

出國報告（出國類別：開會）

參加 2017 年地球物理探勘師學會年會與國際展覽會報告

服務機關：台灣中油股份有限公司 探探研究所

姓名職稱：蘇俊陽 地球物理探勘師

派赴國家：美國

出國期間：106 年 9 月 23 日至 10 月 1 日

報告日期：106 年 10 月 31 日

參加 2017 年地球物理探勘師學會年會與國際展覽會報告

摘要

藉由參加地球物理探勘師學會年會與國際展覽會，了解地球物理探勘技術之最新發展，並參觀會場中全球廠商展示軟、硬體設備之功能，蒐集相關資訊，以利油氣探勘新技術之引進及軟、硬體設備之建置。地球物理探勘師學會於 2017 年 9 月 24 日到 9 月 29 日為期六天，在美國休士頓（Houston）喬治·R.布朗會議中心舉辦第八十七屆年度大會與國際展覽會，將一年來地球物理探勘技術研究之投稿論文擇優於會中發表，年會發表論文分口頭報告 863 篇、壁報展示 180 篇及電子簡報 120 篇。國際展覽會場提供參展廠商展示最新的野外測勘儀器、硬體設備、電腦軟體的功能及技術服務之成果外，並舉辦一系列的專題講座，分享最新的技術發展、應用成果與探勘工作心得。此外全世界許多石油及探勘公司，如 ExxonMobil Exploration Company、Kuwait Oil Company、Saudi Aramco、Shell 等均有贊助及攤位展示。亦有許多著名大學與研究中心共襄盛舉。

此次年會，台灣中油公司派遣探採事業部馮力中與探採研究所蘇俊陽前往，代替傅式齊等人以壁報展示方式發表其有關查德礦區之研究論文，題目為『Spectrum-decomposition modeling and analysis applied to Lower Cretaceous reservoir thickness interpretation of the M prospect in B block, Chad』，報告內容深獲大會評審員肯定。參與技術研討會了解最新研究發展成果：1.利用全向採樣震測資料，經由色彩處理展現出如同衛星圖像的影像，方便對於過去的沉積環境與構造，進行更精細的地質解釋。2.自動化進行鹽丘的解釋的工作流程，大幅縮減對複雜構造(如鹽丘)進行構造解釋與品管時間與人力。參加國際展覽會蒐集石油探勘尖端技術，得知廠商最新發展的尖端技術注重於：機器學習與自動化構造解釋、震測屬性在資料處理及震測解釋的應用。建議台灣中油公司繼續追蹤其發展成果，並引進相關技術，必定能夠幫助台灣中油公司有效提升探勘能力，找到更多的油氣資產。

目錄

一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、具體成效.....	9
四、心得及建議.....	11

參加 2017 年地球物理探勘師學會年會與國際展覽會報告

一、目的

地球物理探勘技術為今日油氣探勘的核心技術，對於提升探勘成功率及評估蘊藏量而言相當重要。地球物理探勘師學會（Society of Exploration Geophysicists 簡稱 SEG）是全世界地球物理探勘界與石油探勘界最重要之學術團體，每年均會選擇地點舉辦年度大會，將收集當年度關於地球物理探勘技術研究之投稿論文擇優於技術研討會(Technical Program Sessions)中發表，並同時舉辦國際展覽會邀請全世界許多重要探勘軟、硬體供應廠商、探勘服務公司、石油公司及學術社團一同參與，展示說明最新相關軟、硬體設備之功能及技術發展。台灣中油公司每年均派遣相關人員與會，希望能引進新技術，突破探勘瓶頸，增加油氣資產發現。本次地球物理探勘師學會 2017 年年會（第 87 屆）於 2017 年 9 月 24 日到 9 月 29 日起為期六天在美國休士頓（Houston）喬治·R·布朗會議中心舉行，台灣中油公司探採事業部派馮力中參加，探採研究所派蘇俊陽參加。藉由壁報發表展現本公司地球物理探勘技術研發成果；參與技術研討會，瞭解國際地球物理探勘技術最新發展成果；參加國際展覽會，蒐集國際石油探勘公司尖端技術及軟硬體資訊，提升本公司油氣探勘工作的技術。

二、過程

出國行程如下：(以下為台灣時間)

9 月 23~9 月 24 日 起程 台北至休士頓

9 月 25 日 註冊、報到、大會開幕、展覽、技術研討會(口頭簡報、壁報展示及電子簡報)

9 月 26 日 壁報張貼與簡報、展覽、技術研討會(口頭發表、壁報展示及電子簡報)

9 月 27 日 展覽、技術研討會(口頭發表、壁報展示及電子簡報)

9 月 28 日 技術研討會(口頭發表、壁報展示及電子簡報)

9 月 29 日 拜訪台灣中油美國分公司 OAI、返程

9 月 30-10 月 1 日 返程

地球物理探勘師學會(SEG) 2017 年年會最主要的活動是技術研討會及國際展覽會。除此之外，大會還安排會前短期訓練課程、會後技術討論工作坊等。以下就本人主要參加的技術研討會及國際展覽會分別敘述。

(一) 技術研討會

技術研討會為當年度最新地球物理探勘技術研究成果的論文發表會。今年的技術研討會共有 1,160 多篇論文，分成 158 個不同的場次，以三種方式發表：口頭報告(圖)、壁報展示(圖)及電子簡報(圖)。本次大會將口頭報告、壁報展示及電子簡報之論文摘要放在 SEG 網站上供與會人員自行下載，不再提供實體儲存媒體，網址為 <https://doi.org/10.1190/segeab.36>。

1.口頭報告：

口頭報告為本屆技術研討會的主要部分(圖 1)，區分成 27 個主題共 863 篇論文，從 9 月 25 日到 9 月 28 日，分為上、下午兩個時段，共 108 場次於 18 個研討室中舉行。其中多數論文是關於震波測勘方面的研究，特別是震測資料採集、震測資料處理、震測解釋、逆推、AVO、岩石物理與油藏特徵等主題為本屆口頭報告的主要部分，可見震波測勘現在依舊在石油探勘上扮演十分重要的角色。各個主題簡述如下：

- (1) 震測資料採集與測勘設計：論文 48 篇。包括陸上及海域資料採集、壓縮感測和同步炸測及測勘設計案例研究等。
- (2) 非均向性：論文 32 篇，包括雙極性與方位角的非均向性以及反向、正交和斜交介質的研究等。
- (3) AVO 與震測逆推：論文 48 篇，包括 AVO 分析的新方法、頻率分析法、機率分析法及案例研究等。
- (4) 井孔地球物理：論文 24 篇，包括井孔聲波井測與其新應用、深部感測的井孔聲學等。
- (5) 繞射成像與建模：論文 8 篇，談論繞射成像與建模方法。
- (6) 電磁測勘：論文 32 篇，包括單井與多井間的測勘技術、物理學、資料處理、建模、成像、逆推、案例研究與應用等。
- (7) 全波形逆推：論文 56 篇，包括方法學、非均向性、衰減和時間遞延、反射波形逆推、鹽丘模型建立、彈性逆推及案例研究等。
- (8) 重磁力測勘：論文 24 篇，包括採集儀器、資料處理、解釋、位能場逆推、重磁力技術的應用與實際例子的解釋等。
- (9) 震測解釋：論文 72 篇，包括解釋工作流程和技巧、事件挑選與時間地層、地層學與沉積相解釋、薄地層和油藏、斷層和鹽丘解釋、震測屬性分析、機器學習和模式分析、頻譜分解及案例研究等。
- (10) 採礦和地熱：論文 8 篇，探討個案歷史和相關方法發展。
- (11) 多分量震測：論文 16 篇，探討多分量震測資料處理的最新進展與應用。

- (12) 近地表測勘：論文 24 篇，包括從應用近地表資料提升油氣測勘成效與折射、反射和表面波方法在淺層震測的應用及靜態修正、層析成像和逆推等。
- (13) 被動震測：論文 32 篇，包括微地震採集、事件定位、成像、逆推及案例研究等。
- (14) 油藏特徵：論文 72 篇，包括碳酸鹽、非傳統、火山和裂隙型油藏、震測屬性分析與校正方法、逆推技術與案例研究、震測分辨率的改善、裂隙特徵及綜合分析與解讀等。
- (15) 岩石物理：論文 56 篇，包括波場和頻散分析、震測尺度的應用、頁岩特性的實驗室數據和理論模型、岩石物理建模方法、S 波與碳酸鹽及裂隙和油砂的模型、資料整合及裂隙和微構造的流體傳輸性質等。
- (16) 全球焦點區域研究：論文 8 篇，聚焦在美國和加拿大的案例研究。
- (17) 震測建模：論文 24 篇，探討建模方法、理論及應用。
- (18) 震測資料內差與標準化處理：論文 16 篇，包括資料重建、內差、標準化、頻譜分析及演算法等。
- (19) 震測資料移位處理：論文 56 篇，包括彈性及聲波傳播的最小二乘法成像、彈性與聲波傳播及衰減補償的逆向時間移位、成像實例與條件研究等。
- (20) 震測資料複反射處理：論文 16 篇，包括處理工具的改進和實踐、預測內部複反射的發展與案例研究。
- (21) 震測資料的雜訊衰減處理：論文 32 篇，包括寬頻消鬼波、消除和雜訊衰減、雜訊抑制、陸上雜訊和信號處理等。
- (22) 特殊專題研討會：論文 72 篇，包括應用近地表物理學方法於考古研究、以 P 波震源的 S 波反射地震學、表面波方法的開發與應用、最新進展和未來之路、新興專業人士與技術、無國界地球科學家、注水開發誘發地震、水文地球物理學及工程地球物理學等 9 個專題。
- (23) 震測理論：論文 16 篇，包括震源、衰減、移位、基準化及逆推等相關理論。
- (24) 震波速度估算：論文 24 篇，包括理論、層析成像和不確定性以及個案歷史等。
- (25) 時間遞延：論文 24 篇，包括資料採集和處理、分析及土地與非震測資料的時間遞延模式。

(26) 無人機：論文 7 篇，探討利用無人機在空中、陸地及海洋進行地球物理測量的技術。

(27) 垂直震測剖面：論文 16 篇、探討資料採集、分析、處理與成像。

2. 壁報展示：

本屆主辦單位在展覽會場內劃定公佈欄區，分成 16 個主題共 180 篇論文，於大會展覽期間全天進行展示。並排定 30 個場次由發表人在規定時間內進行報告及問題答覆，同時大會評審員也會在場進行討論。在 16 個主題中，震測資料採集與測勘設計有 6 篇論文、AVO 與震測逆推有 24 篇論文、電磁測勘有 6 篇論文、全波形逆推有 6 篇論文、重磁力測勘有 6 篇論文、震測解釋有 18 篇論文、多分量震測有 6 篇論文、近地表測勘有 6 篇論文、被動震測有 18 篇論文、油藏特徵有 30 篇論文、岩石物理有 12 篇論文、震測建模有 6 篇論文、震測資料移位處理有 12 篇論文、雜訊衰減處理有 12 篇論文、震測理論有 6 篇論文、震波速度估算有 6 篇論文。此次年會，台灣中油公司探採研究所傅式齊等人所撰寫有關查德礦區之研究論文，題目為『Spectrum-decomposition modeling and analysis applied to Lower Cretaceous reservoir thickness interpretation of the M prospect in B block, Chad』獲得入選以壁報展示方式進行發表，報告內容深獲大會評審員肯定。

3. 電子簡報：

電子簡報的方式類似於小型的口頭報告(圖 2)。主辦單位在展覽會場內規劃四個開放式空間，排定 20 個場次由發表人直接向會場參觀人員用電腦螢幕簡報其成果，同時大會評審員也會在場進行討論。提供發表人與會場參觀人員近距離互動的機會。分成 14 個主題共 120 篇論文，分別為：非均向性有 6 篇論文、AVO 與震測逆推有 6 篇論文、電磁測勘有 6 篇論文、全波形逆推有 12 篇論文、震測解釋有 18 篇論文、油藏特徵有 6 篇論文、岩石物理有 12 篇論文、震測建模有 12 篇論文、震測資料內差與標準化處理有 6 篇論文、移位處理有 6 篇論文、複反射處理有 6 篇論文、雜訊衰減處理有 6 篇論文、震波速度估算有 6 篇論文、時間遞延有 6 篇論文。

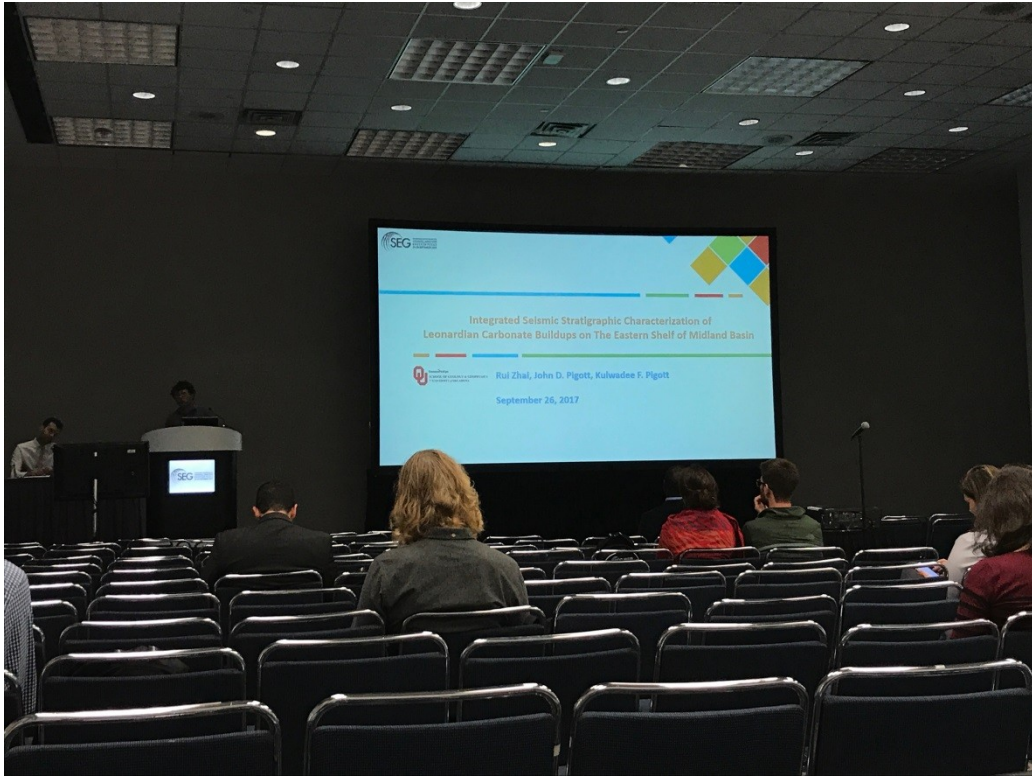


圖 1、口頭報告的現場情況。

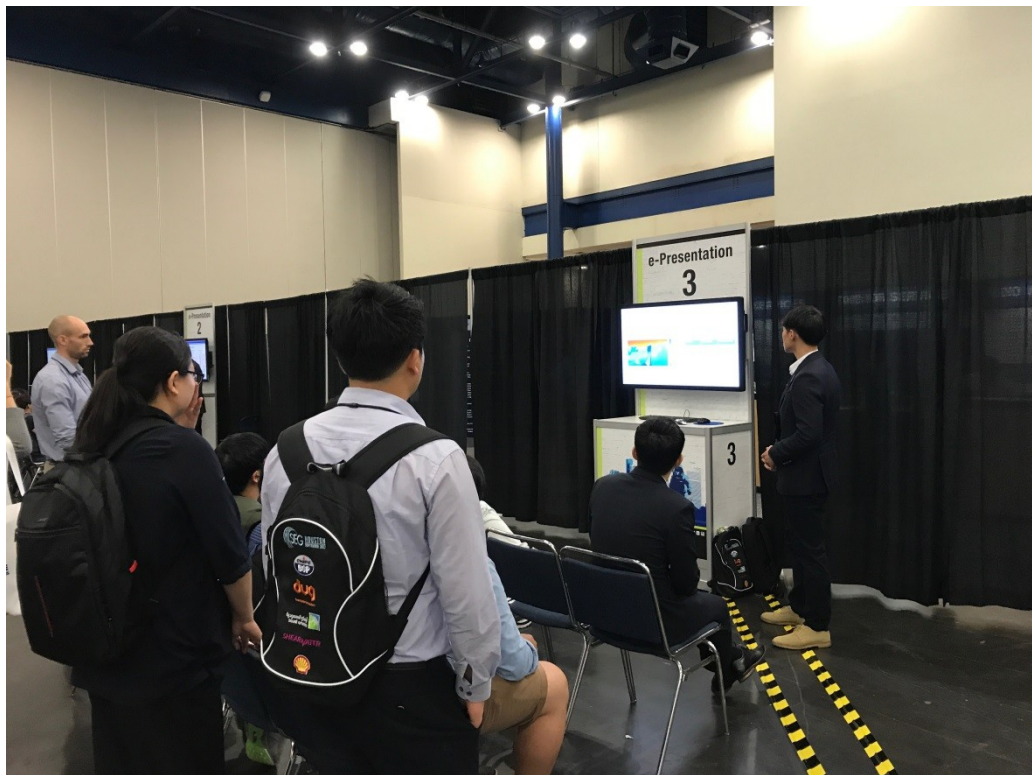


圖 2、電子簡報的現場情況

(二) 國際展覽會

本屆國際展覽會有超過 250 家公司及學術社團參與。參展廠商主要類型有：探勘儀器、設備、材料、配件及用品供應、電腦軟體與技術支援、探勘資料採集與資料庫管理、探勘資料分析與建模服務、商業金融服務、顧問及承包商。展示內容除了最新的野外測勘儀器、硬體設備、電腦軟體的功能及技術服務之成果外，還有提供紀念品與文宣介紹。其中較大型的攤位會於參展期間安排一系列的專題講座，分享最新的技術發展、應用成果與探勘工作心得。此次展出的新技術包含：水下陣列監測、高密度海上震測採集、無線震波感受器、頁岩油氣岩石物理模擬、機器學習、雲端資料庫、虛擬實境應用等。此外全世界許多著名石油及探勘公司，如 BGP、Chevron、DownUnder GeoSolutions、ExxonMobil Exploration Company、Geophysical Insights、Kuwait Oil Company、Saudi Aramco、Shearwater、Shell 等均有贊助及攤位展示。許多著名大學與研究中心，如 Cambridge University、China University of Petroleum、CNPC Keylab of Geophysica、Kyoto University、British Geological Survey 及 Seismic Laboratory for Imaging and Modeling (SLIM) 等均有攤位展示。足見石油及探勘業界及地球物理學界對其重視之程度。

在油氣探勘相關電腦軟體方面，著名廠商如 CGG、Paradigm、Schlumberger、IHS Markit 等均有參加。其中 CGG 展示結合地質與地物的統計學逆推於非傳統油氣探勘的應用(圖 3)；Paradigm 展示機器學習及雲端資料庫在探勘解釋工作上的運用(圖 4)；Schlumberger 展示複雜三維地質建模(圖 5)，另外應用虛擬實境在三維地質模型內探索；IHS Markit 展示進階斷層預測及端資料庫管理。此外尚有 Geophysical Insights 展示 Paradise 軟體利用機器學習進行震測解釋；Ikon Science 展示岩石物理分析軟體 RokDoc 於頁岩油氣藏評估。

在油氣探勘相關硬體、儀器及設備方面。有 Trimble、Dynamic Technologies (DTCC)、P-Cable 3D Seismic、Alaska Structures 等公司。Dynamic Technologies (DTCC) 主打無線震波感受器 SmartSolo 產品，P-Cable 3D Seismic 展示其公司探勘設備在高密度海上震測採集的成果。Alaska Structures 展示可用於極地環境，建立前線勘探基地與基礎設施的大型帳棚式織物建築(圖 7)。



圖 3、CGG 攤位展示。

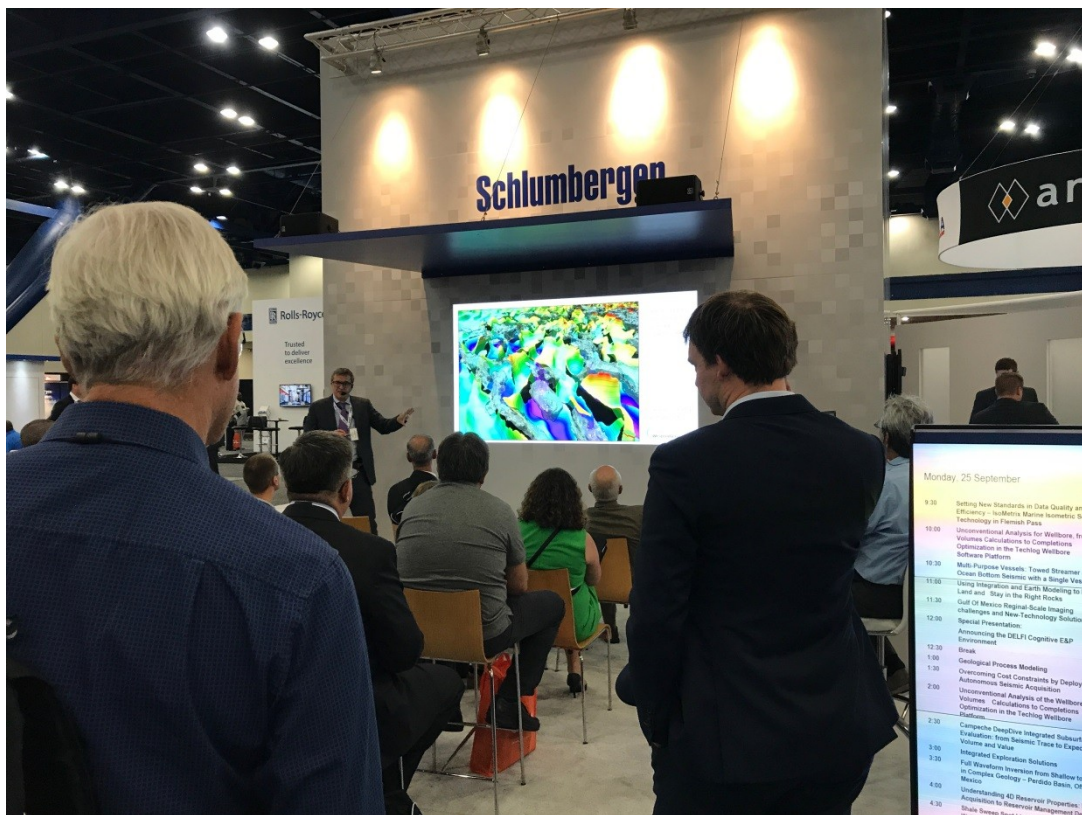


圖 4、Schlumberger 攤位展示。



圖 5、Paradigm 攤位展示。



圖 6、IHS Markit 攤位展示



圖 7、Alaska Structures 攤位展示。

三、具體成效

本次參與研討會的具體成效為：瞭解最新尖端技術及研究發展方向，提升個人工作能力與經驗，確保研究方向與世界一致；蒐集參展公司、學術研究之相關資料，希望未來能應用於實際的工作之中。此外最具體的成效是代替台灣中油公司探採研究所傅式齊等人，發表其所撰寫有關查德礦區之研究論文，題目為『Spectrum-decomposition modeling and analysis applied to Lower Cretaceous reservoir thickness interpretation of the M prospect in B block, Chad』，主講人為探採事業部地物師馮力中，由本人協助進行壁報布置與紀錄。在大會評審員的安排下進行 15 分鐘完整的報告及 5 分鐘的問答(圖 8)。內容講述利用頻譜分解不同頻率的訊號去尋找不同厚度的儲油氣層，強調先利用理論進行模擬，再利用實際資料進行逆推，並實際運用於石油探勘，結合理論研究與實務工作，深獲大會評審員肯定。此外並吸引到一些與會人員前來了解台灣中油公司查德礦區的油氣發現(圖 9)，並回饋許多意見。其中有從事相關研究工作的與會人員提到，能夠進一步利用不同頻率的振幅響應變化率，去預測砂岩的類型是塊狀砂岩還是砂頁互層，值得探採研究所繼續研究下去。整體而言，此次參展對於台灣中油公司展現其石油探勘與技術研發能力，有十足的成效。

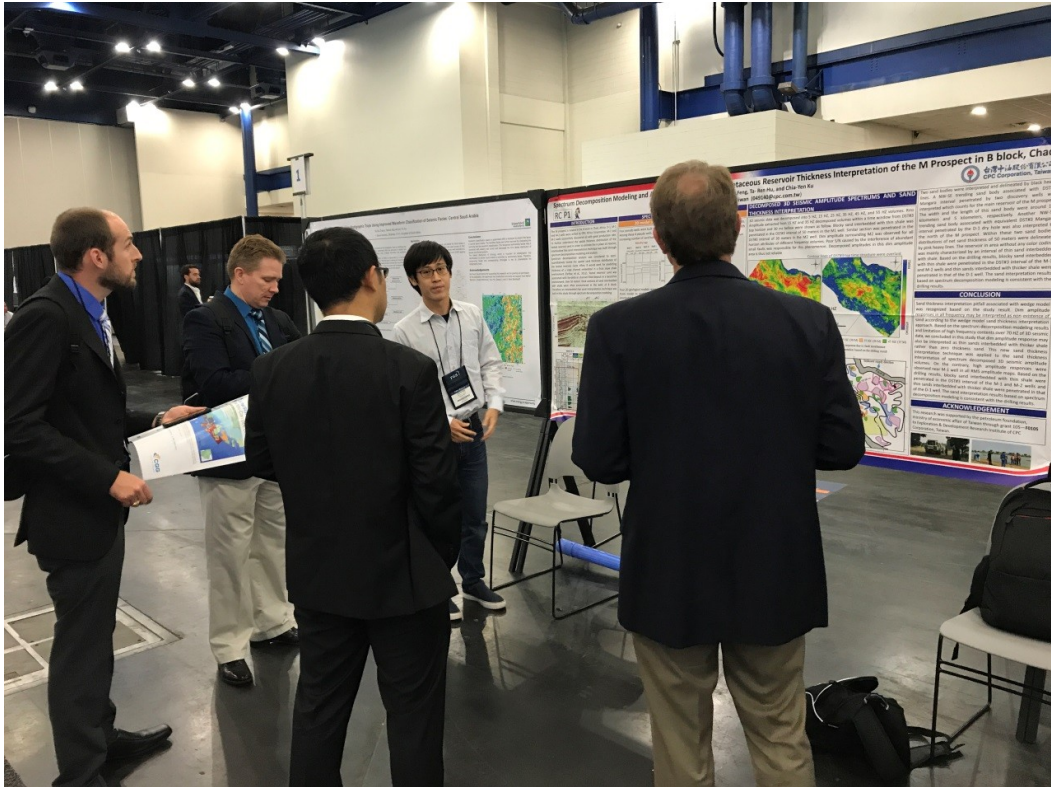


圖 8、探採事業部地物師馮力中為大會評審員進行論文簡報。

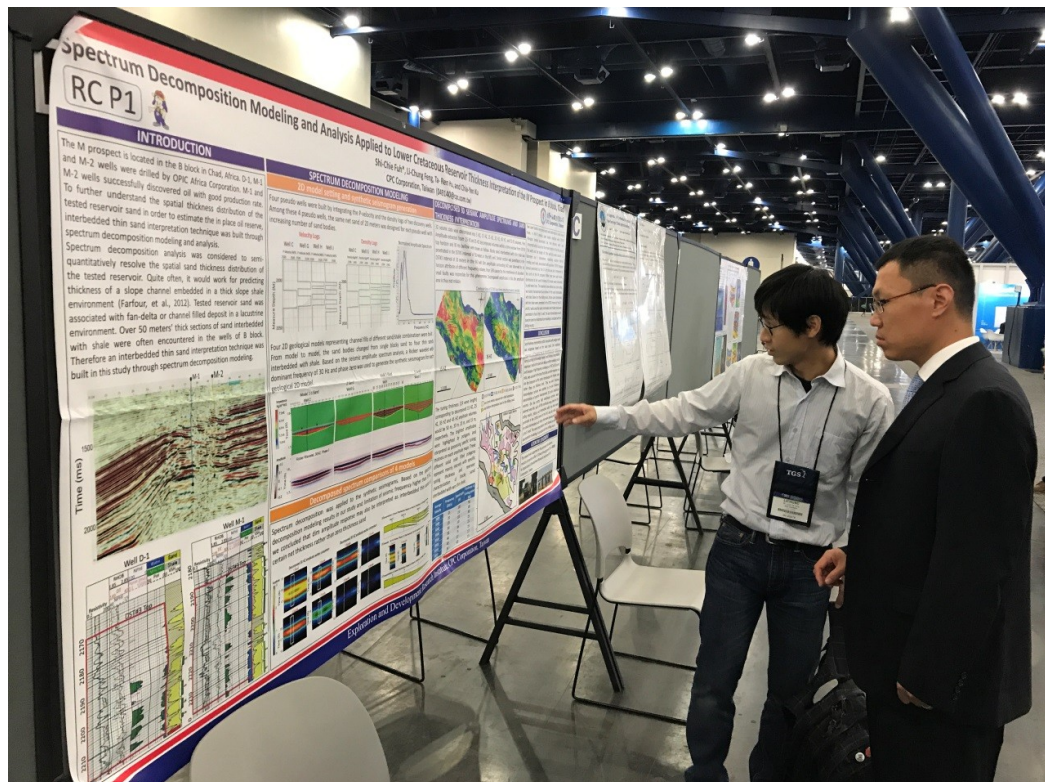


圖 9、替展覽會參觀人員介紹查德礦區的油氣發現。

四、心得及建議

地球物理探勘師學會年會及國際展覽會深受地球物理學界及石油探勘業界所重視，其研討會發表論文與展覽會展示內容十分豐富無法一一細載，選擇幾個要點敘述其心得與建議。

(一) 參與技術研討會了解最新研究發展成果

1. 口頭報告，題目為：**Color-processing of omnidirectional sampled seismic data provides detailed insight for geologic interpretation of 3D seismic data**：敘述利用全方位採樣震測及沿著岩性層面進行顏色處理得到做出類似衛星影像的成果。以往震測只使用壓力資料進行波場重構，在空間上會混疊，從而導致圖像的失真。新的採樣方法是使用水中震測採集器 (hydrophones) 和加速度計的三分量測量，由頻率域中的寬譜帶寬提供所需的垂直分辨率。將以這種方式採樣的 3D 地震數據定義為全向採樣震測資料(圖 10)。經過噪聲衰減和移位後，三維震測資料沿著地層層面處理成如衛星圖像般的影像。工作流程為：通過轉換為紅綠藍 (RGB) 圖像、邊緣檢測顏色處理及最終色彩處理的震測圖(圖 11)。其結果如圖，在海底下 44 至 80 ms 之間使用四個 12 ms 的間隔，展現了現代陸棚盆地沉積環境的發展史。其中用某個層面為例展示在平面上(圖 12)，圖 13a、c 顯示完整沉積系統的概況，圖 13b、d 顯示了放置在靠近貨架底部的盆地。無垂直放大的平面圖(圖 13b)顯示了同沉積細節：顯示出從陸棚到盆地的沉積發生在強力的沿岸流的環境下，如靠近陸棚底部的當前記號所示。垂直放大和傾斜照明(圖 13d) 指示出盆地沉積物通過脫水的沉積後變形造成許多斷層多邊形。結論，全向採樣震測資料經由色彩處理能夠展現出如同衛星圖像的影像，提供我們瞭解過去的沉積環境與構造，進行更精細的地質解釋。

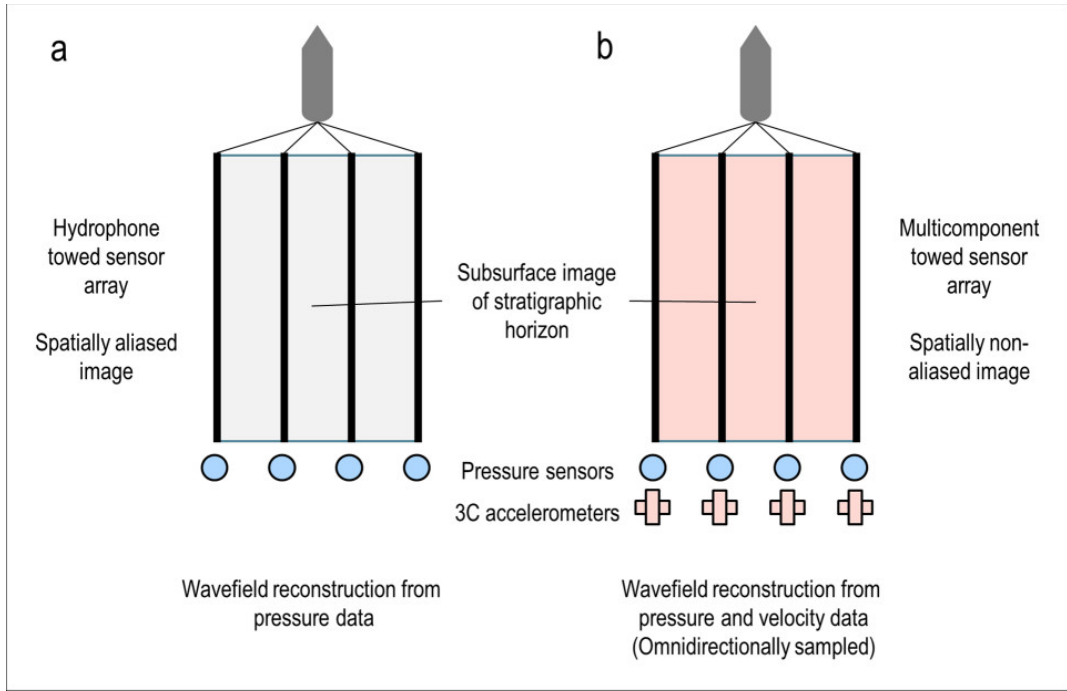


圖 10、壓力資料 (a) 和壓力和速度資料 (b) 的全向波場採樣和重構。

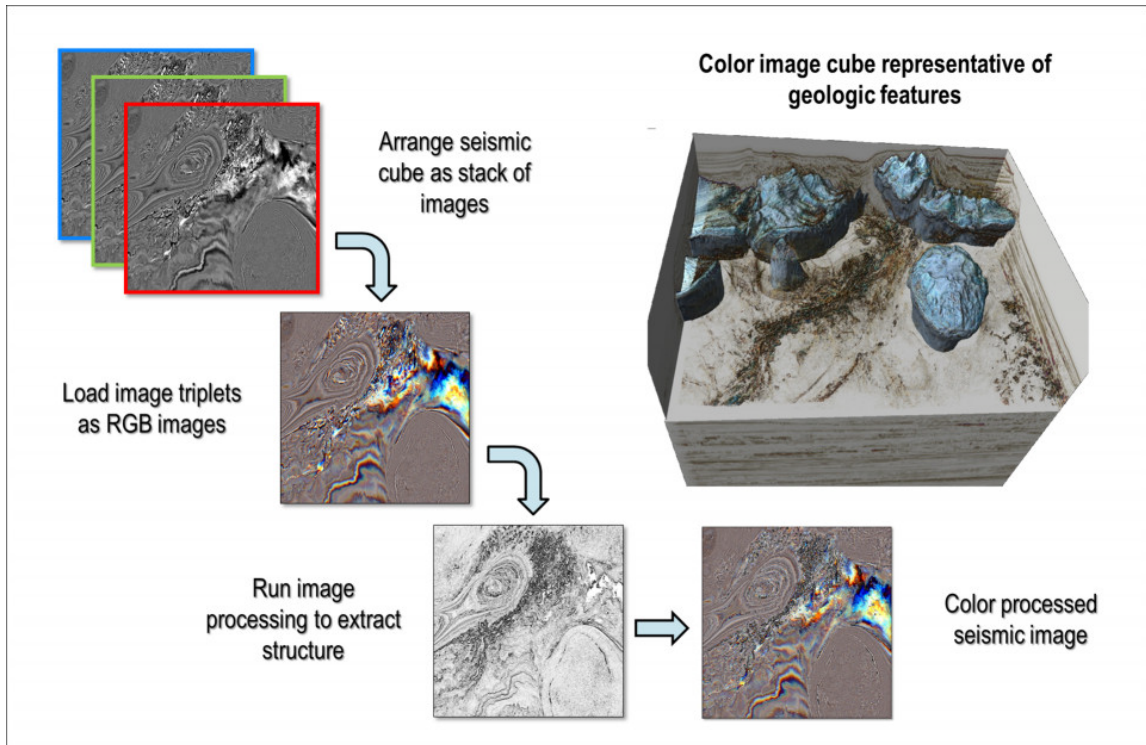


圖 11、從震測資料中提取代表地質特徵圖像的工作流。

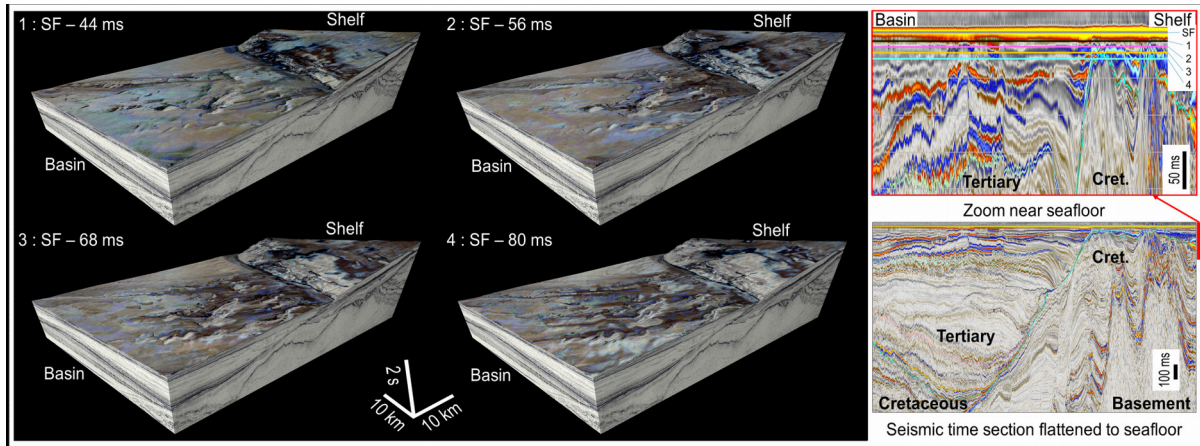


圖 12、在三維展示下（左圖）展示在海底附近現代沉積環境的彩色處理圖像，以及將典型震測傾斜區域平坦化到海底面，顯示用於圖像處理的視野的位置（右圖）。

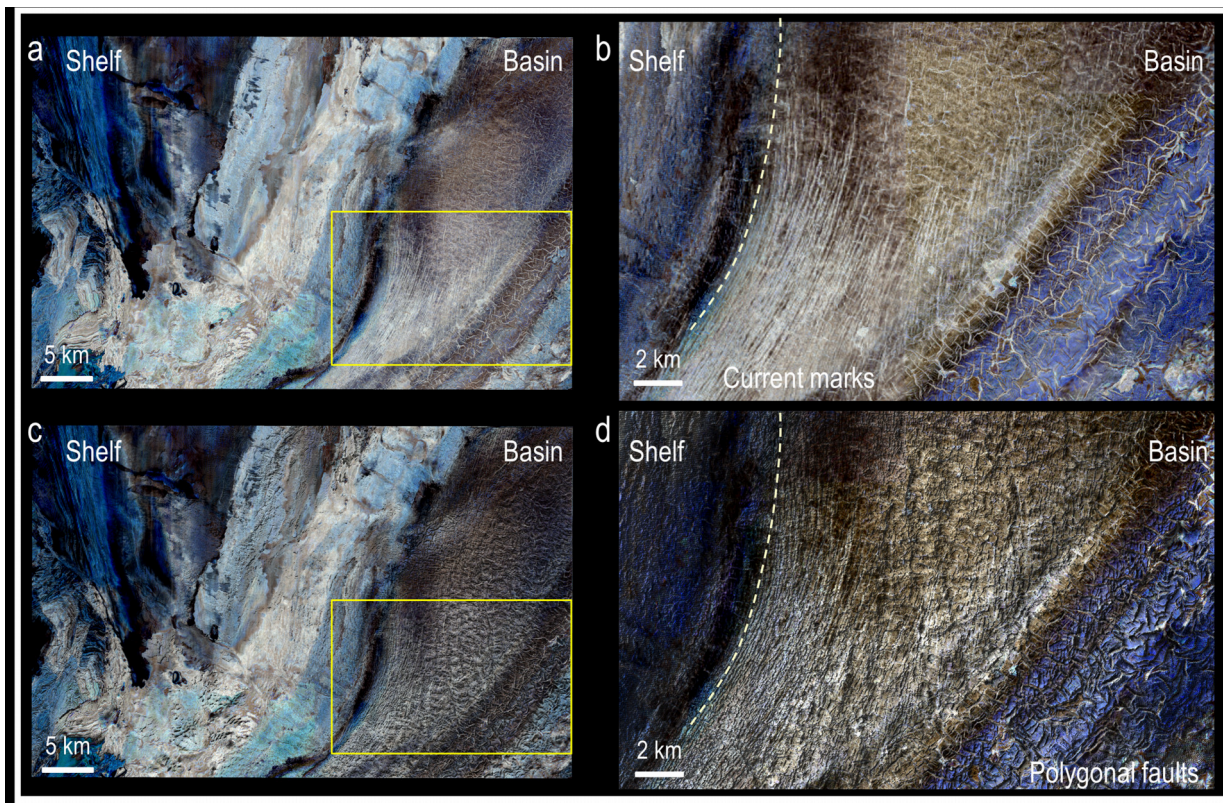


圖 13、使用彩色處理震測資料的繪圖技術，無垂直放大顯示同沉積特徵（a 和 b），25x 垂直放大顯示沉積後斷層系統（c 和 d）。

2.口頭報告，題目為：Automated salt interpretation：part I – Extrema surface extraction guided by a DNA-inspired search method 及 Part II: Smooth surface wrapping of volume attribute：這兩場口頭報告都敘述如何自動化進行鹽丘的解釋，整合在一起敘述。以往進行鹽丘的構造解釋都只能手動解釋，花費大量人力。該研究開發出新的工作流程進行自動化構造解釋(圖 14)，流程為：使用 DNA 啟發式搜索演算法來識別鹽丘頂部和底部的控制點，然後用種子表面生長演算法將點連接成信號一致的表面區塊，最後使用平滑的表面包裹演算法來填補缺失的部分。DNA 啟發式搜索演算法是利用提取鹽丘面上震測訊號的相位屬性，設計出 DNA 序列，在經轉譯成三個顏色的震測剖面上搜索控制點(圖 15)。利用震測振幅屬性品管 DNA 搜索結果(圖 16)。接著將點連接成信號一致的表面區塊產生解釋面(圖 17)。利用震測屬性進行震測相分類，將可能的鹽丘及沉積物分布區分開來(圖 18)。利用演算法設定條件進行平滑化內插計算將鹽丘包裹起來(圖 19)。最終解釋層面成果及構造建模如圖 20、21 所示。該研究墨西哥灣某礦區為例，約 2 天的時間完成複雜的鹽丘構造解釋與品管。大幅縮減震測解釋的時間與人力。

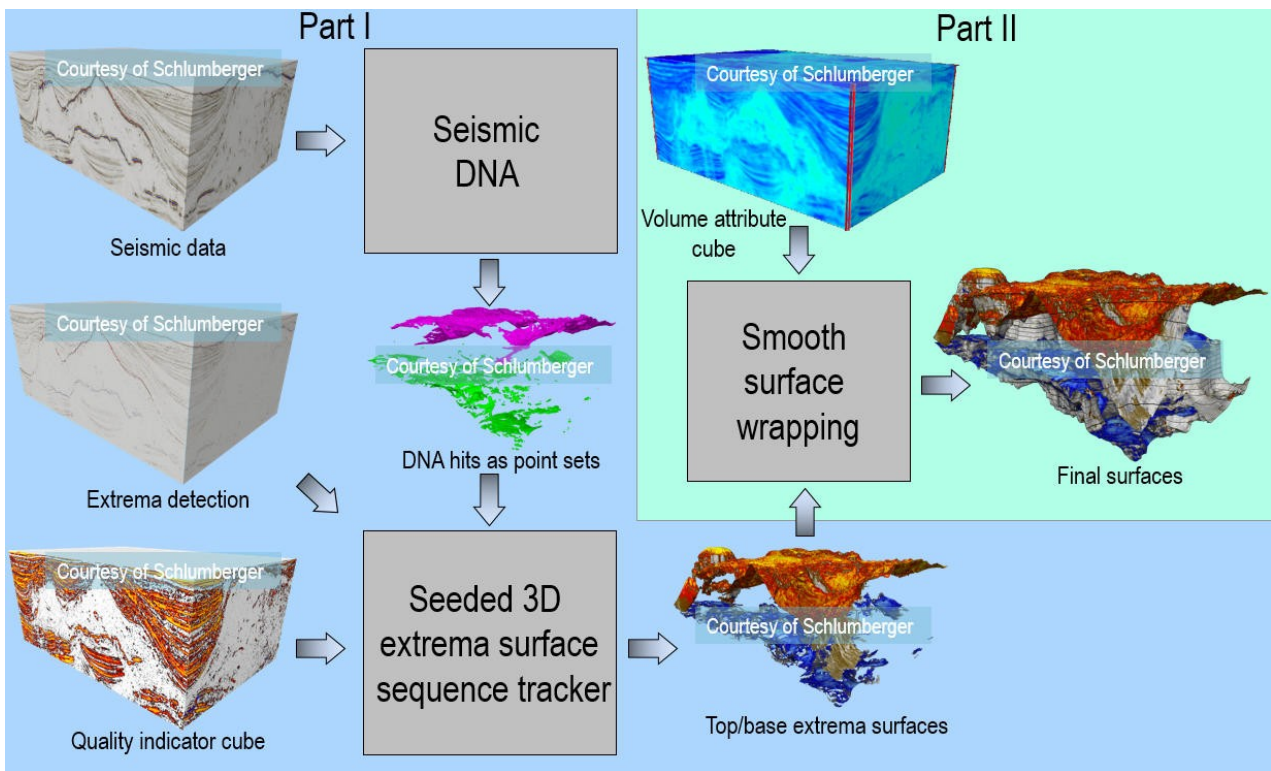


圖 14、Automated salt interpretation 工作流程。使用 DNA 啟發式搜索算法來識別鹽丘頂部和底部的控制點。然後用種子表面生長演算法將點連接成信號一致的表面區塊。最後使用平滑的表面包裹演算法來填補缺失的部分。

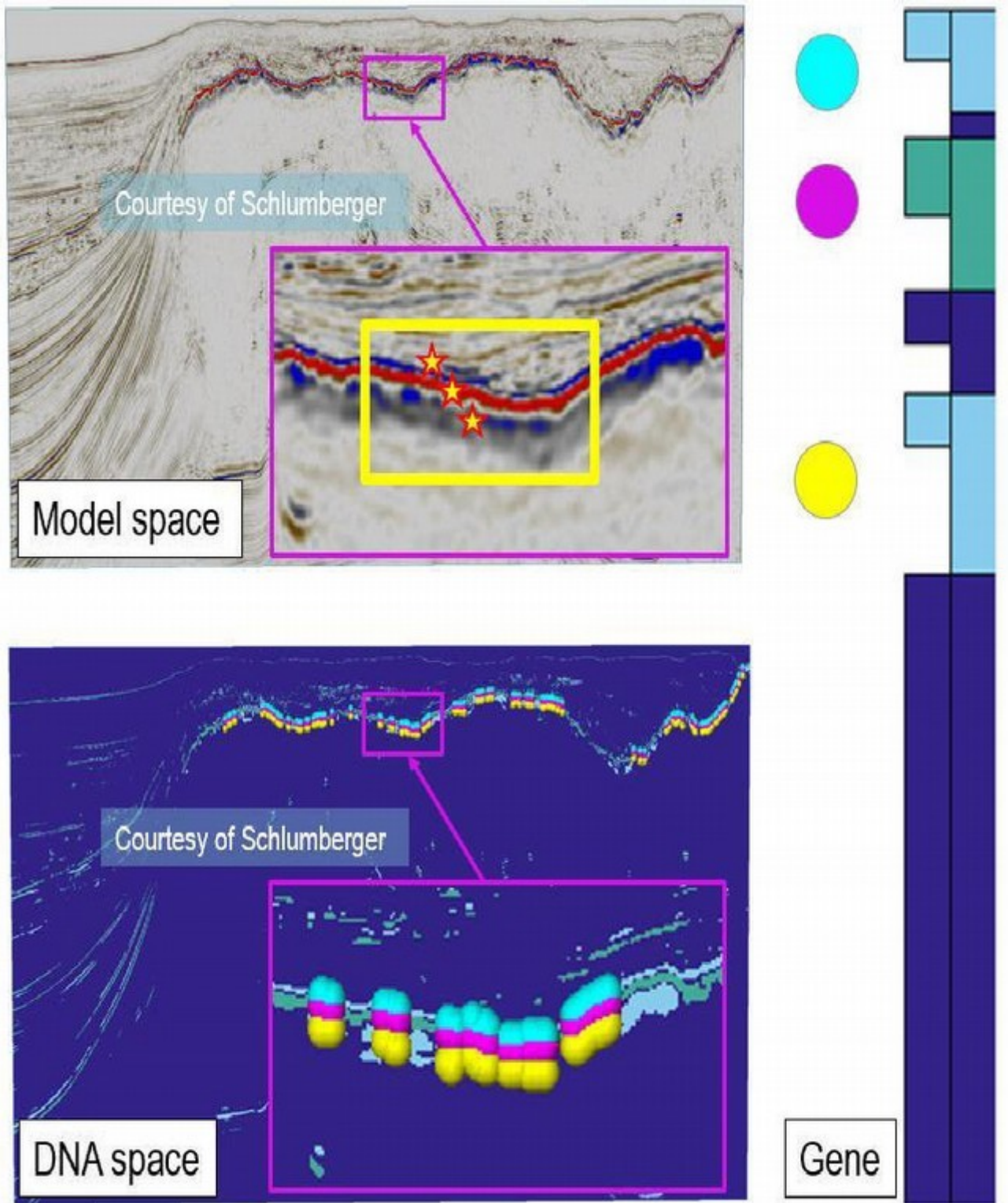


圖 15、上圖顯示了設計鹽丘頂層 DNA 序列的震測剖面。紫色窗口是圍繞鹽丘頂層紋理的縮放子圖像，黃色窗口為 DNA 訓練區域。下圖顯示出經過轉譯成三個顏色的震測剖面，它們表示為 DNA 空間中的淺藍色，深藍色和綠色。沿著轉譯的震測剖面顯示了鹽丘頂層，紫色點為預覽搜索結果。訓練該基因以提取谷 - 峰 - 谷 - 鹽序列，並顯示在右側。綠色子基因代表頂部鹽丘頂層反射面。

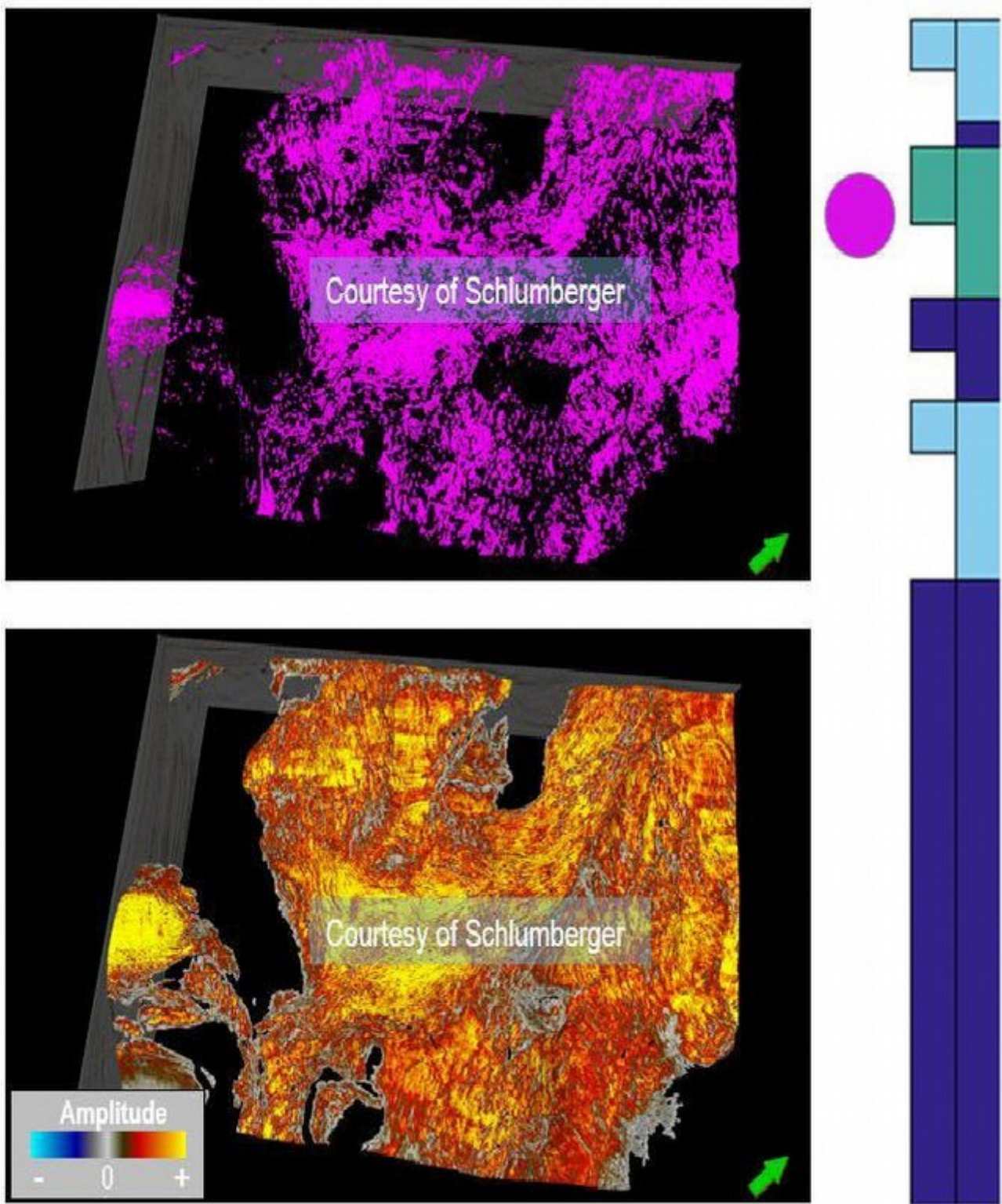


圖 16、上圖顯示了篩選出命中鹽丘頂層的 DNA 搜索點集。下圖疊加了震測振幅屬性。顯示出震測振幅屬性可用來作為品質指標。

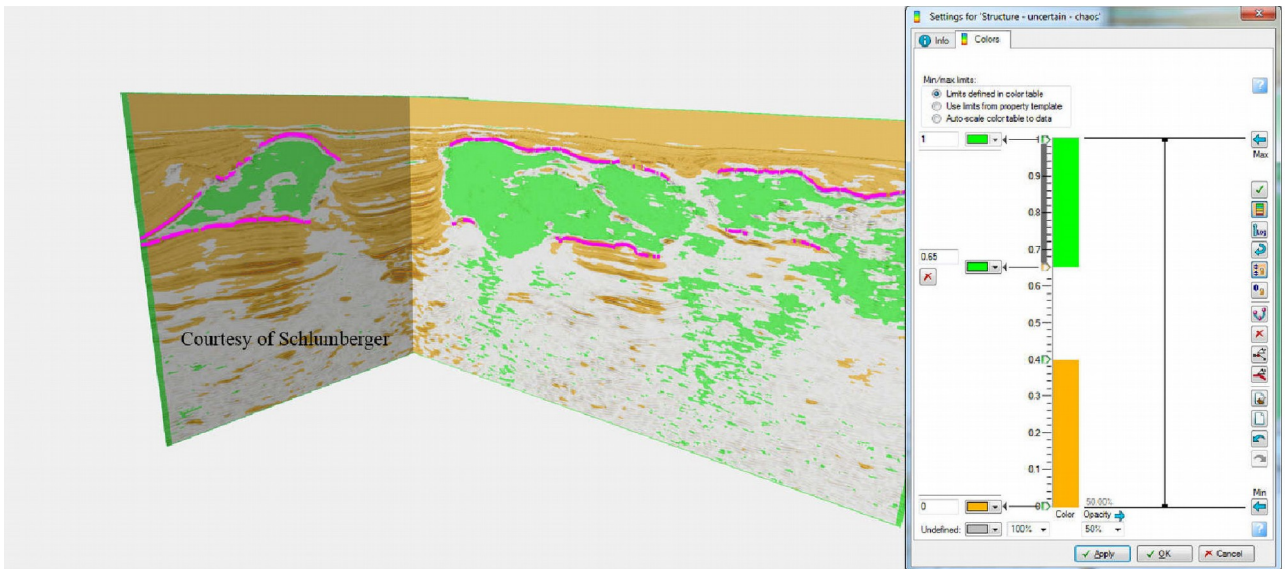


圖 17、利用震測屬性進行震測相分類。綠色對應於最可能的鹽丘分布，黃色對應於最可能的沉積物分布，而白色顯示不確定的過渡帶。

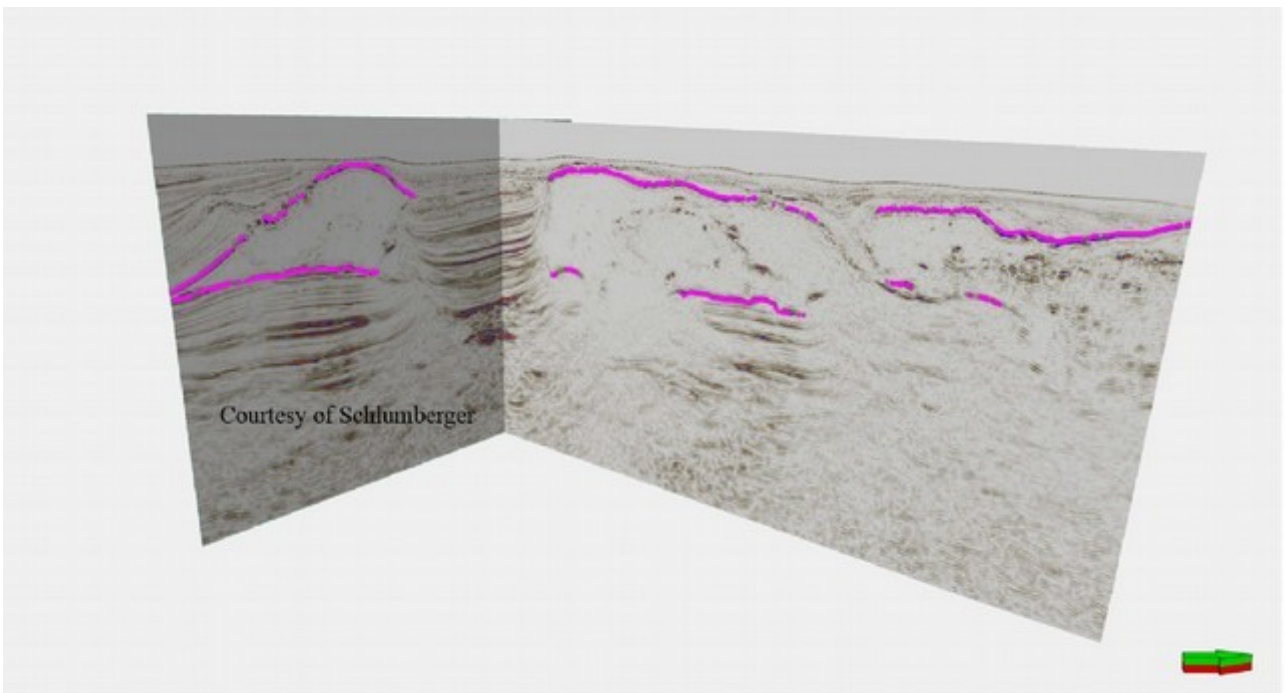


圖 18、鹽丘頂、底層的解釋成果。

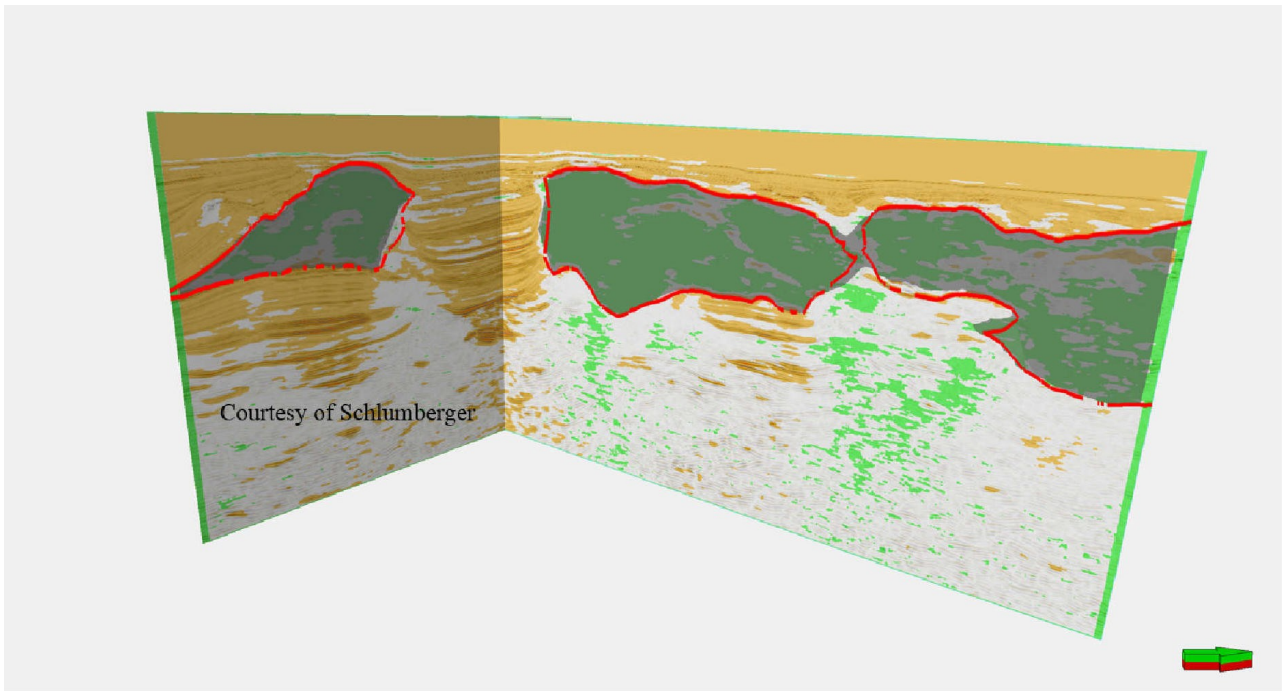


圖 19、利用表面包裹演算法，對鹽丘分布包裹的成果。

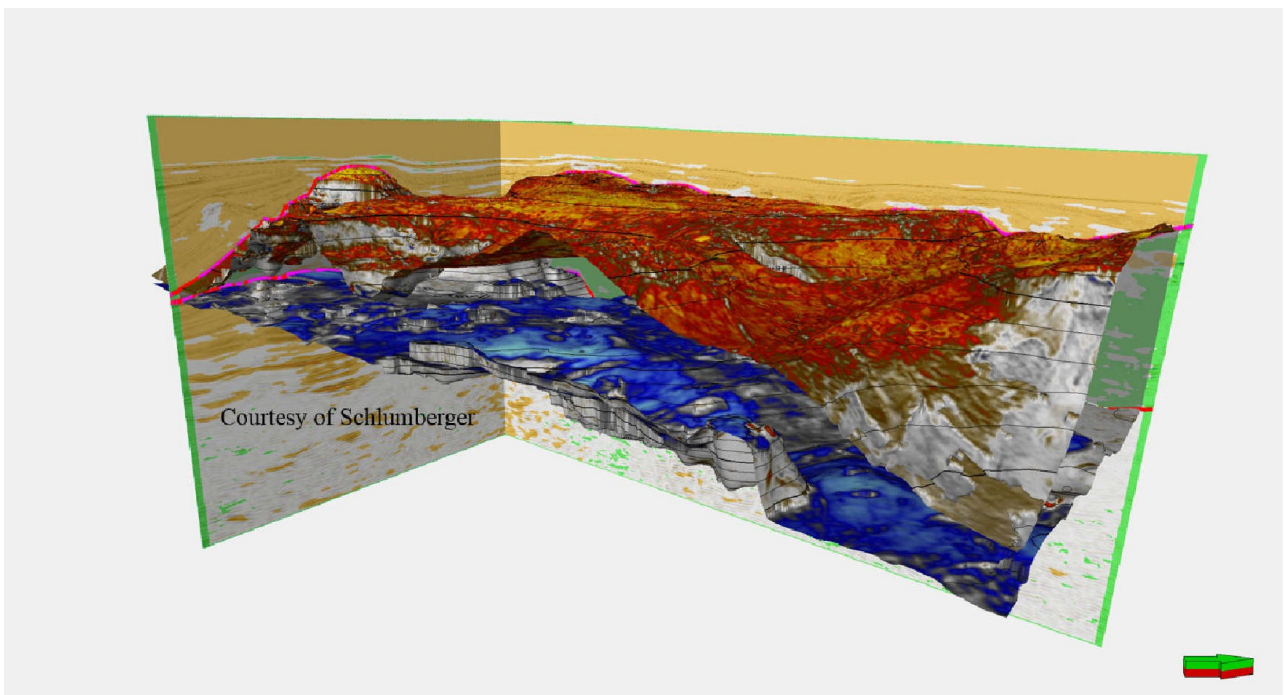


圖 20、最終鹽丘解釋層面成果。

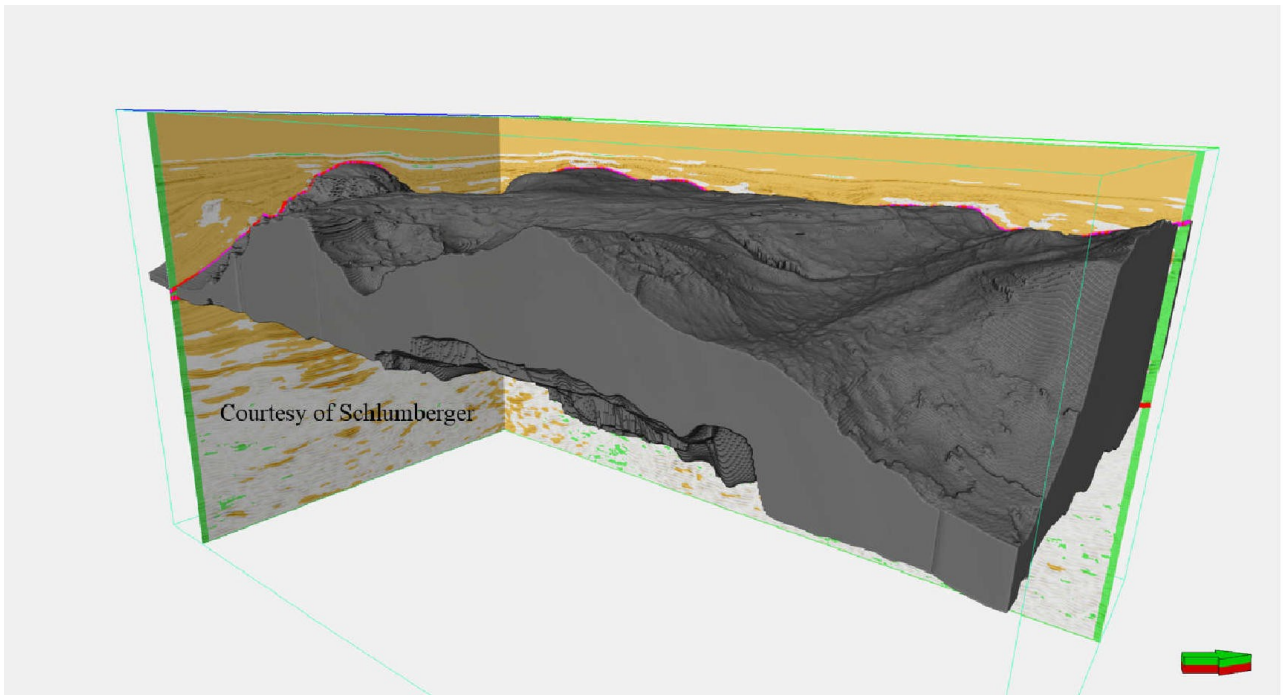


圖 21、最終鹽丘構造建模成果。

(二) 參加國際展覽會蒐集石油探勘尖端技術

1. 機器學習與自動化構造解釋在油氣探勘的應用：以往在進行石油探勘時，對於龐大的震測資料與井測資料，往往需要借助大量的專業人力與時間進行構造解釋與連井對比，其結果依照不同的專業判斷往往又造成不確定性。進而影響到後續屬性逆堆、構造建模與儲量計算的時間。與成果。本次展覽有多家軟體廠商紛紛主打機器學習與自動化構造解釋。如 Geophysical Insights 的 Paradise 軟體強調利用機器學習及震測屬性進行自動化油藏解釋(圖 22)，Drillinginfo Inc.的 DI 軟體利用機器學習與大數據分析進行連井地層自動對比(圖 23)，GeoTeric 軟體 Adaptive Faults 功能結合震測屬性進行斷層自動追蹤(圖 24)。這部分值得繼續注意其發展，引進相關技術，能夠有效提升台灣中油公司的探勘能力。

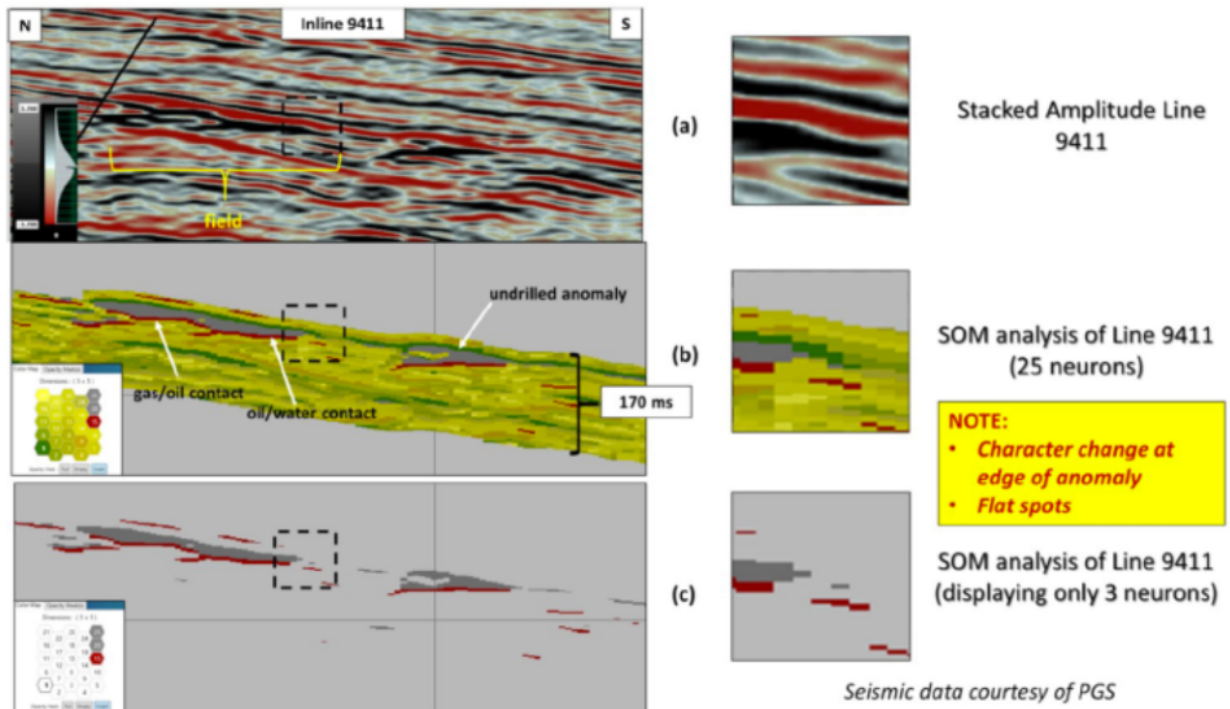


圖 22、Paradise 軟體，利用機器學習提取油藏分布。

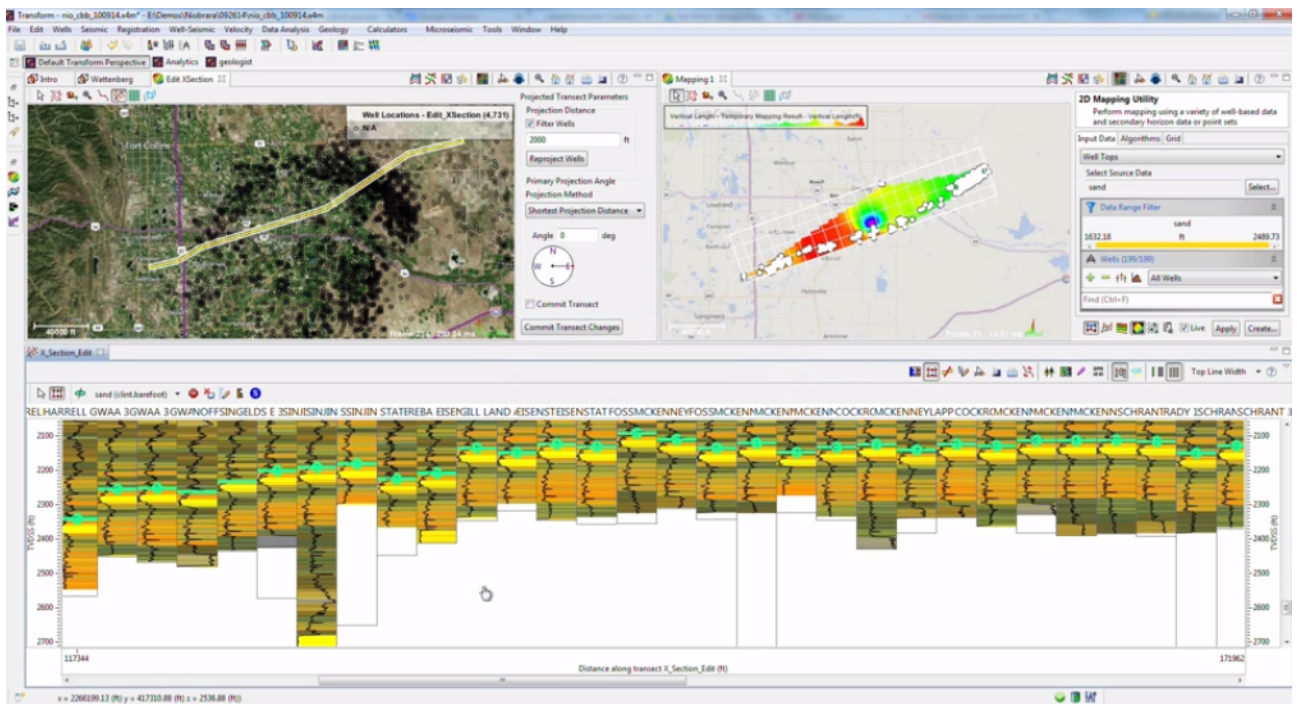


圖 23、DI 軟體，利用機器學習進行多井地層自動對比。

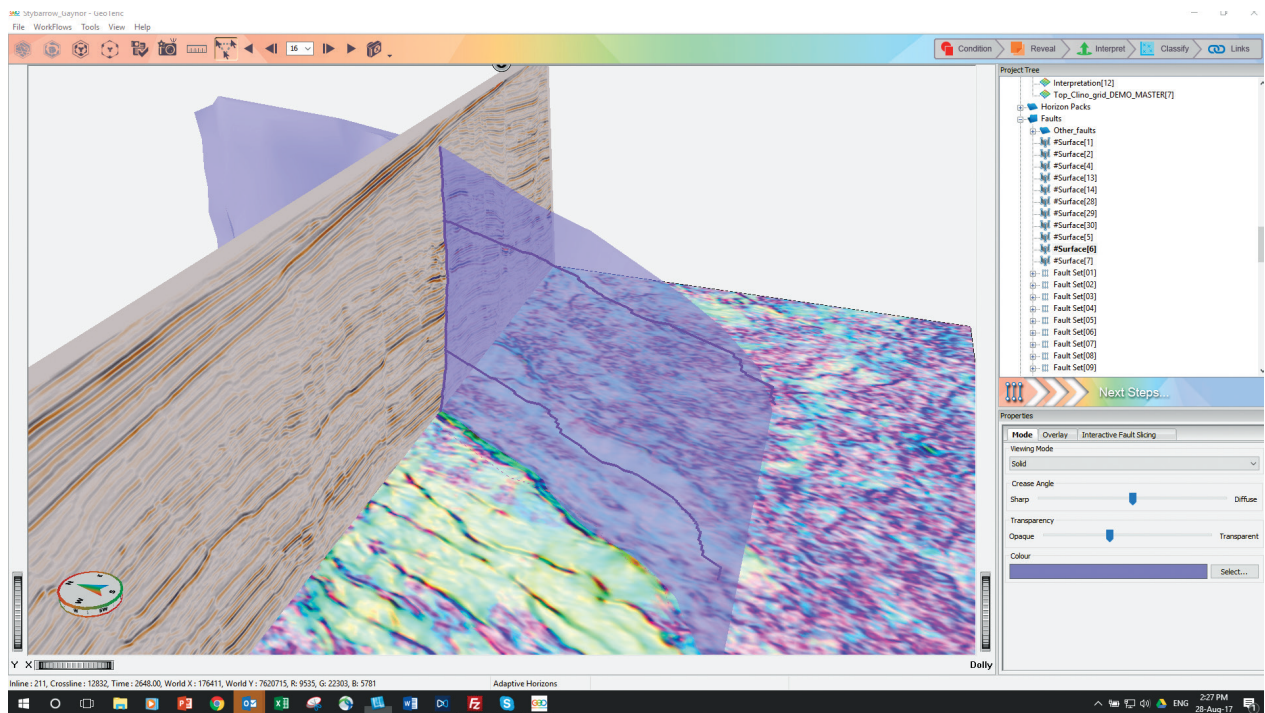


圖 24、GeoTeric 軟體，利用震測屬性自動追蹤斷層路徑。

2.震測屬性在資料處理的應用：以往在進行石油探勘時，震測屬性被當成附加的部分，用以瞭解圈閉的儲層分布而已。此次參展有一家公司 **Resolve Geosciences, Inc.**，專門在做重合後震測屬性、頻率增強和頻譜分解體，其中頻率增強的項目 **Resolve HQ** 能夠大幅提升震測解析度，顯示細微的特徵、提高斷層解釋準確性並恢復訊號連續性，同時能夠保幅且不會產生時移或相移(圖 25)，台灣中油公司以往在嘉南平原區有許多重合後震測資料，如果能夠委托此類公司進行處理，能夠有效提升台灣中油公司對嘉南平原區的地下構造認識，增加探勘的成功率。

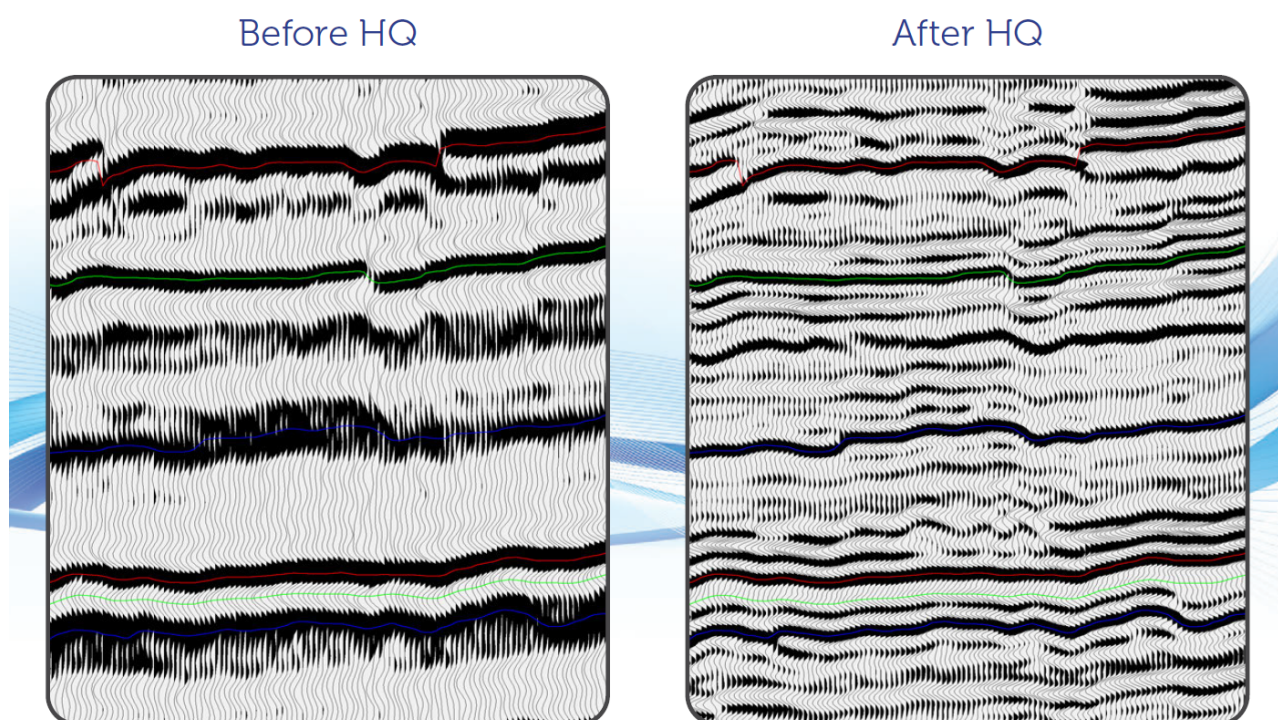


圖 25、Resolve HQ 處理前後震測資料比較。

3.震測屬性在震測解釋的應用：而上述利用機器學習做探勘解釋的軟體也常用震測屬性作為學習的資料。且許多軟體也開始把利用頻譜分解體做構造解釋作為主要的功能展示，如 GeoTeric 軟體利用頻譜分解展示在震測資料中的古冲積扇與水道(圖 26)。目前探採研究所對於震測屬性與頻譜分解體的研究已有一些具體成果，如能持續發展下去，必定能夠幫助台灣中油公司找到更多的油氣資產。



圖 26、GeoTeric 軟體利用頻譜分解展示在震測資料中的古冲積扇與水道。