

多重錯誤導致氫氣洩漏與火災

2025年9月號



圖1：氫氣管束拖車填充示意



圖2：拖車與供料設備受損情況

資料來源：Hydrogen Safety
Panel Report PNNL-31015-1

2019年6月1日，美國加州聖塔克拉拉一處氫氣拖車轉運 / 填充站，發生高壓氫氣洩漏事件。

當時，一名司機與其受訓學員正在將氫氣儲槽中的氫氣灌入管束拖車。當拖車模組充填約95%時，受訓者發現填充線的手動隔離閥附近有氫氣洩漏，並通報司機。司機要求學員停止灌裝作業。受訓者雖然停止了兩個模組的填充程序，但並未將拖車從填充管線中斷開（見圖1）。司機關閉手動閥（箭頭處）以隔離前端模組，接著卸壓填充歧管並拆除了一段管件進行維修。由於司機現場沒有備妥修理所需的零件，他指示學員關閉氫氣供應。但學員誤觸錯誤的控制按鈕，重新啟動了填充作業，導致拖車上的氣動閥打開，大量氫氣從已拆除的管件處高速洩漏。逸出的氫氣與空氣混合後被點燃，導致氫氣-空氣爆燃，並隨後引發噴射火焰。

這起火災與爆炸造成了管線受損（見圖2），同時也觸發了氫氣的溫壓釋放裝置，使燃料持續釋放，加劇火勢。火焰延燒至鄰近車輛的其他材料。整起事件中約有250公斤（約550磅）氫氣洩漏，所幸無人員嚴重受傷。

你知道嗎？

- 氫氣分子是最小的氣體分子，可穿透極微小的縫隙洩漏。
- 氫氣的點火能量僅為0.02毫焦耳，相比之下天然氣約為0.29毫焦耳，也就是說氫氣更容易被引燃。
- 管線系統可能相當複雜，若要安全隔離，常需搭配圖示與標準作業程序。
- 僅能在設備正確隔離後，且由授權人員進行危險物料管線的維修。
- 所有與危害物料相關的維修作業，皆必須依照核可程序與方法執行。
- 員工有「暫停作業權（Stop Work Authority）」，若發現缺乏足夠訓練或安全條件，即可中止作業。

你可以做甚麼？

- 在開啟任一連接管件前，請使用設備隔離程序或上鎖 / 掛籤（LOTO）程序。並確認所有閥門均處於正確位置。
- 若發現洩漏，應依公司洩漏應變程序處理。在安全條件下隔離洩漏，並通知正確人員。
- 製程控制系統應清楚易懂。若控制面板標示不明，請立即詢問、釐清。
- 僅有受過訓練並獲核可的人員，方可進行製程設備之維修。
- 若與新進同仁一起作業，請給予清楚的任務指示。示範比口頭說明更有效。

當發生洩漏時，請依照作業程序處理，並尋求協助。