

# 美國氣體鋼瓶分裝場火災事故

## 一、事故概況

2005年6月24日(星期五),美國密蘇里州聖路易市(St. Louis)Praxair公司之氣體鋼瓶分裝場發生鋼瓶爆炸,分裝場廠房及儲放區均嚴重燒毀,約有8,000支可燃性氣體鋼瓶付之一炬。鋼瓶碎片飛至270公尺外,造成鄰近社區內房舍起火、車輛損毀、牆壁穿孔、窗戶破碎、建築物損壞等。乙炔鋼瓶內的石棉材料飛散,導致1平方公里範圍的空氣污染,社區居民一人因吸入有毒煙霧氣喘復發致死。

Praxair氣體鋼瓶分裝廠從事灌裝液化氣體及壓縮氣體、出租銲接機具及販賣銲接零件,該場內約有30,000支液化氣體及壓縮氣體鋼瓶,包括氧氣、氮氣、丙烷、丙烯、乙炔、二氧化碳、氬及其他特殊氣體鋼瓶;員工約70人。

Praxair氣體鋼瓶分裝場內有兩個鋼瓶儲放區,一為已灌裝完畢之灌氣瓶儲放區,一為使用過之鋼瓶退回待灌之殘氣瓶儲放區。本次火災事故即發生在殘氣瓶區內,由於退回之鋼瓶內仍有少量可燃性液體殘存而引發火災。

事故發生當日,艷陽高照,氣溫高達36°C,Praxair分裝場正常操作,並未發現任何異樣,15:20一名技術人員由場外運回一批殘氣瓶時發現殘氣瓶區內一瓶鋼瓶著火(圖一),火焰達三公呎(10呎)高,乃立即啟動火警警報系統,場內22名員工及2名客戶依緊急應變程序迅速撤離。由保全監視器顯示洩漏及著火點為殘氣瓶區內一個丙烷鋼瓶,火勢迅速蔓延,一分鐘內鄰近鋼瓶即被點燃,二分鐘後鋼瓶開始爆炸,碎片四處飛散飛至其他區域,點燃乙炔及LPG鋼瓶,而使火勢快速擴展(圖二),四分鐘後,整個分裝場大部分存放可燃性氣體鋼瓶區已被火海包圍,爆炸接二連三。15:35消防隊到達時,很多可燃性氣體鋼瓶已被引燃,飛射的鋼瓶碎片中以乙炔瓶佔了大多數,場內及場外到處都是。消防隊員設置五個阻隔區,撤離附近居民,除接水線撲滅場內的大火外,還得顧及飛散在場外周圍的鋼瓶餘火,直到20:30所有鋼瓶內的可燃氣體全部燒完,火勢始獲得控制。

## 二、事故原因分析

- (一) 鋼瓶儲放室外，午後因陽光直射及柏油路面之輻射熱，使丙烯鋼瓶外壁溫度上升，而周圍的高溫空氣無法使鋼瓶得到自然降溫的效果。
- (二) 鋼瓶內所殘餘之丙烯液體，因容器外壁受熱，致溫度隨之上升形成氣體，瓶內壓力升高超出安全範圍，造成安全閥作動跳開，釋出丙烯氣體，與空氣混合達爆炸範圍後引燃。(推斷極可能是靜電引燃)
- (三) 該分裝場內之鋼瓶儲放場所未設置消防安全設備，如偵測器及噴水系統等。
- (四) 丙烯鋼瓶之安全閥設定壓力僅與丙烷鋼瓶相同，設定之壓力值偏低，安全閥較易跳脫。
- (五) 分裝場之儲放區內未作有效之防火區隔，鄰近鋼瓶遇火加溫，造成連鎖反應，一個接一個釋出可燃性氣體並引燃，鋼瓶壁受熱軟化爆裂開或向火箭般四處飛射。

## 三、改善及防範措施

- (一) 液化氣體及壓縮氣體鋼瓶若儲放於室外，應設置棚架，避免日光直射產生高溫。
- (二) 應設置可燃性氣體偵測器，於洩漏時即自動啟動警報器，並裝設火警自動警報設備及撒水系統，使火災發生時及時獲得控制。
- (三) 依規範修正丙烯鋼瓶安全閥之設定壓力值至 390psig，較丙烷之 360psig 高，使操作壓力值與安全閥設定壓力值之間隔加大。
- (四) 分裝場於儲放區宜作防火區劃，使火災發生於消防隊未到達前可先阻隔引燃之鋼瓶波及其他地區，避免火勢擴大。
- (五) 鋼瓶之儲放應依相關法令之規定設置及管理。

#### 四、 學習到的教訓

高溫空氣及鋼瓶安全閥壓力設定值過低是增加丙烯分裝場發生爆炸之兩大風險。以美國為例，美國氣體分裝場過去曾發生三起事故(備註)，其發生原因均因高溫引起與本事故極為相似；而提高丙烯鋼瓶之安全閥壓力設定值，加大與操作壓力值之差距，亦常為業者所疏忽。美國使用丙烷鋼瓶數量約為丙烯的 1000 倍，但自 1996 年多起分裝場之火災事故多為丙烯氣體因安全閥跳開釋出引燃而非丙烷，經探究其原因，得知此二鋼瓶的安全閥均為 CG-7 TYPE，但其蒸氣壓曲線及安全閥設定壓力卻不同。丙烯鋼瓶之壓力應設定在 390psig，較丙烷之 360psig 高，美國市面上的安全閥設定多低於此標準，此點值得從事氣體分裝業者注意改善。

#### 備註

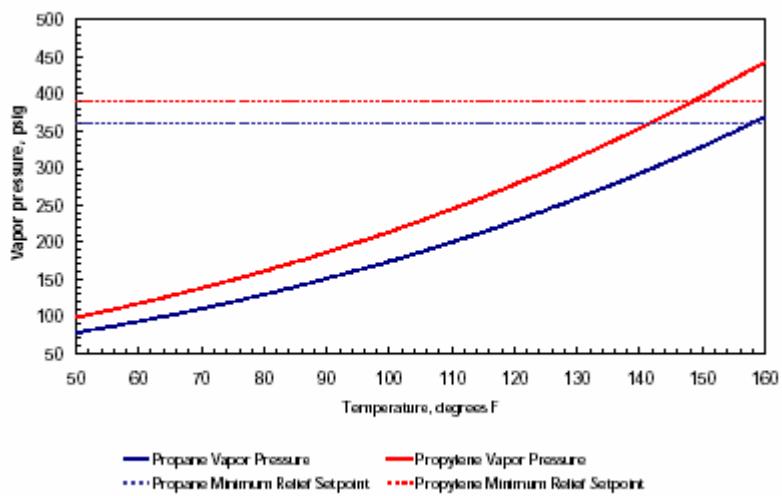
- (1).1997 年 7 月 18 日於亞利桑那州鳳凰城之 Air Liquide 分裝場，當日氣溫 42 。
- (2) 2003 年 8 月 18 日於奧克拉荷馬州的 Tulsa 分裝場，當日氣溫 37
- (3) 2005 年 7 月於加州 Fresno 之 Praxair 分裝場

#### 參考文獻：

[http://www.csb.gov/safety\\_publications/docs/CSBPraxairSafetyBulletin.pdf](http://www.csb.gov/safety_publications/docs/CSBPraxairSafetyBulletin.pdf)



圖一、爆裂四射散佈位置及損壞情況



表一、丙烯與丙烷鋼瓶之壓力及溫度

	Propylene		Propane	
	Pressure, psig	Temperature, °F	Pressure, psig	Temperature, °F
Cylinder Service Pressure	260	115	240	124
Minimum Relief Setpoint	390	149	360	158



圖二、現場火災情形



圖三、丙烯鋼瓶被點燃噴出火焰（自保全監視器錄製）



圖四、點燃三分鐘後火勢擴大情形（自保全監視器錄製）



圖五、Praxair 氣體鋼瓶分裝場高空俯視圖，紅色框為其儲放鋼瓶區



圖六、事故現場損壞情形