

出國報告（出國類別：訓練、考察）

日本科萊恩公司參訪報告

服務機關：台灣中油股份有限公司石化事業部

姓名職稱：楊士朋 工場長

謝星祿 工程師

派赴國家：日本

出國期間：107.10.01 至 107.10.05

報告日期：107.10.18

摘要

新三輕組低溫工場預計於 109 年更換乙炔氫化反應器觸媒，藉由本次參訪由日本技師指導觸媒反應之相關原理，並討論反應器操作之相關細節及觸媒再生之相關流程，目前新三輕使用之乙炔氫化觸媒為 Olemax 201，柯萊恩公司目前最新型之乙炔氫化觸媒為 Olemax 207，本次參訪同時也了解 Olemax 207 與 Olemax 201 差異，期望未來有機會更換為新型之觸媒。

關鍵詞：

反應器、觸媒

目次

一、目的.....	3
二、過程.....	3
三、具體成效.....	3
四、心得及建議.....	18

內 文

一、目的

新三輕低溫工場之乙炔反應器目前使用之觸媒為 Ole-201 型觸媒，其操作週期約為 6-10 個月，操作過程需加入 CO，新型之乙炔氫化觸媒為 Ole-207，其標榜著操作週期可長達 30-32 個月，操作過程中無需添加 CO，且其反應過程所產生之綠油與 Ole-201 相比較可減少一半以上。藉由本次 CLARIANT 公司安排日本技師指導觸媒相關原理、操作、再生...等等反應器相關事宜，使反應器操作技術可更精進，且期望 109 年大修更換觸媒時可更換新型觸媒。

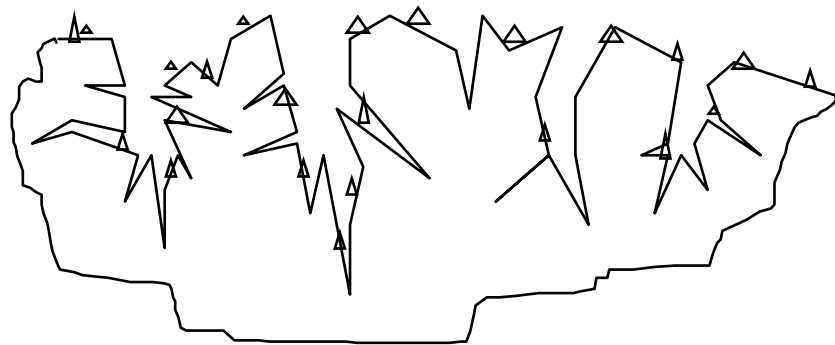
汽油氫化工場之裂解汽油反應器將於 109 年大修時採部分更換方式將觸媒部分換新，藉由本次出國於 CLARIANT 公司討論觸媒之卸除、裝填...等相關議題，並透過 CLARIANT 公司安排日本技師指導觸媒相關原理、操作、再生...等等反應器相關事宜，使反應器操作技術可更精進

二、過程

日期	工作內容
107.10.01	啟程
107.10.02	東京總公司參訪
107.10.03	東京總公司參訪/前往富山
107.10.04	富山工場參訪
107.10.05	返程

三、具體成效

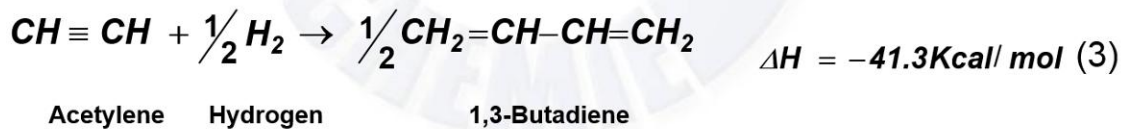
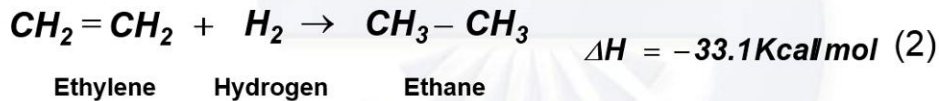
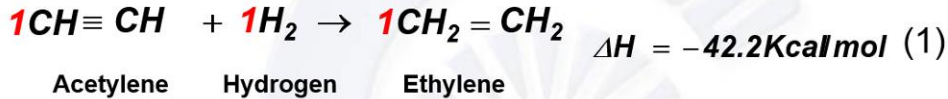
觸媒為多孔性材質，於其多孔性材質表面均勻分布許多活性金屬(如圖一所示， Δ 為活性金屬)，因此觸媒的性能取決於孔洞的大小、活性金屬的分佈及活性金屬的大小。良好的觸媒應具有以下特性：(1).副反應少、(2).觸媒強度強、(3).操作週期長、(4).操作安全。



圖一 觸媒示意圖

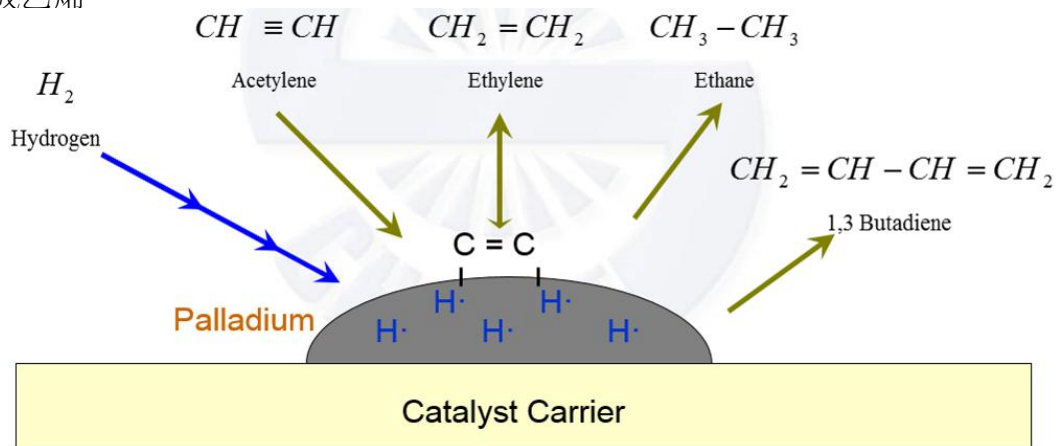
乙炔氫化觸媒

以乙炔氫化反應為例，其反應式如下圖二所示，主反應為乙炔與氫氣反應成為乙炔，副反應為乙炔與氫氣反應成乙烷或乙炔與氫氣反應成 1,3 丁二烯。



圖二 乙炔氫化反應式

目前所使用之觸媒為選擇性乙炔氫化觸媒(活性金屬為鈀 Pd)，選擇性氫化觸媒即為反應主要發生於主反應以增產乙炔，避免副反應之乙烷及 1,3 丁二烯生成，其反應之機制如下圖三所示，氫氣先於觸媒表面吸附，乙炔碰撞觸媒後與氫氣反應形成乙炔。



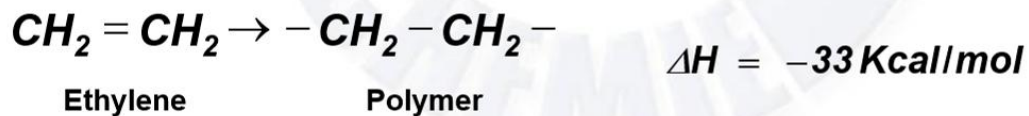
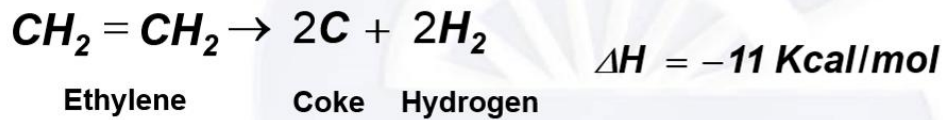
圖三 觸媒反應示意圖

乙炔氫化反應若形成 1,3-丁二烯，1,3-丁二烯則會再繼續反應形成寡聚物 (Oligomer)，寡聚物視其分子量大小，C6~C12 為液相寡聚物稱其為綠油，綠油可藉由綠油分離槽以乙炔將其洗滌分離，而 C12 以上之寡聚物為固態稱其為硬質碳，會黏在觸媒表面而導致觸媒活性衰退，此類寡聚物只能待觸媒再生時加入氧氣將其燃燒移除。



圖四 寡聚物形成化學式

反應器溫度超過 315°C 時(於反應器加氫過度發生)，此時會發生一連串連鎖反應造成失控反應(Runaway)，其機制如下圖五所示，一旦失控反應產生須立即將進料關斷並釋壓後以氮氣將反應器吹驅，以免溫度過高後破壞反應器本體金屬強度造成反應器爆炸，另外反應器溫度一旦超過 550°C 時，鈀金屬會開始燒結造成觸媒活性下降，若活性下降過多時只有更換觸媒一途。



圖五 失控反應

乙炔氫化反應器主要之參數調整為加氫量(氫炔比)、溫度、不純氫(含 CO 之氫氣，目前無添加)，而理想之反應為一級媒床反應 40~50% 乙炔，二級媒床反應 35~45% 乙炔，其餘由三級媒床反應至出口乙炔小於 2ppm。

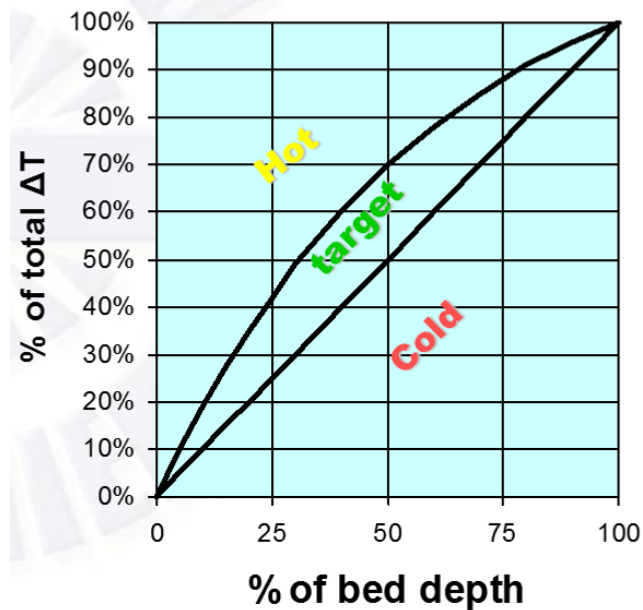
加氫量之影響：

反應器各級氫炔比之建議操作值如下：一級氫炔比操作初期(SOR)：1.0、操作末期(EOR)：1.1，二級氫炔比操作初期(SOR)：1.0、操作末期(EOR)：1.5，三級氫炔比操作初期(SOR)：1.5~1.6、操作末期(EOR)：1.8~2.0。氫炔比過低時會增加反應器綠油量，導致觸媒易被綠油覆蓋而活性下降，氫炔比過高時，會導致反應器過氫化，造成轉化率及選擇率同時下降。

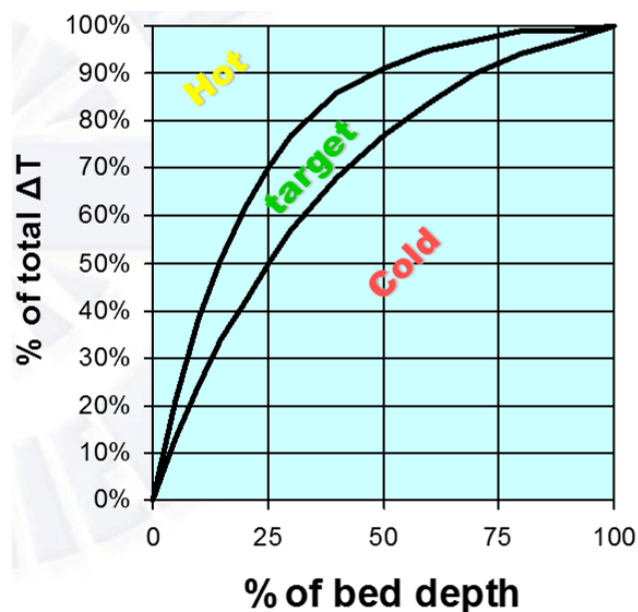
溫度之影響：

溫度與反應速率有關，溫度高時反應速率快，觸媒活性越大，但綠油生成的速率也會越快，因此反應初期盡量將溫度操作於較低溫可延長操作週期，建議之操作

溫度如下：一級溫度操作初期(SOR)：25~35°C、操作末期(EOR)：50~55°C，二級溫度操作初期(SOR)：35~40°C、操作末期(EOR)：60~65°C，三級溫度操作初期(SOR)：50~55°C、操作末期(EOR)：70~75°C。圖六為一、二級煤床溫度分布圖，理想之操作為中間區塊，煤床溫度若過低表示活性不足應提高溫度，溫過若過高表示有過氫化反應，應減少加氫量或降低溫度。圖七為三級煤床溫度，三級煤床又稱為保護床(Guard Bed)，三級煤床進口之乙炔濃度通常低於 0.2mol%，對於反應器而言反應物濃度已很低，因此通常反應會集中於煤床上半部。



圖六 一、二級煤床溫度曲線

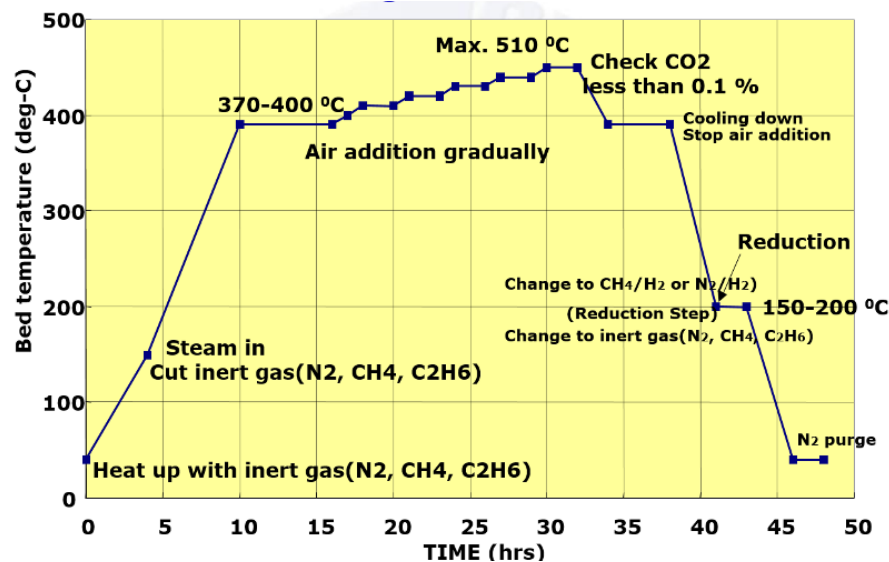


圖七 三級煤床溫度曲線

當反應器操作一段時間後，觸媒活性會漸漸下降，此時可參考以下幾點判斷觸媒已達到操作末期(EOR): 1. 操作溫度已達到 EOR 之溫度、2. 加氫量已達到 EOR 之量、3. 反應器提溫或增加氫氣量，出口乙炔仍持續洩漏、4. 媒床溫度分佈差、5. 反應器選擇性差(小於 40%~45%)。此時可考慮將反應器改換將舊觸媒再生。

觸媒再生步驟

1. 以再生氣將媒床溫度升溫至 150°C
2. 改以蒸汽將媒床由 150°C 升溫至 370°C，蒸氣流量為 200~500 GHSV
3. 逐漸加入空氣將觸媒表面積碳燒除，注意溫度不可超過 510°C
4. 確認出口 CO₂ 濃度小於 0.1%，將媒床降溫
5. 降溫至 150°C 後改以再生氣將觸媒還原 8 小時，再生氣流量為 200~500 GHSV
6. 還原完成後降溫至室溫，以氮氣吹驅後即完成再生程序。



圖八 乙炔氫化觸媒再生程序

當觸媒經過再生程序後，若發現活性仍不佳時，此時可能觸媒中毒導致活性下降，會導致觸媒中毒的物質如下：

永久性中毒：

1. 重金屬 汞(Hg)，砷(As)，鉛(Pb)
2. 鹽類 鈉(Na)，矽(Si)
3. 鹵素 氟(F⁻)，氯(Cl⁻)

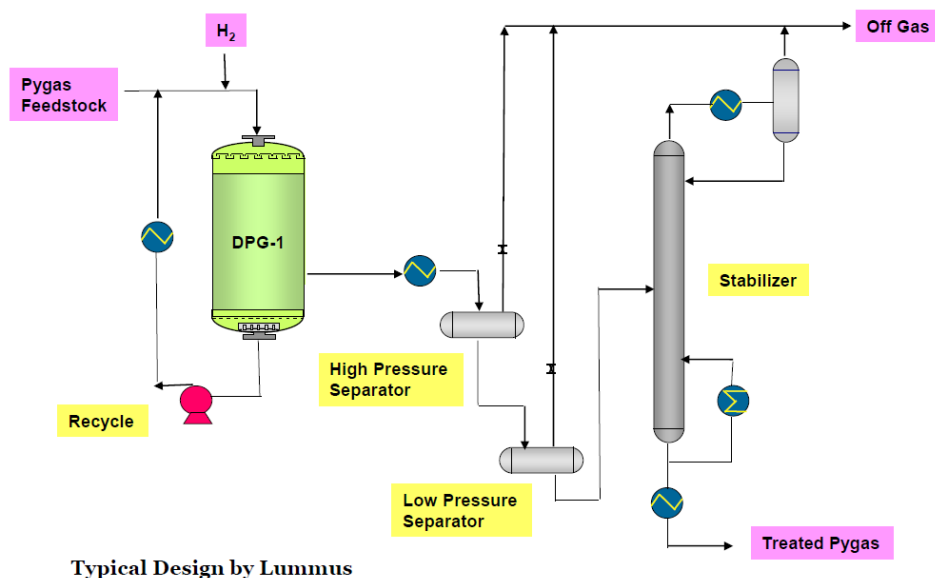
短暫性中毒：可藉由再生回復活性

1. 硫化物

觸媒如為永久性中毒造成活性下降時，因此中毒現象為化學性中毒，經由在生過程也無法將毒化物移除，此時唯有更換觸媒一途，若觸媒為短暫性中毒，一但會導致中毒之物質移除後，可藉由反應器提溫或再生將毒化物移除，毒化物移除後觸媒活性將可恢復。

汽油加氫一級氫化反應器(OleMax 600)

觸媒介紹



圖九 一級汽油氫化反應器單元流程

功能:

汽油氫化一級觸媒主要用途為將粗裂解汽油中的雙烯烴、苯乙烯混合物，蒽、乙炔和其他不穩定成分氫化飽和，得到大部分為芳香烴、烯烴和烷烴的混合物。

裂解汽油特性

C5-200°C 裂解氣油進料組成

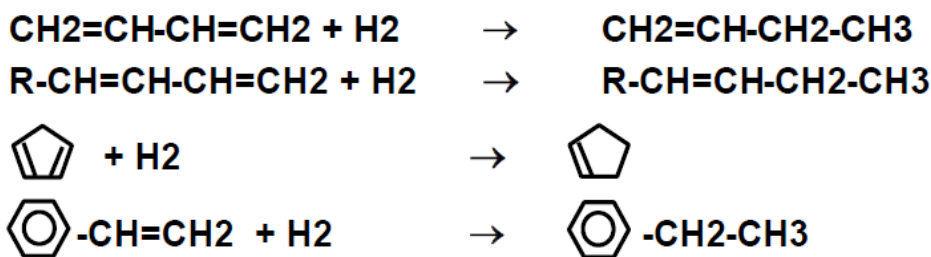
1. Paraffins(石蠟烴) : 8~12 wt%
2. Aromatics(芳香烴):58~62 wt%
3. Olefins(烯烴):8~10 wt%
4. Diolefins(雙烯烴):18~22 wt%
5. 總硫份: 50~300ppm

產品規範

雙烯值(GI/100g) : 0.1~1.0

苯乙烯(wt%) : 0.1~0.5

汽油一級氫化化學反應



如上圖所示，乙炔、共軛雙烯(如丁二烯)、苯乙烯及其衍生物與 DCPD(雙環戊二烯)...等物質預期於第一級反應器中被氫化

不需要之化學反應

芳香烴被氫化或是其他不穩定物質被氫化將會產生綠油

觸媒裝載

裝載前準備

1. 檢視觸媒之 SDS
2. 確認反應器器身，是否需要維修
3. 檢查觸媒，並將各桶編號
4. 裝載時切勿在觸媒上行走
5. 採用 sock loading

建議裝載程序

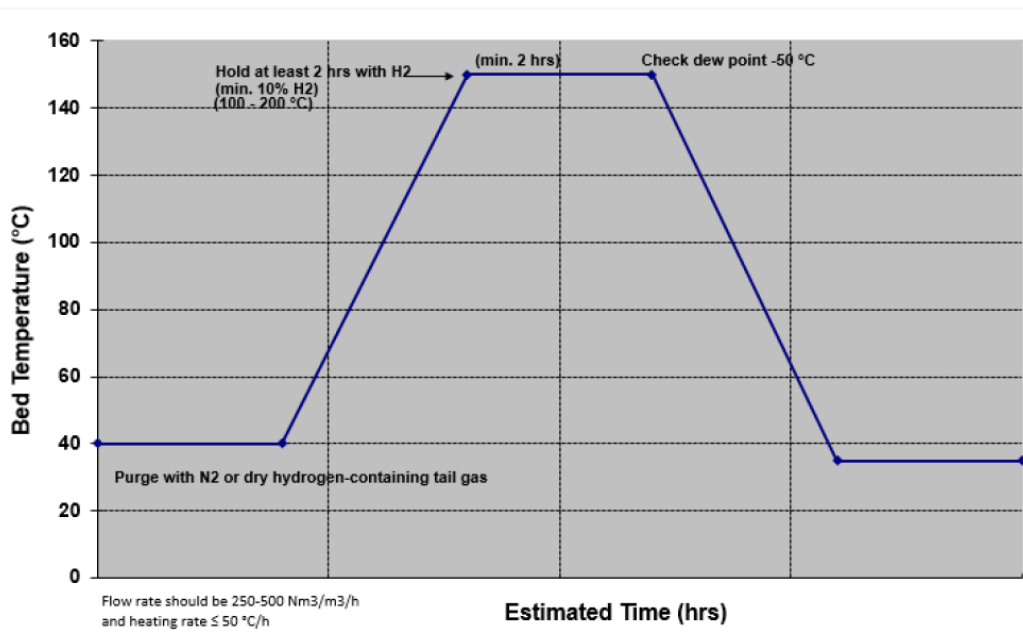
1. 開始裝載並整平墊球
 - 1.1 若為多層裝載，在每一層裝載完後需再整平一次
 - 1.2 利用裝載圖表紀錄與確認每一層的情況
 - 1.3 裝載時勿傷害底部篩網
2. 調整裝卸管使觸媒自由掉落高度最多為 90 公分
3. 裝卸時須同時平均分佈及整平觸媒
4. 裝卸完畢後再一次整平觸媒
5. 紀錄最後觸媒之裝卸量
6. 裝入上部墊球及頂部篩網

觸媒還原

不論是新的觸媒或是再生後的觸媒，都需將鈀金屬從氧化態下還原，可以利用氣相或液相來將 OleMax 600 型觸媒還原，但建議以氣相法還原

氣相還原法

1. 先利用氮氣將系統中之氧濃度置換至 0.1 mol%以下
2. 利用乾燥之氮氣或含氫之尾氣於 250~500Nm³/h 流率下加熱
3. 注入至少含 10%氫氣之還原氣，維持媒床於 100~200°C 至少 2~4 小時
 - 3.1 烯烴含量須小於 0.5 wt%
 - 3.2 氧含量須小於 100ppm
 - 3.3 硫份須小於 0.1ppm
4. 為了將觸媒中殘餘的水分去除，媒床溫度必須達到 120°C



圖十 一級汽油氫化反應器還原流程

啟用步驟

1. 在設計流率下，先導入石油腦或已氫化之產品為進料
 - 1.1 必須為惰性液體
 - 1.2 烯烴 + 2*雙烯烴 + 3*芳香烴須小於 6%
2. 當反應器液位建立後，開始建立循環液流率
3. 將系統操作在全迴流狀態下
4. 當反應器操作穩定後，停止惰性進料
5. 於室溫下開始導入氫氣，將系統壓力建立
6. 當達到操作壓力時，將壓力控制器設為自動，慢慢減少氫氣補入量，並穩定系統壓力
7. 確認氫氣補入量可藉由壓力控制器控制
8. 先將產品出口開至不合格槽
9. 開始補入新鮮裂解汽油進料，流率為設計量的 25%
10. 監控媒床溫度、溫度分佈及轉化率，慢慢的提高進口溫度直到產品合格
11. 此反應為放熱反應，產品流溫度將會升高，並注意組成的穩定

12. 確認產品已合格
13. 將產品開至合格槽，或作進一步的分餾
14. 慢慢將進料與氫氣提至反應器設計流率

操作注意事項

利用三個主要因子來使操作最適化

1. 溫度 2. 循環液 3 氫氣進料與排放.

- 當聚合物慢慢累積在觸媒上造成轉化率下降時，逐漸提高操作溫度以維持轉化率
- 儘量以最低溫度來達到所需之轉化率
- 增加新鮮氫氣和/或操作壓力來增進觸媒活性及轉化率

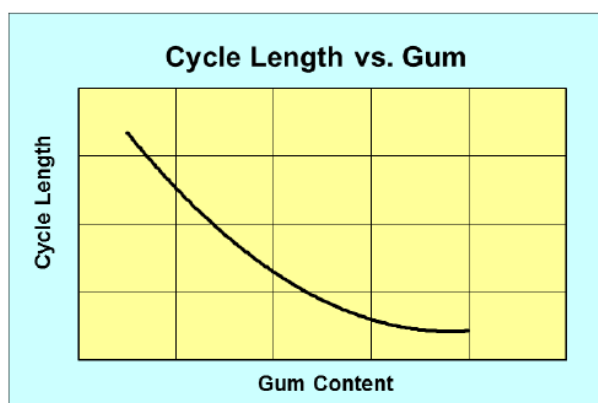
常見問題與障礙排除

毒化物

COMPOUND	LIMIT	PERMANENT/REVERSIBLE
Inorganic Sulfur (H ₂ S/COS/CS ₂)	< 5 ppmw	Reversible
Organic Sulfur	< 1000 ppmw	Reversible
Heavy Metals (Hg, As etc)	< 25 ppbw	Permanent
Inorganic Halogens	< 1 ppmw	Partially Reversible
Total Nitrogen (NH ₃ /HCN etc.)	< 5 ppmw	Reversible
Oxygenates	< 500 ppmw	Reversible
Free Water	Nil	Reversible
Dissolved Water	< 500 ppmw	Reversible
Alkali metals & Alkali earth metals	< 150 ppbw	Permanent

Gum(膠質)

進料中的膠質將會影響操作週期如下圖所示



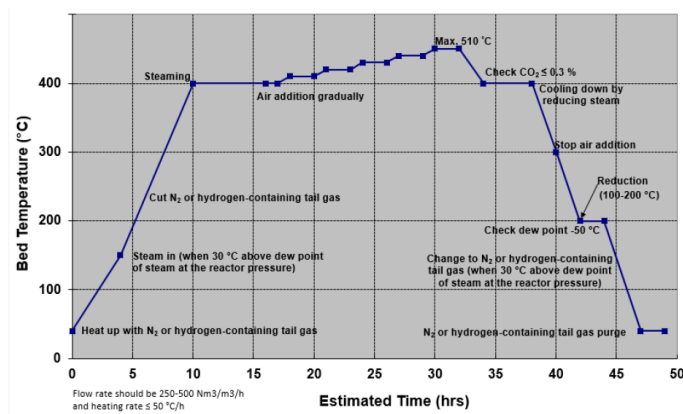
圖十一 膠質對操作週期影響圖

其他常見問題

- 高差壓: 反應器因 Gum 或聚合物聚積過多 → 反應器再生
- 高進口溫度→造成積碳過快
- 進出口溫差過大→造成積碳過快
- 產品出現過高雙烯或苯乙烯數值→確認氫氣流率、操作溫度及循環液

反應器再生

1. 慢慢降低氫氣的同時停止進料與循環液
2. 將反應器內液態碳氫化合物排空後停止氫氣
3. 利用氫氣或含氫之尾氣將煤床加熱至蒸汽的凝結溫度 30°C 以上(在反應器壓力下)，流率應為 250~500 Nm³/m³/h，加熱速率小於等於 50°C/h
4. 導入蒸汽已持續加熱煤床溫度大於等於 400°C，蒸汽的加熱率小於等於 50°C/h
5. 持續通入蒸汽至少 6 小時，使流出物中的油性物質降到最少。(但不能全無，全無會導致通入空器再生時效果變差)
6. 開始氧化過程藉由引入 2 vol% 蒸汽比率的空氣，並維持進口溫度為 400°C，此時監控煤床溫度不超過 550°C
7. 每兩小時提高 2 vol% 的空氣直到 10%
8. 提高足夠空氣流量至煤床溫度達 470~510°C，系統壓力應維持低於 3 bar
9. 利用反應器出口取樣，測量氣體中不凝結成分的二氧化碳是否小於 1%
10. 持續維持進口溫度於 400°C，增加空氣流率達最大允許量
11. 確認二氧化碳濃度是否小於 0.3%
12. 維持最大空氣流率，並慢慢減少蒸汽流率直到煤床溫度低於 300°C 或達四小時，看哪個條件先達到
13. 切斷空氣並以在反應器壓力下，溫度高於蒸汽露點溫度 30°C 的蒸汽來降溫，降溫速率應小於等於 50°C
14. 若觸媒為利用氣相還原法還原，導入氫氣(流率大於等於 200Nm³/m³/h)，維持煤床溫度在 100~200°C 兩小時
15. 改引入氫氣或含氫氣之尾氣來降溫
16. 持續降溫直到反應器出口氣體達-60°C



圖十二 一級氫化反應器再生程序

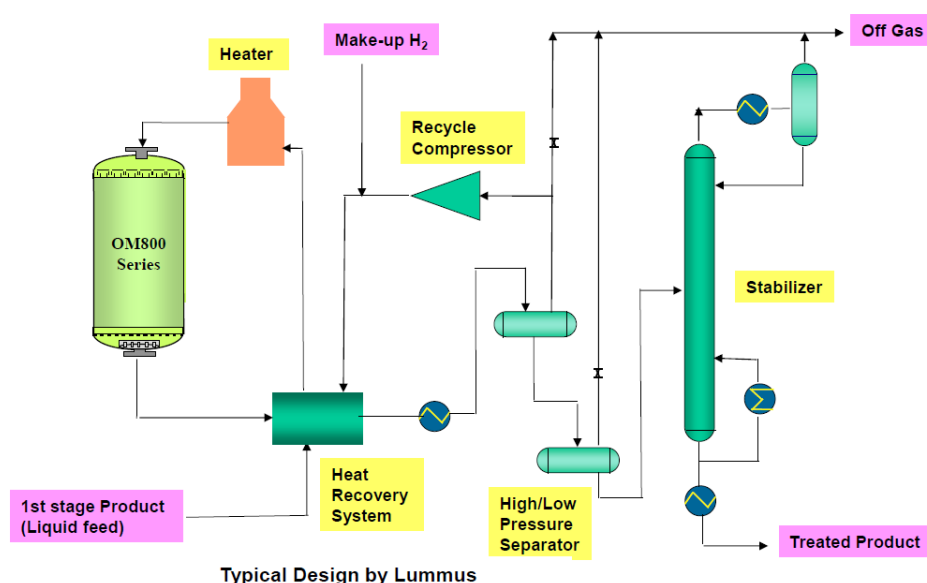
觸媒卸除

- 廢觸媒含有碳氫化合物、重金屬及其他不純物
- 卸除前需先經過再生程序
- 利用真空機移除比使用手孔將觸媒卸除對觸媒的傷害大，將導致觸媒喪失一定程度的活性座(Activity Site)

汽油加氫二級氫化反應器(OleMax 806/807)

觸媒介紹

Pygas 2nd stage Flow Diagram



功能:

將烯烴、殘餘二烯烴、苯乙烯化合物等完全氫化飽和，硫化物氫化脫硫

產品規範:

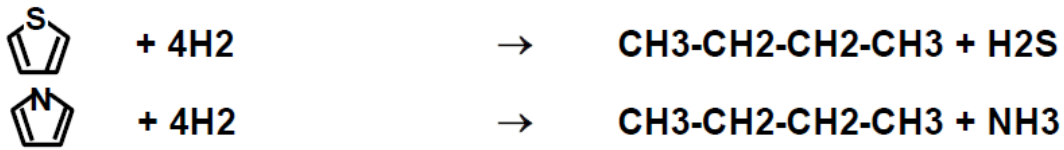
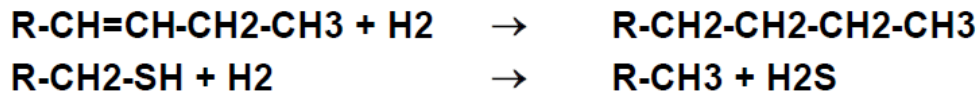
溴值: <math><0.1\sim 0.5\text{ gBr}_2/100\text{g}</math>

硫份: <math><0.5\sim 1\text{ ppmwt}</math>

OleMax 806&807 觸媒特性

	OPGH-II	OPGH-III
Type	CoMo	NiMo
Size (mm)	1.5 or 2.5	1.5 or 2.5
Shape	CDS Ext.	CDS Ext.
Bulk Density (kg/l)	0.60	0.60
Mainly for	Desulfurization	Olefin Hydrogenation

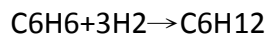
觸媒化學反應



由上方化學式可知將烯烴類與有機硫完全氫化飽和

不需要之化學反應

芳香烴之損失



硫化氫的存在可抑制此不需要之反應

觸媒對烯烴的吸附能力遠大於對芳香烴的吸附

觸媒對此反應的活性與選擇率是較低的

在操作末期芳香烴的損耗率低於 1.0 wt%

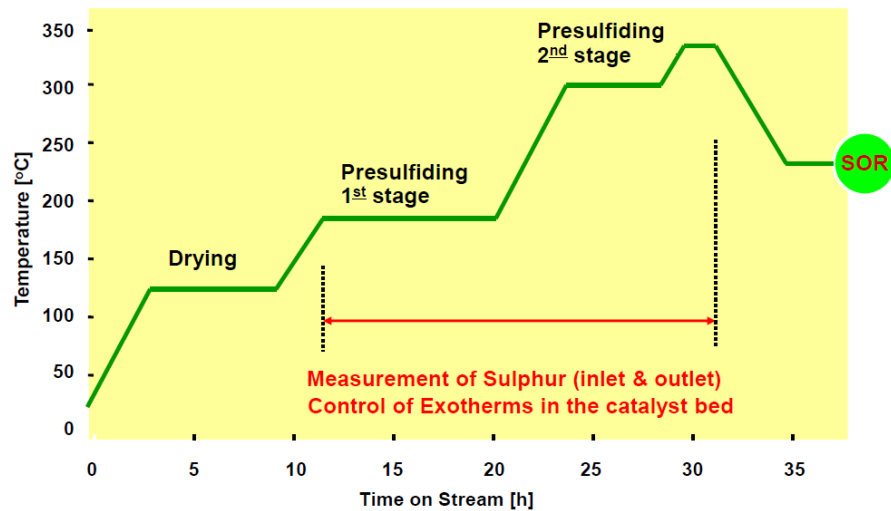
觸媒預硫化

目的:預硫化可使觸媒在起始階段有最高的活性

優點:較低的操作溫度、較好的轉化率與產率、更長的操作壽命與可使產品快速合格

預硫化過程

- 1.將反應器與系統吹驅乾淨
- 2.利用氮氣將煤床溫度提至 120~150°C，並將反應器乾燥至露點溫度-60°C，或更低。
- 3.繼續提溫至 150~170°C，建壓至 1.5~3.5MPa
- 4.導入含有氫氣之尾氣(200~500GHSV，含至少 25%之氫氣比例，烯烴<0.2%，氧濃度<100ppm)
- 5.建立含氫氣之尾氣氣體循環至 180°C
- 6.加入 DMDS(0.25mol%~0.5mol%至進料氣體中
- 7.視情況增加硫的添加量，但不使煤床溫度超過 230°C
- 8.當反應器出口流出物硫份達 0.3%時，將煤床溫度提至 300°C
- 9.在確認流出物之硫含量突穿後，持續添加硫化劑，並使進口溫度提至 340°C，同時確認流出物中硫份大於 0.3%，持續此條件一小時
- 10.硫化完成後，將煤床溫度降至 220~230°C



圖十三 預硫化流程圖

啟用程序

1. 確認反應器狀態
 - 1.1 觸媒已預硫化
 - 1.2 H₂ Rich 氣體包含硫份已在系統中循環
 - 1.3 循環氣體流率:接近設計值
 - 1.4 媒床溫度:230°C 反應器壓力:接近設計值
2. 導入氫氣
3. 導入製程進料並慢慢提高流率
4. 調整進口溫度來使產品慢慢合格 (反應器溫差與出口分析)

操作最適化

- 1.一般操作二級氫化反應器常見的問題有
 - 1.1 溴值過高
 - 1.2 硫份突穿
 - 1.3 BTX 的損失
 - 1.4 壓差升高
- 2.觸媒活性最適化的操作因子調整
 - 2.1 進口溫度(最大媒床溫度<325°C，視 BTX 損失率而定)
 - 2.2 循環氣體
- 3.其他影響觸媒表現的因子
 - 3.1 由上游來的雙烯值/苯乙烯含量(一級反應器未反應完全)

保持硫化狀態

- 1.有時進料中硫份較少，硫份將會自觸媒上脫附
- 2.一但硫份脫附後，在正常操作條件下將難已再次進行硫化程序
- 3.為了保持活性，進料中保持硫含量以維持硫化狀態是必須的

失控反應

- 若跳過硫化程序並僅用氫氣將觸媒還原後，就開入操作將會導致反應器失控。
- 當引入進料後，若反應器失控，媒床溫度將會高達 600°C。
- 溫度過高將會使觸媒進行燒結，而使觸媒再也無法使用。

觸媒再生

四步驟來將觸媒再生

1. 升溫並導入蒸汽
2. 氧化
3. 還原
4. 硫化

1. 升溫並導入蒸汽

- 1.1 將反應器提溫至 150°C
- 1.2 GHSV 達 150~300
- 1.3 利用蒸汽將媒床溫度升至 370~400°C
- 1.4 持續用蒸汽吹驅達六小時，將大部份的綠油移除

2. 氧化

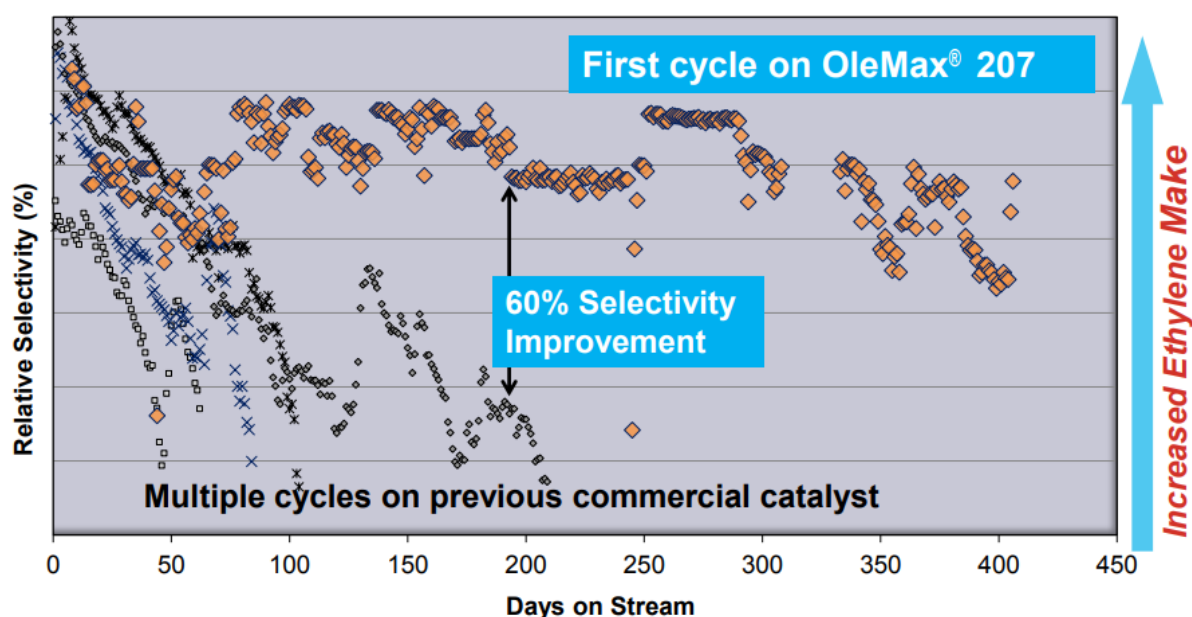
- 2.1 媒床溫度保持在 370~400°C
- 2.2 維持蒸汽流率
- 2.3 慢慢導入空氣
 - 2.3.1 每次提高空氣流率後監控媒溫度半小時
 - 2.3.2 媒床的加熱控制是氧化的關鍵
 - 2.3.3 慢慢提高空氣流率直到 0.5 mol %
 - 2.3.4 每 1%mol 的空氣提高後，預期將會提高 60°C
- 2.4 調整空氣流率使媒床溫度最適化
 - 2.4.1 每次增加 0.5% mol 的空氣，直到媒床溫度達 450°C
 - 2.4.2 若媒床溫度超過 460°C，減少空氣流量，若超過 485°C，則切斷空氣。
- 2.5 監控最適化反應
 - 2.5.1 若媒床氧化完全，媒床溫度將會慢慢下降
 - 2.5.2 出口二氧化碳濃度將會由 0.4%降至小於 0.1%
- 2.6 二次燃燒
 - 2.6.1 繼續提高空氣流率
 - 2.6.2 監控媒床溫度
 - 2.6.3 空氣流率達 100 GHSV
 - 2.6.4 當媒床溫度與進口溫度相同時氧化完成
- 2.7 氧化後須再次進行還原與硫化程序，與前述步驟相同

四、心得及建議

目前乙炔氫化觸媒為使用 Olemax 201，而 Olemax 207 與 201 之差異性如下：

1. 增加 20%以上選擇性
2. 更長之操作週期(約 30-32 個月，Olemax 201 約 6-10 個月)
3. 操作穩定性更佳
4. 更低之綠油產生量(減少一半)
5. 反應過程不需加入 CO

如下圖十四所示，Olemax 201 於操作約半年後選擇性已低於 20%，而 Olemax 207 仍能維持於約 60%之選擇性，而在操作一年之後仍能維持 50%以上之選擇性。



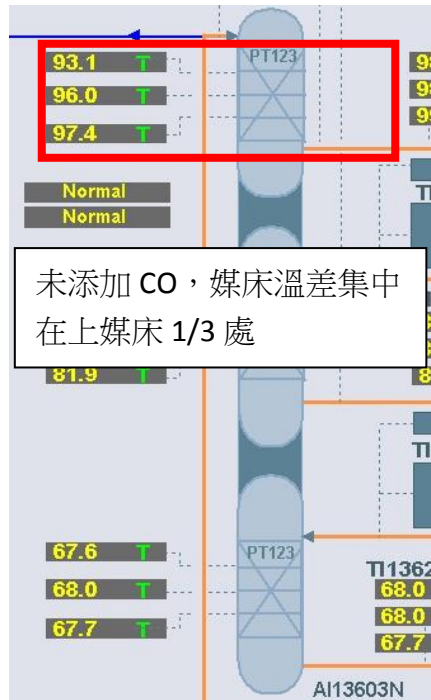
圖十四 Olemax 207 操作天數及選擇性圖

以年產 70 萬噸乙烯廠為例，假設反應器進口乙炔 1.2mol%，增加 20%選擇性時約可增加 3000 萬美元/年(以乙烯及乙烷價差 0.3 美元/磅為計算)，另因操作週期更長可減少反應器改換過程之風險及觸媒再生之次數。目前全世界改用新型之 Olemax 207 觸媒廠家已越來越多，截至目前為止已有 30 家乙烯廠使用，使用國家分布世界各地：如美國、加拿大、巴西、義大利、俄羅斯、沙烏地阿拉伯、韓國...等，未來如能改用新型觸媒相信能改善工場之操作、增加乙烯產能並降低能耗、減少反應器改換風險、減少觸媒再生次數，提升公司於乙烯產業之競爭力。

乙炔氫化反應器在尚未更換新型觸媒前操作有以下改善措施：(1).反應器添加 CO 以改善選擇性、(2).媒床出口新增分析氫氣殘餘量。

(1). 反應器添加 CO

目前反應器進口乙炔濃度之設計值度為 1.8mol%，而目前操作上反應器進口乙炔濃度約為 1.5-1.6mol%，因此觸媒之反應性過高如下圖所示，媒床之溫差集中在上面 1/3 媒床處，因此選擇性容易變差，添加 CO 後會抑制觸媒反應性，如下圖所示，添加 CO 後媒床溫差產生，因此選擇性較佳。但添加 CO 後因觸媒活性遭抑制，反應器之進口溫度需提高 5-10°C 以避免出口乙炔突穿。



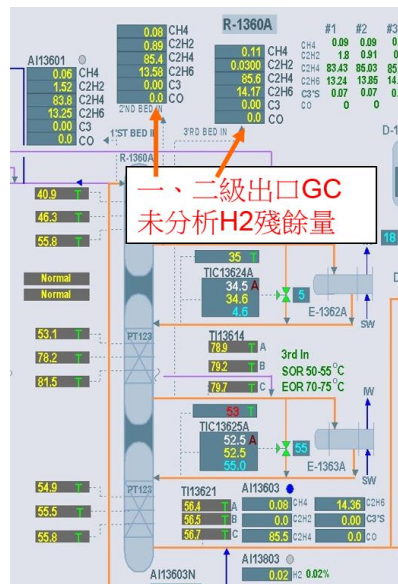
圖十五 反應器未加 CO 之媒床溫度分布



圖十六 反應器加 CO 後之媒床溫度分布

(2).煤床出口新增分析氫氣殘餘量

目前反應器一、二級出口未分析氫氣殘餘量，導致目前反應器氫炔比失真，如下圖所示，目前根據分析報告一級出口仍能維持 1.08 之氫炔比，因此要維持二級進口氫炔比為 1.10 只需少量添加氫氣，但目前因未考慮出口殘餘氫氣導致二級及三級氫氣過量(即又外加氫氣至氫炔比為 1.10)，因此目前反應器因加氫過度衰退相當快，平均約三至四個月需改換反應器，已與電子課討論將反應器出口新增分析氫氣殘餘量以供二、三級判斷所需之氫氣量。



圖十七 反應器 GC 分析圖

台灣中油股份有限公司 石化事業部 林園石化廠
8V020 新三輕組低溫工場 化驗報告 (第1頁)

登錄日期	20180725
班別	1000
取樣點	1362
取樣點狀態	已完成
H2	mol% 0.6900
C1	mol% 0.1192
C2	mol% 14.4198
C2=	mol% 84.0758
C2≠	mol% 0.6356
C3	mol% 0.0000
C3=	mol% 0.0099
C3≠	mol% 0.0000
IC4	mol% 0.0000
NC4	mol% 0.0000
C4=1	mol% 0.0298
IC4=1	mol% 0.0000
Trans C4=2	mol% 0.0099
Cis C4=2	mol% 0.0099
MA	mol% 0.0000
C4=1.3	mol% 0.0000
IC5	mol% 0.0000
NC5	mol% 0.0000
C6S	mol% 0.0000

☆ 表該分析數值超出品管規範

H2/乙炔比
0.69/0.6356=1.08 > 1

一級出口H2殘餘量仍能維持氫炔比>1，二級氫氣只需補充少量即可

圖十八 反應器一級出口化驗分析報告

經由本次出國與日本技師討論過後，對於反應器之操作有更深一層之瞭解，相信下次反應器改換後將操作參數調整(添加 CO、氫氣量減少...等)，應可改善反應器衰退過快之問題，將反應週期拉長減少反應器改換頻率。