

出國報告（出國類別：開會）

## 參加 2012 年地球物理探勘師學會年會 出國報告

服務機關：台灣中油公司探採研究所

姓名職稱：羅仕榮 地球物理組組長

派赴國家：美國

出國期間：101年11月 2 日至 101年11月 9日

報告日期：102年 1月 28 日

## 摘 要

赴美參加 2012年地球物理探勘師學會年會，行程自 101 年11月 2 日至 101年11月9日，為期八日。2012年地球物理探勘師學會年會在美國拉斯維加斯市的Mandalay Bay旅館之會議中心舉辦，投稿相當踴躍，有超過600篇以上論文投稿(包括E-poster及口頭論文發表)，議程包含43個主題。

參加 SEG 2012年會的主要目的為瞭解地球物理探勘新技術，並吸收國外探勘方面資訊。整個行程先參加兩天的會前專業訓練課程，主題是震測地層學及震測地形學(Seismic Stratigraphy and Seismic Geomorphology)，內容為震測地形學原理說明與實際應用，藉由這樣的機會，對於震測屬性的應用及實際作法有一完整的瞭解。接著參加三天的會議，會議主題相當廣泛，與地球物理探勘相關的主題都有涵蓋，此次主要對於震測屬性的分析與應用和液裂的微震監測研究有比較多的注意，其他震測相關新技術的參訪討論，可作為未來研究計畫的參考。

此外，展場的軟硬體服務公司對於探勘方面的新工具及新技術都有精彩的介紹，藉著這個機會多瞭解相關的軟體及應用，比較功能差異可作為未來系統更新/汰換時之參考。

## 參加 2012年地球物理探勘師學會年會出國報告

### 1. 目的

作為石油公司研究部門的地球物理探勘師，對於這個領域的脈動與資訊需有密切的接觸與更新，因此透過參加大型國際會議及展覽會來更新最新資訊有其必要性。

在地球物理探勘領域，地球物理探勘師學會（Society of Exploration Geophysicists, SEG）年度會議為此領域的年度大型學術與技術研討會，主要的議題為探勘地下構造與尋找油氣等相關技術研討，今年之SEG年會中有許多來自中國之服務公司及油公司之人員及發表論文者，令人感受到中國人也已走向爭取油源及能源服務的行列。

2012 年地球物理探勘師學會年度會議在美國美國拉斯維加斯市舉辦。有超過六百多篇論文投稿，議程包含43個主題，多為地球科學範疇的地球物理領域專業人員及學者與會發表。本次參加會議的主要目的為瞭解地球物理探勘新技術，並吸收國外探勘方面資訊。

### 2. 過程

SEG 2012年會從 11 月 2 日開始到 11月9日結束，為期八天。整個會議期間的活動緊湊豐富，首先是會前的專業訓練課程，接著是研討會，會議行程如下表。

日期	地點	行程
101/11/2	台北-東京-洛杉磯-拉斯維加斯市	去程
101/11/3~4	拉斯維加斯市	參加 2012年地球物理探勘師年會會前專業訓練課程
101/11/5~7	拉斯維加斯市	參加2012年地球物理探勘師年會
101/11/8~9	拉斯維加斯市-洛杉磯-東京-台北	返程

此次會議，有機會報名地球物理探勘師學會所安排的會前專業訓練課程，SEG 年會通常會在會前舉辦專業訓練課程，邀請的講師皆為這個領域與主題中經驗豐富的資深講師，不管是在實務上或是理論上都有深入鑽研。本人所選的課程主題為 “Seismic Stratigraphy and Seismic Geomorphology”，由Chevron 公司之Henery W. Posamentier先生講授。Posamentier先生經歷相當豐富，曾在多家油公司專門從事震測地層學及震測地形學之研究，著作及獲獎無數。

課程內容主要講述震測屬性應用案例及實際操作方法及展示，雖然僅有兩天的課程，但學員均能學會實際操作的方法與步驟，此為參加SEG年會的主要收穫之一。

這個課程除了講述原理外，也透過一些實例來說明這些技術的其他應用範圍，可應用於本公司現有的研究計畫。有關於訓練課程內容的細節請見附錄說明。

## 2-1 會議議程

接著為會議的主要議程，主題包含震測資料採集、非均向性（anisotropy）、振幅支距分析（AVO）、井下地球物理、電磁探勘、全波形逆推、地熱、重力與磁力、地球物理理論、震測解釋、近地表效應、微震研究、岩石物理、震測逆推、波傳模擬、震測資料處理、層析成像（tomography）等。

SEG年會議程主要包括兩大類，壁報展示(E-poster)及口頭宣讀論文兩部份，兩部份各有超過三百多篇論文展示，其主題包括下列：

- (1) 野外震測技術與施測設計
- (2) 震測信號不均一性(Anisotropy)分析
- (3) 振幅與支距(AVO)分析技術
- (4) 井孔測勘(Borehole Geophysics)
- (5) 電磁波電探(EM exploration)

- (6)重磁探勘(Gravity and Magnetics)
- (7)人工智慧技術/應用
- (8)震測解釋
- (9)多向量震測技術
- (10)採礦與地熱探勘
- (11)地表淺層震測
- (12)被動式震測(Passive Seismic)
- (13)儲集岩震測(Reservoir Characterization)
- (14)岩石物理(Rock Physics)
- (15)震測逆推(Seismic Inversion)
- (16)震測模擬(Seismic Modeling)
- (17)震測資料處理，包括：
  - 移位處理(Migration)
  - 去除複反射(Multiples)
  - 雜訊抑制(Noise Attenuation)
  - 內插與規一化(Interpolation and Regulation)
- (18)震測理論(Seismic Theory)
- (19)震測速度估算
- (20)4D震測技術(Time Lapse Seismic)
- (21)垂直震測剖面法(VSP)
- (22)特殊議題，包括：
  - 微地震應用(Micro Seismic)
  - 寬頻震測

- 頁岩儲集岩(Unconventional Shale Reservoir)
- 水文地球物理(RIP、GPR等)
- 不確定因素量化技術

目前SEG年會已不提供紙本論文及摘要，有興趣者可以從SEG之網站自由下載所有論文摘要(SEG之官網網址：WWW.SEG.ORG)。

## 2-2 軟硬體服務公司參訪

本年SEG參展之服務公司及油公司共約400多家，其中以軟體系統公司居多，硬體服務公司則以重磁力、地電阻為主，少部分電腦系統及油公司，各參展公司之進一步資料亦可由SEG網站連結。

軟體系統主要有(1)資料處理(2)震測整合解釋(2D/3D)(3)震測逆推(4)震測屬性分析與應用等。

屬於定常作業也是油公司較常採用之軟體系統，包括SMT Kingdom，Paradigm，Furgo-Jasson，Roxar，Petrel，Petrosys，Landmark等系統屬於常態性展出，本報告不予詳述，但因軟體系統間經常因購併而消失或正在消失者，就值得油公司注意，如震測逆推軟體由Jason變成Furgo-Jasson，SMT Kingdom 變成IHS Kingdom，軟體系統變成購併商品後，研發變成非核心工作時就必須特別謹慎。

以下就參訪較具特色之軟體系統服務公司，予以摘要如下：

### (1)Resolve GeoSciences公司

Resolve GeoSciences(以下簡稱RGS)目前僅提供製作震測屬性服務，搭配其免費提供之交談式屬性分析解釋軟體(SeisShow)，開啟新的商業模式，SeisShow為目前市場上少數專門設計用在震測屬性分析方面，這在一般震測解釋軟體系統屬於比較弱的一環，RGS的出現令人印象深刻。

RGS之第二特點是提供高解析震測處理，其解析處理結果(如圖-1右)，效果極佳，其第二個特點是交談式頻譜分解技術(Spectral Decomposition)，大大提高震測屬性的應用效率，值得繼續追蹤其發展動

態。

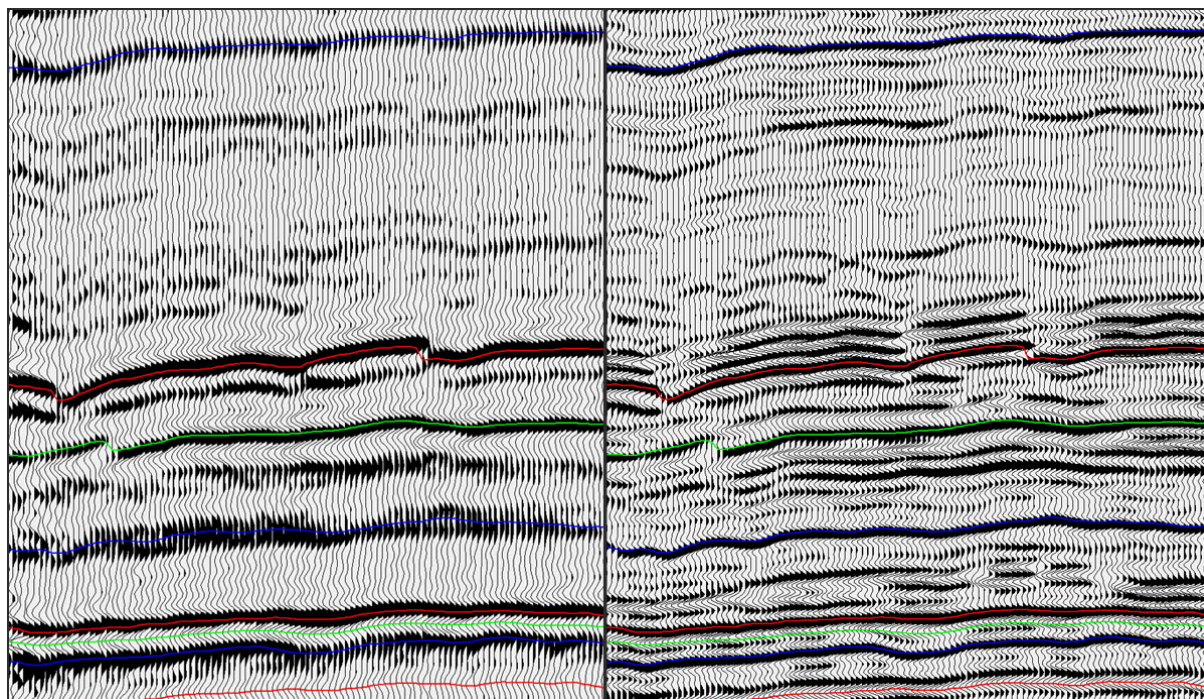


圖-1

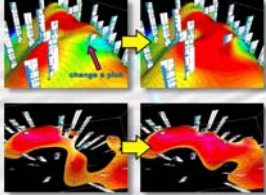
## (2)AGM公司

RECON為其發展及商業化之軟體系統，為一綜合性震測地質構造解釋(2D/3D)、井測分析、剖面構造、繪圖以及整合震測屬性之系統，特別強調地質解釋而非機械性的震測電腦解釋，包括對震測、電測、地質資料之整合性良好，使用者介面亦友善，未來可考慮使用此系統於本公司之未來探勘。

圖-2及圖-3為其作業流程與範例



# Recon - The Ultimate 3-D Geological Interpretation Tool



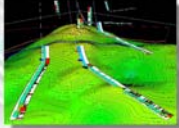
When you change a pick in a well, Recon automatically performs the following tasks:

1. Regrid the top of zone structural surface using the changed pick
2. Calculate the thickness for the changed zone
3. Regenerate the porosity zone average values at the wells using the updated isochore
4. Distribute the porosity values across the reservoir
5. Apply the porosity cutoff filter
6. Show the updated display in 3-D, basemap, and cross-section views

Recon automatically keeps track of all changes to the interpretation and updates the geological framework as needed in real-time.

Recon is designed for both 32-bit and 64-bit operating systems including SGI Irix and SUN Solaris.

Recon is scalable from SGI and SUN desktops to visualization centers.

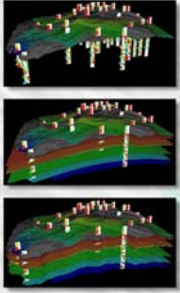


Recon display showing the difference between the original grey seismic horizon and the colored horizon adjusted to the picks in the wells.

The deeper horizons are mapped from the picks. You can define recursive conformability to the top horizon for all surfaces.

With one button-click, Recon automatically regrids all horizons honoring the conformable relationships between the surfaces and the adjusted seismic horizon.

When new wells are drilled and added to the project Recon automatically updates the geological framework while you add and change interpretations.




You can enhance your geological interpretation by combining time-stamped production interval data with horizontal wells and seismic displays in 3-D.

圖-2

### Recon Features

- ✓ 3-D well log visualization and correlation
- ✓ 3-D surface modeling
- ✓ 3-D cross-sections
- ✓ 2-D correlation
- ✓ 2-D basemap
- ✓ 3-D seismic cross-section and slice visualization
- ✓ True 3-D stratigraphic datuming
- ✓ Conformable gridding with recursive relationships
- ✓ 3-D log property mapping
- ✓ Log calculations
- ✓ Production data visualization
- ✓ Stand-alone data integration
- ✓ Landmark OpenWorks™ integration
- ✓ Landmark SeisWorks™ integration
- ✓ 3-D stereographic view
- ✓ Optimized for SGI Reality Center™ environments
- ✓ Dynamic gridding area-of-interest
- ✓ Dynamic grid-resolution

Recon
Next Generation Well Log Correlation and Surface Modeling



Recon seamlessly integrates a 3-D view of your well log and seismic data with both basemap and 2-D cross-section interpretation views.

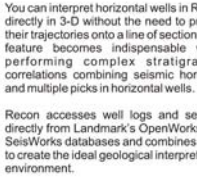
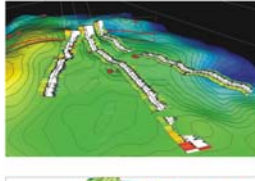
Interpretation changes in any window are immediately reflected in the other two views.

By integrating 3-D directly into the geological interpretation workflow, Recon radically accelerates the well log correlation process.

You can interpret horizontal wells in Recon directly in 3-D without the need to project their trajectories onto a line of section. This feature becomes indispensable when performing complex stratigraphic correlations combining seismic horizons and multiple picks in horizontal wells.

Recon accesses well logs and seismic directly from Landmark's OpenWorks and SeisWorks databases and combines them to create the ideal geological interpretation environment.

Using its next-generation gridding and visualization algorithms, Recon easily manages thousands of wells per project.

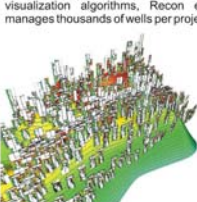
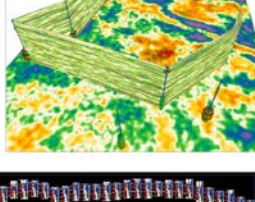



圖-3



### (3)OpenTect震測解釋系統

OpenTect為一完全免費的二維及三維震測解釋軟體，它具備日常工作所需的大部分功能，包括層位、斷層、屬性及繪圖等，僅在進階項目(如震測層序解釋)及訓練需要付費，在目前震測解釋軟體一套動輒3~4百萬台幣情況下，若公司需要對每位探勘人員配備震測解釋軟體，此系統或可滿足此方面之需求。

### (4)DugInsight系統

DugInsight系統由DownUnder公司所發展，包括基本及進階的二維/三維震測解釋系統，其特點為只租不賣(基本型)，且年租金包括維護僅美金3000~5000元(依增加模組而定)，在震測解釋市場中頗具競爭力，另外有多項功能為別家系統所沒有，如其可同時應用震測重合(seismic gather)資料進行交談式分析解釋，另外其可直接與Petrel系統連接，在不啟動Petrel系統情況下，可使用Petrel的各種解釋結果(層位及斷層)與大部分功能，本公司可考慮引進一套此系統進行測試，或可考慮提供每位探勘師檢視/應用震測資料的機會。圖-4為其解釋案例之一。

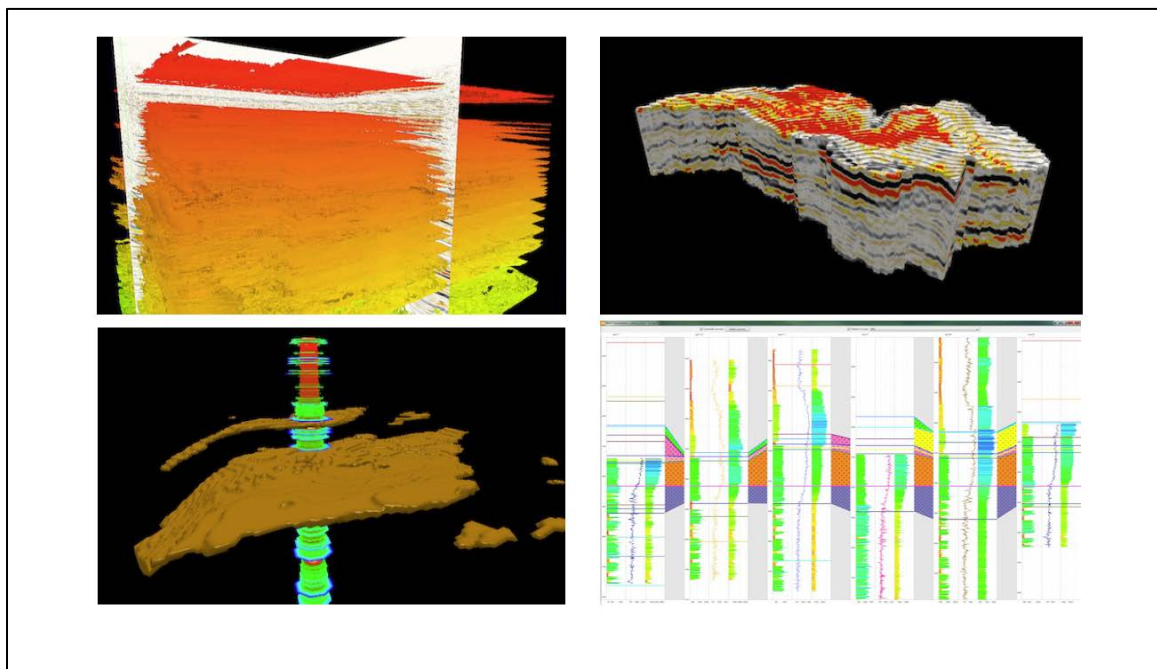


圖-4

#### (5) iKon公司之RokDoc系統

RokDoc系統類似Furgo-Jasson系統，為一震測逆推分析軟體，功能包括岩性及儲集岩流體性質估算、模擬、AVO分析等，RokDoc屬於Window作業系統，Furgo-Jasson則為Linux作業系統，前者有較為友善的使用介面，與其它震測解釋軟體間之整合性較佳，其學習使用曲線較短，不失為未來取代Furgo-Jasson之選項之一。

有機會在SEG會場與軟體服務公司面對面檢視其功能性、介面友善性，並與其討論在探勘方面之應用，可用來協助公司未來探勘系統之規劃。

### 3. 心得與建議：

#### 3-1 心得

本次出國開會研習時間雖然僅有五日(扣除起返程3日)，但因事前已做好規劃與準備，因此行程、課程、議程等均順利進行，且非第一次至賭城拉斯維加斯，因此能專心且全程參與各項議程及參觀訪問各地球物理軟硬體服務公司，了解目前之發展趨勢及可借鏡之處，獲致心得如下：

##### (1)會前短期專業課程方面

此次參加“Seismic Stratigraphy and Seismic Geomorphology”二整天之訓練課程，由Posamentier 先生講授及實機示範，Posamentier先生目前在Chevron油公司工作，他在Seismic Geomorphology方面之研究工作已超過二十年，著作論文及獲獎許多，在世界各地亦有多數年之授課、顧問經驗，本課程雖然只有二天，但其課程安排適當，如上午講授方法/理論及案例，下午則以實機操作示範實際作法，其所用之軟體系統與本公司目前所用相同(Paradigm系統)，因此學習效率大為提高。

Seismic Geomorphology之觀念與方法已成為三維震測解釋不可或缺之一環，對三維震測資料摘取除構造繪圖解釋訊息外，能夠獲得更多地質解釋(沈積環境/岩性)之主要方法，本法之引進對本公司之三維震測水平應能有所提昇，此法已提供/傳授予相關同仁。

##### (2)震測屬性應用方面

三維震測屬性的應用，是三維震測解釋的重要項目之一，對於震測屬性的開發、理論基礎、應用普遍存在一些障礙，如震測資料的調整或品管、不同震測屬性的比較方法、軟體操作的友善性與交互性等，使得目前附屬在震測解釋系統中之屬性模組的使用效率與效能不高，也降低了物探師的工作熱誠，對震測屬性的應用自然就無法正常進展。

目前單獨發展與應用震測屬性的公司，有(1)Resolve Geoscience公司(2)AGM公司，其中Resolve GeoSciences公司只提供震測屬性製作服

務，其檢視分析軟體只送給相關客戶AGM公司之Recon系統則整合有三維構造解釋，特別強調從三維震測資料中獲取地質方面訊息，此二公司之產品或許對本公司目前進行之探勘工作(震測解釋)能有所助益。

### (3)SEG年會參加人員方面

SEG年會每年在美國舉辦一次，參加人員與參展軟體服務公司很多，論文發表、技術展示均極豐富，是一個多元學習之機會。本公司本年只派一人參加，反觀中國僅BGP(東方物探公司)派出多達50多人參與，在經費預算許可下，本公司若能多派些物探師參與會議，相信對其個人或公司未來工作應有所助益。

### (4)SEG培養學生物探師方面

SEG對培養學生物探師方面不遺餘力，如有專人負責學生在SEG之活動，如互相交誼、論文發表、認識油公司或服務公司等，對於學生會員亦有各種優惠，如參加短期課程、專業書籍購置等，讓學生在進入職場前對地球物理探勘有廣泛的認識。

### (5)中國地球物理探勘已走上世界市場

此次SEG年會中國有許多大型服務公司參展，如BGP及SINOPEC等，其地球物理服務(主要為海陸震測及資料處理)除中國本土外，已遍及全世界，中國地球物理服務公司及油公司亦派有許多人員參與本年SEG年會。

SEG會場中E-poster 有超過300篇展出，其中約有一半來自中國石油公司研究單位或有中國人在國外念書/研究所共同發表的，展場中參展公司(如Furgo-Jasson)亦有派中國人員以中文解說。

### (6)頁岩氣探勘方面

多數軟體服務公司之展示介紹仍以頁岩氣探勘為案例，另外以微地震檢測液裂效率仍是會場焦點之一，在在顯示未來幾年頁岩氣探勘仍會持續發展且仍以美國為主，美國除具備發展頁岩氣之地質條件外，其他的科技、人才、政府態度及相關基礎設施完備也有相當關係。

### 3-2 建議

(1)請公司適度增派有經驗且具工作熱誠之物探師參與每年之SEG年會及參加其專業訓練課程。

(2)請公司考慮引進震測屬性應用專用系統/服務，如Resolve GeoSciences及AGM公司。

(3)建請公司考慮邀請SEG之專業訓練講師至本公司講授相關探勘課程。

附錄：

## 震測地形學( Seismic Geomorphology)

### 1. 震測地形學起源

震測地形學為接續自震測地層學的一門技術，震測地層學以二維震測剖面為主要研究對象，它以震測剖面中振幅的二個不連續反射面(如 onlap、downlap、toplap、truncation等)所界定的反射型態，經解釋及繪製在平面或立體空間後，推測其可能之沈積系統，再進而推測其可能的岩性組成。這些技術由AAPG Memoir No.26 (1977)之出版而發揚光大，而AAPG Memoir No.26則為Vail 等人在Exxon 油公司工作之結果。

自1980年起，隨著三維震測的普及資料品質的提昇，電腦軟硬體的性能更加快速，使得工作站或個人電腦能有效的應用三維震測資料，並且除了傳統上之振幅外，震測屬性的應用，特別是在構造面上的震測屬性解釋與應用而引導出“震測地形學”的技術與方法(Posamentier, 2000)。

震測地形學的基本概念式，在傳統的構造解釋面上展示不同的震測屬性(如Variance、Coherence、dip、Sweetness……等)，再將此構造解釋面拉平(flatten)進行沈積環境的分析與解釋，基本上震測地形學乃在三度空間內直接用震測屬性做為平面解釋。

### 2. 震測地形學的作業方法及步驟

震測地形學主要利用三維震測之水平切面來做沈積環境解釋，其水平切面的定義有三種(如附錄圖-1)。

#### (1)水平時間切面(Seismic Time Slice)

此乃傳統震測解釋工作慣常使用之時間切面，在目標地層起伏不大時，此切面與地層面(Horizon)切面接近相同。

#### (2)地層面切面(Horizon Slice)

地層面切面只平行於參考層面(即解釋後之構造層面)，往上或下等時間間隔截切出之地層面，當往上或往下之時程不長，或上下地層多少有些



平行時，此種地層面切面，比較能獲得接近真實的同時間沈積地層面，這是震測地形學使用較多之地層切面。

### (3)等距地層切面(Stratal Slice)

對地層厚度有較大變化時，按等比例方式切出地層切面，此法雖較符合實際之地質沈積狀況，唯其切出之厚度可能以小於震測之有效垂直解析度，且須在深度域內進行。

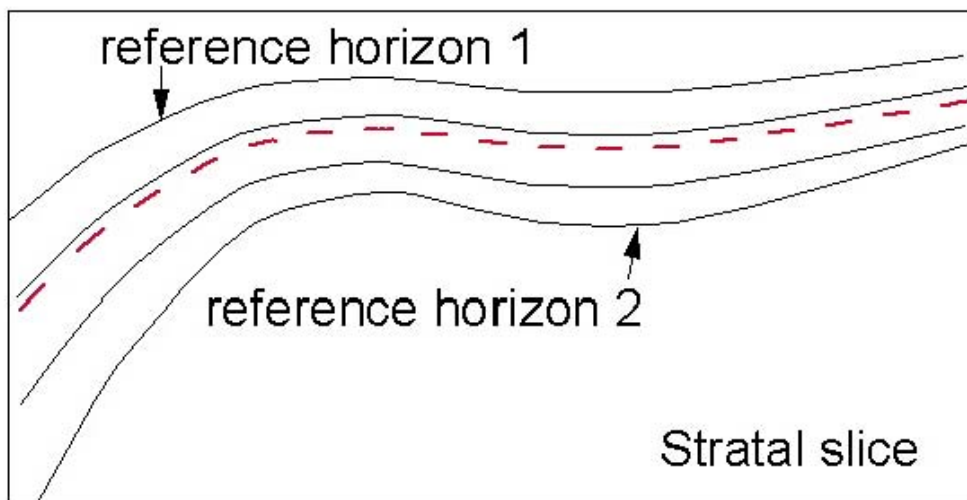
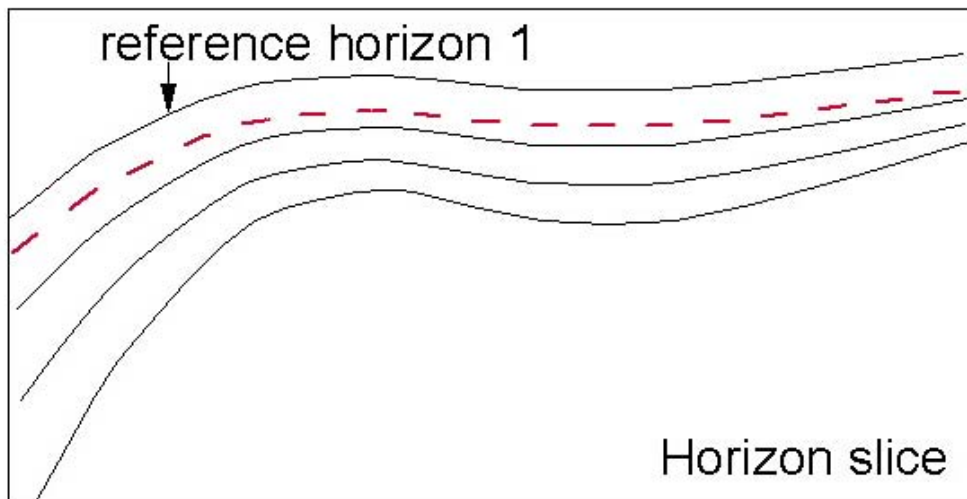
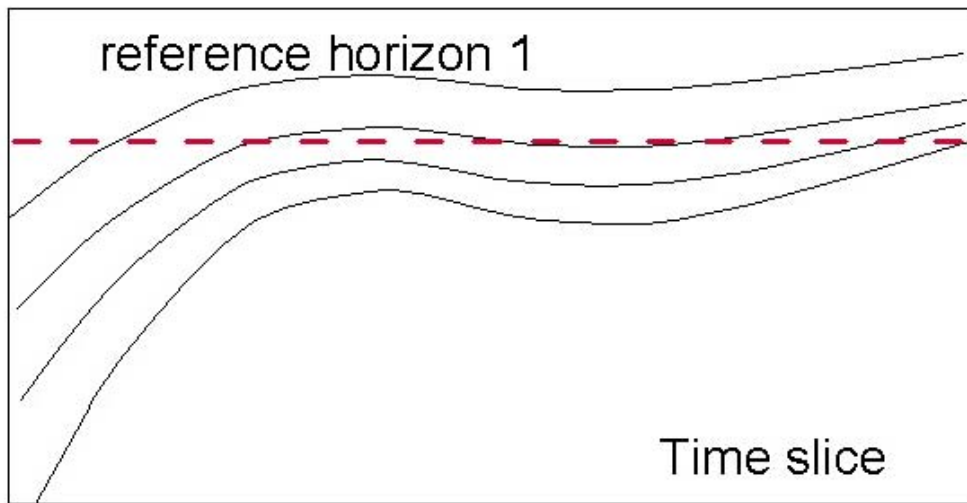
瞭解以上三種地層切面之定義與實際作法，有助於應用震測地形學技術。

震測地形學之主要工作流程摘要如下：

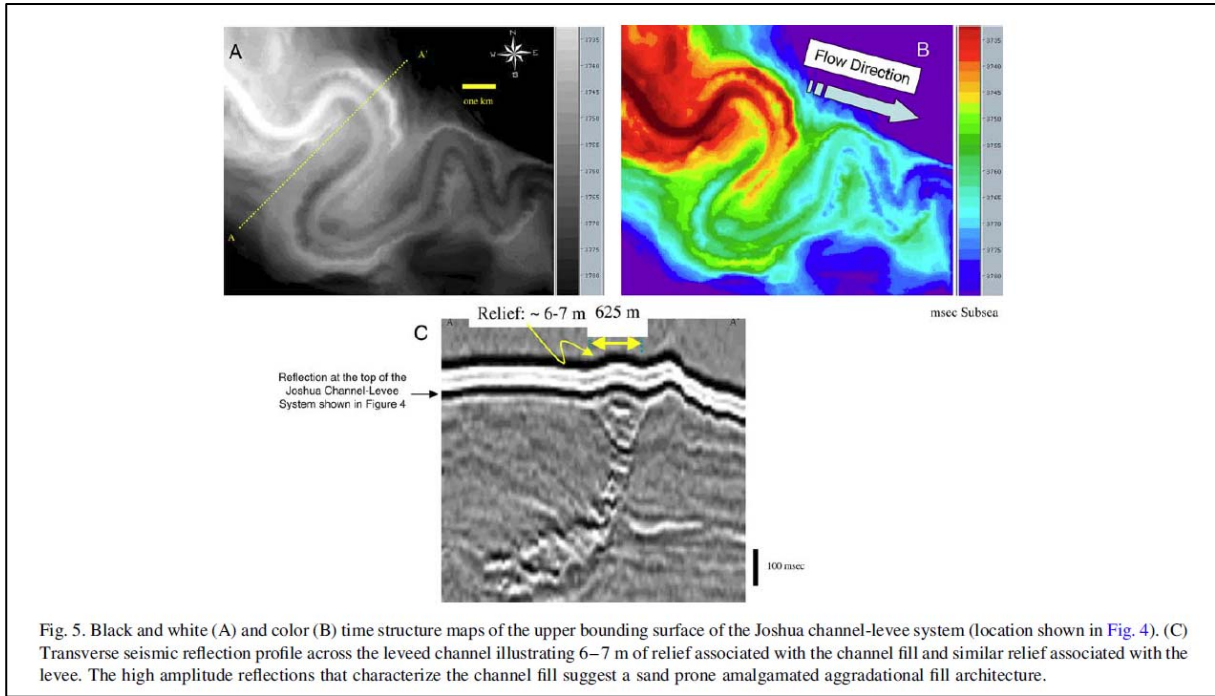
- (1)產生各種震測屬性之三維震測資料體。
- (2)截切出小範圍，猜測可能屬於同一沈積體系之次三維震測資料體。
- (3)在此次三維震測資料體進行傳統構造面解釋(手動或自動解釋)。
- (4)結合欲分析之震測屬性三維資料體與解釋成之地層面，在此地層面上摘取並展示此種震測屬性。
- (5)經驗上建議在構造面展示之震測屬性以黑白展示並適度調整光源位置，比較容易檢視出各種可能的沈積地形/環境。
- (6)將此展示之震測屬性在構造層面上往下或往上自由移動，一旦能檢視出特定或可能的地質形貌(線狀、彎曲狀或其他)後，查看其(地質形貌)各種二維剖面(屬性或振幅)上之特徵，進一步再來回驗證地質解釋之合理性與空間分佈之關係。
- (7)如果附近有井測資料一定得用來對比/驗證。

附錄圖-2及附錄圖-5為利用震測地形學所製作出之地質/地形形貌，經適度的調整展示顏色尺規、光源位置，一些隱蔽的現象得以顯現。

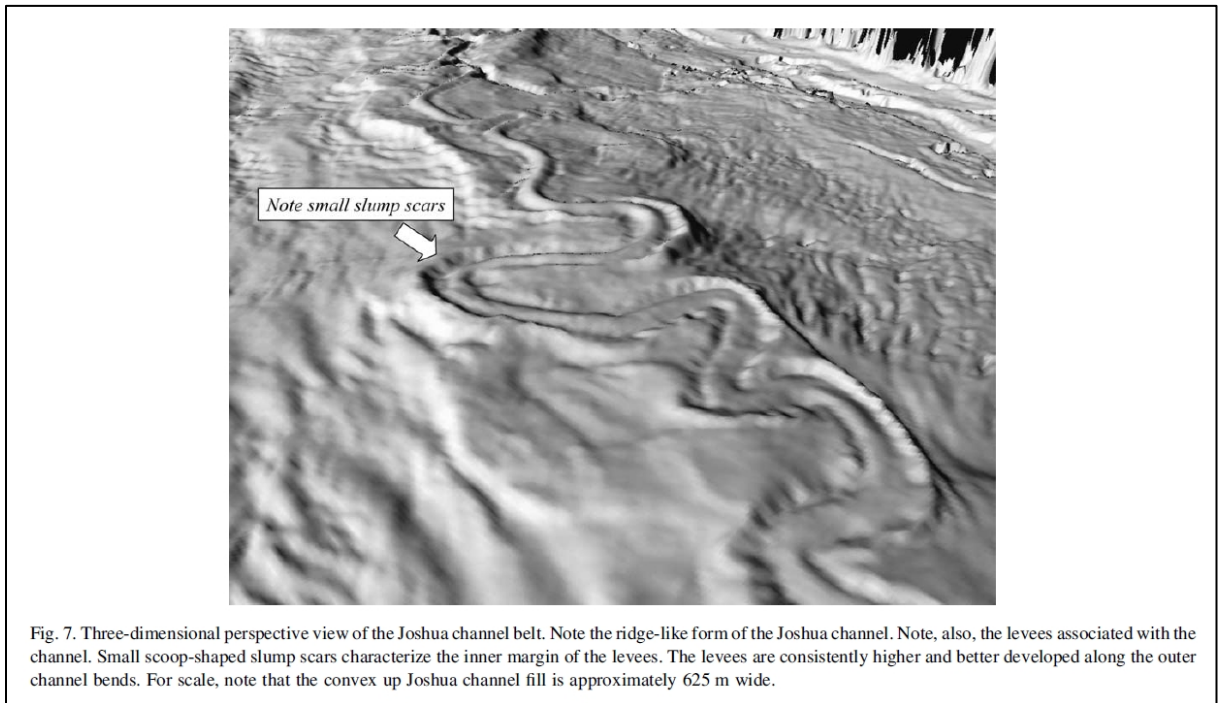
附錄圖-6為使用本公司查德礦區三維震測資料應用震測地形學方法亦找出類似古河道之解釋。



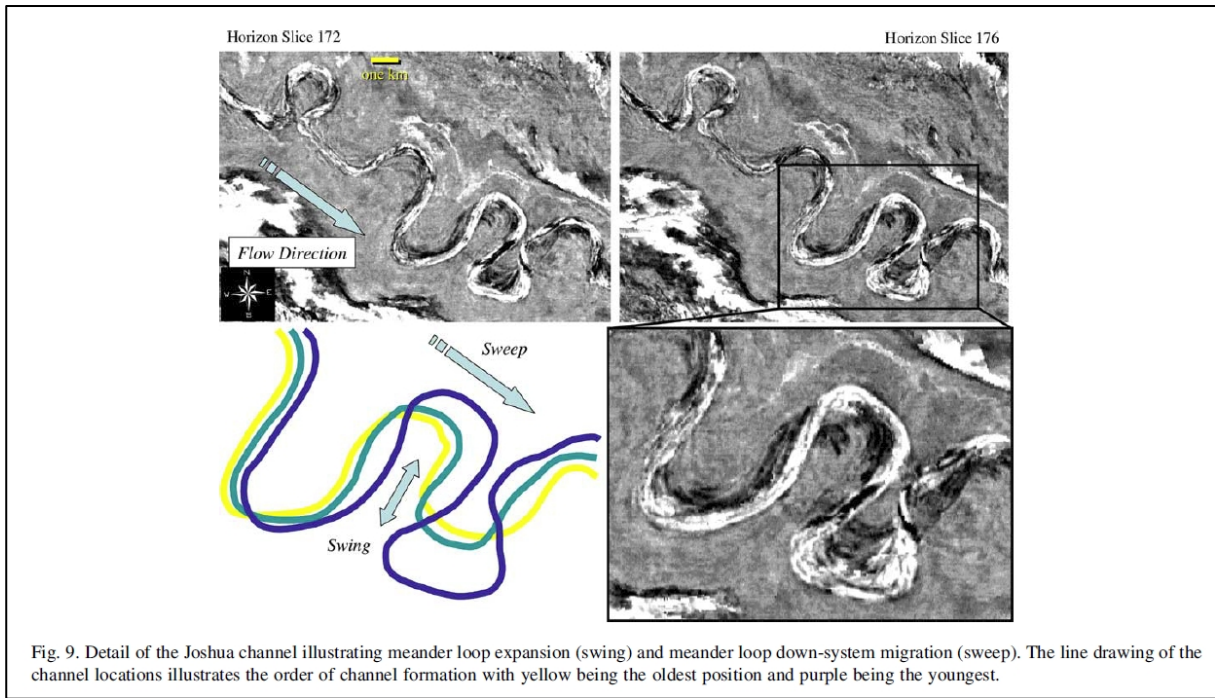
附錄圖-1



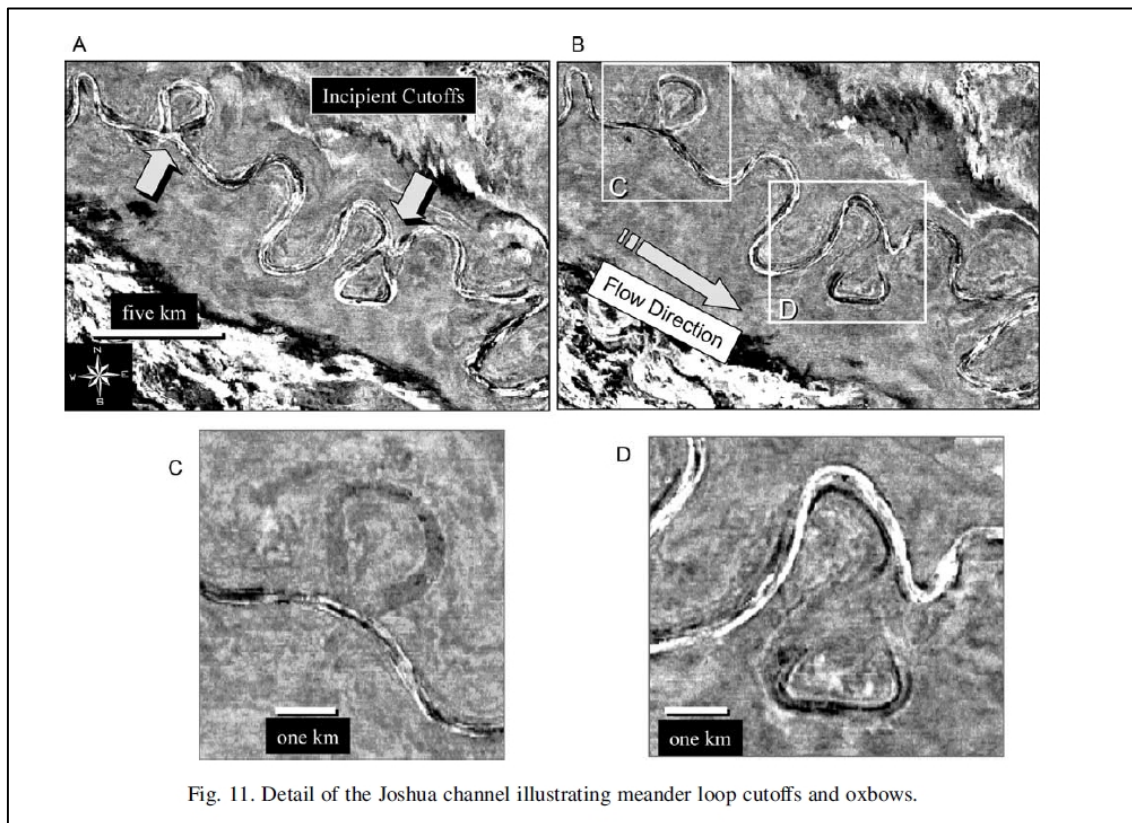
附錄圖-2



附錄圖-3

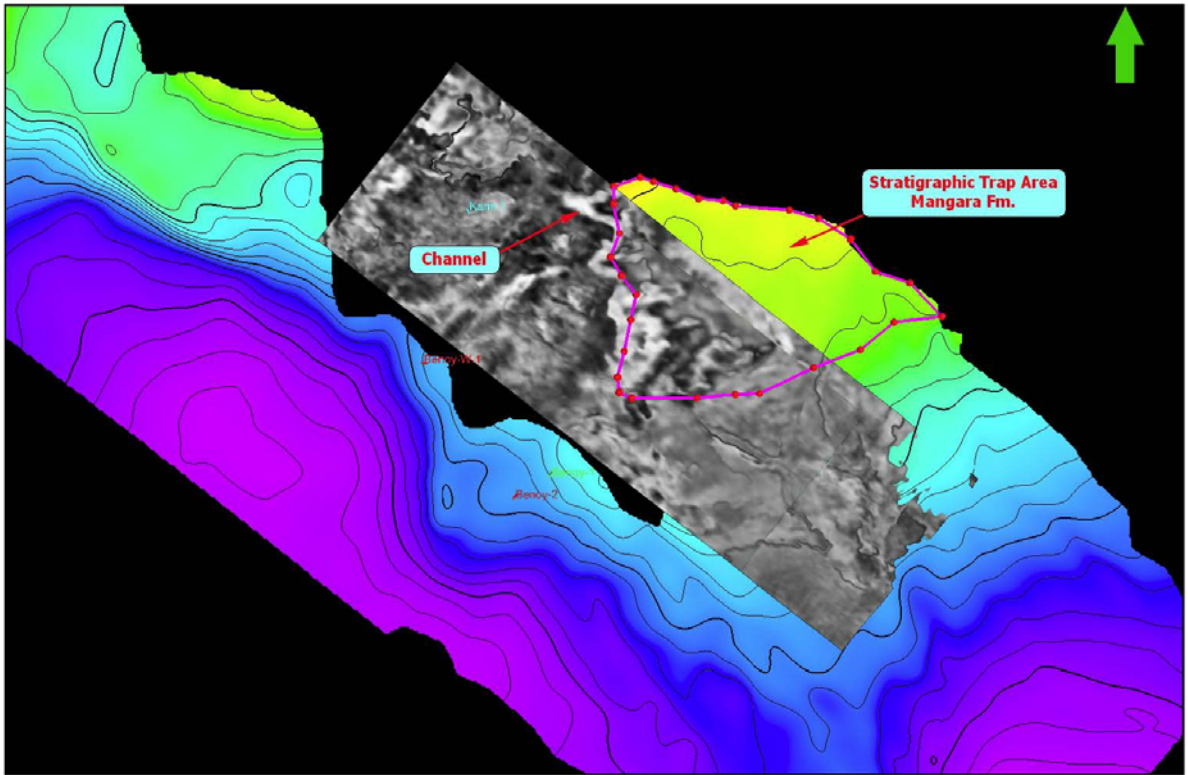


附錄圖-4



附錄圖-5





附錄圖-6

參考文獻：

Posamentier, H.W.,2000, Seismic Stratigraphy into the next millennium; a focus on 3D Seismic data, AAPG Annual Conference, New Orleans, LA.,16-19, April, 2000, A118.