

# 二維震測逆推及岩性機率分析技術之應用

張資宜、傅式齊、梁守謙、邱瑞琅

台灣中油探採研究所

## 摘 要

應用震測逆推技術於含少量氣之儲集層，並建立二維震測岩性機率剖面分析及油氣震波特異異常評估技術，進行油氣綜合解釋。研究結果顯示：

- (1) 含少量氣之儲集層仍傾向於低聲波阻抗之震波特異。
- (2) 含水之儲集層之聲波阻抗值比含少量氣之儲集層低，可能係岩性差異造成。目前傳統二維震測資料尚無法區分少量氣層與含水層之振幅反應。
- (3) 儲氣層之二維岩性機率剖面，可以檢視含氣砂、含水砂及岩頁等三種不同岩性之分布情形，有利於後續之蘊藏量模擬評估。

## 前言

石油工業界應用軟體所發展之震測岩性逆推技術是針對三維之震測資料體，對於研究地區之二維震測線而言，因涵蓋諸多不同年份及不同炸測參數之資料，而且網格點不具規則性無法同時進行，僅能選取單一剖面進行震測逆推處理及震測岩性機率剖面之分析，以嘉南平原某含少量氣之儲集層及儲氣層為應用地區，選取通過井位之震測剖面為例，進行二維震測逆推處理及岩性機率剖面分析。

## 震測逆推

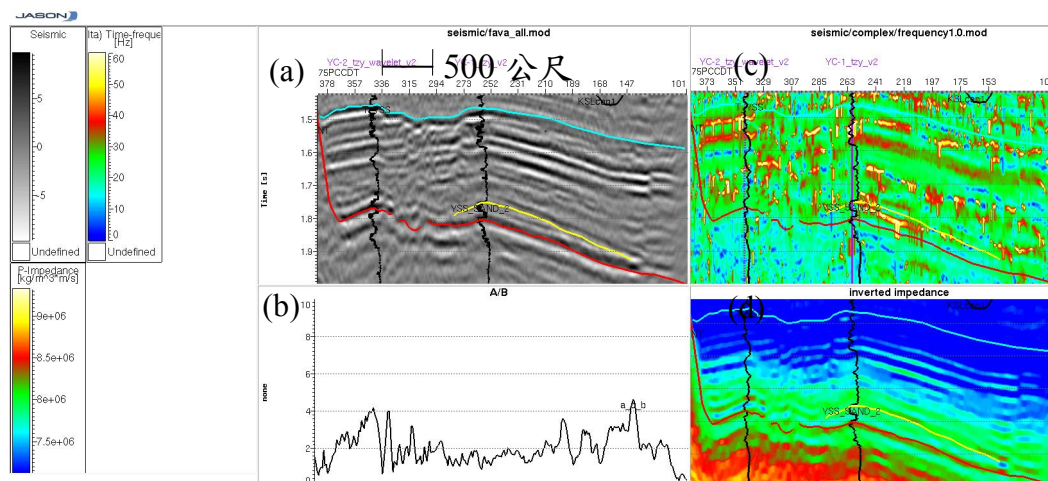
今以嘉南平原某含少量氣之儲集層及儲氣層為應用地區，選取通過井位之震測剖面為例，說明二維震測逆推處理及震波特性分析步驟及應用情形如下：

### (一) 含少量氣之儲集層

選取井測資料較為完整之儲集岩，經由合成震測波對比，確認震測層位解釋位置及良好儲集砂岩之震測特性，再估測井中鑽深 2045 公尺之氣層在震測剖面上之位置，此氣層含水飽和率為 77~89% (李，1959)。

利用萃取漣波進行震測逆推處理，並將逆推結果之聲波阻抗與亮點分析之結果，進行各個目標層之比對，藉以明瞭油氣振幅效應隨著深度改變之可能反應規則(圖一)。YY-1 之含氣層與 YY-2 之含水層在聲波阻抗及亮點分析之表現與新營氣田之情形相反的可能原因，茲說明或探討各個可能之原因如下：

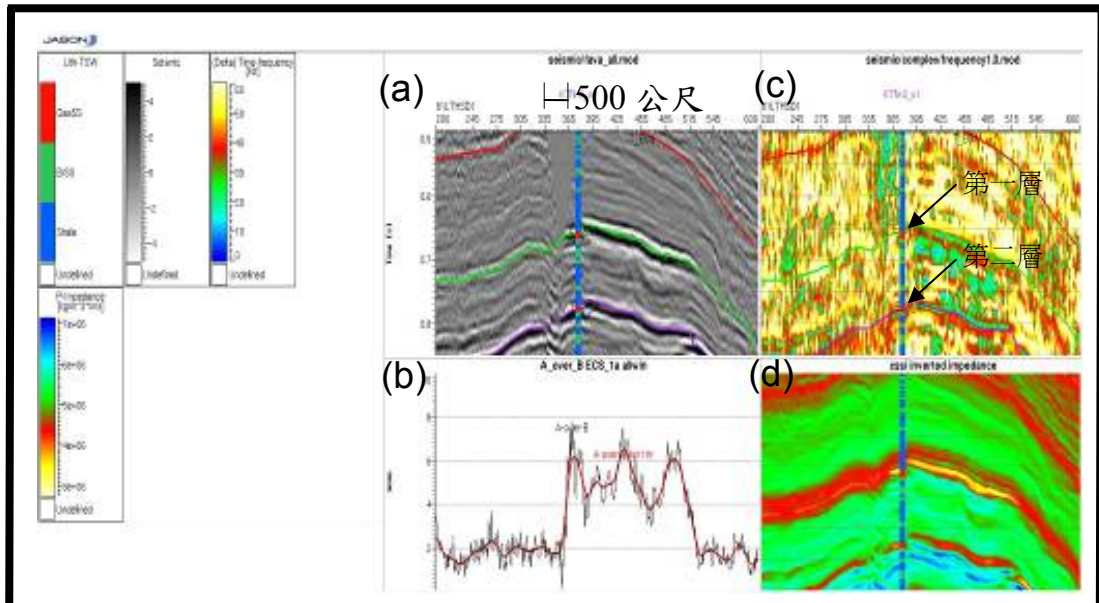
1. 岩性差異，YY-1 之儲集層在 YY-1 及 YY-2 之間已經尖滅，由震測剖面可清楚見到 YY-1 之儲集層頂部反射往北方向有頂覆(on lap) 及往南有底覆(down lap)之現象，所以兩口井之岩性差異主導震測反射振幅之大小。
2. 地層深度已進入過渡帶，最新的埋深及 AVO 類型研究資料(Jeff Pan, 2006)，過渡帶(class2)之深度約 9000~10000(ft)，孔隙率約 15~25%，研判此儲集層應屬於未固結之第三類型 AVO 之範圍內，也就是氣層應呈現強的負反射特性。
3. 氣層之氣飽和度影響震波振幅異常。氣飽和度在 5~10%時出現最強的反射振幅。隨著飽和度增加而減弱 (Ostrander, 1982)。通常高的天然氣飽和度 (gas field) 及低的天然氣飽和度 (Fizz Water) 在 P 波之震測剖面均出現強振幅反射，在多分量測勘(4-C OBC)之 P-SV 轉換波剖面則前者不會出現強反射，後者則出現中等振幅之反射以目前之震測資料研判，可能傾向於岩性差異造成其聲波阻抗之反差現象。



圖一：震測逆推處理，並將逆推結果之聲波阻抗 (d) 與亮點分析之結果同時顯示。

## (二) 儲氣層

瞬時頻率所量度的是瞬時相位之變化率，其量度值亦為震波走時之函數，更能凸顯目標層位特性之突變現象，尤其估算儲油氣層之平均瞬時頻率時，經常會在其反射信號之下方出現低頻之陰影帶(Low Frequency Shadow)，這種現象應用於目標越淺時，其低頻效應則明顯，以某氣田為例，第一儲氣層(694m)之效應遠比第二儲氣層(837m)明顯，圖四均為通過關田之東西方向之測線，將井投影於震測剖面上，並以岩性(含氣砂、含水砂、頁岩)表示井下地質資料，其中紅色表示鑽遇之產氣砂層，圖二為瞬時頻率分析之結果，充分展示氣層對於低頻效應的影響。



圖二：為通過關田之東西方向之測線，將某三號井投影於震測剖面上，其中紅色表示鑽遇之產氣砂層，圖(c)為瞬時頻率分析之結果，充分展示氣層對於低頻效應的影響，圖(d)中之黃色為儲氣砂層。

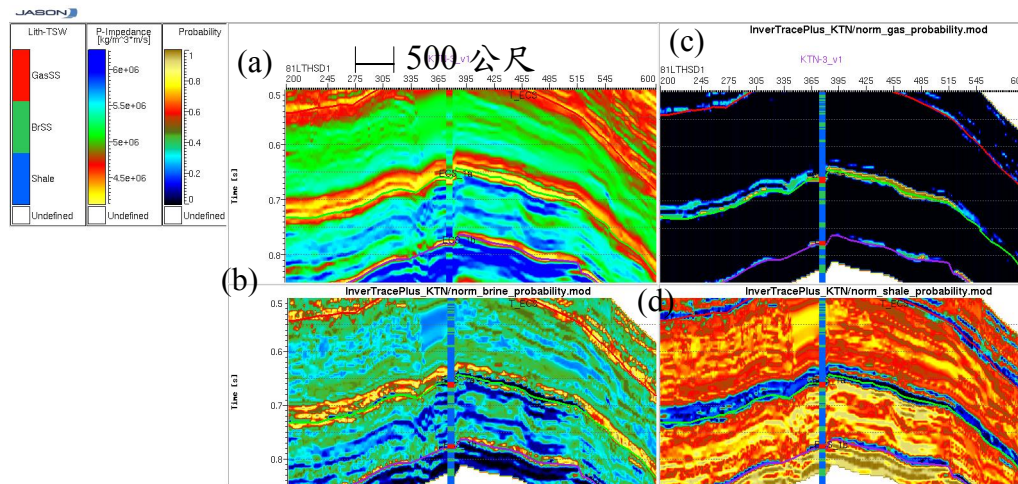
## 震測岩性機率剖面分析

選取通過某氣田之 81 LTDI 測線及某井之電測資料及井下綜合柱狀圖為例：

- (1). 井下電測資料之交叉圖分析，以便確認在電測資料上可以區分含氣砂、含水砂及頁岩等三種不同之岩性，尤其是前面二者，若電測資料上無法區分，則後續之所有分析將不必進行。某井之密度，聲波電測及岩性三維交叉分析圖，可以看出具有低密度極低速度之儲氣層與速度稍高及密度稍高之含水層具有分離現象，適合進行震測逆推將震測剖面轉換為聲阻阻抗剖面。
- (2). 再以逆推後聲波阻抗值來區分上述三種岩性，經處理後之三種岩性其所對應之聲波阻抗值分佈大部分是可以區分出來，僅有  $3.1 \times 10^6$  到  $4.0 \times 10^6$  附近有重疊現象。
- (3). 故後續之處理是依據上述之直方圖換算成岩性之機率分布，以岩性機率之方式為最終之處理結果，圖三(a)為震測逆推之聲阻阻抗剖面，圖三(c)則為儲氣砂之機率剖面，圖三(b)為含水砂之機率剖面，圖三(d)為頁岩機率剖面。

岩性機率趨勢模型(lithology probability trend model) 的建立，乃依據上述重新定義三種岩性之擬似聲波阻抗直方圖，將 CSSI 逆推後三維資料體每一取樣點的聲波阻抗，利用 FunctionMod 模組轉為各岩性相對出現的次數，亦即各岩性相對出現的機率。

震波岩性逆推處理可以對於不同岩性之分佈檢視其分佈情形，若為三維之資料則可以進一步進行量化之蘊藏量模擬評估。



圖三：(a)為震測逆推之聲阻抗剖面，圖 3-31(c)則為儲氣砂之機率剖面，圖 3-31(b)為含水砂之機率剖面，圖 3-31(d)為頁岩機率剖面。

## 結論與檢討

嘉南平原區之上新世／更新世各個目標層之重要性，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，本文針對嘉南平原某含少量氣之儲集層及儲氣層，應用震測逆推技術於含少量氣之儲集層，並建立二維震測岩性機率剖面分析，及油氣震波特異異常評估技術，進行油氣綜合解釋。重要成果為：

- (1) 含少量氣之儲集層仍傾向於低聲波阻抗之震波特異。
- (2) 含水之儲集層之聲波阻抗值比含少量氣之儲集層低，可能係岩性差異造成。目前傳統二維震測資料上無法區分少量氣層與含水層之振幅反應。
- (3) 儲氣層之二維岩性機率剖面，可以檢視是含氣砂、含水砂及岩頁等三種不同岩性之分佈情形，有利於後續之蘊藏量模擬評估。

## 參考文獻

- Ostrander, W.J., 1982. Synthetic sonic logs—a process for stratigraphic interpretation. *Geophys.*, Expanded Abstracts, p.216-218.
- Jeff Pan, 2006; Seismic Attribute, Direct Hydrocarbon Indicator (DHI), & Exploration Chance Factor, 中油內部訓練講義。
- 李沛然，1959；台南縣 YY-1 井地下地質報告。