

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別:考察)

林園石化廠

第一轉烷化工場 Packinox 熱交換器 第二變電所高壓氣體絕緣開關設備 製程參訪與出廠會驗

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：許偉仁一般工程師

陳俊良電機工程師

出國地點：巴黎、法蘭克福

出國期間：97年11月17日至97年11月26日

報告日期：98年2月20日

摘要：林園石化廠為中油公司石化原料主要生產工廠，廠內製程工場、公用、輸儲系統完善；但是科技日新月異，新的製程或產品不斷推陳出新，老舊工場不是全面翻新，或是以較少之資本做工場局部更新以求取產品於市場之可競爭性；本次編列預算考察巴黎 Alfa Laval 之專利換熱器 Packinox 與法蘭克福 SIEMENS 勘驗 GIS(Gas Insulated Switchgear)，前者為第一轉烷化去瓶頸之特殊先進換熱設備，後者為公用系統採用新前導設計之 GIS 產品，兩者性能雖有不同，但共通性均為產品功能較舊設計大幅增加，且所佔用面積反而大幅減少。參訪先進科技之意義除對承辦之工作有具體了解外，對未來工作也增加先進之概念。

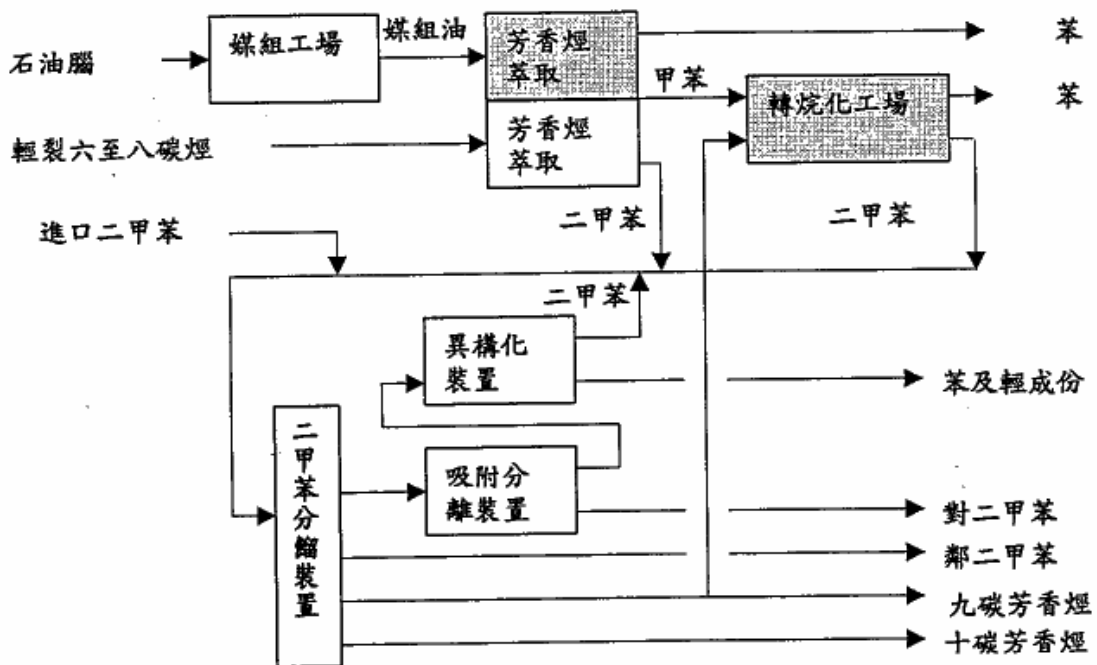
目次

壹、 目的 -----	3
貳、 過程 -----	10
參、 心得與建議 -----	19

壹、目的

一、Alfa Laval 公司之專利產品 Packinox 部分

中油公司（以下稱本公司）編列 U9501 預算是為執行石化事業部林園石化廠中第三芳香烴與第一轉烷化兩座工場之去瓶頸工程（圖一），第一轉烷化之去瓶頸重點，在以新進技術的固定煤床取代老舊的活動煤床，可以大幅度提升觸媒轉化效能，日煉量由原先的 4700 桶提升到 8500 桶，其流程示意圖見圖一。



圖一：中油公司三芳一轉流程示意圖

上述流程在製程上所需增設的重要設備，除三部壓縮機、一座反應器外，另外一座熱交換器（編號 4401C），它的兩側設計壓力分別是 33.1 與 38.4 kg/cm²，溫度分別是 538°C 與 488°C；因為遷就於狹窄的工場空間，此換熱器必須體積小、換熱效能好，如此有助於現場的平面佈置，此為向有 20 多年製造經驗的 Alfa Laval 公司採購其專利製品 Packinox 設備之緣起。

二、德國 SIEMENS 公司法蘭克福原廠_氣體絕緣開關設備

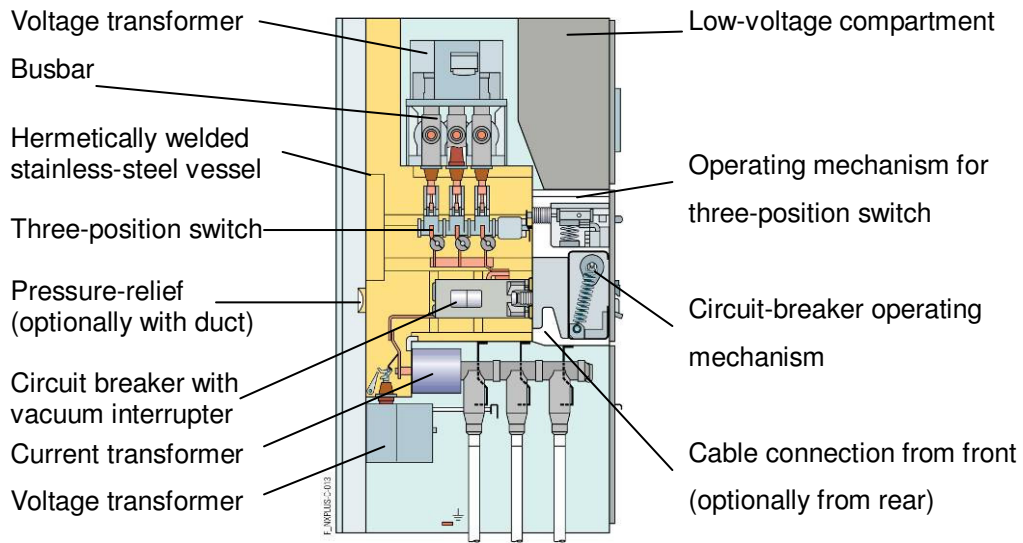
(一)本公司石化事業部「三輕更新投資計畫」公用系統之配電工程部分，其中第二變電所四套 12kV 負載中心採用『六氟化硫(SF6)氣體絕緣開關設備 (Gas Insulated Switchgear，以下簡稱 G.I.S)』，由 SIEMENS 公司承製，故赴德國法蘭克福原廠參與設備出廠檢驗之見證，以確保設備品質。

(二)SIEMENS 公司為全球機電產業之領導廠家，赴該公司德國原廠參與見證，吸取其電力系統相關設備之規劃、設計、製造之經驗與理念，提昇爾後之招標及規劃、設計、監造、檢測的能力。

(三)六氟化硫(SF6)氣體絕緣開關設備 (Gas Insulated Switchgear)簡介，以及與傳統 AIS 盤之差異比較：



圖二：SIEMENS NXPLUS-C (TYPE 630A)實體外觀圖



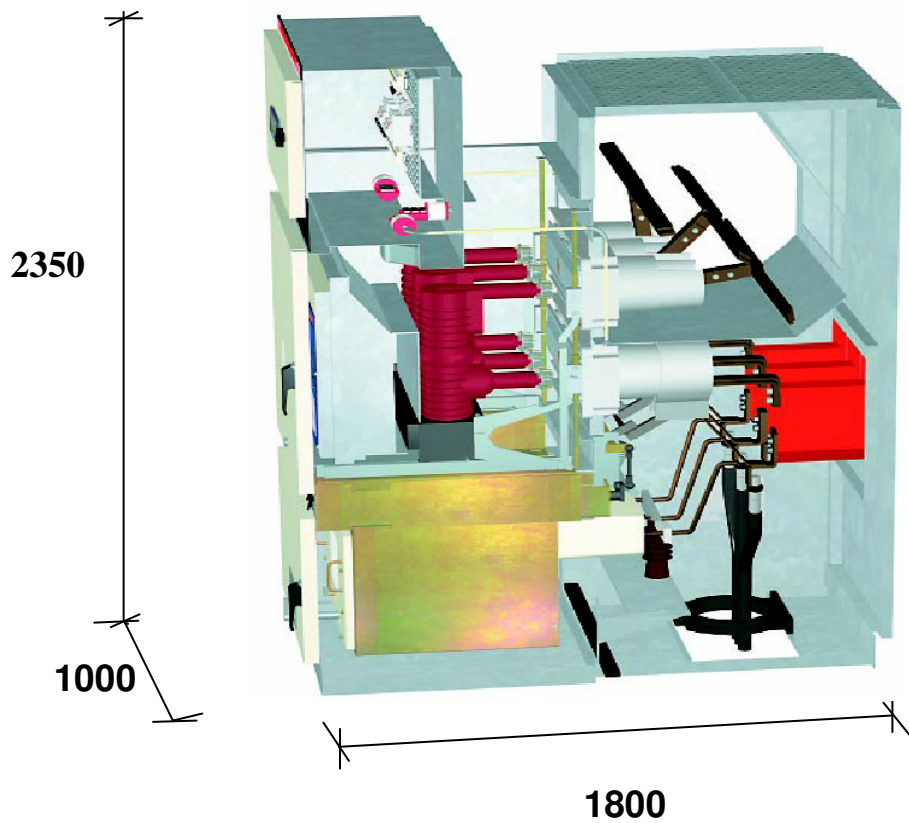
圖三：SIEMENS NXPLUS-C 構造示意圖

本公司「三輕更新投資計畫」之公用系統，興建 69/12kV 第二變電所，包含第 12、第 8、第 13-1、第 13-2 等共計 4 套 12kV 負載中心 GIS(SF6 氣體絕緣高壓開關)，以供應將來新三輕(六輕)及其附屬工廠之動力電源，其捨棄傳統配電盤採用 GIS 盤之考量主要因素如下：

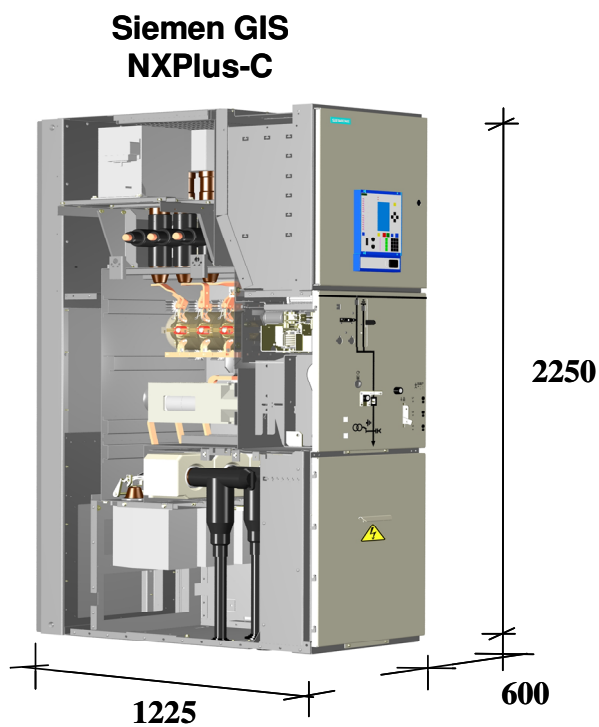
(1) 體積空間縮小：

自本公司推動「三輕更新投資計畫」以來屢遭各方阻礙，環評無法順利通過、用地取得困難、地方反彈聲浪，諸多問題導致窒礙難行。為克服用地取得的問題，改以廠內就地更新的方式來解決，但亦衍生出腹地狹小之困擾，縮減了可運用的空間，故空間需求相對於傳統 AIS 較小的 GIS 盤較適用於本變電所。

以下為其相關分析說明：

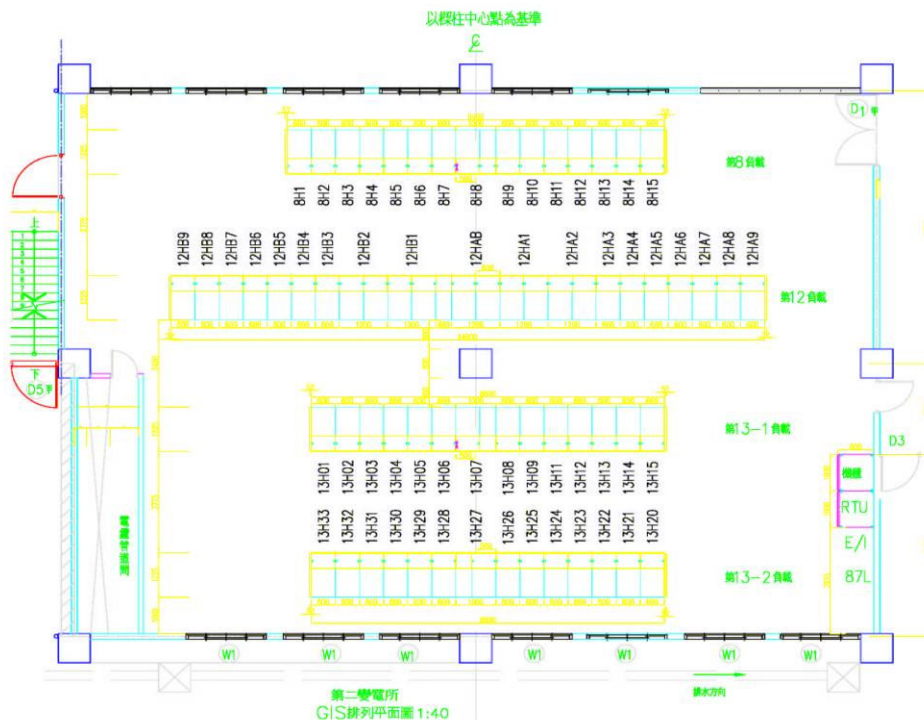


圖四：傳統 AIS 盤，尺寸 1800x1000 x 2350 (mm)

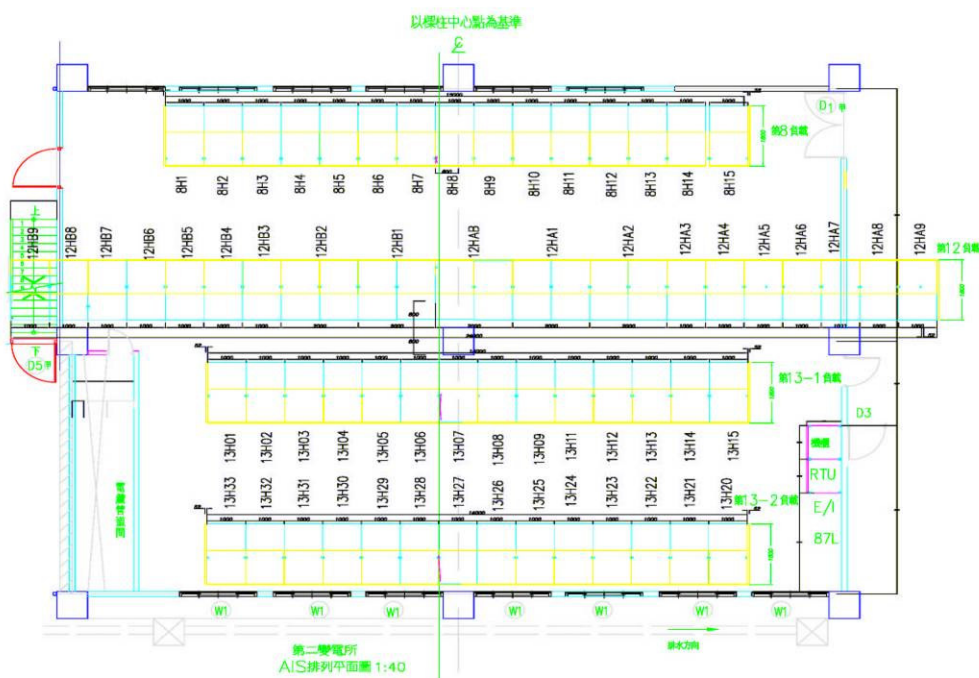


圖五：SIEMEN NXPLUS-C GIS 盤(Feeder)，尺寸 1225x600x2250(mm)

以上兩種規格之盤體個體差異並不大，但數量較多時，則有明顯之差異，以下圖六與圖七為第二變電所 1F 高壓電氣室使用 GIS 與 AIS 盤之比較(比例 1/40)，由 2 圖之比較可以發現，使用傳統 AIS 盤所需之空間大於現有之電氣室空間。但若使用 GIS 盤，除了足夠容納外，並能預留將來擴充之空間。



圖六：本案 K3897A004 使用 GIS 配合第二變電所之空間配置圖



圖七：使用傳統 AIS 於第二變電所之空間配置圖

(2) 安裝速度較快、維護週期較長：

該產品因無活電外露部分，故可減少維護之週期與頻率，僅需於 5~8 年進行例行檢查，加以現場安裝施工之速度快，於今日人力不足情形，能提供有效之助益。

(3) 無活電外露部分：

用電首重安全，GIS 所有通導電之部分皆位於 SF6 的容具內，並加以密封，故操作人員無法直接接觸帶電部分，能有效確保人員安全。

(4) 節省熱能損耗：

使用 GIS 之節能考量：

GIS/ NXPLUS-C		AIS/8BK20		Effect
Rating Amp.	Heat Loss	Rating Amp.	Heat Loss	efficient of AIS than GIS
I=630A	P=160W	I=630A	P=160W	-47%
I=1000A	P=400W	I=1000A	P=700W	-43%
I=1250A	P=600W	I=1250A	P=1000W	-40%
I=2000A	P=1100W	I=2000A	P=250W	-56%
I=2500A	P=1300W	I=2500A	P=4000W	-68%

(註：紅粗色字體部份表本案使用規格)

表一：同規格額定之 GIS 盤與傳統 AIS 盤熱散失比較表

Typical	Rated Current	Q'ty	GIS 熱散失	AIS 熱散失	efficient of AIS than GIS
Incoming	2500A	2	2600W	8000W	-68%
Tie Bus	2500A	1	1300W	4000W	-68%
Feeder	2000A	2	2200W	5000W	-56%
Feeder	1000A	48	19200W	33600W	-43%
Incoming	1250A	6	3600W	6000W	-40%
Tie Bus	1250A	3	1800W	3000W	-40%
Sub-Total		62	30700W	59600W	-48%

表二：本案規劃 GIS 與傳統 AIS 節能預估分析表

GIS：氣體絕緣開關設備(Gas Insulated Switchgear)

AIS：空氣絕緣開關設備(Air Insulated Switchgear)

項目		GIS	AIS
電壓等級	69kV 以上	有,GIS	無
	22.8~36kV	有,GIS	有
	3.3kV~17.5kV	有,CGIS	有
短路容量	69kV 以上		
	22.8~36kV		
	3.3~17.5kV		
斷路器	22.8~36kV	VCB	VCB or GCB
	3.3~17.5kV	VCB	VCB or GCB
優點		<ul style="list-style-type: none"> 1)空間需求較小。 2)5~8 年免維護。 3)現場安裝速度快。 4)安全、無活電部份外露。 5)可加裝 VD(Voltage detector)。 6)電纜頭為預鑄式。 	<ul style="list-style-type: none"> 1)斷路器可抽出。 2)生產廠家多。
缺點		<ul style="list-style-type: none"> 1)費用為傳統 AIS 之 2~2.5 倍。 2)生產 31.5KA 之廠家約 3~4 家，家數少、寡佔。 3)場地需求較嚴格，下方出線者最好有電纜室(夾層)。 4)固定式斷路器，無法抽出，僅用三段式 DS+ES 隔離。 5)電纜回路較缺乏彈性。 6)擴充增設或售後服務只能找原廠家。近來廠商購併速度快。 	
設備規範		有，但尚未標準化	有，但尚未標準化

表三：GIS 與 AIS 開關設備比較表

貳、過 程

日 期	天 數	到 達 地 點	詳細工作內容
97.11.17	1	巴黎	去程
97.11.18~22	5	巴黎	與專利製程廠家 ALFALAVAL 公司討論製程、規劃等工程聯繫事宜
97.11.23 ~25	3	法蘭克福	至 SIEMENS 公司參與產品測試、維修、參訪生產線等工程聯繫事宜
96.11.26	1	高雄	回程

參訪紀實

一、法國巴黎_Alfa Laval 公司

Alfa Laval 總公司在巴黎，製造工廠在 Chalon，從巴黎里昂車站搭 TGV 加接駁約有 2 小時的車程。

Alfa Laval Packinox 開始於觸媒重組的熱交換，產品的效能很快就獲得工業標準上之認可，並持續成長，用戶也擴展到加氫處理製程與石化二甲苯的使用，全球業績超過 300 座，中油公司近年也曾採購兩座，分別使用在大林廠、林園廠；80 年代 Alfa Laval Packinox 就已經在製作上，有了重大突破，成功的結合在高溫、高壓下的殼管式換熱器，卻有著熱流效益的平板技術，且在一個密集的大容量設計。因為 Alfa Laval Packinox 換熱器可承受極高溫和高壓，故可以適合各類不同的工作領域，本案 4401E 之殼管側之間就有此運用；觸媒重組的 Alfa Laval Packinox 大型的銲接板式換熱器，提供了優良的效率和殼管的高溫、高壓阻力，此外緊密的設計能取代數座殼管式換熱器，藉由減少安裝費用和

壓力降的損失，圖八及圖九均為實例之比較說明。



圖八：橢圓形圈內之板式換熱器可取代左列六座傳統式換熱器

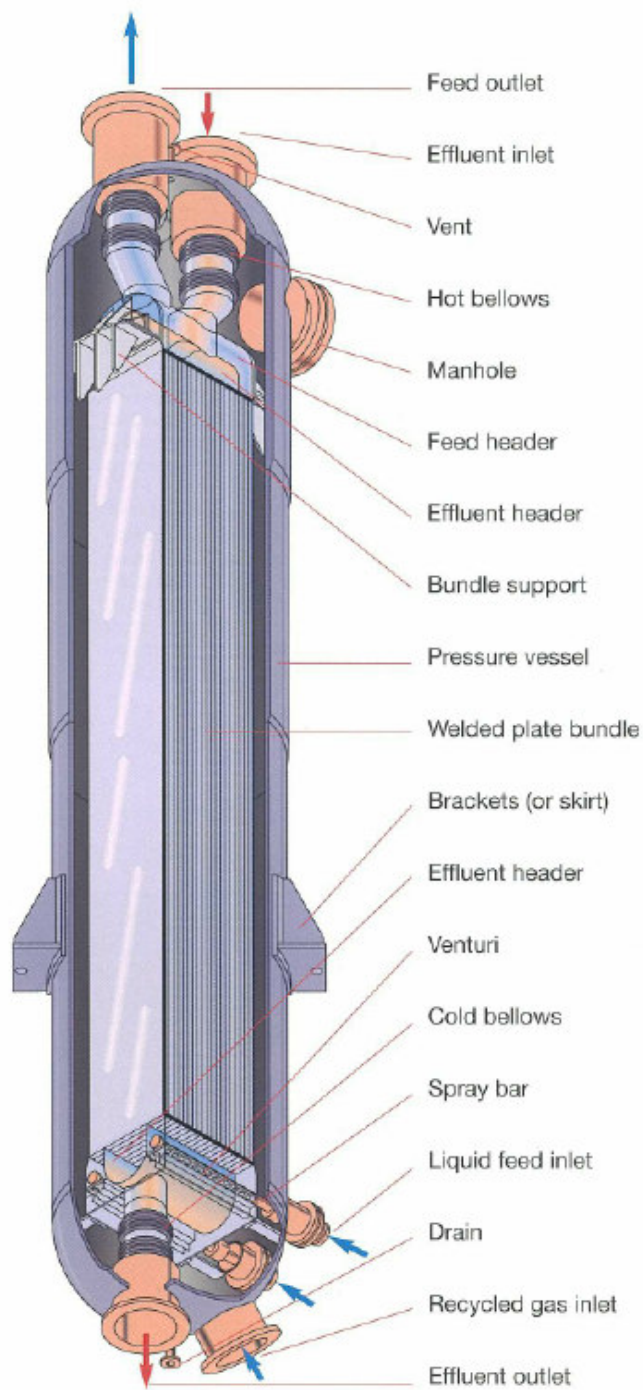
Alfa Laval Packinox 換熱器改善了整體的經濟效益，已擔任對於已存在的工場去瓶頸設備翻新提供較低的成本，同時也有高流量和低壓力降特性，爲了獲得高生產量和高品質產品，對於既存的設備如壓縮機、加熱爐不需做其他的改變。



圖九：右圖中之板式換熱器可取代左圖傳統換熱器

Alfa Laval Packinox 板式換熱器，由熱交換的板束組裝在壓力容器內，並裝有分佈器所組成，圖十為期一般外型圖，其逆流熱交換發生在內部板束，熱流體由熱交換器的頂部進入而向下流動被冷卻，冷流體由熱交換器的底部進入而向上流動被加熱；板束被設計達成熱傳與流力性能的最佳化，基本組成是長的皺折薄板，並提供高的熱傳、流力效率，即高熱傳率、高擾流和低壓力降，奇妙的是長的皺折板是在水下爆炸成形，此法不僅提供光滑的皺折板表面，可降低積垢並且確保在成形後，在板中沒有殘留應力產生降低應力腐蝕破壞的敏感性；板子形成堆疊然後，沿著邊線銲接，提供一個密封的、剛性的皺折的板束；皺折板的鋸齒形圖樣，可提供數以萬計的點對點接觸，可消除流體流動時板子產生的振動；每一片板子的鋸齒形圖樣，是在板子上下方的相對方向，可增加流體的擾流

與分佈；特殊的板束進出口設計，提供了均勻的流動分佈，且遍及整體槽道而通過整個板束，流動分佈意味著整個板束的溫度分佈，如此可消除由於不佳的分佈而導致不均勻的熱應力；板束的材料為 SS321 或 SS304，而其他的元件如板集箱（header）、板束支撐和其他的內部元件，也是 SS321 或 SS304；板束被壓力容器包在內部，壓力容器則被循環氣體加壓，使流體在高壓之下，而壓力容器內部沒有製程流體循環，壓力容器被單獨使用來承載操作壓力和保護板束，為了操作上的安全，壓力容器使用銲接建造。壓力容器被設計承載操作（設計）壓力和大氣壓力之間的壓力差，加上真空設計溫度的全真空；冷端進料循環氣體和輕油兩到液流所組成，循環氣體直接進入容器底部，藉由文氏管型的板束入口，在此它流入板束底部，液態輕油藉由分佈管被直接注入板束，確保在板束內的分佈能均勻混合；分佈管液態輕油注入系統的優勢，是被全球的煉油廠所證實，分佈管液態輕油注入系統可確保兩相均勻的進料，即使低的氣體流率在板束。



Alfa Laval Packinox heat exchanger ©

圖十：Packinox 外觀圖示

Packinox 被煉油石化業廣泛使用當然在於其高性能，參觀其製造工場期間，所有攝影均被拒絕，顯然 Alfa Laval 公司有長期擁抱此金雞母之期待。

二、德國法蘭克福_SIEMENS 公司

SIEMENS 公司法蘭克福工廠位於市郊的工廠區，距離市中心的車程約 30 分鐘，該廠區為 SIEMENS 全球唯一製造 24kV 電壓等級以下之 GIS 專門廠。抵達後先至會議室聽取簡報，介紹該公司之 GIS 相關設備與本廠之歷史與運作現況後，接著就到工廠區參觀 GIS 設備製造廠的生產流程。



諾大的廠房中明亮整潔，各式零組件皆有專屬之生產區，完成後儲放於規劃好的儲藏櫃中，更許多機具如堆高車、載運車等忙碌的穿梭其中，雖然人車並行，但因動線規劃良好，加以 5S 相當落實，故不覺其危險，反增其效率。



其中生產設備大部分採用自動化的生產線，例如：裝填 SF₆ 容具的密封焊接以雷射銲接機自動定位焊接，務使洩漏率降低至近乎 0。金屬外殼箱體的製造以電腦控制之自動切割機，只見機械臂佐以鑽石切割刀，龐大的金屬素板在機台上迅速的移動、裁切、成型，有如之前所服務過的面板廠的高科技機台，以往費時費工的部分，能以最精確、最省時、有效率的方式完成。



此外，該廠生產 GIS 設備中每一項零配件，舉凡絕緣礙子、操作單元、真空斷路器等完成後，皆須要以其專用之檢驗設備逐一檢查，確認符合標準後，檢驗人員才能予以貼紙標註合格並且簽名，方能配送至下一製程中組裝。而後續製程中使用零件之組裝人員，亦需在使用前，必須再次確認其是否有合格標註，確保此一零配件之品質無虞。



最後組裝完成後，將設備移至成品測試區進行出廠前的自主檢查，本公司的 4 套 GIS 設備亦擺放於此待驗，在我們參訪之前，該廠皆已先行完成本案 62 盤 GIS 設備例行的自主檢查。

翌日執行本案 GIS 設備會驗，檢查之測試項目如下：

一、**Power frequency voltage test(設備額定之頻率、電壓測試)：**

- a. 39 kV, 50/60 Hz, 1 min. across the isolating distance of the CB. Voltage applied to the busbars, disconnectors in closed positions, circuit breaker open, cable connection point and frame earthed.
- b. 39 kV, 50/60 Hz, 1 min. across the isolating distance of the 3-pos.-switch. Voltage applied to the busbars, disconnectors in open positions, circuit breaker closed, cable connection point and frame earthed.

- c. 35 kV, 50/60 Hz, 1 min. between phase and earth, voltage applied to the busbars, all circuit breakers and disconnectors closed, frame earthed cable termination point free.

二、Design and visual checks(設計與外觀檢察):

- a. Designation of cubicles and equipment, rating plates
- b. Completeness of equipment
- c. Surface treatment, painting

三、Partial discharge test(部分放電試驗)

- a. At 1.1 Um less than 20 pc
- b. At 1.1 Um / $\sqrt{3}$ less than 5 pc

四、Mechanical operation test(機械操作試驗)

- a. 5 mechanical ON / OFF operations of isolators, earthing switch and circuit breaker
- b. Demonstration of mechanical interlocks
- c. Bbetween circuit breaker, isolators and earthing switch

五、Test of auxiliary electrical devices, Verification of correct wiring

(電氣連鎖與綜合測試，確認結線正確)

- a. Electrical interlockings tested, if applicable at resp. voltages.
 - 5 ON / OFF operationsat 110 % UN
 - 5 ON / OFF operationsat 100 % UN
 - 5 ON / OFF operationsat 85 % UN for motor operated drive.
 - 5 ON / OFF operationsat 70 % UN for CB drive.
- b. Verification of correct wiring is checked by functional test
- c. demonstrating CB / isolator's operation

參、心得及建議

1. 到 Alfa Laval 公司在 Chalon 的製造工場，遠遠的就看到工廠大門前升起的中華民國國旗，法國公司似乎很在乎這樣的禮儀或「貿易外交」，賺你錢之前把你捧一下，這樣的成本實在便宜；進了工廠大門到了會客室，又看到我們的名字秀在電視銀幕上，讓人感到很窩心，這樣的小動作為雙方建立了一個愉快的開始，這是 Alfa Laval 公司值得讚揚的小撇步。



2. 第一轉烷化工場去瓶頸工程中採用 Alfa Laval 之專利產品 Packinox 面臨到一個難題，就是 2007~8 的全球原物料價格風暴造成一轉 EPC 工程標案已經兩次流標，雖然經過努力在第三次決了標，但是與 Alfa Laval Packinox 議價採購包就「必須」成功，造成對方雙方地位的不平等，本公司採購處的辛苦議價是可想而知的。
3. 公司的出差費已經不算少，但是在高消費的觀光勝地巴黎也得省著點用，經由巴黎友人的介紹，我們在“Republique”也找到熱情、乾淨、便宜、安全、交通便利（5 條地鐵）但不豪華，由台灣移民開設的旅館，住的雖然很陽春但省了不少鈔票。
4. 在法蘭克福也找到大陸人開的類似旅館；進出法蘭克福的車站有一特殊景象，就是只看到自動售票機，但是看不到任何的驗票系統或管理人員，原來全德國的車站都是如此，完全相信乘車人都是守法的，會按規定購票乘車。在德國的三天我們都很陶醉在這樣被信任的國度。
5. 在巴黎與法蘭克福參觀的兩個工廠以本公司標準來說都必需戴安全帽，可是他們在工安上都無此要求，他們的解釋是他們只在「特殊」的環境才戴，所以安全防護固然保護了工作人員的安全，但也拘束了工作人員的活動性，安全帽是否任何場所都必須攜帶，在 SIEMENS(西門子)與 Alfa Laval 就未必。
6. 德國 SIEMENS 公司為全球機電產業之領導廠家，不論是在控制系統、大眾運輸、重電產業皆佔重要地位，尤其輸配電產品更泛見於我國電廠、北高捷運、高鐵等重大工程，本次實際參訪其德國製造工廠，獲知整齊劃一的生產流程、層層把關的檢查機制、零配組件的品質確保，是其製造出品質良好的產品之關鍵，尤其是一絲不苟與注重細節的精神，就是其獨占領導地位的樞紐。
7. SIEMENS 在每個部門都會以類似「公告」方式標示該部門負責人到職日期及該部門前一年業績，至少參訪的人對該部份可以快速有個初步了解。