

學校工作場所重大災害案例報告 41

蒸發器外洩之高溫液體灼傷事件

一、摘要：

某大學理學院環科所碩士班二年級 A 學生於實驗室從事正光阻劑廢溶劑分離實驗(茂德公司製程廢液樣品)時，發生蒸發器(蒸餾裝置)爆炸，現場白色煙霧瀰漫，事故現場僅有該碩二研究生，該生身上(及衣服)遭受樣品(深紅色)沾污，但衣服並未毀損。

二、災害發生經過及現場概況：

某大學理學院環科所碩士班二年級 A 學生於實驗室從事正光阻劑廢溶劑分離實驗時，發生蒸發器(蒸餾裝置)爆炸，現場白色煙霧瀰漫，事故現場僅有該碩二研究生，該生身上(及衣服)遭受樣品(深紅色)沾污，但衣服並未毀損。事故設備周圍窗戶破裂，附近避難指示燈外殼遭破壞，臨近櫃子玻璃窗戶、玻璃瓶破裂。現場沒有燃燒的痕跡，推斷非屬化學性爆炸(氣體、蒸氣爆炸)。初步判斷事故原因可能為系統溫度過高，導致蒸發器(蒸餾裝置)的固定螺絲鬆動(該設備八顆固定螺絲有七顆完全鬆動)，造成 O-Ring 破裂產生位移，致該設備內高壓蒸氣瞬間外洩。

處理情形：

受傷學生被鄰近實驗室學生扶出事故實驗室，緊急沖淋後，送醫處理，初步判定為灼傷，經過醫生處理後已於下午 4 時離開醫院，5 時左右回到系上，後由家長帶回。事故發生後，該系系主任及另一名博士生穿著呼吸防護具後，先將實驗設備的電源關閉後，隨即封鎖現場。校方緊急通知當地消防隊協助處理，並通報環保局，中區毒災應變中心接受到環保局通知後，於事故後 2 小時至事故現場協助進行危害偵檢。下午 2 時消防局鑑定小組至事故現場協助災害事故原因鑑定。

三、災害原因分析：

操作流程：該實驗室從事正光阻劑廢溶劑(含乳酸乙酯，CAS # 97-64-3)分離實驗 [反應槽：內容積 4 升；樣品 1 升(另再加水 1 升)；先通注氧氣使系統壓力達到 15 kg/m^2 ，關閉氧氣及管路尾端閥門；加溫至 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ；開啟部分尾端閥門，並再通注氧氣，藉氣流使系統壓力達到 20 kg/m^2 (出口流速約 10 L/min)；屬批次實驗(每半小時採樣 1 次，共需約 2 小時)]。

綜合分析

1. 直接原因：人員遭瞬間外洩之高溫液體灼傷。

2. 間接原因：

不安全狀況：

- (1) 設備缺乏過高溫保護裝置(如 HH 切斷加熱裝置)。
- (2) 設備之系統壓力計，並未標示安全值，提醒人員注意。
- (3) 設備缺乏緊急排放安全裝置(如安全閥、破裂盤)，因此，系統溫度/壓力過大時，無適當之宣洩管道。
- (4) 系統接合處使用之墊片，並未考慮與實驗樣品之相容性，且未定期檢查更換。
- (5) 設備結合氣封處(圖二)，災後發現有螺絲鬆動情形，但無法證實是因壓力宣洩後(內部墊片遭破壞)導致之鬆動，或因系統螺絲未鎖緊引發之外洩。
- (6) 設備加裝簡易風扇，進行冷卻，可能因效能不佳，導致系統溫度上升過高。
- (7) 罹災學生雖曾接受學校辦理之一般安衛及危害通識教育訓練，但該實驗室並未制定該項操作之標準作業流程及安全守則。
- (8) 該實驗設備取自研究委託廠商，因此，使用者對其設計及使用方式並不十分了解。

不安全動作：

3.基本原因：

本事故之確切原因無法確定，研判應為系統接合墊片，因遭樣品影響，失去承受力量，造成洩漏，但設備缺乏安全裝置，為導致事故結果擴大之主因。

四、防災對策：

設備部份

1. 壓力設備加裝緊急排放安全裝置(如安全閥、破裂盤)。
2. 設備之系統壓力計，標示安全值，提醒人員注意。
3. 對於有加熱易燃性液體的裝置，應確保其加熱裝置正常。
4. 對於因加熱液體而會產生高壓的壓力容器，應裝有高溫保護裝置(如 HH 切斷加熱裝置)。
5. 系統接合處使用之墊片，應考慮與實驗樣品之相容性，並定期檢查更換，以確保系統之密閉性。

管理部份

1. 應訂定實驗操作的安全注意事項(含一般注意事項和特定設備的注意事項)，並讓相關人員瞭解。
2. 高壓設備執行自動檢查(如定期檢查)。
3. 安全操作技巧(如螺絲的鎖緊度)的訓練。
4. 內裝易燃性物質的容器應遠離所有的火源(如一般的插座)。
5. 各系所應加強對非經學校採購流程購入之儀器設備之安全管理。
6. 建議加強對儀器設備製造(供應)商之教育訓練，避免提供不安全之儀器設備。

現場災害調查照片



引發本事故之氧化蒸發設備模組 (如箭頭)- 注意: 實驗室窗戶及週遭易碎設備遭波及

