

儲集層震波特性分析技術之應用

張資宜¹、邱瑞琅¹、巫國華¹、傅式齊¹、梁守謙¹、楊育良²、田景隆²

¹台灣中油探採研究所、²台灣中油探採事業部

摘要

嘉南平原區之淺層探勘目標之重要性，隨著油價之高漲而與日俱增，就淺層探勘目標而言，其震波解析率比較好，容易在震測剖面上顯示含氣砂岩之震波異常現象，本文針對新營氣田以西濱海平原之上新世/更新世二重溪層頂部、嵌下寮層頂部、六重溪層頂部、澧水溪層頂部及烏嘴層頂部進行區域性振幅響應分析並探討六重溪層頂部、澧水溪層頂部及烏嘴層頂部等上新世/更新世各個目標層頂部之振幅響應之潛能帶分布與古水道分布之空間關係分析，最後配合前人提出之高潛能帶分布（呂等，1996；傅等，2003），據以選擇 10 條關鍵性震測剖面進行震測資料振幅保存（Amplitude Preservation）重新處理、建立研究區域振幅響應分析技術、建立振幅比值亮點分析(A/B)技術及複波線分析，凸顯震波特性，尋找類似新營及官田氣田探勘成功之關鍵震波特性參數，並綜合各項震波異常，進行油氣關聯性解釋，值得優先注意之好景區有：(1) 六重溪層頂部之斷層/地層聯合封閉，雖然 A/B 僅接近兩倍，但由於深度之影響因素，也有可能因深度改變而使得二重溪層儲氣層之 A/B 指徵之標準(傅等，2006)須調整，故仍應列為值得注意之探勘目標。(2) 澧水溪層(a).本層底部 YY-1 井儲氣砂體利用瞬時頻率追蹤、烏嘴層頂部構造重新解釋及綜合特性分析之結果，雖此儲氣砂體並未出現震波異常，然其幾何型貌完整，建議可列為新炸測設備試驗之目標，確認其儲氣量之潛能。(b).澧水溪層後鎮 A 構造，靠進 A1 斷層附近之最高區及 1640ms 等時線附近部份有 A/B 異常，經利用剖面綜合檢視其 A/B 之比值雖未達到 2 倍，但相當接近 2 倍，而且其曲線陡峭及部分低頻之特性強烈指示此構造應值得重視。(c).澧水溪層之背斜/地層封閉，出現有 A/B 高值，低頻部份亦有突然變化之現象，略估其封閉面積約 1 平方公里，此目標為構造/地層聯合封閉，可做為後續探勘澧水溪之目標參考。

一、背景說明

新營氣田之原始油氣聚集型態為封阻並聚集於下切充填三角洲砂之地層封閉(傅,2003)此推論除了依據地質(吳榮章等,莊恭周等,2003)及地化(涂偉光等,2003)資料之佐證外,在地球物理的技術上則是應用新營氣田的震測層序分析所建立之古海底峽谷系統分析整合解釋而得,提供嘉南平原淺層探勘成功的經驗模式,值得先就地球物理方法中振幅異常等震波特性和分析技術推廣應用於新營油田以西 A 斷層或 B 斷層以南濱海平原區之淺層目標,其主要目標地層為上更世/更新世地層,其深度範圍約在 2,000 公尺左右。

針對本研究區域,新增的井測資料蒐集及井下地質背景分析,包括三口井(YY-1)、(YY-2)、(P-1);震測資料蒐集,包括震測底圖繪製及現有震測剖面彙整並補充缺少之震測剖面。

就辨認淺層儲氣砂岩之震波特性和分析而言,在國內澎佳嶼盆地進行儲氣砂岩之各項震波屬性分析測試,獲得較敏感之震波屬性有主頻率、總能量、聲阻效應中的振幅最小值、最大值及均方根值;另外其他效應以頻率陰影帶比較明顯(張,2004),故本文主要的分析方法為:振幅響應分析、亮點分析及複波線分析方法。

二、研究技術說明

(一) 振幅響應分析

計算目標地層層位附近指定時窗內全測線的最大或最小振幅值

$$A = \text{Max}(\sum A_t)$$
$$\text{或 } A = \text{Min}(\sum A_t)$$

其中: A_t 為描線指定時窗內的振幅值

(二) 亮點分析

為了突出來自聲阻效應的強反射現象,加大振幅之間的差別,採用 A/B 算法(Hilterman,2001),計算亮點效應,算法如下:

求取描線指定時窗內的均方根振幅值(root Mean Square)將振幅值平方的平均值,再求其平方根作為區域性之振幅背景(Background Amplitude):

$$B = \left(\frac{\sum_{m=1}^{w_b} (a_m)^2}{M} \right)^{1/2}$$

其中: a_m 振幅值
M 時窗內樣點總數

經由 A/B 算法之亮點分析後,震波異常範圍已可量化界定出來(Hilterman,2001)。

(三) 複波線分析

完整的震波信號能量描述,包括震波之動能和位能,亦即包括複波線之實部及虛部(宣,1982),設 $x(t)$ 為震波紀錄, $y(t)$ 為複波線之虛部,則複波線為 $u(t) = x(t) + iy(t)$

$y(t)$ 可藉由 $x(t)$ 進行希伯特轉換而來,則瞬時振幅為 $Q(t) = \text{tg}^{-1}[y(t)/x(t)]$

$$\text{瞬時相位為 } A(t) = \sqrt{x^2(t) + y^2(t)}$$

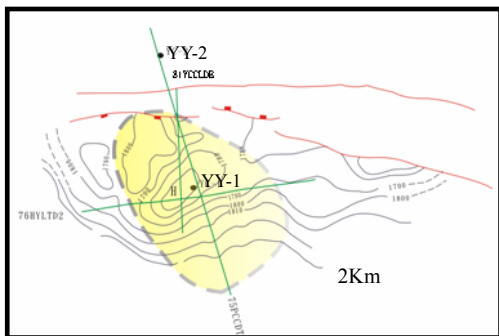
$$\text{瞬時頻率為 } F(i) = dQ(t)/dt$$

三、研究成果

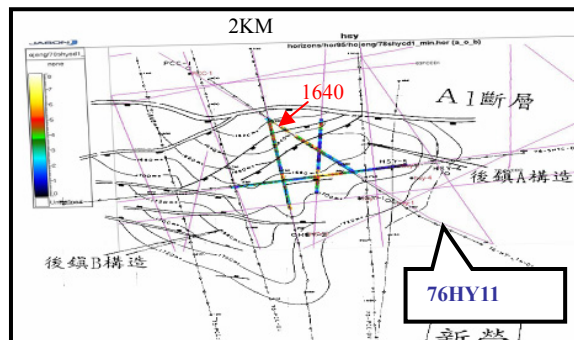
對於具有振幅異常之現象進一步評估其亮點效應及瞬時相位及頻率效應，不明之特性加以凸顯，尋找類似新營及官田氣田探勘成功之關鍵震波特性參數，並綜合各項震波異常，進行油氣關聯性解釋，期能增加淺層探勘目標或探勘好景區。

重要成果為：

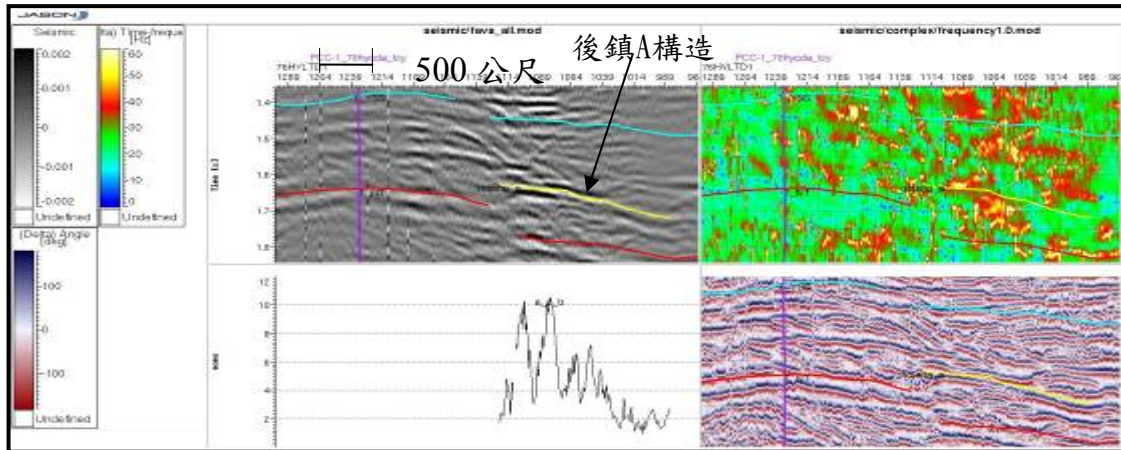
- (1)建立研究區域振幅響應分析技術，迅速掌握各目標層之高潛能分佈位置。
- (2)建立震幅比值亮點分析技術，解決不同年份，不同資料處理軟體或參數之振幅比較問題，有利於油氣關聯性之解釋。
- (3)就二重溪之生產層而言，經由振幅響應分析及亮點分析之結果，可說明不同研究地區之震波特性之異同及探討造成異同之原因(Fuh, et. Al, 2006)。
- (4)完成重新處理測線及舊有測線之複波線分析，包含瞬時相位及瞬時頻率，前者可以確認地層封閉之界限，而後者在適當深度範圍內可以顯示儲氣層存在，幫助確認油氣層之延伸範圍。
- (5)值得優先注意之好景區有:
 - a.六重溪層頂部之斷層/地層聯合封閉，雖然 A/B 僅接近兩倍，但由於深度之影響因素，也有可能因深度改變而使得二重溪層儲氣層之 A/B 指徵之標準須調整，故仍應列為值得注意之探勘目標。
 - b.澧水溪層
 - (a).本層底部義竹一號井儲氣砂體利用瞬時頻率追蹤、構造解釋及綜合特性分析及之結果，雖此儲氣砂體並未出現震波異常，然其幾何型貌完整，建議可列為新炸測設備試驗之目標，確認其儲氣量之潛能(圖一)。
 - (b).澧水溪層後鎮 A 構造，靠進 A1 斷層附近之最高區及 1640ms 等時線附近部份有 A/B 異常(圖二)，經綜合檢視其 A/B 之比值雖未達到 2 倍，但相當接近 2 倍，而且其曲線陡峭及部分低頻之特性強烈指示此構造應值得重視(圖三)。



圖一 利用瞬時頻率追蹤該層在空間中之分佈如圖中之黃色區域，其分佈之走向恰與區域地層之傾斜方向一致。



圖二 將 A/B 分析結果重疊於構造圖(余輝龍，1995)上，測線 76HY11 靠近 A1 斷層附近之高區及 1640ms 等時線附近部份有 A/B 異常



圖三 通過後鎮 A 構造之震測線顯示 A/B 之高值

參考書目

- 呂榮聰，黃雲津，余輝龍，柯雪溫，徐碧霞，1996；嘉義台南區上新世更新世地層之地質物綜合研究，中油公司內部報告。
- 傅式齊，張資宜，楊育良，林香珍，梁守謙，2006；台灣西南部淺層油氣探勘 A/B 振幅油氣指徵建立及其應用之陷阱，九十六年度中國石油學會。
- 宣大衡，林國安，1982。複波線分析及其彩色顯示：中國石油公司探探研究所探探研究彙報，第五期。
- 吳榮章，王明惠，蔡錦椿，紀文榮，梅文威，2003。台南新營地區生物地層分析、對比及古沉積環境：經濟部石油基金 91~92 年度石油開發技術研究發展計畫成果發表會論文集，P63
- 莊恭周，吳素慧，周定芳，傅式齊，2003。沉積相研究：經濟部石油基金 91~92 年度石油開發技術研究發展計畫成果發表會論文集，P68
- 涂偉光，紀丞哲，高敏芳，吳素慧，傅式齊，黃得時，2003。岩心、岩屑與生物氣地球化學分析：經濟部石油基金 91~92 年度石油開發技術研究發展計畫成果發表會論文集，P73
- 張資宜等，2004。直接探勘法研究和應用：經濟部石油基金 93 年度石油開發技術研究發展計畫成果發表會論文集，P104
- Hilterman, F.J., 2001. in Hilterman, F.J., ed., Seismic amplitude interpretation, 2001 Distinguished Instructor Short Course, Distinguished Instructor Series, No.4.
- Fuh, Shi-Chie, Tzy-Yi Chang, Yu-Liang Yang, Shov-Chian Liang, Hsiang-Chen Lin, 2006, Interpretation and pitfalls of A/B analysis applied to shallow gas exploration in Plio/Peistocene foreland basin, southwestern Taiwan, SEG/New Orleans 2006 Annual Meeting.