

從國外一起嚴重的大學實驗室爆炸事故談其影響

錢葉忠 教授 國立雲林科技大學 環境與安全衛生工程系

國內學校實驗室近年來不乏發生各類嚴重的事故，本文以一起刊登於化學及工程新知刊物 (C&EN) 上的一起實驗室災害，藉分析其發生原因及後續之處置過程，來評析學校當局須面對的問題，並提醒各實驗室針對各實驗流程，務必進行妥善之危害辨識及風險評估工作，這除能確保工作人員的安全健康外，更避免事故發生後可能衍生之處理難題。

● 事故經過及後果

2016年3月16日於美國夏威夷大學天然能源研究中心的一間實驗室發生爆炸事故，爆裂的鋼製壓力容器導致從事研究工作的博士後研究員炸斷右手前臂，並傷及眼睛、臉部及聽力，除此，也造成房舍及儀器設備之嚴重損壞。

● 事故原因分析

事故發生時，受害者正將氣體（55%氫氣、38%氧氣及 7%二氧化碳）導入鋼製且未接地的 49 升壓力容器中，這些氣體被用於供給製造生質燃料及生質塑料的細菌使用。

當地消防單位之事故鑑定認為事故是由壓力容器上之數位式壓力錶產生之火花所致。學校當局另請求加州大學實驗室安全中心 (UCCLS) 進行外部第三方之調查與鑑定工作，UCCLS 並請一外部實驗室重建原實驗設定，最終排除其他可能原因，認為此爆炸事故乃因靜電引起。據估計，事故發生時，49 升高壓容器中之壓力達 8 atm，爆炸之威力相當於 70.5 克的 TNT。發生事故之實驗室，2016 年 1 月才通過關於氫氣及氧氣高壓鋼瓶儲存的簡易安全檢查(以查核表方式進行)，但對 49 公升且未接地之高壓鋼製容器的安全性卻無人提出質疑。

事故發生前一日，事故受害者曾發現另一小型暫存容器發生異常之爆裂聲，且從系統壓力減少及氣味懷疑有燃燒反應發生。即使該容器使用之氣體種類及壓力錶型式與本爆炸事件相同，且實驗室工作人員也了解氫氣及氧氣之危害性，但這次虛驚事件 (Near miss) 並未引起重視，未採取停工檢視等必要作為。事故受害者也表示，當她碰觸此壓力容器時，偶而會發生靜電擊 (Static shock) 事件，但她的上司認為情況不嚴重而未處理。

UCCLS 認為，除卻事故直接原因外，本事故的根本原因在於未正確認知及控制由氫氣及氧氣混合後可能造成的爆炸危害。當地職業安全衛生執法機構 (HIOSH) 及 UCCLS 均認為，本事故是可以避免的。

● 事故防制建議

針對實驗涉及混合可爆炸性氣體之安全注意事項，UCCLS 提出以下建議：

1. 估計爆炸產生之威力，以決定防護等級
2. 應建立細部之標準作業程序
3. 對於具高度爆炸性物質，應有特殊之教育訓練
4. 應使用設計良好，並具危害分級之設備（本質安全為基本要求）

5. 設備電氣接地
6. 採用爆炸時之人員防護設備
7. 對於具高度爆炸性物質，應採用工程控制來避免危害
8. 於工作流程中規範可操作之人員
9. 藉外部評估來檢視流程、設備及工程控制之有效性

UCCLS 的中心主任也提醒研究者，須更加強提升自己關於所使用的物質可能產生之危害認識與預防。學校安衛管理人員也需加強與研究人員間之對話及溝通，並提供他們有用的資源，使他們更安全地進行實驗。

● 事故後續影響

本事故造成之直接損失共約 999,500 美元，包括房舍硬體 716,000 美元，儀器設備 60,000-100,000 美元，外部第三方鑑定 88,000 美元，及職業安全衛生違規罰單 115,500 美元(共 15 項違規，每項次 7,700 美元)。

依據當地職業安全衛生執法機構，這 15 項違規均屬嚴重缺失，包括學校未能使員工避免暴露於潛在之火災爆炸危害、無法確保各項安全措施被執行、無定期執行安全檢查及危害鑑別、無法確保員工全程使用正確的個人防護具、無法確保員工遵守標準操作流程、無規劃正確的實驗室逃生出口(至少二個)且非向外推開、緊急應變計畫未列出人員逃生後之集合點及清點人數方式、未將新進員工納入緊急應變計畫中、火災防止計畫中未針對氫氣及其他可燃氣體考慮潛在之引火源、針對人員從事潛在火災爆炸危害之實驗時，未規劃適當之個人防護設備、針對人員從事潛在火災爆炸危害之實驗時，未規劃適當之手套以防止靜電，及防火之實驗衣、使用危害物質時，未能建立化學品衛生維護計畫(Chemical Hygiene Plan, CHP)，以維護使用者之健康、CHP 未能針對危害物質之使用，建立包含安全衛生注意事項的標準作業程序、CHP 未能針對氣體混合作業建立及執行控制措施、未能每年檢視 CHP 之有效性。這些缺失，被要求必須於 10 月 21 日前改善完成。

學校針對本事故也發出聲明：學校領導階層和安衛主管正持續努力來強化校園的安全文化，希望孕育一個能將危害辨識及風險評估列為任何實驗操作的要件之良好工作環境。

本事故受害者及其律師也對學校提起民事求償訴訟。

<<事故報導連結>>

<https://cen.acs.org/articles/94/web/2016/04/Spark-pressure-gauge-caused-University.html>