

# 台南盆地北部凹陷下部中新統高水位體系域之探討

吳明賢\* 梁守謙 張國雄

台灣中油股份有限公司探採研究所  
36042 苗栗市文聖里文發路達園 1 號

胡錦城 王乾盈 林殿順

國立中央大學地球物理研究所  
32001 桃園縣中壢市中大路 300 號

## 摘要

台南盆地北部凹陷咸被認為台南盆地的生油中心，J-1 號井鑽探於北部凹陷中證實中新統地層確實是泥多於砂，僅於義竹斷層邊緣的 W-1 號井在下部中新統 NN4 有發現向上變粗砂體，因此為探討北部凹陷是否有良好的砂體可做為這個區域的儲集層。本研究綜合了生物地層鑑定、震測地層及區域海水面升降的研究建立層序地層架構，發現北方凹陷義竹斷層邊緣，平行錯開的方式並排的轉移斷層附近，堆積 NN4（打鹿—北寮）期高水位期的兩個扇體，發育的先後以低階扇體先形成，爾後再堆積高階的扇體。低階扇體是屬於緩坡度沉積，水位下降時期仍有很好的砂體會堆積在它的頂部，顯示除扇體有很好的儲集岩外，水位下降時期的砂體頂部發育了很好的砂體，亦是很好的目標層。

依珠江口盆地研究認為，古韓江與古珠江帶來沉積物，發育成不同的石油系統與不同性質的油氣性質，可考慮成同一個時期堆積兩個不同的三角洲扇體，砂體的物性就會比較接近。就石油系統的觀點言，台南盆地北部凹陷這兩個扇體不管沉積的先後關係，上扇已經發現有油氣徵示，對這個研究區域的砂體都是有利的。

**關鍵詞：**台南盆地北部凹陷、區域海水面升降、高水位體系域、三角洲扇體



## 一、前 言

過去認為台南盆地北部凹陷是台南盆地的生油中心，J-1 號井鑽探於北部凹陷中證實中新統地層確實是泥多於砂（圖 1），僅於義竹斷層邊緣的 W-1 號井在下部中新統有發現 NN4、NN5 砂體，因此為探討北部凹陷是否有良好的砂體可做為這個區域的儲集層，本研究綜合了生物

地層鑑定、震測地層及全球海水面升降的研究建立層序地層架構，以尋找台南盆地北部凹陷是否有良好儲集層。研究方法包括：1.建立區域性海水面升降；2.生物地層層位的鑑定；3.震測地層建立高水位體系域、層序邊界、下降體系域、低水位體系域、海進面、海進體系域、最大海泛面；4.完成高水位砂體分佈判定、分佈範圍、層序邊界所造成侵蝕面的分佈。

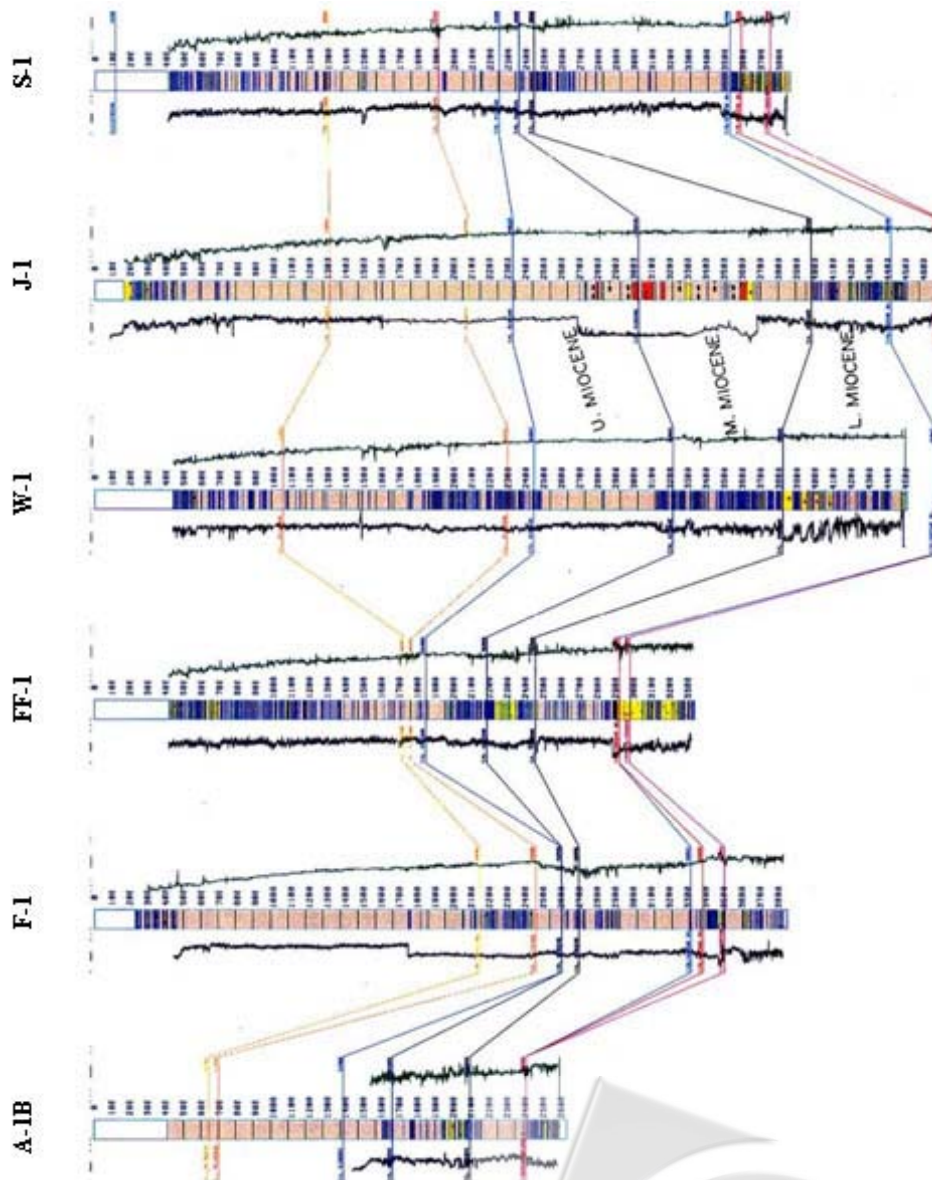


圖 1 研究區域內井下地層對比圖

## 二、台南盆地北部凹陷 W-1 號井之電測解釋、沉積環境解釋與區域性海水面升降

就全球海水面升降循環圖<sup>(1)</sup>的第一級循環 (First Order) 討論, 自漸新世至今之全球海水面變遷, 先是漸新世期間的海退<sup>(2)</sup>, 爾後是中新世早期開始海進, 至中部中新世初期達到巔峰, 再回歸海退至今, 若此為全球的通則的話, 則蕭承龍等<sup>(3)</sup>利用小化石資料、不整合面的分佈、井下地質報告、臺灣煤礦、資源之分佈, 推測各時代地層之古陸地、過渡帶及海洋分佈之古地理圖認為, 研究區東北方之臺灣西部盆地之地層與沉積發育之第三階段, 自漸新世晚期至中新世早期 (打鹿頁岩沉積時期) 間歇性大海進; 爾後中新世中期 (觀音山砂岩至南莊層沉積時期) 間歇性大海退; 以迄中新世晚期 (桂竹林層至錦水頁岩—卓蘭層沉積時期) 至更新世早期之間歇性大海進。

而研究區西南方之珠江口盆地係根據 52,920 公里震測測線、79 口井測資料, 41 口井古生物和 450 塊岩石礦物薄片的綜合分析<sup>(2)</sup>, 對 36 百萬年以來的海相地層初步劃分出 4 個二級層序和 23 個三級層序及每一層序內的最大海泛面, 初步確定出各層序海岸上覆的相對變化和建立起海平面變化曲線<sup>(2)</sup>。與全球海平面升降循環圖對比: 1. 新生代以來, 珠江口盆地尚未發現有比全球海平面升降變化周期更短, 升降幅度更大的構造事件。因此可以認為該盆地各層序的形成, 也同樣受全球海平面升降變化的控制, 各層序邊界的年齡以及最大海泛面的年齡應與全球第一級循環圖大體一致; 2. 珠江口盆地自 30 百萬年 (漸新世) 至 5 百萬年以來區域性海水面不斷上升。距今 18.5 百萬年 (NN3) 時的最大海泛期, 海岸線自東南向西北方向前進, 盆地範圍顯著擴大<sup>(2)</sup>。珠三坳陷、神狐隆起、珠一坳陷先後皆淪為正常海, 僅東沙隆起

東段暴露; 韓江凹陷形成一海灣、神狐隆起和東沙隆起形成淺水台地。距今 16 百萬年 (NN3) 時的最大海泛期, 盆地隆起均淪為水下, 全盆地連成一片, 成為傾向東南的陸棚環境<sup>(2)</sup>。

依據大範圍的全球海水面升降循環圖或研究區北部的台西盆地或是研究區南部的珠江口盆地的研究, 都同意自漸新世晚期 (30 百萬年) 至中新世早期 (打鹿頁岩沉積時期) 這一時期是間歇性的大海進, 而且到打鹿頁岩沉積時期達到最高峰。W-1 號井下部中新統電測圖形是呈現整體性向上顆粒變粗的特性, 鑽井岩屑資料亦如是, 顯見其沉積環境非由海水面變化所掌控。究其原因推測可能是扇狀三角洲堆積 (Fan Delta), 或是地層抬升造成。W-1 號井可能是屬於前者, 也就是說, 早中新世時期, W-1 號井所處位置可能是位處於當時盆地沉積中心的邊緣的淺水區, 在海水面上升時期本地區獲沈積物大量供輸, 致此構造區的沈積物補給不虞匱乏, 因而有沈積物顆粒向上變粗的特性, 加上鑽得的岩屑中夾含少量至豐富的高嶺土, 有孔蟲化石含量少, 以及少量至豐富的石灰岩與白雲岩碎片, 顯示其為淺海的沈積環境, 故推測其為扇狀三角洲堆積。而電測圖形上呈現多次向上變粗的特徵 (圖 2)<sup>(4)</sup>, 則是沈積物供應量、海水面變遷等的結果。其上中新世中期 (觀音山 (NN5) 沉積時期) 連續三次海相頁岩漸變成塊狀砂岩, 顯示 W-1 號井正位於海水面變化不大 (Aggregation) 的環境 (圖 3)<sup>(4)</sup>, 大環境是間歇性大海退的過渡帶, 相當合理。

綜合上述分析, 台南盆地北部凹陷下部中新統的沉積環境, 整體上是一個海進體系, 與鄰近地區之台西盆地或珠江口盆地相一致, 大部份探井鑽到的是內陸棚沉積物留存, W-1 號井位於盆地西界附近, 藉地利之便, 堆積出扇三角洲沉積物。總括來說, 台南盆地內下部中新統的留存厚度取決於該位址於早中新世時期, 距離地層抬升作用中心的遠近以及鄰近斷層的活動力, 至於沉積物顆粒的粗細, 當然仍掌控於沉積供給源的距離。

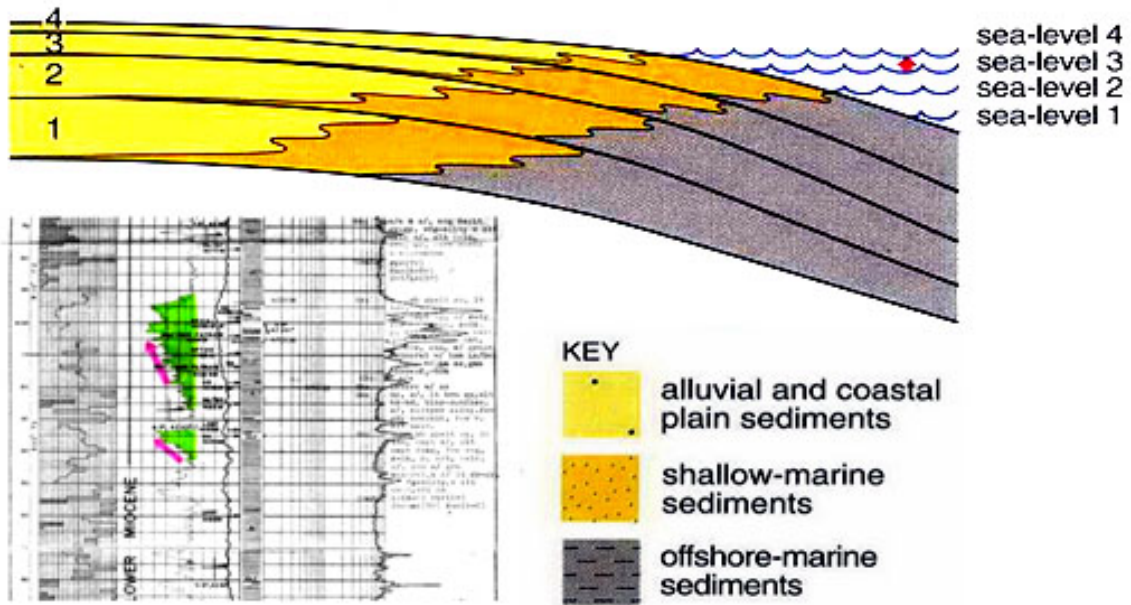


圖 2 台灣西南海域F構造W一號井 4,090~4,140 公尺電測Gamma Ray曲線呈倒鐘形，化石鑑定為NN4 的打鹿—北寮期係由兩套顆粒向上變粗之下部中新統地層的層序，模式顯示該井是鑽於海平面上升的沈積環境<sup>(4)</sup>

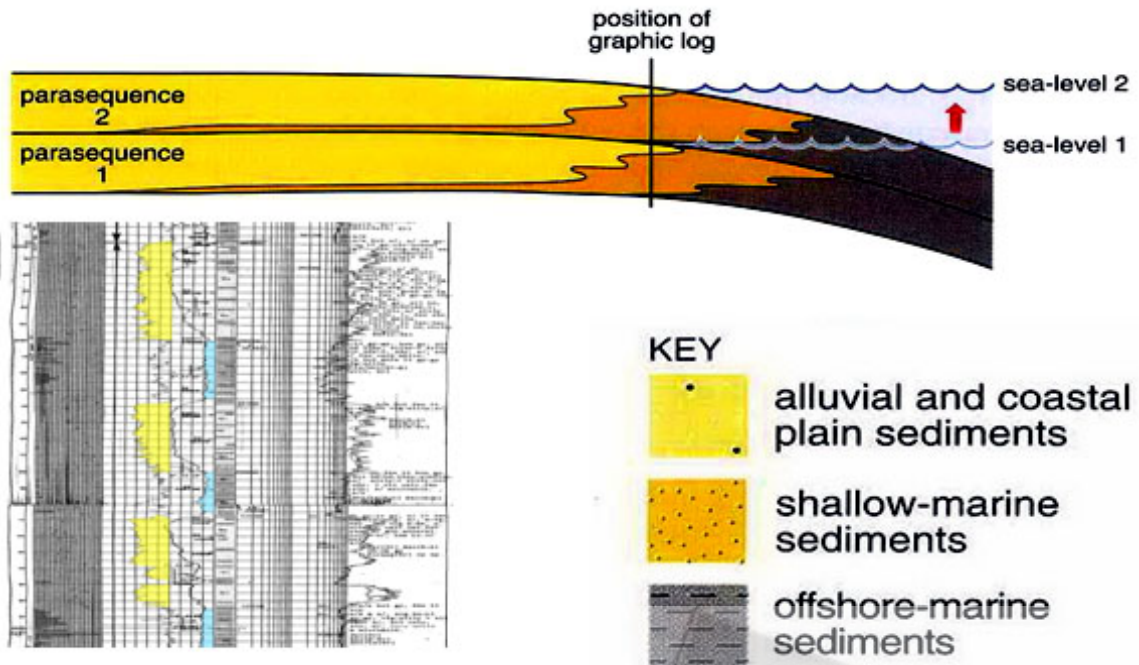


圖 3 化石鑑定為NN5 的觀音山砂岩是由 3 套海相頁岩與塊狀砂岩組成，模式顯示該井是鑽於海水面靜止的沈積環境<sup>(4)</sup>



### 三、台南盆地北部凹陷打鹿—北寮期 (NN4) 間水下扇的震測解釋

#### (一)震測層序解釋

為了瞭解 W-1 號井下部中新世兩段砂體之分佈以及與海水面升降之關係，特以經過 W-1 號井之 76-1F-04 震測線與該井之合成震波記錄對比，確定下部中新世兩段砂體是位於 2.78—2.88 秒之間，從震測層序解釋的觀點看，W-1 號井下部中新世兩段砂體在震測剖面是不易區分的，而就扇形砂體的位置看，它應位於這扇形砂體的遠端位置上 (圖 4)。震測層序的解釋以此為出發點，建立震測層序與區域性海水面升降循環間的各種體系域；79-1F-34 (圖 5) 震測剖面綠色線上堆積了兩套向外堆建的扇形砂體 (黃色)，這些沈積物高水位時期開始以向上堆積的充填形式，後期沈積物供應量大，除部份堆積在已堆積的沉積物上，大部份的沉積物則被搬運到更朝盆地方向且有較多可使用的納積空間處。當相對海水面接近於最大時，相對海水面上升率則持續減少，直至相對海水面上升率為零，代表這時期已沒有新的納積空間和新的砂體再堆積了。這就是高水位體系域 (HST) 下外伸堆積的砂體。海水面上升到最大之後，相對海水面開始下降，海水面與海岸沈積物堆積間以侵蝕與堆積達成平衡，沈積物自被切割的河谷將侵蝕物搬運到納積空間可用的外海。因此，在沖積平原、濱海平原或近岸區，將沒有沈積物堆積，不整合面將在這種環境下開始形成。相對海水面開始下降，河流將連續切割，更多的沈積物將被侵蝕，這三個切割的程序，將沈積物流經及強迫帶進更深入盆地，這相對海水面下降的結果將會造成下切河谷，水下侵蝕和暴露沈積的海相沈積物，海相沈積物的侵蝕，當海流、波浪等衝擊海床時，而侵蝕沈積物向外堆建的搬運、堆積至朝盆方

向。發生在 W-1 號井外伸堆積的上扇或其下緣的下扇都可以發現侵蝕後的不整合面，這就是層序邊界 (SB) 時高水位下相對海水面下降所造成的結果。

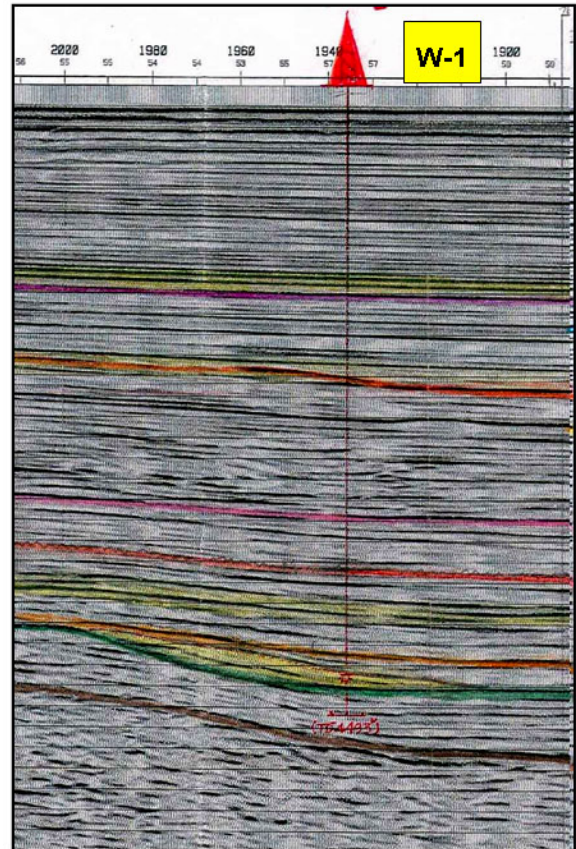


圖 4 76-1F-04 震測線經過 W-1 井之震測剖面，棕色代表先漸新世不整合面 (Pre-Oligocene Unconformity)，綠色代表下部中新世最大海泛面 (MFS)，黃色代表 NN4 時期三角洲，橘色代表下部中新統 (Low Miocene)，紅色代表中部中新統 (Middle Miocene)，粉紅色代表上部中新統 (Upper Miocene)。上扇主要分佈在 W-1 號井附近，76-1F-04 顯示中部中新世兩段砂體是位於 2.78—2.88 秒之間，從震測剖面看扇形砂體的位置是位於這扇形砂體的遠端。

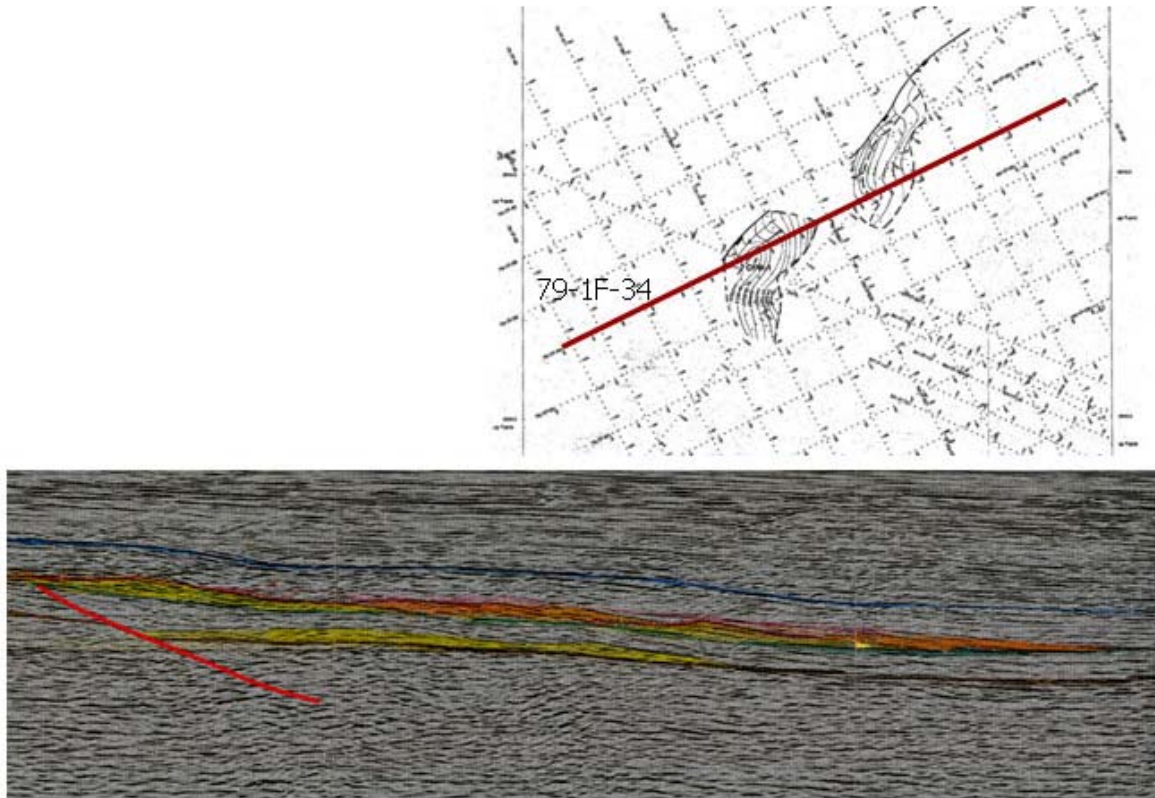


圖 5 79-1F-34 震測剖面綠色線上堆積了兩套向外堆建的扇形砂體（黃色），是高水位體系域的外伸堆積，發生在 W-1 號井外伸堆積的上扇或其下扇都可以發現侵蝕後的不整合面，這就是層序邊界位置所在。79-1F-34 震測剖面上可以發現在緩降斜坡型態的邊緣下之扇形砂體的震測相上外伸堆積（橘色），低角度的地層傾斜面堆積更多的沉積物在這斜坡上，整個沈積系統向盆方向綿延數公里。震測剖面上、下扇形砂體下降期體系域後期的震測相上重新上覆（藍紫色）在這下降期體系域的外伸堆積。海進面沿低水位體系域後期折返而進入海進體系域，海進體系域的頂部（粉紅色）上覆在低水位體系域的頂部（藍紫色）、下降期體系域的外伸堆積面上，而進入最大海泛面，完成區域性海水面升降循環程序。

高水位體系域沈積物在大陸棚上沒有足夠的可用空間充填時，下階段的下降期體系域（FSST）之子層序將會部份沈積在大陸棚，部分經由陡坡將沈積物從下切的河谷累積在大陸斜坡的底部當作海底扇（Submarine Fans）。相反的，對於緩坡型態的邊緣，由於緩坡型態的梯度小，對相同尺度海水面下降的效應可有更多的東西堆積在緩坡型態的邊緣，整個沈積系統可以向盆方向綿延數公里。侵蝕不整合面是

層序邊界經過的地方，79-1F-34 震測剖面上可以發現在下扇形砂體的震測相上外伸堆積（橘色），由於本研究區屬於緩坡型態的邊緣，沉積物在這種低角度的地層傾斜面上朝盆方向綿延數公里。上扇形砂體的震測相上外伸堆積仍可明顯追蹤這一套砂體。隨時序之進展，海水面逐漸上升少量的納積空間已被創造，海岸線也從它的最低點向上建造。整批的沈積物堆積在最小相對海水面和增加納積空間形成低水位

體系域 (LST)。這時河系將停止切割，79-1F-34 震測剖面上、下扇形砂體下降期體系域後期的震測相上重新上覆 (藍紫色) 在這下降期體系域的外伸堆積。海進面沿低水位體系域後期折返而進入海進體系域 (TST)，海進體系域的頂部 (粉紅色) 上覆在低水位體系域的頂部

(藍紫色)、下降期體系域的外伸堆積面上，而進入最大海泛面，完成區域性海水面升降循環程序。依據高水位體系域砂體的分佈繪製其包跡面，即是高水位體系域砂體的頂部等時間線圖如圖 6、圖 7。

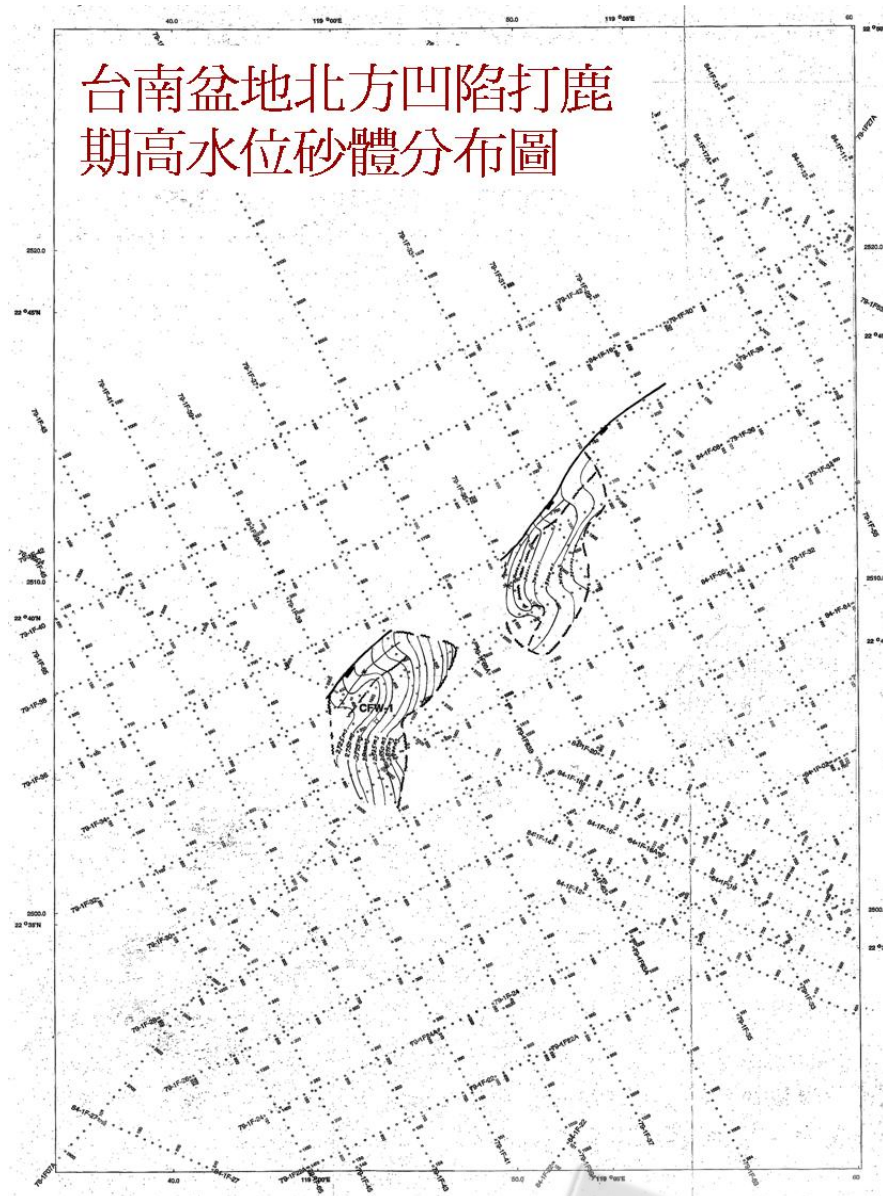


圖 6 台南盆地北方凹陷打鹿期高水位時期上扇砂體的分佈圖，包跡圖顯示高水位時期扇體之分佈範圍以及局部受侵蝕的區域，以 W-1 號井附近之 2,800 毫秒為界的封閉面積約有三平方公里。水下扇體被侵蝕的蹤跡係沿著斷層的邊緣，並向東北方向加深；顯示這河谷下切的活動相當激烈。

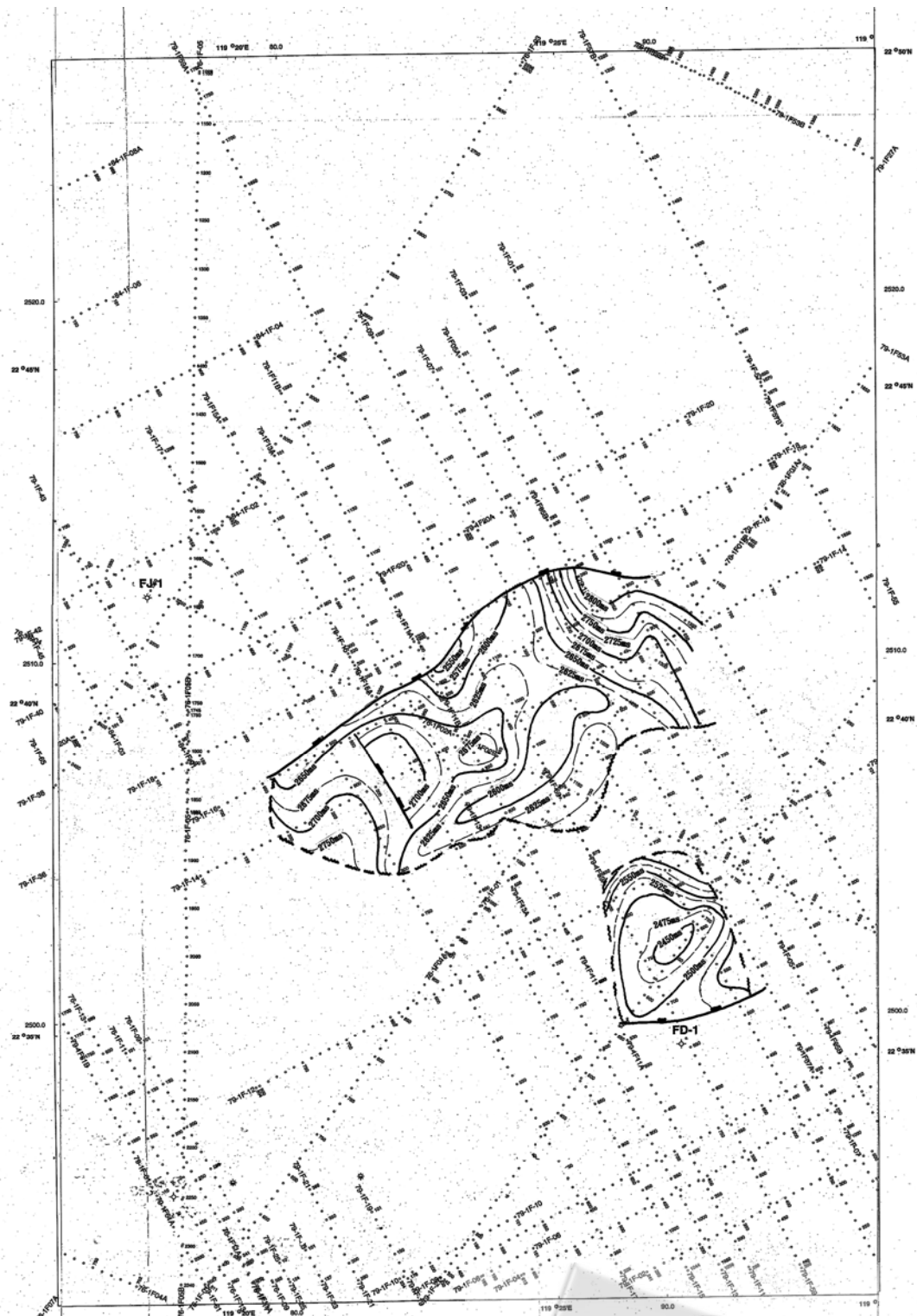


圖 7 中央隆起帶下部中新統時期高水位時期三角洲水下扇體分佈圖及低水位時期覆蓋圖，其頂部之包跡圖長約 4.5 公里，寬約 3.3 公里，面積約 15 平方公里，低水位時期覆蓋著整個深水區。



綜觀下部中新統打鹿—北寮期的下扇是典型的從最大海泛面、高水位體系域、層序邊界、下降期體系域、低水位體系域、海進面至海進體系域的實例。海水面持續的上升，淹沒了整個緩坡斷塊，沈積物與全球海水面的升降再次循環形成另一波的上扇堆積，這套的組合提供了很多有利的儲集岩體在雁形排列邊界斷層的下降盤平緩區。

#### (二)下部中新統打鹿—北寮期間水下扇的分佈

依據震測地層研究發現本區在義竹斷層附近可發現兩個高水位水下扇的分佈（圖 6）及 F 構

造北側 A、B 大斷層附近之斷層上盤的斷崖附近（圖 7，圖 8）平坦處堆積著從拉張構造高處侵蝕而來的侵蝕物，這些發育在北寮—打鹿期之區域性最大海泛面上外伸堆積之三角洲扇體，是高水位體系域外伸堆積的三角洲的分佈，W-1 號井已證實具有油氣徵，顯示同一時期的三角洲扇體堆積物相當具有潛力，值得注意，就石油系統而言，同一個盆地所生成的油氣，向構造高區移棲，將有機會封儲在不同地點的儲集層，這時期高水位外伸堆積的扇體具有相同儲集岩的性質。因此相當具有潛力。

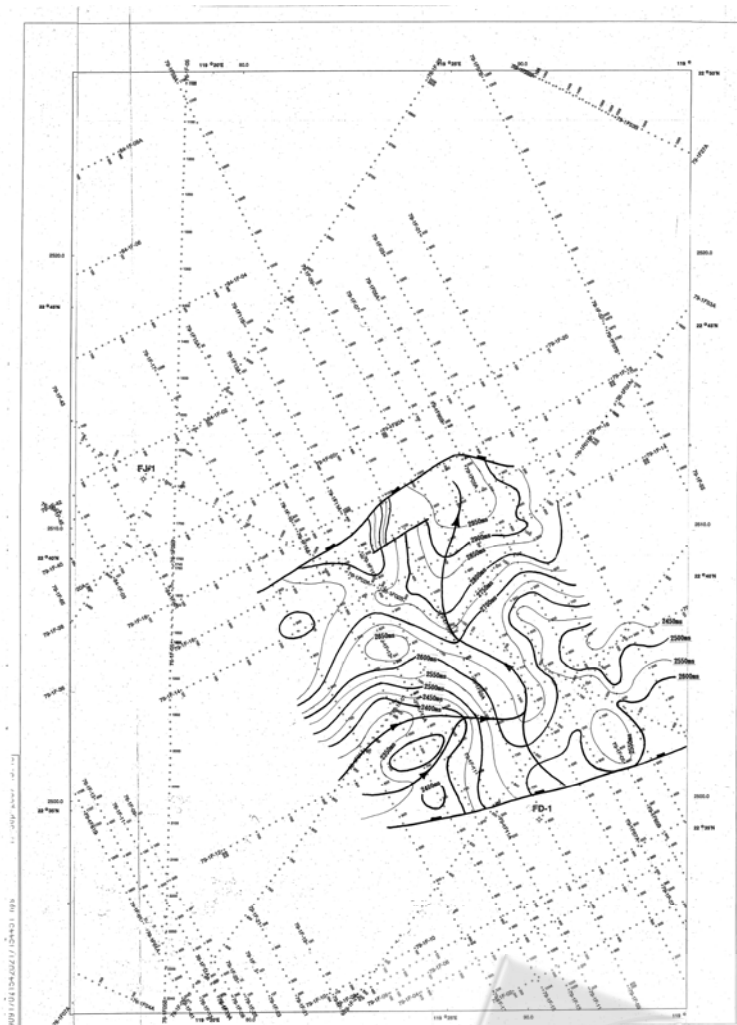


圖 8 中央隆起帶下部中新統時期最大海泛面分佈圖，海底峽谷自南向北方向流，海底扇分佈在海底峽谷的流域上。

經繪製其頂部之包跡圖如圖 6、圖 7，都顯示局部扇體的高區都受侵蝕，這些區域大抵是水位下降凸出於水面上接受風化與侵蝕後殘餘下來的。義竹斷層附近的水下扇體被侵蝕的蹤跡係沿著水下扇體的頂部及斷層的邊緣向下深切，並向東北方向加深；顯示這河谷下切的活動相當激烈，水下扇體被侵蝕後搬遷至鄰近地區形成下降時期體系域最好儲集砂體提供者。而 F 構造北側 A、B 大斷層附近的扇體亦沿著大斷層附近的邊緣向下深切。

#### 四、台南盆地北部凹陷打鹿—北寮期間水下扇體的分佈與斷層的關係

過去台南盆地北部凹陷義竹斷層被認為是一綿延數十公里的，東北—西南走向的邊界斷層<sup>(5)~(8)</sup>，在陸上命名為 A 斷層，在海上命名為義竹斷層，兩者已漸漸整合成義竹斷層。義竹斷層一直被認為是一支沒有分歧的斷層，林國安<sup>(9)</sup>研究結果認為義竹斷層是由一些片段的、東西向的正斷層所組成；斷層的走向為左移雁形排列，這些不連續的正斷層以垂直的轉移斷層（Transfer Fault）銜接，或以平行錯開並排的緩坡（Relay Ramp）方式。垂直的轉移斷層無法直接在震測剖面上觀測得到。本文將就本研究區內震測剖面上判斷轉移斷層，以探討打鹿—北寮期間水下扇體的分佈與義竹斷層的關係。

##### (一)震測剖面上判斷轉移斷層

Moustafa<sup>(10)</sup>探討轉移斷層的位置所在而建立地質模型，所獲得的啟示即震測剖面在接近轉移帶斷層時，斷層的幾何圖形是從一支邊界斷層變成兩支斷層，爾後再逐漸恢復成一支邊界斷層。這一支邊界斷層將變成兩支斷層時，這一支斷層向外延伸很快即消失為零。這是在震測剖面上研判轉移斷層的方法。

W-1 號井附近兩支義竹斷層段間的地形面向東南方向傾斜，這傾斜的方向在邊界斷層具有

相當重要的地質意義。高水位砂體的沉積物主要是經由緩坡做為搬運砂體的通道，將侵蝕物沿著邊界斷層的緩坡搬運至斷層上盤深處（圖 9）。這些侵蝕物主要來自兩支義竹斷層拉張受力抬升、突出於地表，因此，排水區將不成熟粗顆粒碎屑岩沈積物進入張裂區形成河成扇體或近海扇三角帶。這些砂體形成很好的儲集岩，封存來自深盆的油氣，成功地在各個封閉構造中發現油氣<sup>(11)</sup>。

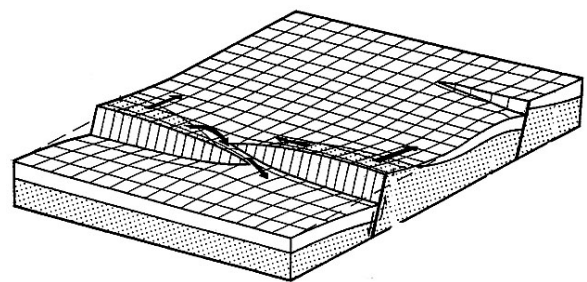


圖 9 緩降斜坡侵蝕物搬運地質模型—借用澳洲西北部 Dampier 次盆地 Rankin 陸台的構造模式<sup>(12)</sup>，說明張裂系統之邊界斷層形成不同的張裂段時，在每一拉張段的中心會產生當段塊的高區，高區上因受外在營力的作用，風化與侵蝕將堆積在斷塊的沉積物向下搬運，經緩降斜坡將侵蝕物搬運到斷層上盤平坦處，堆積成扇體。

##### (二)研究區內義竹斷層的追蹤與打鹿—北寮期間水下扇體的分佈的關係

圖 10 是利用 79-1F 的震測線追蹤義竹斷層位置的分佈圖，研究內義竹斷層係由三支呈東北—西南走向的張裂段所組成的；依據震測資料顯示，義竹斷層在 79-1F-34 線附近即斷裂成兩段，南段向東延伸至 W-1 號井時即消失，另在北方發育的張裂段向北延伸至 84-1F-19 附近再發育成另外一支張裂段繼續向東北方向延伸。張裂段與張裂段間形成緩坡，接近斷層的邊緣地層陡峭，係因拉張斷裂時拖曳造成的。稍離斷層邊緣地形面平緩並向東北方傾斜，在

兩個緩坡附近地形轉折處形成一個侵蝕物堆積的好場所。研究區內發現兩個三角洲扇體或不整合面上發現砂體的分佈並不均勻性，應是與邊界斷層段的分佈、海水面的升降、侵蝕量有絕對的關係，這些侵蝕物的堆積隨著海水面的上升與下降的進行第一階段的沉積循環，隨著海水面不斷的上升再進行另一沉積循環，因此，北方凹陷義竹斷層邊緣附近堆積著 NN4（打鹿－北寮）期高水位期的兩個扇體，發育的先後是以低階扇體先形成，爾後再堆積高階的扇體。低階扇體是屬於緩坡度沉積，水位下降時期仍有很好的砂體會堆積在它的頂部，顯示除扇體有很好的儲集岩外，水位下降時期的砂體頂部發育了很好的砂體，亦是很好的目標層。

### (三)研究區內 F 構造北側大斷層的追蹤與打鹿－北寮期間水下扇體的分佈的關係

F 構造北側大斷層附近之斷層上盤發現在斷崖附近平坦處堆積著從拉張構造高處侵蝕而來的侵蝕物，依震測地層研究亦相當於北寮－打鹿期之區域性最大海泛面上外伸堆積之三角洲扇體，這些侵蝕物發育在高水位體系域，是沉積成向外伸堆積的三角洲的分佈，W-1 號井已證實具有油氣徵，顯示同一時期的三角洲扇體堆積物相當具有潛力，值得注意，就石油系統而言，同一個盆地所生成的油氣，向構造高區移棲，將有機會封儲在不同地點的儲集層，這時期高水位外伸堆積的扇體具有相同儲集岩的性質。因此相當具有潛力。

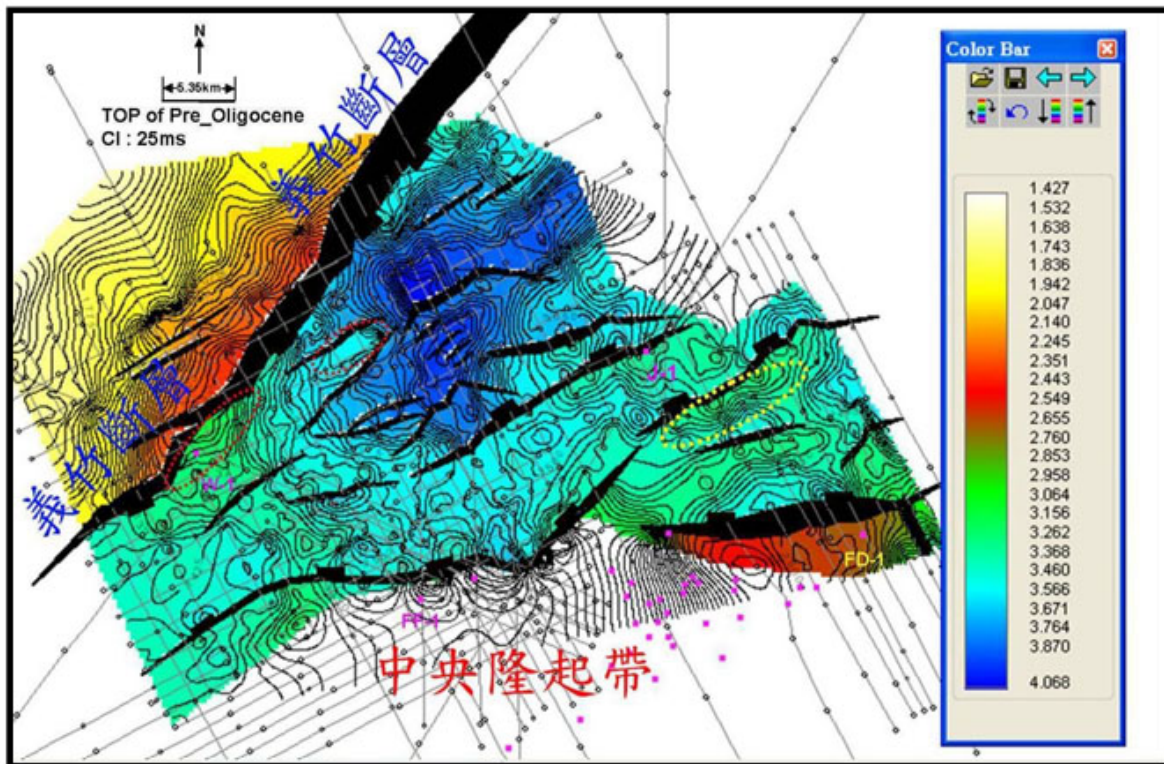


圖 10 台南盆地北方凹陷義竹斷層邊緣先漸新世不整合面等時間線圖。義竹斷層係由三支呈東北－西南走向的張裂段所組成的，張裂段與張裂段間形成緩坡，由於坡度高成為侵蝕物很很好的搬運帶。稍離斷層邊緣地形面平緩並向東北方傾斜，在兩個緩坡附近地形轉折處形成一個侵蝕物堆積的好場所。

## 五、台南盆地北部凹陷漸新世砂體的探勘

經研究認為台南盆地北部凹陷義竹斷層係由三支呈東北—西南走向的張裂段所組成的（圖 10），張裂段與張裂段間形成緩坡，由於坡度高成為侵蝕物很好的搬運帶，義竹斷層下降盤接近斷層的邊緣地層陡峭，係因拉張斷裂時拖曳造成的。稍離斷層邊緣地形面平緩並向東北方傾斜，在兩個緩坡附近地形轉折處形成一個侵蝕物堆積的好場所（圖 11）。義竹斷層在 79-1F-34 線附近即斷裂成兩段，南段向東延伸至 W-1 號井時即消失，另在北方發育的張裂段向北延伸至 84-1F-19 附近再發育成另外一支張裂段，顯然，我們在研究區內發現兩個三角砂體或不整合面上發現砂體的分佈並不均勻，應是與這邊界斷層、海水面的升降、侵蝕物沿著邊界斷層的緩坡搬運至斷層上盤深處有絕對的關係，這些侵蝕物堆積在第一階高水位近岸的三角洲沉積體系，隨著海水面的上升，在一循環的沉積作用形成另一個高水位近岸的三角洲沉積體系，這就是義竹斷層的追蹤與震測地層間相關連的地質模型（圖 9）。

位於台南盆地北方凹陷邊界斷層在後張裂時期開始，因長時期的暴露，地形面因著拉張後形成的地壘、地塹的古地形面開始堆積漸新世時期的砂體，砂體的分佈與供應物的遠近與供應物的量有關，這些砂體沿著邊界斷層分佈。

## 六、F 構造北方凹陷具探勘潛能

F 構造北方凹陷義竹斷層邊緣附近及中央隆起帶北側之斷層上盤發現在橫移斷層的緩坡或斷崖附近，其斜坡平坦處堆積著從拉張構造高處侵蝕而來的侵蝕物，依震測地層研究建立北寮—打鹿期之區域性最大海泛面，依據不同位

置、不同的震測相建立不同扇體。發現這些侵蝕物發育在高水位體系域，是沉積成向外堆積的三角洲的分佈，W-1 號井已證實具有油氣徵，顯示這時期的三角洲扇體堆積物相當具有潛力，值得注意其分佈面積及延伸構造。而中央隆起帶北側之斷層上盤也於同一時期堆積著相同時期的扇體堆積物，就石油系統而言，同一個盆地所生成的油氣，向構造高區移棲，將有機會封儲在不同地點的儲集層，這時期高水位外伸堆積的扇體具有相同儲集岩的性質。因此相當具有潛力。利用海水面升降原理對比於珠江口盆地與台西盆地區域性海水面升降曲線 21-16.5 百萬年是水位上升知，打鹿時期海水面處於高水位期，兩個扇體堆積是低階扇體先形成，爾後再堆積高階的扇體。低階扇體是屬於緩坡沉積，水位下降時期仍有很好的砂體會堆積在它的頂部，顯示除扇體有很好的儲集岩外，水位下降時期的砂體的頂部發育了很好的砂體，亦是很好的目標層。井位選定在高階扇體高點，若能成功再探水位下降時的砂體。依據前述珠江口盆地海水面升降以及古韓江與古珠江帶來沉積物的堆積情況，發育成同的石油系統，惠州高區發現的油氣與文昌 A 凹陷所發現的油氣確實不一樣，因此，另外的觀點是研究區內兩個緩降在打鹿期同時發生侵蝕、堆積，再依據海水面升降循環而堆積不同的三角洲扇體，就時間上言是同一個時間的堆積物，而砂體的物性就比較接近。就石油系統的觀點言這兩個扇體不管沉積的先後，上扇已發現油氣對兩個扇體都是相當正面的。而台南盆地北方凹陷沿義竹斷層，發現 T/K 不整合面上仍可發現在斷層邊緣及地形變化坡度增高處會堆積不同時期的水下扇體，相當值得我們重視。

根據珠三坳陷 4 個典型油氣成藏條件<sup>(13)</sup>，發現該坳陷油氣藏的形成與盆地區域性生、儲、蓋層發育及兩個主要構造形成期（漸新世末和中部中新世末）有關；而成藏條件應為：(1) 構造封閉臨近富生油中心；(2) 較完整的構造封

閉、發育良好的儲蓋組合；(3)油氣藏附近具有高效率的油氣運移通道和輸導網路，如斷層、連通的砂體等；(4)成藏期相對較晚與油氣輸入期配置好。F構造北方凹陷義竹斷層邊緣附近發現的水下扇體正符合珠三坳陷油氣成藏條件，由於打鹿期砂體及T/K不整合面上厚砂上、下砂

體相互交錯，形成可同時鑽探 2 個不同時期的目標。因此，井位選定以W-1 號井附近為優先，目標打鹿期砂體及T/K不整合面上厚砂。若能在打鹿期及T/K不整合面上厚砂有所發現，將可提供及時油氣加速F構造開發。

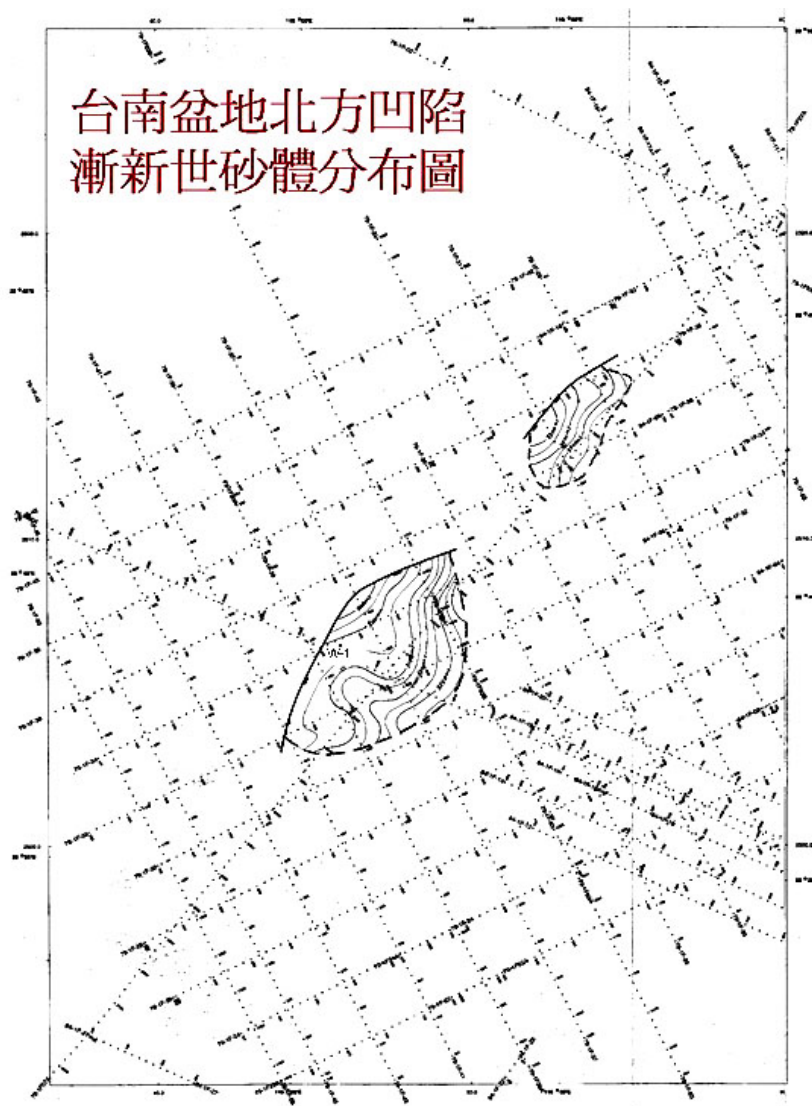


圖 11 台南盆地北方凹陷古地形面堆積漸新世時期的砂體分布圖，砂體的分佈與供應物的遠近與供應物的量有關；W-1 井附近的窪地將沉積物分隔成兩個堆積體，其中以 79-1F-37 附近為最高，若以震波雙程走時 3.15 秒為邊界，有效封閉面積約 15 平方公里。另一砂體的最高點是位在 79-1F-31 附近，若以震波雙程走時 3.5 秒為邊界，有效封閉面積約 6.5 平方公里。

## 七、結 論

(一)F 構造北方凹陷義竹斷層邊緣或中央隆起帶北側附近發現打鹿－北寮期之區域性最大海泛面，依據不同位置、不同的震測相建立不同扇體。發現這些都是發育在高水位體系域，其中高水位期兩個扇體堆積是低階扇體先形成，爾後再堆積高階的扇體。低階扇體是屬於緩坡沉積，水位下降時期仍有很好的砂體會堆積在它的頂部，顯示除扇體有很好的儲集岩外，水位下降時期的砂體的頂部發育了很好的砂體，亦是很好的目標層。

(二)台南盆地北部凹陷漸新世砂體是發育在後張裂時期開始的古地形面，漸新世時期的砂體係沿著邊界斷層分佈，砂體的好壞與供應物的遠近與供應物的量有關。

(三)井位選定以 W-1 號井附近為優先，目標打鹿期砂體及 T/K 不整合面上厚砂。若能在打鹿期及 T/K 不整合面上厚砂有所發現，將可提供及時油氣加速 F 構造開發。若能成功再探下扇及中央隆起帶北側的砂體。

## 八、參考文獻

- (1) Haq, B.U.; Hardenbol, J.; Vail P.R., Chronology of Fluctuating Sea Levels Since Triassic: *Science*, 235, 1156-1167, 1987.
- (2) 楊少坤等 4 人，珠江口盆地特殊層序地層模式及其對勘探的指導意義，*中國海上油氣*，10(3)，137-143，1996。
- (3) 蕭承龍等 4 人，台灣西部盆地地層與沈積，*中國石油股份有限公司探採油就彙報*，第 13 期，73-89，1990。
- (4) Coe, A.L.; Church, K.D., Sequence Stratigraphy In: *The Sedimentary Record of Sea-Level Change*. (Edited by Coe, A.L.), Cambridge, 57-83, 2003.
- (5) Sun, S.C., *The Tertiary Basin of Offshore Taiwan*: Reprinted from the Proceedings of the Second ASCOPE Conference and Exhibition, 1981, Manila, Philippines, P.126-135, 1982.
- (6) Yuan, J.W.; Yang, K.M.; Chi, W.R.; Chou, T.F., Episodic Faulting in the Tertiary Continental Margin Western Taiwan (abs.): *Geodynamics Evolution of Eastern Eurasian Margin*, International Symposium, Paris, 110., 1988.
- (7) Yang, K.M., Ting, H.H., and Yuan, J.W., Structural Styles and Tectonic Modes of Neogene Extensional Tectonics in Southwestern Taiwan: Implications for Hydrocarbon Exploration: *Taiwan Petroleum Geology*, 26, 1-31, 1991.
- (8) 曹昌桂、張敏，台南盆地漸新世砂岩儲油氣潛能研究與應用，*礦冶*，32(1)，49-56，1989。
- (9) 林國安等 4 人，台南盆地油氣潛能綜合評估，*中國石油股份有限公司探採油就彙報*，17，171-196，1993。
- (10) Moustafa, A.R., Controls on the Geometry of Transfer Zones in the Suez Rift and Northwest Red Sea: Implications for the Structural Geometry of Rift Systems, *AAPG BULLETIN*, 86, 979-1002, 2002.
- (11) Morley C.K.; Nelson, R.A.; Patton, T.L.; Munn, S.G., Transfer zones in the East African Rift System and their Relevance to Hydrocarbon Exploration in Rifts, *AAPG BULLETIN*, 74, 1234-1253, 1990.
- (12) Stein, A., Rankin Platform, Western Australia: Structural Development and Exploration Potential, In: Purcell, P. G. & R. R. (Eds.), *The Sedimentary Basins of Western Australia: Proceedings of Petroleum Exploration Society of Australia Symposium*, Perth, 509-524, 1994.
- (13) 王春修等 2 人，珠三拗陷典型油氣藏及成藏條件分析，*中國海上油氣*，13(4)，248-254，1999。



## 作者簡介：

### 吳明賢

國立中央大學地球物理研究所博士候選人，現任中油公司探採研究所組長。

### 梁守謙

國立中央大學地球物理研究所碩士，現任中油公司探採研究所研究員。

### 張國雄

國立海洋大學碩士，現任中油公司探採研究所研究員。

### 胡錦城

國立中央大學地球物理研究所博士，現任中央大學副教授。

### 王乾盈

美國聖路易大學博士，現任中央大學教授。

### 林殿順

英國牛津大學博士，現任中央大學助理教授。

## Discussion of Highstand Systems Tract of Lower Miocene, Northern Depression of Tainan Basin

**Ming-Shyan Wu\* Shov-Chian Liang Kuo-Hsiung Chang**

Exploration & Development Research Institute, CPC Corporation, Taiwan  
No.1, Da-Yuan, Wen-Fa Rd., Wen-Shan Li, Miao-Li 36042, Taiwan, R.O.C.

**Chin-Cheng Hu Chien-Ying Wang Andrew Tien-Shun Lin**

Geophysical Institute, National Central University, Taiwan  
No.300, Jhong-Da Rd. Jhong-Li, Tao-Yuan 32001, Taiwan, R.O.C.

### Abstract

Tainan Northern Depression has been proven as an oil generation centre of Tainan Basin, and the stratum of the lower Miocene is really mud rather than the sand in the drilling of J-1 well also identified this events. Only the stratum of the lower Miocene with coarsening upward sandstone was penetrated in the well W-1, which located at the margin of Yi-Chiu Border Fault. Therefore, the purpose of this study is looking for the sandstone as a good reservoir in the northern depression.

The biostratigraphy, seismic stratigraphy and globe sea level change have been integrated. The stratigraphic framework has also been set up. The result that two deltaic sandstone in the highstand system tract of lower Miocene was tracing along the margin of Yi-Chiu Border Fault which geometry formed the two parallel transfer fault. The successively built up sandstone was deposited as the low steps fan delta built previous, and then pile up the deltaic fan of the high-order thereafter, due to the globe sea level tansgressive. It stills have very coarse sand body to pile up on its top during the falling stage system tract. It will show that the deltaic sandstone is a good reservoir rock as a target, and the top sand of the falling stage system tract will be also in our study area.

Base on the study in the Pearl River Mouth Basin, it shows that the different petroleum systems and different hydrocarbon property were developed by the ancient HangJiang River and ancient the Pearl River which bring the sediment to the Pearl River Mouth Basin. It can be considered that there will be two relay ramps as river systems to bring sediment into the deep center of the downthrown side of the fault block at the same time, and this deltaic sandstone will be relatively close. To view of the petroleum system, the priority relation that no matter these two fans delta deposits have the upper fan found the oil and gas shown, it was all favorable to sand body in this research area.

**Keywords:** Tainan Northern Depression of Tainan Basin, Highstand SystemsTract, Fan Delta

---

\* Author to whom correspondence should be addressed.

