

行政院及所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

(裝
釘
線
)

工場高階程序控制技術考察或
參加 OSI 年會

服務機關：中國石油股份有限公司石化事業部
出國人職稱：資訊組工程師
姓名：袁煥屏

出國地點：美國
出國期間：90.06.10 90.06.22
報告日期：90.08.22

製表者：袁煥屏

出國人員報告用紙

報告內容：
壹、前言
貳、工作紀要
一、PCS Olefin-I 工場高階控制
（一）經濟效益及技術目標
（二）專案團隊組成
（三）工場製程簡介
（四）專案技術的來源
（五）、專案工作範圍
（六）專案工程進度
（七）系統簡述
（八）Profit Controller Design
（九）Profit Optimizer 設計和試車
（十）、結果與效益
（十一）驗收測試（Acceptance Test）
（十二）整體經濟效益（Overall Benefits）
二、PCS Olefin-II 工場高階控制
（一）Olefin-II 工場簡介
（二）Olefin-I/ Olefin-II APC/RT-OPT 專案計劃比較
（三）Olefin-II APC/RT-OPT 專案效益分析
參、結論（心得與建議）

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

壹、前言

中油公司石化事業部林園石化廠各生產工場近十於年來，在資訊組程控部分同仁努力下，已逐步將原傳統電子式儀控設備，更新成數位式微電腦自動化控制系統，採用分散式控制系統（DCS）操作，目前的使用層次均處於基本控制的應用，為了適應台塑六輕投入市場的壓力，及未來進入 WTO 後，油品開放進口及貿易自由化的生態變化，必須降低生產成本，提昇產品競爭力，因此應該在 DCS 的既有架構上，再引進工場高階控制技術，如此可在現有基礎上，再投資少量經費，獲取大量利潤，並培育公司專業技術人力。

依據已執行成功高階控制之文獻資料顯示：隨工場製程不同，一般採用高階控制技術可節省約 2%~6% 之操作費用，降低約 15% 製造成本，增加 1% 之總收入，其投資回收年限約在二年內，故投資效益極大；而此次前往美國參加 "Honeywell User's Group Conference" 旨在瞭解世界各大油公司使用先進高階控制技術之經驗，作為未來引進此技術之參考，並培育林園石化廠推動、規劃及執行高階控制之能力，避免未來投資不必要之浪費，確實引進適合工場使用之技術，以提昇競爭力，為公司永續經營盡一份心力。

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

貳、工作紀要
2001 年 Honeywell User's Group Conference 於 6/10~6/14 在美國亞利桑那州 (Arizona) 首府鳳凰城 (Phoenix) Biltmore Resort 舉行五天, 參加人員大部份來自北美洲的美國、加拿大及其他地區如: 巴西、委內瑞拉、波多黎各、秘魯、芬蘭、蘇格蘭、澳洲、南非、沙烏地阿拉伯、韓國、新加坡、台灣等國各大油公司、石化產品公司及造紙、鋼鐵公司上千人, 堪稱年度盛會(Odyssey), 年會內容分兩大部份: 廣告部份為介紹 Honeywell 新開發產品、主要產品發展趨勢、支援服務情形; 用戶部份則由各領域 User, 提供使用 Honeywell 產品成功的經驗及心得, 供與會人員分享。
大會進行方式, 有關 Honeywell 系統、軟體、Support Service 及發展趨勢的介紹, 均在 Pavilion 大會堂(可容納千餘人) 舉行, 有關 User 經驗、心得的介紹, 則分石化品 (Hydrocarbon) 紙業 (Pulp & Paper)、油氣 (Oil & Gas) 工業能源 (Power Generation & Industrial Energy)、特殊化學品 (Special Chemicals) 等行業及小型系統 (Small System), 高階控制及最適化 (Advanced Control & Optimization) 批式製程 (Batch)、造紙製程 (Paper Control) 及商業 e 化 (e-Business) 等應用同時分組並行進行, 因此僅能選擇性參與 Advanced Control & Optimization、Hydrocarbon 及 Oil & Gas 等 topic 之研討。
而此行最大目的在了解其他 Users, 執行高階控制及最適化計劃成功的案例及因素, 其中討論高階控制應用的文章有南非石油公司 (Sasol) 由煤炭汽化生產石油 (oil from coal) 的製程、日本 KOA

本作業紀錄保存年限: 2 年。

表單核定日: 90.06.13

5B0-HRD-06-15

Oil 公司 Delayed Coker 製程、新加坡 PCS 石化公司的 Olefin Unit (輕油裂解製程) 以及加拿大 Syncrude 公司的氫氣製程、美國寶鹼 (P & G) 公司的 Batch 製程, 由於與本公司業務息息相關的製程為輕油裂解, 因此以下報告集中於輕油裂解工場製程高階控制及最適化之應用。
一、PCS Olefin-I 工場高階控制
Petrochemical Corporation of Singapore(PCS)公司於新加坡 Jurong 島先後興建兩座輕油裂解工場: Olefin-I 和 Olefin-II, Olefin-I 工場於 1984 年完成試車, 年產乙烯 30 萬噸, 在進行高階控制計劃前, 已逐年投資設備改善操作, 使乙烯年產量增加 50%, 而 1999 年預期進行 APC and Dynamic Optimization Project 可進一步提升 4% olefin 產量。
(一) 經濟效益及技術目標
執行 PCS Olefin-I APC Project 預期經濟效益為增加乙烯加丙烯產量 4%。
技術目標則在執行 APC 計劃後, 於下列的單元限制 操作困難、經濟問題上可 Identifying measurable Improvements, 以作為 Project 成功與否的依據。
<ul style="list-style-type: none"> ● Cracking furnace optimization ● Cracking gas compressor limitation ● Ethylene and propylene refrigerant limitation ● Ethylene and propylene fractionator capacity limitation

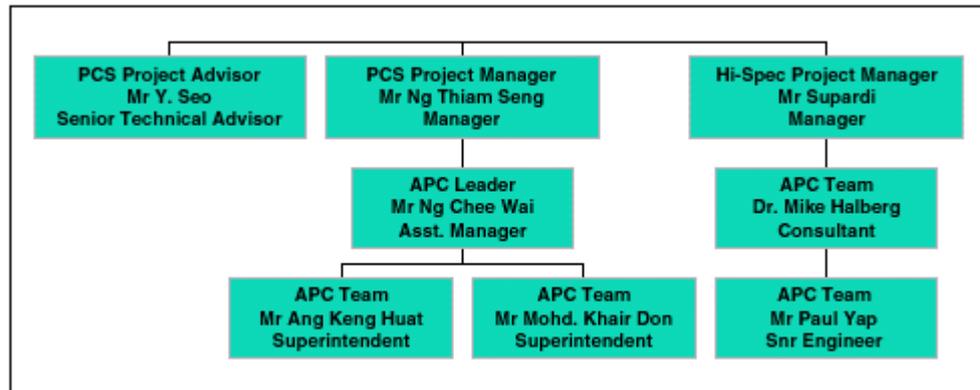
本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

(二) 專案團隊組成

要想成功的應用 APC 技術，業主與廠商必須了解，雙方需要深入參與及投入，業主 PCS 選擇專屬培訓其內部資源以因應未來能 support the system；專案組織架構如下：



結果業主 (PCS) 廠商 (Honeywell Hi-Spec) 在充分協調合作下，雙方彼此都從對方獲的寶貴的經驗：Hi-Spec 將專案方法 (Methodology) 及執行專案及未來維護 APC& Optimizer 系統之基礎技術移轉給業主 (PCS 人員)；相對的，Hi-Spec 人員則由 PCS 獲得其特殊操作單元，有價值的製程知識 (Knowledge) 及操作經驗。

出國人員報告用紙

(三) 工場製程簡介

PCS Olefin-1 工場流程 Overview 及相關操作單元均顯示在 Fig.1-1 Process overview，烯烴工場有一些唯一的特性，在最適化模組設計時，必須特別注意：

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

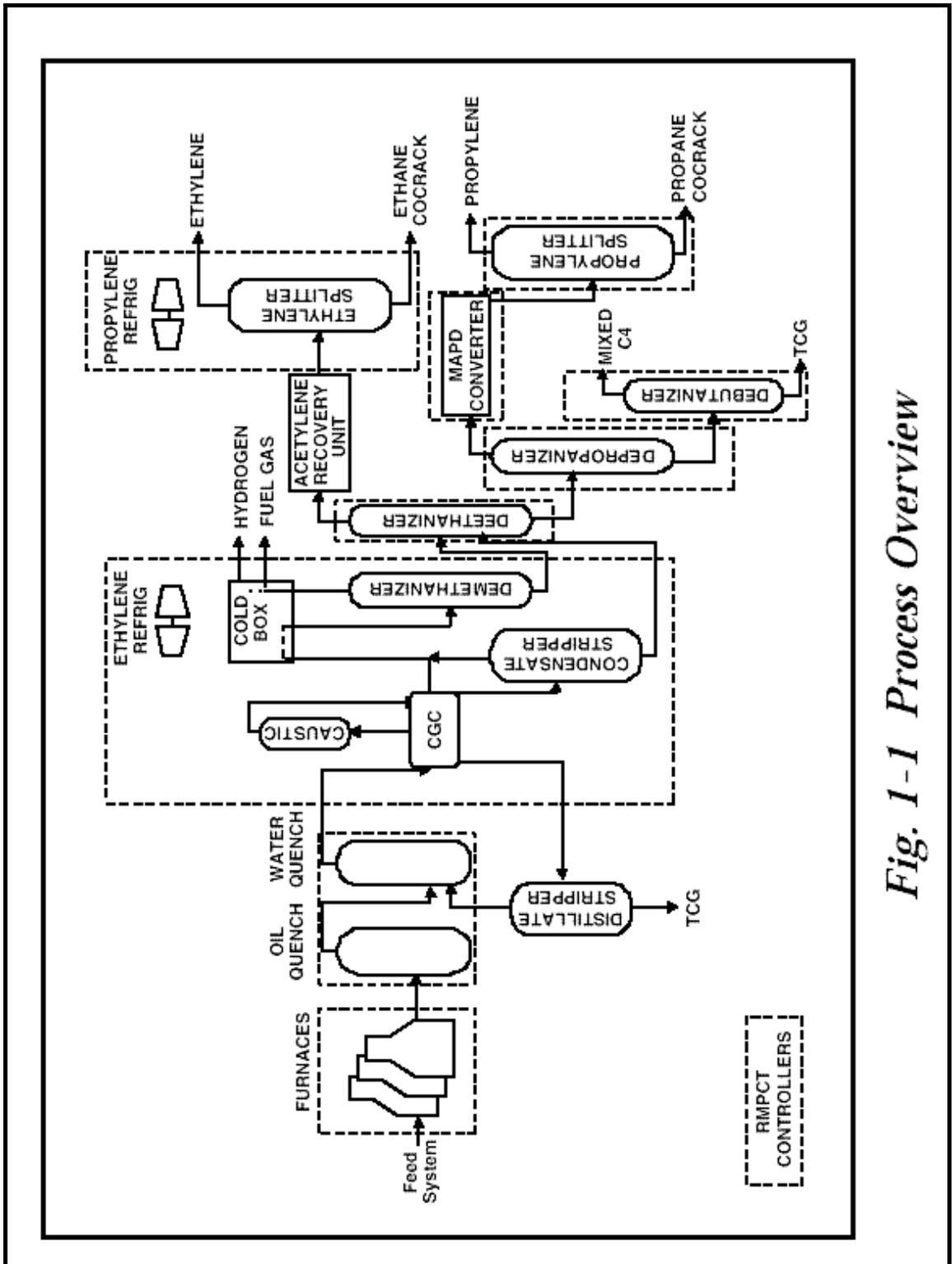


Fig. 1-1 Process Overview

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

<ul style="list-style-type: none"> ■ Feed quality variations
<ul style="list-style-type: none"> - 新鮮的石油腦進料主要由當地各煉油廠提供，因此烯烴工場石油腦進料組成，時有極大的改變
<ul style="list-style-type: none"> ■ Significant product demand variation
<ul style="list-style-type: none"> - 工場生產的乙烯直接供應下游工場，本身乙烯儲槽容量有限
<ul style="list-style-type: none"> - 下游工場對乙烯需求的變動，迫使烯烴工場改變操作
<ul style="list-style-type: none"> ■ Ambient condition variations
<ul style="list-style-type: none"> - 工場操作溫度由 -150~1100 ，因此製程對環境溫度影響相當敏感
<ul style="list-style-type: none"> - 引用海水當作製程冷卻用水，亦影響環境溫度的變化
<ul style="list-style-type: none"> ■ Furnace decoking campaigns
<ul style="list-style-type: none"> - 9 個裂解爐約有 1/4 的操作時間在除焦，除焦時導致製程的擾動。
<p>上述的各種變動導致製程非常地動態，使得製程很難達到穩定操作，因此製程動態操作的特性，在設計最適化模組時是一重要的考量</p>
<p>(四) 專案技術的來源</p>
<p>專案使用 Honeywell 的 Profit Controller 和 profit Optimizer 技術</p>
<p>Profit Controller (RMPCT)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - 提供製程的控制和經濟最適化

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

- 組成製程動態的模組可預測製程未來得行為並決定如何調整
控制器輸出
- 提供製程變數的 set point control 和 range control
Profit Optimizer
- 為製程的動態模組，而非穩態模組
- 最適化模組利用使用中的 RMPCT 控制器模組，可節省時間和
金錢
- 極少部份額外的模組化工作在橋接各控制器模組
(五) 專案工作範圍
專案計劃於 1999 年工場完成去瓶頸及 turnaround 後開始, Profit
Controller 工作範圍涵蓋整個烯烴工場 (包括裂解區、低溫區，
不含丁二烯工場)，而動態最適化模組，則不包括乙炔單元、MAPD
Converter 及燃料氣系統。
APC 專案計劃包括：
■ 18 個 Profit Controllers 給
- 裂解爐 9 個
- 驟冷系統 1 個
- 燃料氣系統 1 個
- 低溫區分離系統 6 個
- MAPD Converter 1 個
■ 整個 Olefin-1 工場 1 個動態最適化模組

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

Process Area	MV	DV	CV
Hotside:			
Furnace 1	8	0	24
Furnace 2	8	0	24
Furnace 3	8	0	24
Furnace 4	7	1	22
Furnace 5	7	1	22
Furnace 6	7	1	22
Furnace 7	7	1	22
Furnace 8	7	0	22
Furnace 9	9	0	25
Quench Tower	8	11	16
Fuel Gas System	9	11	14
Coldside:			
Demethanizer/Coldbox/Ethylene Refrig./ Condensate Stripper	11	2	16
Deethanizer	9	2	12
Ethylene Splitter/Propylene Refrig.	9	1	15
Depropanizer	3	1	4
MAPD Converter	4	1	7
Propylene Splitter	3	1	6
Debutanizer	2	1	6
TOTAL	126	35	303

Table 1. Profit Controller overview

裂解爐的 yields patterns 必須靠 run SPYRO Technip USA Corp. 產品) model 獲得；另外，Profit Controller 的目標 (Objective) 在於維持製程的穩定控制，Profit Optimizer 的目標函數 (Objective Function) 完全由業主規劃，雖然有許多目標可選擇，但一般列三個為最通用的：

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

■ Ethylene Product maximization
■ Olefin Product maximization
■ Full economic profit maximization
(六) 專案工程進度
這是一個快速追蹤的專案，必須在 13 個月內完成試車，接著進行驗收測試 (Acceptance Test)，其實際進度如下：
September '99 Project Kickoff
November '99 Design Review
Dec ~ Aug '00 APC Step testing and commissioning
Aug ~ Sep '00 Optimizer commissioning
November '00 Acceptance Testing, and Acceptance
(七) 系統簡述
Olefin-I 工場原始儀控系統凱用 Honeywell TDC 2000 DCS，於 1999 年一方面為解決 Y2k millennium 問題，一方面為進行 APC 計劃，將 DCS 升級成 TPS(Total Plant System) DCS，並增加兩個 APP-Node 工作站，直接與 DCS 上 LCN (Local Control Network) 連結，不需額外的驅動程式，其中一個供裂解區 Profit Controllers 使用，另一個則 run 低溫區的 Profit Controllers。
工程師及操作員可透過 DCS 系統中，任一台 GUS(Global User Station) 操作員操作站，使用標準的 Profit Suite Graphic 進行操作，並以密碼設定使用權限。

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

(八) Profit Controller Design
首先要決定各個 Profit Controller 的控制策略，一但控制器的
MV、CV 和 DV 確定後，將進行工場 step test，獲取 dynamic data
以進行 Model identified，然後將 Profit Controllers 安裝在 Honeywell
TPS DCS 兩個 APP-Nodes 上，並進行試車。所有 Profit Controllers
除 C3 Splitter 外，每分鐘執行一次，而 C3 Splitter 由於 time delay
較長，因此其 Controller 每兩分鐘執行一次。
另外將設計控制器所需考慮各種變數的限制 (constraints) 綜述
如下。
<ul style="list-style-type: none"> ■ Typical controlled variables for furnace profit Controller
include :
- Furnace load, severity/conversion & feed pass balancing
- Coil Inlet & tube skin temperature
- Combustion constraints such as fuel pressure, stack.
temperature, excess O2, damper position, etc
<ul style="list-style-type: none"> ■ Typical controlled variables for column profit controller
include :
- Overhead & bottom stream purity
- Approach to flooding, reflux drum level, tower level
- Selected tray temperatures
- Other constraints such as valve positions, etc
<ul style="list-style-type: none"> ■ Typical compressor controlled variables include :

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

- Compressor speed, discharge pressure, turbine steam flow, etc.

■ Typical converter controlled variables include :

- Bed maximum and delta temperature and pressure, outlet composition, etc.

(九) Profit Optimizer 設計和試車

Profit Optimizer 的設計架構為直接將 Profit Controllers 置於其下，Profit Optimizer 的基本結構如 Fig.1-2 所示。

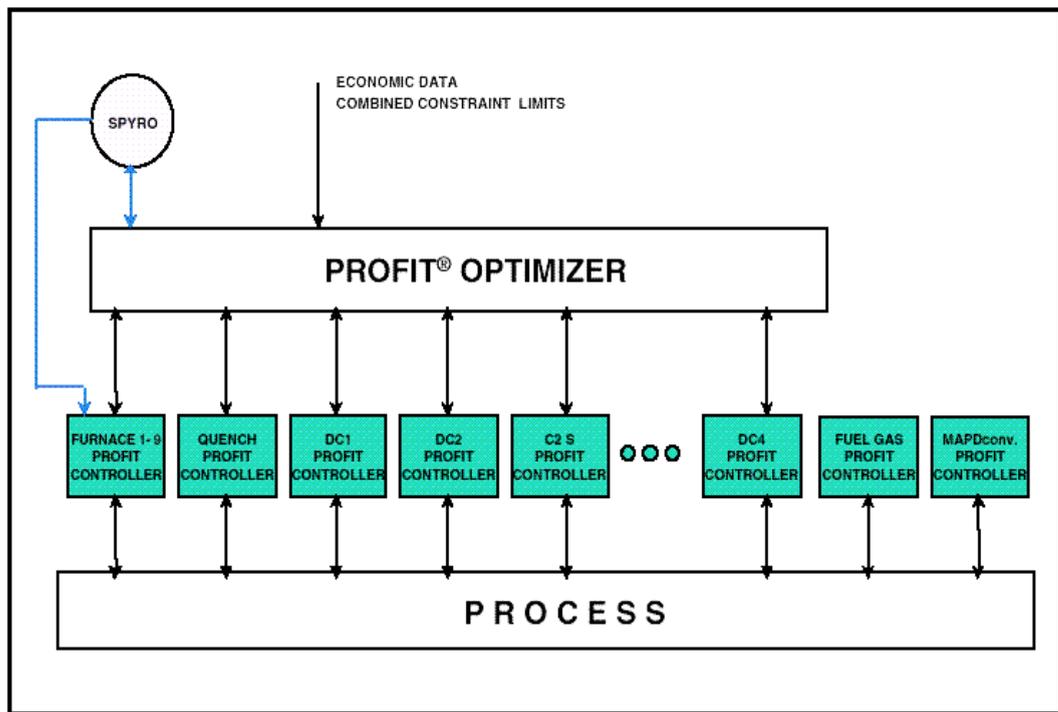


Fig.1-2 Profit Optimizer Overview

出國人員報告用紙

現將 Profit Optimizer 相關的特性列述於下：
■ Base structure directly from underlying profit controllers
■ 11 bridge models (BM)
■ 49 combine constraints (CC)
■ BM & CC added to increase scope of optimization and obtained from plant step test and historical data
■ BM are mainly column feed and the olefin products
■ Combine constraints include
- Total hydrocarbon flow by feed types
- Furnace yields, coke rates, fuel usage, steam generation
- TMT predictions, olefin products ratio
- Key constraints for unit outside scope of profit controller, e.g. C2/C3 refrigeration pressure, etc.
■ On-line SPYRO® yield models from Technip USA corporation
■ SPYRO® models provide derivative information used to update non-linear gains of profit controller and optimizer
■ Continuous gain updating with execution frequency of once every 10 minutes
■ Profit optimizer execution frequency once every 2 minutes

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

(十) 結果與效益
執行 APC 計劃後可獲得如下效益：
<ul style="list-style-type: none"> ■ APC 將工場的限制、操作的困難及經濟問題等輪廓定出 ■ APC 的應用幫助工場平順的操作、生產率最大化及操作儘量貼近製程限制 ■ 動態最適化模組幫助勘查新的操作地帶
各別單元的效益分數如下：
FURNACE LOAD & SEVERITY vs RUN-LENGTH
<ul style="list-style-type: none"> ■ Furnace feed rate & severity are significant optimization variables ■ Feed rate & severity affect run-length of furnace ■ Furnace run-length model used to ensure no over-stretching before scheduled decoking
FURNACE EXCESS O2 OPTIMIZATION
<ul style="list-style-type: none"> ■ Cost saving factor as fuel consumption is reduced ■ Before APC, furnace excess O2 control by manipulating burners' air registers at a fixed draft pressure ■ Not practical to keep adjusting air registers at every load or COT change ■ Essentially, APC adjusts furnace draft pressure and fuel firing to optimize excess O2 keeping target load and severity subject to other constraints like damper opening, coil inlet temp. etc.

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

■ The controller does these continuously as opposed to operator's ad hoc adjustment of air registers

■ Excess O2 much lower after APC is implemented : Fig.1-3 shows that the excess O2 is about 2.5% ~5.5% before APC , and the excess O2 decrease to 1%~2% after APC implementing.

出國人員報告用紙

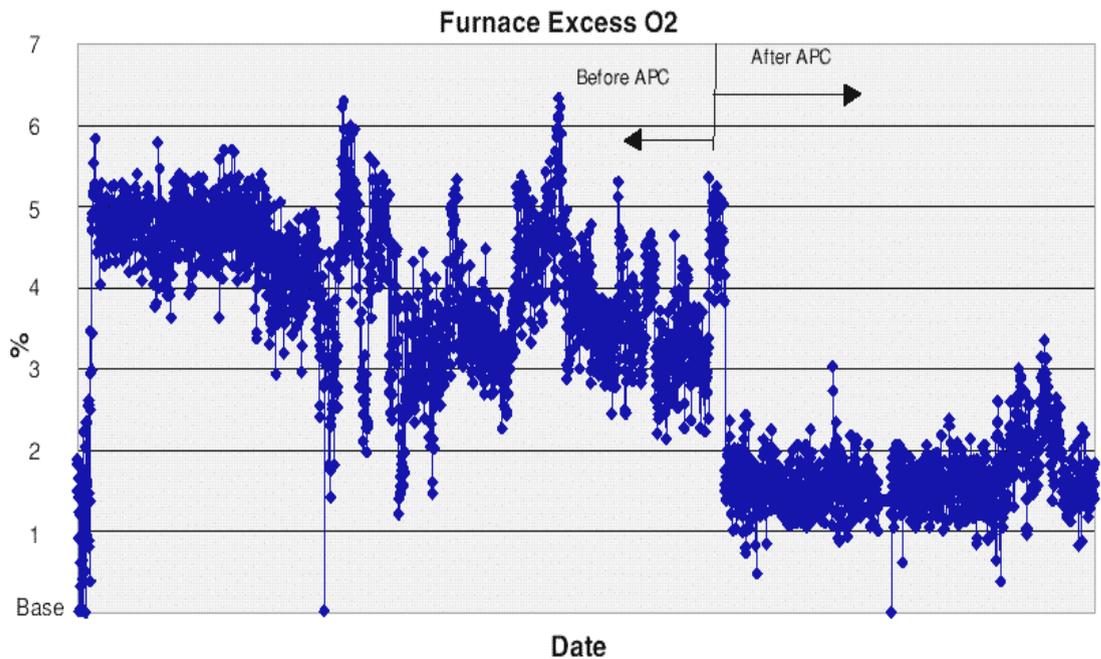


Fig1-3 FURNACE EXCESS O2 OPTIMIZATION

■ Recycle Ethane & Propane Letdown to Fuel Gas decreases much more after APC is implemented(show in Fig.1-4).

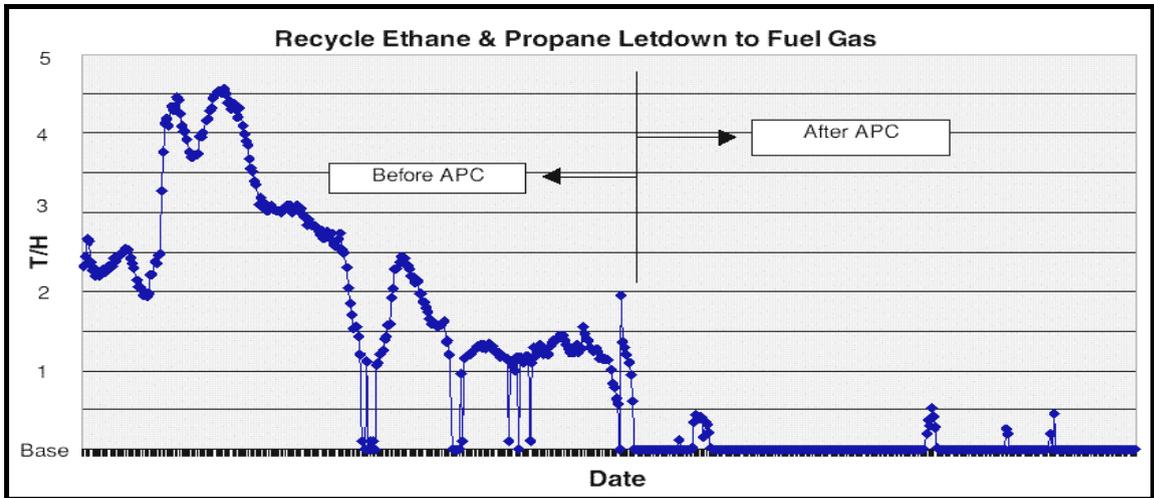
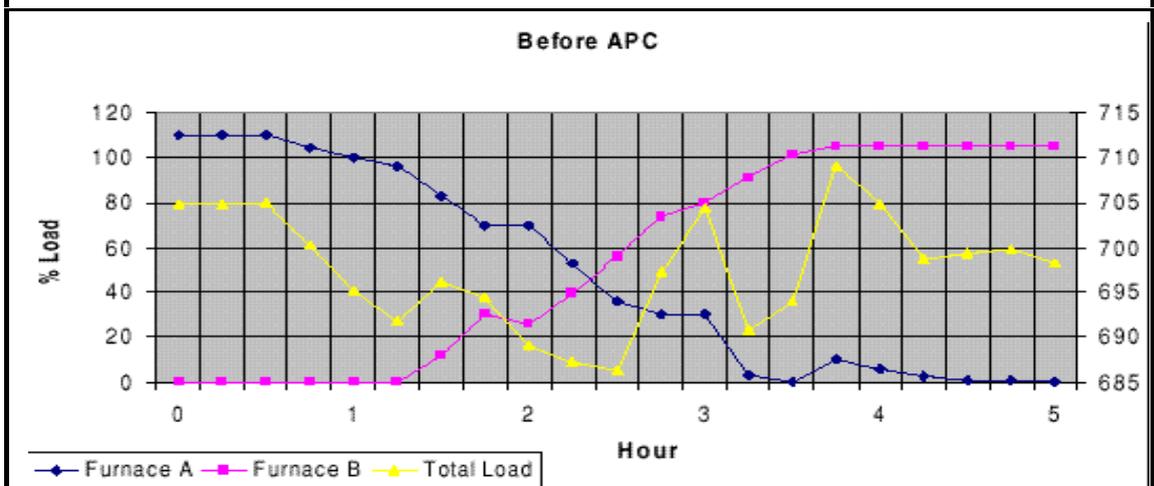


Fig.1-4 The amounts of Recycle Ethane & Propane Letdown to Fuel Gas

Furnace Switching

- Additional heat to Quench unit when freshly decoked furnace is brought online.
- Alter the composition & temperature profile of quench towers.
- Before APC, prior load down of plant is required.
- With APC, the disturbance is accounted for and o prior load down is required. (show in Fig.1-5)

出國人員報告用紙



本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

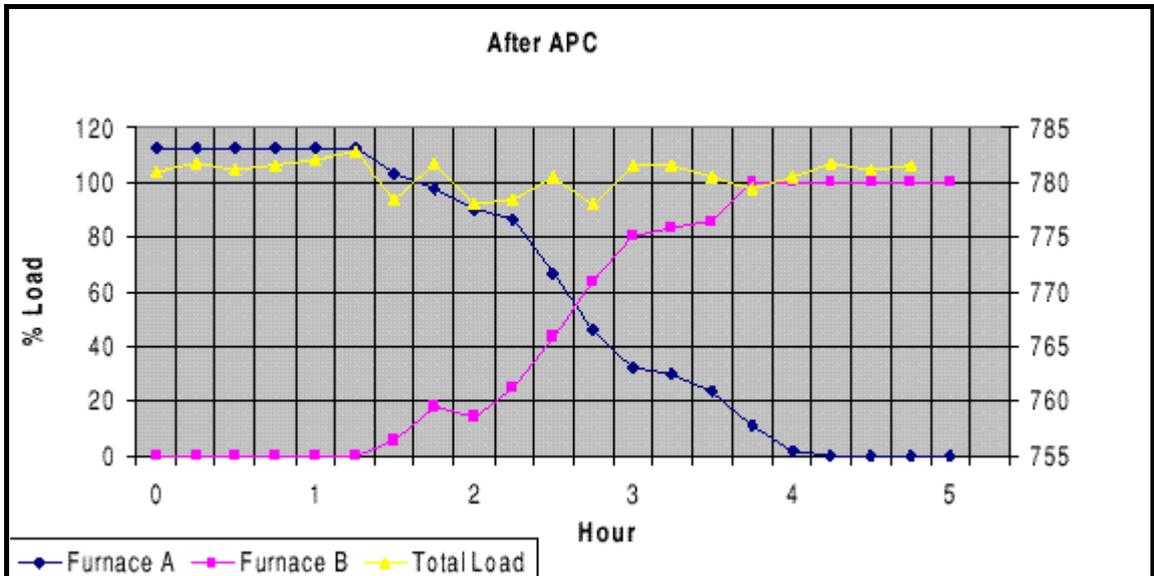


Fig.1-5 The load of furnace as furnace switching

ETHYLENE AND PROPYLENE PRODUCT PURITY

■ Ethylene Fractionator's Column Constraint

- operating near capacity or flooding limit
- overhead condenser limitation
- Acetylene absorber capacity limitation
- high ethylene loss to recycle stream

■ Propylene Fractionator's Column Constraint

- operating near flooding limit no debottlenecking since initial start up
- high propylene loss to recycle stream
- overhead condenser sea water cooling limitation

■ System allows for tighter control of distillation tower key

components

出國人員報告用紙

出國人員報告用紙

- Measurable increases in product impurities observed after system implementation (show in Fig1-6, Fig.1-7)
- Product specification met with more efficient tower operation
- Result is decreased in utility consumption or allowance for more feed
- Maximize product recovery from recycle stream(see in Fig.1-8)

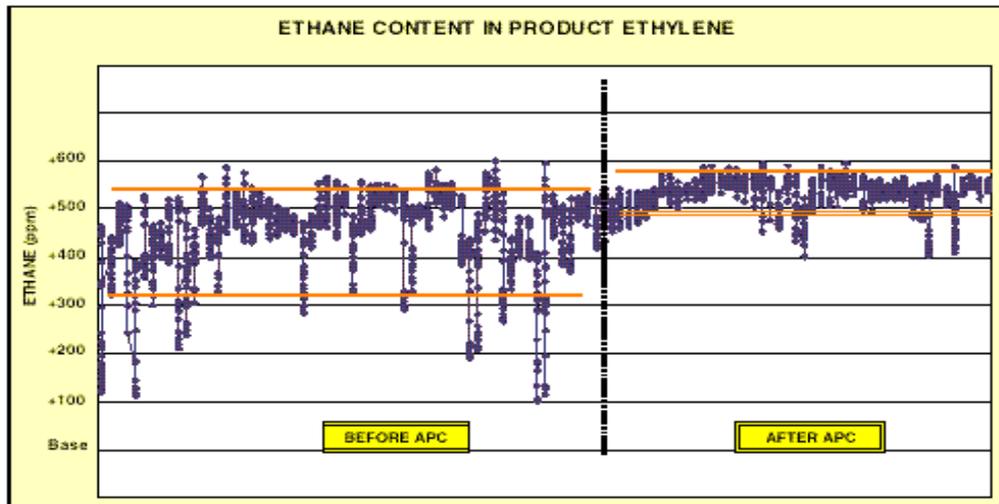


Fig.1- 6 Tighter ethane control in product ethylene with APC

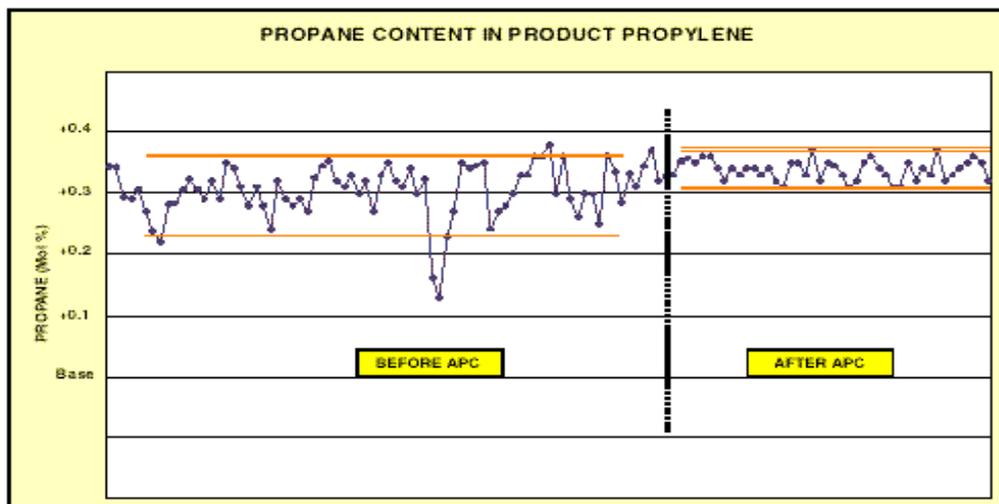


Fig.1- 7 Tighter propane control in product propylene with APC

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

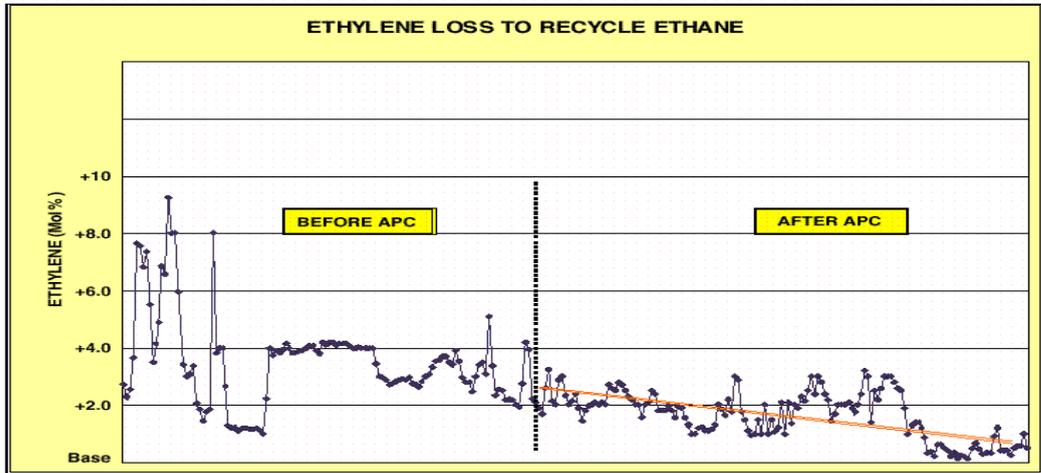


Fig.1- 8 Ethylene recovery from recycle stream with APC

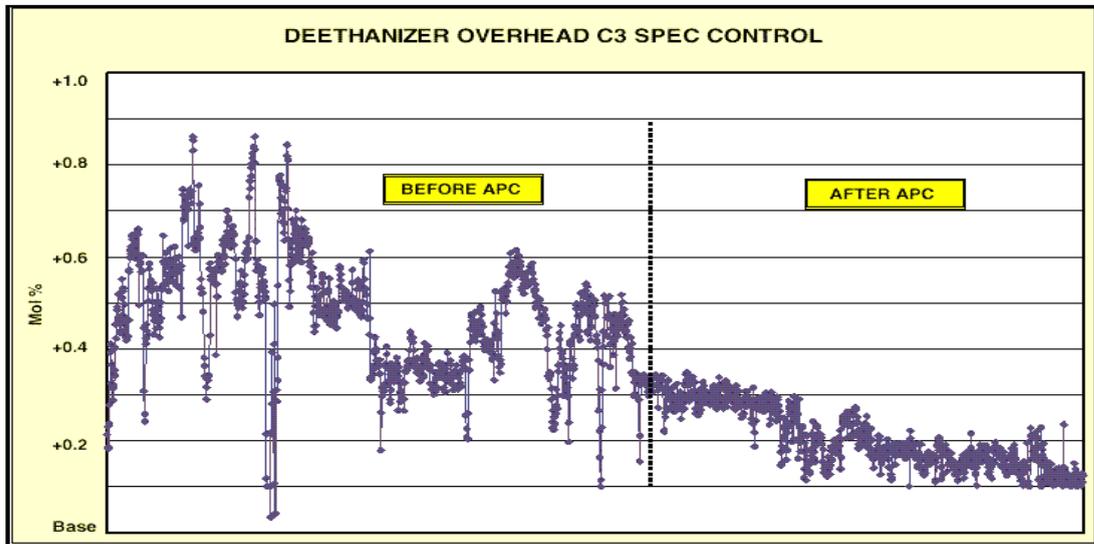


Fig.1- 9 C3 specification control at Deethanizer overhead

COLUMN OPERATION (See Fig.1-9 ~ Fig.1-13)

塔槽操作的效益有兩大部分：

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

- Increased impurities in ethylene and propylene products
 - Stable fractionation column operation and specification control
- 其餘相關效益如下：
- System allows stable operation of fractionation column
 - Tighter control of column overhead and bottom impurities
 - Higher column loading by allowing more impurities without compromising specification
 - Reduce column instability cause by feed change, e.g liquid dryer draining, etc
 - Relocation of temperature sensing point to more sensitive tray

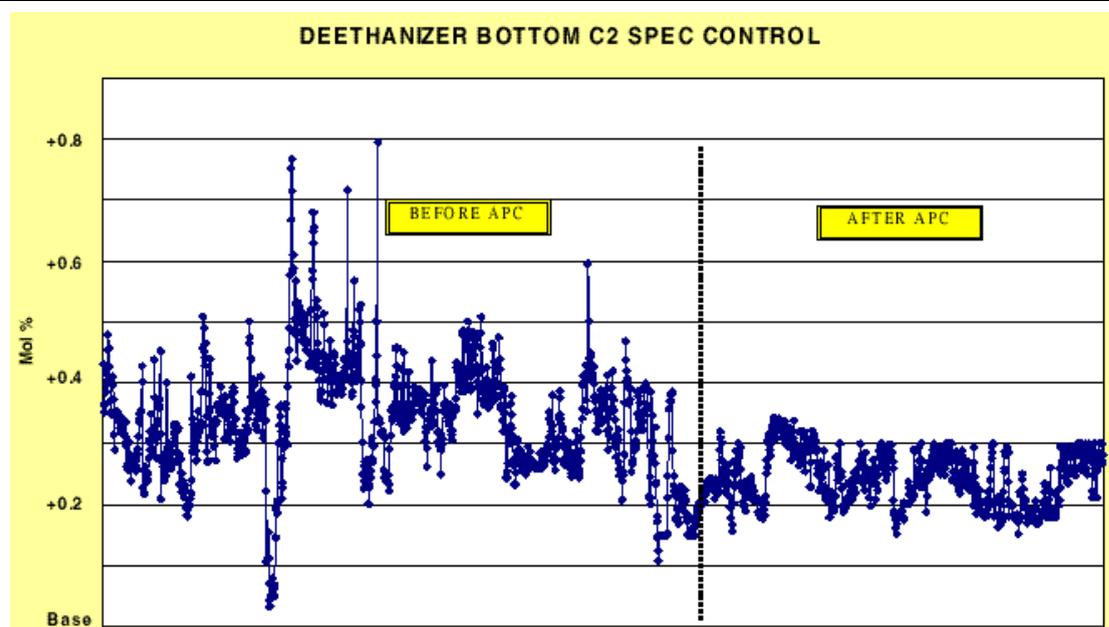


Fig.1-10 C2 specification control at Deethanizer bottom

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

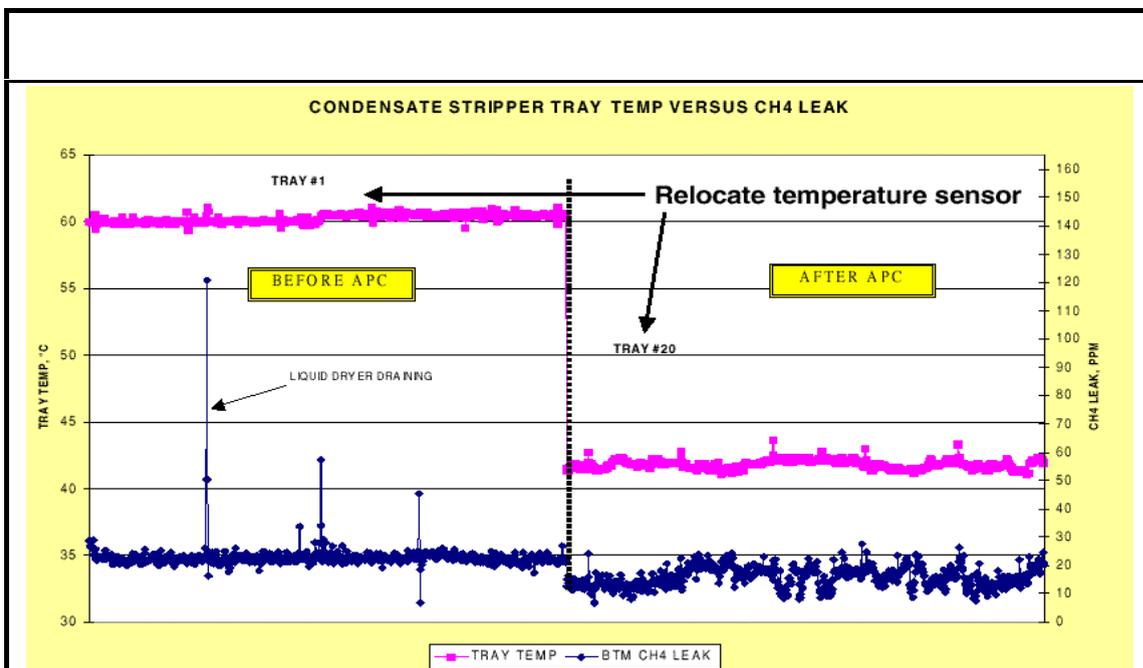


Fig.1- 11 Methane leak control at Condensate Stripper bottom

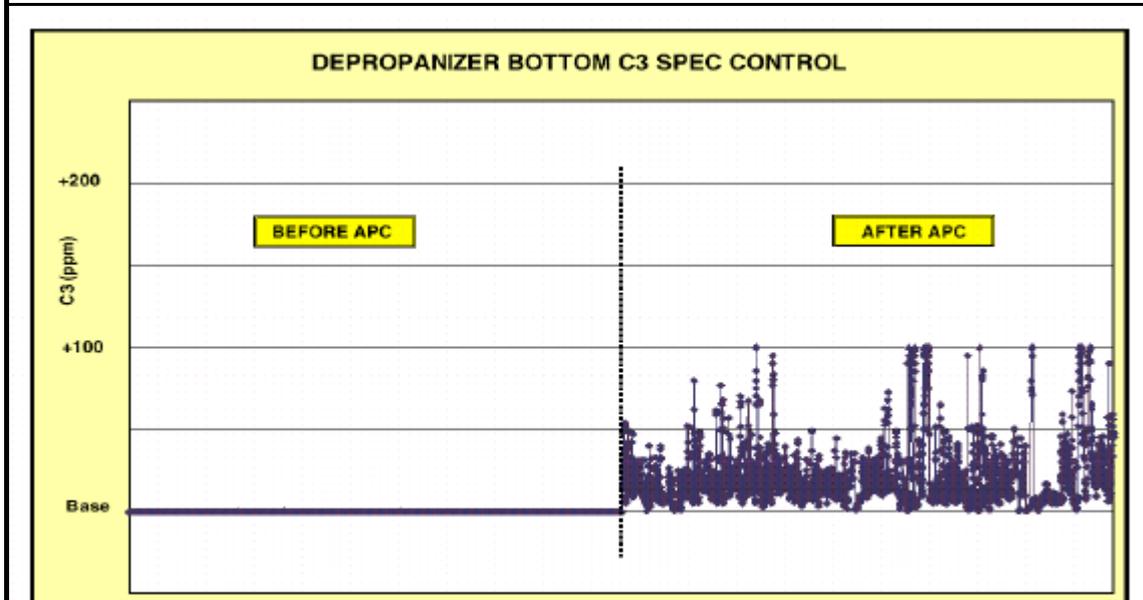


Fig.1- 12 C3 specification control at Depropanizer bottom

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

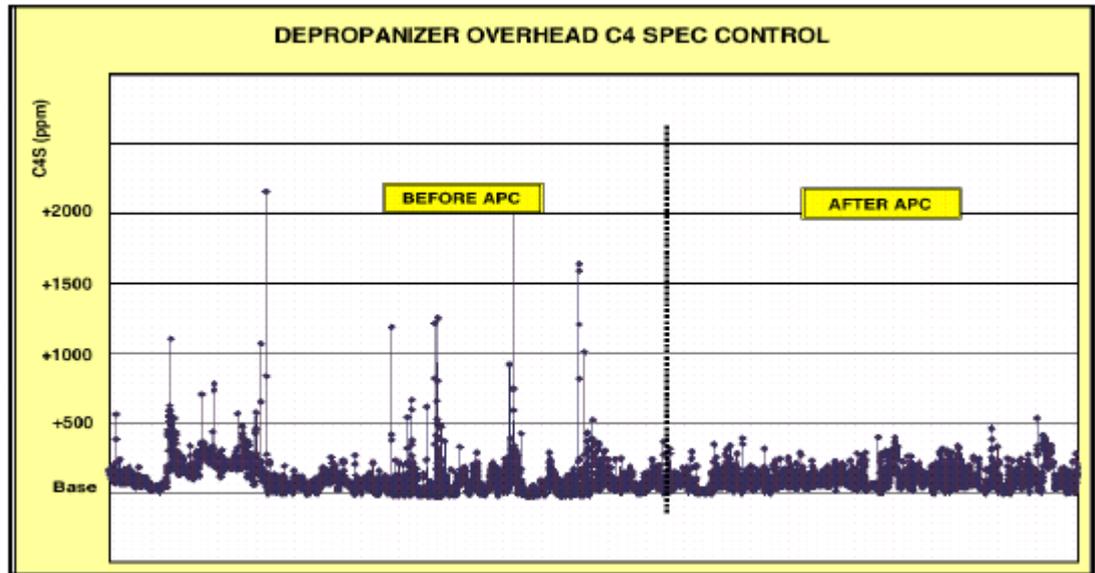


Fig.1-13 C4 specification control at Depropanizer overhead

出國人員報告用紙

(十一) 驗收測試 (Acceptance Test)

Profit Optimizer 於 2000 年 11 月進行驗收測試，當進行驗收測試時，以最大烯烴產率 (maximum olefin) 設定為 Profit Optimizer 的目標函數 (objective function)，在整個測試過程中，由於下游聚烯烴工場需求較預期為低，因此大部分測試期間均於低理想狀況下進行，同時並遭遇到下列干擾 (disturbances)：

- Quench oil tower pump filter plugging
- Significant feed quality disturbances (several incidences)
- Further demand cut by downstream polyolefins unit.

雖然遭遇上述製程干擾，Profit Optimizer 仍能優雅的操作應付，極

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

少以手動操作方式介入。

(十二) 整體經濟效益 (Overall Benefits)

PCS Olefin-I 工場執行高階控制及最適化專案 (Profit Controller and Profit Optimizer Implementation) 後，所獲經濟效益終結如后：

- 預期效益目標為增產 4% 烯烴 (Olefins)
- 在一個月的展示操作期間，其烯烴增產實際達成率為 4.5%

(詳見 Fig.1-14 及 fig.1-15)

出國人員報告用紙

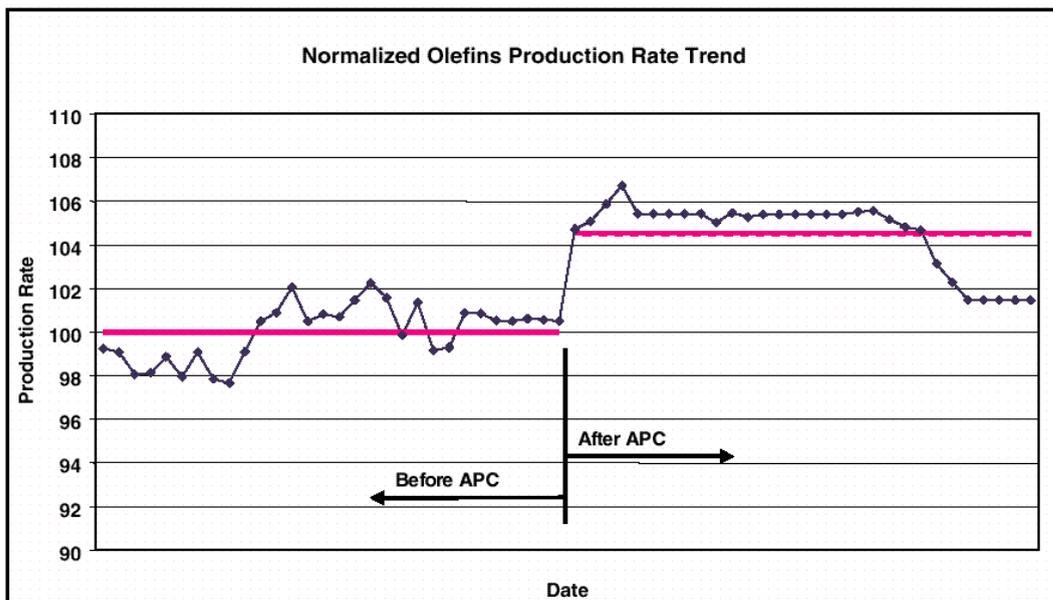


Fig.1-14 Olefins Production Rate

- 專案工作範圍外的製程改善，亦使烯烴產率提昇
- 一個經常提出鳥瞰的觀點：APC 的效益是經由專案的執行逐步達成

出國人員報告用紙

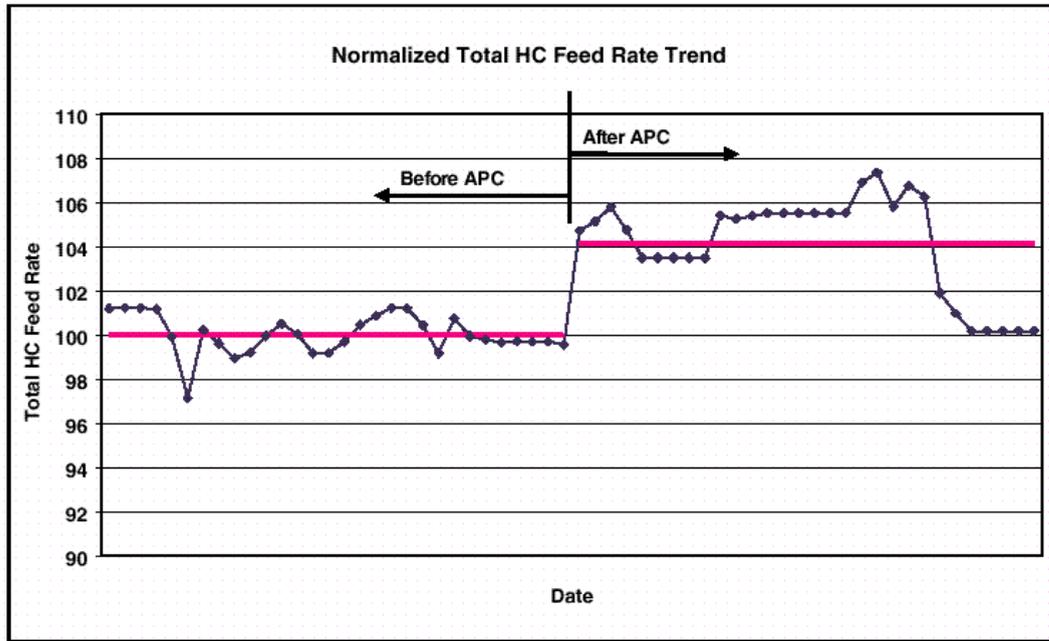


Fig.1-15 Total Hydrocarbon Feed Rate

- 當試車階段，每一個單獨的 Profit Controller 都貢獻其效益至累積效益中
- 最後進行 Profit Optimizer 試車時，當操作的界限逐步的被展開，Optimizer 的效益則持續增加
- APC 專案的投資能在即短期間內回收
- PCS Olefin-I 工場在 Honeywell Profit controller and Profit Optimizer 高度成功的應用，對其在世界烯烴工場效能分析(Olefin Plant Performance Analysis by Solomon Associates Inc.) 的排名將給予正面的衝擊 (Positive impact)

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

二、PCS Olefin-II 工場高階控制
PCS 在新加坡 Jurong 島上有兩座 Olefin e 工場, 已知 Olefin-I 於 2000 年底完成 APC 專案計劃, 另一座較晚投入生產的 Olefin-II 工場情況如何? 急想知道, 返國後不久於七月六日, Aspen Tech. 公司來廠介紹 "Integrated Total Solution to CPC' s Petrochemical Business Processes "
正好提到 PCS Olefin-II 工場為其完成 Olefin Plant 高階控制計劃的 Reference 之一; 原來 PCS Olefin-II 工場反而較 Olefin-I 工場提早一年於 1998 年 7 月進行 APC 及 RT-OPT 計劃, 何以 Olefin-I 採用 Honeywell Profit Controller 和 Profit Optimizer, 而不與 Olefin-II 同樣使用 Aspen DMC+ 及 Aspen RT-OPT Optimizer, 值得了解。
(一) Olefin-II 工場簡介
Olefin-II 工場製程採用 Stone & Webster 專利, 於 1998 年第二季完成試爐正式生產, 年產乙烯 1,000,000 噸, 運轉年餘後, 與 Aspen Tech. 簽約, 於 1998 年 7 月開工進行 APC/RT OPT 專案計劃, 預期效益乙烯和丙烯增產 4%, 降低乙烯製造成本, 工期預計需 16 個月 (實際執行 14 個月完成), 工作範圍與 Olefin-I 相同, 涵蓋整個 Olefin-II 工場並包括燃料氣系統及蒸氣系統, PCS 同樣要求 Aspen Tech 提供 Project Methodology and APC/RT-OPT technical fundamentals。
(二) Olefin-I/ Olefin-II APC/RT-OPT 專案計劃比較
Olefin-I/ Olefin-II APC/RT-OPT 專案除有下列差異, 其餘大同小

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

異大致相同。
<ul style="list-style-type: none"> ■ 基層儀控系統 DCS
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-I 採用 Honeywell TPS DCS
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-II 採用 Yokogawa Centum-CS DCS
<ul style="list-style-type: none"> ■ APC/RT-OPT 模組電腦執行平台
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-I 在 Honeywell TPS DCS 直接連上 APP-Node，於其上執行運算，不需額外介面，整合性與安全性較高
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-II 則在 Yokogawa Centum-CS DCS 上外掛 DEC Alpha 電腦平台（Run Open VMS 作業系統）上執行
<ul style="list-style-type: none"> ■ APC/RT-OPT 技術來源
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-I 使用 Honeywell Profit Controller(RMPCT)/Profit Dynamic Optimizer
<ul style="list-style-type: none"> - Olefin-II 則使用 Aspen Tech 的 Aspen DMC+，並以 CLP (Composite Linear Program)協調所有控制器，RT-OPT 使用 Aspen RT-OPT,以基本化工原理基礎的 rigorous Model
Aspen Tech APC/RT-OPT 基本架構詳 Fig.2-1

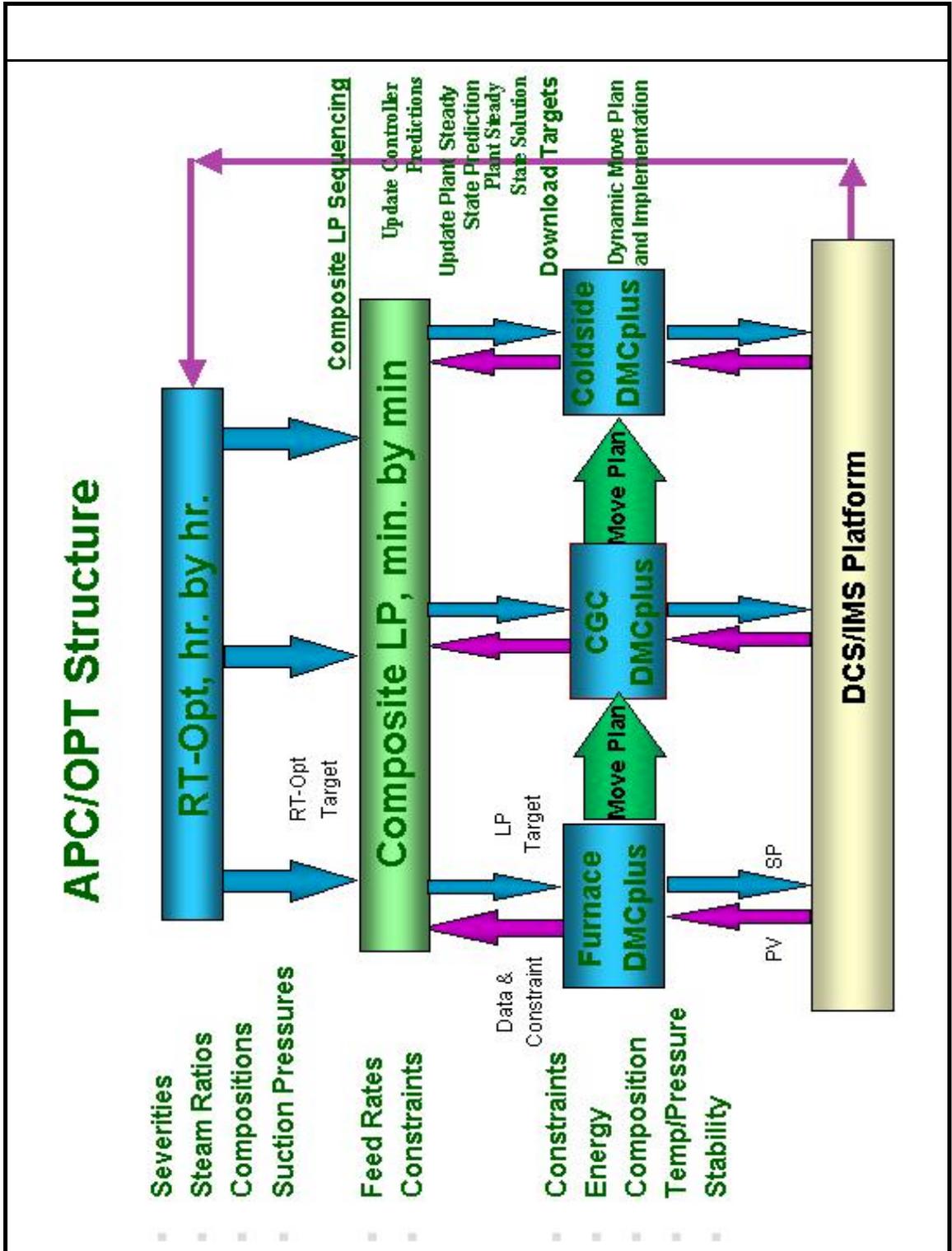
出國人員報告用紙

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙



本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

(三) Olefin-II APC/RT-OPT 專案效益分析

■ Benefit target expected from start of project

- 4% increase in ethylene plus propylene production

■ Production increase actually achieved from start of project,

demonstrated over a period of three months sustained

operation, was 7%

■ 5.5% attributed to APC and RT-OPT system while 1.5%

attributed to process improvements made by PCS outside

scope of project

■ In addition to capacity increase, a 3% reduction in specific

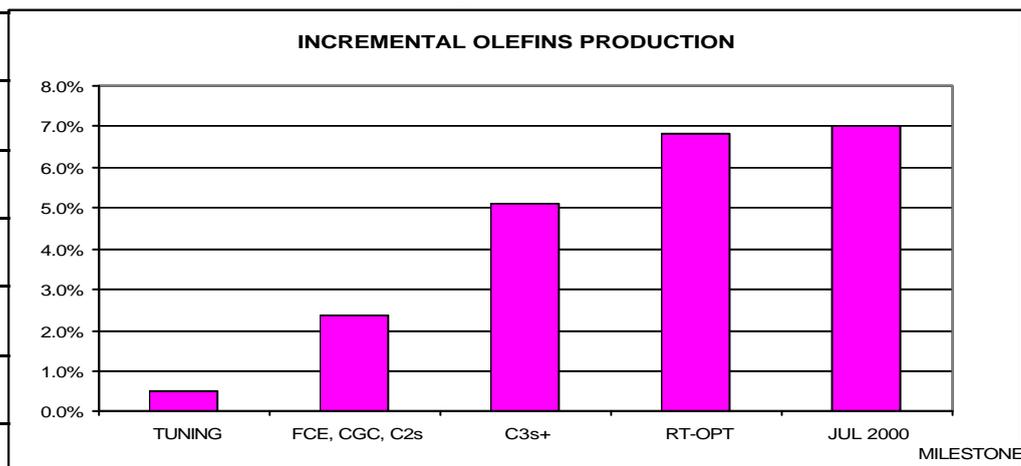
energy per ton of ethylene was experienced

■ Of the total benefits realized (Show in Fig.2-2)

- 30% to improved control

- 40% to feed maximization

- 30% to real time optimization



出國人員報告用紙

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

參、結論（心得與建議）

最近一般文獻均提到：進行整廠高階控制及最適化（以輕裂工場為例），其投資回收期低於 6 個月，而整個計劃工期約一年；看來是頗具吸引力的投資計畫，其主要原因：為先期大量投資及架設 DCS 平台的複雜工作需先完成，然後在 DCS 平台上投資少量軟/硬體及工程費用（與投資 DCS 相比），即可回收大量的報酬，因此其投資小，報酬高，所以投資回收期快，另外投資的硬體少，廠商製造期短，而軟體為現成的隨時供應，而主要的時間花在 Engineering 上，所以工期短只要一年，但這不表示，工作簡單容易成功，反倒是動用到的 Knowledge Base 層次較 DCS 高出許多，必須多方配合才能順利完成。

其次針對執行整廠高階控制及最適化，所獲得的效益（並不是變魔術，很神奇），是怎麼來的，提出說明：

一般工場即使採用 DCS 操作，大部分仍採單迴路控制，少部分使用串級控制，而一個單元操作，其進料量、操作溫度、操作壓力、回流量、加熱量、塔頂/塔底取出量等等，均有牽連互相干擾，因此 operator 發現某參數產生 upset，再去調整作動變數時，已經落後，upset 影響製程穩定；而高階控制則是將單元中上述相關參數經分析後分成作動變數（Manipulated Variables, MV）被控變數（Controlled Variables）及干擾變數（Disturbance Variables）加以整合在一個控制器，並以工場以往操作數據找出 Model，以電腦 24 小時監視製程，若偵測到有 upset 產生，立刻緩緩調整作動變數，將 upset 消除，因此整個製程操作的較為平穩，其操作偏差自然縮小，可將控制範圍儘量向產品規範要求迫近，

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

產品不必 Over Spec.，各種效益於是產生。

現以 Aspen Tech 在某一輕裂工場之 C3 Splitter 執行 APC (Advance Process Control, APC 高階程序控制) 及 RT-OPT (Real Time Optimization. RT-OPT 即時最適化) 前後，塔頂產品丙烯中不純物丙烷的變化及塔底丙烯之 loss 為例加以說明：

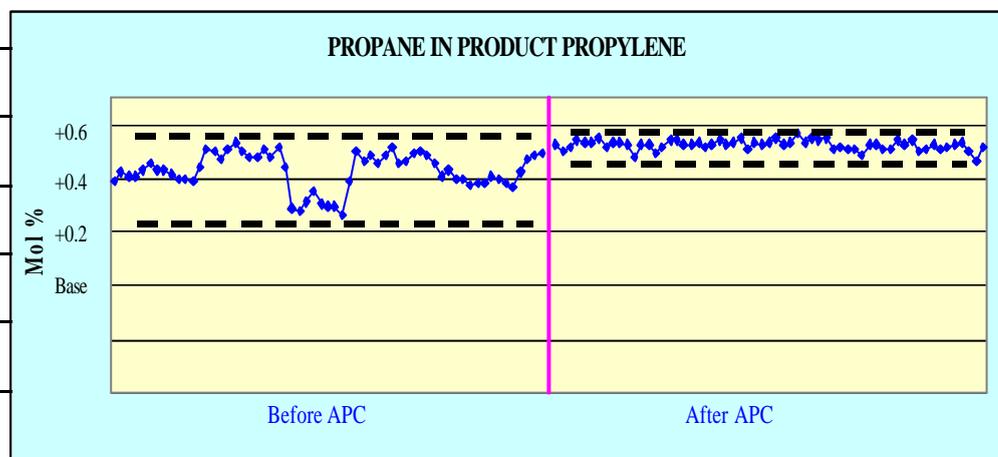


Fig.3-1 Impurity contents in product propylene

C3 splitter 在執行 APC 前，其塔頂丙烯產品規範要求 impurity 丙烷含量需低於 0.6 mol .%，而實際 Range control 範圍為 0.2~0.6 mol. %，APC 上限使用後，由於操作穩定，其產品 impurity range 變化縮小到 0.4~0.6 mol.% (詳 Fig.3-1)，因此產品品質改善，塔底 Reboiler 所需提供熱量降低 (能源節約)，splitter 之 loading 降低，增加操作彈性，throughput 亦可隨之增加。

同時塔底丙烯 loss 變化亦由原來的 10~12 mol.% (見 Fig.3-2)，在 APC implementation 後，降為 <5 mol.%，使得送到 Furnace 燃燒之丙烷 Recycle stream 中乙烯含量減少，相對的丙烯 yields 自然隨之而

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

增加。

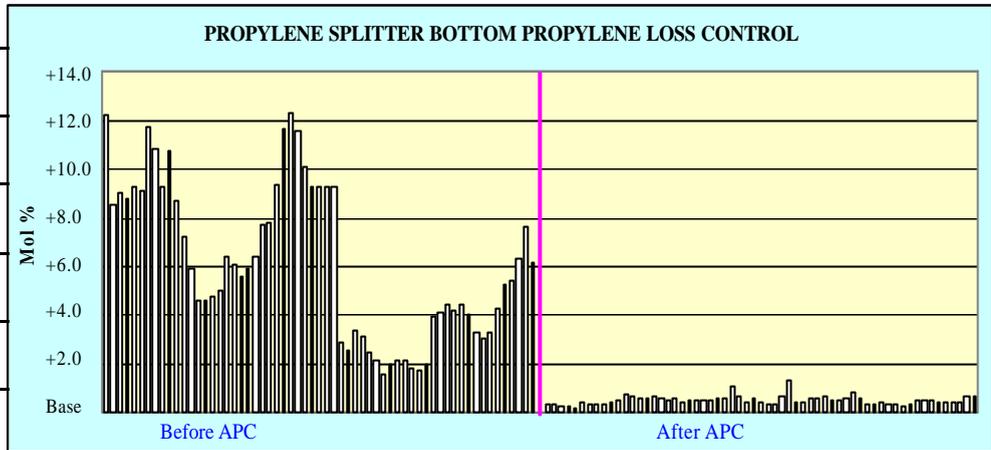


Fig.3-2 Propylene loss in propane recycle stream

所以執行 APC 後，由於單元製程操作穩定，使得 Target range 變化縮小，可將 Target range 向 margin 推進，因而獲得各項效益。進行 APC 及 RT-OPT 一般可獲取下列典型及無形的效益：

Typical Benefits :

- Increased Throughput
- Improved Yields
- Decreased Operating Costs
- Improved Quality Consistency
- Increased Operating Flexibility
- Improved Process Stability

Intangible Benefits :

- Improved Process safety

Process Watchdog

出國人員報告用紙

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

Earlier Identification of Process
● Improved Operator Effectiveness
Focuses on key operating parameters
● Reduced Variability to Downstream Units
Few Process Upsets
● Better Process Information
Increased Process Understanding
高階控制技術的應用必須架構在分散式儀控系統（DCS）之上，為其先決條件，因此在大量投資（佔總投資 80%以上）進行儀控系統現代化後，再投入少量經費引進高階控制，方可顯示出儀控系統現代化的真正效益，以本公司第四輕油裂解工場儀控系統現代化工程為例：若將 DCS 及高階控制同時考慮，分階段進行，其投資回收年限（ROI）5~6 年；如在相同條件下僅儀控系統更新為 DCS，則無法回收，若考慮將不執行儀控系統更新，因儀器設備老舊故障，導致工場停爐損失的風險因素加入，則投資回收年限為 8.9 年。
所以國外各大油公司在投資傳統式儀控系統現代化過程中，除了進行儀控系統更新為 DCS 外，進一步更執行工場高階控制，以達利用最經濟的投資，獲取最大效益，縮短總投資投資回收年限，使其投資計畫具體可行。因此誠懇建議公司高層：本公司四廠已投資數十億的巨額經費在儀控系統現代化上，應認真考慮全力推動工場高階控制及最適化，組成工作團隊，以具體行動來降低操作成本，增加市場競爭力，使公司真正能永續經營，而不是喊喊口號而已；另外要想高階控

本作業紀錄保存年限：2 年。

表單核定日：90.06.13

5B0-HRD-06-15

出國人員報告用紙

制計劃成功，以最近 Honeywell 與大陸中石化為例，兩公司 CEO 簽署協定後，再由上而下來推動執行，因為在進行過程中，資源的調配、制度的配合及工作的協調，必須高層全力支援，同時公司宣示的決心，更是成功不可或缺的重要因素。

出國人員報告用紙