

印度波帕市化學物質外洩事故

- 史上最慘重的化工廠工安環保事件 -

一、事故概況：

1984 年 12 月 3 日 0:15 位於印度波帕市的美國永備公司(Union Carbide Company)農藥廠因異氰酸甲酯 (Methyl Isocyanate 簡稱 MIC) 的外洩，造成了附近居民數千人死亡，近 20 萬人受害的歷史大悲劇。

MIC 是一種相當活潑不穩定且有據毒性的化學物質，揮發性高、易燃，並可與酸、鹼及各種有機化學物質起劇烈反應，與水反應會放出大量的熱而沸騰，為禁水性物質，在操作過程中絕對不能和水接觸。

事故發生的前一天，一名清洗管線工人意外地將清洗管線的水注入一座存有 50 餘公秉的 MIC 不銹鋼地下儲槽，水與槽內 MIC 或其他雜質發生激烈的放熱反應，使槽內溫度急速上升而沸騰，造成儲槽內壓力增高，超出安全閥設定的 40psig 壓力，MIC 衝開安全釋壓閥，發出尖銳的聲響，由洗滌塔 33 公尺高的煙囪排放至大氣中。

當大量 MIC 不斷逸散飄浮在空氣中，且迅速擴散至附近居民眾多的住宅區時，很多民眾吸入後根本來不及躲避，能在驚惶中僥倖逃出的，鮮有不受到傷害的；他們失明、皮膚潰爛、肺部呼吸道灼傷、神經系統遭到損傷。

洩漏從凌晨 0:15 持續到 1:00 左右，歷時 45 分鐘，直到儲槽壓力降至 40psig 以下，安全閥才恢復關閉狀態。排出的 MIC 總計約 23 噸，釀成史上空前也可能絕後的大災難。

這原是一場可以避免的災難！

二、事故原因分析：

永備公司位於印度波帕市的農藥廠於 1969 年開工，僅生產胺基甲酸酯 (鹽) 類之殺蟲劑農藥 (Carbamate)，1975 開始自美國進口 MIC 作為中間原料。因為 MIC 為劇毒性物質，永備公司評估其長途運輸的危害風險太大，因此決定自行生產製造，乃於 1979 年在波帕廠增設一 MIC 生產線，同時也針對洩漏，設計了安全設施提供層層防護，包括儲槽冷卻系統、釋壓閥、回收洗滌塔、燃燒塔及水霧系統等。但事故發生時做這些安全設施卻完全沒有發揮其應有

的功能。

1984 年 6 月因當時殺蟲劑的需求量劇減，停止 MIC 生產，僅對製程設備作些維修保養工作。為節省成本，關閉冷凍設備及洗滌系統，但未因停工而降低儲槽的 MIC 存量。

由於 MIC 儲槽與外界連通之管線未確實加盲板隔離。維修人員用水沖洗管線，使水流入 MIC 儲槽，致發生激烈的放熱反應，使 MIC 沸騰造成槽壓增加。

30 噸冷凍設備是用以防止儲槽溫度過度升高，當操作員發現安全釋壓閥跳開，儲槽內之 MIC 噴出時，趕緊開啟冷凍系統，卻發現設備中並沒有冷媒，無法降低儲槽溫度，而失去該項設施的保護作用。

另外洗滌塔可噴灑出鹼液（氫氧化鈉）來吸收中和外洩的 MIC，正確的操作程序應先啟動鹼液（氫氧化鈉）循環泵，再啟動洗滌塔，事發後操作員雖曾試圖開啟洗滌系統，但因未依正確程序操作，使第二道防線也失守。

廢氣燃燒塔可以燃燒由安全閥排出之 MIC，事故當時，連接到廢氣燃燒塔的管線因腐蝕而被拆除，而換裝的新管則尚未準備妥當，導致 MIC 無法排至廢氣燃燒塔而外洩擴散。

水霧系統是用來吸收地面附近少量的洩漏，對從釋壓閥溢出的大量 MIC，因設計的水壓不足無法發揮功能。

三、改善及防範措施

事故後波帕廠因此倒閉，使得投資資金血本無歸，同時，對於賠償金額更是無法計數，由印度政府向永備公司提出之具體民事訴訟賠償即約 47 億美元。而於 1898 年創立，經營已超過百年的永備公司最後更於 2001 年 2 月 6 日被陶氏化學公司（Dow Chemical Co.）購併而成為其子公司。

此次事故喚起全世界很多國家對化學災變的重視，除了立法保障社區安全

外，也加強自己國內工廠的安全措施，避免類似的災難再度發生。

我們也學習到：

- 1、任何決策均應以安全為首要的考量，為節省成本而忽略安全產生意外，所付出有形無形的代價將遠超出原先想要節省的成本。
- 2、盡量不使用安全上有顧慮之有毒物質而改以無毒或低毒性物質來替代。當無法替代時，就需要設法盡可能減少危害性物質非必要的庫存量。以美國杜邦公司為例，在這次意外後全面清查其所屬類似的工廠，決定取消 MIC 的庫存量，改採用多少生產多少的生產管理政策。使其整個工廠在任何時刻只有製程管線中有 5 10 公斤的 MIC。因此即使是設備嚴重毀損，最壞的情況下，最多也只能洩漏 5 10 公斤的量，其影響程度均可有效控制。
- 3、訂定各項作業的「標準作業程序書 (SOP)」、督導員工確實遵行。各項防護設備及措施，平日即應透過緊急應變之演練加強練習，遇到緊急情況才能正確操作不致有誤。
- 4、各項備用設備應隨時保持在可用狀態，平日即應強化維修、保養、檢查等作業。

四、備註：

本次事件發生在印度境內之美國公司，員工多為印度人，最後演變成跨國糾紛，期間求償、訴訟及衍生之問題很多，對該事件發生原因、乃致死傷及損失統計數字至今仍眾說紛紜未有定論。

五、參考資料

- (一) 中國化學工程學會「化工」雙月刊 2004 年 2 月第 51 卷第 1 期「重大化災回顧系列 (八) - 印度波帕 (Bhopal) 異氰酸甲酯 (Methyl Isocyanate) 外洩事件之探討」。
- (二) 該學會叢書 001 「化學工業安全概論」。
- (三) 張一岑著「化工製程安全管理」。
- (四) 中油公司 2765 期「意外事故調查研討會」講義。
- (五) Frank P. Lees 「Loss Prevention In The Process Industries」。
- (六) Website: http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal_Disaster “Bhopal Disaster”
- (七) Website: <http://www.bhopal.com/> “Bhopal Information Center”