關標的，以分項分類方式進行其流量、流向的調查工作，調查之項目計有：

- A. 原始取水量
- B. 重複利用水量
- C. 產製水量
- D. 消耗水量

E. 排放水量

(2) 水質需求資料清查

配合水量清查作業的進行，同時針對各用水製程之物理化學性質、供水水質限制與需求等相關資料進行清查，有關預定清查之範圍包括有：

- A. 各單元水質要求
- B. 各產水/用水/排水點的水質數據
- C. 產水設備/廢水排放的水質標準
- D. 各單元過程水質變化之機制

2. 水平衡檢覈分析

依用水清查之結果，將全廠各單元用水流程、供/排水量資訊，以文字方塊、箭頭之型式將工廠整個用水體系/流程與單元間水流流向/水量關係用圖示展現；再針對各單元/系統作滲漏分析及水量平衡試算（總入流量等於總出流量與總消耗水量之和），進一步建立用水平衡圖。

根據系統化評估程序及科學統計方法，可運用「水平衡原理」做為追蹤用水流程的流量資料來源，同時並可計算出工廠用水效率之考核指標，提供用水管理所需進一步實行的工業用水回收再利用措施或對策。

所謂水平衡原理，係指一個用水單元的輸入水量總和，應等於其輸出水量之總和。因此如果「用水單元」為工廠，就可稱為工廠水平衡（如下圖 4-1-5 所示）。

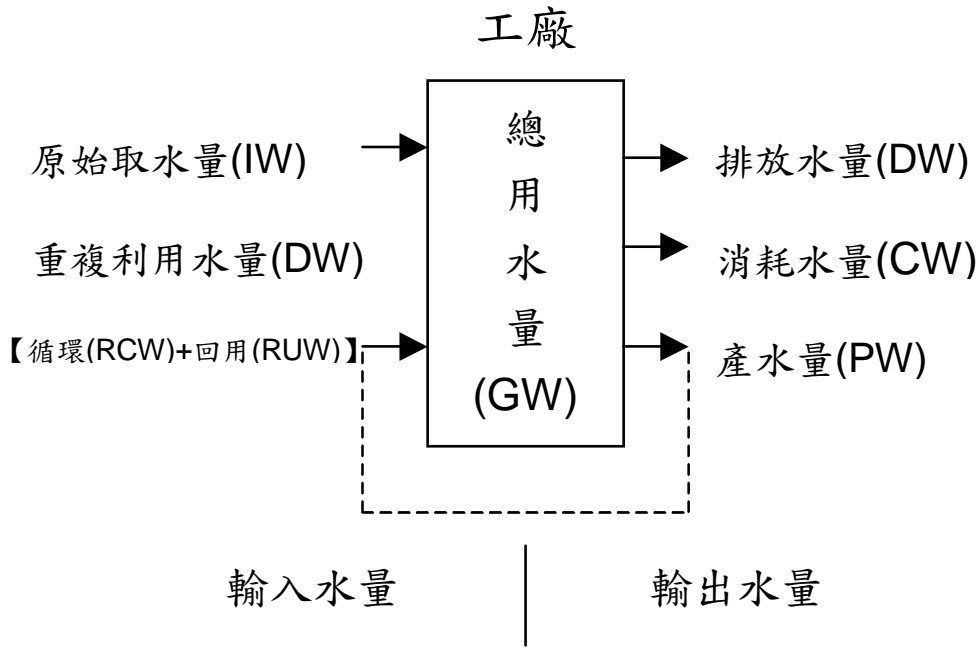


圖 4-1-5 水平衡分析原理

上述之水平衡系統分析示意圖係將工廠視為一獨立系統，系統輸入水量與輸出水量達到平衡狀態；同理也可將工廠內各單元視為一個個獨立的系統，所有各單元之輸入水量與輸出水量總和應等於各單元系統的輸入與輸出水量。

如以整個工廠的角度觀之，任一工廠的各種水量在同一時段均應維持輸入與輸出間的平衡，並依工廠水平衡的原理進行推導：

- (1) 輸入：總用水量 (GW) = 原始取水量 (IW) + 重複利用水量 (RW)
- (2) 輸出：總用水量 (GW) = 消耗水量 (CW) + 排放水量 (DW) + 重複利用水量 (RW)
- (3) 水平衡：原始取水量 (IW) = 消耗水量 (CW) + 排放水量 (DW)

其中：

重複利用水量(RW)=循環水量 (RCW) +回用水量 (RUW)

產水量 (PW) =循環水量 (RCW) +回用水量 (RUW)

以某個用水用途分類角度觀之，任何一個用水用途的各種水量在同一時段均應保持輸入與輸出之平衡。如進一步以圖 4-1-6 的間接冷卻水用途為例，並做一說明如下：

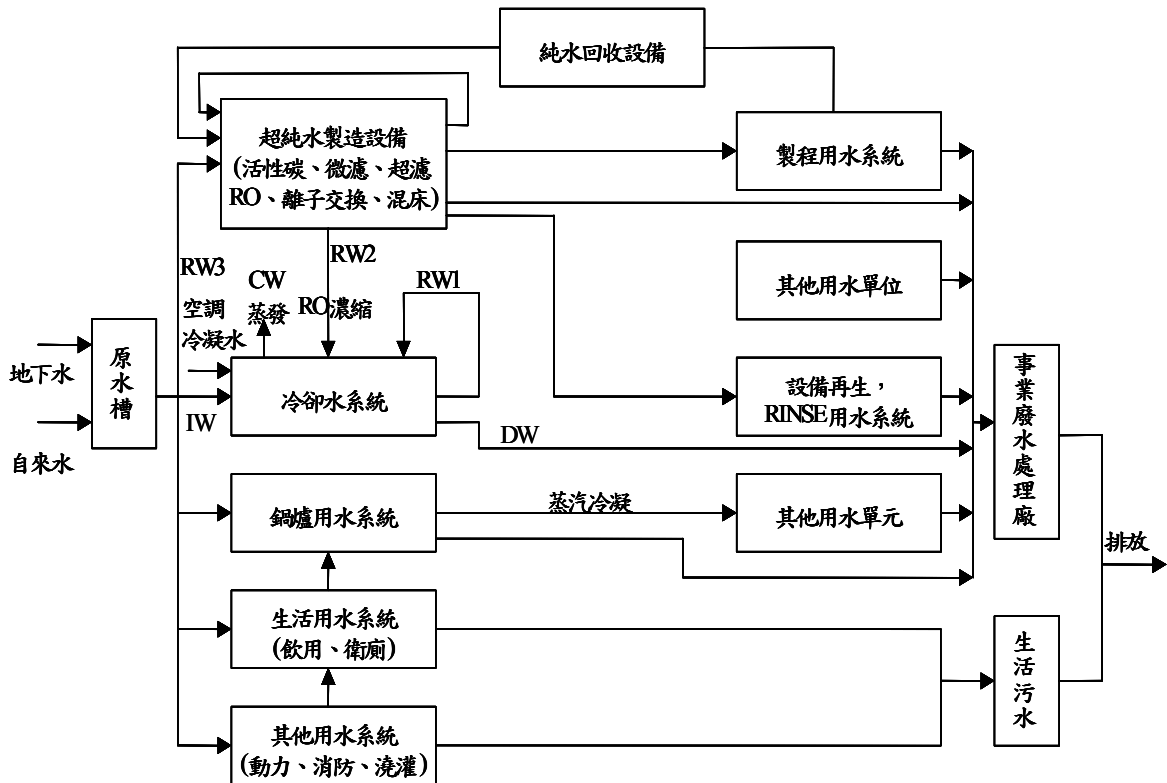


圖 4-1-6 某半導體製造廠水平衡圖

(1)輸入： $GW=IW+RW1+RW2+RW3$

(2)輸出： $GW=CW+DW+RW1$

(3)水平衡： $IW+RW2+RW3=CW+DW$

亦即：原始取水量+RO 濃縮水回用量+空調冷凝水回用量=消耗水量+排放量

3.回收水最適化再利用評估

排水重複利用與製程單元用水量削減是工廠工業用水回收

再利用的兩大原則，二者俱為提升水資源利用效率的重要方法。其中水的重複利用，又包括循環利用（Recycle）與回收利用（Reuse）兩類，故在評估工廠某股回收水的最適化利用時，可參考下列的評估要因分析表；而有關其評估考量基準及內容乃敘述如下表 4-1-3：

表 4-1-3 回收水最適化再利用評估要因

	循環利用	回收再利用
評估 要因	<ul style="list-style-type: none"> • 受程序影響輕微之高品質水 • 受程序影響嚴重之低品質水 	<ul style="list-style-type: none"> • 逐級利用 • 次級水供應以取代高品質水 • 低成本回收再用

(1)循環利用評估

一般而言，在特定程序/用途單元或系統中所循環的水量，大致可分成二種：

A.受程序影響輕微之高品質水

此類受程序影響輕微之高品質水，可以冷卻用水或加熱用水為代表，在這些程序中除了溫度外，皆可保持實質上的不變；在程序中化學性質只有些許改變，因此所有的冷卻及加熱用水均可再循環使用。

B.受程序影響嚴重之低品質水

此類用水係指受各單元程序影響而理化性質產生重大改變之水，在運用分類分流技術的情況下，對經篩選的批次水量，綜合回用點之水質需求與處理設備等考量因素後，處理至許可的品質後再循環使用。

(2)回收利用評估

清查全廠所得具回收潛力之排放水點與回用水點的水質資料，進行比對分析，進而找出影響回用的關鍵水質

項目，再進一步參考相關的水回用技術/設備，並可朝下列的三個方向著手進行評估。

A. 逐級利用

可考量將某一製程的放流水做為另一製程之進流水，在每一製程或單元間可能需要或不需要經過處理即可使用，必須決定每一製程所需用水之最低水質標準，結合用水之再利用與處理程序進行完善規劃。

B. 次級水供應以取代高品質水

考慮高品質水(如去離子水)可處理及再利用；例如，半導體以去離子水浸洗，偵測器偵測浸洗後之水質及排放管線控制閥之啟動；對於起始浸洗後之水含有高污染物是被排除掉而作其他使用，接下來連續或後段浸洗後之水只有受到少許污染，故可再利用為進一步之浸洗用水。

C. 低成本回收再用

如果某些單元/製程所產出的副產品為水，可檢驗其水質(量)，以決定是否符合現地回收再利用；例如外氣空調箱的冷凝水、超純水系統的濃縮水。

4. 製程用水合理化診斷

所謂的「用水合理化診斷」係考量在現有的生產製程下有無減少水資源利用的空間；換言之，若具備成本效益的工業用水回收再利用方案存在的情形下，即代表該程序/設備的用水可減少不必要的耗用，有著合理的改善空間；有關用水合理化診斷作業可朝下列原則進行：

(1) 水質/水量監控

高流量程序/設備安裝水質監測及用水計量儀，除可協助管理人員掌握操作實際用水量，杜絕程序中的非預期溢洩外，並可查出如設備間斷需水時卻持續供給的情形。此外，如超純水製造過程中，利用總有機碳（TOC）或電導度偵測與分類分流處理，可將高品質的排放水經簡易處理而回收至純水系統。同理，冷卻水管理亦可結合導電度計與電磁閥控制補給與排放量。

(2)設備規格審查

列出用水設備製造商或操作手冊建議的流量與理化性質需求等規格，與目前的操作條件交互比對，查看有無超量或以高品質水供應次級水質需求用水點之情形。

(3)用水定率控制

可考量於各進水管路裝設自動流量平衡閥，加以控制水壓水量；或為避免高壓造成過度供水，可採用壓力補償裝置，確保供水條件在一定的壓力範圍維持固定流率。

(4)操作條件最適化與程序標準化

可由廠方自行參考設備原廠訂定的標準流量供應設備用水，再逐漸向下修正流量的供應，並檢討流量變化與產品品質、製程操作適當性之相關性，以求取最佳的操作條件與提升用水效率。

廠方可進一步將此特定操作條件納入各製程/單元的標準化操作程序（S.O.P.）中，確保員工能確實執行。

5.工業用水回收再利用潛力評量與方案實施

於擬定乙套完整的工業用水回收再利用方案時，需考量的重點應含括下列各項內容：

(1)工業用水回收再利用方案設計

彙整回收水再利用評估、製程用水合理診斷與既往廠內的歷史工業用水回收再利用案例後，需進一步考量下列因素，以期擬妥工業用水回收再利用改善方案。

- A.經濟成本效益
- B.廠商規模/製程用水特性
- C.以最小水量完成工作
- D.產量增加/產能擴大的處理負荷
- E.空間限制/處理設備模組化設計

(2)前導型先驅試驗之評量

經確定工業用水回收再利用方案具可行的經濟效益後，需再配合小型、完整的模廠試做結果進一步的分析及評估，確認水質對製程/產品品質不致造成不良影響，並獲取最佳的回收（前段）處理方式，以確保後段系統的穩定操作與使用壽命。

(3)評估回收後對於原廢水處理系統之衝擊

由於工業用水回收再利用方案實施後，工廠總排放廢水量減少，此意味著產出的廢水濃度相對提高，故需先行估算可能的回收水濃度，再就廢水處理廠之進流水限制、處理效率、水力負荷、操作參數調整與放流水標準等進一步計算，以確保處理能力之可行及進一步估算回收水之成本。

(4)工業用水回收再利用評估改善建議報告編撰

由於評估改善建議報告係於實際輔導廠商後，協助被輔導廠商繼續推動後續細部設計及發包施工作業時的相關建議資料，其目錄與內容大致包括下列項目：

- A.用水現況概述：工廠概要、用水現況。
- B.用水資料建立：用水平衡圖、單位產能用水量。
- C.製程用水減量：對用水減量之建議措施或做法。
- D.回收水潛力評估：工業用水回收再利用潛力點分析、製程用水回收再利用改善建議（管理面與技術面）、回收成本效益分析、初步規劃之建議（設備配置、機具規格...等）。
- E.結論與建議。

6.用水效率檢覈與管理指標建立

工廠用水效率之管理在於將大量用水資料，藉由水平衡分析與各項考核指標值的顯示，提供給管理者掌握全廠節水/用水回用方案的實施成效，並供廠方進行檢討與改進，逐年提升工業用水使用率，達到水資源合理利用目標，並進一步研擬缺水時之緊急應變方案，因應日益艱困的用水環境。

用水效率之考核係針對工廠所有用水單位的取水、用水及排水情形，利用科學且合理的定量指標來反應出用水單位之用水情況與用水效率，以期達到合理化用水或提高用水效率之整體目標。一般而言，國內外常用之檢覈工業用水效能的指標包括：全廠回收率（重複利用率）、製程回收率、排放率...等，常見的相關指標之類別乃說明如下表 4-1-4：

表 4-1-4 用水效率管理指標分類

指標類別		說明
全廠用水回收指標	回收率 (重複利用率)	• 代表一定時間中，於生產過程中所使用的重複利用的總回收水量與總用水量之比值
	回收率 (不含冷卻水塔循環量)	• 代表將冷卻水循環量自重複利用的總回收水量中扣除後，總回收水量與總用水量之比值
冷卻水效率指標	冷卻水濃縮倍數	• 代表冷卻循環水被排放前，於冷卻水塔中被循環利用的次數
製程用水指標	製程用水重複利用率	• 代表製程用水之回用量與製程總用水量之比值
全廠排放指標	排放率(排水率)	• 代表一定時間內工廠排放水量與原始取水量之比值

如參考目前一般工業用水現況，可將指標計算方法定義如下：

(1)全廠回收率(重複利用率)

大體而言，回收率係評價工廠用水效率的重要指標，當工廠製程、產量、員工人數決定後，其總用水量變化不大，要減少原始取水量，唯有增加其回收率。而對廣義的工業用水回收率而言，係指在確定單元內一定時間中，於生產過程中所使用的重複利用的總回收水量與總用水量(其中包括冷卻回用水、鍋爐蒸汽冷凝回用水、製程回用水與逐級利用回用水...等)之比值，有關其計算公式表示如下：

$$\text{回收率(重複利用率)} = \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} * 100\%$$

然一般而言，工廠各類用途中以間接冷卻水的用量最高，由於科技進步提升了濃縮倍率，使得冷卻水塔原始取水量降低，但整個冷卻水循環量相當高，在此情況下，雖提升了整廠用水回收率，但如此高回收率對工廠用水來說，反而缺乏了節約用水的推動力；因此建議將冷卻水循環量扣除後再計算各項指標，將更為實際些，其計算公式表示如下：

$$\text{回收率(不含冷卻水塔循環量)} = \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水循環量}} * 100\%$$

由於回收率係反應工廠用水狀況的綜合性指標，然有時尚無法全面地反應不同用水特性之工廠用水水準與工業用水回收再利用潛力，例如：間接冷卻用水較製程用水容易回收，其回收率就可能較高，而有些製程用水因為回收技術、經濟效益等因素於目前不可能回收，其回收率就可能較低，在這種情形下單用一個回收率指標往往無法全面且客觀的反應出工業用水水準與工業用水回收再利用潛力的空間。

(2)冷卻水濃縮倍數

係指在一定時間內，冷卻水補充水量與排放水量的比值，其計算公式表示如下：

$$\text{冷卻水濃縮倍數} = \frac{\text{冷卻水總補充水量}}{\text{冷卻水總排放量}}$$

濃縮倍數指標可顯示冷卻循環水被排放前，於冷卻水塔中被循環利用的次數。

(3)製程用水重複利用率

指在一定時間內，製程用水之回用量與製程總用水量之比值，其計算公式如下：

$$\text{製程用水重複利用率} = \frac{\text{製程用水總重複利用水量}}{\text{製程用水總用水量}} * 100\%$$

在生產過程中製程用水範圍較廣，對水質要求相差較大，被污染的程度也不同，因此一般而言，製程用水之回收要比間接冷卻用水之回收更為複雜些，且需經過必要的處理，其技術上也可能較為困難。

(4)排放（水）率

指在一定時間內工廠排放水量與原始取水量之比值，其計算公式為：

$$\text{排放率} = \frac{\text{總排放水量}}{\text{總原始取水量}} * 100\%$$

對於相同用水特性的各個工廠，排放率指標可視為工業用水回收再利用空間潛力的參考。

在以上列舉的幾項重複利用的指標中，重複利用率乃為考核工廠重複利用的綜合性指標，而其餘幾項指標則為考核特定用水的特定指標，因此在進行考核時，應逐一檢

驗評核各項指標，來作為對廠商用水管理之評析程序與策略。

為期使各廠商能自行依其實際用水狀況來進行自我評估，本工作團隊於輔導作業過程中研訂「用水效率評估標準程序與參考方法」，以協助廠商自行評估自我用水績效，為自己的工廠進行體檢與評估。

4-2 輔導成效推廣與技術擴散

(一) 中小企業工業廢水回收輔導成果發表會

為達成策略宣導、技術交流等目的，本團隊在以往各式輔導工作中，即常善用成果發表會做為展現輔導成效的方式。然而成果發表的成功與否，端視內容是否充實，且是否符合會議的主題；而與會人數是否適當，及其參與程度的深淺，更會影響會議期間的氣氛。因此，有效的工作規劃，將直接影響成果發表會舉辦的成效。

成果發表研討會透過論文發表、經驗交流、數據呈現及直接互動，以加速推動工業用水回收再利用之成效，使有意願接受輔導之廠商能獲得更完善的資訊。本項工作分三個階段進行（如圖 4-2-1 所示）；相關規劃重點如表 4-2-1 所示，各項執行重點摘述如下：

1. 籌劃階段

依據區域的行業特性，本年度成果發表會於南部舉辦一場，發表內容亦依行業特性來加以規劃，其地點為高雄第一科技大學國際會議廳堂，為可容納 100 人以上之場地。

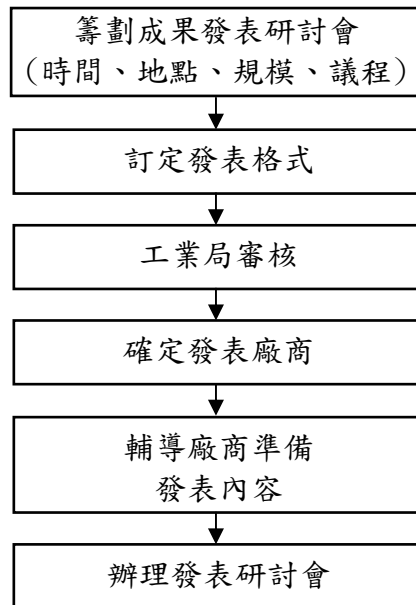


圖 4-2-1 成果發表研討會之執行流程

表 4-2-1 成果發表研討會之規劃重點

工作流程	工作內容
籌劃階段	<ul style="list-style-type: none"> • 規劃辦理主題、時間、規模、議程及作業期程 • 尋找適當場地 • 確認辦理時間與場地 • 確認作業流程與人力分配
報名階段	<ul style="list-style-type: none"> • 發函通知投稿作者，接受論文或退回 • 設計書面資料封面 • 寄發研討會邀請函 • 接受與會者報名 • 確認作業流程與人力分配 • 通知作者發表時間
執行階段	<ul style="list-style-type: none"> • 辦理成果發表會 • 發表會成果登錄網站

2.報名階段

為使得產業界能踴躍參與成果發表研討會，除配合工安環保週的報名系統，亦於輔導過程中，向輔導廠商介紹本研討會的活

動資訊，以期擴大宣導效果。

3.執行階段

辦理成果發表研討會，會後並將研討會辦理情形陳列於工業用水效率提升與推廣網站中，以為使用者之參考。

(二) 中小企業工業廢水回收座談會

用水技術之提升除透過研習營方式來加以現場說明與指導外，亦利用平面媒體之配合，邀請專家、學者及業者共同對工業用水技術進行座談，以期提供各領域不同的節水觀念，運用媒體擴散，使業者獲得充分的資料；本項工作流程如圖 4-2-2 所示，各項執行重點說明如下：

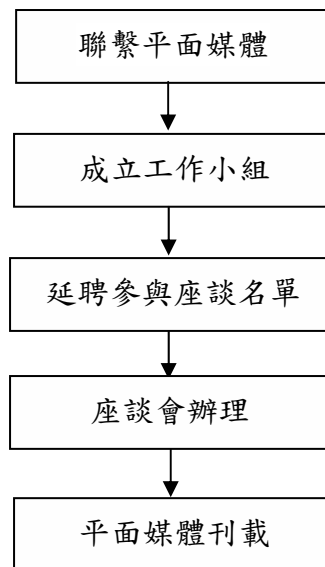


圖 4-2-2 工業用水技術座談會之工作流程圖

1.執行規劃

首先配合平面媒體聯繫，本年度配合工商時報平面媒體，會同平面媒體工作人員成立工作小組，籌劃座談會之討論主題及各項細節之規劃與討論。

2.參與人員邀請

進一步依預定討論之內容邀請座談會之參與人員，包括產業、學術，工業、研究等方面之專家學者、經營業者及實際從業人員共同研討及交流，期使宣導效果更為具體。

3.座談會之舉辦

於適當之場地召開座談會，並邀請相關主管機關及主辦協辦單位與人員出席，有關之會場佈置、照相攝影等各項行政事務及會議紀錄等由本工作小組負責。

4.平面媒體刊載

於座談會後由工作小組指派專人將座談會之過程及發言內容加以整理，並經工業局審閱後刊登於平面媒體。

(三) 工業廢水回收宣導活動

近年來工業局已積極協助產業界導入「用水管理」、「回收再利用」等正確水資源管理觀念與技術外，並持續推行「工業用水合理化」的各項措施，以技術輔導與推廣之策略來提升工業用水效率及技術，協助提高水資源再利用效率，為增加本計畫之高曝光率及協助加強各產業界瞭解，本計畫在九月初配合經濟部水利署於世貿展出「2004 台灣水科技展」活動，並邀請各相關產業人士參加，加強工商界對於工業節水觀念，協助提供水資源再生處理技術之相關資訊宣導，達到提昇企業形象、降低生產成本、增加產業競爭力及邁向資源永續發展經營之整體目標。本項工作分兩個階段進行（如圖 4-2-3 所示），展示內容規劃摘述如下：

1.模組設施之現場操作與解說

2.廢水回收再利用之看板展示

3.播放節水政策/技術宣傳短片

亦配合現場解說與宣導，使參觀廠商或民眾能進一步瞭解用水回收處理政策與技術，加強宣導用水效率提升之具體成效。

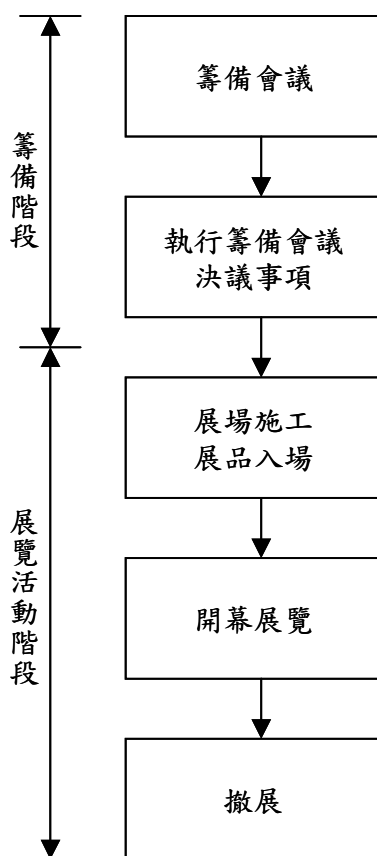


圖 4-2-3 宣導活動之規劃流程

第五章 計畫成果說明

5-1 輔導工作成果重點

(一) 遴選輔導廠商

遴選輔導廠家主要是以符合中小企業之條件者為優先考量，本項工作在進行輔導作業之前，即須先行擬定輔導廠商名單以為參考依據，在尋找廠商時須注意其產業特性及是否具有用水代表性，因此在決定輔導廠商時，即依據此原則進行廠商之篩選，並透過本輔導團隊所組成之專家顧問團的協助，來進行廠商之選擇及輔導意願的調查工作。

為使更多廠商提高參與本輔導計畫之意願，並獲得輔導工作之相關訊息，本工作團隊定時於工業節水網站介紹最新節水資訊以及輔導活動，使廠商即時獲知輔導資訊，並寄發本計畫之輔導說帖及標準流程給有意願接受輔導之廠商，使其了解本計畫工作內容，並透過相關產業公會及專家顧問之建議與協助遴選最適合之輔導廠商。

(二) 訪廠輔導

本工作團隊在執行訪廠作業時，首先進行基本資料蒐集及廠商高層之拜會，確立輔導方向及初步瞭解廠方執行節水或用水回收再利用現況，再陸續進行節水相關輔導。

對於具有高度意願繼續進行深入改善之廠家，本工作團隊進行水質採樣檢驗工作，以確實掌控各水量、水質之即時狀況，並針對工廠之各製程流量及水質現況加以紀錄及採樣。此外，

與財團法人生物技術開發中心合作之 NF+RO (照片 5-1) 及傑世環保科技公司電凝設備 (照片 5-2) 之模廠組裝，對於電子及染整廢水處理效果良好，本工作團隊在訪廠同時，針對合適之廢水回收點進行模廠測試並進行水質之分析，進一步提供廠商更多元化的選擇，必要時進一步提供模廠測試之結果，並協助廠方進行節水方案之可行性評估。

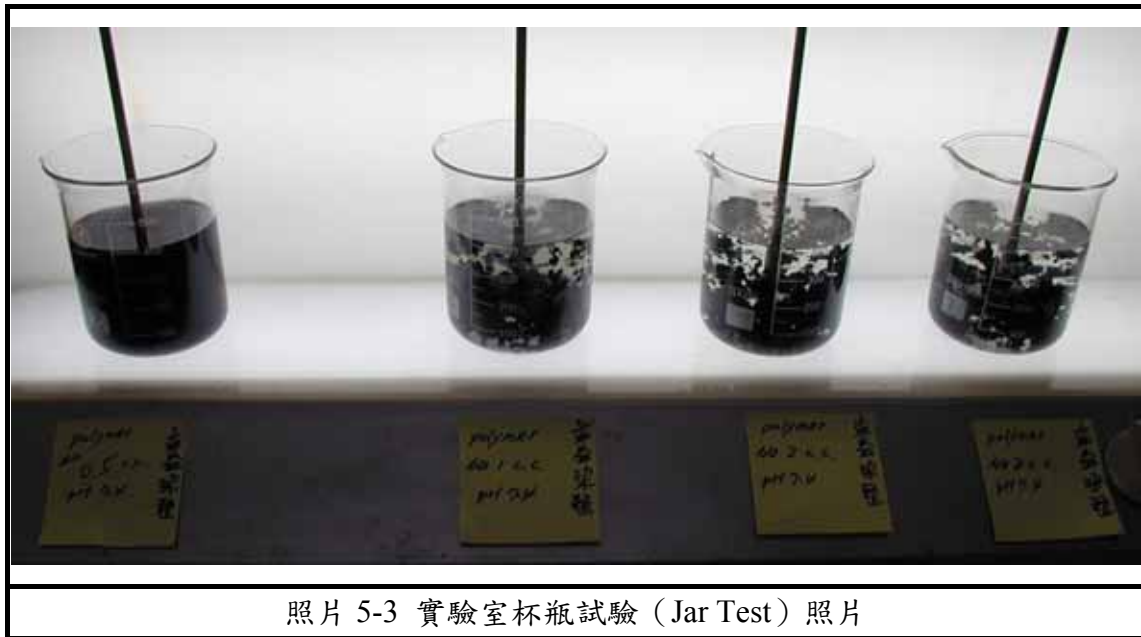
另本輔導團隊在與工廠訪談過程中，發現若干廠家污水處理效率不佳，原因大都為藥品之添加量並未達最佳加藥量，此徵狀為大多數工廠普遍存在的通病，也往往造成工廠廢水廠處理後水質不佳，導致廢水管末回收之可行性降低；因此，本輔導團隊特別為廠商做杯瓶試驗 (Jar Test)，有關其設備及試驗情形詳如照片 5-3 所示，並於訪廠期間攜回水樣以協助廠家進行測試工作，進而協助解決廠家廢水廠的問題，達到工業廢水回收可行性提升成效。



照片 5-1 NF 及 RO 膜管現場模試



照片 5-2 電凝設備模廠設備



照片 5-3 實驗室杯瓶試驗 (Jar Test) 照片

本工作團隊在執行訪廠輔導作業時，每一家廠商均安排進行 2~4 次的輔導行程，第一次進行基本資料蒐集與輔導作業說明，第二次陪同製程專家顧問赴廠輔導，並就廠內規模及用水特性進行用水減量評估，於輔導過程中若發現廠商有不同的節水潛力點，亦再陸續安排不同節水技術專家，如廢水回收再利用、冷卻循環用水回收領域實務技術專家，進行深入訪廠輔導，最後本工作團隊彙整完成輔導成果報告後，亦進行後續追蹤輔導，並於輔導成果報告中彙報廠商接受度與改善成效。

(三) 輔導重點說明

根據本團隊相關輔導經驗，以下彙整、電鍍及染整廢水節約用水之重點方向：

1. 電子業

電子業很多製程由於需要保持半成品在製程中及產品出廠的漂淨度，所以需要用到大量的清洗用水。但是在台灣水資源有限的情況下，限水、缺水已是電子廠近年來營運上的一大壓力。電子業水質、水源的應用首要二大原則，一是原水處理

系統的設計，也就是在考量原水水質的前提下，搭配適當的原水處理系統流程及設備，在合理的系統及設備、維護成本下，得到最高產質的純水或超純水。就前處理系統而言，若原水水質濁度高且結垢係數 FI (Fouling Index) 高時，採凝集沉澱過濾或浮除分離過濾較佳；若原水水質濁度低而 FI 值高時，採凝加壓過濾較佳；若原水水質濁度及 FI 值均低時，採膜前處理法較佳。就一次純水系統而言，當原水溶解鹽及總有機物 (TOC) 均高時，宜採用離子交換樹脂加單段逆滲透膜組，可以得 85% 以上的高產水率；當溶解鹽及 TOC 高時，宜採用雙段逆滲透膜組，以避免單段逆滲透膜組不適合高濃縮倍數操作之限制，可以得到約 60% 以上的產水率。

另一大原則為製程用水的節約，首要在製程設備的良好排水分流。電子業整體用水回收的輔導重點說明如下：

- (1) 製程中節水及回收：電子業之清洗水節水與回收，透過最具挑戰性的一環，須得在不影響產品品質前提作製程節水與回收。
- (2) 清洗水回收再利用；一般清洗水導電度若小於 $80 \mu\text{s}/\text{cm}$ ，即具回收潛力，經活性碳、微濾、逆滲透後可回收 70 ~ 80% 水量作為較低純度要求之水洗水，或者再經離子交換系統回收為製程純水。前述微濾及逆滲透之濃縮液導電度可能高達 $2,000 \sim 3,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ ，需經處理後排放，或進一步以奈米級膜 (NF) 過濾消毒後作為冷卻水塔補充水，至於冷卻水塔的溢流排放水則可以作為洗滌塔或廁所的用水。
- (3) 中、低濃度清洗水回收：分流後的中、低濃度清洗水可以以活性碳加離子交換系統回收為一般用純水。

(4)放流水回收：某些電子廠的廢水處理廠的放流水水質除導電度比自來水高外，其他各項水質都優於自來水，若其導電度亦在處理成本可接受範圍內，則可經奈米級膜後進離子交換樹脂系統，作為純水系統的補充水。本計畫即配合 NF 及 RO 模廠設備之實際測試，模廠測試實際產水水質及進水條件如下：

A.一般進水水質的要求，放流水 COD 以 130 mg/L 以下；導電度在 1,000 μ s/cm 以下及 SS 在法規標準 30 mg/L 以下之操作條件可以使模管有較長的使用期限。

B.經 NF 膜後，回收水 COD 幾乎都在 50 mg/L 以下，電導度則是在 250 μ s/cm 以下，而 SS 幾乎為 N.D.，即可符合放流水回用要求。

C.經 RO 膜後，回收水 COD 幾乎都為 ND，電導度則是在 10~20 μ s/cm 左右，而 SS 幾乎為 N.D.，即可符合放流水回用要求。

電子業的節水及水回收若能在製程中進行，將可以節省龐大的純水或超純水的造水成本，因此，在產品品質及節水之間應努力發掘節水潛能點，在維護產品品質下適當地節水及回收。冷凝水及低濃度清洗水的回收雖容易，但水量常不及全廠的 0.1~10%；相反地放流水回收雖量大，但也常是不經濟的。因此，應在整體經濟成本考量下，分流、分各單元回收、循環使用。

2.電鍍業

電鍍業是一項結合傳統與高科技技術之產業，不僅提升國家人民生活品質，更是國家重要的基礎產業。因此，在輔導電

鍍業提昇用水效率管理過程中，應導入用水合理化觀念，並協助產業建立產品單位用水量的指標，同時參考產值或其他重複利用指標來進行比較，理應得到更客觀公允的用水效率考評，以下就輔導重點來加以闡述。

(1)製程改善

由於電鍍業中，改善製程單元的控制條件、作業方式以減量與重複回收再利用，為用水效能提升的第一要務。

A.降低清洗用水置換率（用水減量、水洗流程改善）

改變清洗（槽）換水方式為逆洗法（後段清洗槽中之清洗水補回前段清洗槽），即浸洗物件移動的方向和清洗水流動方向相反，進流水(清水)僅補注最後一座清洗槽，再經由溢流或導引管接到前面的清洗槽，此舉將可減少 50%以上的用水。

另常見清洗新水（補水）未能夠完全與槽水（原有水）混合的情形，意即污染物存在濃度分佈不均，清水雖持續的補注但無法達到充分洗淨的目的。可運用攪拌設備，提升清洗槽之混和與清洗效果，將能有效降低清洗用水。

B.降低電鍍液補水率（流程改善）

增設槽間之滴板及加裝帶出液槽，讓帶出液減量、回收之後，可有效減少後面清洗（槽）的補水量，又能減少藥劑開銷。

C.供水定率控制

各進水管路採用自動流量平衡閥、流量計，以準確控制補注水量；或為避免因壓力過高造成過度供水，可設置

壓力補償裝置，確保供水條件在一定的壓力範圍以維持恆定流率。

(2)製程用水分流回收

部份製程/單元中的用水，往往因未做妥排放水的分類分流，而使得高、低濃度廢水混和，導致回收再用需耗錢費事去處理。其實僅受程序輕微影響、可作為一般污水排放者，往往在經過簡易處理如除油、砂濾，即可回收，回到製程再用或供應其他次級用途的用水點使用。若水質變化起伏大，可配合水質監測儀的安裝，偵測並作適當處置。也可視需要將回收之排水進一步處理，提高回收水等級以供重複再利用。

(3)用水管理

A.水質水量監控

建議廠方針對各重要用水點（例如各區及各重要用水設備）裝設水錶，定期紀錄用水量，以供建立用水監控管理機制，隨時掌握全廠用水量與用水水質，並朝向每月甚或每日可製作全廠實際用水之水平衡圖。當異常大量用水發生時可及時發現異常狀況（此機制包括人員用水疏失、槽管洩漏、採水過量），檢討用水之合理性，若有用水不合理之情形，可採取補正措施，達到節約用水之目的，同時防杜用水異常造成工廠水費增加。

B.供水條件最適化

對於廠內非製程用水之水壓若屬高壓範圍，例如 10 kg/cm^2 以上，應予以調整降低供水壓力至 6 kg/cm^2 以下，如此可節省大量用水量。

C.供/排水分類分流

工廠在用水方面可分為「高級水」、「一般水」及「次級水」，其中高級用水為軟水、純水及超純水；一般用水為自來水；次級用水在工廠中有洗地、澆花、廢氣洗滌塔、泵浦之軸封水（Pump Sealing Water）等用途。

排水方面可分為「可再利用水」及「不可回收水」兩大類，廠方可回收之水甚多，包括蒸汽鍋爐之排放水（Boiler B/D 水）、蒸汽卻水器（Steam Trap）排水、冷卻水塔之排放水（C/T B/D 水）、RO 逆滲透排水、機械轉動設備之冷卻水、砂濾槽之逆洗水，甚至廢水處理場之排放水等。

建議廠方排水應予監測、分流，將可再利用水設置專管回收，依回收水之等級予以回收再利用，由此可節省大量之自來水耗用量。

3.染整業

紡織工業中染整為紡織產業中上承人纖、紡紗、織布業，下接成衣服飾品業中最重要的一環，目前染整產業仍以接單代工生產，工廠產品依客戶訂單、季節變化及市場流行等需要組合各種不同製程單元以配合客戶訂單，輔導對象以生產製程類型來區分，大致分為梭織布、針織布及筒紗染整為原則。我國染整業大部分仍屬中小企業為主，用水狀況參差不齊，不同生產製程基本用水情形分述如下：

(1) 梭織布

長纖維梭織布為國內染整廠主要產品，其中聚酯纖維及耐隆纖維更為市場上主要產品項目。以目前國內梭織布

染整生產工廠其單位產品用水量由 44 至 231 噸，先進國家單位產品用水量約 38 至 288 噸，用水量與國外相當。

水浴比為染色機啟動時之基本用水量，為維持染色之穩定性，一般水浴比維持 1:8~1:10，即每公斤布重之染色作業用水量為布重之 8 倍到 10 倍。每生產一批次產品需用水批次約 4 至 7 次不等。

(2) 針織布

針織布染整加工過程與梭織布大致相同，惟針織布不需上漿、退漿，加工過程僅需精練、漂白工程，大部分針織布染整加工均採批次式精練、漂白，即所有加工過程均在染色機中完成。一般水浴比約 1:8~1:10，每生產一批次產品需用水批次約 5 至 7 次不等。

(3) 筒紗染色

筒紗染色為紗線繞在特製之彈簧管而成筒子型，再將此筒紗裝載在穿孔之筒紗架上，進行染色作業，一般水浴比約 1:5 至 1:12，每生產一批次產品需用水批次約 5~9 次不等。

由於染色整理加工製程在水相中進行，因此用水量多寡與所採用之染色機水浴比與水洗方式不同，為用水量差異之主要原因，以下就輔導重點說明如下。

(1) 水洗方式

染整加工過程中，除退漿、精練、漂白、染色階段外，每個階段還都包含許多道水洗工程，因此主要輔導重點在水洗方式與時間的控制為主要改善方式。溢流水時間減少

約 1/3 ~ 1/4 或改為間歇式水洗或批次式，可節省用水約 30% ~ 40% 左右。

(2) 冷凝水、冷卻水回收

染色機、乾燥機的冷凝水、冷卻水，可用於染色和精練，將封閉系統回收冷凝水直接應用於鍋爐使用其效果最好。

(3) 廢水回收再利用

廢水回收於製程使用，仍需經過高級處理，本計畫即配合電凝模廠設備之實際測試，模廠測試實際產水水質：

A. 在加酸操作條件下，放流水 pH 值 6.8 ~ 7 略為偏酸，若電凝後放流水 pH 值略為提升，但亦能穩定符合 pH 值 7 ~ 8 之要求。

B. 回收水 COD 幾乎已符合工業區污水廠進場標準，測得最高值約 350 ppm，惟要達放流水回用標準尚有段距離。

C. 放流水導電度皆在 1,000 μ S/cm 以下，若再經 NF 及 RO 應可有效降低至符合要求。

(四) 輔導成果

本團隊在經過內部工作討論後，擬定之輔導成果報告撰寫內容規劃如表 5-1-1 所示。

表 5-1-1 輔導成果報告內容規劃

輔導成果報告架構與項目	說 明
一、工廠基本資料	
1-1 工廠簡介	介紹行業別、員工人數、主要原料、平均月用量、主要產品、平均月產量、平均月產值
1-2 工廠製程說明	介紹主要產品之製造流程，並進行單元說明
二、現場訪談	
2-1 廠內用水方式說明	介紹水源、取水量全年自來水費、污水量及水平衡圖(日用水量)
2-2 廠內用水管理情形	介紹各用途用水量及回收率
2-3 廠內用水問題探討	介紹目前廢水水質狀況，與廠內負責節水的權責單位及廠內用水問題
2-4 水質檢測報告	介紹該廠目前某特定製程或廢水水質之檢測報告，檢測數據由廠方提供或現場採樣檢驗，以作為後續用水回收或循環利用之重要指標。
三、用水效率提升輔導重點及方案	由現場訪談記錄歸納輔導重點，並研提可行之技術提升方案
四、改善方案測試及評估	若該廠有適合進行工業用水回收之改善點，必要時將以模廠實驗方式進行改善方案之測試，並針對其可行性進行評估
五、後續追蹤輔導	彙整受輔導工廠之改善成效

由於經濟部水利署調整水價之政策勢在必行，因此目前每噸廢水回收再利用處理成本約 15~30 元已逐漸具有經濟競爭性，若能配合獎勵措施的補助誘因，將可鼓勵廠商進行廢水回收再利用的技術投資。而至於製程用水回收則因牽涉問題層面較廣，因此對於廠商的改善建議多需於訪廠輔導製程過程中再予以提出，當然未來於執行時，仍須製程人員詳細評估及測試後，再確定細節部分。

以下乃將三個行業之輔導成果報告作一歸納式說明，而各行業之輔導成果報告則詳如執行成果報告之附件一。本年度針對三個行業共六家中小企業進行節水輔導後，輔導前後所節省之水量成本及回收率之改善成果如表 5-1-2 及表 5-1-3 所示：

表 5-1-2 輔導成果預估節水量

行業別	工廠編號	輔導前用水量(CMD)	輔導後預估用水量(CMD)	預估節省水量(CMD)	改善方案成本(萬元)	回收年限
電子業	工廠-A	250	40	100	200	5
	工廠-B	30	6	24	25	5
電鍍業	工廠-C	250	200	50	註	-
	工廠-D	45	35	10	註	-
染整業	工廠-E	1500	500	1000	800	2
	工廠-F	1350	450	900	300	3
合計		3425	1231	2084		

註：受輔導之電鍍廠商僅建議其做相關高低濃度廢水分流及減少鍍槽廢水排放次數。

表 5-1-3 輔導前後回收率比較

行業別	工廠編號	輔導前回收率		輔導後(潛式)回收率	
		R1	R2	R1	R2
電子業	工廠-A	44%	44%	84%	84%
	工廠-B	0%	0%	80%	80%
電鍍業	工廠-C	0%	0%	20%	20%
	工廠-D	0%	0%	22.2%	22.2%
染整業	工廠-E	33.3%	9.1%	66.7%	54.5%
	工廠-F	33.3%	10%	66.7%	55%

註：輔導 R₁ 及 R₂

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right)$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right)$$

本年度所輔導的六家廠商中，以染整廠的用水量較大，相對的節水空間也高於其他兩個行業，各行業之初步成果分敘如下：

1. 電子業

本次輔導之電子業者 A、B 廠以家庭型之 PCB 生產為主，用水量均不大，由於在製程上之反沖洗部分新購之機台已加入此一部份，因此在使用水的程序均已相當精簡；廢水回收再利用則成為一個討論重點，因該中小企業工廠生產產品之精度不高，且 PCB 上銅線間距 $>0.5\text{mm}$ ，因此在沖洗水上之要求並不會太嚴格，一般僅考慮降低導電度至與自來水質相近且粒徑顆粒 $<0.5\text{mm}$ 即可，在回收技術方案之選擇上則可以 NF 或 UF 作為考慮對象，RO 是否配合使用則端視最終清洗水質的要求及經濟效益評估而定。

2. 電鍍業

本次所輔導之兩家電鍍廠分別為 C 廠(鍍鋅)及 D 廠(鍍鋁)，C 廠廢水處理均能符合放流水標準，目前遭逢地下水重金屬離子過高，井水純化不易之困境，本團隊在現場了解後，除建議該廠井水曝氣設施作改善外，經檢驗後其前段製程之鹼洗水水質水質狀況並不差，因此建議該水可以回收再用，以減少地下水之抽取及提升用水效率。D 廠目前用水量並不高，且所有廢水均排放至大園電鍍專區之聯合水處理公司處理，每噸廢水處理單價約 70 元左右，本團隊除建議鍍槽減少排放次數外，並建議其高濃度鋁廢液分流收集，交由專業廠商回收可減少廢水處理成本。

另本團隊並親自拜訪大園聯合水處理公司，該場廢水集中處理量達 3,000 噸/日。由於專區聯合污水處理廠放流水具有水質與水量穩定的特點，未來可朝聯合污水處理廠進行廢水回收再利用模廠設置與試驗，據以評估工業區廢水回收再利用之可行性。

3. 染整業

以本次輔導廠商 E 廠而言，由於其位於工業區內，須繳納放流水納管費用，每月約支付 50~60 萬元之納管處理費，目前經初步改善使廢水經前處理後 COD 大幅降低，現每月支付之納管處理費降至 20 萬元以下；為減少廢水排放量，進一步由本團隊提出回收再利用方案，可作為未來改善之依據。而 F 廠商其並未位於工業區內，廢水經由廠內處理後自行排放，目前排放水質均符合國家放流水標準，每月廢水處理操作維護成本約在 25 萬元上下，由於該廠產品主要係外銷至日本，對於製程用水回收擔心影響產品品質，因此對製程用水回收觀念仍待該公司進行相關研究測試及本團隊持續努力。

5-2 成效推廣與技術擴散成果

一、工業廢水回收座談會

本計畫已於 8 月中旬辦理乙次針對中小企業用水為議題之「工業廢水回收座談會」，會議主要議題有：

- (1) 我國工業用水政策分析
- (2) 中小企業之工業用水現況
- (3) 中小企業工業廢水回收技術發展

(4) 中小企業用水合理化管理

(5) 中小企業用水回收獎勵措施等議題

本次座談邀請不同層級之專家學者來進行討論，與會者有工業局永續發展組黃孝信組長、經建會黃金山顧問(前水利署署長)、台灣水環境再生協會歐陽嶠暉理事長、台北科技大學環規所所長張添晉教授、生技中心徐毓蘭研究員、工研院能資所陳仁仲執秘、孟益企業王俊欽董事長及傑世公司張啟德董事長。

藉由此次會議的舉行，促使業者、學者及政府間的直接雙向交流溝通，透過座談會方式共同針對中小企業工業廢水回收等議題進行意見交流之討論，並於8月30日刊載於工商時報。

二、水科技展

此次「2004 水科技展」為經建會本年度「中小企業工業廢水回收輔導」之執行工作內容，藉由此活動的舉辦使產業界、學術界等各界能認識本計畫重點，並更加深入瞭解實施之方針與精神。

本工作團隊透過現場與業者交流意見，藉由平面海報、多媒體展示及六大行業技術手冊呈現及贈送，使更多人能瞭解政府對於中小企業用水方面之重視及相關政策配套措施，以期獲得更多響應。展覽會當日與會者相當踴躍，展覽會場當日參展情形整理如照片 5.2-1 至照片 5.2-4 所示：



三、「2004 工業用水效率提升暨中小企業用水回收成果發表」研討會

本年 11 月 25 日假國立高雄第一科技大學國際會議廳舉行「2004 工業用水效率提升暨中小企業用水回收成果發表」研討會係就經建會「中小企業廢水回收輔導計畫」本年度之執行工作成果與經濟部工業局共同舉行，會中邀請經建會黃金山顧問以「工業用水的發展沿革及今後的策略方針」為題，發表專題演講，會後並與現場與會來賓熱烈討論。此外，會中也就本計畫中小企業廢水回收輔導之成效進行發表，相關照片如下所示。藉由此活動的舉辦使產業界、學術界等各界能認識本計畫重點及國家未來之政策方向，並更加深入瞭解計畫推動實施之方針與精神。



照片 1：黃金山顧問專題演講



照片 2：黃金山顧問專題演講



照片 3：工業局林宏端科長致詞



照片 4：第一科大戴華山教授致詞



照片 5：現場與會盛況



照片 6：中小企業輔導成果說明

第六章 結論與建議

6-1 結論

- 一、任何目標水質以廢水再生回收再利用，在技術層面上均可達到回用水質標準，而受輔導廠商亦可接受不同技術層面的回收觀念與方式；但在實際執行層面上，中小企業廠商會真正想進行廢水回收的原因則建立在回收水質對產品良率之影響及經濟可行性。
- 二、因各產業之製程、配方及用藥上之差異，廢水中污染物差異性相當大，SS、COD、色度及導電度等均是影響回用水水質之因素，也影響著回收處理成本。因此，推動製程改善，評估製程用水之必要性，儘量減少製程用水，或加強循環使用；冷卻用水、鍋爐用水則透過簡單處理，加強廠內循環回收率；員工用水、其他用水這類非與人體接觸之用水，將儘量使用廠內回收水；廢水則依照污染性的不同，分流收集處理，降低廢水處理廠負荷，將可有效降低廢水回收處理成本，提升用水效率。
- 三、中小企業廠商於水價無法合理反映成本之前提下，對廢水回收執行作業保持觀望態度，主要係目前廢水回收處理成本約介於20~50元/噸（含操作、設備攤提），不符經濟效益，寧願每噸花800元去購買純水，作一時之因應策略；本計畫應持續推動節水方案投資成本回收之觀念，鼓勵廠商積極投入。
- 四、在低自來水價、無水權費、水污費及相關工業用水政策規範壓力下，廠商多無法感受到台灣水資源之珍貴與缺乏，因此，唯有政

府從制度面上著手，徹底檢討相關法令、規範及政策，才有管理工具要求廠商進行用水回收或效率提升等工作。

6-2 建議

一、工業用水效率提升之輔導

於本計畫輔導經驗中可以看出，受輔導之電子業、電鍍業及紡織染整業等中小企業之用水量雖遠小於一般大型企業，但仍具有回收空間，且某些廠商之投資意願與回收觀念相當正面，針對企業與環境永續的概念，中小企業是相當具有推動潛力的一群。

二、輔導成效推廣與技術擴散

1. 針對受輔導廠商所建議之技術或提供之方案，廠商多表認同且願意嘗試，對於某廠商所進行的系統最佳化操作測試廠商亦深表感謝，表示未來有機會將深入與本團隊進行廢水回收更進一步的研究。
2. 由於今年度之座談會成果顯著，能夠有產、官、學三方直接意見交流與表達，廠商多持肯定態度，特別是國際競爭環境激烈的時日，創造環保與經濟雙贏更凸顯其價值。因此建議相關單位未來持續舉辦相關活動，如技術研習會、系列講座等，並透過平面雜誌刊登以達宣導目的。

三、建立工業區內專業工廠用水供應體系

本次受輔導之某電鍍廠位於大園工業區之電鍍專區內，專區內自成一聯合廢水處理體系，因此該電鍍廠內並無廢水處理設施，所有廢水均納管集中處理（3,000 噸/日）。由於專區聯合污水處理廠之放流水具有水質與水量穩定的特點，因此建議可朝聯合

污水處理廠進行廢水回收再利用模廠設置與試驗，據以評估工業區廢水回收再利用之可行性，倘若可行則回收水可以提供專區內之電鍍廠商使用，除可提升工業用水回收再利用率外，亦建立一長期穩定供水系統。

四、加速研議提升相關工業用水管理制度

1. 一般工業用水最常應用到僅考慮單一指標或同時考慮多個指標之管理方式，不管管理方式為何前題都是提高用水的利用效率及效益。本計畫建議以「單位產品用水量」或「單位原料用水量」為原則，配合「冷卻水的回收率」、「鍋爐用水回收率」等，作為一綜合性指標，促使工業效率用水的管理指標能夠多項化，對管理作業較具包容性，由此計算出各業別之「合理用水量」。
2. 在現行工業用水規範中，從廢污水排放及工業用水水源使用費兩大方向規範，建立增加廢水回收再利用折扣費率之誘因機制設計，其中包括水污染排放費、污水系統使用費、自來水費及水權費，並參考國內外相關單位經驗，研訂工業節水相關獎勵措施，提供節水之誘因，鼓勵廠商自發性從事節水之工作，針對工廠投資改善用水效率研訂管理辦法或誘因機制以徹底解決工業用水瓶頸。

附錄：輔導報告（共計六家）

目 錄

頁次

一、工廠基本資料	1
二、現場訪談	1
2-1 廠內用水方式說明	2
2-2 廠內用水管理情形	4
2-3 廠內用水管理探討	5
2-4 水質檢測報告	5
三、用水效率提升輔導重點及方案	5
四、改善方案測試及評估	7
附錄(輔導照片).....	9

一、工廠基本資料

接受本團隊輔導之 A 公司位於桃園縣觀音工業區內，屬於中型之印刷電路板專業代工工廠。該公司通過 ISO9000 認證(通過)、美國 UL 檢驗合格，同時是政府認可的經濟部中小企業處示範觀摩廠。該公司目前擁有員工 51 人，主要以量產多層電路板(單層至十層)、薄板電路板(0.6mm 以下多層板)及鋁基板、微波板、厚銅電路板(2oz-4oz)為主。產量約七萬呎/月，由於製程多樣性，使用大量化學品，因此製程廢水、廢液污染特性隨產品層次提升而趨於複雜。

該工廠製程廢水來自生產過程中排出之低濃度清洗廢水及各類高濃度廢液，污染特性隨產品層次提升而趨於複雜，且與其製程使用材料有直接關係，主要有 pH、COD、銅離子(Cu^{2+})等污染物。

A 廠商目前綜合廢水主要污染成分為 COD，其中顯影、剝膜廢液是造成工廠 COD 污染的主要來源。廠內用水來源有二，主要以自來水為主，地下水為輔。該廠商因位於觀音工業區內，所以廠內廢水可以經前處理後，部分排放至工業區內聯合污水廠處理，部分回收於廠區內作沖洗物件使用。由於該廠商表示不再抽取地下水，因此，希望可以提高廢水回收量，以減少自來水購買及廢水處理之成本。

表一、工廠簡介表

行 業 別	電機電子機械器材業
員 工 人 數	51
全 年 開 工 數	280
主 要 原 料	玻璃纖維布、銅箔基板、環氧樹脂
主 要 產 品	雙層板、多成層板
平 均 月 產 量	70000 呎 ² /月

二、現場訪談

第一次現場輔導由本團隊公司主管、顧問與執行工程師群至現場拜訪該廠環安課長，說明本輔導計畫之緣由及目的，委請環安課長協助填寫用水基線調查表並提供相關製程資訊。過程中同時了解廠商目前之用水狀況、污水處理設備及目前操作情形。廠商用水來源大部分來自於自來水，少部分抽取地下水，使用量約為 250 噸/日，廢水於廠內經傳統化學混凝二級處理後，50%排放至工業區作處理，50%則經泵抽至工廠三樓經活性碳過濾後再貯存於蓄水池中，以作為物件前段水洗之用。本次訪廠，本團隊

為掌握該廠水質狀況，除分別採集污水廠放流及三樓經過濾塔未進製程前之水樣外，亦分別作水質分析。

第二次現場輔導則由本團隊顧問、執行工程師群至現場輔導，並由環安課長帶領進入生產線，進一步瞭解該廠之生產製程，該廠蝕刻銅製程係屬鹼性製程，由於該廠係屬中小企業，廠房空間有限，所以廠內廢水是利利用重力流方式統一收集，最後匯流至一樓廠房之污水處理處做處理。

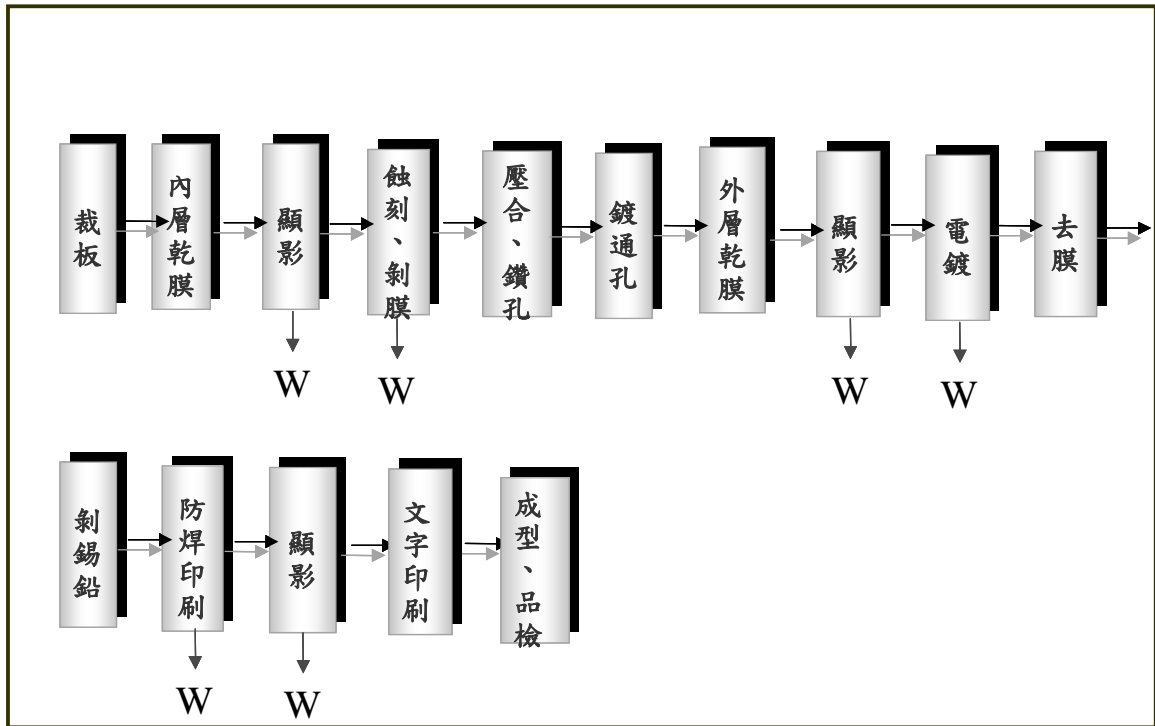
第三次及第四次在本團隊輔導，並提出廢水改善建議方案後，再次由本團隊執行工程師群至現場採集水樣做模廠試驗。

2-1 廠內用水方式說明

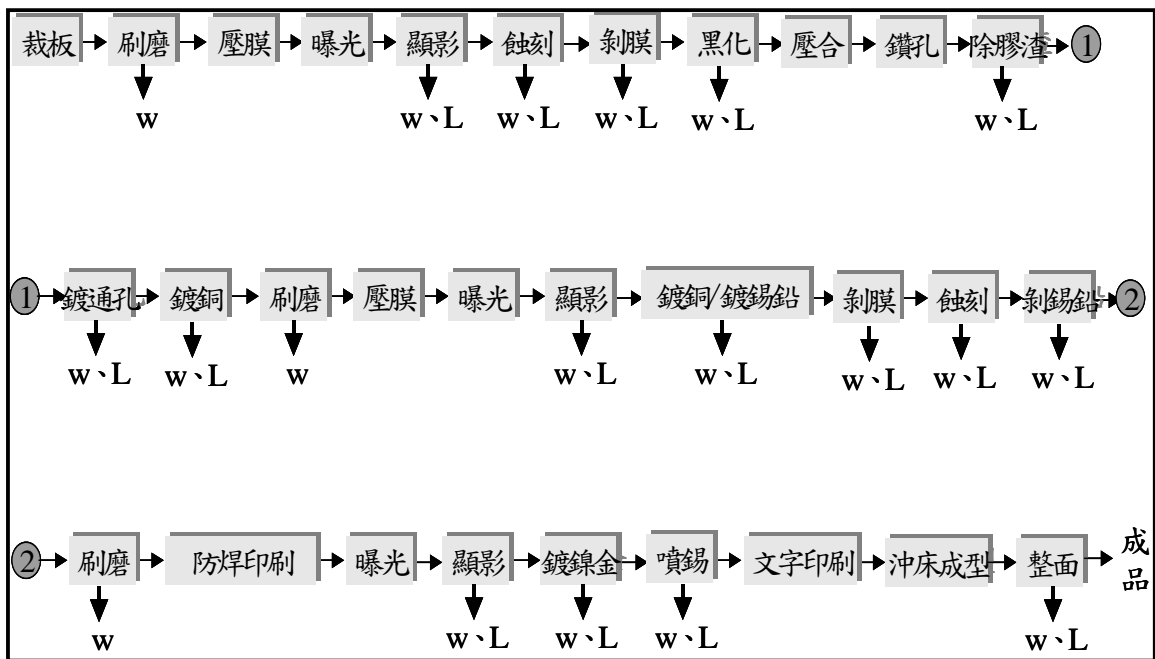
該廠每日用水約 260 噸左右，製程用水佔最大宗，至於製程中會排放廢水之操作單元，可由圖一及圖二的簡易方塊流程圖顯示。

在製造過程中，完成鍍通孔、乾膜顯影後，即進行全板鍍銅法，亦即直接以電鍍方式將通孔及板面裸露的銅，全部電鍍至所需規格厚後，進行正片蝕刻阻劑轉移，再經曝光、顯影、蝕刻，雙層板加工時耐蝕刻乾膜阻劑會保護欲形成線路及通孔的銅面，僅溶蝕未受光阻劑保護的銅面，最後去除光阻劑而製成 PCB 成品。

該廠主要之污染源包括一般清洗廢水及廢棄槽液，前者屬連續性排水，廢水量大，污染濃度較低；後者屬定期排放水，量小但污染濃度高。主要污染物有銅離子及有機物。



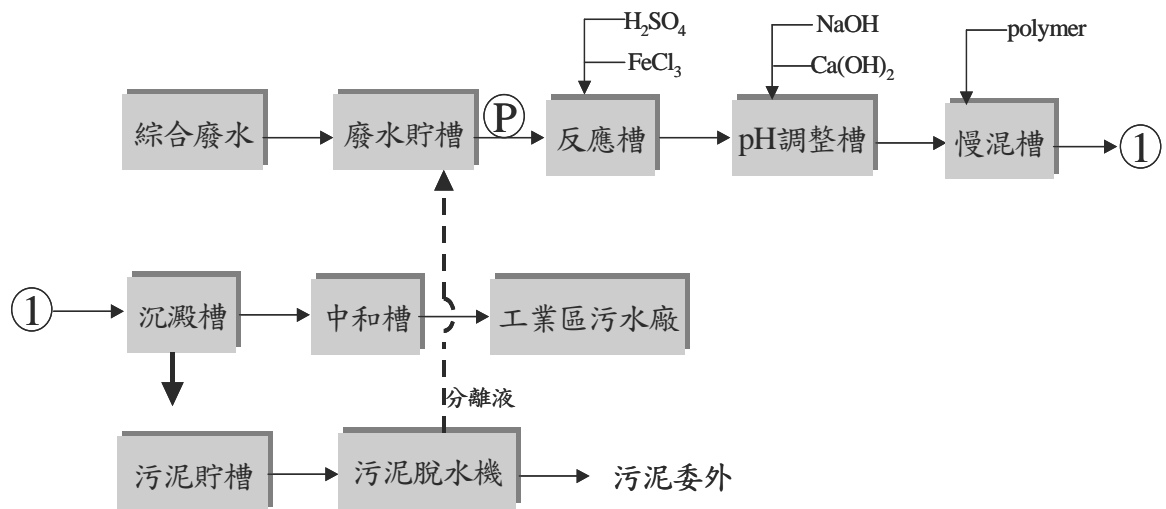
圖一、雙層電路板製造流程及廢水產生源



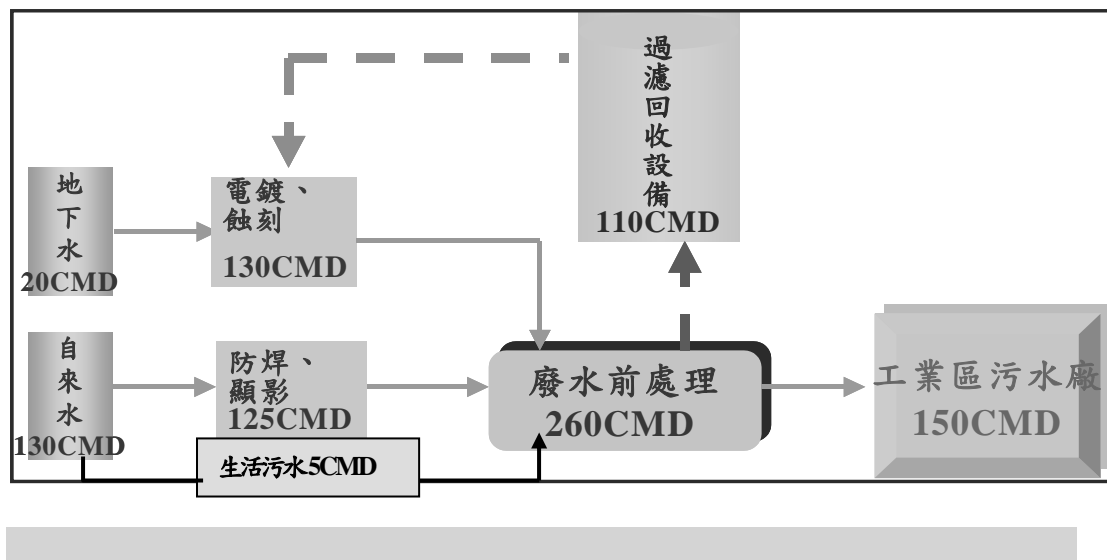
圖二、多層電路板製造流程及廢水產生源

2-2 廠內用水管理情形

經過本團隊至現場觀察後發現廠內製程用水於顯影、蝕刻、剝膜、電鍍、防焊印刷等步驟中用水量最大，大約佔整廠用水量的九成以上，廠內廢水處理採化學混凝沉澱法處理（圖三），其處理後之放流水質可符合觀音工業區污水處理廠之進場限值標準。目前廠內用水雖有回收（圖四），但廠商仍希望提升回收率擴大回收水使用範圍，廠內廢液及廢水處理流程如下所示：



圖三、該廠污水處理流程圖



圖四、受輔導廠商用水平衡圖

2-3 廠內用水管理探討

經由本團隊現場輔導訪查後發現該廠之用水有以下問題：

1. 各清洗機台未加裝流量計。
2. 水洗槽用水效率待提升。
3. 放流水回收再利用之可行性需確認。

2-4 水質檢測報告

表二、水質檢測表

檢測項目	水溫 (°C)	pH	電導度 (μ s/cm)	COD (mg/L)	色度 (註 3)	油脂 (mg/L)	Silica (SiO ₂) (ppm)
數值 (註 1)	26	6.9	3310	102	-	<5	2.0
數值 (註 2)	23	6.9	1179	92	-	<5	1.9

註 1 取水點為工廠污水廠前之放流口。

註 2 取水點為工廠三樓經活性碳塔吸附之蓄水池水。

註 3 樣品色度不高，符合 550 排放標準故未進行檢測。

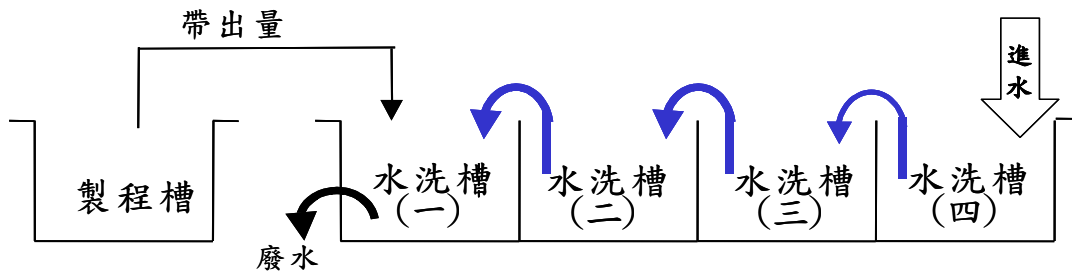
三、用水效率提升輔導重點及方案

1. 各清洗機台用水計量問題：

建議加裝流量計，在確保產品清潔度下，確實要求現場操作人員用水勿過量，並定時稽核用水量。

2. 水洗槽用水效率提升問題：

- (1) 該廠在物件電鍍時仍以人工吊件的方式作處理，物件吊起停留時間約 2~3 秒，建議確認浸洗停留時間是否足夠，儘可能減少將前槽洗液帶入後槽，以減輕後段清洗之用水被污染，進而減少用水量。
- (2) 評估回用中和酸、鹼潤洗排放液產生的反應性水洗液。將中和過、未經任何處理之清洗水，直接利用各槽間坡降溢流之方式再用，達到水洗水重複利用之目的。
- (3) 可採用多段逆流水洗方式，此方式之水洗槽數愈多水洗水使用量愈省，即純水由後端水洗槽進入，水洗水依次往前流入前槽，清洗後水洗水由第一槽流出（如圖五所示），若於第一水洗槽裝設電導度計，並設定此水洗水電導度值，則極易控制進水量，進出避免用水過量。



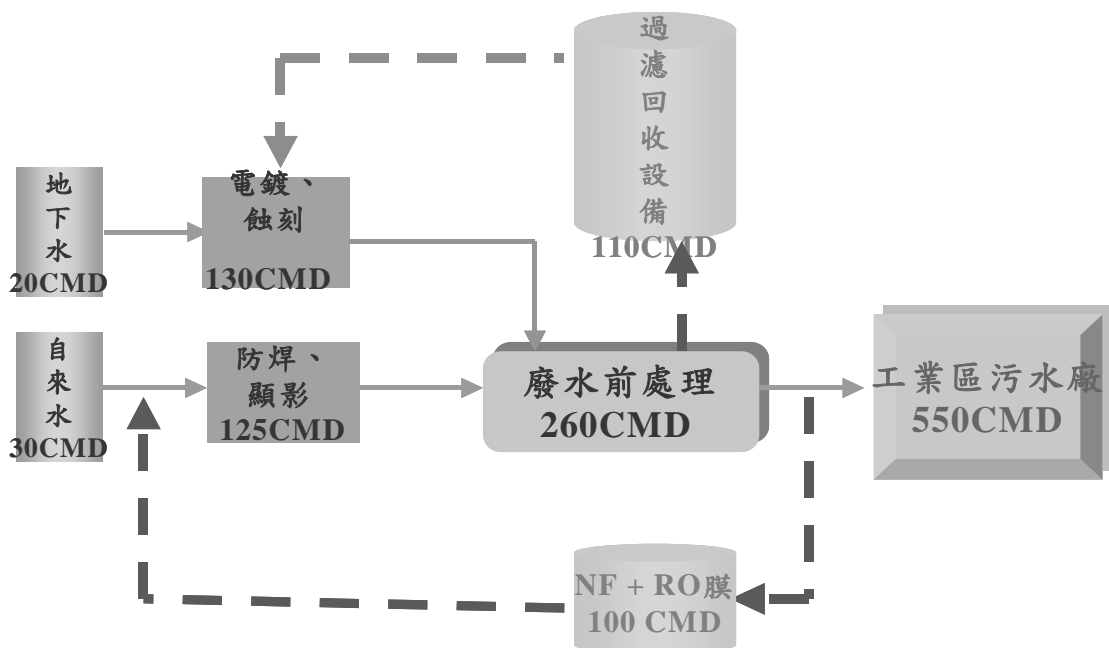
圖五、多段逆洗示意圖

3. 放流水回收再利用之可行性問題：

本團隊特別與生技中心進行合作進行 NF 膜及 RO 膜之模廠試驗，相關測試及評估見下節「改善方案測試及評估」說明。目前廠商已回用 110 噸/日放流水，作為前段清洗水使用，惟廠商希望可以擴大回收水量及使用範圍，廠商並希望處理回收水使其水質與自來水水質相近。

本團隊認為此問題在技術可行，惟實際誘因應建立在設備投資是否可以被廠商接受，以及具有經濟效益之前提上。為粗略評估上述的構想，本團隊特別與生技中心進行合作，進行 NF 膜及 RO 膜處理、回收廢水之模廠試驗，相關測試及評估結果見下節「改善方案測試及評估」說明。

4. 預估輔導後整體用水平衡如下圖所示：



圖六、改善後用水平衡圖

5. 輔導前後回收率（ R_1 及 R_2 ）之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 44\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 44\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

(b) 輔導後 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 84\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 84\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

四、改善方案測試及評估

1. 方案測試

本輔導團隊分別於 9 月 30 日及 10 月 14 日，自廠內污水處理場取回 200 公升處理後之廢水，進行兩次 NF 及 RO 薄膜處理之模廠試驗（詳見附錄照片），希望經由兩次實驗所獲得之水質來評估廢水回收之可行性。

兩次實驗數據：

表三、受輔導廠商水質分析數據

930930

分析項目	pH	COD(T) (mg/L)	油脂 (mg/L)	色度	電導度 ($\mu\text{s/cm}$)
採樣點					
放流水	6.98	92	9.5	17	3900
回收水（經 NF 膜）	7.25	24	2.4	13	700
濃縮液（經 NF 膜）	7.44	188	-	129	3500

表四、受輔導廠商水質分析數據

931014

分析項目 採樣點	pH	COD(T) (mg/L)	油脂 (mg/L)	色度	電導度 ($\mu\text{s/cm}$)
放流水	7.76	102	8.4	-	1179
回收水(經 NF 膜)	7.43	30	2.1	-	253
濃縮液(經 NF 膜)	7.87	190	-	-	1523
放流水	7.76	102		-	1179
回收水(經 RO 膜)	7.63	15		-	41
濃縮液(經 RO 膜)	7.92	113	-	-	1199
備註: 1.因 RO 為新膜管, 含原膜管保存液致 COD 增加。 2.樣品色度不高, 符合 550 排放標準故未進行檢測。					

2. 設備成本估算

以金路電子每天水量 250 CMD，採用砂濾+UF 系統+RO 系統回收估算初設費用約 700 ~ 800 萬新台幣。其運轉成本約 25 ~ 30 元/噸，其中 UF 膜及 RO 膜預定每 2 年更換乙次，砂濾每年更換乙次。建議若 COD 控制在 50ppm 以下時，運轉成本應可小於 25 元/噸。

3. 結果評估：

- (1) 經由兩次實驗數據可知，NF 膜對樣品廢水 COD 的去除率約在 73% 左右，至於透過液的導電度則與樣品廢水的導電度有密切的關聯性，欲得與自來水相似導電度的透過液，必須嚴格控制待回收廢水的導電度值於適當範圍。
- (2) 至於 RO 膜對樣品廢水 COD 之去除率約在 85% 左右，對導電度之去除率更高達 93%，顯示出廢水中絕大部分的離子會被 RO 膜所分離，此次試驗證明，樣品廢水經 RO 膜過濾，回收得到的透過液水質較自來水為佳，應可符合廠商之需求。
- (3) 由於操作成本約 25 ~ 30 元/噸，雖高於目前自來水費，但是若加上排放至工業區污水處理廠之污水費數十萬相比而言仍具競爭力，而且符合廠商不抽取地下水之規劃，未來倘若水價上漲則廠生之投資更具效益且朝向經濟與環保雙贏之目標努力。

附錄



照片 1、顧問團現場輔導



照片 2、放流水樣採集



照片 3、模廠試驗



照片 4、NF 模廠

目 錄

	頁次
一、工廠基本資料.....	1
二、現場訪談.....	1
2-1 廠內用水方式說明.....	2
2-2 廠內用水管理情形.....	3
2-3 廠內用水管理探討.....	3
2-4 水質檢測報告.....	3
三、用水效率提升輔導重點及方案.....	4
四、改善方案測試及評估.....	7
五、後續追蹤輔導.....	8
附錄(輔導照片).....	9

一、工廠基本資料

接受本團隊輔導之中小企業廠商位於台北縣三重市並未位於工業區內，似屬家庭式之專業代工印刷電路板工廠。該公司目前擁有員工 20 多人，主要是代工生產測試用之單層板、雙層板及多層 PC 板為主。產量約五千呎/月。由於製程多樣性，且使用大量化學品，因此製程廢水、廢液污染特性隨產品層次提升而趨於複雜。

印刷電路板製程廢水來自生產過程中排出之低濃度清洗廢水及各類高濃度廢液，污染特性隨產品層次提升而趨於複雜，與其製程使用材料有直接關係者，主要有 pH、COD、銅離子(Cu^{2+})等污染物。

接受本團隊輔導之廠商目前綜合廢水污染成分以 COD 為主，其中顯影、剝膜廢液所造成的 COD 為工廠 COD 污染的主要來源。該廠為有效處理 COD 污染問題於兩年前投資廢水電凝處理設備，目前雖已放流水排放標準，惟該廠負責人希望電凝廢水可以回收，因此接受本輔導團隊之輔導。

表一、工廠簡介表

行業別	電機電子機械器材業
員工人數	23
全年開工數	300
主要原料	銅箔基板、環氧樹脂
主要產品	雙層板、多成層板
平均月產量	5000 呎 ² /月

二、現場訪談

本輔導團隊總共拜訪該廠四次，兩次至現場輔導，兩次則由專案工程師至現場採集水樣做模廠試驗。

第一次現場輔導由本團隊安排顧問及本團隊工程師等多名工作人員，至現場拜訪該廠廠長，說明本輔導計畫之緣由及目的，並委請廠商協助填寫用水基線調查表。訪談過程中，並了解廠商目前之用水狀況及污水處理設備目前操作情形。廠商所有水源均為自來水，使用量約為 30 噸/日，廢水經電凝設備處理、過濾，再經活性碳吸附後排放，為使產品品質達一定水準廠商每月亦向外購買兩噸純水（800 元/噸）作為最後一道沖洗程序之用。

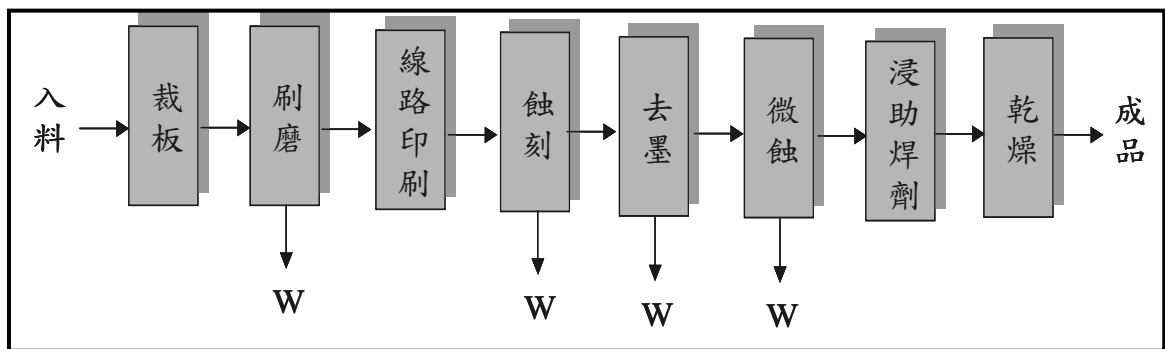
第二次現場輔導人員包括本團隊顧問、相關工程師等三人至現場輔導，在廠長同意下進入生產線觀看該廠之生產製程，由於該廠似屬家庭式專業代工工廠，有空間上的限制，一、三、四樓為不同機台放置處，二樓

則為辦公室。裁板等工作在一樓進行；顯影、蝕刻、上漆印刷及品檢工作在三樓進行，電鍍的工作則在四樓進行，廠內廢水利用重力流方式統一收集至一樓廠房右方之電凝污水處理設備做處理。

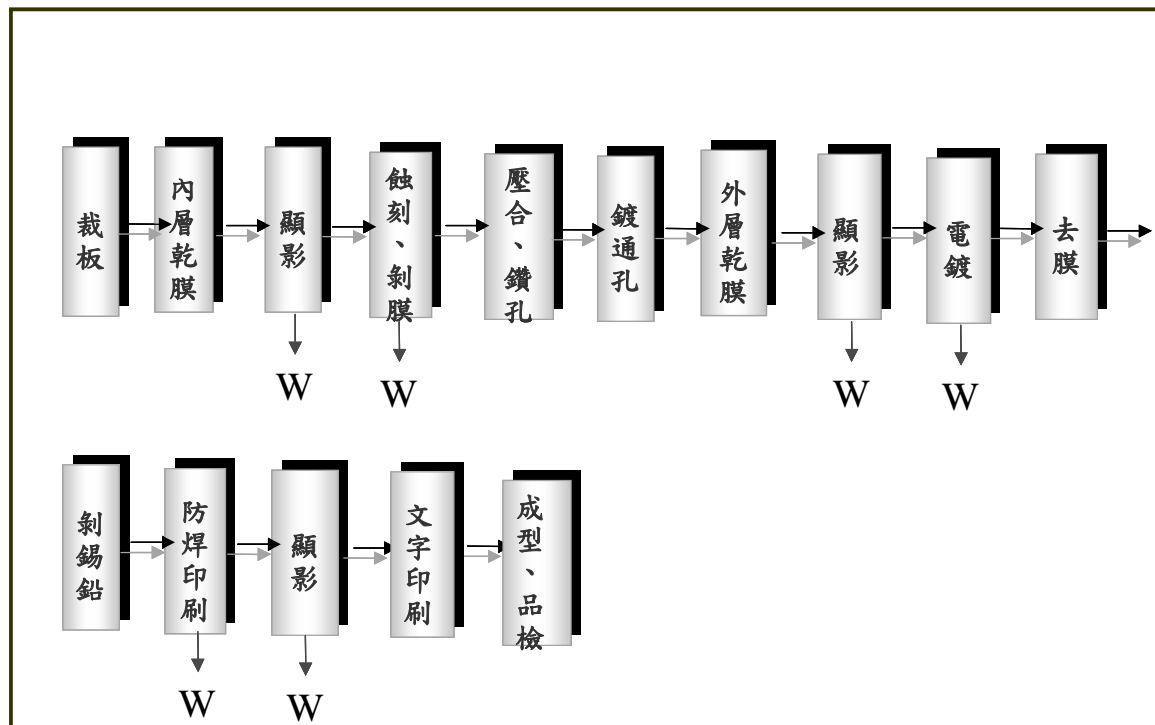
第三次及第四次本團隊至廠輔導時，與提廢水改善建議方案後，同時，並由本團隊工程師至現場採集水樣做水質分析、檢測，作為模廠試驗參考。

2-1 廠內用水方式說明

該廠每日用水約 30 噸左右，全年用水量約 9000 噸，製程用水佔最大宗，產品的簡單方塊製造流程圖如由以下製程圖一及圖二所示，由圖中可看出該廠廢水之產出處。



圖一、單層電路板製造流程

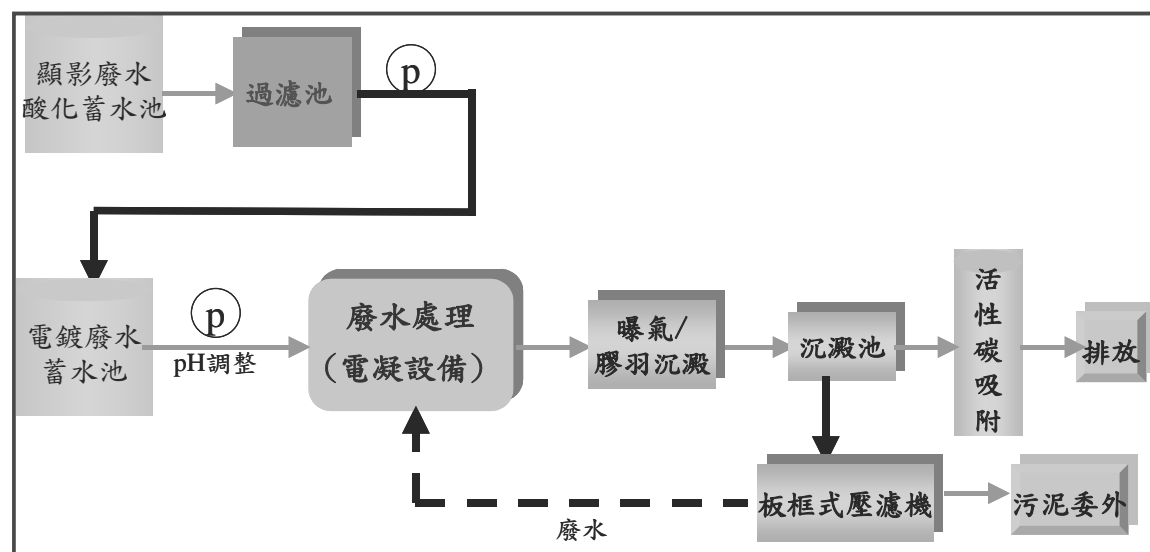


圖二、雙層電路板製造流程

2-2 廠內用水管理情形

經過本團隊至現場觀察後發現廠內製程用水於顯影、蝕刻、剝膜、電鍍、防焊印刷等步驟中用水量最大，大約佔整廠用水量的九成五以上，目前廠內用水量僅能以自來水費帳單估算出用水量，顯示出廠內用水管理仍有相當進步空間。

廠內製程排放之廢水匯流後，先經電凝設備凝聚、膠羽、沉澱與過濾處理後，再經活性炭吸附然後排放，放流水均符合環保署規定之放流水標準，廠內廢液及廢水處理流程如下圖三所示：



圖三、受輔導廠商廢水處理流程圖

2-3 廠內用水管理探討

經由本團隊現場輔導訪查後發現該廠之用水有以下問題：

1. 純水水質、需求仰賴外界（該廠有向外購買純水之需求：2 噸/月），
2. 各清洗機台用水狀況無法掌控（各清洗機台未加裝流量計），水洗槽效率用水提升問題，
3. （電凝）處理後之放流水具回收再利用之可行性問題。

2-4 水質檢測報告

表二、水質檢測表

檢測項目	水溫	pH	電導度	COD	色度	油脂	Silica (SiO ₂)	鹼度 (as CaCO ₃)	硬度 (as CaCO ₃)
數值	28°C	7.6	2950 μs/cm	298 mg/L	-	27.4 mg/L	17.4 ppm	16.1 mg/L	270 mg/L

三、用水效率提升輔導重點及方案

1. 純水問題：

建議購買家庭式之純水製造機，以掌控純水水質及需求，經本輔導團隊了解該廠之純水用量及方式後，協助提供有關純水製造裝置相關資訊，並針對本案之成本效益做以下分析（表三）：

表三、純水製作成本分析

1. 耗材：645 元/月

5 μ m*10"濾心	60 元/支	*1 支/月	60 元/月
1 μ m 濾心	60 元/支	*1 支/月	60 元/月
活性碳*10"濾心	400 元/支	*1 支/月	400 元/月
RO 膜濾材費	3000 元/支	*1 支/兩年	125 元/月

2. 電費：約 32 元/月

每小時耗電功率：110V*0.4amp/hr=44 (w)
每天操作 10 小時，每月連續操作 30 天
=44*10*30=13200 (w) =13.2 (kw) =13.2 度
每月電價 2.3996*13.2=31.67 元/月

3. 水費：92 元/月

設備產水量：每 8 噸自來水可產生 2 噸純水(及濃縮液 6 噸)
自來水費 11.5 元/噸*8 噸=92 元

總成本 1.耗材+2.電費+3.水費=645+32+92=769 元/月

每月可省下費用為 1600-769=831 元

設備費用攤提 12500/831=15 月

◆若回用製造(生產)純水(之經過濾之自來水)產生的 6 噸濃縮液於 wet scrubber 製程，或其他製程使用的話，每月的水費可再節省 69 元

全成本則為 645+32+23=700 元/月

每月可省下費用為 1600-700=900 元

設備費用攤提 12500/900=13.8 月

2. 各清洗機台用水計量問題：

建議加裝流量計，並確實要求操作人員清洗操作用水應適度、勿過量(用水減量)。

3. 水洗槽用水效率提升問題：

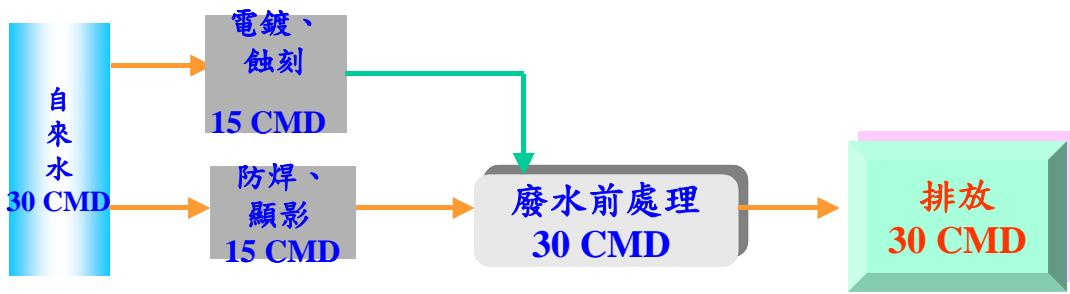
- (1) 建議水洗槽之進水口及出水口位置作調整，使水流行經路徑最長，若由槽底供水可以增加攪拌作用，以提高洗淨物件效率。
- (2) 單以給水方式水洗，有時並無法充分洗淨物件，建議可以併用噴水式洗淨或空氣攪拌，以提高水洗效果，並可有效減少用水量。
- (3) 採用多段逆流水洗方式，即由後端水洗槽進水，水洗水依次往前流入前槽，最髒的水由第一槽流出，惟在不影響物件品質前提下，後端水洗槽宜加裝電導度計，事先設定水洗水電導度值，以控制進水量。此方式之水洗槽數愈多水洗水使用量愈省。
- (4) 若製程允許，可採用製程排放酸性、鹼性水先中和反應，(性水洗將用過之清洗水未經任何處理)，再直接利用各槽間坡降溢流之方式回用，達到水洗水重複利用之目的。

4. 電凝後之放流水回收再利用之可行性問題：

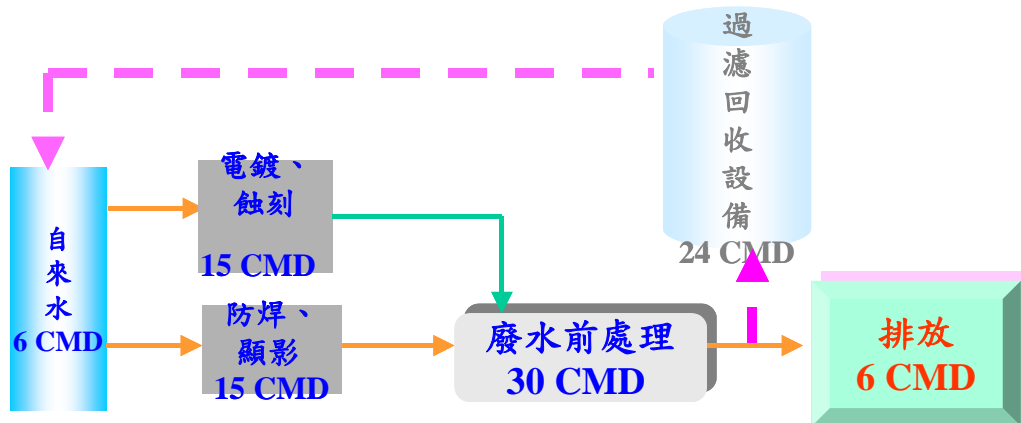
廠商一直希望放流水可以回收再利用，惟回用水質需再經過處理，在不影響產品良率下回收水質需與自來水水質相近，廠商特別重視導電度及油脂之問題。

本團隊認為該廠放流水回收再利用在技術應是可行，惟實際誘因應建立在廠商投資成本是否合理及效益是否能展現之前提上。因此特別與生技中心進行合作進行 NF 膜及 RO 膜之模廠試驗，相關測試及評估見下節「改善方案測試及評估」說明。

5. 預估該廠經輔導前後整體用水平衡比較如下圖所示：



(a) 輔導前用水平衡圖



(b) 輔導後用水平衡圖

圖四、改善前後用水平衡比較圖

6. 輔導前後回收率 (R_1 及 R_2) 之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

(b) 輔導後 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 80\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 80\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

四、改善方案測試及評估

1. 模廠測試實驗結果

本輔導團隊分別於 10 月 14 日及 10 月 21 日取樣 200 公升，擬以廠內電凝設備處理後，再作 NF 及 RO 薄膜系統的淨化，以為模廠試驗（詳見附錄照片），並作為評估廢水回收可行性之參考。

兩次實驗結果如表五及表六所示：所獲得之水質來評估廢水回收之可行性。

表五、廢水電凝、NF 處理實驗結果

分析項目	pH	COD(T) (mg/L)	色度	油脂 (mg/L)	電導度 (ms/cm)
採樣點					
放流水	7.83	276	-	-	2.31
回收水(經 NF 膜)	8.12	75	-	-	0.57
濃縮液(經 NF 膜)	7.95	293	-	-	2.53
放流水	7.83	276	-	-	2.31
回收水(經 RO 膜)	8.12	41	-	-	0.15
濃縮液(經 RO 膜)	7.95	298	-	-	1.96
備註:樣品色度不高，符合 550 排放標準故未進行檢測					

表六、廢水電凝、NF 與 RO 處理實驗結果

分析項目	pH	COD(T) (mg/L)	色度	油脂 (mg/L)	電導度 (ms/cm)
採樣點					
放流水	8.71	298	-		2.76
回收水(經 NF 膜)	9.25	74	-		0.68
濃縮液(經 NF 膜)	8.68	305	-		3.15
備註: 樣品色度不高，符合 550 排放標準故未進行檢測。					

2. 設備成本估算：

設備：以砂濾+NF 系統及 RO 系統估算。

初設費用：約 200 萬新台幣。

運轉成本：50 元/噸以上各項耗材隨時可能因有污染而需更換。

3. 結果評估：

由兩次實驗數據可看出 NF 膜處理對電凝後廢水 COD 的去除率約在 75% 左右，但是由於導電度(仍舊)與自來水水質有一段差距，因此回收水要全面回用於製程仍舊必須克服導電度過高之問題；

RO 膜處理對電凝後廢水 COD 之去除率約在 85% 左右，導電度的去除更高達 93%，顯示出廢水中絕大部分的離子均被 RO 膜所移除，因此本次初步試驗證實，經 RO 膜過濾之水質較佳，水質更甚自來水，應可符合廠商之需求。

由於該廠之用水量並不高，且水質變化量大，雖然 NF 膜及 RO 膜可以達成廠商廢水回收之標準，然而初設成本及操作運轉費用對該中小企業廠商之影響不可謂不大。因此，仍建議從製程上做用水量的管理及改善。

五、後續追蹤輔導

1. 該廠商已有用水節約之概念。
2. 廠商願意接受家庭式純水製造機之建議方案，除可省節純水向外購買之成本外，自行製造之純水亦可回製程當沖洗水之用，每月約可節省 8 噸水，一年約可節省 96 噸水。
3. 另外，多段逆洗方式廠商願意嘗試改善，以桶槽每天可節省 3 噸水來估計，每年約可節省 900 噸水，佔年用水量的 30%。
4. 針對模廠試驗結果，由於造價高及受限於廠房空間，廠商列為建議方案之一，投資意願視產能狀況再做評估。

附錄



照片一、測導電度及 pH



照片二、NF 及 RO 膜管



照片三、顧問現場輔導



照片四、製程設備

目 錄

頁次

一、工廠基本資料	1
二、現場訪談	1
2-1 廠內用水方式說明	1
2-2 廠內用水管理情形	3
2-3 廠內用水管理探討	4
三、用水效率提升輔導重點及方案	4
四、後續追蹤輔導	9

一、工廠基本資料

接受本團隊輔導之中小企業C廠商位於桃園縣蘆竹鄉並未位於工業區內，係屬高科技表面處理之專業鍍鋅工廠。該公司目前擁有員工 65 人，以生產五彩鋅、白鋅、青白鋅及黑鋅為主，產品主要應用於五金滑軌、汽機車零件、電腦零件及喇叭零件上。產量約四百萬件/月。由於電鍍製程特性，使用大量化學品，因此製程廢水、廢液污染特性隨產品層次提升而趨於複雜。

表一、工廠簡介表

行業別	金屬製品業
員工人數	65 人
全年開工數	300 日
主要原料	成型鍍件、鋅、染料
主要產品	五彩鋅、白鋅、青白鋅、黑鋅
平均月產量	4,000,000 件

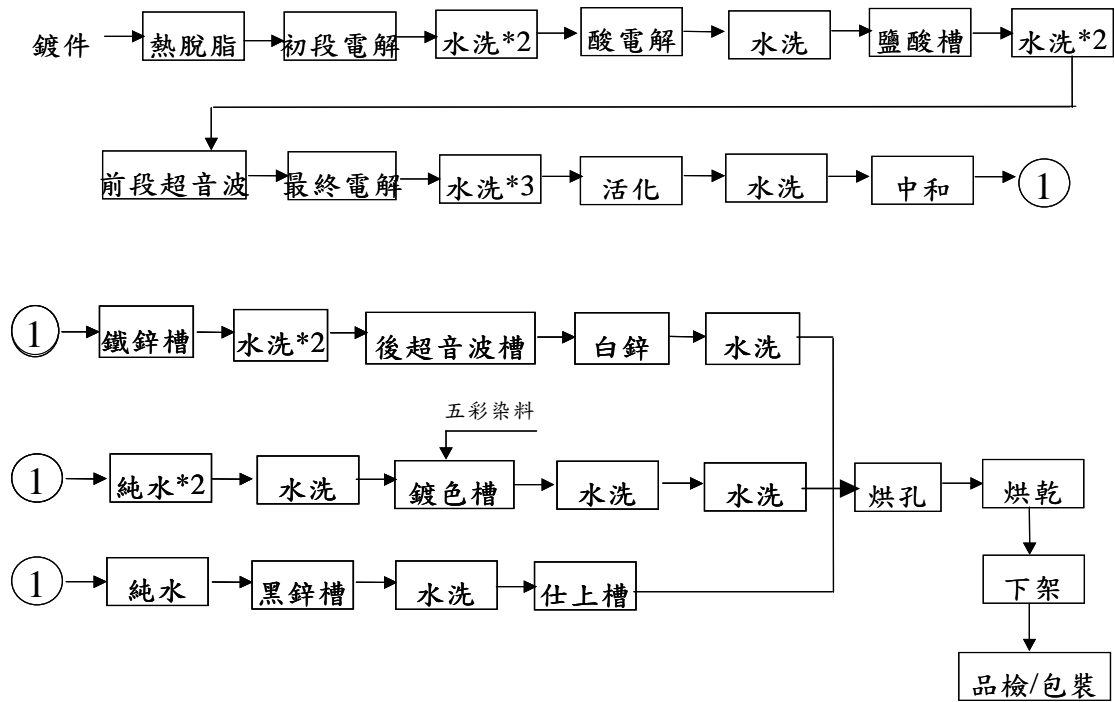
二、現場訪談

本輔導團隊安排顧問及工程師等三人至現場拜訪管理部陳小姐及製程課長，說明本輔導計畫之緣由及目的，並委請廠商協助填寫用水基線調查表。過程中並了解廠商目前之用水狀況及污水處理設備目前操作情形。廠商水源為井水及自來水，使用量約各為 100 噸/日及 150 噸/日，因製程中有鍍鉻及鍍鋅等程序，所以廢水有氫系、鉻系及含重金屬之一般酸鹼系等三類廢水，廠內廢水經傳統化學混凝處理後自行排放。目前廢水處理均能符合各項放流水排放標準。

另因該廠以抽取井水作為前段製程用水，最近面臨到原水水質不佳（鐵含量過高）的問題，因此在造水過程中化學藥劑的用量及成本大為提高，該廠商希望本輔導團隊協助解決原水水質淨化之問題。

2-1 廠內用水方式說明

一般電鍍工作程序依序為研磨、前處理、電鍍、後處理等。該廠電之鍍程序乃是將鍍件（製品）浸於含有欲鍍上金屬之離子溶液，一端接通陰極另一端置於陽極上，通以直流電流後，鍍件表面即析出一層金屬皮膜。由於在電鍍過程中伴隨著水洗程序，為使鍍件皮膜更完美，前處理更為重要，該廠製程用水約佔整個廠內用水 85%~90% 以上，詳細製程如下圖所示：

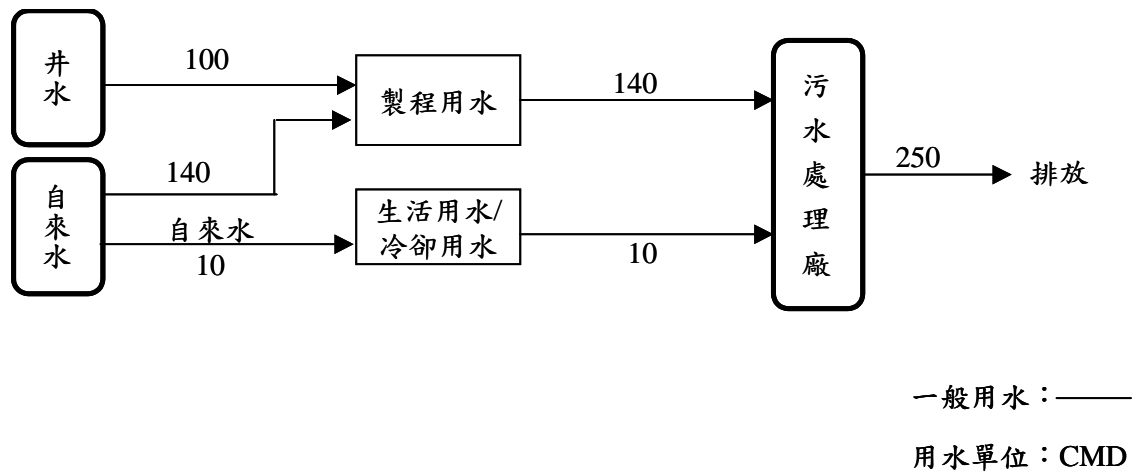


圖一、C 廠商製程流程圖

該 C 廠每年使用自來水約 4.5 萬立方公尺，全年自來水費約 52 萬元，其餘製程用水則以井水供應，廠內設有污水處理設備，平均每日污水量約 250 CMD，該廠用水平衡圖如圖二所示。

表二、C 廠商廠內用水方式說明表

水	源	自來水及井水
取	水	量
		4.5 萬 M ³ /年、3.0 萬 M ³ /年
全	年	自來水費
		52 萬元/年
污	水	量
		250CMD
水	平	衡
		圖
		如圖二

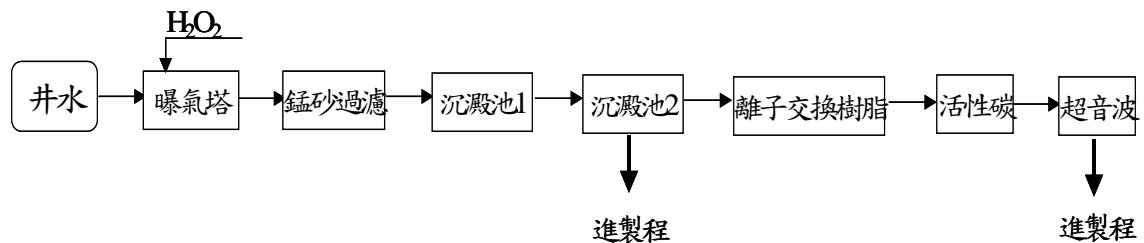


圖二、C 廠商用水平衡圖

由圖二可知，該廠每日使用自來水約 150 CMD，其中 140 CMD 做為製程用水使用，用於冷卻用水及生活用水的部份每日約 10 CMD。井水則經淨化處理後全部作為製程前處理（脫脂、酸、鹼洗、除銹）之用。

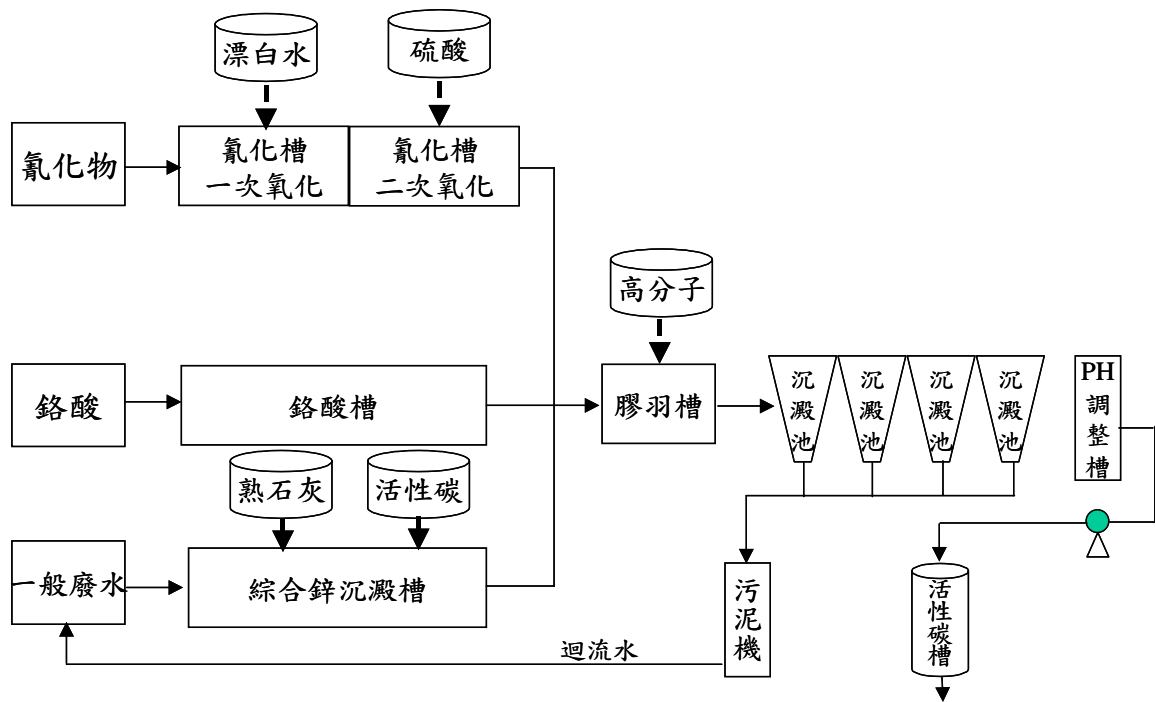
2-2 廠內用水管理情形

該廠前段製程用水主要以井水為主，井水純化製程如下圖三所示。自來水除供後段製程使用外亦供空調冷卻及生活用水之用。



圖三、C 廠商井水純化流程圖

由於井水含鐵量相當高，原水顏色成褐色，致使該廠在井水純化過程中必須添加更多的化學藥劑來淨化水質。另外，廠內廢水處理採化學混凝沉澱法處理，其處理後之放流水質可符合環保署所規定之放流水標準（pH 6~9、 $\text{Cr}^{6+} < 0.5$ 、 $\text{Zn} < 5.0$ 、 $\text{CN}^- < 1.0$ 、 $\text{COD} < 100$ ）。廠內廢液及廢水處理流程如下圖四所示：



圖四、C 廠商廢水處理流程圖

2-3 廠內用水管理探討

經過本團隊至現場觀察後發現廠內製程中之前處理用水量相當大，約佔製程用水量的七成以上，另外後段製程約佔製程用水量的三成。廠內用水有以下等問題：

1. 各清洗機台用水狀況無法掌控（各清洗機台未加裝流量計），
2. 水洗槽效率用水提升問題。

三、用水效率提升輔導重點及方案

1. 製程合理化用水

水在電鍍製程中是最重要的元素之一，在電鍍過程中，鍍件用水清洗之目的在於確保電鍍品質，並預防電鍍槽液受鍍件殘留的附著液污染。電鍍鍍件清洗水之水質要求，包括清洗槽給水水質標準及清洗最末槽清洗水容許濃度控制，目前自來水水質已多能符合廠商製程之要求，因此，如何進行有效的製程用水管理，合理的將用水量減至最低的程度，是企業面對激烈的競爭環境永續經營的不二法門。

特別在製程用水合理化的目標上，建議清洗機台加裝流量計(水錶)，因為第一線操作人員的用水管理更顯重要。如製程為連續性製程，操作人

員應嚴格控制進水管之閥門開啟度，人員休息或設備維修時應立即關閉進水閥。如製程為非連續製程，應設置簡便之清水控制閥，依製程控制進水量或間歇性補充清水。

2. 減廢節水措施

(1) 改變鍍件清洗方式

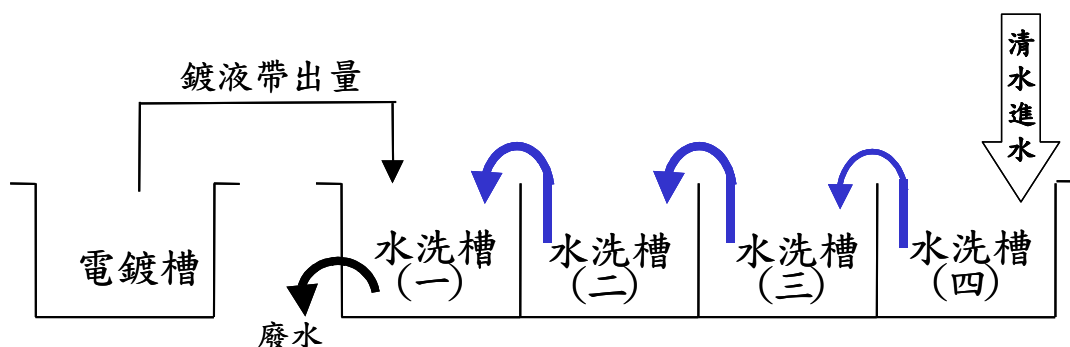
選擇適當的鍍液回收方式及鍍件清洗方式，對於清洗水量之降低有相當助益，可選擇之方式有：

方 法	說 明
噴洗/空氣攪拌	單以給水方式水洗，有時並無法充分洗淨物件，建議可以併用噴水式洗淨或空氣攪拌，以提高水洗效果，並可有效減少用水量。
超音波洗淨	利用具防蝕性之超音波振動器及振動子以振動方式使清洗水不斷與鍍件衝擊，產生良好之清洗效果。
熱水洗淨	可於槽底設置蛇管送入蒸氣或使用電熱式或直接補充鍋爐熱水，以提升水溫，降低黏度，增加效率。
延長水流路徑	建議水洗槽之進水口及出水口位置作調整，使水流行經路徑最長，若由槽底供水可以增加攪拌作用，以提高洗淨物件效率。

(2) 清洗水再利用

在電鍍製程中，水的回收再利用可以節省用水量並減少廢水量，進而減少廢水處理操作成本，可用的方式有：

目的	方式	說明
廠內回收水再利用	反應性水洗	評估回用中和酸、鹼潤洗排放液產生的反應性水洗液。將中和過、未經任何處理之清洗水，直接利用各槽間坡降溢流之方式再用，達到水洗水重複利用之目的。
	多段逆洗法	可採用多段逆流水洗方式，此方式之水洗槽數愈多水洗水使用量愈省，即純水由後端水洗槽進入，水洗水依次往前流入前槽，清洗後水洗水由第一槽流出（如圖五所示），若於第一水洗槽裝設電導度計，並設定此水洗水電導度值，則極易控制進水量，進出避免用水過量。
	重金屬回收，清水回收再利用	鉻等重金屬以離子交換方式回收後，清水可以回清洗槽再利用。
	放流水回收再利用	1. 在不影響產品良率的情形下，可嘗試純化放流水水質，回製程再用， 2. 需詳細評估成本效益。



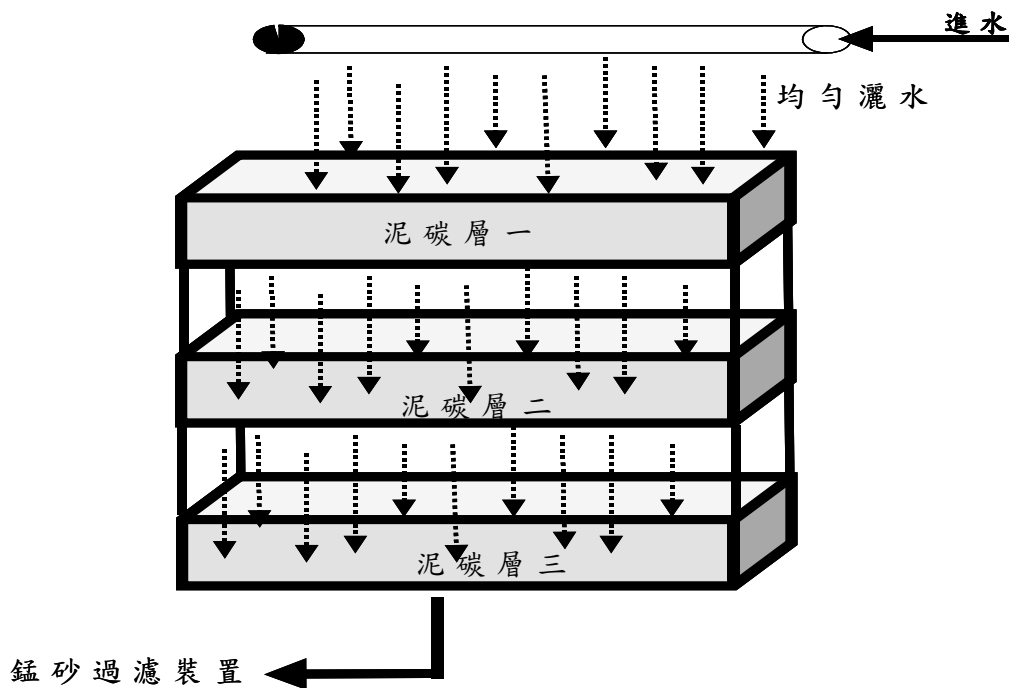
圖五、多段逆洗示意圖

(3) 井水純化問題

由於廠內所抽取之井水水質不佳，鐵離子過高導致井水純化之成本提升，經本團隊實際採樣檢測各段之井水水質後發現（見表），製程中第二道鹼洗廢水之水質狀況相當不錯，鐵離子含量僅有 0.34 mg/L，應可拉回到第一道鹼洗製程中再用，如此便可有效減少用水量。

採樣位置 檢測項目	井水經錳砂 過濾	井水經樹脂 過濾	第一道鹼洗 廢水	第二道鹼洗 廢水	酸洗廢水
Fe	5.84 mg/L	1.82 mg/L	3.87 mg/L	0.34 mg/L	62.6 mg/L

而有關於井水純化問題，如前圖三所示，該廠目前以曝氣塔曝在再加雙氧水當強氧化劑之方式以去除水中之鐵離子，但遇到原水水質不佳時則處理成效不如預期。本團隊建議再曝氣塔中加裝泥碳來吸附原水中之鐵離子，而且泥碳之更換在成本上應有相當誘因（如圖及照片一、二）。



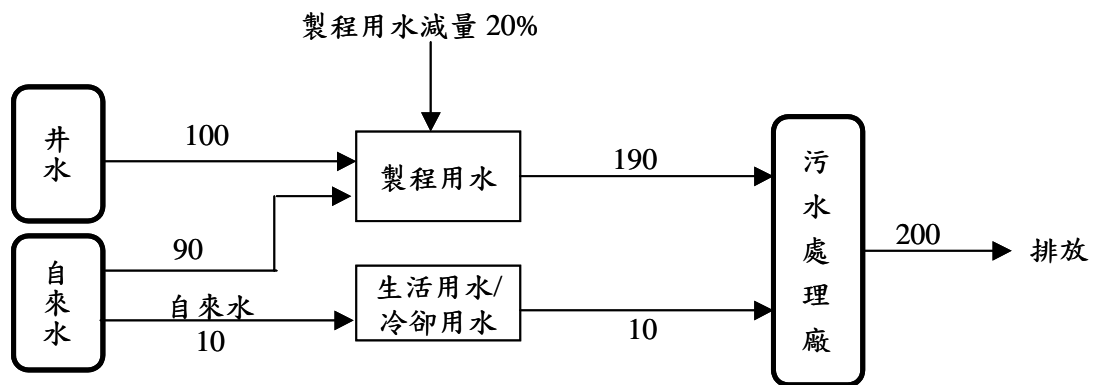
圖六、砂濾塔過濾示意圖



照片一、某廠之井水曝氣塔

照片二、某廠之井水曝氣塔

3. 預估輔導後整體用水平衡如下圖所示：



一般用水：——

用水單位：CMD

圖七、輔導後用水平衡圖

4. 輔導前後回收率 (R_1 及 R_2) 之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

(b) 輔導後 R_1 及 R_2 :

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 20\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 20\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

四、後續追蹤輔導

1. 廠商願意就井水純化問題進行改善工程。
2. 針對清洗水回收在利用，廠商願意在生產淡季進行實際測試，評估回收水是否會對產品良率造成影響。
3. 由於廠區內有同仁宿舍，過往廠商對於員工生活用水管理用水並無限制，廠商願意就此部分之用水進行管理，避免員工浪費水資源。

目 錄

頁次

一、工廠基本資料	1
二、現場訪談.....	1
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖).....	1
2-2 廠內用水管理探討.....	3
2-3 水質檢測報告.....	3
三、用水效率提升輔導重點及方案	4
附件(輔導照片)	6

一、工廠基本資料

本廠位於桃園縣大園工業區電鍍專區裡的電鍍工廠，係屬專業鍍鋁代工廠。該公司廠內員工約 20 多人。工廠係以代電鍍鋁為主，原料鋁經由脫脂、酸洗、鹼洗、活化、鍍鋁、皮膜處理及乾燥等電鍍過程後，製成鍍鋁半成品以提供其他工業如電子、電機、鋁製品業及鋁門窗等作為零件組件。工廠每月約生產 150 公噸的鋁半成品，工廠詳細資料如表一所示。

表一、工廠簡介表

行 業 別：	金屬製品業
員 工 人 數：	20 人
主 要 原 料：	原料鋁、液鹼、硝酸及硫酸
主 要 產 品：	鋁零組件半成品
平 均 月 產 量：	150 公噸/月

二、現場訪談

訪廠人員包括顧問與本團隊兩位工程師至現場輔導，訪談方式以瞭解目前製程與用水狀況，然後進行現場勘查及製程改善意見交換的方式進行。

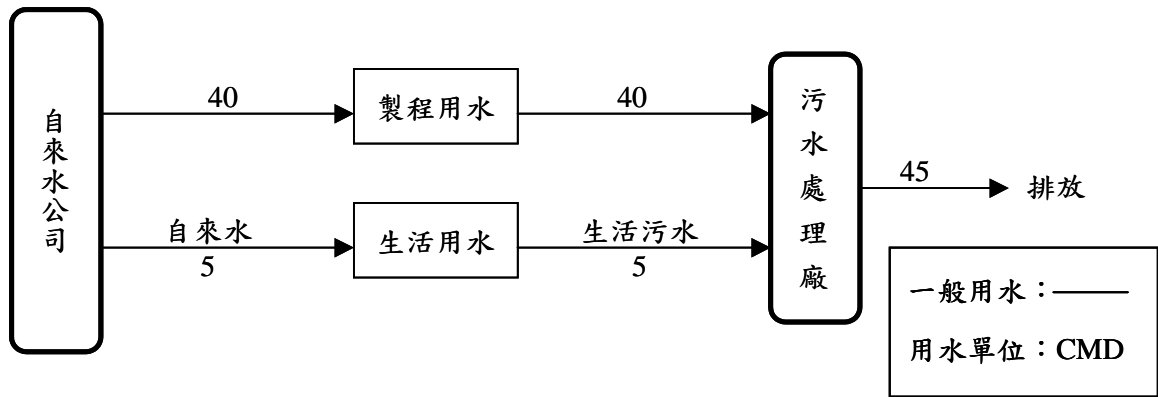
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖)

廠內取水來源以自來水為主，每年使用自來水約 1.2 萬立方公尺，全年自來水費 13.萬元，本廠統一由大園聯合污水處理廠處理，平均每日污水量約 40 CMD，該廠用水平衡圖如圖一所示。

表二、廠內用水方式說明表

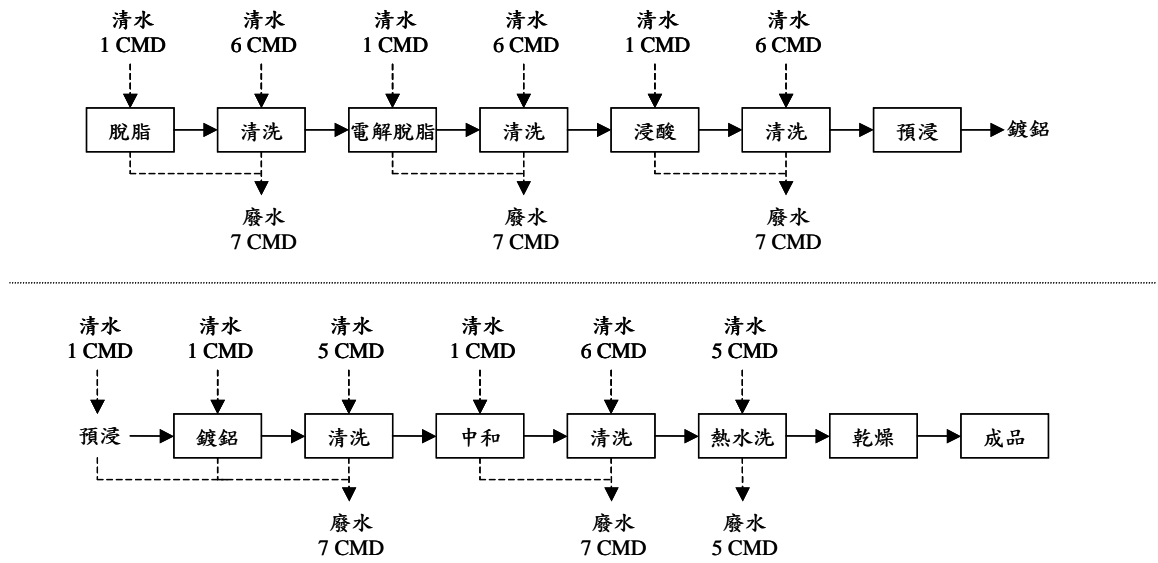
水 源：	以自來水為主
取 水 量：	1.2 萬 M ³ /年
全年自來水費：	13.4 萬元/年
污 水 量：	40 CMD
水 平 衡 圖：	如圖二

圖一為本廠用水平衡圖，本電鍍工廠每日使用自來水約 45 CMD，每日約 40 CMD 做為製程用水使用，此外，廠內並無鍋爐用水及冷卻用水方面的使用；而生活用水的部份每日用水量約 5 CMD。



圖一、該廠用水平衡圖

電鍍工廠製程上清水使用及廢水產生單元如圖二所示，電鍍各單元均與用水有關，其中脫脂、電解、浸酸、鍍鋁及中和等單元，水均為循環使用，僅待水質混濁後再將其排放，其上述各單元每日補充水量分別約 1 CMD。用水量最大的為清洗單元，全段製程約 5~6 道清洗桶槽，清洗桶槽為批次清洗批次排放，每日耗水量約 34 CMD，每日所產生的總廢水量約 40 CMD。



圖二、工廠製程流程圖

電鍍業由於鍍件種類複雜，材質、用途及功能需求各異，以致作業程序差異頗大。但電鍍之基本製程大致相同，即脫脂、酸洗、電鍍、後處理等程序。電鍍製程之廢水來源主要是槽體定期排放之廢液及各單元之製程清洗廢水，污染物質則包括油脂、雜質、懸浮固體、酸鹼、鉻酸鹽、氰化物及重金屬等。有關各類污染物質之主要來源詳如表三所示。

表三、各製程單元產生主要污染物質

污染物種類	製程單元
酸	酸性脫脂、酸中和、活化及電鍍等程序之廢液及清洗廢水
鹼	鹼性脫脂、電鍍、活化、後續處理脫脂之廢液及清洗廢水
油脂	脫脂廢液及清洗廢水
有機物	脫脂、酸洗、活化、電鍍及後處理之廢液及清洗廢水
懸浮固體	製程中各單元廢液及清洗廢水
鉻離子	鉻槽老化槽液及清洗廢水
氰化物	老化槽及清洗廢水
重金屬離子	製程中各單元之廢液及清洗廢水

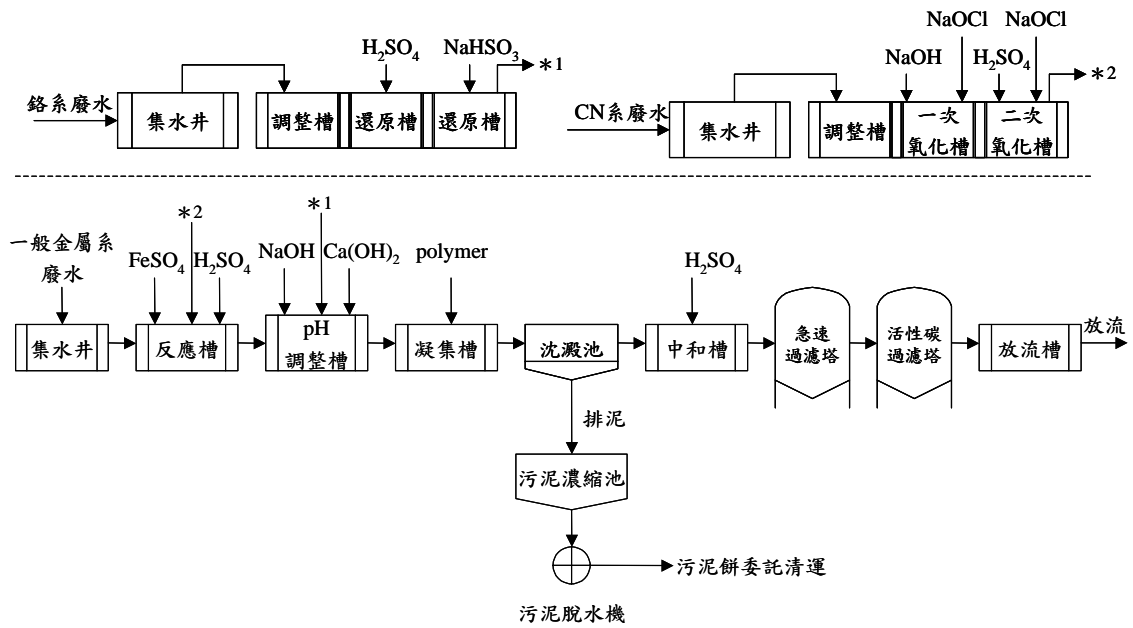
2-2 廠內用水管理探討

經過本團隊至現場觀察後發現廠內製程中之前處理用水量相當大，約佔製程用水量的七成以上，另外後段製程約佔製程用水量的三成。廠內用水有以下等問題：

1. 各清洗機台用水狀況無法掌控（各清洗機台未加裝流量計）。
2. 水洗槽效率用水提升問題。

2-3 水質檢測報告

本廠污水委託電鍍業聯合污水處理廠處理，其聯合汙水廠污水處理單元及流程圖如圖三所示。目前本廠廢水處理主要是採鉻系廢液、氰系廢液及一般綜合重金屬廢水分流原則，高濃度鉻系及氰系廢水經氧化還原後分別進入綜合重金屬廢水 pH 調整槽及反應槽合併處理，再經由化學混凝沈澱後，由急速過濾塔及活性炭過濾塔過濾後即逕行排放，排放水處理後 COD 有 95% 以上的去除率，SS 亦有 80% 以上的去除率。另外，該聯合廢水廠之污泥採袋濾式污泥脫水機處理，每日所產生之污泥再藉由電解還原方式做資源化重金屬回收。

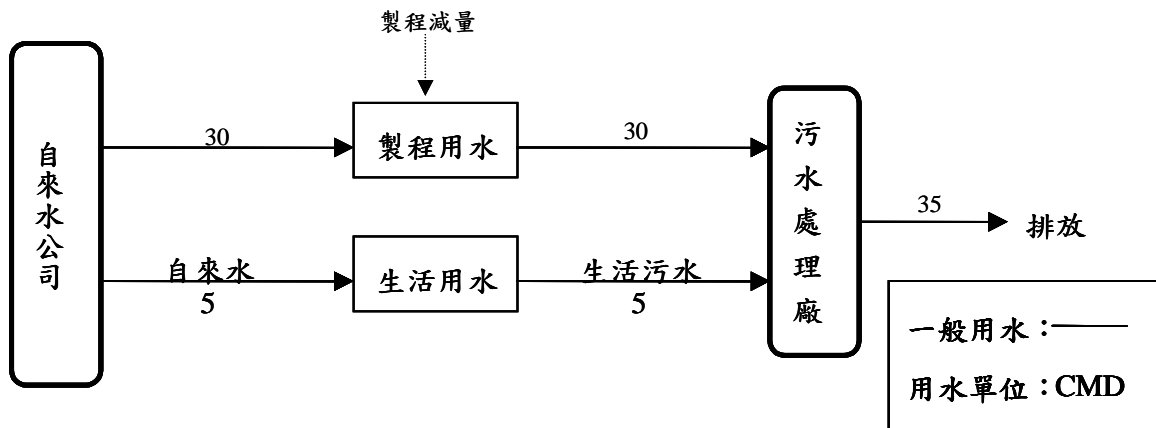


圖三、廢水處理單元流程圖

三、用水效率提升輔導重點及方案

由於廠內廢水均納管至大園聯合水處理公司進行處理，每噸水之處理成本約 70 元，經由本團輔導團隊與該廠廠務人員實地訪廠與討論的結果提出以下建議：

1. 建議鍍槽清洗水減少排放次數。
2. 高濃度鍍鋁廢液應分開收集。
3. 預估輔導後整體用水平衡如下圖所示：



圖四、輔導後用水平衡圖

4. 輔導前後回收率（R1 及 R2）之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R₁ 及 R₂：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 0\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

(b) 輔導後 R₁ 及 R₂：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 22.2\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 22.2\%$$

P.S. 該廠無冷卻用水

附錄



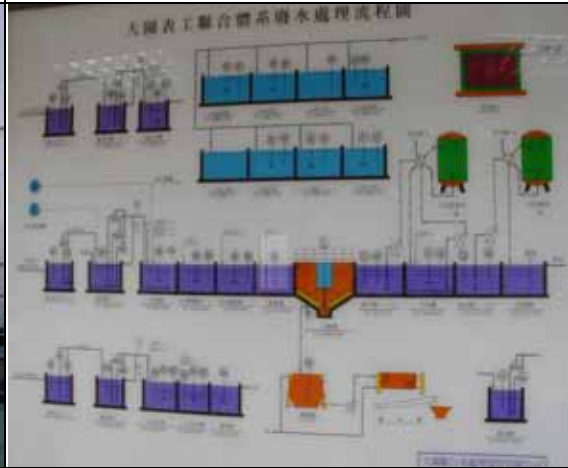
照片一、電鍍槽（小鍍件）



照片二、電鍍槽（大鍍件）



照片三、聯合水處理公司（沉澱池）



照片四、電鍍廢水處理流程

目 錄

頁次

一、工廠基本資料	1
二、現場訪談	1
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖).....	1
2-2 廠內用水管理情形.....	3
2-3 廠內用水管理探討.....	3
2-4 水質檢測報告.....	3
三、用水效率提升輔導重點及方案	5
四、後續追蹤輔導	6
附錄 (輔導照片)	7

一、工廠基本資料

本廠位於雲林縣為一染整代工廠，佔地約四甲，該公司廠內員工 60 人。工廠係以纖維布類及合成毛棉類的胚布為主原料每月用量約 150 萬碼，胚布經由退漿、預定型、染色、樹脂加工、後定型、檢布及包裝等初步染整過程後，製成各色布料以提供下游工廠作為加工之原料，工廠每月約生產 150 萬碼的染色梭織布，工廠詳細資料如表一所示。

表一、工廠簡介表

行業別：	紡織染整業
員工人數：	60 人
主要原料：	染劑、纖維布類及合成毛棉類
平均月用量：	150 萬碼/月
主要產品：	毛巾
平均月產量：	150 萬碼/月

二、現場訪談

訪廠人員有本公司主管及工程師至現場輔導，訪談方式以瞭解目前製程與用水狀況，然後進行現場勘查及製程改善意見交換的方式進行。

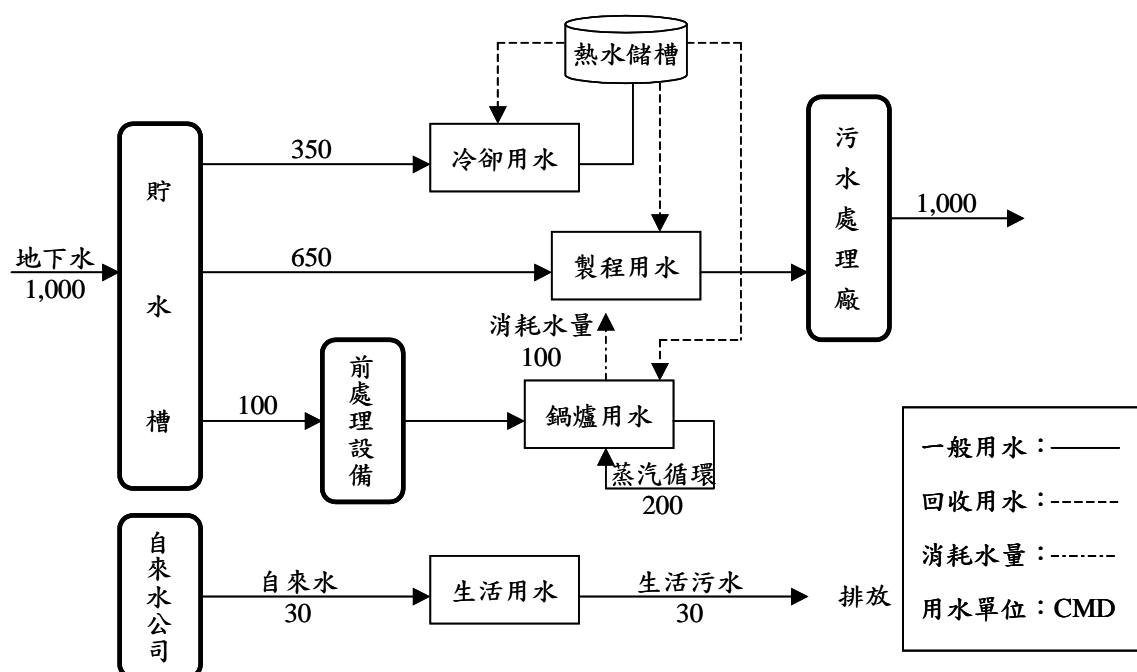
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖)

廠內取水來源以地下水為主自來水為輔，每年使用地下水約 30 萬立方公尺及自來水約 0.9 萬立方公尺，本廠設有電凝污水處理設備及專責人員 1 位，平均每日污水量約 1,000 CMD，該廠用水平衡圖如圖一所示。

表二、廠內用水方式說明表

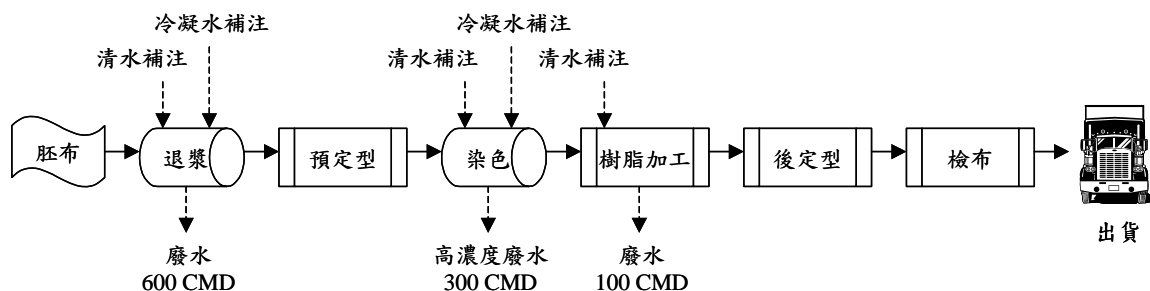
水源：	以地下水及自來水為主
取水量：	地下水 30 萬 M ³ /年及自來水 0.9 萬 M ³ /年
全年自來水費：	10 萬元/年
污水量：	1,000 CMD
水平衡圖：	如圖一

圖一為本廠用水平衡圖，該工廠每日抽取地下水使用約 1,000 CMD 至貯水槽作為製程用水之使用。在製程上每日約需使用 650 CMD 的清水；冷卻用水每日約需使用 350 CMD 的清水，冷卻後補注到製程上使用，但由於鍋爐冷凝水沒有設單獨回收系統，與 Rapid 染色機熱交換降溫水共同收集至熱水儲槽，大約 60 的熱水回用至退漿機、染色機及鍋爐；鍋爐用水消耗及補充量每日約 100 CMD。生活用水的部份則是購買自來水公司的自來水，每日用水量約 30 CMD。



圖一、該廠用水平衡圖

染整工廠製程上地下水使用及廢水產生單元如圖二所示，本染整廠屬純染整梭織布工廠。退漿、染色及樹脂加工是製程用水及廢水產出的主要單元，其廢水量分別為 600 CMD、300 CMD



及 100CMD，尤其在染色製程產生高濃度有機廢水。

圖二、工廠製程流程圖

2-2 廠內用水管理情形

本廠製程用水來源主要抽取地下水，製程上用水經過簡單砂濾後直接使用，生活用水主要是購買自來水公司的自來水。表四為本廠各標的每年用水量統計表，本廠間接冷卻用水方面每年原始取水量約 10.5 萬公噸，回收至製程使用量 10.5 萬公噸；鍋爐用水方面每年使用及消耗量約 3 萬公噸，蒸汽冷凝循環利用量約 6 萬公噸；製程用水方面每年原始取水量約 19.5 萬公噸；生活用水每年使用量自來水約 0.9 萬公噸，相對的亦產生 0.9 萬公噸的生活廢水排入汙水廠中；合計每年取水量約 33.9 萬公噸，產生廢水量約 30.9 萬公噸。

表四、各用水標的年度統計表

用途分類	原始取水量	循環利用水量	回收利用水量	消耗水量	排放水量
間接冷卻用水	105,000	-	105,000	-	0
鍋爐用水	30,000	60,000	-	30,000	0
製程用水	195,000	-	-	-	300,000
生活用水	9,000	-	-	-	9000
其他用水	-	-	-	-	-
合計	339,000	60,000	105,000	30,000	309,000

單位：M³/年

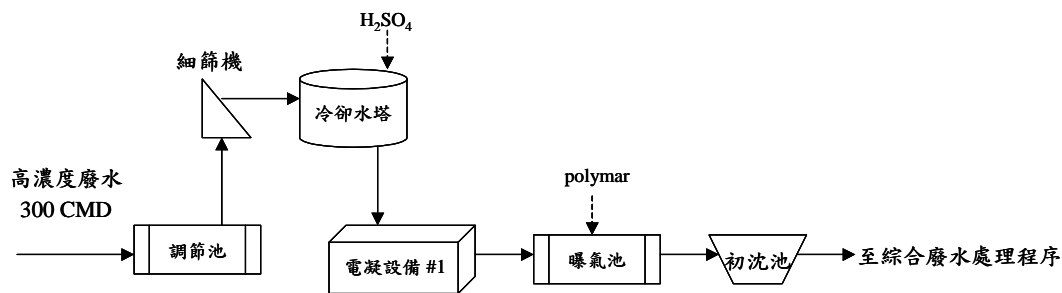
2-3 廠內用水管理探討

廠內染色機降溫冷卻水與鍋爐蒸汽冷凝水均全數回收使用，特別是將高溫冷卻水補注到鍋爐用水上，一方面用水充分利用，另一方面可降低鍋爐的耗能，目前每日回收量約 350 CMD。

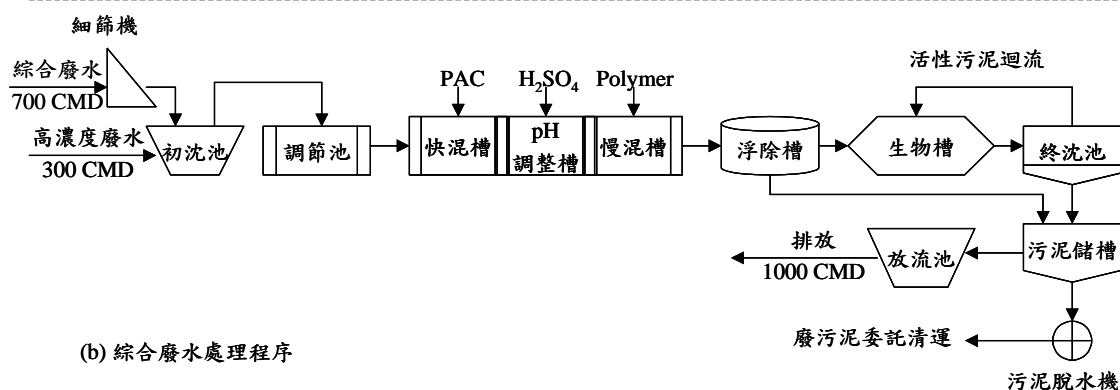
2-4 水質檢測報告

本廠污水處理系統為污水電凝處理設備及二級生物處理設備，其污水處理流程圖如圖三所示。目前本廠高濃度染色廢水先儲存於調節池，再藉由抽水機抽至冷卻水塔並以 H₂SO₄ 調節 pH 值至 6.8~7.0 左右後，即進入電凝設備以電聚浮除的方式去除污染物質，再經由曝氣池中添加 polymer 幫助膠羽形成，最後沈澱池沈澱污泥後即排放至綜合廢水池一併處理。而綜合廢水處理程序為一般的活性污泥法，其詳細流程如圖三(b)所示。排放水處

理後 COD 及 BOD 均有 90% 以上的去除率，SS 亦有 80% 以上的去除率。另外，該廠之污泥採袋濾式污泥脫水機處理。



(a) 高濃度廢水分流處理程序



(b) 綜合廢水處理程序

圖三、廢水處理單元流程圖

由於本廠未位於工業區內，屬筒紗、絞紗染色、針織布及不織布染整者。而依據環保署廢水排放標準，印染整理業排放管制標準 BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 160 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（印花及梭織布染整者），BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 140 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（筒紗、絞紗染色、針織布及不織布染整者），BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 100 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（整理、紙印花、刷毛、剪毛、磨毛及非屬前兩類者）。該廠每日污水排放量約 1,000 CMD，COD 測值約 107 mg/L 及 SS 測值約 13 mg/L，但據訪廠瞭解目前本廠安裝電凝設備再經由二級生物處理後，放流水均符合環保署放流標準。

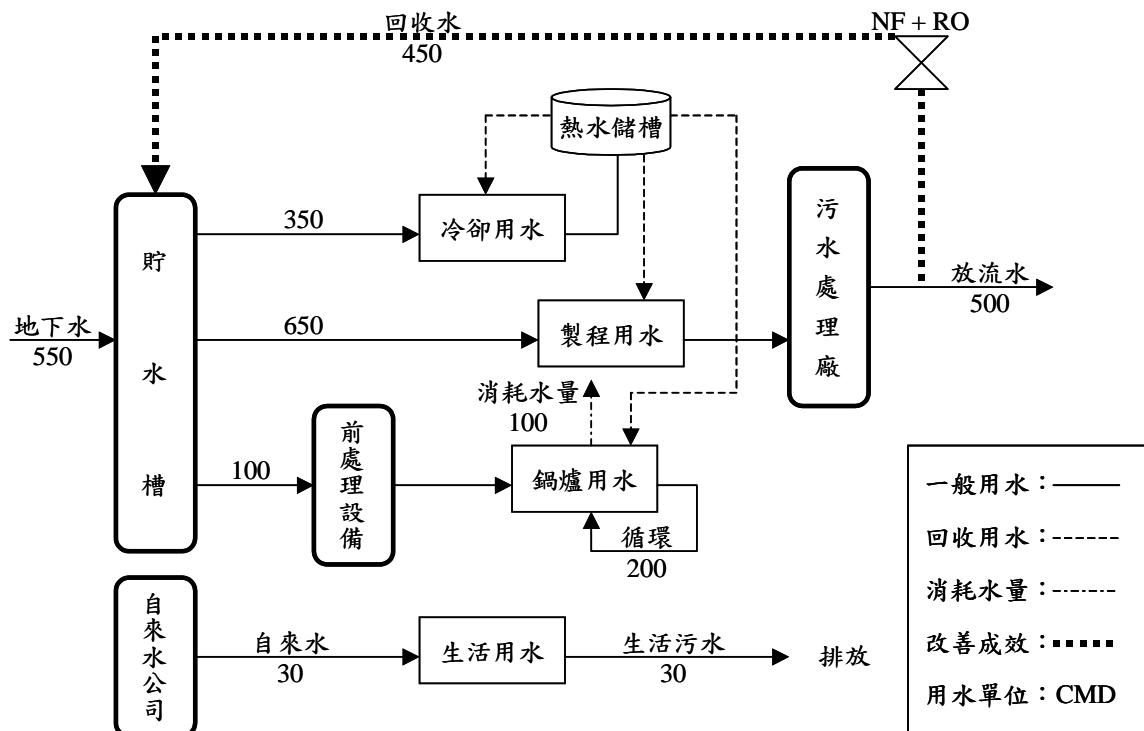
表五、水質檢測報告

項目	廢水量	COD	BOD	SS	鎳	總鉻	銅	鋅	鐵	鉛	導電度
檢測值	1,000 m ³ /日	107 mg/L	- mg/L	13 mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- μ mho/cm 25°C

三、用水效率提升輔導重點及方案

經由本節水服務團與該廠廠務人員實地訪廠與討論的結果提出以下幾點建議：

1. 鍋爐冷凝水可達 80°C 以上且水質比較水好，如能建立單獨回收系統可減少鍋爐藥品的使用，效益會更好。
2. 廢水之中和在冷卻水塔中，長期操作會有腐蝕及阻塞的問題，建議於冷卻水塔之後設專用中和槽。
3. 鍋爐冷凝水應建立單獨回收系統，經濟效益會更好。
4. 本工作團隊可幫該工廠作熱水回收計量設備的規劃。
5. 初步預估若上述改善工程完成後，其放流水水質不僅達到廢水自行排放的標準，若在加裝高級處理設備（NF + RO）將可達到放流水管末回收至少 45% 的效益，相當於每日節省 450 CMD 的用水量。該廠經輔導後整體用水平衡如下圖所示：



圖四、改善後用水平衡圖

6. 輔導前後回收率（ R_1 及 R_2 ）之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 33.3\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 10\%$$

(b) 輔導後 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 66.7\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 55\%$$

四、後續追蹤輔導

1. 目前該廠僅有染色機降溫冷卻水與鍋爐蒸汽冷凝水回收使用，製程用水並無回收，由於該廠多以生產淺色毛巾布且以外銷日本為主，表示製程水回收仍擔心產品品質。
2. 廠內設有外勞員工宿舍（15 人），外勞用水量驚人（每日洗 3 到 5 次澡），建議該廠嚴格控制外勞用水量，以每日節省 10 噸來估算，一年約可節省 3000 噸自來水，佔自來水年用水量之 30%。
3. 本團隊於八月九日首度訪廠，由於該廠於九月初經歷經營層之更換，先前董事長業已退休，本輔導團隊十月再次與該公司聯繫時，該公司新經營層表示目前並無暇做廢水回收評估工作，本團隊所擬方案該公司會列為參考之用，屆時若有需要再做評估。

附錄



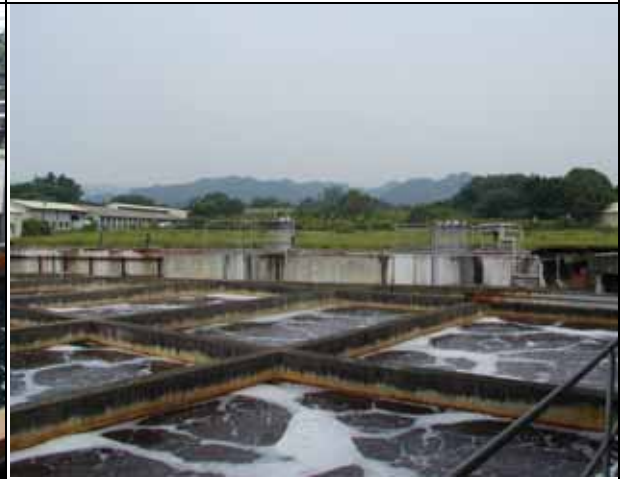
照片一、高濃度廢水地下貯槽



照片二、電凝設備（處理高濃度水）



照片三、高濃度廢水處理廠（曝氣池）



照片四、生物池



照片五、生物池



照片六、放流口

目 錄

頁次

一、工廠基本資料.....	1
二、現場訪談.....	1
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖).....	2
2-2 廠內用水管理情形	3
2-3 廠內用水管理探討	4
2-4 水質檢測報告	4
三、用水效率提升輔導重點及方案.....	6
四、改善方案測試及評估.....	8
五、後續追蹤輔導.....	10
附錄一(輔導照片).....	11
附錄二(輔導照片).....	12

一、工廠基本資料

本廠位於台南縣為染整工廠，該公司廠內員工 90 人。工廠係以胚布為主原料每月用量約 200 萬碼，胚布經由退漿、預定型、染色、樹脂加工、後定型、檢布及包裝等初步染整過程後，製成各色布料以提供下游工廠作為加工之原料，工廠每月約生產 200 萬碼的染色梭織布，工廠詳細資料如表一所示。

表一、工廠簡介表

行業別：	紡織染整業
員工人數：	90 人
主要原料：	染劑、Nylon 及 Polyester 梭織布
平均月用量：	200 萬碼/月
主要產品：	染色梭織布
平均月產量：	200 萬碼/月

二、現場訪談

訪廠人員包括兩位顧問與京華經理及工程師兩位至現場輔導，訪談方式以瞭解目前製程與用水狀況，然後進行現場勘查及製程改善意見交換的方式進行。本輔導團隊第一次拜訪該染整廠日期為 93 年 8 月 10 日，由於當時該公司正在安裝廢水電凝處理設備，也在徵得王董事長的同意下於施工現場拍照。

由於該公司董事長希望在設備安裝完成試車後再由顧問親訪，本團隊第二次拜訪該公司日期為 93 年 10 月 2 日，於現場實際協助解決相關問題。

表二、現場訪談紀錄表

人員、內容 輔導日期	受輔導廠方	輔導團隊	輔導內容
93/08/10 (第一次輔導)	董事長	經理 工程師	1. 計畫執行說明 2. 資料填寫 3. 初步了解目前廠內用水狀況 4. 廠商需協助事項
93/10/02 (第二次輔導)	董事長 總經理 工程師	顧問 工程師	1. 深度訪談 2. 現場製程意見交換 3. 廢水處理設備操作經驗交流 4. 節水初步方案建議

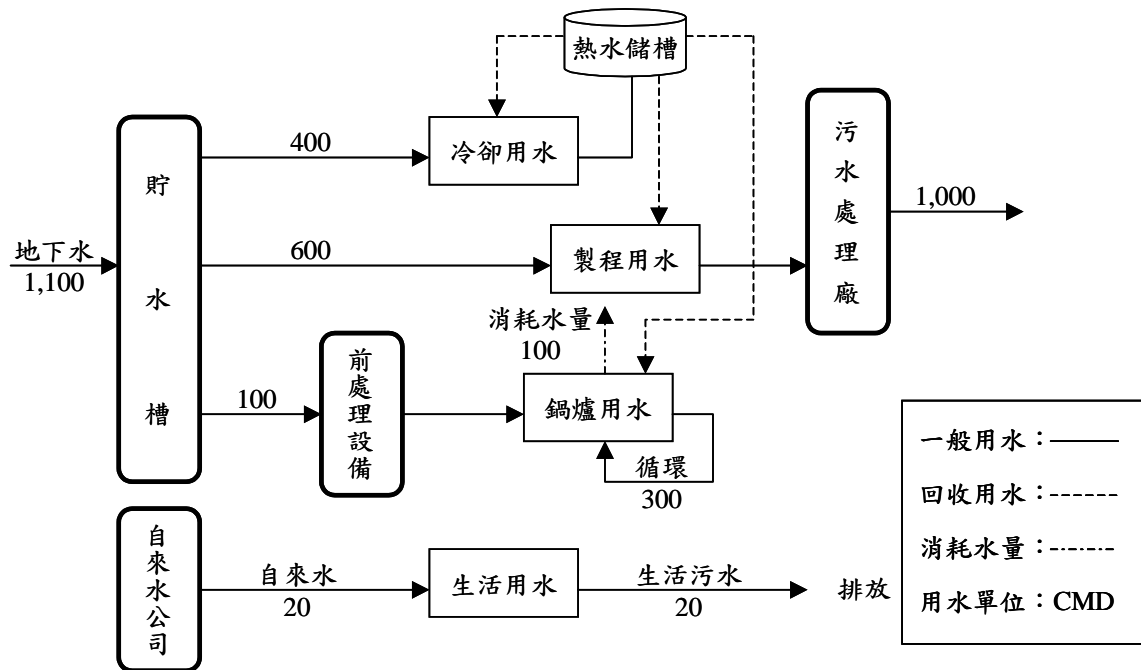
2-1 廠內用水方式說明 (日用水量水平衡圖)

廠內取水來源以地下水為主自來水為輔，每年使用地下水約 30 萬立方公尺及自來水約 0.6 萬立方公尺，本廠設有電凝污水處理設備及專責人員 2 位，平均每日污水量約 1,000 CMD，該廠用水平衡圖如圖一所示。

表三、廠內用水方式說明表

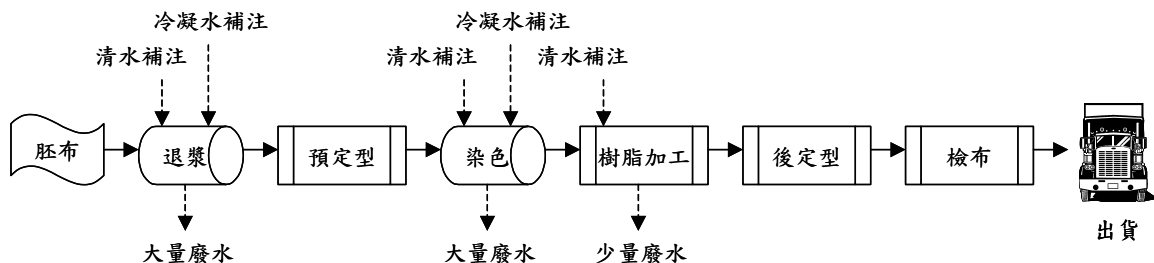
水 源	： 以地下水及自來水為主
取 水 量	： 地下水 30 萬 M ³ /年及自來水 0.6 萬 M ³ /年
全年自來水費	： 6.72 萬元/年
污 水 量	： 1,000 CMD
水 平 衡 圖	： 如圖二

圖一為本廠用水平衡圖，該工廠每日抽取地下水使用約 1,100 CMD 至貯水槽作為製程用水之使用。在製程上每日約需使用 600 CMD 的清水；冷卻用水每日約需使用 400 CMD 的清水，冷卻後補注到製程及鍋爐上使用，但由於鍋爐冷凝水沒有設單獨回收系統，與 Rapid 染色機熱交換降溫水共同收集至熱水儲槽，大約 60 的熱水回用至退漿機、染色機及鍋爐；鍋爐用水消耗及補充量每日約 100 CMD，蒸汽冷凝後內部循環每日約 300 CMD。生活用水的部份則是購買自來水公司的自來水，每日用水量約 20 CMD。



圖一、該廠用水平衡圖

該染整廠現有設備：退漿機 1 台、Rapid-L 型染色機 22 台〔44 管〕、定型機 2 台及檢布機數台。染整工廠製程上地下水使用及廢水產生單元如圖二所示，本染整廠屬純染整梭織布工廠。退漿、染色及樹脂加工是製程用水的主要單元，相對亦產生等量的廢水量，尤其在退漿及染色兩個製程產生大量的廢水。



圖二、工廠製程流程圖

2-2 廠內用水管理情形

本廠製程用水來源主要抽取地下水，製程上用水經過簡單砂濾後直接使用，生活用水主要是購買自來水公司的自來水。表四為本廠各標的每年用水量統計表，本廠間接冷卻用水方面每年原始取水量約 12 萬公噸，回收利用量 12 萬公噸；鍋爐用水方面每年使用及消耗量約 3 萬公噸；製程用水方面每年原始取水量約 18 萬公噸；生活用水每年使用量自來水約 0.6 萬公噸，相對的亦產生 0.6 萬公噸的生活廢水排入汙水廠中；合計每年取水量約 33.6 萬公噸，產生廢水量約 30.6 萬公噸。

表四、各用水標的年度統計表

用途分類	原始取水量	循環利用水量	回收利用水量	消耗水量	排放水量
間接冷卻用水	120,000	-	120,000	-	0
鍋爐用水	30,000	90,000	-	30,000	0
製程用水	180,000	-	-	-	300,000
生活用水	6,000	-	-	-	6,000
其他用水	-	-	-	-	-
合計	336,000	90,000	120,000	30,000	306,000

單位：M³/年

2-3 廠內用水管理探討

該工廠為化纖梭織布專業代工廠（100%代工），產量約 200 萬碼/月。代工布種以 Nylon 梭織布佔大宗、部份為 Polyester 梭織布，故使用染料以酸性染料為主，分散性染料較少。因酸性染料與分散性染料的染色吸儘率都在 90% 以上，所以廢水較無色度難處理的問題。

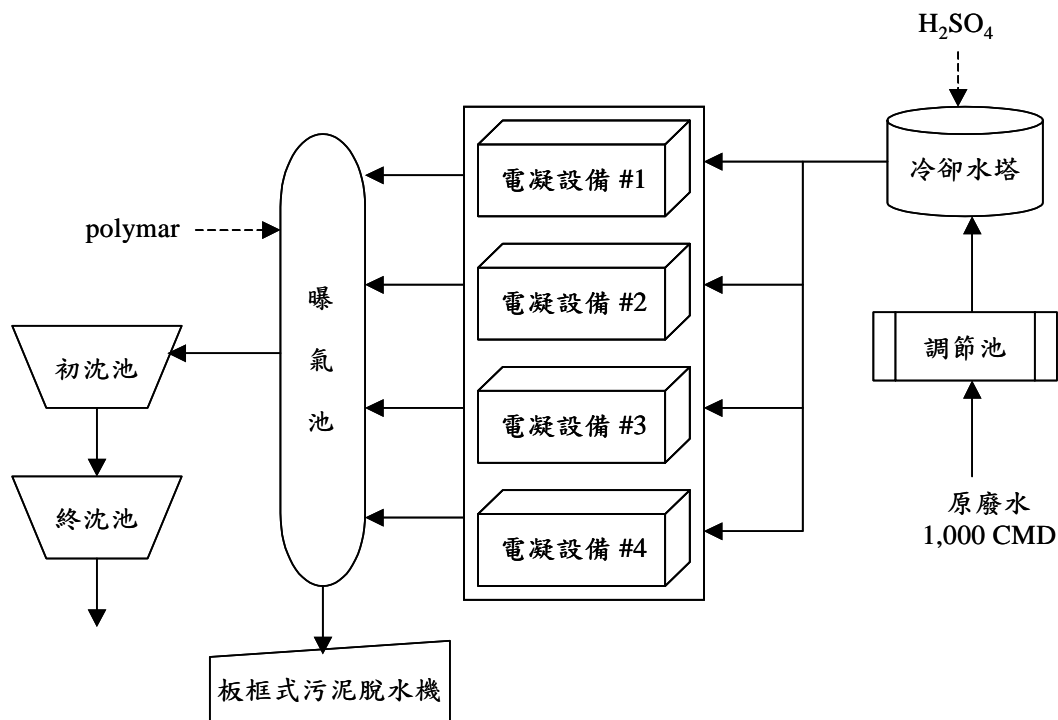
由於布料染整添加染劑，使得該廠之廢水 COD 值偏高，目前工業區污水處理廠是以 COD 值 700 mg/L 為收費基準，一但檢測超過則採級數收費，因此處理費用將大幅提昇。目前該公司之製程用水目前以地下水為主，目前廢水量約 1,000 CMD 及 COD 約 1,000 mg/L 左右。於目前處理單價（約 22 元/m³）廠商大感吃不消，原排至新營工業區污水處理場處理，每月花費約 50 ~ 60 萬元，為長期經濟效益評估結果該公司投資每小時可處理之廢水量為 40 噸電凝廢水處理設備，先期以有效降低 COD 濃度為主，長期以廢水能夠回收再利用為期。

根據該公司董事長表示，由於該公司主要生產夾克外套之布料，其中黑色及藏青色染整水打算回到該染色製程中段作清洗雜質之用，應不會影響產品品質，如果可行，可為該廠每日節省 500 ~ 600 噸之廢水排放。

2-4 水質檢測報告

本廠污水處理系統為污水電凝處理設備，其污水處理流程圖如圖三所示。目前本廠廢水先儲存於調節池，再藉由抽水機抽至頂樓冷卻水塔並以 H₂SO₄ 調節 pH 值至 6.8~7.0 左右後，即進入電凝設備以電聚浮除的方式去除污染物質，再經由曝氣池中添加 polymer 幫助膠羽形

成，最後由兩個串連式沈澱池沈澱污泥後即逕行排放，排放水處理後 COD 及 BOD 均有 70% 以上的去除率，SS 亦有 60% 以上的去除率。另外，該廠之污泥採板框式污泥脫水機處理。



圖三、廢水處理單元流程圖

由於本廠位於工業區內，依據工業區放流水納管排放標準 BOD ≤ 500 mg/L、COD ≤ 700 mg/L、SS ≤ 500 mg/L、真色色度 ≤ 400 及 pH 值範圍 4.5 ~ 9.5。而環保署廢水排放標準，印染整理業排放管制標準 BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 160 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（印花及梭織布染整者），BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 140 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（筒紗、絞紗染色、針織布及不織布染整者），BOD ≤ 30 mg/L；COD ≤ 100 mg/L；SS ≤ 30 mg/L 及真色度 500 以下（整理、紙印花、刷毛、剪毛、磨毛及非屬前兩類者）。該廠每日污水排放量約 1,159 CMD，COD 測值約 308 mg/L、SS 測值約 8.5 mg/L 及導電度 1,680 μ mho/cm 25°C，但據訪廠瞭解目前本廠安裝電凝設備後放流水均符合工業區放流標準，並急欲回收放流水至製程使用。

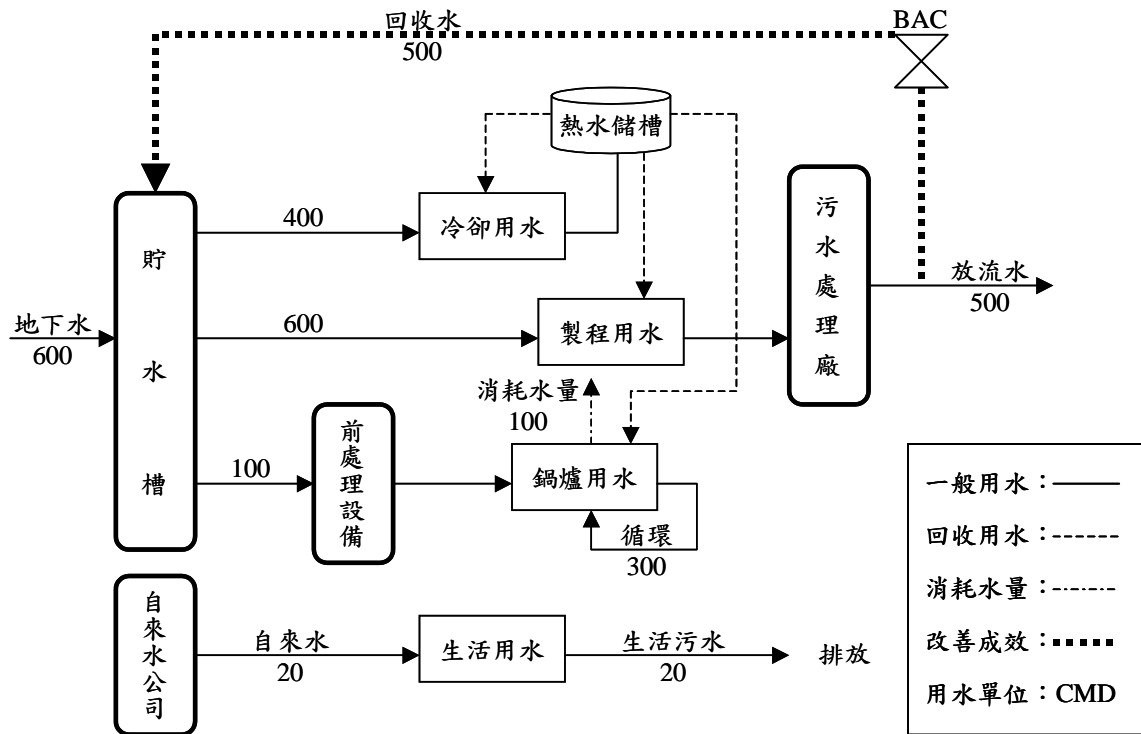
表五、水質檢測報告

項目	廢水量	COD	BOD	SS	鎳	總鉻	銅	鋅	鐵	鉛	導電度
檢測值	1,159 m ³ /日	308 mg/L	- mg/L	8.5 mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	- mg/L	1,680 μ mho/cm 25°C

三、用水效率提升輔導重點及方案

經由本節水服務團與該廠廠務人員實地訪廠與討論的結果提出以下幾點建議：

1. 鍋爐冷凝水可達 80°C 以上且水質比軟水好，如能建立單獨回收系統可減少鍋爐藥品的使用，效益會更好。
2. 本服務團隊現場取原廢水樣品，作水質檢驗及去鐵杯瓶試驗，結果及方法提供該工廠參考。
3. 廢水之中和在冷卻水塔中，長期操作會有腐蝕及阻塞的問題，建議於冷卻水塔之後設專用中和槽。
4. 工廠現考慮使用默克簡易光電 COD 分析儀，為求真實性建議採用標準檢測方法，至少可要求默克對於孟益廢水作簡易光電法與標準檢測法的相關關係，以作為水質檢測管理之依據。
5. 本工作團隊可幫該工廠作熱水回收計量設備的規劃。
6. 鍋爐冷凝水應建立單獨回收系統，經濟效益會更好。
7. 針對電凝出流水的鐵份去除，本工作團隊可協助建立方法及適當藥品的使用。
8. 廢水回收是否可行，必須經過除鐵→水質檢測→化驗室試染→現場染色驗證等程序，才可確定。
9. 初步預估若上述改善工程完成後，其放流水水質不僅達到廢水自行排放的標準，若在加裝高級處理設備生物活性碳處理槽（BAC）後在經由 NF + RO 過濾將可達到放流水管末回收至少 50% 的效益，相當於每日節省 500 CMD 的用水量。一系列三級處理設備裝設費用約 800 萬元。該廠經輔導後整體用水平衡如下圖所示：



圖四、改善後用水平衡圖

10. 輔導前後回收率 (R_1 及 R_2) 之計算比較如下所示：

(a) 輔導前 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 33.3\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 9.1\%$$

(b) 輔導後 R_1 及 R_2 ：

$$R_1 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% \right) = 66.7\%$$

$$R_2 \left(\frac{\text{總循環用水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水用水量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水用水量}} \times 100\% \right) = 54.5\%$$

四、改善方案測試及評估

1. 孟益染整廢水 Jar Test 實驗

由於該染整廠廢水處理設備為新購置電凝浮除設施，其操作條件並沒有達到最佳的效率，故本實驗目的為為該廠找出最佳的藥品添加量。且該廠廢水處理問題主要如下：(1) 沈澱池設計容量不夠，沒有足夠的水力停留時間使污泥沈澱。(2) 污水 COD 去除率未達最佳效率，其去除率僅達 7 成左右。(3) 電凝後廢水若無馬上與污泥分離排放，數日後放流水水質會變混濁。

2. 實驗方法：

表六為該工廠廢水水質狀況及處理條件，工廠每日廢水量約 1,000 CMD，原水 COD 約 1,000 mg/L，排放至處理設備前調整其 pH 值至 6.8 ~ 7.0 左右，工廠每日約添加 3 kg 的高分子助劑處理 500 公噸的廢水，相當於 3 ppm 的濃度，故本實驗擬定以杯瓶實驗配製實廠濃度上下範圍（1.5 ppm、3 ppm、4.5 ppm 及 6 ppm）測試其最佳混凝加藥條件。

表六、工廠廢水水質狀況及處理條件

	工廠廢水
每日廢水量 (CMD)	1,000
高分子助凝劑 polymer (kg/Day)	3
原水 COD 值 (mg/L)	1000
pH 值	6.8

3. 實驗步驟：

本實驗模擬工廠實際加藥狀況測試其增減試劑用量後膠羽形成狀況，其實驗步驟如下所示：

- (1) 取 4 杯 400 mL 的廢水分別加入 0.6 mL、1.2 mL、1.8 mL 及 2.4 mL 配製好 1,000 ppm 的 polymer。
- (2) 以 NaOH 將水樣調整 pH 值至 6.9 ~ 7.0 左右。
- (3) 使水樣快混（150 rpm）2 分鐘，然後慢混（20 rpm）15 分鐘，並記錄每一樣品形成膠羽的情形。
- (4) 將其水樣靜置使膠羽沈降，記錄污泥沈降比率及沈降時間。
- (5) 將水樣送驗測其 COD 及 Fe 濃度，比較 COD 及 Fe 去除率。

4. 實驗結果：

表七、實驗結果紀錄表

	#1	#2	#3	#4	
工廠藥品添加濃度 (mg/L)	-	3	-	-	
實驗室藥品添加濃度 (mg/L)	1.5	3	4.5	6	
實驗結果	上沈液色度	膠羽懸浮	有顏色	澄清	澄清
	膠羽狀況	小膠羽	大膠羽	大膠羽	大膠羽
	污泥沈澱量	25%	25%	25%	25%
	COD 值(mg/L)	201	255	207	201
	Fe (mg/L)	0.48	0.42	0.42	0.43



照片一、孟益廢水 Jar Test 實驗照片

5. 結論：

經由上述實驗的結果及實地瞭解廢水廠處理的現況發現，廢水廠的功能並不是在很有效率的狀況下運轉，故提出以下幾點結論：

- (1) 該廢水廠的沈澱池設計容量不夠大，且沒有溢流堰整流形同虛設，建議可於後端加裝砂濾設施以過濾來不及沈澱的污泥。
- (2) 經由 Jar Test 的實驗結果得知，目前該廠 Polymer 藥劑使用量可能不夠，建議可以多增加 0.5 至 1 倍的藥劑使用量。
- (3) 調整 pH 值所使用的酸液是使用 H_2SO_4 ，易與鐵離子形成硫化鐵，此為造成水質顏色變黑的主要原因，故建議可改用 HCl 做為調整 pH 的藥劑。

五、後續追蹤輔導

工廠對於能源回收已建立觀念，但在量化方面還待提升。該企業投資電凝浮除設備處理廢水主要是新營工業區污水處理場收費太高（約 22 元/ m³），如有機會希望能進一步做到廢水回收。但由試車中的電凝浮除處理狀況來看，要廢水回收有下列問題待解決。

1. 電凝出流水 COD 還有 350 mg/L，COD 去除率不到 80% 要達到理想的 90% 以上仍有困難。
2. 電凝出流水有鐵銹色顯然含有過量的鐵，必須去除至 0.1 mg/L 以下，才能作為回收水使用。
3. 應比照染色用水標準，檢測電凝出流水水質，才能檢討是否可行。
4. 廢水回收染色有無問題，必須經過工廠化驗室及現場作一連串的驗證。

附錄一



照片 1、設備安裝（電凝設備）



照片 2、設備安裝（藥品儲槽）



照片 3、設備安裝



照片 4、設備安裝（板框式污泥機）

附錄二



照片 1、污泥刮除設備



照片 2、曝氣渠道



照片 3、曝氣渠道及沉澱池



照片 4、顧問現場輔導



照片 5、顧問現場輔導



照片 6、現場人員操作設備

