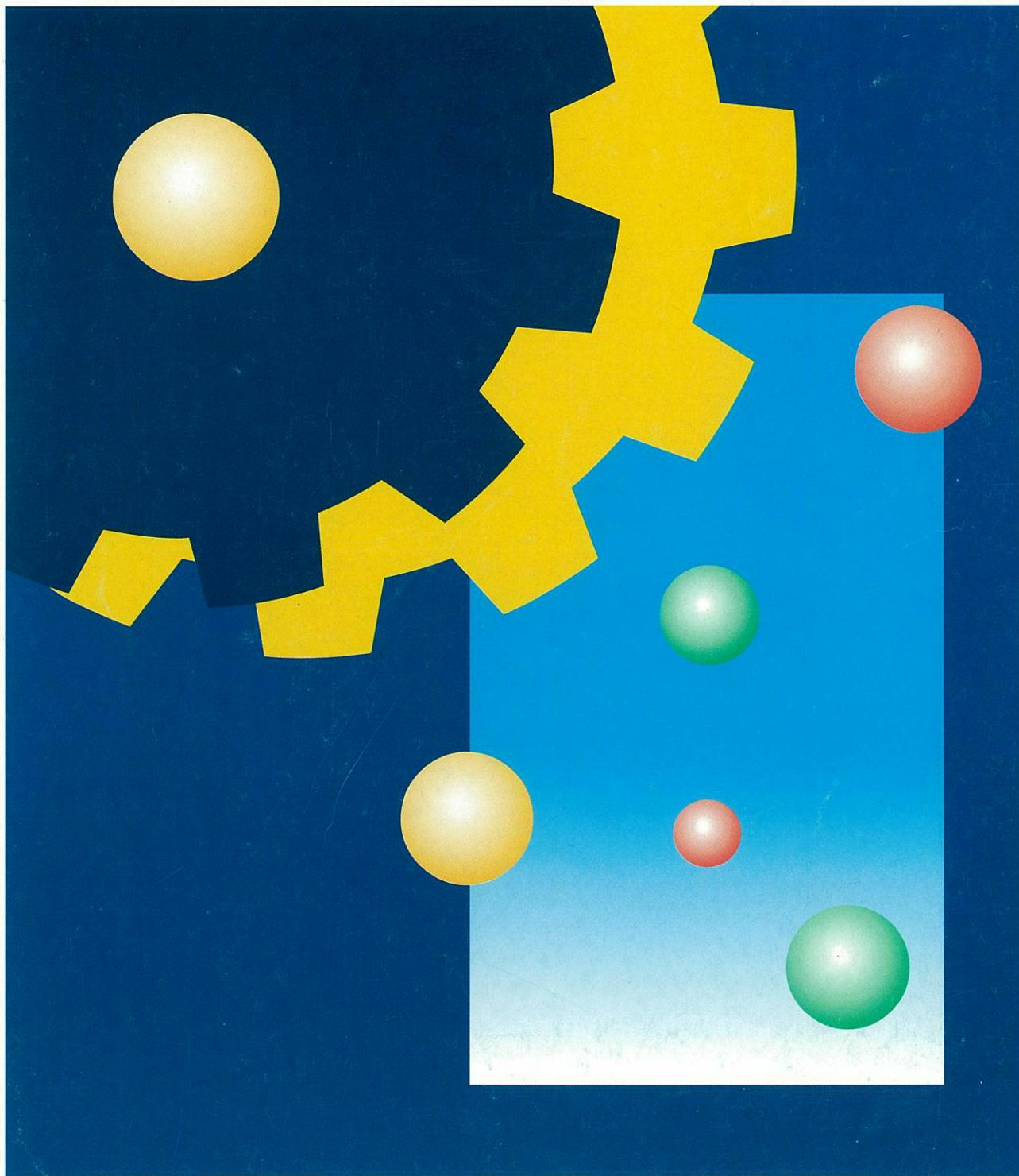




23

工業污染防治技術手冊

工業減廢評估



序

防治工業污染，乃當前工業發展重點工作之一。本團自民國七十二年成立以來，即積極展開輔導國內污染性工廠有關防治污染之技術。在輔導工作進行期間，深覺工業污染防治範疇內之技術資料頗為缺乏，且多為英文，其實用性甚難為國內業者普遍接受。

本團有鑑於此，自七十三年起，陸續準備各類有關資料，於輔導工廠時提供其參考；由於此等技術性資料深具實用性，的確有助於污染防治之改善，頗為業者所喜愛。七十五年開始，本團更進一步，有系統地將各類處理技術，分門別類，陸續延聘國內知名專家學者撰寫成冊，予以編印，免費提供各界參考，期能加速業界對污染防治技術之普遍提昇，從而達成發展工業兼顧環境保護之目的。

過去業者從事污染防治工作較重視「管末處理」，亦即當污染產生後，再想辦法予以處理，而對預先減少污染質量關注不多。如果能在工業生產過程中，重視預防、減量、再生、再利用等方法，不僅可減少工業廢物的產生，提高生產效率，更能達到資源有效利用，增加工業利潤，本團於歷年輔導工作中所推動的廠內改善與廢棄物再利用，意即在此，此亦為目前各工業先進國家，推行環境保護政策優先鼓勵業者施行者，將此項技術應用於工業界，我們稱之為「工業減廢」（Industrial Waste Minimization）。故落實減廢工作之執行，不但可達成兼顧工業發展與環境保護之既定政策，亦可以之促進產業升級，因之工業減廢將成為政府未來推動工業污染防治之重點。

本書主要譯自美國環保署有害廢棄物工程研究實驗室編印之「The EPA Manual for Waste Minimization Opportunity Assessments」，該手冊係提供業者作為執行廢棄物減量之參考，其建議之工業減廢執行程序，以及對污染預防及回收等管理技術評估實務，極具實用價值，同時為切合國內業者參考需要，已對該手冊內不符實際使用情況之部份內容修訂。本書由經濟部工業局科長楊義榮先生編譯，並經該局組長兼工業

減廢聯合輔導小組執行秘書林志森先生校訂，兩位先生致力於國內工業污染防治之輔導與推動，原極忙碌，茲為協助本團推動防治污染工作，特於公餘抽空編撰本書，除敬表欽佩外，並致誠摯之謝忱。

工業污染防治技術服務團

楊勇毅

中華民國八十二年六月

目 錄

| | 頁 次 |
|------------------------------|----------|
| 第一章 前言 ----- | 1 |
| 1.1 概述----- | 2 |
| 1.2 定義----- | 2 |
| 1.3 廢棄物減量的誘因----- | 3 |
| 第二章 規劃與組織 ----- | 7 |
| 2.1 獲得管理階層的同意----- | 7 |
| 2.1.1 員工的參與----- | 8 |
| 2.1.2 主持人選----- | 8 |
| 2.2 組成廢棄物減量工作之人力----- | 8 |
| 2.3 設定目標----- | 9 |
| 2.4 克服障礙----- | 10 |
| 2.5 規劃和組織活動摘要----- | 11 |
| 2.5.1 設定計畫----- | 11 |
| 2.5.2 安排計畫工作人力----- | 11 |
| 2.5.3 取得全公司的認同----- | 12 |
| 第三章 評估階段 ----- | 13 |
| 3.1 收集和整理資料----- | 13 |
| 3.1.1 廢棄物源流紀錄----- | 15 |
| 3.1.2 流程圖和質量平衡----- | 15 |
| 3.1.3 質量平衡數據的來源----- | 16 |
| 3.1.4 整理質量平衡的陷阱----- | 16 |
| 3.1.5 追蹤廢棄物----- | 16 |
| 3.2 評估廢棄物源流和 / 或操作的優先次序----- | 17 |
| 3.3 選擇評估小組----- | 17 |
| 3.4 現場檢查----- | 19 |
| 3.5 廢棄物減量方案的產生----- | 20 |
| 3.5.1 廢棄物減量方案----- | 21 |

頁 次

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 3.5.2 產生方案的方法----- | 23 |
| 3.5.3 篩選方案供進一步研究----- | 23 |
| | |
| 第四章 可行性分析----- | 25 |
| 4.1 技術評估----- | 25 |
| 4.2 經濟評估----- | 26 |
| 4.2.1 投資成本----- | 26 |
| 4.2.2 操作成本和經費節省----- | 28 |
| 4.2.3 效益分析----- | 29 |
| 4.2.4 風險和責任的調整----- | 30 |
| 4.3 最終報告----- | 30 |
| | |
| 第五章 執行廢棄物減量方案----- | 31 |
| 5.1 取得資金----- | 31 |
| 5.2 安裝----- | 32 |
| 5.3 試轉和追蹤----- | 32 |
| 5.4 測定廢棄物減量----- | 32 |
| 5.5 新生產製程的廢棄物減量評估----- | 33 |
| 5.6 進行中的廢棄物減量計畫----- | 34 |
| | |
| 附錄一 廢棄物減量評估表格----- | 35 |
| 附錄二 簡化的廢棄物減量評估表格----- | 59 |
| 附錄三 廢棄物減量評估實例----- | 69 |
| 附錄四 典型的廢棄物成因與來源----- | 75 |
| 附錄五 廢棄物減量技術----- | 77 |
| 附錄六 推動廢棄物減量相關機關及輔導措施----- | 83 |
| 附錄七 方案評定（加權總和法）----- | 93 |
| 附錄八 經濟評估的例子----- | 95 |

圖 目 錄

| | 頁 次 |
|-----------------------|-----|
| 圖 1.1 廢棄物減量的定義 ----- | 3 |
| 圖 1.2 廢棄物減量技術 ----- | 4 |
| 圖 1.3 廢棄物減量評估程序 ----- | 5 |

表 目 錄

| | 頁 次 |
|----------------------------|-----|
| 表2.1 廢棄物減量政策(例)----- | 8 |
| 表3.1 廢棄物減量評估小組組成例子----- | 18 |
| 表4.1 典型的大廢棄物減量計畫的投資成本----- | 27 |

附 錄 表

| | 頁 次 |
|---------------------------------|-----|
| 表1.1 廢棄物減量評估表格清單----- | 35 |
| 表1.2 廢棄物減量評估一覽表----- | 36 |
| 表2.1 簡化的廢棄物減量評估表格----- | 59 |
| 表2.2 簡化的廢棄物減量評估一覽表----- | 60 |
| 表3.1 電鍍溶液分析----- | 70 |
| 表3.2 廢水性質----- | 71 |
| 表4.1 來自工廠操作的典型廢棄物----- | 75 |
| 表4.2 廢棄物產生的原因和管理要素----- | 76 |
| 表5.1 塗裝操作的廢棄物減量方案----- | 78 |
| 表5.2 設備清洗操作的廢棄物減量方案----- | 79 |
| 表5.3 藉良好的操作實務減少廢棄物----- | 80 |
| 表5.4 有關的物料處理、貯存和運送的廢棄物減量方案----- | 81 |
| 表5.5 有關零件清洗操作的廢棄物減量方案----- | 82 |
| 表8.1 輸入資料和資本投資----- | 98 |
| 表8.2 收入和操作成本----- | 99 |
| 表8.3 盈餘轉投資回收的現金流動----- | 100 |
| 表8.4 投資回收的現金流動----- | 101 |

第一章 前 言

對許多從事工業污染防治的人們來說，「工業減廢」正是他們逐漸熟悉的名詞。此為78年11月間，旅美環保專家林作砥及沈鐸兩位博士應政府邀請回國，向有關單位及工業界介紹美國廢棄物減量(Waste Minimization)的觀念與作法後，這個可減少工業污染的產生，同時也可增加工業利潤的污染防治策略，已在國內掀起了一陣旋風。前行政院長俞國華先生亦指示各有關機關成立專責單位，積極推動此一工作。

事實上，過去國內工業界亦有不少工廠從事類似工業減廢的工作，當時所謂「廠內改善」、「良好的家管制度」、「回收再利用」、「公害資源化」等名詞均屬之。惟大部份業者仍較注重污染物產生後的管末處理問題，工業減廢的活動並未十分普及。時至今日由於環保法令及管制標準日益嚴格，工業界所花費的污染處理費用更加龐大，開始影響生產成本，不得不更積極的探討及執行廠內減廢措施，以降低防污成本。

回顧美國工業界過去投資於工業減廢的經費尚不及全部污染防治之百分之一，但自1986年9月修訂資源保育與回收法(Resource Conservation and Recovery Act)要求廢棄物產生者致力尋求減量的方法，甚至針對有害廢棄物產生者更要求其處理廢棄物前，必須聲明已盡一切努力進行各種可能的減量工作。自此廢棄物減量成為工業界積極的污染防治工作。根據美國過去十年來，由於推行廢棄物減量計畫，使得每年可減少空氣污染物11餘萬噸，水污染物1萬3千多噸，廢水380萬立方公尺及30萬噸固體廢棄物，累計節約生產成本達3億5千萬美元以上。而這項輝煌成果僅是少數幾家工廠做減廢工作的成績而已。

廢棄物減量應用於工業界，簡稱為「工業減廢」，其最終目標在於使生產者不要製造污染物，而非僅開發污染處理或處置之先進技術以確保污染物的排放不會威脅到環境。縱然無法完全避免污染物的產生，亦應將污染物視為有價資源，採用回收再利用的方法，優先於考慮採用管末處理技術。

「工業減廢」為解決污染之最經濟有效方法，落實減廢工作之執行不僅可達成「經濟發展與環境保護」並重之既定政策，兼能達到資源有效利用，促進工業升級，因之政府未來推動工業污染防治將以此為重點。在鼓勵工業界執行工業減廢計畫時，如何協助其應用工業減廢評估技術來自我診斷，以達到消滅污染於無形，或化腐朽為神奇，為當前推動工業減廢的主要課題。本書譯自美國環保署有害廢棄物工程研究實驗室編印之「The EPA Manual for Waste Minimization Opportunity Assessments」。該手冊係為那些公司或工廠內負責規劃、管理和執行廢棄物減量工作的人所準備的，主要係在協助推動研究和建議減量的執行程

序，並將管理和技術的改變等實務付之實行，以得到減少污染物產生之效果。本書在編譯階段時，對其中與我國環保法令無關及不符業者實際應用需要之部份內容已予刪除或改正，並增加目前政府推動工業減廢相關機構及配合措施，以切合本書使用者參考需要。

1.1 概述

很多事業機構已經成功地實行廢棄物減量(Waste Minimization,WM)而獲致以下成果：

1. 節省廢棄物處理和處置費用，原料購買費用和其他操作費用。
2. 符合政府規定廢棄物清理政策及目標。
3. 減少負擔潛在環境污染之責任。
4. 維護大眾、工人之健康與安全。
5. 保護環境。

1.2 定義

本書所用的名詞定義如下：

1. 廢棄物減量(WM)

廢棄物減量包括各種污染物來源的減少和回收，圖1.1表示廢棄物減量的觀念。在這兩種方法中，從環境保護觀點上看，來源的減少和回收分別含有許多實用的方法如圖1.2所示。廢棄物減量活動並不僅限於固態廢棄物，舉凡對排放到空氣、水體和陸地上的污染物之減量措施均可視為廢棄物減量計畫的一部份。但污染物由一個介質轉移至另一個介質並不視為廢棄物減量。例如用活性碳去除廢水中的有機物，並非廢棄物減量，因為污染物僅由一個介質（廢水）轉移至另一個介質（碳，為固體廢棄物）。除非飽和的活性碳經由再生而收回其所吸附之有機物，而活性碳本身循環再用。

2. 廢棄物減量計畫(WMP)

廢棄物產生者必須有計畫地減少其所產生廢棄物之體積與毒性，以達經濟且實用的程度。廢棄物減量計畫是有組織的、綜合的以及持續的努力，以系統化的減少廢棄物的產生。通常須對機構做一個整體的計畫，其組成可能包括特定廢棄物減量計畫，以及採取廢棄物減量評估，作為決定在何處及如何減少廢棄物的工具。廢棄物減量計畫必須能反映機構內管理階層對廢棄物減量所設定的目標和政策，且此計畫正在努力推動中，使其成為公司營運哲學的一部份。廢棄物減量計畫的主要目標是減少或消除廢棄物，亦可使公司的生產效率獲得改善。

3. 廢棄物減量評估 (WMA)

廢棄物減量評估是一種系統化的規劃程序，具有可確認減少或消除廢棄物方法之目的。圖1.3列出執行廢棄物減量評估的步驟，包括評估組織的成立，細心審核工廠的操作及廢棄物源流，選擇特定範圍來評估。設定某廢棄物源流及範圍為WMA的目標後，即可進行篩選許多具有減少廢棄物潛力的方法，然後再評估所選方法在技術和經濟上的可行性，最後即可選出最佳方案來執行。

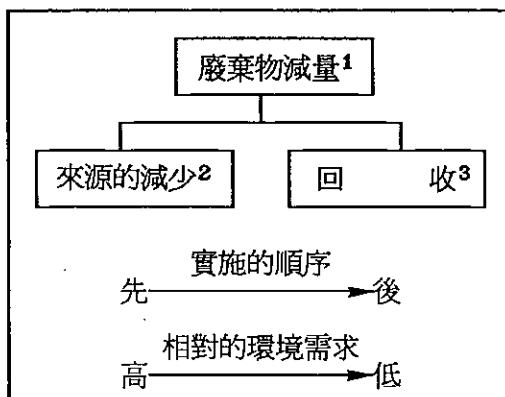


圖1.1 廢棄物減量的定義

註1. 減少有害廢棄物的產生量，俾利日後處理、儲存或處置。它包含產生者所採取的有害廢棄物來源減少或回收之活動，以期獲致(1)減少有害廢棄物的總體積或量。(2)減少有害廢棄物的毒性，或兩者兼具的結果。減量的結果期望能符合目前及未來對人體的健康和環境威脅減低的要求。

2. 任何由源頭減少或消除有害廢棄物產生的活動，通常指製程方面而言。
3. 有害廢棄物所含物質被利用、再利用或再製，即所謂「回收」。若下述之一成立，則視物質「利用或再利用」：(1)物質被回收作為原料的一種（或中間原料）以生產產品。(2)作為商用產品的取代品，具有特殊功能。假如物質經再加工或再生過程回收有用的產品，即謂之「再製」，例如從廢電池中回收鉛錠、廢溶劑再生成商品後出售。

1.3 廢棄物減量的誘因

廢棄物減量具有許多令人心動的誘因，歸納一些誘因如下：

1. 經濟

- (1)掩埋處理成本日益提高。
- (2)處理技術成本增高。
- (3)節省原料及降低製造成本。

2. 法令

- (1) 可達到環保法令有關減量規定。
- (2) 陸上處置的限制和禁止。
- (3) 對廢棄物處理和處置有日益嚴格的要求。

3. 責任

- (1) 可減少廢棄物產生者在廠內和廠外對處理、貯存和處置設施的責任。
- (2) 大量減少對工人安全的危害。

4. 公共形象和對環境的關切

- (1) 改進員工與社區居民的關係。
- (2) 關切環境的改善。

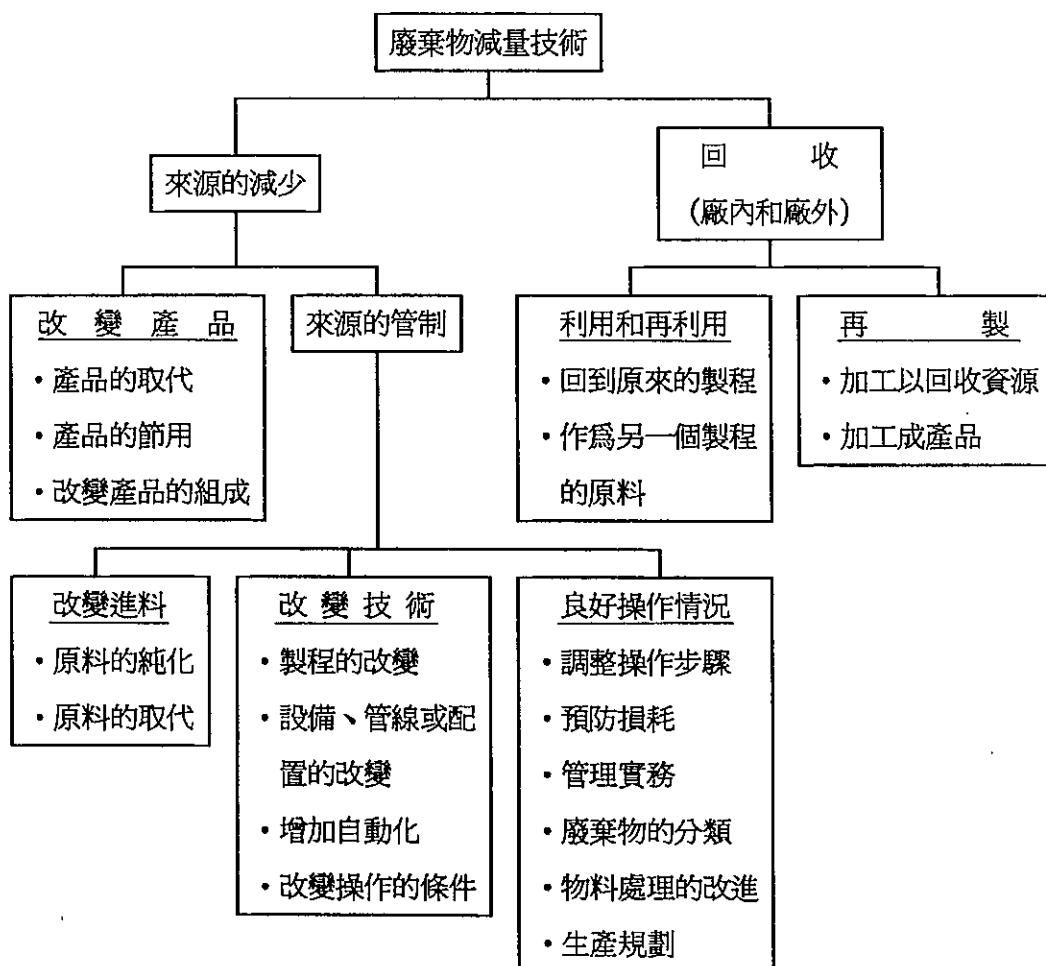


圖1.2 廢棄物減量技術

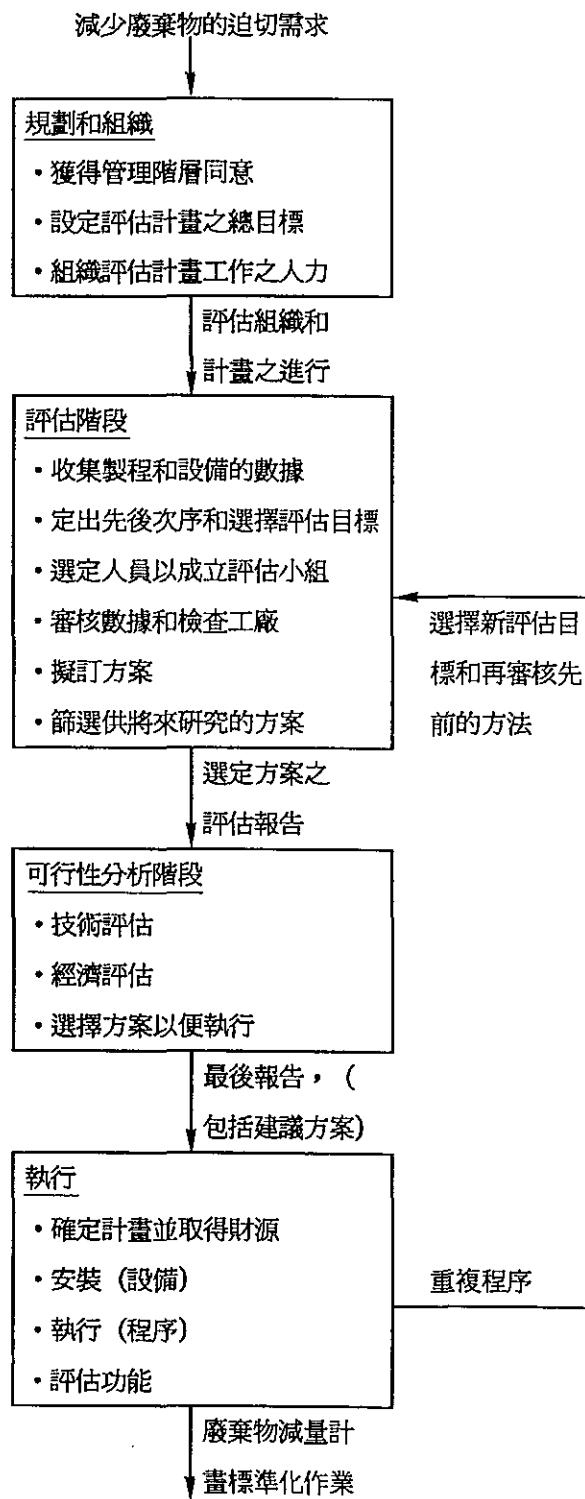
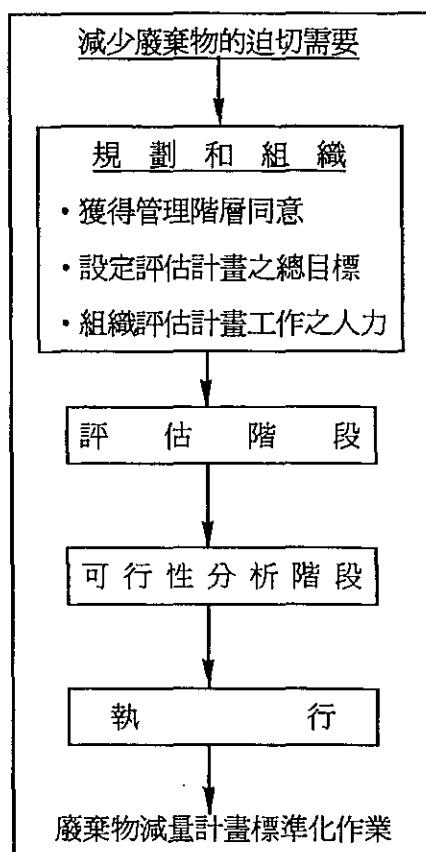


圖1.3 廢棄物減量評估程序

第二章 規劃與組織



本章討論影響廢棄物減量計畫能否成功的重要因素。由於廢棄物減量計畫的綜合性將影響到公司內各相關部門，所以必須結合這些不同部門共同來減少廢棄物。此種計畫的形式，視組織大小及複雜性與廢棄物所產生的問題而定，計畫結構必須要有足夠的彈性，以調適將來可能有不可預測的改變。實行廢棄物減量計畫的活動包括：

1. 獲得管理階層的同意。
2. 設定廢棄物減量的目標。
3. 組織計畫工作之人力。

2.1 獲得管理階層的同意

廢棄物減量計畫將有降低成本的效益，公司的管理階層應予支持。潛在的效益包括經濟上的好處，符合法令的規定，減少有關廢棄物處理的責任，改進公共關係，以及減少對環境的影響。

廢棄物減量計畫的目標最好是由公司的員工透過管理階層的正式指示來執行。公司的高階管理人員有責任對公司內所有的部門發佈命令，負責公司環境事務的人有責任建議管理階層重視廢棄物減量，請求發佈此種正式命令的需要，正式命令聲明參考表2.1。

表2.1 廢棄物減量政策(例)

| <u>公司 的 環 境 政 策</u> |
|---|
| 本公司將持續最大的努力保護環境，此為管理階層的責任，亦是每位員工的責任。依照此項政策，公司的目標是減少廢棄物，經由良好的環境管理，減少對空氣、水和土壤等產生不良影響。 |
| 本公司環保方針包括下列各點： |
| 1. 環境保護是一種責任，並且是員工工作表現重要的判定標準，每位員工對環境保護的責任就和對本身安全的責任一樣。 |
| 2. 減少或消除廢棄物的產生已成為有關研究、程序設計和工廠操作各部門重要工作項目；管理階層並且亦將注意其於安全、產量和減少損失的好處。 |
| 3. 物質的回收和再利用比廢棄物的分類和處置更為優先。 |

2.1.1 員工的參與

雖然管理階層的同意和督導是廢棄物減量計畫成功的基礎，但仍須經由整體組織各成員之努力來解決廢棄物減量計畫的衝突和障礙。員工通常瞭解造成廢棄物產生的原因，因此他們對此計畫的成功與否責任大。紅利、獎金、獎章以及其他形式的獎勵措施，可以促進員工的合作與參與，有些公司則以廢棄物減量目標的達成程度作為經理和員工工作表現的考核依據。

2.1.2 主持人選

任何廢棄物減量計畫必須有一人或多個人來主持，以協助克服改變目前操作形式所產生的阻力，他們亦可正式或非正式地領導廢棄物減量計畫。環境工程師、生產部經理或工廠製程工程師可能是此角色的適當人員，但無論如何，公司必須賦與主持人足夠的權力以有效執行此計畫。

2.2 組織廢棄物減量工作之人力

廢棄物減量計畫將會對公司內許多部門產生影響，因此必須對計畫工作人力加以整合。這個組織必須包含公司內對此計畫有興趣及相關部門的人員。

廢棄物減量計畫組織的正式性或非正式性視公司的本質而定。此種計畫在大型且制度化的公司內可能發展成正式部門，相反地，在小型公司裡，其組織結構因經常改善，而較少成立為獨立部門。

廢棄物減量計畫人員典型的責任，可依需要徵調公司內部的專家來執行，計畫範圍內將決定是否需要工作人員全天候的參與，其責任包括：

1. 從管理階層處獲得同意和政策指示。
2. 設定廢棄物減量計畫之總目標。
3. 建立廢棄物追蹤系統。
4. 訂定廢棄物源流或設備之先後次序以便評估。
5. 成立評估小組。
6. 執行（或督導）評估。
7. 執行（或追蹤）較佳方案之技術／經濟之可行性分析。
8. 選擇和判定可行性方案以便執行。
9. 取得財源並建立執行進度表。
10. 追蹤方案執行成效。

在小公司內，僅需少數人員執行廢棄物減量計畫，包括對生產、設備、維護、品管和廢棄物處理、處置有關的人員。在小工廠內可能只有一個人（如工廠經理）擔負所有的責任。然而即使在小工廠內，至少應包含二人，以獲得各種不同的意見和觀點。

有些大公司已發展一套系統，評估小組定期調查公司內不同部門，所得的結果可與其他部門分享理念與經驗。定期舉辦廠內研討會，說明會或討論會亦可獲得類似的效果，例如，某大型化學藥品製造廠舉辦全公司內的研討會，針對廢棄物減量加以探討，同時亦發展出其他計畫，且發行內部宣導刊物和錄影帶，以增加全公司員工對廢棄物減量的了解。

2.3 設定目標

廢棄物減量計畫工作最優先考慮的是設定符合管理階層政策的目標。廢棄物減量目標可能是定性的，例如「明顯地減少排入環境中之有毒物質」。然而，最好是設定可量測的定量目標，因為定性目標可能很模糊。定量目標有明確的基準，可作為判定計畫成功程度的依據，例如某化學公司採取每年減少 5% 廢棄物的整體目標。此外，公司內每個部門亦可設定自己的廢棄物減量目標。

除了此種針對有害廢棄物的一般目標外，公司也可設定整體的目標，以便在未來能將有害廢棄物的排放減到零。公司內的每個部門有責任，並可自由地發展自己的計畫（作為中間目標），以達成此整體目標。因此，有必要對所有製程和

技術廣泛調查，來進行廢棄物來源的減少、資源再生與回收，以及廠內管理的改善。

計畫目標必須定期加以檢討。當廢棄物減量計畫的重點變得更明確時，可適度調整目標以反映任何改變。廢棄物減量評估並不是一時的計畫，必須定期重新評估計畫，以反映任何改變，例如可用的技術、原料供應、環保法規和經濟形勢的改變。

2.4 克服障礙

在為廢棄物減量界定可達成的特定目標後，計畫中的工作必然會有潛在的障礙產生。雖然廢棄物減量計畫能降低操作成本，以及改善環境污染，但亦可能造成公司內不同部門的衝突，下列為計畫執行時可能遭遇的障礙：

1. 生產：

- (1)新的操作程序將減少廢棄物，但亦可能形成瓶頸，而減少生產量。
- (2)當安裝新的製程設備時，生產可能停頓。
- (3)新的設備可能尚未在相似的情況下使用過，因此可能無法馬上正常運轉。

2. 設備／維護：

- (1)沒有適當的空間可以安裝新的設備。
- (2)沒有適當的公共設施以供設備使用。
- (3)工程和建造人力無法及時配合計畫的進度。
- (4)必須要有較週詳的維護。

3. 品質管制：可能需更嚴格的品管或更多的修正工作。

4. 客戶關係／市場開發：產品性質的改變可能影響到客戶的允收情形。

5. 盤點：為避免物料損壞或過期而減少庫存，可能在生產量高時，造成物料不足。

6. 財務：沒有足夠的錢來支援計畫。

7. 採購：目前的庫存（或契約）將延遲以無害原料來更換有害原料的進度。

8. 環境：以其他工廠的廢棄物作為進料，可能需要較長時間來解決法規問題。

9. 廢棄物處理：使用新的無害原料將對現有的廢棄物處理設備產生不良的影響。

除了上述可能障礙外，尚有一些心理障礙會破壞廢棄物減量計畫。通常會有的心態是「若它沒有壞，就不要去修理它！」此種心態係維持現狀，而忽視既存的潛在問題，基本上是害怕新的方案可能無法如傳說中那麼有效。若沒有細心的宣導和執行方案，則此種心態就可能變成故步自封。

另一個心理障礙是覺得「它就是不管用！」。當一個人不完全了解方案的本質，及其對環境的效益，經常會有此種反應。如此可能造成的危險是方案在評估之前即被放棄。避免此種心態的方法之一是使用創意集會（即腦力激盪），鼓勵參加者提出大量的方案，再個別評估其效益。

有個經常會碰到的障礙是害怕廢棄物減量方案會降低產品品質，尤其在使用從廢棄物中回收物質作為新原料循環回製程中時，通常有此種情形。若廢棄物的濃度在系統中累積時，產品品質降低是個值得關切的問題。解決此問題最好的方法是設計小型設備進行實驗，或者在其他設備上觀察特定方案的操作情況。

2.5 規劃和組織活動摘要

2.5.1 設定計畫

1. 管理階層同意：

- (1) 設定廢棄物減量為公司的目標。
- (2) 通過廢棄物減量計畫以達成此目標。
- (3) 授權執行計畫的人員以執行此計畫。

2. 設定計畫總目標，這些目標必須是：

- (1) 對那些將努力達成目標的人們而言是可接受的。
- (2) 對需求的改變有彈性和可行性。
- (3) 隨時可測量的。
- (4) 有激勵性的。
- (5) 適合公司的總目標和使命。
- (6) 可使人了解的。
- (7) 適當的努力執行可以達成的。

2.5.2 安排計畫工作人力

1. 尋找一個具有下述特質的主持人：

- (1) 熟悉設備、生產程序、以及其廢棄物管理操作。
- (2) 熟悉有關工作人員。
- (3) 熟悉品質管制的要求。
- (4) 與管理階層有良好的關係。
- (5) 熟悉新的生產和廢棄物管理技術。
- (6) 熟悉廢棄物減量原則和技術，以及環境法規。
- (7) 積極的管理態度。

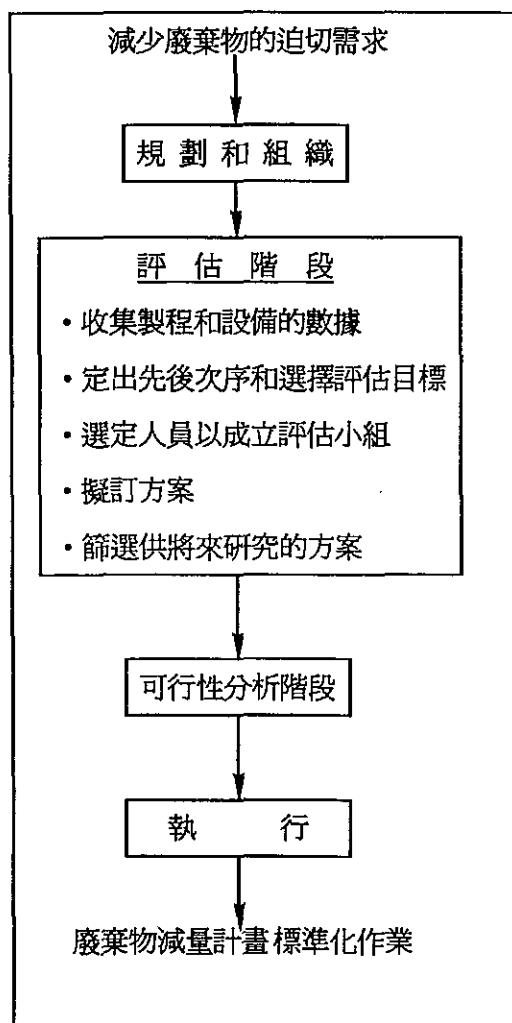
2. 找了解設備、製程和程序的人。

3. 從相關部門中找人：生產、設備／維護、製程工程、品質管制、環保、研究和發展、安全／衛生、市場／客戶關係、採購、物料管制／庫存、法律、財務／會計及資訊系統等部門。

2.5.3 取得全公司的認同

- 1. 公司的廢棄物減量目標納入部門的目標。**
- 2. 要求員工合作和參與。**
- 3. 建立各部門和員工推動減廢活動之獎勵或獎金制度。**

第三章 評估階段



評估階段的目的是為了發展綜合性的廢棄物減量方案，並確認那些是值得更進一步詳細分析的方案。進行這些廢棄物減量方案，必須詳細了解工廠廢棄物的產生，評估必須從檢查工廠製程、操作和廢棄物管理實務的資料研析開始。

3.1 收集和整理資料

工廠收集的資料可用來解答下列問題：

1. 工廠產生的廢棄物源流為何？其量如何？
2. 這些廢棄物來自那些製程或操作？
3. 那些廢棄物是有害的，那些不是？是什麼成份使它們有害？

4. 那些原料使用在特定的製程或廠區內產生廢棄物？
5. 有多少特殊的原料進入每個廢棄物源流中？
6. 有多少原料可算是損耗？
7. 製程效率是多少？
8. 混合可回收的有害廢棄物與其他製程廢棄物，是否會產生不必要之廢棄物？
9. 使用何種廠內管理的方式，可限制廢棄物的產生量？
10. 使用何種程序控制來改進製程效率？

以下檢視下列執行評估時可能有用的資料，將可了解工廠生產和維護程序的重要，並決定執行的優先順序。

1. 設計資料

- 製造流程圖。
- 物質和能量平衡（設計平衡和實際平衡）：①生產程序。②污染防治程序。
- 操作手冊和製程說明。
- 設備清單。
- 設備規格和數據表。
- 管線和儀錶流程圖。
- 廠區佈置和標高圖。
- 設備配置和工作流程圖。

2. 環境資料

- 有害廢棄物遞送聯單。
- 排放物清單。
- 廢棄物分析。
- 環境評估報告。
- 許可和／或許可申請。

3. 原料／生產資料

- 產品組成和批次表。
- 原料應用圖。
- 原料安全數據表。
- 產品和原料盤存報告。
- 操作員操作日誌。
- 生產進度。

4. 經濟資料

- 廢棄物處理和處置成本。
- 產品、公用設施和原料成本。
- 操作和維護成本。
- 部門成本會計報告。

5. 其他資料

- 公司環境政策聲明。
- 標準行政作業程序。
- 組織表。

3.1.1 廢棄物源流紀錄

辨認和了解工廠廢棄物源流是廢棄物減量評估的首要工作之一，可從許多來源獲得有關廢棄物源流的數據。完整的廢棄物遞送聯單包含運送以至於廢棄物清除處理機構的有害廢棄物的說明和數量，故由其中可獲得一些廢棄物數量的數據。例如，在一年期間內有害廢棄物運送的總量，可以作為評估廢棄物產生和減量的方法。然而，聯單通常缺少一些數據，例如廢棄物的化學分析、特定來源，以及產生的時間，且聯單內並無廢水放流、廢氣排放等資料。若評估著重廢棄物源流中的某種特定化學品，則由以前對廢棄物評估資料，可得到分析實驗數據，且定期取樣分析計劃亦有助於數據的建立。

3.1.2 流程圖和質量平衡

流程圖提供整理和確認評估數據的基本方法，可用來辨認重要的製程步驟及辨識廢棄物產生源，並建立物質平衡的基礎。

質量平衡對許多廢棄物減量計劃是很重要的，它們可將以前未計算在內的損失或排放定量出來，且質量平衡有助於檢討下列數據：

1. 追蹤廢棄物減量工作進展的基準。
2. 估算增加設備和其他修改工程的大小和成本之數據。
3. 評估經濟成效之數據。

以最簡單形式表示質量平衡定律如下：

$$\text{進入的質量} = \text{出去的質量} + \text{累積的質量}$$

質量平衡須針對進入和離開製程的所有成份個別來做。當系統內發生化學反應時，則對系統內特定的化學元素做「元素平衡」。

當分析實驗數據有限時，質量平衡可協助決定廢棄物組成的濃度。在生產製程中，當分析數據很難收集（因接觸不到）或不經濟時，質量平衡顯得非常有用，若發生損耗時，質量平衡有助於查出其數量。例如溶劑從零件清洗槽的揮發量，可由投入槽內的溶劑量和倒出槽外的溶劑量之差來決定。

要以質量平衡決定廢棄物源流的特性需要相當心力；然而，如此一來，可對廢棄物產生的狀況得到較完全的概念，有助於建立廢棄物減量活動的資料，並提供評估成效的基準。

3.1.3 質量平衡數據的來源

由上述定義，質量平衡包含進入和離開製程的物質，以下將列出質量平衡資料可能的來源。

1. 進料、產品及廢棄物的取樣、分析、流量測定。
2. 原料購買記錄。
3. 原料盤存。
4. 排放物清單。
5. 設備清洗和步驟確認。
6. 批次補貨記錄。
7. 產品規格。
8. 設計的質量平衡。
9. 生產記錄。
10. 操作日誌。
11. 標準操作步驟和操作手冊。
12. 廢棄物遞送聯單。

當質量平衡針對個別單元、操作或程序來做時較為容易正確，且較有意義。因此，適當地界定質量平衡的範圍是很重要的，該範圍必須是所關心的特定區域，而非很大的區域或整個工廠。工廠總質量可由個別單元的質量平衡所構成。

3.1.4 整理質量平衡的陷阱

整理質量平衡時必須考慮很多因素，以避免產生明顯的高估或低估廢棄物源流的錯誤。分析數據和流量測定的準確性可能無法吻合精確的源流測定，尤其是在進料和出料量很大時，這些數據的絕對誤差，可能大於廢棄物源流實際的量。此時，廢棄物源流的估算，不能僅從進料中有害廢棄物的量扣除其在產品中的量來計算。做質量平衡時，時間的間隔也很重要。在較短的時間間隔內做質量平衡，應以較精確及較常追蹤源流的方法，以便達成平衡。在一個完整的生產週期內進行質量平衡是最典型和最簡單的，並可獲得合理的準確性。時間間隔亦影響購料紀錄和廠內庫存量的使用以計算進料量。在某個特定期間內所購買之原料量，並不一定等於在相同期間內生產所用掉的原料量，因為購買的原料可能積存在倉庫或原料堆置場。

在複雜的製程上做質量平衡可能是件複雜的工作，尤其是有循環存在時，此時通常由化學工程師利用電腦製程模擬器來協助計算。

3.1.5 追蹤廢棄物

廢棄物質量流量和組成的測定必須定期去做，藉此種追蹤，可從經常性和固

定性的源流中分辨出廢棄物流量的季節性變化或單一廢棄物量。事實上，除非在執行廢棄物減量方案之前和之後均進行資料收集，否則廢棄物產生的改變並無意義。由於有「學習曲線」的效果，第二次以後的質量平比衡比較容易做。一些大公司已使用電腦化數據資料庫系統來追蹤廢棄物。

3.2 評估廢棄物源流和／或操作的優先次序

比較理想的方式，應對所有廢棄物源流和工廠操作進行評估。然而，當財力或人力有限時，必須設定評估廢棄物源流和／或操作的優先次序。廢棄物減量評估首先必須著重在最重要的廢棄物問題上，然後當時間、人力、經費許可時，再轉移到優先次序較低的問題。

1. 配合目前和將來的法令。
2. 廢棄物管理的成本（處理和處置）。
3. 潛在的環境和安全的責任。
4. 廢棄物的量。
5. 廢棄物有害性（包括毒性、可燃性、腐蝕性、和反應性）。
6. 對員工的其他危害性。
7. 在生產或廢棄物處理上消除瓶頸的潛力。
8. 回收有價副產品的潛力。
9. 執行廢棄物減量計畫可用的經費。

僅有少數產生廢棄物的公司必須對整個工廠進行評估，當有許多操作相似時，調查整個工廠亦有助益。同樣的，必須以整個工廠為基礎來執行良好的操作實務，包括程序上或權責上的措施，如要求員工提出建議，建立明確的計畫、較佳的庫存和維護程序，以及內部成本會計的改變等。由於許多方案不需花費很多的費用，因此必須儘速付之實行。

3.3 選擇評估小組

廢棄物減量計畫人力係來自工廠各部門。但是，每個評估小組所注重的是特定的廢棄物源流或工廠內特定的區域。每個小組必須了解工廠內特定廢棄物源流或工廠內特定的區域，並負有直接調查的責任。表3.1列出四個不同工業類別，不同規模工廠的小組之例子。

除了工廠內部人員之外，可考慮選用外面的人，尤其是在評估和執行階段。他們可能是技術顧問公司、同業公會、學術或研究機構之專家、學者，或是同一公司內不同工廠的專家。在大型公司內，總公司可能有集中辦公的專家，外來的人可能提供新的建設性觀念，易於破除偏見，尤其是評估一個老廠。

表3.1 廢棄物減量評估小組組成例子

| |
|------------------------|
| <u>某大型工廠內的金屬表面處理部門</u> |
| • 部門經理* |
| • 負責處理程序的製程工程師 |
| • 負責處理部門的設備工程師 |
| • 廢水處理場科長 |
| • 環境工程師 |
| <u>小型農藥廠</u> |
| • 生產經理* |
| • 生產課長 |
| • 環境課長 |
| • 維修領班 |
| • 農藥工業顧問 |
| <u>某軍方工廠內的氯浴電鍍作業場</u> |
| • 內部評估小組 |
| - 環境主任* |
| - 環境工程師 |
| - 電鍍設備製程科長 |
| - 製程工程師 |
| - 材料科學組的化學師 |
| • 外聘評估小組 |
| - 化學工程師 |
| - 環境工程顧問 |
| - 電鍍化學顧問 |
| <u>大型印刷工廠</u> |
| • 內部評估小組 |
| - 工廠副總經理* |
| - 薄膜加工科長 |
| - 印刷間科長 |
| • 外聘評估小組 |
| - 化學工程師 |
| - 環境工程師 |
| - 印刷工業技術顧問 |

[註] *：為小組長

外來顧問能對廢棄物減量評估帶來廣泛的經驗和專業知識，尤其是對那些工廠內沒有廢棄物減量技術的小公司非常有用。

生產線上操作員對廢棄物減量的建議亦不可忽視，因其對製程有第一手的知識與經驗，他們的協助尤其對評估操作或程序的改變，或影響到他們工作的設備之修改特別有用。

許多公司尤其是製造業，已採用「品管圈」來改進產品品質和生產效率。品管圈係由現場作業員和主管一起開會，以便提出改進意見。品管圈的好處是其含有和操作有密切關係的生產人員參與改進建議的活動。目前已有公司利用品管圈的活動，來要求員工對廢棄物減量提出建議以獲致良好的績效。

3.4 現場檢查

對於特定廠區或所選擇的廢棄物源流，評估小組必須到現場勘查。若整個評估小組成員均為評估對象的員工時，則其對製程中的特殊處必定非常熟悉，且易於收集操作和設計數據。評估小組成員必須儘量了解現場，雖然收集的資料並無法涵蓋所有的製程，但進行現場檢查，以了解實際的操作是非常重要的。例如，有些單元的操作方法可能和原先操作手冊上記載的不同，設備可能已被修改過，但並沒有被記錄在流程圖上或設備清單裡。

當有廠外的人參與評估時，最好舉行正式的現場檢查，甚至當小組成員均屬工廠員工時，在收集、審查現場資料後，再做現場檢查亦有助益，因檢查有助於瞭解過去所沒有發現的問題或有矛盾的資料。現場檢查亦可提供額外的資料，補充先前所收集之不足。

若評估小組包括有廠外的成員時，小組必須準備所須資料和檢查項目表。此表的形式包括欲達成的目標、解決的問題及事項和／或進一步的資料。檢查項目和資料表先交給現場人員，以便能在現場檢查實施前完成所須資料。當然，評估小組成員本身最好自行收集和整理大部份的資料。以下列出現場檢查的指引。

1. 預先準備檢查項目表，包括所有須澄清的事項。在檢查之數天前，將此檢查項目表交給接受評估地區的人員。
2. 配合接受評估的特殊操作，安排檢查進度（例如補充化學品、取樣、進料、開停、停停等）。
3. 在各班不同時間內追蹤操作情況。如有需要時，三班均須加以追蹤，尤其當廢棄物之產生受到重大之人為影響時（例如塗裝或零件清洗操作）。
4. 與評估地區的操作員，值班主管和工頭洽談。若尚未有答案，則不要急切的詢問許多人。評估操作員及其主管對產生廢棄物的製程操作了解程度，並注意他們對其本身之操作可能對其他操作產生影響的熟悉度。
5. 若允許的話，則在該地區照相。在沒有工廠佈置圖的情況下，照片是很有價值

的，從照片中可找出許多細節，否則它們將會被遺忘或誤解。

6. 觀察有關操作「廠內管理」情形。拜訪維護部門，並詢問設備是否有溢漏問題。
 - 評估現場清潔的情形，注意臭味和煙霧。
7. 評估組織結構和不同部門間環保活動之協調程度。
8. 評估管理作業之管制情形，如成本會計程序，材料採購程序，和廢棄物收集程序。

在執行現場檢查時，評估小組須從原料進入製程起，開始追蹤到產品和廢棄物離開的地方為止。小組必須辨認可疑的廢棄物來源，包括生產程序，維護操作、原料、半成品及成品的貯存區，以及程序中的操作等。瞭解工廠廢棄物的處理，亦可能發現有減少廢棄物的機會。現場檢查通常只能得到廢棄物產生原因的初步結論，要完全確認這些結論仍須進一步的資料收集、分析和／或現場再調查。

3.5 廢棄物減量方案的產生

當瞭解廢棄物產生的來源和原因後，評估程序即進入積極階段。本步驟的目的是產生一組綜合性的廢棄物減量方案，以作為進一步的考量。在資料收集和現場檢查後，小組成員開始選擇可能的方法，以減少評估地區的廢棄物。辨識方案之可行性，端賴小組成員的專長和創造性，大部份的辨識知識可能來自他們的教育和工作經驗。但是，技術文件、合約和其他資料的使用亦有助益。以下列出一些廢棄物減量技術背景資料的來源。

1. 工商業協會或公會：工商業協會或公會的部份功能是協助會員廠商，因此通常提供有關環保法令的資料給廠商，並且提供各種可行的技術資料，以協助廠商符合這些法令。所提供的資料深具價值，因為這是特定的工業經驗所累積的。
2. 工廠工程師和操作員：非常熟悉設備操作的員工對廢棄物減量方案上經常可能提出最佳的建議。
3. 出版的書刊或報告：技術雜誌、商業雜誌、政府報告、和研究報告，通常含有可做為廢棄物減量方案的資料。
4. 政府有關機關：政府有關機關推動工業廢棄物減量計畫，提供技術諮詢及資料，辦理低利融資輔導，舉辦研討會及訓練班等服務。
5. 設備供應廠商：與提供設備廠商開會，以及廠商所提的資料對辨認潛在的設備採用導向特別有用，因為廠商均迫切的想協助公司執行計畫。然而應記住，廠商的目的是銷售設備。
6. 顧問：顧問能提供有關廢棄物減量技術的資料。第二章曾討論在廢棄物減量計劃中應用顧問。在同業中具有廢棄物減量經驗的顧問最為需要。
7. 研究或學術機構：研究或學術構常接受政府有關機關或民間企業委託從事廢棄物減量技術之開發研究，並搜集國內外現有之技術或資料，再進行技術擴散。

3.5.1 廢棄物減量方案

辨識方案的程序有一順序，即先探求減少污染來源的方案，接著才是回收再利用的方案，要從環境需求的觀點，以減少來源作為減少廢棄物最優先的方案。但只在確認有可被接受的廢棄物減量技術後，才考慮處理方案。

回收技術使有害物質得以有效地再利用。而減少來源的技術則避免廢棄物的產生，因此消除了處理廢棄物的問題。回收技術能考慮將廢棄物回收設備設置在廠內或廠外。

減少來源的技術具有良好的操作實務、技術改變、原料改變或產品改變的特性。回收技術的特性則是利用／再利用技術和資源回數技術。茲將這些技術分述如下，並舉例說明之：

1. 由良好的操作實務減少污染來源

良好的操作實務是公司為減少廢棄物產生，應用於製程、管理或組織上的措施。良好的操作實務必須善於運用生產操作人員。許多措施用於工業上，正如同好的管理實務一樣，可獲得非常有效的改進效果，故通常只需少許成本來執行，卻有很高的投資報酬率。這些實務可用在工廠內所有的部門，如生產、維護操作和原料、成品的貯存等。良好的操作實務包括：

- (1) 廢棄物減量計畫。
- (2) 管理和人事實務。
- (3) 原料管理和庫存實務。
- (4) 預防損耗。
- (5) 廢棄物分類。
- (6) 成本會計實務。
- (7) 生產進度安排。

管理和人事實務包括人員訓練、獎勵和紅利，以及其他鼓勵員工努力去減少廢棄物的獎勵。原料管理和庫存實務包括減少原料因管理錯誤、過期所導致的損失，以及提供適當的貯存環境。預防損耗可避免設備溢漏問題減少廢棄物。廢棄物分類可避免有害和無害廢棄物混合，減少有害廢棄物數量。成本會計實務包括直接分配廢棄物處理和處置成本至產生廢棄物的部門，而不是將這些成本算作公司一般經費。如此做了以後，產生廢棄物的部門更能體會他們對處理和處置廢棄物的影響，並且誘導他們廢棄物減量的動機。經由適當排定生產進度，可減少設備清洗頻率，因而減少廢棄物產生量。

例如某消費品公司採取一項政策以減少有害廢棄物的產生。為了執行此政策，由工廠內產生有害廢棄物部門內的員工代表組成品管圈。經由品管圈小組的建議，公司採用適當的維護、操作程序而使廢棄物產生量減少了75%。由於小組成員是生產線上的主管和操作員，他們能確保該程序被執行。

2. 由技術改變減少污染來源

技術改變傾向於修改製程和設備，以減少廢棄物，主要是著重在生產線上，可能是低成本且短期內可完成的小工程，也可能是更換製程的大投資。這些改變包含下列各項：

- (1) 生產程序的改變。
- (2) 設備、配置或管線的改變。
- (3) 自動化的使用。
- (4) 製程操作條件的改變，如流量、溫度、壓力、滯留時間等。

例如某金屬產品製造廠採用鹼性化學品來清洗鎳和鈦網。在1986年，公司開始採用機械研磨系統來做實驗。網子通過系統而經由絲綢和碳墊的加壓研磨使金屬明亮。系統可以用，但須將網子通過兩次才會完全乾淨。在1987年，公司買了第二套單元，串聯在第一套單元之後。此系統使得公司完全不必使用化學清洗槽。

3. 由進料改變減少污染來源

進料改變可以減少和消除進入生產程序的有害物質，達成廢棄物減量的目的，且進料的改變可避免生產程序中產生有害廢棄物。進料改變包括原料純化和原料取代。

例如某大型電子工廠原先使用溶劑來清洗印刷電路板。公司發現用水溶性系統來取代溶劑性系統，可在相同的操作條件下操作，且可維持相同的工作負荷，而水溶性系統的清潔效率高達六倍以上。結果是產品不良率減少，且消除了有害廢棄物。

4. 由產品改變以減少污染源

產品改變於產品製造前，即應考慮將來產品被利用後，如何減少廢棄物產生的各種因素。產品改變包括：

- (1) 產品取代。
- (2) 產品規劃。
- (3) 產品組成改變。

例如在塗料製造工業上，水溶性塗料有逐漸取代溶劑性塗料的趨勢。這些產品不含有害性或可燃性溶劑，且使用者亦不必用溶劑來清洗。用水溶性塗料來取代溶劑性塗料亦可大量減少排放到大氣中的揮發性有機化合物。

5. 回收：利用和再利用

經由利用和／或再利用的回收技術，可將廢棄物循環至製程中作為進料的替代物，或作為其他製程的進料。

例如某報紙印刷廠購買了一部油墨回收機，混合各種廢油墨生產黑油墨。此機器將不同顏色的廢油墨與新鮮黑油墨以及黑色調色劑混合在一起，以生產

黑油墨。然後將此油墨過濾以除去乾的油墨渣。此油墨可用來取代新鮮的黑油墨，並且免除公司將廢油墨運到廠外處置的麻煩。若只考慮購買新鮮黑油墨所節省的成本時，購買回收機器的錢在18個月內即可收回；若加上將廢油墨視為有害廢棄物來處置的成本之節用時，則投資報酬率為9個月。

6. 回收：再製

再製是從有害廢棄物中回收有價物質。再製技術與利用和再利用技術不同之處在於回收的物質不用於自己工廠內，而是賣給其他公司。

例如某相片沖洗公司使用電解沉積槽，從軟片沖洗設備的洗滌水內回收銀，然後將銀賣給小型回收工廠。廢水中的銀被除去後，廢水即可直接排入下水道，而不須由公司做額外的前處理。經由回收銀的銷售收入，此設備在兩年內成本即可回收。此公司亦將用過的軟片收集起來，賣給同一家小型回收工廠。回收工廠將軟片燒掉，從灰中收集銀。將銀從灰中除去後，灰即變為無害物質。

3.5.2 產生方案的方法

欲使廢棄物減量方案產生，過程中心須鼓勵評估小組的成員提出創造性和獨立性思維。各小組成員可以分別提出許多方案構想，再以一般小組討論的方式增加方案，這種方式可使評估小組確認個別成員尚未想到的方案。另外，小組成員所採用之腦力激盪法亦為發展廢棄物減量方案的有效方法，大多數管理或組織行為的書籍均說明團體研商技術，如腦力激盪法或一般小組討論法。

3.5.3 篩選方案供進一步研究

許多廢棄物減量方案將被認為是可行的評估方案。此時，必須確認那些方案真正有潛力減少廢棄物和降低成本。由於技術和經濟可行性的詳細評估通常花費很高，因此必須在提出的各種方案中篩選那些值得做，以進一步評估方案。篩選程序的目的是為了除去那些看起來空洞、不切實際或次要的方案，而免於做更詳細和花費更貴的可行性研究。

加權總和法 (weighted sum method) 是用來比較特定設備內影響廢棄物管理的重要因素，以及每個方案如何與這些因素作用的定量上。當有很多方案可以考慮時，此法特別有用。

評估程序要有彈性，以便一般小組討論方式可以應用來篩選和評定廢棄物減量方案。

篩選程序必須考慮下列問題：

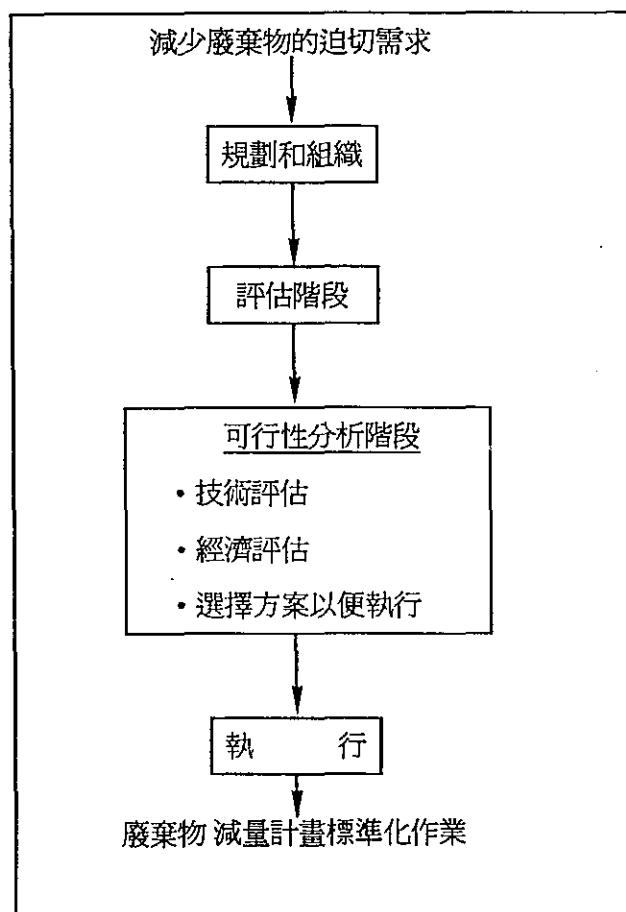
1. 執行此方案可獲得那些主要的效益？（例如經濟、法令、責任、工廠安全等）
2. 是否已有既有的技術可以推動此方案？
3. 它需要多少費用？是否有成本效益？
4. 可否在不干擾生產的合理時間內執行方案？

5. 方案是否有良好的「實驗報告」？若沒有，是否有證據顯示方案必可達到效果？
6. 方案是否有成功的機會？（當計畫進行時，較易成功的廢棄物減量計畫獲得較廣泛的支持。）
7. 是否有其它效益？

篩選活動的結果可用來推動技術及經濟可行性分析，所選定可行性分析方案的數目，宜依照研究時間、預算和資源的多寡來決定。

有些方案（如步驟的改變）可能毋需投資成本即可迅速進行，而僅需少許或不必進一步的評估作業。篩選程序應能確保方案容易執行，若此種方案必須做好，且有減低成本的可能者，則應進一步研究或逕付執行。

第四章 可行性分析



評估階段的最後成果是一評估範圍的廢棄物減量方案表，不切實際或不吸引人的方案將被刪除。下一個步驟則是決定剩下的方案是否具技術和經濟可行性。

4.1 技術評估

技術評估是決定所提出的評估方案是否適用於特殊的應用。評估小組必須使用「快速追蹤」的方式，以評估不必花費許多成本的程序改變。若方案不包括主要設備的安裝或修改，則材料的程序測試可以迅速進行。

對於有關設備和程序改變的方案，必須到現場了解是否可安排設備供應廠商來安裝。操作員的意見尤其重要，且必須與廠商的說明比較。通常需有實驗室放大或實驗工廠放大工程，可使用租來的試驗設備作放大實驗，以取得放大數據。有些廠商以嘗試的方法安裝設備，在試用時間後感到滿意，同意驗收才付款。

一個方案的技術評估亦需考慮設備的限制和產品的要求，雖然不能符合這些限制的方案可能不致發生無法克服的問題，但也許只要增加投資和／或操作成本即可修正它們，評估時可參考下列各項所述：

1. 系統對工人是否安全？
2. 產品品質是否可維持？
3. 空間是否足夠？
4. 新設備、原料或製程是否與生產操作程序、工作流程和產率相容？
5. 是否需要額外的勞力？
6. 是否有公共設施配合？或者是否會因要安裝它們而增加投資成本？
7. 生產將停多久，以便安裝系統？
8. 是否需要專業人員來操作或維護新系統？
9. 廠商是否能提供令人滿意的服務？
10. 系統是否產生其他的環境問題？

所有受影響的之相關部門都必須包括在內，並審核技術評估的結果。各個有關部門（如生產、維護、採購）必須事先參與，以確保方案能被接受並且可行。若方案是有關生產方法或進料的改變，則必須考慮其對最終產品品質的影響。在評估後若計畫是不可行或不實際，則必須放棄。

4.2 經濟評估

經濟評估的執行是採用標準的利潤評量法，如回收期、投資報酬和淨現值，每個組織有其自己的經濟標準以選擇計畫執行。在執行經濟評估時，必須考慮各種成本的節省。廢棄物減量計畫的成本可分為投資成本和操作成本，本章中所述的經濟分析以及相關的表格，代表的是初步的分析，而不是詳細的分析。

對於僅具有少數程序的小型工廠，整個廢棄物減量評估程序可能較不正式。在此種情況下，少數簡單的廢棄物減量方案，如流量控制的安裝和好的操作實務等可以較少或毋須以經濟評估的方式來執行。在這些情況下，不需要複雜的分析來說明採用所遴選之廢棄物減量方案的益處。具有潛力的方案可能提供能節省多少經費額度，及技術和經濟可行性分析需多少人力等資料。

4.2.1 投資成本

表4.1 係有關大型工廠更新計畫的投資成本項目表。這些成本不僅包括設計、採購、和設備安裝的固定投資成本，亦包括工作成本、特許、訓練、試運、和財務費用等。

由於環保法令日漸嚴格，初期許可成本變成許多回收方案（以及處理、貯存和處置方案）投資成本的大部份。許多減少污染源的技術有不須環保單位許可而可隨時執行的好處。

表4.1 典型的大廢棄物減量計畫的投資成本

直接投資成本

1. 廠地開發
 - 整地和變更工作
 - 廠地清理和鋪地
 - 人行道、道路和圍牆
2. 製程設備
 - 所有在流程圖上的設備
 - 備用零件
 - 營業稅、運費、保險和關稅
3. 材料
 - 管線和管件
 - 保溫和塗裝
 - 電機
 - 儀錶和控制器
 - 建築和結構
4. 與目前的公共設施連接（水、電力、蒸汽、冷凍、燃料、工廠通風和惰性氣體、照明和防火）
5. 新的公共設施和服務設備（與上述項目相同）
6. 其他非製程設備
7. 建造／安裝
 - 建造／安裝勞工薪資
 - 管理、會計、時間安排、採購、安全
 - 臨時設備
 - 建造工具和設備
 - 稅金和保險
 - 建築許可，現場測試、執照

間接投資成本

1. 廠內工程、採購和其他辦公室費用
2. 廠外工程、設計和顧問服務
3. 許可費用
4. 包商費用
5. 試陣費用
6. 訓練費用
7. 臨時費用
8. 建造期間的利息負擔

投資成本總計（=直接投資成本 + 間接投資成本）

[註] 本文摘自Perry, 化學工程師手冊(1985)；和Perers and Timmerhaus, 化學工程師的工廠設計和經營(1980)

4.2.2 操作成本和經費節省

任何廢棄物減量計畫的基本經濟目的是減少（或消除）廢棄物處置成本以及減少進料成本。然而，亦需考慮多種其他的操作成本（和節省）。在做經濟評估時，通常使用「利潤操作成本法(incremental operating costs)」以比較現有系統和採用廢棄物減量方案的新系統（利潤操作成本係指採用廢棄物減量方案預估的操作成本與沒有採用方案的現有系統的操作成本之間的差）。以下介紹有關廢棄物減量計畫的利潤操作成本和經費節省，以及增加收入的項目。

1. 減少廢棄物管理成本：廠外處理／貯存和處置費用、運輸成本、廠內處理／貯存和處置費用，以及許可、報告和記錄存檔成本。
2. 原料成本的節省：減少廢棄物的方案通常可減少對原料的需求。
3. 保險和責任的減少：廢棄物減量計畫可能大大地減少公司的保險費，它亦可能減少公司有關廢棄物清理設備工程改善以及工廠安全的責任（責任減少的數目很難估算）。
4. 有關品質的成本改變：廢棄物減量方案對產品品質可有正面的或負面的影響。這可能導致較高（或較低）之重做、報廢或品質管制功能的成本。
5. 公共設施成本的改變：公共設施的成本可能增加或減少。這包含蒸汽、電力、燃料和冷卻水、工廠通風、冷凍或惰性氣體。
6. 操作和維護人力負荷和效益的改變：一個方案可能增加或減少所需的人力。這可反應在加班時間的改變或員工數目的改變。當直接人力或成本改變，則負荷及效益成本亦改變。在大計畫上，管理成本亦會改變。
7. 操作和維護補給的改變：一個方案可能增加或減少操作和維護補給。
8. 經常費的改變：大型廢棄物減量計畫可能影響工廠的經費。
9. 因增加（或減少）生產的收入改變：一個計畫可能影響工廠生產力，導致收入的改變（注意操作成本亦會跟著改變）。
10. 由副產品而增加收入：廢棄物減量計畫可能生產副產品賣給回收者或其他公司作為原料，增加公司的收入。

減少或避免目前及以後有關廢棄物處理、貯存，和處置的操作成本是廢棄物減量計畫經濟評估的要素。公司在以前常忽視這些成本，因為陸上處置並不昂貴。然而，近來的法令對廢棄物產生者的要求嚴格很多，使得廢棄物管理的成本亦增加，成為公司總成本結構中重要的因素之一。

在評估以減少廢棄物數量為目的之計畫時，某些成本較高者較容易定量。這些包括：

1. 處置費用。
2. 運輸成本。

3. 前處理成本。
4. 原料成本。
5. 操作和維護成本。

建議應先考慮這些成本是否可節省，因為它們對計畫的經濟有較大的影響且容易估算出來。其他的因素通常不會有太大的直接影響，因此依需要情況稍作調整即可。

4.2.3 效益分析

一個計畫的效益可使用預估計畫壽命中每年的淨現金流動（現金收入減去現金支出）的方式來測量。

若一個計畫不需大的資本投資，則可使用是否可節省操作成本的方式來判斷計畫的效益。若計畫可以減少操作總成本，則應儘速執行此種計畫。

若一個計畫有大的資本投資，則需做更詳應細的效益分析，三個標準效益的因素是：

1. 回收期。
2. 內部回收率(internal rate of return, IRR)。
3. 淨現值。

回收期是計畫最初現金投資回收所需的時間。以稅前為基礎來計算回收期的公式為：

$$\text{回收期 (年)} = \frac{\text{資本投資}}{\text{每年操作成本的節省}}$$

例如，假設一個廢棄物產生者安裝一個總成本為 3,000,000元的設備，若預計每年可節省1,200,000元，則回收期為2.5年。

典型的回收期是以年來估算，然而，特別吸引人的計畫可能以月來估算回收期。對低風險性的投資而言，3~4年的回收通常是可接受的。若含有較大的資本投資，則通常須做更詳細的分析。

內部回收率(IRR) 和淨現值(NPV) 均為決定效益的折現流動方法，許多公司使用這些方法以決定投資計畫。計畫的資本投資可能在回收期後產生正式的現金流動，以了解可接受的投資回收。NPV和IRR用在計畫未來的淨現金流動方面，以了解錢的時間價值。對於低風險性的投資而言，12~15%的稅後 IRR，通常是可接受的。

大多數個人電腦的會計報表程式均可用來計算一系列的現金流動的IRR和NPV，並可參考任何財務管理、成本會計、或與工程經濟有關之 IRR或 NPV資料。

4.2.4 風險和責任的調整

如前所述，廢棄物減量計畫可以減少公司負擔環境和安全的風險性。雖然可辨認出這些風險性，但很難預測問題何時發生，問題的性質，和它們所造成的影响。減少這些風險性的方法是調整計畫所需的財務功能。例如，回收期可能由 4 年延長至 5 年，或內部回收率從 15% 降低至 12%，此種調整可反映公司對風險性的了解，亦反映出每個參與評估計畫的人的觀點。因此，重要的是公司內的財務分析員和決策者要了解廢棄物減量方案有許多益處並可減少風險性。為促進廢棄物減量的政策，公司對減量方案應給予充份的支持。

雖然獲利率為決定是否執行一個方案的重要因素，但是環保法令可能更重要。公司若違反環保法令，則公司的經營者可能會受到處罰。最後，工廠可能被迫停工。在這種情況下，公司的總現金流動只能視環境計畫的執行來推動。

4.3 最終報告

廢棄物減量評估的最終產物就是評估技術及經濟可行性的分析結果，報告中亦包括執行可行性方案的建議。

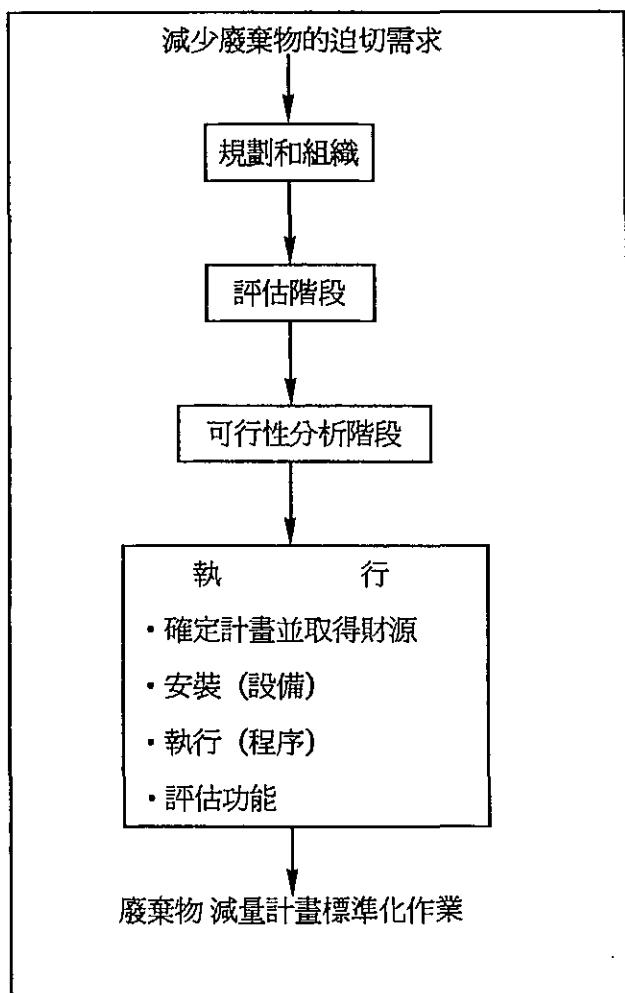
好的最終報告可作為執行一個計畫重要的工具，尤其在取得計畫的資金上非常有價值。在提出可行性分析時，通常需以不同的觀點來評估計畫。例如，以最佳和最差的假設（如增加廢棄物處置成本）來比較計畫的效益，可能非常有用。又其對影響效益主要因素的敏感性分析亦很有用。

報告不僅須包括計畫所須的成本及其預期的功能，亦須敘述如何來執行。重要的是要討論：

1. 技術是否已建立，並有成功的實例。
2. 所須的資源以及如何取得。
3. 預計建造期。
4. 預計生產停止期。
5. 在執行後，如何評估計畫的功能。

在計畫報告定案之前，重要的是要和相關部門共同審核結果，並且請求他們的幫助。在各部門的代表同意協助審核報告之下，計畫付之執行的機會增加。在對報告做總結時，必須包含公司的成本和效益的定性、定量評估，並討論本計畫對環境保護以及於員工和社區中形象改進的貢獻。

第五章 執行廢棄物減量方案



廢棄物減量評估報告提供公司同意減量計畫資金之基礎。由於計畫並不只是技術而已，對於確實或潛在的效益亦有明確的說明，有助於取得資金。

廢棄物減量評估計畫最佳方案必須有彈性，以利發展替代方案或適時修改。它們需要充份的授權及良好的後勤支援，並預估在執行方案時潛藏的問題。最重要的是切記提案人若沒有提出令人信服的理由，則其理念不易被接受。

5.1 取得資金

廢棄物減量計畫通常包含製程效率的改善和／或廢棄物管理操作成本的減少。然而公司資金的運用通常較傾向於加強未來的收入（例如，移向新的營運方向

、擴展工廠產能，或合併另外的公司），而不是減低目前的成本。若有此種情況，則廢棄物減量計畫可能被延到下個會計年度，而計畫主持人只有將計畫延至那時再考慮。

讓組織內有權決定投資計畫的階層了解實際情況，將可獲得適當的支持。在公司內，小計畫通常由工廠經理批准即可，中型計畫由部門副總經理批准，而大型計畫則由董事會批准。

由財務和技術人員所組成的評估小組，可確保主持人有信心達成目標。這亦可破除組織內可能存在的「不能做」或「若它沒壞，則不必去修理它」的態度。小組應依下述來審核計畫：

1. 過去在操作的領域內的經驗。
2. 市場和競爭的情況。
3. 實行計畫如何配合公司整體的商業策略。
4. 比較其他爭取資金方案之優點。

有時甚至在計畫有高的內部回收率時，有些公司仍很難從內部得到資本投資。此種情況下，公司必須尋求外界的財務支援。通常有兩種主要的資金來源，即一般財務支援和政府協助的基金。

一般財務支援包括銀行一般性貸款和其他私人借貸。在政策考量下，政府亦會加以財務支援，工廠通過之廢棄物減量計畫，如事先報請經濟部、環保署工業減廢聯合輔導小組審核通過者，得適用第二期開發基金民營事業污染防治設備低利貸款。

5.2 安裝

廢棄物減量方案如僅為操作、程序或材料改變，而未涉及設備的增加或修改時，通常在確定能大量減低成本後，應儘速執行。對於包含設備修改或設置新設備的廢棄物減量計畫，其安裝過程常和其他的投資改善計畫沒有兩樣。計畫階段包括規劃、設計、採購和建等。

5.3 試轉和追蹤

在廢棄物減量方案執行後，仍須觀察此方案執行之成效，經由試轉無法達到應有的功能者應予重做或修改。重要的是要在設備安裝之前，先獲得廠商的保證。透過追蹤評估所得到的文件紀錄，可提供作為將來在其他設備使用相似方案時重要的參考資料來源。

5.4 測定廢棄物減量

測定廢棄物減量計畫的效益方法之一就是計畫對公司的現金流動之影響，即

使計畫本身可降低廢棄物管理成本和原料成本，亦應測定計畫完成後，廢棄物實際減少的情況。

測定廢棄物最容易的方法是紀錄執行廢棄物減量計畫前後廢棄物的產生量，將其差除以原廢棄物產生量，即為廢棄物減量百分率。然而，此種簡單方法忽略其它會影響廢棄物產生量的因素。

以廢棄物的量和生產量的比來表示廢棄物減量並非沒有問題，其中之一就是使用不常發生的大量廢棄物產生量與生產量之比。例如，當工廠大修時，常有設備清洗、油漆剝離及重漆等工作。此種大修並不常發生，可能三至五年才做一次，若將此種廢棄物包含進去，做為廢棄物減量指標，則廢棄物量與生產量之比的指標將會增大，因為油漆廢棄物的產生並非生產量的函數。在此種情況下，應以廢棄物量或使用材料量與所油漆區域的面積之比來測定廢棄物減量。通常與生產有關之廢棄物、維護有關之廢棄物和清洗廢棄物之間應有區別。

有少數廢棄物源流與生產量可能有反比的關係。例如，若生產量減少，則可能造成過期原料的廢棄物增加。這是因為當生產量減少時，庫存會增加而造成原料過期。由於這些原因，在表示廢棄物減量的程度時應予注意，且必須完全了解廢棄物產生的真正背景。

測定廢棄物減量時，必須測定個別廢棄物源流的總量，以及個別廢棄物的成份或特性。通常好的廠內管理與稀薄液體廢棄物的濃縮可大量減少廢棄物量。雖然廢棄物減量的定義並不包含濃縮，但濃縮廢水亦有實質上的效益，如減少處置成本。濃縮可使廢棄物更容易回收，且當目前工廠廢水處理系統負荷過大時亦必須如此做。

取得廢棄物源流量和組成的數據可能很昂貴且花時間。因此，有時以進料消耗量與生產量的比率間接表示廢棄物減量亦很實用，雖然此法並不直接，但這些數據容易獲得。

5.5 新生產製程的廢棄物減量評估

本手冊注重現有工廠之廢棄物減量評估，但是廢棄物的減量原亦適用於新計畫。通常在研究發展和規劃階段的工廠，較工廠設立後再回過頭來修改製程容易避免廢棄物的產生。

新的產品、生產製程或操作的規劃和設計小組必須儘早注意廢棄物產生的問題。本手冊內的評估步驟可以加以修改，以便對規劃或設計階段中的產品或製程進行廢棄物減量的審核。愈早執行評估，愈可減少將來昂貴的修改。所有新計畫必須由廢棄物減量工作人員加以審核。

對於任何會產生廢棄物的新計畫而言，較好的方法是由廢棄物減量計畫小組

內一個或多個成員作計畫前評估。如此，新計畫內將含有廢棄物減量方案，以便預防廢棄物產生。例如，某廠將其所有計畫和現有設備的修改，均經廢棄物減量計畫小組審核。所有對環境沒有影響的計畫，很快被批准，而對那些影響環境的計畫，則委由小組成員開會討論是否執行。

5.6 進行中的廢棄物減量計畫

廢棄物減量計畫是持續的，而不是暫時的工作。當某些廢棄物和工廠某部門已被評估為優先執行廢棄物減量計畫後，評估計畫宜再針對那些優先次序較低的部門和廢棄物進行。廢棄物減量計畫的最終目標是儘可能減少廢棄物的產生，而那些已消除有害廢棄物產生的公司，尚繼續減少工業廢水放流、廢氣排放和固體廢棄物的產生。

評估完成減量計畫的頻率，視計畫預算、公司的預算週期（大部份公司是年週期）和特殊情況來決定。這些特殊情況可能是：

1. 原料或產品需求的改變。
2. 較高的廢棄物管理成本。
3. 新的法令。
4. 新的技術。

除特殊情況外，每個會計年度宜執行新系列的評估。

為能真正有效達成推動減廢觀念，公司內部應發展廢棄物減量哲學，這表示廢棄物減量必須是公司營運整體的一部份。最成功的廢棄物減量計畫就是在公司內能發展此種哲學。

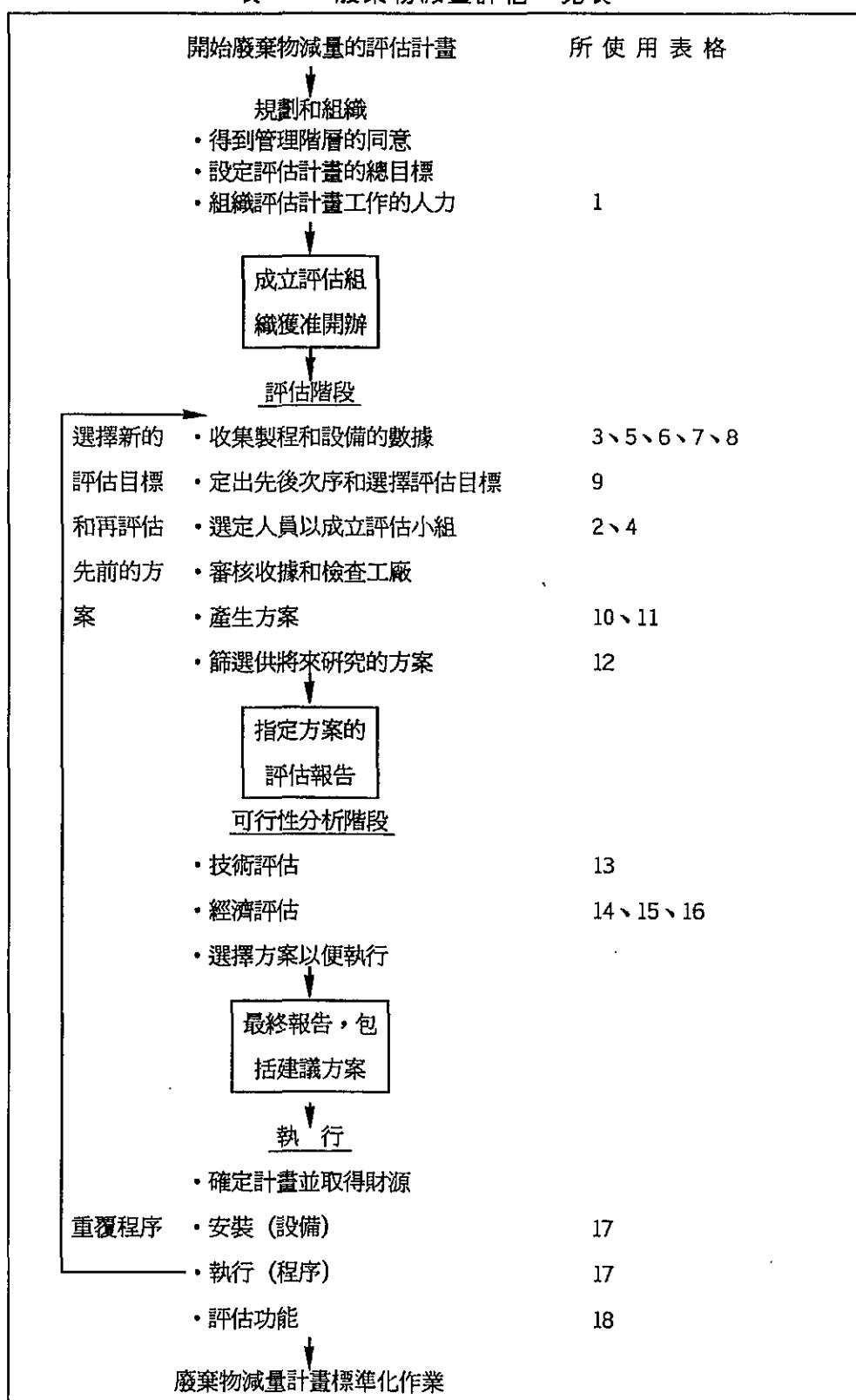
附錄一 廢棄物減量評估表格

下面所列出的表格是設計用來使WM評估容易執行。表1.1 依照計畫的特定階段列出表格，並且簡略說明表格的目的。評估者可就WM評估計畫之實際情形，對各表格內容予以增刪或修正，以切合使用需要。

表1.1 廢棄物減量評估表格清單

| 階 段 | 編 號 和 名 稱 | 目 的 / 備 註 |
|------------------|--|---|
| 規劃和組織 (第2章) | 1.計畫組織 2.評估小組的組成 | 紀錄WMA 計畫工作人力和WM評估小組的主要成員，並紀錄相關的部門 列出評估小組成員的姓名和責任。包括在選擇小組成員時，須加以考慮之部門的列表 |
| 評估階段 (第3章) | 3.現場說明 4.人員 5.製程資料 6.進料總論 7.產品總論 8.個別廢棄物源流的性質 9.廢棄物源流總論 10方案的產生 11方案的說明 12用加權總和法作方案的評估 13技術可行性 | 列出關於設備的背景資料，包括位置 產品和操作 紀錄欲評估地區工作人員的資料 此為進行評估前，須先行參閱之製程 資料檢查表 紀錄特殊生產或製程區的進料資料。 包括名稱、供應商、有害成份或性質、 成本、運送和儲存壽命，以及可能的取代品 辨認有害成份、生產量、收入和其他 有關產品的資料 紀錄每個廢棄物源流的來源、危害、 生產量、處置成本以及處理和處置的 方法 歸納每個廢棄物源流所收集到的所有 資料。本表格亦用來決定廢棄物源流 評估的優先順序 紀錄腦力激盪或一般小組討論期間所 提出的方案。包括提出每個方案的理由 說明並歸納有關所提方案的資料，並 且註明擬准的方案 利用加權總和法來篩選方案 |
| 可行性分析階段 (第4章) | 14成本資料 15效益表格#1回收期 16效益表格#2NPV 和 IRR 的現金流動 17計畫結論 18方案功能 | 用來執行WM方案的技術評估的詳細檢 查表。本表格可分成與設備、人員/ 製程以及原料有關的方案 詳細的列出投資和操作成本的資料， 用來作方案的經濟評估 根據以上所發展出來的投資和操作成 本資料來計算回收期 本表格用來發展計算NPV或IRR的現金 流動 歸納方案執行期間必須做的重要工作 ，包括負責人員、預算和進度 紀錄物質平衡資料，以便計算方案執 行的功能 |
| 執行 (第5章) | | |

表1.2 廢棄物減量評估一覽表



| | | |
|-----|---------|-----|
| 公司： | 廢棄物減量評估 | 製表： |
| 工廠： | | 審核： |
| 日期： | 計畫號碼： | 第 頁 |

表格
1

計 畫 組 織

| 功 能 | 姓 名 | 現 職 | 電 話 號 碼 |
|---------|-----|-----|---------|
| 計畫經理 | | | |
| 評估小組小組長 | | | |
| 現場協調員 | | | |

組 織 表

(圖)

表格
2

評 估 小 組 的 組 成

第 一 頁

公司：

工廠：

部門：

地址：

電話：()

主要產品：

主要單元：

產品：

操作程序：

設施／設備使用年數：

4

人 員 (以評估區工作人員為限)

第 貢

程序單元／操作：

操作型式： 連續式半連續式批式其他

| 文 件 | 狀 況 | | | | | |
|-----------|-----|---|-----|------|-----|-----|
| | 有 | 無 | 檔 號 | 存檔地點 | 說 明 | 備 註 |
| 程序流程圖 | | | | | | |
| 物質／能量平衡 | | | | | | |
| 設計 | | | | | | |
| 實際操作 | | | | | | |
| 流量／測定值 | | | | | | |
| 污染源說明 | | | | | | |
| 分析／評估 | | | | | | |
| 污染物說明 | | | | | | |
| 程序說明 | | | | | | |
| 操作手冊 | | | | | | |
| 設備清單 | | | | | | |
| 設備規格 | | | | | | |
| 管線儀錶流程圖 | | | | | | |
| 佈置和高程圖 | | | | | | |
| 工作流程圖 | | | | | | |
| 有害廢棄物遞送聯單 | | | | | | |
| 排放物清單 | | | | | | |
| 處理／處置報告 | | | | | | |
| 環境稽核報告 | | | | | | |
| 許可文件 | | | | | | |
| 批次表 | | | | | | |
| 原料應用圖 | | | | | | |
| 產品組成表 | | | | | | |
| 物料安全數據表 | | | | | | |
| 庫存報告 | | | | | | |
| 操作日誌 | | | | | | |
| 生產進度 | | | | | | |

| 屬 性 | 說 明 ⁽¹⁾ | | |
|--------------------------|--------------------|---------|---------|
| | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 |
| 名稱 | | | |
| 來源／供應商 | | | |
| 關心的成分／性質 | | | |
| 每年消耗量（單位： ） | | | |
| 採購價格，元／單位 | | | |
| 每年成本總計 | | | |
| 運送方式 ⁽²⁾ | | | |
| 運送容器大小和種類 ⁽³⁾ | | | |
| 儲存方式 ⁽⁴⁾ | | | |
| 傳送方式 ⁽⁵⁾ | | | |
| 空容器處理／管理 ⁽⁶⁾ | | | |
| 儲存壽命 | | | |
| 供應商 | | | |
| • 回收過期原料(是／否) | | | |
| • 回收運送容器(是／否) | | | |
| • 代處理廢棄物(是／否) | | | |
| 取代品，若有時 | | | |
| 另外供應商 | | | |

[註]：1.若可能的話，廢棄物源流號碼必須與製程流程上所用的相同
 2.即管線、槽車、桶槽車、卡車等
 3.即200公升桶、袋、槽等
 4.即室外、倉庫、地下、地上／桶、袋、槽等
 5.即泵浦、堆高機、氣流傳送、輸送帶等
 6.即打碎和掩埋、清潔和回收、送還供應商等

[註] 若可能的話，廢棄物源流號碼必須與製程流程圖上所用的相同

| 1. 廢棄物源流名稱： | 源流號碼： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|------|----|----|----|-------|--|--|--|----|--|--|--|------|--|--|--|-------|--|--|--|------|--|--|--|----|--|--|--|------|--|--|--|
| 2. 廢棄物性質 (需要時，附上成分表) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 氣體 <input type="checkbox"/> 液體 <input type="checkbox"/> 固體 <input type="checkbox"/> 混合相 密度 (kg/L) _____ 高位熱值 (kcal/kg) _____ 黏度 (St) _____ pH _____, 閃火點 (°C) _____, 含水率 (%) _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. 廢棄物以下述何種形式離開製程： | <input type="checkbox"/> 廢氣 <input type="checkbox"/> 廢水 <input type="checkbox"/> 事業廢棄物 <input type="checkbox"/> 有害性 <input type="checkbox"/> 一般性 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. 出現情況 | <input type="checkbox"/> 連續 <input type="checkbox"/> 斷續 排放口： 取樣點： 種類： <input type="checkbox"/> 週期性 <input type="checkbox"/> 週期時間：_____ <input type="checkbox"/> 不定期 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 產生量 | 月：_____ 頤／月 最大／最小：_____ 頤／月 平均：_____ 頤／月 頻率：_____ 批次／日或月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 廢棄物來源 | 填本表格以確認廢棄物的來源。若廢棄物是許多廢棄物源流的混合，則需對每個個別的廢棄物源流填張表。 - 廢棄物是否與其他廢棄物混合？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 - 說明廢棄物是如何產生的。例如副產廢料的產生，未反應原料，主成分的排放（如電鍍帶出液），清洗設備廢棄物、廢原料，反應不良生成物，濺出或漏出物，蒸發損失，排氣損失等 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. 管理方法 | 離開現場至 <input type="checkbox"/> 堆置場 <input type="checkbox"/> 倉庫 <input type="checkbox"/> 200公升桶 <input type="checkbox"/> 其他 處理的頻率： 應用的法令(1) 法令條文(2) 處理方式 <input type="checkbox"/> 廠內 <input type="checkbox"/> 廠外 <input type="checkbox"/> 公民營廢棄物清除處理機構 <input type="checkbox"/> 自己的處理／處置設備 <input type="checkbox"/> 其他 回收方式 <input type="checkbox"/> 直接利用、再利用 <input type="checkbox"/> 能源回收 <input type="checkbox"/> 再蒸餾 <input type="checkbox"/> 其他 再製的原料回到現場？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 供其他人使用 殘餘物名稱： 殘餘物的處理： 中間處理方法 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 氧化／還原 <input type="checkbox"/> 焚燒 <input type="checkbox"/> pH調整 <input type="checkbox"/> 沉澱 <input type="checkbox"/> 固化 <input type="checkbox"/> 脫水 <input type="checkbox"/> 其他 最後處置 <input type="checkbox"/> 掩埋 <input type="checkbox"/> 注入深井 <input type="checkbox"/> 流入池塘 <input type="checkbox"/> 海洋拋棄 管理成本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>成本要素</th> <th>單價</th> <th>數量</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>廠內前處理</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>容器</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>運輸費用</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>中間處理費</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>處置費用</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>稅捐</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>成本總計</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | 成本要素 | 單價 | 數量 | 合計 | 廠內前處理 | | | | 容器 | | | | 運輸費用 | | | | 中間處理費 | | | | 處置費用 | | | | 稅捐 | | | | 成本總計 | | | |
| 成本要素 | 單價 | 數量 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 廠內前處理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 容器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 運輸費用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 中間處理費 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 處置費用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 稅捐 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 成本總計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

[註] 1. 列出廢棄物清理法及其相關法規
 2. 列出適用於該項廢棄物管制的法令條文

表格
9

廢棄物源流總論

第 頁

| 屬性 | 說明 ⁽¹⁾ | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 | | | |
| 廢棄物名稱： | | | | | | | |
| 來源 | | | | | | | |
| 關心的成分或性質 | | | | | | | |
| 年產生量（單位：） | | | | | | | |
| 管理的方法 ⁽²⁾ | | | | | | | |
| 管理成本 | | | | | | | |
| 優先次序評定標準 ⁽³⁾ | 相對權重 (W) | 等級 (R) | R×W | 等級 (R) | R×W | 等級 (R) | R×W |
| 符合法令 | | | | | | | |
| 管理成本 | | | | | | | |
| 潛在責任的負擔 | | | | | | | |
| 產生的廢棄物量 | | | | | | | |
| 環境危害 | | | | | | | |
| 安全危害 | | | | | | | |
| 污染源減少的潛力 | | | | | | | |
| 消除管理瓶頸的潛力 | | | | | | | |
| 副產品回收的潛力 | | | | | | | |
| 優先次序評定總分 | | $\Sigma (R \times W)$ | | $\Sigma (R \times W)$ | | $\Sigma (R \times W)$ | |
| 優先次序 | | | | | | | |

- [註] 1.若可能的話，廢棄物源流號碼必須與製程流程圖上所用的相同
 2.例如衛生掩埋、封閉掩埋、廠內回收、焚燒、焚燒並回收熱能、蒸餾、脫水、固化等
 3.每個源流評定等級為從0(無)至10(最高)

廢棄物源流名稱及號碼：

會議型式：腦力激盪 一般小組討論 其他 _____

會議主持人：

會議參加人：

方案名稱⁽¹⁾：

簡單說明方案：

影響的進料：

影響的廢棄物源流：

影響的產品：

主案型式： 減少來源

有關設備的改變：

有關製程／人員的改變：

有關原料的改變：

其他・廠內

再用為原來用途的原料

其他：

・廠外

用為較低品質的原料

出售

燃燒回收熱能

其他：

[註] 每一方案填寫一張表格

表格
12

用加權總和法做方案的評估

第 页

廢棄物減量方案說明

1.WM方案的本質 關係設備

關係人員／製程

關係原料

2.若方案技術上可行，說明你的理由：

是否需要進一步的分析？ 是 否

若是的話，繼續下去

若否的話，則跳到表格15

3.設備有關的方案 是 否

是否有商業化設備？

是否有商業化技術？

是否有相似的應用？

是否成功？

說明過去成功的工業應用實例：

| 有希望採用的廠商 | 工程技術能力 | 連 絡 人 | 電 話 |
|----------|--------|-------|-----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

對設施／產品的限制：

所需用地面積：

工廠內可能的位置：

所需的公共設施：

電 力： 伏特 KW

製程水：流量 水壓、

種類（自來水、去礦質水、地下水等）

冷卻水：流量 水壓

入口溫度 出口溫度

冷媒／熱傳流體：種類

入口溫度 出口溫度

蒸汽： 壓力 溫度 流量

燃料： 種類 用量

工廠通風： 流量

惰性氣體：種類 流量

預計交貨時間（在簽約後）：

預計安裝時間：

安裝日期：

預計生產停工時間：

- 生產是否會受到影響？並解釋對生產的影響。
- 產品品質是否會受到影響？並解釋對品質的影響
- 是否必須對工作流程和生產製程做修改？請詳述。
- 操作和維護人員是否需要訓練？

需要訓練人員的人數：廠內 廠外

訓練的期間：

說明觸媒、化學品、更換零件或其他所需補給之需求量：

| 項目 | 需求量 | 供應商住址 |
|----|-----|-------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

方案是否符合政府和公司對安全環保和勞工健康的要求？

是 否 (解釋之)

售後服務如何 (維護和技術) ? 解釋之。

提供何種保證？

4. 有關人員／製程的改變

影響的部門／地區

訓練要求

操作程序改變，說明負責的部門

5. 有關原料的改變 (若必須對設備作大的改變，則視為設備有關的改變) 。

是 否

新的原料是否已經商業化？

是否有相似的應用？

是否成功？

說明最可能的應用。

影響的部門／地區

生產是否會受到影響？解釋對生產的影響。

產品品質是否受到影響？解釋對產品品質的影響。

是否需要增加儲存、處理或其他的設備？解釋之。

說明任何必須的訓練或製程改變。

說明任何所需的原料試驗計畫。

廢棄物減量方案說明

1. 投資成本

• 購買程序設備

價格

稅金

運送設備費用、保險

最初備用零件的價錢

合 計

• 預估材料成本

管線

電機

儀錶

結構

保溫

合 計

• 公共設施連接和新公共設施系統的預估成本

電力

蒸汽

冷卻水

製程水

冷凍

燃料（瓦斯或油）

工廠通風

惰性氣體

合 計

• 其他設備的預估成本

儲存和材料處理

實驗室／分析儀器

其他

合 計

• 場地準備（整地、清理等）

合 計

• 預估的安裝費用

廠商

包商

廠內人員

合 計

• 工程和採購成本（廠內和廠外）

規劃

工程

採購

顧問

合 計

| | | |
|---------------|---|---|
| • 試傳費用 | | |
| 廠商 | 合 | 計 |
| 包商 | 合 | 計 |
| 廠內 | 合 | 計 |
| • 訓練費用 | | |
| • 許可費用 | | |
| 費用 | 合 | 計 |
| 廠內人員成本 | 合 | 計 |
| • 觸媒和化學品的試傳費用 | | |
| 總投資成本 | 合 | 計 |

2. 年操作成本：包括因投資減廢計畫須增加之操作、維修成本，而可能因減廢計畫的執行減少廢棄物的處理、處置等管理費用則應予減除，亦即依據實際減少或增加的基準來估算操作成本。

成本基準日： 年 月 日起一年

| • 預計廢棄物管理費用 | 增 加 ⁽¹⁾ | 減 少 ⁽²⁾ | 差 額 |
|--------------|--------------------|--------------------|-----|
| 處理／處理費用 | | | |
| 稅金 | | | |
| 運輸費用 | | | |
| 廠內前處理費用 | | | |
| 許可、報告和資料處理費用 | | | |
| 合計 | | | |
| • 預計原料費用 | | | |

- 預估操作、維修人力成本
- 預估保險和責任成本
- 其他操作成本

年操作成本差額總計

3 年收入⁽³⁾

• 由生產或銷售廢棄物副產品預估收入金額：

[註] (1)操作成本的增加是負的。(2)操作成本的減少是正的。

(3) 收入的增加是正的，收入的减少是负的。

總投資成本：

年淨操作成本 = 操作成本差額總計 + 收入

=

$$\text{回收期(年)} = \frac{\text{總投資成本}}{\text{年淨操作成本}}$$

=

表格

16

效 益 表 格 #2

NPV, IRR 的 現 金 流 動

第 頁

現金收入（如淨操作成本節省和廢物價值）為正值

現金支出（如資本投資和增加的操作成本）為負值

| 行 業 | 建造年 | 操作 年 ⁽¹⁾ | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A 固定資本投資 | | | | | | | | | |
| B +工作成本 | | | | | | | | | |
| C 總資本投資 | | | | | | | | | |
| D 廢物價值 ⁽²⁾ | | | | | | | | | |
| E 淨操作成本節省 | | | | | | | | | |
| F - 貸款利息 | | | | | | | | | |
| G - 折舊 | | | | | | | | | |
| H - 需扣稅的收入 | | | | | | | | | |
| I - 所得稅 ⁽³⁾ | | | | | | | | | |
| J - 稅後純益 | | | | | | | | | |
| K +折舊 | | | | | | | | | |
| L - 貸款的償付 | | | | | | | | | |
| M - 資本投資(C行) | | | | | | | | | |
| N +廢物價值(D行) | | | | | | | | | |
| O 現金流動 | | | | | | | | | |
| P 現金流動的淨現值 ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | |
| Q 淨現值(NPV) | | | | | | | | | |
| 現值(5%折扣) ⁽⁵⁾ | 1.0000 | 0.9524 | 0.9070 | 0.8638 | 0.8227 | 0.7835 | 0.7462 | 0.7107 | 0.5768 |
| (10%折扣) | 1.0000 | 0.9091 | 0.8264 | 0.7513 | 0.6830 | 0.6209 | 0.5645 | 0.5132 | 0.4665 |
| (15%折扣) | 1.0000 | 0.8695 | 0.7551 | 0.6575 | 0.5718 | 0.4972 | 0.4323 | 0.3759 | 0.3269 |
| (20%折扣) | 1.0000 | 0.8333 | 0.6944 | 0.5787 | 0.4823 | 0.4019 | 0.3349 | 0.2791 | 0.2325 |
| (25%折扣) | 1.0000 | 0.8000 | 0.6400 | 0.5120 | 0.4095 | 0.3277 | 0.2521 | 0.2097 | 0.1578 |

【註】1.若預計計畫壽命低於或高於 8 年，則依需要調整表格

2.廢棄物價值包括設備報廢價值加上工作成本的銷售，減掉破壞的成本

3.此表格是用來計算稅後現金流動，對稅前現金流動而言，使用 0%的所得稅率

4.現金流動的淨現值等於現金流動乘以淨值係數

5.淨現值是當年和其後每年的現金流動的淨現值的總和

6.現值係數的方程式為 $\frac{1}{(1+r)^n}$ ，其中 n 是年，而 r 為折扣率

7.內部回收率(IRR)是在計畫壽命中，造成淨現值為零的折扣率(r)

表格
17

計 畫 結 論

第 頁

計畫名稱：

目標：

計畫簡述：

工作項目及時程：

| 月份 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1. | | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | | | |

計畫效益：

執行方法：

財務分析：

提案：

批准？

是，由

否，理由：

審核：

由負責執行本計畫，

協辦

廢棄物減量方案說明

計畫量

實際量

- (a) 工作時期 從 至
- (b) 每期生產 (單位：)
- (c) 每期進料消耗
- 原料 公斤 公斤／單位產品
- (d) 每期產生的廢棄物
- 廢棄物源流 公斤 公斤／單位產品
- (e) 關心的物質 - 每期產量
- 廢棄物源流 物質 公斤 公斤／單位產品

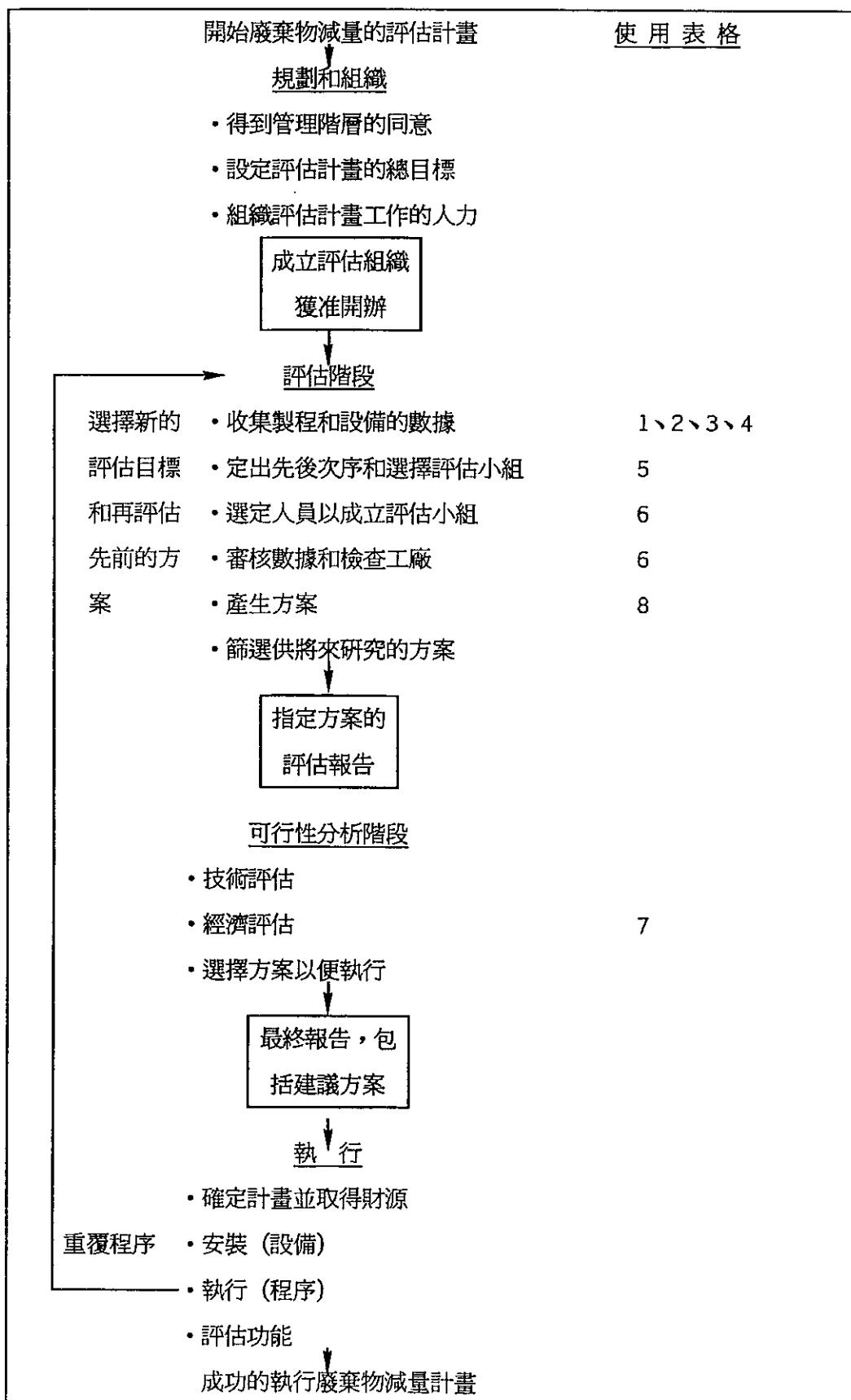
附錄二 簡化的廢棄物減量評估表格

下面所列的表格是設計用來簡化WM評估程序，可供中小企業或WM初期評估之用。表2.1 依照計畫的特定階段列出表格，並且簡略說明表格的目的。此處所用的表格僅用在初期的廢棄物減量評估上，或者是在毋需精確評估方法的情況下使用。

表2.1 簡化的廢棄物減量評估表格

| 階 段 | 編 號 和 名 稱 | 目 的 / 備 註 |
|-------------------|-----------|--|
| 評估階段 (第3章) | 1.現場說明 | • 列出關於設備的背景資料，包括位置 、產品和操作 |
| | 2.製程資料 | • 這是在評估之前，須要先看製程資料 的檢查表 |
| | 3.進料總論 | • 紀錄特別的生產或製程區的進料資料 ◦ 這包括名稱，供應商，有的成份或 性質，成本，運送和儲存壽命以及可 能的取代品 |
| | 4.產品總論 | • 辨認有害成份，生產量，收入和其他 有關產品的資料 |
| | 5.廢棄物源流總論 | • 紀納每個廢棄物源流所收集到的所有 資料。本表格亦用來決定廢棄物源流 評估的優先順序 |
| | 6.方案的產生 | • 紀錄在腦力激盪或一般小組討論期間 所提出的方案，包括提出每個方案的 理由 |
| | 7.效益 | • 說明並歸納有關擬採減廢方案的資料 ，並說明工作時程、執行方案等 |
| 可行性分析階段 (第 4章) | 8.方案的說明 | • 本表格用來辨認設資和操作成本，並 計算回收期 |

表2.2 簡化的廢棄物減量評估一覽表



| | | |
|-----|---------|------------------------|
| 公司： | 廢棄物減量評估 | 製表： |
| 工廠： | | 審核： |
| 日期： | 計畫號碼： | 第 張 第 頁 |

表格
1

現 場 說 明

| | |
|-----------|--|
| 部門： | |
| 地址： | |
| 電話：() | |
| 主要產品： | |
| 主要單元： | |
| 產品： | |
| 操作程序： | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| 設施／設備使用年數 | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

程序單元／操作：

操作型式：連續式 半連續式 批式 其他

| 文 件 | 狀 潤 | | | | | |
|-----------|-----|---|-----|------|-----|-----|
| | 有 | 無 | 檔 號 | 存檔地點 | 說 明 | 備 註 |
| 程序流程圖 | | | | | | |
| 物質／能量平衡 | | | | | | |
| 設計 | | | | | | |
| 實際操作 | | | | | | |
| 流量／測定量 | | | | | | |
| 污染源說明 | | | | | | |
| 分析／評估 | | | | | | |
| 污染物說明 | | | | | | |
| 程序說明 | | | | | | |
| 操作手冊 | | | | | | |
| 設備清單 | | | | | | |
| 設備規格 | | | | | | |
| 管線儀錶流程圖 | | | | | | |
| 佈置和高程圖 | | | | | | |
| 工作流程圖 | | | | | | |
| 有害廢棄物遞送聯單 | | | | | | |
| 排放物清單 | | | | | | |
| 處理／處置報告 | | | | | | |
| 環境稽核報告 | | | | | | |
| 許可文件 | | | | | | |
| 批次表 | | | | | | |
| 原料應用圖 | | | | | | |
| 產品組成表 | | | | | | |
| 物料安全數據表 | | | | | | |
| 庫存報告 | | | | | | |
| 操作日誌 | | | | | | |
| 生產進度 | | | | | | |

表格
3

進 料 總 論

第 一 頁

| 屬 性 | 說 明 ⁽¹⁾ | | |
|--|--------------------|---------|---------|
| | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 | 廢棄物源流號碼 |
| 名稱 | | | |
| 來源／供應商 | | | |
| 關心的成分／性質 | | | |
| 每年消耗量（單位： ） | | | |
| 採購價格，元／單位 | | | |
| 每年成本總計 | | | |
| 運送方式 ⁽²⁾ | | | |
| 運送容器大小和種類 ⁽³⁾ | | | |
| 儲存方式 ⁽⁴⁾ | | | |
| 傳送方式 ⁽⁵⁾ | | | |
| 空容器處理／管理 ⁽⁶⁾ | | | |
| 儲存壽命 | | | |
| 供應商 | | | |
| ·回收過期原料(是／否) | | | |
| ·回收運送容器(是／否) | | | |
| ·代處理廢棄物(是／否) | | | |
| 取代品，若有時 | | | |
| 另外供應商 | | | |
| <p>[註] (1)若可能的話，廢棄物源流號碼必須與製程流程上所用的相同</p> <p>(2)即管線、槽車、桶槽車、卡車等</p> <p>(3)即200公升袋、槽等</p> <p>(4)即室外、倉庫、地下、地上／桶、袋、槽等</p> <p>(5)即泵浦、堆高機、氣流傳送、輸送帶等</p> <p>(6)即打碎和掩埋、清潔和回收、送還供應商等</p> | | | |

4

第三編 唱腔

第 一 頁

[註] 若可能的話，源流號碼必須與製程流程圖上所用的相同

表格
5

廢棄物源流總論

第 頁

| 屬性 | 說明 ⁽¹⁾ | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|--|--|--|--|
| | 廢棄物源流號碼 | | 廢棄物源流號碼 | | 廢棄物源流號碼 | | | | | |
| 廢棄物名稱： | | | | | | | | | | |
| 來源 | | | | | | | | | | |
| 關心的成分或性質 | | | | | | | | | | |
| 年產生量（單位：） | | | | | | | | | | |
| 管理的方法 ⁽²⁾ | | | | | | | | | | |
| 管理成本 | | | | | | | | | | |
| 優先次序評定標準 ⁽³⁾ (W) | 相對權重 (R) | 等級 R×W | 等級 (R) | 等級 R×W | 等級 (R) | 等級 R×W | | | | |
| 符合法令 | | | | | | | | | | |
| 管理成本 | | | | | | | | | | |
| 潛在責任的負擔 | | | | | | | | | | |
| 產生的廢棄物量 | | | | | | | | | | |
| 環境危害 | | | | | | | | | | |
| 安全危害 | | | | | | | | | | |
| 污染源減少的潛力 | | | | | | | | | | |
| 消除管理瓶頸的潛力 | | | | | | | | | | |
| 副產品回收的潛力 | | | | | | | | | | |
| 優先次序評定總分 | | $\Sigma (R \times W)$ | | $\Sigma (R \times W)$ | | $\Sigma (R \times W)$ | | | | |
| 優先次序 | | | | | | | | | | |

[註] (1)若可能的話，廢棄物源流號碼必須與製程流程圖上所用的相同

(2)例如衛生掩埋、封閉掩埋、廠內回收、焚燒、焚燒並回收熱能、蒸餾、脫水、固化等

(3)每個源流評定等級為從0(無)至10 (最高)

廢棄物源流名稱及號碼：

會議型式：腦力激盪 一般小組討論 其他

會議主持人：

會議參加人：

1. 投資成本

購買設備

材料

安裝

公共設施連接或增加

工程

試傳和訓練

其他投資成本

總投資成本

2. 年操作成本差額

處置成本的改變

原料成本的改變

其他成本的改變

年淨操作成本的差額

3. 回收副產品銷售年收入

$$4. \text{回收期(年)} = \frac{\text{總投資成本}}{\text{年淨操作成本}}$$

$$= \frac{\text{總投資成本}}{\text{年淨操作成本差額} + \text{年收入}}$$

=

計畫名稱：

目標：

計畫簡述：

工作項目及時程：

| 月份 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1. | | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | | | |

計畫效益：

執行方法：

財務分析：

提案：

批准？

是，由

否，理由：

審核：

負責執行本計畫，

協辦

附錄三 廢棄物減量評估實例

下述的研究是某一金屬裝飾品電鍍公司廢棄物減量評估的例子，由實際的評估報告節錄出來的。本例子先說明製程和設備數據，然後再說明該工廠所採用的廢棄物減量方案。廠內主要的電鍍金屬是鍍鎳、黃銅、銀和金。

3.1 為評估做準備

由於是小廠且雇用人員不多，因此評估小組是由廠內人員和廠外顧問所組成。小組含有下述的人員：

1. 工廠經理（評估小組組長）。
2. 第一班電鍍領班。
3. 公司的製程工程師。
4. 電鍍化學顧問。
5. 環境工程顧問。

評估小組注重所有的電鍍操作，而不僅僅只是注意一個或兩個特定的電鍍製程。

開始評估前，先收集最近的生產紀錄、進料資料、設備佈置圖和流程圖、廢棄物紀錄和工廠操作說明。在每位小組成員審核過資料後，即對電鍍室做綜合性檢查。

3.2 製程說明

零件加工的程序為清洗、電鍍和拋光。基本的操作包括塗料剝離、清洗、電鍍、乾燥和拋光。

在鍍銀時，欲電鍍的金屬零件先浸入附有逆流系統的氯化鈉溶液中以便進行剝離，然後用50%的鹽酸溶液作酸洗，零件再經拋光至光滑，拋光的零件再用苛性鈉溶液清洗以除去附著之污物，然後用5%的硫酸溶液來中和零件上殘存的苛性鈉溶液。

在零件浸入電鍍槽內一段時間後提出，將其放入一個靜止的洗滌槽靜置些時間後，另行放入一個連續的水洗槽。在靜止和連續的洗滌槽中均用自來水，靜止洗滌槽內的溶液可作為電鍍槽的補充溶液。若使用兩個靜止的洗滌槽時，則第2個槽內的水可作為第一個靜止洗滌槽的補充水。從連續洗滌槽溢出的水即視為廢水排出。電鍍後零件接著被拋光。

通常鍍金不需進行剝離作業。在初期的清洗操作後，零件即經電鍍。鍍鎳和黃銅亦是用類似的方式來做。在鍍黃銅和鎳前通常使用1,1,1-三氯乙烷的蒸氣來

除去油脂。在有些情況下，零件先鍍鎳，然後再鍍上金、銀、或黃銅。

對於電鍍操作，氰化物溶液的組成必須維持在最佳的濃度，溶液由實驗室每月分析兩次，代表性樣品可將管子浸到電鍍槽底部而取得。分析樣品後以其結果作為溶液補充的依據。表3.1 分別顯示黃銅和鎳電鍍溶液典型的分析。本表顯示在槽中每一成分的最佳濃度，以及建議的補充和／或稀釋需求。

在工廠內所有的電鍍操作均是手動的，每天一班，僱用 8個操作員。

3.3 設備配置說明

所有電鍍清洗槽均放在電鍍房內，而隔壁房間放研磨和拋光的設備，研磨房北方的地區作為乾燥和儲存之用，成品和原料儲存在建築物的前方。

清洗和電鍍操作共用了30個槽。典型電鍍單元的組成是包含一個電鍍槽，然後是一個或二個靜止洗滌槽以及一個連續洗滌槽。除了鍍鎳之外，所有電鍍和剝離溶液均含有氰化物。

表3.1 電鍍溶液分析

| 濃度 項目 | 最 佳 | 實 際 |
|----------|----------|-----------|
| 鍍黃銅 | | |
| 銅金屬 | — | 56.3 g/L |
| 鋅金屬 | 2.25 g/L | 6.0 |
| 氰化鈉 | 44.9 | 26.5 |
| 氫氧化物 | 59.9 | 56.2 |
| 氰化銅 | 74.9 | 79.4 |
| 氰化鋅 | 3.74 | 15.7 |
| 羅氏鹽 | 14.98 | 26.9 |
| 鍍鎳 | | |
| 鎳金屬 | — | 124.7 g/L |
| 氯化鎳 | 59.9 g/L | 117.3 |
| 硼酸 | 44.9 | 51.8 |
| 硫酸鎳 | 299.6 | 428.8 |
| A-5 | 2.5% | 2.86% |
| SA-1 | 1.2% | 1.38% |
| pH | 4.0 | 4.5 |

3.4 廢棄物源流說明

含氰化物廢棄物來自剝離過程或來自鍍銀、金、黃銅和銅以及相關的洗滌操作。主要廢棄物源流是來自連續洗滌槽以及清洗地板的廢水，電鍍槽過濾廢棄物以及老化電鍍廢液。

來自塗料剝離，金屬電鍍和清洗地板的廢水流入一個共用的污水收集槽，然後再排入衛生下水道。表3.2 顯示廢水的分析結果。

表3.2 廢水性質

| 項 目 | 水質濃度(mg/L) |
|------|------------|
| SS | 1.0 |
| 總氰化物 | 1.0 |
| 總鉻 | 0.42 |
| 銅 | 1.30 |
| 鎳 | 0.93 |
| 銀 | <0.05 |
| 油脂 | 0.2 |
| pH | 7.5 |
| 溫度 | 21°C |
| 取樣日期 | 1987年8月8日 |
| 取樣位置 | 沉澱槽取樣口 |
| 樣品種類 | 定時取樣 |
| 流入總量 | 1,218 L |
| 流出總量 | 1,097 L |
| 最高流量 | 5.7 L/min |

在電鍍槽中會累積金屬污泥。此污泥每月一次用手提式過濾器將其從電鍍液內濾出，每個電鍍槽使用兩個過濾器，過濾器每二至三個月換一次。

污水收集槽每六個月將水泵出處理，當污水收集槽泵乾後，通常含有 1,000 至 1,500公升的污泥，其中含有各種污物、剝離的塗料，以及含有氰化物和重金屬的溶液。

3.5 提出的廢棄物減量方案

在完成現場檢查以及資料的審核後，小組舉行一個腦力激盪會議以辨認對工廠有潛力的廢棄物減量方案。在會中提出下列方案：

以下列方式減少電鍍液從電鍍槽中被帶出：

1. 將工件適當的放在電鍍架上。
2. 增加電鍍液的溫度。
3. 降低電鍍液成分的濃度。
4. 用滴盤來增加帶出液的回收。

以下列方式來延長鍍液的壽命：

1. 以較佳的洗滌方式，減少帶入污物。
2. 使用去離子補充水。
3. 使用較純的陽極。
4. 將廢鍍液退回供應商。

以下列方式減少洗滌水：

1. 使用多段逆流的洗滌槽。
2. 使用靜止洗滌。
3. 使用噴霧洗滌。

預防來自研磨和拋光房的灰塵進入電鍍房，而污染到鍍液。

將氰化物廢水和其他的廢水分開，如地板清洗和脫墨的廢水。

每位小組成員均獨立審核方案，並決定那些方案可進一步加以研究。小組選擇下列方案以做可行性分析：

1. 使用滴盤來減少電鍍液被帶出。
2. 使用去離子補充水來延長鍍浴的壽命。
3. 使用噴霧洗滌來減少洗滌水的使用。
4. 從廢棄物中分出有害廢棄物。

3.6 可行性分析

評估小組就 4 個方案進行可行性分析。

3.6.1 分出有害廢棄物

從廢棄物中分出有害廢棄物是不需成本即可執行，而且可以立即節省金錢，並沒有任何技術上的問題。

3.6.2 使用滴盤來減少電鍍液被帶出

滴盤是用來收集從電鍍槽內拿出的架子和工件所滴下的電鍍液，以防止電鍍

液又流回電鍍槽。此方案可減少稀薄洗滌廢水的量，但在電鍍液內雜質累積的速度較快，由於電鍍液被帶出較少，故化學品補充量亦減少。

滴盤的價格估計為 3,000元，安裝費用為 2,000元，故總成本為 5,000元。預計此方案每年可減少洗滌廢水處理費用 6,500元，且每年減少 7,800元之補充化學品的成本。因此，回收期為 0.35年，或約為 4個月。

3.6.3 使用去離子水作為補充溶液和洗滌水

使用離子水可減少雜質在電鍍浴內累積，尤其是可避免自來水中造成硬度的礦物質。因此，將避免碳酸鹽沈澱在電鍍槽內。

評估小組決定將此方案與前面使用滴盤的方案一起做評估。去離子水之裝置成本為 6,700元，當加上滴盤的成本時，總成本即變成 11,700元。去離子水裝置的廠外服務費用為每年 11,250元；每年可以節省處理費用和補充化學品費用 22,500元。因此，每年淨操作成本可以減少 11,250元，故回收期為 1.04年。

3.6.4 安裝噴霧洗滌器

安裝噴霧洗滌器將減少清潔工件所需的洗滌水的量。若裝上噴霧控制器，則可依需要做洗滌的工作。預計洗滌水可以減少 50%。如此洗滌廢水的濃度變高，而有些可流回電鍍槽內做為補充水。

評估小組估計四個噴霧洗滌單元的價格為 53,000元，加上 17,625元的管線、閥和安裝人工費用，總投資成本為 70,625元，每年預計可減少 8,750元的處理費用，而這是基於減少 50% 的洗滌廢水來估算的，其回收期超過 8年。

3.7 執行

在評估其他三個方案之前，即已執行將有害廢棄物從廢棄物內分出的程序。在可行性評估完成後不久，即裝上滴盤，並購買去離子水裝置。兩個月後，去離子水系統即正式加入生產線。因為回收期較長，故評估小組決定暫不採用噴霧洗滌的方案。

3.8 將來的WM評估

在下一次的廢棄物減量評估時，評估小組將審核先前提出之減少在研磨和拋光室產生金屬灰塵的方案，以尋求解決的方法。同時，評估小組將繼續尋找可降低工廠內廢棄物的其他機會。

附錄四 典型的廢棄物成因與來源

推動工廠內廢棄物減量方案，必須了解影響廢棄物產生的來源、成因和管制要素。本附錄兩表列出一般工業操作時產生之廢棄物資料。

表4.1 來自工廠操作的典型廢棄物

| 工廠功能 | 位 置／操 作 | 潛 在 的 廢 舍 物 |
|------------------|-----------------------------------|---|
| 進 貨 | 卸貨台、進料管線及 驗貨區 | 包裝材料、不合格原料、損壞的容器、不小心的濺漏、 放空運送管內的物質 |
| 原 料 和 產 品 贯 存 | 槽、倉庫、桶貯存區 、貯藏室及貯藏區 | 槽底物質、不合格原料、濺漏物、泵浦、閥、槽和管線 等洩漏、損壞的容器及空的容器 |
| 牛 產 | 熔融、硬化、烘烤、 蒸餾、洗滌、塗裝、 配料及反應 | 洗滌水、溶劑、蒸餾塔底物、不合格產品、觸媒、空的 容器、濺出物、工作台清洗物、添加劑、油，過濾器、 洩漏殘渣、過剩原料、製程廢液、管線、閥、軟管、槽 和設備等之洩漏 |
| 後勤服務 | 實驗室 維修室 車庫 電氣室／鍋爐 冷卻塔 | <ul style="list-style-type: none"> • 試劑、不合格化學品、樣品、空的樣品和化學品容器 ◦ 溶劑、清潔劑、含油脂污泥、噴砂廢棄物、鹼、報 廢金屬、廢油脂 ◦ 油、過濾器、溶劑、酸、鹼、清洗浴污泥、電池。 飛灰、煙霧、清管物質、化學添加劑、空油桶、鍋爐 排出物、水處理化學品廢棄物 ◦ 化學添加劑、空的容器、冷卻塔底部沉澱、冷卻塔排 放物、風扇潤滑油 |

來源：摘錄自Gary Hunt 和Roger Schecter，有害廢棄物減量，有害廢棄物管

理的標準手冊，Harry Freeman, editor, Graw-Hill, New York.

表4.2 廢棄物產生的原因和管理要素

| 廢棄物來源 | 典型的成因 | 操作要素 | 設計要素 |
|-----------------|--|---|---|
| 化學反應 | <ul style="list-style-type: none"> • 未完全轉化 • 產生副產生 • 觸媒失去活性（由於中毒） | <ul style="list-style-type: none"> • 不適當的溫度控制 • 不適當的混合 • 進料量控制不良 • 進料純度控制不良 | <ul style="list-style-type: none"> • 適當的反應器設計 • 適當的選擇觸媒 • 選擇製程 • 選擇反應的條件 |
| 水相和有機相之間的接觸 | <ul style="list-style-type: none"> • 蒸汽減壓器之凝結水 • 反應副產物內之水 • 使用水以洗滌產品 • 設備清洗 • 漏出物清洗 | <ul style="list-style-type: none"> • 濫用水來清洗或洗滌 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用真空泵浦以取代蒸汽器 • 選擇製程 • 使用鍋爐以取代蒸汽器 |
| 清洗製程設備 | <ul style="list-style-type: none"> • 黏著物 • 產生沉澱 • 使用過濾助劑 • 使用化學清潔劑 | <ul style="list-style-type: none"> • 在清洗之前先排放 • 調整生產進度以減少清洗的頻率 | <ul style="list-style-type: none"> • 設計反應器或槽的刮刀 • 減少黏著物 • 發揮設備功能 |
| 清洗熱交換器 | <ul style="list-style-type: none"> • 粒著物或積垢 • 產生沉澱 • 使用化學清潔劑 | <ul style="list-style-type: none"> • 不適當的冷卻水處理 • 冷卻水溫度太高 | <ul style="list-style-type: none"> • 設計較低溫度及較高的擾流 • 防止冷卻水過熱 |
| 清洗金屬零件 | <ul style="list-style-type: none"> • 廢溶劑、廢清洗溶液或污泥 | <ul style="list-style-type: none"> • 濫用水或溶劑 | <ul style="list-style-type: none"> • 選擇使用冷侵槽或蒸氣除脂的方法 • 選擇適當溶劑或水性清潔溶液 |
| 金屬表面處理 | <ul style="list-style-type: none"> • 帶出液 • 廢處理溶液之丟棄 | <ul style="list-style-type: none"> • 掛架維護不良 • 使用過多的洗滌水 • 太快移出工作 | <ul style="list-style-type: none"> • 逆向洗滌 • 噴霧洗滌 • 帶出液收集槽或滴盤 |
| 丟棄未使用的原料或不合格的產品 | <ul style="list-style-type: none"> • 廢棄原料 • 由受污染、不當的反應控制、不當的清潔設備或工件、不當的溫度或壓力所產生的不合格產品。 | <ul style="list-style-type: none"> • 操作員訓練或管理不良 • 不當的品質管制 • 不當的生產規劃和庫存管理 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用自動化 • 使設備的單一功能發揮至極限 • 加強員工訓練與管理 |
| 清洗濺出物和漏出物 | <ul style="list-style-type: none"> • 手動的工作傳送操作 • 泵浦軸封洩漏 • 接頭墊圈洩漏 | <ul style="list-style-type: none"> • 維護不當 • 操作員訓練不良 • 操作員疏於注意 • 洗滌時使用過多的水 | <ul style="list-style-type: none"> • 選擇墊圈材料 • 選擇軸封 • 使用焊接或密封的建造方式 • 加強員工訓練與管理 |

來源：Jacobs 工程小組

附錄五 廢棄物減量技術

本附錄列出在工業上廣被採用的廢棄物減量技術和實務。以下各表所列者大多屬減少污染源的技術：

- 表5.1 塗裝操作的廢棄物減量方案
- 表5.2 設備清洗操作的廢棄物減量方案
- 表5.3 藉良好的操作實務減少廢棄物
- 表5.4 有關的物料處理、貯存和運送的廢棄物減量方案
- 表5.5 有關零件清洗操作的廢棄物減量方案

表5.1 塗裝操作的廢棄物減量方案

| 廢棄物 | 來 源 | 廢棄物減量方法 | 備 註 |
|---------|----------------|---|--|
| 塗裝飛霧 | 塗料沒有附著在欲塗裝的物體上 | <ul style="list-style-type: none"> • 噴嘴維持50%的飛霧 • 噴槍和工件距離維持在6~8吋 • 噴霧速度維持在250呎／分鐘 • 噴槍與工件垂直 • 在每個程序開始和結束時才扣板機 • 適當的訓練操作員 • 使用機器人來噴漆 • 避免使用過高的空氣壓力 • 回收飛霧 • 使用靜電塗裝系統 • 使用真空塗裝系統 | 工件外觀不會形成條狀，且避免產生塗裝廢棄物。若以45°角來噴漆，則飛霧損耗可能高達65% |
| 塗料剝離廢棄物 | 在塗裝新漆前除去零件上的舊漆 | <ul style="list-style-type: none"> • 避免加入過多的稀釋劑 • 使用粘著劑剝離 • 使用噴砂剝離 • 使用冷凍剝離 • 使用鹼性剝離溶液 • 在每次使用後清潔塗裝設備 | 減少塗料剝離廢棄物，避免使用溶劑 |
| 溶劑排放 | 來自設備和零件的蒸發損失 | <ul style="list-style-type: none"> • 使溶劑槽遠離熱源 • 使用高固形成份的塗料 • 使用粉末塗裝 • 使用水溶性塗料 | 減少溶劑的使用，避免使用溶劑 |
| 設備清洗廢棄物 | 使用溶劑清洗製程設備 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用淡色至深色的清洗程序 • 加大相同顏色產品的批量以取代小批量 • 分開溶劑型塗料噴漆室和水性塗料噴漆室 • 再利用清洗溶液／溶劑 • 使塗料的使用標準化 • 再檢查是否需要塗裝，以及其他代用辦法 | |

表5.2 設備清洗操作的廢棄物減量方法

| 廢棄物 | 來 源 | 廢棄物減量方法 | 備 註 |
|--------------------|--------|--|--|
| 廢溶劑或 無機清洗 溶液 | 槽的清洗操作 | <ul style="list-style-type: none"> • 儘量利用製程設備 • 用刮除方式預先除去粘著物後再清洗 • 避免不必要的清洗 • 採用密封儲存和運送系統 • 使液體有足夠時間排掉 • 設備內襯以避免粘著物之附著 • 使製程管線暢通 • 使用高壓噴嘴 • 使用逆向清洗 • 使用當場清洗方式 • 使用後立即清洗設備 • 清洗溶劑再使用 • 將清洗劑再用到有用的產品中 • 將不同種類的溶劑分開 • 使溶劑的使用標準化 • 以蒸餾法再製溶劑 • 管制生產以降低清洗頻率 | <ul style="list-style-type: none"> • 可避免積垢和乾掉 • 減少殘存物 • 減少粘著物 • 減少溶劑消耗 • 防止積垢硬化而消耗更多的溶劑 |
| 廢水污泥 、廢酸溶 液 | 清洗熱交換器 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用側流或用泵浦迴流以增加擾流程度 • 使用較光滑的熱交換器表面 • 使用On-Stream 技術 • 可能的話用水噴以取代化學品的使用 | <ul style="list-style-type: none"> • 廠內或廠外回收 • 使用電鍍或鐵氟龍管，例如Super Scrubber |

表5.3 藉良好的操作實務來減少廢棄物

| 好的操作實務 | 計畫內容 | 備註 |
|-----------|--|-------------------------------------|
| 廢棄物減量評估 | <ul style="list-style-type: none"> • 成立一個合格人員的小組 • 建立短期和長期目標 • 對計畫分配資源和預算 • 建立評估目標 • 選擇方案來減少廢棄物 • 定期追蹤計畫的成效 | 這些計畫用來減少工廠內的廢棄物 |
| 環境稽核／審核 | <ul style="list-style-type: none"> • 建立文件檔案 • 執行環境製程審核 • 執行現場檢查 • 紀錄檢查結果並檢討之 | 執行這些稽核以追蹤是否合法。 |
| 預防損失的計畫 | <ul style="list-style-type: none"> • 建立濺漏預防、控制和對策計畫 • 在設計和操作期執行危害評估 | 對儲油設備須以有關工業安全法令來建立本計畫 |
| 廢棄物分離 | <ul style="list-style-type: none"> • 預防有害廢棄物與無害之廢棄物混合 • 避免有害廢棄物污染 • 液體廢棄物與固體廢棄物分開收集 | 這些方法可減少有害廢棄物的體積，並使有害廢棄物易於處理 |
| 預防性的維護計畫 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用設備資料卡紀錄設備的位置、性質和維護 • 實行預防性維護(PM)制度 • 準備設備PM報告 • 保持設備維修紀錄卡 • 設備故障告建檔 • 隨時參考廠商維護手冊 • 建立手動或電腦化的維修紀錄檔案 | 這些計畫可降低生產成本和減少設備損壞，此外可避免因設備損壞而排出廢棄物 |
| 訓練／緊急應變計畫 | <p>提供下列訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> • 設備的安全操作 • 適當的物料處理 • 有害廢棄物產生和處置之經濟和環境合理化 • 偵查有害物質的排放 • 緊急應變程序 • 使用安全措施 | 執行這些計畫以減少職業安全危害，以及減少因操作錯誤所產生的廢棄物 |

表5.4 有關物料處理、儲存和運送的廢棄物減量方案

| 廢棄物／來源 | 廢棄物減量方案 | 備註 |
|---------------|---|--------------------------|
| 物料／廢棄物追蹤和庫存管制 | <ul style="list-style-type: none"> • 避免買太多 • 只接收經檢驗過的物料 • 確保庫存的東西不至於變成廢棄物 • 確保沒有容器時，在倉庫儲存勿超過一定的期限 • 審核物料採購規格 • 將過期物料退還供應商 • 確認物料的壽命 • 測試過期物料是否仍可使用 • 經常執行盤點 • 使用電腦輔助的工廠盤存系統 • 執行定期的物料追蹤 • 適當標示所有的容器 • 設立配發化學品和收集廢棄物站 | 採用這些程序以了解需注重那些方面的廢棄物減量工作 |
| 預防損失計畫 | <ul style="list-style-type: none"> • 依特定目的使用適當設計的槽和容器 • 對所有槽和容器安裝溢流警報器 • 對所有槽和容器加強維護 • 對所有裝／卸貨和輸送操作，建立書面步驟 • 設立第二預防區域 • 禁止操作員不經許可改變製程上的側流互鎖 (bypass inter-locks)、警告等的預設值 • 隔離會漏或停用的設備和製程管線 • 使用無軸封的泵浦 • 使用密封的閥 • 紀錄所有的滲漏 • 執行總物質平衡，並估算所有損失的量和價值 • 使用浮頂式儲槽以控制逸散性有機廢氣(VOC)排放 • 對固頂式儲槽使用節流排氣器 • 使用蒸氣回收系統 | |
| 濺出和洩漏 | <ul style="list-style-type: none"> • 將容器放在可目視檢查腐蝕和洩漏的地方 • 容器堆置，力求不造成翻覆、破孔、撞擊 • 將桶子放在較高的地方以防止混凝土產生的潮氣 • 保存物質安全數據表，以正確的處理濺出的情況 • 在儲存區提供適當的照明 • 運輸區要保持乾淨和平坦 • 通道上不應有障礙物 • 不相容的化學品應保持適當距離 • 不同種類的化學品亦應保持距離以避免互相污染 • 避免將容器置於製程設備上 • 參考製造商的建議，以儲存和處理所有的原料 • 檢查電氣線路的絕緣，注意其是否有腐蝕和短路現象 | |
| 黏著物 | <ul style="list-style-type: none"> • 可能的話使用大容器以取代小容器 • 使用高和直徑比為 1的容器以減少接觸面積 • 在清洗和處置之前完全將桶槽和容器放空 | |

表5.5 有關零件清洗操作的廢棄物減量方案

| 廢棄物 | 來 源 | 廢棄物減量方法 | 備 註 |
|------|--------------------|---|--|
| 廢溶劑 | 來自零件清洗操作的污染溶劑 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用水溶性的流體以取代油溶性的流體 • 使用可剝除的塗層以取代防護油 • 使用水性清潔劑 • 使用水性塗料剝離溶液 • 使用冷凍剝離法 • 使用噴砂法剝離塗料 • 使用多段逆流清洗 • 預防相互污染 • 預防其他製程帶入液 • 迅速的除去槽內污泥 • 減少不同種類的溶劑數目 | <p>此可避免溶劑清洗的需求</p> <p>單一旦大量溶劑容易回收</p> |
| 廢氣排放 | 來自脫脂器和冷凝槽的溶劑損失 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用滾動式(roll-type) 蓋子而不使用鉸鍵式(hinged)蓋子 • 增加槽堰高度 • 安裝槽櫃冷卻器 • 使用側面入口蓋 • 適當的設備配置 • 避免快速的浸入和移出工作 • 避免在槽內放入過大的物體 • 在移出工作之前允許其適度的滴漏 • 在脫脂器內避免水的污染 | <p>可減少24至50%排放量</p> <p>工作放入槽內的速度應小於$4.572\text{m}/\text{min}$工作的截面積應小於50%的槽截面積，以減少柱塞效應</p> |
| 洗滌水 | 用水清洗以除去隨工作帶到清洗槽的溶劑 | <ul style="list-style-type: none"> • 適當的設計和操作掛架，可減少溶劑的帶出 • 安裝空氣噴嘴以吹乾零件 • 在洗滌槽上使用噴霧噴嘴 • 適當之滾桶系統設計和操作 • 使用逆流的洗滌槽 • 在洗滌槽上使用噴水 | <p>溶劑帶出量可由 $\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{min}} = 0.97795$—減低至 $\frac{\text{m}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{min}} = 0.0163$</p> <p>可達更有效的洗滌效果與</p> |

附錄六 推動廢棄物減量相關機關及輔導措施

6.1 相關機關

- 行政院環境保護署廢棄物管理處
台北市中華路一段41號6樓
(02)311-7722
- 經濟部環保署工業減廢聯合輔導小組¹
台北市信義路三段41-3號5樓
(02)754-1255
- 財團法人工業技術研究院
新竹縣竹東鎮中興路4段195號
(035)966-100
- 事業廢棄物交換資訊服務中心²
新竹市光復路二段321號
(035)721-321轉520
- 財團法人中國技術服務社
經濟部工業局工業污染防治技術服務團
台北市敦化南路二段77號16樓
(02)325-5486

6.2 輔導措施³

- 低利融資⁴
 - 租稅獎勵⁵
 - 技術輔導
- 由工業減廢聯合輔導小組及工業污染防治技術服務團辦理。

附註

1. 經濟部行政院環境保護署工業減廢聯合輔導小組設置

(1) 經濟部暨行政院環境保護署為減少工業廢棄物，促進資源回收並維護生態環境，特設置「經濟部行政院環境保護署工業減廢聯合輔導小組」（以下簡稱本小組）。

(2) 本小組任務如次：

- 關於工業減廢輔導辦法之擬訂及推動事項。
- 關於工業減廢技術之協助輔導改善及建議事項。
- 關於工業減廢技術之諮詢服務事項。
- 關於工業減廢技術專案研究計畫之研擬及委託研究事項。
- 編印關於工業減廢指導手冊及介紹專案技術新知。
- 辦理關於工業減廢技術研討會及減廢技術人員之訓練。
- 其他有關工業減廢之輔導與推動事項。

(3) 本小組組織如次：

- 本小組置召集人 1人，由經濟部工業局局長兼任；副召集人 1人，由行政院環境保護署廢棄物管理副處長兼任之。
- 本小組置委員15人至20人，除正、副召集人為當然委員外，由經濟部、行政院環境保護署就有關機關業務主管及國內、外專家學者遴聘組成。
- 本小組置執行秘書 1人，秉承召集人指示，辦理本小組有關業務；副執行秘書 1人襄助之，均為兼任。
- 本小組之幕僚作業由經濟部工業局派員擔任之。

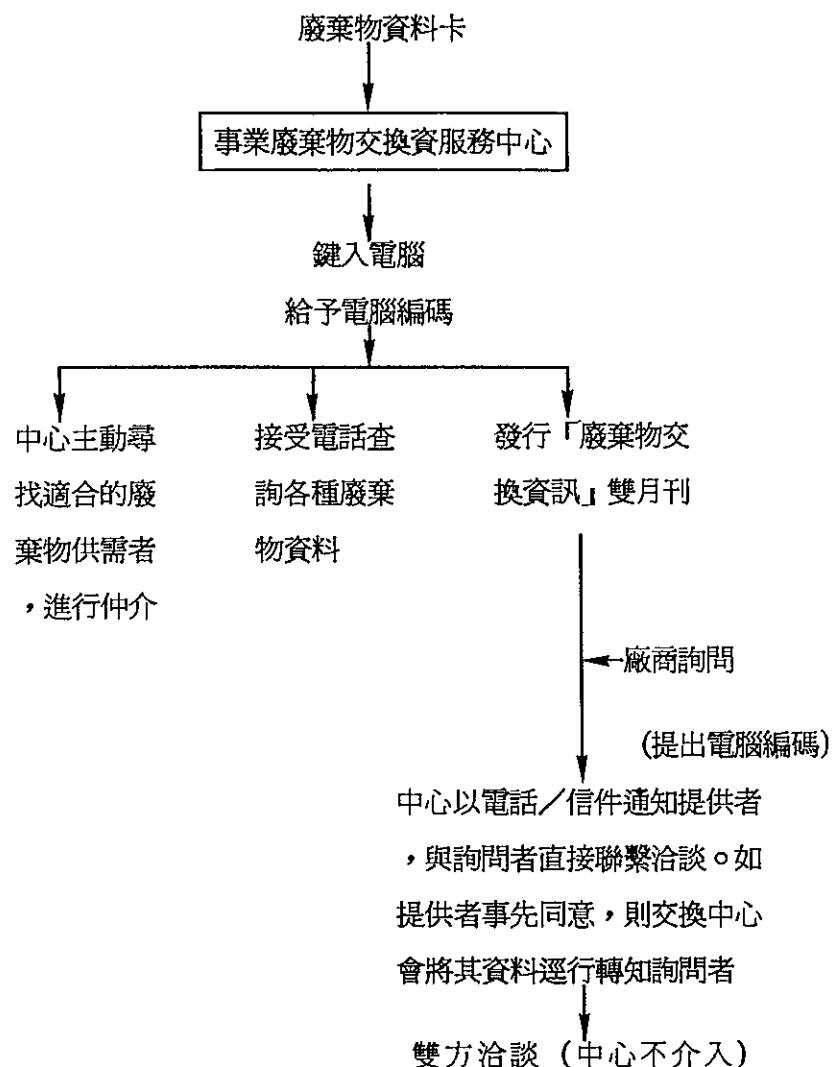
(4) 本小組委員為無給職，但得依規定支給車馬費或研究費。

(5) 本小組委員會議以每個月舉行一次為原則，必要時得召集臨時會議。

(6) 本小組在執行協助輔導過程中，基於特殊需要，得聘請（或委託）國內外顧問公司、民間企業、學術單位及研究機構富有實務經驗之專業技術人員，進行專案研究。

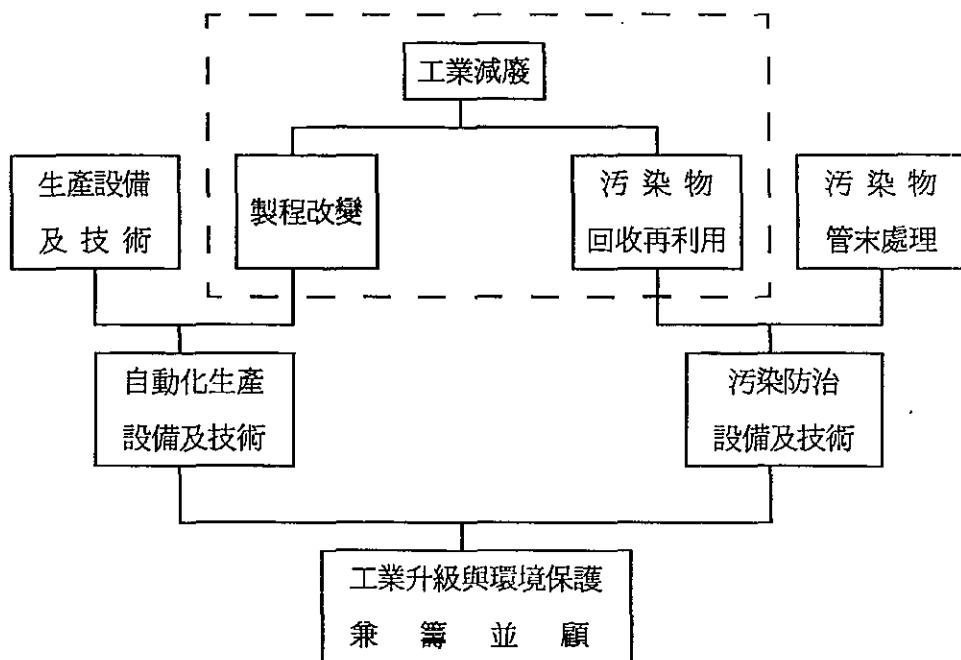
(7) 本小組所需經費，視業務需要編列預算，提報小組委員會通過後由經濟部工業局及環境保護署分別列入年度預算辦理。

2. 事業廢棄物交換資訊服務作業流程



3. 工業減廢設備低利貸款及租稅減免輔導措施

工業減廢設備之低利貸款及租稅獎勵，與自動化生產設備、污染物管末處理設備之適用範圍，表示如下圖：



(1) 製程改善設備

貸款 -

- 購置國產自動化機器設備優惠貸款。
- 購置自動化機器設備優惠貸款。
- 中小企業升級貨款。
- 民營事業污染防治設備低利貸款（限減廢小組專案核准計畫）。

租稅減免 -

- 自動化生產設備或技術投資抵減。
- 研究發展、人才培訓、建立國際品牌形象投資抵減。

(2) 污染物回收及管末處理設備

貸款 -

- 中美基金中小型工業污染防治設備貸款。
- 民營事業污染防治設備低利貸款。

租稅減免 -

- 免徵進口關稅。
- 防污設備或技術投資抵減。

- 二年加速折舊。
- 汚染防治股票免計入所得稅額課稅。
- 研究發展、人才培訓、建立國際品牌投資抵減。
- 遷廠土地增值稅減免。
- 遷廠免收電力擴建補助費。

4. 低利融資

4.1 購置國產自動化機器設備優惠貸款

1. 總額度：100億元。
2. 優惠內容：年息為交通銀行基本放款利率減2.75%，機動調整。申貸額度1億元以下者，不得超過購置成本之80%，超過1億至2億為75%，超過2億元為70%，最高不得超過3億元。貸款期限最長5年，寬限期1~2年。
3. 適用對象：一般生產事業或倉儲業。
4. 經辦單位：交通銀行。

4.2 購置自動化機器設備優惠貸款

1. 總額度：200億元（行政院開發基金出資25%，交通銀行75%）
2. 優惠內容：年息為交通銀行基本放款利率減2%，機動調整。申貸額度不得超過計畫購置成本80%，最高不超過4億元。貸款期限最長7年，寬限期3年以下。
3. 適用對象：一般生產事業或倉儲業。
4. 經辦單位：交通銀行。

4.3 輔導中小企業升級貸款

1. 總額度：120億（行政院開發基金出資1/6，台灣中小企業銀行5/6）
2. 優惠內容：年息為台灣中小企業銀行基本放款利率減1.75%，機動調整。申貸額度不得超過計畫成本80%，貸款期限最長10年，寬限期最長10年，寬限期最多3年。
3. 用途範圍：(1)投資污染防治設備製造、污染防治工程、廢水代處理、污染物測定檢驗服務、廢棄物清除處理計畫。(2)購置自動化機器設備之投資計畫。(3)能源節約設備投資計畫。(4)新產品、新生產技術之開發或製造之投資計畫。(5)實施GMP之投資計畫。(6)管理電腦化投資計畫。(7)經建會支持推動之計畫。
4. 適用對象：中小企業。
5. 經辦單位：台灣中小企業銀行。

4.4 中美基金中小型工業污染防治設備低利貸款

1. 資金來源：經建會中美基金100%提供，每年依運用計畫核撥。

2. 優惠內容：本貸款償還期限最長為 8 年（含寬限期 1 年），年利率按台灣銀行基金放款利率七成為準。如央行核定調整利率，銀行即機動調整。借款額度以該設備費用之 80% 為限，每戶申請最高額度為新台幣伍佰萬元。
3. 適用對象：實收資本額 4000 萬以下，資產總值不超過 12,000 萬元之中小企業工廠。
4. 經辦單位：(1)初審（工程計畫書審查）：經濟部工業局。(2)核貸（貸款審核作業）：台灣中小企業銀行、第一銀行。
5. 申請應檢附之文件：(1)申請書一份。(2)公司、營利事業、工廠等證照影本各一份。（工廠尚未登記者，檢附工廠設計許可函影本）(3)工程合約書影本一份。(4)污染防治設備工程計畫書三份。
6. 用途：限於購置污染防治機器設備及附屬零件，以及配合此項裝置所需之設計及安裝費用。

4.5 開發基金民營事業污染防治設備貸款（第三期）

1. 資金來源：行政院開發基金 20%，核貸銀行資金 80%，總額度為 100 億元。
2. 優惠內容：償還期限最長不超過 10 年（含寬限期最多 3 年），年利率按交通銀行基本放款利率減 2.75 個百分點，如各銀行核定調整其利率則隨同機動調整。借款額度依金額而異，貸款 1 億元以下者，最高不得超過計畫成本之 80%，超過 1 至 5 億元部份為 60%，超過 5 億元部份為 40%。
3. 適用對象：工廠或環保事業，其規模不限。
4. 用途：本貸款不得用於購置土地外，其用途規定如下：(1)工廠：①新設或改善污染防治設備之計畫。②經減廢小組專案核准之污染改善計畫，包括配合此項計畫所需之設計、安裝、機電、土木及供污染防治之建築費用。(2)租賃業：購置污染防治設備租予民營工廠使用者。
5. 經辦單位：(1)初審（工程計畫書審查）：經濟部工業局。(2)核貸（貸款審核作業）：交通銀行、台灣中小企業銀行、第一銀行、彰化銀行、華南銀行。
6. 申請檢附文件；同「中美基金中小型工業污染防治設備貸款」。

5. 租稅獎勵

5.1 購置污染防治設備

1. 進口污染防治設備免徵進口關稅：屬工廠管理之製造業進口空氣污染防治設備、噪音處理設備、振動防治設備、水污染防治設備、環境檢測設備及廢棄物處理設備（包括其零、組件在內），經經濟部證明用途屬實者，可適用海關進口稅則第八十四章增註三、第八十五章增註及第九十章增註一規定，免徵進口關稅。非生產事業之其他使用機構由環保署證明。

| | |
|---|--------|
| * 汚染防治設備貸款申請書範例 * | |
| 受文者：經濟部工業局 | |
| 公司函 文號： | 日期：年月日 |
| 一、本公司申請 | |
| <input type="checkbox"/> 中華基金中小型工業污染防治設備貸款 | |
| 二、本公司指定 | |
| <input type="checkbox"/> 開發基金民營事業污染防治設備貸款 | |
| 新台幣 元，請本函審核後轉請銀行核貸。 | |
| 三、檢附附件 | |
| <input type="checkbox"/> 污染防治設備工程計畫書二份（含估價明細）。(註) | |
| <input type="checkbox"/> 工程合約書影本一份。 | |
| <input type="checkbox"/> 公司、營利事業、工廠登記證或工廠設立許可函影本一份。 | |
| 聯絡人 聯絡電話 地址 負責人 公司名稱： | |
| 新台幣 元（全部工程費用） | |

[註] 工程計畫書內容應包括如下：

1. 工廠基本資料（公司、工廠之名稱、地址、負責人；用水量；原料及產品種類、數量；生產時間及季節變化；生產流程概述，並標出污染物及種類來源）。
2. 污染物調查：污染物之濃度、數量及其變動情形之調查分析。
3. 設計基準：設計水質、水量；環保標準；計畫處理標準。
4. 處理原則及方法。
5. 處理流程說明及設計圖。
6. 工程規劃設計：各單元設計及整理功能計算等。
7. 主要機械、設備及其材質、規格、廠牌。
8. 工程費用估算（分別列明各項費用）。
9. 工程座落地點圖及預定施工進度表。
10. 承包廠商基本資料。

生產事業申請免徵關稅證明應檢附以下文件向工業局申請：(1)申請書一式四份。②工廠登記證影本一份。(3)輸入許可證影本一份。(4)型錄或設計圖說一份，進口多項機器者應於圖說中標明。

2.污染防治設備或技術投資抵減：依據「民營製造業及技術服務業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」，購置自行使用之全新防污設備或技術，在同一課稅年度內購置總金額達六十萬元以上者，得就購置成本按下列百分比限度內抵減當年度應納營利事業所得稅額；當年應納營利事業所得稅不足抵減者，得在以後四年度應納稅額中抵減之：(1)國內產製之防治污染設備抵減20%。(2)國外產製之防治污染設備抵減10%。(3)防治污技術抵減5%。

申請投資抵減證明者，應檢具下列文件向工業局申請：(1)投資抵減專用表一式四份。(2)生產事業證明文件一份：製造業附公司執照及工廠登記證，技術服務業者附公司執照與營利事業登記證影本。(3)訂購機器設備證明文件一份：向國外購置者附輸入許可證影本，向國內購置者附工廠登記證或污染防治工程業執照及訂購契約影本。(4)交貨與購置金額證明文件一份：向國外購置者附進口證明書影本（金額一律填CIF外幣），向國內購置者附統一發票影本。(5)機器設備型錄或設計圖說，或技術說明資料。

3.二年加速折舊：依據所得稅法第五十一條規定，固定資產之折舊方法，以採用平均法、定率遞減法或工作時間法為準則。各種固定資產耐用年數，依固定資產耐用年數表之規定。但為防止水污染或空氣污染所增置之設備，其耐用年數得縮短為2年。合於折舊獎勵之營利事業，應取得工業主管機關之證明文件，於辦理當年度營利事業所得稅申報時，一併申報該主管稽徵機關核定。

申請工業局核發證明，應檢附：(1)申請書一份。(2)工廠登記證或營利事業登記證影本一份。(3)進口機器設備附輸入許可證、進口證明影本，國產者附購置合約及發票影本一份。(4)設計圖說或型錄一份。(5)設備清表及效益說明。

4.取得污染防治記名股票免計入所得稅額課稅：公司以未分配盈餘增資供增置或更新從事生產、提供勞務、研究發展、品質檢驗、污染防治、節省能源或提高工業安全衛生標準等用之機械、設備，其股東因而取得之新發行記名股票，免予計入該股東當年度綜合所得額；其股東為營利事業者，免予計入當年度營利事業所得額課稅。

5.2 污染防治之研究發展及人才培訓

1.研究發展投資抵減：公司為防治生產過程所產生之污染問題，開發低污染產品，改進生產技術及改善製程所支出之費用，包括專案研究人員之薪資、改進生產技術之費用、研究專用之消耗性器材原材料及樣品之費用、儀器設備之購置

成本、研究單位建築之折舊租金或維護費用、專利技術著作權之當年度攤折費用、委託研究機構人員之費用等。

在同一課稅年度內支出總額達 300萬元者，得採15%抵減當年度應納營利事業所得稅額；支出總額達300萬元且超過當年度營業收入淨額3%者，其超過部份得抵減20%。

公司應於辦理當年度營利事業所得稅結算申報時，檢附(1)公司之組織系統及研究人員名冊。(2)當年度購置專供研發用之儀器設備清單。(3)研究計畫及紀錄或報告。(4)其他有關證明文件，送請公司所在地之稅捐稽徵機關核定其數額。

2. 人才培訓投資抵減：公司為培育受雇員工，辦理或指派參加與公司業務相關（包括污染防治）之訓練費用，包括師資之鐘點費及旅費、受訓員工之旅費、教材費、實習材料費、文具用品費、醫藥費、保險費、教學觀摩費、書籍雜誌費、伙食費、場地費、訓練器材費、參加技能檢定費用等，在同一課稅年度內支出達60萬元者，得按 5%抵減當年度應納營利事業所得稅額。

公司投資於人才培訓之支出，應於辦理當年度營利事業所得稅結算申報時，檢附(1)才培訓計畫。(2)培訓人才名冊及執行成果。(3)其他有關證明文件，送請稅捐稽徵機關核定其數額。

5.3 污染性遷廠之租稅獎勵

已經存在的工廠，由於時間日久，所處區位或因人口密集，或因都市計畫土地使用分區變更，其製造過程發生的污染，為現行法令規定所不許，或為鄰近居民所反對，而須遷移別處。政府針對此一事實，對有意他遷之工廠予以下列之獎勵：

1. 土地增埴稅可按最低級距稅率徵收：公司因(1)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。(2)經政府主動輔導遷廠者。(3)因防治污染或維護自然景觀需要，主動申請遷廠並經主管機關核准者，而遷廠於工業區、都市計畫工業區或依獎勵投資條例編定之工業用地，依促進產業升級條例第14條規定，其原有工廠之用地出售或移轉時，應繳之土地增值稅按其最低級距稅率徵收。

遷建於工業區三年內，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份應依法補徵之。

按土地增值稅最低級距稅率為40%，最可課60%，兩者差三分之一的稅負，對他遷之工廠稅負之減輕，極富實質上之助益。然而對所繳納之土地增值稅，土地稅法上亦有減免之規定，生產事業不要忽略自己應享的權益。

遷廠申請土地增值稅依最低級距稅率徵收者，應檢送下列文件報請經濟部核定後，向主管稽徵機關辦理。

依前述(1)之原因遷廠者，附具遷廠計畫、原有工廠之土地使用分區及承購工業區土地之證明文件。(2)之原因遷廠者，附具遷廠計畫及承購工業區土地之證明文件。(3)之原因遷廠者，附具遷廠計畫、主管機關核准文件及承購工業區土地之證明文件。

2. 土地增值稅的退還：自營工廠用地所有權人依事業主管機關核准遷移計畫出售土地或土地被徵收，另於其他都市計畫工業區域或政府編定之工業用地區域內購地建廠，基地面積未超過原有面積三倍者，依土地稅法第三十五條規定，自完成移轉登記或領取補償地價之日起二年內重購土地，其新購土地地價超過原出售土地地價或補償地價所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。

自營工廠位於優先發展區內，若違反土地使用分區，經直轄市或縣（市）政府限期遷移而未於限期內遷移者，不適用前述之優惠，又重購之土地在五年移轉或改其他用途，應追繳原退還之土地增值稅。

3. 免收電力擴建補助費：工廠為配合政令，經政府輔導遷廠，並持有主管機關核發輔導遷廠之證明文件者，其向臺灣電力公司申請遷移全部或一部份之電力設備時，可免收其原契約容量部份之擴建補助費，至於新建補助費仍按實耗工程費計收。

5.4 全新製程改善設備投資抵減

全新製程汰換或改善設備若屬自動化生產設備或技術，其在同一課稅年度購置總金額達新台幣六十萬元以上者，得就購置或成本按以下比率抵減當年度應納營利事業所得稅，當年度稅額不足抵減者，得在以後四年度稅額中抵減之：

1. 國內產製之自動化生產設備抵減 15%。但屬電腦整合製造整廠或整線自動化裝配或加工廠之投資計畫，經工業局整廠自動化推廣計畫審議小組審核通過者，其自動化生產設備抵減 20%。
2. 國外產製之自動化生產設備抵減 5%。但屬電腦整合製造整廠或整線自動化裝配或加工廠之投資計畫，經工業局整廠自動化推廣計畫審議小組審核通過者，其自動化生產設備抵減 10%。
3. 自動化生產技術抵減 5%。

附錄七 方案評定（加權總和法）

加權總和法是篩選和評定廢棄物減量方案的定量法。此法包含三個步驟：

1. 決定WM評估計畫的重要準則應配合公司的目的和限制。下述是一些準則的例子：

- 減少廢棄物的量
- 減少廢物的危害（如毒性、燃燒性、反應性、腐蝕性等）
- 減少廢棄物處理／處置成本
- 減少原料成本
- 減少責任和保險費用
- 公司內以前成功的實例
- 工業界以前成功的實例
- 對產品品質沒有損壞
- 低的投資成本
- 低的操作和維護成本
- 短的執行期（對工廠操作干擾少）。
- 容易執行

權數（例如：0至10的範圍）是依每個準則的重要性來決定。例如，若減少廢棄物處理和處置成本非常重要，而以前在公司內成功的實例並不很重要，則廢棄物成本減少的權數為10，而公司內以前的權數為1或2。不重要的準則則不包括在內（或給予權數0）。

2. 然後每個方案依準則來定等級。再一次的使用0至10的範圍（0表示低，而10表示高）。
3. 最後，每個方案的評定是比較準則的等級乘以準則的權數的積之總和多寡來決定。

有最佳總評分的方案被選作技術和經濟可行性評估。附錄一中的表格13是用加法來評定方案。以下是利用加權總和來篩選和評定方案的例子。

7.1 計算例

某公司決定減少廢棄物處理成本是最重要的準則，而其權數為10。其他重要的準則包括減少安全危害（權數8），減少責任（權數7），和容易執行（權數5）。方案X，Y，和Z亦給予有效係數。例如，方案X預計約可減少80%的廢棄物，故給予8的等級。它的減少安全危害的等級為6，減少責任為4，且因其不易執行，故其等級為2。下列另表示Y和Z方案的有效係數。

| <u>評等準則</u> | <u>權數</u> | <u>每個方案的等級</u> | | |
|-------------|-----------|----------------|------------|------------|
| | | X | Y | Z |
| 減少處理成本 | 10 | 8 | 6 | 3 |
| 減少安全危害 | 8 | 6 | 3 | 8 |
| 減少責任 | 7 | 4 | 4 | 5 |
| 容易執行 | 5 | 2 | 2 | 8 |
| 權數乘以等級的總和 | | <u>166</u> | <u>122</u> | <u>169</u> |

經過如此的篩選，方案Z 的分數為 169是最高的，方案X 的分數是 166，而方案Y 的分數是 122。在此情況下，方案X 和方案Z 均可選為進一步評估的方案，因為它們的分數較高，且非常接近。

附錄八 經濟評估的例子

下述的例子代表一個大型的廢棄物減量計畫的效益分析。此計畫表示安裝一套單元設備，以改進工廠的生產和減少原料消耗及處置成本。本分析使用標準試算表程式，利用個人電腦來計算。其數據如下所述：

8.1 成本投資

1. 設備成本（包括金和保險），為\$170,000。
2. 預估材料成本（管線，電路和基礎）為\$35,000。
3. 預估安裝人工費用為\$25,000。
4. 預估內部工程人員成本為\$7,000；預估廠外顧問和包商成本為\$15,000。
5. 工作成本（包括化學品庫存和材料補給）預估為\$5,000。
6. 預估試運費用為\$3,000。
7. 臨時費為\$20,000以備不時之需。
8. 預估規劃、設計和安裝須費時一年。

8.2 財務

1. 此計畫將由保留盈餘支付60%，而40%來自銀行貸款。
2. 銀行貸款的利率為13%，須在 5年內平均償還貸款本金，利息必須在分期付款時同時支付。
3. 所有投資成本除了工作成本和利息之外，折舊期依雙折舊平衡法計算是 7年，且當此費率較高時，則改用直線法。
4. 最低所得稅率是34%。
5. 預計通貨膨脹率為5%。
6. 投資的固定成本是15%。

8.3 操作成本和收入

1. 預計WM計畫每年將會減少 300單位的原料消耗，而原料價格為每單位\$50。此計畫無法增加產量，然而它每年將會產生200單位的副產品，而其價為每單位\$25。
2. 此計畫每年將減少 200噸的有害廢棄物，下述各項說明單位處置的成本：
每噸廢棄物的成本

| | |
|--------|-------|
| 廠外處置費用 | \$500 |
| 稅捐 | 10 |
| 運輸成本 | 25 |
| 其他成本 | 25 |
| | _____ |
| 總處置成本 | \$560 |

3. 預估增加的操作人力費用為每 8小時的班需多一個操作員，每天有三班而每年工廠操作 350天。操作員的工資率為每小時\$12.50。
4. 操作補給費預估為操作人力費用的30%。
5. 維護人力費用預估為設備、材料和安裝成本總和的 2%；預估維護補給費為這些成本的 1%。
6. 預計增加的管理費用是操作和維護人力費用總和的30%。
7. 下述經常費預估是操作、維護人力和管理費用總和的百分率。
 - 人力負荷及利益：28%
 - 工廠經常費：25%
 - 總公司經常費：20%
8. 通貨膨脹率預估是5%。
9. 預估計畫的壽命是8年。
10. 在8年後計畫的廢棄物價值預計是為0。

8.4 結果

表8.1至表8.4的4頁列印出的表格代表WM計畫效益試算表程式。表8.1代表程式的輸入部份。前三行的每個數字代表程式的輸入變數。表8.1 的右邊是所需的投資。這包含利息和計畫的財務結構。

表8.2是在計畫操作的 8年內每年的收入和操作成本項目，這些成本是以5%的通貨膨脹率來計算。

表8.3 表示計畫的每年現金流動，在此亦顯示折舊費用和利息及本金的支付。內部回收率(IRR) 和淨現值(NPV)的計算是以年現金流動為基準。由於計畫有銀行貸款，故平衡部份作為最早的現金流動，NPV和IRR是基於此基準來計算。以此法計算出的IRR以「盈餘轉投資」來表示。程式顯出計畫的每年操作之後的NPV和IRR。在此例子中，於 6年後，IRR為19.92%，且NPV為\$27,227。

表8.4 是基於全部由盈餘轉投資所作出的現金流動表，因此，沒有利息和本金的支付。NPV和IRR是基於計畫的總投資成本來計算的，此法所算出的IRR 是以「投資回收」來表示。

本計畫的效益分析的結果如下：

| 財務方法 | IRR | NPV |
|-----------------|--------|----------|
| 60 %自資 / 40% 貸款 | 26.47% | \$84,844 |
| 100 %自有資金 | 23.09% | \$81,625 |

IRR的值大於15%的成本，且NPV是正值。因此，本計畫具相當經濟利益且可以執行。

表8.1 輸入資料和資本投資

| | | | | | | | |
|-------------|-----------|-------------|-------|-----------------|---------|-------|-----------|
| 廢棄物減量 | | 開始 5/22/87 | | | | | |
| 利潤計畫 | | 最後修改 8/1/87 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | 輸入 | | | | | |
| 資本成本因素 | | 操作成本／收入因素 | | | | 投資需求 | |
| | | | | | | | |
| 資本成本 | | 增加的生產 | | 操作人力 | | | |
| 設備 | \$170,000 | 增加率，單位／年 | 0 | 操作人數／班 | 1 | 資本花費 | |
| 材料 | \$35,000 | 價格，\$／單位 | \$100 | 班／天 | 3 | 設備 | \$170,000 |
| 安裝 | \$25,000 | | | 操作天／年 | 350 | 材料 | \$35,000 |
| 工廠工程 | \$7,000 | 可銷售的副產品 | | 工資率，\$／人時 | \$13.50 | 安裝 | \$26,000 |
| 包商／工程 | \$15,000 | 量，單位／年 | 200 | | | 工廠工程 | \$7,000 |
| 許可費用 | \$15,000 | 價格，\$／單位 | \$40 | 操作補給 | 30% | 包商／工程 | \$15,000 |
| 臨時費 | \$20,000 | | | (%的操作人力) | | 許可費用 | \$15,000 |
| 工作成本 | \$5,000 | 減少的原料 | | | | 臨時費 | \$20,000 |
| 試倉成本 | \$3,000 | 減少的量，單位／年 | 300 | 維護成本 | | 試倉費用 | \$3,000 |
| %盈餘轉投資 | 60% | 價格，\$／單位 | \$50 | (%的投資成本) | | 折舊資本 | \$290,000 |
| %負債 | 40% | 減少的廢棄物處置 | | 人力 | 2.00% | 工作成本 | \$5,000 |
| 負債的利率%， | 13.00% | 減少的廢棄物，噸／年 | 200 | 其他人力成本 | | 小計 | \$295,000 |
| 負債支付，年 | 5 | 廠外費用，\$／噸 | \$500 | (%的操作和維護人力) | | 貸款利息 | \$14,230 |
| 折舊期限 | 7 | 稅，\$／噸 | \$10 | | | 總投資需求 | \$309,230 |
| 所得稅率，% | 34.00% | 其他處置成本，\$／噸 | \$25 | 管理 | | | |
| 通貨膨脹率，% | 5.0% | 總處置成本，\$／噸 | \$560 | (% O&M 人力 + 管理) | 30.0% | 盈餘轉投資 | \$185,538 |
| 資本的成本(NPV)用 | 15.00% | | | 工廠經常費 | | 負債資本 | \$109,462 |
| | | | | 主辦公室經常費 | 20.0% | 負債利息 | \$14,230 |
| | | | | 人力負荷 | 28.0% | 總財務 | \$390,230 |
| | | | | | | | |

表8.2 收入和操作成本

| 收入和成本因素 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 操作年序 | 1,000 | 1,050 | 1,103 | 1,158 | 1,216 | 1,277 | 1,341 | 1,408 | 1,478 |
| 通貨膨脹係數 | | | | | | | | | |
| 增加的收入 | | | | | | | | | |
| 增加的生產 | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| 可銷售的副產品 | | \$8,400 | \$8,824 | \$9,264 | \$9,728 | \$10,216 | \$10,728 | \$11,264 | \$11,824 |
| 年收入 | | \$8,400 | \$8,824 | \$9,264 | \$9,728 | \$10,216 | \$10,728 | \$11,264 | \$11,824 |
| 操作成本／節省 | | | | | | | | | |
| 原料 | | \$16,750 | \$16,545 | \$17,370 | \$18,240 | \$19,155 | \$20,115 | \$21,120 | \$22,170 |
| 處置費用 | | \$117,600 | \$123,536 | \$129,696 | \$136,192 | \$143,024 | \$150,192 | \$157,696 | \$165,536 |
| 維護人力 | | (\$4,830) | (\$5,074) | (\$5,327) | (\$5,594) | (\$5,874) | (\$6,169) | (\$6,477) | (\$6,799) |
| 維護補給 | | (\$2,415) | (\$2,537) | (\$2,663) | (\$2,797) | (\$2,937) | (\$3,084) | (\$3,238) | (\$3,399) |
| 操作人力 | | (\$14,884) | (\$16,635) | (\$16,415) | (\$17,237) | (\$18,101) | (\$19,009) | (\$19,958) | (\$20,951) |
| 操作補給 | | (\$4,465) | (\$4,691) | (\$4,925) | (\$5,171) | (\$5,430) | (\$5,703) | (\$5,987) | (\$6,285) |
| 管理 | | (\$6,914) | (\$6,213) | (\$6,523) | (\$6,849) | (\$7,193) | (\$7,553) | (\$7,931) | (\$8,326) |
| 人力負荷 | | (\$7,176) | (\$7,538) | (\$7,914) | (\$8,310) | (\$8,727) | (\$9,165) | (\$9,622) | (\$10,101) |
| 工廠經常費 | | (\$6,407) | (\$6,731) | (\$7,066) | (\$7,420) | (\$7,792) | (\$8,183) | (\$8,592) | (\$9,019) |
| 主辦公室經常費 | | (\$5,126) | (\$5,384) | (\$5,658) | (\$5,936) | (\$6,234) | (\$6,546) | (\$6,873) | (\$7,216) |
| 操作成本總計 | | \$82,133 | \$86,278 | \$90,580 | \$95,118 | \$99,891 | \$104,895 | \$110,138 | \$115,612 |

表 8.3 盈餘轉投資回收的現金流動

| 盈餘轉投資 (ROE) | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 建造年 | 1 | | | | | | | |
| 操作年 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 帳面價值 | \$290,000 | \$207,143 | \$147,950 | \$105,685 | \$64,266 | \$22,827 | \$0 | \$0 |
| 折舊 (以直線計) | | \$41,429 | \$41,429 | \$41,429 | \$41,429 | \$41,429 | \$41,429 | \$41,429 |
| 折舊 (以雙DB計) | | \$82,867 | \$59,184 | \$42,274 | \$30,196 | \$18,369 | \$6,622 | \$0 |
| 折舊 | | \$32,857 | \$39,184 | \$42,274 | \$41,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 |
| 負債平衡 | \$123,692 | \$123,692 | \$98,954 | \$74,216 | \$49,478 | \$24,740 | \$2 | \$0 |
| 利息支付 | | \$16,080 | \$12,864 | \$9,648 | \$6,432 | \$3,216 | \$0 | \$0 |
| 本金支付 | | | \$24,738 | \$24,738 | \$24,738 | \$24,738 | \$2 | \$0 |
| 現金流動 | | | | | | | | |
| 建造年 | 1 | | | | | | | |
| 操作年 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 收入 | | \$8,400 | \$8,824 | \$9,254 | \$9,728 | \$10,216 | \$10,728 | \$11,264 |
| + 操作節省 | | \$82,133 | \$86,278 | \$90,680 | \$95,118 | \$99,891 | \$104,895 | \$110,138 |
| 淨收入 | | \$90,533 | \$96,102 | \$99,844 | \$104,846 | \$110,107 | \$116,623 | \$121,402 |
| - 折舊 | | \$82,867 | \$59,184 | \$42,274 | \$41,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 |
| - 利息 | | \$16,080 | \$12,864 | \$9,648 | \$6,432 | \$3,216 | \$0 | \$0 |
| 需繳稅的所得 | | (\$8,404) | \$23,054 | \$47,922 | \$66,985 | \$65,462 | \$92,796 | \$121,402 |
| - 所得稅 | | (\$2,857) | \$7,888 | \$16,293 | \$19,375 | \$22,257 | \$31,561 | \$41,277 |
| 稅後純益 | | (\$5,647) | \$16,216 | \$31,629 | \$37,610 | \$43,205 | \$61,245 | \$80,125 |
| + 折舊 | | \$82,867 | \$59,184 | \$42,274 | \$41,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 |
| - 債務支付 | | \$24,738 | \$24,738 | \$24,738 | \$24,738 | \$24,738 | \$2 | \$0 |
| 稅後現金流動 | | \$52,572 | \$49,166 | \$54,301 | \$54,301 | \$59,896 | \$84,070 | \$80,126 |
| ROE 的現金流動 | (\$186,538) | \$52,752 | \$49,166 | \$54,301 | \$54,301 | \$59,896 | \$84,070 | \$80,125 |
| 淨現值 | (\$186,538) | (\$139,523) | (\$102,272) | (\$69,945) | (\$38,898) | (\$9,119) | \$27,227 | \$57,349 |
| 盈餘轉投資的回收 | #NUM! | - 32.19% | - 9.62% | 4.24% | 12.95% | 19.92% | 23.85% | 26.4% |
| | 26.4% | | | | | | | |

表8.4 投資回收的現金流動

| 投 資 的 回 收 | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 建造年 | 1 | | | | | | | |
| 操作年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 帳面價值 | \$290,000 | \$207,143 | \$147,959 | \$105,685 | \$64,258 | \$22,827 | \$0 | \$0 |
| 折舊（以直線計） | | \$41,429 | \$41,429 | \$42,429 | \$41,429 | \$41,429 | \$0 | \$0 |
| 折舊（以雙DB計） | | \$82,857 | \$59,184 | \$42,274 | \$30,196 | \$18,359 | \$6,522 | \$0 |
| 折舊 | | \$82,857 | \$59,184 | \$42,274 | \$41,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 |
| 現金流動 | | | | | | | | |
| 建造年 | 1 | | | | | | | |
| 操作年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 收入 | \$8,400 | \$8,824 | \$9,264 | \$9,728 | \$10,216 | \$10,728 | \$11,264 | \$11,824 |
| + 操作節省 | \$82,133 | \$86,278 | \$90,580 | \$95,118 | \$99,891 | \$104,896 | \$110,138 | \$115,612 |
| 淨收入 | \$90,533 | \$95,102 | \$99,844 | \$104,846 | \$110,107 | \$115,623 | \$121,402 | \$127,436 |
| - 折舊 | \$82,857 | \$59,184 | \$42,274 | \$14,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 | \$0 |
| 需繳稅的所得 | \$7,676 | \$35,918 | \$57,570 | \$63,417 | \$68,678 | \$92,796 | \$121,402 | \$127,436 |
| 所得稅費用 | \$2,610 | \$12,212 | \$19,574 | \$21,562 | \$23,351 | \$31,551 | \$41,277 | \$43,328 |
| 稅後純益 | \$5,066 | \$23,706 | \$37,998 | \$41,855 | \$45,327 | \$61,245 | \$80,125 | \$84,108 |
| + 折舊 | \$82,857 | \$59,184 | \$42,274 | \$41,429 | \$41,429 | \$22,827 | \$0 | \$0 |
| 稅後現金流動 | \$87,923 | \$82,890 | \$80,270 | \$83,284 | \$86,756 | \$84,072 | \$80,125 | \$84,108 |
| 投資回收的現金流動 | (\$295,000) | \$87,923 | \$82,890 | \$80,270 | \$83,284 | \$86,766 | \$84,072 | \$84,108 |
| 淨現值 | (\$295,000) | (\$218,645) | (\$155,868) | (\$103,090) | (\$55,472) | (\$12,339) | \$54,008 | \$81,625 |
| 投資的回收 | *#NUM! | -30.04% | -7.76% | 5.26% | 13.21% | 17.99% | 20.9% | 23.09% |
| | | | | | | | | |
| | 23.09% | | | | | | | |

工業減廢評估

出版日期：中華民國七十八年八月初版

中華民國八十五年四月一版 3 刷

編 著：工業污染防治技術服務團

發 行 人：尹啓銘

總 編 輯：楊萬發

編輯企劃：翁志聖、余騰耀、林坤讓

執行編輯：蘇雪華、徐家玫

發 行 所：經濟部工業局

台北市信義路三段41-3號

(02)754-1255

出 版 所：工業污染防治技術服務團

台北市敦化南路二段97號6F

(02)325-5486

打字排版：星光電腦科技有限公司

印刷承製：大加廣告印刷有限公司