

# 特種設備安全

SAFETY OF SPECIAL EQUIPMENT

1991-5 創刊 2021-4 出刊

雙月刊 第71期

發行所 台灣省鍋爐協會  
發行人 邱華瑞  
總編輯 賴桂堂  
發行地址 台中市 40452 北區崇德路  
一段 631 號 10F-2  
電話 (04) 2235-1628  
傳真 (04) 2238-0960  
E-mail tw.boiler@msa.hinet.net  
網址 www.tbva.org.tw

台中職訓中心 台中市 40452 北區崇德路  
一段 629 號 4F-3  
電話 (04) 2236-2977  
傳真 (04) 2236-2997  
E-mail boiler.tw@msa.hinet.net

彰化職訓中心 彰化市 50056 中央路 184  
號 3 樓之 3

南投職訓中心 南投縣 54048 南投市文昌  
街 45 號 4 樓之 2

印刷廠 洪記印刷有限公司  
電話 (04) 2314-0788  
E-mail hg2527@ms32.hinet.net

行政院新聞局局版字第 11469 號  
中華郵政台中雜字第 2056 號登記證  
台中郵局許可證台中字第 1321 號登記為  
雜誌交寄 發行數：3000 本

## 廣告索引

國方化工科技股份有限公司  
大震企業股份有限公司  
三浦鍋爐股份有限公司  
大華高科股份有限公司  
岱洋股份有限公司  
台灣紳藝實業有限公司  
金瑛發機械工業股份有限公司  
利峰機械有限公司  
東庚實業股份有限公司  
興志五金企業有限公司  
天鴻興業股份有限公司  
威鼎企業有限公司  
潔康企業有限公司  
吾豐機電廠股份有限公司  
原鈺峰工業有限公司  
東立鐵工廠有限公司  
辰鼎企業有限公司  
增大股份有限公司  
申昌機械股份有限公司  
鴻羽有限公司  
宏榮鋼瓶股份有限公司  
正熊機械股份有限公司  
志豪工業有限公司  
霖興機械工業股份有限公司

# 目錄

## CONTENTS

### 會務訊息

- ★勞動部中彰投分署 110 年度  
產業人才投資計畫 ..... 2

### 技術報導

- ★燃油鍋爐的障害及事故 ..... 3
- ★天然氣基本概念 ..... 16
- ★有機熱載體的安全使用與檢測 ..... 25

### 訓練訊息

- ★本會舉辦各項訓練日程表  
台中職業訓練中心 ..... 31  
彰化職業訓練中心 ..... 32  
南投職業訓練中心 ..... 32

本刊內容已刊載於本會網頁，請進  
台灣鍋爐協會網站 (www.tbva.org.tw) :  
點進“刊物報導”進入覽閱

## 勞動部中彰投分署 110 年度產業人才投資計畫 訓練費補助 80~100%

課程名稱	課程代碼	費用	上課時間	報名日期
營造業甲種職業安全衛生業務主管訓練班 (第 01 期)	135730	7000 元	5/3 ~ 5/25 (夜間班)	04 月 03 日起
堆高機操作人員訓練班 (第 03 期)	135731	5920 元	6/2 ~ 6/11 (夜間班)	05 月 02 日起
架空式三公噸以上固定式起重機操作人員訓練班 (第 02 期)	135732	9000 元	6/17 ~ 7/7 (夜間班)	05 月 17 日起

- ◎ 各班報名日期當日中午 12 點開始在職訓練網報名！
- ◎ 若為第一次報名課程，請先至台灣就業通網站加入會員。
- ◎ 政府補助一般身分參訓學員 80% 訓練費用，補助全額訓練費用適用對象 100%。
- ◎ 補助對象為年滿 15 歲以上具就業保險、勞工保險或農民健康保險被保險人身分之在職勞工。
- ◎ 上課地點：台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心

台中市北區崇德路一段 629 號 4 樓之 3



- ◎ 報名流程：



1. E-mail 通知繳費及資料
2. 完成手續即報名成功

勞動部勞動力發展署—產業人才投資方案線上報名 (可至本會網站，政府補助課程連結報名)

**\*\*\* 本次課程配合即測即評及發證技能檢定 (原地考照) \*\*\***

## 安全閥檢測暨設備壓力試驗訓練班

- ◎ 上課日期：110.05.19 ~ 110.05.21 (日間班)
- ◎ 上課地點：台中市北區崇德路一段 629 號 4 樓之 3  
台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心 (04) 2236-2977
- ◎ 費用：5,000 元 (含 5% 營業稅)

**\*\*\* 名額有限，敬請把握 \*\*\***



# 燃油鍋爐的障害及事故

薛進來

## 一、鍋爐在運轉中可能發生的障害

從事鍋爐工作者必須明瞭鍋爐在運轉中可能發生的障害及事故，並且需要有防止對策，才能避免鍋爐發生設備損壞和人員傷亡的障害和事故。

### (一)汽水共騰、起泡和汽水夾帶

汽水共騰、起泡和汽水夾帶彼此密切關聯，但可依現象而區別如下：

#### 1. 汽水共騰 (Priming)

鍋爐負荷急變、水位過高等使得水份未與蒸汽分離，就從鍋爐水面激烈地騰起的現象，讓人無法判明正確的水位。

#### 2. 起泡 (Foaming)

這是鍋爐水中的油脂類、溶解固形物、懸浮物等在鍋爐水面產生大量氣泡的現象，讓人無法判明正確的水位，不能安心地操作鍋爐。

#### 3. 汽水夾帶 (Carry over)

鍋爐水中的溶解固形物或蒸汽含有大量的水份而運出的現象，會降低蒸汽的純度，並在蒸汽管路內發生疏水 (Drain)，引起水錘 (Water hammer)，導致蒸汽過熱器、引擎和汽輪機等發生障害。

#### 4. 鍋爐容易發生汽水夾帶的場合如下：

- (1) 在鍋爐的構造上有汽室小和蒸發面狹小時；
- (2) 汽水分離器裝置不良時；
- (3) 鍋爐之水位過高時；
- (4) 突然打開主蒸汽關斷閥時或鍋爐負荷急劇變化時；
- (5) 鍋爐負荷過大時 (燃燒不合理時)。

#### 5. 發生時的處理對策如下：

- (1) 一般處理措施，暫時抑制減輕燃燒，緩慢調節主蒸汽關斷閥之開度，期使鍋爐水位安定，並進行下列事項：
  - ① 交互反覆進行鍋爐水之排放與補水，維持適當的鍋爐水位，從而使鍋爐水的不純物濃度降低。
  - ② 施行玻璃水面計的沖放試驗，以確認正確的水位。
  - ③ 沖吹安全閥或壓力計之導管，除去附著的異物，並施行壓力計的試驗。

(2)嚴重的異常現象時，如上述的處理措施也不能抑制時，停止鍋爐操作，冷卻排水後，檢查鍋爐內汽水分離器的狀況，清掃內部，然後從新補充爐水。

(3)構造上的防止對策須考慮改善下列事項：

- ①檢討鍋爐汽鼓內的隔板和汽水分離器的組裝方式。
- ②汽水鼓太小時，檢討設置輔助汽水鼓等，以減輕蒸汽室的負荷率。

## (二) 燃燒不安定和逆火

### 1. 燃燒不安定

燃油或燃瓦斯時，燃燒狀態有時會很明顯地變得不安定，有時會小幅度振盪燃燒；在此狀態中，有時會突然熄火；燃燒不安定的原因有下列情況：

- (1)燃燒用空氣量不足時；
- (2)擠入式、吸入式通風有過或不足平衡時；
- (3)燃油中含有大量的水份時；
- (4)燃油槍噴嘴骯髒時；
- (5)燃料的供給不安定時（燃油濾網阻塞或燃料壓力變動等）
- (6) 燃油的溫度過高或過低時；
- (7)燃料閥過份節縮時；
- (8)儀表控制系統失常時，引起燃料閥忽關又忽開或風門調節器忽關又忽開時。

### 2. 逆火（Back fire）

這是火焰突然從燃燒口冒出爐外的現象，可能燒傷操作者，發生逆火的原因與前述的燃燒不安定為同樣的條件，但在點火之際最易發生於下列場合：

- (1)阻尼器（風門調節器）過度節縮時或吸入通風不夠時；
- (2)擠入式通風過強時；
- (3)點火之際著火遲緩時；
- (4)點火多次未著，但燃油已經噴入爐內不少量，然後突然爐火點著時；
- (5)燃油閥突然開得過大時；
- (6) 燃料的供給先於空氣時；
- (7)燃燒中的火焰突然熄滅，但因爐內的餘熱又再度著火時；
- (8)儀表控制系統失常時，引起燃料閥忽關又忽開或風門調節器忽關又忽開時。

## (三) 燃燒生成物所致的障害

在燃油鍋爐中，空氣預熱器或節熱器的低溫傳熱面附著一些凝縮物而妨害煙氣通過或於過熱器的高溫傳熱面附著沉積物而發生腐蝕；燃煤鍋爐的水管群發生結渣蜂巢，阻礙了通風。通常這些附著物可以使用吹灰機來清掃，以維持鍋爐的正常操作。

一般燃油鍋爐的水鼓上方水管間容易會沉積灰渣或油泥，當鍋爐停止運轉冷卻後，含有硫份的灰渣或油泥吸收水氣而成硫酸腐蝕。因此，爐底（包括水鼓上方水管）需



要設置排渣口，當鍋爐吹灰完成後或停爐前，打開這些爐底排渣口，將這些沉積的灰渣或油泥靠爐內氣體壓力沖放而排放出去，可以預防爐管因為沉積灰渣的腐蝕而損害。

#### ★燃燒生成物所致的障害之實例：

大社工業區某廠的燃油鍋爐曾於 1994 年 8 月至 1995 年 5 月間發生事故停爐多次，主要事故原因是前後共有 33 支爐管破損，調查其位置都在下水鼓上的曲管部延伸至直管部靠近外殼的第一列和第二列且接近鍋爐出口煙道。這些破損的管子表面附著有黃綠色的灰，破洞管是從外往內減薄的，附著的灰取樣委託日本三菱重工分析結果，確認  $\text{SO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{O}$  成分相當高，這些成分屬於燃料燃燒的殘渣，灰的熔點約  $450 \sim 560^\circ\text{C}$ ，經 X 光檢測結果，其主成分為  $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{K}_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2$ ，而這些化合物是含有 NP 廢液的成分，應該不全是重油含有的成分。

因為此燃油鍋爐混入 NP 廢液燃燒會發生如上述的爐管障害，所以我門決定在汽電鍋爐運轉中僅限於粉煤專燒時，才容許燃用 NP 廢液，讓 NP 廢液燒成的灰與煤炭燒成的灰相混合後排放，以避免發生如舊燃油鍋爐之爐管障害問題。

#### (四)二次燃燒及燃燒瓦斯洩漏

##### 1. 二次燃燒

這是不完全燃燒所發生的未燃瓦斯在煙道內再度燃燒。在燃油時，未燃份的油煙大量積滯於煙道內，有時會突然燃起，此煙道內的火災稱為煙灰火（Soot fire）；二次燃燒或煙灰火會燒損空氣預熱器或外殼等，在水管鍋爐中還會擾亂水循環；此外，與同樣的異常燃燒也會在燃燒器附近的風箱內發生，防止對策如下：

- (1)使燃料在爐內完全燃燒；
- (2)消除煙道的氣袋（Gas pocket）部分，勿使未燃物積滯；
- (3)注意擋板等的損傷，防止燃燒瓦斯短路。
- (4)防止再燃燒所需的空氣漏入。

#### ★二次燃燒的實例：

1977 年 2 月大社工業區某廠有兩座水管式燃油鍋爐（規格  $50 \text{ T/H} * 17 \text{ kg/cm}^2\text{G}$  飽和蒸汽），因為在農曆過年期間工廠放長假，製程工場停車，但是乙烯已在廠內儲槽貯存，所以排氣燃燒塔（Flarer）必須運轉，而 Flarer 需要使用蒸汽，由於其耗汽量不多，因此，運轉一座燃油鍋爐於最低負載狀態，採用機械霧化油槍頭來操作。連續運轉 4 天，都未施行吹灰操作，而且因為燃燒不完全，導致空氣預熱器（管殼式）發生二次燃燒而損毀，有部分管子已經熔成鑄鐵。

該鍋爐附屬的機械霧化油槍頭限使用於鍋爐冷態啓機時候，長期使用不可，因為其燃燒條件不是很好，容易引起二次燃燒。又燃油鍋爐運轉超過 24 小時必須施行吹灰至少一次，以免積碳而發生二次燃燒或影響傳熱效果。

## 2. 燃燒瓦斯洩漏

在加壓燃燒方式的燃油鍋爐中，爐壁的氣密破壞而使燃燒瓦斯洩漏時，不僅會招致熱損失，也會招致外殼腐蝕或過熱變形；因而在檢查爐內時，必須及早發現會導致瓦斯洩漏的損傷，必要時進行氣密試驗，並補修洩漏處，注意保持爐膛的氣密性。

### (五) 鍋鳴

這是爐膛或煙道內在燃燒中因連續性瓦斯渦流而發出共鳴現象。鍋鳴大都發生在臥式雙鍋筒鍋爐底部煙道的燃燒瓦斯合流部或水管鍋爐水管群的煙道內，有時也發生在大型鍋爐的爐膛內，原因在於煙道的構造、通風力、燃燒狀態、燃燒瓦斯的流速等。防止對策如下：

- (1) 在煙道設間隔壁，臥式雙鍋筒鍋爐可延長底部的間隔壁，以改變出自兩爐筒的燃燒瓦斯合流位置。
- (2) 消除煙道內會發生渦流的氣袋部，變更擋板的形狀，以免煙道內的斷面積有顯著的變化。
- (3) 調節通風力。
- (4) 減輕燃燒負荷，改善燃燒狀態。

## 二、鍋爐的事故

### (一) 鍋爐事故的概要

#### 1. 鍋爐具有危險性

鍋筒內積存著飽和水；燃燒室中有油、煤等燃燒著，鍋爐潛在地具有飽和水所致的破裂危險性與未燃瓦斯和空氣的混合氣體所致的爆炸危險性。

#### (1) 破裂危險性

鍋筒內保有的鍋爐水在某壓力下保持飽和狀態，因此，假使接頭等有不良處，該處會大大裂開，噴出大量的蒸汽，則內部的壓力降至大氣壓，結果破壞了飽和的平衡，伴生劇烈的汽化現象。一般而言，氣體的 1 克分子在標準狀態（1 大氣壓及 0°C）下佔有 22.4L 的容積，因而水蒸汽 1 克分子的容積在 100°C 及 1 大氣壓中為 30.5L，隨著前述的汽化，飽和水的容積膨脹約 1700 倍。

此汽化現象在 1/10 ~ 1/20 秒鐘的瞬間進行，且是在密閉的鍋筒中發生，所以在該處發生機械性的破壞力，大大地破壞鍋筒，此即破裂；也可稱為破裂是飽和水汽化和容積膨脹而誘起的物理破壞現象。

#### (2) 爆炸危險性

可燃的瓦斯、蒸氣等與空氣混合的氣體在某範圍內具有爆炸的危險性，此範圍稱為爆炸界限，在此狀態若有火與氧接近，則引起所謂的瓦斯爆炸。就重

油的蒸氣而言，此爆炸界限為 1.16 ~ 6.0 %。鍋爐燃燒室、煙道等會發生瓦斯爆炸，就是由於燃燒室或煙道中有未燃的重油蒸氣存在，與空氣混合後又在此範圍內所致。

可燃性粉塵也有同樣的危險性，亦即，在空氣的存在下，有粉塵爆炸的危險性，微粉碳燃燒裝置等的粉塵爆炸即屬此例。爆炸為急劇的燃燒，故可稱為化學性的破壞現象。

## 2. 最近事故的特色

最近設置的鍋爐大半具有自動控制裝置的燃油鍋爐，但是隨著這種自動化的燃油鍋爐推出以後，鍋爐事故的發生狀況也有下的傾向。

### (1) 低水位事故多

最近的鍋爐大都是中小型化，而且圓形鍋爐大都在鍋筒內安裝爐筒或煙管以增加傳熱效果，結果使鍋筒內的保有水量變少，因而對負荷的變動非常敏感，這也是自動化發達的理由之一，但是，發生低水位現象的可能性也同時增大。最近有圓形鍋爐常發生低水位事故的原因之一就是在處理時，忘記了此種特性的變化。

### (2) 過熱事故多

最近的鍋爐大都高性能化，特別是傳熱面積的負荷率很大，另一方面，隨著構造的複雜化，清掃或檢查也比以往更困難，因而需要十分注重水處理，若在這方面有所疏失，將隨著水垢的生成且因不易去除而繼續使用的話，傳熱面積的負荷率變大，終至過熱燒損；最近常見過的過熱事故原因就在此。

### (3) 自動控制裝置不良所致的事故多

自動控制裝置在平常必須履行保養檢查，才能完滿地發揮其機能，但是一般都只過分強調自動控制裝置的優點，過分信賴它，疏忽了保養檢查。特別是水位調整機構大都可自行自動給水、低水位警報、低低水位中斷燃燒的三段調整，不過若檢測部在同一點，一旦檢測部有了缺陷，任一機能都不能發揮，而且鍋爐操作員若不注意此觀點，常在爐筒膨脹出來或爐筒爆炸時才發現低水位事故。

### (4) 小型鍋爐的事故多

一般食品工業、服務業等都使用小型鍋爐，而這些小型鍋爐大都是自動控制化，只操作啟動開關，就可以執行啟動、停止等操作，不需要專門的技術即可處理，結果常怠於自動控制裝置的保養檢查，致使燃燒不合理而發生事故。

### (5) 由於構造或配管複雜化，常因操作錯誤或誤認等而發生事故

如前所述，最近的鍋爐構造複雜化，且因蒸汽和熱水的消耗量增加，配管也更分歧，控制裝置採用先進的 DCS（分散式微電腦控制），結果可能因為 DCS 操控疏失或閥門操作錯誤或水位的誤認而發生事故。

## （二）鍋爐事故的原因

鍋爐的事故可區分為破裂和預告事故（Predication failure）（壓潰、膨出等）以及瓦斯爆炸，這些事故的原因說明如下：

### 1. 破裂和預告事故

#### （1）強度不夠

這是鍋爐無法耐得住蒸汽或熱水壓力的強度所致的事故。

##### ① 熔接工作不良

最近的鍋爐大都由熔接製成，不過由於熔接設計不適切，常有以角熔接合的鍋筒與鏡板者或以瓦斯熔接簡單黏合者；更嚴重的甚至連板厚達 6 mm 左右者，其熔著部的喉厚只有 1 ~ 2 mm，而這種鍋爐也未進行應力除去處理。而且最近壓力容器大都使用高張力鋼、高合金鋼等特殊材料，這些材料在施行熔接時有必要顧慮某些事項（降低殘留應力、用對熔接棒等），但卻常因注意不周而發生應力腐蝕破裂和低溫破裂等事故。

##### ② 材料不適

鋼材在壓延加工之際，如果發生疊層而直接使用，會引起事故。熔接用材料就熔接性而言，最好是碳含量較少者（0.35 % 以下），但也有未能滿足此條件者，鑄鐵品大都有鑄巢（Blow hole，氣孔）。

材料通常在高溫會降低抗張強度，並呈現潛變（Creep）現象，所以高壓鍋爐不用說，連低壓鍋爐的過熱器等暴露於高溫的部份，也須考慮此事而選定適當的材料。在燃油鍋爐中，低溫腐蝕（指硫酸腐蝕）很成問題，因此，對於空氣預熱器、節熱器（Economizer）等的低溫傳熱面所用的材料，必須考慮此點。

##### ③ 構造不良

小型鍋爐或壓力容器之中也有把鍋筒製成角形、半圓錐形、橢圓形等不耐內壓力的形狀者，這種強度不安定的構造應盡量避免採用，但在不得不用時，必須藉支撐架來充分補強。

##### ④ 板厚不足

這是由於板厚不足而耐不住所定的壓力，除了有顯著的腐蝕而減少板厚以外，彎曲加工及其他工作不良也會使局部的板厚變薄，特別是壓力容器或小型鍋爐常有此現象，其中無支撐架的平板構造，也會因板厚不足，因內壓力而變形，甚至從熔接部裂開。

#### （2）處理不良

這包括水處理不良、整備檢查不合格、處理技能不熟練等。

##### ① 水處理不良

如果不施行適切的水處理或爐水沖放（Blow down），內部會生成大量



的水垢，結果在高溫部發生過熱，或降低自動控制裝置或玻璃水位計的機能，堵塞給水導管的孔，導致低水位事故。

### ②整備檢查不合格

整備不當時，水垢會堵塞水管和玻璃水位計的導水孔，或因殘留的煙灰而發生外面腐蝕。甚至使自動控制裝置發生故障，或使安全閥及其他安全裝置的動作不確實，也會使關斷閥等的操作不圓滑順利。

若確實執行檢查，則可早期發現這些異常狀況，尋求必要的措施；反之，檢查不確實，發生事故前就不能查出異常狀況。一般常因檢查不實而疏忽腐蝕或破裂，招致發生重大事故。因此，除了勞工安全法規所定的每月定期檢查之外，也要依據一定的檢查基準，對自動控制裝置、玻璃水位計等施行啓機前的檢查。

### ③處理技能不熟練

玻璃水位計、水位偵測器、給水控制閥及其它控制閥等的操作錯誤，會發生低水位事故，燃料閥的操作錯誤也會引起瓦斯爆炸；送風門擋板或輪葉的操作錯誤也會引起燃燒不完全而冒黑煙招致污染空氣；油槍裝置不當或墊圈未裝妥，會引起爐前漏油而發生火災，或爐內噴油不良而燒毀燃燒器及其週邊設備；送汽之前，未將蒸汽管路施行排疏水，或送汽之際，猛然打開關斷閥，都會引起水鎚現象；DCS 儀控系統的操作錯誤也會發生如上述的各種異常事故；總之，這些異常事故都是由於人為處理技術不熟練所致。

但是其中也有因錯覺而使閥或控制器的操作錯誤，所以需要配管標示色別、關斷閥標示旋轉方向等的措施及關斷閥的操作基準及操作警報點等都需制訂，並實施必要的教育訓練。此外，操作員的疲勞、分心、健康異常等會使注意力散漫，因而誤認儀表指示值，最好能有適切的勞務管理和健康管理。

## (3)安全裝置及其它附屬品故障

這是安全裝置及其它附屬品故障而不能充分發揮其機能所招致的事故。

### ①自動控制裝置故障

這大都是由於沒有做好定期檢查、整頓等，可以藉動作試驗來發覺問題。

### ②玻璃水位計故障

怠於機能試驗，不知水垢或異物堵塞通水孔、旋塞閥之開關錯誤等，都會引起低水位事故。

### ③給水裝置的機能不良

給水能力降低、給水溫度過高、給水控制閥或逆止閥故障等給水裝置的機能不良時，常引起低水位事故。

#### ④沖放裝置漏水

爐水沖放後的噴出閥不能完全關閉時，會使鍋爐水不斷地大量漏出，招致低水位事故。

#### ⑤ 安全閥動作不良

安全閥的檢查和整頓不良時，會因閥的固著、塵埃及其它異物的附著等而使安全閥動作不順，即使內部的蒸汽壓力達到設定的噴出壓力也不動作，造成壓力的異常上昇。

#### ⑥壓力計不良

壓力計未指示正確的壓力，而使得壓力超過。

鍋爐在未經正常操作程式運轉中，就其構造及使用條件看來，儘管內部壓力超過大氣壓，卻因不安裝壓力計或安全閥等附屬品，進行盲目運轉，使得壓力異常上昇，導致破裂事故。

### 2. 瓦斯爆炸

瓦斯爆炸的原因如下：

- (1) 爐膛或煙道滯積未燃的油蒸氣，這與空氣混合，構成爆炸界限。
- (2) 有點火源存在。關於微粉碳等所致的粉塵爆炸也同樣的。

### (三) 破裂

破裂是鍋筒內飽和水急劇的汽化膨脹所致的，所以其威力是飽和水溫度愈高時愈大，其量愈多時也愈大。又因以壓力的急劇降低為前提，所以水管破裂時，常只從該處噴射出蒸汽來（當然需立即尋求適當的緊急應變措施）。

破裂之際所釋出的能量超非想像所及，在日本曾發生豎型鍋爐（筒徑 1060mm，高 2130 mm）在使用中以  $5.2 \text{ kg/cm}^2$  的壓力突然破裂時，本體會彈跳至高空中，落到 55 m 外的地點，飛進附近民房，打傷民衆 7 人，而且在破裂時有一名鍋爐操作員被噴到 36 m 外的場所而死亡，其他員工重傷者有 2 人，此破裂事故相當慘重。

此項破裂事故是由於爐膛下端的內外兩面腐蝕，結果板厚變得非常薄，耐不住內部的壓力，擠破而發生事故。

破裂源自上述原因，所以若對這幾點採取充分的措施，即可完全防止；並能依照下列要領，尋找出異常狀態，採取必要的措施。

1. 檢查鍋爐或壓力容器有無洩漏，注意保溫材料或砌磚有無洩漏。
2. 從煙道清灰時調查觸火面，檢查有無洩漏所致的鹽類附著於接頭或管的安裝部位。
3. 確認鍋筒、噴出管、砌磚等所用的耐火防護材或磚等完全無漏；常因防護材脫落，引起過熱，發展成破裂階段。
4. 清掃鍋爐或壓力容器內部時，注意查看水垢或淤泥的附著狀況，並檢查鍋筒的氣室面是否有污染。

5. 檢查受到放射熱的鍋筒、水管、爐筒等有無膨脹出及其它變化。

#### (四) 壓潰 (Collapse)

##### 1. 壓潰

壓潰是鍋爐的爐筒、燃燒室或有外套的壓力容器的內筒等外面承受壓力的部份向內側壓潰的現象，為一種座屈 (Strain)。一般而言，外面承受壓力的圓筒部份，若局部發生變形，就會急劇擴張，形成此種座屈現象。

引發座屈的變形是因板的強度降低，耐不住外力而造成的，大都發生於鍋爐水位降低而過熱時，容易壓潰的部份如下所示：

- (1) 爐筒煙管鍋爐，爐筒鍋爐的爐筒上半面。
- (2) 豎型鍋爐、機車型鍋爐的燃燒室。
- (3) 附設外套的壓力容器胴。

##### 2. 膨出 (Expansion)

膨出是鍋筒或水管等過熱，該部份的強度降低，因內壓力而向外側膨出的現象。大多發生在鍋筒底部 (傳熱面) 有水垢沉積而妨礙傳熱時或氣泡停滯水管內而傳熱不良時等。容易發生膨出的部份如下所示：

- (1) 橫式外燃煙管鍋爐的鍋筒底部。
- (2) 水管鍋爐的汽水鼓筒接觸火焰的部份。
- (3) 水管 (主要是面向爐膛的部份)。



圖 1 煙管鍋爐的爐筒壓潰



圖 2 水管的膨出

#### (五) 過熱燒損

##### 1. 過熱 (Over heat)

鍋爐用鋼材會隨溫度的上昇而減低強度，延性則增加。一般而言，從 400℃ 附近強度會急劇降低，達到溫度時，鋼的組織起了變化，強度顯著減少。此時，只是組織變粗，所以可藉退火等熱處理回復原先的性質，此種狀況稱為過熱。

## 2. 燒損

過熱到熔點附近的高溫時，鋼材內含碳的一部份會燃燒，所以即使施行熱處理也不能回復到原先的性質，此種狀態稱為燒損。

## 3. 過熱（或燒損）的原因

燃料燃燒生成的熱會傳導給鍋爐內部的水，所以鍋爐本體的溫度常比內部的飽和水溫度高 30 ~ 50℃。但在下列場合構成傳熱面的部份鋼材之溫度會上昇，招致過熱或燒損。

- (1) 鍋爐水位降低，蒸汽不接觸火焰時；
- (2) 有水垢附著而妨礙傳熱時；
- (3) 水循環不良而材質溫度上昇時；
- (4) 火焰集中於局部時；
- (5) 鍋爐水含有油脂時。

### ★ 過熱燒損的實例：

1975 年某化工公司前鎮廠有兩座燃油鍋爐（規格 63 T/H \* 42 kg/cm<sup>2</sup>G \* 380℃），在試車運轉期間發生一座鍋爐的產出蒸汽量逐漸下降，而且飼水量比產出蒸汽量多了 5 T/H 以上，過熱器出口蒸汽溫度 > 450℃，即使減溫噴水控制閥全開也降不了溫度，這就是過熱器發生燒損破管的現象。

該公司請台電公司大林發電廠派出鍋爐股長（鐘順男先生）前來協助處理此事故，發現過熱器加熱盤管接近爐膛的彎頭爆破，再把其它同處未破的彎頭切開，發現有一層厚厚的水玻璃（矽土結垢物）沉積在彎管內壁，因為這些結垢物而妨礙傳熱導致爐管過熱燒損破管，又查當時的鍋爐飼水竟然採用軟化水，飼水的水質不良才是這次爐管燒損的主要原因。

因為這兩座鍋爐在試車運轉期間先後都發生了過熱器燒損破管的事故，所以改善對策就是把過熱器盤管接近爐膛的彎頭全部切除，更換新彎頭及對焊完成，爾後這些中壓（42 kg/cm<sup>2</sup>G）鍋爐飼水全部改採用純水，禁止再用軟水。

## (六) 瓦斯爆炸

瓦斯（或粉塵）爆炸是由於滯留於鍋爐的爐膛內或煙道的未燃瓦斯、蒸氣、粉塵等與空氣混合，構成爆炸界限所致，所以瓦斯或蒸氣量愈多時，威力愈大；瓦斯量少時，常從燃燒口噴出火焰，此稱為回火（Back fire）。

未燃瓦斯等的停滯易發生於點火失敗時或燃燒中的火焰剛熄滅時等，因而為了防止瓦斯爆炸，必須注意下列事項：

1. 不得使燃料漏入爐內，瓦斯燃料之類不易隔離者尤須注意此點。
2. 開始點爐時，於點火前需將送風阻尼器全開，充分通風，並進行點火前預吹驅（Pre-purge）。



3. 點火時，燃料閥的打開順序不可錯誤，如果點火失敗，則需要再吹驅爐膛，以正確的順序重做。
4. 燃燒中斷後，必須與開始點爐時同樣充分通風，並進行點火前預吹驅。
5. 空氣和燃料的飼入順序不可錯誤，即勿在增加空氣量之前增加燃料量，也勿在減少燃料量之前降低空氣量。採用加煤機時，在整頓火層後不可驟然施行擠入式通風。
6. 當煙道有一些阻力或氣囊時，需要充分的通風，且要延長吹驅時間。

1976年12月某石化公司大社廠有兩座燃油鍋爐（規格 50 T/H \* 17 kg/cm<sup>2</sup>G 飽和蒸汽），由日本川崎重工株式會社（簡稱 KHI）與大榮機械公司承包鍋爐工程，在試車期間，KHI 技師親自操作，起初點火時採用機械霧化型油槍頭，當有產出蒸汽時才改用蒸汽霧化型油槍頭。初次改用蒸汽霧化型油槍頭後，再啟動這一座鍋爐來點火，但是點火失敗多次（可能超過 5 次），最後一次點火成功，突然發生爐膛爆炸，從燃燒器回火出來，所幸無人傷亡，只有 KHI 技師和 3 位鍋爐操作員被噴得滿臉烏黑；檢查這座水管式鍋爐本體管子無損，但是所有煙道膨脹接頭都爆破。

檢討這次鍋爐爆炸事故原因，判為油槍之霧化蒸汽及風箱的二次風門擋板（阻尼器）等調節不當，每次點火時燃油噴入爐膛因而未點著，經過多次點火失敗後，有少量的燃油沉積於爐膛底部，先前此爐以機械霧化油槍頭點爐試車，已經產出 10 kg/cm<sup>2</sup>G 蒸汽出來，經過爐膛內餘熱加溫，這些沉積於爐膛底部之燃油被加熱蒸發出可燃性揮發氣體，當達到燃爆點及遇油槍在點火時，即刻點火引起爆炸。

因此，每當鍋爐點火失敗以後，必須執行吹驅爐膛至少 3~5 分鐘，才可以再點火，以免爐膛殘留可燃氣體而發生爆炸；而且需要調整霧化蒸汽壓力及風箱之二次風量適當，使油槍能夠著火。

#### (七)水鎚 (Water hammer)

主蒸汽關斷閥驟然大開，或主蒸汽管路內的疏水未完全排除，則管內的積水會與送汽一起以高速流動，在管的彎曲部或閥產生強力的衝擊，甚至於會破壞蒸汽關斷閥或蒸汽管路，此現象稱為水鎚。

為防止水鎚，有必要採取下列措施：

1. 在打開主蒸汽閥之前，務必完全排出疏水。因此，主蒸汽管或大型的蒸汽關斷閥最好有裝設蒸汽卻水器（Steam trap），以能自動排出疏水。但在開始送汽前，應該將蒸汽卻水器之旁通閥打開以加強排出疏水，等到確認完全排出疏水後，才關閉其旁通閥。

2. 打開主蒸汽閥之前，要先打開其旁通小閥，把少量蒸汽送入主蒸汽管來預熱蒸汽管路。
3. 當蒸汽管路預熱後，才將主蒸汽閥緩慢打開而通入蒸汽（注意不可驟然打開主蒸汽閥）。
4. 配管時要注意管路的斜度要適當（此管路須向有卻水器的地方傾斜度大於 0.003），以免疏水滯積於蒸汽管路內而難以排除，並且需要完全保溫。

#### ★水錘事故的實例：

2004 年 9 月 1 日某石化公司高雄廠之燃油鍋爐（B-2820）起爐時發生出口蒸汽管路巨大爆炸事故，噪音特大，曾引起附近居民之抗爭，汽電廠鍋爐被大量蒸汽排放影響得差點跳車，緊急通知石化製程工廠（EO/EG）停車，並關閉其供應蒸汽阻閥，才停止蒸汽排放大噪音。檢討此蒸汽破管事故的原因如下：

公用管架上的蒸汽集管（21 kg/cm<sup>2</sup>G）與 B-2820 鍋爐間管路約 12M 長，因這支蒸汽直管之傾斜度方向相反（原配管錯誤），如圖 3（a）所示，其內端積水難以排出，每當此鍋爐送汽與汽電廠切換操作時，管內積水被大量蒸汽激起水槌作用，衝向 12M 管端彎管，經數年來多次衝擊後，其管材因熱應力劇變而強度衰弱導致爆破，如圖 3（b）所示。

此鍋爐出口缺乏逆止閥，如果此鍋爐壓力比公用管架上的蒸汽集管（蒸汽來自汽電廠）低時，會發生蒸汽倒灌入燃油鍋爐或排放至大氣中。

此鍋爐的控制系統因年久失修（缺乏零件更換），無法在控制室靈活控制操作鍋爐所產出蒸汽的壓力，需要人工在現場操作排放阻閥（如圖 3 之 H<sub>2</sub> 阻閥）以調節壓力，因操作不便，才會發生蒸汽倒灌問題。

為防止此蒸汽爆管事故，採取的對策如下：

公用管架上的蒸汽集管（21 kg/cm<sup>2</sup>G）與 B-2820 鍋爐間的管路更新配管，而且此蒸汽直管之傾斜度方向糾正，微向鍋爐側傾斜，以利排出凝結水。

公用管架上的蒸汽集管（21 kg/cm<sup>2</sup>G）與 B-2820 鍋爐間管路加裝逆止閥及其前後管路疏水閥，以防止蒸汽倒灌問題及積水問題，如圖 3（c）所示。

鍋爐控制裝置更換為新式的 DCS 控制系統和加裝蒸汽超壓自動排放控制閥，可以使鍋爐操作員一人在控制室就以遙控操作這兩座燃油鍋爐。

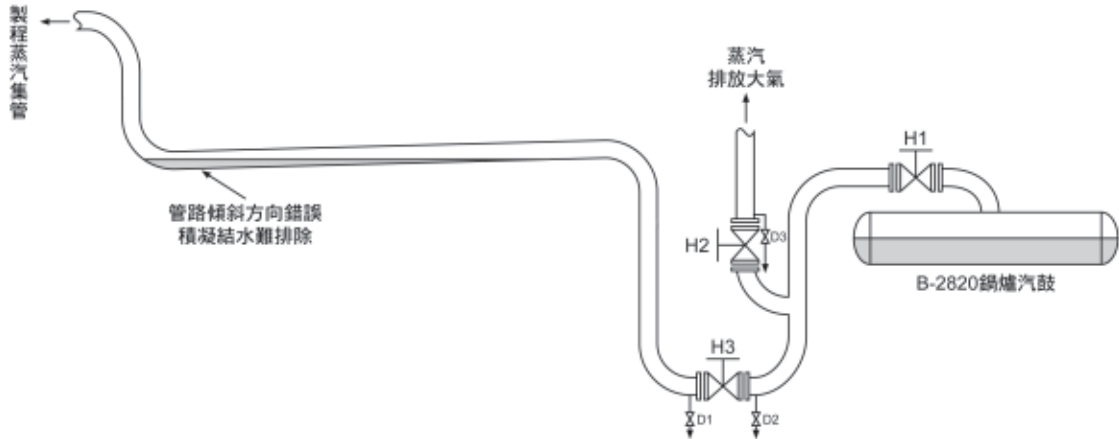


圖 3 (a) B-2820 鍋爐的原始蒸汽配管

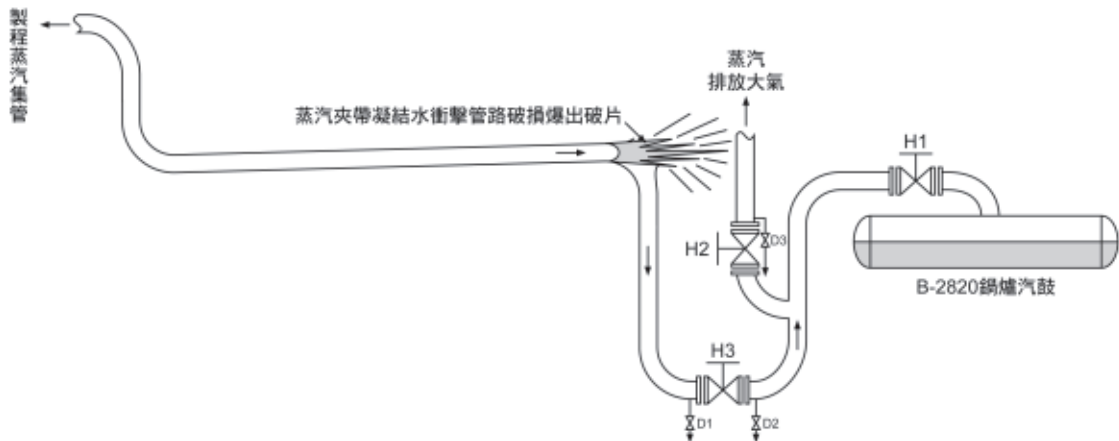


圖 3 (b) 蒸汽夾帶凝結水衝擊管路破損爆出破片

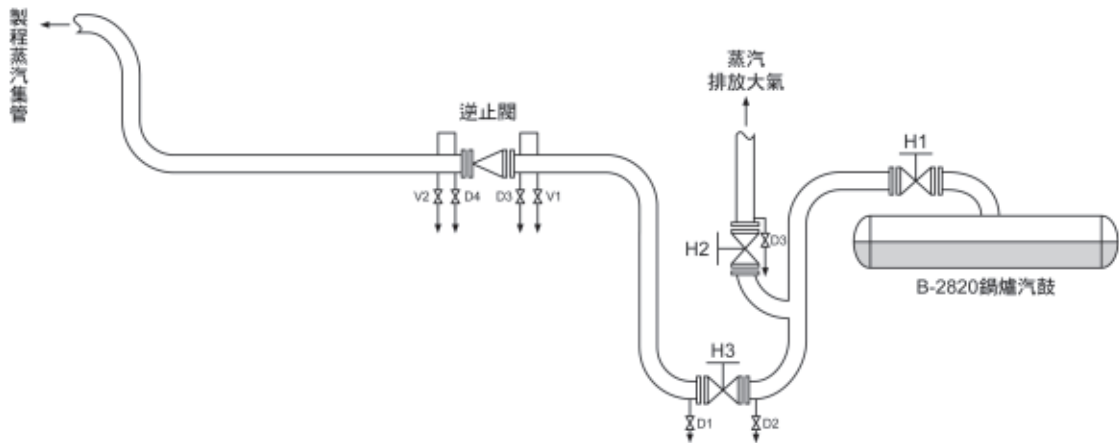


圖 3 (c) 正確的蒸氣配管圖

# 天然氣基本概念

欣中天然氣公司／王國彥、林文洋

## 一、認識天然氣

### (一)什麼是能源：

「能源」顧名思義就是能量的來源。能源用許多不同的方式存在，人類也可以使用不同的物質產生能源，唯獨不相同的是其轉化的方式及效率。

### (二)能量與能源：

1. 定義：作功的能力
2. 形式：光能、化學能、熱能、電能、力學能…等
3. 能量守恆定律：不同形式的能量可以互相轉換，但能量的總值維持不變
4. 能源其實就是一種資源，如土地、農產、漁產、林產、礦產、提供氧氣的植物，能用來發電的油、煤、風、水、核能、地熱、太陽能等，通通都是能源的由來。能源就是能量的來源
5. 而天然氣屬於一次能源：在自然界所蘊含可直接利用的能源。也是非再生能源：會隨著人類開發利用而減少的能源。例如：煤、石油、天然氣、核能…等。

人類目前可用之能源



### (三)天然氣簡介：

天然氣屬於碳氫化合物，是一種天然的燃料，大多是在開採原油時伴隨而出，過去因越洋運送技術尚未克服，所以只能用於當地，過剩出產部分只能燃燒後排放廢棄，無法善加利用。天然氣可分為伴隨原油出產的溼性天然氣、與不含液體成份的乾性天然氣。




天然氣的成份會因產地不同而有差異，其中大部分為甲烷，另外還含有少量乙烷、丙烷、丁烷及水分、二氧化碳、和硫化氫等其他雜質，也可能含氮、氬等稀有氣體。

因硫化氫有毒性，且具有強腐蝕性，燃燒後會生成有毒的二氧化硫，致污染環境危害人體，而二氧化碳和水共存時，也會成為酸性物質腐蝕管線，尤其天然氣以高壓輸送，若有水分的凝結會堵塞管線、或與天然氣結合為雪狀的氣水合物，造成輸送障礙。因此水分、二氧化碳、硫化氫的去除極為重要。



由於天然氣自產量有限，隨著工業發達社會繁榮，生活水準提昇，及環保意識高漲，天然氣需求日益提高，政府乃決定進口液化天然氣，選定在高雄永安與台中港海濱設立液化天然氣接收站，將進口液化天然氣加以汽化處理後、由管線輸送供應全省用戶。

(四)天然氣主要成份：甲烷 (CH<sub>4</sub>) 接近 85%，其它成份為乙、丙烷。

	甲烷 	乙烷 	丙烷 
分子量	16.04	30.07	44.09
分子容	22.36	22.16	21.82
溶點°C (1atm)	-182.6	-172.0	-187.1
沸點°C (1atm)	-161.4	-88.6	-42.2
液體比重 (60/60 °F)	0.300	0.378	0.512
氣體比重 (空氣 =1)	0.555	1.049	1.522
蒸發潛熱 kcal/kg	121.9	116.9	101.8
空氣混合上限 %	5.3	3.12	2.37
爆發限界 下限 %	13.9	15.0	9.50
總發熱量 kcal/Nm <sup>3</sup>	9,520	16,820	24,320
蒸氣壓 kg/cm <sup>2</sup> (37.7°C)		54.8	13.4

## 二、天然氣的特性

(一)液化天然氣 LNG 的特性：

### 1. 安全：

由於天然氣之主要成份是甲烷，氣化後比空氣輕，萬一洩漏時，很容易擴散至大氣中，不致有爆炸的危險，是一種安全的能源。

### 2. 乾淨：

LNG 在液化過程中，已將硫、二氧化碳、水份等除去，因此，燃燒時，不會因硫份而造成空氣污染，是一種乾淨清潔的能源。

### 3. 高效率：

天然氣具有很高的熱值（約 10000Kcal / M<sup>3</sup>）。液化後的體積縮小為 1/600，便於儲存與運輸，又可利用海水很簡單地將之氣化，是極為方便，高效率的能源。

### (二)天然氣的用途：

1. 熱能利用：天然氣燃燒僅產生水蒸汽（ $H_2O$ ）與二氧化碳（ $CO_2$ ），不產生有害氣體，污染低符合環保要求，熱質穩定、使用方便，是絕佳的熱能來源，家庭及工業上運用日廣，分別用於加熱、乾燥烘烤、食品加工、氣電共生、蒸氣利用、汽車燃料（CNG）、溶解、熱處理等方面。
2. 冷能利用：液化天然氣在氣化過程中，可提供大量的冷能，可回收後利用於低溫用途上：
  - (1)使空氣分離而製造液態氧、液態氮。
  - (2)液化二氧化碳、乾冰製造。
  - (3)利用冷能進行發電。
  - (4)製造冷凍食品或使用於冷凍倉庫。
  - (5)橡膠、塑膠、鐵屑等產業廢棄物的低溫破碎處理。
  - (6)海水淡化。
3. 原料利用：天然氣中所含的甲烷用於製造肥料、甲醇溶劑及合成醋酸等石化原料；另外所含的乙烷和丙烷可經裂解而生成乙烯及丙烯，它們都是塑膠產品的重要原料。

### (三)天然氣的小叮嚀：

1. 天然氣為無毒、無色、無味、易燃、易爆，具有窒息性的氣體。
2. 氣態天然氣比重為 0.56~0.79，比空氣（1.0）輕，外洩後較易飄散，安全性較液化石油氣高。
3. 天然氣係以「體積」計算，一立方公尺為「一度」，相當於桶裝液化石油氣 0.75 公斤。
4. 天然氣爆炸範圍：即空氣中混入 4.5%~15%的天然氣，遇火即會燃燒或爆炸，在此範圍外均無法燃爆。
5. 天然氣熱值（NG1 與 NG2）為 8900~9900 千卡/立方公尺。
6. 夏天平均使用天然氣 30 度的用戶，到了冬天因氣體體積及燃點變化的因素，平均用氣可能會變為約 43 度。

### (四)燃燒不完全火焰的特性：

1. 浮火係指：燃燒火焰浮離燃燒器之上的燃燒現象（如圖所示），發生浮火之可能原因有：
  - (1)燃燒器內之瓦斯壓力過高，導致混合氣體之噴出速度增加。
  - (2)一次空氣調節器之開度過大，一次空氣吸入過量，混合氣體量過多而使噴出速度加。

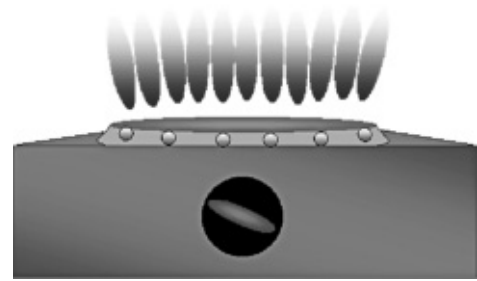
- (3)燃燒室內之給排氣不良，二次空氣銳減導致燃燒速度降低。
- (4)燃燒器用久，焰孔堵塞，有效孔徑減少，使燃燒器內壓力相對增加，導致噴出速度增加。

2.回火係指：爐具當瓦斯噴出速度小於燃燒速度致使部份火燄進入燃燒器內燃燒的現象（如圖所示），發生回火可能原因有：

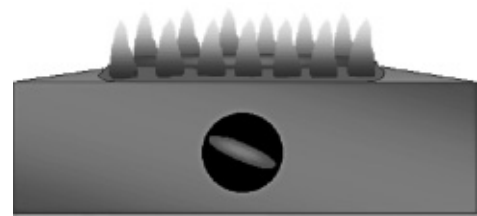
- (1)混合氣的流速小於火燄傳播速度引起的回火。
- (2)爐具噴嘴被污垢雜物堵塞，使燃氣流量減少而引起的回火
- (3)混合氣體空氣的比例太大引起的回火。

3.黃端焰係指：由於一次空氣量不足致使火燄頂端呈紅黃色而燃燒之現象稱為黃端焰（如圖所示），發生黃端焰可能原因有：

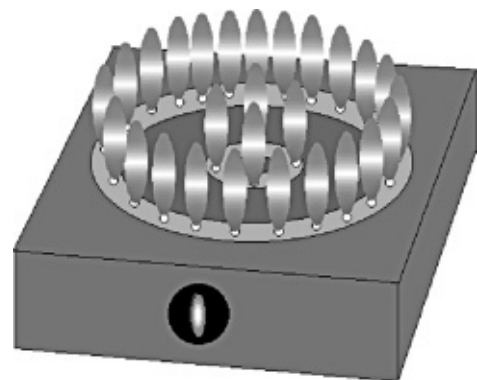
- (1)爐具瓦斯孔污穢。
- (2)空氣比調整不完全。



浮火



回火



黃端焰

### 三、國內天然氣的來源

#### (一)液化天然氣：

液化天然氣（LNG）被公認是地球上最乾淨的能源，其製造過程是先將礦區出產之天然氣淨化處理，再經一連串超低溫冷凍至零下162℃，成為一種無色、無臭的液體，體積縮減為氣態時的六百分之一左右，運輸及儲存效能大幅提升，更方便越洋運送，我們所使用的天然氣是利用液化天然氣運輸船，由產地印尼、馬來西亞、卡達等地輸送至台灣永安及台中港接收站。

#### (二)天然氣接收站：

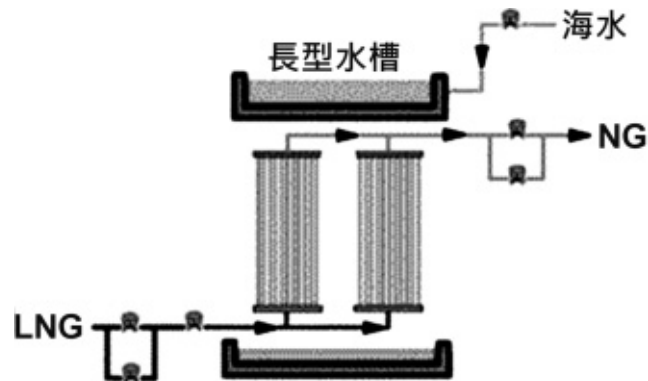
接收站的主要組成部份，包括卸載液化天然氣的碼頭設施、存放液化天然氣的儲存槽、蒸發氣回收設備、氣化設備、輸送設備等。



### (三) LNG 氣化方式：

#### 1. 利用海水：開架式氣化器

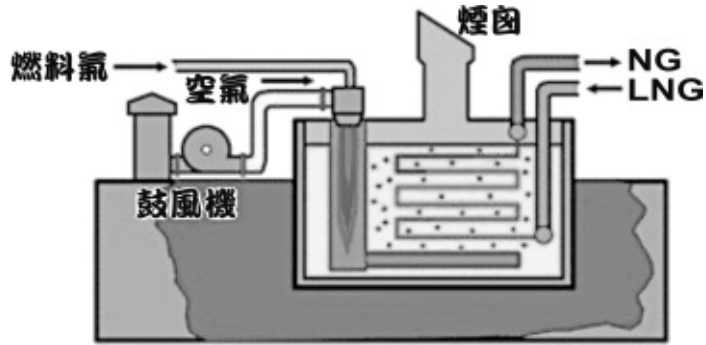
主要以海水淋灑方式對 LNG 進行間接加熱使其氣化成 NG，其氣化之成本低廉，維修簡易。



#### 2. 加溫水氣化：沉燃式氣化器

主要是以 NG 做燃料，對 LNG 進行間接加熱使其氣化成 NG，氣化之成本較高，做尖峰時段供應調節之用。





(四)液化天然氣運輸船：

液化天然氣運輸船配有雙殼隔熱貨艙，在發生碰撞或擱淺事故時，能有效地保護密封貨艙的完整性。運輸船的液化天然氣儲存艙有球型及薄膜型兩種設計。

液化天然氣是以常壓的狀態儲存，其蒸發氣會升高艙壓須加以克服，蒸發的天然氣可用來補充運輸船所需要的燃料，亦可以再液化後，送回儲存艙。球型運輸船的船體內裝有 4 個或 5 個球形儲存艙，每個儲存艙都有相當大部分位於露天甲板之上。薄膜型運輸船也裝有 4 個或 5 個儲存艙，不過每個儲存艙的絕大部分都在露天甲板之下。

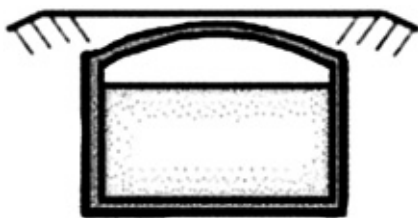


(五)液化天然氣儲存槽：

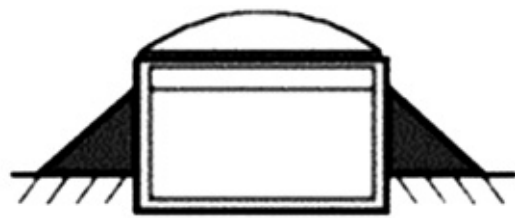
一般以冷凍儲槽儲存之，儲槽構造約可分為三種：

地下型：外層為 RC，內層為不銹鋼。

半地下型：外層為 RC 或低溫鋼材，內層為不銹鋼。



地下式



半地下式

地上型：外層為 RC 或低溫鋼材，內層為不銹鋼。



地上型

永安天然氣廠採用地下式儲槽，儲槽之主體在地平面以下，儲槽內徑 64 公尺，深度 44 公尺，設計容量為 13 萬立方公尺，槽內存放液化天然氣，溫度為 $-162^{\circ}\text{C}$ 。一座儲槽之存量估計約可供應 30 萬個家庭使用半年。冷凍儲槽之連續壁、側牆、底版均用高強度的鋼筋混凝土構成，結構體完成後在槽體內側裝上硬質聚胺基甲酸酯（簡稱 PUF）發泡成型的保冷塊，以充分隔絕外界熱源進入。內襯是和 LNG 直接接觸的槽壁採用二公厘厚的不鏽鋼材料製成能保持在低溫下不變形，圓頂外覆蓋厚約四十到一百二十公分的鋼筋混凝土，耐衝擊兼具防震和防颶的保護作用。

#### 四、國內天然氣的規範與標準

(一)目前國內規範天然氣成分標準的有 CNS-3719 與天然氣事業法第 3 條。

(二)管線：指輸、配送天然氣所用之輸氣管線；依其各管線所能承受之壓力，區分為：

1. 高壓輸氣管線：指每平方公分十公斤以上壓力之輸氣管線。
2. 中壓輸氣管線：指每平方公分一公斤以上、未達十公斤壓力之輸氣管線。
3. 低壓輸氣管線：指每平方公分未達一公斤壓力之輸氣管線。

(三)欣中公司壓力別：

1. 高壓輸氣管線：指每平方公分十公斤以上壓力之輸氣管線。
2. 中壓 A 輸氣管線：指每平方公分三公斤以上、未達十公斤壓力之輸氣管線。
3. 中壓 B 輸氣管線：指每平方公分二公斤以上、未達三公斤壓力之輸氣管線。
4. 中壓 C 輸氣管線：指每平方公分一公斤以上、未達二公斤壓力之輸氣管線。
5. 低壓輸氣管線：指每平方公分未達一公斤壓力之輸氣管線。

## 五、案例與問答

### (一)「瓦斯」有毒嗎？

「瓦斯」是可燃、無毒性氣體；為單純窒息性氣體及中樞神經抑制劑。

空氣中天然氣最大許可濃度為 1%，如濃度達 20% 會使人窒息失神，因為它佔滿空間的容積，把氧氣趕跑了，造成「缺氧窒息死亡」。

坊間常稱「瓦斯中毒死亡」，其實應該是「一氧化碳中毒死亡」。另外瓦斯爆炸也會致人於死。

一氧化碳 (CO) 係無色無味無臭之氣體進入人體會與人體血液之血紅素結合其結合能力為氧氣的 250 倍使血紅素無法搬運氧氣人體因缺氧而引起的症狀稱為一氧化碳中毒。

一氧化碳中毒發現到如果中毒後六小時以內，給予高壓氧氣治療，死亡率只有 13.5%。但是當治療時間拖延超過六小時以上，則死亡率達到 30.1%。一氧化碳中毒後組織的損傷可能有兩個機轉，一個是因為缺氧而直接造成的傷害。

### (二)「瓦斯」為什麼會有臭味？

天然氣事業法第十九條：「氣體中應有足資人類嗅辨之嗅劑」。瓦斯為無色、無味的氣體，所以必須添加足資嗅辨之「臭味劑（嗅劑）」。

嗅劑的適度添加量：係在正常嗅覺狀況下，當天然氣在空氣中達爆炸下限之五分之一濃度以前，即可聞出臭味。

### (三)「天然氣」與「桶裝瓦斯」有什麼區別？

液化瓦斯 (L.P.G)：俗稱瓶裝瓦斯或桶裝瓦斯，是煉製石油之附產品，由丙烷 ( $C_3H_8$ ) 及丁烷 ( $C_4H_{10}$ ) 組成，其比重較空氣重 (大約為空氣 1.5~2.0 倍之間)，發熱量為 12000 kcal/kg。

天然瓦斯 (N.G)：是由油氣層生產，國內主要產地在苗栗一帶，主要成份為甲烷 ( $CH_4$ ) 其比重較空氣輕 (大約為空氣 0.65 倍) 發熱量為 (NG1) 8900 kcal/m<sup>3</sup>。

LPG 調節器：

#### 1. 在台灣瓦斯有兩種較常見的來源分別是

(1) 天然瓦斯

(2) 桶裝瓦斯 LPG (液化石油氣 Liquid Petroleum Gas) 大部分的人在選購瓦斯爐、熱水器時都知道有規格有分天然瓦斯與桶裝瓦斯，但是有大多數的人不知道自己家裡的瓦斯桶上的「瓦斯調節器」是否合乎規定的壓力

#### 2. 瓦斯爐與熱水器之所以會分兩種規格主要原因是

(1) 天然氣 NG 壓力是 150 mm H<sub>2</sub>O

(2) 桶裝瓦斯 LPG 壓力是 280 mm H<sub>2</sub>O

#### 3. 由於有時瓦斯行無法及時送貨，青黃不接時會「斷氣」，使用上較不方便；加上

它的著火點溫度較低，比重又較空氣重，因此一旦洩漏，容易向空間的下方累積，至一定數量遇火源就會釀成災害，較不安全，因此在液化石油氣另外添加臭劑，以便偵漏，並提高大家的警覺。

4. 天然瓦斯（或稱都市瓦斯）即液化天然氣，其英文縮寫為 LNG (liquefied natural gas)，是遠古時代的動植物死亡後，與泥沙等物質依起沈積在海底，經過幾百萬年的溫度、壓力及地層的變化與細菌的分解，漸漸伴隨石油而形成，主要成份為甲烷，一般已管線供應用戶。不僅使用上較方便，且著火溫度較高，比重又較空氣輕，會向上方逸散，不容易集聚成災，因此安全性較高。

項目	液化天然氣 (LNG)	液化石油氣 (LNG)
來源	將天然氣冷凍液化後縮小體積，以供船運方式運送	原油煉製過程之副產品
狀態	超低溫 (-162°C)、常壓、液態	常溫、高壓、液態 (-20°C 下壓力 4 ~ 9kg)
成分及熱值	以甲烷 (CH <sub>4</sub> ) 為主氣態天然氣 熱值約為 8,800 ~ 11,000 Kcal/m <sup>3</sup>	丙烷 (C <sub>3</sub> ) 及丁烷 (C <sub>4</sub> ) 混合氣，氣態石油 氣熱值約為 28,000 Kcal/m <sup>3</sup>
處理過程	冷凍液化→冷凍船運→冷凍槽儲存→氣化→管輸→客戶端	高壓槽儲存→冷凍儲存→冷凍船運→冷凍槽儲存→加熱加壓→槽車運送→桶裝→客戶端
主要產地	卡達、馬來西亞、澳洲等	中東地區為主

別讓您的權利睡著了！  
新購鍋爐時，別忘了  
委託本會作鍋爐“燃燒效率”  
及“蒸汽乾度”檢測

### 本會技術服務項目

- 外銷鍋爐、壓力容器、熔接、構造檢查。
- 小型鍋爐、小型壓力容器構造檢查及定期自動檢查。
- 鍋爐燃燒效率及蒸汽乾度檢測。
- 中國特種設備—鍋爐、壓力容器等相關法規、標準諮詢。

聯絡人：林佳慶 專員 0937-750800





# 有機熱載體的安全使用與檢測

周英、林驥華、薛東劍／寧波市特種設備檢驗檢測中心

有機熱載體是有機熱載體爐傳熱介質的統稱。有機熱載體可分為兩大類：一類是礦物型，通常用於液相爐；另一類是合成型，既可用於液相爐，也可用於氣相爐。由於有機熱載體往往有毒、易燃、且滲透性強，一旦洩漏有引起火災等事故的危險，因此對有機熱載體的安全使用應引起高度重視。近年來隨著鍋爐設計、製造、安裝、使用、檢驗等各個環節的水準提高和規範管理，有機熱載體爐的使用安全性有了較好保障，加之有機熱載體所具備的特點：在較低的壓力下可以獲得較高溫度，熱穩定性好，能耗低等，有機熱載體爐的應用範圍越來越廣，使用數量越來越多，並呈不斷快速增長趨勢。目前已被大量應用在紡織、印染、化工、紙業、食品、玻纖等多種行業。然而，由於有機熱載體爐在我國大量應用的時間不長，有不少鍋爐使用單位還缺乏有機熱載體爐，特別是有熱載體安全使用的知識，導致有機熱載體爐存在著不少安全隱患，甚至已經發生嚴重事故，造成重大財產損失和人身傷害。本文主要介紹導熱油的各項性能指標及其對有機熱載體爐安全運行的影響、導熱油質量檢測的意義，以及有機熱載體安全使用的注意事項。

## 一、有機熱載體簡介

有機熱載體爐優點：熱傳導效率高、熱損失小，溫度易控制，受熱相對均勻，尤其具有可在相對較低的運動壓力下獲得較高工作溫度的突出優點。

有機熱載體爐可分為氣相爐和液相爐兩大類，目前應用較多的是液相爐，所使用的熱載體通常稱為導熱油。

### (一)導熱油的種類及其特點

1. 合成型油是由石油或化工產品經有機合成制得的產品，主要特點是：純度高，使用溫度範圍廣，不但可用於液相爐，也可用於氣相爐，有的還可用於低溫（-100℃）的傳導。目前常用的有：聯苯混合物、氫化三聯苯、二苳基甲苯等。另外，WD 系列（如 WD-320、WD-330）導熱油量然也可歸類為合成型油，但它是以前基苯生產的下腳料為原料調制而成，其中含有各種混合物，成分較雜，使用壽命介於純合成型油與礦物型油之間。
2. 礦物型油通常是由多種烴類組成的混合物，一般以石油煉制過程中提取的某段餾份為原料，經精製、調配、添加高溫抗氧化劑和阻焦劑而制得。根據其原料來源

和生產工藝不同又有SD、YD、JD等多種系列。一般來說，SD系列油是用大慶原油餾份為原料加工調制而成；YD系列油是以柴油中提取芳烴加氫製成；JD系列油是用以長碳鏈飽和烴為主的精製白油作基礎油調配而成。但目前有不少導熱油的生產廠，並沒有固定的基礎油來源，其產品型號往往名不符實，或者只是自行取個系列名稱而已。

## (二)導熱油的選用

合成型油通常比礦物型油能承受更高的溫度，在高溫下（例如300℃以上）的使用壽命通常比礦物型油高得多，但價格也較高。礦物型油在高溫下，由於容易因長碳鏈被打斷而裂斷，又因混合物中某些物質的催化作用而聚合結焦，因此其熱穩定性相對差些。但礦物型油價格相對便宜，對於加有良好抗氧化劑等，質量好的礦物型油，在合適的溫度下使用得當，也能保持較長的使用壽命。使用單位應根據本廠的實際情況，選擇合適的導熱油。

根據SH/T0677-1999《熱傳導液》標準規定，按照餾程及最高允許使用溫度的不同，礦物型油有240、280、300、320等型號之分，一般宜選用比實際最高使用溫度高20℃以上的型號，例如最高使用溫度為280℃的，應當選用300以上的型號。由於礦物型油在300℃以上的高溫中很容易發生氧化裂解或聚合結焦而劣化，因此如果最高使用溫度為300℃以上的，就不宜選用礦物型油，而應選用熱穩定性更好的合成油。目前有的導熱油生產廠宣稱其生產的礦物型油具有耐高溫的330、340甚至350型號，實際上是虛假宣傳，事實上礦物型油最高為320型，只能在300℃以下適用。

## 二、導熱油的質量指標及其對鍋爐安全的影響

目前我國對於導熱油產品的質量尚沒有專門的國家標準，只有原石油化工局批准的SH/T0677-1999《熱傳導液》行業標準，規定了導熱油的常規性技術性能指標，但該標準只對少數指標規定了要求並不高的標準值，多數指標只要求導熱油在出廠時作出檢測報告即可。

由於目前行業標準對導熱油的質量要求不高，難以起到規範和約束作用，以致有些不誠信的廠商渾水摸魚，用質量低劣甚至回收的廢油處理品假冒好油。市場上各種導熱油魚龍混雜、良莠難分。有的摻假使雜，魚目混珠，也有的導熱油雖然各項性能指標符合行業標準和企業標準，但熱穩定性和抗氧化性差，受熱易裂解，使用壽命短。另外，有的熱載體鍋爐使用操作不規範，易造成導熱油過熱劣化，並在受熱面上炭化積焦，結果導致爐管燒毀，嚴重影響有機熱載體爐的安全運動，甚至洩漏，引發火災，造成重大財產損失和人身傷害事故。因此導熱油質量的檢測對於有機熱載體爐的安全運行具有很大的意義。

## (一) 導熱油的性能指標和檢測指標

導熱油的質量和性能直接關係到有機熱載體爐的安全運行。導熱油的重要指標有：運動粘度、閃點、燃點、殘炭、酸值、水份、初餾點和餾程、銅片腐蝕、機械雜質、密度、灰份、熱穩定性、最高使用溫度（有的進口合成導熱油為油膜溫度和油心溫度）等。

目前國內各導熱油廠制定的質量標準各自不同，生產的導熱油質量也差異較大，質量監督部門對新油的檢測也只能依據其企業標準來評定是否合格。對於使用中的導熱油，《有機熱載體爐安全技術監察規程》規定每年至少檢測一次。檢測的指標主要是：運動粘度、閃點、殘炭、酸值，下麵分別作簡單介紹。

### 1. 運動粘度（以下簡稱粘度）

粘度是指在規定的條件下，導熱油的稀稠程度以及流動性能。粘度越大，油的流動性越差，管道傳輸所需的循環泵功率也就越大。但並非導熱油粘度越小品質越好，有些粘度較小的礦物型導熱油中很可能含有較多的低分子直鏈烷烴，其熱穩定性較差，易受熱分解，且使用後粘度容易發生變化。油的粘度大小除了跟其碳鏈長短、分子結構、基團組分等有關外，在使用中也與溫度有關。導熱油運動粘度一般在 40℃（進口油在 37.8℃）恆溫條件下測定，也有些生產廠以 50℃ 為測定溫度。（兩者測定結果相差較大）

在正常情況下油的粘度隨著溫度升高而下降，因此通常導熱油的使用溫度越高，所允許的運動粘度也較大。但在一定溫度下，同一導熱油若是使用過程中粘度發生變化，則很可能意味著導熱油發生了裂解或聚合。當粘度增大較多時，流速變慢，爐管中的導熱油流體逐漸由湍流變為層流，邊界層厚度不斷增大，導致邊界層溫度比油心主流溫度高很多，進而加速導熱油分解成粘度更大的膠質物，結果形成殘炭沉積於管壁（見圖 1），從而影響傳熱，嚴重時易造成管壁過熱，引發事故。因此，一般規定當粘度值的變化超過原技術指標的 15% 時，就不應再繼續使用。

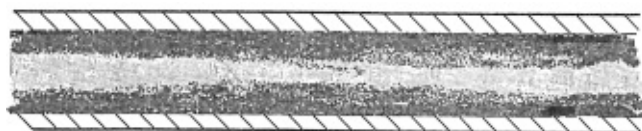


圖 1 爐管中結焦及導熱油流動示意圖  
（圖中黑色為管內結焦的殘炭，灰色為流動的導熱油）

### 2. 閃點

閃點指在加熱條件下，當火焰接近導熱油蒸氣與空氣組成的混合性氣體時，發生短促閃燃的最低溫度。閃點越低，運行時導熱油的蒸發率就越大，安全性也

就越差（如當系統有洩漏時容易發生火災），且在使用過程中損耗也越大。閃點較高的新導熱油，操作安全性較好，而且其熱穩定性往往也較好。但如果是使用後閃點升高則可能是油品變質。使用中的導熱油若發生裂解，或被其他易燃物污染，會使閃點降低；導熱油發生聚合，又會使閃點升高。少量的低閃點小分子可以通過高位槽排出，但閃點變化較大時，說明油品發生了嚴重變質，當閃點變化超過原指標的 20% 時，應停止使用。

### 3. 殘炭

殘炭指在超溫條件下導熱油受熱分解或聚合而形成沉積的殘炭量。殘炭的主要成分是導熱油中的膠質、瀝青及多環芳香烴。由殘炭值的大小可判斷導熱油結焦的傾向性，在一定的使用時間內，殘炭值增量越大，說明該導熱油的熱穩定性和抗氧化性越差，越易在受熱面上積焦，對有機熱載體爐安全運行的影響也就越大。因此，當殘炭量超過 1.5W%（W% —— 質量分數）時，應立即停止使用，及時更換新油。導熱油殘炭含量過高，對鍋爐的安全運行影響很大，容易在爐管中結焦，不但阻礙傳熱，而且減小熱傳導液的流通截面，嚴重時還會造成鍋爐爆管的安全事故。另外，對於未使用過的新購導熱油，通過殘炭測定也可初步判斷其油品是否摻有回用油。表 1 為質量好的油品與殘炭超標的油品測定結果的對比。

表 1 良好的導熱油與劣化導熱油殘炭測定的對比

結果對比	尚未使用的新購油		使用 1 年以上的舊油	
	合格油	摻有回用油	正常油	已劣化油
殘炭值 / W%	0 ~ 0.05	> 0.05 ~ 0.3	0.02 ~ 1.2	≥ 1.5
殘炭測定後坩堝表面狀況及殘留物	光潔，幾乎無殘炭痕跡	呈淺黑色，有少量殘炭	淺黑色，微量或少量殘炭	整個坩堝充滿黑色結焦殘炭

### 4. 酸值

酸值也稱中和值，通常是指導熱油中有機酸的總含量。當導熱油溫度 ≤ 100℃ 且無水分時，一般不會對金屬產生腐蝕。但溫度超過 100℃ 後，隨著溫度及酸值的增加，有機酸對金屬的腐蝕性也會隨之增強。

一般新油的酸值小於 0.05mgKOH/g。抗氧化性差的導熱油在高溫時易被空氣氧化成有機酸而使酸值增大。為了避免變質劣化的導熱油影響鍋爐安全運行，防止有機酸對金屬的腐蝕，當導熱油的酸值超過 0.5mgKOH/g 時，也應停止使用。

#### (一) 導熱油安全性能指標在使用中的變化

在高溫下導熱油或多或少都會產生裂解現象，但品質良好的導熱油在規定的溫度範圍內合理使用時，其裂解速度極慢；而在使用不當或導熱油品質不良的情況下，



則裂解速度會隨著溫度上升而明顯加快。導熱油裂解後，產生的低分子有機物會使得油品的閃點和粘度下降，但有些低分子有機物在高溫下又會重新聚合成膠質高分子有機物，此時油品的閃點和粘度又會有所上升。因此除了導熱油嚴重劣化外，一般情況下，使用後的導熱油往往閃點和運動粘度的變化並不大，但是在裂解和聚合的過程中油品的酸值和殘炭總是增大的。

在檢測中，我們發現有些假冒新油的回用或劣質導熱油酸值和殘炭值往往會較高。有的量然將酸值中和至較低，但水份卻會超標。

### 三、使用劣質導熱油引起鍋爐事故的案例

2003 年 12 月，宇波一家台商獨資企業發生了一起因有機熱載體爐引發的火災事故，所幸該單位的鍋爐房為獨立建築，與生產車間和倉庫相隔了一定距離，且消防設置齊全，撲救及時，沒有造成人員傷亡，但鍋爐因爐管燒毀而報廢。由於更換鍋爐、修建鍋爐房造成直接損失十多萬元，而因火災事故影響外貿產品及時交貨的間接損失則達幾十萬元。

檢查結果，事故的原因主要是由於使用了質量較差的導熱油。據瞭解，該有機熱載體爐使用不到 2 年，導熱油卻換用了 2 批。第一批導熱油由上海某廠生產，使用僅 1 年多，傳熱性就明顯變差，油品外觀呈泥漿狀，不得不全部更換另一家生產的新油，但換油後沒有對鍋爐和熱載體系統進行清洗。經檢測第二批新油閃點和粘度很低，油的熱穩定性較差，加上當時用電緊張，頻繁停電時鍋爐停啓措施不當，結果僅使用 9 個月導熱油就很快劣化，導致爐管嚴重結焦，最終造成爐管金屬因傳熱受阻而超溫、過熱並產生裂縫，加上導熱油的強滲透性和易燃的特性引發爐管燒毀的火災事故。圖 2 為事故鍋爐導熱油出口管內殘炭嚴重結焦的狀況。



圖 2 事故鍋爐導熱油出口處嚴重結焦的狀況

### 四、導熱油安全使用及檢測要求

良好的油品和正確的使用方法，是保證有機熱體爐安全運行的基本條件。幾年來的測定結果表明，導熱油的使用壽命與油品質量關係極大。忌的來說合成油質量較好，例如蘇州首諾、埃索潤滑油公司等生產的導熱油，使用 5 至 10 年油品質量仍然非常好。而有的導熱油，使用不到 1 年就嚴重劣化，有的甚至尚未使用的新油就不合格。



要使導熱油安全使用，達到其應有的使用壽命，關鍵主要有兩方面：一是防止氧化，二是避免超溫。防止氧化的有效措施是在離位槽設置氮封裝置，通過氮氣使導熱油與空氣隔離。導熱油使用溫度的控制，除了正常運行時不能超溫外，還應注意停爐時必須保持系統繼續循環，直至冷卻後才能停泵。若是停電造成的突然停爐，則應立即徹底熄滅爐火，並用高位槽的冷油將爐管內的熱油頂排至低位槽。另外，需特別注意冷爐重新啟動時，必須緩慢升溫，避免冷的導熱油由於粘度大，流動不夠而導致過熱。

為了確保有機熱載體爐的安全運行，防止因導熱油劣化導致鍋爐事故，宇波特種設備檢驗檢測中心從 2003 年底起開展了有機熱載體爐的導熱油檢測工作。其主要內容有以下幾項：一是作為鍋爐年檢檢驗項目之一，每年檢測一次；二是新安裝鍋爐的新油檢測，目的主要是為了建立油品質量檔案，並為用戶把好質量關；三是用戶送檢的油品委託檢驗。幾年來，通過本中心對導熱油的檢測把關，以及為用戶提供技術諮詢服務，提高了有機熱載體爐用戶安全使用導熱油的知識水準，並為用戶避免使用劣質油，挽回了不少經濟損失，贏得了用戶的由衷稱贊，同時也使導熱油檢測工作由最初用戶不理解和反感，到現在用戶心服口服，主動送樣檢測，為保障有機熱載體爐安全運行經濟起到了很大作用。

## 五、導熱油劣化後的處理

根據《有機熱載體爐安全技術監察規程》的規定，使用中的導熱油應每年進行監測，其中下列性能指標超過規定極限值，都應停止使用，更換新油或進行再生處理：(1)運動粘度值變化超過原技術指標的 15%；(2)閃點變化超過原指標的 20%；(3)殘炭值超過 1.5W%；(4)酸值超過 0.5mgKOH/g。導熱油檢測時應注意取樣的代表性，一般應在循環系統中取樣，而不要在高位槽或低位元槽中取，而且取樣容器最好用洗淨並烘乾的硬質玻璃瓶。

油品劣化後應盡快更換，繼續使用劣質油不但影響傳熱，浪費燃料，而且易引起安全事故。另外，如果油品粘度和殘炭已嚴重超標，在換油同時還應清洗整個系統，否則新油也會因殘留的劣油催化作用而加快裂變。如果使用中的油品指標值已接近允許的上限值，不宜採取更換部分油品，使新舊油混用，已劣化的油立全部及時更換。

規程量然允許超標的導熱油再生處理後再使用，但劣化後的熱載體，尤其是礦物油很難通過再生處理恢復其原有的組分和理化性能，即使處理後的性能指標能達到允許使用值，但使用壽命肯定不如新油。使用單位在採購導熱油時應提高警惕，最好在投用前抽取油樣檢測其油品質量，防止使用劣質油品或再生油品，影響有機熱載體爐的安全運行和造成經濟損失。

〔摘自中國特種設備安全第 23 卷第 3 期〕

## 本會近期舉辦之各項訓練日程表

**台中職訓中心** 台中市北區崇德路1段629號4F-3 TEL : (04) 2236-2977 FAX : (04) 2236-2997

訓練班項目		總時數	預定上課時間	訓練費用	備註
危險性機械、設備	甲級鍋爐操作人員訓練 (配合 111 年度第 1 梯次全國技能檢定)	60 小時	110.11.23-110.12.06	15000 元	日間班
	乙級鍋爐操作人員訓練 (配合 110 年度第 3 梯次全國技能檢定)	50 小時	110.07.21-110.08.10	12000 元	夜間班
			110.08.16-110.09.02		日間班
	丙級鍋爐操作人員訓練	39 小時	(額滿開班)	10000 元	夜間班
	小型鍋爐操作人員訓練	18 小時	110.05.04-110.05.08	5000 元	夜間班
	第一種壓力容器操作人員訓練 (配合 110 年度第 2.3 梯次即測即評檢定)	35 小時	110.04.27-110.05.04	8000 元	日間班
			110.08.04-110.08.17		夜間班
			110.09.06-110.09.14		日間班
高壓氣體特定設備操作人員訓練	35 小時	110.07.13-110.07.25	6000 元	夜間班	
高壓氣體容器操作人員訓練	35 小時	(額滿開班)	6000 元	夜間班	
三公噸以上固定式起重機(天車)操作 (配合 110 年第 3 梯次即測即評)	38 小時	110.06.17-110.07.07	8000 元	夜間班	
安全衛生、高壓作業主管	甲種職業安全衛生業務主管訓練	42 小時	110.08.10-110.08.31	7000 元	夜間班
	乙種職業安全衛生業務主管訓練	35 小時	(額滿開班)	6000 元	夜間班
	丙種職業安全衛生業務主管訓練	21 小時	(額滿開班)	4000 元	夜間班
	營造業甲種職業安全衛生業務主管訓練	42 小時	110.05.03-110.05.25	7000 元	夜間班
	高壓氣體製造安全主任訓練	22 小時	110.05.12-110.05.14	5500 元	日間班
	高壓氣體製造安全作業主管訓練	21 小時	110.06.16-110.06.18	5500 元	日間班
	高壓氣體供應及消費作業主管訓練	21 小時	110.06.21-110.06.23	5500 元	日間班
	製程安全評估人員訓練	87 小時	(額滿開班)	30000 元	日間班
有害作業主管	缺氧作業主管訓練	18 小時	110.07.19-110.07.21	4000 元	日間班
	有機溶劑作業主管訓練	18 小時	110.06.02-110.06.04	4000 元	日間班
	粉塵作業主管訓練	18 小時	(額滿開班)	4000 元	日間班
	鉛作業主管訓練	18 小時	(額滿開班)	4000 元	夜間班
	特定化學物質作業主管訓練	18 小時	110.05.12-110.05.13	4000 元	日間班
其他	堆高機操作人員訓練 (配合 110 年即測即評檢定)	18 小時	110.04.12-110.04.21	5000 元	夜間班
			110.06.02-110.06.11		夜間班
	未滿三公噸固定式起重機操作人員訓練	18 小時	(額滿開班)	5000 元	夜間班
	吊掛作業人員訓練	18 小時	(額滿開班)	5000 元	夜間班
	急救人員訓練	18 小時	(額滿開班)	4500 元	日間班
	乙炔熔接裝置作業人員訓練	18 小時	(額滿開班)	5000 元	夜間班
	安全閥測試暨耐壓氣密試驗訓練	20 小時	110.05.19-110.05.21	5000 元	日間班
防火管理人訓練 (複訓)	6 小時	(額滿開班)	2000 元	日間班	
在職訓練 (回訓)	固定式起重機操作人員在職訓練	3 小時	110.08.10	700 元	日間班
	堆高機操作人員在職訓練	3 小時	110.08.10	700 元	日間班
	鍋爐操作人員在職訓練	3 小時	110.05.12/110.06.23	700 元	日間班
	第一種壓力容器操作人員在職訓練	3 小時	110.05.12/110.06.23	700 元	日間班
	高壓氣體特定設備操作人員在職訓練	3 小時	110.06.11	700 元	日間班
	高壓氣體容器操作人員在職訓練	3 小時	110.06.11	700 元	日間班
	高壓氣體作業主管在職訓練	6 小時	110.08.12	1200 元	日間班
	有害(有機溶劑、特定化學物質、鉛、粉塵)作業主管在職訓練	6 小時	110.06.22	1200 元	日間班
	急救人員在職訓練	3 小時	110.09.16	800 元	日間班
	缺氧作業主管在職訓練	6 小時	110.07.22	1200 元	日間班
	製程安全評估人員在職訓練	6 小時	(額滿開班)	2000 元	日間班
	移動式起重機操作人員在職訓練	3 小時	(額滿開班)	700 元	日間班
	施工架組配作業主管在職訓練	6 小時	(額滿開班)	1200 元	日間班
	乙炔熔接裝置作業人員在職訓練	3 小時	110.09.16	700 元	日間班
職業安全衛生業務主管在職訓練	6 小時	110.07.09	1200 元	日間班	

**彰化職訓中心** 彰化市中央路 184 號 3F-3

訓練班項目	總時數	預定上課時間	訓練費用	備註
三公噸以上固定式起重機(天車)操作訓練	38 小時	(額滿開班)	8000 元	夜間班
丙級鍋爐操作人員訓練	39 小時	(額滿開班)	10000 元	夜間班
乙級鍋爐操作人員訓練(配合 110 年度第 3 梯次全國技能檢定)	50 小時	110.07.26-110.08.13	12000 元	夜間班
第一種壓力容器操作訓練(配合 110 年度第 2 梯次即測即評)	35 小時	110.05.14-110.05.26	6400 元	夜間班
小型鍋爐操作人員訓練	18 小時	110.09.02-110.09.08	4000 元	日間班
屋頂作業主管訓練	18 小時	(額滿開班)	4000 元	日間班
急救人員訓練	18 小時	(額滿開班)	4500 元	夜間班
安全閥測試暨耐壓氣密試驗訓練	18 小時	(額滿開班)	4000 元	日間班
高壓氣體特定設備操作人員訓練	35 小時	110.07.13-110.07.25	6000 元	夜間班
高壓氣體容器操作人員訓練	35 小時	(額滿開班)	6000 元	夜間班
第一種壓力容器操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.05.24	700 元	日間班
固定式起重機操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.05.14	700 元	日間班
堆高機操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.05.14	700 元	日間班
鍋爐操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.05.24	700 元	日間班
高壓氣體特定設備操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.07.16	700 元	日間班
屋頂作業主管在職訓練(回訓)	6 小時	(額滿開班)	1200 元	日間班

**南投職訓中心** 南投縣南投市文昌街 45 號 4 樓之 2

訓練班項目	總時數	預定上課時間	訓練費用	備註
三公噸以上固定式起重機(天車)操作(配合 110 年第 3 梯次即測即評)	38 小時	110.08.17-110.08.31	8000 元	夜間班
未滿三公噸固定式起重機(天車)操作訓練	18 小時	(額滿開班)	5000 元	夜間班
起重吊掛作業人員訓練	18 小時	(額滿開班)	5000 元	夜間班
高壓氣體特定設備操作人員訓練	35 小時	(額滿開班)	7000 元	夜間班
乙種職業安全衛生業務主管訓練	35 小時	110.10.18-110.10.29	5500 元	夜間班
急救人員訓練	18 小時	110.10.07-110.10.15	4500 元	夜間班
堆高機操作人員訓練	18 小時	110.05.11-110.05.19	5000 元	夜間班
防火管理人訓練(初訓)	12 小時	110.08.23-110.08.24	3200 元	日間班
防火管理人訓練(複訓)	6 小時	110.07.09	1600 元	日間班
急救人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.08.16	800 元	日間班
固定式起重機操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.06.03	700 元	日間班
堆高機操作人員在職訓練(回訓)	3 小時	110.06.03	700 元	日間班
有害(有機溶劑、特定化學物質、粉塵、鉛)作業主管在職訓練(回訓)	6 小時	110.06.25	1200 元	日間班
職業安全衛生業務主管暨職安員在職訓練(回訓)	6 小時	110.06.04	1200 元	日間班

註：(1)本會於確定開班後，將會寄開班通知單以確認是否參加上課，若無接到通知單者，則表示該訓練班延期辦理，若有不詳，請洽(04)22362977 訓練組

(2)報名回訓課程必須填寫原始證書字號。

(3)恕不接受當天(現場)報名。