

出國報告(出國類別:開 會)

(報 告 書 名 稱)

參訪新三輕設備製造廠商及技術研討

服務機關: 台灣中油煉製研究所

姓名職稱: 張仁耀(化學工程師)

派赴國家: 德國

出國期間: 98 年 10 月 05 日至 98 年 10 月 11 日

報告日期: 98 年 12 月 28 日

(摘要：篇幅限於 1 頁以內)

台灣中油公司目前乙烯年產能合計約 108 萬噸，而中下游各廠商，目前每年對乙烯的需求量高達 150 萬噸，所以台灣中油公司現有產能是無法因應中下游各廠商的需求，因此年進口量約 40 萬噸。因此台灣中油公司積極推動三輕更新計劃(或稱第六輕油裂解工場)，以配合國家石化產業政策，新增之產能將供應林園、大發及仁大工業區中、下游廠商不足之需，六輕興建後產能增加，一方面取代目前老舊的三輕工場，另一方面可取代自國外進口原料。

林園石化廠三輕更新投資計畫投資額為新台幣 469 億元，年產乙烯 60 萬噸，預定將於 101 年完工。目前三輕更新計劃已完成發包並即將開始興建，第六輕油裂解新建工程共有四個工場，分別為低溫工場、裂解工場、丁二烯工場、芳香烴工場，主體的製程，由美商 ABB Lummus 公司做設計規劃，興建統包工程則由中鼎工程股份有限公司得標。目前三輕更新計劃已完成發包並即將開始興建，對於裂解爐各項專屬設備製造及相關觸媒規範，經由實地考察及討論以瞭解其產品特性，有助於日後對設備性能的把握及協助進行試爐工作。

本次出國計劃自 98 年 10 月 05 日開始至 98 年 10 月 11 日止共計 7 天。主要參訪的公司包括輕裂製程 TLE 製造廠商 Alstom 公司、Transfer Line Valve 製造廠商 Th. Jansen 公司及觸媒製造廠商 SUD CHEMIE 公司。

(目錄)

目 錄

壹、 出國目的說明	4
貳、 出國行程.....	4
參、 各公司參訪說明	5
(一)、 Alstom 公司參訪介紹.....	5
(二)、 Th. Jansen-Armaturen 公司參訪介紹	15
(三)、 SUD CHEMIE 公司參訪介紹	18
肆、 心得與建議事項	25

(本文：應包含「目的」、「過程」、「心得」、「建議」及其他相關事項)

壹、出國目的說明

中油為增加石化原料產能，提升產業競爭力，並創造高雄地區就業機會，投資新台幣 469 億元進行林園石化廠三輕更新投資計畫，預定將於 101 年完工。目前三輕更新計畫已完成發包並即將開始興建，由美商 ABB Lummus 公司做設計規劃，興建統包工程則由中鼎工程股份有限公司得標。本次出國乃希望能藉由實地參訪及面對面技術研討以瞭解對於裂解爐各項專屬設備製造及相關觸媒規範，以有助於日後對設備性能的把握及協助進行試爐工作。

貳、出國行程

預定起迄日期	詳細工作內容
98.10.05	啟程
98.10.06	拜訪 TLE 製造廠商 Alstom 公司，討論 TLE 規範與製造。
98.10.07	拜訪 TLE 製造廠商 Alstom 公司，討論 TLE 規範與製造。
98.10.08	拜訪 Transfer Line Valve 製造廠商 Th. Jansen-Armaturen 公司。
98.10.09	拜訪觸媒製造廠商 SUD CHEMIE 公司
98.10.11	返程

參、各公司參訪說明

(一)、Alstom 公司參訪介紹

(1) 輸送管線換熱器相關流程介紹

Alstom 公司是新三輕(六輕)裂解工場輸送管線換熱器(TLE)的製造廠商，首先對裂解爐輸送管線換熱器相關流程簡要說明。

新三輕裂解工場共有 7 座 SRT-VI 裂解爐及一座 SRT-III 裂解爐，其中 2 座 SRT-VI 裂解爐為備用爐，正常情況下操作 5 座 SRT-VI 裂解爐及一座 SRT-III 裂解爐，SRT-VI 裂解爐主要裂解輕油(有 3 座 SRT-VI 裂解爐設計上可裂解循環乙烷或是 100%C3/C4/LPG)，SRT-III 裂解爐則用以裂解循環乙烷。

SRT-VI 裂解爐每座有 8 Coil，每一 Coil 出口爐管進入一座輸送管線換熱器，簡稱 TLE，進行裂解氣體與鍋爐水的熱交換，每組 Coil 進入一座 TLE，因此每座裂解爐有 8 座 TLE，TLE 的流出物在進口汽油分餾塔前，會先集中進入兩條驟冷管線，每條驟冷管線再經過驟冷罐進行驟冷後進入汽油分餾塔。

而 SRT-III 裂解爐進料為循環乙烷，該裂解爐有 4 股 Coil 進料，每一 Coil 輻射區爐管由(4-2-1-1-1-1)組構的 6 程爐管所組成，進料進入輻射區的集管分配，經過數層加熱後，匯集成一出口管，與鄰近的 Coil 的出口管會合進入輸送管線換熱器(TLE)，因此 SRT-III 裂解爐有 2 座 TLE，兩股 Coil 共用一座 TLE，TLE 流出物溫度約 400°C，直接送入重燃料油汽提塔進口之驟冷罐，用以協助控制驟冷油的黏度。設計上所有裂解爐和輸送管線換熱器均以蒸汽/空氣除焦。

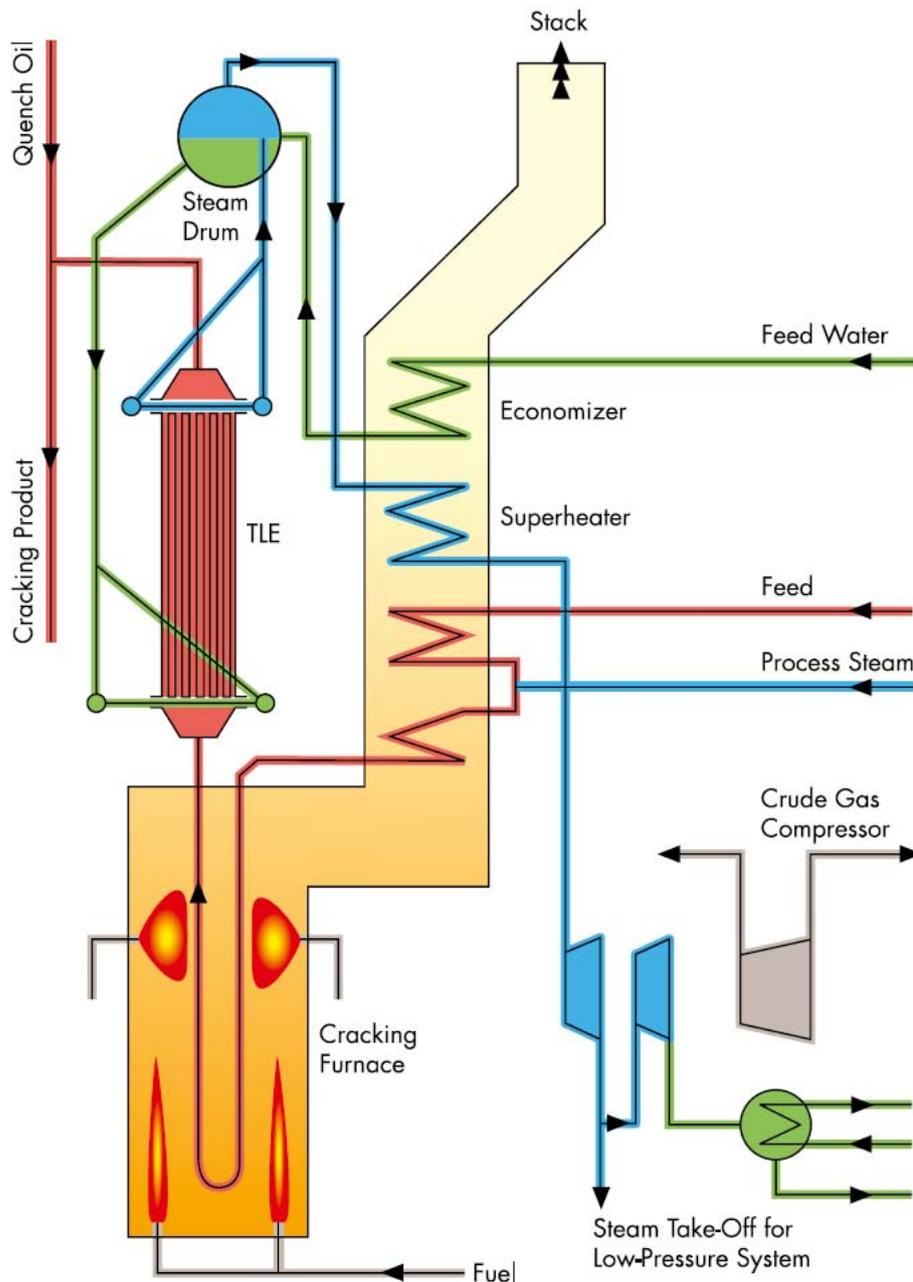
Alstom 公司主要是新三輕輸送管線換熱器 TLE(Transfer Line Exchangers)的供應廠商，輸送管線換熱器主要是利用熱虹吸(thermosyphon)的原理，將蒸汽鼓的水加熱變成大約 105kg/cm²G 的高壓蒸汽。

操作流程如下，首先熱裂解氣體由底部內裝有襯套之錐頂進入，熱裂解氣體走內管而向上流動，高壓鍋爐水經由橢圓形之分配管，與裂解氣體同向垂直向上流動，蒸汽側則是選定適當的壓力以使裂解氣體中焦油之冷凝現象減至最少，也就是使流程側之污垢形成減至最少。

該換熱器之主要功能在於

(1).將裂解爐流出物予以急速冷卻以便將聚合反應及其他形成膠油狀物的反應減至最少，使最有價值之烯類產品之產率最大。

(2).回收裂解爐流出物熱量產生高壓蒸汽（105.5kg/cm²），提供乙烯工場壓縮機之透平機使用，使得乙烯工場燃料之效率最大。



(2)Alstom 公司介紹

ALSTOM 在 1995 年成立，合併 Schmidt'sche Heissdampf Gesellschaft mbH (1910 年成立) 和 Rekuperator Schack KG (1931 年成立) 組合而成，

1998 年在倫敦、巴黎、紐約等地進行證券交易正式登記為 GEC ALSTHOM 公司，2000 年合併成 ABB ALSTOM POWER SHG GmbH，2000 年末 ALSTOM 接管 ABB 之股份，於 2001 年末合併成 ALSTOM Power Energy Recovery GmbH 公司，且該公司歷史悠久，是全世界第一個設置高壓設備之公司，其經營範圍包括：動力服務(Power Service)、動力透平系統、動力環境、運輸業(Transport)和海運業 (Marine)。

ALSTOM 公司對於乙烯廠之輸送管線換熱器 (TLE) 的設計和供應已成為世界之先驅，至於碳煙工業和透平廢熱回收換熱器之創作，已於 1910 年第一個開發去過熱蒸汽再生器之工業蒸汽技術，操作壓力為 60 bar，今天在流程氣體冷卻系統上已成為世界之領導者，換熱器除了在高壓和高溫技術以外，在不同之應用上也有 70 年之經驗，例如高溫蒸氣過熱器、加熱爐、廢熱回收系統在公司生產過程中扮演重要角色。

自從 1959 年開始，輸送管線換熱器(TLE)作為高壓蒸汽再生器之主要系統，也是該公司生產系列中必要之固定配備，這個輸送管線換熱器(TLE)不只是能快速冷卻裂解氣體以達到適當之產率，也可以產生高壓蒸汽作為能源需求之一部份，因而提供工場很大之節能效率。ALSTOM 公司所製造之輸送管線換熱器(TLE)可區分為下列型態：

Multi tube Exchanger

- a. Conventional round type TLE
- b. Bathtub oblong-type TLE
- c. Quick quencher round or oblong-type TLE

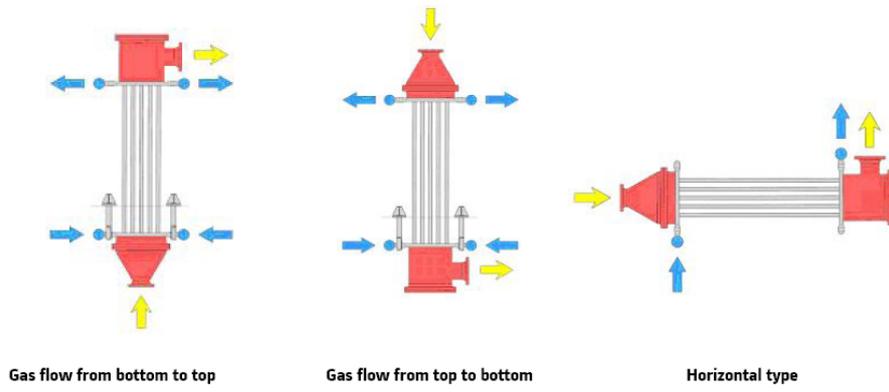
Linear closed-coupled Exchanger

- Single pass TLE / Double pass TLE

以下分別簡介其功能：

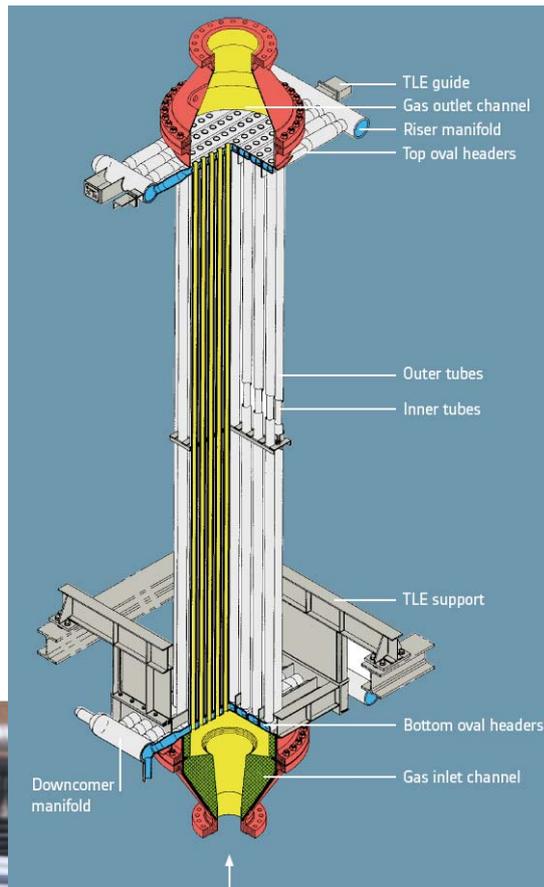
Conventional round type TLE 此種型態於 1959 年開始使用，乃藉由多數之平行管組合而成，一般用於氣體進料裂解爐。其流程有下列幾種型式

• Conventional Round-Type TLE



其主要構造如下：

上下圖為 Conventional round type TLE 之外觀

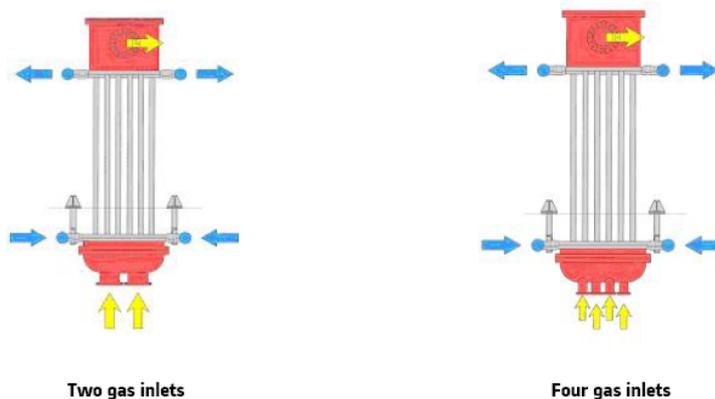




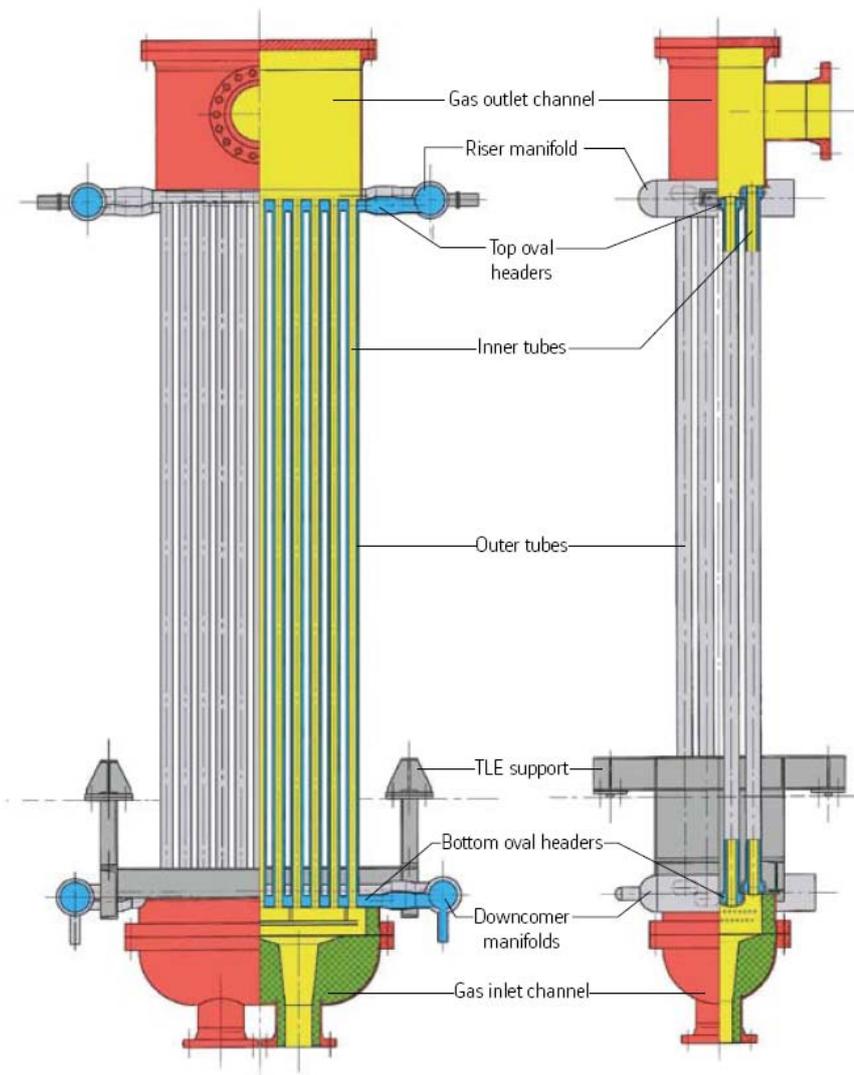
Bathtub oblong-type TLE

六輕乃採用此種輸送管線換熱器，它於 1989 年正式開發，直接連接裂解爐管出口，輸送管線換熱器之形狀像一個橢圓形的、瘦長的、矩形的水道，與傳統的型態（conventional type）相比較，這個型態之換熱器於氣體進口室提供較短之滯留時間，且有改善結焦情況（coking）的性能，此種型態之換熱器專用於 ABB Lummus SRT V and SRT VI 型式之裂解爐，其流程有下列幾種型式：

• **Bathtub Oblong-Type TLE**



其主要構造如下：



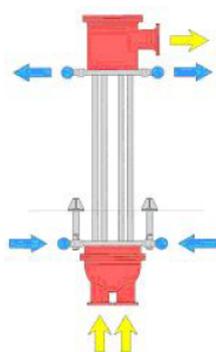
下圖為 Bathtub oblong-type TLE 之外觀



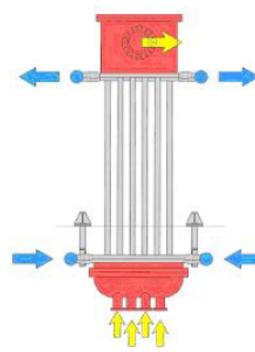
Quick quencher round or oblong-type TLE

此技術為 1995 年與 ABB Lummus Global, Bloomfield USA 共同開發之最新的裂解爐專利技術，其滯留時間短，於 1996 年正式安裝於韓國。QQ 輸送管線換熱器有快速冷卻、短滯留時間，以及去除管板之優點，其流程有下列幾種型式：

- Quick Quencher TLE

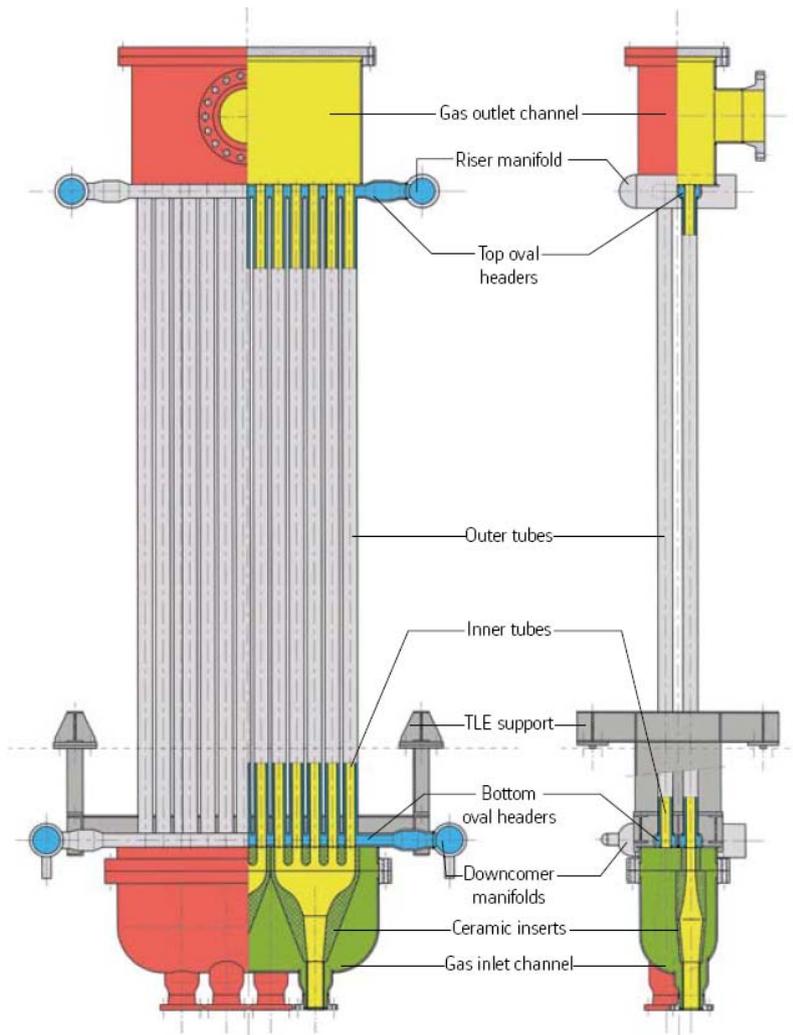


Round type



Oblong type

其主要構造如下：



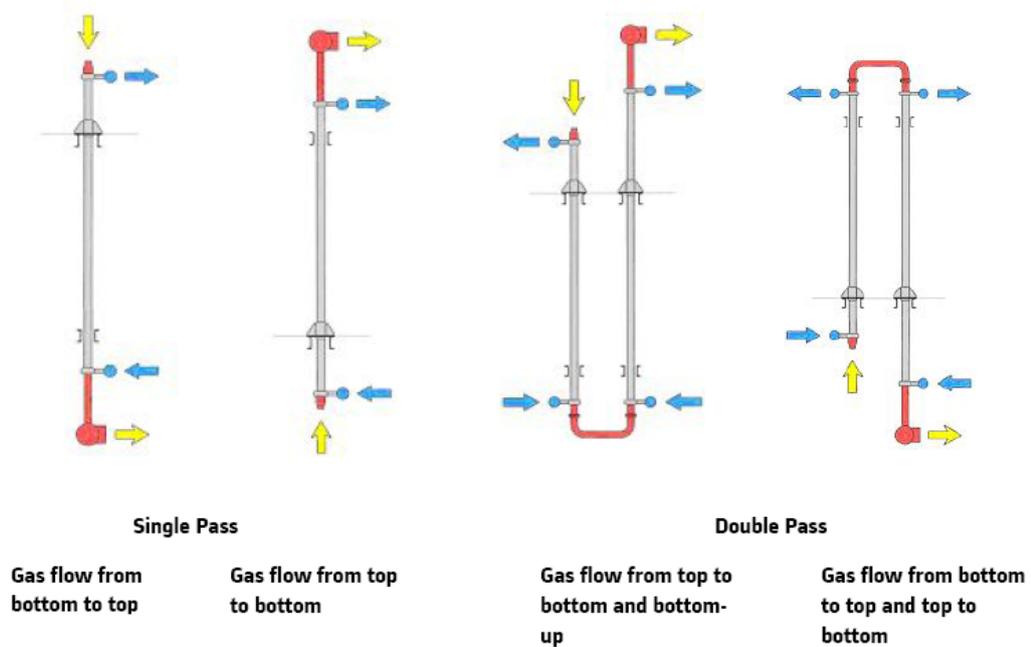
下圖為 Quick quencher round or oblong-type TLE 之外觀



Linear closed-coupled Exchanger

此線性型換熱器於 1975 年提出，應用在裂解爐爐管(coil)到輸送管線換熱器(TLE)之連接，1979 年正式在德國進行裂解爐測試，這個換熱器由於單一換熱管直接連接每個加熱爐爐管出口換熱器，因而有較短之滯留時間，且沒有管束，其流程有下列幾種型式：

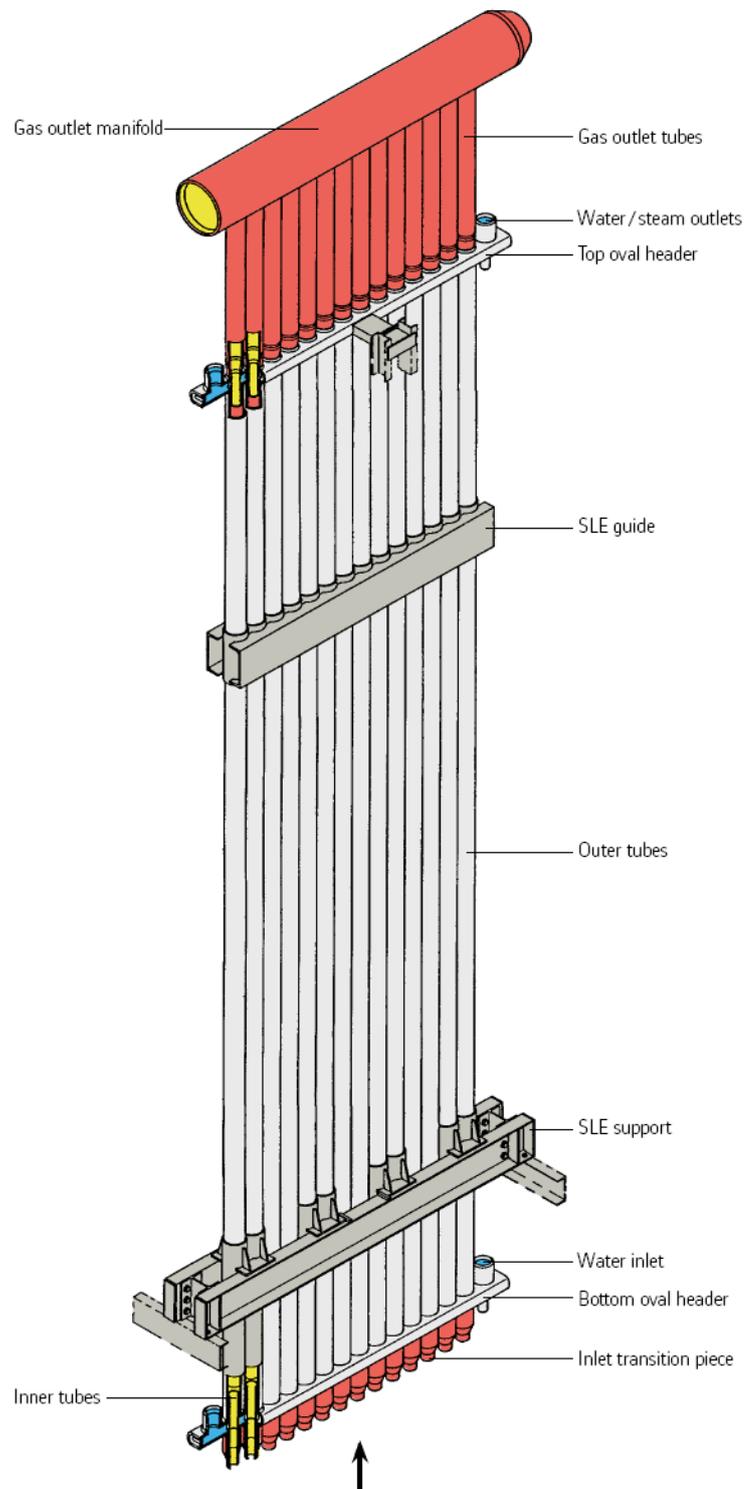
Linear Close-Coupled TLEs



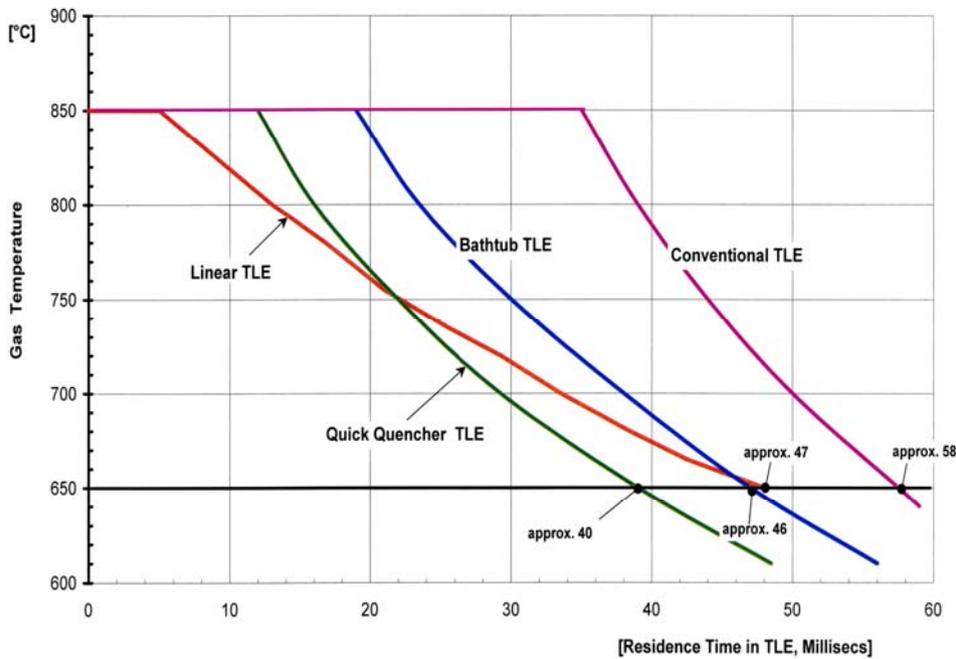
下圖為 Linear closed-coupled Exchanger 之外觀



其主要構造如下：



以上四種輸送管線換熱器之滯留時間比較如下圖所示：

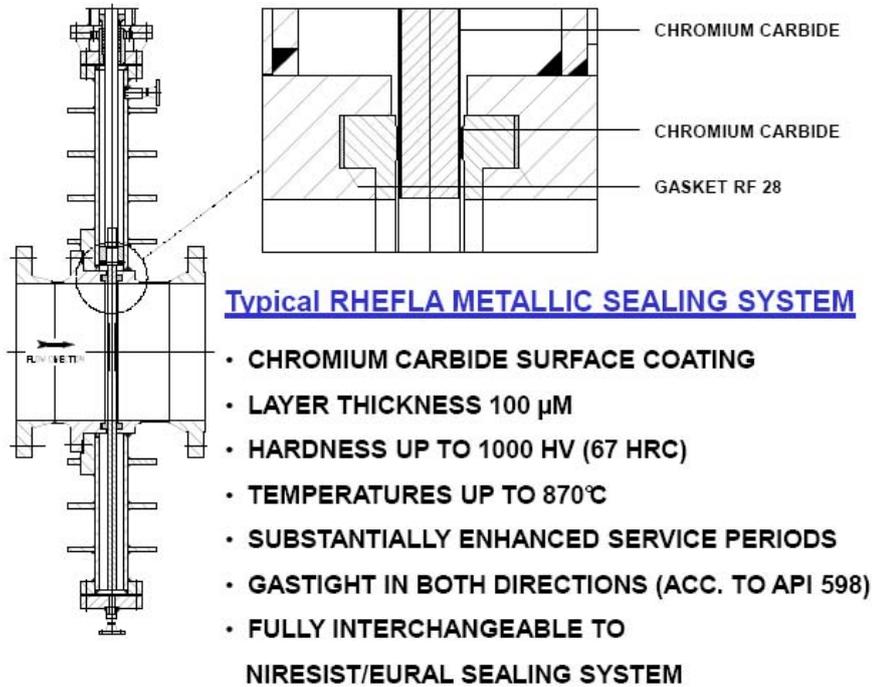


(二) Th. Jansen-Armaturen 公司參訪介紹

Th. Jansen-Armaturen 原公司成立已經超過 100 餘年，於 1992 年由 Th.Jansen GmbH 和 FRIATEC-Rheinutte GmbH & Co. 合併組成，主要生產各式閥，包括在鋼鐵業、化學製程及煉油業、水處理及電廠等產業中特殊的閥件。

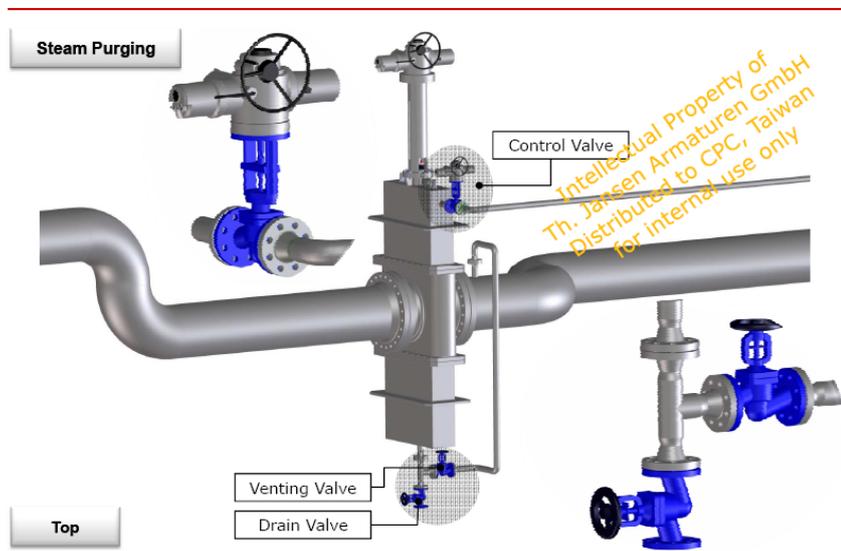
在裂解爐輸送管線上最重要管線閥有 TLV(輸送管線閥)及除焦閥(DV)。從裂解爐輸送管線換熱器 TLE 流出的流體有兩條路徑，一條是在裂解爐正常操作情況下，從 TLE 的流出物流經馬達運作的 TLV(輸送管線閥)，再送至汽油分餾塔操作，第二條路徑是在裂解爐除焦的操作情況下，裂解爐的流出物流經除焦閥，也就是馬達運作的大除焦閥(LDV)以及非馬達運作的小除焦閥(SDV)，再流經爐底進入爐膛。馬達運作的輸送管線閥和大除焦閥之間裝有電子式連鎖系統，以預防裂解氣體經由除焦管線進入裂解爐爐膛，也避免除焦蒸汽/空氣進入汽油分餾塔。小除焦閥經由機械聯結，由主要輸送管線閥來操作。

另一點特色該閥有氣密特性，此閥僅用於全開或全關之控制，其閘門是一片均一之鋼板，閘門兩側皆有密封環，密封環分內外兩環，並墊以墊圈，內環是鎳金屬做成，開關閘門時可刮下閘門平板上積存之結焦或污垢，以防閘門閥關不死之事情發生。



See plate surface

另外此閥需經常保持蒸汽吹除，以避免碳氫化合物或焦炭進入閥體，因此確保不會洩漏。保持蒸汽之吹除之另一個目的為避免膠質物質溶入閥座密封之部份，影響其關斷的能力，因此可確保閥體本身在關斷位置時，能確實關斷。



Th. Jansen-Armaturen 公司用於輸送管線閥之 Flat Plate Gate Valve 外觀如下



(三) SUD CHEMIE 公司參訪介紹

SUD CHEMIE 公司生產的觸媒在全球氫化觸媒中佔有相當高比例，本公司未來興建的新三輕工場在乙炔氫化單元的觸媒將採用該公司生產的觸媒。SUD CHEMIE 公司創立於 1857 年，至今已有 150 年的歷史，它在 1974 年併入所有在美國、德國和日本之 Chemetron 旗下之 Girdler 觸媒部門(原為 1962 年由日本 Nissan Chemical Industries 公司與美國 Chemetron Corporation 合組之 Nissan Chemetron Catalyst CO.LTD.)而成為目前員工超過 5000 人之國際知名之觸媒及添加劑公司。

SUD CHEMIE 公司生產有關輕裂製程中所使用的觸媒介紹如下。

2.C2 氫化觸媒介紹

Front End 型觸媒介紹

從裂解爐裂解出的流出物含有乙炔，因為乙炔與乙烯的沸點相近，故無法靠傳統的蒸餾將其分離，要將乙炔去除有二法：(1).用 DMF 萃取出，(2).將乙炔加氫，而後者已成為未來趨勢。而乙炔加氫分成”Front End”及”Tail

End”兩類型，SUD CHEMIE 均有生產。SUD CHEMIE 所生產的觸媒相當廣泛，其生產下列三大類型觸媒(1).OleMax Series—高效能氫化觸媒(C2/C3/C4)，(2).PolyMax—生產高純度具乙烯及丙烯單體觸媒，(3).Actisorb Series—吸附不純物觸媒。SUD CHEMIE 為讓顧容易於分辨他們的觸媒，所以將用於 Olefin 的氫化觸媒重新命名為 OleMax，並將 C2/C3/C4 的氫化觸媒分別命名為 OleMax2xx/OleMax3xx / OleMax4xx，如下表所述：

Application	New Name	Old Name
C2 Front End	OleMax250	G-83A
	OleMax251	G-83C
	OleMax252	<NEW
C2 Tail End	OleMax201	G-58C
	OleMax202(custom cat.)	G-58C
	OleMax203	G-58D
	OleMax204	G-58E
	OleMax205(custom cat.)	G-58E
C3 Vapor Phase	OleMax300	G-55A
	OleMax301	G31-1-01
	OleMax302	G-55B
C3 Liquid Phase	OleMax350	G-68HX
	OleMax353	<NEW
C4/C5 Selective Total Hydrogenation	OleMax450	<NEW
	OleMax452	T-2464B
	OleMax453	T-2464DX

C2 Front End 觸媒從 1960 年代開始即有乙炔氫化觸媒，觸媒上面的金屬是 Ni，但因為以 Ni 觸媒的乙烯 lost 較大，從 1970 開始即研發以 Pd 的觸媒，但此種乙炔觸媒必須加入一定量的 CO 來增加乙烯的選擇性(一般加入 CO 是為了增加選擇性，防止乙烯過度氫化成乙烷)，從 1990 開始在以 Pd 為主的觸媒上作為修飾金屬，根據實驗數據，加入 Ag 的觸媒可降低 CO 加入量甚至不用加入。目前 SUD CHEMIE 最新的 C2 Front End 觸媒為 OleMax254，但 OleMax254 在全球尚未有商業運轉成功記錄，而 OleMax254 是以 OleMax251 為基礎來進行改良，根據實驗室觸媒性能測試，相較於 OleMax251 而言

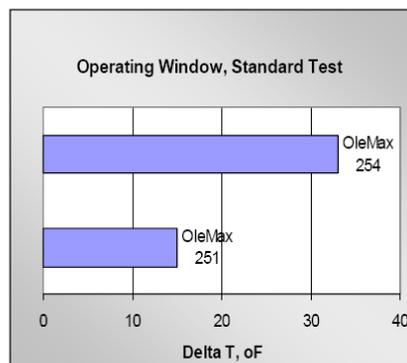
OleMax254 有下列優點：

- (1).較優的穩定度---有較寬廣的溫度操作範圍
- (2).在較低的 CO 下仍然有高選擇性如下表所示
- (3).較低的操作溫度
- (4).較長的操作週期

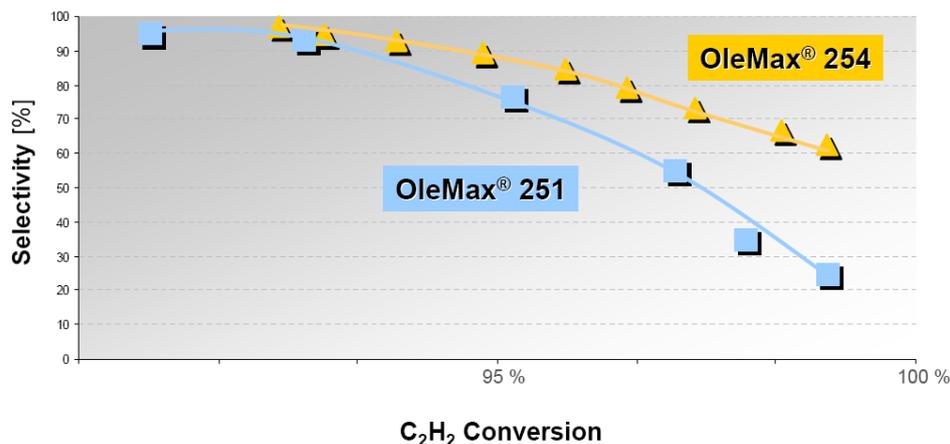
觸媒類型	CO 900ppm Selectivity	CO 250ppm Selectivity
OleMax251	74	28
OleMax254	75	74

OleMax™ 254 (optimized G-83C)

- OleMax™ 254 is a high performance cat.
- catalyst based on the well proven OleMax™ 251 technology – with tab. carrier
- New production method greatly expands operating window >100%
- No runaway in severe lab tests of low CO capability, CO swing tolerance
- Ethylene selectivity increased ca. 20% relative to OleMax™ 251



Selectivity improvement > 20 % relative compared to benchmark



SUD CHEMIE 公司從 2009 至 2010 年要研發比 OleMax254 更新的 Front End 觸媒，現積極的進行中。這些觸媒之物性如下：

	OleMax™ 250 (G-83 A)	OleMax™ 251 (G-83 C)	OleMax™ 254
Nominal Content [wt.%]			
Active Metal	Pd	Pd	Pd
Promoter	-	Ag	Ag
Al ₂ O ₃	Balance	Balance	Balance
Shape	Tablets	Tablets	Tablets
Size [mm]	4 x 4	4 x 4	4 x 4

Tail End 型觸媒介紹

SUD CHEMIE 從 1960 年代開始生產以 Pd 為 Base 的 G-58B 觸媒，直到 1980 年才生產出 G-58C(現為 OleMax201/202)，G-58C 觸媒也是以 Pd 為 Base，但有加入 Ag 當作是修飾(Modifier)，使得乙炔氫化反應器加入的 CO 量降低而仍然維持相同的選擇性。以下是 Tail End 觸媒的發展過程

觸媒名稱	推出時間	形狀	修飾金屬
G-58B	1960's	Sphere	-
OleMax201/202 (G-58C)	1980	Sphere	Ag
OleMax203 (G-58D)	1987	Tab	Ag
OleMax204 (G-58E)	1989	Sphere	Ag
G-58H	1994	Extrusion	Ag
G-58I	1996	Extrusion	Ag
G-58C TH	2002	Tri-hole tab	Ag
OleMax207	2006	Sphere	Ag

目前 SUD CHEMIE 最新觸媒為 OleMAX207 比 OleMax201 有下列優點

(1)更穩定的媒床操作溫度：

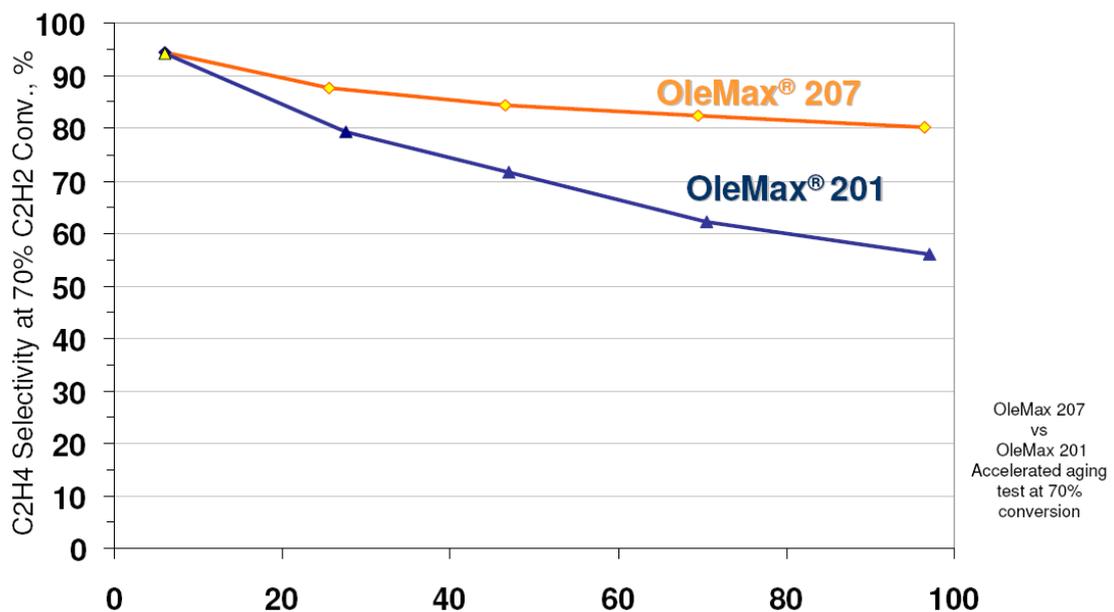
媒床溫度	OleMax201	OleMax207

操作天數		
初期	35°C	45°C
30 天後	40°C	47°C
60 天後	55°C	49°C
90 天後	68°C	51°C

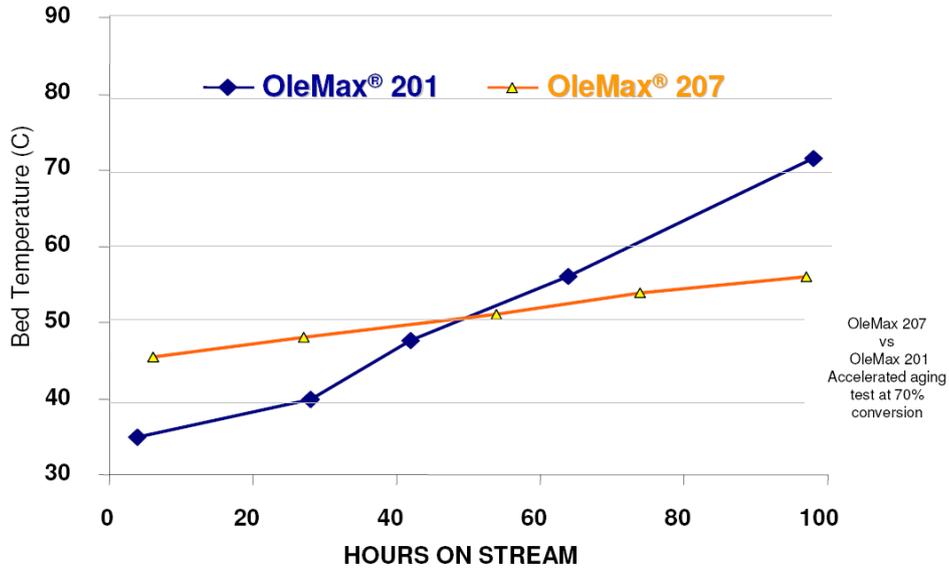
(2)更高及衰退較慢選擇性：

選擇性	OleMax201	OleMax207
操作天數		
初期	95 %	95 %
30 天後	80 %	90 %
60 天後	65 %	85 %
90 天後	55 %	80 %

Süd-Chemie's Lab Testing : Increased Selectivity



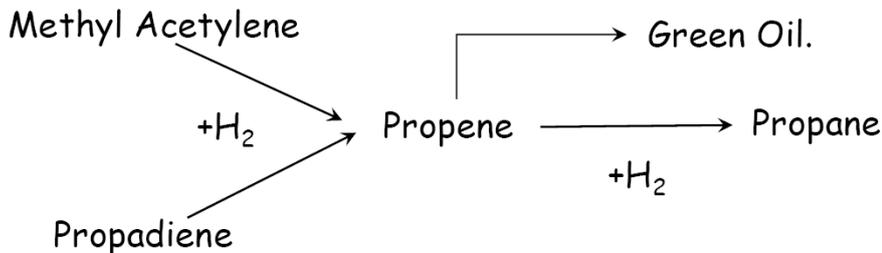
Süd-Chemie's Lab Testing : Stable Activity



根據 SUD CHEMIE 的商業運轉經驗，由 OleMax201 更換為 OleMax207 花費約為 60 萬~120 萬美元(隨反應器大小而不同)，以乙烯工廠一年的平均操作天數及選擇性保守提高 10% 估算，一年的效益約為 70 萬美元，大約 1~2 年可回收。

3.C3 氫化觸媒介紹

C3 化學反應如下：



SUD CHEMIE 發展的 PD/MA 液相觸媒最早是 G-68H，然後進展至 G-68I，再發展出 OleMax350，現最新為 OleMax353(二代觸媒)。SUD CHEMIE 公司從 OleMax350 開始即從 Pd 在載體 Al₂O₃ 表面的大小及分佈下很大的功夫研究，務使二者達最佳化，因為影響觸媒性能的因素有下列五項：(1)Pd 分散性(顆粒大小)、(2)Pd 分佈、(3)載體(如 Al₂O₃)的性質、(4)Pd 含量、(5)促進劑 Promoter(如修飾金屬 Ag)。下表是 G-68H、G-68I、OleMax350 觸媒性質比較

觸媒名稱	G-68H	G-68I	OleMax350
Pd(wt%)	0.2	0.2	0.3
粗體密度(Bulk Density)	1.0	1.0	0.48
Pd(g/L)	2.00	2.00	1.44
Ag 促進劑	-	0.1	不用加
形狀	Ext.(壓製成型)	Ext.	Ext.
大小(mm)	2.5	2.5	1.5
BET 表面積	Low	Low	High
Pd 分散性	Medium	Medium	Low 密度

SUD CHEMIE 最新觸媒為 OleMax353 (三輕目前 L105 觸媒為 OleMax350)，下表是 OleMax353 與 OleMax350 的比較

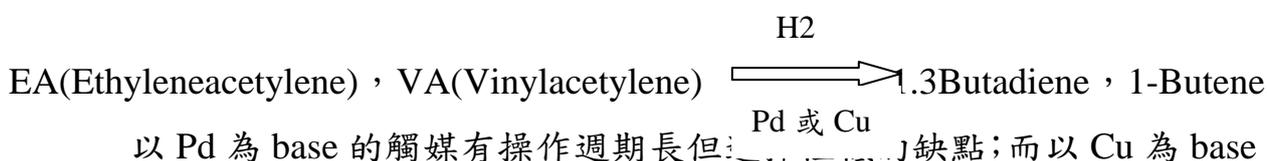
觸媒名稱	OleMax350	OleMax353
Pd(wt%)	0.3	0.22
粗體密度(Bulk Density)	0.48	0.55
選擇性(Conversion50%時)	75%	85%
C6 產生量	240 ppm	180 ppm

由上表可看出二代觸媒 OleMax353 比 OleMax350 的 Pd 用量較低但選擇性提高，綠油(C6)也較少。

4.C4 氫化觸媒介紹

EA/VA 氫化觸媒介紹

EA(乙基乙炔)/VA(乙烯乙炔)一般於含於 CrudeC4 中，EA/VA 氫化觸媒一般是以 Cu 或 Pd 為 base 的觸媒，主要是將 EA/VA 氫化成 1,3 丁二烯其反應是如下所示



的觸媒有選擇性高但操作週期短的缺點。本次 SUD CHEMIE 介紹此種氫化觸媒編號為 G-68 及 G-68I 此兩種觸媒均以 Pd 金屬為 base 並加以改良，使其達到高選擇性(低的 1.3 丁二烯 lost)及高穩定度的特性。

肆、心得與建議事項

石化產業上、中、下游有其連貫之關係，整體合在一起才會有競爭能力及市場優勢，若中油公司出走或無法提供所需之原料，將會使下游原料需進口或無法取得增加成本，也會因無競爭力而出走，三輕汰舊換新，完成六輕後預估投產量可提高到 60 萬噸，合計達 150 萬噸，將可紓解下游業者需求，導引整體的供應鏈，提供台灣整體的就業機會，對林園及附近地區之建設及環境改善等都有相當大的助益，且將帶動國家經濟開發，使產業者能根留台灣永續經營，以獲得產業升級、地方繁榮與經濟發展共創三贏局面。

這次能有此機會參訪新三輕各設備廠商並能面對面技術研討，要感謝公司及上級長官的支持，及石化事業部和中鼎工程公司的鼎力協助，希望在未來新三輕試爐及各項設備性能測試中，能協助順利完成。在未來新三輕試爐及之後的操作，煉研所能協助的工作包括

1. 各項觸媒物性化性的測試，並收集各廠家觸媒資料及樣品，建立未來採購規範。
2. 各單元設備(包括塔槽)的評估模擬及操作效率計算。
3. 各進料及產品樣品的分析化驗比對。
4. 製程的模擬及最適化操作評估。