

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：其他)

2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議
暨展覽會
出國人員報告書

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：潘時瑜 石油開採工程師

派赴國家：新加坡

出國期間：105 年 8 月 21 日至 8 月 24 日

報告日期：105 年 9 月 13 日

摘要

石油及天然氣為一國重要資源，因此，如何增加油氣產量與穩定油氣供應，成為目前世界各國極為重視之課題。台灣中油公司探採研究所秉持增加自有油源理念，在最近幾年持續尋找利於投資的油氣礦區，同時也兼顧油氣礦區生產開發及工程技術進步。今年 105 年石油基金計畫「美國 Permian Basin 非傳統油氣礦區評估」即為台灣中油公司秉持理念所執行之計畫，希望藉由參加國際研討會了解新技術，及在與業界交流過程中，發現可投資之油氣礦區。

本次於 8 月 21 日至 8 月 24 日期間，出國參加石油工程師協會（Society of Petroleum Engineers, SPE）在新加坡舉辦之 2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議（IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, IADC 為 the International Association of Drilling Contractors, 國際鑽探承包商協會），研討會全程在金沙城（Marina Bay Sands Expo & Convention Centre）舉辦，研討會為期 2 天半（8 月 22 日至 8 月 24 日上午），本次會議十分務實，著重於石油業界運用自己公司開發的軟體及硬體，解決實際在石油探勘及開採所遇到之問題，並將如何解決之方法發表成本次研討會論文，相當符合目前探採部門及研究所處境及需求，同時兼顧傳統與非傳統資源技術，提升探勘所需之專業知識，拓展公司的探勘技術與應用。

目次

摘要.....	1
目次.....	2
壹、 目的	3
貳、 過程	4
參、 心得及建議.....	16

壹、目的

自 2014 年以來，石油業技術有顯著的改變且面臨新的挑戰，而需要創新的鑽採技術，使操作更有效率並節省成本。這種新的迫切要求使得整個石油業各個方面都有了轉變。有鑑於石油業界變化和商業現實，一個可以進一步實現整個價值和供應鏈成本效益的一套工具，制度和功能，就顯得更加的重要。

本次參加的 2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議為國際研討會，共有 18 項議題，內容概括分為三類：一為傳統鑽井、完井、固井、鑽井液及深水鑽井等技術，二為非傳統定向井及液裂等技術主題，三為高溫高壓下鑽井、舊或成熟油氣田再生及創新科技應用。包含此次出國與會目的之液裂技術，其中液裂技術之突破，不僅是非傳統能源之油頁岩開發，更是扮演石化資源快速增加之關鍵，同時國內舊油氣田也可考慮引進相關技術再開發，更可觀摩國際創新技術發展。

貳、過程

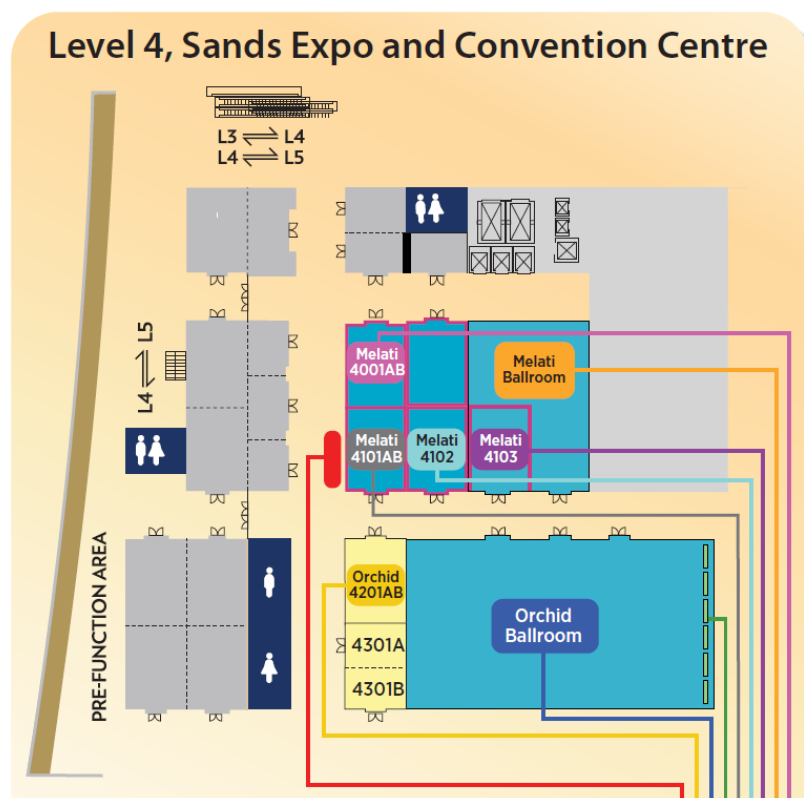
本次出國為期 4 天，詳細出國行程如表一所示，主要行程為參與 2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議，本會議為國際研討會，會期為 2 天半（8/22 至 8/24 上午，8/24 下午立即返程），內容涵蓋傳統及非傳統資源技術議題，另會場也展出包含技術展覽（空間並不大，且以海域鑽井技術參展居多）及此次著重之研討會論文發表（發表者有業界代表及學生），發表論文從早上九點開始至下午五點半，此次研討會提供研究論文之電子檔，共計 126 篇。

表一、出國行程

日期	地點	工作內容
105.08.21	台灣-新加坡	啟程
105.08.22~24	新加坡	參加 2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議
105.08.24	新加坡-台灣	返程

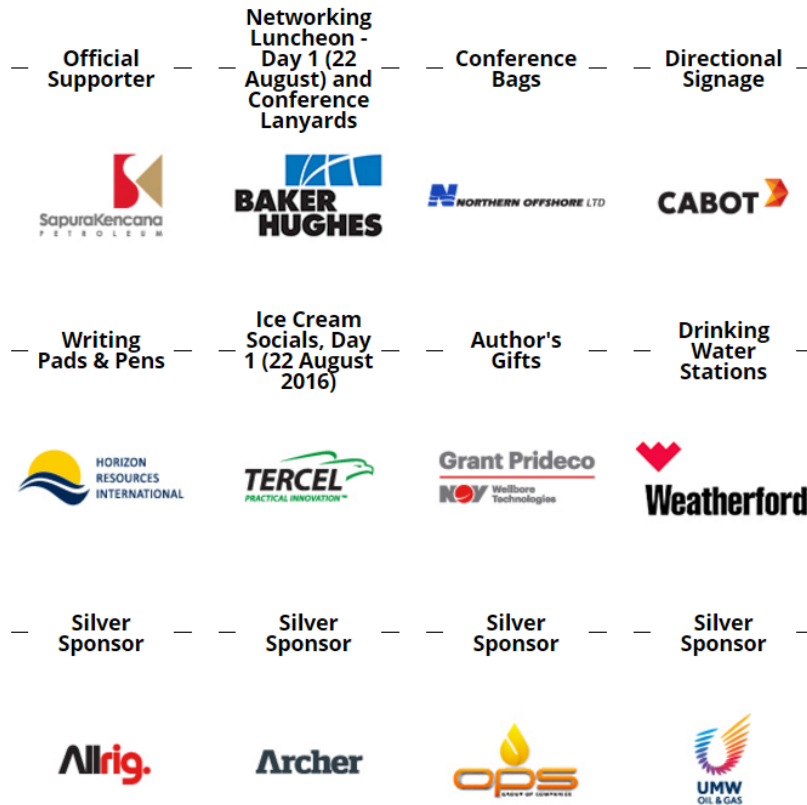
一、 2016年IADC/SPE亞太鑽井技術會議簡介

2016 年 IADC/SPE 亞太鑽井技術會議範圍不限傳統或非傳統油氣資源技術，大會有研究論文報告、技術展覽及訓練課程，此次參與部分主要為研究論文報告及技術展覽(圖一)，論文發表者包括國際石油公司(如：Chevron、ConocoPhillips、Saudi Aramco 及 Shell 等)、國際石油服務公司(如：Baker Hughes、Halliburton、Schlumberger 及 Weatherford 等)、國營石油公司(如：CNPC 及 Petrochina、CNOOC 及 SINOPEC)、其他石油公司(如：Cairn India、National Oilwell Varco、Murphy Oil、Kongsberg Oil and Gas Technologies、Pulse Structural Monitoring Ltd.、Statoil ASA 及 Pertamina EP 等)，及石油學校(University of Teknologi PETRONAS、University of Petroleum, Beijing 及 University of Southwest Petroleum 等)。此次大會贊助廠商如圖二所示。



圖一、IADC/SPE 亞太鑽井技術會議會場布置圖。

(資料來源：<http://www.spe.org/events/en/2016/conference/16apdt/homepage.html>)



圖二、IADC/SPE 亞太鑽井技術會議贊助廠商。（資料來源：

http://www.spe.org/events/en/2016/conference/16apdt/homepage.html?redirected_via=/events/apdt/2016/)

二、IADC/SPE亞太鑽井技術會議會場介紹

此次大會主要分為展場及會議室，均位於金沙城（Marina Bay Sands Expo & Convention Centre）四樓（圖三為會場及簽到現場，展場如圖四），共三間會議室同時舉辦研究論文發表，本次參加之主要活動為早上 9 點後展開（如表二）。



圖三、大會報名及簽到現場。

表二、IADC/SPE 亞太鑽井技術會議時間表。（資料來源：

<http://www.spe.org/events/en/2016/conference/16apdt/schedule-overview.html>）

Monday, 22 August		Tuesday, 23 August		Wednesday, 24 August	
0730 - 1930 hours	Registration – Pre-Function Area	0730 - 1900 hours	Registration – Pre-Function Area	0730 - 1400 hours	Registration – Pre-Function Area
0800 - 1730 hours	Conference HQ / Speaker and Author Check-in – Orchid 4201AB	0800 - 1730 hours	Conference HQ / Speaker and Author Check-in – Orchid 4201AB	0800 - 1400 hours	Conference HQ / Speaker and Author Check-in – Orchid 4201AB
0900 - 1000 hours	Opening Session – Melati Main Ballroom	0900 - 1900 hours	Exhibition – Orchid Main Ballroom	0900 - 1400 hours	Exhibition – Orchid Main Ballroom
1000 - 1930 hours	Exhibition – Orchid Main Ballroom	0900 - 1030 hours	Technical Session 7: Innovative Technologies I – Melati 4101AB	0900 - 1030 hours	Technical Session 15: Innovative Technologies II – Melati 4101AB
1000 - 1030 hours	Coffee Break – Orchid Main Ballroom	0900 - 1030 hours	Technical Session 8: Drilling Fluids – Melati 4102	0900 - 1030 hours	Technical Session 16: Field Development and Mature Field Rejuvenation – Melati 4102
1030 - 1200 hours	Executive Plenary Session – Melati Main Ballroom	0900 - 1030 hours	Technical Session 9: Drilling Mechanics, Directional Drilling and Hole Enlargement – Melati 4103	0900 - 1030 hours	Technical Session 17: Special Techniques in MPD, UBD and ERD – Melati 4103
1200 - 1400 hours	Networking Luncheon – Orchid Main Ballroom	1030 - 1100 hours	Coffee Break – Orchid Main Ballroom	1030 - 1100 hours	Coffee Break – Orchid Main Ballroom
1300 - 1400 hours	Knowledge Sharing ePoster Sessions 1 and 2 – Orchid Main Ballroom	1030 - 1100 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 5 – Orchid Main Ballroom	1030 - 1100 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 9 – Orchid Main Ballroom
1400 - 1530 hours	Technical Session 1: Drilling Bit Technology – Melati 4101AB	1100 - 1230 hours	Panel Session 1: Can We Achieve Mutual Profitability in Transforming Times – Melati 4102	1100 - 1230 hours	Panel Session 3: Safety Ownership During Technology Implementation for Effective Performance – Melati 4102
1400 - 1530 hours	Technical Session 2: Completion Technology and Enhanced Oil Recovery – Melati 4102	1230 - 1400 hours	Networking Luncheon – Orchid Main Ballroom	1100 - 1230 hours	Technical Session 18: HPHT – Melati 4103
1400 - 1530 hours	Technical Session 3: Well Intervention – Melati 4001AB	1330 - 1400 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 6 – Orchid Main Ballroom	1230 - 1400 hours	Networking Luncheon – Orchid Main Ballroom
1530 - 1600 hours	Coffee Break / Ice Cream Social – Orchid Main Ballroom	1400 - 1530 hours	Technical Session 11: Geomechanics – Melati 4101AB	1430 - 2000 hours	Exhibit Move-Out – Orchid Main Ballroom
1530 - 1600 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 3 – Orchid Main Ballroom	1400 - 1530 hours	Technical Session 12: Drilling Tubulars – Melati 4102		
1600 - 1730 hours	Technical Session 4: Cementing and Zonal Isolation – Melati 4101AB	1400 - 1530 hours	Technical Session 13: Well Stimulation (Fracing and Acidizing) – Melati 4103		
1600 - 1730 hours	Technical Session 5: Deepwater Drilling and Completion – Melati 4102	1530 - 1600 hours	Coffee Break – Orchid Main Ballroom		
1600 - 1730 hours	Technical Session 6: Challenging Projects That Overcame Adversity – Melati 4001AB	1530 - 1600 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 7 – Orchid Main Ballroom		
1730 - 1800 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 4 – Orchid Main Ballroom	1600 - 1730 hours	Panel Session 2: Technology Development - Well Integrity and Brownfield Development – Melati 4102		
1730 - 1930 hours	Welcome Reception – Orchid Main Ballroom	1600 - 1730 hours	Technical Session 14: HSE, Competence and Risk Management – Melati 4103		
		1730 - 1800 hours	Knowledge Sharing ePoster Session 8 – Orchid Main Ballroom		
		1730 - 1900 hours	Networking Reception – Orchid Main Ballroom		



圖四、IADC/SPE 亞太鑽井技術會議展場。

三、 重點報告摘錄

此次研討會報告內容及範圍十分廣泛，包含傳統鑽井、非傳統鑽井、舊或成熟油氣田再生及創新科技應用等，本次研討會論文之電子檔案共計 126 個檔案，但因本次僅一人參加，故能參與研討的場次有限，以下節錄參與到的報告重點。

1. 編號 IADC/SPE-180668-MS，題目 Expanding the Reach of Wireline Perforating，由 Schlumberger 公司 Wireline 部門 Perforating Portfolio 經理及產品線首席 Sharif Aboelnaga 報告。

技術的進步正推動什麼都有可能，包括了有線電纜可承受更重的負載。Schlumberger 公司發展新型高強度電纜，輸送系統，有線拖拉機及前置作業之建模軟體，已經改變傳統有線射孔的應用程序，從而允許一次使用很長的射孔槍串（perforating gun strings）。此新型有線射孔的應用程序或設備（圖五）已成功的用於 100 英尺（ft）或以上之射孔區間，及可從 2 7/8-in 變更至 7-in 的射孔槍，且已應用在卡達，阿曼，英國，挪威，墨西哥及巴西。結合先進的軟硬體，使得超長且超重的有線射孔機可以在海上和陸地操作，此創新有線射孔技術，提高效率，同時減少鑽井時間和成本。

因為有線電纜繼續地改進，強度更高的電纜已被開發出來，而可以適用於更深更複雜的井軌跡，同樣可用於裸孔及已下套管之井孔，單芯電纜線、同軸電纜線、七芯電纜線（圖六），有無壓力控制設備（pressure control equipment，PCE）皆可使用。同時這種可考慮扭矩平衡，複合材料電纜開發出來不僅提高有效負載容量，也允許更高在更高的速度運行，大大的提高效率。這種有線射孔拖拉機也可用於水平井，改善在過去水平井只能透過油管輸送，以連續油管來操作的方式。

Schlumberger 公司不僅僅改善硬體也開發可搭配使用的模擬軟體，不管服務公司和經營人都必須建模來評估風險，並了解如何操作才能成功（Schlumberger 公司開發此軟體名稱為 Toolplanner Perforating ShockModeling）。例如，Toolplanner Perforating ShockModeling 可以預估作用於有線電纜上的摩擦力，預測如果拖拉機到某個總深度（total depth，TD）時，需要多大的力等。



圖五、新型有線射孔拖拉機。



圖六、七芯電纜線。

2. 編號IADC/SPE-180672-MS，題目A Unique ICD' s Advance Completions Design Solution with Single Well Dynamic Modeling，由Schlumberger公司報告。

Schlumberger公司開發流入控制裝置（inflow control devices，ICD）之程序以修正模擬時的壓力偏差。模擬流入控制裝置用來修正或加入若跨井筒時，水平截面（cross section）流入液體對壓力的影響或貢獻（圖七），以延遲/提早出水時間或修正水錐點（water breakthrough or water coning hot spots）（圖八），並增加或修正最終累積可採油的井下流量控制解決方案（圖九）。此篇文章介紹一種創新、成功的系統工作流程，實施這一技術可有效地管理邊際儲油層（marginal green reservoir）的不確定性，同時實現油田開發的要求。一般來說，此設計過程，先研究ICD可行性，然後動態模擬單井鑽前ICD設計，再優化ICD噴嘴（nozzle）及封隔器（packer）安置，最後再微調設計，提出現場執行時ICD及示踪劑（tracer）設計。

這一過程的關鍵因素是一種新穎的和省時有效的單井動態模擬方法，使用動態時間推移生產響應（dynamic time-lapse production responds）加上不同ICD噴嘴及封隔器設計，模擬出不同場景，以找出最適合現地的裝置。

本文從強調動態建模的角度來設計和優化工作流程，而不是強調傳統基於節點（nodal）或單時間階（single time step）的生產情景模擬。

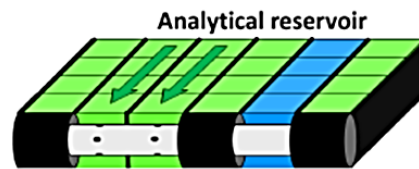


Figure 1 (a)—Analytical simulation of Nodal-based / 'Static' / Production Snapshot model

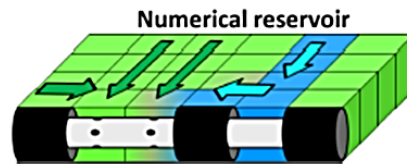


Figure 1 (b)—Dynamic simulation of grid-based model with time-lapse impact

圖七、上圖為傳統模擬法，流體只流一個方向，下圖為本文之模擬方法，流體應流多個方向。

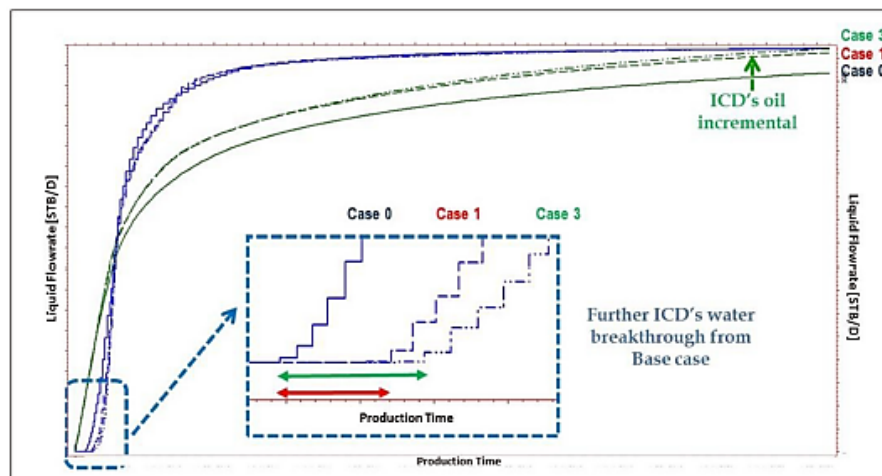


Figure 3—An example simulation result case of dynamic single ICD's well prediction of water breakthrough delay impact against no ICD's base case

圖八、綠色線為使用本文 ICD 方法，紫色線為使用傳統模擬方法，可看出二者出水時間有差異。

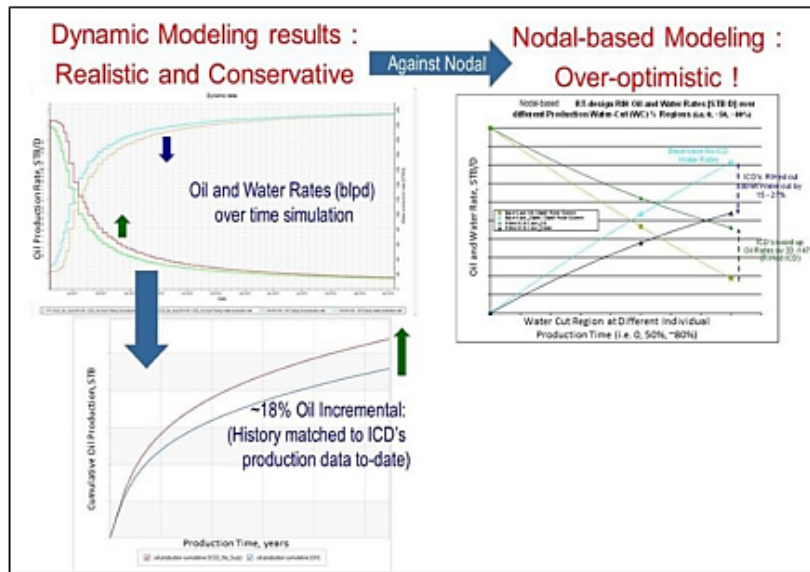


Figure 5(b)—Well B optimal ICD's production upsides comparison from realistic dynamic single well simulation result against over-optimistic nodal-based production-snapshot design

圖九、實際案例中，使用本文所提 ICD 方法與傳統模擬法可相差近 18% 的油，傳統方法太過於樂觀，需要更為準確的模擬方法（左下圖）。

3. 編號 IADC/SPE-180551-MS，題目 Successful 20 Well Stimulation Campaign in a Mature Oil Field in Myanmar，由 Fenix Consulting Delft 公司顧問 Inna Tkachuk 報告。

在本文中提出，液裂技術已廣泛的用來增加油氣產量，大部分的經驗是用於傳統頁岩油層（shale oil），然而，用在成熟或衰竭（mature/depleted）的油氣田因為需要適當的滲透率（permeability）參數及其他地層參數（圖十），想要有好的液裂結果，液裂技術施行在成熟或衰竭的油氣田仍是一項挑戰。因此本文研究在緬甸 20 個油井液裂後，提出適當選擇液裂方法的重要，而可以提高油的產量，在本文提到每天可增產 40-50 桶油，在 10 年間，油累積產量從 7,400 桶提高至 60,000 桶，目前還在增產中。

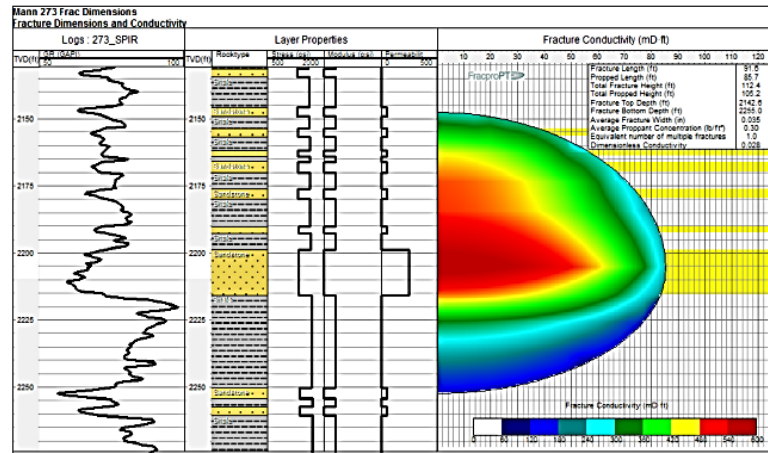


Figure 3—Well 273 Fracture Geometry

圖十、井 273 電測、應力及液裂特性垂直分布。

4. 編號 IADC/SPE-180512-MS，題目 Risk Reduction in the Acquisition of Formation Evaluation Data with the Development of Small-Diameter Open-Hole Logging Tools，由 Weatherford 公司報告。

在本文中提出，在鑽後裸孔電測量測以往都是用有線的方式將資料傳到地面上，不過現在趨勢則是將資料存進記憶體（memory）中，使用記憶體暫存的方式在操作上更有彈性，也可用於小尺寸的電測工具，而小尺寸的電測用於水平井或井況不好的井，風險會降低，因應現在更為廣泛的應用，同時小尺寸（小直徑）電測工具（圖十一至圖十三）還可以維護傳輸線。本文回顧使用小直徑電測的 150,000 口井資料，發現可適用於各地及各種操作下的標準反應模式（standard response modeling）很重要，且硬體設計（hardware design）以及演算法（processing algorithm）都需要再調校（refine）。結果顯示，小直徑電測工具量測出來的結果與傳統尺寸電測工具量測結果一致，但傳統尺寸電測工具較大，可能會碰到井壁，或是重量較重，纜線要承受較大的重量等，因此小直徑電測工具的量測結果若跟傳統尺寸的一致（圖十四），更能減少在量測過程中的風險，也能使用在更多的地方。

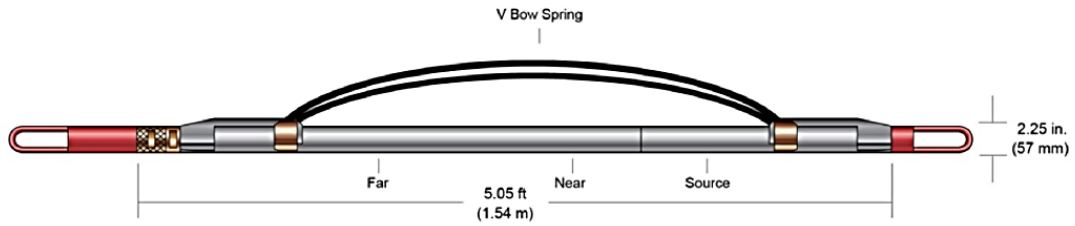


Figure 4—Small-diameter neutron tool with a V bow-spring (not to scale).

圖十一、小直徑中子電測工具，帶有 V 型弓形彈簧（V Bow Spring）。

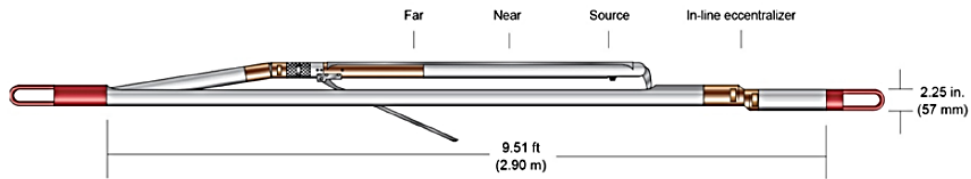


Figure 9—The small-diameter density tool showing articulated shoe (not to scale).

圖十二、小直徑密度電測工具，顯示有個活動式/鉸接式靴（articulated shoe）。

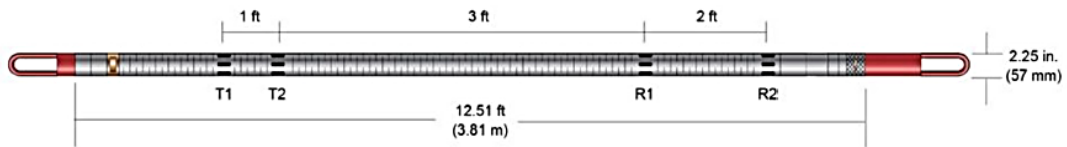


Figure 11—The small-diameter sonic tool (MSS) showing transmitter and receiver spacings (not to scale).

圖十三、小直徑聲波電測工具（MSS 為 small-diameter array sonic tool 的縮寫）。

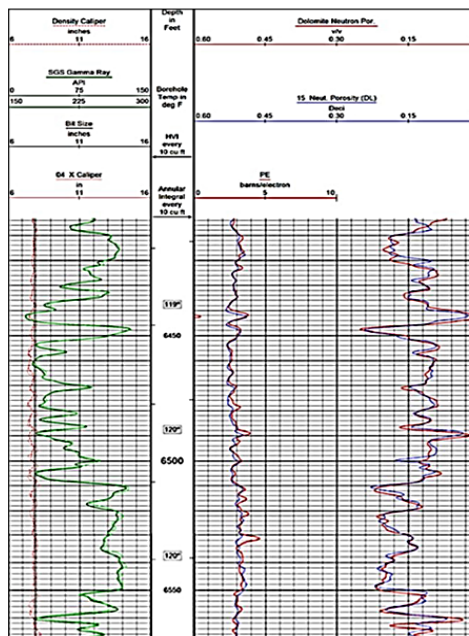


Figure 8—Comparison of small-diameter MDN and conventional neutron tool.

圖十四、小直徑中子電測量測結果與傳統尺寸量測結果比較很一致（MDN 為 small-diameter dual neutron tool 縮寫）。

5. 編號 IADC/SPE-180674-MS，題目 Efficient Approach for Optimal Well Placement to Optimise the Underwater Distributary-Channel Laminated Reservoir Development in Offshore South China，由 Schlumberger 公司常波濤地質導向工程師報告。

在本文中提出使用一種深測徑、定向之電磁電阻電測（deep directional electromagnetic resistivity logging），來解決因地質（例如顆粒不均勻）所造成的不確定因素，特別是在偵測邊界時會遇到。也提供一種服務，高清多層邊界偵測（high definition multilayer bed boundary detection），並將這些技術整合成一有效率的工作流程（圖十五），此技術顯示在不連續地層中，也能讓水平井打到對的地層。

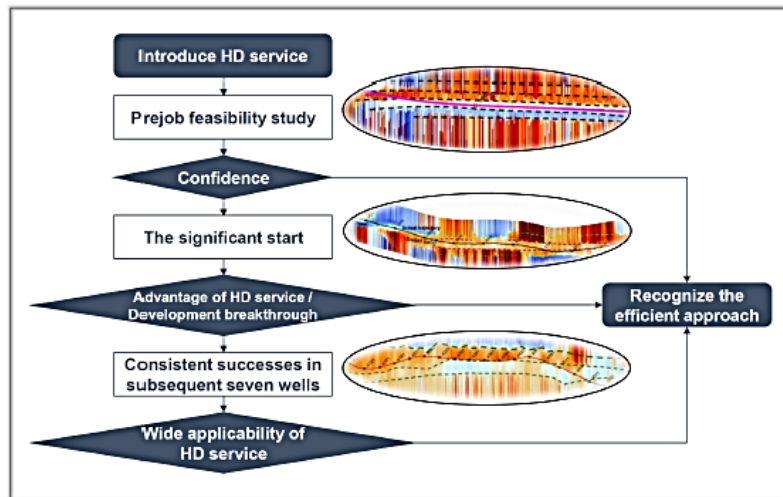


Figure 4—Workflow used to recognize this efficient approach

圖十五、有效率的工作流程。

參、心得及建議

本次奉派出國參加 IADC/SPE 亞太鑽井技術研討會，藉由 2 天半時間學習產業界及學術界之研究論文發表，藉此對於鑽井技術進步的方向與關鍵技術，有了更深入的瞭解，獲益良多，茲提出以下幾點心得與建議：

一、開發自有技術

科技日新月異，目前石油公司都會開發新的模擬軟體、硬體、材料及程序等等，而且也不限於傳統或非傳統資源之技術，使用於非傳統油氣礦區的技術也可以應用於傳統礦區，在技術上，二者分野會愈來愈模糊。

二、設備/機具微小化

機具微小化有運輸方便、重量減輕及減少碰撞之優點，此次研討會中，也看到機具有微型化的趨勢。

三、舊/成熟油氣田仍具開採價值

此次研討會中看到有些公司提出在成熟油氣田所做的一些研究，因此探勘與開發國內陸上及海域既有油氣田也是趨勢之一。

四、透過業界取得可投資礦區資訊

國際上其實十分關切公司動態，亦關注台灣本土發展，可透過此管道取得可投資礦區資訊，並與表示友善之對象加強聯繫。

五、資訊共享

本報告內容主要摘要此次研討會有參與到的論文研討，受限出國費用，僅能以一大會一人出訪為標準，但仍提供全部國外研討會電子論文，作為後續研究之參考。