

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

台灣西部第三系之層序地層學研究（二）

Sequence Stratigraphic Analysis of the Tertiary Strata in Western Taiwan (2)

計畫編號: NSC 89-2116-M-002-013

執行期限: 88年 8月 1日至89年 7月 31日

計畫主持人: 鄧屬予

執行機構及單位名稱: 國立台灣大學地質系

一、中文摘要:

第三系廣泛出露於台灣西部的雪山山脈和西部麓山帶，並隱伏於海岸平原和台灣海峽的地下地質，是濱海 - 淺海相的堆積層。

根據第一年的研究計畫成果顯示，在台灣北部與中部地區的三條露頭剖面與三口鑽井資料中，漸新統至下中新統多屬於遠濱相的沈積物，沈積環境與地層厚度呈現由西向東變深與增厚的變化，並可分為8個沈積層序。中上中相統仍以遠濱相沈積物為主，也含有顯著的海岸平原與近濱相的沈積物，不論是從北到南或由西到東，岩相的側向變化方面則顯得比較一致，並可分為10個沈積層序。此外，在台灣中部，上中新統具有顯著的沈積間斷，以致缺失部分沈積層序。

在本年度中，本研究利用台灣西北部的出磺坑剖面與另2口鑽井資料，檢驗這些沈積層序。雖然這些第三系在本區的厚度急劇增加，使得漸新統多深埋於地下地質之中，或出露不完整；不過，在4個地質剖面中，中新統沈積層序同樣具有顯著的沈積相變化，並且顯得更為完整連續，共可辨識出12個沈積層序，並且可對比第一年度所建立的層序地層架構。

綜合二年度的研究成果，本研究發現現有的層序地層架構可以獲致初步的確立。這些有趣的結果值得進一步擴大應用範圍。取得更多剖面的驗證，並進一步嘗試沈積深度的定量分析，以及海水面變化的重建，以完竣台灣西部第三系的層序地層系統，進行全面的劃分 - 驗證 - 地史描述等深入分析。

關鍵詞: 台灣西部、第三系、層序地層、漸新統 - 下部中新統、中上中新統、剖面檢驗

Abstract

In western Taiwan, Tertiary strata are widely outcropped in the Hsueshan Range and Western Foothills, and distributed in the subsurface geology of the Coastal Plain and Taiwan Strait. They were deposited in a coastal to shallow shelf environment.

According to the results of the first-year research in 3 outcrop sections and 3 electric well logs, the facies and thickness of the Oligocene and Lower Miocene strata drastically deepen and thicken eastwards, respectively. Eight depositional sequences are identified in these offshore-dominated facies

successions. The Middle and Upper Miocene strata are likewise dominated by the offshore deposits and further characterized by the coastal plain and nearshore deposits. Their lateral facies changes are more consistent and widely observed both southwards and eastwards. Ten depositional sequences are identified in the faices successions. In central Taiwan, missing of some of the Upper Miocene sequences are discovered.

During this year, the stratigraphic records of the Chuhuangkeng section and 2 well logs in northwestern Taiwan have been investigated to examine the validity of the sequence stratigraphic scheme established in the previous year. The Oligocene sequences are not completely recorded in these sections, because they are usually deep-seated in the subsurface geology or discontinuously outcropped. This is due to the drastic thickness increase of the Tertiary strata in this area. Nevertheless, the Miocene sequences are still distinguishable with similar facies and sequence characteristics. Twelve depositional sequences are identified and comparable to those discovered in the first year.

Based on the researches in the past two years, it is believed that the new-established sequence stratigraphic scheme is successfully examined and found applicable. These interesting findings call for further studies on more stratigraphic sections, quantitative depositional depth evaluation and sealevel reconstruction. These advanced analyses are helpful to improve the sequence stratigraphic scheme with the details of stratigraphic division, application and geohistory reconstruction.

Key words: Western Taiwan, Tertiary, Sequence Stratigraphy, Oligocene- Lower Miocene, Middle and Upper Miocene

二、緣由與目的:

第三系廣泛出露在台灣西部的雪山山脈與西部麓山帶，並向西延伸隱伏在海岸平原與台灣海峽的地下地質之中，含有重要的油氣與煤礦儲藏。由於這些岩層中，沈積相從西北向東南顯著地變深，岩性層序的特徵與化石的分布，也隨之迅速改變，不僅造成岩性地層系統因地而異，區域間的生物地層對比也限於“多對一”、大尺度的對比。由於這些爭議涵蓋了沈積學與地層學的

範疇，亟需詳細的沈積相資料，並整合現有岩性、生物與時間地層系統的特性，以釐清海水面變化的沈積學特性，並據以作為地層劃分與對比的工具。

有鑑於此，為了全面探討台灣西部第三系的層序變化與地層對比，在第一年度的研究計畫中，本研究利用基隆、三峽與國姓等3條露頭剖面，以及中油公司桃園、新竹與北港地區等3口鑽井記錄，在北部與中部，建立了詳盡的沈積相與層序地層架構，包含9種岩相組合，6個漸新統層序，5個下中新統層序，3個中中新統層序，以及4個上中新統層序（游和鄧，2000）。此外，也分別建立了3條東西向的地質剖面，橫跨台灣海峽、西部平原及西部麓山帶，展現這些層序的東西向變化。其中，漸新統 - 下中新統的堆積過程中，相對海水面有8次升降，層序的分布受到盆地地貌的影響至鉅，向西急劇尖滅的現象顯著；其餘中新統層序的堆積過程中，相對海水面有10次升降，層序的側向分布與變化特徵較為一致，受到全球海水面的變化主控，只有在在中部地區，盆地地貌影響較為顯著。

在本年度的計畫中，本研究利用位於西北部地區的出磺坑剖面，以及相對應的2口鑽井資料，進行沈積相與層序分析，以進一步驗證此一初步架構，並且藉以推廣層序地層架構的應用區域。

三、結果與討論：

在台灣西北部，第三系的厚度大幅度增加，漸新統與中新統常可達4,000公尺以上。在西部麓山帶，出露的地層多以中新統為主，漸新統與下中新統底部多不完整；在雪山山脈中，這些岩層則出露較為完整，但是卻因複雜的地質構造，地層的對比與接續顯得更為困難。在鑽井記錄中，這些較老的岩層常因深埋於地下地質，或者並不是油氣探勘標的，因此也常缺乏完整的地層資料。

在這樣的限制之下，本研究選取本區域最重要的地層標準剖面之一，即苗栗公館地區的出磺坑剖面，以獲致最完整、最具代表意義的中新統露頭地層資料。在後龍溪河谷，以及沿線修築的公路中，中新統露頭剖面完整連續，且切穿出磺坑背斜東西兩翼，可以建立一地層剖面，並同時顯示地層與岩相的側向變化。這些岩層露頭可以分為下中新統出磺坑層、中中新統北寮砂岩、打鹿頁岩、觀音山砂岩、上中新統東坑層、上福基砂岩，以及桂竹林層。

在2口鑽井記錄中，本研究選取1口位於海岸平原的鑽井，同時也選取1口位於西部麓山帶，鄰近出磺坑剖面的鑽井。這樣的佈局除了可以作為東西向岩相變化的控制之外，更可以直接相互比較、對應露頭岩相與鑽井的電測岩相，並可以彌補露頭剖面中，下中新統的不足，提升這些地層資料的完整性。

綜合鑽井記錄中，電測相的特徵與岩屑記錄，這些地下地質可以沿用露頭剖面的岩性地層單位。在出磺坑層之下的下中新統下部至漸新統上部，則可以沿用本區域其他地質露頭剖面的地層劃分，劃分為漸新統五指山層、下中新統木山層與碧靈頁岩。

依據露頭的岩相特徵，以及電測曲線的形貌，這些岩層多由淺海相的細粒砂岩、泥岩與砂泥岩互層組成，本體與生痕化石分布廣泛，沈積構造多源於波浪與暴風波浪的作用。出磺坑層、東坑層、上福基砂岩與桂竹林層上部，多由濱海相的中 - 細砂岩、泥岩與砂泥岩互層組成，含有薄層礫質砂岩、煤層與豐富的植物碎屑，海相化石分布稀少，沈積構造多源於波浪與潮汐的作用。整體而言，這些中新統仍可歸納在第一年度所建立的第三系沈積體系之下，屬於一淺海大陸棚，在海岸區域分布著潮坪與江灣。

綜合本年度與上一年度的岩相分析結果，可以彌補許多沈積體系失落的環節。這些環節肇因於第一年度的研究剖面相距較遠，凸顯了岩相的側向變化，致使岩相組合顯得較為複雜。雖然，這些多元且詳細的沈積相描述與劃分，可以忠實地呈現各剖面的岩相特徵與沈積特性；不過，為了著重表現整個第三系層序架構的取向，在本年度中，本研究重新整理這些岩相組合，並以4個岩相組合取代原有的9種劃分，以適切地展現沈積層序。它們包括外遠濱（相當於外陸棚）、內遠濱（相當於內陸棚）、近濱（相當於濱面、三角洲前部、江灣與潮下帶潮坪）與海岸平原（相當於三角洲平原、潮上帶潮坪、河道與氾濫平原）。

外遠濱電測相的自然電位與伽碼射線值多呈瘦柱形，電阻電測值低，這些數值偶爾含有小鋸齒變化，組成以泥岩為主，含有薄層鈣質細砂岩，岩屑含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。內遠濱電測相的自然電位與伽碼射線多呈漏斗形或漏斗柱形，電阻電測值較高，組成多為厚層鈣質砂岩與砂泥岩互層，岩屑含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。近濱電測相的自然電位與伽碼射線多呈漏斗形、漏斗柱形、鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異顯著，組成多為透水性良好的細中砂岩，漏斗形與漏斗柱形頂部多含鈣質砂岩，鐘形與柱鐘形的底部多為突變界面，岩屑含有貝殼與微體生物碎屑，也有煤層與豐富的植物碎屑。海岸平原的自然電位與伽碼射線多呈柱形與鐘形，電阻電測值較高，深 / 淺部電測值差異普通但仍顯著，組成多為厚層砂泥岩互層，與薄層透水性良好的砂岩，含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑，砂岩與底部的互層多為突變界面。

從這些露頭與鑽井資料的岩相組合序列中，不論是層序界限的特徵，或者是沈積相的疊加形式，都與上一年度的研究結果相近。層序界限為

岩相組合向上突然變淺的界面，常伴隨快速堆積或暴露地表的現象，例如：（1）內遠濱相砂泥岩互層侵蝕覆蓋在外遠濱相泥岩上，伴隨著荷重鑄形；（2）近濱相砂岩侵蝕覆蓋在內遠濱相砂泥岩互層上，伴隨著荷重鑄形；（3）海岸平原相紋理狀砂泥岩互層覆蓋在近濱相砂泥岩互層上，伴隨著風化層。（1）與（2）層序界限的自然電位、伽瑪射線與電阻電測曲線，多呈現突然的、大規模的數值變化，曲線外形多為漏斗形或漏斗柱形疊加在瘦柱形之上，顯示為厚層的透水砂岩，直接覆蓋在泥岩或砂泥岩互層上。（3）界面上下的電測相形貌大致相近，但是其上的砂泥岩比例與砂岩厚度顯著下降，並伴隨廣泛分布的煤層、植物碎屑、黃鐵礦與高嶺土。在各層序中，低水面體系域含有向上加積的岩相組合序列，顯示相對海水面緩慢上升的趨勢，沈積相分別屬於海岸平原砂泥岩互層、近濱相砂岩或內遠濱砂泥岩互層。海進體系域含有向後加積的岩相組合序列，顯示相對海水面急劇上升的趨勢，沈積相分別屬於近濱相砂岩、內遠濱相砂泥岩互層或外遠濱相泥岩。高水面體系域含有向外加積岩相組合序列，顯示相對海水面緩慢下降的趨勢，沈積相的變化分別呈現逐漸變淺的現象，包括近濱到海岸平原、內遠濱到近濱或外遠濱到內遠濱。

在本年度的剖面中，這些中新統可以劃分為12個沈積層序。依據現有的超微化石與浮游性有孔蟲生物地層資料，這些剖面的時間地層架構包括 NN1、NN2、NN3、NN4、NN5、NN6、NN11、NN12、NN13、N5、N8、N9與N10等13個生物時間帶，並且可以清楚地辨識 NN4/5、NN5/6、NN12/13、N8/9與N9/10的界面。此一時間地層架構提供有效的對比依據，配合12個層序界限，本研究發現出磺坑剖面與2口鑽井記錄之間，沈積層序可以互相一一對比，並據以作為台灣西北部中新統層序地層的架構。在這些地質剖面所組成的東西向地質截面中，沈積層序顯得相當連續完整，剖面間各層序界限的特徵也相當一致。

藉由此一新建立的層序地層架構，本研究可以對比台灣北部、西北部與中部的中新統沈積層序。對比的結果顯示，在上一年度北部與中部的研究剖面中，普遍可以一一對應的層序，在今年的西北部剖面，仍顯得極為一致。此外，在中部剖面中，中上中新統常有的層序缺失，在西北部的剖面並未出現。沈積相方面，整個西北部的沈積層序都分別略深於北部與中部的沈積層序。

綜合而言，本年度的研究結果顯示，在西北部新竹 - 苗栗一帶，中新統可分為5個下中新統沈積層序，3個中中新統沈積層序，以及4個上中新統沈積層序。此一架構與上一年度的研究成果相當一致，可以驗證並支持上一年度的層序地層架構，這些中新統沈積層序可以作為細部地層劃分與對比的依據。就東西向地質截面的觀察而言，這些詳盡且精細的層序變化顯示，相對海面具有

12次的升降。此外，由於這些沈積層序在整個台灣西部可以一一對比，層序界限的特徵極為一致，顯示控制層序變化的作用可以遍佈整個沈積盆地，盆地形貌或沈積物來源等區域性因素的作用並不顯著。

四、成果自評：

本年度計畫的主旨，在於建立西北部地區第三系的沈積相資料，以及與層序地層架構。此外，並進一步檢驗上一年度的研究成果，擴展層序地層的應用範圍與實用價值。這些預期目標都已經一一完成，見於本文。不過，由於本研究區域缺乏完整的漸新統地層資料，並且只屬於整個計畫的一部份，因此仍有待更多地質剖面的檢驗，並進行更完整全面的整理工作，俾以完成本研究計畫的最終目標。研究期間，承蒙中國石油公司的鼎力協助，提供了完整詳盡的鑽井記錄。部份的成果詳見於中國地質學會會刊與年會論文集（游和鄧，2000）。

五、參考資料：

游能梯、鄧屬予（2000）北部海岸與國姓地區漸新統 - 中新統的層序地層架構。中國地質學會八十九年年會暨學術研討會摘要，第81-83頁。

博士班研究生參與研究計畫成果報告

台灣西部中新統之層序變化研究

Sequential Variations of the Miocene Strata in Western Taiwan

計畫編號: NSC 89-2116-M-002-013

執行期限: 88年 8月 1日至89年 7月 31日

研究生: 游能悌

執行機構及單位名稱: 國立台灣大學地質系

一、中文摘要:

在台灣西部苗栗至南投一帶, 中新統廣泛地出露在西部麓山帶與雪山山脈, 並向西延伸隱伏於上新統 / 第四系的丘陵台地之下。這些岩層的沈積體系屬於波浪所主控的大陸棚, 海岸地區分布著潮坪與堰洲島 - 潟湖。

依據出磺坑與粗坑剖面, 以及位於苗栗與雲林地區的2口鑽井記錄, 下中新統岩相具有明顯地由東向西變深的變化, 中上中新統則大多相近並可分為12個沈積層序。此一架構與北部地區的中新統層序之間, 不論是層序數目、沈積相變化與側向分布方面, 都顯得相當一致, 可以顯示堆積過程含有12次的相對海水面升降。在下中新統下部中, 部份層序受到盆地地貌的影響, 具有向西尖滅的現象。此外, 這些重建的海水面曲線與全球海水面的變化趨勢相當一致, 包括數目與時間。

關鍵詞: 台灣西部、中新統、層序變化、海水面變化

Abstract

Around Miaoli and Nantao in western Taiwan, Miocene strata are widely distributed in the outcrops in the Western Foothills and Hsueshan Range, and extend to the subsurface geology of the Coastal Plain. They were deposited in a wave-dominated shallow shelf with tidal flats, barriers and lagoons in the coastal area.

Based on facies characteristics identified in the Chuhuangkeng and Tsukeng outcrop sections and 2 electric well logs in the nearby area, the facies of the lower part of the lower Miocene Mushan Formation deepen eastwards; whereas the rest Miocene strata are generally the same throughout the studied area. Twelve depositional sequences are recognized and appear to be consistent to the Miocene

depositional sequences in northern Taiwan, regarding the sequence numbers, facies changes and lateral distribution. Thus, they are able to represent 12 relative sealevel changes during the Miocene sedimentation in western Taiwan. Some Lower Miocene sequences are found disappeared westwards. It is interpreted to be due to the Miocene basin morphology. It is also discovered that the reconstructed sealevel curves are comparable to the Global Eustatic Curves in numbers and timing.

Key words: Western Taiwan, Miocene, Sequential Variation, Sealevel Changes

二、緣由與目的:

在台灣西部, 中新統的岩性層序變化顯著, 不但是地層劃分與對比的重要依據, 並可依據含煤地層, 與含海相化石地層, 區分出三次主要的海進 - 海退循環。由於在這些岩層中, 側向的岩相變化至為顯著快速, 並且含有多次小規模、高頻率的層序變化, 因此區域間細部的地層對比仍有疑義。截至目前為止, 較詳細的沈積相與層序分析工作, 仍局限於西部麓山帶 (游和鄧, 1996, 1998; Yu, 1997), 或集中於部份地層 (俞, 1997)。

因此, 為了全面探討台灣西部中新統的層序變化, 本研究在苗栗 - 南投一帶的西部麓山帶, 選取出磺坑與粗坑地區的河谷, 組合成2露頭剖面, 在西側的海岸平原中, 借重中國石油公司在苗栗與雲林的2口地質鑽井, 進行詳盡的岩相與層序分析, 建立台灣西北部至中部的層序地層架構。此外, 本研究也綜合上一年度的研究成果, 比較台灣北部的中新統層序, 藉以通盤探討台灣西部的中新統層序架構。

三、成果與討論:

在苗栗地區, 中新統露頭可分為木山層、碧靈頁岩、出磺坑層、北寮砂岩、打

鹿頁岩、觀音山砂岩、東坑層、上福基砂岩與桂竹林層。在南投地區，這些岩層則分為大坑層、水裡坑層、南莊層、關刀山砂岩、十六分頁岩與魚藤坪砂岩。

這些岩層大多為淺海相的砂岩、泥岩與砂泥岩互層，含有海相本體或生痕化石。在部份岩層中，包括木山層、出磺坑層、東坑層、上福基砂岩、桂竹林層上部、大坑層底部、南莊層與魚藤坪砂岩底部，海相化石含量較為稀少，含有煤層與豐富的植物碎屑。沈積構造多為圓丘狀交錯層理、平行層理、波狀紋理與泥絡狀紋理。泥岩與砂泥岩互層的生痕化石多屬於 *Cruziana* 相，砂岩的生痕化石稀少，多屬於 *Skolithos* 相。部份砂岩屬於中、細顆粒，淘選度良好，並可細分為二大類。一類含有平板狀與槽狀交錯層理，常與含有圓丘狀交錯層理、平行層理與波狀紋理的細砂岩或砂泥岩互層共同出現，顯示受到波浪作用。一類也含有平板狀與槽狀交錯層理，前積層則含有泥紋與沈積再作用面，常與含有泥絡狀紋理的砂泥岩互層或泥岩共同出現，顯示受到潮汐作用。

綜合而言，這些岩層的沈積體系屬於一波浪作用的淺海大陸棚，在海岸範圍分布著潮坪、堰洲島與潟湖。藉由經常共同出現的岩相，配合快速堆積或暴露地表的沈積現象，如：荷重鑄型、崩移構造、球枕構造、草根構造及風化層，可以劃分為外陸棚、內陸棚、濱面、潮坪、堰洲島 - 潟湖等5種岩相組合。

在鑽井記錄中，雖然其解析度無法辨識細部的沈積構造，不過利用電測相的特徵，以及岩屑記錄，仍可以獲得詳細的顆粒度、透水性、化石、植物碎屑與煤層的分布。藉由大尺度的岩性層序對比，這些在露頭剖面中所辨識的岩性地層單位，可以沿用到鑽井記錄。此外，進一步藉由顆粒度與透水度的變化，以及黃鐵礦、高嶺土與鈣質成份的分布，可以將露頭中所辨識的岩相組合，一一與電測相比對，並建立井下記錄的沈積序列。

外陸棚電測相中，自然電位與伽碼射線值多呈直線，電阻電測值低，偶爾含有小鋸齒變化，多為薄層鈣質細砂岩，並含有豐富的貝殼與微體生物碎屑。內陸棚電測相中，自然電位與伽碼射線多呈漏斗形，電阻電測值較高，含有厚層鈣質砂岩，以及豐富的貝殼與微體生物碎屑。濱面電測相中，自然電位與伽碼射線多呈漏斗形或漏斗柱形，電阻電測值較高，含有透水性良好的厚層細中砂岩，頂部多含鈣質砂岩，以及貝殼與微體生物碎屑。潮

坪電測相中，自然電位與伽碼射線多呈鐘形、瘦柱形、胖柱形、鐘形與柱鐘形，電阻電測值較高，含有厚層的砂泥岩互層、砂岩與泥岩，並含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑。堰洲島 - 潟湖電測相中，自然電位與伽碼射線多呈鐘形與柱鐘形，也有少量的漏斗形，電阻電測值較高，含有厚層砂泥岩互層，與透水性良好的厚層砂岩，並含有煤線、黃鐵礦、高嶺土以及豐富的植物碎屑。

藉由岩相組合，各露頭剖面與鑽井記錄的岩相可逐一轉換成沈積序列。其中，碧靈頁岩、北寮砂岩、打鹿頁岩、觀音山砂岩、桂竹林層底部、大坑層上部、水裡坑層、關刀山砂岩與十六分頁岩，多屬於大陸棚沈積物，木山層、出磺坑層、上福基砂岩與大坑層底部多屬於堰洲島 - 潟湖沈積物，東坑層與南莊層則多屬於潮坪沈積物。

在露頭剖面中，藉由岩相組合突然向上變淺的界面，可以作為劃分層序的依據，例如：堰洲島、濱面或潮坪直接覆蓋在內陸棚之上，或潮上帶潮坪直接覆蓋在潮間帶潮坪之上 (Yu *et al.*, 1999)。在鑽井記錄中，這些岩相組合的變化特徵，也可辨識出相對應的電測相變化。

在層序中，低水面體系域多由潟湖、潮上帶潮坪或濱面組成，呈現向上加積的疊加方式。海進體系域多由內陸棚與潮下帶潮坪組成，呈現向後加積的疊加方式。高水面體系域多由內/外陸棚與潮間帶潮坪與組成，呈現向外加積的疊加方式。這些體系域與層序界限的沈積相變化，可以顯示相對海水面的升降過程，包括突然變淺、緩慢上升、急劇上升與緩慢下降。

在整個研究區域中，中新統的岩層可以劃分為12個層序。整理現有的微體生物地層，中新統的生物時間地層架構包括下中新統的N4/P22界限，NN2與N5的共存帶，NN3/4界限，中中新統的N8/N9界限，NN4/5界限，NN5/6界限，N9//10界限，以及上中新統NN11化石帶，以及NN12/13界限。依據此一時間地層架構，不僅在苗栗 - 南投的各剖面之間，這些沈積層序可以一一對比，它們與北部地區的中新統層序也可以相互對應。因此，這些層序應可作為台灣西部的中新統中，細部的地層劃分與對比依據。

依據這些沈積層序，台灣西部中新統的相對海水面變化具有12次升降。這些重建的海水面曲線可以藉由層序地層架構，與全球海水面曲線比較。其結果顯示，在這些高頻率的變化過程中，不論是數目與

年代方面，都與全球海水面百萬年的變化趨勢，呈現一一對應的現象。因此，此一現象顯示此時台灣西部的堆積過程中，受到全球海水面所主控，使得在整個沈積盆地之中，沈積相的分布與沈積層序的變化可以趨於一致。在側向變化方面，木山層底部的層序數目以及岩相組合，分別呈現向東逐漸增加與加深的情形，顯示在下中新統的堆積過程中，也受限於當時沈積盆地由西向東逐漸發育開展的特性，沈積深度向西減小的影響。

四、成果自評：

本計畫主旨在於整合台灣西部的中新統露頭，進行通盤的岩相與層序分析，並進一步利用露頭剖面所提供的高解析度岩相資料，據以輔助判讀解釋鑽井記錄電測相的沈積特性，擴大研究區域的範疇，以及研究材料的種類。研究期間，承蒙中國石油公司的鼎力協助，提供了完整詳盡的鑽井記錄。預期的研究目標已充分地完成，部份露頭剖面的內容精要已於中國地質學年會會刊中發表，其他露頭剖面與鑽井資料的成果，刻已積極整理中，並尋求發表機會。

五、參考文獻：

- 俞立凡（1997）台灣北部木山層與相當層位地層之層序地層初探。《國立臺灣大學地質學研究所碩士論文》，125頁。
- 游能梯、鄧屬予（1996）台灣北部中上新統的岩相與沈積循環。《地質》，十五卷，第29-60頁。
- 游能梯、鄧屬予（1998）台灣北部大寮層與石底層之沈積環境。《經濟部中央地質調查所彙刊》，十二號，第1-23頁。
- Yu, N. T., Teng, L. S., Tai, P. C. and Yue, L. F. (1999) Relative sea-level changes in Oligocene to Miocene strata in northern Taiwan: a preliminary study. *J. Geol. Soc. China*, **42**, 189-208.
- Yu, N. T. (1997) Sequence stratigraphy of the middle to upper Miocene strata, northern Taiwan: a preliminary study. *J. Geol. Soc. China*, **40**, 685-707.