

# 固定污染源空氣污染管制教育訓練 行業製程特性說明

## 輕油裂解製程與防制技術介紹

台灣中油股份有限公司煉製事業部

莊煒志

99.09.03

# 摘要

---

## 一、石化產業架構概要

石化產業，中油，台塑

## 二、輕油裂解製程

煉油，輕油裂解流程，污染特性

## 三、輕裂製程污染控制及實務介紹

裂解爐污染控制，廢氣燃燒塔，儲槽，  
雙軸封泵浦

# 石化產業

---

- **上游產業**

涵蓋煉油及輕油裂解，原油經精煉、裂解而產生的油料、烯烴、芳香烴等基本原料。

- **中游產業**

將烯烴(乙烯、丙烯、丁二烯)、芳香烴(包括苯、甲苯、二甲苯)等石化基本原料，經聚合、氧化、氯化、烷化等化學反應，而製造出各種單體、高分子及低分子等石化中間原料。包括塑膠、橡膠、合纖、清潔劑、溶劑等原料工業。

- **下游產業**

中間原料加工，諸如：家電、汽車、醫療器材、資訊產品、清潔劑、文具、日用品、...等。

# 石化產業架構概要

---

- 台塑

- 上中下游完整規劃的供應體系

- 中油

- 石化上游基本原料--中油

- 中下游廠--台聚，台塑，亞聚，中纖，東聯，李長榮，台灣氯乙烯，大連，國喬，台灣苯乙烯、中石化…等

# 中油

---

- 煉油

日煉油量72萬桶原油

- 輕油裂解

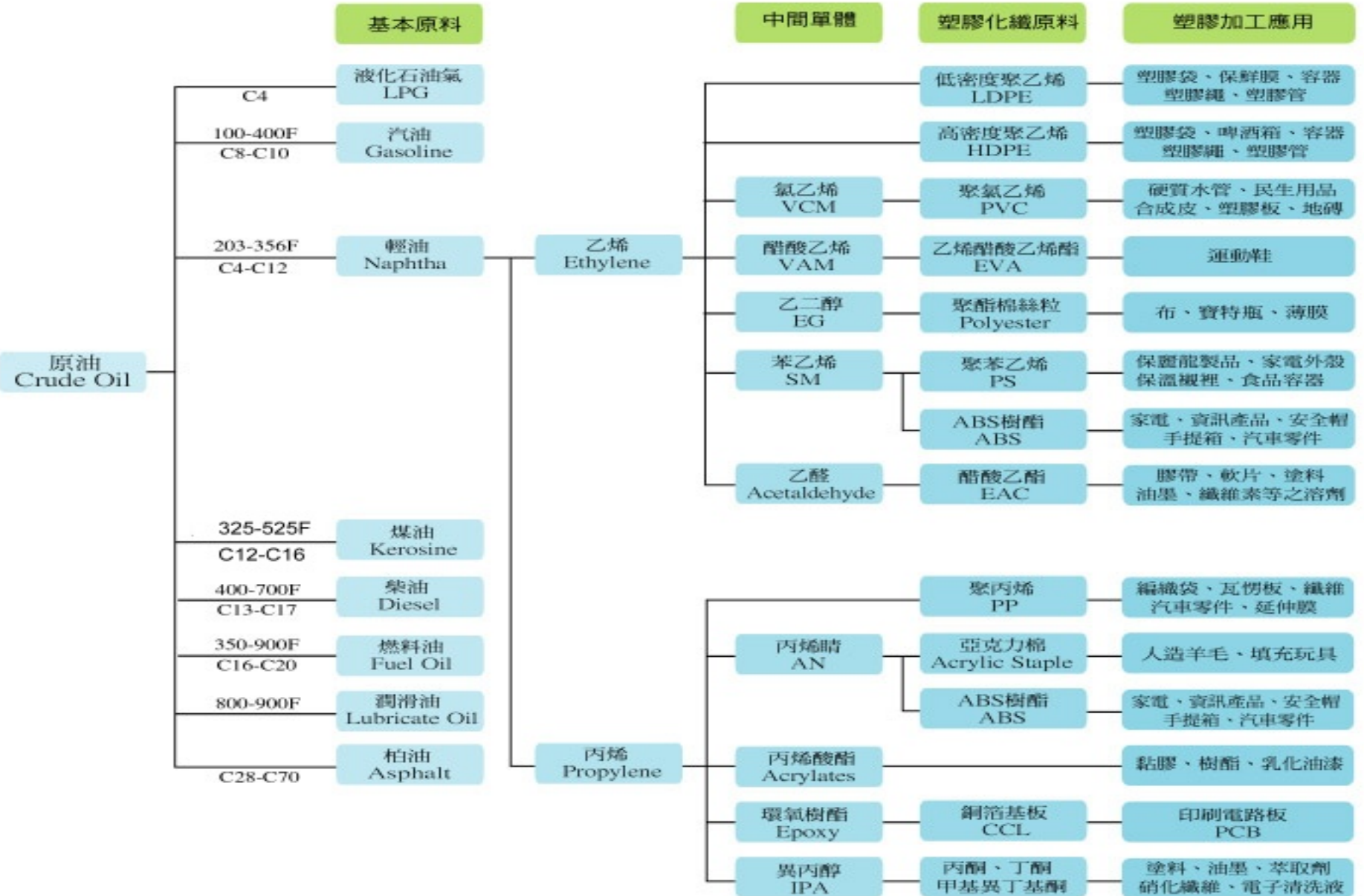
- 乙烯年產能達108萬噸，其他石化基本原料產能分別為丙烯72.5萬噸、丁二烯17.3萬噸、苯51萬噸、對二甲苯56萬噸及鄰二甲苯15萬噸。
- 林園石化廠三輕更新投資計畫（興建中），預計新建年產乙烯60萬噸、丙烯37萬噸、丁二烯10萬噸及苯9萬噸之輕油裂解工場，預計2013年完工投產。

# 國光石化

計畫項目	第一期內容	第二期內容
煉油	30萬桶原油/日	15 萬桶原油/日
輕油裂解	120 萬乙烯噸/年	120 萬噸乙烯/年
芳香烴廠	150萬噸芳香烴/年	130 萬噸芳香烴/年
中下游石 化工	23 座石化中下游 工廠	18 座石化中下游工 廠

資料來源：彰化縣西南角(大城)海埔地工業區計畫環境影響評估報告書

# 石化產品關聯圖



# 台塑六輕（一~四期）

---

- 煉油

- 日煉油量54萬桶原油

- 輕油裂解

- 乙烯合計達293.5萬公噸。

- 輕油裂解一廠：乙烯年產能 70萬公噸

- 輕油裂解二廠：乙烯年產能103.5萬公噸

- 輕油裂解三廠：乙烯年產能120萬公噸

- 芳香烴年產能170 萬噸

- 中下游石化工廠

- 約33 座工廠

資料來源：<http://www.fpcc.com.tw/>



# 台塑六輕五期

---

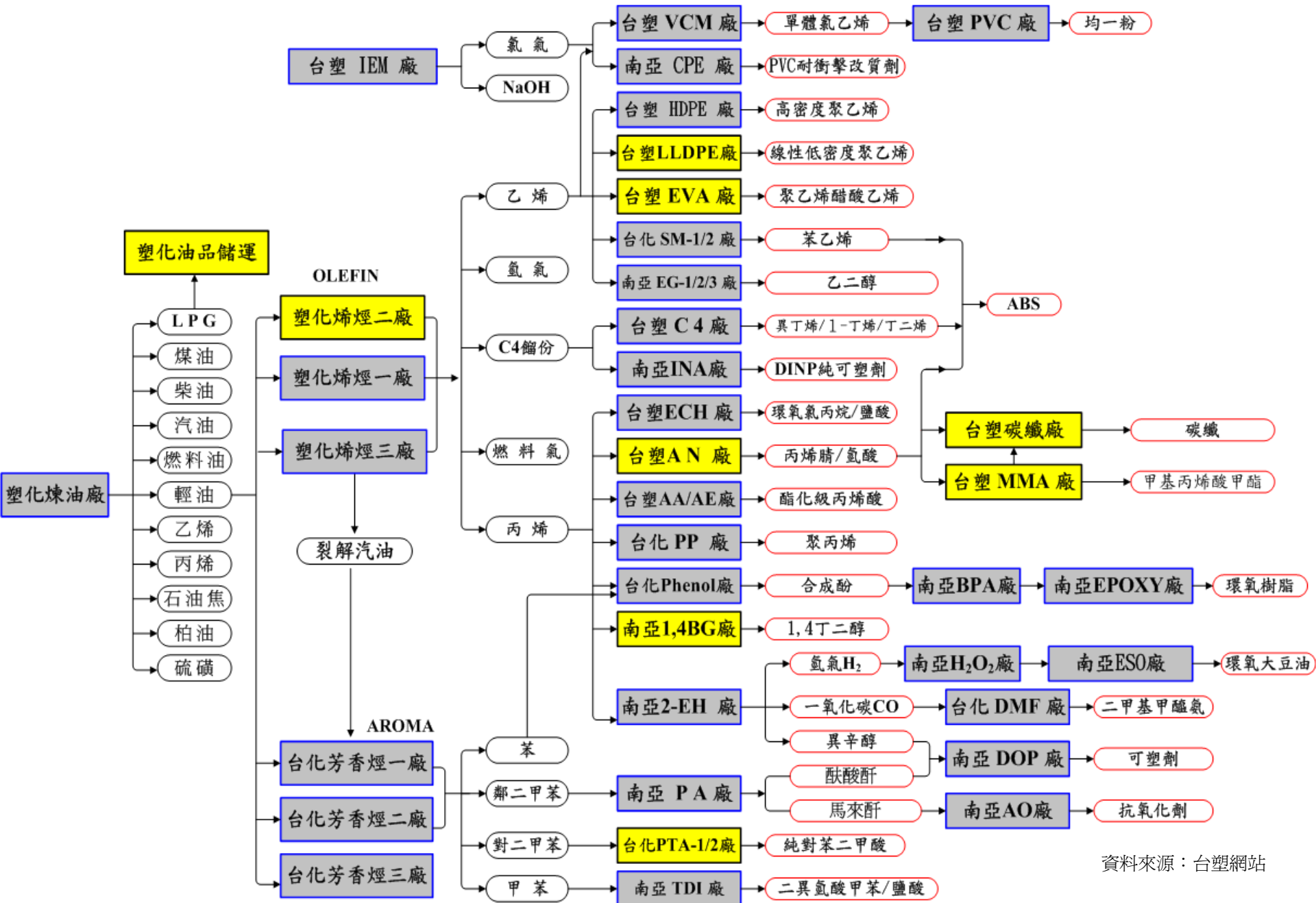
---

計畫項目	六輕五期
煉油	18萬桶原油/日
輕油裂解	12萬噸乙烯/年
中下游石化工廠	新（18廠）、擴（26廠）共44 廠

資料來源：六輕五期環評說明書

# 六輕石化產品關連

96.04.20



資料來源：台塑網站

---

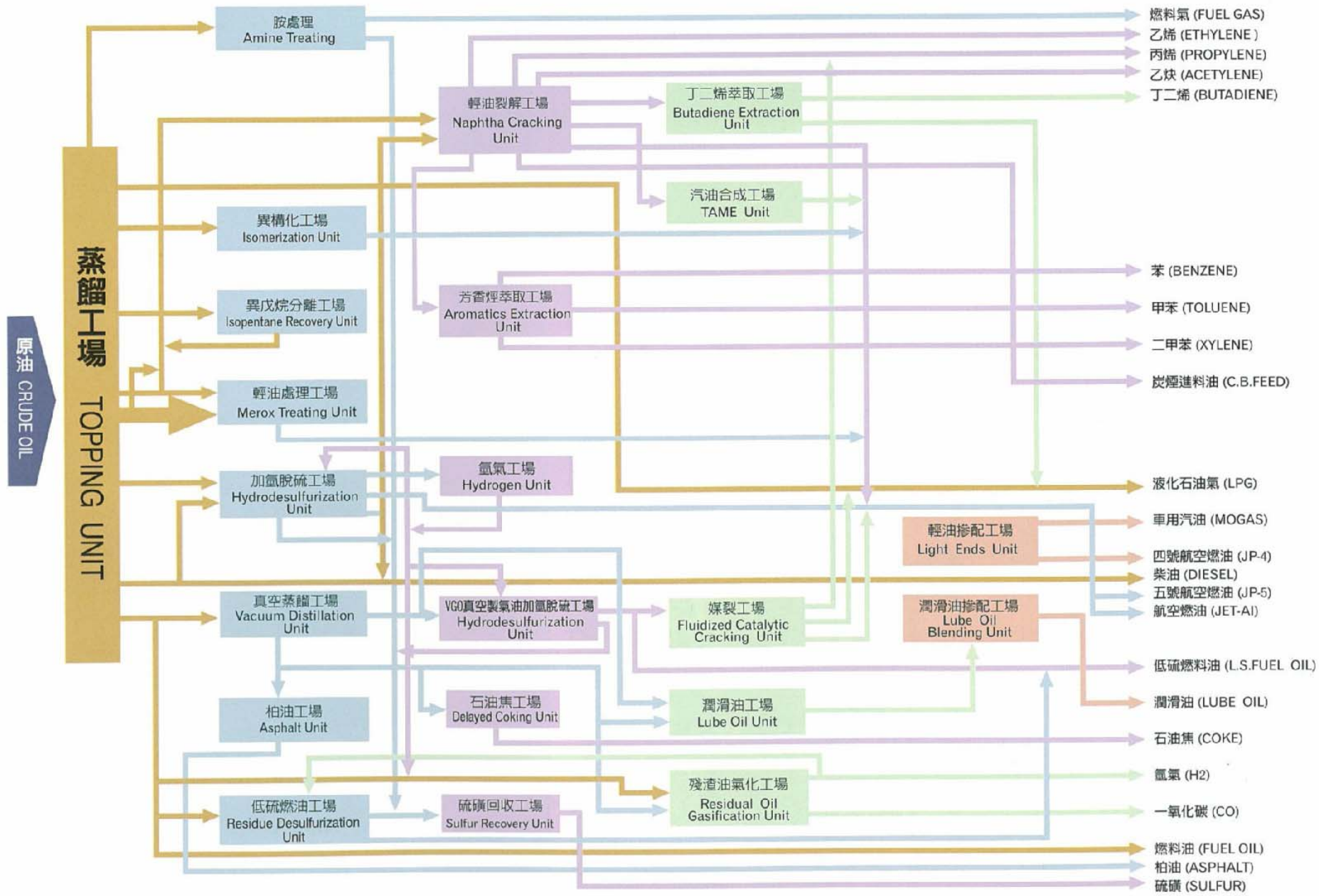
# 輕油裂解製程

煉油

輕油裂解流程

污染特性

# 油品及石化品產製流程



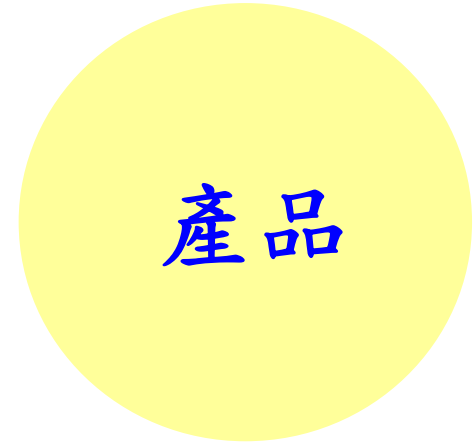
# 煉油



進料

原油

蒸溜



產品

原油在熱交換器中先預熱並加熱至蒸餾溫度，再通過蒸餾塔，利用不同沸點的分離成不同的產物

依蒸餾溫度低至高：

- 液化石油氣
- 汽油
- 石油腦
- 煤油
- 柴油
- 燃料油
- 潤滑油
- 柏油

# 輕油裂解

進料

- 石油腦  
(Naphtha, 俗稱輕油)
- 製氣油
- C3, LPG

裂解



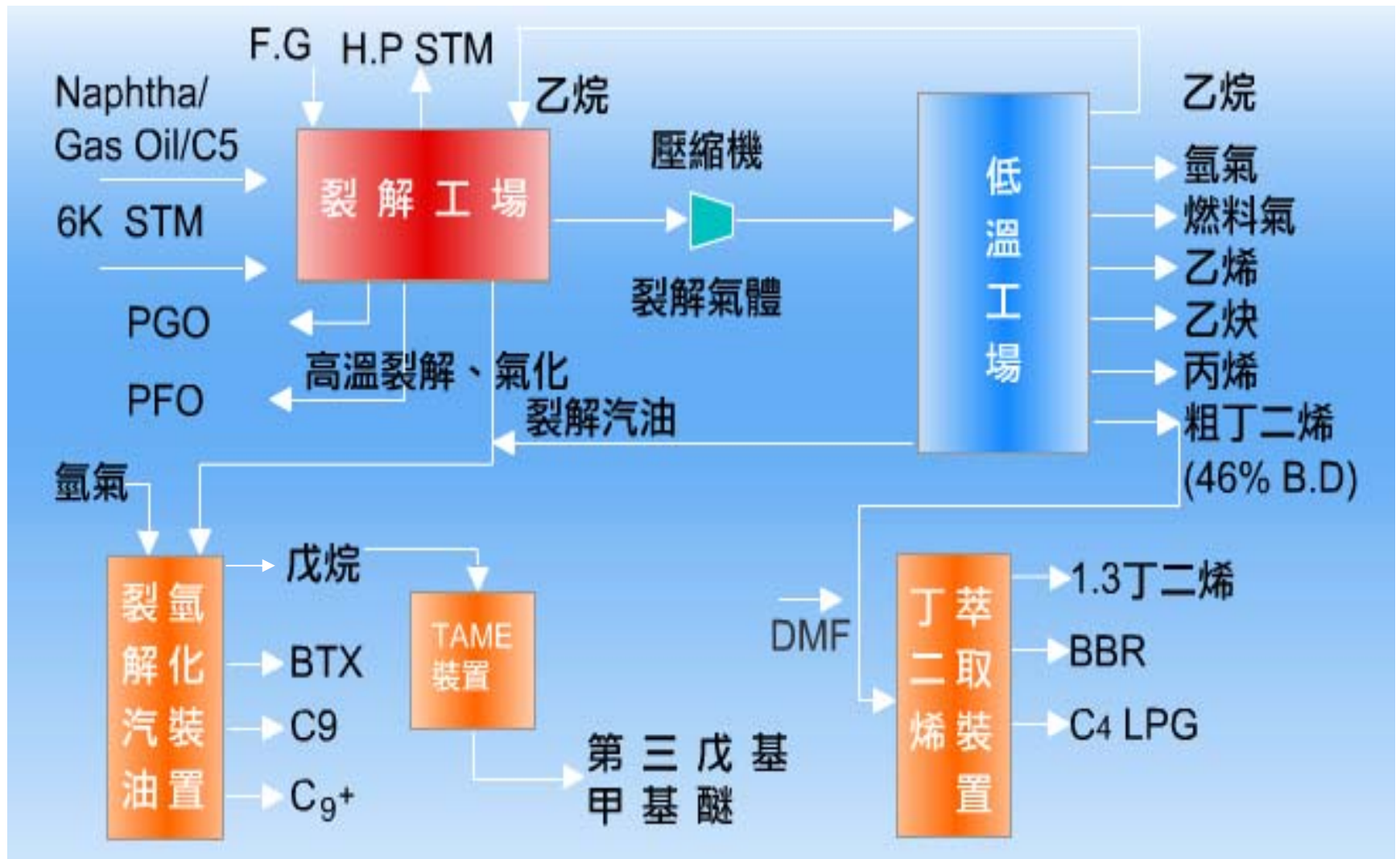
通過裂解爐爐管，使其在830°C的高溫下斷裂分解為分子量較小的成分，再經過一連串的分餾製程

產品

石化基本原料

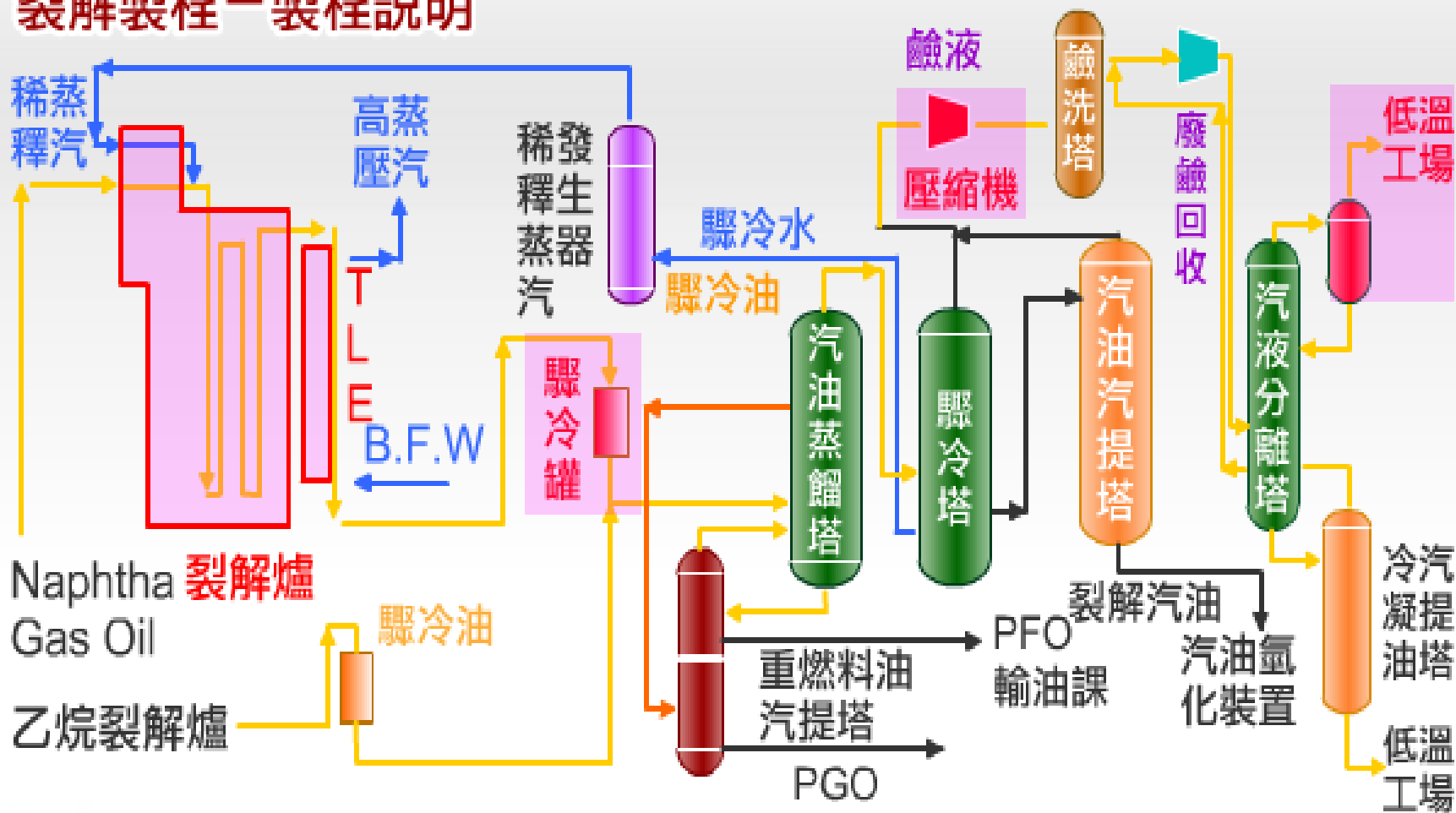
- 烯烴：  
乙烯、丙烯、丁二烯等
- 芳香烴：  
苯、甲苯、鄰二甲苯、對二甲苯等

# 輕油裂解工場簡介



# 裂解製程

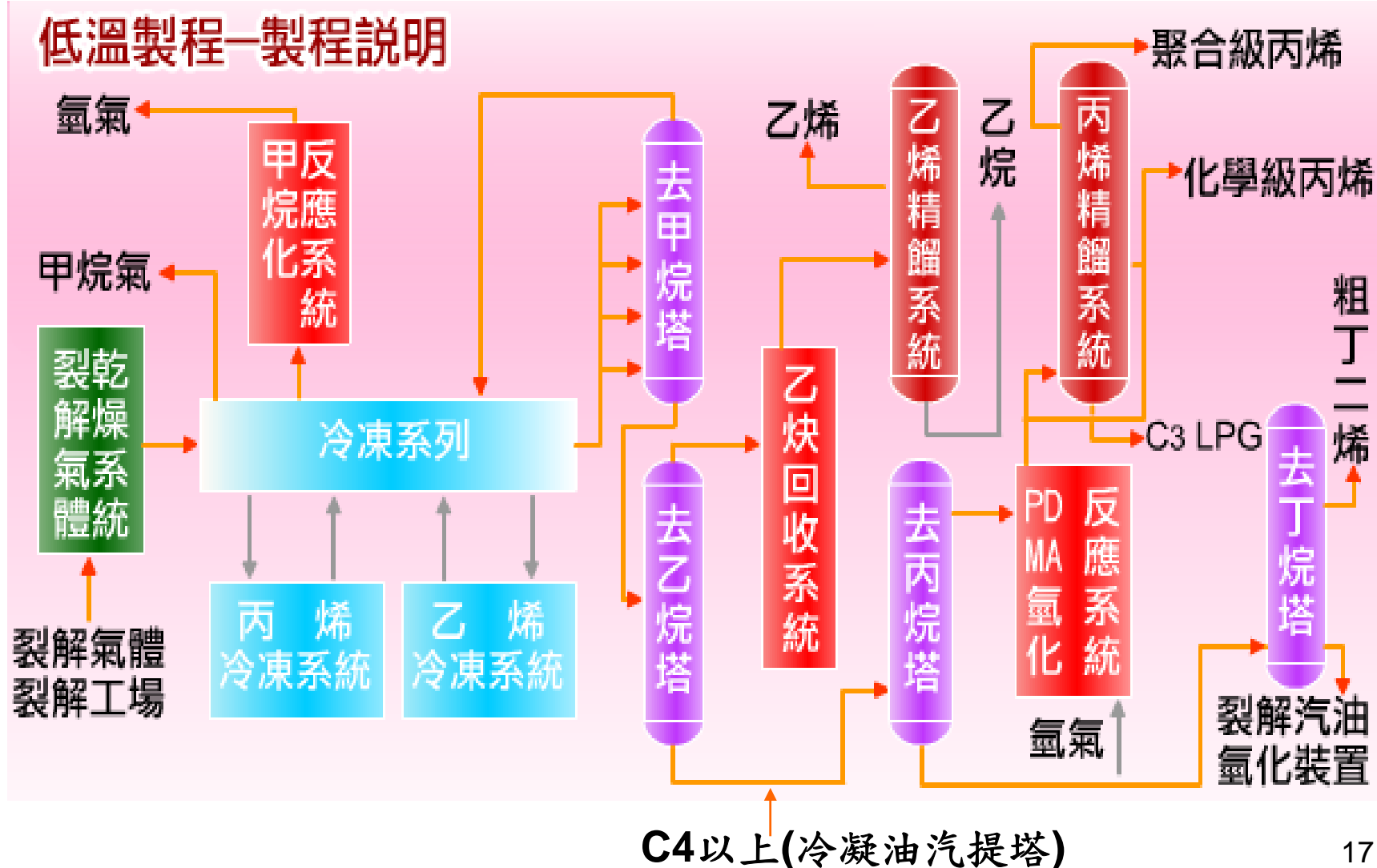
## 裂解製程－製程說明





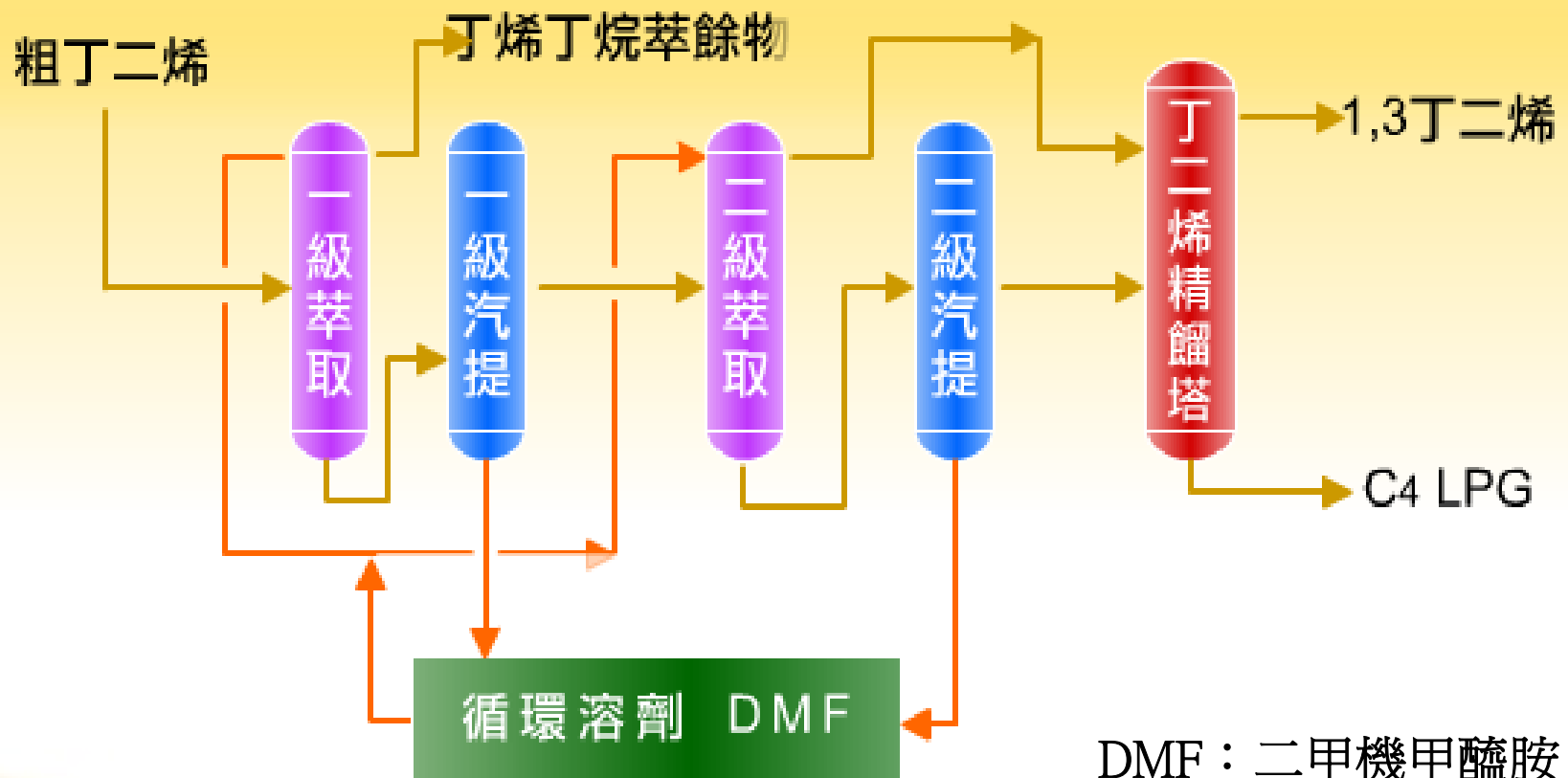
# 低溫製程

## 低溫製程—製程說明



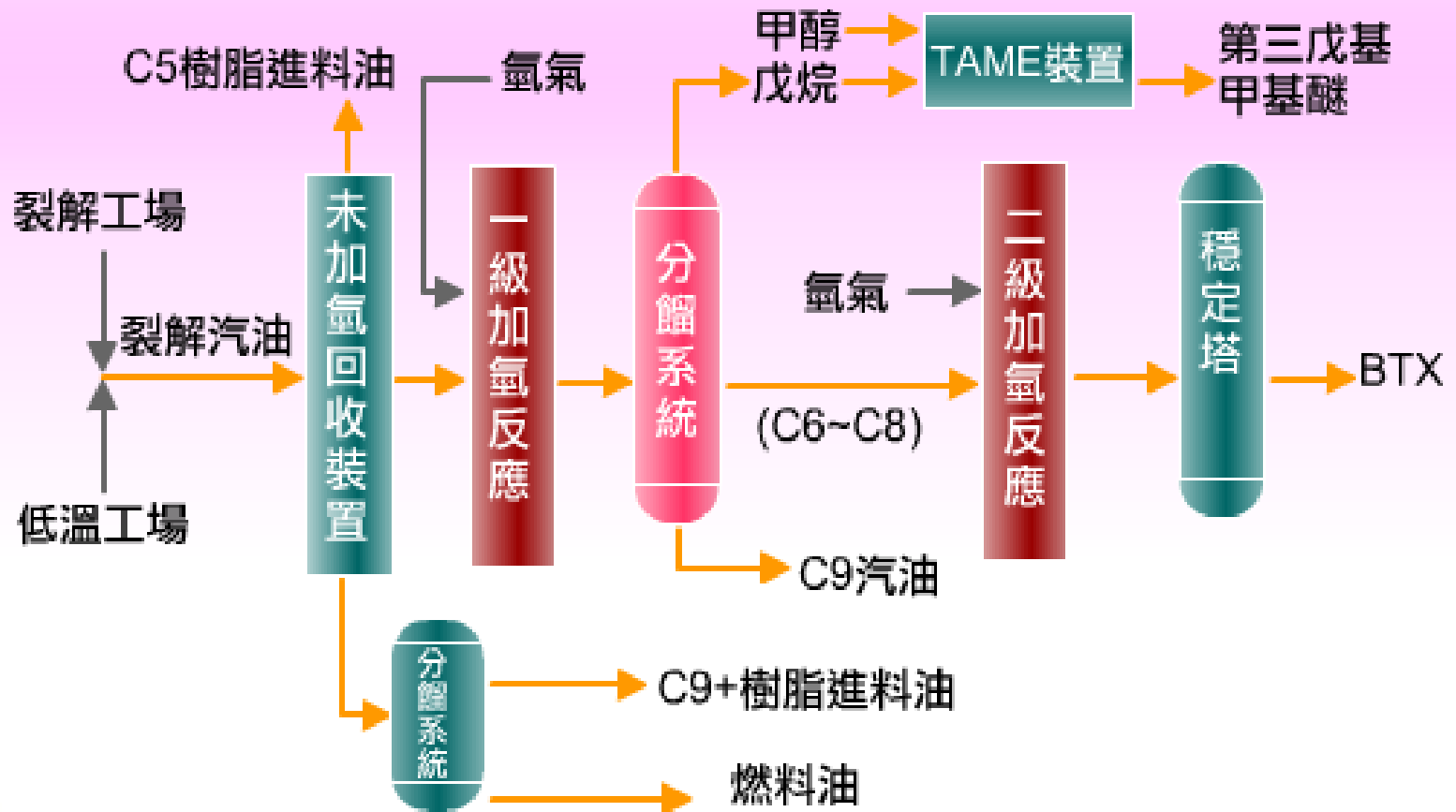
# 丁二烯製程

## 丁二烯製程-製程說明



# 裂解汽油氫化裝置

## 裂解汽油氫化裝置—製程說明



# 污染特性

---

- 粒狀污染物：  
燃料燃燒、製程逸散性排放或氣體的化學反應而形成
- 硫氧化物：  
燃料燃燒和工業製程排放
- 氮氧化物：
  - 燃料燃燒
  - 熱式氮氧化物(thermal NOx)、燃料式氮氧化物(fuel NOx)
- 揮發性有機污染物(Volatile Organic Compounds, VOCs)：
  - 煉油、石化製程製程排放口與設備元件可能逸散出VOC
  - 儲槽因日夜溫差效應及進出料作用，而由呼吸閥逸散出油品
  - 為主要臭味來源

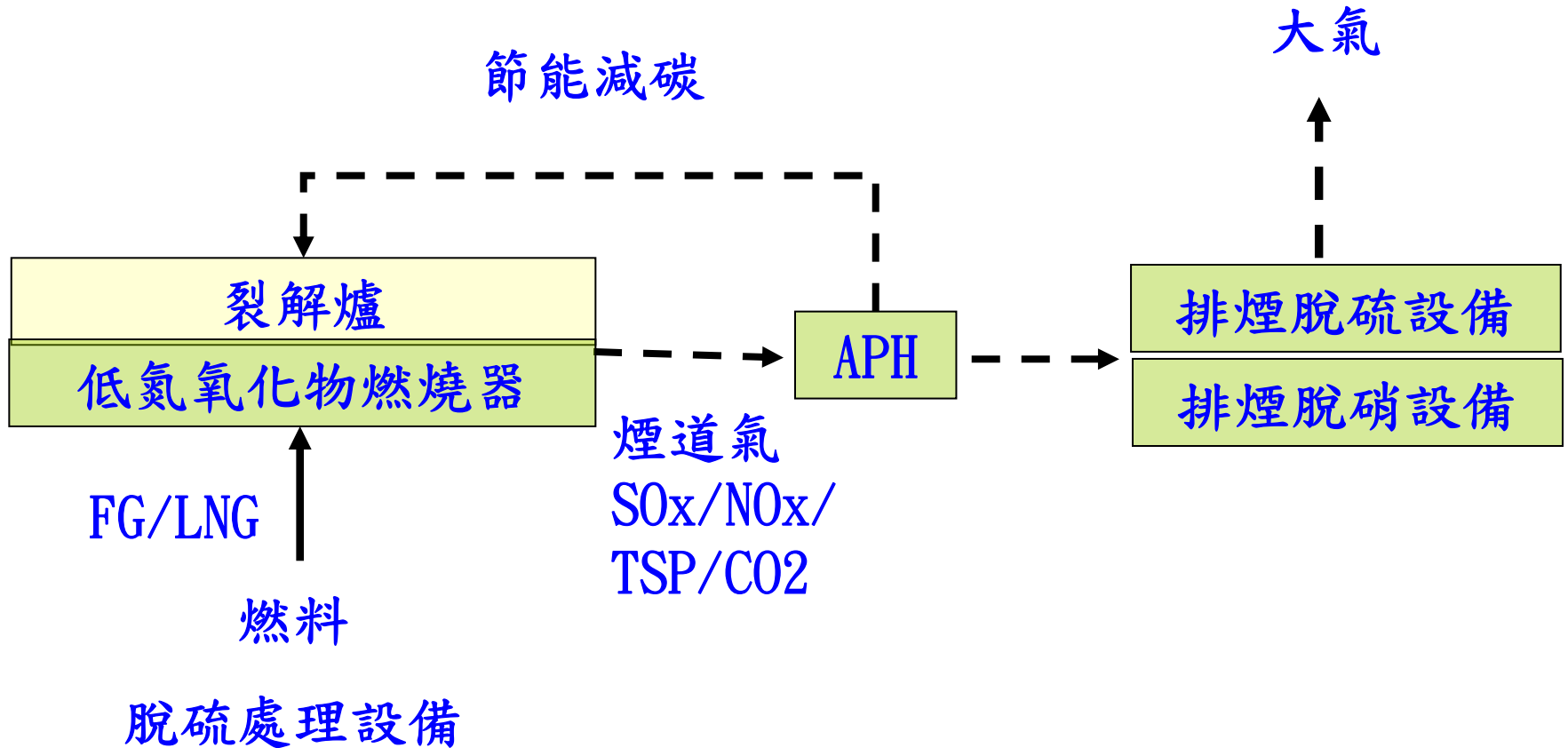
# 輕裂製程污染控制及實務介紹

---

- 裂解爐污染控制
- 廢氣燃燒塔排放減量與回收
- 揮發性有機物液體儲槽改內浮頂及清槽
- 泵浦改用雙軸封泵浦



# 裂解爐污染控制



# 氮氧化物排放削減

---

## 1. 採用低氮氧化物燃燒器(LNB)

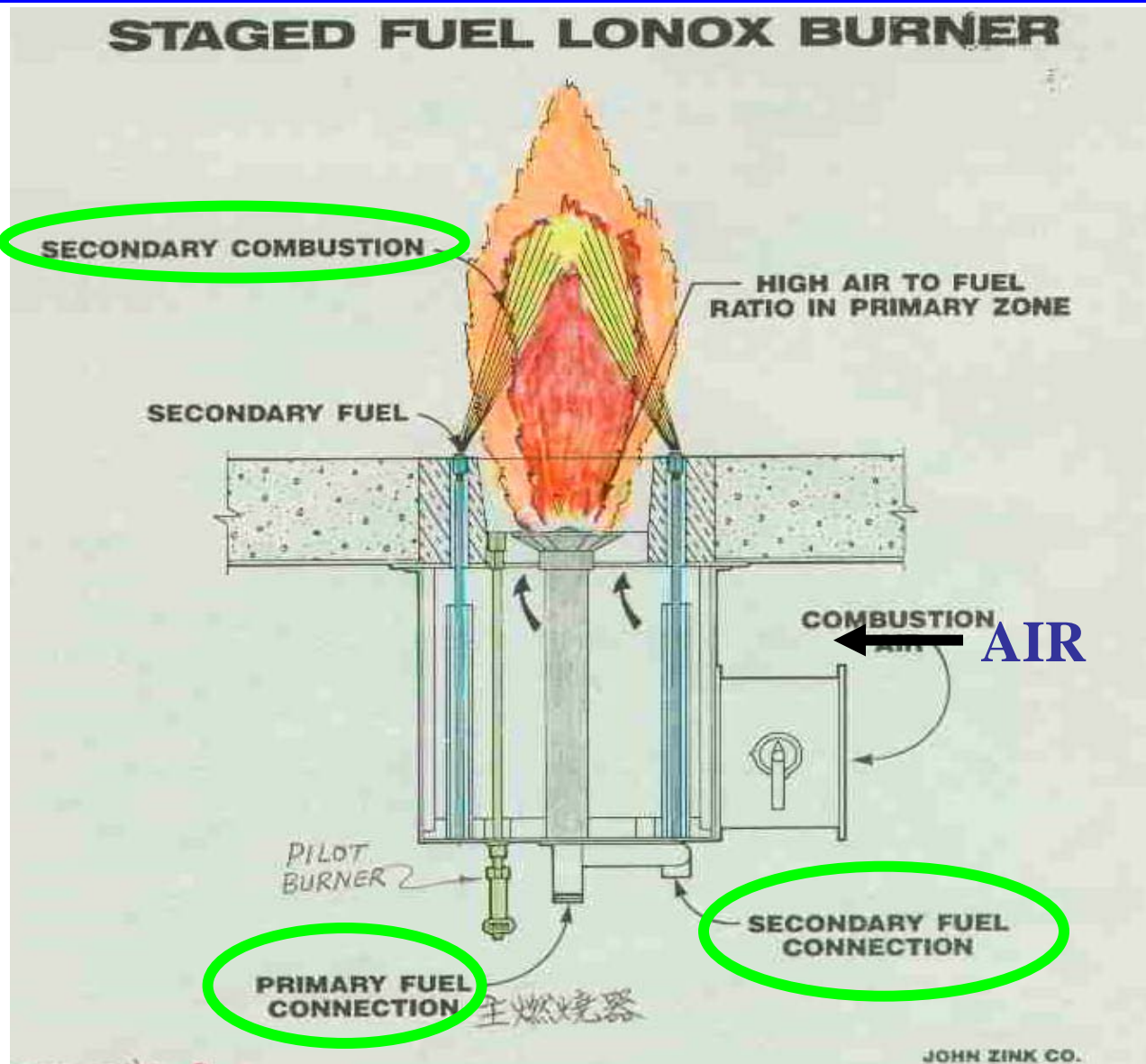
- LNB : 50~80ppm
- **Ultra LNB (ULN) : 15~30 ppm**

利用時間、溫度、混合擾流，控制燃燒狀況，控制NO<sub>x</sub>生成 staged Fuel/staged Air Burner

## 2. 增設排煙脫硝設備

- SNCR (選擇性非觸媒還原法)--溫度高, 去除率40~50%
- SCR(選擇性觸媒還原法)--溫度低, 去除率80~90%
- NO<sub>x</sub>可降低至50 ppm以下

# 低氮氧化物燃燒器



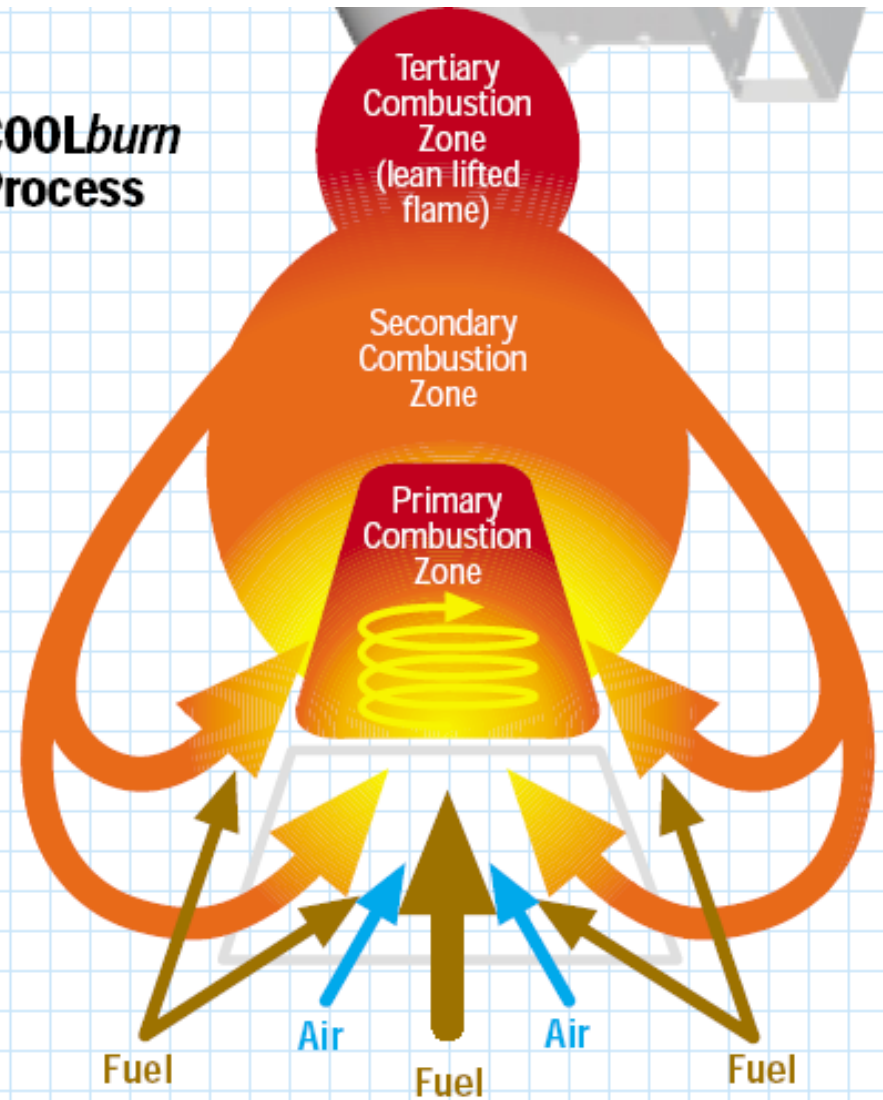


# 低氮氧化物燃

## ➤ 燃燒器設計之改良 (Ultra-Low NO<sub>x</sub> Burner)

- 藉由控制燃料空氣比以達分段式之燃燒，可減少火焰溫度而降低熱式NO<sub>x</sub>之產生，同時因局部氧氣不足而減少燃料式NO<sub>x</sub>之轉化率。
- LNB對於氮氧化物之去除效率介於20~50%之間。
- Ultra-Low NO<sub>x</sub> Burner :  
NO<sub>x</sub> --- 15~30 ppm

COOLburn  
Process



Ultra-Low NO<sub>x</sub> Burner :  
Triple-zone combustion burner

# 硫氧化物排放削減

---

## ➤ 使用乾淨燃料

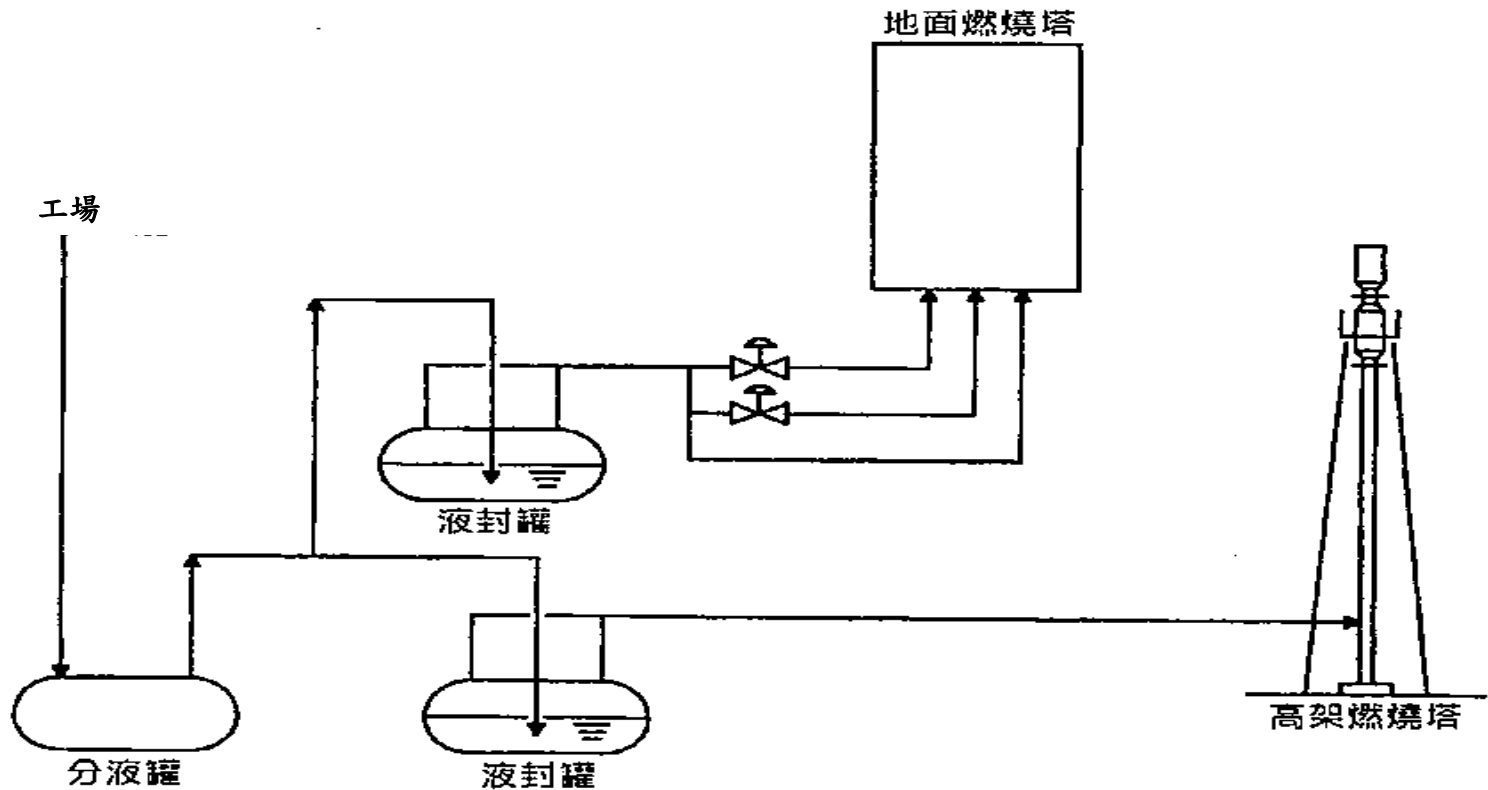
- 降低燃料中之含硫份，改用低硫份燃料
- 使用乾淨氣體燃料：FG/LPG/LNG

## ➤ 增設排煙脫硫設備

- Flue Gas Desulfurization System, FGD

# 廢氣燃燒塔

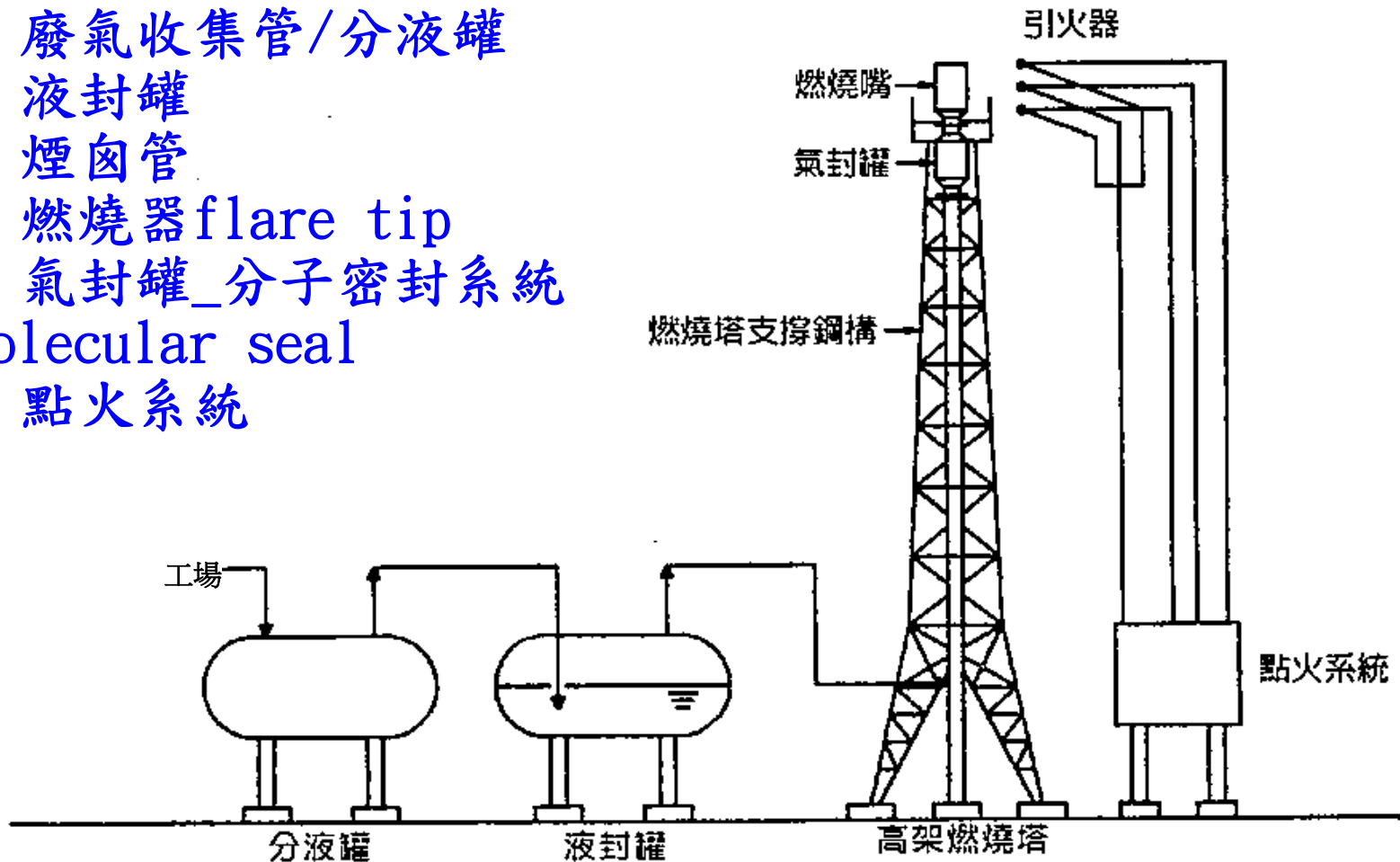
- VOCs管制及排放標準草案已將廢氣燃燒塔自污染防制設備名單中**排除**。
- 廢氣燃燒塔構造主要分為高架燃燒塔及地面燃燒塔。



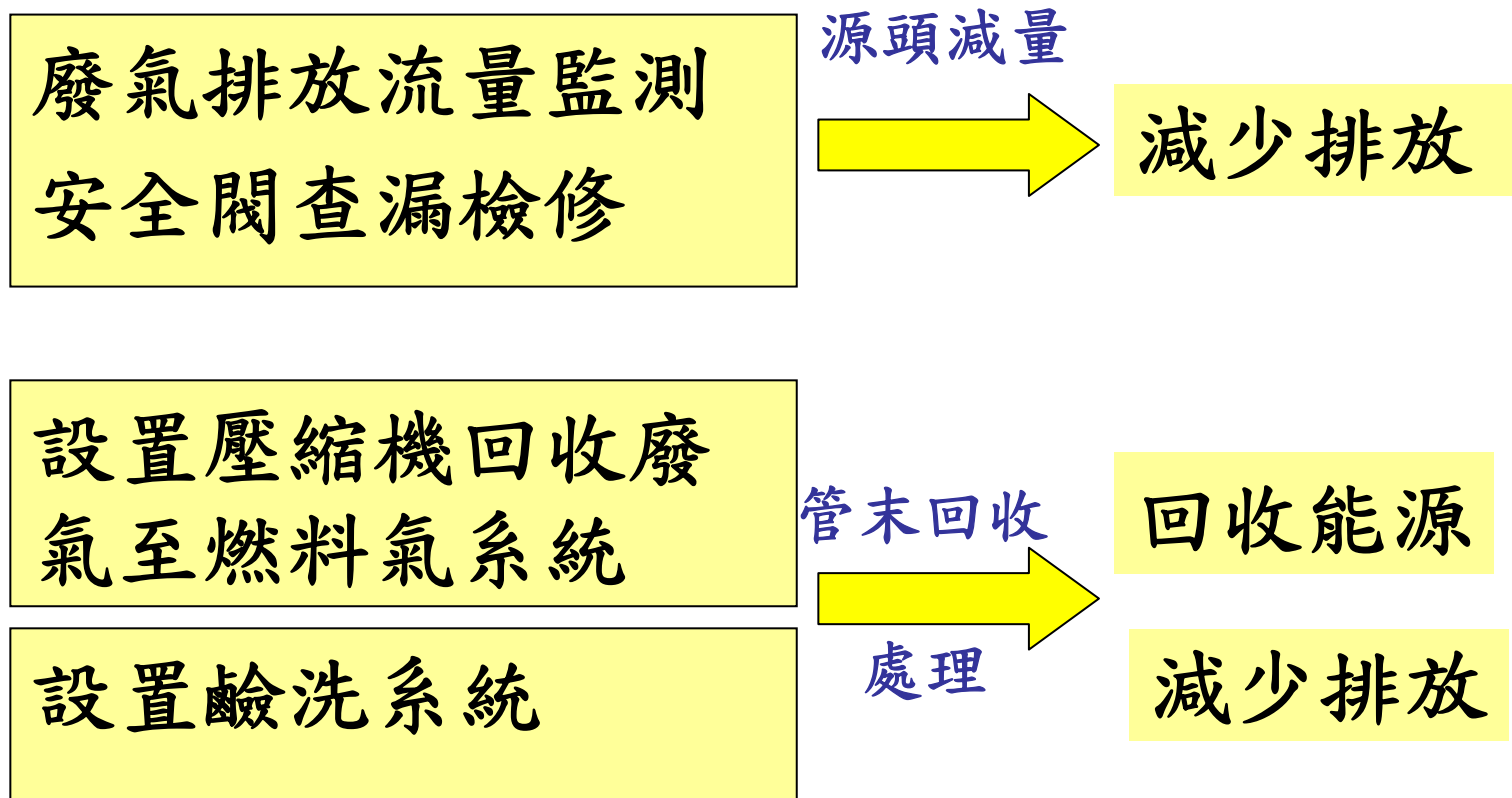
# 高架廢氣燃燒塔示意圖

燃燒塔構造：

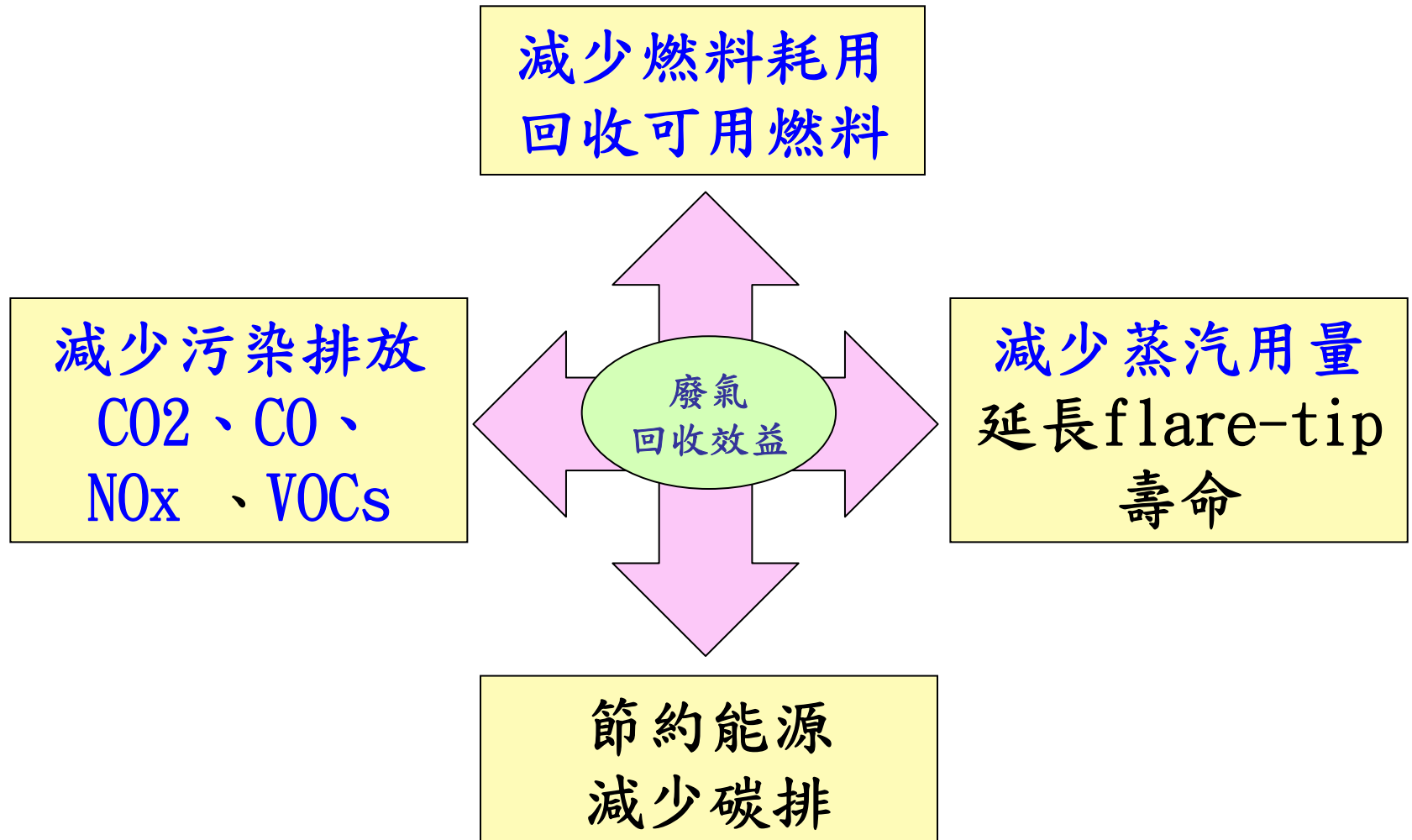
- (1) 廢氣收集管/分液罐
- (2) 液封罐
- (3) 煙囪管
- (4) 燃燒器 flare tip
- (5) 氣封罐\_分子密封系統  
molecular seal
- (6) 點火系統



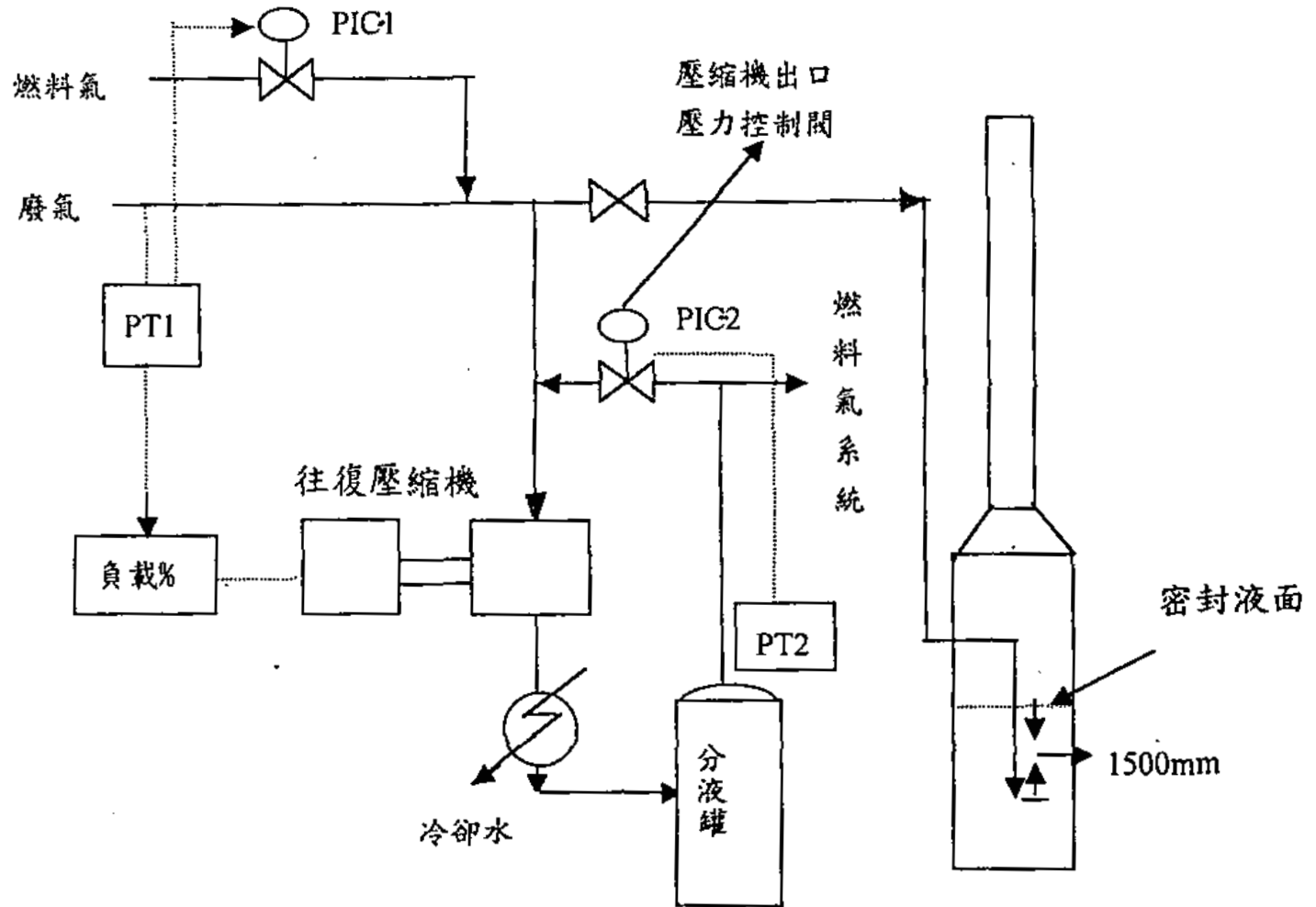
# 廢氣燃燒塔排放減量



# 壓縮機回收廢氣至燃料氣系統<sup>1/3</sup>



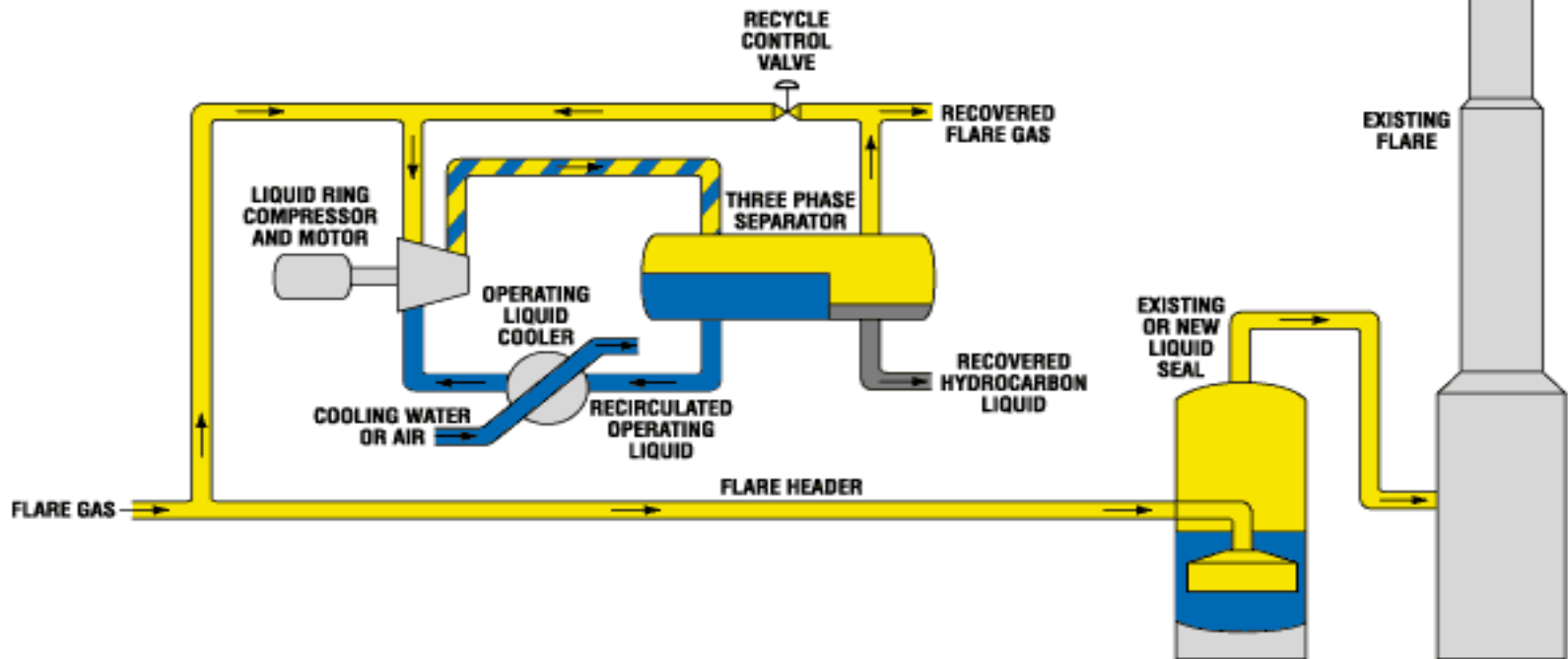
# 壓縮機回收廢氣至燃料氣系統<sup>2/3</sup>



# 壓縮機回收廢氣至燃料氣系統<sup>3/3</sup>



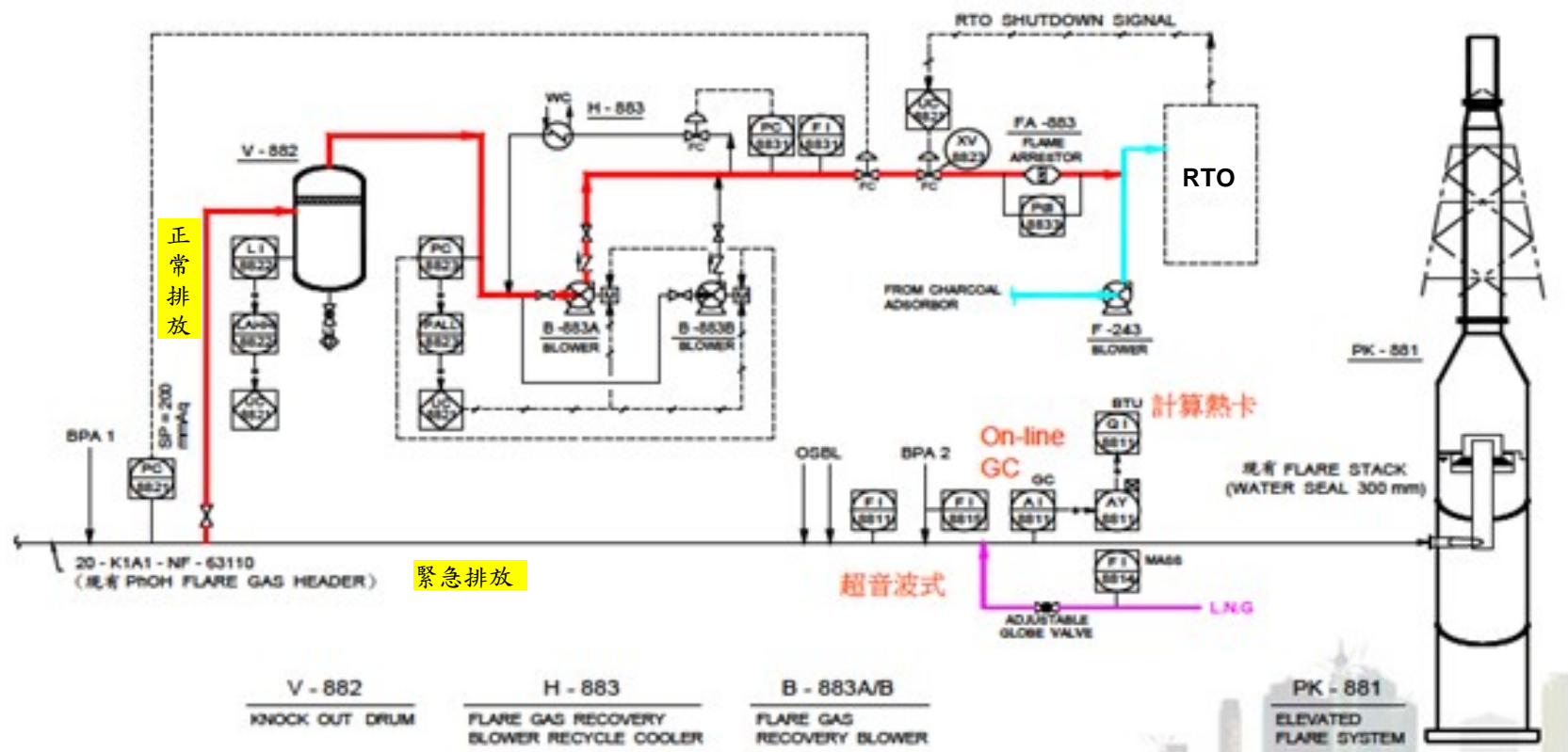
## Flare Gas Recovery Unit *Process Flow Diagram*





# 現有Flare如何更改設計符合新法規

原送廢氣燃燒塔正常排放改排防制設備  
(廢氣燃燒塔只在緊急排放才用)



# 安全閥查漏檢修 排放改善

## 線上音洩(AE)檢測

### 閥件洩漏排放

利用閥件線上音洩 (Acoustic Emission) 檢測器，檢測閥件氣體洩漏技術，再根據閥型態，訊號強度，壓力來計算洩漏量。

進行排放至 **FLARE** 閥件(安全閥和控制閥) 檢測，若發現閥件洩漏至廢氣燃燒塔，即進行處理改善，可減少經安全閥或控制閥排放至廢氣燃燒塔等洩漏排放量。

## 優點：

非侵入性測定，簡單安全。

可攜式儀器，可**On-line**測量，測試快速。

降低維修和工廠運營的成本。

監測洩漏損失減少環境污染。

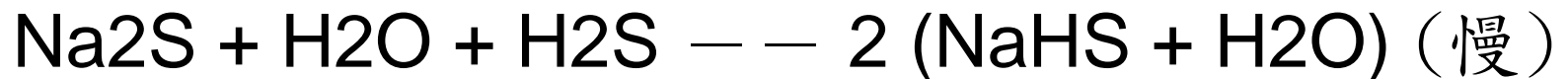


# 燃燒塔鹼洗系統

- 鹼洗系統

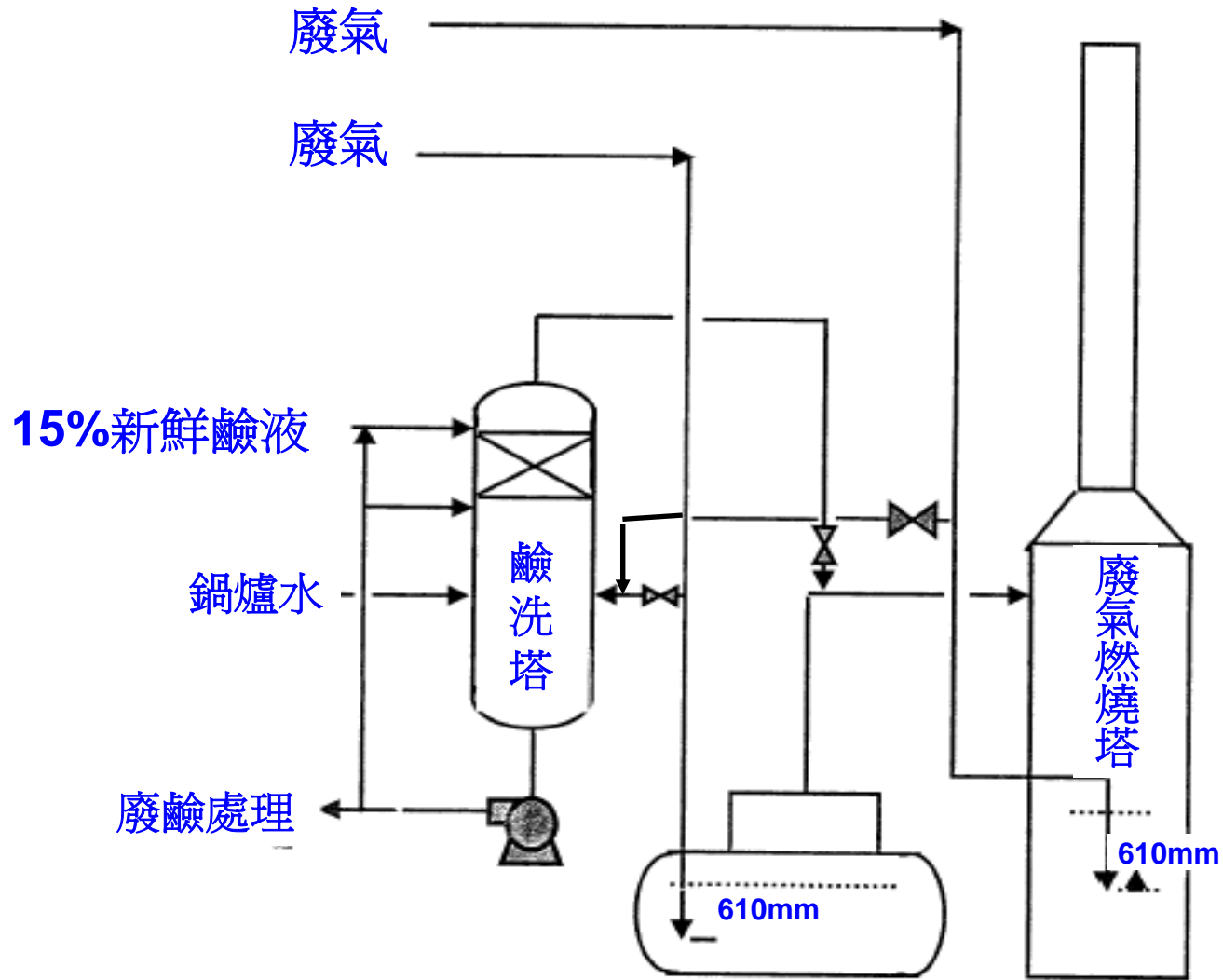
- 鹼洗塔主要在降低廢氣的H<sub>2</sub>S含量，減少因燃燒產生硫氧化物(SO<sub>x</sub>)及臭味
- 鹼液(NaOH)的濃度一般維持在4%左右，濃度降低時補入新鮮的15%鹼液，再以鍋爐水稀釋至10%左右，廢鹼則由泵浦泵至廢鹼處理設備

- 鹼洗反應



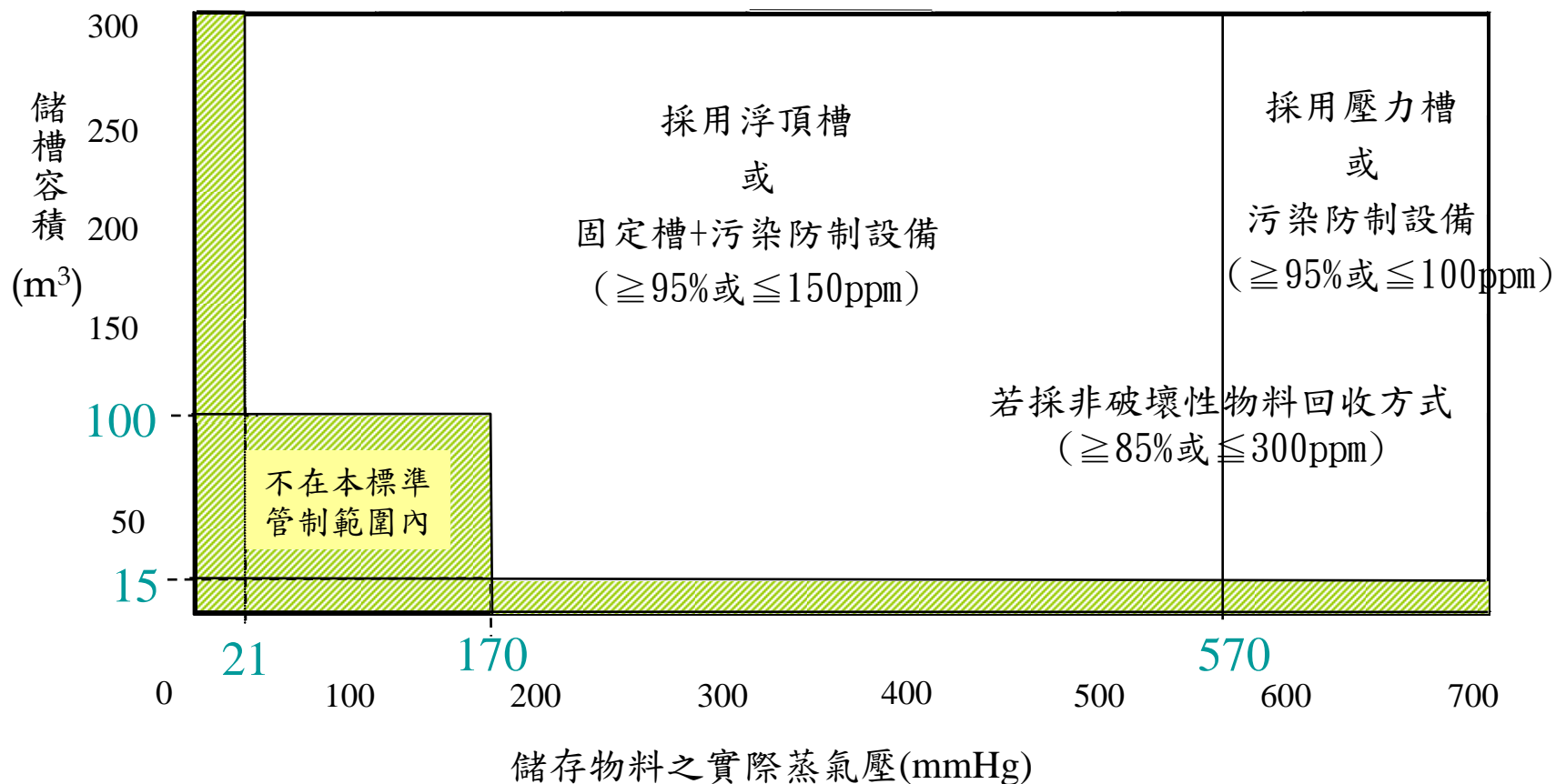
NaOH與H<sub>2</sub>S反應生成Na<sub>2</sub>S，但當NaOH不足、濃度太低時，則Na<sub>2</sub>S會與H<sub>2</sub>S反應生成NaHS而使循環鹼水變成酸性

# 燃燒塔鹼洗系統



# 揮發性有機物液體儲槽

## 儲槽管制範圍及排氣管制規定



# 揮發性有機物液體儲槽改浮頂槽

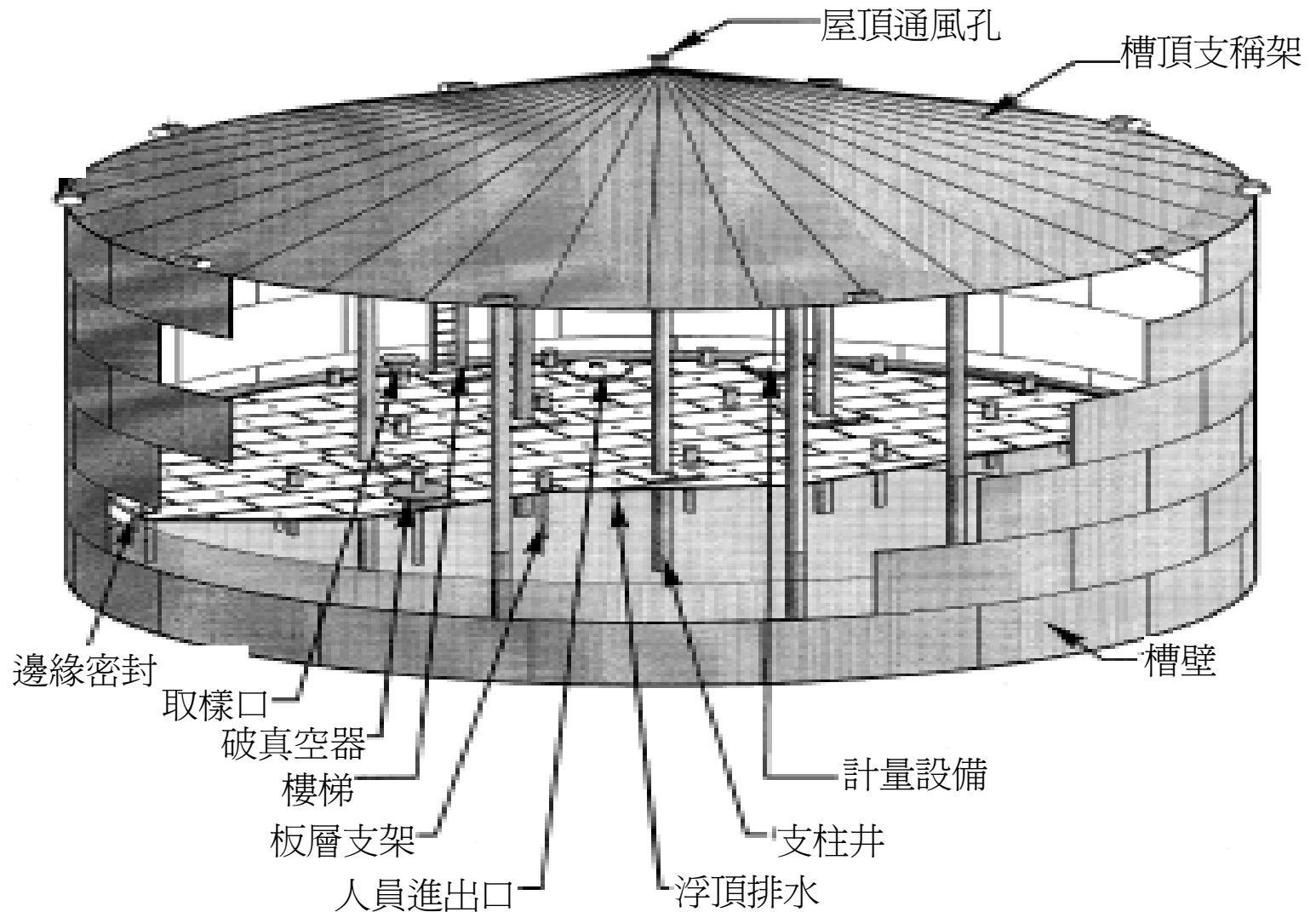
## 儲槽浮頂與槽壁間密封設施規範

儲槽型式	管制內容	
內浮頂	單封式或雙封式密封	
外浮頂	既存	單封式或雙封式密封
	新設	雙封式密封

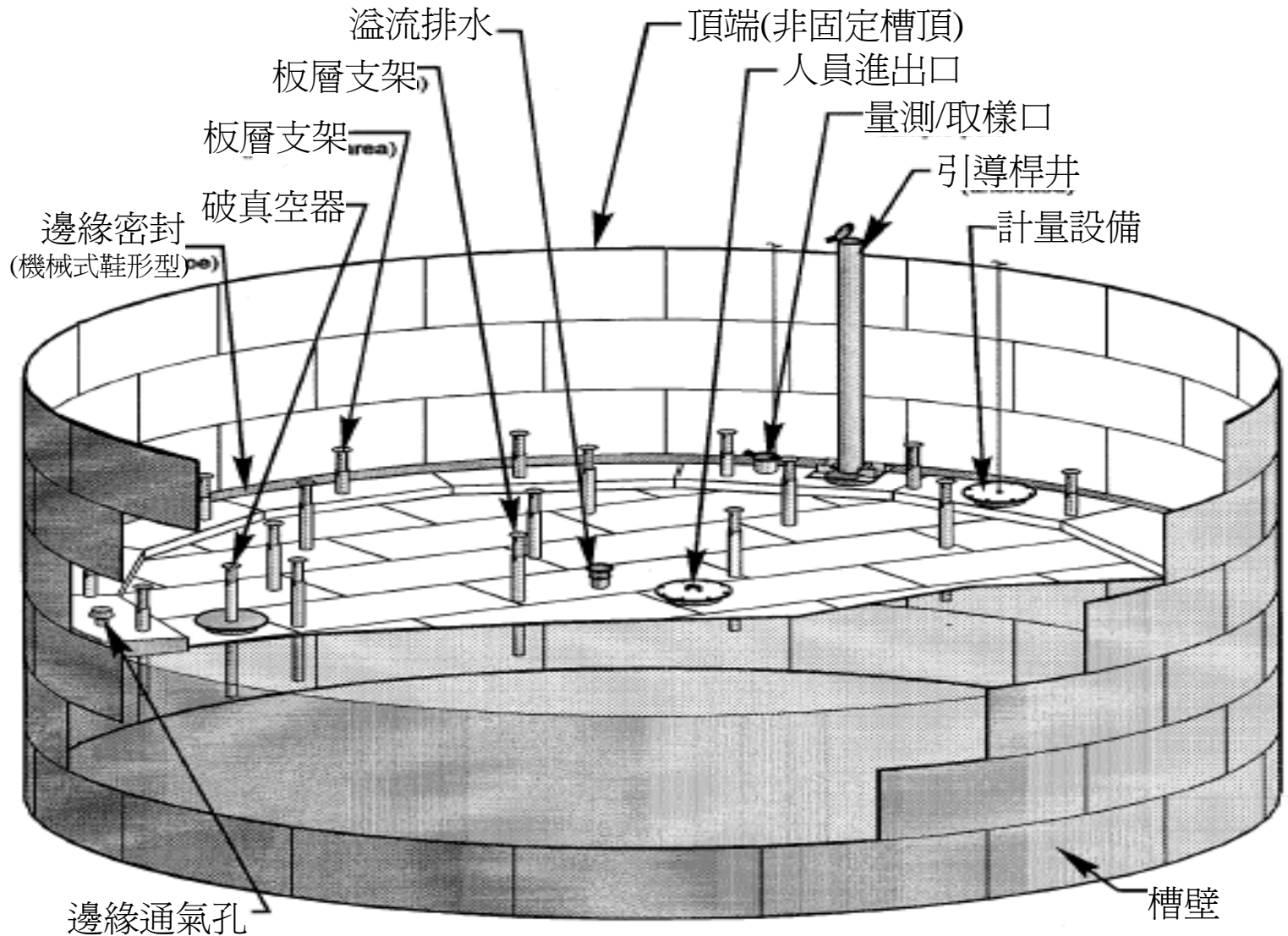
單封式密封應為液態鑲嵌式密封或機械式鞋形密封

初級密封應為液態鑲嵌式密封、機械式鞋形密封或其他經主管機關核可之封氣設備

# 內浮頂槽示意圖



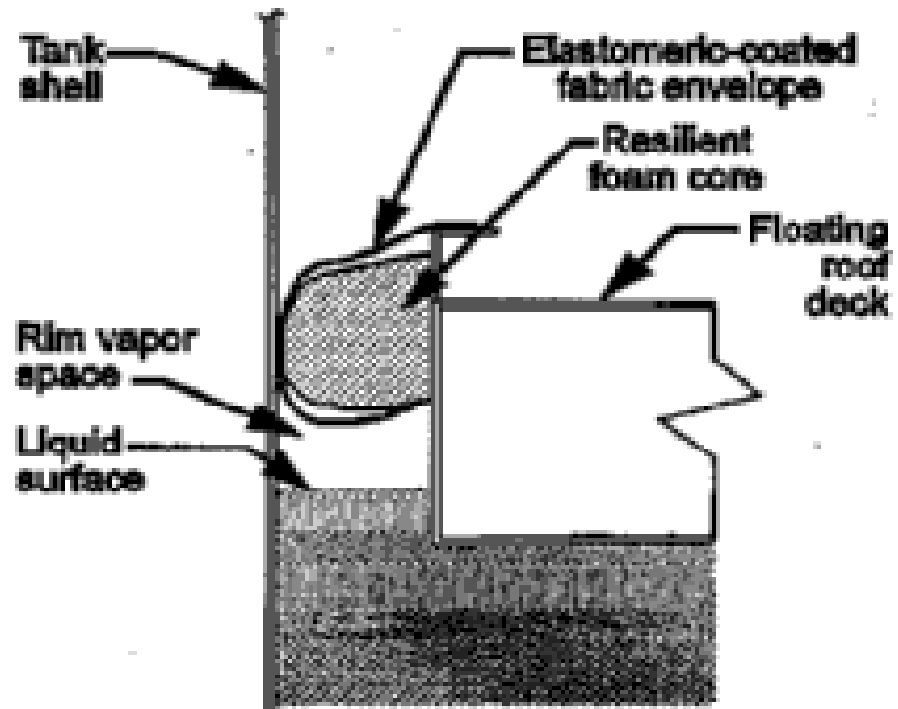
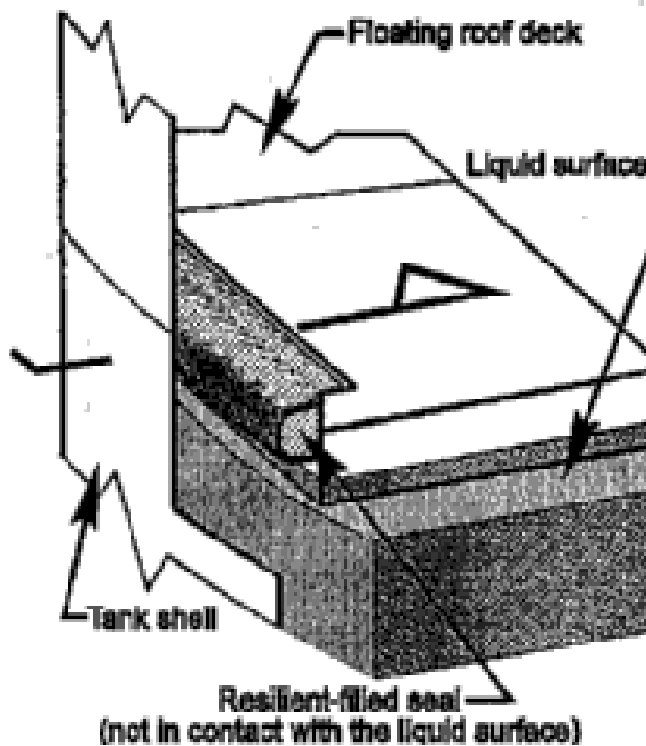
# 外浮頂槽示意圖





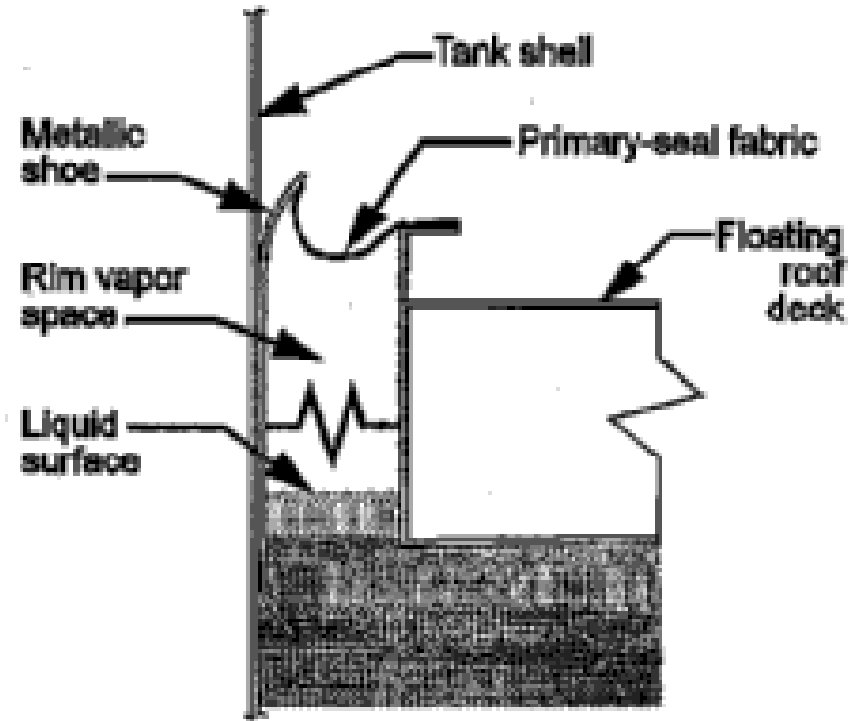
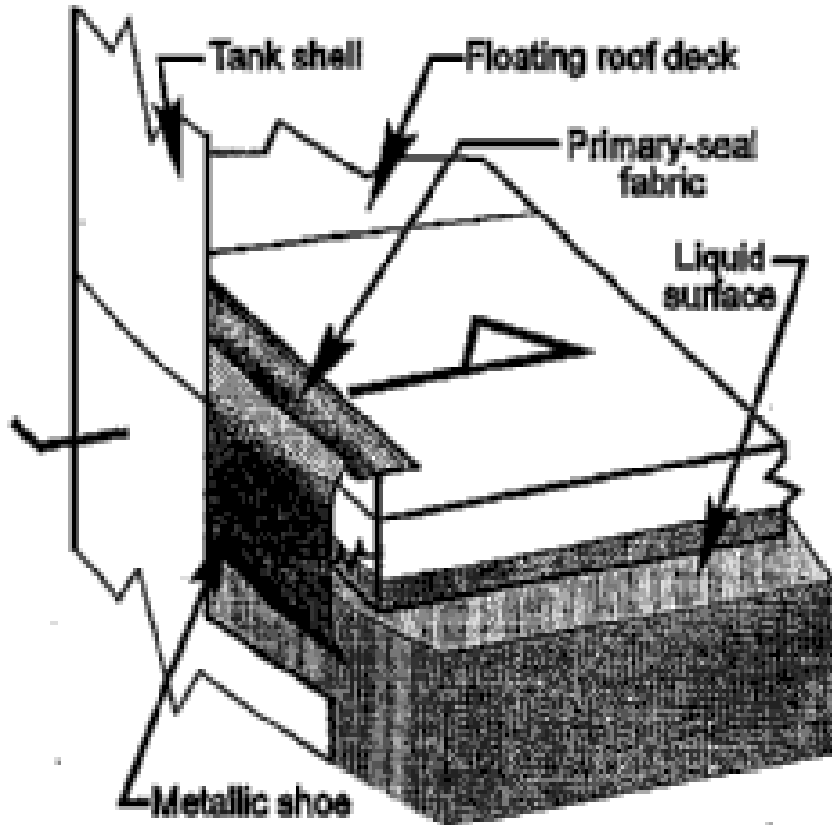
# 浮頂與槽壁間之封氣設備

## 鑲嵌式初級密封



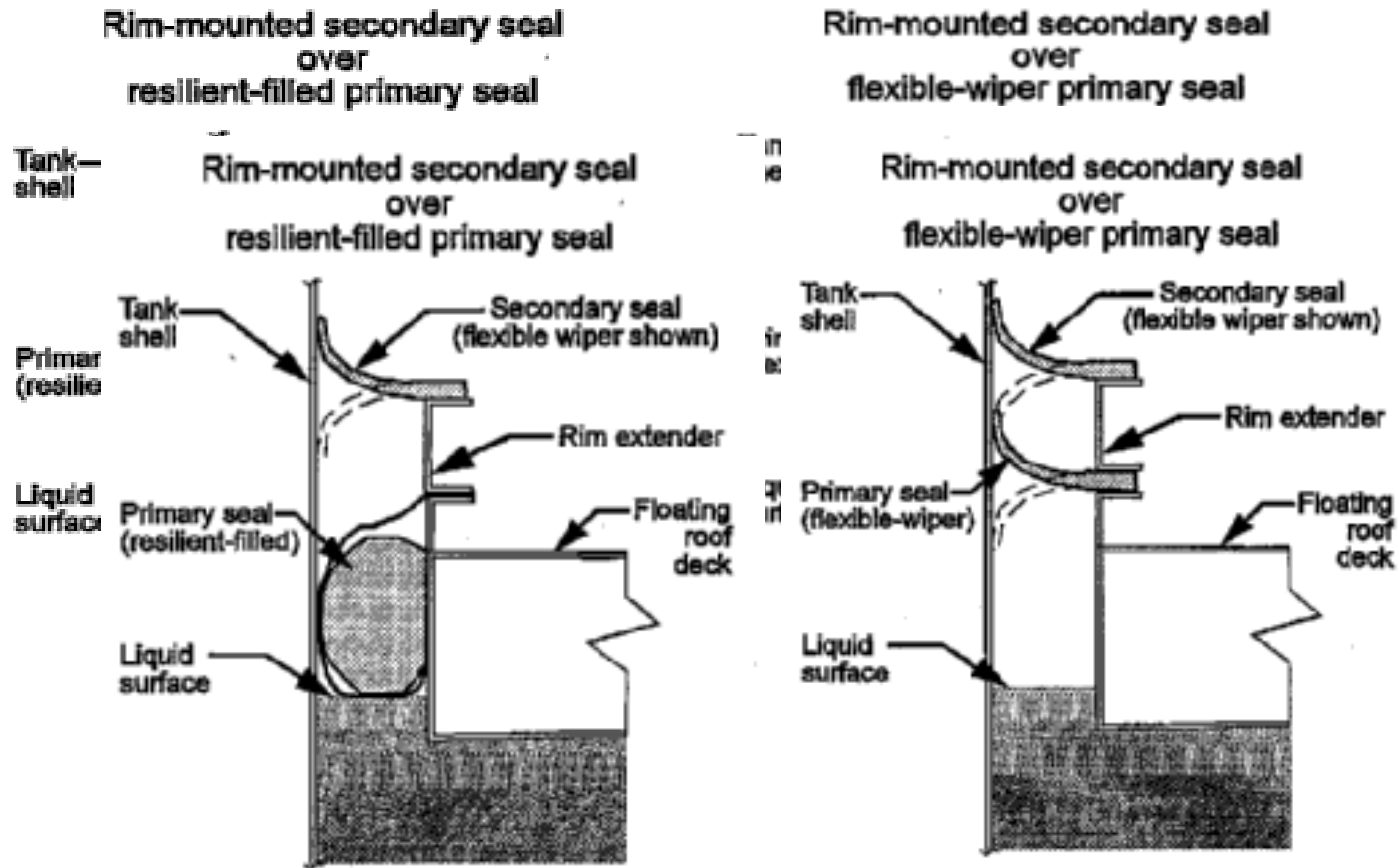
# 浮頂與槽壁間之封氣設備

## 機械式鞋形初級密封



# 浮頂與槽壁間之封氣設備

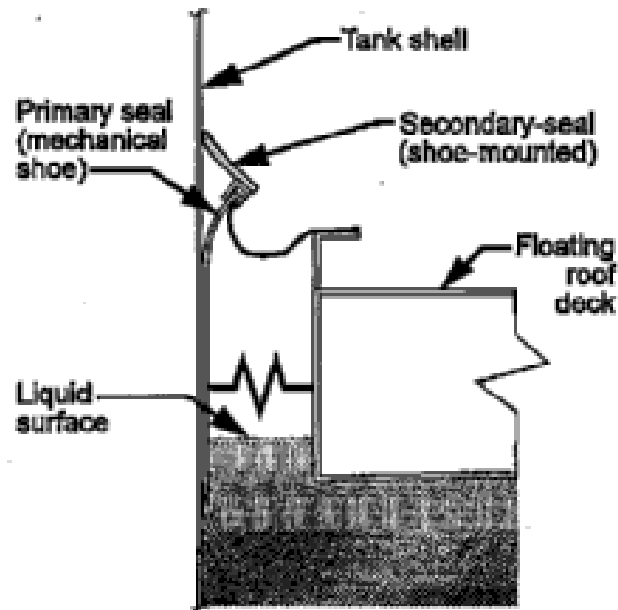
## 雙封式密封



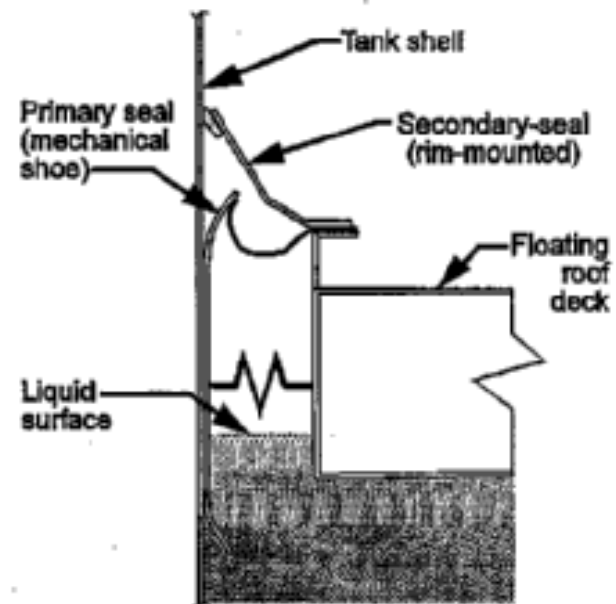
# 浮頂與槽壁間之封氣設備

## 雙封式密封

Shoe-mounted secondary seal  
over  
mechanical-shoe primary seal



Rim-mounted secondary seal  
over  
mechanical-shoe primary seal



# 揮發性有機物液體儲槽清洗

---

- 作業規範適用對象

- 單一儲槽容積100m<sup>3</sup>以上且儲存物料實際蒸氣壓170mmHg以上者。
- 列管範圍（TVP高於170mmHg）  
部份原油、汽油、石油醚、MTBE、丙酮 戊烷、液化石油氣…等等

- 管制要求

- 氣體收集效率  $\geq 95\%$
- 收集氣體之揮發性有機物排放削減率  $\geq 90\%$

# 清槽作業方式

---

- 空氣置換 (Air displacement)

置換氣體量需達2.3倍儲槽氣體容積，槽內含油氣氣體應有效收集處理，始得開槽清洗

- 蒸氣壓調整法 (Liquid balancing)

開槽前以低揮發性液體混合均勻，調整槽內儲存物料實際蒸氣壓至低於170 mmHg。

- 錐頂槽液體置換法 (Liquid displacement) 或稱頂水法

錐頂槽已連通揮發性有機物 (VOCs) 污染防制設施者，得於開槽清洗前泵入低揮發性液體，如水或低揮發性之油類等，達儲槽體積之90%，以置換槽內揮發性有機物。

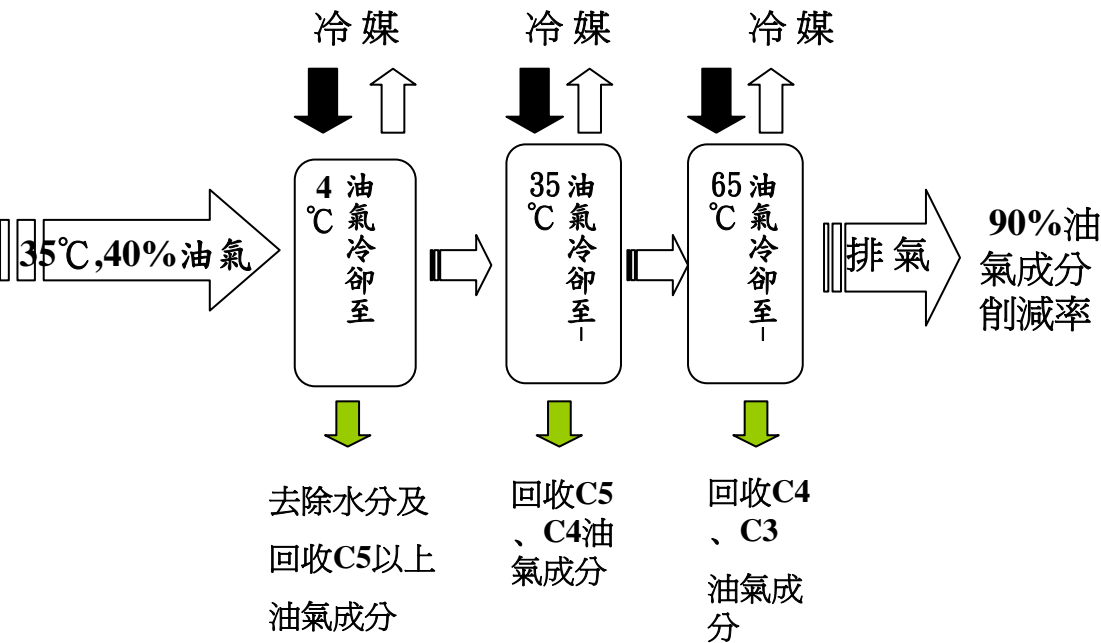
# 油槽清洗Degassing處理設備



移動式油氣回收 日期/時間	濃度 ppm as Methane		去除效率 %
	入口	出口	
第一小時	1910000	80670	95.8
第二小時	1978000	79970	95.6
第三小時	2049000	86040	96.2
第四小時	1858000	82320	95.2
平均值	1949000	82250	95.7

$$\text{去除效率} = \left(1 - \frac{\text{出口}}{\text{入口}}\right) * 100\%$$

6.1.1 檢測結果圖列



以6,000公秉覆土式或50,000公秉汽油槽為例，冷凝回收較焚化處理可減少二氧化碳排放量約11噸，尚可回收約10,000公升冷凝油，較符合環保要求，大幅改善清洗作業之工安。

# Thermal Oxidizer

---

- 為密封式燃燒法。
- 燃燒室有方型、水平式、直立式。
- 火焰在燃燒室底部發生，在燃燒室出口處只會看到煙，不會有火焰冒出。
- 燃燒溫度須達 $1400^{\circ}\text{F}$ ，停留時間 $0.3-1.0$ 秒，去除率 $99\%$ 以上。
- 濃度低於LEL時須加入輔助燃料。
- 有 $\text{NO}_x$ 產生。
- 僅適用於可燃燒VOC（含氯VOC不適用）





**1** A local or remote start signal is received, starting the assist air blower to purge the combustor of any existing combustibles.

**2** After the purge, the pilot ignites and must be confirmed by the flame scanner in order for the operation to proceed.

**3** Vapors pass through the vapor shutdown valve and detonation arrestor to be introduced into the combustor through the anti-flashback burners and are ignited by a pilot.

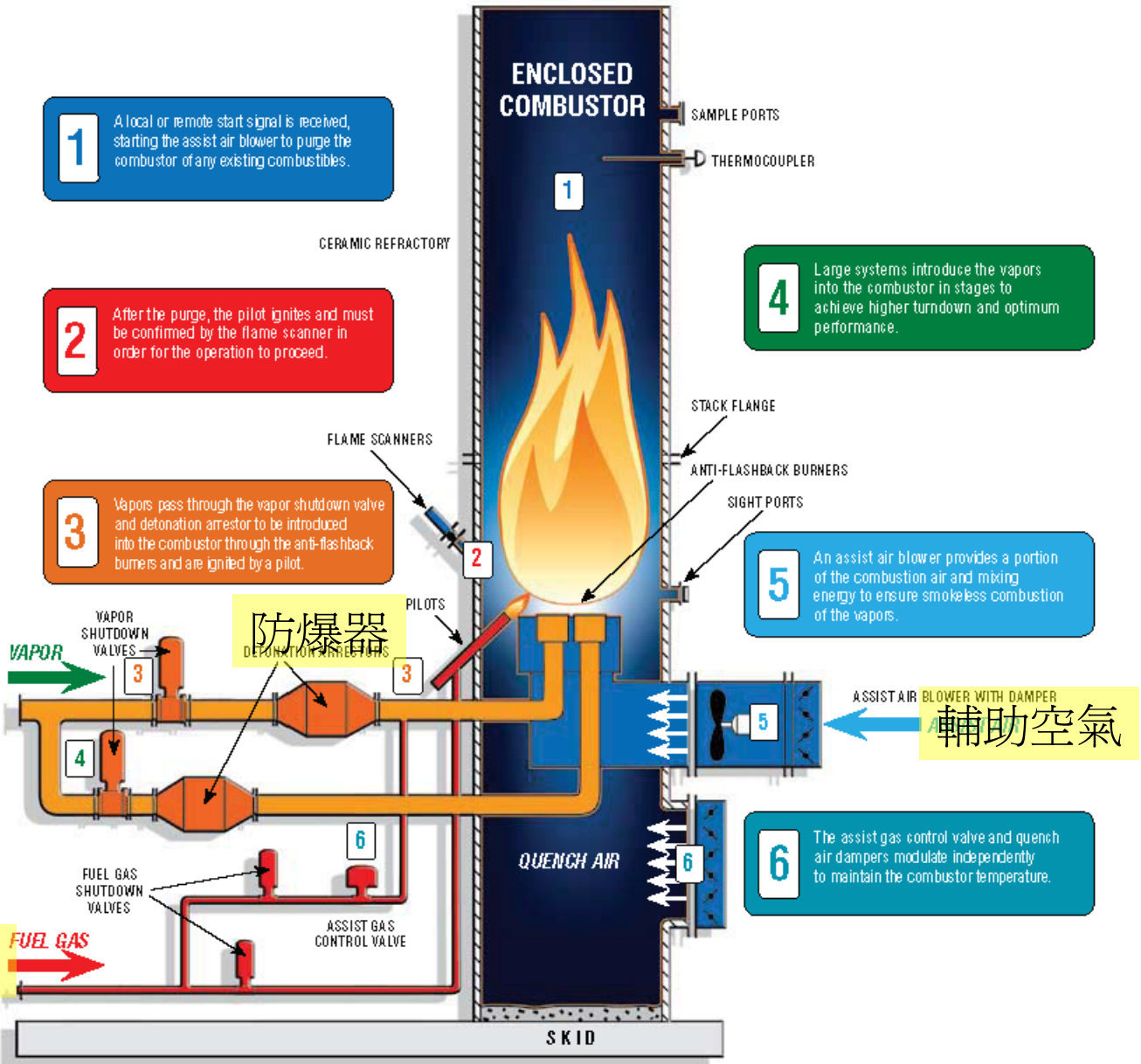
**4** Large systems introduce the vapors into the combustor in stages to achieve higher turndown and optimum performance.

**5** An assist air blower provides a portion of the combustion air and mixing energy to ensure smokeless combustion of the vapors.

**6** The assist gas control valve and quench air dampers modulate independently to maintain the combustor temperature.

VOCs

輔助燃料



Thermal Oxidizer內部構造

# 輕質油料泵浦改用雙軸封泵浦

---

- **API 682 規範煉油工業離心式泵浦軸封：**
  - **Single Seal**應有high probability三年seal life
  - **VOCs 逸散 < 500 ppm**
- 輕質油料（C8以下）泵浦改用**雙軸封泵浦**
- 一般單機械軸封（**SINGLE SEAL**）改為**DUAL SEAL**費用**15~20萬元/台**

# 請指教！

莊煒志

台灣中油股份有限公司

煉製事業部 技術規劃組

電話：（07）5824141-2446

e\_mail：：291994@cpc.com.tw