

臺灣週邊海域的海底地形 與海洋測量介紹

著者／毛正氣

海軍官校77年班

美國紐約州立大學石溪分校海洋環境科學碩士(1992)

美國海軍參謀學院56期(2000)

美國紐約州立大學石溪分校海洋暨大氣科學博士(2006)

- 一、台灣位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰接交界，海洋地形與板塊運動息息相關，重要構造有：東海大陸棚、沖繩海槽、琉球島弧、琉球海溝、菲律賓海海盆及南海海盆等。
- 二、台灣附近海域的海底地形，台灣東部離岸數公里處，深度已達1千公尺以上，西部台灣海峽大部分少於100公尺，僅在海峽南部有些地方深達1至2千公尺。
- 三、我國目前尚未有法定的機構，專責發展、取得和傳播海洋科學和技術的資料，若能及早建立資料庫整合平台及資源共享機制，可有效落實海洋環境資源運用及保護。

壹、海底地形構造的成因

海底地形與板塊構造是息息相關的，雖然，海底地形僅為海床表面的形貌，板塊構造卻是涉及至整個岩石圈；要了解板塊構造，必須從地質、地球物理等許多相關的地球科學來著手。¹海地地形可以分為三個主要部分：大陸邊緣、洋底盆地和分裂洋脊（*rifting ridge*，又稱為中洋脊*mid-ocean ridge*），大陸邊緣是位於大陸和海洋盆地之間的過渡地區，因此，在其間的地形與兩者皆有關聯；大陸邊緣涵蓋了整個海洋面積20%。典型型態包括大陸棚、大陸斜坡和大陸隆堆

（*continental rise*）；太平洋因形成較古老，大陸隆堆則被海溝所取代，東、北、西三方面亦被海溝所環繞，因此，大陸棚的寬度要比大西洋的窄得多。²

一、大陸邊緣的海底地形：

（一）大陸棚與大陸斜坡：

「大陸棚」為海岸線向海延伸之淺海地帶，其平均坡度僅有千分之一，其傾斜度自海岸附近向外緣逐漸增大，直到棚界（*shelf break*）其傾斜度才陡然增加，大陸棚之下的地殼仍屬於大陸地殼，但其厚度逐漸往棚界處變薄。棚界之處的水深平均約為130公尺，

最深之棚界位於南極大陸外海，可達550公尺，大陸棚上的地形起伏很少超過20公尺（圖1）。大陸棚的寬度不一，可窄從幾公里至寬過400公里以上；一般而言，其平均寬度大約為78公里。最寬的大陸位於北極海內。

從棚界往下，坡度突然變得陡峻的斜坡地稱為「大陸斜坡」，大陸斜坡的坡度都陡於2度以上，平均約為4度，多數大陸斜坡坡度都較陸地上的山脈為緩，但是其斜坡超過35度者仍不在少數。大陸斜坡的範圍很窄，多半不超過200公里。斜坡上的地形非常複雜，有的地方會排列著一系列的斷層崖。

（二）大陸隆堆與深海沖積扇：

在大陸斜坡之下，若沒有海溝，則為坡度緩於大陸斜坡的「大陸隆堆」，或稱「大陸隆起」。這個寬度介於100至1千公里之間的大陸隆堆，其坡度介於1/100與1/700之間，地形起伏很少超過40公尺。大陸隆堆下之地殼已屬於海洋地殼，不過，其上所覆蓋之沈積物係從陸地上經大陸棚、大陸斜坡而沖刷下來的，故名大陸隆堆。在此隆堆之上，常會形成巨大的錐狀或扇形的沈積地形，這稱為深海沖積扇（deep-sea fan），與陸上之沖積扇或三角洲相類似；大陸隆堆按其斜坡度亦可分為上部隆堆和下部隆堆；上部的坡度要比下部陡。

（三）海溝與峽谷：

典型的太平洋大陸邊緣，在大陸斜坡之下就是水深達5千公尺以上的海溝。海溝的走向多

半平行於大陸邊緣，是海洋地殼隱沒於大陸地殼之下所形成的板塊邊界。海溝主要分布在太平洋的東、北、西三面，大西洋只有波多黎各和南三明治海溝，印度洋中就僅有爪哇海溝。海溝是地球表面最深之處，馬里亞納海溝的挑戰者深淵（Challenger Deep）之深度可達11,034公尺。海溝的底部被沈積物所填平。海溝兩側有許多斷層造成台階地。海溝的斜坡在靠近陸地的這一面要比靠洋的一面來得陡。

此外，在太平洋的西側，海溝靠近陸地側會產生一連串的島弧；但在太平洋的東側，這些島弧被陸上的山脈所取代；這些島弧和山脈都是因海洋板塊隱沒於大陸地殼之下，受到高熱而熔融後，沿著裂隙上升，在地表隆起所形成的火山。大陸邊緣之各種地形，常有許多峽谷切過，稱之為海底峽谷。這些峽谷多半是陸上的河流向海底延伸形成的。在大陸隆堆上的海底峽谷之出口處，多半有沖積扇的堆積。海底峽谷除了延伸的河谷之外，也會因斷層、濁流等其他原因而形成。

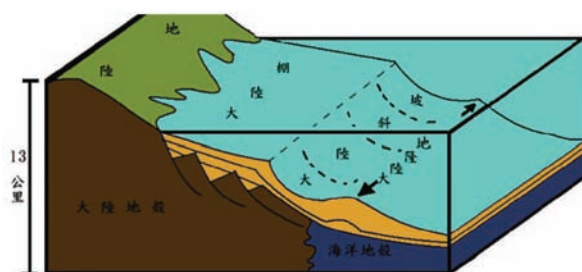


圖1 大陸邊緣的海底地形。（資料來源：國立臺灣海洋大學海洋教育網）

二、臺灣週邊海域的板塊運動與海底形成：

台灣位於太平洋的大陸邊緣上，但其大陸邊緣的海床地形並不是典型的太平洋型，反而與大西洋型大陸邊緣相類似，這種特殊的海洋地形是菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊相碰撞而造成的（圖2），這個交界面，即在「琉球-台灣-菲律賓」島弧系列上的轉折點；因此，台灣四周的海底地形與板塊運動息息相關。在台灣四周有關的板塊構造單元包括：亞洲大陸邊緣（亦即東海大陸棚）、沖繩海槽、琉球島弧、琉球海溝、菲律賓海海盆、綠島至巴浦耶海脊，馬尼拉海溝及南海海盆（圖3）。

台灣陸上的中央山脈是因為歐亞板塊與菲律賓海板塊相碰撞而隆起，這使得台灣海峽北部形成一個堆積的海盆；這個海盆可分成三個盆地：台灣以北，東海大陸棚下的「台灣盆地」、介於北港-澎湖基盤高區和觀音陸棚之間的「北部盆地」、北港-澎湖基盤高區以南至台灣灘之間的「南部盆地」。

台灣東部外海則為一連串複雜的構造帶，台灣東部的海岸山脈即為菲律賓海板塊之前緣，這板塊向西北之擠壓力，使得台灣西南方之基盤下陷，同時造成從義竹到台灣灘之間的東北-西南走向之旋轉斷層，北部盆地受到此擠壓的影響也產生構造變形；這些海盆上堆積著大量的沈積物，單單新生代期間（最近6,500萬年）就沈積了2公里以上的厚度。這些沈積物主要都是從中國大陸被沿岸流所帶來的。³

貳、臺灣週邊海域的海底地形概況

台灣因地處歐亞大陸板塊與菲律賓海洋板塊交錯帶，地形構造複雜，有海脊、海盆、海溝、海底峽谷、斷層、火山及平坦等各種地形分佈，雖其是位於島弧中一個不算大的小島，但其所在的地理位置對研究海洋地質的科學家而言，已更凸顯出其重要性。

台灣四周的海底地形非常複雜，以空間分布特性，分區概述：臺灣北部海域（包含東海）、臺灣海峽、臺灣東部海域、巴士海峽及南海等5部份（圖4）。

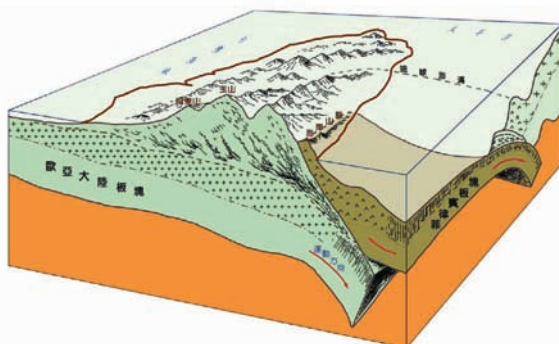


圖2 菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊相碰撞而造成台灣島。
(資料來源：<http://tw.myblog.yahoo.com/>)

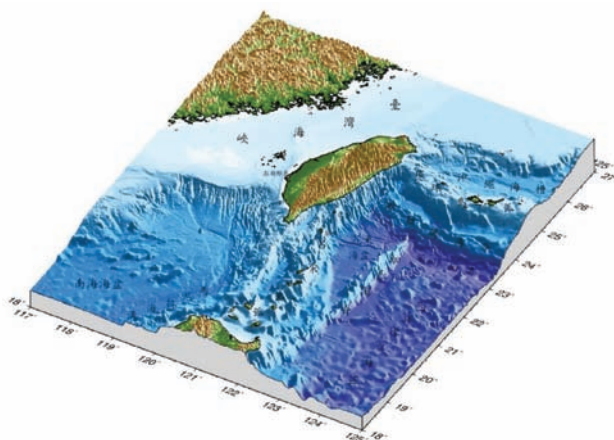


圖3 臺灣週圍數值地形立體投影圖。(資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫)

一、臺灣北部海域：

本區水域位於台灣北端，北接東海，與西太平洋相通，其海底地形係由西北向東南大幅下降的大陸斜坡，其大陸坡僅下降至2千多公尺的沖繩海槽，海槽最深為2,270公尺，沖繩海槽是一個島弧後的海盆，本區西北屬淺水海域，東南屬深水海域（圖5）。

本區西北海域，水深100公尺的等深線從台灣北端經彭佳嶼北方，往東北一直延伸至韓國濟州島的南方，水深200公尺的等深線從台灣東北角經彭佳嶼南方，向東北延伸至日本九州的南方；這個深度內的範圍都是平坦的大陸棚。

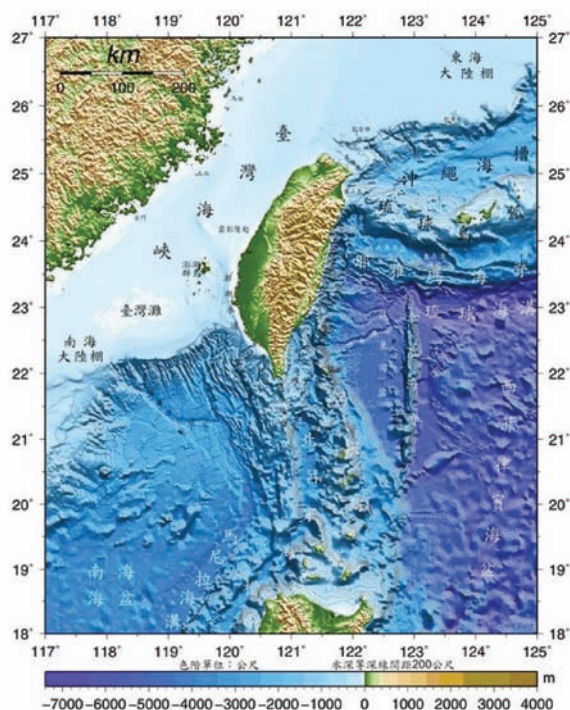


圖4 臺灣週圍海域地形圖。（資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫）

本區東南海域，水深由50公尺急降至800公尺後，再緩降至1,600公尺，平均水深約800公尺，其主要地形為沖繩海槽橫切在大陸棚邊緣與琉球島弧間，形成以蘇澳外海向東北方延伸的陡峻海溝，水域內有基隆海谷、棉花峽谷及北棉花峽谷等明顯地形，琉球島弧由日本南方一直延伸到宜蘭外海，咸信龜山島就是琉球島弧的最西端；東海大陸斜坡上則有許多海底峽谷發育，包括基隆海谷、棉花峽谷和北棉花峽谷等。

二、臺灣海峽：

台灣海峽之深度絕大部分淺於100公尺，屬淺水海域，臺灣海峽北端，北接東海，其海底地形係為平緩的大陸棚，水深由50公尺至100公尺，平均水深約80公尺（圖6）；100公尺的等深線從台灣北端經彭佳嶼北面，一直往東北延伸至韓國濟州島南面；200公尺的等深線也從台灣東北角經彭佳嶼南面，向東北延伸至日本九州之南；淡水河西北方離岸40至50公里之

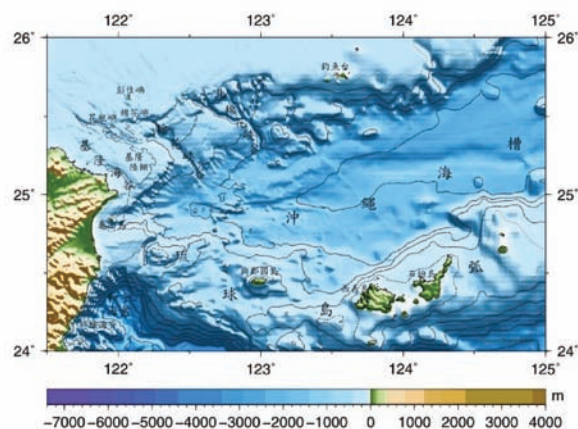


圖5 臺灣東北部海域海底地形。（資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫）

外的海床上，有一處比較深的凹地，該處的水深可超過100公尺，被稱為「觀音凹陷」。

澎湖群島週邊海域，其海底地形係由北向南大幅下降的大陸坡，水深由50公尺緩降至200公尺後，平均水深約100公尺，屬淺水海域。澎湖群島四周的海床則有許多礁石，深度變化稍微大一些，澎湖群島與台灣島之間，是一個北窄南寬的海槽，叫做「澎湖水道」，也就是漁民俗稱的「黑水溝」，澎湖水道為一細砂質海床，其水深介於100至200公尺之間。

澎湖群島西南方有一處淺灘，稱為「台灣灘」，水深淺於40公尺，屬於淹沒的水下丘陵，最淺的地方大約只有10公尺，低潮時甚至

可能會露出水面；台灣灘的東邊為東北-西南走向之「八罩水道」；⁴濁水溪外海為一分布廣範的沙質海床，深度不及40公尺，這個海床上的沙質沈積物主要自於濁水溪；台中至安平一帶外海，距岸15公里以內，水深都不及40公尺，沿岸淺灘以及堰洲島散布很廣，適宜作海埔新生地。

台灣海峽南端，南接南中國海、東接巴士海峽，且與太平洋相通，其海底地形係由北向南大幅下降的大陸坡，水深由50公尺急降至1千公尺後，再緩降至3千公尺，平均水深約1,200公尺，屬深水海域。澎湖群島以南是被動型大陸邊緣的海底地形，水深從100公尺下降到高雄西方外海200公尺的大陸棚邊緣，再往南則為坡度介於3至16度之間的大陸斜坡，稱為「高屏斜坡」，其上有高雄峽谷，它橫切過此大陸斜坡，高屏溪所挾帶之砂泥，使這個峽谷愈切愈深。⁵

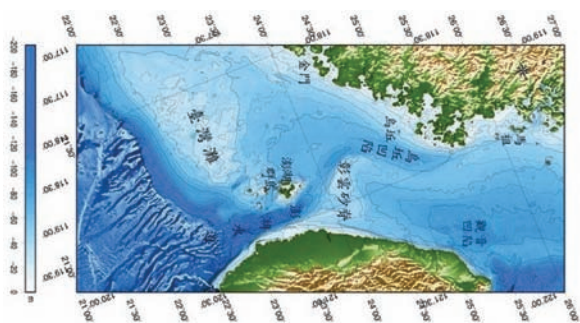


圖6 臺灣海峽海底地形。

(資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫)

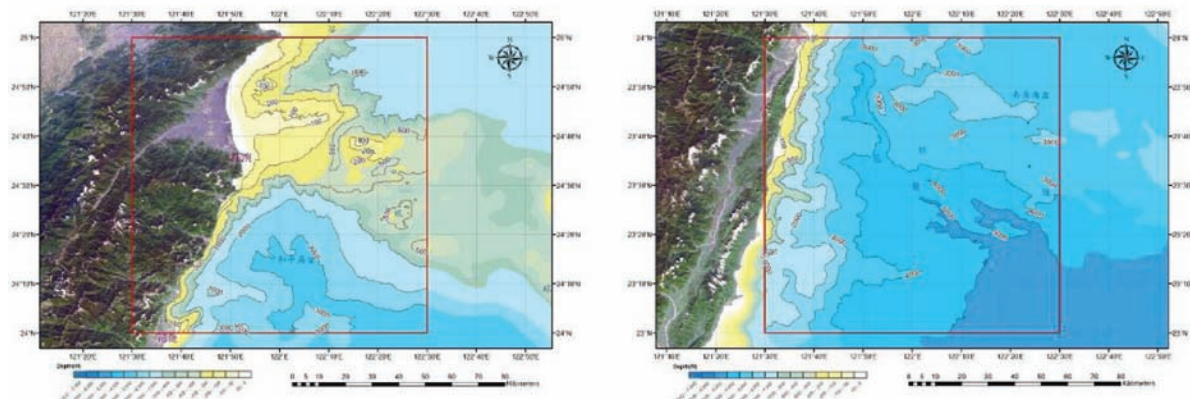


圖7 (左)蘇澳沿海海底地形；(右)東部近海海底地形。(資料來源：作者自繪)

三、臺灣東部海域：

台灣東部海底的深度變化極大，沿岸無大陸棚、大陸坡陡降，自蘇澳以南至花蓮附近，鄰近海岸水深即達1千公尺、再向東驟降至3千公尺、離岸25公里則可驟降至5千公尺以上，本區平均水深約3千公尺，最深處達6千公尺；海底地形屬板塊隱沒區，包括島弧、海脊、海槽和海溝，均呈東西走向。以下再細分3區說明：

(一)蘇澳沿海：

本區水域位於台灣東北端，北接東海，東與太平洋相通，其海底地形係由西向東大幅下降的大陸坡，水域內有和平盆地及琉球島弧等明顯地形，水深由50公尺急降至2千公尺後，再緩降至3千公尺，屬深水海域，海流較急（圖7左圖）。

宜蘭外海的龜山島，一般認為是琉球島弧（琉球群島）之西端，從蘇澳外海往南是一寬廣的海盆，稱為「南澳海槽」，它的水深介於

2至3千公尺之間，是由弧前海盆構成，由東至西依序為：和平海盆、南澳海盆、東南澳海盆。南澳海槽之南，即為水深在4至6千公尺之間的「琉球海溝」，這個海溝的西端因被台灣陸上所流下來的沈積物充填，在花蓮東南外海20公里處，這個海溝就被填平了，琉球海溝之西端可能與台東縱谷之北端相連，成為菲律賓海板塊之西北界線。

(二)東部近海：

本區水域位於台灣東部，水域內有花蓮峽谷等明顯地形，其海底地形水深由50公尺急降至5千公尺後，地勢陡峭，屬深水海域（圖7右圖）。

自蘇澳以南至花蓮附近，1千公尺等深線接近海岸（如花蓮北方的和平，1千公尺等深線離岸不及5公里），且1至3千公尺間的等深線間隔甚密；花蓮至台東之海岸山脈外海的大陸斜坡上，有不少海底峽谷切割過，這些海底峽谷多半是在大陸棚邊緣所堆積的砂石，經地震而形成濁流，在大陸斜坡上向下切割而形成的。

(三)大武沿海：

本區水域位於台灣東南端，南接巴士海峽，東與太平洋相通，水域內有南縱海槽等明顯地形並有綠島及蘭嶼等島嶼是地形顯著區域，其海底地形水深由100公尺急降至1千公尺後，再急降至4千公尺，平均水深約2千公尺，屬深水海域，海流較急（圖8）。

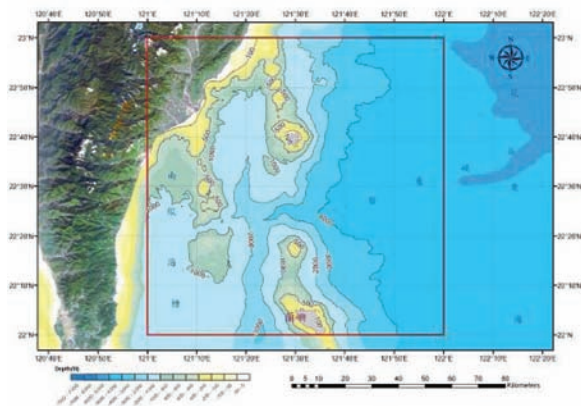


圖8 大武沿海海底地形。（資料來源：作者自繪）

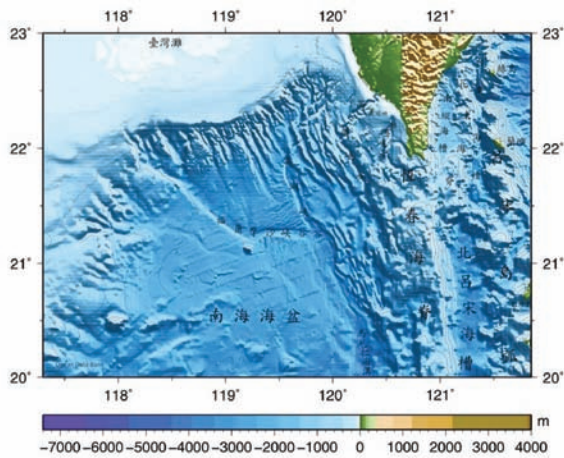


圖9 巴士海峽海底地形。

(資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫)

台灣東南外海與綠島、蘭嶼之間的海床上，為海脊和海槽相互平行的地形，恆春海脊是台灣陸上中央山脈之南延；南縱海槽則為台東縱谷向南延伸的地形、花東海脊為台灣東部海岸山脈向南延伸的地形、台東海槽為一弧間海盆，位在呂宋島弧和花東海脊之間，深度達2500公尺、呂宋島弧為一火山島弧，往南可以一直延伸至菲律賓東北的巴浦耶火山弧，而露出海面的地形就是綠島、蘭嶼和小蘭嶼等。綠島和蘭嶼之間其實並不連貫，中間突然下沉到3千公尺深，顯然這兩個島是在不同時期形成的。在呂宋島弧的東方，就是深度達4千公尺的菲律賓海海床。

(四) 巴士海峽：

本區水域位於巴士海峽，西接南中國海，東與太平洋相通，水域內有高屏峽谷、枋寮峽谷及恆春海脊等明顯地形，其海底地形水深由50公尺急降至1千公尺後，再降至3千公尺，平均水

深約1千公尺，屬深水海域，海流和緩（圖9）。

大陸斜坡(高屏斜坡)上有高屏峽谷切過，由高屏溪所挾帶的大量泥沙，使這個峽谷愈切愈深，另有一系列海底峽谷，由西北至東南依次為澎湖峽谷、壽山峽谷、高雄峽谷、高屏峽谷、枋寮峽谷及紅柴峽谷；由於這些海底峽谷具有陡峭、狹窄的地形，因而形成特有的水文、地質及生物特性。恆春海脊是中央山脈向南延伸的地形，南縱海槽則為台東縱谷向南延伸的地形。

五、南海海域概況及海底地形：

南海即為「南中國海」(South China Sea)，因位居中國大陸南側得名；其東西寬約1,500公里，南北長約2,700公里，呈東北—西南走向的半封閉海域(semi-enclosed sea)，面積有350萬平方公里，是世界上面積最大的邊緣海（圖10）；地形非常不規則，平均水深約為1,212公尺，西部、西南及南方較淺，水深不及200公尺，中央深海平原水深則達4千公尺，最深處甚至達5,559公尺，海盆平均水深有3,500公尺。⁶環接南海邊緣的陸地，西瀕中南半島、南臨馬來西亞、蘇門答臘及婆羅州、東接菲律賓群島，北以台灣海峽鄰接東海，西南則依序以麻六甲海峽(Strait of Malacca)、巽他海峽(Sunda Strait)、龍目海峽(Lombok Strait)及望加錫海峽(Makassar Strait)鄰接印度洋，東南以巴拉巴克海峽(Balabac Strait)鄰接蘇祿海(Sulu Sea)，

東以呂宋海峽(Luzon Strait)鄰接太平洋；沿岸週邊共有9個國家，依逆時鐘次序為：中共、越南、柬埔寨、泰國、馬來西亞、新加坡、印尼、汶萊、菲律賓及中華民國（台灣）。

南海的海底地勢西北高，東部和中部低，深度比渤海、黃海或東海都要深，除了北、西、南等三面靠陸地附近的地形較平緩外，中部和東部水深大都在2千公尺以上，最大深度5千5百餘公尺。南海海盆四周邊緣分佈著大陸棚；大陸棚以外為階梯狀下降的大陸坡，南海大陸坡圍繞著海盆四周可分為4個區：北陸坡、西坡階地、南陸坡和東陸坡。東沙、西沙、中沙和南沙群島等即為分佈在大陸坡山脊上的礁島，在大陸坡的終止處進入南海深海盆地。分佈於大陸棚的外側，一般位於水深150至3千5百公尺之間，地勢向中央海盆呈階梯狀下降。⁷

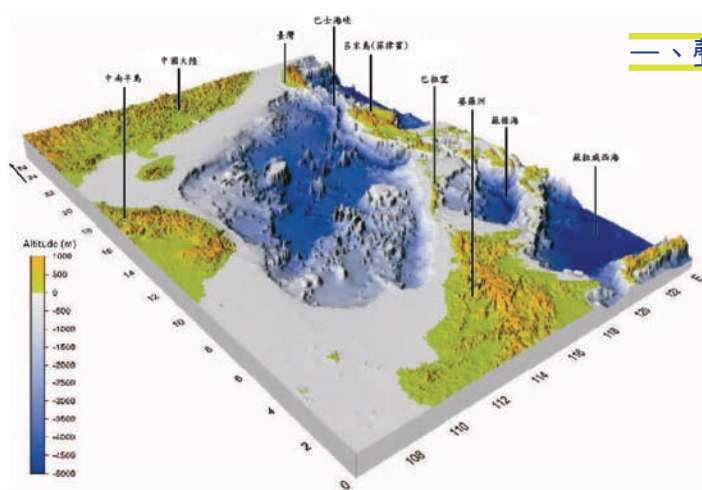


圖10 南海海底地形立體圖。

（資料來源：Wang and Li 2009，作者修訂）

參、海底地形的測量方法

為了精確的掌握海底地形起伏，需以艦艇或各類水上載具實施水深量，一般海洋測量艦均安裝有淺、中、深海測深儀，其測深能可從2公尺至1萬2千公尺，同時具有多波束測繪系統，可快速、精確進行測深作業，大幅縮短作業時間並配合資料處理軟體，於艦上作業即可繪出海底三度空間立體地形圖（圖11）。此外，目前也有以飛機空載的測深光達做為近岸海域、河川、湖泊等較淺水域的測深手段，以取代傳統水深測量方法。

水深測量係以點或線之方式進行，即使點與線之密度很大，對某些特殊地形地物，如突礁、沉船等障礙物，仍然會有遺漏之可能。故過去對某一特定海域或因特別之需要，除做一般水深測量外，常須另作掃海測量，目前因水中音響儀器進步，此等傳統掃海測量，已由側掃聲納測量所取代。⁸

一、聲納測深系統(單波束)：

聲納系統按發射聲源之有無可分為主動與被動二類型。主動聲納系統本身發射聲波，同時監聽此聲波在遇到障礙物時所產生之回聲；被動聲納系統本身並不發射聲波，僅監聽存在於介質中之聲響。對於一般之主動聲納系統（如：測深儀、側掃聲納等）而言，基本上可包含四個部分，即：轉換器

(transducer)、發射器(transmitter)、接收器(receiver)、與控制及顯示裝置(control/display)。

聲納系統的核心部分為可將能量由一種形式轉換成另一種形式的轉換器。對於大多數聲納系統而言，此部分為一壓電晶體(piezoelectric crystal)，此晶體為一種陶瓷材料，當作用於外加電壓時，會改變其物理形狀。此裝置能將發射器所產生之振盪電場轉變為機械振動。此種振動以振盪壓力的形式傳入水中，即所謂的聲脈波(sound pulse)。聲波依循水之聲學性質往遠離聲納系統的方向傳播，當觸碰到海床或水中之目標物時，此聲波的一部分會反射回聲納系統並感應轉換器。

用來產生聲脈波的轉換器同時也是用來監聽回聲的裝置。在監聽回聲時，轉換器中之材料感應聲壓的變化，並將此種振動轉換成電能。此電能將由聲納系統中之接收器加以偵測與放大。

此外，整個聲納系統尚需包含能進行控制功

能的單元，此單元在於精確計時，使各個部分之運作能同步進行。通常，此單元皆包含可顯示所接收之訊號的顯示裝置。聲納系統事實上並非量測深度或距離，其真正量測與顯示的為所發射的聲納脈波由轉換器出發到達目標物後再折回轉換器所需的傳播時間。因此，聲納系統的精確性決定於量測此時間之準確程度上，而轉換器與目標物之間距與脈波傳播時間及聲速有關。

二、多波束測深儀(Multi-beam Sonar System)：¹⁰

一般常見的測深儀只有一個垂直向下的波束，只能測量船體正下方的水深；傳統上，吾人所取得海底地形的方式即是利用此種單波束測深儀，航行在預定的測線上。從水文量測學者的觀點來看，所測得的資料欠缺測線間的水深資料。

在不需要精密海床地形的狀況下，使用單波束測深儀足敷需要，然而如果要求海洋測量船快速測量一個大範圍的海域，則需要採用多波束測深儀。新式的多波束測深儀可以涵蓋一定寬度的海床，更能提高資料的精確度(圖12)。多波束測深儀的工作原理是由探測船上的聲納系統向海底發射出許多短脈衝聲波，每個波束的角度非常窄小，當聲波觸及海底反射回去，為測深儀內接收波束來接收。典型的多波束測深儀的波束寬度為2至3度，接收波束的總數約60至160個，每一個波束即等於一個測

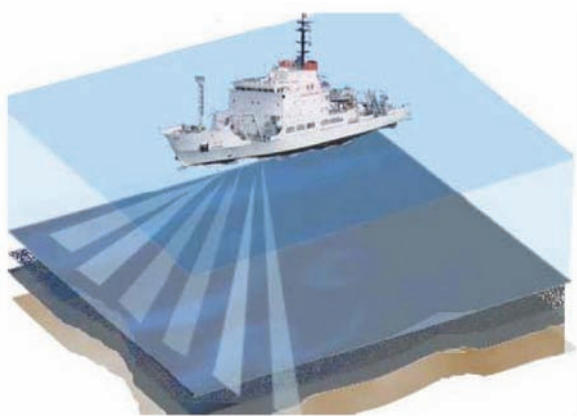


圖11 海洋測量艦測深儀系統示意圖。
(資料來源：海軍艦隊海洋測量艦海測作業手冊)

深的音波，因此能繪出完整的大區域海底地形圖。

一般配置以高頻及低頻兩組多波束測繪系統，其中，使用低頻頻率，適用於深海；使用高頻率的多波束測繪系統，適用於淺海。兩系統具有互補作用，可使海洋測量艦的測量工作更方便且精確。

三、側掃聲納 (SSS, Side-Scan Sonar)：

側掃聲納系統係應用聲波反射的原理所設計之水下與海床探勘儀器，其有效探勘範圍約可達探測航線兩側各百公尺寬之帶狀區域。此系統在海床地貌描繪、海床表層沉積物性質判別、以及海床上與水中目標物搜尋等水下工作上，均扮演著極為關鍵的角色。以側掃聲納系統進行探測時，有關目標物判定的基本原則包括：目標物與海床聲波信號反射強度對比、聲學陰影、以及目標物外形與分布特徵等項目。

側掃聲納系統能有效獲取海床資料，但海床目標物的判別與辨識仍以人工目視方式為主。對於大範圍之海床探測與搜尋工作而言，需耗費大量人力及物力。因此，需發展自動化的處理程序進行聲納影像中海床底質與人工目標物的辨識，以更有效的提升海洋探測技術與品質。¹¹

四、空載測深光達 (Airborne Bathymetric LiDAR, Light Detection and Ranging)：

空載測深光達技術作業範圍係以近岸海域、

河川、湖泊等較淺水域為主，取代傳統水深測量方式，但除可在短時間內完成大範圍水深測量外，其回跡強度(Backscatter)的資料更可用來分類近岸海床或海底沉積物(圖13)。

一般原理來說，光達系統可分成兩個單元，綜合雷射、掃描、構成「雷射掃描儀」，直接定位系統則為另一單元。雷射產生器(一般為NdYAG)可產生穩定、適當功率之脈衝雷射，其波長為紅外波段(1064奈米)的雷射光，可使用於地形測量上的應用；但是該波段對水體之穿透力低，故無法應用於透水要求之作業。因此，應用非線性光學中的「倍頻現象」，意見某些物質具有非彈性散射之性質，使出射波之波長與入射波波長不同；再選定部分物質之出射波之波長為入射波波長之一半，亦即出射波之頻率為入射波頻率之一倍，即可應用於測深。

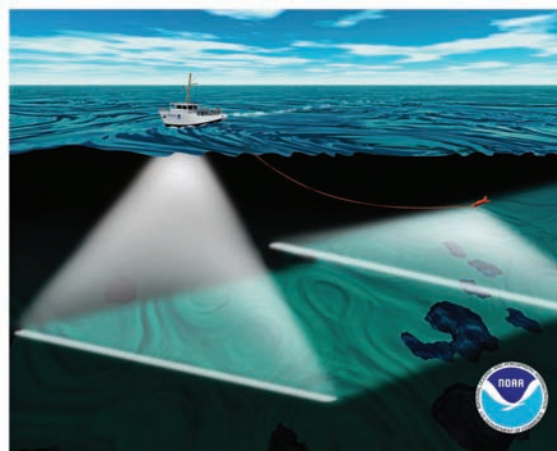


圖12 側掃聲納配合多波束測深示意圖。
(資料來源：美國NOAA網站)

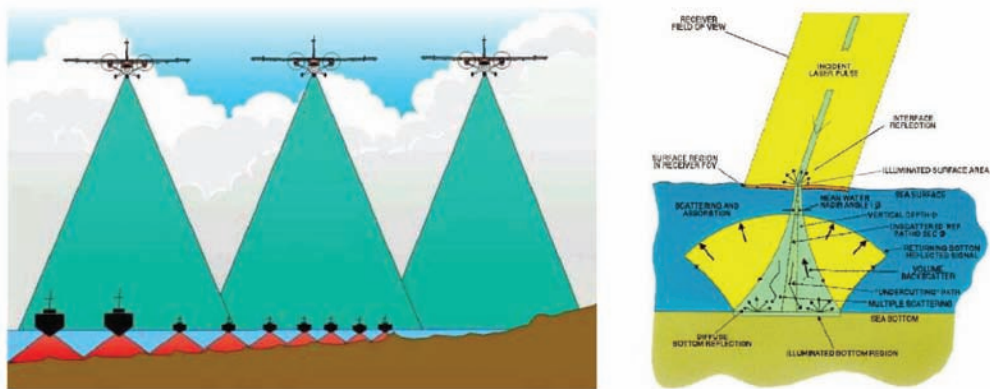


圖13 (左)空載測深光達的效益；(右)測深光達波長原理。(資料來源：Guenther, et al., 2000)

雷射產生器的紅外波段雷射波，若經倍頻後可得到綠光波段的雷射波(532奈米)，具有透水能力。使用綠光波段構建之光達系統，可用以進行水深與水底地形測量。倍頻過程並非效率百分之百，如其效率為50%，則出射波中含有50%綠光、50%紅外光。同步射出後，在接收時分光，分別數化，可得各自之波形觀測量。紅外光之反向散射僅限於水面部分，可提供水面高程資訊，綠光可由波形辨識水面與水底，由而求得水深與水底地形。前者之回訊用於水面之偵測，用以確定雷射到達水面之時間；後者之回訊用於分析水底所在。¹²

肆、公開資源的海底地形資料庫及標準地名

一、國內外的海底地形資料庫：

(一)全球地形高程資料集(ETOP01)：

「美國國家地球物理資料中心」(NGDC, National Geophysical Data Center)是「美

國國家海洋和大氣層管理局」(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)的下屬機構，¹³負責管理美國政府的海底地圖以及全世界海岸、大陸架和深海的其他資料，於2009年3月公布的全球1分格網數值地形資料(ETOP01)¹⁴，和新的海底地形資料顯示器(Bathymetry Data Viewer)，¹⁵包含海底深度及陸上高程的地形資料庫，給全世界科學家於全球大範圍的研究(圖14)。

(二)通用大洋海底地形圖(GEBCO)：

本項資料集係由「國際海道測量組織」(IHO, International Hydrographic Organization)與聯合國下屬的「政府間海洋學委員會」(IOC, Intergovernmental Oceanographic Commission)共同設「世界通用大洋海底地形圖製作委員會」(Joint IOC/IHO Guiding Committee for GEBCO)，以協調各國家的海圖管理繪製主管機關，合編製全球官方通用的大洋海底地形圖(圖15)。¹⁶

(三) 我國國家科學委員會海洋學門資料庫：

行政院國家科學委員會為了收集並保存國內海洋研究調查成果，於民國76年，委由臺灣大學海洋研究所代為建立及運作「海洋資料庫」。歷經不斷發展，主要任務是彙整國內各研究船之探測資料，並系統性地分析、整理與展示、支援各界所需，資料項目包括有水文、海流、水深、震測等（圖16）。資料庫建立初期，以國科會研究計畫方式執行；民國78年起，計畫續奉國科會指示併入「海研一號貴重儀器使用中心」並正式使用「水文資料庫」名義；民國86年，臺灣大學海洋研究所受國科會委託執行「國家海洋科學研究中心」籌備計畫，資料庫亦逐漸轉由「國家海洋科學研究中心」運作；民國97年「國家海洋科學研究中心」轉型為國家實驗研究院下轄之「台灣海洋科技研究中心」，資料庫則轉由國科會自然處海洋學門管理，現任主持人為臺灣大學海洋研究所所長戴昌鳳教授。¹⁷

(四) 國家實驗研究院「台灣海洋科技研究中心」：

台灣海洋科技研究中心成立於民國97年，主要任務為建立研發平台以深化海洋研究，並做為政府的海洋科技幕僚，全面掌握海洋環境，為政府海洋施政提供科技資訊；發展海洋前瞻科技，建立堅實的海洋科技研發能量，促進國家海洋永續發展。其為推廣海洋認知與提供國內海洋科學教育於全球觀方面的素材，並適合於海洋科學方面的基礎教材和研究討論之背景資訊，於民國98年12月，整編繪製「中英文全

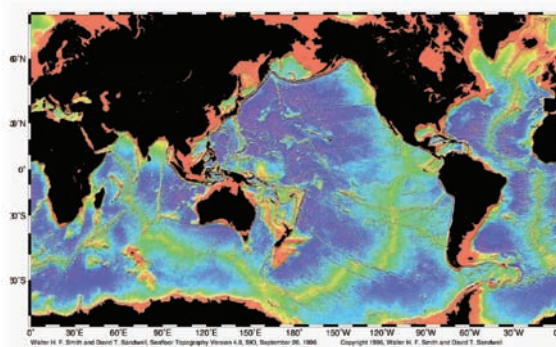


圖14 全球數值地形資料。（資料來源：美國NGDC網站）

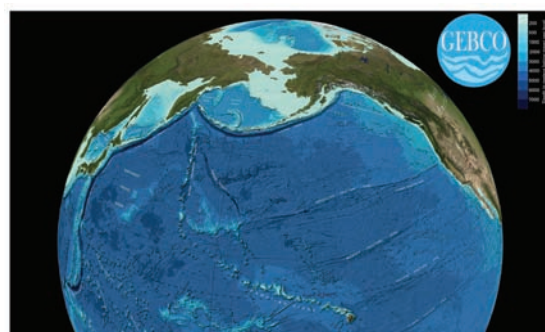


圖15 北太平洋海底地形示意。（資料來源：GEBCO網站）

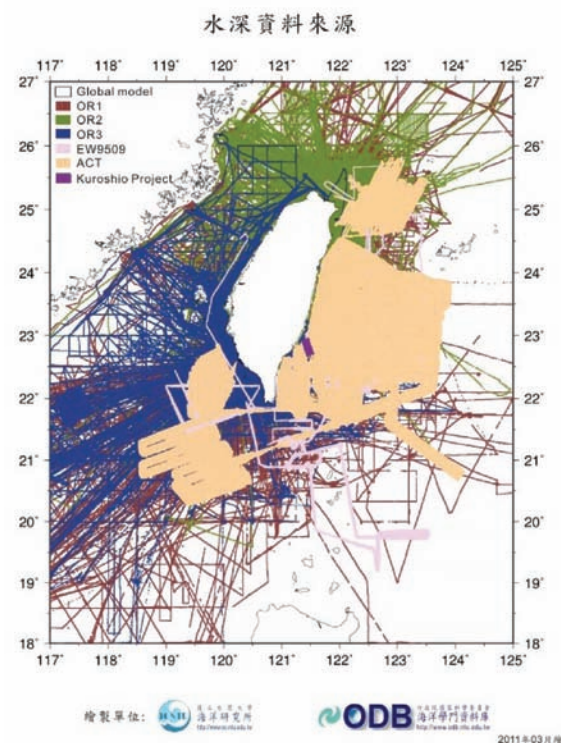


圖16 海洋學門資料庫水深資料來源。
（資料來源：國家科學委員會海洋學門資料庫）

球海底地形特徵圖」（圖17）。¹⁸

此外，為符合「聯合國海洋法公約」規定沿海國家應設置國家海洋科學和技術中心，及落實推動「國家海洋資料庫」建置、促進海洋資訊共享與應用之任務，在原「海洋資料中心聯合目錄」資料庫（原國家海洋科學研究中心、中央氣象局海象測報中心以及交通部港灣技術研究中心共同合作）的基礎上，進行後續改善與開發的工作，希望朝向分散式海洋資訊網的技術架構發展。¹⁹

二、海洋標準地名：

我國的標準地名是依據《國土測繪法》第29條第2項頒訂《標準地名審議及地名管理辦法》，其中對：自然地理實體（指因天然作用所形成之地形），為政府機關統一使用者，應定標準地名。²⁰其權責機關在內政部（方域司），在「推動地名標準化與地名管理工作」業務項下：為因應國際推動地名標準化與地名管理潮流，本部業依國土測繪法第29條及第30條規定發布「標準地名審議及地名管理辦法」及「標準地名譯寫準則」，規範有關標準地名之訂定與地名管理相關程序，作為我國推動地名標準化及地名管理法制基礎。然而，對於海域的自然地形的專用標準名，納入尚少。

國外的部份，則以「國際海道測量組織」（IHO）所出版的《海洋與海域界限》（特別刊物第23號）為最早且最為廣泛使用，²¹該文件目前正在進行第4版的修正；前文提到的「世界通用大洋海底地形圖製作委員會」（Joint IOC/IHO Guiding Committee for GEBCO），也設有海底地名命名小組委員會，已針對全球海底地理進行統一的英文命名，包含了多數的洋脊、海盆、海溝、海底火山群和海底高地，公布了全球共3473個海底地名。²²我國的台灣海洋科技研究中心，在繪製前述「中英文全球海底地形特徵圖」時，亦對照中文通用或標準譯名以及參考教科書內容，訂出中文海底地名，並將地名主題放在尺度較大的海底、全球海域及十大島嶼的名稱。

伍、結語

海底地形包括了大陸邊緣、洋底盆地和分裂洋脊等主要部份，臺灣島因位於太平洋西側的大陸邊緣上，週邊海域的主要海底地形包括了大陸棚、大陸斜坡和大陸隆堆等；此外，臺灣

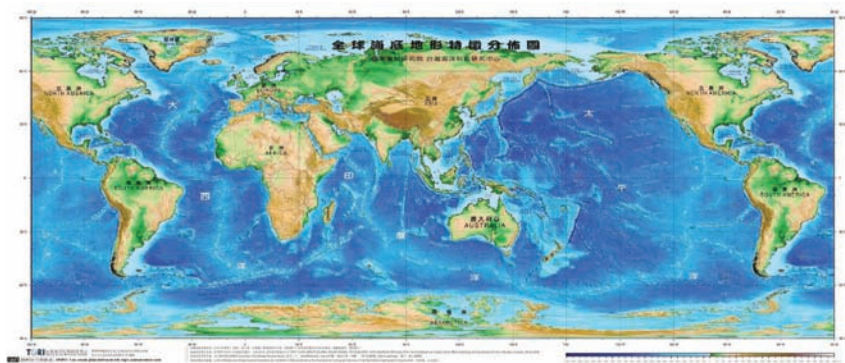


圖17 中英文全球海底地形特徵圖。（資料來源：台灣海洋科技研究中心）

週邊海域的海洋環境影響因子非常多，造成極為複雜多元的環境，海洋環境資料因而極為龐雜，需有系統且長期的觀測、歸類、分析、彙整與儲存。

對於各類型的海洋運用，無論是海洋資源開發、研究、海岸空間利用、海洋環境變遷預測、環境影響評估、漁業談判、海洋污染求償等議題，皆須運用到具統合性與完整性的海洋資料；我國目前尚未有法定的機構（如海洋法公約律定的沿海國家海洋科學和技術中心），專責發展、取得和傳播海洋科學和技術的資料；此外，我國海洋調查研究則由各單位進行個別規劃，尚待整合分配，觀測所得的資料散佈於各產、學、官、研單位，尚待合作共享；若能及早建立資料庫整合平台及資源共享機制，為科學化、系統化的保存與處理海洋資料庫系統，可有效落實海洋環境資源運用及保護。



- 1 Liu, C. S., S. Y. Liu, S. E. Lallemand, N. Lundberg, D. Reed, 〈Digital Elevation Model Offshore Taiwan and Its Tectonic Implications〉(1998), 《Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, TAO》, vol. 9, No.4, pp. 705-738.
- 2 范光龍, 〈台灣附近的海域〉, 《科學月刊》(臺北市:民國77年5月), 19卷5期, 頁348 (網址<http://210.60.226.25/science/content/1988/00050221/0010.htm>, 檢索日期:民國102年2月1日)。
- 3 范光龍, 〈台灣附近的海域〉, 《科學月刊》(臺北市:民國77年5月), 19卷5期, 頁348 (網址<http://210.60.226.25/science/content/1988/00050221/0010.htm>, 檢索日期:民國102年2月1日)。
- 4 曾鼎乾, 《南海北部大陸架第三系》(廣東科技出版社, 1981年), 260頁。

- 5 陳民本, 〈台灣海峽南部大陸斜坡沉積物之物理性質和沉積環境〉, 《台大海洋研究所研究報告》(民國72年), 第14卷, 頁42-63。
- 6 陳鎮東, 《南海海洋學》(臺北市:渤海堂, 民90年11月初版), 頁1。
- 7 Pinxian Wang and Qianyu Li, 《The South China Sea: Paleogeography and Sedimentology》(USA: Springer, 2009), pp. 26-28. 另見, 陳鎮東, 《南海海洋學》(臺北市:渤海堂, 民90年11月初版), 頁46。
- 8 海軍總司令部, 《海軍艦隊海洋測量艦標準組織規程手冊》(民國88年8月), 國軍準則-海軍-1177, 頁5-12。
- 9 海軍總司令部, 《海軍艦隊海洋測量艦海測作業手冊》(民國90年6月), 國軍準則-海軍-1274, 頁8-1。
- 10 海軍總司令部, 《海軍艦隊海洋測量艦海測作業手冊》(民國90年6月), 國軍準則-海軍-1274, 頁7-1。
- 11 田文敏、田文正, 〈水下靜態目標物之搜尋、辨識與定位—以側掃聲納系統進行德基水庫直昇機殘骸之搜尋作業〉, 《海下技術季刊》(民國89年6月), 第10卷第2期, 頁28-36。
- 12 Guenther, Gary. C., Robert W. L. Thomas and Paul E. LaRocque, 〈Design Considerations for Achieving High Accuracy with the SHOALS Bathymetric Lidar System〉, V.I. Feigels, Y.I. Kopilevich, Editors, 《Laser Remote Sensing of Natural Waters: From Theory to Practice》(1996), Proc. SPIE, Vol. 2964, pp. 54-71.
- 13 參考美國官方網站翻譯。美國在台協會, 〈美國發佈新的地球海底圖像〉, 網址:<http://iipdigital.ait.org.tw/st/chinese/article/2012/04/201204234447.html#axzz2JtS521Nu>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 14 14 NGDC, 〈ETOP01 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis〉, 《NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24》(March 2009), p. 19 (網址<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>, 檢索日期:民國102年2月1日)。
- 15 參見Bathymetry Data Viewer網站, 網址<http://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/bathymetry/>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 16 參見GEBCO網站, 網址<http://www.gebco.net/>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 17 參見「海洋學門資料庫」網站, 網址<http://www.odn.ntu.edu.tw/>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 18 台灣海洋科技研究中心, 〈中英文版全球海底地形特徵圖整備繪製完成〉(民國98年12月15日), 網址:<http://www.tori.narl.org.tw/modules/tadnews/index.php?nsn=38>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 19 參見「全國海洋資料共通平台」網站, 網址<http://todnet.tori.org.tw/>, 檢索日期:民國102年2月1日。
- 20 內政部, 民國97年1月30日台內地字第0970016243號令發布「標準地名審議及地名管理辦法」明訂:
第2條 本辦法名詞定義如下:
一、聚落:指因人文、歷史風貌或地方特色而形成之區域。
二、自然地理實體:指因天然作用所形成之地形。
三、具有地標意義公共設施:指在地理上具有指標性質之行政、交通、水利、電力、生活、產業或文教休閒等公共設施。
第3條 地名具有地理、歷史、語言、風俗習慣、原住民族傳統或地方特色,為政府機關統一使用者,應定標準地名。
- 21 IHO, 《Limits of Oceans and Seas》(Monte-Carol Monaco: 1953, 3rd edition), Special Publication No. 23, p. 38.
- 22 參見GEBCO Undersea Feature Names 網站, 網址http://www.gebco.net/data_and_products/undersea_feature_names/, 檢索日期:民國102年2月1日。