

## 出國報告（出國類別：其他）

### 參加複雜構造解釋與油氣評估研討會

服務機關：中油公司探探研究所

姓名職稱：莊恭周／地質師

派赴國家：美國

出國期間：95 年 4 月 8 日至 4 月 15 日

報告日期：95 年 6 月 7 日

# 目 錄

目 錄.....	1
摘 要.....	2
壹、目的.....	2
貳、過程.....	3
(一) 參加 2006 年美國石油地質師年會.....	3
口頭報告的論文約可分為下列幾大項：.....	3
壁報展示的論文可分成下列幾大項：.....	5
(1) 從野外碳酸岩儲集層的震測資料得到滲透率資料.....	7
(2) 淺層至深層埋藏之壓密過程：成岩作用研究的未來.....	7
(3) 深水區褶皺與逆衝斷層帶反向逆衝作用的機制與動力學.....	8
(4) 台灣西北部褶皺與逆衝斷層帶複雜構造的機制與幾何形貌.....	9
(二) 參訪 OPIC 美國公司.....	12
參、心得.....	12
肆、建議.....	13
伍、附錄.....	14

# 摘要

本出國計畫係針對目標地區從事複雜構造的解釋，建立目標地區地下構造形貌，並根據目標地區及鄰近地區地層、儲集岩以及地體構造演化等特性所作之盆地分析，提出適合之鑽探井位，為此目的，藉參加國外大型研討會以獲得新的技術。在美國休士頓舉行 2006 年美國石油地質師協會是全球石油探勘界最盛大的學術研討會，會中同時舉辦多場石油探勘諸領域的先進研究成果發表會，參加此會可吸取與研究計畫相關的新技術和新觀念。

本次大會所發表的論文以深水探勘、儲集岩特性模擬、複雜構造整合研究、天然氣水合物、二氧化碳封存等為最熱門的項目，探探研究所除深水探勘暫未進行研究，其餘各項均是研究主軸，可見中油探探研究所的研究方向與世界油氣探勘方向一致，此外此次會議參加人數創新紀錄，因國際原油大漲，擁有油田之國家均獲利甚豐，中油公司若欲與國際大油公司並駕齊驅應擴大海外油氣探勘，掌握油源，才是長久之道。

## 壹、目的

為配合九十五年度研究計畫「嘉南地區麓山帶複雜構造整合解釋與油氣探勘」而擬定之出國計畫「參加複雜構造解釋與油氣評估研討會」，其重點即在於整合地質和地物兩大領域的技術，針對目標地區從事複雜構造的解釋，建立目標地區地下構造形貌，並根據目標地區及鄰近地區地層、儲集岩、以及地體構造演化等特性所作之盆地分析，提出適合之鑽探井位，為達成此目標，藉參加國外大型研討會以獲得新的參考技術，對研究計畫之進行及完成將有相當的幫助。在美國休士頓舉行之 2006 年美國石油地質師協會年會是全球石油探勘界最盛大的學術研討會，會中同時舉辦多場石油探勘地質，地球化學和地球物理等諸領域的先進研究成果發表會，參加 2006 年美國石油地質師協會將可吸取與研究計畫相關的新技術和新觀念。運用業務上之計畫為：

- 甲、參加 2006 年美國石油地質師協會年會
- 乙、研討複雜構造地質分析技術

丙、研討複雜構造地質分析技術在油氣探勘上之應用

丁、引進複雜構造整合解釋新技術

戊、蒐集和探討國外礦區之複雜構造地質資料

己、進行技術交流與交換經驗

庚、建立礦區評估技術和流程改進

辛、提昇相關技術及應用於探勘作業

預期效益為引進新技術和整合現有技術，綜合研判目標地區及鄰近地區之構造及地層特性，發展複雜構造整合解釋的技術，協助油氣探勘評估，降低探勘風險。

## 貳、過程

### (一) 參加 2006 年美國石油地質師年會

2006 年美國石油地質師年會於 4 月 9 日至 4 月 13 日於美國休士頓 George R Brown 會議中心舉行，因是全世界最大規模的石油探勘會議，吸引了世界各地油氣探勘人員的注目，而本次會議參加人數逾萬人，據說是近年參加人數最多的一次，可能與國際油價高漲，國際間之油氣探勘熱絡有關，開會期間除了有各種會議，校友活動，娛興節目及眷屬活動外，最主要的是論文發表會，壁報展示及各種相關資訊的展示，此次會議發表的論文共有 819 篇，涵蓋的範圍非常廣泛。

口頭報告的論文約可分為下列幾大項：

- (1) 21 世紀世界新能源的增加 (一)
- (2) 深水環境下，大量沉積物搬運的意義 (一)
- (3) 近代在深水與陸棚的矽質碎屑沉積相模型的進展：儲集岩特性的含意
- (4) 數據探討：如何由森林般的資料幫助檢視樹木
- (5) 二氧化碳封存：煤／頁岩／生產與非生產之儲集層充當封存的目標層
- (6) 近代油氣的發現以及探勘區的開拓者：國際間探勘新領域的盆地
- (7) 深層新領域：關於預測儲集岩性質的進展
- (8) 煤層甲烷：推動生產力定義的技術規範

- (9) 21 世紀世界新能源的增加（二）
- (10) 深水環境下，大量沉積物搬運的意義（二）
- (11) 近代關於淺海到非海洋砂質碎屑沉積相模型：儲集岩特性的含意
- (12) 整合生物地層的資料融入地質模型
- (13) 裂隙碎屑岩與碳酸岩~限制儲集岩特性的條件是什麼
- (14) 高解析度層序地層學：地質模型被拆解？
- (15) 成功與失敗~在探勘中學到的經驗
- (16) 美洲區域性的油氣碳探
- (17) 21 世紀油氣探勘與生產，克服挑戰
- (18) 間接生產層與探勘區的案例研究：失去的機會與學到的經驗
- (19) 褶皺與逆衝斷層帶的大地構造與沉積作用（一）
- (20) 環境工程與探勘地質的職業性演練
- (21) 天然氣水合物~出露的水合物礦床~活動性石油系統導致未來能源標的指數
- (22) 太空地質：月球、火星以及較遠地區
- (23) 近代在碳酸岩沉積相模型的進展：對儲集特性的含意（一）
- (24) 國際間各種競爭的諮商與談判
- (25) 秀錢給我看~華爾街的邏輯，NYMEX 交易者以及資本市場如何對你造成衝擊？
- (26) 目前與未來的油藏
- (27) 近代油氣的發現與探勘區開拓者：成熟的盆地
- (28) 褶皺與逆衝斷層帶的大地構造與沉積作用（二）
- (29) 深水儲集層的連接性與執行
- (30) 離開探勘與生產的常規：以整合與創新達成油氣探勘與生產
- (31) 風險分析與有價證券的經營
- (32) 近代在碳酸岩沉積相模型的進展：對儲集特性的含意（二）
- (33) 油頁岩到碳質頁岩—油氣儲集層的另類模範
- (34) 贏得油氣最終一場遊戲：未來石油資源在我們全球經濟的角色
- (35) 可移動的地下物質的構造機制與沉積作用（一）
- (36) 被忽略以及不具吸引力的探勘區

- (37) 近代油氣來源到下滲的類比
- (38) 基礎沉積體：相似度，過程以及性質~研究儲集特性的新模型
- (39) 碳酸岩的震測影像
- (40) 近代關於碳酸岩成岩作用的進展
- (41) 歐亞大陸，非洲以及中東區域性的油氣探勘
- (42) 可移動的地下物質的構造機制與沉積作用（二）
- (43) 油氣探勘與採收組織的再創造：我們在那裡？我們需要什麼？
- (44) 非震測的探勘方法：案例研究
- (45) 高緯度的沉積體系
- (46) 全球循環圖：七年以後
- (47) 油氣來源到滲入系統的實驗與數值模擬
- (48) 板塊構造運動與左氣候：對盆地演化以及油氣探勘的含意
- (49) 亞太地區之區域性油氣探勘

#### **壁報展示的論文可分成下列幾大項：**

- (1) 岩心工作坊~世界巨型油氣田儲集層：從岩樣到儲集層特性與模型
- (2) 間接的生產層與探勘區的案例研究：失去的機會與學到的經驗
- (3) 非傳統性的儲集岩~另類的模範
- (4) 特選的學術性研究專題~AAPG 學生論文發表會
- (5) 近代在碳酸岩沉積相模型的進展：對儲集特性的含意
- (6) 三維露頭影像，儲集層類比與教學
- (7) 溫室對冰屋：堆積作用與成岩作用
- (8) 油氣來源到滲入系統的實驗與數值模擬
- (9) 近代油氣的發現以及探勘區的開拓者：成熟盆地
- (10) 年代學：限制地質紀錄
- (11) 數據探討：如何由森林般的資料協助查閱樹木
- (12) 非震測方法：案例研究
- (13) 超淺天然氣積聚
- (14) 褶皺與逆衝斷層帶的大地構造與沉積作用

- (15) 可移動的地下物質之構造機制與沉積作用
- (16) 近代油氣的發現與探勘區開拓者：國際間探勘新領域盆地
- (17) 非生物性年代學與化學地層學
- (18) 天然氣水合物－出露的水合物礦床－活動性石油系統導致未來能源標的指數
- (19) 油氣生產時使用可更新能源以及環境復元
- (20) 被忽略以及不具吸引力的探勘區
- (21) 深水環境大量沉積物搬運的意義
- (22) 離開探勘與生產的常規：以整合與創新達成油氣探勘與生產
- (23) 沉積岩地質學會對學生授與會議
- (24) 碎屑性岩心壁報會議
- (25) 深水區新領域：儲集特性預測的進展
- (26) 亞太地區的區域性油氣探勘
- (27) 地質空間資訊技術的應用與進展：遙感，GIS, GPS 與 GPR
- (28) 高解析層序地層學：地質模型被拆解
- (29) 碳酸岩與儲集岩岩心與模型研究
- (30) 近代矽質碎屑岩沉積相模型的進展：儲集岩特性的含意
- (31) 地質實體在沉積相模型的實用意義
- (32) 卡斯特儲集層之模型
- (33) 近代油氣來源到下滲的類比
- (34) 歐亞大陸，非洲以及中東區域性油氣探勘
- (35) 二氧化碳封存－煤／頁岩／生產與非生產儲層充當封存目標層
- (36) 裂隙碎屑岩與碳酸岩~限制儲集岩性質的條件是什麼？
- (37) 探探課題：我們從巨型油氣田學到什麼？
- (38) 巨型油氣田之儲集層特性
- (39) 儲集層－區域性－構造規模－引發異質性
- (40) 保持詳細資料以及使用活動數據以校正儲集岩模型
- (41) 間質／裂隙流體的交互作用
- (42) 深海系統封閉特性

#### (43) 美洲區域性的油氣探採

論文發表共有四十九個主題在三天的會期中分八個會場同時舉行，在此同時還有壁報展示，共有 400 篇在會場不同位置展示，共分有四十三個主題，因時間限制不可能每一項專題均參與，只挑與研究工作較密切的專題聽講，如「從野外碳酸岩儲集層的震測資料得到滲透率資料」，「淺層至深層埋藏之壓密過程~成岩作用研究的未來」，「深水區褶皺與逆衝斷層帶反向逆衝作用的機制與動力學~尼日三角洲的觀察」以及「台灣西北部褶皺與逆衝斷層帶複雜構造的機制與幾何形貌」，上述四篇論文重點分述如下：

##### (1) 從野外碳酸岩儲集層的震測資料得到滲透率資料

(Bracco Gartner 等人， Shell International Exploration and Production)

壳牌石油公司碳酸岩團隊已發展出一種方法，即利用重合後的震測資料估算碳酸岩區間質的平均滲透率，此種技術的基礎就是建立一種新的模型，其可用來描述聲波速度，孔隙率與滲透率之間定量的關係，此種模型關係到從孔隙—彈性原理的孔隙幾何因素以及由實驗室量測的滲透率。此種孔隙幾何因素用於描述三維孔隙結構，且可由反轉重合後震測資料獲得。此外此因素與孔隙連通性有關，因此與滲透率有關。

在此觀念被測試成功於岩栓，首次被應用在中東大範圍的碳酸岩地區，此實驗累積了所有的要素以實行此觀念在一個完整的野外地區，要素包括多重震波反射所需的厚度，間質為主的滲透率，單一礦物（方解石），豐富的震測數據以及足夠的具有良好壓縮以及剪切聲波電測的井數。

從聲波數據得到碳酸岩儲集層特性的孔隙結構可幫助解決孔隙率 / 滲透率預測的不清楚性，在這個野外的例子我們已說明了：(I) 新的岩性預測方法較一般商業性反轉套裝軟體來的精確(II) 孔隙結構可由三維重合後震測資料獲得(III) 一種滲透率指標可由反轉震測資料估算而得(IV) 一種滲透率指標量已證實產生較由廣泛井下資料組成的滲透率模型更優良的歷史協調。

##### (2) 淺層至深層埋藏之壓密過程：成岩作用研究的未來

(Bjorlykke Knut , University of Oslo , Norway)



沉積物壓密作用通常包括顆粒架構的機械性壓密以及礦物的沉澱與溶蝕，因而導致密度增加與速度增大。成岩作用的理論研究在目前已很清楚，機械性壓密作用追隨著土壤與岩石力學的法則可在實驗室模擬。模型或預測的問題在於假設原始粒經分佈組構以及礦物的正確性，機械性壓密以及顆粒破裂可改變顆粒間的體積以及顆粒表面特性。此將決定石英（或碳酸鹽）膠結作用的速度以及剩餘的孔隙。碳酸鹽顆粒的壓縮性變化很大，鈣石比石英顆粒的壓縮性更小。化學性壓密作用是由熱力學與動力學而產生，主要是由溫度與時間組成的函數，特別在矽質沉積物最顯著。從事此過程的模擬需輸入精確的定量參數如組構，礦物以及溫度史。碳酸岩壓密作用包括壓力溶蝕而此為有效壓力所控制，許多成岩作用仍不十分清楚或是需要更多定量方面的努力，但成岩作用的模組在理論上可用來預測深層儲集岩。但主要的問題是預測原始的岩石組成，換句話說就是礦物組構，溫度以及在鑽探野貓井之前的埋藏孔隙壓力，因此要吾人必須更專注於成岩作用與岩石物理性質的關係，特別是震測的反應。此將提供一種轉換震測品質到岩性如孔隙的較好基礎。

### **（3）深水區褶皺與逆衝斷層帶反向逆衝作用的機制與動力學：**

#### **~尼日三角洲的觀察**

（Kruegen , Ana 與 Ed Gilbert , Deron Energy , Houston TX）

深水區褶皺~逆衝帶斷層的脫卸作用面（FTBs）可以是原地鹽岩體（中央墨西哥灣，巴西東南方）或是塊狀頁岩（尼日三角洲，墨西哥灣的墨西哥脊）。反向逆衝作用—逆衝斷層構造的形成傾向於朝脊背地~早期被描述為前陸 FTBs，此發生在個別的構造，而為油氣生產“三角區”的一個要素，反向逆衝作用的形成是複合型的力學作用，而且有好幾套模型已被提出，故此吾人得一結論，即尼日三角洲周圍反向逆衝斷層可以模型表示，即在一接近等向媒介物臨界變綫的契形體。反向逆衝斷層因此可以下列幾項交互作用而得到可預期的結果：（I）力學基盤的坡度（由海洋地殼在沉積物負荷的撓曲剛性）以及其相關的脫卸作用（II）表層坡度（由同構造三角洲沉積作用所控制的主要參數）（III）當構造發育的期間，其特性的改變，由尼日三角洲 FTB 獲得的三維震測資料說明了在沉積初期因雙方向逆衝斷層剪切作用而縮短蓋層的構造發育層序。受構造高度與三角洲斜坡

外伸影響而產生朝向地表斜坡的解釋，純剪力以及傾向前陸的逆衝斷層變成了主要的因素。當缺少有意義的表面斜坡發育，反向逆衝作用將發育特佳，因而為主要的構造類型。反向逆衝斷層的發育對油氣成熟以及移棲路徑造成很大的衝擊。

#### (4) 台灣西北部褶皺與逆衝斷層帶複雜構造的機制與幾何形貌

(楊耿明 等人~中國石油公司)

台灣西北部的褶皺與逆衝斷層帶是主要的天然氣生產區，油氣封存在最後一期造山運動時所形成與斷層有關的構造內，前陸地區加上已存在的構造，導致形成同造山運動的複雜構造。此複雜構造可由橫向構造明顯看出，其原自外褶皺與逆衝斷層帶，主要由正斷層作用以及在內褶皺與逆衝斷層帶，介於緊密且裂隙的斷層外伸的褶皺構造，橫移斷層朝著背地延伸，而在內褶皺與逆衝斷層帶的構造表面被裁切。在內褶皺與逆衝斷層帶介於斷層外伸的褶皺構造，地表與地下不連續等現象可能與外褶皺與逆衝斷層帶的橫移構造連通。

構造分析顯示在主要逆衝斷層形成的每一事件的開始，在外褶皺與逆衝斷層帶，正斷層作用以及內褶皺與逆衝斷層帶，低角度的逆衝斷層可能同時發生，但在內褶皺與逆衝斷層帶，橫移斷層外伸作用則朝向低角度的逆衝斷層的前緣，在下一個地質事件，低角度逆衝斷層開始發育但受限於橫移斷層，在此同時，橫移斷層在低角度逆衝斷層系統下繼續發育，導致在內褶皺與逆衝斷層帶介於斷層外伸褶皺構造間，地表與地下不連續現象，此種動力模型可提供台灣西北部褶皺與逆衝斷層帶構造類型最好的解釋。

開會期間除聆聽各重要論文發表，並抽空參觀各有關探勘資訊的展示，此次共分六十四個主題，主要為各種軟硬體服務，出版業，以及各類服務公司，詳如下所列：

- (1) 航照
- (2) 空中雷達遙感
- (3) 聲音視覺等教學輔助
- (4) 盆地分析，模型分析
- (5) 鑽頭、鑽井工具以及駐井設備

- (6) 連貫性立體處理
- (7) 電腦諮詢
- (8) 電腦繪圖
- (9) 用於探勘與生產評估的電腦硬體
- (10) 用於辦公室或會計的電腦硬體
- (11) 探探電腦軟體
- (12) 岩心分析
- (13) 岩心儲存
- (14) 數據管理
- (15) 數據服務
- (16) 數位處理、數值服務
- (17) 鑽井幹桿測試與井測
- (18) 鑽井合約
- (19) 探探計畫經濟與評估
- (20) 教育機構
- (21) 工程諮商服務
- (22) 環境、水文地質服務 / 研究
- (23) 野外評估
- (24) 地化服務與諮商
- (25) 地理資訊系統
- (26) 地質、地物工作站
- (27) 地質模型
- (28) 地質研究與諮商
- (29) 地物解釋
- (30) 地物模型
- (31) 全球定位系統
- (32) 政府機構
- (33) 重力服務與諮商

- (34) 實驗室儀器與設備
- (35) 柱狀圖數值化
- (36) 磁力服務與諮商
- (35) 圖的展示
- (36) 繪圖軟體
- (37) 繪圖服務
- (38) 鑽井即時量測
- (39) 生物服務與研究
- (40) 顯微鏡
- (41) 礦物、化石與寶石樣本
- (42) 非獨占的震測資料
- (43) 非震測的地物設備與服務
- (44) 辦公室設備，商務機械
- (45) 石油探採公司
- (46) 管線採收設備與服務
- (47) 政治風險評估
- (48) 出版業書商
- (49) 油藏評估、資源管理以及風險分析
- (50) 儲集層評估
- (51) 最佳化儲集層
- (52) 衛星影像處理，數值化與解釋
- (53) 震測資料電腦處理
- (54) 震測資料獲得
- (55) 震測設備或儀器
- (56) 震測解釋與諮商
- (57) 薄片製作
- (58) 訓練課程與服務
- (59) 鑽井化學服務

- (60) 完井服務
- (61) 井下鑽採岩心
- (62) 井下測錄分析
- (63) 井下測錄
- (64) 井下鑽井處理

此外一些小國家或尚未有油氣田的國家亦擺設攤位積極拉攏國外資金進行合作探勘，如 英屬哥倫比亞、剛果、福克蘭群島、迦納、格林蘭、愛爾蘭、肯亞、馬達加斯加、摩洛哥、莫三鼻克、納密比亞、尼加拉瓜、波蘭、塞內加爾、索馬利亞、坦尚尼亞、突尼西亞、烏干達等國家之油氣探勘部均設有攤位積極介紹該國的探勘環境，值得吾人重視，本公司若想拓展海外油氣探勘除了跟隨大油公司外，亦可自行尋找地質條件較佳，且政治風險較小的國家或地區合作探勘以提高油源的自給率

## (二) 參訪 OPIC 美國公司

OPIC 是中油公司為拓展海外油源而設立之公司，其主要成員均由中油公司借調，本人於參加 2006 年美國石油地質師年會後，利用一天時間參訪 OPIC 美國公司，學習海外探勘經驗，目前 OPIC 美國公司總經理是沈繼超先生，副總經理是童培堅先生，財務長是吳正煌先生，另外在當地聘僱八位員工，分公司主要任務為（1）拓展海外探勘業務（2）負責管理印尼山加山加礦區業務（3）負責管理澳洲 SANTOS 公司讓渡之礦區（4）積極參與墨西哥東方海域礦區，因人力有限，負責工作範圍廣泛，因此工作量繁大，幸好中油公司選派赴海外分公司的人員均很優秀，才能勝任。

## 參、心得

國際間油氣探勘研究的重點為深水探勘，儲集岩特性模擬，複雜構造整合研究，天然氣水合物，二氧化碳封存等，除深水探勘，探探研究所暫未進行研究，其餘各項主題均是中油公司探探研究所的研究主軸，可見中油探研所的研究方向與世界油氣探勘方向一致。

整合解釋所需的各項技術均需使用大量的電腦軟體，因此國內油氣探勘人員

平日應熟悉各相關應用軟體，以便能在有限的時間內完成各項探勘任務諸如複雜構造的整合解釋。

此次會議參加人數創新紀錄，因國際原油大漲，擁有油田之國家均賺大錢，中油公司若欲與國際大油公司並駕齊驅，應擴大海外油氣探勘，掌握油源，才是長久之道。

## 肆、建議

美國石油地質師協會之年會，因發表之論文非常廣泛，而會期只有短短幾天，筆者因分身乏術，無法至所有會場一一聆聽各項有關論文，建議今後若經費許可，不妨同時多派幾位不同領域的人參加，效果必定更佳。

國際原油價格高漲，油氣探勘活動熱絡，探勘人員需求迫切，中油公司若欲擴大國外探勘，掌握油源，必須增加探勘人員，且須及早培訓，方可與國外大油公司一爭長短。

## 伍、附錄

中油公司探採研究所楊耿明博士等人發表於 2006 年美國石油地質師協會年會之論文—Geometry and Kinematics of Complex Structures in the Fold-and-Thrust Belt, NW Taiwan





Fig. 7

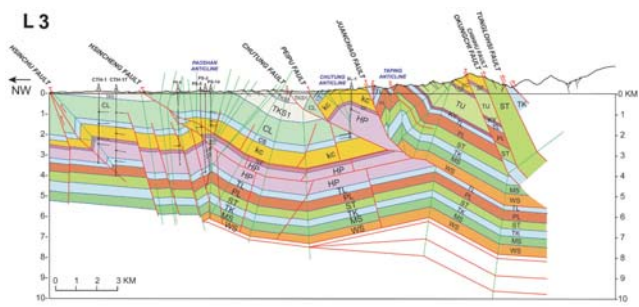


Fig. 13

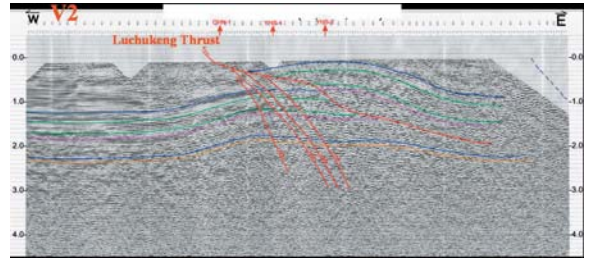


Fig. 6

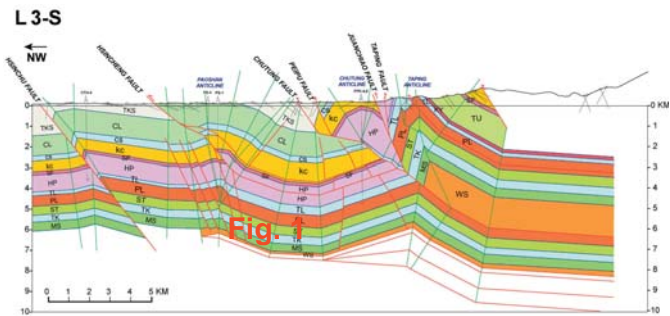


Fig. 12

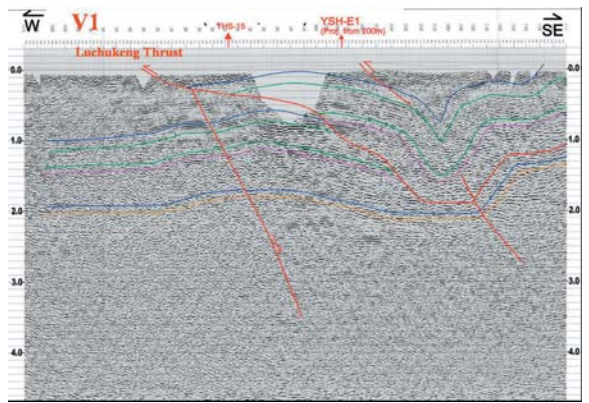


Fig. 5

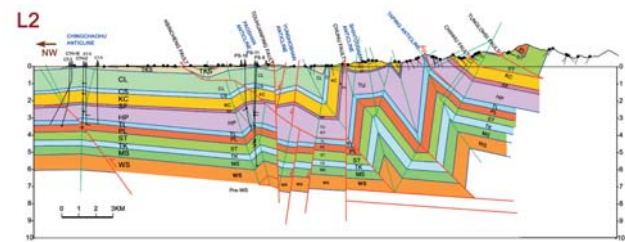


Fig. 11

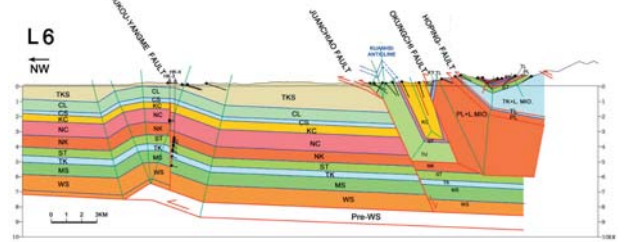


Fig. 4

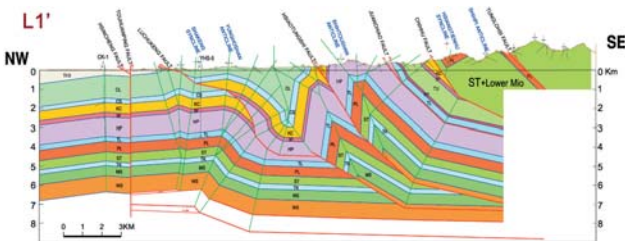


Fig. 10

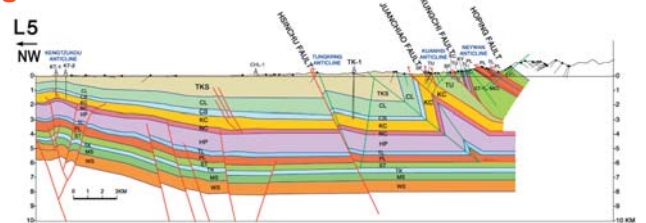


Fig. 3

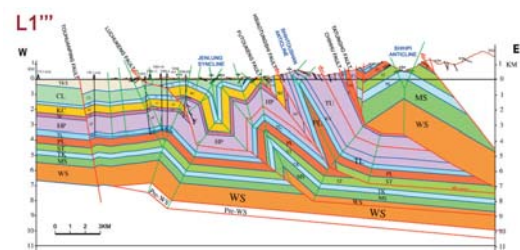


Fig. 9

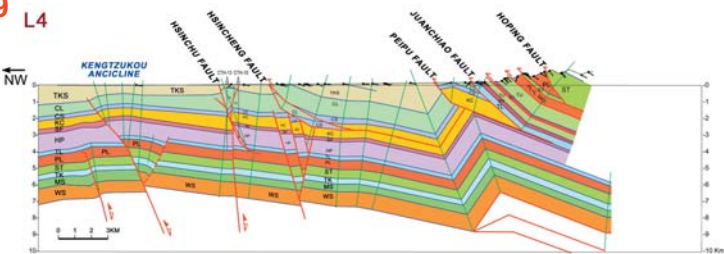


Fig. 2

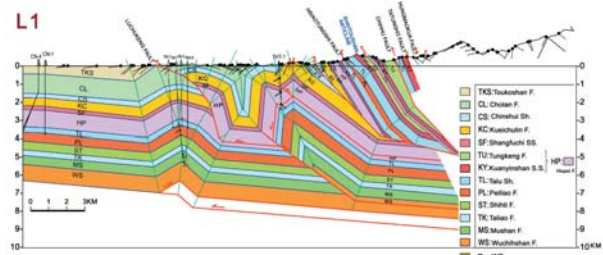


Fig. 8

