

# 環境考量面與安全危害性評估之方法整合

鄭國喜\* 涂秀妹\*

## 摘 要

近年來企業界為改善經營體質與提升產業形象，正積極推動以 ISO 14001 為主體之環境管理系統，期望由制度面的建立來持續改善污染防治，達成企業永續經營之理想。特別是化學工業更大力推展責任照顧制度，考量化學物質的整個生命週期，從研發到棄置全面性地落實「安全、衛生、環保」之管理工作，以期能不斷提昇工廠安全與環保之執行績效，並促進產業界與政府、社區民眾之和諧關係。

在推動環保與安全衛生之管理整合時，環境影響因子與製程安全性之評估通常是不可或缺的要項，所以國內企業目前正逐步地實施有關安全危害鑑定之危害及可操作性分析與有關環境衝擊鑑定之環境考量面顯著性評估，本文擬就此兩種評估方法提出一套整合性方案，於現有危害及可操作性分析之架構中溶入環境考量面顯著性評估，界定因生產過程所引起對環境之衝擊性，並就其發生機率與後果嚴重性提出一套可量化之評分標準，藉以同時評定安全與環境風險之大小，作為新製程設計時災害/污染預防之依據與運轉中製程災害/污染控制之改善參考，不但可以化安全與環保概念為實際之行動，也能進一步提升生產效率與產品品質，對企業界而言實可收一舉兩得之效。

### 【關鍵詞】

1.危害及可操作性分析    2.環境考量面顯著性評估

---

\*國喬石油化學股份有限公司

# **Integration of Methodology for Assessing Industrial Hazards and Environmental Impacts**

Kuo-Hsi Cheng\* Hsiu-Mei Tu\*

## **Abstract**

In recent years, the industry is voluntarily implementing ISO 14001 standards to improve internal management system and external public images. Especially, the chemical industry is trying to integrate ISO 14001 environmental management system into Responsible Care program for further enhancing the effectiveness of safety, health, and environmental protection performance. This effort will help the industry to promote a better communication and positive dialogue with government agencies and local communities.

In this paper, integration of hazard and operability studies with impact assessment of environmental aspects is proposed to consider safety and environmental risks simultaneously. A quantifiable rating standard will be developed to assess the probability of occurrence and the magnitude of severity. This integrated approach will provide a tool to prevent pollution for new design processes and to improve pollution control for existing processes. Better design for controlling environmental and safety risks could facilitate production efficiency and improve product quality as well.

## **【KEYWORDS】**

1. Hazard and Operability Studies
2. Impact Assessment of Environmental Aspects

---

\*Grand Pacific Petrochemical Corporation

## 一、緣由與目的

環境保護是一門高度藝術的科學，同時也是一項充滿科學的藝術，當我們享受著快速經濟成長所帶來的生活便利之餘，生態的破壞、氣候的暖化、環境的污染以及種種有害廢棄物對人、對動植物的傷害都在在侵蝕著地球的生存品質，唯有透過跨學科的整合與善用不同專業領域的技能才能逐步改善現況，為後代子孫留下一片美好的生活空間。

國際標準組織(International Organization for Standardization ,ISO)於 1996 年 9 月已公佈以環境管理系統為主之 ISO 14001 驗證標準，國內企業界無不積極地依此標準進行環境審查與評估，以期由相關污染防治措施的改良，減少污染量的排放，降低潛在之負面環境衝擊，並進一步確實做好污染預防及資源有效利用，以達到清潔生產與生態保育之最高理想。

建立環境管理系統的第一步即是如何發展一套合理可行的評估方法來界定組織作業對週遭生態(包括空氣、水、土壤、自然資源、動植物、景觀、以及人類)所造成的影響，其規劃工作的完善與否是整個環境管理系統能否獲致成功的關鍵因素，而 ISO 14001 的標準並未指定任何環境考量面(Environmental Aspect, EA)的鑑別及其衝擊性評估之標準程序，各企業可視其自身的能力及資源發展各自的執行方式，如何制定一套不致太過於複雜卻可充份反映出組織作業對環境影響大小的評估邏輯便成為推展環境管理系統中最具挑戰性與技術性的一項工作。

另一方面，行政院勞委會於 86 年 6 月 18 日公佈『危險性工作場所審查暨檢查辦法』，明定從事高潛在危險性之石化工廠、農藥製造工廠、爆竹煙火工廠、重大營建工程、大量製造、處置、使用危險物與有害物之工作場所，須經勞動檢查機構審查或檢查方可使勞工在該場所作業，其中製程安全評估乃是考量其危害特性最主要的項目之一，因此國內企業界正積極推行以危害及可操作性分析(Hazard and Operability Studies, HAZOP)為主之製程安全評估工作。

本文將就安全危害鑑定的 HAZOP 與環境衝擊鑑定的 EA 顯著性評估法，提出一套可供石化、紡織、鋼鐵等相關製造業使用之重

點整合的方案，制訂發生機率與後果嚴重性之量化評分標準，藉以同時評定安全與環境風險之大小，作為新製程設計時災害/污染預防之參考與運轉中製程災害/污染控制之改善依據。基於工業安全衛生與環保工作互為表裡，工安事故的發生往往伴隨著後續環境污染問題，因此從風險認知、風險分析、風險預防及風險控制等相關工程或管理方法的整合，以建立全面安衛環保管理體系，方可在污染防治與災害防止工作上達到事半功倍的效果。

## 二、研究方法

評估流程主要是以 HAZOP 的邏輯為基礎，由不同背景的專家採腦力激盪的方式來鑑別工廠運作之潛在風險，判斷當製程發生儀器失控損壞、人員操作疏失或緊急停車狀況下，致使製程參數偏離正常操作的預期值時，所造成安全危害的可能性與後果嚴重性，並同時考量在此異常或緊急狀況下造成環境衝擊的可能性與嚴重性。至於正常操作的狀態，安全危害評估的部份可以空白，但仍須針對環境衝擊的部份進行評分，最好能透過客觀的檢測以了解持續性的排放物質與污染量，藉此來量化對環境所造成之影響。

### 2.1 評估計畫與小組

評估前之準備工作應包括擬定整體計畫與成立評估小組。計畫的內容須明確定義評估範圍、收集相關危害資訊、了解安全、衛生及環保之法規要求等；評估小組最好是由 5-7 人所組成，成員至少需有小組長一人、熟悉製程操作的工程師、維修工程師與工安環保工程師。

### 2.2 評估程序

針對 P&ID 與 PFD 以逐條管線(line by line)與逐座塔槽容器(vessel by vessel)，並配合製程的階段逐項步驟(step by step)之方式展開，運用製程操作參數偏離的引導字列出可能的異常/緊急狀況，討論發生偏離的可能原因與後果，同時應制訂一套評分標準，量化每一項之安全危害與環境衝擊，最後再篩選出對安全與環境有重大影響的項目，優先列入改善方案或採取重點管制的措施。

### 2.3 文件電腦化

由於上述安全危害與環境衝擊評估方法是從管線與設備逐步展開，所考量的項目相當繁多，因此為長期落實此一評估方法，文書

資料與紀錄保存應表格化且須納入電腦作業。

### 三、結 果

本文所提出的安全危害與環境衝擊評估方法乃是由製程操作參數為起點，在異常/緊急狀況下，考慮各種製程偏離時安全與環境危害的可能性與嚴重性，且量化其風險性並提出因應之改善方案；至於在正常操作的狀況下，則不必考慮安全危害性，僅須就環境衝擊的部份進行評分工作。有關安全危害之可能性、嚴重性與風險的量化標準範例詳見表一。

表 1 安全危害評估之量化標準

可能性：

| 分數 | 狀況敘述                 |
|----|----------------------|
| 1  | 經常的，一年一次或數次          |
| 2  | 可能的，十家相似工場一年至少發生一次以上 |
| 3  | 也許的，百家相似工場一年發生一次以上   |
| 4  | 稀少的，百家相似工場一年發生一次以下   |
| 5  | 極少的，極不可能發生           |

嚴重性：

| 等級 | 洩漏範圍  | 人員傷亡      | 財務損失        |
|----|-------|-----------|-------------|
| A  | 及於廠外  | 一人死亡或三人受傷 | 1000 萬元以上   |
| B  | 及於工場外 | 永久失能      | 500-1000 萬元 |
| C  | 工場內   | 暫時失能      | 100-500 萬元  |
| D  | 設備附近  | 輕傷        | 100 萬元以下    |
| E  | 無明顯危害 | 無明顯危害     | 無明顯損失       |

風險等級：

| 可能性 | 嚴重性 |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | A   | B   | C   | D   | E   |
| 1   | 1   | 1   | 2   | 3   | 無危害 |
| 2   | 1   | 2   | 3   | 4   | 無危害 |
| 3   | 2   | 3   | 4   | 4   | 無危害 |
| 4   | 3   | 4   | 4   | 4   | 無危害 |
| 5   | 無危害 | 無危害 | 無危害 | 無危害 | 無危害 |

(註)風險等級 1：應儘速改善

- 2：應於合理期限前完成改善
- 3：加強管制與管理措施
- 4：加強管制與管理措施

有關環境衝擊的評估，其風險(R)值定義為：

$$R=F*L*S$$

其中，F 為事件發生的頻率

L 為事件所造成損失的機率

S 為事件所造成的後果嚴重性

因此，要評定環境風險就必須量化發生頻率、損失機率與後果嚴重性，表 2 提供一範例作為制訂該評分標準的參考。

**表 2 環境衝擊評估之量化標準**

| 分數 | 發生頻率(F)           | 損失機率(L)               | 後果嚴重性(S)                   |
|----|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1  | 以前未曾發生過，但有類似工廠發生過 | 有污染防治設備，且處理效率在 90%以上  | 衝擊僅限於事故現場附近，未波及廠內其他單位      |
| 2  | 每年或數年可能發生一次       | 有污染防治設備，且處理效率在 50-89% | 衝擊擴及廠內其他單位，且對員工健康造成影響      |
| 3  | 每月或數月可能發生         | 有污染防治設備，且處理效率在 50%以下  | 衝擊擴及廠外，但對鄰近環境影響輕微          |
| 4  | 每週或數週可能發生一次       | 無污染防治設備               | 衝擊擴及廠外，且對鄰近環境與居民造成顯著影響     |
| 5  | 每日一次或隨時發生         |                       | 嚴重污染環境，造成人員立即死亡，或可能引發大規模抗爭 |

分數評定後，企業可依其政策與財務考慮篩選 R 大於某一特定值以上列為當年度優先改善或中長期規劃改善的項目，而其餘部份則列入加強日常管理工作。

綜合以上討論，表 3 乃為針對整合安全危害性與環境衝擊性評估所設計之範例格式。且以實際之丁二烯聚合反應為例說明各項欄位填寫之具體狀況，供各界參考。

表 3 安全危害與環境衝擊性評估

活動：丁二烯聚合反應

製程名稱：XX 公司 ABS 工場

區段描述：V-100 本體

管線/設備編號：V-100，6"GBK-15B01-777

設備目的：操作溫度(25~35℃)，操作壓力(5KG/cm<sup>2</sup> 以上)

| 項目  | 製程偏離 | 可能原因       | 安全危害後果             | 可能性 | 嚴重性 | 安全風險 | 環境衝擊                       | 發生頻率 | 損失機率 | 嚴重性 | 環境風險 | 因應對策                                   |
|-----|------|------------|--------------------|-----|-----|------|----------------------------|------|------|-----|------|----------------------------------------|
| 1.1 | 無液位  | 槽體破裂       | BD 大量外洩，若遇火源造成火災   | 3   | A   | 2    | BD 外洩，污染大氣，形成臭味            | 1    | 1    | 10  | 10   | 1.更新墊圈須遵守標準維修程序<br>2.使用符合規格之安全閥        |
| 1.2 | 無液位  | 安全閥故障跳脫    | BD 排至 Flare 燃燒     | 3   | E   | 5    | 少量廢氣排大氣                    | 1    | 1    | 2   | 2    | 1. 選擇符合規格之安全閥<br>2. 確保 Flare 具足夠之處理能力  |
| 1.3 | 高壓   | 液位計指示失效    | 安全閥跳脫，經氣液分離後，排至燃燒塔 | 3   | E   | 5    | 少量廢氣排大氣                    | 1    | 1    | 2   | 2    | 1. 加強反應器自動檢查工作<br>2. 確保 Flare 具足夠之處理能力 |
| 1.4 | 高壓   | 丁二烯抑制劑含量不足 | 發生丁二烯聚合反應          | 4   | A   | 3    | 開槽清洗造成丁二烯氣體逸散、清洗廢水與聚丁二烯廢棄物 | 1    | 1    | 10  | 20   | 槽車於卸載前取樣分析抑制劑含量                        |

## 四、結 論

HAZOP 是以安全為主、環境影響為輔之製程操作危害性分析，對於製程偏離所造成的安全風險有深入的探討，但對其伴隨所產生的環境衝擊卻較缺乏細節的評估；另一方面，由 ISO 14001 所發展出的環境考量面(EA)評估則明顯地偏重在環境影響層面的討論，缺乏往上追根溯源，找出真正造成意外或異常之工安問題，因此，目前企業界分別推動 HAZOP 與 EA 的評估工作，不僅造成人力時間的雙重投入，且所獲致的結果亦無法有系統性地全面考量工安與環

保的問題，本文所設計的格式與編撰的範例可提供工廠從製程 P & ID 與 PFD 的角度來同時評估安全與環境風險的思考方向，如此將有助於企業界有效整合環保與安全衛生之管理工作。

## 五、參考文獻

1. 勞委會(1997)危險性工作場所審查暨檢查辦法，行政院勞工委員會，86年6月18日修正公布。
2. ISO 14001(1996 E)國際標準組織(International Organization for Standardization)於1996年9月公告之環境管理系統標準。
3. 工安衛中心(1995)危險性工作場所審查暨檢查方法訓練課程(第一~第五階段)，工研院工安衛中心。
4. 張一岑(1995)化工製程安全管理，揚智文化事業公司，P102~P248。