

石化廠管路，請注意外部腐蝕危害

民國 100 年 5 月某石化公司公共管架發生火災(圖 1)，燃燒持續 9 小時，造成下游十幾個工廠因水電切斷而全部停機。事故並在新聞媒體的追蹤報導下，激發全民對企業工安社會責任的關注，雇主在營運管理時，應將工業安全列為企業之核心價值，才能確保企業之聲譽與永續經營。



圖 1 製程管線之可燃性物質洩漏發生火災

本工安事故起因於製程管線外部腐蝕而造成內容物洩漏。管件因經歷長時間外在環境腐蝕，表面防蝕保護層遭腐蝕破壞，且外管下部蓄積水氣、環境污染物等物質，導致管件嚴重腐蝕減薄，終至破孔，造成可燃性物質洩漏出來(圖 2 及圖 3)。



圖 2 製程管線外部腐蝕致使可燃性物質洩漏



圖 3 製程管線外部遭受腐蝕而嚴重減薄

加上位在下方之高壓蒸氣管路，因絕熱被覆歷經風化、空氣鹽害等作用，致絕熱層破壞，密封不良(圖 4)，造成洩漏至表面之可燃性物質滲透進入管路外壁，藉由管內高溫蒸氣熱傳作用，提供可燃性物質著火能量，而發生火災。



圖 4 絕熱被覆歷經風化及空氣鹽害等作用而破壞

本事故顯示國內石化廠對於構成生產血脈之管線安全管理，仍有隱患，雇主對於石化管線檢查重點及檢測規劃等仍需強化，才能確保製程動脈之安全。尤其台灣四面環海且氣候潮濕，由鋼鐵材料所製成的管線，非常容易與周遭環境發生化學或電化學反應，使得管線遭受破壞性侵蝕而導致腐蝕行為的發生。從近幾年因管線洩漏所導致的重大工安事故可以發現，一旦管線發生洩漏火災事故，不僅生產受到嚴重影響，公司的聲譽、社區和諧亦受到強烈挑戰。

管線大氣腐蝕主要發生位置及其防阻方法

(A)管線法蘭接面和其螺栓，如圖 5 與圖 6 所示，應加強有機防蝕塗覆。



圖 5 管線法蘭螺栓腐蝕



圖 6 管線法蘭接面腐蝕

(B)管線和管支撐接觸點區域，如圖 7 所示，現有管線加強清查和檢查，對於無管鞋者應增設管鞋。



圖 7 管線和管支撐接觸點區域腐蝕

(C)異種金屬接合處，電位較低者會加速腐蝕，如圖 8 所示，應進行塗覆或絕緣處理。



圖 8 異種金屬接合處腐蝕

(D)管線存在包覆，但包覆鋁皮脫落或界面防水不良，水滲入的區域，將導致管線腐蝕，如圖 9 所示，應隨時檢視鋁皮界面安裝是否正確以及脫落，並加強包覆鋁皮界面防水膏維護以及檢查，定期進行管線塗覆維護，高腐蝕區域應用高有效性有機或無機塗覆。



圖 9 包覆鋁皮脫落或界面防水不良，導致管線腐蝕

(E)管路暴露於水氣較高區域，例如在冷卻水塔溢出水氣的區域、蒸汽排放裝置附近、沖水系統的區域、製程液體溢濺、濕氣和酸氣入口的區域，加強檢查和應用高有效性有機或無機塗覆。

(F)鐸道附近:鐸道表面較不規則，相對影響塗覆品質，除特別注意檢查外，亦應加強塗覆品質。

(G)加強鋼構大氣腐蝕檢查和保養，尤其鉚釘和焊接區域，以免腐蝕影響管線支撐強度。

勞工及雇主作業注意事項

一、勞工注意事項

1. 落實日常現場設備之檢查、維護及巡檢工作。
2. 進行防蝕塗料作業時，應遵守塗料作業規定與安全守則。
3. 確實遵守各項製程之標準作業程序、防護設備及措施。
4. 作業前、中、後保持預知危險習慣的風險意識。
5. 要明白工場設備完整性管理計畫以及您在確保這些計畫有效時所擔任的任務。
6. 當您在工場工作時，要觀察管線，尋找可能銹斑，以及管線受損和其他腐蝕跡象。
7. 如果您更換管線、閥體、彎頭或法蘭要確認使用同一材料。
8. 要明白工場內造成管線腐蝕因素以及盡量減少腐蝕問題的發生。
9. 要明白管線銹蝕應確實除鏽後，再塗漆，否則會加速大氣腐蝕。
10. 要明白管線銹蝕常是高度局部腐蝕性，應提高管線檢測有效性。

二、雇主注意事項

1. 依據工業實務和規範建立管線設計、建造、安裝、操作、維護和檢查等設備完整性必要的作業程序和標準。
2. 管線材料之選用、安裝及設計必須符合相關規範及標準。
 - (1) 材料選用應根據內容物、操作條件及大氣環境等因素，選定適合材料。
 - (2) 管線應做好防止外部腐蝕之保護層，如鍍鎳、鍍鋅或防蝕塗層等表面處理，可避免與大氣環境接觸，降低大氣腐蝕速率。
 - (3) 管路設計時，應避免產生蓄積水氣區，並避免選用相對電位表中差異太大之材料。
 - (4) 對於管路不可避免縫隙存在狀況時，可使用密封劑以防止縫隙中水氣之蓄積。

- 3.製程設備應建立機械完整性(Mechanical Integrity, MI)制度，以“避免/預知”之理念取代“歲修/維護”之工作。
 - (1)規劃方面，須建立完整設備基本資料，包括製程流程圖、結構設計資料及維修保養紀錄等。
 - (2)執行方面，須落實各項品質管制之措施，如開立規範及驗收測試等。
 - (3)檢查方面，須設有稽核人員對各項措施進行稽核。
 - (4)改善方面，須針對檢查測試紀錄進行檢討及執行異常處理對策。
- 4.依管線內容物特性、操作條件及洩漏影響程度等，訂定管線檢查制度。
 - (1)檢測週期，可根據 API 570 之管線分類，擬定檢測週期。
 - (2)檢測位置，可根據 API 570 之管線常見缺陷形態，作為管線檢測規劃之參考。
 - (3)檢測點修正，須針對檢測結果調整檢測規劃，使檢測涵蓋較大之範圍。
 - (4)檢測人員資格，檢測人員需熟悉設備及具有專業知識，能對檢測程序書進行檢測及判讀檢測結果。
- 5.針對管線重大變更，應納入製程變更管理制度中。
- 6.建立員工完整之教育訓練制度，以及執行職務所必備之專業知識及技能。
- 7.須進行管線風險鑑別、建立關鍵性管線、排定管線檢查和修護優先順序。
- 8.須清楚建立管線轄區歸屬以及巡檢責任區制度。
- 9.高處有易燃流體之管線，應確保下方高溫熱油及蒸汽管線之保溫層處於良好狀態，防止因易燃流體洩漏滲透進入保溫層中，而引發火災。
- 10.管線國外法規可參考 API 570、API 574 作為依據。

參考資料

- [1] 張銘坤、翁榮洲、吳榮正：調查石化廠管線腐蝕偵測方法與防治技術。行政院勞工委員會勞工安全研究所研究報告；1997。
- [2] RTD Design Guidelines & Criteria Section 10 – Corrosion Control，2009。
- [3] 蘇俊吉、陳孟宏、許峰彰、林銘坤、蔣振芳、Jr-Ping Chen：工場大修設備和管線檢查規劃研究與應用實務。石油季刊，Vol.45 No.2，第 11-21 頁，2009。

收到相關文件如有任何疑問，請洽勞工委員會勞工安全衛生研究所
地址：新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號
作者：曹常成研究員、卓育賢副研究員
電話：02-26607600 轉 229 傳真：02-26607732
或參考本所網站 <http://www.iosh.gov.tw> 相關訊息