

介紹

1. 使用範圍：工廠中已使用多時的管線，因為維修、破損、拆遷或需要重新更改既有之化學品輸送管線時，所執行之管線拆離作業，皆屬之。
2. 名詞解釋：
 - (1) 迫淨（**purge**）：意即用惰性氣體將管線內殘存之毒性、可燃性、腐蝕性的氣體或液體帶出，清除管線內之殘氣或殘液，以便於進行切管換管等工程，一般亦稱呼為頂除、頂氣、置換或吹除等。
 - (2) 作業相關環境：管線拆離作業現場可能會有毒性、易燃或可燃性氣、液體的存在，並且可能會因為施行動火作業而導致爆炸等意外事故，若是高架作業，則必須注意墜落的危險。

危害

災害類型：

1. 火災、爆炸之危害：
 - (1) 在進行管線拆離作業前,沒有事先將管線清理乾淨，使得管線有可燃物質存在，在進行作業時，引燃可燃物質，造成火災爆炸。
 - (2) 作業場所中含有可燃氣體或物質、引火性液體之蒸氣存在，且其濃度達到爆炸範圍內，在進行管線拆離作業時，引燃這些可燃混合氣體，造成火災爆炸。
 - (3) 管線中輸送的若是易燃性液體，在進行拆離作業之前未事先將管線關閉，造成在進行拆離作業時，引燃管內的可燃物質，造成火災爆炸。
 - (4) 輸送物料的管線，如為絕緣性材質所構成，其具有累積靜電之能力。當靜電累積到一定量時，就會放電產生火花，若作業環境中又有可燃物質存在，就可能因而引起火災爆炸。在進行管線拆離作業時，如果沒有事先採取防範措施，就可能因此造成危險。
 - (5) 在進行管線拆離作業時，因用火不當而引燃週遭可燃物質，造成火災。
2. 中毒：

- (1) 在進行管線拆離作業前，沒有事先將管線清理乾淨，使得管線有毒性物質或其它有害物質的殘留，結果在進行作業時，這些毒性或有害性物質外洩，造成之危害。
 - (2) 管線中所輸送的物質為毒性物質或可燃物質，在進行拆離作業前，未事先將管線關閉，或有將管線關閉但被人誤觸開啓，因而導致進行拆離作業時造成危害。
 - (3) 作業環境中含有毒性物質，且其濃度超過容許濃度（PEL），在進行管線拆離時，造成之危害。
3. 高溫氣體之危害：
管線內所輸送之物質為高溫氣體，在進行拆離作業前，未事先將管線關閉，或有將管線關閉但遭人誤觸開啓，在進行拆離時，高溫氣體大量外洩，引而造成危害。
4. 機械、設備所引起之危害：
(1) 起重機具(固定式、移動式起重機，人字臂起重桿)所造成之危害。
(危害類型：物體飛落、傾倒、墜落等。)
(2) 電弧熔接設備及氣體熔接設備所引起之災害。(危害類型：感電灼傷、燒傷、火災等。)
5. 其它：
管線中所輸送之物質，在拆離作業前未清理乾淨，導致拆離時管中物質外洩，其蒸氣可能致人昏迷、窒息，或者與其接觸可能導致嚴重凍傷等。

災害防止對策：

1. 管線拆離前需先進行迫淨的作業，並確定管線內殘餘氣體低於爆炸下限。
2. 非必要時，不得進行動火作業，並需確保施工處沒有火源或熱源的存在。不得已必須施行動火作業時，必須事前申請動火工作許可證，再進行動火作業。
3. 若拆離的管線內原本流通的化學物質屬於毒性化學物質，施行管線拆離之作業人員必須配戴防護具，如防護衣、防毒面罩或手套等等，以保護自身的安全，避免直接暴露在毒性化學物質之下。
4. 若欲拆離的管線位於高處，施行管線拆離的工作同仁必須配戴安全帶及安全帽，以防止墜落。

5. 除非管線為 PVC 等不會產生靜電之材質，否則在施行管線拆離作業前，必須先做接地聯結的工作，以避免靜電產生的危害。
6. 管線拆離前，必須確認兩端閥門已緊閉，以確保化學物質不會不斷地流入管線中，而產生洩漏。
7. 管線拆離前，必須先確認管線及其內部之蒸氣溫度，以避免發生被高溫所燙傷的意外事故。

作業程序

1. 管線拆離的施工作業程序：
 - (1) 管線拆離工程施工前之準備事項，包含動火許可證的簽發。
 - (2) 迫淨管線內之內容物。
 - (3) 在該拆離管線的兩端，各至少以一個手動隔離閥牽斷。
 - (4) 依上鎖程序在各閥掛籤。
 - (5) 確認管線殘存量。
 - (6) 從該管可能最高點緩慢排放惰性氣體。
 - (7) 進行拆管程序
2. 作業前準備之安全事項：事前的準備與管線拆離的程序一樣重要，如能確切的做好這些準備工作，再以謹慎、小心的態度，遵照標準作業程序進行，即能使從事管線拆離的人員及人民更有安全的保障。
 - (1) 管線拆離工程施作前應事先確認：
 - A. 管內物質種類。
 - B. 適用的迫淨方法。
 - C. 相關的閥件是否確實關閉且不洩漏。
 - D. 確實量測或瞭解管內的殘氣量是否合於施工標準。
 - E. 較長的管路中，以選擇中段作測量會較為準確。
 - (2) 監工執行現場作業協調與控制。
 - (3) 召開施工前安全會議。
 - (4) 作業前工作人員安全教育衛生教育訓練。
 - (5) 事前訂定緊急應變計畫。
 - (6) 若在管線拆離的過程當中必須使用電銲等類會產生熱、火花的作業，則必須事前申請動火作業許可單。

作業中之安全事項：

1. 迫淨管線內可燃性氣體、毒性物質等內容物
 - (1) 頂水應先以「清洗劑頂清管器」清洗管線。
 - (2) 無法以「清管器」清洗時，以長途管線管存量容積 2.5 倍（含）以上的清洗劑量清洗。
 - (3) 清洗完成後，管線應以空氣或氮氣迫淨乾淨。
 - (4) 確認無殘留清洗劑存在後，於管線兩端加盲板或將管線隔離切斷盲封。
2. 確認管線殘存量：
 - (1) 如果有自動迫淨設備，則在迫淨管線後，此設備會自動量測管線內部之殘氣壓力狀況。
 - (2) 如果為人工迫淨，就要遵照標準作業程序（Standard Operation Procedure, SOP）來進行，並確實量測管線內部殘氣狀況。
 - (3) 修改管路前，應確認管內已無易燃物、易爆流體。
 - (4) 舊管線切割時，須先鑽孔量測或以其他方法確認管內無易燃物才可施行動火作業。
3. 管線拆離作業施行時，管線殘存氣體噴漏時，應變、通報與設置警戒區的安全考量事項：
 - (1) 應考量發生地點為廠內或廠外，附近人員之多寡，透過廣播告知並疏散人員。
 - (2) 如為廠外尚須考量風向作交通管制及將災區用警示帶阻隔。
 - (3) 強制管制人員的進出，因為如開關電器、抽煙、發動汽、機車都會給予可燃性氣體點燃的機會。
 - (4) 勸告週遭民眾勿圍觀，避免不慎點燃洩漏物時，發生爆炸，波及四周圍觀群眾。
4. 除了空氣、水及氮氣外，不得任意排放製程物料至大氣，應排放至適當之接收器或管路。
5. 任何時候須拆開管路，須假定設備為滿載且為受壓狀況。
6. 操作人員必須穿戴適當之個人防護配備才可進行工作。
7. 應清楚瞭解製程上控制閥，絕不能當作隔離閥，也不能視為足以依賴的保護措施。
8. 粉狀物料或易燃性流體，當分離或排放操作時，易累積靜電致引燃，因此應接地或跨接處理，以減少靜電累積。

9. 安全上鎖及掛籤，應緊密配合使用，並依照上鎖許可辦法簽發。
10. 如排出物係易燃性者，其受器不能有絕緣襯裡，並應一同接地。
11. 若為閉塞管路之拆管時，其注意事項如下：
 - (1) 查驗該管線可以排氣處所。
 - (2) 確認可予以隔離之閥。
 - (3) 擬定隔離及放空程序供操作主管核准。
 - (4) 使用臨時接通之惰性氣體，儘量放空原料。
 - (5) 關閉必要閥，以隔離含排空點在內之管線。
 - (6) 依照上鎖程序於閥上掛籤。
 - (7) 如排出物係易燃性者，其受器不能有絕緣襯裡，並應一同接地。
 - (8) 置放承受容器於排出點下，打開排出口及排氣口。

配合機具：清管器，可以分為下列四種：

1. 清淨用清管器：用於清除管線內部附著之積垢、異物，控制流體對管壁之腐蝕，增加管線流動效率。
2. 分離用清管器：同一管線用於輸送多種流體時，可使用此型清管器將兩種不同流體隔離，避免相互摻混影響產品品質。
3. 排除用清管器：用於排除殘留於管線系統內之流體，例如水壓試驗後所留下之水。
4. 管內檢測用清管器：用於定期檢測管線內部之損壞或腐蝕情況。

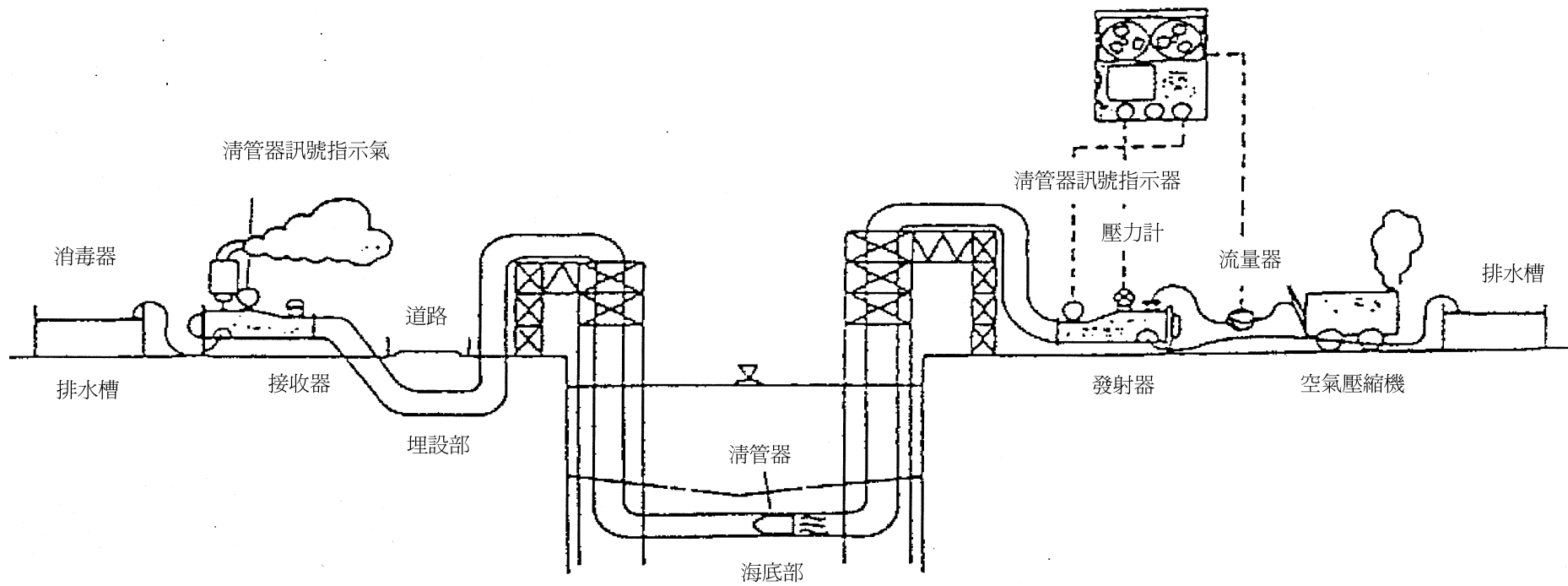


圖58 清管器使用圖

圖 1 清管器使用圖

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法：

第五條 雇主對下列事項應有符合標準之必要安全衛生設備：

二、防止爆炸性、發火性等物質引起之危害。

六、防止高壓氣體引起之危害。

七、防止原料、材料、氣體、蒸氣、粉塵、溶劑、化學物品、含毒性物質、缺氧空氣、生物病原體等引起之危害。

十、防止廢氣、廢液、殘渣等廢棄物引起之危害。

第二十三條 雇主對勞工應施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育訓練。

前項必要之教育及訓練事項，由中央主管機關定之。

2. 勞工安全衛生法施行細則

第十八條 有立即發生危險之虞者，係指：

一、自設備洩漏大量危險物等，有因該等物質引起爆炸、火災等致生災害之緊急危險時。

3. 勞工安全衛生設施規則

第一六八條 雇主對於工作場所消防設備之設置，應依消防法規有關規定辦理。

第一七三條 雇主對於有危險物或有油類、可燃性粉塵等其他危險物存在之虞之配管、儲槽、油桶等容器，從事熔接熔斷或使用明火之作業或有發生火花之虞之作業，應事先清除該等物質，並確認無危險之虞。

第一七五條 雇主對下列設備有因靜電引起爆炸或火災之虞者，應採取接地、使用除電劑、加濕、使用不致成爲發火源之虞之除電裝置或其它去除靜電之裝置：

五、易燃粉狀固體輸送、篩分等之設備。

第一七七條 雇主對於作業場所有引火性液體之蒸氣或可燃性氣體滯留而有爆炸、火災之虞者，應依下列規定：

三、指定專人對於前述蒸氣、氣體濃度，於作業前測試之。

四、蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十時，應即刻使勞工退避至安全場所，並停止煙火及其它爲點火源之虞之器具，並應加強通風。

- 第一九八條 雇主對於化學設備其配管，為防止危險物洩漏或操作錯誤而引起爆炸、火災之危險，應依下列辦理：
- 四、化學設備或其配管之蓋板、凸緣、閥、旋塞等接合部分，應使用墊圈等接合部密接。
 - 五、操作化學設備或其配管之閥、旋塞、控制開關、按鈕等，應保持良好性能，標示其開關方向，必要時並以顏色形狀等標明其使用狀態。
 - 六、為防止供料錯誤，造成危險，應於勞工易見之位置標示其原料、材料種類、供料對象及其它必要事項。
- 第一九九條 雇主對於化學設備及其附屬設備，為防止因爆炸、火災、洩漏等造成勞工之危害，應採取下列措施：
- 五、確定為輸送原料、材料於化學設備或自該等設備取出產品之有關閥、旋塞等之正常操作。
 - 六、確定冷卻、加熱、攪拌及壓縮等裝置之正常操作。
 - 七、保持溫度計、壓力計或其它計測裝置於正常操作功能。
 - 八、保持安全閥、緊急遮斷裝置、自動警報裝置或其它安全裝置於異常狀態時之有效運轉。
- 第二八四條 雇主對於從事地面下或隧道工程等作業，有物體飛落、有害物質中毒、或缺氧危害之虞者；應使勞工確實使用安全帽，必要時應置備空氣呼吸器、防毒面具、防塵面具等防護器材。
- 第二八五條 雇主對於勞工以電焊、氧焊從事熔接、熔斷等作業時，應置備安全面罩、防護眼鏡及防護手套等，並使勞工確實戴用。
- 雇主對於前項電焊熔接、熔斷作業產生電弧，而有散發強烈非游離輻射線至危害勞工之虞之場所，應予適當隔離。但工作場所採隔離措施顯有困難者，不在此限。

災害案例

事件：鎮興橋液化石油氣管線拆遷工程爆炸案

時間：民國八十六年九月十三日上午十點十五分

地點：高雄市前鎮區鎮東一街

事由：某公司進行液化石油氣管線切換工程，在頂水完工後進行鑽孔測試時，因管線內殘存大量瓦斯外洩，引發嚴重氣爆。



圖 2 鎮興橋液化石油氣管線拆遷工程爆炸及大火現況

1. 災情：
 - (1) 人員傷亡：造成工作人員、附近居民、路人、消防隊員十四人死亡，十一人受傷。
 - (2) 財物損失：房屋全毀五戶、半毀十八戶；汽車十四輛、小貨車二輛、消防車三輛、鏟土車三輛及挖土機一輛燒毀；機車全毀六十四部，半毀十部。
2. 賠償：死亡者家屬每人發放慰助金新台幣一千零二十一萬元、死亡者家屬發放慰問金約四十萬元，至於傷者部份，現已積極展開賠償談判事宜。根據達成之賠償協議，預計房屋全毀者，每戶發放住戶安置費約五十萬元、房屋補助金約二十三萬元。汽機車賠償金預計發放約一千一百三十七萬元。另經評定為受災戶者，每戶發放災戶慰問金約十萬元。其他尚有不動產部分之賠償金之協商。
3. 災情原因：
 - (1) 頂水作業之不完善：由於頂水的管線長約二十七公里，且高低位

差無法確保完全清除管內殘氣，導致部份液化石油氣積存管內死角。

- (2) 未確實做好可燃性氣體測定工作。
- (3) 未遵守標準作業程序。
- (4) 未確實做好鑽孔檢測工作。
- (5) 當油氣外洩時，未做好人員疏散工作及煙火管制工作。

4. 事故探討：

- (1) 頂水的方式是否恰當，是否使用氮氣或水中加化學藥劑來清除，會比水來的有效，且較不易殘存於氣。
- (2) 動火許可單並未完整簽發，便進行鑽孔作業。
- (3) 負責做鑽孔檢測的人員專業知識不足，無法適時發現管內含有大量石油氣。
- (4) 當發現瓦斯外洩時，緊急應變能力不足，此可以看出事前並未做緊急應變計劃及演練。
- (5) 當瓦斯外洩時，未做好煙火管制工作，導致最後氣爆的發生。
- (6) 在長達二十七公里的的管線，竟然沒有閥門設置，導致事故發生後無法緊急斷絕石油氣，使火勢延燒近十三小時才撲滅。
- (7) 未找有此項工程經驗之合格廠商施工，並建立優良廠商資料以供選擇。

5. 違反法規

- (1) 勞工安全衛生法第三十一條規定：因違反營工安全衛生法第五條第一項規定而造成職業災害者，將處雇主三年以下有期徒刑、拘役或科或併科新台幣十五萬元以下罰金。
- (2) 勞工安全衛生設施規則第一百七十三條規定：雇主對於有危險物或油類、可燃性粉塵等其他危險物存在之配管、儲槽、油桶等容器，從事熔接、熔斷或使用明火之作業或有發生火花之虞的作業，應事先清除該等物質，並確定無危險之虞。
- (3) 勞工安全衛生設施規則第一百七十七條規定：對於作業場所有引火性液體的蒸氣或可燃性氣體滯留，而有爆炸、火災之疑慮者，雇主應指定專人做好作業前測定工作；蒸氣或氣體的濃度達爆炸下限值的三〇%以上時，應即刻要求勞工退避至安全場所，停止使用煙火及其他點火源之虞的機具，並加強通風等有關措施。

主要參考資料

1. Theodore C. Lemoff, P.E., 1995; "Liquefied Petroleum Gases Handbook", 4th Edition, ISBN 0-87765-403-4, National Fire Protection Association.
2. F. P. Lees, 1996; "Loss Prevention in the Process Industries", 2nd Edition, ISBN 0-7506-1547-8, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, Vol. 1: 3/12-16 .
3. American Society for Testing and Materials, 1983; "A Guide to the Safe Handling of Hazardous Materials Accidents", USA..
4. 中華民國工業安全衛生協會, 1995;"液化石油氣安全輔導技術手冊", 經濟部工業局。
5. 高雄煉油總廠, 1993; "安全衛生工作守則"。
6. "大林廠工安衛生組作業程序書－管線拆除安全守則", 中國石油股份有限公司高雄煉油總廠。

1.