

台灣中油股份有限公司人員從事兩岸交流活動報告書

油氣生產設備技術交流及研討會議

研提人單位：台灣中油股份有限公司 探採研究所
職務：石油開採工程師
姓名：李佳勳

參訪期間：民國 108 年 03 月 26 日至 03 月 28 日
報告日期：民國 108 年 04 月 08 日

摘要

台灣中油公司長期穩定地供應國內石油與天然氣資源需求，目前已在國內形成相當具規模的石油與石化產業鏈，從產業最上游的探勘採油，到煉製原油與天然氣，輸出石化產品原料，乃至輸送油氣至民生用戶，中油公司身負穩定國內油氣產業的重責大任。探採研究所負責上游探勘採油的相關研究，為強化鑽採組採油技術與追隨國際趨勢，本次配合「油氣生產設備技術研討與交流」出國計畫，指派石油開採工程師赴北京參與國際性研討會「International Petroleum Technology Conference (IPTC 研討會)」，並拜訪全球性石油服務公司 Schlumberger 位於北京市內的總部辦公室，進行技術交流。

本次參與 IPTC 研討會挑選與鑽井採油組業務較為相關的主題進行聆聽與研討，主要為石油開採相關技術的發表，其中包含防砂技術、氣田生產與人工智慧，以掌握目前石油產業關注項目。此外，與 Schlumberger 石油服務公司交流的主題為系統化油氣田管理，新穎的油田管理技術需具備自動監控各井生產表現與整合跨平台資訊，使自動監控數據可以相通相容於各式分析軟體，以改善油氣田生產表現，為未來油田開發重要趨勢。

本次任務達成觀察目前油氣田開發相關較新技術趨勢，學習礦區開發所面臨議題的相關知識，同時接觸國際性石油公司，與公司外部的相關從業人員進行交流，提高對於油氣產業的認識，對石油開採工程師而言實為寶貴的一課。執行此次出國計畫收穫良多，希冀能將所見所聞轉化為研究動力，提升中油公司採油技術，轉化為經濟效益。

目次

摘要.....	1
目次.....	2
壹、 目的.....	3
貳、 過程.....	4
參、 具體成效.....	7
肆、 心得及建議	18

壹、目的

台灣中油公司長期穩定地供應國內石油與天然氣資源需求，目前已在國內形成相當具規模的石油與石化產業鏈，從產業最上游的探勘採油，到煉製原油與天然氣，輸出石化產品原料，乃至輸送油氣至民生用戶，中油公司身負穩定國內油氣產業的重責大任。探採研究所負責探勘採油的相關研究，為強化採油技術與追隨國際趨勢，本次配合「油氣生產設備技術交流與研討」出國計畫，派員石油開採工程師赴北京參與國際性研討會「International Petroleum Technology Conference (以下簡稱 IPTC 研討會)」，並於隔日再前往全球性石油服務公司 Schlumberger 進行技術交流。

IPTC 創立於 2005 年，由國際油公司與全球地質與石油工程專業協會發起創立，包含美國石油地質學家協會(American Association of Petroleum Geologists, AAPG)、歐洲地球科學家與工程師協會(European Association of Geoscientists and Engineers, EAGE)、國際勘探地球物理學家學會(Society of Exploration Geophysicists, SEG)與石油工程師協會(Society of Petroleum Engineers, SPE)，舉辦地點固定為中東地區與亞太地區，IPTC 會議規模日益壯大，此次會議地點位於北京，一共舉行 3 天會議，主辦單位為中國石油天然氣集團有限公司(CNPC)以及沙烏地阿拉伯國家石油公司(Saudi Aramco)，參與單位包含國際油公司、石油服務公司、鑽井設備商與學術單位，無疑為一場全球共襄盛舉的石油知識饗宴，論文發表內容涵蓋地質、地球科學、油層工程、鑽井工程、生產工程與工業 4.0，皆與探採研究所業務息息相關。本次與會僅參與第 2 天的會議，會議中同個時段有多個會議廳同時進行論文發表，因此挑選與鑽井採油組業務較為相關的主題進行聆聽，主要為石油開採相關技術的發表，其中包含防砂技術、氣田生產與人工智慧。

本次出國任務旨在觀察目前油氣田開發相關技術趨勢，學習礦區目前面臨議題的相關知識，同時接觸國際性石油公司，與公司外部的相關從業人員進行交流，提高對於油氣產業的認識，對於石油工程師而言實為寶貴的一課。

貳、過程

本次出國任務為期3天，主要行程為參加03/26至03/28舉行之IPTC研討會，IPTC研討會一共為期3天，惟因預算限制，僅挑選主題與業務較為相近的1日與會，會議舉辦地點位於中國大陸北京，隔日則前往國際性石油服務公司，進行技術交流，詳細出國行程如表1所示。

表1、出國行程表

起迄日期	天數	到達地點	詳細工作內容
108.03.26(二)	1	台北-北京	啟程
107.03.27(三)	1	北京	參與 IPTC 研討會
107.03.28(四)	1	北京	赴 Schlumberger 公司研討
		北京-台北	返程
合計	3天		

一、 IPTC研討會會議簡介

IPTC 術研討會今年舉辦於中國大陸北京，會議地點位於奧林匹克園區旁的北京國際會議中心。會場包含報到處、廠商展場、技術議題演講會議廳與電子式論文海報(ePoster)，遍佈於會議中心的一至三樓。此次技術研討議題多達 70 項，每項議題皆於獨立會議室內進行發表，各項議題約有 3 至 5 篇報告現場口頭演說，演說後與會者可向作者直接提出疑問，作者可和現場與會者進行雙向溝通。研討時間分為上午及下午兩個時段，早上九點至下午五點，每個時段同時有八間會議廳舉辦研究論文發表。部分議題則安排以電子式論文海報進行發表，電子式論文海報位於開放式的大廳，大廳兩旁設置多台螢幕播放論文投影片，論文作者會於螢幕旁為有興趣的聽眾當場解說，電子式論文海報相當受到參加者的青睞，隨時可見螢幕旁有聽眾與作者討論，整體會議討論氣氛相當濃厚，參與體驗相當舒適。



圖 1、電子論文海報展示區

二、 IPTC技術研討會議程介紹

本次研討會標語訂定為 Partnership and Innovation: The Silk Road towards a Sustainable Energy Future (合作與創新：通往永續能源的絲綢之路)，其中與石油開採相關的主題眾多，本次與會任務主要集中於油氣田生產開發技術與設

備，同時也關注生產開發的議題，例如：腐蝕與出砂控制(Corrosion and Sand Management)與地層水入侵生產井等議題，本研討會尚有流動保障、新興油層模擬技術、非傳統油氣層評估和工業 4.0 發展等相關議題，參與過程期能透過吸取新知應用於本公司國內外自有礦區。此外，同時段內有數個會議室論文進行口說發表，需篩選與公司近年業務較相關的議題並於不同會議室聆聽，以下為本次參與議程：

(一)腐蝕與出砂控制：監測與對應(Corrosion and Sand Management: Monitoring and Treatments)；

(二)油氣產業中的人工智慧(Artificial Intelligence for the Oil & Gas Industry)；

(三)因應嚴苛環境的油層整合技術(Integrated Reservoir Management for Challenging Environments)；

(四)氣田生產表現(Gas Production Performance)；

會場內設有各家石油廠商展示攤位，包含許多國際上知名的石油公司、軟體公司、設備公司與服務公司，參加者可依需求自行於各攤位進行技術考察、意見諮詢甚至尋求商業合作機會。本次僅與會 1 日，主要參與上述 4 項議題口頭論文發表以及油層工程相關的電子式論文海報，因時間有限，此次並無深入石油公司展場攤位。

三、 拜訪石油服務公司過程簡述

Schlumberger 公司為目前全球規模最大的石油服務公司，公司歷史相當悠久，過去以井測(Well Logging)做為強項於產業內發跡，發展至今該公司與全球石油公司有許多整合服務合作項目，同時跨足地質與工程領域，地質探勘、震測、鑽井工程、井下電測、生產設計、地面設備與礦場維護等皆有技術人員提供服務，近年來更跨足到天然氣處理領域。

本次出國計畫書中原計畫與 Schlumberger 公司交流舊氣田再開發主題，因 Schlumberger 公司臨時與中國石油天然氣集團有限公司(CNPC)有重要會議，預定交流之技術人員有提前告知因故無法參與，調整交流主題與交流人員，更改為系統化油氣田管理，雖無法討論原定主題，但此次交流也見識到油田管理技術的未來趨勢。

目前最新的油田管理技術已具備自動監控，油田生產數據可自動傳輸至數據中心，取代派員巡視井場手動抄表，節省人力的同時也消除抄寫筆誤，再由數據中心建立油田資料庫，油田資料庫為所有改善實驗與數據分析的基礎，資料庫數據需嚴格控管，不可任意人為調整，保留量測數據原貌，且必須相通於各式分析軟體與油層模擬軟體，當新的生產資料匯入資料庫時可直接反應於模擬軟體，這意味著再也不用手動輸入整個油氣田的生產數據，更新油層模式與擬定生產開發方案將變得更有效率。此項技術據服務公司表示目前僅應用於部分礦區，但可預見資料自動化將會是未來油氣田標準管理模式。

參、具體成效

IPTC 研討會於同時段共有八個會議室進行論文發表，因時間有限，篩選與公司近年業務較相關的議程進行參與，以下節錄相關發表論文重點。另外，Schlumberger 公司展示的技術內容整理則置於發表論文節錄之後。

一、 IPTC-19247-MS

Performance Based Forecast Automation Using Advanced Analytics

Viren Kumar and Alok Kaushik, Shell India Markets Private Ltd; Ellen Zijlstra, Shell Kuwait Exploration and Production BV

在已成熟的礦區，已擁有大量的生產資料，可透過生產資料進行遞降曲線(DCA)或是典型曲線(Type Curves)進行生產預測，傳統上這項工作多以手動進行擬合，當生產資料更新時預測也要隨之更新，往往變的麻煩與費時。本文則提供一個相對傳統方法更加快速且可靠的工作流程(圖 2)。

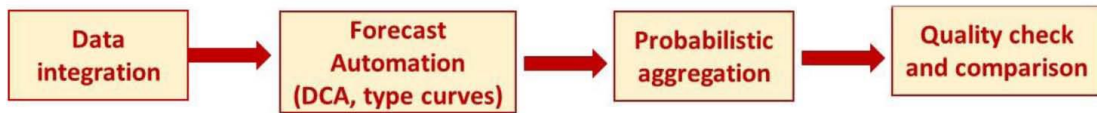


圖 2、進階分析流程

首先，進行資料彙整，該研究以開放式程式語言 Python 撰寫資料庫蒐集相關生產資料，並以圖表方式顯示生產資料(圖 3)，圖表內包含生產流量、噴流試驗流量與油層壓力等資料，以視覺化圖表檢查輸入資料是否有錯誤，較直接檢查數字來的便利。

接著撰寫演算法自動挑選 DCA 基準區間，此時需靠油層工程師給予條件篩選合適區間，近期生產資料應優先於過往已久的生產資料，若挑選出多段基準區間，便以計算出的生產遞降特性與現有的生產資料對比，誤差較小者將會被挑選為基準區間。為避免自動篩選無法篩選出合適區間，程式內應保留手動輸入遞降基準區間。

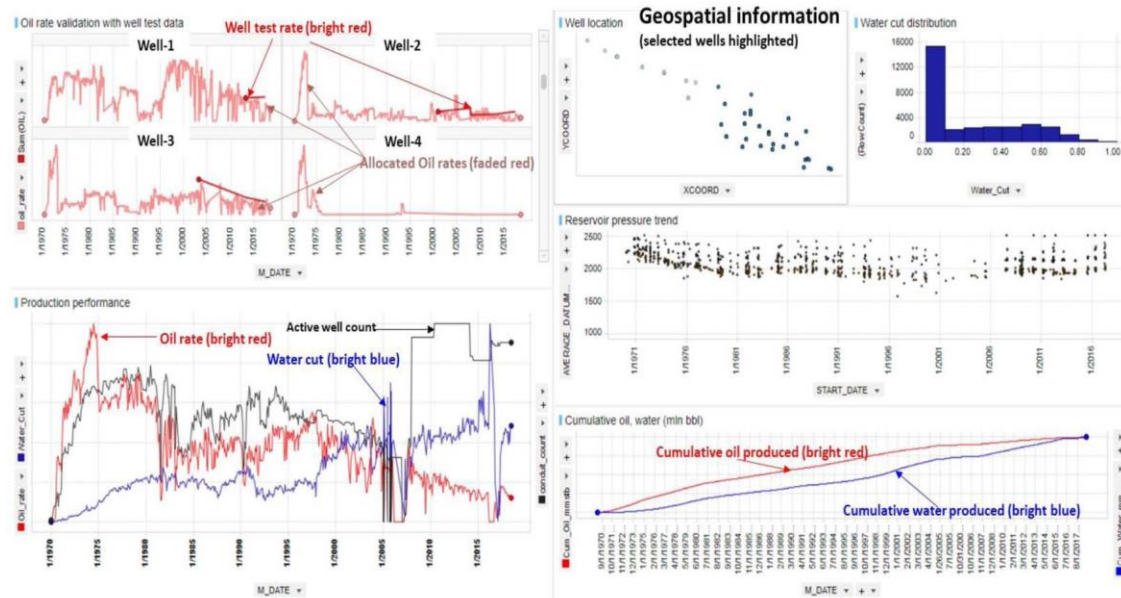


圖 3、以圖表檢驗輸入資料品質

此篇文章較為特殊的地方在於考量歷史生產數據的量測誤差，以演算法將通常是定值的歷史數據加上誤差範圍，使歷史數據不再是定值，而是一個可能的範圍(圖 4)，以範圍數據進行 DCA 預測，因輸入的歷史數據為範圍值，計算出的預測

自然也從傳統的預測曲線變為預測範圍(圖 5)，轉為預測範圍的好處是可直接計算 P90、P50、P10 蘊藏量，提供後續生產決策之用。

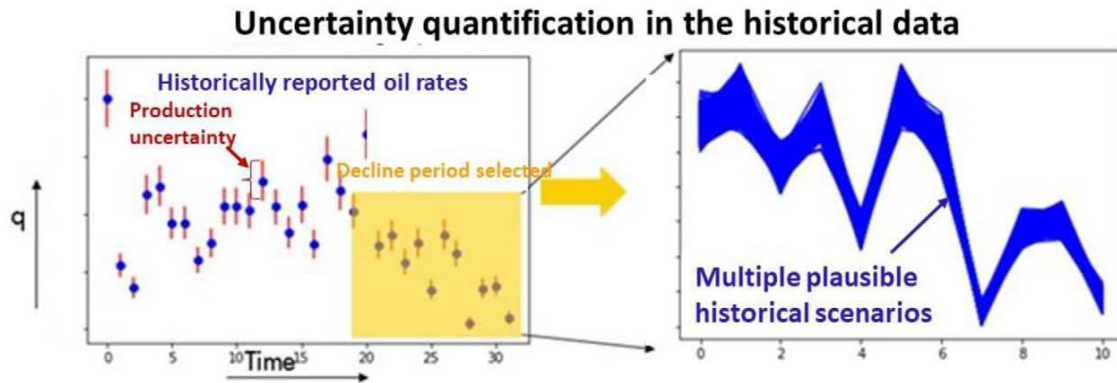


圖 4、將歷史觀測數據加上誤差值

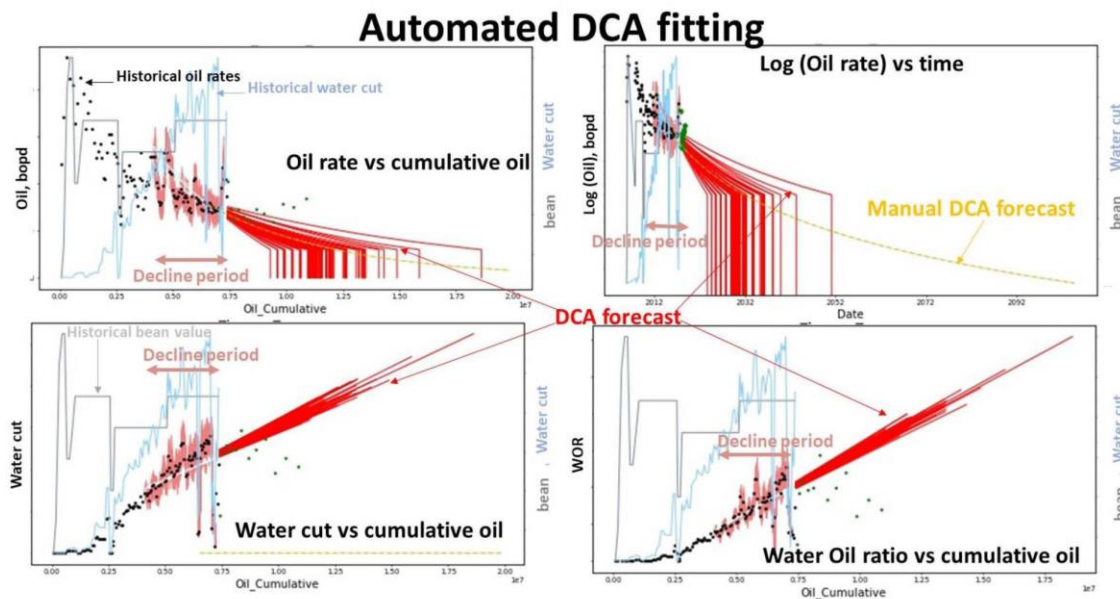


圖 5、輸出機率性預測區間

二、 IPTC-19211-MS

A Transient Plunger Lift Model for Liquid Unloading from Gas Wells

Jianjun Zhu, Haiwen Zhu, Qingqi Zhao, Weiqi Fu, Yi Shi, and Hong-Quan Zhang, University of Tulsa

橋塞舉升法(Plunger Lift)為一種常見油氣井對抗積液現象(Liquid Loading)的增產手法，此法將橋塞置於油管內，橋塞可於油管內上下來回移動，如同活塞一般，當液體開始聚積於井底時，將橋塞置於井底，橋塞可分隔上下流體，在積液尚未嚴重時，橋塞可被油氣自然生產能量向上推升，同時將橋塞以上被隔開的流體帶往井口(圖 6)，可順利使被液柱堵住的氣井得以重新生產，橋塞被帶至井口後會留在井口，重新生產後的生產井若再次被液體積滿，橋塞則再次被送往井底，將液體隔開，再次抬升至井口，如此反覆操作可延長氣井生產壽命，增加採收量。

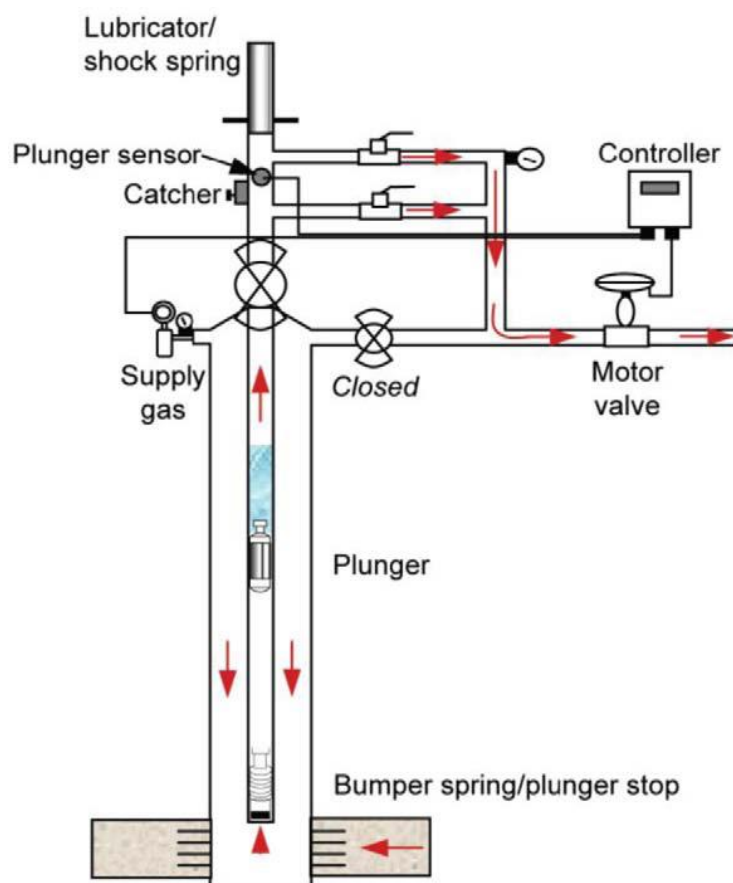


圖 6、橋塞舉升法(Plunger Lift)示意圖

本篇文章改良 Gasbarri and Wiggins (2001) 以及 Gupta et al. (2017) 解析解數學模型，描述橋塞舉升法於各工作階段可能的壓力與速度，並提及現有的橋塞舉升解析解皆有不足之處，本文改良橋塞上下移動時的速度與壓力假設(圖 7)，前人的模型皆假設橋塞移動為等速度運動，但實際上會受重力影響、管壁摩擦與底部向上的推力等因素影響。模式計算結果如圖 8 與圖 9 所示，可計算出單次循環中壓力與產量隨時間的變化，得以將此模式應用於預測產量與可能的生產狀況，同時，作者也提及此法尚未完美，未來將再針對橋塞封閉不佳的情形，即向上舉升的過程有可能產生洩漏，加以改善數學模型。

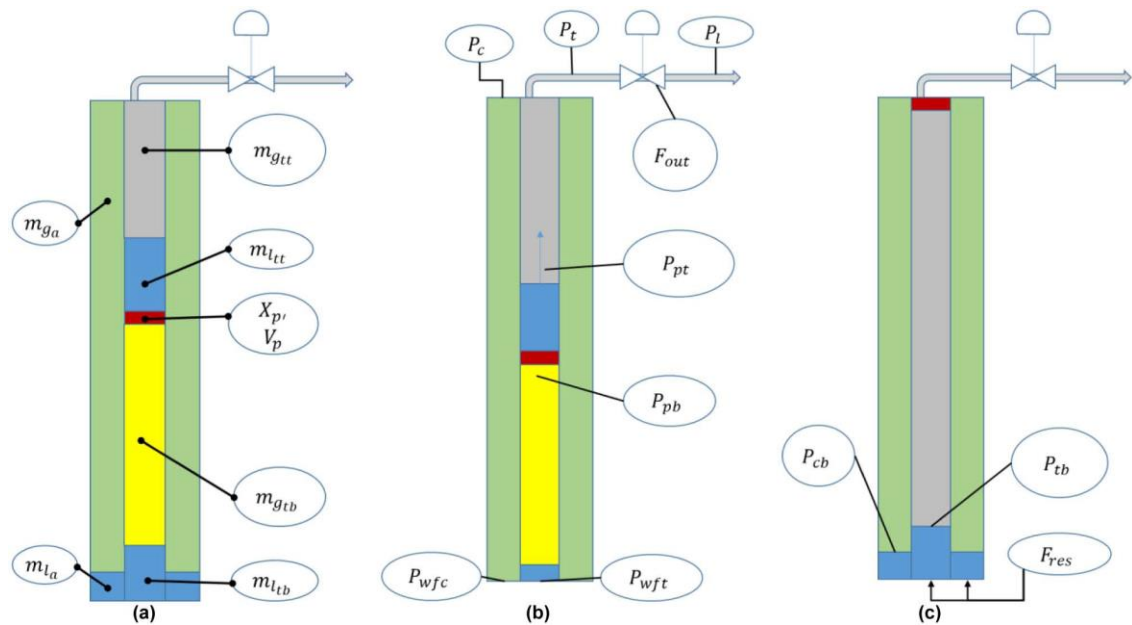


圖 7、橋塞舉升法各階段所需要計算參數(m 為質量，P 為壓力)

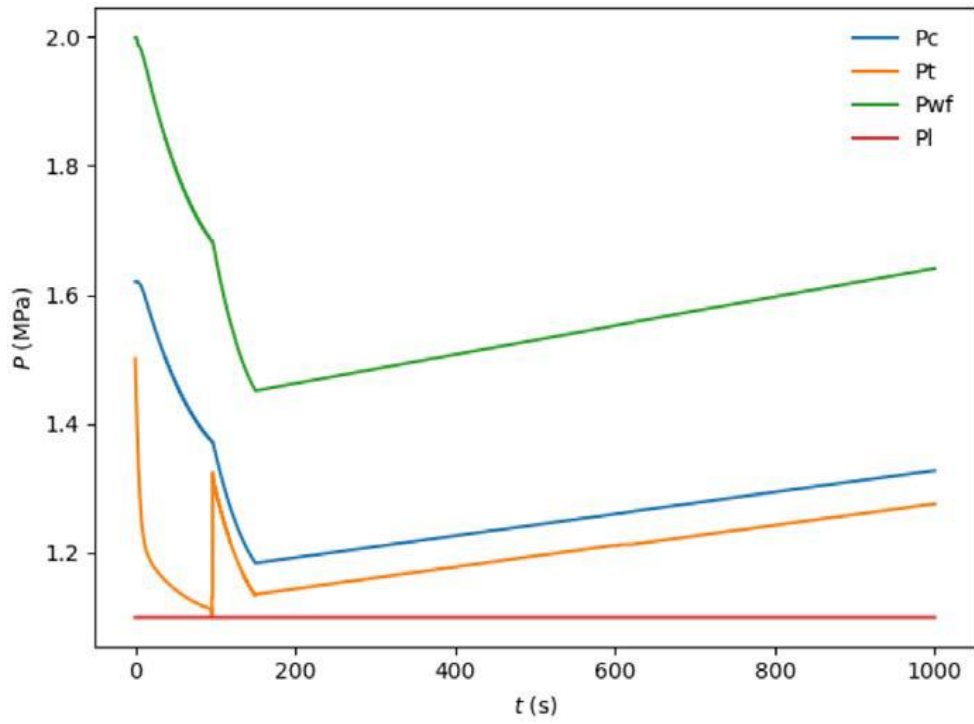


圖 8、模式計算之各點壓力

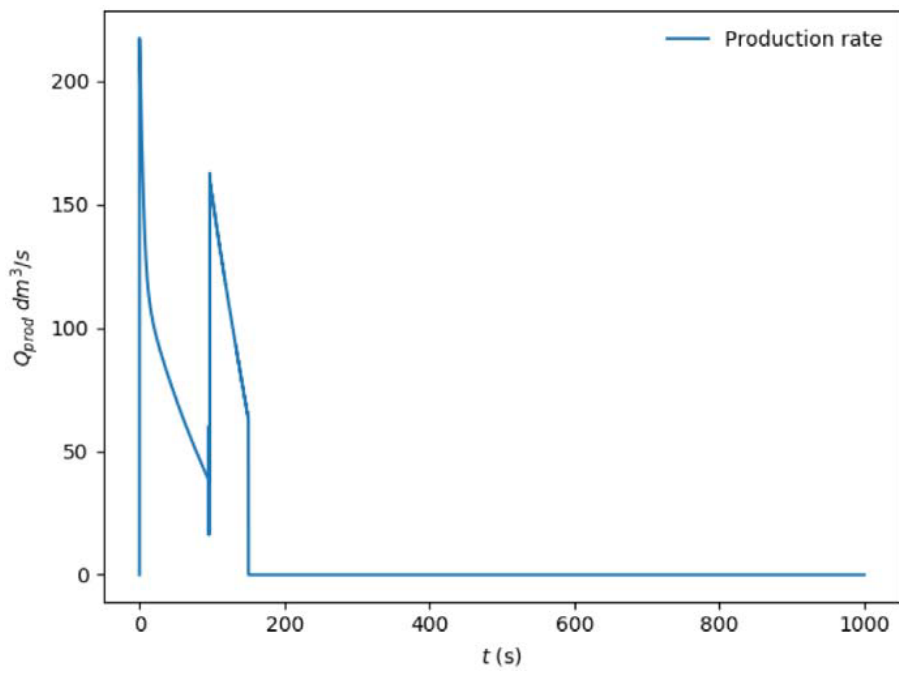


圖 9、模式計算之生產量

三、 IPTC-19488-MS

Improved Gas Recovery for Bottom-Water-Drive Gas Reservoir Using Downhole Water Drain Technique: A Success Story from Arthit Field, Thailand

Sutthipat Phummanee, Ake Rittirong, Winit Pongsripian, and Natthaphat Phongchawalit, PTT Exploration and Production Public Company Limited

本文以井底排水法(Downhole Water Drain, DHWD)作為氣井增產手段，該礦區位於泰國，主要生產天然氣，地層存在許多薄天然氣層與薄水層，作者挑選上層為底水驅天然氣層，且下層為耗竭型天然氣層的區域作為候選區域，天然氣層、水層與底下的耗竭型天然氣層皆進行穿孔，將活動式橋塞置於氣水介面，上層的天然氣層照常生產，下層的水層則排水至更底層的耗竭型天然氣層，如圖 10 所示，將水排掉後可因氣體膨脹能力量增強，增加天然氣采收率。

順帶一提，文章內並無對底層耗竭型氣層進行詳細描述，推測最底層的耗竭型氣層應是無經濟價值的氣層，單純作為排水管道，用來生產上層較具經濟的底水驅天然氣層。

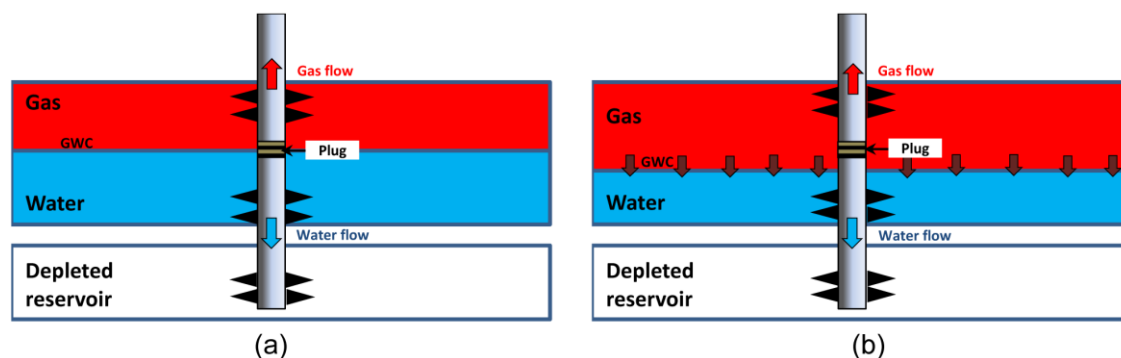


圖 10、DHWD 示意圖

首先根據底水驅天然氣層與耗竭型天然氣層的條件篩選出兩口候選井，Well-01 以及 Well-02，以油層模擬初始含水飽和度與較高的含水飽和度可能的地層情形，以單井規模做油層模擬，在同網格內同時設定兩口井的方式實現 DHWD 設置，一口井僅在底水驅天然氣層的氣層穿孔，另一口井則在底水驅天然氣層的水層以及更底部的耗竭型天然氣層穿孔，負責排水。網格內流體流動以 ECLIPSE 模擬器進行，油管內流動以軟體 PROSPER 生成 VLP 曲線並放入油層模擬器使用。

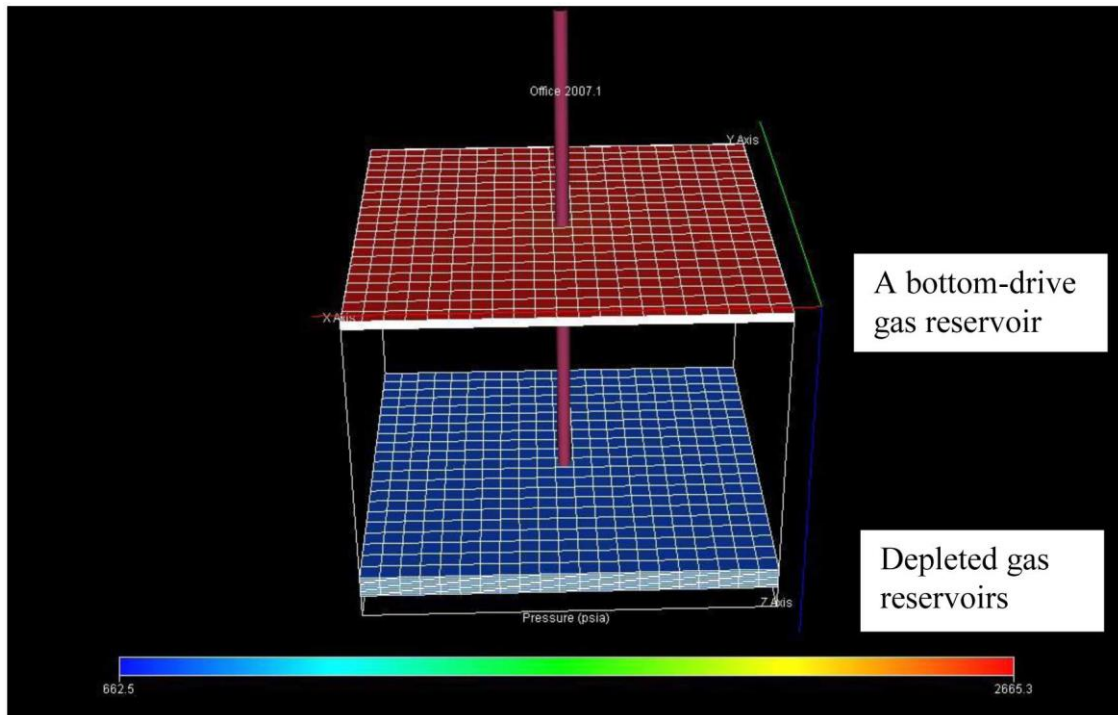


圖 11、單井油層模擬設置圖

透過模擬決定穿孔區間，挑選模擬結果較佳的穿孔計畫實際進行，但此兩口井因受限於工程延宕，完井時發現油氣層情況與當初模擬情形有差異，但已無時間再進行新的模擬，須馬上決定完井計畫，以節省鑽機成本，便根據模擬結果進行微調，進行穿孔。

Well-01 和 Well-02 實際產氣量與產水量如圖 12 和圖 13 所示，Well-01 地層水入侵時間為 2.05 個月，Well-02 地層水入侵時間為 5.40 個月，此數據已經超過礦場平均的 1.35 個月，表 2 和圖 14 為 Well-01 和 Well-02 與其他生產井的表現比較。

備註：本文為該議程的備案，並無在現場口頭發表。

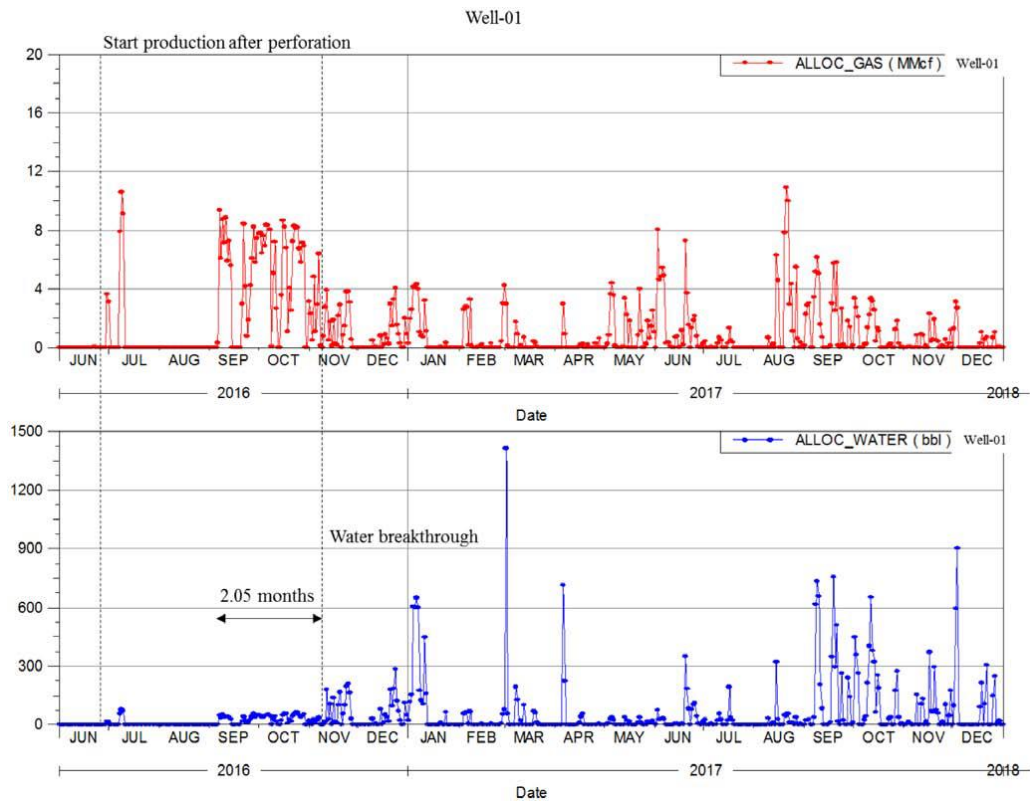


圖 12、Well-01 實際產氣量與產水量變化

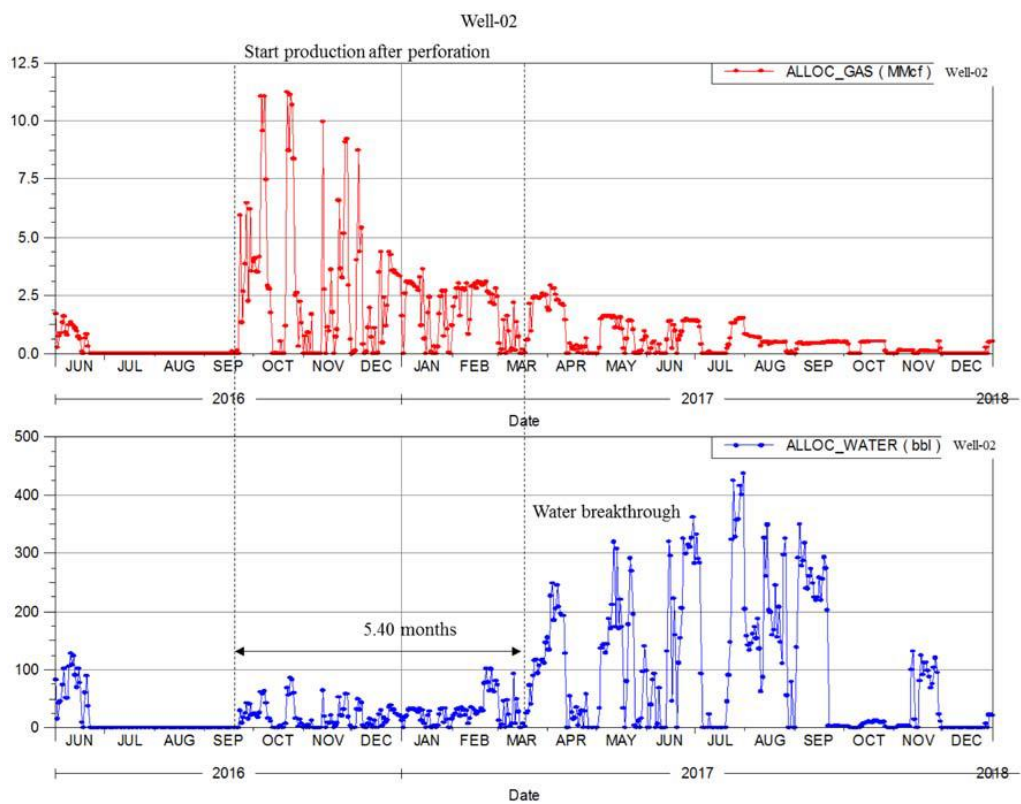


圖 13、Well-02 實際產氣量與產水量變化

表 2、Well-01 和 Well-02 應用 DHWD 後與其他井之比較

Item	Well name	Sand name	Timing of water breakthrough (month)	Water thickness (m)	Gas thickness (m)	Porosity (%)	Perm (md)	FM	Gas-water thickness ratio
DHWD	Well-01	12-15	2.05	11.4	9.77	20	52.4	2D	0.85
DHWD	Well-02	12-55	5.40	19.95	2.43	23	211.3	2D	0.12
1	Well-03	21-20	0.92	6.30	3.35	20	3.1	2A	0.53
2	Well-04	23-85	0.94	1.33	6.95	20	26.5	FM1	5.23
3	Well-05	18-30	2.03	2.50	8.01	25	238	2B	3.20
4	Well-06	17-80	2.65	2.00	13.05	21	35.1	2B	6.53
5	Well-07	19-50	1.49	5.98	4.31	20	16.7	2A	0.72
6	Well-08	22-25	0.56	5.06	5.06	22	5.3	FM1	1.00
7	Well-09	22-15	0.86	4.50	7.99	25	120.3	FM1	1.78
8	Well-10	20-90	16.7	4.00	18.53	24	253.1	2A	4.63

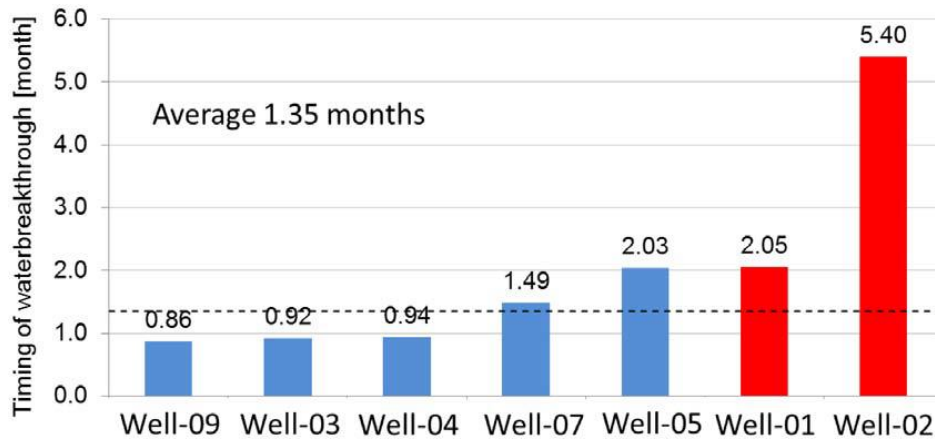


圖 14、Well-01 和 Well-02 應用 DHWD 後與其他井之比較

四、 Schlumberger 公司展示技術

Schlumberger 公司展示的系統化油氣田資產管理模型敘述如下，油氣田管理大致可分為三大部門，現場作業部門、採油工廠部門以及研究發展部門，三大部門相輔相成。現場作業部門專注於單井表現評估、人工舉升作業與現場設備監控；採油工廠部門負責監控整個礦區的注產調配、沖排管理、流動保障監測與出砂監測；另外，長期與短期的生產規劃、增產實驗、系統化管理則由研究發展部門負責。

現場部門監控數據可自動傳輸至數據中心，確認數據品質後便寫入資料庫，此項作業大約僅需 1 天；採油工廠部門可根據監控數據得知礦場生產特徵，根據生產特曲線進行注產合理調配，此項工作流程大約需要 1 天至 90 天應用至礦場各

井；研究發展部門則提供大規模的生產方案改善、油層模擬與生產決策建議，此項工作除了需要現場部門與採油工廠部門的工程資料外，尚需蒐集彙整震測、地質模式、鑽井資料、測井解釋、完井試井與長期生產資料，方可提供完整報告予以採油工廠部門與現場部門做為生產改善依據，此項工作流程通常需要超過 90 天。

上述工作部門可分別對應至中油公司探採事業部與探採研究所，探採研究所主要受理探採事業部礦區委託研究，經由研究分析可提供探採事業部較為全面的生產建議，使礦區順利生產。經詢問結果，中國大陸的研究發展部門的研究方向主要也視礦場委託而定，此點與公司內探採相關單位的分工合作類似。

系統化油田管理模型如圖 15 所示，涵蓋地層下的油氣層模擬、地層連接至地表的井筒、地表的設備管線、外輸管線網到決策的經濟模型，部分軟體和目前所內常用軟體一致，但各軟體間的資料尚無法順利相容相通，仍需要轉換或手動輸入。整體而言，與 Schlumberger 公司研討內容收益良多，生產數據自動監控與通用分析平台可作為所內未來發展目標，希望有朝一日可與國際石油服務公司並駕齊驅。

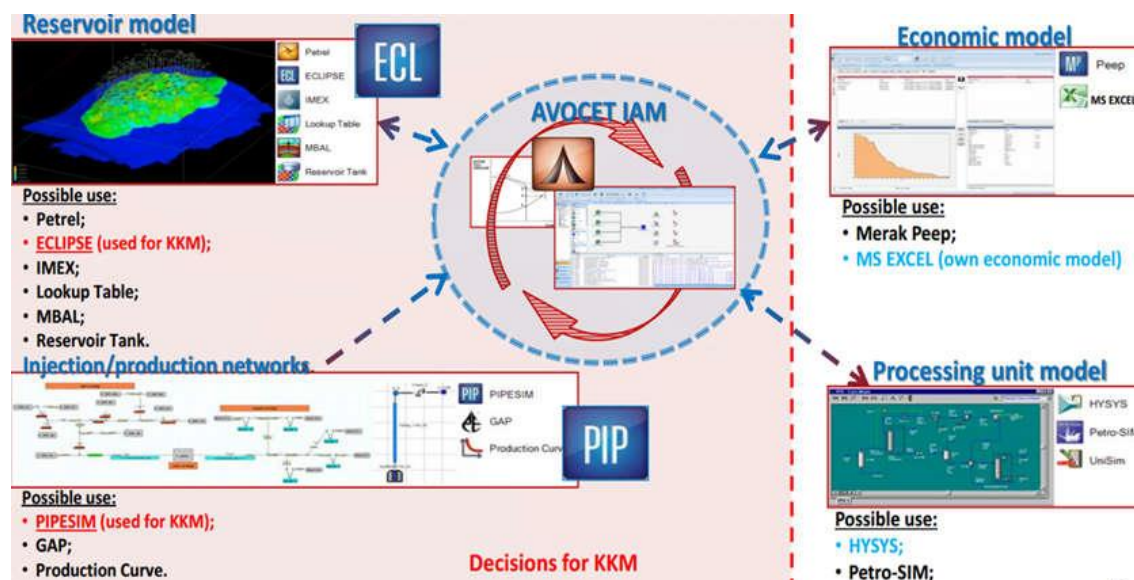


圖 15、系統化油田管理模型

肆、心得及建議

本次出國參加 IPTC 研討會與拜訪國際型石油服務公司，對於自動化系統、油氣層監測控制與油氣田地層水入侵等議題獲益良多，對於參展及交流部分亦有所體悟，提出以下幾點心得與建議：

一、自動化監控生產井為目前與未來趨勢

本次參與研討會或與石油服務公司交流皆可見到自動化議題，且已達實際應用階段，該技術可節省人力與避免人為失誤，目前國內礦區尚未引進相關技術，若未來有新興油氣田須自力開發，可嘗試發展此項技術，再者，若目前合作夥伴已有類似技術應用於實際礦區，商業投資之餘也可找機會學習相關技術。

二、建立資料庫與通用平台

油氣礦區生產資料眾多與繁雜，自探勘至生產開發，乃到礦區優化皆需要大量資料配合解讀分析，全面性的考量後方可做出最適當地決策，公司內目前無建立完整資料庫，礦區資料相當零散，往往需花費大量時間向各單位保管人員確認資料來源與正確性，若可統一建立礦區資料庫與通用存取資料平台，便可節省寶貴時間，同時也能將工作專案完整保存與減少工作轉移的麻煩。

三、石油能源轉型議題

此次 IPTC 研討會的標語為「通往永續能源的絲綢之路」，為會議第 1 天開幕演講主題，因僅參加第 2 天議程無緣聆聽開幕演講內容，但此標題可見未來能源走向仍被熱烈關注，與石油服務公司交流過程中有談到電動車是否影響石油產業，對方表示電動車的出現對石油產業影響目前尚無巨大影響，至於未來的趨勢目前仍需持續觀察，有聽聞某幾家規模巨大的國際性石油公

司未來可能會停止開採油氣資源，或是轉型投資非石油能源，但這些消息目前僅止於傳聞，屬未驗證消息。台灣中油公司為國內石油與石化產業的領頭羊，需隨時關注國際產業變動，尤其是石油能源是否會有巨大改變，對於能源轉型風險需時時注意。

四、鼓勵新進研究人員參與國際性研討會

對於研究人員而言，負責工作大多為油氣田評估，油氣田評估是一門巨大且複雜的工作項目，由眾多的知識推砌而成，國際石油公司便是最佳的學習對象，參加國際性研討會除了能補充知識不足之處，亦能觀察國際技術水平，能和眾多廠商直接交流，取得合作機會。國際性研討會對於年輕研究員而言是一個寶貴的經驗，相信認真參與的同仁皆能有豐富的收穫，增強進步的動力，將公司帶領至更高的產業地位。

五、增進語文能力以備未來國際交流機會

目前國內石油開採領域的研究人員相當稀少，幾乎集中於中油公司、台塑公司與少數學術單位內，本次出差與國際公司交流有耳目一新之感，但於會議室聆聽英文演講感到有些吃力，未來將規劃精進外語能力，期望能與各國人士流利對話，精準地表達內心想法，達到國際化的交流。同時，建議可提升赴國外接受培訓或是人才短期交流的機會，相信對公司人才培養有是相當助益。