

出國報告(出國類別:洽公)

三芳一轉擴產案製程專利廠商及細部設計廠商進行設計技術及工程進度討論

服務機關:台灣中油股份有限公司石化事業部企劃室

姓名職稱:方展祥 / 化學工程師

派赴國家:美國

出國期間:99年8月16日~99年8月25日

報告日期:99年10月15日

摘要：

林園石化廠芳二組第一轉烷化工場自 98 年底開始做製程更新、擴大產能的修改工程，預計今年底前試車完成。

第一轉烷化工場新的製程為 UOP 公司的 Tatoray 製程。以甲苯及九碳芳香烴作為進料，主要的觸媒反應有甲基轉烷化反應及不均化反應，產物經過白土處理後生產出苯及混合二甲苯的產品。

到達美國後，先到休士頓拜訪 EXXONMOBIL 公司位於 Baytown 的廠區。討論有關轉烷化製程有關的議題，並且參觀 BTX 操作工場，了解 Olgone process 中 EM-1800 觸媒實際使用的情況。EM-1800 觸媒與白土的功能相同，但觸媒可以再生，減少廢棄物的產生。

訪問 UOP 公司美國芝加哥總部，討論有關第一轉烷化工場觸媒及開爐排程之議題，並參觀觸媒實驗室及實驗工場，了解其觸媒研發及管控之情形。

目錄：

1	目的	4
2	過程	4
3	心得	12
4	建議	14

(本文：應包含「目的」、「過程」、「心得」、「建議」及其他相關事項)

1. 目的：

參觀並了解 EXXONMOBIL 公司使用 Olgone process 中 EM-1800 觸媒的情況，作為芳香烴類工場中取代白土可能性的評估參考。

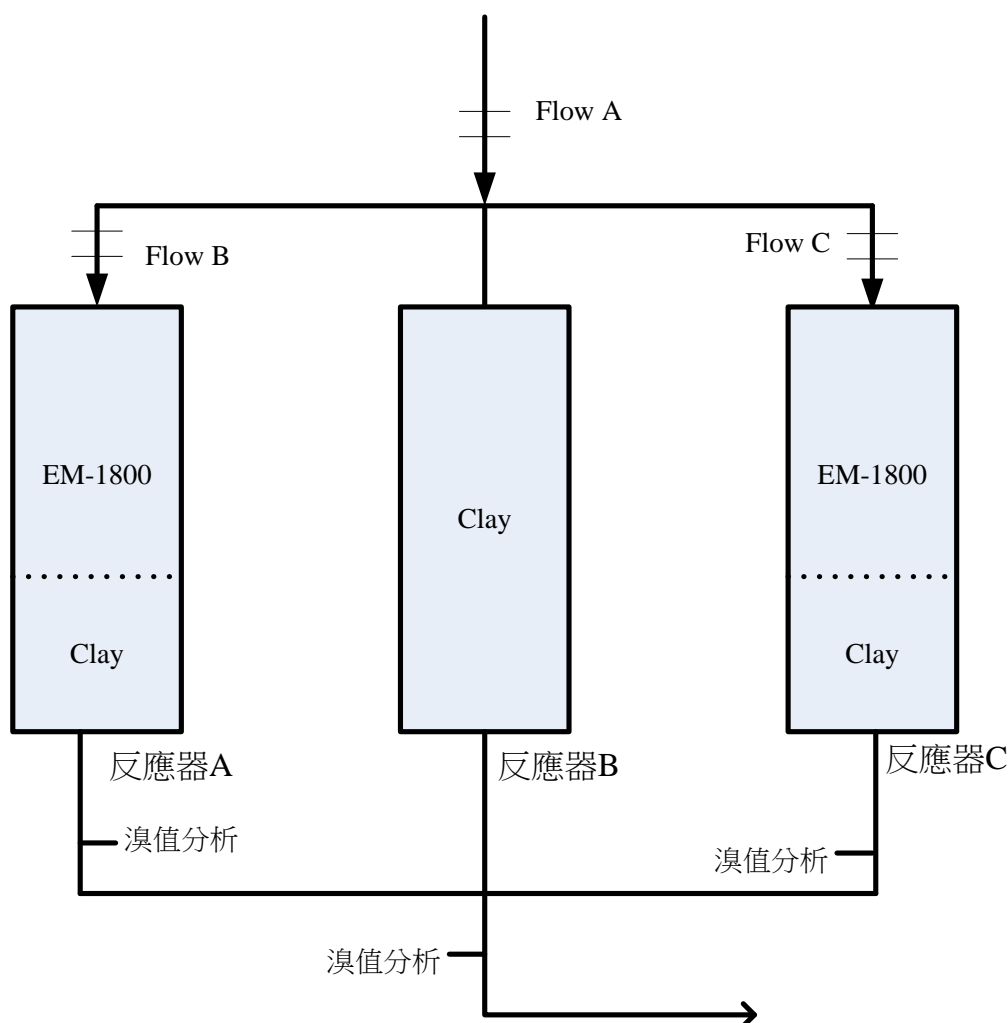
第一轉烷化工場即將於今年第四季試車，與 UOP 公司有關人員商討工程進度與製程試車有關問題。

2. 過程與結果：

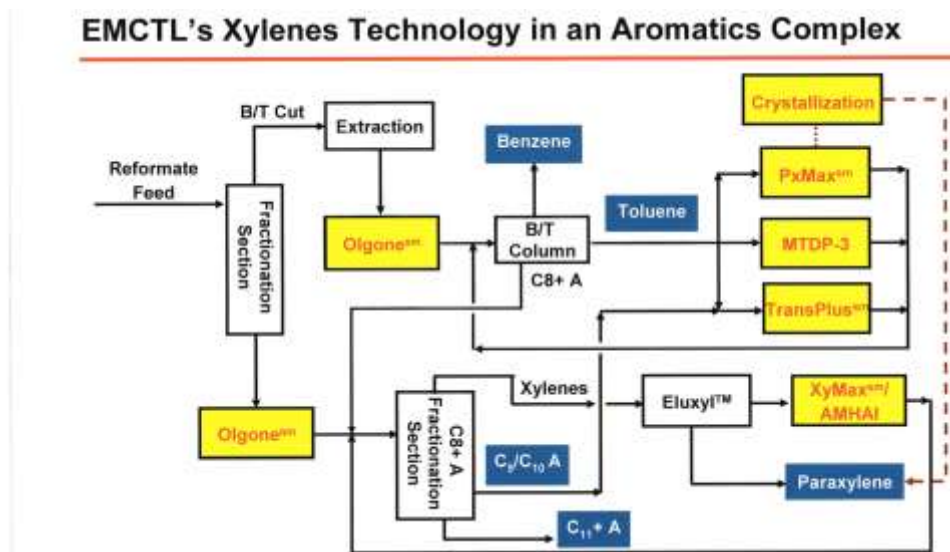
2.1. 99.08.16 由桃園國際機場出境至美國洛杉磯，再轉機至休士頓。

2.2. 99.08.17 拜訪 EXXONMOBIL 公司 Baytown 的廠區。

2.2.1. 至工場參觀，觀摩 Olgone process 中 EM-1800 觸媒實際使用的情況。該 BTX 工場有 3 座白土塔，管線及設備配置如下：



- 2.2.2. 反應器 A 與 C 上半段裝 EM-1800，下半段裝白土，反應器 B 全部裝白土。正常操作時，反應器 B 不進料，由反應器 A、C 各 50% 進料，並由出口監視溴值分析的變化。操作末期，與反應器 B 並聯後，A、C 退出其中效果較差的一座，並由出口監視溴值分析來調整 2 座操作反應器的相對流量，使 2 座出口 BI index 符合規範需求。退出的 A 或 C 觸媒送到廠外再生，再生完成後裝回使用，並退出另一座 EM-1800 反應器，並將觸媒送至廠外再生。再生完成後再裝回反應器。可以調整反應器 B 的進料流量，待白土失去活性時退出更換白土，又恢復反應器 A、C 並聯各 50% 進料。目前每座 EM-1800 觸媒使用年限約為 4 年。
- 2.2.3. EXXONMOBIL 公司採用 1 座白土搭配 2 座 EM-1800 反應器的目的在降低其成本。因為白土較便宜，所以只安裝 2 座 EM-1800 觸媒，一座白土反應器使用於當一座 EM-1800 觸媒再生時，而不需要裝 3 座的 EM-1800 觸媒。EXXONMOBIL 公司內部使用自身公司的成品，仍須轉撥計價，由使用單位自行評估後，決定要不要使用、如何使用，不強迫使用公司內部的產品。
- 2.2.4. Olgone 製程目前在 EXXONMOBIL 公司使用於芳香烴系列製程的關係圖如下；

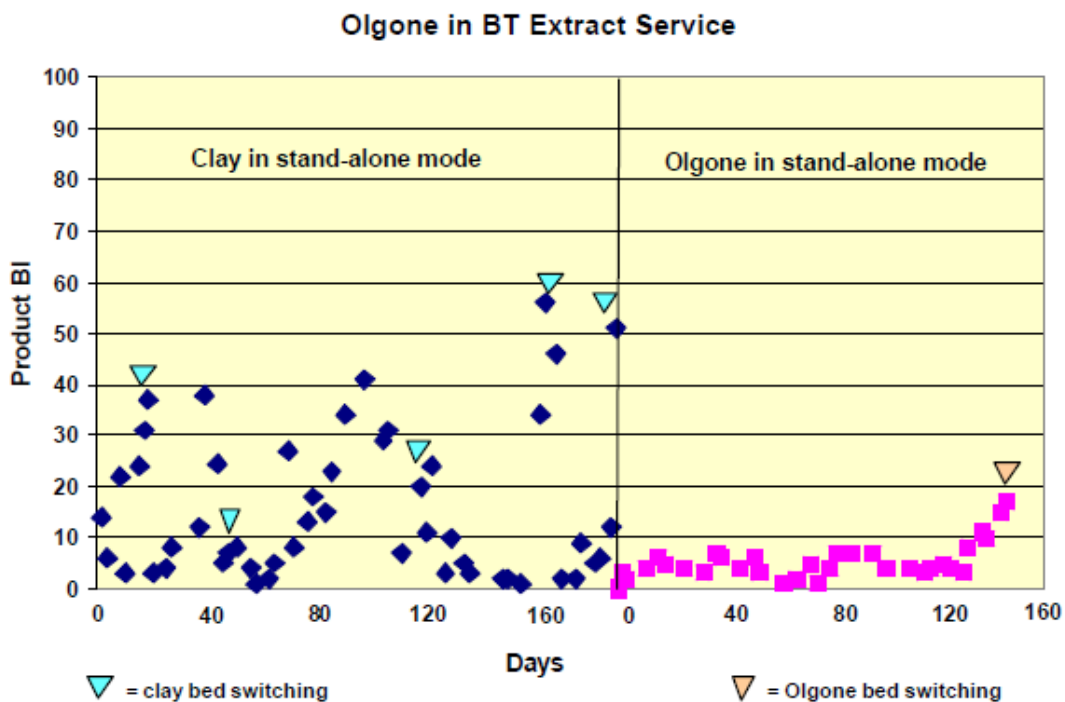


EXXONMOBIL 公司二甲苯技術在芳香烴類製程的關聯圖

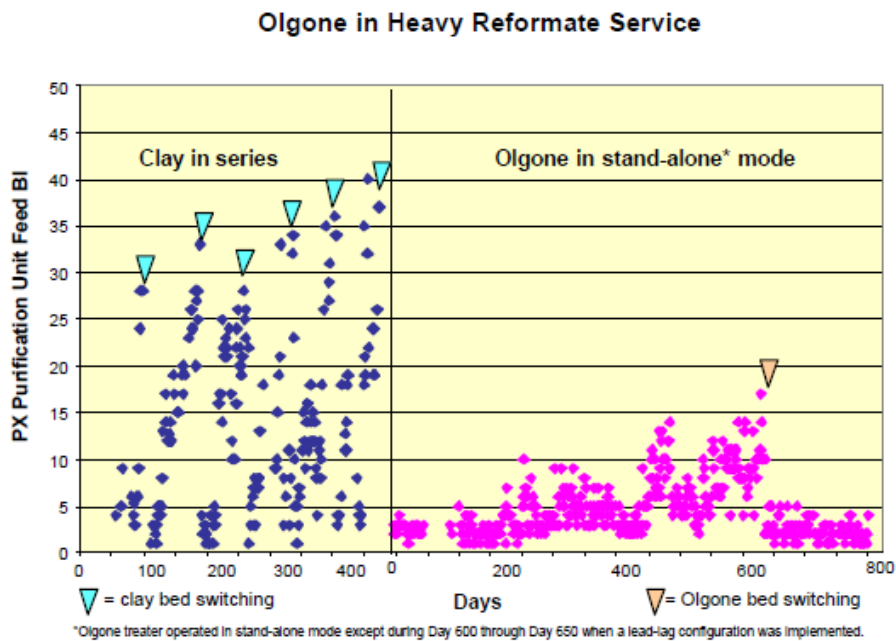
- 2.2.5. EXXONMOBIL 公司提供可以作廠外再生的公司，如果 EM-1800 在以下這些公司再生，其再生後之性能及壽命仍受 EXXONMOBIL 公司保固。

地區	公司名稱	公司住址
JAPAN	Nippon Ketjen (Licensee of Eurecat)	1-2-1, Shibaura, Minato-Ku Tokyo 105-6791 JAPAN
JAPAN	NIPPON EURECAT Co. Ltd	366-20 Otsu, Isoura-cho Niihama-Shi Ehime-Ken, 792 - JAPAN
SINGAPORE	Catalyst Recovery of Singapore Pte Ltd	No 52 Tuas Road Singapore 638502
NORTH AMERICA	Catalyst Recovery of Louisiana, LLC	100 American Boulevard P.O. Box 3077 Lafayette, Louisiana 70502, USA
NORTH AMERICA	Tricat Industries Inc.	100 Steven Taylor Blvd. McAlester, Oklahoma, USA
NORTH AMERICA	Eurecat U.S.	1331 Gemini Street Suite 110 Houston, Texas 77058, USA
EUROPE	Eurecat	Quai Jean-Jaurès - B.P. 45 07800 LA VOULTE SUR RHONE, FRANCE
EUROPE	Catalyst Recovery of Europe S.A.	420, Route de Longwy L-4832 Rodange, Luxembourg
EUROPE	Tricat	ChemiePark, Tricat-Straße, D-06749 Bitterfeld, Deutschland

2.2.6. 在使用 Olgone 觸媒後，與原來白土的操作週期比較如下圖，明顯可以看出 Olgone 反應器操作週期增加很多，約為一般白土的 5 倍。



2.2.7. 因為 Olgone 觸媒的穩定性，可以使下游產品的溴指數非常穩定，如下圖比較。



2.2.8. 因為本事業部採公開招標購得之白土非常便宜(目前的低於 25 元/kg)，Olgone 觸媒價格顯得非常昂貴(EXXONMOBIL 公司對此觸媒是採用賣斷的方式)。在考慮購買費用、吹驅及處理費用、操作成本的條件下，其經濟效益評估表如下。依目前白土與 Olgone 的價差，Olgone 仍不具經濟效益：

	Olgone	白土
全部購買成本	52,320,000	15,525,000
全部前處理及後處理費用	11,673,755	16,457,000
全部操作費用	31,104,000	15,552,000
總金額(台幣)	115,784,000	57,341,000

註：以一座 Olgone 相當於 5 座白土操作能力，而且可以再生 4 次計算

2.2.9. 第一轉烷化工場為了增加混合二甲苯的產率，擬引入大林廠之 A9 作為進料。此 A9 的溴指數約 1,400~1,500，高於 EM-1800 的進料

保存年限：3 年

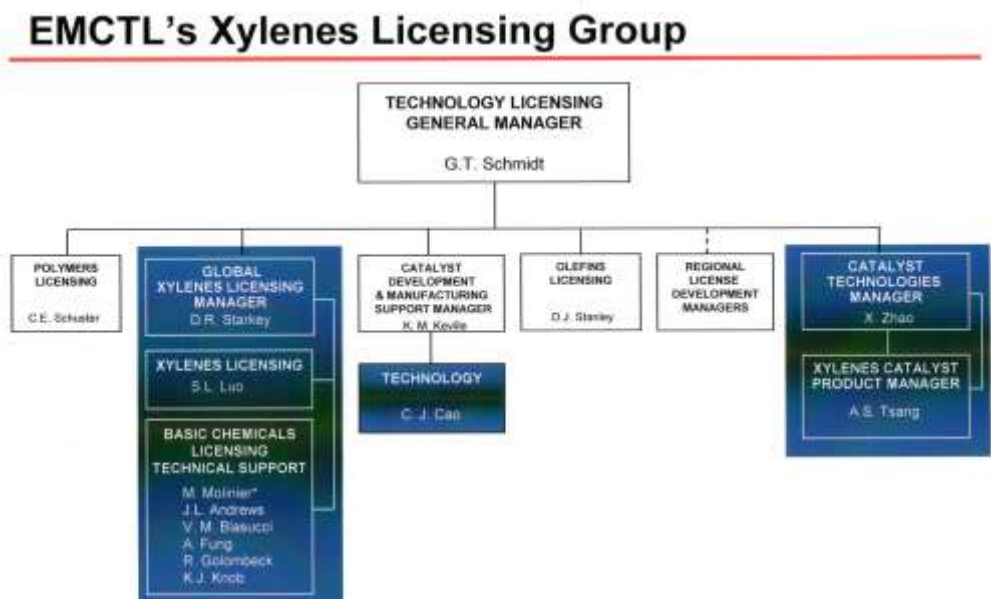
表單核定日：98.10.06

7/14

5B0-HRD-06-11

規範(溴指數 1,400)，無法使用 EM-1800 處理 A9 進料。

2.2.10. 討論 EXXONMOBIL 公司製程中與轉烷化工場有關之製程及 EM-1800 的相關問題。其公司組織及與轉烷化有關之製程如下：



EXXONMOBIL 公司二甲苯專利部門關係圖

EMCTL's Xylenes Technologies Available to License

- **Selective Toluene Disproportionation (PxMaxsm)**
 - Selectively converts toluene to paraxylene (90+%) and high purity benzene
 - Preselectivated and extremely stable
- **Xylene Isomerization (AMHAI/XyMaxsm)**
 - EB dealkylation (ethylbenzene to benzene and light gas)
 - AMHAI for circuits with crystallization
 - XyMax for circuits with Eluxyl/Parex
- **Transalkylation (TransPlussm and TransPlussm NG)**
 - Converts C9+ aromatics and toluene to mixed xylenes and benzene
- **Toluene Disproportionation (MTDP-3)**
 - Converts toluene to equilibrium xylenes and benzene
- **Olefins Removal (Olgonesm)**
 - Replaces clay in various aromatics treating applications
 - Offers greatly extended cycle/life versus clay
- **Crystallization**
 - For use with PxMaxsm

EXXONMOBIL 公司使用於二甲苯技術專利

2.3.99.08.18 由休士頓搭機至達拉斯機場轉機至芝加哥。

保存年限：3 年

表單核定日：98.10.06

2.4. 99.08.19 至 UOP 公司芝加哥總部討論有關第一轉烷化工場觸媒製造及使用有關事宜。

2.4.1. 製程使用觸媒為 TA-20-HP，使用的貴重金屬為銠 (Re)。由中油公司提供 40.452 Kg 金屬銠予 UOP 公司以作為製造觸媒之用，此金屬採實體運送至 UOP 公司。

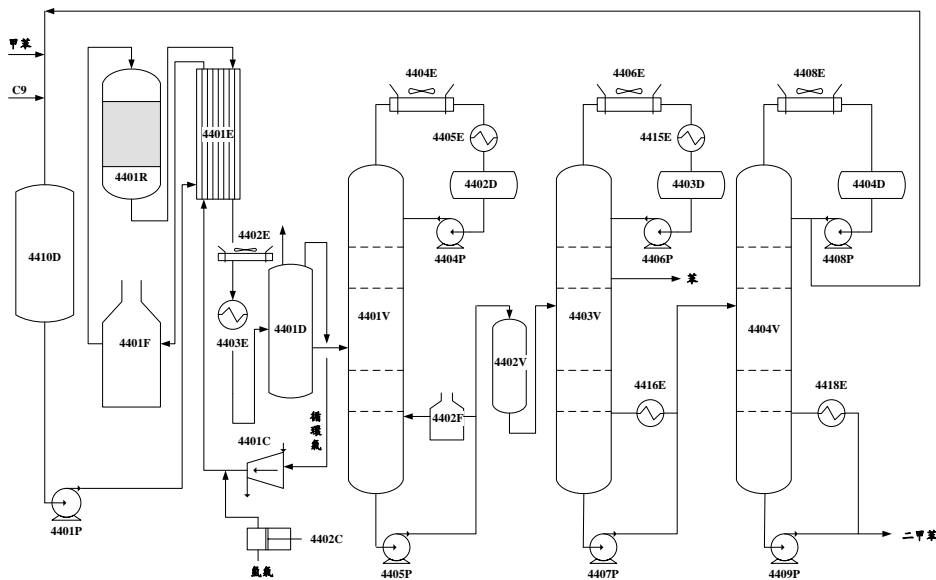
2.4.2. UOP 公司製造完成之觸媒經分析：LOI = 2.03%：Re = 0.143%。觸媒總重量 26,308Kg，核算實際附著於觸媒之金屬重量 = 26,308 X (1-2.03%) X 0.143% = 36.856kg。

2.4.3. UOP 公司使用中油公司提供的 40.452Kg 銠金屬製造觸媒，經核算只有 36.856kg 銠金屬附著於觸媒上面，UOP 公司退還差額 3.596kg 銠金屬於中油公司帳戶。殘存於水溶液中而未附著於觸媒之銠金屬由 UOP 自行回收，2%之製造損失由 UOP 公司自行吸收。

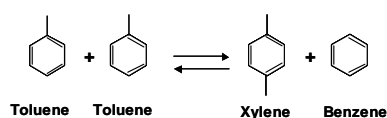
2.4.4. 觸媒安裝使用 sock loading，安裝後要預硫化才進料，以使產品早點合格。預硫化使用 Dimethyl-disulfide (DMDS) 7.28 kg，以泵浦注入於進料中，隨進料進入反應器。DMDS 注入速率為 1-5 kg/hr，最佳速率是 3.2 kg/hr。

2.5. 99.08.20 至 UOP 公司總部討論有關第一轉烷化工場施工進度及試車有關事宜。

2.5.1. 第一轉烷化工場之新的流程如下圖：



2.5.2. 轉烷化製程以甲苯及九碳芳香烴作為進料，生產苯及混合二甲苯供下游使用，主要反應如下；

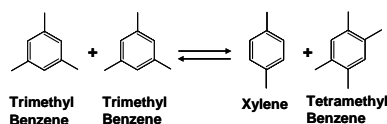
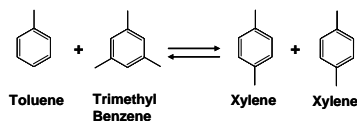


保存年限：3 年

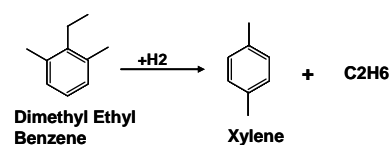
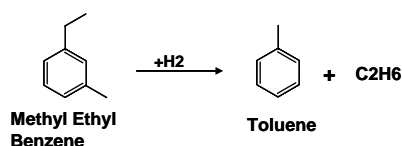
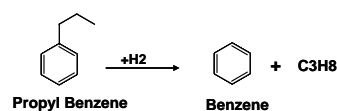
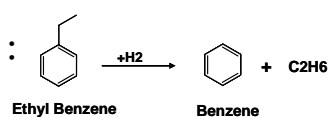
表單核定日：98.10.06

2.5.2.1. 不均化反應：

2.5.2.2. 轉烷化反應：



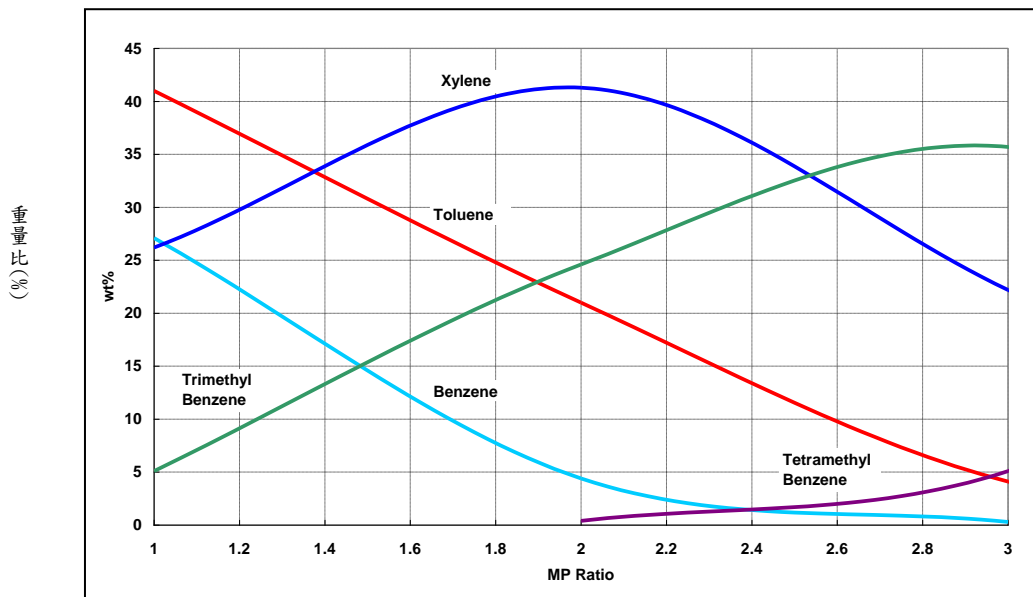
2.5.2.3. 裂解及氫化之副反應：



註：化學品中文說明

1. Benzene：苯；
2. Toluene：甲苯；
3. Xylene：二甲苯；
4. Trimethyl Benzene：三甲基苯；
5. Tetramethyl Benzene：四甲基苯；
6. Ethyl Benzene：乙基苯；
7. Propyl Benzene：丙基苯；
8. Methyl Ethyl Benzene：甲基乙基苯；
9. Dimethyl Ethyl Benzene：二甲基乙基苯；
10. C₂H₆：乙烷；
11. C₃H₈：丙烷；
12. H₂：氫氣

2.5.3. 觸媒反應器出口的產品受反應物及產物熱力學濃度平衡的影響。在平衡態時，其各物質濃度與甲基/苯環 比例的關係如下圖：

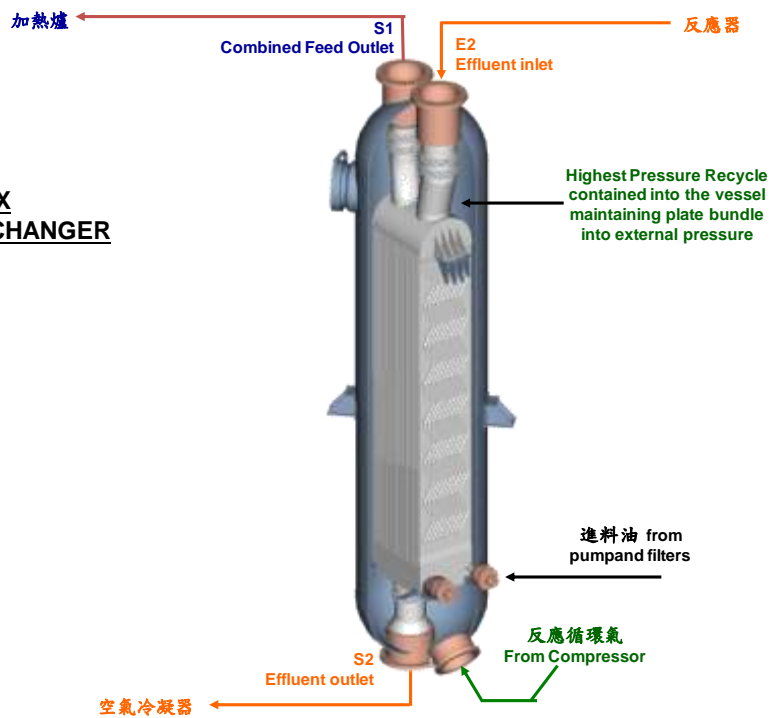


(甲基/苯環 比例)

2.5.4. 第一轉烷化工場與第二轉烷化工場都是 UOP 製程，兩者間設備的主要差異有：

- 2.5.4.1. 第一轉烷化工場的循環氣體壓縮機及其滑油泵都使用電力馬達帶動，開停車比較容易使用而且節能。
- 2.5.4.2. 第一轉烷化工場的進出料換熱器採用板式換熱器，具有較好的熱回收效益及較小空間，其主要構照圖如下：

**PACKINOX
HEAT EXCHANGER**
基本設計



- 2.5.5. UOP 公司的技術服務人員於壓縮機測試完成後再進駐工場，開始 20 天的免費技術服務，實際日期由中油公司另行通知。其工作包括管線及設備查核、觸媒安裝、試車及性能驗收。
- 2.5.6. 預計進料時間為今年 11 月，UOP 技術人員配合試車工作進駐現場，如果產品合格時間可以配合，將連續進駐至性能測試完成，否則 20 個工作天將分 2 階段執行。
- 2.6. 99.08.21 週六放假。
- 2.7. 99.08.22 週日放假。
- 2.8. 99.08.23 至 UOP 公司總部參觀觸媒實驗室及實驗工場，了解其觸媒研發及管控之情形。
- 2.8.1. UOP 公司有數十個實驗工場在作各種觸媒及工場的測試，有的實驗工場還以電腦進行控制，宛如一座小型工場以 DCS 控制生產一般，其中溫度、壓力、液位都可以指示及控制。現場各種設備固定在鐵鋼架上，擺設很整齊，現場通風、環境整潔維持很好。每個實驗工場都有專人負責，24 小時運轉。
- 2.8.2. 實驗室配合實驗工場作各種分析、檢驗。實驗室門口有海報介紹實驗室的設施及功能。實驗室看起來很老舊，但整理得很好，樣品擺設、器材安放及文件存放都很井然有序。
- 2.8.3. UOP 研發很多種觸媒，實驗室也提供檢驗各種觸媒性能的功能，對於各種物性的測量都有專門的實驗室及專人負責，提供迅速、可

保存年限：3 年

表單核定日：98.10.06

12/14

5B0-HRD-06-11

靠的數據供研究人員參考。

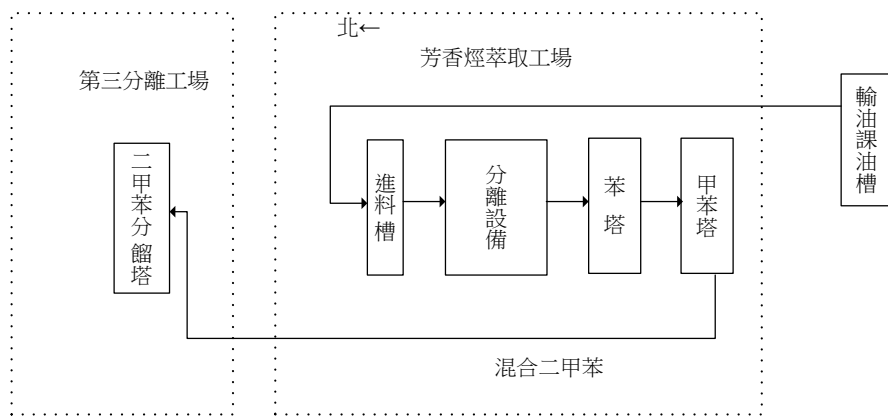
2.9. 99.08.24 回程返國。

2.10. 99.08.25 回程返國。

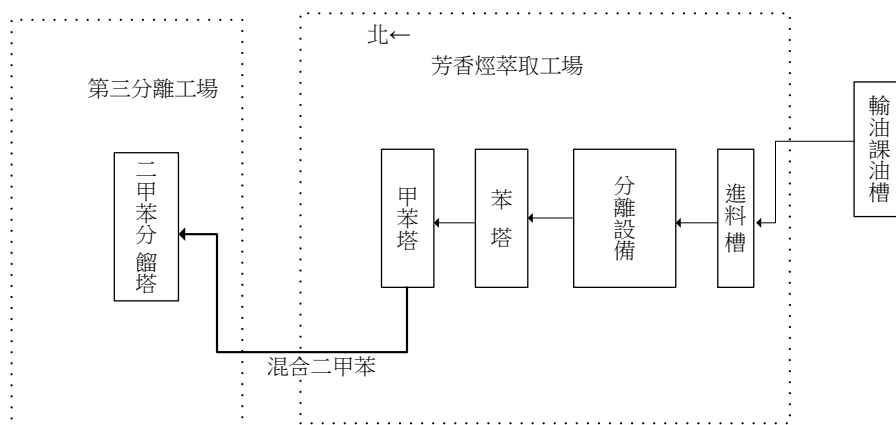
3. 心得：

3.1. EXXONMOBIL 公司建造 BTX 工廠時，將苯塔、甲苯塔、二甲苯分餾塔建在附近，對於油料之輸送及操作較便利。反觀，中油公司建造時，以組織的觀點安排設備，容易造成建造時成本的增加及人力運用上的不方便。以林園石化廠芳三組建場完成時的設備配置為例，解釋如下：

3.1.1. 林園石化廠芳三組建場完成時的設備配置如下圖：



3.1.2. 依 EXXONMOBIL 公司理念，將苯塔、甲苯塔、二甲苯分餾塔建在附近的配置圖：



3.1.3. 依兩者配置圖所示可以看出：將上下游關聯的設備擺在附近可以減少管線長度及壓損，並且對於人力統合之運用有幫助。

3.2. EM-1800 雖然在經濟效益評估上沒有優勢，但 E-1800 可以減少廢白土的產生量。在廢棄物掩埋場越來越難找，成本也越來越高的情況下，以後

保存年限：3 年

可能會漸漸被重視。

- 3.3. UOP 只是個靠賣製程專利及相關設備、觸媒的公司，並沒有生產工場來支撐其運作。但其技術能力及市場佔有率一直在同業中保有領先的地位。其背後有大量的研究人員及估算約有 50 座實驗工場，100 間不同的實驗室來組織強大的團隊作支持，持續在石化業中活躍。
- 3.4. EXXONMOBIL 相較於 UOP 顯得比較保守。EXXONMOBIL 的觸媒一定要在自己公司的工場操作一段時間，性能良好，才有對外銷售此觸媒。EXXONMOBIL 公司主要獲利來源是煉油工業及附屬產品的利潤，而非銷售製程專利及觸媒。
- 3.5. 進入 EXXONMOBIL 公司的工廠區參觀時，必須先以護照申請許可，進入時再核對身分及證件。進入時必須穿著規定的服裝。從頭到腳都必須戴安全防護裝備，以免來賓受傷。而進入 UOP 公司的實驗工場及實驗室參觀也必須以護照事先申請，進入時再核對身分、證件。雖然不用穿戴安全防護裝備，但會發一份安全守則給我，確認我看過、了解後才進入。美國的公司對於不同區域的安全有不同的等級，但都會納入安全管理的程序中。

4. 建議：

- 4.1. 新工場建置時，應突破以前以組織為中心規劃配置的作法，而以製程設備的功能性為主來設計工場配置，對於工場建造及日後的操作會有較大的助益。因為組織、人員可以視需求來調整，但設備要異動是很不容易的。
- 4.2. 第一轉烷化工場即將試車，第二轉烷化工場也是 U O P 製程。試車時，可以參照第二轉烷化工場的操作指引及人員經驗，應可以減少試車的時間及風險。
- 4.3. 石化事業部每年都會有很多人基於不同理由來到廠區內參觀或工作。基於不同國情、文化風俗的關係，而本公司又是國營企業，要像美國公司那樣管制進入工廠區的作法，會有點困難。但如果能夠製作一些小卡片(中文及英文 2 種版本)，上面寫一些進入工廠區的基本安全規定〔例如：吸菸、使用手機、照相、安全帽使用……………等等〕，在來賓進入工廠前，每人給一張。既可以達到宣導安全的目的，來賓將卡片帶回去，也具有宣傳本公司正面形象的效果。尤其對於 ISO 外部稽核、環境檢測及督導人員，以往都是直接帶到現場進行工作，發張小卡片給他們，應該會有正面加分的印象。