

# 製程安全聚焦

## 本質安全過程的實施

期號：2017-04

總第063期

發佈時間：2017年04月

英商勞氏檢驗股份有限公司台灣分公司

台北市中山北路2段96號10樓1008室(嘉新大樓前棟)  
郵遞區號：10449  
電話：02-27152033  
傳真：02-25630018

營運經理：

董小剛

Email:

xiaogang.dong@lr.org

連絡電話：

0970-513180

營運副理：

王嘉輝

Email:

eric.wang@lr.org

連絡電話：

0966-510078

製程安全聚焦LINE群組



製程安全聚焦微信平台



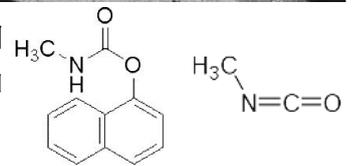
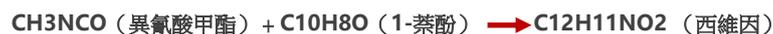
### 事故案例

1984年12月4日0時56分，美國聯合碳化物公司在印度博帕爾(Bhopal, Indian)的農藥廠發生異氰酸甲酯(CH<sub>3</sub>NCO, 簡稱MIC)毒氣洩漏事故，造成12.5萬人中毒，6495人死亡，20萬人受傷，5萬多人終身受害讓世界震驚的重大事故。

### 事故原因

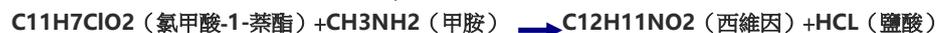


博帕爾(Bhopal)農藥廠生產的最終目的產品是：西維因(carbaryl)。博帕爾農藥廠生產西維因的製程過程如下：



在博帕爾農藥廠，MIC (異氰酸甲酯) 儲存在3個15,000加侖的中間儲罐中，而導致事故產生嚴重後果的主要原因是：生產西維因過程中的中間產物異氰酸甲酯(CH<sub>3</sub>NCO)的大量洩漏。

但是，使用同樣的原料來生產同樣的最終產品，另一種不同的製程過程路線是：



在這個不同於博帕爾農藥廠的製程過程路線中，其中間產物C<sub>11</sub>H<sub>7</sub>ClO<sub>2</sub> (氯甲酸-1-萘酯)的毒性和危險性要遠低於CH<sub>3</sub>NCO (異氰酸甲酯)。

#### C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>ClO<sub>2</sub> (氯甲酸-1-萘酯) —MSDS

毒理學資料：

半數致死劑量(LD50) 經口 - 大鼠 - 2,550 mg/kg

潛在的健康影響：

- ◆ 該物質對組織、粘膜炎和上呼吸道破壞力強；
- ◆ 如服入是有害的；
- ◆ 如果通過皮膚吸收可能是有害的；
- ◆ 引起皮膚燒傷；
- ◆ 引起眼睛燒傷。

#### CH<sub>3</sub>NCO (異氰酸甲酯) —MSDS

毒理學資料：

半數致死劑量(LD50) 經口 - 大鼠 - 51.5mg/kg

動物半致死濃度(LC50) 6.1ppm (6小時, 大鼠, 吸入)

健康影響：

- ◆ 容許濃度：0.02ppm, 0.05mg/m；立即危害濃度(IDLH) 3ppm；
- ◆ 異氰酸甲酯可經由呼吸、皮膚或誤食而使人體中毒，與之接觸可使皮膚及眼睛灼傷。大量吸入、食入或由皮膚進入都可致命。

## 本質安全過程的實施

### 本質安全過程

對於化學工業，製程危害（Process Hazards）有兩個來源：一是所使用的化學品原料、材料及產品等本身理化特徵所具有的危險性；二是化工流程和工作中的各種製程變數及加工處理流程特徵所具有的危險性。

通過改變化學品原料材料等，以及改變製程變數及加工處理流程方法等，來減少或消除危害，降低風險的過程，被描述為“本質安全”過程。即：要致力於通過化工製程和設備的設計來消除危害，而不是通過工程或管理措施來控制危害可能性和後果嚴重性的努力。

“What you don't have, can't leak”（不存在就沒有洩漏） — Trevor Kletz

### 實施本質安全過程（示例）

#### 1、替代/消除 Substitution/Elimination

- ◆ 是否能用其他的製程或化學反應來完全消除危害原料、製程中間體或副產品？
- ◆ 是否能用改變化學或製程條件來完全消除製程溶劑？是否能用危害較低的成品溶劑進行替換？
- ◆ 是否能用較低危害的原料替代較高危害的原料？是否能採用危害較低的公用系統（如，用低壓蒸汽代替可燃的導熱液體）？
- ◆ 如果設備內存有在高溫下不穩定或低溫下會凝固的物料，是否可以採用對於最高或最低溫度有自限功能的加熱和冷卻介質？

#### 2、減少（或緩和）Attenuation

- ◆ 能否保持原料供應壓力低於接收容器的工作壓力？原料供應所有可能的最大壓力，均低於接收容器的設計壓力？
- ◆ 能否通過使用催化劑或使用更好的催化劑使反應條件（如壓力，溫度）更為溫和？
- ◆ 是否能通過其它途徑使製程條件更為溫和，例如：通過設計升級提高反應器的熱力學或動力學效率（如，改善混和或傳熱）以降低操作溫度和/或壓力；改變反應相（如，液/液，氣/液或氣/氣）；改變原料加入的順序；等。
- ◆ 能否用稀釋危害原料的方法來減輕危害？如，使用：液氫代替酞；硫酸代替發煙硫酸。

#### 3、強化（或最小化）Intensification

- ◆ 生產過程是否能減少危害原料、中間體和最終產品的庫存？通過設計和操作是否會最大限度地降低製程中的危險化學品庫存？
- ◆ 通過連續性製程的單元操作或設備代替間斷性製程的單元操作或設備，能否減少物料庫存？
- ◆ 通過設計升級（如，改進混和或傳熱）來提高反應器的熱動力學或動力學效率後，能否減少危害物容量？
- ◆ 將各種設備加以組合（如，以分開的反應器和分餾串塔；安裝再沸器或換熱器來取代有反應的蒸餾）是否能減少系統內總量？

#### 4、限制影響 Limitation

- ◆ 能否將容器和管線設計或製造成足以承受製程過程中可能產生的超壓，包括“可能的最壞情況”，（從而避免設計複雜的高壓聯鎖系統和/或緊急泄放系統的需要）？
- ◆ 所有設備是否設計成在室溫下或可能的最高製程溫度下都能收容全部物料，（從而避免依賴外部系統，如冷凍系統對溫度進行控制以防止蒸汽壓高於設備設計壓力）？
- ◆ 製程單元的位置是否能減少或消除來自臨近危害裝置的不良影響？是否能消除或最大限度地減小對廠內員工和其它工廠設施及廠外的影響？裝置的位置能否最大限度地減少危害物料運輸的需要？
- ◆ 對於處理易燃物料的製程，是否能通過設施的佈置設計最大限度地減小受限制區域的數量和尺寸，並在洩漏和隨後的著火事件中降低嚴重超壓的可能性？

#### 5、簡化/錯誤容限 Simplification

- ◆ 能否通過將程序複雜多用途的單一容器分成幾個較簡單的製程步驟和製程容器，來減少原料數量、公用工程和輔助設備的複雜性，從而減少危害相互作用的可能性？
- ◆ 設備的設計是否能減少因操作或維修錯誤而引起的危害狀況？
- ◆ 通過程序設計降低因操作或維修錯誤而引起的危害狀況？例如：簡化程序；減少過份依靠人員動作來控制流程。
- ◆ DCS模組能否進行簡化或重組從而不會因一個模組的失效而引起大量關鍵控制迴路的故障？

參考文獻：Inherent safety Chemical Process - CCPS