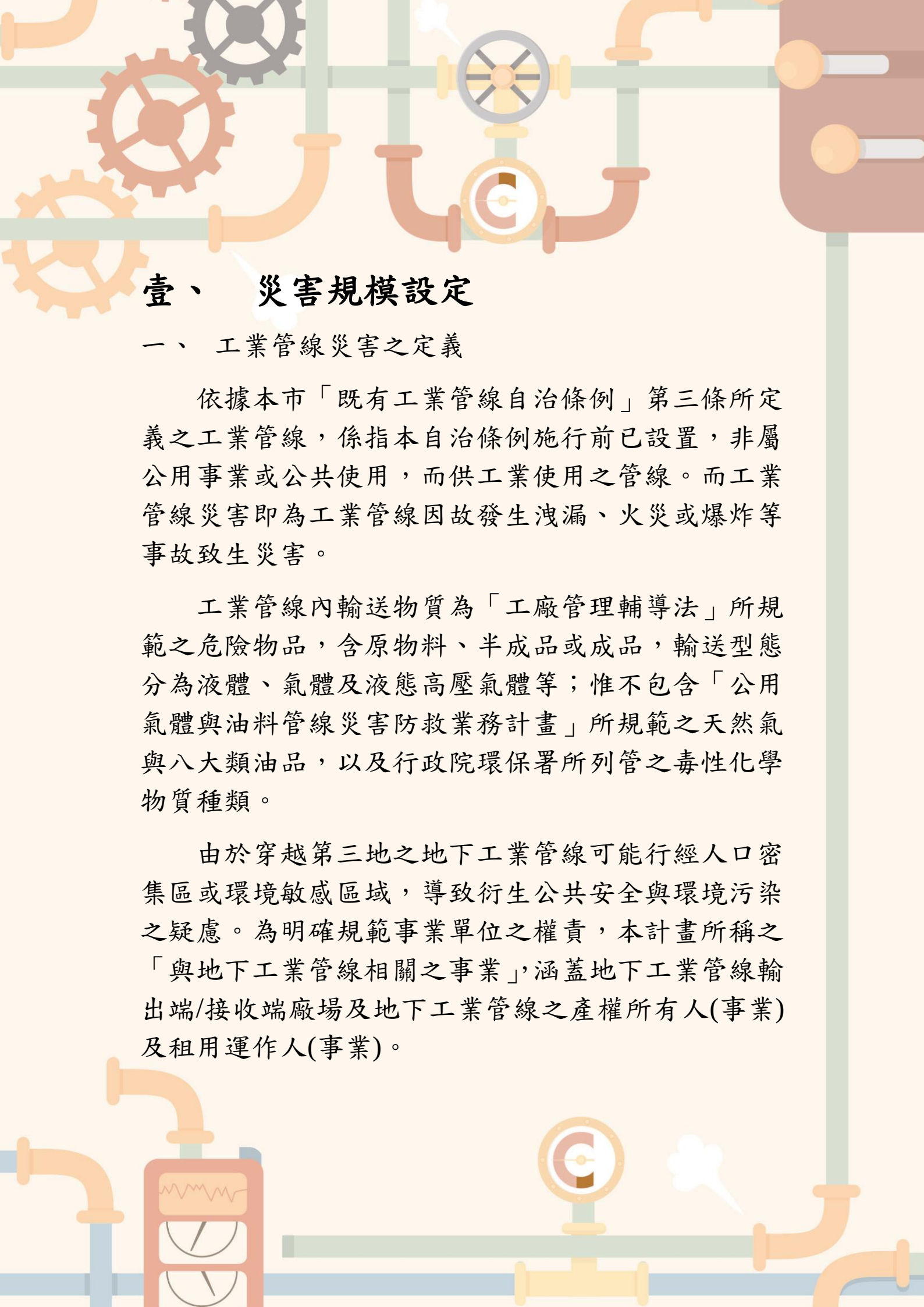


The background is a light beige color. It features a network of stylized industrial pipes in green, orange, and blue. Various mechanical components are integrated into the design, including gears of different sizes and colors (orange, grey), valves with handwheels, and circular gauges with needle indicators. Some pipes have small white smoke or steam clouds emerging from them. On the right side, there is a vertical brown panel with two orange circular buttons or indicators. The overall aesthetic is clean and modern, typical of a corporate or educational presentation.

工業管線災害

A stylized illustration of an industrial pipe network. The background is a light beige color. The pipes are primarily green and orange, with some blue pipes at the bottom. Various mechanical components are integrated into the network, including gears (orange and grey), valves (orange and grey), and gauges (orange and white). White smoke or steam is shown emerging from several points in the system. The overall style is clean and modern, with a focus on geometric shapes and a limited color palette.

工業管線災害

The background of the page is decorated with a stylized industrial theme. It features various gears in shades of orange, red, and grey, interconnected by a network of pipes in green, orange, and blue. Some pipes have valves and gauges. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on mechanical elements.

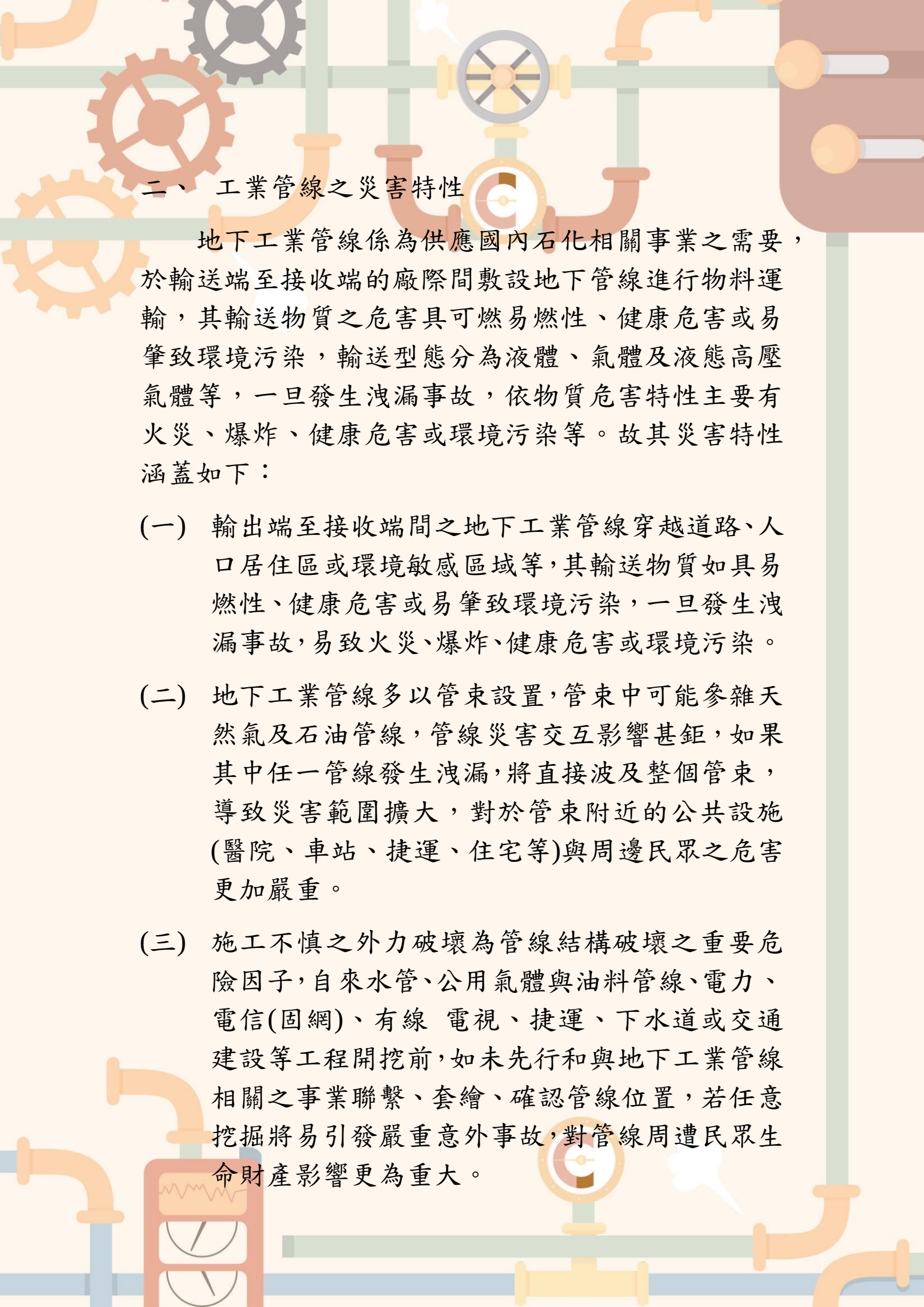
壹、 災害規模設定

一、 工業管線災害之定義

依據本市「既有工業管線自治條例」第三條所定義之工業管線，係指本自治條例施行前已設置，非屬公用事業或公共使用，而供工業使用之管線。而工業管線災害即為工業管線因故發生洩漏、火災或爆炸等事故致生災害。

工業管線內輸送物質為「工廠管理輔導法」所規範之危險物品，含原物料、半成品或成品，輸送型態分為液體、氣體及液態高壓氣體等；惟不包含「公用氣體與油料管線災害防救業務計畫」所規範之天然氣與八大類油品，以及行政院環保署所列管之毒性化學物質種類。

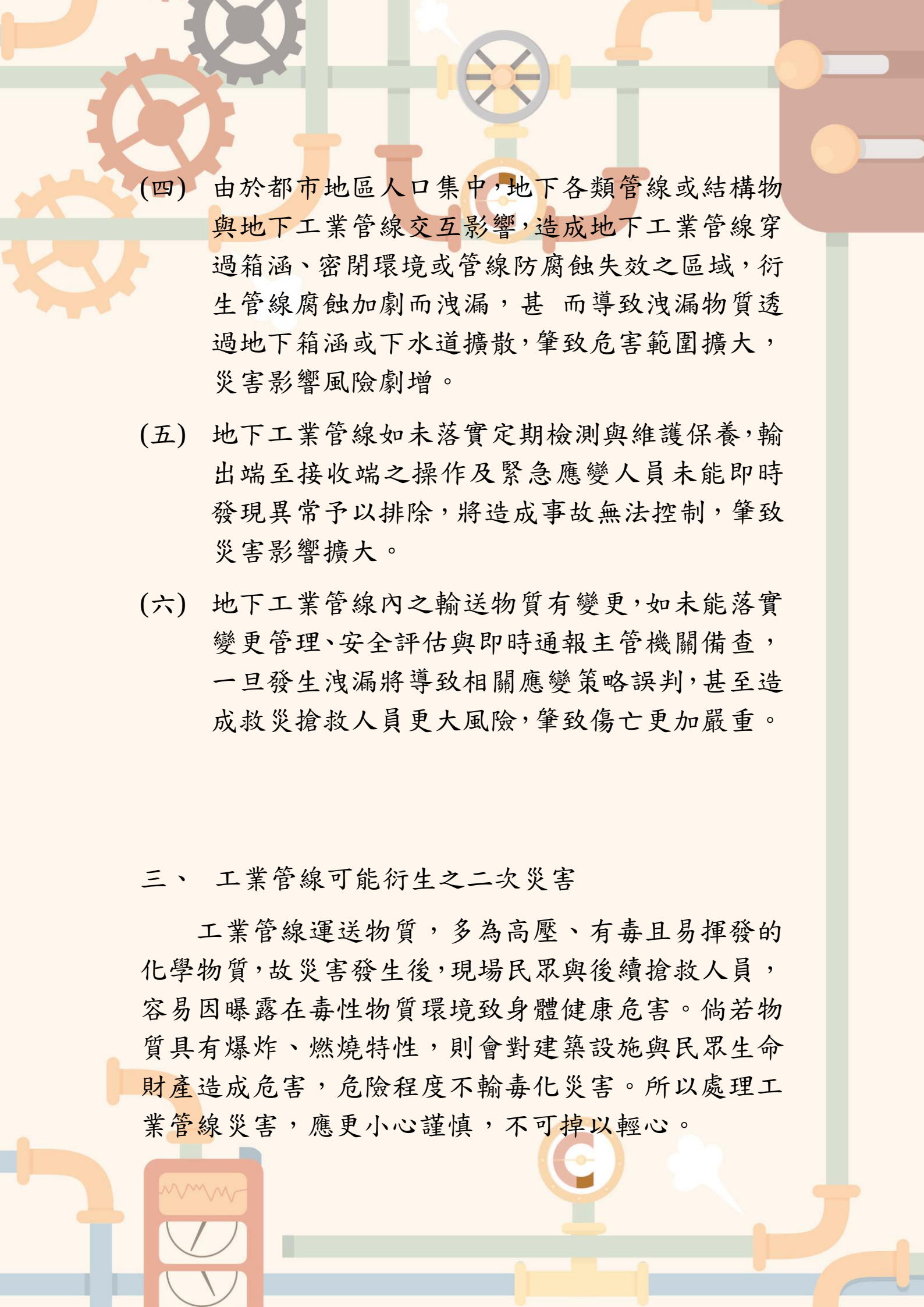
由於穿越第三地之地下工業管線可能行經人口密集區或環境敏感區域，導致衍生公共安全與環境污染之疑慮。為明確規範事業單位之權責，本計畫所稱之「與地下工業管線相關之事業」，涵蓋地下工業管線輸出端/接收端廠場及地下工業管線之產權所有人(事業)及租用運作人(事業)。

The background of the page is a stylized illustration featuring various mechanical components. In the upper left, there are several interlocking gears in shades of orange and grey. A network of pipes in green, orange, and blue runs horizontally and vertically across the page. A prominent yellow wheel with black spokes is located in the upper center. On the right side, there are two red rectangular panels with white circular knobs. At the bottom, there are more pipes and a red structure that looks like a valve or a small building. The overall style is clean and modern, with a focus on industrial or mechanical themes.

二、工業管線之災害特性

地下工業管線係為供應國內石化相關事業之需要，於輸送端至接收端的廠際間敷設地下管線進行物料運輸，其輸送物質之危害具可燃易燃性、健康危害或易肇致環境污染，輸送型態分為液體、氣體及液態高壓氣體等，一旦發生洩漏事故，依物質危害特性主要有火災、爆炸、健康危害或環境污染等。故其災害特性涵蓋如下：

- (一) 輸出端至接收端間之地下工業管線穿越道路、人口居住區或環境敏感區域等，其輸送物質如具易燃性、健康危害或易肇致環境污染，一旦發生洩漏事故，易致火災、爆炸、健康危害或環境污染。
- (二) 地下工業管線多以管束設置，管束中可能參雜天然氣及石油管線，管線災害交互影響甚鉅，如果其中任一管線發生洩漏，將直接波及整個管束，導致災害範圍擴大，對於管束附近的公共設施(醫院、車站、捷運、住宅等)與周邊民眾之危害更加嚴重。
- (三) 施工不慎之外力破壞為管線結構破壞之重要危險因子，自來水管、公用氣體與油料管線、電力、電信(固網)、有線電視、捷運、下水道或交通建設等工程開挖前，如未先行和與地下工業管線相關之事業聯繫、套繪、確認管線位置，若任意挖掘將易引發嚴重意外事故，對管線周遭民眾生命財產影響更為重大。

- 
- (四) 由於都市地區人口集中，地下各類管線或結構物與地下工業管線交互影響，造成地下工業管線穿過箱涵、密閉環境或管線防腐蝕失效之區域，衍生管線腐蝕加劇而洩漏，甚而導致洩漏物質透過地下箱涵或下水道擴散，肇致危害範圍擴大，災害影響風險劇增。
- (五) 地下工業管線如未落實定期檢測與維護保養，輸出端至接收端之操作及緊急應變人員未能即時發現異常予以排除，將造成事故無法控制，肇致災害影響擴大。
- (六) 地下工業管線內之輸送物質有變更，如未能落實變更管理、安全評估與即時通報主管機關備查，一旦發生洩漏將導致相關應變策略誤判，甚至造成救災搶救人員更大風險，肇致傷亡更加嚴重。

三、工業管線可能衍生之二次災害

工業管線運送物質，多為高壓、有毒且易揮發的化學物質，故災害發生後，現場民眾與後續搶救人員，容易因曝露在毒性物質環境致身體健康危害。倘若物質具有爆炸、燃燒特性，則會對建築設施與民眾生命財產造成危害，危險程度不輸毒化災害。所以處理工業管線災害，應更小心謹慎，不可掉以輕心。

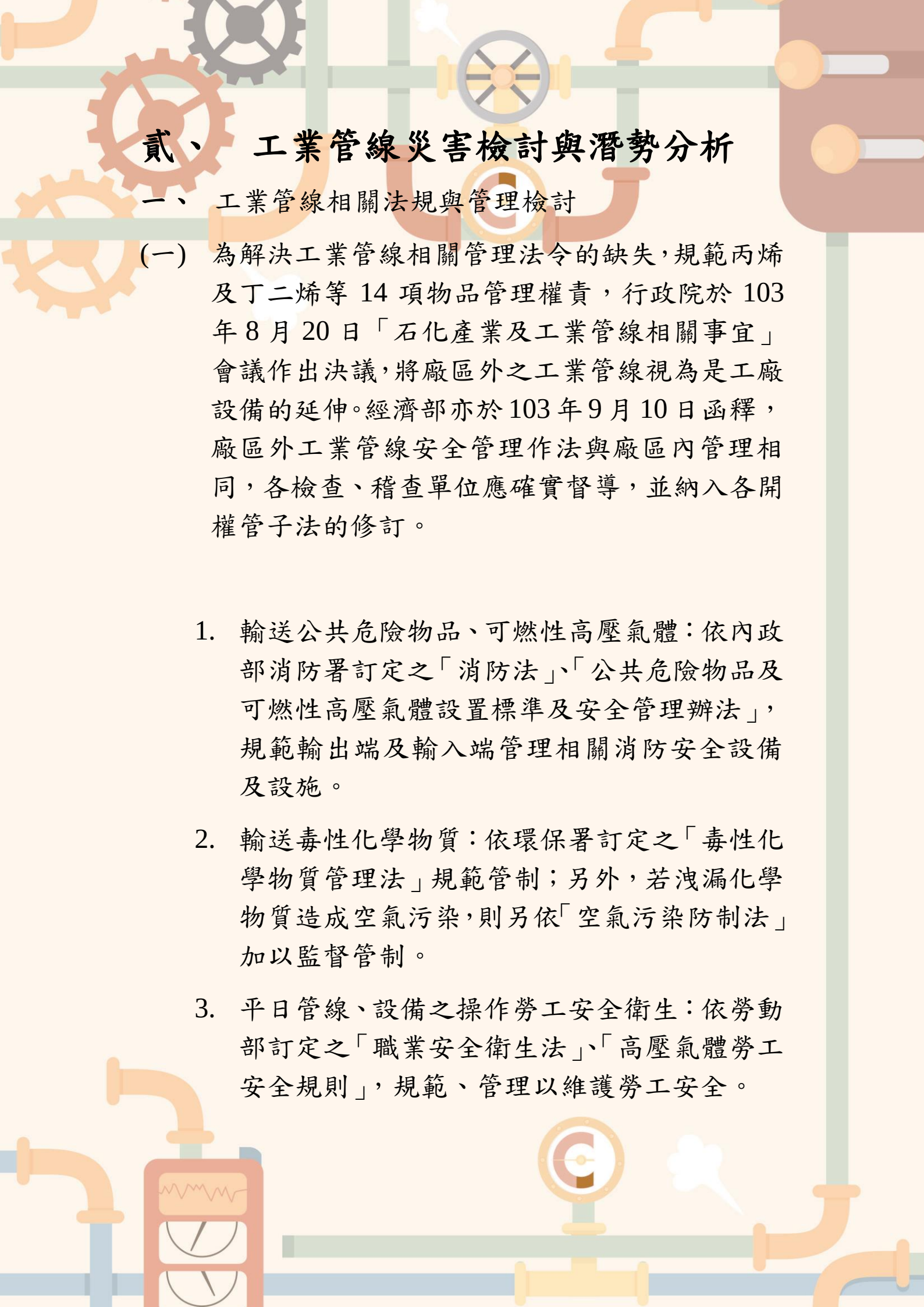
四、工業管線輸送物品種類

(資料來源:行政院環保署毒理資料庫查詢)

物質名稱	常溫態樣	沸點(液體)	爆炸界限	空氣比重(氣體)	閃火點(液體)	毒性	物質特性
氫氣(H)	氣體	—	4.0%-75%	0.15 倍	—	無	常溫下即會起火燃燒，火焰為淡藍色
甲烷(CH ₄)	氣體	—	4.4%-17%	0.65 倍	—	無	即天然氣，本身無味，一般家庭使用係加入臭氧乙硫醇
乙烷(C ₂ H ₆)	氣體	—	3.0%-12.5%	1.1 倍	—	無	比空氣稍重洩漏後易滯留，遇到火種會引爆並回火
丙烷(C ₃ H ₈)	氣體	—	2.1%-10.1%	1.5 倍	—	無	液化石油氣成分之一，空氣重量之 1.5 倍，本身無味一般家庭使用係加入臭氧乙硫醇。洩漏後易滯留遇到火種會引爆並回火

物質名稱	常溫態樣	沸點(液體)	爆炸界限	空氣比重(氣體)	閃火點(液體)	毒性	物質特性
丁烷 (C ₄ H ₁₀)	氣體	—	1.6%-8.4%	2 倍	—	無	液化石油氣成分之一，約空氣重量之 2 倍重，本身無味，一般家庭使用係加入臭氧乙硫醇。洩漏後易滯留遇到火種會引爆並回火
乙烯 (C ₂ H ₄)	氣體	—	2.7%-36%	約等重	—	高濃度時有麻醉作用	聚乙烯原料約與空氣等重，遇到火種會引爆並回火，爆炸界限範圍大，有水果催熟作用
丙烯 (C ₃ H ₆)	氣體	—	2.0%-11.1%	1.4 倍	—	中樞神經抑制劑	聚丙烯原料空氣重量之 1.5 倍，遇到火種會引爆並回火

物質名稱	常溫態樣	沸點(液體)	爆炸界限	空氣比重(氣體)	閃火點(液體)	毒性	物質特性
乙炔 (C ₂ H ₂)	氣體	—	2.5%-81%	0.9 倍	—	無	係熱值最高的可燃性氣體，用於工業焊接，有水果催熟作用，碳化鈣加水產生乙炔
液氨 (NH ₃)	強烈刺激味氣體	—	15.5%-25%	0.6 倍	—	急毒性 一級：吸入吞食、及皮膚眼睛接觸	易燃氣體，肥料廠、冷凍廠常見，火場中壓力容器可能受熱爆炸並釋放有毒氣體，洩漏有氣爆危險。有毒具腐蝕性吸入吞食致命，皮膚、眼睛接觸造成重大傷害
甲苯 (C ₇ H ₈)	有色有香味液體	香味	1.2%-7.1%	—	4°C	輕度中樞神經麻醉	易燃性氣體毒性較苯輕微，吸入高濃度甲苯，會出現頭痛、噁心嘔吐、神智模糊等症狀

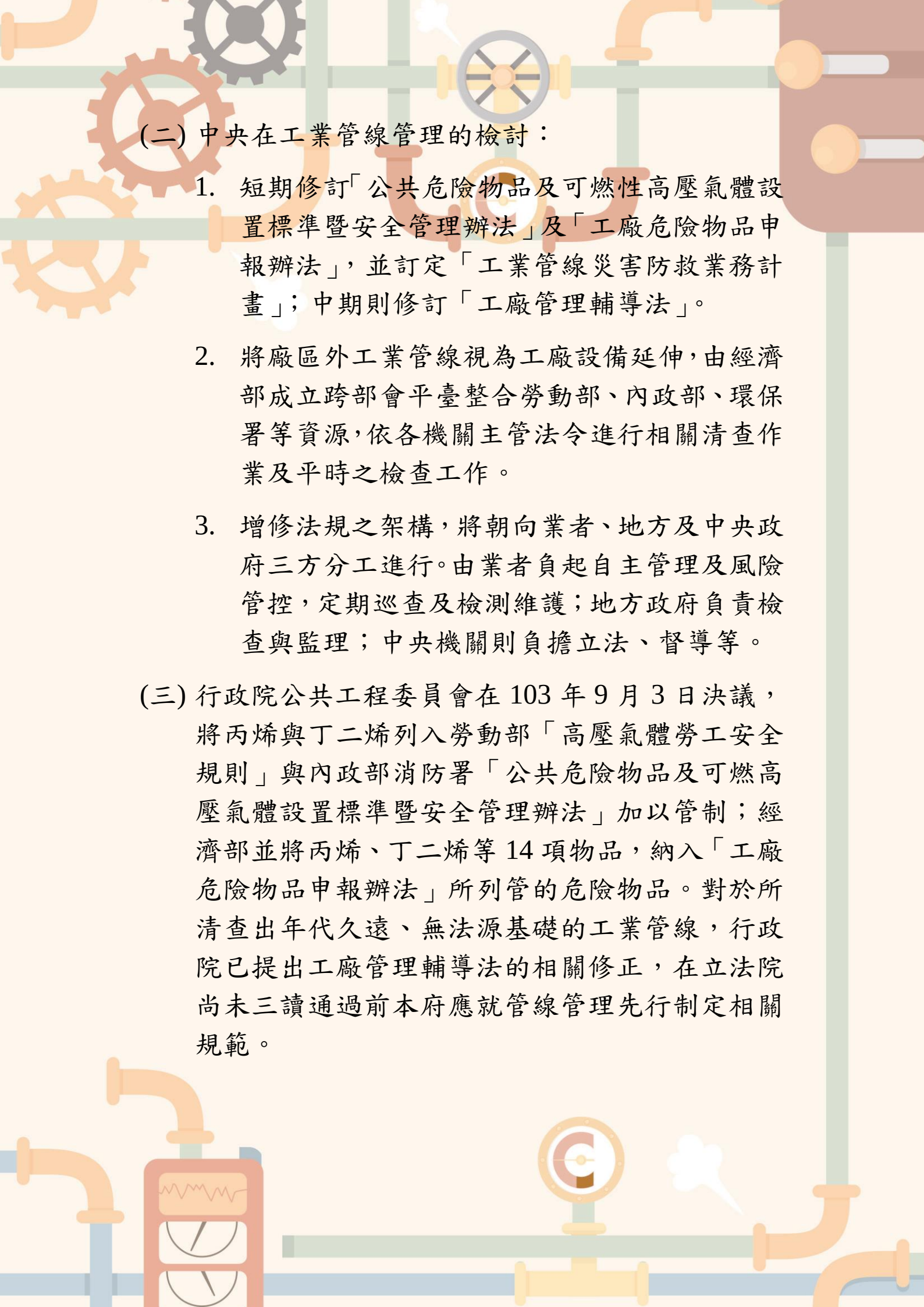


貳、工業管線災害檢討與潛勢分析

一、工業管線相關法規與管理檢討

(一) 為解決工業管線相關管理法令的缺失，規範丙烯及丁二烯等 14 項物品管理權責，行政院於 103 年 8 月 20 日「石化產業及工業管線相關事宜」會議作出決議，將廠區外之工業管線視為是工廠設備的延伸。經濟部亦於 103 年 9 月 10 日函釋，廠區外工業管線安全管理作法與廠區內管理相同，各檢查、稽查單位應確實督導，並納入各開權管子法的修訂。

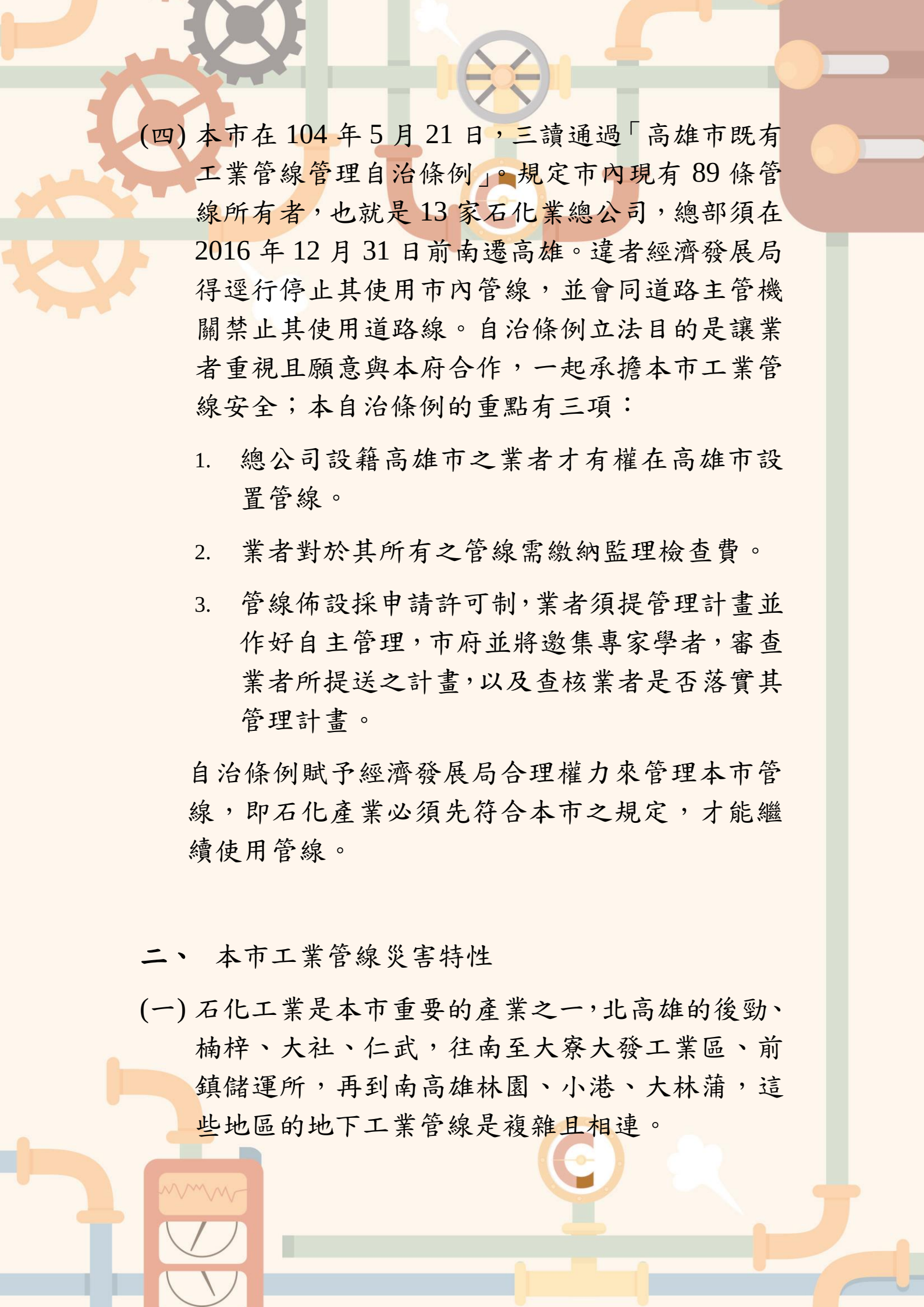
1. 輸送公共危險物品、可燃性高壓氣體：依內政部消防署訂定之「消防法」、「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準及安全管理辦法」，規範輸出端及輸入端管理相關消防安全設備及設施。
2. 輸送毒性化學物質：依環保署訂定之「毒性化學物質管理法」規範管制；另外，若洩漏化學物質造成空氣污染，則另依「空氣污染防制法」加以監督管制。
3. 平日管線、設備之操作勞工安全衛生：依勞動部訂定之「職業安全衛生法」、「高壓氣體勞工安全規則」，規範、管理以維護勞工安全。



(二) 中央在工業管線管理的檢討：

1. 短期修訂「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」及「工廠危險物品申報辦法」，並訂定「工業管線災害防救業務計畫」；中期則修訂「工廠管理輔導法」。
2. 將廠區外工業管線視為工廠設備延伸，由經濟部成立跨部會平臺整合勞動部、內政部、環保署等資源，依各機關主管法令進行相關清查作業及平時之檢查工作。
3. 增修法規之架構，將朝向業者、地方及中央政府三方分工進行。由業者負起自主管理及風險管控，定期巡查及檢測維護；地方政府負責檢查與監理；中央機關則負擔立法、督導等。

(三) 行政院公共工程委員會在 103 年 9 月 3 日決議，將丙烯與丁二烯列入勞動部「高壓氣體勞工安全規則」與內政部消防署「公共危險物品及可燃高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」加以管制；經濟部並將丙烯、丁二烯等 14 項物品，納入「工廠危險物品申報辦法」所列管的危險物品。對於所清查年代久遠、無法源基礎的工業管線，行政院已提出工廠管理輔導法的相關修正，在立法院尚未三讀通過前本府應就管線管理先行制定相關規範。



(四) 本市在 104 年 5 月 21 日，三讀通過「高雄市既有工業管線管理自治條例」。規定市內現有 89 條管線所有者，也就是 13 家石化業總公司，總部須在 2016 年 12 月 31 日前南遷高雄。違者經濟發展局得逕行停止其使用市內管線，並會同道路主管機關禁止其使用道路線。自治條例立法目的是讓業者重視且願意與本府合作，一起承擔本市工業管線安全；本自治條例的重點有三項：

1. 總公司設籍高雄市之業者才有權在高雄市設置管線。
2. 業者對於其所有之管線需繳納監理檢查費。
3. 管線佈設採申請許可制，業者須提管理計畫並作好自主管理，市府並將邀集專家學者，審查業者所提送之計畫，以及查核業者是否落實其管理計畫。

自治條例賦予經濟發展局合理權力來管理本市管線，即石化產業必須先符合本市之規定，才能繼續使用管線。

二、 本市工業管線災害特性

(一) 石化工業是本市重要的產業之一，北高雄的後勁、楠梓、大社、仁武，往南至大寮大發工業區、前鎮儲運所，再到南高雄林園、小港、大林蒲，這些地區的地下工業管線是複雜且相連。

(二) 經濟部執行「協助地方政府加強地下工業管線維護管理計畫」，對本市全面進行廠區外地下管線查核，統計本市管線約有 439 條。石化(工業)管線分為 8 個管束(表 1)，總共有 89 條，其中 3 條為 81 氣爆管線已被本府斷管。

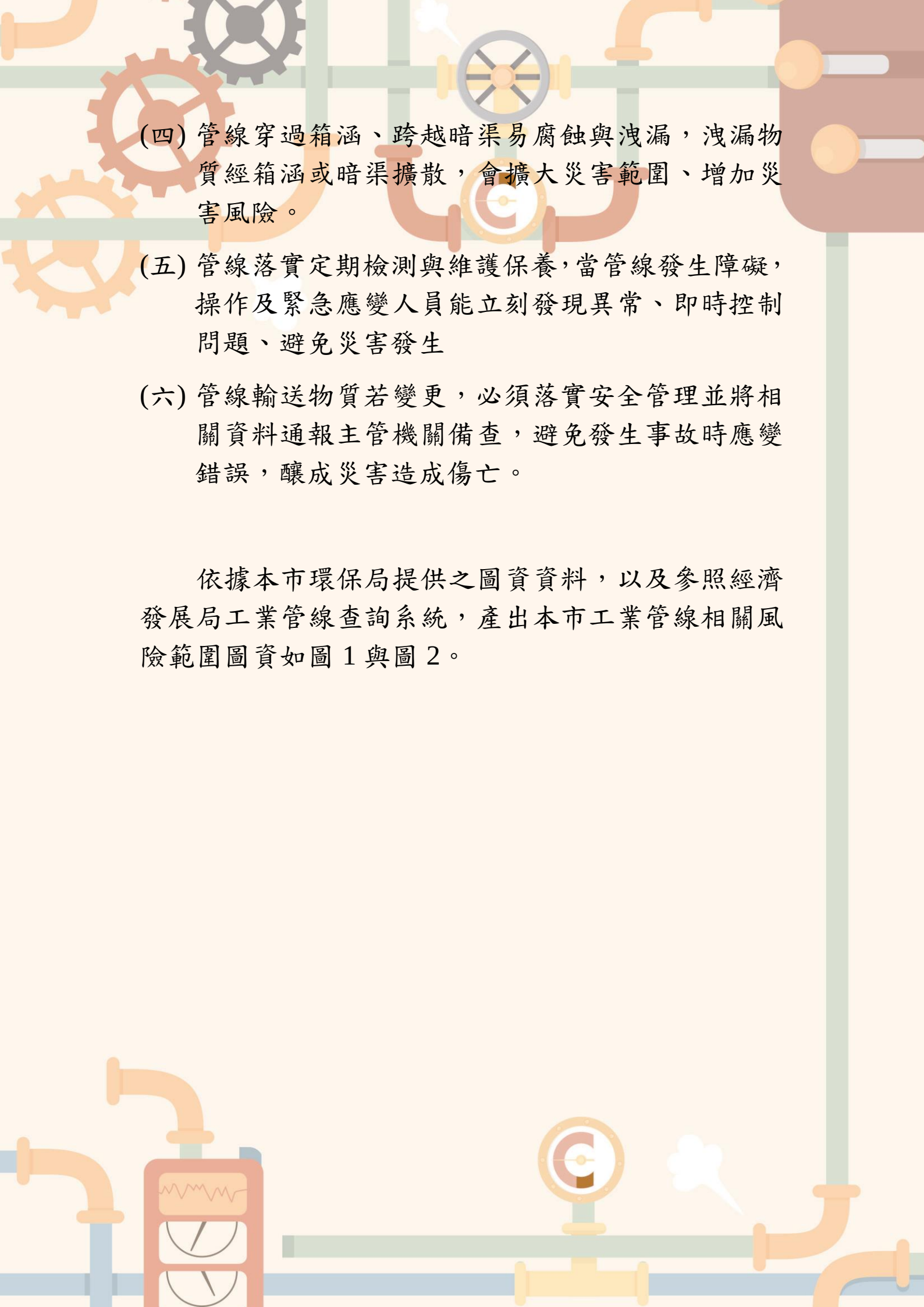
(三) 埋設管線、下水道或交通建設，在施工前未與管線業者聯繫、套繪、確認既有管線位置，直接施工可能影響既有管線，對周遭民眾生命財產安全有重大影響。

表 1 高雄地區地下管線管束路徑簡表

管束分組	管線路徑
管束一	● 高煉學專路→183 市道→183 乙市道→青年路二段→三多路→凱旋路→臺 17 線→鎮海路→興仁路→中油前鎮儲運所。
管束二	● 中油前鎮廠→興仁路→臺 17 線→中油林園廠。 ● 中油前鎮廠→新生路→漁港路→臺 17 線→中林路→沿海四路→臺 17 線→中油林園廠。 ● 中油大林廠→中林路→臺 17 線→中鋼路→大業北路→台機路→光和路→平和二路→東亞南路→亞大路→新生路→漁港南三路口。

管束三	● 中油前鎮廠→擴建路→臺 17 線→中油林園廠。
管束四	● 中油大林廠→沿海四路→南星路口轄區止→沿海公路→中油林園廠。
管束五	● 中油林園廠→工業一路→溪州一路→潮州寮排水幹道→潮寮路→長春大發廠。
管束六	● 永宏巷→鳳仁路→水管路→美庄路 17 巷→高屏大橋→瓦厝街→臺 21 線→萬大橋→潮寮路→建業路→華中路→石化一路→林園大排。
管束七	● 中油大林廠→中利路→中林路→東林路→北林路→博學路→營口路→高鳳路→過埤路→鳳頂路→國泰路一、二段→青年路、自由路口轄區→青年路二段→建國路二段→183 市道→學專路→中油高煉廠。
管束八	● 高煉學專路→183 市道→經建路→仁大工業區→興工路→永宏巷→183 市道→水管路→臺塑。 ● 高煉學專路→183 市道→鳳仁路 283 巷→臺塑。 ● 高煉廠→水管路→竹楠路→竹工二巷→和桐。

(資料來源：高雄市經濟發展局；104 年 6 月 9 日公告)



(四) 管線穿過箱涵、跨越暗渠易腐蝕與洩漏，洩漏物質經箱涵或暗渠擴散，會擴大災害範圍、增加災害風險。

(五) 管線落實定期檢測與維護保養，當管線發生障礙，操作及緊急應變人員能立刻發現異常、即時控制問題、避免災害發生

(六) 管線輸送物質若變更，必須落實安全管理並將相關資料通報主管機關備查，避免發生事故時應變錯誤，釀成災害造成傷亡。

依據本市環保局提供之圖資資料，以及參照經濟發展局工業管線查詢系統，產出本市工業管線相關風險範圍圖資如圖 1 與圖 2。

高雄市工業管線危害潛勢範圍圖(1/2)

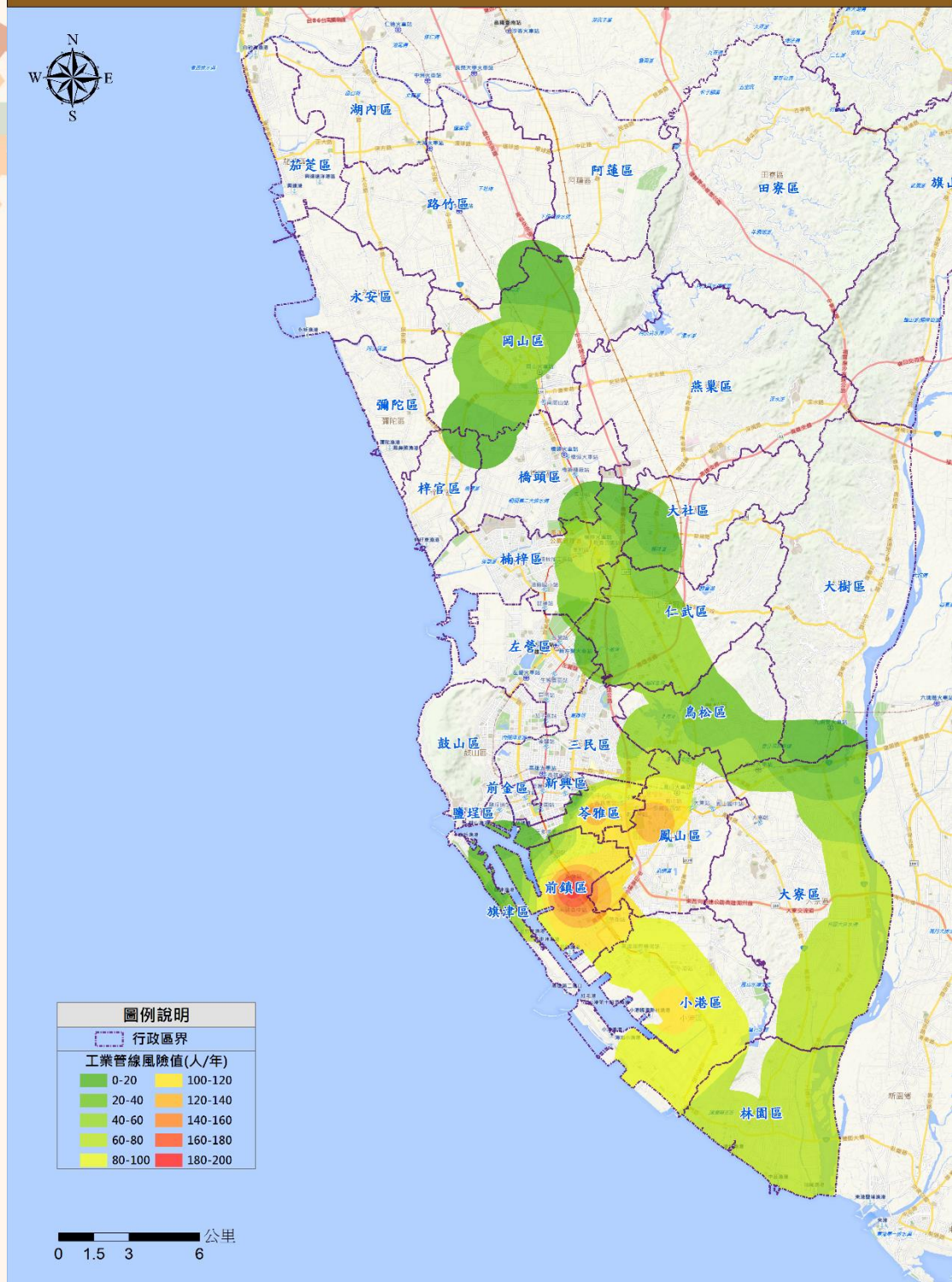


圖 1 高雄市地區工業管線潛勢範圍圖(低機率)
(圖資來源：高雄市政府環保局；104 年 10 月更新)

高雄市工業管線危害潛勢範圍圖(2/2)

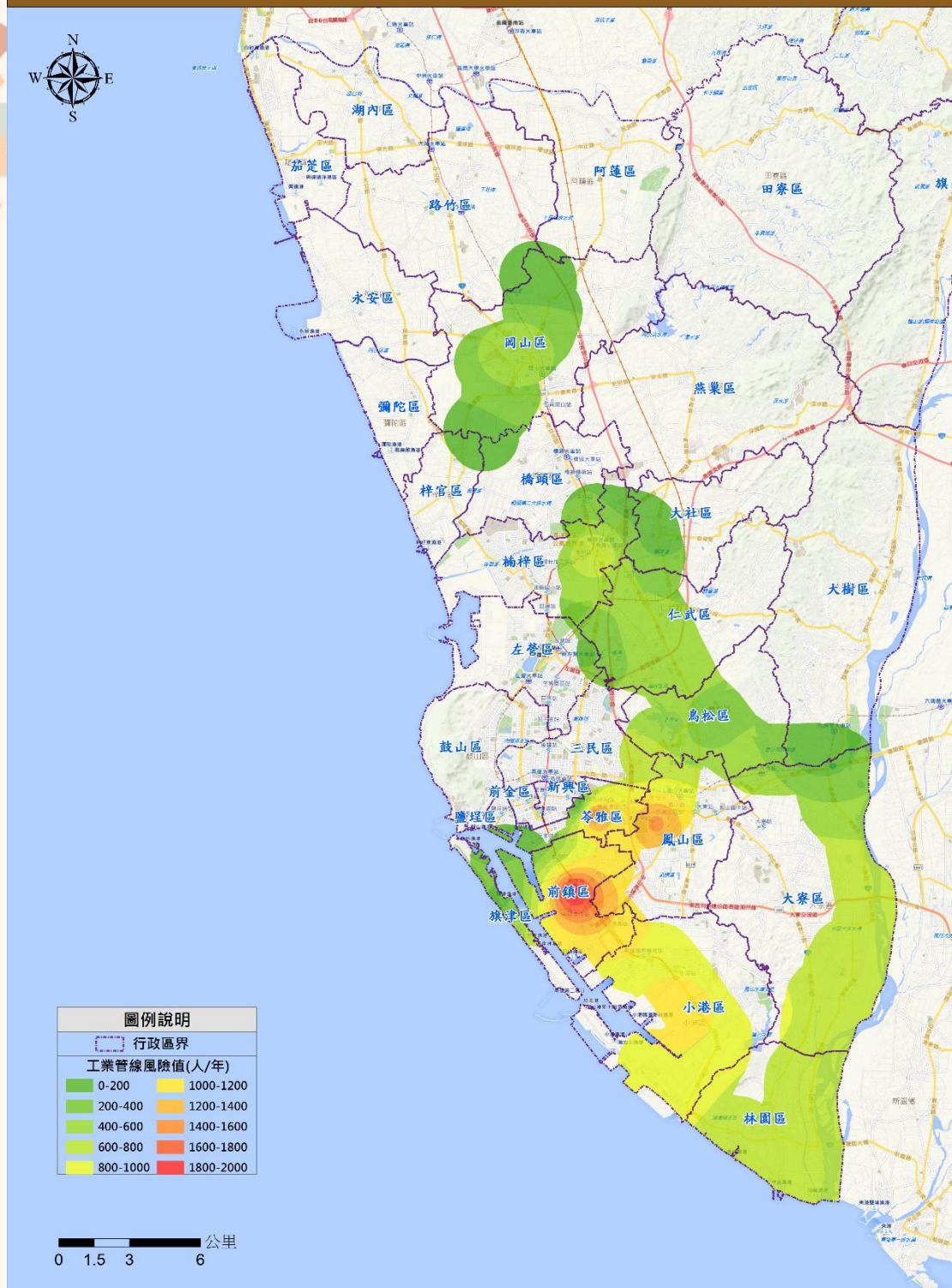


圖 2 高雄市地區工業管線潛勢範圍圖(高機率)

(圖資來源：高雄市政府環保局；104 年 10 月更新)



歷史災害

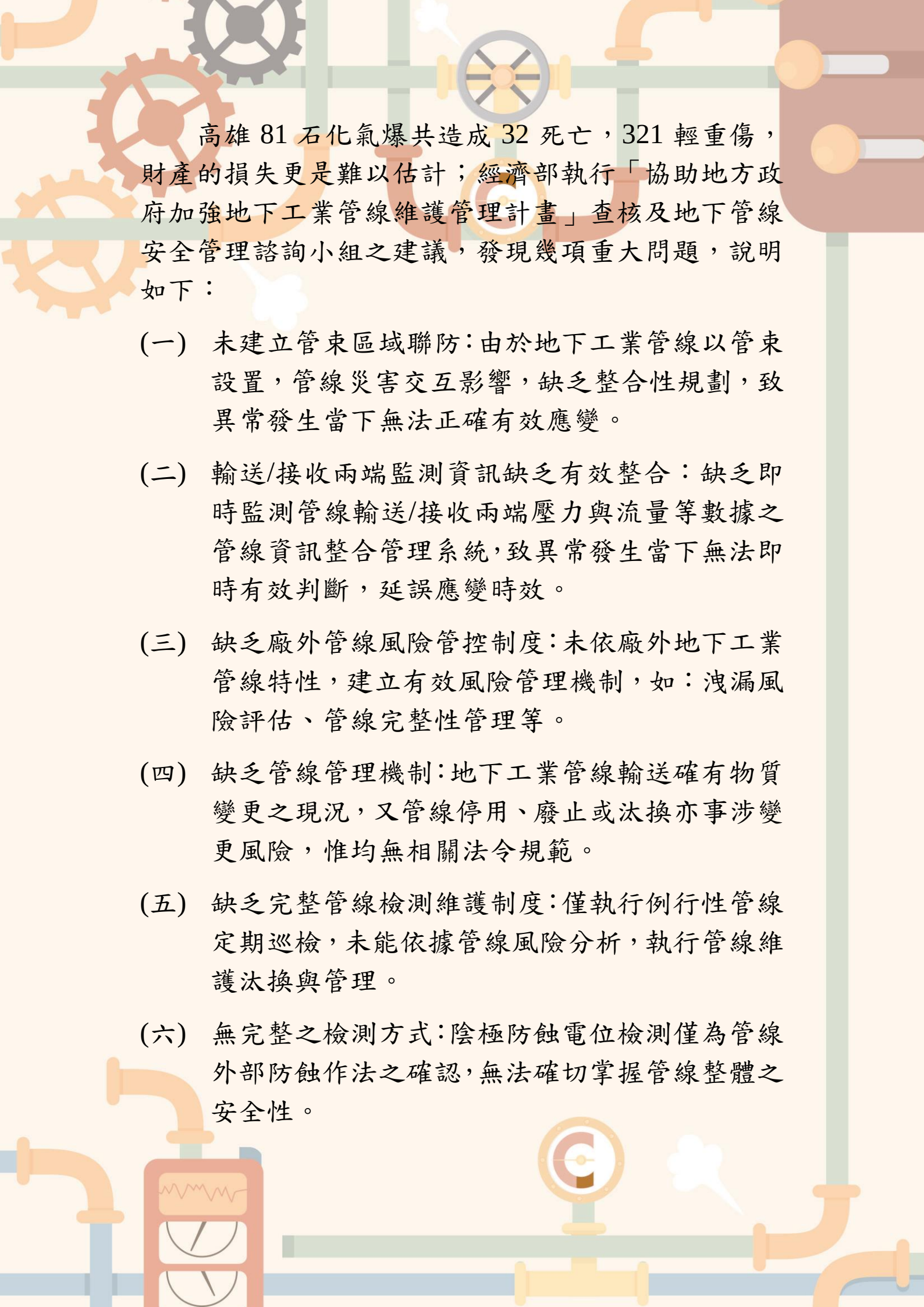
103 年 8 月 1 日高雄石化氣爆事件

民國 103 年 7 月 31 日，約在晚間 8 點，本市工業管線發生丙烯洩漏事故。第一時間，負責輸出端的華運倉儲實業股份有限公司，與接收端的李長榮化學工業股份有限公司大社廠，雙方皆未察覺管線異常洩漏，導致現場人員無法確認洩漏物質種類與管線位置，並且管線穿過箱涵，丙烯流往地下排水箱涵，在凌晨開始一連串爆炸，於三多、凱旋、一心路一帶，這六公里的範圍內，滿目瘡痍、損傷慘重。



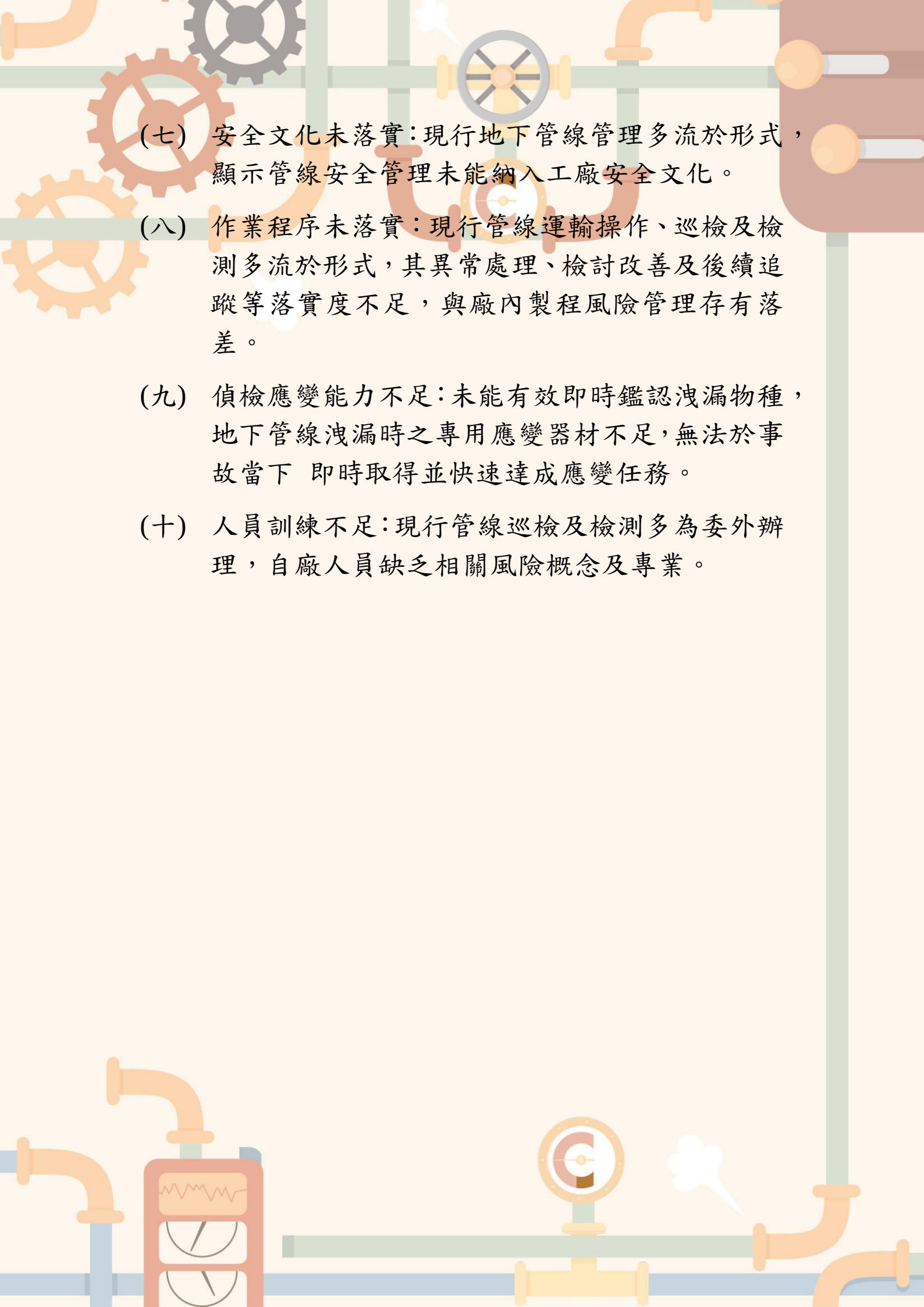
圖 3 高雄市 81 氣爆資訊地圖

(圖資來源：高雄氣爆資訊網；104 年 8 月 3 日更新)



高雄 81 石化氣爆共造成 32 死亡，321 輕重傷，財產的損失更是難以估計；經濟部執行「協助地方政府加強地下工業管線維護管理計畫」查核及地下管線安全管理諮詢小組之建議，發現幾項重大問題，說明如下：

- (一) 未建立管束區域聯防：由於地下工業管線以管束設置，管線災害交互影響，缺乏整合性規劃，致異常發生當下無法正確有效應變。
- (二) 輸送/接收兩端監測資訊缺乏有效整合：缺乏即時監測管線輸送/接收兩端壓力與流量等數據之管線資訊整合管理系統，致異常發生當下無法即時有效判斷，延誤應變時效。
- (三) 缺乏廠外管線風險管控制度：未依廠外地下工業管線特性，建立有效風險管理機制，如：洩漏風險評估、管線完整性管理等。
- (四) 缺乏管線管理機制：地下工業管線輸送確有物質變更之現況，又管線停用、廢止或汰換亦事涉變更風險，惟均無相關法令規範。
- (五) 缺乏完整管線檢測維護制度：僅執行例行性管線定期巡檢，未能依據管線風險分析，執行管線維護汰換與管理。
- (六) 無完整之檢測方式：陰極防蝕電位檢測僅為管線外部防蝕作法之確認，無法確切掌握管線整體之安全性。



(七) 安全文化未落實：現行地下管線管理多流於形式，顯示管線安全管理未能納入工廠安全文化。

(八) 作業程序未落實：現行管線運輸操作、巡檢及檢測多流於形式，其異常處理、檢討改善及後續追蹤等落實度不足，與廠內製程風險管理存有落差。

(九) 偵檢應變能力不足：未能有效即時鑑認洩漏物種，地下管線洩漏時之專用應變器材不足，無法於事故當下即時取得並快速達成應變任務。

(十) 人員訓練不足：現行管線巡檢及檢測多為委外辦理，自廠人員缺乏相關風險概念及專業。

氣爆前後比對圖

(圖片來源:聯合報)



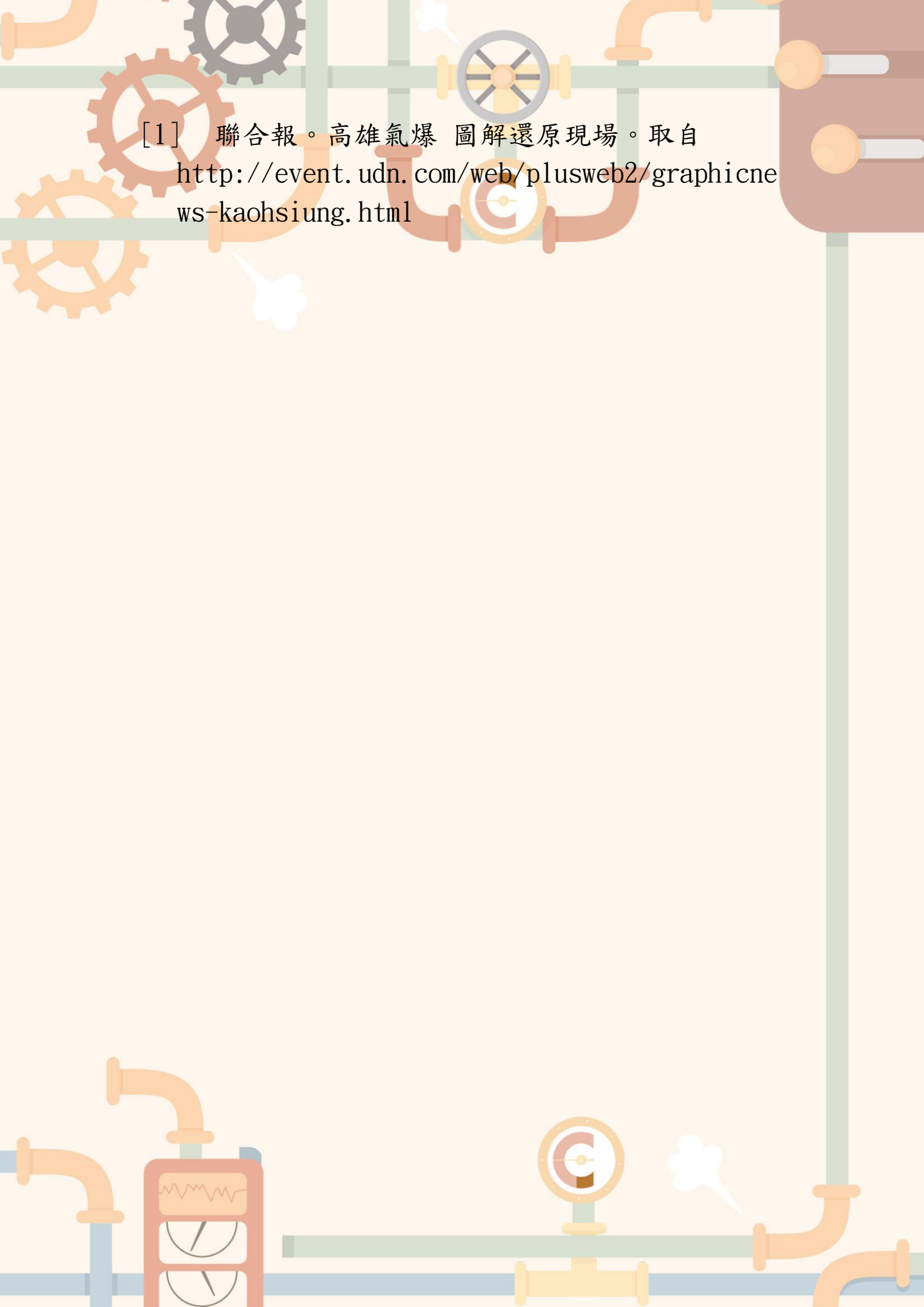
圖 1 一心一路與凱旋路口



圖 2 凱旋三路與二聖路口



參考文獻



[1] 聯合報。高雄氣爆 圖解還原現場。取自
<http://event.udn.com/web/plusweb2/graphicnews-kaohsiung.html>