

第二十三章

搶救瓦斯災害安全指導原則

指導原則預計達成目標

本指導原則內容屬消防人員教育訓練教材性質，目的在於提供各級消防機關指導消防人員注意救災安全之用。

本指導原則主要提供學習者瞭解液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, L.P.G.)或天然氣(Natural Gas, N.G.)形態與盛裝容器，其搶救因應作為有何不同，及消防人員面臨瓦斯(以下所稱「瓦斯」為液化石油氣或天然氣)災害時，該如何避免爆炸發生及注意自身安全。

所有搶救行動，應衡酌搶救目的與救災風險後，採取適當之搶救作為；如確認無人命需救援、疏散或受災民眾已無生還可能，得不執行危險性救災行動。

指導原則摘要

- 一、前言
- 二、災害特性
- 三、災害歷史案例
- 四、安全注意事項
- 五、結語

指導原則本文

一、前言

近年來國內各類型的瓦斯災害事故層出不窮，如瓦斯槽車洩漏起火、灌裝不慎爆炸、火災搶救中瓦斯不明原因洩漏氣爆及瓦斯自殺案件等等，只要搶救過程稍有不慎，擔任第一線救災工作之消防人員即有可能陷入傷亡的危險，透過以往案例分析，發現可能造成消防人員傷亡的主要原因有以下幾點，如警戒區域管制作業未落實、現場未做好風向和爆炸界限濃度偵測作業、初期搶救作業之消防人員、車輛、

裝備及水線防護不足、未能立即做瓦斯遮斷作業和斷電措施、災害初期救災救護指揮中心值勤員對案情了解及現場所需消防力的評估不足等，尤其液化石油氣（L.P.G.）儲槽、槽車事故時有可能引起蒸氣爆炸（B.L.E.V.E.現象）造成重大傷亡，因此消防單位提升瓦斯災害事故的應變能力有助於避免二次災害，減少災害損失及人員傷亡，進而提高消防人員救災安全。

因此希望能藉由本章節，針對以往災例分析瓦斯災害引起消防人員主要傷亡的原因，檢討國內消防單位在處理此類型災害時的應變能力，從而歸納出搶救瓦斯災害之安全注意事項，提供全國消防機關在搶救瓦斯災害時之安全參考，以提升消防單位對於處理瓦斯災害的應變能力，從而降低消防同仁救災時的危險性。

本指導原則無法涵蓋之特殊情況（非正常環境）下，現場人員應發揮其專業判斷，綜整人、事、時、地、物之整體情況，作最適時適切之處置。

二、災害特性

臺灣目前主要供應的瓦斯種類，依其形態之不同分為兩種，一種為液化石油氣（L.P.G.），俗稱桶裝瓦斯，係由原油分餾而來；另一種為天然氣（N.G.），係由鑽探深井開採出來的一種天然資源，一般為使天然氣易於運輸、儲存，而將天然氣先經淨化處理，再經一連串超低溫（攝氏零下 162 度）予以液化，形成液化天然氣（L.N.G.），後於管線內以氣態運送至家戶使用。天然氣與液化石油氣本身均具有無色、無味（家庭用瓦斯會添加臭劑、部分工業用瓦斯則未添加）、無毒、易燃、易爆之特性。另就前述兩種瓦斯之重要特性說明如下：

（一）液化石油氣（L.P.G.）：

- 1、液化石油氣的主要成份包括有，丙烷、丁烷等氣體，比重約為 1.820，比空氣重，一旦洩漏時會向下方、低窪處沉積，不易飄散，遇到火源極易引發燃燒、爆炸。
- 2、液化石油氣與空氣混合的濃度大約達到 1.95% 至 9% 時，遇到火源即會燃燒、爆炸。

（二）天然氣（N.G.）：

1、天然氣其主要成份為甲烷，並含有少量之乙烷、丙烷、丁烷等碳氫化合物及少量之不燃性氣體，其比重約在0.58~0.79 之間，亦即是天然氣較同體積之空氣為輕，一旦洩漏時會往上飄散。

2、空氣中之天然氣含量大約達到4%至16%之間，遇到火源即會引起燃燒或爆炸。

液化石油氣 (L.P.G.) 與天然氣 (N.G.) 之差異		
瓦斯種類	液化石油氣 (L.P.G.)	天然氣 (N.G.)
來源	原油煉製過程之副產品。	將天然氣冷凍液化後縮小體積，以供船運方式運送。
狀態	常溫、高壓、液態 (-20°C 下壓力 $4\sim 6\text{kg}/\text{cm}^2$)。	超低溫 (-162°C)、常壓、液態。
成份	● 丙烷 (C_3H_8) 及丁烷 (C_4H_{10}) 混合氣。	● 以甲烷 (CH_4) 為主。
處理過程	高壓槽儲存→冷凍儲存→冷凍船運→冷凍槽儲存→加壓加熱→槽車運送→桶裝→客戶端	冷凍液化→冷凍船運→冷凍槽儲存→氣化→管輸→客戶端。
理化性	●無色、無味、無毒、易燃、易爆。 ●爆炸界限： 1.95%至 9% ●比重：約為 1.820 ●蒸氣密度： 1.5 至 2.0 ●自燃溫度： 405~549℃ ●溶解度： 不溶於水	●無色、無味、無毒、易燃、易爆。 ●爆炸界限： 4%至 16% ●比重：約為 0.58~0.79 ●蒸氣密度： 0.72 ●自燃溫度： 482~670℃ ●溶解度： 3.3ml/100ml (水)

警戒與疏散原則	●隔離洩漏或外洩區域周圍至少 100 公尺區域作為立即預防警戒措施。 ●大量洩漏時距下風處至少 800 公尺作為初期疏散範圍考量。 ●如果儲槽、鐵路/公路槽車已陷於火場時，其周圍 1,600 公尺之區域應進行隔離及疏散。
---------	--

三、災害歷史案例

(一) 案例一

- 1、發生時間：86年9月13日。
- 2、發生地點：○○市○○區○○路與○○路口（○○橋南側附近）。
- 3、現場概況：

中油公司在○○市○○區○○路與○○路口（○○橋南側附近）進行液化石油氣管線遷移工程，因施工人為疏失造成管線內殘存之瓦斯外洩發生氣爆，並引起鄰近建築物火災。據中油公司委託石化公會估算，總計燃燒達12小時以上之殘留管線中的液化石油氣數量，推估應高達1,817公秉。
- 4、人員傷亡情形：消防人員2人、義消人員1人、民眾11人死亡；民眾11人受傷。
- 5、案例檢討：
 - (1) 接近現場需先偵測氣體濃度並劃定警戒區域。
 - (2) 注意液化石油氣洩漏蓄積，擴散至遠處後遇火源引燃爆炸。

(二) 案例二

- 1、發生時間：87年2月27日。
- 2、發生地點：○○縣○○鄉○○路1段○號液化石油氣供應處。
- 3、現場概況：

廠房內主要設施為儲槽區、液化石油氣槽車灌裝、液化石油氣瓶裝灌裝場、辦公大樓等區域，廠房佔地約3,700平方公尺。因加氣管線尚未拆卸，經強力拉扯斷裂，造成瓦斯大量

外洩，而當時灌裝車車尾處又朝向瓦斯洩漏之管線處，而引起燃燒爆炸。其原因為灌裝管線拉斷造成洩漏，遇火星引爆。

4、人員傷亡情形：消防人員2人、義消人員1人、民眾1人死亡；消防人員8人、義消人員2人、民眾26人受傷。

5、案例檢討：

(1) 瓦斯儲槽或槽車洩漏起火燃燒，可能造成槽體破裂爆炸，內含瓦斯存量甚多，其爆炸威力及影響範圍十分廣大，應謹慎應對。車輛及人員部署宜保持較遠距離，儘量使用固定式砲塔射水降溫。

(2) 可於槽車45度角位置部署車輛及人員較為安全。

(三) 案例三

1、發生時間：88年12月7日。

2、發生地點：○○市○○○路○○巷○號地下室。

3、現場概況：

消防人員到達現場並無明顯的火勢，所以當消防人員進入地下室準備進行殘火處理時，突然發生瓦斯氣爆，消防人員因突如其來的氣爆，閃躲不及，結果造成消防人員15人輕重傷，立即被送往醫院急救。

4、人員傷亡情形：消防人員15人受傷。

5、案例檢討：

(1) 火災現場儘可能尋找關係人瞭解起火燃燒物。

(2) 若發現為瓦斯外洩引起火災，勿貿然滅火。可採周界防護讓其燃燒殆盡；或滅火後持續以水霧射水防護同時嘗試關閉瓦斯開關。

(3) 地下室液化石油氣洩漏火災，因比重比空氣重會蓄積於地下室，尤須注意水霧防護及現場火源管理。

(四) 案例四

1、發生時間：94年2月22日。

2、發生地點：○○市○○區○○○路3段○號。

3、現場概況：

救護人員初抵現場後室內無人回應，惟據報案人描述屋內確有1名女性市民疑因感情因素欲開瓦斯自殺，因大門深鎖後續增派消防車前往支援，消防車到達現場後屋內傳出重物拖拉以及疑似瓦斯洩漏之聲響，隨後報案人抵達現場經報案人確認屋內該名女子意圖開瓦斯自殺，帶隊官立即指示部署水線防護；另一面指示救護人員用撬棒撬開第一道鐵門；水線進入後於逐一搜索房間至屋主臥室時，屋主見狀隨即點燃打火機引起氣爆，造成消防人員受傷。

4、人員傷亡情形：消防人員3人，民眾1人受傷。

5、案例檢討：

- (1) 先行偵測氣體濃度並劃定警戒區域。
- (2) 應穿戴完整個人防護裝備，並嘗試安撫自殺者情緒。
- (3) 儘量利用牆等堅固掩體作掩護以保護本身安全。
- (4) 救護人員應於警戒區外待命，不可執行第一線破門及入室搜索任務。

(五) 案例五

1、發生時間：106年6月16日。

2、發生地點：○○市○○路○段○號

3、現場概況：○○分隊

於106年6月16日○時○分接獲救災救護指揮中心派遣前往處置排水溝火警，排水溝地下管線氣體外洩火警，管線內存有甲烷氣體。○○分隊人車到場後，現場火勢已由民眾使用滅火器撲滅，現場人員立即部署水線警戒防護，並由○隊員手持四用氣體偵測器靠近水溝量測現場可燃氣體濃度及查看排水溝內狀況，該員因現場已無明火，遂卸除空氣呼吸器及面罩，惟現場可燃氣體突然引燃，導致臉部、雙手灼傷，經由91車救護人員沖洗灼傷部位後，即送往○○醫院急診治療，診斷為臉部一度、雙手二度燒燙傷。

4、人員傷亡情形：消防人員1人受傷。

5、案例檢討：

- (1) 消防人員平日應檢視個人防護裝備，於救災現場應確實著裝，以確保自身安全。
- (2) 各級帶隊官或安全官應檢查進入救災現場同仁防護裝備是否確實穿戴齊全且符合規定，並注意消防人員身體狀況，以避免造成傷害。
- (3) 在火災現場力求積極救災與救災安全之平衡，救災現場危險因子眾多，需隨時觀察四周環境變化，不得鬆懈注意力，以避免發生意外。
- (4) 應先使用五用氣體偵測器確認排水溝狀況、深入查看人員應配戴完整空氣呼吸器及面罩、或加強通風稀釋吹散排水溝所積存之不明氣體等。

四、安全注意事項

(一) 通則

1、車輛部署應保持安全距離

消防車輛應部署於危險區域的上風及側風處，避免停放於可能成為外洩瓦斯滯留、流經道路之下水道、人孔蓋及覆工板（鋪蓋於工地地面之覆蓋板）的附近。

2、確認瓦斯種類

消防人員接獲派遣指令到達現場後，需先了解現場為何種瓦斯外洩，到達現場可經由詢問大樓管理員或觀察大樓外有無天然瓦斯管線來研判可能外洩的瓦斯種類，千萬不可因沒聞到瓦斯味道而掉以輕心；以液化石油氣而言，洩漏時自地面開始堆積，在密閉空間中，雖未積至人鼻高度，但濃度可能足以致災。

3、使用氣體偵測器

人鼻會有嗅覺疲勞現象，以及工業用瓦斯可能沒有添加臭劑，故處理瓦斯外洩勤務應使用氣體偵測器。使用氣體偵測器監測現場可燃性氣體濃度時，應區分為液化石油氣或天然氣（比重不同），分別注意天花板上方夾層空間、易蓄積氣

體之獨立空間，如儲藏室或房間、水溝涵管等處所。於洩漏源附近測得可燃性氣體時，立即回報指揮中心：「以五用氣體偵測器於距離洩漏源幾公尺處測得濃度為爆炸下限○%」，若無法確認洩漏源位置，則回報所測得最高之濃度，例如：「目前仍未確認洩漏源位置，測得最高濃度為爆炸下限○%」。

4、釐清洩漏範圍

到達現場最好先至周圍觀察，了解洩漏的範圍，千萬不可一到現場便衝進外洩區域，如此一旦發生災害所有人員均置身危險區內，外圍反而無人掌控。

5、劃定警戒區域與人員疏散時機

警戒初期指揮官可視現場環境、建築物與災情狀況，參考氣體偵測器偵測結果，劃定警戒區域與人員疏散範圍，原則以達爆炸下限之10%為警戒區域劃設範圍、達25%應儘速撤離疏散範圍。瓦斯災害需考量是否有洩漏源，現場濃度有無持續增加之可能，作為判斷疏散時機之參考。

6、高濃度區域檢測

於高濃度瓦斯區域進行檢測時，必須穿戴消防衣帽鞋、手套及空氣呼吸器，依情形接受掩護射水後再進行檢測。

7、擬定搶救策略

不同的瓦斯特性有著不同的搶救策略，例如桶裝液化石油氣，要先判斷哪一桶漏洩後予以處理；天然氣大多為管線輸送則需自源頭將之關閉。

8、掩體掩護確保安全

為防瓦斯爆炸之可能性，射水搶救時利用牆等堅固掩體作掩護以保護自身安全，避免瓦斯爆炸造成人員傷亡。

9、防止二次災害發生

為防止引火爆炸等二次災害發生，警戒區域內禁止使用會產生火花之裝備器材，照明器具需具有防爆功能。

10、小規模外洩亦不可輕忽

處理瓦斯漏氣事故最忌輕忽，若確認僅為小規模瓦斯外洩，入室後應先關閉瓦斯開關閥，再小心將室內門、窗開啟，

使其自然通風，防止瓦斯聚集，並嚴禁使用電氣開關（包含開及關，故當現場已經有電器設備運轉，勿匆忙將之關閉，因為開關之間均會產生火花）。

11、瓦斯儲槽或槽車洩漏災害

瓦斯儲槽或槽車洩漏起火燃燒，可能造成槽體破裂爆炸，內含瓦斯存量甚多，其爆炸威力及影響範圍十分廣大，應謹慎應對。車輛及人員部署宜保持較遠距離，儘量使用固定式砲塔射水降溫（如圖），並可於槽車 45 度角位置部署車輛及人員較為安全。



圖示：固定式砲塔射水降溫

12、使用熱顯像儀監控槽內液位、溫度變化及檢查是否有未發現之洩漏點。

（二）液化石油氣（桶裝瓦斯）火災搶救注意事項

1、預先部署水線

火勢已於屋內燃燒，除應瞭解桶裝瓦斯存放之數量外，實施破門進入前，事先部署水線防護，以防氣爆造成意外。

2、高熱桶裝瓦斯水霧冷卻

桶裝瓦斯受燒後不要以高壓水柱衝擊，應以水霧射水降溫。

3、火勢有擴大可能之處置

若火勢有擴大之可能時，應搬離未受燒之桶裝瓦斯及鄰近可燃物，同時實施起火處所之滅火，滅火時應避開受燒桶裝瓦斯之開關閥，並持續以水霧射水降溫；消防人員應採取適當之防護措施，以防氣爆發生造成危險。

4、未受燒桶裝瓦斯射水冷卻防護

若現場儲存大量桶裝瓦斯無法立即搬離時，為防高溫燃燒而產生爆炸，應加強對未波及之桶裝瓦斯以水霧射水冷卻防護，必要時以化學（乾粉或泡沫）消防車實施滅火，惟應注意車輛之停放應與現場保持適當之安全距離。

5、使用固定式射水砲塔

為防止爆炸產生危害，可架設固定式射水砲塔於現場射水降溫，並將人員撤離至安全處。

6、開關閥無法關閉時應持續水霧射水

火勢撲滅後，若桶裝瓦斯開關閥無法關閉時為防意外，應持續以水霧射水冷卻鋼瓶。

7、注意液化石油氣洩漏蓄積

因液化石油氣比重較空氣重（天然瓦斯比重較空氣輕），不易擴散而聚集於地表處，若火勢撲滅後為防蓄積，應採適當之通風措施，以免遇火源後再度引燃產生爆炸。

（三）天然氣（管線瓦斯）火災搶救注意事項：

1、瓦斯公司配合處理

瓦斯火災燃燒迅速，易造成延燒，如為天然氣管線燃燒，無法得知總開關位置時，應立即通知瓦斯公司人員前來配合處理，並將天然氣管線之緊急遮斷閥關閉。

2、關閉天然氣開關

室外天然氣管線火災首應加強周邊建築物之防護，以免遭波及延燒，關掉天然氣開關，讓剩餘天然氣燒盡，並勿以高壓水柱衝擊管線，同時保持距離，避免高溫輻射熱造成灼傷。

3、不可破壞天然氣管線

搶救天然氣管線火災時，不可輕意破壞管線以防氣爆發生，並注意管線通過之路徑是否有開口處，防範火焰衝出。

4、依漏氣情形關閉閥類開關

如現場為家戶型瓦斯漏氣，則先關閉用戶管前開關閥或是瓦斯支管開關閥；若為區域型瓦斯漏氣，則需請瓦斯公司依其供給管線進行緊急遮斷作業，並配合現場警戒管制。

五、結語

基於上述討論，為避免二次災害（爆炸）發生，尤應注意下列事項：

- （一）現場應隨時監測瓦斯濃度是否持續升高接近爆炸界限。
- （二）落實警戒區域管制作業，同時嚴禁火源。
- （三）妥善運用水霧射水，將容器降溫或稀釋瓦斯濃度。
- （四）即早執行瓦斯遮斷作業並阻絕附近點火源。

參考文獻

1. 日本總務省消防廳，搶救安全管理手冊。
2. 內政部消防署案例教育教材。
3. 消防法第 20 條之 1。
4. 內政部消防署，危險性救災行動認定標準。