

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：其他-年會)

Shaw's 公司第 16 屆乙烯研討會 出國報告書

出 國 人： 服務機關：台灣中油公司
煉製事業部高雄煉油廠
職務：工場長/化學工程師
姓名：郭東雄/劉文齊

出國地點： 美國加州聖地牙哥市
出國期間： 100 年 11 月 6 日至 100 年 11
月 13 日
報告日期： 101 年 01 月 30 日

摘 要

輕裂工場乃為本公司高產值的工場之一，主要產品乙烯、丙烯與丁二烯等是石化工業的基本原料，對石化工業有舉足輕重的地位。其工場的獲利情況，攸關整個事業部的經營績效。在面臨激烈的市場競爭之下，如何應用新技術與設備來提高工場的獲利，已成為很重要的課題。

Shaw 公司旗下的能源與化學品集團(包括原 Stone & Webster 公司)，在 2011 年 11 月 6 日至 11 月 9 日於美國加州聖地牙哥舉辦乙烯年會，探討乙烯生產趨勢、發表並推廣最新製程技術，以及回應客戶問題與意見。

本廠郭東雄與劉文齊獲派參加該年會，除瞭解最新乙烯製造技術與設備之外，並向主辦單位 Shaw 公司人員提出現有五輕操作問題，尋求解決方法，同時和與會者廣泛接觸，以獲取更多相關資訊。

在乙烯年會結束之後，轉往洛杉磯訪問 Sud Chemie 公司加州部門，瞭解輕油裂解觸媒發展現況。

目 次

1. 目的-----	4
2. 過程-----	4
3. 心得-----	5
1). 年會部份-----	5
(1). 整合熱泵與丙烯冷凍系統-----	5
(2). 波形塔盤 (Ripple Tray) -----	10
(3). 由丁烯製造丙烯——亞米加製程-----	15
2). 拜訪 Sud-Chemie 公司部份-----	17
3). 五輕現有操作問題之相關解決方法或意見-----	20
4. 建議-----	23

1. 目的：

- (1). 收集輕裂相關資訊及新技術，以規劃改進本事業部輕裂工場效能。
- (2). 拜訪 Sud-Chemie 公司，收集有關輕裂新觸媒之發展資料。

2. 過程：

(1). 100 年 11 月 06 日

上午由小港機場出發，至東京轉機後，直飛洛杉磯，再轉赴聖地牙哥。於當地時間 11 月 06 日下午抵達下榻的 Loews Coronado Bay Hotel，稍事休息後即參加歡迎晚宴。

(2). 100 年 11 月 07 日

Shaw 的能源與化學品集團總裁 James Glass 致詞後，隨即展開各項議題。本日的議題有：頁岩氣與裂解爐設計、超大型工場的設計考量、擴充為超大型工場的經驗、壓縮機在超大型工場的演變、裂解爐新燃嘴技術、丙烯精餾塔設計新招—結合熱泵與丙烯冷凍系統、CRI 公司乙炔氫化觸媒介紹。最後有兩場討論，分別是：氫化與衍生物、裂解爐技術。

(3). 100 年 11 月 08 日

本日的議題為：藉工場更新以提高獲利、液體進料裂解爐傾向煉更輕進料、液體進料裂解爐煉乙烷、PTT/更新及試爐報告、BYC 乙烯廠擴建、日本 Showa Denko 工場擴建及試爐、裂解爐更新—提高技術層次與財務管理、關於有效更新的腦力激盪與篩選研究、最新的波形塔盤(Ripple Tray)技術應用與設計強化、驟冷水與稀釋蒸汽產生器之操作管理、超級蒸氣分配器—凹槽分配器(Flute Distributor)、結垢趨勢與有效控制機構。最後在 3 個場地分別討論：驟冷系統、去瓶頸、污染與結垢。

(4). 100 年 11 月 09 日

最後一天的議題是：利用超級認可者概念縮短規畫時間、乙烯廠與煉油廠整合、藉 FCC/DCC/ CPP 工場增產烯烴、亞米加(Omega)製程與 E-FLEX 製程。年會就在大家互道珍重再見聲中畫下完美句點。

年會結束後，隨即搭機飛洛杉磯。

(5). 100 年 11 月 10 日~11 日

拜訪 Sud-Chemie 公司位於洛杉磯近郊 Colton 的部門，瞭解輕裂相關觸媒發展情形。

(6). 100 年 11 月 12 日~17 日

假日與請個人補休或休假於洛杉磯停留。

(7). 100 年 11 月 18 日~19 日

由洛杉磯搭機經東京轉機飛返小港機場。

3. 心得：

1). 年會部份：

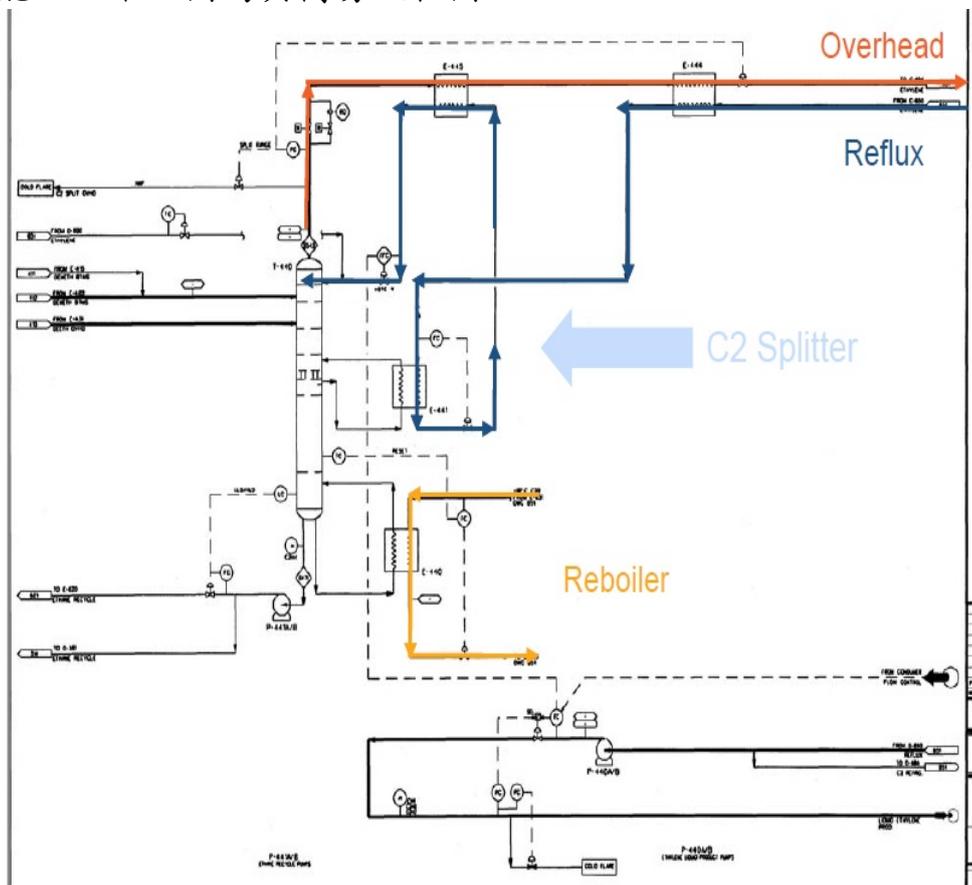
議題大多數與工廠更新與擴建有關，包括進料選擇、設計考量、建造過程、試爐困難、生產效益等經驗分享，以及一些合作廠商的產品介紹，並無太多奇特之處。比較值得一提的是以下幾項新技術：

(1). 整合熱泵與丙烯冷凍系統(Integrated Heat Pump with C3 Refrigeration)

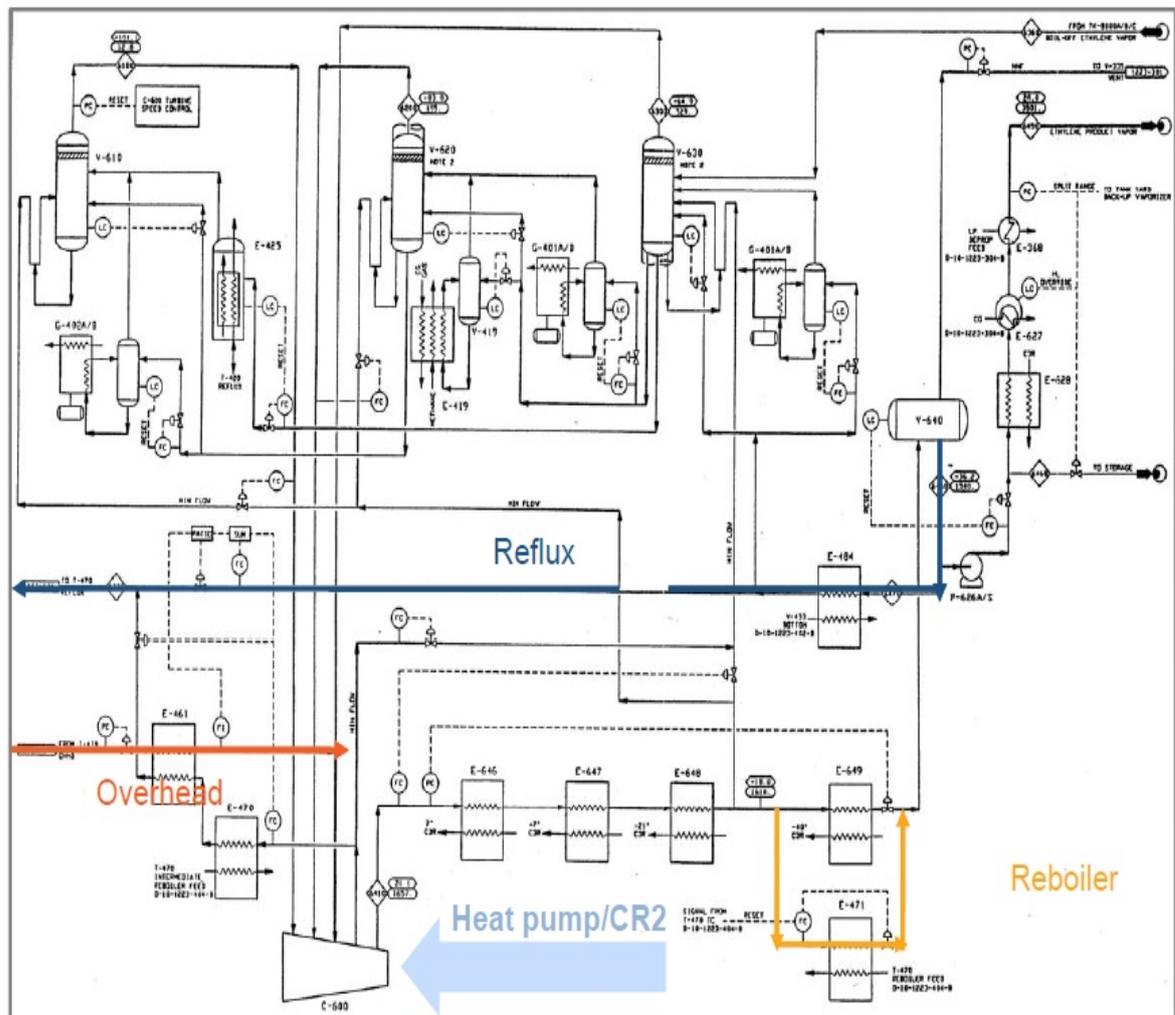
Shaw 公司在整合熱泵與乙烯精餾塔、整合熱泵與丙烯精餾塔技術的成功經驗，可供本公司參考。

A. 整合性 C₂ 技術：

該公司在整合熱泵與乙烯精餾塔技術十分成熟，全世界已有 14 座工廠應用該項技術。其特性為：節省能源、不必使用迴流槽及迴流泵、塔盤數量減少、熱效率高、操作簡單可靠。利用熱泵取代迴流系統與再沸器，提供足夠的冷凝能力與再沸器的熱能，以下 2 圖為其簡易流程圖：



乙烯精餾塔頂部Vapor(橙色)與迴流換熱後，送至乙烯冷凍壓縮機，經加壓冷卻成為乙烯精餾塔迴流(藍色)。部分乙烯冷凍壓縮機出口氣體(黃色)旁路最後一個冷卻器而作為乙烯精餾塔再沸器之熱媒。



B. 整合性 C3 技術：

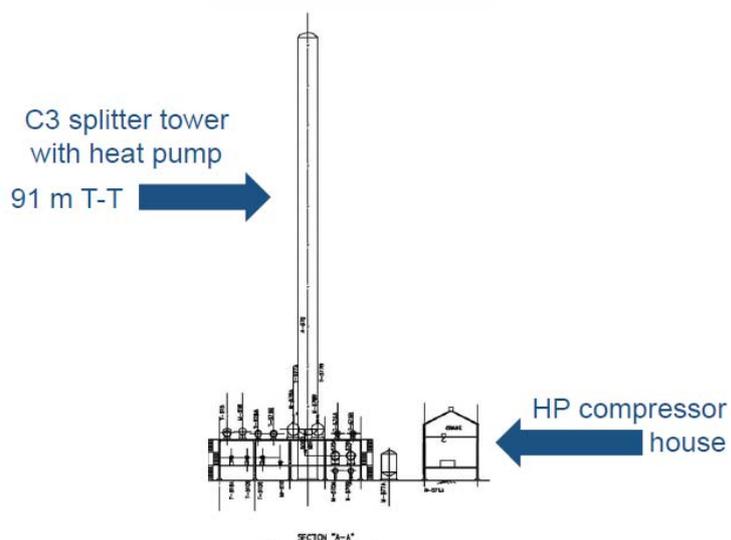
a. 應用熱泵於丙烯精餾塔的優點(與傳統比較)：

- 操作壓力較低。
- 熱泵簡化迴流系統，不需冷卻水，不需迴流泵。
- 熱泵提供塔底再沸器熱源，不需QW。
- 冷凝器與再沸器較小，減少設置與操作費用
- 單塔取代雙塔，設備佔地小。
- 塔壁較薄。
- 塔盤數減少，塔重較輕。
- 較容易建造。

右圖：傳統乙烯與丙烯精餾塔的高度分別為 76 米與 58 米 (有兩座)



C3 Splitter with Heat Pump



上圖：應用熱泵，丙烯精餾塔僅只須一座，高度 91 米。

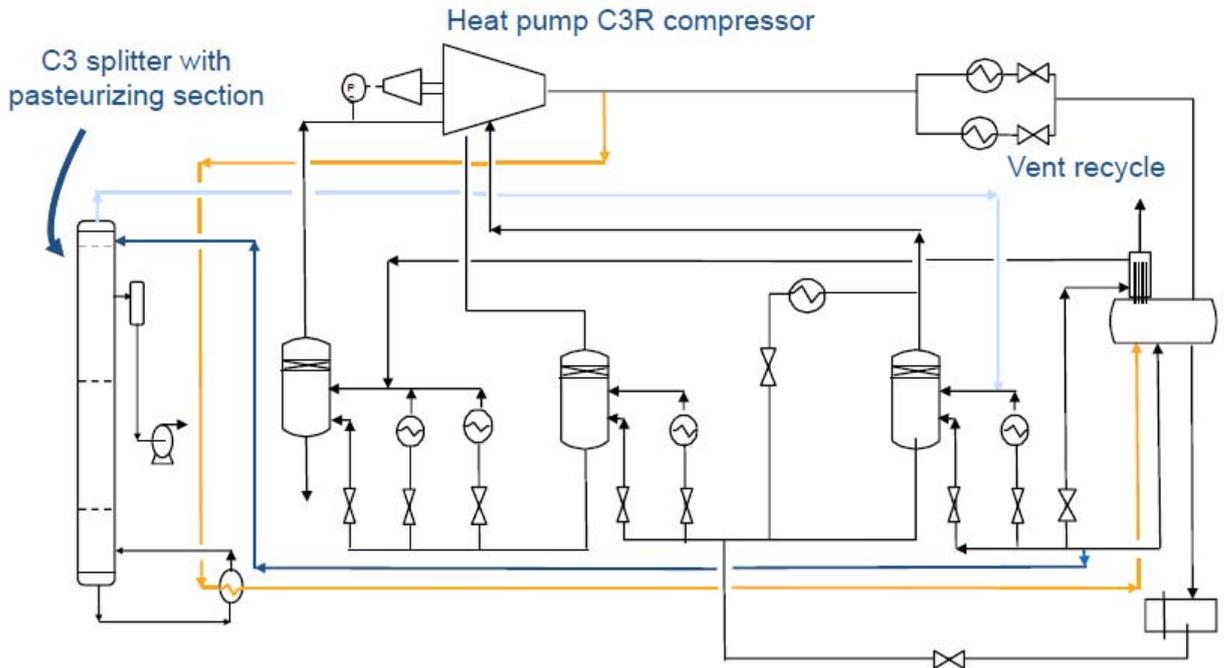
b. 部份整合 C3 熱泵系統應用實際案例：

Shaw 公司提出位於泰國的某座工廠，使用部份整合 C3 熱泵精餾塔的經驗，有不需使用驟冷水加熱、熱泵壓縮機可提供 6°C 的冷媒給其他使用者等特點。案例中未註明工廠名稱、所屬公司名稱、與應用 C3 熱泵製程的詳細資料，無法確知其應用後的效益，似乎 Shaw 公司的整合 C3 熱泵系統技術仍處於發展期。

c. 完全整合 C3 熱泵系統案例討論：

結合 C3 精餾塔與熱泵冷凍壓縮機的流程圖如下；以丙烯產量 450 kta 的工廠為設計基準，依照 Shaw 公司的推算，完全整合 C3 熱泵製程設計，在設備方面約可減少 3 千 6 百萬美元以上的投資。

C3 Splitter Integrated with C3 Refrigeration



結合 C₃ 精餾塔與熱泵冷凍壓縮機的流程圖

傳統設計與完全整合 C₃ 熱泵設計設備之比較表
(以 450 kta 丙烯產量的工廠為設計基準)

		傳統設計	完全整合 C ₃ 熱泵設計
分 餾 塔	塔數	2	1
	塔高 T-T(m)	96	92
	直徑(m)	8.2/7.7	8.5
	塔盤數	320	165
	差壓(barg)	26	9.5
槽(Drum)		迴流槽	利用冷凍壓縮機的第 四級槽當迴流槽
換熱器		驟冷水與蒸氣再沸 器、塔頂冷凝器	冷凍壓縮機的冷凝器 設計須加大
泵浦		增加迴流與輸送泵	無
丙烯冷凍壓縮機		功率足供冷凍壓縮 機所需	功率需比一般冷凍壓 縮機增加約 23MW
裂解氣體壓縮機		來自丙烯精餾塔排 放量較少	來自丙烯精餾塔排放 量較高約 0.5MW(+1vol%)

傳統設計與完全整合 C₃ 熱泵設計設備費用之比較表(百萬美元)

(以 450 kta 丙烯產量的工廠為設計基準)

	傳統設計	完全整合 C ₃ 熱泵設計
塔槽與槽	多 \$27.8	
換熱器	多 \$0.4	
泵浦	多 \$9.9	
丙烯冷凍壓縮機		多 \$3.3
合計	多 \$36.6	

(2). 波形塔盤 (Ripple Tray)

Shaw公司在波形塔盤 (Ripple tray) 的研究超過 50年，在全球化學工廠中已經有超過470個裝置使用了波形塔盤，提供了蒸餾塔、吸收塔良好的熱量傳送。波形塔盤處理液體和氣體的能力明顯高於傳統塔盤。這種塔盤結合液體表面的不斷攪拌、與底面的不斷潤濕/清洗，產生十分理想的抗污效果。不同於泡罩盤或是其他傳統塔盤，波形塔盤可以改善換熱，使塔盤分離輕重成分的效率提高，所以可以減少塔盤數量、縮小塔槽體積，因而使小場地也可以建造大工廠。

此型塔盤主要應用在驟冷塔、鹼洗塔、廢鹼處理以及去丙烷塔。

A. 波形塔盤簡介：

蒸餾就是利用各物質沸點不同，來達到分離的目的，而化學工廠的蒸餾就是利用蒸餾塔。蒸餾塔是藉由一層層的塔盤，提供氣體與液體接觸的場所，以達到良好的熱量及質量交換。在傳統蒸餾塔中，塔盤為孔洞或閘式，優點是建造成本低，缺點是氣液熱量交換效率較差，容易形成通道效應；另一種常見的塔盤為泡罩盤，可以避免通道效應，提供良好的熱交換，但是容易堵塞、造價成本高，且壓降大，公用成本（蒸汽等）也隨之提高。而在本次研討會中，由 Shaw公司提出的新式波形塔盤(Ripple Tray)，如圖一所示，結構比傳統塔盤複雜許多，其不同點如下：



圖一 新式波形塔盤(Ripple Tray)

a. 下流板(Downcomer)：

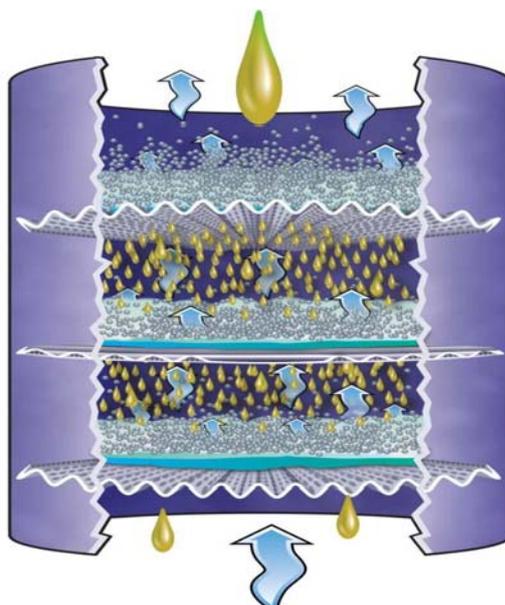
傳統塔盤會利用下流板 (downcomer) 來引導液體的流動，讓塔盤上的液體累積一定高度，使其與氣體熱交換。液體高度決定了與氣體的接觸時間，也決定了交換的熱量；液體越高熱交換越好，但是所產生的差壓越高，也提高了底部加热的成本。

而波形塔盤是沒有 downcomer 的，僅利用塔盤上的孔洞大小來控制液位的高度，若孔洞越小，液體向下流的速率越慢，所累積的液體就會越多，如此一來，換熱效率就較高；若孔洞越大則相反。傳統塔盤必須預留液體由上往下流的空間，一般來說會在塔槽的左右兩側，此部份因為沒有液體的累積，因此是沒有做熱交換的；而波形塔盤因沒有 downcomer，所以在液體流動的方式不同於傳統塔盤，不需要固定位置向下流，塔盤所有部份都可以讓液體向下流，也都可以進行熱交換，完整的利用塔盤所有面積，因此在效率上就能夠比一般的塔盤更高，也就能夠節省更多的空間。

b. 擾動的流動方式

傳統塔盤中，因氣體的流動是沒有任何阻擋，直接由下往上流，在這樣的情況下，比較容易發生通道效應 (channel effect)，一旦發生就不易回復。在波形塔盤中，因為有波形板的設計，氣體流動過程中，撞擊到波形板而分離，會以擾流的方式流動，不會集中。在液體部分，也因為波形板的特殊設計，可以在經過塔盤後分離成小液滴，讓氣體與液體可以完全混合，也就更能接近熱平衡，在短時間內就能將熱量完整利用。質量傳遞方面，因為氣液相充分混合，就更容易將輕質成分帶走，氣體中的重質成份也就能輕易的洗下來，如

圖二，在這樣高效率的塔盤下進行精餾，就能夠減少塔盤的數量、降低塔盤承載液體的高度，就能減少塔槽的差壓，底部換熱器的負荷也能夠減輕，因此頂部的冷凝器就能夠縮小。



圖二 波形塔盤熱交換模擬圖

簡單來說，蒸餾塔以及所有附屬設備都能夠縮小，因此在有限的土地下，就能夠縮小建造用地，也能減少塔槽建造的成本。

B. 波形塔盤的缺點

在本次研討會中，並沒有提到此種塔盤會有什麼缺點，但我們認為：

第一、塔盤不易建造且成本過高。這麼複雜的塔盤，成本當然要比一般塔槽高。

第二、維修困難度增加。若塔盤有損壞時，可能比較不容易維修。在波形板的部份，各個彎曲角度以及面積等，都需要固定，包商不一定能夠提供足夠的維修能力。

第三、可能有堵塞的問題。詢問 Shaw 公司人員是否有堵塞的情況，回稱不會堵塞。但我們認為很難避免，因為波形板上分子碰撞次數增加，形成 polymer 的機會相對就會大上許多，且一旦形成 polymer 就會被波形板所阻擋而卡在裡面，不易從塔盤離開。再者，當大修開放清理時，是否容易清出，也就不得而知了。

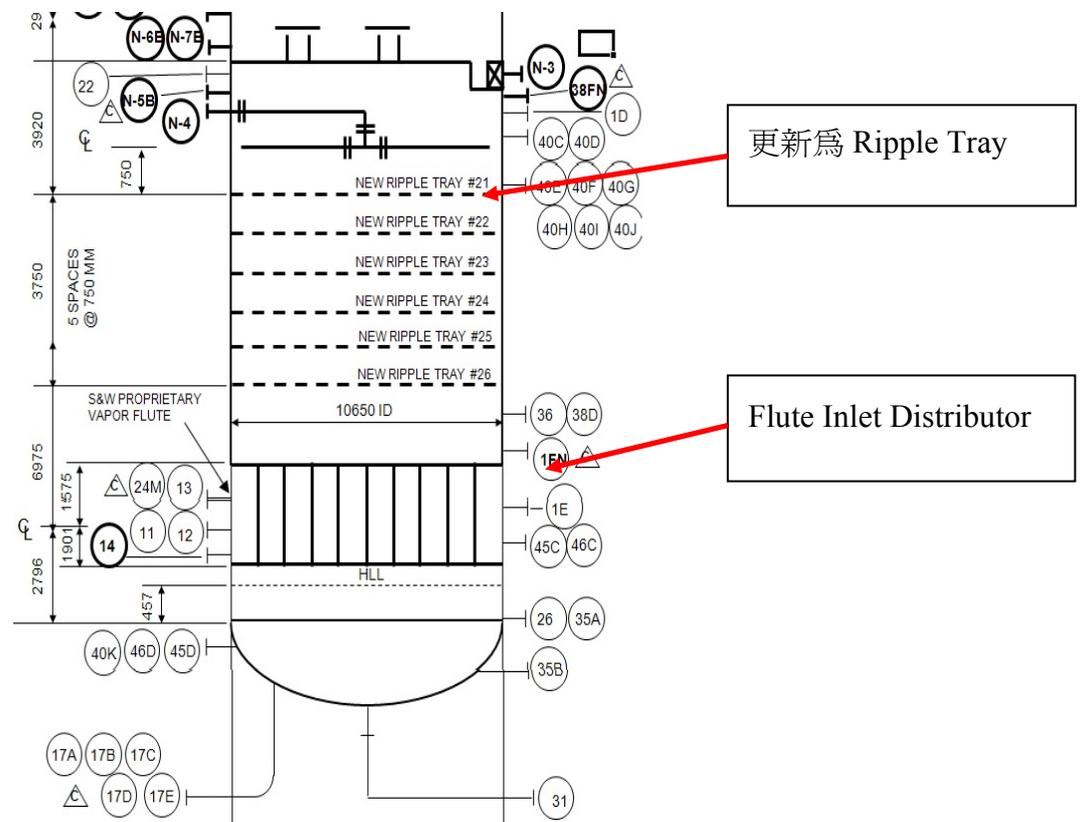
第四、能夠使用的塔槽不多。目前僅利用在驟冷塔、鹼洗塔以及去丙烷塔，並以驟冷塔居多；其他需要更大的塔槽，如乙烯精餾塔，目前尚未看到應用。

C. 案例

在本次研討會中，廠商也提供了四個案例，以供與會者參考，主要的重點還是放在驟冷塔（Quench Water Tower）或驟冷油分餾塔（主塔或 Quench Oil Fractionator），大致上可以分成兩個部份，一個是 Revamping(擴大產量)，另一個為設備更新(沒有擴大產量)。以下僅以這兩個方向作簡單說明。

a. Revamping :

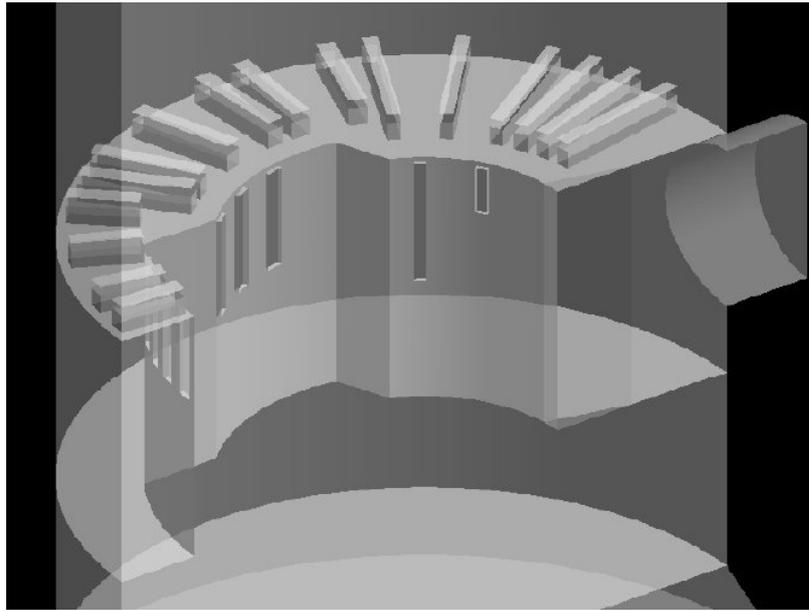
在去瓶頸的案例中，目標為提升 25% 的產量，針對的工廠是與本公司三輕、四輕、五輕相同的液體進料模式，而可以應用波形塔盤的部份就是驟冷塔以及驟冷油分餾塔（主塔），如圖三，部分塔盤。



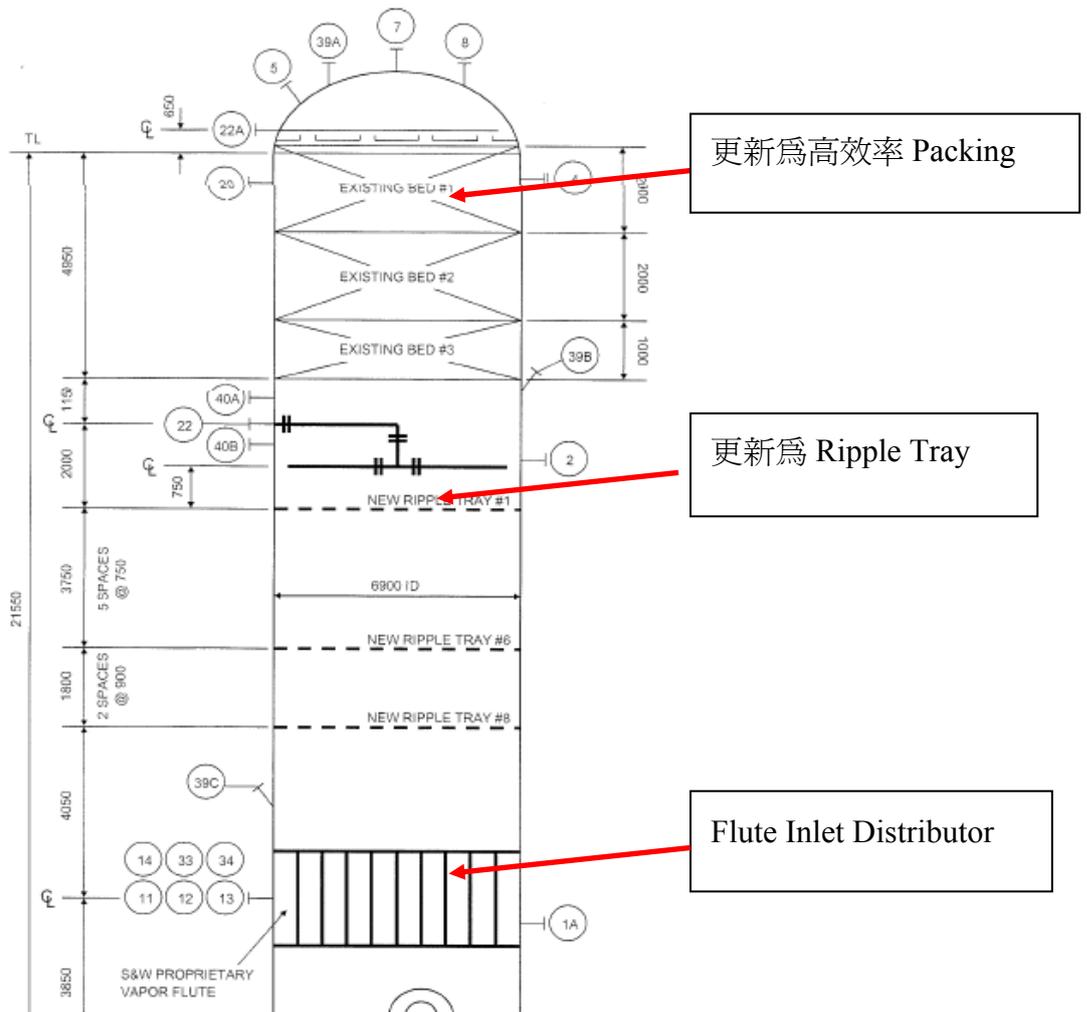
圖三 更新後之驟冷油精餾塔

利用波形塔盤做更新（圖中虛線部分），並在底部安裝凹槽進氣分配器(Flute Inlet Distributor)，如圖四，其作用類似分液管，將被加熱的氣體，向上流動的過程中，分配給塔盤各個部分，可完整利用所有的面積，不會只有部分塔盤被使用。

在驟冷塔的部分，更新的地方大致上與驟冷油分餾塔相同。針對塔盤更新，並且將 Packing 的部分更新為高效率的 Packing。如圖五。



圖四 凹槽進氣分配器(Flute Inlet Distributor)



圖五 更新後的驟冷塔 (Quench Water Tower)

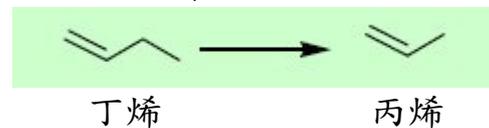
b. 設備更新

在設備更新部分，主要是針對在塔槽操作上，已經有問題的部分作更新，並沒有產量上的放大，所更新的部分與上 Revamping 雷同，故不再贅述。

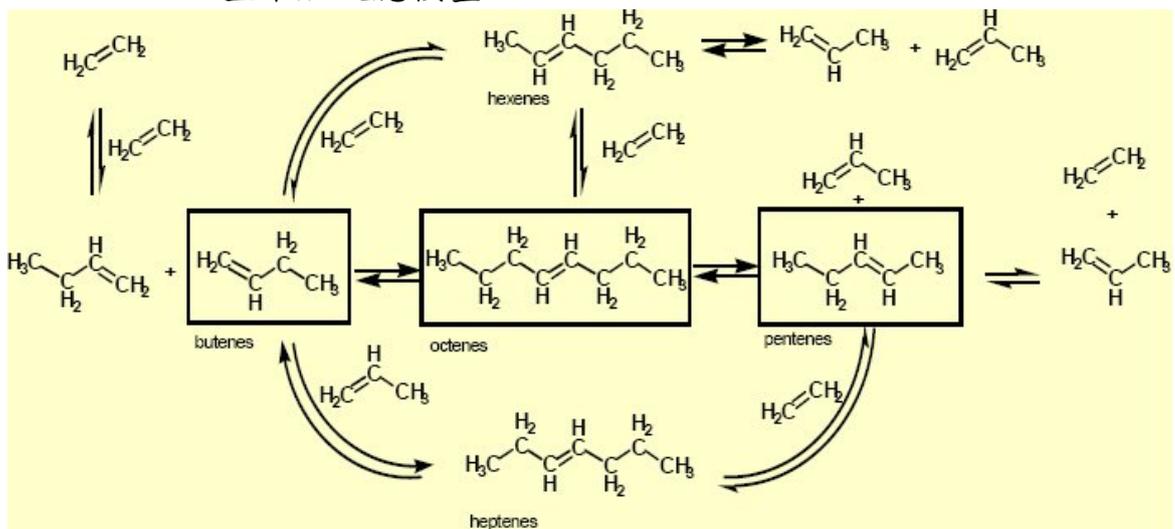
(3). 由丁烯製造丙烯——亞米加製程(Omega Process)

日本旭化成株式會社(Asahi Kasei Chemicals Corporation)從 1998 年開始發展從 C4-C8 烯烴來生產丙烯的亞米加製程，於 2006 年 6 月商業化成功。

A. 亞米加製程



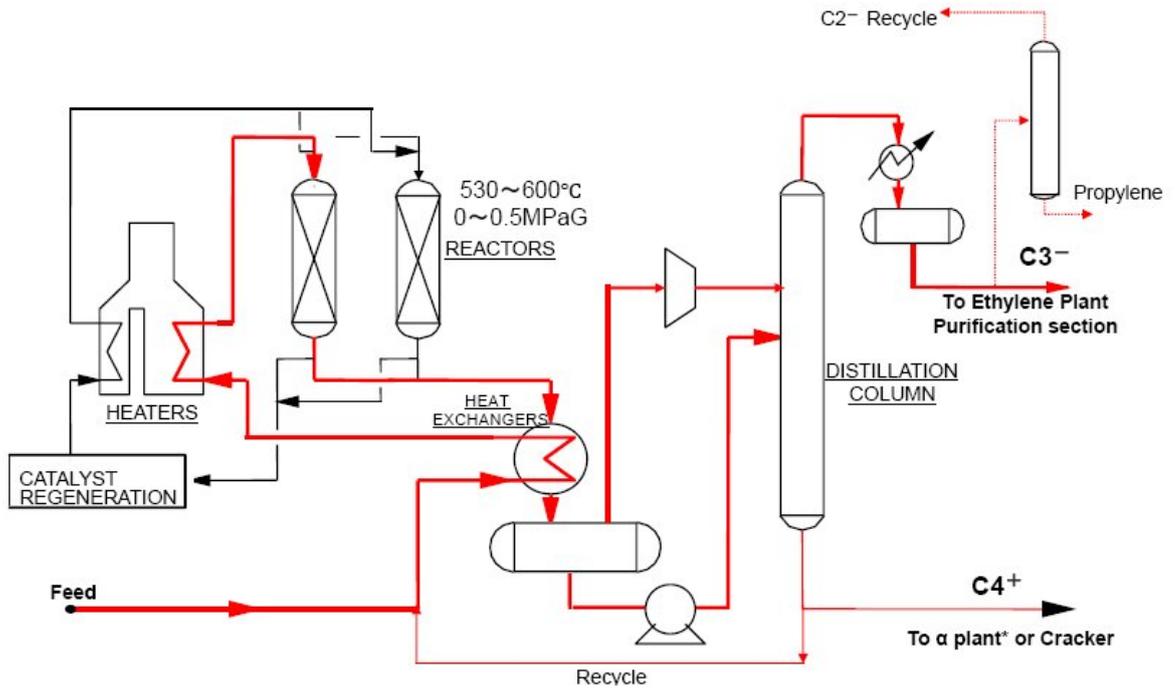
B. 亞米加反應模型



C. 亞米加製程概要

進料	C4(C2)~C8 烯烴
反應	烯烴互換(烯烴間發生二聚合及分裂)
反應器型式	固定床(單級、絕熱)
觸媒	ZSM-5 沸石型
反應條件	溫度：530~600℃ 壓力：0~0.5MPaG WHSV：3~10

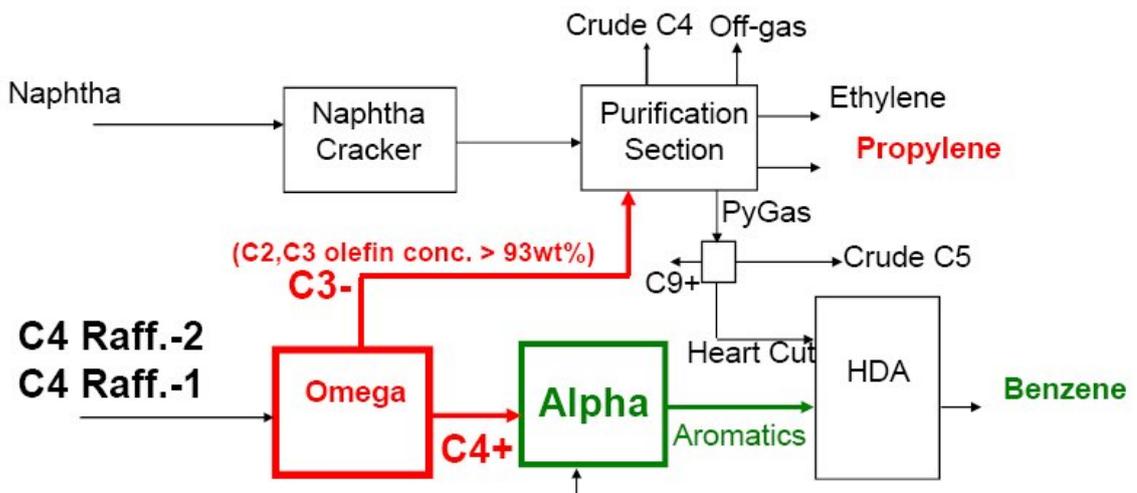
D. 亞米加流程圖



E. 亞米加典型產率

進料：丁烯萃餘油(烯烴含量 87%)
 丙烯產率：47.4 wt%
 乙烯產率：8.0 wt%
 C4s 產率：29.4 wt%
 C5 + Gasoline 產率：12.6 wt%

F. 亞米加與輕裂結合



G. 進料彈性

只要富含烯烴之 C4~C8 皆可為進料，如輕裂工場生產的：

- a. 部分加氫過的 C4、C5
- b. 丁烯萃餘油
- c. C4 萃餘油
- d. C5 萃餘油

或 FCC 工場生產的：

- a. C4 餾份
- b. 輕汽油

H. 亞米加製程特色

- a. 進料彈性高：幾乎所有 C₂= ~ C₈= 的烯烴異構物均可為進料。
- b. 不會消耗乙烯。(對乙烯需求量大大的工場有利)
- c. 與輕裂工場結合可降低投資費用。(可將亞米加製程想成高烯烴選擇性的裂解爐)
- d. 進料不需前處理。(亞米加觸媒對不純物的容忍度很高)

2). 拜訪 Sud-Chemie 部份：

(1). Sud-Chemie 簡史：

早名BAG(Bavarian Public Limited Company for Chemical and Agrochemical Products)，原生產肥料，1857年在德國巴伐利亞成立。1941年改稱Sud-Chemie AG，總部設在慕尼黑。1956年建立第一座觸媒實驗工場。1959年與美國Chemetron公司合作，開始生產Girdler觸媒。1974年併購美國Girdler-Chemical公司及日本Nissan Chemetron Catalyst公司。2000年合併日本Sud-Chemie Nissan Catalysts Inc.和Catalysts and Chemicals Inc.，成立Sud-Chemie Catalysts Japan(SCJ)公司，負責亞洲地區觸媒業務。Sud-Chemie本身於2011年4月被瑞士Clariant(由Sandoz分出)集團併購。

(2). Sud-Chemie 現階段對輕裂觸媒之開發情形：

A. 甲烷化觸媒

因技術已十分成熟，Sud-Chemie 在此領域著墨不多。使用低溫型觸媒已為世界趨勢，Sud-Chemie 已開發出來的有METH 150及NiSAT31RS；前者活性金屬為Ru，操作溫度為170~190°C；後者活性金屬為Ni，操作溫度為210~220°C(四輕99年大修時換用)。

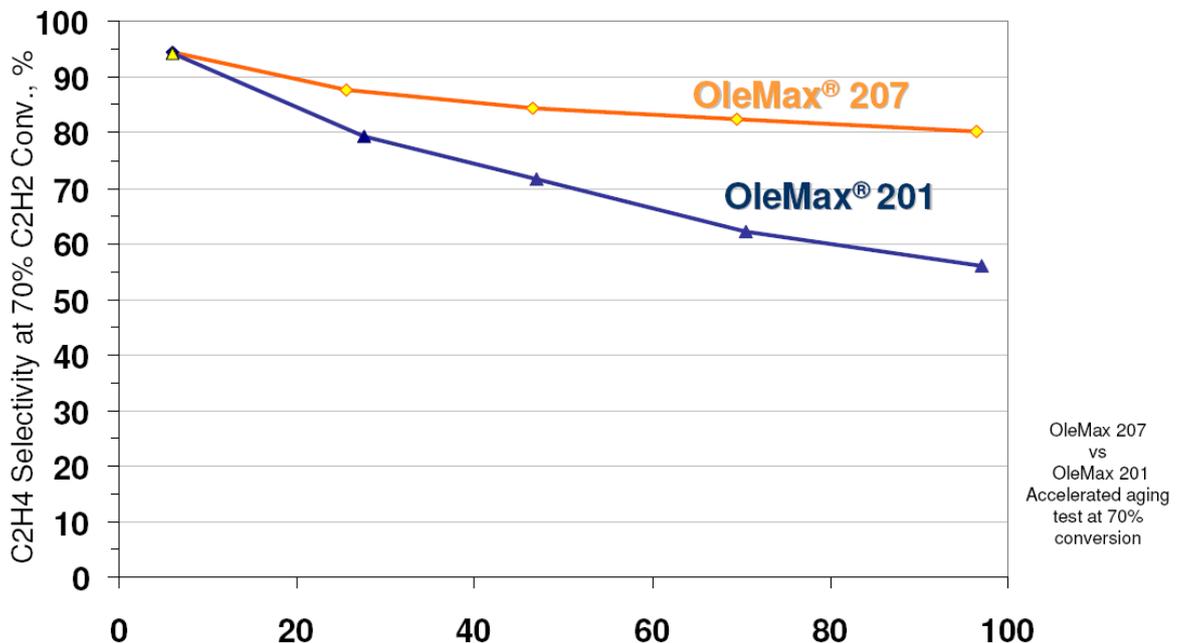
B. 乙炔轉化觸媒

此類觸媒分前端(Front End)與尾端(Tail End)兩種：前端觸媒用在裂解氣體；尾端觸媒用在去乙烷塔頂部出來的 C2 氣體，也就是本公司所採用的一種。Sud-Chemie 從 1960 年代開始發展以 Pd(鈀)為活性金屬的乙炔轉化觸媒，1980 年更加上 Ag(銀)作為促進劑。1987 年推出的 OleMax 200 系列，由於選擇性高及操作週期長，幾乎成為同型觸媒的性能標準，全球佔有率高達 90%。三輕就是使用 OleMax 201(舊名 G58C)，將來六輕也將採用此型觸媒。

Sud-Chemie 在 2006 年又開發出改良的 OleMax 207，不但選擇性更高且衰退更慢，活性也更高更穩定，產生的綠油分子更小、更少，可以不加 CO，操作週期更長(可達 22 個月)。

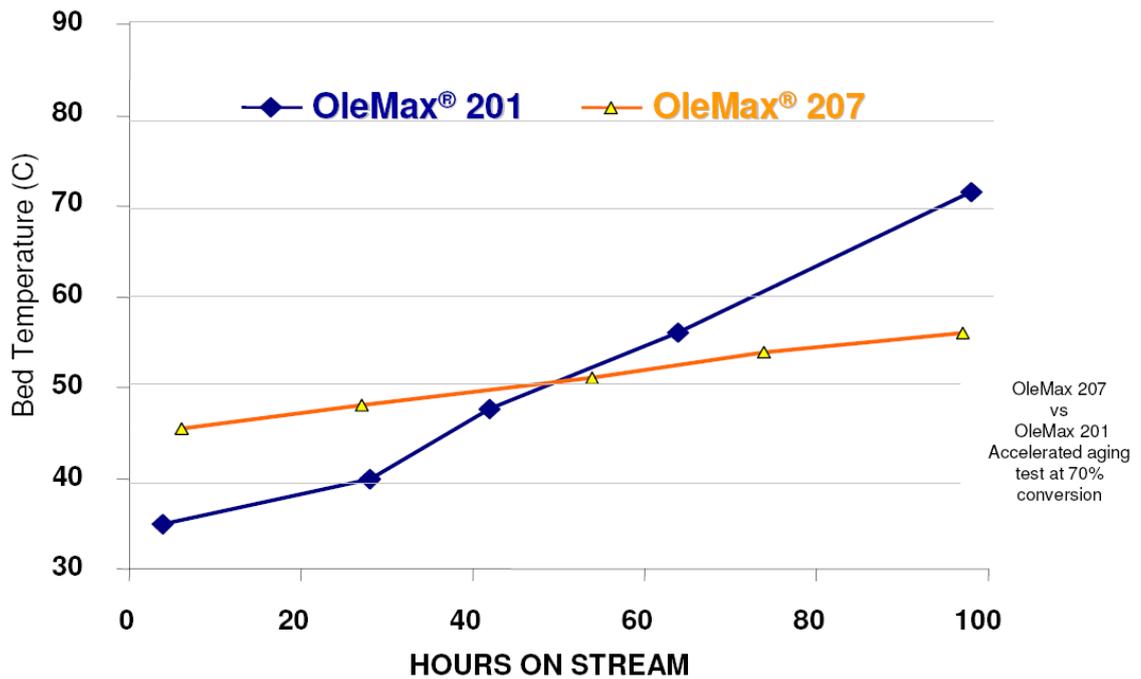
下面是 Sud-Chemie 在實驗室做 OleMax 201 與 OleMax 207 的比較測試：

Süd-Chemie's Lab Testing : Increased Selectivity



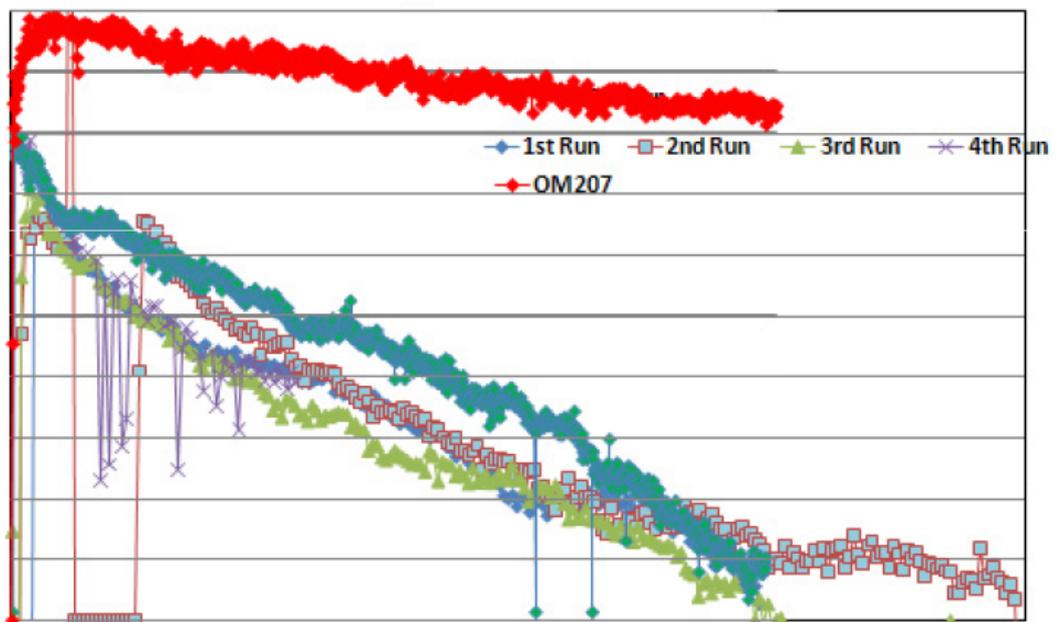
顯示在維持乙炔轉化率 70% 的情況下，操作 100 小時後，OleMax 201 的選擇性已降至 55%，可是 OleMax 207 還有 80%。

Süd-Chemie's Lab Testing : Stable Activity



顯示在維持乙炔轉化率 70%的情況下，操作 100 小時後，OleMax 201 的煤床進口溫度由 35°C 提到 72°C，而 OleMax 207 僅由 45°C 提到 56°C。

南韓湖南石化(Honam Petrochemicals Co.Ltd)的 Daesan 工廠(年產乙烯 100 萬公噸)在 2010 年將一座 3 煤床反應器中的兩個煤床改為 OleMax 207，與前 4 次全使用 OleMax 201 的操作週期比較：



發現 OleMax 207(紅色)的選擇性及操作穩定性確實比 OleMax 201 改善很多。

C. MAPD 轉化觸媒

目前三輕和四輕所使用的 MAPD 轉化觸媒型號都是 OleMax 350，而 Sud-Chemie 已開發出 OleMax 353，兩者之差異為：OleMax 353 的 Pd 用量較低(0.3 wt% ↘ 0.22 wt%)，但選擇性反而提高(75% ↗ 85%)，綠油(C6)產生也較少(240 ppm ↘ 180 ppm)。

D. 汽油氫化觸媒

裂解汽油一級氫化觸媒為 OleMax 600 系列，內含的金屬也是 Pd，四輕有一座反應器即使用此型。裂解汽油二級氫化觸媒為 OleMax 800 系列，包括上媒床的 OleMax 806，以 Mo 及 Co 為活性金屬；下媒床的 OleMax 807，活性金屬為 Ni 及 Mo。由於新興市場對汽油的需求與日俱增，汽油氫化觸媒的重要性也水漲船高；不過，Sud-Chemie 目前並無推出新觸媒的計畫。

3) 五輕現有操作問題之相關解決方法或意見

在研討會進行中向主辦單位 Shaw 公司人員和與會者提出現有五輕操作問題，尋求相關解決方法與意見，整理如下：

(1). 裂解爐熱回收效果不佳，導致裂解爐熱散失的問題嚴重。

回答：

耐火磚的堆疊方式會影響到隔熱效果，其建議利用交叉的方式堆疊，只是本場裂解爐已經利用這樣的方式堆疊，仍然過多的熱散失，目前為了降低熱散失，還會在裂解爐外隔板再填入保溫棉，應可以降低熱散失；另外，裂解爐對流區的換熱不佳，五輕工場是利用吹灰機來把表面的積碳吹除，只是效用有限，但 Shaw 公司的裂解爐是沒有吹灰機的，其認為積碳的部分會在除焦時燒除，因此不會有積碳的問題，故在此問題上，無法提出適合的解答。

(2) 裂解氣體壓縮機在高壓段有產生聚合物，詢問三菱公司是否有解決的方式？

回答：

目前新的技術除了沖洗油 (wash oil) 以外，還會注入水 (water

injection)，目的在於降低壓縮機內部的溫度，可以減少聚合的問題，但要修改既有的設備，得另作評估。

(3)提出本場去乙烷塔開放後發現有大量的聚合物累積，相較四輕工場的去乙烷塔就乾淨許多，詢問 Shaw 公司是否可以改善此情況？

回答：

但因製程上條件不同，因 Shaw 公司之去乙烷塔操作條件大約在 20K 左右，底部加熱大約在 60~70°C 間，相較本場的 28.5K 以及 92°C 相差很大，原則上 Shaw 公司仍希望在低壓下操作，則可以減少聚合物的產生。

(4)如何解決裂解爐對流區爐管外部積垢的問題？

回答：

- A. 在人員可進入清理的地方：通常在 Arch 與對流區爐管上方處設計有人孔，人員由人孔處進入，以人力清理，但僅限於較外層的爐管，人力可清理到的地方。
- B. 人員無法進入的地方：
 - a. 可利用乾冰進行清理，但細節如承作廠商、實際施工方法或是否適用於五輕裂解爐，須進一步評估。
 - b. 在吹驅蒸氣中加入化學物質，在吹驅時一起處理積垢，因為此類化學物質對保溫材料有腐蝕，在吹驅前應預先處理以保護對流區的保溫牆，且在對流區下方應予以阻隔，並收集清洗後之，以免冷凝水流到輻射區，破壞保溫材料。
 - c. 對流區爐管建議的操作週期為 15~20 年，五輕操作接近 18 年，應該更換，但更換對流區爐管的工作遠較更換輻射區爐管繁瑣，且因距離民國 104 年停產時間僅剩 4 年，更換對流區爐管的建議應經過詳細的評估。

(5)如何減少裂解爐的熱損失，提高效率？

回答：

- A. 增加保溫材料的厚度，可減少裂解爐的熱散失，但是因為同時也會增加重量，須經過重新審查與計算裂解爐的基礎結構可承受增加之重量，方可施工。
- B. 尋找高效能的保溫材料，在不增加保溫材料厚度或重量的情形下，達到提高裂解爐的保溫效果，減少熱損失。在會場中 Morgan 公司所提供的資料中，該公司所生產的產品 TR-19、TR-19 HS、TR-20 或 TR-2000SL 等保溫材料，可提供良好的

保溫效果，至於其產品實際功能，須進一步了解其相關實際應用經驗，其產品特性如下：

TR-19 Block and TR-19HS Block

- Manufactured from vermiculite granules and high temperature bonding materials
- TR-19 features lower thermal conductivity than competitive vermiculite boards
- TR-19HS offers high compression strength
- Operates in temperatures up to 1900°F(1038°C)
- Exhibits good strength and minimal shrinkage up to use limit temperature
- Provides excellent resistance to aluminum cryolite attack

TR-20 Block

- Very good resistance to breakage
- Long, maintenance-free service and maximum operating efficiency
- Low conductivity and high stability
- Superior high-temperature block insulation
- Made from diatomaceous silica with a hydraulic binder
- Suitable for use up to 2000°F(1093°C)

TR-2000-SL Block

- Minimal shrinkage at top temperature limits
- Will not decompose at their maximum service temperature
- Calcium silicate composition
- Very low thermal conductivity
- Lightweight
- Good high temperature strength

4. 建議：

- 1). 將乙烯精餾塔與乙烯冷凍系統結合、或將丙烯精餾塔與丙烯冷凍系統結合。所謂整合 Heat Pump 與冷凍系統，是一種嶄新的概念，雖然製程間的牽連變得比較複雜，操作需要更加小心，卻可以減少整體投資費用，將來的新建輕裂工場可以考慮採用。
- 2). Ripple Tray (波形塔盤) 雖然造價高一些，但有分餾效果佳、不易結垢堵塞的優點，用在鹼洗塔十分適合(Shaw 公司設計的鹼洗塔很多就是採用 Ripple Tray)。由於維修可能較麻煩，但整體來說是利大於弊，建議如果現有鹼洗塔要更換塔盤、或是新工場要建鹼洗塔，Ripple Tray 應是不錯的選擇。
- 3). 依據市場趨勢，丙烯需求的增加幅度愈來愈大，甚至超過乙烯。如果能將 BBR(丁烷丁烯萃餘油)利用亞米加製程(Omega Process)轉化為丙烯，應該比送去台灣石化合成公司做 MTBE 更有價值。但亞米加製程為日本旭化成株式會社的專利，要如何合作或引進，還須進一步探討。
- 4). 在研討會中，John Zink 為 BURNER 的製造商，目前五輕三號爐也是使用其製造的 BURNER，John Zink 強調其 BURNER 可減少 NO_x 的產生，最低可以降到 90ppm 以下，但五輕組在使用上，雖然可達到 100ppm 以下的 NO_x ，但是犧牲的卻是 COT 溫度，等於是降低了乙烯產率，在績效與環保之間就得去取得一個平衡，這可能是未來都會面臨到的一個問題。