

國 立 交 通 大 學

工 學 院 產 業 安 全 與 防 災 學 程

碩 士 論 文

家 用 液 化 石 油 氣 分 裝 場 設 施

防 火 防 爆 暨 應 變 指 揮 體 系 之

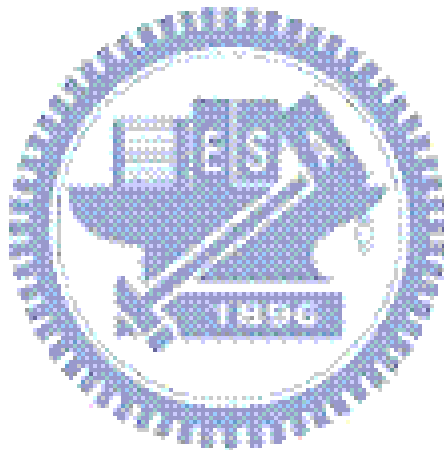
研 究

Fire/explosion proof and emergency command system of domestic
expenses LPG packaging plants

研 究 生：李 昆 峰

指 導 教 授：陳 春 盛 教 授

中華民國九十六年六月

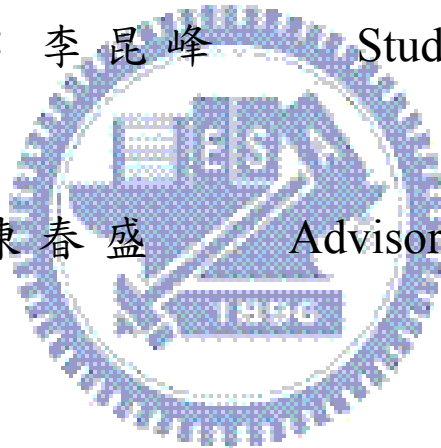


家用液化石油氣分裝場設施
防火防爆暨應變指揮體系之
研究

Fire/explosion proof and emergency command system of domestic
expenses LPG packaging plants

研 究 生：李 昆 峰 Student : Kun-Fong
Lee

指 導 教 授：陳 春 盛 Advisor : Chun-Sung
Chen



國 立 交 通 大 學
工 學 院 產 業 安 全 與 防 災 學 程

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master of Science

In

Industrial Safety and Risk Management
June 2007
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月




家用液化石油氣分裝場設施防火防爆暨應
變指揮體系之研究

學生：李昆峰

指導教授：陳春盛

國立交通大學工學院產業安全與防災學程
碩士班

摘要



台灣地區土地高度開發利用結果，迫使一般工廠及住家、商店甚至學校逐漸鄰近家用液化石油氣(Liquid Petroleum Gas;LPG)分裝場而設。對此易燃易爆之氣體燃料的灌裝、儲存、運輸與使用，潛存著相當危險顧慮。國內工安史上數起重大燃爆實例，如1990年8月4日台北縣樹林鎮官成實業公司LPG灌裝廠LPG因故大量外洩引燃，波及槽車燒毀導致 B.L.E.V.E. 爆炸案造成 1 死14傷及鄰近 142 家廠房損壞，1998年2月27日高雄縣林園鄉北誼興業公司林園廠槽車 B.L.E.V.E. 爆炸案亦造成 4 死43傷慘劇，以及2000年5月13日桃園縣蘆竹鄉德基泰實業公司儲槽外洩引燃造成 1 死 4 傷的不幸事件等均造成空前損失。使得分裝場之災害防救工作更加受到社會各界關注。故如何作好LPG設施防火防爆以保障大眾安全，以及如何強化燃爆防救體系及效率，成為當

前業者與政府必須嚴正面對之首要課題。在國內有關分裝場設施的安全管理權責，分別由內政部消防署暨營建署和行政院勞工委員會等機關各司其職。平時主要由各縣市消防隊及各勞動檢查機構負責執行LPG設施防火防爆的安全檢查、宣導、輔導工作；而當真發生燃爆時業者往往無力自救，外部參與救援的單位多寡則視災情大小而有不同，主要係由當地警察、消防隊、醫療院所、台電公司之區營業處及民間救難協會等。但也由於參與救災的單位及權責機關多而頻添更多複雜難解的問題，使得災害防救成

本研究之主要目的，在於藉由國內數起分裝場燃爆案例資料與國內有關災害防救、消防、勞工安全及CNS等法規、標準的限定，設計LPG灌裝、儲存等相關設施及作業的檢核項目資料庫，並以進行現況調查的研究方式，進而瞭解國內有關分裝場設施防火、防爆與緊急應變之安全管理現況，且參考美國緊急事故指揮體系（ Incident Command System ICS ）相關技術，比較國內現行救災指揮體系特性，建構適用於我國分裝場洩漏、燃爆應變指揮體系。此外，針對所建立的LPG設施安全檢核項目資料庫作一適用性的評估分析。

最後，彙整LPG設施安全檢核項目資料相關統計數據並諮詢業者及LPG設施之設計先進意見，對國內分裝場設施防火、防爆暨災害管理提出改進建議，希冀能確實研擬出分裝場燃爆緊急應變計畫，及強化與落實LPG灌裝、儲存及卸收之本質安全設計觀念與操作，隔離分裝場內所潛存之危害因子，降低風險與維護公共安全。

關鍵詞：LPG設施安全、問卷、現況調查、檢核項目資料庫、應變指揮體系

Fire/explosion proof and emergency command system of domestic expenses LPG packaging plants

Student : Kun-Fong Lee Advisor : Dr. Chun-Sung Chen

Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Liquid Petroleum Gas (LPG) is an important energy source for daily life. Given the high population density of Taiwan, industrial areas, residential districts, business sections and even schools are forced to locate near domestic expenses LPG packaging plants (DELPGPPs). Therefore, the safety of the packaging, storage, transportation and usage of the combustibility gaseous fuel of LPG is very important. On August 4, 1990, in Shu-Lin, Taipei County, the DELPGPP of Kweng-Cheng Industrial Company leaked out a large quantity of LPG and caused a fire resulting in the BLEVE explosion of a LPG tank vehicle, killing one person, injuring fourteen and damaging the neighboring 142 factories. On 27 February 1998, the BLEVE explosion of an LPG tank vehicle at the Linyaun plant of Bei-Yi industrial company in Linyaun, Kaohsiung County killed four people and injured 43. Moreover, on 13 May 2000, at Chi-Tai industrial company in Luju, Taoyuan County, a LPG storage tank leaked out LPG and generated a blaze killing one person and injuring four. These explosion accidents all happened at DELPGPPs, and all were major failures in Taiwan's industrial safety. Hence, the prevention and rescue of DELPGPPs has become a crucial public issue. Therefore, both the governor and proprietors of DELPGPPs should maximize public safety by ensure that DELPGPPs can resist fire and explosion, and strengthen the efficiency of the rescuing system, as the most significant concerns.

In Taiwan, the safety management of DELPGPPs is under the auspices of relevant administrative agencies, including the National Fire Agency, **Construction and Planning**

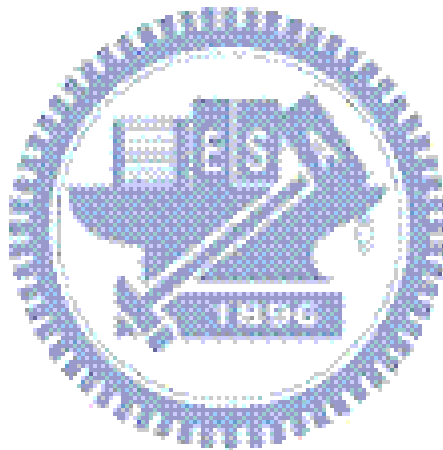
Agency of the Ministry of the Interior and Executive Yuan and Council of Labor Affairs (CLA). The fire agencies of local governors manage the safety inspection, information dissemination, and the labor inspection offices of CLA are responsible for safety inspection, education and guidance of DELPGPPs. However, most DELPGPPs cannot be saved once disasters happen. The exterior rescuing organizations in cases of disaster include local police offices, fire brigades, medical organizations, branch offices of Taiwan Power Company and civil rescue groups, depending on the disaster conditions. Therefore, rescuing becomes complex because these rescuing organizations are subordinated to different authorized agencies, thus lowering the efficiency of disaster rescue.

This investigation designs a verification item database of the operations of LPG filling, packaging and storage by investigating the nationwide DELPGPP accidents and the regulations of disaster rescue, fire fighting and laborer safety. This study examines existing measures against fire and explosion, and emergency response of LPG packaging facilities through questionnaires, compares the relevant Incident Command System (ICS) methods in the United States with the current disaster rescuing command systems in Taiwan, and constructs a local incident rescuing command framework for managing leaking, fire, explosion at <http://datas.ncl.edu.tw/cgi-bin/theabs/1/flyweb.cgi?p=36442&i=142937&t=475&o=i%A8a%AE%60%B2%7B%B3%F5.kwc - 1disaster scene> of DELPGPPs. The feasibility of the constructed check item database is also examined with practical operations in LPG packaging facilities.

Finally, after gathering the relevant statistics of the check items and consulting the proprietors and designer/manufacturers of domestic expenses LPG packaging facilities, recommendations are proposed for enhancing safety management of measures against fire and explosion in DELPGPPs. This investigation attempts to draft the emergency response plan for DELPGPP operations, ascertain the safety concept of LPG filling and storage,


minimize the potential dangers of DELPGPPs and guarantee the safety of the operating laborers safety as well as the public security outside DELPGPPs.

Keywords: Safety of domestic expenses liquid petroleum gas packet facilities, questionnaire, situational investigation, check item database, emergency incident command system.



誌謝

既要言謝，首論交大有此遠見能提供職場上有心精進產業安全與防災課題者，得以進修學習的機會。雖說分裝場設施防火、防爆暨安全管理檢查，是學生長久以來從事公職所職掌的主要業務之部份，故對燃氣供應產業之特性與危害本應有相當瞭解與心得，防災救援對策也並不陌生。惟實際對於本研究歷時年餘之深入及用心進行現況調查，及其後之資料彙整分析與撰文，真實難以言盡個中辛勤。而今，總算苦盡甘來，得以喜笑顏開，回憶過程不免自覺甜美，收穫頗豐。想必，因此之後更能學以致用，而倍感慶幸。



本論文係實際經由文獻探討與現況調查分析研究結果，於第二章之內容除透過相關文獻探討分析各國LPG設施場所燃爆防救作為外，並充分說明各國對於電氣防爆構造選用標準及比較防救作為於我國之適用性。再於第三章整理敘述LPG之危害特性與燃爆原理、種類等，並經由蒐集、分析國內LPG分裝場燃爆案例以充分瞭解實際災情與應變發展，並掌握真實肇因。且根據前述第二、三章探討分析結果，針對關鍵危害因子並融合國內相關法規標準，製作查核表實際訪查45家LPG分裝場，於第四章就查核統計分析結果，歸納比較整理後瞭解設施防火防爆暨應變指揮體系現況，據以提出對LPG設施防火、防爆暨應變措施應行改善事項及建議對策說明，便於提供政府相關部門及業者參考，作為強化減災、整備階段之設計、規畫、管理、檢查等事項，望能藉此提高業者危害辨識能力及防災意識，避免輕忽潛在危機並採取有效防災措施。另

於第五章再進一步就LPG設施燃爆預防對策，詳細提出相關安全管理法規及標準、製程安全評估分析、製程本質較安全設計、LPG設備維護及安全管理、消防安全設備防護、靜電安全管理及雷擊預防等事項說明，提供業者更清楚瞭解如何完善分裝場之安全衛生自主管理。最後，融合ICS及現行國內LPG分裝場燃爆時之應變指揮體系特性，於第七章以模擬燃爆應變情境之指揮體系運作案例，重新建構我國分裝場燃爆應變指

值此論文研究及撰稿期間承蒙恩師陳春盛教授給予莫大寬容、鼓勵及錯愛，並於百忙之中撥冗鼎力指導且提供諸多寶貴意見，使得本論文得以順利完成，首先致上最大敬意與衷心感謝。同時，一併感謝私立經國管理暨健康學院校長陳俊瑜博士、國立交通大學工學院機械系教授金大仁博士及國立台北科技大學總務長黎文龍博士等三人的費心從旁指導。而在此期間最要感謝家人的充分支持、鼓勵與配合協助，尤其是愛妻的多方體諒而毫無怨尤地全力忙於家計與照撫稚子。當然家中一對乖巧可愛的寶貝兒女，更是莫大的精神支柱，方得以無後顧之憂全心撰文。最後，感謝台北大學同學劉枝蓮和交大產安班翁仁成、陳焜耀等前後期同學間之相互勉勵、關懷與奧援。妻妹國立高雄大學副教授劉以琳博士及妹婿私立南台科技大學副教授李增平博士等二人之協助英文翻譯；信佑工業公司經理李長勳之長時提供相關資料、專業諮詢與協助訪查各液化石油氣分裝場；台灣液化石油氣分裝安全協進會之各會員、先進等之配合現場調查；澤雄工業技師事務所吳柏毅技師鼎力協助對於現場調查資料之統計分析和論文排版；好友蔡金樹先生協助論文印製裝訂等等，均深切銘感五內。在感受論文付梓時的成就喜悅，謹將此榮耀獻給所有親愛的師長、親友們，祝福大家永享快樂、健康、事事順利、碩果累累！

在用心研究、全力付出與展現成果過後，除對所有曾經參與或協助過的師長、先進、親友和同學們，我均深刻知恩、感恩及隨侍報恩之心。而後必也當放眼未來，期盼藉此論文提供作為燃氣供應產業與所有公私救援部門等各界，對於災害防救合作經

營模式成功規劃的參考。同時，冀望國內所有分裝場業者均能真正瞭解真愛員工的心，便是作好一切安全管理的心，一本知福、惜福、再造福的心。大家同心協力，共創真實安全的工作環境與維護公共安全，確保事業能夠成功經營、永續發展。



目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	iii
誌謝.....	vi
目錄.....	ix
表目錄.....	xiv
圖目錄.....	xv
名詞解釋.....	xvi
<u>1 一、緒論.....</u>	<u>1</u>
<u>1.1 研究動機與目的.....</u>	<u>1</u>
1.1.1 研究動機.....	1
1.1.2 研究目的.....	2
1.2 研究範圍.....	3
1.3 研究方法與流程.....	4
1.3.1 研究方法.....	4
1.3.2 研究流程.....	7
<u>2 二、文獻回顧.....</u>	<u>8</u>
2.1 我國分裝場燃爆防救相關文獻.....	8

2.1.1	燃爆防救體系.....	8
2.1.2	各部門災害防救權責.....	9
2.1.3	燃爆防救作為.....	10
2.2	美國LPG設施場所燃爆防救相關文獻.....	14
2.2.1	燃爆防救作為.....	14
2.3	英國LPG設施場所燃爆防救相關文獻.....	20
2.3.1	相關法規及標準.....	20
2.3.2	防靜電作為.....	22
2.3.3	防爆電氣設備裝置.....	22
2.4	日本LPG設施場所燃爆防救相關文獻.....	24
2.4.1	燃爆預防對策.....	24
2.4.2	電氣設備防爆構造種類.....	30
2.4.3	爆炸性氣體分類.....	30
2.5	各國LPG設施場所燃爆防救作為比較分析.....	31
3	三、LPG之爆炸特性要因分析.....	34
3.1	危險特性.....	34
3.2	燃爆原理.....	38
3.2.1	爆炸基本理論.....	38
3.2.2	燃燒特性.....	39
3.3	爆炸種類及類型.....	40

3.4	我國分裝場洩漏及燃爆案例分析.....	42
3.4.1	災害案例.....	42
3.4.2	災因分析與探討.....	57
3.4.3	因果模式.....	62
4	四、現況訪視查核結果分析.....	63
4.1	查核表製作與查核.....	63
4.1.1	查核表製作.....	63
4.1.2	實施查核.....	71
4.2	查核結果分析.....	71
4.2.1	事業單位基本資料分析.....	71
4.2.2	勞工安全衛生管理組織及人員設置情形.....	74
4.2.3	主要設施及安全管理情形.....	79
4.2.4	一般設施及安全管理情形查核結果分析.....	105
4.2.5	緊急應變設施及演練情形.....	113
5	五、LPG設施燃爆預防對策.....	117
5.1	安全管理法規及標準.....	117
5.2	製程安全評估分析.....	123
5.2.1	評估方法.....	123
5.2.2	評估流程.....	127
5.3	製程本質較安全設計.....	129

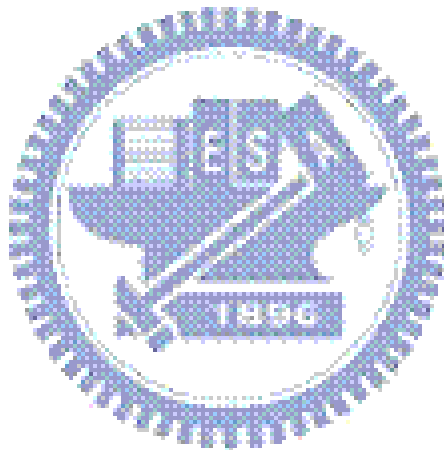
5.3.1	本質較安全設計.....	129
5.3.2	本質較安全設計之推廣.....	131
5.4	LPG設備維護及安全管理.....	132
5.4.1	設備完整性探討.....	132
5.4.2	設備完整性管理制度.....	133
5.5	消防安全設備防護.....	136
5.5.1	消防安全設備.....	136
5.5.2	消防安全設備功能.....	136
5.6	靜電安全管理.....	145
5.6.1	靜電危害的產生與防制.....	145
5.6.2	靜電控制方法.....	146
5.7	雷擊預防.....	148
5.7.1	雷擊災害的形成.....	148
5.7.2	分裝場雷擊災害防救.....	149
5.7.3	避雷裝置之裝設.....	150
6	六、建構我國分裝場應變指揮體系.....	153
6.1	ICS之概念及原則.....	153
6.1.1	起源與內涵.....	154
6.1.2	使用適合時機.....	155
6.1.3	觀念及原則.....	155

6.1.4	建構應變指揮體系之組織架構.....	160
6.1.5	應變指揮體系之運用.....	166
6.2	國內公部門及分裝場燃爆現場應變.....	167
6.2.1	公部門燃爆現場應變指揮體系之架構與運作.....	167
6.2.2	分裝場燃爆應變指揮體系的架構與運作.....	168
6.3	ICS 應用於國內分裝場燃爆應變指揮體系模擬案例.....	174
6.3.1	模擬燃爆個案分析方法.....	174
6.3.2	模擬案例說明.....	175
6 - 5	小結.....	186
7	七、結論與建議.....	199
7.1	結論.....	199
7.2	建議.....	200
附錄 1	、LPG分裝場現場查核表.....	203
附錄 2	、各型防爆電氣設備構造說明.....	215
附錄 3	、LPG卸收（灌裝）標準作業程序 (SOP) 照片.....	217
附錄 4	、LPG分裝場設施防火防爆情況照片.....	219
參考文獻	232



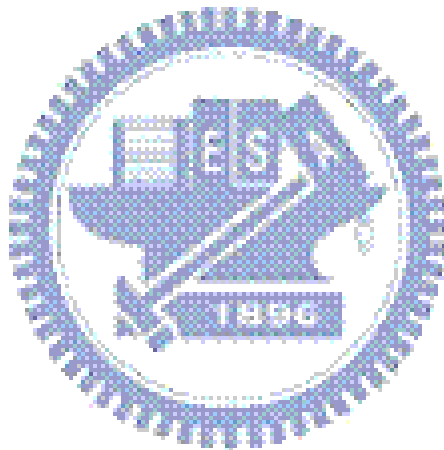
表目錄

表 1 國內分裝場洩漏、燃爆案例..... 6



圖目錄

圖 1 研究流程圖.....	7
圖 2 國內分裝場應變指揮體系之組織架構圖.....	161



名詞解釋

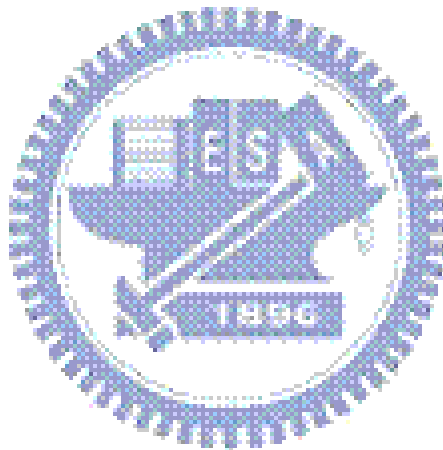
本研究所用之專用術語將詳述於下：

1. 分裝場設備：係指分裝場對於製造、裝載、儲存、輸送接收 LPG 所必要之設備及設施之總稱。
2. 製造設施：係指將 LPG 製造所必要之設備及其附屬設施，包括製造設備及建築物、灌裝台、鋼瓶儲存場、消防設備、防護牆、防爆牆、泵浦及壓縮機房、氣體洩洩探測警報器、警戒標識等。
3. 處理設備：係指泵浦及壓縮機等高壓設備，用來加壓輸送或灌裝 LPG。應符合 CNS 12406 及 CNS 12407 之規定。
4. 儲槽：除大型固定式球槽外，多為圓筒型。圓筒型容器之主體部份為胴體，包圍胴體兩端之板為端板，供人進出儲內清掃或檢查而設之孔口為人孔。通常需於本體或本體附近之配管裝置溫度計，用以顯示槽內液溫；以及為表現出槽內壓力，使能正確安全運轉而裝置壓力表。同時，為瞭解槽內液位，亦需裝置液面計(Level Gauge)，其玻璃應合乎 CNS 9970【鍋爐用水面計玻璃】計號 B、P 或具同等性能以上，並以金屬外框保護。另外，裝置安全閥(Safety Valve)係為保護槽內壓力不致超過最高使用壓力，當壓力上升至最高使用壓力前，即能自動開放釋出 LPG，其吹洩量規定可參考 CNS 12654 表 9。
5. 槽車：係指能在道路上行駛之膠輪車輛，車上固定裝載灌體容積 $> 1 \text{ m}^3$ (500 ℓ) 之高壓密閉儲槽，槽體不可突出車身兩側及末端，其最高工作壓力為 0.1Mpa，須避免承受不必要之應力。其槽體及其附屬件除應符合主管機關之規定外，須經出廠檢驗及定期檢驗，其他相關規定可參考 CNS 7248【液化石油氣汽車運輸槽體】以及壓力容器構造標準等；其材料之規定可參考 CNS 2947【熔接構造用軋鋼板】、CNS 4271【壓力容器用鋼板】、CNS 2673【碳鋼鍛件】、CNS 3828【機械構造用碳鋼鋼料】等。
6. 鋼瓶：係指容積 $< 1 \text{ m}^3$ 、內壓力為 8 kg/cm^2 ，安全性非常低之純供灌裝 LPG 的

移動式壓力容器；儲氣量分別有 2、4、10、16、18、20、50 kg 等不同瓶裝，灌有 LPG 之鋼瓶，其質量仍 $> \frac{1}{2}$ 者為灌氣容器， $< \frac{1}{2}$ 者為殘氣容器。鋼瓶應符合 CNS 2448【液化石油氣鋼瓶（瓶身）構造】規定，除必須依高壓氣體容器安全規則所規定經容器檢查或容器再檢查合格，且有容器證明書件者外，其依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 32 條規定瓶身及其附裝之鋼瓶閥應依 CNS 1323【液化石油氣鋼瓶（瓶身）檢驗標準】規定實施定期檢驗合格，方得灌氣。

7. 消防設備：係指分裝場在暴露或遭遇火災危險情況下，除作為預防火災、抑制火勢或防止延燒或被波及為目的使用外，直接將火災撲滅為目的使用之設備，包含 LPG 製造設施等之防火及滅火使用之設備，如設於地盤上之儲槽及其支柱應採取耐熱性構造之替代措施之冷卻用灑水裝置或消防栓等射水設備，可參考 CNS 12854【液化石油氣設施用消防設備】規定。
8. 防火設備：係指為防止 LPG 設施被火波及之設備，區分為灑水及射水設備。
9. 滅火設備：係指針對 LPG 設施等，以放射粉乾藥劑或利用惰性氣體之擴散滅火或予以惰理化者，包括手提及搭載於推車或動力車搬移之設備。滅火設備之設置可參考 CNS 12854【液化石油氣設施用消防設備】、滅火器可參考 CNS 3658【火災種類】中第 4.2 節規定，其滅火效能值在能力單位 B-10 以上（但乾粉充填量 $> 6\text{kg}$ 者）之消防車通往分裝場之道路及場區內通往儲槽區及容器儲存區之通路，須予以適當規劃及管制。
10. 冷卻用灑水設備：係指藉由附有固定灑水噴嘴之配管或穿孔配管之灑水而為預防設於地上之固定式儲槽火災及防其被火波及之設備。可參考 CNS 12654 規定，除屬雙層殼隔熱構造之低溫槽之隔熱材厚度設計業經考慮周邊火災因素而製造者以外之儲槽（含附屬於儲槽之液面計、閥），或非以不燃性絕緣隔熱材被覆等非耐熱性儲槽之全表面，經由水噴霧、撒水予以均勻灑水冷卻之性能，配合儲槽安全閥藉以防止槽內壓力上升之固定裝置。冷卻用灑水配管可參考 CNS 6568 規定，接頭管件則可參考 CNS 6666 規定並施以烤鋅熱浸。而其撒水配管應連接於可維持 20 分鐘以上同時灑水之水量及水源，並可於距儲槽 5m 以上之處所安全操作等，可參考高壓氣體勞工安全規則暨相關基準之儲槽間水噴霧裝置之設置基準之 5.2 規定。

11. 配管：係指用於 $<120^{\circ}\text{C}$ 及常溫下輸送 LPG 之固定式高壓氣體設備配管系，包括管子、閥、管接頭、凸緣、螺栓、螺帽、等零組件，應依 CNS 12856【液化石油氣用配管】第 2 節（材料）～第 14 節（耐壓試驗及氣密試驗）；而裝在高壓氣體設備上之輸送 LPG 用合金製低壓配管應依 CNS 12856【液化石油氣用配管】第 15 節（對低壓配管適用）規定。
12. 安全距離：係指 LPG 設備間距應能夠防止初燃擴大及便利滅火，以及與任何發火源維持必要距離，可參考 CNS 12863【液化石油氣一般規章】規定。
13. 突波：係指 220V 電路系統中於約 1×10^{-6} 秒瞬間出現的 5000 或 10000V 的電壓波動，即為突波或瞬態過電壓。



1一、緒論

1.1 研究動機與目的

1.1.1 研究動機

LPG（通稱：瓦斯或液化氣）因潔淨、便利、價廉而普及工、商活動及家居所需，用量龐大。又因台灣地狹人稠，人口密集且商貿繁榮，迫使部分家用LPG分裝場（下稱「分裝場」）匿跡其中。惟因LPG具複雜特性，儲存於儲槽及鋼瓶內的壓力遠高於容器外的壓力。一旦處置不當或管理不善，將導致大量外洩而引燃、爆炸。爆炸瞬間之巨大能量劇烈釋放過程，將直接引起環境超壓的傷害或間接產生火球、輻射、衝擊波、破片、碰撞、噪音、氣體、有毒物質、等大範圍之危害。對分裝場內外之各種機具、設備、儀器、車輛、建築物及人員等造成嚴重損毀、傷害。其影響深遠，不僅災損無從估計，更激發民眾恐慌，使得應變問題將更趨重要。

比較我國全產業風險，分裝場燃爆發生率（ Frequency ）雖不高但後果嚴重性（ Severity ）卻相當高。經查國內工安史上如北誼興業林園廠、官成實業、德基泰實業等數例，均造成鉅大傷亡和財損，以及中油深澳輸油站LPG新舊管線法蘭切換發生外洩，雖無傷亡卻仍引發民眾虛驚恐慌而強烈圍廠抗議。顯見LPG設施防火防爆及應變問題，亟待政府積極重視管理。

雖說，我國勞工安全衛生、消防、能源及建築等相關法規對LPG設施所必要的安全管理及措施均有充分且適當之規定。同時，勞動檢查機構及消防單位亦經常辦理防災教育、訓練及宣導，以及頻繁地進行安全檢查並增修各項法規；惟因業者尚難完善

LPG設施防火防爆與風險管理（ Risk-Based Management ），故仍不足以維護公共安全，此乃業者為永續經營所必要深慮的課題。

我國各級政府為因應燃爆防救工作，乃依據「災害防救法」訂定「燃爆防救計畫」及建立災害防救體系。勞動檢查及消防等單位於平時即積極輔導業者落實洩漏、燃爆風險管理。並於事故初始，政府即能迅速成立各級災害應變中心，統籌指揮、協調現場救災事宜。惟平時如何強化防災應變相關事項之規劃、管理及執行，以降低燃爆潛在危害及提升災時應變能力等，在政府相關部門及業者本身事實上並無具體可行之對策。因此，每遇燃爆事件，便一再凸顯LPG設施之安全管理、維護檢查、人為操作與製程設計之疏失及不當，以及現場應變體系混亂且指揮權責不一之情形。故為能確實有效防災，並進而降低傷亡財損，必要建立一套完整的防災應變機制之SOP，實為至極重要之課題。有鑑於此，遂觸發學生進行本項研究動機，本研究將分析國內分裝場洩漏、燃爆案例之肇因，並訪查分裝場設施防火防爆暨及應變體系現況。探討相關防救缺失並研擬具體改善之對策，冀望能提供些許研究發現與建言于業者強化LPG設施防火、防爆，進而加強相關救災整備工作及建構災時應變指揮體系，以及災後復原重建措施等規劃，使能防範於未然，保障生命財產安全。

1.1.2 研究目的

本研究係屬探索性及調查性的研究，目的在於透過文獻探討分析LPG之危害特性，並經由驗證、分析國內分裝場燃爆案例以充分瞭解及掌握真實肇因，以及實際訪查瞭解我國分裝場設施防火防爆暨應變指揮體系現況，歸納比較整理提出LPG設施防火、防爆對策，便於加強相關減災、整備之設計、規畫、管理、檢查等事項，提高業者危害辨識能力及防災意識，避免輕忽潛在危機並採取有效防災措施。

並融合 ICS 及現行國內分裝場燃爆時之應變指揮體系特性，模擬燃爆應變情境之指揮體系運作案例，重新建構我國分裝場燃爆應變指揮體系，以健全國內整體災害應變體系，並提供各公、私部門及業者相關防災、應變之管理、規畫與執行參考。

1.2 研究範圍

災害防救發展歷程包括：減災（ Mitigation ）、整備（ Preparedness ）、應變（ Response ）、復原（ Recovery ）等四階段管理。本研究範圍僅限於分裝場設施防火、防爆暨應變指揮體系之型態與對策，茲說明如下：

本研究係以分裝場內從事卸收、分裝、儲存過程中於儲槽、管線、安全閥、壓縮機、等設施，因LPG洩漏遇著火源引發燃爆之肇因防範與緊急應變為對象。但不包括對開槽檢查或管線維修所實施迫淨（ Purge ）等因殘氣清除不完全引發缺氧、中毒、凍傷，或因設施維修動火作業不慎、鋼瓶品質不良或逾期鋼瓶因老舊的金屬疲勞或銹蝕或凹陷變形、或因驗瓶作業之研磨火花、人為縱火或故意破壞、或因鄰廠火災延燒、或因地震、雷擊等因素直接或間接導致燃爆，以及其他作業活動因處置不當等人為因素所引起之感電、墜落、等類型災害；另外，對於槽車與鋼瓶載運車等於分裝場內、外之運輸，因衝撞或其他因素所可能導致洩漏、燃爆等，亦非本研究對象。

本研究僅針對LPG設施漏洩引發燃爆之因果關係，所能辨識之實質危害中無法忍受的風險部分，探討防火、防爆之必要程度的工程改善及煙火管制與危害通識等行政管理建議。但不包括對於從業人員進用時的甄選與強化在職管理等以降低道德危害部分；以及不包括從業人員因缺乏職業道德而對職場安全抱持不在乎心態等等的怠忽危害預防。同時，本研究因受限於人力及時間，僅探討LPG設施防火、防爆技術對策及

緊急應變指揮體系建立等部分，並不包括隨後之醫療、補償及健康管理，以及災害防救相關之公共政策的探討。

1.3 研究方法與流程

1.3.1 研究方法

本研究將採取包括文獻探討、法規比較、災害案例收集及現況調查等研究方法，以及輔以風險評估、腦力激盪等其他方法，以執行本研究。

1. 文獻探討法：蒐集國內外有關災害防救之論著、期刊、研究報告，LPG 設施防爆設計及相關安全管理法規，以及國內分裝場燃爆案例等文獻資料，進行有系統之整理、歸納及探討分析，分別就燃爆之肇因、災變情境、防火防爆技術、緊急應變計畫及執行等現況，以理論與實務面進行研究，作為建構我國分裝場設施防火防爆暨應變指揮體系之借鏡及參考。
2. 法規比較研究法：針對文獻探討英、美、日等國對於燃爆防救對策、制度之規劃運作情形，與國內分裝場燃爆案例及現行防災、應變相關法規規定進行比較研究，據此建立 LPG 設施防火防爆暨應變指揮體系規劃方向，並經由整理分析結果，研擬適合國內分裝場防火、防爆及應變之制度及對策。而對於國內 LPG 設施防火防爆相關法規、標準收集如下：

- (1) 勞工安全衛生法規：如勞動檢查法、危險性工作場所審查暨檢查辦法、勞工安全衛生法、勞工安全衛生設施規則、勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法、高壓氣體勞工安全規則、勞工作業環境測定實施辦法、缺氧症預防規則、勞工安全衛生教育訓練規則、勞工健康保護規則、工業安全標示設置準則、危險物及有害物通識規則、鍋爐及壓力容器安全規則、機械器具防護標準、危險性機械及設備安全檢查規則等。
- (2) 災害防救、消防及緊急救護法規：如災害防救法、消防法、各類場所

消防安全設備設置標準、舊有建築物防火避難設施及消防設備改善辦法、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、危險物品運送人員專業訓練要點、緊急醫療救護法、緊急救護辦法等。

(3) 建築法規：如建築法、建築技術規則、建築室內裝修管理辦法、建築物公共安全檢查簽證及申報辦法。

(4) 其他法規、標準：屋內線路裝置規則及 CNS 等。

3. 案例收集 (Accident cases)：蒐集國內分裝場洩漏、燃爆案例如表 1，進行個案災因研究。
4. 現況調查系統研究法：訪查瞭解國內分裝場各項設施安全防護、應變編組、訓練、等情況，作系統分析以進行災害防救現況研究。



表 1 國內分裝場洩漏、燃爆案例

發生時地	事業名稱	災害類型	傷損情形	災害原因
1990. 8. 4. 台北縣樹林	官成實業 公司 LPG 灌裝廠	LPG 洩漏 引發燃爆	槽車燒毀 BLEVE 爆炸致 1 死 14 傷損失計 17,960 萬元，以及鄰近 142 廠家房屋、設備、物料、車輛損壞及停工等，被求償 62,846 萬元。	槽車於卸收作業時，因故發生連接軟管脫離致 LPG 洩漏，遇著火源燃燒槽車，使該槽車溫度急劇高升，鋼板強度降低而裂開，槽內之 LPG 突然全部釋放，引起連鎖爆炸。
1998. 2. 27. 高雄縣林園	北誼興業 公司林園 廠	LPG 洩漏 引發燃爆	槽車 BLEVE 爆炸造成 4 死 43 傷，四周設備及六部消防車均遭受波及破損。	卸收時，槽車駕駛在尚未鬆脫連接前即啟動駛離，使連接軟管斷裂致管內 LPG 洩漏，遇著火源爆炸燃燒。使儲槽槽體週遭受熱後氣爆再生 BLEVE 爆炸，破裂槽體碎片四方飛散，肇致重大傷亡。
1999. 7. 14. 台北縣瑞芳	中國石油 公司深澳 輸油站	LPG 洩漏	LPG 新舊管線法蘭切換發生外洩之虛驚事件。由於外洩產生白煙，引發民眾強烈圍站抗議。	LPG 新舊管線法蘭切換時未確實鎖緊，因 LPG 流入致驟冷而材質收縮使間隙加大而造成 LPG 與原先系統內作氣密試驗之氮氣一起外洩。
2000. 5. 13. 桃園縣蘆竹	德基泰實 業公司	LPG 洩漏 引發火災	儲槽發生 LPG 外洩之火災事故造成 1 死 4 傷。	未將 LPG 儲槽殘氣用水頂除乾淨，便行排放而流向較低處，接觸到不明火源引發閃燃。
2005. 9. 5. 花蓮縣吉安	花蓮液化 氣分裝公 司	開槽作業 缺氧	2 人從事開槽作業因缺氧致死	未待完成機械通風即入槽作業，及為搶救卻未使用適當之呼吸防護具而暴露於缺氧環境中，吸入缺氧空氣致死。
2005. 12. 28 宜蘭縣冬山	金龍液化 石油氣公 司驗瓶廠	驗瓶磨光 作業引起 火災	使用研磨機從事鋼瓶磨光作業引起火災致 3 人重傷	鋼瓶殘氣未於通風良好處緩緩排放於大氣，又磨光作業未加管制，致殘氣接近研磨火花。

1.3.2 研究流程

國內分裝場設施防火防爆暨應變指揮體系之研究流程如下圖 1 :

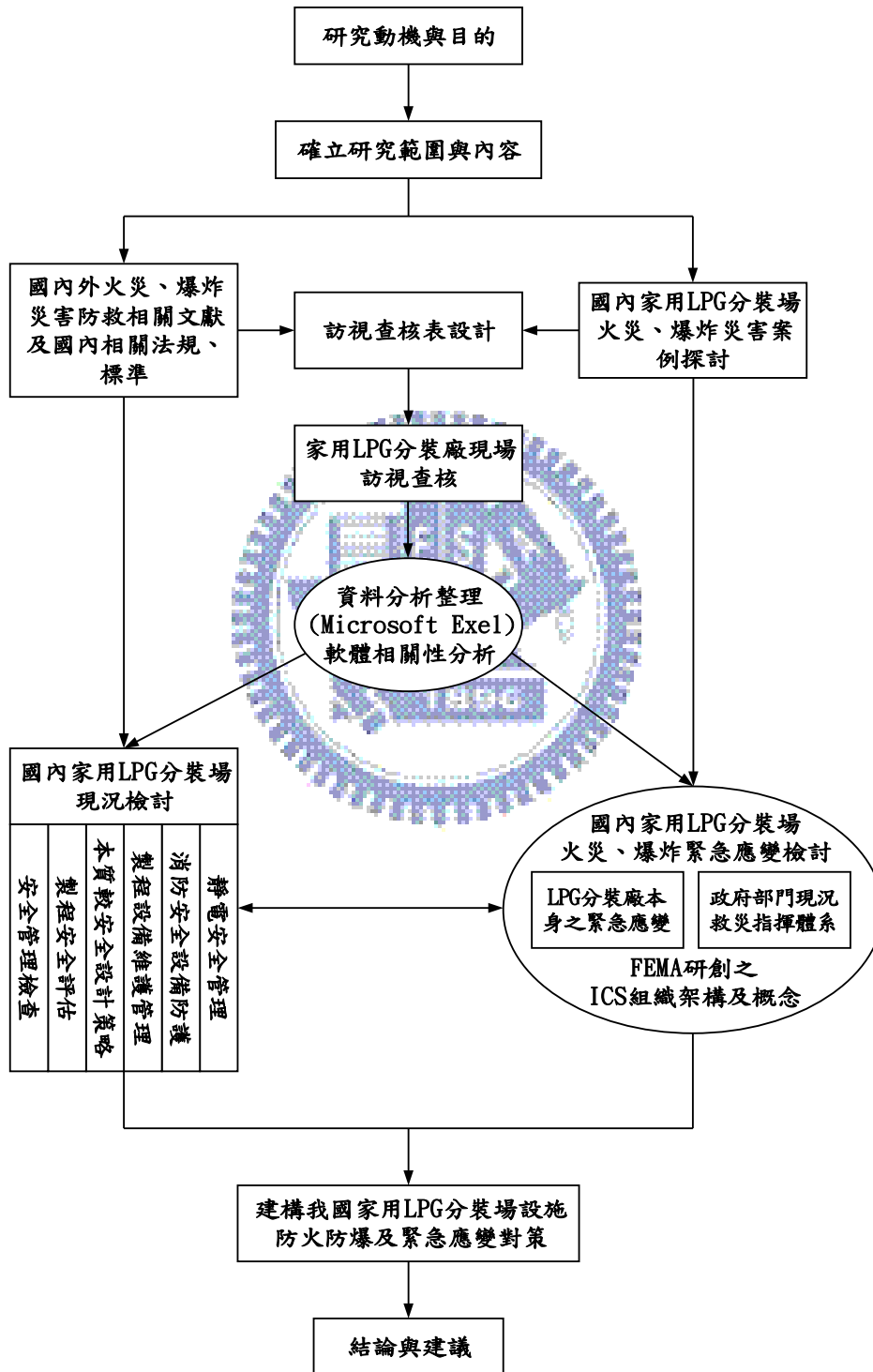


圖 1 研究流程圖

2二、文獻回顧

2.1 我國分裝場燃爆防救相關文獻

2.1.1 燃爆防救體系

公部門係依 " 災害防救法 " 建立災害防救體系，並照減災（ mitigation ）、整備（ preparedness ）、應變（ response ）及復原（ recovery ）四階段來經辦災害防救業務。歷經數年，各級政府雖已逐步建立起災害防救體系架構，惟實務上仍難達致完整有效。

由於LPG設施防火、防爆暨緊急應變等作業，在平時預防、災前整備、災時應變與災後復原等階段之防災救援作業除業者外亦事涉各公、私救援單位之權責，均具有共同防災與混同救援之相互協力與幫助關連性。其內容與領域廣泛，救援時互有干擾影響之複雜情形自不在話下。因此，如何使各救援團隊（ team ）秉持追求救災效率，放棄本位主義，創造最佳合作、互動關係，有效編組（ task force ）運作，乃是當今多部門協力必須面對的課題。故在平時對於防災救援相關資料之準備、收集、彙整與分析，以及災前對於救援人員、器材整備之規劃與連繫及演練等工作至極重要。以備災時，即能提供正確資訊作為應變決策支援。而各級政府防災應變中心須運用先進科技程式、設備等建置，規劃整合會議視訊，以提高整體應變效率。業者除掌握及時災訊做最有效的決策外，對於災後復原重建亦能作最迅速、安全、經濟、有效的處理，來減少災損及防範二次災害。有關國內分裝場防火、防爆暨應變管理過程，概述如下：

1. 減輕災情:係於平時防災階段既需落實危害風險管理，對於LPG設施採取必要之防火防爆措施，來消除、隔離或降低燃爆發生與影響程度。
2. 整備救災：係於應變前作充分準備以應災時急需，預為災情減損作為的備災階段。分裝場應擬定與各救援部門間對於洩漏、燃爆之緊急應變計畫，平時既採取滅火、避難之準備措施，並編組定期演練及檢討改進，俾利應變時能迅速、有效地順遂運行，來避免或減低災損和影響。
3. 災害應變：係於洩漏、燃爆時，緊急採取止洩、啟動應變組織，指揮救援人力與運用滅火設備器材，來滿足隨機應變處理需求，避免擴大延燒及連續爆炸以降低二次災損風險，俾利加速進行其後復原重建。
4. 災害復原：係於初期先清理受燃爆及救援破壞之場區環境，並修護重要LPG設施功能使回復至可用狀況，其後持續更新重建工作，將受創之設施運轉功能迅速回復至能正常或更好的儲存、灌裝、卸收、等正式復原營運狀況。

2.1.2 各部門災害防救權責

各公、私部門災害防救體系對於分裝場之權責區分，概述如下：

1. 能源管理部門：經濟部能源局應建立分裝場集中區域之資料庫，並依能源法規督導業者裝置LPG漏洩檢知警報及火災偵測，以及場區安全監視和廣播等系統設備，先期作好燃爆防救整備工作。
2. 建設管理部門：內政部營建署及縣市政府應在考量LPG洩漏、燃爆等危險威脅下遵循建築法、都市計畫法及消防法等規定，進行土地開發、規劃整理及適當配置，以及闢建防火避難路線、避難場所等相關區畫及建設。
3. 消防管理部門：內政部消防署應依據「危險物品管理制度」之相關法規督導地區消防隊定期或不定期對分裝場列管實施消防安全設備檢查及缺失改善追蹤複查，以提升防火、防爆功能及配合災時應變，維護公共安全。
4. 勞動檢查部門：各勞動檢查機構除應依勞動檢查法對分裝場進行丙類危險性工作場所審查暨檢查外，亦應積極與其結盟為安全伙伴及輔導其辦理自

主安全管理，建立 5S 機制及推動零災害預知危險活動，以及訂定卸收、灌裝、儲存、運輸及製造等高風險作業 SOP，加強承攬人進場營繕安全管理。

5. 分裝場：除應依各類場所消防安全設備設置標準之規定設置消防安全設備，並訓練從業人員熟練操作要領，及依勞動檢查法第 27 條規定向勞動檢查機構申請丙類危險性工作場所審查暨檢查合格外。同時，應置安全管理人員對於 LPG 之卸收、分裝及儲存等場所之防火、防爆設施及消防設備實施自主安全檢查。以及依「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」規定，由管理權人選任危險物品保安監督人，就分裝場之位置、構造、設備及使用狀況，製定消防防護計畫書並依該計畫執行擬訂危害通識計劃，對於 LPG 之製造、分裝等場所及儲槽、鋼瓶、槽車等儲存設備設置明確之危險物品標示，並對從業人員實施危害通識教育，使其明瞭危險物標示之意義。以及依規定每半年於事先通報當地消防隊後，舉辦消防編組演練（>4 小時/次）等保安監督相關之防火管理業務。

2.1.3 燃爆防救作為

1. 我國適用於分裝場防爆電氣設備之法規、標準

適用於我國分裝場內危險場所應使用防爆電氣設備之法規、標準，有「勞工安全衛生設施規則」、「高壓氣體勞工安全規則」及「屋內線路裝置規則」，以及 CNS 等，其內容大多類似美國「電工法規（National Electric Code, NEC）500 標準」、國際電工委員會（International Electrotechnical Commission, IEC）標準與日本「工場電氣設備防爆指針」及「防爆電氣機器構造規格」等。茲概述如下：IEC60079-10 僅概括說明危險場所之分類，若欲明確分類危險場所，則以 NFPA（美國國家防火協會）479A 較有具體

圖例可供參考。我國在「高壓氣體勞工安全規則」之相關基準「電氣設備之防爆性能構造」中，對危險場所分類係參照日本產業安全研究所之「工場電氣設備防爆指針」分為 0 種、1 種及 2 種場所。另在「屋內線路裝置規則」及 CNS 8069 【液化石油氣灌裝場設施安全標準】中，僅區分為第一種及第二種危險場所。其中第一種危險場所係指 LPG 設備在常態使用下，遇檢修、維護或洩漏時，會因滯留 LPG 導致處於危險氛圍之泵浦及壓縮機房、分裝台、地下儲槽室等場所，稍遇點火源即可能引起燃爆。而第二種危險場所係指經常處理、儲存 LPG 之鋼瓶或儲槽，因故破裂或誤操作時，方引起洩漏危險之高壓設備（配管除外）之外部、四周開放僅有屋頂之泵房周圍和容器儲存室，以及第一種危險場所境界外 8m、高 3 m 之範圍內，或類似場所。



實務上，國內對於危險場所使用電氣設備防爆構造之種類，除參考日本「工場電氣設備防爆指針」外，多係混用 CNS、JIS、IEC 及 NEC 等標準。如參照日本「防爆電氣機器構造規格」則乏本質安全型防爆構造；若參照美國「NEC 500 標準」，則加增加安全型防爆構造；而爆炸性氣體分類則參照日本「防爆電氣機器構造規格」。為防 LPG 燃爆，業者對於危險場所使用低壓電氣機器設備之防爆構造種類要求，除參考 CNS 9817 ~9821 分為耐壓防

爆構造、油浸防爆構造、內壓防爆構造、安全增防爆構造、基本安全防爆構造及特殊防爆構造外。亦應同時參考 CNS 12478 【液化石油氣工廠用電氣設備】第 2 節及第 5 節以及 CNS 3376 、 CNS 9821 ~9826 或電氣設備有關技術基準，以及電業法有關屋內線路規則等；而防爆電氣設備所標明之溫度等級，應適合其使用環境，其分類情形及 LPG 之爆發等級應參照屋內線路裝置規則第 297 條表 297-1 及表 297-2 或依 IEC 60079-12 對防爆器具之分級規定。另對於設置在第一種及第二種危險場所內之電器及照明設備，應分別依 CNS 3376 【一般用電機防爆構造通則】、CNS 3377 【一般用防爆構造白織燈具】及 CNS 2606 【電線用鋼管】等規定設置。對於接地保護及靜電排除相關規定可參考 CNS 12478 【液化石油氣工廠用電氣設備】第 6 節（一般規定）之 6.7 及 6.8 。防爆電氣設備可參考 IEC 60079-0 ~60079-20 及中國 GB 3836.1 ~ 3836.15 。 防爆電氣設備認證機構主要有英國的 BASEEFA （ EECS ） 和 SCS ， 美國的 UL 及 FM ， 以及日本的 TIIS 等。另外，也有加拿大的 CSA ， 歐洲地區之德國的 PTA 及 BVS 、 法國的 LCIE 、 義大利的 CESI 、 丹麥的 DEMKO 、 挪威的 NEMKO 、 瑞典的 SEMKO 、 比利

時的 ISSEP 和荷蘭的 KEMA 等，亞洲地區之中國的 CQSTEX 及 NEPSI、韓國的 KOSHA 及 KIMM，或澳洲的 TSA 及南非的 SABS 等。

2. 我國分裝場有關洩漏之緊急應變

(1) LPG 漏洩竄流到分裝場外時之應變流程：A. 先行評估會否危及場內

LPG 設施及鄰廠之建物和其它設施。B. 立即操作手動緊急遮斷閥及熄滅所有明火，並通知值班作業主管或負責人；必要時，立即通知當地消防隊及實施鄰近街道之交通管制。C. 穿戴防護具及使用防靜電火花工具修理止漏；同時，檢查鄰近建物及煙火等。D. 完成修復後，以攜帶式可燃性氣體偵測器於分裝場內外區域偵測；經確認安全無虞，方准人員回場工作。

(2) LPG 漏洩滯留在分裝場內時之應變流程：A. 立即評估確定 LPG 設施漏

洩情況及電話通報當地消防隊。B. 現場禁止開關任何電氣用品，並關閉行動電話及 LPG 氣體閥門。C. 啟動緊急遮斷裝置及通風設備。D. 偵測分裝場區地面確認無 LPG 滯留後，可開啟閥門。再偵測所有 LPG 設備及配管的漏洩情況。E. 穿戴護目鏡、防凍手套及防寒衣等安全防護具並使用防靜電火花之工具，緊急實施洩漏搶修。若無法被修復控制洩漏情況，應即通知值班主管，並關閉閥鎖且標記洩漏位置。

2.2 美國 LPG 設施場所燃爆防救相關文獻

2.2.1 燃爆防救作為

1. LPG 設施安全管理

為防範或降低LPG設施因故洩漏、燃爆致傷亡及損失，LPG相關製程須遵照美國職業安全衛生署（Occupational Safety and Health

Administration，OSHA）於1992年所訂「危害物製程安全管理標準」之建

構要項：A.文件化之製程安全操作程序及變更管理制度，以維護製程設備完

整性。B.實施製程危害分析及操作前檢查。C.動火許可制度。D.訂定應變計

畫及事故調查制度。



2. 危險物標示

NFPA 在1980年建立簡明易解的「可燃危險物標誌」，以紅色標示物質危險特性為易燃，及以0~4 標明物質由無特殊危害到最嚴重危害五等級程度，警惕使人迅速採取適當之安全行動。

3. 危險場所分類

美國傳統防爆電氣設備係依 NEC500 標準（標示如 Class I Division 1Groups ABCD T4 或 Class I Division 2 T3）；將危險場所分類為 Class I Division 1 及 Class I Division 2 兩級。Class I Division 1（標示如 Class I

Zone 1 AExdIIB T4) 相當於國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC) 標準之 Zone 0 及 Zone 1, 而 Class I Division 2 則相當於 IEC 標準之 Zone 2 :

(1) 第 I 類 1 級區 (Class I Division 1) :

LPG 設備在正常操作時可能存在可燃性氣體 (Explosive Gas) 之場所, 或因修護、保養或誤操作或於設備停機時洩漏使可燃性氣體經常存在之場所, 或同時造成電氣設備失效致為引火源。

(2) 第 I 類 2 級區 (Class I Division 2) :

為防漏洩, LPG 須於密閉容器或系統中處理、製造或使用。也惟有在容器或系統因故破裂或失效或設備異常操作時, 才可能洩漏形成可燃性氣體存在之場所; 或利用正壓機械通風方式, 防範形成可燃性氣體環境, 但因通風設備失效或異常操作結果, 仍造成可燃性氣體可能存在之場所; 或鄰近第 I 類 1 級區, 以致可燃性氣體可能與其相通之場所。但以充足正壓通風防其相通, 並附有效防護裝置, 以防通風失效者除外。

直至1996年美國危險場所分類, 始採 NEC 505 標準之 0 區、1 區及 2 區, 對應 IEC 標準之第 I 類 0 區、第 I 類 1 區及第 I 類 2 區, 其定義如下:

第 I 類 0 區 (Class I Zone 0) :

可燃性氣體連續或長時間存在，而處於危險狀態下之設備場所，稍遇微小火花，極可能發生燃爆。

第 I 類 1 區 (Class I Zone 1) :

在正常操作時可燃性氣體可能存在，或因修護、保養作業時洩漏而使可燃性氣體經常存在之危險場所，或設備操作、運作中，因 LPG 特性在設備停機或錯誤操作時可能洩漏形成可燃性氣體環境，亦可能同時造成電氣設備失效而成為引火源之場所，或鄰近第 I 類 0 區，以致可燃性氣體可能與其相通之場所；除以充足正壓通風防其相通及設有效防護裝置能防通風失效者外。

第 I 類 2 區 (Class I Zone 2) :

在正常操作下可燃性氣體不太可能或僅短暫時間存在之場所；或 LPG 通常在密閉儲槽或系統中儲存、製造以防洩漏，惟有在儲槽或系統意外破裂或失效或設備異常操作時才可能洩漏形成可燃性氣體環境；或已使用正壓機械通風方式，能防可燃性氣體存在，但因通風設備失效或異常操作之結果，可能形成可燃性氣體環境，或鄰近第 I 類 1 區，以致可燃性氣體可能與其相通之場所；除以充足正壓通風防其相通及設有效防護裝置能防通風失效者外。

4. 美國對於可燃性氣體分類及防爆電氣設備構造等級選擇

美國於「NEC 500 標準」中，對於可燃性氣體乃依最大實驗安全間隙分類為：A. 乙炔、B. 氫氣等、C. 乙烯等及 D. 甲烷、苯等，共四個危險氣體群組 (group)，其中 A、B 群組相當於 IEC 標準之 II C 群組，C 群組相當於

IEC 標準之 II B 群組，D 群組相當於 IEC 標準之 II A 群組。一般防爆電氣設備可使用之群組會全部標示在設備上。例如可使用於群組 B、C 及 D 氣體時，標示「Groups BCD」，但僅用於 Class I Division 2 之固定式燈具毋須標示 Group。另於「NEC505」中則比照 IEC 標準分為 II A、II B 及 II C，且發火溫度亦採取 IEC 標準之 T1~T6 的 6 個等級。美國防爆電氣設備構造如依

NEC505 標準時，則與 IEC 標準相當。而若採 NEC 500 標準則有耐壓型、正壓型、本質安全型、油入型及非引燃型（nonincendive）與氣密型（hermetically sealed）等；其最高表面溫度，區分為



T1 (450°C)、T2 (300°C)、T2A (280°C)、T2B (260°C)、T2C (230°C)、T2D (215°C)、T3 (200°C)、T3A (180°C)、T3B (165°C)、T3C (160°C)、T4 (135°C)、T4A (120°C)、T5 (100°C) 及 T6 (85°C) 等 6 個等級，其中 T1 ~ T6 與 IEC 標準之 G1 ~ G6 相同，但增加 T2A、T2B、T2C、T2D、T3A、T3B、T3C 及 T4A 等溫度等級。另如接線盒、電線管及管件等非發熱型設備及最高溫度 <

100°C 之發熱型設備可不標記溫度等級，選用時，防爆電氣設備的溫度等級或其所標定之特定最高表面溫度應低於該使用場所可燃性氣體的發火溫度，

因此溫度等級較高者可取較低者。例如等級設備 T4 可取代 T3 、 T2 或

T1 ，但不能取代 T5 或 T6 。若採用「NEC 505 標準」設備時，其選擇方

式與 IEC 標準相同。而依其場所等級應選用之防爆電氣設備標示如下：如採

用「NEC 500 標準」時， Class 1 Division 1 應選用 Class 1 Div.1 ； Class 1

Division 2 則選用 Class 1 Div.2 及 Class 1 Div.1 。又如採用「NEC 505 標準」

時， Class I Zone 0 應選用 Class I Zone 0 ； Class I Zone 1 則選用 Class I

Zone 1 、 Class 1 Div. 1 及 Class I Zone 0 ； Class I Zone 2 則選用 Class I

Zone 2 、 Class 1 Div. 2 、 Class I Zone 1 、 Class I Div. 1 、 Class I Zone 0 。在

危險場所之防爆電氣設備應依LPG特性及場所等級選用防爆電氣設備並適當

標示其設備規格。例如設備標示為： Class I Div.1 groups ABCD T4 （NEC

500 標準），即表示適用於 Class I Division 1 及 Class I Division 2 ；或

A 、 B 、 C 及 D 之可燃性氣體環境中；或發火度為 T4 、 T3 、 T2 、 T1



的氣體環境中。另標示為 Class I Zone 1 AEx d IIB T4 (NEC505 標準) , 即

表示為耐壓防爆構造適用於 Zone 1 或 Zone 2 之危險場所; 或 II B 及 II A 之

可燃性氣體環境中; 或發火度為 T4 、 T3 、 T2 、 T1 的氣體環境中。

5. 美國 LPG 設施燃爆應變作為

美國環保署委由 G.S.C 公司設計完成防災監測預警系統電腦追蹤立體圖

G.E.M.S. (Graphical Exposure Modeling Systems) 軟體, 包含監測、警報及

通報等三部份系統。目的在管制LPG設施場所內及其四週之煙火, 並即時偵

測因故漏洩之LPG或偵知火災情況, 及早掌握洩漏源和擴散範圍, 以及可能

影響範圍, 以供緊急應變處置, 避免LPG流竄以防災情擴大, 減少災損及確

保安全。同時, 監測結果可作為追蹤改善之依據, 亦提供緊急應變決策或作

為未來工安管理方案改進之參考。故為確保作業安全與降低危害, 在LPG設

施場所之安全監測包含閉路電視監視、火災偵測、儲槽監測, 以及LPG漏洩

偵測等系統, 可依實際情況之需要並參考當地法規設置, 辨識可能之點火源、

洩漏源、LPG氣體比重特性及人車出入活動等相關位置來標定監視、監測及

偵測點, 並設置適當的監視、監測及偵測等器具, 且派員全日監視。其中在

儲槽區、容器儲存區、灌裝區、壓縮機與幫浦房等主要設備及場所裝置可燃

性氣體偵測器，可及早發現LPG洩洩即時檢修，如無法修理應通知LPG作業主管關閉閥鎖並標記。若分裝場內地面、溝渠、坑洞或其他低窪區域無LPG洩漏滯積時，應打開LPG設施閥門，檢查所有氣體管道、機械和設備有無LPG洩漏；同時，閉路電視系統可監視追蹤各工作場所、通路及門禁之隨時狀況。而儲槽監測系統，則可即時測出液位、操作壓力、溫度或其他異常狀況。經由光纖網路或其他科技快速地將各監視、監測及偵測點所得資訊即刻傳送至辦公室之監控中心，再利用電腦設施、程式即時彙整歸納及分析處理，正確地繪出LPG洩漏逸散立體圖，以供監控人員隨時掌握現況，如監測系統傳輸之訊號接近設定之危險值時，電腦先進行確認無誤後藉由警報系統立即發出警訊，同時依訊號值高低及相關偵測點分析，研判危害等級與可能影響趨勢，供監控人員依照通報系統之架構規劃、等級劃分及SOP等，緊急轉達現場其他人員警訊之預警功能。使得預警防爆更能有效地掌握，並能正確迅速地採取應變處理與指揮救災。且可即時透過「區域聯防緊急事故通報系統」採取緊急通報以防火災擴及鄰廠設施，甚或危及居民安全。

2.3 英國 LPG 設施場所燃爆防救相關文獻

2.3.1 相關法規及標準

1. 適用於LPG設施場所防爆電氣設備之法規及標準

英國於1800年產業革命後，煤礦坑因安全裝置不足致爆炸頻傳，始啟用防爆燈等設備。1850年首提防爆規定要求，至1920年先有礦坑電氣防爆標準，

且其防爆電氣設備均屬耐壓防爆型，及至1945年提出工業防爆電氣設計標準。

因大英國協所採用之英國 BS(British Standard) 標準與德國 VDE 標準相近，

故歐盟的防爆電氣標準 (European Norm,EN) 便由歐盟 電工標準委員會

(European Committee for Electrotechnical Standardization,CENELEC) 制定。又

因 IEC 之會員國皆為 CENELEC 會員國，故 IEC 及 CENELEC 之防爆電氣標

準雷同。

2. 重大災害預防標準

英國訂立重大災害預防標準 (CIMA1984) 之目的在於防火、防爆與

降低LPG設施場所及其緊鄰地區之災損與傷亡。其主要係規範LPG設施場所

應於作業前 3 個月向英國職業安全衛生署 (HSE) 提報LPG特性、LPG設施、

安全管理系統及危害風險評估，以及訂定洩漏、燃爆緊急應變計畫，並於製

程變更前或每三年重新評估且更新報告；並以書面提出證明其對於LPG之卸

收、灌裝及儲存已採取防範洩漏、燃爆及降低災損之控制措施，以及鄰廠及

住戶等相關資訊。並對從業人員實施LPG危害通識教育與緊急應變等訓練並

提供個人安全防護具。當發生燃爆時，業者應向HSE通報事故，HSE應分析

災因後傳送歐體。地方主管機關則應擬定LPG設施場所外之緊急應變計畫。



2.3.2 防靜電作為

1. 在 LPG 儲運過程中，應儘量避免靜電大量產生，如儲運 LPG 的儲槽、配管、鋼瓶儲存場、槽車卸收及灌裝台等場所之 LPG 設施，可能因其電阻率較高，更易積聚靜電荷，發生放電危險。如 LPG 洩洩後形成可燃性氣體遇靜電火花時，可能瞬間引燃、爆炸。故於 LPG 設施防靜電設計時，應對可能積聚靜電的儲槽、管線、壓縮機、灌裝機、馬達及槽車等施行聯結接地，以消散靜電。而為防 LPG 設施累積靜電須選用靜電絕緣體材料製作，或電阻率 $< 10\Omega$ 的良導體材料實行聯結接地，提供靜電快速消散的通道；及對材料加入抗靜電添加劑，使用表面活性劑等進行防靜電處理。以及限制儲槽區、灌裝區、容器儲存區及壓縮機房內的可燃性氣體濃度，使用可燃氣洩洩偵測器偵測 LPG 濃度，當濃度接近爆炸範圍前，即應通風排氣以避免濃度續增。
2. 如 LPG 設施場所位於多雨潮濕或近海地區，則可能因環境含有鹽和水分子易腐蝕配管及法蘭盤，導致 LPG 洩漏時不易被發現，使靜電危害風險加大；又儲槽亦可能因雷擊燃炸而使分裝場毀於一旦。
3. 執行 LPG 設施防靜電措施，應包括防靜電之設計、操作和管理等方面。欲抑制靜電產生和積聚，則對於槽車卸收液出管應在儲槽底部，液入應於液面下；並控制液體流速，以防槽內 LPG 晃動產生靜電；並依槽體容積大小選擇適宜的靜置時間，避免流體流動帶電致槽內液面電位升高引發槽車燃爆。
4. 應對 LPG 設施操作員實施防靜電環境安全管理教育，作業時嚴格穿膠底鞋及禁著尼龍衣，並儘量採取防靜電操作法以免產生放電火花；且採取定點、定時偵測儲槽周圍溫度及 LPG 濃度，以及施行槽車卸收作業靜電安全接地。

2.3.3 防爆電氣設備裝置

1. 危險場所分類

(1) 按 LPG 與空氣中 O_2 混合成可燃性氣體並處於爆炸範圍之頻率及時間將

危險場所分為三種等級：0 區 (Zone 0) 可燃性氣體連續或長期存在

的場所；1 區 (Zone 1)：在正常操作下可能形成可燃性氣體的場所；

及 2 區 (Zone 2)：在正常操作時不會形成可燃性氣體，或僅暫時存在的場所。

2. 英國可燃性氣體分類

LPG 成分中之 C_3H_8 的發火點為 $493^{\circ}C \sim 604^{\circ}C$ ，發火溫度 (Ignition

Temperature，燃點) 為 $450^{\circ}C$ ；另 C_4H_{10} 的發火點為 $482^{\circ}C \sim 538^{\circ}C$ 。按

IEC 標準分為 “ $T1 > 450^{\circ}C$ ”、 “ $450^{\circ}C > T2 > 300^{\circ}C$ ”、 “ $300^{\circ}C >$

$T3 > 200^{\circ}C$ ”、 “ $200^{\circ}C > T4 > 135^{\circ}C$ ”、 “ $135^{\circ}C > T5 > 100^{\circ}C$ ”

及 “ $100^{\circ}C > T6 > 85^{\circ}C$ ” 等 6 等級，故 LPG 發火溫度為 $> 450^{\circ}C$ 者，應

屬 T1 等級。另查 LPG 成分中 C_3H_8 及 C_4H_{10} 之最大實驗安全間隙值 (mm) 分

別為 0.97 及 1.07，依 IEC 標準之爆炸性氣體群組 (Group) 以最大實驗安全

間隙區分 1、2 及 3 三個等級，分別為 “ 0.6 以上 ”、 “ 0.4 ~ 0.6 ” 及

“ 0.4 以下 ”。故 LPG 屬等級 1 之群組；或依最小點火電流比 (甲烷 =1) 區

分為 “ $II A > 0.8$ ”、 “ $0.45 > II B < 0.8$ ”、及 “ $II C < 0.45$ ” 三個群組；

LPG 成分中之 C_3H_8 及 C_4H_{10} 於空氣中最小發火能分別為 0.31 及 0.38 均 <

0.45，依 IEC 標準之最小點火電流比分類應屬 IIC 群組。

3. 防爆電氣設備構造

(1) 按 IEC 標準，防爆電氣設備和系統之保護方式，依場所等級如為 0 區，

則採用本質安全型 Ex 'ia' 或經特別認證之特殊型 Ex 's' ；如為 1

區，則可採用任何可用於 0 區之保護方式及本質安全型 Ex 'ib'、耐

壓型 Ex 'd'、正壓型 Ex 'p'、增加安全型 Ex 'e'、油入型

Ex 'o'、填粉型 Ex 'q'、模鑄型 Ex 'm'、特殊型 Ex 's' 等；如

為 2 區，則可採用任何能用於 0 區或 1 區之保護方式及 n 型 Ex 'n'

等。各型防爆電氣設備構造說明，參考附錄表 43。



2.4 日本 LPG 設施場所燃爆防救相關文獻

2.4.1 燃爆預防對策

於分裝場從事 LPG 之灌裝、卸收、儲存時，如因處理不慎致漏洩成可燃氣而濃度達爆炸範圍後，遭遇點火源即速燃爆，其爆炸壓力將重創廠房構造和設施造成毀損及傷亡。故為防災避險，在儲槽區、壓縮機與泵浦房、鋼瓶儲存區及灌裝台等可能漏洩引起燃爆之高危險性作業區域，必須確定低窪區域、構造不致使 LPG 滯留，及所使用

的電氣、機械器具具有防爆構造、裝置，以防電器用品引爆。並應經常檢校可燃性氣體偵測器狀況，檢視熱源種類及卸收、儲存和灌裝等作業程序，以確認LPG設施不會發生燃爆。作業前須先充分瞭解LPG之危險特性後，方行依照LPG設備安全操作手冊說明及儲存、卸收、灌裝等各項SOP，使從業人員均能明瞭所有操作流程及依規定進行作業。並應定期檢修LPG設施，如檢出異常時，即應進行維修後才能再次使用。在進行LPG設施之修繕、保養、改建或清理等作業前，應與承攬人作充分協議，包括訂立適當工期、動火許可、SOP及確保避難設施等事項，並使作業人員遵照辦理；以及依其作業人數、環境設置足夠燃爆時應變且適用的消防設施。而從事LPG設施修繕、維護作業時，應指派專責人員指導作業，並嚴格動火管理。且在危險場所進行動火作業前，先確定已無可燃性氣體存在，並指派專人監視作業，以及事先研擬如何防阻大火延燒、釋放爆炸壓力以及阻擋爆炸衝擊波和熱輻射作用對周遭的危害等防範災害擴大的相關基本對策。

1. 實施製程安全評估

於評估LPG危險特性時，須能確保其設備以及處理或儲存等操作安全性。

日本於1955~1965年間，隨其工業發展迅速，頻傳燃爆而引發各界議論及消防、勞動、環保等政府部門之關注，為確保公共安全而持續執行工作場所危害評估與建議採行安全對策。如勞働省在1976年率先公告「化工廠安全評估指導方針」，並對有燃爆之虞之新設或變更的廠家，於設計階段策略運用行

政指導強制採取： 1. 相關資料先審。 2. 安全查核項目定性評估採檢核表

(Checklist) 方式。 3. 危害風險等級定量評估。 4. 提出風險消除、隔離、降

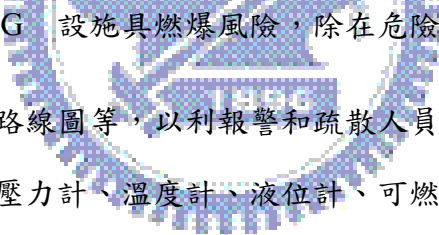
低對策。 5. 收集案例、分析災因與檢討對策。 6. 事前以失誤樹分析法

(Fault Tree Analysis, FTA) 實施製程安全評估等六階段安全評估，可供我國

分裝場於提出丙類危險性工作場所審查時之參考。

2. 檢測預警與安全聯鎖控制

(1) 檢測預警控制



因 LPG 設施具燃爆風險，除在危險場所應安裝報警電話、警報器及避難逃生路線圖等，以利報警和疏散人員外。為防火、防爆及避免災害擴大，須賴壓力計、溫度計、液位計、可燃性氣體偵測器、等儀錶和檢測儀器監控，通過電接點等連接信號預警裝置，便於及早偵知溫升、壓升、漏洩、碳化物、煙火、臭味等涉嫌燃爆之異常跡象，能發出聲、光等信號，以警告人員及時採取解除異況、控制及消災等措施，降低風險。

(2) 安全聯鎖控制

利用安全聯鎖控制通過聯鎖繼電器、調節器等接收檢測警報儀器的異常訊號、輸出控制訊號，以及控制電動、氣動閥門和電氣開關等，達到降溫、洩壓、緊急遮斷、切換電源以持續運轉等，消除異常情況以達雙重安全保障之目的。其實務應用如下：

A. 偵測、警報系統及消防用水、儲槽冷卻灑水、緊急遮斷閥等重要裝置

之雙電源在某一回路電源停電情況下的自動切換。


B. 在儲槽發生超溫超壓情況下，由安全聯鎖控制自動開啟洩壓閥門。

C. 如在壓縮空氣突然停止供給氣動儀錶用氣情況下，使氣動儀錶及氣動閥門失效時，即啟動安全聯鎖控制使設備停止運轉。

(3) 防爆洩壓安全裝置和對策

在槽體和建物上安裝並採取適當防爆洩壓裝置和措施，如安全閥、洩液閥、排放管，以及輕質的牆、屋頂板及洩壓門窗等。由薄弱處洩放爆炸壓力，可解除局限空間內發生超壓危險，避免儲槽爆破及廠房爆損。

3. 適用於LPG設施場所防爆電氣設備之法規及標準



日本防爆電氣設備較德、英、美等國落後10年，初期係參照德國電機電子工程師協會標準 (Verband Deutscher Elektrotechniker, VDE) 以「電氣機械器具防爆構造規格」製造，其內容大多如 IEC 標準，標示方式為 d2 G4，e G3 等。防爆電氣之製造或進口商，須經勞働省指定機構之規格審定；日本產業安全研究所（下稱產安所）於1950年召集防爆電氣設備製造商及使用商等，舉辦工業防火、防爆措施研討，後於1955年發表「防爆指導方針」，來處理LPG設施場所使用防爆電氣機器、接線等問題。同時，訂有「防爆指導方針推廣獎勵基準」來說明可燃性氣體分類、危險場所、防爆電氣機器構造及考試方法、防爆電氣接線及施行方法等。

於實務上採用「電氣機械器具防爆構造規格」設備時，須參酌產安所於1979年編訂之「工場LPG電氣設備防爆指針」；勞働省於1988年公告，使用國外製防爆電氣設備應依其所訂「電氣設備技術的基準」之規定。防爆電氣

設備之製造依「具有與電氣機械器具防爆構造規格同等以上防爆性能的技術基準」，內容類似 IEC 標準，標示方式為 Ex dIIB T4 或 Ex e T3 等。同時參考產安所於1994年編訂之「工業用工場LPG防爆電氣設備簡介」，及至1996年修訂其防爆電氣設備構造、施行等規定，包括：

(1) 設置防爆電氣機器時，應符合勞働省所定之規格，其製造或進口商，須經勞働省或勞働省所指定之機構的規格審定，包括規格審定之申請、地點、基準、合格証書等相關事項。

(2) 依勞働省對於電氣設備的技術基準規定，在有 LPG 滯留且濃度達到爆炸範圍之危險場所，禁止裝置電氣機器設備成為著火源，或應設置具防爆構造之電氣機器設備等及配置防爆電氣接線，使不致成為著火源。必要時，須設置通風設備及採取其他充分的防火、防爆措施。

(3) 設於 LPG 滯留之危險場所之所有防爆電氣機器均須符合1969年4月勞働省公告之「防爆電氣機器的構造規格」。或依 IEC 國際防爆構造規格之技術基準，採取更高防爆功能之器具。此外，通產省於1965年「電氣設備技術指導方針」也有關於防爆電氣施工的相關規定，作為強制基準。

(4) 規範適用之危險場所

在儲槽區、灌裝區、鋼瓶儲存區等危險場所之電氣機具，可能於LPG 之卸收、灌裝及儲存期間成為引爆可燃性氣體之著火源。故應設法將電氣設備置於無爆炸危險之虞之處所，或視 LPG 的外洩程度、頻率，

以及可燃性氣體存在時間不同，依 IEC 標準分為三種場所，再分別選用適當之防爆構造電氣機具。

A. 「0 種場所」：係指於常態下LPG濃度 $<$ 爆炸下限，或 $>$ 爆炸上限而有達到爆炸界限之虞之爆炸氛圍連續或長期存在之地下儲槽室、壓縮機及泵浦房等局限空間內。

B. 「1 種場所」：係指在防爆牆圍繞之地上儲槽區等通風不良場所，或灌裝台、鋼瓶儲存區、無防爆牆圍繞之地上儲槽、等開放空間附近之低窪坑洞、溝渠或排氣管口 1.5m 半徑範圍內之場所。於平時從事LPG卸收、灌裝及儲存或檢修等常態作業下，配管或卸收軟管之接頭、閥門開關、鋼瓶及LPG液體泵送等都會因外洩導致氣體滯留。

C. 「2 種場所」：係指包圍在有爆炸之虞的地下儲槽室及壓縮機房等局限空間外 3m 範圍內及儲槽區之防液堤內或在異常狀態下，短期存在有爆炸危險之場所。例如(1)於儲槽區、容器儲存區及灌裝區，因儲槽或鋼瓶腐蝕破損，或因錯誤操作LPG設施，導致外洩。(2)儲槽或泵浦或配管接頭設置於通風不良或其他形成局限空間之場所，雖有完整之換氣裝置，以資防止LPG外洩後滯留形成危險之虞之處所。(3)「1 種場所」的周遭或鄰接「1 種場所」有爆炸危險之處所。

2.4.2 電氣設備防爆構造種類

於今日本「電氣機械器具防爆構造規格」及「俱有與電氣機械器具防爆構造規格同等以上防爆性能的技術基準」中，仍未認可 IEC 標準之「2種場所」用簡易防爆構造‘n’，且將樹脂填充之模鑄型‘m’及填粉型‘q’列為特殊型構造，惟仍可使用經他國檢定合格進口者。又「電氣機械器具防爆構造規格」之標記與 IEC 不同，如耐壓型為‘d’、增加安全型為‘e’、本質安全型為‘ia’或‘ib’、油入型為‘o’、正壓型為‘f’、特殊型為‘s’等，而「俱有與電氣機械器具防爆構造規格同等以上防爆性能的技術基準」則與 IEC 標準雷同。各型防爆構造概述如附錄表 32。



2.4.3 爆炸性氣體分類

於日本「電氣機械器具防爆構造規格」中，依最大實驗安全間隙值（mm）將可燃性氣體區分“0.6 以上”、“0.4 ~ 0.6”及“0.4 以下”為 1、2 及 3 等三個等級之群組，近似於 IEC 標準。因 C_3H_8 及 C_4H_{10} 的最大實驗安全間隙值（mm）分別為 0.97、1.07，故 LPG 屬等級 1 之群組。另“工場電氣設備防爆指針”依防爆電氣設備之最高表面溫度將可燃性氣體發火溫度採 NEC 500 標準，區分為「T1（450°C）」、「T2（300°C）」、「T2A（280°C）」、「T2B（260°C）」、「T2C（230°C）」、「T2D（215°C）」、「T3（200°C）」、「T3A（180°C）」、「T3B（165°C）」。

°C)、T3C (160°C)」、「 T4 (135°C)、T4A (120°C)」、「 T5 (100°C)」及「 T6 (85°C)」等 6 個溫度等級，此與 IEC500 標準之 G1 ~ G6 相同。因 C₃H₈及 C₄H₁₀ 之發火溫度分別為 467°C > 450°C、450°C > 430°C < 300°C，故等級分屬 G1 及 G2。但於「電氣機械器具防爆構造規格」則僅區分G1~G5等 5 個等級。另採用「俱有與電氣機械器具防爆構造規格同等以上防爆性能的技術基準」時，則與 IEC 標準相同。

2.5 各國 LPG 設施場所燃爆防救作為比較分析



本研究為建構適用於我國分裝場設施防火防爆及緊急應變措施，經蒐集並分析英、美、日三國相關資料，加以詳究發現渠等較重視事前防災及更關注LPG的儲存管理事項，攫取以彌補國內不足之處，探討引用之可行性。研究分析比較我國及英、美、日三國危險場所分級及可使用之電氣防爆構造種類如表 所示，以及比較英、美、日三國防火防爆對策，將目前國內尚未採行之對策或技術，檢討其適用性如表 3 所示。

表 2：各國危險場所分級及可使用之防爆構造種類比較

危險場所依國際各大系統比較					可使用之防爆構造種類
國名	英國	美國	日本	我國	

防 爆 危 險 區 域	ZONE 0	CLASS 1	0 級	0	ia
	ZONE 1	DIVISION 1	1 級	1	1. d、p、i、s 2. e（內裝無火花電氣） 3. q、m、s（裝在 e 構造內）
	ZONE 2	CLASS 1 DIVISION 2	2 級	2	1. ZONE 1 各項。 2. e（內裝包括有火花或過熱溫升之一般電氣）
型式 代號	d：耐壓防爆； e：安全增防爆； i：本質安全防爆； m：模注防爆 p：內壓防爆； o：油入防爆； q：充填防爆； s：特殊防爆				



表 3 英、美、日三國 LPG 設施場所燃爆防救作為比較分析

國家	LPG 設施防火防爆對策事項	施行合適性分析	本研究建議
日本	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實施製程安全評估時，應確保 LPG 設備構造及卸收或儲存的操作安全性。 2. 應依 LPG 設備安全操作手冊進行作業。 3. 定期進行 LPG 設施維修檢查，若檢出異常時，須待立即維修後始能再用。 	國內分裝場對各項設施操作尚無完善的安全操作手冊，或未落實 SOP，有待強化防火、防爆教育、訓練及設施安全檢查事項。	應強化 LPG 設施操作安全，並訂定 LPG 設施操作手冊，且將維修保養安全管理對策，納入防災對策中。
日本 美國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在 LPG 設施有漏洩之虞，且濃度可能達到爆炸範圍之區域內，必須確認構造物不致使 LPG 滯留，而所設置或作業時使用之電氣機械器具及用品均應具防爆構造。 2. 若 LPG 設施場所地面、坑洞、溝渠或其他低窪區域無 LPG 滯留，且無任何熱源時，應打開閥門，檢查所有配管有無洩漏。 	於 LPG 可能漏洩引燃、爆炸之高危險區域，除設置防爆構造之器具外，其 LPG 設施並應加設安全閥，來降低燃爆風險及災損。	於防爆對策中，將可能發生小量漏洩之情況，視為高危害風險實施安全管理，並強化安全閥、防爆構造機械之設置。
美國	<ol style="list-style-type: none"> 1. LPG 設施場所內之可燃性氣體偵測及警報系統，應能及早偵測洩漏之跡象及時掌握洩漏源擴散範圍以及可能影響範圍，即時採取緊急應變措施，確保安全。 2. LPG 設施場所應裝置閉路電視系統，以利現場作業人員及辦公室人員監控及早處置與指揮救災。 	應加強設置、改進閉路電視及 LPG 洩漏偵測系統，供現場作業主管及分裝場所負責人監控，並即時指揮救災。	將閉路電視及偵測系統之設置、監督，納入防災作為。
英國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在防靜電設計上，對可能積聚靜電之 LPG 設施採行接地以消散靜電。 2. 於防靜電操作上，要抑制靜電的產生和積聚，並根據 LPG 儲槽的容積大小採取適當之靜置時間。 3. 強化 LPG 設施防靜電安全管理及操作人員防靜電安全教育。 	在產生靜電潛在危害高之設備及操作上，加強防靜電設計及安全管理、教育，可降低靜電引爆風險。	有關防靜電設計、抑制靜電產生和積聚，防止靜電發生的安全教育及管理，應納入防災對策。

3 三、LPG 之爆炸特性要因分析

3.1 危險特性

LPG 為原油煉製或天然氣 (Natural Gas ; 簡稱 NG) 處理過程中所析出的丙烷 (Propane ; 化學式: C_3H_8) 與丁烷 (Butane ; 化學式: C_4H_{10}) 二者約以 7 : 3 或 6 : 4 或 1 : 1 之比例混成之碳氫化合物 (Hydrocarbons) , 包括氣態及液態, 其個別成分及一般特性可參考 CNS 12863 【液化石油氣一般規章】。其液態 LPG 為符合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四條規定所稱之「可燃性高壓氣體」。惟在常溫常壓下以氣態存在, 基於為儲存、運輸及使用之需要, 經加壓或冷卻成液態, 體積縮小 250~300 倍, 灌裝於固定或移動式壓力容器內, 具高度易燃、易爆之危險特性。故在分裝場之地上橫臥式儲槽 (Horizontal Tank) 或塔槽 (球槽; Vessel) 作為常溫儲存液態 LPG 時極易導致 B.L.E.V.E. (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) 現象, 必須符合 CNS 12403 【液化石油氣球形儲槽及其附屬設備】、CNS 12654 【液化石油氣臥式圓筒形儲槽】或高壓氣體容器安全規則所規定之容器儲存。另對於儲槽之設計應依照 CNS 9788 ~9803 等之【壓力容器】相關規定, 而其耐

壓部位使用管料應參考 CNS 4626 【壓力配管用碳鋼鋼管】規定。其使用應依勞工安全衛生法第 8 條規定，需經勞動檢查機構或代行檢查機構之檢查或再檢查合格方得使用。

我國 LPG 經銷商於 1996 年以前僅行政院退輔會一家，目前係由台灣中油公司及台塑石油公司產製後供給北誼興業公司等九家經銷商，再由經銷商以槽車運到 LPG 分裝場後灌裝於儲槽內儲存。

因 LPG 本為無色、無味、無毒及無腐蝕性，故基於安全而添加嗅味劑

(Odorizing agents) 便於察覺漏洩，其添加量需於大氣中濃度低於燃燒下限 20% 即可

清晰嗅及。LPG 於分裝場經加壓灌裝入鋼瓶 (屬高壓氣體類壓力容器，其安全性非常

低，灌裝重量分別有 2、4、10、16、18、20、50 kg 等；內壓力是 8kg/cm^2)，便

利貨車載運至全國三千多家分銷商 (瓦斯行)，瓦斯行再將鋼瓶氣以機車載送供給約

340 萬用戶；故又稱液化煤氣或桶裝瓦斯 (Bottled Gas)。因移動性高，對尚未普及

鋪設 NG 導管的都會區與偏遠地區之居民、商家及攤販而言，實為最便利取得之燃料。

LPG 在高壓液化時之比重視其組成介於 0.509~0.582 間 (15.5°C ，水 = 1)，故會浮於水上；又其蒸氣比重介於 1.52~2.01 間 (15.5°C ，空氣 = 1)，故洩漏氣化之比重約 1.5~1.6，極易積滯在地面或低窪或角落處，雖在空氣流通處也不易自然飄散。

洩漏汽化至較低壓狀態後，會因冷卻降溫效應發生自動冷凍（Autorefrigeration），其熱值約 $10720^{\text{kcal}}/\text{kg}$ ，而其成分中之 C_3H_8 的沸點是 -42.07°C ，人如接觸易被凍。按其爆炸界限之下限在10%以下，而上限與下限之差超過20%以上者，為具有可燃之危險性。

且其氣體膨脹率是液體的270倍，故洩漏釋壓極劇氣化後之擴散範圍大。經與空氣中 O_2 混合之燃燒範圍是2.15%~9.60%，發火點為 493°C ~ 604°C ，其燃點（發火溫度）為 450°C ，遇火花等易著火引爆，距火源雖遠仍能逆火燃燒，如達爆炸下限，即爆成巨大氣團。且其另一成份 C_4H_{10} 在空中之燃燒範圍為1.55%~8.60%，發火點為 482°C ~ 538°C ，經加熱或燃燒亦有爆炸危險，其蒸氣與空氣中 O_2 混合亦具爆炸性。

當LPG混入空氣中濃度介於1.8%~9.5%之爆炸界限，遇火源即會燃燒或爆炸。如欲解除“爆炸性氛圍”之危險，必須在爆炸下限值之25%以下之濃度。但如空氣過多時，則火焰短且跳動，發生撥撥聲音，易被吹熄。LPG於空氣充足燃燒完全時，火勢強、燃燒穩定，內焰呈淡青色，外焰呈藍色，產生無毒的 CO_2 ，惟 CO_2 於空氣中濃度>10%時，仍會使人昏迷，數分鐘內會失去知覺，>20%時於20分鐘內會致死；而當空氣不足致燃燒不完全時，則於火焰頂端呈微紅色，產生無色、無味、無臭但有毒的化



學性窒息物 CO (Carbon monoxide) 而中毒，常易使人於不知不覺中吸入，透過化學作用干擾 O₂ 的傳輸，搶奪 O₂ 與血紅素的結合，當 CO 於空氣中濃度 > 0.08% 時，四肢逐漸無力、頭腦昏沈，隨之意識緩緩模糊、昏迷，達 0.8% 以上時，屬非常危險，將使人皮膚呈粉紅色約 3 分鐘許死亡。搶救時，應注意需速將中毒者移至空氣清新流暢之處所，並使其安靜平躺且蓋上毯子保暖，而其口中如有假牙應予取出；罹災者如呼吸困難或昏迷時，應儘快施以人工呼吸、心肺復甦術 (CPR) 或用 O₂ 急救，並緊急送醫救治。



LPG 雖無毒性，但於空氣中濃度 > 33% 時，仍會使人有呼吸困難、肌肉協調不良等窒息症狀；達 > 75% 時，將令人昏迷致死。故於儲槽內清槽時，尤應顧及於此狹小密閉空間內所存在之 LPG 或 N₂ 等將成為窒息劑而引致缺氧危害，如 2005 年 8 月 30 日於花蓮縣吉安鄉的花蓮液化氣分裝廠便曾肇致 2 人窒息。

因 LPG 之閃火點低，極易燃燒故多以高壓液化方便運輸儲存。依我國高壓氣體勞工安全規則第 2 條：在常溫下，表壓力 > 2^{kg}/cm² 之液化氣體或壓力達 2^{kg}/cm² 時之溫度在 35°C 以下之液化氣體；故為高壓氣體中之液化氣體。

LPG 分裝場為設有高壓氣體類壓力容器設施，作為提供 LPG 儲存或運輸之用之燃料供應業。其處理能力一日在 1000m³ 以上者，屬我國勞動檢查法第 26 條第 1 項第 4

款規定之丙類危險性工作場所，其風險來自LPG之卸收、灌裝及儲存。當LPG釋壓後，即由液相遽化膨脹 270 倍為氣相之物態特性，如因操作或維護不當，便極易釀成火災，或肇致威力強大的蒸氣雲爆炸。因此，安全觀念之建立不僅攸關業者與從業人員生命財產之安危，更關連公共安全。若業者缺乏辨識危害能力，未能教育員工使充分瞭解LPG特性亦未著重LPG設施防火、防爆及緊急應變準備等相關安全設備管理使其符合法規、標準規範，將無法消滅危害風險。故應落實 LPG設施安全管理制度，並訂定SOP使從業人員遵循，嚴格執行自動檢查和儲槽定期檢查，以及對消防安全設備、逾期鋼瓶之查察等，更律定平時預防、災害應變及災後復原等措施，完全激發員工危害意識與安全共識，建立起安全作業文化，以防LPG洩漏導致火災、爆炸。



3.2 燃爆原理

3.2.1 爆炸基本理論

LPG設施內、外之LPG遇熱瞬間氣化、燃燒，使大量的物理和化學能量忽於局限或開放空間瞬間進行壓力釋放並完成密度、速度等狀態參數急劇轉變過程即為爆炸。於此物理性爆炸過程中，LPG在設施內、外由位能轉為動能、機械能，以及光和熱的輻射，高溫造成高壓之LPG瞬間膨脹致使壓力急速發展，壓變對鄰近其爆炸點周圍的介質作功，使介質展現異常移動或機械破壞效應，形成急劇壓力和複雜運動，因受振動產生音效及發出爆音，並產生極強的脈沖電流、脈沖磁場以及極高的衝擊壓力，擠壓空氣或容器壁摩擦，直接造成破壞後，釋放至周圍低壓環境。

3.2.2 燃燒特性

在分裝場內之卸收、儲存、灌裝等LPG設備或配管可能因故障、材質不良或腐蝕破裂、閥及栓塞失效或因作業不慎或不當排放等異常原因而引起洩漏後，與空氣中的助燃性氣體 O₂ 混合濃度達1.9%～ 9.5% 形成可燃性氣體，當達到爆炸下限後遇下列熱源作用發熱：1.車輛排氣管所排出之煙火及吸菸、等裸火。2.機器運轉或電流短路之升溫。3.電氣設備本體及其相關電源迴路等引起之電氣火花。4.靜電、雷擊及含鹽分之濕氣（鹽霧）引起之閃絡等。5.鋼瓶摩擦或車輛撞擊、等。待溫升達 480°C～500°C 之燃點即起火，其發生燃爆所需最小熱能，即為最小著火能量(MIE)，若能設計使發熱不超過MIE，既可防止燃爆。而LPG在開放空間，因燃燒所生氣體和壓力能向大氣釋放，故不會引爆。惟引燃LPG若使人眼感受到持續5sec以上之發光現象，即為燃燒。

燃燒除可能毀損 LPG 設施及場內建物外，人亦可能直接受高熱灼傷，此依 CNS3658 應歸為 B 類（油類）火災，故為減低傷亡及災損，需用消防活動來撲滅。另外，人若曝露於LPG未完全燃燒所生之 CO 及 CO₂ 中會中毒，若曝露於空氣中的LPG 濃度達 33.3% 會窒息，均須注意。

3.3 爆炸種類及類型

依據災害防救法施行細則第 2 條第 2 項所稱「爆炸災害係指壓力急速產生，釋放至周圍壓力較低之環境，或因氣體急速膨脹擠壓周圍之空氣或與容器避磨擦，造成災害者。」爆炸可能引燃，燃燒亦可能引爆，爆炸威力以其傳播速度分為：輕爆

($<1^m/sec$)、爆炸 ($1 \sim 1000^m/sec$) 及爆轟 ($>1000^m/sec$)；如 C_3H_8 與 O_2 混合比在 25% 時，燃速可達 $2,600^m/sec$)。為便於探討 LPG 在卸收、儲存、灌裝過程中不當肇生多樣化的燃爆預防對策，可將爆炸分類成以火焰急速傳播的化學性爆炸即爆燃

(Deflagration) 和爆轟 (Detonation)，及某些物理性爆炸即爆裂等兩種情況。一為由點火源直接點燃之火源型或蓄熱型之化學性爆炸，其特點是發展燃燒的化學反應過程。如在密閉空間內充滿 LPG 與 O_2 混合的可燃氣且濃度達其爆炸範圍，一遇點火源即點燃，大量可燃氣在局限空間內因熱反應作用下急遽膨脹促進壓升至超過其耐壓極限強度時，即引發爆燃致傷亡和建物及設施破損。二為非點火源直接點燃之潛熱型蒸氣之物理性爆炸，其特點是發生了液相氣急遽相變升壓的物理變化過程。爆炸的種類與類型概述如下：

1. 爆炸種類：

- (1) 物理性爆炸：其原理為物態急劇變化，而其分子組成於爆炸前後未改變，故現場常無燒痕且傷者無大面積灼傷為其特徵。如鋼瓶材質或本體接縫銲接材料，因無法承受過壓致突然爆炸；以及儲槽在施氣體耐壓試驗失敗之破體爆炸。又如高壓電流通過細金屬絲或閃電和雷擊之強火花放電等能量在 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 秒內釋放出來，使放電區達到巨大的能

量密度和數萬度高溫，導致空氣壓力急劇升高，並在周圍形成強大衝擊波引爆現象等。

(2) 化學性爆炸：係由於 LPG 急速氣相反應，使其性質和成分起了根本變

化，產生高溫、高壓而引爆後之現場遺有燒痕，以及爆炸之燃燒波因於罹災者四周展開致表皮大面積灼傷為其特徵。

(3) 物理及化學性爆炸：係同時或順序發生物理及化學性爆炸。例如儲槽

液面上的金屬槽壁，因燃燒致強度減弱，LPG 壓力瞬即達其臨界壓力，且溫升至其臨界溫度以上，此時由於無法維持液態而急速蒸發膨脹導致沸騰液體膨脹蒸氣雲爆炸 (B.L.E.V.E.)。其槽內壓力衝破儲槽成為物理性爆炸部分；而後蒸氣接觸外部之著火源，又引發開放空間之蒸氣雲爆炸 (U.V.C.E.)，形成火球為化學性爆炸部分。

2. 爆炸類型：

LPG 或因洩漏、噴出，或因開槽置換氣體而排入大氣中，氣化成蒸氣雲的滯留狀態，因比空氣重而沈於地面或低窪處，隨氣流飄移形成連續氣流帶，與空氣混合達其爆炸範圍時，遇點火源即引發可燃蒸氣雲爆炸。但若在剛噴出氣化時就著火，則僅形成噴出方向的火災，此為其特性。另外，空容器猶可能含有 LPG，仍具潛在危險性。此時內壓約為大氣壓，如開關閥未關閉或有洩漏時，則空氣可能經由擴散進入容器內，混成可燃氣，並衍生爆炸危險性。又可燃性氣體爆炸類型區分如下：

(1) 洩漏類爆炸：指卸收、儲存或灌裝的機械、容器、配管等 LPG 設備，

因故洩漏到大氣，當濃度達爆炸範圍時遇點火源所生化學性爆炸。

(2) 破壞平衡類蒸氣爆炸：指儲槽、鋼瓶於火場遭受熱烤，或槽體及配管

等因材質劣化或遭槽車衝撞致生裂縫時，LPG 急遽從裂縫噴出使槽內壓力驟降而破壞了氣—液平衡，成不穩定的過熱狀態。最後因容器內 LPG 體積急劇膨脹、壓力劇增，使裂縫擴大或破裂成碎片，以及 LPG 大量噴出後瞬間氣化爆炸等物理性現象。若 LPG 噴出後與空氣混成可燃氣，遇點火源即生化學性爆炸或大面積火災。

3.4 我國分裝場洩漏及燃爆案例分析

3.4.1 災害案例


鑒往知來，分析國內分裝場災案之肇因作為前車之鑑，從中辨識危害所在，以謀求安全管理良策。茲就案例分析如下：

1. 北誼興業公司林園廠（高雄縣林園鄉沿海路一段 137 號）第 6 灌裝島發生槽車（B.L.E.V.E.）爆炸致 4 死、43 傷案：

(1) 事故概要：

1998 年 2 月 27 日約 07 : 15 ，東良汽車貨運公司朱添進駕駛已於排氣管末端裝置滅焰器之 JR-329 槽車進入北誼興業林園廠，內設 12 座灌裝島，欲於當時使用中的第 3 ~ 8 座之第 6 灌裝島卸收 19t （約需 45 分），該廠具第一種壓力容器操作人員訓練結業之卸收員李茂坤先於車輪處置放輪擋並將槽車接地，隨之將 4 " 液相管及 2 " 回流管（構造為外覆橡膠內襯鋼網之高壓軟管；災後兩條管線均斷裂於現場）分別接妥於槽車後開始卸

收。此後，李茂坤便至灌裝島南側從事鋼瓶灌裝，槽車司機朱添進隨之逕往休息室休息。約 7 : 30 朱員見該廠辦事員許國城進廠後於該灌裝島北側從事將 20 kg 裝之鋼瓶搬上 S9-313 貨車，朱員即前往幫忙。約 07 : 40 該廠貨車司機黃阿德進廠後亦加入搬鋼瓶。待裝妥 50 支鋼瓶後，許員即駕車出廠，而黃員便前往第 11 灌裝島。此時，李員告知朱員：「快好了」，但朱員可能聽成「好了」而欲將槽車開往第 6 灌裝島。



不久，司機朱員即因缺乏警覺性及安全知識不足，在未確認卸收軟管是否已卸下，便起動該尚未完成卸收之槽車。當黃員見此危險行為，即大喊「不能開」…惟朱員可能未聽見，亦未注意車尾分裝管路，在加氣管線之接頭還未拆卸時即逕自將槽車移離，導致連結灌裝之卸收軟管被拉斷，造成大量 LPG 洩漏，而被拉斷的卸收軟管之接頭及內襯鋼網被槽車在地上拖行約 0.5m，因與地面摩擦產生火花而引燃 LPG 形成開放空間之小氣爆（第一爆）。隨後約 7 : 45，槽車後端油箱起爆（第二爆）隨即引燃大火，朱員見狀即下車逃離現場。該廠即通報消防隊，而許員也再回現場協助滅火，不久消防車抵達灌裝島東側，即對槽車灑水降溫。該廠經 LPG 製造安全作業主管人員訓練之廠長吳荻朗亦至現場

指揮救火並指示勞工安全衛生管理員張益民及組長施開化至該廠東側儲槽區關閉四座球槽之緊急遮斷閥及回流閥。約 8 : 30 ，廠長見火勢仍未減弱再度指示施組長、作業員余東修及在地磅作業之領班謝金忠、蔡榮峰等人再回儲槽區確認各閥門是否關閉。約 8 : 40 ，由於火勢猛烈使消防設備無法有效將槽車冷卻，致槽體後部鋼板面受熱強度減弱，槽車即發生 B.L.E.V.E. 爆炸（第三爆），使槽車後端板爆裂飛至約 80m 處之儲槽區，打斷 T-1 球槽之 8 " 冷卻水管後掉落在防液堤內。前端板及胴體前半部爆裂飛至廠外離爆炸點約 300m 。其車頭被爆炸槽體打中，使駕駛座向前傾斜破壞並回轉約 180° 。胴體後半部爆裂長約 5m 部分之外側嚴重灼燒並翻越過棚架後方約 20m 處。但其排氣口僅燻黑而無爆炸跡象。

週遭球槽槽體隨之因受熱後，內部 LPG 由液體迅速蒸發膨脹成氣體，將槽體前後撐破，隨後大量汽化之 LPG 燃爆成巨大火球（第四爆）產生 B.L.E.V.E. 現象，並使破裂槽體碎片向四方飛散致現場四周設備及六部消防車均遭受波及破損，以及消防、義消及員工等多人受到身體 1% ~ 60% ， 1 ~ 3 度高溫灼傷慘劇，隨之廠方即將罹災者緊急送醫。

(2) 發生原因：

A. 本例為氣爆後產生 B.L.E.V.E. 爆炸現象，首因LPG洩出遇點火源爆炸，儲槽經由槽體外部燃燒受熱，使槽內液體迅速膨脹成氣體將槽體撐破，大量LPG燃爆成巨大火球，且破裂槽體碎片向四方飛散導致重大傷亡。

B. 槽車駕駛雖經運輸安全訓練，惟短期訓練之專業知識汲取仍嫌不足，依法不得從事卸收作業。又因教育程度普遍不高，極易忽略安全注意事項。

C. 工作守則未規定LPG製造安全作業主管須待現場監視，及未令經專業

訓練合格者專責LPG卸收，以及作業中不得擅離或兼作與卸收無關之事。

D. 儲槽與卸收軟管之連接部分未拆卸前，移動槽車。

E. 消防員雖擁滅火專技，惟對LPG之危害特性未必瞭解，因無專人與之密切配合及提供必要資訊使其正確因應，致無謂犧牲。

2. 官成實業公司LPG灌裝廠（台北縣樹林鎮中山路二段113巷8之3號）大量LPG外洩引燃，波及槽車燒毀爆炸（BLEVE），造成1死14傷及鄰近142家廠房損壞（損失高達179,600,000元，另房屋、設備、成品、材料、車輛及停工等損失被求償628,465,527元）案：

(1) 事故概要：

該廠技工陳和振獨自擔任 1990 年 8 月 3 日

21 : 00 ~ 隔日 05 : 00 之夜班，時值陰雨，其位於 500t (意指 1000m³) 球槽南邊泵浦及壓縮機房附近，負責處理回廠之 LPG 槽車經泵浦壓送入球槽內儲存的卸收作業，卸收含準備工作約需 1hr 餘。約於 8 月 4 日 01 : 35 許，有

A.B.C. 三輛槽車已完成卸收。陳員在南側於 D. 槽車完成卸收後，因司機將槽車停至定位離車後，都習慣將鑰匙留置於駕駛室內，又因深夜天雨，陳員便未去叫醒該司機來開車。推測陳員隨後可能有如下舉動致洩漏：

A. 自行駕駛D.槽車欲移車至停車區，當駛至泵浦及氣體壓縮機房之南、西二側轉彎處，因視線不佳而撞及正在西側卸收之官成實業公司 3 號槽車，致該車液相撓曲軟管由靠泵浦及壓縮機房端的接頭處脫離，此時槽車超流閥又未及時運作，致大量LPG外洩。

B. 自行駕駛E.槽車停至西側卸收處後，再將槽車之LPG灌裝入球槽。但因E.槽車駕駛本身疏忽，於充填完成後，還未卸下灌裝管線（經查E.槽車之液相管及氣相管靠槽車側之開關是開啟的），即開車駛離儲槽區，管線隨即拉扯斷裂，可能因液相輸氣軟管脫離，致槽內壓力 9 kg/cm² 之LPG突然從出口端的卸料口大量洩出。

C. 正在西側卸收處卸收之E.槽車並未移動，因撓曲軟管之螺紋接頭端鎖

緊之夾子鬆脫，使撓曲軟管脫落，而該處之超流閥卻又未及時作動，致大量LPG外洩。且當時陳員又未即操作設在槽車後端之緊急遮斷閥，以阻止LPG繼續大量洩漏混合成可燃性氣體散逸在廠內漂流於地面擴散沉積（LPG氣化膨脹率為230～270倍，且氣體比重為空氣之1.6倍），LPG之蒸發係由於突然之減壓與吸收氣溫、地面熱，或水溫進行，蒸發速度頗快，同時因蒸發吸收周圍空氣中熱量致氣溫降低，而形成一片白霧，再逐漸擴散，其著火之危險性更大。而當下又未即設法止漏並消滅附近可能點火源，及使用水霧驅散漏氣，以加速擴散至爆炸下限以下，以及未開放附近固定式水霧設備，以掩蔽火源或維護主要設備。

這股流散之LPG氣體可能接觸槽車卸收管線在地上拖行產生之火花或平時既有吸菸習性之陳和振吸菸之火花或陳和振急忙中欲下車處理，遇有其他火源而引燃產生爆炸而急速燃燒，形成一片火海，輪 8 月

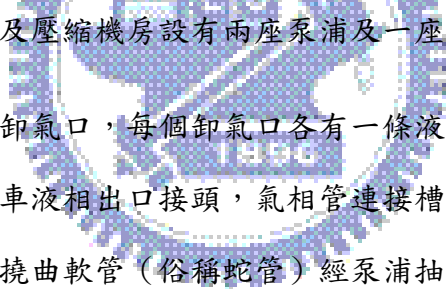
3 日 21 : 00 ~ 8 月 4 日 05 : 00 之夜

班守衛邱炎烈於 8 月 4 日 01 : 35 許，起床小便，在廁所門口看到灌裝場內有白色煙霧，且當時瓦斯警報器已鈴聲大作，第四罐裝區周圍及第二罐裝區與後面圍牆間起火，立即叫醒在宿舍（註：辦公室及調度室在大門入口右方，辦公室之三樓為員工宿舍）內睡覺的陳永明等 8 位同事，立即下樓手持滅火器及用消防栓水柱滅火， 01 :

40 許，守衛徐志國在守衛室內看到場內起火，便趕回辦公室撥打

119 電話，約 7 ~ 8 分鐘後，因慮及火勢太大已無法搶救，且廠內又存放著數百支鋼瓶，處在隨時可能會發生爆炸之危急情況下，邱炎烈等人立即撤退廠外避難，接著高熱之火焰繼續燃燒尚未卸氣之槽車，使該槽車溫度急劇高升，鋼板強度降低而裂開，更使 3 號及 6 號槽內之 LPG 突然全部釋放，在凌晨 13 : 45 引起連鎖爆炸。

(2) 發生原因：



A. 現場泵浦及壓縮機房設有兩座泵浦及一座氣體壓縮機，該機房東、南、西三側各一卸氣口，每個卸氣口各有一條液相管及氣相管，卸收時其液相管連接槽車液相出口接頭，氣相管連接槽車氣相入口接頭。液相之 LPG 槽車經撓曲軟管（俗稱蛇管）經泵浦抽送加壓，輸入球槽。另球槽底有氣相管經壓縮機加壓後，由氣相管入槽車之氣相部，幫助提高卸收速度。當無色的液態 LPG 大量洩漏後，將吸收附近空氣中的熱量而快速氣化，使空氣中水分冷卻凝結成白霧。LPG 外洩之原因：

a. 災後現場泵浦及氣體壓縮機房靠東側卸收處之液相管及氣相管皆為關閉狀態，且停於該卸收處之 C 槽車之快速接頭側皆已封蓋，故災時，該 C 槽車應無卸收作業。

- b. 災後現場泵浦及氣體壓縮機房靠南側卸收處之撓曲軟管處於關閉狀態，故災時D.槽車可能已完成卸收，欲待移車至停車位置。
- c. 災後現場泵浦及氣體壓縮機房西側卸氣口之撓曲軟管（蛇管）接頭可能因受外力或因該接頭鎖緊之夾子鬆脫而導致脫落飛離。
- d. 災後現場靠泵浦及壓縮機房西側卸收處液相管螺旋紋接頭之螺帽脫落但螺牙狀況良好，無崩牙現象，故該螺旋紋接頭應非因外力（拉力）而脫落，且視該螺旋紋燃燒痕跡，該螺帽應係災後遭人旋開之故。又因災前未對槽車之超流閥實施自動檢查，故難認該閥功能是否正常。

B. 分析可能產生火源之情況：

- a. 因分裝場四周設有 2m 高圍牆，且無水溝通往場外，故LPG沉積水面飄流到廠外接觸不明火源之可能性不高。
- b. 因分裝場附近有高壓電線鐵塔，靠球槽西側場外之鄰廠屋頂設有避雷針，故雷擊之可能性不高。
- c. 現場槽車雖皆裝有防引擎火花之滅燄器，惟亦可能由車輛之蓄電池電極接頭產生火花。
- d. 明火：罹災者陳和振平日可能有吸菸習性。
- e. 靜電發生後，須有足夠的絕緣性物體使靜電荷難以疏散而積聚至足夠的電壓成為火源。且在空氣中靜電場強度須 $> 30,000V/cm$ 之電壓數值才能跳火放電。又靜電放電須 > 0.25 微焦耳，以及跳火之間隙

中須存有可燃性氣體於爆炸範圍內，惟因LPG屬揮發性石油氣非太稀既過濃。從8月3日晚上陳和振以廠內之泵浦在同樣情況下已卸完A.及B.槽車而無異常，故應非由靜電產生火源。當晚天雨，相對溫度較高，依勞委會1988年6月所編「化學暨石油工廠之防災措施」所載：「當空氣中之相對溫度 $> 70\%$ 時，非良導體即因吸溫而於表面形成薄層水膜，供電流通過，於是降低靜電危險性。」，且場內之壓縮機及泵浦皆設有接地電阻為 1.6Ω 之接地線，故靜電產生火源之可能性不高。

- f. 場內之壓縮機、泵浦及警報設備皆屬防爆型構造。惟另有空氣壓縮機用來產生壓縮空氣以便控制球槽液相LPG出口管線上之緊急遮斷閥，其開關、馬達及移動電線插座皆非防爆型構造。但因時值深夜於分裝台並無作業而無需運轉空氣壓縮機，故電器火花之可能性不高。

- C. 災後經檢視E.及F.槽車安全閥心柱（Spindle）皆已斷裂，D.槽車安全閥心柱已嚴重彎曲，故皆無法測知原始吹洩壓為 kg/cm^2 。經檢驗D.、E.、F.槽車破裂處鋼板均有嚴重減薄現象，且鋼板呈暗藍色，顯示槽車受火災波及後，火焰直接加熱於槽車鋼板，使鋼板成紅熱現象而強度大幅減弱，至槽體沿縱向破裂，引起殘留於槽內過熱狀態之LPG發生蒸氣爆炸。

D. 茲就D、E槽車爆炸後計算其承受壓力，以E槽車之內徑 1.200 mm受

熱後實測厚度變薄為 7.8 mm材料以 SPA50Q，在 350°C 時（依材料規格

表 > 350°C 不准使用，無法查其容許應力），取其最低容許抗拉應力為

15.5 kg/cm^2 計算其最高承受壓力為 17.46 kg/cm^2 ，受熱後其內殘留之

LPG（以丙烷、丁烷各 50% 混合氣）溫度達 80°C 時其蒸氣壓力必 > 18

kg/cm^2 ，在安全閥設定壓力（按槽體原耐壓試驗壓力 30 kg/cm^2 ，安全

閥設定在 24 kg/cm^2 ）以下，蒸氣壓力超過此最高承受壓力即爆裂。而D.

槽車，其受熱鋼板實測，厚度變薄至 4.8 mm，計算其最高承受壓力僅

8.2 kg/cm^2 ，此時槽內若無液相LPG，槽體局部受熱後，溫度易急速上

升使鋼材軟化，及內部蒸氣因受外部溫度影響而使用壓力升至最高承受

壓力，致瞬間局部破洞。應可推測D槽車已完成卸收，故爆炸威力較小。

3. 中油公司台北縣瑞芳鎮深澳輸油站 LPG 新舊管線法蘭切換外洩虛驚事件案：

(1) 事故概要：

1999 年 7 月 14 日 15:40 該站工務課陳君會同承

商康壯工程公司人員從事新建 LPG 灌裝 8 ” 管線之氣動閥及加臭

用計量計測試作業， 16:05 於九份溪上方新管橋法蘭處發生 LPG

外洩後相關人員即趕赴現場實施緊急處置，關斷西端管閥以斷絕氣源，以消防水進行漏氣範圍警戒，停止現場一切作業及管制火源，並將管內殘氣導入燃燒塔，管線降壓，保警指揮管制濱海公路交通，現場進行偵測可燃性氣體濃度，佈置消防水帶緊急應變，然後拆除管線保溫器材，並以防靜

電工具將法蘭螺絲鎖緊止漏，於 17:00 完全止漏後隨即解除交通管制。

雖處置得當無人罹災，惟因外洩產生白煙使當地民眾誤認是重大事故即遂行強烈圍站抗議。

(2) 發生原因



承攬商康壯工程公司人員將 LPG 由舊管路切換到新管路時，因管橋空間狹窄作業不易，新管線法蘭未確實鎖緊，或因法蘭位置接近地面

而無法鎖緊，於低溫之 LPG 進入新管線後，管線溫降劇烈變化，在未

鎖緊之法蘭盤更（ Packing ）處，因驟冷使材質收縮致間隙加大造成

LPG 與原先系統內作氣密試驗之氮氣一起外洩。

4. 德基泰實業公司（桃園縣蘆竹鄉中福村 17 鄰福興 30 之 1 號）因廠內 LPG 儲槽外洩引燃致 1 死、4 灼傷案例

(1) 事故概要

因該公司儲槽將於 2000 年 5 月 17 日實施開放檢查，故公司負責人謝國清等人於 5 月 13 日上午將槽內 LPG 抽到相鄰之儲槽，至中午改用排水管以自然流出方式引入約 30 支小鋼瓶內，約至 15 時許當槽內錶壓力約為 1 kg/cm^2 時，便不再引流而將殘氣直接排入消防水池中，並將位於儲槽上方之安全閥卸下且打開排放閥，將殘氣直接排出，預備隔晨再灌水。時值天熱無風，且儲槽經日晒後達約 30°C 。約過 1hr 槽內錶壓力為 0 kg/cm^2 時，三人開啟人孔蓋後依序入槽，忽聞「轟」一聲，火光由謝國清背後襲來，導致位於附近之廠長張金龍及鈞庭企業公司負責人張源昌分別受到全身 60% 灼傷、夜間守衛鄧嘉法灼傷後延至 2000 年 5 月 18 日死亡，以及儲槽旁約 2.5m 高之坡坎下方蓄水池邊有二位釣客黃教端與黃清水均受到全身 20% 灼傷，災後傷者全被送醫救治。而蓄水池邊仍遺有香煙盒、煙蒂及打火機等，週遭樹木亦有燒損痕跡。

(2) 發生原因

該公司未將槽內殘氣用水頂除乾淨，便開啟槽體上方之排放管及人孔蓋使殘氣自然蒸發飄出槽外而散於空中後流向較低處。另從儲槽下方排水管排入消防水池之殘氣，也浮出水面而擴散到地面，滯留於較低及無風

處，恰因接觸到不明火源而產生閃燃。

5. 花蓮液化氣分裝公司(花蓮縣吉安鄉仁和村南海三街 108 號)開槽作業 2 人缺氧致死案例

(1) 事故概要

該公司為申請於 2005 年 9 月 5 日實施 2# 圓筒臥式 LPG 儲槽開放檢查。故由董事長石進發及廠長劉清光等 2 人先於 8 月 30 日 17 時許，實施該槽殘氣卸放及充填 N₂ 作業後，欲實施槽內置換空氣作業，石進發開啟人孔蓋並由股東林文彬傳遞送風管（約 3" ϕ 之可繞式 PVC 管）給他。因送風管長度不足，林文彬便至防爆牆外將盤繞之通風管予以拉直延伸，擬拉管後再裝設送風機進行通風換氣。此時石進發忽見劉清光癱瘓於槽內，大叫「那會這樣？」，林文彬聞聲即奔回防爆牆內並爬上儲槽，見石進發亦已入槽抱住劉清光並欲將人推出人孔。惟推至槽內爬梯約 $\frac{1}{2}$ 處時，林文彬伸手欲拉住劉清光未成，石進發、劉清光二人即跌落槽底。林文彬隨即奔回辦公室，請會計魯秀珍呼叫 119 派員搶救。過約 15^{min} 消防隊抵達即配戴空氣呼吸器入槽，以繩索將二人吊出，送醫不治。

(2) 發生原因

A. 現場設有 1、2 號圓筒臥式儲槽，事發翌日，以四用氣體偵測器測

定 2 號儲槽內 O_2 濃度僅 4~5%；另以捕集袋分別採取槽內中、下層之

空氣樣品，經中油公司桃煉廠分析出乙烷 2.66~2.54%、丙烷

52.58~50.0%、丁烷 5.35~5.01%、 O_2

5.13~6.04%、 N_2 （nitrogen）27.80~30.32%，為缺氧空氣。其中 N_2

屬單純性窒息物（Simple asphyxiant），其本身不具生理刺激化合性，

僅於空氣中相對的量下排擠或稀釋 O_2 ，使 O_2 濃度低於 21%。

B. 石進發及劉清光等 2 人均因危害認知與辨識能力不足，未待完成機械

通風即入槽作業，急為搶救卻未使用適當之呼吸防護具而曝露於有害

氣體環境中，吸入缺氧空氣致死。

6. 金龍液化石油氣公司驗瓶廠（宜蘭縣冬山鄉大興村龍祥十路 25 號）從事驗瓶磨光作業引燃致 3 人重傷案例

(1) 事故概要

2005 年 12 月 28 日上午該廠檢驗員郭端志及關仁州

位於驗瓶廠第一次外觀檢測區使用研磨機從事鋼瓶磨光作業，以取得並記載待驗鋼瓶之號碼、瓶重與原始出廠日期等資料，另一檢驗員林章興從事

拆牌作業。磨光作業前郭端志先將鋼瓶以逆時針轉動開啟容器開瓶閥，洩放鋼瓶殘氣排放於大氣。於 9 時 19 分因磨光產生火花而引燃並迅速擴散蔓延至鄰近區域。約 9 時 30 分許廠長陳進龍於驗瓶廠第二次外觀檢測區，聽聞「著火了！」即趕至前端第一次外觀檢測區，以滅火器救火，約 1 分鐘即撲滅，惟已造成關仁州體表面 8% 之二度燙傷；郭端杰吸入性損傷及體表面 10% 之 2 ~ 3 度燙傷；以及林章興體表面 6% 之 2 度燙傷。



(2) 發生原因

- A. 災後該驗瓶廠經氣密試驗檢測引發火源之鋼瓶開關閥，發現未達 18.6 kg / cm^2 即洩漏，為不合格閥。
- B. 該廠驗瓶作業未依據內政部所訂LPG容器檢驗場認可及管理要點五之（八）容器定期檢驗作業基準：1.收瓶及堆置。2.第一次外觀檢察（包含執行磨光工作及核對瓶肩資料等程序執行驗瓶作業）。3.殘留氣體回收。…等。
- C. 從業人員危害意識不足，LPG鋼瓶殘氣未於通風良好之場所緩緩排放於大氣，又磨光作業未加以管制，致使殘氣接近研磨火花。

3.4.2 災因分析與探討

綜上分析檢討國內分裝場在卸收、儲存、灌裝等過程中洩漏引燃、爆炸案例。經研究歸納發現皆然有因，始於未完善安全管理以避免不安全狀況及行為，由異常作業狀態及至事故，並持續發展成災，結果均存在著直接、間接和基本原因。

例如LPG卸收時，因無專人專責卸收作業管理，致有未待完成卸收即駛離槽車之不安全行為，而導致軟管拉斷托行摩擦地面起火形成熱能 危害源，又引燃 漏洩之

LPG(媒介物) 造成不安全狀況。卸收軟管未做好安全連結的防護設施之不安全狀況及罹災者對於不安全狀況之認知情況不佳，才有未確認卸收作業是否完成即駛離槽車之不安全行為，兩者既為肇災起因，便是間接原因。是故肇災之直接原因為燃燒

LPG，而肇災之基本原因則係分裝場的安全管理功能不彰。

至於基本原因亦可能是因業者不重視安全，未設置作業主管，新進或變更作業勞工未施予危害認知之安全衛生教育訓練，以強化勞工對危害辨識、相關防災對策及安全防護措施之了解，或未指定人員實施自動檢查等。間接原因亦可能是因未採裝置安全連結器、可燃性氣體偵測器、等防護措施，未供給勞工防凍手套、安全帽、空氣呼吸器、等個人安全防護具。欲求澈底解決之道，應當加強安全管理消除管理之缺陷、改善不安全狀態及不安全行為，方能達成防災目標。

肇因可能由數個個別原因事件所組成，約略分為如下三個層次：

1. 間接原因

間接原因：係指間接造成災害之非預期人為及物為因素。分裝場在卸收、儲存、分裝等作業過程具高度風險性。欲防火、防爆，首須瞭解災因包括人為及物為因素，其導致傷亡之能量，如LPG燃燒之產物 CO、CO₂ 等加害物及其起因者靜電、火花等熱能之危害源；尚須經由LPG儲槽、配管、泵浦、

壓縮機或其他機具設備、環境等媒介物的傳遞，而肇災主因也可能事媒介物本身不良。這般均是造成燃爆、缺氧、中毒等事故的前提條件，是在基本原因的基礎上，發生事故或擴大成災的間接誘發原因。可區分為不安全行為及不安全狀態兩個因素：

(1) 不安全行為：係偏離 SOP 的異常作為，曾經或可能導致事故。歸納其原因：

A. 不履行安全措施：作業時因不瞭解、不熟悉或不遵照 SOP 及工作守則

等致使危害風險升高；或因缺乏危害辨識能力，或意圖方便而使用有缺陷或缺乏安全防護的機具、設備；或因工作不認真、不專心，生心理、體力狀況不佳，知識、技能上不能配合或不服管理等而誤判或誤操作；或因技巧、熟練或明知卻疏忽、懶惰而未做到。如非卸收人員或無資格操作者，從事卸收作業；或在 LPG 設施之危險境界內有吸菸、嬉戲、惡作劇或燃燒廢棄物等不當行為，或人為縱火等破壞活動。又如未裝設滅焰裝置的車輛擅入禁止煙火區域；未經許可實施動火作業；未確認卸收軟管已取下即駛動槽車；或灌裝逾期鋼瓶，或將鋼瓶倒置存放、不當拖行等形成危險狀態；或為操作便利而將可燃性氣體偵測器等安全裝置拆除或調整使其失效；或於圓盤式自動灌裝台之鋼瓶輸送帶等機械設備運轉時，從事清潔、上油、維修、檢查等動作；或入儲作業未通風換氣及氣體偵測等作業環境危害確認，故須施以安全教導及工作訓練。

B. 未著用防護具：作業時不懂需要或不曾使用或因自覺不便或不舒服而

不願戴用必要之安全防護具；或選擇錯誤、失效、不當使用防護具等誤以為安全；如 LPG 管線洩漏時，未戴用防凍手套或配戴不符規範之棉紗手套，從事遮斷開關閥止漏作業有被凍傷危險。或開槽作業未置換氣體即擅入槽內，或緊急入槽搶救時，未使用呼吸防護具等接近危險點之行

為。

- C. 機械、裝置操作失誤：超時或不熟練或帶病作業致對卸收、儲存、灌裝等操作程式、順序或動作錯誤；或卸收員與槽車駕駛間溝通、協調不足。
- D. 危害辨識能力及反應不足：無能預知LPG可能漏洩危險而擅於灌裝台從事動火作業，或漏洩未及時採取遮斷、止漏、滅火、避難、通報等行動。
- E. 作業人員之知能、智能、身心狀況無法適應：故須適才適所，定期體檢，並常做巡視、督導及安全觀察，及時發現加以改正。
- F. 工作紀律惡劣：任意堆置可燃物、開啟閥門或動火作業，車輛未設滅焰器駛入危險境界內或吸菸產生明火，卸收時移動槽車、等危害因子肇端。
- (2) 不安全狀態之物為災因：係指LPG分裝場製程、設施及場所，因設計、保養、維修或管理等不當因素，而處於異常、錯誤等狀況，將導致傷亡或毀損之不可接受風險。歸納其因如下：

- A. LPG設施場所規劃不良處於危險狀態：如機械通風裝置、輕質屋頂材料等設計、維修不良；電氣絕緣不良、老化、故障未修理；照明不足、空間狹小、車行動線不佳、地面窟窿、溝渠未遮蓋；卸收槽車停車位傾斜、未設擋車裝置；灌裝台之防撞裝置不牢固及鋼瓶儲存不當；配管接頭發生變形、破裂或跨接銅線脫落或開關閥門被打開；圓盤式自動灌裝機等運轉機械的零組件損壞；儲槽液位計或設備壓力錶失靈等。
- B. 作業環境危害：如卸收、灌裝及壓縮機房等場所通風不良且LPG設施

漏洩或清槽作業時換氣不完全等。

- C. 缺少防火、防爆、防靜電等裝置和安全設施：防爆電氣、漏洩氣體緊急遮斷閥、防爆牆、儲槽灑水裝置、安全閥、安全連結器、避雷針、跨接線、接地等設施不全或裝置不當。
- D. 缺少緊急避難及消防設施：消防栓、滅火器、緊急發電機、緊急照明、避難通路、消防用水、消防砂、避難指示燈、等。
- E. 缺少警戒防護設備：如缺少可燃氣體偵測器、自動警報廣播及監視系統等裝置或失效；以及無危害通識標誌或安全標示不清。
- F. 缺少個人安全防護具或作業服裝：如緊急應變使用之耐火防護衣、安全帽、靴、護目鏡、面罩、防凍手套、空氣呼吸器等裝備不齊；或作業時未穿著棉質衣服及膠底鞋以防產生靜電火花。
- G. 外部因子危害：縱火或鄰廠火災，或雷擊、地震、等天災。

2. 基本原因

基本原因係指因未訂防災計劃及疏於工作場所巡視和檢查致未能即時發現LPG設施異常加以改善或停用；且未訂工作守則、SOP，及未明確從業人員安全衛生職掌並施以教育訓練，致危害辨識能力不足表現出不安全行為等管理不善之徵候；其交相引發洩漏、燃爆等結果。可歸納如下因素：

(1) 安全管理因素：

分裝場常因管理者不懂或不認同安全規章制度或安全管理系統而缺乏安全政策和決心，故未設或虛設安全衛生管理組織及人員，未落實風險管理、承攬管理、健康管理、變更作業管理以及未強化本質安全等事項。

包括：操作管理不善，如應變編組不明確，卸收作業前對於槽車鑰匙、輪擋、第三煞車、接地、卸收軟管之安全連結等督檢未周詳，灌裝逾期鋼瓶，拖行鋼瓶等；工程管理不周嚴，如對分裝場之興建設計或丙類危險性工作場所審查暨檢查未周全，及缺乏製程安全分析、危害風險評估等；對異狀未正確採取行政管理及工程改善措施。

(2) 安全教育因素：

從業人員會因求學時專業、技能的養成，以及家庭教育和個人習性與生心保健結果；進入職場受到事業的管理制度、工安文化、危害通識教育、政府對消防及勞工安全衛生之施政方針與政策；或因身兼多職或未適才適所；甚至社會活動中相關法律、規範、風氣、安全資訊，以及職業道德與人際關係等限制，對個人經驗、行為、生心理及工作態度等各有不同影響。而展現出不稱職、不敬業、不專業、鄉愿、能力不足，或對防火、防爆、危害通識及作業技能和緊急應變等相關教育訓練不足，致作業能力或經驗能力不足或技術生疏；輕視或誤解安全衛生、消防法規規定或憑不安全的經驗操作、擅作主張，或組織缺乏紀律等徵候。

(3) 安全技術因素：

因對 LPG 製程認知不足，故於分裝場規劃、設計及興建階段的安全技術不成熟；如製程設計及操作流程有誤或不夠全面；或輕質屋頂材料選擇、防爆牆結構設計、滅火設施設置等不當，以及安裝、建造、維修品質等不符合要求；或危險區劃不符防火規範要求；或處理能力、儲槽灑水量、可燃性氣體偵測器數量、避雷針保護範圍、設備儲存能力等計算出現誤差；或不善三級稽核、無能力發現異狀及時制止或檢查確認，以及監視保全不可靠等。

3.4.3 因果模式

分裝場之所以發生燃爆，係因LPG設施及電氣設備不良等物為原因或操作不當等人為因素致洩洩後又遭遇靜電或其他點火源等間接原因所促成的。而其基本原因乃在於安全管理不善，同時也包括電氣防爆及消防設備等安全防護上的缺陷。故在LPG灌裝、儲存和卸收等過程中，應全面有系統的分析各項肇災成因，並相對應地採取有效防災對策及執行各項安全管理措施。

災害係指分裝場之從業人員、救災人員或鄰近居民及路人等遭遇爆裂物碎片、震落建材、玻璃、等飛落物擊傷或著火物燒燙傷。其起因物為肇災的機械、裝置或其他物品或環境，包括與儲槽、槽車第三煞車裝置、槽車高度感知桿、壓縮機、泵浦、灌裝機、緊急發電機、車輛滅焰器、灌裝台防撞裝置、安全連結器、接地裝置、可燃性氣體偵測器、灑水裝置、緊急遮斷裝置、廣播器、避雷裝置、等機械設備，以及工具、防護具等，也包括溫度、壓力、液位條件以及LPG卸收、儲存、灌裝等區域之通風、電氣使用或採光、照明等環境條件之加害物的接觸暴露所致直接傷害結果。

當今國內LPG設施防火防爆技術未臻完善，確實潛藏相當危險性。在發生洩漏、燃爆時，若因可燃氣體偵測器及自動警報裝置、安全連結器、安全閥、緊急遮斷閥、電氣防爆裝置、緊急發電機及自動灑水裝置等設備失效。或因從業人員未能及時發現洩漏、火災或對異狀未即正確採取緊急應變處理，將會擴大發展為大規模火災或連續爆炸。故須強化從業人員對LPG危害特性的認識，以及提昇對靜電和電氣危害辨識與防災能力，避免因不安全行為而肇災。而其管理者亦應健全及落實LPG設施安全管理制度，方能達成防災目的。

4 四、現況訪視查核結果分析

4.1 查核表製作與查核

4.1.1 查核表製作

本研究係採分裝場現況訪視方式實施查核，並當場填載於「現場查核表」作為日後統計分析之依據。現場查核結果係用來瞭解國內分裝場設施防火防爆安全管理暨緊急應變體系現況，查核表之製作內容主要包括：一、「事業單位基本資料」既受訪視對象之分裝場之背景資料事項查核勾選；二、「勞工安全衛生管理組織、人員」設置情形查核勾選；三、「分裝場主要設施及安全管理情形」事項查核勾選；四、「分裝場一般設施及安全管理情形」事項查核；五、「分裝場緊急應變設施及演練情形」事項查核勾選等五大單元，以符合標準程度分為「非常標準」、「標準以上」、「符合規定」、「需要改善」及「應即改善」之五個等級，以及以「是」、「否」之二個答題選項，蓋由訪視者在受訪者會同查核及說明下，依實況在□內勾選”v“認為最適當的答案選項，針對查核事項勾選之五大單元說明如下：

1. 第一單元為「事業單位基本資料」背景資料事項查核勾選

本單元查核主要目的，在了解受訪查之分裝場的背景資料。以進行查核差異度原因交叉分析，查核內容包括會同查核之被詢人職稱、受訪之分裝場之設置地點、設置時間、人力規模，以及是否屬丙類危險性工作場所、丙類危險性工作場所是否曾經向勞動檢查機構申請審查暨檢查合格、丙類危險性工作場所審查暨檢查未合格之主要原因等事項勾選。

2. 第二單元為「勞工安全衛生管理組織、人員」設置情形查核勾選

本單元查核主要目的，在瞭解受訪查之分裝場之勞工安全衛生管理組織及人員設置情形。以進行查核差異度原因交叉分析，查核內容包括是否設置專責之勞工安全衛生業務主管人員、合格之急救人員、防火管理人，以及作業人員經LPG類作業安全衛生訓練或儲槽及其附屬品自動檢查訓練之人數比率等事項勾選。

3. 第三單元為「分裝場主要設施及安全管理情形」事項查核勾選

本單元查核主要目的，在達成對受訪查之分裝場之主要設施現況及其安全管理情形，瞭解其符合標準之程度。茲依其製程階段及安全防護等區分為「卸收系統」、「分裝系統」、「消防系統」、「安全系統」及「靜電卸除及電氣防爆系統」等五方面分述如下：

- (1) 卸收系統方面：係指以壓縮機將槽車內之液態LPG送至儲槽內之主要設施及安全管理情形之查核事項，共有「槽車卸收區域地面漆線標示警戒區域及停車格」、「儲槽區域裝置護欄，避免車輛碰撞」、「槽車裝設防駛離裝置（第三煞車）」、「槽車卸收區域設置接地線、輪檔以及【卸收作業中】告示牌」、「訂定槽車卸收SOP，並繪製卸收流程圖張貼於卸收區顯而易見處」、「儲槽設計、材料、製造、檢驗及安裝均符合『高壓氣體勞工安全規則』、『壓力容器安全檢查暫用構造標準』及CNS【LPG分裝場】之規定」及「儲槽製造過程經檢查機構之熔接檢查、構造檢查合格後，再辦理竣工檢查，其儲槽本體並每年定期高壓氣體特定設備檢查合格」等7項。

(2) 分裝系統方面：係指液態 LPG 由儲槽液出管路經泵浦加壓送至灌裝台分裝於鋼瓶內之主要設施及安全管理情形之查核事項，共有「文字及顏色標示：管線流向、內容物、氣液態相」、「管線以地上明管設計時，有良好支架及防蝕措施」、「管線系統之設計已考慮在不動火情況下，可進行一般性維護」、「LPG 液態管線上加裝安全閥，預防 LPG 膨脹產生異常壓力」、「儲槽管線設 2 處以上之閥，其液入管、液出管及迴流管進口與管線連接處均設有緊急遮斷閥與超流閥」、「設安全閥且其吹洩量經過計算，使於槽內壓力過高超過設定壓力時即自動吹洩降壓」、「閥門均標示【啟】、【閉】狀態」、「液出管在灌裝泵浦灌裝系統中，與儲槽迴流管間設有迴流閥」、「已實施安全閥及容器水壓測試」、「PID 圖內容有溫度、壓力、流相、等」、「儲槽基礎構造強度計算書經技師計算簽認，每年並實施儲槽基礎沉陷測量」、「儲槽防蝕材和混凝土地面配合部未腐蝕損傷」、「壓力錶之刻度板及玻璃板均無髒污，並標示最高使用壓力」、「儲槽液位計之刻度板及玻璃板無髒污，並標示最高儲存容量液位」、「現場標示緊急缺斷開關閥之 SOP 及開關方向」、「於距離儲槽外 5m 以上之儲槽底部液出、液入管線，設置 2 處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關閥，使 LPG 漏洩時可安全地立即操作缺斷」、「灌裝台設置半自動控制計量裝置」、「儲槽外部油漆未剝離，易見之處以紅色漆寫【液化石油氣】或【可燃性氣體】」、「氣體壓縮機本體之潤滑油量充足、

運轉聲音及軸承溫度良好、進口壓力之運轉指針無異常振動、出口壓力之壓差（過濾器未阻塞及卻水器無液體滯留）、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定無洩漏等均正常」、「泵浦之本體之潤滑油量充足運轉聲音及軸承溫度良好、進口壓力之軸封部無過量漏洩、出口壓力之壓差（過濾器未阻塞及釋壓閥調整）、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定均正常無洩漏」、「壓縮機與管線間設有防震軟管」、「不滯留構造証明」及「實施高壓氣體特定設備耐壓試驗及氣密試驗，並備紀錄」等23項。

(3) 消防系統方面：係指包括儲槽降溫灑水系統、消防灑水系統及其他依

規定應設置之消防栓、滅火器或必要之消防設施及安全管理情形之查核事項，共有「消防水池容量與循環水池容量足供全廠區之消防栓及自動灑水設備作動30_{min}以上之噴水及灑水量，備有灑水量計算」、

「設置柴油發電機等緊急備用供電系統，於停電時可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力」、

「設置手動及自動加壓消防泵浦」、「LPG處理、儲存場所，設足夠

乾粉滅火器，置於可直接取用位置並予以標明」、「裝卸作業場所設有緊急照明裝置」、

「儲槽降溫灑水系統設定氣溫達32~40°C時立即自動灑水之溫控灑水設備」、

「設置「嚴禁煙火」及「禁止可燃物堆積」等標誌」、

「每月實施緊急備用供電系統檢查及試轉」、「灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污」、

「灑水設備之引擎、電池、真空泵等之油量充足無漏洩」、

「水噴霧及灑水裝置之操作位置分設於儲槽5m外之火警受信房及辦公室等人員常駐場所，可迅速操作之位

置」及「自儲槽外 40m 內，可由任何方向噴水之消防栓，水瞄壓力應在 $3.5 \text{ kg} / \text{cm}^2$ 以上，放水能力在 $400^0 / \text{min}$ ，且以儲槽表面積每 50m^2 設置 1 個消防栓」等 12 項。

(4) 安全系統方面：係指緊急遮斷閥控制系統、可燃性氣體偵測器及警報

裝置、全天候攝影監控系統等主要設施及安全管理情形之查核事項，共有「儲槽區、容器儲存區、灌裝台、泵浦及壓縮機房等區域周圍每 20m^2 設置足夠之瓦斯偵測器及詳細位置圖，且於圖上編號」、「瓦斯偵測器之偵測點距地面 10cm 以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。

預警濃度在 LEL 25 % 以下，能以紅燈及蜂鳴器連續警報鳴響發出警報信號，未作解除操作前不自動停止警報」、「漏氣探測警報設備採用

擴散方式導入氣體者，探測漏氣至發出警報時間在 30_{sec} 內，採用吸引

方式導入氣體者，於加裝 30m 長度氣體導管狀態下，探測漏氣至發出

警報時間在 60_{sec} 內」、「可燃性氣體洩漏檢知警報器之受信總機設於

辦公室明顯位置」、「可燃性氣體洩漏檢知警報設備之電源指示燈及故障指示燈均良好」、「可燃性氣體洩漏檢知警報設備每季定期實施

校正」、「安全閥之設定壓力均略低於壓力容器之最高使用壓力」、

「安全閥之排放管罩無脫落及主閥開閉狀態良好（全開）」、「設全

全天候攝影監控系統」及「灌裝台、警衛室及辦公室設火警探測器」等

10 項。

(5) 靜電卸除及電氣防爆系統方面：查核包括「設置足以含蓋全場區之避雷保護裝置；於儲槽區及灌裝區，均設有接地線及避雷針，其接地電阻值接地線總合在 $100\ \Omega$ 以下，而避雷設備之值總合在於 $10\ \Omega$ 以下」、「連接管線之法蘭兩端加裝軟性靜電導線；並以固定端子使螺栓緊固導線」、「槽車及卸收區之卸收用軟管，於卸收前均確實以斷面 $> 5.5\ \text{mm}^2$ 之電線連結線」、「儲槽、磅秤、壓縮機及泵浦，以及所有閥、凸緣或配管之熔接處等，均單獨設有接地連結線裝置，並以焊接、熔接、連接配件等方式確實連接」、「一般電氣設備及轉動設備均有接地」、「電氣、轉動設備及儲槽等定期每季測定接地電阻」及「灌裝台、容器儲存區及泵浦機房等區域之廣播器、照明器具、空氣壓縮機之馬達、泵浦之原動機及電氣線路、開關等電氣設備均為防爆型電氣構造」等 7 項。

4. 第四單元為「分裝場一般設施及安全管理情形」事項查核勾選

本單元查核主要目的，在達成對於受訪查的分裝場之一般設施及安全管理情形，瞭解其符合標準之程度。查核包括「分裝場圍牆、出入口處及危險境界之警戒標示」、「實施進出車輛煙火管制，檢查滅燄器設置」、「設置交通號誌並實施場區內車行速限 $15\ \text{km/hr}$ 及動線方向標示」、「儲槽區、灌裝台及容器儲存區標示危險物圖示、內容及格式」、「儲槽區、灌裝台及容器儲存區備有 MSDS」、「置備危害物質清單」、「高壓氣體特定設備、低壓電氣設備、灌裝設備、水噴霧及灑水裝置之動作狀況以及安全閥設備等均定期實施自動檢查及使用前、後之作業檢點；並確切規定檢查時機與檢查項

目」、「安全衛生及高壓氣體工作守則」、「實施規定時數之一般勞工安全衛生及危害物通識教育訓練」、「消防防護計劃」、「災害防止計劃」、「危害通識計」、「動火作業許可規定」、「灌裝作業場所之照明度 $> 100^{\text{Lux}}$ 」、「儲槽區及其他 LPG 製造設備之外面與外界處理煙火之設備 $> 8\text{m}$ 之迂迴水平距離，若 $< 8\text{m}$ 者於四週設置 $> 2\text{m}$ 之防火牆或遮牆；不燃性建物之開口部，使用防火門或網裝玻璃閉鎖，供人進出之開口部使用二重門」、「儲存能力 $> 1000\text{T}$ 之儲槽區設有防液堤」、「儲槽區上空無高壓電跨越」、「分裝場內除指定辦公室為吸菸場所外，均標示為煙火管制區」、「灌裝逾期鋼瓶」及「灌裝與殘氣容器分別儲放於指定場所」等20項。

5. 第五單元為「分裝場緊急應變設施及演練情形」事項查核勾選

本單元查核主要目的，在達成對於受訪查之分裝場之緊急應變設施及演練情形，瞭解其符合標準之程度。茲分為「通報設備及搶救器材之設置」、「緊急應變措施」及「復原措施」等三方面分述如下：

- (1) 通報設備及搶救器材設置方面：查核辦公室內應置備「緊急通報流程圖」、「搶救設備及清單」、「當地縣市政府災害防救應變中心、消防隊、警察勤務中心、電力公司以及具有燒燙傷醫療能力之最近醫院等外援單位、人員之緊急聯絡資訊及路線圖」、「場內全員緊急聯絡資訊」、「傳真機、無線電及電話等通訊器材」、「供氣式或自攜式空氣呼吸器、安全帽、安全鞋、消防防護衣及防護手套等防護具」及「急救設備」等7項。

(2) 緊急應變措施方面：查核「訂有三階段緊急應變計劃，並每年定期實施人員編組及指導相關緊急應變及消防演練」、「緊急疏散路線圖」、「分裝場之消防設備系統表」、「場區設施配置圖及鄰近區域地圖」、「MSDS」、「無火花工具、搶修器材、防爆手電筒等」及「緊急應變流程圖」等 7 項。

(3) 復原措施方面：查核包括「復原計劃」、「燃爆事故調查報告表」、「職災統計分析表」、「全員名冊」及「移動式可燃氣體偵測器」等事項。



4.1.2 實施查核

本查核問卷係用以調查國內分裝場設施防火防爆安全管理暨緊急應變體系現況，主要選擇台灣北部及東部等縣市地區之50家分裝場，經由分裝場負責人或現場主管或安全衛生業務主管等從業人員除配合於現場會同實施查核各項LPG設施及安全防護措施外，並據實回答或提供有關丙類危評送審結果、安衛管理組織及人員設置情形、分裝場內防火防爆設施及安全管理情形，以及緊急應變設施及演練情形等各項問題或資料。並依現場實際逐項查核及問答結果，真實瞭解其符合標準之程度後，當場填表。

4.2 查核結果分析

4.2.1 事業單位基本資料分析

本研究原計劃訪查50家分裝場之現況，惟因故而實際完成現場查核者僅45家，實際完成查核率為90%。依照訪查問卷內容所分「事業單位基本資料」背景事項勾選，對現場查核基本資料分析如下：

1. 45家分裝場會同查核人員之職務背景，如表4：

表 4 會同查核人職務背景統計表

會同查核人職務背景	職稱	工作場所負責人	事業負責人	安全衛生業務主管	總計
	家數	21	18	6	45
	%	46.67	40	13.33	100

顯現查核時，能夠會同充分解說回答各項問題者，主要還是在現場實際營運作業管理者。

2. 本研究實際訪查45家分裝場之設置地點比例分佈：台北縣（泰山、中和、永

和、林口、新店、樹林、五股等地區) 13 家 (佔 28.89%)，桃園縣 (平鎮、龜山、大溪、八德、蘆竹、桃園等地區) 12 家 (佔 26.67%)，宜蘭縣 (宜蘭、冬山、員山、三星、五結、蘇澳等地區) 8 家 (佔 17.78%)，花蓮縣 (吉安、鳳林、等地區) 6 家 (佔 13.33%)，新竹縣市 (新竹、竹北等地區) 2 家 (佔 4.44%)，基隆市 (信義及七堵等地區) 2 家 (佔 4.44%)，台中地區 1 家 (佔 2.22%)，連江縣 (南竿) 1 家 (佔 2.22%)。充分顯示分裝場設置地點主要集中分佈在較多人口集中的都會區之近郊，故北台灣以台北及桃園地區最多；東台灣之宜蘭及花蓮等地因非人口集中區域，故無天然氣而僅靠 LPG 提供用戶，其家數亦不少。如表 5：

表 5 分裝場設置地點統計表

資料	台北	桃園	宜蘭	花蓮	新竹	基隆	台中	連江	總計
家數	13	12	8	6	2	2	1	1	45
%	28.89	26.67	17.78	13.33	4.44	4.44	2.22	2.22	100

3. 經實際訪查 45 家分裝場之人力規模，如表 6：

表 6 分裝場人力規模統計表

分裝場人力規模	規模	6~10 人	11~20 人	<5 人	21~30 人	總計
	家數	25	12	5	3	45
	%	55.56	26.67	11.11	6.67	100

顯示國內分裝場之人力規模普遍為 10 人以下之小廠約佔 55.56%，而 20 人以上規模者僅佔 6.67%；其主因除多為老舊小廠且因家數多致各家產量需求不高外，圓盤式自動化灌裝機取代傳統人力灌裝作業亦是造成人力需求較低的因素。

4. 實際查核分裝場屬丙類危險性工作場所者於勞動檢查法公告後設置經審查暨檢查情形比例分佈：45 家分裝場均屬丙危險性工作場所，於勞動檢查法公告前既有設置者計 20 家 (佔 44.44%)，其中既有設置經審查暨檢查合格者計 18 家 (佔 40.00%)、設施未合格者計 1 家 (佔 2.22%)、設施及安全管理均未合格者計 1 家 (佔 2.22%)；而勞動檢查法公告後新設者計 25 家 (佔 55.56%)，其中新設經審查暨檢查合格者計 24 家 (佔 53.33%)、安全管理未合格者計 1 家 (佔 2.22%)。如表 7：

表 7 丙類危險性工作場所審查暨檢查情況統計表

分裝場屬丙類危險性工作場所者於勞動檢查法公告後設置經審查暨檢查情形	查核結果	既有			新設		總計
		合格	未合格		合格	未合格	
			設施	設施及安全管理			
家數	18	1	1	24	1	45	
%	40	2.22	2.22	53.33	2.22	100	

顯示無論是既有設置或新設者，其約佔九成以上均已經丙類危險性工作場所審查暨檢查合格，而審查暨檢查未合格者原因屬設施及安全管理所佔比例約略相等。

同時，針對分裝場「設置時間」與「丙類危險性工作場所審查暨檢查未合格之主因」交叉對比分析結果：

分裝場屬危險性工作場所審查暨檢查辦法所規範之丙類危險性工作場所，依勞動檢查法第26條規定須經危險性工作場所審查暨檢查合格，方可以使勞工於該場所從事工作。惟依主管機關行政院勞工委員會解釋分裝場之設置時間如於勞動檢查法公告日期：1993年2月4日之前者，為既有分裝場不受須經危險性工作場所審查暨檢查合格後始得使勞工於該場所從事工作之限制。而如於勞動檢查法公告日期後所設立者，為新設之分裝場，則應依法經危險性工作場所審查暨檢查合格，方可以使勞工於該場所從事工作。故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果，由表8.顯示，分裝場經丙類危險性工作場所審查暨檢查合格者約佔93.4%，未合格者約佔6.6%，其未合格之原因為：「安全管理不善，未符合相關法令規定」、「設施缺陷，未符合相關法令規定」及「設施及安全管理均未符合相關法令規定」各約佔2.2%；其中公告前既有之分裝場業經危險性工作場所審查暨檢查合格者約佔90%，未合格者約佔10%原因為：

「設施缺陷，未符合相關法令規定」者約佔 4%，「安全管理不善，未符合相關法令規定」。故論以需即強化改善此項設施及安全管理者約佔 6.6%。分裝場無論是既有或新設均應強化改善其審查暨檢查未合格之原因，使工作場所的作業管理更好、環境設施更安全。

表 8 既有與新設之分裝場審查暨檢查未合格之主因交叉對比分析表

既有與新設之分裝場經丙類危險性工作場所 審查暨檢查未合格之主要原因比較		分裝場設置時間 (公告日期：82年2月4日)		
		公告前既有	公告後新設	總計
丙類危險性工作場所審查暨檢查未合格主因				
合格	家數	18	24	42
	百分比	90%	96%	93.4%
不合格	安全管理不善，未符合相關法令規定	家數	—	1
		百分比	0%	4%
	設施缺陷，未符合相關法令規定	家數	1	—
		百分比	5%	0%
	設施及安全管理均未符合相關法令規定	家數	1	—
		百分比	5%	0%
家數總計		20	25	45
加總百分比		100%	100%	100%

4.2.2 勞工安全衛生管理組織及人員設置情形

「勞工安全衛生管理組織、人員設置及相關作業訓練」查核事項共 6 項，分別依照訪視查核問卷內容按現況人員「是」、「否」設置，人員為「專任」或「兼任」，人數符合「標準」或「嫌少」等實際勾選，經實際訪查 45 家分裝場之「勞工安全衛生管理組織、人員設置及相關作業訓練」結果，如下表 9：

表 9. 勞工安全衛生管理組織、人員設置及相關作業訓練查核分析表

顯示國內分裝場因人力規模均較小，故所設置之勞工安全衛生業務主管多為兼任而無法專責，將嚴重影響工安管理業務之推動。	結果	兼任		專任
	家數	38		7
	%	84.44		15.56
均已派員接受急救人員訓練合格，有利於地處偏僻之事業進行事故時之緊急初步救護，急救人員亦應定期回訓，以隨時熟練正確救護程序。	結果	是		否
	家數	45		0
	%	100		0
除極少數者外，均能依規定設置經訓練合格之高壓氣體特定設備（LPG 類）操作人員，使能夠正確、安全地操作儲槽或槽車之儲存、卸收等作業。	家數	44		1
	%	97.78		2.22
仍有 6.67% 未依規定設置防火管理人，以利推動消防防護等業務。建議消防隊應積極督促辦理改善，業者應即指派人員參加防火管理人訓練。	家數	42		3
	%	93.33		6.67
仍有半數以上之作業人員未經 LPG 類作業安全衛生訓練合格，因此之故，將使現場作業陷於較危險、不可靠的風險境界，有待業者儘速改善，以提昇作業人員對於 LPG 特性及設施的危害辨識能力，以及正確、安全的作業技能。	訪查結果	是		否
		標準	嫌少	
	家數	20	19	6
	%	44.44	42.22	13.33
顯示目前仍有近七成的分裝場之作業人員未經儲槽及其附屬品自動檢查訓練。此將嚴重影響作業人員對於儲槽設備安全之檢查能力，使不易及早發現異常缺失並加以即時改善，徒增危害風險之可能性。	家數	14		25
	%	31.11		55.56
				6
				13.33

同時，針對分裝場「事業單位人力規模」與「依規定設置訓練合格之丙種勞工安全衛生業務主管」之情況，交叉對比分析結果，如表 10：

分裝場不論人力規模大小，全部均已依規定設置訓練合格之丙種勞工安全衛生業務主管，顯示人力規模大小與其是否設置訓練合格之丙種勞工安全衛生業務主管，兩者間並不具任何關聯性。

表 10 依人力規模與是否設丙種勞工安全業務主管交叉對比分析表

事業單位依人力規模不同與是否設置訓練合格之丙種勞工安全衛生業務主管比較	事業單位人力規模				
	11~20 人	21~30 人	5 人以下	6~10 人	總計
依規定設置訓練合格之丙種勞工安全衛生業務主管					
是	12	3	5	25	45
家數總計	12	3	5	25	45

又針對分裝場的「人力規模」與「作業人員經LPG類作業安全衛生訓練

合格」之情況，交叉對比分析結果，如表11：

分裝場之作業人員未經LPG類作業安全衛生訓練合格者按其人力規模 5

人以下、 6~10 人、 11~20 人及 21~30 人所佔百分比分別為：

28.6%、12%、 8.3% 及 0% ，顯示均為20人以下且人力規模越小其作業人

員未經LPG類作業安全衛生訓練合格所佔百分比就越小；故兩者間具一定之

關聯性，經交叉對比分析結果，作業人員經LPG類作業安全衛生訓練合格者

約佔 86.7% ，未經LPG類作業安全衛生訓練合格者約佔 13.3% ，故論以需即

強化改善此項管理者約佔 13.3% 。分裝場不論人力規模大小，其任一位作業

人員皆應經LPG類作業安全衛生訓練合格，方能強化對LPG危害特性的認識，

提昇對工作場所危害辨識能力，避免因錯誤或疏忽而肇災。

表 11 人力規模與人員經 LPG 作業安全訓練情形交叉對比分析表

事業單位依人力規模不同與現場作業人員是否經LPG類作業安全衛生訓練合格情形比較	事業單位人力規模				
	11~20 人	21~30 人	5 人以下	6~10 人	總計
作業人員經LPG類作業安全衛生訓練合格					

否	家數	1	—	2	3	6
	百分比	8.3%	0%	28.6%	12%	13.3%
是	家數	11	3	5	22	39
	百分比	91.7%	100%	71.4%	88%	86.7%
家數總計		12	3	7	25	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%	100%

另外，針對分裝場「現場作業人員是否經LPG類作業安全衛生訓練合格」與「經訓練之人數已達標準或仍嫌少」之情況，交叉對比分析結果，如表 12：

業者應對現場作業人員實施LPG類作業安全衛生訓練，以強化對LPG危害特性的認識，提昇對工作場所危害辨識能力，減少因不安全行為而肇災；又經訓練之人數必須足夠，使人人皆能避險防災。又因「現場作業人員未經LPG類作業安全衛生訓練合格，就可能因危害辨識能力不足而發生錯誤」、「又經訓練之人數若嫌太少，就仍存在著作業危害風險」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，經訓練者約佔 86.7%，未經訓練者約佔 13.3%，經訓練而仍嫌少者約佔 82.6%，未經訓練而嫌少者約佔 17.4%，故論以需即強化改善此項管理者約佔 51.1%。LPG分裝場現場作業人員除應經LPG類作業安全衛生訓練合格外，同時經訓練之人數須足以避險防災。

表 12 人員經 LPG 作業安全訓練與訓練人數情況交叉對比分析表

現場作業人員是否經 LPG 類作業安全衛生訓練合格與經訓練合格之人數已達標準或仍嫌少之情況比較		訓練合格之人數		
		嫌少	標準	總計
否	家數	4	2	6
	百分比	17.4%	9%	13.3%
是	家數	19	20	39
	百分比	82.6%	91%	86.7%
家數總計		23	22	45
加總百分比		100%	100%	100%

同時，針對「現場作業人員是否經儲槽及其附屬品自動檢查訓練」與「經訓練之人數已達標準或仍嫌少」之情況，交叉對比分析結果，如表13：

業者應使現場作業人員經儲槽及其附屬品自動檢查訓練，又經訓練之人數須達標準，使足夠對高壓氣體特定設備、低壓電氣設備、灌裝設備、水噴霧及灑水裝置之動作狀況，以及安全閥設備等定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點。來及早檢出異狀，及時修護改善以避免因故障或錯誤等因素而引發洩漏、燃爆。又因「作業人員未經儲槽及其附屬品自動檢查訓練，就可能不會檢查或檢查錯誤」、「又經訓練之人數若嫌太少，就不足以因應落實各項重要設施的檢查、檢點」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，經訓練者約佔 86.7%，未經訓練者約佔 13.3%，經訓練而仍嫌少者約佔 83.3%，未經訓練而嫌少者約佔 16.7%，故論以需即強化改善此項管理者約佔 66.7%。分裝場除作業人員應經儲槽及其附屬品自動檢查訓練外，同時經訓練之人數須足以因應落實各項重要設施的檢查、檢點，便於及早發

現異常實施改善以避免發生LPG洩漏、燃爆。

表 13 是否經儲槽自動檢查訓練與經訓練人數情況交叉對比分析表

現場作業人員是否經儲槽及其附屬品自動檢查訓練與經訓練之人數已達標準或仍嫌少之情況比較		訓練合格之人數		
		嫌少	標準	總計
否	家數	5	1	6
	百分比	16.7%	6.7%	13.3%
是	家數	25	14	39
	百分比	83.3%	93.3%	86.7%
家數總計		30	15	45
加總百分比		100%	100%	100%

4.2.3 主要設施及安全管理情形

「分裝場主要設施及安全管理情形」單元查核事項分為五大系統部分共計59項，其中包括「卸收系統」7項，「分裝系統」23項，「消防系統」12項，「安全系統」10項及「靜電卸除及電氣防爆系統」7項。分別依據現場訪視查核其依規定符合程度，按「非常標準」、「標準以上」、「符合規定」、「需要改善」及「應即改善」五等級之查核勾選結果，統計分析比較如下：

1. 「卸收系統方面」現場訪查結果，如表 14：

表 14. 卸收系統方面查結果分析表

槽車卸收區域地面漆線標示警戒區域及停車格情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	1	0	37	6	1	45
	%	2.22	0	82.22	13.33	2.22	100.
顯示目前國內仍有多於一成五的分裝場之槽車卸收區域地面未漆線標示警戒區域及停車格，將使卸收槽車無從正確定位停車，同時，亦無法警示避免它車誤闖碰撞致生危險，亟需儘速改善，並建議槽車進場後應由專人引導停置。							
LPG 儲槽區域裝置護欄，避免車量碰撞情況	家數	0	4	37	3	1	45
	%	0	8.89	82.22	6.67	2.22	100
顯示目前國內雖有高達九成以上能符合規定，惟仍有約近一成的分裝場之儲槽區域未裝置護欄，以避免車輛碰撞肇災，亟需積極改善。同時，槽車在儲槽區從事卸收作業時，亦應適當設置「卸收作業中」告示牌，避免被其他車輛衝撞。							
LPG 槽車裝設防止駛離裝置（第三煞車）情況	家數	1	2	42	0	0	45
	%	2.22	4.44	93.33	0	0	100
顯示目前國內分裝場對於槽車裝設第三煞車均能符合規定，足見業者均能記取以往幾件慘重的案例教訓，已較能避免卸收作業中，因故駛離而引爆的危險。							
卸收區設置接地線、輪檔以及告示牌情況	家數	0	1	40	3	1	45
	%	0	2.22	88.89	6.67	2.22	100
顯示目前分裝場對於槽車卸收區域設置接地線、輪檔以及【卸收作業中】告示牌能符合規定達九成以上，惟仍有約近一成尚未能符合規定，而潛存靜電無法導入大地或槽車未能確實制動而拉斷卸收軟管或未能警告他車避免衝撞等可能產生火花的危害因子，故應即刻改善以確保卸收作業安全。建議槽車應停放在不致阻礙儲槽周圍通風且堅固平坦之地面，並備輪檔。							
卸收流程及 SOP 張貼於卸收區域顯而易見處	家數	1	3	29	12	0	45
	%	2.22	6.67	64.44	26.67	0	100
顯示目前國內分裝場對於訂定槽車卸收 SOP，並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處，仍有約近三成未能符合規定，亟需改善。建議卸收流程宜規定應 2 人以上共同作業，且每一步驟需 2 人共同安全確認，以及相互監視，使能時時提醒卸收作業人員及槽車駕駛確實遵循正確安全的作業流程來作業。							
儲槽設計、材料、製造、檢驗及安裝情況	家數	1	3	41	0	0	45
	%	2.22	6.67	91.11	0	0	100
顯示分裝場對於儲槽設計、材料、製造、檢驗及安裝均能符合『高壓氣體勞工安全規則』、『壓力容器安全檢查暫用構造標準』及『CNS-LPG 分裝場』之規定。							
高壓氣體特定設備檢查情況	家數	1	2	42	0	0	45
	%	2.22	4.44	93.34	0	0	100
顯示分裝場對於儲槽製造過程經檢查機構之熔接檢查、構造檢查合格後，再辦理竣工檢查，其儲槽本體均能依規定每年定期申請高壓氣體特定設備檢查合格。							

同時，針對分裝場「訂定槽車卸收 SOP 並繪製卸收流程圖張貼

於卸收區域顯而易見處」與「槽車卸收區域設置接地線、輪檔以及『卸收作業中』告示牌」之情況，交叉對比分析結果，如表 15：

因槽車於卸收區準備卸收 LPG 前，須先以接地線夾鉗於槽車導通槽車上之靜電流入大地，避免引發靜電放點火花；又以輪檔來阻礙車輪滾動避免拉斷卸收軟管造成大量 LPG 洩漏；又設置「卸收作業中」告示牌，以警告來車避免衝撞發生火花。而為提醒及避免人員因不知、不會或疏忽未作，亦須於現場標示槽車卸收 SOP 供人遵循照辦。又因「未於卸收區域顯而易見處張貼槽車卸收 SOP 就可能因不知、不會或疏忽未作接地、設置輪檔以及擺放『卸收作業中』告示牌」、「未接地、未設置輪檔以及未擺放『卸收作業中』告示牌就可能發生車輪滾動拉斷卸收軟管造成大量 LPG 洩漏、靜電放點火花，以及衝撞火花，而引燃引爆」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，非常標準者約佔 2.2% ，符合規定者約佔 64.4% ，需要改善者約佔 26.7% ，標準以上者約佔 6.7% ，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 26.7% 。

分裝場除應於卸收區域設置接地線、輪檔以及『卸收作業中』告示牌外，同時亦應訂定槽車卸收 SOP 並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處，且使作業人員熟悉卸收 SOP ，方足以避免 LPG 洩漏、燃爆。

表 15 卸收區設接地線、輪檔與張貼流程圖情況交叉對比分析表

槽車卸收區域設置接地線、輪檔以及「卸收作業中」告示牌與訂定槽車卸收 SOP 並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處之情況比較		槽車卸收區域設置接地線、輪檔以及「卸收作業中」告示牌				
訂定槽車卸收 SOP 並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處		符合規定	需要改善	標準以上	應即改善	總計
非常標準	家數	1	—	—	—	1
	百分比	2.5%	0%	0%	0%	2.2%
符合規定	家數	26	1	1	1	29
	百分比	65%	33.3%	100%	100%	64.4%
需要改善	家數	10	2	—	—	12
	百分比	25%	66.7%	0%	0%	26.7%
標準以上	家數	3	—	—	—	3
	百分比	7.5%	0%	0%	0%	6.7%
家數總計		40	3	1	1	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「訂定槽車卸收 SOP 及繪製卸收流程圖張貼

於卸收區域顯而易見處」與「高壓氣體特定設備（LPG 類）操作人員

經訓練合格」之情況，交叉對比分析結果，如表 16：

槽車於儲槽區從事卸收作業，可能因車輪滾動拉斷卸收軟管，或因操作不慎或疏忽或錯誤等因素導致大量 LPG 洩漏，或再引發靜電放電或撞擊、摩擦、電氣等火花，而燃爆成重大災害。又因「儲槽卸收操作人員未經訓練合格者就可能不會操作或操作錯誤」、「張貼卸收 SOP 於卸收區域顯而易見處便可提醒及避免人員因不知、不會或疏忽作錯」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，非常標準者約佔

2.2% ，符合規定者約佔 64.4% ，需要改善者約佔 26.6% ，標

準以上者約佔 6.8% ，故論以需即強化改善此項管理者約佔 26.6%

。

分裝場除儲槽卸收操作人員應經訓練合格外，同時亦應訂定槽車卸

收 SOP 及繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處，並使卸收操作

人員熟悉卸收 SOP ，方足以避免 LPG 洩漏、燃爆。

表 16 設備操作員經訓練合格與訂定卸收 SOP 情況交叉對比分析表

高壓氣體特定設備（LPG類）操作人員是否經訓練合格與訂定槽車卸收 SOP 及繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處之情況比較		高壓氣體特定設備（LPG類）操作人員經訓練合格		
訂定槽車卸收 SOP 及繪製卸收流程於卸收區域顯而易見處		否	是	總計
非常標準	家數	—	1	1
	%	0	2.3	2.2
符合規定	家數	1	28	29
	%	100	63.6	64.4
需要改善	家數	—	12	12
	%	0	27.3	26.6
標準以上	家數	—	3	3
	%	0	6.8	6.8
家數總計		1	44	45
加總%		100	100	100

2. 「分裝系統方面」現場訪查結果，如表 17：

表 17. 分裝系統方面查核結果分析表

管線標示流向、內容物 (文字及顏色)、態相 (氣、液)情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	2	33	10	0	45
	%	0	4.44	73.33	22.22	0	100
顯示目前國內仍有高於二成之分裝場未以箭頭線、中(及英)文字及顏色標示管線之流向、內容物、態相(氣、液)等,亟需改善。以防平時發生誤操作,以及利於事故時能正確快速地緊急處置。另外,應注意維持管線標示在可判讀狀態。							
配管以地上明管設計, 有良好支架及防蝕措施	家數	0	7	23	15	0	45
	%	0	4.44	51.11	15.55	0	100
顯示目前仍有高於一成五之分裝場之管線採地上明管設計時,缺乏良好支架及防蝕措施,較易受損、故障,亟需改善。同時,建議業者管線及其配件應定期每5年更換1次,以及定期每6月檢查1次,以維安全。							
管線系統在不動火情況 下,可進行一般性維護	家數	1	4	13	22	5	45
	%	2.22	8.89	28.89	48.89	11.11	100
顯示目前國內仍有半數的分裝場對於管線系統之設計尚未考慮在不動火情況下可進行一般性之維護,致進行一般維護時風險較高,需特別注意危險預防。							
LPG液態管線上加裝 安全閥的情況	家數	0	9	35	1	0	45
	%	0	20.00	77.78	2.22	0	100
顯示目前國內分裝場為預防LPG膨脹產生異常壓力,除極少數者外,幾乎皆能於LPG液態管線上採取加裝安全閥來洩放壓力之措施。							
LPG儲槽管線設2處以 上之閥的情況。	家數	0	4	41	0	0	45
	%	0	8.89	91.11	0	0	100
顯示目前國內分裝場皆能於儲槽管線設2處以上之閥,其液入管、液出管及迴流管進口與管線連接處均設有緊急遮斷閥與超流閥(Excess Flow Valve),使管流超過定量流速,即自動關閉。或以液入管及迴流管得以逆止閥替代緊急遮斷閥,及以設於管線近接儲槽端,得以球型閥(Globe Valve)替代,供作開、閉儲槽與配管間流路之裝置,於卸收作業時為常關;管線另一端為球塞閥。							
儲槽設安全閥的情況	家數	0	4	41	0	0	45
	%	0	8.89	91.11	0	0	100
顯示目前國內高過九成之分裝場之儲存LPG設施均設安全閥且其吹洩量經過計算,使於槽內壓力過高超過設定壓力時即自動吹洩降壓,來確保儲槽不會因過壓爆裂而引火爆炸。							
閥門標示【啟】、【閉】狀 態情況	家數	0	3	37	5	0	45
	%	0	6.67	82.22	11.11	0	100
顯示目前國內約有近九成之分裝場對於閥門均有標示【啟】、【閉】狀態,惟仍有一成多者未能符合規定而需要儘速改善,使作業能隨時明瞭狀態,避免誤判;且有利於災時之緊急處理。							
儲槽液出管與迴流管間 設有迴流(逆止)閥情況	家數	0	1	43	1	0	45
	%	0	2.22	95.56	2.22	0	100
顯示目前國內分裝場對於液出管在灌裝泵浦灌裝系統中與儲槽迴流管間,除極少數者外,幾乎皆設有迴流閥。尚未符合規定者,應積極改善加設迴流閥(Check Valve),使迴流管內之液體只能單向流入,而不致逆流產生危險。							
儲槽和R.C.地面配合部 之防蝕材腐蝕損傷情況	家數	0	0	23	19	3	45
	%	0	0	51.11	42.22	6.67	100
顯示目前國內約有半數之分裝場之儲槽和混泥土地面配合部之防蝕材未符合規							

管線標示流向、內容物 (文字及顏色)、態相 (氣、液)情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	2	33	10	0	45
	%	0	4.44	73.33	22.22	0	100
定，已見腐蝕損傷，亟需改善。							
壓力錶標示有最高使用 壓力情況	家數	0	0	26	17	2	45
	%	0	0	57.78	37.78	4.44	100
顯示目前國內約有四成以上的分裝場之LPG設施於壓力錶之刻度板及玻璃板面 髒污且未標示最高使用壓力，亟需改善。建議於接近最高使用壓力刻度處之玻璃 板面上以紅色粗線標示，以利操作人員能隨時輕易地清楚看見而瞭解壓力狀況， 使能注意到可能超壓而先期採取必要之處置，以維安全。或再對於壓力開關之訊 號連接到辦公室，使能多一道用以監控儲槽設備、管線等是否操超壓之防護。							
儲槽液位計標示最高儲 存量液位情況	家數	0	0	27	13	5	45
	%	0	0	60.00	28.89	11.11	100
顯示目前國內約有四成的分裝場仍未於儲槽液位計之刻度板及玻璃板標示最高 儲存容量液位且面板髒污，使卸收人員難以隨時清楚地目視瞭解槽內LPG儲存 量有無超過90%或低於10%的情況，徒增儲存危害風險，亟需立即改善。建議以 綠色標示安全使用範圍、紅色標示接近危險範圍，使輕易目視監測。							
緊急缺斷開關閥標示 SOP及開關方向者情況	家數	0	0	30	12	3	45
	%	0	0	66.66	26.67	6.67	100
顯示目前國內約有三成以上的分裝場仍未於現場標示緊急缺斷開關閥之SOP及 開關方向者，不利於洩漏事故時現場作業人員能迅速知所正確、安全地採取緊急 缺斷開關閥止洩等措施，亟需改善。除以「左鬆又緊」或「直交關、平行開」等簡易 直覺判斷外，須以文字及箭頭線標示開關方向，或以掛牌直接示意開關狀態。							
於儲槽外5m以上設2 處手動緊急缺斷開關閥	家數	0	1	42	2	0	45
	%	0	2.22	93.33	4.44	0	100
顯示目前國內分裝場除極少數者外，皆能於距離儲槽外5m以上之儲槽底部液 出、液入管線，設2處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關閥(Line Service Emergency Shutoff Valve)，使於LPG漏洩時可安全地立即操作遮斷槽體與管線 流路。							
灌裝台設置半自動控制 計量裝置情況	家數	0	4	39	2	0	45
	%	0	8.89	86.67	4.44	0	100
顯示目前國內分裝場除極少數需要改善者外，皆已於灌裝台設置半自動控制計 量裝置，避免常因鋼瓶超灌漏洩LPG而滯留於灌裝台，而經氣體偵測氣偵知連 動警報引起騷動，產生工作人員困擾，經久而習以為常將導致「狼來了！」效應 使現場人員無動於衷亦徒增燃爆風險。							
儲槽以紅漆標示氣體名 稱情況	家數	0	1	42	2	0	45
	%	0	2.22	93.33	4.45	0	100
顯示目前國內分裝場除極少數需要改善者外，皆已於儲槽外部易見之處以紅色 漆寫氣體名稱【液化石油氣】或【可燃性氣體】，且油漆均未剝離，有助於使人可 輕易目視注意其內容物為易燃、易爆之可燃性氣體，而避免點火源接近，以降低 危害風險。							
壓縮機無洩漏、高溫、異 常振動及接地良好	家數	0	1	22	22	0	45
	%	0	2.22	48.89	48.89	0	100
顯示目前國內分裝場之氣體壓縮機的本體之潤滑油量充足運轉聲音及軸承溫度							

管線標示流向、內容物 (文字及顏色)、態相 (氣、液)情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	2	33	10	0	45
	%	0	4.44	73.33	22.22	0	100
良好、進口壓力之運轉指針無異常振動(無氣體咬嚼)、出口壓力之壓差(過濾器未阻塞及卻水器無液體滯留)、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定無洩漏等均正常者約僅有半數,另有半數亟需積極改善,以避免因機體運轉異常致振動、溫昇,或因接地連結不良致生靜電火花或因連接部缺陷致洩漏LPG,而引燃、引爆。							
泵浦無洩漏、高溫、異常 振動及接地良好情況	家數	0	1	22	22	0	45
	%	0	2.22	48.89	48.89	0	100
顯示目前國內分裝場之泵浦之本體之潤滑油量充足運轉聲音及軸承溫度良好、進口壓力之軸封部無過量漏洩、出口壓力之壓差(過濾器未阻塞及釋壓閥調整)、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定無洩漏等均正常者,約僅有半數,另有半數亟需改善,以避免因機體運轉異常或接地連結不良而產生溫昇和洩漏致引燃、引爆等風險。							
壓縮機與管線間設有防 震軟管情況	家數	0	0	36	9	0	45
	%	0	0	80.00	20.00	0	100
顯示目前國內尚有約二成之分裝場之壓縮機與管線間未設有防震軟管者,亟需改善,以防止兩管路間之滑動、扭力、震動,及避免因振動造成管線與壓縮機脫離,而引起LPG漏洩滯留風險。							
實施安全閥測試及容器 水壓測試情況	家數	0	2	38	5	0	45
	%	0	4.44	84.45	11.11	0	100
顯示目前國內僅有約近九成之分裝場已實施安全閥測試及容器水壓測試,未實施設測試者應儘速改善,以保安全。							
PID圖內容包括有溫 度、壓力、流相等情況	家數	0	1	25	16	3	45
	%	0	2.22	55.56	35.56	6.66	100
顯示目前國內仍有約近四成之分裝場之PID圖內容未包括溫度、壓力、流相、等,應儘速修正,以利閱覽時能輕易充分明瞭,避免誤時、誤判和錯讀。							
儲槽基礎強度經技師簽 認且每年實施沉陷測量	家數	0	1	14	25	5	45
	%	0	2.22	31.11	55.56	11.11	100
顯示目前國內仍有約三成之分裝場之儲槽基礎構造強度未經技師計算後於計算書簽認,且未每年定期實施儲槽基礎沉陷測量,應儘速改正,以確認儲槽基礎承載安全,避免因未及時發現儲槽基礎發生不均勻沉陷,經久使儲槽破壞等危害。							
不滯留構造證明情況	家數	0	3	15	25	2	45
	%	0	6.67	33.33	55.56	4.44	100
LPG在常溫、常壓下呈現氣體狀態,因其較空氣密度高比重大,故洩漏後會滯留於下風較低窪處之位置,且不易向上擴散,在空氣較不流通的場所或時段,將久久不散,無形中使燃爆可能風險提昇。由查核結果顯示目前國內仍有約近三成之分裝場無不滯留構造證明。建議檢查機構應確實督促業者儘速改正,以檢驗確認該高壓氣體設備之構造不會產生LPG滯留。							
高壓氣體特定設備耐壓 試驗及氣密試驗情況	家數	0	2	42	1	0	45
	%	0	4.44	93.33	2.22	0	100
顯示目前國內之分裝場幾乎均能依規定對高壓氣體特定設備實施耐壓試驗及氣							

管線標示流向、內容物 (文字及顏色)、態相 (氣、液)情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	2	33	10	0	45
	%	0	4.44	73.33	22.22	0	100

密試驗，以確認無造成LPG洩洩之虞並備有紀錄備查，提昇安全信賴度。

同時，針對分裝場「儲槽管線設 2 處以上之閥，其液入管、液出管及迴流管進口與管線連接處均設有緊急遮斷閥（液入管及迴流管得以逆止閥替代緊急遮斷閥）與超流閥（設於管線近接儲槽端，得以球型閥替代，於卸收作業時為常關；管線另一端為球塞閥）」與「槽車裝設第三煞車」之情況，交叉對比分析結果，如表 18：



因 LPG 設施發生洩漏時，需要能夠緊急缺斷使儲槽內 LPG 不再繼續液出，故須於儲槽底部液出、液入管線，設置 2 處以空氣作動且可安全地立即手動操作之緊急缺斷開關。而為防止槽車於未完成卸收作業即駛離拉斷卸收軟管造成大量 LPG 洩漏，故須要求槽車裝設第三煞車。

又因「沒有緊急缺斷開關就無法停止儲槽內的 LPG 繼續液出」、「沒有防止駛離裝置就無法完全避免槽車拉斷卸收軟管造成大量 LPG 洩漏」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，符合規定者約佔 91.1%，標準以上者約佔 8.9%，均已完全於儲槽底部液出、液入管線，設置 2 處以空氣作動且可安全地立即手動操作之緊急缺斷開關，能夠使儲槽內 LPG 不再繼續液出；且能於槽車裝設第三煞

車，已足以避免拉斷卸收軟管造成大量 LPG 洩漏。

表 18 槽車裝第三煞車與儲槽設 2 處緊急遮斷閥情況交叉對比分析表

槽車裝設第三煞車與儲槽管線設 2 處以上之閥，其液入管、液出管及迴流管進口與管線連接處均設有緊急遮斷閥（液入管及迴流管得以逆止閥替代緊急遮斷閥）與超流閥（設於管線近接儲槽端，得以球型閥替代，於卸收作業時為常關；管線另一端為球塞閥）之情況比較		槽車裝設第三煞車			
		非常標準	符合規定	標準以上	總計
符合規定	家數	1	39	1	41
	百分比	100%	92.9%	50%	91.1%
標準以上	家數	0	3	1	4
	百分比	0%	7.1%	50%	8.9%
家數總計		1	42	2	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

同時，對於分裝場「於距離儲槽外 5m 以上之槽底液出、液入管線，設 2 處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關，使 LPG 漏洩時可安全地立即操作缺斷」與「現場標示緊急缺斷開關閥之 SOP 及開關方向」之情況，交叉對比分析結果，如表 19：

因 LPG 設施洩漏時，需能緊急缺斷使槽內 LPG 不再繼續液出。故須於槽底液出、液入管線，設 2 處以空氣作動且可安全地立即手動操作之緊急缺斷開關。而為提醒及避免人員誤操作，亦須於現場標示緊急缺斷開關閥之 SOP 及開關方向供人遵循照辦。又因「沒有緊急缺

斷開關就無法停止槽內的 LPG 繼續液出」、「未標示緊急缺斷開關閥

之 SOP 及開關方向就可能不知、不會或錯誤操作緊急缺斷開關閥」，

故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，符合規定者約佔

66.7% ，需要改善者約佔 26.7% ，應即改善者約佔 6.6% ，故

論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 33.3% 。

分裝場除應設置緊急缺斷開關閥外，平時即應標示好緊急缺斷開關

閥之 SOP 及開關方向，並使現場作業人員熟悉操作程序，方足以緊急

因應 LPG 洩漏避免發生燃爆。



表 19 儲槽外5m以上設 2 處缺斷閥與標示 SOP 情況交叉對比分析表

於距離儲槽外 5m 以上之儲槽底部液出、液入管線，設 2 處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關閥，使漏洩時可安全地立即操作缺斷與現場標示緊急缺斷開關閥之 SOP 及開關方向之情況比較		於距離儲槽外 5m 以上之儲槽底部液出、液入管線，設 2 處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關，使 LPG 漏洩時可安全地立即操作缺斷			
現場標示緊急缺斷開關閥之 SOP 及開關方向		符合規定	需要改善	標準以上	總計
符合規定	家數	27	2	1	30
	百分比	64.3%	100%	100%	66.7%
需要改善	家數	12	—	—	12
	百分比	28.6%	0%	0%	26.7%

應即改善	家數	3	—	—	3
	百分比	7.1%	0%	0%	6.6%
家數總計		42	2	1	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

3. 「消防系統方面」現場訪視查核結果，如表 20：

表 20. 消防系統方面查核結果分析表

水量足夠消防栓及灑水設備作動 30min 以上情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	42	3	0	45
	%	0	0	93.33	6.67	0	100
顯示目前國內除極少數需要改善者外，其餘多數之分裝場之消防水池容量與循環水池容量幾乎均能提供足夠供應全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 30min 以上之噴水及灑水量，以確保於火災時能充分對儲槽及鋼瓶實施灑水降溫，以及初期滅火，降低危害，並置備有灑水量計算。							
緊急備用供電系統情況	家數	0	2	41	2	0	45
	%	0	4.44	91.11	4.44	0	100
顯示目前國內除少數需要改善者外，幾乎所有分裝場均所設置柴油發電機作為緊急備用供電系統，於停電時均可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力。以防範在平時或燃爆時，可能因故造成停電或採取斷電，儀錶及氣體偵測器無法維持其應有之功能或消防泵、照明設備、廣播系統等無法達其滅火、照明引導疏散避難等功能，將危及防災及救災效能。							
設置手動及自動加壓消防泵浦情況	家數	0	2	31	12	0	45
	%	0	4.44	68.89	26.67	0	100
顯示目前國內仍有超過 ¼ 的分裝場所未設置手動及自動之加壓消防泵浦，亟需改善，以利火災時能夠及時泵送並持續提供給水能力。平時應定期檢查及測試加壓消防泵浦運轉情況，以維持其隨時可正常運轉之功能。							
處理、儲存 LPG 之場所，置足夠之乾粉滅火器情況	家數	0	4	28	12	1	45
	%	0	8.89	62.22	26.67	2.22	100
顯示目前國內仍有約近三成的分裝場對所處理、儲存 LPG 之各區域場所，未設有足夠之乾粉滅火器，置於可直接取用位置並予以標明，亟待改善。業者應規劃至少每半年實施使用乾粉滅火器對火盆滅火之演訓一次，使現場人員熟悉使用乾粉滅火器滅火方式。同時，對於乾粉滅火器亦需定期檢點，並注意維持其內容物在有效期限內。以便於火災時，現場人員能隨手取用滅火器實施初期滅火，避免小火擴大燃燒，降低災損。消防隊亦須確實審查消防設備師（士）所提供之消防設備檢查報告內容，嚴格要求儘速改善未符合規定事項。							
卸收作業場所設有緊急照明裝置情況	家數	1	0	37	7	0	45
	%	2.22	0	82.22	15.56	0	100
顯示目前國內仍有高於一成五之分裝場之卸收作業場所未設有緊急照明裝置，亟待改善，以避免在天色不明時發生燃爆，又因故停電或緊急斷電候，漆黑或							

水量足夠消防栓及灑水設備作動 30min 以上情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	42	3	0	45
	%	0	0	93.33	6.67	0	100
昏暗環境將形成人員緊急避難逃生之障礙。又因人員緊急避難逃生時具有向光性故緊急照明裝置於濃煙密佈環境下，除供照明外亦具有引導避難逃生方向的作用。							
儲槽設有溫控灑水設備情況	家數	0	1	42	2	0	45
	%	0	2.22	93.33	4.44	0	100
顯示目前國內高達九成五之分裝場之儲槽降溫灑水系統，設有溫控灑水設備能於氣溫達一定溫度（約可設定在 32°C）時立即自動灑水降溫，避免儲槽因高溫接觸液面以上的儲壁，致喪失金屬強度，其內 LPG 瞬間造成壓力低於其臨界壓力且溫升至其臨界溫度以上，因無法維持液態而急速蒸發膨脹造成沸騰液體膨脹蒸氣雲爆炸（B.EVE.）之危險。							
設置『嚴禁煙火』等標誌情況	家數	0	0	41	4	0	45
	%	0	0	91.11	8.89	0	100
顯示目前國內仍有約近一成之分裝場未設置『嚴禁煙火』及『禁止可燃物堆積』等標誌，亟需改善，以隨時提醒任何人忽於該場所堆積可燃物或於接近該場所時注意避免產生點火源，以防範發生燃爆。同時，應經常檢點各種警告或警示標誌如發現有脫落或退色或標示不清等情形時，應儘速補正或更新改善。							
緊急備用供電系統每月實施檢查及試轉 1 次	家數	0	0	10	41	14	45
	%	0	0	22.22	46.67	31.11	100
顯示目前國內僅有二成之分裝場對於緊急備用供電系統確實按月實施設備檢查及試轉 1 次，並作紀錄。其他高達八成以上的分裝場在此管理上確有相當大的缺憾，亟需積極改正，以及早檢出設備異常事項，先期修繕。避免於停電時，緊急備用供電系統因無法起動而功能盡失。							
灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污	家數	0	0	26	13	6	45
	%	0	0	57.78	28.89	13.33	100
顯示目前國內約有四成多之分裝場之灑水設備之儲水槽水面髒污且未達規定水量，其在防火安全管理上仍存有相當大的缺憾，亟需積極改正，隨時派員巡視檢查、清理，並確保儲水槽之水面均能維持一定深度，以備緊急狀況時能安全供水。							
灑水設備之油量充足無漏洩情況	家數	0	0	25	19	1	45
	%	0	0	55.56	42.22	2.22	100
顯示目前國內約有近四成之分裝場之灑水設備之引擎、電池、真空泵等之油量未充足且有漏洩之虞或已有漏洩之實。可見其在防火安全管理上仍存有相當大的缺憾，亟需積極改正，使於燃爆時不致影響其發揮應有的灑水功用。							
灑水設備之操作設於儲槽 5m 外人員常駐場所	家數	0	1	43	1	0	45
	%	0	2.22	95.56	2.22	0	100
顯示目前國內分裝場對於水噴霧及灑水裝置之操作位置，除極少數者外，幾乎均能分別設於儲槽 5m 外之火警授信房及辦公室等人員常駐之場所內可迅速操作之位置，以便於緊急處置時能夠迅速、便利、安全地隨手及時操作。							
儲槽 40m 內以儲槽表面積每 50m ² 設 1 個消防栓	家數	0	0	37	8	0	45
	%	0	0	82.22	17.78	0	100

水量足夠消防栓及灑水設備作動 30min 以上情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	42	3	0	45
	%	0	0	93.33	6.67	0	100

顯示目前國內約有近二成之分裝場需要積極改進力求能符合以儲槽表面積每 50m² 設置 1 個距儲槽 40m 以內，可由任何方向噴水之消防栓，且其水瞄壓力應 > 3.5^{kg}/cm²，放水能力達 400^l/min，以備火災時能足夠提供初期滅火及對儲槽噴灑水降溫之功效。

同時，針對分裝場「儲槽降溫灑水系統設有氣溫達一定時立即自動灑水之溫控灑水設備」與「消防水池容量與循環水池容量足夠供應全廠區

之消防栓及自動灑水設備作動 30^{min} 以上之噴水及灑水量，置備有灑

水量計算」之情況，交叉對比分析結果，如表 21：

因分裝場內發生燃爆時，儲槽槽體可能因受熱造成槽內 LPG 液體沸騰急速蒸發，產生高壓氣體使槽體爆裂燃燒，必須設置溫控灑水設備來使儲槽降溫。同時，必須供應足夠灑水量以確保能達成冷卻儲槽的功效。因「無溫控灑水設備便不會自動啟動灑水」、「無足夠水量便無法持續供應灑水」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，符合規

定者約佔 93.3%，需要改善者約佔 4.4%，標準以上者約佔

2.3%，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 4.4%。

分裝場之儲槽除應設置降溫灑水系統及溫控灑水設備使具有氣溫達設定溫度值時，能立即自動灑水冷卻外，並應有足夠供應之儲水量以畢其功，以確保火災時能自動灑水降溫，避免因儲槽外部受熱造成槽內 LPG 液體沸騰急速蒸發，產生高壓氣體使槽體爆裂燃燒。

表 21 儲槽設溫控灑水設備與備有灑水量計算情況交叉對比分析表

儲槽降溫灑水系統設有氣溫達一定溫度時立即自動灑水之溫控灑水設備與消防水池容量及循環水池容量足夠供應全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 > 30min 之噴水及灑水量，置備有灑水量計算之情況比較		消防水池容量與循環水池容量足夠供應全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 30min 以上之噴水及灑水量，置備有灑水量計算		
儲槽降溫灑水系統設有氣溫達一定時立即自動灑水之溫控灑水設備		符合規定	需要改善	總計
符合規定	家數	40	2	42
	百分比	95.2%	66.7%	93.3%
需要改善	家數	1	1	2
	百分比	2.4%	33.3%	4.4%
標準以上	家數	1	—	1
	百分比	2.4%	0%	2.3%
家數總計		42	3	45
加總百分比		100%	100%	100%

同時，針對分裝場「設置柴油發電機作為緊急備用供電系統，於停電時可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力」與「緊急備用供電系統於每月實施設備檢查及試轉 1 次，並作紀錄」之情況，交叉對比分析結果，如表 22：

因分裝場內或鄰近廠家發生燃爆時，可能因停電、斷電或其它故障等原因，致無來電可供消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及偵（探）測器等設施正常運作，故須設緊急備用供電系統來替代維持其功能運作。同時，須於每月實施設備檢查及試轉，以確保其功能正常隨時能因應緊急用電。因「停電時無緊急備用供電系統提供電力，用電設施就無從發揮功用」、「緊急備用供電系統未實施設備檢查及試轉就無法確保隨時可正常運作供電」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，符合

規定者約佔 91.2% ，需要改善者約佔 4.4% ，標準以上者約佔

4.4% ，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 4.4% 。

分裝場除應置緊急備用供電系統外，並應落實於每月實施設備檢查

及試轉 1 次，以確保重要安全防護設施能隨時維持其正常功能。

表 22 設緊急供電系統與實施設備檢查及試轉情況交叉對比分析表

設置柴油發電機作為緊急備用供電系統，於停電時可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力與柴油發電機於每月實施設備檢查及試轉 1 次，並作紀錄之情況比較		柴油發電機於每月實施設備檢查及試轉 1 次，並作紀錄			
設置緊急備用供電系統，於停電時可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力		符合規定	需要改善	應即改善	總計
符合規定	家數	9	21	11	41
	百分比	90%	100%	78.6%	91.2%
需要改善	家數	—	—	2	2
	百分比	0%	0%	14.3%	4.4%
標準以上	家數	1	—	1	2
	百分比	10%	0%	7.1%	4.4%
家數總計		10	21	14	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「消防水池容量與循環水池容量足夠供應全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 30min 以上之噴水及灑水量，置備有灑水量計算」與「灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污」之情況，交叉對比分析結果，如表 23 ：

因分裝場內發生燃爆時，需要緊急消防噴水及儲槽灑水冷卻，故需有足夠的儲存水量，方足以因應。因「沒有足夠的水池容量就無法儲存足夠的緊急用水」、「沒有足夠水量就無法持續供應灑水」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，符合規定者約佔 57.8% ，需要改善者約佔 28.9% ，應即改善者約佔 13.3% ，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 42.2% 。

分裝場之平時即應儲存足夠火災、爆炸時，因之消防水系統及儲槽降溫灑水系統之用，故要有足夠的水池容量來儲水足夠的水，同時也要避免髒污阻塞給水設施之有效供水。

表 23 備有灑水量計算與儲水槽達規定水量情況交叉對比分析表

消防水池容量與循環水池容量足供全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 30min 以上之噴水及灑水量，置備有灑水量計算與灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污之情況比較		消防水池容量與循環水池容量足夠供應全廠區之消防栓及自動灑水設備作動 30min 以上之噴水及灑水量，置備有灑水量計算		
灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污		符合規定	需要改善	總計
符合規定	家數	25	1	26
	百分比	59.5%	33.3%	57.8%
需要改善	家數	12	1	13
	百分比	28.6%	33.3%	28.9%
應即改善	家數	5	1	6
	百分比	11.9%	33.4%	13.3%
家數總計		42	3	45
加總百分比		100%	100%	100%

4. 「安全系統方面」現場訪查結果，如表 24：

表 24. 安全系統方面查核結果分析表

LPG 設施周圍每 20m 設 1 組可燃性氣體偵測器並備位置圖情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	5	38	2	0	45
	%	0	11.11	84.44	4.44	0	100
顯示目前國內除極少數需要立即改善者外，約有高達九成五之分裝場之儲槽區、容器儲存區、灌裝台、泵浦及壓縮機房等區域周圍均已依規定於每 20m 設置 1 組可燃性氣體偵測器並備置詳細位置圖，且於圖上編號。惟因偵測器如果故障失效將無法連動警報系統以警示 LPG 已洩漏。故仍建議業者須注意定期檢校其功能以維持其能隨時正常偵知漏洩情況，及早因應以降低燃爆風險。							
瓦斯偵測濃度在 LEL25% 以下發出警報情況	家數	0	5	39	1	0	45
	%	0	11.11	86.67	2.22	0	100
警報器如果故障失效，將無法警示 LPG 已洩漏，而尚失應變機先。由資料顯示目前國內除極少數需要立即改善者外，其餘多數之 LPG 分裝場所設之瓦斯偵測器，幾乎均能符合規將偵測點設於距地面 10cm 以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。且當預警濃度在 LEL25% 以下(LPG 氣體濃度測定範圍 0~2%) 時，均能以紅燈及蜂鳴器(Buzzer)連續警報鳴響發出警報信號，在未作解除警報操作以前均不會自動停止警報，足以達其有效偵知、適當警報之預警功效。							
探測漏氣至發出警報之時間情況	家數	0	5	39	1	0	45
	%	0	11.11	86.67	2.22	0	100
顯示目前國內除極少數需要立即改善其警報遲緩時間者外，其餘多數之分裝場之漏氣探測警報設備之漏氣探測部分採用擴散方式導入氣體者，探測漏氣至警報部分發出警報之時間幾乎均能在 30sec 內；採用吸引方式導入氣體者，於加裝 30m 長度氣體導管狀態下，探測漏氣至警報部分發出警報之時間幾乎均能在 60sec 以內。建議業者對於漏氣探測部分之感應器應每週至少測試 1 次，如有感應器偵測時間遲緩時，應即更換。							
瓦斯洩漏檢知警報器之受信總機設於辦公室	家數	1	6	30	8	0	45
	%	2.22	13.33	66.67	17.78	0	100
顯示目前國內仍有約近二成之分裝場之可燃性氣體洩漏檢知警報器之受信總機未設於辦公室明顯位置，應立即改善。建議宜於警衛室、宿舍及辦公室均應分別設置可燃性氣體洩漏檢知警報器及警示燈號系統，以利場內員工能隨時於最短時間內接受到來自受信總機所發出之警報訊號，並能立即清楚瞭解發生洩漏之位置，以便於及時正確地採取通知人員緊急應變止洩之措施，來降低災損。							
瓦斯洩漏檢知警報設備(電源及故障)指示燈	家數	1	2	28	14	0	45
	%	2.22	4.44	62.22	31.11	0	100
顯示目前國內尚有三成以上之分裝場之可燃性氣體洩漏檢知警報設備之電源指示燈及故障指示燈不良。需要立即改善，使能隨時維持可燃性氣體洩漏檢知警報設備功能之有效性，來及時偵知洩漏緊急採取應變措施。							

LPG 設施周圍每 20m 設 1 組可燃性氣體偵測器並備位置圖情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	5	38	2	0	45
	%	0	11.11	84.44	4.44	0	100
安全閥之排放管罩及主閥情況	家數	0	0	42	3	0	45
	%	0	0	93.33	6.67	0	100
顯示目前國內約僅極少數需要改善者外，其餘多數的分裝場之安全閥之排放管罩均無脫落，且其主閥之開閉狀態良好（全開），以便於超壓時能適當提供洩壓管道，使壓力迅速恢復至最高使用壓力以下，以確保儲槽安全。同時，作為儲槽排放管應設於儲槽上方，其排放管口應高於地面至少 5m 以上，及高於槽頂至少 2m 以上，且須注意使其四周應無任何著火源，以確保 LPG 能安全排放入大氣。							
設置攝影監控系統情況	家數	0	0	7	8	30	45
	%	0	0	15.55	17.78	66.67	100
顯示目前國內仍有高達八成五之分裝場未設置全天候攝影監控系統，需要改善。以利監控人車進入情況及場區內環境及各項設施有無異狀，使能隨時監控有無危險情況或緊急事件，以適時應變處置。建議業者對於閉路監控系統應同時具有監控畫面系統及數位錄影系統。且可選擇定時輪調跳動畫面模式，儲槽區、容器儲存區、灌裝區及幫浦房洩漏觸發模式或手動輸入群組畫面模式等。							
灌裝台、警衛室及辦公室設置火警探測器情況	家數	0	0	7	3	35	45
	%	0	0	15.55	6.67	77.78	100
顯示目前國內分裝場僅有一成五之灌裝台、警衛室及辦公室已設置符合規定之火警探測器，其餘仍未設火警探測器者應儘速改善，以利及早發現火警，及時採取初期滅火避免擴大燃燒或知所緊急避難逃生，以降低火損及確保生命安全。							
瓦斯洩漏檢知警報設備每季實施校正情況	家數	0	0	10	10	25	45
	%	0	0	22.22	22.22	55.56	100
顯示目前國內有高達七成五以上之分裝場未依規定對可燃性氣體洩漏檢知警報設備於每季定期實施校正，需要改善，以確保可燃性氣體洩漏檢知警報設備之功能正常且不致發生誤動作引發虛驚，而茲生困擾，甚至於經久產生「狼來了！」效應，使從業人員對其失去信賴而不為所動。							
安全閥之設定壓力略低於儲槽之最高使用壓力	家數	0	0	41	3	1	45
	%	0	0	91.11	6.67	2.22	100
顯示目前國內約有近一成之分裝場對於安全閥之設定壓力均未略低於壓力容器之最高使用壓力，需要立即改善，使儲槽之內壓力接近儲槽之最高使用壓力前，即能迫使安全閥開啟洩放壓力，使儲槽解壓避免過壓爆裂，來降低壓力容器使用風險。							

同時，針對分裝場「儲槽區、容器儲存區、灌裝台、泵浦及壓縮機房等區域周圍每 20^m/ 組已設置足夠之瓦斯偵測器並備置詳細位置圖，且於圖上編號」與「可燃性氣體洩漏檢知警報器之受信總機設於辦公室明顯位置」之情況，交叉對比分析結果，如表 25：

因分裝場之儲槽區、容器儲存區、灌裝台、泵浦及壓縮機房等區域

可能發生 LPG 洩漏，必須於其周圍每 20m/組 已設置足夠之瓦斯

偵測器以及時偵知，而偵測到 LPG 漏洩的訊息後，需能及時傳達給

裝場員工，使其知所緊急應變。而將可燃性氣體洩漏檢知警報器之受信總機設於員工長駐之辦公室明顯位置，最能達其預警效果。因「沒有瓦斯偵

測器就不會偵知 LPG 漏洩」、「LPG 漏洩的訊息沒有適確傳達給人就無法及時採取因應」，故兩者間具一定之相關性，經交叉對比分析結

果顯示，符合規定者約佔 84.4% ，需要改善者約佔 4.4% ，標準

以上者約佔 11.2% ，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔

4.4% 。



分裝場除應設足夠之可燃性氣體偵測器外，並應將洩漏檢知警報器

之受信總機設於辦公室明顯位置，以及時傳達 LPG 洩漏訊息。

表 25 設洩漏檢知警報與受信總機設於辦公室情況交叉對比分析表

儲槽區、容器儲存區、灌裝台、 泵浦及壓縮機房等區域周圍每 20m/組已設置足夠之可燃性氣 體偵測器並備置詳細位置圖， 且於圖上編號與洩漏檢知警報 器之受信總機設於辦公室明顯 位置之情況比較	洩漏檢知警報器之受信總機設於辦公室明顯位置				
儲槽區、容器儲存區、灌裝台、 泵浦及壓縮機房等區域周圍每	非常標 準	符合規 定	需要改 善	標準以 上	總計

20m/組已設置足夠之可燃性氣體偵測器並備置詳細位置圖，且於圖上編號						
符合規定	家數	1	28	8	1	38
	百分比	100%	93.3%	100%	16.7%	84.4%
需要改善	家數	—	2	—	—	2
	百分比	0%	6.7%	0%	0%	4.4%
標準以上	家數	—	—	—	5	5
	百分比	0%	0%	0%	83.3%	11.2%
家數總計		1	30	8	6	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「可燃性氣體偵測器之偵測點距地面 10 cm

以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。預警濃度在 LEL25 % 以下

(LPG 氣體濃度測定範圍 0 ~ 2%)，能以紅燈及蜂鳴器

(Buzzer) 連續警報鳴響發出警報信號，未作解除警報操作以前不自動

停止警報」與「洩漏檢知警報設備每季定期實施校正」之情況，交叉對比

分析結果，如表 26 ：

因 LPG 設施隨時可能發生漏洩，須於適當位置設置足夠的偵測器來偵知，以及時採取因應措施，以避免因故引燃、引爆。同時，須於每季定期實施校正，以利排除其可能故障之原因或誤差而導致經常誤動作，以確保其功能正常隨時能正確偵知訊息，發揮其及時有效的預警功能。因「沒有可燃性氣體偵測器就不會偵知 LPG 漏洩」、「未定期實施可燃

性氣體偵測器校正就無法正確偵知」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉

對比分析結果顯示，符合規定者約佔 86.7% ，需要改善者約佔

2.2% ，標準以上者約佔 11.1% ，故論以需即強化改善此項設施與

管理者約仍佔 2.2% 。

分裝場除應適當設置可燃性氣體偵測器外，並應落實於每季定期校正，以確保偵測器能隨時維持其洩漏檢知警報之正常功能。

表 26 洩漏檢知自動警報設備與定期校正情況交叉對比分析表

可燃性氣體偵測器之偵測點距地面 10cm 以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。預警濃度在 LEL25% 以下（LPG 氣體濃度測定範圍 0~2%），能以紅燈及蜂鳴器連續警報鳴響發出警報信號，未作解除警報操作以前不自動停止警報與可燃性氣體洩漏檢知警報設備每季定期實施校正之情況比較		可燃性氣體洩漏檢知警報設備每季定期實施校正			
		符合規定	需要改善	應即改善	總計
可燃性氣體偵測器之偵測點距地面 10cm 以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。預警濃度在 LEL25% 以下（LPG 濃度測定範圍 0~2%），能以紅燈及蜂鳴器連續警報鳴響發出警報信號，未作解除警報操作以前不自動停止警報					
符合規定	家數	6	9	24	39
	百分比	60%	90%	96%	86.7%
需要改善	家數	—	—	1	1
	百分比	0%	0%	4%	2.2%
標準以上	家數	4	1	—	5
	百分比	40%	10%	0%	11.1%
家數總計		10	10	25	45

加總百分比	100%	100%	100%	100%
-------	------	------	------	------

5. 「靜電卸除及電氣防爆系統方面」現場訪查結果，如表 27：

表 27 靜電卸除及電氣防爆系統方面查核結果分析表

避雷保護裝置情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	1	0	41	3	0	45
	%	2.22	0	91.11	6.67	0	100
顯示目前國內約有高達九成三之分裝場已設置足以含蓋全廠區之避雷保護裝置於儲槽區及容器灌裝區，均設置有接地線及避雷針，其接地電阻值直接地線總合在 100Ω 以下，而避雷設備（避雷針）之值總合在於 10Ω 以下。惟少數未符合規定者，仍需進行工程改善，無論使用傳統式富蘭克林避雷針或電暈式避雷針皆應使分裝場區均能在避雷保護裝置之保護範圍內，以確保全廠區之建物、設施及人員，都能遠離雷害，確保安全。							
連接管線之法蘭兩端加裝軟性靜電導線情況	家數	1	3	37	4	0	45
	%	2.22	6.67	82.22	8.89	0	100
顯示目前國內約有近一成之分裝場未對於連接管線之法蘭兩端加裝軟性導電金屬材料之靜電跨接導線，並以固定端子使螺栓緊固導線；亟需業者立即改善，並經常檢點、檢查。以防靜電累積，引起靜電火花成為 LPG 之點火源，造成燃爆危害。勞動檢查機構亦應將此列為安全檢查重點項目。							
槽車及卸收軟管之接地連結情況	家數	1	3	36	5	0	45
	%	2.22	6.67	80.00	11.11	0	100
顯示目前國內仍有一成多之分裝場仍需改善對於「LPG 卸收區之槽車及卸收用之軟管，於卸收作業前均確實設有斷面 5.5 mm ² 以上（單線除外）之電線連結線。」「儲槽區之儲槽、機房之壓縮機及泵浦，以及灌裝台之磅秤等，另包括所有閥、凸緣或配管之熔接處等等，亦均單獨設有接地連結線裝置，並以焊接、熔接、連接配件等方式確實連接」等事項。							
儲槽、壓縮機、泵浦、等設施之接地連結情況	家數	1	4	39	1	0	45
	%	2.22	8.89	86.67	2.22	0	100
顯示目前國內之分裝場對於儲槽區之儲槽、機房之壓縮機及泵浦，以及灌裝台之磅秤等，另包括所有閥、凸緣或配管之熔接處等等，亦均單獨設有接地連結線裝置，並以焊接、熔接、連接配件等方式確實連接，除極少數仍需改善外，幾乎均能符合規定。							
一般電氣設備及轉動設備之接地情況	家數	0	2	24	14	5	45
	%	0	4.44	53.33	31.11	11.11	100
顯示目前國內約有高達四成二以上之分裝場對於一般電氣設備及轉動設備未實施接地。亟需立即改善，並經常檢點是否有脫落情形，如發現脫落迅即修護。使能隨即將電導入大地，避免電荷積累形成點火源或造成感電危害之因子。							
電氣、轉動設備及儲槽等每季測定接地電阻	家數	0	0	8	15	22	45
	%	0	0	17.78	33.33	48.89	100
顯示目前國內約有高達八成二以上之分裝場對於電氣設備、轉動設備及儲槽設備等，未委由合格之電氣專業技術人員定期於每季測定接地電阻，並紀錄存查。亟							

避雷保護裝置情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	1	0	41	3	0	45
	%	2.22	0	91.11	6.67	0	100
需業者立即改善，以確認接地電阻值能在使用安全範圍內。							
灌裝台、容器儲存區及 泵浦機房等之電氣設備	家數	0	2	39	4	0	45
	%	0	4.44	86.67	8.89	0	100
顯示目前國內仍有近一成之分裝場對於灌裝台、容器儲存區及泵浦機房等區域之電氣設備如廣播器、照明器具、空氣壓縮機之馬達、泵浦之原動機及電氣線路、開關等未有防爆型電氣構造。亟需立即改善，以避免電熱、火花成為點火源而發生電氣火災、爆炸。							

同時，針對分裝場「LPG 卸收區之槽車及卸收用之軟管，於卸

收作業前均確實設有斷面 5.5 mm^2 以上（單線除外）之電線連結線」與

「訂定槽車卸收 SOP，並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處」

之情況，交叉對比分析結果，如表 28：



因「槽車卸收作業時，如卸收作業人員未確實槽車接地，就極可能

因靜電放電火花引燃 LPG」、「將卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易

見處，就可提醒卸收作業人員遵循操作」；故兩者間具一定之相關性，經

交叉對比分析結果顯示，非常標準者約佔 2.2%，符合規定者約佔

80%，需要改善者約佔 11.1%，標準以上者約佔 6.7%，故論

以需即強化改善此項設施與管理者約佔 11.1%。

分裝場除應於卸收區設置接地線夾外，並應將卸收作業之 SOP

標示於卸收區域顯而易見處，隨時提醒卸收作業人員並供遵循以確實槽車

接地，避免靜電放電火花引燃 LPG 。

表 28 卸收流程圖貼於卸收處與軟管電線連結情況交叉對比分析表

訂定槽車卸收 SOP，並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處與 LPG 卸收區之槽車及卸收用之軟管，於卸收作業前均確實設有斷面 5.5mm ² 以上（單線除外）之電線連結線之情況比較		訂定槽車卸收 SOP，並繪製卸收流程圖張貼於卸收區域顯而易見處				
LPG 卸收區之槽車及卸收用之軟管，於卸收作業前均確實設有斷面 5.5 mm ² 以上（單線除外）之電線連結線		非常標準	符合規定	需要改善	標準以上	總計
非常標準	家數	—	1	—	—	1
	百分比	0%	3.4%	0%	0%	2.2%
符合規定	家數	1	28	4	3	36
	百分比	100%	96.6%	33.3%	100%	80%
需要改善	家數	—	—	5	—	5
	百分比	0%	0%	41.7%	0%	11.1%
標準以上	家數	—	—	3	—	3
	百分比	0%	0%	25%	0%	6.7%
家數總計		1	29	12	3	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「一般電氣設備及轉動設備均有接地」與「電氣、轉動設備及儲槽等定期每季測定接地電阻」之情況，交叉對比分析結果，如表 29：

因設備接地之電阻值越低越好，故必須維持在低於一定規範內，不能過高才能使設備連接線聯結與接地裝置等仍為良導體，來確實導通電流

以免因靜電火花引燃 LPG ；因「設備沒有接地，就無法將靜電流導入大地」、「接地電阻值越高就越無法形成良導體」、「沒有定期每季測定接地電阻，就無從知道接地電阻值是否過高」，故兩者間具一定之相關性。

經交叉對比分析結果顯示，非常標準者約佔 2.2% ，符合規定者約佔

80% ，需要改善者約佔 11.1% ，標準以上者約佔 6.7% ，故論

以需即強化改善此項設施與管理者約佔 11.1% 。分裝場除應於一般電

氣設備及轉動設備均實施接地外，並應定期每季測定接地電阻，及早發現接地電阻值過高並採取改善，避免因電阻值過高形成非良導體，而積累靜

電肇致放電火花引燃 LPG 。



表 29 電氣及轉動設備接地與定期測定接地電阻情況交叉對比分析表

一般電氣設備及轉動設備均有接地與電氣、轉動設備及儲槽等定期每季測定接地電阻之情況比較		電氣、轉動設備及儲槽等定期每季測定接地電阻			
一般電氣設備及轉動設備均有接地		符合規定	需要改善	應即改善	總計
符合規定	家數	7	9	8	24
	百分比	87.5%	60%	36.4%	53.3%
需要改善	家數	—	6	8	14
	百分比	0%	40%	36.4%	31.1%
標準以上	家數	1	—	1	2
	百分比	12.5%	0%	4.5%	4.4%

應即改善	家數	—	—	5	5
	百分比	0%	0%	22.7%	11.2%
家數總計		8	15	22	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

4.2.4 一般設施及安全管理情形查核結果分析

「分裝場一般設施及安全管理情形」單元查核事項共計20項，分別依據現場訪視查核其依規定符合程度，按「非常標準」、「標準以上」、「符合規定」、「需要改善」及「應即改善」五等級之查核勾選結果，統計分析比較結果，如下表30：

表 30 分裝場一般設施及安全管理情形查核結果分析

分裝場周圍標示危險境界線及入口處標示警戒情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	38	7	0	45
	%	0	0	84.44	15.56	0	100
顯示目前國內仍有高達一成五以上的分裝場之未於場區周圍標示危險境界線及於圍牆、出入口處標示警戒，亟需改善。使人一目瞭然，警惕注意避免誤闖。							
實施進出車輛煙火管制情況	家數	0	1	43	1	0	45
	%	0	2.22	95.56	2.22	0	100
顯示目前國內仍有少數的分裝場未確實管制進出車輛煙火（未裝置滅燄器）或不知有哪些車輛進出？以及場內未設專責卸收人員引導進入或未會同槽車駕駛從事卸收作業等，均易導致車輛衝撞洩漏、發火引燃等危害，故應派員實施門禁管制檢查槽車、鋼瓶車及一般車輛等是否已裝置滅燄器，並嚴禁除槽車外之其他車輛進入儲槽區，以及嚴禁除鋼瓶車外之其他車輛進入灌裝區及容器儲存區。同時，員工及訪客所駕駛之一般車輛一律嚴禁駛入危險境界區域內，以確保安全。							
場區內車輛限速行駛及動線方向標示情況	家數	0	1	15	22	7	45
	%	0	2.22	33.33	48.89	15.56	100
顯示目前國內仍有高達六成五之分裝場未設置交通號誌並實施場區內進出車輛之限速行駛 15 ^{km} /hr，規劃單向行駛及動線方向標示，亟需改善。俾使入場車輛均能遵照路線行駛，以防槽車及鋼瓶車等動態性車輛發生衝撞 LPG 設施、或對撞產生火花引爆，或撞人等事故。							
儲槽、灌裝台及容器儲存區之危險物標示情況	家數	0	1	33	7	4	45
	%	0	2.22	73.33	15.56	8.89	100
顯示目前國內仍有高達一成五以上之分裝場之儲槽區、灌裝台及容器（鋼瓶）儲存區未標示危險物圖示、內容及格式或標示未符合規定，亟需改善。以警示易燃、易爆危險，使人充分注意防範。							

分裝場周圍標示危險境界線及入口處標示警戒情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	38	7	0	45
	%	0	0	84.44	15.56	0	100
儲槽、灌裝台及容器儲存區置 MSDS 情況	家數	0	4	34	3	4	45
	%	0	8.89	75.55	6.67	8.89	100
	顯示目前國內仍有高達一成五以上之分裝場之儲槽區、灌裝台及容器（鋼瓶）儲存區未依規定備置有危害物質安全資料表（MSDS），並至少每三年更新一次。亟需改善，以利 LPG 洩洩時，使人充分瞭解如何緊急處理，以避免或降低危害。						
置備危害物質清單情況	家數	0	1	44	0	0	45
	%	0	2.22	97.78	0	0	100
	顯示目前國內僅極少數之分裝場外，幾乎均已依規定置備有危害物質清單來作好危險物管理。建議危害物質清單應依實際存有予隨時修正數量或每月更新內容。						
定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點情況	家數	0	0	22	23	0	45
	%	0	0	48.89	51.11	0	100
	顯示目前國內半數以上之分裝場，未依規定定期對高壓氣體特定設備按每日、每月、每年，對低壓電氣設備按每半年，灌裝設備按每月，水噴霧及灑水裝置之動作狀況按每月，以及安全閥設備按每年，實施自動檢查及使用前、後作業檢點；並確切規定檢查之時機與檢查項目，應立即改善。因分裝場未派員實施自動檢查或操作人員危害辨視能力不足致檢點不確實，將可能影響洩漏、燃爆的可能性。故建議業者對於勞工安全衛生組織及管理辦法修正時，應即修正各項修正各項自動檢查表單。並應強化教育、訓練及宣導，以提昇檢查人員對自動檢查之知識與能力。以及嚴格要求操作人員應每日檢點，且現場作業主管應每 2 小時全場巡視檢查 1 次並記錄，以利及早發現異常施以改善，來確保安全。						
訂定安全衛生及高壓氣體工作守則情況	家數	0	1	44	0	0	45
	%	0	2.22	97.78	0	0	100
	顯示目前國內所有分裝場，均已依規定訂定安全衛生及高壓氣體工作守則，供現場作業人員遵循以確保工作安全。						
實施一般勞工安全衛生及危害物通識教育訓練	家數	1	0	35	9	0	45
	%	2.22	0	77.78	20.00	0	100
	顯示目前國內仍有高達二成之分裝場，未依規定實施規定時數之一般勞工安全衛生及危害物通識教育訓練。或因教育訓練不足，將可能影響現場作業人員對於 LPG 洩漏、燃爆之危害辨識及緊急應變能力。故建議勞動檢查機構應將 LPG 卸收儲存、動火、清槽等作業安全訓練及應變演練列為重點檢查事項，嚴格要求業者應至少每年辦理一般勞工安全衛生及危害物通識教育訓練各 1 次。同時，對於新進操作人員應加強作業安全訓練及應變演練，並安排與資深同組作業及應變編組。以強化現場人員危害辨識及緊急應變能力，並經常與工業區災害聯防小組或同業間進行相互支援與觀摩，或藉由標竿學習以提昇工作安全文化，減少洩漏、燃爆災害。						
訂定消防防護計劃情況	家數	0	0	25	4	16	45
	%	0	0	55.56	8.89	35.56	100
	顯示目前仍有高達四成五之分裝場，尚未訂定消防防護計劃，以利平時防火、災時滅火及緊急避難疏散之先期規劃與演練。建議消防單位應確實嚴審業者依法函送之消防防護計劃內容，避免徒具型式地例行備查了事，使消防防護計劃與緊急應變計劃均能契合且為可行。						

分裝場周圍標示危險境界線及入口處標示警戒情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	38	7	0	45
	%	0	0	84.44	15.56	0	100
訂定災害防止計劃情況	家數	0	0	16	25	4	45
	%	0	0	35.55	55.56	8.89	100
	顯示目前國內仍有高達六成五以上之分裝場，尚未訂定災害防止計劃，以利平時執行防火、防爆之先期規劃。建議勞動檢查機構應積極輔導業者實施危害風險管理，確實量化風險評估，並對於不可忍受之風險，採取應對之改善措施，且於災害防止計劃中詳盡規劃行動方案，俾能落實執行防止災害發生。						
訂定危害通識計劃情況	家數	0	3	36	4	2	45
	%	0	6.67	80.00	8.89	4.44	100
	顯示目前國內仍有約近一成之分裝場，尚未訂定危害通識計劃，以利平時對現場從業人員實施危害通識教育訓練、危險物儲存及作業之安全管理等之先期規劃故建議應將危害通識計劃及危害通識教育訓練等，列入危險性工作場所審查暨檢查時之重點項目。						
訂有動火及施工作業許可相關之規定情況	家數	0	6	35	4	0	45
	%	0	13.33	77.78	8.89	0	100
	承攬人進場於危險場所進行維修動火及清槽作業，如未實施申請維修作業許可管制，將可能於作業中發生LPG洩漏、燃爆及缺氧等危害。由查核結果顯示目前國內仍有約近一成之分裝場，尚未訂有動火及施工作業許可相關之規定。故建議勞動檢查時應限令並輔導業者改善，以利平時對進入現場從事設備維修、建物修繕，必需動火及清槽施工作業之承商人員實施動火及局限空間作業事前許可審查管制，以及包括書面告知承商有關工作環境、危害因素、煙火管制與有關安全衛生應採取之措施等承攬安全管理，並派員監視作業以防範產生火源引發燃爆。若發現承商未依規定申請維修動火及入槽許可，應立即責令停止作業。						
灌裝場等作業場所之照明度在100Lux以上	家數	2	1	22	18	2	45
	%	4.44	2.22	48.90	40.00	4.44	100
	顯示目前國內仍有二成之分裝場之灌裝台等作業場所之照明度未達100Lux以上使足夠的照明以利平時作業安全，防止誤操作造成洩漏或其他事故，以及災時之避難等，消防單位及勞動檢查機構應實施檢查、宣導或輔導業者積極改善。						
LPG設施與處理煙火設備>8m迂迴距離情況	家數	1	0	40	4	0	45
	%	2.22	0	88.89	8.89	0	100
	顯示目前國內分裝場之儲槽區及其他LPG製造設備之外面與外界處理煙火之設備超過8m以上之迂迴水平距離，若為8m以內者於四週設置2m以上之防火牆或遮牆；不燃性建築物之開口部，使用防火門或網裝玻璃閉鎖，供人進出之開口部使用二重門，仍有約近一成未符合規定，使場區平時作業安全受到威脅，有發生燃爆之虞。建議當地政府建管部門及消防隊應即責令業者限期改善，並依法嚴格要求於儲槽或處理設備及容器儲存場之安全間距不足時，應設防護牆；於LPG漏洩流竄與煙火設備距離不足8m時，應設防火牆。防護牆及防火牆之構造及種類可參考CNS 12853【液化石油氣設施用防護牆及防火牆】規定。						
儲存能力達1000T以上，儲槽區設置防液堤	家數	0	0	44	1	0	45
	%	0	0	97.78	2.22	0	100
	顯示目前國內分裝場之儲存能力達1000T以上，儲槽區幾乎全已設置防液堤，						

分裝場周圍標示危險境界線及入口處標示警戒情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	38	7	0	45
	%	0	0	84.44	15.56	0	100
僅有極少數未設，遇大量洩漏時有擴大飄逸，提高場區燃爆風險。建議消防單位及勞動檢查機構應即於實施丙類危險性工作場所審查暨檢查或一般安全檢查時督促要求業者儘速改善。							
儲槽區之上空無高壓電跨越情況	家數	3	2	40	0	0	45
	%	6.67	4.44	88.89	0	0	100
顯示目前國內分裝場之儲槽區之上空尚未發現有高壓電跨越儲槽區之上空情況。若有者，則建議應儘速向當地台電公司區營業處申請線路移除，以維安全。							
場內除指定吸菸場所外，均標示煙火管制區	家數	1	0	22	22	0	45
	%	2.22	0	48.89	48.89	0	100
顯示目前仍有近半數分裝場未能確實於場內除指定辦公室為吸菸場所外，均標示為煙火管制區，使燃爆等不確定風險之可能性相對提高，業者應即改善，並落實管理，尤其是嚴禁任何人於危險性境界區內吸菸，以避免引發燃爆危險。							
灌裝逾期鋼瓶情況	家數	1	0	17	23	4	45
	%	2.22	0	37.78	51.11	8.89	100
顯示目前國內仍有高達六成之分裝場違規灌裝逾期鋼瓶，使鋼瓶爆裂或洩漏造成燃爆等不確定風險之可能性相對提高，影響公共安全甚鉅。業者為規避消防單位及勞動檢查機構取締，經常於清晨違規灌裝，故建議消防單位及勞動檢查機構應規劃於該時段實施查處，以杜絕此歪風。							
灌裝容器、殘氣容器未混合放置情況	家數	0	4	24	16	1	45
	%	0	8.89	53.33	35.56	2.22	100
顯示目前仍有近四成的分裝場未區分灌裝容器儲存區與殘氣容器儲存區造成混合存放鋼瓶，使防範鋼瓶洩漏造成燃爆等安全管理不易，且頻增無謂風險，消防單位應既要求業者改正，並要求於各容器儲存區均設置可燃性氣體偵測器。							

同時，對於分裝場「周圍標示危險境界線及圍牆、出入口處標示警戒」與「實施進出車輛煙火管制，檢查滅燄器設置」之情況，交叉對比分析結果，如表31：

因「沒有作好進場車輛煙火管制，車輛就可能將熱源帶入危險區域引燃LPG」、「沒有警告標示危險區域，就可能因不知而誤闖駛入」，故兩者間具一定之相關性，經交叉對比分析結果顯示，符合規定者約佔 84.4%，需要改善者約佔 15.6%，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 15.6%。分裝場除應於場區內規劃以紅漆明顯標示危險境界線及於場區圍牆、出入口處標示警戒文字外，並應確實門禁管理，實施入場車輛煙火管制，檢查有無於排煙管裝置滅燄器，嚴禁未設滅燄器之車輛駛入危險境界區內，以防範車輛

排煙管溫度成為LPG之點火源，引發燃爆。

表 31 標示危險境界與實施車輛煙火管制情況交叉對比分析表

分裝場周圍標示危險境界線及圍牆、出入口處標示警戒與實施進出車輛煙火管制，檢查滅燄器設置之情況交叉對比分析		實施進出車輛煙火管制，檢查滅燄器設置			
分裝場周圍標示危險境界線及圍牆、出入口處標示警戒		符合規定	需要改善	標準以上	總計
符合規定	家數	37	—	1	38
	百分比	86%	0%	100%	84.4%
需要改善	家數	6	1	—	7
	百分比	14%	100%	0%	15.6%
家數總計		43	1	1	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「設置交通號誌並實施場區內進出車輛之限速行駛15km/hr 及動線方向標示」與「儲槽區域裝置護欄，避免車輛碰撞」之情況，交叉對比分析結果，如表32：

因「場區內未警告及設限車輛通行，車輛就無從且不知遵循」「有車輛於分裝場內行動就可能衝撞儲槽」，故兩者間具一定之相關性，經交叉對比分析結果顯示，符合規定者約佔 33.3%，需要改善者約佔 48.9%，標準以上善者約佔 2.2%，應即改善者約佔 15.6%，故論以需即強化改善此項設施與管理者約佔 64.5%。分裝場除應規劃場區內之行車動線與速限外，並應設置交通標誌、標線與號誌，以及於儲槽區設置圍護，且落實管理以防範車輛撞擊火花形成點火源，引發燃爆。

表 32 實施車輛限速與儲槽置護欄避免碰撞情況交叉對比分析表

設置交通號誌並實施場區內 進出車輛之限速行駛 15 ^{km} / _{hr} 及動線方向標示與 LPG 儲槽 區域裝置護欄，避免車輛碰 撞之交叉對比分析		LPG 儲槽區域裝置護欄，避免車輛碰撞				
設置交通號誌並實施場區內 進出車輛之限速行駛 15 ^{km} / _{hr} 及動線方向標示		符合規定	需要改善	標準以上	應即改善	總計
符合規定	家數	15	—	—	—	15
	百分比	40.5%	0%	0%	0%	33.3%
需要改善	家數	17	2	3	—	22
	百分比	45.9%	66.7%	75%	0%	48.9%
標準以上	家數	—	—	1	—	1
	百分比	0%	0%	25%	0%	2.2%
應即改善	家數	5	1	—	1	7
	百分比	13.6%	33.3%	0%	100%	15.6%
家數總計		37	3	4	1	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%	100%

同時，針對分裝場「高壓氣體特定設備（每日、月、年）、低壓電氣設備（每半年）、灌裝設備（每月）、水噴霧及灑水裝置之動作狀況（每月）以及安全閥設備（每年）等均定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點；並對於檢查之時機與檢查項目，且均有確切之規定」與「作業人員經LPG儲槽及其附屬品自動檢查訓練」之情況，交叉對比分析結果，如表33：

分裝場應對於高壓氣體特定設備、低壓電氣設備、灌裝設備、水噴霧及灑水裝置之動作狀況以及安全閥設備等定期實施自動檢查及使用前、後之作業檢點。以便及早檢出異狀，及時修護改善以避免因故障或錯誤等因素而引發洩漏、燃爆。

又因「重要的LPG設施、消防設施及電氣設備等未經檢查，就不易發現異常」、「作業人員未經LPG儲槽及其附屬品自動檢查訓練，就可能不會檢查或檢查錯誤」，故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，非常標準者約佔 2.2%，符合規定者約佔 64.4%，需要改善者約佔 26.6%，標準以上者約佔 6.8%，故論以需即強化改善此項管理者約佔 26.6%。LPG分裝場除作業人員應經LPG儲槽及其附屬品自動檢查訓練外，同時亦應對於高壓氣體特定設備、低壓電氣設備、灌裝設備、水噴霧及灑水裝置之動作狀況以及安全閥設備等定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點，來及早發現異常實施改善以避免發生LPG洩漏、燃爆。



表 33 人員經儲槽自動檢查訓練與實施自動檢查情況交叉對比分析表

作業人員是否經 LPG 儲槽及其附屬品自動檢查訓練與定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點之情況比較		作業人員經 LPG 儲槽及其附屬品自動檢查訓練		
		否	是	總計
高壓氣體特定設備（每日、月、年）、低壓電氣設備（每半年）、灌裝設備（每月）、水噴霧及灑水裝置之動作狀況（每月）以及安全閥設備（每年）等均定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點；並對於檢查之時機與檢查項目，且均有確切之規定				
符合規定	家數	1	21	22
	百分比	16.7%	53.8%	48.9%

作業人員是否經 LPG 儲槽及其附屬品自動檢查訓練與定期實施自動檢查及使用前、後作業檢點之情況比較		作業人員經 LPG 儲槽及其附屬品自動檢查訓練		
需要改善	家數	5	18	23
	百分比	83.3%	46.2%	51.1%
家數總計		6	39	45
加總百分比		100%	100%	100%

同時，針對分裝場「依規定設置防火管理人」與「訂有消防防護計劃」之情況，交叉對比分析結果，如表34：

分裝場須依消防法規定來設置防火管理人，且防火管理人必須依法擬訂消防防護計劃，送當地消防機關備查，並定期實施演練，以為防火避災之先期作為。故兩者間具一定之關聯性，經交叉對比分析結果顯示，分裝場已依

規定設置防火管理人者約佔 93.3%，尚未依規定設置防火管理人者約佔

6.7%；而未依規定設置防火管理人且未訂有消防防護計劃需要改善者約佔

8%，應即改善者約佔 25%。故論以需即強化改善設置防火管理人者約佔

6.7%，需即強化改善訂定消防防護計劃者約佔33%。分裝場均應依法設置

防火管理人並訂定消防防護計劃，作好平時預防、演練，以因應災時救災避難。

表 34 設防火管理人與訂定消防防護計劃情況交叉對比分析表

有無設置防火管理人與訂定消防防護計劃情況比較		訂有消防防護計劃			
依規定設置防火管理人		符合規定	需要改善	應即改善	總計
否	家數	—	2	1	3
	百分比	0%	8%	25%	6.7%

有無設置防火管理人與訂定消防防護計劃情況比較		訂有消防防護計劃			
是	家數	16	23	3	42
	百分比	100%	92%	75%	93.3%
家數總計		16	25	4	45
加總百分比		100%	100%	100%	100%

4.2.5 緊急應變設施及演練情形

「分裝場緊急應變設施及演練情形」單元查核事項分為三方面共計17項，其中包括「通報設備及搶救器材之設置」單元查核事項計7項，「緊急應變措施」單元查核事項計6項，以及「復原措施」單元查核事項計4項，分別依據現場訪視查核其依規定符合程度，按「非常標準」、「標準以上」、「符合規定」、「需要改善」及「應即改善」五等級之查核勾選結果，統計分析比較如下：

1. 「通報設備及搶救器材之設置方面」現場訪查結果，如表 35：

表 35 通報設備及搶救器材之設置方面查核結果分析表

辦公室內置備緊急通報 流程圖情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	1	12	29	3	45
	%	0	2.22	26.67	64.44	6.67	100
顯示目前仍有 71.11% 的分裝場辦公室內未置備緊急通報流程圖，亟需當地消防隊確實要求業者改善，以利緊急時知所通報，並能及時尋求救援。建議業者應將緊急通報流程圖張貼於儲槽區、灌裝台、警衛室及辦公室內，便於因應緊急狀況。							
辦公室內置備空氣呼吸 器等搶救設備及清單	家數	0	1	9	27	8	45
	%	0	2.22	20.00	60.00	17.78	100
	顯示目前國內仍有約近八成之分裝場未於辦公室內置備可攜式空氣呼吸器、全身式安全帶、救生索、救生梯、氣體偵測器、通風管及空壓機等搶救設備及清單，以利清槽作業或洩漏、燃爆時，人員及時進入事故現場緊急應變處理及搶救之防護用，以防發生缺氧、嗆傷或中毒；勞動檢查機構必須嚴格檢查。						
備置外援單位及人員之 緊急聯絡資訊及路線圖	家數	0	1	21	19	4	45
	%	0	2.22	46.67	42.22	8.89	100

辦公室內置備緊急通報 流程圖情況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	1	12	29	3	45
	%	0	2.22	26.67	64.44	6.67	100
顯示目前國內仍有超過五成的分裝場之辦公室內未置備包括當地縣（市）政府災害防救（應變）中心、消防隊、警察勤務中心、電力公司以及最近具有燒燙傷醫療能力之醫院等外援單位、人員之緊急聯絡資訊及路線圖，亟需勞動檢查機構及消防隊經由實施審查危險性工作場所或消防防護計劃時要求改善，以利緊急時知所通報聯繫必要之單位、人員，並能於最短時間內正確尋求救援與送醫救護。同時，建議業者對於緊急應變計劃資料，應能即時修正各相關重要資料及聯繫方式。							
辦公室內備置場內全員 之緊急聯絡資訊情況	家數	0	1	25	18	1	45
	%	0	2.22	55.56	40.00	2.22	100
顯示目前國內仍有近半數的分裝場之辦公室內未置備場內全員之緊急聯絡資訊，亟需改善。同時，場內任何人員之緊急聯絡資訊有變動更迭，建議業者應即修正更新，以利緊急時能順利、迅速地完全通報聯繫同仁緊急應變處理。							
備置傳真機及行動電話 等通訊器材情況	家數	0	1	41	3	0	45
	%	0	2.22	91.11	6.67	0	100
顯示目前國內仍有少數的分裝場之辦公室內未備有收音機、傳真機、無線電、一般電話及行動電話等通訊器材。亟需當地消防隊輔導、要求改善，以利緊急時能順利、迅速完整地通報聯繫救援。							
備有空氣呼吸器及個人 安全防護具情況	家數	1	0	9	28	7	45
	%	2.22	0	20.00	62.22	15.56	100
顯示目前仍有少數分裝場之辦公室內未備有供氣式或自攜式空氣呼吸器、安全帽、安全鞋、消防防護衣及防護手套等個人防護具，亟需勞動檢查機構及當地消防隊檢查並追蹤改善，以利緊急時能順利、安全地應變搶救。建議業者應加強對各種安全防護器具實施檢點、檢查。安全防護器具應隨時保持堪用狀態，並於每次訓練或演練使用過後，立即保養。如有損壞或故障時，應即修復或更新。							
辦公室內備有急救設備 情況	家數	1	0	25	18	1	45
	%	2.22	0	55.56	40.00	2.22	100
顯示目前仍有 42% 未於辦公室內置備急救設備，亟需勞動檢查機構及當地消防隊檢查並追蹤改善，以利緊急救護時，於救護車未抵達前能有效實施初步急救療護。建議急救人員應定期回訓，並應經常辦理救護演練；以及急救設備應充足，藥材須隨時檢點補充及定期更換。							

2. 「緊急應變措施方面」現場訪查結果，如表 36：

表 36 緊急應變措施方面查核結果分析表

備有緊急疏散路線圖情 況	結果	非常 標準	標準 以上	符合 規定	需要 改善	應即 改善	總 計
	家數	0	0	10	27	8	45
	%	0	0	22.22	60.00	17.78	100
顯示目前國內仍有近八成的分裝場未於工作場所、宿舍及辦公室內，分別置備和							

備有緊急疏散路線圖情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	10	27	8	45
	%	0	0	22.22	60.00	17.78	100
張貼緊急疏散路線圖。亟需改善，並經常演習使全部人員均能熟悉疏散路線，及明瞭緊急時避難逃生必然顯出之跟隨、向光、歸巢、左轉、等特性，以因應災時，能使人及時、清楚、鎮定、正確、有效、有秩序地安全疏散避難。							
備有 LPG 分裝場之消防設備系統表情況	家數	0	0	13	24	8	45
	%	0	0	28.89	53.33	17.78	100
顯示目前國內仍有逾七成的分裝場未於工作場所、宿舍及辦公室內，分別置備消防設備系統表，亟需當地消防隊要求業者改善。以因應燃爆時，能夠及時、清楚地提供現場從業人員實施初期滅火，以及待消防隊來救援時提供作為救火運用之資訊。							
備有場區設施配置圖及鄰近地區地圖情況	家數	0	0	22	20	3	45
	%	0	0	48.89	44.44	6.67	100
顯示目前仍有半數的分裝場未於辦公室內備有場區設施配置圖及鄰近地區地圖，亟需當地消防隊積極宣導及輔導改善，並於事前索取建檔。以利發生燃爆等緊急事故時，能夠及時、正確地提供救援單位人員及應變指揮官參考運用。							
備有 MSDS 情況	家數	0	0	20	23	0	45
	%	0	0	44.44	55.56	0	100
顯示目前國內仍有超過半數的分裝場未於辦公室內置備 MSDS，亟需勞動檢查機構及當地消防隊均能採取嚴查重罰手段，迫使業者積極改善。以利發生 LPG 洩漏或燃爆等緊急事故時，能夠及時提供現場從業人員、救援單位人員及應變指揮官參考瞭解 LPG 之危害特性，使正確、安全地運用於緊急處理。							
備有無火花工具、搶修器材、防爆手電筒等	家數	0	0	13	25	7	45
	%	0	0	28.89	55.55	15.56	100
顯示國內仍有超過七成以上的分裝場未於辦公室內置備無火花工具、搶修器材、防爆手電筒等，亟需消防單位於實施消防安全檢查時，列入重點要求事項，以維 LPG 洩漏事故時，能夠及時提供現場從業人員緊急實施止漏、修護等。無火花止漏工具、搶修器材、防爆手電筒等均應避免錯用，故為迅速、安全地使用搶修器材、工具，建議業者應明確標示及定位儲放。							
備有緊急應變流程圖情況	家數	0	0	21	20	4	45
	%	0	0	46.67	44.44	8.89	100
顯示目前國內仍超過半數以上的分裝場未於辦公室內置備緊急應變流程圖，亟需勞動檢查機構於實施丙類危險性工作場所審查暨檢查時，要求業者必須改善。以利發生 LPG 洩漏、燃爆時，能夠及時提供現場從業人員依照應變流程迅速、正確、安全地採取必要的止洩、滅火等處置措施。同時，提供救援單位人員及應變指揮官參考瞭解及運用。							

3. 「復原措施方面」現場訪查結果，如表 37：

表 37 復原措施方面查核結果分析表

訂有復原計劃情況	結果	非常標準	標準以上	符合規定	需要改善	應即改善	總計
	家數	0	0	2	25	18	45
	%	0	0	4.44	55.56	40.00	100
顯示目前國內幾乎所有的分裝場均未訂有復原計劃，亟需消防單位規劃協助業者改善。以利燃爆事故後，業者能夠有計劃地以迅速、有效率、安全地實施復原重建，除能避免發生二次災害、減低災損外，亦能及早恢復營運。							
備有移動式瓦斯氣體偵測器材情況	家數	0	0	11	17	17	45
	%	0	0	24.44	37.78	37.78	100
顯示國內仍有 75.56% 的分裝場未於辦公室內置備移動式可燃性氣體偵測器，亟需由勞動檢查機構責令業者迅速改善，以利從業人員得隨時隨地或隨身隨機偵測作業環境有無 LPG 漏洩，或於必須入槽從事局限空間作業時可隨身攜帶偵測以警示危險。同時，檢查機構應積極宣導要求業者委請專業清槽單位實施清槽。							
訂有燃爆調查報告表及職災統計分析表之情況	家數	0	0	11	8	26	45
	%	0	0	24.44	17.78	57.78	100
顯示目前國內仍有超過七成五的分裝場尚未訂有「燃爆事故調查報告表」及「災害統計分析表」。亟需由勞動檢查機構或消防單位透過與該液化石油氣安全協進會聯合推動及輔導業者改善，以利災後實施燃爆事故調查及統計分析、紀錄。作為風險評估分析依據，從而研擬改善措施，防範再發生燃爆災害。							
置有全員名冊情況	家數	0	0	31	13	1	45
	%	0	0	68.89	28.89	2.22	100
顯示目前國內仍有三成以上的分裝場尚未於辦公室內置備全員名冊，亟需勞動檢查機構或消防單位積極透過檢查及輔導來協助業者改善，以利燃爆應變編組及緊急聯繫之用，以及作為災後復原計劃依據。							

5 五、LPG 設施燃爆預防對策

5.1 安全管理法規及標準

我國適用於分裝場之安全管理法規、標準，有勞安、消防、災害防救、建築、電業、能源等法規及CNS，其中較重要者略述如下：

1. 勞工安全衛生相關法規、命令

- (1) 勞工安全衛生法規主要內容：藉由「勞工安全衛生法」、「勞工安全衛生設施規則」、「危險物及有害物通識規則」、「勞動檢查法」、「危險性工作場所審查暨檢查辦法」、「缺氧症預防規則」、「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」、「高壓氣體勞工安全規則暨相關基準」、「液化石油氣事業設施檢查基準」、等來規範分裝場的作業與設施環境安全，使危害風險降低。其主要內容除勞工安全衛生管理組織、人員設置及訓練、自動檢查、健康管理、承攬管理、執行危害通識計劃、提供物質安全資料表、危險物標示方式、許可作業制度、通風換氣、等自主管理規定事項外；亦包括：高壓氣體容器設備、電氣防爆、靜電預防、機械、輸送管線、等設施之設置、使用與維修、保養，以及LPG之儲存、卸收、灌裝及鋼瓶搬運、清槽、等作業安全措施規定事項。

- (2) 勞工安全衛生自主管理檢查：國內分裝場除應依「勞工安全衛生法」規定，提供安全衛生之工作場所外，因其設施均為符合「危險性工作

場所審查暨檢查辦法」第2條第1項第3款規定之設置處理能力一日在1000m³以上之高壓氣體類壓力容器之工作場所；即為所稱之丙類危險性工作場所。故依「勞動檢查法」第26條第1項第5款規定之製造、處置、使用危險物、有害物之數量達中央主管機關規定數量之工作場所，應由雇主提報勞工安全衛生相關管理計畫、製程安全評估、緊急應變計畫及稽核管理計畫等，經各勞動檢查機構審查暨檢查合格後方得使勞工從事作業。同時，亦應依「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」之規定，設置勞工安全衛生管理人員執行安全管理相關事項，並訂定自動檢查計畫，實施自動檢查及作業檢點，以防LPG漏洩引燃、爆炸致傷亡。

- (3) 丙類危險性工作場所審查暨檢查：勞動檢查機構受理分裝場之申請後，得邀相關學者或專家會同至該場所實施審查暨檢查，並於處理定案後，將結果以書面通知業者。對於經審查暨檢查合格之危險性工作場所持續追蹤查核，並督促業者建置及落實事前安全評估機制，於製程修改時或至少每5年對檢附之資料實施重新評估，並為必要之更新及記錄。

2. 消防相關法規

因LPG為可燃性高壓氣體屬公共危險物品，故藉由「消防法」、「各類場所消防安全設備設置標準」及「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37~40條，對於室外儲槽場所之位置、構造、設備與配

管等消防相關法規來規範分裝場設施防火、防爆及自主安全管理等事項。

(1) 分裝場消防自主管理檢查

分裝場的管理權人應依「消防法」第 13 條規定，遴用防火管理人及保安監督人並製作消防防護計畫，報請當地消防機關核備後，依計畫內容定期實施各項自主檢查，並紀錄留存。

(2) 消防安全檢查

分裝場應依消防法規定設置消防安全設備並有效維持其設置功能，以及委託消防設備師（士）定期執行檢修後報請當地消防隊備查，而消防隊應建立檢修申報場所列管清冊並監督、指導及派員複查。對未按時或不實檢修申報者依法裁處，經檢修未符規定者應限期改善，並持續追蹤、督導管制至改善為止。實施防火管理之目的除為防災外，另為災時能控制財損及傷亡於最低限度。分裝場應依消防法規定指派防火管理人依據「防火管理執行查核表」定期實施自動檢查。同時，擬定消防防護計畫後報請當地消防機關審核，並按該計畫每半年實施自衛消防編組演練，其事業規模多於 10 人者，至少編組搶救作業組、聯繫通信組及警戒避難組；達

50 人以上時，應增編後勤支援組及醫療救護組。

3. 防救相關法規

為健全國內災害防救體系和功能，必須以「災害防救法」來規範分裝場燃爆應變措施及災後復原等事項。

4. 建築相關法規

為使分裝場本質較安全，須於設計興建階段即依建築法規先期考量各項營建結構、LPG設施配置、避雷及防靜電裝置、消防設備及公共安全設施等技術相關問題，以及非都市土地申請變更為分裝場用地興辦計劃審查作業等。業者於營運期間須定期委託專業機構實施建築物公共安全檢查。

5. 中國國家標準

在LPG設施及安全防護部分：分裝場對於LPG灌裝、卸收、儲存等設備及其有關管線等之安全設施可參考CNS8069【液化石油氣灌裝場設施安全標準】。而LPG為符合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四條規定所稱之「可燃性高壓氣體」，其個別成分及一般特性可參考CNS 12863【液化石油氣一般規章】。因液態LPG儲存於地上儲槽內很容易導致B.L.E.V.E.(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)的現象，故應符合CNS 12403【液化石油氣球形儲槽及其附屬設備】、CNS12654【液化石油氣臥式圓筒形儲槽】、CNS12857【液化石油氣用臥式圓筒形地下儲槽】或「高壓氣體容器安全規則」所規定之【LPG容器儲存】。另外，對於儲槽之設計應依照CNS 9788～9803等之【壓力容器】相關規定，而其耐壓部位使

用管料應參考 CNS 4626 【壓力配管用碳鋼鋼管】規定；同時，儲槽液面計

之玻璃應使用合乎 CNS 9970 【鍋爐用水面計玻璃】計號 B、P 或具有同等

性能以上者。並應採以金屬外框保護；安全閥吹洩量之規定可參考 CNS

12654 【液化石油氣用臥式圓筒形儲槽】表 9 儲槽之吹出量規定。如為槽車，

則其槽體及其附屬件除應符合主管機關之規定外，須經出廠檢驗及定期檢驗，

其他相關規定可參考 CNS 7248 【液化石油氣汽車運輸槽體】以及「壓力容

器構造標準」等；其材料之規定可參考 CNS 2947 【熔接構造用軋鋼板】、

CNS 4271 【壓力容器用鋼板】、 CNS 2673 【碳鋼鍛件】、 CNS 3828

【機械構造用碳鋼鋼料】等。儲槽使用則應依「勞工安全衛生法」第 8 條規

定，需經勞動檢查機構及代行檢查機構檢查或再檢查合格者，方得使用。而

供 LPG 之輸送或灌裝時使用於加壓 LPG 之泵浦及壓縮機之高壓設備應符合

CNS 12406 及 CNS 12407 之規定。輸送 LPG 用之高壓氣體設備配管系之零組

件，應依照 CNS 12856 【液化石油氣用配管】第 2 節（材料）～第 14 節（耐

壓試驗及氣密試驗）；以及裝在高壓氣體設備上之高壓氣體以外之輸送 LPG



用合金屬製之低壓配管應依照 CNS12856 【液化石油氣用配管】第15節（對低壓配管之適用）之規定。鋼瓶除必須依高壓氣體容器安全規則所規定經容器檢查或容器再檢查合格，且有容器證明書件者外，鋼瓶構造應符合 CNS 2448 【液化石油氣鋼瓶（瓶身）構造】規定外。另依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 32條規定瓶身及其附裝之鋼瓶閥應依 CNS1323 【液化石油氣鋼瓶（瓶身）檢驗標準】規定實施定期檢驗合格，方得灌氣。危險場所之電氣設備應依照 CNS 12478 【液化石油氣工廠用配管電氣設備】。對於流量計、液面計、壓力計、溫度計、閥類、氣體漏洩檢知警報裝置、等計測裝置之設置可參考 CNS 12479 【液化石油氣工廠用計測裝置】。



在消防防護部分：防護牆之設置可參考 CNS 12853 【液化石油氣設施用防護牆及防火牆】、滅火設備之設置及維護可參考 CNS 12854 【液化石油氣設施用消防設備】及 CNS 12855 【液化石油氣設施用消防設備之維護】、滅火器可參考 CNS 3658 【火災種類】中第 4.2 節規定其滅火效能值在能力單位 B－10 以上（但乾粉充填量在 6kg 以上者）。其中，設於分裝場之地上儲槽及其支柱應採取耐熱性構造之替代措施之冷卻用灑水裝置或消防栓等射水設備，可參考 CNS 12854 【液化石油氣設施用消防設備】。冷卻用灑水配管

可參考 CNS 6568 之規定，接頭管件則參考 CNS 6666 之規定並施以烤鋅熱浸。而其撒水配管應連接於可維持20分鐘以上同時灑水之水量及水源，並可於距離儲槽 5m 以上之處所安全操作等，可參考「高壓氣體勞工安全規則」暨相關基準之儲槽間水噴霧裝置之設置基準之 5.2 規定。

5.2 製程安全評估分析

5.2.1 評估方法

分裝製程安全評估管理原則，須從安全管理技術層面予以整合性的考量分析、評估、規劃及執行製程安全相關作業管理。而實施製程安全評估的範圍，應及於分裝場內卸收、儲存及灌裝等設施及作業中可能潛存引發洩漏、燃爆、缺氧、中毒、感電、墜落等災害類型之相關危害因子，結果危及作業人員與設備安全的風險評估與控制；

先期觀察分裝場各項作業情況及蒐集LPG與設施相關資料，據以分別辨識其作業可能危害及評估風險等級，並紀錄風險評估相關資料及察看安全評估史料，再研擬工程改善及管理措施以控制、改善作業環境，降低難忍之風險。而於分裝製程設計與興建階段，可採行以下至少一種方法來從事製程危害評估分析：

1. 假如分析

係於LPG設施或製程的設計或作業階段以一種非引導式、亦非結構性的方法來進行「如果…會如何？」（ What-if ）的分析，藉由擬提「如果因某某安全防護失效或因某某作業錯誤或因某某設備異常時，將可能導致怎樣後

果？」的問題來採開放式的詢答，經分裝場內從業人員透過集體腦力激盪方式來辨識出各種常被忽略的潛在危害風險。

What-if 是最簡單、經濟的分析方法，將系統內可能的危害因子列出，再決定其結果之影響及嚴重性，並檢視目前系統內的安全防護裝置或措施是否適當且足夠，提出改善建議或措施。如因系統較複雜，則區分為數個次（子）系統，俾利進行分析。

2. 檢核表分析

檢核表（ Checklist Analysis ）慣用於定性分析，可適用於分裝場之規劃、設計、興建、營運與維修等各階段的分析，且是最常應用於LPG製程分析的簡易方法。係將分裝場之各項作業、環境、設備、設施、機具、材料與安全防護等可能發生危害的所有異常狀況，經由資深的LPG製程作業人員，以及工業安全及防火防爆等專業人員共同研提查核要項之表列式問題後，交付執行查核者逐項填答。並由LPG設備、設施的安全保護和偵測等裝置之查核結果，來判定是否足以消除、降低或隔離危害，並據以分析危害發生的可能性及後果嚴重性，評定其危害風險等級及提出是否需再採行工程改善及行政管理等措施建議。其優缺點和假如分析法類似，惟因設限於表列既定之查核事項，故較可能忽略其他不顯眼的潛在危害。

使用檢核表來實施LPG作業場所危害的評估分析應考慮下列安全事項：

- (1) 分裝場場址的選擇、環境狀況與規劃、設計、興建。

(2) 危害物質通識教育訓練計劃與執行情況。

(3) 檢出異常狀況分析與風險評估。

(4) LPG 製程設備、設施與作業方式。

(5) LPG 的卸收、儲存、灌裝與搬運。

(6) 危險性工作場所使用防爆電氣設備區分。

(7) 防火、防爆與消防設施。

(8) 洩漏、燃爆緊急應變計畫。

3. What if/檢核表分析



將「如果…會如何？」(What-if) 及「檢核表 (Checklist

Analysis)」兩種分析方法合併運用成為一較周全的分析技術。

4. 危害與可操作性分析 (Hazop; Hazard and Operability Analysis)

Hazop 係較完整的定性分析技術，由資深作業領班及工安、消防、機電、機械、製程安全評估、…等專業人員組成評估小組，使用一組已建立的引導字 (Guidewords)，如壓力過高、過低…等。擴展組員思考向度，針對各製程區段或步驟，藉助結構化的腦力激盪，有系統地找出具有潛在危害的製程偏離，並辨識其可能的原因、後果，同時提出安全防護改善措施建議，可應用於分裝場的規劃、設計和營運等任何階段。

(1) 失誤樹分析法

失誤樹分析法 (Fault Tree Analysis) 係將各種期待其不發生之異常情況，以推理圖解方法，逐次分析所有可能導致洩漏引燃、爆炸的危害因素。並以明確的圖示，使人可輕易解讀導致燃爆的各種途徑及原因。及以量化方式找出其可能性較高者並指出系統較脆弱的環節，提供評估系統改善策略的工具。

(2) 事件樹分析法

事件樹分析法 (Event Tree Analysis,ETA) 係一可處理複雜的定性與定量分析方法，應用於事故前後逐一檢討可能引發 LPG 洩漏及燃爆之任何情況，由肇因推估燃爆後果嚴重性及不良影響之前推邏輯，來歸納系統安全的分析法。



(3) 失誤模式和影響分析法 (Failure Mode, Effects Analysis, FMEA)

分析 LPG 設備失效或不當操作時可能引起的危害，再加以定量分析，可用以評估相對災害防止對策之優劣。

(4) 其他類似分析方法

我國勞工安全衛生法規所指定之危害分析技術包括：初步危害分析、危害與可操作性分析、故障樹分析、失誤模式與影響分析及其他經勞委會認可具有同等功能之安全評估方法。國內分裝場製程安全評估通常採用初步危害分析、危害與可操作性分析作為實施安全評估的方法。以下為進行安全評估

時首要採行的初步危害分析說明：

初步危害分析主要應用於分裝場興建設計初期，或對各項作業流程之檢討或對營運中初次進行的安全評估，或為確保與現有的製程一致而至少每 5 年再評估 1 次，且所有資料經久留存。分析小組包括分裝場製程專家或資深從業人員，工安員、機械設備維修員、機電工程師、等，以及熟悉 Hazop 的人員。針對LPG特性和環境辨識作業危害，作為進一步分析的參考，為一整體性、不耗時亦不深入的分析方法。

5.2.2 評估流程

LPG分裝場對於儲存、卸收或灌裝等作業為目的之新設施及變更之事前安全性評估流程，概以下述六個階段進行：

1. 第一階段—相關資料之蒐集檢討

以LPG設施安全作為事前評估前提，執行包括：建廠條件；場區配置；建築物；偵測監控室及電氣室；防火、防爆、消防及偵測等安全裝置之種類與設置場所；卸收、儲存及灌裝等作業要領；製程概要及系統圖；避雷系統；LPG設施系統；配管裝置系統；組織人員配置；危害通識教育暨緊急應變訓練計畫、等相關資料之蒐集，檢討時須考量「誤操作防止對策」及「於異常時，能表現安全作動之方式」等二項安全設計。

2. 第二階段—定性評估

於LPG設施新設、變更之際進行有關該LPG設施安全性之定性評估時，須先決定LPG設施之設計及操作條件，並應充分考量其評鑑項目。定性評估之結果，如在確保LPG設施安全上有不妥當之事項時，應即變更設計。如於評鑑LPG設施配置時，其評鑑項目可參照相關法令，包括：分裝場有否設置適當圍牆並充分考慮車輛緊急出入通路？由場界至最近LPG設施，以及儲槽配置是否保持安全距離？設施相互間距足夠否？安全距離有否考慮LPG之性質、操作條件、緊急措施、消防活動及可能的發火源等？儲槽周圍有無設防爆牆？控制室、辦公室、警衛室等是否位於危險境界區外？、、等等。

3. 第三階段—定量評估

係就LPG設施於新設、變更之際，進行綜合性、定量性之安全評估。先於儲槽區、灌裝區、灌氣容器儲存區及壓縮機與幫浦房等擇取最危險區塊。再就LPG特性及設施的容量、溫度、壓力及操作等項目評估，將之分成A（10分）、B（7分）、C（3分）及D（0分）等四段（分數），各給分數後求其總和，再對照表 38所示之1、2、3等級，進行危險性評估，並以高、中、低表示危險度。如等級為2者，應就與周圍之狀況、其他設備之關聯加以評估。

表 38 危險度等級區分

分數	等級	危險度
>21 分	1	高
16~20 分	2	中
<15 分	3	低

4. 第四階段—安全對策

安全對策係依第三階段就各區塊之定量化結果，按 1、2、3 等級區分之高、中、低危險程度，採取適當的人員配置與教育訓練及設備保養維護等防災對策。同時，考量當災害擴大時之防止措施。

5. 第五階段—依災害統計分析結果再評估

於採取安全對策後，將類似設施及裝置之災害統計分析結果納入設計考量，再予以評估。評估結果認有不妥者，則重回第四階段再作對策檢討。危險度等級為 2、3 者，於完成上述評估後，即著手 LPG 設施測試或實際興設。

6. 第六階段—依失誤樹分析再評估

對於危險度等級為 1 之 LPG 設施，應以失誤樹再評估，如經再評估結果認有不妥者，則經修正設計內容後，方能進行 LPG 設施測試或實際興設。

5.3 製程本質較安全設計

5.3.1 本質較安全設計

分裝場本質較安全製程設計係為減少洩漏、燃爆等風險。而在建廠設計階段，為

應用本質較安全設計觀念之最適當時機。若於開工或建造後期或營運階段，方為強化工作場所安全而欲變更部分設施或作業時，將因原設計概念已深植運作流程，且變更耗時耗費終難實現。最後，僅能以安全保護裝置來降低危害風險。通常本質較安全之製程設計策略方式大致如下：

1. 最小化 (Minimization)：為較常用之方式，係指在 LPG 儲存最少量下，即使全部洩漏也不致釀成重大災害，且 LPG 在分裝場內之管線流動距離短，亦可減低風險。採用本質較安全設計之儲槽及配管等尺寸較傳統式小，裝置所需場區用地較小，安全性高，故於建造及維修成本上可較傳統式經濟。
2. 取代 (Substitution)：係採取較安全之 LPG 加臭劑取代原本無味的高危害性。
3. 溫和 (Moderation)：即使用危險性較小的操作條件，如 LPG 開始卸收的線速率須 $< 1\text{ m/sec}$ ，其後緩緩加速維持 $< 7\text{ m/sec}$ 以降低靜電的產生及危害風險。
4. 簡化 (Simplify)：在分裝場可能因不諳製程操作或疏忽，使人為過失及設備故障之機率較高。倘能精簡 LPG 設施、設備之設計及操作程序，避免過度複雜使減少誤操作，並使誤操作之影響程度降至最低。如儘量減少灌氣容器之待運量，同時縮短鋼瓶車在分裝場內之環繞運輸路徑及採單行道與避免交叉之設計，使同時段車流量較小且錯駛或碰撞機率降低。設計簡化的結果可能新生灌裝作業緊湊情況，人力及鋼瓶車不足以應付等問題，此時應衡量二者之危害風險高低再做決定。
5. 能量限制：有效管理儲槽存量並提供灑水裝置及儘量使工作環境可自然通風，在限量、控溫、通風及不超壓條件下處理、儲存 LPG，使洩漏量較少、速度較緩，即使洩漏仍可減低其危險性。並以可燃性氣體偵測器偵知局限空間的 LPG 濃度接近爆炸範圍前，即以機械強制通風排氣，避免濃度再增加。
6. 限制失誤影響性：如灌裝台改採導電性橡膠製之輸送帶和地板、圓盤式自動灌裝及殘氣收集。係藉由灌裝台防靜電、火花及灌裝設備之自動化安全設計，使用自動機械取代傳統人工灌裝、輸送帶搬運取代人力拖拉鋼瓶、殘氣收集取代放棄飄散、足夠含碳量而具導電性之橡膠化合物地板和輸送帶等取代 R.C 版，減少人為錯誤操作、火花產生及殘氣蓄積等來保障安全，而非以加

設防護裝置來控制危害。

除上之本質較安全設計策略外，為強化LPG設施本質安全性以防錯誤及避免連鎖或骨牌效應，須將設備設計成可簡易控制且不可能誤操作，並於正確安裝後方可進行操作。而對於營運中之設備使用狀態應清楚標示開或關，以提醒操作人員正確的狀況。

5.3.2 本質較安全設計之推廣

目前，國內所有分裝場均符合我國勞動檢查法第26條第1項第4款及危險性工作場所審查暨檢查辦法第2條第1項第3款所規定之設置處理能力一日在 1000m³ 以上之高壓氣體類壓力容器者屬「丙類危險性工作場所」，故需完成製程安全評估報告書，而業界普遍採用危害與可操作性分析（Hazop）方法來進行評估分裝製程之危害風險。且分裝場本質較安全製程設計的理想，仍應遷就講求低成本、低危害風險與高效率的現實，期望如同 Hazop 或定量危害評估一般被普及採用。使能在常態作業下，少許偏離不致影響製程達到安全標準。

對一個泛屬小型事業之分裝場而言，其組織結構是以勞動力分組而非功能分組，且又缺乏成本。而為實現本質較安全設計，期待降低危害風險與提昇效率，便須變更原設計程序或設備，不僅投入研發的成本高，況且耗時、費力又難免新生其他風險，使變革更難付諸實行。一般從業人員雖未否認分裝場仍具相當高危害風險，惟覺得目前的風險是可以接受的。自認已具足夠對LPG設施之安全管理技術、經驗與知識，並深信有能力預防或控制潛在的危害，而不積極或反對進行本質較安全之變革。同時，亦缺乏公認更合適且標準化能融合本質較安全理念於製程安全管理程序中的製程危害分析方法，使得業者無從確認所做的是否正確或足夠，均使推廣更趨困難。

5.4 LPG 設備維護及安全管理

5.4.1 設備完整性探討

LPG設施如因設計、操作或保養、維修不當發生嚴重故障，除可能導致營運中斷外，亦可能因洩漏而引燃、爆炸，造成重大財損和傷亡，故須致力於設備的維護保養。

為維繫LPG設施的持續正常運轉，使其機能達理想狀態，便須具備LPG設備完整性。LPG設施狀況將因長期不當操作與保養不足而理想不再，故設施之維護須藉由風險管理系統，來降低危害風險。

LPG設備完整性的目標即在確保儲槽、壓縮機、泵浦、管線、灌裝機等設備及其洩壓或釋放系統和儀錶，以及氣體漏洩偵測、緊急遮斷、警報廣播、消防等安全防護系統之持續完整、有效。



LPG設備本體所提供的壓力維繫（Pressure Boundary）是首道安全防線。透過製程操作條件之監控與調整，避免異常是第二道防線。當LPG漏洩時，透過分裝場內設置之氣體漏洩偵測及緊急警報廣播系統，及早偵知漏洩並警告現場從業人員緊急應變是第三道防線。儲槽撤水、機械強制排氣、安全閥、緊急遮斷閥或安全連結器等裝置在漏洩或引燃時可進行降溫、通風排氣、釋壓、遮斷供氣，或避免拉斷卸收軟管或經防爆牆隔絕設施來防止漏洩、燃爆之擴大蔓延，為最終防線。

LPG設備因於設計、建造、安裝、驗收等過程之疏失及維修保養不當之影響，而導致運轉不良。故設備完整性工作應完全涵蓋設備的生命週期。而其設備維護保養與營運安全管理體系，仍須藉由場內全員的配合參與負責，才能持續、有效的推動設備完整性工作。而分裝場內執行設備完整性之相關部門工作項目如下：

1. 工務部門：負責儲槽區、灌裝區及儲存區等之巡檢和儲存狀態的量測管控；機械、設備和儀電之基本保養，以及設備故障修護與異常檢出。
2. 工安部門：負責規劃、督導或監督設備維修、保養與製程之作業安全事項，制定動火、卸收、清槽等 SOP，及實施自動檢查。並依職責實施技能訓練、安全衛生教育與緊急應變訓練等事項，且定期評估、稽核訓練成效，使其能適任工作、遵守工作守則，且能辨識場區內各種潛在危害因子。

5.4.2 設備完整性管理制度

建立LPG設備完整性管理制度，目的在使設備能於合理使用期限內確實貫徹維修、保養、檢查、測試作業。除供預知設備運轉狀況外，並依檢測結果作適當的修護改善及更換相關零組件，使設備持續正常運作狀態，提高分裝能力及防範燃爆於未然以減損。選擇卸收、儲存、製造及灌裝等對營運成本及安全方面有較大影響之設備為優先實施預防保養維修的對象。而為免過度檢查及常做無謂的拆組導致浪費和額外的損耗，應參考國內外相關安全法規標準、原廠說明書及維修保養手冊，檢修經驗及異常紀錄統計分析結果等資料來訂定檢查週期及標準。

基本上設備完整性管理制度應包含檢修養護、備品用料及安全作業等三種系統，而檢修養護則為整體系統架構之主軸，針對三種系統探討說明如下：

1. 檢修養護系統

檢修養護系統包括規劃檢修養護種類、組織、作業事項，擬定檢修養護程序、記錄及年度計畫，檢測技術之建立。

(1) 檢修養護種類、組織及作業事項

因國內現有分裝場均未設專事設備檢修養護之部門，故對於 LPG 設施之各級日常操作性保養、定期維修及零組件更換，以及故障修護等。

經購料、備料、領料使用或發包修護、監工及峻工驗收整體過程中，需考慮備料辨識和作業監督控管措施，及開立設備規範與驗收測試記錄，以及人員訓練與考核等事項，則全由工務或總務部門兼責辦理。

(2) 擬定檢修養護程序及年度計畫

為確保 LPG 設備完整性及能安全有效地操作，故每年應針對各項設施所需進行之各級檢修養護作業方式及程序進行規劃。首先應建立機

械流程圖、設備清單、製程流程圖 (Process Flow Diagram , PFD

)、結構設計圖、儀器管線圖 (Piping and Instrumentation

Diagram , P&ID)、LPG 設施維修保養紀錄等基本資料。再

參照「鍋爐及壓力容器安全規則」、「勞工安全衛生組織管理暨自動檢查辦法」等法規要求及考量設備完整性，來進行設施維護工作規劃。並確定保養檢查之日期、週期、內容及職責，使不致有疏忽設備檢查保養之情事。

在實施檢修養護作業時，應於各式檢查表內詳載檢修養護之日期、設備項目、人員及結果。檢出異狀時，需即檢討有否設計不良、操作保養方法不當、使用不良材料及零組件老化等因素，再予適當分類及進行後續改善工

作。在此同時，應執行以下事項： A. 稽核檢查各項記錄是否完整及正

確？異常現象是否有追蹤處理？是否依作業程序進行等。 B. 建立可靠

之檢修養護和驗收紀錄資料檔，便於日後查閱。 C. 相關紀錄資料經統

計分析檢討結果，引用修正檢修養護之週期、時程，以及作為設備風險管

理、生命週期、汰舊換新，或提供備品所需時間、數量與種類等之參據。

(3) 重要性設備檢測

對於儲槽設備除應定期維修保養外，尚需執行非破壞性檢測規劃、清槽檢測及結果分析，及早測知儲槽使用狀況有否潛存缺陷。

2. 安全作業系統

安全作業系統除在建立動火作業、煙火管制、掛牌上鎖、入槽許可及消防設備故障監控系統及良好的設備完整性制度與落實外，更須作好製程危害分析、檢查測試、標準作業程序、緊急應變及設備安裝維修保養等技能訓練。

3. 備品用料系統



為避免因設備故障、損壞導致分裝作業停滯，對於LPG設施維修保養作業除應落實專責專業進行維修保養外，更須建立E化文件管理系統，來儲存及處理包括：設定檢修頻率定期開立工作單、建立各項設備之維修紀錄及工作履歷、零件備品存量檔，以及故障修護紀錄分析與檢討改善等資料。同時，

分裝場在推動執行重要設備完整性管理制度時，應先瞭解OSHA規劃之重要設備完整性，皆以可能異常之頻率及引起洩漏、燃爆之嚴重後果，來表示危害風險等級。而降低風險約分三層防護措施，第一、透過

Hazop、FAT、FMEM等製程風險評估方式，先期瞭解LPG設施可能發生洩漏及點火源之潛在風險，並對製程設施之設計、建造、安裝及操作採取改善及防範對策。第二、已發生洩漏及點火源時，透過可燃性氣體偵測及警報廣

播系統等防止續發燃爆。第三、燃爆時，採取防範擴大延燒及連續爆炸之措施，將損害控制在最小範圍。如儲槽撤水裝置、消防栓及滅火器可供火災初期之儲槽降溫及滅火，且設有安全閥及輕質屋頂結構供爆炸時釋放爆壓。

5.5 消防安全設備防護

5.5.1 消防安全設備

分裝場參照「各類場所消防安全設備設置標準」第12條規定，係屬丁類用途之高度危險工作場所，應依該設置標準檢討設置各項消防安全設備，如表 39所示：

表 39分裝場應設消防安全設備檢討標準表

設置場所	消防安全設備種類及設置標準
辦公室、 警衛室、 宿舍	總樓地板面積>150m ² 應設滅火器。 各層樓地板面積>500m ² 應設室內消防栓、火警自動警報及緊急廣播等設備。 室內避難通路，以及有效採光面積未達該居室樓地板面積5%之室內，均應設緊急照明設備。無開口樓層應設出口標示燈、避難方向指示燈或避難指標。
危險性工 作場所	應設室外消防栓、火警自動警報及緊急廣播等設備。 儲槽區應設置自動灑水設備。 應設消防專用蓄水池及消防砂。 灌裝台、容器儲存區、機電房、泵浦及壓縮機房應設乾粉滅火器。

5.5.2 消防安全設備功能

1. LPG 設施防火保護消防措施


對於LPG設施防火保護消防措施（Fire Protection）的設置，必須針對分裝場內、外區域環境作整體性分析，諸如：於分裝場內規劃儲槽區時，對於儲槽的位置及大小之設計須同時考慮出入口門及操作設備通路、緊急逃生通道及滅火通道等，以及場區內無礙消防車、槽車等通行之車道與人行通道。

分裝場須築圍牆與外界隔離，且至少設兩個能在緊急時無妨礙之進出口；鄰廠廠房、住家等建物之暴露性質，以及當地消防隊至分裝場之路程、路況與當地供水水壓情形均為影響消防隊救援效率的因素，應妥適考量、處理。必須能讓救援之消防人員及滅火設備迅速有效地抵達分裝場，並能從兩個以上方向接近火場。在評估洩漏、燃爆之可能性及其後果嚴重性等風險等級之安全性分析時，須納入危及鄰近工業區或住宅集中區域之公共安全影響。

2. 安全警戒標示及避難逃生設備

(1) 安全警戒標示

LPG 設施應標示緊急用系統之安全警戒指示及應注意事項，如：

- 
- A. 禁止吸菸及限制動火之區域（ Hot Work ）。 B. 緊急關機或隔離閥及其開關之位置。 C. 消防系統啟動閥之位置。 D. 緊急通報用之電話號碼及限制人、車通行區域。 E. 有關安全上或防災措施之特殊操作程序。

(2) 避難逃生設備


因火災常導致停電狀態使人受困於室內，在火煙侵害脅迫下引發不安、恐慌、混亂導致傷亡。故分裝場除於儲槽區、機房及灌裝區須有適當的照明設備以利操作外，為確保辦公室及宿舍之通道維持最低照度，足以引導人員避難逃生，應在室內安全門或防火門上方設置足夠的出口標示燈、通往安全門（梯）之避難方向指示燈、避難指標等標示；及於地面之水平面照度須 $> 1\text{lux}$ 之緊急照明燈，其蓄電池須能瞬間動作緊急電源及預

備電源等，且容量應能使其持續 30^{min} 以上。

3. 火災偵測系統及警報設備

減災關鍵在於早期發現火災並進行初期滅火，同時迅速通報消防隊及避難逃生等，分裝場設置監視器及瓦斯偵測器係作為區域性火災監視及LPG洩漏之早期警報，而火焰或熱偵測器則係在辦公室及宿舍內因火災而產生之熱無法在密閉區域內迅速逸散時，作為啟動警報或消防系統用。火警自動警報及緊急廣播設備之設置，分述如下：

(1) 火警自動警報設備



火警自動警報設備乃是由探測器、火警警鈴、標示燈、手動報警機、受信總機及配線等所構成。係指經由感熱式、偵煙式或火焰式等探測器或火警發信機，在火災初期感知煙或熱而動作所發出之信號，經中繼器將各種設備予以編碼定址（探測器、手動報警機），傳回 P 型或 R 型（智慧型）受信總機，顯示出火災地區，並使火警警鈴（主音響及地區音響）鳴動以警告人員之設備，其附有防災連動控制之設備者同時起動之。

(2) 緊急廣播設備

緊急廣播設備係為迅速通報火災狀況，及引導分裝場內人員避難逃生或從事初期滅火之設備。其與其他設備共用者，應在火災時能遮斷緊急廣播設備以外之廣播。每層樓各為一廣播分區，廣播區域內任一點至揚聲器之水平距離應 < 10m 。廣播區域 > 100 m²時，應設 L 級（音壓 > 92 分貝）揚聲器； 50~100 m²得設 L 級或 M 級（ < 87~92 分貝）揚聲器； < 50 m²得設 L 級、M 級或

S級 (< 84 ~ 87 分貝) 揚聲器。

4. 滅火設備

分裝場應設置滅火器、簡易滅火器具、消防栓、自動撒水及水霧滅火等消防安全設備，用於火災初期及早滅火以防擴大延燒，分述如下：

(1) 手提式滅火器設備

手提式滅火器設備係指以水或 CO_2 、乾粉、海龍替代品、等滅火劑，以手提操作驅動噴射壓力之輕便器具，進行小火災初期滅火。分

裝場設置手提式乾粉滅火器應符合 CNS 1387 之規定，須固定配置在泵浦房及灌裝台等重要設施附近，以及辦公室及宿舍內任一點至滅火器距離 < 20 m，使人能迅速取用之明顯處所，懸掛於牆上或放置滅火器

箱中，並應有 > 24 cm × 8 cm 之標識，以紅底白字標明「 Fire

Extinguishers 滅火器」。其上端與樓板面距離須 < 1.5 m。且樓地

板面積每 200 m² 內應有一滅火效能值。如對 B 類火災滅火效能值

是 4 的情況，則於滅火器容器表圓形內以黃底黑字標示「油類火災用」

及” B-4” 字樣。

(2) 簡易滅火用具

簡易滅火用具係指水桶、水槽或乾燥砂及膨脹真珠岩等附鏟子，其乾燥砂之滅火效能值為 0.5 滅火效能值 / 50 l 容量之鏟子。

(3) 消防栓設備

消防栓設備係設置在分裝場辦公室、宿舍及警衛室內之消防箱中，備有消防栓之開關閥及水帶架子等，可操作手提式消防水帶及瞄子

(Monitor) 向火點射水滅火，對木材、紙類等之普通 (A 類)

火災很有效。同時，亦包括危險性工作場所區域所設置之室外消防栓設備，以作為高溫或火災時，對儲槽及鋼瓶等灑水冷卻之用。主要於機械室之樓地板下設置貯水槽蓄水備用，藉消防泵浦加壓汲水，經配管送水至各室內外消防栓。由於配管與屋頂水箱連接，利用自然水壓維持送水壓力，因之管內充水為常態，其水源之放水量需達 80 l/min 之標準。惟以手提式水帶、瞄子要能有效保護儲槽所需時間相當長，但操作人員卻無法長時間接近儲槽。故消防栓僅作為固定式消防系統之輔助設備，或由於風力效應及有局部受損時之補償用，非儲槽滅火之主要防護。

5. 消防水系統

(1) 自動撒水設備

係指由水源、配管、活瓣、加壓送水裝置、自動警報逆止閥（或流水檢知裝置），以及在辦公室或宿舍內頂版上方以一定間隔裝置水霧、密閉式撒水頭（ Sprinkler Head ）或火警探測器等組成之滅火設備。當溫昇至儲槽 35°C 、室內 72°C 時，密閉式撒水頭之熱感應片即脫落（或火警探測器），自動打開噴出加壓水，並在配管內產生壓降，使

設於幫浦側之壓力水槽之壓力開關動作，自動起動泵浦，或由人開啟手動啟動開關使設置於各區之自動閥（一齊開放閥或電磁閥）打開，而從撒水頭繼續撒下加壓水或噴放出微粒子狀水霧之設備，其特點是初期滅火效果好。撒水之同時，各區劃之自動警報逆止閥之壓力開關動作或依火警自動警報設備而發生警報，且設於經常有人之守衛室、值夜室、辦公室等之火警受信總機即表現出火警位置與幫浦之啟動。

自動撒水設備依其構造分為密閉濕式（Wet Pipe Type）、開放式（Deluge System）及預動式（Preaction System）等。

密閉濕式因管系內經常貯滿加壓水，故撒水頭須增設感熱元件撐頂阻水配件來阻擋水流出口。當感熱部受熔解或破壞時，管系內水即流出使管中壓力減少，進而帶動相關裝置使自動啟動泵浦加壓送水，通常適用於室內。欲達密閉濕式撒水頭之額定設計放射量時，將需較大管徑始能供應

大量水源。撒水頭之先端放水壓力在 $1.0 \text{ kg f/cm}^2 \sim 10$

kg f/cm^2 ，放水量 $> 80 \text{ l/min}$ 。而密閉式感熱元件分為『易熔

金屬式』與『酒精玻璃球式』二種。其中『易熔金屬式』係由特殊金屬所製成，當溫度達額定動作點時，即生熔解，管系之水自然放出。密閉式撒

水頭之配置，以撒水頭為中心在 $r < 2.3\text{m}$ 能全部涵蓋 LPG

儲槽表面之位置，開放型者 $r < 1.7\text{m}$ 。『酒精玻璃球式』撒水

頭係以玻璃球柱體作為感熱元件，並藉其撐頂阻水元件來阻擋水流出口。

其球體內裝甲醇或乙醇，俟其受熱膨脹後會將玻璃球爆破。感熱部於室內

之開放溫度約為 $57^{\circ}\text{C}\sim 79^{\circ}\text{C}$ (68°C 為常用之額定動作溫度)，

又撒水頭之配置須使撒水分佈面能及於對象物之全部。

如於通風場所採熱感破壞型式之撒水頭，恐有產生延遲或無效探測之慮。故宜選用平時管內無水，撒水頭亦無感熱部構造不受氣流影響之開放式，其通常係連結自動警報設備之探測器來啟動控制閥，並附以手動控制，使水流入管系藉由迴水板使放出水均勻分佈散撒至防護空間。

最後是預動式，此系統係提供不允許誤動作之防護場所作為雙重確認、防止誤動使用之。該系統平時管內貯滿低壓空氣，除與『開放式系統』同樣以感知裝置（火警探測器偵知）啟動一齊開放閥（電磁閥開啟阻水閥）外，亦裝設密閉式之撒水頭做為感熱元件。因此，除非電氣元件（火警探測器偵知、電磁閥開啟阻水閥）與機械元件（撒水頭之感熱阻水元件）同時動作，否則管系之水均將受阻而不放出。

自動撒水設備之撒水頭係裝於 LPG 儲槽上，應於消防防護計畫中訂定自動檢查項目及週期。檢查重點包括：撒水頭本體或迴水板有無變形及感熱部有無異物附著？起動裝置異常？電源及泵浦之啟動狀態異常？緊急電源維持正常機能？備水量符合規定？控制閥是否開啟？等。

(2) 儲槽之消防用水

儲槽曝露火焰下，雖可用手提滅火器作初期滅火，惟非主要消防設施。為有效冷卻須以手控固定或手提式水瞄將消防水直接噴到火焰侵襲位置。其噴嘴送水率為 $946\sim 1983^{\circ}/\text{min}$ 。應事先依儲槽表面積計算冷卻儲槽之最小需求用水量 $>4.1^{\circ}/\text{min}/\text{m}^2$ ，其中包括風力及蒸發形成損失之補償量。視儲槽與鄰近建物之遠近，以決定儲用較少或較多之備水量，如為球槽應以環狀消防水系統圍繞之。消防水系統應設計使其容易測試，在起動 1min 內能將水送到儲槽、灌裝台、等；並在起動後 10min 內，

達到設計需求量。消防栓配置於各儲槽應至少 3 條 <91.44m 之消防水帶，從 2 方向射水冷卻，以確保系統之可靠性及適當之流率及涵蓋被保護設備。故消防水系統之容量總合＝冷卻最大儲槽所需水量＋冷卻鄰近儲槽所需水量＋ 3 條冷卻水流之預備容量。其供水方式有噴洪系統（ Water Deluge System ）、固定式砲栓（ Fixed Montor ）及灑水系統（ Water Spray System ）等之任意組合。若以噴洪或灑水系統

作為主要防護措施時，其消防水最小使用量為 $1 \text{ l} / \text{min} / \text{m}^2$ ；如受大火侵襲時，為減少噴嘴阻塞及補償風力效應影響，用水量宜採用 $10.2 \text{ l} / \text{min} / \text{m}^2$ ，以確保適當的冷卻效果。



A. 噴洪系統

噴洪系統係指在無火下，管徑 $>3 \text{ "}$ 之主分支管在儲槽頂部裝設 $> 1\frac{1}{2} \text{ "}$ 之分支噴嘴，供給全部水量使水流均佈浸濕槽體表面作為防護，其所涵蓋範圍須依性能測試決定。且須備雙流裝置或堰堤使水流循環分布。設堰堤須置排水口，以防積水致腐蝕。並能從防溢區外側，離儲槽 $> 15.24\text{m}$ 之安全位置（須明顯標示）以手動操作起動閥；如系統設可遙控連續操作裝置，須於易接近之安全位置配置同大小之手動旁通閥。在主供水管上安裝一個配有活門調節式噴出接頭的過濾器其最大孔洞為 6.4 mm ，並配置同大小之活門調節式旁通

(Bypass) 設施。

B. 灑水系統

灑水系統設計須為 Open-Head 式系統，所有噴霧式噴嘴

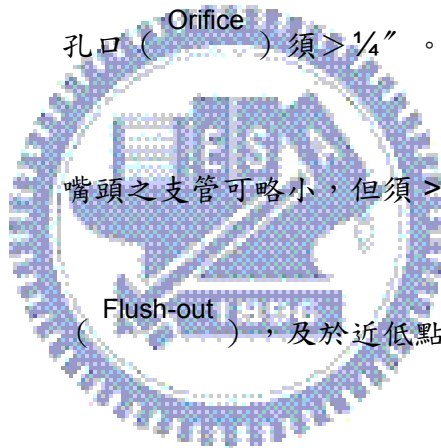
皆從分支管上方接出並以網狀排列，使水霧均布於可能曝在火災狀況下之槽體表面作為防護措施，正確涵蓋程

度須以性能試驗決定。為防噴嘴頭 (Spray head) 故障，

孔口 (Orifice) 須 $>1/4$ ”。主分支管徑須 >3 ”，至噴

嘴頭之支管可略小，但須 $>3/4$ ”。且應設沖洗用接頭

(Flush-out)，及於近低點裝排放接頭。



(3) LPG 儲槽防火措施

除非偏遠地區不考慮防護措施外，若以手提式設備為唯一消防水源時，則須裝設防火措施。防火措施係藉降低槽壁之溫升率及熱傳導至儲槽為保護方法。直到消防水系統啟動為止，或當供水中斷時，可為支援保護用途。火災時用以啟動緊急遮斷閥之電纜線，須以選擇路徑、掩埋式或施以防火措施保護，使能耐火 $>15\text{min}$ 。而對於地上儲槽支撐結構部分，須考慮支撐儲槽滿載時之靜荷重，除於支撐儲槽本體接觸處外，其所有支撐構件均須施以防火措施。同時，垂直容器以裙板 (Skirt) 做支撐時，其裙板外側亦須施以防火措施。惟高度 $< 305\text{mm}$ 之鞍座 (Saddle) 無須作防火措施。若水平容器底部至支撐結構頂部之距離

> 305^{mm} 時，則其鞍座須施以防火措施，除鞍座與容器相接之銲道外，從容器到支撐結構均須施以防火措施。

5.6 靜電安全管理

5.6.1 靜電危害的產生與防制

在LPG卸收、儲運及分裝作業過程中，極可能發生洩漏卻不易被發現。同時，因LPG卸收及壓送使管線振動、車輪駛動與地面摩擦、未設滅焰器之排煙管排氣、灌裝區地面上拖動鋼瓶或滾輪傳送、人員未著膠底鞋於地面走動或脫尼龍衣、等，致物質間相互摩擦、傳導或感應而產生靜電引火源的情況。或因雷擊火花，使靜電起火爆炸風險更大。LPG設施等導體與大地間被空氣等絕緣介質隔絕，或配管與配管間被橡膠墊片等隔絕，形同電容器般，遇有電壓，即可儲存電能。使相異極性的電荷經常在不良導體之LPG設施及電氣設備或人身上蓄積，LPG設施與大地兩者，分獲等量之正電荷或負電荷，歷久終須釋放具有點燃周圍LPG的能量。因儲槽、鋼瓶、槽車、輸氣管、灌裝機、泵浦及壓縮機、磅秤、輸送帶機、等人造聚合物的導體設備與元件具高絕緣、高電阻特性，經長時蓄積大量靜電荷後，如使LPG設施與大地間、配管與配管間均形成導電性通路，則儲存的電能就完全釋出，產生放電火花。其放電能量WH為微焦耳（ Milijoulse ）與電容器的電容C為微微法拉（ Micro-microfarads ），以及

電壓 V 為 10 伏特 (Volts)。三者之關係：靜電能量 $W_H = \frac{1}{2} CV^2$ ，必須大於周圍

LPG 的最小點火能量 0.25 微焦耳，亦即： $W_H > W_i$ (尚需考慮其電位差在 3000

Volts，既在空氣中跳火放電電壓 $> 3,000V/m$)，故安全的放電能量須小於 LPG 最小

點火能量的 $\frac{1}{4}$ 。對同一導電體而言，因其電容量為固定數值，故電荷蓄積越多，電壓

就越高，靜電能量就越大，而靜電放電跳火之間隙中成為可燃性氣體之點火源須於爆

炸範圍內。

5.6.2 靜電控制方法

經由作業環境、作業程序及 LPG 特性之分析，來探討靜電危害成因，可增進對靜電防護與危害辨識能力，進而研擬防制對策並測試其效果。靜電控制方法係將可能產生靜電潛在危害之設備及操作，採取防靜電設計、抑制靜電產生和積聚等措施及安全教育，納入防災對策中，以消除靜電危害因素，避免或減低靜電引燃、爆炸之風險。

1. 為免大量靜電產生和積累，對於 LPG 卸收、灌裝、儲存、運輸等相關設備，應選用靜電絕緣體之材料製造，並進行防靜電處理，且對儲槽實行靜電接地，提供能使靜電消散的通道。對管線間的凸緣以金屬跨接線接觸相連；泵浦及儲槽間、儲槽與槽車間須以電導線相連，並以接地線實施接地，且隨時檢查跨接線及接地線有無鬆脫。
2. LPG 卸收時，如能有效管制煙火、明火、靜電以及其他火源，則 LPG 在儲槽外散佈致引燃的可能性便不高。其要領首重防範靜電發生與積聚，及設法使靜電荷消失，如下：
(1) 槽車在卸收之前，輸氣管與槽車間須先接妥導線「聯結」，以防在裝入 LPG 或卸收完畢自槽車取出輸氣管時，輸氣管與氣槽艙口間發生靜電火花。並在槽車輪胎上下灑水以有效移除輪胎上的靜電。
(2) 「聯結」與「接地」裝妥並定期檢查是否連通導電良好。灌裝設備間以導

線聯結使散佈面大，局部靜電電壓不致過高。卸收 LPG 須接地，接線夾須維護良好。軟質連結電線在結頭處勿作絕緣包紮以便檢查。對用絕緣墊圈或有嚴重腐蝕之 LPG 管線接頭需加以連接。易彎曲之卸收軟管可用含金屬襯裡電線連接之導管。(3) 因儲槽有著火之可能性，故應規定在儲槽區限每次一部槽車卸收作業，使火災時危險性最小，且易撲散。須注意勿超量卸收使 LPG 溢出。(4) 發生火災，應即停止槽車卸收作業並設法滅火。火未撲滅之前及輸氣管未取出以前勿將槽車駛離。

3. 藉由聯結 (Bonding) 與接地 (Grounding) 來排除靜電是最經濟有效的方法，其中「聯結」是用電線將兩導體連結以消除電位差，而「接地」係架設一電氣回路，使導體上的電荷以電流的型式，安全地流到大地，來消除導體與大地間的電位差，理想上使其為零。亦既將所有 LPG 設施等導電性設備，如儲槽、金屬配管、馬達、等固定設備及灌裝鋼瓶之輸送帶、等旋轉體，連接在一起並實施靜電接地。同時，電力系統、避雷系統等電機設備和槽車 (橡膠輪胎)、等移動設備亦均須接地，並保持接地電阻值為 10Ω (美國石油協會 (American Petroleum Institute 簡稱 API) 認為，接地電阻最好能達 5 ohm 以下，絕對須 $< 25\text{ ohm}$)，使導體上的電荷迅速向大地散逸，其靜電排除速度可相當於產生速度，以防電荷積聚夠量而跳火 (放電) 引燃。
4. 聯結及接地裝置之導線須具能隨時使導體放電之有效性、適當性與一定強度，宜採用 AWG8# 或 10# 或更粗的電線。並定期維護及檢查導電的連續性。接地系統是否有效？用檢電器 (Electroc - eope) 粗略估測，或用靜電電壓計 (Static Voltmeter) 測出，整個系統用電阻表 (Ohmmeter) 測定。
5. 應對作業員實施教育訓練，使儘量採取防靜電放電火花之作法。穿著棉質服及導電鞋，在卸收 LPG 時，注意流體填充或排放速度應緩慢，開始卸收的線速率 (Linear Flow Velocity) 須 $< 1\text{ m/sec}$ ，其後加速亦應 $< 7\text{ m/sec}$ 。流速 $> 1\text{ m/sec}$ 時，應選用具導電性的輸送管線及採取全部充滿流體或防空氣進入措施。

5.7 雷擊預防

5.7.1 雷擊災害的形成

雷擊預防須先經由成因分析及危害風險評估，再決定適當工程控制。而雷擊成因緣自天候與地形，台灣地屬亞熱帶海島型氣候，除冬季外均較溫熱，西南季風自海上帶來之水氣因受中央山脈阻隔及地形隆起作用，以及山麓下地表因日照回溫，發生氣流挾帶正電急速上升之對流運動，形成高聳旺盛的積雨對流雲，此不穩定氣候造就閃

電雷擊的環境條件，故山區落雷機率較高於平地。每年初春暖鋒與冷鋒相遇，以及

7、8月的午後雷陣雨或梅雨，雷雨及落雷頻率較高，其次為4～6月，而1～3月

則最少。全年雷暴日約30～100天，落雷密度約 $0.3 \sim 6^{\text{次}} / \text{km}^2 / \text{年}$ ，係屬極高危險

地區。台灣西部因較多平原落雷機率較高於東部山區、南部因溫高落雷機率較高於北部。都會區域因高聳建物林立於平地上，成為地面最彎曲部分，當地面受到雷雨雲感應而生電荷時，其所帶的感應電荷比地面多，對閃電吸引能力大，故落雷機率高於鄉村、郊區、離島等較低密度開發使用的空曠平坦區域。但也可能因周遭建物密集而使得雷電能量被分化，故被雷擊的可能性較低其後果較不嚴重，損害風險也較小，至多

是造成通訊收訊不良或電器電壓不穩；惟因LPG設施極具燃爆危險，一旦被雷擊將危

及周遭密集建物，使得其後果嚴重性著實令人難以想像。尤其儲槽常是分裝場內的最高建物，成為地面最彎曲部分，為最可能落雷點且其後果最嚴重，故危害風險最高。

且由於分裝場普遍位在郊外空曠地區，以至於雷擊對象集中，損害風險更大，如位處地勢較高的山區時，因「接地阻抗」比較高，被雷擊後果更是嚴重。

當電場達到約 $10^{\text{kV}}/\text{m}$ 時，放電現象便由雲層中展開，形成向下的前導電荷在幾秒

內到地面。任何位居其下的儲槽等設備及灌裝台、辦公室等建物均可能遭受雷擊。因分裝場多處於空曠郊區或山區易遭雷殛，故需裝置避雷針，平時引導地面之感應電荷積聚尖端處，電荷密度大及電場大易游離空氣而放電，即尖端放電；雷電時可引導電流流經低電阻之避雷針而流入大地，以避免因電流流經高電阻之建物及儲槽設備產生高熱導致燃爆造成財損或傷亡。

落雷是帶有數百萬伏特的高壓電，以若干 KA 計的電流通過雷擊放電，經過分裝場內的辦公室、灌裝台、鋼瓶儲存區、泵浦房等廠棚屋頂及儲槽設備或電視天線等經大地返回雲層形成迴路，其強大電流將擊毀場內設施、設備及槽車等引發燃爆導致傷亡。雷電也可能擊中鄰近的電力線，巨大電流於 10^{-6} 秒瞬間沿接戶線進入分裝場，直接擾亂或破壞場內電腦和 LPG 洩漏偵測及警報廣播系統等敏感的電氣設備。



5.7.2 分裝場雷擊災害防救

國內分裝場執行雷擊防救時，受限於業者對雷電現象與雷擊特性之認知程度及危害辨識能力不足，恐因缺乏正確觀念與作法使得災前無法預警並及時掌握區域雷擊資訊以防範，雷擊時又無足以適切因應的避雷措施及災時不懂如何施行緊急救護的處理程序，故作業場所的雷擊防災、應變、緊急救護及災後復原等便毫無適當對策。而目前分裝場所能採行之防雷方法主要有下列四種：

1. 安裝避雷針：閃電係空對地的放電現象，故藉由避雷針引雷作用，將雷在空中銷掉。而避雷系統的主要功用在確保閃電能有效地被導引至地面，以保護分裝場內建物、灌裝台及儲槽設備等的安全，不受雷擊破壞。
2. 接地：接地系統所用插座有火線、地線及中性線等三孔，其中性線須實際接地棒，以防雷擊時，因分裝場內作業人員觸摸設備而感電。

3. 側向雷擊保護裝置：對位於靠山邊或空曠區之分裝場內設備及建物，除裝置主避雷設備外，必須於儲槽頂及灌裝台、鋼瓶儲存區、泵浦房、壓縮機房及緊急發電機房等之整排屋脊，以及辦公室屋角、女兒牆、天線或其它突出之結構物或設施等易受雷擊的位置，加裝銅排、銅帶或銅導線等集雷環帶，並與接地導體相連接，構成無電位差之接地系統，以防遭受可能的側雷。
4. 安裝防雷擊突波保護器：當雷擊時，因能量太大致分裝場之避雷針無法完全中和消耗突波電流，其殘餘能量將循室外線路傳達入辦公室內使用的精密電子設備端造成短暫當機、資料流失或永久損壞。故安裝防雷擊突波保護器之目的既用來吸收突波電流。如以提前放電式避雷針與下接導體及接地裝置相連接後，更具有於辦公室、壓縮機房、等建物及儲槽設備之外部攔截雷擊的可靠能力，再加上辦公室內的雷擊突波保護裝置，更能確保電話、網路等通訊設備，以及洩漏偵測、警報、廣播系統等電器設備之運作不致中斷。

5.7.3 避 雷 裝 置 之 裝 設

為保護分裝場內高度 3m 以上之辦公室、警衛室、水塔等建物及危險性工作場所

境內之鋼瓶儲存區、泵浦房、灌裝台、儲槽區等儲槽除外之LPG設施免遭雷擊，應依

照內政部頒布之建築技術規則或CNS 12872【建築物等用避雷設備（避雷針）】之規

定裝設避雷設備。裝設須符合下述要求：

1. 審查避雷裝置：

分裝場於裝置避雷設備時，應要求承商出具代理商證明、進口證明、保固書、相關國家標準、原廠依相關規定所進行避雷設備之出廠測試報告及出廠證明，以及內政部營建署核可證明等文件。並確實審查承裝業者所提送之型錄以辨別製造商名稱、產地，產品或組件的編號及型式。及檢視避雷設備及其附件須清潔、乾燥且無損壞或變形，以及清楚標識其為原廠品，以確保

施工品質及安全性。

2. 材質：

台灣地區因屬亞熱帶海島型氣候，故分裝場之避雷設備須採防腐蝕材質製造。且其導引電流流過之配件，應為銅、銅合金、不銹鋼等材質製品。

3. 有效保護範圍：

(1) 傳統式避電針：以避雷針（ROD）之針尖與受保護之地面週邊所形成

之圓錐體即為傳統式避雷針之保護範圍為安全區域，而此圓錐體之 $\frac{1}{2}$

頂角即保護角。於分裝場內高於3m之辦公室等建物之保護角應 $<$

60° ，但位屬危險場所內之保護角應 $< 45^\circ$ 。



(2) 提前放電式避雷針：放電式避雷針之保護角 a 為 60° ；其有效保護範

圍 $R=(h+h')\tan a$ ，係對安裝高度 h 的函數（單位：m）；其 h' 係電離高度。

4. 避雷裝置之裝設：

避雷裝置於參照設計圖及施工製造圖進行安裝、檢驗後，其組件功能必須符合建築技術規則建築設備篇第一章第五節關於避雷設備之規定。

(1) 避雷針之安裝：

避雷針端安裝於支撐架並直立固定於基座，裝置於分裝場全區保護

範圍內之最高點的基礎或構架上，裝置處不得引起漏水。避雷針主體部份須比所有儲槽、建物、天線、水塔或其他金屬設施等高出 2m 以上。並應有良好的接地通路，使雷擊電流連接至大地。而提前放電式避雷針系統之下接導體與接地點數量之安裝應符合相關法規規定與製造商之建議，且於整個避雷系統安裝後必須每 3 年至少檢查 1 次。

(2) . 接地避電導線安裝：

避雷針引線接在突針下方，將電由空中導到地底導線，如須中途接續者，其接點應為焊接。接地之接地電阻須 $< 10\Omega$ 以下於 2Ω 最佳。接地導線應取直，如有彎曲，弧長須 > 20 cm。導線本身是雙股銅線其線徑及材質須符合 CNS 規定，如裝置地點有被外物碰損之虞時，應以硬質塑膠管或非磁性金屬管保護。接地導體周圍 1m 內金屬設施應加以接地，LPG 配管及其他電氣、通訊等線路均應遠離 2.5m 以上。



6六、 建構我國分裝場應變指揮體系

6.1 ICS 之概念及原則

鑑於以往國內數起分裝場燃爆，均造成嚴重傷損。而LPG外洩之虛驚事件，也曾引起民眾恐慌並集結抗議。故除對於LPG設施應有足夠防範洩漏及防火、防爆等措施外，於災時更需有完善之應變體系，良好的危機管理及安全的災後復原作業程序，方能降低災害嚴重性及影響範圍。

然而，究應如何建立起完善的應變指揮體系？當以美國在1970年代為因應森林火災所發展出緊急事故指揮體系（ICS）之概念與原則為基礎，並融合國內分裝場發生洩漏、燃爆時，場內應變組織人員之應變特性及外部救援單位介入搶救時之指揮架構運作現況，來建構我國分裝場緊急應變指揮體系。

LPG設施常因火源、靜電、儲槽基礎沉陷、突波電流、人為破壞、等安全管理不善因素，或颱風、地震、雷擊等天災，致設備失效引發洩漏、燃爆。事故期間之處理計畫應包括：緊急應變、危機管理及災後復原等；其應用時機及主要內容如表 40：

表 40 火災、爆炸期間之處理計畫主要內容說明及應用時機

計畫名稱	緊急應變計畫	危機管理計畫	災後復原計畫
------	--------	--------	--------

說明	緊急應變計畫是分裝場內所有應變、救援人員對於災損之控制；其內容包含應變編組與職掌、應變程序、應變器材清冊、支援單位通報系統、人員訓練及演練、MSDS、LPG 災害搶救程序、消防安全設施配置圖、場區設施配置圖及避難疏散動線等資料。	危機管理計畫的執行功能除工務、安環外之行政部門，如何於最短時間向股東、員工、瓦斯行及鄰近廠家與住戶等提出說明，並儘速準備復原所需資源，使能及早回復營運，減少損失並維護商譽。	係針對毀損之灌裝機、泵浦、壓縮機、緊急發電機、儲槽及管線等設備和建物之拆除；車輛、鋼瓶、拆除物、廢棄物及其他受損物之清理；以及建物修繕及設備更新之安裝與測試。
應用時機	災後 0~1 小時啟動	災後 1 小時~3 天實施	災後 3 天~40 週完成
備註欄	應用時機之原則可依據災害影響範圍大小進行修正。 LPG 災害搶救程序：包括現場搶救行動方案、危害辨識、救災管制區、支援系統、應變指揮管理系統及善後處理等。		

6.1.1 起源與內涵

1970年9月美國加州發生森林火災，多數失控的大火同時迅速延燒過洛杉磯海灣，禍害洛杉磯市。其時，眾多參與救援的單位間因缺乏一致的通訊頻率和代碼，亦無任何共通指揮和控制幅度的管理方法致產生極大的混亂，政府的救災防護體系完全被摧毀。其共造成16人死亡、近900戶屋毀及約2億4千萬美元的經濟損失。此後為避免救災指揮體系混亂，即由政府所屬七個與林務及消防有關的單位合組南加州重大火災搶救資源（ Firefighting Resources of Southern California Organized for Potential Emergencies — FIRESCOPE ）。國會更於1972年授權 FIRESCOPE 負責發展當二個以上權責機關間救災時的協調系統，ICS（ Incident Command System ）標準體系乃因應而生。

6.1.2 使用適合時機

我國分裝場於發生洩漏、燃爆時的緊急應變之所以需要 ICS？乃因 ICS 是一能有效指揮、控制、整合及協調各應變救援單位的工具，以達成穩定緊急狀況、保護人員安全、降低財損和迅速有效的處理方法與原則。而國內分裝場之人力規模大都少於 20 人，且 LPG 洩漏氣化後是易燃易爆的氣體，故 LPG 設施除發生小量洩漏的緊急處理外，不論是大、小火災甚至是連續爆炸等，均需仰賴多個不同的外援單位來配合搶救；應變指揮官可能並非日常工作伙伴，而分裝場亦非外援人員平時的工作場所。因此，LPG 洩漏、燃爆的應變處理並非如同「處理日常業務」一般簡易，亟需一套能夠因應大、小型洩漏、燃爆，且能於應變階段協調、整合、指揮、調度、佈署各種救災資源並具有共通組織性架構及標準化處理原則的應變指揮體系才能降低災害後果嚴重性，而目前惟有 ICS 具此特質條件。



當國內分裝場因洩漏引燃、爆炸時之緊急應變處理，必然涉及各方權責單位救援時的混同作業，在救災互有干擾影響狀況下，如事權無法及時統一並靈活指揮調度，則將大大減損救災成效，並嚴重地錯失救災之黃金時機。於今，ICS 在美國已經實證為一極其有效地能應用在燃爆緊急應變處理上，且是政府機構間災變處理系統的一環，其不僅為聯邦法規所指定應使用，且多數州政府亦將其列為災變處理之 SOP。故 ICS 應可引用於國內分裝場洩漏、燃爆之應變處理上。


6.1.3 觀念及原則

ICS 的觀念與原則業經美國政府及產業界實証為有效，因其富彈性的架構始能確

保救災資源被快速有效的運用於應變作業。而為使其架構富有彈性則須具備整合通訊、型式化的組織架構及單元指揮體系、具體的 IAP、適當的控制幅度、救災所需的特定設施及整體的資源管理等觀念和原則，分述如下：

1. 整合通訊

因在涉及各方權責單位間混同救援作業時，如各說各話必然互有干擾影響，終將導致應變指揮體系混亂及救災無效率。故整合性的通訊係指在緊急應變指揮體系中，使用共通的通訊計畫。包括統一指揮連繫信號、用語、頻率和簡明敘述方式是絕對必要的 SOP。



在 ICS 的基本組織架構、名稱、職責、設施都經事先計劃，於應變時各救援單位間指揮連繫係使用統一的信號、整合的通訊頻率及標準一致且共通的用語。此外，應對現場所有救災人員、設備資源使用共同的名稱並以文字取代所謂的編號。當分裝場內於儲槽區、灌裝區或鋼瓶儲存區等不同區域同時發生多起 LPG 洩漏或燃爆時，或有鄰近廠區發生不同緊急事故但消防隊或其他外援單位於相互聯絡時亦使用同一通訊頻率，為免通訊混淆應對各別事故定名。例如：在分裝場內之儲槽區火災可定名為「儲槽火災」；在分裝場外之○○廠發生火災可定名為「○○廠火災」。

2. 型式化的組織

組織的漸進發展型式（A modular organization），是指當災害初期，應變指揮是由最先抵達現場的帶隊官或資深消防員負責。隨著災情發展，指揮官逐漸成立各應變小組。通常各小組皆有各自應變資源或裝備，如搶救作業

組使用防護衣、滅火器、消防栓、消防車等，醫療救護組使用救護車、急救器材等；惟若因災情演變需要，仍可擴展 ICS 的組織架構。

3. 單元指揮體系

單元指揮體系（Unity of command）意指在應變組織中各小組的任一成員僅向該小組長報到。

4. 統合指揮架構

統合指揮架構（A unified command structure）係指分屬於不同區域之消防隊、警局、醫院、電力公司等救援單位及其他救難團體，因地理上或功能上各不同，使得人員、裝備、聯繫及換班等問題更趨複雜性，需賴統合運用於一致的指揮架構，以利救災。

5. 具體的 IAP（Consolidated IAPs）

由應變指揮官視災況研判救災期程，通常少於12小時，最長不超過1日。

並下達製作書面 IAP，涵蓋救災期間（operation period）所有目標及支援行動，詳實具體的規劃協同作業行動及支援需求並使資源發揮最大效用，因較明確可為連繫請求外援及向縣市災害應變中心通報災情時的文件。

6. 適當的控制幅度

為使各應變小組長能有效地掌控，須採聚焦式的指揮通訊體系來減輕通訊指揮之負荷。其適當的控制幅度（A manageable span of control）乃是3~7人之編組，並以5人最佳，應變指揮官應避免增加指揮層級和小組人數，方

能維持整體組織架構之效率。

7. 應變所需之特定設施

應變所需之特定設施（ Designated incident facilities ）包括：應變指揮中心（ Incident Command Post ， ICP ）可使應變指揮官、小組長及外援單位領隊等能綜觀全部救災作業；及前進救災指揮區（ Staging Areas ）可使待指派之救援資源暫留。

8. 整體性的資源管理

在分裝場聚集區域之管理單位及消防隊等救援單位，均應置備一份緊急應變計畫（ Emergency operations plan ， EOP ），其內容應詳述該區域所有救援單位及救災資源清單，以及燃爆時各自的應變行動，涵蓋^{（ 1 ）}各救援單位及個人職責，於分裝場執行特定的行動。^{（ 2 ）}詳載如何在政府及救援單位間建構溝通管道，進行協調合作救援行動及確保安全。^{（ 3 ）}在應變及復原作業中，分別確認轄內及鄰近他轄內，有何人員、設備、等資源可供調用及與減災相關聯的步驟。以備緊急時可指導業者依循應變。通常在EOP中均附有功能附則，說明因應災時達成引導疏散、搶救安置和資源管理等特定機能，明白要求個人職掌及作業行動，按種類及型態分類來作充分說明，俾利災時可從容應付。而為有效地管理、維護及使用應變資源，以確保成本效



益及救災的安全性。須於平日作好整體性救災資源管理（ Comprehensive resource management ），概述如下：

A. 應變資源分類：為求救災作業的一致性，對於救援人員，以及搶救設備、車輛之維護和操作人員等應變資源，應分別其類型及性能：

a. 應變資源種類：當應變指揮官需要電力救險車、消防車、救護車、警車、托吊車及搬運車等應變資源時。必然透過警消單位派遣警車、消防車、托吊車及救護車以執行滅火、救護、交管及障礙排除等作業。而電力公司為執行緊急斷電出動電力救險車，救援團體為協助鋼瓶搬離而準備搬運車，以及協請鄰近醫院、拖車業者調派救護車、托吊車。故應變指揮官除應充分明瞭不同的救援單位所可能使用相同或是類似作業資源外，仍應考量該資源是否足以因應火災、爆炸當時之災況。

b. 應變資源型態：係以個別資源型態作區分，其能力或容量概以數字

1、2、等依序遞增來評定表示由最高至較差等級。如以消防隊而

言，等級 1 的大型水箱車除裝載較多水外，亦可搭乘較多消防員。

而等級 2 的較小型水箱車則裝載容量及搭乘人員均較少。應變資源

型態分類結果，對於災時應變之規劃、指派及監督甚有裨益。惟高

容量並非全然有利於應變作業，如 1 型消防車雖具較大加壓送水容

量，但可能無法駛近火場。故於進行應變資源型態分類時，首應對其能力作清楚界定。

B. 追蹤應變資源狀態

人、車及設備等應變資源狀態 (Tracking resource status)

係由各權責單位控管及製作清單，端視 ICS 組織的規模等級而定，任一狀態變動均需由各級應變指揮官、作業部主管或小組長循指揮體系向上報准。火災擴大或連續爆炸時，各權責單位應確保職權內所有應變資源狀態不變。並以 ICS 之應變資源摘要或災情簡報及使用應變資

源明細等清單紀錄，便於控管。狀態概分：

1. 所需資源，已可全功

- 能投入。
2. 已可立即動員、供應資源。
3. 所需資源，可能因下

述原因而暫難提供：(1) 車輛及設備等不足或故障無法立即修

護。(2) 疲累待休而降低支援能力。(3) 受限於天候不

佳、夜黑及環境的影響。(4) 部份應變資源使用成本過高等因

素。

6.1.4 建構應變指揮體系之組織架構

分裝場燃爆時，場內應變首先啟動緊急通報系統通知各救援單位，並全面阻絕擴大延燒且注意災情變化，嚴防導致接續爆炸及二次災害。但每每現場救援總因缺乏一套迅速可行的應變指揮體系，且各救援單位間無共通的架構，而形成一片混亂局面。

有鑑於此，本研究將參酌 ICS 之概念與原則，融合國內以當地消防隊為整體救災指揮

體系重心之現狀，及考量國內分裝場之實際規模和應變能力，修正 ICS 原有基本組織

架構成為國內分裝場應變指揮體系之組織架構（如圖 2 所示）。

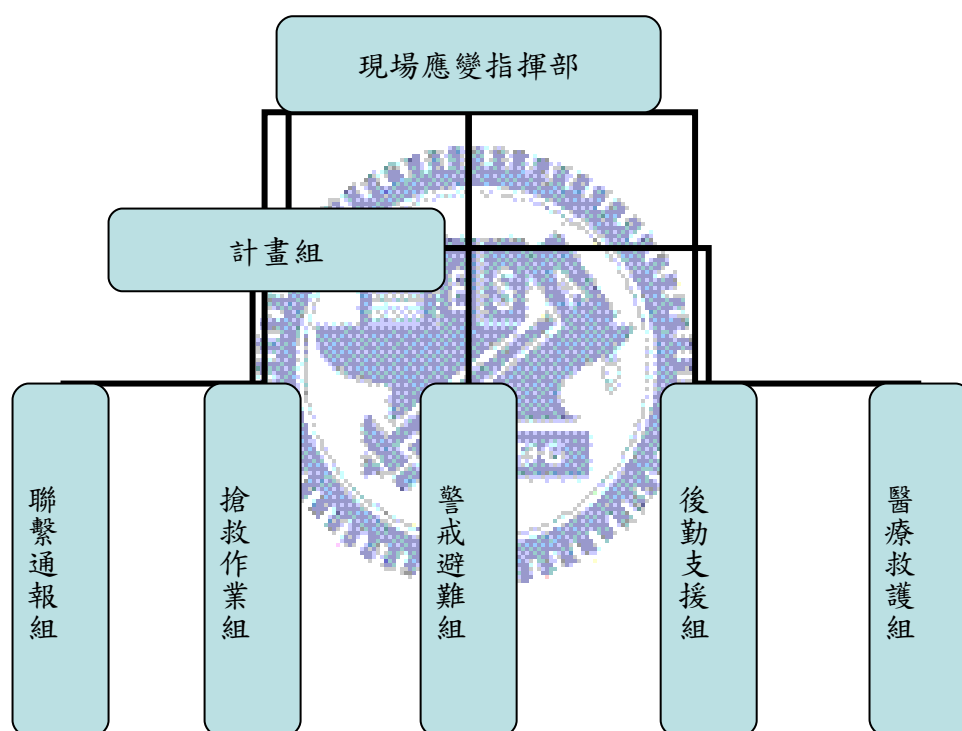


圖 2 國內分裝場應變指揮體系之組織架構圖

ICS 基本組織及作業編組中包括救援指揮和一般幕僚。但在國內分裝場發生小量洩漏或小火災中，可能由現場作業人員立即通報、止洩或初期滅火，其應變指揮先期可能由領班或作業主管擔綱，直至較高職位者或場長接替其指揮工作為止。待救援單

位抵達後，指揮權轉移並集中在消防小隊長身上，負責指揮現場救災。但當火災擴大或爆炸時，應變指揮官可能需要副指揮官為指揮幕僚協助統籌指派滅火、救護、連絡、避難、等並兼任發言人。以及分裝場場長或業務、總務、會計及人事等行政主管協助為後援幕僚。茲將基本組織架構各部分之機能及任務分述如下：

1. 指揮部

指揮部（Incident Command）成立應變指揮中心負責全盤應變計畫，統一指揮整體救災、警戒及偵查等工作進行，以減低災害程度，並指揮分裝場內應變單位之救災工作，以確立各種應變設備及人員的適切運用。

應變總指揮官：由消防局局長擔任其職責為指揮下令各種救援活動，統籌、協調、指揮、調度及整合救災資源，並維護場區內人員的安全。並依法調度、運用政府機關公民營事業機構消防、救災、救護人員、車輛及裝備，協助救災。必要時協調臨近之軍、憲、民間團體或其它有關單位協助救災或維持現場秩序。其身負救災重責須有能力因應災情，絕非個性急躁、憂柔寡斷、主觀、不務實、不具彈性或思考反應遲鈍之人。

應變指揮官：由轄區消防大（中）隊長擔任，火災初期由轄區消防分隊長擔任。指揮火場警戒及維持治安勤務；指揮火場週邊道路交通管制及疏導勤務；指揮強制疏散警戒區之人車，維護火場秩序；必要時由轄區消防機關通知協助保持火場現場完整，以利火場勘查及鑑定。在分裝場發生小量洩漏或小火災時，無論是現場作業領班或場長或最先到達現場之負責人或股東等都可能成為初期的應變指揮官，直接位於發生源附近指揮應變，其對LPG洩漏或火災須具有應變處理的主導控制能力，等到其它的救援單位陸續抵達現場後，指揮權就須轉移到能全面控制火場的消防隊小隊長或資深隊員，應變指揮官之位置最初可能位於某輛消防車內指揮全場救援活動。但災情可能持續擴大發展成大型火災或發生爆炸或連續的爆炸，延燒範圍甚至擴及分裝場

區外之其他鄰廠且較複雜時，如涉及 2 個以上不同部門的救援單位，現場的應變指揮官則須具有一定資格者（如擔任當地縣市災害應變中心主任委員的縣市長或消防局局長）且須其他人的協助共同處理事故。此時，就必須選擇在分裝場內的辦公室成立僅有的臨時指揮部。並在移轉指揮權時，建立「接手確認」，卸任者須對新任者作完整詳盡的口頭簡報並知會所有救災人員。應變期間指揮官應隨時掌控人員、裝備等資源，並確保安全及與各外援單位建立及維繫有效的聯絡方式，包括設緊急應變的作業中心（ Emergency Operation Center，EOC）在其運作時提供場所予業者及現場從業主管、以及各救援單位代表等聚集商討、協調。當災情再度擴大或複雜化或將可能在分裝場內失控時，應變指揮官則應視災況決定將緊急應變指揮中心（ Incident Command Post，ICP）移設於分裝場外之其他較安全並可避免吵雜、混亂且較可綜觀現場之足可容納人員及設施的固定地點，及設置紅旗、警旗或紅黃閃爍燈光或其它足使救災人員可輕易辨視的標示。

應變副總指揮官：由消防局副局長擔任負責轉達命令及上報應變資訊，協助總指揮官進行調度、協調等工作，並兼任發言人對外發佈新聞。

2. 計劃組

應變指揮官可自行負責小洩漏或小火災的口頭計劃部分。但若火災擴大延燒或爆炸或難以立即控制時，則需賴成立計劃組（ Planning Officer）為指揮幕僚，並由副指揮官負責統籌，成員由分裝場內工務及總務人員擔綱，並製作緊急應變計劃 (Incident Action Plan，IAP) 文件後執行。IAP 須富彈性並視 ICS 組織及災情需要經常檢討修訂。模擬可能的災情發展和可用救援資源狀況進行蒐集、評估和應用等應變規劃，並確保資訊之提供及保存。

IAP 應有以下內容：A.分裝場自行規劃的應變組織架構，平時整備及災時應變程序、權責和指揮權轉移時機等。B.緊急通報流程之時機、方式及對象，以及災因、地點、狀況、避難途徑、可能擴大危害與影響、所需之應變器材及裝備等通報內容。C.應變所需使用之搶救、急救及安全防護等器材種類、數量之調集及其操作維護與訓練情形。D.洩漏緊急關斷作業程序、救災之交通維持計劃、各級災害處理原則、請求外援時機與聯繫方式等必要內容。E.說明若分裝場發生燃爆有危及鄰廠之虞的緊急疏散規劃與演練計畫等內容，包括災情研判預報、預估及界定可能延燒範圍、緊急疏散時機、鄰廠人員疏散方式及秩序維持等。F.災後界定分裝場內外受災範圍之災損程度鑑定及清理、罹災者之醫療及撫卹賠償、災因檢討提報，以及對災後復原事項擬具處理原則及方式。

3. 搶救作業組

搶救作業組（Operations Officer）由消防員及分裝場之工務人員組成，主要負責對災況採取緊急止漏、滅火及搶救工作。通常由場內人員對儲槽、槽車及鋼瓶等採取緊急遮斷及移除防護等措施。來執行 IAP 中所擬定的應變行動，協助應變指揮官訂定應變目標。除在事前瞭解、估算分裝場內外之消防栓、蓄水池及附近水源配置分布情形，並建議適當的使用水源方式。以及預備各種止漏工具、滅火及搶救器材、管線及細部藍圖，以備臨時緊急需要外，並於災時迅速利用附近之滅火器、消防栓等從事初期滅火及啟用儲槽灑水系統，指揮並協調所有救援行動及安全，應避免可能殘餘之火苗引燃其他

灌裝及儲存設施之LPG而產生二次災害。同時，消防員須隔絕未被燃燒物體、撲滅火災並找尋搶救陷於火場人員，將受傷人員救離交醫療救護組處理。

搶救作業組組長負責指揮火場搜救及滅火搶救佈署任務，以及指揮電力、醫療救護等單位，配合執行救災及緊急救護；並劃定火場警戒區及建立人員裝備管制站；確實掌握災況、滅火進度、人力派遣、裝備需求、戰術運用及搜救等資訊，隨時回報災情發展和救災資源的使用狀況，並適時研擬方案供指揮官參考，以及透過應變指揮官要求各項救災資源。

4. 後勤支援組。

後勤支援組（Logistics Officer）由分裝場內之業務、總務、會計及人事等人員組成，負責協調及主導各應變小組的運作，並於平時提供應變所需之各項支援服務包括救災裝備、搶救設施、器材、車輛及醫療救護等後勤補給，以及追蹤查核所有救災準備、復原工作以及補償等支出項目。且於災時協同地區救難隊、國軍部隊等支援單位人員擴大編組，負責傷者送醫事宜及搬運廠外借調之搶救器材。並會同分裝場公關人員或應變副指揮官對外發佈和解答災情及應變處理情況。並移除分裝場區內外可能影響救災之車輛及物件。

5. 聯繫通報組

聯繫、通訊組（Liaison Officer）組長負責指揮官與指揮中心、火場救災人員間，傳遞指揮命令及火場資訊，以及與其它救援單位之聯繫。成員可由分裝場之業務及總務等人員組成，平時協調連絡有關單位提供適時資訊、人力、資源，負責界定安全區域範圍、外洩控制、環保等資訊技術，災時迅速通報、連絡消防機關及分裝場內部人員，讓外援救災單位得以爭取應變時間，並讓分裝場內人員得以儘速疏散避難。以及負責各應變小組間的聯絡及其它外援單位的連繫，以及處理所有媒體需求並與EOC協調訊息發佈事宜。

並負責向外借調救災器材及通報政府單位，且接受應變指揮官協助執行救災工作。

為統一通訊聯絡救災，各級消防機關應以簡單、明瞭、易記為原則，訂定無線電通訊代號，俾利現場指揮官命令及指揮中心之通訊傳遞，並有助各作戰車組之間的通訊聯繫。

6. 警戒避難組

警戒避難組（Safety Officer）可由警、義消及分裝場之警衛、業務等人員組成，組長可協調轄區警察局派員擔任。除於現場利用廣播系統及擴音器等引導引導人、車疏散避難及避免人員發生恐慌外，並負責劃定管制區以保護人員安全，監控現場災情發展及救援人員之行動安全，引導外援之人、車進入管制區內，及於分裝場外四周警戒、管制大門人車進出安全及道路交通等，並確認避難狀況報告應變指揮官及接受指揮官指示加入救災工作。

7. 醫療救護組

醫護組係由消防、外援醫療單位及分裝場之急救人員，以及慈濟等宗教團體之關懷人員組成，負責對傷者進行初步急救、醫療並記錄傷亡者資料及統計送醫人數，以及陪同就醫與通知罹災者家屬等緊急處理事項。

6.1.5 應變指揮體系之運用

本土化分裝場燃爆應變指揮體系使用上注意的事項：

1. 如為較不嚴重之洩漏或小火災，則僅需啟動部份系統。相較於國內分裝場之人力規模普遍較小，本研究所建構之系統雖規範較多的編組與職責，然非每一災情均嚴重到需要應用這全數的編組，在維持指揮架構完整的前提下，可以只啟動部份編組與職責，如員工少於30人者，至少編組搶救作業組、聯繫通報組及警戒避難組；30人以上者，應增編後勤支援組及醫療救護組。

若是較大規模火災或爆炸，其影響範圍及所需救援人力較多，在合乎 ICS 的概念原則與原有指揮體系的完整前提下，亦可從本研究所建構之本土化燃爆現場應變指揮組織架構下，新增角色以承擔特別的任務及職責。

2. 為避免導致指揮體系整體功能的衝突與不協調，故不應隨意更動指揮鏈的位置，擅將某一職位角色，從一功能組移至另一功能組，如將分裝場之人事員從後勤支援組移到搶救作業組。
3. 因在指揮鏈下任一編組均有其特定功能與職責，編組的職務改變時，常導致某一職務功能弱化，故不應隨意變換任務。然此非表示不能調整任何人之職責，而是隨其所執行的工作或狀況不同時，適當的調整其在指揮鏈的位置。
4. 任務清單得隨災況而加以調整，因個案災情不同，故其實際處理程序與優先順序也有所不同，若非任意更動其在指揮鏈的位置，或是工作性質起了本質上的變化皆可合理調整任務清單的，如將後勤組的工作變為執行組的工作。



6.2 國內公部門及分裝場燃爆現場應變

6.2.1 公部門燃爆現場應變指揮體系之架構與運作


目前國內公部門在分裝場燃爆應變指揮體系中，警、消及台電公司人員扮演最先抵達現場支援救災的要角，消防隊尤為救災主體。各縣市消防局救災救護指揮中心首先經由分裝場內員工或場外民眾目擊報案或消防員主動偵知分裝場發生洩漏、燃爆訊息後，基於平時的計畫及應變訓練，以及依據報案災況和對於事故分裝場設施、規模、LPG特性、LPG儲量、洩漏情形、前進路況、當地消防水源、鄰近廠房建物及特殊環境等事項進行研判因應，迅即派遣合適的消防車、救護車、工程救險車及警、消、救護人員等戰力趕赴分裝場進行搶救。一抵火場，即速展開分組搜救、車輛佈署及水線

佈署等作業，同時準備搶救作業，包括滅火攻擊、侷限火勢、周界防護、財物維護及殘火處理等。應變指揮官於搶救過程中，為因應災情更迭，可依實際需要提昇戰力層級並要求更多支援人員與裝備，直到火勢被撲滅為止。故本研究公部門應變指揮體系架構與運作，即針對消防隊指揮救災作業為重點加以剖析，依其從受理報案、派遣、出動途中作為、抵達火場作為、通訊聯絡及指揮編組來說明指揮救災作業內容，作為建構國內分裝場燃爆應變指揮體系之參考。

6.2.2 分裝場燃爆應變指揮體系的架構與運作

目前國內分裝場燃爆緊急應變體系主要有下列二種：

1. 防火管理制度



分裝場依其規模按消防法規定設置防火管理人負責制定消防防護計畫，規劃防災相關事項。尤其因部分分裝場經常日夜運作，故有關交接班之時段應妥為規劃，便能在災時確實執行救災應變工作。平時應對於消防安全設備善盡維護管理，遇有增建、改建、修繕施工時，應另定消防防護計畫，以監督施工單位用火、用電情形。嚴格煙火管制及動火許可之監督管理；以及避免用電不慎所引燃，此外並應嚴格控管斷電後之復電，以確實防止火災發生，並制定防範縱火相關措施。另於該場所應設置位置圖、逃生避難圖及平面圖，且至少 1 次 / 月 自行檢查防火避難設施，如有檢出缺失，應立即改善。而平時即應對新進人員實施必要之防災應變教育訓練，且應實施 4 小時 / 次 / 半年 以上之滅火、通報及避難逃生訓練，並應事先通報當地消防隊。

2. 緊急應變計畫書

因LPG設施洩漏、燃爆可能危及公共安全，故政府及社會各界亦日益重視分裝場及其鄰近工廠聚集區整體緊急應變能力。依我國「勞動檢查法」第26條及「危險性工作場所審查暨檢查辦法」規定，每日處理能力達1000m³以上之分裝場為丙類（高壓氣體容器類）危險性工作場所，在向勞動檢查機構申請審查暨檢查時必須檢附緊急應變計畫書（ Emergency Response Plan ERP ）。因此，國內分裝場在為求設施與營運安全的考量下，緊急應變計畫除是依法必要訂定外，最重要的是協助業者重新審視分裝場內可能發生的LPG洩漏、燃爆等事故及可緊急動員搶救的應變能力，充分運用分裝場內、外所有可使用的人力與資源防範或降低潛藏的災害、人命傷亡及財產損失。

分裝場在研擬緊急應變計畫時，對於應變架構、人員編組及職責等應按各家實際的組織規模及場區周遭環境而定，以利真實應變時能有效執行搶救和疏散。計畫內容除目的、組織架構、編組功能、人員職責、聯繫通報、應變作業流程說明、避難疏散、復原及修訂時機外，應包括支援系統、搶救及救護器材、安全防護器具、訓練及情境模擬演練等。業者可參考我國經濟部工業局出版之「緊急應變應用技術手冊」或各國公部門出版的相關法規如

OSHA、NIOSH、EPA等資料，亦有坊間出版的緊急應變相關書籍等。通常分裝場之緊急應變作業流程與組織架構概如下述：

- (1) 緊急應變作業流程：分裝場除平時準備及緊急應變演練和災後調查外，應依評估事故時可能危害影響之程度，以不同之災害情境其嚴重性大小相對於其緊急處理應變之足夠能力與救援需求？考慮實際可能災害情境與場內外應變通報的時機相互配合，而將緊急應變規劃分為三個階段，擬訂緊急應變的運作流程。並依災情擴大而調整分裝場內應變能力以及請求外援，應變階段隨災情擴大而變，應變能力及外援亦將

相對地提昇。因應三個應變階段影響範圍、投入人力的不同，分裝場及地方政府亦各有不同的職責及工作要領，各階段之職責及工作，分述如下：

- (2) 第一階段應變：分裝場內屬危險性工作場所區域，發生小量 LPG 洩漏或小火災，經由現場設置之可燃性氣體偵測器偵測到或作業人員目擊察覺到並經確認已發生 LPG 洩漏或火災。目擊者或現場其他作業人員立即以電話或親自向現場值班主管報告下列資料：A. 報告人姓名B. 事發時間、場所及相關設備位置C. 事故型態及發現經過D. 目前災害情境及嚴重性E. 目前處理情形。再由值班主管擔任應變指揮官，負責指揮及執行救災工作，判斷係該班輪班人員或該部門人員可控制之災害。並視當時現場實際需要可於分裝場之辦公室內設緊急應變指揮中心，依第一階段應變計畫指揮搶救作業。事後由值班主管將詳細事故報告工安主管。

- A. 搶救作業組：場內現場作業人員於發現洩漏時，立即實施緊急遮斷、止洩及搶修，以及關閉電源。如發生小型火災時，立即使用滅火器及消防栓自初期行滅火，並啟動儲槽撤水冷卻系統。
- B. 聯繫通報組：場內之業務、總務或其他行政人員於接獲災訊時，應即確認自動警報廣播已放送訊息，並即通報消防隊及場長且協助止洩、滅火。
- C. 警戒避難組：必要時，場內之業務人員應先行採取管制非救援人車進入。

D. 緊急應變指揮中心應置備之設備器材及資料如下表 41：

表 41 應變設備器材及資料

應變設備器材	應變相關資料
<p>(1) 緊急通訊、警報及避難等設備器材：電話或無線電、傳真機、電腦、緊急照明、手電筒、廣播器材、警報器、擴音器等。</p> <p>(2) 急救器材及救援擔架、防護具。</p>	<p>(1) LPG 分裝場區平面配置圖、設備位置圖、緊急避難路線圖、消防設備配置圖、水電瓦斯等公用管線配置圖、危害物物質資料表及清單，以及其他可立即取得之氣象資料及擴散模式資料，以及鄰近之工廠、住家及相關公共設施位置圖等資料。</p> <p>(2) 緊急應變計畫書、應變編組名冊、人員清點名冊、災害處理通報流程（含對各機關及救援單位之通報方式與程序）、外援單位通訊檢索（含單位、職稱、姓名、電話及網址）、救援器材及車輛裝備表（含名稱、規格、數量）、通訊記錄表等資料。</p> <p>(3) 鄰近醫療名稱、路線、燒燙傷救治等醫護資料。</p>

- (3) 第二階段應變：分裝場內發生較大量洩漏或火災，須即動員全場內人員或請求場外支援，才得以控制災害。則由現場作業主管或場長接掌應變總指揮官，直到分裝場負責人接管為止。其工作要領係由作業領班或值班主管報告場長，準備緊急應變行動計畫及動員應變人員和設備，並決定請求場外支援，以及暫代指揮權直到消防隊接管指揮救災。同時判斷是否須缺斷分裝場場區內電源及是否成立現場臨時救護站。
- 發佈全場室內、外廣播且實施緊急遮斷 LPG，並先隔離火場再於時間及人力許可下先搬離儲存區與灌裝區之灌氣容器，最後視情況搬離殘灌氣容器及緊急疏散槽車、鋼瓶貨車、自小客車及人員等。如遇緊急指揮中心處於危險狀況時，應由應變指揮官另行決定從辦公室撤退至安全處所後再設臨時緊急指揮中心。

- A. 後勤支援組：復原及補強作業執行、資料和機具車輛之調配。鋼瓶搬離現場及必要時配合消防隊撲滅火災等救援作業。
- B. 聯繫通報組：緊急連絡消防單位通報災情。統一對外說明災情。狀況通報、現場通信系統之建立與搶修。
- C. 搶救作業組：消防隊主導火場撲滅、搶救受傷人員及送醫。台電工程救險人員實施附近區域線路斷電，以及災後復電。分裝場之工務人員則執行止漏、場區內電源拆除、滅火救援及提交物質安全資料表（MSDS）于消防及環保單位參考，並適時向指揮官報告處理狀況及相關建議。必要時於入夜前架設緊急照明設備，以及災後場區內電源復原。
- D. 警戒避難組：應變指揮官決定疏散行動後，由分裝場之業務人員先於場內實施人員疏散、避難引導並重複廣播，確認非搶救人員均已避離場區。外援之警、義警人員則於場外引導並管制人員、交通安全及引導消防車、救護車、工程救險車等就位及進出。
- E. 醫療救護組：由救護車待命，如有傷亡則由隨車醫護人員對傷者執行急救照顧，後送救醫過程先告訴醫院傷患情形。
3. 第三階段應變：分裝場內之火災可能擴及場外或已對場外造成影響，或本場已無法控制，需完全仰賴外部單位支援。其工作要領係後續的救災工作及應變組織運作，由縣市消防局局長或大隊長擔任應變總指揮官並通報當地縣市政府災害防救中心，必要時由縣市政府於場區外臨時成立現場災害防救指揮中心。若現場災情持續擴大而判斷救援已無法控制或將可能危及救援人員時，則由應變總指揮官參酌現場消防、救援單位指揮官之意見決定下達場內救援人員立即疏散，確定所有人已完成疏散行動後，由災害防救中心總指揮官指揮後續救災，並向災害防救中心總指揮官建議請求警察及國軍

單位協助鄰近區域人、車疏散到安全區域。

- A. 搶救作業組：消防單位主導火災現場撲滅。2. 搶救受傷人員及送醫。
3. 鄰近場區之電源遮斷。救援作業。狀況通報、現場通信系統之建立與搶修。復原及補強作業執行。復原及補強資料調配。復原及補強機具車輛之調配。協助火災現場撲滅。協助消防隊〈車〉救援作業。鄰近場區之電源遮斷。架設緊急照明設備。災後場區內外電源復原。
- B. 聯繫通報組：緊急連絡醫院並通報災情。
- C. 警戒避難組：警政單位實施災區範圍劃定與場外交通管制，並引導鄰近場區之人車疏散避難，以及救援人、車進出。
- D. 指揮部：由當地縣市政府成立救災指揮中心，統一指揮、協調、聯繫救災。並由現場應變總指揮隨時確認災狀，統一指揮、管制小組行動。如預估災情可能擴大，立即決定適當保護程度及避免危險。且由應變副指揮官統一對外說明災情。
- E. 醫療救護組：成立緊急救護站待命，如有傷亡則由隨車醫護人員對傷者執行急救照顧，後送救醫過程先告訴醫院傷患情形。
- F. 後勤支援組：配合環保單位實施災後環境復原。
4. 平時 / 演練 / 災後階段：其工作要領係在平時無災情下，推演災害情境及擴散模式，規劃通訊編訓、急救人員送訓及建立醫護救援資訊，以及規劃實施救援編組及緊急應變演練。同時，檢討救援能力並建立外援單位、人力、器材、聯繫方式等資訊。採購消防設備裝機、維修消防設備及救災器材，以及災後調查、資料蒐集、紀錄、檢討災因並提改善建議。
5. 應變組織架構與權責

因各家分裝場的組織規模不同，故在擬定緊急應變計畫時就應視實際情況考量應變架構、職責及人員編組，始能落實。故在計畫編擬時，原則上應先推演LPG洩漏、燃爆情境模式，視可能採取的應變行為及職責，以決定應變組織及各成員的任務。同時，考量夜間輪值人員較日間為少，相對的應變能力也較為薄弱，當LPG洩漏或小火災時可能僅需部份人員既可控制，但若是較大燃爆或連續爆炸時，則須全員投入救災，故應分別擬訂合適日、夜間及因應不同階段災況時，實際可運用的人力其及技術專長後予以編組的應變架構，並確定其權責及所有平時所配備之應變措施都已列入各組織職責中，如救護組成員以受過急救訓練者為宜，搶救隊則以具有維修LPG設施經驗者為主。並於平日多集合演練以熟悉搶救及消防設備的使用，災時方能依災況靈活調度及發揮應有的功用。另外，除分裝場員工之應變編組外，同時亦應評估場外支援單位之編組及支援能力，如鄰廠、附近工業區、消防隊及政府相關單位之支援或協助。

6.3 ICS 應用於國內分裝場燃爆應變指揮體系模擬案例

6.3.1 模擬燃爆個案分析方法

本研究將彙整國內分裝場洩漏、燃爆等往例資料後，透過各項必要性資料的整合來模擬現場應變行動。試圖以模擬個案說明由開始洩漏經滅火至結束救援等過程中，所有可能參與行動之單位與應變編組於各階段可能發生的各種情況相對應採取的應變行動，做為國內分裝場燃爆應變指揮體系推演的情境基礎。

1. 狀況概述

○○縣消防局○○分隊於接獲○○分裝場員工報案稱其分裝場位於○○村○○路發生火災，即派遣消防車馳往救援，……。本次燃爆造成分裝場員工○人死亡及消防人員○名受傷，財物損失高達○○○萬元。

2. 處置情形

為能確實掌控應變過程，應事先透過燃爆情境模擬推演出救援行動的關鍵因子，作為國內分裝場燃爆應變指揮體系基礎。故蒐集國內分裝場洩漏、燃爆案例之時間性、次序性、情況性與救援行動等資料加以彙整，據以模擬燃爆現場應變過程與行動事件，以推展方式明白顯現整體事件演進情況。

6.3.2 模擬案例說明



ICS 可應用於緊急處理LPG設施發生小量或大量洩漏、或因而引燃小火或嚴重燃爆事件；依災情有時僅須於分裝場內起動部分的應變編組即可，但有時則需動員分裝場內整體應變編組及仰賴場外其他救援單位人員。以下將以模擬案例說明分裝場發生洩漏後隨著燃爆災情演變，現場應變指揮官如何運用 ICS 處理多變的災況。

1. 模擬案例說明一

(1) 狀況概述

A. 在分裝場內：

某分裝場內儲槽區於槽車從事卸收作業時，因故移動槽車而拉斷卸收軟管導致 LPG 自槽體及卸收管線之快速接頭處洩漏引燃小火，該卸收員經通報由值班主管判斷為可自行控制事件，並立即指揮作業員

旋緊止洩及以手提乾粉滅火器滅火。同時，慮及可能失控並為火災擴大時之準備，災情先行通報當地消防勤務中心準備救援事宜，事後再將災害處理報告其廠長及勞工安全衛生業務主管。

B. 分裝場所在之鄉鎮消防隊：

某鄉鎮消防隊救災、救護指揮中心或分隊值班員接獲轄區某分裝場電話通報位於儲槽區發生小量洩漏引燃，雖場內員工已自行採取滅火行動中，且研判應可自行控制。惟因慮及 LPG 乃易燃爆氣體，儲槽、槽車及鋼瓶內仍存有大量 LPG，災情可能持續擴大甚而引發大爆炸，且鄰近尚有數家分裝場及小型工廠。於是，消防隊先行蒐集事故地點相關資訊，並即派遣水箱車、化學車、救護車等各 1 輛及消防員隨車前往察看情況，以備救援。同時，除緊急聯絡台電公司指派工程救險車前往配合救援及鄰近之燒燙傷醫院準備急救外，也通報警察勤務中心及鄰近鄉鎮消防隊待援救災。

接受救災、救護指揮中心派遣之消防車及消防員，初期由消防分隊長或資深消防員擔任應變指揮官並攜「火警地址登錄紙」、「甲、乙種搶救圖」、「搶救部署計畫圖」及其他相關搶救應變指南等資料後，即刻率隊出勤。並就派遣之人車以能具獨立救災作戰之「兩車一組」及「一車二水線」原則編組預作搶救部署腹案，且以無線電告知所屬及支援人員，以便抵達火場即能展開搶救作業。

C. 在警察勤務中心：

聯絡當地警察分局或分駐所派警前往協助交管。

D. 在當地臺灣電力公司○○區營業處巡修股：

巡修股接獲當地消防隊電話通報火災時，詳細問明分裝場場址，

饋線調度中心即時調遣 1 輛工程救險車前往，同時查閱火災地點之
相關饋線圖資料以爭取時效，視情況決定停止火場之饋線供電。

(2) 處置情形

應變指揮官：分裝場值班主管接獲卸收作業員及領班報告，瞭解到
儲槽區卸收軟管連結處脫、破落致 LPG 大量洩洩使管端悶結冰、無法
關閉等災況後，判斷應為本場人員可控制之災害，即刻下令由警衛室廣播
通知全場人員協助支援滅火並命令停止所有鋼瓶搬運及灌裝作業以防火花，
關閉灌裝台分裝機開關、容器開關、電源總開關及停止泵浦、壓縮機運作，
以及關閉鄰近爐火和車輛熄火。

搶救作業組：關斷洩漏部前後凡而並緊急遮斷關閉氣源、止洩及搶
修，提示勿有激烈動作及嚴禁產生靜電。同時，立即使用手提滅火器及消
防栓自行實施初期滅火及防止洩漏擴散，先目視因 LPG 洩出量大且瞬
間氣化與空氣中氧及水蒸氣混合凝結成白色可燃蒸氣雲情況，再以可燃性
氣體測定器檢視洩漏之範圍。緊急戒備及使所有人員遠離洩壓閥及關閉所
有管線閥，再開啟儲槽區自動灑水裝置以降低所有儲槽內溫及內壓，直至
槽體騰空為止。

後勤支援組：協助檢視灌裝區有無漏洩鋼瓶，並將鋼瓶搬移至安全
之空曠地點；必要時，警戒避難組派員於四周警戒，嚴禁車輛接近，並對
下風方向嚴加戒備，以及迅速通告鄰近廠家消除火種。

警戒避難組：確認分裝場之自動警報廣播已放送儲槽區發生大量洩漏並引發小火災訊息。以警告場內所有人、車儘速疏散，但於危險境界區內之車輛嚴禁發動或行駛，避免產生任何火花。

聯繫通報組：進行事故通報及協助後勤支援組將鋼瓶搬移。

2. 案例說明二

(1) 狀況概述

當地消防隊派來 2 輛消防車及 1 輛救護車抵達分裝場時，場內人員均無傷亡，惟已無法自行控制火勢，值班主管立即於分裝場大門旁之警衛室成立應變指揮中心，並向帶隊官報告災況後，正式將現場應變指揮權轉移，且提供物質安全資料表（Material Safety Data Sheets, MSDS）、場區配置圖、消防設施配置圖、消防防護計劃及緊急應變編組計劃等相關救援資訊及協助指揮滅火。新任指揮官評估災況，發現儲槽區之槽車有大火燃燒，且有可能擴大延燒而危及至儲槽發生爆炸，甚至延燒及於灌裝區及灌氣容器儲存區之勢，雖分裝場內員工有 12 人均已投入滅火及撤離車輛、鋼瓶之工作。但研判已達成災標準，現有人、車、裝備等救災戰力不足，立即回報救災、救護指揮中心請求支援及通報大（中）隊長到場指揮。同時，指揮消防員優先確認各場區及辦公室內有無人員受困待援；並確認洩漏燃燒點之槽體結構下方是否因燃燒受損嚴重而扭曲變薄及槽內液體是否因吸熱產生過高之內壓而促使洩壓閥動作使液位下降、有否引燃儲槽上方之蒸氣區域，儲槽如已受損嚴重則有可能因壓力

之些微上升而發生 B.L.E.V.E 導致槽體爆裂之劇烈爆炸；即便是空槽，只要槽體內殘餘之 LPG 濃度超過燃燒下限，一旦遭遇熱源，即可能導致槽體更快速爆裂。另就現況實施車輛及水線部署，並運用接近火場之水源以控制、撲滅或侷限火勢，防止火勢擴大；對附近有延燒可能之灌裝台、鋼瓶儲存區、壓縮機房及辦公室等建物，亦部署水霧進行防護。

消防隊抵達 LPG 分裝場後，先以 2 人以上為一搜救小組進行搜救，同時以車組作戰及單邊部署為原則進行車輛部署。再利用分裝場之備用消防水，以爭取佈線時間及人力為原則進行水線部署，並掩護搜救。為免重複或遺漏故由指揮官分配逐區搜索標記、統一聯絡信號，入場搜索前先登錄管制搜救小組之人員、時間及空氣瓶氣壓。

台電工程救險車到現場後，先停車並關斷警鳴器但維持警示燈由領班向應變指揮官報到並說明連繫方式後紀錄到場時間並待命聽候指示。

鄰近分駐所 2 輛警車載 6 名警員及自行前來之 4 名義警抵達分裝場後，即由帶隊員警向應變指揮官報到並說明連繫方式後自行於大門前及鄰近路口協助交管隔離人車。同時，接受指揮官指派立即封鎖隔離洩漏區周圍至少 50 ~ 100 m 並疏散撤離該區域人車，特別是下風及下坡處，直至損害被控制為止。疏散撤離範圍視槽體大小而定，若為大洩漏則周圍 800 m 之區域可斟酌為初期疏散撤離地帶。

(2) 處置情形

指揮權轉移後之應變指揮官經由災況判斷，因暫無人員陷入危險狀

態，須先確實止洩且完全消除點火源，以避免災情擴大。故決定需求下列支援資源，以採取先控制火勢、並防範爆炸，最後再撲滅火勢之行動：

A. 於分裝場辦公室或警衛室內或室外安全處設置應變指揮中心，統一指揮執行救火、警戒工作。必要時於分裝場外安全處所設置管制站，並指定專人管制裝備及做為救援人員待命處所。

B. 對台電工程救險車領班下達執行斷電指令。

C. 分裝場內員工除值班主管協助指揮救災外，全員立即投入將車輛及鋼

瓶撤離至分裝場外30m之安全場所，必要時則通知當地救難協會人員到場協助撤離。

D. 輛消防車先行進入分裝場內儲槽區之火場，部署2½英吋以上之水線對槽車進行灑水滅火，惟須先設定處理線以控制蒸氣雲，驅使蒸氣遠離任

何點火源，需注意LPG較空氣重易沈積於地面附近。因丙烷之引燃溫度為493～604°C，而車輛排氣系統溫度可達871°C既是一潛在之點火源，

因此需使所有車輛包括消防車保持於安全距離以外，同時，1輛救護車停於分裝場外待命救援外。

E. 緊急連絡當地警分局增援6名員警以便拉出封鎖線，隔離附近人、車。

並通報鄰近鄉鎮消防隊支援救護車及3輛消防車同義消到場滅火、救護。

F. 通知鄰近分裝場立即採取遮斷及儲槽灑水降溫等緊急措施，鋼瓶及車輛



先行撤離，並派員於火場下風處及下坡處警戒，以防飛火造成延燒。

此時，支援的資源仍於合理的控制幅度內，尚不需要成立作業部及指定作業部負責人。此後，應變指揮官隨災況的演變而請求其他支援。

3. 案例說明三

(1) 狀況概述

所請求的支援資源已抵現場，在劃定周邊區域後，分裝場內人員及車輛均已撤離至場外。 3 輛消防車及義消人員以接力方式於分裝場外

向場內儲槽區之槽體及火點施以至少每分鐘注水量 1892ℓ ~ 2839ℓ

(500 ~ 750 加侖) 以上之冷卻灑水，以防儲槽因注水量不足以

冷卻溫度使金屬結構變得疲弱而爆裂。此時，儲槽區內鄰近燃燒中之槽車的一個儲槽已著火燃燒，該輛槽車經大火燃燒後發生高壓氣體容器爆炸，

同時引發 3 次連續蒸汽雲爆炸，不僅造成 1 名消防隊員被爆炸碎

片擊傷且有 2 名義消人員被濃煙嗆傷，更有一些鋼瓶遺留於灌氣容器

儲存區及灌裝區尚不及撤離至安全區域，以及儲槽區之另一個儲槽表面已

嚴重受輻射熱及疑似氣體外洩有可能被火引燃爆炸，應變指揮官見狀立即

指揮消防隊員著全套防護衣並攜帶空氣呼吸器利用側面接近儲槽，以水瞄

噴水冷卻槽體、管線及閥門，防止回火及保護 1 人動作需謹慎緩慢地

進入關閉閥門。以及命令所有救援人員及消防車撤離至分裝場外，並將情

況立即報告當地縣市消防隊隊長及通報當地縣市政府災害防救中心。此後，增援之 1 輛救護車及 3 輛消防車及義消人員陸續抵達分裝場後，即向應變指揮官報到。

(2) 處置情形

因有 LPG 外洩而點火源並未完全消除，故為防儲槽燃爆，應變指揮官決定先止洩及控制後撲滅火勢，並於火滅後持續對儲槽注水冷卻降低內壓，以確保救援人員安全。經研判災情已達重大層級，且可能達到特殊重大層級；除立即通報消防局局長及大隊長到場擔任應變總指揮官及副總指揮官外，同時通報當地縣市政府首長到場指揮，並請求提供： A. 3 輛警車、 16 名員（義）警支援周邊控制及人車疏散，並劃定安全區域。 B. 5 輛救護車及 2 組緊急醫療救護員待命，指派給前進救災指揮區後，於分裝場外 30m 處之路邊空地成立臨時救護站，並緊急將 3 名罹災消防員送醫救治。 C. 4 輛消防車於分裝場外向內進行接力射水， 1 輛消防車及 1 組消防員待命因應可能對鄰近分裝場之滅火行動，並由應變指揮官向台電工程救險車下達對鄰近各廠家執行全面停電指令。 D. 要求民間救難總隊或國軍部隊等擴充外援，派出至少

30 人及一部拖吊車協助移除故障車， 2 部貨車協助安全移除鄰近

分裝場之瓦斯鋼瓶。 E. 應變指揮中心後移至分裝場外，並由應變副指揮官任新聞幕僚，主動向媒體發佈災情發展及救援情形等資訊。

為使應變指揮中心之作業維持一個有效的控制幅度，應變指揮官先指派聯繫通報組組長為指揮幕僚負責通訊連絡、資訊及協調指揮作業等，且依最新災況評量確認需求支援資源。並指派搶救作業組組長為滅火指揮，後勤支援組組長依現場需求成立外援小隊，以容納醫院、電力公司、鄰近的分裝場等所派來的救災資源。但因此時仍未成立計劃部，故應變指揮官仍主導對計劃功能的掌控。

4. 案例說明四




(1) 狀況概述

當所要求的民間救難總隊等支援到達現場之同時，縣市消防隊大隊長也已抵達現場，並接替了應變指揮官職責，直到消防局局長到達現場再行指揮權轉移。且在對所有鄰近廠家執行全面斷電及確認均已自行遮斷瓦斯裝置後，開啟所有儲槽之灑水設備以灑水降溫。一組消防隊員設法進入鄰近火場之灌裝區及灌氣容器儲存區內對著未及時移除之鋼瓶進行灑水降溫。然在滅火過程中，不慎引爆另一儲槽，導致部分建物倒塌、消防員受困，並引燃鄰近一家分裝場。

(2) 處置情形

因分裝場之容器儲存室易造成多只鋼瓶連續燃爆，故應先冷卻已燃或鄰近未燃之鋼瓶並用火鉤拖出鋼瓶後要保持瓶身直立避免 LPG 外洩擴散，再用水霧、乾粉、鹵化烷（海龍滅火劑或其替代藥劑）及二氧化碳

等滅火劑冷卻滅火。同時迅速關閉灌氣分裝閥門、切斷氣源。如有鋼瓶側倒於地，且角閥（或洩壓閥）出氣管口朝向地面燃燒，或在火焰直接加熱作用下持續燃燒 3 分鐘，或瓶身有膨脹變形，或火焰白亮刺眼並持續發出“嘶嘶”細響約 3 ~ 5 秒後，火焰及聲音突然消失等情況，隨即將會爆炸。消防人員應於堵洩及滅火前，先尋找掩體並使身體面向瓶體中部，避開瓶身之兩端因爆裂飛出而受傷，採遠距離以瞄子不斷射水冷卻瓶體，直至瓶內 LPG 燃盡為止。同時應用長竿或火鉤轉動瓶身，使火焰朝上或朝側面燃燒以降低爆炸可能性。



此時應變指揮官下令醫療救護組（ EMS ）緊急進行傷者包紮、治療及運送。另外，因消防隊員於爆炸時受創之情況未明，滅火單位開始進行滅火行動， EMS 亦待命救護；因燃燒增溫而引爆儲槽區內另一儲槽，帶著火焰的碎片散落在分裝場內各區域及一牆之隔的另一家分裝場。為處理此突發狀況，應變指揮官立即現況評估後，決定請求再增援消防車、滅火員及 EMS 人員等。

應變組織指揮體系架構可為因應需要而擴大，亦可隨災況已受控制或將解除而縮編。應變指揮官為因應突發惡化及複雜的災況，所要求的支援資源將使得應變組織架構因而擴大後勤支援編組及醫療救護人員，以便支援前進救災指揮區的設立和維護。此時指揮幕僚中增加應變副指揮官及計劃部繼續對災況評量和分析，視災情決定資源需求及分配，並隨災情發展準備各項文件及整理災情報告。

5. 案例說明五

(1) 狀況概述

現場的消防人員已於 4 小時內控制火勢，另外，由於儲槽爆炸的緣故，有 2 位消防員罹難，數位救援人員因爆炸碎片擊傷或受煙噲傷。

(2) 處置情形

應變組織指揮體系架構隨著災情受到控制而縮編，應變指揮官於計劃組成立災後復原編組，指揮支援復原工作並確保所有外援人員及裝備均安全撤離，現場僅留應變指揮官和消警進行災因調查，包括：

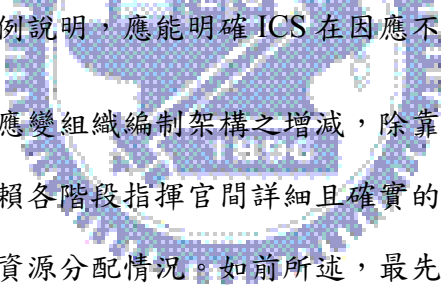
A. 火勢撲滅後，即確認已完成未爆鋼瓶及儲槽設備之灑水冷卻，以及毀損之鋼瓶、車輛已被移除，且儲槽、灌裝設備等亦無洩漏之虞後，巡視有無殘存零星火焰，並對可能隱藏殘火處所加強清理、降溫，以免復燃。最後，指示所有參與救災單位清點人、車及裝備器材。

B. 應對傷者先施以必要之緊急救護程序，再速以救護車送往醫療機構急救。當傷者均送醫後，外援之醫療救護組人員、救護車等亦陸續撤回。

C. 解除周圍道路管制，台電工程救險車隨員執行復電後撤離，除暫留 1 部消防車待命外，其餘消防車與負責交管之義警消亦隨之撤離。

D. 救難總隊及國軍部隊等人員

協助清理火場後，救援人、車及器材等均撤離，最後 1 部消防車亦隨之撤離。 E. 先通報檢察官待相驗屍體及家屬後，再請葬儀社將罹難者送殯儀館。 F. 應變副總指揮官主動召開記者會，說明整體災情、災損及救援情況。 G. 撤除應變指揮中心並通報縣市災害防救中心。指揮權轉移由分裝場場長負責指揮由員工編組之災後復原小組，持續復原及補償工作。 H. 警、消偵查小組進行火場勘查及刑事偵查。最後，將災因調查結果通報勞檢、消防、環保、能源等權責機關，以及火險機構。



經由上述案例說明，應能明確 ICS 在因應不同災況時，如何變更應變組織之架構，對於應變組織編制架構之增減，除靠應變指揮官的敏銳判斷力及應變經驗外，端賴各階段指揮官間詳細且確實的指揮權移轉，才能有效掌握現場災況及救災資源分配情況。如前所述，最先抵達現場的資深消警可能為初期應變指揮官，但隨災情擴大，指揮權可能移轉至一位更有經驗或法令所指定的人員。當移轉指揮權時，應注意時效並親自交接，且卸任者須向接任者簡報災情：災害現場概略、現階段所採取之行動、目標、優先順序、危險物、所需資源等，並提供目前之應變組織架構情形，以及救災資源、IAP 執行情形、現有作業部門的裝備及人員之派遣情形和安全上之考量等相關訊息。

6－5 小 結

1. 緊急應變計劃與製程安全評估方面：

分裝場應先期建制具體有效之燃爆應變計畫、應變 SOP 及處理規則等資料，並加以充分執行與運作。使足供災時適當的應變處理參考，及於平時可按計畫定期實施燃爆應變教育及模擬情境演練等，讓所有應變人員熟悉救災技術及裝備，以強化從業員工之應變能力，期能在燃爆之瞬間即能逕行展開確實有效之應變作為。

(1)實施製程安全評估：分裝場平時應確實防火、防爆暨持續應變整備，便於即時有效因應與處理 LPG 洩漏、燃爆等事件。按國內分裝場燃爆案例之緊急應變情況，及現場訪查所見並無確實可行之緊急應變計劃。本研究建議可由勞動檢查機構可於實施丙類危險性工作場所審查暨檢查時，要求並輔導業者實施製程安全評估，或與該產業公會合作輔導業者，除先辦理辨視整場區環境及製程之危害，並可結合推動 OHSAS18001 管理系統，實施風險鑑別與評估，藉以鑑別出全場最高及較高風險作業及危險場所，再擬訂防災計劃及修訂緊急應變計劃，以便進行風險控管及災害防救。

(2)辦理情境模擬演練：消防單位應要求並協助輔導業者定期辦理情境模擬演練，並依實況演練結果檢討修正應變計劃。如卸收作業發生洩漏、燃爆應變，宜每季自行操演 1 次，全場應變每年 1 次。當地消防隊除依法要求業者每半年辦理 1 次消防防護演練外，應不定期實施無預警測試。另外，勞動檢查機構及消防單位應經常辦理防火、防爆暨緊急應變教育宣導、座談或觀摩演練，提昇業者災害管理知能並作經驗交流，學習將相關技術與知識融入分裝場緊急應變規劃，來建立更完善之緊急應變防災系統。

(3)建立外援資訊及通報、聯繫程序：國內分裝場規模較小，災時本身無應變能力，需賴外援，又由於工安、環保、消防、災害防救等權責機關，各訂不同之通報時程、緊急應變程序及各自應變組織。加以災時現場人心浮動易使應變處置失衡，導致各權責機關在複合性應變執行上難以統合、協調與聯繫。故應建立

可能外援資訊及通報、聯繫程序，並先行編組；又因救援混亂，須建立應變指揮體系。

(4)建立應變組織架構：本研究為因應國內多為 20 人以下小規模之分裝場現況的應變組織架構，加以各公私救援單位相互間為因應大型燃爆而進行現場緊急應變指揮體系之建構。並說明編組成員職責及其工作重點，在現場應變指揮部之指揮權轉移方面，將充分考量消防滅火專業主導性，並增加應變副指揮官負責統籌計劃組，且兼任發言人。在本場應變編組方面，則規劃聯繫通報、後勤支援、醫療救護、搶救作業及警戒避難等五個小組，各依其編組功能建議成員約 2~5 人為宜。業者並可將場內應變編組分別個人職責，製作防災應變隨身卡或印製於識別證背面，供現場從業人員隨身攜帶備忘應變。

(5)整合通訊：整合各救援單位間之通訊系統為本研究以組織架構所建構之現場應變指揮體系必備之要件。故可由當地消防單位主導建置共同平台將醫療、電力、警勤、義警消和救難社團等各自獨立的緊急通訊系統網路互連，使於平時可各自指揮通訊，救援時能網路連通，整合通訊，統合指揮。

(6)唯一應變指揮 SOP：我國各級政府雖已依災害防救法建立防救災體系，然僅此仍不足以確立現場緊急應變指揮體系及運作機制。實際仍以當地消防隊為救災主體，惟因其習以為常之火場救災指揮經驗，無法擴及其他非屬消防隊之救援作業。故一旦涉及各公私部門間混同救援時，便因現場缺乏唯一應變指揮 SOP 可供遵循，致各行其是而難以統合運用救災資源，故建議應由地區消防單位召集業者及各救援部門，及早協商研討並共同建立唯一緊急應變指揮 SOP。

(7)規劃災害防救 SOP：為能及早掌握災情通報，俾利有效開展救災及提供應變指揮官決策支援參考，以發揮完整應變指揮體系功能。建議宜朝災害防救 SOP 規劃執行，先期由當地消防單位規劃輔導，協助業者訂定緊急應變計劃，並整合減災、備

災及復原等階段措施之文件化控管程序。

(8)先期提供救災資源資訊：將防災計劃與 LPG 危害特性及分裝場之設施配置、消防設備、救援編組及器材、演練檢討結果、通報聯繫方式等資訊輸入消防單位資料庫，輔以 E 化協助應變決策資源系統設計，使令有效執行燃爆防救。可使消防對先期熟知現場 LPG 設施及消防安全設備配置，且畫定搶救部署計畫圖，研擬救災措施及車輛佈署方式，俾利災時能迅速有效控制災情。

(9)評估災時之止漏、滅火及疏散所需器材或應變時間，以擬定緊急應變計畫及所需緊急滅火與提供儲槽足夠適當之灑水冷卻等設備，消防及儲槽灑水裝置之灑水量應隨時維持充足，緊急發電機應隨時維持正常狀況。以及確定緊急聯防系統的適用性和暢通性，平時建立與鄰近分裝場及工廠之緊急應變聯防系統，災時通報該區域聯防系統緊急救援，若搶救失效應即撤離所有人員。

(10)LPG 洩漏或燃爆之緊急應變演練，是為熟悉消防滅火、通報救援及疏散避難等緊急應變程序和搶救設備放置位置，以及熟悉急救操作步驟，並確認提供救援及醫療救護人員、設備之妥善性。亦包括，傷者應即移出燃爆區域，實施心肺復甦術（CPR）、保持體溫等緊急救護措施，並清楚緊急救護之鄰近責任醫院，能迅速請求燒燙傷、槍傷、割裂傷、等醫療協助。

2.安全管理檢查方面：

(1)案例宣導：勞委會及消防署應常蒐集國內外 LPG 設施燃爆案例並分析肇因，檢討研擬防災作為。同時參酌工業先進國家對於 LPG 卸收、儲存、灌裝之防火、防爆知能，以加強對國內分裝場從業人員實施宣導，使其能瞭解槽體起爆之 BLEVE 爆炸現象及其安全防護方法與防範作為。各消防單位及勞動檢查機構均應規劃宣導、輔導及檢查 LPG 設施防火、防爆暨緊急應變事項，並應針對 LPG 危害特性及作業風險，辦理消防防

護及作業主管安全講習，以提昇分裝場的防災功能。

(2)自主安全管理：勞委會應輔導業者設置勞工安全衛生業務主管及LPG製造安全作業主管，對於LPG設施及其作業依自動檢查計畫實施安全檢查、監視及指導，並強化其危害風險控管機制及提昇自主安全管理技能。同時，業者應摒除業績迷思，避免迫於同業競爭，致使相關設施操作人員及安全衛生管理人員未定期回訓，以及違法灌裝客戶之逾期鋼瓶。

(3)安全衛生教育訓練：對於儲槽區、灌裝區及鋼瓶儲存區之卸收、灌裝、儲存等作業過程，常因人員操作不當引起LPG洩漏或燃爆。故業者應對從業人員實施必要之安全衛生教育訓練，建立LPG卸收、灌裝、儲存之監督及操作者正確的工作心態，並使其明瞭LPG特性具有辨識危害能力及熟練SOP。建議勞委會及消防署應加強監督檢查並嚴格要求業者應對從業人員施以從事LPG卸收、儲存、灌裝作業所必要之防火、防爆暨危害通識安全教育以提昇危害辨識能力及定期辦理緊急應變演練。

3.卸收作業危害預防方面：

(1)為防LPG洩漏時，因超流閥故障致無法發揮自動遮斷功能，及現場作業人員未能及時關閉槽車緊急遮斷閥。

故應對作業人員施以LPG卸收異常時之緊急應變訓練。

並應嚴格規定須在日間卸收且至少2人以上共同作業，

以便緊急情況發生時能相互照應。

(2)槽車於卸收作業時，發生軟管失效的原因除因軟管損壞或軟管材質不當外，亦可能因地面不平或坡度致槽

車自行滑動，或因槽車駕駛在尚未鬆脫連接前即啟動駛離，如已完成卸收作業將可能會拉脫灌裝支管並扯斷與排氣管連接的軟管；如卸收作業尚未完成，則極可能發生灌裝管內之 LPG 洩漏，槽車拖行管線引起開放空間氣體爆炸。類此，多數事故情況係導因於卸收作業人員和槽車駕駛均未遵照安全工作守則及 SOP 操作，且槽車駕駛與卸收作業人員間之默契不足或誤解而發生，故建議

LPG 分裝場應訂定外來車輛、駕駛管制措施及研定 LPG

卸收之 SOP，並確使從業人員遵守安全衛生工作守則。

應於槽車進入儲槽區後，先管制確認槽車駕駛已排入 P 檔、拉起手剎車並熄火鎖定、緊閉方向盤固定鎖，再加設連桿及連鎖剎車，駕駛座淨空並取下鑰匙嚴禁留置於駕駛室內。鑰匙交予卸收作業人員後，置於守衛室統一管理，規範卸收作業人員及駕駛不得離開現場。並於槽車前置放可移動柵欄其上設警告標示「卸收收作業中」，以避免車輛衝撞設備或被其他車輛衝撞，並使柵欄未移開前便無法駛離槽車，且於前後輪置放輪擋等車輛制動措施，以防因駕駛疏忽，而於未完成充填 LPG 或充填完成後未卸下卸收管線，即將車駛離致管線隨即被拉扯斷裂或軟管接頭脫落。且於未連接管線裝卸 LPG 前，槽車

應與其他裝卸管端實施接地，以消除兩者間的電位差來防止靜電災害槽車為靜止狀態且無移動之虞時，始能從事卸收作業。要求卸收人員必須設卸收軟管安全連結器，連接管應加裝自動關閉裝置，使該特殊軟管破損時即會自動止洩；或在軟管接頭前裝一平板作為第三煞車，如要連接軟管時即需移開平板；或在灌裝管線上裝設具遙控操控緊急遮斷隔離閥，若軟管發生破裂即可在安全距離外壓下按鈕停止旁送。另外，柵欄、輪擋、連桿及連鎖剎車需於鬆脫連接管後方可移除，卸收未結束之前亦不應發動槽車以防類似災害之發生。

(3) 雖國內現行法規未規定應於槽車與充填計量裝置之



充填軟管間裝設安全連結器（Safety Coupling），但為有效提升卸收作業的安全防護，勞動檢查機構仍應對分裝場及槽車業者宣導。此安全連結器之功能在於當槽車不慎將高壓充填軟管拉伸，達到軟管斷裂條件前，先

自動分離且瞬間將LPG通路關閉，避免外洩及引燃、爆炸。安全連結器組裝後，外層需以人造橡膠被覆，以防水氣、油氣滲入與損傷表面，以達防蝕及保護充填軟管與計量機等目的。

(4) 為防範如北誼興業林園廠爆炸案及官成實業爆炸案般因卸收作業不慎使LPG洩漏後燃爆，對於槽車卸收時，應強化槽車與儲槽間卸收軟管之安全連結與防脫裝置，必須要求輪檔、鑰匙管制及氣動連鎖（或槽車第三煞車）裝置等制動措施，以及專人從事卸收。更應同時要求裝

設防火披覆以及 ADR 設施。其目的係為：1. 槽車如加裝

防火披覆（Fire Proofing），則即使軟管（Hose）斷

裂引燃槽體亦不會發生 BLEVE 現象。2. 歐洲陸運危險物

約定之 ADR（European Agreement Concerning The

International Carriage Of Dangerous Goods By

Road）設施，可使槽車於行駛中或卸收時不會因電路系

統火花而點燃漏洩的 LPG，能有效降低危害風險。3. 在

卸收時，槽車如有氣動連鎖裝置（Air Interlock

System），則當卸收軟管裝上時即作動剎車功能，使槽

車在軟管拆下前無法駛離，可避免因撕裂軟管拖行摩擦

出火花及造成 LPG 漏洩而肇災。在國內目前所普遍採設

之第三煞車裝置，亦有類此功用，係欲在槽體洩出口端

接上軟管便須旋開手板，當手板旋開時，槽車即在剎車

狀態而無法駛離，須待軟管拆下後手板才能旋回至解除

剎車狀況。

(5) 因儲槽經火災燃燒鋼板金屬晶相組織必生變化而影響應力致不堪使用，故非經重新檢查合格不得恢復使用。

(6) 控制球槽液相出口管線上之緊急遮斷閥功用之空氣壓縮機之電器設備，應改採防爆性能構造。



4.輸送管線危害預防方面：

(1) 為防範如中油公司深澳輸油站 LPG 新舊管線法蘭切換外洩虛驚事件，建議業者配置新管時，應確依氣密試驗之 SOP 測試合格後，再送 LPG。以及應緩慢開氣動閥使 LPG 進入新管，以緩和因溫差引起之變化。

(2) LPG 可能因冷縮熱脹形成操作上不安全狀態，應隨管內流體溫度變化而檢查法蘭螺絲鬆緊度，以防洩漏，並應訂定於 SOP 中。

(3) 因注意避免管線間之空間不足及鄰近通路，使不至於影響災時應變或徒增被撞危險。

5.入槽作業危害預防：

(1) 建立承攬管理機制，對承攬人進場修繕、清槽作業採取門禁管制、動火許可、入槽許可及派員巡視等必要之安全衛生管理措施。

(2) 對入儲作業有暴露於缺氧、中毒、燃爆、等危害，應置備四用氣體偵測器隨時測定空氣中 O_2 、 N_2 、LPG 濃度及設置通風設備實施換氣，保持槽內 O_2 濃度在 18% 以上。並置備空氣呼吸器、全身式背掛安全帶及簡捲揚式救生索（必要時設置梯子或三腳架）等設備，以及急救員、急救藥品及器材等，供人員緊急避難或救援時確實

使用。

(3) 應於入槽前指派曾受有害作業主管安全衛生教育訓練者擔任缺氧作業主管，並訂定危害通識及開槽程序等防災計畫，供缺氧作業主管、監視及作業人員依循，且應於缺氧作業主管監督下依計畫實施作業。

(1) 實施開槽作業時，應先將槽內之 LPG 排除乾淨，並以氣體測定器測定

確認槽內已無殘存之 LPG 或 N_2 後，方可打開人孔蓋或排放閥。

(2) 應確認入槽作業進出登記，並將應注意事項及禁止非作業者擅入等公告週知於儲槽人孔顯而易見之處。

(3) 應訂入槽 SOP 及安全衛生工作守則，並對人員施以危害通識及預防缺氧危險所必要之教育訓練，訂定自動檢查計畫實施檢查及作業檢點。

(4) 為防範如德基泰實業公司儲槽火災案及花蓮液化氣分裝公司窒息案等災害，建議業者對於開槽檢查前之清槽作業，宜委由專業廠商實施。

並應先作工作安全分析及安全觀察後，再分別檢討以頂水或 N_2 置換槽

內 LPG，或再以空氣置換槽內 N_2 時之流程危害，修訂清槽 SOP，避免缺氧，以及作好動火管制來防範因漏洩所可能引燃的後果。

6. 煙火管制對策：

(1) 在分裝場內隨時可能存在漏洩或排放的 LPG，而任何車輛進入時均可能提昇燃爆風險。故除建議應指派守衛員管制進場

任何車輛排氣管均須裝設防焰器期能完全消除火花外，亦應作好車行動線規劃與防衝撞等工程改善並確實煙火管制。嚴格管制人、車擅入危險場所，全場嚴禁吸菸及攜帶打火機等著火源，除已設滅焰器之槽車及鋼瓶車外之其它車輛，嚴禁進入儲槽區、灌裝區、鋼瓶儲存區及泵浦與壓縮機房等危險境界內。

(2)對於LPG殘氣之廢棄，應於通風良好之場所緩緩排放於大氣；不得近接於煙火處置場所或有熱源產生裝置場所及其附近場所為之。

(3) 為因應LPG燃爆，應規畫設置消防安全設備，除有利火災時即

時滅火外，亦有助於冷卻灌氣容器防護受波及達到一定溫度以上而爆炸。同時，儲槽冷卻撒水設備及一般滅火設備之設置，即為在滅火及冷卻作用上所採之雙重防護手段。

7.靜電防制方面：



設備之靜電累積量會因著設備管線材質、輸送流速、接觸面積，以及

LPG特性等因素而有所改變。一般分裝場，多使用耐腐蝕、不生鏽

不鏽鋼管線作運輸，LPG於該管線中產生之靜電量也最低，由訪

查瞭解，目前業界最普遍採用且最佳之靜電防制方法為在配管與配管之跨接導通連結，以及設備與大地之連結接地。且從業人員對靜電危害普遍認知不足，故未積極靜電防制。建議勞委會、消防署及能源局等政府相關部門應強化靜電防制教育宣導，及對危險場所設施之靜電防制檢核，如防靜電導電聯結、接地及電阻測定等，以及督促業者加強設置防爆電氣和防雷擊設施。

8.政府部門推展災害防救工作方面：

A.強化部門間合作機制：LPG 在常溫、常壓下為易燃爆氣體，分裝場在製程上如因操作或管理不當而導致燃爆，將造成本廠甚或鄰廠之重大財損及傷亡。故為防災及降低災害衝擊，勞工、消防、建管、環保等機關間仍待強化聯繫、通報及安全聯檢等合作機制，具體執行安全檢查及輔導，來促使業者落實安全管理。政府除應推動立法強制業者投保公共意外責任險外，更需強化宣導和輔導作為，協助業者落實自主安全管理，以及由勞委會與液化石油氣安全協進會合作推動，輔導業者建立 OHSAS 18001 職業安全衛生管理系統，並將其相關內容納入必要之安全法規優先修訂事項。

B. 積極推展危害風險管理：勞委會及消防署等政府部門應積極推展危害風險管理的觀念，規劃辦理風險評估人員訓練，以及輔導分裝場透過危害評估方法探究 LPG 儲存、製造、分裝、運輸及設施修繕等過程的危險性，並採取採取有效的製程安全管理以降低洩漏、燃爆災害。

故為使其能及早擬訂整體風險管理計畫，應先期落實 LPG 初步危害鑑別，實際觀察各項操作行為及現有設施狀況，經由作業流程、製程設備、緊急應變，以及保養維修、作業檢點、事故調查等記錄，評估發生洩漏、燃爆之可能性及災情後果等風險，再以 Hazop 方法實施定性分析，從中得知潛在危害後經風險矩陣判別風險等級。先忽略可忍受之低危害風險後，再以 FTA 方法實施定量分析洩漏、燃

爆可能性。最後依 Hazop 分析結果之風險分級與 FTA 分析之
量化結果，找出並研議消除點火源及強化設施防火防爆控制之對策，
追蹤改善缺失來降低燃爆風險，且適時檢討現有保護措施的完整性，
或進行評量改善後之風險控制績效，以及加強應變能力。



7七、結論與建議

7.1 結論

分裝場在卸收、儲存、灌裝等過程中，如稍有不慎將可能導致LPG外洩、燃爆，不僅對從業人員具有嚴重的潛在威脅，亦可能波及鄰廠。而以現有的應變指揮體系、編組人力與搶救器材等，實不足以應付。本研究針對國內分裝場設施防火防爆暨應變指揮體系現況進行訪查瞭解，以及分析燃爆案例原因，並將ICS應用於國內分裝場燃爆應變模擬情境之指揮體系運作。經由前述章節對LPG設施防火、防爆對策及應變指揮體系建立等問題探討結果，提出相關防火、防爆技術、檢查、管理及具備因應洩漏、燃爆之動態性及整合性的應變指揮體系之編組設計與規劃管理機制相關對策，作為燃爆防救措施必備之經綸，獲致下述具體結論並研提應行改善事項及防災對策建議：

1. 分裝場區幅員狹小且多為陳年老廠：致設施安全距離不足、車行動線不良及煙火管制不易。且LPG設施老舊、安全防護失效或功能不彰未符合法令規定，如靜電預防及電氣防爆設置不當或不足；或警報偵測裝置故障；或最高使用壓力及液位以及閘向和管線流向等標示不足、等。故為確保公共安全維護，需要更迭傳統操作模式之變革性思維，以近期投入必要成本來換取中長期的安全功效之永續經營效益。故應推展於新廠設計、興建及製程變更設計等階段注入LPG設施本質較安全之防火、防爆、耐爆、洩爆、防靜電裝置、設施安全配置及廠區動線規劃等本質較安全設計觀念。同時，對於LPG設施的設計、建造、驗收、操作、保養、檢查、維修等，應依循良好工法或

技術落實執行及完善承攬管理，要求營繕與保修人員確依SOP作業，且儲槽、管線、壓縮機、灌裝機、避雷針、等重要設備均應建立維修程序文件，相關維修保養紀錄亦應妥善保存、應用。政府部門亦應規劃易行有效的步驟來輔導分裝場逐步採行本質較安全設計分析，使本質較安全的觀念能融入LPG卸收、儲存、灌裝等作業危害分析中。同時考慮選擇本質較安全的設計方法，除用以評估各項作業流程設計之安全性與執行效率外，更應著眼於整廠作業環境能符合安全、便利、適切及易操作之具人性化的本質較安全之設計目的。對於既有分裝場現況問題，建議政府修法規範業者改善分裝場外適當的安全距離，以及場內對於槽車、儲槽、鋼瓶、管線、灌裝機、泵浦、壓縮機、電氣防爆、緊急發電機、灑水裝置、消防栓、等設備及其他裝置強制規定使用年限及考量其它本質安全問題。

2. 人力規模較小且從業人員老化：因人力不足故多數未設門禁易遭人車闖入，或疏於管制未設滅焰器車輛進入危險境界；或無人管理擅由槽車駕駛自行卸收；及應變編組困難、等。且人員缺乏危害風險管理知識、觀念及能力，又因藝高膽大、漠視危險，或未接受安全教育訓練致危害辨視能力不足。當發生燃爆時，本身因無應變能力，需賴外援。又由於工安、環保、消防、災害防救等權責機關，各訂不同之通報時程、緊急應變程序及各自應變組織。加以災時現場人心浮動易使應變處置失衡，導致各權責機關在複合性應變執行上難以統合、協調與聯繫。故除須注入新血，強化人力及安全教育訓練外，更應建立可能外援資訊及通報、聯繫程序，並先行編組；又因救援混亂，故須建立應變指揮體系。

7.2 建議

本研究限於時間及篇幅，難免多有疏漏不及之處，尚待進一步詳究及具體論述。對於後續的研究，有以下的建議可供將來研究作為政府施行災害防救和消防安全及勞動檢查等政策的參考資料：

1.如何防範LPG設施發生洩漏，及在發生洩漏時立即偵知並採取止洩，以避免大量洩漏及燃爆風險，是分裝場最重要的安全課題。除必須避免局限空間設計並強化儲槽區、灌裝區、灌氣容器儲存區及泵浦和壓縮機房的監視和偵測外，如何能夠在人員疏忽注意到警告聲、光及影像下，仍維持零誤判及零誤動地及早偵知訊息，並絕對與缺斷開關閥、警報裝置、灑水裝置及電源等自動地採取同步聯鎖及連動作為或可遙控開關之本質較安全設計，應為日後續待更進詳究的首要部分。

2.如何避免進入分裝場內之車輛，因汽缸引擎或排氣管高溫引燃可能漏洩形成之可燃性氣體，在當前消防安全及勞動檢查相關法令均未規範下。有必要更深入研究後提供建議于消防署及勞委會等政府部門進一步研擬可行的因應對策或推動立法方案。

3.有鑑於以往分裝場發生燃爆災害事件時，在公部門的災害救援作為，除鄉鎮警消單位外，似乎地方縣市政府從未啟動過災害應變機制，緊急成立災害應變中心作應變處理。當前各地方縣市政府應協調相關部門，循更機動性、更適切性的方向思考規劃再研擬一套可行之行動方案，使能適度介入應變指揮搶救知工作，以健全本研究對於指揮體系中之指揮權轉移得以順當運行。同時，在以消防隊為主要救火主力時，在燃爆案例中多有消防隊員罹難，顯見各級應變總指揮官如何確保使消防隊員甚至全體救援單位人員，均能安然無恙地從事分裝場燃爆救援工作，乃是一項刻不容緩亟待深入研究後，提供建議政府相關部門儘速解決的課題。

4.本研究雖已建議分裝場應事前充分提供LPG之MSDS、場區LPG設施及消防設備配置、救援編組、等相關應變資訊於當地消防隊。惟政府及業者間應如何統合縣市政府、勞動檢查機構與消防單位分別要求的災害防救計劃、緊急應變計劃及消防防護計劃成單一應變計劃。又應變計劃之人員編組如何考量區分為日間、夜間、平時及假日之機動調整及如何應用科技作好各公私救援部門間的緊急聯繫通報管道，且當地消防隊應如何作好場區消防滅火設備或其他如緊急電源、應變器材、應變相關資料、通訊設備、後勤支援設備、應變計畫書及流程圖、緊急疏散路線、等相關應變資料之收集與E化管理應用，以及確立資料庫欄位設計、資料庫模型、等等問題。另外業

者、當地消防隊及鄰近廠家等三方面，應如何有效連結運行及作好與其他廠家約定區域聯防和演練，以便災時相互支援。上述課題均有待進一步研究提出可行作法，提供政府部門推動立法或作政策執行之參考。

5. 緊急應變成敗是分裝場存續的最後防線關鍵，將完全決定災損程度和復原的難易。本研究雖已指出應於應變計劃階段充分說明每一編組的功能及成員的權責，事前規劃緊急應變中心軟硬體設施、緊急應變作為及建立指揮體系和指揮權移轉程序等。然究應如何完善救災區劃、應變滅火戰術及戰略運用，以及緊急應變作業中心如何扮演好現場指揮與掌控工作等，都值得繼續深入研究，提供各界參考運用，以強化緊急應變規劃之有效運行。



附錄1、LPG分裝場現場查核表

表 42 LPG分裝場設施防火防爆暨緊急應變體系現場查核表

本問卷係用以調查貴分裝場設施防火防爆安全管理暨緊急應變體系現況，請配合現場查核並據實回答各項問題。請注意，這些紀錄結果將僅作為統計分析研究，瞭解業界於作業場所安全管理之普遍現況後提出供業界參考之本質較安全作法等改善建言。並不以個案提供勞動檢查機構或消防隊等單位作為檢查或其他行政處分之依據。（本表不紀錄貴公司名稱及會同查核之被詢人姓名）

事業單位基本資料

1. 會同查核之被詢人職稱：

事業負責人 工作場所負責人 安全衛生業務主管

2. 貴LPG分裝場設置地點：

桃園縣（大溪、龜山地區） 新竹縣（新竹、竹北地區）
台北縣（林口、新店等地區） 基隆市（信義區及七堵區）
宜蘭縣（三星、蘇澳等地區） 花蓮縣（吉安、鳳林等地區）
連江縣（南竿地區） 台中地區

3. 貴LPG分裝場設置時間：

為82年2月4日勞動檢查法公告前設置屬既有之危險性工作場所。

為82年2月4日勞動檢查法公告後設置屬新設之危險性工作場所。

4. 事業單位規模：

5人以下 6~10人 11~20人 21~30人 30人以上

5. 丙類危險性工作場所審查暨檢查未合格之主要原因為：

設施 安全管理 設施及安全管理 未符合相關法令規定。

6. 是 否：LPG分裝場內設置之高壓氣體特定設備，處理能力 > 100 m³/日。

7. 是 否：曾經勞動檢查機構實施丙類危險性工作場所審查暨檢查合格。

8. 是 否：儲存能力 > 1000T。

勞工安全衛生管理組織、人員

是 否

1. ：依規定設置訓練合格之三種勞工安全衛生業務主管。專任兼職
2. ：依規定設置急救訓練合格人員。
3. ：高壓氣體特定設備〈LPG類〉操作人員經訓練合格。
4. ：依規定設置防火管理人。
5. ：作業人員經LPG類作業安全衛生訓練合格。 人數標準嫌少
6. ：作業人員經LPG儲槽及其附屬品自動檢查訓練。人數標準嫌少



貴 LPG 分裝場主要設施及安全管理情形

一、卸收系統：指以 LPG 壓縮機將槽車內之液態 LPG 送至儲槽內。

非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善

1. : LPG 槽車卸收區域地面漆線標示警戒區域及停車格。
2. : LPG 儲槽區域裝置護欄，避免車量碰撞。
3. : LPG 槽車裝設防止駛離裝置（第三煞車）。
4. : 槽車卸收區域設置接地線、輪檔及「卸收作業中」告示牌。
5. : 訂定槽車卸收 SOP 及繪製卸收流程圖張貼於卸收區顯而易見處。
6. : 儲槽設計、材料、製造、檢驗及安裝均符合「高壓氣體勞工安全規則」、「壓力容器安全檢查暫用構造標準」及 CNS「液化石油氣分裝場」之規定。
7. : 儲槽製造過程經檢查機構之熔接檢查、構造檢查合格後，再辦理竣工檢查，其儲槽本體並每年高壓氣體特定設備定期檢查合格。

二、分裝系統：指液態 LPG 由儲槽液出管路經泵浦加壓送至灌裝台分裝於鋼瓶內。

1. : 管線標示流向、內容物（文字及顏色）、態相（氣、液）。
2. : 管線以地上明管設計時，有良好支架及防蝕措施。
3. : 管線系統設計已考慮在不動火情況下，可進行一般性維護。
4. : LPG 液態管線上加裝安全閥，預防 LPG 膨脹產生異常壓力。
5. : 儲槽管線設 2 處以上之閥，其液入管、液出管及迴流管進口與管線連接處均設緊急遮斷閥（液入管及迴流管得以逆止閥替代緊急遮斷閥）與超流閥（設於管線近接儲槽端，得以球型閥替代，於卸收時為常關；管線另端為球塞閥）。
6. : 設有安全閥且其吹洩量經過計算，使於槽內壓力過高超過設定壓力時即自動吹洩降壓。

7. : 閥門均標示「啟」、「閉」狀態。
8. : 液出管在泵浦灌裝系統中，與儲槽迴流管間設有迴流閥。
9. : 已實施安全閥測試及容器水壓測試。
- 10 : PID 圖內容包括有溫度、壓力、流相、等。
- 11 : 儲槽基礎構造強度經技師計算並於計算書簽認，且每年定期實施儲槽基礎沉陷測量。

第 3 頁，共 7 頁

非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善



- 12 : 儲槽防蝕材和混凝土地面配合部未腐蝕損傷。
- 13 : 壓力錶之刻度板及玻璃板均無髒污，並標示有最高使用壓力。
- 14 : 儲槽液位計之刻度板及玻璃板無髒污，並標示最高儲存液位。
- 15 : 現場標示緊急缺斷開關閥之安全作業標準及開關方向。
- 16 : 於距離儲槽外5m以上之儲槽底部液出、液入管線，設置2處以空氣作動且可手動之緊急缺斷開關閥，使漏洩即可安全地操作缺斷。
- 17 : 灌裝台設置半自動控制計量裝置。
- 18 : 儲槽外部油漆未剝離，易見處以紅漆寫氣體名稱「液化石油氣」或「可燃性氣體」。
- 19 : 氣體壓縮機之本體之潤滑油量充足運轉聲音及軸承溫度良好、進口壓力之運轉指針無異常振動（無氣體咬嚼）、出口壓力之壓差（過濾器未阻塞及卻水器無液體滯留）、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定無洩漏等均正常。
- 20 : 泵浦之本體之潤滑油量充足運轉聲音及軸承溫度良好、進口壓力之軸封部無過量漏洩、出口壓力之壓差（過濾器未阻塞及釋壓閥調整）、接地線連接部之連結良好、電流錶指針無異常振動以及各連接部之連結固定無洩漏等均正常。
- 21 : 壓縮機與管線間設有防震軟管。
- 22 : 不滯留構造證明。

23 : 實施高壓氣體特定設備耐壓試驗及氣密試驗，並備有紀錄。

三、消防系統：包括儲槽降溫灑水系統、消防灑水系統及其他依規定應設置之消防栓、滅火器或必要之消防設施。

1. : 消防水池與循環水池之容量足夠供應全廠區消防栓及自動灑水設備作動 > 30min 之噴水及灑水量，並備有灑水量計算。

2. : 置有柴油發電機等緊急備用供電系統，於停電時可自動啟動供應消防泵、照明設備、廣播系統、儀錶及氣體偵測器等之使用電力。

3. : 設置手動及自動加壓消防泵浦。

4. : 處理、儲存 LPG 之各區域場所，設有足夠之乾粉滅火器，置於可直接取用位置並予以標明。



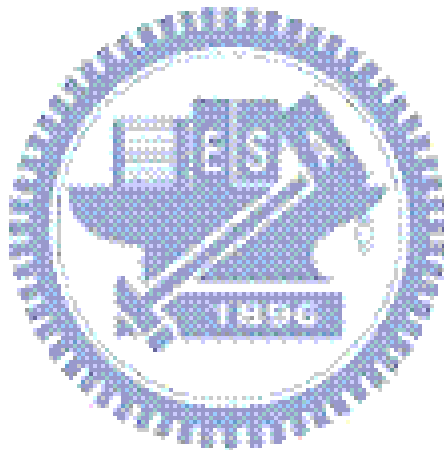
非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善

5. : 裝卸作業場所設有緊急照明裝置。
6. : 儲槽降溫灑水系統設有氣溫達一定溫度〈約可設定在32°C〉時立即自動灑水之溫控灑水設備。
7. : 設置「嚴禁煙火」及「禁止可燃物堆積」等標誌。
8. : 緊急備用供電系統於每月檢查設備及試轉 1 次，並作紀錄。
9. : 灑水設備之儲水槽水面達規定水量且無髒污。
10. : 灑水設備之引擎、電池、真空泵等之油量充足無漏洩。
11. : 水噴霧及灑水裝置之操作位置分別設於儲槽5m外之火警授信房及辦公室等人員常駐之場所，可迅速操作之位置。
12. : 自儲槽外 40m 內，可由任何方向噴水之消防栓，水瞄壓力應 > 3.5 kg/cm^2 ，放水能力在 400 l/min ，且以儲槽表面積每 50m^2 設置 1 個消防栓。

四、安全系統：包括緊急遮斷閥控制系統、可燃性氣體偵測器及警報裝置、全天候攝影監控系統等。

1. : 儲槽區、容器儲存區、灌裝台、泵浦及壓縮機房等區域周圍設置瓦斯偵測器每 20m^3 組並備詳細位置圖，且於圖上編號。
2. : 瓦斯偵測器之偵測點距地面10cm以下，並於氣體導入口加金屬防塵護罩。預警濃度在 LEL25 % 以下〈LPG 氣體濃度測定範圍 0 ~ 2%〉，能以紅燈及蜂鳴器(Buzzer)連續警報鳴響發出警報信號，未作解除警報操作以前不自動停止警報。
3. : 漏氣探測警報設備之漏氣探測部分採用擴散方式導入氣體者，探測漏氣至警報部分發出警報之時間在 30sec 內，採用吸引方式導入氣體者，於加裝 30m 長度氣體導管狀態下，探測漏氣至警報部分發出警報之時間在 60sec 以內。
4. : 可燃性氣體偵測警報器之受信總機設於辦公室明顯位置。
5. : 可燃性氣體偵測警報器之電源指示燈及故障指示燈均良好。
6. : 可燃性氣體洩漏檢知警報設備每季定期實施校正
7. : 安全閥之設定壓力均略低於壓力容器之最高使用壓力。
8. : 安全閥之排放管罩無脫落及主閥開閉狀態良好（全開）。

9. □ □ □ □ □ : 設置全天候攝影監控系統。



非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善

10. : 灌裝台、警衛室及辦公室設置火警探測器。

五、靜電卸除及電氣防爆系統：

1. : 設置足以含蓋全廠區之避雷保護裝置；於儲槽區及容器灌裝區，均設置有接地線及避雷針，其接地電阻值直接地線總合在 100Ω 以下，而避雷設備之值總合在於 10Ω 以下。
2. : 連接管線之法蘭兩端都加裝軟性靜電導線；並以固定端子使螺栓緊固導線。
3. : LPG 卸收區之槽車及卸收用之軟管，於卸收作業前均確實設有斷面 5.5 mm^2 以上（單線除外）之電線連結線。
4. : 儲槽區之儲槽、機房之壓縮機及泵浦，以及灌裝台之磅秤，包括所有閥、凸緣或配管之熔接處等等，均單獨設有接地連結裝置，並以焊接、熔接、連接配件等方式確實連接。
5. : 一般電氣設備及轉動設備均有接地。
6. : 電氣、轉動設備及儲槽等定期每季測定接地電阻。
7. : 灌裝台、容器儲存區及泵浦機房等區域之電氣設備如廣播器、照明器具、空氣壓縮機之馬達、泵浦之原動機及電氣線路、開關等均為防爆型電氣構造。

肆、貴 LPG 分裝場一般設施及安全管理情形

1. : LPG 分裝場周圍標示危險境界及圍牆、出入口處標示警戒。
2. : 實施進出車輛煙火管制，檢查滅燄器設置。
3. : 設置交通號誌並實施場區內進出車輛之限速行駛 15 km/hr 及動線方向標示。
4. : 儲槽區、灌裝台及容器儲存區標示危險物圖示及內容物。
5. : 儲槽區、灌裝台及容器儲存區備置有危害物質安全資料表。
6. : 已置備有危害物質清單。
7. : 高壓氣體特定設備（每日、月、年）、低壓電氣設備（每半年）、灌裝設備（每月）、水噴霧及灑水裝置之動作狀況（每月）以及安全閥設備（每年）等均定期實施自動檢查及使用前後作業檢點；並對檢查之時機與檢查項目，均明確規定。
8. : 訂定安全衛生及高壓氣體工作守則。

9. : 實施規定時數之一般勞工安全衛生及危害物通識教育訓練。

第 6 頁，共 7 頁

非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善

10 : 訂有消防防護計劃。

11 : 訂有災害防止計劃。

12 : 訂有危害通識計劃。

13 : 訂有動火及施工作業許可相關之規定。

14 : 灌裝場等作業場所之照明度在100Lux以上。

15 : LPG 分裝場內儲槽區及其他 LPG 製造設備之外面與外界處理煙火之設備 >8m 之迂迴水平距離，若為 <8m 者於四週設置 >2m 之防火牆或遮牆；不燃性建築物之開口部，使用防火門或網裝玻璃閉鎖，供人進出之開口部使用二重門。

16 : 儲存能力達 1000T 以上，儲槽區設置有防液堤。

17 : 儲槽區之上空無高壓電跨越。

18 : 分裝場內除指定辦公室為吸菸場所外，均標示為煙火管制區。

19 : 灌裝逾期鋼瓶。

20 : 灌裝容器、殘容器區分並分別放置於指定場所，未混合放置。

伍、貴 LPG 分裝場緊急應變設施及演練情形

一、通報設備及搶救器材之設置

1. : 辦公室內置備有緊急通報流程圖。

2. : 辦公室內置備有空氣呼吸器等搶救設備及清單。

3. : 辦公室內置備有當地縣（市）政府災害防救（應變）中心、消防隊、警察勤務中心、電力公司以及最近具有燒燙傷醫療能力之醫院等外援單位及人員之緊急聯絡資訊及路線圖。

4. : 辦公室內置備有場內全員之緊急聯絡資訊。

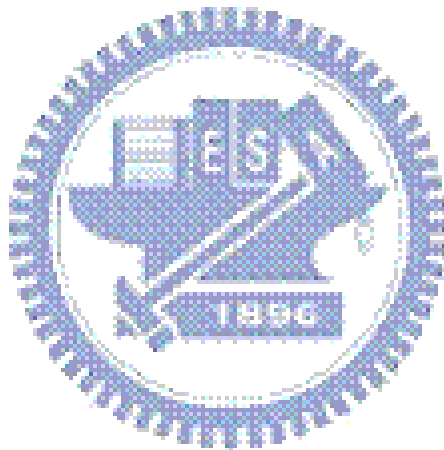
5. : 辦公室內置備有收音機、傳真機、無線電、一般電話及行動電話等通訊器材。

6. : 辦公室內置備有供氣式（或自攜式）空氣呼叫器、安全帽、安全鞋、消防防護衣及防護手套等個人防護具。

7. : 辦公室內置備有急救設備。

二、緊急應變措施

1. : 訂有三階段緊急應變計劃，並每年定期實施人員編組及指導相關緊急應變及消防演練。



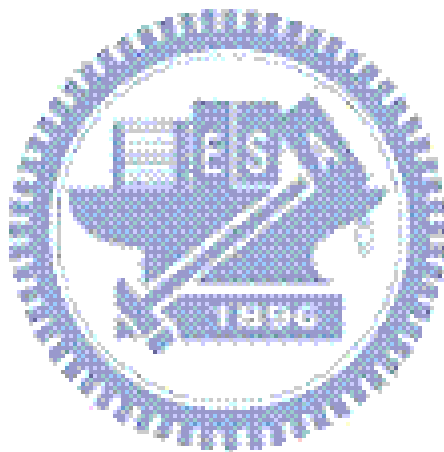
非	標	符	需	應
常	準	合	要	即
標	以	規	改	改
準	上	定	善	善

2. : 辦公室內置備有緊急疏散路線圖。
3. : 辦公室內置備有 LPG 分裝場之消防設備系統表。
4. : 辦公室內置備有場區設施配置圖及鄰近地區地圖。
5. : 辦公室內置備有MSDS。
6. : 辦公室內置備有無火花工具、搶修器材、防爆手電筒等。
7. : 辦公室內置備有緊急應變流程圖

三、復原措施

1. : 訂有復原計劃。
2. : 辦公室內置備有移動式瓦斯氣體偵測器材。
3. : 訂有「燃爆事故調查報告表」及「職業災統計分析表」。
4. : 辦公室內置備有全員名冊。





附錄2、各型防爆電氣設備構造說明

表 43. 各型防爆電氣設備構造說明：

耐壓型 (flameproof enclosures 'd') 防爆電氣設備構造
耐壓型是將有明顯的或是潛在的點火源之電氣設備，全體或是部分放入經過精密設計製造、並維持自容器之接合面之間隙等不會有電氣火花逸走之虞，且足以承受爆炸性氣體之爆炸壓力強度之耐壓防爆特性之「容器」內，即使LPG進入該「容器」內引爆時也不會波及「容器」外圍的爆炸性氣體。此外容器外部的最高表面溫度須<規定的容許溫度。
增加安全型 (increased safety 'e') 防爆電氣設備構造
增加安全型通常僅使潛在點火源之電氣設備，增加對電氣、機械及溫度方面之安全度考量，使不會產生明顯的點火源等故障。故增加安全型防爆構造在正常使用狀態下，電氣設備不會產生如同電氣火花或高溫等可能成為LPG點火源。
本質安全型防爆電氣設備構造
本質安全型係利用有關的電氣回路限制能量消耗，使電氣機器不僅是在正常狀態，而且設想發生異常故障狀態下，產生的電氣火花及高溫，對爆炸性氣體不會成為明顯的或潛在的點火源。另根據其容錯安全等級之高低可分為ia及ib兩級，其記為E x' ia' 或 E x' ib'，一般適用於量測、控制、通信、警報等電氣設備。
油入型 (oil-immersion 'o') 防爆電氣設備構造
油入型係將有明顯的或潛在的點火源之電氣設備整體或部分浸泡在礦物油等保護液中來與周圍可燃性氣體隔離，用於變壓器、開關裝置、斷路器等，記為E x'o'。
正壓型 (pressurized enclosures 'p') 防爆電氣設備構造
正壓型係將有明顯的或潛在的點火源之電氣設備全體或是部分以容器包圍，在該容器內加壓灌注空氣或惰性氣體等保護氣體，使與周圍的可燃氣體隔離，其記為E x'p'，一般適用於大型回轉機器、控制盤等。
填粉型 (powder filling 'q') 防爆電氣設備構造
填粉型主要是對電氣設備中可能成為點火源部分，以石英粉或玻璃顆粒等完全填粉、包覆，防止周圍之可燃性氣體著火，其記號為E x'q'，一般用於變壓器與電感器。
模鑄型 (type of protection encapsulation 'm') 防爆電氣設備構造
模鑄型主要是對有明顯的或潛在的點火源之電氣設備中可能成為點火源之部分，以電氣絕緣性複合物來包覆，防止周圍可燃性氣體著火，其記為E x'm'，適用於發熱量少

之電氣零件。

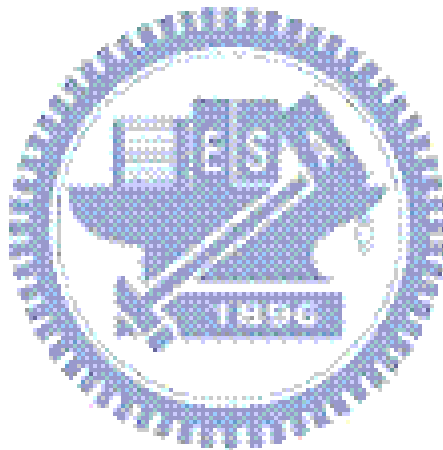
n 型 (type of protection 'n') 防爆電氣設備構造

n 型是以在第 2 種場所設置為前提，依各種概念發展而成之防爆構造總稱，其技術有

(a) 不會發生電氣火花之電氣機器，(b) 限制通氣之容器，(c) 限制能量，(d) 接點是以限制通氣容器外之方法來保護「作動時產生電弧火花或是高溫表面的電氣設備」其記為 E x'n'。

特殊型防爆電氣設備構造

特殊型對於可燃性氣體具有防爆性能，並經過試驗加以確認之構造，為上列 1 至 8 以外之保護方法者，其記為 E x's'。



附錄3、LPG卸收（灌裝）標準作業程序

(SOP) 照片



指揮車輛進場



指揮車輛

進場



拉手煞車



引擎熄

火



置輪擋



交鑰匙



接地線



接液、氣

體管



依灌車容許灌裝量設定裝載液面

灌裝中，司機駐守現場

(資料來源：台灣中油股份有限公司深澳港供輸服務中心提供)



附錄4、LPG分裝場設施防火防爆情況照片



圖3、卸收停車位置及告示牌



圖4、灌裝作業安全作業標準



圖5、管線以顏色及文字標示內容物，並以箭頭標示流向

圖6、金屬管線以金屬跨接片聯結



圖 7、管路以明管架設固定方式



圖 8、管路以明管架設固定方式



圖 9、管路以明管架設固定方式

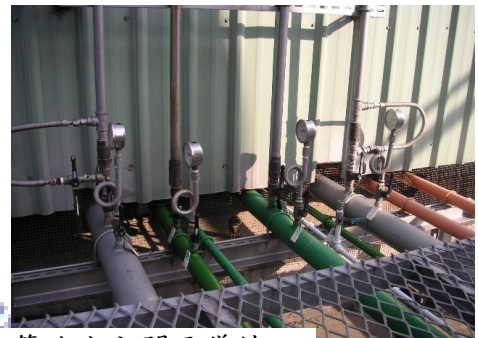


圖 10、管路安全閥及儀錶

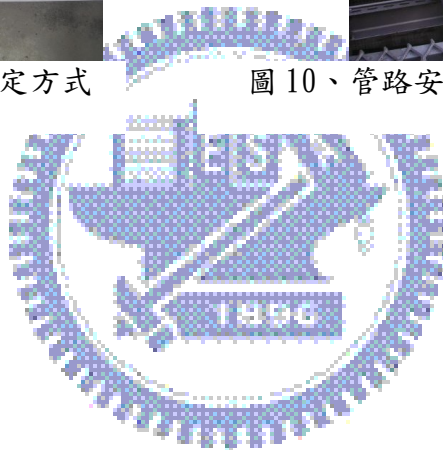




圖 11、管路安全閥及儀錶



圖 12、儲槽本體安全閥及排放管

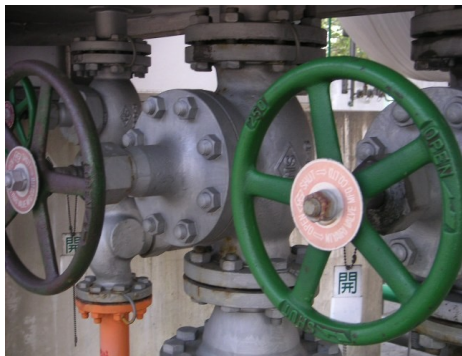


圖 13、閥體開關標示「啟」、「閉」狀態



圖 14、儲槽本體壓力錶及溫度計標示最高使用壓力及最高使用溫度



圖 15、儲槽接地線



圖 16、灌裝泵



圖 17、儲槽液位計標示最高及最低儲存容量液位情況



圖 18、儲槽本體表面以紅漆書寫「液化石油氣」以標示內容物名稱



圖 19、緊急遮斷閥操作位置標示



圖 20、緊急遮斷操作裝置



圖 21、儲槽本體表面以紅漆書寫「嚴禁煙火」以警示煙火管制區域



圖 22、灌裝台標示「嚴禁煙火」情況



圖 23、卸油壓縮機



圖 24、



圖 25、灌裝機台



圖 26、



圖 27、處理、儲存 LPG 之場所設置足夠的乾粉滅火器及可燃性氣體偵測器情況



圖 28、危險場所設置之電器防爆構造—警示燈及警報裝置

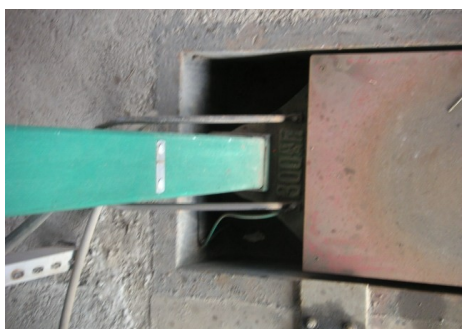


圖 29、灌裝區之磅秤接地情形



圖 30、危險場所設置之危險物圖示



圖 31、槽車輪檔及接地夾頭

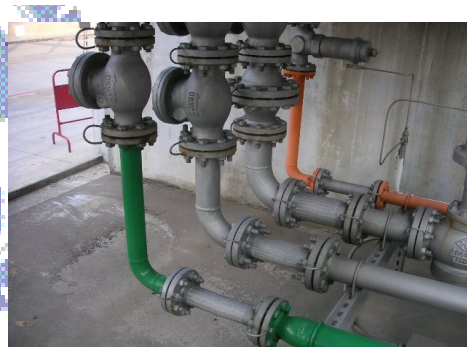
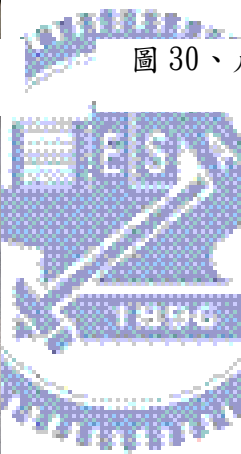


圖 32、



圖 33、消防水池水量足夠消防栓及灑水設備作動 30 分以上



圖 34 儲槽區消防及灑水用水池（浮球開關—水量充足水面達規定量且無髒污



圖 35、危害物通識



圖 36、危險物圖示



圖 37、逾期待送驗鋼瓶

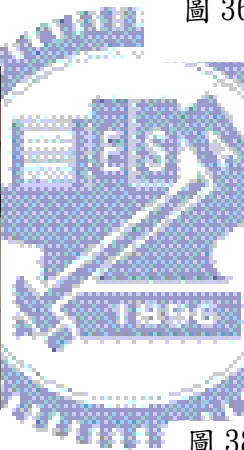


圖 38、殘氣容器儲存場



圖 39、消防設備—消防栓、消防箱及消防管—儲槽 40 m 內以儲槽表面積每 50m²設 1 個消防栓



圖 40、灌裝台灌氣容氣儲存區



圖 41、廠房避雷針裝置



圖 42、儲槽沉陷測量後視高程用水準基點

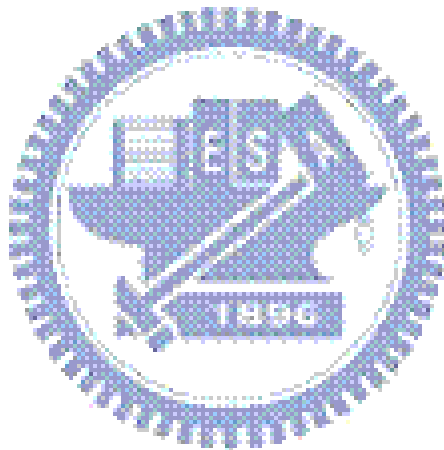




圖 43、手動及自動加壓消防泵浦



圖 44、



圖 45、儲槽自動灑水控制箱



圖 46、發電機房設置緊急發電機用柴油桶



圖 47、發電機房設置緊急發電機組



圖 48、分裝場辦公室內設置可燃性氣體洩洩警報裝置

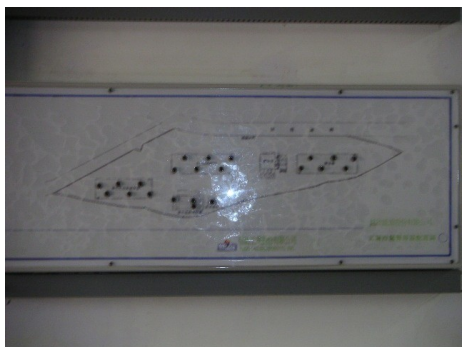


圖 49、分裝場辦公室內設置可燃性氣體偵測器訊號指示燈



圖 50、分裝場灌裝台搬運鋼瓶上鋼瓶車作業情形





圖 51、地上圓筒型臥式儲槽

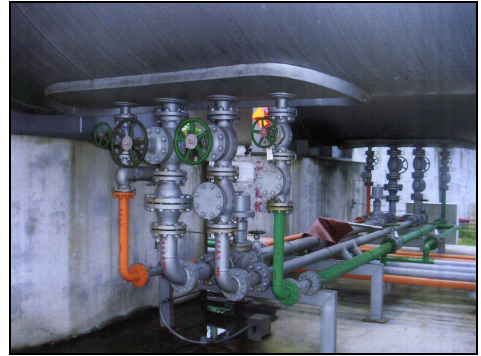


圖 52、

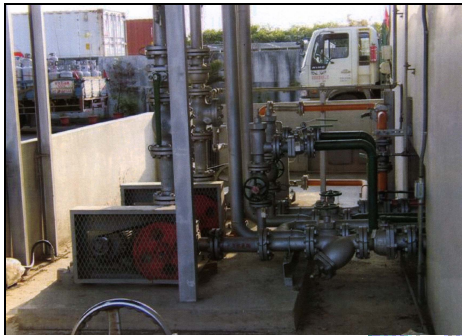


圖 53、



圖 54、



圖 55、



圖 56、

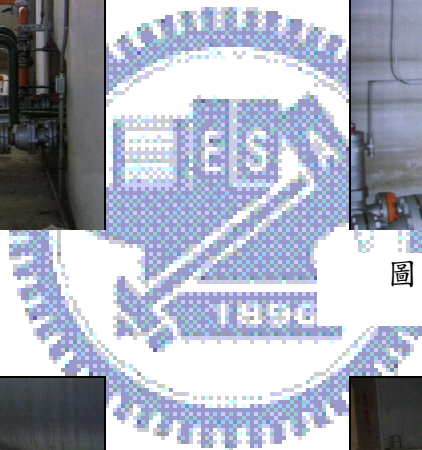




圖 57、



圖 58、

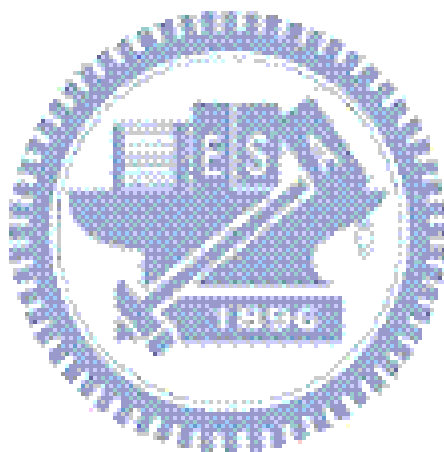




圖 59、圓盤示自動灌裝機

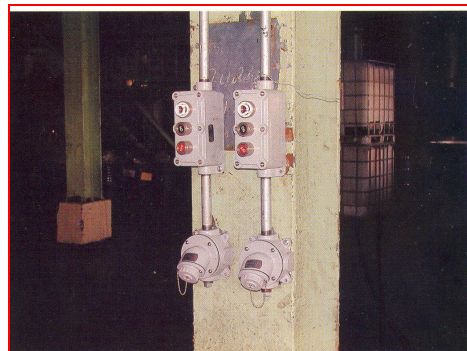


圖 60、電氣開關防爆構造



圖 61、儲槽區設置防撞措施，以及儲槽設溫控和手控灑水裝置情況

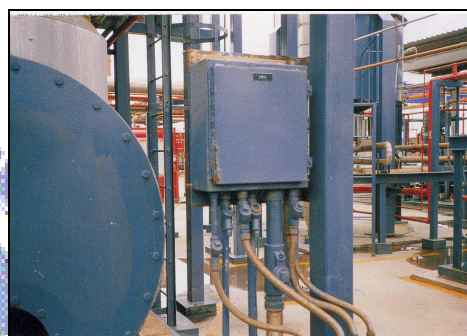


圖 62、電氣防爆構造裝置



圖 63、揚程式逆止閥



圖 64、圓形閥



圖 65、緊急缺斷閥



圖 66、緊急缺斷閥



圖 67、緊急排放閥



圖 68、緊急排放閥



圖 69、靜電接地系統



圖 70、擺動式逆止閥



圖 71、擺動式逆止閥

參考文獻

中文部分

1. 曾傳銘，工業火災爆炸防範實務，揚智文化事業股份有限公司，2000年01月，p.156-164。
2. 張寬勇，風災震災重大火災爆炸災害防救業務計畫之強化，內政部消防署委託研究報告，台北科技大學，2002年12月。
3. 張寬勇，擬訂災害防救基本計畫有關各類災害防救對策之研究，內政部消防署委託研究報告，台北科技大學，2003年12月，p.239-284。
4. 行政院災害防救委員會、國家災害防救科技中心，「公共安全管理白皮 - 重石化廠區安全管理」，2004年02月。
5. 行政院災害防救委員會、國家災害防救科技中心，「公共安全白皮書 - 科技廠房安全管理」，2004年02月。
6. 邱晨璋，危險物品保安監督人複訓教材，鼎茂圖書出版股份有限公司，2003年09月。
7. 張國信，多變數危害排序系統之研究與化學製程危害評估之應用，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系碩士論文，2002年06月。
8. 江世州，高振山，近十年我國工業火災爆炸預防技術發展回顧與展望，工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心論文集，2000年08月。
9. 劉維義，火災爆炸防制及消滅技術之應用與探討，紐奧良文化事業，2002年12月。
10. 王世煌，工業安全風險評估，揚智文化事業股份有限公司，2003年08月，p.221-226。
11. 張承明，本質安全在化學製程設計之應用，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2002年03月，p.8-15。

12. 王振華，設備安全分析與實務整合，工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心論文集，2000年08月， p.2-9 。
13. 陳弘毅，消防學，鼎茂圖書出版股份有限公司，2003年09月。
14. 徐啟銘、張銘坤、吳鴻鈞，防爆技術指針製作—儲槽、空氣濾清裝置、裝卸料裝置，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2002年03月， p. 。
15. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所編印，製造業靜電危害現況調查及防止對策探討，1997年。
16. 行政院勞工委員會譯印，防火防爆對策技術手冊，1998年， p.268-269 。
17. 冉存仁，靜電危害防制、電氣安全技術與紅外線熱影像檢測應用技術研討會論文集，經濟部工業局，2001年。
18. 沈智明，靜電危害分析暨防制，工業安全科技第 31 期，經濟部工業局工業安全衛生技術服務團編印，1999年， p.1-11 。
19. 施邦築、熊光華，大規模災害救災標準作業系統之建立，內政部消防署委託研究報告，台北科技大學，2003年12月。
20. 藍貴芳，災變現場救災指揮體系之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士學位論文，2002年06月。
21. 行政院災害防救災委員會，緊急事故指揮系統（ Incident Command System — ICS ）補充教材。
22. 許嘉興，半導體工廠火災搶救之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，2001年06月。
23. 陳彥夫，半導體與光電廠緊急應變能力調查，高雄醫學大學健康科學院職業安全衛生研究所碩士論文，2001年06月， p.23-28 。
24. 緊急應變與指揮系統實務，經濟部工業局，1999年， p27-39 。
25. 緊急應變應用技術手冊，經濟部工業局，1995年。

26. 張一岑，防火與防爆，揚智文化事業股份有限公司，1999年12月。
 27. 直轄市、縣（市）消防機關火場指揮及搶救作業要點，內政部消防署（實用消防法令），2002年，p1366-1370。
 28. 內政部消防署，消防安全法令輯要，2001年05月。
 29. 消防&防災科技網（紐奧良文化事業），http://www.firesafety.asmag.com/_feature/main.htm
 30. 國家級災難醫療救護隊北區執行中心，網址：<http://dmat.mc.ntu.edu.tw/>。
 31. 蘇文源，氣體類防爆電氣標準之現況，中華民國工業安全衛生協會（工業安全衛生月刊 203），2006年05月。
 32. 液化石油氣消費設備安全輔導技術手冊，經濟部工業局・中華民國工業安全衛生協會，1993年06月。
 33. 工業氣體製程危害鑑別風險評估及控制技術，行政院勞工委員會北區勞動檢查所，2002年07月。
英文部分
- 
1. 「防爆指導方針」，RIIS-TR 產業安全研究所，日本。
 2. 上原陽一等，「防火、防爆對策技術手冊」，日本 ハンドブック。
 3. David Mahoney, Large Property Damage Losses in the Hydrocarbon-Chemical Industries- A Thirty-Year Review, 18th Edition, J&H Marsh & McLennan, 1998
 4. NFPA 69, "Standard of Explosion Prevention System", National Fire Protection Association, USA, 1992。
 5. BS 5958, Part 1 and 2, Birtish Standards Institution, Code of Practice for Control Undesirable Static Electricity, London, 1991。
 6. Incident Command System, Federal Emergency Management Agency Emergency Management Institute, January 1998。

7.Dana Cole , The Incident Command System : A 25-Year Evaluation By California

Practitioners , California Department of Forestry and Fire Protection , St.

作者簡介

姓名：李昆峰

出生地：台灣·高雄

出生日期：民國51年5月31日

考試：乙等特考土木工程及格

主要經歷：

工兵排長、人事官、工程官

台灣省政府交通處基隆港務局港埠工程處測量隊技術士

台灣省政府勞工處中區勞工檢查所營造業組檢查員

行政院勞工委員會北區勞動檢查所檢查員、組長、行政室主任、秘書

現任：行政院勞工委員會北區勞動檢查所綜合組組長

其他：

獲選93年公務人員楷模

通訊處：

10049 台北市中正區紹興北街31巷39號

Email : kfl@nlio.gov.tw

電話：

Tel : +886 (2) 23213511Ext700

Fax : +886 (2) 23952229