



金屬表面處理業整合性 污染防治技術手冊－電鍍業



序

電鍍製程是工業製品完成過程中重要之加工部份，因可提高產品之防蝕、耐磨、導電及光澤性等附加價值，使得電鍍業歷年來對國內整體工業及經濟發展有很大的貢獻。但由於電鍍製程需使用多種化學藥液，且各程序間屢經清洗作業，除生產過程產生廢水、廢液外，亦因部份原料屬毒性化學物質或具逸散性廢氣排放，因而衍生許多環保工安問題。因此，協助業者做好污染防治、工業減廢、環保及工安管理工作，以提升整體產業環境績效，是產業永續發展的重要課題。

環境保護工作之趨勢是國際化、全方位並結合經貿活動，以往單純之管末處理改善，已不足以因應國際環保潮流；推動工業減廢、清潔生產技術、環境管理系統及節省資源使用是產業未來永續生存之要件。有效地使用原物料、能源及減少廢棄物的產生，建立持續改善的環境管理系統，不僅能使生產成本大為降低，更可因潔淨製程及生產綠色產品，進而改善企業形象，並提升經營績效及獲利。

本局為輔導國內金屬表面處理業妥適因應現階段及未來的環保要求，特委託財團法人中技社進行環保工安減廢之整合性輔導。執行期間累積諸多寶貴輔導經驗與成果，並獲得不少產業污染防治、工安減廢經驗及案例等資料，特彙整編撰行業別之整合性污染防治技術手冊，期從全方位角度提供環保、工安、減廢資訊供產業界參考運用，藉由提升整體產業之環境績效，以協助企業持續改善，達到永續經營之境界。

本技術手冊編撰過程，承蒙審查委員與各撰稿者無私地提供個人及服務單位寶貴之實務經驗與實例，並在百忙之中全力參與編輯及審查工作，使本技術手冊得以圓滿完成，除敬表欽佩外，並致上最誠摯之謝忱。

經濟部工業局謹識

中華民國九十一年四月

主 任 序

自十八世紀工業革命以來，人類的物質文明大幅提昇，人們盡情享用空前未有的物質成果，世界各國莫不積極的進行工業化。然而，也由於工業化的過程亦衍生出環保及工業安全衛生問題，故如何解決環保問題並提供健康舒適的作業環境，是許多業者及從業人員相當注重的議題。

經濟部工業局在民國七十年代起即委託本社進行提昇工廠污染防治技術輔導工作，近年來更為因應國際間嚴格的環境保護議題，因此，自民國 87 年起特針對整體性輔導需求較殷切的幾種行業，如印刷電路板業、造紙業、水泥業、合成樹脂業、電弧爐煉鋼業、螺絲業、製藥業、染整業、金屬表面處理業及皮革業等行業進行環境保護及工業減廢整合性輔導，以確實協助業者做好污染防治工作，進而提昇整體產業環境績效並達成永續發展之目標。

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之科技工業，但由於生產製程使用多種化學原料，且電鍍前後各有脫脂洗淨、鍍膜安定化程序，因而產生不同類型之污染排放，因此衍生許多環保工安問題。本社為提供產業詳盡的環保工安減廢資訊，特別依據多年來對業界之輔導經驗並參考國內外相關業者發展動態資料，彙整編寫成本技術手冊，內容涵蓋電鍍業之製程及污染特性、廠內管理／製程改善／清潔生產／能源節約、污染防治技術、環境管理系統建制與執行績效、相關案例探討及產業未來發展趨勢等章節。將可有效提供業界解決環保問題時之全方位參考指引，並進而強化整體產業競爭力。

在此特別感謝參與編寫及審訂本書之專家學者與本社工程師，從事資料蒐集、整理與撰寫，並將個人寶貴之實務經驗提供出來，盡心盡力使本手冊得以順利出版，但由於時間匆促，內容如有疏漏之處，尚祈各界先進不吝指正為感。

財團法人中技社 綠色技術發展中心主任

中華民國九十一年三月

目 錄

第一章 前 言

1.1 緣由	1-1
1.2 技術手冊使用說明	1-1

第二章 行業概況

2.1 產業現況	2-1
2.2 製程特性	2-2
2.2.1 拋光與研磨	2-3
2.2.2 前處理	2-3
2.2.3 電鍍	2-6
2.2.4 後處理	2-14
2.3 污染防治現況	2-15
2.3.1 製程與污染源分類	2-15
2.3.2 污染來源	2-19
2.3.3 污染防治作為	2-21

第三章 清潔生產技術

3.1 基本概念	3-1
3.1.1 減廢技術	3-1
3.1.2 清潔生產	3-3
3.1.3 能資源節約	3-4
3.1.4 廠內管理	3-5
3.2 製程減廢	3-5
3.2.1 廠內管理	3-5
3.2.2 製程改善	3-9

3.3 清潔生產	3-19
3.3.1 原物料改變	3-19
3.3.2 脫脂槽液循環過濾系統	3-26
3.3.3 高質傳電解回收系統	3-30
3.3.4 蒸發濃縮系統	3-33
3.3.5 離子交換設備	3-37
3.4 能源節約	3-42

第四章 污染防治技術

4.1 水污染防治技術	4-1
4.1.1 綜合廢水處理整體規劃	4-1
4.1.2 氰系廢水處理	4-4
4.1.3 鉻系廢水處理	4-9
4.1.4 重金屬廢水處理	4-11
4.1.5 含螯合劑廢水處理	4-14
4.1.6 有機(COD)廢水處理	4-16
4.1.7 廢水污染防治規劃設計注意事項及操作維護	4-19
4.1.7 廢水處理新技術	4-50
4.2 空氣污染防制技術	4-58
4.2.1 污染特性	4-58
4.2.2 可行控制技術	4-59
4.2.3 濕式洗滌塔之操作維護	4-70
4.3 廢棄物特性與處理處置	4-77
4.3.1 廢棄物特性	4-77
4.3.2 貯存方法與設施	4-78
4.3.3 污泥處理技術	4-80

4.4 噪音防制技術.....	4-92
4.4.1 噪音防制計畫	4-92
4.4.2 噪音防制技術	4-93
4.5 土壤及地下水污染整治	4-99
4.5.1 前言	4-99
4.5.2 相關法規	4-99
4.5.3 污染監測基準及管制標準	4-101
4.5.4 污染預防與整治技術	4-103
4.6 毒性化學物質管理與管制	4-108
4.6.1 前言	4-108
4.6.2 毒性化學物質運作管理	4-108
4.6.3 毒性化學物質使用核可申請範例	4-115
4.6.4 毒性化學物質廠內管理	4-130
4.7 工業安全與衛生	4-133
4.7.1 安全衛生危害因子	4-133
4.7.2 危害控制技術	4-137

第五章 環境管理系統建制與執行績效

5.1 環境管理系統推動現況	5-1
5.2 建立環境管理系統之程序	5-3
5.2.1 環境管理系統規劃階段	5-3
5.2.2 先期審查	5-5
5.2.3 架構規劃	5-21
5.2.3.1 制定環境政策	5-22
5.2.3.2 訂定目標、標的	5-25
5.2.3.3 訂定管理方案	5-27

5.3 環境管理系統之執行階段.....	5-32
5.3.1 架構與責任.....	5-32
5.3.2 訓練、認知與能力.....	5-33
5.3.3 溝通.....	5-37
5.3.4 環境管理系統文件化	5-40
5.3.5 文件管制	5-42
5.3.6 作業管制	5-45
5.3.7 緊急事件準備與應變	5-49
5.4 環境管理系統之檢查矯正階段.....	5-53
5.4.1 監督與量測.....	5-53
5.4.2 不符合、矯正及預防措施.....	5-58
5.4.3 紀錄.....	5-61
5.4.4 環境管理系統稽核.....	5-65
5.5 環境管理系統之審查階段.....	5-78
5.6 環境績效.....	5-81

第六章 案例介紹

6.1 環保整合性案例.....	6-1
6.1.1 前言	6-1
6.1.2 製程與污染來源	6-1
6.1.3 製程原物料種類與使用量	6-2
6.1.4 污染特性與處理成效	6-2
6.1.5 管理制度	6-6
6.1.6 工業減廢執行方案與成效	6-7
6.2 資源回收與廢水處理案例.....	6-10
6.2.1 前 言	6-10

6.2.2 製程與污染來源	6-10
6.2.3 製程原物料種類與使用量	6-10
6.2.4 污染特性	6-11
6.2.5 建制環境管理系統	6-13
6.2.6 製程減廢回收	6-13
6.3 重金屬廢水離子交換處理案例	6-19
6.3.1 工廠現況	6-19
6.3.2 廢水種類與特性	6-19
6.3.3 重金屬廢水離子交換及管末處理	6-20
6.3.4 處理成效	6-24
6.4 空氣污染防制案例	6-26
6.4.1 工廠簡介	6-26
6.4.2. 污染源概況	6-26
6.4.3.廢氣污染防制	6-27
6.5 廢水污染防治計算範例	6-32
6.5.1 前言	6-32
6.5.2 設計計算範例	6-32

第七章 產業未來發展趨勢

7.1 朝向清潔生產之路	7-1
7.2 經營管理與勞動人力素質的提昇	7-2
7.3 積極提昇產業技術	7-2
7.4 市場評估作為產業發展未來的目標	7-3
7.5 堅持信念永續發展	7-4

第八章 問題分析與對策

8.1 製程減廢方面.....	8-1
8.2 管末處理方面.....	8-16

圖 目 錄

圖 2.1-1	鉻酸鹽皮膜處理流程	2-14
圖 2.3-1	裝飾電鍍典型製程及污染來源	2-16
圖 2.3-2	工業電鍍典型製程及污染來源	2-17
圖 2.3-4	電子電鍍典型製程及污染來源	2-18
圖 2.3-5	塑膠電鍍典型製程及污染來源	2-19
圖 2.3-6	電鍍製程污染來源	2-20
圖 3.1-1	工業減廢技術一覽表	3-2
圖 3.2-1	清洗槽進、出水口設置比較	3-10
圖 3.2-2	連續逆流清洗法	3-11
圖 3.2-3	反應性清洗圖例	3-12
圖 3.2-4	製程設置回收槽示意圖	3-15
圖 3.3-1	低油脂含量之脫脂槽液循環過濾系統處理流程	3-27
圖 3.3-2	高油脂含量之脫脂槽液循環過濾系統處理流程	3-27
圖 3.3-3	清槽過濾回收法處理流程	3-29
圖 3.3-4	高質傳電解回收系統處理流程	3-31
圖 3.3-5	鎳離子濃度隨電解時間變化曲線圖	3-33
圖 3.3-6	大氣蒸發濃縮處理流程示意圖	3-34
圖 3.3-7	離子交換法配合電解法之回收處理流程	3-38
圖 3.3-8	電鍍工廠鉻酸離子交換回收處理流程	3-40
圖 4.1-1	電鍍廢水典型之化學混凝沉澱處理流程	4-1
圖 4.1-2	氰化物使用氯氣氧化流程	4-5
圖 4.1-3	氰系廢水使用漂白水氧化處理流程	4-6
圖 4.1-4	氰系清洗廢水離子交換法處理流程	4-8

圖 4.1-5	六價鉻還原處理流程	4-10
圖 4.1-6	鉻系廢水離子交換法處理流程	4-11
圖 4.1-7	溶解金屬溶解度與 pH 之關係	4-13
圖 4.1-8	含重金屬廢水處理流程圖	4-14
圖 4.1-9	接觸曝氣法處理流程	4-18
圖 4.1-10	電鍍廢水分流收集系統規劃(範例)	4-20
圖 4.1-11	廢水貯槽型式	4-21
圖 4.1-12	凝集沉澱設施	4-25
圖 4.1-13	杯瓶試驗裝置	4-27
圖 4.1-13	快混槽設計例	4-33
圖 4.1-14	機械式漿板攪拌例	4-34
圖 4.1-15	沉澱槽概略圖	4-35
圖 4.1-16	板框壓濾式污泥脫水機	4-44
圖 4.1-17	板框壓濾式脫水機操作程序	4-45
圖 4.1-18	污泥曬乾床設計圖例	4-48
圖 4.1-19	流體化床結晶法反應槽示意圖	4-52
圖 4.1-20	含鎳廢水流體化床結晶法處理流程	4-53
圖 4.1-21	選擇性離子交換介質萃取回收法處理流程	4-55
圖 4.2-1	吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之側吸式氣罩	4-60
圖 4.2-2	吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之雙側吸式氣罩	4-60
圖 4.2-3	吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之推拉式氣罩	4-61
圖 4.2-4	吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之摺疊式氣罩	4-61
圖 4.2-5	滾鍍廢氣收集系統(一)	4-62
圖 4.2-6	滾鍍廢氣收集系統(二)	4-63
圖 4.2-7	研磨粉塵收集方式	4-64

圖 4.2-8	脫脂槽廢氣處理流程	4-65
圖 4.2-9	酸洗槽及電鍍槽廢氣處理流程	4-65
圖 4.2-10	噴霧式洗滌塔	4-67
圖 4.2-11	文氏洗滌塔	4-68
圖 4.2-12	隔板式洗滌塔（泡罩塔）	4-69
圖 4.2-13	填充式洗滌塔	4-70
圖 4.3-1	廢棄物貯存、清除、處理流程圖	4-78
圖 4.3-2	真空抽引式氣流乾燥機	4-82
圖 4.3-3	電熱式污泥烘乾機處理流程	4-84
圖 4.3-4	濕式氨浸法流程	4-86
圖 4.3-5	濕式酸浸法流程圖	4-87
圖 4.3-6	鉻污泥回收鉻鹽流程	4-88
圖 4.3-7	糖還原法製作鞣革劑流程	4-89
圖 4.3-8	氫氧化鉻污泥製造鉻鞣革劑流程	4-90
圖 4.3-9	電鍍污泥製造實心黏土磚流程	4-91
圖 4.3-10	電鍍污泥與廢塑膠再利用資源化流程	4-91
圖 4.4-1	室內設置吸音材料	4-94
圖 4.4-2	移動式吸音屏圖例	4-95
圖 4.4-3	簡易型隔音簾	4-95
圖 4.4-4	排氣管路設計準則	4-97
圖 4.4-5	典型送風扇裝置消音器示意圖	4-98
圖 4.6-1	毒性化學物質緊急應變程序	4-113
圖 4.6-2	化學藥液槽設置防溢堤	4-130
圖 4.6-3	毒化物倉儲管理	4-131
圖 5.2-1	環境管理系統建置程序	5-3

圖 5.2-2	環境管理系統委員會組織架構圖（範例）	5-4
圖 5.2-3	重大環境考量面鑑別流程圖	5-8
圖 5.2-4	法規蒐集及查核程序流程圖	5-16
圖 5.3-1	以流程為基礎之品質管理系統模式	5-42
圖 5.3-2	管理系統文件架構	5-44
圖 5.4-1	環境不符合狀況處理流程圖	5-60
圖 5.4-2	環境管理系統之內部稽核程序	5-68
圖 5.4-3	現場稽核流程	5-76
圖 5.6-1	組織運作圖	5-87
圖 5.6-2	環境績效評估	5-91
圖 5.6-3	組織內部管理、作業與環境狀況之相互關係	5-92
圖 5.6-4	環境績效評估規劃執行流程	5-95
圖 5.6-5	環境績效評估數位儀表板-能資源使用	5-100
圖 6.1-1 A	工廠製程與污染來源	6-1
圖 6.1-2 A	工廠廢水處理流程	6-4
圖 6.2-1 B	工廠製造流程	6-10
圖 6.2-2 B	工廠廢水分類收集系統	6-12
圖 6.2-3 B	工廠流體化床電解回收設備處理流程	6-14
圖 6.2-4 B	工廠鍍鎳水洗水離子交換處理流程	6-14
圖 6.2-5 B	工廠節能措施處理流程	6-17
圖 6.2-6 B	工廠廢水處理流程	6-18
圖 6.3-1C	工廠電鍍製程與污染來源	6-19
圖 6.3-2(a) C	工廠鍍鎳水洗水離子交換處理流程	6-22
圖 6.3-2(b) C	工廠鍍黃銅水洗水離子交換處理流程	6-22
圖 6.3-2(c) C	工廠鉻系水洗水離子交換處理流程	6-23

圖 6.3-3	C 工廠製程廢水回收處理流程	6-23
圖 6.4-1	D 工廠製程與污染產生源	6-27
圖 6.4-2	D 工廠脫脂槽廢氣處理流程	6-28
圖 6.4-3	D 工廠酸洗槽及電鍍氣處理流程	6-28
圖 8.1-1	脫脂槽液利用陶瓷膜管循環過濾流程	8-2
圖 8.1-2	脫脂槽液循環回補使用方式	8-2
圖 8.1-3	鍍鎳清洗水離子交換處理流程	8-9
圖 8.1-4	鍍鉻清洗水離子交換處理流程	8-10
圖 8.2-1	泵定量抽送方式	8-23
圖 8.2-2	輸送管設分叉管方式	8-24
圖 8.2-3	分水計量槽分水方式	8-24
圖 8.2-4	長方形平底沉澱槽改善方式	8-27
圖 8.2-5	藥液槽外部設置透明液位計	8-29

表 目 錄

表 2.1-1	台灣區電鍍工廠分佈概況暨會員統計表	2-1
表 2.3-1	電鍍廢水各類污染物主要來源	2-21
表 2.3-2	各類型電鍍工廠廢水污染防治設施設置成本	2-22
表 2.3-3	各類型電鍍工廠廢水污染防治設施操作總成本	2-23
表 3.2-1	電鍍工廠廠內管理項目	3-6
表 3.2-2	預防洩漏的方法	3-7
表 3.2-3	帶出液減量之可行技術	3-13
表 3.2-4	延長槽液使用期限之具體作法	3-16
表 3.3-1	原物料改變方法	3-19
表 3.3-2	鍍液內雜質粒徑分佈	3-21
表 3.3-3	鹼性脫脂劑的主要成分、污染項目及應注意事項	3-22
表 3.3-4	酸性脫脂劑的主要成份、污染項目及應注意事項	3-22
表 3.3-5	脫脂槽液 COD 濃度(個案資料).....	3-23
表 3.3-6	典型無氰化物鍍鋅浴組成成份與操作條件	3-24
表 3.3-7	不同光澤劑進行哈氏槽試驗之最佳操作條件	3-24
表 3.3-8	低污染性或低毒性之電鍍製程	3-26
表 3.3-9	脫脂槽液循環過濾回收流程適用對象及功能	3-28
表 3.3-10	某掛鍍工廠熱脫脂槽液循環過濾前後污染濃度變化	3-30
表 3.3-11	某掛鍍工廠熱脫脂槽液更槽期限及脫脂劑補充量變化情形	3-30
表 3.3-12	不同電解時間之鎳離子濃度	3-32
表 3.3-13	某型大氣蒸發濃縮設備之設計基準	3-35
表 3.3-14	大氣蒸發濃縮設備之異常原因與對策	3-36
表 3.3-15	鍍槽、鉻酸回收槽及清洗槽六價鉻濃度	3-37
表 3.3-16	蒸發濃縮效率評估結果	3-37

表 3.3-17	離子交換樹脂塔樹脂種類、密度及使用量	3-40
表 4.1-1	分解 1kgCN ⁻ 所需氧化劑之量	4-6
表 4.1-2	還原 1 公斤 CrO ₃ 理論藥劑需求量	4-9
表 4.1-3	各種金屬氫氧化物適當沈降 pH 值	4-12
表 4.1-4	含螯合劑之處理液	4-15
表 4.1-5	處理水質與活性碳消耗量關係	4-17
表 4.1-6	電鍍製程廢水二級生物處理試驗結果	4-19
表 4.1-7	廢水貯槽管理及維護	4-21
表 4.1-8	反應槽之維護檢查項目	4-24
表 4.1-9	多元氯化鋁的組成成份	4-28
表 4.1-10	各類型硫酸鐵的組成成份	4-29
表 4.1-11	工業級氯化鐵的組成成份	4-30
表 4.1-12	氯化鐵的物化性質	4-31
表 4.1-13	凝集沉澱設施之維護檢查項目	4-37
表 4.1-14	向下流式過濾設施之反沖洗	4-39
表 4.1-15	過濾設施之操作管理項目	4-40
表 4.1-16	活性碳層反沖洗操作	4-42
表 4.1-17	活性碳吸附設備之操作管理項目	4-42
表 4.1-18	板框壓濾式脫水機異常主要原因及對策	4-47
表 4.1-19	流體化床結晶實廠應用設計參數	4-52
表 4.1-20	流體化床結晶法週期性連續處理結果	4-54
表 4.1-21	含鎳廢水以化學混凝法及流體化床結晶法處理成本比較	4-54
表 4.1-22	選擇性離子交換介質萃取回收法處理效率	4-56
表 4.2-1	電鍍製程廢氣污染特性	4-59
表 4.2-2	電鍍製程氣罩最低捕集速度表	4-62
表 4.2-3	濕式洗滌塔檢查要項及檢查頻率	4-71

表 4.2-4	濕式洗滌塔定期操作維護記錄(範例)	4-75
表 4.2-5	濕式洗滌塔定期保養管理記錄(範例)	4-76
表 4.3-1	電鍍污泥重金屬成分分析	4-77
表 4.3-2	廢水污泥乾燥技術比較	4-81
表 4.3-3	重金屬污泥資源化技術比較	4-85
表 4.5-1	地下水污染監測基準	4-102
表 4.5-2	第一階段地下水污染管制標準	4-102
表 4.5-3A	土壤污染整治技術(現場整治)	4-105
表 4.5-3B	土壤污染整治技術(離場整治)	4-106
表 4.5-4	地下水污染現場整治技術	4-107
表 4.6-1	毒性化學物質危害預防及應變計畫或運作防災基本資料運作量 標準	4-112
表 4.6-2	毒性化學物質使用核可文件申請表	4-117
表 4.6-3	XX 縣政府環境保護局毒性化學物質使用核可文件	4-118
表 4.6-4	案例工廠廢水水質	4-119
表 4.6-5	三氧化鉻之危害及急救解毒方法	4-122
表 4.6-6	三氧化鉻洩漏及廢棄處理方法	4-124
表 4.6-7	電鍍工廠個人防護及作業場所之安全措施	4-125
表 4.6-8	緊急應變處理小組人員編組表	4-125
表 4.6-9	毒性化學物質運作紀錄申報表(範例)	4-129
表 5.2-1	工廠環境現況及歷史調查範圍與收集項目	5-6
表 5.2-2	環境考量面部門作業流程切割表	5-9
表 5.2-3	工廠活動、產品、服務之清查表	5-9
表 5.2-4	環境考量面登錄表	5-11
表 5.2-5	環境考量面評估表(特定準則評估法)	5-12
表 5.2-6	重大環境考量面(範例)	5-13

表 5.2-7	環保相關法規登錄清冊（範例）	5-17
表 5.2-8	法規登錄表（參考例）	5-18
表 5.2-9	法規不符合彙整表（範例）	5-19
表 5.2-10	先期環境審查報告目錄（參考例）	5-21
表 5.2-11	電鍍工廠之環境政策案例（一）	5-24
表 5.2-12	電鍍工廠之環境政策案例（二）	5-24
表 5.2-13	環境政策、目標、標的及環境管理方案對照表	5-29
表 5.2-14	環境管理方案規劃及追蹤表	5-30
表 5.3-1	組織可提供之環境訓練種類（參考例）	5-35
表 5.3-2	電鍍業訓練、認知及能力要求（範例）	5-36
表 5.3-3	文件綱目(參考例)	5-41
表 5.4-1	監督與量測之條文整理	5-54
表 5.4.2	環境監督與量測管制表(參考例).....	5-56
表 5.4-3	環境紀錄種類、保存一覽表（參考例）	5-63
表 5.4-4	環境紀錄保管總覽表（參考例）	5-64
表 5.4-5	稽核計畫表（參考例）	5-69
表 5.4-6	環境管理系統權責分工表	5-70
表 5.4-7	環境管理系統稽核查核表(參考例)	5-72
表 5.4-8	環境管理系統稽核觀察紀錄表（參考例）	5-72
表 5.4-9	環境管理系統矯正預防通知單（參考例）	5-73
表 5.4-10	環境管理系統稽核總結報告	5-73
表 5.6-1	環境績效評估初步規劃需考慮之要項	5-94
表 5.6-2	環境績效評估規劃項目及內容	5-96
表 5.6-2	環境績效評估規劃項目及內容（續）	5-97
表 5.6-3	環境績效評估數據收集來源	5-99
表 5.6-4	輔助環境績效評估審查的問題查核表	5-103

表 5.6-5	環境績效與管理系統文件結合一覽表	5-104
表 5.6-6	電鍍業可參考之環境管理績效指標	5-107
表 5.6-7	電鍍業可參考之環境操作績效指標	5-109
表 5.6-8	電鍍業可參考之環境狀況績效指標	5-110
表 6.1-1	A 工廠製程原物料種類與使用量	6-2
表 6.1-2	A 工廠廢水特性	6-3
表 6.1-3	A 工廠設計廢水及實際處理水質	6-4
表 6.1-4	A 工廠廢氣污染物質、濃度、排氣量	6-5
表 6.1-5	A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表	6-7
表 6.1-5	A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表(續 1) ..	6-8
表 6.1-5	A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表(續 2) ..	6-9
表 6.2-1	B 工廠製程原物料種類與使用量	6-11
表 6.2-2	B 工廠廢水水質	6-12
表 6.2-3	B 工廠大氣蒸發濃縮設備設計、操作基準	6-15
表 6.2-4	B 工廠大氣蒸發濃縮設備效益評估	6-16
表 6.2-5	B 工廠廢水處理場設計水質、水量	6-18
表 6.3-1	C 工廠製程廢水種類及特性	6-20
表 6.3-2	C 工廠綜合廢水水質	6-20
表 6.3-3	C 工廠設計廢水量及廢水水質	6-20
表 6.4-1	D 工廠製程廢氣特性	6-27
表 6.4-2	D 工廠廢氣污染防制設備規範	6-30
表 6.4-3	D 工廠廢氣污染防制設備初設及操作費用	6-30
表 6.6-1	廢水處理系統各槽體設備規格及水力停留時間表	6-42

第一章 前言

1.1 緣由

工業主管機關近年來積極輔導電鍍工業，推動減廢環保工作成果斐然，同時彙整國內外技術資料與行業輔導成果，出版許多電鍍業污染防治與工業減廢技術手冊供業界參考，包括「電鍍業污染防治輔導實例彙編」、「電鍍業廢棄物資源化案例彙編」、「電鍍業減廢案例彙編」、「電鍍業水污染技術」、「電鍍工廠排水處理與管理」、「電鍍業廢水污染防治」、「金屬工業廢水處理技術」、「電鍍業減廢回收與污染防治」等多本技術手冊，然而針對電鍍行業特性提供從源頭至管末一系列的整合性技術手冊並不多，經濟部工業局乃於本（90）年度擴大技術應用篇幅與內容編撰本技術手冊。

為提供業界全面性、完整的環保技術，使業者從瞭解製程特色，藉由綠色技術工具來提高環境績效，與降低生產成本，遂有金屬表面處理業整合性污染防治技術手冊-電鍍業之產生，本手冊技術層面涵蓋了行業概況/清潔生產技術/污染防治技術/環境管理系統執执行程序/環境績效/案例介紹/產業未來發展趨勢/問題分析與對策/實用之參考附件等章節，將可提供業者全方為之參考使用。期盼藉由製程源頭減廢與適當技術的引進，達成產業永續經營與資源保護兼籌並重，乃為編輯本手冊之精神與目的。

1.2 技術手冊使用說明

本手冊共涵括九章，請讀者在閱讀前，先參閱本節技術手冊使用說明，以瞭解手冊所包含之內容、範圍。

本文第一章前言，說明手冊之編輯緣由與目的，並定義工業減廢、環境管理系統相關名詞，以及簡介電鍍專有名詞，使讀者對電鍍專有名詞，相關環保技術有一概要性瞭解，讀者在閱讀本手冊時，如對相關專有名詞以及相關技術產生疑義時，可參閱本章節之說明。

第二章行業概況說明，介紹電鍍業各類型製程單元特性、污染產生源及污染特性，並說明產業之廢水、廢氣、廢棄物污染現況及改善程度。

第三章清潔生產技術，提供相關減廢技術及能資源節約程序，以整合性撰寫方式介紹適合的應用方法，並介紹常用之技術與處理成效，以提供業界參考。

第四章污染防治技術，主要針對廢水處理、廢氣處理、固體廢棄物處理、毒化物運作、噪音及土壤及地下水污染整治防制等六項管末處理技術作介紹。本章中並提供污染防治計算之範例與相關數據，以利於業者在操作維護時問題的發現與解決。

在上述各污染防治技術內容包括：

1. 廢水方面：(1)設計流程及細部設計注意事項；(2)各類廢水常用處理技術；(3)處理設備操作維護方法及管理方式；(4)廢水處理新技術介紹。
2. 廢氣方面：(1)廢氣來源與特性；(2)不同單元之廢氣控制技術；(3)處理設施操作維護方法。
3. 廢棄物方面：(1)廢棄物特性；(2)處理處置方法；(3)資源回收方法。
4. 毒化物方面：(1)運作相關規定廢棄物特性；(2)廠內管理方法處理處置方法；(3)污染預防資源回收方法。
5. 噪音方面：(1)污染特性；(2)製程噪音控制技術；(3)管末處理設施噪音控制。
6. 土壤及地下水方面：(1)相關法規規定；(2)管制項目與管制標準；(3)污染預防及污染控制技術。
7. 污染防治計算範例方面：(1)廢水設計基準；(2)廢水處理流程；(3)各處理單元設計準則。廢氣之相關計算範例則請參考第六章之空氣污染防制案例介紹以及經濟部工業局印製的「廢氣濕式處理」技術手冊。
8. 工業安全與衛生方面：(1)安全衛生危害因子；(2)危害控制技術。

第五章環境管理系統建置與執行績效，乃介紹環境管理系統執方式與環境績效指標，文中內容依照系統建制流程，針對準備期、先期審查期、架構規劃期、文件製作期、執行運作期、稽核與管理審查期、正式驗證及持續改善等不同階段，其條文要求事項、程序、方法、常見缺失與矯正措施及維護等進行說明。

第六章案例介紹，介紹電鍍工廠在污染防治、工業減廢及環境管理系統建置之實例，提供業者參考借鏡。

第七章產業未來發展趨勢，本章節將說明電鍍產業未來的發展，說明產業應如何在既有的基礎上，來進行產業強化、轉型及升級，藉以跳脫以往「以量生產」，以「密集人力」賺取利潤之模式，改為「高附加價值製造」、「清潔生產」、「節能省資源」之產業。

第八章問題分析與對策（Q&A），為提供讀者在製程生產與污染防治設備操作維護時常見問題，本章彙整製程減廢及廢水與廢氣管末處理常見缺失，以一問一答（Q&A）編排，將日常操作維護常見之疑難雜症，以深入淺出的方式撰寫，提供業者實用的解決對策。

除了以上介紹各章節外，並提供相關附錄包括：政府產業發展策略、相關環保法令、優惠獎勵措施、污染防治設備成本分析及產業界適用之網站等參考資料，供讀者參考。

電鍍工業是一項結合傳統與高科技技術之產業，不僅提昇國家人民生活品質，更是國家重要的基礎產業。我國電鍍工業在民國 89 年時，相關產品總值初步估計為 5,000 億元以上，其中尚不包括電子、半導體等產業部分，為我國相當重要之外匯來源。期待藉由本技術手冊的整合性介紹，提供相關綠色設計、清潔製程、具環保概念之污染防治技術等工具，藉以強化產業體質，協助產業升級，使電鍍工業成為 21 世紀「高附加價值製造」之產業。

第二章 行業概況

2.1 產業現況

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之地位，惟電鍍產業規模隨著相關產業及國內經濟景氣而有很大之變化。

依據台灣區電鍍工業同業公會之資料顯示⁽¹⁾，截至 90 年 8 月，加入同業公會之電鍍廠總計有 357 家，詳如表 2.1-1。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。

另外，根據中技社歷年來輔導電鍍工廠所建立的 283 家工廠資料統計，工廠資本額在 1,000 萬元以下之廠家數佔 61.5%，500 萬元以下之廠家數亦達 49.1%，且工廠資本額全數均在 6,000 萬元以下，顯示國內電鍍工廠規模以中小型企業為主。

表 2.1-1 台灣區電鍍工廠分佈概況暨會員統計表

區域 (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。

公元二〇〇九年我國電鍍工業之相關產品總值，以現有登記之一般電鍍工廠總數而言，初步估計約為五億元以上，較一九九九年比較，約負成長八．五%，平均每廠每年營業額約達一、五萬元；若以產品之產值計算，則年營業額仍屬保守值。其中有關電子、半導體等代工收益，尚未能有正確統計。

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、主導性新產品開發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。

自一九九七年開始，外資大量由台灣地區流出，當然也受到整個東南亞等地區之金融風暴影響，使得投資活動造成停滯現象，市場亦相繼萎縮，導致供需不平衡，成為買方主市場。另外，由於上游產業西進，電鍍業者為配合上游產業不得不跟進，大陸地區儼然已躍取為工商活動優先投資地區；換句話說，國內工業整體發展環境受到政策法令限制所牽制，投資日益減少。此種現象是值得思考與重視的重點方向。

另外，由於全球景氣不佳，而大陸又是經濟景氣循環下最具潛力的市場，吸引美國、日本、歐盟等工業大廠競相進駐投資，其競爭性尤其激烈，對台灣產生了重大壓力。因此，要如何使電鍍相關產業根留台灣、保障企業投資，使得有心擴大投資的業者，不再受限於法令、勞工政策等影響，而獲得合法、合情、合理的經營環境，仍有待產業界及政府相關部門之努力。

雖然，大多數電鍍製程均屬於完整產品製程之一環，而為創造電鍍業更美好之未來，產業界應積極加強進行技術升級，以生產高品質、高附加產值之產品，並運用政府學術機構研發、改良現有原料，提升化學品之研究與製造。同時，產業界應積極加強製程管理面、技術面及整合性工安環保等議題，以改變民眾對產業界之觀感。而工業主管機關、傳播媒體則應對電鍍工業多做正面性報導扭轉整體產業形象，減少非理性抗爭，使產業有合法經營空間，讓企業主得以安心、放心地進行投資發展。

2.2 製程特性⁽²⁾

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，各程序均須使用多種化學原料，且為避免各程序之藥液相互混合污染，各程序間亦須使用大量的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分屬於毒性化學物質，槽液易隨著溫度而蒸發，致使製程中產生不同類型之污染。

電鍍製程以電鍍操作為主要核心，主要程序一般分為拋光與研磨、前處理、電鍍及後處理四大部份，以下即就常見之製程特性介紹之。

2.2.1 拋光與研磨

1.機械拋光

當鍍件表面有嚴重氧化物、銹斑與刮痕時，在鍍件上掛架進行電鍍之前，常須先採用機械拋光與研磨之方法來獲得較光滑之金屬表面。拋光是利用拋光輪（帶）將金屬表面磨光。為利於與拋光輪（帶）有較好的接觸面，並便於操作員之作業，進行機械拋光的鍍件必須有較平整之表面。由於拋光可使鍍件表面平整光亮，並呈現鏡面效果，故多用於品質要求較高之鍍件。此外，也有採用量產型的振動研磨法，將鍍件置入一容器內，加入清潔劑、研磨石，利用容器不斷振動，使其相互碰撞磨擦，以得到光潔之金屬面。

2.化學研磨

此法乃針對形狀複雜或體積較小的鍍件，加入化學研磨劑來進行研磨，甚至再導入電流進行電解研磨，以達到光潔鍍件之效果，惟依鍍件材質、藥劑種類及濃度，其處理效果皆不相同。

2.2.2 前處理

1.上架/裝桶

此為將欲鍍物件逐一掛於可導電之適當型式金屬掛架上，以便於後續步驟之操作和電鍍之進行。電鍍時，整個掛架和鍍件均為陰極，因此為避免金屬鍍於掛架上，整個掛架除了必須接觸導電處外均覆一層不導電之保護膜。

一般大鍍件或品質要求較高的小鍍件，須以掛鍍方式進行電鍍（rack plating）。鍍件體積小，數量多或不易使用掛架時，則使用滾桶電鍍（barrel

plating)，將鍍件置入桶內，滾桶可利用齒輪運轉，使鍍件在藥液中翻動並充分潤濕。浸入電鍍槽時，鍍件利用本身重疊與插入桶內之活動陰極接頭相接觸，而與外界電源相通。線狀、鏈狀及帶狀的鍍件則採用捲輪對捲輪（reel to reel）方式進行電鍍。

2. 脫脂

脫脂步驟為物件進行電鍍之前相當重要的前處理程序。大部份電鍍金屬不易鍍著或與底材結合不佳等電鍍品質不良的原因，大都是底材不清潔所引起。鍍件底材表面附著之污垢一般來自熱處理、切削加工、磨光作業以及其他搬運操作過程，依附著之污垢性質區分則可分為有機物，如各種油脂；無機物如銹斑、塵土等。

脫脂的步驟、方法、藥劑，視處理的材質、污垢的性質、清潔要求的程度而定。脫脂的方法分為浸漬、噴灑和電解三種。其中，電解法係將鍍件當成陰極或陽極，浸入電解液中予以通電，利用電解水所產生的氫、氧氣泡之沖刷作用來達到清除污垢之目的。浸漬法之效果與攪拌關係密切，常有使用超音波震盪來獲得高強度之攪拌作用，以提昇去除污垢之效果。

脫脂程序最普遍使用之藥劑為氫氧化鈉(NaOH)、偏矽酸鈉(Na_2SiO_3)、聚磷酸鈉($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)、碳酸鈉(Na_2CO_3)和界面活性劑之混合劑，其性質與一般市售之脫脂污劑性質相近。至於有機溶劑雖然可用來做清洗劑，但近年來因考量其造成之環保問題，已停止使用。

3. 酸洗

(1) 硫酸

常溫下的硫酸溶液對金屬氧化物的溶解能力較弱，即使提高溶液濃度，仍無法顯著地提高硫酸的浸蝕能力。當濃度達到 40% 以上時，對氧化鐵的溶解能力顯著降低；達到 60% 以上時，則氧化皮膜幾乎不能溶解。熱硫酸對鋼鐵基體浸蝕能力較強，對氧化皮膜有較大的剝落作用。但溫度過高時容易造成過腐蝕，並使鋼鐵基體產生氫脆現象。故一般只加熱至 50~60℃，不宜超過 75℃，而且還要加入適當的抑制劑。鋼鐵物件一般在 10~20%（體積比）硫酸溶液中浸蝕，溫度為 40℃。當溶液中含鐵量超過 80g/L、硫酸亞鐵超過 215g/L 時，應更換浸蝕溶液。

硫酸溶液廣泛用於鋼鐵、銅和黃銅物件的浸蝕。硫酸與鉻酸及重鉻酸鹽的混合液用於去除鋁材表面的氧化皮膜，而與氫氟酸、硝酸或二者之一混合用於去除不銹鋼表面的氧化皮膜，其中硫酸陽極浸蝕是除去鋼鐵氧化皮膜的有效方法之一。

(2) 鹽酸

常溫下的鹽酸溶液對金屬氧化物具有較強的化學溶蝕作用，而對鋼鐵基體的溶蝕卻比較緩慢，使用鹽酸浸蝕不易發生過腐蝕和氫脆現象。鹽酸可在室溫下有效地浸蝕多種金屬，當濃度、溫度相同時，鹽酸浸蝕速度比硫酸快 1.5 ~ 2 倍。鹽酸浸蝕液通常是在室溫下進行，使用 20 ~ 80%（體積比）的鹽酸溶液。

(3) 硝酸

硝酸是許多光亮浸蝕液的重要組成分。硝酸與氫氟酸的混合液廣泛用來去除鉛、不銹鋼、鎳基和鐵基合金、鈦、鋯及某些鈷基合金上的熱處理氧化皮膜。硝酸和硫酸之混合酸可作為銅及銅合金物件之光澤浸蝕液。

(4) 氫氟酸

氫氟酸能溶解含矽的化合物，對鉻、鋁的氧化物也有較好的溶解能力。因此，氫氟酸可作為鑄件和不銹鋼等特殊材料的浸蝕液。但氫氟酸具強腐蝕，且揮發性強，使用時應小心，並應防止與人體肌膚接觸。

(5) 磷酸

磷酸廣泛用於鋼鐵物件除銹，主要是在鋼鐵焊接組零件之噴塗漆前除銹。例如 2% 磷酸，在溫度為 80 °C 時，用於鋼鐵件除銹。磷酸與硝酸、硫酸、醋酸或鉻酸混合，可用於鋁、銅、鋼鐵等金屬的光亮浸蝕。

(6) 抑制劑

浸蝕溶液加入抑制劑，可以防止浸蝕超過基體造成腐蝕，並避免產生氫脆現象。但抑制劑以薄膜狀殘留於物件表面，故浸蝕後須徹底清洗，否則鍍層密著性會變差。抑制劑之組成大多數是有機化合物，多數是具有不同結構的含氮或含硫有機化合物。例如若丁（主要成分為二磷甲苯硫）、硫、硫銨、六次甲基四胺等。另外氯化亞錫也有抑制作用。

2.2.3 電鍍

此為整個製程之核心工作，電鍍程序往往分為連續數個步驟，例如先於底層鍍銅再於中層鍍鎳，最後於表層鍍鉻。針對較常用之電鍍金屬特性及其功能，分別說明如下：

1. 鍍銅

銅是紅棕色的金屬，導電及導熱性佳，材質柔軟而容易拋光，但銅在空氣中容易氧化，易受水份、二氧化碳和含硫氣體影響，而生成氧化膜、硫化物和碳酸銅等。

鍍銅層是一種重要的打底層，鋁件、鋅壓鑄件、錫焊件、鉛錫合金等物件電鍍常須預鍍銅，此外清銅（銅錫合金）也須預鍍銅，以提高鍍層與物件間的密著性。

鍍銅層亦是一重要的中間鍍層，鋼鐵件和鋅壓鑄件上常鍍銅-鎳-鉻鍍層，無孔隙的銅中間層能提高耐蝕性。塑膠材料上鍍銅中間層，可使塑膠材料物件之抗熱及衝擊性能提高，且能適應戶外惡劣天候條件下使用。

(1) 氰化銅浴

氰化銅浴是應用極廣的鍍銅溶液，一般使用上可以分成三類：預鍍溶液、含酒石酸鉀鈉的溶液和高效率氰化銅溶液。預鍍溶液具有使鍍層均一鍍著於鍍件表面的均鍍能力高，但電流效率低，只適用於薄層預鍍，主要用於鋅壓鑄件。高效率氰化鍍銅溶液電流效率 100%，沉積速度快，鍍層光亮。含酒石酸鉀鈉的溶液性能介於上述兩種之間，但一般用於鍍層厚度不需太厚的電鍍加工。

一般而言，氰化銅溶液均鍍能力佳，沉積速度快，溶液亦較容易操作管理，但由於氰化物具劇毒性，使用操作應特別小心。

(2) 硫酸銅浴

硫酸銅浴之電鍍沉積速率相當快，適用於厚鍍層之電鍍，且其組成成分單純，溶液性質穩定，作業過程時不會產生有害氣體。該溶液中添加合適的光澤劑可得到全光亮鍍層，平整性良好。一般電鍍用的高銅低酸溶液的均鍍能力較差。在鋼鐵底材和鋅鑄件上用硫酸銅溶液需進行預鍍。

硫酸銅浴的主要成分是硫酸銅和硫酸。硫酸銅是主鹽，硫酸是導電物

質，同時能改善鍍層外觀。若欲增進表面光澤，亦可添加潤濕劑、光澤劑及平整劑等所組合而成之添加劑。

(3) 焦磷酸銅浴

焦磷酸銅溶液的優點是均鍍能力佳，無毒性且腐蝕性小。焦磷酸銅的缺點是鍍液粘度大，不易過濾，長期使用後焦磷酸鹽會被氧化成正磷酸鹽，使得電鍍沉積速度顯著下降，因而造成其使用壽命縮短、廢水處理場負荷較高等現象。

鍍液中焦磷酸銅是主鹽，磷酸根能提高電流密度，並改善銅層質感，氫使鍍層沉積細化呈現光澤，並促進陽極銅板的溶解，有機添加劑可使鍍層光亮、平滑，正磷酸鹽有緩衝作用並能促使陽極溶解。

(4) 氟硼酸銅浴

氟硼酸銅溶液可在較高的電流密度下操作，沉積速度亦快，溶液易於維護，鍍層韌性良好，缺點則是腐蝕性大，同時氟硼酸廢水處理亦較困難。

2. 鍍鎳

鎳是銀白色的金屬，能耐稀酸和稀鹼，但會受濃鹽酸、氨水、硝酸、鉍鹽、氰化物的腐蝕。鎳在空氣中不穩定，光亮的表面在空氣中會變暗。鎳鍍層相對於鐵底材屬陰極性鍍層，且鎳鍍層呈多孔結構，易導致底材之腐蝕。因此，鋼鐵物件進行電鍍加工常採用銅-鎳-鉻防護層，此外，亦有採用多重鎳-鉻鍍層，藉由不同鎳層組合來提高防護性能。鎳的硬度高，故鎳鍍層常用於需要硬度和耐磨性的場合，例如塑料成型模具等的電鍍。

鍍鎳溶液類型很多，但使用最多的是瓦茲(Watts)鎳（硫酸鹽-氯化物型）溶液。

(1) 瓦茲鎳浴

現今鍍鎳溶液組成大都源自瓦茲鎳溶液，溶液組成包括硫酸鎳、少量氯化物和硼酸。此型溶液鍍出的鎳鍍層結晶細緻且易於拋光，韌性及耐蝕性較光澤型鎳為佳。

(2) 半光澤鎳浴

電鍍溶液亦採用瓦茲鎳溶液之組成配方，另外再添加所謂第二類光澤劑

(class II brightner), 如薰草素 (coumarin , 俗稱香豆素)。其鍍層具半光澤性, 平整性良好, 不含硫而結晶作柱狀, 常作為雙重鍍鎳之底層。

(3)光澤鎳浴

基本組成與瓦茲鎳溶液相似, 再添加第一類光澤劑 (class I brightner) 與第二類光澤劑。所謂第一類光澤劑大多為芳香族之磺酸類, 如烷基磺酸 (alkyl naphthalene sulfonic acid)。所沉積之鍍層光亮而較脆硬, 鍍層結晶作水平薄片狀且含硫, 腐蝕性較半光澤鎳為強, 多用作雙重鍍鎳之外層。

(4)氨基磺酸鎳浴

氨基磺酸鎳沉積速度快, 鍍層具低應力, 適用於電鑄和鍍金前處理。

3.裝飾保護性鍍鉻

鉻是最重要的防護、裝飾性鍍層之一。由於鉻表面很容易生成鈍化膜 (氧化膜), 因此在空氣中很穩定, 不易變色和失去光澤。除了鹽酸和熱硫酸之外, 其他物質對鉻沒有浸蝕作用。鉻鍍層的組織結構與鑄造的鉻不同, 鉻鍍層有很高的硬度和耐磨性, 常用於零件修復或易磨損物件的電鍍加工。

鍍鉻溶液之主要組成為鉻酸, 以及少量含有陰離子之催化劑, 用 SO_3^{2-} 作催化劑的溶液稱為普通鍍鉻溶液; 用 SO_4^{2-} 和 SiF_6^{2-} 作催化劑的溶液叫混合鍍鉻溶液; 用 SrSO_4 和 K_2SiFe_6 作催化劑的溶液為自動調節鍍鉻酸液。此外, 在鉻酸溶液中加入其他成分, 而成為四鉻酸鹽鍍鉻溶液, 則稱為快速鍍鉻溶液。

為了提高銅-鎳-鉻或鎳-鉻鍍層的耐蝕性, 發展了取代微孔鉻層、無裂紋或微裂紋鉻層的技術。為了減少六價鉻的污染, 發展了低濃度鍍鉻法、三價鉻鍍鉻法及無鉻電鍍。三價鉻電鍍的優點是毒性小、廢水處理簡單, 溶液可在室溫下操作, 深鍍能力好。但是鍍層略帶黃色, 與不銹鋼的顏色相近, 鍍層內應力較大, 屬微裂紋性質, 由於溶液的穩定性較差, 因此在工業上還未普遍使用。無鉻電鍍則將為未來之趨勢; 鉻金屬在西元 2004 年後將被限量使用, 因此, 電鍍業應積極研發推廣三價鍍鉻浴及代用鍍鉻浴, 以因應未來需求。

(1)普通鍍鉻浴

此種鍍液係採用硫酸根作催化劑的鉻酸溶液, 電流效率在 8 ~ 13% 之間, 鍍層光亮, 拋光性能也比較好, 溶液對設備的腐蝕性較小, 與混合鍍鉻相比, 深鍍能力較差, 但受鐵雜質影響較小, 溶液容易維護, 因而應用最廣。

(2)混合鍍鉻浴

用硫酸根和氟離子作催化劑的鉻酸溶液稱為混合鍍鉻。氟矽酸鹽提供氟離子，使鍍液作用緩和且易於控制。混合鍍鉻可以採用較高的電流密度，電流效率約 18~25%。光亮區較寬，沉積速度較快，均鍍能力和深鍍能力也較好。但是，溶液的腐蝕性強，分析和控制比較困難。溶液對鐵雜質較敏感，當鐵含量超過 3g/L 時，光亮區變窄，深鍍能力下降，鍍層光澤變低，因此應用不廣。

(3)自動調節鍍鉻浴

係採用硫酸鋇及氟矽酸鉀以組成自動調節鍍鉻溶液中的硫酸根及氟離子。在操作控制溫度和鉻酸濃度範圍內，這兩種鹽類的溶解度正好相當於所希望的催化劑濃度。這樣既可保留混合鍍鉻的優點，又避免了分析控制的困難。

4.工業用鍍鉻

工業用鍍鉻是在各種被鍍底材上電鍍較厚的鉻層，鉻層的厚度依鍍件之用途而異，一般在 20mm 以上。工業用鍍鉻可採用各種類型的鍍鉻溶液，但常用普通鍍鉻溶液，因為含氟化物的溶液容易腐蝕底材上未沉積鉻層之凹處部份。

工業用鍍鉻應用很廣，如切削和拉拔工具、模具、軸承、量具、汽缸、機械手臂等常需經工業用鍍鉻加工處理。

5.鍍鋅

鋅易溶於酸，也能溶於鹼，為兩性金屬。鋅在乾燥的空氣中幾乎不發生變化。在潮濕的空氣中，鋅表面會生成碳酸鋅膜。在含二氧化硫、硫化氫以及海邊鹽份空氣中鋅的耐蝕性較差，尤其在高溫、高濕及含有機酸的環境中，鋅鍍層極易被腐蝕。

鋅對鋼鐵底材而言，鋅鍍層屬於陽極性鍍層，故可用於防止鋼鐵的腐蝕，其防護性能的優劣則與鍍層厚度關係甚大。此外，鋅鍍層再經鈍化處理、染色或塗覆護光劑後，更能顯著提高防護性和裝飾性。

鍍鋅溶液有氰化物鍍液和無氰鍍液兩類。氰化物鍍液又可區分為微氰、低氰、中氰和高氰等四種鍍液。無氰鍍液分鹼性鋅酸鹽、鉍鹽、硫酸鹽及無氨氯化物等鍍液。氰化鍍鋅溶液均鍍能力佳，沉積之鍍層光滑細緻，較被廣泛採用。

但由於氰化物具有劇毒性，若處理不當易對環境造成污染，近年來已趨向於採用低氰、微氰、無氰鍍鋅溶液。

(1)鹼性氰化物鍍鋅浴

氰化物鍍鋅得到的鍍層結晶細緻，具光澤性。鍍液具有較好的均鍍和深鍍能力，電鍍操作的陰極電流密度和溶液溫度範圍較寬，對設備腐蝕性小，很適於電鍍形狀複雜之鍍件。但氰化物鍍液的電流效率低，且隨電流密度升高其電流效率迅速降低。此外，氰化鍍液具劇毒性，作業環境需採用良好的通風設備和必要的安全措施。

(2)鹼性鋅酸鹽鍍鋅浴

鹼性鋅酸鹽鍍鋅溶液成分單純，使用方便。沉積之鋅鍍層細緻光亮，且形成之鈍化膜不易變色。鍍液對設備腐蝕性小，廢水處理也較為簡單。但這種廢液的均鍍能力和深鍍能力比氰化物鍍鋅溶液差，鍍液的電流效率低（70~85%），鍍層超過一定厚度時脆性增加。

(3)硫酸鹽鍍鋅浴

硫酸鹽鍍鋅溶液中硫酸鋅是提供鋅離子的主鹽，也是良好的導電鹽；硫酸鈉、硫酸鋁及氯化銨都是導電鹽；明礬、硼酸則是緩衝劑；糊精、2,6-二磺酸鈉、葡萄糖等都是添加劑，用以調整鍍液的陰極極化作用，以及改善鍍層的平滑度和光亮性。

硫酸鹽鍍鋅溶液成分單純，性能穩定，電流效率高，操作的電流密度較高，沉積速度快，但均鍍能力差，鍍層結晶較粗，只適用於外形簡單的零件和型材，如連續的鋼帶和金屬線材、板材等之電鍍加工。

6.鍍錫

錫是銀白色的金屬，無毒，可焊性及延展性佳。在一般條件下，錫鍍層對鋼鐵底材而言是陰極性鍍層；若錫鍍層達到沒有孔隙的厚度，錫就具有很好的防護作用。因此，薄鋼板鍍錫是錫鍍層最主要的用途。

由於錫鍍層可焊性好，在空氣中不易變色，而且幾乎不與硫化物作用，因此銅引線、焊片等零件可以用鍍錫來代替鍍銀；與橡膠接觸的零件也常採用鍍錫。錫鍍層也可用於減磨、防止活塞卡死、提高精密螺紋件的密封性，還可作防滲氮鍍層使用。

(1) 硫酸亞錫浴

硫酸鹽鍍錫浴可獲得較高之電流效率，錫鍍層沉積速度快，且可在室溫下操作。同時原料易得，成本低廉，是最重要的鍍錫方式之一。硫酸鹽鍍錫和其他酸性鍍錫一樣，是使溶液中之二價錫發生還原反應而沉澱於底材表面，其陰極電流效率接近 100%，因而它比錫酸鹽鍍錫節省電能。

由於硫酸鹽鍍錫溶液本身沒有去除鍍件表面油污的能力，因此，電鍍前處理之脫脂程序十分重要。

(2) 氟硼酸亞錫浴

氟硼酸鹽鍍錫的主要優點是電流密度範圍寬，沉積速度快。氟硼酸亞錫浴之沉積速度較錫酸鹽鍍錫快 2~3 倍，而電能的消耗卻只有 10%，而且鍍層細緻，潔白而有光澤。鍍液的分散能力比硫酸鹽鍍錫好。

由於陰、陽極的電流效率都接近 100%，溶液幾乎能自動保持平衡，維護很簡單。鍍液可用於掛鍍、滾鍍及線材電鍍，但成本比較高。

(3) 氨基磺酸鹽鍍錫

氨基磺酸鹽鍍錫是一種快速鍍錫的方式，能在鋼鐵底材上得到平滑的鍍層。

7. 鍍錫鉛合金

錫鉛合金鍍層工業上應用很廣，含錫 5~15% 的合金鍍在鋼帶上可提高防腐蝕能力、可焊性、與油漆的結合力，並有潤滑性能。含錫 6~20% 的合金鍍層用作軸承的減磨鍍層。含錫 10~40% 的合金鍍層用於提高電子元件引線的可焊性。含錫 60~63% 的合金鍍層用作印刷電路板的抗蝕和焊接鍍層。純錫層中加入 1~3% 的鉛合金成分能防止生長錫鬚。

由於鉛、錫的析出電位相差很小，在氟硼酸鹽鍍錫合金溶液中，改變鉛鹽和錫鹽的含量可以得到從純錫到純鉛間所有比例的合金鍍層。鍍液中錫鹽含量越高，鍍層中含錫量也越高。鍍層中含錫量還隨電流密度升高而加大。

工業上使用的是氟硼酸鹽溶液、焦磷酸鹽溶液、氨基磺酸鹽溶液等，其中以氟硼酸鹽溶液使用較為廣泛，因其溶液成分簡單，可以得到各種成分的合金鍍層。使用高均鍍能力鍍液時，均鍍能力可達 80%，能滿足印刷電路板小深孔電鍍的要求。加入合適的添加劑能得到光亮鍍層。溶液維護簡單，鍍層成分容

易控制，能使用合金陽極。但是，氟硼酸鹽溶液腐蝕性強，廢水處理較為複雜，成本高。

近年來工業界已發展無鉛電鍍(純錫)，並逐漸普遍應用於電子零件之電鍍處理上，對於減輕環境污染有相當大之幫助。

8. 鍍金

鍍金依其功能區分，可分為電子工業鍍金及裝飾鍍金兩種。金具有高的化學穩定性，只溶於王水，不溶於其他酸，金鍍層耐蝕性強，導電性好，易於焊接，耐高溫，硬金並具有一定的耐磨性。因而它廣泛應用於精密儀器儀表、印刷電路板、積體電路、電子管殼、電接點等要求電參數性能長期穩定的電子零件電鍍。鍍金層外觀為金黃色，延展性好，易拋光，而且具有很好的抗變色性能。因此，在銀層上鍍金可以防止變色。金合金鍍層可呈現多種色調，故常用作裝飾性鍍層，如鍍首飾、鐘錶零件、藝術品等。但由於金的價格昂貴，應用受到一定限制。對鋼、銅、銀及其合金底材而言，金鍍層為陰極性鍍層。鍍層的孔隙影響其防護性能。

常用的鍍金溶液有鹼性氰化物鍍液、酸性和中性鍍液及亞硫酸鹽鍍液等。

(1) 鹼性氰化物鍍金浴

氰化物鍍浴中金以 $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ 的形式存在，且鍍液中含有過量的氰化物，該鍍液具有較強的陰極極化作用，均鍍能力和深鍍能力良好，鍍層細緻光亮。在鍍液中添加鎳、鈷等金屬離子，會使鍍層耐磨性大為提高。添加少量其他金屬化合物（如氰化亞銅或銀氰化鉀），鍍層可略帶粉紅色、淺金黃色或綠色，能滿足某些特殊裝飾要求。

(2) 酸性和中性鍍金浴

酸性和中性鍍金液中，金亦以 $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ 的形式存在，這種鍍液的性能與鹼性氰化物鍍液類似，鍍液穩定、毒性小。鍍層孔隙率較小，可焊性好。酸性鍍液對印刷電路板的防焊綠漆無溶解作用，因此，適合於印刷電路板電鍍。

(3) 亞硫酸鹽鍍金浴

亞硫酸鹽鍍金浴中，金以 $\text{KAu}(\text{SO}_3)_2$ 的形式存在，錯合劑可用亞硫酸鈉或亞硫酸銨。亞硫酸鹽鍍金技術是較有實用價值的無氰鍍金技術。這種鍍液均鍍能力和深鍍能力良好，電流效率接近 100%，鍍層細緻光亮，沉積速度

快，孔隙少，鍍層與鎳、銅、銀等金屬結合力好。鍍液中加入硫酸鈷、乙二胺四乙酸二鈉或酒石酸銻鉀可獲得硬金鍍層。但陽極不溶解，需經常補加溶液中的金含量。

9. 鍍銀

鍍銀之功能分為工業鍍銀與裝飾鍍銀。工業鍍銀主要是作為價格昂貴的鍍金之代替品，裝飾鍍銀因易於變色，故需後處理如鉻酸化、上漆等。電子工業、儀器製造業及無線電產品的零件都廣泛採用鍍銀以減少金屬表面的接觸電阻，提高金屬的焊接能力；家庭用具、餐具和各種工藝品透過鍍銀，達到裝飾目的；探照燈及其他反射器中的金屬反光鏡也需要鍍銀。

鍍銀溶液有氰化物鍍銀液和無氰鍍銀液。為了減少劇毒氰化物的使用，電鍍業者已朝無氰鍍銀方面努力，但生產中主要採用氰化鍍銀液。

(1) 氰化鍍銀浴

氰化鍍銀浴主要由銀氰錯鹽和一定量的游離氰化物組成，並為獲得光亮鍍層，可添加適當的光亮劑。該鍍液均鍍能力和深鍍能力較好，鍍層結晶細緻，外觀為銀白色。但氰化物具劇毒性，作業環境需設置排氣通風設備。

(2) 硫代硫酸鹽鍍銀浴

硫代硫酸鹽鍍銀浴主要採用硫代硫酸銨或硫代硫酸鈉作錯合劑，銀鹽可選用氯化銀、溴化銀或硝酸銀。硫代硫酸鈉或硫代硫酸銨與焦亞硫酸鉀或亞硫酸鉀，任選二種進行配製，效果相同。這種鍍液成分簡單，配製方便，均鍍能力好，電流效率高，鍍層較細緻，可焊性好。但鍍液不穩定，操作的陰極電流密度範圍較窄，且鍍層中含有少量的硫。

2.2.4 後處理

1. 乾燥

鍍好之物件經清洗後，自掛架上取下或自滾桶中取出後，需經過乾燥過程。最簡單之乾燥方法是空氣自然乾燥，但對於大規模生產者，此法太慢。大批小鍍件之乾燥，最常用之技術為離心脫水。較大之鍍件則多採用自動化烘乾機或是紅外線設備來乾燥。

2. 鉻酸鹽皮膜處理

金屬浸漬於以鉻酸為主要成份的藥液中，其表面即會產生一層耐蝕性良好的皮膜，這種處理方法稱為鉻酸鹽皮膜處理。鉻酸鹽處理大致可區分為兩種，一為生成一種耐蝕性優良的有色皮膜，另一為生成一種皮膜，但其耐蝕性較前者略差，其表面卻光亮。因上述兩種目的不同，其處理的工作程序亦不同。

鉻酸鹽處理為鍍鋅後的處理使用較多，其他電鍍，如鍍銅、鍍鎳之後以此處理防止其變色等也有效。鉻酸鹽處理一般分為有色皮膜及光澤皮膜二種，處理流程如圖 2.2-1。

(1)有色皮膜



(2)光澤皮膜

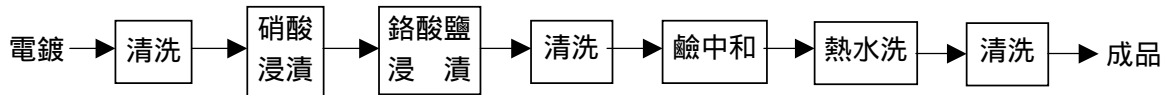


圖 2.1-1 鉻酸鹽皮膜處理流程

3.上漆

大多數金屬鍍層皆易腐蝕，為延長其使用期限，依產品需求在電鍍後再噴塗一層透明漆。但是漆不耐高溫、摩擦及鹼性溶液，因此其使用範圍也有相當限制。

2.3 污染防治現況

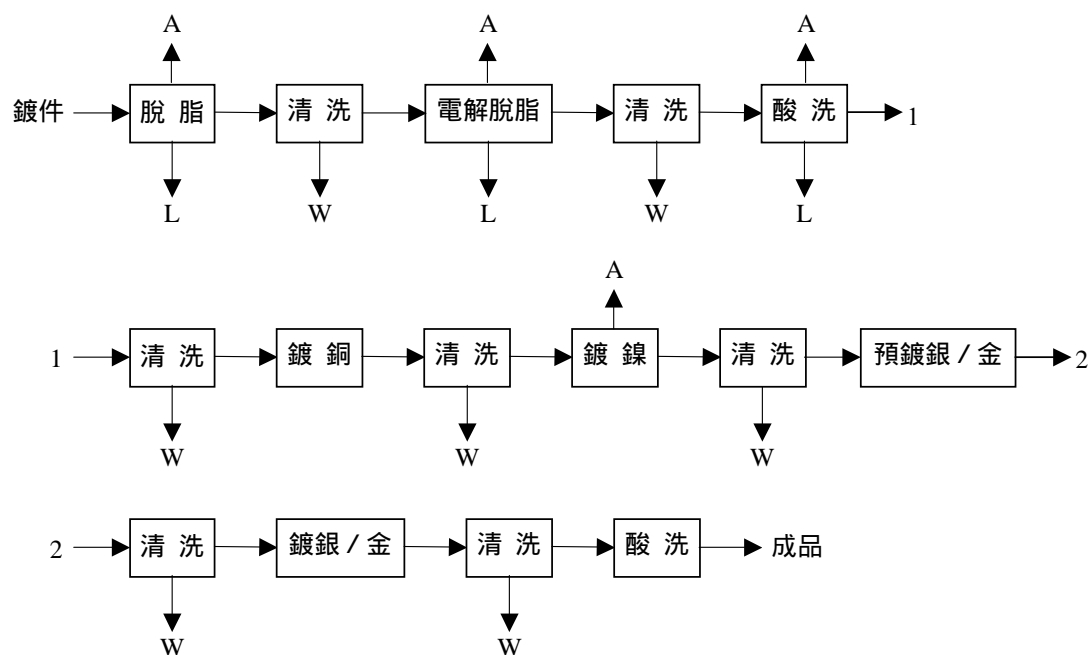
電鍍加工製程種類很多，有的用以增加鍍件之耐磨、防蝕或導電等性能，

有的用來提昇產品之光澤性。若依其鍍層及功能不同，可概分為工業電鍍、裝飾電鍍、電子電鍍及塑膠電鍍，而各類型工廠因電鍍方式不同，其污染源及污染特性亦有所差異。

2.3.1 製程與污染源分類

1. 裝飾電鍍

裝飾電鍍係利用電鍍金屬層之光澤及顏色來增加商品之外觀價值，如於錶帶、眼鏡架、飾品等物品表面鍍上各種色澤之金屬合金。此類電鍍中常以鎳或銅鍍底後再鍍上金、銀等金屬，典型之裝飾電鍍製程及污染來源如圖 2.3-1。



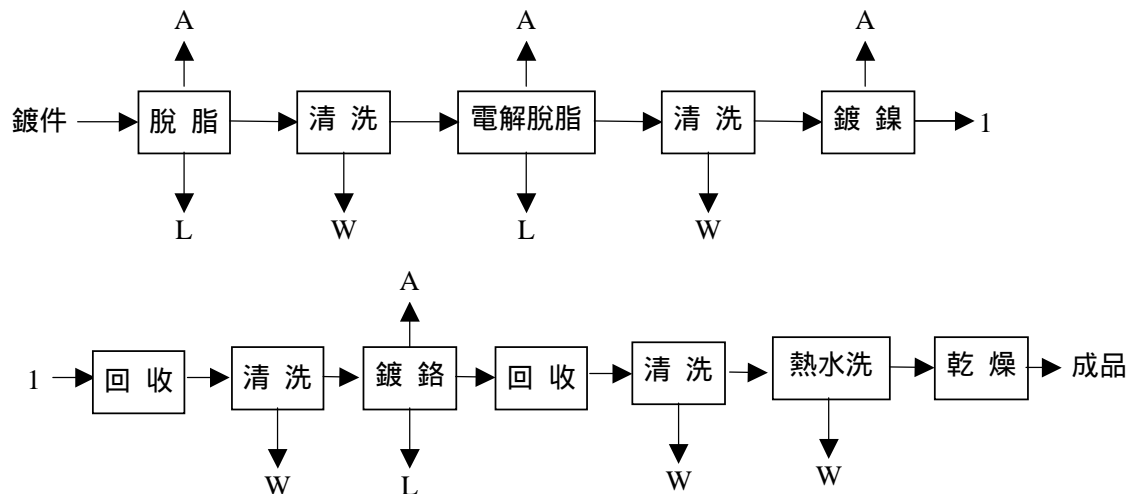
[註] W：表廢水來源 L：表廢液來源 A：表廢氣來源

圖 2.3-1 裝飾電鍍典型製程及污染來源

2. 工業電鍍

工業電鍍之主要目的係利用鍍層之特殊機械性質，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。典型之工業電鍍製程及污染來源如圖 2.3-2。

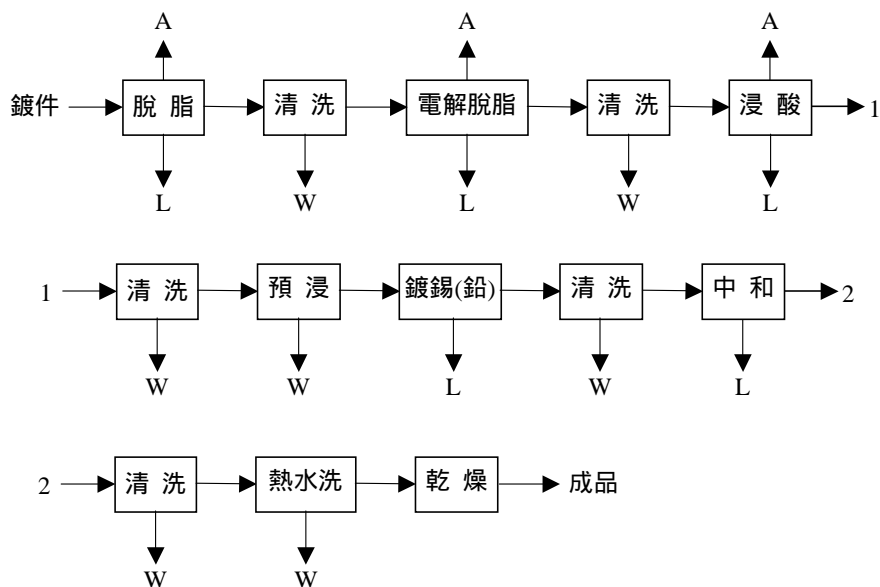


[註] W：表廢水來源 L：表廢液來源 A：表廢氣來源

圖 2.3-2 工業電鍍典型製程及污染來源

3. 電子電鍍

電子電鍍之主要目的是在電機、電子材料接點上鍍錫鉛或貴金屬，以使材料獲得良好的焊錫性或導電性。由於貴金屬材料價格昂貴，整體材料無法完全使用貴金屬，一般都於各接觸表面上電鍍一層貴金屬，以獲得穩定且較低接觸電阻的表面。典型之電子電鍍製程及污染來源如圖 2.3-4。

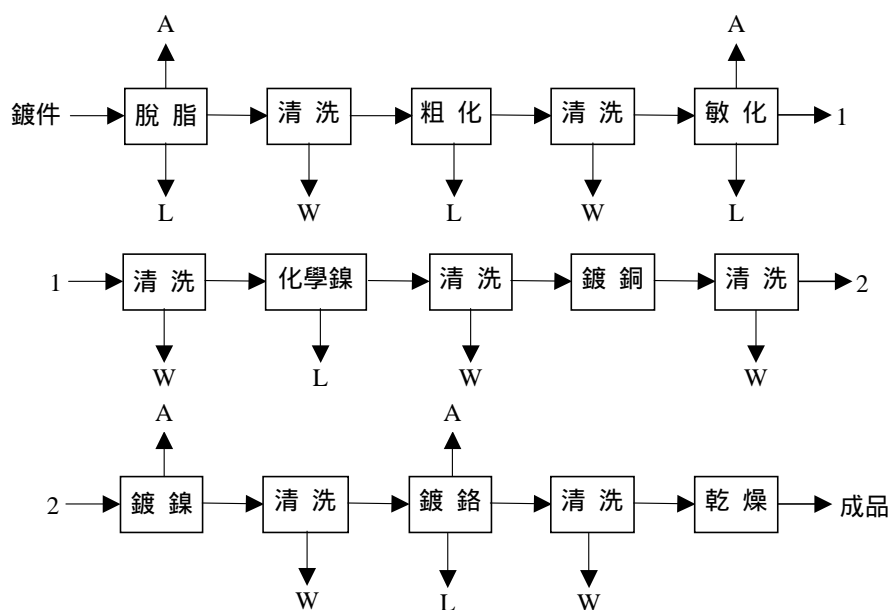


[註] W：表廢水來源 L：表廢液來源 A：表廢氣來源

圖 2.3-4 電子電鍍典型製程及污染來源

4. 塑膠電鍍

塑膠電鍍係將非導電性之塑膠製品表面予以導體化，沉積上一層具導電性的金屬鍍層後，再進行一般的鍍銅、鎳及鉻等電鍍程序，以增加塑膠製品之美觀與實用性。典型之塑膠電鍍製程及污染來源如圖 2.3-5 所示。



[註] W：表廢水來源 L：表廢液來源 A：表廢氣來源

圖 2.3-5 塑膠電鍍典型製程及污染來源

2.3.2 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。茲將各類電鍍製程、使用藥劑及排出污染物種類，彙整如圖 2.3-6。

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 2.3-1 所示。

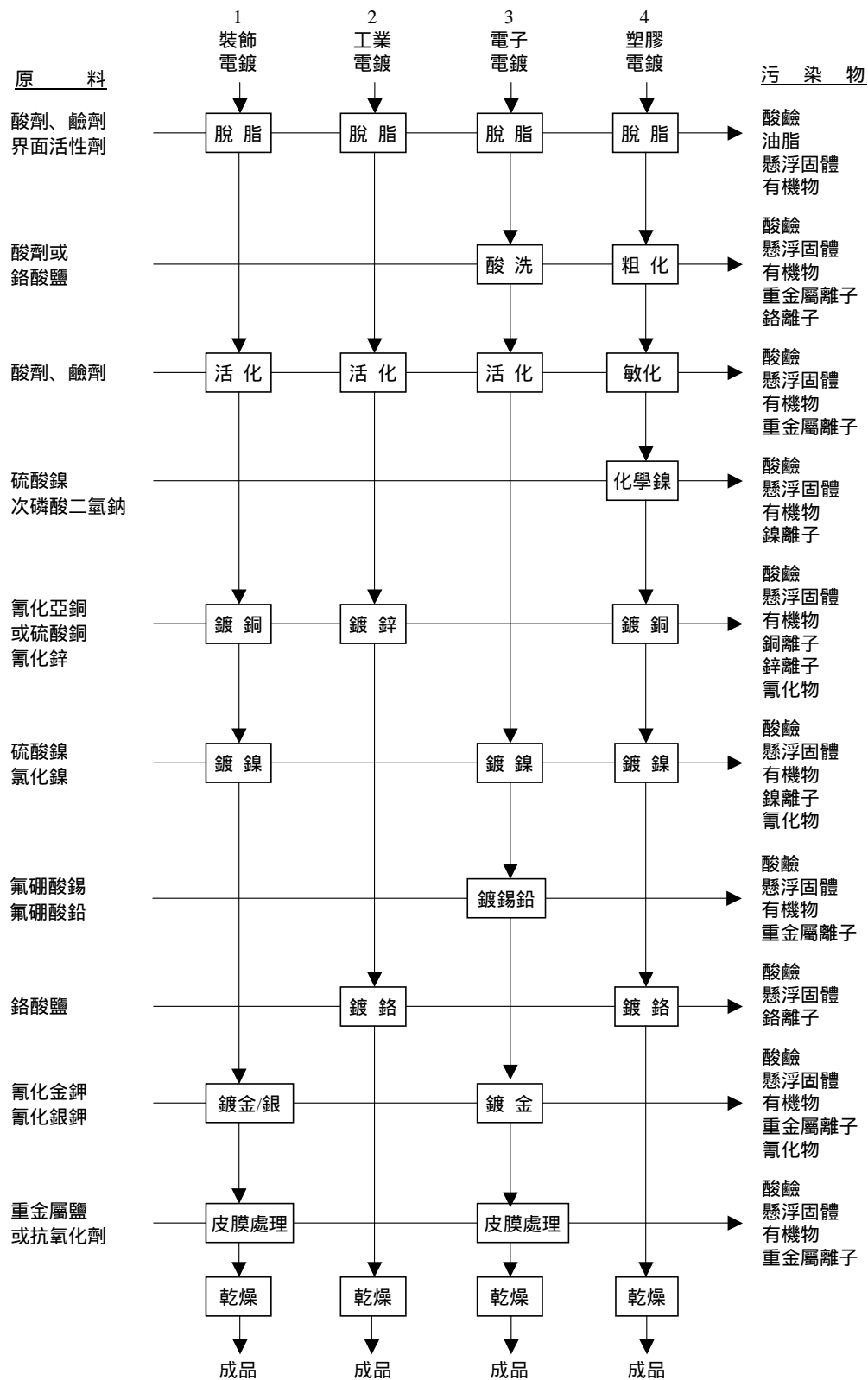


圖 2.3-6 電鍍製程污染來源

表 2.3-1 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	老化槽液及清洗廢水
重金屬離子	製程中各單元之廢液及清洗廢水

2.3.3 污染防治作為

電鍍業製程所產生之污染類別主要為廢水、廢氣、廢棄物及毒性化學物質四大類型。近十年來在工業主管機關積極輔導及產業界的努力下，相關之污染防治績效成績斐然。就產業界而言，絕沒有人會刻意製造污染或公害，當然疏失很難避免。因此，為有效防止疏失所造成之公害，必須在製程及設備設計，著多層面應變措施來設計；在人員多做觀念宣導、管理及教育訓練；在製程上以清潔生產及製程減廢回收降低污染排放量；在管末污染處理方面，以妥善之設備進行處理；在整體上以建置環境管理系統，追求持續改善與發展。以下僅就產業界之污染防治作為彙整說明如下：

1. 製程規劃、改善

產業界於設置或更新製程時，依據過去之操作經驗並積極涉取新技術、新設備相關資料後，提供予設備製造商進行規劃設計，以綠色生產之理念，從源頭減少污染源之排放量著手。對於既有製程設施，則在不影響生產程序的原則下進行設備局部性改善。

2. 人員教育訓練

過去產業界製程管理或操作，大多為師徒制之經驗傳承，以至於操作人員知識累積較侷限、速度較慢；近年來因科技之發達、技術之普及以及產業重視人員

之教育訓練，製程管理、生產技術及污染控制技術已大幅提昇。多數業者已將人員之教育訓練訂為年度重要工作項目。

3.清潔生產、減廢回收

產業界為了降低生產成本及污染排放量，在進行原物料採購時已發展至測試、比較之階段。亦即，產業界藉由要求原料供應商提供必要之原物料成分組成、污染濃度及可能之回收、處理處置技術資料，以利規劃完善之回收、處理系統。同時，針對有價原物料及能資源設置必要之線上回收處理系統(詳見第三章)。

4.管末處理

(1)廢水污染防治

多數業者之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。

在廢水污染防治處理設施設置成本方面，平均每噸廢水之投資成本約 3.4 萬元，操作成本則約 95 元，各項成本則依製程類型之不同與污染特性而異，如表 2.3-2 及表 2.3-3 所示。

表 2.3-2 各類型電鍍工廠廢水污染防治設施設置成本

工廠類型 設置成本(萬元/m ³)	工業電鍍	裝飾電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	綜合值
範圍	0.83 24.00	1.00 14.55	1.28 15.63	1.41 6.67	0.83 24.00
P ₅₀ 值	2.97	3.68	3.88	3.44	3.39

註：P₅₀ 表示 50 % 之或然率

表 2.3-3 各類型電鍍工廠廢水污染防治設施操作總成本

工廠類型 污染防治成本	工業電鍍	裝飾電鍍	電子電鍍	塑膠電鍍	綜合值
操作成本(元/m ³)	68.57	66.58	82.96	77.93	70.61
折舊費(元/m ³)	18.8	19.67	35.04	19.88	20.98
總成本(元/m ³)	89.54	90.14	120.42	100.41	94.71

註：上述各成本為統計值

(2)廢氣污染防制

電鍍製程所產生之空氣污染物一般為酸性或鹼性霧滴。低濃度污染物大多於現場進行抽氣後直接排放，高濃度污染物則以濕式洗滌塔進行處理(部分添加鹼性藥劑)。根據環保署 89 年之統計分析顯示，在 75 家電鍍工廠當中，業者對於廢氣污染防治設備的投資不遺餘力，其主要原因在於其所產生之污染物多集中在酸鹼廢氣，而相關之控制技術已成熟且初設成本尚屬合理，故多能得到業者的認同。

(3)廢棄物處理處置

電鍍業之廢棄物種類分為一般事業廢棄物(如辦公室廢棄物)、有害事業廢棄物(如廢酸、廢水污泥)二大類。由於一般電鍍業規模小，因此一般事業廢棄物均於廠內分類蒐集、貯存後，委由清除機構清運處理，而未於廠內自行處理。而為減少有害重金屬污泥量，業者已研發高效率電熱式污泥烘乾機。

(5)建置推行環境管理系統

環境管理系統建置精神係考量全方位環保工安之持續改善，與產業界推動永續發展理念及具體作法相同；因此目前已有業者完成環境管理系統之建置，而部份業者則以 ISO 14031 內容作為廠內執行環保工作之重要參考。

(6)推行污染零排放

污染零排放在過去是一個口號，而拜科技之賜，現在已經可以達到階段性目標，以下僅摘要彙整一實例供參考。

①水資源回收再利用

- A. 各水洗單元設置過濾機，過濾系統使用活性碳過濾棒；活性碳飽和後以 5 % 稀硫酸進行酸洗並烘乾再使用。
- B. 水洗單元使用噴洗及循環水洗，並控制適當用水量。水洗槽設曝氣設施。循環水洗係將單槽清洗水循環使用一段時間後再迴流至適當單元重複使用。
- C. 於各鍍槽前設置一預鍍槽(將原水洗槽一分為二)，避免反應性水洗產生皮膜。
- D. 鍍槽後設置回收槽，減少帶出液量，降低清洗水量。
- E. 以手動偵測器及自動偵測器，偵測清洗水電導度值作為管理之重要參考。
- F. 經上述方法改善後，綜合廢水量由原來之 $120\text{m}^3/\text{日}$ 降至平均量為 $4\text{m}^3/\text{日}$ 。
- G. 綜合廢水經化學混凝處理後，回收作為清洗槽用水或其他清潔水使用。
- H. 高純度之補充用純水導入逆滲透(RO)系統儲存備用，或以蒸氣系統回收次蒸餾水再利用。

②空氣污染防治

- A. 在電解槽電鍍槽上方加裝不銹鋼覆蓋板，防止因加溫蒸發擴散廢氣。
- B. 噴漆系統產生之廢氣使用活性碳過濾網、玻璃纖維網、洗滌塔等系統進行處理，並將凝結之化學藥劑撈起再利用。
- C. 廢水處理場所使用之 PAC、漂白水改為液體，減少粉狀藥品搬運及調製過程產生之空氣污染。硫酸使用調製成適當濃度之範圍，並設置預備儲槽，避免於廠內調配造成污染。
- D. 製程使用之氨水使用自動加藥機，以避免造成空氣污染。

③毒性化學物質管制

- A. 毒性化學物質使用自動加藥機，控制適當加藥量，避免過量使用。
- B. 粉狀與液狀毒化物藥劑分開貯存，操作使用者與倉管人員分別依權責管制。

④噪音管制

- A.製程廢氣採用覆蓋板覆蓋後，廠內空氣品質獲得改善，進而將全部之抽封風扇全部停用，改為自然風傳動，避免產生風車噪音。
- B.音源設施加裝吸音材，減少音源外傳。
- C.電鍍槽掛架加裝防撞泡棉，減少噪音源。
- D.落實維修保養工作。
- E.推行分段用電、機械設施開機時段，避免同時操作使用而產生高音量噪音。

⑤能源節約

- A.飲水機加裝定時開關設備，減少待機能源。
- B.使用省電 5 % 燈具。
- C.部分機具加裝定時開關。
- D.製程電熱管改為蒸氣系統。
- E.製程中電鍍槽安裝保溫材料。
- F.包裝材料回收再利用，無再利用價值之材料以固定容器盛裝回收。
- G.蒸汽鍋爐使用餘溫及蒸汽水再利用。

第三章 清潔生產技術

3.1 基本概念

清潔生產技術包含製程工業減廢、能資源回收等多項工作。清潔生產目前在国际間已有聯合國環境規劃署等國際性機構積極推動中，逐漸成為國際共識，較工業減廢及污染預防更具前瞻性。未來清潔生產勢將與環境管理系統整合，使清潔生產包含於整體管理架構當中。

3.1.1 減廢技術

工業減廢是減少廢棄物排出的事前預防措施，而管末處理，就是廢棄物排出時，使之安定化、無害化之事後防治措施。前者是治本之道，後者是治標之權宜措施。在減廢的基本概念中，一般常用的是 4R 原則，即所謂減量(reduction)、循環(recycling)、再用(reuse)與回收(recovery)。然為使減廢之觀念更加完備落實，另增加再生(regeneration)與研究(research)2R。其相關說明已分見於各項參考資料中，本文不再累述。

一般減廢技術可歸納為改變產品、改變原物料、改進製程技術、改進操作管理、再利用、回收及廢棄物交換等，如圖 3.1-1 所示。

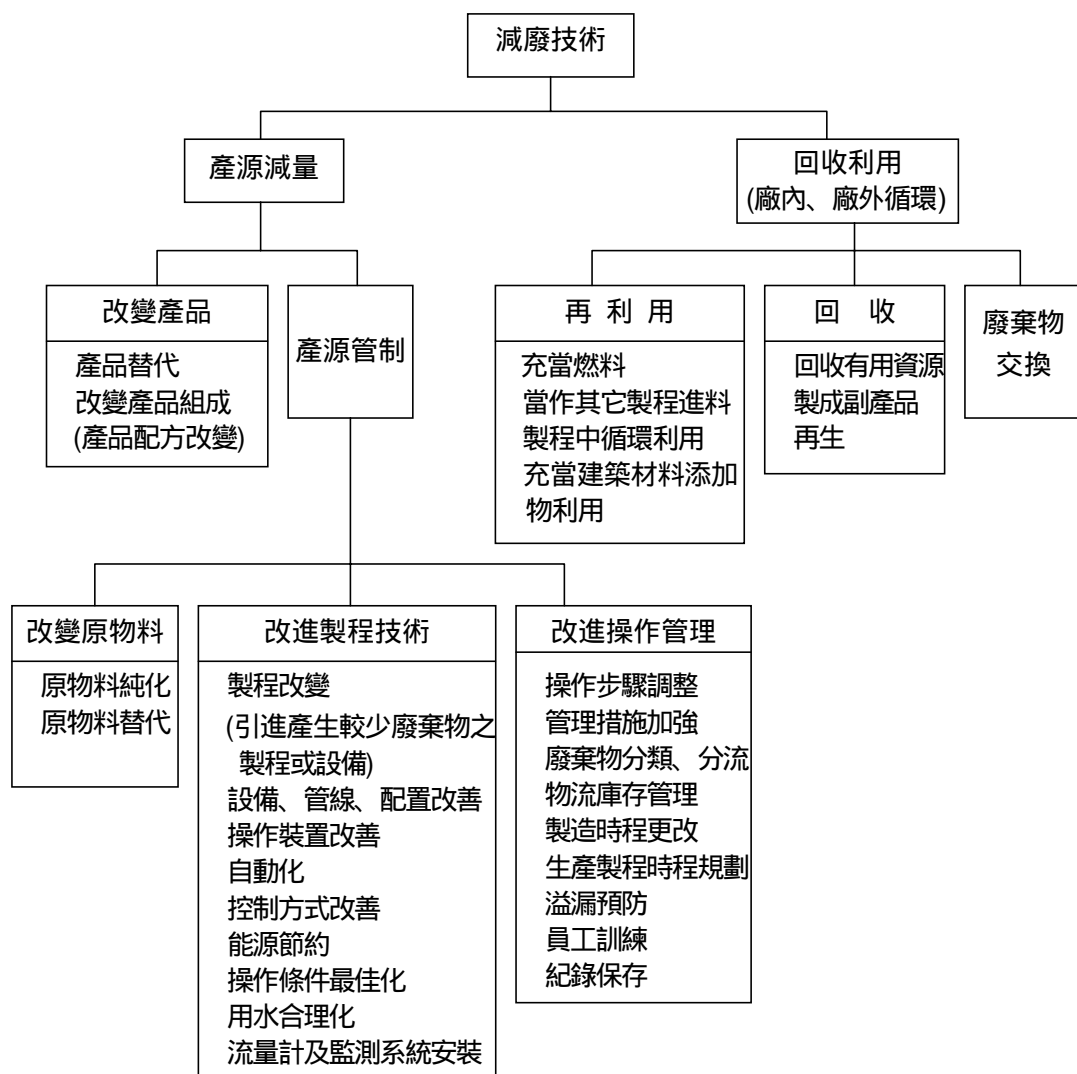


圖 3.1-1 工業減廢技術一覽表

在實際工作之規劃上，為有效地執行減廢政策、落實污染防治及產業升級之目的，則需依個廠之特性，確定減廢之目標，並組成相關推動小組以落實實務性工作。目前電鍍工業在減廢方面，水資源之節約及帶出液之控制回收，可以收立竿見影之效；而在減廢目標之確立上，可參考下列之方向以達到目標：低污染製程及原物料之使用、清洗水之循環使用、重金屬之回收等內容。

3.1.2 清潔生產

清潔生產的意義是「藉由執行污染預防可以獲得多方面的利益」。基本觀念就是：

1. 污染物質就是未被利用的原料。
2. 「污染物質」加上「創新技術」就是等於「有價資源」。

聯合國環境規劃署於 1997 年對「清潔生產」所下之定義如下：「清潔生產係整合性環境預防策略持續應用於製程、產品、服務，以增進生態效率 (eco-efficiency)，並降低對人類及環境之風險」。而所謂生態效率，依據世界企業永續發展協會(WBCSD)之定義係指：「經由提供便宜的貨品及服務，以滿足人類需求及帶來生活品質，同時透過生命週期的觀念減少對生態的衝擊，以及資源耗盡的壓力，且至少應達到可以與地球所能負荷的能力相符的程度」。透過生態效率的改善，清潔生產將與企業生產力、獲利率本質有關的資源有效利用及環境責任連結起來。

清潔生產的觀念，主要在強調下列三個重點：

1. 清潔能源：能源合理使用；儘量利用可再生的能源；新能源的開發；各種節能技術的開發等。
2. 清潔生產過程：儘量少用、不用毒性原料／中間產品；減少生產過程中具高風險性因素的加入；如高溫、高壓、易燃、易爆、噪音等；採用高效率設備；改善操作步驟；回收再利用原物料、改善工廠管理等。
3. 清潔產品：節約原物料與能源；少用貴重／稀有原料；產品使用過程中以及用後，以不危害人體健康／環境生態為主要考量因素；易於回收再利用；減少不必要功能；強調使用壽命等。

基於以上的認知，可歸納出「清潔生產」的概念是相對性的，是與現行之技術／產品比較的。因此，推行「清潔生產」本身即是一個不斷力求更完善的過程。

藉由國際公約／協議、法規與政策、經濟、社會責任等因素來激勵業界推動『清潔生產』工作是必然的趨勢，未來新技術必須要有清潔生產觀念；新產品必須是利環境保護的清潔產品(如無鎳、鉻鍍層之產品)，如此才能符合全球市場

的需求。

3.1.3 能資源節約

電鍍製程設備均需使用電力、石油產品及燃料等能源，且於製程各單元亦需使用清水清洗鍍件，因此節約能源及節水遂為執行污染預防最重要的工作。以下就電鍍製程廣為使用的資源回收方式進行說明。

1.水資源節約

產業界普遍使用高效率清洗方式，如加壓噴洗，可節省大量清洗水用量；多段式逆流水洗及水洗水循環使用，亦可達到良好績效。

一般電鍍製程用水量比例，前處理用水量約佔 40%、電鍍處理用水量約佔 50%、後處理製程及雜項用水約佔 10%。近年來，台灣地區電鍍工廠為節省水資源、回收原物料，多數工廠已依廠內現況及特性，執行適當之減廢措施，包括妥善的廠內管理，製程採用多段逆流水洗或反應性水洗方式，或設置離子交換系統等，並已獲得良好的減廢成效。

根據工廠經驗，電鍍製程用水減量成效在設置減廢回收設施後，預期前處理製程可以回收 20%的用水量、電鍍製程可以回收 32%的用水量，而處理後之放流水則回收 10%至前處理製程使用或作為廠內次級用水。

2.能源節約

電鍍製程能源節約方式包括使用高效率製程設備(如高效率動力設備)及公用設施(如高效率鍋爐)、良好之槽液保溫方式、高效率烘乾機、製程區與辦公區之分隔、燃料種類之選用等，均可達到良好之能源節約。另外，對於新能源之開發應用，如利用太陽能、整流器廢熱作為槽液之加溫及鍋爐水或蒸發濃縮設備之預熱能源，將可有效節約能源，進而降低 CO₂ 排放量。

3.有價資源節約或回收

有價資源回收方式包括製程槽液使用低建浴濃度、設置鍍液回收槽及設置線上回收系統，如蒸發濃縮、離子交換或電解回收設備等，均可有效節約不同特性之高貴金屬或重金屬。另外，對於廢水污泥中之重金屬亦應妥善加以回收。

3.1.4 廠內管理

廠內管理即是有效率地利用原料及各項資源，控制生產程序充分回收再利用有價物質，以達到工業減廢並降低污染負荷量，減少管末處理之預防措施。

廠內管理之範圍相當廣泛，舉凡電鍍程序規劃、工廠管理、內部改善、人員訓練等皆涵蓋之。電鍍程序規劃之改善可由電鍍槽數及清洗槽數之安排、清洗系統、製程線上回收設備等處著手；工廠管理之改善則包含機器定期檢查與維修、原料管理、廠內廢水收集系統、倉庫設備及其它行政管理等內容。

3.2 製程減廢

電鍍製程特性相當適合執行減廢工作，一般電鍍工廠在製程減廢可從廠內管理及製程改善等二方面著手。本節將針對國內電鍍製程常採行之廠內管理與減廢技術逐一說明，以提供業界在執行減廢工作時之參考。

3.2.1 廠內管理

藉由廠內管理來達到污染預防目標，是污染防治工作上最佳的治本之道，因經由管理防止員工作業疏失、物料不當使用、槽液洩漏或不當排放等情事，不但可有效率地使用製程物料，並且可杜絕污染物的產生。一般電鍍工廠廠內管理項目如表 3.2-1。

1. 客戶供應品(鍍件)管理

供應品管理包括適當包裝容器、適當存放場所、適當運送及溝通，說明如下：

- (1)適當包裝容器：鍍件需使用清潔之容器適當包裝，若使用含有油污或污穢之容器將增加處理困難度。容器最好多次使用以減少事業廢棄物量。
- (2)適當存放場所：存放場所應通風良好、乾燥的場所，以避免鍍件生銹或氧化增加處理之化學藥劑使用量。
- (3)適當的運送：鍍件電鍍前或電鍍後應有良好之遮蓋，減少鍍件因空氣中之水份或污染物質而影響品質。
- (4)溝通：部分鍍件，如沖壓品、彎管，在加工過程需添加潤滑劑或切削油，在前處理過程中將被清洗出來而提高清洗水之污染濃度。因此，需適當與客戶

進行溝通、協調，以調整潤滑油、切削油之種類與使用量，進而達到降低廢水污染濃度及降低客戶生產成本之雙贏局面。

2.員工訓練

員工訓練主要內容規劃彙整如下：

- (1)國內環安衛相關法規及國際相關公約。
- (2)減廢對員工工作環境和利害相關者之關係。
- (3)工廠管理階層對執行減廢的政策及獎勵措施。
- (4)標準操作程序及設備使用維修檢點程序。
- (5)緊急應變措施。

表 3.2-1 電鍍工廠廠內管理項目

項 目	內 容 說 明
員工訓練	加強操作人員的信心與決心，摒除保守心態、改善操作習性 專業知識訓練 意外事件的處理
原物料庫存管理	原物料妥善貯存 原物料領用登記
洩漏預防	電鍍槽體的不當洩漏預防 過濾機等附屬設備之洩漏預防 廢水收集管線與處理槽體洩漏預防
落件清除	每日以鉤子清除槽體內的落件
廢水、廢液分類收集	連續排放的廢水與定期排放的高濃度廢液分類收集 不同性質的廢水、廢液應分類收集
槽液不當排放預防	避免電鍍槽液未喪失處理能力即排放 回收電鍍槽液中有用之原物料後再排放 避免電鍍槽液一次排放

3.原物料庫存管理

電鍍工廠使用之化學原物料種類相當多，應妥善貯存以避免化學藥劑氧化、受潮或相互間起化學作用，而喪失或降低其作用能力。針對具毒性的化學原料如氰化鈉、鉻酸、高濃度的酸鹼劑等的庫存管理須特別加強，並且建立領用登記制度，以有效掌握原物料的使用狀況，避免濫用或誤用的情形發生，同時應先到先用。另外，應建立廠內使用原物料之物質安全資料表(MSDS)，使員工在貯存、運送及使用化學藥品時，能認知化學藥品的危害性，並能採取適當防範措施，在意外發生時，亦能具備緊急應變處理能力。

4.洩漏預防

電鍍工廠可能發生之洩漏分為電鍍槽體、過濾機附屬設備、廢水處理系統及藥液貯槽四大類，相關之洩漏預防方向歸納如表 3.2-2 所示。洩漏預防不但是廠內管理重要事項，同時也是避免土壤及地下水污染的最佳法門。

表 3.2-2 預防洩漏的方法

項 目	內 容 說 明
電鍍槽體	使用耐酸鹼材質。 避免槽體受碰撞。 加強維修保養工作。 定期汰舊換新。
過濾機等附屬設備	過濾機之水管接頭使用耐酸鹼材質套管。 過濾機之水管高於電鍍浴槽以避免虹吸作用。 儘量減少接頭處，以減少洩漏之機會。 固定過濾機的軟管，避免洩漏。 少量外洩之機油或過濾液需以桶子承接。 設備定期維修保養。
廢水收集管線與處理槽體	避免廢水收集管線受碰撞，必要時需加覆蓋。 減少管線接頭處，以減少漏液之機會。 RC 或磚造處理槽體以環氧樹脂塗裝或內襯 FRP 等防蝕材質，防止隙縫洩漏。 PE 等材質之槽體構造應適當補強，防止槽體扭曲、變形，造成洩漏。
藥液貯槽(桶)	貯槽（桶）應減少接頭處，以減少洩漏。 PE 等材質之貯桶構造應適當補強，防止其扭曲、變形，造成洩漏。 選用適當材質之貯槽（桶）。

5.掉落鍍件清除

電鍍製程中，造成鍍件掉落的主要原因有四種：

- (1)掛架選用不當，大鍍件使用小掛架。
- (2)掛鉤長期使用造成彈性疲乏。
- (3)滾桶破裂。
- (4)人員操作不當。

由於金屬底材掉落於電鍍槽液中，會與藥液產生化學反應，而溶解出重金屬離子，造成槽液污染，縮短其使用期限。因此，除了選用適當掛架或滾桶外，並應定期汰舊換新及維修、定期清除槽中之落件，避免槽液受落件的污染。

6.廢水、廢液分類收集

電鍍廢水、廢液特性不同，應該分類收集處理，以避免高濃度廢液排放時，突增廢水處理單元之負荷，而影響處理成效。收集時，性質不同的高濃度廢液亦應分別收集貯存，貯存槽材質及體積須依廢液特性、排放週期及排放量適當規劃。

7.避免槽液不當排放

槽液不當的排放往往是因為管理不良所造成的，歸納其可能之原因如下：

- (1)槽液未完全老化喪失處理能力即排放。
- (2)槽液使用時，未能藉由適當的處理設備以延長其使用期限。
- (3)槽液採一次全部排放方式處理，未能以定期補充槽液或逐段排放的方式處理。
- (4)回收槽液中之重金屬未回收即排放，造成原物料浪費並增加污染防治處理成本。

因此，為避免槽液不當排放，應採取下列措施：

- (1)建立槽液處理能力之統計分析資料。
- (2)定期檢測槽液主成分，當其處理能力不足時，初期應以補充槽液的方式增加處理能力，爾後則以逐段補充、逐段排放的方式處理，避免一次全量排放、全量補充槽液的情況。

(3)槽液排放時，先以適當方法進行回收後再排放處理，如採用離子交換法、電解法處理回收鉻、鎳等重金屬。

(4)槽液使用時應藉由適當的現場循環設備來延長使用期限。

3.2.2 製程改善

製程改善是從污染產生源執行污染減量的控制方式，由於製程改善時可能要捨棄部分舊製程，或影響正常生產操作，因此，在決定方案及執行時應詳細評估，以降低影響生產運作，並獲得最佳的成效。相關方案彙整如下：

1.降低槽液蒸發

製程中所使用之化學藥劑會因槽液之加溫而蒸發逸散，因此可依據鍍件之型式及體積於槽體上方設計活動式蓋板，以便將蒸發之氣體凝聚迴流至槽內，並減少集氣系統之動力設施與其可能產生之操作噪音。

2.改善清洗方式，節約用水量

製程節約用水方法主要有增設回收槽、採用多段逆流清洗、噴霧清洗、加裝流量計等方法，適合之方式則應依據製程特性及鍍件形狀、品質要求等各項因素決定之，以下僅針對重要部分說明如下：

(1)改善清洗槽

調整清洗槽之進水口及出水口位置，使水流行經路徑最長，避免造成短流，且由槽底供水，增加攪拌作用，以有效洗淨鍍件，改善方式如圖 3.2-1 所示。

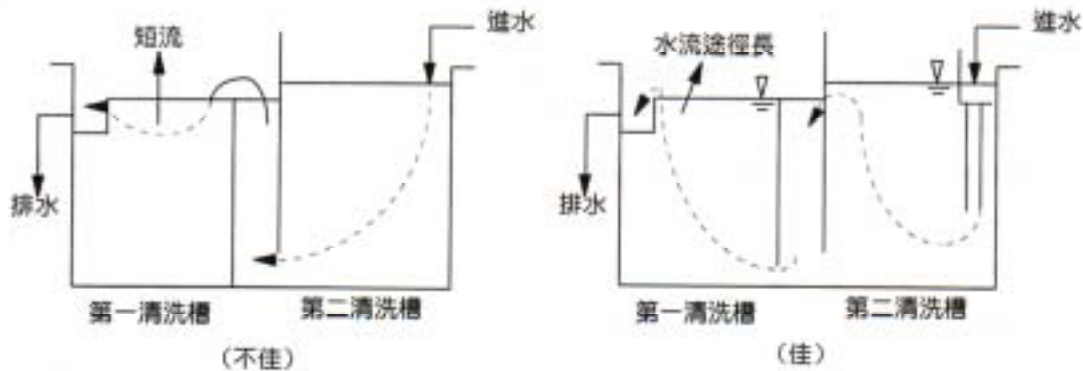


圖 3.2-1 清洗槽進、出水口設置比較

(2) 外加動力法

鍍件清洗時，單以給水方式的清洗法，有時並不能充分洗淨鍍件，此時可併用噴水洗淨、空氣攪拌、超音波洗淨等方式，增加清洗效率。噴水洗淨時，為防止水霧飛濺，噴嘴宜採水平向下 30° ；噴洗水應能確實與鍍件接觸，噴嘴角度宜能依鍍件形狀做適當修正。空氣攪拌時應避免空氣中所含油分、塵埃混入而影響電鍍品質。超音波洗淨時振動器及振動子須能防蝕，振動頻率不可太高而使直進性變強，降低洗淨效果。

(3) 採用逆流清洗法

逆流清洗是由若干段清洗槽串連而成的，於最後一槽進流清水，從第一槽排水，其水流方向與鍍件清洗方向相反，故稱為逆流清洗。逆流清洗的特點是鍍件在清洗水量少的情況下仍能達到同樣的清洗效率，而清洗水中污染物之濃度則越洗越高；此種清洗法用水量少，清洗效率高，最終排出的廢水濃度高，有利於進行重金屬離子回收。逆流清洗一般常用連續逆流清洗法。

連續逆流清洗法一般設置 3~5 段清洗槽，於末段槽進水，靠各槽之間的液位差逐段向前溢流，再從第一槽排水，如圖 3.2-2。

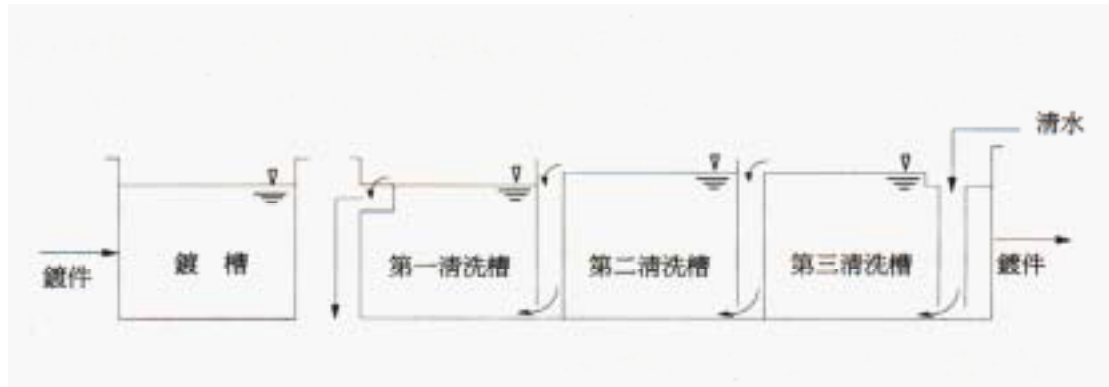


圖 3.2-2 連續逆流清洗法

連續逆流清洗稀釋倍數及清洗水量計算公式如下：

假設單位時間內清洗水量 Q 遠比鍍液帶出量 D 大，則稀釋倍數 R ：

$$R = (C_o/C_n) = (Q/D)^n, Q = DR^{1/n} = D(C_o/C_n)^{1/n} \dots\dots(式 3.2.1)$$

式中，

Q ：單位時間內清洗水量（公升/小時）

D ：鍍件附著液帶出量（公升/小時）

n ：清洗槽槽數

C_o ：鍍槽槽液濃度（公克/公升）

C_n ：第 n 清洗槽的槽液濃度（公克/公升）

若考慮實際的清洗效率，則 $Q = D(\frac{C_o}{\eta_n C_n})^{1/n}$

其中， $\eta_n = \frac{C_n(\text{理論值})}{C_n'(\text{實際值})}$

n 值與鍍液性質、鍍件形狀、清洗方式等因素有關。

由計算式可知，在稀釋倍數 R 值固定的情況下，多槽連續逆流清洗之水量為單槽清洗水量的 $\sqrt[n]{R}$ ，亦即清洗槽數愈多，供水流量愈少，而最終排出的廢水濃度則較高。

(4) 採用反應性清洗法

反應性清洗係將使用過的清洗水未經任何處理，直接藉由各槽間水位坡降溢流到另一清洗槽再利用，以達到清洗水重覆利用的目的。一般反應性清洗時係將酸（鹼）性清水導致鹼（酸）性清洗單元再利用；惟含氰化物的清洗水不可導致酸性清洗單元使用，以避免產生氰化氫氣體而造成危害。反應性清洗方式如圖 3.2-3 例。

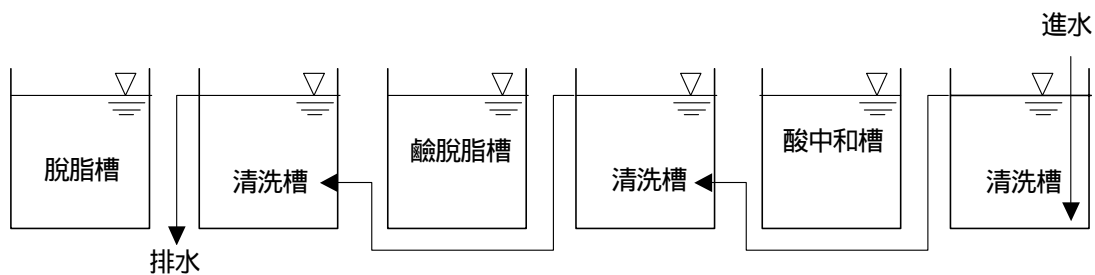


圖 3.2-3 反應性清洗圖例

3. 減少槽液帶出

減少槽液帶出的主要目的在於減少槽液的排放量，並且回收部分槽液再利用，以降低廢水中污染物濃度並減少清洗少量。減少槽液帶出的方式如表 3.2-3 所示。

(1) 掛具的選擇

常用的彈簧夾緊式掛具，由於彈簧自身的擺動，較利於液滴的排滴，排滴時間可以縮短，但只適用於較小鍍件；當掛具無法完全絕緣體表面不平整時，在非絕緣部份會鍍出金屬而增加鍍液帶出量，需適當地以稀酸清洗掛具，清洗廢液依雜質含量，適當補回製程中再使用或排至廢水處理場妥善處理。

鍍件吊掛的方式也會影響槽液帶出量。水平吊掛時，因鍍件帶出液排滴的距離最短，一般能減少槽液帶出量；而採交錯方式吊掛鍍件，亦可避免掛具上部鍍件帶出液滴落在下部的鍍件下，達到減少帶出液的目的。

表 3.2-3 帶出液減量之可行技術

減 廢 方 案	內 容 說 明
掛具的選擇	選用適當規格之掛具，避免小鍍件使用大掛具，造成槽液附著面積增加。 掛具支架與鍍件間應儘量避免形成死角。 選用適當之輔助陰極，避免其帶出大量槽液。 去除掛具非絕緣部份所鍍出之金屬，以免影響鍍件吊鍍後之角度而增加帶出量。
延長排滴時間	自動製程將排滴時間延長至 10~15 秒左右。 人工製程時，應改變員工操作習性並配合吊車之使用，適當延長排滴時間。
設置滴板	當鍍槽間有足夠之空間時，可設置滴板使帶出液回到鍍槽再使用。 滴板表面必須有適當的斜度，以便帶出液流回原鍍槽。 使用之材質須能耐強酸鹼，設置後不影響操作。
選用適當濃度之電鍍液	使用黏度較低之藥液，因黏度大時鍍膜厚度較厚，相對使帶出量增加。 在相同效率下，使用濃度較低之藥液，因濃度高時黏度也隨之增加。
設置回收槽	於鍍槽後設置回收槽，並妥善處理回收槽液。 回收槽之型式可為空槽回收、浸漬回收或空氣攪拌回收。 回收槽數一般為 1~3 槽。

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

另外，當鍍件形狀起伏過大，為使鍍層厚度均一，因此基於鍍件各部位之電流密度需相等的考量，常使用輔助陰極，吊掛於鍍件之高電流密度處以達到分散電流的目的，但可能因此增加鍍液帶出量，故在選擇輔助陰極時亦應以低帶出量者為優先考量。

(2)延長排滴時間

自動化或半自動化電鍍製程，鍍件出槽後在槽上方停留時間一般約為 10 15 秒，此停留時間約能使一半左右的帶出液滴落返迴鍍槽；因受鍍液具有黏滯性影響延長排滴時間之減量成效不大。

人工操作的電鍍製程，鍍件在槽上方停留時間依操作人員習慣而定，一般較自動化或半自動化電鍍為短，約在數秒鐘左右，因為停留時間過長會增加操作人員的體力負荷，故一般排滴效果均不佳；因應方式可以在電鍍槽上方裝設一些簡易的起吊裝置，減少員工體力負擔，以延長排滴時間，減少槽液帶出量。

(3)設置自動分離設備

於掛鍍或滾鍍製程中設置抖動設備，能有效地降低帶出液量。滾鍍製程則可規劃設置離心機，在適當轉速下將大量之帶出液分離並循環至鍍槽使用。

(4)設置滴板

設置滴板以不影響正常操作為原則，一般設置在鍍槽與回收槽或清洗槽之間。滴板表面必須有適當的斜度，以使帶出液能流回原槽，滴板表面所使用的材質可為塑膠（如 PVC、PE）或經電鍍之金屬材質。

(5)選用適當濃度之電鍍液

電鍍液成份與帶出量有關，由於黏度及溫度的因素，採用低濃度電鍍液比高濃度電鍍液之帶出液量少，加溫槽比常溫槽帶出液量少；就減廢觀點而言，選用適當濃度之電鍍液相當重要。

(6)設置回收槽

鍍件帶出液的藥品濃度比清洗水中藥品濃度高出甚多，設置回收槽後可以有效防止帶出液隨同清洗水排出，甚至可回收再使用。回收槽數依工廠特

性而定，一般約為 1~3 槽。然而回收槽內的回收液濃度必須依實際需要進行控制，否則會增加後續清洗單元的負擔，甚至影響鍍件的品質。回收槽的設置方式一般有空槽回收及浸漬回收二種。回收槽設置方式如圖 3.2-4 所示。

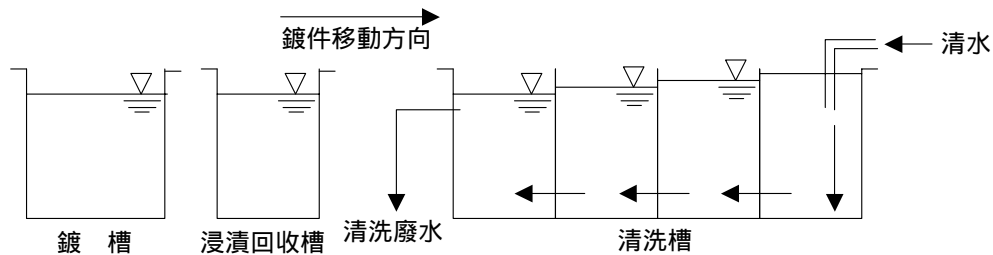


圖 3.2-4 製程設置回收槽示意圖

4. 延長槽液使用期限

電鍍槽液在使用過程中，因雜質的累積而造成槽液的老化現象，往往會縮短槽液的使用期限。因此，在電鍍製程應設置鍍液純化設備，以延長槽液使用期限；同時，當槽液作用降低時應避免整槽傾棄之作法，改以定量補充槽液之方式，以減少廢棄槽液量。適合延長槽液使用期限的槽液種類主要有脫脂槽液及鍍槽液，具體作法彙整如表 3.2-4 所示。

表 3.2-4 延長槽液使用期限之具體作法

槽液種類		減廢回收管理技術
脫脂槽液		適當的補充週期配合添加劑
		濾心過濾
		過濾板過濾
		薄膜過濾
		油水分離機
酸洗槽液管理		良好的倉庫管理
		添加抑制劑
		採用陰極電解
		回收金屬離子
鍍槽液	鎳(銅)鍍液	活性碳吸附
		循環過濾
		弱電解
	鉻 鍍 液	素陶筒電解
		隔膜電解
		強電解
		循環過濾

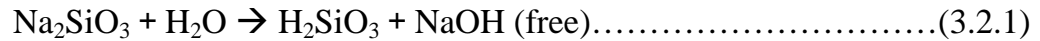
資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

(1) 脫脂槽液

脫脂的方式分為溶劑脫脂、鹼性脫脂、電解脫脂及超音波脫脂等方式，不論採取何種脫脂方式，脫脂槽液在累積相當程度的油脂、懸浮固體和其他雜質或喪失脫脂作用後，即必須更新槽液或進行清槽作業，而產生廢棄脫脂槽液並提高廢水有機污染濃度。若能以管理方式並配合製程線上進行油脂及雜質分離去除，將可有效延長脫脂液使用期限並提昇脫脂效果。

金屬表面處理常用的脫脂劑一般以強鹼與油脂產生皂化，以達到洗淨效果⁽²¹⁾，除氫氧化鈉之外，在發揮洗淨效果所用的主成份有碳酸鈉、偏矽酸鈉、

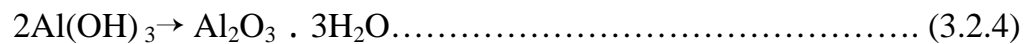
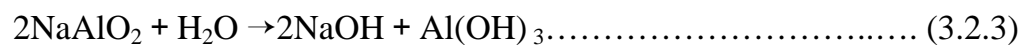
磷酸鈉，分別扮演滲透、乳化、分散的功能，這些成份析出的游離鹼乃是維持脫脂劑活性的重要關鍵，反應式如下：



脫脂劑一旦失去游離鹼，脫脂能力就會下降，所以常需補充各成份以保持其活性。但是油脂逐漸增加之後，惰性會逐漸呈現，以致失去脫脂的能力。

因此，如果能加強脫脂槽液之管理，並配合適當添加劑之使用、控制補充的周期以避免惰性鹼的累積，即可延長活性的壽命。一般補充周期之控制在使惰性鹼低於 70% 之範圍內，以達到延長槽液使用期限之目的。

另外，鋁及鋁合材料的前處理也常用強鹼浴，與鋁材作用後先形成鋁酸鈉，前後變為結塊的氧化鋁，如下列之反應式：



這種水和氧化鋁凝結在槽壁與槽底既堅牢又堅硬，常要費很多時間與人力來清除，並減少處理浴的壽命。添加適當的螯合劑，如微量葡萄糖鈉(2%)即可防止氧化鋁之凝結，使周期性的廢棄量大幅減少，甚至可連續使用。螯合劑易與鎳離子或銅離子產生螯合現象，因此廢水之分類收集需特別注意，避免混合而造成困擾。

延長脫脂槽液使用期限之具體作法在國內主要有於脫脂槽內加入活性碳吸附雜質，其成效尚稱良好。惟處理上較繁雜且清除沉積之活性碳既費時且費力，對缺乏人力之工廠是一大困擾。而為減少操作之困擾，可於製程上設置過濾裝置，其型式有濾心過濾方式、過濾板過濾及薄膜過濾方式三種；另外，亦可以設置油水分離機以自動化方式進行油水分離。

(2) 酸洗槽液管理⁽²¹⁾

酸洗程序目的在於清除金屬零件上銹垢，即以酸性溶液的還原作用把氧化物清除。但是在還原的同時，大部份的酸性溶液也會腐蝕金屬，當腐蝕在溶液中的金屬達到飽和時，酸液就會失去還原能力，而且溶解的金屬反而會凝結在金屬表面。所以維持相當濃度的游離酸是必要的管理條件，當酸洗液失去效力就面臨廢棄的決定。如此，減少腐蝕金屬的作用，增加溶液還原的能力，即可達到減少廢棄量的目的。

A.良好的倉庫管理

金屬零件自材料經加工到成品，每個程序都有良好的防蝕與保管場地，以減少金屬的生銹程度。因此，輕微的銹時，應縮短酸洗時間，防止腐蝕作用的發生，以保持游離酸的濃度；如果屬於高溫加工時所發生的積垢，應在酸洗前先軟化積垢，以減少酸洗的腐蝕作用。

B.添加抑制劑

許多價廉且有效的抑制劑可抑制金屬在酸液中的腐蝕作用，但是不同的抑制劑有不同的作業條件，如金屬種類、酸的種類、濃度及溫度等。就工廠而言，應先做實際的試驗，選擇適合自己作業條件的抑制劑，不然抑制效果會不理想。如果能充份抑制腐蝕量，酸洗槽液的壽命就可延長很多。

C.採用陰極電解

溶液在電解狀態下，在陰極側具有析出氫氣的還原作用，同時具有陰極防蝕的作用(阻止氧化腐蝕的發生)，這兩種效果正好符合前述酸洗減廢的原則：只還原、少腐蝕；換句話說，利用陰極電解就等於使用抑制劑的作用，而電解能控制的因素優於抑制劑，如電壓、電流及時間等。要注意的是陰極電解會產生氫脆性，對於碳鋼等特定合金需要留意。

D.回收金屬離子

在設備設置成本及操作成本合理下，利用離子交換樹脂、電解及逆滲等設備將溶解於酸洗液的金屬離子從酸洗液中回收，則游離酸的濃度就可維持，即可以維持還原作用不斷，達到減廢、回收的雙重效果。

(3)鍍槽液

鍍槽液中之化學原料或添加劑，在電鍍過程中會因電解氧化、還原化學作用而變質，如六價鉻離子會被還原成三價鉻離子，在操作一段時間，三價

鉻離子濃度累積至一定濃度後會影響電鍍品質，而須廢棄更新或進行純化；又因外來物質混入，如補充清水之水質不佳或鍍件及掛架的附著液不斷帶入鍍槽，造成槽液受到污染。因此需經由純化方式去除鍍液中雜質，再補充鍍液組成之化學原料後繼續使用，以延長槽液的使用期限，並減少廢棄槽液的排放量。而傳統上，鍍液之補充或添加之管理，大多以定期批量的方式處理，造成作業效率的不均勻；基本上若於鍍槽上附加自動添加器，以連續補充添加，將可減少很多作業上的浪費。

槽液純化的方式依鍍液種類及操作特性而異，常見之槽液純化方式如下：

鎳鍍液或銅鍍液：此類鍍液純化方式有粉末活性碳吸附、循環過濾及弱電解等方式。

鉻鍍液：純化方式有素陶筒電解、隔膜電解、強電解及循環過濾等。

以活性碳吸附有機性污染物之處理成效良好，但因純化過程中加入之活性碳會沉積於槽底成為底泥，清理工作相當煩雜。

強電解法則為控制適當之陰／陽極面積比，如 30：1 之比例，使鍍液中微量金屬離子雜質沉積於陰極板上而予以去除。循環過濾法則是於製程線上裝設過濾機，連續循環過濾槽液以去除懸浮固體雜質；目前市售之過濾機已有全自動反洗設計，能減少濾布清洗作業的困擾。

3.3 清潔生產

3.3.1 原物料改變

原物料改變係針對原料純化及原料替代兩方面進行改善，主要改善方案如表 3.3-1。

表 3.3-1 原物料改變方法

減廢方案	內 容 說 明
原料純化	選用高純度原物料 使用去離子水，或純水作為槽液配製用水或補充水 定期純化去除鍍液中之雜質
原料替代	選用低污染性脫脂劑

	使用無氰化物鍍液 採用低毒性鍍鉻技術(三價鉻或無鉻鍍液) 使用有機溶劑代替品
--	--

1.原料純化

(1)選用高純度原物料

原物料的純度會影響鍍液老化的速度，鍍液組成成份之不純物濃度過高時，會加速鍍液的老化。因此，在使用化學原料時應慎選純度高、雜質少的原料；化學原料進廠後應妥善保存，防止受潮、氧化，且庫存量不宜太多，先入庫之原料須先使用，以避免原料庫存過久，而敗壞成廢棄物。

(2)使用去離子水或純水作為槽液配製用水或補充水

電鍍槽液配製用水有使用地下水或硬水、去離子水及純水等類型。一般而言，若使用地下水或硬水時，因其中可能含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 陽離子及陰離子成份，容易造成化學反應的障礙，因而導致效率不良造成的浪費，並加速槽液之老化，增加水處理之負荷。鍍槽液係於高溫條件下操作，槽液中的水份易蒸發，或因鍍件帶出造成槽液量不足，必須定期補充清水以維持槽液的液位。作業習慣上通常以自來水直接補充，而自來水中含有大量的離子雜質，易造成槽液中雜質濃度增高，因而加速槽液老化，故宜以去離子水或純水補充，以避免造成雜質累積。

(3)定期純化去除鍍液中之雜質

鍍液中雜質來源有補充不純淨的清水、沉積於掛架上的金屬溶解、掛架（滾桶）或鍍件帶入之污染物等，雜質種類常見的有懸浮固體、鐵離子、銅離子、氯離子及三價鉻等。這些雜質必須控制在適當的濃度範圍內，以避免影響電鍍品質或縮短鍍液的使用期限。

鍍液中的雜質，可以使用過濾法、電解法或活性碳吸附法去除，說明如下：

過濾法

過濾法具有不會影響正常電鍍作業之特點，而且操作簡單，能夠全量過濾。過濾機的選定要依鍍液性質、鍍槽操作條件及雜質種類與粒徑而決定，較常用的過濾機型式有濾布型過濾機與過濾板過濾機。一般鍍槽內雜質之粒徑依製程單元槽液組成之不同而異，其粒徑分佈狀況如表 3.3-2 所

示，依所欲去除之雜質粒徑大小可選擇適合的濾布或濾心。

表 3.3-2 鍍液內雜質粒徑分佈

鍍液種類	粒徑 (μm)
鹼性脫脂	3.5 7.0
電解脫脂	1.5 5.0
硫 酸 銅	10 15
焦磷酸銅	3.5 7.0
半光澤鎳	3.5 7.0
全光澤鎳	3.5 7.0
鉻 酸	1.7 7.0

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

電解法

電解法係當鍍槽液中含有其他金屬離子污染物時，直接在鍍槽內進行電解純化處理。常用的有弱電解及素陶筒電解二種方法。

弱電解係將不銹鋼板或網折成波浪狀，並置入鍍槽中作為陰極，通入極低的電流，使欲去除之金屬雜質於陰極上析出，常用於鍍銅及鍍鎳槽液之純化。

素陶筒電解，係用於鉻酸純化，電解時素陶筒內須配製 150 200g/L 的鉻酸，作為陰極室之電解質，筒內並放置鉛板作為陰極，再將素陶筒置入鍍鉻槽中，鍍鉻槽則為陽極室，通入電流後，鍍槽中的三價鉻會被氧化成六價鉻，同時鐵離子污染物會透過素陶筒，並於陰極鉛板上沉積，以達到去除鉻酸液的三價鉻及鐵離子等污染物的目的。

活性炭吸附法

活性炭吸附法係當槽液中含有機污染物時，先於槽內加入雙氧水氧化分解部份有機物後，再加入活性炭吸附去除殘留有機物，吸附完成靜置一段時間後，將槽內的上澄液抽送至備用貯槽，再將槽內底部沈積之活性炭清除，以清水洗淨槽體後，備用貯槽內之電鍍液再利用泵抽送回原槽體內，然後再補充部份新液及添加劑後繼續使用。

2.原料替代

(1)採用低污染性脫脂劑

一般鹼性或酸性脫脂劑多半含有界面活性劑，而前者有些亦含螯合劑，當此等槽液進行更新時，大量的界面活性劑排入廢水中，將造成 COD 值的提高且易產生泡沫問題；若含螯合劑，則會造成廢水中重金屬離子不易去除，因此在選擇脫脂劑時，應瞭解其主要成分及應注意事項（如表 3.3-3 及表 3.3-4 所示），同時分析其使用前後污染物濃度的變化，以據此選擇較低污染性的脫脂劑使用。不同脫脂槽液 COD 濃度如表 3.3-5 所示。

表 3.3-3 鹼性脫脂劑的主要成份、污染項目及應注意事項

主要成份	污染項目	注 意 事 項
氫氧化鈉、碳酸鈉	pH	強鹼性
矽酸鈉類	pH	因乳化油分，提高 COD。
磷酸鈉類	P	錯合化廢水中之金屬離子，使金屬離子不易去除。
界面活性劑	COD	更新時使廢水 COD 增加，處理時易產生泡沫。
各種螯合劑	COD	螯合化廢水中之金屬離子，使金屬離子不易去除，並造成 COD 增加。

資料來源：電鍍工廠排水處理與管理

表 3.3-4 酸性脫脂劑的主要成份、污染項目及應注意事項

主要成份	污染項目	注 意 事 項
硫酸、鹽酸	pH	強酸性，操作過程中會不斷溶解金屬底材，使槽液中金屬離子濃度提高。
界面活性劑	COD	更新時使廢水 COD 增加，處理時易產生泡沫。

資料來源：電鍍工廠排水處理與管理

表 3.3-5 脫脂槽液 COD 濃度(個案資料)

項目	脫脂槽液種類	建浴濃度(g/L)	廢液 COD 濃度(mg/L)	使用日數(天)
A 廠	熱脫脂液	85.7	428	180
	陽極電解液	214.3	856	180
	酸電解液	428.6	51	180
	最終電解液	428.6	1,249	180
B 廠	第一熱脫脂液	7.8	10,122	3
	第二熱脫脂液	40.0	6,500	6
	第三熱脫脂液	30.0	5,590	6

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

(2)使用無氰化物鍍液

氰化物為劇毒性化學物質，在輸送、貯存、使用過程及其所產生之廢棄物均可能造成危害，近年來為防止其可能發生之危害，已有相關之管理法規；而國內由於氰化物原料的短缺，仰賴進口的結果造成價格昂貴。因此，業者應積極使用無氰化物電鍍製程。

為徹底解決氰化物所造成的困擾，國外已成功地研發出無氰化物鍍鋅技術，並且引進國內使用。無氰化物鍍鋅浴組成成份與操作條件，以哈氏槽(Hull cell)進行試驗時，如表 3.3-6 所示。

無氰化物鍍鋅液於操作時需要配合高濃度的光澤劑，而且適合之電流密度範圍相當小。為使無氰化物鍍鋅技術更為普遍，已研發出 2-硫苯酸塞唑、二乙基氨基甲酸雙硫酯鈉、對 - 甲氧基柳醛等三種光澤劑，此三種光澤劑均適用於無氰化物鍍鋅浴中，表 3.3-7 為不同光澤劑以哈氏槽試驗之最佳操作條件。

表 3.3-6 典型無氰化物鍍鋅浴組成成份與操作條件

鍍浴成份	濃度(g/L)	操 作 條 件
氧化鋅	10	陽極板：鋅錠(99.9%)
氫氧化鈉	100	陰極板：金屬合金
		電流：1 安培
		電鍍時間：10 分鐘
		溫度：30
		攪拌：無

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

表 3.3-7 不同光澤劑進行哈氏槽試驗之最佳操作條件

項目	鍍浴成份	濃度(g/L)	操 作 條 件
	氧化鋅	10	陽極板：鋅錠(99.9%)
	氫氧化鈉	100	陰極板：金屬合金
	葡萄糖	0.25	電流密度：54-410 安培/m ²
	檸檬酸鈉	60	攪拌：無
	檸檬酸	60	溫度：25
	動物膠	0.75	
	三乙醇胺	30*	
	2-硫苯酸噻唑	2	
	硫脲	2.5	
	氧化鋅	10	陽極板：鋅錠(99.9%)
	氫氧化鈉	100	陰極板：金屬合金
	動物膠	2	電流密度：54-377 安培/m ²
	三乙醇胺	45*	攪拌：無
	雙乙基氨基甲酸雙硫酯鈉	2.5	溫度：25
	氧化鋅	10	陽極板：鋅錠(99.9%)
	氫氧化鈉	100	陰極板：金屬合金
	動物膠	1	電流密度：22-248 安培/m ²
	對 甲氧基柳醛	3	攪拌：無
	雙乙醇胺	45*	溫度：25
	單乙醇胺	15*	

[註]*單位為 ml/L

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

(3)採用低毒性鍍鉻技術

三價鉻電鍍是較新的電鍍技術，可以避免毒性較強的六價鉻造成危害，並減少管末處理時，將六價鉻還原成三價鉻所需之還原劑費用，進而減少污泥量，對於減廢工作有相當大的助益。三價鉻電鍍的主要優點如下：

鍍液濃度低，帶出液量較少，大幅降低廢水處理成本。

高穩定性、硬度高、管理容易。

在低電流密度時，沈積速度較六價鉻快。

覆蓋力良好，均一性優良，鍍膜色澤類似六價鉻，富吸引力。

較六價鉻鍍液的缺點少，可降低不良率，提高生產力。

無鉻電鍍為未來之重要趨勢，尤其是汽車零組件將首先被要求。無鉻電鍍技術之替代方式主要係以其他類似色澤及功能之鍍層代替，如以磷酸鹽之金屬皮膜代替，但所產生之廢水污染防治技術則需更進一步研究。

(4)使用有機溶劑替代品

過去製程中所使用之溶劑型脫脂劑，如三氯甲烷、三氯乙烯等溶劑對於礦物油有良好之處理成效，但是卻造成臭氧層之破壞，因此必須使用替代品；替代品之原則為可以大量、便宜生產，同時具有低毒性、生物可分解性之化學藥劑，如 $C_{10}H_{16}$ 之類的碳氫化合物。

綜合彙整低污染性或低毒性之電鍍製程如表 3.3-8 所示。

表 3.3-8 低污染性或低毒性之電鍍製程

製 程	類 別	方 法
鋅電鍍	氰化浴	降低濃度，如 NaCN 濃度由 90g/L 降至 45 g/L，甚至更低如 12 g/L
	鋅鹽	Zn^{2+} (7g/L)，NaOH，添加劑
	酸性浴	$ZnCl_2$ (Zn：35g/L)， NH_4Cl (Cl：140g/L)，添加劑
銅電鍍	弱鹼性無氰電鍍	Cu^{2+} ：15g/L，pH：9.4，溫度：65
		Cu^{2+} ：2.5g/L， Zn^{2+} ：2.5 g/L，pH：9.5
銀電鍍	無氰電鍍	槽液組成： CH_3SO_3Ag ：91.3g/L $C_4H_5O_2N$ ：148.5g/L H_3BO_3 ：30.9g/L PEI：若干 pH：10 溫度：25
鉻電鍍	以 Cr^{3+} 代替 Cr^{6+}	Cr^{3+} ：5~8g/L pH：3~3.4 溫度：30~50
	無鉻電鍍(一般電鍍)	鎳-鉬-磷鍍層，Mo/P 莫耳比：0.33(pH 2.1)或 0.66(pH 4.8)， $CeCl_3 \cdot 7H_2O$ ：40g/L pH：4.0
	無鉻電鍍(硬鉻電鍍)	Ni-P-W，Ni-B-W
無鎳電鍍	不同鍍層代替	上層：Cu-Sn，Cu-Sn-Zn/Pd 下層：Cu-Sn，Au-Fe，Au-In，Au-Sn，Au-Ag，Au-Cu-Ag，Au-Pd，Au-Cu-Pd

資料來源：Cleaner Production Techniques，Asian Productivity Organization，中技社綠色技術發展中心彙整

3.3.2 脫脂槽液循環過濾系統⁽³⁾

1.處理原理及流程

電鍍製程依掛鍍及滾鍍等型態的不同，其適用的脫脂槽液過濾回收流程亦不盡相同，但均必須具備將懸浮狀態之油脂進行浮上分離、分散於液中之分散油吸附去除，以及將固態雜質過濾分離等三種功能。

脫脂槽液的過濾方法可概分為循環過濾回收及清槽過濾回收法兩種。

(1) 循環過濾回收法

循環過濾回收法是將脫脂槽液泵送至過濾設備，進行油脂吸附及雜質過濾等純化處理，並循環脫脂槽液再用的方法。處理時，油脂含量較少之脫脂槽液一併以過濾單元去除固態雜質，處理流程如圖 3.3-1；油脂含量較高之槽液，則需將溢流液導入油脂分離槽經重力分離與油脂吸附分離後，再過濾去除固態雜質，處理流程如圖 3.3-2。

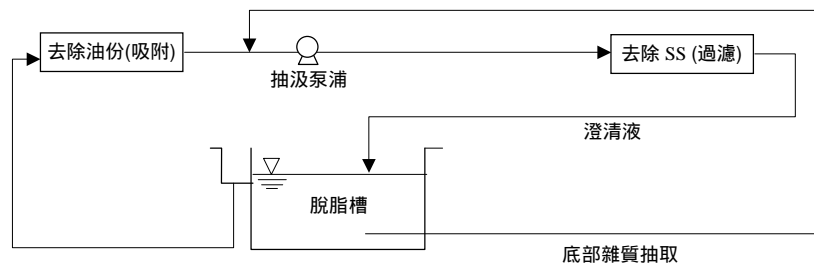


圖 3.3-1 低油脂含量之脫脂槽液循環過濾系統處理流程

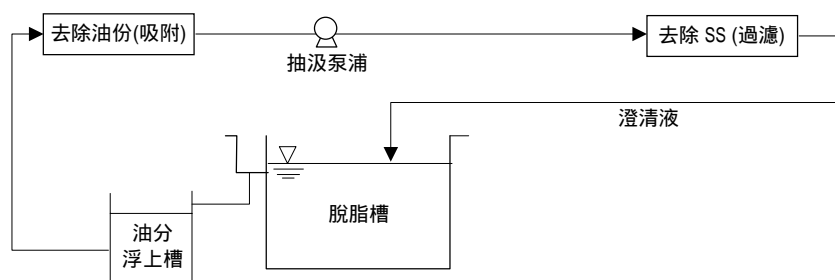


圖 3.3-2 高油脂含量之脫脂槽液循環過濾系統處理流程

一般而言，圖 3.3-1 適用於油脂含量低、固態雜質含量在 100mg/L 以下之鹼性脫脂後之脫脂槽；圖 3.3-2 則適用於油脂含量在 100~1000mg/L、固態雜質含量在 100~300mg/L 之第一或第二鹼性脫脂槽，該二種流程之適用對象及其功能整理如表 3.3-9。

表 3.3-9 脫脂槽液循環過濾回收流程適用對象及功能

流 程	脫脂槽液特性	適用對象	功 能
圖 3.3-1	油脂含量低、固態雜質含量低(100mg/L 以下)	鹼性脫脂後的脫脂槽	浮油的吸附、固態雜質去除
圖 3.3-2	油 脂 含 量 高 (100~1000mg/L)、固態雜質含量高(100~300mg/L)	(1)第一鹼性脫脂槽 (2)第二鹼性脫脂槽	浮油的分離及吸附、固態雜質去除

(2)清槽過濾回收法

清槽過濾回收法是採批式操作（如每天乙次）方式，將脫脂槽上層液導入濾袋或濾心式過濾機過濾去除固態雜質後，收集於備用貯槽，再將脫脂槽底部沉積之固體雜質清除；槽體洗淨後，備用貯槽內之脫脂液再泵回原脫脂槽內，然後再補充部份新液後繼續使用；其典型回收處理流程如圖 3.3-3。

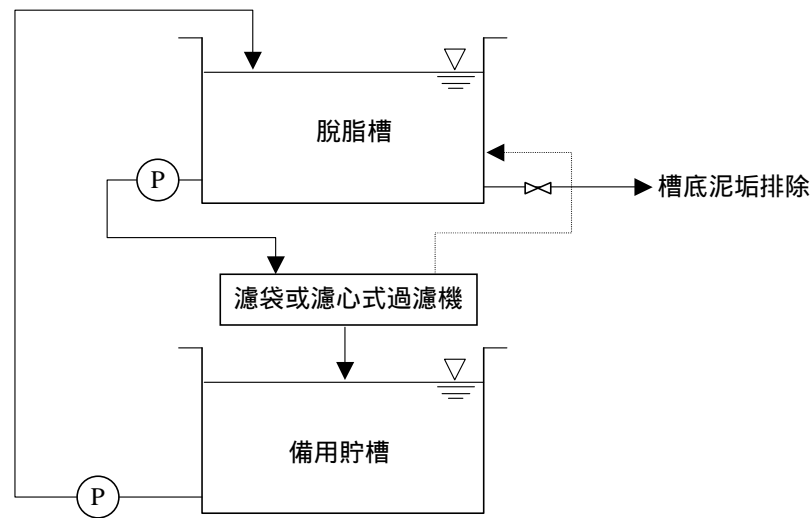


圖 3.3-3 清槽過濾回收法處理流程

3.處理成效評估

某電鍍工廠之循環過濾回收處理設備流程同圖 3.3-2 所示。評估時，針對脫脂槽液過濾處理前後進行二次隨機採樣分析，各項檢測結果整理如表 3.3-10，同時將其熱脫脂槽更換期限及物料使用量情形紀錄成表 3.3-11。由評估結果可知，該掛鍍工廠設置循環過濾回收設備對脫脂槽液中之油脂、COD 及 SS 之去除效率分別為 98%、44%及 86.6%，脫脂劑之補充量由設置前每月使用 200kg 減少至設置後之 130kg，且可使清槽期限由 3.5 個月/次延長為 11 個月/次，亦即可延長脫脂槽液之使用期限達 3 倍以上。

表 3.3-10 某掛鍍工廠熱脫脂槽液循環過濾前後污染濃度變化

項 目	污 染 濃 度 (mg/L)					
	油 脂		COD		SS	
	第一次分析	第二次分析	第一次分析	第二次分析	第一次分析	第二次分析
循環過濾前	6,440	8,370	15,816	21,640	361	479
循環過濾後	43.3	166.6	8,141	12,110	33.1	64
處理成效(%)	99.3	98	48.5	44	90.8	86.6

註：原脫脂槽液之 COD 濃度為 5,600mg/L。

表 3.3-11 某掛鍍工廠熱脫脂槽液更槽期限及脫脂劑補充量變化情形

項 目	脫脂劑補充量	熱脫脂槽液清槽期限	熱脫脂槽液更槽期限
設置前	200kg/月	14 天	3.5 個月/次
設置後	130kg/月	-	11 個月/次
減量效益	減少使用量 70kg/月	-	延長使用期限達 3 倍以上

註：1.脫脂槽液體積為 7,000 公升。

2.脫脂槽液配製濃度為 5%。

3.3.3 高質傳電解回收系統⁽⁴⁾

1.前言

電解回收系統常應用於較高濃度之重金屬離子回收處理，如老化鍍槽液、回收槽液及陽離子交換樹脂飽和再生時之再生液。高質傳電解設備應用於現場使用，在國內常被用於回收原料較昂貴的金屬，如銅、鎳金屬，以減少原料之消耗並大幅降低廢水中重金屬離子的含量，同時對於降低重金屬污泥產生量亦有相當大的助益。

2.處理原理及流程

高質傳電解設備依克服電解二重層、避免濃度極化現象產生之方式不同可區分成二類，第一類是使用高孔隙度之導電性物質或網狀電極，使電解液在電

解槽內充分攪動以破壞電雙層；另一類則採用流體化床方式來破壞電解二重層，以避免極化現象產生，並提高電解回收效率。高質傳電解設備主要包含電解槽、貯槽、輸送泵及配電盤等週邊設備。

高質傳電解設備於製程線上之安裝位置，主要設置於欲回收之重金屬回收槽附近，以減少輸送動力；而回收設備之安裝水位必須高於回收槽，以防止回收液逆流而發生意外。由於設備本身具有外循環泵浦，可將經由鍍件帶出之重金屬濃度逐漸降低，並減少後處理之清洗水量。然而因國內電鍍工廠大多數為代加工型態，鍍件來源及種類多，污染質不易掌握，致使回收設備直接安裝於線上時，由於回收液濃度變化大，對電鍍品質可能會有影響。因此，為確保電鍍品質，減少不良鍍件，一般均增設一處理液貯存槽，定期將線上之帶出液泵送至貯存槽再與電解設備連線回收處理，經一段時間後再將低濃度之廢液排放至廢水處理場處理。圖 3.3-4 為常用之高質傳電解回收處理流程。

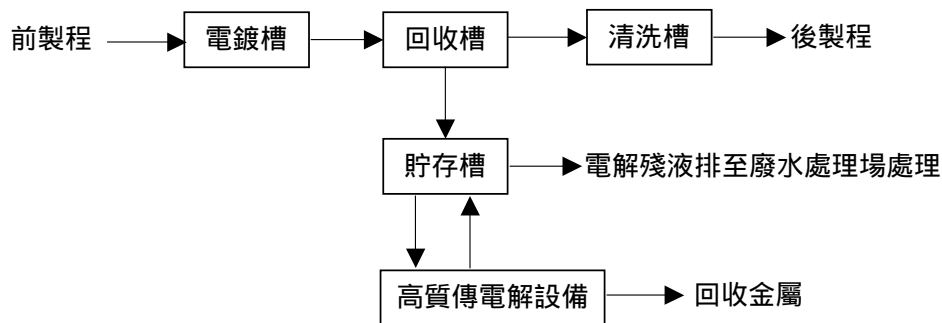


圖 3.3-4 高質傳電解回收系統處理流程

3.操作維護

高質傳電解設備在操作時必須注意下列項目：

(1)調整適當 pH 值

高質傳電解與一般電解一樣，電解後溶液之 pH 值會下降，將會影響析出金屬的純度及陽極板的壽命。以流體化床電解回收鎳金屬而言，其 pH 值不得小於 1；常用之鹼性藥劑為加藥操作方便的氫氧化鈉(NaOH)。

(2)控制適當電流、電壓

在助電解質方面，一般控制於適當範圍，若因助電解質不足致使電壓過高時，可加入部份助電解質以控制適當電壓，如於鎳回收液中加入濃度 2g/l 之硫酸鈉(Na_2SO_4)，以降低系統之操作電壓。

在電流方面，應依重金屬濃度作適當之調整，而為避免電極板之損耗，電解設備起始電流應控制於低電流區，一段時間後再調至適當之電流密度，如 100~200 安培/ m^2 。

(3)電極板維護措施

陽極板不可當陰極板使用，以免損壞極板。

陰極板於覆滿金屬後總重不宜超重，以避免陰極板變形。

金屬自陰極板剝離時應以稀酸或電鍍液加以剝離，避免直接敲擊。

極板不用時不宜長期浸在強酸或強鹼中，以防極板被侵蝕，且應以清水沖洗其表面，減少雜質附著量及可能之鈍化現象。

4.處理成效

某工業性電鍍工廠，製程以鍍鎳、鉻為主，為減低廢水中鎳離子濃度，回收有用原物料，於鍍鎳製程設置乙套流體化床電解設備。該廠於廠房外設置一帶出液貯存槽，定期將帶出液抽至槽內，再利用泵浦抽至電解槽內回收鎳離子，帶出液經循環回收後，電解殘液排放至廢水處理場處理，循環週期約為 7 天左右。

該廠電解回收之帶出液量為 650L，帶出液經電解 145 小時後，帶出液中鎳離子濃度由 23,929mg/L 降至 2,812mg/L，總計回收鎳金屬 13.0kg，平均 1 天(24 小時)約回收 2.2kg 的鎳金屬，鎳離子濃度隨電解時間變化之情形如表 3.3-12，濃度變化曲線圖如圖 3.3-5。

表 3.3-12 不同電解時間之鎳離子濃度

時間(hr)	0	7	22	46	70	94	118	142	145
濃度(mg/L)	23,929	21,731	19,916	10,665	8,469	4,560	3,635	3,172	2,812

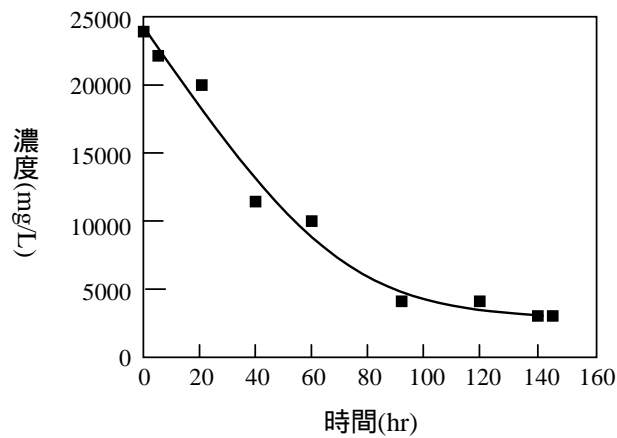


圖 3.3-5 鎳離子濃度隨電解時間變化曲線圖

鎳離子電解還原成鎳金屬時，提供 2 法拉第電量可得到 1 莫耳的鎳金屬，故理論上在電流 100 安培時，連續電解 145 小時下，可得到 15.87kg 之鎳金屬與實際回收量 13kg 比較，電解效率為 0.9 克/安培.hr，電解回收率約 81.9%。

3.3.4 蒸發濃縮系統⁽⁵⁾

1.前言

蒸發濃縮系統之應用，可以有效濃縮電鍍槽液、回收槽帶出液，因而降低廢水污染濃度，並且可以節省大量重金屬及化學藥品的消耗，應用在鎳、鉻電鍍製程上更可顯現出其優越性。近年來蒸發濃縮設備發展已趨成熟，型式上主要有大氣蒸發濃縮及真空蒸發濃縮二類。

大氣蒸發濃縮係在常壓下利用熱能將溶液中之水分蒸發，濃縮速度較慢、耗能較高。真空蒸發濃縮設備則利用低壓下水分沸點較低之特性，以提升濃縮速度，減少能源之消耗；部分真空濃縮設備則能回收蒸氣之熱能，如此操作成本因而大幅降低。

2.大氣蒸發濃縮設備處理原理與流程

蒸發乃是藉由提供熱能使混合溶液中沸點較低的物質（如水或輕質溶劑）

先被汽化出來，而殘留沸點較高的物質，以達到混合液濃縮之目的。

大氣蒸發濃縮之主要作用是將溶液中的水份快速蒸發到大氣之中，以提昇溶液之濃度。水份蒸發速度與下列因素有關：

- (1)曝露在空氣中的溶液表面積
- (2)穿過溶液表面的空氣流動狀態
- (3)空氣和溶液的溫度
- (4)相對濕度

其中，相對濕度直接影響室溫下槽液的蒸發速度，但對工作溫度較高的槽液則影響較小。大氣蒸發濃縮設備用於濃縮回收槽帶出液之流程如圖 3.3-6 所示。其設備主要有貯槽、熱交換器及蒸發濃縮等三個單元。

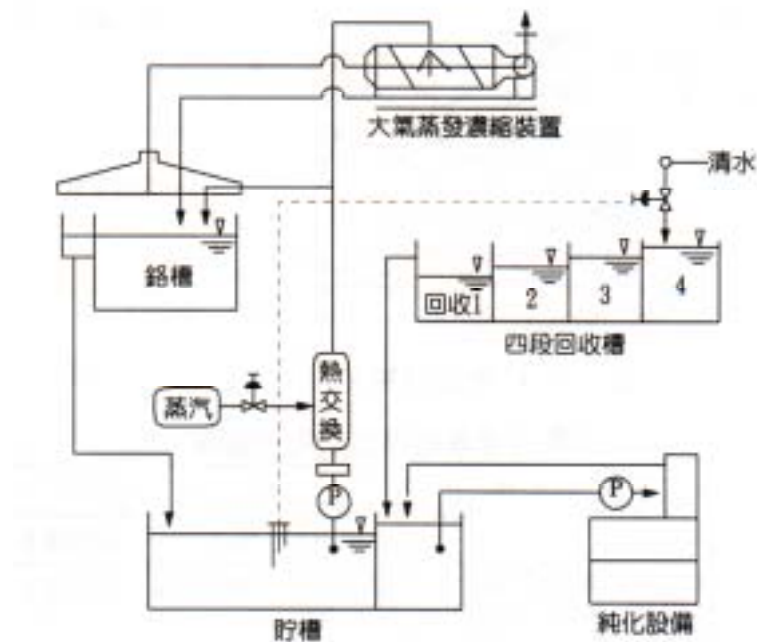


圖 3.3-6 大氣蒸發濃縮處理流程示意圖

貯槽內設有液位控制器以控制廢液循環泵及回收槽清洗電磁閥之啟閉。亦即當貯槽內廢液達高水位時，泵浦啟動抽送廢液進行處理，而清水電磁閥則關閉，停止補充清水；貯槽內廢液達低水位時，泵浦關閉，清水電磁閥開啟，補充清水。故理論上清水補充量應與廢液之蒸發水量相等。

熱交換器為提高處理液溫度之主要單元，熱量一般來自鍋爐蒸氣，藉由熱交換器傳遞熱量，處理液溫度約升高至 50~60℃ 左右，為防止熱量的散失，通常於熱交換器及管線外圍包覆保溫材料。

蒸發濃縮單元主要區分成冷卻填充層及蒸發濃縮二個單元。經熱交換處理後的高溫溶液由槽體上方均勻灑佈於網狀的填充層，與經由風扇輸入之空氣混合後將水分帶出，而提高溶液的濃度，濃縮之溶液可回補至鍍槽再使用，至於冷卻後之凝結水則回收使用或泵送至廢水處理場處理。表 3.3-13 為某型大氣蒸發濃縮設備之設計基準參考表。

表 3.3-13 某型大氣蒸發濃縮設備之設計基準

項 目	規 格	說 明
蒸發量	80L/hr	氣溫 20℃，濕度 60%，液溫 50℃
所需動力	49,400kcal/hr (57.4kw/hr)	氣溫 20℃，濕度 60%，液溫 50℃
排氣量	120m ³ /min	-
廢液循環泵最大流量	3.6m ³ /hr	-
鍍槽鍍液濃度	CrO ₃ ： 250g/l, H ₂ SO ₄ ： 3g/l	-
補充水量	80L/hr (自動補水)	包括鍍槽內之蒸發量
熱交換器蒸氣壓力	1.95kg/cm ²	-

3.操作維護

大氣蒸發濃縮設備之操作狀況直接影響處理成效，常見之異常現象主要有貯槽液位過低或過高、液位控制器失靈等六項，其異常原因與對策詳如表 3.3-14；為避免因設備故障而無法操作，工廠平日即應定期進行操作維護工作。

4.處理成效

某電鍍工廠鍍鉻線上使用之大氣蒸發濃縮設備，其回收槽清水補充係由濃

縮設備貯槽內之液位控制器所控制，當貯槽內鉻酸溶液因水份蒸發而導致液位逐漸降低至低水位時，則由液位控制器傳輸訊號，開啟清水補充管線之電磁閥，以補充清水。清水由第四槽注入，以重力流方式依序流至第三、第二及第一回收槽，最後流至濃縮設備貯槽內。評估處理成效時，分別於測試前及測試後採取鍍槽槽液及各回收槽清洗水之水樣，進行六價鉻濃度之檢測分析與清水補充量之監測，檢測結果分別如表 3.3-15 及表 3.3-16 所示。

表 3.3-14 大氣蒸發濃縮設備之異常原因與對策

異常現象	原因	對策
貯槽液位過低或過高	蒸發量大於或少於補充量	貯槽液位過低時，將造成大氣蒸發濃縮設備長時間處於停機狀態；貯槽液位過高時，則可能造成回收槽液溢滿的現象，造成污染。因此，當貯槽液過低時，表示設備之蒸發量大於補充量，應增加清水補充量；貯槽液位過高時，表示設備之蒸發量低於補水量，應減少清水補充量或加速濃縮速度。
液位控制器失靈	液位電極因泡沫影響造成短路	液位控制器設置於貯槽內，其液位電極常因鉻酸泡沫影響造成短路，因此必須以清水洗淨控制器之電極棒。
廢水循環泵空轉	吸入口阻塞	廢液循環泵空轉時，由於廢液無法由貯槽抽送處理，將造成貯槽溢滿現象；另外，熱交換器因無法與廢液進行熱傳作用，可能因溫度過高而使熱交換器故障。通常廢液循環泵空轉現象大多由於其吸入口阻塞所致，因此除了鉻酸槽液應採循環過濾設備過濾去除雜質外，循環泵吸入口應定期拆除清洗。
交換器空轉	蒸發電磁閥阻塞	熱交換器空轉主要原因係因蒸汽電磁閥阻塞所致，故亦應定期拆除清洗。
排氣不良	排氣風扇故障	蒸發濃縮單元的排氣風扇之作用，主要係將冷空氣送入冷卻填充層內，以便將鉻酸中的水分帶出，故排氣風扇故障時將影響濃縮效率。因此排氣風扇應定期清洗，以確保其送風效率。
蒸發濃縮部水沫飛散	填充層污染	蒸發濃縮部之水沫常含有低濃度之鉻酸，若任其飛散將污染附近環境。造成水沫飛散的原因為填充層污染所致，在操作過程中若發現此現象，應立即以清水洗淨填充層。另外，為避免水沫之飛散，排出之蒸汽應收集至酸性氣體洗滌塔處理才可排放，甚至可將其回收做為鉻酸廢液預熱熱源使用。

表 3.3-15 鍍槽、鉻酸回收槽及清洗槽六價鉻濃度

濃度單位：mg/L

項 目		鍍 槽	第一回收槽	第二回收槽	第三回收槽	第四回收槽	水洗槽
第一 次	測試前	81,100	4,510	1,297	145.5	51.4	1.38
	測試後	76,950	8,680	1,108	192.0	40.5	1.39
第二 次	測試前	135,110	8,862	1,043	176.6	54.7	0.17
	測試後	89,894	16,962	2,650	403.0	89.5	1.73

表 3.3-16 蒸發濃縮效率評估結果

項 目	設計補充 水 量 (L/hr)	實際補充 水 量 (L/8hr)	實際平均 補充水量 (L/hr)	運轉效率 (%)	操 作 條 件
第一次監測	80	393	49.1	61.4	溫度 20℃，相對濕度 80%
第二次監測	80	527.3	65.9	82.4	溫度 20℃，相對濕度 80%

根據統計，該電鍍工廠平均每天之鍍件電鍍總面積約 $15,390\text{dm}^2$ ，鍍件平均鍍液帶出量約 $1.6\text{ml}/\text{dm}^2$ ，亦即每日平均鍍液帶出量約 $24.6\text{L}/8\text{hr}$ 。由表 3.3-15 可知，鍍槽鉻酸平均濃度為 $95.76\text{g}/\text{L}$ ，清洗槽六價鉻平均濃度為 $1.17\text{mg}/\text{L}$ ，而清洗槽實測每日清洗量為 640 公升。依上述之說明可計算出，該電鍍工廠平均每日之鉻酸帶出量為 $2,356\text{g}$ ，而清洗槽排出之廢水中六價鉻之平均排放量僅為 0.75g ，由此顯示設置鉻酸回收槽並以大氣蒸發濃縮設備進行鉻酸回收處理，每日可以回收 $2,355\text{g}$ 之鉻酸，換言之，即是減少 99.97% 之鉻酸排放量。

3.3.5 離子交換設備⁽⁶⁾

1.前言

離子交換法對於高價重金屬離子具有良好的交換性，目前已成功地應用在電鍍廢水處理上，以去除廢水中的重金屬離子並回收清洗水再使用。其中，以鉻酸、硫酸銅及硫酸鎳等電鍍製程廢水的處理回收應用最為普遍。

離子交換法處理電鍍廢水時，除慎選樹脂種類外，並需配合純化系統、蒸發濃縮設備或電解設備來處理再生液，使離子交換法之應用能同時達到水資源之循環使用及重金屬之資源回收。

2.處理原理與流程

離子交換為在一固體（樹脂）和液體（水溶液）間，進行可逆的相互交換的反應，即不溶解性的固體樹脂顆粒可從電解質水溶液中將正電荷或負電荷的離子去除，同時將等當量的相同電荷之其他離子釋入水溶液中，而此種反應的發生並不會改變樹脂本身的結構。

當在水溶液中的離子快速地擴散進入樹脂的分子網狀結構中時，被交換的離子則經由相同的路徑進入溶液中，此種離子交換的程序直到達成平衡為止。樹脂包括分子網狀結構，其上附著作用離子基，而樹脂上此固定的離子基，其電荷為一相反電荷之反離子所平衡，以保持電性中和。

離子交換系統在減廢回收之應用方式，以處理含鎳離子的廢水為例，離子交換法配合電解法回收鎳金屬，係將鍍鎳清洗水經由離子交換系統處理，處理水回收循環再用，樹脂飽和進行再生排出之硫酸鎳溶液則採電解設備電解回收鎳金屬，電解殘液則再經離子交換系統處理，處理水則迴流至清洗槽再使用，如此含鎳之清洗水可密閉循環回收使用而不需排放，處理流程案例如圖 3.3-7。

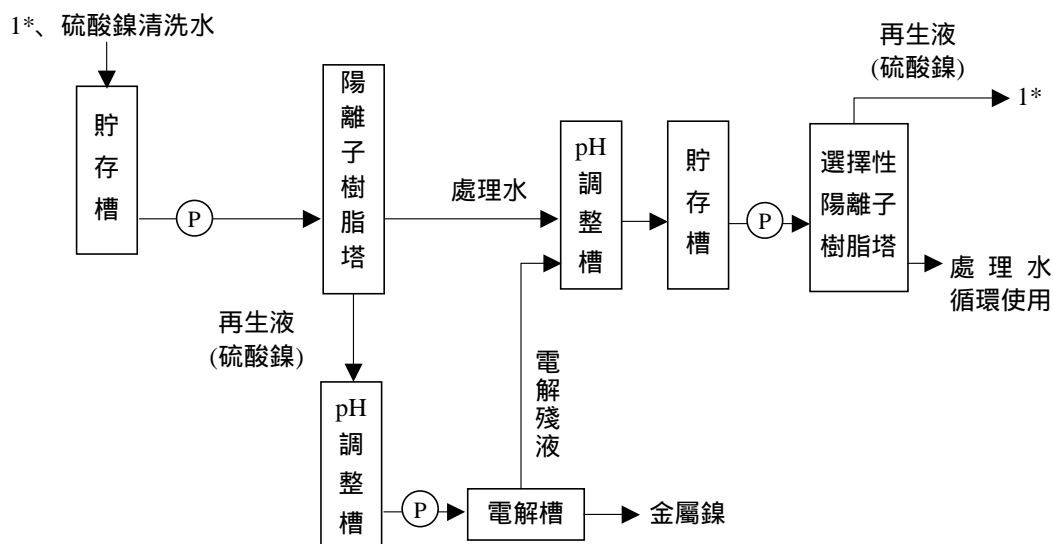


圖 3.3-7 離子交換法配合電解法之回收處理流程

另外，以處理含鉻酸離子的廢水為例，離子交換法配合蒸發濃縮設備，進一步使鍍鉻槽、浸漬清洗槽及清洗槽之清洗水能形成一密閉循環系統，不僅可回收鉻酸及循環清洗水再使用，更可達到鉻酸清洗水不排放之目標。

3.操作維護

離子交換操作循環包括四個主要步驟：交換(service)、反洗(backwash)、再生(regeneration)和洗滌(rinse)。

(1)交換

當柱床上部的樹脂與流入廢水中的離子濃度達到平衡時，則柱床上部的樹脂成飽和狀態，此時交換區(exchange zone)向柱床下部逐漸前進，直至交換區貫穿柱床底部或處理水中離子濃度超過所設定之放流水標準值時，則停止操作。

(2)反洗

當離子交換樹脂已達到操作容量後則以部份處理水反沖洗樹脂柱床，以備樹脂接受再生。反洗的目的有：打散成團的樹脂，去除樹脂柱床內因過濾作用而陷入的微細懸浮物質，消除空氣孔穴，和再重組樹脂柱床，使成均勻分佈，以避免操作時水流的槽化現象。

(3)再生

再生是將交換階段樹脂所交換出來的重金屬離子洗出，使樹脂可依再生劑的使用量，回復到原有的交換容量或所期望的容量程度以及原有的離子型態；通常，酸劑被用來再生陽離子樹脂，鹼劑被用來再生陰離子樹脂。

(4)洗滌

在再生階段之後，樹脂柱床回到交換階段之前，必須洗滌，使得柱床內沒有過剩的再生劑。洗滌通常使用處理水，其包括兩個步驟，首先是慢洗，其流率與再生操作之流率相同，係將一柱床體積之再生劑溶液洗出，此部份之廢液可和再生廢液一同處置；接著是快洗，將過剩的離子洗出，而此部份之廢液經常是被收集貯存起來，以做為配置再生劑之稀釋水。

4.處理成效

某電鍍工廠鍍鉻製程之鍍件經四段浸漬清洗後，再行三段逆流清洗，因浸

漬清洗槽槽液所含鉻酸濃度較高，直接經蒸發濃縮設備濃縮，並以隔膜電解設備去除濃縮液中之氯離子及鐵離子等污染物，濃縮並純化後之鉻酸液再泵回鍍槽使用。而三段逆流清洗排水所含六價鉻濃度 125mg/L，遠超過放流水標準，則排至廠內廢水處理廠進行還原處理及化學混凝沉澱，以去除廢水中所含六價鉻。該廠為達到鉻酸清洗水不排放的目標，乃於鍍鉻後之三段逆流清洗單元設置乙套離子交換樹脂裝置，如圖 3.3-8，該離子交換樹脂塔採用之交換樹脂種類、密度及使用量等如表 3.3-17。

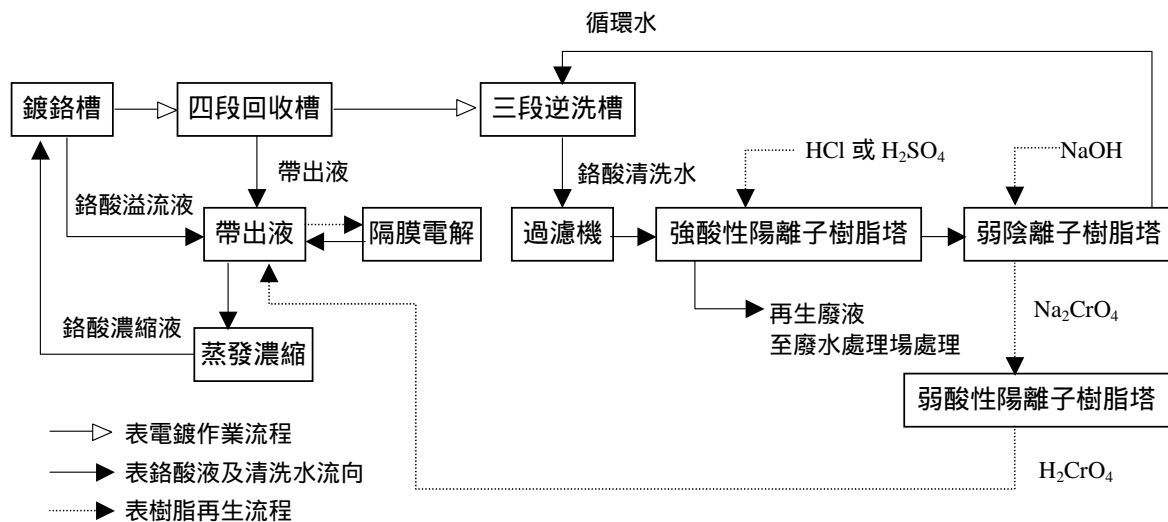


圖 3.3-8 電鍍工廠鉻酸離子交換回收處理流程

表 3.3-17 離子交換樹脂塔樹脂種類、密度及使用量

樹脂種類	型 式	密度(g/L)	使用量(L)	塔容積(L)
強陽離子樹脂	IR-120	850	50	100
弱陰離子樹脂	IR-A94SP	670	50	100
強陽離子樹脂(脫鈉)	IR-120	850	50	100

該廠之鉻酸離子交換處理系統每天操作 8 小時，強酸性陽離子樹脂每 5 週以 10kg 之 98% H_2SO_4 進行再生，弱陰離子交換樹脂則每 3 週以 8kg 之 98% NaOH 再生。根據檢測，處理前，清洗水中鉻離子濃度為 125mg/L，經離子交換樹脂及蒸發濃縮處理後，回收之鉻酸濃度為 50g/L，鉻酸回收量為 67kg/月，此處理流程不僅解決鉻系廢水處理上的困擾，也節省可觀的鉻污泥之處理及處置費用。

3.4 能源節約

電鍍業能資源節約範圍包括水資源及能源之節約二大項目，其中水資源節約方式已於前述，本節僅就能源之節約方式進行介紹。

由於電鍍過程中各單元均需利用機械動力設施進行傳輸及控制，同時鍍槽之攪拌、溫度控制等管理亦需要週邊設施之配合，極適合進行能源節約工作。茲將可行之技術彙整如下：

1.電鍍槽節能

傳統式空氣攪拌之鍍槽容易污染鍍液並降低鍍液溫度，造成能源之浪費，若使用機械式攪拌(如三次元攪拌)則可克服上述困擾。生產線上，電熱管改安裝蒸汽系統，電鍍槽安裝保溫材料。

2.整流器

使用高效率、高輸出功率之整流器。擺設位置需通風良好、散熱快，以節省能源。整流器廢熱可回收作為鍍液加溫之熱能或蒸發濃縮設備之熱能。

3.導電極板

使用高質傳導電銅板，以節省電量。電鍍槽溶液中之重金屬離子濃度適當調整(水中陽極)，以增加導電性。選擇適當型式或規格之鈦籃。

4.加熱器

加熱器散熱面積需大於該電熱管產生熱量所須之散熱面積。另外，亦可以使用投入式電熱器。

5.冷凍機

配合使用高效率之壓縮機，並定期進行維修保養。定期清洗冷卻水塔之積沙及泥垢；廢熱回收利用。

6.烘乾機

機械設備及管線保溫，排氣孔之廢熱回收。

7.鍋爐

定期清洗維修；使用磁能器避免水垢產生，提昇熱傳效率；鍋爐用水以太陽能預熱；冷凝水回收使用。

8.通風系統

在鍍槽上方加裝移動式覆蓋板，防止槽液加溫蒸發擴散酸性氣體，如此將可減少通風或排氣系統動力設備之能源。若工廠位處通風良好之處所，則應儘量採用自然通風方式。

9.其他設施

廠內燈具使用省電 5 % 之機具；動力機具安裝定時開關；飲水機等設施依據工廠生產作業時間安裝定時器，以減少電力之消耗。

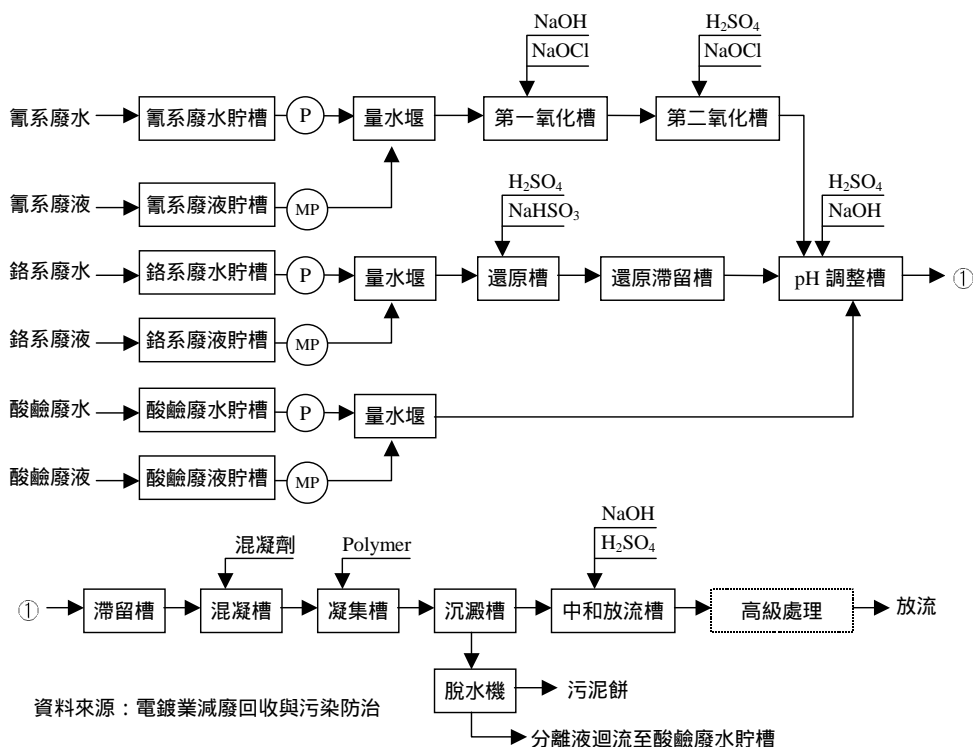
第四章 污染防治技術

4.1 水污染防治技術

4.1.1 綜合廢水處理整體規劃

一、廢水處理流程

電鍍廢水處理技術傳統上都採用氧化還原及化學混凝沉澱法處理；其中，氰化物採用鹼性氧化分解法，鉻酸採用酸性還原法，重金屬離子則應用鹼性重金屬氫氧化物沉澱法加以去除；各製程單元所產生之廢液則以定量泵抽送至相關之廢水貯槽再定量處理。一般常見之處理流程如圖 4.1-1。



說明：高級處理設施包括砂濾、離子交換及活性碳吸附系統等

圖 4.1-1 電鍍廢水典型之化學混凝沉澱處理流程

二、綜合廢水處理注意事項

影響綜合廢水處理成效之因素包括廢水分類收集系統、廢水特性調查分析、處理流程規劃設計、硬體施工品質、機械設施選用及操作維護等項目，工廠於規劃設計時需依實際情形與委託之工程公司密切討論，以下僅就重點摘要說明如下：

1. 廢水分類收集

廢液、廢水分類收集時需注意下列原則：

- (1) 酸鹼廢水包含低濃度之脫脂水洗廢水、酸洗廢水、鍍鎳清洗廢水及酸性鍍銅、酸性鍍鋅之清洗廢水。
- (2) 高濃度之脫脂廢液或脫脂清洗廢水，其成分主要為有機物，若收集後綜合廢水 COD 濃度超高，如以化學混凝沉澱法對 COD 平均去除率 60 % 計算，在放流水 COD 管制標準 100mg/L 情況下，綜合廢水 COD 濃度需低於 250mg/L，因此必要時需將此類型廢水或廢液單獨收集並採取適當之處理，如電解氧化法、臭氧氧化法、化學氧化法或活性碳吸附法處理。
- (3) 製程中若產生大量含 H_2O_2 之廢水，需單獨收集曝氣氧化後再依污染物質種類及濃度納入適當之處理單元處理；亦可將其與高濃度有機性廢水混合收集，藉以氧化有機性污染物。
- (4) 氰系廢水及鉻系廢水之前處理方法分別為鹼性氧化及酸性還原法，廢水需分別收集處理，以避免造成廢水處理系統之加藥浪費並產生可能之工安危害。
- (5) 製程中若使用錯合劑或螯合劑時，鍍鎳或鍍銅清洗廢水宜單獨收集，以避免產生錯合或螯合現象而影響處理成效。
- (6) 為回收有價重金屬，含高濃度之重金屬廢液如含鎳廢液、含銅廢液、鉻酸廢液等，應單獨收集自行或委由合格之回收商進行資源化回收；如此可有效降低綜合廢水中之重金屬離子濃度及處理成本與污泥處置費用。

2. 廢水特性調查分析

廢水特性調查項目包括各類型廢液或廢水產生量及其污染濃度，完善之調查資料是規劃廢水處理系統之重要參考資料。

(1) 廢水量

廢水量調查方法可直接於各清洗水槽安裝流量計，或依單位時間之清水使用量換算成每日使用量及廢水產生量。但有時因特殊鍍件需要使用較大量之清洗水，因此需調查最大廢水產生量及平均廢水量。

(2) 廢水水質

一般係依據各類型廢水以隨機採樣方式進行，為顧及廢水水質依鍍件而異，宜採取週期性之廢水進行水質分析；為確保分析資料之真實性，水樣宜委由環保署認可之檢測機構分析，不宜以簡易式測試包分析，以避免影響廢水處理系統之規劃。

鍍件含油脂之比率偏高時，應增加廢水中油脂濃度之檢測；若濃度偏高時，應設置除油系統。

3. 處理流程規劃設計

綜合廢水處理流程及設施，在細部規劃方面仍需注意下列重要事項：

- (1) 製程中所產生之酸、鹼廢液應依其特性及產生量，分別設置適當容積之貯槽，並規劃作為廢水處理系統之酸、鹼藥劑使用，以節省廢水處理成本。
- (2) 各類型廢水/廢液貯槽應具有足夠之停留時間，一般約為 4~8 小時，內部應有機械式攪拌或空氣曝器設施，以充分調勻廢水水質。
- (3) 化學混凝沉澱處理過程中，最適化之操作條件，如 pH 值、化學藥劑種類與加藥量，均依據各類型廢水之綜合水質而設定，因此各類型廢水輸送至 pH 調整槽應為少量連續式進流，以符合各項操作條件。理想之處理方式除了應於各貯槽上方設置量水堰外，貯槽之輸水泵啟動應為連續式動作，並藉由量水堰調整進流至 pH 調整槽之進流量。亦即，各類型廢水貯槽不應以浮球或液位計控制廢水泵之間歇式啟動。
- (4) 為控制各處理單元之攪拌狀況，攪拌設備應以機械攪拌為主；各處理單元水流需為理想之對角設計。化學藥劑加藥處應位於處理單元之進流處，pH 監測計及 ORP 監測計應位於出流處，以確保化學藥劑充分混合並顯示真實處理情形。

4. 硬體施工品質

廢水處理槽體需防漏，各單元間之水力計算需精準，尤其凝集槽至沉澱槽之水位不宜過高，以免形成之膠羽被破壞。另，各槽體之必要安全防護設備、照明

系統、爬梯，均應考慮操作人員之安全性及方便性。藥槽區需設置防溢堤及收集陰井，以因應洩漏之收集處理。

5.機械設施選用

電鍍廢水具有酸鹼腐蝕性，因此所有機械設備均需能具有防腐蝕性，同時對於重要設備或容易故障者應有備品，以因應緊急需求。機械設施應優先選擇國產品，以方便維修或零件更換。

6.操作維護

廢水處理設施建造完成後，應請工程公司依據工廠廢水特性進行杯瓶試驗(Jar Test)，以利掌握各項操作參數，並請其提供操作維護手冊。工廠並應依水污法之相關規定設置廢水處理專責人員，負責處理處理場操作維護及定期申報等各項相關業務；同時，因電鍍廢水特性變異大，專責人員亦須於水質特性重大變化時重新建立適當之操作參數資料，以確保廢水處理成效。

4.1.2 氰系廢水處理

氰系廢水處理方法以氧化方式使其分解成無毒氣體，以下就數種常用之處理技術加以探討。

1.使用氯(Cl₂)氧化氰系廢水

氰化物具強烈毒性，尤其廢水在酸性時其毒性甚強(生成HCN 毒性氣體)，因此氰系廢水之處理，首先須分類收集，再進行氧化處理。其反應分為兩階段：

第一階段： $\text{CN}^- + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CNO}^- + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$(4.1.1)

(pH 為 9.0 ~ 10.0；溫度低於 50℃)

第二階段： $2\text{CNO}^- + 4\text{OH}^- + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 6\text{Cl}^- + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$(4.1.2)

(pH 為 7.5 ~ 8；溫度低於 50℃)

整個反應過程約需 20 ~ 60 分鐘完成。

氰系廢水以氯氧化之流程如圖 4.1-2 所示，氧化槽有二槽，均先加入鹼液(如NaOH)溶液後再通入液氯氧化，其目的在防止廢水於酸性狀態下加氯時生成氯化氰(cyanogen chloride, CNCl)之有毒氣體，但如於鹼性下加氯，則形成之CNCl即可變成毒性較低之氰酸鹽(cyanate, CNO⁻)，如將此氰酸鹽再於鹼性溶液中進一步加氯氧化，則最終生成為無毒性CO₂及N₂氣體。

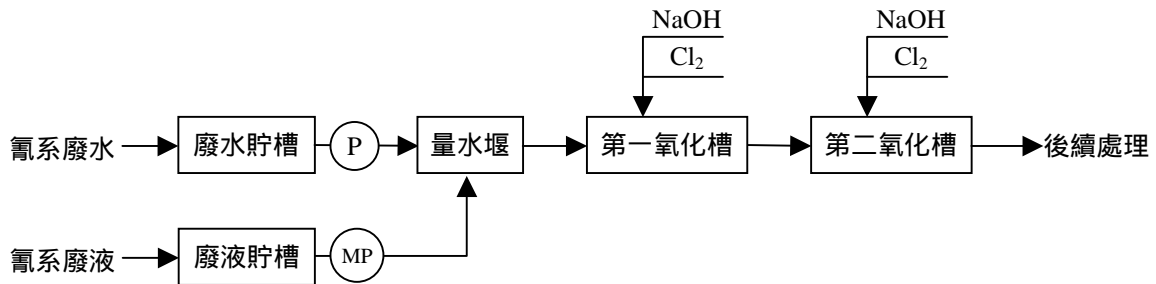


圖 4.1-2 氰化物使用氯氣氧化流程

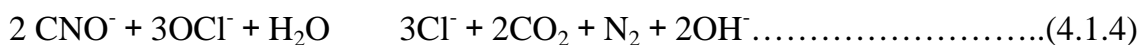
2. 使用次氯酸根(OCl^-)氧化氰系廢水

用次氯酸根(OCl^-)氧化氰系廢水，常用次氯酸鈉(NaOCl ，俗稱漂白水)進行。氧化過程亦分成二階段進行，最初反應將氰化物生成氯化氰及氰酸鹽，而最終則生成 CO_2 及 N_2 氣體。

第一階段：pH 在 10 左右，ORP 在 350mV，水力停留時間在 10 分鐘以上。



第二階段：pH 在 8 左右，ORP 在 650mV，水力停留時間在 30 分鐘以上。



上式之反應約 5 分鐘即可完成。

氰化物使用漂白水氧化流程如圖 4.1-3，分解所需氧化劑理論值列如表 4.1-1。唯氧化劑之實際添加量需較理論值為大（約多 10~25%），且如廢水中含有氨時則氯與其作用產生氯胺(chloramine, NH_2Cl 或 NHCl_2) 而消耗大量氧化劑，宜加注意。

表 4.1-1 分解 1kgCN⁻所需氧化劑之量

氧化劑	第一段反應成 CNO ⁻ 需求量(kg)	第二段反應成 CO ₂ + N ₂ 需求量(kg)
Cl ₂	2.7	6.80
HOCl	2.0	5.00
NaOCl	2.9	7.20
Ca(OCl) ₂	2.8	6.90
O ₃	1.86(pH10.5)	2.02(pH9.5)

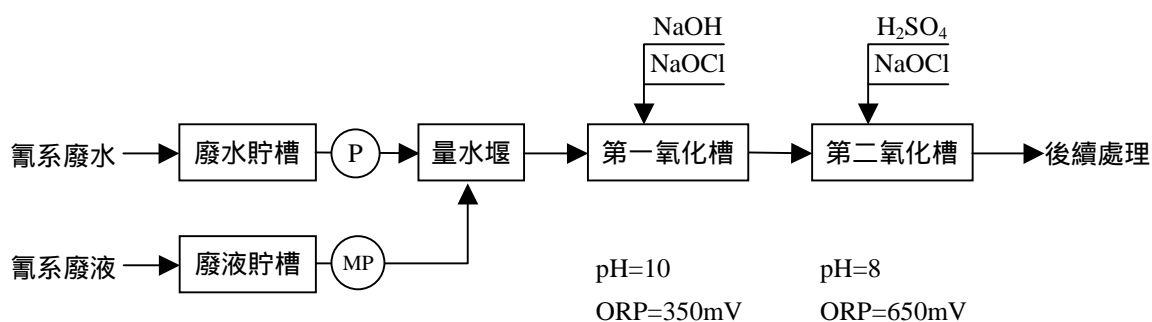


圖 4.1-3 氰系廢水使用漂白水氧化處理流程

3. 臭氧處理

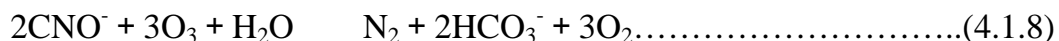
臭氧之化學反應，其氧化電位如下：



臭氧之氧化力極強，而由還原性生成物為氧化分子觀點而言，O₃ 為廢水處

理之良好氧化劑。但其應用之主要關鍵是在臭氧之價格。

CNO^- 可由 CN^- 和 O_3 反應迅速產生,但 CNO^- 和 O_3 反應則變得很慢,而 CNO^- 和 O_3 反應在強鹼性($\text{pH} = 12$)狀況下進行,可得到理想之結果,其化學反應式如下:



4.電解氧化法

利用陽極電解氧化法處理含 CN^- 廢水已廣泛採用。此法之特點在陽極氧化時陰極會沉積金屬離子,可加以回收。電解槽可使用一般碳鋼,陰極用鈦金屬、不銹鋼或石墨,陽極則為金屬合金。陰極電流密度以4安培/ dm^2 為宜。陽極面積為陰極面積四倍時效率最高,溫度維持在50~90℃間可使氧化效率提高,同時減少電能之消耗量。電解氧化法最大特點乃在使安定之氰化物錯離子完全分解;包括一般化學方法無法處理之鐵氰化物及亞鐵氰化物離子在內,再者本法處理時間不長而沉澱物不具毒性,其電解氧化之反應如下:



5.濕式氧化法

濕式氧化法(wet air oxidation, WAO)即利用高溫高壓條件及高溶氧狀態下,有機物分解速度及化學反應動力會加快之特性,利用溶氧將有機物質轉換成 H_2O 及 CO_2 ,而氮氧化物、硫化物、鹵化物通常轉換成 N_2 、 NH_3 或酸被水吸收。濕式氧化法亦可稱為“濕式燃燒”。

處理時,首先將氰系廢水(液)以貯槽收集,定量泵入反應器,以空氣壓縮機、熱交換器等調整反應器操作條件至85atm、260℃,以破壞氰化物使其產生氨氣、二氧化碳、氮氣等。然後殘餘液體先經壓濾機去除固體,濾液再經乾燥設備,產生含水率25%以下的污泥。處理過程中所產生的蒸氣,經收集至餾出水槽,泵送至低濃度氰系廢水貯槽,再排至廢水處理場處理。本法因處理設

備多，操作維護較繁雜，對一般中小型電鍍工廠並不適用。

6. 離子交換法

從工業的觀點來看，離子交換法是處理含氰化物電鍍廢水最佳的方法，其處理流程如圖 4.1-4 所示。處理時，採用含強酸性陽離和弱鹼性陰離子樹脂的混合床；弱鹼性樹脂用來吸附氰化物，不過，某些氰化物仍可能會從此系統滲漏，所以後接一強鹼性樹脂。混合床的貫穿點，則以電導度測定之，高電導度的氯離子將會在錯合物之前出現，故當電導度突然上昇時，表示錯合物即將貫穿，而可避免錯合物進入強鹼性陰離子交換柱床。

理論上，當氰化物的洗滌廢水是被分開單獨處理，且所含之金屬為原電鍍槽中所需要之化學藥液時，再生廢液的循環回收方為實用。

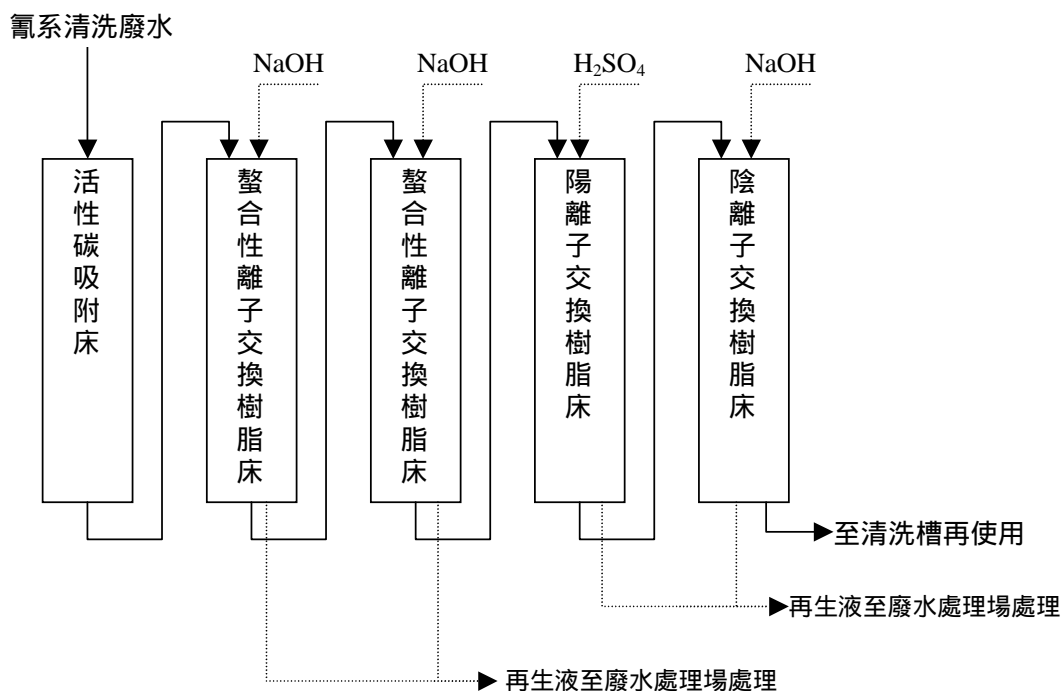


圖 4.1-4 氰系清洗廢水離子交換法處理流程

4.1.3 鉻系廢水處理

1.化學還原法

含鉻離子廢水之處理過程中，還原為一重要單元。此方法之要點為將六價鉻離子先還原成三價之鉻離子，然後以鹼處理形成不溶性之氫氧化鉻 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉澱而去除。所使用之還原劑有 NaHSO_3 、 SO_2 、 FeSO_4 、 Na_2SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 等，還原劑還原 CrO_3 之理論劑量如表 4.1-2 所示。鹼劑則有石灰、消石灰、氫氧化鈉等，處理流程如圖 4.1-5，產生之污泥需予以妥善處理，以避免造成二次污染。

表 4.1-2 還原 1 公斤 CrO_3 理論藥劑需求量

還原劑種類	反應式	還原劑量 (kg/kg CrO_3)	H_2SO_4 量 (kg/kg CrO_3)
Fe	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$	0.56	2.94
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 6\text{FeSO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$	8.43	2.94
Na_2SO_3	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$	1.89	1.47
NaHSO_3	$4\text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{NaHSO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$	1.56	0.47
SO_2	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	0.96	-

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

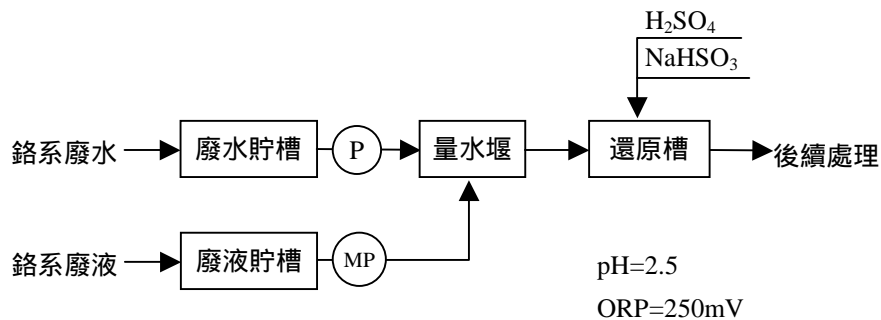
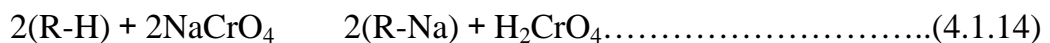


圖 4.1-5 六價鉻還原處理流程

2.離子交換樹脂法

鍍鉻清洗水之 CrO_4^{2-} 可利用樹脂將鉻酸回收至鍍槽中，惟六價鉻 Cr^{6+} 無法單獨存在水溶液中，而以 CrO_4^{2-} 之陰離子型式存在，故樹脂之選用需為陰離子樹脂而非陽離子樹脂。六價鉻之離子交換反應式如下：



鉻離子之離子交換處理流程如圖 4.1-6。為使操作順暢，離子交換系統應有備用交換塔。再生液經脫鈉處理、濃縮後可循環回收使用。

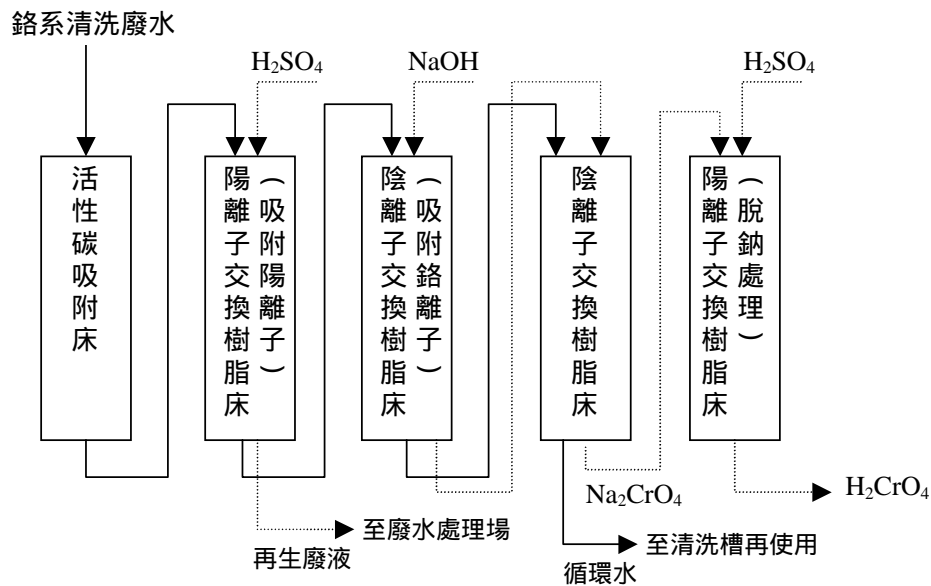


圖 4.1-6 鉻系廢水離子交換法處理流程

4.1.4 重金屬廢水處理

含重金屬之電鍍廢水處理，通常採用鹼或酸調整廢水之 pH 值，使產生不溶性金屬氫氧化物後再以沉降分離方式去除。利用此種處理方式，可去除之金屬包括鉻、銅、鎳、鋅、鎘、鉛及鐵等金屬離子，為使處理水符合放流水標準，各種金屬離子沉澱之 pH 範圍不同，圖 4.1-7 為金屬離子濃度與 pH 之關係；由於多種金屬離子共存關係，最適於沉澱之 pH 範圍略有變化，一般最適宜 pH 範圍在 8~10 之間，實務上應依據各廠廢水性質進行杯瓶試驗，以確認真正必要之 pH 範圍。各種金屬之氫氧化物適當沉降 pH 值如表 4.1-3。

表 4.1-3 各種金屬氫氧化物適當沈降 pH 值

金屬離子名稱	pH 範圍	殘留濃度(mg/L)	說 明
Al^{3+}	5.0 8.0	3	pH6.5 以下、8.5 以上附近再溶解
Cr^{3+}	7 9	2	pH9.0 附近再溶解
Mn^{2+}	10 14	1	pH12.0 附近再溶解
Fe^{3+}	5 12	1	--
Ni^{2+}	9 以上	1	--
Cu^{2+}	7 14	1	--
Zn^{2+}	9 10.5	1	pH10.5 附近再溶解
Sn^{2+}	5 8	1	--
Pb^{2+}	9 9.5	1	pH9.5 附近再溶解

調節 pH 鹼性中和劑可採用 NaOH 或 $Ca(OH)_2$ 。選用之鹼性中和藥劑種類不同，其形成金屬氫氧化物膠羽之 pH 範圍與凝集沉澱性亦異，因此宜視排水中之金屬種類，以選定適宜之中和劑。

使用混凝劑之目的主要在提昇無機物之去除效率，常用者為鋁鹽(如多元氯化鋁，PAC)、鐵鹽(氯化鐵、硫酸亞鐵)及以硫化物為主之重金屬捕集劑。因不同之混凝劑特性不同，使用時需先進行測試。如多元氯化鋁最適宜之 pH 值為 6 至 9，且為微酸性之化學藥劑，使用時往往使處理水 pH 值降低 1~2 單位，因而影響適當之操作範圍及處理成效，甚至造成放流水中存在若干濃度之 PAC 而使排放水產生泡沫及渾濁現象。

部分工廠習慣使用重金屬捕集劑作為混凝劑以去除重金屬離子，此種藥劑之成分以硫化物為主，其與重金屬離子產生之金屬硫化物溶解度積很低，重金屬去除效果佳，但價格昂貴，增加廢水處理成本。因此，一般應以添加適合之混凝劑為優先考量，若需使用捕集劑時亦應依實際反應狀況適量添加，以降低處理成本。

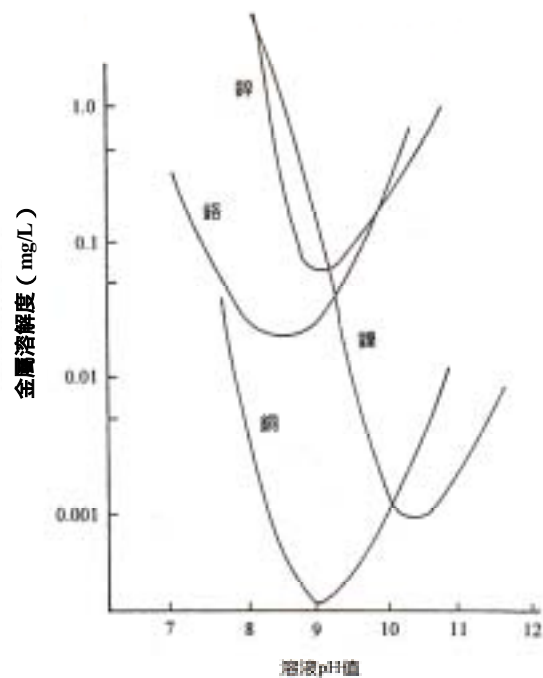


圖 4.1-7 溶解金屬溶解度與 pH 之關係

凝集助劑之添加，可使氫氧化物沉澱膠凝較為粗大，以加快沉降速度。通常採用有機高分子凝集助劑，類型有陽離子、陰離子及非離子型。添加凝集助劑所得粗大之膠羽易被破壞，因此由凝集槽流入沉降槽之液位差應予以妥善控制，使不致因大力擾動或衝擊，使已形成之膠羽被破壞。尤其應避免使用泵抽送。凝集助劑為有機化合物，應適量添加以免增加處理水之 COD 濃度；一般加藥量約為 1~3mg/L。

沉澱槽內沉降之污泥應適時排出。由沉澱槽最初排出之污泥含水率約 99.5%，須經濃縮槽濃縮至 97~98.5%，以減輕後段脫水操作之負荷。濃縮污泥經脫水機脫水後，污泥應以有害廢棄物型態加以妥善處置。

含重金屬廢水處理流程如圖 4.1-8 所示。

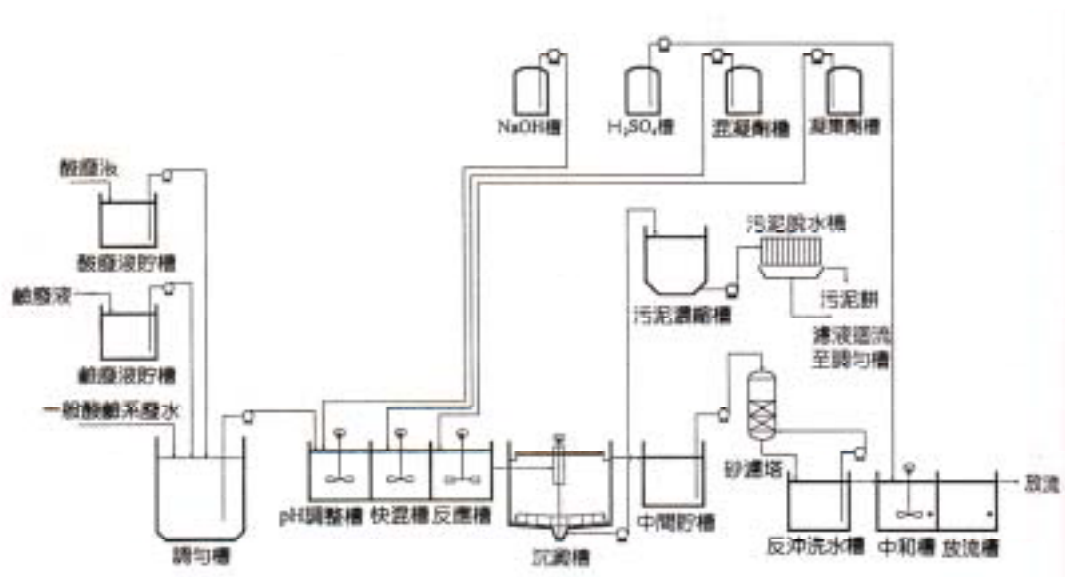


圖 4.1-8 含重金屬廢水處理流程圖

4.1.5 含螯合劑廢水處理

電鍍藥劑中經常使用各種不同之螯合劑或錯化劑，這些化學藥劑大多數會混入排放廢水中。由於螯合劑混入排放廢水中，導致重金屬離子無法完全形成氫氧化物而沉降分離，因重金屬錯化物或螯合物相當穩定，無法形成氫氧化物沉澱，因此處理水中仍殘留螯合化的重金屬離子，使得處理後排放水中重金屬離子濃度偏高。

含螯合劑或錯化劑之主要電鍍藥劑包括酸（鹼）洗淨液、電鍍液、化學電鍍液、電鍍剝離液、電解研磨液、化學研磨液，詳如表 4.1-4 所示。含螯合劑之廢水處理法可分為氧化分解螯合劑法（含氰化物廢水處理，電解氧化法等），添加 Na_2S 及有機硫化物形成不溶性金屬硫化物再分解法，螯合樹脂或活性碳吸附法，以及添加無機凝結劑之凝集沉澱法等，以本僅就常用之方法進行說明。

表 4.1-4 含螯合劑之處理液

處理液	使用螯合劑	金屬螯合物
酸洗淨液 (脫銹用、活性化用)	檸檬酸、葡萄糖酸、草酸、酒石酸羥酸、蟻酸、EDTA 等	鐵、銅、鋅等重金屬
鹼洗淨液	葡萄糖酸鈉、羥基醋酸鹽、胺類、EDTA、NTA、其他有機酸鹽等	鐵、銅、鋅等重金屬
電鍍液	胺類、酒石酸鹽、EDTA、其他有機酸鹽等	重金屬
化學電鍍液(銅、鎳用)	檸檬酸、琥珀酸鹽、酒石酸鹽等	銅、鎳、鐵等重金屬
電鍍剝離液	胺類、羧酸類、EDTA 等	重金屬
電解研磨液(銅、不銹鋼用)	草酸等有機酸類	銅、鐵等重金屬
化學研磨液(銅、不銹鋼用)	醋酸、草酸、酒石酸等有機酸類	銅、鐵等重金屬

資料來源：電鍍業回收與污染防治

一、凝集沉澱法

廢水中含有 NH_3 之排水，由於 NH_3 存在而易形成金屬-氨錯鹽，如 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ，不過 NH_3 濃度若在 100mg/L 以下，可以形成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱而使處理 Cu^{2+} 在 1mg/L 以下；若 NH_3 濃度在 100mg/L 以上，應採用汽提法先將 NH_3 濃度降至 100mg/L 以下，亦可採用以螯合樹脂吸附或以硫化物處理。

二、硫化物處理法

由於重金屬硫化物相當安定，其溶解度積較其他化合物小，因之將含有螯合劑之廢水加入硫化鈉(Na_2S)，即可形成不溶性金屬硫化物。惟在酸性條件下，易發生有害之 H_2S 氣體，且金屬硫化物較易形成膠體，增加固液分離之困難。市面上提供解決這些缺點之處理藥品，泛稱為重金屬處理劑或重金屬捕集劑。

重金屬捕集劑，多為有機高分子硫化物，主要係由多元醇、 KOH 、 CS_2 合成之「黃原酸」(xanthogenic acid)鹽類，因係高分子硫化物，凝集性極佳。

採用重金屬捕集劑處理金屬螯合物時，宜注意下列事項：

- 1.使用時，能以氫氧化物形式除去之金屬，先以凝集沉澱法處理，經固、液分離後，其上層液再添加重金屬處理劑以除去殘留之金屬。
- 2.重金屬處理劑之使用量必須確實依使用說明書及廢水水質添加，多餘之添加量將提高處理水之 COD。

三、螯合樹脂法

螯合樹脂係一種具三次元網狀構造之高分子母體與金屬離子相互螯合的有機官能基相結合之離子交換樹脂。高分子方面最常用者 PS(polystyrene)，其他尚有酚樹脂、環氧樹脂及氯乙烯樹脂。螯合樹脂種類繁多，其性質與用途亦互異。

螯合樹脂對金屬離子之選擇吸附性，除 Na^+ 、 Ca^{2+} 外，皆較一般陽離子樹脂為大，因此常被利用於電鍍廢水處理後殘存處理水中微量重金屬去除之高級處理。由於處理之 pH 值不同，其對金屬之吸附量亦有不同。其次若溶存之金屬已形成安定之螯合物時，如 Cu-EDTA，即使使用螯合樹脂，仍然無法除去，務必特別留意。

4.1.6 有機(COD)廢水處理

根據統計，化學凝沉沉澱對 COD 去除率約 48 ~ 67%，平均約 60%，若採行第三章所述之製程管理與減廢回收技術仍無法符合需求時，則需針對有機性廢水設置活性碳吸附系統或生物處理設施，以使廢水中之 COD 值降至容許濃度以下。

一、活性碳吸附法

活性碳係一種對有機性物質具選擇吸附特性且兼具耐酸、耐鹼而穩定性極高之碳素。一般而言，在酸性範圍內吸附效率較佳。然而活性碳亦視有機物種類與其性質之不同而有不同之吸附率，故有機物可分為易被吸附與不易被吸附兩類，因此，欲以活性碳去除 COD，必須實際進行試驗，以確認其去除率。一般換算成 COD 約為 5 ~ 50g/kgA.C。

因此，前處理應儘可能去除 COD，而將活性碳吸附設置於最後階段。一般電鍍廢水之活性碳吸附裝置，大多採用固定式兩塔串聯使用，通水線速度(LV)為 5 ~ 10m/hr。

表 4.1-5 係 COD 處理達 20mg/L 時，每 1m^3 之排水須消耗 0.55kg 之活性碳。如以生物處理方式使處理水之 COD 降至 23mg/L 後，再以活性碳處理至 20mg/L，則僅須消耗 0.09kg 之活性碳，活性碳處理成本減少至 1/6。

表 4.1-5 處理水質與活性碳消耗量關係

貫穿率	凝集處理水 COD = 45mg/L		生物處理水 COD = 23mg/L	
	處理水 COD (mg/L)	活性碳量 (kg/m ³)	處理水 COD (mg/L)	活性碳量 (kg/m ³)
0.9	-	-	20.7	0.09
0.8	-	-	18.4	0.14
0.7	31.5	0.22	16.1	0.16
0.6	27	0.36	13.8	0.18
0.5	22.5	0.43	11.5	0.28
0.4	18.4	0.55	9.2	0.53

註：1.表中數據為個案資料，COD 值檢測方法為高錳酸鉀法。

2.資料來源：電鍍業回收與污染防治

二、生物處理法⁽⁷⁾

生物處理法係利用微生物分解有機物以去除 COD 之方法，費用十分便宜。一般而言，廢水中所含之重金屬離子含量達到一定濃度即對微生物產生抑制，如文獻中報告，鋅離子之最低生物抑制濃度為 0.3mg/L、鎳離子為 1.0 mg/L、銅離子為 1.0 mg/L、六價鉻為 1.0 mg/L；因此，在進行生物處理前，各類型廢水需以前述之各項處理技術妥善進行處理後，方能排至生物處理系統中處理。而若為了避免重金屬造成之干擾，亦可以將有機廢液(如脫脂廢液)及有機廢水(如脫脂清洗水)分類收集後，再泵送至處理系統中。

生物處理法包括活性污泥法、固定床法、旋轉生物盤法及散水濾床法等，一般以接觸曝氣法適用於電鍍廢水處理，設備構造及處理流程如圖 4.1-9 所示。生物處理法於鄰近之日本使用案例甚多，在國內則僅有少數案例。

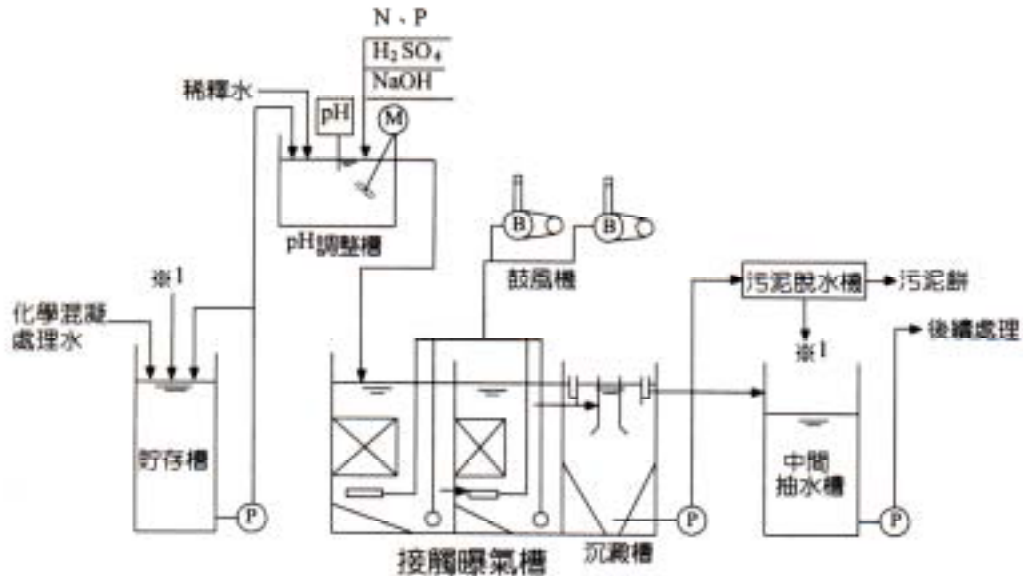


圖 4.1-9 接觸曝氣法處理流程

財團法人中技社曾於工廠內進行接觸曝氣法模廠可行性試驗。試驗水力停留時間分別為 24、16、8 及 4 小時，試驗結果整理如表 4.1-6。在試驗過程中所使用之接觸材為 PVC 材質波板型式，比表面積 $105\text{m}^2/\text{m}^3$ ，板間距 30mm。處理時除於生物膜馴養期間適量添加葡萄糖、氮、磷等營養外，在各試程中調整進流 pH 於 7.0 ~ 7.5 之間，不再添加任何營養鹽，測試結果所獲得最佳 COD 去除率可達 90% 以上，且在各不同進流 COD 濃度(COD：161 ~ 267mg/L)下，放流水 COD 值介於 20 ~ 42mg/L，顯示以接觸曝氣法處理電鍍廢水之 COD 污染物在技術上具有可行性。

表 4.1-6 電鍍製程廢水二級生物處理試驗結果

試驗編號		1			2			3			4		
進流水水質 COD(mg/L)		267			263			191			161		
進流水水質 BOD(mg/L)		73.8			82.5			74			93.9		
BOD/COD		0.28			0.31			0.39			0.58		
進流水 水 質 (mg/L)	Ni ²⁺	1.29			1.9			1.7			0.62		
	Cr ⁶⁺	0.14			3.28			0.79			ND < 0.004		
	T-N	4.6			6.1			13.3			6.8		
	T-P	0.2			0.16			0.14			0.17		
水力停留時間(hr)		24			16			8			4		
體 積 負 荷	g COD/m ³ 日	267.2			388.19			570.71			956.34		
	g BOD/m ³ 日	73.85			121.77			211.11			557.77		
表面積負荷 g COD/m ² 日		3.39			4.93			7.24			12.15		
放流水水質 COD (mg/L)		24	22	22	22	20	23	29	28	30	38	42	36
放流水水質 BOD (mg/L)		1.6	1.1	1.1	-	-	0.5	3.8	6.8	2	2	2.8	3.9
COD 去除率(%)		91	91.8	91.8	91.6	92.4	91.2	84.8	85.3	84.3	76.4	73.9	77.6
BOD 去除率(%)		97.8	98.5	98.5	-	-	99.4	94.9	90.8	97.3	97.9	97	95.8

資料來源：電鍍業減廢回收與污染防治

試驗工廠根據試驗結果進行改善工程之規劃設計與施工。該電鍍工廠之綜合廢水經化學混凝處理後，其出流水再與脫脂廢液於調勻槽混合後，採用接觸曝氣法 24 小時連續操作處理，利用固定式生物膜之代謝作用去除廢水中之有機性污染物，處理後出流水經沉澱池固液分離後進行放流。

4.1.7 廢水污染防治規劃設計注意事項及操作維護

廢水處理技術於實際應用時，需配合完善之流程規劃及適當之處理設備，以使處理設施能發揮預期之處理成效。因此，本節說明廢水處理系統規劃設計及一般常用之設備設計注意事項及操作維護方法，以提供讀者實務上之參考。

一、收集貯存系統

1. 廢水(液)收集系統規劃

電鍍製程規劃廢水收集系統時，必須依污染源清查結果設置適當之分流收集系統，一般有下列之原則：

- (1)連續性低濃度廢水必須與定期排棄之高濃度廢液分別收集。
- (2)氰系廢水不能與一般酸鹼廢水及鉻系廢水混合收集。
- (3)含螯合劑之廢水/廢液應與含重金屬廢水/廢液分開收集。
- (4)一般酸鹼廢水應與鉻系廢水分開收集。
- (5)污泥濃縮液及過濾液需收集後迴流至貯槽或調勻槽處理。

收集系統妥善規劃後，在施工安裝時必須避免錯接，以使分流通管線能確實依規劃之方式收集各類廢水。收集系統之規劃方式請參考圖 4.1-10 之範例。

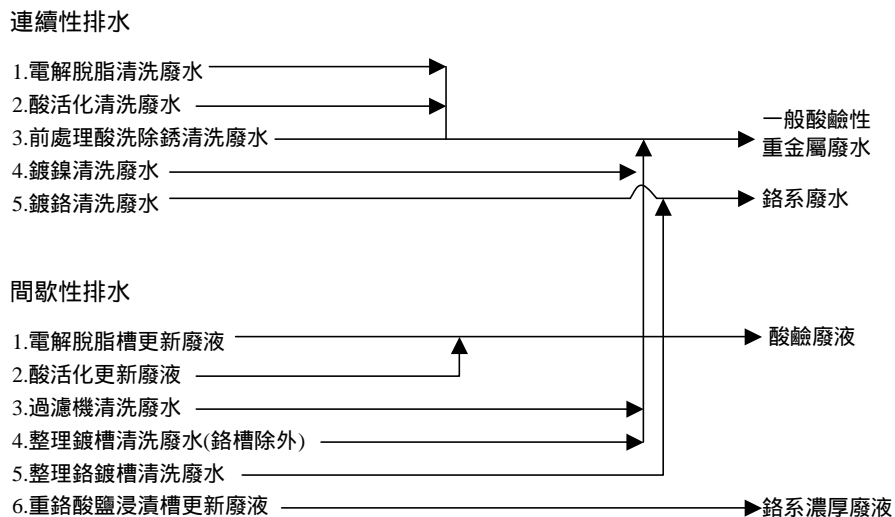


圖 4.1-10 電鍍廢水分流收集系統規劃(範例)

2. 廢水(液)貯槽

製程各類型廢液及各股廢水貯存時，需特別注意防漏問題，以避免造成土壤或地下水之污染。廢液或廢水經由排水溝及配管送入各個貯槽內，貯槽的主要設計型式可分為地上、地下、埋入及地下雙重貯槽四種，如圖 4.1-11 所示。各型式貯槽之構造、材質依所收集之廢水或廢液之發生源及污染特性來考量，其特徵及維護管理方式彙整如表 4.1-7 所示。

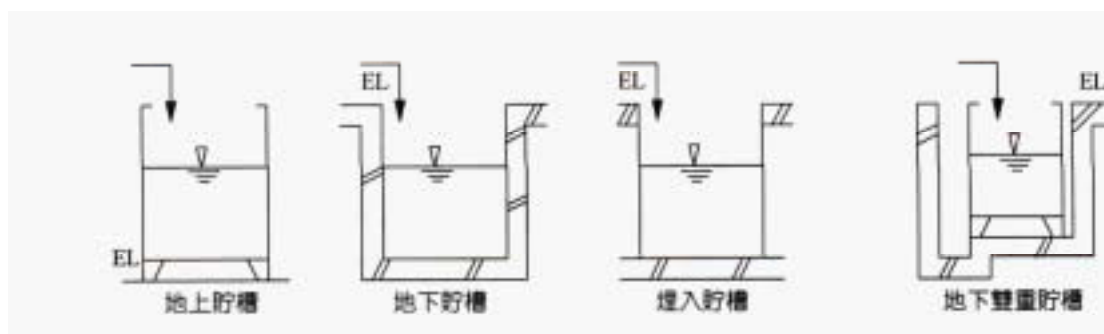


圖 4.1-11 廢水貯槽型式

表 4.1-7 廢水貯槽管理及維護

種類	特 徵	管 理	維 護
地上貯槽	廢水發生源在第二層樓時可用，材質採用鋼板襯裡、FRP、PVC 或 PE 槽。	日常檢查外部狀況，定期檢查（例如 6 個月 1 次）內部狀況。	一有腐蝕狀況即予修補或更換新槽。
地下貯槽	構造簡單，多數以鋼筋混凝土襯耐酸或耐鹼材料。	定期實施內部檢查	注意及早修補，視狀況將槽內以 PVC 片修補內側。
埋入貯槽	構造、施工簡單、材質為鋼板襯裡或 FRP 槽埋入地下。	定期實施內部檢查	注意及早修補，視狀況將槽內以 PVC 片修補內側。
地下雙重貯槽	安全性高、管理修補簡單，放入鋼筋混凝土槽，其內側槽使用鋼板襯裡、FRP、PVC 或 PE 槽。	管理容易，檢查簡單，但定期檢查仍屬需要。	注意及早修補，視狀況將槽內以 PVC 片修補內側。

二、處理單元及設備

1. 調勻槽

調勻槽設置之主要目的在於調勻廢水量及廢水水質，以穩定後續處理單元之加藥量。電鍍廢水處理系統中，調勻槽大多與貯槽合併，其數量必須依據廢水種類而定，如一般酸鹼廢水貯槽、鉻系廢水貯槽及氰系廢水貯槽等。調勻槽在操作管理上應注意事項包括：

- (1) 貯槽容積是否足夠因應瞬間最大廢水產生量。
- (2) 廢水流量調整泵是否有故障或異常的現象發生。
- (3) 備用泵、緊急用泵是否功能正常並且可以隨時起動操作。
- (4) 流量調整泵和其他備用泵等之啟動及停止水位是否正常。
- (5) 液位控制器之設置位置及控制高程是否合理。
- (6) 檢查液位控制器檢測部（如電極棒、浮球開關 等）之清潔狀況。
- (7) 定期檢視調勻槽內攪拌設備之狀況及設備運轉操作情形。
- (8) 檢查調勻槽槽壁及底部之附著物、沉積物堆積狀況。
- (9) 計量槽之分水堰溢流狀況是否均勻。
- (10) 流量調整泵或計量槽送至後續處理單元之水量是否穩定。

2. 氰系及鉻系廢水反應槽

氰系廢水之設計重點為第一階段氧化反應槽之水力停留時間應在 10 分鐘以上，以使注入之鹼劑及氧化劑等藥品與廢水充分反應。另為控制其反應的順利進行，必須設置攪拌機、pH 及 ORP 計，操作控制條件 pH 在 10 左右，ORP 在 350mV 左右的範圍。而第二階段反應槽之水力停留時間應在 30 分鐘以上，以進行化學氧化反應，此部份的操作條件 pH 設定在 8，ORP 設定在 650mV 左右。

鉻系廢水還原槽之設計重點為水力停留時間在 10 分鐘以上，以使注入之酸劑及還原劑與廢水充分反應，同時需設置攪拌機、pH 及 ORP 計，並設定 pH 值在 2~3，ORP 在 250~300mV 的範圍。

為了使反應狀況達到最佳化，原則上反應槽之加藥處應設置於進流處，pH

計及 ORP 計則需設置於出流處，以確保化學藥劑充分反應之目的。

(1)量測設備

化學反應槽所使用之量測設備一般有 pH 計及 ORP 計，而 pH 及 ORP 計皆由檢測、導線及指示三單元所組成。量測設備需定期校正、清洗，並備有備品以因應急需。

(2)攪拌機

反應槽內攪拌機設置的位置，最好是在槽之中心而略呈傾斜的方式，攪拌的效果較佳。如果為圓型槽體的話，由於其攪拌的效果差，所以須再設置擋板，方能進一步提昇其攪拌效率。關於設計其攪拌機的能力，當反應槽的容量為 10m^3 時，其單位容積應提供之動力須達 $0.2\text{kw}/\text{m}^3$ ，方臻理想。若採用空氣攪拌，需提供足夠攪拌空氣量，並避免管線之阻塞。

(3)加藥方法及位置

加藥時，應以 pH 計或 ORP 進行監控並控制定量泵自動加藥量。為避免攪拌混合不均，藥液注入管口應設置於廢水流入端，且將注入管口設置於較反應槽水面為高之位置。

使用電磁閥控制加藥量時，常因雜物而導致閥之阻塞，進而發生水頭變化，影響加藥量。故原則上電磁閥儘量不宜採用。但有時為避免加入量過多而必需設置時，應設置於注入管口附近，且電磁閥之位置應較注入管口為低，並需時常注意維護。

在操作時如發現監控設備有破損、老化或設定控制不良時，應即進行修理調整。簡單之修繕可自行為之，但需有備用品及材料，尤其是易破損之玻璃電極。

3.pH 調整槽

通常在廢水量較少的情況下，pH 調整槽可採板焊製，反之則採較大容量水泥製之方形槽體。並且為了防止流入部位與流出部份的短流現象，可以在相互的對角線位置，或一半的位置上予以設置皆可。一般而言，依水力停留時間的長短作設計之考慮，若使用氫氧化鈉來作為中和劑時，時間在 10 分鐘以上即可。但若使用消石灰等鈣鹽來做為中和劑的話，則時間就要 30 分鐘以上。槽內部的長、寬、高之比為 1:1:1。當廢水之 pH 值偏低或緩衝作用較弱時，應考

慮使用二段式 pH 調整。

有關 pH 調整槽及前述氰系及鉻系廢水反應之維護檢查注意項目，如表 4.1-8 所示。

表 4.1-8 反應槽之維護檢查項目

單元	日常檢查項目	週 / 月檢查項目
反應槽	1.攪拌狀態的檢查(是否維持適當的攪拌強度)	1.有無溢漏 2.防腐蝕塗刷或覆層有無剝落或龜裂 3.流入廢水量之校核 4.進流水水質分析 5.槽體有無腐蝕
量測設備	1.電極之校正與調整 2.設定值是否適當	1.pH 計、ORP 計電極棒 KCl 溶液之補充更換 2.記錄紙更換 3.有無漏電 4.電極有無劣化 5.絕緣狀況之確認
藥液槽	1.藥液量之確認、補充及記錄 2.加藥管有無龜裂或洩漏情形 3.加藥泵之操作狀況 4.加藥管之阻塞狀況	1.藥液濃度分析 2.藥品使用量、貯存量之統計 3.藥液槽有無龜裂 4.加藥管有無龜裂或洩漏情形 5.藥液有無外洩
加藥其 泵他 、設 攪備 拌	1.絕緣狀況 2.螺絲是否鬆脫 3.潤滑油有無添加 4.軸承、主軸有無彎曲 5.傳動皮帶有無腐蝕、老化或鬆弛 6.有無異常聲音	1.絕緣狀況 2.螺絲是否鬆脫 3.潤滑油有無添加 4.軸承、主軸有無彎曲 5.傳動皮帶有無腐蝕、老化或鬆弛 6.有無異常聲音

4.凝集沉澱設施

凝集沉澱設施包括由混凝槽(快混槽)、膠凝槽(慢混槽)及沉澱槽三者所組成，若三者成一體之裝置即為所稱之高速凝集沉澱裝置。

分離型之膠凝槽有利用堰、水流或機械攪拌機以行膠凝反應者。圖 4.1-12 為膠凝沉澱設施，圖中凝集設施之配置以分成 2 段凝集為佳，在第 1 段中先加入混凝劑快速攪拌使其與廢水相接觸混合，第 2 段則為添加助凝劑進行慢混以促進膠羽的形成。

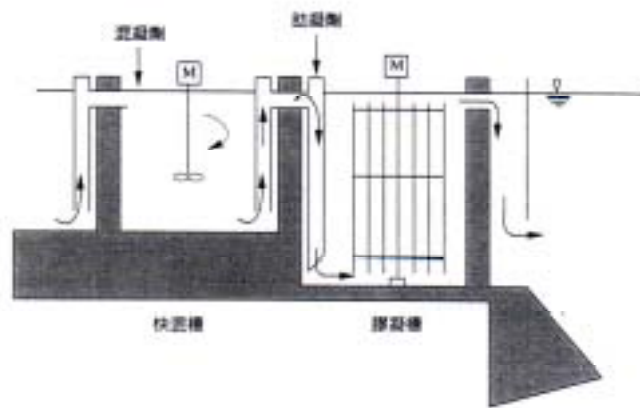


圖 4.1-12 凝集沉澱設施

凝集沉澱設施裝置時應特別注意下列事項：

(1) 混凝劑的選擇及添加量的決定

混凝劑的選擇依去除物質的種類、量、膠體粒子濃度、水溫、pH、共存鹽類及懸浮物質等而定。膠體粒子少者，較難形成良好的凝集效果，而必須添加混凝劑以促進之。混凝劑的選擇及添加量之決定方式，一般以杯瓶試驗

(Jar Test)進行確認，杯瓶試驗裝置如圖 4.1-13 所示。杯瓶試驗步驟如下：

取 200mL 水樣於燒杯中，加少量混凝劑後，快混 1 分鐘，慢混 3 分鐘。若無膠羽產生則增加混凝劑劑量，重複此步驟直到產生膠羽。如果廢水 pH 值明顯偏離，則先調整 pH 值至 5~8 之間再試，此為混凝劑適合性的初步試驗。

用 6 個燒杯個放置 1,000mL 水樣，以 H_2SO_4 或 NaOH 調整各水樣之 pH 值為 4.0，5.0，6.0，7.0，8.0，9.0。

以步驟 1 測試所得之混凝劑劑量分別加入各燒杯。

以轉速 80~100rpm 快混 1~5 分鐘後，轉速改為 25rpm 慢混 10~30 分鐘。

停止攪拌，靜置 10~30 分鐘，取上層澄清液分析水質，以決定最適宜之 pH 值。

再取水樣 1,000mL 共 6 個，調整 pH 至步驟 5 中所得之最佳 pH 值，每個水樣中分別加入不同濃度之混凝劑，再重複步驟 4~5，觀察生成之膠羽大小、沉降速度，並分析上層澄清液以決定最經濟有效之加藥量。

工廠如無杯瓶試驗機，則可以直接以燒杯取適當水樣進行類似之測試，以定性方式初步確認相關參數，作為廢水處理系統操作之參數參考指標。

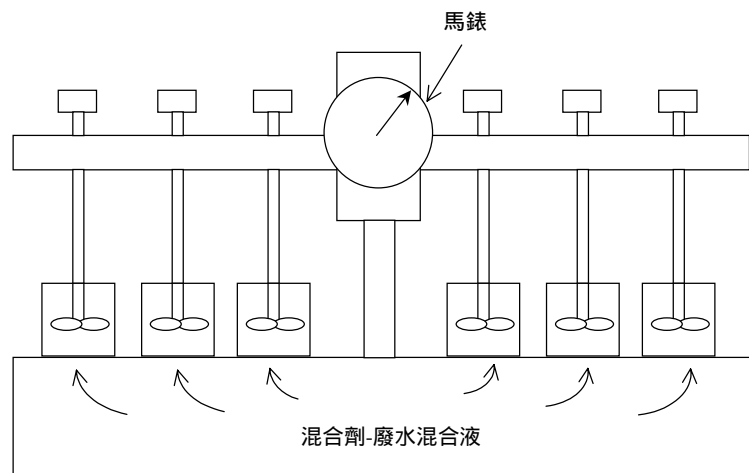


圖 4.1-13 杯瓶試驗裝置

電鍍業常用之混凝劑主要有石灰、鋁鹽系列(如多元氯化鋁, PAC)以及鐵鹽系列等類型，上述混凝劑之特性及應用注意事項說明如下：

石灰

石灰狹義指氧化鈣(CaO)，又稱為生石灰。石灰是廢水處理上使用最廣泛的化學藥劑之一，常用作混凝劑、沉澱劑、中和劑、污泥調理劑及去除磷酸鹽等藥劑使用。

石灰作為混凝劑，是因為石灰能與廢水中的鹼度形成沉澱化合物，如 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等，再藉由這些沉澱物在沉澱過程中之掃曳作用，同時去除廢水中微細的懸浮固體物，以降低廢水中的濁度。

石灰於廢水處理使用時需轉換為水合型態的熟石灰，一般水合的熟石灰在配置時僅需添加足夠之水量，並在溶解槽內充分攪拌即可。

石灰會吸收空氣中之水分與二氧化碳，必須貯存於通風乾燥之處所。貯槽、加藥管線及加藥機需定期清洗，以避免阻塞。

多元氯化鋁

多元氯化鋁 (polyaluminum chloride) 一般簡稱 PAC，市面上之供應形態有固體及水溶液兩種，如表 4.1-9 所示。PAC 的成份以氧化鋁的含量來表示。一般固體粉末狀 PAC 之氧化鋁含量約為 30%，多自國外進口。溶液狀 PAC 之氧化鋁含量則在 10% 12% 或 18%，以國內廠商生產提供為主。

表 4.1-9 多元氯化鋁的組成成份

成份 \ 型態	固 體 狀	溶 液 狀
氧化鋁(Al_2O_3)含量	30% 35%	10% 12% 或 18%
氨態氮含量	< 0.01%	< 0.01%
硫酸根離子含量	< 3.5%	< 3.5%
砷(As)	< 20 mg/L	< 5 mg/L
鐵(Fe)	< 75 mg/L	< 0.01 mg/L
汞(Hg)	< 0.6 mg/L	< 0.2 mg/L
鉻(Cr)	< 50 mg/L	< 10 mg/L
鉛(Pb)	< 30 mg/L	< 10 mg/L

資料來源：廢水處理常用化學藥劑手冊

多元氯化鋁通常以 $[\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}]$ 表示，為強酸基性多核聚合體，分子量約 1,000 左右，在廢水中會形成多核之高陽電荷聚合體，如 $[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{3+}$ 、 $[\text{Al}_8(\text{OH})_{20}]^{4+}$ 、 $[\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}]^{5+}$ 等，凝集作用強，去除廢水中之濁度效果較一般硫酸鋁高 1.5~3 倍以上，溶液狀之 pH 值約 3.5~5.0。

多元氯化鋁在廢水處理上是一使用相當普遍的混凝劑，其經水解後可產生帶高正電荷之聚合物，並與廢水中帶負電荷之雜質，產生電荷中和，同時會與廢水中的鹼度反應形成氫氧化鋁膠羽，並利用此類膠羽產生架橋、附著

及捕集作用使膠羽顆粒增大，以利沉澱去除污染物質。PAC 具有相當特殊的吸附活性，當膠羽被破碎後亦能迅速地再凝聚，且 PAC 為一強鹽基性鹽類，不會消耗廢水中太多的鹼度，一般而言，添加 1mg/L 的 PAC 只消耗廢水中 0.15mg/L 的鹼度(CaCO_3)。

PAC 有效凝集的適宜 pH 值操作條件在 6~9 之間。固體粉末狀 PAC 安定性很高，但具有高度吸濕性，故在藥品開封後應再予以密封，並置於通風乾燥之處，則貯期限可達兩年，不會變質。

PAC 溶液具腐蝕性，其貯存槽體、加藥泵、輸送管線等均需採用塑膠等耐蝕性材質，由於 PAC 在溫度 40℃ 以上的環境時較不穩定，故應避免置於高溫環境。使用時如不慎接觸，應用清水充份沖洗之。

硫酸鐵

市面上出售的硫酸鐵(ferric sulfate)，一般含有 2 個、3 個或 9 個結晶水之固體顆粒。含 3 個水分子的硫酸鐵結晶固體中之硫酸鐵含量約 68%，鐵離子含量為 18.5% 左右；而含 2 個水分子者之硫酸鐵含量在 76% 以上，鐵離子含量約 21%，另市售的硫酸鐵溶液之濃度約為 45%。各類型硫酸鐵之組成成份如表 4.1-10 所示。

表 4.1-10 各類型硫酸鐵的組成成份

型 態 成 份	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})$
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 含量(wt%)	68	> 76	45
Fe^{3+} (wt%)	18.5	21	12
礬 土(wt%)	1.0	-	-

資料來源：廢水處理常用化學藥劑手冊

硫酸鐵的化學式為 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，依所含結晶水的多寡，顏色亦有所不同，含 2 個結晶水者為灰白色，含 3 個結晶水者為紅灰色。因硫酸鐵結晶固體顆粒已部份水合化，故僅具輕微的吸濕性，吸收水份後會結成塊狀。其比重為 2.0 ~ 2.1，易溶於水，水溶液呈酸性，具腐蝕性。

硫酸鐵的用途與氯化鐵大致相同。選用時，如果廢水中含有高濃度的氯離子，為避免影響生物處理系統功能或干擾 COD 值檢測，則宜採用硫酸鐵；若廢水中含有高量的硫酸鹽，亦會影響生物處理效果，則宜採用氯化鐵。

固態硫酸鐵具微吸濕性，但在潮濕的環境，仍會吸收空氣中的水份而結成塊狀。故應貯存於乾燥通風之處所。硫酸鐵水溶液呈酸性，具腐蝕性，在運送及貯存時與液體接觸部份的槽體材質需採用塑膠或內襯 PE 的鐵材。

氯化鐵

市售氯化鐵(ferric chloride)有溶液狀、水合結晶塊狀及無水結晶顆粒狀三種主要型態。一般氯化鐵溶液的濃度為 20 ~ 45% (FeCl_3 wt%)，而水合結晶狀氯化鐵含量約 60%，無水氯化鐵則約 96% 左右，主要的成份如表 4.1-11 所示。

表 4.1-11 工業級氯化鐵的組成成份

型 態 成 份	無水氯化鐵	水合氯化鐵	氯化鐵溶液
FeCl_3 含量(wt%)	96 ~ 97	60	20 ~ 45
Fe 含量(wt%)	33 ~ 33.3	20.5	7 ~ 15.4
FeCl_2 含量(wt%)	< 0.3	< 0.3	< 0.3
HCl 含量(wt%)	< 0.25	< 0.25	< 0.25

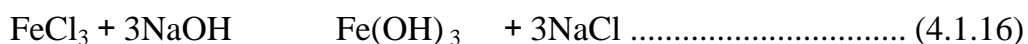
無水氯化鐵的化學式為 FeCl_3 ，分子量 162.5，而水合結晶氯化鐵含有 6 個結晶水，化學式為 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，分子量 270.5。無水氯化鐵有很強的吸濕性，具腐蝕性，溶於水中會產生大量的高熱。水合結晶體氯化鐵在溫度大於 38℃ 時會熔解。氯化鐵的溶解度與溫度大約成一線性關係，隨溫度增高而溶

解度增大。氯化鐵在 1%濃度時，其 pH 值約 2.0。氯化鐵的物化性質如表 4.1-12。

表 4.1-12 氯化鐵的物化性質

性 質 \ 型 態	無水氯化鐵	水合氯化鐵	氯化鐵溶液
分 子 式	FeCl ₃	FeCl ₃ · 6H ₂ O	FeCl _{3(aq)}
分 子 量	162.5	270.5	162.5
FeCl ₃ 含 量(%)	96 ~ 97	60	20 ~ 45
Fe 含 量 (%)	33 ~ 33.3	20.5	7 ~ 15.4
形 狀	顆粒狀	塊 狀	溶 液
顏 色	黑綠色	黃 色	黃棕色
密 度 (kg/m ³)	1,361 ~ 1,441	960 ~ 1024	1,341 ~ 1,484
吸 濕 性	易	易	-
水 解 熱(kcal/kg)	196	21	-

氯化鐵在廢水處理上，常作為混凝劑、沉澱劑及污泥調理劑使用。氯化鐵作混凝劑時之混凝反應機制類似於硫酸鋁，係鐵離子在 pH 值 5.0 ~ 11.0 之操作條件下，與水中鹼度產生水合反應，形成氫氧化鐵[Fe(OH)₃]，並與水中的懸浮固體和膠體粒子共沉降。主要的反應式如下：



氯化鐵做為沉澱劑時，亦會與水的磷酸鹽或硫化物形成不溶性的化合物，以去除廢水中的污染物質，例如氯化鐵在 pH4.5 ~ 5.0 的操作條件下，會與磷酸鹽形成磷酸鐵，使之沉澱去除。

固體的氯化鐵，具有吸濕性，會吸收空氣中的水份而潮解，且在 36 的溫度下會熔解，須貯存於乾燥陰涼處。氯化鐵溶液具腐蝕性，所以在貯存、

配製及操作時，接觸溶液部份之槽體需採用環氧樹脂、橡膠等耐蝕材質。

助凝劑

有機高分子助凝劑，於市面上之型態有固態粉體狀、乳化狀及溶液狀三種。其中固態粉體狀多來自國外進口，且以歐美及日本為主，而乳化狀及溶液狀則為國內製造廠供應品。

一般市售的高分子助凝劑的成份有聚丙烯醯胺、聚丙烯酸、聚乙烯亞胺等，其中以聚丙烯醯胺類使用最廣泛。乳化狀助凝劑濃度一般約 30～40%，溶液狀濃度約 2～5% 左右，而粉狀則約 90% 以上。

不同原料製成的高分子助凝劑所形成的分子式及分子量有相當大的差異。高分子助凝劑的分子量高達 $10^5 \sim 10^8$ 。外觀上，粉體狀為白色粉末，乳化狀則為乳白色液體，而溶液狀則為無色透明黏液。

由於高分子助凝劑大都為專利產品，藥品的成份均屬商業機密，且依不同特性廢水的處理用途，而有各種適用的助凝劑，因此，產品都以英文字母輔以阿拉伯數字以代號命名；如 A-123，一般而言，以 A 表示陰離子高分子助凝劑；以 C 表示陽離子高分子助凝劑；非離子高分子助凝劑是以 N 表示之。有些廠為再區分其形態，在字首前加上 F 或 P 表乳化狀或溶液狀；N 則表示固態粉末狀。

高分子助凝劑係使水中的懸浮粒子，經由表面電性中和及高分子助凝劑所具有活性官能基之吸附架橋作用，促使懸浮粒子得以快速凝集成較大的膠羽，使其加速沉降，提高化學混凝沉澱處理效率。

高分子助凝劑在凝聚的過程中，除了發揮聯接架橋作用外，對於帶電荷的粒子同時發揮電中和作用，因此，對於不同特性的廢水，應選擇不同類型的高分子助凝劑。在選用高分子助凝劑時，應先進行瓶杯試驗以選用最適當的助凝劑種類及添加量。

(2)快混槽(混凝槽)

快速攪拌方法有機械式、阻流式、低揚程泵吐出口能量利用式及管路攪拌式等。快混之目的，在使凝劑與廢水快速混合，因此注藥位置應位於廢水流入處，廢水流入位置及流出位置需呈對角線，以能達到充分攪拌並避免發生短流。一般設計停留時間為 5 分鐘（小規模者為 10～15 分鐘），槽內速

度坡降(G 值)應控制在 25sec^{-1} 以上，攪拌機轉速約 100rpm。圖 4.1-13 為機械式快混槽設計圖例。

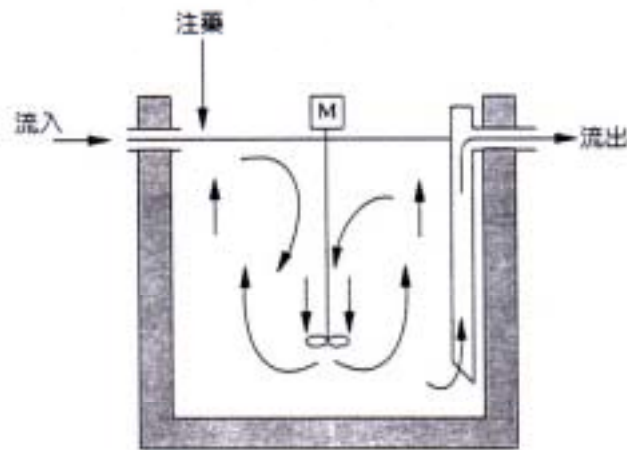


圖 4.1-13 快混槽設計例

(3)慢混槽(凝集槽、膠凝槽)

慢混槽之攪拌裝置有機械式、阻流式及水流式等。一般使用機械式漿板攪拌機較多。機械式漿板攪拌機，其攪拌以橫向為主，如圖 4.1-14。為達充分凝聚效果，流入口位置宜設於底部，流出口則設置於水面附近，凝聚形成的膠羽，通常於流速在 9cm/sec 以下時發生沉澱， 75cm/sec 以上時則被破壞，故應維持流速在 30cm/sec 以下。慢混槽因為有膠羽成長之作用，所以需要有 10~30 分鐘之停留時間，使用之膠凝機轉速約為 40~50rpm；若轉速過快亦可使用減速機控制。

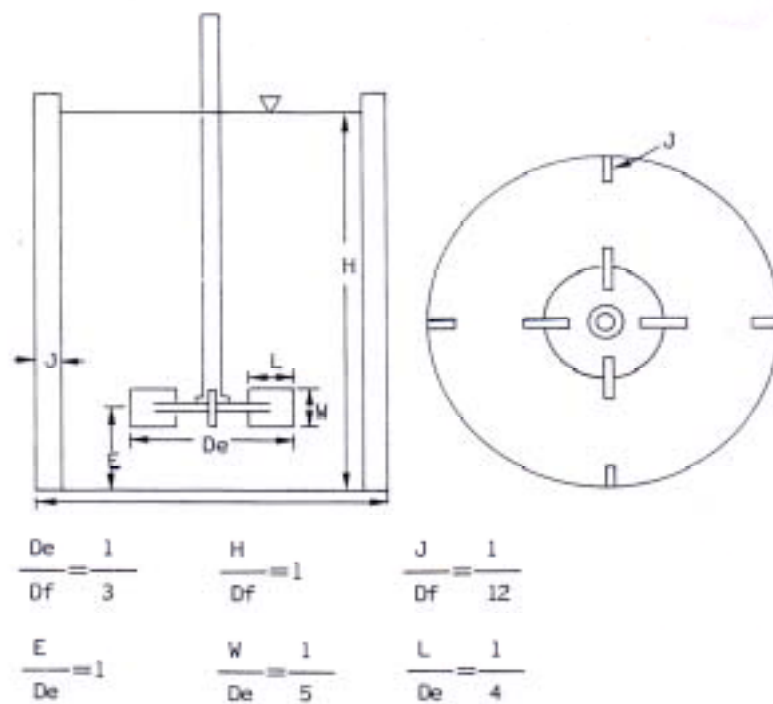


圖 4.1-14 機械式漿板攪拌例

(4) 沉澱槽

沉澱槽是藉重力沉降方式進行固液分離的處理單元，可分為長方型、正方形或圓型，一般由鋼筋混凝土或鋼板所構成，需具水密性，若為鋼板製作應予以防腐蝕處理。設置於地面上者，必須檢討混凝土或鋼板槽體之強度是否能耐得住水壓，設置於地下者，則必須檢討土壤對槽體之壓力。

沉澱槽由流入部、沉澱部、流出部及污泥部所形成。其概略圖示如圖 4.1-15 所示。

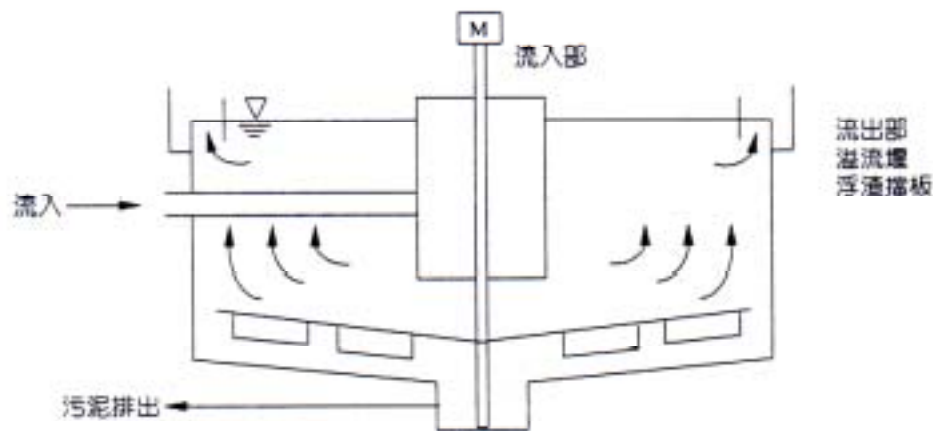


圖 4.1-15 沉澱槽概略圖

流入部

慢混槽與沉澱槽之間宜採重力方式進行導水輸送，且二者之水位差應儘可能縮小，以防止流速過快，造成膠羽破碎或水流捲起沉澱槽底之污泥。若受用地之限制而有較大的水位差時，應於沉澱槽流入位置設置緩衝槽，以避免過高的水流速度對沉澱效果產生不良的影響。另為確保流入水水流均勻，可於沉澱槽之流入部設置整流裝置或阻流板。

沉澱部

沉澱槽之水力停留時間依膠羽之沉降速度決定，原則上可依膠羽之沉降試驗所得數據乘以安全係數決定之，一般沉澱槽之設計水力停留時間採用 2~4 小時。有效水深依沉澱槽種類而異，通常為 2.5~4m，小規模處理設施可較淺。沉澱槽溢流率為沉澱槽之單位表面積於單位時間內所處理之水量，以 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 表示，其值為沉澱槽內處理水上升速度之近似值，通常為達到固液分離的穩定性，表面水力負荷採用 $25\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 以下為宜。

流出部

溢流堰為均勻沉澱槽內出流水之設備，其設置位置依沉澱槽之形狀、方式而異，為避免發生短流，以距離流入位置較遠並可使池內流速均勻之

處為佳。由中央部流入之圓形槽、正方形槽則於周邊設置溢流堰；而長方形沉澱槽則於流入位置之另一側設置，同時為防止因反射上升流導致污泥流出，溢流堰宜設置於沉澱槽流出側面之稍內側，或距流入口之池長的 $2/3$ 至 $3/4$ 處，另應有能調整溢流堰維持水平的構造。

溢流堰負荷為單位長度溢流堰於單位時間內溢流之水量，為避免已沉澱之污泥上浮，應維持在一定值以下，該值若太大會導致流速過大而發生偏流，造成污泥的流出，原則上溢流堰負荷以 $50 \sim 100\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{d}$ 為宜。此外，為防止沉澱槽之浮渣流出，通常於溢流堰之前，設置浮渣擋板，其大小為水面下 $20 \sim 40\text{cm}$ 間、水面上 10cm 左右。

污泥沉澱部

沉澱污泥之集泥方法有藉重力集泥斗或刮泥設備，規模較小者用集泥斗，大者因集泥困難必須採用刮泥設備，長方型沉澱槽以鏈條式或走橋式刮泥機刮集沉澱污泥至一端之污泥斗後再以污泥泵抽除；正方形及圓型沉澱槽則由刮泥機或採 60° 以上的集泥斗將污泥集中至槽底中央後利用污泥泵抽除或重力排泥。

(5)操作維護管理

凝集沉澱效果受進流廢水之濃度、pH 值及膠羽型態等之影響，且與混凝劑、助凝劑之添加方式、藥劑的性質、濃度等亦有相當大的關係，為維持在穩定的條件下操作，必須注意該設施的維護管理工作，相關的維護檢查項目綜合彙整於表 4.1-13。

表 4.1-13 凝集沉澱設施之維護檢查項目

單元	日常檢查項目	週 / 月檢查項目
快 混 槽	1.凝凝劑使用量(消耗量)及藥劑之補充 2.凝凝劑濃度 3.凝凝劑注入量之檢核 4.pH 值檢查 5.攪拌狀態的檢查 (是否維持適當攪拌強度)	1.加藥泵、電磁閥之檢查 (是否正常操作、洩漏等) 2.加藥管理線阻塞、破壞之檢查、清洗或更換 3.藥液槽之檢查、清洗 4.攪拌機翼板之檢查, 附著物之去除或補修 5.漏電之檢查及修護
慢 混 槽	1.助凝劑使用量(消耗量)及藥劑之補充 2.助凝劑濃度 3.助凝劑注入量之檢核 4.膠羽生成狀態的檢查 (膠羽之大小及形狀等) 5.攪拌狀態的檢查 (是否維持適當攪拌強度)	1.加藥泵、電磁閥之檢查 (是否正常操作、洩漏等) 2.加藥管理線阻塞、破壞之檢查、清洗或更換 3.藥液槽之檢查、清洗 4.攪拌機翼板之檢查, 附著物之去除或補修 5.漏電之檢查及修護
沉 澱 槽	1.流入水量之校核 2.沉澱槽內水流是否有異常現象 (如偏向流、捲升流等) 3.溢流堰之水平狀況 (出水是否均勻、污泥有無流出) 4.有無污泥上浮或流出 (水量過大、膠羽形成不良、污泥上浮) 5.有無污泥異常堆積 6.刮泥機是否正常運轉 (有無異音) 7.污泥泵有無異常 (壓力計及電流值校核)	1.污泥泵阻塞、磨損之檢查 2.污泥泵排泥量之校核 3.刮泥機之磨損、彎折及腐蝕情形 4.流出渠浮渣及沉積物之清掃 5.浮渣及浮泥之去除 6.溢流堰之清掃及水平調整 7.補注油料 (鏈條、軸承、馬達、減速機等)

5.過濾設備

過濾設備之目的主要在去除處理水中所含之懸浮物質，以確保處理水質，一般在應用上需注意下列事項：

(1)過濾水質

對於原廢水及沉澱槽處理水之水質或水量的變化及過濾可達到之去除率，應進行分析評估，以檢討其可達到的目標水質。

(2)過濾速度

$$v = \frac{Q}{S}$$

式中， v 為過濾速度， Q 為過濾流量， S 為過濾面積。

一般廢水處理過濾速度設計採平均水量 150～200m/day 為宜，最大水量則以 300～400m/day 為範圍。

(3)反沖洗

經持續過濾，達到一定的損失水頭時或經過一段時間過濾層發生阻塞現象時，必須以水及空氣進行濾層反沖洗，以提升過濾能力。

反沖洗次數以考慮捕捉之粒子的腐敗頻率，因此應每日一次為宜，反沖洗除可自動設定操作外，亦宜設有手動操作方式。

濾層之反沖洗方式依向下流式及向上流式而異。向下流式的反沖洗方法概要列如表 4.1-14，反沖洗者多包括水流沖洗，並輔以空氣沖洗等方法併用之。

表 4.1-14 向下流式過濾設施之反沖洗

沖洗名稱	概 要
反沖洗	1.表面沖洗及空氣沖洗以剝落污濁物，並自濾層排出。 2.自濾層上排出之污濁物由廢水槽排出之。 3.藉反沖洗水使濾層呈流動化，造成濾料間之摩擦得以去除污濁物。
表面沖洗	1.阻留於濾層表面的污濁物藉噴射水使其碎裂之同時，並使濾料互相摩擦以洗滌之。 2.反沖洗效果不佳時使用之。 3.有旋轉式及固定式二種。
空氣沖洗	濾層下部空氣管內之氣泡自濾層上升時，使濾層震動之同時達到濾層內污濁物剝離之效果。

反沖洗時，濾層約膨脹 20～30% 可提升其洗滌效果，故宜控制適宜的反沖洗流速。反沖洗過程係以濾槽排水、表面沖洗、反沖洗、過濾水貯留等順序進行之。

反沖洗時間，依濾層的污染程度而異，故應依據實際情況加以確定。但一般反沖洗以流速 0.6～1.0m/min 所需時間為 10～15 分鐘，因此設計時採用 15 分鐘已足夠，而只是實際的反沖洗時間尚包括啟閉閥門的時間與表面沖洗的時間，總計需 20～30 分鐘。

反沖洗用水一般都使用過濾水，藉泵從過濾水貯留槽抽水至過濾設施進行反沖洗或將反沖洗水貯留於高架水塔，利用其高度差所產生之差壓進行反沖洗。反沖洗所需水量一般約為過濾水的 5% 左右。反沖洗排水由於含多量 SS，經貯留後由泵抽入廢水處理系統之調勻槽與廢水合併處理之。因此應注意經常的過濾狀況及濾層的沖洗狀況，必要時應檢查槽之內部，以避免影響過濾。主要的操作管理項目如表 4.1-15。

表 4.1-15 過濾設施之操作管理項目

檢查項目	每日一次	每月一次	6 個月 1 年一次
過濾水質			
過濾狀況(重力式)			
過濾壓力			
沖洗之時間			
過濾初期損失水頭			
沖洗廢水檢視			
過濾槽內檢查			
泵、閥等			

6. 活性碳吸附設備

活性碳吸附法為藉活性碳的吸附作用吸附處理水中所含之溶解性或難分解性的有機物，以去除其所造成的 BOD、COD 或色度、脫臭等。活性碳吸附設施通常為生物處理及物化處理設施之後所附加之設施，將上述處理設施未能去除之污染成份加以吸附，以達到計畫處理目標水質或擬再利用時所需之處理水質。

活性碳吸附設備設計及裝置時應注意事項如下：

(1) 處理水質

廢水以活性碳處理時，廢水中 SS 含量較高時，應先行過濾預先處理。由於活性碳吸附裝置能吸附之有機物及其去除率，依水質特性而異，因此在設計之前對於進流水水質及水量的變化必須先行充分檢討，必要時應先行實驗或以模廠試驗來探討其處理水水質後，再決定之。

(2) 活性碳之吸附量

活性碳之吸附量為活性碳單位重量（乾重）所吸附物質之重量或容積，代表活性碳吸附能力。因此，活性碳吸附設施於選定活性碳之種類時，必先對各種活性碳的吸附量及吸附性質進行實驗，如等溫吸附實驗，亦即將活性碳投入含有被吸附物質之液體中，在等溫下使其與活性碳接觸達到吸附平

衡，進而調查被活性碳吸附物質的量。試驗時，調整與液體相接觸的活性碳的量，並分析吸附後液體中殘留之被吸附物質之濃度及活性碳吸附量，將其值點繪於雙對數紙上，可求出等溫吸附曲線，藉等溫吸附曲線，可知道達平衡狀態時之吸附量及活性碳之吸附特性。

(3) 吸附速度

活性碳之吸附速度以活性碳與廢水之接觸時間有密切關係。若吸附速度小，欲達到所定之處理水質，活性碳與廢水之接觸時間較長，故吸附設施必須較大。

活性碳之吸附速度依活性碳之種類而異，可藉活性碳連續吸附試驗，求得各階段吸附量，以該量判斷吸附速度的大小。

(4) 通水速度

吸附塔容量之設計，以能使處理水達目標水質以下之穩定狀態，並考慮吸附塔之建設費及活性碳之再生頻率決定之。吸附塔之活性碳容量通常依SV（容積速度，一小時內處理水量與充填活性碳量之比值）及接觸時間(1/SV)等決定之。

SV 取較大值，則吸附塔內活性碳填充量少(吸附塔小)，因吸附塔之絕對吸附量減少，致活性碳之再生頻率必須增加。反之 SV 小則活性碳量多(吸附塔大)，再生頻率低。因之設定 SV 時必須考慮處理水水質及再生頻率等因素。

(5) 反沖洗

經過一段時間通水後，固定床吸附設施之活性碳層由於去除廢水中的 SS 而增大損失水頭，當其達到所設定之損失水頭或通水時數後，就必須進行反沖洗，通常以每日一次為宜，反沖洗操作方式如表 4.1-16。活性碳之反沖洗速度依活性碳之粒徑而異，當速度為 0.3～0.6m/min 時，活性碳之膨脹率為 30～50% 左右。相關之操作維護管理項目如表 4.1-17。

表 4.1-16 活性碳層反沖洗操作

操作流程	所需時間(分)	使用水量(m ³)	方 法
排 水	2	20	開啟水閥，將原水排出
表 洗	5	20	表洗流量達 200m ³ /hr 連續 5 分鐘
沉 整	5	-	
反沖洗	35	200	反沖洗流量達 250m ³ /hr 開始，其後以 20m ³ /hr 增加之，於 5 分鐘後，達 350m ³ /hr，並以此流量反沖洗 30 分鐘
填 水	5	20	反沖洗完成後，以 200m ³ /min 填水
沉 整	10	-	
過 濾			恢復平常的處理操作

表 4.1-17 活性碳吸附設備之操作管理項目

檢查項目	每日檢查項目	隨時或每月一次	6 個月 1 年一次
處理水質			
吸附狀況			
活性碳有無流出			
損失水頭			
沖洗次數			
沖洗狀況			
再生狀況及損失			
泵、閥等			
配管、槽等磨耗及腐蝕			

7. 污泥脫水設備

污泥之脫水處理，為使沉澱分離後之污泥達到減量化及安定化，以利於處置。脫水方法有機械脫水及自然曬乾兩種。機械脫水方法用地省、脫水時間短且不受天候影響，為其最大的優點。

電鍍廢水處理後所產生之污泥具有下列特性：

- (1)製程廢水量少，先貯存於調勻槽(或貯槽)後再處理，因污泥批次產生。
- (2)多數工廠未設置污泥貯槽或濃縮槽，污泥直接自沉澱槽排出脫水。
- (3)廢水污泥採委託處理，在廠內貯存時需符合事業廢棄物貯存設施及方法之規定。
- (4)污泥中含有重金屬，屬於有害事業廢棄物，處理處置費用高。

由以上之說明可知，電鍍業在選擇污泥脫水設備時需注意下列項目：

- (1)符合污泥產生量之原則下，設備儘量小型化。
- (2)設備處理量具彈性，操作簡便。
- (3)設備處理效率高，污泥餅含水率低。

符合上述原則之污泥脫水設施有板框壓濾式脫水機及曬乾床，以下就此二種污泥脫水方法之構造及操作管理加以說明。

(1)板框壓濾式脫水機

板框壓濾式脫水機為不需添加凝聚劑之脫水機，其特性為脫水程序屬間歇操作、脫水泥餅含水率低、單位過濾速度快之設備。

構造

板框壓濾式脫水機之構造如圖 4.1-16 所示，為一組濾板，濾框之內側上覆以濾布，濾板間所形成的過濾室依所需要的容量排列過濾室之數目。壓濾式脫水機之脫水方式有單式及複式，濾布裝置方式則有固定式及移動式，濾板之擠壓方式有手動式、油壓式及電動式，又過濾室之組合則有橫軸式及豎軸式。



圖 4.1-16 板框壓濾式污泥脫水機

板框壓濾式脫水機之基本操作程序為利用污泥進料泵將污泥壓入過濾室，加壓於濾板，藉濾布的過濾作用以分離水分，操作程序如圖 4.1-17，說明如下：

- A. 濾框以約 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 之高油壓緊閉，污泥則以約 $4\sim6\text{kg}/\text{cm}^2$ 之壓力壓入。
- B. 壓榨方法一般多使用離心泵將壓力水壓入濾室內，藉壓榨設備進行壓榨，供給壓力 $15\sim20\text{kg}/\text{cm}^2$ ，空氣供給設備送風時應避免自排水管散出污水。
- C. 濾框開框之同時移動濾布，使脫水泥餅剝離而搬出之。
- D. 濾布進行自動清洗而完成一循環之操作。一循環所需時間約 20～40 分鐘。

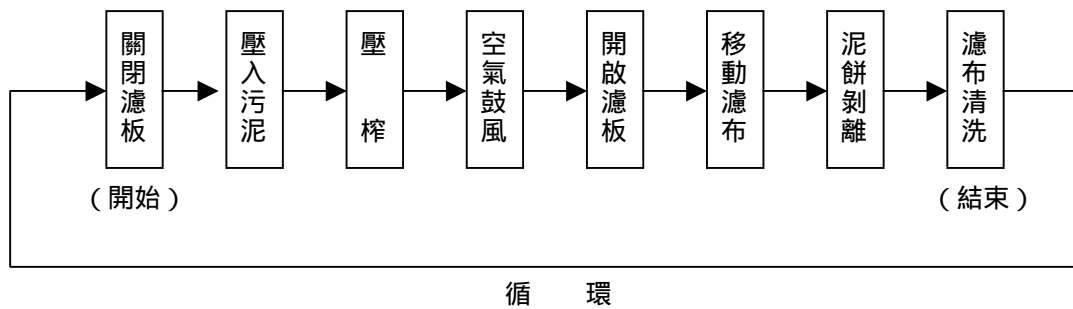


圖 4.1-17 板框壓濾式脫水機操作程序

附屬設備

板框壓濾式脫水機之附屬設備有污泥進料泵、壓榨用壓力水泵、送風用空壓機、濾布清水泵、油壓泵及油壓設備等。

A. 污泥進料泵

污泥進料泵多為往復式等定量泵，但所需壓力較高，約 $4 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ 。

B. 壓榨用壓力水泵及濾布清洗水泵

多為單發或多段式離心泵。

C. 送風用空氣壓縮機

空氣壓縮機吐出壓力 7 kg/cm^2 ，必須設置壓力槽。

注意事項

板框壓濾式脫水機運轉時應注意事項包括：

- 污泥進料泵、油壓裝置等附屬設備，各設備之操作機能皆應維持正常狀態，任何一項不正常就無法脫水。
- 濾板的移動是否順暢、油壓是否正常、濾布有否綑摺皆應加以檢查，濾板若未完全緊閉污泥有散出之虞，應加以注意。
- 必須注意污泥進料泵壓力計之指示，污泥供給系統之阻塞（壓力上升）或漏失（壓力下降）皆應加以注意，另吐出壓力之變化及濾液量之變化，

皆應依脫水時間之經過加以記錄，對於濾布阻塞及機器異常的發現甚有幫助。

- D.送風機相關之閥是否正常動作，並注意空氣、污泥、濾液有否散出。
- E.確認壓榨壓力是否正常，壓榨時壓榨用閥應完全緊閉否則污泥會發生逆流，造成管體阻塞。
- F.確認濾液開啟時各濾室剝離之脫水泥餅剝離狀況是否一樣。
- G.脫水泥餅之惡化，或有過濾室未有脫水泥餅時應即停止操作，並調查其原因。
- H.注意濾布的移動（移動式者）及濾布清洗狀況是否正常。
- I.因污泥的性質或濃度、藥劑添加量不適當，致脫水泥餅未達所定要求時，應延長壓榨時間或污泥壓入時間以改善之。
- J.壓濾式脫水機運轉中，應能辨別其正常音及異音，並注意有無異音發生。

日常檢查

板框壓濾式脫水機有各種型式，依製造廠牌其構造亦略異。檢查作業應依各製造廠之說明書為之。日常檢查主要項目包括：

- A.各主要部份給油狀況的檢查，尤其以濾板關閉柱體及驅動部為重點。
- B.油壓裝置之過濾器之檢查以及油面的確認。
- C.開關裝置、壓力計之檢測器及量測器之操作是否正常。
- D.各種閥、配管有無漏損。
- E.供給污泥壓力、壓榨壓力、油壓壓力、濾布清洗壓力、過濾時間（一循環）等應不斷注意，以防止發生異常。
- F.機體及各零件之螺栓有無鬆脫。

定期檢查

除日常的檢查項目外，還應進行定期檢查，主要項目有：

- A.濾布應定期清洗和換新，壓濾脫水機濾布必須取下始能酸洗。
- B.污泥進料管及液溝常易附著污垢，應定期清理之。
- C.濾板由於係高壓緊閉，因此應注意濾板有無裂傷。長期間使用框體會變

形，檢查時應加注意。

異常時的對策

板框壓濾式脫水機異常原因及對策如表 4.1-18。

表 4.1-18 板框壓濾式脫水機異常主要原因及對策

異常現象	可 能 原 因	對 策
污泥自濾板漏出	1.緊閉壓力不足 2.襯墊損傷 3.濾布折疊或破損 4.濾板間被異物夾住	1.調查油壓裝置的壓力並調整之 2.更換襯墊 3.修正濾布或更換 4.去除異物
脫水泥餅不形成	1.污泥壓入泵阻塞 2.供泥管阻塞 3.管內有空氣混入	1.清理污泥壓入泵 2.清理供給管 3.排除空氣
脫水泥餅過薄	1.污泥壓入泵之壓力降低 2.濾布阻塞 3.濾液管阻塞 4.供給污泥之性質惡化 5.過濾時間不足	1.修理污泥壓入泵 2.清理濾布或更換 3.清洗濾板或濾液管 4.調查供給污泥濃度及注藥劑並調整 5.增長過濾時間
部份濾室形成軟弱泥餅	1.壓紋齒破損	1.更換紋齒
脫水泥餅含水率過高	1.壓榨壓力下降 2.供給壓力降低 3.閥類操作不良 4.濾布阻塞 5.供給污泥的性質惡化	1.調查壓入泵、管及閥之漏失。並補修之 2.調查空氣壓並調查之 3.補修閥或更換 4.清洗濾布或更換 5.調整供給污泥濃度及注藥率

(2) 曬乾床

構造

曬乾床如圖 4.1-18 所示，形狀一般為長方形，大多為複數並列，寬度於考慮污泥的流動及搬運方便，多用 4~8m 者。長度為避免太長造成污泥分配不均，故多採用 20m 以下。

構造一般為混凝土製，於床上敷以 150~200mm 之有孔陶管，再於其上配置粒徑均勻之礫石 300mm 厚，而於其上再敷以厚 200mm 之砂。

在雨量多的地方應設有屋頂，其周圍以玻璃或透明的塑膠板覆蓋之。有覆蓋式者若通風良好，則其乾燥效率會較未覆蓋者為佳，在用地面積狹小的地方採用之。

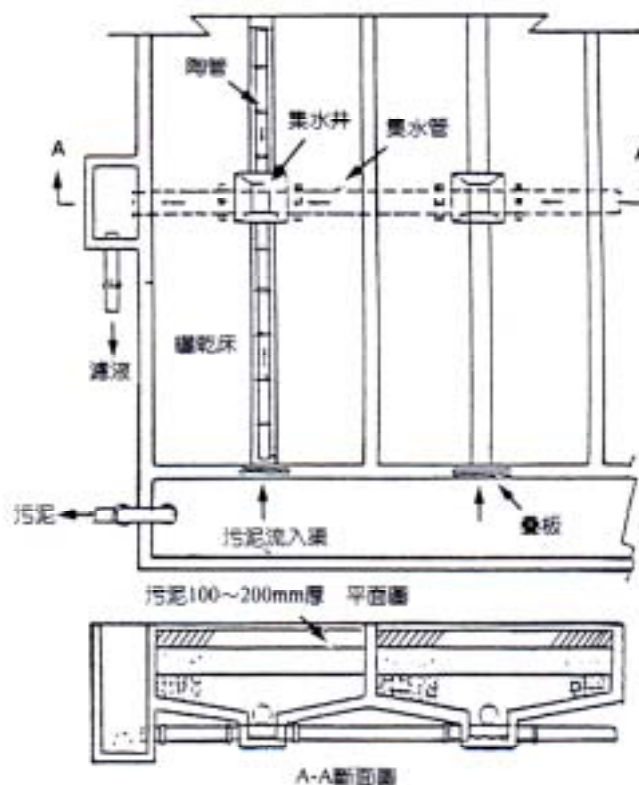


圖 4.1-18 污泥曬乾床設計圖例

一般在設置污泥曬乾床時必須注意下列三項設計要點：

A. 乾燥日數

乾燥日數依污泥之性質、氣候等而異，一般以 15～20 日較適合。多雨地區乾燥日數需適當延長。

B. 污泥注入厚度

注入污泥之深度依污泥之性質、氣候等而異，一般以 100～200mm，冬天應較夏天為淺。

C. 所需面積

曬乾床設計所需面積一般以下式求之

$$A = \frac{QT}{D}$$

式中，

A：所需面積(m²)

Q：污泥量(m³/d)

T：乾燥日數(d)

D：注入污泥之厚度(m)

操作管理及注意事項

污泥乾燥床在操作管理上較一般機械脫水設備容易，但受天候、氣溫、濕度等自然條件之影響很大。

操作管理上應注意下列各項：

- A. 注入污泥以不攪亂砂面而能均勻流入為宜。
- B. 乾燥過程每日測定其含水率以確認乾燥狀況。當達到所定含水率時，搔起脫水泥餅即可，盡可能不要附有砂粒。
- C. 濾砂由於多少會附著於污泥上而搬出，應定期補充之。
- D. 污泥注入前，應以扒子將砂面搔動，對於透水性較差者，其表面應更換新砂。
- E. 當污泥表面乾燥後，表面會形成堅硬的皮膜，但內部則尚為含水狀態

時，應將其表面以波板予以剝裂，使下層含水狀態的污泥上升，以促進乾燥。

廢水處理系統在經過完善的廢水分類、收集與規劃、設計後，為了落實廢水處理工作，工廠應定期進行執行現況檢討，內容至少應包括下列項目：

- 1.廢水處理量(月處理量、日平均處理量)。
- 2.廢水處理成本(電費、化學藥品費用、機械設備維護費)。
- 3.廢水處理成本效益分析(用電量、各項化學藥品使用量、各類廢水處理成本、污泥產生量、機械設備維護費用等)。
- 4.廢水處理場操作維護狀況(定期計畫實施情形、維修項目、零件備品狀況)。
- 5.廢水處理設施操作定期申報情況。
- 6.廢水量、廢水水質特殊異常狀況與因應方式。
- 7.廢水處理場工安事件。

4.1.7 廢水處理新技術

4.1.7.1 流體化床結晶法(8)

1.原理簡介

流體化床結晶化技術，係利用重金屬離子於鹼性環境下，以提供過飽和之化學藥劑使重金屬離子形成晶體析出，並加以回收再利用之技術。流體化床結晶化技術之原理說明如下：

- (1)處理時係在反應槽內進行，反應槽內添加碳酸鹽溶液，以形成金屬碳酸鹽，如 ZnCO_3 、 NiCO_3 、 CuCO_3 。
- (2)反應槽為一個圓柱型容器，內裝適量之植種擔體，例如濾砂；反應槽內水流以 40-120m/hr 速度連續從底部往上流，使反應槽內部保持流體化狀態，因此反應槽僅需要極小之體積即能反應良好，如高 3m、直徑 0.2m 之反應槽其處理量為 $1.2\text{m}^3/\text{hr}$ 。

- (3)處理時，含陰離子或重金屬離子的廢水泵入反應槽內特殊設計的底部，並混合循環水流。在循環水中加入結晶化所須之化學藥劑，同時控制進流廢水中離子與所添加藥劑之莫耳比值。
- (4)反應槽內之陰離子或重金屬離子於擔體上結晶後，由於結晶顆粒會持續增大，因而會往反應槽底部移動，再於底層定期排釋出部份大顆粒結晶，並加入植種晶體，使擔體顆粒數量維持不變。

2.處理特性介紹

流體化床結晶法反應槽示意圖如圖 4.1-19 所示。流體化床可提供極大的結晶表面，一般約為 $5,000\sim 10,000\text{m}^2/\text{m}^3$ 擔體，並可控制反應速率，處理效率極佳。處理後得到之金屬碳酸鹽結晶物，可使用酸劑將其溶解後再回收使用，如 NiCO_3 以 H_2SO_4 溶解後將產生 NiSO_4 ，而碳酸鹽則變成 CO_2 氣體揮發，因此濾砂將有足夠空隙再繼續提供反應。結晶法可處理電鍍槽液、回收槽液、酸浸槽液及清洗廢水等，可處理的重金屬種類包括 Zn、Ni、Cu、Co、Cd、Mn、Ba、Sr、Ag、Pb、Hg 等；由於鉻離子無法形成金屬碳酸鹽，因此無法使用結晶法處理。

流體化床結晶法較適合處理中低濃度之重金屬廢水，但重金屬離子濃度可從 $10\sim 100,000\text{mg/l}$ 不等。若處理低濃度廢水時，可不用迴流或僅需小量迴流即可；若處理高濃度廢水時，則需迴流。一般而言，重金屬離子均可形成結晶物，處理水中若仍含有少量之懸浮物質，則可藉由過濾設備加以去除。

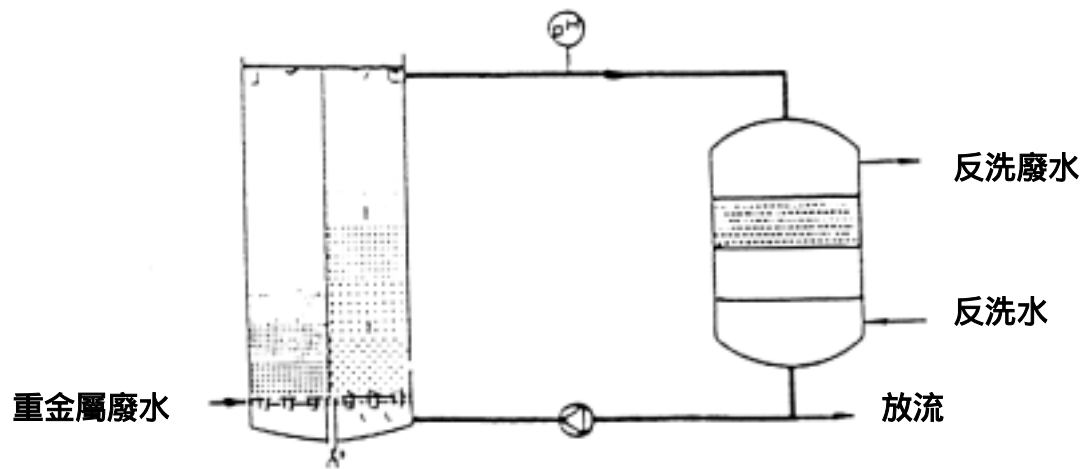


圖 4.1-19 流體化床結晶法反應槽示意圖

3.實廠應用案例

某電鍍工廠之鍍鎳程序，每日廢水量約 8m^3 ，廢水中鎳離子濃度約 200mg/l ，原採用化學混凝方式處理；而該廠為回收鎳離子，於實驗室進行流體化床結晶測試並使放流水中 Ni^{2+} 小於 1mg/l 後，遂設置乙套流體化床結晶處理設施，其處理流程如圖 4.1-20 所示，相關設計參數如表 4.1-19。

表 4.1-19 流體化床結晶實廠應用設計參數

擔體種類：濾砂	添加藥劑： Na_2CO_3
面積負荷： $2\text{kg-Ni/m}^2\cdot\text{hr}$	藥劑/鎳莫耳比：2.5~3
擔體乾床淨高：74cm	操作 pH：9.6~10
水流速度：40m/hr	停留時間：30min

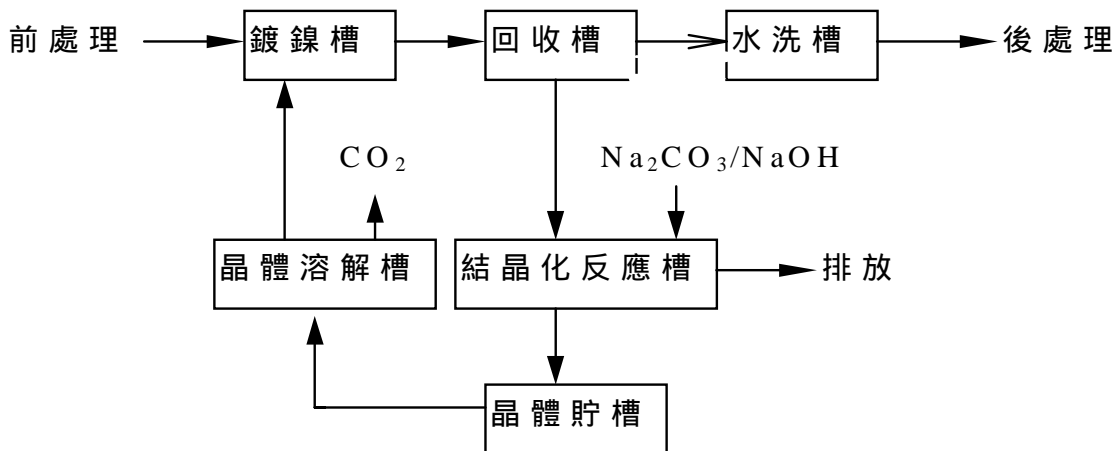


圖 4.1-20 含鎳廢水流體化床結晶法處理流程

流體化床結晶設備之表面積負荷為 $1\text{kg-Ni/m}^2\cdot\text{hr}$ ，其餘操作條件與設計參數相近。操作時，採週期性連續處理並固定添加藥劑 Na_2CO_3 之濃度 ($10,600\sim 12,720\text{mg/l}$) 及流量 (2.02L/min)，經操作穩定後採樣進行分析，其結果如表 4.1-20 所示。該設施操作時在控制良好之 pH 後，放流水鎳離子濃度降低至 0.5mg/l 以下。

該廠流體化床結晶槽在現場進行 26 次操作後，擔體乾床高度由 74cm 長晶至 108cm ，於是進行排晶工作並進行晶體 (NiCO_3) 品質及晶體溶解試驗。晶體表面層 Ni^{2+} 的純度佔 94.86% ； NiCO_3 晶體以 10% 硫酸溶解，可以得到硫酸鎳濃度約為 130g/l 之溶液 (含 Ni^{2+} 離子濃度 48.7g/l)，該硫酸鎳經以 Hull Cell 試驗結果顯示，鐵材鍍件上的光澤與原鍍液電鍍之光澤相同，證實該溶解液 (NiSO_4) 可以回補至鍍槽使用。

該廠含鎳廢水量約 8m^3 、鎳離子濃度約 200mg/l ；含鎳廢水以化學混凝法及流體化床結晶法處理，土地面積化學混凝約 21.4m^2 ，流體化床結晶法約 10.4m^2 ，化學混凝法約支出 $187,700$ 元/月，流體化床結晶法則可回收 $94,400$ 元/月；使用

流體化床結晶法每月可節省 282,100 元，如表 4.1-21。

表 4.1-20 流體化床結晶法週期性連續處理結果

項目	控 制 參 數									處理結果	
	Ni ²⁺ 濃度 (mg/l)	導電度 (ms/cm)	廢水流量 (L/min)	碳酸鈉濃 度(mg/l)	碳酸鈉流 量(L/min)	CT/Ni 莫耳比	pH 平均值	Ni ²⁺ 負荷 (kg/m ² hr)	停留時間 (min)	放流水 Ni ²⁺ 濃度 (mg/l)	結晶率 (%)
A	150	1.15	22	10600	2.02	3.6	9.6	0.7	33	1.5	99.0
B	172	1.21	22	10600	2.02	3.1	9.4	0.80	33	1.3	99.2
C	192	1.30	22	10600	2.02	2.8	9.4	0.90	33	1.1	99.4
D	165	1.19	22	10600	2.02	3.3	9.4	0.77	33	1.1	99.3
E	185	1.28	22	10600	2.02	2.9	9.4	0.86	33	0.5	99.7
F	210	1.35	22	12720	2.02	2.6	9.6	0.98	33	0.5	99.8
G	145	1.12	22	12720	2.02	3.7	9.6	0.68	33	0.5	99.7

資料來源：台灣美之善公司

表 4.1-21 含鎳廢水以化學混凝法及流體化床結晶法處理成本比較

處理方式	加藥成本				動力成本	污泥處理 費用	硫酸鎳回收	合計
	Na ₂ CO ₃	NaOH	H ₂ SO ₄	polymer				
化學 混凝法	--	-38,250	-1,521	-1,200	-8,751	-138,000	--	-187,722
流體化床 結晶法	-42,900	-3,218	-1,521	--	-3,564	--	+156,000	+94,440

註："—" 表支出，"+" 表收入；單位：元/月

4.1.7.2 選擇性離子交換介質萃取回收法⁽⁹⁾

1.原理

選擇性離子交換介質萃取回收法係利用選擇性離子交換介質之高親合力捕捉金屬，並兼具除雜質及水純化技術於一系統中。此一新技術係用來回收工業廢棄物中之有價金屬之方法，其適用之行業有金屬表面處理業、電子業、鋼鐵業、染整業、地下水及地表水之處理等方面，可回收處理之重金屬有 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cr^{6+} 、 Ag^{+} 、 Zn^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 等離子。處理系統不產生或僅產生極少量之污染，其操作之 pH 值範圍從 1~14、溫度從 5~95℃，產品純度可達 99 % 且反應所需時間短暫。處理濃度從低濃度至高濃度均可，即使在高濃度之干擾物存在之情況，處理成效亦良好。

2.處理流程

處理流程分成三階段之萃取：反應階段、金屬分離、金屬形成，該技術最大之優點為重金屬廢水可不經分類即進行處理，處理流程如圖 4.1-21。

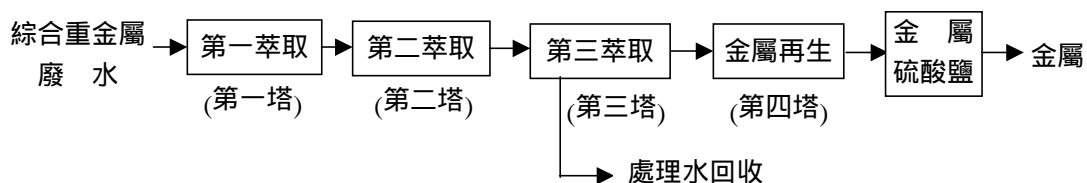


圖 4.1-21 選擇性離子交換介質萃取回收法處理流程

3.處理技術特性

- (1)高效率：對於低濃度重金屬廢水亦有高處理效率。
- (2)選擇性高：當有綜合性介質存在時仍具有良好之選擇性。
- (3)高穩定性：當廢水中存在強烈性之化學或物理性變化時，仍具有高穩定性。
- (4)再生性佳：被捕捉之重金屬易於置換，有利於重金屬之回收。
- (5)高負荷率：單位介質可捕捉大量重金屬。
- (6)無毒性：系統中不添加毒性物質，不引起毒性。

(7)低操作成本。

4.處理成效

該處理技術在美國已經過多次試驗並獲得驗證，因此在歐美地區已逐漸為相關產業所接受使用；國內則仍在推廣階段，本節僅列出美國之實績供參考，如表 4.1-22 所示。

表 4.1-22 選擇性離子交換介質萃取回收法處理效率

重金屬種類	原廢水濃度(mg/L)	處理水濃度(mg/L)
鋅離子	192	< 0.01
鎳離子	136	< 0.01
銅離子	221	< 0.01
六價鉻	21	< 0.01

資料來源：台灣美之善公司

4.1.7.3 薄膜處理技術

薄膜設備等級由低至高分別為 MF 系統、NF 系統及 RO 系統。薄膜之處理機制主要為分離與濃縮。以處理電鍍製程清洗水或回收液而言，分離液為水，可回收再利用；濃縮液為電鍍槽液，一般亦可回收使用。

在使用薄膜設備前，由於薄膜一般屬於高分子聚合物，對於游離氯、有機溶劑、礦物機油、過高或過低之 pH（如 < 2 或 > 11）、高濃度氧化劑或還原劑等非常敏感，因此在廢水進入設備處理前，務必先瞭解本身的廢水性質，以免設備受到損害。一般而言，薄膜設備在使用上容易遇到的問題有下列項目：

- 1.機組腐蝕、鹽蝕：與廢水的 pH 值及鹽含量等有關。
- 2.薄膜孔隙阻塞：與廢水中鹽含量、介面活性劑含量、SS 含量及油脂含量等有關。
- 3.薄膜崩裂融合：與廢水中物質(如六價鉻)、有機溶劑含量與游離氯含量等有關。
- 4.廢水處理效率變差；與廢水污染物分子量大小、廢水黏度及污染物是否從濃縮液析出等有關。

所以在安裝、使用薄膜設備時，必須進行可行性試驗，並衡量廢水前過濾與薄膜濃縮過程中之過濾需求。另外，過濾設備要能提供足夠的過濾含量，以免因停機待料，造成操作之困擾。

由於設置一套系統的費用包括薄膜主機、作業桶、泵浦、電器控制盤、管路、冷卻系統等之採購及安裝，因此薄膜設備的設置成本極高；同時，薄膜設備的操作成本與其他處理方式相比，更為數倍之高。因此，薄膜系統應用在表面處理業之處理對象主要為塗裝單元之塗裝液回收，至於鍍鎳或鍍銅之回收液、清洗水處理，在國內僅止於研究階段；而鍍鉻之回收液、清洗水處理，則因鉻離子為強氧化劑，薄膜易被氧化，因此國外雖已研發抗氧化性之薄膜，但仍無適當之處理設備應用。

4.1.7.4 鉻酸吸附脫除技術⁽¹⁰⁾

國內某研究單位為協助產業界解決鉻酸重金屬污染問題，研發出鉻酸之吸附與脫除技術。

1. 吸附技術

鉻酸之吸附係依據鉻酸濃度添加適當之吸附劑於反應槽中吸附六價鉻，以有效降低廢水中之六價鉻濃度。吸附劑為固體粉末、極低水溶性、高吸附量(遠高於其他已知者)，處理時需前處理去除干擾，惟反應時間可能較長。

依據該研究單位之實際測試，含 Cr^{6+} 1600mg/L 之 CrO_4^{2-} 溶液，以 4 克之吸附劑進行吸附，在溫度 30℃、pH 值 8.01 之條件下， Cr^{6+} 濃度降至 1.5 mg/L 以下。

2. 脫除技術

鉻酸之脫除技術與吸附技術類似，但脫除劑可為液體、固體或複方漿體，且用量較吸附劑少、操作時間短(可瞬間反應)、干擾問題少等特性。

依據該研究單位之實際測試，含 Cr^{6+} 1000mg/L 之 CrO_4^{2-} 溶液，以 2.45 克之脫除劑進行脫除；脫除後， Cr^{6+} 濃度降至 0.5 mg/L 以下。

4.2 空氣污染防治技術

4.2.1 污染特性

一、廢氣來源

電鍍製程所產生之空氣污染物主要為酸性或鹼性霧滴，其產生之主要原因為電解時所產生之氫氣與氧氣。這些氫氣及氧氣會在電鍍、酸洗製程槽體內之鍍件沉浸部分或陽極及陰極表面處形成，進而形成氣泡，當其上升到槽體表面時，則因受大氣壓力擠壓破裂而逸散進入空氣中，同時由於此時會挾帶部分酸性或鹼性液滴，故常於製程周遭產生細小之酸性或鹼性霧滴，經逸散途徑進入呼吸系統，而霧滴粒徑細小又具有腐蝕性，易對呼吸系統造成傷害。

電鍍槽中電鍍液面之氣泡破裂時，酸鹼霧滴會隨氣泡破裂濺出，而逸散廠房中，其逸散多寡主要與槽體內氣泡形成之速率有關，而這又與槽體內之化學或電化學活性有關，同時亦會隨著槽內之鍍件、數量、溶液強度與溫度及電鍍槽內電流密度之增加而增加。即電鍍製程所形成之酸霧程度大小，與電鍍浴之陽極電鍍效率及槽內氣體逸散或機械劇烈震動程度相關。對許多金屬而言，若電鍍浴具有極高之陽極電鍍效率時，則產生之酸性或鹼性霧滴將達到最少。

另外，表面前處理階段如鹼洗脫脂、酸液浸漬及蒸氣去漬時，亦會造成污染物之逸散，而這些逸散污染物是以鹼性或酸性霧滴之型式存在。其次，製程中若有研磨單元，尤其是機械研磨，則會產生粉塵；製程粉末狀化學藥品調製、廢水處理場藥品調製或反應槽攪拌時，亦會有溢散氣體污染。

二、廢氣特性

電鍍製程所產生之廢氣一般不含粒狀污染物而以酸性氣體及鹼性氣體為主要之空氣污染物。於脫脂槽、酸洗槽及電鍍槽各槽體所逸散之廢氣特性，整理如表 4.2-1。

表 4.2-1 電鍍製程廢氣污染特性

製程單元 \ 廢氣特性	廢氣量 (m ³ /min)	廢氣溫度 ()	含氧量 (%)	相對濕度 (%)	HCl (ppm)	H ₂ SO ₄ (mg/Nm ³)	NH ₃ (ppm)
脫脂槽	120	27	21	55	-	-	133
酸洗槽	200	27	21	55	100	-	-
電鍍槽	200	27	21	55	-	200	-

4.2.2 可行控制技術

一、廢氣收集設備

根據調查統計，電鍍業者已設置氣罩（或整體換氣設施）抽集酸氣或鹼性氣體之比率約在 88%，顯示業者已充份瞭解氣罩之設置對廢氣之收集及處理具有相當之重要性，同時也是污染防制成敗之關鍵所在。

然而，不論廢氣之收集或處理，最適當之控制技術即為減少污染源之產生或逸散，因此相關之製程清潔生產技術實為最重要之關鍵。因此，除了本節介紹之各種控制技術外，依據個廠之實際狀況於鍍槽上方設置適當之槽體覆蓋板，將可有效減少槽液因溫度而蒸發逸散量。另外，對於製程或廢水處理系統化學藥劑之添加方式，若能以液狀方式添加或補充，將可避免粉狀藥劑之擴散。

1.吊鍍系統

依據電鍍工廠廠房空間實際需求，適當之氣罩型式分為 1.側吸式 2.雙側吸式 3.推拉式 4.摺疊式，如下圖 4.2-1 4.2-4 所示。

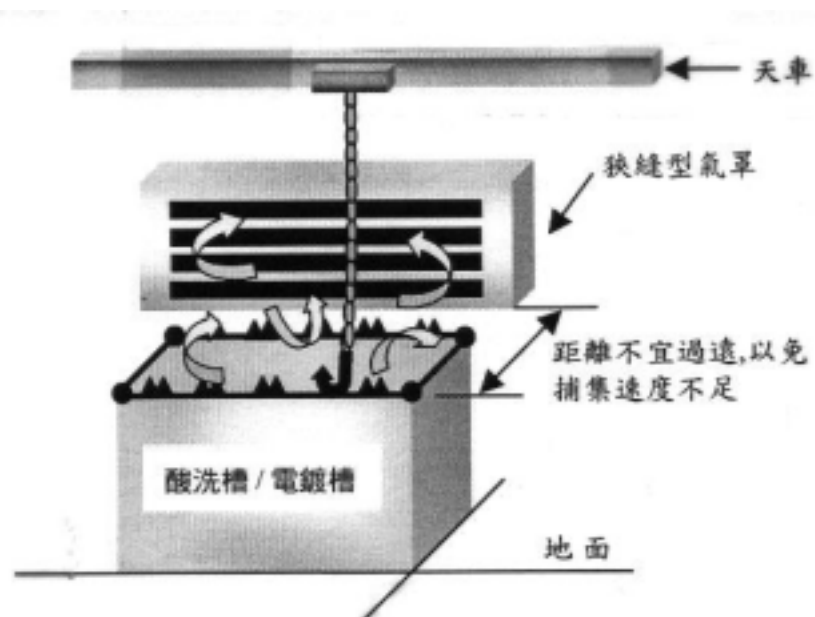


圖 4.2-1 吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之側吸式氣罩

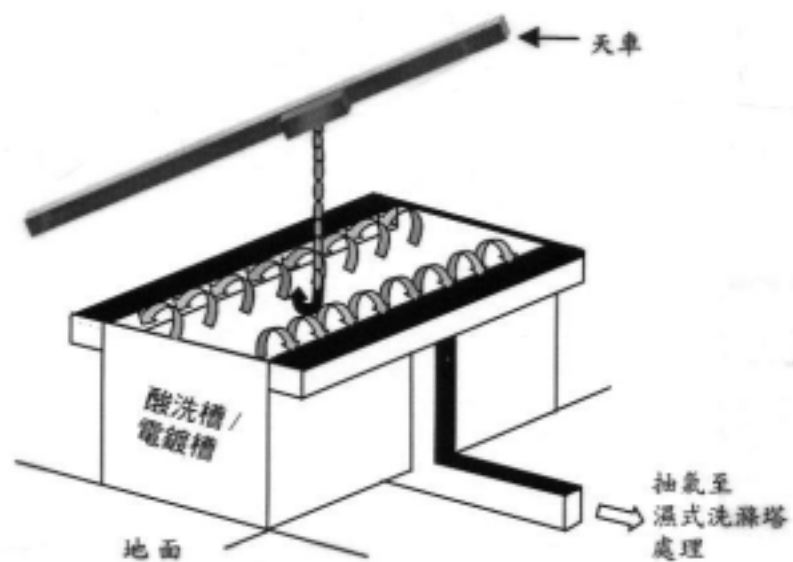


圖 4.2-2 吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之雙側吸式氣罩

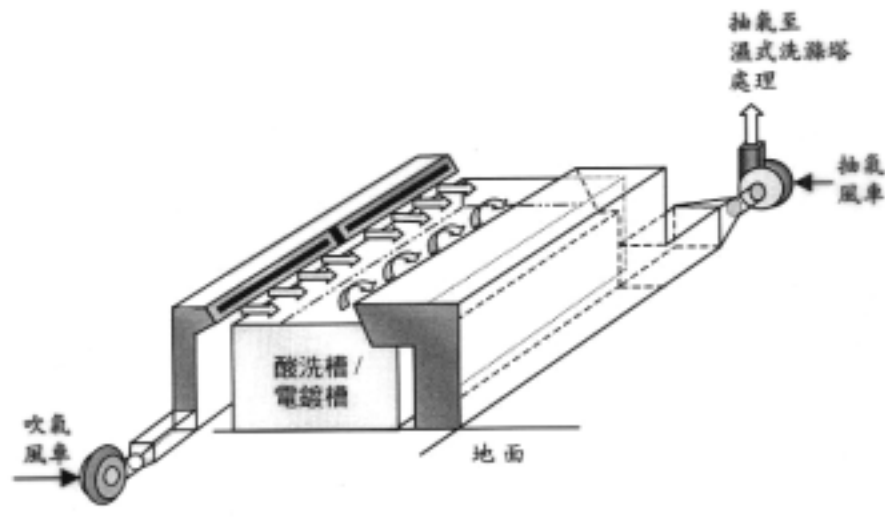


圖 4.2-3 吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之推拉式氣罩

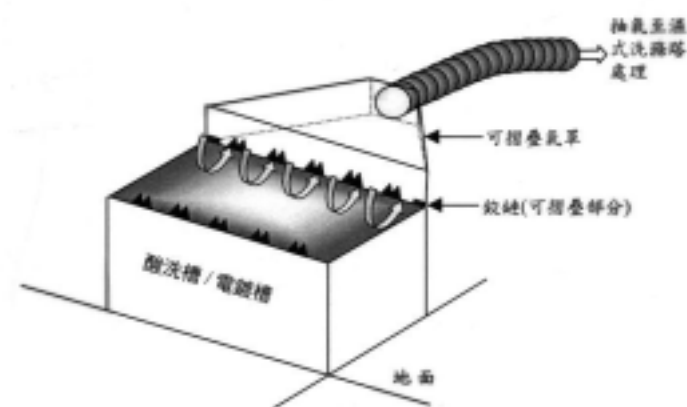


圖 4.2-4 吊鍍製程酸洗槽或電鍍槽之摺疊式氣罩

另外，廢氣處理系統中需有良好捕集速度之集氣罩，一般適當之氣罩抽氣口之最低捕集速度如表 4.2-2 所示，工廠應參考理想之參數，進而達到較佳之收集效果。風速之測定，工廠可購置風速計並由環安人員納入定期檢點工作項目。

表 4.2-2 電鍍製程氣罩最低捕集速度表

製程別	污染物種類	捕集速度(m/sec)
機械研磨	粉塵	1 ~ 2
氰銅化合物	氫氰酸蒸氣	1 ~ 1.5
脫脂	油霧、鹼性蒸氣（氮）	0.5 ~ 0.7
鍍鉛	鉛蒸氣	1.5
硫酸、硝酸	酸性蒸氣（硫酸、硝酸）	0.7 ~ 1.0
鹽酸	酸性蒸氣（氯化氫）	0.5 ~ 0.7
鍍鉻	鉻酸霧氣、酸性蒸氣	1.0 ~ 1.5
氰化鍍鋅	氫氰酸蒸氣	1.0 ~ 1.5

2. 滾鍍系統

龍門式之滾鍍電鍍系統因其上方有一活動式鍍架，為不妨礙製程之操作方便，利用 PP 圓管以側吸方式匯集後導入兩旁之主風管，如圖 4.2-5 4.2-6 所示，兩旁之主風管需架一站板，以利工作人員作業時之運作方便。

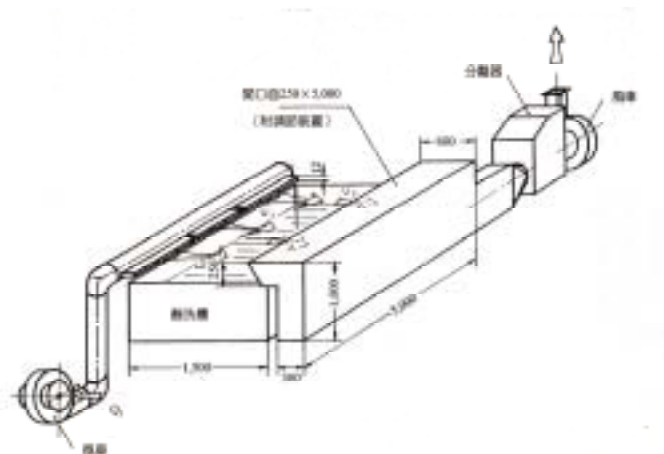


圖 4.2-5 滾鍍廢氣收集系統(一)

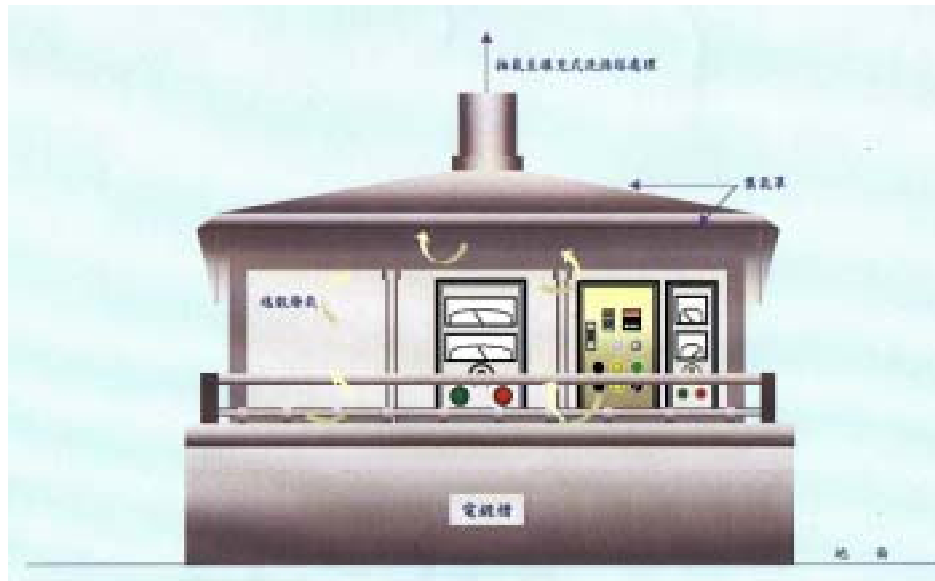


圖 4.2-6 滾鍍廢氣收集系統(二)

若為不妨礙龍門式後架之運作，且礙於空間之關係，則可利用雙邊側吸之方形集氣罩加以收集電鍍製程所逸散之鹼性霧滴，型式與圖 4.2-2 類似。而此方法之特性為以電鍍陽極為界限，分別吸氣，最後將匯集之廢氣以一漸擴之集氣罩加以收集，再導入二邊的主風管中。惟此方式仍需於槽的二邊設置站板，以利工作人員運作之方便性。

3.其他

機械研磨之氣罩，常因作業限制而無法設置理想之形狀，且粉塵易受高速迴轉磨輪之誘引氣流及強烈離心力影響而飛散，因此開口面需較大之捕捉速度且需有足夠之排氣量，其設置方式如圖 4.2-7。至於粉狀化學藥劑調配過程所產生之粉塵，可設置移動式集氣罩加以收集，收集後之粉塵可依純度考慮回收使用。廢水處理場之臭味，需檢討其產生源，於槽體上方設置收集管線並收集至濕式洗滌塔處理。

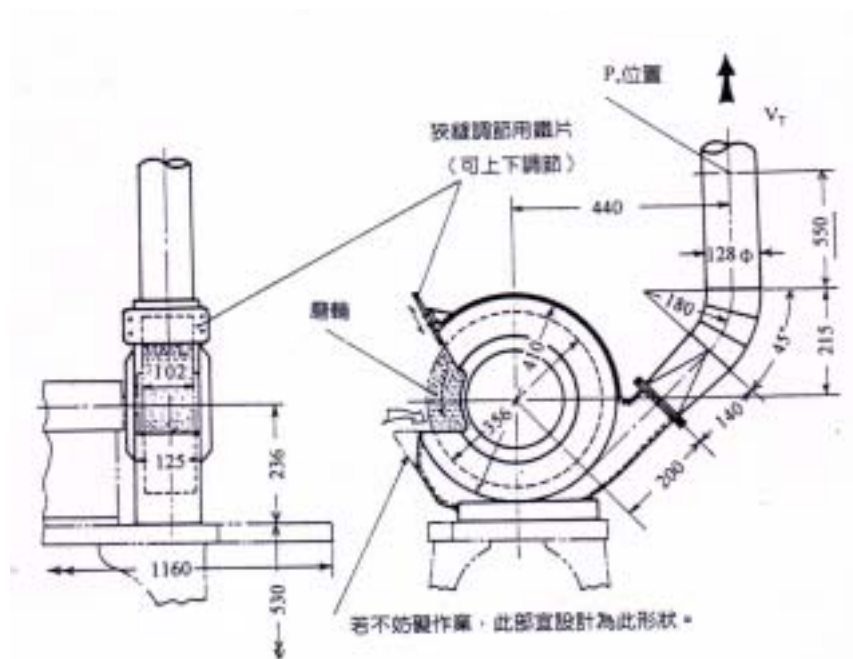


圖 4.2-7 研磨粉塵收集方式

二、廢氣污染防治

製程廢氣收集效率之好壞影響廢氣處理成效甚鉅。一般電鍍槽之廢氣收集氣罩以推拉式效果較佳，惟工廠常因廠地受限及工程設計理念不足而採用側吸式氣罩較多。為避免因匯集二股酸、鹼氣而產生細小鹽類造成排氣之白煙問題及廢氣處理之困擾，故應將酸氣、鹼氣分流處理，以使廢氣處理能達到應有之最高處理效率，理想之廢氣處理流程如圖 4.2-8、4.2-9 所示。

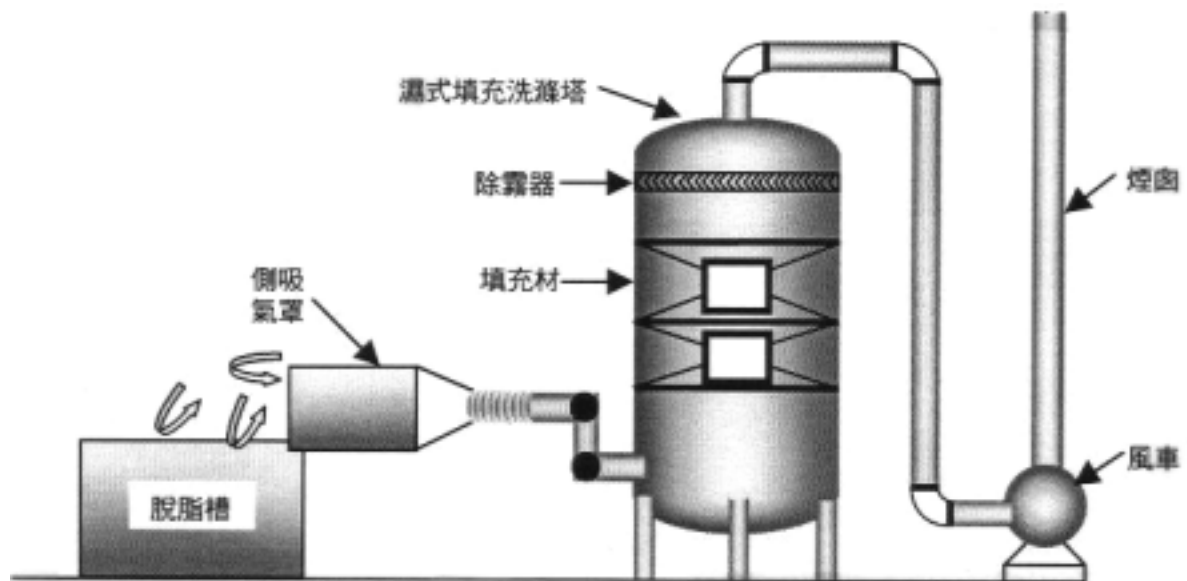


圖 4.2-8 脫脂槽廢氣處理流程

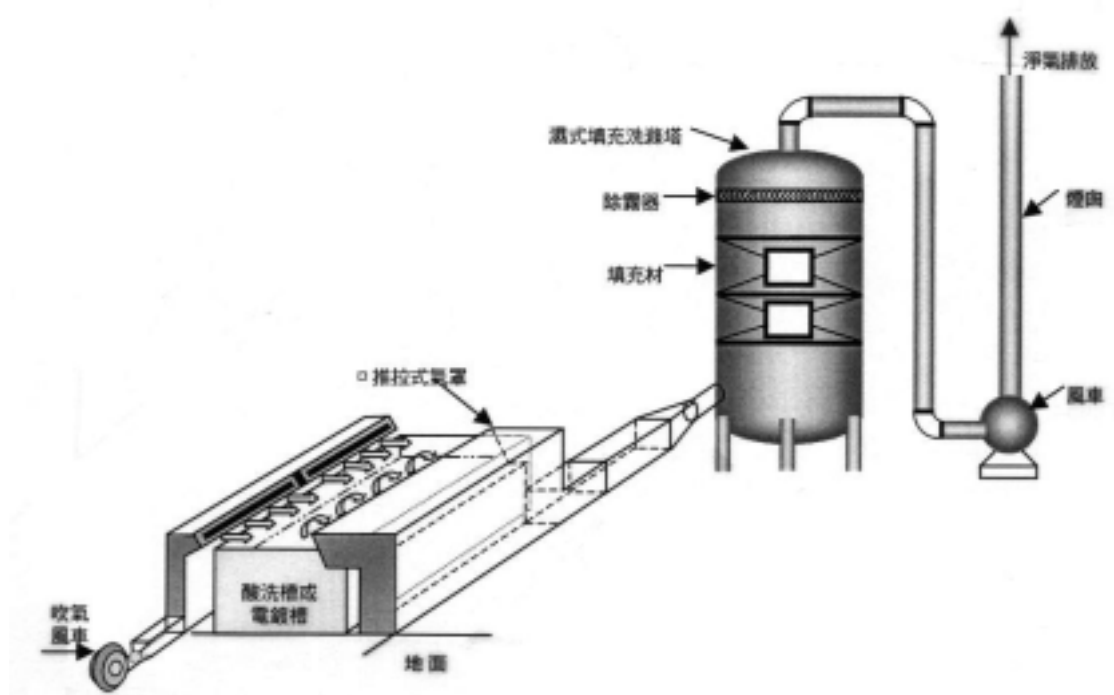


圖 4.2-9 酸洗槽及電鍍槽廢氣處理流程

電鍍廢氣之控制設備最常使用者為低壓損之濕式填充洗滌塔。由於酸液或鹼液均會造成控制設備之腐蝕，故一般控制設備均以 PVC、PP 或玻璃纖維為材質，以避免設備材質腐蝕。大部分電鍍工廠雖已設置濕式填充塔洗滌，惟在操作維護上較不熟悉，導致洗滌塔有阻塞、結垢、渠化，甚至於氣流速度太快時造成洗滌液被帶出等現象。

濕式填充塔洗滌處理設備之型式大致可分成二類，其一是將洗滌液霧化，使其與廢氣接觸，例如噴霧洗滌塔及文氏洗滌塔等；另一是將洗滌液散佈於裝有隔板、填充材或其他裝置內，使氣體迂迴通過，例如隔板式洗滌塔及填充式洗滌塔等，分別說明如下：

1. 噴霧式洗滌塔

噴霧式洗滌塔之型式如圖 4.2-10 所示，洗滌液自塔頂以霧狀或小液滴型式噴灑而下，廢氣由塔頂（同向流）或塔底（逆向流）進入，以達到氣液接觸之目的。本設備可同時達成冷卻高溫廢氣、氣體調理及去除顆粒物質等目的，但由於其對氣體吸收之效果較差，故較少應用於有毒氣體之吸收。

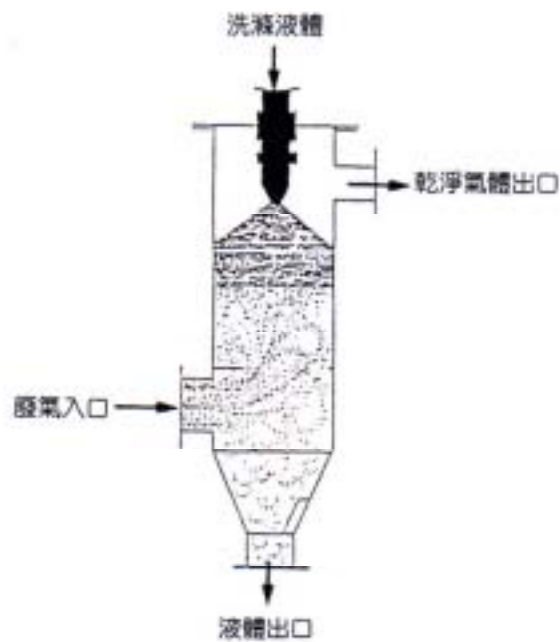


圖 4.2-10 噴霧式洗滌塔

2. 文氏洗滌塔

文氏洗滌塔屬高能量處理設備（如圖 4.2-11 所示），由於停留之接觸時間較短，致使氣液接觸效果較差，故較適用於溶解度大或具反應性之氣體處理。文氏洗滌塔之操作方式為當低壓液體由喉部射入時，高速廢氣於喉部穿剪而過，使洗滌液霧化，以產生氣液接觸作用。

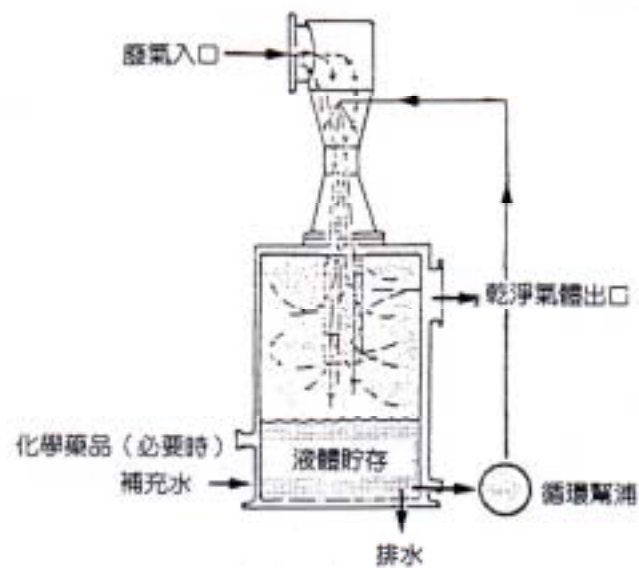


圖 4.2-11 文氏洗滌塔

3. 隔板式洗滌塔

隔板式洗滌塔可分成泡罩塔與篩板塔等二種型式，圖 4.2-12 所示為泡罩塔，塔中有多個平行板將塔分成數段，每一塊板上有許多氣孔，氣孔上蓋以鐘形罩，廢氣自板底通過氣孔，而沿罩之邊緣以氣泡方式逸出，再與板上之液體接觸以產生吸收作用。篩板塔之構造較為簡單，板上開挖尺寸為 6~8 公分之小孔，即成篩板，故設備價格較為便宜。

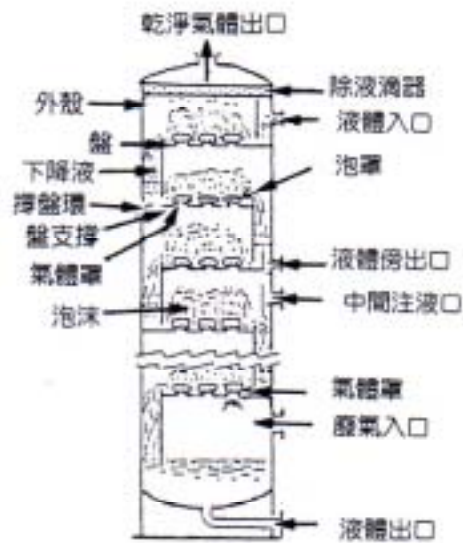


圖 4.2-12 隔板式洗滌塔（泡罩塔）

4. 填充式洗滌塔

填充式洗滌塔之構造型式如圖 4.2-13 所示，塔內裝填具廣大表面積之惰性材料，用以將塔頂噴灑而下之吸收液分散成薄膜，使其與來自塔底之廢氣發生連續充分之接觸，以進行冷卻、濕化及吸收作用。對於處理廢氣量大、污染物對吸收液之溶解度不大及吸收反應速率慢等情況之廢氣，使用本型式之吸收設備能獲較佳處理效率。

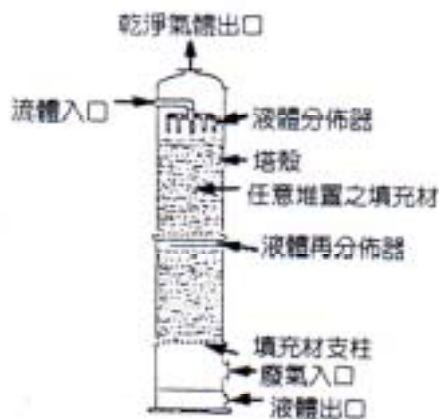


圖 4.2-13 填充式洗滌塔

4.2.3 濕式洗滌塔之操作維護

一、操作時應注意事項

一般濕式洗滌塔在啟動後應再次檢查氣體和液體的流量，以確保系統在設計參數下正常的操作。

二、維護保養

正常的維護工作只需定期的檢查風扇、泵、化學加藥系統、管線、導管及液體分散器。正常充填的填料在其設計使用年限內幾乎不需要清理（對吸收而言），但由於填充床乾燥或進氣之固體物含量太高、反應生成之沉澱物過多、鹽類結晶或其他外來雜質等在填料上發生堆積時則必須加以清理，一般可使用清水循環、高壓水沖洗或蒸汽淋洗等方式清理，但若欲使用化學藥劑清洗內部時則應先徵詢顧問公司的意見，有些時候必須取出內部的充填物後方可清理洗滌塔內部（如有 CaF_2 結垢或過多量的沉澱粒子時）。

一般未能長期濕潤的填充床必須不定期的淋洗潤濕之。保養頻率之決定有賴於經驗的累積，而長期的操作保養記錄及機件維護手冊均有助於安排維修計畫表。計畫表中包含了許多需要檢查的項目，而設備中應留有檢視窗可以目視檢查。一般濕式洗滌塔檢查項目除上述外，尚有未阻塞的管線、噴嘴之更新、汰換

及修補等，表 4.2-3 為濕式洗滌塔的檢查要項及檢查頻率。惟實際維護保養工作之頻率仍應隨系統操作狀況及設備製造商之建議而變動。

表 4.2-3 濕式洗滌塔檢查要項及檢查頻率

設 備 檢 查 要 項	檢 查 頻 率
檢查在進氣流下游及液體流速加速的地方是否嚴重的磨蝕。	每週一次。
檢查洗滌塔內表面的腐蝕狀況。	一至三個月一次。
檢查是否有過量的堆積現象，特別是在乾 / 濕交界區。	三個月至半年一次。
檢查是否有過量的結垢現象，這可能受到諸如溫度、pH、灰塵之化學組成或補充水之化學成份，迴流率降低、負荷增加或固體粒子去除系統故障等操作程序改變之影響。	每月一次。
檢查噴嘴是否結垢，有雜質堆積或者損壞。	每月一次。
檢查沖刷管線是否有堆積現象，可預留管線清潔孔在不停機狀況下進行清理的工作。	一至三個月一次。
檢查管線及容器內之腐蝕及洩漏現象。特別是有防蝕襯裡的管線，應預防有老化衰退的現象。	一至三個月一次。
液滴的形成可能由於氣流量過大、除霧器阻塞或出風口的冷凝作用；應檢查支撐結構並順利的操作。	三個月到半年一次。
檢查泵的磨蝕狀況、軸封水、墊片及操作平滑性。	每週一次。
檢查節流閥及閥聯接點磨蝕及積垢現象。	每月一次。
檢查風扇潤滑、風扇軸承冷卻系統、皮帶磨蝕及張力和導翼的腐蝕 / 浸蝕程度。	每週一次。
檢視在放流狀況下之內表面及槽支撐狀況。	半年一次。
檢視所有程序及控制管線、導風管及外接頭的漏水現象。	半年一次。
檢視所有儀器的操作設定狀況。	每月一次。
檢視和天氣有關的問題。如天寒時對管線需有適當的保護或加熱程序。	每月一次。

三、異常現象的排除

1. 濕式洗滌塔的壓降長時期地持續增加，則表示有下列問題：

- (1) 液體分散器的流量可能增加，必須檢查。
- (2) 填充床的填料可能因為固體沉澱而發生部分阻塞現象，需要清理。
- (3) 匯流型分散器可能發生部分阻塞而需要清理。
- (4) 填料底部的支撐板孔隙可能發生架橋而導致壓降增加。
- (5) 填料可能由於腐蝕或固體沉澱而發生沉陷，需要清理或補填。
- (6) 穿過濕式洗滌塔之氣流可能因為節流閥調整而改變，需要再調整。

2. 穿過吸收床之壓降減少程度過快或過慢

- (1) 分散器之液體流量可能減少，需調整之。
- (2) 氣流量可能因為風扇特性改變或節流閥設定改變而減少。
- (3) 因液體分散器部份堵塞而導致渠化現象造成壓降升高現象，需檢視是否所有的分散器均可正常使用。
- (4) 填充料支撐板可能損壞而掉落至底部以致於填料散落在底盤上，使得壓力降減小。

3. 迴流液之壓力提高或產生低流量變化

- (1) 迴流管上之過濾器或濾網發生堵塞，需清理。
- (2) 噴嘴阻塞，應清理或更換。
- (3) 固體粒子堵塞部份管線而需清理。
- (4) 泵的導翼過度地磨損。
- (5) 泵的進流或出流口不當的關閉。

4. 產生高液體流量時

- (1) 內部的分散管發生破裂。
- (2) 噴嘴不適當地安裝。
- (3) 噴嘴鬆脫或脫落而致。

(4)泵的排水部份節流閥改變，產生大流量，必須重新調整。

5.濕式洗滌塔廢氣排出口排放過量的液滴

(1)由於部份液滴分散器的堵塞，造成部份區域氣體流速過快使吸收液滴逸出。

(2)進流氣體超過設計容量而產生挾帶(reentrainment)現象。

(3)因為填料沒有均勻排列而導致渠化及濕潤粒子的再逸出。

(4)發生氣流突然湧入時會將填料沖出或使吹向某一邊聚集，形成開放式的“洞”導致氣體穿過。

(5)液滴分散器、支撐板可能損壞並掉落以致發生渠化現象。

6.氣流量低或無氣流

(1)填料堵塞而限制氣流。

(2)液體量不當地增加而使阻力增加並提高壓力降，導致氣流降低。

(3)風扇皮帶磨損或鬆脫，使送風量減少。

(4)風扇導翼部分腐蝕，而降低風扇效率。

(5)導管受固體影響而部分阻塞。

(6)系統的風扇可能不當的關閉或改變設定。

(7)受腐蝕而使導管發生破裂或洩漏。

7.氣流量增加或突然增加

(1)突然打開風門。

(2)流體流量過低。

(3)填料突然損壞而掉到洗滌塔的底部。

8.吸收效率突然減少

(1)補充液體量不當地關閉或節流過低。

(2)若使用化學加藥系統，可能化學藥劑用罄。

(3)pH 控制的設定點不適當，必須重新調整以增加加藥量。

(4)加藥系統之泵、控制閥或管線堵塞等可能發生問題。

(5)液體量可能過少而不能有效地去除污染物。

(6)液體分散器或填料上發生阻塞而導致的渠化現象。

四、濕式洗滌塔定期操作維護表格

濕式洗滌塔定期操作維護表格範例，如表 4.2-4。

表 4.2-4 濕式洗滌塔定期操作維護記錄(範例)

設備編號：_____責任單位：_____記錄人員：_____年月：_____

項 目		頻 率	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
清 洗	過濾器	週																															
	pH 槽	週																															
點 檢 項 目	洗滌塔 電流	日																															
	pH 值	日																															
	水壓 (上噴)	日																															
	水壓 (側噴)	日																															
	馬達風機 異音	日																															
	洗滌水霧 化情形	日																															
	風車電流	日																															
點 檢 者																																	
確 認 者																																	
備 註	風車電流：190 250 (安倍) 水壓上噴：1.0±0.2 (Kg/cm ²) 水壓側噴：1.6±0.2 (Kg/cm ²)																																

表 4.2-5 濕式洗滌塔定期保養管理記錄(範例)

責任單位：_____

機台 NO	管理保養內容	頻 率	月				月				月				月				月			
NO.1	1.用水量(水錶數)	週																				
	2.抽水管濾網清洗	週																				
	3.pH meter 清潔與校正	週																				
	4.前置過濾網更新	週																				
	5.風車皮帶 滑輪及培林檢查	月																				
	6.循環水檢查及換水	月																				
	7.馬達加油 點檢	月																				
	8.塔內部及填充材清洗	半年																				
	9.塔體外部清洗及保養	年																				
備註	操作保養 特記事項																					

4.3 廢棄物特性與處理處置

4.3.1 廢棄物特性

電鍍工廠所產生之主要廢棄物為高濃度廢液、廢水污泥以及化學藥品之盛裝容器等事業廢棄物，另外則為產自辦公室之一般事業廢棄物，如垃圾、廢塑膠、廢紙等，工廠於廠內自行分類貯存後委由合格清除處理公司處理、處置。

高濃度廢液及廢水污泥因含有重金屬成份，依有害廢棄物之製程特性認定，屬於有害事業廢棄物，若未妥善處理及回收，將造成環境污染及資源浪費的雙重效應。目前國內業者將高濃度廢液送入廢水處理場進行混凝沉澱處理，而產生之污泥則委由清除處理機構代為處理處置。

根據研究分析，各電鍍工廠之乾污泥中重金屬含量相差甚鉅，如表 4.3-1 所示。由於一般工廠之電鍍程序會採用不同之金屬電鍍，因此污泥中所含重金屬成分會因各廠之作業程序不同而異。一般電鍍製程比較常採用之電鍍浴槽以鋅、鎳及鉻佔多數，所以污泥中所分析出來的重金屬以此三種金屬為主。

表 4.3-1 電鍍污泥重金屬成分分析

項目 工廠	鋅	鉛	銅	鉻	鎳
1	14,989	179	197	404	128
2	187	893	204	101	1,438
3	1,326	631	4,602	42,941	130,084
4	14,609	128	37	182,128	165
5	676	865	634	7,093	170,433
6	1,351	612	5,351	-	1,030
範圍值	188 14,989 (5,516)	129 893 (552)	37 5,352 (1,841)	101 182,128 (38,778)	128 170,433 (50,547)

註：()為平均值，單位：mg/kg

資料來源：污泥特性調查及處理處置方式研究

4.3.2 貯存方法與設施

電鍍工廠之事業廢棄物清除處理流程如圖 4.3-1 所示。工廠於事業廢棄物清除前，需先將廢棄物妥善貯存，其相關規定悉依「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」辦理，相關規定說明如下：

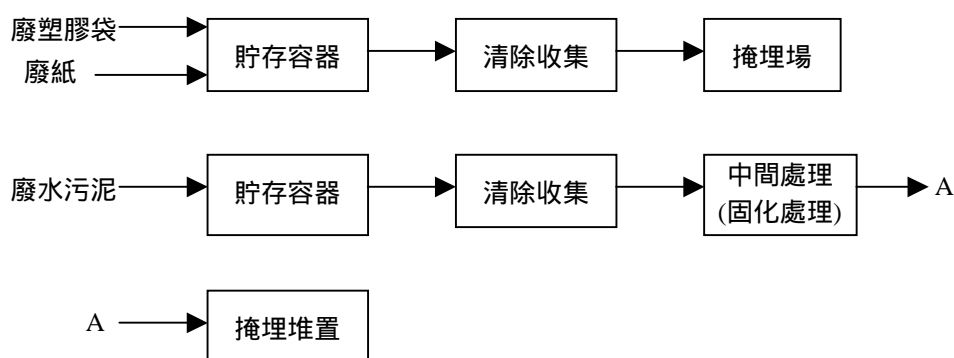


圖 4.3-1 廢棄物貯存、清除、處理流程圖

- 1.主管機關為管理事業廢棄物之貯存、清除及處理，得命事業機構或公民營廢棄物清除、處理機構於指定期間以網際網路連線或其他指定之方式申報所產生或營運之事業廢棄物種類、數量、貯存方式及清除處理方法，事業機構不得拒絕。
- 2.有害事業廢棄物應與一般事業廢棄物分開貯存。
- 3.一般事業廢棄物之貯存方法，應符合左列規定：
 - (1)貯存地點、容器、設施應經常保持清潔完整，不得有廢棄物飛揚、逸散、滲出、污染地面或散發惡臭情事。
 - (2)貯存容器、設施應與所存放之廢棄物具有相容性，不具相容性之廢棄物應分別貯存。
 - (3)貯存地點、容器、設施應於明顯處以中文標示廢棄物之名稱。

4.有害事業廢棄物之貯存方法，除感染性事業廢棄物外，應符合左列規定：

- (1)應以固定包裝材料或容器密封盛裝，置於貯存設施內，分類編號，標示產生廢棄物之機構名稱、貯存日期、數量、成分及區別有害事業廢棄物特性之標誌。
- (2)貯存容器或設施應與有害事業廢棄物具有相容性，必要時應使用內襯材料或其他保護措施，以減低腐蝕、剝蝕等影響。
- (3)貯存容器或包裝材料應保持良好情況，如有嚴重生鏽、損壞或洩漏之虞，應即更換。
- (4)貯存以二年為限，超過二年時，應於屆滿三個月前向貯存設施所在地主管機關申請展延。

5.一般事業廢棄物之貯存設施，應符合左列規定：

- (1)應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施。
- (2)由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。

6.有害事業廢棄物之貯存設施，除感染性事業廢棄物外，應符合左列規定：

- (1)應設置專門貯存場所，其地面應堅固，四周採用抗蝕及不透水材料襯墊或構築。
- (2)應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施。
- (3)由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。
- (4)應於明顯處，設置白底、紅字、黑框之警示標誌，並有災害防止設備。
- (5)設於地下之貯存容器，應有液位檢查、防漏措施及偵漏系統。
- (6)應依貯存事業廢棄物之種類，配置監測設備、警報設備、滅火、照明設備或緊急沖淋安全設備。

7.不具相容性之事業廢棄物不得混合清除。

8.事業機構自行或委託清除機構清除有害事業廢棄物，至該機構以外之貯存或處理場所時，除依公告指定以網際網路連線申報事業廢棄物清理者外，須填具一式六聯之遞送聯單。

9.左列事業廢棄物除再利用者及中央主管機關另有規定外，應先經中間處理，其處理方法如下：

- (1)污泥：無機性污泥脫水或乾燥至含水率百分之八十五以下；有機性污泥以脫水或熱處理法處理。
- (2)有害事業廢棄物認定標準所列之任一種含有毒重金屬廢棄物：以固化法、穩定法、電解法、薄膜分離法、熱蒸發或熔煉法處理；含氰化物者，以氧化分解法、焚化法或濕式氧化法處理。乾基每公斤含汞及其化合物濃度高於二百六十毫克者，應先以熱處理法回收汞。
- (3)廢酸或廢鹼：以蒸發、蒸餾、薄膜分離或中和法處理；含氰化物者，應先經氧化前處理，再以中和法處理或濕式氧化法分解之。

10.事業廢棄物之中間處理設施，除中央主管機關另有規定外，應符合下列規定：

- (1)應有堅固之基礎結構。
- (2)設施與廢棄物接觸之表面，採抗蝕及不透水材料構築。
- (3)設施周圍應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施。
- (4)應具有防止廢棄物飛散、流出、惡臭擴散及影響四周環境品質之必要措施。
- (5)應有污染防制設備及防蝕措施。

4.3.3 污泥處理技術⁽¹²⁾

一、污泥乾燥技術

電鍍廢水污泥因含有環保署公告之有害重金屬成分，在廢棄物分類上屬於有害事業廢棄物，因此業者若委託清除處理業清理時，其成本較一般事業廢棄物高出 5~6 倍，因此若能將脫水後之污泥進一步乾燥，將可大幅減少有害事業廢棄物量並降低處理成本。

一般污泥乾燥技術方法主要有熱裂解、焚化、熔融等方法，不同技術之比較綜合如表 4.3-2 所示。污泥乾燥之技術原理係利用設備提高溫度以改變污泥之化學物理或生物特性以及其組成份的方法，污泥水分乾燥去除機制如下：

- (1)表面水：受熱直接蒸發。
- (2)內部水分：

利用解體/破碎以增加蒸發面積。

使用高溫之加熱媒體/減壓，以增加污泥及加熱媒體之溫差。

依據電鍍廢水污泥特性研析，適合電鍍業使用之污泥乾燥技術主要有真空抽引式氣流乾燥機及電熱式乾燥機二種，分別說明如下。

表 4.3-2 廢水污泥乾燥技術比較

說明項目	乾燥法	焚化法	熔融法
原理流程	利用燃料熱或電熱、熱風以 600 以下之溫度使水份蒸發，減少廢棄物含水率，達到廢棄物減重之目的	以燃燒方式溫度控制約 600 1,200 將廢棄物的有機質轉換為氣態二氧化碳、水蒸氣及微量的污染性氣體(氯化氫、二氧化硫等)，產生之灰渣需妥善處理	利用燃料熱、電熱、電阻、電弧或電漿於 1,200 3,000 高溫條件下，使有機物熱分解、燃燒及氧化，無機物熔融成玻璃質熔渣，而重金屬則被包覆於 Si-O 之網狀結構中
適用對象	高含水率之廢棄物	有機性廢棄物及高含水率之無機性廢棄物	液態高階核能廢料、焚化灰渣、廢水污泥等
技術成熟度	高	高	低
設備費用	低	中	高
操作維護成本	低	中	高
特點	1.操作維修容易 2.佔地面積小	1.可有效破壞一般及毒性有機物 2.廢水污泥之含水份完全去除，可有效減容 3.廢熱可回收	1.熔渣可資源化應用為耐火磚、建築用磚、建築骨材及環保水泥等之原料 2.可處理焚化無法處理之廢棄物，如放射性核廢料、石棉及灰渣
應用限制	1.廢水污泥乾燥處理後，含水率約 10%，體積減容有限 2.爐體處理容量有限	1.操作不當會產生戴奧辛污染問題 2.含鹵素、汞、砷、硒、鉛、鎘及含硫之有機物不適用 3.產生之灰渣需進行最終處置	1.操作技術複雜，操作人員素質高 2.國內尚無實廠實績 3.生成之燒結物之資源化市場待拓展

資料來源：財團法人中技社綠色技術發展中心彙整

1. 真空抽引式氣流乾燥機

真空抽引式氣流乾燥機設備如圖 4.3-2，其具有脫水及乾燥之功能。在脫水功能方面，該系統係使用板框式脫水機，將污泥含水率降至 70~80 % 左右，其操作方式與一般之板框式脫水機相同。在乾燥方面，該系統係使用真空抽引方式去除水份，此為該設備之特色。操作時，使用 80 的熱水，先使其充份佈滿並循環於壓濾機的每一板框與薄膜，待熱水與薄膜充份接觸後隨即啟動真空抽引系統，80 的熱水於真空狀態下快速沸騰成為水蒸汽而被帶出，進而與污泥分離，如此以達到污泥乾燥之目的。真空抽引式脫水機經評估，其脫水效率高於國內普遍使用的壓濾機達 60% 以上。以污泥產量 160 噸/月的工廠而言，若其含水率可由 75% 減少至 10%，則單就污泥處理費而言，每年即可節省 1000 萬元以上，效益十分可觀；且若以設備投資費用與獲利效益相比，僅約 4-6 個月即可完全回收，回收期限短。



圖 4.3-2 真空抽引式氣流乾燥機

2. 電熱式乾燥機

電熱式乾燥機係利用特殊設計之高效率烘箱，在熱風循環效率良好之情況下達到水分烘乾之目的。其處理流程及設備示意圖如圖 4.3-3 所示。該技術具有下列特性：

- (1)設備佔地面積小。
- (2)採用晚上離峰用電，不增加正常動力負荷。
- (3)特殊設計，只烘乾水分，無二次公害。
- (4)污泥乾燥後，含水率低於 10 %。
- (5)經濟效益高，減少污泥體積及污泥處理費用。
- (6)全自動操作，定時運轉完成，操作簡便。
- (7)安全性高，多段安全跳脫警報、停機裝置。

該烘乾技術係由國內電鍍業者自行研發、改良，因此設備性能及操作特性均能符合電鍍業之需求。以電鍍工廠實際應用成效，某工廠之廢水污泥經板框式脫水機脫水處理後，污泥含水率約 77 %，年污泥量為 156 公噸；經採用該設備後，污泥含水率降至 1 %，年污泥量減為 36 公噸；經濟效益依有害事業廢棄物委外清除處理費用 1.5 萬元/公噸計算，其經濟效益達 180 萬元/年，設備回收期限約 6 個月。

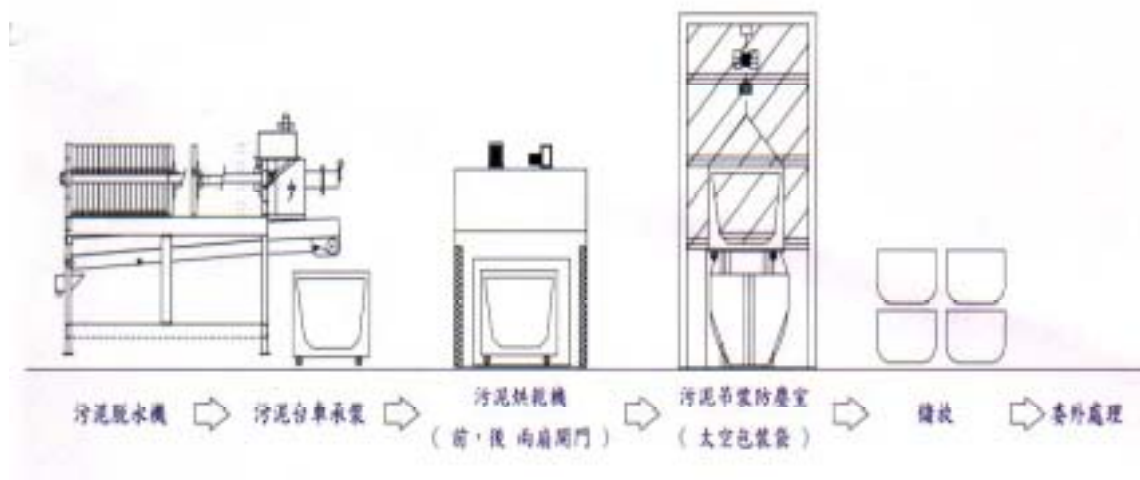


圖 4.3-3 電熱式污泥烘乾機處理流程

二、固化處理技術

美國環保署曾針對 RCRA 所列之有害廢棄物進行研究，結論認為電鍍業所產生之重金屬污泥較適合以固定化處理。惟其對象僅適用於含鎘、鉻、鉛、鎳、銀。常用的固化方法以水泥固化為主，一般採用波特蘭水泥，並輔以水玻璃為添加劑。水泥固化法之特點為：

1. 水泥原料多且便宜，操作技術成熟不需要專門技術人員操作。
2. 重金屬污泥不需完全乾燥脫水，水泥水化作用（hydration）需要水份，因此可視重金屬污泥之含水率而添加不同劑量之水泥。
3. 水泥不具可燃性，且對外來酸具有中和緩衝作用。
4. 添加大量水泥，廢棄物體積及重量均會增加。
5. 若污泥中含有會影響水泥凝固或養護之因素時，常需加以前處理或添加助凝劑。
6. 水泥固化強度不夠時，需有設計完善之安全（封閉）掩埋場加以處置，以降低酸性滲液影響致有害物質之溶出。

固化處理雖可將重金屬固定於固化體內，降低其溶出潛勢，減少重金屬污染環境的機會。但體積、重量的增加是最不利於採用固化處理的因素，除非固化體強度足夠，則可進行比較不會與人體或生物直接接觸等之再利用，如地基、護堤、消波塊等。

三、重金屬污泥資源化

電鍍廢水中污泥所含之重金屬種類與濃度，已如前述，如欲將其資源化回收則必須評估主成份之類型、濃度及經濟效益等項目。綜合性電鍍廢水污泥之資源化方法，彙整如表 4.3-3，主要可分為乾法及濕法兩大類，而國內外常用之方法主要為濕法之處理技術，分別說明如下：

表 4.3-3 重金屬污泥資源化技術比較

技術種類 \ 項目		產品 / 用途	優點	缺點
固 化 法		建材、鋪路、填土	初設費低 處理容易	資源回收效益低 處理成本高
乾 法	燒 法	單一金屬，金屬鹽類 / 色料	資料回收效益高	不適合混合型態污泥 造價高，國內未有適合冶煉廠 操作費用高
	高溫熔融法	玻璃態固體 / 建材，藝術品	處理污泥型態廣泛	造價高 回收產品層次低 操作費用高
濕 法	酸 浸 法	化工原料	初設費及操作費低	不適合混合型態污泥 回收產品層次低 有發生二次污染之虞
	氨 浸 法	化工原料	資源化市場成熟 初設費及操作費低 處理彈性大	回收產品層次低 有二次污染之虞
	萃 取 法	化工、農業及冶煉原料	初設及操作成本低 設備操作容易 無二次污染	萃取劑來源少 國內未有冶煉廠

1. 濕式氨浸法技術

濕式氨浸法早在 1970 年代就已有文獻記載，而只有中國大陸在近十年有實廠運轉之文獻記載。瑞典 Am-MAR (Ammoniacal carbonate leaching-Metals and Acids Recovery) 處理電鍍污泥流程，已完成試驗工廠規模，此外，美國、加拿大、西德等均以濕式氨浸法進行電鍍污泥資源化之研究工作。此法之處理流程如圖 4.3-4。

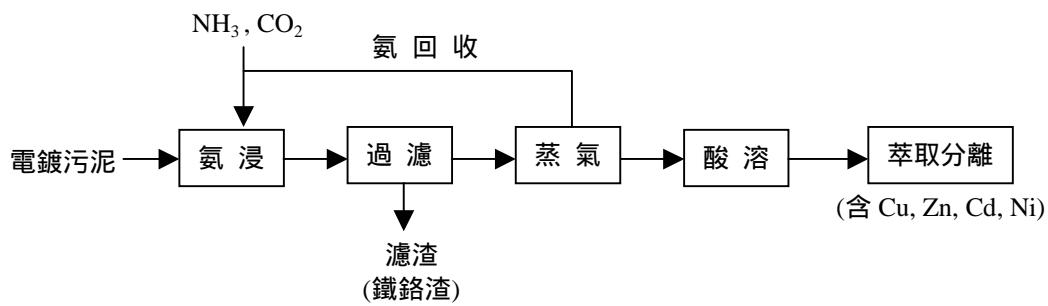


圖 4.3-4 濕式氨浸法流程

此法之關鍵技術在於氨浸的步驟及氨蒸發回收技術，在實際運轉操作時，當考慮在提高浸出率及氨回收率時，如何促使濾渣中鉻、鐵之分離效果增加。

此法之處理程序著重於分離渣與回收兩大技術，即包含化工單元程序中的浸漬、萃取、結晶、電解、置換、加氫還原、過濾、沉澱等，其組合流程依需要可彈性調整。

2. 濕式酸浸法技術

濕式酸浸法是以硫酸為浸漬液，用來溶解金屬氫氧化物，反應條件為 pH 在 0.5 ~ 1.5，溫度為 40 ~ 60℃，除了鈣的浸出率較低（約 15%）外，其他重金屬離子如鉻、銅、鎳、鋅、鐵、鎘等的浸出率均在 90% 以上。其處理流程如圖 4.3-6。

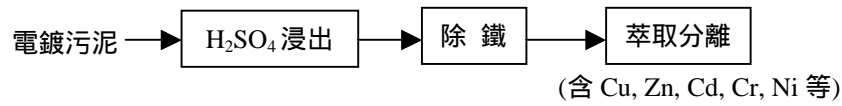


圖 4.3-5 濕式酸浸法流程圖

上法困擾問題是鐵浸出後會嚴重影響其他金屬的回收與分離純化之效果。此外，由於本法是在酸性環境下進行反應，若原電鍍污泥中有未完全氧化的氰離子時，將會釋出劇毒之氰酸氣，操作時尤須特別小心。

四、鉻系污泥回收

1. 鉻鹽回收技術

鉻系廢液經還原中和法產生大量含金屬氫氧化物之沉澱物，由於其中含氫氧化鉻比例最高，故稱之為鉻污泥，除氫氧化鉻之外，尚有其他重金屬之氫氧化物，如氫氧化銅、氫氧化鎳、氫氧化鐵及硫酸鈉等物質。因鉻污泥中氫氧化鉻之含量約佔 30～80%，相當於含鉻之礦物原料，此種污泥粒子微粒，於 800℃ 極易與碳酸鈉反應，生成水溶性的鉻鹽（鉻酸鈉），經水萃取後則可和氧化物殘渣分離，處理流程如圖 4.3-6。此方法之鉻轉化率可達 95%，而影響鉻轉化率之因素包括鉻污泥本身之組成、碳酸鈉用量及溫度等。

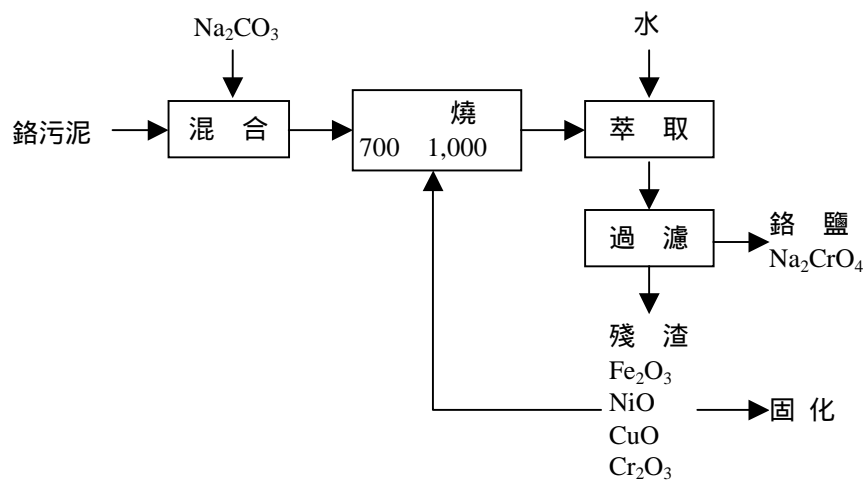


圖 4.3-6 鉻污泥回收鉻鹽流程

2. 製造陶瓷顏料產品

電鍍污泥中所含之重金屬有些與顏色有關係，通常用來做色料，因此利用含鉻電鍍污泥製成陶瓷顏料，可用在陶瓷、馬賽克、彩砂等建材中使用，可獲得較好的經濟效益。

此法係將含有鉻、銅、鋅等重金屬氫氧化物的電鍍污泥集中，進行乾燥、破碎、混勻，再按陶瓷顏料配比計量，添加氧化鋅、氧化鐵等輔料，污泥量與添加輔料量比為 20：1，混合磨粉、裝匣在 1,200 窯爐內，隔焰燒成陶瓷釉之顏料。由於電鍍污泥中含有矽酸鹽等無機成分及鉻、鐵等氧化物存在，使原污泥在高溫下完成玻璃化作用，尤其是三價鉻在大量鐵、鋅存在下，高溫生成尖石結構體，不再受環境影響而浸出，此技術燒成之成品經粉碎、研磨，形成黑、棕、深紅或深綠等產物，與市售鋅-鐵-鉻系列陶瓷料色調相同，其他性能亦符合此類顏料之行業標準，可以替代目前陶瓷及高級建材生產上使用的色料。

3. 鉻鞣革劑製作

鞣革為皮革製造的一種過程，鉻鞣革便是其中一種方法。其主要過程乃是以三價鉻與皮革中蛋白質作用而達到鞣革目的。目前在台灣鞣革的過程是將浸酸後

之皮革浸於六價鉻酸（ $K_2Cr_2O_7$ 或 $Na_2Cr_2O_7$ ）溶液中，再於鞣革末期加入碳酸鈉或其他鹼類將六價鉻還原成三價鉻。中國大陸現已發展出利用電鍍污泥、廢液直接製造含三價鉻之鞣革劑，其中廢液中之成份為 Na_2CrO_4 ，污泥中之成分為 $Cr(OH)_3$ ，其製造過程分別如下：

(1) 糖還原法製造鞣革劑

本方法乃是針對含有 Na_2CrO_4 之鉻廢液中加入工業用葡萄糖、蔗糖等還原劑，其還原反應如下：



糖還原法製作鉻鞣革劑之流程如圖 4.3-7。

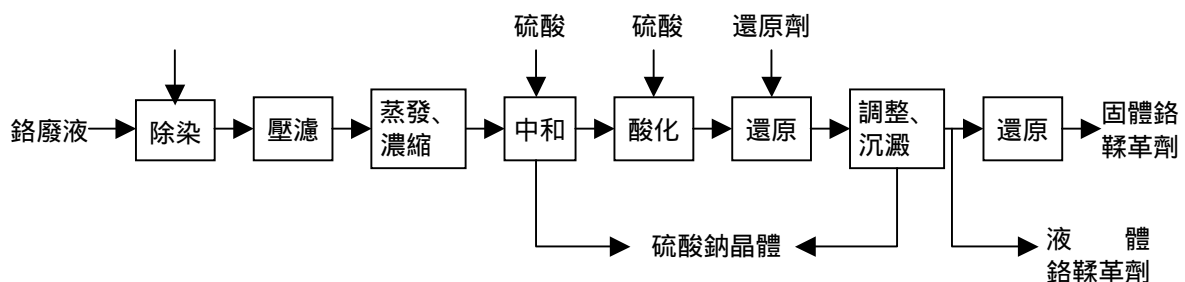


圖 4.3-7 糖還原法製作鞣革劑流程

(2) 氫氧化鈉污泥製造鞣革劑

製造過程加入硫酸酸化，調整鹽度，再經乾燥即可成為鉻鞣革劑。其製造流程如圖 4.3-8。

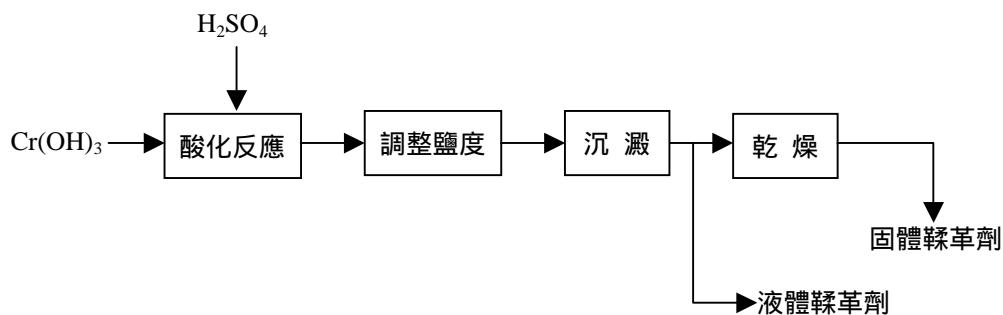


圖 4.3-8 氫氧化鉻污泥製造鉻鞣革劑流程

影響鉻鞣革劑品質的主要因素有：

鹽度：鉻鞣革劑鞣革主要依靠硫酸鹽的鉻離子，鹽度過高或過低均會影響產品品質。

含鐵量：鐵在鞣革過程中是有害離子，會使皮革變脆，並影響其色澤。所以材料中含有過多鐵離子，應予去除。

4.製造實心黏土磚

於製造粘土磚的過程中，加入一部份之電鍍污泥，使電鍍污泥中的主要成份金屬氫氧化物在燒結過程中完成去水反應，形成穩定之金屬氧化物，與黏土中的主要成分矽酸鹽反應。其流程見圖 4.3-9。

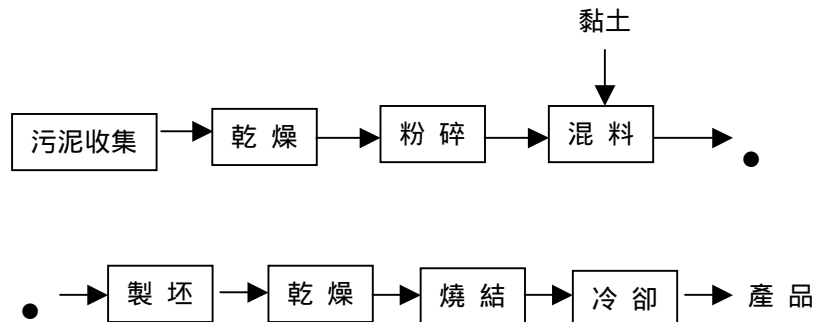


圖 4.3-9 電鍍污泥製造實心黏土磚流程

為保證黏土磚的品質及避免重金屬之二次污染，對電鍍污泥應限制如下：

1. 電鍍污泥中不可含有可觀比例之油脂、有機物及其他化學物質。
2. 電鍍污泥中不允許混入生活垃圾。
3. 電鍍污泥含水率應低於 80%。

五、電鍍污泥與廢塑膠合併再利用生產改善塑膠製品

此法乃利用金屬氫氧化物和金屬氧化物之特性，將含重金屬之電鍍污泥乾燥粉碎後，替代鈣塑製品作為填充料，與回收之廢塑膠製品。其機械性能優於一般之鈣化製品且化學穩定性好。此方法不但解決了電鍍污泥及廢塑膠之處理問題，更建立資源再利用的環保產業。其製造流程如圖 4.3-10。

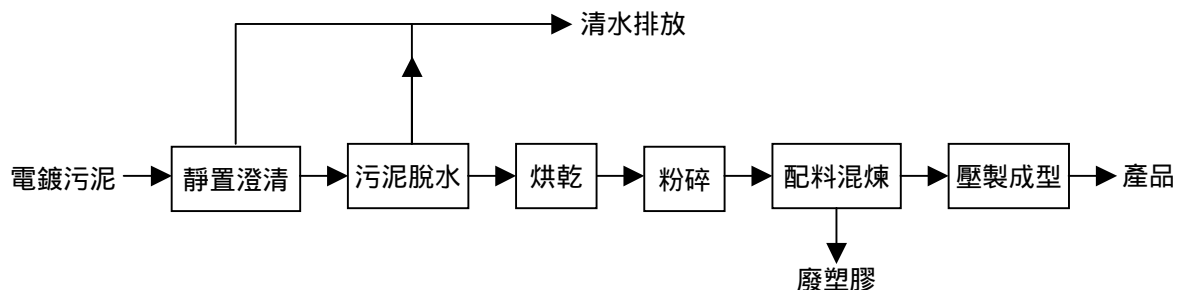


圖 4.3-10 電鍍污泥與廢塑膠再利用資源化流程

4.4 噪音防制技術

4.4.1 噪音防制計畫

電鍍工廠之主要音源設施有下列二大項：

- 1.製程設備：拋光機、振動研磨機及動力設備等，音量約 75~85 分貝。
- 2.污染防治設施：廢水處理場之廢水泵、廢氣收集系統之風車（送風機），噪音量依設備規格及型式而異，廢水泵音量約 80，風車音量約 80~105 分貝。

一般而言，當工廠須進行噪音防制工作時（包括新設及既設工廠），首先應擬定噪音防制計畫，並向當地縣（市）政府查詢工廠所在地所屬之噪音管制區類別，以瞭解噪音管制標準，並據以訂定改善目標值。噪音控制工程一般分為三階段進行：調查基本資料、規劃設計及工程施工驗收三階段，簡述如下：

1.調查基本資料

- (1)生產流程：生產過程及原料、產品種類及產量。
- (2)工廠位置圖：顯示工廠及鄰近環境的關係。
- (3)廠房、設備配置圖：附平面圖、立面圖，標示設備、管道、圍牆等之位置及高度。
- (4)噪音調查

主要噪音設備及噪音特性：各主要噪音設備及位置圖，測定音壓位準、頻率特性。

廠內及周界噪音特性：測定廠內主要房間、通道及操作位置、廠周界之噪音位準、頻率特性。

易受害對象及其位置、限值：圖示廠內外之易受害對象之位置，並標示位置距離，並就法規規定，訂出噪音改善目標值。

隨時間變化情形：設備操作時段變化情形。

2.規劃設計

- (1)改善方案：音源、傳播路徑、改善作業方式。

- (2)處理效果計算：針對吸音、遮音、消音效果及屏蔽物相關位置及距離衰減公式預測改善效果。
- (3)改善設施之位置圖：配合廠房、設備圖顯示位置、高度。
- (4)材質規範及主要設備規範：材質種類、組成、防音效果及特性並附型錄。
- (5)通風、操作維護及安全考慮：必要之通風方式、換氣量、通風口消音方式及操作維護方法、安全考慮。

3.工程施工與驗收

- (1)工期：說明工程總工期及階段工作預定進度。
- (2)施工期間配合生產之施工辦法：使工廠生產中斷或受施工干擾情形減至最低的辦法。
- (3)驗收辦法：材質驗收、符合改善目標值。

4.4.2 噪音防制技術

電鍍工廠噪音改善措施，一般較著重於廠內之作業環境音量之降低，其途徑及接受者等方向著手。分述如下：

1.行政管理

- (1)操作人員對於鍍件之搬運，應儘量避免碰撞、敲擊；滾鍍製程，鍍件自滾桶卸落時應降低落差，以減少音量。
- (2)不同時段之噪音管制標準不同，因此，工廠依鍍件量調整作業時段或增加操作人員，避免於管制標準較嚴格之時段內操作、生產。
- (3)將音源設施搬離或搬出作業區域，以降低操作噪音對員工之影響；如空氣壓縮機、大型蒸汽降壓閥、整流器及鍋爐等；室外之設施需有適當之防音措施。
- (4)高音量之設施應遠離鄰近之住家，以增加噪音量之距離衰減；如可能，亦可妥善規劃使用廠房結構作為隔音設施。

2.音源設施

由音源設施進行改善是最積極的措施，但因電鍍工廠內機械設施多，基於操作維護上之考量，實不易直接進行改善以降低音量。因此，工廠應加強對音源設施之維修保養，以減少因維修不良而產生之噪音。

3.傳播途徑

由傳播途徑進行噪音改善措施，係利用吸音材料吸收音能，或利用隔音材料以阻絕音源之傳播。

針對電鍍工廠重要音源設施可採行之改善方式說明如下：

(1)拋光機及振動研磨機

此類型設施應設置獨立作業區，以免操作噪音影響全體員工。獨立作業區可使用磚牆或 RC 隔間，以增加音量透過損失量；隔間室內應設置吸音材料，如玻璃纖維棉、礦物纖維棉、吸音泡棉、噴結棉等，以有效吸收室內之反射音。室內環境吸音板之設置方式如圖 4.4-1。

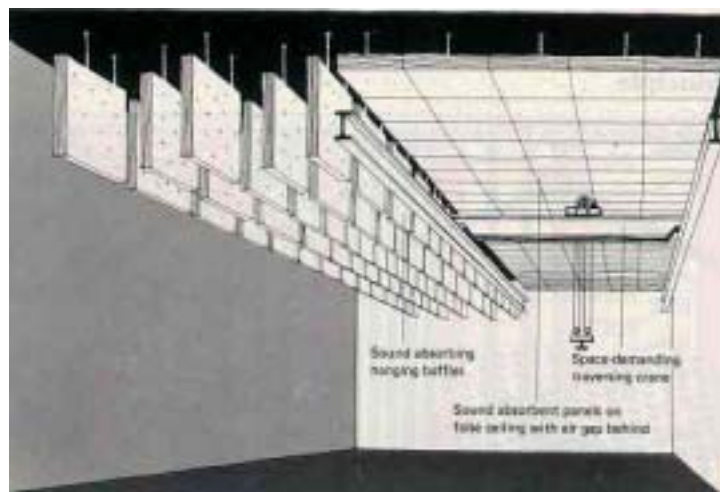


圖 4.4-1 室內設置吸音材料

另外，若因場地限制，不易設置獨立作業區時，可於拋光機及振動研磨機作業區設置移動式吸音屏（如圖 4.4-2）或簡易型隔音簾（如圖 4.4-3），以降低操作噪音。

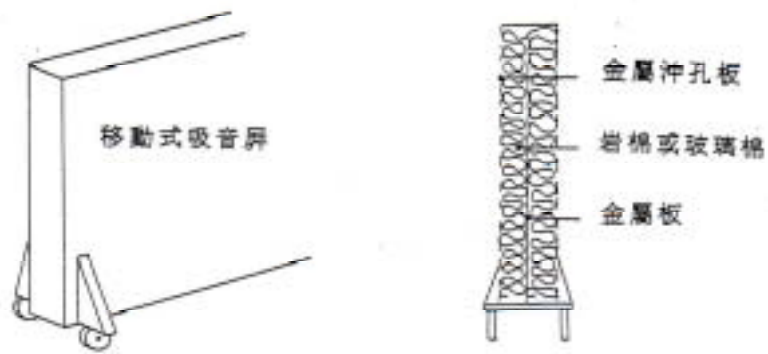


圖 4.4-2 移動式吸音屏圖例

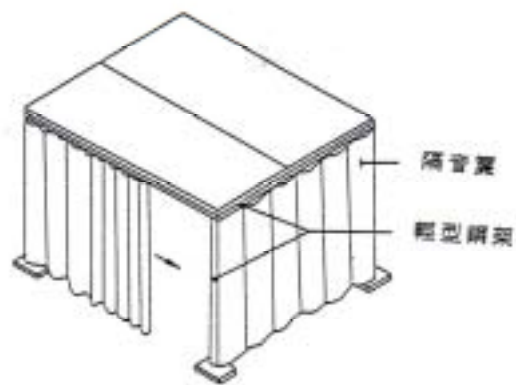


圖 4.4-3 簡易型隔音簾

2.製程設備

廠內製程設備，如動力設施、掛架起落、抽風設備等均為重要之噪音源，其可行之控制方式如下：

動力設施：依設備及音源特性安裝吸音棉或隔音設施；非必要之設施宜計畫輪流使用之時程，避免同時操作產生高音量噪音。

掛架：依掛架型式設置，加裝防撞泡棉，降低撞擊噪音。

抽風設備：減少廠內污染源，以降低抽風設備使用數量；定期維修保養，減少操作雜音產生。

3.廢水處理場廢水泵

處理處理場之廢水泵應設置於噪音非敏感區域，或利用處理槽之槽體做為音源阻絕設施。另外，亦可以利用由吸音材料及隔音材料組合而成的圍封體來阻絕音源的傳播，圍封時可考慮使用全圍封或局部圍封；全圍封時須設置通風口，以確保良好之通風。

4.廢氣收集系統之風車（送風機）

風扇噪音傳遞路徑可區分為以下四種：(1)從進、出口端(2)經風管管壁穿透幅射(3)經風扇本體穿透幅射及(4)經由振動傳遞至相連之結構。所有路徑中以(1)項之噪音影響最鉅。以誘引式抽風扇為例，主要噪音來自於出口端連接之排氣煙囪，至於進口端因連接風管管路及其他設備，將大大降低噪音外洩量；而針對壓力通風扇而言，噪音經出口端排氣管路傳至空氣預熱器或鍋爐等設備中已大部份被消弱掉，其主要噪音是來自於進氣端。

噪音傳遞路徑中，振動亦可能傳至建築物結構體上而引起固體音，通常低於125Hz 之低頻部份主要是受振動影響。風扇安裝時之葉輪平衡、馬達平衡、傳動軸對心等項目，均會影響振動位準而導致音能增高。而且當風管沒有與風扇適當隔離時，則振動將會傳遞至風管並產生額外之低頻噪音。

在採購及設置風扇時，首先要知道風扇音量大小。大部份具規模之風扇製造商均建立不同型號及操作條件下之風扇噪音值，可提供設計者做為評估音量之用。

風扇操作效率會直接影響風扇本身噪音量大小，通常在其最高效率點以外之操作點下均需做補正。一般靜壓效率在 75~85% 下，噪音量將增加約 3~6 分貝，而效率低於 65% 時噪音量將增加至少約 12 分貝。故選擇風扇機型時應儘量靠近最高效率點，可使送風扇效率高、噪音低。

風扇之音量亦會受系統影響，系統影響係指進、排氣部份受限或是非穩流造成之壓力損失，例如：排氣風管彎頭太靠近風扇時，將會影響風扇運轉點而使得噪音量增加(10~30dB)，以及風扇葉片頻率噪音值升高。圖 4.4-4 為排氣管路設計準則。

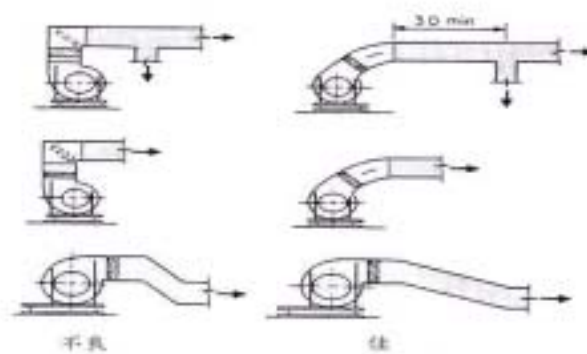


圖 4.4-4 排氣管路設計準則

一般降低風扇進、排氣端噪音方法為加裝消音器，消音器以傳統之吸收式為主(如圖 4.4-5 所示)。此種消音器具寬頻帶減音特點，但如風扇之單頻音相當明顯時，則使用吸收式消音器就無法有效降低單頻噪音，反而會造成單頻音與其他音頻間之差量更大，而更容易清楚察覺風扇噪音之存在；共振式消音器則適用於上述特殊情況，因為必須依實際單頻音所在來設計，故又稱為調音式消音器。不過此種消音器斷面尺寸較吸收式為大，且壓損值亦較大，故設置時須考慮空間是否足夠及是否會影響系統壓力，一般而言較不普遍。

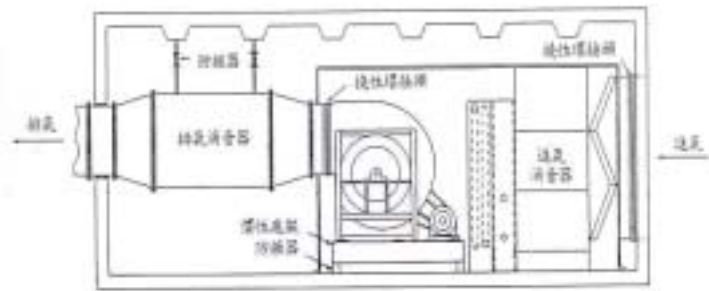


圖 4.4-5 典型送風扇裝置消音器示意圖

4.5 土壤及地下水污染整治

4.5.1 前言

土壤及地下水是各種污染物最終去處，一旦受污染後復育相當困難，所需經費極為龐大、時間也久。因此，行政院環境保護署為預防及整治土壤及地下水污染，確保土地及地下水資源永續利用，改善生活環境，增進國民健康，乃於民國八十九年二月公佈實施「土壤及地下水污染整治法」，使我國受污染土壤與地下水污染整治正式邁入一個新的紀元。

本節主要介紹土壤與地下水污染整治法規及地下水污染監測基準與管制標準相關內容，並說明適合產業界之污染預防措施及造成污染時之控制技術，以使業界能從預防措施避免造成土壤及地下水之污染。

4.5.2 相關法規

「土壤及地下水污染整治法」共分為八章 51 條條文，與產業界相關之主要條文計十一條，分別說明如下：

第六條：民眾發現土壤或地下水有污染之虞時，得向所在地主管機關檢舉；各土地或地下水使用目的事業主管機關、土地使用人、管理人或所有人於發現土壤或地下水有污染之虞時，應即通知所在地主管機關。所在地主管機關應依前項檢舉及通知或依職權主動進行查證及採取必要措施。

第七條：各級主管機關得派員攜帶證明文件，進入公私場所，為下列查證工作，並得命場所使用人、管理人或所有人提供有關資料：一、調查土壤、地下水污染情形及土壤、地下水污染物來源。二、進行土壤、地下水或相關污染物採樣。三、會同有關機關採集農漁產品樣本。前項查證涉及軍事事務者，應會同當地軍事機關為之。對於前二項查證或命提供資料，不得規避、妨礙或拒絕。檢查機關及人員對於查證所知之工商及軍事秘密，應予保密。各級主管機關為查證工作時，發現土壤、地下水因受污染而有影響人體健康、農漁業生產或

飲用水水源之虞者，應命污染行為人、場所使用人、管理人或所有人採取緊急必要措施，以減輕污染影響或避免污染擴大。

第八條：中央主管機關指定公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染檢測資料。

土地讓與人未依前項規定提供相關資料者，於該土地公告為控制場址或整治場址時，其責任與場址土地所有人責任同。

第九條：中央主管機關指定公告之事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。

第十一條：各級主管機關對於有土壤或地下水污染之虞之場址，應即進行查證，如發現有未依規定排放、洩漏、灌注或棄置之污染物時，各級主管機關應先依相關環保法令管制污染源，並調查環境污染情形。(摘錄)

第十二條：各級主管機關應調查整治場址之土壤、地下水污染範圍及評估對環境之影響。(摘錄)

第十三條：所在地主管機關為減輕污染危害或避免污染擴大，應依控制場址或整治場址實際狀況，採取應變必要措施。(摘錄)

第十五條：所在地主管機關對於整治場址之污染行為人或污染土地關係人之土地，應囑託土地所在地之登記主管機關辦理土地禁止處分之登記。

第十六條：整治場址之污染行為人應依第十二條之調查評估結果，訂定土壤、地下水污染整治計畫，經所在地主管機關審查核定後據以實施；所在地主管機關應將核定之土壤、地下水整治計畫報請中央主管機關備查，並將計畫及審查結論摘要公告。(摘錄)

第十八條：污染行為人、污染土地關係人或土壤、地下水污染管制區內之土地使用人、管理人或所有人對於土壤、地下水污染整治計畫或污染控制計畫之實施，應予配合；各級主管機關得派員攜帶證明文件到場檢查或命提供必要之資料，不得規避、妨礙或拒絕。

第四十六條：整治場址之污染管制區範圍內屬污染行為人或污染土地關係人之土地，不得變更編定或為違反土壤及地下水污染管制區管制事項之利用。(摘錄)

4.5.3 污染監測基準及管制標準

依據環保署公告之地下水污染監測基準包括地下水重金屬及地下水一般項目兩部分；地下水污染管制標準包括地下水有機化合物、地下水重金屬及地下水一般項目等三部份。

地下水污染監測基準之監測項目，係依照 1.區域性地下水質監測之項目；2.國內、外有相關水質標準資料者所訂定。

地下水污染管制標準之管制項目及監測項目包括 1.國內土壤污染管制標準確列管項目；2.國內外飲用水水質標準列管項目及 3.國內污染調查場址出現之有機化合物與重金屬。

地下水污染管制標準共分三階段施行，各階段之劃定原則乃根據「我國列管毒化物毒性分類」、「我國毒性物質溶出標準列管項目」、「國內污染調查場址檢出之地下水污染物濃度及檢出次數」及「美國 NPL 場址優先考量之有害物質」、「國內曾經發生重大染事件之污染物質」、「國內曾經發生重大污染事件之染物質」等因子進行評分。

管制標準值研訂之參考依主要國內外飲用水水質標準及國外基於人體健康之地下水污染管制標準，包括百萬分之致癌風險之致癌物質濃度及零點一危害商數之非致癌物質濃度等。監測基準值研訂之參考依據主要為國內外飲用水水質標準、灌溉用水水質標準、注入地下水體標準等。

地下水污染管制標準及監測基準中之管制值及監測值分第一類及第二類等二大類。第一類指自來水水源水質水量保護區內之地下水；第二類指非為自來水水源水質水量保護區內之地下水。

地下水污染監測基準之監測項目分為重金屬項目及一般項目第二大類，其中重金屬八項、一般項目七項，總計十五項。地下水污染監測基準管制項目標準與電鍍業相關之重金屬項目及標準值如表 4.5-1。

表 4.5-1 地下水污染監測基準

項目	監測基準(mg/L)	
	第一類	第二類
砷(Arsenic)	0.025	0.25
鎘(Cadmium)	0.025	0.25
鉻(Chromium)	0.025	0.25
銅(Copper)	0.5	5
鉛(Lead)	0.025	0.25
鋅(Zinc)	2.5	25
鐵(Iron)	0.15	1.5
錳(Manganese)	0.025	0.25

地下水污染管制標準之管制項目分為重金屬項目、有機化合物項目及一般項目等三大類，有機化合物分為單環芳香族碳氫化合物、多環芳香族碳氫化合物酚類化合物、氯化碳氫化合物、農藥及其他污染物等六類。其中，第一階段共計三十五項、第二階段共計三十七、第三階段共計二十五項，地下水污染物管制標準之管制項目總計九十七項。第一階段地下水污染管制標準與電鍍業相關之項目及標準值如表 4.5-2。

表 4.5-2 第一階段地下水污染管制標準

項目	監測基準(mg/L)	
	第一類	第二類
砷(Arsenic)	0.05	0.5
鎘(Cadmium)	0.005	0.05
鉻(Chromium)	0.05	0.5
銅(Copper)	1	10
鉛(Lead)	0.05	0.5
汞(Mercury)	0.002	0.002
鋅(Zinc)	5	50
鎳(Nickel)	0.1	1

4.5.4 污染預防與整治技術

土壤與地下水污染來源絕大多數是來自於地面上，因此妥善控制污染源，則應無土壤與地下水污染之問題產生，故土壤與地下水污染預防，重點應在於污染源之控制與洩漏之預防，避免污染物排入土壤與地下水中；已造成污染者則需依法規規定處理。

一、預防洩漏

- 1.電鍍槽槽體材料應使用耐撞擊及耐腐蝕之材料，如不銹鋼材包覆玻璃纖維或使用 HDPE 材質；槽體應設置防洩漏設施。
- 2.槽體管線接頭、過濾機等附屬設備管線接頭、加藥機管線均應使用適當材質之管材或閥類，訂定期檢視、維修、更換。
- 3.藥液貯槽應設置適當高度之防溢堤及洩漏液之收集系統。廠區及廢水處理場地面應設置阻絕設施，如塗上一層環氧樹脂或玻璃纖維棉(FRP)，以避免毒性化學物質滲漏至土壤或地下水。

二、污染整治技術

1.土壤污染整治技術

污染整治技術依受污染土壤之取出與否可分為離場方法與現場方法。離場方法指將受污染物質、土壤或地下水挖出或抽出，在地面或運送至他處處理之方式，本法會牽涉到環境改變、污染物移動及廢棄物、廢水排放問題。現場方法則指不將受污染物質、土壤或地下水挖出或抽出，而直接在地下處理的方式。

現場方法，如現地化學氧化法（in-situ chemical oxidation）是將氧化劑注入到受污染地下以與有機物反應的方法；現地生物整治法（in-situ bioremediation）則是利用現地或外來的微生物將污染物去除或毒性降低的方法。此外，為避免污染物隨地下水或土壤氣體移動而造成污染擴散，地下阻絕物（subsurface barrier）也是一種常用的方式。地下阻絕物係利用工程方法，將低透水/低透氣性材料置於地下，使污染物被包圍在污染區內，達到阻止污染擴散的目的。土壤污染整治技術彙整如表 4.5-3。

離場方法，如抽出處理係針對飽和層地下水中溶解性污染物之整治方法；土壤氣體萃取法（soil vapor extraction）則是針對不飽和層土壤氣體中揮發性較高之

污染物的整治方法。

2.地下水污染整治技術

地下水污染整治技術亦可分為現場及離場整治，另外亦可利用自然之衰減 (nateral attenuation，NA)作用進行污染物衰減。

現場整治技術依機制不同，分為物理、物理/化學、生物、生物/物理等方法，詳如表 4.5-4，應用時需考慮各技術之適用範圍及成本。離場整治技術則需考量下列步驟：

- (1)抽出處理 (pump and treat , P & T)
- (2)界定污染範圍
- (3)形成有效之污染捕集區(capture zone)
- (4)抽出後以物理/化學/生物處理

表 4.5-3A 土壤污染整治技術（現場整治）

機制	技術名稱	原理說明	適用範圍
物理/ 化學	土壤淋洗 soil flushing	水、酸、界面活性劑、螯合劑將污染物淋至地下水再抽出。	透水性較良好土壤之重金屬、難分解有機物污染。
物理	土壤氣體萃取 soil vapor extraction, SEV	土壤抽氣產生真空之氣體流動，抽出揮發性污染物。	通氣良好，含水量低土壤，污染物具高揮發性。
化學	現地固化/穩定化 in-situ solidification / stabilization	將固化劑/穩定劑直接注入現地土壤，固定或降低移動性。	重金屬污染為主，有機污染方面亦在發展中。
化學	化學氧化/還原 chemical oxidation / reduction	氧化劑將有機物分解；或還原劑將重金屬還原降低毒性。	難分解有機物，部分重金屬污染。
電化學	電分離 electrokinetic separation	通電使電性不同污染物分離並集中於電極附近，再配合沈澱、抽水/抽氣收集。	透水性差且含水量高之黏質土質，污染物具離子性(帶正、負電)。
熱處理	現地玻璃化	通電產生高溫(600—2000℃)熔化土壤，固定重金屬污染物，有機污染物被無氧熱分解。	費用昂貴，礫石含量、含水量較低之土壤較具經濟效益。
熱處理	熱加強土壤氣體萃取 thermally enhanced	利用蒸氣、熱空氣、通電、無線電波加熱土壤技術，加速污染物揮發移動，再以 SVE 收集。	礫石百分比、黏粒含量及含水量較低之土壤，污染物具揮發性。
稀釋	深耕翻轉/混合	土壤翻轉互換與混合，以降低表土受污染量。	低濃度之表土污染。
生物	生物通氣 bioventing	提供空氣(氧氣)給現地微生物，刺激或促進其生長以加速分解。	透氣性佳之土壤，可好氧分解之有機污染物。
生物	加強生物復育 enhanced bioremediation	加入適當水分、養分、氧氣以促進土壤中污染物之生物分解（視需要加入共代謝物、菌種）。	可好氧或廢氣分解之有機污染。
生物	土地耕種 land farming	以現場耕犁的方式翻動污染表土以促進污染物分解。	適用於淺層土壤，好氧易分解之有機物污染。

資料來源：土壤及地下水污染整治法規及技術介紹，環境保護工程業法令資訊與實務技術講習會，經濟部工業局，民國 89 年

表 4.5-3B 土壤污染整治技術(離場整治)

機制	技術名稱	原理說明	適用範圍
物理/ 化學	化學/溶劑萃取 chemical/solvent extraction	攪拌混合以萃取污染物，經固液分離之萃取劑處理後可循環使用。	重金屬、黏重之重質油等。
物理	土壤清洗 soil washing	將污染物從土壤轉移至水溶液，或可藉由篩分法將細顆粒及粗顆粒分開，達分離與減積效果。	水溶性較佳 易隨水分移動之污染物質或細粒吸附性佳污染物質。
物理	土壤氣體萃取 soil vapor extraction, SEV	污染土壤挖出後置於設有抽/通氣管之地面處理區中抽氣處理。	揮發性有機物之處理。
物理/ 化學	固化/穩定化/玻璃化	原理詳前現地整治技術。	固化/穩定化常用於重金屬污染
熱處理	焚化/熱解 incineration/ pyrolysis	有氧/無氧下，高溫(870 1200)燃燒/熱分解土壤污染物，如流體化床、紅外線燃燒及旋轉窯等。	需迅速處理之難分解有機物污染土壤，含水量宜低。
熱處理	熱脫附 thermal desorption	分為低溫熱脫附(90 320)及高溫熱脫附(320 560)，溫度愈高愈容易脫附難揮發污染物。	水份、有機質、黏粒含量較低土壤，揮發/半揮發性有機物污染。
搬移	開挖/掩埋 excavation / offsite disposal	挖出污染土壤後送至合格之衛生或封閉掩埋場掩埋，視情形需經中間處理。	無特殊限制。
生物	堆肥化 composting	控制營養、水份、pH、氧化還原條件，以原生或特定微生物植種使高濃度有機物厭氧發酵分解。	可厭氧發酵之有機污染物。
生物	土地耕種 land farming	與現地土地耕種原理相同。	淺層土壤開挖較為經濟，易好氧分解之有機污染處理。

資料來源：土壤及地下水污染整治法規及技術介紹，環境保護工程業法令資訊與實務技術講習會，經濟部工業局，民國 89 年

表 4.5-4 地下水污染現場整治技術

機制	技術名稱	原理說明	適用範圍
物理	灌氣/氣體萃取 air sparring / SEV	注入空氣於地下水促使污染物揮發至不飽和層土壤，再配合 SVE 系統將污染物的蒸汽抽取出來。	透水係數較高之含水層，具揮發性之有機污染物。
物理/ 化學	抽出處理 pump & treat, p & t	設置抽水井將地下水抽出離地(EX-situ)處理，亦可作為控制污染物傳輸之水力阻隔牆。	無明顯限制，惟其效果須加評估。
物理	單相/雙相萃取 single/dual phase extraction	以特殊設計泵浦抽取非水溶相液體(NAPL)。	具明顯層厚之 NAPL 如汽油、含氧溶劑。
物理	蒸汽注入/氣提 steam flushing / stripping	熱水或熱蒸汽注入地下水使污染物揮發至未飽和層土壤，配合 SVE 系統將其抽出地面處理。	揮發性有機物污染。
化學	共溶劑/介面活性 劑沖洗 cosolvent/ surfactant flushing	利用共溶劑或介面活性劑將污染物自孔隙中溶出至地下水中，利用抽取方式將污染物收集處理。	難分解或黏度高之有機污染物。
化學	化學氧化 chemicar oxidation	直接注入氧化劑或利用 Fenton 劑(Fe^{2+})於現地直接氧化有機污染。	難分解有機污染物、含氯有機污染物。
化學	透水性反應幕牆 permeability reactive barrier	地下水通過所設置之透水性反應牆時，將污染物暫時阻擋下來使聚積或分解，配合構築漏斗形的阻水牆，導流地下水流通過。	含氯溶劑之污染。
生物	加強生物復育 enhanced bioremediation	將微生物、氧化還原物質注入地下水，對含氯溶劑，多以強化厭氧狀態脫氯；對石化油品，則多以強化好氧狀態促進生物作用。	較難分解有機污染物。
生物/ 物理	bioslurping	利用置於水位下及上之井篩，分別抽水、抽氣造成氣液相混合，擴大通氣範圍，促進好氧分解，亦可同時抽出水溶相與氣相污染物，抽水量較抽出處理低很多。	適用於透水性低之含水層 LNAPL 之整治技術。

資料來源：土壤及地下水污染整治法規及技術介紹，環境保護工程業法令資訊與實務技術講習會，經濟部工業局，民國 89 年

4.6 毒性化學物質管理與管制⁽¹³⁾⁽²⁰⁾

4.6.1 前言

毒性化學物質管理法(以下簡稱毒管法)於民國七十五年首次公布施行，並於七十七年、八十六年及八十八年三次修正公布，其施行細則及相關管理辦法與要點等亦陸續修正發布實施，使整體法規架構及條文規範更臻完備。環保署已公告列管之毒性化學物質計分為禁用物質、限用物質、許可運作物質及第四類毒化物四大類型，其中電鍍業製程常使用之公告列管化學物質主要為許可運作物質，如氰鹽系列(如氰化鈉、氰化鉀、氰化銀、氰化亞銅、氰化鉀銅、氰化鋅、氰化銅、氰化銅鈉)、鉻酸鹽系列(三氧化鉻、重鉻酸鉀、重鉻酸鈉、重鉻酸鉍、重鉻酸鈣、重鉻酸銅...)。

電鍍業在運作相關之毒性化學物質時，必須符合毒管法相關規定，如運作許可、運作紀錄申報、釋放量申報等相關規定，並做好廠內管理工作，以落實毒化物之管理。至於毒化物於運作過程中所產生之污染，可能以廢水、廢棄物或廢氣之型式顯現而融合於各項污染處理中，因此本節就其管理與管制及其相關之工安內容進行介紹，相關污染之處理技術則請參考各相關章節。

4.6.2 毒性化學物質運作管理

一、運作管理相關法規

依毒管法第二條規定，毒化物之運作行為包括製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存、廢棄等，其中與產業界有關之預防及管理規定如下：

(一)許可制度

登記許可制度即對經指定公告應申請核發許可證(製造、輸入、販賣)或登記備查(使用、貯存、廢棄)之運作行為，運作人應向當地主管機關(直轄市政府或縣市政府)申請取得許可證或報請主管機關登記備查後，始得運作；許可證之有效期間為五年，期滿六個月前得申請展延，在許可證有效期間內，主管機關得視需要變更許可事項或撤銷之；經撤銷許可證、登記備查或勒令歇業者，二年內不得提出申請。

(二)紀錄申報制度

毒管法第六條規定，毒性化學物質之運作及釋放，運作人應依規定作成紀錄，妥善保存備查；主管機關得令其定期申報紀錄。目前環保署已訂定「毒性化學物質運作紀錄及釋放量申報規定」，用以規範毒化物運作人製作運作量及釋放量紀錄及申報相關紀錄之程序，其重要規定包括：

- 1.製造、輸入、輸出、販賣、使用及貯存毒化物超過最低管制限量之運作人，應依毒化物之種類逐日、逐批按實際運作情形確實記錄，依「毒性化學物質運作紀錄申報表」按月填寫，按季製作報表，於每年一月、四月、七月、十月十日前向當地(運作場所所在地)主管機關申報前三個月運作紀錄。毒化物運作紀錄申報表除填寫該季運作紀錄外，並應填報每年十二月、三月、六月、九月之實際庫存量，再依據實際運作量計算該季每一月份之運作量及庫存量。
- 2.製造、使用及貯存毒化物運作人經公告規定應申報釋放量者，應根據檢測報告及釋放量計算書內容填妥「毒性化學物質釋放量申報表」，於每年一月十五日前，向當地(運作場所所在地)主管機關申報前一年運作過程中毒化物之釋放量。
- 3.各項申報紀錄及逐日填寫之運作紀錄、釋放量檢測報告及釋放量計算書於紀錄申報後，應妥善保存三年，以備主管機關查核。
- 4.運作記錄之各項申報表應由毒化物專責技術管理人員填寫(屬應設置專責人員者)或由負責人或其指定之人員填寫，並於「填表人簽章」欄位簽名並加蓋私章。

(三)責任制度

毒管法所規定毒化物運作人之責任，與電鍍業相關者如下：

1.強制投保規定

毒管法第十二條規定，中央主管機關應公告指定運作人對其運作風險投保第三人責任險，具體做法需依據「毒性化學物質強制投保第三人責任險實施要點」據以推動實施。

2.標示規定

毒管法第十五條規定，毒化物之容器、包裝或其運作場所及設施等應依中央主管機關之規定，標示其毒性及污染防制有關事項並準備該毒化物

之物質安全資料表。所稱容器或包裝，係指任何袋、筒、瓶、箱、罐、桶及其他可裝盛毒性化學物質者，包括含多氯聯苯（PCBs）之電容器及變壓器。但貯槽、管路、反應器及其他固著設施，不在此限。至於運作場所及設施係指毒化物製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存、廢棄之場所及輸送管路或其他設施，包括貯槽及與運送相關之放置、裝卸場所。但進行化學反應之設施，不在此限。有關標示圖示與內容等，需依「毒性化學物質容器包裝運作場所設施標示及物質安全資料表設置要點」之規定辦理。

3.設置專業技術人員

毒管法第十六條規定，毒化物之製造、使用及貯存場所應設置專業技術管理人員，以從事污染防制、危害預防及緊急防治之工作，相關作法需依據「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」之規定辦理：

(1)應設置專責人員之等級及人數

- a.任一時刻單一物質製造、使用、貯存數量達一萬公噸以上者，或每年達三百萬公噸以上者，該場所應設置該類專責人員二人以上，其中一人應為甲級專責人員。
- b.任一時刻單一物質製造、使用、貯存數量在三百公噸以上未滿一萬公噸者，或每年達九萬公噸以上未滿三百萬公噸者，該場所應設置甲級專責人員一人。
- c.任一時刻單一物質製造、使用、貯存數量在最低管制限量以上未滿三百公噸者，或每年在最低管制限量以上未達九萬公噸者，該場所應設置乙級專責人員一人。

(2)異動報備之規定

專責人員設置內容有異動時，運作毒化物負責人應於事實發生後十五日內，向原申請機關申請變更。另專責人員因故未能執行業務時，負責人應指定符合規定同類別之合格人員，繼續負責應執行之業務，因故未能執行業務之代理期間不得超過六個月。

4.應備應變器材

毒管法第十七條規定，毒化物之運作過程中應維持其防止排放或洩漏設施之正常操作，並備有應變器材，其偵測及警報設備之設置及操作應符合環保署訂定之「毒性化學物質偵測及警報設備設置及操作要點」，以為執行之依據。

5.停止運作時之處理

毒管法第十八條規定，毒化物停止運作期間超過一個月者，應在三十日內將所剩毒化物列冊報請主管機關核准，並依下列方式處理：

- (1)退回原處(2)販賣或轉讓他人(3)退運出口(4)依廢棄物清理法處置(5)其他經中央主管機關公告或審定之方式。

6.運送管理

運送為源頭(製造、輸入、販賣)與消費者(即使用者)整個運作過程之銜接，在管理上相當重要。毒管法第二十條規定，毒化物運送之安全裝備、申報、許可、檢驗、檢查等管理辦法另定之。環保署已據此會銜交通部訂定「毒性化學物質運送管理辦法」，依管理辦法之規定，毒化物之運送（陸運及海運之量未達氣體(50kg)、液體(100kg)或固體(200kg)不在此限），應向起運地主管機關申報運送六聯單(第一聯由起運地環保主管機關收存、第二聯依運送方式委送交通有關機關或場站申請核發運送通行証或運送許可、第三聯所有人收存備查、第四聯交付運送人、第五聯於申報日起五日內送交或傳真訖運地之環保主管機關、第六聯於運達前送交或傳真受貨人)，運送時運送人應攜帶物質安全資料表、運送聯單(第四聯)、安全裝備、緊急應變裝備、運送通行證(公路運送者)、運送人有效之訓練證明書，以策安全。

7.不得販賣或轉讓之規定

為防制毒化物流用、流售及濫用，採源流管理之方式，毒管法第二十一條規定，除許可證或登記備查之運作行為，運作人不得將該毒化物販賣或轉讓予未獲得許可證及登記備查者。

8.緊急防治措施之規定

毒管法第二十二條規定，毒化物因洩漏等發生事故而污染運作場所周界外之環境或運送過程發生事故而有污染環境或危害人體健康之虞者，至

遲應於一小時內報知當地主管機關，並依相關規定負責清理及製作調查處理報告報請當地主管機關備查。

(四)查核制度

毒管法第二十三條規定主管機關得派員攜帶證明文件，進入公私場所，查核毒性化學物質之運作有關物品、場所或命提供有關資料。必要時，得出具收據，抽取毒性化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗，並暫行封存，由負責人保管。檢驗期間不得超過一個月，但經中央主管機關核准者，不在此限。

二、毒性化學物質危害預防及應變

環保署為預防毒性化學物質事故發生造成的環境污染或人體傷害，並建立毒性化學物質危害預防及應變制度，規範毒性化學物質運作人於運作指定之毒化物及運作量前，應完成危害預防及應變作業，以防範未然，並使危害減至最低。其應提報應變計畫及運作量標準如表 4.6-1 說明。

表 4.6-1 毒性化學物質危害預防及應變計畫或運作防災基本資料運作量標準

類別		檢送毒性化學物質危害預防與應變計畫及毒性化學物質防災基本資料表	檢送毒性化學物質運作防災基本資料表
第三類	氣態	任一場所單一物質任一時刻運作總量超過最低管制限量以上。但運作氯、甲醛任一場所單一物質任一時刻運作總量未達二公噸者不在此限。	氯、甲醛：任一場所單一物質任一時刻運作總量未達二公噸。
	液態	任一場所單一物質年運作總量超過三百公噸以上或任一時刻超過十公噸以上。	任一場所單一物質年運作總量未達三百公噸或任一時刻未達二公噸。
	固態	任一場所單一物質年運作總量超過一千二百公噸以上或任一時刻超過四十公噸以上。	任一場所單一物質年運作總量未達一千二百公噸或任一時刻未達四十公噸
第一、二類	氣態	任一場所單一物質任一時刻運作總量超過二公噸以上。	任一場所單一物質任一時刻運作總量未達二公噸。
	液態	任一場所單一物質年運作總量超過三百公噸以上或任一時刻超過十公噸以上。	任一場所單一物質年運作總量未達三百公噸或任一時刻未達十公噸。
	固態	免	任一場所單一物質年運作總量超過一千二百公噸以上或任一帶補充

註：1.本表所稱「以上」，係含本數之量。

2.運作毒性化學物質總量低於最低管制限量，免提報危害預防及應變計畫及防災基本資料。

3.本表所稱氣態、液態、固態係指置於常溫常壓下之性質。

毒性化學物質緊急應變程序可依序分為通報、評估、動員、減輕及復原五階段，其流程如圖 4.6-1 所示，分別說明如下：

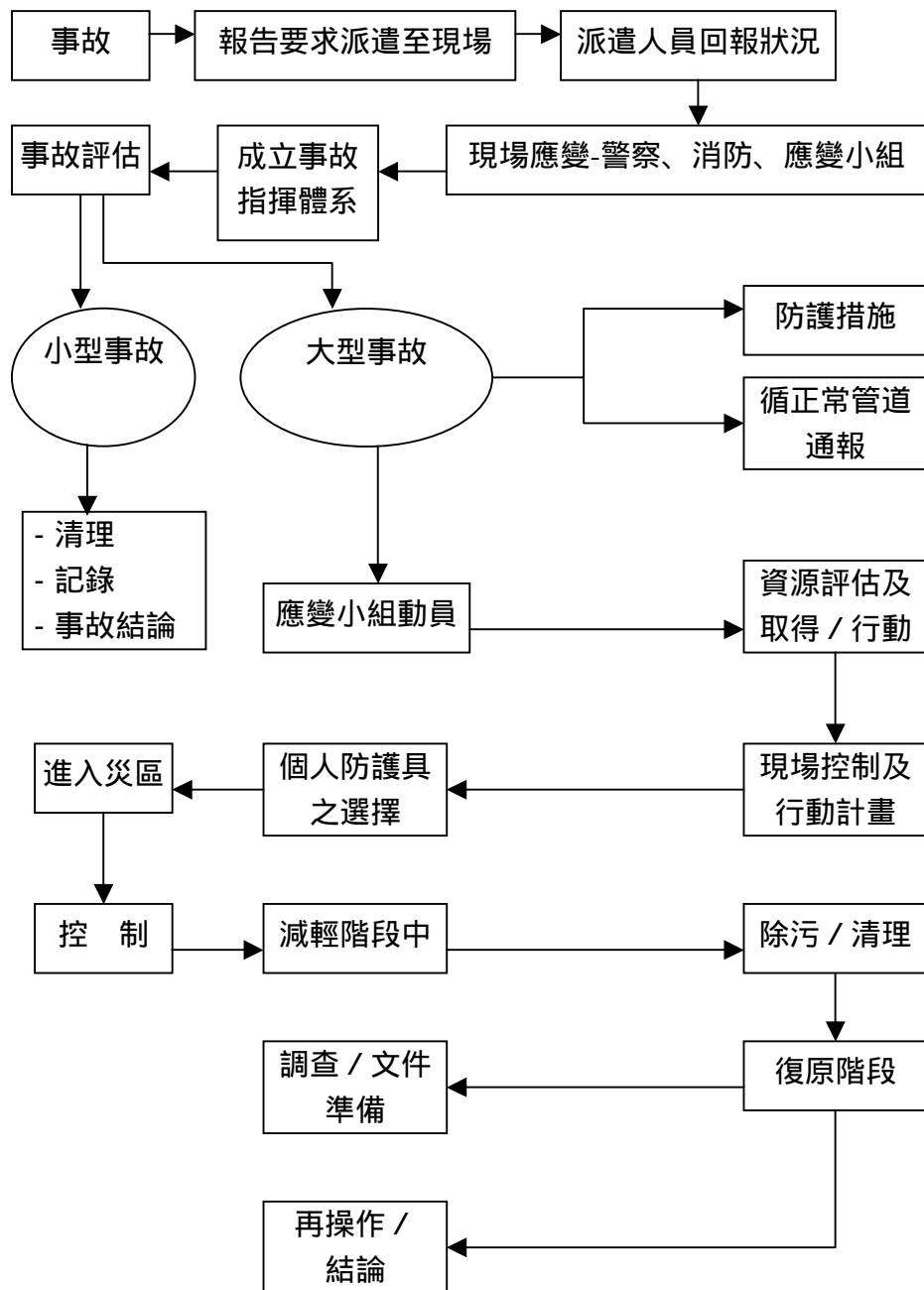


圖 4.6-1 毒性化學物質緊急應變程序

一、通報

- (一)緊急事故發生之初，需迅速而明確的依程序通報，將發生事件位置、型式、何種化學物質及傷亡情形加以述明。
- (二)若緊急事故大量洩漏空氣污染物而無法控制時，需於 1 小時內通報當地環保機關。
- (三)若緊急事故屬環保署列管之毒性化學物質，而洩漏於廠外時，則需於 6 小時內提報環保局。
- (四)事故發生造成一人死亡或三人以上輕重傷時，應於 24 小時內通知當地勞檢單位。

二、評估

- (一)最先抵達現場之負責人需對事故作初步評估。
- (二)確認事件之性質、受傷人數、威脅區域及洩漏來源。
- (三)確認洩漏物之物理狀態、洩漏量並評估事故之分類等級。
 - 1.第一級：侷限廠內某一地區之小型災害，本身應變系統可處理。
 - 2.第二級：侷限廠內之大型災害，但仍屬廠周界之內，需請求外力支援。
 - 3.第三級：影響廠外之災害，但對廠外人員、財務將造成威脅。
- (四)查明外洩物質之危害毒性
- (五)估計該區地形、地物（社區、河流、水源、下水道等）及緊急救援通道。
- (六)估計當地天候狀況或 24 小時內之天候預測。
- (七)估計所需之保護措施（疏散或掩蔽）。

三、動員

成立事故指揮系統，召回公關人員、環保人員、維修人員、工安人員、醫療人員等協助搶救。

四、減輕

對於危害物質洩漏之影響，以裝盛、吸收、撲救等方式來降低或消除危害程度之動作謂之「減輕」。對於不同緊急事件並無特定之減輕方法，通常可分為洩漏補救、污染物控制與處理。

4.6.3 毒性化學物質使用核可申請範例

一、使用核可申請須知

電鍍業者於申請使用核可文件時，應填具一式三份申請表及檢附各文件三份。有關申請表及文件內容說明如下：

1.使用核可文件申請表

依環保單位提供之制式申請表為之。

2.資格證件

應檢具工廠登記證影本及負責人身份證影本。

3.污染防治設備說明書

(1)污水防治設備說明

說明工廠廢水水質、廢水量及處理方法與廢水處理設備，並附廢水處理設備照片。

(2)廢氣污染防制設備說明

說明工廠廢氣特性、產生地點及處理方法與廢氣處理設備，並附廢氣設備照片。

(3)廢棄物處理方法說明

說明工廠廢棄物特性及處理方式，並依需求向縣（市）環保局提報事業廢棄物清理計畫書。

4.防止排放或洩漏設施說明書

說明毒化物毒理物質、對健康之危害、急救解毒方法，以及工廠使用化學物質上之管理程序，與其他防護用具之使用規定及緊急應變所採取之通報方式等。

5.貯存設備說明書

(1)檢附工廠土地區分證明（向縣市政府工務局申請）

(2)檢附毒性化學物質貯存地點、毒性標誌依勞委會規定標示、告示板（白底紅字）、防護用具之照片。

(3)說明工廠對毒性化學物質之貯存地點、管理方式、安全防護。

6.使用設備說明：同貯存設備說明書內容。

二、範例

為協助電鍍業者瞭解毒性化學物質許可文件申請書之內容，以下就三氧化鉻之使用許可申請內容為範例。

1.使用核可文件申請書

依環保單位提供之制式申請表進行填寫，如表 4.6-2 及表 4.6-3 所示。

表 4.6-2 毒性化學物質使用核可文件申請表

申 請	新核發			
類 別	補發 換發，原使用核可號碼 - -			
毒性化學 物 質	1.列管編號：055 2.中文名稱：三氧化鉻 3.成分含量：三氧化鉻 1 33% W/W 4.使用用途：鍍鋅皮膜後處理加工三氧化鉻處理用			
使 用 場 所	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 土地分區：工業區 電話：(略)			
貯 存 場 所	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 土地分區：工業區 電話：(略)			
使 用 者	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 工廠登記證號碼：(略) 負責人姓名：(略) 身份證字號：(略) 電話：(略)			
簽 章	使 用 者	(略)	負 責 人	(略)
申請日期： 年 月 日				

表 4.6-3 XX 縣政府環境保護局毒性化學物質使用核可文件

使用核可號碼	-	申請類別	新核發 補發 換發	XX縣政府環境保護局毒性化學物質使用核可文件 受文者： 主旨：左列申報事項准予備查。 說明：毒性化學物質使用者，未做好污染防治措施，致有危害人體健康、污染環境之虞或已停工、停業者，本處（局）得不准其使用。 發文日期： 字 號：
毒性化學物質	1.列管編號：055 2.中文名稱：三氧化鉻 3.成份含量：三氧化鉻 4.使用用途：鍍鋅皮膜後處理加工三氧化鉻處理用			
使用場所	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 土地分區：工業區 電話：(略)			
貯存場所	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 土地分區：工業區 電話：(略)			
使用者	名稱：xx股份有限公司 地址：桃園縣xx市xx路xx號 土地分區：工業區 電話：(略)			
備註				

2.資格證件

工廠登記證影本及負責人身份證影本（略）。

3.污染防治設備說明書

(1)污水防治設備說明

污水產生性質、水量

A.本廠以氰化物鍍鋅做為汽機車零件及電腦、機械五金零件的電鍍加工，其電鍍加工及污水產生源流程如下(略)。

B.污水處理場設計之廢水量、原水水質及預定改善後水質標準

(a)設計之廢水量及濃厚廢液量

廢水量	濃厚廢液
氰系廢水：10m ³ /hr	-
鉻系廢水：10m ³ /hr	1m ³ /月
一般酸鹼廢水：20m ³ /hr	5m ³ /月

(b)設計之原水水質

表 4.6-4 案例工廠廢水水質

項 目	pH	CN ⁻ (mg/L)	Zn ²⁺ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)	COD(mg/L)
氰系廢水	11	120	130	30	-	258
鉻系廢水	2.5	-	-	-	70	170
一般酸鹼	1.5	-	260	300	-	310

(c)預定改善後水質標準：pH：6～9，COD：100mg/L，Zn²⁺：5mg/L 以下，Fe²⁺：10mg/L 以下，Cr⁶⁺：0.5mg/L 以下，CN⁻：1mg/L 以下

C.本公司廢水處理場處理後的水質，符合××工業區污水處理廠納管的進水標準，檢附××工業區服務中心所發放的接管證明。（略）

處理方法及處理流程

A.處理方法

(a) 氰系廢水處理

氰系廢水之處理以鹼性加氯法為主，氧化劑採用次氯酸鈉 (NaOCl)，氰離子 (CN^-) 之氧化分為兩個階段，第一階段為將 CN^- 氧化為 CNO^- ，第二階段再將 CNO^- 氧化為 N_2 及 CO_2 。

(b) 鉻系廢水處理 鉻系廢水處理主要將六價鉻離子還原為三價鉻離子，還原劑主要為亞硫酸氫鈉 (NaHSO_3)。

(c) 其他重金屬離子之處理

處理方法為化學沉澱，即加入石灰或氫氧化鈉，使金屬變為氫氧化物藉沉澱除去，大部分金屬在 $\text{pH}8.0 \sim 11.0$ ，其溶解度最小。

B. 廢水處理流程：略

(2) 廢氣防制設備說明

廢氣產生性質及地點

本廠是以鍍鋅電鍍加工生產為主，廢氣的主要產生源是工作酸浸除銹所產生鹽酸 (HCl) 廢氣及少量的脫脂槽、鍍鋅槽上所蒸發的鹼性廢氣。

本廠的製造流程，使用原料及廢氣產生源如下：(略)

廢氣處理原則、處理方式及預期處理成效

A. 處理原則：因 HCl 對水之溶解度非常大，故以水洗方式洗滌變成鹽酸後除去。

B. 處理方式：因 HCl 之溶水性佳，故以填充塔水洗方式處理，酸廢氣在進入洗滌塔前，先和鹼廢氣混合，中和一部分酸廢氣濃度，然後再經由洗滌塔由填充材所產生巨大之接觸面行氣液接觸，洗淨廢氣，洗滌水則由循環泵噴入填充層，洗滌液流入洗滌塔下方之儲水槽，而繼續循環使用，由於 HCl 與水接觸會放熱，故儲水槽設溢流排水及補充給水，以免循環水位過高。

C. 預期處理成效：經填充塔洗滌後之 HCl 原有濃度 200ppm (預估值) 可降至 10ppm 濃度以下，符合環保標準。

廢氣處理流程

自動電鍍設備 風管 抽風機 填充洗滌塔 排放

廢氣處理設備

A.廢氣處理設備

- a.採臥式填充洗滌
- b.處理風量：240CMM
- c.材質：因 HCl 具腐蝕性，故採用 PP 材質
- d.循環泵浦：7.5Hp
- e.抽風機：10HP 直翼式
- f.規格：1,800cm ×2,600cmH

(3)廢棄物處理方法說明

廢棄物產生性質及量

本廠廢棄物的產出性質及量，可以分為下列二類說明：

- A.一般事業廢棄物：包括生活垃圾、廚餘、廢紙、包裝紙、塑膠袋、空桶及廢木材、鐵釘等。每日產出量大約 300 公斤左右。
- B.有害事業廢棄物：包括廢水處理場所排出含重金屬的污泥及貯存保存三氧化鉻皮膜處理劑的空桶，每月的產出量大約 2,000 公斤左右。

處理方式

- A.一般事業廢棄物：進行垃圾分類收集，回收有用資源，其餘無法再利用的廢棄物，則設置密閉的貯存容器貯存。其清除則由本廠委託公民營廢棄物清除機構負責清除。
- B.有害事業廢棄物：貯存三氧化鉻皮膜處理劑的空桶由本公司自行清洗，清洗廢水排至廢水處理場處理，空桶清洗至三氧化鉻不再有檢出後回收再利用，或連同污泥由本廠委託公民營廢棄物清除處理機構負責清除處理。

本公司有害事業廢棄物（污泥）係委託 × × 工業股份有限公司代為清除及處理，以下檢附事業廢棄物代處理契約書及 × × 公司清除處理有害事業廢棄物許可證的影本如下：(略)

本公司所產生的一般事業廢棄物係委託 x x 清潔工程有限公司代為清除，以下檢附一般事業廢棄物代為清除契約書及 x x 公司清除許可證影本如下：(略)

4.防止排放或洩漏設施說明書

(1)三氧化鉻對健康之危害及急救解毒方法

表 4.6-5 三氧化鉻之危害及急救解毒方法

進入體之途徑	吸入	皮膚接觸	吞食
健康危害效應：	<p>急性：1.三氧化鉻會因吸入、食入、眼睛或皮膚接觸而對人體健康造成影響。2.三氧化鉻霧滴及粉塵會嚴重刺激鼻子、喉嚨、支氣管、肺及皮膚，尤其是六價鉻對人類有高的致癌性。曾有人被三氧化鉻創傷導致命的腎炎。員工暴露於三氧化鉻濃度 0.11 到 0.15mg/m³ 的環境中，造成鼻中膈潰瘍並刺激咽、喉結合膜及氣喘性支氣管炎。4.員工暴露於未偵測但含大量三氧化鉻霧滴環境下 4 天，造成嚴重的額面頭痛、哮喘、呼吸困難、咳嗽、吸氣會痛、經過 6 個月都尚會因呼氣而胸痛及咳嗽。5.於工廠空氣中三氧化鉻濃度由 0.18 到 1.4mg/m³，暴露 2 週後導致中度刺激鼻子膈及鼻甲，4 週後造成鼻中膈潰瘍，8 週後造成鼻中膈穿孔。6.員工暴露於未偵測的三氧化鉻霧滴環境下 5 年，造成黃疸及排泄物含鉻鹽。7.暴露於三氧化鉻會造成苗質腐損及變色。8.於鉻酸鹽工廠之員工亦發現有血液變化，包括白血球增多，白血球減少，單核血球增多，嗜伊紅血球增多。9.暴露於鉻酸鹽粉塵會增高致支氣管原癌的意外。10.眼睛被三氧化鉻濺到可能導致嚴重角膜損害。11.皮膚露於三氧化鉻，可能導致皮膚潰瘍。12.食入會導致嘔吐。</p> <p>慢性：反覆或長期暴露於三氧化鉻的粉塵或霧滴可能導致鼻中膈潰瘍及穿孔，刺激呼吸器可能類似氣喘，亦有肝損害。2.反覆或長期的皮膚暴露可能導致發疹，亦可能導致過敏性皮膚疹。3.於鉻鹽工廠員工的肝癌率較高。</p>		
暴露之徵兆及症狀：	刺激感、皮膚炎、胃及腎併發症、致死。		
緊急處理及急救措施：	<p>吸入：1.若吸入大量氣體，應立即將患者移到新鮮空氣處。2.若呼吸停止，施行人工呼吸。3.讓患者保持溫暖並休息。4.儘速就醫。皮膚接觸：1.如果液體或固體接觸到皮膚，立刻以水和肥皂或溫和的清潔劑清洗患部。2.若是經由服滲入皮膚，立刻脫去服再以水和肥皂或溫和的清劑清洗。3.如清洗後刺激感仍存則立刻就醫。眼睛接觸：1.立刻以大量水沖洗眼睛並不時地撐開上下眼皮。2.立即就醫。3.操作此化學品時不戴隱型眼鏡。食入：1.若患者意清醒，立刻給予患者大量的水喝。2.喝水後，協助患者以手指伸入喉嚨內催吐。3.不要對已喪失意識的患者進行催吐。4.立即就醫。</p>		

(2)本廠使用毒性化學物質（三氧化鉻）之管理程序

三氧化鉻皮膜處理劑採用不洩漏、不溢漏之 20kg 塑膠(PVC)桶包裝，貯存於三氧化鉻皮膜處理劑專用倉庫內，加鎖並由專人負責管理，使用場所的槽體和管路使用不銹蝕的材質，並於運作場所（貯存、使用場所）明顯處懸掛毒性標誌、告示板及設置安全防護用具等。

欲補充三氧化鉻皮膜處理劑時，由專責人員正確領取、紀錄使用量後，連同上緊封口之容器運送使用場地使用，並嚴禁非特定人員接觸。

空桶由專人回收清洗，清洗廢水排至廢水處理場處理，確定無殘留物後，空桶可回收再用或委託合格之廢棄物處理公司處理。

使用場所防止排放或洩漏之設施

- A.槽體以白鐵皮為內槽，外襯 5mm 厚之 PVC 板，以防止因銹蝕而產生的洩漏，並以連續過濾藥液的方式，除去藥液中的雜質，以防止藥液的老化。
- B.作業場所依特定化學物質危害預防標準設置阻絕設備或排氣系統。
- C.鍍槽的管線配管考慮虹吸作用的可能，並避免藥液倒入供水管路的可能。
- D.在需要的地方裝置滴盤和防濺板。
- E.定期檢查製程之設備（槽、閥、水龍頭、泵的防漏部份）及輸送管線。

依毒性化學物質管理法第十二條及施行細則第二十一條、二十二條規定，作成三氧化鉻運作紀錄並妥善保存。

依規定貯存、保管與使用三氧化鉻皮膜處理劑，應不可能有排放或外洩的情形，如有其他意外情形造成排放或外洩時，其處理方式如下：

- A.洩漏及廢棄處理

表 4.6-6 三氧化鉻洩漏及廢棄處理方法

洩漏之緊急應變	<ol style="list-style-type: none"> 1.未穿戴防護裝置衣物時，禁止進入洩漏區，直到外洩清理完畢。 2.對洩漏區域進行通風換氣。 3.以最方便及安全的方法收集外洩物，並置於緊閉容器內等待回收或以衛生掩埋處理。 4.小量液溢出或洩漏時利用蛭石、乾沙、泥土或類似物質收集含三氧化鉻外洩溶液，再以清水洗淨，洗液以亞硫酸氫鈉還原中和，量大時，須導入特設坑洞，再以泵浦抽回處理。
廢棄處理方法	廢棄溶液應先用亞硫酸氫鈉將其還原分解，再以中和方法處理，廢棄容器空桶應以清水洗淨，直到洗液分析不含 Cr^{6+} 後，洗液再以亞硫酸氫鈉還原分解，以中和法處理，清洗乾淨之廢棄容器空桶依法處理或資源回收。

B.如果水源受到污染，將緊急通知環保局及專家會勘處理。

如發生火災時，小火可使用化學乾粉、二氧化碳或泡沫灌救；大火時依火災原因使用水霧或泡沫灌救。

滅火時應注意的事項

A.救火人員應穿戴防護衣、安全帽、安全眼鏡、防護面具等設備。

B.滅火時應和火保持相當的距離，並以築堤方式來防止消防水疏散開來，以避免有害物質擴散造成污染。

C.滅火器具定期檢驗，緊急應變小組人員演練。

(3)其他防護用具之使用規定

包括個人防護設備、通風設備、操作與貯存注意事項及個人衛生，如表 4.6-7 說明：

表 4.6-7 電鍍工廠個人防護及作業場所之安全措施

個人防護設備	眼部：防粉塵防濺安全護目鏡，面罩（至少 8 吋）
	呼吸：1. $5\text{mg}/\text{m}^3$ ：全面型高效率濾材呼吸防護具，全面式頭盔或頭罩之空氣供應式呼吸防護具。全面式自給式空氣呼吸器。2. $30\text{mg}/\text{m}^3$ ：動力型全面型高效率濾材之濾清式呼吸防護具。供壓式或正壓式或定流式的 c 型供氣式的全面型呼吸防護具。3. $> 30\text{mg}/\text{m}^3$ ：同洩漏防護具。
	手套：耐化學性及防滲之橡膠或塑膠手套。
	其他：耐化學性膠鞋、防毒衣、工作圍裙。
通風設備	工作場所須換氣除塵及吸附有害氣體，以防意外發生。
操作與儲存	應採用不洩漏密閉容器貯存於陰涼乾燥且通風良好之處所，操作時應穿戴防護裝具，以避免沾上身體或吸入三氧化鉻霧滴，且不可與三氧化鉻直接接觸，應確實遵守作業安全規定及衛生安全人員或毒物管理人員的指導。
個人衛生	1. 工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。 2. 工作場所嚴禁抽煙或飲食 3. 處理此物後，須徹底洗衣。4. 維持良好之內務管理。

(4) 緊急應變所採取的通報方式

警鈴、廣播或電話通知廠內相關應變人員及廠長，並疏散不必要的人員，隔離污染區，緊急應變處理小組（人員編組表 4.6-8）進行編組作業實施作業搶救，並於六小時內報知勞工檢查單位及環境保護局。

表 4.6-8 緊急應變處理小組人員編組表

任務編組組別	組 長	組 員
緊急應變協調中心		
醫療組		
毒物處理小組		
滅火組		
連絡組		

5.貯存設備說明

(1)本廠地址桃園縣××市××路××號，貯存地點亦同，廠房及土地座落於×××兩筆地號上，屬於××都市計畫案工業區用地，檢附××縣政府工務局核發之土地使用分區證明及××地政事務所核發之地籍圖謄本（略）。

(2)檢附桃園縣××地政事務所核發給本公司廠房的建築改良物所有權狀影本及××市戶政事務所核發給本廠的門牌證明書：（略）

(3)毒性化學物之貯存地點、管理方式、安全防護用具使用及包裝標示

本廠毒性化學物質（三氧化鉻皮膜處理劑）的貯存地點如下圖所示（略），位於××市，地址是桃園縣××市××路××號。

A.貯存容器：將三氧化鉻皮膜處理劑貯存在密閉、堅固、不洩漏、不溢漏的 20kg 裝之 PVC 塑膠桶容器內。

B.貯存場所：將三氧化鉻皮膜處理劑儲存在堅固、封閉且陰涼乾燥的專用倉庫，並絕對避免與其他毒性化學物質（如氰化物）等混存，同時將貯存容器放置在木板上，墊高 10 公分以上，使其與水隔離。

C.貯存場所標示：貯存場所依毒性化學物質管理法施行細則第十七條規定標示，其標示項目如下所示：



毒性物質名稱：

警語：

中毒急救方法：

緊急處理方法：

警報發佈方法：

防火或防災器材之使用規定：

人員動員搶救之規定：

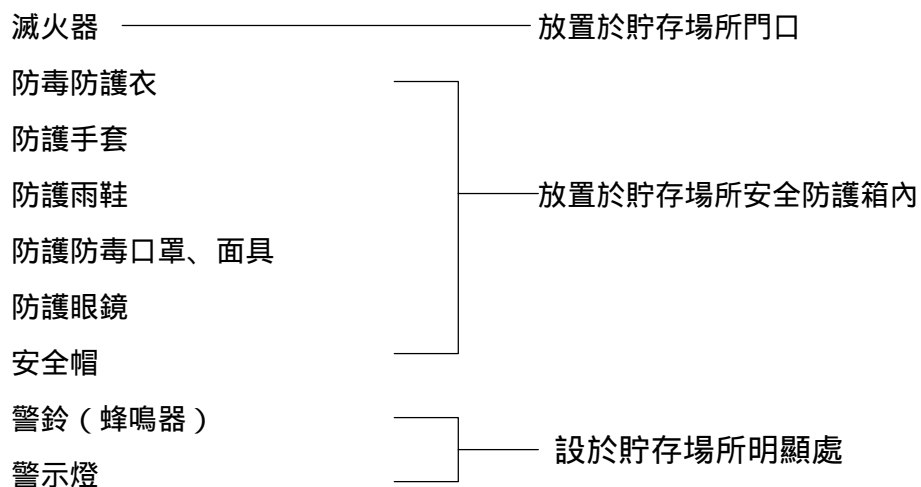
緊急應變之通知方式：

管理方式

貯存場所毒性化學物質（三氧化鉻皮膜處理劑）的管理方式同防止排放或洩漏設施說明書中第三及第五項（本廠使用毒性化學物質 三氧化鉻皮膜處理劑之管理程序及緊急應變所採取之通報方式）方式來管理。

安全防護用具使用

貯存場所的安全防護用具包括下列幾項：



有關於安全防護用具的使用規定防止排放或洩漏設施說明書中第 4 項（其他防護用具之使用規定）的說明。

6.使用設備說明書

(1)土地使用分區證明、建築改良物所有權狀及門牌證明書等與“貯存設備說明書”內容相同。

(2)毒性化學物質之使用設備、生產管理方式及安全防護用具使用

本廠毒性化學物質（三氧化鉻皮膜處理劑）的使用場所及設備如下圖所示(略),使用設備的槽體是以白鐵皮為層,外襯 5mm 厚之 PVC 板構成,以防止因銹蝕而產生的洩漏;使用場所位於桃園縣 × × 市 × × 路 × × 號。

三氧化鉻皮膜處理劑（主成份為三氧化鉻）使用場所設備簡圖如下(略)：

三氧化鉻鉻化處理槽槽體容器之容量：

液體盛裝全滿時約為 10,000L。

毒性化學物質（三氧化鉻）每月使用量預估：

約為 1,500 2,000 公斤/每月

(3)生產管理方式

本廠使用毒性化學物質三氧化鉻於鍍鋅皮膜後處理加工鉻化處理的生產流程如（污染防制設備說明書：污水防治設備說明）第一項所示；而其生產管理方式主要的目的就是防止排放或洩漏，因此使用設備的生產管理方式就如同防止排放或洩漏設施說明書中第三項及第五項本廠使用毒性化學三氧化鉻之管理程序及緊急應變所採取之通報方式）方式管理。

(4)安全防護用具使用

使用場所的安全防護用具包括下列幾項：

滅火器

防毒防護衣

防護手套

防護雨鞋

防護防毒口罩、面具

防護眼鏡

安全帽

警鈴（蜂鳴器）

警示燈

消防水箱

安全防護用具所在的位置如下圖所示，圖上的數字代表上列安全防護用具的編號（圖略）。

有關於使用場所安全防護用具的使用規定同防止排放或洩漏設施說明書中第 4 項（其他防護用具之使用規定）的說明使用。

二、毒性化學物質運作紀錄申報

毒管法第六條規定，毒性化學物質之運作及釋放，運作人應依規定作成紀錄，妥善保存備查；主管機關得令其定期申報紀錄。表 4.6-9 即為工廠申報之範例提供工廠參考。

表 4.6-9 毒性化學物質運作紀錄申報表（範例）

紀錄 期間	民國 90 年	1.一月至三月	2.四月至六月	3.七月至九月
		<input checked="" type="checkbox"/> 4.十月至十二月	5.全年	

填表日期：91 年 1 月 10 日

第 頁/共 頁

物質品名：三氧化鉻									列管編號 - 序號：xxx - xx			運作人 (公司/機構) 簽章		
運作人：xx股份有限公司									地址：xx縣xx市xx路xx號 電話：					
運作 場所	名稱：xx股份有限公司								管制編號：Hxxxxxxx			填表人 (代理人) 簽章		
	地址：xx縣xx市xx路xx號 電話：											填表人 (代理人) 簽章		
	許可證字號/登記備查號碼/核可號碼：(略)								<input checked="" type="checkbox"/> 使用 貯存					
月份	運 作								每月結餘量 重 量	流 向		備 註 (若為其他運作行為，說明之)		
	製 造	輸 入	輸 出	販 賣	使 用	貯 存	廢 棄	其 他		重 量	流向公司或廠場名稱		許可證字號/ 登記備查號碼/核可號碼	
90.10					✓				1,500 公斤	200 公斤	xx股份有限公司	環署毒輸字第 XXX - XXXX 號		
90.11					✓				1,500 公斤	300 公斤	xx股份有限公司	環署毒輸字第 XXX - XXXX 號		
90.12					✓				1,800 公斤	200 公斤	xx貿易有限公司	環署毒輸字第 XXX - XXXX 號		

4.6.4 毒性化學物質廠內管理

產業界為符合毒管法之相關規定並減輕運作過程中可能產生之污染及妥善處理，工廠應依據法規及廠內各項管理制度建立適當之管理方式，以藉由污染預防及適當之管末處理技術降低毒化物之環境流佈量。

一、製程安全管理

製程安全管理之目的在於預防或減低毒化物洩漏之危害，具體作法同 4.5.4 之預防洩漏，而藥液貯槽應設置適當高度之防液堤及洩漏液之收集系統，如圖 4.6-2 之設置範例。



圖 4.6-2 化學藥液槽設置防溢堤

二、建立毒化物倉儲管理及領用制度

毒性化學物質需依據其特性，分別貯存於固定之倉庫，如圖 4.6-3，並依據使用期限使用，同時需由專人進行領用登記與管理，避免毒化物因誤用或濫用而造成污染。領用制度可結合工廠之品質管理或環境管理系統施行。人力搬運時亦應注意過程之安全性。



圖 4.6-3 毒化物倉儲管理

三、檢驗室

檢驗室常見之狀況主要為有害物質外洩、溶劑潑灑及廢液桶標示不明誤倒廢液引起之意外事件。因此需由下列事項進行管理：

- 1.藥品妥善管理。檢驗室藥品櫃應固定，以免傾倒。腐蝕性藥品櫃應有托盤裝置，或以耐蝕性盆分別隔離放置。
- 2.檢驗室廢棄物應裝入專用容器，不相容物質不能相混存，不可混存之資料應由物質安全資料表中查得。
- 3.液體廢棄物容器應置於耐腐蝕防漏盤中，以免洩漏造成污染。

四、廢棄物管理

廢棄物管理包括清除及處理兩部分，除了依照環保法規要求分別處理一般及有害事業廢棄物外，在廢棄物清理作業過程中，需依照廢棄物清理作業安全衛生規定辦理。

- 1.清理具有危害性之廢棄物時，需明確標示。
- 2.不具相容性之廢棄物不得混合清除。
- 3.清除毒害性廢棄物，人員需有相關之防護具。

另外，依據環保署公告之「有害事業廢棄物認定標準」第五條之規定，屬有害事業廢棄物之廢盛裝容器，如事業機構具有有效清洗廢盛裝容器之設施，並能妥善處理所產生之廢水或廢液者，經其洗淨後之廢盛裝容器，得認定為一般事業廢棄物。因此，廠內應針對毒性化學物質之盛裝容器進行有效之清洗，並妥善收集處理，以避免產生二次污染。

空桶清洗方式需依據空桶之種類進行，如為氰化物之空桶需先以廢水處理場之氧化劑、鉻酸空桶則以還原劑清洗一至二次後，再以清水清洗乾淨；清洗廢水需收集至相關之廢水貯槽再進行後續處理。清洗人員需佩戴安全防護具，如口罩或手套；人員若有不當接觸甚至誤食造成中毒現象，需緊急送至醫院醫治；如為氰化物中毒，則需送至行政院衛生署成立之「緊急醫療特定解毒劑管控中心」所指定之氰化物解毒劑醫院急救；相關醫院名稱及地址詳如附件四。

4.7 工業安全與衛生

勞工安全衛生上的疏忽所造成的職業災害，會導致人員的傷亡和機械設備的損壞，所造成的損失，如醫療費用損失、停工損失、補償給付損失等，小則阻礙企業成長，大則影響社會經濟發展與祥和，故業者不可不加以重視。由於環保與工安實為企業經營管理中不可忽略的要項，因此企業應將工業安全與衛生要求事項，一併納入管理。

4.7.1 安全衛生危害因子

4.7.1.1 製程之安全衛生危害因子

安全衛生的危害與產業特性、廠內管理、工廠規模等因素習習相關，故需藉由製程的分析及現場的勘查，方可明確的找出其危害。

1.原料處置作業之危害因子

此作業為將鍍件投入製程設備中，由於電鍍製程之鍍件均以機器搬運。常見的問題有下列幾點：

- (1)堆高機所使用之燃料油貯運不當。
- (2)作業時，未禁止人員進入操作半徑內或附近有危險之虞場所。
- (3)車輪機械未裝置名牌或標示，來指出其空重、載重、額定荷重等。
- (4)堆高機於廠內未能依限速行駛，並隨意停放於工作通道上。
- (5)荷重在一公噸以上之堆高機，未指派經特殊安全衛生教育、訓練之人員操作。
- (6)堆高機相關之防護裝置失效，如前後照燈、煞車、行進響鈴等裝置失效。
- (7)工作環境及通道放置阻礙物，導致車輛機械進行物料搬運、處置作業時之不便。

2.塗裝作業之危害因子

- (1)鍍件進行塗裝時會產生有機溶劑逸散情形，若未採取密閉設備、局部排氣裝置、整體換氣裝置等方法，導入新鮮空氣，會使員工曝露於不良環境中。
- (2)員工未確實配戴呼吸防護器具，將會因吸入揮發性有機溶劑，而傷害呼吸系

統。

3.貯存作業之危害因子

成品完成後需移置固定地點貯存，或隨即出貨運送至客戶手中，故本作業常需使用重型機械進行搬運，且車輛進出頻繁。常見問題如下：

- (1)重型機械/車輛未在所有人員遠離該機械時，即進行起動。
- (2)重型機械/車輛作業時，未禁止人員進入操作半徑內或附近有危險之虞之場所。
- (3)重型機械/車輛未裝置名牌或標示來指出其空重、載重、額定荷重等。
- (4)重型機械/車輛，於廠內未能依限速行駛，並隨意停放於工作通道上。
- (5)進行成品貯運作業時，起重機經過區域，未能嚴禁人員進入吊舉物之下方，且無指派專人負責運轉指揮信號。
- (6)吊掛作業人員未配戴安全帽等防護配備。
- (7)起重機具未標示最高負荷；防滑舌片損壞或被破壞，而無法防止吊舉物體脫落。

4.製程機械設備之潛在危害

- (1)員工使用機械設備時，常因自身的不安全行為而導致危害發生，常見的不安全行為如下：

擅自啟動或操作自己不熟悉的機械。

為圖工作方便，擅自拆卸機械的安全防護裝置。

未依規定配戴個人防護具。

未依規定使用適當的夾具等。

機械運轉中，從事危險的維修或潤滑保養工作。

兩人以上操作或維修時，未事先約定或不遵守操作程序，而危及他人的安全。

不必要人員進入運轉中機械的危險範圍內。

- (2)一般而言，最容易造成員工傷害事故的機械動作或部位如下：

原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等。

旋轉、往復及直線運動中之機件。

轉動機件之咬合點。

具切割刃口之機械。

具有衝、切、彎、鍛等動作之機械。

(3)不良的製程機械佈置，也會間接的導致傷害事故發生，常見的情形如下：

地面有油污、雜物等，易造成人員滑倒、絆倒等事故。

因噪音、作業環境空氣濃度、照明不足等間接因素影響人員的體能或精神，操作不慎即易發生事故。

(4)機械的不正常動作，易使員工在非預期的狀況下發生傷害事故；機械不正常動作的主要原因如下：

因人員誤觸開關或誤操作而引起之誤動作。

因機械故障而引起之誤動作。

因控制電路故障而引起之誤動作。

4.7.1.2 週邊常用機械設備之危害因子

在電鍍製程運作過程中，會有一些非生產流程之機械設備，如用於貨品運輸之起重機具、堆高機，或供應全廠熱能之鍋爐等機械設備。以下說明幾種常見之機械設備危害。

1.堆高機之危害

(1)員工為求便利性，可能會有不當操作行為，如未將貨叉降至安全高度就移動堆高機，此行為易導致翻車情形。

(2)堆高機在倒車時，由於後方視野不佳，易衝撞後方人員、物品或其他機械設備。

(3)員工為求便利與快速，可能會有超速、超載等行為，而容易於運送過程中發生衝撞人員、物品或其他機械設備，或於轉彎處翻車情形。

(4)有時員工會將堆高機作為其他用途，如站立於貨叉後將其升高以從事高處作業，在沒有安全措施的情況下，員工可能會有墜落的疑慮；或將其當作交通

工具以貨叉載運員工。

- (5)使用堆高機以貯放危險物，若員工操作不當，則危險物有可能會因貨叉而被刺破，或被堆高機推倒，引起火災或洩漏等災害。
- (6)堆高機停放沒有定位，隨意停放，可能阻礙避難通道。
- (7)堆高機未定時維護保養，以致相關安全設備未能發揮功效，如後退時警示燈未響、煞車距離不足等。
- (8)堆高機由未經訓練之員工駕駛，員工對堆高機之潛在危險認知不足。

2.鍋爐之危害

鍋爐將水加熱至蒸氣態，經由管線供給製程中需要熱能之處，由於內存高溫高壓蒸汽飽和液，具有相當危險性，絕非採用護罩、護圍等簡單機械防護方法即能防止危害。萬一鍋爐發生破裂，其內部飽和水氣化成蒸汽而發生爆炸，其威力不下炸彈爆炸，對業者之設施損毀及勞工生命安全威脅不容忽視。以下簡述鍋爐之危險性。

- (1)本體（胴及夾套）破壞：

熱能影響工作空間中人員安全。

動能造成房屋崩塌。

爆炸時產生爆震波。

引起大火。

- (2)附件、附屬裝置若發生失效，將導致操作失靈，或直接成為傷害媒介物。
- (3)安全設備（儀表、燃燒器、冷卻系統、安全閥等）失效，將使鍋爐本體的緊急狀況無從知悉亦無從補救，進一步產生更大的危害。
- (4)在進行鍋爐維修保養時，人員有時會需由人孔進入爐體內部進行清掃、修理、保養，故常發生缺氧、有害氣體之危害、有蒸氣或殘灰等餘熱所致之危害。
- (5)鍋爐點火失敗時，會有燃料（如輕油、瓦斯等）蓄積在周圍，若無充分換氣後再點火，易導致鍋爐內部發生火災、爆炸情形。

4.7.2 危害控制技術

4.7.2.1 製程之危害控制技術

1. 製程機械設備管理之一般規定

(1) 設備管理

機械應設置開關、離合器、移帶裝置等動力遮斷裝置，其應有易於操作且不因接觸、振動等或其他意外原因，致使機械驟然開動之性能。

動力運轉之機械，具有顯著危險者，應於適當位置設置有明顯標誌之緊急制動裝置，立即遮斷動力並與制動系統連動，能於緊急時快速停止機械之運轉。

機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞者，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。

傳動帶之接頭，不得使用突出之固定具，應有適當防護物。

(2) 操作管理

動力傳動裝置之軸承，應有適當之潤滑，除非有安全注油裝置，否則運轉中禁止注油。

機械開始運轉有危害員工之虞者，應規定固定信號，並指定指揮人員負責指揮。

機械之掃除、上油、檢查、修理或調整有導致危害勞工之虞者，應使該機械停止運轉。為防止他人操作該機械之起動裝置，應採上鎖或設置標示等措施。若必須在運轉狀態下才能進行者，則應於危險之部分設置護罩或護圍等設備。

2. 燃料之貯存

(1) 設備管理：燃油貯槽不宜設置於轉彎通道旁、下坡路段等處；並應加設防撞護欄及防溢堤。

(2) 操作管理：進行燃油裝卸處置時，應採取接地措施，或使用除電劑、加濕等方式，以避免因靜電引起之爆炸或火災；並應指派人員進行監督。

4.7.2.2 週邊常用機械設備之危害控制技術

1.起重機之操作

- (1)各種起重機具，應標示最高負荷，並規定使用時不得超過此項限制。
- (2)起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置，且為防止與吊架或捲揚胴接觸、碰撞，應有至少保持 0.25 公尺距離之過捲預防置；並於鋼索上作顯著標示或設警報裝置，以防止過度捲揚所引起之損傷。

2.鍋爐及壓力容器

(1)設備控制

鍋爐最頂端至鍋爐房頂部之天花板、樑、配管或其他鍋爐上方構造物等，應維持一定距離，避免妨礙安全閥等附屬品之檢查、調整或操作。

鍋爐外壁至牆壁、配管或其他鍋爐側方構造物等之間，應維持適當距離。若儲存燃料時，應與鍋爐保持 2 公尺以上距離。

鍋爐應安裝於專用建築物內，或安裝於建築物內以障壁分隔之場所，即鍋爐房，並應有二個以上之出口。

鍋爐之安全閥及其他附屬品，於鍋爐及壓力容器安全規則第 21 條中，有詳細說明管理原則，其一般重點如下：

- A.安全閥應調整於最高使用壓力以下吹洩。
- B.過熱器使用之安全閥，應調整於鍋爐本體上之安全閥吹洩前吹洩。
- C.壓力表或水高計應保持在使用中，不致劇烈振動，其溫度不致超過攝氏八十度。
- D.壓力表或水高計之刻度板上，應明顯標示最高使用壓力之位置。
- E.在玻璃水位計上或與其接近之位置，應適當標示蒸汽鍋爐之常用水位。
- F.有接觸燃燒氣體之給水管、沖放管及水位測定裝置之連絡管等，應用耐熱材料防護。

(2)管理控制

鍋爐之操作管理，應設置專任合格操作人員。

鍋爐運轉中應隨時監視鍋爐之壓力、水位及燃燒狀態等情況，以保持正常運轉，並紀錄備查。

鍋爐用水之水質可參考 CNS 10231 鍋爐給水與鍋爐水水質標準之規定，並應適時清洗胴體，以防止累積水垢。

鍋爐房或鍋爐設置場所，應依下列規定管理：

- A.在作業場所明顯處，設置禁止無關人員擅自進入之標示。
- B.禁止攜入與作業無關之危險物等。
- C.置備水位計之玻璃管或玻璃板、各種填料、修繕用工具及其他必備品，以備緊急修繕用。
- D.將鍋爐檢查合格證及鍋爐操作人員資格證件影本揭示於明顯場所；如屬移動式鍋爐，亦得將檢查合格證影本交鍋爐操作人員隨身攜帶。
- E.鍋爐胴體、燃燒室或煙道與鄰接爐磚間發生裂縫時，應儘速予以適當修補。

進入鍋爐或煙道內部，從事鍋爐之清掃、修理、保養作業時，應依下列規定辦理：

- A.將鍋爐或煙道適當冷卻。
- B.實施鍋爐或煙道內部之通風換氣。
- C.鍋爐或煙道內部使用之移動電線，應為可撓性雙重絕緣電纜或具同等以上絕緣效力及強度者；移動電燈應裝設適當護罩。
- D.與其他使用中之鍋爐或壓力容器有管連通者，應確實隔斷或阻斷。
- E.設置監視人員，保持連絡，如有災害發生之虞者，即採取必要措施。

鍋爐點火前，應確認排氣閘門確實開放，並使燃燒室及煙道內充分換氣。

3.堆高機之防護措施

(1)設備管理

堆高機上應有標示指出其空重、載重、額定荷重等。

堆高機本體需注意維護部位如下：

- A.貨叉無顯著損傷、變形、腐蝕。
- B.裝卸裝置使用鏈條之安全係數應符合法規規定。

C.托板或撬板應具有充分能承受積載貨物重量之強度，且無顯著之損傷、變形或腐蝕。

堆高機之安全防護設備如下：

A.置備有後扶架者。

B.為制止運行及保持停止，應設制動裝置。

C.堆高機其左右各設一個方向指示器。

D.設置警報裝置。

E.裝置前照燈及後照燈。

F.應設有裝載貨物掉落時可保護駕駛者之頂蓬。

G.堆高機之油壓裝置，應設有防止油壓過度升高之安全閥。

H.堆高機駕駛座應使用緩衝材料，使之在運行時，不致加諸駕駛人員身體顯著振動之構造。

(2)操作管理

員工駕駛堆高機者時應注意下列：

A.除非所有人員已遠離該機械(駕駛者等依規定就位者除外)，否則不得起動。

B.除乘坐席位外，於作業時不得搭載勞工。

C.作業時，禁止其他人員進入操作半徑內或附近有危險之虞之場所。

D.作業時，應注意遠離帶電導體，以免感電。

E.應依製造廠商規定之安全度及最大使用荷重等操作。

F.停放位置不可於有滑落危險之虞之斜坡，或有阻礙交通要道之處，尤其是夜間停放。

G.不得使勞工搭載於堆高機之貨叉所承載貨物之托板、撬板及其他堆高機（乘坐席以外）部分。

H.駕駛者離開其位置時，應採將貨叉等放置於地面，並將原動機熄火、制動，避免堆高機不可預期之移動。

堆高機應規定行駛速率，為防止超速，可於轉彎處、下坡處，設置跳動路面。

應使操作堆高機之員工接受教育訓練，並使其瞭解其潛在危害。需注意若荷重在一公噸以上之堆高機，已屬勞安法之危險性機械設備，應由接受過主管機關認可之教育訓練的人員操作。

4.危險性機械：升降機

由於升降機之規範繁多，在「安全衛生設施規則之第四章」及「起重升降機具安全規則」中皆有詳細說明，以下僅就一般危害控制加以說明：

(1)設備管理

升降機之各樓出入口門，應有連鎖裝置；搬器地板與樓板相差 7.5 公分以上時，升降路出入口門不能開啟之。

升降機之各樓出入口，應裝置構造堅固平滑之門，並應有安全裝置，使升降搬器及出入口之任一門開啟時，升降機不能開動，且升降機在開動中任一門開啟時，能停止上下。

(2)操作管理

工廠所使用之升降機多為載貨用升降機，即其門為柵欄式，而非實心式，廠內禁止人員搭乘僅供載貨用之升降機。

升降機應設置終點極限開關、緊急剎車及其他安全裝置，發現失效時應立即派人檢修。

升降機各樓出入口及搬器內，應明顯標示其積載荷重或乘載之最高人數，並規定使用時嚴禁超載。

升降機之操作方法及故障時之處置方法等，應揭示於使用該升降機有關人員易見處。

4.噪音環境

在製程中，部份單元易產生高分貝噪音，如混合、篩選、裁切等作業，會導致該區域員工之聽力傷害。

- (1)勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過 90 分貝時，應採取工程控制、減少勞工噪音曝露時間，使勞工噪音曝露工作 8 小時日時量平均之規定值或相當之劑量值，且任何時間不得曝露於峰值超過 140 分貝之衝擊性噪音或 115 分貝之連續性噪音；對於勞工 8 小時日時量平均音壓級超過 85 分貝或曝露

劑量超過 50%時，雇主應使勞工戴用有效之耳塞、耳罩等防音防護具。

- (2)工作場所之傳動馬達、球磨機、空氣鑽等產生強烈噪音之機械，應予以適當隔離，並與一般工作場所分開為原則。
- (3)發生強烈振動及噪音之機械，應採消音、密閉、振動隔離或使用緩衝阻尼、慣性塊、吸音材料等，以降低噪音之發生。
- (4)噪音超過 90 分貝之工作場所，應標示並公告噪音危害之預防事項，使勞工周知。

5.火災之預防

火災是工廠必須特別重視的問題，工廠均應配合自己工廠需要，建立消防計畫。一般火災常伴隨爆炸，其形成之要因，離不開燃燒三要素：可燃物、助燃物、達到燃點以上。根據此三要素來辨識火災爆炸危害的第一步驟便需瞭解作業環境的可燃源，如焊接時所使用到乙炔、一些常見之有機溶劑，均為可燃。第二步驟為分析作業環境中，可能存在的著火源，如焊接、熔鐵爐、熔鋁爐等。第三步驟為瞭解作業環境中之助燃物，如果平常教育訓練落實，則可以避免大部份火災。不過，一旦發生火災，唯有平常消防演練落實，所以消防設施發揮正常功能，才能使災害降至最低。一般性消防措施並無太大差異，常見措施如下所列：

- (1)消防水源：至少應有足夠應變之可靠水源。
- (2)消防配水設備：消防泵浦（應能提供足夠水量和水壓）、消防栓（位置、方向）、水帶等。
- (3)自動灑水、噴水設備：適用於冷卻沒有隔熱設備的鋼鐵結構、高架管線、容器和球形儲槽。
- (4)泡沫滅火系統：工廠內易燃，可燃或有毒液體外洩，可用泡沫來覆蓋及滅火。
- (5)CO₂ 或海龍系統：工廠內電器配電室、儀器設備室、控制室、電腦室和精密儀器室，為防止救火後損污設備，一般均配置 CO₂ 或海龍滅火系統。
- (6)手提式乾粉滅火器：手提式乾粉滅火器來滅初期火災很有效。
- (7)輪架式乾粉滅火車：輔助手提滅火器，用來撲滅較大型火災。
- (8)火災偵測與警報系統：可使火災於發生初期即迅速被發覺。

- (9)對於會引起火災及爆炸危險之場所，應嚴禁煙火及禁止無關人員進入，並規定勞工不得使用明火。

6.物料搬運與處置

- (1)堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索捆綁、護網、擋樁、限制高度或變更堆積等必要措施，並規定禁止與作業無關人員進入該等場所。
- (2)物料之堆放，應依下列規定：
- 不得超過堆放地最大安全負荷。
 - 不得影響照明。
 - 不得妨礙機械設備之操作。
 - 不得阻礙交通或出入口。
 - 不得減少自動灑水器及火警警報器有效功用。
 - 不得妨礙消防器具之緊急使用。
 - 以不倚靠牆壁或結構支柱堆放為原則。
- (3)為防止載貨台物料之移動而危害勞工，除應提供防止物料移動之適當設備，並應確實規定勞工使用。
- (4)掀舉傾卸車之載貨台，使勞工在其下方從事修理或檢點作業時，除應提供安全擋塊或安全支柱，並應規定勞工使用。
- (5)載貨台裝卸貨物其高差在 1.5 公尺以上者，應提供勞工安全上下之設備。

7.工作場所及通路

- (1)勞工於機械操作、修理、調整及其他工作過程中，應有足夠之活動空間，不得因機械原料或產品等置放過擠致對勞工活動、避難、救難有不利因素。
- (2)員工於軌道上或接近軌道之場所從事作業時，若通行於軌道上之車輛有觸撞勞工之虞時，應配置監視人員或警告裝置等措施。
- (3)室內工作場所，應依下列規定設置足夠勞工使用之通道：
- 應有適應其用途之寬度，其主要人行道不得小於 1 公尺。
 - 各機械間或其他設備間通道不得小於 80 公分。

自路面起算 2 公尺高度之範圍內，不得有障礙物。但因工作之必要，經採防護措施者，不在此限。

主要人行道及有關安全門、安全梯應有明顯標示。

(4)廠內車輛通行道寬度，應為最大車輛寬度之 2 倍再加 1 公尺，如係單行道則為最大車輛之寬度加 1 公尺。車輛通行道上，並禁止放置物品。

(5)緊急避難用出口、通道或避難器具，應標示其目的，且維持隨時能應用之狀態。而緊急出口或通道之門，應為外開式。

(6)架設之通道（包括機械防護跨橋），應依下列規定：

具有堅固之構造。

傾斜應保持在 30 度以下。但設置樓梯者或其高度未滿 2 公尺而設置有扶手者，不在此限。

傾斜超過 15 度以上者，應設置踏條或採取防止溜滑之措施。

有墜落之虞之場所，應置備高度 75 公分以上之堅固扶手。在作業上認有必要時，得在必要之範圍內設置活動扶手。

通道如用漏空格條製成，其縫間隙不超過 12 公厘，超過時，應裝置鐵絲網防護。

(7)固定梯子，應依下列規定：

具有堅固之構造，並等間隔設置踏條。

踏條與牆壁間應保持 16.5 公分以上之淨距。

應有防止梯子移位之措施。

平台如用漏空格條製成，其縫間隙不得超過 12 公分；超過時，應裝置鐵絲網防護。

梯子之頂端應突出板面 60 公分以上。

梯長連續超過 6 公尺時，應每隔 9 公尺以下設一平台，並應於距梯底 2 公尺以上部分，設置護籠或其他保護裝置。

第五章 環境管理系統建制與執行績效

自 1992 年 6 月聯合國在巴西里約熱內盧召開「地球高峰會議」，於會議中宣示「永續發展(Sustainable Development)」理念後，環境問題即成為全球性的議題。縱觀 1960 到 1990 年代環境保護概念的演進，從早期的管末處理逐漸演化至強調綠色生產，從以往利用環保法規或稽查來防止污染之管制方式，轉變為企業自省的方式。

此股新浪潮帶給企業的省思是：「21 世紀將是一個重視綠色消費與強調社會責任的新經濟時代」，也就是企業在創造更高的利潤與經濟發展之餘，應善盡環境保護之責任，企業在面臨日漸嚴苛的環保法令，應藉由效率化的生產管理，配合經濟有效的製程減廢技術來降低污染，減少管末處理所需之成本，進而增加生產力獲得利潤，以達到提昇企業環保績效與經營效率，進而達到永續發展的目標。而環境管理系統遂成為多數企業提昇環境績效與經營效率的利器之一。

5.1 環境管理系統推動現況

我國政府自民國 85 年 1 月起，有鑑於國際間對環境管理系列標準的重視與關切，在原「行政院全球環境變遷政策指導小組」之下成立「ISO 14000 工作分組」，負責統籌各單位之橫向聯繫與整體規劃工作，其中，經濟部工業局為協助業者順利推動系統建置工作，自民國 85 年起，即著手訂定建立環境管理輔導體系，以及相關宣導、推廣與訓練等工作，同時針對各行業別進行試行計畫，行業類別包括印刷、電機、電子(含半導體業)、造紙、石化、紡織、陶瓷、機械製造、食品、染整、資源回收、環保器材製造、螺絲、水泥、運輸等業別。截至 90 年 5 月 31 日止，國內已通過環境管理系統廠家計有 952 家。

環境管理系統係根據「規劃(plan)、實施(do)、檢查(check)及審查(action)」的邏輯而設計的，所以本章即依環境管理系統的架構來撰寫內容，架構為環境管理系統（1）規劃階段；（2）執行階段；（3）檢查、矯正階段；（4）審查等階段之運作與維護，文中配合同業案例來說明管理系統建置的流程及實施方法。同時，提供管理系統建置與維護時，可能常見之缺失給同業作為參考。

經濟部標準檢驗局於 84 年起，即制定相對應之國家標準，將公告 ISO 14000 系列之國際標準轉訂為我國國家標準，亦即 ISO/CNS 14000 系列之國家標準。

5.2 建立環境管理系統之程序

ISO 14001 標準本身是以管理系統的邏輯所寫成，執行時的方法及注意事項，可以參考「ISO/CNS 14004 環境管理系統—原則、系統及支援技術之一般指導綱要」。執行程序如圖 5.2-1 所示。

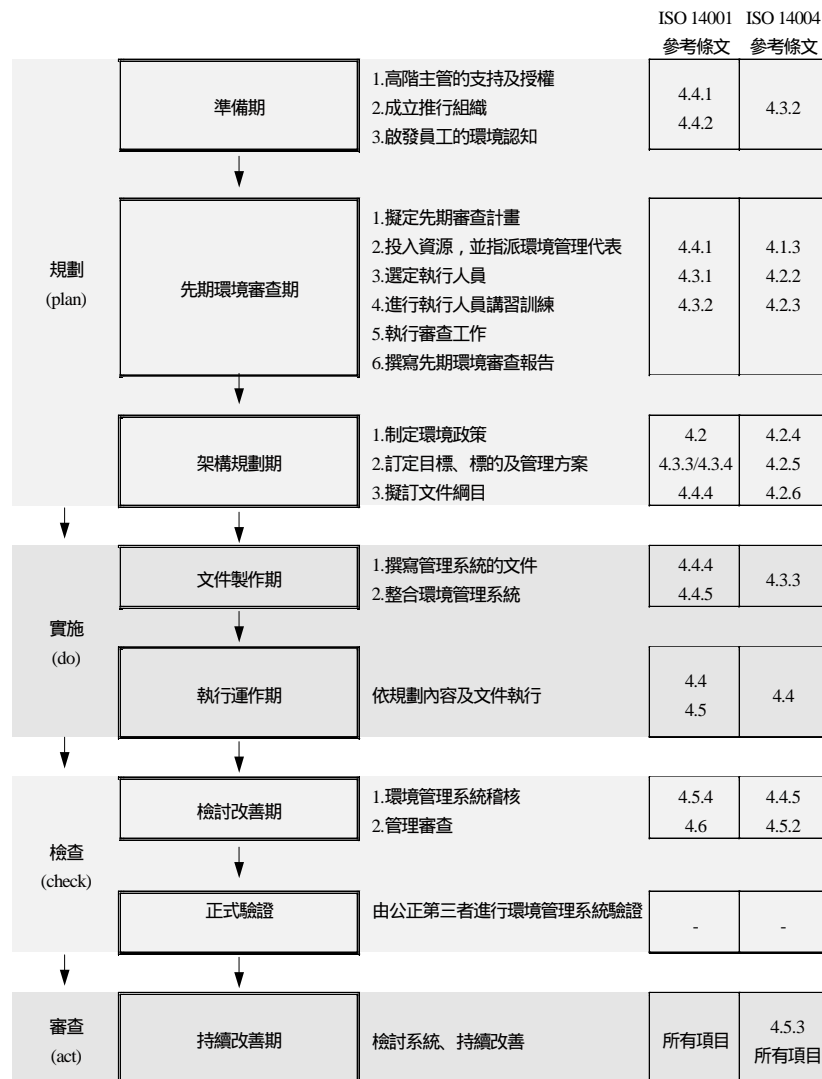


圖 5.2-1 環境管理系統建置程序

5.2.1 環境管理系統之規劃階段

在工廠導入環境管理系統(EMS)的第一階段，一定要作一些準備工作，使全廠由上到下的所有員工，都能對環境保護有所認知，而且知道公司將執行 EMS，並要求全體人員全力配合。這些工作包括：(1)高階主管的支持及授權，

(2)成立推行組織，(3)啟發員工的環境認知。

1.高階主管的支持及授權

高階主管是指 EMS 的最高決策者，因此，獲得高階的承諾與支持，往往是系統能否有效建立及執行的關鍵點。具體的作法就是由廠區的最高主管，以文字或層層傳達的方式，公開地對組織之管理階層及作業人員，作正式的說明。

2.成立推行組織

推行組織是產業成功建立系統的核心團體，這個核心團隊，是整個環境管理系統推行工作的主體及種子人員。無論業者是藉由顧問的輔導，或是自行建立系統，主要的工作都會落在推行組織的肩上。因此，成員的經驗、能力，以及是否獲得充分的授權，都是工廠順利推行系統的關鍵。常見環境管理委員會組織架構如圖 5.2-2 所示。

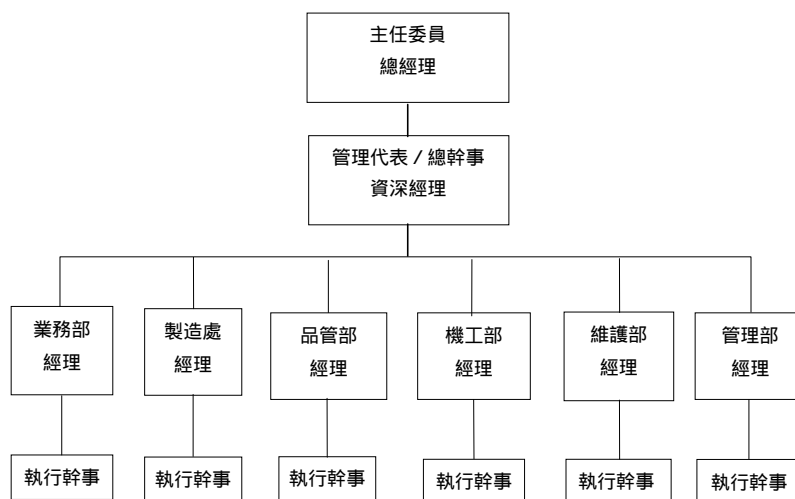


圖 5.2-2 環境管理系統委員會組織架構圖（範例）

3.啟發員工的環境認知

一般從業人員對環境的概念並不十分清楚。工廠在導入新的概念時，教育訓練是基礎工作，不能只要求部份員工保持或提升其能力，而是要使所

有人員都能體認自己工作與環境的關連性與重要性。在溝通管道上，工廠可以教育訓練、海報、刊物、活動等方式，將環保的訊息傳遞給所有員工，尤其教育訓練是提升員工環保觀念最直接有效的方式。再者，可以配合一些靜態的內部溝通管道，如內部刊物中刊登相關環境的資訊，宣告管理階層對環境保護的重視。

5.2.2 先期審查

先期審查是組織建立管理系統時，對廠內現況瞭解及資料收集等之準備工作，用以提供後續制定或修正政策；設定目標、標的及管理方案；制訂標準程序文件之參考，以及比較組織環境績效變化之依據。

1. 先期環境審查之範圍

先期審查並非 ISO 14001 驗證之要求事項，如何實施先期環境審查並無特定之方法與程序，視組織現況與需求而定。ISO 14001 附錄 A 之 A.3.1 及 ISO 14004 之 4.1.3，均說明事先未建立該類管理系統者，可藉此項工作作為後續工作的基礎。

除了調查 ISO 14001 附錄所說明之四大議題外，建議工廠在建置之初，可以收集全廠環境現況以及過去廠址歷史調查，以便進一步建立完整工廠環境基本資料，環境現況收集項目如表 5.2-1 所示，業者可視本身需要加以收集建立。

表 5.2-1 工廠環境現況及歷史調查範圍與收集項目

1.廠區沿革史	<ul style="list-style-type: none"> 公司現址之使用沿革及發展狀況
2.平面圖	<ul style="list-style-type: none"> 工廠週邊環境圖及廠區平面圖
3.製程簡介	-
4.許可文件及相關證照	<ul style="list-style-type: none"> 廢水、空氣污染物排放方面 專責人員資格方面
5.廢水處理現況	<ul style="list-style-type: none"> 廢水處理廠位置圖及平面配置圖 各股廢水分類代號、定義、典型成份及處理方式（數據）以表列出 水資源使用狀況 原廢水污染量彙整 藥用量、電用量、污泥量以及費用
6.廢棄物處理狀況	<ul style="list-style-type: none"> （有害、一般）廢棄物種類、產出量及處理費用 各廢棄物之貯存位置圖 貯存方法 / 設施之處理方法 & 防護說明 <p>各廢棄物之處理方法說明</p>
7.空氣污染防治狀況	<ul style="list-style-type: none"> 空氣污染源種類及防制設備與位置圖 檢測收據（頻率 / 定期檢測） 廢水處理產生之廢棄物
8.管制物質	<ul style="list-style-type: none"> 毒性化學物質
9.噪音污染防治狀況	<ul style="list-style-type: none"> 廠內外之噪音源及量測點位置圖 量測頻率、時間及數據、方法 噪音防制措施及設施
10.能源使用狀況	<ul style="list-style-type: none"> 能源使用種類及各單位用電量與費用
13.過去不符合狀況分析	<p>附近居民抱怨狀況分析</p> <p>過去環境突發事件與不合法規事件調查回饋</p>
14.原物料使用狀況	<ul style="list-style-type: none"> 原物料、數量、種類及貯存狀況

2.先期審查之執行流程

以下為執行先期審查時之原則與程序，業者可視本身需要加以修正。

- (1)擬定先期審查計畫，並獲得高階主管核准與支持；
- (2)內部管理系統整合，確定執行範圍與投入之資源，指派管理代表；
- (3)依據審查計畫劃分適當區域及項目，並依相關工作性質選定執行人員；

- (4)進行執行人員講習訓練，選定及訓練所使用之審查執行方法，並制定審查工作計畫；
- (5)執行審查工作，包括過去文件紀錄查核、問卷調查、面談討論、檢測分析、資料蒐集等。可邀請外部專家參與結果討論；
- (6)撰寫先期審查報告。

針對先期審查必須執行的四項流程及實施方法工作相關注意事項說明如下：

5.2.2.1 環境考量面之鑑別與變動

「環境衝擊」的定義為「任何可完全或部份歸因於組織的活動、產品或服務中對環境產生之有利或不利的改變」，而「環境考量面」的定義為「組織的作業活動、產品或服務中會和環境產生互動的要項」。換言之，組織對環境產生不論大小好壞的任何影響，都稱為環境衝擊；而產生衝擊的各種原因就稱為環境考量面。

此項工作是藉由系統化的方式，找出組織中具有重大衝擊的環境相關問題點，並以找出的「重大環境考量面」作為後續目標訂定時的根據，由於，在 ISO 14001 標準中，並沒有指定任何的重大環境考量面鑑別程序，工廠可依實際需求參考不同的鑑別方法來進行鑑別。

以下就其條文要求事項、鑑別程序、鑑別方法、常見缺失與矯正措施及維護等五大方面進行探討：

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.3.1 節對「環境考量面」的要求如下：

組織應建立並維持一個或多個程序以鑑別其可以控制以及預期能有影響的活動、產品或服務之環境考量面，藉以判斷其中已經或者可能會對環境造成重大衝擊者。組織在設定本身的環境目標時，應確認已將與這些重大衝擊相關的環境考量面納入考量。
組織應保持此項資料之更新。

此外，ISO 14004 也提供參考指引，以協助組織於建制階段，能滿足標準之要求。上述條文要求組織必須建立且可鑑別出相關（重大）環境考量面的管理程序，同時，在設定其環境目標時，應確認已將與這些重大衝擊相關的環境考量面納入考量。

需注意的是，除了鑑別出重大環境考量面外，在標準 4.5.1 監督與測量之部份加以規範，要求組織應確保重大環境考量面所展開作業管制與方案有效地運作。

2.環境考量面之鑑別程序

一般而言，環境考量面的鑑別和環境衝擊的評估程序，可以六個步驟來進行，制訂重大環境考量面鑑別流程，請參見圖 5.2-3 所示。

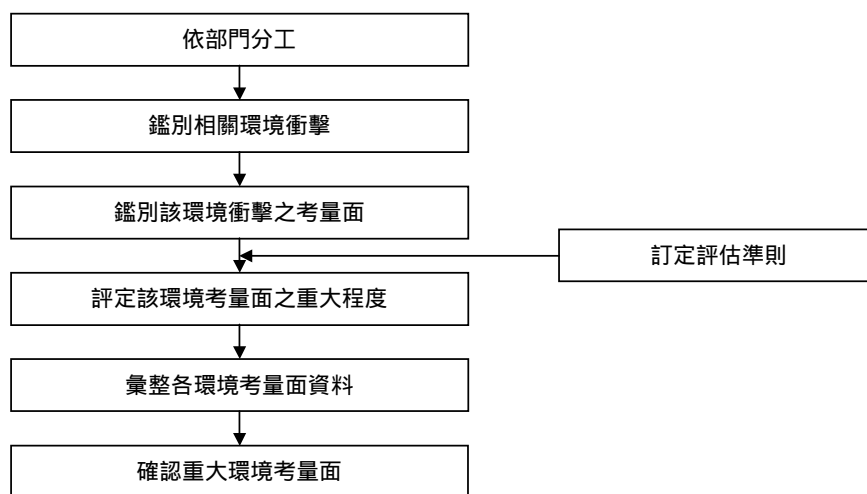


圖 5.2-3 重大環境考量面鑑別流程圖

步驟一：單元切割及登錄

就組織全部的活動、產品、服務進行單元切割鑑別，並將其登錄，範例請參見表 5.2-2 所示。一般工廠最易發生的問題，在於產品及服務鑑別不完整，而導致部分服務或產品未被考量。

表 5.2-2 環境考量面部門作業流程切割表

部門編號	部門	作業編號	作業流程
A-1	製造部	A-1-1	鍍件→切割→研磨
		A-1-2	上掛架→脫脂→酸洗

步驟二：各單元流程清查

就每一單元中之流程或作業項目進行清查，並確認輸入（如原物料、能資源..）及輸出（產品、半成品、不良品、污染物.....）等。以電鍍工廠之 X X 製程為例，其單元流程清查如表 5.2-3。

表 5.2-3 工廠活動、產品、服務之清查表

活動、產品、服務名稱：前處理單元

考量面編號：A001

輸 入				作 業 流 程	輸 出					
能源	用水	原物料	其他		產品 / 半成品	空污	廢水	廢棄物	噪音	其他
電力	5m ³ /hr	脫脂劑		鹼脫脂→酸脫脂→水洗	前處理 鍍件	酸鹼 性廢 氣	5m ³ /hr	脫脂廢 液		

步驟三：鑑別環境衝擊

儘可能鑑別任何與已鑑別出來的考量面有關之環境衝擊，包括就流程中清查之輸入、輸出端的能資源、產品及污染物，考量過去、現在、未來（時

機) / 正常、異常、緊急(狀態)，以及評估正面或為負面之衝擊，以辨識各種可能時機與狀態下，所有可能之直接與間接的環境考量面。

步驟四：考量面評估

將辨識之環境考量面依評分準則評分，用以評定環境考量面之環境衝擊大小。

步驟五：重大環境考量面篩選

所有有關之環境考量面經評分完成後，即可依分數排序比對，由組織考量相關因素決定選擇重大環境考量面之分數界線。

3.環境考量面之鑑別方法

相關鑑別程序說明分述如下：

(1)製程/作業流程圖切割

為使各部門將所負責的工作轉換為明確的環境考量面，以課為單位，各課依據所管轄不同之產品、活動及服務，分別就權責界面繪製各項作業流程方塊圖。若產品規格不同而作業流程相同時，則可以一共同之作業流程表示，但應註記各項產品規格；換言之，如有不同之作業流程則應分別繪製作業流程方塊圖。

①於作業流程方塊圖中，針對每個作業方塊，分別就輸入及輸出面，標示各類之環境考量面類別。

②各項輸入面及輸出面之環境考量面標示，若可概估其數量，請儘量以數字標示，可依「物質不滅或質(能)量平衡」加以檢討。

(2)環境考量面登錄

各部門繪製製程 / 作業流程環境考量面示意圖後，為使各步驟轉化成明確之環境考量面，故將其流程中的輸出、輸入填入環境考量面登錄表，範例如表 5.2-4。

表 5.2-4 環境考量面登錄表

權責部門：

填表日期： 年 月 日

編號	製程 / 作業名稱	時間	狀 況	環境考量面 (如該步驟考量面不只一個請以阿拉伯數字表示再於備註說明)								備 註
				空氣(A)	水(H)	廢棄物(W)	化學物質(C)	噪音(N)	土壤(S)	資源(R)	能源(E)	
		現在(C)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									
		過去(P)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									
		未來(F)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									
		現在(C)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									
		過去(P)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									
		未來(F)	常 態 (N)									
			非 常 態 (A)									
			意 外 (I)									

頁次：第 頁 / 總頁數

權責主管：

填表人：_____

(3)重大環境考量面評估鑑別

目前鑑別重大環境考量面較常用的方法都是以具體數字，將各種複雜的因素，以簡單的指標清楚表示前後順序關係，如風險因子評估法、特定準則評估法。以電鍍工廠特性來說，建議選擇以特定準則評估法為鑑別方法。特定準則評估法說明如下：

以組織認定的考慮因素作為評估準則，稱為特定準則評估法。其方法為預先建立一些內部考慮的準則，如是否合法、對員工是否有害、對水中的生物是否會有不良影響、是否造成景觀的破壞等，綜合這些準則，以評斷各個環境考量的重要程度。

這種方法最簡單的方式是以二分法的問答方式，詳列主要的評判準則，以 0 代表與此規範無關，1 代表必須考量此規範，再乘上適當的加權值，最後以各考量面所得總分，排列重要順序，表格及使用範例，如表 5.2-5。

此種評估方式之優點是具有彈性，而且結果的比對也較簡易。比較特別的地方，是每個評判準則可由工廠視自身的要求而制定，藉以充分反應公司的需要；而且評估時不須考慮給分多少，如此即可減少主觀判斷的可能。為了使結果更具代表，並能將各環境考量面的差距拉大，故使用的準則不宜太少。建議至少訂定 10 到 12 個評估準則。

表 5.2-5 環境考量面評估表(特定準則評估法)

環境考量面	環境衝擊	造成污染	資源耗用	植物生長	積分	風險程度
		(10)	(5)	(1)		
燃燒重油	產生 SO _x	1	0	1	11	1
老舊機械	效率不佳浪費能源	0	1	0	5	3
使用操作	產生巨大聲響	1	0	0	10	2
爐體保養	產生安定爐渣	0	0	0	0	4

附註：() 括號內為加權值。

③環境考量面評估結果

經由上列評估法鑑別出所有考量面之不同環境衝擊程度後，初步將結果計算排序，並由推行組織與相關部門人員，討論排序結果之合理性與適切性，同時針對不合理之結果進行探討與修改，將修改後之環境考量面鑑別結果，提報至臨時管審會（或高階主管會），在會議中決議多少分數以上為該廠合理之重大環境考量面，重大環境考量面鑑別結果之案例請參考表 5.2-6 所示。

表 5.2-6 重大環境考量面（範例）

重大排序	編 號				重大環境考量面
1	C	A	W01	W4	廢水處理設備故障
2	C	A	H04	W5	廢棄容器露天堆放滲出廢水
3	F	E	H04	S7	鹽酸槽洩漏
4	F	E	H04	S5	液鹼槽洩漏
5	C	A	W02	W3	污泥延遲清運時露天儲存
....					
...					

4.常見缺失與矯正措施

(1)鑑別程序及方法缺乏一致性與完整性

就驗證的角度而言，其關心的是組織內部各個部門對同樣的環境考量面是否能夠得到客觀、合理、且一致的結果；或者，比較各個進行環境考量面鑑別及評估的人員，對鑑別及評估準則的權重或給分是否一致。另外，對於三不管地帶，例如宿舍、倉庫、水溝、停車場等非主要製程活動，是否已列入鑑別及評估範圍內，並有完整的評估。

(2)未能保持更新的資訊

特別是新的專案計畫或是製程的修改，常會未依標準的要求，加以鑑別及評估其對環境的衝擊，以落實「污染預防」及「持續改善」的基

本要求。至於，環境考量面保持更新的時機如前節所述，可資參考。

(3)鑑別的範圍不足以涵蓋驗證的範圍

參酌 ISO 14001 及 14004 的內容，可知環境考量面應鑑別及評估的範圍，可包含時態、作業狀況、屬性、及環境衝擊面等面向：

- ①時態應包含過去、現在及未來。
- ②作業狀況宜包含常態、非常態及緊急。
- ③屬性則應考慮活動、產品及服務。

環境衝擊則必需考慮空氣、水相、廢棄物、毒性及危害性化學物質、噪音等污染及能資源消耗、生態的影響等。

(4)未能有效鑑別及評估間接環境考量面

可能是對標準要求的釋義不當，或是不知如何鑑別預期會有影響的活動、產品及服務之環境考量面。組織會忽略對間接性考量面之要求及管理，諸如對化學藥品運送管理、廢棄物清除處理商的運作管理、協力廠商的環保措施及分包商在廠區內活動所應配合的環保規定等。此等皆值得組織加以鑑別及評估，進而採取必要的管理措施。

5.維護環境考量面的時機

依據標準第 4.3.1 節後段的要求，組織應維持環境考量面的更新。因此，組織可就下列幾種時機，考慮進行環境考量面的維護工作。

- (1)新或變更活動、產品及服務之前；
- (2)定期進行；
- (3)管理階層認為必要時；
- (4)改變評估準則時；
- (5)完成環境目標、標的及方案之後；
- (6)環保及相關法規之新訂或變更時。

5.2.2.2 法規鑑別登錄與變動

法規鑑別登錄是先期審查的另一項重點工作。工廠必須瞭解與組織所有活動、產品及服務環境考量面相關的法令規範，並且列為必須遵守的事項。以下就其條文要求事項、鑑別程序、常見缺失與矯正措施及維護等四大方面進行探討：

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.3.2 節「法令規章與其他要求事項」的要求如下：

組織應建立並維持一程序，以鑑別並取得與本身之活動、產品或服務之環境考量面有關，且須遵守的一切法令規章與其它要求事項。

上述條文要求組織必須建立，並執行收集及鑑別相關法規的管理程序，並用來查檢與環境考量面相關及必須遵守之法規要求事項。

由於，標準中並未指出特定法規，所以工廠應對其所有環境考量面相關的法規進行瞭解。與環境相關的法律規章，一般而言，範圍應包括環保署公告之最新「水污染防治法」、「空氣污染防制法」、「廢棄物清理法」、「噪音管制法」、「毒性化學物質管理法」、「土壤及地下水污染整治法」及相關的辦法、細則、標準及行政命令等。如果公司正預備擴建，或可能與民眾發生糾紛時，應鑑別「環境影響評估法」或「公害糾紛處理法」。

另一方面，一些工安衛法規會直接或間接影響環保績效，如「危險物及有害物通識規則」、「工業安全標示設置準則」等，也應列入法規鑑別之範圍。除環境、工安法規外，尚須注意與排放水體相關的水利法及輻射物質管理相關法規等，雖不屬於環保署主管之法規，也應視組織的特性而考量納入法規取得及鑑別的範圍中，當然利害相關者的要求亦是組織必須考量的查核項目。

需注意的是，除了鑑別法規符合度外，標準 4.5.1 監督與測量之部份加以規範，要求組織應確保其法規之符合性。

2.法規蒐集及查核方式

為掌握環保法令之動向及資訊，以使組織運作能確實符合法規的基本要求，組織可制定相關法規蒐集及查核程序，以蒐集、鑑別及登錄須遵守的一切法令規章與其他要求事項，並適時更新與查核環保法令符合狀態。有關法規蒐集及查核程序案例如圖 5.2-4 所示。

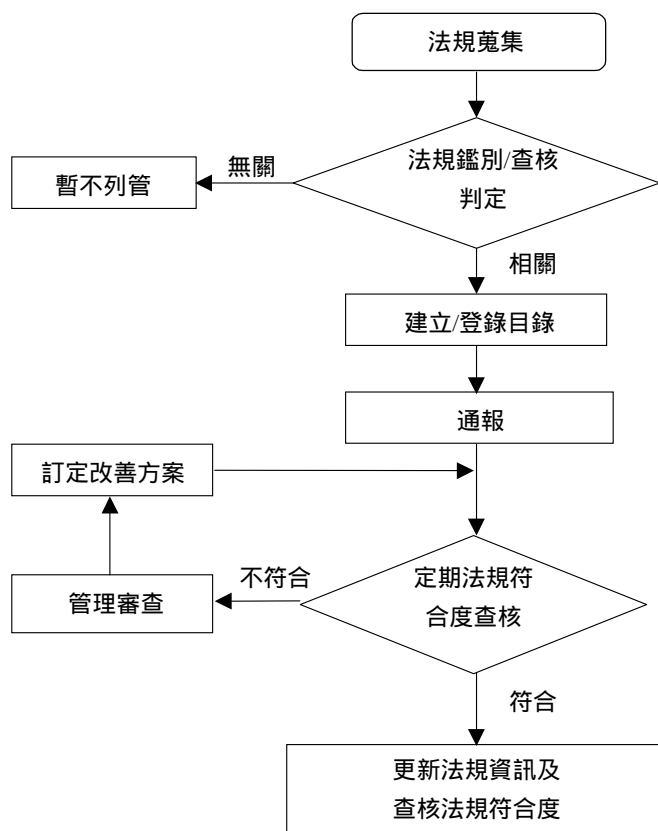


圖 5.2-4 法規蒐集及查核程序流程圖

將工廠適用之相關法規一一列出，再逐條對照法源，填寫工廠執行情況說明及符合性查核，詳細作業內容（示範案例）則說明如下：

(1)法規蒐集

①建置之初，可由專責單位（如：環保部門）進行蒐集相關環保法規與資訊，收集範圍包括環保法令、相關網站、環保署公報等，相關法規網站如<http://www.epa.gov.tw/epalaw/index.htm>及<http://www.iosh.gov.tw/>，均可以取得最新的環保、工安法規資訊。

②系統維護時，由專責單位每月定期蒐集相關環保法規與資訊。

(2)法規鑑別及查核判定

①環保部門對已制定、新增或修訂之環保法規，依環保法規分類原則進行分類、登錄清冊。參考例如表 5.2-7 所示。

②依法規分類結果進行鑑別及查核，並將法規條文登錄於「法規查核表」，以判定法規是否與組織之作業有關。

③經鑑別及查核判定為無關者，則暫不列管，但文件應歸檔，俟有變更作業時再予查核。

表 5.2-7 環保相關法規登錄清冊（範例）

類別	編號	法 規 名 稱	制訂日期	是否適用	備註
水污染防治相關法規	W01	水污染防治法	89.04.26	是	
	W02	水污染防治法施行細則	88.09.22	是	
	W03	飲用水管制條例	86.05.21	否	
	W04	事業水污染防治措施及排放廢（污）水管理辦法	88.09.22	是	
	W05	放流水標準	89.02.09	是	
	W06	海洋放流水標準	83.07.13	否	

(3)鑑別及登錄

①經判定為相關者，將法規登錄於「法規登錄表」中，參考例如表 5.2-8 所示。

②逐一清查、鑑別相關法規後，將不合法規條文並說明工廠現況登錄於「法規不符合彙整表」，需將法規不符合之狀況，列為環境目標、標的、方案，參考例如表 5.2-9 所示。

表 5.2-8 法規登錄表（參考例）

編號	法規名稱	制修日期	登錄日期
2-05	環境保護專責單位或人員設置辦法	87.02.25	89/11/6
4-01	空氣污染防制法	81.02.01	89/11/6
4-02	空氣污染防制法施行細則	82.02.01	89/11/6
4-04	固定污染源設置變更及操作許可辦法	86.05.28	89/11/6
5-01	噪音管制法	81.02.01	89/11/6
5-02	噪音管制法施行細則	82.02.01	89/11/6
5-06	噪音管制標準	81.06.29	89/11/6
6-08	水污染防治法	89.04.26	89/11/6
6-08	水污染防治法施行細則	90.08.08	89/11/6
6-08	放流水標準	90.02.07	89/11/6
7-01	廢棄物清理法	89.01.19	89/11/6
7-01	廢棄物清理法施行細則	90.05.30	89/11/6
7-23	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	88.06.29	89/11/6
7-27	有害事業廢棄物認定標準	90.03.07	89/11/6
8-01	毒性化學物質管理法	88.12.22	89/11/6
8-02	毒性化學物質管理法施行細則	89.10.25	89/11/6
15-4	勞工安全衛生法	80.05.17	89/11/6
15-5	勞工安全衛生法施行細則	80.09.16	89/11/6

表 5.2-9 法規不符合彙整表（範例）

違反法規種類	不符合項目	編號	不符合現況
廢棄物清理相關法規	廢棄物儲存設施	1	本廠使用之廢棄物為露天堆置，易遭風吹而飛揚。
		2	本廠廢棄物堆置場所未設有阻流及防滲設施。
	廢石綿處理	3	本廠廢石綿未認定為有害事業廢棄物，僅以一般事業廢棄物處理。
水污染防治相關法規	廢水未依規定排放	4	廢水 COD 超出放流水標準。
噪音管制相關法規	周界噪音值超出標準	5	本廠部分周界噪音超過標準。
水利法	地下水超抽	6	本廠地下水使用量超過核准抽取量。

(4)通報與查核

①環保部門每月將登錄之環保法令或有關規定通報讓各權責單位知悉。此環節是廠商最容易發生問題的地方，例如多數廠商都未將相關法規通報至權責相關部門，以致於法規只有環安部門瞭解。

②系統維護時，專責部門持續進行查核工作。若發現不合法時，依矯正與預防作業程序要求改善。

3.常見缺失與矯正措施

(1)未完整辨識適用法規，特別是對其它要求的部份，例如輻射設備（含合格操作人員）、水利法（水權的獲得）、環評報告、工業區服務中心之要求、國際公約以及緊急應變、特殊作業等相關的法規。

(2)錯誤的鑑別法規需求，包括對有害事業廢棄物的認定、危險物及有害物通識規則等。

(3)實際執行情形，無法符合法規要求，且未與環保主管機關溝通。

4.更新法規資訊及查核法規符合度

(1)查核結果為合法者，環保部門應定期審視管制事項是否符合法規規定。

(2)對已登錄完成之法規，應於該法條修正時，重新查核該法規。

(3)環保部門配合環境管理審查會議時程，彙整法規查核結果，並提報環境管理審查會議審查，以做為廠區法規符合度追蹤查核的依據。

5.2.2.3 所有現行環境管理措施與程序之檢視

此部份主要目的在於瞭解企業運作過程中現有的各種管理程序、工作依據、標準操作程序及各項管制的表單，以利環境管理系統建置及相關文件的建立，期能縮短企業執行環境管理系統運轉的適應期，並能順利持續推展。主要的工作內容包括：

- 1.檢視組織各部門工作依據及表單
- 2.檢視工作依據、表單與環境之相關性
- 3.收集整理環境相關之依據及表單，作為文件化整合依據

如果企業已完成 ISO 9000 品質管理系統，則其相關的文件表單或程序更須加以整合，以免造成日後遵循時有所混淆與困惑。

5.2.2.4 以往突發事件調查結果回饋之評估

執行此部分工作的主要目的，在於瞭解企業以往所發生和環境有關的各種突發事件，進而檢視現行環境管理措施是否有不當之處，並作為日後加強改善的重要佐證。其內容包括：

- 1.清查、瞭解過去所發生的突發事件
- 2.確認過去突發事件回饋項目
- 3.檢討應變及預防措施

至於施行方法，首先應瞭解並清查工廠自設廠迄今之各種有關環境的突發事件，如廢水未符合法規排放，造成下游養殖魚業的魚蝦死亡，含重金屬廢水因輸送管線的損壞，而發生洩漏造成土壤污染事件，排放黑煙，颱風來襲造成廠內原料傾倒或飛散引發環境污染事件等，以及被環保單位開列之各種違規罰單。

先期環境審查除了調查以上之四大議題外，應特別注意工安與環境的界面劃分、原物料的特性與管制措施、合作廠商的環保績效、污防設施之設計與操作記錄、各類平面圖的收集、利害相關者的看法等等。

5.2.2.5 先期審查報告

先期審查的結果，最後由推行組織或專人總結彙整成為先期審查報告，先期審查報告目錄參考例如表 5.2-10 所示。此報告應對所有調查的事項作一摘要說明，並作出結論與建議，以方便高階主管審查及未來參考。

表 5.2-10 先期環境審查報告目錄（參考例）

- | |
|------------------|
| 1. 目的 |
| 2. 範圍 |
| 3. 執行期間 |
| 4. 參與人員 |
| 5. 審查內容與摘要 |
| 5.1 場址的歷史資料 |
| 5.2 環境特性現況 |
| 5.3 製程分析及說明 |
| 5.4 污染防治管理 |
| 5.5 環境管理相關的單元或計畫 |
| 5.6 法規收集及查核 |
| 5.7 環境考量面 |
| 6. 結論及建議 |
| 6.1 本廠址的環境特性 |
| 6.2 重大環境考量面 |
| 6.3 可能改善環境績效的方式 |
| 6.4 建議未來的執行重點 |

5.2.3 架構規劃

完成先期審查之後，工廠對整體的環境問題應有共識，進而可以擬訂未來的環境策略。進入架構規劃期後，就是要依據問題的嚴重性並考慮本身的能力，制定出環境政策、環境目標與標的及管理方案。並且依照相關的

策略及 ISO 14001 標準的要求，展開管理系統文件之架構。

當工廠或公司第一次建立環境管理系統時，才有所謂的先期審查這項工作。當一個管理系統開始第二個 PDCA 循環時，一些在先期審查所做的工作，會轉變為另一型態及改變其內容，而成為架構規劃期、執行期或檢討改善期的一部份。

以下就架構規劃期中的三大工作：1.制定環境政策，2.訂定目標、標的及管理方案，3.擬訂文件綱目等，做詳細說明。

5.2.3.1 制定環境政策

1.條文要求事項

組織的環境管理系統是否能夠成功地建立或改善，首先決定在組織高階主管的承諾，而承諾的具體表現就是環境政策。因環境政策是環境管理系統的最高指導原則，也是實施與改進環境管理系統的推動力，所以組織對環境責任與績效要求的企圖心，即在此展現，並可作為後續建立及改善環境管理系統的行動準則。

ISO 14001 第 4.2 節「環境政策」的內容如下：

高階主管應界定組織的環境政策，並確認該政策：

- (a)對組織之活動、產品或服務的性質、規模及環境衝擊是合宜的；
- (b)包括對持續改善和污染預防之承諾；
- (c)包括對符合相關的環保法令規章以及組織須遵守的其他要求事項之承諾；
- (d)提供一架構以設定與審查環境目標與標的；
- (e)已文件化，並實施、維持及傳達給所有的員工；
- (f)可向社會大眾公開。

上述條文要求由組織的高階主管作出「持續改善」、「污染預防」和「符合環保相關法規」的承諾，並應確認環境政策是適合本身的特性、可以發展出環境目標與標的，可讓所有員工瞭解，並也可以讓大眾知道。

2. 訂定方式

在制定環境政策之前，高階主管應對組織的現況有清楚的瞭解，對於工廠運作過程所產生的環境衝擊，也應有全盤的印象，如此，才能作出判斷並展現充分的企圖心，以引導整個組織的未來方向。

環境事務常存在相當的主觀意識，而環境政策是否適切合宜，更會影響環境管理系統的成敗。再者，系統執行持續改善的過程中，主客觀因素常會隨之改變。因此，為使系統能有效運作，環境政策須隨著管理審查的資訊，作適切的調整與修正。

環境政策是環境管理系統的中心，應與其他的管理系統密切結合。好的環境政策要能夠真正地與經營運作理念結合，而不單是一個獨立的、只為環保而刻意制定的宣言。例如，工廠可以結合品質系統的宣示，以執行品質保證模式來降低不良率，直接地即可減少廢棄物或副產品的產生，並節省能源資源的使用量；或是結合工業安全衛生工作，預防緊急事故發生，以免除事故發生所伴隨產生的環境污染問題。

標準中所提及的「可向社會大眾公開」，是要求組織在制定政策時，可以讓社會大眾取得該政策，並未強制要求組織一定要主動地將環境政策傳達給所有的利害相關者。因此，組織宜在用字遣詞方面多加留意，避免太過極端的字樣，並考慮建立適當回應社會大眾的管道。

環境政策與品質政策的最大差異點在於系統的特性。環境政策是公司高階主管對環境事務的承諾，並以此明確地提供系統發展方向及目標。所以，一個好的環境政策必須是經由多方考量，並且能切合公司的特性。再者，ISO 14001 標準對環境政策相關的要求較多，所以，以往簡單的口號或較空泛的品質政策模式並不適合於環境管理系統。因此，高階主管須對環境政策及整個環境管理系統有具體的概念，否則會與推行人員的觀念有所差距。一般的作法，是由管理代表草擬環境政策，再與高階主管充分討論後定案，並由高階主管簽名承諾。電鍍工廠所制定的環境政策實例，如表 5.2-11 與表 5.2-12 所示。

表 5.2-11 電鍍工廠之環境政策案例（一）

本公司從事電鍍生產，秉持保護環境的傳統，在控制空氣、廢水及廢棄物等污染已具良好成效，更將在能源節約、資源保育及化學品意外洩漏預防不斷求變，以為更好、更安全且更健康之環境而努力。我們承諾將會：

- 1.符合或超越相關法令及內部標準之要求。
- 2.企業活動以注意人員安全、保護環境及保育資源之原則進行。
- 3.在技術可行之範圍內儘可能減少廢氣、廢(污)水及廢棄物等污染之排放。
- 4.提倡資源之回收、再利用、以達成減少物質消耗減廢之目的。
- 5.利用綠色採購政策實施，促使供應商減低對環境造成之衝擊。
- 6.將環保、安全及衛生之觀念融入員工之訓練，並推展各項環安衛活動。
- 7.每年定期稽核各項計畫進度及執行成效，並就缺失進行改善，以達持續改善之目的。

表 5.2-12 電鍍工廠之環境政策案例（二）

本公司為維護自然、健康、舒適的生活環境及企業的永續經營，必須將有限的資源做合理利用，並減少對環境的衝擊，為此，我們承諾遵守政府環保、工安及相關的法令；依據工業減廢、持續改善及污染預防的精神，確實建立並維持環境管理及文件系統能持續有效的運作，達成所訂定之目標及標的，善盡企業保護環境之責，此乃本公司經營者及全體同仁一致遵循的方向。

為了做好廠內的環境管理，下列幾項重點為未來的努力方向：

- 1.採行適當之生產及污染防治技術、設備，致力於減廢及污染預防之工作。
- 2.在確保產品品質的條件下，儘量使用再生或對環境衝擊較小的原物料。
- 3.建立並確實維持文件系統，以供管理系統有效的運作、執行。
- 4.運用 PDCA 循環及提案建議制度，以確保本廠的產品、活動及服務之過程均能符合持續改善的精神，以達成環境目標及標的。

3.常見問題與矯正措施

綜合國內廠商在系統建置及驗證過程中，在制訂環境政策時常見之缺

失，彙整如下：

- (1)組織的重大環境考量面未被考量或涵括在環境政策中，如重大能源資源消耗等。
- (2)員工不瞭解環境政策。
- (3)未建立向社會大眾公開環境政策的管道，如總機或接待人員，不瞭解向外界提供環境政策的需求或程序。
- (4)未對組織所從事的活動、生產的產品或提供的服務做適當說明。
- (5)政策未能反應高階管理者對符合適用法規及持續改善的承諾、因應環境和資訊的變動以及利害相關團體的觀點，進行環境政策階段性的審查及修訂。

5.2.3.2 訂定目標、標的

1.條文要求事項

為了有效管理環境考量面，並落實環境政策，組織必須設定環境目標與標的。環境目標可視為自政策延伸的一個大方向，標的則是達到目標的一座座里程碑。

ISO 14001 第 4.3.3 節「目標與標的」的內容如下：

組織於內部各相關部門與階層，應建立並維持其文件化的環境目標與標的。在建立與審查目標與標的時，組織應考慮到法令規章與其它要求事項，本身重大的環境考量面，技術面取捨與財務、作業及業務等要求事項，以及利害相關者的觀點。

環境目標與標的應與環境政策一致，包括對污染預防的承諾。

上述條文中主要有三個重點：(1)應該由環境政策展開出目的一致之環境目標與標的；(2)以文字表示之目標與標的，必須延伸到所有相關的管理機能別上；(3)建立與審查目標及標的時所應該注意的事項。

需注意的是，除了制訂目標與標的外，在標準 4.5.1 監督與測量之條文加以規範，要求組織應確保方案有效地運作。

2.訂定方式

組織須建立目標以落實其環境政策。建立目標時，須將環境審查相關之觀察結果與鑑別出之環境考量面及相關的環境衝擊納入考量。環境標的隨之可被設定，俾於特定的期程中達成這些目標，且可量測的。目標與標的須由適當的管理階層負責訂定，設定目標與標的後，可考慮建立量測環境績效的指標，以確保目標與標的可被達成。

目標與標的可應用至整個組織，或可侷限於特定的場址或個別的活動；並須定期審查修正、同時應參酌利害相關者之觀點。一般而言，目標訂定主要在定性的說明，標的則著重在量化的指標。無論兩者如何設定，都必須針對工廠的重大環境考量面。

再以政策中承諾綠色生產為例，工廠可以將目標設定在節約電力、製程減廢、進行線上回收等。根據這些目標，組織可以再找出如原物料取代、加裝循環設備等標的。

在擬定環境目標與標的時，除了應考慮工廠本身的資源、能力與可行性外，還需要考慮對環境的影響程度。目標（與標的）可為全公司性的，亦可為部份單位的。在審查及修訂時，必須由管理階層負責，並考慮可行性及量測之績效指標。在設定目標（與標的）時，可以考慮以下的項目：

- (1)如何反應政策與組織產品、活動及服務相關重大環境衝擊；
- (2)如何使負責目標（與標的）之人員對組織及環境有所貢獻；
- (3)納入利害相關者的觀點；
- (4)如何量測目標（與標的）的指標是否完成；
- (5)如何定期審查及修正目標（與標的），以反映期待之績效。

3.常見問題與矯正措施

綜合國內廠商在系統建制及驗證過程中，在訂定目標、標的時常見之缺失，彙整如下：

- (1)環境政策中所承諾的事項，在「4.4.3 目標與標的」、「4.4.6 作業管制」及「4.4.7 緊急事件準備與應變」中，皆無對應的事項。
- (2)未依據本身程序規定建立目標與標的。
- (3)所建立的目標與標的，極大多數集中於「作業管制」的類型，無法達到支持政策中「污染預防」與「持續改善」的承諾。
- (4)所建立之標的績效指標與其重大環境考量面無關，故建立的目標、標的，無法減輕重大環境考量面所造成的環境衝擊。
- (5)目標、標的未能量化，以致於後續追蹤進度時，無法判斷績效，及達成情形。
- (6)量化基準不明確，許多廠商僅簡單設定 5% 或 10% 之改善幅度，而不能夠定義其比較基準。如此將會造成後續追查時的困擾。
- (7)未依所建立之目標與標的執行相關內容。
- (8)新的環境目標與標的不足以有效展現環境政策的承諾，及開啟較宏觀的環境管理策略。
- (9)在制訂與審查新的環境目標時，未考量到相關法規與其他要求、重大環境考量面、最佳可行技術與財物可行性分析、相對於組織整體的環境效益（有效資源應用於最大效用之處）、營運與業務上的要求，以及利害相關者的觀點等。

5.2.3.3 訂定管理方案

1. 條文要求事項

當組織設定了目標與標的之後，就要決定如何去達成。環境管理方案是針對如何達成標的而制訂的，所以其中必須規劃出方法、時間、權責人員、各部門要達成的標的等事項。

ISO 14001 第 4.3.4 節「環境管理方案」的內容如下：

組織應制定並維持一個或多個管理方案，以達成其環境目標與標的。方案中應包括：

- (a)組織內各個相關部門與階層為達成環境目標與標的之權責分工；
- (b)達成目標與標的之方法和時程。

若一專案計畫與新開發案及新的或已修正的活動、產品或服務有關時，也應修訂環境管理方案，以確認環境管理也可適用於此專案計畫。

上述條文中主要的重點在於：(1)目標與標的必須延伸出具體的行動計畫；(2)執行管理方案的人員權責、作法和時間表必須明確訂定；(3)保持彈性，適時的修正。

2.訂定方式

整個環境管理系統的思考邏輯，是由組織內部先找出主要問題點，也就是重大環境考量面，根據這些環境的主要問題，考量技術面、經濟面之可行性後，設定改進的目標與標的（即環境政策中之承諾、重大環境考量面及環境衝擊、法規及其他要求、利害相關者之觀點等）。然後，對所有準備改善的目標、標的，設計達成的方案與時程，並且依此管理方案，展開執行、檢討、改善的管理循環。所以環境管理方案是系統從環境政策及規劃，到真正管制及實施執行的橋樑。

為了能使規劃中的環境目標及標的能夠達成，公司必須指定權責部門或人員，並明確地訂定如何達成這些目標與標的方法，以及預定的時間表。建議讀者在訂定環境方案時，可運用第三章清潔生產技術與第四章污染防治技術文中，以相關技術作為訂定方案之參考。

組織內部在設定目標與標的時就要詳加考慮，是否有足夠的能力及資源達成這些目標。在第一次規劃系統時，可以最單純的方式，針對每一個環境標的，設計出一套管理方案，並將同一標的的各部門分工，一併納入這一個管理方案之中。以按部就班的作業方式，確保所有的主要問題不會被遺漏掉。根據表 5.2-12 之環境政策參考例所展開之部份目標、標的與管理方案參考例如表 5.2-13。方案規劃及追蹤舉例如表 5.2-14 所示。

表 5.2-13 環境政策、目標、標的及環境管理方案對照表

環境政策	環境目標	環境標的	環境管理方案	改善項目	負責單位
節水承諾	1. 用水減量 80 m ³ /日	1A. 增加清洗水回收 50m ³ /日	1A1. 增大回收槽 A 體積 80m ³	重大考量面 7、19	生產部製一課
			1A2. 部份回收水提供作冷卻水	重大考量面 7、19	生產部製一課
		1B. 採高壓清洗節省清水 30m ³ /日	1B1. 加裝高壓噴嘴	重大考量面 5	生產部製一課
廢棄物減量承諾	2. 廢棄物減量	2A. 減少排渣含水率 30%	2A1. 增設乾燥脫水機	重大考量面 6	總務部
		2B. 污泥含水率 85%降低至 80%	2B1. 增設乾燥脫水機脫水率提高 10%	重大考量面 2	總務部
		2C. 減少木棧板廢棄 50%	2C1. 廠內全面改用塑膠棧板	重大考量面 32	總務部
節約能源承諾	3. 減少用電量 200 KWH/月	4A. 減少反應用電量 80KWH/月	4A1. 增設溫控加熱系統	重大考量面 4	生產部製二課
		4B. 減少空調用電量 120KWH/月	4B1. 增設冰水空調主機	重大考量面 1	生產部製二課
意外預防承諾	5. 毒性化學物質外洩應變	6A. 90 年 8 月擬定毒性化學物質外洩緊急應變標準及完成相關人員訓練	6A1. 擬定毒性化學物質外洩緊急應變標準	重大考量面 15	生產部安衛課
			6A2. 相關人員派外受訓並取得執照	重大考量面 15	生產部安衛課
污染防治/符合法規承諾	6. 減少廠周界噪音	7A. 減少鍋爐周界噪音 5dB(A)	7A1. 廠周界植樹	重大考量面 3、法 8	生產部工務課
			7A2. 鍋爐設備圍封	重大考量面 3、法 8	生產部工務課
	7. 減少水質不穩定造成之異常排放	8A. 使水質不穩定造成之異常排放機率降至零	8A1. 調高緩衝槽控制液位穩定水質	重大考量面 8	生產部技術課
符合法規承諾	8. 鍋爐累積硬度之排放水納入廢水處理	9A. 90 年 6 月鍋爐累積硬度之排放水納入廢水處理	9A1. 鍋爐累積硬度之排放水排放至廢水溝	重大考量面 14、法 7	生產部技術課
	9. 廢石綿妥善處理	11A. 90 年 6 月前完成廢石綿妥善處理	11A1. 廢石綿委託合格清除、處理商處理	法 6	管理部物料課
	10. 改善廢棄物貯存設施	12A. 90 年 9 月前完成廢棄物儲存場	12A1. 增建遮雨棚與廢棄物分類貯存場所	重大考量面 12、法 1、2	生產部技術課
	11. 設置有害廢棄物儲存場所	13A. 90 年 6 月前完成有害廢棄物貯存場所設置	13A1. 加建有害廢棄物儲存場(含標示)	法 3、5	生產部技術課

表 5.2-14 環境管理方案規劃及追蹤表

主辦部門：生產部 製一課							製表日期：90 年 3 月 12 日						
環境目標：用水減量 80 m ³ /日													
環境標的：增加清洗水回收 50 m ³ /日													
管理方案名稱：增設回收水槽體積 80 m ³													
方案執行說明：增設一回收水槽回收製程清洗用水，提供廠內冷卻水塔補充水。													
預估費用：20 萬元							預期節約金額：50 萬元/年						
預期節約效果：減少廢水量 50 m ³ /日、節省用水 50 m ³ /日													
預計完成日期：90.7.20													
方案實施時程：													
項 目	90 年												負責部門 及人員
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
規劃設計				■									技術課
工程發包				■									總務部
設備遷移					■								製一課(監)
工程施工						■	■						製一課(監)
工程驗收							■						總務部
啟 用								■	■	■	■	■	製一課(監)
結案紀錄： 紀錄者：丁四													
廠長：甲一				處長：乙二				課長：丙三				製表：丁四	

3.常見問題與矯正措施

ISO 14001 建制及驗證過程中，在「環境管理方案」條文上容易出現的缺失包括：

- 1.管理方案的內容未能對應重大環境考量面。
- 2.環境管理方案無具體的改善方法與時間表，此時間表應包括各階段的查核點。
- 3.管理方案的相關權責未清楚定義。
- 4.所建立的管理方案無法有效達成目標、標的的要求。
- 5.實際執行狀況與環境管理方案的內容不符。
- 6.未考慮財務狀況（如未列出預算及／或評估其經濟效益）。
- 7.無長期持續改善之方案。
- 8.未訂定結案程序（方案完成後，應依內容判斷是否建立作業管制標準，以維持環境績效）。

5.3 環境管理系統之執行階段

條文中在 ISO 系列，對系統執行之有效性所要求的是一個組織應發展公司本身環境管理上，所需的系統執行能力及維持系統運作的機制但在變動的企業環境及需對製程持續改善的情形下，為了達到此一目的地，出可運用的人力、支援系統、策略、各項資源及管理架構等，才能使的管理循環持續的運作。

組織在完成了先期審查階段工作後，為了讓系統有效地依 P-D-C-A 模式運作，同時達到環境政策中所承諾的事項以及相對應之方案，與滿足利害相關者不同之需求，在這個階段，組織必須要架構一個可持續執行的系統，此系統所需提供的內容包含：（1）成立一個合理的組織，權責分工界定清楚，（2）高階主管與主管人員具環境認知及動機正確，並願意提供相關人員所需之專業知識及訓練，（3）提供內外部良好溝通管道，（4）文件化與文件管制，且具相容性，（5）擬定合宜的作業管制辦法，（6）擬定緊急處置與應變計畫，以降低因緊急事件對環境之衝擊。

這些與 ISO 14001 及 14004 條文中相關之規範與要求，其實是相符的。在後續篇幅中，將分段描述其基本要求。

5.3.1 架構與責任

一個有效運行的環境管理系統，必定具備完整且權責分明的組織；當明確定義系統內之所有角色、權責與授權後，應藉由宣導、溝通管道傳達給組織內各單位，同時確認相關人員已瞭解所擔任的角色與權責。另外，組織應提供適當的人力資源、特定能力、技術及財務支援，以達到其預定之政策承諾及環境目標。在人力資源的安排上，為求整體環境管理之有效性，高階主管必須指定一位或數位以上之環境管理代表，授權他(們)來執行相關工作。

ISO 14001 第 4.4.1 節對「架構與責任」的要求如下：

為了達成有效的環境管理，對角色、責任及權限應加以界定、文件化及宣導溝通。
管理階層應提供實施與管制環境管理系統所需要的資源，包括人力資源、專門技能、技術及財務的資源。
組織的高階主管應指派一個或多個特定之管理代表，這些人於原有職責外，應界定其角色、責任及權限以進行下列任務：

- (a) 確認環境管理系統的各项要求係根據本標準而建立、實施及維持的；
- (b) 向高階主管報告環境管理系統的績效以供審查並作為改進環境管理系統之依據。

5.3.2 訓練、認知與能力

1. 條文要求事項

ISO 14001 條文 4.4.2 對「訓練、認知與能力」之要求如下：

組織應確認訓練需求，對於工作上可能會對環境產生重大衝擊的每位員工應要求其接受合適之訓練

組織應建立並維持適當的程序，俾利各相關部門與階層的人員具有下列的認知：

- (a) 符合環境政策與程序以及環境管理系統之各项要求的重要性；
- (b) 員工之作業活動對環境所造成之實際或潛在的重大環境衝擊，以及提升個人績效能夠帶來的環境效益；
- (c) 為了符合環境政策與程序以及環境管理系統之各项要求，包括緊急事件準備與應變之要求，每個人必須扮演的角色和負擔的責任；
- (d) 偏離特定作業程序時可能造成的後果。

擔任可能產生重大環境衝擊之工作的員工，應擁有適當的學歷、訓練及(或)經驗，以便勝任所負責的任務。

由上述條文可知，組織應界定其員工所需的環境訓練。那些在工作崗位上可能會造成環境重大衝擊的員工，應受到適當的訓練並確認其執行能力。所以，組織應建立並維持程序，以保證其各階層員工均瞭解：

符合公司環境政策、程序及環境管理系統之重要性。

活動範圍內顯著的環境衝擊，不管是實際或潛在性的活動及改善個人績效所可能獲得的環境利益。

個人要達到環境政策、程序及環境管理系統之需求時，包括緊急應變及準備階段，所擔任之角色與權責。

2.訓練、認知與能力的實施

一般而言，標準的訓練計畫之訂定程序應包括下列項目：

員工訓練之需求調查(由下而上)

發展訓練計畫來滿足訓練需求

確定訓練計畫與法規要求相符

系統主導人員及各層負責人之訓練如何進行

訓練成果之記錄

訓練成果之評析

以上項目中，最容易被忽略的是“發展訓練計畫以滿足訓練需求”。員工的訓練計畫之相關缺失，一方面是組織本身以往未有訓練計畫，一方面是組織提供的訓練未能針對需求給予員工有效而實質的幫助。所以，應重視訓練的相關規劃，並透過年度教育訓練規劃，考慮納入重大環境衝擊的相關訓練，同時給予適當的考核。因此，下列項目也可列入規劃之考慮：

組織如何鑑別訓練需求(由上而下)。

特殊工作或功能之訓練需求。

訓練工作是否可依需要進行審查或修訂。

訓練記錄如何保存及追溯。

應清楚定義達成環境目標所需之知識與技術，並在人員篩選、雇用、訓練及發展技術、持續教育上納入考量。為達到組織所訂的政策、目標、標的所需之相關訓練，應該普及到組織內所有成員；員工應被訓練到具有適

當的知識，以避免因不當操作而造成對環境的影響。除了內部員工之外，組織也應確定那些在廠內工作的承包商，能夠提出相對證據，證明其具有適切的知識與技術，並以“環境容許的方式”在廠內進行工作。

教育及訓練之目的在保證員工擁有相關法律規定、內部作業標準或公司政策、目標所要求之知識，其深入層面及詳細程度則應視工作內容而定。表 5.3-1 即為說明一般公司應提供之教育訓練種類的參考，表 5.3-2 為電鍍工廠教育訓練之範例。

表 5.3-1 組織可提供之環境訓練種類（參考例）

訓練種類	參與人員	目的
提高環境主管者對決策重要性之認知	高階主管	對環境政策進行承諾與調整
提升一般環境認知	所有員工	使員工了解環境政策、目標標的及個人之權責
專業技術提升	有環境責任之員工 (含承包商)	對組織內特殊區域之環境績效進行改善，例如：生產作業部門、研發部門及工務部
合法性	作業場所牽涉法規要求者	確保已滿足法規及其他要求
標準操作程序的訓練	相關員工	減少因不熟悉操作程序或疏忽而造成環境的負面衝擊

表 5.3-2 電鍍業訓練、認知及能力要求（範例）

相關人員	重大環境考量面	訓練安排	認知要求	基本能力
生產部 製一課 操作員	空調動力 反應器動力 廢棄污泥 清洗廢水回收	能源動力使用 用水管理 廢水及廢棄物管理	記錄於工作日誌 不定時抽查員工噪音 防護 每月工安環保會議中 宣導	高中學歷以上 相關工作兩年以上
生產部 製二課 操作員	清洗水回收 毒性化學物質使用	用水管理 毒性化學物質使用須 知	記錄於工作日誌 不定時抽查員工噪音 防護	高中學歷以上 相關工作兩年以上
工務部 技術員	鍋爐累積硬度排放水 蒸汽鍋爐噪音 空調動力	用水管理 如何減少噪音危害 能源動力使用	記錄於工作日誌 每月工安環保會議中 宣導	高中學歷以上 相關工作三年以上 高壓容器操作核可
物料課 管理員	廢棄物露天堆放滲出 污水 物料槽卸料洩漏	廢棄物法規及管理 洩漏緊急處理訓練	記錄於工作手冊 現場置放 MSDS	國中學歷以上 相關工作兩年以上
廢水廠 操作員	污泥 廢水處理設備故障	廢水處理操作訓練 廢棄物法規及管理	記錄於工作手冊	實際操作廢水處理廠 一年以上之經驗 甲級廢水處理操作合 格證書
廢棄物 管理人員	污泥露天儲存 污泥臭味	廢棄物法規及管理	記錄於工作手冊	乙級廢棄物清除訓練 合格

3.訓練、認知與能力常見之缺失

(1)規劃階段缺失

①未完整鑑別人員訓練需求

例如，為更改產品類別而新進一批設備，在此製程中，使用了工廠從未引進之原料及污染防治設備；操作該設備依法令要求需具備專業證照(專責人員)。工廠雖依規定設置專責人員，卻未針對該套設備之實際使用進行訓練，也未對該生產線上人員說明相關污染源之嚴重性及緊急時應變計畫。

②未規劃人員輪調之訓練需求

廠內工作輪調是經常發生的狀況，但常見的情況是人員輪調後，並沒有受到相關的訓練，甚至有時候是新調入的人員根本沒有合格的專業證照。

(2)執行階段缺失

①人員訓練不足

一般公司在建立系統過程中，均瞭解應對各個環境管理工作負責人員實施適當之訓練，並留下適當的記錄（如訓練簽到單）。

②未將環境管理訓練納入全廠的訓練計畫執行

企業訂定年度訓練計畫項目涵蓋範圍包括生產、銷售、人事、研發、財務、電腦技巧等，惟獨此訓練單位因未參與環境管理系統之推行工作，故未能將環境管理相關訓練課程列入計畫中。

③未根據訓練計畫執行訓練

年度訓練計畫既已訂出，卻在實施過程中，由於各種因素，如因訓練課程臨時取消而未實施訓練。

5.3.3 溝通

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.4.3 節對「溝通」的要求如下：

組織應針對環境考量面與環境管理系統建立並維持適當的程序以供：

(a)組織內各部門與階層之間溝通；及

(b)接受、文件化以及回應由外部利害相關者所傳達的訊息。

組織應考量對外溝通本身之重大環境考量面之過程，並記錄其決定。

2.溝通之運作實務

EMS 是組織內管理系統的一部份，除了建立與廠內全體人員的溝通管道外，還必須關注利害相關者的意見。因此，組織至少要具備對內縱向及橫向的訊息溝通，接受且回應內外界意見之管道，並將處理過程與結果做成紀錄。

對外部溝通則是另一個重點，包括與營運直接相關的客戶、供應商、承

包商，或是間接的鄰近居民、公會、環境主管機關、勞工安全衛生主管機關、環保團體等。標準中除了要求組織應傳達給供應商及承包商關於鑑別重大環境考量面的相關程序外，並不強烈要求工廠必須主動的與外界團體作溝通，但是組織必須有一套接收、處理外界反應訊息的程序。

進行內外部溝通的管道相當多，進行內外部溝通時，可利用工廠現有溝通管道，內部溝通管道如：公司內部刊物、公司內部各類會議、意見箱、公佈欄、提案制度、內部傳閱文件、電子郵件、廣播系統或其他。外部溝通管道如：年度經營報告、產業公會的出版品、申訴溝通專線、開放參觀、大眾傳播媒體、公司外部會議等。

溝通包含建立內部報告之程序，及在可能的狀況下，與外界進行環境活動之溝通，以達到下列目的：

證明管理階層對環境之承諾。

宣導並處理組織內所有活動、產品、服務，所可能產生之環境考量面。

提升對組織建立之環境政策、目標、標的、績效改善之認知程度。

告知內外部利害相關團體，有關組織之環境管理系統及執行績效。

環境管理系統之監測、稽核與管理審查的結果，也應告知組織內所有負有環境管理責任的人員，並能適時取得執行人員的意見，即時修正現有系統的執执行程序。

若能提供適當的資訊給內部員工及利害相關者，將可促使員工更關心環境，也會使公眾能了解並接受組織在環境績效提升上所作的努力。

在建立溝通程序時可考量下列項目：

對員工關心的議題，如何接收並作出回應？

對利害相關團體關切的議題，如何接收並作出回應？

對組織環境效果與績效進行溝通的流程為何？

環境管理系統稽核與管理審查之結果，如何傳達給組織內的所有員

工？

如何將環境政策公告給大眾知悉？

內部溝通管道是否暢通且足以支持環境議題的持續改善？

是否配合緊急應變計畫，建立適切合理的緊急事故發生時的溝通程序？

在實際運作上，組織可使用不同的方式來進行溝通，例如：

可使用年報、定期申報資料、政府公開記錄、工會通報、媒體及廣告來進行對外溝通。而現行的企業網路首頁(home page) 也是極佳的溝通工具之一。

組織對外公開溝通之預定日期，及民眾抱怨或質詢時所需之電話號碼。

可透過公佈欄、內部通報、開會及電子郵件來進行內部溝通。

3.溝通容易產生之缺失

(1)未適當的回應溝通所反映之意見

如當地環保局或稽查人員前來關心、在工業區服務中心各委員會(特別是環境保護相關者)討論之議題，甚至內部員工透過溝通管道(例如提案改善制度)，所提出的要求或注意事項，均應留下完整的記錄，並按程序規定給予回覆。

(2)未明訂溝通窗口與處理時限及權責

國內許多環保糾紛、圍廠等情況，多是因為在意外事件發生時，未能在第一時間內提供正確統一發言及溝通管道，造成附近居民、環保團體、記者，乃至於環保局等關切團體的疑慮。因此，平時即應定義出緊急聯絡中心，透過緊急聯絡中心，廠內必須建立一套快速有效的通報系統，在最短的時間內，趕緊聯絡公司指定的處理人員或發言人，來處理或對外發言；特別是現階段環保法規賦予環保局稽核員，強制進廠稽核的權力，因此，如何及時通報處理程序也是溝通程序中重要的一環。

5.3.4 環境管理系統文件化

1. 條文要求事項

ISO 14001 4.4.4 節之要求如下：

4.4.4 環境管理系統之文件化
組織應建立並維持書面或電子形式之資訊，以
(a)說明管理系統的核心要項，以及彼此間之關連；
(b)供作相關文件的指南。

條文 4.4.4 的要旨，文件核心要項應包括：

環境管理組織架構
系統管理範圍及製程相關資訊
環境考量面彙整
環境政策及目標、標的
達成前述政策承諾及目標之管理方案
各項作業管制辦法
廠內緊急應變計畫
相關文件記錄的指引

2. 系統文件化之整合

文件化工作是為了使環境管理系統能與公司現有的管理合為一體，以利環境管理工作的落實。ISO 14001 標準中已說明，環境管理系統不必要另外獨立於其他管理系統之外，並且建議以適當的方式整合，將環境保護的工作融入整體管理系統之中。

為了能確實執行其政策、目標、標的與管理方案，並與現有制度能相結合，同時減少重複的管理文件，可以列出現有之管理文件清單（含 ISO 9001/2 或其他管理制度），初步擬定文件綱目，比對環境政策、目標、標的及管理方案，再標示出需增修之文件清單，再交由相關權責部門負責相

關文件編撰，範例請參見表 5.3-3。

當所有目標、標的、方案都規劃完成後，就要依具體作法寫成管理文件。所以，事先可以將文件名稱及目的擬出，並轉交權責單位負責。此時，再標示出需增修之文件清單，由相關權責部門負責相關文件之準備工作。

其中值得注意的是，2000 年版的 ISO 9001 標準強調品質管理系統的有效性，有別於 ISO 9001：1994 強調於品質保證模式的符合性。換句話說將原先強調「品質保證」，朝向提高「顧客滿意度」為目標，以流程導向為基礎之 ISO 9001 品質管理系統模式關係圖，請參見圖 5.3-1，與 ISO 14001 有著類似的管理系統模式，只是 ISO 9001：2000 強調的是供應者組織顧客供應鏈之管理模式，而 ISO 14001 強調的是組織環境的管理模式，這將有助於各組織在 ISO 9001/14001 之文件整合工作。

相關 ISO 9001：2000 及 ISO 14001：1996 間之對照表，請參見附件三。

表 5.3-3 文件綱目(參考例)

ISO 14001 章節	文件名稱	備註
4.3.1	環安考量面評估程序	新增文件
4.3.2	法規收集鑑別程序	新增文件
4.3.3	對內溝通程序	修改提案制度章程
	對外溝通程序	新增文件
4.4.2	教育訓練程序	修改 ISO 9001 文件
4.4.5	文件與紀錄管制程序	延用 ISO 9001 文件
4.4.6	噪音管制程序	修改工安巡查規定
	廢棄物管制程序	新增文件
	供應商管理程序	修改 ISO 9001 文件
4.4.7	緊急應變程序	修改工安之應變計畫
4.5.1	監督與量測程序	修改工安巡查規定
	計測儀器校正管理規範	修改 ISO 9001 文件
4.6	管理審查程序	修改 ISO 9001 文件

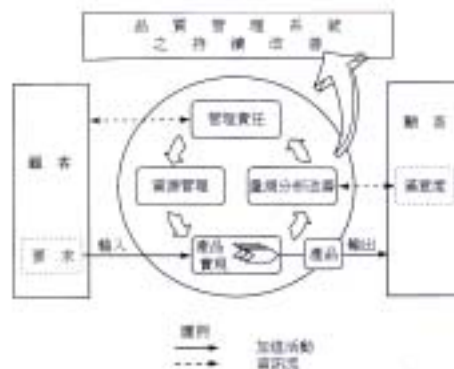


圖 5.3-1 以流程為基礎之品質管理系統模式

5.3.5 文件管制

1.條文要求事項

ISO 14001 4.4.5 節之要求如下：

4.4.5 文件管制

組織應建立並維持適當的程序，俾能管制本標準所要求的各項文件，以確認：

- (a)文件易於檢索；
- (b)視情況需要定期審查和改訂文件，並由權責人員認可其適切性；
- (c)在所有關係到環境管理系統有效運作的重要作業之地點都可以取得相關文件現用版本。
- (d)及時地將失效的文件自所有發行處和使用處收回，否則要確保其不被誤用；
- (e)為法律以及(或)保存知識的目的而保留的任何失效文件有適當的標明。

文件資料應清楚易讀、標示日期(附改訂日期)、容易辨識、而且妥善地整理並在一指定的期間內予以保留。組織應建立並維持適當的程序和責任，以供製作及修訂各類型的文件。

2.文件管制之要項

標準中對於文件管制之要求，建議組織應建立程序，使工廠的管理有效地執行，其基本的要求例如：人員在使用的地點，能取得最新、有效、標示清楚且易查詢的文件；所有文件須能反應工作狀況，並經由權責人員審核；文件的整理、保存、更新、回收須適時適所等等。紀錄則必須易讀、可辨識，並以適當的方式保存及維護，並在引用時能有效地追溯起源及過

程。其要求包括：

文件得以被定期審查，並在需要時，可由授權人員進行修訂、發行。

對於作業範圍將對環境產生影響者，應保有最新版次之管制文件。

作廢之文件可立即自使用單位移除以避免被誤用。

過期文件如果在法令或其他規定下必須保存者應被界定。

文件系統應合法，註明日期（版本），可被鑑別，以有秩序的方式貯放，並保存一定之期限，各式文件發行修訂的權責及程序應清楚訂定。

環境管理文件系統必須能同時滿足員工對組織目標、標的之達成，所需的認知與技能，並能對系統的環境績效作有效之評鑑。

文件系統可依組織的規模或複雜度進行調整；當部份系統要素可與其他管理系統整合時，環境管理系統的文件就理所當然的須與其他系統進行整合。為了方便使用，組織可考慮組成和維持一套文件系統，以滿足下列目的：

設定環境政策，目標及標的。

將達成目標、標的之方法書面化。

將重要人員、權責及程序書面化。

必要時，提供相關文件之指引，並描述其管理系統之單元。

證實環境管理系統之單位適當且文件要求被遵循。

3.文件架構

文件架構可以分為四個階層：管理手冊、程序書(或稱為辦法、規章)、工作指導書(或稱為作業標準、準則)、表單及紀錄。在比較大的公司或組織，為了使系統運作較順暢，會根據 ISO 9004 的指導綱要，在管理手冊與程序書之間，另外設置部門手冊。這樣的文件架構及內容，可以用圖 5.3-2 表示。

第一階文件為「環境管理手冊」，章節內容可包括：簡介工廠的環境管理系統與環境政策、環境目標與標的、實施架構與方法以及作為相關文件的索引。

第二階文件為「程序書」，章節內容可包括：各類作業的目的、程序說明、流程圖以及相關的人員權責等，主要提供中階主管作為管理的依據。

第三階文件為「工作指導書」，這是讓每個基層作業人員能遵循這份工作說明，依步驟正確地執行其工作。

文件架構中最基礎的則是第四階文件「表單、表格」，這些表單是給所有人用來記錄執行作業程序書與工作指導書的結果。表單與紀錄是一體兩面的，對尚未填寫的稱為表單，已經填寫則為紀錄。

ISO 14001 要求的文件架構，除了上述的架構是一個主要的參考依據外，內容及格式則無任何特殊的規定。工廠可以依據自己的習慣與作法製作易讀易懂的文件，公司如已電腦化，可以使用電子檔案的型式，製作及管理文件；文件的格式、章節順序，組織也可以使用現成的模式。

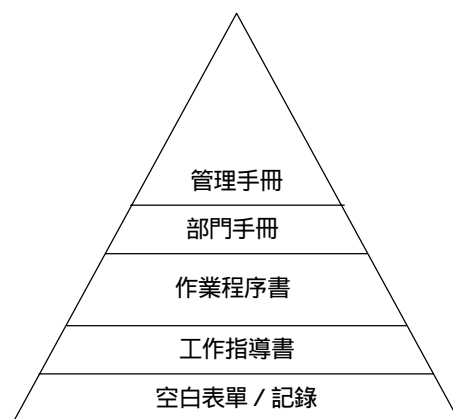


圖 5.3-2 管理系統文件架構

4.系統文件及管制常見缺失

(1)現場已使用之文件(含作業標準)未納入系統管制

在文件管制不良而可能危及系統運作之前提下，仍然可能在稽核過程中衍生缺點。特別是現場管理或操作所使用之作業標準，如果不是透過文件管制中心所發行的最新版本或其作業標準內容已不合時宜，均可能產生缺失。

(2)未移除已失效文件

管制或去除失效文件，對文件數目相當多的公司而言，實屬不易，因此，上述缺失實屬經常發生，建議由專人或由專責單位將過期或失效文件從每個發行單位移除將可避免此缺失出現。

5.3.6 作業管制

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.4.6 節對「作業管制」的要求如下：

組織應基於環境政策、目標及標的鑑別出有那些作業與活動項目係與已確認的重大的環境考量面有關，組織應規劃包括維修在內的上述活動，透過下列各項方式以確認作業時能符合規定的條件：

- (a)建立並維持文件化之程序俾能涵蓋如缺少那些程序時可能造成偏離環境政策和環境目標與標的之情形；
- (b)在這些程序中明訂作業準則；
- (c)建立並維持有關於組織所使用的商品和服務中可鑑別的相關重大環境考量面的程序，同時把相關程序與其要求傳達給供應商和承包商。

因此，為了進行作業管制，組織首先必須鑑別其活動、人員作業中，可能產生顯著環境衝擊之部份。與目標、標的有關的單位可以下列方式維持作業活動之管制：

建立並維持書面程序來管制相關活動

在程序書中製訂詳實之作業標準

對已鑑別為顯著環境考量面者，確認建立並維持適切之程序辦法來因

應

作業管制之方式依其活動本質而定，他們可能是特定之作業標準書，例如：

各項污染防治措施(空、水、廢、毒、噪、土)

預防洩漏污染措施

能資源物料管理

毒性(特定)化學物質之儲存與搬運

工程管制措施

生產製程管制措施

針對環保訴求之產品研發、試驗

或是與一般行政性之控管程序進行結合來滿足環境需求，例如：

設備維護

倉庫管理

承包商管理

合約訂定

採購辦法

客戶服務、敦親睦鄰等

2.作業管制的執行概況

鑑別出重大環境考量面，而設定目標（與標的），再擬定管理方案之後，實施與執行的重點就落在作業管制之上。此部份的工作重點包括：（1）與重大環境考量面及規劃項目有關的事項，必須訂定作業的程序；（2）程序的內容應包括運作要點；（3）傳達給協力廠商相關的程序。

執行重點為已確認的重大環境考量面有關的活動或作業，包括其正常

操作及保養維修作業在內，才是要求必須管制的事項。在管制的相關作業程序內，應明定作業準則。同時，於標準中之監督量測要項，也應指出產生重大環境考量面的作業或活動之主要特性，以適當的程序進行監測。

管理方案中，有些行動是與加強過去日常工作中所忽略對環境的影響有關，相對的作業管制即是以往未曾注意的，這樣的工作就應結合並融入於一般作業規範之中。

為了使管理及操作能經濟且有效率，組織可以對可能產生環境衝擊之單元的作業作整體管制。讓操作人員在同一份規範中，瞭解該符合的準則及操作注意事項，確保環境衝擊能降至最低，而且能保證產品品質的均一性。生產線上的管理人員可以由監測的紀錄中，避免嚴重偏離的產生，並且能迅速矯正缺失及預防錯誤再度發生。

傳達給協力廠商相關的程序部份，並未強制要求組織必須要求協力廠商一定要遵守組織本身的規定，而是讓協力廠商能夠瞭解組織的作法。這是標準所保持的彈性，因為在許多的狀況下，要求協力廠商一定要遵守是不太可能的。藉由這種「傳達」的方式，可以讓這些利害相關者瞭解組織的作法，而能以良性循環的方式配合執行，進而使好的經驗擴展出去。至於是否要求協力廠商遵守相關程序，可由組織視狀況而決定。

建議在先期環境審查時，即可對現有的作業管制做一清查，找出可沿用、應修改及應建立的相關作業指導書。經審查後，可能發現有許多現有的作業指導書就已涵蓋了部分內容，故只要增訂一些減少環境衝擊的程序，即可有效控制環境衝擊。

3. 作業管制容易產生之缺失

在現場作業管制的工作上，由於管理項目既多且繁雜，所以非常容易在稽核過程中被發現缺失。常見的相關缺失整理歸納如下：

(1) 作業程序書考量不完整

① 作業管制程序未涵蓋到環境考量面，特別是重大環境考量面

組織所鑑別出的環境考量面，特別是因現有資源及技術無法進行

有效管理的項目，並未做出大綱性的作業程序，或者於工作指導書上詳列作業中所應注意事項。

②作業管制程序未涵蓋異常狀態之處置

作業管制程序鑑別出有關於為重大考量面時，除涵蓋正常作業外，應再考慮“異常”或“緊急”狀態時，否則雖有管制程序書，仍會因內容不足而被視為缺失。

③未規範重大環境考量面整體性狀況處置

未將與重大環境考量面相關的污染防治設備或措施，發生故障或緊急狀況時該如何處置，做明確而整理性的規範。例如旋風除塵器與洗滌塔前後以防止粉塵外排，若其中一項發生故障時，該如何處理？

(2)現場作業未依程序書執行或不符合要求

①有害事業廢棄物標示/貯存/清除/處理不適切

一般、有害事業廢棄物兩者之貯存方法、區別標誌之規定並不同，稍不注意就會產生缺失；特別是在標示有關事業機構名稱、日期、數量、成分及特性等項目，很容易被忽略。

②化學品管制儲存程序未符合物質安全資料表或管制

化學物品的管理如腐蝕性、毒性、有機溶劑、特定化學物質及環境衛生用藥(俗稱農藥)之貯藏、搬運上，因為其一旦洩漏，對環境均會造成程度不一的傷害；在管制上，也最好能按照“物質安全資料表”上所描述的要點，分開單獨貯存或儲放場所應上鎖等。

在稽核的認定上，如果貯存現場或運搬路線上有明顯污染的痕跡，即會被要求制訂文件化管制之作業標準。若是毒性化學物質，尚有登記備查/運作量/年釋放量/申請許可之申報規定。

③廢水處理場管制不當

部份工廠會將原設備供應商所提供之操作手冊，轉換成系統文件，但忽略申報作業、採樣分析、藥品消耗量統計及專用電表及累計

型流量計等。

另外，許多工廠並沒有訂立明確廢水廠進場標準，以致製程單位會不顧廢水處理場是否有能力處理，便把異常產生的高濃度廢水排入。

④洗滌塔處理設備無操作標準

如果工廠為非自動連續偵測的空氣污染源，並不像廢水處理設施進行連續式採樣，以確認其排放合乎標準。因此，設備應明訂操作標準，例如酸洗塔的 pH 值連續偵測必須控制在 6~9 之間，以維持處理的有效性，但如果操作手冊中未明確註明該標準或無異常處理程序、或在評鑑過程中，發現該 pH 偵測結果在正常範圍之外均可視為缺失。

(3)未將重大環境考量面或程序書告知承包(供應)商

承包商不知道組織與其相關的重大環境考量面及作業規範書，承包商是支援企業正常營運的重要一環，而相對應的重大環境考量面或程序書，應以適當且有效方式告知承包商，並建立互動的溝通管道，以便要求承包商遵守並執行。

5.3.7 緊急事件準備與應變

1.條文要求事項

許多緊急狀況，如火災或污染物質洩散將可能造成環境重大衝擊，因此 ISO 14001 要求組織應鑑別，其可能產生的意外與緊急事件，並訂立、維持一套程序來作回應，同時避免環境衝擊層面之擴大或轉移。

ISO 14001 第 4.4.7 節對「緊急事件準備與應變」的要求如下：

組織應建立並維持適當的程序，以鑑別可能發生和因應所發生之意外或緊急狀況，並防止或減輕此類事件對環境造成的衝擊。

必要時，組織應審查並改訂其緊急事件準備及應變程序，特別是在意外或緊急狀況發生之後。

如實際可行，組織應定期測試這些應變程序。

因此，假使某種緊急狀況曾經或可能發生，那麼組織就應該審查或修訂，以具備相關之處置及應變程序：

同時，在實際可行時組織應該定期演練這些應變程序，例如：

意外之空氣污染物排放(如處理設備故障、區域空氣品質惡化)

意外之廢水排放或洩漏至地下(如桶槽破裂或傾倒)

意外之毒性化學物質洩漏

意外事件產生時，對特殊環境及生態造成之影響

在 ISO 14004 中更進一步建議緊急應變計畫得包括：

應變組織及權責（如代理人制度之建立）

主要應變組織成員一覽表(緊急聯絡電話)

通報與聯絡網

緊急應變援助組織之資料（如消防隊、洩散清除組織電話、到達廠區的路線及地圖、廠內配置位置圖）

內外部聯防計畫

因應不同意外事件，應採行之詳細步驟

有害性化學物質之資料，包括物質對環境之衝擊，及意外洩漏時之危害程度，與應變注意要項(儲存位置及數量)

為維持緊急應變動作之有效性，所需之訓練計畫及演練

2.緊急應變鑑別程序

依據 PDCA 方式，組織可先鑑別出組織所可能發生的緊急意外事件種類及形式，諸如天然災害或人為疏失、屬廠區內可自行控制因子(人為因素，如誤操作)或外界因素(如停電)等情況，並可參考同業界曾經發生過的案例。

在列出可能面臨的緊急事件後，再逐一列出各事件發生的機率及所可能造成的損失程度，指出較最具威脅的意外事故排序後，也須加以防範及施行演練，通常多半將火災意外列為第一優先。

在應變計畫書中首先應明定組織及所擔負的職務，在不同狀況下，如何逐步傳達及授權。首先，在人員認知及訓練方面，擔負緊急應變責任者是否具備有執行應變職務的能力（如應變指揮官、救火員、指揮組等）及應變器材的使用能力；而設備的維護狀況或數量是否足堪緊急情況使用（如啟動緊急發電機、化學品洩漏防堵設施），等均必須加以考量及詳細查核。

3. 緊急應變容易產生之缺失

環境管理系統中所強調之緊急應變，其原意是泛指對環境產生意外、大量污染時之準備動作。緊急應變除火災外，應注意其他可能對環境產生重大衝擊的因子，例如化學品之洩漏及化學品運輸時的洩漏（特別是毒性物質）、污染防治設備故障（如集塵器、洗滌塔、廢水處理場等）、管線桶槽破裂、有害事業廢棄物清運處理過程中產生之意外、其他天災所引起的緊急狀況等（如颱風、地震、水災）。

在執行上常見的缺失，如下：

硬體器材數量及維護缺失，應變人員的認知及訓練不足

① 缺乏個人或狀況處理所需之防護措施

有些工廠單有計畫（書面），硬體上之要求，如防毒面罩、防護衣、手套、防護鞋、空氣濾清器、緊急清洗設施，常發生如疏於保養、現場人員不知如何使用之狀況。

② 滅火器/偵測器/受信總機/緊急照明等未作適當維護或測試失效

如滅火器之壓力不足、橡皮管老化不堪使用、火警偵測器虛置（根本未連線）、消防灑水系統失效、受信總機測試失效、緊急照明燈不亮、消防栓（箱）有水管沒有瞄子、泡沫滅火設備內無泡沫（化學物質）等。

(2) 應變計畫的不完整

① 應變計畫與實際現場狀況不符

未依據組織概況更新應變計畫，可能發生所寫的緊急應變計畫(程序書)與實際現場執行狀況不符。

②應變計畫未包含門口警衛

廠內緊急應變計畫未包括或傳達給出入口之警衛，只因該處係委由保全公司代為管理。由於，在狀況發生時，警衛擔任相當重要的角色；不管是對外聯絡通報、疏散及交通指揮等，都需要較專業者來擔任，所以應要求門口警衛實際演練，來增加其熟稔度。

③缺乏對於天然災害的演練

天災如地震、颱風均可能直接造成企業營運中斷，但對於天災的事前準備及災後復原的演練，一般工廠均缺乏相關的實際演練經驗。所以，可藉由沙盤推演或案例分析，來了解所準備的緊急應變計畫，工廠是否能讓組織安然度過這些意外的挑戰，並讓環境所受的衝擊降至最低。

5.4 環境管理系統之檢查矯正階段

由以上兩節中介紹，可知在規劃階段執行先期審查，以辨認並彙整組織運作所造成的環境衝擊與所呈現的環境現狀，使之成為公司所欲遵循的指導方針：環境政策；再依循政策的需求，組織應將執行的方向設定為目標與標的，並擬定環境管理方案，以達成這些目標與標的。在執行階段，藉由作業管制使重大環境衝擊降低至最小，當然，要讓系統有效地運作，規劃相關環境事務的訓練、溝通、文件管理及緊急事件的準備與應變，也是相當重要的要素之一。

為使管理系統有效運作，則需藉由「檢查與矯正」機制，使系統執行在正確的方向上，所以本節將說明「檢查與矯正」階段應執行的工作。在標準中要求系統至少要做到以下幾個項目：監督與量測、不符合之矯正及預防措施、紀錄、管理系統稽核、管理審查。

這幾個項目是互相關連的，監督與量測須落實在日常作業中，定期追蹤並配合紀錄，由稽核或記錄發現「不符合」時，依程序進行調查，減輕因「不符合」所產生的環境衝擊；更重要的是，系統需預防相同的問題再發生。而管理審查應就稽核的報告、以往的紀錄、監測的結果等資訊，研判決定整個組織與管理系統下一階段的正確方向。

5.4.1 監督與量測

1. 條文要求事項

ISO 14001 第 4.5.1 節中對「監督與量測」的要求如下，條文的要求重點整理後分述如表 5.4-1。

組織應建立並維持文件化程序，以定期監督與量測會對環境產生重大衝擊的作業或活動之主要特性。其中應包括資訊的紀錄以追蹤其績效相關的作業管制及與組織的環境目標與標的符合情形。

監督設備應予校正和維修，其過程之紀錄應根據組織建立的程序加以保存。

組織應建立並維持文件化程序，以定期評估其與相關環境法令與規章之符合性。

表 5.4-1 監督與量測之條文整理

條文要求	要求 / 說明	執行點
監督與量測會對環境產生重大衝擊的作業或活動之主要特性	在環境考量面查核的階段，經過重大環境考量面鑑定後，所登錄的重大環境考量面，其作業場所、作業種類、作業方式甚至於產生環境衝擊的種類，應取出以作為監督量測的基礎。	重大環境考量面所屬的作業及場所，其環境影響點的主要特性羅列。 監督與量測方式、頻率、基準、範圍及運作人員的資格及規範。
監督設備應予校正和維護	凡是上述會對環境產生重大衝擊的作業或活動之主要特性的監督所使用的設備應該納入組織(公司)儀器校正的體系中，確保設備使用或運作中的可信度及準確度；另外為了使設備能正常被使用及維持正常運作，也應該定期或不定期的維護。	確認監督設備的適用性 有效性 校正和維護的方式、頻率、基準、範圍。 運作人員的資格及規範。
定期評估其與相關環境法令與規章之符合性	對於會對環境產生重大衝擊的作業或活動之主要特性的監督量測行為或(組織)公司運作中須遵守的相關環境法令與規章應該定期評估其符合性。	監督與量測會涉及法規要求和限制標準的符合度確認。 定期性或變更時之法規符合確認。

2. 監督與量測之程序

組織應提出合理的程序，對產生重大環境衝擊的活動之相關特性作定期記錄追蹤，確保相關的環境衝擊是否在預計的範圍內。為了能確保監測結果的可靠性，監督設備應該受到適當的維護及校正，並且依據相關程序留下校正維護紀錄。規範內的另一個要求是除了對作業特性外，組織也應定期評估相關法令規章的符合性。

監測的結果必須能提供組織評判自己的環境績效，以及追蹤管理方案的成效。因此，工廠選擇監測的項目及方法時，應該考慮法律是否有特殊的要求、與組織推行之管理方案的關係、是否可以顯示重大環境考量面的特性、使用的監測設備、操作維護、成本以及資料的統計分析方法等。

在儀器校驗方面，ISO 14001 只要求「監督設備應予校正和維修」，這是 ISO 14001 標準中另一個十分具有彈性之處。組織可以視本身的需要、能力、財力以及法規的規範，自行訂定儀器校驗的作法。

監督與量測之執行重點與方法說明如下：

(1)重大環境衝擊的作業或活動之主要特性的監督與量測，及監督設備之校正與維護

①對可能產生環境重大衝擊的作業或活動的主要特性的了解

以電鍍製程中之脫脂作業為例：脫脂廢液為主要排放物，放流水標準的管制項目，可分為 COD、SS 等兩項；所以，主要特性即在此兩項管制點的量測。至於量測，若公司有能力(包括人員、設備及被許可)則自行處理，如無法自行處理，則應委託環保署核可且具有上述兩項主要特性檢測能力的單位執行。

其次，檢測報告也須要逐項詢問並求證（縱使公司內無專業人員，以瞭解各項細節），以防止因錯誤的檢測報告，以致造成環境負面衝擊或將錯誤的監測紀錄與管制措施，造成誤用及執行。有些重大環境衝擊之主要特性並無量測的需要時，可純粹以定期(或不定期)監督或點檢即可；例如化學品、油品存放區(倉庫)，監督或點檢貯放(包括外來供應商的供貨作業、場內的運搬與取用、安全管理)、標示及設施等，均應在環境管理系統之中予以界定並有效監督與量測。

②制訂公司之監督量測管制表

以系統的運作來看，在擬定重大環境考量面的同時，即可依據法令規章的要求標準、重大環境衝擊的主要特性、公司的權責人力等，擬定“環境監督與量測管理表”，並按環境管理系統條文的要求逐一執行。本項執行點可參考表 5.4-2。

(2)定期評估其與相關環境法令與規章之符合性

所謂定期評估相關環境法令與規章之符合性，牽涉的層面有二個角度，其中之一為量測或監督結果的符合度(常態管理)；另一個就是符合最新法規要求的確認(變更管理)。

表 5.4.2 環境監督與量測管制表(參考例)

作業或活動	主要特性	頻率	單位	資格條件	使用表單
噪音(外部)	噪音量(dBA)	一次/年	委外	環保機關許可測定機構	檢測報告
噪音(作業現場)	噪音劑量(dBA)	二次/年	委外	勞安衛核可檢測機構	檢測報告
酸氣	作業現場空氣濃度	二次/年	委外	勞安衛核可檢測機構	檢測報告
化學品放置區	管制、標示、貯放	一次/月	總務	環境專員	環安監督 量測清單

①變更管理

相關環境法令與規章會因時、因地或因特殊需要而修正或新訂。此時，為促使公司能符合最新環境法規的要求，故需定期性的評估及審查法令規章符合度。面對此議題，首先是法規的適用篩選，須有定期法規收集的管道，在國內最容易的路徑可以從環保署的網站(或其他相關網站)與環保署公報(每月出刊)取得最新法規，然後再篩選其中適用於各別公司的部分。其次，判定適用法規在公司的運作中之符合情形，這點須羅列出適用法規的要求點，由內部的權責人員進行逐項查驗，查驗結果須向系統管理的最高階層呈報(若有必要須藉機擬定改善措施)。

②環境量測的符合性評估

環境量測的結果須納入環境管理系統之中，以做為符合度的判定，其目的在於管制委辦或自行量測過程中的執行，是否合於系統的要求、因應公司本身環境資訊的掌握並據以提供公司高階管理人員，以作為了解環境績效或改善之依據。

3.監督與量測常見問題及矯正措施

(1)在環境管理的所有文件中，未明訂定期執行評估法規符合性的頻率

由於標準條文中要求組織應建立並維持文件化程序，定期評估與相關環境法令與規章的符合性，故建議企業需在環境管理系統的適當程序

文件中（常見為法令規章管理相關程序書），明訂評估其與環境法令及規章之符合性的程序。此程序應包括評估的頻率、方式以及相關權責等。

(2)未定期監督與量測重大衝擊相關作業之主要特性，與相關的管制界限

環境管理系統採用重點管理的邏輯，故在標準內容中，非常重視「重大環境考量面」的控制。為有效控制重大環境考量面，相對應的監督與量測就顯得非常重要。

一般來說，工廠常將重大環境考量面展開成相對應的作業管制（即管理程序書或作業指導書）時，對於重大環境考量面之環境衝擊的特性，疏忽而未訂定監督或量測的要求。

舉例而言，如廢水處理的相關操作準則，也都詳述於其廢水處理操作作業指導書中，但對於廢水的排放，未明訂排放水質的檢測頻率或檢測項目；或相關程序規定的檢測頻率或方式，在不同的標準文件中有不一致的規定（包括申報主管機關的資料，例如固定污染源的設置與操作許可）；或未依程序規定進行定期的測試。另外，雖訂有檢測的頻率與項目，但未訂有相對應的管制界限（即允許標準或預警告值）；這個管制界限應至少符合法令規章的要求（如放流水標準等）。如果未訂定此控制基準或操作狀況（如量測設備失靈），便無法和量測或觀察的結果作比較。一旦，在不符合的情況產生時，便無法進入系統「不符合、矯正與預防措施」中，執行矯正與預防的工作了。

(3)未定期監督或追蹤環境目標、標的及管理方案的執行情形

建立環境目標、標的及管理方案時，未規定監督或檢討的方式與頻率，或是未依規定進行檢討。在稽核的實例中，往往發現企業未定期審查管理方案的執行程度，或是發現管理方案進度落後時，未有任何因應的動作。因此，建議在管理方案的程序中，應明定管理方案所應包含的內容（如權責、進度及查核點等），如此以既定的格式控制方案的品質，不締為控管的好方法。

(4)環境監督量測的設備或儀器未被適當維修或校正，或未明訂校驗後的

允收標準

凡是環境的監督量測設備，都應有適當的校正與維修程序，並應有固定的校正計畫，以確保其有效性。惟此方面常見的缺失包括：噪音計、廢氣的連續監測設備、廢水處理廠的 pH 計、檢測廢水 COD 值之分析設備等，未建立校正計畫或未依規定校正，或者是未訂定明確的校正允收標準，以確認設備的堪用性等。為確保監測數據的有效性，若公司無專業人員可執行校正與維修工作，也可委由專業檢測、校正機構辦理。

5.4.2 不符合、矯正及預防措施

1. 條文要求事項

ISO 14001 第 4.5.2 節對「不符合、矯正及預防措施」的要求如下：

組織應建立並維持適當的程序以界定權責，俾處理及調查不符合情形並設法減輕所造成的衝擊，以及展開並完成矯正與預防措施。

採取任何矯正或預防措施以消除造成實際或潛在之不符合狀況的根本原因時，應根據問題的大小和對環境衝擊的程度採取適當的作法。

由於矯正與預防措施所產生的書面程序之變更，組織應實施並紀錄之。

上述條款的要求，可以(1)環境不符合的種類界定；(2)矯正及預防措施的運作概念；(3)環境不符合狀況處理流程及案例加以闡述。

2. 不符合、矯正及預防措施之運作

組織必須有適當的矯正預防措施程序來處理不符合情形，並減輕產生的影響，進而消除問題的根源。在 EMS 中的「不符合狀況」比起一般觀念中的「不合格品」更難明顯的判別。對製造業而言，不合格品常是看得見的產品或其中的一部份，可以在製程中檢驗出來的；但是在 EMS 中的不符合狀況，除了類似顧客抱怨的利害相關者的反應，或情節重大的意外事件外，其他的現象都不易得知。因此，除了條文所指定的程序外，組織可以設計適當的作法，例如在作業管制或監督量測中清楚地定義何謂不符合狀況，使整個矯正預防的程序能更順暢。

不符合、矯正及預防措施之運作程序說明如下：

(1)環境不符合的種類界定

透過程序書或作業指導書，描述環境不符合的定義，將有助於系統“檢查”機制的運作。以下將一般常見的環境不符合事項，加以分類：

①環境量測及監督不符合

凡環境檢測(廢水、廢氣等)超過排放標準時，或環境監測點定期內出現多次不符合要求標準之狀況時。

②管理方案查核不符合

每次定期查核的主導單位之環境管理方案運作狀況，若未能達成所預定之效益，或無法達成對應之目標與標的，而呈現不符合時。

③環境稽核呈現之缺失

內(外)部環境稽核結果所呈現之環境管理系統運作缺失。

④環境溝通之不符合

外部利害相關團體(民眾、政府單位、環保團體、供應商等)對公司的運作產生環境抱怨，或環境上要求的反應事項時。

⑤緊急事件發生之不符合

公司運作中，因人為因素或天然事件而發生緊急事件，並導致產生重大環境衝擊時。

⑥當環保法規增、刪而致公司運作不合法規要求時，或公司之運作變更而致不符現有須遵行之法規時。

⑦環保機關稽查出現違反法規之情形，或招致開列罰單處分時。

(2)環境不符合狀況處理流程及案例

以下將條環境不符合狀況的一般處理流程。整理如圖 5.4-1 所示。

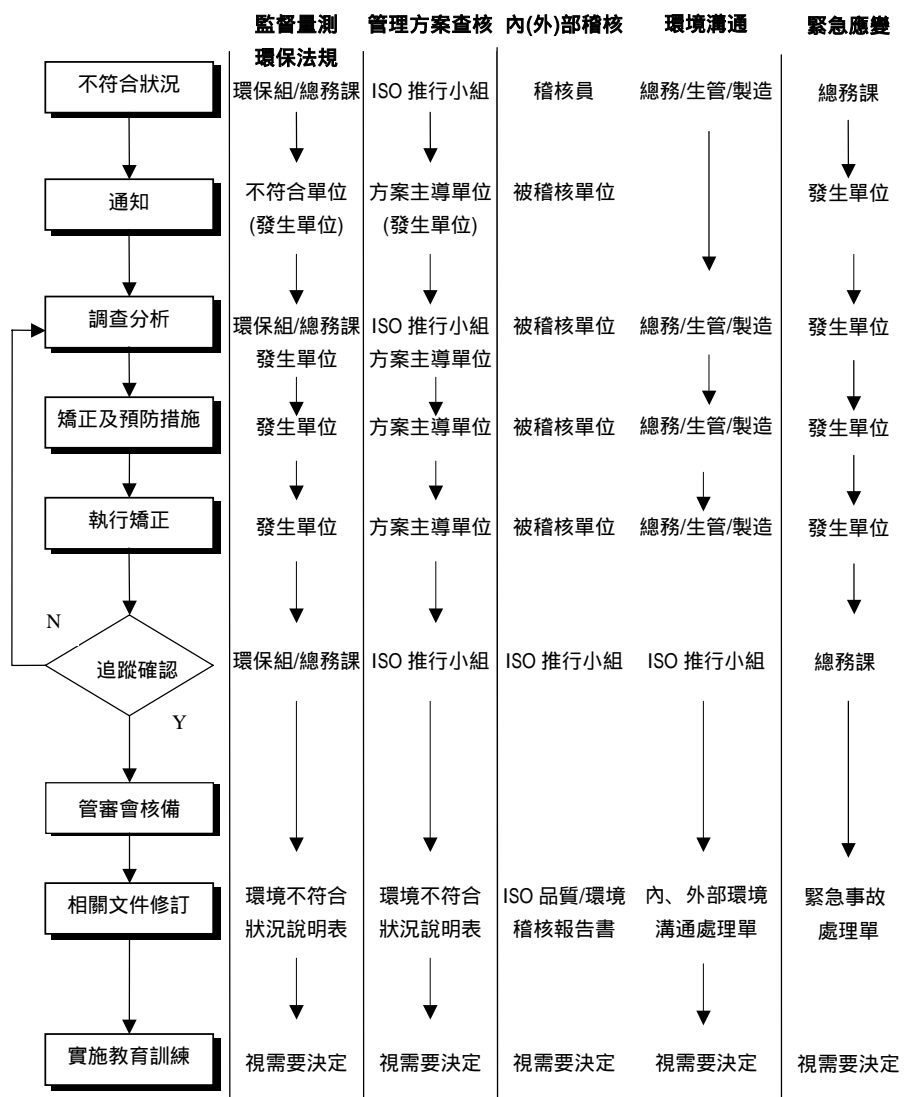


圖 5.4-1 環境不符合狀況處理流程圖

3.不符合、矯正及預防措施常見問題及矯正措施

(1)未清楚定義符合與不符合的準則

驗證中常發現，由於未在環境管理系統的相關文件中清楚定義不符合的情況，以致於在發生環境不符合情況時，相關人員因不確定「不符合」的定義，故無法進入不符合矯正的程序，以進行必要的矯正與預防措施。這些不符合的情況可能包括法規不符合、環境目標與標的無法達成、環境管理方案進度落後、廢水或廢氣排放不符合廠內或法規的限

值、廢棄物處理在日常巡檢中不符合程序要求等。

舉例而言，某公司的廢水處理廠，某日經化驗室分析發現廢水放流水的 COD 值超過法規的限值，故立即採取迴流措施，以避免不合格的放流水排出廠外，但由於其「環境不符合管理程序」中，對於此類的事件是否需要開出「環境異常處理單」未明確規定，故廢水處理廠的領班也不瞭解何時需開立「環境異常處理單」，或進入環境異常矯正的系統程序。

(2)未依程序規定，針對不符合情形開出「環境異常矯正單」

系統的文件中已規定某些不符合狀況時，相關人員應開出「環境異常矯正單」，但實際上系統已建立了一年或以上，卻從未開出任何的矯正單。其實，此現象並非該公司從未有過環境不符合的情形，而是相關人員不知道應開列此矯正單。常見的原因如下：

- ①未對何謂「環境不符合」下定義（如上例所述）。
- ②由於相關人員對於管理系統的瞭解或訓練不足，不知道或無法判斷環境不符合的情形，以致於未在規定的情形內開出不符合事項。
- ③系統的設計不良，亦即某些程序規定發生不符合時，某部門需開出矯正單給自己；一般而言，在這種情形下，矯正單是很難開出來的。

(3)採取之矯正或預防措施，無法有效防止不符合情形之再發生

如本節前段所述，管理系統除著重於矯正發生的問題之外，更強調預防問題的再度發生。因此，當考慮如何解決環境異常的問題時，應同時考慮如何避免相同問題的再度發生。

5.4.3 紀錄

為符合「說寫做合一」的精神，文件及紀錄是一個系統最忠實的展現，也提供客觀證據供管理者參考。無論是文件或紀錄，只要在工廠內能有效運用，都可以用書面或電子媒體的方法存在。

標準中對紀錄的要求重點包括：管理紀錄的程序、紀錄包含的範圍、可

追溯性、保存維護的要求以及可稽核性等項。而好的紀錄管制應該包括：鑑別、收集、索引、編碼、歸檔、儲存、保存、維護、復原、回收、銷毀等項目。

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.5.3 節對「紀錄」的要求如下：

組織應建立並維持適當的程序，以進行環境紀錄的鑑別、維護和處置。這些紀錄應包括訓練紀錄以及稽核與審查的結果。

環境紀錄應清楚易讀，可辨識，並可追溯到相關活動、產品或服務。環境紀錄的保存與維護應做到容易檢索、保護其不受到損壞、變質或遺失。而且應規定並記錄其保存期限。

紀錄應以適合於系統與組織的方式維護，以展現其符合本標準之各項要求。

依上述條文的要點，可以將重點分列如下：

- (1)需要環境紀錄流程管理。
- (2)環境紀錄須依規定給予審核和鑑別。
- (3)環境紀錄應規定紀錄之保存期限。
- (4)環境紀錄須規定其歸檔、索引方式與儲存方式，以便調閱。並可將因環境造成的損壞和變質事件降至最低。
- (5)環境紀錄於保存期限應作例行性檢查，如有損壞或變質應給予維護更新，並作紀錄。
- (6)過期環境紀錄應絞碎損毀或標示作廢印記。
- (7)環境紀錄須視其相關性發行至相關單位。
- (8)環境紀錄應清楚易讀，可辨識並可追溯到相關的活動、產品或服務。

2.紀錄之實務運作

環境紀錄須視其相關性發行至相關單位，並規定相關運作權責。以下運用案例說明的方式，呈現環境紀錄的相關事項：

- (1)權責要求紀錄事項

紀錄事項：① XX 部門，②環境紀錄管理系統之規劃，③保管方法之監督、指導，④環境紀錄保管之劃分、保管場所之規劃，⑤環境紀錄保管期間銷毀之全般協調、指示，⑥各權責單位，⑦紀錄、表格之收集、分類、捆包、標示、存放，⑧索引或總覽表之備置，⑨環境之維持。

(2)環境紀錄的種類、保管期間及保管部門。（可參考表 5.4-3）

表 5.4-3 環境紀錄種類、保存一覽表（參考例）

紀錄的種類	保管期間	保管部門
環境設計審查紀錄	5 年	總務部
法規及其它要求事項登錄表	3 年	總務部
環境關連呈報政府機關申請表	永久	總務部
環境關連呈報政府機關	5 年	總務部
環境委員會、推動小組的會議紀錄、報告書	5 年	各主辦部門
環境考量面的紀錄	3 年	總務部
環境側面個別管理的檢驗、測定資料	3 年	各檢驗、測定部門
設備類（含測定機器）的校正、維持管理相關紀錄	5 年	各校正、維持管理部門
紀錄管理總覽表及紀錄管理相關紀錄	3 年	總務部
環境稽核相關紀錄	5 年	總務部
不符合、矯正措施的紀錄	3 年	總務部
緊急事故對應紀錄	5 年	總務部
緊急事故訓練紀錄	5 年	總務部

(3)環境紀錄保管總覽表

原則上，紀錄類之保管可由發行之單位為之，但各相關環境管理單位若認為由其保管較為適宜者，可從之。文件管制單位可參考表 5.4-4 之格式，便於紀錄的保存管理。

(4)紀錄方法

①相關表單類之紀錄表格及紀錄方法，可依據各別規定之方法，正確記錄之，以確保內容的一致性。

②環境紀錄應儘量明示基準或管制範圍，以易於閱讀。

③環境紀錄之修改處，應紀錄修正理由及修正人員。

(5)收集

建議建立一套有效的紀錄管理方式，依一定規則如：入庫日期、序號、保管起迄月份順序等收集，以便於調閱或管理。

(6)保管方法

保存於檔案櫃的紀錄亦應區分、標示，由各權責單位妥善保存。未逾保管期限者不得銷毀。

(7)銷毀作業

每年一次，可由各權責單位針對超過保存期限之紀錄，提出申請，經保管單位主管確認後進行銷毀。銷毀作業可由總務部協調各相關單位實施。

表 5.4-4 環境紀錄保管總覽表（參考例）

紀錄名稱	編號	保管單位	保管期間	索引方式	備註

3.紀錄常見之問題及矯正措施

(1)環境紀錄的辨識不完整

舉凡因環境管理系統相關程序所產生的紀錄，都屬於環境紀錄，這也包括法規要求的申報紀錄、環境檢測紀錄，以及環境監督量測設備的校正與維修紀錄等。但如果未完整地辨識所有的環境紀錄種類，而加以

適當的管制，便容易造成環境紀錄種類的不完整。常未被鑑別出來的環境紀錄有：環境訓練的相關紀錄、環境檢測紀錄、環境量測分析設備的校正紀錄，以及廢棄物的清除紀錄等。

(2)環境紀錄無法追溯到相關的活動

如果環境紀錄無法追溯到相關的活動，則此環境紀錄就失去其原有的功能了。最常見的缺失便是相關環境紀錄未留下日期，故無法追溯到相關活動的時間性。其次是環境紀錄未記載活動的單位或部門，故無法判定是屬於何部門的作業活動。

(3)未明訂環境紀錄的保存期限，或規定的保存期限不符合相關法規的要求

依據標準的要求，凡是環境紀錄都需規定其保存期限，以便於有效地保存環境紀錄，但往往企業並未明訂環境紀錄的保存期限。另外，在此部分常見的缺失便是規定的保存期限，無法符合法令規章的要求。最常見的便是廢棄物清除相關的紀錄，例如將有害事業廢棄物委外處理之六聯單的保存期限，規定為 2 年（沿用該公司品質紀錄的保存期限規定），無法符合法規要求 3 年保存期限的規定。

5.4.4 環境管理系統稽核

1.條文要求事項

ISO 14001 第 4.5.4 節對「環境管理系統稽核」的要求如下：

組織應建立並維持一個或多個方案與程序，俾能定期執行環境管理之稽核工作，以

(1)判斷環境管理系統是否：

(a)符合環境管理的各項規劃事項，包括本標準的要求在內；與

(b)獲得妥善地實施與維持；及

(2)將稽核結果之資訊提交管理階層。

組織的稽核方案包括時程，應以有關活動之環境重要性與以往的稽核結果為依據。為了完整起見，稽核程序中應包括稽核範圍、頻率與方法以及執行稽核工作與結果報告的責任與要求。

2.環境內部稽核之運作實務

環境管理系統稽核如同系統本身一樣，也是依照 P-D-C-A 的管理模式。在執行此工作前，必須事先規劃作業的程序與方法，以及人力資源的運用，並建立正式的稽核程序。根據 ISO 14011 之說明及 ISO 14001 對環境管理系統稽核的要求，執行環境管理系統稽核時，至少應該包括圖 5.4-2 的 12 項步驟，各項步驟之工作內容及注意事項說明如下。

訂定稽核計畫

稽核計畫應由管理階層制定或核可，實際排定的稽核計畫請參考表 5.4-5，並應注意以下事項：

- A.確定符合計畫之稽核頻率。稽核程序中應說明執行的頻率，只要確保系統能正常運作，稽核頻率之高低並無強制規定；一般以一年進行 1 至 2 次稽核循環為宜。在每次稽核循環中，可視各部門的特性及其在環境管理系統中的重要程度，排定不同數目的稽核次數。
- B.排定詳細的部門、時程及場所。原則上，環境管理系統稽核應含括整個組織及所有場址。在編排細部內容時，應考慮各部門的工作內容與環境的關係程度、查驗所需時間是否適合及執行的地點。分工表請參閱表 5.4-6。
- C.說明稽核準則。稽核是查驗執行與對應標準的符合程度，這個標準就是稽核準則。除了 ISO 14001 標準之外，組織所制定之環境政策及所有的程序文件及作業標準，都是稽核準則。一般而言，常以最新版本的環境手冊及 ISO 14001 標準條文為稽核準則。
- D.確認稽核小組成員。稽核的品質取決於稽核員的素質，因此，稽核小組應由合格之稽核員組成。如果考慮內部人員無法有效地達成任務時，則可外聘適當的專業人士協助。各稽核員應獨立於被稽核業務之外，不可稽核自己所負責的工作項目及範圍。
- E.初步文件審查。由組織內部之主導稽核員執行，事先確認稽核所需之手冊、政策、程序、作業標準及紀錄等文件均沒有問題，以利進行後續工作。

分配稽核員任務

稽核人員的素質與能力是環境管理工作成功與否的因素。因此，公司應對稽核人員進行有效的教育訓練。由於，稽核是一項團隊合作的工作，其中主導稽核員是其靈魂人物，其係負責管理稽核小組的各項工作，以及缺失判斷之最後仲裁，所以應選擇具專業且有經驗之成員擔任。稽核小組之成員，除了主導稽核員外，尚包括負責實際執行之稽核員，訓練中的實習稽核員，以及其他目的之觀察員。

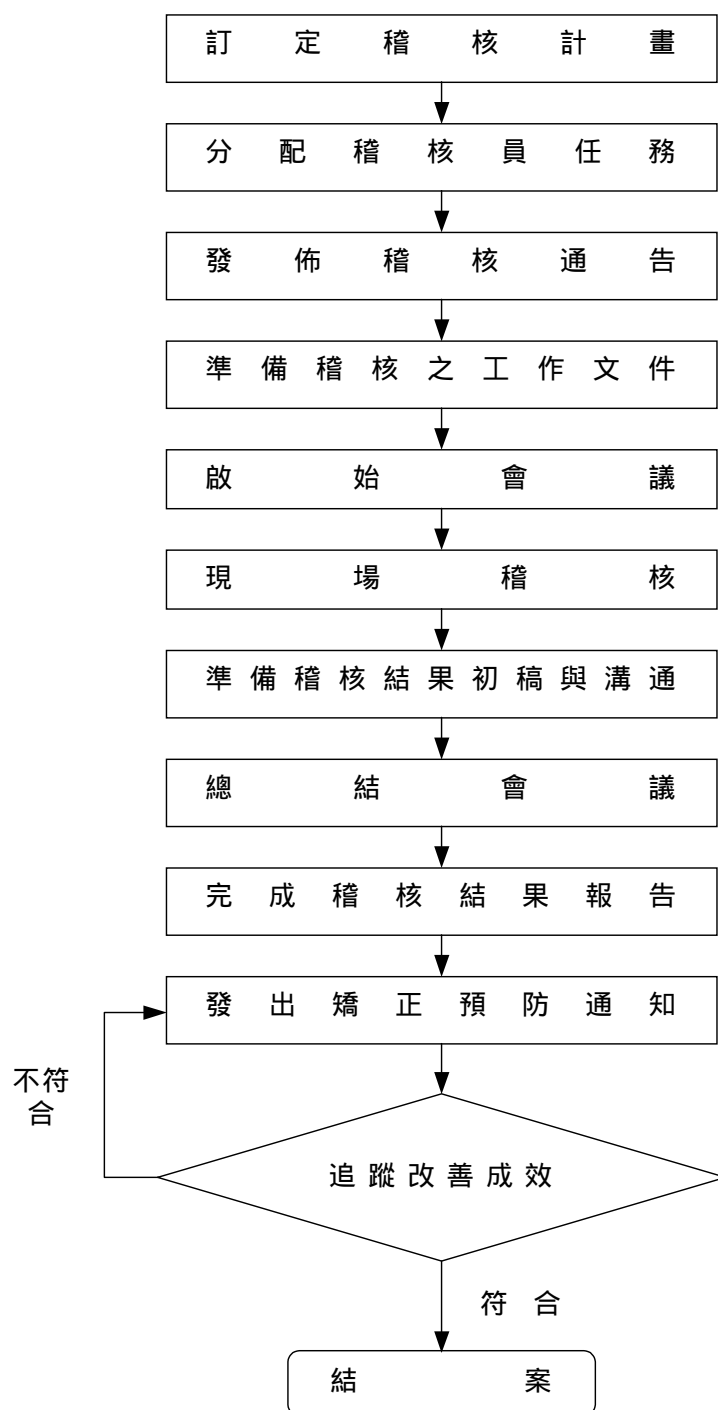


圖 5.4-2 環境管理系統之內部稽核程序

表 5.4-5 稽核計畫表（參考例）

稽核範圍：全公司

稽核準則：ISO 14001:1996，環境政策，環境手冊及相關程序

稽核小組：主導稽核員：A 先生

稽 核 員：B 小姐、C 先生

實習稽核員：D 先生

地 址：各部門責任區域

時 間：90 年 12 月 10 日到 90 年 12 月 11 日

稽核計畫：

時 間		第一組 (A 先生、D 先生)	第二組 (B 小姐、C 先生)
第 一 天	09:00-09:30	啟始會議	
	09:30-12:00	總經理室	部門甲
	13:00-16:00	部門乙	部門丙
	16:00-16:30	稽核小組組內會議	
第 二 天	09:30-12:00	部門乙	部門丁
	13:00-14:30	部門戊	部門丁
	14:30-15:30	部門己、部門庚	部門辛、部門壬
	15:30-16:00	稽核小組組內會議	
	16:00-17:00	總結會議	

註 1：12:00-13:00 為午餐及組內討論時間。

註 2：各部門之稽核項目，為所負之管理責任，以及主導與協助之所有管理要項。

表 5.4-6 環境管理系統權責分工表

條文 \ 部門權責	總經理室	部門甲	部門乙	部門丙	部門丁	部門戊	部門己	部門庚	部門辛	部門壬
4.2 環境政策										
4.3.1 環境考量面										
4.3.2 法規及其他要求										
4.3.3 環境目標及標的										
4.3.4 環境管理方案										
4.4.1 組織架構與權責										
4.4.2 訓練、認知與能力										
4.4.3 溝通										
4.4.4 環境管理系統之文件化										
4.4.5 文件管制										
4.4.6 作業管制										
4.4.7 緊急事件準備與應變										
4.5.1 監督與量測										
4.5.2 不符合與矯正及預防措施										
4.5.3 紀錄										
4.5.4 環境管理系統稽核										
4.6 管理階層審查										

註： 表示主導負責， 表示協助執行。

發佈稽核通告

在以上兩項工作完成之後，組織在執行稽核前的適當時間，必須由專人通知所有被稽核部門。為了提醒大家這是組織重視的工作，此通知必須是一份正式的文件，如有需要可請高階主管正式簽核。

準備稽核之工作文件

稽核是文件化的過程，稽核員必須使用一些表格文件來完成此項工作。其目的是協助稽核之進行、將稽核觀察結果以文件化方式表現出來、並紀錄佐證之證據。

- A. 稽核查核表是由稽核員事先建立，用來輔助記憶之工具，相關參考例如表 5.4-7 所示。當稽核小組工作分配完成之後，每個稽核員應先行瞭解自己負責稽核範圍內之各業務，並藉由事先閱讀相關文件，針對稽核作業時稽核的問題做成重點提示。查核表只是工作的參考文件，實際稽核時仍應以現場的狀況為主，切莫捨本逐末，墨守表格內容而不知對實際狀況應變。
- B. 觀察紀錄表是稽核員的工作紀錄，用以登錄所有查驗項目及發現，相關參考例如表 5.4-8 所示。如果公司或工廠組織不大，可考慮直接在稽核查核表上紀錄，以減少多餘的表單。相對地，如果組織較龐大或複雜時，建議以使用觀察紀錄表的方式，較容易管理及追溯稽核的品質。
- C. 不符合報告為紀錄稽核過程中所發現之不符合事項。經稽核員判斷發現之事實違反稽核準則時，就需登錄於此不符合報告之上。此報告的目的在於明確指出那些觀察事項是不符合稽核準則，以及查驗到的證據是什麼，使得後續的矯正預防措施能順利執行。一般而言，在工廠內為方便管理，此不符合報告表常結合矯正預防的功能，而成為「矯正預防通知單 (correct/prevent action request, CAR)」，這是十分實用的表格，相關格式參考例如表 5.4-9 所示。
- D. 總結報告表之目的在於完整地展現出稽核的過程及結果，使所有參與的人員，尤其是高階主管，能夠瞭解整個狀況。總結報告表的內容項

目可以很複雜或是很簡要，設計時必需考慮公司的特性來決定，以最簡單的對照方式表示的參考例如表 5.4-10 所示。

以上表單可考慮公司的需求，事先設計並列入環境管理系統的文件管制系統中管理。但稽核查核表的內容，因為每次稽核的差異而必須改變，在每次使用前應修訂之。

表 5.4-7 環境管理系統稽核查核表(參考例)

權責部門：環境室

ISO 14001 相關條文	查檢項目	相關文件及紀錄	備註
4.3.2 法令規章與其他要求事項	您部門內有那些工作與法規有關？	法規資訊管理程序	
	受法規管制的項目是什麼？	法規資訊管理程序	
	您如何找到或知道受這些法規管制？	法規資訊管理程序	
	法規規定的標準值是什麼？	法規資訊管理程序	
	這些法規在那裡可以找到？	法規資訊管理程序	
	政府是否在最近修改過這些法規？	法規資訊管理程序	

表 5.4-8 環境管理系統稽核觀察紀錄表（參考例）

日期： /

頁次： /

區 域：(可依部門、製程別或範圍、設施等填寫)			
項 次	觀察現象說明	發生地點	備 註
被稽核單位代表：		稽核員：	

表 5.4-9 環境管理系統矯正預防通知單（參考例）

受稽核部門		稽核日期		缺點類別	不符合觀察
稽核要項		對應之程序書		稽核人員	
此不符合事項需於 月 日前提出矯正與預防措施。					
不符合事項： <div style="text-align: right;">受稽核部門： 簽 名：</div>					
矯正與預防措施及完成日期： <div style="text-align: right;">受稽核部門： 簽 名：</div>					
改善確認： <div style="text-align: right;">管理代表_____稽核主管_____稽 核 員：</div>					

表 5.4-10 環境管理系統稽核總結報告

日期： / / ~ / /

部 門	部 門 甲	部 門 乙	部 門 丙	部 門 丁	部 門 戊	部 門 己	總 計	不符合報告編號
ISO 14001 條文								
4.2 環境政策								
4.3.1 環境考量面								
4.3.2 法令規章與其他要求事項								
4.3.3 環境目標與標的								
4.3.4 環境管理方案								
4.4.1 架構與責任								
4.4.2 訓練、認知與能力								
4.4.3 溝通								
4.4.4 環境系統文件化								
4.4.5 文件管制								
4.4.6 作業管制								
4.4.7 緊急應變準備與應變								
4.5.1 監督與量測								
4.5.2 不符合、矯正及預防措施								
4.5.3 紀錄								
4.5.4 環境管理系統稽核								
4.6 管理階層審查								
總 計								

啟始會議

開始會議又稱為「稽核前說明會議」，其目的在促進內部所有人員的積極參與。此項會議之重點在使所有參與者明瞭整個稽核過程，若各部門及稽核小組都沒問題，即可進行下一步驟。

現場稽核

稽核員應確保環境管理系統能夠達到以下的 12 項基本的查驗項目：

- A.符合持續改善及污染預防的政策及承諾
- B.對環境的要求及考量面有適切的認知
- C.已有清楚的權責分工
- D.規劃的項目涵蓋所有的活動、服務及產品
- E.達成設定之目標與標的
- F.提供適當且足夠的資源，包括訓練
- G.對緊急事件有適當的準備以及應變措施
- H.建立並執行系統化管制程序，以達較佳的環境績效
- I.在環境績效方面有所提昇
- J.改善稽核所發現的不符合及管理審查的結論
- K.對內及對外有合宜的溝通
- L.協力廠商的環境績效有所提昇

現場稽核之流程如圖 5.4-3 所示，並以面談與發問、審查文件與紀錄、觀察現場作業及紀錄等方式進行。

在稽核完成各部門或單位之後，稽核員應該對被稽核人員說明其發現。當雙方達成共識後，應在紀錄表單，如觀察紀錄表、不符合報告等，簽名確認。

準備稽核結果初稿與溝通

在完成所有現場稽核後，主導稽核員必須彙整所有的不符合報告，並與稽核小組討論，作成初步的稽核結果報告，以便於總結會議中報告。

總結會議

總結會議的主要目的，是由主導稽核員以稽核報告之初稿，對被稽核單位及主管提出報告，並使其清楚瞭解與認可這些結果。

完成稽核結果報告

在完成以上所有的稽核過程後，主導稽核員必須彙整所有的不符合報告及結論，作成最後的稽核結果報告，以留下該次稽核的結果供管理階層審查。

發出矯正預防通知

環境管理系統稽核的主要目的在改善系統運作及執行成效，因此，發現的不符合狀況必須進行矯正預防措施。

追蹤改善成效

根據不符合狀況的權責判定，各部門應指派負責之人員，並訂定改善措施及完成期限。

結案

負責追蹤的單位，可以針對每個個案進行確認，並個別結案。同時，配合稽核發現之不符合狀況及改善的結果，回饋至稽核小組，使其列為下次內部稽核之要項。為了維持環境管理系統的適切及有效性，所有稽核的結果，無論是否結案，都必須列入管理審查的要項中。

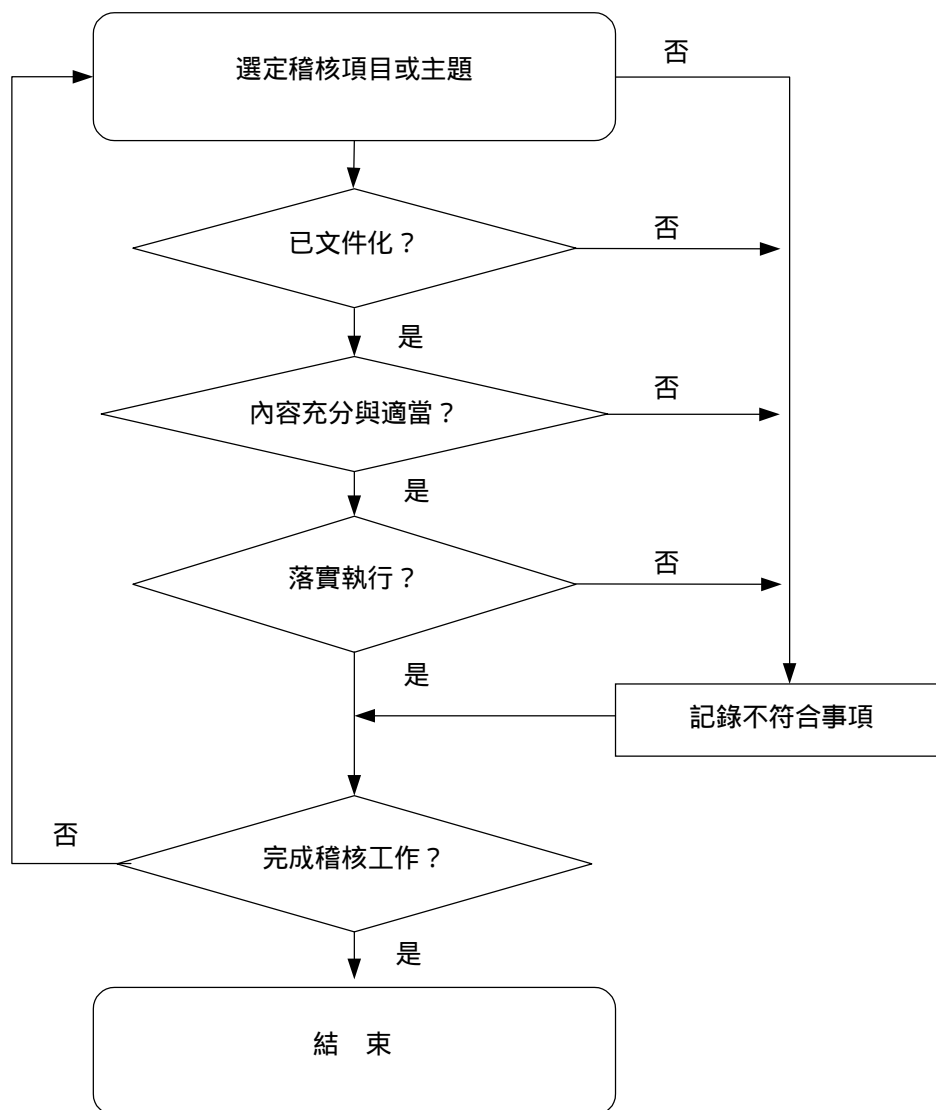


圖 5.4-3 現場稽核流程

3.環境管理系統稽核容易產生的缺失

(1)稽核計畫未涵蓋環境管理系統的所有要項或企業的所有部門

環境管理系統的內部稽核，不一定每次都需要包括環境管理系統的所有要項或是所有的部門，但如果是這種稽核方式，便應該有一完整的稽核計畫，以涵蓋環境管理系統的所有要求事項與所有部門，以確認整個組織都在環境管理系統的管理範圍內。

(2)內部稽核員執行稽核時，不具客觀獨立性

雖然在標準的內容中，未強調內部稽核員的客觀獨立性，但如果稽核員無法客觀執行稽核工作，則稽核的有效性將顯著地受到影響。

(3)未依規定處理稽核中開出的不符合事項

內部稽核的相關程序書中，規定稽核中開出不符合事項的後續處理方式，包括不符合事項的分發、註明矯正期限與確認的日期，以及核簽結案的規定等，卻發生這些規定往往未被確實的遵守，例如未依規定提出矯正期限、未依規定在矯正執行後確認矯正的效果，以及未依規定由高階主管簽名以完成結案程序。

5.5 環境管理系統之審查階段

環境管理系統持續改善及創造環境績效是 ISO 14001 的主要特色之一。但維持系統運行的動力，並使 P-D-C-A 循環持續進行，以執行各項環境管理方案所需的各項資源，都需要要由高階管理主管全力支持。而系統運行所遭遇阻力，如何藉由高階管理階層的幫助一一化解，這皆須藉與管理階層溝通管道來達成。而最好的途徑即是藉由管理審查機制來達成缺失矯正、持續改善及創造環境績效的目的。

事實上，管理階層審查是管理系統中最重要的一個環節，因為管理系統是藉著此階段來改善系統本身與環境績效。但是往往由於企業的高階主管工作繁忙，造成管理階層的審查會議流於形式，或僅是以開會紀錄通過驗證，如此，「管理審查」便無法在 P-D-C-A 中的「Act (審查)」方面發揮原有的功能了。

1. 條文要求事項

ISO 14001 第 4.6 節對「管理階層審查」的要求如下：

組織的高階主管應依其自行決定之時程審查環境管理系統，以確認其持續適用性、適切性及有效性。管理階層審查的過程，應確保管理階層能獲得必要的資訊以進行評估。審查過程與結果應與文件化。管理階層審查應依據環境管理系統之稽核結果、情勢的變化以及持續改善的承諾，提出修改環境管理系統之修改政策、目標及其他構成要項的可能需求。

在 ISO 14004 中亦列有建議管理審查項目及議題考量，環保議題涉及到公司經營策略的不同思考，及影響到全公司整體資源的分配與使用。藉由管理審查管道，適時反映並修正公司環境政策及未來環境策略規劃，這將有助於系統持續運行改善的目標。

環境政策是提供與外界良好的溝通橋樑及媒體，而管理審查則兼具有系統運行與管理階層之間溝通的工作。管理階層更可藉由管理審查機會，適時修正整體的環境政策、環境管理方案，將企業文化的特色融入到環境管理系統之中。如此更可對所有員工揭示管理者的執行決心。

2.管理階層審查的常見缺失

在業界執行環境管理系統後，依據經驗在管理階層審查中所常見的缺失如下，並將探討可行的矯正措施及建議。

(1)在管理審查活動中無充足或系統化文件、資訊供管理階層審查，無相關紀錄可供追查

常見的缺失為只有針對最近異動項目進行報告，未重新定期對系統的整體性進行評估。這將造成系統存在的舊問題不易被發掘出來，可藉由定期系統全面性回顧分析進行報告，並比較同業間的各項執行狀況，以便於在環境管理審查會議中提出建議，以爭取執行業務必要的支持。

而為了符合法規性的查核，亦可利用定期管理審查會議機會，除了審核新增加的法規外，更藉此可以全面性的回顧組織所必須遵行的相關環保，並對環保法規認定上有模糊不清的條文，加以注意是否有變化。

管理審查中審查項目，可參考 14004 所列項目加以系統化整理，包括：法令的變更、利害關切者期望與要求事項改變(如客戶、附近社區居民、工業區主管單位等)、組織內產品或活動改變、科學與技術的進度(製程改善或使用新的原料)、由環境意外事件所學到的經驗(通常以工安或火災事件為開始分析)，但到最後善後或污染處理與環境管理有關，這些皆可能成為環境考量面甚至轉為重大環境考量面，並需有環境管理方案加以管制。而如果遇到行政組織變更，這將有可能會影響到整體環境管理系統組織的架構、職責。因此，重大的變更也必須於管理審查上提報以成為變更管理的一環。

在管理審查會議上提出歷來環境稽核的缺失及所執行矯正措施分析，將有助於日後推行矯正活動，更可避免同一類型缺失一直重複出現，而無有效的矯正活動。由發掘出新的(重大)環境考量面，經過分析也才有充足的資料，提供適時的修正環境政策及目標、標的。在管理審查會議上，並無太多的機會及時間，以鉅細靡遺的報告環境管理系統運行狀況。但可準備詳細的查核結果作為會議資料，並針對缺失作專案報告。

(2)管理審查並未有明確的執行決議或方案

雖然在管理審查上已對於重大變革等，做出報告。但許多執行組織在其管理審查會議上，只報告目前環境管理系統的執行狀況，並未進行任何決議或指示。所以，若有重大決議事項，應由環境管理代表或其代理人，在管理審查會前與各單位進行充分溝通，事前尋求各單位的共同協助，自然可以有效率的在會議中達成共識，以利決議產生。

(3)管理階層審查中，未提出修改環境政策、目標之需求

ISO 14001 標準中強調，環境政策應與目標、標的一致，故當環境目標、標的改變時，環境政策也應適當加以調整。這也就是為何 ISO 14001 的條文「4.6 管理階層審查」中，要求「提出修改環境管理系統之修改政策、目標的可能需求」。

(4)高層主管多次未參與並主持管理審查會議

「4.6 管理階層審查」是特別為企業高階主管而設計的，如高階主管未親自參加，則很難瞭解該企業環境管理系統執行的情形，所以也就無法掌握系統的運作，與持續支持系統的改善。如果企業的高階主管偶爾因事無法出席，則可由職務代理人代理。

5.6 環境績效

環境績效評估是利用適當的指標，將工廠在污染防治管理的成效，轉化為易懂資訊的過程。這是公司內部由收集、量測、分析、評估、報告以及到對內外溝通環境績效的一項程序與工具。在觀念上，這與任何管理步驟均雷同。舉例來說，如同環境管理系統運用 PDCA 的管理循環一般；首先，在規劃部份，必須界定此項工作的進行方式，尤其是評估指標的選定。接著，依計畫執行，根據選定的評估指標，進行數據的收集、分析。將原始數據轉化為有用的資訊，並作成報告，以利對利害相關者溝通。最後，則進行審查，以決定改善的方向及作法。

綜觀 ISO 14031「環境績效評估」，大體說來，則是由組織自我界定適合組織及行業特性的「環境績效評估指標」，並根據這些指標，進行數據的收集及整理，以提供組織內外的利害相關者瞭解這個組織在環保的成效。無論是環境管理系統或是環境績效評估，都是企業用來管理環境事務的「方法」，其「目的」都是提供企業之管理階層有效地管理因組織運作而發生之環境衝擊。

在環境意識高漲的今天，為促使組織與各利害相關者間相互瞭解與合作，達到保護環境的目標，組織須系統化收集與分析必要的資訊，並以量化的數據為基礎，始能提昇環境績效資訊的可靠性，以確保環境績效資訊符合各利害相關者的要求或關切所在。

為了使讀者能循序漸進地了解並應用環境績效評估之相關方法及工具，本節將逐一進行環境績效評估介紹、環境績效評估方法應用說明、環境績效評估執行實務及行業環境績效指標選定等說明；期能提供環境績效評估整體概念以供後續應用。

5.6.1 環境績效評估介紹

1. 環境績效評估發展現況

國際標準組織特於 1999 年 11 月 15 日正式公告 ISO 14031 環境績效評估（environmental performance evaluation，簡稱 EPE）指導綱要，這份指導綱要並非驗證性質標準或絕對的環境績效準則，其內容主要提供組織

一套有系統的程序，以執行環境績效的量測與評估。同時，依據所產生的資訊，組織可確認是否達到環境政策、目標與標的與環保法規之要求，同時也可用來確認組織的潛在風險與機會，及造成環境績效不佳的主要原因。因此，環境績效評估是環境管理系統的重要輔助工具，用以彌補環境管理系統績效展現不足之處。在此份指導綱要中，明白揭示環境績效評估可用在任何規模及形態的組織，並可在任何時間點導入組織內之相關管理系統，並不侷限於環境管理系統而已。

ISO 14001 是規範企業建立環境管理系統的基本要項，使公司確保具有運作那些要項而獲得驗證。然而該標準並無強制訂定績效的水準，也不需要上級管理階層訂定環境績效目標，並監測達成目標的過程。所以 EMS 的重要項目即在於環境績效評估系統，該系統在 ISO 14031 標準中已敘明。

EPE 在 ISO 14031 中被定義為審查組織環境考量面的工具，以決定目標是否達成。環境考量面被廣泛定義為組織活動、產品或服務與環境產生互動的任何因素，不僅包括廢棄物、污染排放物，且對能源、水、土壤及其他自然資源均屬之。對公司組織而言，EPE 應被看待成任何其他經營過程，且實際上應在部門及企業層級上與組織的規劃、績效量測系統整合。

ISO 14031 是一種管理工具，針對環境績效可提供給組織可信賴、具目標性及可查證的資訊，進而改善績效。EPE 選擇指標以量測及溝通組織所設定目標的相關環境績效。從 EPE 過程獲得的資訊使管理階層能決定必要的行動，以達成環境政策、目標及標的，並且適當地與利害相關者溝通。以下的原則說明目前 ISO 表達在 ISO 14031 標準的想法，亦即 EPE 實務原則：

EPE 須獲得上級管理階層的共識

EPE 須與既有的經營功能與活動相容

EPE 須以正確、目標性及可查證的數據為基礎

EPE 過程須產生可理解及可信賴的資訊

EPE 須適當考慮利害相關者之期望與關心事項，且包含地區、文化與社經因素。

EPE 須適度考量生命週期的觀念

而企業進行環境績效評估結果之目的在於：

- (1)增加對組織的活動、產品與服務之環境考量面的了解；
- (2)由組織的環境管理方案及活動可同時估算經濟利益及成本；
- (3)可展示組織的環境績效；
- (4)可協助發展資源分配方案，達成環境績效的目標及標的；
- (5)可做為與內部員工及組織的利害相關者交流之基礎。

相同道理，環境績效評估不僅可做為公司內部對環境運作之成效評估，亦可擴大應用到分析整體行業所造成之環境影響，以做為決策單位擬定各階段發展策略與執行重點之參考依據。因此，環境績效評估可說是為環境管理制度邁向另一新的里程碑。

2.環境績效評估之應用範圍及對象

環境績效評估與現行環境管理系統之應用有何不同呢？環境績效評估與環境管理系統，在執行範圍的認定上是相似的，一樣是以組織或工廠的周界為基礎。而此「周界」在執行環境績效評估時，會因為組織之管理權責與架構之不同而有差異。

正如環境績效評估是一項組織內自我評估的過程，即自發性內部環境績效管理；因此，執行範圍的大小，是可以取決於企業主或高階主管的意志。但是為了能達到上節所說明之目的，仍是以「場址」如工廠所在地點等為宜。由於環境績效不外乎與作業環境息息相關，若以場址為範圍時，可以清楚的界定出該場址與外在環境之交互影響，並可明確地界定出環境重要性及管理重點，以利進行重大環境考量面或衝擊點的有效管理。

由於大部份中小企業只有一個工廠，並且是廠辦合一，執行的範圍往往就是以整個公司及工廠為主。這也是建議無論是大型或小型企業執行環境績效評估時，最佳的適用範圍。此建議與 1994 年版 ISO 9001/2/3 不同，在 94 年版的品質系統之執行及驗證方面，企業可以選擇部份的產品及其製程與相關的品質系統，並排除其他的產品。但是，就大部份的例子而言，

以獨立的一條生產線進行環境績效評估，其結果只能說是該組織片面的績效，而且該生產線會與其他生產線發生交互影響，其評估結果對組織整體之環境管理績效需進一步推估。

另一種狀況是一個公司同時在不同地方有許多個工廠，則建議可以分廠區執行環境績效評估。簡單的說，若一個廠區有足夠的獨立性，例如有自己的管理架構、獨立的周界、可辨識的重大環境考量面或明顯的環境衝擊，則適合由該廠區自行執行環境績效評估。

在瞭解環境績效評估的應用範圍後，對於導入環境績效評估之對象究竟有何限制呢？若回溯 ISO 14031 環境績效評估指導綱要內容，則可發現其可用在任何規模及型態的組織，唯對於該組織是否已建置環境管理系統方面有不同之建議如下：

鑑別組織環境考量面是一項環境績效評估規劃中的重要輸入。這項資訊一般是由環境管理系統中發展出來。在環境管理系統中鑑別重大環境考量面的指引，可在 ISO/CNS 14001:1996 版及 ISO/CNS 14004:1996 版中找到。已有環境管理系統的組織須評估本身環境政策、目標、標的與其他環境績效評估準則對應的環境績效。

對於尚未建置環境管理系統的組織亦得使用環境績效評估，以協助鑑別將被視為重大及設定其環境績效準則之環境考量面。決定重大環境考量面時，這樣的組織須考慮：

能資源使用的規模及本質

污染排放物

風險

環境的狀況

突發事件的可能性

組織簽署之法令規章與其他要求

無論是否已有環境管理系統，組織須先規劃出環境績效評估與設定環境績效準則的關連，以此環境績效評估選定的指標將能適當地描述組織的

環境績效與這些準則的關係。

環境績效準則來源的例子包括：

現在及過去的績效

法規的要求

已知的規範、標準與最佳實務準則

由業界及其他領域組織所發展之績效數據及資訊

管理階層審查及稽核

利害相關者的觀點

科學研究

對大部份的組織，環境考量面的審查將著重圖 5.8-1 所述之組織的作業上。因此，環境績效評估之應用對象即是指對於內部環境績效感到關切之任何組織皆可。

3.執行環境績效評估之時機及效益

環境績效評估應是一項持續進行的日常工作，只是在執行的過程中可分為不同的階段，而不是一個年度計畫而已。從執行的階段來看，環境績效評估可依照管理循環分為「plan-do-check-act」等四個階段，這四個階段是連續且封閉的循環，只是在剛開始時，必須由規劃下手，以確保能有效地得到正確的結果。執行環境績效評估時，必須根據規劃的環境績效評估指標，不斷地收集相關的資料及訊息，依照規劃之方法分析這些數據，並將這些資訊回饋給管理階層或相關人員，以決定下一步的行動方式。這樣的流程是在每天的工作中進行，絕對不是做完就算了。

若從組織營運的角度，或是營運的生命週期來看，任何時候都是最佳時機。無論組織正在草創初期、生長期、擴建期或穩定發展期，只要企業主願意在環境管理及環境保護上盡力，都是執行環境績效評估的最佳時機，這與企業無論任何時候，均需要進行經營績效評估是一樣的道理。

此外，企業在執行環境績效評估的過程中，將可促使內部組織及其作

業流程產生橫向溝通與整合機制，進以協調收集彙整內外部利害相關團體所關切的事項及資訊，以提供內部高階主管所關切的財務績效，以及外部利害相關團體所關切的環保績效。執行效益概述如下：

(1)瞭解環境衝擊的程度

這是環境績效評估最大的好處，藉由定性及定量的指標及評估過程，可以提供決策者環境衝擊的資訊，並判斷這樣的環境績效是否可為自己及利害相關者接受，進而訂定進一步的方向。藉由適當且量化的績效指標，無論管理者或利害相關者是否具備足夠的環境知識，都可以由績效指標的變化，瞭解該組織環境衝擊的程度。

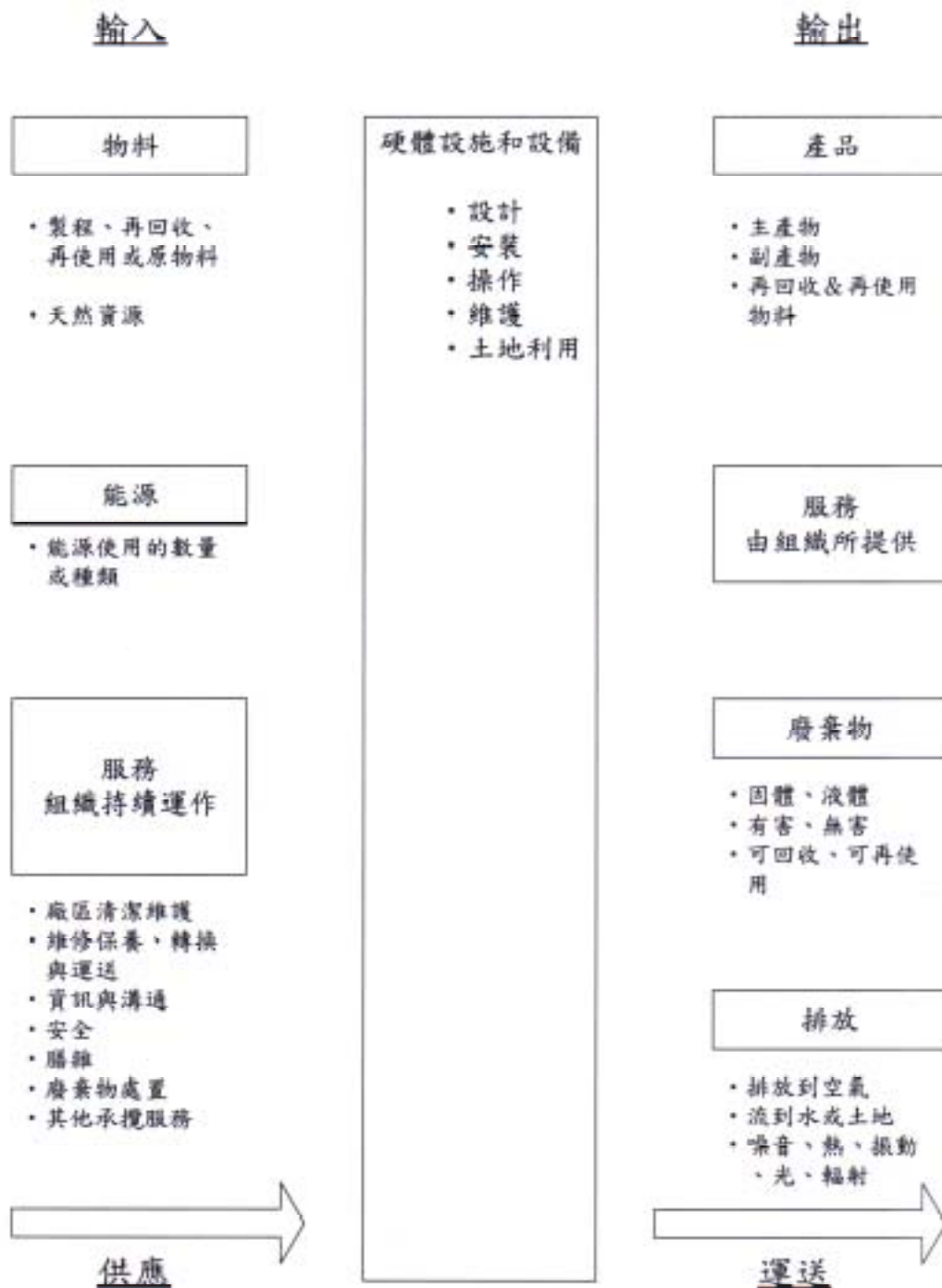


圖 5.6-1 組織運作圖

(2)協助持續改善環境

無論是企業界或環保團體，所在意的是環境品質是否變好，而不是投入了多少的資本改善。而環境績效評估的結果，能夠反應出組織的作為及環境的變化，也因此能使組織進行最經濟有效的改善投資組合。傳統對環境績效的評估，可能只在某些法規規定之特定項目，如水質的 BOD、COD 或空氣排放物中的 SO_x、NO_x 等等，較缺乏有系統的評估方式。而以 ISO 14031 為標準的評估方式，則可以提供決策者完整的印象，使其瞭解由事前鑑別之重大環境考量面及對應管理系統的成效，才能檢討管理方式的良莠，進而選擇真正有效改善的方式。

(3)展現環境管理的成效

在環境管理系統的環境政策之下，必須設定環境目標與標的以達成「持續改善」之目的。以環境績效評估的方式，追蹤定性或定量指標，可以獲得有力的證據證明是否達成目標與標的，也同時能反應是否改善了廠房外的環境，以發現更好的管理機會。若組織只有符合 ISO 14001 的環境管理系統，則只著重管理其重大環境考量面，並加強環境管理的效率 (efficiency)，但不見得能有真正的效能 (effectiveness)。而環境績效評估則可用一套組織內部已建立共識的指標，以具體展示量化的成效。

(4)取信於利害相關者

無論是政府主管機關、股東、客戶、員工或是鄰居、社團等，民眾的環保意識與知識都愈來愈高。相對地，廠商就更不能隨便提出一些資料，虛應故事就能使這些為任何目的而關心您的人滿意。而環境績效評估因為是一套有系統的評估方法，您就能夠提出經得起科學驗證的評估過程及數據資料，並以此取得利害相關者的信任。若企業主願意，根據環境績效評估及環境管理系統的執行結果，則能成為有公信力的企業環境報告 (corporate environmental reports, CERs)。

(5)增加組織的效率及效能

進行環境管理時，時常會出現組織內部對「環境」沒有共同的定義，對環境問題的嚴重程度或改善方向有不同的期望，進而造成錯誤的行動或管理資源的浪費，甚至有些部門會覺得環境保護只是某些專責人員的事。而環境績效評估是以一套組織內部已建立共識的指標，使所有人員對環境

有共同的想法，並以此套指標作為評定管理成效的依據。這樣可以減少內部溝通所浪費的資源，也可以使不同權責的部門，能針對共同的環境議題努力。並且經由系統化評估的結果，正是進行環境管理決策時最佳的參考依據。

(6)決定管制準則

環境績效評估的範圍是全面性的，必需考慮整體生產流程及資訊的傳遞，不會是斷章取義的片面資訊。所以，無論剛開始導入環境績效評估時所設定的適不適當，在經過一段時間的檢討修正之後，組織就能找到最適切的环境績效指標，並以這些量化指標作為各相關作業中，管制點設定管制準則的基準，而使得管制的效果能愈來愈好。組織除了建立此類的標竿學習外，亦可參考同行其他組織的環境績效評估結果，作為自我挑戰及競爭的目標。

(7)協助成本分配

從管理的角度來看，每一項活動的成本及收益改變，對整體績效造成影響的具體數據是每個專業經理人所想知道的。但在目前環境成本學尚未發展出完整的理論和實務技術時，環境績效評估的結果至少能為經理人提供一些有用的資訊。藉由比較一段時間內，投入之管理資源與產出之量化環境績效指標的互相關係，就算無法作到「活動基礎成本會計(activity-based costing, ABC)」，至少能作到簡單的效益評估。這樣的資訊可能無法直接用組織之成本管制，但可協助資金的合理分配。

(8)發現環境問題的根源

在判斷環境問題或追查根源時，常常會介入一些個人的感情因素。例如生產線是最重要的，絕不可以因為環保問題中斷；又例如研發單位是最複雜的，而且是公司生存的命脈，最不喜歡任何單位去干擾。這些例子都會使得發掘問題的根源時，有意無意地避開真正的禍首。但是，讓各項環境績效指標的數據自己說話，不必再受個人的感情因素的影響，剩下面對問題、解決問題就是經理人的責任了。

5.6.2 ISO 環境績效評估方法應用說明

依 ISO 14031 條文內容看來，環境績效評估是內部管理過程，它是使用指標來提供組織過去與現在的環境績效與環境績效準則比較之資訊。在

此標準所詳述之環境績效評估，依據「規劃-執行-檢查-改善」的管理模式。這項持續執行的步驟如下所述：

1. 規劃

(1) 規劃環境績效評估

(2) 選擇環境績效評估之指標(選擇指標的過程包括選用現有指標及發展新的指標)

2. 執行

(1) 使用數據及資訊，包括：

- ① 收集與選定指標相關的數據。
- ② 分析並轉化數據為描述組織環境績效之資訊。
- ③ 評鑑描述組織環境績效之資訊，以與組織環境績效準則比較。
- ④ 報告並溝通組織環境績效之資訊。

3. 檢查及改善

(1) 審查並改善環境績效評估

圖例如圖 5.6-2 以供作為環境績效評估的綱要。

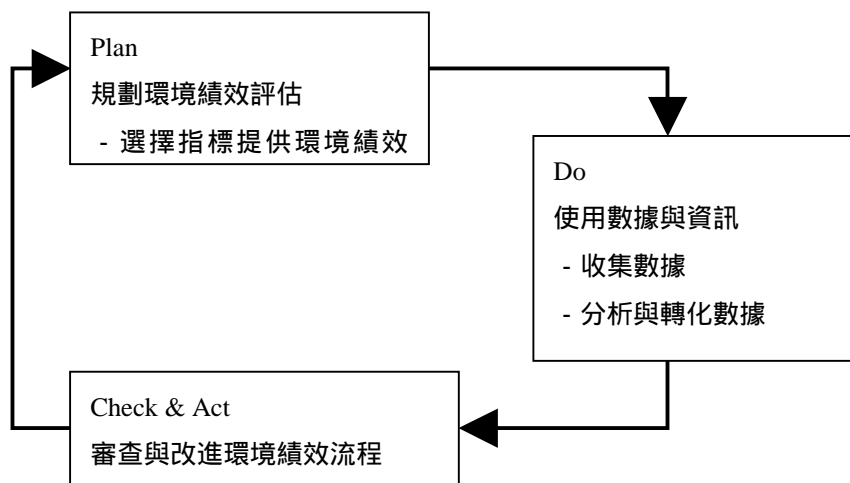


圖 5.6-2 環境績效評估

4. ISO 14031 標準對環境績效評估指標分為兩大類來描述：(1)環境績效指標(EPI)，與(2)環境狀況指標(ECI)。環境績效指標分為兩類型：

管理績效指標(MPI)：是一種環境績效指標，用以提供管理行為對組織作業環境績效影響之相關資訊。

作業績效指標(OPI)：是一種環境績效指標，用以提供組織作業環境績效之相關資訊。

環境狀況指標：提供環境狀況相關的資訊。這項資訊可幫助組織更加明瞭自己環境考量面的實際或潛在衝擊，並藉此協助環境績效評估之規劃及實施。

組織管理上的決策、行動與作業的績效是十分相關的。圖 5.8-3 闡明組織內部管理、作業與環境狀況之相互關係，並註明環境績效評估指標與對應之要項。

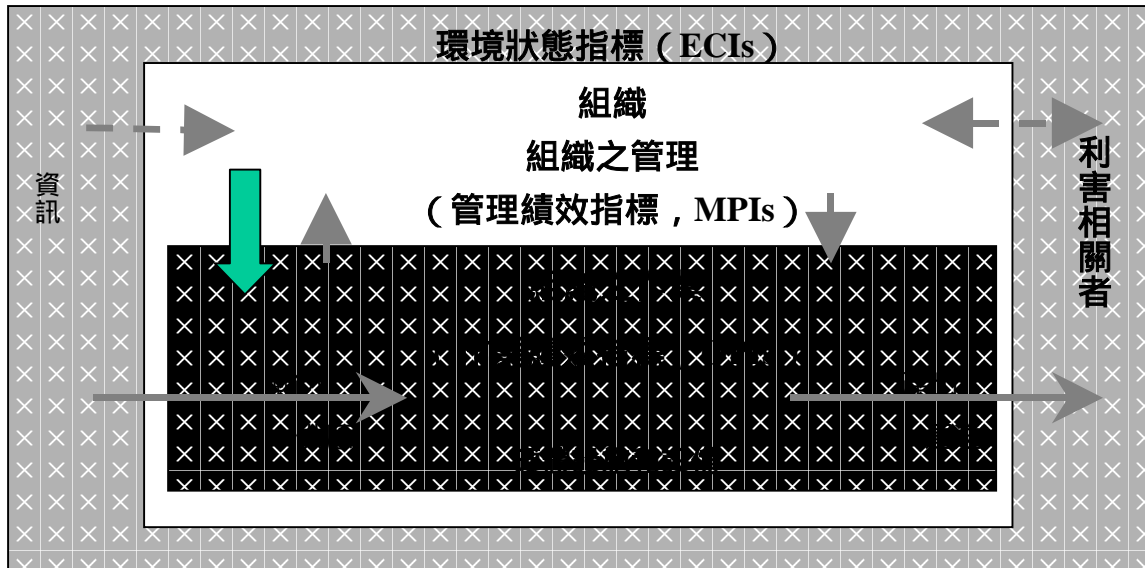


圖 5.6-3 組織內部管理、作業與環境狀況之相互關係

管理者承諾以實施環境績效評估是必要的。環境績效評估須適合組織之規模、位置及型態，並適合自己之需求與優先順序。環境績效評估須是具有成本效益且是組織一般業務功能與活動的一部份。由環境績效評估所產生之資訊可協助組織以：

決定任何必要的行動以達成本身的環境績效準則

鑑別重大環境考量面

鑑別更佳管理環境考量面的機會

鑑別環境績效的趨勢

增加組織的效能與效率

鑑別策略上的機會

描述組織環境績效資訊的內部報告及溝通對協助員工履行他們的責任是重要的，藉此賦予組織達成環境績效準則的權利。管理階層亦得將此一資訊與利害相關者報告或溝通。因此組織之環境績效評估須定期地審查以鑑別改善之機會。

5.6.3 環境績效評估執行實務

在 ISO 14031 環境績效評估指導綱要尚未完成公告之前，對於公司組織之環境績效的控制管理與環境績效指標選定，已然發展相當多的研究方法與規劃，但是在 ISO 14031 指導綱要公告之後，為了依循環境管理一貫的 P-D-C-A 的邏輯執行架構，並考慮未來與國際共通語言結合的目的，本文依環境績效評估指導綱要之精神和要求，依據標準所提環境績效評估之初期規劃階段強調兩個步驟即 1.規劃環境績效評估；2.選擇環境績效評估之指標，而選擇指標的過程包括選用現有環境績效指標，及收集相關資訊發展新的指標，本文將分述如下：

1.規劃環境績效評估

於環境績效評估規劃初期，公司組織應將組織之背景資料及相關資訊予以考慮，由於公司組織已經進行過環境先期審查，便可將先期審查所調查獲得之資料，作為推行環境績效評估之規劃之基礎，表 5.6-1 列出一些初步規劃考慮之要項及可供參考文件。

如同建置環境管理系統一樣，管理階層的承諾在實施環境績效評估同樣是必要的，執行環境績效評估須適合組織之規模、位置及型態，並適合組織自己之需求與相關管理程序之優先順序，環境績效評估須是具有成本效益且能結合組織內一般業務功能與活動。因此，管理階層得是組織的能力及資源，將組織環境績效評估之啟始範圍限於最優先之活動、產品與服務。經過一段時間後，組織環境績效評估之啟始範圍可擴大至之前未提出之產品、活動與服務。

表 5.6-1 環境績效評估初步規劃需考慮之要項

考慮之要項	可供參考文件
本身產品、活動與服務的完整範圍	環境手冊、先期審查報告
本身的組織架構	環境手冊、先期審查報告
全面性的營運策略	公司政策與方針
本身的環境政策	環境手冊、先期審查報告
符合法令規章與其他要求之必要資訊	先期審查報告、法規標準
相關國際環保協議	巴塞爾、京都議定書
環境成本及利益	財務報表，財務年報
與環境績效相關財務效能分析之必要資訊	財務報表，財務年報
與環境績效相關年復一年連續資訊的需求	預定出版之企業環境報告書
當地、區域、國家或全球之環境資訊	環保署環境年報、聯合國環境資訊
文化及社會因素	當地文獻

因此，在獲得管理階層承諾之後，執行導入環境績效評估初期，可在組織內進行互動式的討論，並結合工廠實務經驗、工廠資源後，確立環境績效評估執行之規劃項目及內容，如表 5.6-2 所示，執行流程如圖 5.6-4 所示。

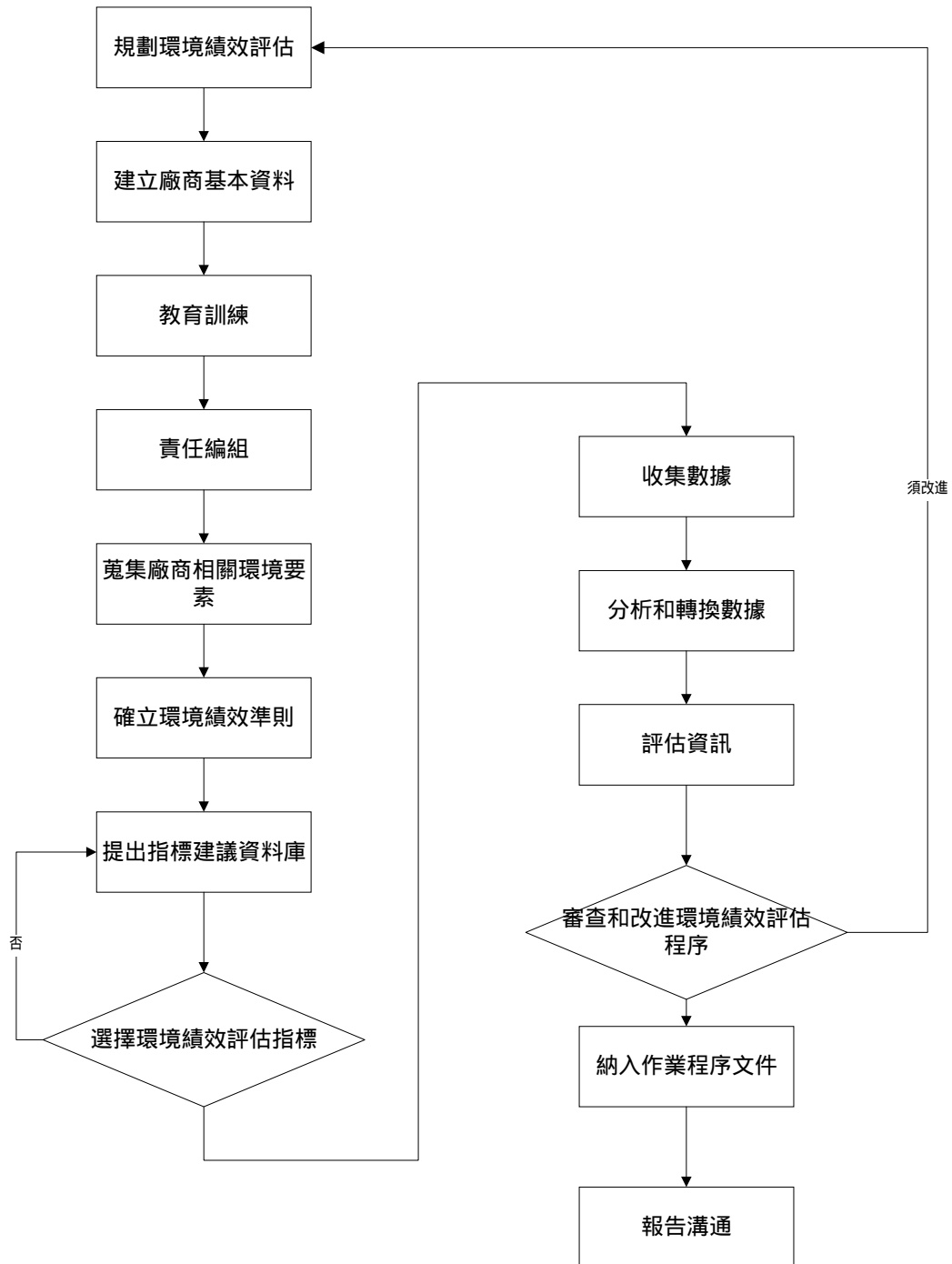


圖 5.6-4 環境績效評估規劃執行流程

表 5.6-2 環境績效評估規劃項目及內容

執行項目	執行內容重點
建立廠商基本資料	收集環境現況基本資料
	收集活動、產品與服務之整體範圍資料
	組織架構、環境政策
教育訓練	重大環境考量面與環境間之影響關連性
	ISO14031 條文解讀
	組織之目標、標的與環境績效的關連性
	執行目標、標的時相關之監督與量測
責任編組	資料蒐集分組
	資料分析分組
蒐集廠商相關環境要素	工廠調查表、空水廢毒噪調查表
	環境管理系統現況調查表
	重大環境考量面一覽表、目標標的方案對照表
確立環境績效基準	目前和過去之績效
	以法令規定為管制上限
	以自我要求或承諾為標準
	相關之規定、標準和措施
提出指標建議資料庫	環境考量面
	歷年方案所列之目標、標的
	ISO 14031 指導綱要附錄建議指標
	ISO14032 案例內容
	國內外環境報告書
	由業界及其他領域組織所發展之績效數據及資訊
	行業別污染排放清淨指標

表 5.6-2 環境績效評估規劃項目及內容（續）

執行項目	執行內容重點
選擇環境績效評估指標	環境管理績效調查表
	環境管理績效資料庫一覽表
	環境管理績效指標評估表
	能展現組織的環境績效、能顯示組織的特性
	能代表組織的重大環境考量面
收集數據	監督與量測、面談與觀察
	定期報告、科學報告和研究
	盤點和生產記錄
	環境審查、稽核或評估記錄
分析和轉換數據	計算、最佳估算、加權或加總
	統計方法、迴歸分析
	圖表方法、新舊 QC 七大手法
評估資訊	與環境績效基準比較、與目標標的比較
	內部稽核結果評核
審查和改進環境績效評估程序	內部稽核作業程序、管理審查作業程序
	改善數據品質、可靠性和可獲得性
	改善分析和評估能力
納入作業程序文件	將績效評估納入環境管理系統作業程序中
	協助研提新的目標標的方案
	結合監督量測作業
報告溝通	幫助組織達成其環境績效基準
	顯示組織對改進環境績效之承諾與努力

2.選擇環境績效評估之指標

規劃環境績效評估最為重要的階段即是環境績效評估指標建議清單的建立,依據 ISO 14031 標準綱要中提到有意推行環境績效評估的公司組織應將規劃奠基於三個方面：一、可控制或預有影響之重大環境考量面；二、自身之環境績效準則；三、利害相關者的觀點。

為此，依據執行環境績效評估之需求，結合 ISO 14031 指導綱要標準，提出以下的管道作為環境績效指標建議清單的來源：

- 1.環境考量面
- 2.歷年方案所列之目標標的
- 3.自身之環境績效準則
- 4.利害相關者的觀點
- 5.ISO 14031 指導綱要附錄建議指標
- 6.國內外環境報告書
- 7.由業界及其他領域組織所發展之績效數據及資訊

3.使用數據與資訊(執行)

(1) 收集數據

組織須有規則地收集數據以作為選定之環境績效評估指標的計算值輸入。數據須從適當的來源，在環境績效評估規劃的頻率下，系統化的收集。

數據收集的程序須確保數據的可靠度。這取決於像可取得性、適當性、科學及統計的確認性及查驗性等因素。數據收集須由品質管制及品質保證的實務來支持，以確保獲得的數據是環境績效評估所需要的型式及品質。數據收集的程序須包括對數據及資訊之適當的鑑別、歸檔、儲存、修復及處置。

組織得使用本身或其他來源的數據。舉例而言，數據可從表 5.6-3 環境績效評估數據收集來源予以收集。

(2)分析及轉化數據

已收集的數據須經分析及轉化為描述組織環境績效的資訊，並以環境績效評估指標的方式顯示。為避免對結果的偏差，已被收集的數據中所有相關性及可靠的需要被考慮。

數據分析得包括數據的品質、查驗性、適切性與完整性等考慮，以產生可靠的資訊，描述組織環境績效的資訊得由計算、最佳估計、統計方法、

圖解技術等發展而來，或以指數化、累積或加權的方式。而數據分析得之關連性圖表可用環境績效評估數位儀表板方式予以表現，圖 5.6-5 為一環境績效評估數據分析於能資源項目指標所得之數據圖表展現。

表 5.6-3 環境績效評估數據收集來源

項次	數據收集來源	權責單位
1	監督與量測	品保部門
2	訪談及觀察	公關部門
3	法規的報告	法務部門
4	盤查及製造紀錄	製造部門
5	財務及會計紀錄	財務部門
6	採購紀錄	採購部門
7	環境審查、稽核與評估報告	環管部門
8	環境訓練紀錄	人事部門
9	政府機關、學術機構與非政府組織	環管部門
10	供應商及承包商	採購部門
11	客戶、消費者與利害相關者	公關部門
12	同業公會	公關部門

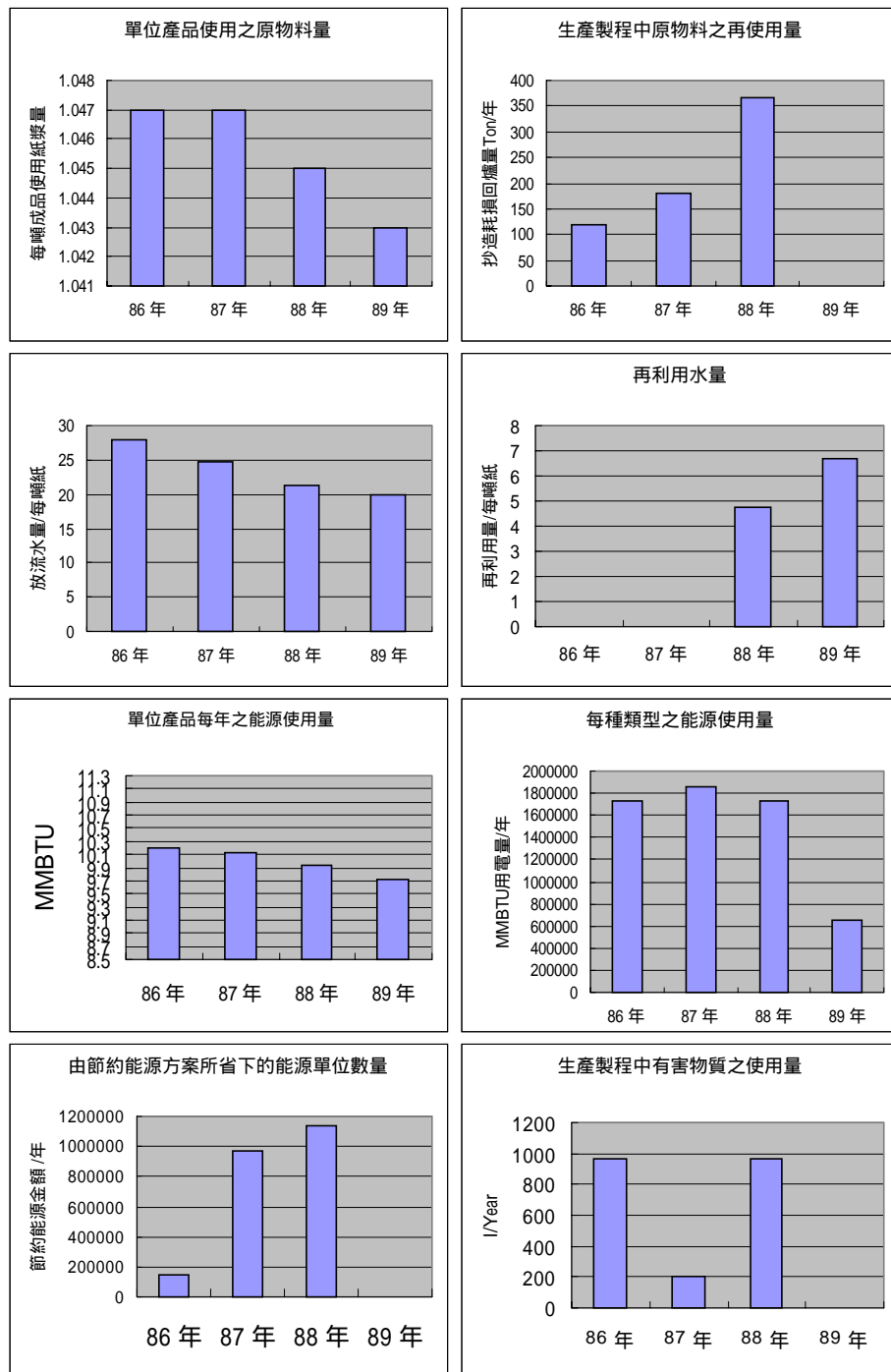


圖 5.6-5 環境績效評估數位儀表板-能資源使用

(3)評估資訊

由分析的數據而來的資訊，以環境績效指標(EPIs)或可能以環境狀況指標(ECIs)的方式表現，須與組織之環境績效準則比較。這項比較可能指出環境績效的進步或不完備。比較的結果，可能對瞭解為什麼環境績效準則已達到或未達到是有幫助的。描述組織環境績效的資訊及比較的結果須向管理階層報告，以支持適當的管理作為去改善或加強環境績效的水準。

(4)報告及溝通

環境績效報告及溝通提供有用的資訊以描述組織的環境績效。這項資訊根據管理階層對需求的評估及資訊的讀者，得向組織內外的利害相關者報告及溝通。

環境績效報告及溝通的好處可包括：

協助組織達成環境績效準則

增加關於組織的環境政策、環境績效準則與相關成就的認知及對話

展示組織改善環境績效的承諾及努力

提供機制以反應組織環境考量面的關心及問題

a.內部報告及溝通

管理階層須確保描述組織環境績效的適當及必要的資訊，在適時的基準上，遍及組織內溝通。這樣得輔助員工、合約商與組織相關的其他人，去實踐他們的責任，以及組織去達成其環境績效準則。組織得希望在環境管理系統的審查中，考慮這項資訊。

描述組織環境績效的資訊的例子可包括：

環境績效的趨勢(例如：廢水減量)

法令規章的守規性

組織對其已簽署之其他要求的符合度

節省的成本或其他財務結果

改善組織環境績效的機會或推薦

b.外部報告及溝通

組織可能選擇或被要求發行環境報告書或聲明書，以提供外界的利益相關者描述組織的環境績效。環境績效評估提供組織可能希望包括在環境報告或在其他與外界讀者溝通的資訊。

許多因素可能影響組織自願報告描述環境績效資訊的決定。這些因素得包括組織所感興趣的改善企業定位及利害相關者，包括營運所在社區的關係。這項溝通須是組織環境績效的可靠代表。描述組織環境績效的資訊須是實在的，並在一定程度上地表現瞭解可能讀者的技術知識水準。當組織選擇引導外部溝通時，選定之報告及溝通方法須鼓勵組織與利害相關者之間的溝通。

5 審查並改善環境績效評估(檢查及改善)

(1)審查環境績效評估

組織環境績效評估及其結果須被定期審查，以鑑別改善的機會。這樣的審查得促成組織的管理及作業績效的改善管理行動，以及得導致環境狀況的改善。

審查環境績效評估的步驟及其結果可包括下列項目之審查：

達成之成本效益

達到環境績效準則的進步

環境績效準則的適切性

選定環境績效評估指標的適切性

數據來源、數據收集的方法與數據的品質

表 5.6-4 為一輔助環境績效評估審查的問題查核表。

表 5.6-4 輔助環境績效評估審查的問題查核表

項次	查核點	已考量	未考量
1	提供適當的資訊以量化組織環境績效的變化	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	對管理階層提供適當及有效的資訊	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	依照規劃而執行	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	建立適當的數據來源及數據收集頻率	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	有效地分析及評估收集到的數據	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	適當的資源所支持	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	與組織的環境績效準則有關	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	提供資訊給報告及溝通他的環境績效評估的資訊	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	當適合時，考慮或誘導從利害相關者的輸入	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	對組織的附加價值	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	反應組織及周遭環境的變化	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	指出新的環境議題	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	與其他已接受的組織績效量測做良好的整合	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(2)改善環境績效評估

改善環境績效評估行動的例子：

- a.改善數據品質、可靠性與可取得性
- b.改善分析及評估能力
- c.發展或鑑別新的或更多有用的環境績效評估指標
- d.改變環境績效評估的範圍

環境績效評估是環境管理系列中的一環，運用環境績效評估將有效的管理環境管理系統之執行成效，亦可提供持續改善的空間，因此，本計畫於執行後段，制定環境績效執执行程序文件，將環境績效評估納入環境管理系統中，結合其他環境管理的程序，不斷地完成環境管理系統持續改善之精神，環境績效評估納入環境管理系統的做法可有兩種，一者為擬定一份獨立之環境績效執执行程序文件，另一為將環境績效評估的執执行程序分散至原有之環境管理相關程序中，讓執行員工不至於因為新增一份程序文件，而有所反彈，目前完成之如環境績效評估文件要求重點如表 5.6-5 所示。

表 5.6-5 環境績效與管理系統文件結合一覽表

條 文	環境管理系統主題	環境績效評估文件要求重點
4.3.1	環境考量面	提供移轉所有的環境考量面要項到環境績效評估表中的機制，進一步篩選適宜的環境績效指標，將環境績效指標評估表、環境績效指標資料庫一覽表，結合至環境考量面鑑別評估之相關程序中。
4.3.2	法令規章與其他要求事項	由過去資料中以法規規定或自我要求或承諾為管制上限建立環境績效準則值
4.3.3	目標與標的	將環境績效評估結果回饋至管理系統，必要時，變更環境目標、標的及管理方案。
4.3.4	環境管理方案	將環境績效評估結果回饋至管理系統，必要時，變更環境目標、標的及管理方案。
4.4.1	架構與責任	高度承諾、授權、權責的界定 明訂環境績效評估推行組織 管理代表兼任績效評估主導者角色 系統執行時資源的提供
4.4.2	訓練、認知與能力	提供認知績效評估、使用績效評估的概念之相關教育訓練課程，強化員工主動地支持績效評估工作，以利推展環境績效評估。
4.4.3	溝通	環境績效報告及溝通提供有用的資訊以描述組織的環境績效。這項資訊根據管理階層對需求的評估及資訊的讀者，得向組織內外的利害相關者報告及溝通。
4.4.6	作業管制	將環境績效評估結果回饋至管理系統，修正「作業管制」項目，修訂操作規範。同時，建立並維持文件化之環境績效評估程序，以確保不會偏離 ISO 14031 指導綱要之標準要求
4.5.1	監督與量測	將環境績效評估選定之指標，納入既定之監督與良策機制中，配合原有之作業活動，監督與量測環境績效指標之變化。
4.5.2	不符合、矯正及預防措施	採取矯正措施針對不符合採取適當措施並回饋至管理系統，配合 EMS「矯正預防」。
4.5.3	記錄	透過定期監督、量測會對環境產生重大衝擊的作業或活動、目標、標的之符合情形、作業管制之監督量測，所得之相關記錄資料，提環境績效評估數據分析之用。
4.5.4	環境管理系統稽核	規劃稽核工作時，設定環境績效指標數據查驗的機制，追查資料收集是否完整，是否將所有指標的來源含括在資料收集的過程中，並修正或剔除不適當的數據。
4.6	管理階層審查	定期進行管理審查，審查環境績效評估結果

由環境/安衛管理委員會總幹事召開會議，依據環境績效評估結果、環境/安衛規劃目標執行成效及因應相關環境/安衛法規或社會環境、利害相關者反應及生產流程或設備之變化，審查改善環境績效評估，並篩選檢討制訂下年之環境/安衛管理目標。

5.6.4 行業環境績效指標

在發展及實施環境績效評估時，決定企業環境績效準則及指標之前題在於管理階層之支持及相關人員之參與，通常是以希望藉此來解決內部或外部需求作為推動之元素。因此，必須針對此二元素做為後續展開；舉例來說，若公司關切的是排放水之水質標準符合情形，則應針對此項目訂立績效準則及找出相關之績效指標，再進行後續數據量測及分析等步驟。所以工廠應就環境上顯著考量之事項或其他關切事宜來找出所相關之環境績效指標，對於規模較小的中小型企業，可就目前工廠內部已進行監測之環境項目中，需進一步檢討其績效的部份開始，並套用 ISO 14031 環境績效評估的架構及其績效指標，由小規模的環境績效評估系統開始。

然而 ISO 14031 中對於環境績效指標的選擇，則建議以三大類為主。因此本節主要以 ISO 14031 環境績效評估建議之指標類別來區分電鍍業環境績效指標，即管理績效指標、作業績效指標及環境狀況指標等三種；應注意的是，工廠內部建置自己之行業環境績效時，本節所列之指標可供作參考用，但隨各廠之製程污染特性之不同，宜作適當之調整及修訂，以找出最具代表性之環境績效指標。以下就各項指標說明如下：

1. 管理績效指標

與廠內環境管理事務有關之項目，主要可分為環境管理系統要求事項之達成情形、法規符合情形、公司形象、所投入環境成本、新製程技術導入或應用以及其他改善成效等方向，而 ISO 14031 所建議之指標如下所示，經歸類後之建議的電鍍業指標如表 5.6-6 所示。

ISO 14031 管理績效指標 (MPIs)

用水回收率 / 回收量

每人訓練時數

教育訓練課程次數或費用

稽核的次數或頻率

意外或緊急事件發生的次數或頻率

意外或緊急事件處置的時間

受罰的次數或金額

環境目標/標的/管理方案的完成數

稽核發現之不符合事項數目

完成矯正預防之不符合事項數目/比例

處理污染物之金額

投資於產品、活動、服務、減毒、減廢或回收之金額

能資源或化學品的使用量

對外提出環保報告數

全廠採用低污染設備之比例

改善案/提案數及改善成效(金額)

特定員工的受訓時數或課程數

客戶對環保要求的回應或滿意程度

廠區對外公開之環保參觀人數

因訓練不足而發生的意外數

投資於改善環境的金額或獲利

採用可回收的物料之比例或計畫數

改善方案所節約金額

替代或減量計畫數及成效

因環境事件損失及復原之費用

因環境事件而造成之傷亡人數或區域面積

鄰近居民的抗議、抱怨案件數

媒體正面及負面報導之次數

投入公益活動之次數、人力、費用

協助社區辦理環保活動之次數、人力、材料、費用

表 5.6-6 電鍍業可參考之環境管理績效指標

類別	分項	可參考之環境指標
管 理 績 效 指 標	環境管理系統要求事項之達成情形	環境目標/標的/管理方案的達成數目 每人訓練時數 環境教育訓練課程次數或費用 廠內意外或緊急事件發生的次數或頻率 廠內意外或緊急事件處置的時間 完成矯正預防之不符合事項數目/比例 內部及外部稽核的次數或頻率 稽核發現之不符合事項數目
	法規符合情形	環保罰單之開立次數或金額減少
	公司形象提昇	廠內採用低污染設備之比例 媒體正面及負面報導之次數統計 投入公益活動之次數及投入人力金額 協助社區辦理環保活動之次數及投入金額
	所投入環境成本	處理污染物之金額 改善案/提案數及改善成效(金額) 投資於產品、活動、服務、減毒、減廢或回收之金額 因環境事件損失及復原之費用
	綠色製程技術導入或應用	採用低污染脫脂劑之使用量或比例 使用低毒性電鍍液之比例（如無氰化物、三價鉻等）
	其他改善成效	因環境事件而造成之傷亡人數或區域面積之減少 鄰近居民的抗議、抱怨案件數減少 有害廢棄物減量比例

2.操作績效指標

大致可分為單位產品各項原物料及能資源之使用量、回收量或使用效率、特定污染物異常排放率／次數等，主要以與廠內各項製程操作有關之參數值為考量，亦可採用過去執行之相關減廢技術如改進操作管理、改進製程技術、改變原物料、清洗水及放流水回收再用、帶出液回收利用及廢棄物資源化交換等作為指標之參考；或依廠內之製程操作方式來分類。而

ISO 14031 所建議之指標如下所示,經歸類後之建議的電鍍業指標如表 5.6-7 所示。

ISO 14031 操作績效指標 (OPIs)

單位產品化學品 / 毒化物 / 危險物質使用量

單位產品中水資源使用效率

單位產品中能源使用效率

特定單元意外事件發生次數

特定單元之化學品 / 毒化物 / 危險物質洩漏次數

良率或不良率

物料之循環再利用率

原料量與產品量比

副產物中可回收比例

可回收產品或副產物增加速率

特定污染物異常排放率 / 次數

污染物排放合格率

廢棄物妥善處理率

廢棄物回收率

單位產品能源使用量

直接與間接能源使用比例

不可再生之能資源使用量或比例

單位產品用水量/回用水量

單位產品含有害物比例

單位產品包裝材之種類、數量與可回收比例

包裝材逆向回收比例或數量

有害事業廢棄物比例

廠區內儲放廢棄物或毒化物量

意外排出之污染物總量

單位產品空氣污染物排放量

單位產品水污染物排放量

單位產品 CO₂ 排放量

表 5.6-7 電鍍業可參考之環境操作績效指標

類別	分項	可參考之環境指標
操作 績效 指標	各項原物料及能資源之使用量或使用效率	單位時間鍍件量 鍍件總表面積或重量 製程用電量及一般用電量 清洗用水量 鍍槽槽液濃度
	回收量	回收槽槽液重金屬濃度 鍍件帶出液量 金屬污泥含水率
	特定污染物異常排放率 / 次數	排放水 COD 值 排放水重金屬值如 Ni ²⁺ , Cu ²⁺ , Cr ⁶⁺ 排放水 pH 值及 SS 值
	生產參數指標	每日工作時數 每日鍍件總生產量 每一掛具或滾桶負載鍍件量(件/批)

1. 環境狀況指標

大致指工廠所在區位之各項生態環境之現況或廠內污染源及能資源使用於單位時間內改善情形為主，而 ISO 14031 所建議之指標如下所示，經歸類後之建議的電鍍業指標如表 5.6-8 所示。

ISO 14031 環境狀況指標 (ECIs)

廠區附近水體水質水量之變化狀況

廠區附近空氣品質之變化狀況

廠區附近生物種類數量之變化狀況

周圍土壤重金屬含量之變化狀況

廠區附近地下水污染之變化狀況

周圍生物體內污染物含量之變化

用電量、用水量之變化
 石化燃料使用量之變化
 周界噪音之變化狀況
 廠區附近農產品質量之變化狀況
 土地使用面積之變化狀況
 保育區域之使用狀況
 廠區附近居民急性與慢性病變發生狀況
 員工發生職業病的件數
 森林、山坡地之開發狀況
 對全球溫暖化的貢獻程度
 對物種保育的貢獻程度
 對節約資源耗損的貢獻程度
 每年清除至掩埋場廢棄物數量
 每年回收或再利用之廢棄物數量
 年特定污染物排放量 / 次數
 年空氣污染物排放總量
 年水污染物排放總量
 年 CO2 排放總量

表 5.6-8 電鍍業可參考之環境狀況績效指標

類別	分 項	可參考之環境指標
環境 狀況 指 標	廠內單位時間污染量改善情形	單位產品用電量 單位產品用水量 年排放水 COD 值 年金屬污泥排放量
	所在區位生態環境狀況	周界噪音之每季量值比較 所在區位河水水質參數比較

第六章 案例介紹

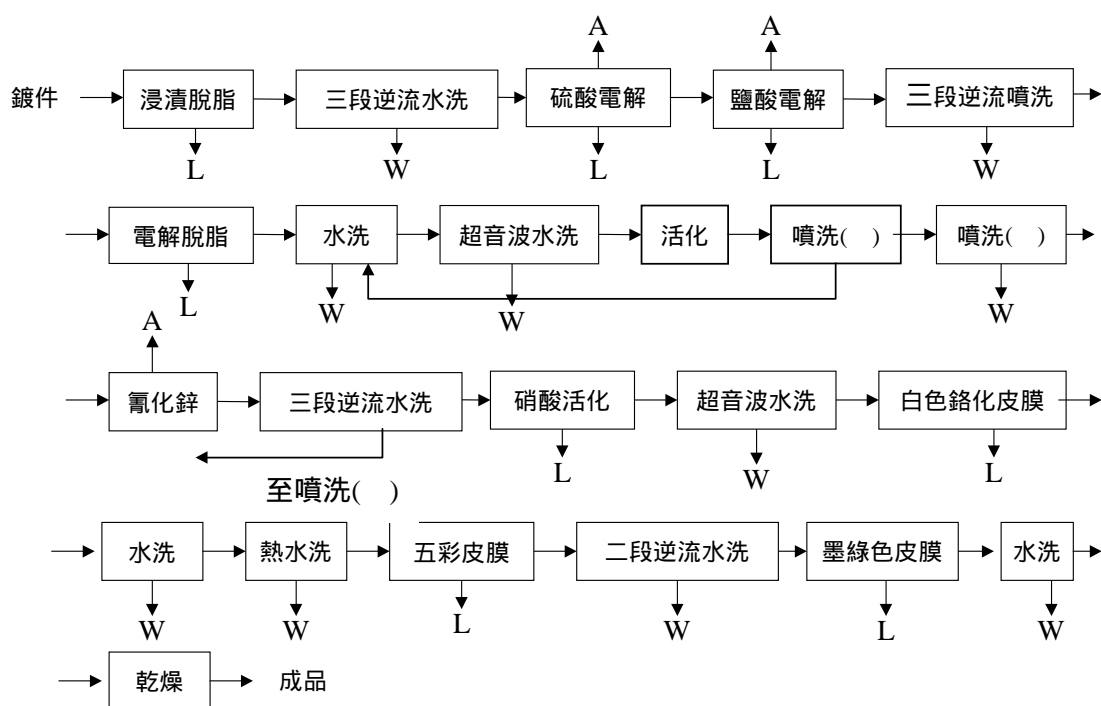
6.1 環保整合性案例

6.1.1 前言

A 電鍍工廠主要以電鍍汽機車零件為主，鍍層種類包括銅、鎳及鉻鍍層。該廠位於工業區內。工廠為了落實環保工作，推行多項有關廠內管理、製程減廢及廢水、廢氣處理，並妥善規劃處置事業廢棄物；工廠環保工作績效良好，堪稱為行業之楷模。

6.1.2 製程與污染來源

工廠位於工業區內，係為從事汽機車零件、五金零件之鍍鋅工廠。廠內設有一條吊鍍自動線及滾鍍製程，主要製造流程及污染源如圖 6.1-1。：



註：W 表廢水產生源，L 表廢液產生源，A 表廢氣來源

圖 6.1-1A 工廠製程與污染來源

6.1.3 製程原物料種類與使用量

工廠製程中之槽液種類、主要組成份與原物料使用量如表 6.1-1 所示，原物料種類主要有脫脂劑、酸劑、氰化鋅、氰化鈉、鉻酸等種類。

表 6.1-1 A 工廠製程原物料種類與使用量

種 類	槽體體積 (m ³)	槽液組成及濃度	原物料使用量 (kg/月)
浸漬脫脂槽	9.0	NaOH：60 80g/L	350
硫酸電解槽	2.9	H ₂ SO ₄ ：98%，90 140g/L	300
鹽酸電解槽	8.0	HCl：35%，250 350ml/L	3500
電解脫脂槽	3.5	NaOH：60 80g/L	250
酸 洗 槽	0.95	HCl：35%，40 70ml/L	500
鍍 鋅 槽	25	Zn：15 25g/L NaCN：40 65g/L NaOH：70 90g/L	Zn：2000 NaCN：500 NaOH：250
硝酸活化槽	0.95	HNO ₃ ：67%，0.5 1ml/L	5
白色鉻化槽	0.91	CrO ₃ ：5% HNO ₃ ：17%，5 6ml/L 硫酸鹽：30%	140
五彩皮膜槽	0.91	CrO ₃ ：30% HNO ₃ ：8% H ₂ SO ₄ ：5%，6 7ml/L	200
墨綠色鉻化槽	1.82	CrO ₃ ：32% HNO ₃ ：5% H ₂ SO ₄ ：7%，35 45ml/L	100

6.1.4 污染特性與處理成效

一、廢水

1.廢水量、水質

該廠之綜合廢水量平均約 102 m³/日，各類型廢水量及廢水水質如下：

表 6.1-2 A 工廠廢水特性

項 目	廢水量 (m ³ /日)	廢水水質(mg/L)				
		SS	COD	Cr ⁶⁺	Zn ²⁺	CN ⁻
氰系廢水	15	--	--	--	405	166
鉻系廢水	51	--	--	130	--	--
一般酸鹼廢水	36	180	342	--	36	--
綜合廢水	102	140	326	87	265	111

2.廢水處理流程

該廠設有一座化學沈澱處理設施，設計總處理量為 320 m³/日，廢水處理流程如圖 6.1-2 所示。主要廢水種類可區分成氰系廢水、鉻系廢水、一般酸鹼廢水及高濃度廢液，目前廢水處理設施之設計廢水量與實際處理水質如表 6.1-3 所示。廢水處理流程重點如下：

- (1)製程之酸鹼廢液作為廢水處理之酸鹼劑使用。
- (2)各股廢水均設置進流水控制堰，控制適當進流量。
- (3)氰系廢水氧化、鉻系廢水經還原處理後，均排至調勻槽調勻，以穩定後續化學混凝系統，並控制最佳之操作參數；調勻槽內進行充分攪拌並調整 pH 值至中性環境。
- (4)為降低廢水處理成本及污泥產生量，定期進行杯瓶試驗，以建立最佳之操作條件；混凝劑則視處理水質狀況適當調整添加量。
- (5)廢水處理系統均採用自動化控制系統，穩定各處理單元。
- (6)鉻還原時，採用 Na₂S₂O₅ 因其純度高且反應速率快，添加量較 NaHSO₃ 少；廢水中含有螯合劑成分，故使用 Na₂S 作為反應劑，因此污泥中可能含有硫化物成分，污泥於最終處理處置時需注意其所引起之影響。

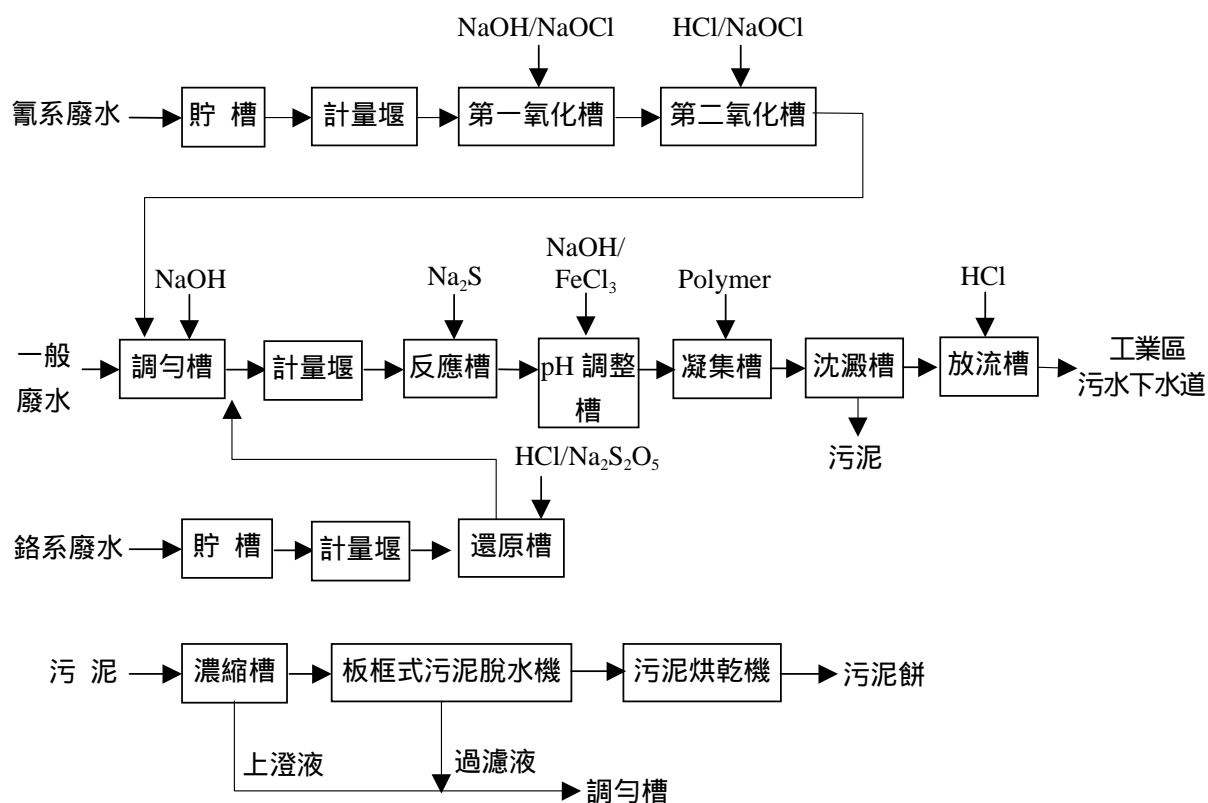


圖 6.1-2 A 工廠廢水處理流程

工廠為妥善處理製程廢水，設計廢水處理量為 $320\text{m}^3/\text{日}$ ，而廢水調勻槽容積約 120m^3 ，能有效貯存、調勻廢水，工廠之設計水質及實際處理水質如表 6.1-3。工廠廢水處理設施設備經費計 1,050 萬元，操作維護費用約 250 萬元/年。氰系廢水氧化處理效率約 99 %、鉻系廢水還原效率約 99 %、化學混凝沉澱處理效率約 34~99 %，綜合廢水處理水質均可符合工業區污水下水道納管標準。

表 6.1-3 A 工廠設計廢水及實際處理水質

項目	pH	SS	COD	Zn^{2+}	Cr^{6+}	CN^-
設計水質	2.8	140	326	265	87	111
實際處理水質	7.0	8	120	0.8	ND	0.105

註：單位 mg/L ，pH 除外

二、廢氣

工廠製程廢氣種類為酸霧(HCl)，廠內計有二處排氣管，經管線收集後，以濕式洗滌塔添加鹼劑方式進行清洗，並定期將洗滌廢水排放至廢水處理場處理再更新洗滌水。

1.廢氣特性及處理成效

表 6.1-4 A 工廠廢氣污染物質、濃度、排氣量

項目	污染物質	濃度(ppm)	排氣量(Nm ³ /min)	處理後濃度(ppm)
一號排氣管	HCl	28	358	3
二號排氣管	HCl	24	172	2

2.廢氣處理方式

工廠共設置二座填充式洗滌塔處理製程酸性氣體，設備投資費用共計 300 萬元，操作維護費用約 60 萬元/年。工廠為妥善控制處理系統之穩定性，處理系統中設置鹼劑自動加藥機及壓差計；處理系統處理效率約 90~95 %。

三、廢棄物

1.廢棄物種類與產生量

(1)一般事業廢棄物：1.3 公噸/月

(2)有害事業廢棄物(含重金屬廢水污泥)：13 公噸/月

2.廢棄物處理方式

一般事業廢棄物經分類收集貯存後，委託清除處理機構清除。有害事業廢棄物經烘乾減量後，污泥量由 13 公噸/月降低為 3 公噸/月，污泥減量效率達 77 %，並委由合格之清除處理機構進行處理處置。

(1)污泥烘乾機投資設備金額：80 萬元

(2)操作維護費用：15 萬元/年

(3)清除處理費用合計：60 萬元/年

(4)處理效率：污泥含水率 2~5 %

6.1.5 管理制度

工廠所執行之管理制度計有推動 5S 活動、推動自護制度、舉辦教育訓練活動、環境工安檢測等，相關重點工作如下：

1.5S 活動

加強廠區之整理、整頓、清潔、清掃、教養等管理工作，工作初期即規劃推動方式與時程，推行 5S 活動過程中，利用目視管理、紅牌作戰、看板作戰及定點攝影方式落實 5S 之管理制度，而其推行要點有分開需要與不需要的東西、丟棄或處理掉不需要的東西、保留保管需要的東西；將物品定位、將物品、設備標示清楚、將器具歸位；清除機械設備、廠房污垢、髒污，減少灰塵髒污造成慢性品質不良；維持整理、整頓、清掃的既有水準，及從根源杜絕髒亂；養成員工守法精神，並成為習慣。

另外在污染防治的管理上，藉由環保部門公佈告示，以瞭解清楚廢棄物量、廢水排放量、排放質、廢氣排放質、用水量與化學藥品用量等，並訂定目標、標的，以時間週期統計方式加以管理控制；並對部門方針、活動計劃、工作進步狀況，故障件數、對策、標準作法、修理經費、消耗品經費等，都有書面之紀錄與公告。

3.推動自護制度

工廠為了降低工安事件發生頻率，於89年起導入自護制度進行自主安全管理、自我評鑑，評鑑內容包括安全衛生基本資料及安全衛生計畫兩大部份，主要評鑑項目為組織管理、自動檢查、健康管理、教育訓練、事故調查與處理、危害控制、安全作業規章、緊急應變、個人防護具及安全衛生宣導與激勵等十項，以確認工廠工安狀況。同時，工廠每年定期進行消防檢查與演練，在廢水處理設施並設有安全護欄、藥液槽防溢溝堤等設施，因此若有洩漏之情事發生，將可侷限於區域，而不致擴大污染範圍。

3.舉辦教育訓練

工廠每年底即規劃下一年度教育訓練計畫，以藉由適當教育訓練降低生產成本並保護員工自身安全。教育訓練項目包括品質管理、物料管理、最新電鍍技術與改進操作方法、加強設備及管件維護、污染防治（空、水、廢、毒、噪）訓練、工安與環境管理。統計民國 89 年工廠人員教育訓練平均時數為 16.2 小時/人年。

4.環境工安檢測

A 工廠每年度均依工安、環保機關之相關規定，同時配合環境管理系統 ISO 14001 中 4.5.1 監督與量測工作一併進行檢測。相關檢測項目包括廢水定期檢測及申報、重金屬廢水污泥委外檢驗、廢氣洗滌塔排放煙道排氣定期檢測及申報、廢棄物委外處理六聯單申報等。

6.1.6 工業減廢執行方案與成效

A 工廠執行之工業減廢方案包括清潔生產技術、設備改進及維修二大類，計 16 項方案，整體執行效益結果總計投入 535 萬元/年，而產出則達 1,755 萬元/年，各項方案內容及績效彙整如表 6.1-5。

表 6.1-5 A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表

方案項目		方案名稱	執行方式	執行效益
清潔生產技術	綠色設計	一、設置高濃度鍍液回收槽	滾鍍線及吊鍍線之電鍍槽後續流程設置回收槽	1.節省用水 576m ³ /年 2.節省電鍍藥劑 576 噸/年 3.節省廢水處理藥劑 1,900 噸/年
		二、水洗水重複使用	氰化鋅電鍍水洗水回收至活化水洗再使用	1.節省用水 2000m ³ /年 2.節省廢水處理藥劑使用量 19 公噸/年
		三、應用多段式逆流清洗法改善用水量	於各水洗單元設置多段逆流水洗槽，降低用水量	1.節省用水 21024m ³ /年 2.節省廢水處理藥劑使用量 190 公噸/年 3.廢水污泥(有害事業廢棄物)減少 22 噸/年

表 6.1-5 A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表(續 1)

方案項目		方案名稱	執行方式	執行效益
選擇低環境衝擊原料		四、使用低污染性脫脂劑	測試不同品牌脫脂劑之 COD 濃度，選用低污染性之藥劑	綜合廢水 COD 濃度由 450mg/L 降至約 350 mg/L，減少加藥量
		五、改善烘乾熱源種類	將鍍件烘乾熱能由煤油改為電器加熱	1.節省煤油使用量 24 公秉/年 2.CO ₂ 減量 40.89 公噸/年
	生產程序最佳化	六、鍍鋅槽液管理	控管鍍鋅槽液之 CN ⁻ /Zn ²⁺ 比例，減少鋅板之析出	1.降低氰系廢水中之 CN ⁻ 、Zn 濃度 2.節省廢水處理成本，由 147 元/m ³ 降至約 100 元/m ³
消除污染源之洩漏或溢流		七、化學藥品妥善管理	設置毒性化學藥品倉儲，並建立領用制度	1.避免化學藥劑之濫用、誤用所造成之污染。
		八、滾鍍線廢氣收集處理	滾鍍線設置密閉式廢氣收集系統	減少酸性氣體之逸散，並保護員工之健康
		九、地面舖設 Expoxy，設置藥槽防溢堤	廢水處理場一樓舖設 Expoxy，各藥槽均設置防溢堤及洩漏時之廢液收集管線	1.避免造成環境污染及土壤或地下水污染
設備改進及維修	污染防治設備之管理維護及效率提升	十、改變污泥脫水方式	將濾帶式污泥脫水機改為板壓式污泥脫水機	污泥含水率由 87 % 降為 77 %，污泥重量由 23 噸/月減為 13 噸/月
		十一、設計、使用高效率污泥乾燥機	自行研發電器式乾燥機，並利用離峰時段運作，以節省操作成本	1.污泥含水率由 77 % 降低至約 1 %，污泥重量由 13 噸/月減為 3 噸/月 2.廢水污泥(有害事業廢棄物)減少 240 噸/年 3.乾燥污泥打包成束，利於運送並避免外漏

表 6.1-5 A 工廠工業減廢及環境管理系統實施方案與績效一覽表(續 2)

方案項目	方案名稱	執行方式	執行效益
設備改進及維修	設備改善以增加成品率或回收再利用效率	十二、脫脂槽液循環回收使用	設置脫脂槽液過濾與除油設備，延長槽液使用期限
		十三、廢鹼與廢酸分流收集貯存使用	1.鹼性脫脂廢液與廢酸液分流收集貯存。脫脂廢液分批微量導入綜合槽及混凝槽，減少液鹼中和劑使用量。 2.廢酸液作為氰系廢水第二段氧化槽及鉻系廢水還原槽之 pH 調整劑
	改進操作效率及使用	十四、改善廢氣洗滌塔系統	1.酸劑加藥量節省 66 噸/年。 2.鹼劑加藥量節省 71 噸/年 3.廢水污泥(有害事業廢棄物)減少 15 噸/年 4.廢水排放減少 137 m ³ /年
		十五、改善廢水處理設施	1.提升二座廢氣洗滌塔之處理效率 2.洗滌廢水最佳化處理
		綜合槽設置沉水式噴流曝氣機，使廢水充分混合	充分調勻廢水水質
		將還原槽、氧化槽及調整槽之空氣攪拌改為機械攪拌	1.提升反應效率 2.減少泡沫及廢氣產生
	十六、廢棄物分類回收再資源化	設置廢棄物分類場，將木材類、紙類、塑膠類、金屬類及廢油類分類收集	1.一般事業廢棄物減少 28 噸/年 2.節省廢棄物清理成本 17 萬元/年 降低對環境之衝擊

A 工廠藉由廠內管理、製程減廢回收活動及管末處理等方面多管齊下，在高階主管全力支持下，不僅達到企業永續發展之目標，更贏得全體員工之信任，實為電鍍工業之最佳典範。

6.2 資源回收與廢水處理案例⁽¹⁸⁾

6.2.1 前言

B工廠為太陽能集熱板製造加工廠，製程係以銅片及銅管為基材，組裝後先鍍鎳以為保護層，再鍍黑鉻為吸熱介質。產品主要供應國內太陽能產品製造業。工廠為有效做好污染防治工作，廠內積極推動環境管理系統，並設定階段性達成降低成本及提高生產力之效益、符合環保法規與標準、減少原物料及資源損耗與污染處理設備之投資及操作成本等多項目標。

6.2.2 製程與污染來源

製程係將銅板裁切後，與銅管焊接製成太陽能吸熱板胚品，胚品於電鍍製程中經前處理脫脂，再行鍍鎳及鍍鉻等電鍍程序，以達到耐蝕、集熱等功能要求。工廠製造及電鍍流程如圖 6.2-1 所示。

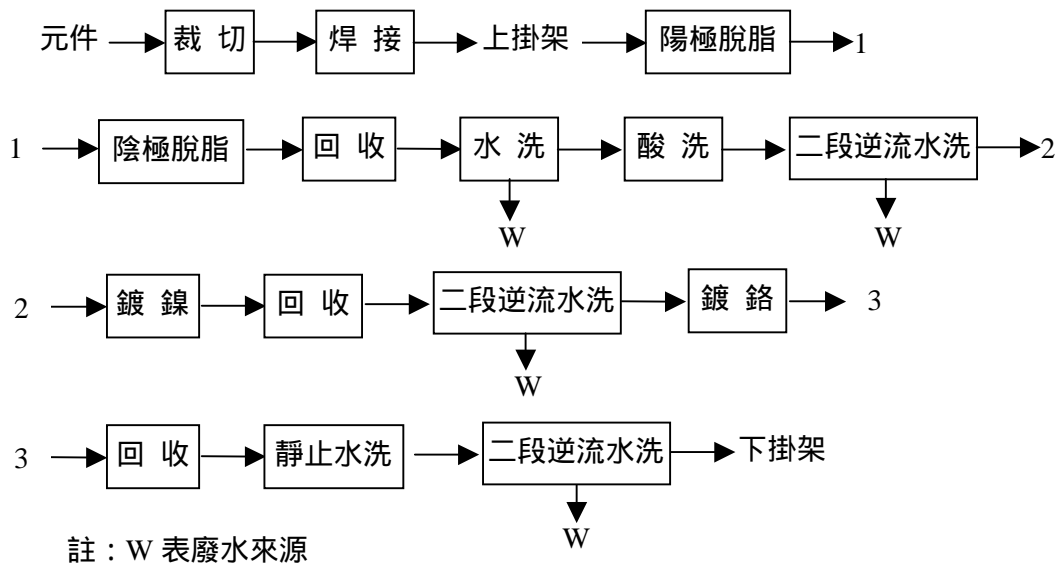


圖 6.2-1 B 工廠製造流程

6.2.3 製程原物料種類與使用量

B 工廠電鍍製程主要可分為脫脂、酸洗、鍍鎳及鍍鉻等四個程序，各程序所使用之化學藥劑種類與使用量詳如表 6.2-1 所示。

表 6.2-1 B 工廠製程原物料種類與使用量

製程單元	槽體體積 (m ³)	槽液主要成份	原物料使用量 (kg/月)	廢棄處理方式
陰極脫脂	2	鹼脫脂	脫脂劑：40	循環過濾 重覆使用
陽極脫脂	2	鹼脫脂	陰極脫脂 定期補充	循環過濾 重覆使用
鹽酸	1.62	鹽 酸	鹽酸：30	不排放
鍍鎳	2	硫酸鎳 氯化鎳 硫 酸	鎳板：30 硫酸鎳：20 氯化鎳：15	循環過濾 重覆使用
鍍鉻	2	鉻 酸 強氧化劑	鉻酸：30 50	陶瓷筒 電解除雜質

6.2.4 污染特性

B 工廠廢水來源可分為定期性排放的高濃度廢棄槽液以及連續性排放的清洗廢水，廢水種類則區分為脫脂廢液、鎳廢液、鉻酸廢液，以及一般酸鹼廢水與鉻系廢水。綜合各污染源與製程上回收系統狀況，廠內廢水分類收集系統規劃詳如圖 6.2-2。

工廠為建立污染源特性資料，乃逐一針對製程各股廢水進行廢水量量測與廢水水質採樣、分析工作。

經由各股廢水水量量測記錄統計，綜合廢水水量約 55.2m³/日，各股廢水水量與廢水水質整理如表 6.2-2。

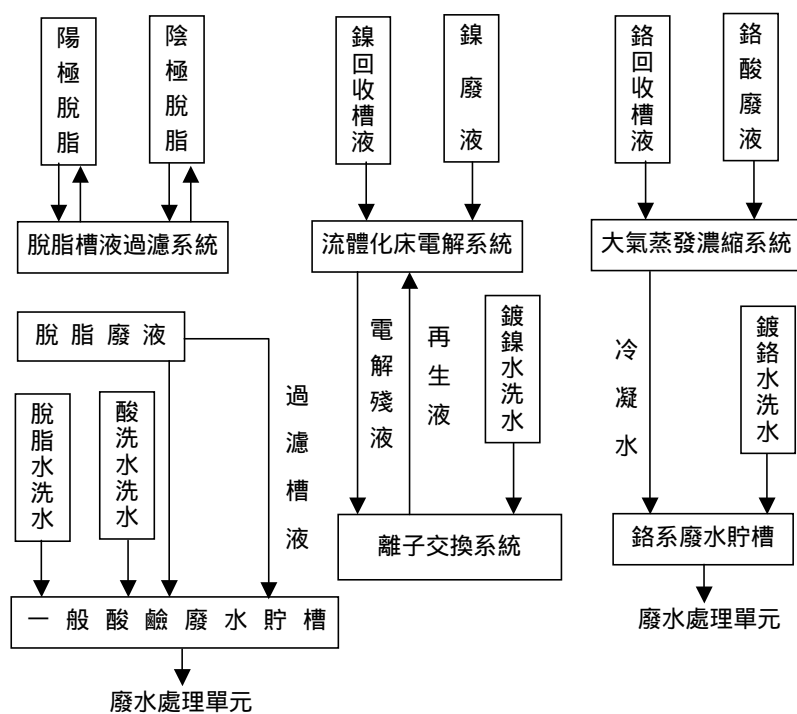


圖 6.2-2 B 工廠廢水分類收集系統

表 6.2-2 B 工廠廢水水質

廢水(液)種類	廢水量	pH	SS (mg/L)	COD (mg/L)	Ni ²⁺ (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
陽極脫脂液	-	12.1	112	1,466.4	-	-
陰極脫脂液	-	12.2	283	998.4	-	-
脫脂水	11.0m ³ /天	9.2	3	20.8	-	-
酸洗水	11.0m ³ /天	4.5	11	10.4	-	-
鎳回收槽液	1.6m ³ /次	6.3	126	8,840	20,930	-
鎳靜止水	1.6m ³ /天	6.8	41	2,184	5,088	-
鎳水	11.0 m ³ /天	7.4	5	20.8	60,700	-
鉻回收槽液	-	1.3	58	-	-	32,747
鉻交換槽液	1.6m ³ /次	2.3	4	-	-	1,392
鍍鉻水()	11.0m ³ /天	11.5	132	-	-	9.84
鍍鉻水()	11.2m ³ /天	8.2	2	-	-	ND

6.2.5 建制環境管理系統

B工廠為持續進行環境改善，乃積極建制環境管理系統，並擬定短中長期改善方案及適合工廠特性之環境政策。工廠所擬定的環境管理系統建置步驟如下：

- 1.獲得高階主管承諾：由董事長、總經理親自參與相關工作。
- 2.先期環境審查：藉由輔導單位及工廠人員就過去、現在、未來狀況進行審查。
- 3.環境政策：根據工廠特性及未來發展擬定適合之內容。
- 4.組織與職責：依據人員之專長與工作執掌訂定。
- 5.環境目標與標的：由先期環境審查結果，擬定階段性之目標與標的。
- 6.環境管理方案：配合製程減廢及能資源節約、既有污染防治設施狀況及未來改善標的，訂定相關方案內容。
- 7.技術可行性評估和執行時程規劃：由技術輔導單位協助，規劃改善方案，並評估經濟效益及技術之可行性。
- 8.系統文件化：配合工廠既有管理制度制定書面文件。
- 9.內部稽核：藉由外部之協助訓練內部稽核人員，並定期進行稽核工作。
- 10.管理階層審查：由高階主管定期召開審查會議，檢討相關工作執行狀況及改進方式。
- 11.持續改善：遵循規劃(Plan)、實施(Do)、檢查(Check)及審查(Action)原則，持續檢討與改善。

6.2.6 製程減廢回收

B工廠為達到資源回收、降低廢水污染濃度並配合推行環境管理系統，規劃設置多項製程減廢回收設備，摘要介紹如下：

1.設置脫脂槽液循環過濾機循環回收脫脂槽液

B工廠於陽極脫脂槽及陰極脫脂槽分別設置循環過濾機，將槽液中的懸浮固體及浮油予以分離去除，以延長脫脂槽液的使用期限，如此不但降低廢水污染濃度，同時亦減少脫脂劑的使用量。同時，工廠於脫脂槽及鍍槽內增設空氣刮刀，使鍍件帶出液減少 85% 以上，以減少後續清洗水量。

2.設置流體化床電解設備回收鎳離子

工廠定期將鍍鎳回收槽槽液抽送到貯存槽內收集，再利用泵抽送槽液至電

解槽內電解回收鎳金屬，流體化床電解處理流程如圖 6.2-3 所示。由於回收槽液定期進行鎳離子的回收處理，使得回收槽中鎳離子濃度可以維持在一定濃度以下，使水洗水中之鎳離子濃度由 60.7mg/L 降至 19.2mg/L。

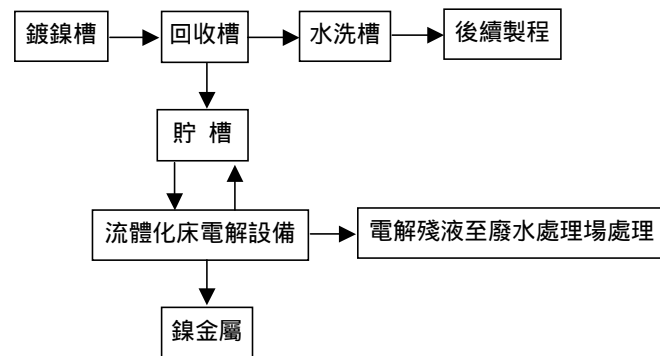


圖 6.2-3 B 工廠流體化床電解回收設備處理流程

3. 設置鍍鎳水洗水離子交換處理設施

工廠為了使鎳離子之排放濃度達到最低之程度，設置鎳離子之離子交換處理系統，並將流體化床電解設備之電解殘液納入離子交換處理系統中回收，而離子交換系統之再生液則再以電解設備電解回收鎳金屬，使鎳離子達到不排放的目標。處理流程如圖 6.2-4 所示。

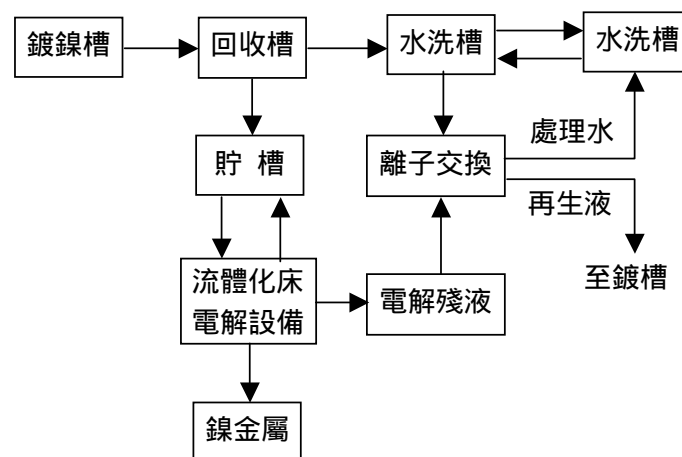


圖 6.2-4 B 工廠鍍鎳水洗水離子交換處理流程

4.設置大氣蒸發濃縮設備回收鍍鉻槽液

B 工廠之大氣蒸發濃縮處理操作時係將回收槽液一次泵入貯槽內，然後再泵送至蒸發濃縮處理單元連續循環濃縮，待六價鉻濃度濃縮至一定程度再泵回鍍槽使用。大氣蒸發濃縮設備之設計、操作基準如表 6.2-3。

表 6.2-3 B 工廠大氣蒸發濃縮設備設計、操作基準

項 目	規 格	項 目	規 格
蒸發量	200L/hr	鉻鍍液濃度	CrO ₃ ：200g/L
所需動力	23kw/hr	補水量	200L(人工補水)
排氣量	120m ³ /min	熱交換器 蒸發壓力	500psi
蒸發液循環 最大流量	20m ³ /hr	-	-

大氣蒸發濃縮設備操作成本中，熱交換器操作所需之費用佔了很大的比例，工廠為兼顧能源與環保需求，因此為提昇該設備功能，針對大氣蒸發濃縮設備進行以下四方面之改善：

- (1)增加熱交換面積。
- (2)改良冷卻槽噴灑系統。
- (3)降低冷卻槽擋板高度。
- (4)增設去除微細飛沫裝置。

B 工廠鉻酸帶出液以大氣蒸發濃縮設備回收處理鍍鉻回收槽槽液，經運轉操作結果顯示，清水補充量約 125L/hr，此補充量與設計補充量 200L/hr 比較，約為設計補充量的 62.5%；鉻酸使用量根據統計，由設置前的 700kg/月減為設置後的 150kg/月，鉻酸使用量節省約 80%，而綜合廢水中之六價鉻濃度由大氣蒸發濃縮設備設置前的 17.0mg/L 降低至 6.4mg/L，綜合廢水中六價鉻濃度降低 62.4%。

B 工廠設置鉻酸大氣蒸發濃縮及熱回收系統，以有效回收鉻酸，其總設備投資成本約為 170 萬元，每年操作成本約 50 萬元，而每年總節省成本約 180 萬元，設備回收期限約 16 個月，詳見表 6.2-4。

表 6.2-4 B 工廠大氣蒸發濃縮設備效益評估

項次	項 目	單位費用	費 用
初 設 成 本	蒸發濃縮設備	1,000,000 元/組	1,000,000 元
	鍋爐系統		240,000 元
	太陽能預熱系統		156,000 元
	廢熱回收設備	150,000 元/組×2 組	300,000 元
	合 計		1,696,000 元
費 用 每 年 操 作 維 護 用	動力(23kw/hr)	2.6 元/kw.hr	126,300 元
	維護	佔總初設成本 2%	33,920 元
	勞力	150 元/hr	9,000 元
	合 計		169,220 元
每 年 投 資 費 用	設備折舊	(*CRF = 0.149)	252,704 元
	總操作維護費用		155,300 元
	燃料費	8,000 元/日	96,000 元
	合 計		504,004 元
每 年 可 節 省 費 用	鉻酸原料	30kg/日 , 80 元/kg	633,600 元
	還原劑(NaHSO ₃)	36kg/日 , 30 元/kg	285,120 元
	鹼劑(NaOH)	136kg/日 , 8 元/kg	287,232 元
	污泥最終處置	116kg/日 , 18 元/kg	551,232 元
	合 計		1,757,184 元
每年總淨節省費用 = 1,757,184 元 - 504,004 元 = 1,253,180 元			
回收期限 = 1,696,000 ÷ 1,253,180 = 16 個月			

[註] *CRF(設備投資還原因子) = $i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$, i (年利率) = 8%

n (設備使用年限) = 10 年

5. 節能措施

B 工廠為節省能源，採用自製的太陽能集熱設施，作為大氣蒸發濃縮系統鍋爐用水之預熱設備，並將鍋爐煙道中之廢熱及餘熱回收使用，以節省能源；鍋爐用水經熱交換器處理後之冷凝水則循環回收使用。工廠之節能措施處理流程如圖 6.2-5，說明如下：

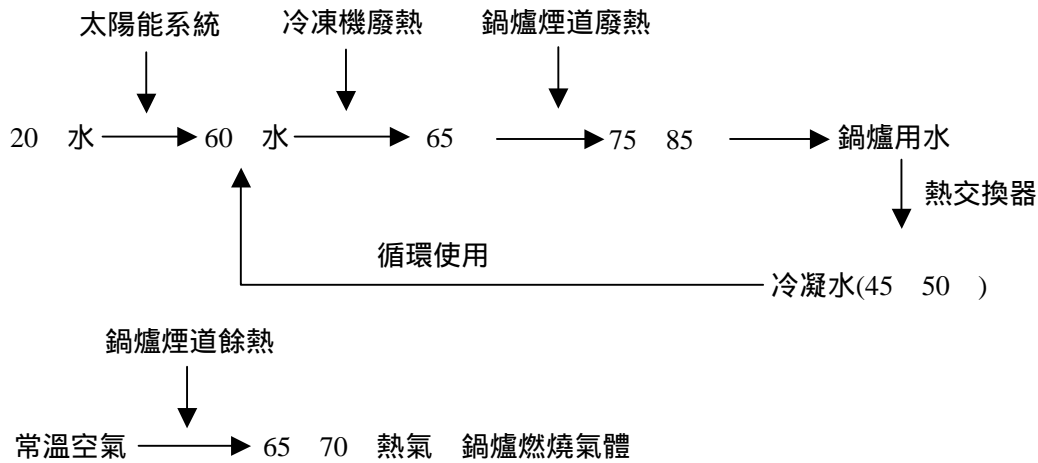


圖 6.2-5 B 工廠節能措施處理流程

1. 原水經太陽能集熱系統處理，使水溫由 20 提昇至 60 ；再將鍍鉻用 15 噸冷凍機之廢熱回收使用，使水溫提昇至 65 。
2. 鍋爐煙道之廢熱則利用熱管式熱交換器將 65 水提昇至 75 85 ，以作為鍋爐用水；而高溫之鍋爐水經熱交換器處理後之冷凝水水溫約 45 50 ，此股水則利用泵浦循環回收至太陽集熱槽使用。
3. 鍋爐煙道之餘溫利用管器式熱交換器，將供給鍋爐燃燒之氣體由常溫提昇至 65 70 ，以節省加熱成本。

6.2.3 廢水管末處理

B 工廠在積極進行製程減廢回收後，各項污染物污染濃度已降至相當低之程度，而為能更有效處理處理製程廢水，因此採用化學沉澱處理設施，廢水處理流程如圖 6.2-6 所示。設計處理廢水種類分成一般酸鹼廢水及鉻系廢水，總設計廢水量為 120m³/8hr，設計處理水質如表 6.2-5。B 工廠在妥善控制操作參數及操作人員細心操作下，處理水質 pH 為 8.5，SS 為 35 mg/L，COD 為 72 mg/L，Ni²⁺為 0.5 mg/L，Cr⁶⁺為 0.07mg/L。

表 6.2-5 B 工廠廢水處理場設計水質、水量

廢水種類	鉻系廢水	一般酸鹼廢水
設計水質 (mg/L)	pH : 2 ~ 4 SS : 50 Cr ⁶⁺ : 40	pH : 2 ~ 4 SS : 50 COD : 45 Ni ²⁺ : 30
設計水量(m ³ /8hr)	20	100
總設計水量(m ³ /8hr)	120	

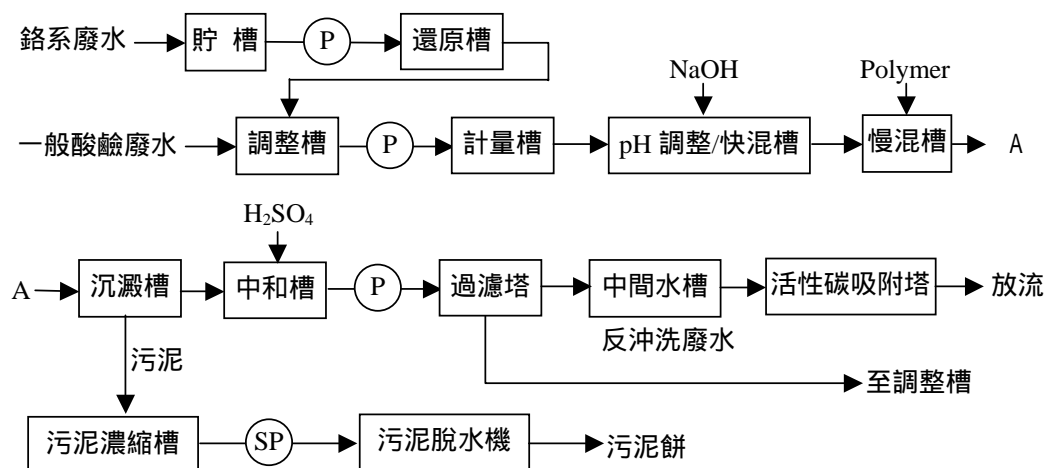


圖 6.2-6 B 工廠廢水處理流程

B 工廠從製程之資源回收及能源節約方面降低廢水之排放濃度，既可達到降低生產成本及管末處理費用，並使資源有效地永續利用，實為一舉數得之方式；而環境管理系統之推動更能確保各項方案之有效執行。

6.3 重金屬廢水離子交換處理案例⁽¹⁹⁾

6.3.1 工廠現況

C 工廠位於工業區內，係一專門從事五金零件電鍍鎳及黃銅之代加工工廠，工廠之電鍍程序採人工手動操作方式，工廠於製程規劃之初即設置省水之鍍件水洗程序，並於製程線上設置三套離子交換回收處理系統，以回收各鍍槽後水洗程序的清洗水及原物料再用，同時將廢水處理後之放流水全量回收使用，以落實減廢回收工作。

C 工廠之電鍍製程及污染來源如圖 6.3-1 所示，鍍件經脫脂處理後，即進行鍍鎳及鍍黃銅之程序。

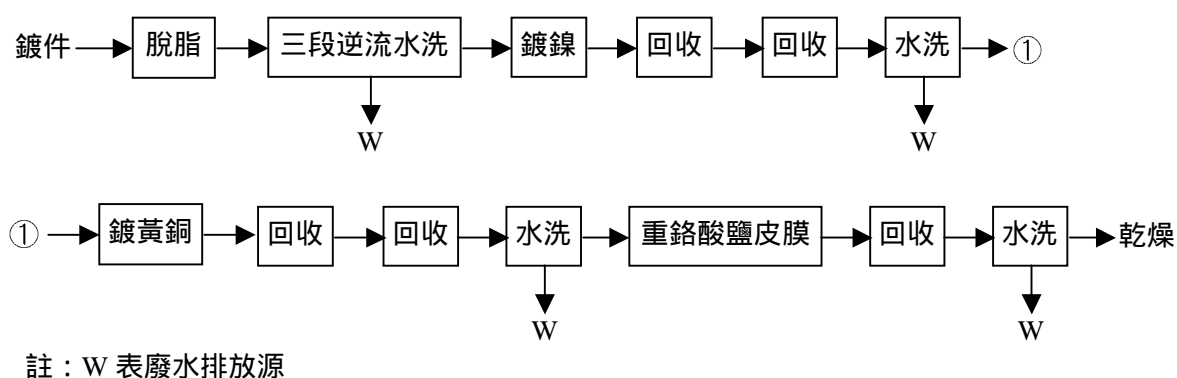


圖 6.3-1 C 工廠電鍍製程與污染來源

6.3.2 廢水種類與特性

工廠之廢水種類依廢水來源及特性，可區分成脫脂水洗廢水、鍍鎳水洗廢水、氰系廢水與鉻系廢水等四類。各類廢水污染成份與廢水量彙整成表 6.3-1，廢水水質如表 6.3-2。

表 6.3-1 C 工廠製程廢水種類及特性

廢水種類	污染來源	污染成份	廢水量
脫脂廢水	脫脂程序後清洗鍍件之連續性排水	界面活化劑、鹽酸	38.4m ³ /日
鎳廢水	鍍鎳後清洗鍍件之連續性排水	氯化鎳、硫酸鎳	9.6m ³ /日
氰系廢水	鍍黃銅後清洗鍍件之連續性排水	氰化鈉、氰化銅、氰化鋅	9.6m ³ /日
鉻系廢水	重鉻酸鹽皮膜處理後清洗鍍件之連續性排水	鉻酸鹽	9.6m ³ /日

表 6.3-2 C 工廠綜合廢水水質

項目	SS	COD	Ni ²⁺	Cr ⁶⁺	Cu ²⁺	CN ⁻
濃度(mg/L)	45	120	35	15	8	17

6.3.3 重金屬廢水離子交換及管末處理

1.設計廢水量及水質

C 工廠之設計廢水量及廢水水質如表 6.3-3 所示。

表 6.3-3 C 工廠設計廢水量及廢水水質

設計廢水量 (m ³ /日)				設計廢水水質(mg/L)		
脫脂廢水	鎳水洗廢水	氰系廢水	鉻系廢水	SS	COD	Ni ²⁺
				100	200	50
40	10	10	10	Cr ⁶⁺	Cu ²⁺	CN ⁻
合 計：70				50	20	30

2.處理原則

C 工廠基於減廢回收觀念，在廢水污染防治工作上考量下列三項處理原則：

- (1)分流處理：將各種不同性質的廢水分類收集，並採取適當的回收處理方法，以回收製程物料再用，減少污染源之產生，使廢水處理趨向單純化。
- (2)回收水洗水與鍍槽槽液：製程中各鍍槽後之水洗排水，在妥善分類處理的原則下，分別採離子交換樹脂法處理，處理水循環再使用，而離子交換樹脂飽和之再生液，除氰系廢液外，亦回補至原鍍槽再利用。
- (3)回收放流水：脫脂水洗廢水及離子交換樹脂系統之反沖洗排水，含有少量之懸浮物及有機物，經化學沉澱法及活性碳吸附處理後，回收至前處理製程脫脂單元使用。

3.重金屬廢水回收處理系統

C 工廠為有效回收處理各股製程廢水，乃針對鍍鎳、鍍黃銅及重鉻酸鹽皮膜程序後之水洗排水，於廠內分別設置了三套離子交換系統，其處理流程如圖 6.3-2 所示；脫脂程序之水洗排水，以及離子交換系統之反沖洗水與再生廢液，則採化學沉澱法處理，並將處理後之放流水全量回收，其處理流程如圖 6.3-3 所示。

4.處理特色

- (1)各鍍槽後之水洗排水分別經離子交換系統處理，並循環水洗水再使用，而廢水處理設施僅處理一般酸鹼廢水（脫脂水洗水）及離子交換樹脂塔之反沖洗排水，使得廢水處理成本大幅降低，同時所產生的污泥量少，且因不含有害重金屬離子成份，污泥屬於一般事業廢棄物，可減少污泥處置的困擾。
- (2)在廢水妥善分類收集、處理的原則下，各股重金屬離子廢水分別以符合特性的樹脂進行處理時，樹脂不易氧化，使用期限長；離子交換樹脂飽和再生週期，依實際操作情形約一個月再生乙次，而離子交換處理系統之反沖洗及再生程序均採用自動化連續操作方式，可以減輕現場操作人員之工作負擔。

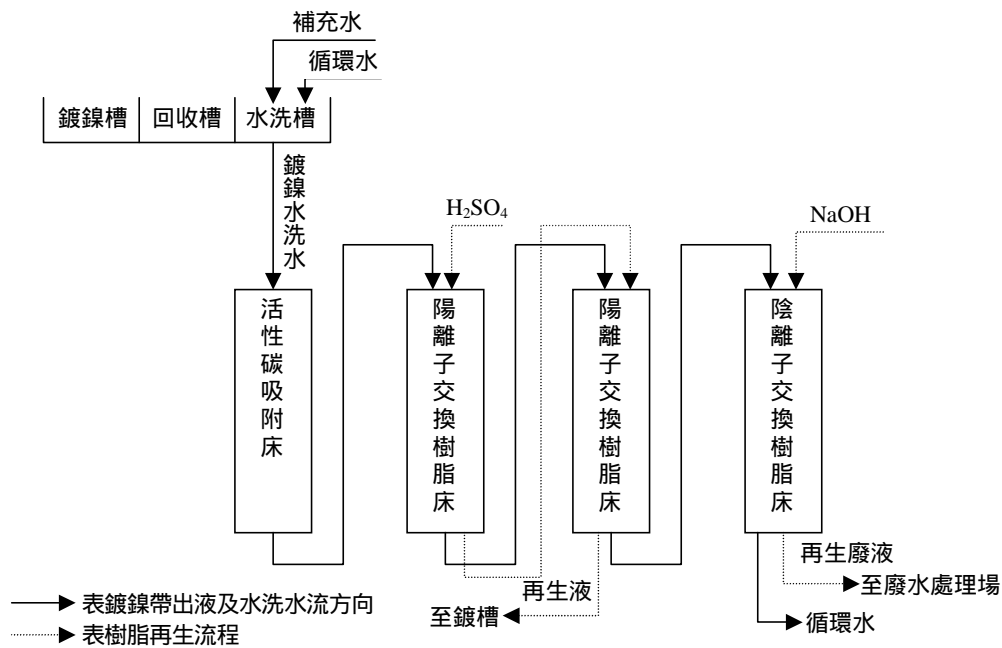


圖 6.3-2(a) C 工廠鍍鎳水洗水離子交換處理流程

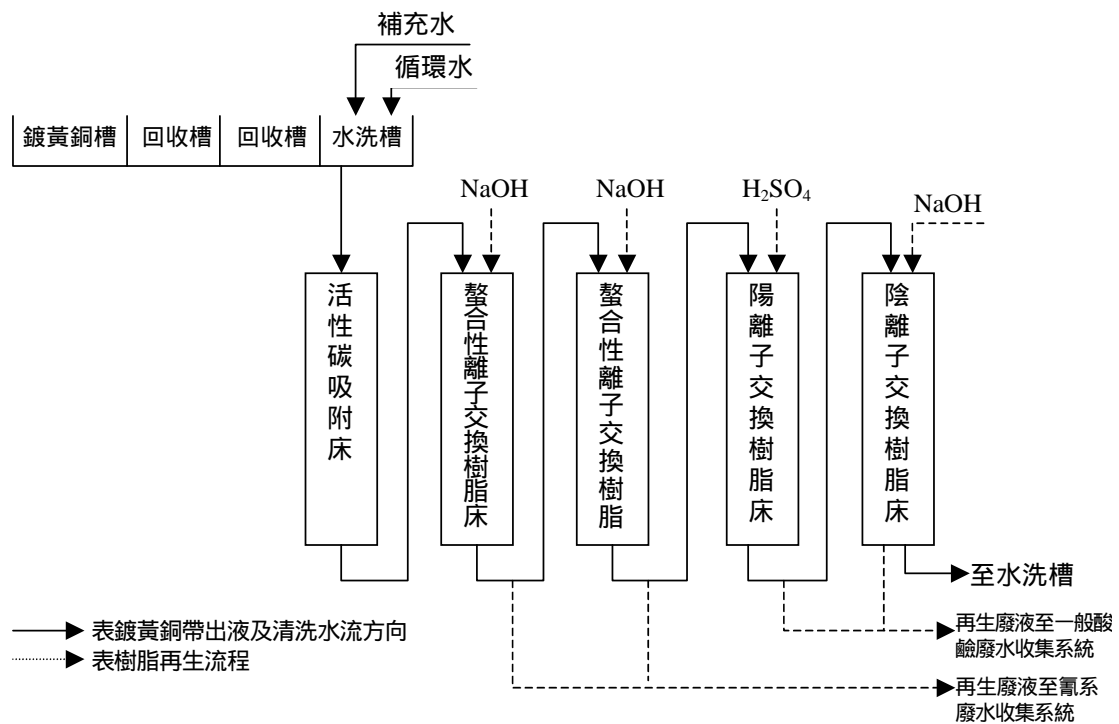


圖 6.3-2(b) C 工廠鍍黃銅水洗水離子交換處理流程

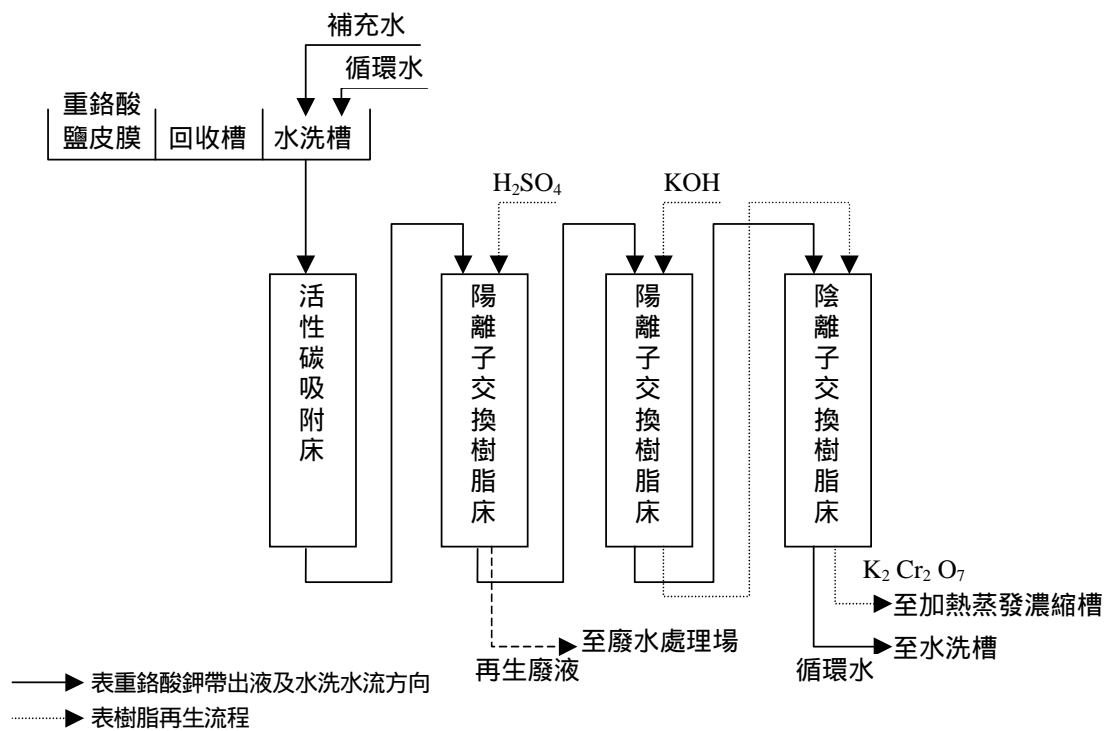


圖 6.3-2(c) C 工廠鉻系水洗水離子交換處理流程

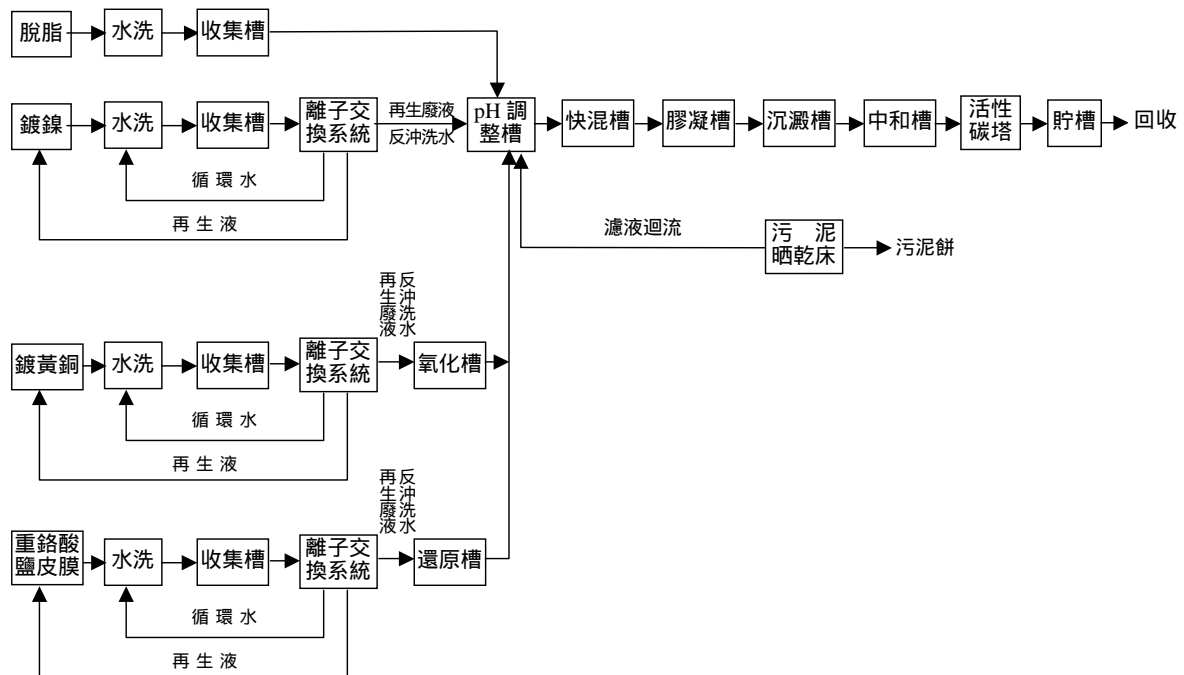


圖 6.3-3 C 工廠製程廢水回收處理流程

- (4)整體而言，C 工廠結合減廢回收系統及廢水處理設施可減少污染物及廢水的排放量，但對於處理水循環使用比例或次數，須視鍍件清洗品質的要求，進行部分放流或定期排放更新，同時因一般酸鹼廢水中所含之有機物以化學沉澱法處理，其處理成效有限，須藉由活性碳吸附以維持回收水之水質，故此部份之處理成本較高。
- (5)工廠在廠區面積有限的情況下，使用減廢回收措施，將廢水量減少使廢水處理設施小型化，並設置套裝式廢水處理設施，以節省廢水管末處理設施之佔地面積，有助於工廠土地之有效利用。

6.3.4 處理成效

1.處理成效

- (1)工廠之廢水處理設施以處理脫脂水洗水為主，處理水則全量回收使用，同時各電鍍程序排放之重金屬離子廢水則以離子交換系統處理，處理水亦循環作為水洗水使用。如此，工廠每日可以節省 70m^3 的清洗水量。
- (2)工廠之鍍鎳及重鉻酸鹽皮膜水洗水以離子交換系統處理時，樹脂飽和再生週期約一個月乙次，其樹脂飽和再生液則回補至原鍍槽繼續使用，因而可節省鍍鎳槽及鉻酸鹽槽之原物料使用量，根據統計每月約可節省 700 公斤的硫酸鎳及 20 公斤的重鉻酸鉀。
- (3)工廠由於將處理後之處理水全量回收使用，因此，雖已接管至工業區之污水處理廠，然因平日並無廢水排放，故可進一步節省工業區污水處理廠的管理費用。

2.效益評估

C 工廠在正常操作下，設置離子交換系統之效益評估如下：

(1)初設成本

整體離子交換系統設置成本，含週邊設備共計 2,500,000 元。

(2)操作維護費

動力費用

$$6\text{Hp} \times 0.75\text{kW/HP} \times 4\text{hr/日} \times 25\text{日/月} \times 12\text{月/年} \times 2.6\text{元/kW.hr} = 14,040\text{元/年}$$

再生藥品費用：共計 6,480 元/年

$$\text{NaOH} : 20\text{kg/月} \times 15\text{元/kg} \times 12\text{月/年} = 3,600\text{元/年}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 : 30\text{kg/月} \times 8 \text{ 元/kg} \times 12 \text{ 月/年} = 2,880 \text{ 元/年}$$

樹脂更換費用（以每月平均 3,300 元計算）

$$3,300 \text{ 元/月} \times 12 \text{ 月/年} = 39,600 \text{ 元/年}$$

操作維護費用總計：

$$14,040 \text{ 元/年} + 6,480 \text{ 元/年} + 39,600 \text{ 元/年} = 60,120 \text{ 元/年}$$

(3)節省費用

水洗车

$$70\text{m}^3/\text{日} \times 25 \text{ 日/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 8 \text{ 元/m}^3 = 168,000 \text{ 元/年}$$

硫酸鎳

$$700\text{kg/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 55 \text{ 元/kg} = 462,000 \text{ 元/年}$$

重鉻酸鉀

$$20\text{kg/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 75 \text{ 元/kg} = 18,000 \text{ 元/年}$$

廢水處理藥劑費

A. NaHSO_3 加藥費用：以處理 1kg Cr^{6+} 需添加 3kg NaHSO_3 計算

$$20\text{kg/月} \times 52/100 \times 3\text{kg} \times 12 \text{ 月/年} \times 25 \text{ 元/kg} = 9,360 \text{ 元/年}$$

B. NaOH 加藥費用：

$$15\text{kg/月} \times 25 \text{ 日/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 8 \text{ 元/kg} = 36,000 \text{ 元/年}$$

污泥處置費用（以委託代處理費 10 元/kg 估算）：

$$110\text{kg/月} \times 25 \text{ 日/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 10 \text{ 元/kg} = 330,000 \text{ 元/年}$$

總計每年可節省費用：

$$168,000 \text{ 元/年} + 462,000 \text{ 元/年} + 18,000 \text{ 元/年} + 9,360 \text{ 元/年} + 36,000 \text{ 元/年} + 330,000 \text{ 元/年} = 1,023,360 \text{ 元/年}$$

(4)設備回收期限

$$\text{每年總淨節省費用} : 1,023,360 \text{ 元/年} - 60,120 \text{ 元/年} = 963,240 \text{ 元/年}$$

$$\text{回收期限} : 2,500,000 \text{ 元} \div 963,240 \text{ 元/年} = 2.6 \text{ 年}$$

C 工廠應用離子交換樹脂法分別回收各鍍槽後水洗车，且飽和樹脂再生液亦可回補至原鍍槽再用，使得管末廢水處理趨向於單純化，而有利於放流水回收再使用。由此案例之介紹，可明確瞭解到電鍍業廢水污染防治工作，應從整廠減廢回收及管末廢水處理二方面著手，方能經濟有效地處理廢水。

6.4 空氣污染防治案例⁽²⁰⁾

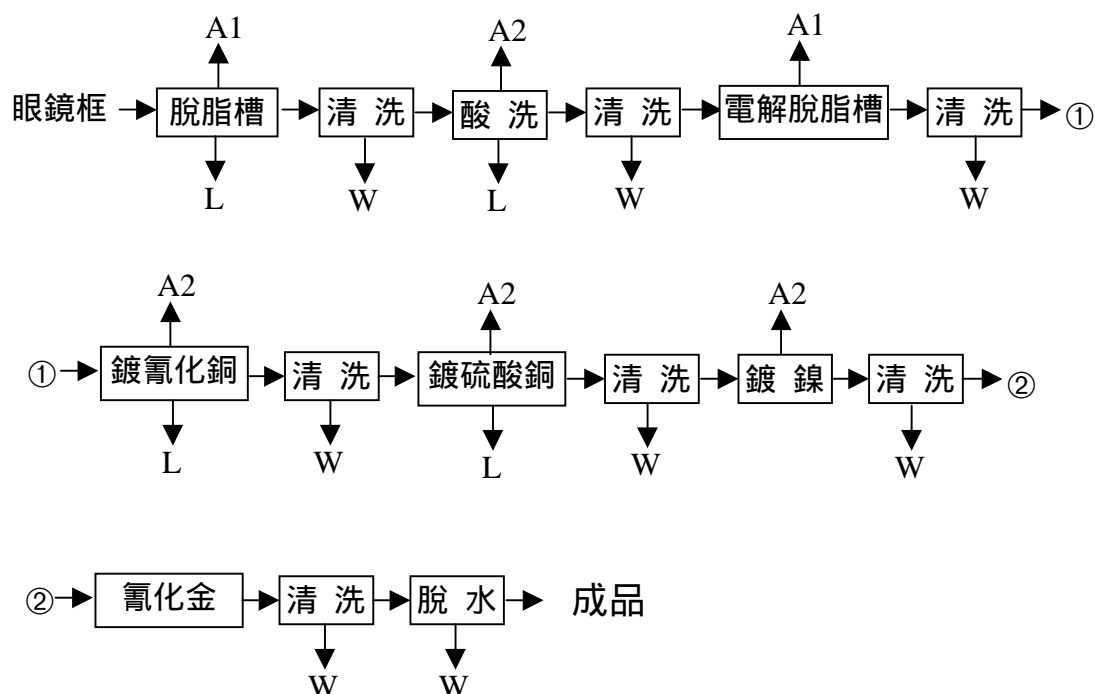
6.4.1 工廠簡介

D 工廠為一眼鏡框表面電鍍處理之工廠，主要供國內眼鏡市場使用。工廠於電鍍製程中，部分單元會有酸霧及鹼霧逸散，進而影響廠區之空氣品質，此乃為該廠廢氣處理之主要重點。

工廠將已成型之鏡框經脫脂槽脫脂處理後，再送至酸洗槽酸洗處理，同時，為確保品質精良須再經電解脫脂程序，以去除鏡框表面所殘留之油脂或其他雜質，最後再經鍍銅、鍍及金等電鍍程序。

6.4.2. 污染源概況

電鍍製程(含酸洗)所產生之空氣污染物一般係酸性或鹼性霧滴，其產生之主要原因，係由於酸洗或電鍍時進行製程槽體內之鍍件沈浸部分或陽極或陰極表面處形成氫氣與氧氣所致。當這些氣體形成氣泡而上升到槽體表面時，則因受大氣壓力擠壓、破裂而逸散進入空氣中，同時由於此時會挾帶部分酸性或鹼性液滴，致使於製程周遭產生細小之酸性或鹼性霧滴。工廠主要製程與污染產生源如圖 6.4-1 所示。



註：W 表廢水來源，L 表廢液來源，A1 表鹼性氣體，A2 表酸性氣體

圖 6.4-1 D 工廠製程與污染產生源

電鍍製程所產生之廢氣一般不含粒狀污染物，而以酸性氣體及鹼性氣體為主要之空氣污染物。D 工廠於脫脂槽、酸洗槽及電鍍槽各槽體所逸散之廢氣特性，整理如表 6.4-1。

表 6.4-1 D 工廠製程廢氣特性

項 目	廢氣量 (m ³ /min)	廢氣溫度 ()	含氧量 (%)	相對濕度 (%)	HCl (ppm)	H ₂ SO ₄ (mg/Nm ³)	NH ₃ (ppm)
脫脂槽	120	27	21	55	-	-	133
酸洗槽	200	27	21	55	100	-	-
電鍍槽	200	27	21	55	-	200	-

6.4.3.廢氣污染防治

(1)處理流程

為避免因匯集二股酸、鹼氣而產生細小鹽類造成排氣之白煙問題，及造成廢氣處理之困擾，故 D 工廠將酸氣、鹼氣分流處理，以使廢氣處理能達到應有之最高處理效率，D 工廠之廢氣處理流程如圖 6.4-2 及 6.4-3 所示。

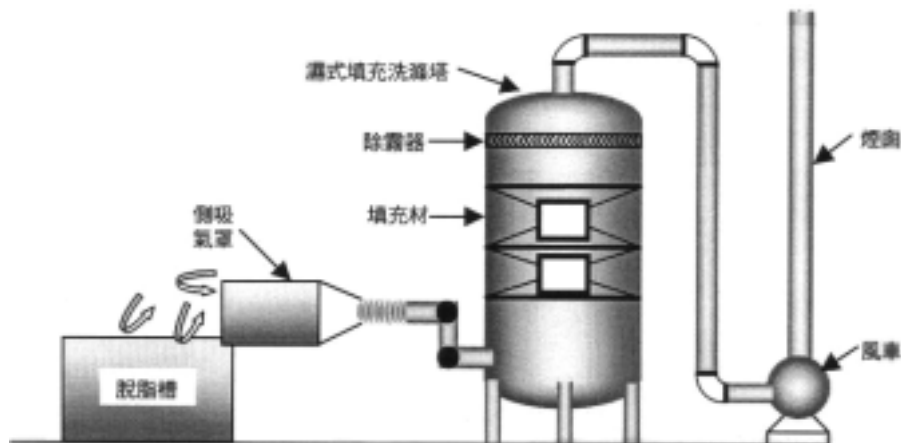


圖 6.4-2 D 工廠脫脂槽廢氣處理流程

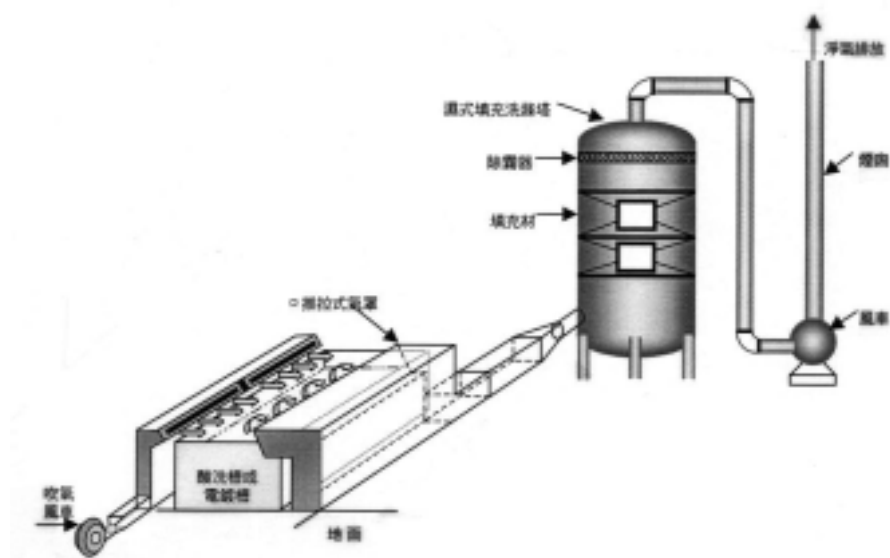


圖 6.4-3 D 工廠酸洗槽及電鍍氣處理流程

(2) 污染防制設備設計參數

酸洗槽及電鍍槽廢氣處理

- A. 設計風量：400CMM
- B. 系統壓損：125mmAq
- C. 空塔速度：1.6m/se
- D. 填充材質 / 直徑：pp/φ2in
- E. 填充材比表面積：100m²/m³
- F. 填充材堆積密度：75kg/m³
- G. 系統廢氣總去除效率：97%
- H. 系統之風車馬力：20Hp/3φ/4p/1740rpm/220v ~ 380V./60Hz

脫脂槽廢氣處理

- A. 設計風量：120CMM
- B. 系統壓損：100mmAq
- C. 空塔速度：1.5m/sec
- D. 填充材質 / 直徑：pp/φ2in
- E. 填充材比表面積：100m²/m³
- F. 填充材堆積密度：75kg/m³
- G. 系統廢氣總去除效率：97%
- H. 系統之風車馬力：5Hp/3 φ /4p/1740rpm/220v /60Hz

(3) 污染防制設備規範

表 6.4-2 D 工廠廢氣污染防制設備規範

設備名稱	數量(個)	材質 / 構造	規格 / 尺寸
一、側吸式氣罩(I)	1	PP	1,000mmL×600mmW×350mmH
二、側吸式氣罩(II)	2	PP	600mmL×600mmW×350mmH
三、濕式填充洗滌塔	1	PVC	2,500mmφ×4,500mmH
	1	PVC	1,400mmφ×3,600mmH
1.填充材	1200	PP	φ 2in
2.噴嘴	2 層(32)	PP	螺旋型φ 1/2"
3.除霧器	1	PP	2,500mmφ×300mmH
	1	PP	1,400mmφ×300mmH
4.循水泵浦	1	耐酸鹼材質	5Hp, 流量 650l/min, 揚程 12m
	1	耐酸鹼材質	7.5Hp, 流量 800l/min, 揚程 15m
5.循環水槽	2	PP	700mmL×600mmW×600mmH
6.系統風車	1	風車 PP 板/風輪 PP 板	20Hp×400CMM×12mmAq 透浦皮帶式
	1	風車 PP 板/風輪 PP 板	5Hp×120CMM×100mmAq 透浦皮帶式

(4)污染防制設備初設成本及操作費用

表 6.4-3 D 工廠廢氣污染防制設備初設及操作費用

項目	初設成本	操作維護費用	
		電力費用	維護費用
氣罩 (3 個)	12,000 元	-	-
洗滌塔 (2 個)	480,000 元	-	102,000 元/年
風車 (2 個)	213,000 元	48,000 元/年	-
循環水泵浦 (2 個)	58,000 元	13,000 元/年	-

(5)廢氣處理成效

電鍍業製程所排放之廢氣主要為酸性液滴與鹼性液滴所形成之酸霧及鹼霧，在工廠將其分流處理後，不僅沒有洗滌液 pH 值調整困擾之問題，同時系統結垢問題也大大改善，在適當之操作條件下，可將易溶於水之酸氣及鹼氣濃度降至低於現行排放標準值以下(如表 6.4-2 所示)，故無排氣不透光問題產生。

表 6.4-4 D 工廠廢氣處理成效

污染物項目	HCl (ppm)	H ₂ SO ₄ (mg/Nm ³)	NH ₃ (ppm)
處理後廢氣濃度	3	10	4
法規標準	80	200	10

部分電鍍工廠對廢氣之控制較不重視，D 工廠根據製程廢氣特性設置適當之廢氣收集與處理系統，使廢氣之排放能符合管制標準，並降低對環境之衝擊結果，使附近民眾抗爭趨於和緩，實堪為業界之典範。

6.5 廢水污染防治計算範例

6.5.1 前言

理想之廢水處理設施需以完善之水質特性調查為基礎，並在適當之規劃、設計下，以符合廢水特性之操作條件正常運轉。為達到前述之境界，工廠負責人或廢水處理專責人員需俱備檢視廢水處理各單元之設計是否符合一般之設計規範。本節即以一般電鍍業常見之廢水種類及污染物濃度提供設計及基礎設計範例供參考，唯實際應用時仍需詳細規劃、計算。

6.5.2 設計計算範例

一、設計基準

1.設計處理量

氰系廢水： $0.5\text{m}^3/\text{hr}$

鉻系廢水： $0.75\text{m}^3/\text{hr}$

一般酸鹼廢水： $3.75\text{m}^3/\text{hr}$

酸廢液： $500\text{L}/\text{day}$

鹼廢液： $500\text{L}/\text{day}$

氰系廢液： $500\text{L}/\text{day}$

鉻系廢液： $500\text{L}/\text{day}$

設計總處理量： $5\text{ m}^3/\text{hr}$

2.設計廢水水質

氰系廢水(含廢液之平均濃度)

pH： $9\sim 11$

CN^- ： $10\sim 30\text{mg}/\text{L}$

鉻系廢水(含廢液之平均濃度)

pH： $2\sim 4$

Cr^{6+} : 20~50mg/L

一般酸鹼系廢水

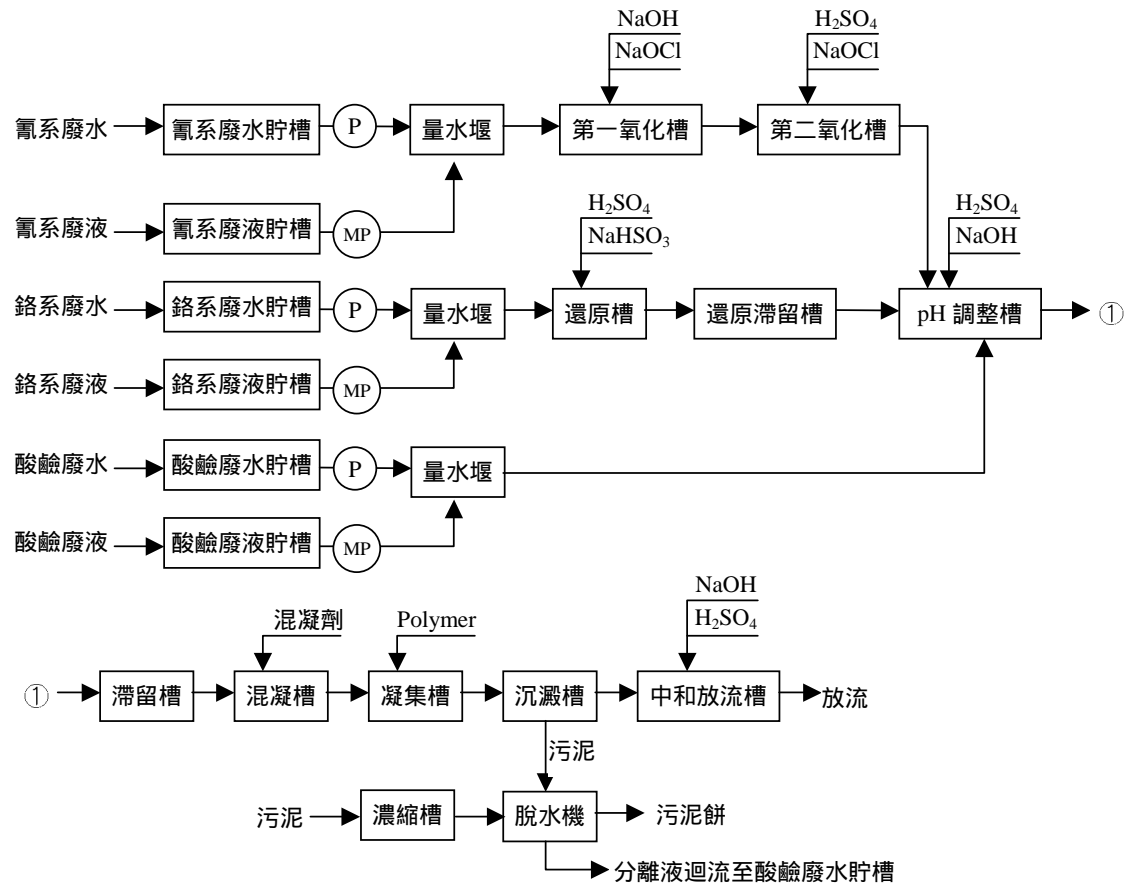
pH : 3~11

金屬成分 : 300mg/L 以下(銅、鎳、鋅、鐵...等)

3.預期處理水質

項 目	限值(mg/L)
溶解性鐵	10.0
鉛	1.0
總鉻	2.0
六價鉻	0.5
銅	3.0
鋅	5.0
銀	0.5
鎳	1.0
氰化物	1.0

二、廢水處理流程



三、各處理單元設計準則

處理設備各處理單元槽體之功能用途及設計準則說明如下：

(一) 氰系廢水氧化處理單元

1. 第一氧化槽

用途：於槽內調整 pH 值及添加氧化劑，提供氰系廢水進行第一段氧化作用。

設計要點：停留時間至少 10 分鐘以上

型式：PE 圓形槽

2.第一氧化槽攪拌機

用 途：裝置於第一氧化槽中，攪拌混合使氧化反應加速進行。

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製

3.第一氧化槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於第一氧化槽中，指示槽中液體 pH 值，並控制鹼劑加藥機。

型 式：浸漬式

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償（0 ~ 60℃）及二組控制接點功能。

4.第一氧化槽 ORP 指示控制計

用 途：裝置於第一氧化槽中，指示槽中液槽 ORP 值，並控制氧化劑加藥機。

型 式：浸漬式

主要規格：ORP 測定範圍 - 1,400 ~ + 1,400mV。

5.第一氧化槽氧化劑(NaOCl)加藥泵

用 途：添加氧化劑(NaOCl)於第一氧化槽中進行氧化反應。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質。

6.第一氧化槽鹼劑(NaOH)加藥泵

用 途：添加鹼劑(NaOH)於第一氧化槽中調整 pH。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質。

7.第二氧化槽

用 途：於槽內調整 pH 值及添加氧化劑，提供氰系廢水進行第二段氧化作用。

設計要點：停留時間至少 10 分鐘以上

型 式：PE 圓形槽

8.第二氧化槽攪拌機

用 途：裝置於第二氧化槽中，攪拌混合使第二段氧化反應加速進行。

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製。

9.第二氧化槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於第二氧化槽中，指示槽中液體 pH 值，並控制酸劑加藥泵。

型 式：浸漬式

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償（0 ~ 60℃）及二組控制接點功能。

10.第二氧化槽 ORP 指示控制計

用 途：裝置於第二氧化槽中，指示槽中液體 ORP 值，並控制氧化劑加藥泵。

型 式：浸漬式

主要規格：ORP 測定範圍 - 1,400 ~ + 1,400mV。

11.第二氧化槽氧化劑(NaOCl)加藥泵

用 途：添加氧化劑(NaOCl)於第二氧化槽中進行氧化反應。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

12. 第二氧化槽酸劑(H_2SO_4)加藥泵

用 途：添加酸劑(H_2SO_4)於第二氧化槽中調整 pH 值。

型 式：隔膜定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

(二) 鉻系廢水還原處理單元

1. 還原槽

用 途：於槽內調整 pH 值及添加還原劑，提供鉻系廢水進行還原反應。

設計要點：停留時間大於 10 分鐘

型 式：PE 圓形槽

2. 還原槽攪拌機

用 途：裝置於還原槽中攪拌混合使還原反應加速進行。

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製。

3. 還原槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於還原槽中，指示槽中液體 pH 值，並控制酸劑加藥泵，使槽中 pH 維持於 3 左右。

型 式：浸漬式

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償（0 ~ 60℃）及二組控制接點功能。

4. 還原槽 ORP 控制指示計

用 途：裝置於還原槽中，顯示槽中 ORP 值，並控制還原劑加藥泵，維持槽中 ORP 值 250mV 以下。

型 式：浸漬式

主要規格：ORP 測定範圍 - 1,400 ~ + 1,400mV。

5.還原槽還原劑(NaHSO_3)加藥泵

用 途：添加還原劑(NaHSO_3)於還原槽中進行還原反應。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

6.還原槽酸劑(H_2SO_4)加藥泵

用 途：添加酸劑(H_2SO_4)於還原槽中調整 pH 值

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

(三)pH 調整單元

1.第一 pH 調整槽

用 途：於槽中加入酸、鹼藥劑調整 pH 值，使金屬成份形成不溶解性金屬氫氧化物膠羽，利於後續沉澱處理程序中沉降分離去除。

設計要點：停留時間至少 10 分鐘以上

型 式：PE 圓形槽

2.第一 pH 調整槽攪拌機

用 途：裝置於第一 pH 調整槽中，攪拌混合使 pH 值達到穩定

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製

3.第一 pH 調整槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於第一 pH 調整槽，指示槽中液體 pH 值，並控制鹼劑加藥泵，維護槽中適當之 pH 值。

型 式：浸漬式

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償(0 ~ 60 ℃)及二組控制接點功能。

4.第一 pH 調整槽鹼劑(NaOH)加藥泵

用 途：添加鹼劑(NaOH)於第一 pH 調整槽中調整 pH 值

設計要點：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

5.第二 pH 調整槽

用 途：確保槽內 pH 值，使 pH 值控制於形成金屬氫氧化物之最佳範圍，且於必要時添加適量混凝劑。

設計要點：停留時間至少 10 分鐘以上

型 式：SS41 加上 FRP lining 槽體或防腐蝕之材質

6.第二 pH 調整槽攪拌機

用 途：裝置於第二 pH 調整槽，攪拌混合使 pH 值達到穩定。

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製

7.第二 pH 調整槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於第二 pH 調整槽中，指示槽中液體 pH 值，並控制鹼劑加藥泵維持槽中 pH 值。

型 式：浸漬式

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償（0 ~ 60℃）及四組控制接點功能。

8.第二 pH 調整槽鹼劑(NaOH)加藥泵

用 途：添加鹼劑(NaOH)於第二 pH 調整槽中調整 pH 值。

設計要點：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

9.第二 pH 調整槽混凝劑加藥泵

用 途：添加混凝劑於第二 pH 調整槽，可提高對於廢水中鐵錯化物的去除率。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

10.第二 pH 調整槽酸劑(H_2SO_4)加藥泵

用 途：添加酸劑(H_2SO_4)於第二 pH 調整槽，調整 pH 值於最適當範圍。

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

(四)凝集單元

1.凝集槽

用 途：於槽中加入助凝劑並慢速攪拌，使在 pH 調整槽中所形成之不溶性金屬氫氧化物凝集成較大的膠羽，利於在沉澱槽中沉降分離去除。

設計要點：停留時間至少 20 分鐘以上

型 式：SS41 加上 FRP lining 槽體或防腐蝕之材質

2.凝集槽攪拌機

用 途：裝置於凝集槽中，提供慢速攪拌，使微細之金屬氫氧化物因凝集劑（polymer）作用而形成粗大膠羽。

設計要點：攪拌 G 值 $20 \sim 100\text{sec}^{-1}$

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製

3.凝集槽凝集劑(polymer)加藥泵

用 途：添加凝集劑於凝集槽中，以使金屬氫氧化物膠羽產生凝集作用而形成粗大膠羽。

設計要點：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

(五)沉澱單元

1.沉澱槽

用 途：提供廢水中固形物靜置沉降空間，進行固液分離，達到去除廢水中金屬物質的目的。

設計要點：停留時間至少 2 小時以上，溢流率不大於 $20\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ day}$

型 式：SS41 加上 FRP lining 槽體或防腐蝕之材質

2.沉澱槽溢流堰

用 途：均勻沉澱槽出水流況

設計要點：溢流堰負荷不大於 $250\text{m}^3/\text{m} \text{ day}$

材 質：SUS 304 製

3.污泥泵

用 途：將沉澱槽底部污泥抽至污泥水機以便脫水

型 式：正排量推進腔型污泥泵

主要規格：定子(stator)為橡膠材質，轉子(rotor)為不銹鋼材質，出口壓力大於 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

4.污泥脫水機

用 途：將沉澱槽沉澱污泥進一步脫除水分，以利於後續處置

型 式：加壓式過濾脫水機(filter press)

材 質：濾框為 PP 或不銹鋼製

(六)中和放流單元

1.中和槽

用 途：將沉澱槽出流水之 pH 值，調整至放流水標準規定範圍

設計要點：停留時間至少 10 分鐘以上

型 式：SS41 加上 FRP lining 槽體或防腐蝕之材質

2.中和槽攪拌機

用 途：裝置於中和槽內，提供攪拌組合，使中和反應快速達到穩定

設計要點：攪拌 G 值 300sec^{-1}

型 式：豎軸齒輪減速型攪拌機

主要規格：攪拌軸及槳葉均為 SUS 316 製

3.中和槽 pH 指示控制計

用 途：裝置於中和槽內指示槽中液體 pH 值，並控制酸劑加藥泵，維持槽中 pH 值於設定範圍值。

型 式：浸漬式。

主要規格：pH 測定範圍 0 ~ 14，再現性 $\pm 1\%$ ，具溫度自動補償（0 ~ 60℃）及二組控制接點功能。

4.中和槽酸劑(H₂SO₄)加藥泵

用 途：添加酸劑(H₂SO₄)於中和槽中，調整 pH 值

型 式：隔膜式定量泵

主要規格：接液部份為 PVC 材質

5.放流槽

用 途：監測處理水放流前之 pH 值，若未在設定範圍內，則發出警報訊號

設計要點：停留時間至少 2 分鐘以上

型 式：SS41 加上 FRP lining 槽體或防腐蝕之材質

表 6.6.1 廢水處理系統各槽體設備規格及水力停留時間表

槽體名稱	規 格	有效容積 (L)	計算水力停留時間	數量
第一氧化槽	1.1m(ID)×1.2m(H)	1,000	$1\text{ m}^3 \div 0.5\text{ m}^3/\text{hr} = 2\text{ hr}$	1
第二氧化槽	1.1m(ID)×1.2m(H)	1,000	$1\text{ m}^3 \div 0.5\text{ m}^3/\text{hr} = 2\text{ hr}$	1
還原槽	1.1m(ID)×1.2m(H)	1,000	$1\text{ m}^3 \div 0.75\text{ m}^3/\text{hr} = 1.33\text{ hr}$	1
第一 pH 調整槽	1.1m(ID)×1.2m(H)	1,000	$1\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 12\text{ min}$	1
第二 pH 調整槽	1.7m(L)×0.85m(W)×0.9m(H)	1,300	$1.3\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 15\text{ min}$	1
凝集槽	1.7m(L)×1.35m(W)×0.9m(H)	2,070	$2.07\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 23\text{ min}$	1
沉澱槽	5.2m(L)×2.2m(W)×1.1M (SWD) ×2.5m(H)	19,380 (有效體積 12,600)	$12.6\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 150\text{ min}$ (溢流率 $10.9\text{ m}^3/\text{m}^2\text{ day}$)	1
中和槽	1.5m(L)×1.6m(W)×0.5(WD)	1,000	$1\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 12\text{ min}$	1
放流槽	1.0m(L)×1.6m(W)×0.5(WD)	425	$0.425\text{ m}^3 \div 5\text{ m}^3/\text{hr} = 5\text{ min}$	1
藥品貯槽	0.85m(ID)×1m(H)	500	—	6

本章所提供之案例，係依據個別工廠之狀況，彙整工廠管理制度、工業減廢、環境管理制度及廢水、廢氣與廢棄物之管末處理技術與設備，期以拋磚引玉之方式提供讀者參考，為於實際應用實應考量工廠本身之特性，進行修正或必要之可行性評估與分析，以達到預期之處理成效。

第七章 產業未來發展趨勢

國內電鍍工業發展歷史由來已久，在過去電鍍業為工業創造了豐富的利潤，現在則為工業產品提供了良好之功能與裝飾，未來則仍將繼續扮演舉足輕重的角色。

因此，以台灣工業的本質因素來觀察電鍍工業過去、現在，以因應未來的經營發展趨勢，一般都能感受到許多工廠不斷追求改善與升級；而近年來追求各項國際標準驗證的主要價值不僅應用於行銷活動，亦能間接使得企業朝向創新化(研究開發)、效率化(提升產能)、科技化(電子商務)來因應產業發展趨勢，此為電鍍同業經營者必須思效的重點方向。

簡單的證明，由於全球工業化的現象，使得企業經營者無論身處何方，皆能立即投入生產或銷售活動，這就是國際貿易自由化的表徵，因此若產業要促進發展或經營者要追求企業成長，都必須以更積極的態度來面對全球化的競爭型態。就我國電鍍工業外在經營環境以提昇未來產業發展而言，主要有以下幾種因素，首先是合理法令規章，再則為廉價的人力及土地，最後則為充沛的水資源、電能供應及提昇技術層級等項目；為因應上述因素做為產業結構調整方向，企業經營者可參考下列各節之因應模式。

7.1 朝向清潔生產之路

產業界欲完全解決環保問題，就必需要思考為何會產生環保問題，並由源頭去解決，而不僅只解決既存問題。一般生產製程中所產生之環保問題，大多肇因於規劃設計不良，包括製程以及管理等設計，若經營者能在設計階段即將清潔生產理念導入並與實務相互結合，將可大幅降低環保產生的問題。事實上，越早施行清潔生產的企業，就越早減少受環保問題所引發的風險。

針對環保因素所帶來的影響，許多上游產業已由製程的改善，擴展為產品設計、使用與棄置等整體性之環保考量。為配合上游產業之發展模式，產業界必須採行不會對環境產生傷害的產品製程，以低污染、省能源、省

資源的方式進行環境化綠色設計,如綠色之採購行為、客戶良好之溝通等(相關做法請參考本手冊第三章內容)。但就經營者本身而言,對達到如此規劃設計所需耗費的成本卻是主要考慮的重點,包括製程、維護、耗材、回收(再利用)及其他稅金(環保、工安、消防、營業稅等)成本,當然更要考量加工製造的方便性,例如:組裝方便、回收使用的可行性、材(原)料功能等項目,以求因應上游產業的規劃設計及信賴度。

7.2 經營管理與勞動人力素質的提昇

產業界要朝向科技化發展,就要有良好的管理制度以及高科技人力之需求。此方面產業界需積極建立各項管理面並引進高科技工業人才外,尚能就既有人力予以全面提升。針對此需求,應朝向下列方面進行:

1. 依據公司之特性,建立合宜的管理方式,如建立品質管理制度、TQM、5S 活動等,並由高階主管親自推動,人人落實管理工作。
2. 定期召開工作執行內容及檢討會議,並統計分析各項執行績效、生產成本(原物料成本、動力成本等)、污染防治成本(廢水、廢氣、廢棄物等),以作為各級管理人員之參考資訊。
3. 進行內部人力稽核作業,將可塑性高之人力選訓做為內部科技種子人材。
4. 引進大學以上畢業生從事製程工程師並逐步訓練培養成全方位管理人員,以藉由高知識份子加入製造生產團隊,進而提昇基層勞工知識及技能。
5. 適度調整不適任人力及冗員,減少企業負擔,做為人力資源的有效利用。
6. 持續不斷注入員工新知,並辦理製程、技術、管理、品保等項活動,讓基層員工參與,使策略者之企圖能達到充分之傳達。

7.3 積極提昇產業技術

研究發展是促進產業升級的必備條件,但電鍍工業多屬中小企業且以家族經營者居多,所以投入研究發展能力較不被看好,因此對於研發的投入工作確實有再加強之必要。所以經營者可選擇參加政府舉辦之科專計畫,

或運用學術研究機構之研究資源，以達到提昇產業技術之目的。

提昇技術也就是如何有效強化技術，是需要依靠不斷努力從事研究發展活動而來，通常都會利用節制成本與加速製程改善為主。而針對現有資源做為有效率的運用，實施有必要的改善措施才是業者必須衡量的依據；為求有效率的指標，其評估過程應包含機械設備、運輸工具、廠房與建築工程等，但不包括土地及存貨，如此才能獲得正確技術改善率。

由於先進國家一向是高技術的表徵，因此成為開發中國家所追趕的目標，所以替代先進國家技術便成為產業追求之第一訴求。但評估替代的技術究竟是先進國家所放棄的技術或是仍採行之技術，乃是我們評估技術層級的方法之一。在此前提下，進一步瞭解國際市場各類貿易資料，亦是我們與先進國家諸如美國、加拿大、澳洲、歐盟及日本等國，對技術水準及製程技術的改善參考依據；過去產業界對關鍵性技術的開發投入工作較少，故產業技術須加以參研先進國家的技術現況，以彌補資訊的不足。

7.4 市場評估作為產業發展未來的目標

貿易自由化可以使業者充份利用國際分工的機會爭取訂單量與商機，相對的自由化也可能降低外商與產業界的合作成本，因此有可能增加合作機會，但至少不致被排擠在先進與開發中國家的合作可能性。雖然產業考量的是商機，但資金卻流向開發中國家的問題頗為嚴重，而對外投資即使能夠賺錢，但對本國經濟貢獻卻大不相同。就以高科技廠商對外投資而言，若著眼於分工互補在海外籌取部份資金，則這些高科技廠商對外投資將有利於國內下游競爭力延伸至海外地區，所以反而有明顯貢獻。

透過市場評估機制來提升技術可以說是常用的方法，但也是擺脫壓力追求產業升級與發展的不二法門。產業若能在技術上領先其他國家當然很好，但至少需能與領導者腳步保持較平等合作關係，甚至於與市場領導者並駕齊驅；產業應當尋求提供上游產業不同的技術應用，以避免激烈的競爭而得到較高的利潤及穩定的生產。

透過產業間彼此提攜效果，可以形成整體性的高度競爭力，一般咸認為擁有完整的關聯產業是很重要的有利因素。而大部份關聯產業都位於鄰近區域且相互合作時，則可以感受到競爭壓力，但仍然可以透過其他相關產

業的支持，維持產業較高的競爭力，並使競爭力不致被競爭者迅速取代，而有東山再起的機會。

7.5 堅持信念永續發展

綜合上述因應模式，在全球產業競激烈而產品生命週期縮短之下，維持或支持上游產業在本國整體性發展，雖然看似違反全球化趨勢，卻是保障整體產業及經濟穩定發展的可行策略之一。而這種整套關聯產業共同發展的構想並不一定能透過廠商意願來達成，因此仍有賴政府提供良性法規環境，以及適當規劃工業區的建設，來鼓勵關聯產業進一步結合發展。再者，透過政府規劃結合對於市場消費訊息，不致被單方面掌握，以保持競爭優勢，而不僅靠低廉的生產要素來維持經營成本，需知創造利潤與提昇產品競爭力才是我們最終的標的。

過去多年以來，我們以「立足台灣，胸懷亞洲，放眼天下」的期許做為我們經營者的策略企圖心，已在全球各地嶄露頭角。如今我們依循「有夢最美，希望相隨」來因應產業未來的發展趨勢，方能持續維持我們既有的成就並締造未來美好的前景。

第八章 問題分析與對策

8.1 製程減廢方面

問題 1：脫脂槽液更槽頻率高，廢棄槽液產生量大？

原因：1a.未建立脫脂槽液管理制度。

1b.未設置製程線上循環過濾設備。

1c.脫脂槽液採多槽同時更槽作業，未逐槽循環回補再使用。

對策：1a.一般而言，脫脂槽液使用量大且污染度高，因此宜建立完善之管理制度，妥善管理脫脂槽液，以降低生產成本提昇競爭力，並降低脫脂廢液產生量，具體做法如下：

- (1)請原料供應商提供或自行檢測分析脫脂劑污染資料，建立不同品牌脫脂劑之污染濃度，並針對鍍件品質需求，選擇適合工廠使用之脫脂劑類型。
- (2)根據不同鍍件類別，建立脫脂劑使用期限之管理資料。
- (3)定期檢測脫脂劑中之指標性化學物質之濃度，如鹼度或界面活性劑濃度，並採用定期補充方式，避免一次排棄之作法。
- (4)建立脫脂劑領用登記制度，避免造成藥劑之浪費。

1b.脫脂槽液廢棄的原因主要係槽液中累積過量的雜質與油脂，使得脫脂能力降低，因而須廢棄更新。可行之因應對策如下：

- (1)設置循環過濾設備，以便將槽液中之雜質及油脂過濾、分離，以延長槽液使用期限並降低鍍件帶出液之污染濃度（如 SS 及 COD），減少後續清洗單元之用水量。
- (2)設置滲透膜過濾設備，藉由陶瓷膜管的阻截作用，將雜質有效地自脫脂槽液中分離出來，以延長使用期限。脫脂槽液設置滲透膜過濾設備處理流程如圖 8.1-1 所示。

1c.電鍍製程中，為確保電鍍品質，一般於前處理程序中大多採用多槽連續脫脂方式，以去除鍍件上的污染質。在多槽連續脫脂過程

中，後段槽液較前段槽液累積較少之油脂及雜質，大多未達到應廢棄更新的程度。因此，為有效延長脫脂液使用期限、減少脫脂廢液排出量，將各槽脫脂槽液同時全量廢棄，更新之方式改為依序更新各槽之老化槽液，每次僅排棄污染濃度較高的前段老化槽液，後段尚未老化之脫脂槽液則依序以泵抽送至同一脫脂槽再使用。脫脂槽液循環回補使用流程如圖 8.1-2 所示。

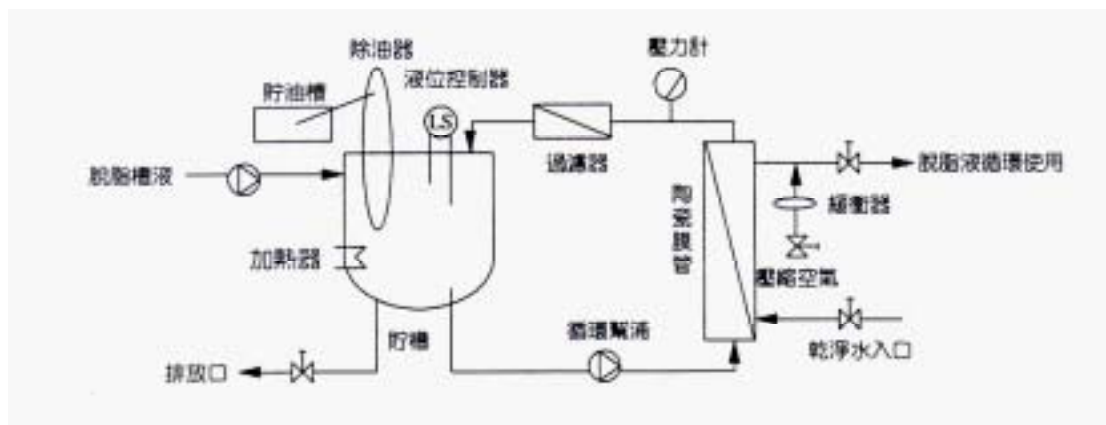


圖 8.1-1 脫脂槽液利用陶瓷膜管循環過濾流程

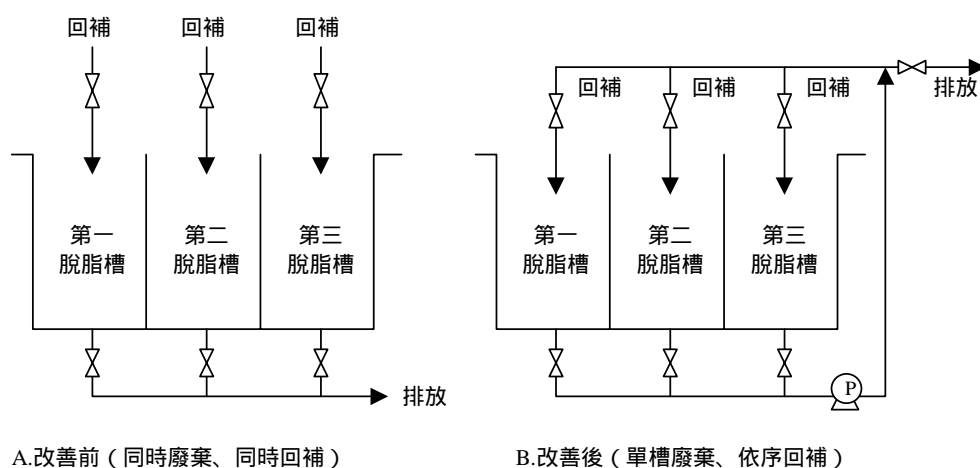


圖 8.1-2 脫脂槽液循環回補使用方式

問題 2：鍍件帶出液量大？

原因：2a.掛具選用不當

2b.鍍件排滴時間不足

2c.未設置滴板

2d.電鍍液配製濃度過高

2e.製程中未設置回收槽

對策：2a.電鍍程序中應選用適當規格的掛具，避免小鍍件使用大掛具而增加鍍液附著面積。另外，掛具支架與鍍件間應盡量避免形成死角，以減少帶出液；同時，掛具非絕緣部份所鍍出之金屬應予以去除，以免影響鍍件吊鍍後之角度而增加帶出量。掛具上之支撐架應能增設彈簧設施以便能將帶出液彈出。

2b.鍍件離開鍍槽後，在鍍槽上方應有足夠的停留時間，使帶出液能滴回鍍槽：

(1)自動製程鍍件排滴時間應控制在 10—15 秒，以使帶出液能充分排滴至鍍槽。

(2)半自動製程應儘量配合使用機械設施，並改變員工操作習性，以延長鍍件排滴時間。

(3)手動製程應減少每一掛具上的鍍件，或於鍍槽上設置可供掛具吊掛之滴橫桿，以節省人力及延長鍍件排滴時間，減少帶出液量。

2c.當鍍槽間有足夠空間時，應設置滴板使帶出液迴流到鍍槽再使用。設置之滴板應有適當的斜度，使帶出液能完全迴流，而滴板之材質須能耐強酸、強鹼，設置後不影響操作之方便性。

2d.在相同的電鍍速率與品質下，應使用濃度較低之藥液，以減少帶出液量，且操作條件允許下，應配合使用加熱器加溫以降低藥液的黏滯性，減少帶出液量。

2e.在鍍槽後段設置適當槽數的回收槽，並將槽液適當回收處理，如回補至鍍槽再使用、設置線上回收設備回收，以避免帶出液累積於回收槽內，而喪失其設置之功能。回收槽之型式可為空槽回收、

浸漬回收或空氣攪拌回收。回收槽槽數一般建議為 1~3 槽，最多不超過 5 槽，槽數必須依製程特性及可使用的場地空間而定；在空間有限而清洗效率無慮的情況下，亦可將前段之水洗槽改為回收槽使用。

問題 3：製程用水量大？

原因：3a.用水管理不當

3b.清洗程序採用單槽進水、單槽出水的配置

3c.未依製程特性使用反應性清洗

3d.清洗方式不理想

3e.清洗水未循環使用

對策：3a.所謂清洗效率係帶出液量與清洗水量之比率。一般而言，鍍件的清洗原則為使用最少的清水達到最佳的清洗效率，而欲達到此目標，工廠必須合理化用水。合理化用水可由行政人員用水管理及操作人員用水管理兩方面著手：

(1)行政人員用水管理：在符合電鍍品質下，合理使用清水量。

回收槽液定期回收處理，以降低廢水污染濃度，減少清洗水量。提昇清洗槽的清洗效率，如使用攪拌式清洗、超音波清洗，以減少清水使用量。

(2)操作人員用水管理：摒除用水量多、清洗效率高的觀念，建立用水量管理資料。應於進水閥標示開啟度與進水量關係，並要求操作人員依實際需求開啟進水閥，以避免過量用水。

人員休息或設備維修時應立即關閉進水閥，間歇性進水時應規劃設置簡便式控制系統，以方便人員之操作並樂於配合。於進水處裝設流量計，以瞭解、控制進水量。

3b.在不影響電鍍品質的情況下，同一清洗單元的清水可經由多段逆流清洗程序重覆使用，以達到節省水資源的目的。具體作法係於製程上設置多槽逆流清洗槽，清水由最終清洗槽進水，清洗水依序流入前槽，最後由第一清洗槽排出後，經過濾系統(如濾心式過濾機、活性炭吸附系統)過濾後再循環使用。此種清洗方式在清洗水污染程度不影響物件品質的條件下，清洗槽數愈多，清洗水使

用量愈節省。另外，同性質、低污染度之清洗廢水亦可迴流至高污染度之清洗槽使用，如酸洗之低濃度清洗水可迴流至酸脫脂清洗槽使用。

3c. 依製程特性將不同程序的清洗單元，利用反應性清洗方式將清洗水重覆利用。反應性清洗通常係將酸（鹼）性清洗水導至鹼（酸）性清洗單元再利用，具體作法可利用各槽體間之水位坡降溢流到另一清洗槽再用，達到清洗水重覆利用的目的。由於酸鹼中和作用，易於鍍件上形成一層薄膜，因此宜在鍍槽前設置預鍍槽，以克服產生薄膜之困擾。確記，含氰化物的清洗水不可導至酸性清洗單元使用，以避免產生氰化氫氣體而造成危害。

3d. 為提昇清洗效率以減少用水量，清洗槽的設置方式除採多段逆流方式外，亦需注意下列問題：

(1) 水流途徑最長：清洗槽之進水口與出流口應設計成對角線位置，亦可於進水口或出流口設置擋板，使水流途徑最長，增加清洗效率；根據國外之研究，此種設計亦可避免槽內滋生微生物而影響電鍍品質。

(2) 噴洗洗淨：於清洗槽設置清洗噴嘴，並以電磁閥與製程自動控制系統配合，在鍍件上升時噴水洗淨。為確實達到噴洗的效果，噴嘴的設置角度、噴洗面積應依清洗的鍍件總面積妥善的設計，而噴洗水必要時應予以加壓，以增加其清洗效率。

(3) 空氣攪拌：鍍件形狀複雜時，為提高洗淨效率，可於清洗槽內設置空氣攪拌設備，並導入適當的空氣量以加速清洗效率。為提昇空氣攪拌之效率，散氣管應使用細氣泡型者，以增加氣泡與鍍件的接觸機會。

3e. 清洗水經適當處理後，回收使用：

(1) 一般酸鹼廢水：經採用物化法處理後，沉澱槽澄清水在未調整 pH 值放流前呈鹼性狀態，適合回收作為酸性氣體洗滌塔之洗滌水使用。其餘澄清水經 pH 值調整後，若處理水質符合製程用水水質要求，則可直接回收使用；或再利用高級處理設施（如活性碳吸附、離子交換系統等）處理後回收至製程使用，一般經處理後，處理水之電導度值已相當低。回收水因含有鹽份，重

覆使用一段時間後恐將造成鹽化現象而影響電鍍品質，因此回收水量必須謹慎考量，必要時須補充部份清水，亦即僅回收部分處理水，而補充部分清水之控制方式。

- (2)含重金屬離子廢水：一般常見的清洗廢水中，重金屬離子種類有 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cr^{6+} 等，此類型廢水可利用離子交換法、超過濾法、逆滲透法等方式，將廢水中之重金屬離子回收，而處理水則可直接循環至該清洗單元再使用，如此不但可回收有用之資源（重金屬離子），亦可減少清水使用量。

問題 4：製程回收槽中之鍍件帶出液無法回補至原鍍槽再使用？

原因：4a.鍍槽液蒸發量少，帶出液無法直接回補。

4b.鍍槽液中重金屬離子濃度偏高。

4c.回數槽中之帶出液濃度偏低，無法直接回補至鍍槽使用。

4d.回收槽中之帶出液雜質含量過高，無法回補使用。

對策：4a.鍍槽液在室溫下其蒸發量相當有限，若將回收槽中之帶出液直接回補至鍍槽再使用，將產生槽液溢滿現象。為改善此狀況，可使用下列二種方式：

- (1)將回收槽液定期排至貯槽，再以濃縮設備進行濃縮以減少廢液量。濃縮設備應依工廠需求選擇適當之設施，如加熱器濃縮、大氣蒸發濃縮、真空蒸發濃縮等設施。亦可於假日或休息時間，將部份槽液抽出並進行濃縮，適當減少槽液體積後再回補回收槽液。

- (2)適當提昇槽液溫度，以增加槽液蒸發量，並方便回收槽液之回補，同時加速電鍍速度；如鍍鉻槽溫度可以提昇至 50~55℃ 之操作溫度。

- (3)將回收槽液直接回收作為預鍍槽之槽液使用。

4b.依據槽液種類之不同，可能有如下之情況：

- (1)在鍍鎳製程中，若陽極電解效率高於陰極時，將使陽極鎳金屬板之析出速率比陰極鍍件鍍著之沉積速率快，致槽液中之鎳離子濃度隨著電鍍生產操作而持續提高，造成鎳回收槽無法直接

回補。其因應對策如下：

- A.適當調整金屬鎳板及電解液(硫酸鎳、氯化鎳)之比例，以有效控制鎳離子濃度之提昇。
 - B.高純度的回收槽液可直接販賣予同業做為鍍鎳槽液使用。純度不高時，應先進行純化（如過濾法、電解法）後，再販售予同業使用。
 - C.利用高質傳電解設備電解回收鎳離子，設備種類如流體化床電解設備、平板電極及擾流式電極電解設備。所回收之鎳金屬可作為鍍槽陽極板使用或販售，電解殘液則可利用離子交換法再處理，或直接排放至廢水處理場處理。一般高質傳電解設備在妥善控制操作之 pH 值(3.5 ~ 4.0)、陰極電流密度(100 ~ 200A/m²)、極板間距等參數下，鎳離子電解回收率可以達到 80 ~ 90%，陰極電解效率約 0.8~1.0g/A.hr，而設備回收期限則視各種影響因素而定。
 - D.氰化鋅槽液中，為了有效管理槽液以獲得良好之電鍍品質，常以槽液中之 CN⁻/Zn²⁺進行控制，但生產線停工或假日時，槽液中 CN⁻及 Zn²⁺仍照常析出，因而造成回補之困擾。此種狀況應於生產線停止運轉時，將鍍槽中之鋅金屬板取出，以有效控制適當濃度並避免造成廢水污染濃度之提昇。
- 4c.回收槽中之帶出液濃度偏低時，若直接回補至鍍槽使用，將降低鍍槽中重金屬離子濃度，而影響電鍍品質。故可將低濃度的帶出液以濃縮設備進行濃縮，以提高帶出液的濃度。濃縮設備可依工廠需求選擇適當之設施，如加熱器濃縮、大氣蒸發濃縮及真空濃縮等設施。
- 4d.回收槽之帶出液所含雜質種類大致可分為懸浮固體物質及非鍍槽組成成分之重金屬離子，其來源主要係因鍍件及掛架或滾桶等清洗不徹底，以及受不純淨的電鍍槽液的影响。因應對策如下：
- (1)加強鍍件的前處理工作，以去除鍍件上附著的污染物。鍍件於加工過程中除了應減少潤滑油、冷卻油的使用外，電鍍前更應徹底地清潔。
 - (2)掛架未以絕緣體包覆的金屬部份，往往會被鍍出一層金屬，其

後再被溶解於電鍍槽液中因而污染槽液，間接造成帶出液因雜質濃度太高，致無法回補使用。至於滾桶之金屬支架部份亦有相同情形。因此，掛架及滾桶應定期以酸液（如硝酸）進行清洗，以剝蝕其上附著的重金屬，而剝蝕廢液則應收集後以定量方式排至廢水處理場處理。

(3)電鍍槽液的純化方式依槽液的種類而異。常見的槽液純化方式，說明如下：

硫酸鎳、硫酸銅、焦磷酸銅、氰化鋅等槽液，可利用過濾機過濾去除懸浮固體、活性炭過濾機吸附有機物質。重金屬離子之污染，則可於電鍍製程停工時，將大面積之陰極板置於鍍槽中，以弱電解方式將槽液中之重金屬離子雜質去除。

鉻酸鹽槽液中之重金屬離子雜質主要有三價鉻、鐵離子、銅離子等。常應用的純化方式有隔膜電解法及強電解法二種。隔膜電解法使用的設備種類有離子隔膜電解設備及素陶筒電解設備，該類型設備具有去除鐵離子、銅離子等重金屬離子之作用，同時可將三價鉻氧化成六價鉻，能提高鍍液中六價鉻濃度。強電解法一般控制陰／陽極板面積比值為 30～40。

問題 5：電鍍清洗程序所產生的廢水，重金屬離子污染濃度偏高？

原因：5a.鍍槽液之化學藥劑配製濃度偏高。

5b.鍍件帶出液量大。

5c.回收槽帶出液未定期更槽處理，或直接排棄至廢水處理場。

5d.清洗廢水未回收處理。

對策：5a.鍍槽液應維持適當的重金屬離子濃度，以確保電鍍品質，但若其濃度太高，將因槽液黏稠度高而增加帶出量，並使得清洗廢水中的重金屬污染物質濃度提高。故鍍槽液應定期進行檢測分析，並作成管制圖供參考，以有效管理槽液。

5b.同問題 2

5c.回收槽係承接並回收鍍件帶出液，以減少污染排放量。由於回收槽液中之重金屬離子濃度會隨操作時間之增加而提高，因此回收

槽液必須定期更槽處理，以控制其濃度在一定範圍以下。更槽時，槽液則可直接回補至鍍槽作為預鍍槽槽液或電解純化後回收使用。處理方式應採回收方法，若無法回收時則應收集貯存後，以連續定量方式排放至廢水場處理。

5d.清洗廢水中之重金屬離子污染濃度偏高時，應依廢水特性採取適當之處理流程以回收重金屬離子及清洗水。常見之廢水種類與處理方式說明如下：

(1)鍍鎳、酸性鋅、酸性銅之清洗水以離子交換系統處理（如圖 8.1-3）

(2)鍍鉻清洗水以離子交換處理系統流程（如圖 8.1-4）

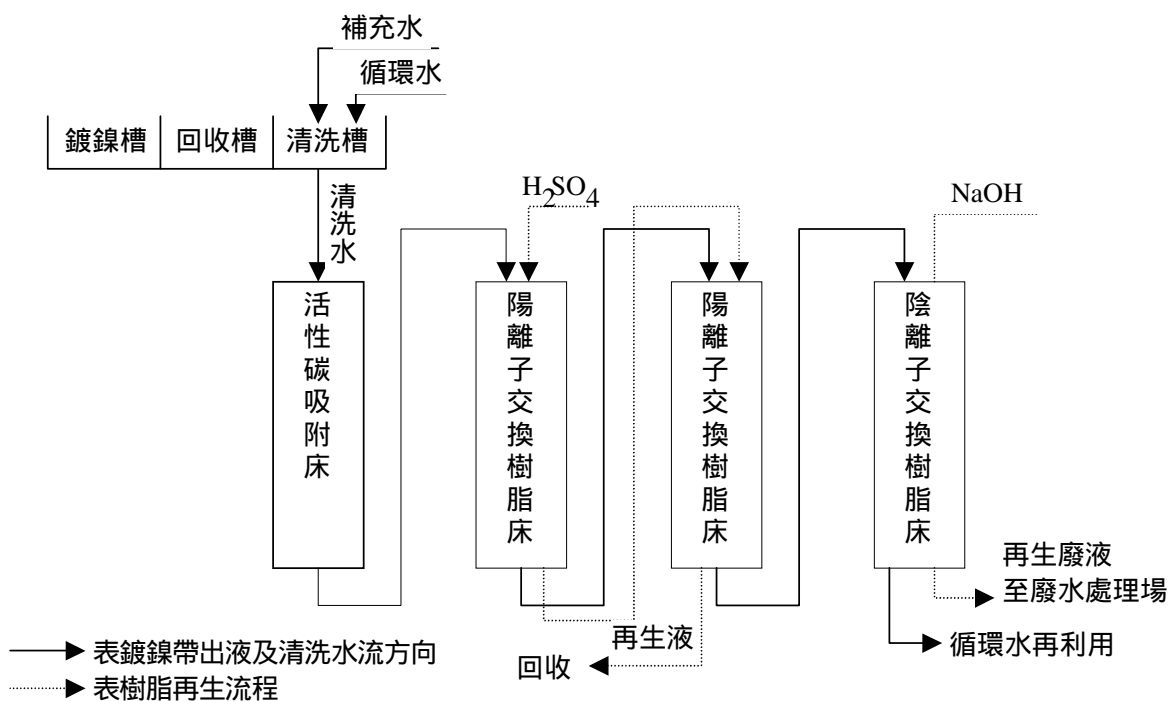


圖 8.1-3 鍍鎳清洗水離子交換處理流程

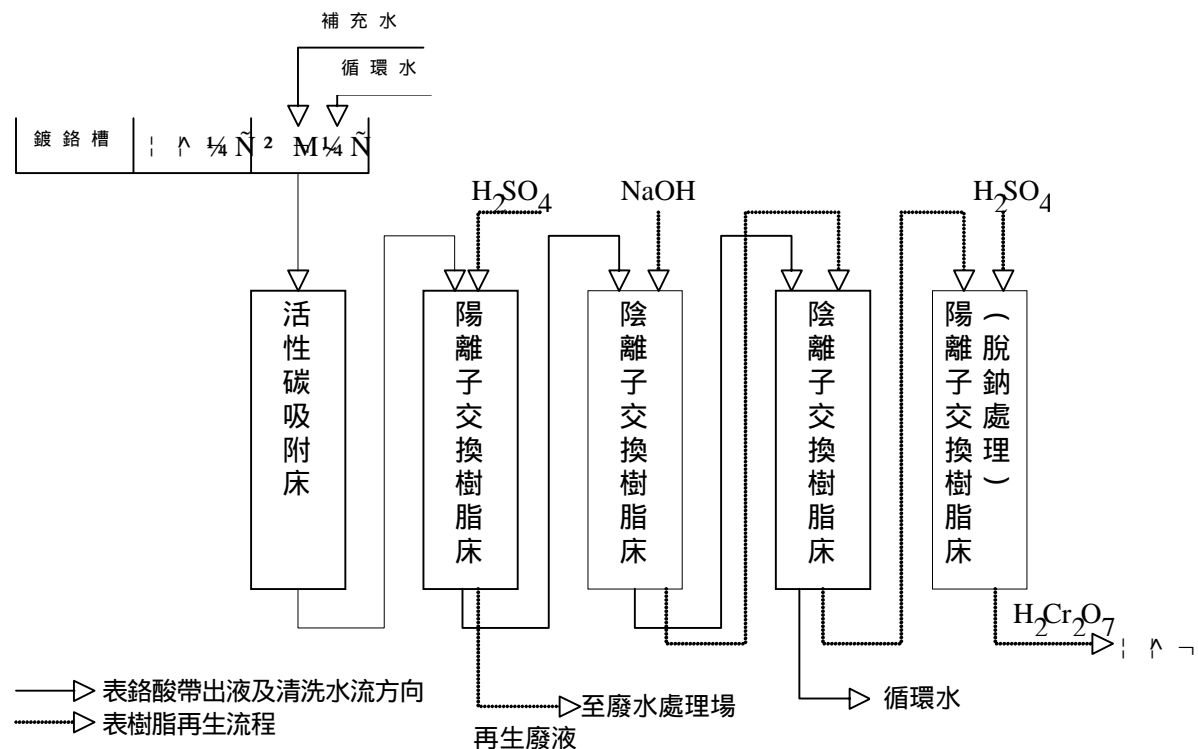


圖 8.1-4 鍍鉻清洗水離子交換處理流程

問題 6：放流水回收使用率低？

原因：6a.放流水回收使用單元規劃不適當。

6b.放流水水質不符合製程清水水質要求。

對策：6a.放流水回收使用率與其水質狀況(如鹽類濃度、電導度)及回收使用單元有關。一般放流水可直接回收作為廠內清潔用水，或製程中前處理程序用水水質要求較寬鬆之清洗單元使用。另外，化學混凝處理流程中，沉澱槽澄清水未調整 pH 值前均偏鹼性，因此可將其泵送至酸性氣體洗滌塔作為洗滌用水使用，循環使用一段時間後再排至廢水處理廠處理。

6b.不同的電鍍製程，清洗用水的水質要求不盡相同。一般而言，電子性電鍍的清洗用水水質要求最高，而工業性電鍍的清洗用水水

質要求較低。因此，在規劃放流水回收使用系統時，首先應檢討回用單元的清洗水水質限值，並考慮增設高級處理設施。可行之高級處理設施組合方式，其中後三項之組合，處理水質電導度均可達到良好之控制。

- (1)化學混凝沉澱 + 過濾 + 活性炭吸附系統
- (2)化學混凝沉澱 + 過濾 + 離子交換系統
- (3)化學混凝沉澱 + 過濾 + 超過濾系統
- (4)化學混凝沉澱 + 過濾 + 超過濾系統 + 逆滲透系統

問題 7：鍍鎳廢液採高質傳電解回收設備電解回收效率偏低？

原因：7a.極板損壞常須更換而影響操作

7b.電流密度控制不佳

7c.pH 值範圍控制不當

7d.化學鎳廢液未先將錯化合物氧化處理

對策：7a.為避免極板損壞，操作高質傳電解設備時應注意下列事項：

- (1)操作時勿使用超高電流，因其不僅浪費電能，而且所析出物也會因氫氣的增加而呈現粉狀，無法於陰極板析出金屬，甚至使極板穿蝕。一般超高電流只能用在鎳離子濃度 10,000mg/l 以上濃度。
- (2)應依操作規範設定適當電流密度，因過高之電流密度會使陰極板上之鎳金屬形成針狀（珊瑚狀），在固定的極板間距下，若未能及時將鎳金屬剝離，則極板易因短路而造成損毀。
- (3)陽極板不可當陰極板使用，以免損壞極板。
- (4)陰極板於覆滿鎳金屬後，總重量不可太重，以避免極板變形。
- (5)鎳金屬自陰極板剝離時，應以稀酸或鎳電鍍液加以剝離，避免直接敲擊。
- (6)極板不用時，不可長期浸在強酸或強鹼中，以防極板被侵蝕，且應以清水沖洗其表面，減少雜質附著量及可能之鈍化現象。
- (7)使用品質良好之陰極板，避免使用不同類型之極板，如不銹鋼

極板以避免造成困擾。

- 7b.電流密度影響電解效率甚鉅，低電流密度會降低電解效率，而以超高電流密度操作時，不僅浪費電能，而且鎳金屬析出物也會因氫氣的增加而呈現粉狀，無法於陰極板上析出金屬，甚至使極板穿蝕。
- 7c.鎳離子以高質傳電解設備電解回收時，必須控制適當的 pH 值範圍，一般約為 3.5 ~ 4.5 左右。實務上常用鹼劑（如 NaOH）控制，同時電解設備上必須安裝 pH 監測器。
- 7d.一般而言化學鎳廢液含有錯化合物，若直接電解將造成干擾而降低電解效率，因應對策可於電解槽中添加適量之硫酸銨，始其於電解過程中因電化學作用產生雙氧水(H₂O₂)而氧化錯化合物，以提昇電解效率。

問題 8：大氣蒸發濃縮設備經常故障？

原因：8a.貯槽液位過低或過高

8b.液位控制器失靈

8c.廢水循環泵空轉、管線阻塞

8d.交換器空轉

8e.排氣不良

8f.蒸發濃縮部水沫飛散

對策：大氣蒸發濃縮設備常用於濃縮鍍鉻製程中之鉻酸回收槽帶出液，其主要設備有貯槽、熱交換器及蒸發濃縮等三個單元。貯槽內設有液位控制器，以控制廢液循環泵及回收槽清水電磁閥之啟閉。熱交換器為提高處理液溫度之主要單元。蒸發濃縮單元可區分成冷卻填充層及蒸發濃縮二個部份，經熱交換處理後的高溫鉻酸由槽體上方均勻灑佈於網狀的填充層，與經由風扇輸入空氣混合後將水分帶出，而提高鉻酸的濃度。在操作上常見之異常現象與對策說明如下：

- 8a.貯槽液位過低時，將造成大氣蒸發濃縮設備長時間處於停機狀態；貯槽液位過高時，則可能造成回收槽液溢滿的現象，造成污染。因此，當貯槽液位過低時，表示設備之蒸發量大於補水量，

應增加補水量；貯槽液位過高時，表示設備之蒸發量低於補水量，應減少補水量或加速濃縮速度。

- 8b. 液位控制器設置於貯槽內，其液位電極常因鉻酸泡沫影響造成短路，必須以清水洗淨控制器之電極棒。
- 8c. 廢液循環泵空轉時，由於廢液無法由貯槽被抽送處理，將造成貯槽溢滿現象；另外，熱交換器因無法與廢液進行熱傳作用，可能因溫度過高而使熱交換器故障。通常廢液循環泵空轉現象大多由於其吸入口阻塞所致，因此除了鉻酸槽液應採循環過濾設備過濾去除雜質外，循環泵吸入口應定期拆除清洗。另外，管路阻塞時亦可能造成循環泵空轉現象，因此宜定期檢查系統之管路，惟檢查時需注意安全，避免造成工安事件；蒸發濃縮設備旁應設置緊急淋洗設備，以備不急之需。
- 8d. 熱交換器空轉主要原因係因蒸汽電磁閥阻塞所致，應定期拆除清洗。
- 8e. 蒸發濃縮單元的排氣風扇之作用，係將冷空氣送入填充層內，以便將鉻酸中的水分帶出，故排氣風扇故障時影響濃縮效率。因此排氣風扇應定期清洗，以確保其送風效率。
- 8f. 蒸發濃縮部之水沫常含有低濃度之鉻酸，若任其飛散將污染附近環境。造成水沫飛散的原因為填充層污染所致，在操作過程中若發現此現象，應立即以清水洗淨填充層。另外，為避免水沫之飛散，排出之蒸汽應收集至酸性氣體洗滌塔處理才可排放。

問題 9：大氣蒸發濃縮設備對於鉻酸之濃縮效率低？

原因：大氣蒸發濃縮設備設計不良

對策：大氣蒸發濃縮設備對於水份之蒸發速度與下列因素有關：

1. 曝露在空氣中的鉻酸液表面積
2. 穿過鉻酸液表面的空氣流動狀態
3. 空氣和鉻酸液的溫度差
4. 相對濕度

其中，相對濕度直接影響室溫下空氣帶走水份的能力，但相對濕

度則無法於工廠操作現場藉由處理設施予以控制。因此，可採行下列因應對策：

- 1.採用比表面積較大的填充層材料，以增加鉻酸液曝露於空氣中的表面積。
- 2.增加排氣風扇的排風量，以便較大量的冷空氣能與鉻酸液相接觸，加速水份的去除速度。惟排風量亦不可太大，以避免鉻酸液被強制帶出而造成污染。
- 3.空氣和鉻酸液溫度差愈大，則蒸發濃縮效率愈高。因此，應採用高效率的熱交換器以有效提昇鉻酸液的溫度；熱交換器的熱能提供方式，除了直接由鍋爐提供外，亦可回收電鍍製程的餘熱使用，同時也可以利用太陽能方式預熱鉻酸液，以降低操作成本。

問題 10：含重金屬離子廢水採離子交換法回收處理成效不彰？

原因：10a.處理系統未設置過濾單元

10b.樹脂種類選擇不當

10c.樹脂飽和後未進行再生

10d.樹脂已氧化

對策：離子交換樹脂是指一種不溶於溶劑的化學聚合物，其內含有一些固定於物質內的電荷，而由帶有相反電荷的離子中和而保持電中性，這些離子可自由進入溶劑中而與溶劑中的離子進行交換，此種替代過程稱之為離子交換。若此游離離子為陽離子，則樹脂稱之為陽離子樹脂，若為陰離子則稱為陰離子樹脂。離子交換的操作循環，包括四個主要的步驟，即交換、反洗、再生和洗滌。在操作上常見之異常現象的因應對策如下：

- 10a.離子交換系統中，設置過濾單元（一般為砂濾）之目的為去除處理水中的雜質，以確保樹脂不被阻塞而能發揮正常功能。因此，應於樹脂塔前設置過濾設備，並定期進行維修或反沖洗，使過濾設備能有效去除處理水中的雜質。
- 10b.不同型之離子交換樹脂，其特性差異頗大，如 pH 值容許範圍、架橋鍵、顆粒大小、含水率及工作交換容量等均不相同。因此，

樹脂種類應取決於重金屬離子特性。必要時，應於規劃處理系統之前，配合進行可行性試驗，以確保處理成效。另外，陽離子樹脂系統於正常運作過程中，因 H^+ 不斷釋出與重金屬離子交換，因此系統之 pH 值會降低，必須適當調整 pH 值以使樹脂維持在良好之狀態。

- 10c. 當樹脂已達到操作容量後，必須以部份處理水反沖洗樹脂床柱，以備樹脂接受再生。再生是將在交換階段樹脂所交換來的重金屬洗出，使樹脂依再生劑的使用量，回復到原有的交換容量或所期望的容量程度。通常，酸液被用來再生陽離子樹脂，鹼劑被用來再生陰離子樹脂。因此，當樹脂飽和時必須進行再生處理，以便樹脂能循環使用。由於再生週期與處理量、重金屬離子濃度、樹脂體積及其工作交換容量等因素有關，故再生週期可由設計參數求得；惟實際操作時應建立操作規範，掌握適當的再生週期。但須注意，樹脂在再生過程中，由於再生效率無法達到 100%，且樹脂會被酸劑或鹼劑氧化，樹脂工作交換容量因而減少，再生週期亦因此而縮短。
- 10d. 如前述，樹脂在使用過程中會逐漸被氧化而喪失作用，因此在處理過程中，若發現處理水質嚴重惡化時，必須檢討是否大部份樹脂已氧化並予以更新。

8.2 管末處理方面

問題 11：廢水處理場負荷突增，放流水質惡化？

原因：11a.鍍件污染質濃度高，清洗水量突增。

11b.高濃度廢液直接或瞬間排入處理系統

11c.廢水進流量變動大

對策：11a.加強廠內管理，對各鍍件來源能掌握污染特性，並選擇適當之清洗方法，如噴洗法、空氣攪拌法之配合，以降低清洗水量。

11b.進行廠內廢水及廢液清查，依各股廢水及廢液污染特性，設置分類收集管路及貯存槽體，再行前處理或定量排入處理系統中；若原收集管線破損者即應更換，避免意外之洩漏。此外，廠內產生高濃度鉻酸廢液，亦可委託經濟部工業局「高濃度電鍍廢液處理示範中心」或資源回收商代為回收處理，以降低廢水處理場負荷。

11c.設置各股廢水之貯存槽或調勻槽，並視需要設置廢水流量控制堰或迴流管，以穩定進流之處理水量。

問題 12：處理設備及槽體腐蝕？

原因：電鍍廢水及廢液具酸鹼性，腐蝕性頗強。

對策：機械設備及鋼鐵槽體接液部份宜使用耐蝕性較佳之不銹鋼材質，並於槽體內壁表面進行防蝕塗裝。RC 槽體可使用耐酸鹼塗料塗裝或內襯耐蝕塑膠板，如聚偏乙烯(PVDF)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)等，惟需特別注意施工技巧，不可有隙縫產生。槽體龜裂處應予修補，並塗刷抗藥劑以防滲漏；滲入地下水造成高濃度重金屬污染之土壤則應適當處理。

問題 13：廢水處理時產生大量泡沫？

原因：13a.前處理脫脂時使用超量的界面活性劑。

13b.廢水中含有溶劑。

13c.廢水處理時，攪拌過於激烈。

13d.處理流程間落差太大，造成衝擊。

對策：13a.選用適當的脫脂劑，並適量添加；使用熱脫脂方式代替冷脫脂程序；可能的情況下配合超音波脫脂以減少脫脂劑添加量。

13b.一般而言，溶劑所造成之 COD 濃度均相當高，同時可能產生泡沫，因此應依據產品之品質需求，使用非溶劑型化學藥品替代溶劑；若無替代品，則應選用低污染度之溶劑，並儘可能減少帶出量，以減少困擾。

13c.廢水處理流程中，各處理單元之目的均不同，故各單元所選用之攪拌方式、機型及速度均異，須謹慎選擇。傳統之化學混凝沉澱法攪拌之目的、攪拌型式及速度如下：

- (1)調勻槽攪拌的目的，在防止懸浮物發生沉積並均勻水質，故需設置攪拌裝置，如散氣式、泵循環式及機械攪拌式等。一般採用散氣式攪拌設備，送風量依調勻槽有效容量每立公尺為 $1\text{m}^3/\text{hr}$ ，惟可視實際廢水情況酌量增減。
- (2)快混槽(混凝槽)攪拌之目的在於使混凝劑與廢水充分混合，需要較強烈之水流，因此速度坡降(G)需較大，一般約為 $300\text{--}1,000\text{sec}^{-1}$ ，攪拌方式可採用螺旋槳型、丁字型、渦輪槳葉之機械攪拌及空氣攪拌設備。
- (3)慢混槽(膠凝槽)攪拌之目的在使膠羽間互相碰撞而凝集成較大之顆粒，並使加入之高分子聚合物能與膠羽作用，促進膠羽之凝集作用，故攪拌速度不宜太快產生強烈水流，以免破壞已形成之膠羽，一般以使用較易控制攪拌速度之設備為主，常見的有以丁字型、柵型攪拌葉之機械攪拌，速度坡降值約為 $20\text{--}80\text{sec}^{-1}$ ；另空氣攪拌方式因不易控制其送風量，不適用於慢混槽。
- (4)放流水 pH 調整槽及加藥槽之攪拌以充分混合為目的，對攪拌之機型較不嚴格，惟常用之機型為螺旋槳型及空氣攪拌法。

13d.各處理槽間應控制適當落差，避免產生泡沫，否則亦需設置噴水設施消泡。

問題 14：放流水 COD 過高？

原因：14a.脫脂槽液管理不當

14b.製程中脫脂廢液及高濃度有機廢液直接或瞬間排入廢水處理場

14c.化學混凝沉澱法對溶解性 COD 之去除率有限

對策：14a.同問題 1

14b.調查及量測分析此類廢液排放頻率、廢液量及污染濃度，並設置單獨收集管線及貯存槽體，再視其排放量及對放流水造成 COD 的影響程度，定量抽入處理場處理或採用其他處理方式。

14c.化學混凝沉澱法處理後，若放流水之 COD 值仍無法符合放流標準，可視需要增設高級處理設備，如活性碳吸附塔等。或將脫脂廢液與化學混凝沉澱法處理後之處理水定量混合，並採用二級生物處理法處理，如接觸曝氣法。

問題 15：放流水銅離子偏高？

原因：15a.高濃度鍍銅槽廢液直接或瞬間排入處理場

15b.含螯合劑、錯化合物（例如 EDTA、酒石酸鹽等）之焦磷酸銅廢水及廢液排入處理廠

15c.操作條件 pH 值控制不當

15d.銅離子氫氧化物膠羽不易沉澱去除

對策：15a.單獨收集貯存，再定量排入處理廠，另應加強對鍍銅槽液的管理及純化工作，避免槽液老化廢棄。

15b.焦磷酸銅廢液及其清洗廢水應單獨收集處理，若與他類廢水及廢液混合，恐將螯合其他類廢水中所含之金屬離子，致使處理上更加複雜。

15c.電鍍廢水中銅離子去除，通常須以中和劑調整 pH 值在 8 以上，以形成不溶性氫氧化物，再作固液分離而去除之。

15d.為提高氫氧化銅的沉降性，可利用二段中和的方法，首先以 NaOH 調整 pH 為 7.0~7.5，再以碳酸鈣提高 pH 為 9~10；或於中和槽加入鐵鹽或明礬等鋁鹽共同使用來沉降銅離子。若因脫脂劑中之矽酸鹽、乳化劑等因素引起膠羽沉降性不良時，可先調整 pH 於 3~5，再使用消石灰為中和劑加以改善。

問題 16：放流水鐵離子偏高？

原因：16a.操作條件 pH 值控制不當

16b.廢水中含有鐵的錯化合物

對策：16a.電鍍廢水中鐵離子主要來自鍍件在前處理過程時所溶解出來，一般與酸鹼廢水及其他重金屬（鉻、化學銅等除外）共同處理，其最適 pH 值須經杯瓶試(jar test)決定之，通常約在 9 ~ 11 左右。

16b.由於電鍍製程前處理液之主要成分為焦磷酸、檸檬酸、草酸及葡萄糖酸等，這類化合物極易與鐵離子形成錯化合物，若用 NaOH 來調整廢水之 pH 值，則對鐵的錯化合物之去除率非常有限，將無法使鐵離子符合放流水標準，其解決方法為將廢水 pH 值調整至 9.5 左右，再添加適量的氯化鈣或直接以消石灰調整其 pH 值即可。

問題 17：放流水油脂含量偏高？

原因：17a.廢水中油脂含量高

17b.廢水處理流程中未設置適當之處理設施

對策：17a.為降低廢水中油脂之含量，須從發生源防止外洩，可行之對策有：

- (1)預防廠內鍍液過濾機及其他機具機油之外洩，故須定期進行維護、保護工作，萬一外洩時先行以吸油布等材質進行吸附。
- (2)使用油水分離型的脫脂劑分離油脂，再單獨進行處理。
- (3)依鍍件性質將脫脂程序分成多段處理，而於溢流槽中進行油水分離的工作。

17b.在前處理廢水貯槽中，設置油水分離池及浮油撇除設施。

問題 18：放流水中六價鉻偏高？

原因：18a.廢水中六價鉻離子濃度偏高

18b.還原槽水力停留時間不足，無法有效處理。

18c.還原槽之流入口及流出口位置不適當，造成短流。

18d.還原劑添加量不足或加藥處設置不當無法發揮其功效。

18e.過量之氧化劑使三價鉻再氧化成六價鉻。

對策：18a.同問題 5

18b.進行廠內清查，建立廠內廢水及廢液的污染質和污染量資料，據以評估各製程單元用水的合理性，及研擬可行之減廢措施，以減少廢水之產生。由於減少用水量，相對造成廢水污染濃度提高，尤其是 COD 項目，是否會影響處理水水質，應依清查資料及廢水處理場之處理功能進行判斷，再著手執行減少製程用水。若廢水量仍高於處理設備之正常負荷，短期內可增設適當容量之貯存槽將廢水先行貯存，再以延長操作時間之方式處理；日後則可依清查資料推估工廠單位產品污染量及污染質，並考量未來產能擴充程度，再行擴建廢水處理場。

18c.還原槽（反應槽）之進流口及出流口位置，需就其水力條件作最佳的配置，以使水流途徑最長；可將流入管延伸至槽底或於流入口處增設檔板，以維持適當的停留時間，促進充分之反應。

18d.藉由控制適量之 pH 及 ORP 值以添加適量之還原劑，確保處理成效。理論上選用 1 公斤之鉻所需之還原劑(NaHSO_3)為 3 公斤，而實際量比理論值要高，然而過剩之還原劑將影響 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 之生成，一般採用理論值 2 倍的還原劑。加藥處則宜位於進流口處，使化學藥劑能與處理水充分混合，發揮其功能。

18e.控制氰系廢水氧化時之氧化劑添加量，避免過剩的氧化劑殘留於處理水中，造成後續處理單元將三價鉻再氧化成六價鉻；同時兩股廢水前處理後匯流時應能充分調勻。

問題 19：放流水氰離子濃度偏高？

原因：19a.氧化槽水力停留時不足，無法有效處理。

19b.氧化槽之進流口及出流口位置不適當，造成短流。

19c.採用一段氧化方式，反應不完全。

19d.製程改善後，廢水收集管線及槽體中仍含有氰化物。

對策：19a.同問題之 18b.

19b.同問題之 18c.

19c.改用二段氧化方式，分別控制適當之 pH 及 ORP 值，以符合操作

環境。第一段反應 pH 在 10.5 以上，氧化電位在 300mV 以上；第二段反應 pH7，氧化電位在 600mV；並控制適當加藥量，使其反應更完全，理論上 1 公克 CN^- 完全氧化需 7.2 克的 NaOCl ，而實際上所需氧化劑應比理論值高 10~25%。

19d. 避免使用含氰化物之脫脂劑。徹底清洗所有廢水收集管線及處理槽體，清洗水則須做適當處理，直到放流水檢測不到氰化物存在為止。原庫存之氰化物原料亦需妥善處理，需貯存時不可造成洩漏現象。

問題 20：放流水鎳離子濃度偏高？

原因：20a. 廢水中鎳離子濃度偏高

20b. 鎳離子與螯合劑產生螯合現象

20c. 快混槽 pH 值控制不當

對策：20a. 同問題 4

20b. 脫脂單元所使用之脫脂槽液常含有螯合劑的成份，如 EDTA，這類化合物極易與鎳形成錯化合物，若用 NaOH 來調整廢水之 pH 值，則對鎳的錯化合物之去除率非常有限，將無法使鎳離子符合放流水標準。因此，高濃度的脫脂廢液與鎳廢液應分別收集貯存，避免混合貯存而產生螯合現象；鎳廢液宜考慮以高質傳電解設備電解回收鎳金屬。

20c. 含鎳離子廢水處理時，其最適 pH 值範圍為 10~10.5，惟含鎳廢水均與酸鹼廢水及其他重金屬（鉻、化學銅等除外）共同處理，其操作時之 pH 值經杯瓶試驗後決定，致使 pH 控制不利於鎳離子之去除，因而影響處理成效，改善方式可設置離子交換系統處理之。

問題 21：放流水之 pH 值偏高或偏低？

原因：21a.放流水未調整 pH 值即放流

21b.pH 電極未定期保養及校正

21c.加藥系統故障或藥品耗盡

對策：21a.電鍍廢水係於鹼性條件下去除重金屬，故於放流前需調整 pH 值至管制標準(pH6~9)內，始可放流。

21b.對量測設備應充分認識，並依據操作維護手冊，指定專人定期保養電極、補充內部液及校正工作，同時作成記錄以便監督考核。

21c.慎選合適之加藥系統，尤其需能耐強酸、鹼，並指定專人定期進行保養、維修工作；藥品槽在藥液儲存量減少時，應即對減少部份作補充，並特別注意添加技巧，尤其是硫酸溶液的配製必須注滿水後，再倒入硫酸，以免發生危險。

問題 22：調勻槽無法發揮調節廢水流量及均勻水質之功能？

原因：22a.設計容量不足

22b.未做適當攪拌

22c.送入後續處理單元之流量不穩定

對策：22a.清查量測廠內各股廢水及廢液之廢水量、廢水質及排放頻率，並配合製程減廢之預期成效及將來產能擴充程度，進行調勻槽容量之擴充。

22b.設置攪拌裝置，如散氣設備、泵循環設置及機械攪拌設備等，藉以調勻水質及防止固體物沉積池底，一般採用散氣式攪拌設備，每噸廢水所需之攪拌風量約為 1m/hr。

22c.調整調勻槽流量使能均勻送水入後續處理設施，以穩定各處理單元之處理成效。一般調勻槽調整流量之方法有下列三種：

(1)泵定量抽送法（圖 8.2-1）

泵定量抽送方法，設置之定量泵容量必須符合計畫廢水量。若設置容量不當，會因調勻槽水位變化導致揚水量發生變化，則必須設置分水計畫槽替代之。

(2) 泵輸送管上設分叉管 (圖 8.2-2)

本法為於泵之輸送管上設分叉管，則調勻槽之廢水，經泵抽送流經設定一定開口度之固定閥，超過部份之流量則迴流至調勻槽，以調節流量之方法。惟本法在閥之裝置部份常有發生阻塞的問題，並非一良好的方法。

(3) 分水計量槽分水法 (圖 8.2-3)

本法是使調勻槽之廢水藉泵揚升送入設有三角堰或矩形堰之分水計量槽，而使一定之廢水自堰溢流入後續處理設施之方法。本法為使溢流量一定，必須使分水計量槽內的水位保持一定，因此除分水計量送入用之堰外，尚需設置將超量廢水迴流入調勻槽之堰。

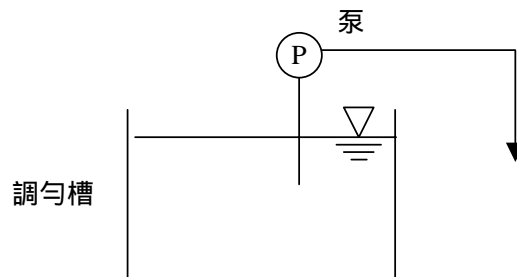


圖 8.2-1 泵定量抽送方式

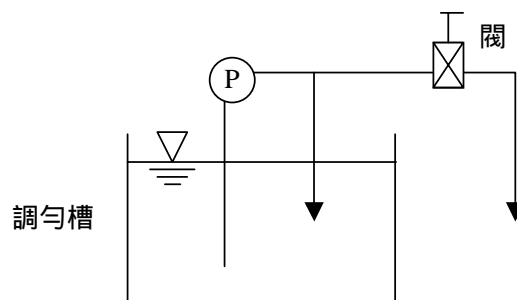


圖 8.2-2 輸送管設分叉管方式

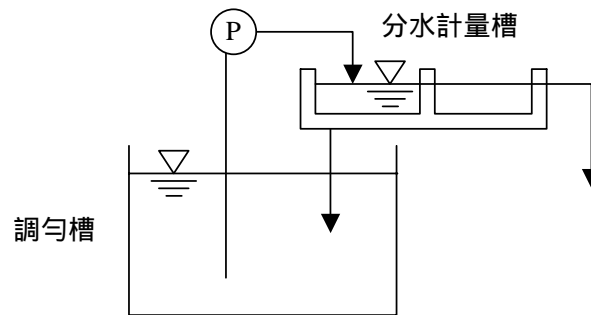


圖 8.2-3 分水計量槽分水方式

問題 23：pH 調整槽出水之 pH 值不穩定？

原因：23a.進流廢水之 pH 值過低

23b.pH 調整槽之進流口及出流口位置不當，造成短流現象。

23c.進流廢水量過大

23d.酸、鹼藥液濃度不足，或未設警報裝置，未能及時補充藥劑。

23e.加藥管線配置不當

23f.加藥位置不當

23g.pH 電極未做定期保養及校正

23h.設計容量不足

對策：23a.避免製程高濃度廢棄槽液直接或瞬間排入處理場，宜設置單獨收集管線及貯存槽體，再行前處理或以定量泵均量地抽入處理系統中。

23b.pH 調整槽之進流口及出流口位置，需就其水力條件作最佳的配

置，以使水流途徑最長，可將流入管延伸至槽底或於流入口處增設擋板以維持適當的停留時間。

23c.依據 pH 調整槽之有效容量，調整廢水進流量，使其維持於適當的水力停留時間，達到 pH 充分調整之目的。

23d.可將藥液濃度提高或調高加藥機之抽送量，並設置液位計及警報裝置解決之。

23e.採用電磁閥控制酸、鹼加藥時，當電磁閥關閉以後，配管中所殘留之藥液會持續排滴於槽中，造成加藥量過多。改善方法可儘量縮短電磁閥以後之加藥管線長度或改用定量加藥機。

23f.藥液注入管口宜設於廢水進流處，且其管口末端不可浸沒於水中。

23g.依據 pH 計操作維護手冊，專人定期保養電極、補充內部液及校正工作。

23h.增設 pH 調整槽。

問題 24：膠凝槽膠羽形成不佳？

原因：24a.含錯化合物之廢水及廢液排入處理場。

24b.膠凝機型式選用不適，攪拌速度太快或太慢。

對策：24a.同問題 20b.

24b.由於助凝劑具有黏稠性，為使其均勻分散於廢水中，最理想的方法為快混槽（添加混凝劑）之後另設一快混槽或將助凝劑注入於設有擋板之膠凝槽流入口處，藉其水流衝擊，可獲得良好的分散效果，再經膠凝機慢速攪拌使膠羽間相互碰撞而凝集成較大膠羽，膠凝機之攪拌速度不宜太快以免破壞已形成之膠羽，常用的膠凝機有明輪式及柵式，並宜具有可變速之功能；空氣攪拌方式因不易控制其送風量，不適用於膠凝槽。

問題 25：沉澱槽污泥上浮或出流水中含有漂浮膠羽？

原因：25a.脫脂廢液未經前處理即直接或瞬間排入處理場中，造成混凝效果不佳，所形成之膠羽相當微細，因而伴隨溢流水排出。

25b.沉澱槽表面水力負荷過高

25c.沉澱槽設計不佳：溢流堰設計不佳、未設置整流筒(整流板)、水平流沉澱池污泥進流量不同、沉澱池底部平坦致集泥效果不佳。

25d.膠凝槽至沉澱槽之水位設計不當或以泵浦抽送，使已形成之粗大膠羽再度被破壞。

25e.沉澱槽污泥累積過多，造成沉澱槽水力停留時不足。

對策：25a.同問題 20b.

25b.沉澱槽表面水力負荷就是沉澱槽之單位表面積於單位時間內所處理之水量，亦即處理水上升速度之近似值，其值越大，代表水之上升速度越快，一般化學混凝沉澱槽之溢流率以 $20 \sim 30 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ day}$ 為宜。

25c.沉澱池設計不佳將直接造成污泥上浮之現象，針對可能之狀況及因應方式如下：

- (1)溢流堰為穩定沉澱槽內水流流況不可缺之設備，可避免槽內發生偏流現象而擾動已沉降之污泥，故溢流堰之構造宜能維持水平，使處理水均勻全面地溢流排出。
- (2)沉澱槽未設置整流筒(整流板)時，金屬氫氧化物膠羽自沉澱池之某一點流入，至沉澱槽內局部性流速過大，膠羽沉澱效率差。改善方式應依沉澱槽型式，於膠羽流入處設置整流筒或整流板，使膠羽流入槽內時不被揚起而隨澄清水流出。一般整流筒設置深度約為水位下 1.0~1.5 公尺處。
- (3)水平流沉澱槽因污泥流入處位於第一槽處，容易造成污泥進流量集中於第一槽及流量不均之現象而影響處理成效，基本上不應有此種設置。改善方式應增加第一槽之排泥頻率，並將原污泥管改變成分歧管，以增加污泥進流處，使各槽之污泥進流量儘可能相同。
- (4)沉澱池底部平坦致集泥效果不佳、污泥揚升，排泥困難。改善方式依沉澱槽狀況而異：

高度足夠之沉澱槽：將沉澱槽改為具有 60 度角漏斗狀之池底；必要時需設置整流板及溢流堰，以達到改善之效果。

高度不足之長方形沉澱槽：基本上不應有此類型之設計。

為了提昇處理成效，應於污泥進流處設置檔板並增設溢流堰，以降低溢流堰負荷，而避免污泥上浮並去除死角。改善方式如圖 8.2-4。

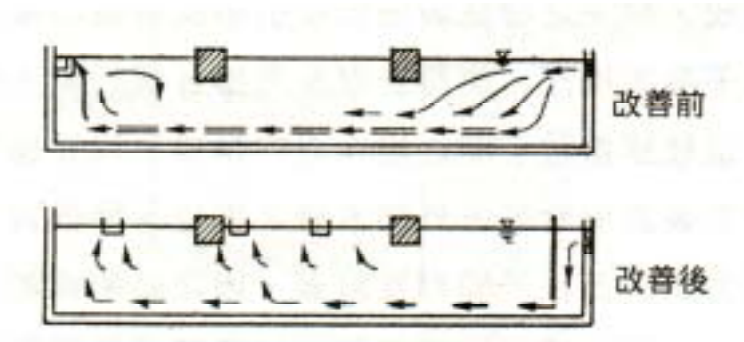


圖 8.2-4 長方形平底沉澱槽改善方式

25d. 膠凝槽中已凝聚形成的膠羽，假如在輸送至沉澱槽途中被破壞，則將影響沉澱槽固液分離效果。因此完成膠羽反應之廢水不宜以泵浦輸送至沉澱槽，應採重力流方式，其流速須低於 0.3m/sec。

25e. 選用適當之化學藥品及適量之添加量，以減少污泥產生量，並增加排泥次數。

問題 26：沉澱槽排泥困難？

原因：26a. 池底坡度不足

26b. 排泥方式不佳

26c. 污泥泵選用不當

26d. 排泥管線阻塞

對策：26a. 沉澱污泥之集泥方法有藉重力集泥斗或刮泥設備，一般池體內徑或邊長小於 5m 者，可採用集泥斗式沉澱槽，較大之池體則須設

置刮泥設備。集泥斗式沉澱槽之池底坡度應達 60° 以上，且集泥斗底部不宜過大，其直徑或邊長以 0.3 ~ 0.5m 為宜。

26b.長方形沉澱槽之底部含有兩組以上之污泥集泥斗時，由於愈靠近流入口之集泥斗污泥量愈多，反之則愈少，故設計上須分別獨立排泥，否則污泥因水力關係無法均勻沉降於各組污泥斗中，即會造成排泥時，一組污泥斗污泥尚未排空而另一組已開始排出清水之困擾。

26c.因電鍍廢水具有腐蝕性，污泥泵不宜採用沉水式，並採用耐酸鹼材質為宜，以免腐蝕造成故障。

26d.(1)設置清洗設備

(2)調整管線配置方式，降低摩擦損失，加大水力坡降或增加排泥泵動力。

(3)提高排泥頻率，避免污泥因壓密而過於黏稠，及污泥於管線中成塊淤積之機會。

問題 27：處理設施操作維護不良？

原因：27a.pH、ORP 電極污損，或裝置不注意，電極內部液不足、控制盤設置位置不當

27b.藥液槽容量不足且未設置警報裝置，未能及時補充

27c.化學藥品洩漏、管線中殘留藥液洩漏

對策：27a.對量測設備應充分認識，並應製作操作要點，同時應指定專人定期保養電極及內部液，並作成紀錄。若控制盤設置於室外，因易受雨淋、車輛振動等影響而受損，應儘可能設置於室內或不易受影響之處所。

27b.在空間足夠之情形下，應依據廢水量及加藥量設置視窗容積之藥液槽，且需指定專人定期巡查與補充。藥液槽外部宜設置透明液位計，以方便人員巡查；此外，亦應設置警報裝置，以方便及時掌握狀況，避免因藥液用盡而影響處理成效。藥液槽外部設置透明液位計方式如圖 8.2-5。

27c.化學藥品洩漏可分為藥液槽及加藥機或管線之洩漏，因應對策如下：

- (1)藥液槽應設置防液堤及收集陰井，且其承接有效體積應高於藥液槽之體積，一旦洩漏時應立即以泵輸送至處理系統處理。藥液槽週邊地面應塗佈耐酸鹼材質(如玻璃纖維或環氧樹脂)，以避免造成污染。
- (2)依據藥液之特性選擇適當之加藥機或管線材質，並指定專人定期檢修。以電磁閥控制加藥機啟動之系統，當電磁閥關閉時配管中殘留之藥液常發生洩漏，且電磁閥常因固體物阻塞造成加藥量增加之困擾；改善方法為於藥液槽內設置網狀濾篩，並將電磁閥改裝為變速泵，且需設置於反應槽之附近，將注入口向上提高，以減少殘留藥液之滴出。



圖 8.2-5 藥液槽外部設置透明液位計

附件一 我國工業發展概況

我國四十年來，工業發展即崇尚全民自由創業之精神，並對僑外投資與本國事業一視同仁。近年來加強推動國際化、自由化政策之結果，工業方面無論就生產限制、進口管制或關稅保護各方面來看，其自由化程度較之工業化國家已毫不遜色。獎勵投資條例實施 30 年於民國 79 年底屆滿，政府針對全面促進工業升級之需要，特研訂「促進產業升級條例」，塑造優良租稅環境，以資配合。惟近年來我國經濟正面臨轉型期，產業技術之提升與發展益發重要，為配合整體經濟發展，促進新興重要策略性產業之投資及技術引進，並解決工業用地取得之實際困難，爰擬具促進產業升級條例修正案，並於 88 年 12 月 31 日經總統令公布施行。

一、租稅概況

- (一) 營利事業所得稅最高稅率為 25%；綜合所得稅最高稅率為 40%(自 87 年 1 月 1 日起實施兩稅合一後，營利事業所得稅可於綜合所得稅中扣抵)。
- (二) 現行進口貨品平均關稅名目稅率 8.20%，其中工業產品為 6.03%，農業產品為 20.02%。
- (三) 加值營業稅稅率為 5%。
- (四) 進出口貨品均需繳納進出口價格 0.3%之商港建設費。

二、獎勵措施

(一) 自動化獎勵

- 購買一般自動化設備及技術，得就購置成本依下列比例抵減營利事業所得稅：生產技術 10%，國產設備 20%，進口設備 10%。
- 購買自動化機器設備之投資計畫，可獲低利融資貸款。

(二) 研究發展之獎勵

- 公司為研究與發展新產品、改進生產技術、改進提供勞務

技術及改善製程所支出之費用，得按 25%，抵減營利事業所得稅。

- 公司專供研究發展、實驗或品質檢驗用之儀器設備得按二年加速折舊。
- 民間事業研究開發工業新產品，可申貸開發費用配合款。如開發之產品係屬主導性產品可另申請核撥補助款。
- 傳統性工業相關業者開發新產品新製程技術之計畫，可申請專家輔導及補助。
- 符合工廠管理規定之製造業及技術服務業，為開發新產品、改良品質、提高生產力、節約能源、促進廢物利用或改進製造方法，經經濟部核准進口國內無產製之機器設備及專供研究實驗或品質檢驗之儀器設備，免徵進口關稅。

(三) 人才培訓之獎勵

- 公司為培育受雇員工，辦理或指派參加與公司業務相關之訓練活動費用，得在 25% 限度內抵減當年營利事業所得稅。

(四) 新興重要策略性產業之獎勵

- 投資於新興重要策略性產業之法人股東，得就其取得股票價款之 20% 限度內，抵減營利事業所得稅，個人股東得就其取得股票價款之 10% 限度內抵減個人綜合所得稅額。
- 新興重要策略性產業於其股東開始繳納股票價款之當日起 2 年內，得經其股東會同意選擇適用 5 年免徵營利事業所得稅，放棄前述股東投資抵減之優惠。

(五) 改善污染防治之獎勵

- 得就防治污染設備或技術購置成本抵減營利事業所得稅：國產部分 20%，進口部分 10%，技術 5%。
- 凡專供空氣污染防治設備、噪音防治設備、振動防治設備、環境監測設備、水污染防治設備及廢棄物清理設備(零配件在內)等經證明用途屬實者，免徵進口關稅。

- 污染防治之投資計畫、污染防治工程及廢棄物處理之投資計畫，可適用低利融資貸款。

(六) 節約能源之獎勵

- 投資於利用新及淨潔能源、節約能源或提高能源使用效率之設備或技術，得按支出金額 5%~20% 限度內抵減營利事業所得稅。
- 節約能源之投資計畫，可獲低利融資貸款。
- 為節約能源或利用新及淨潔能源購買之機器設備，可節省或代替能源者，得按二年加速折舊。

(七) 溫室氣體排放量減量之獎勵

- 投資於溫室氣體排放量減量之設備或技術，得按支出金額 5%~20% 限度內抵減營利事業所得稅。

(八) 資源回收之獎勵

- 投資於資源回收設備或技術，得按支出金額 5%~20% 限度內抵減營利事業所得稅。

(九) 工業用水再利用之獎勵

- 投資於工業用水再利用之設備或技術，得按支出金額 5%~20% 限度內抵減營利事業所得稅。

(十) 合併之獎勵

公司為促進合理經營，由經濟部專案核准合併，可享受下列各項之獎勵優惠：

- 因合併而發生之印花稅、契稅一律免徵。
- 土地移轉發生之土地增值稅准予記存。
- 出售原供該事業直接使用之機器、設備、土地、廠房等，其出售所得價款，全部用於或抵付該合併計畫所購機器、設備、土地、廠房者，免徵印花稅及契稅。
- 出售原供該事業直接使用之廠地，另於工業區或政府編定之工業用地內購地建廠，其所購土地地價，超過原出售地

價扣除繳納土地增值稅後之餘額者，得就其已納土地增值稅額內，申請退還其不足支付所購土地價之數額。

- 存續或新設公司得承受消滅公司原享有之租稅減免，但以抵減原消滅公司之稅額為限。

三、資金融貸

(一)融資優惠

為積極推動工業發展、加速工業升級、促進經濟之持續成長，業由行政院開發基金提撥專款搭配承作銀行自有資金辦理各項專案低利貸款，計有「購置自動化機器設備優惠貸款」、「輔導中小企業企業升級貸款」、「民營事業污染防治設備貸款」等。

由郵政儲金中提撥資金辦理「中長期資金貸款計畫」，凡民間投資計畫金額達新台幣二億元以上者，可申請該貸款計畫。

(二)資金取得

為協助科技事業發行上市或上櫃股票，訂定「經濟部工業局受託提供科技事業申請產品開發成功且具市場性評估意見作業要點」。該要點明定科技事業應符合之條件、審議委員會組織及審議會議召開方式等規定。

另行政院 88 年 11 月 17 日將網際網路工業之目的事業主管機關歸屬於工業局，本局於 89 年 3 月修訂上述要點，增訂網際網路公司亦得申請適用。

四、技術與人力資源充裕

我國由於教育普及，政府在研究發展方面積極投入，技術及人力資源充裕，深具發展潛力。基礎教育方面，高級人力投入就業市場之來源相當充裕。另為提高現有人力之素質，勞委會職訓局及本局皆配合工業發展需要，結合大專院校及研究機構積極進行製造業所需技術人力之職業訓練及在職訓練，每年培訓技術工及從業人員約十萬人次，高級技術人才約二萬二千人次。

在研究發展方面，90 年度全國科技預算為新台幣 516.7 億

元，經濟部投入新台幣 218.2 億元，其中經濟部技術處依據「經濟部科技研究發展專案計畫管理辦法」提撥新台幣 172.4 億元，委託工研院等研究機構進行未來工業發展所需技術之研究與開發。另本局亦編列新台幣 34.98 億元，配合研究機構及公會進行技術研究成果之推廣，及實際應用之輔導。政府所屬之重要研究機構計有工業技術研究院、資訊工業策進會、生物科技發展中心、聯合船舶設計及發展中心、中國紡織工業研究中心、金屬工業發展中心、中國生產力中心及食品工業研究所等，擁有技術人員約一萬人，對協助民間開發新技術甚有助益。

五、規劃設置完善之工業區

台灣地區土地資源有限，而工業用地又係工業發展之基礎，為便於投資者取得設廠需用土地，政府分別於民國 49 年及 80 年訂定獎勵投資條例及促進產業升級條例為執行法令依據，協助政府與民間從事工業區土地取得、規劃、開發及管理。30 餘年來，依法開發完成之工業區共 88 處，面積 11,895 公頃，開發中之工業區 33 處，面積 23,633 公頃；編定中 18 處，面積 3,225 公頃。上開完成開發之工業區中由本局管轄者 55 處，已提供 10,329 家廠商設廠用地及 47 萬個製造業員工就業機會，充分達成帶動地方發展及促進台灣地區製造業之成長。未來基於台灣地區工業長期發展需要，依據促進產業升級條例及工業區設置方針，於雲林及彰化沿海等地區劃設離島式基礎工業區與綜合工業區，於雲林及台南等地劃設科技工業區，並於花蓮劃設綜合性工業區，並鼓勵地方政府及民間自行申請編定工業區。新增之工業區開發完成，應可符合國內工業發展用地之長期需求。為推動發展無污染、高附加價值之知識密集產業，本局乃致力規劃智慧型工業園區及科技工業區。其中軟體工業園區目前積極於台北市南港區辦理開發作業中，另雲林與台南二處科技工業區亦於 85 年度起動工興建，並於 86 年 11 月起陸續辦理分區預售，現正積極辦理全區環境之塑造和加強廣宣促銷作業。

另由行政院國家科學委員會依據科學園區設置管理條例開發完成並管理之科學工業園區計二處，面積約 709 公頃，規劃開發

中尚有三處，面積約 1,978 公頃。由經濟部加工出口區管理處依據加工出口區設置管理條例開發完成並管理之加工出口區共三處，面積約 192 公頃，規劃開發中之倉儲轉運專區共約 5 處，面積約 402.3 公頃。

六、國家資訊通訊基本建設

為有效掌握時代的脈動，普及國內資訊網路的建設與應用，於民國 83 年 8 月成立行政院「國家資訊通信基本建設專案推動小組」（簡稱 NII 小組），推動國內資訊網路的建設與資訊科技的創新應用。

復於民國 86 年 12 月核定「國家資訊通信基本建設專案推動方案」以期作為我國 NII 推動的政策依據。NII 推動方案制訂了我國 NII 的推動的策略、重要措施以及分工與時程。

在政府與民間的合作共同推動下，我國 NII 已有具體成果。在網際網路上網使用方面，網際網路上網用戶由民國 85 年 6 月之 50 萬戶，成長至 89 年 12 月止之 626 萬戶，成長約 13 倍。截至 90 年 3 月，我國政府、工商等各單位建置的網際網路連網主機約 135 萬個，較 85 年初的四千多個，成長 340 倍。

在網路建設方面，86 年中的網路頻寬不及 70Mbps，89 年 12 月的頻寬達 2,136Mbps，共成長 4 倍多。國內網路建設方面，已完成全區 16 話價區及四個離島之網路節點建設，ADSL 服務之供裝範圍可涵蓋全國 97%。

國家資訊基本建設係為工業發展環境之一環，該建設將可促使廠商之經營環境更完善，亦能在跨入電子化之時代，創造更有效率的經營環境模式。

附件二 促進產業升級條例

中華民國八十八年十二月三十一日

華總(一)義字第八八 三一八八二 號令修正公布

第一章 總則

第一條 為促進產業升級，健全經濟發展，特制定本條例。

本條例所稱產業，指農業、工業及服務業等各行業。

第二條 促進產業升級，依本條例之規定；本條例未規定者，適用其他有關法律之規定。但其他法律規定較本條例更有利者，適用最有利之法律。

第三條 本條例所稱公司，指依公司法設立之公司。

第四條 本條例所稱工業主管機關：在中央為經濟部工業局；在直轄市為直轄市政府建設局；在縣（市）為縣（市）政府。

本條例所定事項，涉及各目的事業主管機關職掌者，由各目的事業主管機關會同相關主管機關辦理。

第二章 租稅減免

第五條 公司購置專供研究與發展、實驗或品質檢驗用之儀器設備及節約能源或利用新及淨潔能源之機器設備，得按二年加速折舊。但在縮短後之耐用年數內，如未折舊足額，得於所得稅法規定之耐用年數內一年或分年繼續折舊，至折足為止。

前項加速折舊之核定機關、申請期限、申請程序及其他相關事項，由行政院定之。

第六條 為促進產業升級需要，公司得在下列用途項下支出金額百分之五至百分之二十限度內，抵減當年度應納營利事業所得稅額；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之：

- 一、投資於自動化設備或技術。
- 二、投資於資源回收、防治污染設備或技術。
- 三、投資於利用新及淨潔能源、節約能源及工業用水再利用之設備或技術。
- 四、投資於溫室氣體排放量減量或提高能源使用效率之設備或技術。

公司得在投資於研究與發展及人才培訓支出金額百分之五至百分之二十五限度內，抵減當年度應納營利事業所得稅額；公司當年

度研究發展支出超過前二年度研發經費平均數，或當年度人才培訓支出超過前二年度人才培訓經費平均數者，超過部分得按百分之五十抵減當年度應納營利事業所得稅額；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之。

前二項之投資抵減，其每一年度得抵減總額，以不超過該公司當年度應納營利事業所得稅額百分之五十為限。但最後年度抵減金額，不在此限。

第一項及第二項投資抵減之適用範圍、核定機關、申請期限、申請程序、施行期限、抵減率及其他相關事項，由行政院定之。

投資抵減適用範圍，應考慮各產業實際能力水準。

第七條 為促進產業區域均衡發展，公司投資於資源貧瘠或發展遲緩鄉鎮地區之一定產業，達一定投資額或增僱一定人數員工者，得按其投資金額百分之二十範圍內，抵減當年度應納營利事業所得稅額；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之。

前項地區、產業別、投資額、僱用員工人數、核定機關、申請期限、申請程序及其他相關事項，由行政院定之。

第八條 為鼓勵對經濟發展具重大效益、風險性高且亟需扶植之新興重要策略性產業之創立或擴充，營利事業或個人原始認股或應募屬該新興重要策略性產業之公司發行之記名股票，持有時間達三年以上者，得依下列規定抵減其當年度應納之營利事業所得稅額或綜合所得稅額；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之：

一、營利事業以其取得該股票之價款百分之二十限度內，抵減應納之營利事業所得稅額。

二、個人以其取得該股票之價款百分之十限度內，抵減應納之綜合所得稅額；其每一年度之抵減金額，以不超過該個人當年度應納綜合所得稅額百分之五十為限。但最後年度抵減金額，不在此限。

前項第二款之抵減率，自八十九年一月一日起每隔二年降低一個百分點。

第一項新興重要策略性產業之適用範圍、核定機關、申請期限、申請程序及其他相關事項，由行政院召集相關產業界、政府機關、學術界及研究機構代表定之，並每二年檢討一次，做必要調整及修正。

第九條 公司符合前條新興重要策略性產業適用範圍者，於其股東開始繳納股票價款之當日起二年內得經其股東會同意選擇適用免徵營利

事業所得稅並放棄適用前條股東投資抵減之規定，擇定後不得變更。

前項選擇適用免徵營利事業所得稅者，依下列規定辦理：

- 一、屬新投資創立者，自其產品開始銷售之日或開始提供勞務之日起，連續五年內免徵營利事業所得稅。
- 二、屬增資擴展者，自新增設備開始作業或開始提供勞務之日起，連續五年內就其新增所得，免徵營利事業所得稅。但以增資擴建獨立生產或服務單位或擴充主要生產或服務設備為限。

第二項免徵營利事業所得稅，得由該公司在其產品開始銷售之日或勞務開始提供之日起，二年內自行選定延遲開始免稅之期間；其延遲期間自產品開始銷售之日或勞務開始提供之日起最長不得超過四年，延遲後免稅期間之始日，應為一會計年度之首日。公司以未分配盈餘轉增資，其增資計畫符合第八條規定之適用範圍者，準用第二項及第三項之規定。

第十條 依前條規定適用免徵營利事業所得稅之公司，在免稅期間內，設備應按所得稅法規定之固定資產耐用年數逐年提列折舊。適用免徵營利事業所得稅之事業於免稅期間屆滿之日前，將其受免稅獎勵能獨立運作之全套生產或服務設備或應用軟體，轉讓與其他事業，繼續生產該受獎勵產品或提供受獎勵勞務，且受讓之公司於受讓後符合第八條新興重要策略性產業適用範圍者，其原免稅期間未屆滿部分之獎勵，得由受讓之公司繼續享受。前項情形，轉讓之公司於轉讓後不符合第八條之新興重要策略性產業適用範圍者，應終止其未屆滿之免稅獎勵。

第十一條 中華民國國民以自己之創作或發明，依法取得之專利權，提供或出售予中華民國境內公司使用，經目的事業主管機關核准者，其提供該公司使用所得之權利金，或售予該公司使用所得之收入，百分之五十免予計入綜合所得額課稅。

第十二條 公司進行國外投資經目的事業主管機關核准者，得按國外投資總額百分之二十範圍內，提撥國外投資損失準備，供實際發生投資損失時充抵之。適用前項國外投資損失準備之公司，以進行國外投資總股權占該國外投資事業百分之二十以上者為限。公司依第一項提撥之國外投資損失準備，在提撥五年內若無實際投資損失發生時，應將提撥之準備轉作第五年度收益處理。

第一項公司因解散、撤銷、廢止、合併或轉讓依所得稅法規定計算清算所得時，國外投資損失準備有累積餘額，應轉作當年度收益處理。

第十三條 非中華民國境內居住之個人及在中華民國境內無固定營業場所之營利事業，依華僑回國投資條例或外國人投資條例申請投資經核准者，其取得中華民國境內之公司所分配股利或合夥人應分配盈餘應納之所得稅，由所得稅法規定之扣繳義務人於給付時，按給付額或應分配額扣繳百分之二十，不適用所得稅法結算申報之規定。

非中華民國境內居住之個人，經依華僑回國投資條例或外國人投資條例核准在中華民國境內投資，並擔任該事業之董事、監察人或經理人者，如因經營或管理其投資事業需要，於一課稅年度內在中華民國境內居留期間超過所得稅法第七條第二項第二款所定一百八十三天時，其自該事業所分配之股利，得適用前項之規定。

第十四條 外國營利事業依華僑回國投資條例或外國人投資條例核准在中華民國境內投資者，該外國營利事業之董事或經理人及所派之技術人員，因辦理投資、建廠或從事市場調查等臨時性工作，於一課稅年度內在中華民國境內居留期間合計不超過一百八十三天者，其由該外國營利事業在中華民國境外給與之薪資所得，不視為中華民國來源所得。

第十五條 公司為促進合理經營，經經濟部專案核准合併者，依下列各款規定辦理：

- 一、因合併而發生之印花稅及契稅一律免徵。
- 二、原供該事業直接使用之用地隨同一併移轉時，經依法審核確定其現值後，即予辦理土地所有權移轉登記，其應繳納之土地增值稅，准予記存，由合併後之事業於該項土地再移轉時，一併繳納之；合併之事業破產或解散時，其經記存之土地增值稅，應優先受償。
- 三、依核准之合併計畫，出售原供該事業直接使用之機器、設備，其出售所得價款，全部用於或抵付該合併計畫新購機器、設備者，免徵印花稅。
- 四、依核准之合併計畫，出售原供該事業直接使用之廠礦用土地、廠房，其出售所得價款，全部用於或抵付該合併計畫新購或新置土地、廠房者，免徵該合併事業應課之契稅及印花稅。

五、因合併出售原供該事業直接使用之工廠用地，而另於工業區、都市計畫工業區或於本條例施行前依原獎勵投資條例編定之工業用地內購地建廠，其新購土地地價，超過原出售土地地價扣除繳納土地增值稅後之餘額者，得向主管稽徵機關申請，就其已納土地增值稅額內，退還其不足支付新購土地地價之數額。

六、前款規定於因生產作業需要，先行購地建廠再出售原工廠用地者，準用之。

前項第三款至第六款機器、設備及土地廠房之出售及新購置，限於合併之日起二年內為之。

公司依第一項專案合併，合併後存續或新設公司得繼續承受消滅公司合併前依本條例已享有而尚未屆滿或尚未抵減之租稅獎勵。但適用免徵營利事業所得稅之獎勵者，應繼續生產消滅公司合併前受獎勵之產品或提供受獎勵之勞務，且以合併後存續或新設公司中，屬消滅公司原受獎勵且獨立生產之產品或提供之勞務部分計算之所得額為限；適用投資抵減獎勵者，以合併後存續或新設公司中，屬消滅公司部分計算之應納稅額為限。

第十六條 公司為調整事業經營，將其能獨立運作之生產或服務設備及該設備坐落之土地轉投資，其投資之事業仍繼續以提供原產品或勞務為主或提供較原產品、勞務附加價值為高之產品或勞務，且公司持有該投資事業之股權達百分之四十以上，其轉投資應納之土地增值稅由公司提供合於稅捐稽徵法第十一條之一規定之相當擔保，經土地所在地直轄市或縣(市)政府，依地方自治法規核准者，得就該土地應繳納之土地增值稅，按其轉投資之股權比例予以記存。

前項公司持有投資事業之股權低於百分之四十，或其投資之事業將該土地再移轉，或未能繼續以提供原產品或勞務為主或提供較原產品、勞務附加價值為高之產品或勞務時，公司應補繳記存之土地增值稅。

第十七條 公司因下列原因之一，遷廠於工業區、都市計畫工業區或於本條例施行前依原獎勵投資條例編定之工業用地，其原有工廠用地出售或移轉時，應繳之土地增值稅，按其最低級距稅率徵收：
一、工廠用地因都市計畫或區域計畫之實施，而不合其分區使用規定者。

二、因防治污染、公共安全或維護自然景觀需要，主動申請遷廠，並經主管機關核准者。

三、經政府主動輔導遷廠者。

依前項規定遷建工廠後三年內，將其工廠用地轉讓於他人者，其遷廠前出售或移轉之原有工廠用地所減徵之土地增值稅部分，應依法補徵之。

第十八條 營利事業依所得稅法之規定，辦理資產重估之增值，不作收益課稅。

第十九條 公司依公司法規定，將發行股票超過票面金額之溢價作為公積時，免予計入當年度營利事業所得額課稅。

第二十條 營利事業承接政府委託之研究發展計畫，免納營業稅。

營利事業得申請主管稅捐稽徵機關核准放棄適用前項免稅規定。但核准後三年內不得變更。

第三章 開發基金之設置及運用

第二十一條 行政院應設置開發基金，為下列各款之運用：

- 一、參加投資於產業升級或改善產業結構有關之重要事業或計畫，其為民間無力興辦或資力不足者。
- 二、融貸資金於產業升級或改善產業結構有關之重要事業或計畫，其資金不足者。
- 三、配合產業政策，辦理融資貸款，輔導產業健全發展。
- 四、提撥適當比率之資金，支援輔導中小企業發展有關之計畫。
- 五、配合主管機關為引進技術、加強研究發展、培訓人才、防治污染、促進產業結構改善及健全經濟發展等所推動之計畫。
- 六、配合國家永續發展政策，辦理融資貸款輔導產業從事清潔生產、節約能源及降低溫室效應等有關之計畫。
- 七、其他經行政院專案核准者。

開發基金之來源，除國庫撥款外，開發基金之作業賸餘，經預算程序，得撥解基金，以供循環運用。

開發基金之管理及運用辦法，由行政院定之。

第四章 技術輔導

第二十二條 為強化技術引進與移轉，由政府捐助成立之技術輔導單位，應配合提供技術輔導。

前項技術輔導辦法，由行政院定之。

第五章 工業區之設置

第二十三條 為促進產業升級，中央工業主管機關得依產業發展需要，並

配合各地區社會、經濟及實際情形，會商綜合開發計畫及區域計畫主管機關，研訂工業區設置方針，報請行政院核定。

工業主管機關、投資開發工業區之公民營事業、土地所有權人及興辦工業人得依工業區設置方針，勘選一定地區內土地，擬具可行性規劃報告及依環境影響評估法應提送之書件，層送中央工業主管機關轉請中央區域計畫或都市計畫主管機關及中央環境保護主管機關同意，並經經濟部核定後，編定為工業區。

經選定之工業區，位於都市計畫範圍內，須變更都市計畫配合者，得限期依都市計畫法規定程序變更。

第二項經濟部核定編定工業區，應邀同有關機關成立工業區編定審查小組。

第二十四條 工業區於工業主管機關決定開發時，由當地直轄市或縣(市)政府公告停止土地及房屋所有權之移轉，並停止受理工廠建築之申請；已核准設立之工廠尚未開始建廠者，其建廠計畫，應經工業主管機關之同意後，始得進行。

前項停止土地及房屋所有權移轉暨工廠建築申請期限，不得逾二年。

第二十五條 工業主管機關計畫開發工業區徵收私有土地時，應擬具徵收計畫書，附具綱要計畫圖及徵收土地清冊，依規定申請核准徵收，並依下列程序辦理：

- 一、直轄市或縣(市)政府，於接到核定徵收土地案時，應即定期召集土地所有權人協議，從優補償地價；土地所有權人拒絕參與協議或經開會未能達成協議者，提請地價評議委員會暨標準地價評議委員會評定之。
- 二、直轄市或縣(市)政府，應於補償地價、補償費及遷移費協議成立或評定後三十日內公告徵收，並通知土地所有權人及土地他項權利人。公告期間為三十日，土地所有權人及利害關係人認為徵收有錯誤、遺漏或對補償地價或補償費或遷移費有意見時，應於公告期間內，申請更正或提出異議；直轄市或縣(市)政府，應即分別查明處理或提請地價評議委員會暨標準地價評議委員會復議。
- 三、公告期滿確定徵收後，由直轄市或縣(市)政府通知土地所有權人及他項權利人，於十五日內繳交土地權利書狀並附具有關書件，具領補償地價及補償費；逾期不繳交者，其權利書狀宣告作廢，其應補償之地價及補償費，依法提存之。

四、被徵收土地原設定之他項權利，因徵收確定而消滅；其權利價值，由直轄市或縣(市)政府於發給補償費時代為補償，並以其餘款交付被徵收土地所有權人。

前項協議之補償地價，為一般正常交易價格，不因當地土地公告現值之調整而重予協議或評定。

第一項之補償費，屬建築改良物者，按徵收當時該建築改良物之重建價格補償之；屬農作改良物者，於農作改良物被徵收時與其孳息成熟時期相距在一年以內者，按成熟時之孳息補償之；其逾一年者，按其種植及培育費用，並參酌現值補償之。建築改良物及農作改良物之補償費，由直轄市或縣(市)主管機關會同有關機關估定之，其查估基準，由直轄市或縣(市)政府定之。

第二十六條 工業主管機關開發工業區時，得按開發工業區之目的及性質施行區段徵收，其補償地價依前條規定辦理，原土地所有權人申請優先購回土地之比率，按徵收私有土地總面積扣除公共設施用地後之百分之五十計算，並依工業區開發成本計價。

區段徵收範圍內之公有土地，由各該公地之管理機關作價提供開發，不領回土地。

第一項所有權人購回之土地，不足最小單位面積者，應於規定期間內申請合併，逾期末申請者，視同放棄。

優先購回土地之所有權人，得報經直轄市或縣(市)工業主管機關（以下簡稱地方工業主管機關）同意，將土地轉租或轉售予其他興辦工業人；其使用管理，準用本條例規定。

開發工業區實施區段徵收辦法，由經濟部會同內政部定之。

第二十七條 工業主管機關開發工業區，需用公有土地時，由各該公地之管理機關逕行提供開發，不受土地法第二十五條之限制。

前項提供開發土地地價，按工業區徵收私有土地同一地價區段原使用性質相同土地之補償地價計算。但工業區內土地均為公有土地時，其地價按一般公有財產處分計價標準計算。

工業區內公私有出租耕地，於開發工業區時，終止租約，除補償承租人為改良土地所支付之費用及尚未收穫之農作改良物外，並應以補償地價總額之三分之一，補償原耕地承租人。

工業區內公有放領耕地，於開發工業區時，由直轄市或縣(市)地政機關通知承領人，限期提前繳清地價，取得所有權後，依第二十五條規定辦理；逾期末繳清者，由直轄市或縣(市)地政機關代為繳清，所代繳之地價，在應得之補償地價內逕為扣抵。

第二十八條 投資開發工業區之公民營事業或興辦工業人，需用本條例施行前依原獎勵投資條例編定之工業用地或依本條例編定之工業區範圍內私有土地，應逕行洽購。但因私有土地所有權人死亡未辦理繼承登記或因祭祀公業管理人死亡，無法承購或其他特殊原因購置不成時，得申請地方工業主管機關依照第二十五條規定辦理徵收，並準用第五十四條及第五十八條至第六十一條之規定。

前項申請徵收之投資開發工業區之公民營事業或興辦工業人，以依公司法設立之公司為限。

第二十九條 工業主管機關、投資開發工業區之公民營事業及土地所有權人開發之工業區，得按開發工業區之計畫目的及性質，規劃下列用地：

- 一、設廠用地。
- 二、工業研發事業用地。
- 三、相關產業用地。
- 四、社區用地。
- 五、公共設施用地。

社區用地所占面積，不得超過全區土地總面積百分之十。

公共設施用地所占面積，不得低於全區土地總面積百分之三十。

其中綠地應占全區土地總面積百分之十以上。

設廠用地、工業研發事業用地或其總和面積，不得低於全區土地總面積扣除公共設施用地及社區用地後之百分之六十。

第三十條 工業區之用地，工業主管機關基於政策、工業發展或有更新之必要時，得變更規劃之。但不得違反前條之規定。

前項用地變更規劃辦法，由經濟部定之。

第三十一條 投資開發工業區之公民營事業及土地所有權人申請開發經編定之工業區，應擬具事業計畫、開發計畫、開發資金來源、成本估計及土地處理辦法等，層報經濟部核准。但自核定編定公告之次日起二年內未實施開發者，其編定失其效力，恢復為從來之編定使用。

投資開發工業區之公民營事業及土地所有權人依第二十九條第三項規定設置位於都市計畫範圍外之綠地，應由當地直轄市或縣（市）政府辦理變更編定為國土保安用地。

投資開發工業區之公民營事業及土地所有權人於辦理工業區土地租售前，應先層報經濟部核准。

投資開發工業區之公民營事業及土地所有權人開發工業區時，應

於當地直轄市或縣(市)政府公告編定前，按當期公告土地現值以編定總面積百分之十計算回饋金，繳交予當地直轄市或縣(市)政府設置之工業區開發管理基金。

中華民國八十八年十二月三十一日前，尚未完成捐贈土地者，得選擇依修正前第二十六條之二第二項規定捐贈綠地或依前項規定辦理。但選擇依前項規定辦理者，其可行性規劃內容有變更時，應先報經經濟部核准。

第三十二條 興辦工業人經依第二十三條申請核准編定之工業區，應自編定公告之日起四年內取得建築執照。逾期未取得建築執照者，其編定失其效力，恢復為從來之編定使用。

興辦工業人應配合設置環保設施，必要性服務設施及不得少於編定土地總面積百分之十之綠地。

依前項規定設置位於都市計畫範圍外之綠地，應由當地直轄市或縣(市)政府辦理變更編定為國土保安用地。

二以上興辦工業人聯合申請編定之工業區，應規劃公共設施用地；其規劃，準用第二十九條第三項及前條第二項規定。

興辦工業人在未按照核定計畫完成使用，並報經工業主管機關核准前，不得申請轉租售土地。其第一次轉租售土地之一部予他人或全部予數人使用時，其公共設施用地之規劃，準用前項之規定。

興辦工業人開發工業區時，應於當地直轄市或縣(市)政府公告編定前，按當期公告土地現值以編定總面積百分之十計算回饋金，繳交予當地直轄市或縣(市)政府設置之工業區開發管理基金。

中華民國八十八年十二月三十一日前，尚未完成捐贈土地者，得選擇依修正前第二十六條之二第三項規定捐贈土地或依前項規定辦理。但選擇依前項規定辦理者，其可行性規劃內容有變更時，應先報經經濟部核准。

第三十三條 投資開發工業區之公民營事業、土地所有權人或興辦工業人申請核准編定之工業區範圍內公有土地，由各該公有土地管理機關辦理讓售，其公有土地面積不超過編定總面積十分之一或總面積不超過五公頃者，得不受土地法第二十五條之限制。

前項公有土地讓售價格，由各該公有土地管理機關按一般公有財產處分計價標準計算。

第三十四條 工業主管機關開發之工業區，其社區用地扣除公共設施及其必要之配合設施用地後，用途如下：

一、配售予區內被徵收土地所有權人。

二、配售予區內被徵收房屋所有權人。但以公告停止所有權移轉之日前，已辦竣戶籍登記者為限。

三、出售予工業區內之興辦工業人、政府機構或公民營事業興建住宅，並優先提供工業區內員工使用。

前項社區之地價，除第一款、第二款之配售價格，按該工業區開發成本計算外，第三款出售價格，由各該開發工業區之工業主管機關審定。

工業社區用地配售及出售辦法，由經濟部定之。

第三十五條 工業主管機關開發工業區時，於勘選一定地區內之土地後，得委託公民營事業辦理申請編定、開發、租售及管理業務。

前項委託申請編定或開發業務，其資金由政府編列預算支應者，應依政府採購法之規定辦理；其資金由受託之公民營事業籌措者，應以公開甄選方式辦理。

第一項工業區委託申請編定、開發、租售及管理辦法，由經濟部定之。

第三十六條 工業主管機關委託開發工業區之公民營事業，就開發工業區向金融機構貸款之金額，超逾銀行法所定同一人或同一關係人授信限額，得由該金融機構向財政部專案申請。

第三十七條 依第二十三條編定完成之工業區內，中央工業主管機關基於政策或衡量興辦工業人之經營需要，得報請經濟部會商交通部，經行政院核定設置工業專用港或工業專用碼頭。

第三十八條 工業專用港或工業專用碼頭區域之劃定，由中央工業主管機關陳報經濟部會商交通部、內政部及有關機關後，報請行政院核定之。

工業專用港或工業專用碼頭之指定，由中央工業主管機關陳報經濟部會銜交通部，報請行政院核定後公告之。

第三十九條 工業專用港或工業專用碼頭不得供該工業區專用目的以外之使用。

第四十條 工業專用港得由中央工業主管機關興建營運，或經經濟部核准由公民營事業投資興建及經營管理，並取得相關設施及建築物之所有權，自行管理維護。

興辦工業人興建之工業專用港內專用碼頭或工業專用碼頭之相關設施及建築物，由各該興辦工業人興建後取得其所有權，並自行管理維護。

第四十一條 經濟部依前條核准由公民營事業投資興建及經營管理工業專

用港，應訂定經營期限，並得向其收取權利金。

前項權利金之收取相關事項，應於投資興建協議書中明定，並解繳經濟部工業區開發管理基金。

第四十二條 工業專用港及工業專用碼頭內土地，應登記為國有。但與興辦工業人建廠用地相連且為經營所必需之工業專用港內專用碼頭或工業專用碼頭用地，得由各該興辦工業人向中央工業主管機關申請租用。

第四十三條 工業專用港或工業專用碼頭內土地，中央工業主管機關基於政策需要或因承租人違反投資興建協議，得終止租約收回土地及相關設施、建築物。

前項基於政策需要提前終止租約者，中央工業主管機關除給予營業損失補償外，其經許可興建之相關設施及建築物，承租人得請求按其興建完成時經中央工業主管機關認定之價格，扣除折舊後之餘額補償之。

承租人因違反投資興建協議終止租約者，其興建之相關設施及建築物，不予補償。

第四十四條 航政主管機關遇緊急事故或應特殊需要，必要時，得有償調度使用工業專用港或工業專用碼頭設施，港埠或碼頭設施所有權人不得拒絕。

前項設施，於緊急避難時應無償提供使用。

第四十五條 工業專用港由中央工業主管機關興建營運者，得向使用者收取設施使用費、管理費及其他服務費。

工業專用港由公民營事業興建，提供使用時，公民營事業得向使用者收取設施使用費；中央工業主管機關得向使用者收取管理費及其他服務費。

工業專用碼頭由興辦工業人興建，自行使用時，中央工業主管機關得向使用者收取管理費及其他服務費。

前三項設施使用費、管理費及其他服務費，其費率及計算方式，應由中央工業主管機關報請經濟部會商交通部核定。

第四十六條 公民營事業或興辦工業人投資興建工業專用港、工業專用港內專用碼頭或工業專用碼頭，於興建期間若有施工進度嚴重落後、工程品質重大違失情事，中央工業主管機關得為下列之處分：

- 一、限期改善。
- 二、逾期不改善或改善無效者，令其立即停止全部或一部之興建，並報請經濟部廢止其投資興建及經營管理之核准。

第四十七條 公民營事業或興辦工業人經營管理工業專用港、工業專用港內專用碼頭或工業專用碼頭，未按核定計畫營運或違反專用目的使用者，除應處新臺幣二百萬元以上一千萬元以下之罰鍰外，中央工業主管機關並得為下列之處分：

一、限期改善。

二、逾期不改善或改善無效者，令其於一定期間內停止全部或一部之營運，並報請經濟部廢止其投資興建及經營管理之核准。

中央工業主管機關依前項處分時，應採適當措施，繼續維持運輸服務；必要時，並得予強制接管營運；其接管營運辦法，由經濟部定之。

中央工業主管機關進行第一項查處時，警政、航政、海關或有關機關應提供必要之協助。

第四十八條 工業專用港或工業專用碼頭之規劃建設、管理、經營及安全，除本條例規定者外，準用商港法第五條、第十條、第十六條、第十七條至第二十一條、第二十三條至第二十六條、第二十九條、第三十條第三項、第三十一條至第三十四條、第三十七條至第四十八條之規定。

第四十九條 工業專用港及工業專用碼頭經營管理辦法，由經濟部會同交通部擬訂，報請行政院核定後發布施行。

第五十條 工業主管機關開發工業區時，區內原有工廠廠地未被徵收者，應按受益廠地面積比率，負擔開發建設費用。

第五十一條 工業主管機關開發之工業區，其土地或建築物，由工業主管機關逕行租售，不受土地法第二十五條、國有財產法及地方公有財產管理法令之相關限制。

前項土地或建築物，由政府編列預算投資者，得以出租方式辦理，但不得設定地上權。

工業區土地或建築物之租售辦法，由經濟部定之。

第五十二條 前條以出租方式提供使用者，得由工業主管機關收取管理費。其標準，由經濟部定之。

第五十三條 興辦工業人因擴展工業或增闢必要通路或設置污染防治設備，需使用毗連之非都市土地時，其擴展計畫及用地面積，應經工業主管機關核定發給工業用地證明書，以租購土地，依法辦理變更使用及登記。

前項擴展工業，限經經濟部認定之低污染事業。

興辦工業人依第一項規定擴展工業，應規劃變更土地總面積百分

之十之土地作為綠地。並由當地直轄市或縣（市）政府辦理變更編定為國土保安用地。

興辦工業人依第一項規定擴展工業，應於增加廠地面積辦理工廠變更登記前，按當期公告土地現值以變更編定面積百分之十計算回饋金，繳交予當地直轄市或縣(市)政府設置之工業區開發管理基金。

第一項擴展計畫及用地面積之審查辦法，由經濟部定之。

經發給工業用地證明書之土地，其使用、管理，準用第五十八條至第六十二條之規定。

中華民國八十八年十二月三十一日前，尚未完成捐贈隔離綠帶土地者，得選擇依修正前第三十二條之一第三項規定捐贈隔離綠帶土地或依第四項規定辦理。但選擇依第四項規定辦理者，其擴展計畫有變更時，應先報經經濟部核准。

第五十四條 工業主管機關開發之工業區，其土地或建築物之租售價格及區內原有工廠應負擔之開發建設費用，除第三十四條第一項規定之配售社區用地外，由各該開發工業區之工業主管機關審定。工業區土地或建築物租金之計算，不受土地法第九十七條及第一百零五條之限制。

第五十五條 工業主管機關開發之工業區，除配售之社區用地外，其土地或建築物出售時，承購人應按下列規定，繳付工業區開發管理基金：

一、土地：按承購價額百分之三。

二、建築物：按承購價額百分之一。

前項工業區開發管理基金，工業區屬中央工業主管機關開發者，由經濟部設置；屬地方工業主管機關開發者，由直轄市或縣（市）政府設置。不足運用時，得編列預算支應。

工業區開發管理基金收支保管及運用辦法，分別由行政院、直轄市或縣（市）政府定之。

第五十六條 工業區開發管理基金之來源如下：

一、出售工業區土地或建築物時，依前條第一項規定由承購人繳付之款項。

二、出售工業區土地或建築物，超過成本之收入。

三、工業區內各使用人繳納之權利金、管理費、使用費、維護費或其他服務費。

四、依第五十二條所繳付之管理費。

- 五、工業主管機關辦理工業區土地及公共或建築物強制收買或委託公民營事業代辦強制收買後，另行出售時，超過成本之收入。
- 六、工業區開發完成後之結餘款。
- 七、工業區開發之投資或參加投資於工業區相關服務性事業之投資收益。
- 八、工業區內使用人繳納之租金。
- 九、工業區開發貸款利息收入。
- 十、本基金之孳息收入。
- 十一、依第三十一條、第三十二條及第五十三條所繳付之回饋金。
- 十二、其他有關之收入。

第五十七條 工業區開發管理基金之用途如下：

- 一、參加工業區開發之投資或融貸資金供工業區之開發。
- 二、參加投資於工業區相關服務性之事業。
- 三、配合政策需要，投資開發工業區之公民營事業。
- 四、工業區內供公共使用之土地及公共建築物與設施之管理維護費。
- 五、第四十三條第二項規定之補償費及辦理第六十一條第一項第一款事宜所需之資金。
- 六、工業區管理機構營運經費。
- 七、工業區相關研究規劃、宣導經費。
- 八、工業區土地或建築物，長期未能售出，致售價超過附近使用性質相同者，其所增加開發成本利息之補貼。
- 九、有關工業發展或工業區設置之建設經費。
- 十、改善工業區內及受影響鄰近土地環境保護之經費。
- 十一、改善工業區連外公共設施之經費。
- 十二、其他直接使用於工業區之支出。

第五十八條 租購工業區土地者，應於核准設廠或核准使用計畫之次日起一年內，按照核定計畫開始使用。但配售社區用地者，不在此限。

承租人、承購人因故未能如期開始使用時，得報經工業主管機關核准展延之。但以一次為限，並不得超過一年。

第五十九條 租購工業區土地者，應按照核定計畫完成使用。但配售社區用地者，不在此限。

承租人、承購人因故未能如期完成使用時，得向工業主管機關申請展期。

租購工業主管機關開發之工業區之建築物者，準用前二項之規定。

第六十條 承購工業區土地或建築物者，在未按照核定計畫完成使用前，不得以其全部或一部轉讓他人使用。

前項之受讓人，其使用以原規劃之使用分區為限。

設廠用地之受讓人以興辦工業人為限；其經法院拍賣取得者，亦同。

申辦工業區土地或建築物所有權移轉時，應報經工業主管機關核准，並檢附核准之文件申辦所有權移轉登記。

第六十一條 使用工業主管機關開發之工業區土地或建築物者，其違反第五十八條、第五十九條或不依核定計畫使用時，得由各該工業主管機關依下列規定處理：

一、承購之土地，照原購買地價強制收買；承購之建築物，照原購買價格，扣除房屋折舊後之餘額強制收買。

二、承租之土地或建築物，終止租約收回。

前項強制收買或收回土地之地上相關設施及建築物，由承購人或承租人回復原狀，不予補償。

投資開發工業區之公民營事業或土地所有權人開發之工業區土地或建築物之強制收買，得準用前二項規定，並由地方工業主管機關辦理。

第六十二條 工業區土地或建築物，其經工業主管機關核定應予強制收買者，依下列程序辦理：

一、開發工業區之工業主管機關先予公告，並以書面通知各該土地或建築物所有權人、他項權利人暨該管登記機關，公告期間為三十日。

二、公告期滿後，由工業主管機關通知土地所有權人及他項權利人應於三十日內繳交權利書狀及有關書件具領補償費。

三、原設定之他項權利，經公告確定而消滅，其權利價值，由工業主管機關於發給補償時，就補償費總額內代為補償。

四、受通知人拒不受領補償費或逾期不受領者，其應領之補償費依法提存之。

五、於領取補償費或依法提存後，由工業主管機關囑託該管登記機關辦理所有權移轉登記，並宣告其權利書狀及有關證件無效。

強制收買之土地或建築物，其所有權人應於受領補償費完竣或其補償費經依法提存之次日起三十日內，將其土地或建築物交付各該開發工業區之工業主管機關，逾期不交付者，工業主管機關得聲請法院逕為強制執行。

第六十三條 工業主管機關得依工業區規模及性質，報經行政院核准設置開發機構。

工業區應依下列規定設置管理機構，辦理工業區之管理有關事宜：

- 一、工業主管機關開發之工業區，由各該開發工業區之工業主管機關設置。必要時，得委託他工業主管機關或公民營事業設置。
- 二、公民營事業或土地所有權人開發之工業區，由各該事業或土地所有權人於辦理土地租售時，向當地直轄市或縣（市）政府申請設置非營利性社團法人之管理機構。
- 三、二以上興辦工業人聯合申請編定之工業區，應自當地直轄市或縣（市）政府公告編定時，設置管理機構。
- 四、單一興辦工業人申請編定之工業區，於第一次轉租售土地時，應自工業主管機關核准轉租售函發出之次日起六個月內，設置管理機構；其全部租售予另一單一興辦工業人單獨使用時，得免設置管理機構。

中華民國八十八年十二月三十一日前開發之工業區，得依前項規定設置管理機構。

第六十四條 工業主管機關開發之工業區內供公共使用之土地及公共建築物與設施，由中央工業主管機關開發之工業區，其所有權登記為國有；由直轄市工業主管機關開發之工業區，其所有權登記為直轄市有；由縣(市)工業主管機關開發之工業區，其所有權登記為縣(市)有。管理機關為各該開發工業區之工業主管機關，並由各該工業區管理機構代管。

中華民國八十八年十二月三十一日前開發工業區內供公共使用之土地及公共建築物與設施，其管理機關得變更登記為原開發各該工業區之工業主管機關。

第一項工業區內供公共使用之土地，因興辦工業需要，其土地面積不低於全區總面積百分之三十時，得經各該開發工業區之工業主管機關核准變更，並連同其地上物辦理租售。

投資開發工業區之公民營事業或土地所有權人開發工業區內供公共使用之土地及公共建築物與設施，其所有權登記為該工業區管

理機構所有。租售、設定負擔或為其他處分時，應報經當地地方工業主管機關核准；其公共設施用地面積仍不得低於全區總面積百分之三十。

第一項工業區內供公共使用之土地及公共建築物與設施變更規劃、出租、出售、設定負擔或收益等處分，得由管理機關逕行處理，不適用國有財產法及地方公有財產管理法令之相關規定。

第六十五條 依第六十三條第二項設置之管理機構，得向區內各使用人收取下列費用：

- 一、一般公共設施維護費。
- 二、污水處理系統使用費。
- 三、其他特定設施之使用費或維護費。

前項各類費用之費率，以自用自足為原則，由各該工業區管理機構擬訂，工業區屬中央工業主管機關開發者，應報請經濟部核定；屬地方工業主管機關、公民營事業或土地所有權人開發者，應報請直轄市或縣（市）政府核定。

污水處理系統使用費之費率，得按各使用人排入之廢水量及水質，訂定差別級距。

工業主管機關開發之工業區內使用人逾期不繳納第一項之費用者，得由各該開發工業區之工業主管機關移送法院裁定後，強制執行。

依第六十三條第二項第一款委託公民營事業設置管理機構之經營管理辦法，由經濟部定之。

第六十六條 工業主管機關開發之工業區，其公共設施中之污水及廢棄物處理設施，於必要時，得委託公民營事業建設、管理。

第六十七條 工業主管機關開發之工業區內工商登記、土地使用、管理與建築管理等服務事宜，得洽有關主管機關同意後，由該工業區管理機構辦理，並得洽各有關主管機關在區內設置稅捐稽徵、海關、郵電、金融、警察及其他公務等服務設施。

第六十八條 本條例施行前，依原獎勵投資條例編定之工業用地、開發之工業區及投資開發工業區之公民營事業、土地所有權人，依本條例編定、開發工業區，其土地之租售、使用、管理，適用本條例之規定。

第六十九條 已完成開發之工業區，工業主管機關認為有必要時，得擬訂更新計畫，依本條例規定徵收開發及使用。

第六章 創業投資

第七十條 為協助國內中小科技事業創業發展，並促進整體產業全面升級，創業投資事業之發展應予輔導協助。

前項創業投資事業之範圍及輔導，由行政院訂之。

第七章 附則

第七十一條 本條例施行細則，由行政院訂之。

第七十二條 本條例自中華民國八十年一月一日起施行。

本條例修正條文自中華民國八十九年一月一日起施行。但第二章施行至中華民國九十八年十二月三十一日止。

附件三 ISO 9001 : 2000 及 ISO 14001 : 1996 間之對照

ISO 9001 : 2000		ISO 14001 : 1996	
簡介	0	-	簡介
概述	0.1		
流程導向	0.2		
與 ISO 9004 之關係	0.3		
與其他管理系統之相容性	0.4		
範圍	1	1	範圍
概述	1.1		
適用性	1.2		
引用標準	2	2	引用標準
名詞及定義	3	3	定義
品質管理系統	4	4	環境管理系統要求
一般要求	4.1	4.1	一般要求
書面化要求	4.2		
概述	4.2.1	4.4.4	環境管理系統文件
品質手冊	4.2.2	4.4.4	系統
文件管制	4.2.3	4.4.4	文件管制
紀錄管制	4.2.4	4.5.3	紀錄
管理責任	5	4.4.1	架構及責任
管理承諾	5.1	4.2 4.4.1	環境政策 架構及責任
顧客為重	5.2	4.3.1	環境政策
品質政策	5.3	4.3.2	法規及其他要求
規劃	5.4	4.3	規劃
品質目標	5.4.1	4.3.3	目標及標的
品質管理系統規劃	5.4.2	4.3.4	環境管理方案
職責、權限及溝通	5.5	4.1	一般要求
職責及權限	5.5.1	4.4.1	架構及責任
管理代表	5.5.2		
內部溝通	5.5.3	4.4.3	溝通

ISO 9001 : 2000		ISO 14001 : 1996	
管理審查	5.6	4.6	管理審查
概述	5.6.1		
審查輸入	5.6.2		
審查輸出	5.6.3		
資源管理	6	4.4.1	架構及責任
資源的提供	6.1		
人力源	6.2		
概述	6.2.1		
能力、認知及訓練	6.2.2	4.4.2	訓練、認知及能力
基礎設施	6.3	4.4.1	架構及責任
工作環境	6.4		
產品實現	7	4.4	實施及作業
		4.4.6	作業管制
產品實現的規劃	7.1	4.4.6	作業管制
顧客相關的流程	7.2		
與產品有關要求之決定	7.2.1	4.3.1	環境考量面
		4.3.2	法規及其他要求
		4.4.6	作業管制
與產品有關要求之審查	7.2.2	4.4.6	作業管制
		4.3.1	環境考量面
顧客溝通	7.2.3	4.4.3	溝通
設計及開發	7.3	4.4.6	作業管制
設計及開發規劃	7.3.1		
設計及開發輸入	7.3.2		
設計及開發輸出	7.3.3		
設計及開發審查	7.3.4		
設計及開發查證	7.3.5		
設計及開發確認	7.3.6		
設計及開發變更之管制	7.3.7		
採購	7.4	4.4.6	作業管制
採購流程	7.4.1		
採購資訊	7.4.2		
採購產品查證	7.4.3		
生產及服務提供	7.5	4.4.6	作業管制
生產及服務提供管制	7.5.1		

ISO 9001 : 2000		ISO 14001 : 1996	
生產及服務提供流程之確認	7.5.2		
鑑別及追溯性	7.5.3		
顧客財產	7.5.4		
產品防護	7.5.5		
監督及量測裝置之管制	7.6	4.5.1	監督及量測
量測、分析及改善	8	4.5	檢查及矯正措施
概述	8.1	4.5.1	監督及量測
監督及量測	8.2		
顧客滿意度	8.2.1		
內部稽核	8.2.2	4.5.4	環境管理系統稽核
流程監督及量測	8.2.3	4.5.1	監督及量測
產品監督及量測	8.2.4		
不合格品管制	8.3	4.5.2	不符合事項與矯正及預防措施
		4.4.7	緊急事件準備及反應
資料分析	8.4	4.5.1	監督及量測
改善	8.5	4.2	環境政策
持續改善	8.5.1	4.3.4	環境管理方案
矯正措施	8.5.2	4.5.2	不符合事項與矯正及預防措施
預防措施	8.5.3		

ISO 14001 : 1996 及 ISO 9001 : 2000 間之對照

ISO14001 : 1996		ISO 9001 : 2000	
簡介	-	0 0.1 0.2 0.3 0.4	簡介 概述 流程導向 與 ISO 9004 之關係 與其他管理系統之相容性
範圍	1	1 1.1 1.2	範圍 概述 適用性
引用標準	2	2	引用標準
定義	3	3	名詞及定義
環境管理系統要求	4	4	品質管理系統
一般要求	4.1	4.1 5.5 5.5.1	一般要求 職責、權限及溝通 職責及權限
環境政策	4.2	5.1 5.3 8.5	品質承諾 品質政策 改善
規劃	4.3	5.4	規劃
環境考量面	4.3.1	5.2 7.2.1 7.2.2	顧客為重 與產品有關要求之決定 與產品有關要求之審查
法規及其他要求	4.3.2	5.2 7.2.1	顧客為重 與產品有關要求之決定
目標及標的	4.3.3	5.4.1	品質目標
環境管理方案	4.3.4	5.4.2 8.5.1	品質管理系統規劃 持續改善
實施及作業	4.4	7 7.1	產品實現 產品實現的規劃
架構及責任	4.4.1	5 5.1 5.5.1 5.5.2 6 6.1	管理責任 管理承諾 職責及權限 管理代表 資源管理 資源的提供

ISO14001 : 1996		ISO 9001 : 2000	
		6.2 6.2.1 6.3 6.4	人力資源 概述 基礎設施 工作環境
訓練、認知及能力	4.4.2	6.2.2	能力、認知及訓練
溝通	4.4.3	5.5.3 7.2.3	內部溝通 顧客溝通
環境管理系統文件	4.4.4	4.2 4.2.1 4.2.2	書面化要求 概述 品質手冊
文件管制	4.4.5	4.2.3	文件管制
作業管制	4.4.6	7 7.1 7.2 7.2.1 7.2.2 7.3 7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.4 7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.5.1 7.5.2 7.5.3 7.5.4 7.5.5	產品實現 產品實現的規劃 顧客相關的流程 與產品有關要求之決定 與產品有關要求之審查 設計及開發 設計及開發規劃 設計及開發輸入 設計及開發輸出 設計及開發審查 設計及開發查證 設計及開發確認 設計及開發變更之管制 採購 採購流程 採購資訊 採購產品查證 生產及服務提供 生產及服務提供管制 生產及服務提供流程之確認 鑑別及追溯性 顧客財產 產品防護

ISO14001 : 1996		ISO 9001 : 2000	
緊急事件準備及反應	4.4.7	8.3	不合格品管制
檢查及矯正措施	4.5	8	測量、分析及改善
監督及量測	4.5.1	7.6 8.1 8.2 8.2.1 8.2.3 8.2.4 8.4	監督及量測裝置之管制 概述 監督及量測 顧客滿意度 流程監督及量測 產品監督及量測 資料分析
不符合事項與矯正及預防措施	4.5.2	8.3 8.5.2 8.5.3	不合格品管制 矯正措施 預防措施
紀錄	4.5.3	4.2.4	紀錄管制
環境管理系統稽核	4.5.4	8.2.2	內部稽核
管理審查	4.6	5.6 5.6.1 5.6.2 5.6.3	管理審查 概述 審查輸入 審查輸出

附件四 氰化物特定解毒劑全國配置狀況

最新配置狀況請向管控中心查詢

更新日期：2001/1/6

醫 院			部 門	地 址	電 話
管 控 中 心	00	台北榮民總醫院	臨床毒物科	台北市石牌路 2 段 201 號 長青樓 3 樓	TEL: 02-28717121, 02-28757525-102 FAX: 02-28739193, 02-28749595 自動傳真回覆系統： 02-28742929 儲備資料代碼 119 www.pcc.vghtpe.gov.tw
	11	台中榮民總醫院	急診毒物科	台中市中港路 3 段 160 號	TEL: 04-3599783 05-3592525-3673
供 應 中 心	22	高雄醫學大學附 設中和醫院	檢驗科藥物毒 物室	高雄市十全一路 100 號	TEL: 03-8561825-3261
	33	佛教慈濟綜合醫 院	藥劑科	花蓮市中央路 3 段 707 號	TEL: 07-3121001-7049
配 置 醫 院	A1	長庚醫院基隆分 院	藥劑科	基隆市麥金路 222 號	TEL: 02-24313131-2195
	A2	衛生署基隆醫院	急診室	基隆市信二路 268 號	TEL: 02-24292525-1100 -1119
	B1	台灣大學醫學院 附設醫院	急診科	台北市中山南路 7 號	TEL: 02-23123456-5629 -3933
	B2	三軍總醫院	急診部	台北市內湖區成功路二段 325 號	TEL: 02-87923311-16616
	B3	國泰醫院	藥局	台北市仁愛路 4 段 280 號	TEL: 02-27082121-3825
	B4	馬偕醫院	藥劑室	台北市中山北路 2 段 92 號	TEL: 25433535-3012

醫 院			部 門	地 址	電 話
配置醫院	B5	台北市立忠孝醫院	急診科	台北市南港區同德路 87 號	TEL: 02-27867979
	B6	新光醫院	藥局	台北市文昌路 95 號	TEL: 02-28332211-2166
	B7	長庚醫院(台北)	藥劑部	台北市松山區敦化北路 199 號	TEL: 02-27135211-3673
	C1	亞東醫院	急診科	台北縣板橋市南雅南路 2 段 21 號	TEL: 02-29546200-1138
	C2	天主教會耕莘醫院	急診醫學部	台北縣新店市中正路 362 號	TEL: 02-22193391-5134
	C3	衛生署台北醫院	急診科	台北縣新莊市思源路 127 號	TEL: 02-29927575 02-22765566-2198
	D1	衛生署桃園醫院	藥局	桃園市中山路 1492 號	TEL: 03-3792029
	D2	國軍桃園總醫院	衛保組	桃園縣龍潭鄉中興路 168 號	TEL: 03-4801057
	D3	敏盛綜合醫院	藥劑科	桃園市三民路 3 段 106 號	TEL: 03-3379340-198
	D4	長庚醫院暨林口分院	藥劑部	桃園縣龜山鄉公西村復興街 5 號	TEL: 03-3281200-2072
	D5	敏盛綜合醫院大園分院	藥局	桃園縣大園鄉華中街 2 號	TEL: 03-3867521-307
	D6	敏盛綜合醫院龍潭分院	急診科	桃園縣龍潭鄉中豐路 168 號	TEL: 03-4794151-119
	E1	羅東博愛醫院	急診科	宜蘭縣羅東鎮南昌街 83 號	TEL: 03-9543131-1135
	F1	衛生署新竹醫院	急診部	新竹市經國路 1 段 442 巷 25 號	TEL: 03-5326151-4213
	H1	衛生署苗栗醫院	藥劑科	苗栗市為公路 747 號	TEL: 03-7261920-2011
	I1	中國醫藥學院附設醫院	急診科	台中市育德路 2 號	TEL: 04-2052121-1431
	I2	衛生署台中醫院	藥劑科	台中市三民路 1 段 199 號	TEL: 04-229441103316

醫 院	部 門	地 址	電 話
-----	-----	-----	-----

配置醫院	J1	沙鹿兒童綜合醫院	藥劑部	台中縣沙鹿鎮成功西街8號	TEL: 04-6626161-4640
	J2	衛生署豐原醫院	急診科	台中縣豐原市安康路100號	TEL: 04-5271180-2199
	K1	衛生署南投醫院	急診室	南投市康壽里復興路478號	TEL: 04-9231150-227
	L1	彰化基督教醫院暨中華路分院	藥劑部	彰化市南校街135號	TEL: 04-7238595-3154
	L2	秀傳紀念醫院		彰化市中山路1段542號	TEL: 04-7256166
	L3	彰化基督教醫院二林分院	急診部	彰化縣二林鎮大成路1段558號	TEL: 04-8952031-8198
	M1	中國醫藥學院北港附設醫院	急診部	雲林縣北港鎮新街里新德路123號	TEL: 05-7337901-1121-1122
	N1	嘉義基督教醫院	藥劑科	嘉義市忠孝路539號	TEL: 06-2765041-1131-1132
	P1	財團法人奇美醫學中心	藥劑部	台南縣永康市中華路901號	TEL: 06-2312811-3109
	P2	衛生署新營醫院	急診室	台南縣新營市信義街73號	TEL: 06-6351131-2114-2100
	Q1	成功大學醫學院附設醫院	藥劑部	台南市勝利路138號	TEL: 06-2353535-2518
	R1	長庚醫院高雄分院	藥劑科	高雄縣鳥松鄉大埤路123號	TEL: 07-7317123-2130
	S1	高雄榮民總醫院	腎臟科	高雄市左營區大中一路386號	TEL: 07-3468090
	S2	國軍高雄總醫院	藥劑科	高雄市苓雅區中正一路2號	TEL: 07-7496730
	S3	天主教聖功綜合醫院	藥劑科	高雄市建國一路352號	TEL: 07-2238153-724-121
	T1	屏東基督教醫院	急診科	屏東市大連路60號	TEL: 08-7368686-5110-5112
	W1	馬偕醫院台東分院	藥劑課	台東市長沙街303巷1號	TEL: 08-9310150-355

附件一

氰化物特定解毒劑全國配置狀況

最新配置狀況請向管控中心查詢

更新日期：2001/1/6

	醫 院	部 門	地 址	電 話
管 控 中 心	00 台北榮民總醫院	臨床毒物科	台北市石牌路 2 段 201 號長青樓 3 樓	TEL: 02-28717121, 02-28757525-102 FAX: 02-28739193, 02-28749595 自動傳真回覆系統： 02-28742929 儲備資料代碼 119 www.pcc.vghtmlpe.gov.tw
	11 台中榮民總醫院	急診毒物科	台中市中港路 3 段 160 號	TEL: 04-3599783 05-3592525-3673
供 應 中 心	22 高雄醫學大學附設中和醫院	檢驗科藥物毒物室	高雄市十全一路 100 號	TEL: 03-8561825-3261
	33 佛教慈濟綜合醫院	藥劑科	花蓮市中央路 3 段 707 號	TEL: 07-3121001-7049
配 置 醫 院	A1 長庚醫院基隆分院	藥劑科	基隆市麥金路 222 號	TEL: 02-24313131-2195
	A2 衛生署基隆醫院	急診室	基隆市信二路 268 號	TEL: 02-24292525-1100 -1119
	B1 台灣大學醫學院附設醫院	急診科	台北市中山南路 7 號	TEL: 02-23123456-5629 -3933
	B2 三軍總醫院	急診部	台北市內湖區成功路二段 325 號	TEL: 02-87923311-16616
	B3 國泰醫院	藥局	台北市仁愛路 4 段 280 號	TEL: 02-27082121-3825
	B4 馬偕醫院	藥劑室	台北市中山北路 2 段 92 號	TEL: 25433535-3012
	B5 台北市立忠孝醫院	急診科	台北市南港區同德路 87 號	TEL: 02-27867979
	B6 新光醫院	藥局	台北市文昌路 95 號	TEL: 02-28332211-2166
	B7 長庚醫院(台北)	藥劑部	台北市松山區敦化北路 199 號	TEL: 02-27135211-3673
	C1 亞東醫院	急診科	台北縣板橋市南雅南路 2 段 21 號	TEL: 02-29546200-1138
	C2 天主教會耕莘醫院	急診醫學部	台北縣新店市中正路 362 號	TEL: 02-22193391-5134
	C3 衛生署台北醫院	急診科	台北縣新莊市思源路 127 號	TEL: 02-29927575 02-22765566-2198
	D1 衛生署桃園醫院	藥局	桃園市中山路 1492 號	TEL: 03-3792029
	D2 國軍桃園總醫院	衛保組	桃園縣龍潭鄉中興路 168 號	TEL: 03-4801057
	D3 敏盛綜合醫院	藥劑科	桃園市三民路 3 段 106 號	TEL: 03-3379340-198
	D4 長庚醫院暨林口分院	藥劑部	桃園縣龜山鄉公西村復興街 5 號	TEL: 03-3281200-2072
	D5 敏盛綜合醫院大園分院	藥局	桃園縣大園鄉華中街 2 號	TEL: 03-3867521-307

	醫 院	部 門	地 址	電 話
配 置 醫 院	D6 敏盛綜合醫院龍潭分院	急診科	桃園縣龍潭鄉中豐路 168 號	TEL: 03-4794151-119
	E1 羅東博愛醫院	急診科	宜蘭縣羅東鎮南昌街 83 號	TEL: 03-9543131-1135
	F1 衛生署新竹醫院	急診部	新竹市經國路 1 段 442 巷 25 號	TEL: 03-5326151-4213
	H1 衛生署苗栗醫院	藥劑科	苗栗市為公路 747 號	TEL: 03-7261920-2011
	I1 中國醫藥學院附設醫院	急診科	台中市育德路 2 號	TEL: 04-2052121-1431
	I2 衛生署台中醫院	藥劑科	台中市三民路 1 段 199 號	TEL: 04-229441103316
	J1 沙鹿兒童綜合醫院	藥劑部	台中縣沙鹿鎮成功西街 8 號	TEL: 04-6626161-4640
	J2 衛生署豐原醫院	急診科	台中縣豐原市安康路 100 號	TEL: 04-5271180-2199
	K1 衛生署南投醫院	急診室	南投市康壽里復興路 478 號	TEL: 04-9231150-227
	L1 彰化基督教醫院暨中華路分院	藥劑部	彰化市南校街 135 號	TEL: 04-7238595-3154
	L2 秀傳紀念醫院		彰化市中山路 1 段 542 號	TEL: 04-7256166
	L3 彰化基督教醫院二林分院	急診部	彰化縣二林鎮大成路 1 段 558 號	TEL: 04-8952031-8198
	M1 中國醫藥學院北港附設醫院	急診部	雲林縣北港鎮新街里新德路 123 號	TEL: 05-7337901-1121 -1122
	N1 嘉義基督教醫院	藥劑科	嘉義市忠孝路 539 號	TEL: 06-2765041-1131 -1132
	P1 財團法人奇美醫學中心	藥劑部	台南縣永康市中華路 901 號	TEL: 06-2312811-3109
	P2 衛生署新營醫院	急診室	台南縣新營市信義街 73 號	TEL: 06-6351131-2114 -2100
	Q1 成功大學醫學院附設醫院	藥劑部	台南市勝利路 138 號	TEL: 06-2353535-2518
	R1 長庚醫院高雄分院	藥劑科	高雄縣鳥松鄉大埤路 123 號	TEL: 07-7317123-2130
	S1 高雄榮民總醫院	腎臟科	高雄市左營區大中一路 386 號	TEL: 07-3468090
	S2 國軍高雄總醫院	藥劑科	高雄市苓雅區中正一路 2 號	TEL: 07-7496730
	S3 天主教聖功綜合醫院	藥劑科	高雄市建國一路 352 號	TEL: 07-2238153-724 -121
	T1 屏東基督教醫院	急診科	屏東市大連路 60 號	TEL: 08-7368686-5110 -5112
	W1 馬偕醫院台東分院	藥劑課	台東市長沙街 303 巷 1 號	TEL: 08-9310150-355

參考文獻

- 1.台灣區電鍍工業同業公會第五屆第二次會員大會手冊，90 年 5 月。
- 2.電鍍業減廢回收與污染防治，pp.13 15，經濟部工業局編印，86 年 3 月。
- 3.陳見財、鄭建南、林坤讓，電鍍業脫脂槽液循環過濾回收效益評估，第四屆工業減廢技術與策略研討會論文集。
- 4.陳見財，電鍍廢水中鎳金屬回收 流體化床電解設備之操作維護，環境工程會刊第三卷第四期。
- 5.陳見財，電鍍工廠大氣蒸發濃縮設備效率評估，第三屆工業減廢技術與策略研討會論文集。
- 6.電鍍業減廢案例彙編，工業污染防治技術服務團，1993 年 10 月。
- 7.經濟部工業局委辦，電鍍業線上回收系統與管末處理技術推廣專案，工業局工業污染防治技術服務團，民國 85 年 6 月。
- 8.陳見財，含氟廢水結晶法處理技術簡介，污染防治報導第 117 期，86 年 12 月。
- 9.台灣美之善環工科技股份有限公司技術資料，90 年 7 月。
- 10.核能所鉻酸吸附脫除技術研究報告，90 年 8 月。
- 11.行政院環境保護署，工廠污染防制控制輔導與示範執行專案工作計畫期末報告，89 年 12 月。
- 12.財團法人中技社綠色發展中心，污泥中間處理技術講習會，90 年 8 月。
- 13.李澤民，毒性化學物質管理法之內涵，工業污染防治報導 146 148 期，經濟部工業局編印，89 年 5 月 7 月。
- 14.林啟修，淺談風扇之噪音控制技術，工安環保報導，90 年 11 月。
- 15.土壤及地下水污染整治法，中華民國八十九年二月二日總統華總一義字第八九二三五八 號公告。
- 16.陳慎德，土壤及地下水污染整治法規及技術介紹，環境保護工程業法令資訊與實務技術講習會，89 年 11 月。

- 17.電鍍廢水套裝處理設備設計手冊，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，民國 85 年 3 月。
- 18.張武雄等，“太陽能集熱板工廠鍍鉻製程大氣蒸發濃縮設備減廢回收與節能改善實例”，1995 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，pp.393 405。
- 19.陳瓊龍等，“電鍍業應用循環過濾法減少脫脂槽液廢棄量與重金屬廢水離子交換法資源化回收案例”，1994 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，pp.175 186。
- 20.經濟部工業局，職業安全衛生管理系統輔導人員訓練教材(三) 安全衛生技術與工具。
- 21.經濟部工業局，亞太經合會表面處理學員培訓計畫資料。

金屬表面處理業整合性污染防治技術手冊-電鍍業

出版日期：中華民國九十一年四月初版

發行人：施顏祥

總編輯：鄭清宗

審查委員：王正隆、林清遠、林宏端、張武雄、
張添晉、陳伯憲、黃炳照、葉長明

編撰：陳見財、黃雪娟、莊敏芳

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL: (02)2754-1255

FAX: (02)2704-3753

<http://www.moeaidb.gov.tw>

出版所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL: (02)2754-1255

FAX: (02)2704-3753

<http://www.moeaidb.gov.tw>

財團法人中技社 綠色技術發展中心

台北市忠孝東路四段 310 號 11 樓

TEL: (02)8773-7335

FAX: (02)8773-7276

<http://www.etdc.org.tw>

郵政劃撥帳號：17668731 號

戶名：財團法人中技社

(請備註：綠色技術發展中心)

印刷承製：信可印刷有限公司

定價：新台幣肆佰元整

版權所有 翻印必究