

出國報告(出國類別：研習)

參加 CDI-T 化學品分銷協會(Chemical
Distribution Institution-Terminal)
碼頭營運與安全的稽核課程

服務機關:台灣中油公司石化事業部

姓名職稱:黃建輝 主任

派赴國家:雪梨(澳洲)

出國期間:102.08.10~08.18

報告日期:102.10.28

| 目 錄 | 頁次 |
|------|----|
| 目次 | 2 |
| 壹、摘要 | 4 |
| 貳、目的 | 7 |
| 參、過程 | 10 |
| 肆、心得 | 38 |
| 伍、建議 | 40 |

| 附件頁次表 | 頁次 |
|-----------------------------|----|
| 附件 1 CDI-T 課程內容 | 5 |
| 附件 2 CDI-T 參加課程學員照片 | 6 |
| 附件 3 BLCH Guide(散裝液體化學品處理指) | 6 |
| 附件 4 碼頭操作與稽核員訓練課程 | 7 |
| 附件 5 CDI 基金會組織圖 | 8 |
| 附件 6 CDI 全球會員列表 | 9 |
| 附件 7 申請表格 | 10 |
| 附件 8 出國行程表 | 11 |
| 附件 9 歐洲化學品工業協會安全品質評估體系 | 12 |
| 附件 10 RCMS 整合管理系統 | 13 |
| 附件 11 簡化儲油井概貌 | 14 |
| 附件 12 碳氫化合物分類表 | 15 |
| 附件 13 烷烴-己烷及其異構物表 | 15 |
| 附件 14 烷烴物理性質表 | 16 |
| 附件 15 烯烴化學式及結構圖 | 16 |
| 附件 16 烯烴物理性質表 | 17 |
| 附件 17 炔類物理性質表 | 17 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 附件 18 環狀烴物理性質表----- | 18 |
| 附件 19 環烷烴結構圖----- | 18 |
| 附件 20 環烯烴結構圖----- | 19 |
| 附件 21 芳族烴結構圖----- | 19 |
| 附件 22 芳族烴物理性質表----- | 19 |
| 附件 23 原油產品蒸餾示意圖----- | 20 |
| 附件 24 原油產品用途表----- | 20 |
| 附件 25 火災爆炸反應曲線圖----- | 22 |
| 附件 26 液化氣體可燃性表----- | 22 |
| 附件 27 易燃的與可燃的液體分類表----- | 23 |
| 附件 28 氧氣對易燃範圍的效應表----- | 23 |
| 附件 29 惰氣的混合體不易燃性的最大氧氣濃度----- | 24 |
| 附件 30 K704 油槽掀頂事故----- | 26 |
| 附件 31 油品導電度與弛豫時間的對照表----- | 28 |
| 附件 32 管徑與裝載速度對照表----- | 28 |
| 附件 33 儲槽內容物損失釋放模式----- | 29 |
| 附件 34 以事件樹分析可燃火燄釋放的所有後果----- | 30 |
| 附件 35 內浮頂儲槽示意圖----- | 33 |
| 附件 36 風險等級矩陣----- | 34 |
| 附件 37 可能性(Probability)分級表----- | 35 |
| 附件 38 嚴重度(Severity)等級分級----- | 35 |
| 附件 39 風險評估表格----- | 36 |
| 附件 40 HazOp、LOPA、SIS 示意圖----- | 37 |

參加 CDI-T 化學品配送協會
(Chemical Distribution Institution-Terminal)

碼頭營運與安全的稽核課程

研習報告

壹、摘要

每三年中油公司石化事業部前鎮儲運所，都會接受來自英國的 CDI-T化學品配送協會對碼頭營運與安全的第三者稽核，最近一次是 2012年3月6日到8日，總共在管理面（根據CDI-T Management Questionnaire 5th Edition）有3項觀察事項；技術面（根據CDI-T Technical Questionnaire 5th Edition）有46項觀察事項。CDI-T特別說明，此觀察結果並不是為了以任何目的對碼頭進行通過或是不通過的考核，而是就檢查當時的碼頭狀況進行評判而已。其結果都會登錄於 CDI-T會員網頁。前鎮儲運所業務有統籌辦理散裝石化品進出口之裝卸儲運的業務，對碼頭營運與安全的稽核內容有必要更深入了解，以作為營運與安全改善的參考，剛好CDI-T有此課程在亞太地區辦理，所以石化事業部長官就派職前往接受課程訓練，也希望回到工作崗位，能將上課心得分享給前鎮儲運所同仁。

本課程共五天，課程內容如附件1，參加的學員共15位，如附件2照片，來自不同國家：英國1位、加拿大1位、紐西蘭1位、澳洲1位、沙烏地阿拉伯1位、泰國2位、新加坡2位、印度1位、日本2位、韓國2位、香港1位及台灣1位。課程在雪梨郊區一間全種類功能中心(All Sorts function centre)舉辦，五天的課程都由海事和工業安全技術有限公司(Centre for Maritime & Industrial Safety Technology Limited (C-MIST) Mr. Mehdi Laftavi主講，課程結束有一筆試與面試；主要針對要取得CDI-T發給的稽核員(Inspector)證照的人員，本班中有三位因利益衝突（Conflict of interest）不能取得證照，所以也不需參加考試。報名時要透過資格審查才能參訓，審查後主辦單位會預先告知，其中有兩位是擁有碼頭營運的單位，我是其中一位，另一位來自泰國的學員，第三位是香港的女學員，她是貿易商，主要來了解碼頭營運與安全的相關事項，以便在委託載運及停靠碼頭時降低風

險。

本課程涵蓋責任照顧(Responsible Care)、貨油性質與特徵(Cargo properties and characteristics)、海運碼頭如何運作(Marine terminal, how they function)、海運碼頭設備符合度標準(Marine terminal equipment compliance standard)、繫纜與繫纜設備(mooring and mooring equipment)、貨品轉運設備(Cargo transfer equipment)、**CDI-T**碼頭安全與品質評核系統、安全健康及環境政策、碼頭安全操作程序、消防系統及緊急應變、靜電與安全、儲槽種類、風險評估方法技術與應用、碼頭操作程序與船岸界面等等，上課前須購買電子書如附件3 BLCH Guide(散裝液體化學品處理指南)，上課時發兩本紙本書CDI-T Technical Questionnaire 5th Edition及CDI-T Management Questionnaire 5th Edition，這是CDI稽核員的參考依據，也是根據此規則，前鎮儲運所上次CDI-T查核在管理面3項觀察事項；技術面46項觀察事項。此兩本問卷集碼頭營運單位都應該要詳讀並自我檢視營運設施在管理面與技術面的符合度，以提升碼頭營運的效能與安全。另外，上課也發了一本紙本教材，如附件4，這些都將是前鎮儲運所營運的參考資料。

| SYLLABUS | |
|--|---|
| Monday 12 th | Tuesday 13 th |
| Responsible Care® Cargo properties and characteristics Marine terminals, how they function Marine terminal equipment compliance standards Mooring and mooring equipment Cargo transfer equipment | Responsible Care® Road terminal equipment Rail terminal equipment CDI-T Terminal Safety & Quality Assessment System Integrated Management Systems |
| Wednesday 14 th | Thursday 15 th |
| Health, Safety and Environment Policy Welfare of site workers and contractors Training of personnel Operational procedures, work instruction and maintenance Suppliers, customers and neighbours Emergency Response | Fire fighting equipment Environmental (water, air & soil) control equipment Power distribution and emergency backup Security, internal/external and control of access Risk assessment – methodology, techniques and application |
| Friday 16 th AM | Friday 16 th PM |
| Marine jetty operations, ship/shore interface Drumming and warehousing Laboratories | Written Examination (Oral Interviews for those applying for CDI-T Accreditation) |
| Saturday 17 th | |
| Continuation of Oral Interviews as necessary | |

附件 1 CDI-T 課程內容



附件 2 CDI-T 參加課程學員照片

**Bulk Liquid Chemical Handling Guide for Plants, Terminals, Storage and Distribution Depots
(BLCH) Guide**



- Home
- Why is BLCH needed?
- Overview
- Contents
- Who is the BLCH Guide for?
- Who will use the BLCH Guide?
- BLCH news
- Interview with CDI
- CDI technical papers
- About CDI
- Downloads
- Buy the book



Take a look inside the book:

This publication is a straightforward, comprehensive and practical guide that ranges from the basic design and layout to the continued safe and efficient operation, maintenance and management of the typical chemical tank terminal.

PRICE £495 AVAILABLE TO BUY NOW

This publication is not designed to replace existing standards, but to provide complementary information for anyone involved in or responsible for managing this type of facility. It is designed to be consistent with, but not a substitute for, local or international regulations and requirements.



附件 3 BLCH Guide(散裝液體化學品處理指南)

CDI - T

Australia

**Terminal Operations &
Inspectors Training Course**

August 2013



Heriot-Watt University Research Park, Edinburgh EH14 4AP, UK
Tel: +44 (0)131-451 5253 Fax: +44 (0)131-451 5440 www.c-mist.com

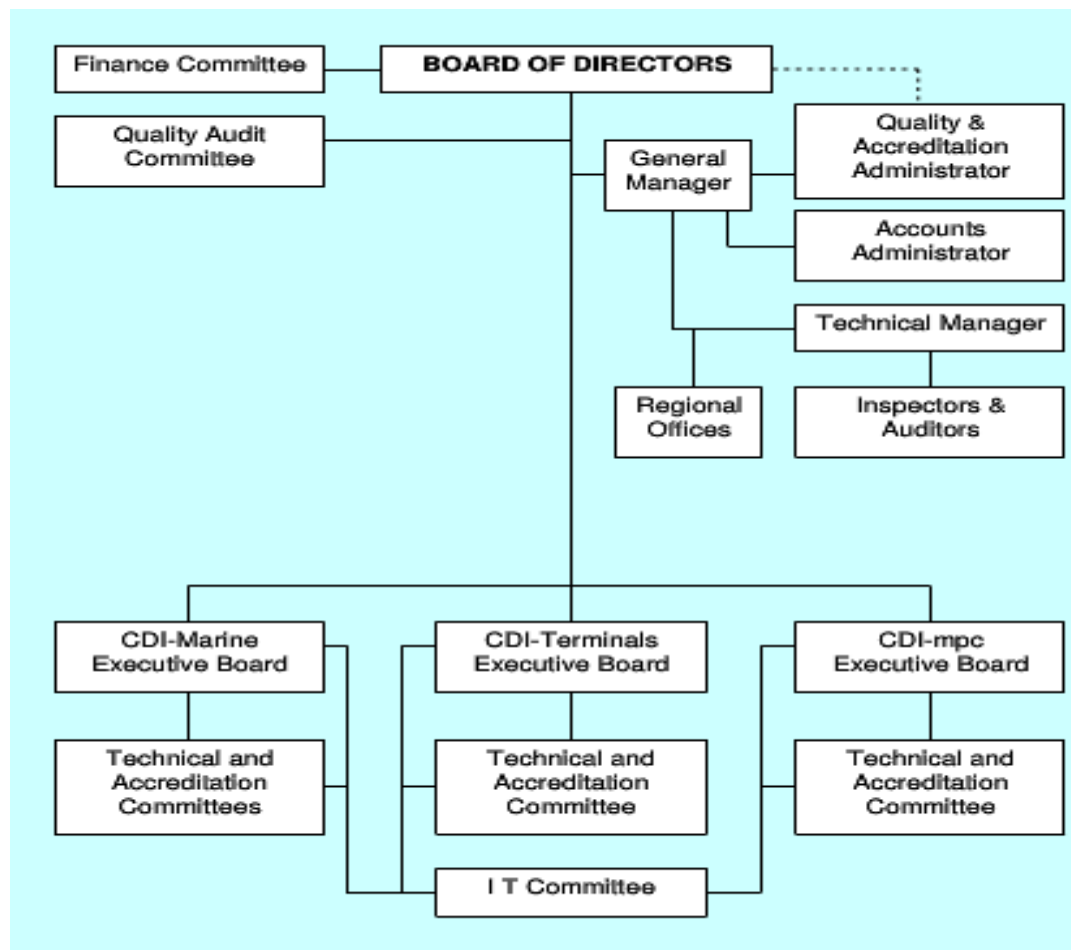
附件 4 碼頭操作與稽核員訓練課程

貳、目的

CDI是根據荷蘭法律創立的基金會(<http://www.cdit.nl/psp/cdit.home>)，CDI化學品分銷協會(Chemical Distribution Institution)是以非營利的基礎在運作。CDI由董事會管理，分為七個由參與的化學公司提名的個體組成，董事會建立政策(Policy)及負責基金會整體事務。個別執行董事會被選舉出來監督和指導職員負責日常活動，包括三個部分：CDI-Terminal(碼頭)、CDI-Marine(海事)及CDI-MPC(Marine Packed Cargo海事包裝貨物)計畫。組織如附件5，全世界會員超過百餘個(<http://www.cdit.nl/psp/cdit.MembersPSP>)，包括台灣中油公司前鎮儲運所(如附件6)。

CDI是世界級的安全健康及環境管理系統的驗證機構，透過CDI的審核(Audit)：對內可以提升港站碼頭的管理水準，操作規範；對外

可以提升港站碼頭的國際形象，更具競爭力；對行銷提供更有效的售前支持；為操作提供更詳細的操作規範；為港站碼頭安全提供更嚴格的標準。石化事業部前鎮儲運所統籌經辦散裝石化品進出口之裝卸儲運業務，對碼頭營運與安全的稽核內容有必要更深入了解，以作為營運與安全改善的參考，參加本課程可以了解先進的碼頭營運管理與技術知識，同時與來自不同國家的準稽核員交流，並帶回資料供參考，是此行最大的目的。



附件 5 CDI 基金會組織圖

CDI-T - List of Members

| | | |
|---|---|---|
|  | BP (C) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.bp.com Paul Lancaster +44(0)1482 653312 lancasp@bp.com |
|  | BP Guangzhou Development Oil Products Co., Ltd. (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.gdih.cn Jimmy Jin +86 20-34680826 jimmy.jin@se1.bp.com |
|  | Braskem SA (C) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.braskem.com.br Ivo Martins +55 71 3413 1078 ivo.martins@braskem.com.br |
|  | Cattalini Terminais Maritimos Ltd (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.cattalinterminais.com.br Carla Nitsche Rocha +55 41 3420 3500 carla@cattalinterminais.com.br |
|  | Celanese Chemicals Europe (C) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.celanese.com Dennis Melgert +1 972-443-4495 dennis.melgert@celanese.com |
|  | Cesari - Empresa Multimodal de Movimentação de Materiais Ltda (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.cesari.com.br Mr. Joao Batista Valim +55 13 3362 5000 javalim@cesari.com.br |
|  | Chemical Logitec Co., Ltd. (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.tkclt.com Isoroku Matsuno +81 3 3497 6984 isoroku-matsuno@tkclt.com |
|  | Chinese Petroleum Corporation (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | eng.cpc.com.tw Vincent C. C. Lin +886 7 821 4120 5 224979@cpc.com.tw |
|  | COPAPE Terminais e Armazéns Gerais S/A (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.copapeterminais.com.br Aquiles Dias +551332023500 aquiles.dias@ageoterminals.com.br |
|  | CSA Terminals Sdn Bhd (T) (formerly known as Dovechem Terminals SDN BHD) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.chemstationasia.com Chen Lai Peng +609 583 4027 lp.chen@chemstationasia.com |
|  | Den Hartogh Storage Terminals (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.denhartogh.com Edward de Vos +31 168 334 373 edevos@denhartogh.com |
|  | Dongguan Evergrowing Terminal Co., Ltd. (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.egtchina.com Mr. Chen Shi Xin csx@egtchina.com |
|  | DUPEG Tank-Terminal (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.dupeg.de Stefan Horwege +49(40)75196 361 stefan.horwege@vopak.com |
|  | DuPont Ltd (C) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.dupont.com Starlene M. Breece Starlene.M.Breece-1@usa.dupont.com |
|  | Eastern Tankstore (S) Pte Ltd (T) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.etankstore.com Huang Jia Ling +86 755 26392920 ext. 211 huang.jialin@etankstore.com |
|  | ExxonMobil Chemical Europe (C) Contact Person Phone Number E-mail Address | www.exxonmobil.com Celine Salino +32 2 722 4350 celine.salino@exxonmobil.com |

附件 6 CDI 全球會員列表之一顯示中油公司列於其中

參、過程

一、行程

要參加本訓練，須先填寫申請表格如附件 7 一式五頁，含個人詳細資料、學經歷、對法規及勞安衛品質與環境管理系統了解的知識、語言的熟稔度、工作經驗、人際技巧、及稽核經驗等，送CDI-T英國總部，經審查合格後才准報名。訓練費用1000英磅以及BLCH Guide(散裝液體化學品處理指南)電子書150英磅，完成匯款手續後，電子書下載密碼就會取得，電子書為單機版且須在其閱讀程式下才能啟用。

Return Fax No: +44 (0) 1483 285 474
or e-mail attachment to: chemdist@cdim.org

| APPLICATION FORM FOR TERMINAL INSPECTOR ACCREDITATION | |
|--|--|
| <small>Candidates seeking accreditation as Inspectors with the Chemical Distribution Institute - Terminals (CDI-T) are requested to complete this Application Form. The form must be completed by hand and MUST NOT be transposed into a computer format. As much detail as possible should be included and the completed form returned to the address below; the form may be faxed or e-mailed and the original sent by mail.</small> | |
| PERSONAL DETAILS | |
| Family Name: | <u>HUANG</u> |
| First Name(s): | <u>HUI</u> |
| Date of Birth: | <u>1 1 19</u> Nationality: <u>TAIWAN</u> |
| Permanent Address: | <u>NO. 13-2 Alley 15 Hon-Yu 1st Rd.</u> <u>Nanzai dist. Kaohsiung CITY.</u> <u>TAIWAN(ROC)</u> |
| Correspondence Address (if different): | <u>NO. 3 SHIH-HWA 2nd Rd.</u> <u>LIN YUAN DIST. Kaohsiung CITY</u> <u>TAIWAN, ROC</u> |
| Private Telephone: | <u>886-72 1 6</u> |
| Business Telephone (if appropriate): | <u>886-7-6413701 EXT 8899</u> |
| Fax Number: | <u>886-7-6413701 EXT 8028</u> |
| E-mail Address: | <u>@CPC.com.tw</u> <u>ch2@gmail.co</u> |
| RETURN ADDRESS: CHEMICAL DISTRIBUTION INSTITUTE St Martins House Business Center, Ockham Road South, East Horsley, Surrey KT24 6SX, UK Tel: +44 (0) 1483 281 268 | |

附件 7 申請表格

出國行程如附件8，抵達雪梨一般都在早上，除安頓旅館外，對隔天要上課的地點也要先探尋，以免一早趕車會顯得匆忙。

附件 8 台灣中油股份有限公司 出國行程表

(員工姓名及編號：)

製表日期：102 年 月 日

| 預定起迄日期 | 天數 | 到達地點 | 詳細工作內容 |
|--------------------------------|----|-------|---|
| 102.8.10 (六) | 1 | 高雄~雪梨 | 啟程。 |
| 102.8.11 (日) | 1 | 雪梨 | 啟程 |
| 102.8.12 (一) ~102.08.16 (五) | 5 | 雪梨 | 參加英國 CDI-T 化學品分銷協會(Chemical Distribution Institution-Terminal)港站營運、操作與安全稽核課程。 |
| 102.08.17 (六) | 1 | 雪梨 | 返程。 |
| 102.08.18 (日) | 1 | 雪梨~高雄 | 返程 |
| 合 計 | 9 | | |

第一天上課先由CDI 基金會 Howard. Snaith先生介紹本次課程的考核方式及CDI 基金會組織概況。接著課程主講者 Mr. Mehdi Laftavi of C-MIST Edinburgh接手主講4天半的課程，當然首先大家輪流自我介紹、工作經驗，為何參加此課程等，大家互相熟悉相互提問，因為參加者都有相當的經驗，所以討論很熱絡，主講者適時說明課程進行方式及內容概要，以便學員能預習課程內容。

上課內容雖說根據如附件4碼頭操作與稽核員訓練課程，但還是主講者就其準備的PowerPoint教材及學員反應機動調整，因無法取得上課教材，本報告就上課筆記及紙本課程，作整理分別摘要說明，包含：責任照顧 (Responsible Care)、貨油性質與特徵 (CARGO PROPERTIES & CHARACTERISTICS)、靜電 (Static Electricity)、消防安全 (fire safety)、內浮頂油槽 (Internal floating tank) 及風險評估(Risk Assessment) 等項目。

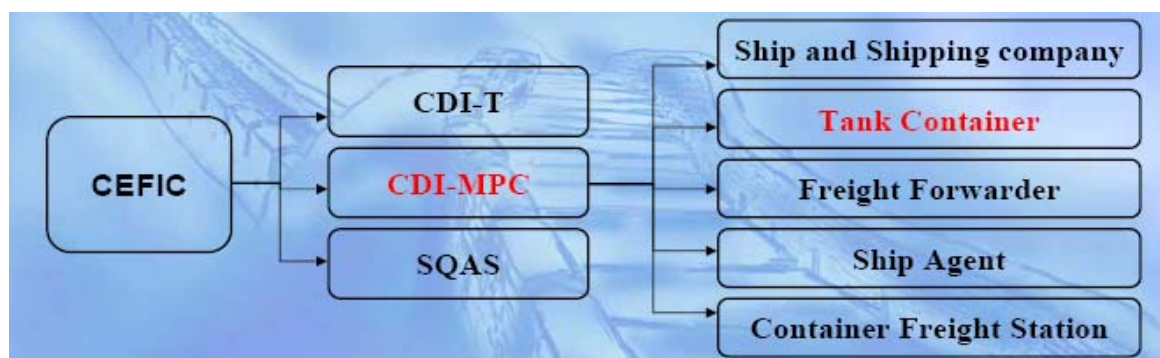
二、課程內容

(一) 責任照顧 (Responsible Care)

責任照顧 (Responsible Care) 是全球化學工業自發性地就安全健康及環境 (SHE) 等方面不斷改善績效的行為，是化工行業專有的自願性行動。此行動旨在改善各化工企業生產經營活動中的安全健康及環境表現，提高當地社區對化工行業的認知與參與。包括：職業健康和 safety、安全與緊急應變、分銷安全、溝通參與、產品監管、環境保護、保安等項。

歐洲化學品工業協會 (cefic European Chemical Industry Council)：通過盡可能提高經濟、環境條件受益於社會，維繫發展繁榮的化學工業，同時關注不斷提高安全、健康、及環境等活動的組織。

由歐洲化學品工業協會 www.cefic.org 發起對責任照顧在儲運方面的實踐，發展出的安全品質評估體系，CDI-T、CDI-MPC (Marine Packed Cargo)、SQAS (Safety Quality Assessment System) (www.sqas.org) 等是其中的模組，如附件9歐洲化學品工業協會安全品質評估體系：



目前責任照顧協會 (TRCA) 擬推動的責任照顧整合管理系統，由美國國家標準學會 (ANSI) 和美國品管學會 (ASQ) 兩個著名的機構所創立的 ANAB 所認證。他是整合 ISO 14001/OHSAS 18001/TOSHMS 而成的管理系統，要取得 ANAB 認證須先比對 RCMS 的要求與 ISO 14001/OHSAS 18001/TOSHMS 的差異做分析，再將額外的要求列為 RCMS 特定驗證項目，並取得 ICCA/ACC 的認同只與支持，才能取得驗證通過，其系統示意圖如附件10 RCMS 整合管理系統

RCMS 整合管理系統



■ RCMS 由 ANAB 認證

■ ANAB 是美國國家標準學會(ANSI)和美國品管學會(ASQ)兩個著名的機構所創立的。

(二) 貨油性質與特徵 (CARGO PROPERTIES & CHARACTERISTICS)

本章節旨在綜觀散裝液體化學品的來源及其性質的資訊，同時含蓋其特徵與分類，並了解物理與危害特性的重要與安全處理與儲存的意含。對碼頭(Terminal)的定義是主要用來處理以液體形態的散裝化學品的設施。有幾種途徑將散裝物質從碼頭進出，可經由船、公路、鐵路、及管路輸送，而散裝物質包涵原油、原油產品、液化氣體、散裝液體化學品等。

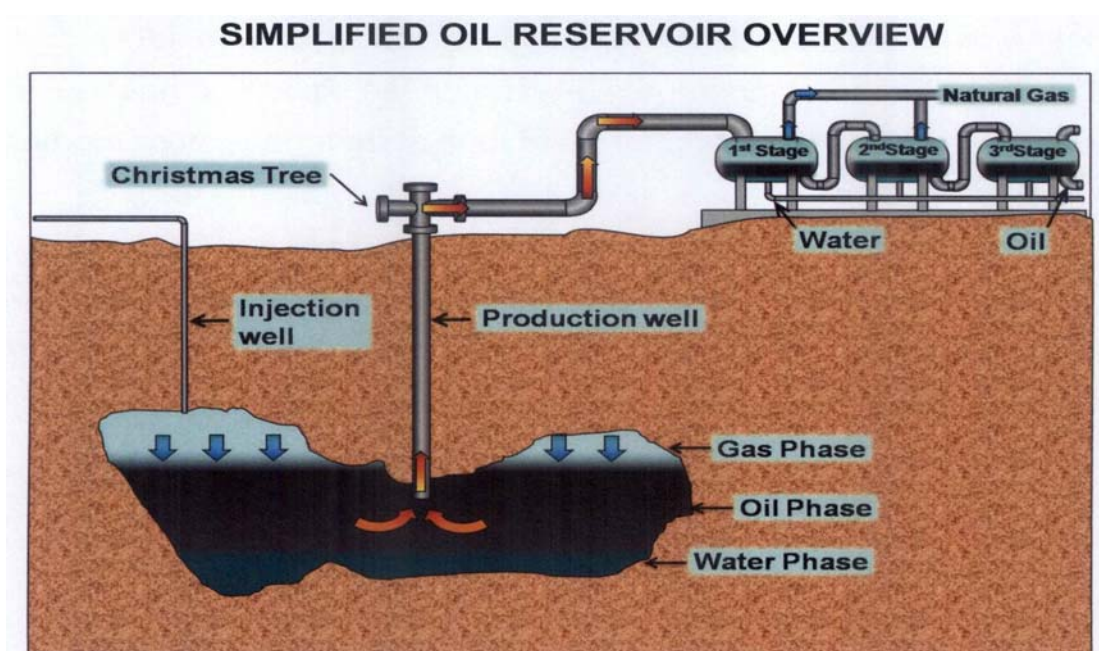
不了解及控制化學品輸送與儲存的方式會導致對個人、社區、環境及公司本身造成災難性的後果。因此，須要有效的溝通取管道來安全的管理化學品。尤其當化學品的儲存與輸送成為世界性的事業時更甚。有四種規範應用於世界性的化學品的儲存與輸送：國家防火協會(NFPA)、全球調合制定(GHS)、國際海運危險貨物編號(IMDG)及物質安全資料表(MSDS)。

大多數的碼頭具有足夠的設備和設施來處理不斷變化的產品。產品範圍從純化學品到混合物。從非危險、有害或高度危害範圍的產品特性。碼頭人員負責接受產品的儲存，負責操作的安全和有效的處理，

應瞭解產品的特性和在哪裡可以找到關於產品的信息。而當地法規必須將特定的化學品進行分類和說明儲存及處理的方式。一般公認的國際標準或規範也需要遵守。

1. 原油的組成與碳氫化合物的結構與原油的分類

不同地區開採的原油各有不同的成份，當伴隨的氣體化合物被常壓分離後，原油在世界上以液體比重(15°C)約0.78~1.00 Kg/Liter的形態交易。



附件 11 簡化儲油井概貌

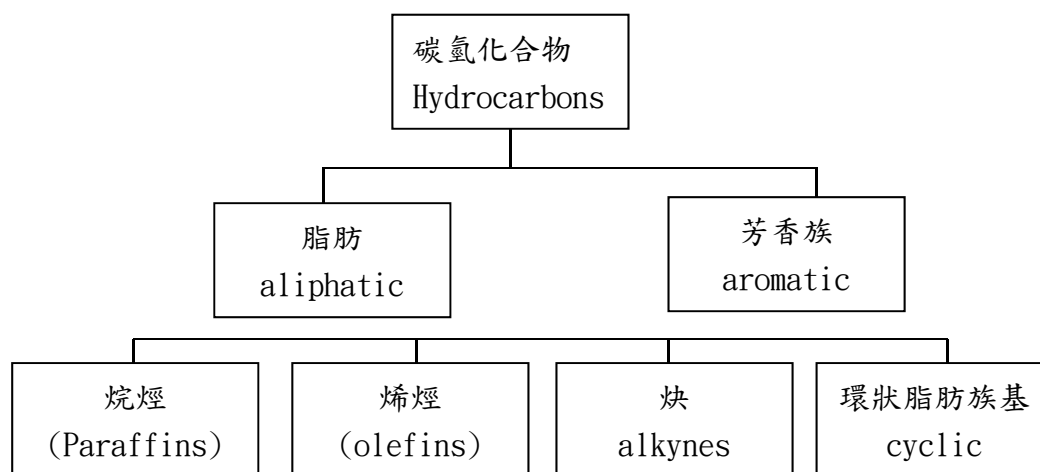
1.1 一般原油的成份可能摘要如下：

| 元素 | 重量比% |
|----|-------|
| 碳 | 84~87 |
| 氫 | 11~14 |
| 硫 | 0~3 |
| 氮 | 0~0.6 |

碳氫化合物

| | |
|-----------------|--|
| 石蠟烴(paraffinic) | 直鏈、支鏈 |
| 環烷烴(naphthenic) | 烷基環戊烷(alkyl cyclopentanes)、 烷基環己烷(alkyl cyclohexanes) |
| 芳香族(aromatic) | 烷基苯(alkyl benzenes)、芳香族環 |

烷烴(aromatic naphthenic)
 溶解氣體(Dissolved gases) 氮氣、二氧化碳
 硫化化合物(sulfur compounds) 硫化氫(hydrogen sulfide) 硫醇(mercaptane)
 有機氮化合物(organic nitrogen compounds)
 有機氧化合物(organic oxygen compounds)
 有機金屬化合物(organic metallic compounds)
 膠體粒子(colloidal particles) 瀝青(asphaltenes)、樹脂(resins)、石蠟(paraffin waxes)
 水(沉澱物與水) 淡水或鹽水
 固形物 出砂(produced sand)、管線結垢物及泥土、腐蝕產物



附件 12 碳氫化合物分類表

1.2 碳氫化合物的結構

烷烴(Paraffins)alkanes 到己烷及其異構物(isomers)如附件 13

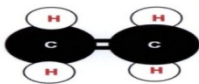
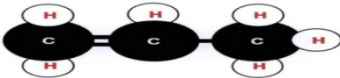
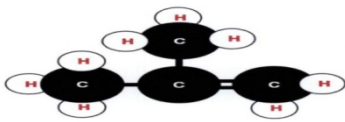
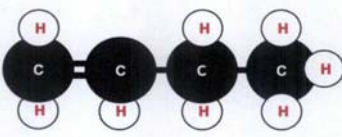
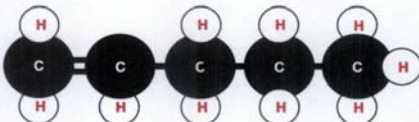
| Name | Formulae |
|-------------|--------------------------------|
| Methane | CH ₄ |
| Ethane | C ₂ H ₆ |
| Propane | C ₃ H ₈ |
| n-butane | C ₄ H ₁₀ |
| Iso-butane | C ₄ H ₁₀ |
| n-pentane | C ₅ H ₁₂ |
| Iso-pentane | C ₅ H ₁₂ |
| n-hexane | C ₆ H ₁₄ |
| Iso-hexane | C ₆ H ₁₄ |

物理性質如附件 14 下表：

| Physical Properties of Paraffin (Alkanes) | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|-----------------------------|
| Name | Boiling Point °F °C | | Melting Point °F °C | | Specific Gravity 60°/60° |
| Methane | - 259 | -162 | - 296 | -182 | |
| Ethane | - 128 | -89 | - 297 | -183 | |
| Propane | - 44 | -42.2 | - 306 | -188 | 0.507 |
| Butane | 31 | -0.6 | - 217 | -138 | 0.584 |
| Pentane | 97 | 36.1 | -202 | -130 | 0.631 |
| Hexane | 156 | 69 | 140 | 60 | 0.664 |

烯烴(olefins)alkenes 不飽和碳氫化合物，分子式碳有雙鍵。
其化學式及結構如附件 15 下圖

Common Olefins (Alkenes)

| Name | Formula | Structure |
|-------------|-------------|--|
| Ethylene | C_2H_4 |  |
| Propylene | C_3H_6 |  |
| Isobutylene | C_4H_8 |  |
| But-1-ene | C_4H_8 |  |
| Pent-1-ene | C_5H_{10} |  |

Note: the name ends in "ene" for the Olefin family.

其物理性質如附件 16 下表：

| Name | Formula | Boiling Point | | Melting Point | | Specific Gravity 60°/60° |
|-----------|--|---------------|------|---------------|------|-----------------------------|
| | | °F | °C | °F | °C | |
| Ethylene | $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ | -155 | -104 | -272 | -169 | |
| Propylene | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3$ | -54 | -48 | -301 | -185 | |
| Butene | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$ | 21 | -6 | -302 | -186 | 0.601 |
| Pentene | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 86 | 30 | -265 | -165 | 0.646 |
| Hexene | $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 146 | 63 | -216 | 138 | 0.675 |

Some Physical Properties of the Alkenes

炔類 alkynes 其分子式碳有叁鍵，最簡單的是乙炔，一般稱 Acetylene。

$\text{CH} \equiv \text{CH}$
Ethyne (Acetylene).

| Name | Formula | Boiling Point | | Melting Point | | Specific Gravity 60°/60° |
|---------|--|---------------|-----|---------------|------|-----------------------------|
| | | °F | °C | °F | °C | |
| Ethyne | $\text{CH} \equiv \text{CH}$ | -120 | -84 | -114 | -81 | |
| Propyne | $\text{CH} \equiv \text{CCH}_3$ | -9 | -23 | -151 | -102 | |
| Butyne | $\text{CH} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_3$ | 48 | 9 | -188 | -122 | |
| Pentyne | $\text{CH} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 104 | 40 | -144 | -98 | 0.695 |
| Hexyne | $\text{CH} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 162 | 72 | -191 | -124 | 0.719 |

Some of the physical properties of Alkynes

附件 17 炔類物理性質表

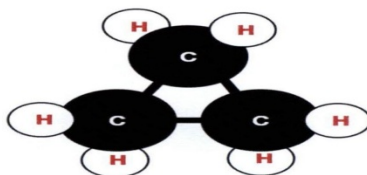
環狀烴(cyclic hydrocarbons)：碳原子連成環狀，須考慮三種，環烷烴(cycloalkane)、環烯烴(cycloolefins)及芳族烴(aromatic hydrocarbons)，其物理性質如附件18 下表：

| Name | Boiling Point | | Melting Point | | Specific Gravity 60°/60° |
|--------------|---------------|-----|---------------|------|-----------------------------|
| | °F | °C | °F | °C | |
| Cyclopropane | -27 | -34 | -197 | -127 | |
| Cyclobutane | 55 | 13 | -112 | -80 | |
| Cyclopentane | 121 | 49 | -137 | -94 | 0.750 |
| Cyclohexane | 177 | 81 | 44 | 7 | 0.783 |

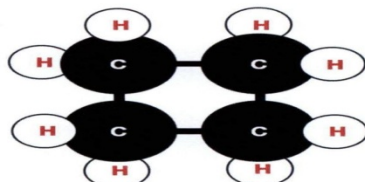
Physical properties of Cycloalkanes

最簡單的環烷烴(cycloalkane)如附件 19 下圖：

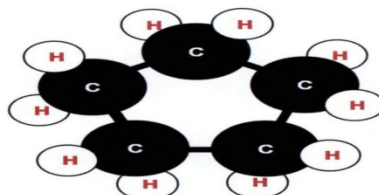
The simplest cyclic paraffin is called Cyclopropane.
環丙烷



Similarly:
Cyclobutane:
環丁烷

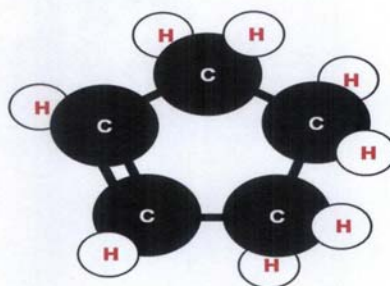


Cyclopentane:
環戊烷

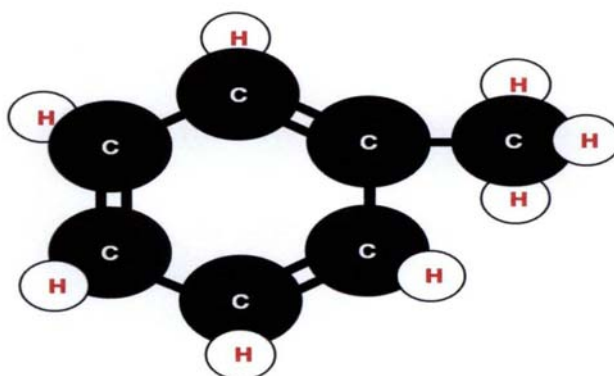


環烯烴(cyclo-olefins)同樣是環狀如附件 20 下圖：

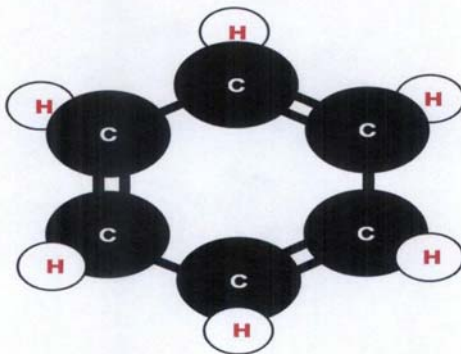
Cyclopentene:
環戊烯



芳族烴(aromatic hydrocarbons) 如附件 21 下圖：



Toluene ($C_6H_5 CH_3$) – an Aromatic.



Benzene (C_6H_6) – an Aromatic.

其物理性質如附件22下表：

| Name | Formula | Boiling Point | | Melting Point | | Specific Gravity 60°/60° |
|---------|---------------|---------------|-----|---------------|-----|-----------------------------|
| | | °F | °C | °F | °C | |
| Benzene | C_6H_6 | 176 | 80 | 43 | 6 | 0.884 |
| Toluene | $C_6H_5 CH_3$ | 231 | 111 | - 139 | -95 | 0.872 |

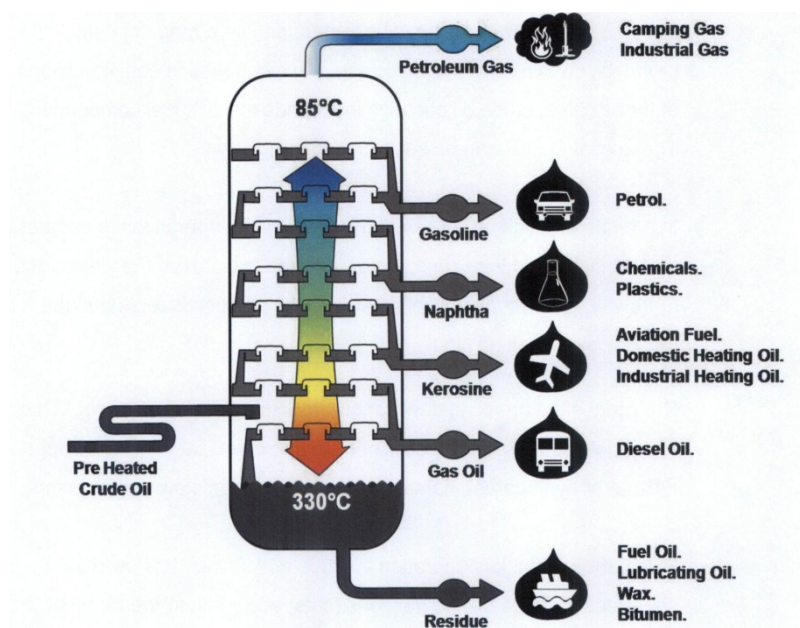
Physical Properties of Aliphatic-Aromatic Hydrocarbons

原油以物理性分類(physical classification)須了解以下特性：比重、API、黏度、流動點(pour point)、濁點(cloud point)飽和硫含量等。

原油產品

透過不同的餾分 (Fractions)的沸點範圍(Boiling point)，蒸餾出不同的產品。

下圖附件 23 原油產品蒸餾示意圖



其原油產品用途表如附件 24：

| Name | Approximate Chemical Composition | Uses |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| Natural Gas | C ₁ – C ₂ | Fuel gas |
| Petroleum Gas | C ₃ – C ₄ | Bottled fuel gas |
| Gasoline | C ₅ – C ₁₀ | Motor fuel, solvent |
| Kerosene | C ₁₁ – C ₁₂ | Jet fuel, cracking stock |
| Light Gas Oil | C ₁₃ – C ₁₇ | Diesel fuel, furnace fuel |
| Heavy Gas Oil | C ₁₈ – C ₂₅ | Lubricating oil, bunker fuel |
| Lubricants and Waxes | C ₂₆ – C ₃₈ | Lubricating oil, paraffin wax, petroleum jelly |
| Residuum | C ₃₈ | Tars, roofing compounds, paving asphalts, coke, wood preservation |

Chemical Composition of Refinery Products & Their Uses.

碼頭常見的化學氣體

乙烯(C₂H₄) 乙烯主要做為製造其他化學品的中間物，特別是塑料。乙烯可以直接聚合生成聚乙烯，為世界上使用最廣泛的塑料，也可用來作為水果的催熟劑。乙烯可以氯化生產二氯乙烯，為聚氯乙烯的前體，或與苯結合產生乙苯。用於製造苯乙烯，是一種重要的化工塑料原料和用於製造聚苯乙烯，也可氧化產生的化學物質如環氧乙烷、乙醇和聚乙烯醇。

丙烯(C₃H₆) 丙烯的主要用途是生產聚丙烯。

丁烯(C₄H₈) 這是在合成橡膠的生產。異丁烯也用於異辛烷的生產，提高汽油的燃燒特性。

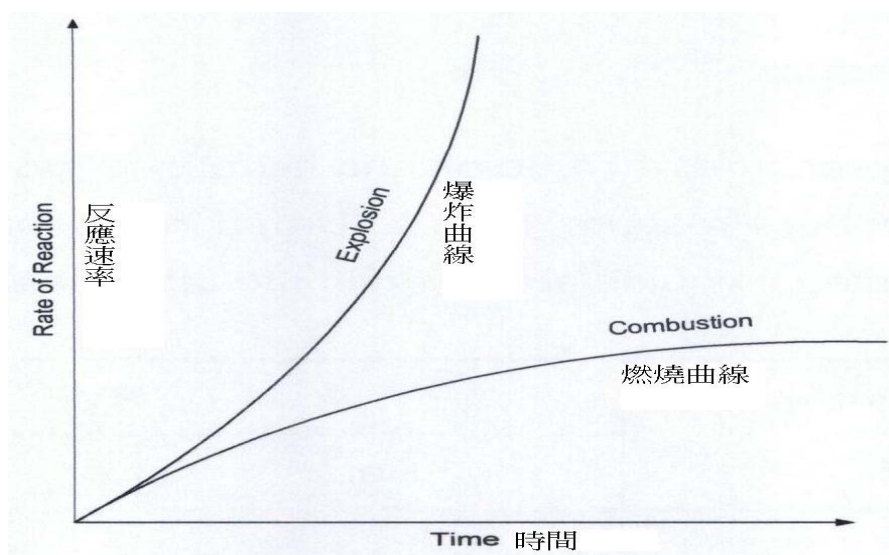
丁二烯(C₄H₆) 大多數的丁二烯聚合生產合成橡膠。而聚丁二烯本身是一個非常軟，幾乎液體材料，從與苯乙烯、丙烯腈丁二烯的混合物製備的聚合物，如ABS，都堅韌、有彈性的。丁苯橡膠是最常用的汽車輪胎的生產材料。

石油化學產品 原油的組成、粘度、密度和易燃的特性，取決於找到的地點。每種類型或等級有不同的重量和沸點範圍。原油蒸餾可以產生汽油、石化原料、燃油、潤滑油和瀝青。這些產品進一步應用在石油化工、有機產業、聚合物和彈性體產業。石油產品也有許多化工產品的原料，包括溶劑、醫藥、化肥、農藥和塑料。

化學特性的影響 化學品在不同條件下的特性對於處理和存儲是非常重要的。例如，對某物質的反應程度決定任何反應可能產生的危害和後果。物質的物理和化學性質直接影響安全儲存和處理，包括決定應該選擇什麼類型的泵或閥。因此，了解化學特性造成的影響廣是至關重要的。化學特性可被分為兩種類：物理性質與化學性質，物理性質如黏度、密度和飽和蒸氣壓，化學性質如反應性、可燃性、燃燒性、毒性和pH值。

火災及爆炸：

火災和爆炸基本的差異在於反應率。火災反應可以在較長的一段時間內繼續，但是爆炸是個持續時間很短的反應。如附件25



一些液化氣體可燃性表如附件 26

FLAMMABILITY DATA FOR SOME LIQUEFIED GASES

| Liquefied Gases | Flammability Limits in Air [% by Volume] | | Autoignition Temperature | |
|---------------------|--|------|--------------------------|------|
| | LEL | UEL | °C | °F |
| Ammonia | 15.0 | 30.0 | 630 | 1166 |
| 1.3 Butadiene | 1.0 | 12.5 | 415 | 779 |
| iso-Butane | 1.5 | 9.0 | 462 | 864 |
| n-Butane | 1.5 | 9.0 | 365 | 689 |
| Ethane | 3.0 | 16.0 | 515 | 959 |
| Ethylene | 2.5 | 34.0 | 425 | 797 |
| Ethylene Oxide | 2.5 | 100 | 440 | 824 |
| Hydrogen | 4.0 | 74.2 | 550 | 1022 |
| Methane | 5.0 | 16.0 | 595 | 1103 |
| Propane | 2.0 | 10.0 | 450 | 842 |
| Propylene (Propene) | 2.0 | 12.0 | 455 | 851 |
| Vinyl Chloride | 4.0 | 31.0 | 472 | 882 |

易燃的(Flammable)與可燃的(Combustible)液體的分別以閃火點 37.8°C 為界，閃火點低於 37.8°C 為易燃的(Flammable) 液體如汽油；閃火點高於 37.8°C 為可燃的(Combustible)液體如煤油。其分類表如附件 27：

Classification of flammable and combustible liquids

Comparison of Various Generally Accepted Flammable & Combustible Liquid Classification Systems – Updated Nov 2010

| | FLAMMABLE RANGE | | TRANSITIONAL RANGE | | COMBUSTIBLE RANGE | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| Temp °C | -18 | -20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 | | | | |
| EEC Dangerous Substances Directive 67/548/EEC Annex VI Classification on the basis of Physicochemical Properties | Extremely flammable Flash point < 0°C Boiling point ≤ 35°C | | Highly flammable Flash point < 21°C | | Flammable Flash point ≥ 21°C to ≤ 55°C | |
| IMDG 2008 Edition 2.2.2.5 Hazard grouping based on flammability | Packing group I Boiling pt ≤ 35°C | | Packing group II Flash point < 23°C Boiling point > 35°C | | Packing group III Flash point ≥ 23°C to ≤ 61°C Boiling point > 35°C | |
| ISGOTT 5 th Edition 1.2.6 Flammability Classification of Petroleum | Volatile < 60°C | | | | Non-volatile ≥ 60°C | |
| OSHA 1910.106 Flammable and Combustible Liquids | Class I A Flash point < 22.8°C Boiling point < 37.8°C | | Class I B Flash point < 22.8°C Boiling point ≥ 37.8°C | | Class II Flash point ≥ 37.8°C to < 60°C | |
| NFPA 30 Flammable & Combustible Liquids Code Ch 4 Definition & Classification of Liquids | Flammable – Classes and particulars as per OSHA | | | | Combustible – Classes and particulars as per OSHA | |
| EI Model Code of Practice Part 19 Annex B - IP Classification of Petroleum & its Products | Class I Flash point < 21°C | | Class II(1) Flash point 21°C to 55°C Handled below flash point | | Class III(1) Flash point > 55°C to 100°C Handled below flash point | |
| | | | Class II(2) Flash point 21°C to 55°C Handled at or above flash point | | Class III(2) Flash point > 55°C to 100°C Handled at or above flash point | |

© C-MIST

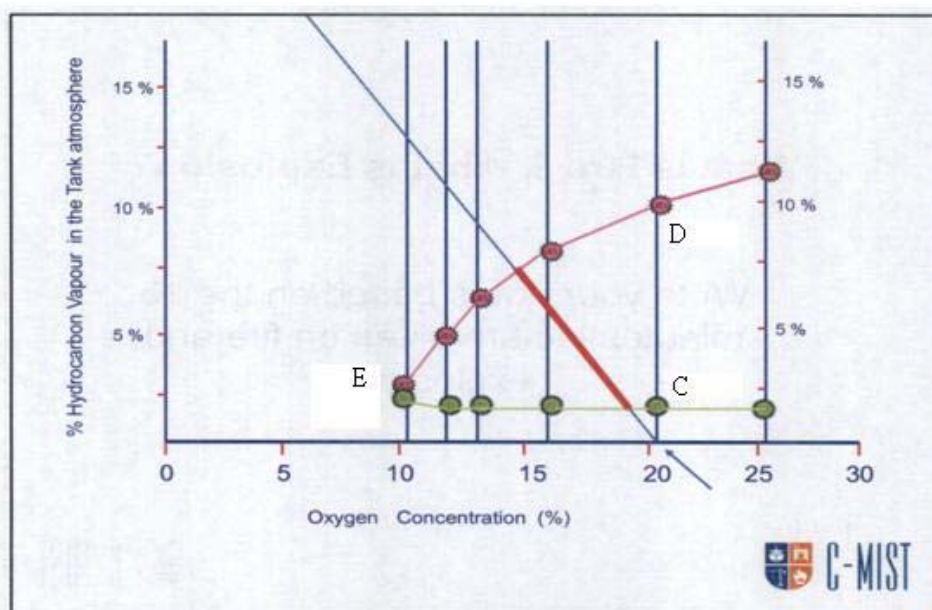
57

附件 27 易燃的(Flammable)與可燃的(Combustible)液體分類表

氧氣對易燃範圍的效應：引入氧氣會使易燃範圍擴大如附件 28

| | Limits in air | | Limits in Oxygen | |
|---------|---------------|-------|------------------|-------|
| | % by Volume | | % by Volume | |
| Vapour | Lower | Upper | Lower | Upper |
| Propane | 2.0 | 10.0 | 2.0 | 55.0 |
| Butane | 1.5 | 9.0 | 1.5 | 49.0 |

對不易燃性的最大氧氣濃度：如附件 29 附圖表示



- 圖上每一個點代表一種可燃性氣體/空氣/惰氣的混合體，用它的可燃性氣體含量和氧氣含量來說明
- 傾斜紅線反映出氧氣含量隨著可燃性氣體含量及加入惰氣的增加而減少。
- 可燃性氣體和空氣混合氣體的燃燒爆炸下限和燃燒爆炸上限以 C 點和 D 點來表示。隨著惰氣含量的增加，用最後會合於 E 點的 CE 和 DE 線表示燃燒爆炸界限的混合氣體的變化。只有在 CED 閉合線內的陰影區中各個點所代表的混合物氣體才能夠燃燒。
- 惰氣含量的增加，當氧氣含量降低至 11% 以下，混合氣體就不能燃燒了。

Oxygen Deficiency(缺氧)：

有幾個原因可以使密閉場所的大氣含氧量降低:當處於惰化條件時之密閉場所，其氧氣已被惰性氣體所置換。化學反應所消耗掉的氧氣。包括苯、甲苯和二甲苯等多種石油貨品。建議從事涉及含有這類物質的油品的貨油作業的人員，應遵循密閉裝卸和測量採樣作業中的預防措施和操作模式，以做到盡可能減少在貨油裝卸作業中的暴露。供應商應告知油輪所要裝載的貨物含有芳香烴成分，使相關作業人員預防處理方式：苯的主要危害在於其氣體的吸入。由於其氣味的最低可聞起點遠在其TLV-TWA 值之上，故缺乏可以提供預警的

特性。國際海事組織（IMO）公告規定苯的TLV-TWA值在8小時內為1 ppm。然而，在工作場所中，制定作業模式期只保證達到可能的最低氣體濃度。惰氣基本上用於控制貨油艙的艙氣從而防止可燃性混合氣體的形成。對惰氣的首要要求是低含氧量，然而其成份可以是多變的。惰性氣體常伴隨有毒成份，但惰性氣體主要危害是其低含氧量。然而，無論是蒸汽鍋爐還是獨立的惰氣發生器（煙道氣）燃燒所產生的惰氣都含有少量的各種有毒氣體，這可能給暴露於惰氣的作業人員增加危險。

遇有危險緊急應變行動的決定因素：何種液體化學品必須被辨認出？毒性危害TLV（Threshold Limit Value）最高容許濃度，閾限值多少？比較閃火點與周圍溫度高低，如周圍溫度高於閃火點，代表可燃蒸氣已被釋放出。燃燒上下限寬或窄，當燃燒上下限較寬時，點燃風險較大。相對比重值大於或小於1？；與水的混溶性如何？；溶於水或不溶於水，是否與水產生反應？；蒸氣相對比重值大於或小於1，如大於1則蒸氣將沉於較低地面。是否有點火源？點火源溫度如火柴、火星等常大於800^oC，而一般液體化學品的點火溫度低於540^oC。當時的風向與濕度如何？

（三）靜電（Static Electricity）

在油品裝卸及油船作業過程中，某些作業可能會引起電荷的累積，並以靜電放電的形式突然釋放，其能量足以點燃可燃性氣體，而引發火災和爆炸的危險，一般導致靜電的潛在危險，需經過三個基本階段，電荷分離（Charge separation）、電荷累積（Charge accumulation）、以及靜電放電（Electrostatic discharge），油品的導電性常常是決定靜電放電的重要因素，**非導電性**油品導電率非常低，一旦獲得電荷就能保留一段很長的時間，並累積放電能量，當累積足以提供開始燃燒所需最低能量時，就可能產生電火花，一般導電率低於50pS/m(pico Siemens / meter)即歸為非導電性物質。

在碼頭及油艙作業中，產生靜電危險的來源有以下幾種：A. 油艙中液體自由落下；從艙頂灌裝貨油或壓艙水時，會將液體分裂成細小液滴而落下，輸送到艙內成帶電液體。B. 水霧：洗艙時，將水噴入艙內，會形成帶電的水霧，並均勻地分散整個油艙中。洗艙水的靜電特

性，會因為循環使用或加入洗艙化學劑而改變，都可能使水霧形成很高的靜電電位。 C. 惰氣：惰氣所攜帶的靜電經過實測，其電荷的電位比洗艙時形成水霧中所產生的電荷高的多。 油艙通常處於惰化狀態，當空氣的進入導致含氧量升高變成可燃性艙氣時，才考慮靜電起火的可能性。 D. 二氧化碳的施放：在施放壓縮的液態二氧化碳時，急劇發生的冷卻作用能使二氧化碳結成固態微粒，並與噴嘴發生衝擊和接觸，變成帶電微粒，因而可能導致靜電火花。 E. 衣服與鞋襪：由於鞋襪或所站立的地面材質而對高度絕緣的人體能夠成為靜電帶電體。人體上的電荷能夠因絕緣材料的自然分離而產生。例如，在非常乾燥的地面上行走時(鞋底與地面之間的分離)、把身上衣服脫下時所引起的靜電放電危險，已得到長時期的經驗證明。

本年度七月份前鎮儲運所發生的油槽油泥清除作業事故，即是將槽頂量油口打開通風，以 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 壓縮空氣（速度約 30m/s ）清除管線中殘餘的對二甲苯入槽時，所發生判定為因靜電引起的火災掀槽頂的事故。如附件30 K704油槽掀頂事故。



附件 30 K704 油槽掀頂事故

低導電度（<50 pS/m）油品如附件31所示，油品導電度與弛豫時間（Relaxation Time）的對照表。像苯、甲苯、二甲苯、環己烷、苯乙烯、石油醚等於輸送、裝卸過程中，與容器、管道、泵浦、過濾介質，以及水、雜質、空氣等發生碰撞、磨擦等，極易產生靜電。裝載之初，流動速度>1m/s即可能攜帶靜電；以噴濺方式入料，碰觸槽壁，則可能產生靜電火花。另於開放大氣環境中入料，油品濃度降至爆炸上下限間（以甲苯為例1.1%~7.1%），就有火災爆炸的可能。

一般預防靜電危險的措施有以下幾種：a. 防止靜電危險最重要的措施是將所有金屬物體**跨接**在一起，以排除金屬物體之間具危險性的放電現象。b. **接地**：在導電性的實體與整個大地之間建立低電阻的連續電流通路。c. 在船上，將所有的金屬物體與船體金屬結構連接起來，船體通過海水自然接地。d. 接地與跨接可減少下列情形引發的危險：(1)帶電導體與非載流金屬工件之間的電氣故障，例如漏電。(2)大氣放電，例如閃電放電。(3)靜電電荷的累積。e. 在裝載作業初始階段控制靜電產生的方法，是限制油品入艙的**流速如附件32**使艙內油品噴濺或擾動的情形降到最低。f. 在空油艙開始裝載時，每個單獨貨油艙支管中的線性流速不應超過1m/s。(1)在開始裝艙時，進艙貨油中最有可能含有水分，而油與水的混合物為構成靜電的最大潛在來源。(2)低速率裝載，可以減少貨油進艙時噴濺及擾動的程度，這有助於減少靜電的產生，使水更快沉澱到艙底，之後提高裝載速率時可相對地不受干擾。

| | Liquid | Conductivity In pS/m | Relaxation Time in seconds |
|-------------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|
| Low Conductivity < 50 pS/m | Highly purified paraffin's | 10^{-2} | 2000 |
| | Typical paraffin's | 10^{-1} ~10 | 2~2000 |
| | Purified aromatic compounds: Toluene Xylene etc. | 10^{-1} ~10 | 2~2000 |
| | Typical aromatic compounds: | 5~50 | 0.4~4 |
| | Gasoline | 10^{-1} ~100 | 0.2~200 |
| | Kerosene | 10^{-1} ~50 | 0.4~200 |
| | Gas oil | 1~100 | 0.2~20 |
| | White oils | 10^{-1} ~100 | 0.2~200 |
| | Lubricating oils | 10^{-2} ~1000 | 0.02~2000 |

| | | | |
|--|--|----------------------|--|
| | Ethers | $10^{-1} \sim 100$ | 0.2~200 |
| | Aromatic solvents mixture | 1~1000 | 0.02~20 |
| Medium Conductivity 50~1000 pS/m | Fuels& oils with antistatic dopes | 50~1000 | 0.02~0.04 |
| | Heavy oils | 50~100.000 | $2.10^{-4} \sim 0.4$ |
| | Esters | 100~1.000.000 | $2.10^{-5} \sim 0.2$ |
| High Conductivity > 1000 pS/m | Crude oil | > 1000 | < 0.02 |
| | Alcohol's | > 1000 | $2.10^{-7} \sim 2.10^{-5}$ |
| | Ketones | $10^6 \sim 10^8$ | $2.10^{-7} \sim 2.10^{-4}$ |
| | Water | $10^6 \sim 10^8$ | < 2.10^{-7} |

附件 31 油品導電度與弛豫時間 (Relaxation Time) 的對照表

| Loading Rates & Velocities in Pipes/Hoses | | | |
|---|-----|--|----------------------------|
| Pipe / Hose Diameter | | LOADING RATE (M ³ PER HOUR) | |
| ins | mm | for flow velocity of 1 m/s | for flow velocity of 7 m/s |
| 6 | 150 | 64 | 448 |
| 8 | 200 | 113 | 791 |
| 10 | 250 | 177 | 1239 |
| 12 | 305 | 263 | 1841 |
| 14 | 360 | 366 | 2562 |
| 16 | 410 | 475 | 3325 |
| 18 | 460 | 598 | 4189 |
| 20 | 510 | 735 | 5145 |

附件 32 管徑與裝載速度對照表

(四) 防火安全 (fire safety)

碼頭消防安全包括防火、偵測、防護、消防與緊急應變程序。火災預防包括但不僅限於設計安裝、維護、控制與操作製程與消防設備及系統。評估碼頭消防安全，考慮以下事項：偵煙與偵熱儀器、警報、緊急規劃與應變、逃生與疏散設施、消防媒介、設備與人員等等。

蒸氣雲擴散及爆炸模型 (Vapor Cloud Dispersion & Explosion Modelling)

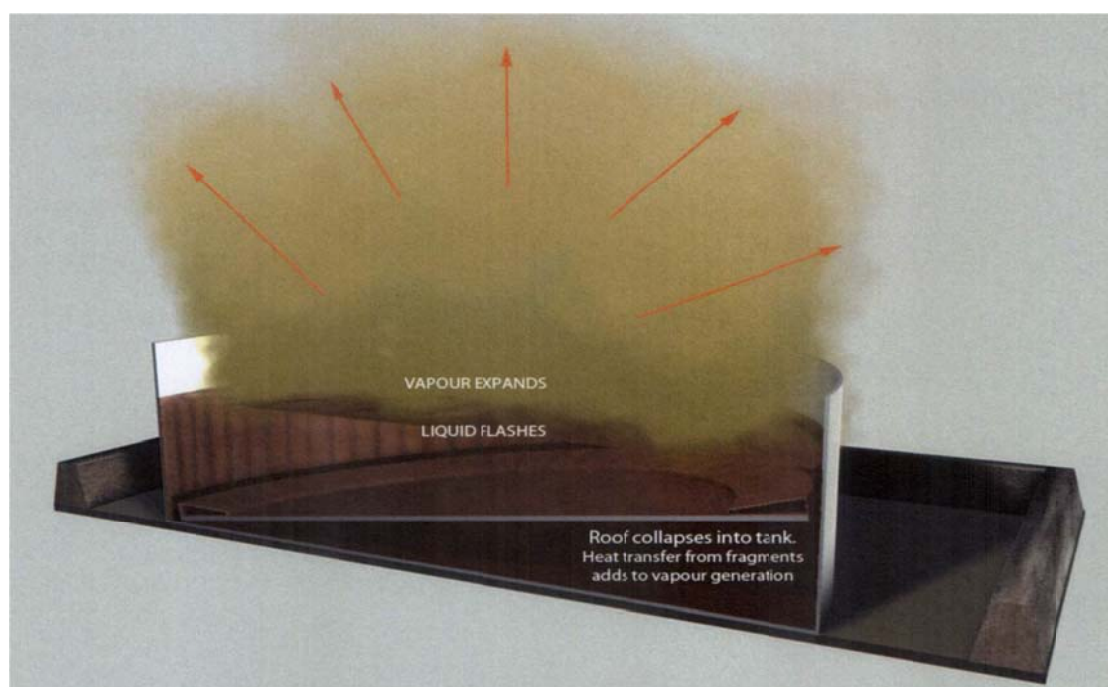
主要考量因素：

失效機構 (Failure Mechanism)

外部干擾例如飛彈攻擊
腐蝕（內部與外部）
材質與結構缺失
地層移動
其他原因如金屬潛變、疲勞或操作錯誤
儲槽內容物損失

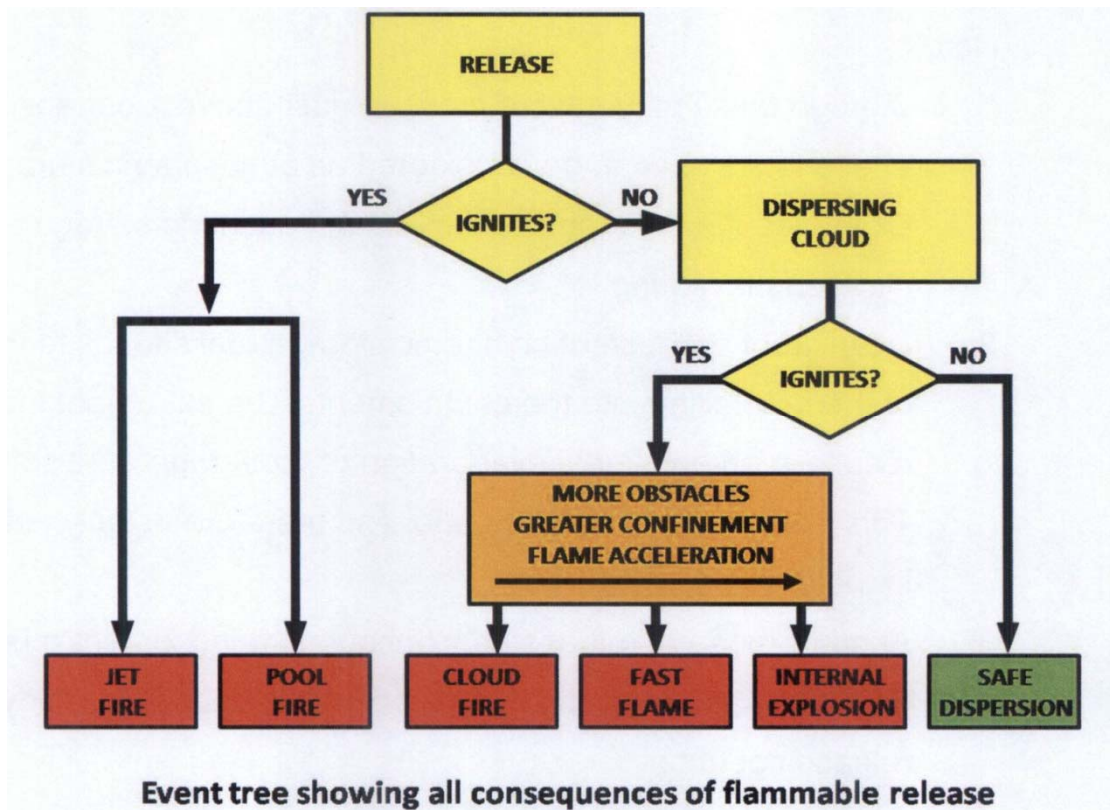
儲槽內容物損失（loss of containment）可由幾個管道：槽壁洩漏或破裂、槽頂故障導致崩塌或槽頂移位、連結儲槽管線故障及洩壓閥洩漏等。

附件 33 儲槽內容物損失釋放模式（Mode of release）



最初瞬間釋放直接進入大氣(例如經由槽頂移位)，另從初級容器進入未損壞的次級容器或外殼；殘留貨品以定速率持續釋放直接進入大氣或從初級容器進入未損壞的次級容器或外殼。

釋放的後果：可能產生池火(pool fire)、噴射火(jet fire)、閃火(flash fire)、火球(fire ball)、損失內容物(loss of containment)及蒸氣雲爆炸(vapor cloud explosion)，附件 顯示以事件樹分析可燃火燄釋放的所有後果



附件 34 以事件樹分析可燃火燄釋放的所有後果

例如可燃液體從常壓槽釋放，將最先導致液池形成，立即點燃產生暫態火球燒回噴霧的噴射火並燃燒液池，如果點燃延遲，液池散開及部分蒸發，蒸氣雲擴散。如果周遭受限，像在大樓內釋放，點燃時會發生洩爆，在空中產生閃火而沒有爆破。在擁擠但未受限的工場環境，一個點燃釋放可能產生快速火燄伴隨爆炸，而擁擠加上受限的環境，爆炸就會更顯著。

劇本選擇(Scenario Selected)

模擬最壞狀況的劇本，槽頂失效導致移位或瞬間掀離，已經被研究過是所有儲槽的共同劇本。除了丁烯球型槽外(此災難性破裂是本劇本的模擬)。在此案例，槽內存貨以閃化成氣態釋放至大氣中，接著長期因蒸發及沸騰釋放至大氣中。

在API650所述，固定錐頂儲槽最弱點為頂與槽壁接合面，超壓時，如正常排放容量不足以洩壓，則此接合面會先裂縫以安全的洩壓。

蒸氣雲擴散與點燃

課本提及用PHAST軟體來模擬。PHAST是挪威DNV研發的計算事故影

響後果的軟體，可以模擬計算洩露、擴散、火災及毒性事件的影響範圍，但老師對本部分不熟悉，留待後續研究。

(五)內浮頂油槽 (Internal floating tank)

典型化學品碼頭的儲槽包含下列：常壓直立式固定頂儲槽，操作壓力為6.9kPa(1.0psi)；常壓直立式內浮頂儲槽；低壓直立固定頂儲槽，操作壓力為17kPa(2.5psi)；低壓臥式儲槽，操作壓力為103kPa(15psi)。

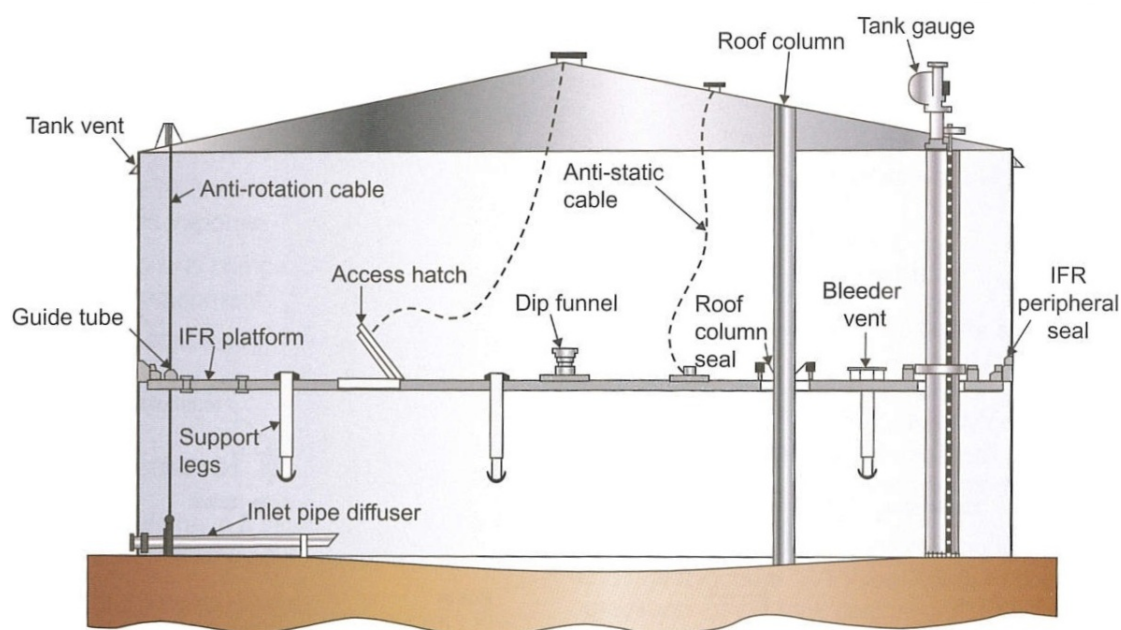
前鎮儲運所使用的油槽型式，分為錐頂油槽和浮頂油槽兩種。錐頂油槽一般用來儲存揮發性較低的油料，如柴油、燃料油、潤滑油等；而浮頂油槽則用來儲存易因溫度影響而產生揮發現象的油料，如汽油、溶劑油等。這是因為錐頂油槽內的存油液面和槽頂板間，無法密合而有相當空間，當其空間愈大時，其存油揮發量就愈大；而浮頂油槽的設計，就是在槽體內有一浮頂板，緊貼著存油液面，並隨之上下移動，讓存油液面和槽頂板間，沒有容納空氣的空間，以使存油揮發量減至最低；而浮頂油槽，又可以其是否覆有槽頂板，而分為外浮頂油槽與內浮頂油槽兩種。

為使各種油槽能安全順利達成儲油任務，除油槽本體外，仍需配備各種附屬設備，主要有進出口管、旋梯、自動液位計、量油口、通風器、消防灑水管和消防泡沫管、接地線、人孔和放水口等，而儲存燃料油等黏度較高油料的油槽，則需另加裝蒸氣加熱器等設備。以下就前述裝置說明其功用：

1. 人孔：置於槽頂及槽壁，供人員進出油槽清洗或維修。
2. 量油口：置於槽頂，常為八英吋的開口，用以量油與取樣。
3. 自由通氣孔：為常壓錐頂槽收、發油時通氣之用，以保持槽內外壓力平衡。
4. 約束通風器：由釋壓閥活門之開關，來控制油槽氣壓。
5. 滅焰器：防止火焰或火星飛入槽內，常設於閃火點較低的油槽。
6. 液面計：利用伺服馬達、電子感應或雷達波，將油槽內的液位及水位等傳至油槽外，以了解油槽存量。
7. 溫度計：有設於壁板的單點式及設於槽頂的多點式溫度計，主要是供調校存油量之用。

8. 加熱器：黏滯性較高的油料有時用得上，一般常用蒸氣加熱。
9. 攪拌器：用以摻配油品，例如摻配漁船用油，或為配合煉製之需摻配不同原油，使其成份均勻之用。
10. 風樑：在浮頂儲槽的壁板上方，以承受風壓，防止油槽變形。
11. 內開關：裝設於油槽進出口管線內端，平常為開啟狀態，當油槽進出管線發生火警時會自動斷裂，而自動關閉閥門發揮緊急關斷出油口的功用。
12. 排水管（閥）：油槽因濕氣・浮頂槽之雨水或原油槽之壓艙水會產生水，需定期排放。
13. 消防水圈：當油槽發生火警時，為避免波及鄰近的油槽，需打開消防水圈灑水，以降低槽體溫度。
14. 泡沫水管：當火警發生時，消防車將泡沫注入設於防火堤外的泡沫管接頭，利用消防車加壓泵送到油槽頂噴頭，即可將泡沫覆蓋槽頂，達到隔離空氣，冷卻的效果。

在課程中主要談內浮頂儲槽(Internal Floating Tank)，有內外兩個槽頂，內測浮頂接觸化學品的液面，內部浮頂一般都靠自我或者內部管柱支撐。內浮頂一般可分為 contact type 跟non-contact deck 兩種類型，這兩種型式都有邊緣的密封圈來與槽壁接觸用來降低氣體的逸散損失，有些油槽會有槽頂的通氣孔，避免在儲存可燃性產品時，在槽頂空間累積可燃燒氣體。



附件35 內浮頂儲槽(Internal Floating Tank)示意圖

儲槽的配置要考慮到當火災、爆炸跟洩漏等緊急事故發生時，能有一個無阻礙的通道讓員工或者設備根據風向對於儲槽進行各方向緊急應變處置。

當計畫或者改善一個新儲槽的位置時，需要考量下列因素：儲存產品的種類跟數量；當地的法規標準；環境的影響跟評估；當地高度、坡度排水系統的地形圖；地下水水道公路鐵道鄰近社區的距離；洩露、火災發生時的安全區域。

儲槽安全距離 (Safety Distance)：儲槽的空間距離是基於儲槽大小，所儲存產品的可燃性分類和周圍儲槽、設備跟其他設施的最小火災爆炸風險的需求來考量。本節是討論穩定產品，當以下的因素發生時將需要更大的儲槽安全距離：消防用水提供是個潛在的問題；單位無法短時間接受到外部單位提供消防；緊急應變的協助；碼頭的位置臨近期它的工廠跟社區。

浮頂儲槽常因以下原因，造成火災事故：浮筒或雙甲板浮頂破損或沉沒；油洩漏蓄積於槽頂；儲槽滿溢；雷擊引燃密封圈可燃性氣體；槽壁或槽底破洞；儲液從浮頂緊急排放孔逆流進入槽頂；維修或保養過程中，造成洩漏於防液堤內及外部事件（恐怖攻擊、地震、豪雨或其他天災）。

許多儲槽火災事故發生顯示主要係由於簡單的人為作業疏失，最有效的預防措施摘要如下：


操作方面：

1. 儲槽出料/入料液位監控
2. 高/低液位警報
3. 任何警報的反應設計
4. 如果High-High alarm：目視確認儲槽液位
5. 入/出料時避免浮頂空氣進入或損壞
6. 正常操作或非正常操作下的危害評估
7. 防護設計避免輸送異常（如高RVP）
8. 明確的操作程序，並訓練操作人員每月定期檢查

(六)風險評估(Risk Assessment)

本課程在課堂上講述的時間僅約2小時，內容與事業部在TOSHMS 4.3.1危害鑑別與風險評估決定控制措施的相關規定與內容相當，並沒有特別值得重述的部分，不過在風險評級矩陣(Risk Rating Matrix)中，有關可能性(Probability)與嚴重度(Severity)等級與我們的一樣採5x5矩陣，但分級內容的描述與我們的有差異，可以作為參考，所以將其列表如下：

| RISK RATING MATRIX | | | | | | |
|---------------------------------------|---|----|----|----|----|---|
| Risk = Probability (p) x Severity (s) | | | | | | |
| Severity (s) | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | |
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | |
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Probability (p) | | | | | | |



附件 36 風險等級矩陣

Rating table for probability

| Rating | Likelihood of frequency of occurrence |
|--------|---------------------------------------|
| 1 | Unlikely/ unknown |
| 2 | Remotely possible/known |
| 3 | Likely/occasional |
| 4 | Likely/frequent |
| 5 | Highly likely/very frequent |



RATING TABLE FOR PROBABILITY

| RATING | PROBABILITY OF OCCURRENCE |
|--------|--|
| 1 | An unlikely/ unknown occurrence: The team or the person who is carrying out the Risk Assessment has never heard of such a hazard taking place either at his place of work, somewhere else through the media, his training etc. |
| 2 | A remotely possible but known occurrence: The team or person who is carrying out the Risk Assessment has heard about this hazard occurring but not at his place of work, i.e. the hazard has not been experienced by the team or the person who is carrying out the Risk Assessment. |
| 3 | An occasional occurrence: The team or person who is carrying out the Risk Assessment have seldomly experienced such a hazard at their place of work. |
| 4 | A frequent occurrence: The team or person who is carrying out the Risk Assessment have frequently experienced such a hazard at their place of work. |
| 5 | A highly likely occurrence: The likelihood of the hazard taking place is very high and there is more chance that the hazard will take place than not. |


附件 37 可能性(Probability)分級表

Rating table for Severity (injuries)

Rating Injury

| | |
|---------------------|---|
| 1 Minor | First Aid Scratches, minor burns, bruises or abrasions, occupational exposure (recoverable). |
| 2 Serious | Laceration requiring stitches, second degree burns, severe bruises or unconscious. |
| 3 Major | Major injury to one person, broken bone, amputation, third degree burns, electrical shock. |
| 4 Fatal | One death or permanent severe disablement of one person. |
| 5 Multi-fatality | Multiple deaths or multiple severe permanent disablement. |

附件 38 嚴重度(Severity)等級分級

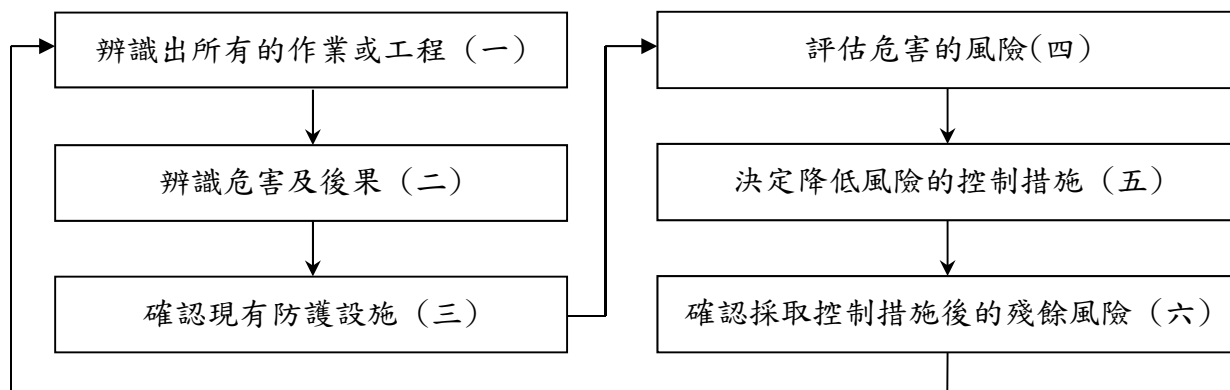
|  | | Risk Assessment Training Form | | Team Leader: Team Members: | | Job Title: Area/Unit: Date of Assessment: Planned Start Date: Est. Duration of Task: | | | |
|---|-------|---|--|---|--|--|------------------|---------------|-----------------------------|
| HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESSMENT | | | | | | | | | |
| No | Tasks | Key Word | Hazard | Risk Rating P S R | | | Control Measures | Residual Risk | Additional Control Measures |
| | | CHEMICALS (presence of chemical on site) | <ul style="list-style-type: none"> Chemical fire Chemical spillage Exposure to chemicals | | | | | | |
| | | HEIGHT (working at height) | <ul style="list-style-type: none"> Fall of objects Fall of persons Fall of plant and/or equipment | | | | | | |

附件 39 風險評估表格

C-mist 認為風險評估的步驟：可分為下列五項

1. 將要評估的計畫(Project)細分為各別的工作事項(Individual tasks)
2. 辨認各別的工作事項的危害(Identify the hazard)
3. 評估各別的工作事項的風險(Assess the risk)
4. 設計控制風險的對策(Devise Control Measures)
5. 產生控制方法的陳述(Produce a method statement)即是實施並維持此控制風險的方法

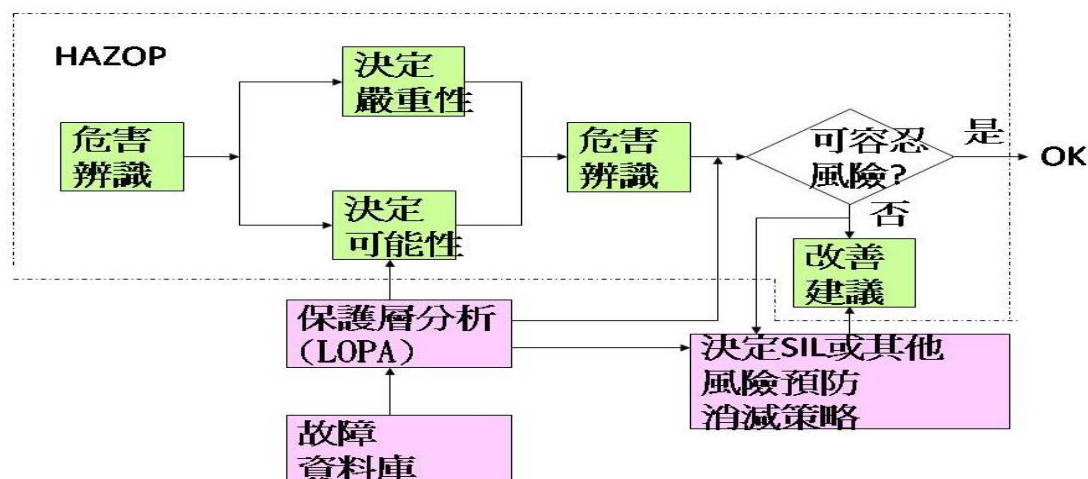
與勞委會公告的風險評估技術指引步驟、流程類似，此部分事業部也都遵循此原則，訂有風險評估的參考作業流程如下，而其執行搭基本原則及考量分述於后：



安全衛生法規要求，如危險性工作場所之製程安全評估的方法，要求先實施初步危害分析(Preliminary Hazard Analysis)以分析發掘工作場所重大潛在危害，再針對重大潛在危害選擇下列任一方法實施安全評估：

1. 檢核表(Checklist)。
2. 如果-結果分析(What-If)。
3. 危害及可操作性分析(Hazard and Operability Studies, HazOp)。
4. 故障樹分析(Fault Tree Analysis, FTA)。
5. 失誤模式與影響分析(Failure Modes and Effects Analysis, FMEA)。
6. 其他經中央主管機關認可具有上列同等功能之安全評估方法。

目前事業部重點要落實推動製程安全管理14要項結合程序書相關規定，同因應職安法修正要求，購入製程危害分析工具軟體 Mr. Safety 網路版，讓各操作工場能重新檢討HazOp結果，對重大危害等級再進入保護層分析(LOPA: Layer of Protection Analysis)，採取必要的防護措施，甚至採用安全儀表系統(SIS: Safety Instrument System)來降低風險等級到可接受的程度。其流程如附件，希望透過此工具軟體，能提升現場製程危害分析能力，進而降低工場危害風險。



附件 40 HazOp、LOPA、SIS 示意圖

肆、心得

一、有機會參加本次CDI-T的訓練，除了了解要成為國際認可的碼頭安全的稽核員(Inspector)所須具備的知識外，也有機會與來自不同國家的從業者交換碼頭的營運經驗，殊屬難得。同時也交了許多朋友可以在此領域經驗分享、意見交換，可以增進碼頭營運更為安全。

二、國外的課程對責任照顧的概念與管理系統的建制非常強調，本課程雖然由英國CDI-T委由C-Mist所辦，一開始就以由美國化學理事會(American Chemical Council, CC)倡議的全方位對健康、安全、保安及環境的改進方案。強調會員及責任照顧夥伴執行RCMS的義務，剛好最近台灣責任照顧協會(TRCA)也在推動RCMS的認證，要求會員參與驗證，所以此次的學習，對往後配合推動RCMS的驗證的工作很有幫助。

三、碼頭營運首先了解貨油的性質與特性是很重要的，最小爆炸限度(LFL/LEL) %、最大爆炸限度(UFL/UEL) %、NFPA分級、閃火點、最小點燃能量 mJ、自燃溫度等性質，才能確保輸儲的安全。例如：Class IA 液體（閃點低於 73°F (22.8°C)；沸點低於 100°F (37.8°C)）是為 NFPA 704 燃燒速度 4。Classes IB（閃點低於 73°F (22.8°C)；沸點大於等於 100°F (37.8°C)）與 IC液體（閃點大於等於 73°F (22.8°C)，但小於 100°F (37.8°C)）是為 NFPA 704 燃燒速度 3。Classes II（閃點大於等於 100°F (37.8°C)，但小於 140°F）與 IIIA 液體（閃點大於等於140°F (60°C)，但小於200°F (93.3°C)）是為NFPA 704 燃燒速度 2。Class IIIB液體（閃點大於等於 200°F (93.3°C)）是為 NFPA 704 燃燒速度1。Class IIIB液體（閃點大於等於 200°F (93.3°C)）是為 NFPA 704 燃燒速度1。

四、從課程內容了解，國際上有些石化品碼頭會根據散裝液體危險化學品洩漏、擴散的數學模型，開發散裝液體危險化學品洩漏擴散事故後果類比系統，以工具軟體對洩漏、擴散結果進行模擬分析。並根據事故後果類比分析結果，提出事故應變的方案。此對前鎮儲運所是值得參考的危害評估方向，也給工安部門對推動石化品碼頭安全管理的一個目標。

五、七月份前鎮儲運所發生的油槽油泥清除作業事故，判定為因靜電引起的火災掀開槽頂的事故。一般低導電度(<50 pS/m)的油品：苯、甲苯、二甲苯等，於輸送、裝卸過程中，與容器、管道、泵浦、

過濾介質，以及水、雜質、空氣等發生碰撞、磨擦等，極易產生靜電。裝載之初，流動速度 $>1\text{m/s}$ 即可能攜帶靜電；如以噴濺方式入料，碰觸槽壁，則可能產生靜電火花。另於開放大氣環境中入料，油品濃度降至爆炸上下限間（以甲苯為例 $1.1\%\sim 7.1\%$ ），就有火災爆炸的可能。

六、了解儲槽的種類與型式，以及貨油的特性可以有效的防範油槽的事故，以浮頂油槽為例：浮筒或雙甲板浮頂破損或沉沒、油洩漏蓄積於槽頂、儲槽滿溢、雷擊引燃密封圈可燃性氣體、槽壁或槽底破洞、儲液從浮頂緊急排放孔逆流進入槽頂、維修或保養過程中造成洩漏於防液堤內、外部事件（如：恐怖攻擊、地震、豪雨或其他天災）等常會造成油槽的事故。

七、碼頭作業區存在的明火、電氣火花、摩擦撞擊火花、靜電、雷擊等都是導致火災爆炸事故的危險因素，因此在碼頭作業區要嚴加管制。對於液體化學品，其儲運品種多且數量大，容易發生火災、爆炸、洩漏、中毒等事故，因此在儲運過程中，對於防洩漏的裝置與措施都要嚴格檢查與監督。洩漏的化學品接觸空氣，遇到點火源就可能發生火災、爆炸事故。通常情形下，點火源可能是明火、電氣火花、摩擦撞擊火花、靜電荷累積引起的放電火花、交通工具排氣管火花、使用手機、雷電危害等。

八、裝卸油品碼頭防火安全應從本質安全開始，所以應該有相關的設計規範或可能的實務參考準則，碼頭的管理者應對相關規定熟悉，從油品火災危險性分類及碼頭分級、總平面佈置、裝卸系統設計的防火措施、滅火系統和消防電源及配電、消防控制和火災報警系統、防雷、防靜電接地、防爆等裝置及措施有所了解，才能確保碼頭的營運安全。

九、碼頭營運管理應有安全管理計畫，包含緊急應變、定期消防和漏油應變演練、傷患救護與後送、應變演練的檢討與改善，危害鑑別和風險評估、工作許可證簽發與管理、事故含虛驚報告之調查與申報、現場安全檢查、安全作業標準、工作守則、個人防護器具、安全會議、作業小組預知危險活動、承包人員和船員的安全管理、現場訓練和熟悉等。

十、為規範國際商港港區危險物品裝卸、倉儲作業需要，參照商港法、商港港務管理規則、商港棧埠管理規則、毒性化學物質管理法、勞

工安全衛生法、船舶危險品裝載規則、國際海運危險品準則、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等之規定，交通部訂定有『國際商港港區危險物品裝卸倉儲設施作業要點』，同時台塑公司麥寮工業專用港也訂定有各項作業規定，都可以作為前鎮儲運所碼頭營運的參考資料。

伍、建議

一、本次課程對碼頭營運相關知識的提升，操作安全技術的與國際接軌很有幫助，建議前鎮儲運所編列預算，培養有潛力的工程師參加訓練，帶回新知識及觀念，以提升前鎮儲運所的營運安全。前鎮儲運所經常有外籍船隻靠岸裝卸，英文是必備語言，尤其要參加國外培訓，通過語文測試是必要的，主管宜多鼓勵所屬加強語文技能。

二、由林副執行長主導要求工程師就ISGOTT與BLCH內容，作整理報告，已進行完ISGOTT 共26章的內容，目前在進行BLCH的報告，對提昇前鎮儲運所的整體營運安全與技術幫助甚大，同時也與國際水準接軌。此次帶回的三本原文教材，將轉移給前鎮儲運所作為技術手冊，建議要求工程師如已施行許久的對ISGOTT與BLCH的報告一樣，將之翻譯成中文版，做為碼頭操作與營運的參考。

三、本次的訓練除撰寫出國報告外，將擇期至前鎮儲運所，分享受訓心得與建議，做為經驗傳承與營運參考。

四、檢視現有前鎮儲運所的程序書(SOP)與工作指導書(WI)，只有9A1-OTP-301碼頭作業之安全規定的工作指導書，內容僅是油輪靠岸前、油輪作業、油輪離岸及作業安全等內容；而程序書雖有碼頭作業相關程序，但未涵蓋整體的碼頭安全管理；一般國外碼頭都會有碼頭安全管理規定，建議前鎮儲運所可以撰寫前鎮儲運所碼頭安全管理規定程序書，將現有程序書內入連結，並參卓相關國內外對碼頭營運的安全規定，尤其CDI-T技術及管理兩本問卷內容的要求，擇其可行但尚未符合的項目納入改進，如此可以提升碼頭營運更安全。

五、因應職安法修正要求，對從事石油裂解之石化工業等，應定期實施製程安全評估並報請勞動檢查機構備查，以強化監督，前鎮儲運所雖非製造工場，對相關危害鑑別與風險評估也應加強，國外有利用層次分析法AHP(Analytic Hierarchy Process)來定性分析風險因

子，也有利用由挪威DNV研發的PHAIST軟體來模擬計算事故影響後果，可以模擬計算洩露、擴散、火災及毒性事件的影響範圍，也值得前鎮儲運所參考。

六、前鎮儲運所曾經有發生事故，經檢討牽涉到管理層面的程序，跨操作區域的連繫與掌控，如卸車區、裝車台、交通管區及油槽區，未將簡圖及各閥操作順序與程序述明，以為操作人員及承商遵循；監造人員要定期巡檢。且油槽經常換儲不同內容物，也應考慮前後內容物可能的交互作用；並評估危害風險的可能性。如有含硫份成品油槽於泵空續用時，需持續氮封；油槽清洗前，需先進水濕潤浸泡，然後開槽作業，並建立SOP或WI以為管理依據。

七、勞委會於民國 99 年 03 月18 日修正公佈法規：碼頭裝卸安全衛生設施標準，交通部訂定有『國際商港港區危險物品裝卸倉儲設施作業要點』，其中高雄港化學品液貨船「高雄港化學品液貨船「船轉船卸貨」作業應注意事項等法規及規定，在TOSHMS 4.3.2法規及其他要求事項與4.5.2符合度查核兩項，都未執行法規查核，建議工安室及前鎮儲運所納入查核。

八、台灣責任照顧協會(TRCA)目前在推動RCMS(Responsible Care Management System)的認證，要求會員參與驗證，此認證的系統包含工安與環保，整合ISO 14001、OHSAS 18001/TOSHMS由美國國家標準學會(ANSI)和美國品管學會(ASQ)兩個著名的機構所創立的ANAB所認證的第三驗證機構來執行，以石化事業部目前業務職掌屬稽核部門權責，宜先行了解TRCA計畫排程，以掌握相關訊息，以利驗證準備。

九、曾任前鎮儲運所儲運課長的研究生歐陽茂青論文，國際港口石油化學品碼頭裝卸作業安全研究——以高雄港台灣中油公司前鎮儲運所為例(民99.07)，從研究中發現石油化學品船舶從進港、靠泊、裝卸作業等程序中，船舶裝卸中的甲板作業安全(如船艙油品裝卸計畫，甲板管線壓力控制等)與船岸操作安全是影響裝卸作業安全的主要因素。對前鎮儲運所而言，碼頭的裝卸作業人力，除監造人員外，其他都是外包人力；素質參雜不齊，缺乏專業的訓練與知識教導；將是碼頭作業安全的最大隱憂，從102.07.10的事故也發現，如何提高碼頭作業外包人力素質應是前鎮儲運所當務之急。

十、石油化學品船舶裝卸作業具有國際的同質性操作，建議前鎮儲

運所能指派工程師，收集研究亞洲鄰近先進國家(如日本)與歐美工業國家之石化品裝卸碼頭作業資料，及營運安全準則、裝卸油品碼頭防火設計規範等，以利操作安全及營運效率提升的參考。