

出國報告（出國類別：考察）

參訪輸儲相關轉動設備及油氣回收處理 設備(vapor recovery unit, VRU)

服務機關：台灣中油股份有限公司環境保護及生態保育處

姓名職稱：楊立裕 環境保護師

派赴國家：匈牙利、德國

出國期間：108年10月13日至10月19日

報告日期：108年11月8日

摘要

為因應本公司業務發展及環保需求，本次行程配合主辦高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心計畫人員之部分行程，赴歐洲匈牙利考察揮發性有機氣體回收處理設備(vapor recovery unit, VRU)，以瞭解其對於揮發性有機物質(volatile organic compounds, VOCs)之回收及排放處理之技術資訊。

其後赴德國參訪輸儲相關轉動機械製造廠家，參訪其泵浦、防爆送風機(Blower)及附屬裝車應用特殊泵浦等裝置，以瞭解其防止 VOCs 逸散之軸封技術及未來發展方向，並轉赴其協力廠家，瞭解 VRU 排放最終處理之建議解決方案。

關鍵字：揮發性有機氣體回收處理設備 VRU、泵浦、防爆送風機(Blower)

目次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	6
參、具體成效.....	7
肆、心得及建議.....	10
伍、附件.....	11

壹、目的

「高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心計畫」之一區與三區碼頭裝船高濃度油氣回收裝置方案，規劃採用 VRU 常壓吸附及變壓吸附(pressure swing adsorption, PSA)程序，為瞭解 VRU 實際運轉狀況，乃前往匈牙利考察 VRU 技術資訊，並參訪瞭解其輸儲相關轉動機械防止 VOCs 逸散之控制技術，及 VRU 排放最終處理之解決方案。

該計畫目前規劃一區、三區各設置一套 VRU 油氣回收系統，說明如下：

一區：

- 1.低濃度油槽油氣：主要為油品進入油槽、開槽與溫度變化所產生。
- 2.高濃度裝船 VOCs：主要由於汽油裝船所產生。

三區：

- 1.低濃度油槽油氣：主要為油品進入油槽與溫度變化所產生。
- 2.油品裝車油氣：各石化品裝車產生之油氣，濃度會依裝載石化品不同而異。
- 3.油品裝船油氣：各石化品裝船產生之油氣，濃度會依裝載石化品不同而異。
- 4.高壓氣體操作排放：裝卸車拆管、管線及儲槽設備維修之排清等。

大林石化油品儲運中心 VOCs 排放量估算(公斤/年)

排放源		削減前	削減後	削減率
一區	1.儲槽	58,741	1,175	98%
	2.碼頭	2,030,573	40,611	98%
	3.其他(油漆/CPI/設備元件/儲槽清洗)	19,709	19,709	-
	一區小計	2,109,023	61,495	
三區	1.儲槽	34,481	690	98%
	2.碼頭	5,397	108	98%
	3.灌裝	301,209	6,024	98%
	4.其他(油漆/CPI/設備元件/儲槽清洗/WWT)	27,155	27,155	-
	三區小計	368,242	33,977	-
一/三區合計		2,477,265	95,472	-

本行程配合高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心計畫一區與三區碼頭裝船高濃度油氣回收裝置方案，赴匈牙利油氣集團(Mol Hungarian Oil & Gas，以下稱 MOL 集團) Tiszaújváros 廠考察 SYMEX Technology LLC 之 VRU 後，轉赴德國參訪參訪泵浦、防爆送風機(Blower)及附屬裝車應用特殊泵浦對於揮發性有機物質(VOCs)之控制技術，並瞭解其協力廠家對於 VRU 排放最終處理之解決方案。

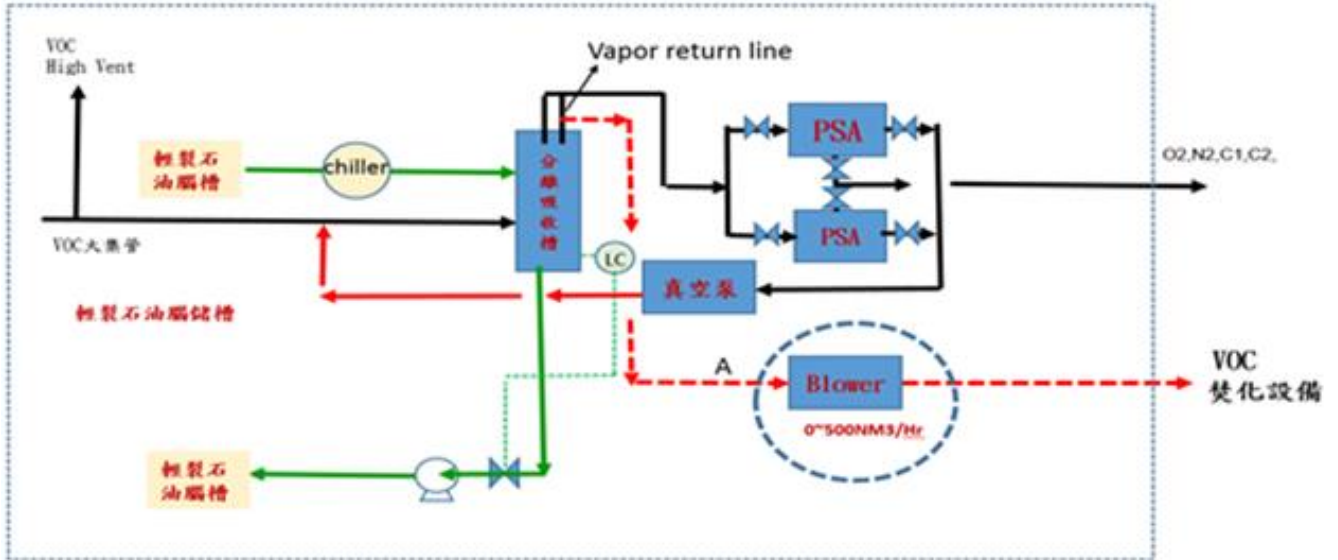


圖 1.VRU 常壓吸附及變壓吸附(pressure swing adsorption, PSA)程序

貳、過程

詳細工作行程如表 1 所示，本報告內容主要包括匈牙利及德國兩部分。

表 1.出國行程表

日期	天數	地點	詳細工作內容
108/10/13 (星期日)	1	匈牙利布達佩斯 (Budapest)	台灣桃園機場啟程
108/10/14 (星期一)	1	匈牙利布達佩斯 (Budapest)	班機抵法蘭克福機場，轉機前往匈牙利布達佩斯
108/10/15 (星期二)	1	匈牙利 Tiszaújváros	赴 MOL 集團煉廠灌裝區，考察 SYMEX Technology LLC VOC 處理設備效能
108/10/16 (星期三)	1	德國弗蘭肯塔爾 (Frankenthal)	本日由匈牙利布達佩斯塔機至德國法蘭克福，轉乘火車至弗蘭肯塔爾(移動)
108/10/17 (星期四)	1	德國弗蘭肯塔爾 (Frankenthal)	參訪泵浦製造商 KSB 及其協力廠家 Howden 後，返回法蘭克福
108/10/18~108/10/19 (星期五~星期六)	2	德國法蘭克福 (Frankfurt)	德國法蘭克福返回台灣桃園(返程)
合 計	7		

參、具體成效

一、108/10/15 考察匈牙利 MOL 集團煉廠罐裝區揮發性有機氣體回收處理設備(VRU)

表 2. 考察匈牙利 MOL 集團成效

考察經過	<p>06:30 由 Budapest 前往 Tiszaújváros</p> <p>08:30 抵 MOL 集團 Tiszaújváros 廠，換證進入灌裝工場控制室大樓</p> <p>09:00 於安全告知及簡報後，現場考察 VRU 設備</p> <p>10:30 返回控制室大樓進行 Q&A</p> <p>12:00 離開該廠</p> <p>13:30 返回布達佩斯，聽取 Symex 匈牙利代理商補充說明</p> <p>16:30 結束考察行程</p>
考察單位介紹	<p>MOL 是匈牙利最大的石油和天然氣公司，2012 年《財富》全球 500 排名第 412 大。(台灣中油公司 2019 年全球 500 排名第 394 大)。</p>
考察重點	<p>(一) 該廠 VRU 架構：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 常壓部分為循環泵、冷卻器及汽油吸收塔(Scrubber)。 2. 變壓部分為 2 套 PSA 交互使用。 <p>(二) 汽油吸收塔排放：</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 碳氫化合物濃度：以德國全面性的空氣污染防治條例 (TA-Luft 3.7.1 cl III: 150 mg / m³) 排放標準換算，VOCs 濃度約為 46 ppm。 4. 最終處理：該廠線上監測均符合排放標準，故直接排放。 <p>(三) PSA 排放：</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. 理論上之排放為空氣或惰性氣體。 6. 實際操作可以滿足 TA Luft 排放標準(0.15 至 35 mg HC / L)，及苯 TA Luft 的排放限值<5 mg 以下，該廠亦直接排放。
提問與答覆	<p>Q：請問貴廠 VRU 回收 VOCs 之實際效能？</p> <p>A：本廠 VRU 目前每小時回收約 2 公升汽油，真空系統再循環流量約為回收量的 10%到 25%。</p> <p>Q：設備需否排程大修或更換耗材？</p> <p>A：不需排程大修，設備已連續運轉達 20 年以上，活性炭再生不需更換，印象中的故障，僅更換過儀器室冷氣機，及泵浦出口因震動產生裂隙之 1 吋不鏽鋼管。</p> <p>Q：設備日常巡檢之工作內容及主要項目？</p> <p>A：日常巡檢內容包括機電盤狀態、壓力表數據、現場天候狀況、設備運轉溫度及排放濃度抽樣檢測。</p> <p>Q：緊急或異常狀況處理？</p> <p>A：整套設備運轉數據均傳送至遠端控制室電腦由輪班人員 24 小時監看，異常警報則依 SOP 進行異常處理；未發生過緊急狀況，遠端及現場均設置緊急停機鈕，年度亦安排應變演練以應付緊急狀況。</p>

二、108/10/17 上午參訪德國泵浦製造商 KSB 集團總部

表 3. 參訪德國泵浦製造商 KSB 集團成效

參訪經過	<p>08:30 抵達 KSB 集團 Frankenthal 總部</p> <p>09:00 完成換證，進入會議室聽取安全告知及簡報</p> <p>10:30 赴廠區參觀泵浦、防爆送風機(Blower)及附屬裝車應用之特殊泵浦等轉動機械生產線，及對於 VOCs 之控制技術</p> <p>11:30 參訪結束之 Q&A</p> <p>12:30 離開 KSB 集團 Frankenthal 總部</p>
參訪單位介紹	<p>KSB 集團是泵浦、閥門和相關服務產品的領先生產商之一，在全球各大洲都有銷售、製造和服務等營運部門，該集團 2018 年約 15,700 員工，營收約 22.5 億歐元。</p>
參訪重點	<p>轉動機械對於揮發性有機物質 VOCs 之控制技術：</p> <p>(一) 雙軸封：建議單軸封改為雙軸封，有效避免 VOCs 洩漏。</p> <p>(二) 氮封軸承：自動控制恆定的氮封軸承正壓力，防止 VOCs 洩漏。</p> <p>(三) 管線沉浸式泵浦：該集團已克服技術難題，將依需求提供產品。</p>
提問與答覆	<p>Q：轉動機械如何有效防範轉動機械之 VOCs 逸散？</p> <p>A：單軸封、雙軸封之轉動機械均應以定期巡檢方式檢測洩漏。</p> <p>Q：轉動機械防止 VOCs 洩漏之最佳方案？</p> <p>A：在經濟效率和成本考量可以負擔的情況下，目前氮封軸承是防止 VOCs 洩漏之最佳方案。</p> <p>Q：管線沉浸式泵浦是否適宜石化業使用？</p> <p>A：管線沉浸式泵浦確實可以解決軸封洩漏的問題，防爆及應用設計均無問題，惟目前未有石化業提出應用需求。</p>

三、108/10/17 下午參訪德國泵浦製造商 KSB 協力廠家 Howden 集團總部

表 4. 參訪德國 KSB 協力廠家 Howden 集團成效

參訪經過	<p>13:30 抵達 Howden 集團 Frankenthal 總部</p> <p>14:00 完成換證，進入會議室聽取安全告知及簡報</p> <p>15:30 赴廠區參觀渦輪透平機、飼水泵、渦輪發電機等生產線，及低溫蒸汽回收設備</p> <p>17:00 參訪結束之 Q&A</p> <p>17:30 結束參訪行程</p>
參訪單位介紹	<p>2017 年，Kühnle, Kopp & Kausch (AG KK & K) 公司被 Siemens 收購，更名為 Siemens Turbomachinery Equipment GmbH (STE)，同年 10 月，Howden 集團以 1.95 億歐元向 Siemens 收購 STE，並合併其在美国、丹麥、意大利旗下 130 名員工，將總部設在原 AG KK & K 公司總部所在地，更名為 Howden 集團。</p>
參訪重點	<p>VOCs 完全燃燒之汽電共生及蒸汽回收系統：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Howden 集團汽渦輪機採單臂式設計減輕共振現象，可隨開隨停，不須暖機或待機操作。 2. 蒸汽回收系統可完整回收最低約一大氣壓力(常壓)之濕蒸汽。
提問與答覆	<p>Q：有關 VOCs 完全燃燒之小型汽電共生系統的一般設置方案？</p> <p>A：該系統一般均結合太陽能光電系統運作，於白天出售多餘電力，於夜間提供電力自用。</p> <p>Q：單臂式汽渦輪機是否符合法規要求？</p> <p>A：免暖機之單臂式汽渦輪機為 Howden 集團近年突破技術瓶頸之創舉，均已通過安全認證，惟部分國家之汽渦輪機採購、設置、維護相關法規仍以傳統雙軸承汽渦輪機為規範，未納入單臂式汽渦輪機有關規範，已向有關國家積極協調以修正有關法規。</p> <p>Q：接近一大氣壓力(常壓)之濕蒸汽回收系統優點？</p> <p>A：完整回收熱能於氣渦輪機，並回收蒸汽物相為鍋爐水，大幅減輕鍋爐補充用水之製程需求，並提高汽電共生運轉效率。</p>

肆、心得及建議

表 5. 心得及建議

考察對象/ 參訪廠家	高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心 一區與三區碼頭裝船高濃度油氣回收裝置方案
VRU / MOL 集團	<p>MOL 集團 Tiszaújváros 廠位於溫帶氣候環境，全年最高溫約 33°C，夏季均溫約 27°C；最低溫約-11°C，冬季均溫約-4°C。</p> <p>該 VRU 設備操作環境之溫度條件為-58°F 至+ 132°F(約-50°C 至 55°C)，於較低溫環境有助於解吸附之效能，故該廠 VRU 設備啟用至今均穩定運轉，無須更換活性碳，為該廠重要之環保設施。</p> <p>高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心位於高雄市，屬熱帶氣候環境，全年最高溫約 40°C，夏季均溫約 32°C；最低溫約 12°C，冬季均溫約 15°C，規劃 VRU 為一區與三區碼頭裝船高濃度油氣回收裝置方案，符合 VRU 操作環境之溫度條件。</p> <p>本公司土壤及地下水污染整治之部分工法(如土壤氣體抽除法，Soil Vapor Extraction, SVE)亦經常利用活性碳為 VOCs 吸附劑，或可參考 VRU 系統原理，研究活性碳重複循環利用之可行性，以減少廢棄物並節約成本。</p>
轉動機械防止 VOCs 溢散技術 /KSB 集團	<p>可持續發展和企業社會責任 (CSR) 是每個企業文化不可或缺的一部分，本公司以企業責任觀點規劃高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心，建置 VRU 抑制 VOCs 排放量，並涵蓋系統轉動機械 VOCs 防止溢散方案。</p> <p>以實際應用而言，單、雙軸封設計加上定期巡檢，足以符合防止 VOCs 溢散的需求，惟德國廠家長期致力提升 VOCs 防止溢散的技術，並不斷精進研發氮封軸承及沉浸式泵浦，其技術能力及高瞻遠矚之著眼點，深值借鏡。</p>
VOCs 排放燃燒 /Howden 集團	<p>高雄港洲際貨櫃二期大林石化油品儲運中心 VRU 之建置目標，為完全回收 VOCs 並以燃燒處理排放，因此規劃建置小型汽電共生系統，以完整轉換 VOCs 為能源，並與再生能源互為備援。</p> <p>燃燒處理 VOCs 為蒸汽、二氧化碳及能量，製程簡單，處理效率高，惟燃燒過程耗能，高溫可能產生氮氧化物及粒狀污染物，可能有二次污染疑慮，為避免二次污染發生，本公司目前規劃採用天然氣輔助燃燒，以確保空氣品質。</p>

伍、附件

MOL 集團 Tiszaújváros 廠 VRU



