

導報灣港



季刊No.26

要目

/// 碎形法則在分析台灣海岸線維度之探討

/// 海岸防蝕對策一

人工養灘之規劃及設計(續)

/// 龍洞南口遊艇港規劃配置補充說明

/// 工研院材料所在腐蝕防治技術發展之動態及展望

/// 論大陸各港之整體開發計畫

/// 日本與美國港埠管理之探討

中華民國八十二年十月出版

目 錄

一、碎形法則在分析台灣海岸線維度之探討	1
吳瑞賢 國立中央大學土木工程研究所副教授	
二、海岸防蝕對策一	
人工養灘之規劃及設計(續)	6
黃清和 港研所海工組組長	
三、龍洞南口遊艇港規劃配置補充說明	16
陳森河 宇泰工程顧問公司	
四、工研院材料所在腐蝕防治技術發展之動態及展望	23
洪健龍 工研院材料所材料保固組組長	
五、論大陸各港之整體開發計畫	26
徐忠猷 中華港埠技術顧問社顧問	
六、日本與美國港埠管理之探討	36
王克尹 港研所助理研究員	

碎形法則在分析台灣海岸線維度之探討

吳瑞賢 國立中央大學土木工程研究所副教授

一、前言

海岸線形成受到自然界地質、氣候及潮汐所影響。海岸線的長度與蜿蜒度可由地圖或空照圖中加以量測，但是不同的觀測尺度或不同的地圖精度都可能產生不同的數值結果。

雖然自然界物體，諸如景觀、海岸線、河川或血管分佈等都呈現出非常複雜的幾何形狀，但同時也隱含了某種「與尺度無關」(scale-invariance)的性質。舉例而言，若無某些參考物體（如一個人或一個硬幣）出現在照片上，則岩岸照片拍攝時與攝影機的距離將無法加以分辨。幾乎所有的地理景觀都有這個特性[Turcotte (1989)]。這種與尺度無關的性質似乎是自然作用之下最為重要的結果。

爲了將此性質以數學方法加以描述，曼德布洛 (Mandelbrot (1967)) 首先在分析海岸線長度時考慮分數維度，並在1975年提出碎形法則 (concept of fractals)。此法則爲描述不規則幾何形狀及冪次分佈 (power-law distribution) 提供數學理論基礎。近期的研究發現，這種與傳統歐氏幾何截然不同的新觀念已可對自然界現象做出更佳的描述。最近的研究發現自然界的現象，如地理景觀、電子雜訊、非線性

系統的混沌行爲 (chaotic behavior) 等都和碎形有密切的關係。

本文介紹此碎形觀念並以台灣地區海岸線爲例，示範量測海岸線的長度與蜿蜒度。

二、碎形法則

討論碎形可先由幾何學上的幾個特異圖形著手。本文以三角卡區曲線 (von Koch curve) 爲例來說明。圖一爲三角卡區曲線的建構步驟。在建構完成之後，三角卡區曲線將可在有限的平面中（很明顯地，並未超過這張紙的範圍）擁有無限的長度。長久以來此種圖形都被視爲數學上獨有的怪異圖形 (pathology)。因爲古典幾何及微積分都完全無法應用於其上。這個圖形都具「有自我位似」(self-similarity) 性質，亦即在任何一個觀測尺度之下其形狀都完全一致。

碎形的最主要特徵爲其維度。數學上所謂「維度」，即是觀察以趨近於零的尺度，對一集合做量測 (measurement) 時，此集合所表現的行爲。可想而知，這種利用無限小尺度所做的量測在實際上並不可行。因此如果要在自然界應用時，維度的量測必須經由另一種程序。Mandelbrot (1983)

指出所謂碎形維度即是當量測尺度縮小時，物體增加多少新的部份的描述。由於碎形的本質為自我位似，所以維度可經由比較物體在兩種不同尺度下的性質而得 [Liebovitch and Toth (1989)]。

維度的定義有多種，其中尤以網格維度與角規維度，在實際應用上較為普遍。這兩種定義對統計上自我位似曲線的維度量測值可得到相同的結果。本文採用角規維度(divider dimension)作為分析的工具。

角規維度只適用於曲線的描述。在數學上的定義為使用一長度趨近於零的線段蓋滿整段曲線時所須數目與線段長乘積，亦即所量得曲線總長度與所使用線段長度間的關係。換言之，角規法(divider walking algorithm)以比較兩不同尺度下的性質為其在實際應用上的根據。應用角規法的步驟為每次使用不同開幅長度的角規量得曲線的全長，再將角規開幅(divider open length)及所量得總長度各取對數繪於直角坐標圖上（此稱之為理查森圖），求得圖上斜線之斜率 d_s 。則碎形維度，或稱為角規維度為 $D_s = 1 - d_s$ 。

雖然角規法的應用只侷限於拓撲一維的曲線上，但其優點在於能夠在資料精度所允許的尺度範圍中使用一系列開幅差距非常小的角規量取全長，因此可以很詳盡的表現曲線在各個差距很小的尺度間的細微性質變化。這個細微的變化可能隱含很重要的物理意義。

三、碎形在自然界的適用性

Mandelbrot (1967) 首先將碎形應用於描述自然界。雖然自然界的物體在各個不同尺度下看起來非常相似，但可想而知，其形狀不可能完全一樣。換言之，自然界物體除少數例外（如雪花），大多數皆不為嚴格的自我位似集。為符合碎形自我位要求，Mandelbrot(1967) 認為自然界的物體與數學上某些隨機集(random sets)所具的所謂「統計上自我位似」性一致，亦即每個尺度下的形狀可視為在統計觀點下原圖形的縮小。然而雖經由此定義符合了自我位似要求，自然界的物體仍不是真正數學上所稱的碎形。因為若以夠小或夠大的尺度來觀察自然界物體，則其碎形特性將消失而由歐氏幾何所主導。這個特性與前述碎形所應具有的等一項性質互相矛盾，因此許多學者對碎形於自然界描述的適用性加以質疑。然而，由於在一定尺度範圍中自然界物體仍具有和碎形非常近似的性質，因此在這個範圍中若以碎形來描述將非常適合。由於與數學上的碎形有所出入，因此更適切的稱呼應為「自然碎形」(natural fractals)。

四、台灣地區海岸線的碎形結構

本文以台灣地區海岸線為例，對碎形在自然界的應用作一說明。值得注意的是海岸線的長度無法很適切的表示。當地圖比例尺逐漸減少的時候，更多小的海岸變曲就會出現，使長度逐漸增加。

吾人可利用雙對數圖加以分析。所使用的方法即為角規法，也就是在海岸線資料精度所許可的範圍內，利用一系列不同開幅長度的角規（量測尺度）以量得海岸線的總長度。如前所述，角規法非常適用於拓撲一維曲線的分析，因其可以藉由一系列彼此間差距甚小的量測尺度將被量測物體的特性完整地展現。

本文選擇西部北門地區海岸線做為研究對象，並使用二十五萬分之一比例尺地圖。整段海岸線的資料經由數位板數化。在數位化時，兩個資料點間的最小差距設定為五十公尺（按照真實尺度），也就是在二十五萬分之一地圖上的 0.2 公釐。在分析時，起始的尺度設定為五十公尺以避免因資料的精度而影響到分析結果。

圖二為分析的結果。圖二所示之雙對數圖（即理查森圖）上可以清楚發現整個圖形是 S 狀，亦即在某兩個特定的尺度以上或以下，碎形特性即不復存在。這兩個尺度稱為上、下界（upper and lower cut-offs）。理查森圖出現不可靠的震盪的成因是開幅相近的角規可能會持續遇到或未遇到小的彎曲，因而嚴重影響所量得的總長度。然而這種震盪純由計算上的截位（truncation）而來，並沒有物理上的意義。在上、下界間存在一具有斜率 d 的斜線。依照本圖可推求出此段區域的碎形維度或稱角規維度為 1.29。

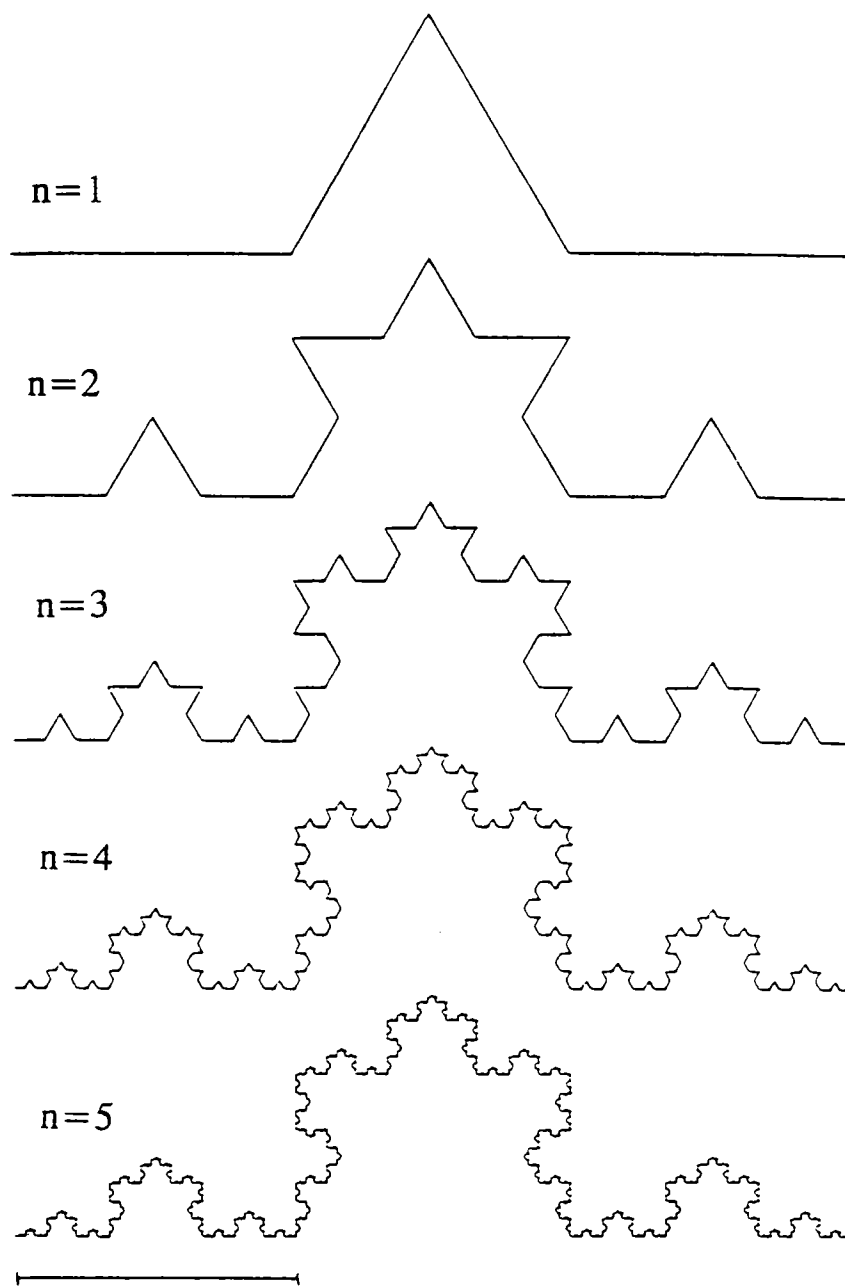
五、結論

本文列舉如何應用碎形分析海岸蜿蜒程度，此分析顯示理查森圖能完整表現海岸的特性。

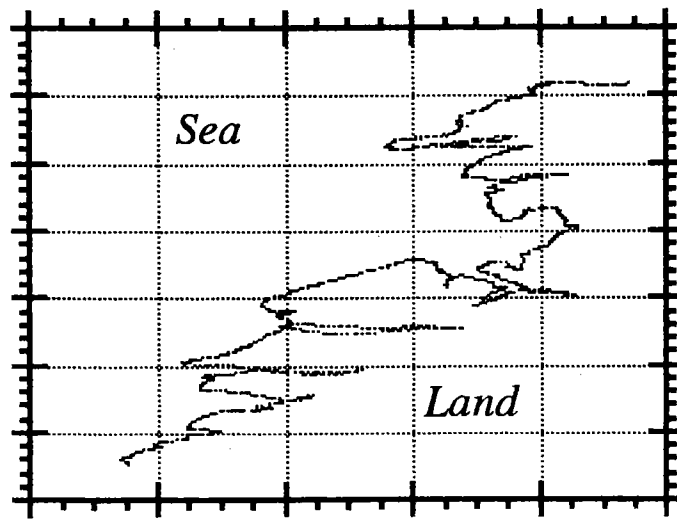
由於碎形仍然是一個非常新的觀念，許多基本的理論、解釋及應用都仍未完備。但可預見的是，由於碎形比傳統的幾何對於描述自然界物體具有更多優點，其必將成為未來科學及工程界的重要工具及理論之一。

參考文獻

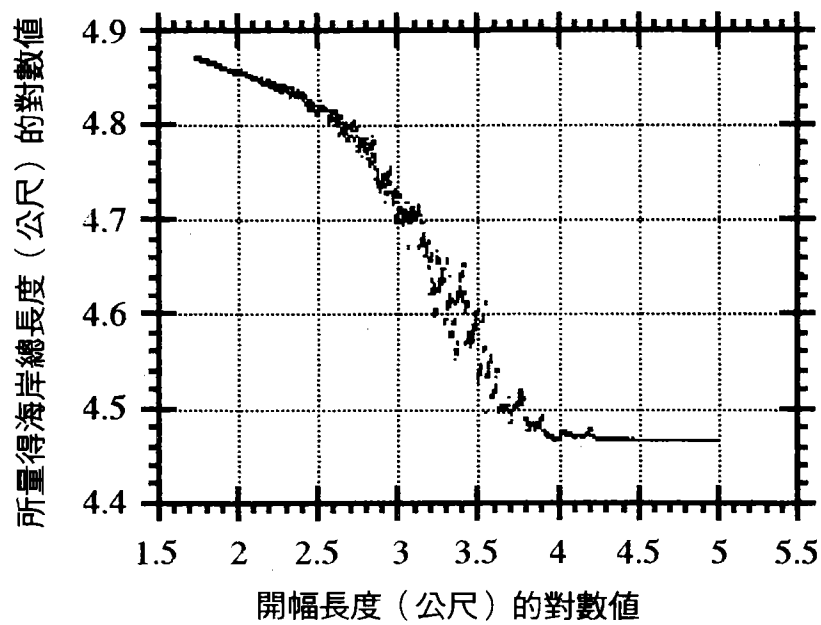
1. Liebovitch, L. S., and T. Toth, A Fast Algorithm to Determine Fractal Dimensions by Box Counting, *Physics Letters A*, 141, 386-390, 1989
2. Mandelbrot, B. B., How Long is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension, *Science*, 156, 636-638, 1967
3. Mandelbrot, B. B., *The Fractal Geometry of Nature*, W. H. Freeman, New York, U.S.A., 1983
4. Turcotte, D. L., Fractals in Geology and Geophysics, in *Fractals in Geophysics*, C. H. Scholz and B. B. Mandelbrot eds., Birkhauser Verlag, Boston, 171-196, 1989



圖一：三角卡區曲線的建構步驟



橫軸每一大格表示 2 公里，每一小格表示 0.5 公里
縱軸每一大格表示 5 公里，每一小格表示 1 公里



圖二：北門地區海岸線之分析圖，其碎形維度為 1.29

海岸防蝕對策一

人工養灘之規劃及設計 (續)

黃清和 港研所海岸工程組研究員兼組長

2-4 回填區 (Reclamation or disposal area)

當人們希望完全以沙來養灘時，則應注意需將大量的沙源沿著前灘 (foreshore) 之長度均勻地拋放。有關沙源拋置區排放管線之配置大都委由承包商來處理，為了獲致養灘時坡度之一致，抽沙之排放應平行海岸線施工，且排放之高度亦應維持在 N.A.P. + 4.5m。若施工時採垂直海岸方式進行時，將造成海岸線不規則形狀，爾後要再修正時則很困難矣！

而抽沙排放高度應足以用來防止海浪之衝擊以及能獲致擬欲調整所需之海灘坡度，此舉可藉由加長或縮短堤岸 (bunds) 方法獲致。顆粒較細之沙源其產生之坡度較平緩，可利用較長之堤岸 (bunds) 修正之。抽沙排放之處置方式決定於養灘區之寬度；排放管線配置之主線應盡可能之保

持平直以減少因摩擦之損失；兩管線間之間距最好維持在 40~50 公尺間為佳，在大部份情況下，工程人員大部採用開放式之回填 (open reclamation)，同時施工時應避免最內部管線對沙丘底部所產生之侵蝕。

利用這種水力式填沙養灘施工方式，重要考量因素分別為回填後海灘之坡度、回填材料之分離 (segregation) 以及其可親性 (accessibility)，這些考量均直接與養灘排放沙源其所含較細顆粒之數量有關，亦即與借土區之材料以及抽沙挖掘地點有關。換言之這些考量與排放沙源係直接抽取或用開底船 (hopper) 來運輸有關，通常以這二種方式抽排放沙源時，將造成較細顆粒粒徑沙之流出，因此沙分離速率取決於養灘施工執行之方式，而且和養灘所用沙源粒徑、形狀以及其抽排放含沙濃度有關，一般而言，表中 2-1 之數據可作為參考。

表 2-1 養灘拋放坡度與沙源粒徑之關係

顆粒大小		水面上坡度	水面下坡度	水面下坡度
			(浪小時)	(浪大時)
細砂	60 μ m ~ 200 μ m	1:50 ~ 100	1:6 ~ 8	1:15 ~ 30
中砂	200 μ m ~ 600 μ m	1:25 ~ 50	1:5 ~ 8	1:10 ~ 15
粗砂	600 μ m ~ 2000 μ m	1:10 ~ 25	1:3 ~ 4	1:4 ~ 10
碎石	> 2000 μ m	1:5 ~ 10	1:2	1:3 ~ 6

這些養灘沙源拋放坡度，將在很短期間裏轉變成如同第2—3節中所給自然海灘之坡度，因此建議在養灘施工執行中沙源拋放坡度應較所期盼自然海灘坡度稍為陡些為佳。

當養灘整個寬度需要較低回填高度且需要大量輸出沙源時，為了避免使用堆土機（bulldozers）所造成材料之轉移，可使用一種所謂“快速接合流管系統”（a quick-coupling system），其優點為

- 為延長管路（pipelines）需將整個流管改為水壓式凡爾座（value set）時，可以不必花費時間完全清除，管路之接合可在運作（operation）過程中完成。
- 在凡爾座後不會有沈積物或障礙物產生。
- 可節省回填區之人工勞力。

——可使用最少的凡爾座組。

——可迅速及輕易延長管路不需要挖土機整地，故管路中心線之間距可減少。

——不需螺栓、螺帽、板手、襯墊以及鏈子等，且接合時具有柔韌性而抽排砂不會洩漏。

惟快速接合系統亦有一些缺失，諸如

——由於在流管之頭部需分成兩個較小之管路，因此會產生兩個回填區。

——在回填位置需要增加如水力式起重機（hydraulic crane）等額外之裝備。

——該快速接合系統之兩個腳必須彼此保持若干配合，否則沈澱將導致較長一腳的阻塞。

由以上幾點可總結，此種系統除容易操作而且亦可減少回填工作管路

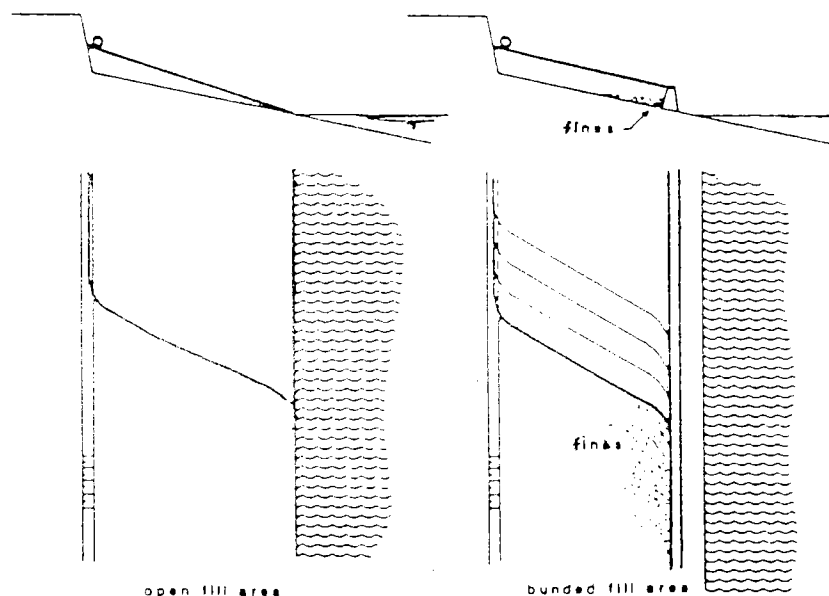


圖8 open-fill and banded-fill

連結時之拖延時間。

有關開放式填沙方式另外一種與上述系統大不相同者即在海邊利用堤岸包圍起來之回填方式如圖 8 所示，利用這種方式，則會有較大比例細顆粒之沙源，在回填區之低處及遠端，通常是在前灘地帶可被攔截。此現象將由於堤岸後方因底質之侵蝕產生洞穴以形成壕溝使得這些區域，不適合於作娛樂休閒性之回填養灘。這種現象不僅危險而且在海灘回填一段較長時間後，將會造成當地區域不整齊地外觀。因此一個良好的養灘計劃除了需要有品質佳的粒料外，尚須一適當的回填工作之執行計劃，這種回填方式即採用開放式填沙區或採用一半是開放式填沙區（on-one-side-open fill area），如此在養灘抽排沙之同時，這些顆粒較細之沙源可利用回填之水輸送到海裏面。

沙質顆粒的變化特性與回填配置之形式有關。流出點越遠則其平均粒徑越小且顆粒的尖銳度愈大，其結果會有一層較粗粒料會蓋住良質粒徑。而粒質特性變化之距離長短與其回填區域寬度、排放率、排沙濃度、沙層的厚度、水位以及原來粒料的特性有關。除了上述考量以外，雖然在借土區空隙比（void ratio）與回填區間兩者沒有關係，但其密度仍會改變。在回填區其所達到之密度取決於水面上或水面下之粒徑有否發生沉降作用（settling），根據回填區密度之觀察之試驗結果顯示，水位以上所排放沙沉降後之相對密度（relative density）約在 50%~65% 間，惟在水面下者則其

相對密度則在 35%~45% 間。

目前為止，以上所討論者僅限於水力式養灘所應考量者，但有關人工養灘亦可藉由漏斗挖泥船（hopper dredgers）或駁船（barges）直接排放，利用這種方式倒沙養灘者，其相對密度較低通常小於 40%，而養灘坡度則分別取決於施工執行方式、水深以及土壤之特性等而定。

2-5 借土區（Borrow area）

挖掘沙源之位置，是人工養灘計劃設計上一個必須考慮的因素，在過去，海灣（bays）、潟湖（lagoons）、河口（estuaries）以及向岸（on-shore）地區，都是挖掘沙源之來處。通常在向岸地區取得沙源就較在離岸地區者不需複雜的底質管路設備，但其每 m^3 的土地所獲得之底質費用成本經常很高昂，也因此工程師乃較不熱衷於在於該地區獲取沙源。

海灣及潟湖及沈澱物（sediments）其顆粒粒徑通常較自然海灘之沙來得細小且為均勻一致，故其流失率相當高。唯這些地區，其沙源仍經常被列為最具成本效益的，蓋這些地區通常較接近養灘計劃之位置且由於其遮蔽效果提供挖掘設備一個較佳之工作環境，因此在人工養灘計劃中，環境的考量亦是一種很重要的因素。

惟離岸地區（offshore area），近年來因適合海上挖取設備的不斷開發，通常亦被考慮作為人工養灘挖掘沙源之所在，蓋該地區其沙源之特性與原來海灘沙較具相容性，且其費用

亦有可能較利用傳統方式獲取沙源來得經濟。

2-5-1 借土區的條件 (conditions)

借土區必須符合某些條件

(1) 需有足夠數量的沙源 (sufficient quantity)

一適當的借土區通常必須能提供至少約 30 萬到 200 萬 m^3 之沙源。對一吸取式挖泥船若挖掘一個邊坡為 1:4，挖到 -40m 深圓錐形 (cone-shaped) 之坑洞而言，大概可提供約 100 萬 m^3 之沙源。挖掘沙源的方式經常是作為選擇挖泥船種類的一項重要依據。

(2) 良好的品質 (Good quality)

顆粒粒徑大小的分佈、成份、硬度以及緊密度 (compactness) 均為考量的因素。挖掘區沙源顆粒粒徑大小的分佈對挖泥船之挖泥量以及對儲存區 (disposal area) 之損失，更是一項重要的因素。

(3) 水深 (water depth)

依挖泥船的種類而定，但最大挖取深度為 $\pm 60m$ ，而最小水深亦需滿足挖泥船的吃水限制。

(4) 距離 (distance)

當採用直接抽砂作人工養灘時，排放距離的考慮，特別重要。距離過遠，則應考慮中間設置水力加壓站 (booster stations)。

(5) 考量波浪沖擊之影響 (exposure to waves)

(6) 週遭環境的考量 (environmental aspects)

2-5-2 挖掘沙源之搜尋 (search)

搜尋某種適當養灘材料是人工養

灘計劃過程中必須執行的一項工作，有關這方面資料之收集，最恰當的時機是選在夏季風平浪靜的期間進行。在任何外業 (field-work) 付之實施以前，應先作好收集有關底床特性之室內工作 (desk work)。首要的工作即先行確定擬搜尋區域之範圍，此舉將有助於成本分析如輸送距離之估算，被挖掘沙源覆蓋之地區必須適於挖掘機械之裝置。在大部份情況下，若是利用吸取式或鉸刀式挖泥船進行直接排放沙源方式時，在低潮時最小的水深應在 2.5m 以上，若挖掘地區距離養灘地區甚遠時，若採用拖式抽水漏斗挖泥船 (trailing suction hopper dredgers)，則其水深在低潮時，不得少於 5m 以下，但有某些地區則可以不必進行調查事宜，這些地區分別包括特別淺之淺水區、有強烈橫流區域，有大浪地區、軍事區域、具有海床設施地區 (如電力、電話纜線等)、船隻往來航線忙碌地區以及任何因降低海床高度會造成鄰近海岸線地形變化及波浪海況地區等等。

2-5-3 現場調查 (investigations)

量測底床高程最佳的方式即是利用測深儀 (echo-sounding meter)，惟使用測深儀時，必須有良好之水面情況其數據才會精確。最好是利用一種所謂聲納邊界掃描器 (side-scan sonar) 效果更佳，工程人員只要謹慎選用聲納之頻率、範圍 (range) 以及拖網漁船底床面以上之高度，通常即可獲致用來判斷海床底質特性資料，利用聲納邊界掃描亦可探知露出岩石及遇難沈船之位置，這些地區都可能造

成挖取作業進行時，船隻航行之安全。工程師們亦可考慮用一種所謂“振動式底床剖面儀”(seismic sub-bottom profiler)來觀測底床表面沈澱質之厚度。

石床表面通常會有明顯的反射，但儀器僅限制使用在決定儲存區底床較特殊之特性。因此該種儀器必須事先作地面鑿孔(borehole)之率定工作。鑽孔試驗是目前進行土壤調查最可靠滿意的方式，但水中之鑽孔其費用是非常昂貴的，故採用這種震動法，就經濟觀點而言，是一種可被接受的選擇。

2-5-4 挖掘沙源與自然海灘沙之差異

Difference between borrow and native beach sand)

存在於自然海灘的底質，通常都是經過波浪一段長時間良好的篩作用，因此其底質粒徑分佈曲線都較陡峻且大部份顆粒粒徑值都被區分在 D_{50} 值，故一般而言，海沙其粒徑分佈則較均勻蓋較細部份之底質已因時間關係被波浪移走了。級配好的底質則其粒徑大小分佈較不均勻，其成份包含有相當大比例部份之較細及較粗的底質。故當挖掘沙源與自然海灘沙源作比較時，吾人不僅僅只是觀查 D_{50} 值大小，同時也必須注意其級配(grading)。

在計算沿岸漂沙(longshore transport sediment) D_{50} 值間之不同效果時，可利用標準輸沙公式。但工程師必須注意者不能引用 CERC 公式，蓋在這公式中並不包含有 D_{50} 這項，CERC 公式是用計算當波浪以斜向入射時所引

之輸沙公式。其他公式，譬如 Bijker 公式，係利用 D_{50} 當作粒徑大小的特性而忽略在級配分佈之任何差異。在一般海岸工程實務上當海灘底質已經過充份篩作用時，這個公式是可被接受的，惟若用來判斷補充沙源，則這些公式仍然無效。

在美國，James (1974, 1975)、Hobson (1977)、以及 Hobson and James (1978) 等，已發展出許多方法。他們分別利用下列參數作為判斷兩者差異之參數。

填沙比率(fill-factor)

一用以估算完成計劃規模(project dimension)所必須補充沙源的超出體積(excess volume)。

溢滿比(overflow ratio)

一定義為必需要放置沙源體積與所需要設計體積比。

再養灘比率(renourishment factor)

一預測所補充之性質，與原本海灘底質會產生侵蝕之穩定度。

顆粒粒徑大小分佈通常以兩主要參數來定義

$$\mu = 0.5(\phi_{84} + \phi_{16}) = \text{phi 平均值}$$

與 $\sigma = 0.5(\phi_{84} - \phi_{16}) = \text{phi 級配或phi標準離差}$

此處 $\phi = -\log_2(D) = -3.22 \log_{10}(D)$

D = 顆粒粒徑，單位為 mm

溢滿比 R 為 μ 和 σ 之函數

這個方法有一重要因素需考量者，即假設較細以及較粗部份的沙必須先行移去以期獲致一種顆粒分佈均勻且級配良好的底質，這部份可視為是損失掉的，由於這個方法並非根據漂沙輸送之物理法則，因此必須要小心

引用，惟該法對分別來自不同挖掘沙源擬作一選擇時可能很有用。

2-6再補注沙質之修飾 (recharge material modification)

通常對於養灘最後所拋放在海灘的借土區底質，將會與養灘區有一明顯不同之級配。這種差異性將增加對包含在原生底質細沙百分比以及利用水處理過沙質之次數有直接的相關性，在整個處理的過程當中，一般顆粒粒徑小於 $200\mu m$ 之細顆粒將經由篩過程 (winnowing) 有流失之虞，如在挖取時由於漏斗的溢流，在倒入巨浪坑 (surge pit)，以截斷式挖泥船在處理時以及當排放在海灘斷面時都會產生漏失，而且其數量還相當龐大。

有關這方面的詳細實例，已往資料很少，惟少數已有記錄案例顯示自挖掘區將沙源排放到養灘區其體積漏失率在10%到15%是很正常的。唯吾人若能將自然底質在挖掘區先行刻意修飾 (deliberate modification) 則可減少排放到養灘區之損失率。這種刻意對挖掘區沙源作修飾之工作，工程師們可利用現代化拖曳抽取式漏斗挖泥船挖取。即在開始挖掘時先行設定漏斗之溢流高程為其最低高程，則將有甚大比例之細顆粒，隨排放水而帶到船外。經由溢流高程適當的調整，則大部份之細顆粒將會繼續排放到船外，其損失率約可達50%或50%以上，如此載送到養灘區之沙源其損失率即可減少，顯然這些漏失需要在挖掘區

挖取更大量的沙源以養灘，惟就養灘底質對於海灘保護適合性的效果是有利的。由於養灘所拋置在海灘上這些已修飾過的底質將會改變養灘的底質級配，自然即會增加對海灘侵蝕的抵抗性。

近幾年在英國，海灘再造設計者，對於採用較粗底質，特別是碎石 (gravel) 以及圓石 (cobbles) 作為養灘的材料已證明有顯著之成效。同時業已完成若干個採用像沙粒大小的沙源養灘計劃成功的案例，且證明效果良好，惟在世界其他地區目前仍有許有採用底質粒徑 D_{50} 在 $0.18\sim 0.35mm$ 之細底質作為養灘沙源，此乃因採用合適粗粒徑之底質較不經濟之緣故。在開闢暴露海岸處採用較細顆粒底質作為養灘沙源，已證明是種經濟而實用的延續。

2-7沙之損失 (Sand losses)

作業損失 (handling losses)

如果挖掘底質含有適度或大部份細沙或淤泥 (silt)，則在挖掘作業過程期間，將可預期相當數量之損失。

損失百分率僅能根據在借土區所觀測之數量作為計算之依據，假如係量測海灘剖面則無法計算損失百分比，蓋有些數量係被沖到前灘 (fore shore)，而我們所量測剖面距離到底是應距岸邊100、400、800、或1000公尺結果都不一樣。

表2-2 在荷蘭某些例子

地 點	年度	季節	每週損失量 (m ³ /週)	損失百分比	附 註
Goeree	1969	冬	30,000	50%	有300萬立方米，粒 徑d50為0.100mm細砂 粗砂，d50為0.300mm
Goeree	1971	春	100,000	25%	
Goeree	1973	冬	200,000	20%	
Goeree	1977	夏	120,000	13%	
Hook of Holland	1971	年	250,000	20	
			~400,000	~25%	
Scheveningen	1975	夏	45,000	70%	

2-8可使用性、遲延性 (workability, delays)

為評估執行期間 (execution period) 以及計算成本，事先評估養灘計劃遲延性乃是有必要的。而天候條件乃是首要之務。

2-8-1 在養灘拋置區之遲延 (delays at the disposal area)

若是利用水力式管路輸送養灘沙源，至少需要兩組排放管線以及儲置區，其中一組管路可以用來當需要將排放沙源繼續經由其他支管路繼續排放時加長用。而這個支管為了必須能夠經常地移動，以限制管路之數目。排放管路應儘量安裝在較高處，以避免暴風浪之損壞。而管路經過碎波帶 (breaker zone) 時更可能損壞以致造成養灘工程之延誤，因為工程人員必須等到風平浪靜天候良好時才可開始修護。

2-8-2 駁船 (barges)

養灘計劃當使用駁船輸送沙源時，因為必須要卸下這些沙源，故等候遲延問題勢必發生，這是在擬定施工計劃時必須考慮的一個問題。

2-8-3 連續性工作 (continued working)

夜間工作情況遠較白天工作情況為不佳，因此經常會令發生放置太多或太少沙源於某一個特別剖面之問題。

2-8-4 前灘區之養灘 (foreshore nourishment)

大浪、低潮以及強流等問題均會造成養灘計劃工作之延誤。同時水面下之障礙物如沙洲 (sandbanks) 等或水面上障礙物如突堤 (Groins) 等亦是經常致使養灘計劃工作延誤之一重要因素。這些因素都將導致不可工作日數之增加。其他如工作方法或使用機具的形態等亦是影響之重要因素之一。再者於養灘處無法進行正常測量調查區域，也會造成養灘計劃工作之延誤。

2-9測量方式 (Method of measurement)，單位為實方 (in situ cubic meters)

水上作業欲作好品質良好之測量工作實際上是有困難的，因此在簽訂養灘作業工作合約文件當中，必須先

明訂測量的方法。

2-9-1 在挖掘區的測量 (Measurement in borrowing area)

品質佳的測量工作必須具備有良好的定位系統 (position systems) 、測量設備以及有足夠可工作 (workable) 的時間，全部挖掘的沙源體積是測量前與測量後兩次體積之差 (單位為 m^3) 惟當底床在短期間有明顯變化的地區如海底溝谷 (gullies) ，移動的沙洲 (moving sandbanks) 等，則不適合用這種方法。

2-9-2 利用輸送式的測量 (Measurement in means of transport)

當用漏斗式挖泥船或駁船運送養灘沙源時，其數量可以漏斗式挖泥船或駁船本身之體積載重計算，其單位為鬆方 (loose cubic meters) 。而工程人員亦可用管路來量測沙源體積，惟該些數據則不夠精確到可以作為付款之依據。

2-9-3 在拋置區之測量 (Measurement at disposal area)

在利用水力式養灘排放區，量測排放前後養灘剖面亦可作為計算養灘數量之合理依據。由於水面下的坡度有可能改變，故量測工作應在排放後立即進行，此外由於海象條件在碎波帶之量測工作亦有可能延誤，應加注意。其他如較小顆粒底質因以懸浮質形態存在，則無法量測。

2-10 其他應考量之因素

2-10-1 季節 (season)

養灘計劃工程應儘可能避免在冬

季或暴風期間進行，蓋此期間因海象所造成工程延誤之機率非常大，同時亦應避免選在觀光娛樂尖峰季節抽排放沙源。許多養灘計劃大都選在夏季開始，然後大約在11月到12月完成。

2-10-2 水文方面考量 (Hydrological aspects)

水文方面考量亦應一併調查，在沙源儲存區，所排放之鹽水很可能會造成地下水位之抬升，特別係當排放區沙洲具有數層較高滲透性之土層時，在其沙洲後產生問題，因此地下水位應加以監測以達回填預期效果。此點考慮尤當沙洲 (dunes) 面很小且在沙洲後面是屬農業區域或建築區時顯得特別重要。

2-10-3 環境考量 (Environmental aspects)

由海底抽沙時，有大部份海底生物將會受到傷害，就淺水區生態環境 (ecosystems) 而言，這些海底動物通常為魚類以及海鳥之主食，故養灘抽沙時應慎選在該些海底動物已經稀少或該些海底生物將會很快繁殖的地區為宜。

在荷蘭 Waddenzee 處在低水位時，沙盤 (sandplates) 經藏有極豐富的海底生物，惟在海底溝谷 (gullies) 水深負 5~10m 處，河流出口以及三角洲等地該些海底生物則非常稀少。

這些海底動物生態之回復完全取決於底床原來斷面恢復之完整性以及沈澱物的組成成份而定。在淤泥沙量低及多沙的地區，尤其是流速較大的潮溝區，挖掘洞穴時，通常在幾個月

內即可填滿相同的底質，原來的海底生物（已很稀少）將也會於短期間內回復，因此工程師們可考慮在較淺的內陸選擇挖掘區，就像在荷蘭 Waddenzee 區養灘時即選擇在潮溝裏面或沿著潮溝挖掘補充沙源。

挖掘沙源通常亦會造成當地水質的改變，一般淤泥含量將會增加即增加濁度（turbidity）同時底層的海水亦會和上層的海水混合，這些水質的改變通常會對海底之植物、動物等有不同的負面影響，因此借土區應儘量選擇在沿著流速較大之潮溝，淤泥含量較小的地區挖掘而應避免選擇在會有蚌貝類沙洲（mussel banks）地區挖掘。

通常最好的挖泥運作季節在秋冬交替之季，蓋此時海底生物活動物較少。

2-11 養灘成本（costs）

養灘計劃的執行成本取決於諸多因素，工程師們很難精確估算出每一立方公尺的大約成本。

養灘成本大致可分成固定成本與變動成本。固定成本包括機械動員費用（Mobilisation costs）、碇泊設備（mooring facilities）以及浸沒式排放管路之安置費用等，這些成本當養灘所需抽排放數量小時則顯得特別突出。養灘時影響成本重要因素分別如下：

- * 挖掘地區的天候條件
- * 沙源的級配
- * 底部的土層以及挖掘的高度
- * 輸送及抽排放的距離（是否需

要中繼站？）

* 量測方法（method of measurement）

* 儲置方法（disposal method）

如果養灘計劃能配合船舶航道浚挖或加寬工程進行，很明顯的則其所需成本將會較經濟。

2-12 施工設計說明書（specifications）

養灘計劃通常不需要很詳細的說明書，僅需要大略施工地點，所需橫斷面及擬拋放之坡度的概圖即可，養灘高度容許±0.2m誤差。總而言之，養灘計劃較重要的事項是每公尺究竟應需多少體積之補充量，而非正確的剖面，此外在挖掘區也必須要有足夠之鑽孔以及清楚地描述測量方法，再者亦應敘述及控制抽排放點以及量測漂沙的方法。

參考資料

1. R. J. de Heer, "Beach Nourishment by dredging", Part 4, IHE, Delft, Holland, 1991.
2. Bijker, E.C., "Protection of sandy coasts", CODEDEC, 87, Nanjing.
3. Lindo, M., "Development in coastal protection", Dredging + port construction, Feb. 1989.
4. James, W. R. "Borrow material texture and Beach fill stability", proceedings of the 14th coastal Engineering Conference, Copenhagen, 1974.

5. Per Bruun, "Design and construction of mounds for breakwaters and coastal protection", Elsevier Science Publishers-Vol. 37, 1985.
6. K. d'Angremond, A. J. de Jong, J. H. Van Oorschot, "Beach replenishment design elements and implementation", Terra et Aqua No. 37, Aug. 1988.
7. Shore protection Manual, 1984, Corps of Engineers, U.S.A.
8. Manual on Artificial Beach Nourishment, delft.
9. Fleming, C. A. "Principles and effectiveness of groyes" in coastal protection (1990).
10. "Gravel beaches Equilibrium profile and longshore trasport of coarse material under regular and irregular wave attack" (1982) of Delft Hydraulics.

龍洞南口遊艇港規劃配置補充說明

陳森河 宇泰工程顧問公司龍洞南口遊艇港規劃設計專案

壹、前言

龍洞南口遊艇港為國內第一座遊艇港，為慎重起見在整個規劃設計作業過程中，觀光局曾多次邀請國內外之專家、學者、業界反覆討論，正反意見不斷被提出檢討，且獲充份溝通，最後方定案並付諸施工。為讓港灣界之同仁能瞭解整個計畫之概況，特於八十一年四月之港灣報導為文簡介。但於八十二年七月出版之港灣報導中拜讀蘇棋福先生「對龍洞南口遊艇港規劃配置之淺見」一文後，研判該文部份內容可能因作者未實際參與作業，瞭解不夠深入，致下筆有所偏差，因此深覺有必要為文補充說明，避免整個計畫遭誤導，對各有關單位產生不必要之困擾。

貳、龍洞南口港址之選擇

龍洞南口遊艇港址如圖一所示，位於龍洞隧道南口東側，直接面對太平洋，海岸線呈南北走向，除三貂角對南及東南向之波浪有局部之遮蔽外，幾無任何地形遮蔽，而且港址後側緊貼濱海公路及峭壁，用地十分不足，整體來說並非一理想之遊艇港港址，此點在中華顧問工程司之選址報告

及國外專家之勘查意見中均被提及，觀光局事前已充份瞭解。

但觀光局為帶動國內休閒活動走向海洋，亟須及早興建一遊艇港，由於東北角風景特定區緊臨大台北都會區，遊憩需求與日俱增，因此優先鎖定計畫在東北角風景特定區內興建國內第一座遊艇港。但東北角風景特定區內較適合建遊艇港之港址—龍洞灣及卯澳灣，均因土地取得問題無法解決，工期遙不可及，為讓國內能及早踏出遊艇活動之第一步，觀光局在審慎考慮後決定先推動土地取得完全無問題之龍洞南口遊艇港興建計畫，本遊艇港屬龍洞南口海洋公園之一部份，位於龍洞南口海洋公園之南區。

參、配置計畫疑點補充說明

一、港口開口方向之檢討

在蘇先生文中第一個問題為「港口航道之開口方向最好避免直接面向東或東南方向，尤其像龍洞南口海岸，最大颱風波浪必定是東或東南方向，而中華及宇泰兩家公司之平面配置，大家都採八字型兩道雙重開口佈置，基本上就無法直接避免波浪之入侵。」

(一)港口航道不向東北開之原因

會提出此問題可能因該文作者對整個計畫及工址之情況並不瞭解，本港址因海岸線呈南北走向，港口航道之開口方向只有三種選擇—東北、東、東南，中華及宇泰均不考慮向東北開之原因有三：

1. 遊艇港之北側為海洋公園之海水游泳池（原來為廢棄之九孔池），海水游泳池外側為水上活動區，亦為潛水客之最愛，為本海洋公園之重要賣點，不可能破壞作為進出港航道，而且遊艇港由東北向進出港會影響海洋公園泳客及潛水客之安全。
2. 如向東北開因航道位置均為淺礁，不但挖岩費用高，而且對整個海洋公園環境之破壞極大。
3. 因北部東北季風期極長，如面向東北開則本港東北季風期將甚難使用。

(二) 港口航道不向東開之原因

至於選擇向東南開，而不向東開之主要原因為：

1. 航道向東南偏可降低進出港船隻操航時對海洋公園泳客安全之影響。
2. 本工址因南側有三貂角之遮蔽，加上波浪之折繞射效果，東南向之颱風波浪傳遞至港址或多或少會有所衰減，加以南堤外側有一片外伸之淺礁，亦對東南向之颱風波浪有局部之遮蔽。

3. 港域之縱深不足，向東開為消滅入侵之波能，將大幅減少效泊地面積。

二、定案平面佈置之研擬(圖二)

由於本港址無地形遮蔽之條件，加以遊艇港景觀及視野之要求，無法將防波堤全面加高至一般商漁港外廓堤之高度，因此只能想辦法充份利用整個區域礁岩分佈之特性來消滅作用在外廓堤之波力及入侵港內之波能，故整個港區採內挖方式規劃，因此南北外堤除堤頭部份外，堤之外側均為淺礁，大浪將因淺化而碎波，致波力將大幅消滅，但為取得較佳之視野，堤身高度(除堤頭部份外)考慮允許局部越波，因此採用外、中、內三個泊渠以實心重力堤分隔之配置方式來規劃，外泊渠在颱風時禁止靠船，作為越入港內之波能之靜波池，以增加中泊渠及內泊渠之靜穩度，可謂用心良苦。以下僅就港池靜穩度及操船安全性以及堤頭沉箱段鯨魚造型加以說明。

(一) 港池靜穩度

本計畫在完成初步平面佈置方案後，特進行數值模式計算，進而修正初步平面佈置方案，以定出平面佈置草案，為慎重起見特委託海洋大學進行水工模型遮蔽試驗，以探討港內靜穩度之情形。

經試驗分析後發現由於港池過小(相對於颱風巨浪之波長)平面佈置草案中泊渠部份水域之 K_0 值仍達0.05，較預期值來得大(如蘇先生文中所述)，因此在完成

試驗進行細部設計之前，特針對試驗當中發現之波能傳遞特性作了下列幾點局部修正，相信能滿足靜穩度要求。由於細部設計所採用之定案佈置與水工試驗時之佈置不完全相同，此點不說明甚難由圖上比對出來，易引起局外人誤解。

1. 調整港口方向，使其再略為偏南(朝南南東開)，使南側延伸之淺礁發揮更大之遮蔽效果。
2. 中泊渠之開口再略向南移，使繞射進中泊渠之波能更少，並於北支堤外側面對港口之堤段加拋消波塊。
3. 中泊渠兩道固定支堤之位置配合中泊渠之開口調整，而分隔內泊渠之南內支堤亦向北延伸，使侵入內泊渠之波能更小。
4. 將港池北側水域前之暗礁清除，避免入侵港內之波能反射至泊渠，同時在此硬岩基之淺水區規設一片坡度平緩之人工沙灘(配合一道潛堤)，使得入侵港內之波能能在此消散。

註：在蘇先生之文章中曾建議將內港口之位置移至此淺水區之南側，此方案或可增加入侵泊渠之波能，但此區之水深極淺，而且地質屬極硬之岩盤，要全面浚挖至設計水深 -4.0M，所需之工程費用極高，且因考慮安全因素本工程不採爆破方式施工，工期將大幅拉長，挖方數量過大處理亦會造成困擾。而且此水域挖深變成操船水

域後，將無法形成一較長縱深之緩坡消波區(與梗枋漁港之情況不同，其緩坡之縱深足夠)，因此入侵港內之波能無處可消殺，而且內港口規劃於此，則進出泊渠時船隻航行方向不但與入射波浪垂直(側浪)，且因此處水域入射波與反射波交集，波能分佈複雜，對船隻之操控有極不利之影響，加上入內港口之轉彎曲線幅度又極大(要進外泊渠時幾乎達 360°)，就操船安全及便利性而言不如目前所採用之方案，因此在靜穩度能達到之前題下，提此方案並無意義。

(二) 操船安全便利性

在進行港灣配置規劃時，港池之遮蔽與操船之安全便利性兩者往往互相矛盾，因此如何作一抉擇，端視規劃者之權衡研判。本港之目標船型為動力遊艇，通常其操控性能極佳，因此在水域受限之不得已情況下，可容忍較差之操船條件，此點可由國外(特別是日本)許多遊艇港之佈置及目前國內停泊在漁港內遊艇之操航條件得知。

本遊艇港在惡劣之海洋環境及空間有限之先決條件下，為取得較佳之靜穩度及較多之停泊船席，而犧牲部份操船之便利性(較多之轉彎動作)，應該是一合理之選擇。但為求確保操船之安全，所有操船水域空間之配置計畫均能滿足規範之要求，例如港

口開口寬度為25M，約為最大船寬之5倍(並非蘇先生所說之20M)；而進入不同泊渠之每個轉彎處其航道半徑至少為進泊該船渠最大船長之1.5倍。相信以動力遊艇之操控性能而言，除非其在港內以較高之航速操航，否則操船安全性應不成問題。

(三)堤頭沉箱段鯨魚造型

本計畫南北防波堤堤頭段沉箱上各規設一尾實心混凝土鯨魚(北堤鯨魚長度約為43M，南堤鯨魚長度約為37M)，以取代傳統沉箱斷面之垂直混凝土岸壁，而鯨魚之噴水孔則設計成外堤之燈標，且會噴水，如由濱海公路(高程約26M)向下看，將為一極顯著之地標，對於整個海洋公園之造型應有相當正面之影響，此構想獲得許多國內外專家之讚賞。

在宇泰顧問公司提出此相當具挑戰性之構想後，正反面意見均有，在多次之討論會中均為一引人注目之焦點。若設計單位採多一事不如少一事之作法，採傳統式之直立面RC構造去設計，不但可省下數倍之人力及物力(要繪製鯨魚造型之設計圖，以及監造鯨魚之製作較傳統沉箱所需之人力及物力多出甚多)，而且可以不必冒任何風險，且所得之設計服務費用幾乎一樣。因此很多人都認為設計單位在自找麻煩。

但本遊艇港在推動過程中，

無論觀光局相關單位或宇泰顧問公司無不全力以赴，希望國內第一座遊艇港能以最佳之面貌出現在國人面前，因此兩方面對此構想投入之心力極為可觀(從結構分析、水理探討、施工方法、找雕塑家製作初胚、修正造型、請藝術家定型、放樣、模板製作等等)，在不斷檢討開會後，此構想才獲得支持。在此要特別感謝當時之毛治國局長，由於他不怕負責任，肯支持此種挑戰性之構想，所有作業人員投入之心血方不致白流。茲將鯨魚造型(請詳照片)之原則說明如下，以供參考。

- 1.採用鯨魚造型主要在於沉箱斷面為重力式結構，需要大體積、夠重量之造型。
- 2.鯨魚之長度及位置主要考慮入射波浪受地形及淺礁影響後分佈之狀況。魚頭堤段外側無任何地形保護故所受波力最大，因此需要較高之堤頂高度、及較重之積體；而魚尾堤段因堤之外側有淺礁及消波塊保護，故允許堤頂配合鯨魚之造型下凹。
- 3.最終之鯨魚造型採多面體條型組合，由輔仁大學應用美術系主任羅慧明教授負責定型，在最終定型之前，為求將藝術家之構想、景觀、海岸水理現象、結構安全、放樣搭模、澆鑄面層處理等所有因素一併列入考慮，整個工作團隊又投入

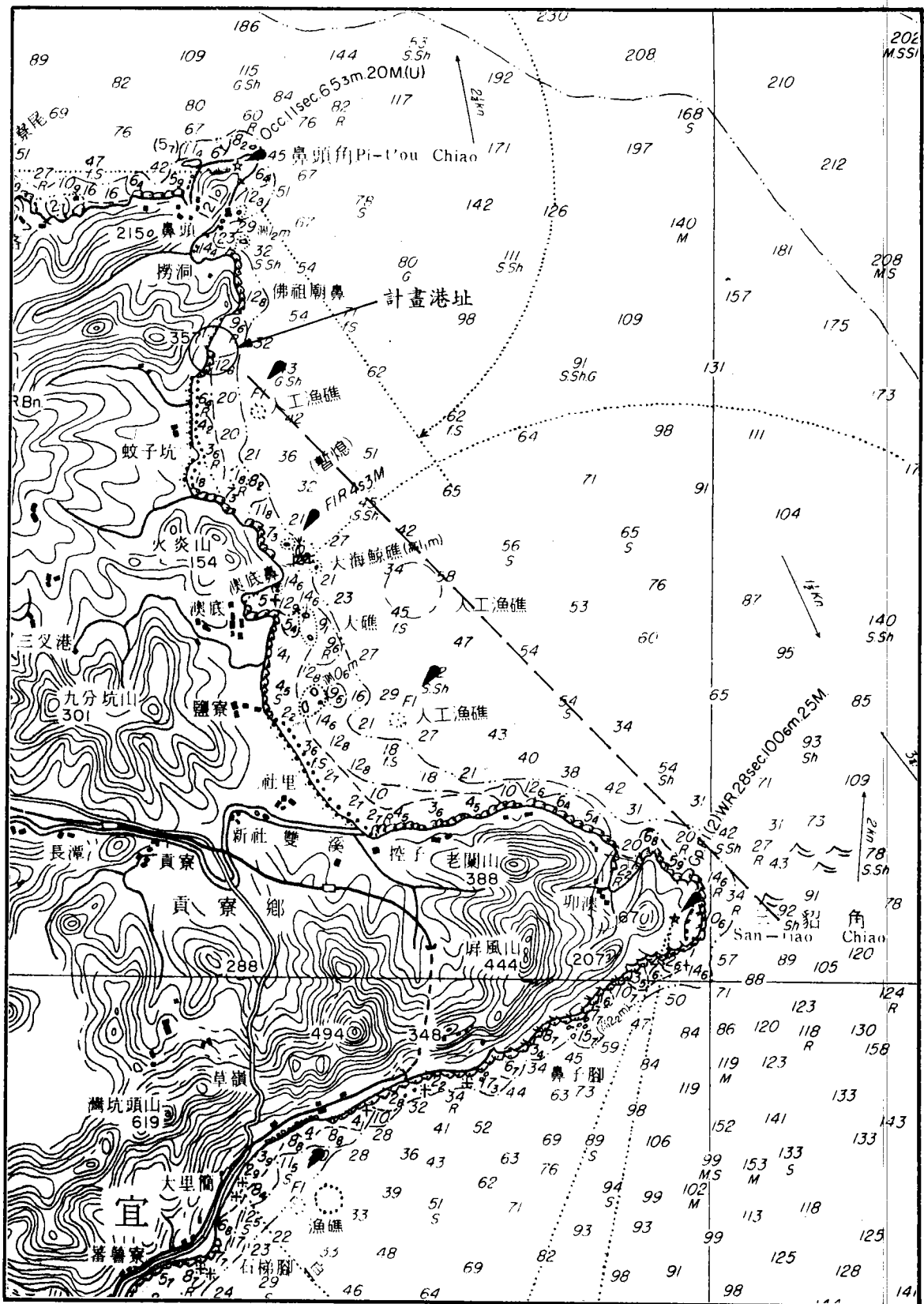
許多心血。整個魚身橫斷面並非平滑之似半圓型曲線，而是由許多有角度之直線構成，為減少越波，除將鯨魚頂之高程提高至EL.+12M外，魚身橫斷面在EL.+9M以下之部份特採直立微內凹方式避免導波入港（並非如蘇先生文章中之敘述），至於EL.+9M以上則由兩段直線緩收至水平之堤頂。

肆、結語

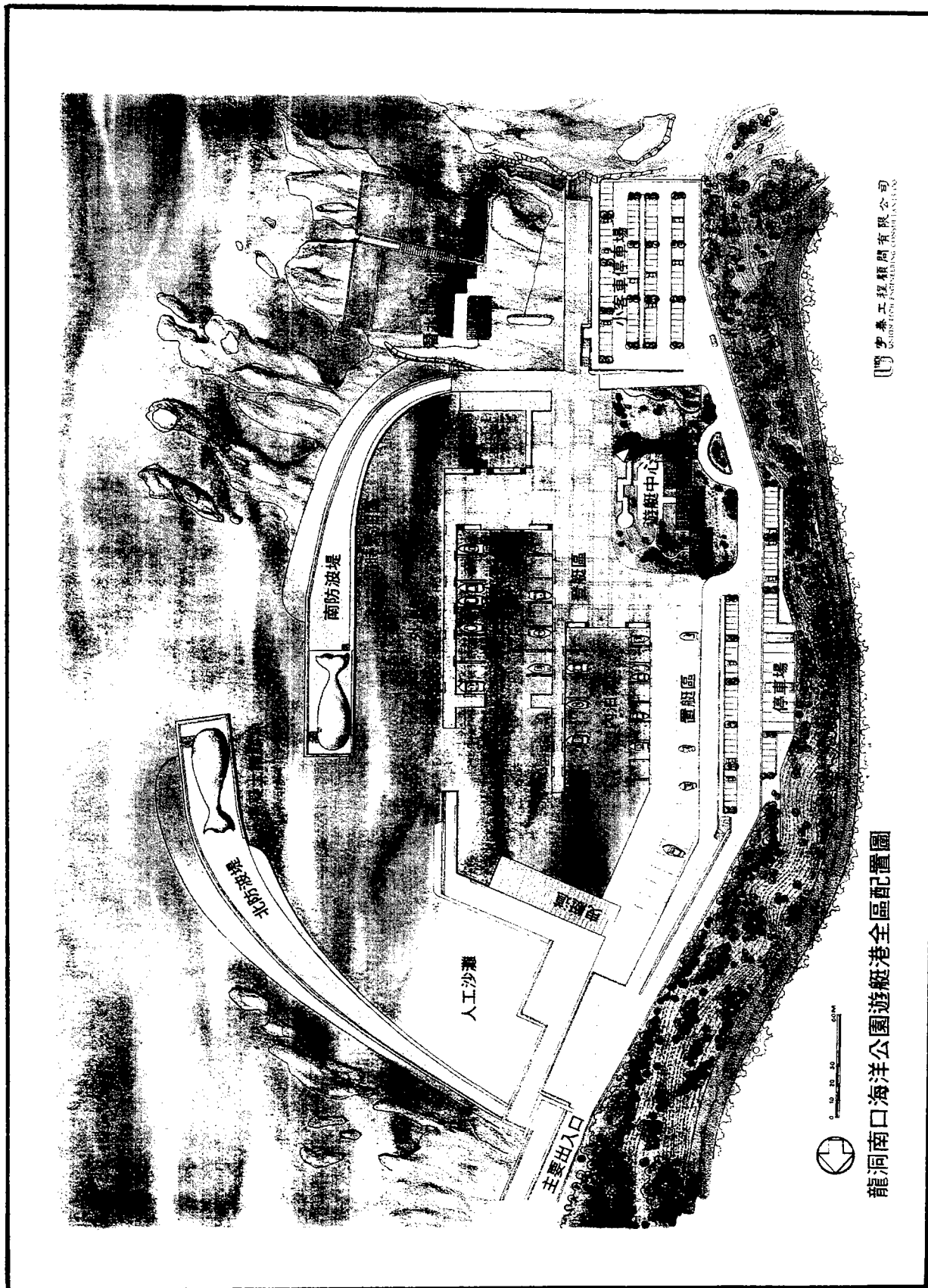
龍洞南口遊艇港工程為國內第一座完全由國人規劃設計施工之遊艇港，目前整個工程已接近尾聲，明年將

可全面對外開放，由於是台灣第一個遊艇港計畫，所有工作團隊雖不計一切投入所有心血，但仍不敢奢望十全十美，在營運後如有缺失，仍需聽取大家之寶貴意見，以求往後之類似計畫能更為周全。

本計畫得以順利執行除要感謝觀光局所有關單位之全力配合外，更要感謝歷次參與討論、提供意見之所有國內外專家、學者、及遊艇業界，由於他們之寶貴意見，使得本計畫能更趨完善，而且也讓本專案工作同仁吸收到許多難得之經驗，對國內往後再推動遊艇港計畫有很大之助益，特別在此致萬分之謝意。



圖一 龍洞南口遊艇港位置圖



圖二 龍洞南口遊艇港平面配置圖

工研院材料所在腐蝕防治技術發展 之動態及展望

洪健龍 工研院材料所材料保固組組長

工業材料研究所隸屬工業技術研究院，是工研院轄下七個研究單位之一，位於新竹市郊，成立已有十一年。歷年來在經濟部、台電及中油公司大力支持下，是目前台灣最具規模的腐蝕防治技術研究中心，有近四十位研究同仁從事此一領域，編制於材料保固組防蝕技術實驗室。腐蝕防治技術應用的產業甚廣，包含電力、石化、交通、營建、表面處理、國防、機械、航空等產業，技術領域亦相當完整。由於台灣地處亞熱帶海島型氣候，氣候高溫多雨，加上環境維護狀況不佳，一般大眾亦缺乏對設備維護的觀念，更加速了台灣許多結構設施的腐蝕現象，但相對的也促成了腐蝕防治技術蓬勃發展的空間。腐蝕防治研究早在材料所成立之初便列為一研究重點，至今已累積有十年的經驗，目前在國家腐蝕防治技術建立方面扮演一主導的角色，尤其在大氣腐蝕、鋼筋混凝土防蝕、工業設備防蝕及陰極防蝕方面都累積了很多成果，以下分述其中的研究重點，並述及未來研究方向。

大氣腐蝕是指材料置於戶外自然發生腐蝕的現象，這方面受到鹽分含

量、濕度、溫度、日照量及其他腐蝕因子如硫、酸雨的影響很大。材料所自民國七十六年起便開始在台灣各地佈設大氣腐蝕試驗站，到目前已超過十座，以鄉村、都市、海洋、工業、石化等不同性質為代表，試驗材料除裸材金屬，如鋼鐵、耐候鋼、不銹鋼、銅、鋁等，以建立裸材的年腐蝕速率及與各環境因子之數學關係式，更考慮到不同塗裝系統，結合不同的底漆、中漆、面漆，建立在不同環境下的最佳塗裝選用系統，此資料已用電腦建檔，完成一相當完整的資料庫，由於累積了多年的數據，部份亦綜合了國內其他學校及研究單位的調查結果，此套電腦軟體有相當好的應用性。目前透過經濟部的支持，正計畫建立一完整的全省腐蝕速率分佈圖，並考慮籌組一個永久性國家級大氣腐蝕試驗場，時程及場址仍在規畫中。由於六輕、擴大六輕、七輕等石化專業區都即將在沿海設廠，以麥寮地區建設六輕為例，每年十一月起至次年四月風砂都很大，設備塗裝除考慮耐鹽害的塗層外，尚須考慮因風砂所造成較脆塗層容易剝落的現象，因此二者兼顧的塗層才是最佳的選擇。最有效

的方法是參察現場架設試驗站，「同步」監測其耐蝕的情形，本所將積極參與這方面的工作。

鋼筋混凝土腐蝕對沿海的建築物、橋樑及港灣設施是一件很嚴重的問題，尤其近年來由於河砂日漸減少，不少建物已逐漸混入部份海砂的情形屢有所聞。前者的防治重點在於建立一可以量化某一區域鋼筋腐蝕的速率，這個監測系統材料所已開發出來，目前用於濱海公路的三座橋樑上，可提供整個橋面板的腐蝕速率，並針對較嚴重部份做長期監測；後者由於氯離子已「兵臨城下」，最近國際間已逐漸採用「電化學除鹽」技術，可以有效的將鹽分驅離結構體，本所亦開始從事此技術的開發工作。整體說來，最有效的鋼筋混凝土防蝕是採用陰極防蝕方法，配合導電塗層、鈦網架設，通以適當電流；而在結構橋樑建造時能採行防蝕設計，更能一勞永逸解決此方面的問題。以目前橋樑因鹽分滲入鋼筋腐蝕或超重混凝土龜裂水份滲入，而造成進一步腐蝕的數量不少，因此提早重建亦造成可觀的花費，這方面值得有關單位預先考量防治。

此項研究工作將擴充至整個鋼筋混凝土結構物保固工作，也就是結合結構力學分析及非破壞檢測技術，這些都是本所材料保固組另二實驗室—非破壞評估實驗室及機械性能分析實驗室的專長，來進行結構物安全性的評估技術，並進一步與防蝕技術結合建立具體結構體的修補、維護的程序來，能有效延長其耐用年限，這方面

的工作量非常大，要有效達到這目標應與國內學術、研究、工程顧問及委託單位密切合作配合才行。

如上所述，鋼筋混凝土腐蝕問題陰極防蝕提供了一長期有效的防治方法，這方法更被普遍應用於地下管線、儲槽、船舶、冷凝器中，材料所歷年來參與石化業輸送管線、儲槽及電力發電系統中之冷凝器，已建立完整的防蝕技術，從陰極防蝕設計、防蝕規畫、陽極材料評估、佈放、整流站設計及量測系統設立以供日後追蹤等技術，所建立的極化電位量測省時、準確，並利用多電極法可以定出迷失電流大小及流向，以解決管線防蝕系統干擾的問題。這方面建立的能力本所將準備應用於地下捷運系統，以協助解決捷運局日後地下結構物會遇到「迷失電流」方面的困擾。另外，陰極防蝕技術中緊密電位量測法可以找出地下管線包覆較弱並已開始造成腐蝕的部位，以提供現場人員準備開挖修補選點的重要依據。

一般工業設備考慮到操作條件（溫度、壓力）及腐蝕環境的不同，對設備材料的腐蝕情形也有所不同，因此較基礎性分析研究做電化學測試，並做材質分析、破損分析有其必要性，以便判斷發生腐蝕的機構、材料破損的模式，以做為設備材料使用改善的參考。這方面的改善同時亦可應用腐蝕監測技術，模擬在應用情況測量其腐蝕的情形，如此可以很快找到最佳材料及設計的組合做一個有效的應用。以一電廠為例，要評估某一系統材料組合的優劣，可在此系統外加by

-pass系統，不同材料組合便可在現像進行電化學測試評估比較，由此之模擬實驗可以在短期間找出一最佳的材料組合來。

材料所成立的目的是在於解決工業界所遇到的材料問題，也因此與學術界、工業界、其他研究機構甚至官方都有很密切的關係。歷年來與交通處港灣技術研究所也有很密切的合作關係，由提供大氣腐蝕試驗的場所，共同於台中港進行海洋腐蝕方面的研究，最近更一起針對港灣鋼筋混凝土防

蝕進行合作研究。多年來推動防蝕技術於國家建設工程及設備保固方面最大的瓶頸，是在國內相關法規與標準；另一方面則由推動實驗室認證體系，由國內產生更多標準化試驗室以支持法規所引用標準中所需測試項目能力的不足。目前我國在腐蝕研究領域方面的專業人士有限，日後更應朝資訊公開交流及計畫合作方面著手，共同為我們國內這份寶貴資源的維護而努力。

論大陸各港之整體開發計畫

徐忠猷 前花蓮港總工程司，現任中華港埠技術顧問社顧問

一、引言

近閱大陸交通部海洋運輸管理局
內河運輸管理局
編印之「中國對外開放港口」其中包
括大連港、上海港、南通港、張家港
、寧波港、溫州港、福州港、泉州港
、廈門港、汕頭港、廣州港、湛江港
、北海港、海口港、八所港（圖一）
看了文中各港示意圖，頗有感想。各
港在規劃方面，稍有可觀者，均係過
去外國人佔有時所規劃。例如大連港
（圖二）及天津港（圖三、圖四）均
係日本人所規劃，煙台港（圖五）係
英國人所規劃，青島港（圖六）係德
國人所規劃。大陸近年興建之南通港
（圖七）張家港（圖八）及正擴建中
之各港，就行家眼光看來，似均未做
整體開發規劃（over-all Development
Planning）仍停留在頭痛醫頭，腳痛
醫腳之地步。

二、初步診斷大陸現有各港 之一般配置

大陸各港喜愛使用「T」字型碼
頭設計，世界各國及台灣各港從未採
用，採用此種設計可就江底或海底水
深現狀而安排。例如擬靠船隻吃水為
五公尺，便將碼頭設計水深在-5M附

近。不用挖泥，也不要改造地形。通
達碼頭引道長度視碼頭水深而定。同
一地區碼頭水深深一點，引道便長一
點；碼頭水深淺一點，引道便短一點
，故在平面圖上碼頭排列，參差不齊
。此種設計之缺點：

- 一、「T」字型只可以打格棧橋式設
計，設如以重力式方塊或L型塊
設計比較經濟也無法採用。
- 二、碼頭正面因為採用棧橋式設計，
橋面寬度有限，再者引道必須有
相當之長度，行車、碼頭前臨時
堆貨量，均受限制。碼頭通棧必
須配置在引道以後，碼頭裝卸效
率必不如一般傳統碼頭。
- 三、如配置臨港鐵路，更必須距碼頭
線有很遠之距離。
- 四、寧波港在北侖裝卸區，興建了一
座十萬噸級碼頭和兩座兩萬五千
噸級碼頭，成「F」狀，棧橋長
一〇〇九公尺，在台灣決不可能
採用此種設計；不但建造成本偏
高，且防礙以後第四代貨櫃碼頭
（-14M）之配置。

一般碼頭後第一線倉庫，稱為通
棧（Transit shed），該通棧專供碼頭
裝卸貨臨時儲存。第二線以後稱倉庫
（warehouse），專供貨物較長期間
之儲存，大陸上各港似無如此區分。

碼頭編號與倉庫編號，並無任何關聯。在台灣一號碼頭，其後之通棧，便是一號通棧，二號碼頭後，便是二號通棧。

碼頭後甚少配置臨港大道，俾貨源進出港區之流暢，港區鐵路系統配置者亦不多。

各港對將來之發展，似均無具體之計畫。對各港將來之需求，亦未做徹底之研究。

三、結論及建議

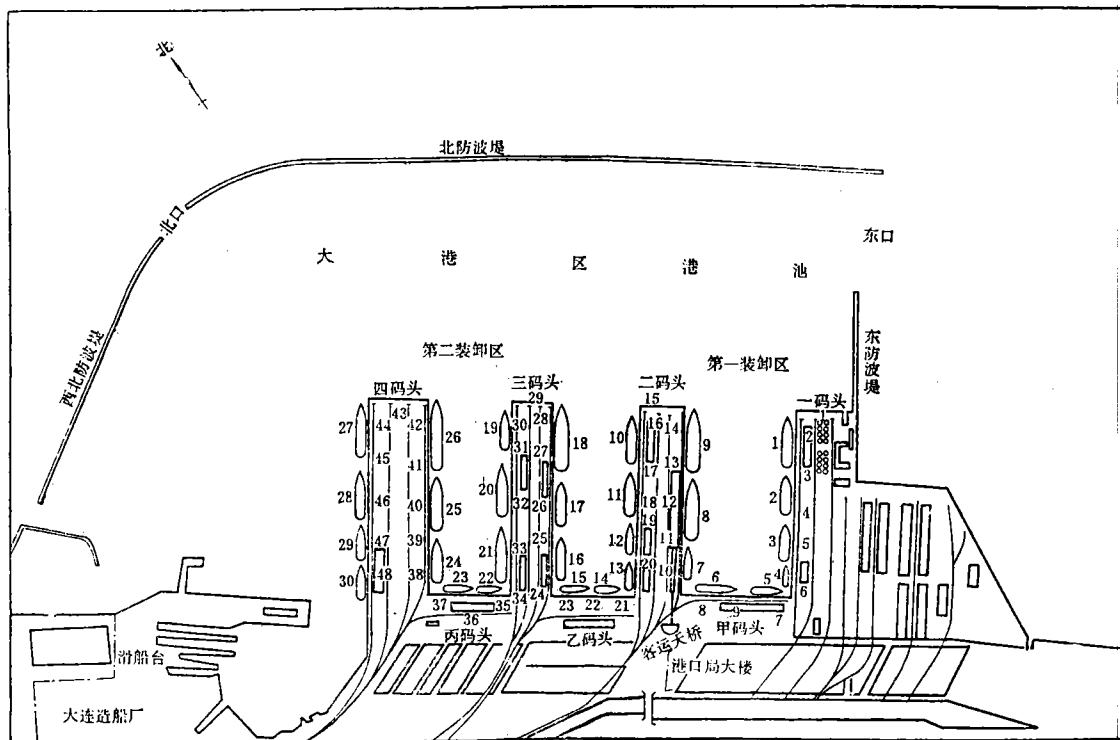
綜論大陸各港，特別是上海港，由於各單位自行建造碼頭未考慮整體計畫，以致一般港之平面配置，不盡合理。以後各港新建或擴建，建議必須統一規劃。任何單位欲建碼頭，必須按平面計畫圖執行。台中港目前電力公司及中油公司，均已申請建造碼頭，但所建造碼頭必須按台中港興建計畫圖執行，此點應可供大陸各港參考。附（圖九）台中港興建計畫圖，其圖中西3及西4碼頭，正由中油公司申請建造中，台電煤輪碼頭業已建造完成。

沿珠江之黃埔港第二裝卸區，平面規劃安排最佳。大陸將來規劃沿江之港應以此為典範（圖十）。

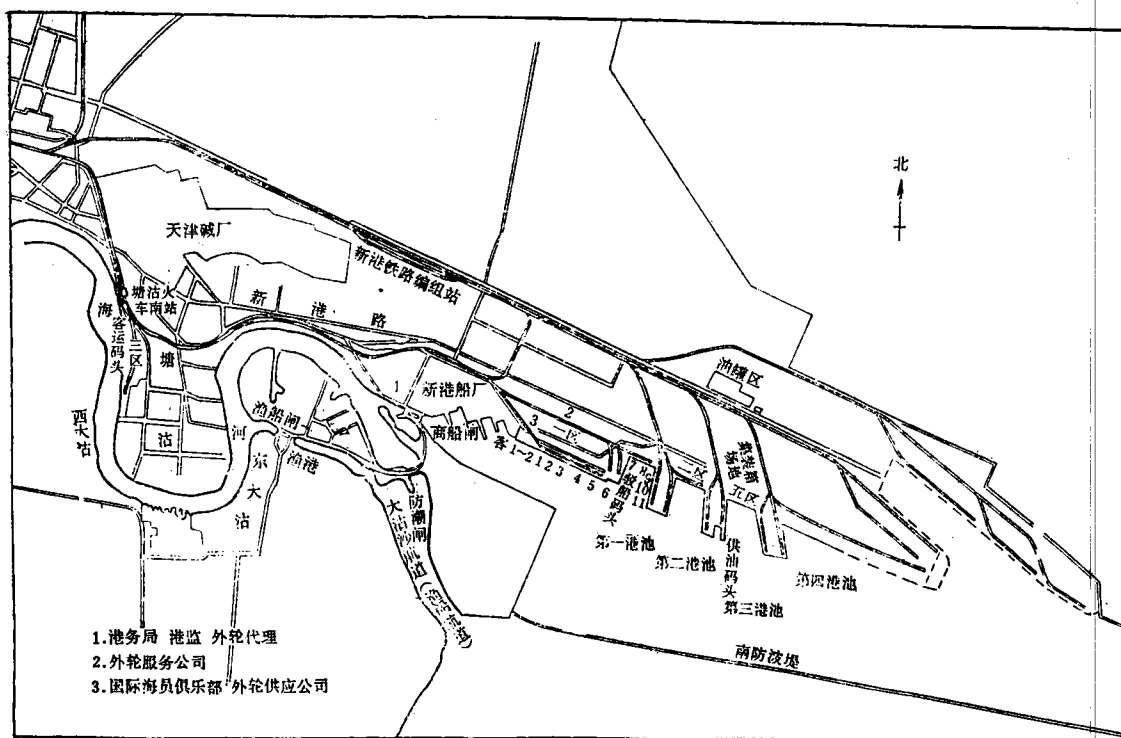
配合全球雜貨貨櫃化，散裝貨專用設施化；當任何一港其散裝貨達到一定數量，即應設置專用設施，以減輕裝卸之成本。傳統之雜貨碼頭，應儘量少做，改為多用途碼頭。不但裝卸效率增加一倍以上，且貨櫃、散裝貨、滾裝貨均可使用。吞吐量較小港埠特別適宜。

大陸一般萬噸級碼頭（-9M），即認定為深水泊位；而台灣各港一萬噸級碼頭，甚少興建。普通新建碼頭水深均在-12M以上，可供30,000DWT級以上船舶停靠。船舶噸位愈大，其每噸運費愈低。故大陸各港新規劃之泊位，噸位應儘可能大型化。

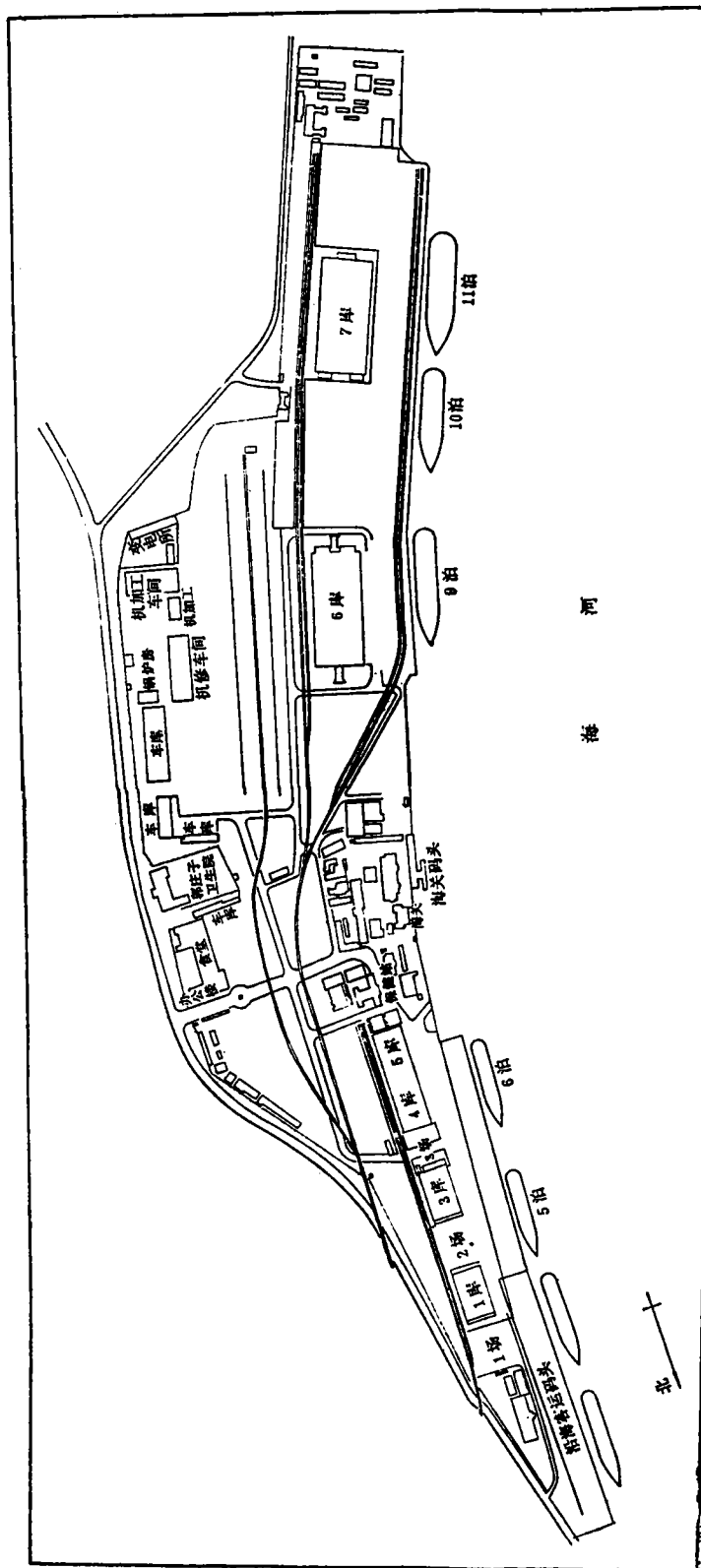
台灣各港碼頭通棧前之鐵軌，舊有者大都拆除，新建者，均不鋪設。因使用堆高機裝卸貨，軌上列車防礙堆高機之行動；通棧後鐵軌仍予保留。大陸新建碼頭，鋪設鐵軌，亦應本此原則，注意（圖九），台中港鐵軌佈置，均在通棧以後。



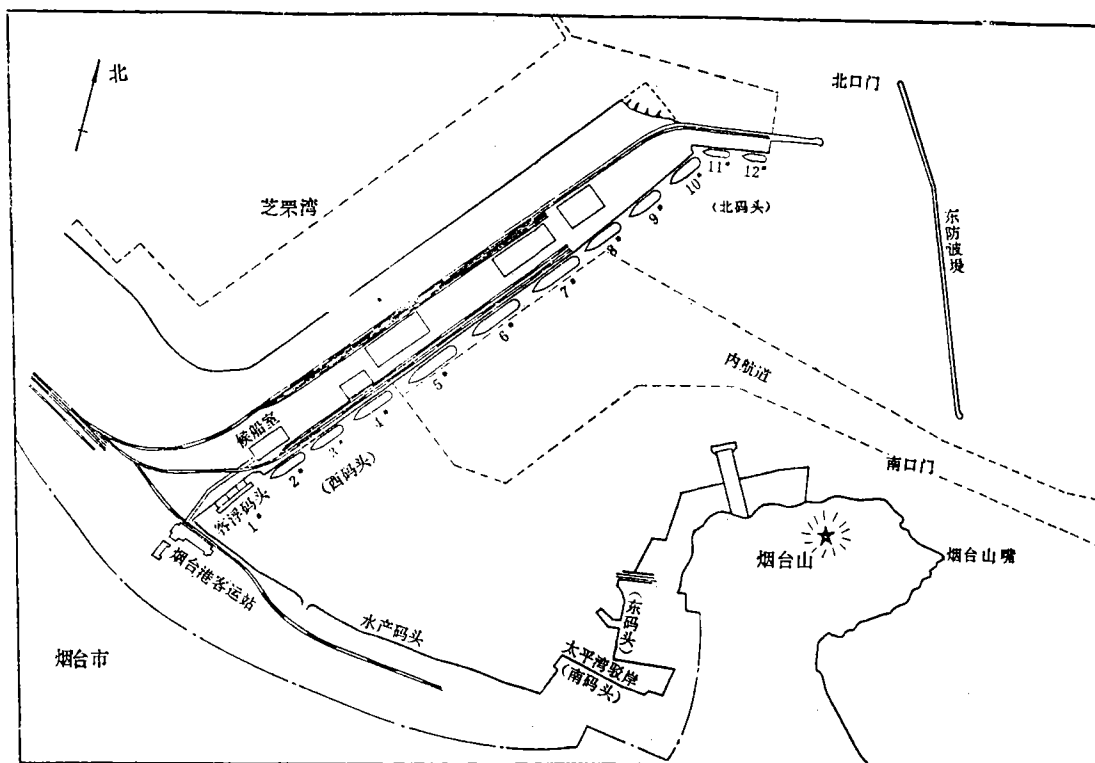
圖二· 大連港大港區示意圖



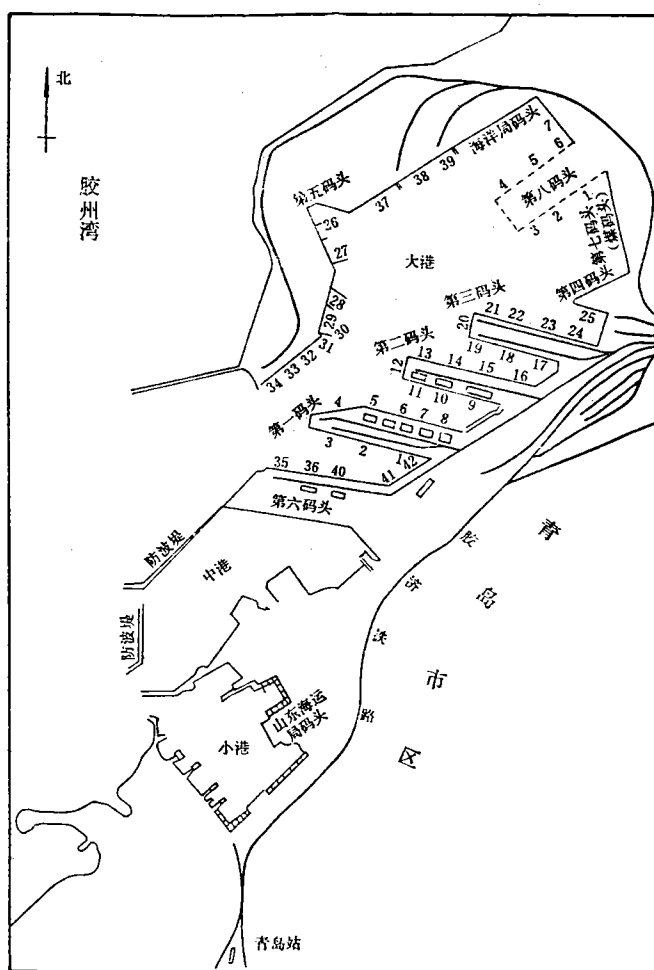
圖三· 天津新港示意圖



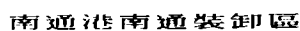
圖四·天津港塘沽區示意圖



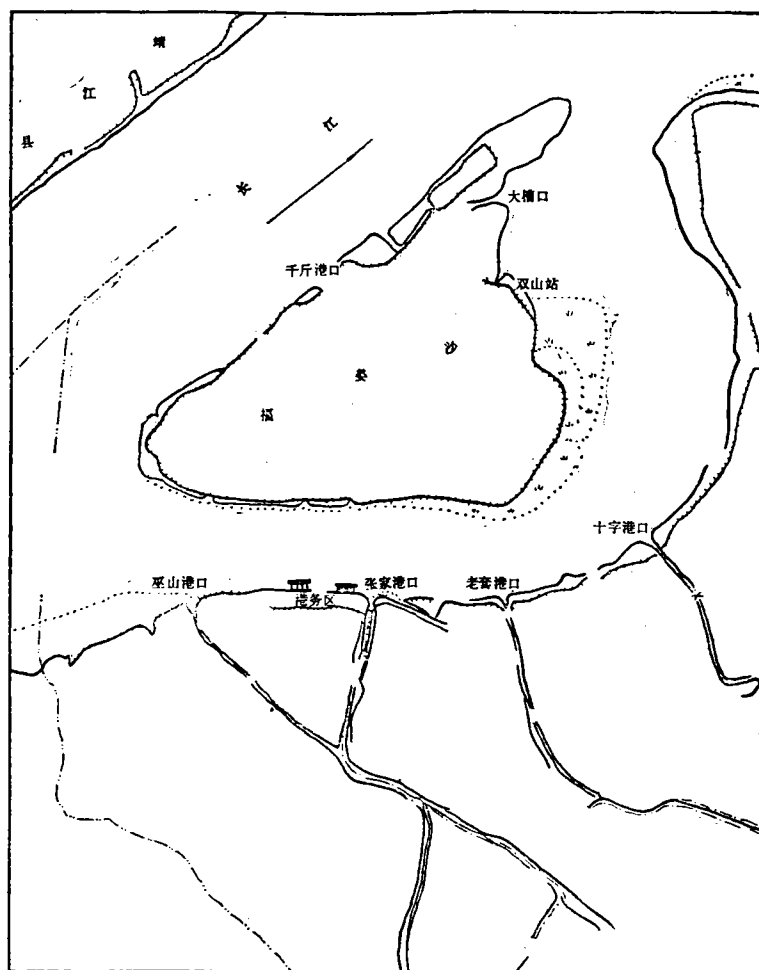
圖五 · 煙台港示意圖



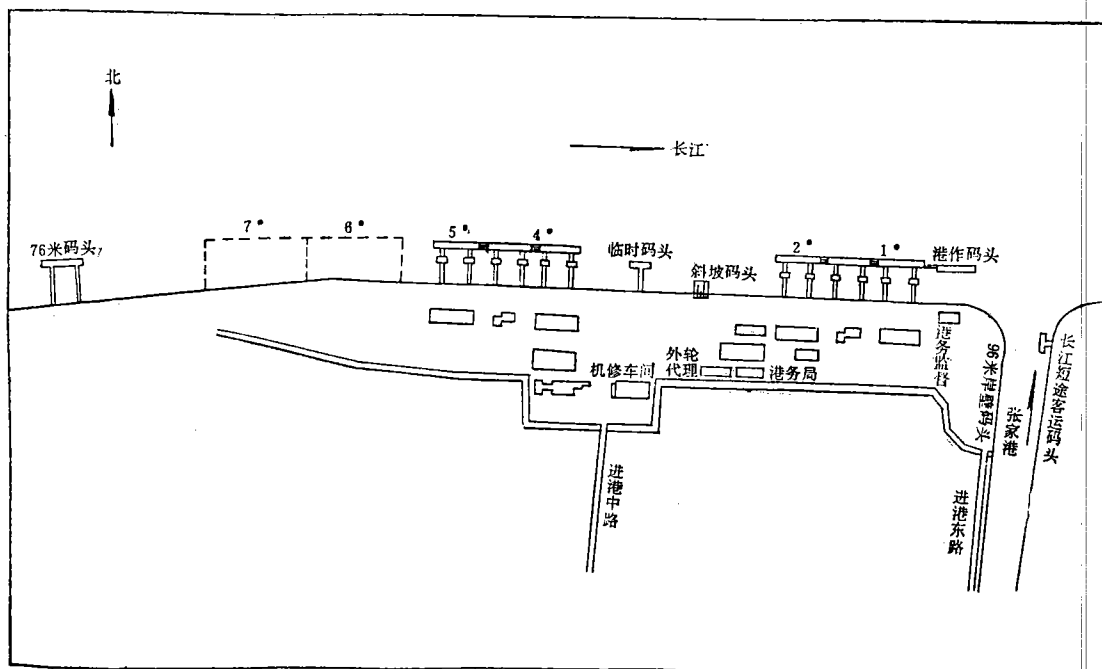
圖六 · 青島港示意圖



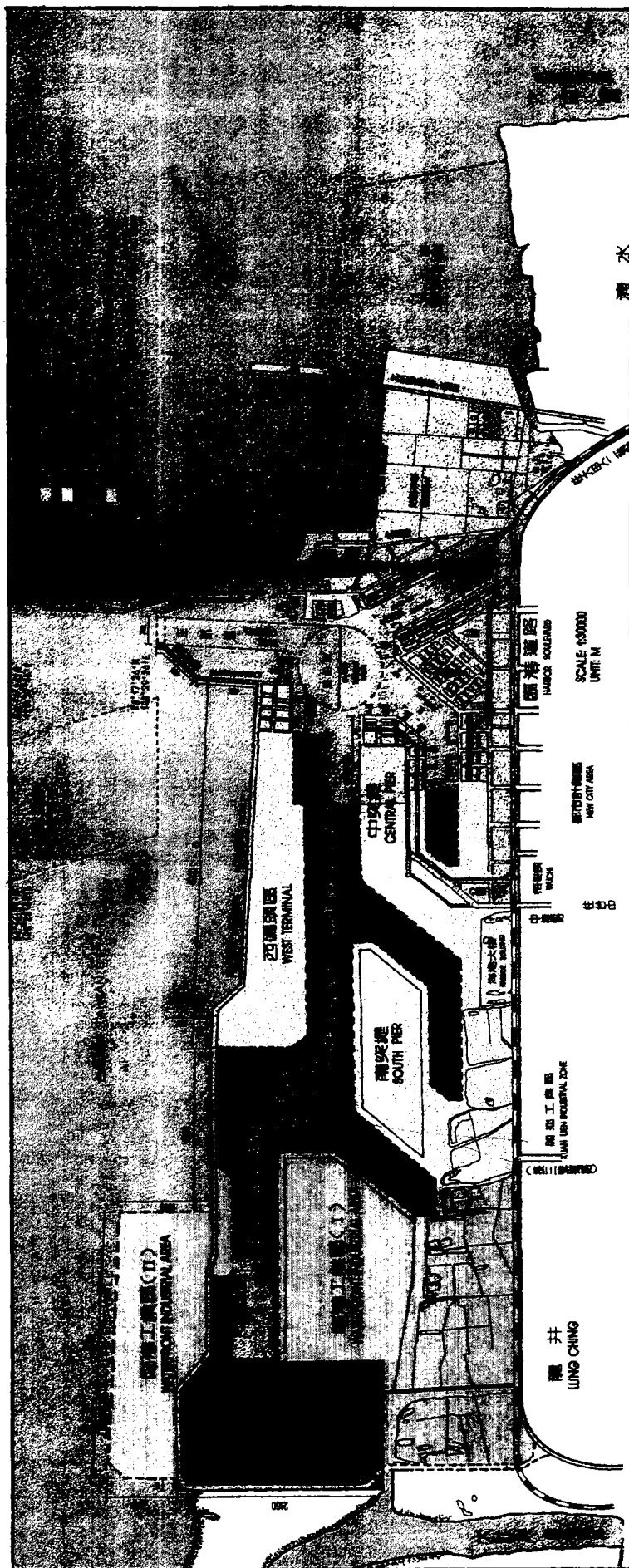
— 32 —

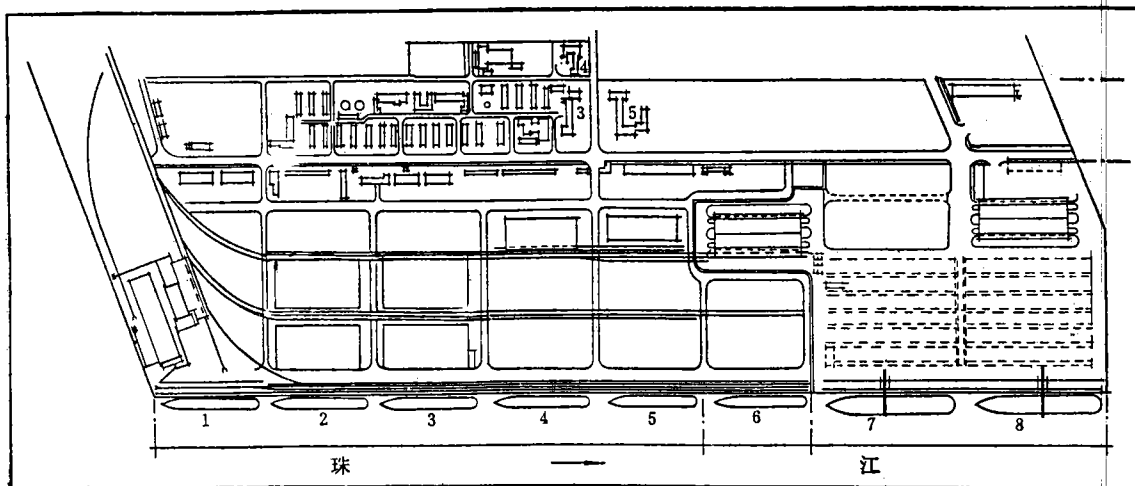


圖八· 張家港示意圖(1)



圖八· 張家港示意圖(2)





圖十 黃埔港第二裝卸區

日本與美國港埠管理之探討

王克尹 港研所助理研究員

一、前言

港口不但是旅客和貨物運輸之終站，同時也是人們處理許多活動之場所，這些活動包括經濟的、工業的、休閒娛樂的和社會的，同時也包括運輸的業務。隨著運輸系統和運輸技術以及都市活動的改變，港埠的角色也產生許多變化，因此港埠管理得當與否就顯得愈來愈重要。

國際上不同國家間和不同港口間之管理系統均不相同，有些系統是屬於全國性的中央管理，而另外一些則相對的從政府之控制中獨立出來。在日本和美國各港口間，屬於港埠管理方面有些不同，特別是關於港埠管理方面，對於中央政府所扮演之角色和全國性之標準，兩國間顯示出極大的差異，同時對於港埠管理機關、港埠作業、財務系統和規劃方法上兩國之間也是不同的，本文旨在說明日本和美國兩國之港埠管理和行政系統之差異，提供國內港埠界參考。

二、日本之港埠行政

我們可從1950年施行的日本港灣法（Ports and Harbours Law）裏發現，日本港埠行政（Port Administration

）之基本特性。港灣法裏首先介紹日本對於獨立港埠管理機關（Port Management Body）的觀念。依照港灣法，港埠管理機關係由一個或數個地方政府所設立，或直接由地方政府（例如縣政府或市政府）所設立，因此沒有一個港口直接由中央政府所經營。自然的，中央政府的某些部門或單位在港埠區域從事許多不同的作業，這些作業活動包括港埠規劃、財務支援、執行、船舶航行安全、通關程序（Customs Clearance），環境保護、船舶進出港、貨物檢疫、移民等等，因此港口之行政程序並不單純，同時包括了相關的組織、法律和規章，不過因為這些程序大都為例行作業和相關事件之許可，因此主要重點工作大都集中在關於港埠發展和管理之行政上。在中央政府內，運輸省（Ministry of Transport M.O.T）扮演著港埠行政之主要角色。因此中央政府和港埠管理機關分擔港埠發展之角色，包括港埠規劃、財務、建造和管理。

2-1運輸省之角色

關於港埠行政，運輸省之主要角色從港埠規劃延伸至建造、財務和管理，運輸省負責國內和國際上之所有運輸模式，運輸省之港灣局（Ports and Harbour Bureau）則負責港埠行

政業務。

(i) 規劃：

由運輸省從事長期和短期之策略和規劃，這些策略和規劃是經由考慮全球和國家經濟成長、未來社會價值、地區發展和配合、財務限制、技術發展等廣泛之觀點所產生的。對港口發展而言，港埠之長期規劃是非常重要的，因為港口建造需要長時間來完成，同時那些港埠設施之生命週期也相當長。

運輸省依照港埠長期規劃和國家經濟計劃，形成一個五年期之執行計劃（Implementation plan），由此定義出港埠目標和事業的計劃，包括預算金額在內，這個五年期之執行計劃需要國會同意，從1961年迄今，已經有8個五年計劃，1993年是第8個五年期執行計劃的第三年。各港的年度執行計劃是在五年期執行計劃之基礎下形成每一會計年度，在年度執行計劃裏，不但檢閱實質計劃，而且財務計劃包括補助和貸款和建造計劃也都一起檢查。依照港灣法，運輸省必須對港口之發展、利用、維護和航道發展設定基本策略。由港埠管理機關所形成之港口計劃必須遵守這些基本策略，因此運輸省之策略和港埠規劃準則（standards for port planning）對港埠發展扮演著非常重要之角色。

(ii) 財務：

各港年度計劃之執行費用包括建造費用和港埠設施之改善費用由中央政府和地方政府和民營企業共同分擔。港埠基礎設施之基金，包括防波堤、繫泊設施和沿岸交通設施則由政府

機關提供。另一方面能經由使用規費清償之設施，包括公用倉棧和貨物裝卸設施之基金，則由港埠管理機關發行公債來籌募。

(iii) 建造：

當中央政府和港埠管理機關達成協議時，運輸省在預算內能在重要港埠（major port）執行必要之建造工作，而航路（water way）之發展和維修也同時由運輸省負責執行。最近幾年來，中央政府執行港埠建造之角色和以前相比已較不重要，不過與技術研究有關的領域，由運輸省港灣研究所（Port and Harbour Institute of M.O.T）執行，同時許多大型港埠計劃都由運輸省執行。

(iv) 港埠發展技術

在日本由於許多港埠均在相當大的潮汐、波浪、海流和風速之條件下建築而成，因此港埠設施也必須考慮到某些異常的情況，例如地震和颱風等。關於港灣建造技術規範，則由中央政府扮演主要角色。港灣研究所於1912年於運輸省下成立，它是唯一研究港灣工程之研究所，對於港埠相關技術之研究，港灣研究所是最重要的研究機構，同時主要之港埠設施必須符合國家技術準則（National technical standards）。

2-2 港埠管理機關（Port Management Body）

港埠管理機關之基本角色是由港灣法所定義出來，基本上有兩種方法來成立港埠管理機關，首先是港務局（Port Authority），是由一個或多個公共團體（Public entities）所組成，

港務局是一個非營利性之組織 (None-profit organization)。此項港埠管理系統之觀念是在第二次世界大戰後所引進的。另一方面，在大部分之情況下則由地方政府本身成為港埠管理機關。港灣法不但定義出港務局之功能，同時也限制港務局之事業經營範圍，港務局不能妨礙或干預運輸事業、倉儲作業和其它關於運輸和貨物儲存或與私人企業競爭之營運事業之公平作業。

(1)港埠地區和沿岸地區

前述所提及的，有某些是港口和實質港埠地區之法律定義，港埠地區 (Port area) 和沿岸地區 (Water front area) 是由港埠管理機關負責管轄和發展管理一個港口的地區，這些範圍都由港灣法所定義。除了港灣法以外，日本港埠規則法 (Japan Port Regulation Law) 則劃定另一個實質港埠地區，以確保船舶之航行安全。

(2)港埠設施

港埠規劃機關負責港埠設施之規劃，這些設施也同時定義在港灣法內。

(3)規劃

港埠規劃之法定程序，依照法律所定義各別港埠位階之高低而有所不同。重要港埠 (Major Port) 之管理機關，必須自行詳細擬定港埠計劃。在擬定發展計劃之過程中，港埠審議會 (Port and Harbour Council) 扮演重要角色去調整相關利益團體之衝突

。港埠管理機關必須探尋審議會關於計劃之意見，同時在大部分之情況下，由港埠管理機關組織委員會去討論港埠發展計劃。委員會通常在整個年度裏需要花費幾次會議去討論港埠的發展計劃。雖然委員會不是一個法制單位，但由委員會做成之決定影響到港埠之發展計劃，同時整個程序之完成含蓋生活受港埠規劃所影響之人們。

在港灣法和運輸省條例裏規定港埠計劃含蓋之事務如下：

- ①港口發展、利用、保全和維護，以及鄰近港埠地區之維護。
- ②港埠對貨物及旅客之處理能量。
- ③港埠規模和港埠設施之安排，例如水面設施、繫泊設施等，與港埠能量相關。
- ④港口環境之改善和保護。
- ⑤其它重要事務

(4)財務：

港埠管理機關之財務亦明定在港灣法內，前面所述及的大多數港口都直接由地方政府經營，在這種情況下，港務局之預算由地方議會審查，而貨物噸稅則使用在港埠設施之發展和管理，港埠管理機關則依賴中央政府某些程度之補助，這些經費也同時使用在基礎設施的改善和興建。

三、美國的港埠管理

3-1聯邦政府之角色

前面提到港埠作業與許多人們的

活動相關，包括商業、社會和技術之業務，因此許多聯邦機構（Federal agencies）對於某些港埠作業所扮演之角色和日本情形一樣。例如美國工程兵團（U.S. Corps of Engineers C.O.E）負責濬深和維護鄰近港口附近之聯邦航行水道。海事行政組（Maritime Administration MARAD）負責搜集和保存資料和發行有用的技術報告。海岸防衛隊（U.S. Coast Guard）則負責維持航行安全和設置導航標識（Navigation Aids）減緩海上交通和避免意外。聯邦海事委員會（Federal Maritime Commission F.M.C）則負責決定貨物費率和租賃協定之有效性。而環境保護機構（Environmental Protection Agency）則負責減輕污染源，此外某些組織例如漁類和野生動物服務處、國家海事漁業處、國家海洋和大氣行政管理局（NOAA）、海岸資源管理／NOAA，州際間商務委員會、運輸部（Department of Transportation）、商務部（Department of Commerce）、農業部、健康衛生部、勞工部等均與港埠作業某些活動相關，這些機構在它們管轄之範圍內指導行政作業。不過，不像日本、美國系統沒有類似像運輸省那樣主管包括規劃、興建、財務和管理等港埠行政業務之組織，因此在美國找不到關於全國性之港埠發展計劃和港埠之國家政策。基本上，港埠管理被認為是州、郡或港埠特區（port district）之責任，而中央政府之角色則限制在特定之地區。

3-2 港埠管理機關之角色

在美國港埠管理機關一律編制成

公共團體（public enterprise），不過依照州或港口之不同，港埠管理機關之設立、組織、財務和功能也不同，因此每個港埠管理機關都有它自己的特色和自己的管理型態，因此關於港埠管理機關之功能很難概括其一般性。

(i) 組織：

大多數港口均有委員會或董事會當作決策組織，不過各港間選擇委員會成員之方式均不相同，某些港口藉投票產生，某些則由市長或行政首長指派。委員所作之決策，某些方面依賴他們之選舉系統，例如，選舉系統化對投票者（選舉人）在環境議題或沿岸議題的意見更敏感。

(ii) 功能：

在美國港埠之責任擴張到對水上貨物和旅客運送設施之管理，包括飛機場、直昇機場、通訊港（Teleport）、停車場，對外貿易區（foreign-trade zone）等非貨物活動，即使在貨物作業裏，例如新生事業的複合運輸（Intermodal transportation）也變得重要起來，對港埠管理機關之功能而言，因為對沿岸使用之新需求，而使得非貨物活動將會愈來愈重要。此外，許多港埠和日本港埠相反，都沒有劃定港埠區或沿岸區，不過由港埠管轄地區或港埠委員會委員之選舉區能被認定是港埠設立之地區，同時也是港埠所應負責之地區。

(iii) 財務：

通常港埠管理機關之收益包括營運收益，基金和噸稅等，營運收益是從港區土地和設施之出租以及服務規

費中獲得，例如船塢使用費（dockage）、碼頭靠泊費、貨物儲存費和延滯費（demurrage），這些和日本相似。同時港埠管理機關能發行免稅基金（tax-exempt bonds），這是公務機關（public agency）之特權。除此之外，所有的港埠管理機關都能免除地方政府之財產稅，同時它們的收入也能免除聯邦政府之所得稅。最普遍使用之基金為收益基金，它是由港埠設施之所得中回收，某些港埠管理機關將郡財產稅的一部份當作稅收。

即使如此，當作公共團體還有某些特權，在美國港埠管理機關比日本更像私人企業，他們的財務狀態就好像獨立機構（independent agency），被認為比公共團體在日本更重要一樣。

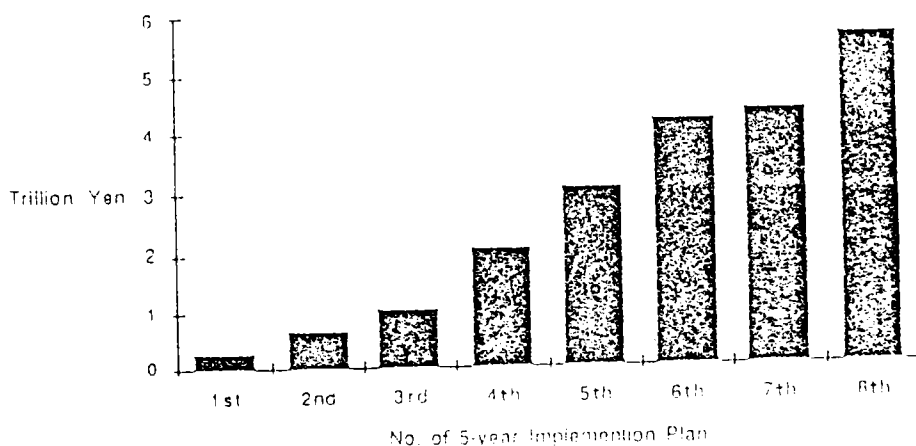
四、結語

日本和美國在港埠管理系統方面有某些不同，在港埠管理方面中央政

府扮演之角色和全國性之標準顯示出最大之差異，表一和表二概略說明日本和美國港埠管理系統之比較。

在日本有一千多個港口之港埠設施之全部計劃都是依照國家標準和法律來執行，因此中央政府和港埠管理機關共同分擔港埠發展之角色，包括港埠之規劃、財務、建造和管理，而在華盛頓州之例子裏，港埠特區是授權的，而經營者、委員、設施費用、預算和財務都由州法律所規定，不過不像運輸省在日本那樣，州政府沒有全州性的港埠發展計劃，也沒有港埠管理機關來管制計劃，和日本之情形比較起來，每一港口都能從事自己的計劃而較少受到聯邦或州政府之干預，同時對於港埠設施之建造和維修，港灣法裏也沒有技術準則（technical standards），總而言之在美國港埠管理機關有更多之作業地區和更大的自由去從事他們自己的決策。

資料來源：運輸省資料中心



圖一 五年期執行計劃的預算執行經過

表一 日本和美國港埠管理比較表

種 類	日 本	美 國
基 本 法	(1)中央政府訂立有國家法、港灣法等。 (2)港埠管理機構，依港灣法，由地方政府直接設置。	(1)聯邦政府並無訂立類似之國家法、港灣法。 (2)基本上，港埠管理機構，委由各州、郡或港埠特區負責
中央政府對港埠管理之角色	(1)具有較大之影響力，由中央政府作有系統地、逐步地管理。 (2)在中央係隸屬運輸省，專責有關港埠管理之規劃、財務、建造以及技術事宜。	(1)聯邦政府對港埠管理之影響角色較小且係分散的。 (2)許多聯邦機構對某些港埠作業的扮演之角色和日本相同，例如 美國工程兵團 (C.O.E) 海事行政組 (MARAD) 海岸防衛隊 (Coast guard) 聯邦海事組織 (FMC) 環境保護處 (EPA) 國家海洋和大氣行政管理局 (NOAA)
港埠管理機關	依港灣法，有兩種方法來成立港埠管理機構 (1)港務局，由一個或多個公共團體所組成 (2)地方政府本身即為港埠管理機構	港埠管理機構依照州或港口之不同，一律編制成公共團體

表二 日本和美國港埠管理系統之比較

種 類	日 本	美 國
財務	(1)由中央政府、地方政府和民營企業共同分擔。 (2)商港建設費 (Port dues)	來自 (1)營運收益 (2)免稅基金 (3)收益基金