

三氯乙烯毒化物 零釋放量成功案例

司洪濤・劉文清・李春正

前言

1. 國內毒化物普遍使用

隨著國內科技的高度發展與工業化程度的急劇上升，為達成國家整體社會與經濟發展之目標，各式各樣的毒性化學物質被大量且普遍地使用。然而工廠不適當地使用或運作毒性化學物質，已對國內環境、生態、人體健康產生負面的影響。故空氣、河川、海洋、土壤及地下水等環境污染事件仍時有所聞。例如昇利化工因不當處理長興化工13,000多公噸廢溶劑，導致高屏溪遭有毒溶劑污染乙案，迫使全國社會大眾更加重視毒性化學物質管制的問題。

2. 毒化物相關管制措施

行政院環境保護署（以下簡稱環保署）為了防止因毒性化學物質的運作，造成環境的污染，以及危害人體健康，於民國75年公告「毒性化學物質管理法」，並於78年公布其施行細則，又陸續公告毒性化學物質相關的管理辦法及管制清單，截至目前為止已公告列管多氯聯苯等252種毒性化學物質，其目的皆在加強國

內毒性化學物質管理的完整性。就整個毒性化學物質管制措施來看，其管理模式是採許可及登記備查方式，舉凡工廠有涉及製造、輸入、販賣、使用、貯存、運送及棄置等整個運作流程，其毒性化學物質超過最低管制限量或管制濃度標準，皆要列入許可或登記備查加以管制，對工廠而言，著實增加許多文書作業上的困擾，但基於環境保護及維護作業員工之健康確有其必要。

3. 努力達成零毒化物釋放量

上述種種管制措施，同時配合防災體系以應付意外洩漏所產生的危害，確實可以有效的減少毒性化學物質因不當的操作而流佈至環境中，但對於使用或產生毒性化學物質的工廠製程中，即使有完善之作業管理、防治設備、防災體系與緊急應變措施，仍無法完全避免微量的毒性化學物質透過廢氣、廢水及廢棄物途徑排放至環境中。故積極尋求或研發毒化物替代品來降低毒性化學物質釋放量，努力達成零毒化物釋放量的終極目標，是工業界及研究單位所努力的方向。以下將介紹美國一個三氯乙烯



替代成功案例，提供國內相關產業參考。

毒化物溶劑替代成功案例

1. 案例工廠

本案例工廠係為美國四星工具公司（Four Star Tool, Inc.），其從事金屬工具之製造，公司員工超過150位，屬於中型之金屬製造工廠，30多年來以製造特殊金屬工具聞名國際，然而其與國內一般金屬工廠一樣，四星工具公司自設廠以來，一直使用三氯乙烯（Tri-chloro-ethylene）當作金屬表面油脂之洗滌溶劑，雖然三氯乙烯是一種非常好之洗滌溶劑，但是近年來文獻指出該洗滌溶劑是一種致癌的化學物質，對員工的健康造成很大之威脅，美國聯邦及州政府也要求全面管制三氯乙烯的使用，該公司除了工作現場逸散三氯乙烯之外，每月還產生15~20桶（每桶約55加侖）三氯乙烯之殘餘物，依據美國Resource Conservation and Recovery Act（簡稱RCRA），含三氯乙烯之殘餘物是屬於有害事業廢棄物，需依RCRA的要求進一步處理。因此，美國四星工具公司每年還必須花費一筆可觀的經費，委託給合格的有害事業廢棄物代處理業處理之。有鑑於此，該公司管理決策人員開始思考如何保護員工之健康，並解決含三氯乙烯有害事業廢棄物之處理問題。

2. 解決方案

該公司管理決策人員授權給環安部門主管全權處理，經過公司全體員工的腦力激盪之後，認為最好的方案就是不要使用三氯乙烯，看能不能尋找或研發三氯乙烯之替代品，如此便可同時解決上述二項急待解決的問題，該公司遂委託美國一家知名的Todco化學公司進行研發工作。

3. 替代品開發成功

Todco化學公司接受美國四星工具公司委託後，經過一番努力與試驗，終於找到三氯乙烯之替代品。此替代品名稱為D-limonene，其為一種檸檬油精，是從柑橘屬植物中所萃取出來的天然物質，無毒性且具有清潔能力，可成功地運用在金屬表面油脂洗滌作業上。

4. 改用替代品獲得的好處

美國四星工具公司乃全面改用D-limonene進行金屬表面油脂之洗滌作業，結果發現洗滌效果良好，且大大地改善工廠員工作業環境，頗受全體員工之認同，該公司宣稱改用此三氯乙烯替代品之後，獲得如下的好處：

- 員工使用安心：此為天然物質，故無毒性，員工使用安心。
- 油脂洗淨力強：其洗滌油脂的功效比三氯乙烯更佳，。
- 改善作業環境：其揮發性比三氯乙烯還低，因此較不會逸散有機氣體，改善工廠員工作業環境，降低員工毒化物有機氣體之暴露量。
- 廢水容易處理：因此三氯乙烯替代品可生物分解，故其廢水較容易處理。
- 生產效率提高：因公司不再使用三氯乙烯，員工士氣大振，生產效率大為提高。
- 提升企業形象：因附近鄰居不再擔憂可能有三氯乙烯氣體逸散，因此公司與鄰居之關係大為改善，有效達成敦親睦鄰且提升企業經營形象。
- 節省代處理費：因不再產生含三氯乙烯有害事業廢棄物，每年可節省一筆三氯乙烯有害事業廢棄物之代處理費。

D-limonene應用範圍

依現有文獻顯示，D-limonene的應用範圍很廣，除了可有效代替三氯乙烯之外，它幾乎



可代替所有含氯有機溶劑，它可當作噴霧或洗滌用的清潔劑，其主要施用對象包括：

- 一般金屬洗滌劑
- 電鍍金屬洗滌劑
- 電子金屬洗滌劑
- 去漆劑
- 防銹

結語

在國內三氯乙烯之毒性已被歸納為第一類及第二類毒性化學物質，列管編號064-01，最低管制限量為50公斤，管制濃度標準為10%，故只要有使用到三氯乙烯之工廠幾乎皆被列管，必須向環保署申請核發許可證或提出登記

備查文件，依據環保署三氯乙烯使用量之統計資料，每年高達1,194公噸。如果在這些三氯乙烯的使用量中，其使用用途是屬於一般金屬、電鍍金屬及電子金屬表面油脂洗滌用途的工業，皆可參考此毒化物溶劑替代成功案例，考慮改用D-limonene進行油脂之洗滌作業，除了可獲得前述7大好處之外，又可免去申請核發許可證或提出登記備查等繁瑣的文書作業。同樣地，與三氯乙烯相類似具有洗滌能力，且應用於一般金屬、電鍍金屬、電子金屬表面油脂洗滌、甚至應用於去漆或除鏽用途之化學物質，例如四氯乙烯、三氯甲烷與四氯化碳等化學物質，不論其現階段是否有被環保署公告為毒性化學物質，亦可考慮以D-limonene取代之。

6

作者簡介

作者：司洪濤

學歷：國立中山大學環境工程研究所碩士

經歷：財團法人生物技術開發中心生化組助理研究員、中鼎工程公司環工部專案工程師、財團法人中國技術服務社工業污染防治中心專案經理

現職：財團法人台灣產業服務基金會研發專案組專案經理

專長/研究領域：環保法規、環境工程、化學工程單元設計、空氣污染防治規劃設計

作者：劉文清

學歷：國立雲林科技大學環境與安全工程研究所碩士

經歷：國立雲林科技大學環境與安全工程研究所助教

現職：財團法人台灣產業服務基金會研發專案組工程師

專長/研究領域：環境工程、污水處理規劃設計、ISO 14001與OHSAS 18001輔導

作者：李春正

學歷：美國北卡羅那州立大學理工碩士與博士

經歷：美國辛辛那提大學客座教授、美國環保署、能源部、國科會顧問

現職：美國辛辛那提大學客座教授

專長/研究領域：工業減廢、環境管理、事業廢棄物與空污軟硬體設備等

責任編輯／李秀鳳