

學術
論壇

從高雄氣爆事件探討石化管線 的管理機制

高雄市政府經濟發展局

摘要

高雄為台灣最重要的工業核心之一，包括鋼鐵產業、造船工業、石化工業均集中於此，並擁有工業區與台灣最早且最多的加工出口區，同時也具備優越的地理位置及海港先天優勢，不僅因此創造了高雄的繁榮，更帶動台灣的經濟走向高峰。

惟石化工業區散布於高雄都會區，石化原料已在地底下埋管輸送多年，部分行經人口稠密的市區。2014 年 7 月 31 日深夜氣爆凸顯國內石化管線管理問題，如何落實工業化城市的風險管理，予以市民一個安全的宜居城市為政府須首要嚴肅以對的課題。

關鍵詞：高雄氣爆、石化產業、管線、災害

Discussion of petrochemical pipelines management through Kaohsiung Gas Explosion incident

Economic Development Bureau, Kaohsiung City Government

Abstract

Kaohsiung is the core industrial city in Taiwan, which includes steel, ship-making, petrochemical industries. Kaohsiung has many industrial areas and has the most export processing zone in Taiwan due to its superior geographical location which prospere the economy of Taiwan. However, the petrochemical industries are within the densly populated city area and many pipelines are buried underground for transporting chemicals. The gas explosion on July 31st 2014 has clearly shown that there are serious petrochemical pipelines management prolems and it is important for the governemnt to treat this problem seriously and efficiently in order to provide citizens with a safe and livable city.

Keywords: Kaohsiung Gas Explosion, Petrochemical Industry, Pipelines, Disasters.

壹、前言

2014 年 7 月 31 日晚間，在高雄市前鎮區與苓雅區發生多起石化氣爆事件(下稱高雄氣爆事件)，造成多人重大傷亡及三多一、二路、凱旋三路、一心一路等多條重要道路嚴重損壞。

高雄是石化產業重地，石化工業區散布於高雄市區，石化原料已在地底下埋管輸送多年，部分行經人口稠密的市區，高雄氣爆事件凸顯國內石化管線管理的問題，未來在石化管線管理、安全設計、巡檢、防救災機制之擬訂，中央立法又應該如何規範？如何落實工業化城市的風險管理，予以市民一個安全的宜居城市為政府須首要嚴肅以對的課題。

貳、石化產業之負面影響疑慮

一、台灣石化產業耗用全台能源與貢獻 GDP 不成比例，造成經濟及環境不正義

台灣石化產業耗用全台能源與貢獻 GDP 不成比例，引發經濟及環境不正義之疑慮，事實上，石化產業之經濟貢獻係以支援並帶動其他相關產業發展為主，以行政院主計處最新統計 52 部門產業關聯表，石化業向前關聯(對下游的影響)達 4.7，在向後關聯(對上游的影響)達 1.68，在各產業中分別居第二與第一位，102 年我國石化業產值為 1.92 兆元，占整體製造業產值(13.9 兆元) 13.8%，間接帶動產值為 7.29 兆，超過本業甚多。

根據 100 年工商及服務業普查資料觀察，高雄市狹義石化產業廠商家數為 142 家(占全國石化業 1,000 家之 14.20%、高雄產業總家數之 0.09%)、從業員工人數為 12,837 人(占全國石化業 49,598 人之 25.88%、全高雄就業人口之 1.47%)、生產總額約 4,422 億元(占全國石化業 1 兆 8,060 億元之 24.49%、高雄總產值之 11.27%)。

而有關環境外部成本議題，石化業在環境面亦持續要求業者配合政府營造低碳產業結構主軸，推動化學材料業節能減碳及轉型升級，並融合政府節能減碳與石化高值化發展政策，發展綠色石化產業，並透過製程改善措施，降低產業資源耗用量。

表 1 100 年廠商家數與年底實際運用固定資產淨額

單位：家、百萬元

年度	100 年			
行業別	全國		高雄市	
	家數	運用固定資產淨額	家數	運用固定資產淨額
全國產業合計	1,246,278	27,440,445	151,480	3,568,582
製造業合計	162,612	9,064,964	13,827	1,443,857
紙漿、紙及紙製品製造業	3,675	136,620	224	11,004
印刷及資料儲存媒體複製業	9,777	89,610	732	6,300
石油及煤製品製造業	179	465,597	29	215,645
化學材料製造業	1,737	747,234	220	226,376
石油化工原料製造業	111	177,546	33	64,983
合成樹脂、塑膠及橡膠製造業	889	285,175	109	51,164
化學製品製造業	2,519	107,710	253	10,918
藥品及醫用化學製品製造業	564	84,826	54	4,135
橡膠製品製造業	1,796	66,303	151	2,838
塑膠製品製造業	11,349	219,153	640	17,372
石化產業	1,000	462,721	142	116,147
石化產業占製造業比例	0.61	5.10	1.03	8.04
石化產業占全國產業比例	0.08	1.69	0.09	3.25
化工產業	31,596	1,917,055	2,303	494,589
化工產業占製造業比例	19.43	21.15	16.66	34.25
化工產業占全國產業比例	2.54	6.99	1.52	13.86

資料來源：行政院主計總處，100 年工商及服務業普查。

表 2 100 年年底從業員工人數與全年生產總額

單位：人、百萬元

年度	100 年			
行業別	全國		高雄市	
	從業員工人數	生產總額	從業員工人數	生產總額
全國產業合計	8,017,072	29,422,674	874,939	3,925,560
製造業合計	2,730,002	16,856,059	265,935	2,703,890
紙漿、紙及紙製品製造業	49,453	219,362	4,282	23,887
印刷及資料儲存媒體複製業	57,263	120,829	3,572	7,640
石油及煤製品製造業	11,640	1,353,476	3,979	508,295
化學材料製造業	72,185	2,168,472	16,043	629,667
石油化工原料製造業	11,334	642,214	4,264	223,251
合成樹脂、塑膠及橡膠製造業	38,264	1,163,869	8,573	218,986
化學製品製造業	44,981	235,471	4,751	27,033
藥品及醫用化學製品製造業	25,027	87,900	1,340	3,770
橡膠製品製造業	36,100	126,331	2,246	5,194
塑膠製品製造業	128,421	446,744	9,256	34,802
石化產業	49,598	1,806,084	12,837	442,238
石化產業占製造業比例	1.82	10.71	4.83	16.36
石化產業占全国產業比例	0.62	6.14	1.47	11.27
化工產業	425,070	4,758,585	45,469	1,240,289
化工產業占製造業比例	15.57	28.23	17.10	45.87
化工產業占全国產業比例	5.30	16.17	5.20	31.60

資料來源：行政院主計總處，100 年工商及服務業普查。

二、石化公安問題

高雄市之產業型態係以工業為主，帶動大量就業機會，是高雄市早期經濟快速發展主因之一。高雄市境內多處設置工業區、加工出口區及產業園區，例如：大發工業區、仁大工業區、永安工業區、林園工業區、臨海工業區、鳳山工業區、楠梓加工出口區、前鎮加工出口區，以及本洲產業園區等。其中石化產業生產原料係由台灣中油股份有限公司高雄煉油廠及大林煉油廠生產提供，又以位於高雄市楠梓區的高雄煉油廠為台灣中油最大生產基地，或自國外進口，由前鎮工業區上岸。石化原料係仰賴地下管線輸送，將石化原料送往大發工業園區、林園工業區及仁大工業區的石化中下游產業。



圖 1 高雄市工業區分布圖

為確保石化廠員工及臨近住民之生命、財產安全，建構跨部會橫向聯繫平台，行政院 99 年訂定「大型石化廠公共安全管理聯合督導計畫」，以健全國內大型石化公共安全管理之督導體系，並期透過相關機關間橫向聯繫和合作，建構迅速有效之安檢機制。遺憾地，該計畫僅針對區內大型石化業實施全面診斷及查核，以協助石化業解決公共安全問題，對於區外石化管線則乏標準化管理規範。

我國之災害防救體系，歷經數次演進後，架構日趨完整，各災害防救業務主管機關與事業等各層級在擬定災害防救業務計畫中，均以考量災害預防、災害緊急應變、災害復原重建、計畫實施與管制考核等項目，而為避免天然災害發生時與石化事故災害形成複合型災害，石化產業應考量颱風、水災及管線基礎流失等風險及災害潛勢分析，強化改善管線設備防災設計、檢點及維護；並加強為疏散撤離、緊急事故通報等應變之作為。

透過平時災害防救教育宣導及演練實施計畫，加強勞工安全衛生教育訓練，並辦理各項災害防救演習，以提升石化事業災害應變能力。另要求轄內石化事業單位配合本府辦理之年度災害防救演習及本府相關單位舉辦各類災害演練(如本府經濟發展局於 103 年 11 月 17 日邀集相關單位辦理公用氣體與油料管線災害應變中心開設演練)，亦積極出席觀摩相關事業單位辦理災防演練，除加強自主災害防救應變能力外，亦能提升聯防機制能力。



圖 2 103 年 11 月 17 日公用氣體與油料管線災害應變中心模擬開設

各石化事業強化風險評估的能力並自行訂定不可接受風險的判定基準，作為優先決定採取降低風險控制措施的依據。對於不可接受風險項目應以採取消除、取代、工程控制、管理控制及個人防護具等之優先順序，並考量現有技術能力及可用資源等因素，採取有效降低風險的控制措施，透過風險評估，將管線分布區域內之可能造成輸送設備損壞之潛在問題加以事先衡量其衝擊，擬定控制與管理措施，以達成逐步降低風險之目標。中央政府、高雄市政府相關單位與石化事業建立緊急通報機制，並應建立 24 小時緊急通報及處理系統，編製緊急事故聯絡人名冊，以利事故發生時，主動通報主管機關並採取緊急防治措施。

參、石化管線風險管理及防救災機制之擬定

一、石化管線管理常見之疏失與改善建議

高雄氣爆事件後，經濟部擬訂「協助地方政府加強地下工業管線維護管理計畫」，103 年 8 月中旬起偕同消防、勞檢、環保、工務等法令主管機關、地方相關安全檢查及工商管理單位、業界代表、專家學者協助高雄市政府查核轄內所有地下工業管線所屬者的管理制度，借重產官學研各界專業能量，強化地下工業管線運輸安全，進而保障從業勞工及鄰近住民安全，於 103 年 11 月 5 日完成清查。

經過密集清查高雄地下石化管線後，發現有許多缺失：

（一）在巡檢及檢查方面

巡查人員內部沒有專門的訓練，以至於巡管遇有施工單位時並未填寫對外聯繫單並持續追蹤及處置，而巡管遇有設備損毀或管線腐蝕時沒有擬定後續改善措施。

（二）在維修方面

管線巡查作業中，針對巡檢時發現異味，應以可燃性氣體偵測器確認洩漏位置，人員訓練上因無更明確之異味認定方式，無法得知是何物種洩漏，故未能在第一時間做明確之處置。而管線進/出口外缺乏緊急遮斷閥，一旦中間有洩漏時，無法有效降低洩漏量。

（三）在監測方面

部分業者說明流量 0~2%或壓力 1.5~1.9KCG 之偏差屬正常可接受範圍，然

而壓差超過 3KCG 或流量差 3%時，則認定有異常狀況，改為每五分鐘核對，關於警示時機、警示方式（系統計算或是人工計算）並沒有統一的系統運算方式，作為提供即時警報之標準供監控人員判斷。而管線操作程序中，輸出端於輸送開始 15 分鐘核對輸送量、後續每小時查對，但接收端卻每 2 小時確認一次，二者間有落差。

（四）在緊急應變方面

管線業者缺乏相關應變作為之環境偵檢、區域管制作為、異常處置流程之應變計畫書，且防災演練並無針對廠外管線洩漏之應變，應變自警報值（異常值）至真正切斷供給之間的程序，沒有明確的參考值或做法。

針對上開發現之缺失，專家學者及相關主管機關建議以管束為單位建立地下管線區域聯防體系，俾利日常維護及事故緊急應變，如洩漏偵檢、緊急處理之 SOP 等，並研擬輸出/接收兩端監測壓力與流量分享即時監測之可行性。此外，應加強自廠地下管線風險管理專業人員之培訓，除可就檢測數據進行研判擬訂後續風險管理外，亦有助於事故當下正確緊急應變。並建議業者應強化偵檢能力，無論是直讀式儀器、快速檢測方式、緊急送樣分析等，有助於事件當下即時鑑認洩漏物種，有助於應變作業之執行，如能更快得知物種，亦能加快確認物質或管線所屬業者。其他尚有建議各廠建立防止施工破壞管線之機制，此外高雄市政府或任何單位進行施工時，應建立機制以告知管線所屬單位，以避免破壞地下管線等建議事項，高雄市政府均採納作為後續管理之參考。

二、中央相關立法規範

行政院於高雄氣爆事件發生後，組成專案小組，就現有地下管線種類、相關法規監督與緊急事故處理之管理機制、中央及地方權責分工等，進行全面性的資料蒐集與勾稽檢討。103 年 8 月 20 日江院長主持「石化產業發展及工業管線相關事宜」專案會議，該次會議對如何強化管線管理機制之共識為，訂立專法因涉及該產業發展政策及管理強度，且專法之制定涉及多方面向，例如主管機關為何、是否需設專責機關、人力與設備及預算可足因應、與既有體系有無重疊及如何整合劃分等，宜由目的事業主管機關通盤考量。

依行政院工程會目前所蒐集之各國案例，尚無發現訂定工業管線專法之情

形，且我國已逐步推動石化工業專區，未來工業管線穿越市區之情形將日漸減少，立法之效益及長久性較無需要。因此，相關法令修改方向為就現行相關子法及行政規則進行增訂補強「消防安全」及「災害防救」機制等二項行動同步進行。其一為依內政部主管之「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」將丙烯等石化工業原料指定為可燃性高壓氣體；依經濟部主管之「工廠危險物品申報辦法」公告為危險物品。其二為依「災害防救法」由「中央災害防救會報」指定工業管線災害防救業務主管機關，並新訂「工業管線災害防救業務計畫」（經濟部主管）。

為汲取高雄氣爆事件教訓，各目的事業主管機關應全面檢視並補強權管法規及相關技術規範之完整性，並參考「天然氣事業法」管理模式，訂定自規劃設計、施工、平日維護管理、災害事件應變及汰換等全生命週期各階段完整之管控機制與作業流程，依權責分工建立業者、地方、中央三層級之管理機制。例如，經濟部工業局業於 103 年 10 月 9 日公告「可燃性高壓氣體」為工廠危險物品申報辦法之危險物品。除參採「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」第 4 條可燃性高壓氣體之規定。（氫氣、乙烯、甲烷、乙烷、乙炔氣、丙烷、丁烷、液化石油氣），另新增一氧化碳、環氧乙烷、氨、氯乙烯、丙烯、丁二烯共 6 項，未來隨時以滾動式管理檢討修訂，納入工廠管理輔導法。

三、防救災機制

中央災害防救委員會 103 年 10 月 13 日召開第 23 次會議，進行工業管線災害中央災害防救業務主管機關指定案討論。依災害防救法第 3 條第 1 項第 6 款指定經濟部為工業管線災害之中央災害防救業務主管機關。復依災害防救法第 19 條第 2 項規定訂定災害防救業務計畫，經濟部工業局預定之架構包括預防整備及緊急應變。在預防整備方面，中央主管機關應導入國外管線法規及規範，而各級政府應依據工業管線特性，評估配置路線及安全設計；落實地下工業管線地理資訊系統建置與資料完備，並落實工業管線監督查核，督促事業單位落實安全管理。至於事業單位則應落實安全管理，建立安全評估機制，擬定實施管線維護檢測汰換計畫。變更工業管線運作行為，落實變更管理，向各級政府報備核定後施行。

在緊急應變方面，中央災害防救業務主管機關應協助事業單位建立工業管線聯防組織及聯防應變機制，查核防救設備，實施測試與考核，並成立工業管線災害防救諮詢中心，建立各級災害應變中心及應變通報體系；地方政府則是籌組工業管線應變團隊，訂定應變程序，整備偵檢儀器及防護裝備，定期演訓，至於事業單位則應強化相關人員之職能訓練、建立工業管線災害防救業務計畫、緊急通報人員、緊急應變組織及標準作業程序，定期演訓。

四、工業管線管理國際論壇之經驗交流

為確保工業管線安全，各事業單位必然應負有自主管理責任，在此前提下，須要有明確法令授權並進行標準化及訂定規範，以作為業者之參考，並善盡管理角色。本府經濟發展局於 104 年 1 月 16 日假高雄國際會議中心，與經濟部工業局、ICLEI 之東亞地區高雄環境永續發展能力訓練發展中心，共同舉辦「2015 安全城市-工業管線管理國際論壇」，會中邀請美、加、日、德、法等先進國家代表參與，分享先進國家中工業管線管理做法與成功經驗。

美國運輸部管線安全管線暨有毒物質安全管理署辦公室副協理署長 Mr. Alan Mayberry 主講「美國政府地下管線管理及災害緊急應變」，美國境內長達 420 萬公里之各式地下與地上輸送管線管理與相關資訊工作，由 2005 年設立的「管線暨有毒物質安全署」處理，建議我國可參考美國作法，由中央成立專責單位，執行地下管線之安全管理，並納入國家安全體系；加拿大亞伯達研究組織(C-FER)協理-Dr. James Fidler 主講「加拿大工業管線安全管理」，提出業者必須規劃操作員資格認證計畫，培訓員工和承包商工作領域之專業能力，並且要求管線公司必須有一定的財務資源，以因應意外事件(大型企業的標準為 10 億加幣)；日本高壓氣體安全協會情報調查部長兼國際室長-松本一哉及日本高壓氣體安全協會理事-安田慎一主講「日本工業管線安全管理」，分享日本訂定管理規範、設備檢測技術以及異常狀況應對等，以其豐富實績經驗發表該國內的工業管線安全管理之政策與技術法規分析，透過本次活動吸取國外管理經驗，重新建立工業安全及風險控管機制。在綜合座談中，德國 TÜV 代表高鴻鈞先生、法國 GDF SUEZ 代表 Ms. Marie-Françoise L'Huby 及加拿大 CSA 代表 Mr. Greg Orloff 就相關業界關鍵技術提出分享，主持人市府劉世芳顧問強調石化產業發展需要建構在安全、風險

控管的層面上，所以石化產業要永續發展，業者應持续提升管線維護技術，加強自主管理，經濟發展局曾文生局長則拋出與中央共同合作，在高雄設立管線安全管理訓練中心的規劃。



圖 3 104 年 1 月 16 日「2015 安全城市-工業管線管理國際論壇」

曾文生局長在專題演講中，說明市府盤點了可能致災風險因子，除建立完整管線圖資系統，要求業者比照先進國家作法，嚴格控管輸送情形，以及全面清查轄內管線穿越箱涵清況，也公布管線清查結果及各管束的行經路線，相關管線業者以管束為單位成立工業管線區域聯防組織，而在未來產業空間調整及產業轉型後，地下管線要逐漸收斂。

經濟部工業局游振偉主任秘書會中提到，設立石化專區是未來目標，第 1 階段，在前鎮儲槽遷建後可避免前鎮往林園之地下工業管線，澈底移除地下工業管線行經前鎮市區；第 2 階段，希望能與高雄市政府取得共識，於南高雄尋找合適區域設石化專區，將石化業者集中於石化專區，則可避免地下工業管線穿過市區區域。

本論壇聚焦於討論既有石化管線管理政策面、技術面與行政面的分享與現有困難、挑戰與務實對策討論。會議結論也讓高雄更有信心可以邁開腳步，建構高雄成為真正安全又宜居的城市。



圖 4 高雄市地區石化管線及工業管線區域聯防組織示意圖

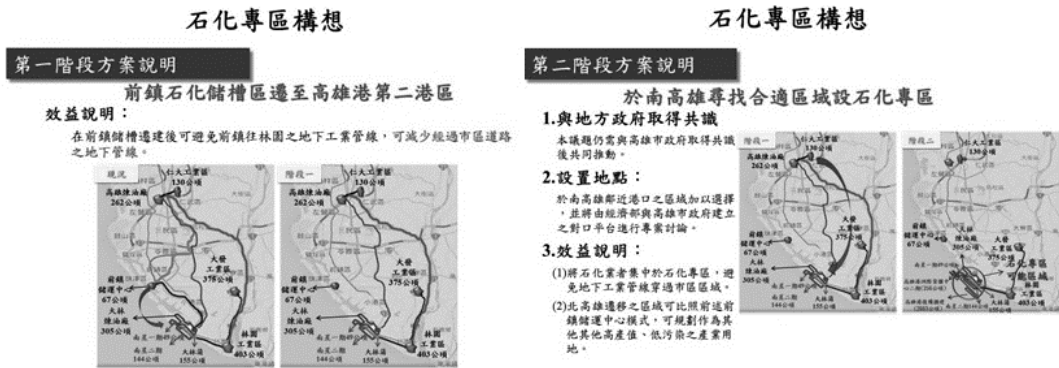


圖 5 石化專區構想示意圖

肆、結語

石化管線以往並無相關法令規範，埋設於市區道路欠缺法源依據，其與公用及民生無關且具高度危險性，此外更欠缺相關必要之管理維護規範。為確保工業管線安全，高雄市許立明副市長於 104 年 1 月 15 日之行政院會中提出修正「工廠管理輔導法」四項主張：一、中央設定落日條款，讓妨害都市安全的石化管線限期離開市區；二、中油等石化業總部南遷，以落實財政正義並就近管理；三、管理與救災應做總整理；四、救災體系經費，應由業者與政府負擔。行政院修正之工廠管理輔導法，必須同時提出配套措施且願意面對國營企業的歷史責任，否則「工廠管理輔導法」修正案將只落於讓違法石化管線就地合法之惡名。

參考文獻 |

- [1] 經濟部工業局，石化業的重要性，2014 年 8 月 14 日，取自：
<http://www.moeaidb.gov.tw/external/ctrl?PRO=news.NewsView&id=15710>
- [2] 經濟部水利署易淹水地區水患治理計畫專屬網站，取自：<http://fcp.wra.gov.tw>
- [3] 黃雅詩(2014)，打造國際港灣會展之都—高雄，城市發展半年刊，第十七期，10。
- [4] 高雄市招商網，取自：<http://invest.kcg.gov.tw/tw/investment.html>
- [5] 行政院主計總處，100 年工商及服務業普查，取自：http://www.dgbas.gov.tw/ct_view.asp?xItem=35966&ctNode=3267