

一、前言

八十八年下半年及八十九年度國外專題研究“油層工程整合性應用研究”項下，經提研習計劃(如附錄)赴美國德州 IS 公司及 Corlena 公司研習，安排住宿於出租公寓，一房一廳(one bed room)月租為 1200 元，周日上班由 IS 公司提供便車，赴油田參訪或假日外出則租車前往，雖經費襟拙，唯尚有薪金支應，平日簡單的生活習慣，也可愉快享受進修生活，美國生活昂貴，生活上感覺新台幣之價值被低估了。

達拉斯係美國石油工程學會 SPE 之所在地，石油工程之圖書文獻十分豐富就近利用獲益不少。

IS 公司提供電腦設備與網路資源，及其投資油氣田之資料。

德州東部 Kilgore 係德州石油案之發祥地，現已枯竭市況大不如前，有一石油博物館展示其先民發展油礦事業之簡陋而實際。

北德州與奧克拉荷馬州一帶油田到處可見，奧州政府辦公室前還有油田遺址，適逢油價起漲，石油雜誌散見徵求停產油氣井買入之小廣告，充分說明油價高低與生產之關係。

二、對油層工程一些心得

油層工程最重要之任務之一為確保蘊藏量估計的實現性，依 SPE 之定義(最新版 SPE 出版之定義如附錄)，簡言之，可用合乎經濟之方法採得之石油才能稱為 Reserve，最常用體積法之估算蘊藏量：

$$\text{Reserve} = A \cdot h \cdot S_o \cdot B_o \cdot R$$

A: 面積，在未再開發前完全依賴地質、地球物理的方法解釋之，工程資料漸增後可回饋地質參數，反覆處理修正提高準確度。

h: 厚度，與面積參數同性質，在未開發前亦依賴地質、地球物理的方法及待鑽探後實際資料與解釋資料可取後較佳之相關資料，對厚度參數可有較佳之掌握。

: 孔隙率，未鑽探前僅能依地質地物資料類比估計，鑽探後

電測及岩屑岩心的資料可獲較佳之估算，惟與量測方法的不同尚有顯著的差異，且空間上的採樣還是要資深地質師的判斷才能彌補管窺之憾，及至有流體溫壓及量之資料後或可有較佳之推論。

S₀：與 之性質類似，生產過程與不同流體間之相對變化數學上敏感，由實驗室精確之量測顯得很重要。

B₀：體積因素，以油氣樣本於實際室中分析而得，採樣方法與技術之良窳影響很大。

R：採收率，採收率為地層特性，開發規劃、生產管理、市場狀況 等因素之綜合表現歷史經驗值從 5%到 40%均有之，並因二、三期採收的規劃與技術改進有很大的關係，油層技術與管理均展現與此。

上述六個參數外，尚可加入其他的因子，例如加入體積因子，即將體積之估計再打一折扣，例如也有人加入地層連續性因子也是將體積打一折扣，打折就是保守之意，但過於保守也無法成就任一事業，因於不準度如此之高，遂有機率法應運而生。油層工程最重要的參數滲透率，不含於體積法之計算中，其實係隱含於採收率之中，其中之變化很容易被簡單的假設所掩蓋，因而使前期探勘之努力毀損。再透過油層模擬，對未來生產情境做合理的預測，以與地層資料核對，合理微調參數，若不能得合理預測，則各領域專業對個自之研判，應有自省之反應，相互回饋，才有績效。個人的專業實在非常渺小，難能獨斷，團隊互補實為成功關鍵。

三、進修計劃的實行

IS 公司係一探勘公司總裁本身之專業為地球物理解釋，從事停產油田之再評估，再投資及小氣田之買賣。由改變 data Processing 之程序，改變參數後之再處理，實際工作上以德州 Panhandle 地區 Walker County 的 Dalhart 油田，在 Granite Wash 地層，決定在 2175 呎深度往 45° bearing 鑽水平井，水平段 200

呎由 Corlena 公司執行，鑽井預算約 22 萬美元，預計可獲日產 100 桶，有利可圖，簡要資料如附錄。再者為了油層模擬，市面上油層模擬軟體很多，也是高價格，要向顧問公司借用也須付費使用，對進修者而言，實在不方便。美國能源部在奧克拉荷馬州土剎市有一“National Petroleum Technology Office”可提供免費軟體，我透過網路獲贈乙套，爾後油層評估上有所助益，其行政效率之快，令人印象深刻。

進修期獲邀往訪加拿大莎斯卡其旺省研究院石油研究所 (Petroleum Division, Saskatchewan Research Council) 各位老友相見歡，傾聽其研究概況，包括水平井技術、甲烷循環注氣重油採收，注入空氣油層現地燃燒(火攻)採收法，注二氧化碳排掃中輕質油採收，乳化輸送研究，重油升級研究，參觀了其實驗設備，並在南莎省參訪油氣田，重溫學習旅程快樂時光(如附錄)。該所獲加國聯邦政府及石油業大量基金之援助，研究大樓遷建於女王大學之校區中，顯見採收技術之研究仍可獲得社會之支持，很為研究人員慶幸，只要能為工業界促進發展研究業之前途還是光明的。

SRC 對石油整合研究也很重視，常找專家來開 Seminar，主要講題如 Reservoir Management Concepts，Reservoir Management Process, Data Acquisition, Analysis Management, Reservoir Performance Analysis and Forecast, Reservoir Management Economics, Improved Recovery Process，Reservoir Management Case Studies。印象深刻，蒐集一些書目(如附錄)，可供日後自修參考用。

四、結語與建議

過去 30 年來油層工程在整合上有十足的進步，技術與工具均有進步，油層特性描述方法也有改進，個人電腦及自動化的普及提昇資料處理與管理能力。地質與工程專業之互動，促成新團隊的成功。油層工程整合觀念也在石油業界中被接受，由原先

接力團隊漸變成職籃團隊。

整合方法的實踐配以新科技，吾人相信所有油氣田的採收率會提昇，使全球性石油耗竭時間往後延伸，是全球的共同利益。

油層工程的整合，從設定目標、計劃、動工、監管、再評估及計劃再修訂，生生不息。

感謝公司給我機會，進修期間竭盡利用時間多聽、多看，對爾後工作品質之提昇必有所助益。此種計劃經費不多，爾後可以繼續辦理。