

目 錄

序 言.....	(1)
一、台灣地區整體運輸規劃	
鄭賜榮 交通部運輸研究所組長.....	1
二、港埠整體規劃之研究	
鄧世卿 交通部顧問、交通大學兼任教授.....	57
三、系統模擬在港埠規劃之應用	
黃承傳 交通大學交通運輸研究所所長.....	69
四、未來海運發展趨勢與我國港口因應之道	
朱永荃 基隆港務局港務長.....	93
五、台中港第二階段發展計劃初步研究	
吳振崑 台中港務局幫工程司.....	109
六、貨櫃場之規劃及其電腦化之運作	
游長和 長榮貨櫃公司總經理.....	127
七、港埠發展與工程師所扮演的角色	
康乃恭 高雄港務局總工程司.....	135

序 言

繼民國75年本所舉辦「第一屆港埠整體規劃研討會」獲得各界之熱烈迴響後，爲使研討會中所提出之各項問題，能作更深入之探討，又於民國76年舉辦「港埠整體規劃座談會」使與港灣有關的各界人士能共聚一堂，交換意見，尋求問題之解答。因此，本所本著促進港埠整體規劃之成效，今後亦將不定期舉行此類研討會。

港埠整體規劃包含之範圍很廣，相關之問題也很多，藉著研討會，雖僅能提供一局部性之見解，但我們希望這種結合工程、營運、航運等從業者之意見，能對各港之規劃，甚至整個台灣地區港埠之規劃，提供新觀點，亦即規劃應融合各不同使用者之需求，避免以工程爲主導，而達到理想之規劃目標。所以研討會所提供的是一意見之溝通，觀念之整合，而使有限之資源達到最大的利用。

本次研討會，多承各有關單位之鼎力支持，各主講人在百忙之中，撥冗賜稿，使本研討會得以順利舉行，謹在此致謝。

梁 乃 匡 謹識

中華民國七十七年三月

第二屆港埠整體規劃研討會

台灣地區整體運輸規劃

鄭賜榮

交通部運輸研究所組長

第二屆港埠整體規劃研討會

台灣地區整體運輸規劃

鄭 賜 榮

交通部運輸研究所組長

壹、前 言

整體運輸規劃為一項綜合性、協調性與持續性之工作。交通部運輸研究所前身運輸計畫委員會於民國六十五年完成規劃報告，迄今已逾十年。由於外在環境、社會經濟狀況的變動以及運輸技術發展之日新月異，導致未來之運輸需求持續成長，因此台灣地區整體運輸規劃之修訂，有其必要。

本規劃於民國七十三年七月開始編擬工作計畫，爾後展開全面資料蒐集與調查工作，隨即進行運輸系統供需之分析，並研擬建設計畫，於民國七十五年六月完成規劃，歷時兩年，規劃之目標年仍與前次規劃相同定為民國八十九年。

1.1 規劃目的

台灣地區運輸部門可分為鐵路、公路、港埠、海運、機場、空運等運輸系統。整體運輸規劃之目的在於將上述各運輸系統通盤考慮，配合國家整體經濟發展，統籌研擬未來各運輸系統之長期發展計畫。此外，經由運輸資料

調查與蒐集，及整體分析之過程，對台灣地區運輸系統現況能夠深入瞭解，期於切實研擬運輸系統建設計畫。

1.2 規劃範圍與交通分區

規劃範圍為台灣全島，係屬區域性運輸規劃，且著重於城際間運輸系統之研究。關於都會區運輸系統規劃，由於規劃性質不同，不包括在本規劃範圍內。此外，因為台灣海島型經濟對國際貿易依存度相當高，進出口貿易之興衰，維繫著國家經濟發展命脈，因此有關海運、港埠、機場、空運等國際運輸系統，亦為本研究規劃之重點。

基於運輸規劃作業之需要，參考內政部擬定之區域計畫與各地區產業結構特性，都市化集聚情形，將若干鄉鎮合併為一交通區，合併時並不取消縣市行政界綫，以利基本資料蒐集，並以鄉鎮市行政區為基本單元，依此原則將台灣地區分成 49 個交通分區，其中北部區域有 15 個分區（1 - 13 區，42 - 43 區），中部區域有 16 個區（14 - 29 區），南部區域有 12 區（30 - 41 區），東部區域有 6 個分區（44 - 49 區），另便於國際海運與空運之規劃，將中正國際機場與五大國際港埠獨立分出，交通分區編號分別為 50 至 55 分區，如圖 1 - 1 所示。

1.3 規劃程序與方法

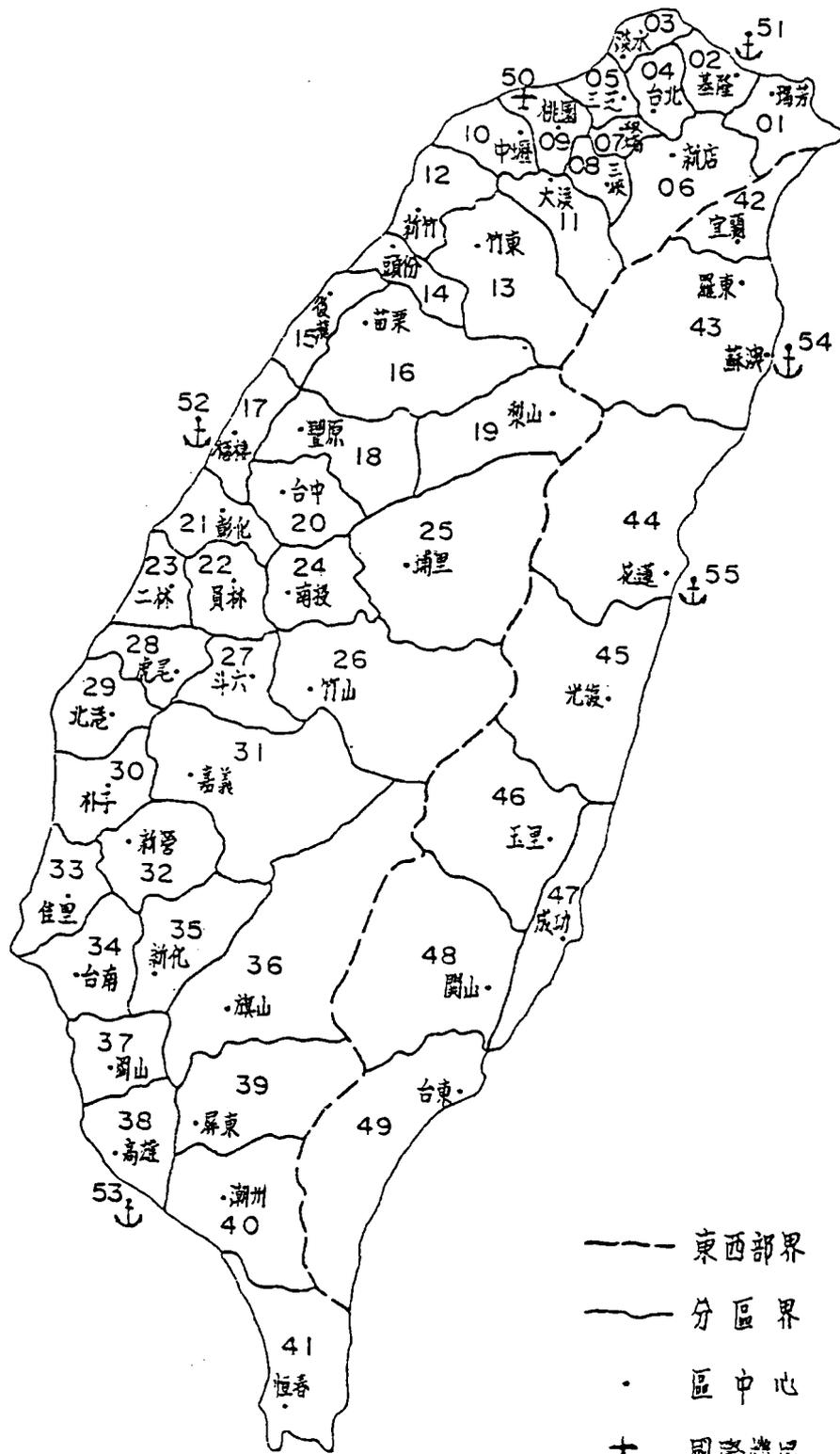
整體運輸規劃程序流程如圖 1 - 2 所示，主要內容可分為資料收集更新、運輸需求預測及運輸系統方案研擬與評估三個階段，分別敘述如後：

1. 資料收集更新：運輸規劃之基本資料可分為一般社會經濟資料、運輸系統設施資料與運量型態資料等三大類。

(1) 一般社會經濟資料包括經濟成長之國民生產毛額、國內生產毛額、進出口貿易量以及各交通分區之人口、就業、產業結構所得、土地使用型態與強度、貨物生產與消費量、車輛持有率等資料，均重新調查與收集，經過整理分析後，作為規劃之基年基本資料。

(2) 運輸系統設施資料包含鐵路、公路、港埠、機場及陸海空運等設施之資料更新，重新分析，估計其能量，並建立新的運輸路網資料。

(3) 運量型態資料包括各種運輸方式之旅客與貨物起迄流動分佈、運量以運



- 東西部界
- 分區界
- 區中心
- ✈ 國際機場
- ⚓ 國際港埠

圖 1-1 研究範圍與交通分區圖

輸動態資料。並從而進行現況運量分析與建立運輸需求模式。

2. 預測年經濟發展與運輸需求預測：分為社經資料預測、旅客運輸需求預測與貨物運輸需求預測。說明如下：

(1) 社經資料預測：預測未來之國民生產毛額、人口等社經資料，並與其他經建規劃單位、區域發展單位之預測結果作比較，以確保預測值之可靠性。

(2) 旅客運輸需求預測：經由利用基年資料所建立之客運需求模型，配合預測年之社經變數與擬定之運輸系統發展方案，預測未來各種旅客運輸系統之運量。

(3) 貨物運輸需求預測：分貨種個別建立貨物運輸需求模型，並配合預測年之人口、所得、產業結構、土地使用之變動與擬定之運輸系統發展方案，預測未來貨物運輸系統之運量。

3. 運輸系統方案研擬與評估：配合國家經建計畫與運輸部門長期發展構想，擬定未來運輸系統發展方案。並將未來之客貨運量分派到運輸路網，作預測年運量供需分析，而後就各方案目標達成情形，評估各方案之優劣。

1.4 規劃目標

訂定規劃目標，以便於本計畫在研擬運輸政策與運輸投資計畫時有所遵循，本規劃目標為：

1. 供給與需求配合，促進國土均衡發展。

於運輸投資中可採「供給領導」與「需求領導」兩種不同策略。「供給領導」之目的係為提供較多的運輸能量，以刺激需求之增加，加速區域經濟之發展。「需求領導」則於運輸需求增加後，為避免運輸設施服務水準降低，而改善或興建運輸設施，以因應運輸之需要。兩種策略適度交互應用，不但使運輸設施服務水準提高，更可透過運輸投資，誘導產業人口重新分配，促進國土均衡發展。

2. 減低運輸成本

一個理想的運輸系統應使客貨運輸的總成本減至最低，廣義的運輸成本應包括費用、時間、擁擠延滯、肇事損失及貨物耗損等。

3. 運輸系統的完整性

各種運輸工具各有其特性與適用範圍，整體運輸規劃應力求健全運輸網路系統，並使各種運輸方式彼此配合，以發揮運輸系統整體之功能。

4. 維護運輸安全

運輸系統除了講求效率外，安全為一不可忽略的重要因素，唯有安全可靠的運輸體系，才能完成運輸效益，因此對於運輸設施安全有關之設計，管理維修、改善亦為本規劃重要課題之一。

5. 節約運輸用地

台灣地區地狹人稠，土地資源極為貧乏，由於人口不斷增加，農業、工業及居住用地均將日趨困難，因此研擬運輸部門之發展計畫評估時，應考慮節約土地資源使用。

6. 節約運輸能源

台灣地區自產能源不足，大部份需仰賴進口，而良好的運輸系統亦可發揮節省運輸能源之效益，並減輕由於運輸工具使用所造成的空氣污染。

7. 維護生態環境

運輸本身不是目的，而是提高居民生活品質與促進國土均衡發展的手段之一。因此由於運輸設施的興建，所造成環境之破壞，如噪音、空氣污染、視覺污染、居住環境破壞、水土流失等，於運輸規劃時應加以考慮維護。

貳、運輸發展之分析與檢討

2.1 內陸運輸公、鐵路地位消長之分析

內陸運輸之方式主要為公路運輸及鐵路運輸，各有其優點。一般而言，公路運輸利於量少值高距離短之貨物運輸，與短程便捷之旅客運輸；鐵路運輸則利於量大值低距離長之貨物運輸，與長程舒適安全之旅客運輸。民國60年代，高速公路之通車及鐵路電氣化是內陸運輸之兩大重大建設，對於鐵公路運輸地位有重大影響，茲將民國51年至民國72年鐵公路客貨運相互消長情形檢討如下。

鐵路在民國60年代以前，無論客、貨運皆為國內運輸主幹，自民國60年代末期，因高速公路之通車，雖然鐵路西部幹綫亦已電氣化，但因速度、票價及服務水準等因素，促使運量向公路移轉。在客運載客人數方面鐵路所

分配之比例，民國 51 年由 17.87 % 下降至民國 73 年 6.13 %，公路則由 82.09 % 增加至 93.53 %。營業貨運方面鐵路載運噸數之比例由民國 51 年 65.84 % 下降至民國 73 年 11.19 %，公路則由 33.32 % 增加至 88.17 %。以台汽客運量言，已於民國 67 年超過台鐵。以營業貨運言，則於民國 63 年超過台鐵。

探討鐵公路地位消長之原因，客運方面，不外乎速度、票價及服務水準等因素；由速度方面而言，過去南北長途運輸以鐵路較為舒適與快速，然高速公路開闢及鐵路電氣化的結果，鐵公路之南北客運速度已頗為相近；由票價方面而言，同等級車種之鐵路票價均比公路高；由服務水準方面而言，由於路綫的限制，鐵路運輸之服務範圍較小，且有轉車問題，而公路可提供及門運輸，路綫遍及各地區，服務範圍廣大。貨運方面，鐵路繁複的托運手續、配車與轉運問題，以及漫長的等待與運輸時間都使得鐵路貨運之競爭能力較公路為差。

近年來，不論鐵路或公路之旅次平均運距，均不斷增加，鐵路由 51 年的每人平均乘車 30 公里至 72 年增為 65 公里，大約增加一倍，公路由 9 公里增為 14.6 公里，貨運方面，鐵路由每噸平均 90.4 公里增為 106.7 公里，公路由 35.8 公里增為 46.9 公里，顯示由於交通工具及運輸設施的不斷改良，使得人類之運輸距離不斷地延長。而鐵路之平均運距仍較公路為大，顯示主要的長途運輸需求仍由鐵路負擔。

2.2 國際港口發展檢討

台灣地區早期的進出口港埠僅有基隆港和高雄港，自政府遷台後，由於經濟的蓬勃發展，進出口量大幅增加。近 30 年來，進出口量平均年成長率約在 11 %，裝卸量平均年成長率約在 14 % 左右，尤以 50 年代末期和 60 年代初期，進出口吞吐量成長率更高達 20 %。近年來由於經濟發展已漸趨穩定，故進出口吞吐量之成長率亦隨著經濟成長率趨於穩定狀態，平均年成率一直維持約 5 % ~ 7 % 之間。在這段期間內，爲了因應進出口量的大幅增加，及平衡區域經濟發展，於民國 52 年將花蓮港正式升格爲國際港，以發展東部地區的經濟。另爲紓解基隆港和高雄港的擁擠，除了積極擴建原有港口之外，於民國 62 年在中部地區開闢台中港，民國 65 年完成第一階段第一期建港工

程並開放營運。目前第一階段三期工程均已定成。民國 67 年關蘇澳港為基隆港的輔助港，以帶動蘭陽平原的開發，亦分擔基隆港的部份負荷。

以各港埠進出港之國際海運量和國內海運量而言，國內海運量約占各港口總運量之 12%；根據民國 73 年的資料，各港口總運量合計 81,671 千公噸，其中國內海運量合計 9,904 千公噸，故各港埠功能仍以國際海運為主。

就各國際港埠在運量的消長而言，30 年來，高雄港一直負擔約台灣地區總進出口量的 70% 左右，基隆港的運量地位則有顯著下降的趨勢，該港進出口量占台灣地區總進出口量之比例由早期的 30% 緩慢遞減，至民國 73 年，其比例約在 16% 左右。花蓮港、台中港及蘇澳港的進出口量比例則尚在緩慢增加中，目前依序約為 3%，8% 及 4%。

自民國 67 年以後，台灣地區港口裝卸量成長率高於進出口吞吐量之成長率，這主要是由於近 10 年來貨櫃運輸業務大幅成長的緣故。以進出口貨櫃個數言，民國 62 年台灣地區總進出口貨櫃個數為 367,000 TEU（折合 20 呎貨櫃）至民國 67 年為 1,045,000 TEU，民國 72 年為 2,117,000 TEU，民國 73 年為 2,429,000 TEU。

以貨櫃貨物重量言，民國 62 年，進出口貨櫃貨物總重量計 197 公噸，占總進出口量的 6.6%，至民國 72 年及 73 年，貨櫃貨物總重是 9465 千公噸及 11,674 千公噸，占總進出口量的 14% 及 16%。貨櫃裝卸量的增加，因而裝卸貨物量成長甚速。

2.3 空運系統發展檢討

1. 國內航空

(1) 國內航空客運歷年成長分析與檢討

① 機場

國內航空客運自民國六十年起運輸旅客量突破百萬大關，然而自民國五十二年起到七十二年的二十年期間却歷經了曲折的發展路程，尤其自六十七年至七十一年，因為高速公路通車及鐵路電氣化的影響，運量連續五年下降，載客人數由 390 萬人下降至 275 萬人，延人公里自 86,692 萬延人公里下降至 64,008 萬延人公里，自 72 年起才稍

有起色。

國內航綫各機場歷年進出旅客人數，及各機場進出人數佔總國內空運旅次的百分比，其年成長率自 68 年起開始下降，變成負成長，直至 72 年起才又回升成正成長。其中各機場所佔比重仍以松山機場為最高，約 34.71%，較民國 67 年以前已經下降了約 6～7%，其次為高雄機場，約 26.85%，與松山機場發生同樣的情形，自 67 年稍微遞降，69 年起又逐年回升。進出旅客人數最少的為台中機場，68 年以前所佔比重介於 1 與 2% 之間，自 69 年起又跌至 1% 以下，營運情形欠佳。其他各機場營運量尚稱穩定。

② 航空公司及航綫

目前經營國內空運之航空公司共計有五家，分別為中華航空公司，遠東航空公司、永興航空公司、大華航空公司，與台灣航空公司，其中除中華與遠東航空公司經營本島之客貨運輸外，其他各公司皆另經營短程之旅遊服務，較不適於本計畫之範疇，中華及遠東航空公司，經營的航綫包括台北—台南，台北—高雄，……等共計十八條。

在航空公司的經營方面，中華航空公司客運量在 67 年達到最高峯，約 169 萬人次，爾後逐年遞降；至 71 年又逐漸回升；載客率每年都很平穩，大多介於 75%～90% 之間。遠東航空公司國內航綫的經營方面，載客人數於民國 68 年達到最高峯，約 211 萬人次，爾後逐年下降，至民國 72 年又漸回升。遠東航空公司每年的載客率較華航稍低些，大致介於 70 至 90% 之間，顯示營運情形尚稱良好。

2. 國際航空

(1) 國際航空客運歷年成長分析與檢討

國際航空客運自民國 51 年至民國 72 年的 20 幾年間，運量持續成長，旅次人數自 16 萬人次增加到 429 萬人次，在這二十幾年間，由於經濟及工業快速發展，使得商務及觀光旅遊人數日趨增加。至民國 60 年旅客總人數已打破百萬人次，目前正邁向 5 百萬人次大關。雖然年年都有成長，但近幾年來成長幅度已逐漸減緩。

儘管目前經營國際航綫的機場只有二個：中正機場及高雄機場，仍然以中正機場承擔了大部份國際旅客的運量，但高雄機場旅客運量有逐

年快速增加的趨勢，我們可以由 72 年與 62 年中正機場與高雄機場運量比較結果得之，10 年間中正機場客運量成長 2.19 倍，而高雄機場卻成長 14.56 倍。

(2) 國際航空貨運歷年成長分析與檢討

工業的快速發展，與經濟的迅速成長，往昔利用海上運送國際間往來貨物，已經漸漸由於貨物的時間效益與經濟效益，使得航空貨運於運送質輕價高精密貨物上有逐漸抬頭趨勢。

歷年來國際航空貨運的總噸數自民國 57 年的 19,936 噸，逐年巨幅成長，至民國 72 年已達至 282,852 噸，在這為期 15 年當中，只有民國 63 年受世界能源危機影響，運量下跌，造成負成長外，其它各年均迅速成長，其中甚至有三年（60 年、64 年、68 年）成長幅度超過百分之三十。

此外由中正機場與高雄機場，在貨運方面所佔比重，亦可以看出仍然以中正機場承擔了絕大多數的運量（中正機場 72 年為 265,783 噸，高雄機場為 17,069 噸），以 72 年為例中正機場運量為高雄機場的 15.57 倍，但以過去十年的長期發展來看，仍然以中正機場為我國國際貨運的發展重心（過去十年中正機場貨運成長 3.6 倍，但高雄機場只有 3.1 倍）。

參、運輸系統現況及能量分析

3.1 鐵路

1. 台鐵里程

台灣鐵路管理局所屬路綫系統，分為西部幹綫與東部幹綫，另有興建中之南迴綫，業已完成卑南至太麻里段。西部幹綫北起基隆南至枋寮，以縱貫綫為主幹，連接淡水、中和、林口、內灣、台中、東勢、神岡、台中港、集集、屏東等支綫，長 699.6 公里。東部幹綫北起基隆，南至台東，以宜蘭綫、北迴綫及花東綫為主幹，連接深澳、平溪、花蓮港等支綫，長 363.7 公里。總計台鐵營業里程共 1074.9 公里。其中單綫 617.9 公里，雙綫 457.0 公里，全綫共有 234 個車站，平均約 4.6 公里設有一個車站。

2. 營運車輛

台鐵機車輛數共 286 輛（備而不用之蒸汽機車不列入統計），包括電力機車 112 輛、柴電機車 162 輛及柴油機車 12 輛（專供調車用），機車總牽引達 4,626,370 公噸。客貨車輛方面，計有電車組 64 輛、柴油客車 129 輛、普通客車 1,357 輛及貨車 5,655 輛，客座數總計 106,745 座，貨車容載噸數為 136,697 公噸。

3. 鐵路平交道

民國七十五年底，台鐵系統平交道共計 928 處，其中西部幹綫有 700 處，平均每 1.00 公里有一處平交道，密度雖仍極高，但由於交通部已於民國六十五年制定之「台灣省境內鐵路平交道改善方案」中規定鐵路縱貫綫暨台中綫電氣化區間，不得再增設平交道，如因都市計劃道路，或因政府重大措施，或因工廠設立，必須穿越鐵路時，均應立體化，且嗣後不得再增設第三種乙平交道，再加上台北市區鐵路地下化工程完工後，將可消除 13 處平交道，故西部幹綫平交道密度可望逐漸降低。繼續存在之平交道，由於近幾年之逐步改善，其防護設施已日漸改善，若能配合每年舉辦之平交道調查，建立平交道結構、防護設備、位置特性及列車交通量、道路車輛交通量、平交道肇事等資料，藉以研究改善平交道設施，必可有效減少平交道事故之發生。東部幹綫平交道計有 172 處，平均每 2.11 公里有一處平交道。台鐵全綫以等級分，則以第三種甲平交道最多，計 634 處，佔平交道總數之 68.32%，其次為第一種平交道，計 104 處，佔平交道總數之 11.21%。

4. 路綫容量

路綫容量亦稱軌道容量，係指軌道於一定時間內所能通過之列車數，為鐵路能量之主要評估標準。通常軌道數多、坡度小、曲度大、閉塞區間距離短、客貨站場之配置恰當等，均足以增加路綫容量。

民國七十五年台鐵系統路綫容量，全綫最大容量區間為松山—台北間之 406 次，最小容量區間為北迴綫之蘇澳新站—和平間之 59 次。已全綫電化之縱貫綫路綫容量平均在 239 次以上，該綫容量小於此平均數者有五區間，其中除基隆—松山係雙軌外，其餘四個區間均為單軌路段。就路綫利用率而言，台北—桃園、清水—彰化兩個區間均已達 92% 以上。屏東

綫高雄—屏東段之路綫利用率已高達 95.35 %，惟目前均已進行鋪設雙軌工程中，完工後當可提高路綫容量，降低路綫利用率。北迴綫之蘇澳新站—和平段之路綫利用率高達 118.64 %居台鐵之冠，應及早改善。

5. 機車及客貨車輛使用率

民國 75 年，台鐵之各型車輛使用情形，大致如下：機車部份，以電力機車最高，高達 86.6 %，柴油機車最低，達 58.33 %；在客車方面，以普通客車使用率最高，達 91.7 %，電車組使用率最低 84.4 %，在車方面其使用率高達 93.2 %，顯見台鐵各型車輛使用率均屬偏高。

6. 機車能源使用

就行駛里程及牽引噸公里看，電力機車及電車組所佔比率均最高，其行駛里程佔總行駛里程之 46.58 %，車輛噸公里佔總車輛噸公里之 61.46 %，顯示電力機車及電車組為台鐵營運之主力。

每車公里耗用能源方面，以柴電機車最高，達 2.61 公升，柴油機車最低為 0.47 公升，每車每千噸公里耗用能源方面，以柴油機車最高達 21.75 公升，柴電機車最低為 6.55 公升。

3.2 公路

3.2.1 公路系統現況

台灣地區公路系統依據民國 67 年 7 月 1 日公佈「台灣地區公路網計畫」，共分為六大系統。

1. 高速公路系統

國 1 號台灣國道高速公路主線，北起基隆市大業、中興隧道口，南迄高雄中山路臨海路口，長 373 公里，及編號國 1 甲線之中正機場支綫，起自桃園機場交流道至竹圍大園間中正國際機場，長 9 公里，總長 382 公里。

2. 環島公路系統

環島公路系統為由台 1 線與台 9 線構成，台 1 線為西部幹綫，北起台北市中山南北路與忠孝東西路交接處，南迄屏東楓港，長 443 公里，台 9 綫為東部幹綫，與台 1 線起迄點相同，長 474 公里。

3. 橫貫公路系統

橫貫公路系統由台 7、台 8，台 20，台 18，台 14，台 16，台 22，台 9 甲，所構成。目前通車路段有：台 7 線為北部橫貫公路起自桃園大溪迄至宜蘭，長 124 公里；台 8 線為東西橫貫公路（中部橫貫公路）起自台中東勢鎮，迄至花蓮太魯閣，長 189 公里；台 20 線為南部橫貫公路起自台南市，迄至台東德高，長 204 公里；台 18 線為新中部橫貫公路起自嘉義市至台東玉里，目前完成嘉義玉里段長 84 公里，尚餘 122 公里未開闢；台 14 線為彰化仁壽橫貫公路起自彰化市迄至花蓮仁壽，已完成 112 公里，尚餘 73 公里未開闢；台 16 線為名間鳳林橫貫公路起自南投名間鄉迄至花蓮鳳林，已完成 48.5 公里，尚餘 94 公里未開闢；台 22 線為屏東知本橫貫公路起自屏東市迄至台東知本，已完成 73 公里，尚餘 58 公里未開闢；台 9 甲線為新店員山橫貫公路起自台北新店迄至宜蘭員山，已完成 33 公里，尚餘 30 公里未開闢，里程合計 1245 公里。其中已完成通車部份共計 868 公里，未完成通車之路段共計 377 公里。

4. 縱貫公路系統

縱貫公路系統由台 3，台 13，台 19，台 21 等四條構成，合計共長 964 公里。台 3 線內陸公路起自台北市至屏東市，長 444 公里；台 13 線尖豐公路起自新竹內湖至台中豐原，長 68 公里；台 19 線為中央公路起自彰化市迄至台南市長 138 公里；台 21 線起自台中天冷迄至高雄鳳山磚子礮，長 290 公里。目前已通車路段計 910 公里，尚未通車路段為台 21 線，長 88 公里。

5. 濱海公路系統

濱海公路系統由台 2，台 11，台 11 乙，台 15，台 17，台 24 等六條構成，總長 787 公里。其中台 17，台 24 尚未通車路段計 37 公里，已通車部份計 750 公里。

6. 聯絡公路系統

聯絡公路系統分由省道與重要縣道構成，總長 3117 公里。

3.2.2 公路系統能量分析

(1) 容量的估計

本計畫對於路段容量的估計，係考慮每車道之基本容量為 125 O P C U / 尖峯小時來計算，並針對道路設計規劃標準規格，考慮「路側理

論折減係數」「線形理論折減係數」及「其他折減係數」，得到尖峯小時理論容量，再除以「K因子」得到「每日理論容量」，未規劃係屬整體運輸規劃，偏重城際間的運輸，故「K因子」定為百分之十至百分之十八之間，依各道路規劃標準計算「每日理論容量」。

(2) 公路系統能量分析

本規劃就研究範圍內重要省縣道之路段，參考民國 75 年公路局編製之「台灣省重要公路交通量調查報告」摘錄重要路段交通量，並參考容量估計表又依省道及重要縣道分別統計各道路名稱之服務水準。由於編幅限制，不予列出，請參考原報告書。

3.3 港埠

3.3.1 現有港埠設施

目前台灣地區五大國際港埠中，水域面積最大的為高雄港，總面積為 12,763 千平方公尺，其次為台中港，總水域面積為 4,870 千平方公尺。以港口航道水深而論，基隆港及蘇澳港之航道水深達 - 26 公尺為五港中航道水深最深者，但以船舶靠泊之碼頭而言，碼頭水深以高雄港二港口條件最佳，最深為 - 16 公尺，可靠泊 10 萬噸級以下之船舶；其次為蘇澳港及台中港，碼頭水深分別為 - 15 公尺和 - 14 公尺，可以靠泊 6 萬噸級以下輪船，基隆港碼頭最深為 - 13 公尺，可靠泊 4 萬噸級以下輪船，花蓮港目前碼頭最深為 - 12 公尺，可靠泊 3 萬噸級以下輪船。五大港埠中，泊地面積最大的亦是高雄港，高雄港尚有浮筒 27 組，基隆港則有浮筒 4 組。

各港埠現有碼頭設施、裝卸機具設備、倉儲設備概況分述如下：

基隆港：現有 57 座碼頭中，營運碼頭計 41 座，其中貨櫃碼頭共有 10 座，並配置 13 部貨櫃起重機，18 部貨櫃跨運機。另有穀類碼頭 1 座，設有吸穀機 3 台。本港由於貨櫃碼頭缺乏後線儲運場所，貨櫃船靠港後，大多以船邊提貨方式提取。

高雄港：本港現有碼頭 91 座，其中營運碼頭 76 座。設有 13 座貨櫃碼頭分散於第一、第二、第三、第四貨櫃儲運中心，其中第四貨櫃儲運中心尚在興建中，預定工程將於民國 80 年完成。該港目前共有 23 部橋式機，未來將每座貨櫃碼頭配備 2 部橋式機為目標，以提高貨櫃

裝卸效率。各式倉棧設備除了穀倉尚有不足之外，其他倉儲狀況良好。

花蓮港：現有碼頭 18 座，其中 5 座船席設有散貨輸送帶裝卸設備，效率甚高。由於出口貨物如水泥、砂石等以船邊直接裝船為多，故倉棧使用率較低。

台中港：該港現有碼頭 28 座，其中貨櫃碼頭 2 座穀類碼頭 1 座，設有 6 萬噸穀倉 1 座，及新式吸穀機設備。目前穀倉已不敷使用，該港計劃在 # 3 碼頭興建 6 萬噸穀倉 1 座，以提高該港穀類裝卸能量。

蘇澳港：現有船席 13 座，其中貨櫃船席 2 座，但目前並無貨櫃裝卸業務，該 2 座船席併入雜貨船席使用。

3.3.2 港埠營運現況分析

(1)各港埠進出港船舶噸位及艘數

各國際港埠進出港船舶艘數及噸位一直在增加中，十餘年來台灣地區進港船舶總艘數由民國 62 年 10,785 艘，至民國 72 年進港 17,131 艘，及民國 75 年進港 19,038 艘；其進港船舶平均噸位則由民國 62 年平均每船 5,300 噸，至民國 72 年為 9,500 噸，民國 75 年為 11,300 噸。其中增加最快的為 10,000 噸～40,000 噸級船舶，平均年成長率約 15%，民國 75 年該噸級進港船舶艘數共計 5,956 艘，占全年總進港船舶艘數的 34.6%。

以各港口個別而論，基隆港進港船舶仍以 1,000 噸～5,000 噸級船舶為多，占 32.9%，但以 20,000 噸級以上船舶成長最快，平均年成長率約 14%，民國 75 年該噸級船舶進港艘數約占該港全年進港船舶艘數的 18.7%。

高雄港進港船舶亦以 1,000 噸～5,000 噸級船舶為多，占 37.7%，但以 20000 噸級以上船舶成長最快，民國 75 年該噸級船舶進港艘數共計 1,759 艘，占該港總進港船舶艘數的 21.7%。其他各港進出港船舶亦均以 1,000 噸～5,000 噸級船舶為多，但以 10,000 噸級以上之船舶成長較快。

綜合以上分析，船舶大型化之趨勢極為明顯，但限於設備，目前僅有高雄港可容許 10 萬噸級以下船舶進出，其他港口則分別只能容許 3 萬噸至 5 萬噸級船舶進出。

(2)各港埠進出口貨物吞吐量

台灣地區五大國際港埠之進出口貨物吞吐量，以近 13 年來之資料來分析，民國 62 年五大港埠之進出口貨物吞吐總量為 29,940 千公噸，至民國 75 年為 82,063 千公噸，平均成長率為 8.06 %。其中出口貨物之成長比進口貨物之成長稍快，出口貨物總量在民國 62 年為 5,996 千公噸，至民國 75 年出口總量增為 16,300 千公噸，平均年成長率為 9.49 %；進口貨物則由民國 62 年的 23,974 千公噸，增為民國 75 年的 65,765 千公噸，平均年成長率 8.07 %。進口量占總吞吐量之比例一直維持在 80 % 上下，但在民國 75 年有明顯增加，約占 88 %，顯示在量的方面，海運貨物以進口量為多。

(3)各港埠進出口貨物裝卸量

①台灣地區五大港埠 13 年來裝卸量之成長情形，民國 62 年裝卸量估計 49,276 千船運噸，民國 75 年為 227,486 千船運噸，平均年成長率為 12.49 %；基隆港的裝卸量由民國 62 年的 17,828 千船運噸，至民國 75 年為 66,172 千船運噸，平均年成長率是 10.61 %；高雄港民國 62 年裝卸量 30,742 千船運噸，至民國 75 年為 143,747 千船運噸，平均年成長率是 12.60 %；花蓮港則由民國 62 年的 705 千船運噸，增至民國 75 年的 4,607 千船運噸，平均年成長率是 15.53 %，台中港、蘇澳港民國 75 年之裝卸量分別是 9,472 千船運噸和 3,488 千船運噸，近年之平均年成長率是 20.72 % 和 24.43 %。

②台灣地區貨櫃貨物進出口量之成長情形，民國 62 年至民國 75 年之 13 年間，平均年成長率為 18.28 %，其中基隆港貨櫃貨物進出口量平均年成長率為 19.20 %，高雄港為 17.19 %，台中港為 37.28 %。基隆港及高雄港在貨櫃貨物進出口量方面均為穩定遞增之情形，民國 75 年兩港之貨櫃貨物吞吐量分別是 8,952 千公噸及 8,362 千公噸。台中港則為 227 千公噸。

3.3.3 國際港埠能量分析

港埠能量乃是港口利用其現有設施，如船席、裝卸機具、倉棧等，給船貨主提供之服務水準。各港埠如何利用這些設備，在船席調配、機具操作、工人編組、倉棧控存與組織管理等之運作情況構成該港埠的供給面，船貨主

對港埠所提供服務水準之要求即構成該港埠的需求面。如果港埠在作業上，為節省設備投資及各項營運費用，而提高設備之使用率以應付大量的需求，則將造成港區擁擠，船貨主負擔巨額的等待成本，這項等待成本將會轉嫁到消費者，增加社會大眾的負擔；如果無法轉嫁，勢必削弱船貨主的競爭能力，造成貿易的萎縮，對國家經濟的發展都為不利。但如果過份顧及需求面，大量提高港埠服務水準，則將經常發生設備閑置的現象，造成資源投資的浪費。因此港埠能量的設計水準應建立在供需雙方的平衡上，以成本觀念來表示，即如何求得一個使船舶等待成本與船席閑置成本為最小的船席使用率，以方程式表之如下：

$$\text{Minimize } C_T = S(1 - u)C_s + C_w * L_q \dots\dots\dots$$

其中 C_T ：單位時間之總閑置成本

C_s ：單位時間之船席閑置成本

C_w ：單位時間之船舶等待成本

S ：船席數

u ：船席使用率

L_q ：平均等待船席之船數

因此在船席閑置成本及船舶等待成本已知之情況下，可以求出一使總閑置成本為最低之船席使用率，亦即所謂最佳船席使用率，並以之探求各港埠船席之經濟能量。

①基隆港：該港營運船席共計 41 座，目前進行部份散什貨船席改建貨櫃船席，工程進行期間，現況加以營運之船席計有散什貨船席 28 座，貨櫃船席 10 座，穀類船席 1 座，石油船席 2 座。貨櫃船席之運能以目前一般橋式貨櫃起重機之運能估計，每部橋式機每小時可起卸 27 個貨櫃，目前該港共有 13 部橋式貨櫃起重機供應 10 座船席調配使用。穀類船席使用之吸穀機為舊式吸穀機，其效能僅及新式吸穀機之一半，約為每小時 110 船運噸。石油船席方面，本港設有 8"，12" 輸油管線各 2 管，本次估算時以各管線之輸油能量計算。散什貨船席以一般運能估算，每船使用 4 吊桿，每吊桿每小時裝卸 45 船運噸為計算標準。配合經濟船使用率估算來港經濟能量約為 81,011,400 船運噸。

- ②高雄港：該港營運船席共計 76 座，其中貨櫃船席 13 座，什貨船席 25 座，散貨船席 11 座，穀類船席 3 座，石油專用船席 8 座，其他專用船席 16 座。貨櫃船席使用之橋式貨櫃起重機共計 23 部，各船席調配使用，不足時以一般起重機支援，本次估算以每船席使用 1.7 部橋式機作為估算標準。事實上以本港貨櫃船席條件，每船席可裝設 2 座橋式起重機，則貨櫃裝卸量將可再大幅提高。散、什貨船席裝卸能量以一般運能估算，穀類船席裝卸能量以各船席配置吸穀機之能量不同分別計算再加總而得，石油專用船席能量以目前油輪平均停泊本港碼頭時間及裝卸量估算每船席每日裝卸量改為 32,500 船運噸。其他專用船席之能量，估算每座船席每年裝卸能量約為 350,000 船運噸（採自高雄港大鵬灣規劃報告）。
- 。推計得該港 76 座船席全年裝卸量約為 209,679,550 船運噸。
- ③花蓮港：該港共有船席 18 座，其中什貨船席 10 座，散貨船席 8 座。散貨船席中 # 5，# 7，# 8，# 10，# 11 船席有散貨輸送帶裝卸設備，（# 11 船席由中鋼使用，能量約 1,500 船運噸／機小時），平均能量約為 800 船運噸／機小時，因散貨船席互為調配使用，故使用率以 8 座船席計算，改為 0.55。總計該港年裝卸能量約為 15,343,200 船運噸。（石油進出口目前暫時使用 # 3，# 4 雜貨船席）。
- ④台中港：該港共有船席 28 座，其中貨櫃船席 2 座，散什貨船席 22 座，穀類船席 1 座，原木船席 1 座，石油化學品船席 1 座。貨櫃船席以每船席配置 1 台橋式起重機估算能量。本港穀類船席擁有新式穀倉裝設真空吸穀機 2 座，每座每小時裝卸能量約 400 船運噸，但作業時因艙底掃艙之故，平均每小時能量約為 250 船運噸／機小時，原木船席與散、什貨船席調度使用，使用率以兩者併同考慮。總計該港年裝卸能量約為 19,113,544 船運噸。
- ⑤蘇澳港：該港共有船席 13 座，其中什貨船席 5 座，散貨船席 5 座，原木船席 2 座，管道船席 1 座。其中雜貨船席中有 2 座原為貨櫃船席，並購有橋式起重機 1 部，但目前本港尚無貨櫃裝卸業務，現況歸入雜貨船席調度使用。管道船席設有 18" 輸油管線 1 管，每小

時裝卸能量約為 550 船運噸／機小時。總計該港年裝卸量約為 8,382,000 船運噸。

3.4 海運

1. 國際海運現狀分析

(1) 營運船舶數量與噸位

民國 64 年政府鑑於海運業在整體經濟發展中漸形落後，且船舶數量減少，承運進出口貨物比率大幅滑落，加以惡性競爭，船價糾紛迭起，乃有「國貨國運、國輪國造」航業政策之訂定，並實施「貿易、航業及造船配合實施方案」擴建並汰換國輪船隊，使其運輸足以承運進出口大宗物價 70%，一般雜貨 40% 為目標，截至 75 年 12 月底止，共有國籍船舶 233 艘，計 4,595,764 總噸，與民國 65 年比較成長率為 235.41%，載重噸為 7,161,238 噸，與民國 65 年比較成長率為 240.57%，導致成長率快速增加之主要原因為第三期造船計劃建造之船舶加入營運，及七十二年六月三日交通部修正公佈「輸入現成船舶齡年限表」，放寬鼓勵輸入船舶年限，主動爭取及協助業者引進相當數量之現成船等。

在船舶噸位方面，二萬噸級以下之各型船舶，在船數、總噸數、載重噸數等方面所佔之數量與民國 65 年相較；艘數減少 7 艘，總噸數減少 89,093 噸，載重噸減少 180,616 噸；而二萬噸級以上之各型船舶則大幅增加，計艘數增加 77 艘（增加 11 倍），總噸數增加 3,387,736（增加 11 倍），載重噸數增加 5,305,429 噸（增加 9.4 倍）。顯示船舶大型化是國際發展的趨勢，增加之船舶種類包括散裝船、貨櫃船、礦砂船及油輪。

(2) 船舶船齡及航速

船舶船齡之大小，為船舶運航安全之一種表徵，向為貨主所關注。國籍船舶之平均年齡，多年來均在 9～12 年之間。民國 75 年，平均船齡為 10.75 年，較 65 年降低不多，其中船齡 5 年以下船舶艘數最多，共計 59 艘，其次為 6—10 年的 56 艘，就載重噸而言，5 年以下船舶之載重噸佔總載重噸 39.55%，11—15 年船舶則佔 23.65%，顯示國輪船舶運輸能量集中於此二階段船齡之船舶，佔總載重噸的 63.20%

。20 年以上之高齡船舶之比率，則大致上呈逐年遞減之勢。

船舶航速之高低，為船舶能提供服務水準高低之一種評估標準，民國 75 年國輪平均航速為 13.28 哩／小時較民國 65 年之 14.12 哩／小時略為降低，大部份船舶之航速則在 14.5～16.4 哩／小時之間，與民國 65 年比較，大致相同。就載重噸而言，則航速 14.5～16.4 哩／小時之船舶載重噸佔總載重噸的 61.45 為最高，其次則為 18.5～24 哩／小時之高速船舶，佔 18.68 %。

根據英國勞氏驗船協會 1983 年年報統計，全世界商船總噸位為 424,741,682 總噸（100 總噸以下船舶不計），其中船齡在 9 年以下者佔 51.50 %，而反觀我國船舶船齡在 10 年以下以總噸為計算基礎，佔 62.47 %，顯示出船齡結構較國際為低，與過去歷年比較，顯示我國船舶汰舊換新率已大幅提高，逐漸超過國際水準。

(3)商船隊及其構成

國籍船舶主要分為六大類，即客貨船、冷藏船、木材船、油輪、貨櫃船、及乾貨船（包括乾貨船、散裝船、礦砂船及多用途船等）。75 年國輪一千總噸以上船舶共 200 艘，約 4,579,539 總噸或 7,133,416 載重噸；連同 200-1,000 總噸船舶 33 艘，總計 233 艘。就總噸而言貨櫃船成長最為迅速，較 65 年成長了 47.45 倍；其次為乾貨船成長 2.57 倍；油輪則成長 0.68 倍，其餘船舶除專用船外，多呈負成長，尤以冷藏船減少最多。

就載重噸言，以礦砂船之 2,255,478 載重噸最多，其次為散裝船，計 1,641,469 載重噸，貨櫃輪 1,602,039 載重噸，油輪 957,253 載重噸，多用途船 293,912 載重噸，乾貨船 195,699 載重噸，木材船 91,171 載重噸，以上共佔全部載重噸的 98.27 %，為國輪主要運輸能量所在。

2.國際海運能量分析

國輪現有運輸能量約 6,235 萬噸，其中定期船約 2,839 萬噸，近海不定期船約 95 萬噸，遠洋不定期船約 1,958 萬噸，油輪約 1,343 萬噸；每載重噸承運能量定期船約 15.97 噸，近海不定期船約 17.68 噸，遠洋不定期船約 5.00 噸，油輪約 11.78 噸。

3.國內航運現況分析

由於台灣地區海運事業主要以經營國外進出口貨物運輸為主，本島及本島與離島間之客貨運輸，則主要由鐵、公路及空運負擔，故國內航運（環島及離島）使用之船舶及港埠設施向未積極投資建設，使得港埠設備簡陋，使用之船舶既小且舊，歷年客貨運量因之極少。現有船舶及航綫資料顯示，近洋不定期船計 13 艘，環島航綫僅高雄—花蓮，基隆—花蓮，計 5 艘船在營運，離島航運則有 9 條航綫 24 艘船在營運，就船舶類型而言，以乾貨船 24 艘最多，依次為油輪 4 艘，水泥船 4 艘。

沿海航運各航綫船舶，平均航速為 11.56 哩／小時較國際航綫平均航速為低。沿海航運各航綫船舶平均船齡 14.42 較國際航綫為高，尤其環島綫高雄—花蓮船齡最高 23 歲，離島航綫的高雄—金門，基隆—金門船齡都高於 19；此外若以船型來分乾貨船，礦砂船，貨船平均船齡都高於 18，顯示此三類型船舶應逐年予以淘汰。

3.5 空運

1. 國內航空現況及能量

(1) 機隊與航綫

民國 75 年國內各航空公司擁有飛機數量如下，華航有 Boeing 737 型機 3 架，A 300 型機 1 架，遠東擁有 Boeing 737 型機 7 架，台灣航空公司擁有 BN-2 型機 5 架，大華航空公司擁有各型飛機 6 架，永興公司擁有各型飛機 7 架，總計參與國內民航空運輸的飛機共計 29 架。

(2) 航綫之起迄分析

各航綫起迄分析如下：以台北機場往各機場，以及各機場往台北機場的旅客人數最多，民國 75 年起迄各約 90 萬人次，92 萬人次，其次為高雄機場往各地，以及各地飛往高雄機場的旅次，起迄各約 67 萬人與 66 萬人次，再次為馬公機場，起迄各約 40 萬人與 38 萬人次，往返台北及高雄機場的乘客，多為返鄉、觀光、遊憩居多。

再以各單條航綫分析，以高雄往台北的旅客居多，大約 43 萬人次；再次為台北往高雄約 41 萬人次；第三為台北往花蓮大約 20 萬人次，顯示各單綫的旅客運量仍以本島為主。惟各機場都有航綫飛往馬公，使得馬公機場旅次起迄總運量，排名第 3。

2. 國際航空現況及能量分析

(1) 機隊

目前我國飛航國際航綫的航空公司只有華航一家，該公司飛機國際航綫計 A-300 型機 4 架，Boeing 767 型機 2 架，Boeing-747 型機 8 架，Boeing-747 209 F 型機 2 架。總計飛航國際航綫的各型飛機共計 16 架。

(2) 國際航綫

目前飛經台灣的航空公司有中華、泰國、馬來西亞、盧森保、南非、大韓、新加坡、國泰、諾魯、飛虎、西北、地中海、菲律賓、日本亞細亞、荷蘭等 15 家航空公司，主航綫以客貨合計 101 條，各公司所經營航綫的能量，以該型飛機數量乘以每週飛行次數，再乘以座位數，就可以得出每週航綫的飛行線量，由於各公司所使用的機型與改裝使用的不同，所以很難正確估算出正確的能量，只能由每週飛行次數，再依客貨劃分分別求出華航佔國際航綫的能量佔有率。

經由估計結果，華航經營國際航綫每週的總能量約 44,995 個機位數，佔飛航台北國際各航綫，可以使用能量約 39.14%，由於部份航綫資料欠缺，使得華航在市場佔有率較實際情形可能會顯得較高些。

3.6 機場

在國際機場方面，包括中正國際機場與高雄小港國際機場，國內機場則有台北松山機場，嘉義機場、台南機場、台中機場、高雄機場、馬公機場、台東機場、花蓮機場及小型機場綠島、七美、蘭嶼等，民國七十五年為機場設施與能量見表 3.1。

肆、運量型態分析

旅客及貨物之起迄流動型態為運輸規劃之基本資料，根據客貨起迄型態分析，一方面可知客貨運輸之實質問題，另一方面可配合現況及預測之人口、就業、車輛持有、生產、消費及其它土地使用等關係建立客運及貨運之運輸模式，預測未來之運輸需求。

4.1 客運型態分析

表 3-1 七十五年民航空機設施與能量

項 目	管 理 人	地		道		停 機 坪		航 空 站 (候 機 室)		貨 運 站		照 光	設 備		
		長 (公尺)	寬 (公尺)	載重強度 (公斤)	尖峰小時 起降客量 (架次/小時)	面積(平方 公尺)	機 位	面積(平方 公尺)	尖峰小時 出入機人 數(人次/小時)	機位 年客容量 (人次)	面積(平方 公尺)			貨運 容(噸)	
中正國際機場	民 航 局	3,660 m	60 m	35,000 kg 單軸載重	84	客機坪 302,100m ² 貨機坪 100,000m ²	客機 22 架 貨機 8 架	163,900	4,000	5,000,000 4,546,019	42,000	200,000	跑道、地、 道頭燈、燈 塔、中心線、 各地區、 城燈	跑道、地、 道頭燈、燈 塔、中心線、 各地區、 城燈	CATI 精準進場 燈、目視 進場燈
高雄國際機場	民 航 局	3,050 m	45 m	25,000 kg 單軸載重	38	88,000m ²	11 架	8,300	1,100	1,900,000 1,667,009	2,244	11,440	跑道、地、 道頭燈、燈 塔、中心線、 各地區、 城燈	MALSR 進場燈、 目視進場 燈	
台北松山機場	民 航 局 (民 航 處)	2,605 m	60 m	26,000 kg 單軸載重	--	215,000m ²	22 架	43,868	2,000	14,000,000 11,819,025	--	--	跑道、地、 道頭燈、燈 塔、中心線、 各地區、 城燈	目 視 進 場 燈	
花蓮機場	"	2,750 m	45 m	23,000 kg 單軸載重	--	13,500m ²	B737-4 架	2,574	900	1,300,000 527,695	--	--	有	有	目 視 進 場 燈
馬公機場	"	3,000 m	45 m	18,000 kg 單軸載重	--	13,150m ²	B737-4 架	3,379	684	1,173,840 877,188	1,008	7,300	有	有	有
台東豐年機場	"	2,438 m	30 m	18,000 kg 單軸載重	--	15,100m ²	B737-1 架、小型 機 8 架	1,296	392	788,400 290,290	--	--	有	有	有
台南機場	"	3,050 m	45 m	18,000 kg 單軸載重	--	348,656m ² (含單方)	B737-2 架	730	450	316,000 259,968	--	--	有	有	MALSR 進場燈、目 視進場燈
台中水湳機場	"	1,620 m	30 m	8,500 kg 單軸載重	--	9,000m ²	B737-2 架	1,957	500	200,000 55,197	--	--	有	有	--
嘉義機場	"	3,050 m	45 m	18,000 kg 單軸載重	--	113,100m ² (含單方)	B737-2 架	760	340	40,000 67,254	--	--	有	有	目 視 進 場 燈
蘭嶼機場	台東縣政府	916 m	20 m	--	--	2,825m ²	小型機 4 架	370	--	--	--	--	--	--	--

本規劃為建立客運運輸需求模式之需，特將台灣地區城鎮鎮旅客運輸區分為六個型態說明如下：

- (1)航空起迄資料
- (2)小客車起迄資料：含自用小客車及計程車
- (3)公路高級車起迄資料：含中興號、國光號車及非定期大客車
- (4)公路普通車起迄資料：含直達車及普通車
- (5)鐵路高級車起迄資料：含自強號、莒光號、復興號車
- (6)鐵路普通車起迄資料：含平快、普通車

這其中航空、公路及鐵路資料仍直接間接由各有關單位資料整理而得，自用小客車、計程車及非定期大客車則由七十三年之「公路車輛起迄調查」以路邊訪問方式抽樣調查台灣地區六十二個調查站而得之起迄資料合併。

根據上述分類原則，現況各交通分區間，依調查資料顯示，台灣地區交通分區間不含 50 交通區內之間每日共有旅次 2,218,524 人次，其中以公路普通車最多共 1,008,448 人次佔 45.46%，其次為小客車共 523,592 人次佔 23.61%，依次為公路高級車共 381,202 人次佔 17.18%，鐵路普通車共 200,365 人次佔 9.02%，鐵路高級車共 100,212 人次佔 4.52%，航空最少每日僅 4,705 人次佔 0.21%。

若依其延人小時分析，則共有 2,895,010 延人小時，其中以公路普通車之 899,768 延人小時最多佔 31.08%，其次為公路高級車之 814,897 延人小時，佔 28.15%，再次為小客車 720,522 延人小時佔 24.89%，鐵路高級車之 254,337 延人小時佔 8.79%，鐵路普通車之 202,574 延人小時佔 7.00%，航空最少僅 2,912 延人小時佔 0.10%。其次再就各運輸工具之平均旅次長度分析，以鐵路高級車最長，平均旅次長度為 152.28 分鐘，其次為公路高級車之 128.26 分鐘，皆超過二個小時，再次為小客車平均旅次長度為 82.57 分鐘，公路普通車與鐵路普通車較接近各為 53.53 分鐘與 60.66 分鐘約一小時，航空最短僅 37.14 分鐘，合計總平均旅次長度為 78.30 分鐘。

各運輸工具之旅次長度以運輸時間為單位之旅次分佈統計資料，依調查顯示說明如下：

- (1)航空旅次長度集中於 40 ~ 60 分鐘之範圍內。
- (2)小客車旅次長度以 40 ~ 60 分鐘最多佔 39.35%，其次為 20 ~ 40 分鐘與

60 ~ 80 分鐘共有 16.83 %，其他範圍有時間愈長旅次愈少之現象。

- (3) 公路高級車之旅次長度集中於 40 ~ 100 分鐘間，共有 50.73 % 約佔一半，其次 120 ~ 160 分鐘亦佔 13.22 %，240 ~ 280 分鐘佔 6.80 % 亦很多，可見公路高級車仍以服務中長程之旅客居多。
- (4) 公路普通車之旅次長度一般而言皆集中於 60 分鐘以下，共佔 73.51 %，其他範圍都很少，可見公路普通車以服務短程旅客為主。
- (5) 鐵路高級車之旅次長度以 20 ~ 60 分鐘居多佔 27.36 %，其他各長度範圍之分佈皆較平均，尤其在 180 ~ 200 分鐘佔 5.63 % 及 360 ~ 380 分鐘佔 5.02 % 等皆為各運輸工具同範圍之冠，可見鐵路高級車亦以服務中長程旅客為主。
- (6) 鐵路普通車之旅次長度與公路普通車之特性相似，皆集中於 60 分鐘以下共佔 81.40 %，其他範圍很少。

4.2 貨運型態分析

由有關資料顯示*，民國 73 年貨物運輸總量為 365 百萬公噸及 18,716 百萬延噸公里，較民國 65 年之 202 百萬公噸，11436 百萬延噸公里分別成長 1.81 倍，1.67 倍。歷年貨物運量年平均成長率以公噸計為 7.70 %，以延噸公里計為 6.62 %。

承運國內貨物運輸工具可略分為公路、鐵路、環島航運、國內空運等四種運具。民國 73 年各運具承運比例以公噸計，公路佔 94.10 %，鐵路佔 4.77 %、環島航運佔 1.12 %、空運佔 0.01 %，以延噸公里計，其分配比例，公路為 87.56 %、鐵路為 9.80 %、環島航運為 2.62 %、空運為 0.02 %。一般而言公路平均運距 48.2 公里較其他運具為低。

伍、運量需求預測

5.1 海運需求預測

各主要航線地區進出口貨物量之預測方法，係按各港務局所提供統計資料，選用國內生產毛額 (GDP) 及時間 (T) 為解釋變數，分別建立進出口航線預測模型，由於部份航線之歷年進出口量成不穩定成長或成衰退型態

不易預測，而改採成長率法分析。

各主要航線進出口預測模型通式型態如下：

$$Y_i = \alpha + \beta_1 (T_i - T_0) + \beta_2 (T_i - T_0)^2 + \beta_3 \text{GDP}_i + \beta_4 \ln(\text{GDP}_i)$$

$$\ln Y_i = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_i$$

上式中 Y_i ：民國第 i 年之進口量或出口量

T_i ：計算年， $T_i \geq 61$ ， $i = 61, 62, \dots, 72$

T_0 ：基年， $T_0 = 60$

GDP_i ：民國第 i 年之國內生產毛額新台幣百萬元，民國 72 年代值。

α, β_i ：參數值， $i = 1, 2, 3, \dots$ 。

應用民國 61 年～73 年的資料做迴歸分析找出最適線預測，得到各航線進出口預測模式之參數值， t 值及判定係值。

海運出口貨物運量預測年民國 84 年、89 年分別為 39,194 千公噸、50,103 千公噸，進口貨物運量民國 84 年為 109,357 千公噸，89 年為 155,523 千公噸。

5.2 港口吞吐量預測

本計畫中國際港埠進出口吞吐量之預測，由於台灣地區屬於海島地形，進出口貨物端賴海運及空運，加之幅員狹小，故前題假設認為應先就整體考慮，預測台灣地區之進出口貨物量，再以國內產業區位分佈及過去各港埠進出口貨物之分佈情形預測未來各港埠之進出口吞吐量，本項預測流程圖如圖 5-1 所示。

各類貨種經由各港口進出口量之分配比例，首先根據各港口過去承運各類貨種之進口量及出口量之成長變化趨勢，以迴歸方法預測其未來之成果，並以此算出各港之分配比例初估值，就這項初估值參考各港口發展特性及經建會有關國內產業區位分配之預測資料加以修正，而得到預測年各類貨種各港口進出口量分配比例。

由前項分配比例和預測年台灣地區各貨種海運進出口量，得算出各港口未來各貨種進出口預測量。

① 基隆港

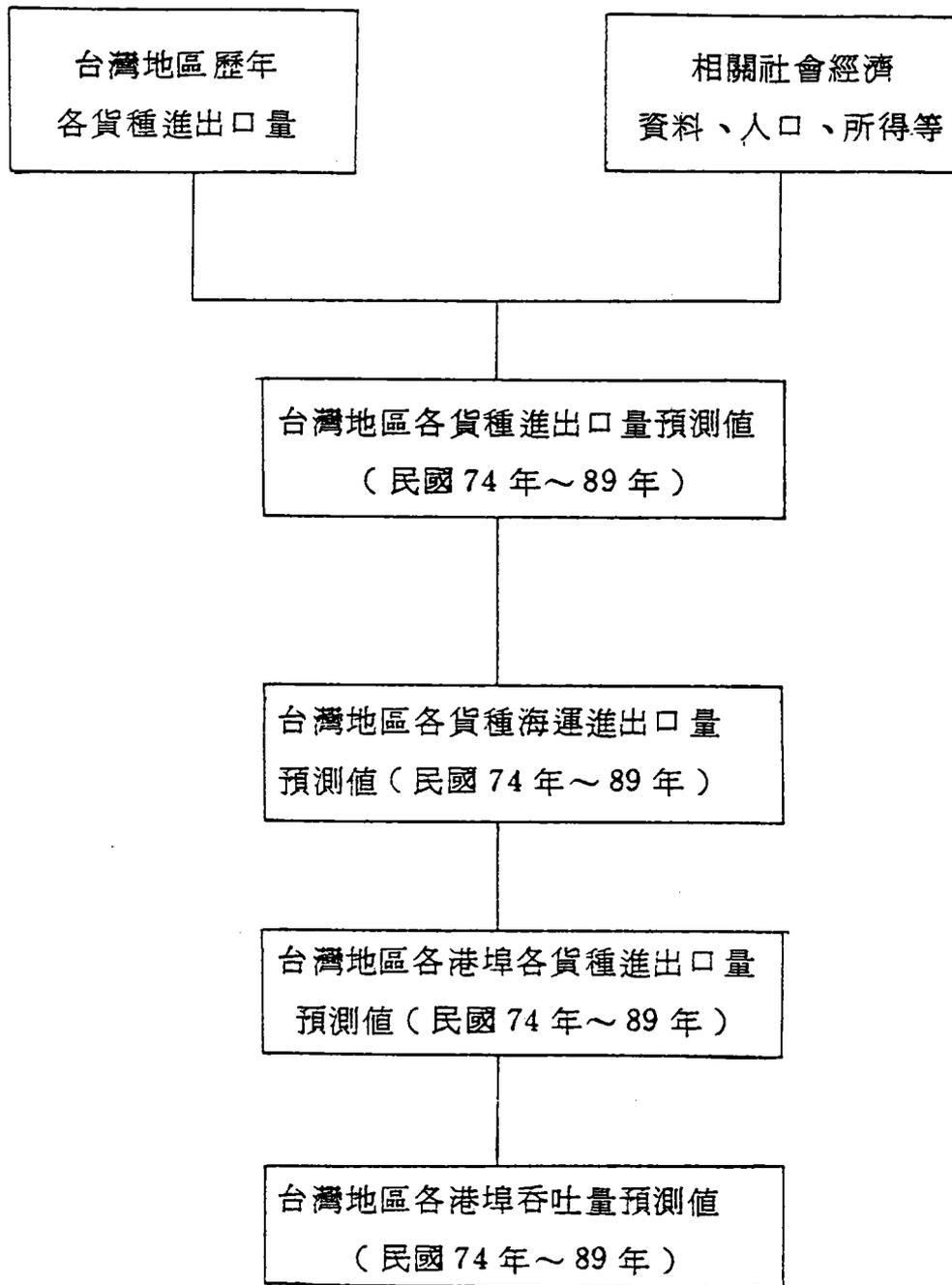


圖 5-1 國際港埠吞吐量預測流程

民國 89 年預測總進出口量約為 21,413 千公噸，平均年成長率約 4.77 %，其中以化學材料及製品、機械電器及金屬製品、雜貨類之進出口量為多，穀類之進口已大幅移轉至台中港，未來將更為明顯。

②高雄港

民國 89 年預測總進出口量約為 126,797 千公噸，平均年成長率約 5.94 %，其中以石油、雜貨、化學材料及其製品、非金屬礦及其製品等之進出口量為多，而以雜貨類、化學材料類、機械電器類之成長最快，雜貨類民國 89 年之進出口量約 22,860 千公噸，為民國 72 年的 4.2 倍，在下一章中將可預見該港貨櫃貨物量將大幅成長。

③花蓮港

民國 89 年預測總進出口量約為 10,371 千公噸，平均年成長率約 7.95 %，其中以非金屬礦及其製品之出口量最多，約占總進出口量之 64 %。目前該港以出口砂石、水泥為主，預測未來砂石、水泥之出口亦將持續增加。

④台中港

民國 89 年預測總進出口量約為 29,176 千公噸，平均年成長率 11.41 %，為五港口中預期成長率最高的。在各項進出口貨物中，以非金屬礦類及穀類之進口為主，非金屬礦之進口量預期將有 11,318 千公噸，約為 89 年總進出口量之 39 %，此因台電台中火力電廠之設置，本港煤炭之進口將大幅增加。穀類進口改道台中港之政策將繼續進行，民國 89 年進口量 8736 千公噸，約占本港該年總進出口量之 30 %。

⑤蘇澳港

預測民國 89 年本港總進出口量約 14,048 千公噸，平均年成長率約 10.33 %，進出口貨物中，以非金屬礦產品及其製品類為最大宗，其進出口量合計 10,786 千公噸約占本港總進出口量之 77 %，本類貨品經由本港進口者主要為煤炭及礦砂，出口則為砂石、水泥等。現況該港該類

5.3 國際航空貨運量預測

國際貨運歷年均成穩定成長，在預測模式採取國際貨運運量與延噸公里

模式分別預測。

(1)貨運運量預測

國際貨運運量預測，利用迴歸模式，採取民國 52 年至 72 年資料，建立預測模式如下：

$$\begin{aligned} \text{LN}(\text{INT-TON}) = & -9.683 + 1.105 \times \text{LN}(\text{IND-GDP}) + \\ & (-24.009)(8.633) \\ & 0.483 \times \text{LN}(\text{TOUR}) \\ & (4.697) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.966$$

$$F = 2411.195$$

此模式是由 $\text{INT-TON} = a \cdot (\text{IND-GDP})^{b1} (\text{TOUR})^{b2}$

轉換而成，其中：

INT-TON = 國際貨運運量

IND-GDP = 國內工業生產毛額

TOUR = 進出國門觀光旅客人數

經由預測模式推估至民國 89 年，得出結果 84 年為 772 千噸，民國 89 年為 1,103 噸，平均成長率為 8.87%。

5.4 國際航空客運量預測

國際航空客運歷年來均呈穩定成長，有關客運的預測可以分為客運運量需求預測與客運延人公里需求預測。

(1)國際客運旅次量預測

國際客運旅次量預測，利用民國 52 年到 72 年的資料，經過迴歸分析的結果，得出預測模型如下所示

$$\begin{aligned} \text{LN}(\text{INT-PAS}) = & -3.647 + 0.48 \times \text{LN}(\text{GDP}) + 0.841 \\ & (-12.478)(11.078) \quad (34.291) \\ & \times \text{LN}(\text{TOUR}) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.999$$

$$F = 16462$$

此模型是由 $\text{INT-PAS} = a \cdot \text{GDP}^{b1} \text{TOUR}^{b2}$ 經過對數轉換所得的結

果，其中

INT-PAS：國際空運旅客運量

GDP：國內生產毛額

TOUR：進出國門之觀光旅客人數

經由模式推估出至民國 89 年國際旅客運量，其中民國 84 年為 9,702 千人次，民國 89 年為 12,693 千人次，平均成長率為 6.36 %。

5.5 內陸運輸需求預測

5.5.1 旅客內陸運輸需求模式

建立模式的過程分成兩個階段，先是建立出運具選擇模式，再建立旅次分配模式；前者採用整合性對數機率比模式（Aggregated Logit），分長程（大於 50 公里）與短程（小於 50 公里）兩組，短程模式中不含航空一項；旅次分配模式則分成西部走廊、東部走廊、東西部溝通三個模式，以求降低因地理、經濟因素而生成的異質性。

模式中使用的變數概分成兩類，第一類是社會經濟變數，如人口、所得、小客車持有率等，第二類則是運輸系統的服務水準，如運具是否可達，旅行時間與成本等，由這些輸入資料可以建立出運具選擇模式如下：

$$P_{ijk} = \frac{e^{Z_{ijk} \beta}}{\sum_t e^{Z_{ijt} \beta}}$$

上式中，

P_{ijk} ：起迄點分爲 i 與 j 的旅次中選擇運具 k 的比率。

Z_{ijk} ：起迄點分爲 i 與 j，而運具爲 k 的解釋變數。

利用基年資料可以分長短程而估計出模式中的特定係數 β ，短程模式結果在表 5.1，長程模式在表 5.2。表中模式係數後方的括號，表示在模式中該變數出現在對應的運具中，H 表公路，R 表鐵路、C 表小客車、A 表航空，另外，Low 與 HZGH 分別表普通車與高級車，而 INC 爲對應運具的內含成本。

在旅次分配模式方面則使用尋常的迴歸技巧，其型式如下，

表 5-1 短程鐵路/公路/小客車選擇模式

模式係數	普通車：H/R	高級車：H/R	普通車/高級車/C
Constant(H)	2.50351900 (328.82)	--	--
Time(RH)	-0.05609715 (-232.05)	--	--
Cost(R)	-0.01069411 (-29.10)	--	--
Cost/Time(H)	--	-10.10903000 (-78.07)	--
Cost/Time(R)	--	-6.75209400 (-102.17)	--
Cost/Time(C)	--	--	-1.39718600 (-651.49)
INC(High)	--	--	1.70301400 (624.74)
INC(Low)	--	--	0.53163520 (169.51)
H/ \hat{H}	0.95	0.94	--
R/ \hat{R}	1.22	1.32	--
C/ \hat{C}	--	--	1.52
High/ \hat{High}	--	--	0.82
Low/ \hat{Low}	--	--	0.99
$\hat{\sigma}^2$	1219.05	585.34	20275.24
χ^2	128000.20	24584.49	1155689.00

表 5-2 長程鐵路/公路/小客車/航空選擇模式

模 式 係 數		普通車：H/R	高級車：H/R	普通車/高級車 C/A
常 數 項	Constant(H)	2.38352400 (175.75)	0.90611000 (56.05)	--
	Constant(R)	--	--	--
	Constant(C)	--	--	-2.78529200 (86.70)
	Constant(A)	--	--	-3.72034100 (81.17)
	Constant(Low)	--	--	2.82505300 (136.85)
時 間	Time(RH)	-0.02830232 (-167.40)	--	--
	Time(C)	--	--	-0.02170799 (370.63)
成 本	Cost(R)	-0.00612978 (-31.13)	--	--
單 位 時 間 成 本	Cost/Time(H)	--	-0.95941760 (-30.54)	--
	Cost/Time(R)	--	-0.69881260 (-17.97)	--
	Cost/Time(A)	--	--	-0.02357565 (-72.73)
可 達 性	HwyAval(H)	--	--	1.34214900 (67.88)
	RailAval(R)	--	6.02384200 (52.59)	--
	AirAval(A)	--	--	1.04871800 (40.42)
其 他	Car(C)	--	--	0.10896140 (252.72)
	Income(C,A)	--	--	0.04229703 (144.23)
	OinWest(H,C,A)	--	--	1.41746000 (109.74)
	INC(High)	--	--	0.34945140 (142.61)
	INC(low)	--	--	0.30634260 (278.43)
統 計 量	H/ \hat{H}	0.94	0.94	--
	R/ \hat{R}	1.10	1.16	--
	C/ \hat{C}	--	--	1.11
	A/ \hat{A}	--	--	0.82
	High/ \hat{High}	--	--	1.05
	Low/ \hat{Low}	--	--	0.87
量	$\hat{\sigma}^2$	125.80	251.37	382.74
	χ^2	78373.11	106579.00	121366.40

$$T_{ij} = \alpha_0 \cdot Z_{ij}^{\beta} \cdot e^{\epsilon_{ij}}$$

取對數後得到

$$\ln T_{ij} = \ln \alpha_0 + \beta (\ln Z_{ij}) + \epsilon_{ij}$$

模式的估計分三部份（西部走廊、東部走廊、東西部溝通）進行已如上述，所使用的變數如下：

- P_{ij} : 起迄點人口的乘積；
- $Income$: 起迄點所得的算術平均數；
- Car : 起迄點小客車千人持有率的平均數；
- $LongDist$: 起迄點間是否屬長程旅次虛擬變數；
- $Channel1$: 起點是否為東西部間的主要轉車點虛擬變數；
- $Channel2$: 迄點是否為東西部間的主要轉車點虛擬變數；
- $Channel12$: 起迄點是否均為東西部間的主要轉車點虛擬變數；
- $Class_i$: 起點是否為台北、台中、高雄之一的虛擬變數；
- $Class_j$: 迄點是否為台北、台中、高雄之一的虛擬變數；
- $AirAval$: 意義與運具選擇模式相同；
- $HwyAval$: 意義與運具選擇模式相同；
- $Time$: 起迄點間各運具加權平均旅行時間，權數為各運具使用比率；
- $TimeBest$: 起迄點間最短旅行時間；
- $Cost$: 起迄點間各運具加權平均旅行成本；權數為各運具的使用比率；

5.5.2 旅客內陸運輸需求預測

未來各運具的運量是先推估出上一節中模式所用到的各項解釋變數，再代入模式而得。在預測時，先行計算預測年的 P_{ijk} ，再用所得之時間與成本代入旅次分配模式計算預測年 T_{ij} ，最後令 $T_{ijk} = T_{ij} * P_{ijk}$ 而求出預測年各運具旅次量。

預測年係分三個方案進行，全都含有第二條高速公路、興建南迴鐵路、以及其它的改善計畫，此為第一方案；第二方案則加上擬議中的快速鐵路，第三方案則以第二方案為準，並加上北部橫貫高速公路、南部橫貫高速公路

及東部高速公路。由於第三方案與第二方案預測結果極為接近，故下述討論均以第一、二方案為主。

表 5.3 為基年，預測年第一案與第二案，分長短程及三個部份的旅次總量表。基年旅次總量為 2,218,524 人次，預測年為 5,777,925 人次，成長 2.6 倍；在長短程旅次方面，從基年 714,045 人次成長為 2,414,912 人次（第一案）與 2,417,196 人次（第二案），分別成長 3.38 倍與 3.39 倍；但短程旅次則成長較慢，分別從基年的 1,504,479 人次變成 3,363,004 人次（第一案）與 3,360,729 人次（第二案），成長倍率分為 2.24 倍與 2.23 倍。以地區性來看，西部走廊成長較快，長程是 3.43 倍，而短程為 2.24 倍，總旅次成長 2.59 倍，東西部溝通居次，總量成長 3.26 倍，而東部僅 2.35 倍。

在運具使用方面（表 5.4），小客車從 523,592 人次增長到 1,926,647 人次（第一案）與 1,774,414 人次，分別成長 3.68 倍與 3.39 倍；公路高級車僅提昇 2 倍（第一案）與 3 倍（第二案）左右，但普通車（含公、鐵路）均下降，公路者下降幅度較大（約 10%），但鐵路則下降 4% 左右；預測年第二方案的快速鐵路有 98,352 人次，只佔總旅次量的 1.70%。在第一案中，平均運具成長 2.70 倍，而第二案則為 2.58 倍，雖然佔總旅次百分比與基年略有變化，但是均呈成長的趨勢。

5.5.3 貨物內陸運輸需求模式

本計畫以傳統循序性總體模式（Aggregate Sequential Demand Model）程序建立貨物運輸需求模式，依預測程序分為貨物運量產生吸引、運量分佈、運具分配、交通量分派等四項步驟。由於不同貨物種類，不同的運輸型態（自產自銷、進口、出口），其運輸行為均不相同，因此依貨物屬性異同歸併為 12 大類（原油運送在此不予考慮），並配合 3 種不同的運送型態，分別建立需求預測模式。於模式建立過程中，每一步驟，均須建立 36 組模式，較一般需求模式之建立龐大複雜許多。此外由於航空貨物進出口運量（以第 50 分區為起迄點），係屬於另一種運輸型態，由於運量少，相關資料欠缺，因此採取成長率法，直接預測。

1. 運量產生

運量產生模式的建立，主要是尋求各交通分區之貨物生產、消費量與各交通分區運量之產生、吸引力的關係，以便預測年得以經由社會經濟因

表 5-3 旅次總量預測表

	Base		Fore -1		Fore		Rate	
	Trips	%	Trips	%	Trips	%	Rate	Rate
West								
L	615,550	27.75%	2,108,922	36.50%	2,111,192	36.54%	3.43	3.43
S	1,479,900	66.71%	3,313,797	57.35%	3,311,522	57.31%	2.24	2.24
Total	2,095,450	94.45%	5,422,719	93.85%	5,422,714	93.85%	2.59	2.59
East								
L	25,933	1.17%	69,440	1.20%	69,440	1.20%	2.68	2.68
S	24,579	1.11%	49,207	0.85%	49,207	0.85%	2.00	2.00
Total	50,512	2.28%	118,647	2.05%	118,647	2.05%	2.35	2.35
W <-> E								
L	72,562	3.27%	236,559	4.09%	236,564	4.09%	3.26	3.26
S	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00	0.00
Total	72,562	3.27%	236,559	4.09%	236,564	4.09%	3.26	3.26
Total								
L	714,045	32.19%	2,414,921	41.80%	2,417,196	41.84%	3.38	3.39
S	1,504,479	67.81%	3,363,004	58.20%	3,360,729	58.16%	2.24	2.23
Total	2,218,524		5,777,925		5,777,925		2.60	2.60

表 5-4 台灣地區各運具旅次量預測

	Base		Fore-1		Fore-2		Rate	
	Trips	%	Trips	%	Trips	%	Rate	Rate
Air	4,705	0.21%	13,936	0.24%	12,554	0.22%	2.96	2.67
Car	523,592	23.60%	1,926,647	33.34%	1,774,414	30.71%	3.58	3.39
High Bus	381,202	17.18%	1,135,979	19.66%	1,205,841	20.87%	2.98	3.16
Low Bus	1,008,448	45.46%	2,074,843	35.91%	2,110,201	36.52%	2.06	2.09
High Rail	100,212	4.52%	281,407	4.87%	252,519	4.37%	2.81	2.52
Low Rail	200,365	9.03%	345,113	5.97%	324,044	5.61%	1.72	1.62
Super Rai	0	0.00%	0	0.00%	98,352	1.70%	0.00	0.00
Total	2,218,524		5,777,925		5,777,925		2.70	2.58

素變動所推估出來之貨物生產、消費量，能夠順利轉換成運量產生與吸引量，進而輸入運量分佈模式。

經建立迴歸模型的結果（表 5.5），一般而言，部份資料吻合（Fitting）的程度未令人滿意。無論就運量產生或吸引與是否包含區內運量，其間 R^2 值之相差頗大；以運量之產生（不含區內運量）為例，各別貨種之 R^2 值最高為 0.827，最低僅 0.09。為求取各貨種一致性，本研究決定放棄迴歸模型，均以成長率法進行預測。

2. 運量分佈

貨物運量分佈模式，基本上採用重力模式（Gravity Model）型態，其公式為

$$Q_{ij} = O_i \cdot \frac{D_j F_{ij}}{\sum_i D_j F_{ij}} \quad (5-1)$$

其中：

Q_{ij} ：由 i 區運送至 j 區的貨物運量

O_i ： i 區貨物產生之總運量

D_j ： j 區貨物吸引之總運量

F_{ij} ： i 區至 j 區的阻抗因子（Friction Factor）

F_{ij} 在模式中設定為一般化成本（Generalized Cost）的函數，並令其為伽瑪函數（Gamma Function）型態：

$$F_{ij} = C_{ij}^\alpha e^{\beta c_{ij}} \quad (5-2)$$

其中：

C_{ij} = i 區至 j 區貨物一般化成本， α ， β 為待建立之係數。

模式建立時需滿足下列兩項限制條件

$$(1) \sum_i Q_{ij} = D_j$$

$$(2) \sum_{n\ell}^{\ell(n+1)} Q_{ij} = \sum_{n\ell}^{\ell(n+1)} Q_{ij}^*$$

其中第(2)式為模式建立後，落於 $n\ell$ 與 $n\ell+n$ 一般化成本區間的起迄運量 Q_{ij}^* 總合須與現況資料 Q_{ij} 在相同一般化成本區間內加總量吻合。同時 (5-1) 式中亦隱含了另一項限制式，即

表 5-5 12 貨種貨物生產、消費量與貨物起運、吸收量之迴歸關係

貨種	產 生 P				吸 引 A							
	區 內		不 含 區 內		區 內		不 含 區 內					
	a	b	R ²	a	b	R ²	a	b	R ²			
01	78.461	0.854	0.722	24.722	0.868	0.738	113.935	0.649	0.079	84.497	0.524	0.054
02	175.364	0.317	0.115	113.065	0.195	0.106	86.145	0.651	0.242	63.314	0.392	0.209
03	104.036	0.440	0.415	65.407	0.458	0.715	- 19.662	1.668	0.645	2.646	1.081	0.626
04	44.097	1.634	0.406	26.468	1.223	0.490	- 43.285	4.132	0.739	-30.755	2.859	0.715
05	553.543	0.419	0.557	378.800	0.233	0.414	240.911	0.672	0.695	297.870	0.299	0.407
06	191.698	0.703	0.204	75.125	0.538	0.346	38.511	1.178	0.838	78.385	0.527	0.705
07	67.872	1.401	0.386	67.796	1.400	0.385	26.385	2.155	0.439	30.417	1.618	0.389
08	33.551	3.986	0.650	33.182	3.983	0.649	31.137	3.636	0.580	52.733	2.057	0.584
09	- 16.485	1.093	0.750	- 24.797	1.093	0.750	89.536	0.883	0.734	172.169	0.447	0.461
10	21.749	2.128	0.827	21.154	2.128	0.827	107.393	1.903	0.714	211.305	0.895	0.460
11	1080.490	0.553	0.090	1080.468	0.553	0.090	-560.958	2.333	0.640	67.865	0.804	0.403
12	291.719	0.832	0.215	291.677	0.832	0.215	220.938	1.186	0.473	143.004	1.154	0.620
合計	-	-	-	1508.508	0.897	0.497	-	-	-	734.974	0.739	0.633

$$(3) \sum_j Q_{ij} = O_i$$

圖 5 - 2 為運量橫式建立流程圖。

3. 運具分配

本計畫對於運具分配的處理，只考慮公、鐵路兩種運具，由於環島航運所佔比例甚微，且有關的運送成本、運送時間等資料收集、估算困難，所以模式內不予分析。作法上，將環島航運視為外生數值。預測時，經由國內環島航運獨立推估預測值後，再由總 O - D 運量中扣除。此外，對於鐵路不承運之貨種，則直接將其運量分配至公路。

運具分配採用整合性對數機率比模式 (Aggregated Logit Model)，其基本架構為

$$P_{ij} = \frac{e^{x_{ij}\beta}}{\sum_{t=1}^k e^{x_{it}\beta}}$$

其中：

P_{ij} : 為 i 個人選擇 j 方案之機率

x_{it} : 為 i 個人有關 t 個方案的屬性資料 (列向量)

β : 待估計的係數 (行向量)

由於模型中，僅有兩個方案 (公、鐵路) 每個方案各有兩種屬性 (即運送時間及成本)，因此，模式可簡化為

$$P_{iH} = \frac{e^{aH_{i1}} \times e^{bH_{i2}}}{e^{aH_{i1}} \times e^{bH_{i2}} \times e^{cR_{i1}} \times e^{dR_{i2}} \times e^{eR_i}}$$

其中：

P_{iH} : 為第 i 貨種選擇公路的機率

H_{i1}, H_{i2} : 為第 i 貨種之公路方案之成本與時間

R_{i1}, R_{i2} : 為第 i 貨種之鐵路方案之成本與時間

R_i : 為第 i 貨種鐵路方案之常數項

a, b, c, d, e : 為待估計係數 (部份係數亦可設定相等)

而第 i 貨種選擇鐵路之機率 (P_{iR}) 為

$$P_{iR} = 1 - P_{iH}$$

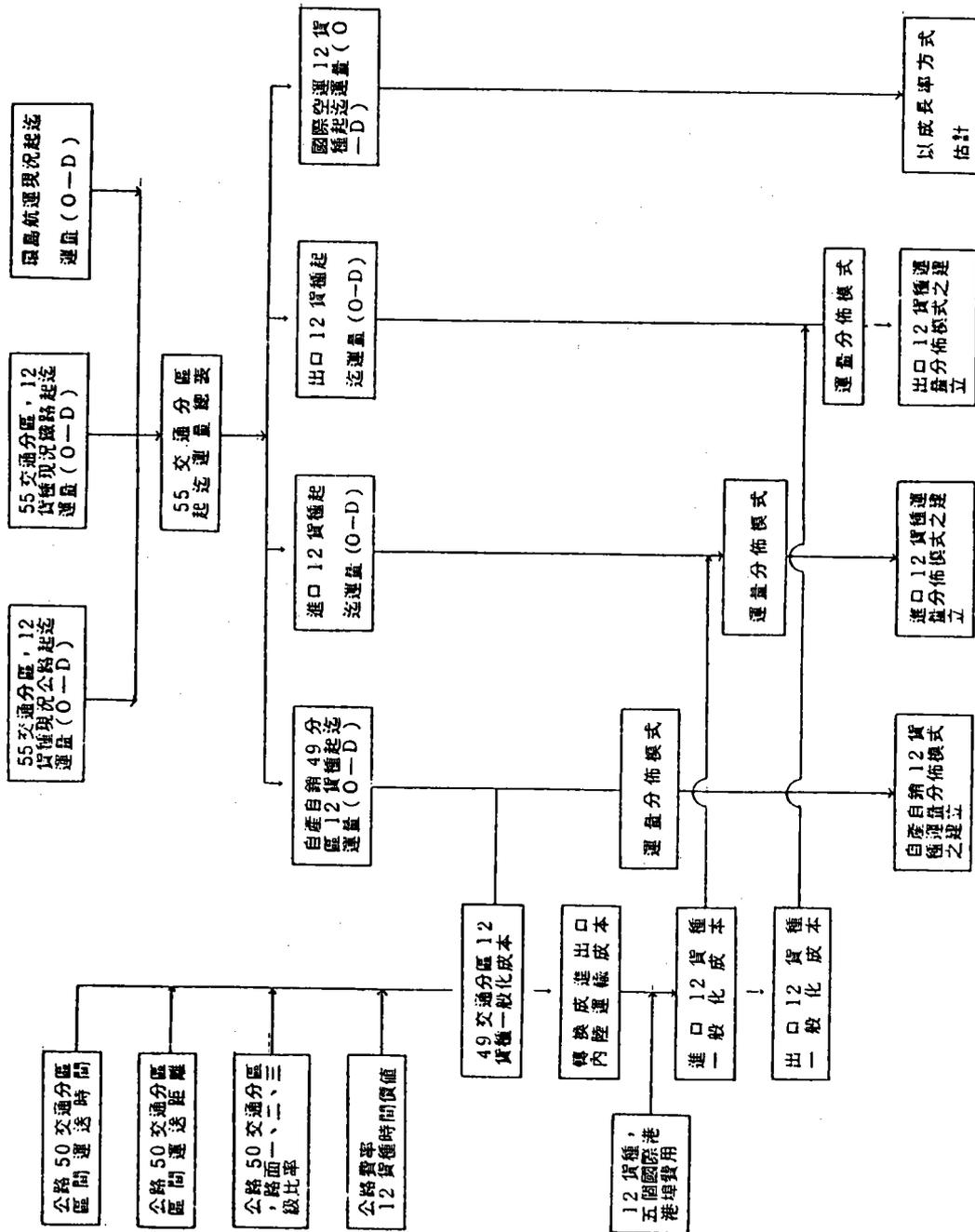


圖 5-2 貨物運量分佈模式建立流程图

本模式可配合使用者的需要隨意設定待估計係數的條件。故使用時非常方便，在求模式建立的過程中，先將原模式型態加以變型後，再以廣義迴歸理論（Generalized Least Square, G.L.S）處理。當僅有兩個方案可供選擇時，該模式可視為以G.L.S求解的邏輯曲綫（Logistic Curve）。

圖5-3為運具分配模型建立之流程圖。

利用上面三節模式得出預測年55分區分貨的結果，將輸出之預測O-D資料加以整理成表5.6顯示民國89年國內貨物運輸將產生908百萬公噸的運量，較民國72年336百萬公噸，約增加2.7倍，其中進口運量增加最為迅速達3.04倍，出口運量次之為2.74，省產自銷運量亦成長2.67倍。民國72年自產自銷、進口、出口三種運送型態之運量比例分別為86.7%、8.3%、5%，預測至民國89年其比例轉變為85.6%、9.4%、5%，顯示自產自銷貨物運量佔有比例將逐漸下降，但仍佔內陸貨運大宗，而進口貨運量佔有比例則有上昇趨勢。

表5.7為預測年12貨種之自產自銷、進口、出口總運量及成長倍數表，由該表可知第一貨種（稻米、穀類）與第三貨種（林產品）之自產自銷及出口運量呈負成長，顯示此類產品受到土地面積等之限制，產量逐年減少，國內需求不足部份，則仰賴國外輸入，該貨種進口運量增加量民國89年分別為民國72年的2.93與2.75倍，各貨種成長情形以貨櫃貨運量成長最為快速，至民國89年總貨櫃運量輸量較基年運量成長4.06倍，進口貨櫃成長4.9倍、出口貨櫃成長3.94倍、省產自銷亦成長3.84倍。

茲將公、鐵路分配後之運量資料整理成表5.8~5.10，由表5.8可知民國89年公路貨運總量為884百萬公噸，其中以第11種（其他貨種）運量最大，約280百萬公噸，佔公路總運量約32%，再次依序為第10種（機械、電器及各種金屬製品）約150百萬公噸，佔公路總運量約17%，第5貨種（非金屬礦及其製品）114百萬公噸佔公路總運量的13%。而鐵路總運量為24百萬公噸，其中以第5貨種（非金屬礦及其製品）為大宗，運量為11百萬公噸，約佔鐵路總運量的45%，在公、鐵路運量承運比例方面，預測年公路承運比例亦達97.3%，幾乎囊括所有內陸運輸市場。鐵路承運比例遂退縮至2.7%，顯示未來貨運量仍繼續偏好公路，佔有率亦將緩慢增加。剖析三種運送型態，自產自銷貨部份、鐵路承運比例尤其低，僅有1.6%；

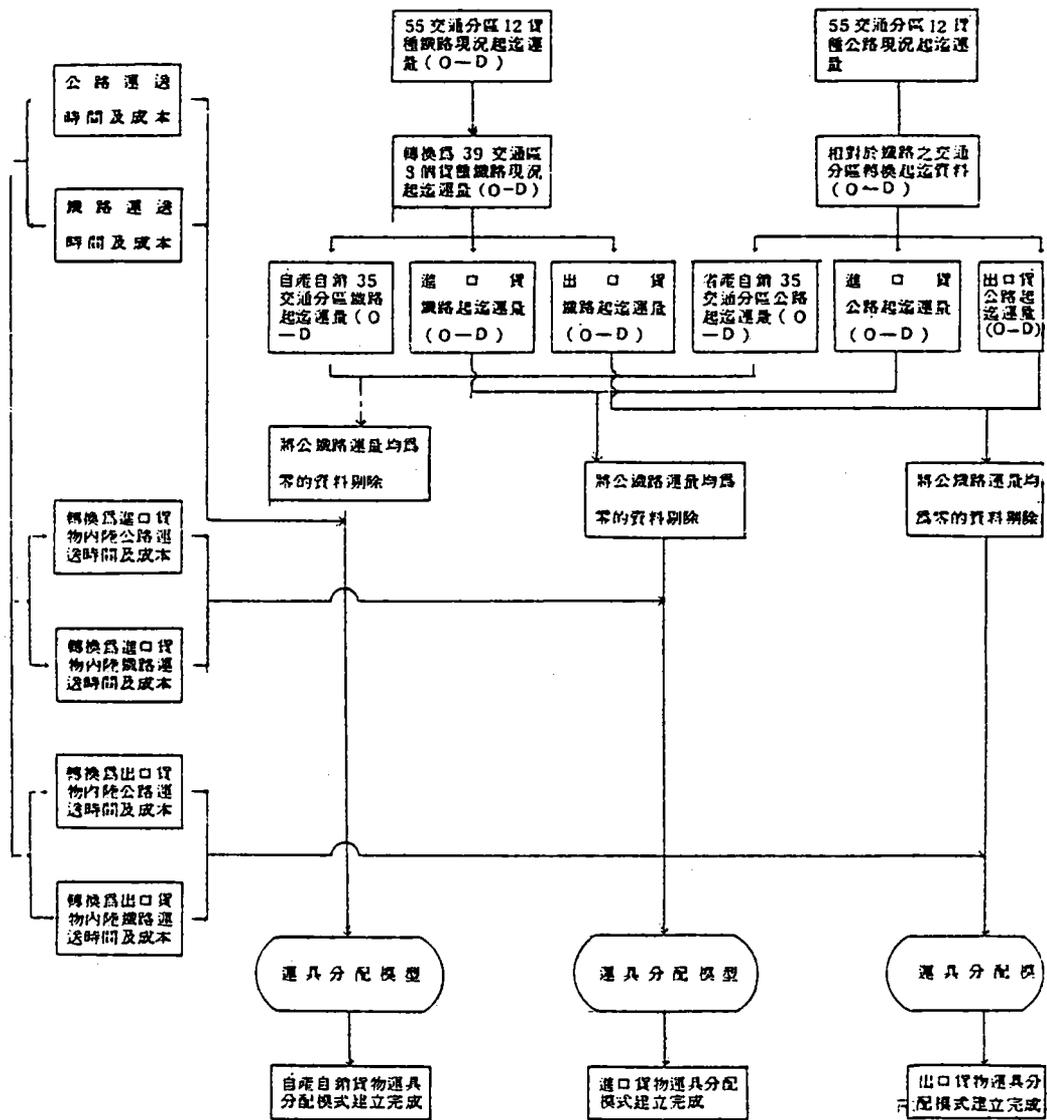


圖 5-3 貨物運具分配模式建立流程圖

* 將鐵路不可及之交通分區與鐵路不承運之貨種扣除

表 5-6 預測年12貨種貨物運輸總量及其成長倍數表

TOTAL			
=====			
GOODS	1993	2000	GR. I
SORT			

1	12467933	25099694	2.09
2	13802467	17325720	1.26
3	8165101	8647765	1.06
4	5568990	8831351	1.59
5	58982990	124924041	2.12
6	21629681	48800483	2.26
7	7953396	26595351	3.34
8	17524801	33955391	1.94
9	31352752	79056490	2.52
10	45947470	150295726	3.27
11	87476129	281495142	3.22
12	25165058	102129373	4.06
SUM	333933668	908067027	2.70
=====			

表 5-7 預測年12貨種自產自銷、進口、出口總運量及其成長倍數表

ATL. TONNAGE I.F									
=====									
GOODS	1993			2000					
	DOMESTIC	IMPORT	EXPORT	DOMESTIC	IMPORT	EXPORT	DOMESTIC	EXPORT	
SORT									

1	4948110	7108977	410946	4912100	.99	20226297	2.93	361307	.88
2	13240755	293916	247796	16684973	1.26	474233	1.36	166514	.87
3	5452093	2686072	26936	1246094	.23	7377242	2.75	24519	.91
4	5524452	15237	29301	8204668	1.59	21010	1.38	5473	.19
5	54427923	1903077	2551990	116968940	2.15	3913267	2.06	4041934	1.58
6	20686901	678990	264799	47625691	2.30	748660	1.10	429142	1.62
7	7172499	105730	679157	25930436	3.62	142933	1.55	523492	.77
8	16669096	522737	332958	32167899	1.93	1109373	2.12	737999	2.22
9	29293524	1256199	903040	71275098	2.43	5224618	4.16	2556364	3.18
10	38389291	5951156	1607023	134498704	3.50	11549948	0.09	4157174	2.59
11	32462457	2823697	2123995	267463599	3.24	11191244	3.88	2940299	1.34
12	13092324	4567479	7515253	50191050	3.84	22364402	4.90	29573921	3.94
SUM	291375495	27971153	16589107	777709172	2.67	34340417	3.04	45417438	2.74
=====									

表 5-8 預測年第一方案公、鐵路運量統計表

ATL-01.2000.N

GOOD SORT	DOMESTIC		IMPORT		EXPORT		TOTAL	
	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY
1	4826932	85168	15078262	5748024	198974	162433	20104068	5995625
2	16684973	0	474233	0	166514	0	17325720	0
3	1231206	14798	7377242	0	24519	0	8632967	14798
4	8904868	0	21010	0	5473	0	8831351	0
5	107405148	9563793	3239363	673604	3387463	654371	114032274	10891768
6	47443321	182359	679300	66360	428586	556	48551207	249275
7	25930436	0	142933	0	522482	0	26595851	0
8	32107809	0	1109673	0	737989	0	33955391	0
9	69887545	1387462	4526646	697972	2497804	59060	76911995	2144494
10	134499704	0	11549848	0	4157174	0	150205726	0
11	266303170	1160421	10836481	354763	2548910	291389	279688561	1806573
12	49955460	235590	20660239	1704164	28541797	1032124	99157496	2971878
SUM	765079572	12629591	75695530	9244887	43217505	2199933	883992607	24074411

表 5-9 預測年第一方案公、鐵路運量分配比例表

ATL-01.2000.Z.N

GOOD SORT	DOMESTIC		IMPORT		EXPORT		TOTAL	
	HIGH %	RAIL %	HIGH %	RAIL %	HIGH %	RAIL %	HIGH %	RAIL %
1	98.27	1.73	72.40	27.60	55.04	44.96	77.03	22.97
2	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
3	98.81	1.19	100.00	0.00	100.00	0.00	99.83	.17
4	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
5	91.82	8.18	82.79	17.21	83.81	16.19	91.28	8.72
6	99.62	.38	91.10	8.90	99.87	.13	99.49	.51
7	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
8	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
9	98.05	1.95	86.64	13.36	97.69	2.31	97.29	2.71
10	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
11	99.57	.43	96.83	3.17	89.74	10.26	99.36	.64
12	99.53	.47	92.38	7.62	96.51	3.49	97.09	2.91
SUM	98.38	1.62	89.12	10.88	95.16	4.84	97.35	2.65

表 5-10 預測年第一方案公、鐵路運量成長倍數表

GOOD SORT	DOMESTIC		IMPORT		EXPORT		TOTAL	
	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY	HIGHWAY	RAILWAY
1	1.02	.45	3.39	2.16	2.16	.51	2.16	1.98
2	1.27	0.00	1.61	0.00	.67	0.00	1.27	0.00
3	.23	.08	2.75	0.00	4.41	0.00	1.09	.07
4	1.59	0.00	1.38	0.00	.19	0.00	1.59	0.00
5	2.37	1.15	2.17	1.65	1.34	20.09	2.31	1.24
6	2.33	.56	1.17	.71	1.63	.32	2.29	.59
7	3.62	0.00	1.35	0.00	.77	0.00	3.34	0.00
8	1.93	0.00	2.12	0.00	2.22	0.00	1.94	0.00
9	2.73	1.33	4.68	0.00	3.14	7.92	2.91	1.60
10	3.50	0.00	1.94	0.00	2.59	0.00	3.27	0.00
11	3.31	1.07	3.97	2.34	1.46	.77	3.29	1.12
12	3.86	1.72	4.99	3.96	3.98	2.96	4.09	3.25
SUM	2.78	1.11	3.16	2.29	2.79	1.98	2.81	1.45

於進口方面鐵路佔 11.9 %、出口則佔 4.9 %。分析進口貨物種類以第 1 貨種（稻米、穀類），第 5 貨種（非金屬礦及其製品），第 9 貨種（化學材料及其製品）較可能選擇鐵路運送。

表 5.10 為預測年與基年鐵、公路承運運量之成長倍數表，該表顯示各貨種之公路運量均普遍增加，其中以第 12 貨種（貨櫃貨）增加最為快速，達 3.86 倍。雖然鐵路與公路比較佔有率逐年下降，但預測年鐵路所承運之部份貨種運量與基年比較仍持續增加，尤其是貨櫃貨，鐵路之前景仍被看好。一般而言，公路運量將較基年成長 2.78 倍，鐵路運量成長亦達 1.45 倍。

將分配至公路的貨物運量，依 12 貨種及三種運輸型態加總，並參考民國 72 年交通部統計處印行汽車貨運調查報告內，貨車平均載重噸數為 2.225 公噸、空車往返行駛比率為 0.853 等資料，依此比率將貨物運量轉換為貨車旅次，加入預測年客運車輛旅次，而後分派到預測年公路路網。

陸、運輸部門長期建設方向與目標

6.1 整體運輸發展基本目標

一 加強運輸系統建設

配合總體經濟發展及國家需要，儘速規劃並推動陸、海、空運輸系統之改善與擴充，以提高運輸能量，並建立更安全、有效的運輸系統。

二 提升運輸管理服務

加速運輸裝備、設施及管理技術之引進及創新、促進客貨運輸服務升級及運輸系統現代化。

三 促進運輸結構合理化

加強運輸系統之整合，促進運輸結構之合理化，均衡運輸系統之發展，有效利用資源。

四 加強配合發展

配合都市及區域發展，建立便捷之運輸系統，以促進社會經濟活動，改善生活環境。

6.2 個別運輸系統發展方向及策略

一、鐵路發展方向與策略

(一)改善鐵路設施，提高服務水準

為加強鐵路營運績效，吸引更多旅客，發揮大眾運輸功能，促進經濟資源有效配置，對於鐵路路網設施、站場及車輛有關設施與服務系統皆應大幅改善，以提升服務水準。

(二)消除路線瓶頸，拓充鐵路運能

為提高鐵路行車速率，增進行車安全，提高運能積極進行鐵路雙軌化及行車管制之自動化，以消除運輸瓶頸，擴充鐵路運能。

(三)加強鐵路科技與管理研究發展

鐵路具有高速發展潛力與完全自動化運輸之可行性，且能源效率高，屬於大量運輸系統，使得鐵路科技之研究發展於各國皆積極展開。為發揮台灣環島鐵路功能，縮短行車時間，提升鐵路運輸績效，加強鐵路科技及管理研究發展，應積極展開。

(四)配合都會區發展，提供捷運服務

都會區發展結果，都會區內通勤旅次及各都會區之間長途運輸皆成為鐵路服務之主要對象，配合未來都會區捷運系統之建立，鐵路運輸系統亦應於都會區內提供捷運服務，以構成完善之都會區運輸系統。

二、公路運輸之發展方向與策略

(一)健全路網結構，提高公路工程及維護標準

為維護交通安全，並提高路網系統容量及服務水準，未來應從健全路網結構，提高公路工程及維護標準積極進行。

(二)配合整體發展需要，研究規劃新建高速公路系統

高速公路具備速度快及服務水準高之特性，並提供高度之社會經濟活動機動力，無論是南北縱貫或東西橫貫，將對地區開發與區域均衡發展及經濟成長產生龐大效益。為配合台灣地區整體發展之需，將積極研究規劃擴充高速公路系統。

(三)疏導都市地區過境交通，改善都會區道路系統

都市地區為各種經濟活動中心，但因其交通頻繁常常形成整體（長途）運輸之瓶頸地區。因此規劃興建服務過境交通之道路系統，以緩和都市交通擁擠的壓力，實為未來之重要建設方向，同時都會區道路系統

之規劃與改善，以提高道路服務水準，亦當同時進行。

(四)儘速完成公路交通管理資訊系統

公路交通管理資訊系統包括道路系統及運輸業務兩方面。在道路系統之管理上有賴交通資訊系統之建立，以疏導車流，提高公路能量，促進交通安全，並能及時取得公路現況資料，有效處理路況。高速公路、一般公路與都市道路相關系統之連結，能促進整體公路路網績效之提升。另外，在客、貨運輸系統方面，管理資訊系統之建立，能有效掌握運輸供需狀況，提高其服務水準，促進營運績效。

(五)擴充公路客運系統，擴大服務範圍

公路具備及門（door-to-door）之運輸特性，然而對於自行提供運輸能力較低的旅次需求者，則有賴完善公共運輸，尤其在一些鄉村及偏遠地區。公路客運系統之擴充為普及運輸服務最重要的方案之一，針對各地區之需求，須整體規劃，以擴大服務範圍，並促進地方發展。

(六)加強公路運輸之監理，並促進其營業合理化

隨著公路車輛之快速成長，行車安全及污染，以及運輸經濟之管制等問題皆成為公路監理業務之重心，其績效良否，對交通安全及社會、經濟、環境影響至鉅，且更影響經濟資源之有效利用。因此，未來仍將繼續加強公路監理業務之運作，以確保車輛管制績效及公路運輸業營運合理化。

三、都市運輸發展方向與策略

(一)成立都市及都會區運輸專責機構，進行都市及都會區之整體運輸規劃，加強運輸系統管理。

配合都市及都會區之發展，成立都市及都會區運輸專責機構及統籌辦理都市及都會區運輸系統之工程設計、執行與管理等事宜，並負責都會區運輸系統之整體規劃協調及政策之執行與督導等工作，以充分發揮都市及都會區運輸系統功能。

(二)提高大眾運輸服務水準及經營效率，引進都會區大眾捷運系統，緩和私人運具的成長

為達成經濟資源之最適配置，將鼓勵大眾運輸之使用，並緩和小汽車之成長率。繼續改善公車系統及其經營效率，提高服務水準，並引進

都會區大眾捷運系統。

(三)運輸建設與土地使用相互配合，以減低運量之產生

都市運輸運量之發生與土地使用有密切關係，對於住宅區、商業、娛樂、購物……等土地使用方式，宜以整體規劃適當配置，減低運輸需求，針對各型土地使用之需要提供適當運輸建設以提高可及，促進均衡發展。

(四)規劃、興建都市停車設施，以暢通車流

以整體經濟利益及交通方便為原則，通盤規劃都市地區之路邊及路外停車設施，減低停車對交通的干擾。

(五)加強交通執法，普及交通教育，以改善交通安全與交通秩序。

四 港埠發展方向與策略

(一)整建及擴充重要港埠碼頭及其裝卸設施

港埠之整建與拓充包括港區、碼頭、腹地、裝卸機具及聯外交通系統，未來應依據各港埠條件及發展需要針對台灣地區重要港埠，積極整建碼頭，以符合營運需求，並充實各項裝卸設施，提高作業效率。

(二)港埠經營管理企業化，裝卸設備機械化

港埠管理走向企業化經營方式，針對各港先天條件及地域特性實施分工專業化，並使裝卸設備機械化，提高裝卸能量，使港埠經營朝向專業化及高效率發展。

(三)增設貨櫃碼頭及機具設備，加強轉口儲運業務

因應貨櫃化之國際航運趨勢及加強轉口儲運業務之需要，應配合各港發展需要，逐步增設貨櫃碼頭及機具設備。

(四)加強港埠聯外陸上運輸系統之能量與配合

港區貨物進出務求流暢，港埠之發展與地方之發展應互相結合，相輔相成，故應加強各港區聯外陸上運輸系統使港埠之功能充分發揮。

(五)配合航運發展需要，研究規劃新港或深水港

由運量預測結果顯示，未來整港埠能量將普遍不足，如表 6.1 所示，且為因應船舶大型化之趨勢，將研究規劃開闢新港或深水港，以應所需。

6.1 各港能量飽和時間估計

港別	現況能量 (萬船運噸)	飽和時間	
		運量(萬船運噸)	年期
基隆	6,444	6,456	76年
台中	1,460	1,520	80年
高雄	11,435	12,993	75年
花蓮	535	539	77年
蘇澳	1,128	>863	>89年

註：1.各港能量以現況設施之裝卸能量計。

2.港埠能量以裝卸量估計。

3.>：表示大於。

海運之發展方向與策略

(一)貿易、海運與造船應密切配合發展

由貿易主管機關及航政主管機關針對我國未來貿易發展趨，配合國家需要，整體規劃造船事宜，並督導航運界承載貨物，促進海運市場機能充分發揮，使貿易海運與造船密切配合，達成國家整體利益。

(二)配合國家經貿發展，建造各類專用新型船舶，並積極汰舊換新船舶

航運事業必須配合經濟貿易發展，加強擴充與更新，且為因應未來各種貨運專船專運之發展趨勢，宜朝增建新型專用船舶方向發展，包括液化瓦斯船、化學品專用船、遠洋木材船、油輪，並汰舊船齡偏高之船舶。

(三)開闢新航線以健全國際航運路網結構

健全的航線結構有助於航運之發展及貿易之促進，配合未來國際貿易之成長趨向，針對中南美洲及加勒比海地區與其他地區國家貿易之發展，開闢新航線。並配合東南亞地區貨櫃化需求，開闢貨櫃定期航線，並配合海運儲運中心計劃，加強現有國際遠洋航線。

(四)加強船隊及航業聯營組織，強化對外競爭能力

目前經營國際航線共計16條，各航線規模太小，有的航線僅有一、二艘國輪，營運規模太小，船期太疏，競爭力相對減弱，因此，強化

船隊及航業聯營公司組織，加強對外競爭能力，為未來建設方向。

(五)加強離島及環島重要港口間之航運

離島及環島重要港口間之航運，船齡較高速較慢，碼頭設施差，搬運機具及倉庫不足，為謀國內海運之長遠發展及服務偏遠地區，將繼續加強國內海運建設。

六 機場與空運之發展方向與策略

(一)加強機場建設與其他運輸系統之配合

機場建設與其他運輸系統之發展密切配合，以延伸空運服務範圍，使之具備某程度之及門（door-to-door）功能；特別在國內航空之發展方面，更應加強。未來機場建設發展，將為避免都市發展導致侵犯飛行空域而降低機場服務功能，應特別重視機場與其周圍土地利用發展之相互配合，並加強機場與市中心間聯絡運輸系統之發展。

(二)提高航空站管理業務之自動化

為因應未來空運業務之發展，配合科技現代化，提高服務品質及營運效率，加速航空站管理業務之自動化。

(三)更新航管助航設施

助航設施影響飛航安全，為鞏固我國飛航情報區在國際民航的地位，航管助航設施之建設，應隨時保持合乎國際標準。

(四)擴建機場貨運場站設施及倉庫作業自動化

目前貨運站容設施之利用已趨飽和，未來之貨運需求將繼續成長，以繼續積極拓建實為重點方向與策略。為因應貨運需求之增加，貨運場站需加速拓建，倉庫作業必須自動化，以提高效率。

(五)加強國際關係拓展國際航空事業，並推展空運儲運轉運中心

為促進我國國際地位及國際民航之發展，繼續輔導國籍航空公司提高服務水準，加強營運能力，並增闢航線，拓展空運市場。並因應未來我國國際貿易之發展及亞太地區地位的提升，繼續發展空運儲運中心，為我國未來國際運輸之重心。

(六)擴充及更新機隊，並提升空運之服務水準，發展空中捷運系統

更新機隊，提高空運服務水準，促進飛行安全，並研究降低成本，以提升空運競爭能力。針對未來國內空運需求型態，研究發展各重要地

區之間空中捷運系統。

(七)設立民航學校或訓練機構，儲訓人才

空運所需人才皆須長期專業培訓，為因應未來空運發展之需，設立專責訓練機構，以奠定航空事業發展之基礎。

6.3 未來運輸部門之發展藍圖

一、運輸系統之建設：建立更完善之整體運輸系統。

(一)鐵路

- 1.完成環島鐵路網及大部份之鐵路雙軌化。
- 2.籌建市區鐵路疏散性繞道線。
- 3.與其他運輸方式相配合建立更完善的運輸系統。

(二)公路

- 1.興建北部、中部及南部第二條高速公路。
- 2.拓建更完善的一般公路系統及更普及的公路運輸網。
- 3.建立更週全的公路監理系統及管理制度。

(三)都市運輸

- 1.建立都會區捷運系統。
- 2.闢建快速道路系統及停車設施。
- 3.整合各別運輸方式建立都立整體運輸系統。

(四)港埠

- 1.因應整體發展之需，整建港埠及碼頭。
- 2.繼續拓展海運儲運轉運中心業務。
- 3.港埠碼頭設備現代化，充分發揮港埠作業效能。

(五)海運

- 1.增闢國際航線。
- 2.國輪船隊規模擴大，國輪承運比率提高。
- 3.建立完善的離島及環島重要港口間之航運系統。

(六)機場及空運

- 1.增闢國際航線。
- 2.擴建機場，更新設備。

3.更新機型，增編機隊。

4.繼續拓展空運儲運轉運中心業務。

≡運輸管理：提高運輸效率加速運輸服務升級。

(一)運輸部門軟體及硬體作業自動化及管理現代化。

(二)運輸服務品質大幅提升。

(三)運輸公害減低，生活環境大幅改善。

≡運輸結構：達成合理化，以有效利用經濟資源。

(一)建立以公共運輸為重心的運輸系統，尤以都會區為然。

(二)認定各運輸方式之運輸功能建立合理的營運結構。

柒、運輸部門長期性重要投資計畫

7.1 重要投資計畫

一、鐵路運輸

計 畫 名 稱	計 畫 內 容
(一)鐵路路網之改善與擴充	◦ 鐵路雙軌化； ◦ 環島鐵路配合計畫； ◦ 南迴鐵路之興建； ◦ 台北市區鐵路地下化； ◦ 台北市區鐵路貨運繞道線。
(二)號誌系統改善	◦ 北迴線自動閉塞號誌及隧道通風； ◦ 東線鐵路自動閉塞號誌； ◦ 彰化台南中央控制設備更新。
(三)老舊橋樑興建	◦ 31 座
(四)車輛增添及汰換	◦ 環島鐵路添購車輛及汰舊換新； ◦ 增購都會區通學、通勤用電聯車。
(五)站場及設施更新	◦ 旅運設施改善； ◦ 電腦售票及自動化售票系統； ◦ 貨櫃場及裝卸設備改善； ◦ 擴建機場。



二 公路運輸

計 畫 名 稱	計 畫 內 容
(一)一般公路系統之拓建與改善	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 西部濱海及第 3 號省道縱貫公路拓寬； ◦ 高速公路交流道連絡道路改善 13 處； ◦ 省道改善計畫：台一、五、九、十三、十九、十四甲； ◦ 東西橫貫公路新建三條，改善中橫公路；北部新店—宜蘭間橫貫公路（台九甲）； ◦ 改善觀光遊憩公路。
(二)高速公路系統之闢建	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 北部、中部、南部第二條高速公路； ◦ 南、北橫及東部高速公路可行性研究；
(三)交通管理資訊系統之建立	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 高速公路交通管理系統； ◦ 公路客運管理資訊系統。
(四)公路客運設施之改善	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 增購車輛及拓建場站。

三 都市運輸

計 畫 名 稱	計 畫 內 容
(一)都會區大眾捷運系統之規劃興建	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 台北、高雄及台中都會區之大眾捷運系統。
(二)公車營運之改善	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 車輛汰舊換新及路線整體規劃。
(三)都會區快速道路系統建設	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 台北及高雄都會區之快速道路系統。
(四)都市鐵路之立體分離	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 台北市區鐵路地下化及貨運繞道線； ◦ 其他都市區鐵路立體分離之研議。
(五)運輸管理系統之改善	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 交通號誌電腦化； ◦ 建立運輸系統管理制度； ◦ 改善都市區之交通秩序及運輸經營管理辦法。
(六)都市道路之闢建	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 開闢都市道路面積 41,326.822 平方公尺，及其他都市之道路工程。

四 港埠建設

計 畫 名 稱	計 畫 內 容
(一)擴建港口、增建碼頭、改善儲運及裝卸設備	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 基隆、高雄、台中及花蓮等港之碼頭改建或興建，以及港口之改建及擴建； ◦ 蘇澳港及花蓮港之碼頭防護建設； ◦ 高雄港、台中港之穀倉興建； ◦ 高雄、台中、基隆、花蓮各港工作機具更新。
(二)港區及聯外陸上運輸系統之建設	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 基隆、蘇澳、花蓮、高雄等港之連外運輸工程； ◦ 相關配合計畫。
(三)發展海運儲運轉運中心業務	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 高雄港興建第四貨運儲運中心； ◦ 台中港充實海運儲運中心。
(四)研究規劃深水港或新港	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 研究深水港之可行性及其關建地點。

五 海運投資

計 畫 名 稱	計 畫 內 容
(一)船舶汰舊換新	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 建造 1,000 萬載重噸，包括油輪 26 艘，散裝船 32 艘，全貨櫃船 50 艘，其他 50 艘。
(二)發展離島及環島重要港口間航運	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 建造 5 千噸客貨輪 1 艘，各類貨輪 5 艘。

六 機場與空運

計 畫 名 稱	計 畫 名 稱
(一)機場拓建工程	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 高雄機場第一、二、三期拓建工程； ◦ 中正機場繼續分期拓建定案計畫； ◦ 國內機場之拓建與改善。
(二)完成飛航管制自動化	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 飛航相關系統（航路、沿海、通話）及資訊管理系統； ◦ 其他配合改善計畫（地面作業系統及訓練計畫）。
(三)發展導航、助航設施	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 電子導航設施及通信之發展； ◦ 助航設施（燈光、電力、氣象）之改善。
(四)航空運輸發展計畫	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 汰舊換新飛機共七架（中短程飛機 6 架、全貨機 1 架）。 ◦ 充實轉運中心設施。

7.2 投資金額（已編擬部份）

運輸部門	投資金額（百萬元）
鐵路運輸	100,814
公路運輸	305,456
都市運輸	676,352
港埠建設	84,481
海運投資	245,800
機場與空運	23,280
合 計	1,436,183

捌、結 語

運輸服務是經濟發展的必要條件，台灣地區歷年來運輸部門配合經濟之快速發展，也保持大幅度的成長，展望未來增長趨勢仍將繼續。但是隨著經濟結構之轉變，及運輸結構之調整，將不可避免地會產生若干新的運輸問題，諸如不利於公共運輸之運量結構、運輸服務品質改善的緩慢、不同運輸方式之間的配合、運輸管理效率的低落以及運輸費率與財政制度之改革等。因此，爲了建立更完善之整體運輸系統，提升服務品質，今後運輸部門應採供需兼顧之政策，儘速妥切解決當前所面臨之問題，並對未來之運輸建設加強研究規劃，期能配合總體經濟發展，因應國防、社會及文化等需要，依循正確的運輸發展目標及方向，積極進行運輸投資，充實國家基本建設，增強國力。

臺灣省區域計劃委員會

區域發展計劃之研究

謝世英

交通部顧問

交通大學兼任教授

第二屆港埠整體規劃研討會

港埠整體規劃之研究

鄧世卿

交通部顧問

交通大學兼任教授

壹、前言

「整體規劃」一詞，近年來已廣泛的應用，如：企業發展整體規劃、都市整體規劃等等。如就港埠整體規劃而論，它包含了兩個層次：一是以「國家」的立場，基於國家遠程經濟發展計劃，將全國所需要的港埠，以及各港應有的能量，加以全盤的規劃；一是以「港」的立場，爲了適應國家經濟及海洋運輸發展的趨勢，對於建築新港或原有港埠的擴建與現代化的改善，進行個別的港埠計劃。前者，應該屬於中央級的港埠發展政策（Port Development Policy）。交通部運輸研究所在七十五年六月完成的「台灣地區整體運輸規劃」一書中第四章運輸政策4-5「港埠」，曾說明：「由於快速之貿易成長帶動航運發展，未來整體港埠能量能否配合需求？同時，爲因應船舶大型化之趨勢，應加速國際港埠之整體規劃」。這裡所說的：「港埠整體規劃，實際上是指運輸政策中的港埠發展政策，此一政策，通常應隨國家遠程經濟發展計劃中的交通建設計劃頒發。」後者，應該屬於港埠規劃（Port Planning），因爲任何個別港埠的規劃，都必須依據經過全盤考慮

，而又能針對國家經濟與海洋運輸發展趨勢的港埠發展政策，此一政策，通常都已決定：應該在什麼時間、地點需要建築新港；那一個港能量不足需要擴建；那一個港受地形限制無法擴建需要闢建輔助港；那一個港的設施陳舊需要作現代化的改善。民國七十二年行政院經建會委託荷蘭皇家顧問工程公司（NEDECO）所提出的：「台灣地區港埠發展政策研究報告書」（Port Development Study Taiwan），有類似的建議，如台灣地區需要興建一座深水港，現有各港—基隆港應將多餘的雜貨碼頭改建八座貨櫃船席、台中港興建一高能量之煤炭中心、高雄港第二港口航道須浚深、浚寬、中鋼公司附近之廻船池須加大、花蓮港及蘇澳港無擴建需要等等（見該報告書V—Vii頁）。因此，各港務局均應依據頒發的「港埠發展政策」，進行規劃。

目前我們並沒有一個明確而具體的港埠發展政策，僅僅在年度的經濟建設計劃當中，指定各港貨物裝卸量的目標，以及各港呈報的投資計劃需要的年度資金參考表。因此，各港務局就不得不衡量國家經濟及海洋運輸發展趨勢對各港的需求，提出建築新港的構想，及擴建計劃，各自的向上級提出建議，核准以後，進行「港埠規劃」。例如：基隆新港的規劃以及基、高、中、花現有各港的擴建與改善，都是在這種狀況之下所產生的，形成各自為政的作法。有鑒於此，我特別提出分為中央與港兩個層次進行港埠規劃，就能達到全面的、上下一體的、完整的港埠規劃，亦就可以達到港埠整體規劃的目的。

本文的研究，是以港埠規劃（Port Planning）為主，但是亦對中央策訂港埠發展政策（Port Development Policy）提供一些建議。其內容包括：港埠規劃人員應具備的條件、港埠規劃容易發生的缺點、港埠規劃應注意的事項、港埠規劃的步驟、以及港埠規劃的時機。

貳、港埠規劃人員應具備的條件

港埠是一個綜合性和整體性的工作單位，不僅要對船舶提供安全的航道、錨泊的水域，可供旅客與貨物裝卸的船席，而且陸上的各種裝卸、儲存、轉運的設施，以及通達內陸的交通運輸路線，均極重要。基於這種觀念，我們進行港埠規劃，其目的：是將港埠構成一個「和諧而有機能的整體」，就

像人體一樣，動作連貫而靈活有效。如此看來，港埠規劃不僅僅是科學技術，同時亦是一種藝術，必須有合格的人員才能勝任。因此，負責港埠規劃的人員，就必須具備下列的條件：

1. 港埠營運豐富的知識和經驗。
2. 豐富的築港工程技術與經驗。
3. 深切瞭解航商貨主的需求。
4. 能夠預測港埠未來交通運輸方法與技術可能之發展。

以上四個條件，乃羅致各個專家、學者的基本考慮要件，惟有符合這些條件的人，才能共同參加港埠規劃。顯然港埠規劃是一項極為艱巨而複雜的工作，負責規劃的人員，必須包括各種不同的、專業性的專家、學者，進行集體的創作。但是在規劃進行之前，仍然需要設立健全的規劃組織，推行工作。

參、港埠規劃容易發生的缺點

經驗顯示，港埠規劃最容易犯的明顯的錯誤，就是「以偏蓋全」。換言之，規劃人員不瞭解一個港的全部情況，僅僅考慮已知的事實和需求，應該知道沒有知道的事實和需求，沒有加以深入的研究，就開始進行規劃，常常在規劃之中或規劃之後，才發覺忽略了港埠營運的某些需求。因此，在進行規劃之前，如果能夠先瞭解，過去世界各港在規劃上最容易犯的一些重大缺點，我們能夠加以避免，那就是規劃成功的先決條件：

1. 基本資料不足。
2. 預測的港埠交通運輸量的資料過於保守。
3. 缺少港埠規劃的專家。
4. 過份重視工程設施的建築，忽略營運方法的規劃。
5. 鄰近港埠的發展計劃未加考慮。
6. 投資報酬未加審慎核計：如資金成本率、現值報酬率、投資的回收年限等。

肆、港埠規劃應注意的事項

當我們瞭解港埠規劃最容易發生的缺點之後，更需要掌握港埠規劃進行的若干重點，摘要如下：

1. 設立規劃組織，對於規劃人員的職掌，應予明確劃分。
2. 規劃是一項極為艱巨而複雜的工作，特別注意負責規劃的人員，是否均具有個別的專業性知識與經驗。
3. 對港埠規劃發生影響有關單位，應邀請合作與協助。如地方政府、港埠從業單位（海關等）、航商貨主、鐵公路運輸業、石油公司、自來水公司、銀行、電信等。
4. 對港埠規劃的限制事項，無論是法令或技術事項，應予慎重考慮。
5. 規劃的方案，要有高度的適應性。
6. 港埠規劃必須與國家經濟計劃及地區性的經濟計劃，結合成一體。
7. 規劃的主要項目應包括：設施規劃、營運規劃及財務規劃。
8. 規劃進行中，應實施嚴密的進度管制。

伍、港埠規劃的步驟

港埠規劃首先要依據港埠發展政策中，指示建築新港的構想。或基於某一港的需要，向上級建議核准之闢建新港的計劃構想。或各港呈報核准之擴建計劃構想，進行「可行性」的研究，倘若計劃構想可行；第二步就策訂「建港長期計劃」，當建港長期計劃完成之後；第三步，就依據此一計劃，策訂「招標計劃」，進行技術上的各項基本工作。如細部設計、施工預算及招標文件等；第四步，就策訂施工監工計劃，以確保工程的品質。茲分別說明如後：

- (一) 可行性的研究：可行性研究的目的，在確實瞭解建築新港計劃的構想，經濟上是否有效益？工程的成本是否合理？技術上的問題能否克服？安全上有無顧慮？

可行性研究的內容可包括：經濟成長與區域發展（目的在瞭解新港是否需要，或需要緩急的程度），建港位置、建港技術、港埠性質、臨港都市、內陸交通等，並提出結論與建議。

顯然，可行性的研究，是計劃開港的重要步驟。此項計劃構想能否成立，繫於可行性研究報告的結論與建議，倘若該計劃構想可能實施時，港埠設施的佈置、能量、港區範圍、初步計劃及成本的概略估計等，在可行性的研究報告中，均應有所建議。

(二)建港長期計劃：當可行性研究報告的結論與建議進行開港核准之後，下一個重要步驟，就是針對新港策訂建港長期計劃，這個計劃一般都在十年或廿年的時間，所以稱為長期計劃，例如：台中港就是廿年的計劃，分作兩個階段進行，第一階段商港計劃十年；第二階段工業港計劃十年。計劃本身主要的目的，在提供一幅整體規劃的藍圖，按實際的需要，分期分年實施，當每一後續年在實施之前，均按經濟成長的比率，及海洋運輸發展的趨勢，預先加以檢討修正實施，或者是分期計劃的第一期計劃完成後（含全部海洋工程），其餘的各期計劃中之設施，留待以後實際需要發生時，分別以專案計劃實施港埠擴建。否則，沒有「整體規劃」的藍圖，港埠的建設必定趨於混亂。因此，建港長期計劃，對於港埠遠程的逐步發展極為重要。

建港長期計劃的主要內容，可包括：港埠應有的能量、海岸工程的規劃、貨物裝卸區域的規劃、陸上設施的佈置、施工規劃、臨港都市的規劃、港區與聯外交通的規劃、營運管理規劃、以及財務規劃等。

建港長期計劃進行的方式，通常有二：一為委託顧問工程公司；一為組成建港規劃處（局）。前者，係因缺乏港埠規劃專家，委託著名的顧問工程公司辦理，一般此種顧問工程公司擁有知名的，經驗豐富的港埠規劃專家，如河海、土木、電機、建築等工程師，以及港埠管理、交通運輸、運輸經濟等等的專家，同時亦有良好的設備：如土壤、建築材料等等的實驗室，以及水工模型、操船模擬試驗室。雖然規劃工作委託顧問工程公司，而建築新港的港務局，仍應編組一「配合規劃小組」，負責連絡、協調、以及提供正確的資料。後者，自己有合格的港埠規劃人員，組成建港規劃處，自行策訂建港長期計劃，或偶爾借助於顧問工程公司。兩種方式如何取捨，端賴我們作深入之研究。

(三)招標計劃：當建港長期計劃完成之後，需要依據此一計劃，策訂招標，進行技術上各項基本工作，以及決定招標方式。如果採用「設計及建築

」招標 (DESIGN AND CONSTRUCT TENDERS OR TURNKEY BASES)，技術上的各項基本資料工作，則由得標商辦理。雖然有些基本資料，在可行性研究及策訂建港長期計劃時，都已概略的作過調查、蒐集、測量、鑽探、試驗，但仍不符工程設計及進行招標所需要的精細資料，必須再作深入之研究。其主要的內容如後：

1. 氣象：含風力、降雨、氣溫、氣壓、颱風、地震等資料之檢討分析與充實。
2. 海象：含波浪、海流、潮汐、漂沙等資料之詳細推算。
3. 地形與地質：包括陸上及海底的地形與地質資料之檢討與充實。
4. 水工模型試驗：提供初步設計、細部設計、施工計劃等所需要的資料。
5. 操船模擬試驗：提供船舶在最困難操船路徑下之安全性資料。包括使用：電腦終端機螢幕顯現法、三度空間操船模擬室法及模型船模擬法。
6. 初步設計：對主要工程的結構，主要機具的規範提出初步設計，可供編訂預算及細部設計與細部施工計劃之依據。包括：設計基準擬定，及防波堤等基本斷面等。
7. 細部設計：調製各項工程的細部設計施工圖，包括縱斷面及橫斷面圖。
8. 細部施工計劃：其中應包括：工程項目、施工方法、工程位置圖、工程圖樣說明書、施工道路、施工場地、採石場位置的選擇、石料品質的鑑定與運輸方法、石料分類場、混凝土拌合場、施工進度與管制的方法等等。
9. 預算書：依據有關的資料，編製施工預算書。
10. 招標文件：招標文件包括：與得標商簽訂的合約、工程數量表、履約保證書之格式、標單、投標廠商的資格與能力、押標金額、投標須知等。
11. 招標方式之決定：下列招標方式可擇一辦理。
 - (1) 國內標：如果國內有經驗豐富而又可靠的營造廠商，應該開國內標，倘若只有一家或兩家時。必要時，可以進行議價或比價。這種作

法有利於國家經濟及技術上的發展。

- (2)國際標：倘若爲了利用國際著名營造廠商豐富的經驗，引進新的技術，處理建港工程事先未能預見的困難或意外事件，以及其擁有浚港與打樁等建港之機具、工作船舶、實驗等設備時，當然不可避免的要開國際標。至於國內的營造廠商可以向得標商承包比較容易的工程，或作爲國際營造廠商的合夥人，因爲國內營造廠商對當地的勞工狀況、建築材料的市場情況，非常的熟習，可以提供有價值的服務，並可以藉機獲得技術上的經驗，對爾後國內重大工程的建設，亦可提供相當的貢獻。

以上兩種招標方式，都需要將招標計劃中各項資料準備完成之後，始能公告招標，可以稱爲「傳統性的招標方式」。現在另外有一種新的招標方式，稱爲「設計及建築招標」(DESIGN AND CONSTRUCT TENDERS OR TURNKEY BASES)。可以開國際標，亦可以開國內標。

所謂：「設計及建築」招標，就是先由港務局發出建港長期計劃，請各投標營造廠商，針對建港長期計劃，提出：初步設計、細部設計、施工計劃及施工預算書。運用這種的招標方式，各投標廠商可以提出最佳的設計方案，選擇最適宜的建築材料，以及編製認爲合理的施工預算書。港務局可以就這些設計方案中加以選擇，不像顧問工程公司，提出的只有一種方案，毫無選擇的餘地。同時，港務局亦可以節省許多的人力與時間。

由於投標的營造廠商，所提出的「設計及建築」投標書，包括了初步設計、細部設計、施工計劃及施工預算書等，他們提出之前，必須化費大量的金錢、人力，與相當長的工作時間，倘若他們沒有傑出的設計與得標的把握，就不會冒險來投標。因此，參加的投標廠商亦不會太多，通常只有三家或四家。得標的廠商，不僅僅擅長於河海工程，而且具有最好的港埠規劃技術部門。這種營造廠商在歐洲、美國就很多，其中若干家享有世界性的聲譽。

這種招標方式，在國內只有高雄港的「海底隧道」擴建工程，曾經使用過，並與國內著名的榮民工程處議價辦理。

招標的方式決定以後，就要「公告」，請合格的廠商前來投標。通常在公告的時候，就要對投標廠商的資格與能力，加以限制。一般來說，投標廠商應具下列的資格與能力：

- (1) 必須做過某些河海工程的項目，以及要在某種金額以上。
- (2) 須具有那些機具、工作船舶與設備。
- (3) 承辦本工程的工程師，應具備的學歷、經歷，以及過去的成就。

根據以上的條件，由投標的營造商提出資料，先加審查，合格者，始能准予參加投標。倘若，對投標的營造商，不加以資格的限制，就會發生下列情形：

- (1) 聲譽卓著的營造商，不願意參加投標，因恐怕為故意出低價者所擊敗。
- (2) 容易發生低價搶標。由於低價搶標的結果，得標商不敷成本，常常以各種藉口追加預算，結果使得原來的最低標，變成最昂貴的標，而且工程品質亦不能確保，工程的進度更會延誤。

12. 審標與決標：

- (1) 傳統性的招標，一般慣例，建築及設計的細節，都在招標須知等有關的文件中說明，投標人僅需就工程項目提出單價、或總價，有時亦提出完工的時間。「審標」時，對於投出之標價，應謹慎的加以比較，特別是主要的工程項目的單價，應以出價合理而較低者得標為宜。否則純以低價決標，可能發生更多的困擾。不過，我們要知道「決標」的先決條件，雖然價格是重要的因素，但價格高而又能提前完工者，也許更為有利。
- (2) 運用「設計及建築」的招標方式，其先決條件，必須有合格的人員，對投標廠商所提出的投標書，詳細的加以評估。因為工程預算並非決定性的因素，規劃是否週密？設計是否安全？選用的材料是否適宜？「審標」時，都需要加以審查與試驗。時常，最低標是由於設計的安全度不高，選用的材料亦不耐用。有時，如果選用耐用的材料，設計的安全程度較高時，決定採用較高的價格標時，反而更為可靠。
- (3) 「決標」確實不是一件容易的事，這需要相當豐富的經驗，以及對工程技術方面有良好的判斷能力。因此，決標的方式，一般有兩種：一為港務局具有合格的人員，自行辦理決標；一為港務局沒有合格的人員，可借助於信譽卓著的顧問工程公司。

(四)施工監工計劃：在招標計劃中，對於營造廠商的資格與能力，已作了嚴格的規定，但爲了確保工程的品質，必須策訂一週密的施工監工計劃，其計劃的要點如下：

- 1.組織與權責：工程施工的監工能否成功，組織最爲重要。策訂週密的組織規程，編組所需要的各級監工人員，並且在組織規程之內，詳訂各級監工人員的權責。不過，監工單位，對於建築材料的品質，及其正確的處理，必須詳細的檢驗。如係外購材料（無論是提供材料或承包商自購材料），應在起運之前，即在國外委託檢驗機構實施檢驗，提出檢驗報告，或者派員前往就地檢驗。否則，不合格的材料運來之後，將發生時間上與工程進度上的延誤。水泥與鋼筋的正確成份，必須查明。否則，工程的安全，就會發生問題。施工的過程當中，工程上未能預見的困難，或技術上的問題發生時，監工單位必須與承包商密切合作來解決，這些都是監工單位必須特別注意的工作。且須在權責劃分上，均應有特定的人員負責。
- 2.合約要項：監工單位與承包商所訂定的工程合約，監工單位的各級人員，必須徹底的瞭解，監督承包商按圖施工，逐步完成，特別是在施工中的許多關鍵工程，究應如何注意，應在此一計劃中，詳密的指示監工人員。
- 3.基本資料與問題：監工單位的各級人員，都需要建立自己所需要的基本資料，這些資料對於施工的進行，以及爾後工程品質的檢討，及責任的鑑定，都非常的重要。以「監工日報」爲例，這是應該由監工員建立的基本資料之一，常時基層監工人員疏於詳實填寫，致工程進行狀況不明，品質難以鑑定，審核人員疏於督導糾正，有時對監工人員所提出之問題，亦未即時的處理，致發生許多延誤。因此，對於監工基本的資料的建立與問題的處理，應加詳密的規定。
- 4.管制與考核：工程進度的管制與考核，一般使用計劃評核術網狀圖，並且按照合約的規定，實施定期的實地量收完成的工程數量，並核算其實際進度，作爲分期付款與績效評定的依據。當然管制與考核的方法很多，計劃中應予詳密規定。
- 5.工程計劃變更與預算：施工過程當中，不可避免的需要變更原訂計劃

，如作重大的修正時，應按權責呈報核准。因此，對於工程數量的增減，與預算變更的追加減，應有明確的規定，以資監工人員有所遵循。

6. 竣工與驗收：通常竣工與驗收的規定，包括：竣工圖、工作天計算表、工程數量計算表，並且要實施初驗與複驗。不過，水下及隱蔽部份，應作分段初驗。

以上是監工計劃的主要內容，倘若在港埠規劃階段，對於施工監工，已作週密的考慮，訂定計劃，開工後又能嚴密的執行時，當然亦就可以保證工程的品質。

港埠計劃的四大步驟：可行性的研究、建港長期計劃、招標計劃、及施工監工計劃，已作概略的介紹，但吾人須要牢記，新建港埠規劃，和現有港埠的擴建與現代化，雖然由於港埠本身的特性、自然狀況、進出港貨物的類別，以及港埠組織均不相同，但規劃的一般原則與步驟，並沒有兩樣。

陸、港埠規劃的時機

首先我們要瞭解的就是：「港埠規劃與設施的建築，是一種非常緩慢的工作」。這種特性沒有辦法可以改變的，為什麼如此緩慢呢？因為當奉核定建築新港的計劃構想以後，僅僅實施「可行性研究」的時間，就需要一年以上，特別是海象等需要週期性的資料。可行性研究的結論與建議呈報之後，由於各階層的審查、開會協調等，亦需要半年以上的時間。次一步，策訂「建港長期計劃」，通常亦需要一年至二年的時間，這還不包括呈報核定的時間，特別是其中財務計劃的審查，最需時間。然後策訂：「招標計劃」及「施工監工計劃」，最少亦需要一年半以上的時間，因為招標計劃中的工程設計所需要的測量、鑽探、模型試驗以及設計施工圖等，需時最多。規劃的步驟完成之後，公告招標與審查投標的營造廠商的資格與價格標，又需要半年或一年之久。最後，得標商採購必要的機具、工作船舶、建築材料等運到工地之後，才能算是真正的開始動工。通常自動工之日起，到新設施完成開始起用，也許三年或四年的時間，已經過去。如果將以上所說的時間概括的計算，亦有九年或十年了，倘若還需要作特殊的水文研究與模型試驗，亦要延長一段更長的時間。例如：西非迦納為規劃他瑪港（TEMA），曾經化了三

年以上的時間，調查迦納灣開闊海岸長時期西南西暗湧所引起大浪的方向、頻率、振幅，因為這些資料，對於他瑪港實際建港的位置，以及決定防波堤的佈置型式（突堤與島堤），結構（直立堤、斜坡堤、合成堤）極為重要。

另外，聖彼得羅港（SAN PEDRO）自一九六一年開始規劃，一九六九年開始動工（七年），直到一九七一年第一期工程完工開始啓用，整整費了十年以上的時間。我國的台中港，自民國五十七年八月開始規劃，到民國六十二年十一月動工（五年），一直到民國六十五年十月卅一日第一期工程完工通航啓用，亦費時八年以上的時間。由以上的說明，我們就已經瞭解新港的規劃與設施建築，的確是相當的緩慢。因此，必須考慮何時需要新港開始營運，然後決定一個最適當的時機，進行規劃，就顯得非常的重要。

柒、結論與建議

港埠規劃有一句名言：「規劃不週的港埠，在管理上任何的 effort，都無法使之成爲最有效率的港埠」。誠然這句話已充份說明了港埠規劃的重要性。本文除了說明：「港埠整體規劃」有其層次性的依據之外，對於港務局進行的港埠規劃，特別強調下列各點：

- (一) 港埠規劃與設施的建築，是一種非常緩慢的工作，決定一個適當時機進行規劃，顯得非常重要。
- (二) 港埠規劃不僅僅是科學技術，更是一種藝術，這種極爲艱巨而複雜的工作，負責規劃的人員，必須包括合格的各種專業性的專家、學者，進行集體的創作。
- (三) 進行港埠規劃工作之前，應先瞭解過去世界各港在規劃上最容易犯的一些重大缺點，然後加以避免，是規劃成功的先決條件。
- (四) 港埠規劃的主要項目應包括：設施規劃、營運規劃、及財務規劃。
- (五) 對港埠規劃的限制事項，無論是法令或工程技術，應予慎重考慮。
- (六) 對港埠規劃發生影響的有關單位：如航商貨主，應請提供意見。
- (七) 港埠規劃的四大步驟完成之後，始能進行施工。
- (八) 港埠規劃必須與國家經濟計劃及地區性的經濟計劃結合成一體。
- (九) 規劃的方案要有高度的適應性。
- (十) 港埠規劃無論是新建港埠或現有港埠的擴建與現代化，雖然由於港埠本

身的特性、自然狀況、進出港貨物的類別、以及港埠組織均不相同，但規劃的一般原則與步驟，並沒有兩樣。港埠整體規劃必須分層次辦理：「中央」須視國家經濟發展的需要，考慮全國應有港埠的數量，以及每一港埠應有的能量，然後頒發港埠發展政策。各港務當局依據港埠發展政策之指示，進行新港或原有港埠的擴建，或作現代化設施的改善，進行港埠規劃。唯有如此，才是全面的、上下一體的、完整的港埠規劃，亦才能達到港埠整體規劃的目標。

過去，台中港的興建，是基隆港務局因需要呈報核准的，蘇澳港的興建，是蔣故總統經國先生指示辦理的，現有各港的擴建，都是各港基於個別的需要，呈報核准辦理的，形成各自為政的作法，當然談不到「整體規劃」。然而由於投資是否不足或浪費，經常發生爭議，顯然是因為沒有明確的、整體的港埠發展政策。因此，為了能達到：港埠整體規劃的目標，特別建議主管單位儘速頒發：「港埠發展政策」。此一政策的策訂，建議遵循下列原則：

- (一)配合國家經濟的發展——依據經濟成長的比率，訂定交通運輸應有的成長比率，然後決定港埠及內陸交通運輸系統應有的投資。如此，才不會發生投資不足或浪費的情形。
- (二)適應海洋運輸發展的趨勢——要特別注意海洋運輸型態在作業上和技術上的變化，決定港埠設施及作業方法的配合。
- (三)全國港埠均衡的發展——依據地區性或整體性經濟的需要，決定什麼地點應有港埠，以及每一港埠應有的能量。
- (四)發揮投資的經濟效益——避免港埠設施重複投資或長時間的閒置。

依據上述原則，前已說過，必須決定：那一個港的設施需要作現代化的改善？那一個港的能量不足，需要擴建？那一個港受地形限制無法擴建，需要闢建輔助港？那些港應該開放為國際港？那些港應該作為國內港？以及應該在什麼時間、什麼地點，需要建築新港？而這一個決定，是彙整各方面的意見之後，基於國家經濟及海洋運輸的要求，一項整體性考慮的結果。

「港埠發展政策」隨國家經濟建設計劃中之交通建設計劃頒發之後，各港務局應依據指示進行：「港埠規劃」。如此，不僅可以消除現行各自為政的作法，避免不必要的爭議，更可發揮港埠整體性的功能以及投資的經濟效益。

第二屆港埠整體規劃研討會

系統模擬在港埠規劃之應用

黃 永 偉

交通大學交通運輸研究所所長

第二屆港埠整體規劃研討會

系統模擬在港埠規劃之應用

黃 承 傳

交通大學交通運輸研究所所長

壹、引 言

港埠作業本質上為一符合等候理論 (Queueing Theory) 特性之系統，自 1960 年代初期以來即有相當多的文獻 [1~9] 係以作業研究中的等待模式 (Queueing Model) 作為港埠規劃與分析的基本工具，其中應用最廣的是用於分析港埠供給面的最適能量與船席使用率，以及在不同作業情況下的船舶等待時間，以做為衡量港埠服務水準的指標，由於等待模式是在若干假設條件下依據統計與數學理論推導而出，應用時實際系統若不符合這些假設條件，易使分析結果產生偏差。此外，等候理論之應用範圍通常只圍限於船席裝卸作業部份，且屬於總體性 (Aggregate) 的分析模式，因此其實用性與彈性較為有限。

近年來由於電腦科技之快速發展及其使用之普及，利用電子計算機模擬方法研究分析交通運輸規劃、設計以及營運管理問題已成為一種日趨普遍的趨勢，加以各種模擬語言之不斷發展更新與強化，簡化了程式撰寫、除錯等實際應用上的技術問題，更大幅提高了系統模擬方法之實用性。模擬方法之

適用範圍非常廣泛，舉凡工程之規劃設計以及現有設施營運作業之改善方案等均可利用模擬模式事先預估其實施後所產生的結果，據以分析比較不同方案之利弊得失，提供決策上之重要參考。本文主要內容即在介紹模擬方法之特點，並以實例說明其在港埠規劃與營運作業之應用情形。

貳、文獻回顧

等待理論雖然在某些情況下不失為一簡便的港埠規劃工具，但由於近一、二十年來海上運輸與港埠營運作業方式均有顯著的改變，使得該類模式的一些假設條件經常難以符合實際，諸如：

1. 船席可以互換使用：現代化的港埠多已朝向專業化作業的趨勢，尤以貨櫃、穀類、煤炭、礦砂等大宗貨物為然。由於專業化的結果，使不同種類之船席難以互換使用。
2. 船舶到達與服務時間必需符合某些特定的機率分配型態：依據國內外許多研究文獻顯示，由於專業化的結果，專業碼頭的船舶經常呈現不符合這些假設分配型態的特性。
3. 船席指派依照先到先服務之準則：現代港埠作業常採優先指派方式，承租之專用碼頭即為一明顯的例子。

此外等待理論模式只能處理船舶在船席之裝卸作業，如欲將研究範圍擴大到進港前之各項檢查，機具與人力之調派，以及倉儲與內陸運輸轉接設施之作業，則除了系統模擬之外，迄今仍無其它更適當的方法。因此自1970年以來國外即有許多港埠研究規劃文獻採用系統模擬方法。最早是由聯合國貿易發展委員會（UNCTAD）所發展出來的一套模式〔11〕，其目的在評估開發中國家多目標港口的各項作業，這個模擬模式包括六個程式，分別由三種不同的程式語言SIMULA、FORTRAN和ALGOL所組成，此一模擬模式並曾被應用在摩洛哥之Casablanca港。

加州大學洛杉磯分校為了預測未來港埠設施的需求，於1969—1970年間，曾以模擬法去研究洛杉磯和長堤兩個港口現有船席設備的使用狀況，其模式是特別為此兩港所做的，所採用的程式語言是由UCLA工程及應用科學系所研究發展出來的一種稱為TRANSIMⅢ的模擬語言〔12，13〕。

1970年Nehrling〔14〕利用IBM公司的「通用目的系統模擬語言（

GPS S)」發展出一套模擬貨櫃船裝卸作業的模擬模式。在這個研究中，他把貨櫃裝卸程序分解成幾個步驟分析，且相當詳細地描述了這些作業，在模式中能追蹤船舶的位置、穩定、裝備、傾斜等。這個模式是專以貨櫃基地作業為討論對象。

Parsons 和 Hill [15] 在 1971 年時發展了一個模式來模擬油港的每日營運狀況，此一模式是利用通用語言 PL / 1 寫成的，因貨物流向都是由油輪流向儲油池，因此只須考慮卸貨的作業，相當簡單。

1972 年，Hansen [16] 利用模擬來研究改變船舶大小、分配，和吊桿分配會對乾散貨港最適容量有何影響。研究結果認為在船舶平均尺寸固定的狀況，船舶大小和吊桿的分配型態對港埠最適容量影響不大。

Pierre [17] 於 1973 年時建立了一個模式來決定 Chasis handling 系統貨櫃基地的最適設計，這個研究中對於這種特別型式的基地，分析得相當詳細，並且把有關的要素如拖船、船席、吊桿、碼頭拖車，基地的出入口都包括在模式中。其選擇最適化的標準是在已知需要裝卸量下，每一貨櫃之最小單位總成本，因為這個模式是由 G . P . S . S . 程式語言寫成的，因此其輸出資料只限於平均等待時間和服務時間，及其分配。

1973 年，UNCTAD [18] 發展了另外兩個模擬模式，分別研究 Karachi 和 Valparaiso 這兩個雜貨港的營運，此一模式係以模擬語言 G A S P II 寫成。

為了能夠評估改變港埠設施，所需的成本和產生的效益，1974 年世界銀行發展了一套很大的港埠模擬模式 (PORTS IM) [19] 以作為計畫評估的工具，這個模式是為模擬多用途多船席港口而設計的，世界銀行曾很成功地利用此一模式評估港埠投資計畫。

Frankel [20] 於 1974 年發展了一個模擬模式，能夠在不同實體和營運條件下決定一個多用途港口的系統成本。這個模式介紹了一種船席事先指派程序，能夠在船舶尚未抵達前決定其優先順序。這種程序比其他前面介紹過的模式接近實際的作業。另外一點比較特別的是服務時間不是由機率分配中產生，而是由船舶的裝卸貨和可利用的裝卸設備來決定。

黃承傳 [22] 於 1978 年建立了一個完整的貨櫃港口模擬模式，以做為估算港口能量與評估各種不同營運策略及工程規劃設計方案之工具。此一模

式所包括的範圍涵蓋組成一個貨櫃港口的各項基本要素如碼頭船席、貨櫃起重機、場站搬運機具及儲存設備，以及內陸運輸轉接設施等，並以最低總成本，即碼頭與機具之間置成本以及船舶等待成本作為目標函數。該項研究亦實地收集維琴尼亞州挪佛國際貨櫃港口之各項有關資料對模式加以驗證，並分析該港若干作業情況，如平均每日工作時數、船舶到達型態、船席指派方式改變後以及碼頭擴建及裝卸機具增置後對該港所產生的影響。

蘇立恒〔23〕則以BASIC一般語言製作一個可以模擬多用途港口船席作業系統的模式，並以基隆港為個案研究對象，分析各種營運策略如提高裝卸效率，增加每日工作時數以及改變船席指派方式等對該港服務水準的影響。

N. Varaprasad〔24〕亦於1986年以GPS模擬語言建立一個港埠模擬模式，並用以估算新加坡國際港口之最適能量，以及分析比較貨櫃碼頭之不同營運策略，發現如將現行若干專用出租碼頭全部改為公用碼頭可以減少船舶平均等待時間，提高服務水準。

以上文獻大抵均以單一港埠之規劃及營運策略為研究重點，除此之外模擬方法亦可應用於模擬分析具有競爭性的多港口之間的運量分配情形。為突破傳統運量分配數學模式之限制，黃承傳〔25〕曾首度嘗試將都市運輸規劃方法中之交通量指派原理與港埠模擬模式結合，建立一個可以將影響運量分配之所有主要因素納入考慮之模擬模式，並收集實際資料加以校核驗證後再以個案分析方式實際應用結果，初步發現效果相當良好。該一模式除可用於分析比較各種短、中、長期港埠營運或擴建計劃以及內陸運輸系統改善計劃對港埠運量分配之影響外，如配合其它成本資料更可做為評估各種改善方案或投資計劃之經濟效益的工具。

綜合以上文獻可以發現模擬方法已被廣泛的應用於分析評估不同的港埠規劃與營運作業問題，包括單一專業化港口如油輪、貨櫃、大宗貨物碼頭等以及多用途（multi-purpose）港口，此外，初步研究結果顯示在分析競爭性的多港口之間的運量分配問題方面，模擬方法亦有相當高的適用性。

參、系統模擬之一般程序

系統模擬是一種利用電子計算機的數值分析技術，建立一個可以描述並

代表真實系統的模式，並應用此一模式進行各種方案的實驗分析與評估的程序與方法，基本上它是系統分析方法中的一種應用工具，使用時之一般步驟如圖 1，茲概略分述如下：

1. 界定系統：

依據研究目的與問題的本質，對系統加以適當的界定，包括系統範圍、組成要素及其重要屬性、組成要素的相互關係、系統績效以及目標函數等。

2. 建立模式：

依據所界定的系統特性，建立可以描述代表系統行為的模式。由於模擬方法係使用計算機模式，因此其模式架構一般均以流程圖表示。

3. 資料收集與整理

配合所建立的模式架構，收集各項模式，輸入參數與模式驗證所需的輸出資料，應用統計方法加以整理與分析。

4. 製作程式

選擇適當的程式語言（一般語言或模擬語言）將模式轉換成計算機程式，並加以測試。

5. 模式驗證

模式驗證通常係以統計檢定方法比較相同情況下模擬模式所得到的結果與實際系統的觀察結果是否超過預先設定的允許誤差範圍，其目的在確保模式的有效性。倘若二者的誤差太大，需將模式加以適當的修正，直到合乎設定的準確程度為止。

6. 實驗設計

包括實驗方案或策略之選擇，起始狀況之設定以及樣本型式與數量（模擬時段與次數）之決定等。

7. 上機實驗

將所設計之實驗計劃應用所建立之模擬模式實際上機執行。

8. 分析結果

將模擬結果加以整理分析，並應用一般常識專業知識與經驗以及統計方法研判模擬結果是否合理，否則需檢討修正實驗計劃與執行。

9. 結論與建議

綜合歸納模擬實驗分析結果，提出結論與建議。

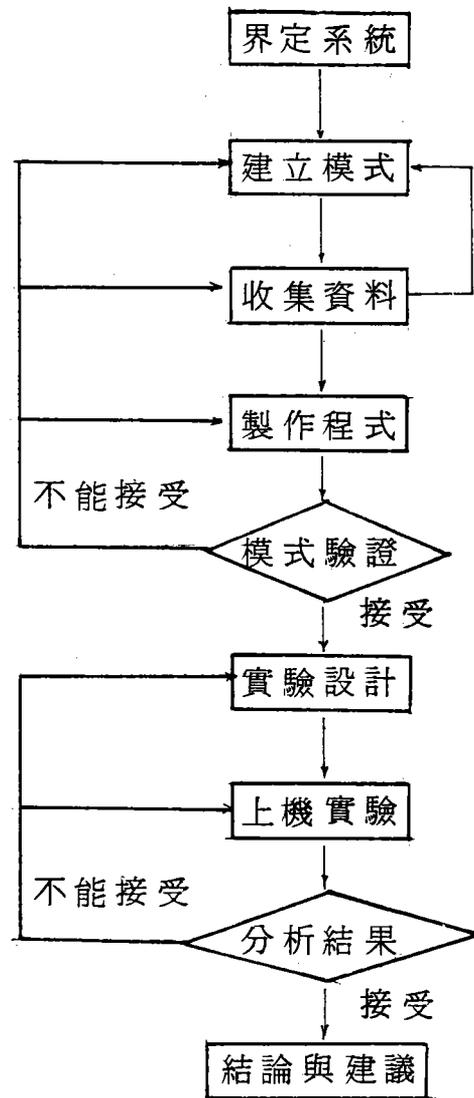


圖 1 系統模擬之一般程序

肆、實例說明

爲更具體的說明模擬方法在港埠規劃與營運作業之應用情形，謹就前述文獻中選擇二項較具代表性的研究摘要概述於本節。

4.1 貨櫃港口之模擬

一 模式架構

此一研究〔22〕所界定的系統範圍及其作業流程如圖2與圖3，一個貨櫃港口視爲由若干個貨櫃中心組成，每一個貨櫃中心則由若干座船席、數組裝卸機具以及一個儲運場組成，每一組裝卸機具則包括一座起重機及若干搬運機具及作業人員。目標函數則選擇在港埠規劃使用最普遍的總成本函數，包括港埠成本與船舶時間成本。其中港埠成本又包括固定成本如土地、碼頭建造、機具設備、工作人員、固定養護等費用以及與裝卸量有關的各項變動成本如能源消耗、人工以及設備之作業養護等費用。船舶時間成本則包括船舶投資成本以及營運成本。

此一模式係採用事件掃瞄方法（Event-Scanning Approach）以一般福傳語言（FORTRAN）撰寫，包括一個主程式及17個副程式，主要輸入及輸出資料如下：

1. 輸入資料

- (1) 控制參數：計有模擬時段、時段日數、每日工作時數、最大等候船數、起始時段、船席指派方式、船席數、船舶級數等12項參數。
- (2) 船舶分級資料：每一種船級之到達時間分佈、船級編號，最大裝載貨櫃數，最多裝卸機具組數、船舶長度、吃水、裝卸貨櫃數量分佈等。
- (3) 貨櫃中心資料：每一個貨櫃中心之船席數、裝卸機具組數與裝卸效率、搬運效率、最大儲存容量等。
- (4) 船席資料：編號、長度、水深、所屬貨櫃中心。
- (5) 成本資料：每一船席之固定與變動成本，以及各級船舶之單位時間成本等。

2. 輸出資料

- (1) 原始輸入資料。
- (2) 模擬所產生的全都船舶清單。
- (3) 船席指派前與指派後之船舶。

- (4)模擬過程中的事件清單。
- (5)各船級之船數、等候船席與機具時間，佔用船席時間等。
- (6)各船級平均裝卸貨櫃數、船席使用率，機具使用時數與使用率等。
- (7)裝卸貨櫃總數，年總成本及平均每一貨櫃所分攤之各項成本。

二 模式應用

模式經過測試與驗證後即可應用於模擬任何一個貨櫃港口在各種不同硬體條件（船）席數、水深、長度、裝卸與搬運機具數量、方式、效率、儲存容量）以及作業方式（船席指派、每日工作時數）情形下之系統行為與績效。本模式即曾應用於分析美國維琴尼亞州挪佛港之貨櫃中心。圖 4 為該貨櫃中心在三種不同每日工作時數情況下之最適能量，顯示增加每日工作時數不但可以提高最適裝卸能量，而且可以降低總單位平均成本，圖 5 為在三種不同船席指派作業方式情形下之最適能量，顯示先到先服務之指派方式仍較大船優先停靠或小船優先停靠之方式適當。圖 6 則為在三種不同船席數與機具數組合情況下之最適能量，配合運量預測資料可以做為規劃增建船席數或增置裝卸機具最適當時機之重要依據。

4.2 運量分配之模擬

台灣地區面積狹小、港口與港口間之距離不長，各港之腹地範圍本已甚難清楚的劃分，加以內陸運輸系統自高速公路通車後極為便捷，各港條件又有相當程度的差異，故預測台灣地區之港埠運量宜採二階段式之預測方法，即先預測總量再以分配模式分配至各港。鑒於傳統之運量分配模式無論採用區域分配係數法或綫性與非綫性數學規劃模式均有其限制，為突破這些限制本研究〔25〕乃曾嘗試以模擬方法分析台灣地區國際港口之運量分配問題。

一 模式架構

運量分配模式之主要功能在將總進出口貨物運量依照模式所設定之分配準則分配到各個港埠。一個理想的運量分配模式必需能夠將實際影響運量分配的主要因素全部納入模式中。這些影響運量分配的主要因素包括：
(1)進出口貨物內陸起迄點分佈型態。(2)內陸運輸網路容量與交通量。(3)港口服務效率、裝卸能量。(4)內陸運輸成本與港埠成本。(5)各港口航線、船期以及(6)其它如海關、船舶代理業與貨運承攬業之差異以及航商貨主之習慣偏好等。

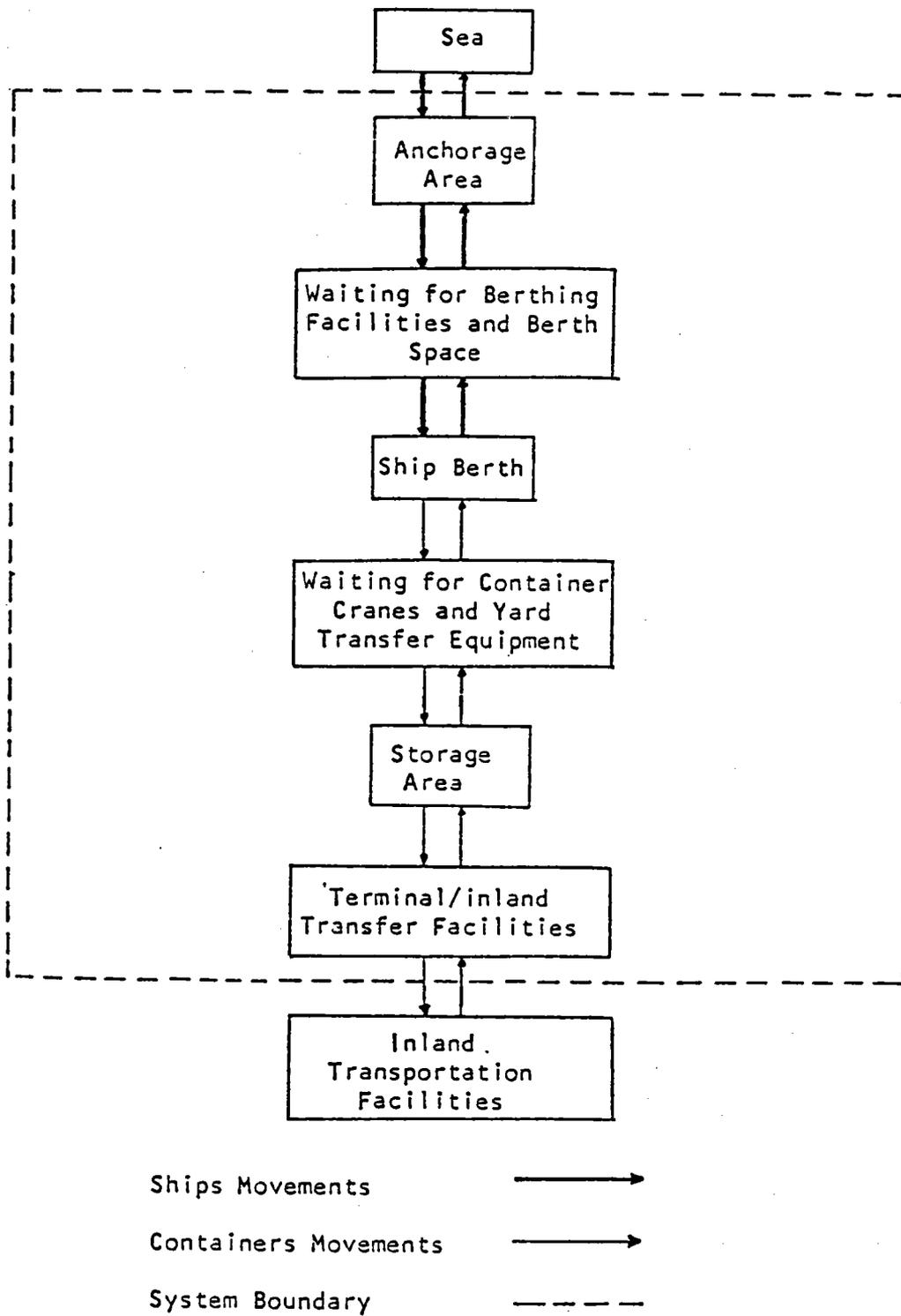


圖 2 貨櫃港口模擬系統範圍

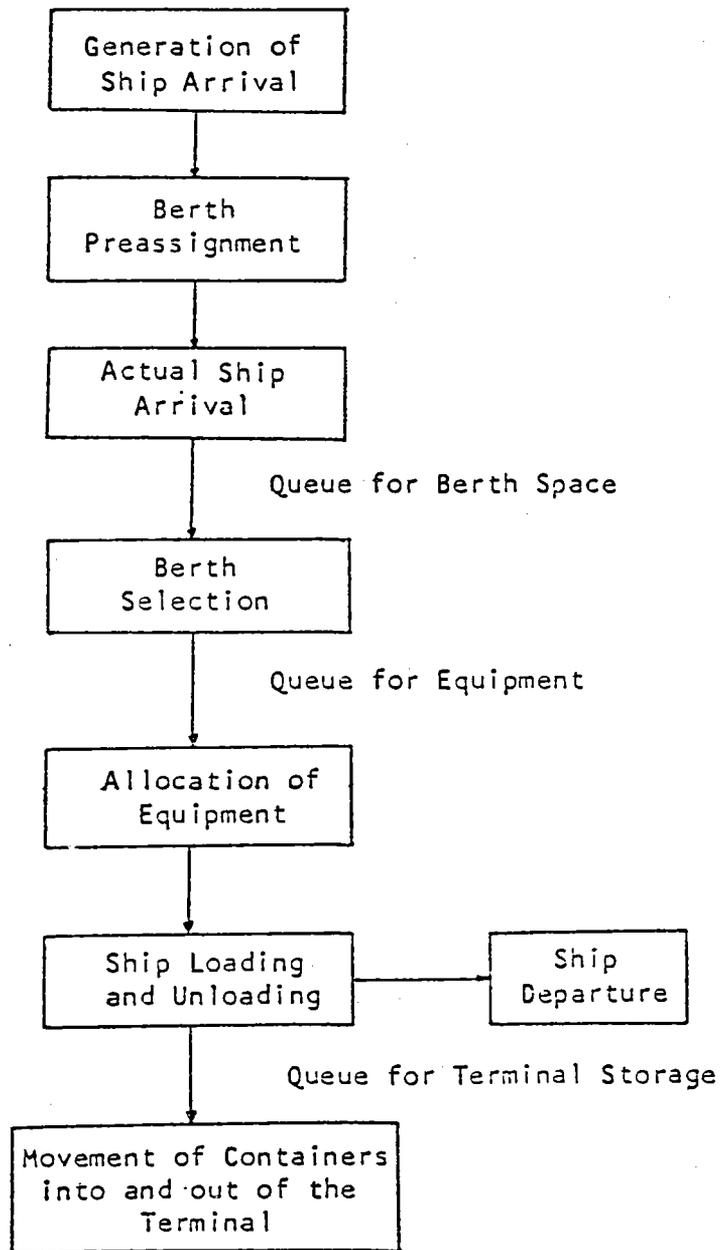


圖 3 貨櫃港口模擬模式作業流程

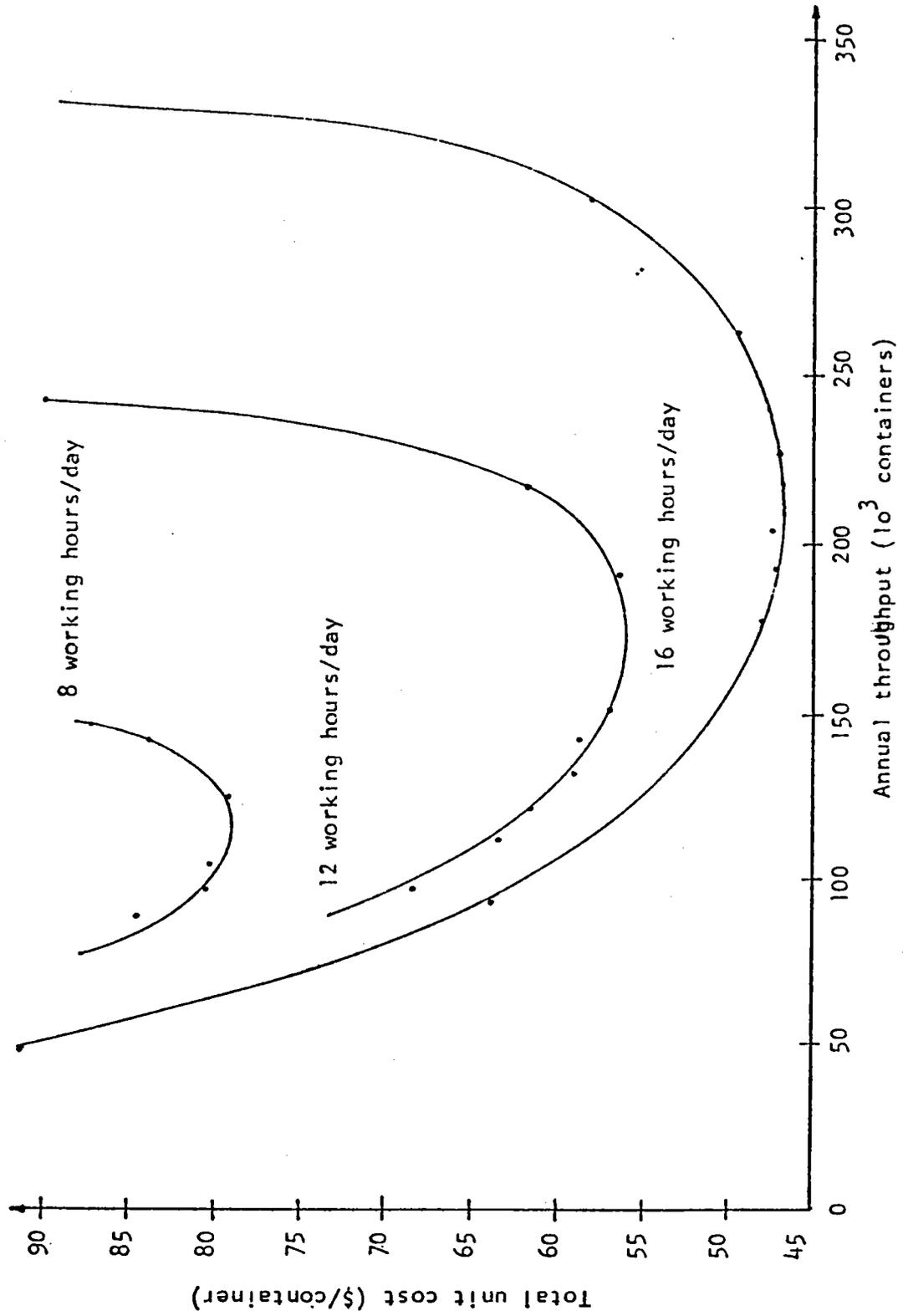


圖 4 工作時數對最後適容量之影響

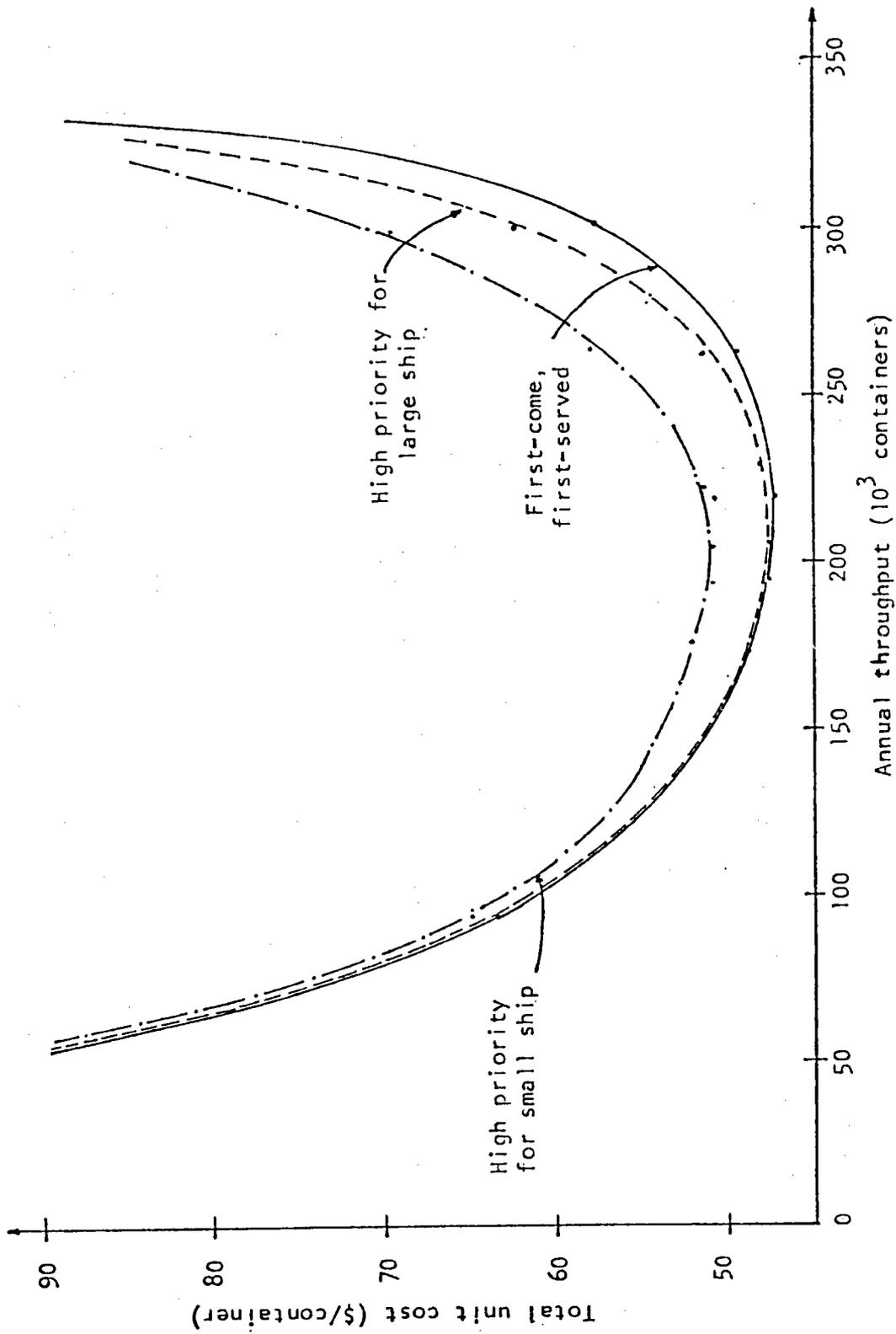


圖 5 船席指派方式之影響

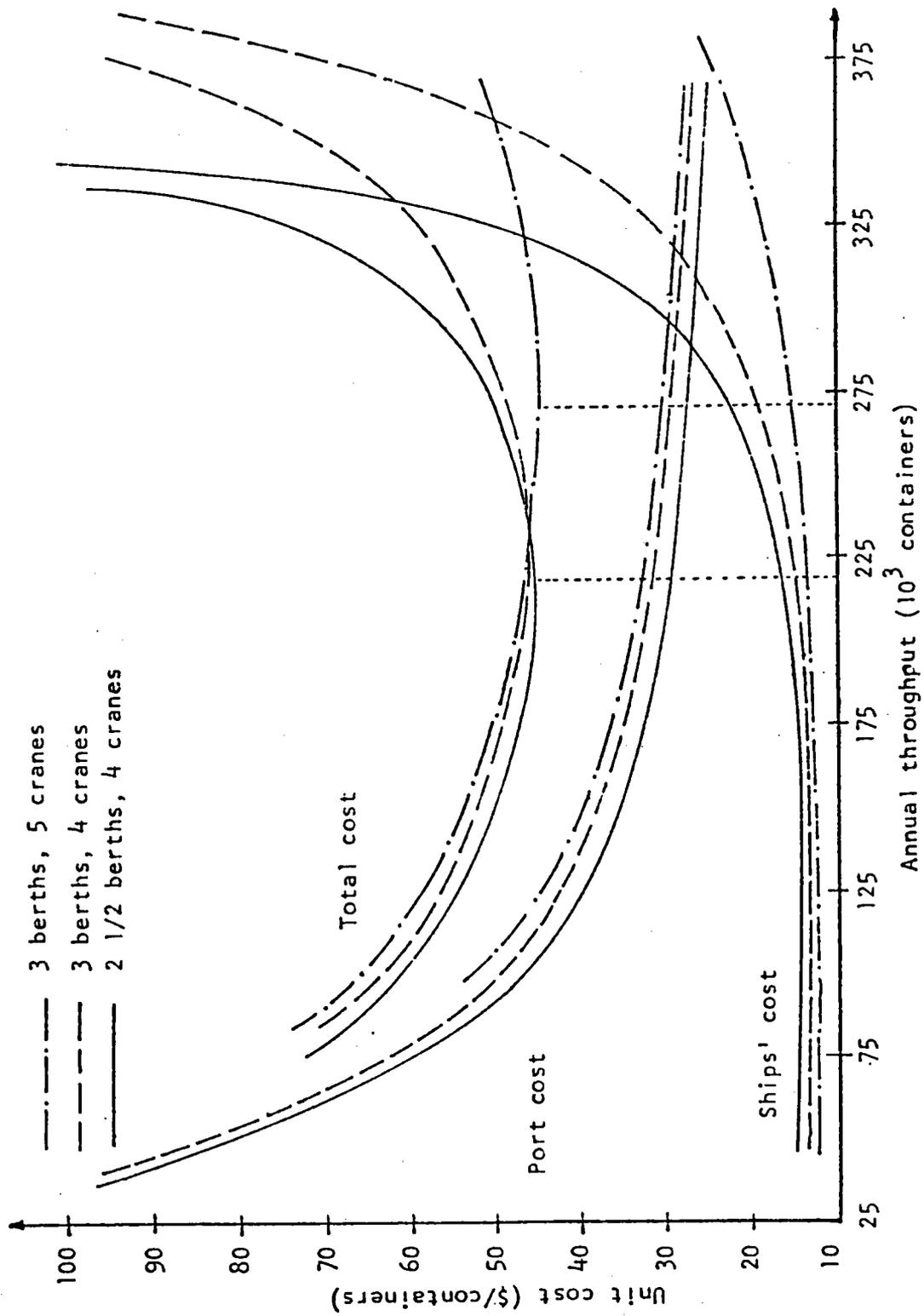


圖 6 不同硬體設施情況下之最適能量

傳統之運量分配模式中無論就理論或實際應用而言，均以非線性規劃模式較為理想，而在計算非線性模式之等待成本的方法上，系統模擬法通常又優於數學等待模式，但非線性規劃模式基本上係假設單位內陸運輸成本為一個定值，而實際上一個完整的內陸運輸網路通常係由各種不同功能與設計標準之道路所組成，不同等級道路所提供的服務水準就不同，加以各路段上之交通量亦非相同，且進出口貨物在港埠間重新分配時亦會導致各路段交通量與服務水準之變化，故內陸運輸成本並非為一個定值。此外，非線性規劃模式亦無法考慮各港自然條件之差異以及航商貨主習慣等其它影響因素。本研究所建立的模式係以非線性規劃模式架構為基礎再針對上述缺點加以改善而成，在目標函數的設定上仍然以內陸運輸成本與港埠成本為總成本，對於等待時間的計算則採用系統模擬法，惟為考慮內陸運輸成本之變動問題本模式係採用交通量指派法（Traffic assignment）來處理運量的分配。此外在實際應用時倘若各港之自然條件如航線、船期等有顯著的差異，足以影響航商貨主之選擇行為時本模式可以在經過驗證後，加以適當的處理，使得模式的分配結果更符合實際情況。

本模式之架構如圖 7 所示，其作業流程以出口貨物為例，當各分區之貨物量轉換成交通量後，即透過交通量指派模式，指派到各港埠，再將各港埠的指派交通量，轉換成貨物量，加上由鐵路承運的貨物量，其和即為各港埠之運量。各港將此運量裝載於船舶所需之碼頭佔用率，可依各港埠之碼頭作業指標算出，再透過港埠模擬模式即可估算，已知碼頭佔用率下之船舶等待時間與等待成本。此等待成本係因此運量而產生，故應由運量平均承擔；單位運量所承擔的船舶等待成本，即構成一虛擬路徑，將此虛擬路徑加入交通路網，使成為路段之一環，再重新將分區之貨物交通量透過交通量指派模式，分配至各港埠。當前後兩次之港埠運量達成均衡，系統即趨穩定，如再行指派，運量亦不再變動，此時之指派量，即為各港之最適當運量。

此一運量分配模式，包含兩個次模式：

1. 交通量指派次模式

交通量指派之原理，在於模擬車輛駕駛人對路線的選擇，其主要步驟包括三個階段，首先是決定車輛駕駛人選擇路線的準則，其次再依此

準則選擇各旅次起迄需求所經之路線，最後將各旅次指派於所選定的路線上，並將各路段與路線之旅次予以加總。

為配合研究需要，本次模式在應用上，與一般交通指派，略有不同。一般的交通量指派，是在已知來往於各交通分區間之旅次需求情況下，將這些旅次分派到研究地區的道路網上。本研究則是在起點為已知，而迄點未定，且道路路網上已有交通量的情況下，將旅次依設定之選線準則指派到路網，流向五個國際港埠之一。由於考慮道路之流量因素，及運輸成本之最小化，本次模式係採用逐次指派法並以最短行車時間為選線準則，其流程如圖 8 所示。

2. 港埠模擬次模式

港埠模擬模式之主要功能原在計算不同碼頭船席數，船舶平均到達率與到達時間分佈，以及服務時間分佈情況下之船舶等待時間與碼頭佔用率。由於交通量指派作業需要的是碼頭佔用率與等待時間的關係，故本研究在應用此一次模式之技巧上係以有系統的變更船舶到達率的方式模擬得出多組在不同船舶平均到達率情況下的碼頭佔用率與等待時間，再利用迴歸分析的方法建立兩者的關係式，其流程如圖 9 所示。

3. 模式輸入與輸出

本模擬模式所需要之輸入資料如下：

- ① 進出口貨物總量。
- ② 進出口貨物內陸起迄分佈。
- ③ 內陸運輸路網。
- ④ 運具平均裝載量。
- ⑤ 運具之時間成本。
- ⑥ 碼頭作業指標（各類碼頭毛裝卸效率）。
- ⑦ 船舶時間成本。
- ⑧ 船舶動態資料。

模式之輸出結果則為各港之分配運量以及總成本，包括內陸運輸成本以及港埠成本。茲將此一模式之特點與傳統之各種運量分配模式綜合比較如下表。

模式類別	考 慮 因 素					
	進出口貨物內陸起迄分佈	內陸運輸路網容量與交通量	內陸運輸成本	港埠成本	港口裝卸效率與能量	港口航綫、船期及其它
本研究模式 (模擬模式)	○	○	○	○	○	○
非綫性與模擬混用	○	×	○	○	○	×
非綫性規劃	○	×	○	○	○	×
綫性規劃	○	×	○	×	○	×
區域分配係數	○	×	×	×	×	×

三 模式應用

由於運量分配模式具有能夠預估任何輸入資料或參數值改變後之運量分配與總成本之基本功能，故可以實際應用於分析比較各種港埠短期營運改善計劃（不同之裝卸效率），以及中長期擴建計劃（不同之碼頭船席數），或內陸運輸系統改善計劃（不同之內陸運輸網路）等對於港埠運量分配以及總運輸成本之影響。如果有投資計劃之成本資料更可進一步應用工程經濟分析方法做為之評估各種投資方案效益之工具。本研究以民國八十九年（目標年）之總量預測值為基礎，選擇若干方案做為分析的實例。

個案分析所需之各項目標年資料，進出口貨物總量係自行預測，內陸運輸路網資料以及各港口各類碼頭數則依據行政院經建會所擬訂之「台灣地區中長期經濟建設計劃」中有關公路以及港埠投資計劃完成後之情形加以輸入。至於其它預測年輸入資料如內陸起迄分佈，運具平均承載量與時間成本、碼頭裝卸效率、船舶時間成本等則係以實際收集之民國 72 年資料為基礎。

將上述各項資料輸入模式所得民國 89 年各港進出口運量顯示雜散貨除花蓮港外，各港之分配運量均略超過其估計裝卸能量，貨櫃方面除高雄港外，其餘各港亦均呈現裝卸能量不足之情況，此係由於貨櫃貨物貨源集中於北

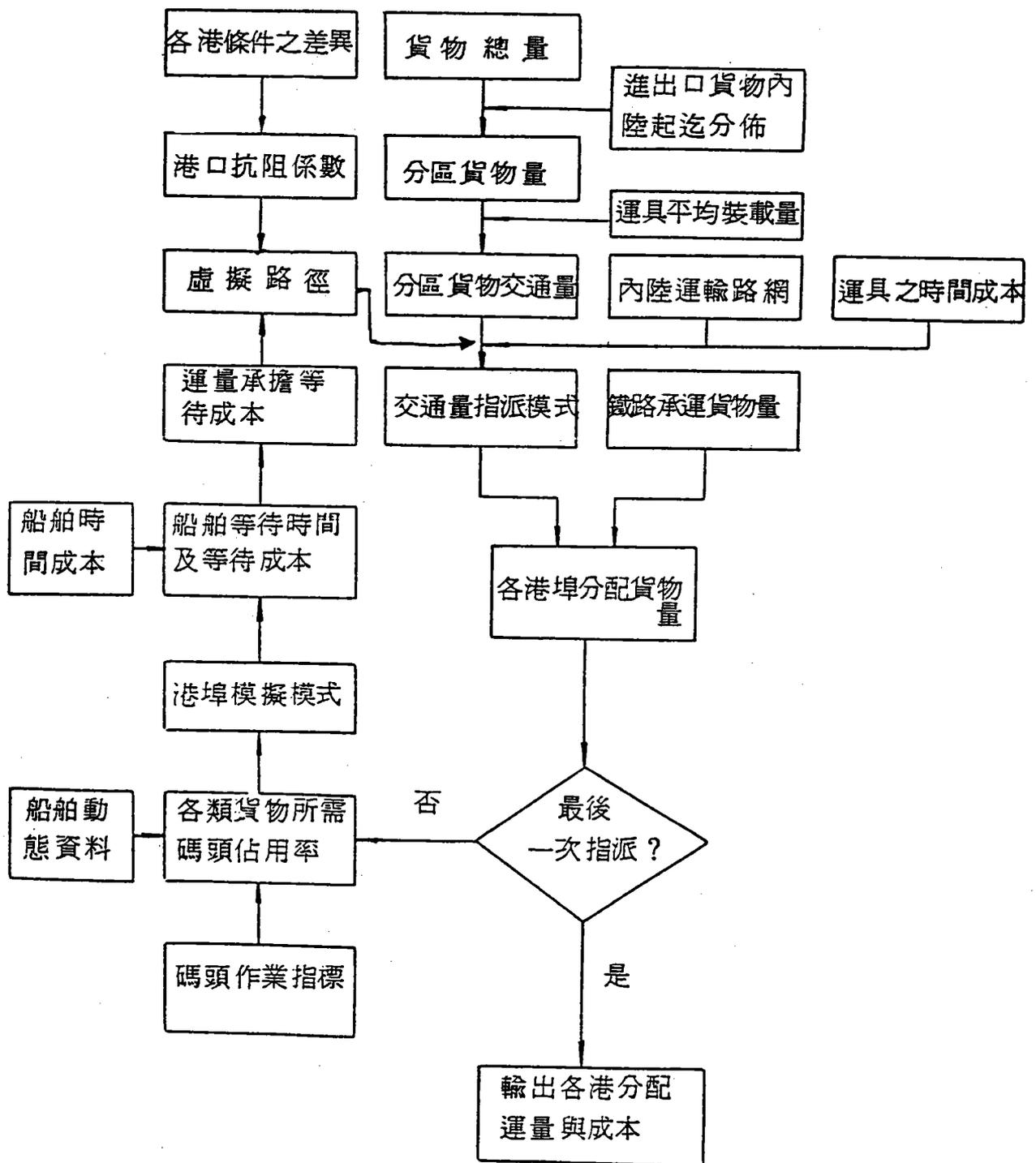


圖 7 運量分配模式流程圖

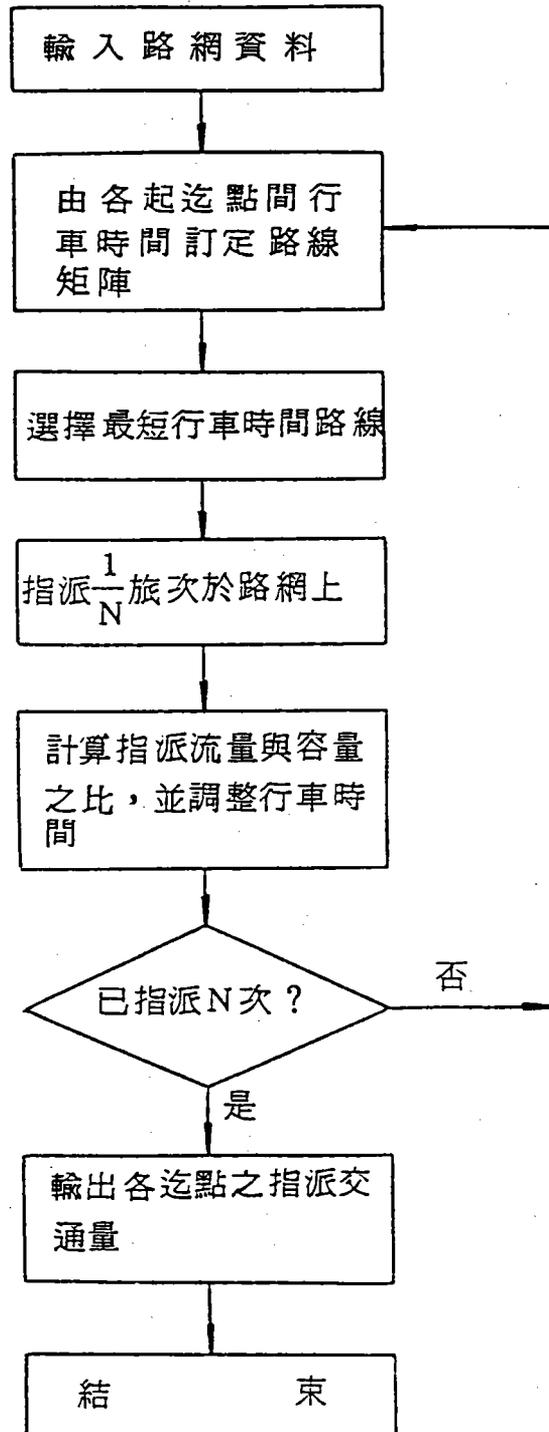


圖 8 交通量指派次模式流程圖

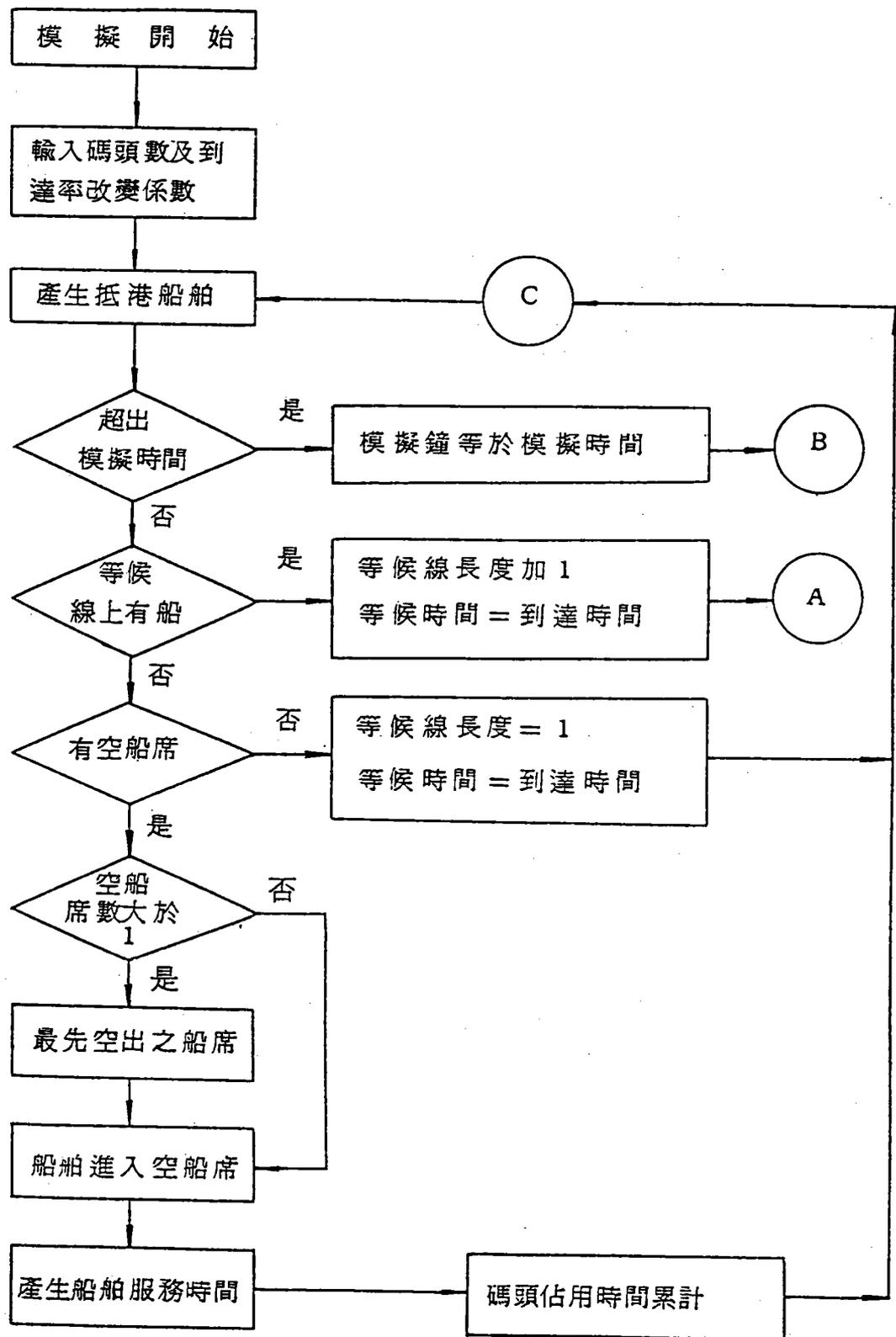


圖 9 港埠模擬次模式流程圖

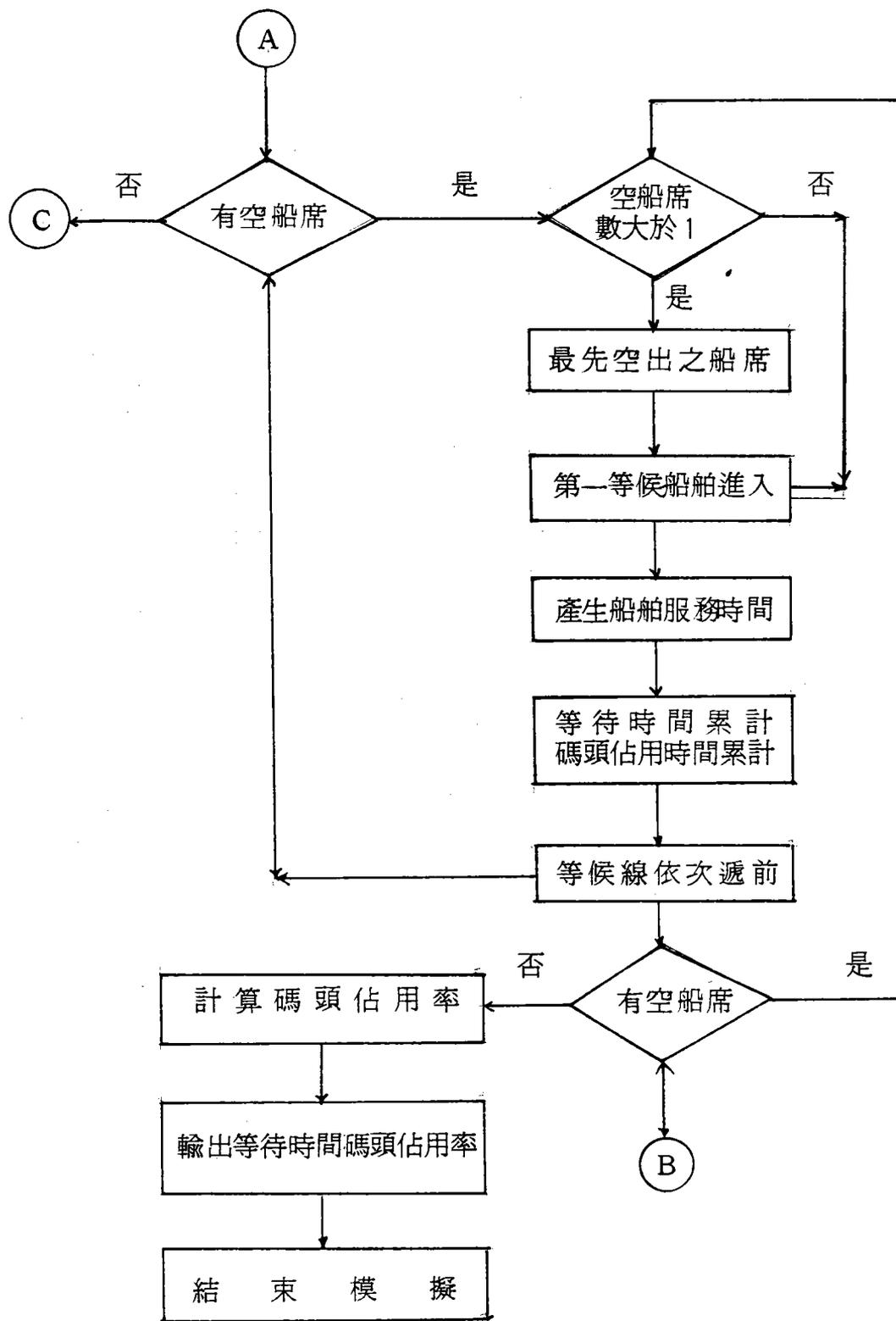


圖 9 港埠模擬次模式流程圖 (續)

部地區之數量甚大的緣故。而最重要的結果則為在民國 89 年之前除穀類碼頭外，倘若除了中長期經建計劃所列之已定計劃外，不另增建雜散貨與貨櫃碼頭，則台灣地區西部三港將發生港口擁擠的嚴重情況。據初步概估在民國 89 年之前西部地區至少需再增加雜散貨碼頭 17 座，貨櫃碼頭 5 座方能配合運量之需要。至於增建碼頭的地點由於台中港與高雄港仍有擴建的餘地，北部新港之可行性亦正進行研究中，可能的方案很多，本研究僅研擬三項主要方案即(1)全部在北部新港增建(2)全部在台中港增建以及(3)分散在高雄、台中以及基隆（或北部新港）三處。每一主要方案並再分為二種情況加以模擬，共計六項小方案。經模擬模式分析結果發現：

1. 從節省內陸運輸成本減少內陸運輸系統之負荷，以及均衡各港口運量分配之觀點而言，上述碼頭的設置無論全部集中在北部地區或中部地區地不如分散設置在北部、中部，以及南部三地有利。惟在決定港埠發展策略時除了上述因素外尚需考慮各港擴建立工程技術可行性（包括增建新港）工程成本，以及增加航綫、船期之可行性等其它因素，全盤衡量其利弊得失始宜做最後的決定。
2. 花蓮港如按第四期擴建計劃實施，則在民國 89 年時該港將擁有 25 座雜散貨碼頭，依運量分配模式預估其碼頭平均使用率僅約 34 %，為避免投資成本閒置實宜進一步詳細評估其適當的投資時間。

伍、結 語

近年來由於航運技術與港埠營運作業方式不斷的革新，使得傳統分析港埠規劃與營運管理問題之一些解析方法，包括等待理論以及綫性與非綫性規劃模式等在實際應用上受到了許多限制，欲突破這些限制除了系統模擬之外，迄今仍無其它更適當的方法。系統模擬早期被視為一種較為昂貴與困難複雜的方法，但隨著電腦科技之快速發展與使用之普及，加以各種模擬語言不斷的發展更新與強化，其實用性已大為提高。綜合本文之介紹可以發現在港埠規劃與營運管理之領域，模擬方法之適用範圍非常的廣泛且具有相當大的彈性，此為模擬方法之最大特點。期望藉著本文的簡要報告能引發國內港埠專業人員對此一方法之重視與興趣，並加以研究推廣，以提昇我國港埠規劃與營運管理之水準。

參考資料

1. Plumlee, C. H., "Optimum Size Seaports," Journal of the Waterways and Harbors Division of ASCE, August, 1966.
2. Nicolaou, S. N., "Berth Planning by Evaluation of Congestion and Costs," Journal of the Waterways and Harbors Division of ASCE, November, 1967.
3. Jones, J. H. and Blunden, W. R., "Ships Turn-Around Time at the Port of Bangkok," Journal of the Waterways and Harbors Division of ASCE, May, 1968.
4. Agerschou, H. and Korsgaard, J., "Systems Analysis for Port Planning," Dock and Harbor Authority, March, 1969.
5. Thornton, R. C. and Williamson, E., "Improving Berth Utilization," Dock and Harbor Authority, June, 1969.
6. Wanhill, Stephen R. C., "Further Analysis of Optimum Size Seaport," Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering of ASCE, November, 1974.
7. Weille, J. O. and Ray, A., "The Optimum Port Capacity," Journal of Transports Economics and Policy, September, 1974.
8. Edmon, E. D., "Operating Capacity of Container Berths for Scheduled Services by Queue Theory," Dock and Harbor Authority, November, 1975.
9. Novaes, Antonio G. N., An Appraisal of Queuing Model for the Solution of Port Capacity Problem, Commodity Transportation and Economic Development Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, 1972.
10. Wilmes, D. and Frankel, E. G., "Ports Analysis and Planning," paper presented at the International Conference on Transportation Research, Bruges, Belgium, 1973.
11. UNCTAD, Development of Ports--Improvement of Port Operations and Connected Facilities, United Nations, New York, 1969. TD/B/c4/42/Rev. 1.
12. Simulation Analysis of the Port of Los Angeles, California, School of Engineering and Applied Science, University of California, Los Angeles, California, July, 1969.
13. Systems Analysis of Port of Long Beach, California, School of Engineering and Applied Science, University of California, Los Angeles, California, January, 1970.
14. Nehrling, B. C., Container Ship Loading and Unloading Simulation,

- The Department of Naval Architecture and Marine Engineering,
University of Michigan, April, 1970.
15. Parsons, Ron and Hill, Lawrence, Analysis and Simulation of a Seaport, Interim Report, The Sea Grant Office, Massachusetts Institute of Technology, May, 1971.
 16. Hansen, J. B., "Optimizing Ports through Computer Simulation Sensitivity Analysis of Pertinent Parameters," Operational Research Quarterly, Vol. 23, No. 4, 1972.
 17. Pierre, Creton, J. M., An Approach to the Optimal Design of a Container Terminal, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1973.
 18. UNCTAD, Berth throughput-systematic Methods for Improving General Cargo Operations, United Nations, New York, 1973. TD/B/C4/109.
 19. PORTSIM User's Manual, International Bank for Reconstruction and Developments, December, 1974.
 20. Frankel, E. G., Port Design and Analysis Methodology, Massachusetts Institute of Technology, December, 1974.
 21. Reeves, S. J., "Evaluation of Port Functioning Characteristics," Dock and Harbor Authority, March, 1970.
 22. Hwang, Cherng-Chwan, "Systems Simulation of a Container Port", 運輸計劃季刊, 第七卷, 第二期, 民國67年4月。
 23. 蘇立恒, 多目標港口船席作業系統之模擬, 國立交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國68年6月。
 24. N. Varaprasad, "Optimum Port Capacity and Operating Policies: A Simulation Study", Transport Policy and Decision Making, Netherlands, 1986.
 25. 台灣地區國際港口運量需求與配合之研究, 交通部運輸研究所, 民國75年6月。

壹、前 言

在討論未來海運發展趨勢與我國港口因應之道之前，首先應體認港埠經營與環境之關係，藉以了解未來海運發展趨勢對我國港口因應之道的重要性，使有關當局於擬訂港埠發展計劃時能確實掌握趨勢採取適當措施順利達成配合經濟發展之任務。

港埠經營與環境之關係（見圖一）：

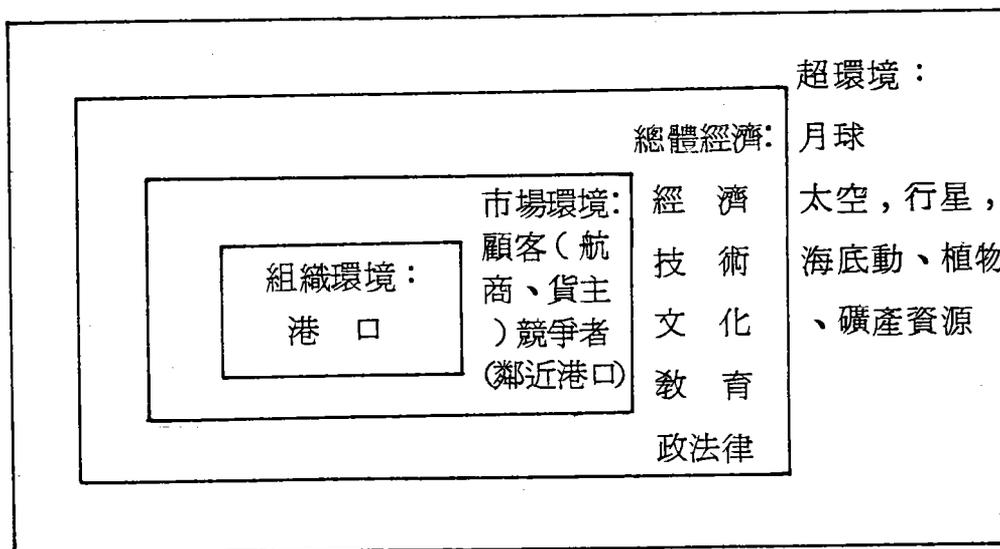
第一層—組織環境，指港埠組織、型態、部門結構、領導風格及港埠規模（含港埠設施、設備、位置、港域、腹地、天然條件等）…因為這些因素對港埠組織內部每一成員均會有所影響，所以對港埠經營之影響最為直接。

第二層—市場環境，指顧客及競爭者，即航商貨主及鄰近港口，因為它們會影響第一層環境之高階層主管決策及施政要求，進而影響低階人員之行為規範，因此屬於港埠經營之第二層環境。

第三層—總體經濟環境，包括經濟、技術、政治法律、社會教育及文化……這些因素本身的變化比較緩慢及漸進，但會影響第二層環境之顧客及競爭者行為，進而影響港埠經營，因此屬於第三層環境。

第四層—超環境，如月球、太空行星、海底動、植物、礦產資源等，這些因素就今日而言對港埠經營尚無任何關係存在，但時日久了就如過去環境污染防治，在當時對事業經營毫無影響力，但時至今日却變成總體經濟之一環，對任何企業經營之影響甚鉅，因此不可不加以注意。

圖一：港埠環境結構圖



以上可知本文所謂「未來海運發展趨勢」係指航商（顧客）之發展趨勢，是港埠經營之第二層環境，影响第一層環境—「我國港口因應之道」。瞭解以上關係之後，本文便可依①未來海運發展趨勢。②我國港口因應之道。③結語之順序說明如下：

貳、未來海運發展趨勢

一、散裝貨

(一)散裝貨量：世界五大主要乾散貨之海運量依 Fearnleys World Bulk Trades 之資料顯示在 1976 至 1986 十年間由 646 百萬公噸增至 832 百萬公噸，計算結果平均年成長率約 2.77%，由表中可知五大主要乾散貨中，以煤炭之成長最快，十年幾增一倍，平均成長率約 8.49% 穀類居次，約 1.52%，磷礦石則無成長而鐵礦砂及鉛礬土反而有減少現象，至於原油運量，平均年減少率約 3.49%（詳見表一）〔2〕。

表一：世界主要散貨海運量（1976～1986）

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
百萬公噸											
鐵 礦 砂	294	276	278	327	314	303	273	257	306	320	311
煤 炭	127	132	127	159	188	210	208	197	232	271	275
穀 類	146	147	169	182	198	206	200	199	207	181	165
鋁 礬 土	42	46	46	46	48	45	38	36	44	40	40
磷 礦 砂	37	44	47	48	48	42	40	43	44	42	41
以上乾散貨合計	646	645	667	762	796	806	759	732	833	852	832
原 油	1410	1451	1432	1497	1320	1170	993	930	930	871	957
十億延裡噸											
鐵 礦 砂	1469	1386	1384	1599	1613	1508	1443	1320	1631	1675	1671
煤 炭	591	643	604	786	952	1120	1094	1057	1270	1479	1586
穀 類	779	801	945	1026	1087	1131	1120	1135	1158	1004	914
鉛 礬 土	158	167	162	169	188	172	153	145	172	166	167
磷 礦 砂	125	160	168	177	171	139	142	159	162	156	155
以上乾散貨合計	3122	3157	3263	3757	4011	4070	3952	3816	4393	4480	4493
原 油	10199	10408	9561	9452	8219	7193	5212	4478	4508	4007	4640

註：不包括油製品及上述五大類以外之乾散貨。

資料來源：Fearnleys World Bulk Trades 1986。

(二)散裝貨輪

主要散貨輪計有傳統型一般散貨輪 (Bulk Carrier)、複合輪 (Combination Carrier)、油／散／礦貨輪 (O.B.O.) 以及巴拿馬型散貨輪。在 1950 ~ 1970 年代中期，為全球散貨輪之成長期，其形態大致可區分兩類：一為船上具有起重設備，載重 3 ~ 4 萬噸，可彈性裝載各種散貨，二為大型散貨輪噸位從 6 萬、8 萬、10 萬至 15 萬載重噸，但船上無吊桿設備。1975 ~ 1979 年間為散貨輪發展停滯期，著重於特種貨物船上設備之改進。1980 ~ 1990 年代散貨輪之發展將不如前，因為主要貿易除煤炭外其他散貨交易將甚平平。雖目前國外裝煤港擁擠，裝卸設備陳舊，船舶小者，其在港時間成本及延滯費均較大型船舶經濟而受歡迎，但此乃一時現象，現在各國已競相展開擴建碼頭與改善設備，大型船舶仍將為業者所樂用，且巴拿馬極限型船舶在未來散貨海運仍將居重要地位，因其載重噸為 4.5 ~ 8 萬噸，滿載吃水 11.5 公尺，適合主要散裝貨之多方面使用。第二條巴拿馬運河之開鑿若能成為事實，則十年後散貨輪大型化將更上升〔 2 〕。

(三)散裝乾貨之裝卸設備

煤炭或礦砂的散裝乾貨之裝卸設備有間歇式及連續式兩類，因為間歇式設備有一半回空動作，空耗動力且等於一半時間沒有裝卸（生產），尤其間歇式設備沒有遮蓋密閉，作業時塵土飛揚既耗損又影響作業工人之健康，因此間歇式設備不如連續式，是以未來散裝貨物之連續裝卸方法，將會繼續針對船上及岸上已裝置之設備之能量作更進一步之突破，趨勢上已有更多的船舶已裝或正在裝船艙底部（重力）卸貨設備，從船艙的底部中心線將貨物卸到船外。另一個想法是在船舶本身底部一個凹槽中裝傳送機，其長度可達所有貨艙，艙底裝置膜狀密封圍套通到船底，貨艙之艙壁呈傾斜形式，故艙內之貨物能自動向下落滑到凹槽中之傳送機，再經由一立式傳送機將貨物輸傳向岸或向並靠的船隻或駁船的輸送機。此外可能發展為以一個門形浮駁，其起吊設備能夠吊起五千噸重的駁船，並能將其傾側使其所載貨物傾倒入散裝貨輪〔 3 〕。

二、雜貨

(一)雜貨運輸貨櫃化：自從發展貨櫃運輸，許多人懷疑貨櫃船是否能承載所有的貨物，但這些年來為數可觀的油櫃、冷凍櫃、通風櫃、開口櫃，半高櫃等特殊櫃繼續出現，大大增加貨櫃船的多方面使用效果，已足以證明貨櫃運輸確實是進步之方法，因此歷年來世界雜貨海運發展貨櫃化的運量逐年增加。依據 1968 年美國有一份雜誌預測至 1981 年約有 80 % 貨物可能用貨櫃來運輸，到 1987 年全球實際上已有 80 % 的定期傳統船舶已經貨櫃化，而遠洋定期乾雜貨船已有 90 % 以上為貨櫃化。依 Pearson and Fossey 1983 預測，至 1990 年貨櫃化運量可達 41,000 萬噸〔2〕之多，由此看來，將來必有更多貨物會利用貨櫃來運輸。

(二)貨櫃船舶大型化：建築物隨著物質文明的進步而逐漸高大，貨櫃船的趨勢亦不例外，1960 年早期的第一代貨櫃船，只能裝 500 TEU，1960 年晚期的第二代貨櫃船，其船艙能量是 1,000 TEU 以上，至 1970 年代早期第三代貨櫃船已能裝 1,500 ~ 2,000 TEU，1970 年晚期以後裝載 2,500 ~ 3,000 TEU 的第四代貨櫃船已普遍為各航線所採用。這種大型化的趨勢下，陽明海運公司及遠東地區著名的船公司更訂造 3,000 TEU 以上的貨櫃船，甚至美利堅輪船公司 (U.S. LINE) 兩年前即已發展 4,000 TEU 以上的第五代貨櫃船，最近海陸運輸公司 (Sea-Land Service Inc.) 及其他公司已規劃更大的「第六代貨櫃船」，因此，雖然現在的貨櫃船仍以 1,000 ~ 1,500 TEU 居多，但未來 2,000 ~ 3,000 TEU 之貨櫃船會愈來愈多〔4〕，目前世界上最大貨櫃船是美利堅輪船公司之 12 艘 4,258 TEU 貨櫃船，其船長為 289.5 公尺，寬 32.218 公尺，最大吃水 11.67 公尺。如依 Cushing 及 Pearson and Fossey 1983 之研究第四代大型貨櫃船其長度不致較第三代貨櫃船 (最長為 287 公尺) 增長太多，最大吃水深約 13 ~ 14 公尺，船寬最大可能達 46 公尺，航速約 20 ~ 22 節，且指出泛太平洋貿易上除非我們要求能量 5,000 TEU 船速超過 25 節以上的貨櫃船，否則一般貨櫃船公司為考慮環球航綫則不大可能推出超出巴拿馬極限貨櫃船〔2〕，也就是說超級船體 (Catamaran hulls) 的設

計，在未來的貨櫃船中應不會太多。

三、貨櫃船高積載〔4〕

貨櫃船船體變大，其貨櫃積載亦須增加才有實質經濟效益，根據研究甲板上多一層的貨櫃裝載就能節省五～十個百分點的成本。前APL已造超巴拿馬極限船寬已增加至39.6M（現在一般貨櫃輪為32.2 M）。貨櫃船其甲板上堆積貨櫃為十六排（一般貨櫃輪為十三排）據悉美國American ALABAMA貨櫃船其甲板上貨櫃堆積之層數已達六層高度，但亦不可能太高，因為貨櫃堆積層數不可影响航行穩定性，即其吃水不能超過乾舷甲板（Free Board）以上，一般而言不正常的高積載，可能有下列影响：

- 1.能見度（Visibility）：由於超高的貨櫃堆積，使得船艙中的駕駛台，須加高至超過貨櫃高度，始可保持良好的航行視線。
- 2.貨櫃安全與固定（Container Securing）：當貨櫃裝載超過兩層高以上，如用傳統的鋼索與鐵桿繫縛，將需更多的齒輪來輔助，而增加積載的不穩定性，所以未來之貨櫃船將設計有自動導槽及安全裝置，而且有自動升降的平台讓裝卸工人活動自如。
- 3.承受風力裝載（Wind Loads）：隨著積載的加高，船舶的受風力增加，為加強船舶的穩定性能力，更大的船艙破浪裝置，繫泊設備，和經常保有強大牽引力的錨機……等就須加以應用了。
- 4.吃水（Draft）：船型變大，貨櫃堆高，容量加多，吃水亦勢必加深，且現有貨櫃港之水深可能不足。
- 5.高度限制（Height Restriction）：現有的貨櫃橋式機對甲板上貨櫃積載層數大都只能作到第五層，因此已不能適用於現代化超寬貨櫃船高船橋及高積載作業之第五、六代貨櫃船，因而歐洲的一些貨櫃基地，都已建造新的橋式機以適應更高和更寬的貨櫃船裝卸。

四、營運週轉時間（Turn around Time）

由於貨櫃船高速的裝卸能力，使得船舶滯港時間大大縮短。但船舶大型化，使得在深艙間的貨櫃裝卸緩慢而費時，其解決之方法除須增加貨櫃橋式機之數量尚須設計能機動吊、放所需貨櫃之導槽（cell）組織，能多只貨櫃同時裝卸之超級橋式機（Super Crane），貨櫃直接

移入貨櫃基地，能有效的在輔助船與母船間轉移貨櫃……等重要自動化裝置。

五、競爭 (Competitiveness)

明日之貨櫃船一定有別於「今日之貨櫃船」，但就現有之貨櫃船加以變更或修改亦能獲得低成本，低折舊的營運。因此「明日之貨櫃船」不必一定是新造的，以現有的船舶加以修改亦可，前海陸公司老闆 Mclean 曾宣稱，他們公司船齡逾四十年，照樣還在營運。

六、系統結合 (System Integration)

近年來海洋運輸成爲運輸體系中最重要的一環，也就是說由於貨櫃運輸的興起，依貨物集結 (Cargo Gathering) 內陸運輸 (Inland Transportation) 及倉儲併裝 (Warehousing Consolidation) 連成一體，而成完整的運輸體系。茲因依照未來海運趨勢，明日之貨櫃船必然走向大型化、容量加多、吃水加深，現有各國港口的水深可能不足其靠泊，因而需要建立駁運體系，由母船定期航行於重要港口，以輔助船 (Feeders) 在各港口間從事貨物接運工作，這種轉口作業方法，特別需要可靠的船期及有效率的管理，將導致支線服務的海運參與機會大增。

七、駛上駛下型之貨櫃船 (Ro-Ro ships)

未來可能 Ro-Ro 與 Lo-Lo (Lift-on Lift-off) 結合成一種船型，在船的甲板上可堆放貨櫃，而甲板以下則是特殊貨 Ro-Ro 子船的艙位。

八、貨櫃：

由於貨櫃運輸與內陸交通密切的結合，使得國際貿易貨櫃的規格，限於國際標準組織 (I.S.O.) 規定的寬 8 呎，長 10 ~ 20 ~ 30 ~ 40 呎的範圍內。然而未來型式大小不同之貨櫃其運輸成本大約相同，所以船東總希望以較大之貨櫃容積、爭攬重量較輕之雜貨，因此 45 呎 或 48 呎 × 8.5 呎的貨櫃將被增加採用。

九、艙位互租之盛行

現在之貨櫃船舶大型化以後，有時因爲攬貨無法達到預定之目標，爲使船舶在航行中艙位能達到滿載，以求最經濟原則，並增加收入，故

常有互租艙位之措施。這種經營方式將會使一艘貨櫃輪到港之後，分別由數家貨櫃集散站承擔作業，增加彼此間配合連繫及協調之工作困難，形成延滯在港時間之現象。

十、多角化經營之施行：

由於長久以來，海運業與其他產業比較，其經營業務較他種產業擴張少，因此海運業界並未將多角化經營視為營運目標，惟自 1973 年秋的石油危機以後，海運不景氣已持續了前所未有的漫長時間，以自身產業為主的海運業（包括定期船、不定期船）面對經營危機，才開始將多角化經營當作企業生存之途徑而加以重視，簡言之，多角化者，乃一個企業橫跨兩種以上產業而從事企業活動之謂，其目的可歸納為增加收益，企業成長、危險分散，節省投資與生產因素之有效運用等，海運學者一般將多角化分為海運市場內部之多角化及非海運產業之外部多角化，前者即在定期船，不定期船、油輪、客輪之各單一市場中，藉由船種船型之多樣化而跨越經營，亦稱為水平式擴張，而後者係指海運以外之產業如造船、船舶修繕，海上鑽油、煉油，港灣運送、貨櫃場、貨櫃修理、倉儲、陸運、空運、飯店、觀光或海洋開發等事業之經營，亦稱為垂直式之結合，我國長榮海運逐漸朝著這種經營方式努力。

參、我國港口因應之道

一、我國港埠發展之分析與檢討

(一)近 30 年，進出口量平均年成長率 10.14 %，裝卸量平均年成長率約 13.56 %，50 年代末期和 60 年代初期，進出口吞吐量成長率約在 15 ~ 20 % 之間（見表二），這段期間政府為因應進出口量之大幅增加及平衡區域經濟發展，乃於民國 52 年將花蓮港升格為國際港口，以發展東部經濟，62 年在中部開闢台中港 65 年完成第一階段開放營運，67 年闢建蘇澳港作為基隆港輔助港，但 10 年來三個新港的闢建並未完全達到預期效果，以民國七十六年資料來看，花蓮港約占台灣地區五大港埠進出口量之 4.2 %，裝卸量之 1.73 % 台中港約占進出口量之 9.34 % 裝卸量之 4.57 %，蘇澳港約占進出量 3.63 % 裝卸量

1.44，三個新建之國際港口僅承運 17.17% 的進出口量，7.74% 之裝卸量，顯見各港均衡發展的理想尚有一段距離（見表三）。

表二 台灣地區海運量及平均成長率（民國 42 年～76 年）

單位：1,000 船運噸
1,000 公噸

年 份	裝 卸 量	平均成長率 %	吞 吐 量	平均成長率 %
42	4191		2769	
47	6119	7.86	4081	8.07
52	9067	8.16	5704	6.93
57	18615	15.5	12641	17.25
62	49276	21.49	29970	18.85
67	83818	11.05	54193	12.58
72	150770	12.61	70550	5.42
73	181453	20.35	76079	7.82
74	183909	1.35	76586	0.67
75	227489	23.75	87081	13.70

資料來源：運輸資料分析。

表三 台灣地區各港裝卸量及進出口量占總量之比例
（民國 42 年～76 年）

單位：%

年 份	基 隆		高 雄		花 蓮		台 中		蘇 澳	
	裝卸量	進出量	裝卸量	進出量	裝卸量	進出量	裝卸量	進出量	裝卸量	進出量
42	47.24	35.71	48.13	63.61	4.63	0.69				
47	36.43	26.75	59.09	72.69	4.48	0.56				
52	32.49	26.84	64.27	72.15	3.24	1.01				
57	34.78	28.44	63.27	70.86	1.95	0.7				
62	36.18	26.37	62.39	72.2	1.43	1.43				
67	29.74	18.1	63.41	74.91	2.62	2.35	3.51	4.64	0.72	
72	27.82	14.41	62.34	70.58	2.92	4.2	5.01	6.9	1.91	3.92
73	29.48	16.22	62.43	68.6	2.07	3.3	4.23	7.89	1.79	4
74	27.2	15.3	64.5	67.4	2.1	4.7	4.3	8.3	1.9	4.3
75	29.1	17.7	63.2	65.2	2.0	4.8	4.2	8.6	1.5	3.7
76	30.7	18.49	61.6	64.36	1.73	4.20	4.57	9.34	1.44	3.63

資料來源：運輸資料分析

- (二)就各港運量消長而言基隆港之進出口量由民國 42 年的 35.71 % 逐漸遞減至 76 年為 18.49 %，而裝卸量則由民國 42 年之 47.24 % 逐年遞減至民國 76 年之 30.65 %，高雄港之進出口量由民國 42 年之 63.61 % 逐年遞增幾乎維持在 64.35 % 裝卸量則由民國 42 年之 48.13 % 左右遞增至民國 76 年之 61.6 %，但高雄港最近三年不論裝卸量或進出口量之比例有下降之勢。至於花蓮、台中、蘇澳港的進出口量增加之比例十分緩慢，三港之中以台中港之成長較為快速。（詳見表三）
- (三)貨櫃運量是大幅增加，62 年全台灣地區進出口櫃個數為 370,372 TEU，至 76 年為 4,772,337 TEU。而櫃內貨物的重量亦由早期之 6.6 % 至民國 76 年，進出口櫃之櫃內貨物總重量計 21,527,080 公噸占總進出口量的 20 %，由於貨櫃裝卸量的增加，因而造成基隆、高雄兩港貨櫃裝卸船席及設備之不足。目前高雄港第四貨櫃中心已完工，且積極規劃第五貨櫃中心，而基隆港由於港區狹窄，正積極將部份雜貨碼頭加緊改建為貨櫃碼頭及規劃新港。
- (四)從台灣地區進出口貨櫃化雜貨區域分配情形，可知北部地區約佔全省半數，這些地區以基隆港進出口最為便捷，然基隆港受地形限制，無法大幅增加貨櫃運輸能量，導致大量北櫃南運，不但增加業者運輸成本，減低外貿競爭能力，最重要的是，提早高速公路飽和年限及運輸時間之浪費，增加社會總體成本之負擔，而根據交通部運研所 75 年 8 月委託中興管理顧問公司之研究，貨櫃船作業港口之選擇幾乎完全操之於船公司，貨主之影響不大，如各港港埠條件及營運制度相同，大部份貨櫃輪船公司認為以双靠基高兩港最為有利，其次是單靠基隆，船公司的此一反應可資今後策訂台灣地區國際港埠整體規劃之參考〔5〕。

二、我國港口因應之道

(一)未來之港埠服務策略，應以高效率、低費率為目標，是以各港營運功能必須根據其腹地之特性，予以適當轉型并開闢輔助港以平衡區域經濟發展。

- 1.基隆港所在位置接近政治經濟文化中心的台北，人口密集，台灣北部地區有輕工業、精密工業並為消費品貨源中心，這些貨物適於貨

櫃化，因此可發展為貨櫃港。對於不易於貨櫃化之散什貨，可以費率手段移轉到其他港口進出。此外因基隆港擴建不易，為吞吐台灣北部大量貨源之需，應積極規劃開闢新港或輔助港。

2. 高雄港為我國重工業區，其目前大宗貨、農產品、貨櫃等設施，已有良好之基礎，今後之發展應以多元化之綜合商港為目標。此外，高雄港港域廣大，除負責國內進出口貨物之吞吐任務以外，因未來海運具有系統結合之特性，需要建立駁運體系之趨勢，尤其香港大限後，其裝卸業務亦為爭取之對象，因此可發展成為遠東轉運中心。
3. 台中港依其條件可發展為以散什貨為主之港口，並另發展大宗散裝貨之轉口及近洋貨櫃船或輔助貨櫃船之靠泊。
4. 花、蘇兩港在東部地區尚未充份開發前，以發展地域性散什貨裝卸為主之商港為宜。

(二)環境策略之未來導向，當是建立開發與保育的正確共識，以維持清潔豐碩之環境品質。

1. 今後為配合工業發展之需，應該設置專業港，因為設置專業港口不但可以減少環境污染、空氣污染，並可減輕陸上運輸之負荷，紓解現有港口之壓力，減輕社會總體成本之負擔。日本及歐美澳等外國專業港口很多，但台灣地區，除了台電為了進口燃煤有興達港、深澳港等專業港，別無其他專業港口，今後如台塑為了六輕工業願意設置專業港口時應准許其申請。
2. 由於國人生活品質及環保意識提高，對於生存空間之空氣污染、水質污染、噪音甚至於破壞水土保持的土地污染問題日趨重視。以基隆港為例，東廿號碼頭附近居民因貨櫃機具噪音影响夜間睡眠感到不耐而提出抗議，市區未加處理之廢水直接經由下水道流入港池（多達 148 條），致港池清潔始終無法維持，甚至颱風期間因下水道堵塞上游形成水災，引起民衆不滿，山坡地之開發水土保持不良，一年流入港池之土方難以計數，增加浚港之工作負擔，凡此種種今後應倍加重視，建議：
 - (1) 新擴建之港區應遠離市區發展。
 - (2) 舊港區應配合新擴建港區之發展重作整體現劃，可將污染性、危

險性及高噪音之船貨移到新港區作業。

(3)機具設備之增添或高架橋之興建應考慮防止噪音。

(4)廢水必須經過處理，合於放流標準才排入海、港市雙方應共同擬訂廢水處理之改善方案。

(5)山坡地之開發應重視水土保持并嚴格管理。

(三)技術策略應以建立前瞻港埠為目標，培育科技人才亦同等重要：

1.就建立前瞻港埠而言，今後不論營運設施之增加或現有者加以改善，均須朝着國際化努力，使國際港埠具備服務國際輪船之功能，達到任何國際輪船均可靠泊作業之標準，以期能建立前瞻港埠。依據交通部運輸計劃研究所之研究報告，台灣地區各港已定案之發展計劃完成後，基隆港的貨櫃能量只能應付至民國 84 年。自民國 85 年起即將不足，到民國 89 年，不足數將高達 653,000 TEU 之多。高雄港貨櫃船席至民國 89 年亦將不足 240,000 TEU，台中港穀類船席已有不敷使用之現象，以上港口增闢貨櫃碼頭應考慮貨櫃船大型化時吃水深度與港池寬度，增設橋式機時應考慮貨櫃船之超寬以及高積載、營運週轉時間、貨櫃大小等因素場地機械使用及佈置必須邁向自動化及電腦化。而散裝碼頭之發展除考慮到船舶大小的發展趨勢之條件，尚須考慮散裝船隻本身配附之裝卸設備及陸上設備之進步及儲存場地亦應相互配合。

註：交通部運輸研究所，台灣地區國際港埠營運與管理初步研究
P.200。

2.就培育科技人才而言：

船舶邁向大型化、設備邁向自動化之後，未來之港口，不論是港灣工程或裝卸設備均須高度科技之結合，而管理上亦因電腦化，不得不採用新的作業程序，凡此，現職港埠人員如不不斷地施予訓練及進修，使其接受新知識及新觀念，將來勢必無法勝任，因此對於現職港埠人員之育才，用才及留才均應確立長期發展計劃，譬如對大專畢業之人才實施計劃性輪調，並派遣出國進修或赴國外研習世界主要港口建設及作業方法。如此才不致坐井觀天，使原為可用之才，留在港務局之後卻成為不符合未來需要之人才，而負責培育港埠

人才之大專院校，亦應不斷派遣教授赴國外實地研究，港務局亦須經常派遣港埠業務人員出國研習觀摩，以增加見聞及專業知識。以上進修方面國內目前只有交通大學、海洋學院及其他大學院校亦應提供現職人員進修，而國外進修方面類似日本橫濱港灣高級職業訓練學校，荷蘭德福（DELFT）大學以及紐約港每年一次的港埠管理研習均非常著名。

(四)管理與管理策略：未來港埠組織與營運管理應配合海運趨勢作適當規劃與調適措施。

- 1.由於政治環境之改變，碼頭工人意識提高，對工資、工時及福利等勞動條件之要求聲浪日盛，但這些勞動條件各港相差甚巨，尤以工資所得之差距為甚，研究3～4年之久的碼頭工人改制問題，因為改為雇用制之條件為不能減少工人所得，致愈晚改制港務局負擔之薪資愈高，遭受之阻力愈大；因此應加速推動以期早日完成。
- 2.目前我國港埠管理制度採用中央統一管轄，但委託台灣省政府代為管理，港務局與當地政府各自獨立成爲一個行政單位，雖港埠設施之興建，係以全國經濟發展爲着眼，但單位間或許各有困難或者難免本位主義致難平衡發展。譬如說港埠發展需有內陸交通之配合，但與港口接連之對外道路維修、拓寬、增闢如果地方政府在時間、預算上未能適切配合則難以發展。是以，建議繼續研究港務局之隸屬問題。
- 3.目前各港均已脫離傳統作業方式代之以機械化、貨櫃化、電腦化之紀元，但各港人力結構仍然十分僵化未能適當調整，以基高兩港爲例，因為發展貨櫃。所以橋式機、跨載機、堆高機等大幅增加，但人力結構上技術人員並未增加而業務人員亦未相對減少，形成勞逸不均，影響服務品質與業務之發展，建議賦予各港員額彈性，俾能隨其各自業務發展情況調整員額編制，以利運作之需。
- 4.基隆港的貨櫃碼頭優先靠泊辦法以及高雄港貨櫃碼頭出租政策，對於航商的營運及港埠之營收息息相關，當時的港埠經營環境現已逐漸過去，尤其美商對港務局的特殊要求被接受後，應該針對新環境之需要重新檢討與修訂，尋找港埠與航商之新的平衡點來擬定因應

對策。

5. 爲使各港資源充分利用，並配合台灣地區貨源分佈狀況，應擴大實施差別費率。譬如基隆港的散雜貨裝及儲轉費率應做大幅之提高，促使未貨櫃化之散雜貨轉移到他港作業，然後將空出之碼頭繼續改建爲貨櫃碼頭，另在貨櫃作業費率方面亦應有適當之差距，以反應各港之差異。
6. 建議積極建立各項港埠作業、成本標準及各項營運指標作爲控制考核及各單位自動稽核之依據，並據以建立費率及工資計算公式，以便於油價或物價等成本因素變動時，隨時反映調整幅度，達到管理科學化之地步。由於這些標準之建立不易，故建議由交通處成立制定標準之小組，延請學者專家及各港具有實務經驗之人士參與作業。

肆、結 語

台灣地區五個國際港埠，歷經40年之發展，已經具有相當規模，尤其基高兩港在世界貨櫃港群已名列前茅，但40年來因港埠經營環境動態力量之影響，其發展與經營成果並未完全達成預期目標，覆因未來海運趨勢將帶給港埠經營上許多新的瓶頸及困難，故本文乃試以港研所75年9月第一屆港埠整體規劃研討會交通部董司長發表「台灣地區未來之港埠發展策略研究」一文之指示，從工作層面之角度來探討未來海運發展趨勢，藉以尋求我國港埠發展時有關服務策略、技術策略、環境策略及經營管理策略之工作項目，但由於港埠經營環境具有動態性及廣泛性，致未能將全部工作項目均列入詳研，譬如港市之配合及內陸運輸。系統之建立，在我國港口因應之道方面非常重要，但限於個人之工作時間及能力本文之內均未作成建議，類此問題尚待學者專家或有志於港埠研究之士做深入研討是所至盼也。

參考資料

1. 陳定國。企業管理、三民書局、台北、民國70年8月初版。
2. 基隆新港規劃報告，中華顧問工程司，民國75年5月。
3. 船舶與海運第488期，中華民國海運研究發展協會，民國76年8月13日。

- 4.陽明海運月刊第 60 期、61 期，陽明海運月刊社，民國75年 6.月、8.月。
- 5.台灣地區國際港埠經營與管理初步研究，交通部運輸研究所，民國 76.年 6.月。
- 6.台灣地區海運及國際港埠發展計劃研究報告，交通部運輸研究所，民國 75.年 6.月。
- 7.Fearnleys,World Bulk Trades 1986, NORWAY.
- 8.Dreway, Traffic and Competition Round-the-World Container Rotes, Jannary , 1986.
- 9.第一屆港埠整體規劃研討會論文集，台灣省政府交通處港灣技術研究所，民國75年 9.月 4、5.日。
- 10.民國76年 1.~12.月基隆、高雄、花蓮、台中、蘇澳五港營運實績比較，基隆港務局，76.年12.月。
- 11.交通處處長林思聰，赴歐美研究考察深水港規劃作業經過報告書，民國74.年12.月。

一、前 言

台中港係在海、氣象惡劣，海岸平直，缺少天然屏障而興建之人工港，規劃發展為具有商港、工業港及漁港等多功能之綜合性國際港口為目標。第一階段建港工程已於七十二年六月全部完成，第二階段發展計畫，將視未來經濟發展情況適時配合辦理。在七十三年間，台中港曾就港區整體使用計畫層報行政院核定，當時行政院僅核定第一階段部分，至於第二階段發展計畫，則核示視未來國家經濟發展及台中港營運成長之需要，再行檢討辦理。

邇來因國內外經濟景氣復甦，台電公司基於供電需求，奉准在台中港工業港區興建火力發電廠，台中港為改善冬季季風強勁時，領港人員出港登輪領航之不便，及配合台電公司進泊大型煤輪之需，計畫擴建改善現有港口；同時為鼓勵公民營廠商在台中港工業港區投資設廠，促進台中港營運等原因，故第二階段發展部分，亟待上級核定，俾使港區土地得以合理有效運用，且使各項投資案有所遵循。現謹就台中港第二階段發展計畫初步研究提出報告，就教於諸位工程先進，尚請不吝指正。

二、台中港綱要計畫

(一)台中港全期綱要計畫概述

台中港綱要計畫係於民國六十年時所擬訂，港區南北長十五公里，東西寬二·五至三·五公里，總面積約四、二九〇公頃，依建港目標，規劃有商港、工業港及漁港三大部分。商港部分土地面積約一、四〇〇公頃，可概分為四區，計北泊渠區、中泊渠區、南泊渠區及西碼頭區，共可規劃深水碼頭八十二座；工業港部分則分為火力發電廠、煉油、石油化學、修造船廠等區及其他重工業區，土地面積約一、二八〇公頃。港口方向朝西北西，港口有效寬度三五〇公尺，進口主航道寬度三〇〇公尺，深度低潮下十五公尺，進入港內後，在北泊渠與中泊渠二渠口外，設直徑一、〇〇〇公尺之迴船池一處，另在工業港區內設直徑一、一〇〇公尺之迴船池一處，其水域面積共約一、五七〇公頃。

(二)第二階段興建計畫完成部分現況

台中港綱要計畫，規模宏大，須配合國家經濟發展之需要分期興建，

目前第一階段興建計畫，包括商港之一部分及漁港等兩部分，已於七十二年六月底竣工，計完成港區水域面積四八七公頃，陸地面積一、一二〇公頃，外廓堤防長一〇、七七〇公尺，進口主航道寬三〇〇公尺，水深負十三公尺，港池水深負十一至負十四公尺。商港部分擁有深水碼頭廿八座，長六、二八〇公尺，包括貨櫃碼頭二座，穀類碼頭一座，化學品碼頭一座，各類散雜貨碼頭廿四座，另並擁有可供二四五艘二百噸級漁船停泊作業之現代化漁港一處。

(三) 尚未開發部分現況

台中港第一階段建港部分已按計畫完成概如上述外，尚餘工業港區全部及商港區約三分之二區域，將視未來需要逐步分段實施。基於開港十餘年來實際營運結果所遭遇之問題，及近年來二次國際能源危機與經濟景氣影響，對於十餘年前所訂之綱要計畫有必要予以修訂。

在工業港區內，台電公司基於供電需求，計畫在該區內興建台中火力發電廠，台中港為因應台電公司此項需求，現正積極配合開發工業港區。其第一期工程已於七十四年十一月開工，預定七十九年六月完工，計畫填築工業港區新生地六四〇公頃，除二八一公頃供台電興建電廠外，尚餘三百多公頃可供公、民營臨港工業廠商來港投資設廠之用。

三、第一階段建港計畫能量評估與檢討

(一) 第一階段工程完工後之檢討

台中港建港乃為配合國家經濟發展之需要而興建，現已完成之第一階段建港計畫，其營運量係以七十二年達到一、一〇〇萬船運噸為目標，本階段分三期施工，第一期工程於六十二年十月正式開工，經浚挖港池、航道、興建大部分外廓堤防及完成八座碼頭（含八A代用碼頭）後，於六十五年十月三十一日正式開放營運。營運初期，實際運量未臻預估數字，為因應實際需要，並考慮財力負擔，乃修訂第二期工程計畫，將原擬興建之十座碼頭減為五座，另增建貯木池一座及淺水碼頭兩處，於六十八年十月完成。第三期工程在經濟不景氣聲中陸續施工，預定興建之十五座碼頭於七十二年六月底竣工，其他配合工程及公共設施等亦已陸續完成。惟港埠經營在基、高兩港之強勢壓力下，仍無法作有效突破，七十二年台中港全

年之營運量僅達七五五萬船運噸，為預期目標之三分之二，與七十二年中部區域之貨源相比，更形微小，以擁有廿八座碼頭，頗具規模之港口，又有優越之地理位置，若無法發揮其功能，實有商榷之必要，值此第一階段完成，第二階段發展即將開始之際，宜對整體問題作一通盤檢討，期能使此後經營策略與發展方向有一個正確之體認。

(二)第一階段完成後之能量評估

七十二年六月完成第三期工程，台中港第一階段計畫於此全部結束，七十三年起台中港即擁有二十八座船席（包括八A碼頭），經重新評估，裝卸總能量為一五六〇萬船運噸，其分配如表一。

表一 台中港第一階段商港碼頭裝卸總能量表

類別	船席數 (座)	長度 (公尺)	能量 (千船運噸)	備註
散雜貨	22	4,705	7,200	包括#3、#31、#32碼頭
貨櫃	2	640	5,000	#10、#11碼頭裝設貨櫃起重機各一部
穀類	1	250	1,300	#1碼頭
油類	1	250	1,200	#2碼頭暫供中油公司卸石油品
化學品	1	250	500	西1號碼頭
木材	1	185	400	#4A碼頭
合計	28	6,280	15,600	

四、台中港營運量檢討分析與未來運量預測

(一)營運實績

台中港貨物運量可概分為移轉運量及新生與政策性運量。六十五年十月底第一期工程完工開放營運以來，營運量自六十六年之一七四萬噸，逐

漸增至七十六年之一、一九一萬噸，在穩定中持續成長，平均每年約成長21.2%，其營運實績及各分項運量詳如表二。

(二)檢討分析

由表二得知，七十六年之運量中，穀類、石化品及散雜貨運量尚差強人意，其中穀類占二八三萬噸，已超過一號碼頭遠東穀倉計畫能量一三〇萬噸甚多，致有部分穀類需在散雜貨碼頭以船邊提貨方式卸載，使穀類輪等候碼頭及滯港時間增加，現三號碼頭穀倉業已決定由省政府投資興建，目前須加速進行工程之施工，以因應穀類成長之需要。石化品及散雜貨之成長尚稱穩定，目前船席能量尚敷使用。至於貨櫃運量，雖每年皆有大幅度之成長，七十六年較七十五年成長百分之五十以上，然七十六年之貨櫃運量一九三萬船運噸，僅占現有貨櫃碼頭裝卸能量五分之一，如與全省貨櫃裝卸量比較，則只約占百分之一強，考其原因，約有如下數端：

1. 基、高兩港經營貨櫃業務已十餘年，船席數量已達到經濟規模之效果，且長時期之經營，組織周密，設施完備，貨源充裕且穩定，每週有數次定期船線，貨主可隨時出貨，不致發生貨等船之現象，尤其貨櫃船日趨大型化，多彎靠一港除增加成本外，並使得船期延長，所以船商為減輕經營成本及縮短航行時間，必須減少貨櫃船彎靠港口之數目。
2. 高雄港已着手第四貨櫃中心之開闢，其優勢更為強化，在自由競爭情況，台中港自相形見絀，貨櫃貨物本身甚為昂貴，內陸運輸成本所占比例殊低，故中部區域之貨櫃貨物若無其他政策性之措施，短期內勢必難望其移轉至台中港。
3. 自然環境因素引起船貨主對台中港心有芥蒂，短期內難以化解，尤其季節性強風領港出港登輪領航不便，加以貨櫃裝卸時之晃動，使貨主不敢輕易嘗試。

綜上三點，台中港能否作有效之突破乃為今後台中港能否推展貨櫃業務之主要關鍵，盱衡實際情況，在現階段首要進行港口擴建計畫，藉以解決領港登輪領航問題，再輔以政策導向，初期並繼續降低費率，促使航商在台中港建立定期航線，始可言「起步」性之發展，獲得良好起步之後，仍應再設法使其強化，應主動出面對貨主進行訪問與協調，誘導貨主，給予經營上之方便，並設法組織貨源，以期湊齊足夠數量，多開闢定期航線

，初期以發展近海貨櫃運輸為主，再俟機發展遠洋航線，以達漸進發展貨櫃運輸之效果。

(三)未來運量預測

依據台灣地區綜合開發計畫，中部區域包括台中市、台中縣、彰化縣、南投縣、苗栗縣、雲林縣。台中港位於中部區域，在未興建前，中部區域貨物依賴基、高兩港進出口，平均運輸距離約二百公里，台中港完成後，其腹地範圍除考慮運距外，尚須衡量各港口之服務水準、內陸運輸設備、貨主習性，以及航線之配合等，故其腹地範圍除上述六縣市外，新竹與嘉義兩縣之一部分，亦應包括在內。

由於貨主對進出港口之習慣性、港口裝卸設備、貨物種類、進出口貨物航運之配合等影響，中部區域貨物目前約只有三分之一經由台中港進出口，其餘約三分之二仍經由基、高兩港裝卸，此種不合理之現象，預料將會隨着政府區域均衡之原則及台中港之努力而逐漸消失，未來中部區域貨物由台中港進出口之比率將會逐年增加。至於台中港未來至民國九十年之貨物裝卸量預測，由於台中港經營歷史尚短，且營運初期運量成長情形較無規則性，不宜利用一般所沿用之過去較長時間（二十年以上）運量資料，利用單一方程式作計量的迴歸分析，建立台中港進出口貨物量之模型，以預測未來若干年之進出口量，因此只能分別以大宗貨物如穀類、原木、貨櫃、散雜貨以及煤氣等，依據過去成長情形及未來可能之發展，作各別之預測分析，其分析結果詳如表二。

五、第二階段發展計畫之規劃

(一)商港部分

1.碼頭配置之原則

在進行商港區規劃佈置及修訂之前，除對各類碼頭需求量之研判與預估外，最重要者，厥為確定碼頭佈置之原則，以求港埠營運發揮最大效能。

- (1)垂直季風向之碼頭岸線應儘可能減少。
- (2)大宗散貨轉運深水碼頭宜配置於西碼頭區。
- (3)貨櫃碼頭宜三至四個呈直線配置。

表二 台中港進出口貨物運量預測

單位：千船運噸

類 年 期	穀	類	原木及木材	煤	炭	大宗液貨	貨	櫃	散雜貨及其他	合	計
66		468	557		2	210		133	370		1,740
67		777	931		42	617		66	511		2,944
68		1,036	1,092		33	1,049		122	762		4,094
69		794	1,129		446	1,169		204	1,005		4,747
70		1,028	1,067		975	1,355		273	1,190		5,888
71		1,544	797		1,016	1,258		192	1,792		6,599
72		1,810	787		583	1,604		262	2,505		7,551
73		1,867	810		356	1,542		290	2,817		7,682
74		2,131	641		686	1,674		592	2,193		7,917
75		2,314	657		1,003	2,008		1,265	2,225		9,472
76		2,835	771		1,912	2,108		1,933	2,358		11,912
77		2,920	794		1,970	2,213		2,320	2,594		12,811
78		3,007	818		2,040	2,324		2,783	2,853		13,825
79		3,098	842		3,003	2,440		3,340	3,138		15,861
80		3,191	867		6,194	2,562		4,008	3,452		20,274
81		3,286	893		6,963	2,690		4,810	3,797		22,439
82		3,385	920		7,031	2,825		5,772	4,177		24,110
83		3,486	948		6,997	2,966		6,926	4,595		25,918
84		3,590	976		9,175	3,115		8,311	5,054		30,221
85		3,699	1,006		10,673	3,270		9,973	5,560		34,181
86		3,810	1,036		10,033	3,434		11,968	5,893		36,174
87		3,924	1,067		10,676	3,606		14,362	6,247		39,882
88		4,042	1,099		10,331	3,786		17,234	6,622		43,114
89		4,163	1,132		10,927	3,975		20,681	7,019		47,897
90		4,288	1,166		10,927	4,173		24,818	7,440		52,812

註：76年以前為實際運量，77年以後為預測運量

(4)垂直季風向之碼頭，宜靠泊受風面較小之船隻。

(5)危險品碼頭宜遠離港中心。

2.碼頭配置之修訂

台中港在第一階段建港計畫完成後，擁有廿八座深水碼頭，依原計畫用途，可分為油輪兼化學品碼頭一座，貨櫃碼頭四座，穀類碼頭二座，煤碼頭一座，木材碼頭一座，其他散雜貨碼頭十九座，因實際作業需求，部分碼頭已有移充他用，本節碼頭配置修訂，係針對長期發展而提出，不考慮目前之需求情形。又中突堤及北突堤大抵已完工使用，故在形狀上不宜作變更，僅中突堤碼頭之配置略作調整。

(1)西碼頭區

西碼頭區因南北向主航道之隔，成一獨立碼頭區，若不興建連接中突堤之海底隧道，則對外交通惟有繞道工業港區再啣接臨港道路，至為不便。

故宜設置煤炭、礦砂、石化品等大宗散貨轉運碼頭，減少對陸上交通系統之依賴，並於北隅預留大座船席位置，供興建化學品、危險品碼頭。

(2)中突堤碼頭區

①31、32號碼頭原為貨櫃碼頭，現因貨櫃運量殊微，因應實際作業需求，乃將31、32號碼頭暫充大宗散貨碼頭。但為長遠計，此二碼頭仍宜恢復為貨櫃碼頭，並於其南邊保留二船席作為貨櫃碼頭，使中突堤西側成為一完整之貨櫃中心。

②29號及30號碼頭可作為散雜貨碼頭，並視需要，將來可發展成為台中港第二穀類中心。

③中突堤南側原定為貨櫃碼頭，因其碼頭線與季風向約略垂直，宜改變用途作為散雜貨碼頭使用，碼頭後線可建通棧，以阻擋部分之風力。

④中泊渠南側除軍事碼頭區外，宜保留三座淺水碼頭，其中一座供環島航運及近海航線船貨使用，其餘二座保留供作未來港勤船靠泊之用。

⑤其餘16~18號碼頭可配合台中港汽車進出口運輸之日漸成長，闢建

為汽車專用碼頭區。

(3)南突堤碼頭區

本區填地現已初具規模，但尚未開發為碼頭區使用，故碼頭之配置可依預測數量決定之。

①貨櫃碼頭

以海運發展趨勢言，未來貨櫃碼頭之需求將有增無減，除已有北突堤二座，中突堤四座外，南突堤西側碼頭線尚可增設五座貨櫃船席。

②南突堤北側及東側仍宜設置為散雜貨碼頭。

③南泊渠東側，其碼頭後線場地寬約五〇〇公尺，若配置為貨櫃碼頭十分合宜，此區可預留，將來視台中港貨櫃發展成長情形，闢為貨櫃碼頭區。

④南突堤南側，原計畫碼頭線約與季風風向垂直，宜改變用途，併工業港規劃。

3.港埠裝卸能量評估

(1)港埠裝卸能量分析

港埠裝卸能量，係指一個港口，利用其現有裝卸設施，在某種服務水準下，所能裝卸之最適當貨物量。港埠能量之估計，必將供需兩方面同時考慮，船席使用率高，固可充分利用碼頭設備，但船舶等待時間將相對增長，增加船舶之等待成本。反之，船席使用率低，雖可降低船舶等待成本，但却增加船席之閒置成本，故就整體經濟之觀點，最適當之船席使用率應為船舶等待成本與船席閒置成本之和為最低時之船席使用率，而港埠在此一最經濟船席使用率時所能提供之最適當裝卸量，即為其經濟能量。由於船席使用率之計算過程十分繁雜，且因摻雜太多之變數，估算不易準確，大抵言之，船席使用率隨着各類型碼頭船席數量之增加而增加。依據經建會編印之「國際港口裝卸能量分析」，基隆港散雜貨碼頭在正常使用情形下之最適使用率為75.5%，貨櫃碼頭在正常使用情形下約為60%，台中港因船席數及裝卸設備皆稍遜基隆港，船席使用率可參照基隆港並依據實際情況酌予降低。

(2)各類型碼頭裝卸能量估計

碼頭全年裝卸能量可按下列公式計算：

全年裝卸能量 = 每船席每日裝卸能量 × 365 天 × 船席數 × 最適船席使用率。

其每座船席每年估計能量詳如表三

(3) 港埠裝卸總能量

- ① 第一階段已完成之二十八座碼頭，年裝卸能量為一、五六〇萬船運噸，俟三號碼頭穀倉興建完成及31、32號碼頭各裝設一至二部貨櫃起重機，則能量將增為二、一〇〇萬至二、六〇〇萬船運噸。
- ② 第二階段商港碼頭可規劃為四十八座，其裝卸總能量為四、二八〇至七、〇〇〇萬船運噸，有關各類型碼頭位置、數量及裝卸能量詳如表四。
- ③ 上述第一、二階段商港碼頭總計可規劃為七十六座，裝卸總能量可達九、六〇〇萬船運噸。

4. 船席需要量

依照前述能量評估及第四章運量預測，計算本港未來至民國九十年之船席需要量如表五。總計至民國九十年，台中港共需船席四十五座，包括商港碼頭四十三座，工業港碼頭二座。故尚需擴建商港碼頭十五座。

5. 港口擴建計畫

- (1) 台中港現有港口外廓堤防佈置，大致係依據建港前日本調查團和中華顧問工程司所提佈置，再經本局參考專家學者意見，並經多次辦理模型試驗修正後，所獲致之最佳佈置。此一佈置，經本港自六十五年啓用通航及歷年所作之港區海域實測資料，證實對本港漂沙問題及維持港內水域平穩已獲致相當滿意之結果，同時對設計進港最大船舶巴拿馬極限級以下之一般船舶進出港口亦無困難。惟冬季季節風期間，當風速達八級以上時，港外風浪較大，領港人員無法登輪領航，致偶需前往基、高兩港外海登輪，稍有不便。
- (2) 現為有效因應台電公司終期進泊十二·五萬噸級煤輪進港，並擬藉以解決冬季風浪較大時領港出港登輪之不便，及爭取貨櫃船進港時效，消除航商心理障礙，俾有效突破本港貨櫃營運，計畫擴建現有港口。
- (3) 港口擴建主要內容為延伸北防波堤八五〇公尺，遷移南防波堤堤頭七

表三 各類型碼頭裝卸能量估計表

船席類別	每座每日	每座每日能量	每座每年	每年能量	備註
散雜貨	25噸×4付×14時=1,400船運噸/日	船運噸/日	1,400噸×340天×0.70=333,200	船運噸/年	每日以兩班制作業
穀類	650噸×2×0.50×14時×0.8=7,280	船運噸/日	7,280噸×340天×0.55=1,361,360	船運噸/年	
貨櫃	36噸×18個×1.4×14時=12,700	船運噸/日	12,700噸×340天×0.60=2,590,800	船運噸/年	每座船席以1部貨櫃起重機估算
石油品	6,000	船運噸/日	6,000噸×340天×0.60=1,224,000	船運噸/年	
化學品	2,500	船運噸/日	2,500噸×340天×0.60=510,000	船運噸/年	
原木	30噸×4付×14時=1,680	船運噸/日	1,680噸×340天×0.70=399,840	船運噸/年	
煤炭(船邊提貨)或大宗散貨	35噸×7付×14時=3,430	船運噸/日	3,430噸×340天×0.55=641,410	船運噸/年	
煤炭(卸煤機)	2,000噸×0.5×21時×0.8=16,800	船運噸/日	16,800噸×340天×0.63=3,598,560	船運噸/年	1.每日以三班制作業 2.每座船席以1部卸煤機估算

表四 第二階段商港碼頭裝卸總能量

位	置	用	途	座數	每座長度 (公尺)	總長度 (公尺)	裝卸能量 (船運噸)	備	註
中突堤	西側	貨	櫃	2	各 320	640	500 萬		能量以每座碼頭裝設一部貨櫃起重機計，如裝設二部則能量加倍
		散	貨	2	320, 200	520	66 萬	# 30碼頭可併29號碼頭作為第二穀類中心	
	南側	散	貨	2	各 210	420	66 萬		
		散	貨	4	各 240	960	133 萬		原三座貨櫃碼頭改為四座散雜貨碼頭
中泊渠	東側	港勤船、近海船舶		3	各 180	540	—		
	東側	散	雜貨	3	各 180	540	100 萬		
	南側	軍用碼頭	區	—	116, 288 130, 325	—	—		碼頭岸線長度 859 公尺
	西側	貨	櫃	5	各 320	1,600	1,250 萬		能量以每座碼頭裝設一部貨櫃起重機計，如裝設二部，則能量加倍。
南突堤	東側	散	雜貨	1	260	260	33 萬		
		散	雜貨	5	各 180	900	166 萬		
	北側	散	雜貨	5	180, 230 3 @ 190	980	166 萬		
		貨	櫃	4	各 320	1,280	1,000 萬		原七座雜貨碼頭改為四座貨櫃碼頭，能量以每座碼頭裝設一部貨櫃起重機計。
南泊渠	南側	淺	水船渠	—	180, 270 140, 265	—	—		預留淺水船渠碼頭岸線長 855 公尺。
	北半段	化	學品	4	各 250	1,000	200 萬		
西碼頭區	南半段	石	油	2	各 250	500	240 萬		中油公司預留二座石油碼頭。
		大	宗散貨	6	各 350	2,100	360 萬		大宗散貨轉運中心。
合計				48		12,240	4,280 萬		貨櫃碼頭11座，如每座碼頭各裝設貨櫃起重機二部，則裝卸總能量增為 7,000 萬噸。

單位：千船運噸

表五 台中港未來船席需要量

年 期	類 船		木 材		船 席		炭 船		液 貨		櫃 船		散 雜 貨		合 計					
	運 量	船 席 數	運 量	船 席 數	能 量	船 席 數	運 量	船 席 數	運 量	船 席 數	運 量	船 席 數	運 量	船 席 數	運 量	船 席 數				
76	2,835	1	771	2	800	3	1,800	3	2,108	3	2,200	1,933	2	5,000	2,358	17	5,600	11,912	28	16,700
77	2,920	1	794	2	800	3	1,800	3	2,213	4	2,700	2,320	2	5,000	2,594	17	5,600	12,811	29	17,200
78	3,007	1	818	2	800	3	1,800	3	2,324	4	2,700	2,783	2	5,000	2,853	17	5,600	13,825	29	17,200
79	3,098	2	842	2	800	4	5,400 (1機)	4	2,440	4	2,700	3,340	2	5,000	3,138	16	5,300	15,861	30	21,800
80	3,191	2	867	2	800	5	9,000 (2機)	5	2,562	4	2,700	4,048	2	5,000	3,452	16	5,300	20,274	31	25,400
81	3,286	2	893	2	800	5	9,000	5	2,690	4	2,700	4,810	2	5,000	3,797	16	5,300	22,439	31	25,400
82	3,385	2	920	2	800	5	9,000	5	2,825	4	2,700	5,772	3	7,500 (3機)	4,177	15	4,900	24,110	31	27,500
83	3,486	2	948	2	800	5	9,000	5	2,966	4	2,700	6,926	3	7,500	4,595	15	4,900	25,918	31	27,500
84	3,590	2	976	3	1,200	5	9,000	5	3,115	4	2,700	8,311	3	10,000 (4機)	5,054	16	5,300	30,221	33	30,800
85	3,699	2	1,006	3	1,200	5	12,600 (3機)	5	3,270	5	3,900	9,973	3	10,000	5,560	17	5,600	34,181	35	35,900
86	3,810	3	1,036	3	1,200	5	12,600	5	3,434	5	3,900	11,968	4	12,500 (5機)	5,893	18	5,900	36,174	38	40,000
87	3,924	3	1,067	3	1,200	5	12,600	5	3,606	5	3,900	14,362	4	15,000 (6機)	6,247	19	6,300	39,882	39	42,900
88	4,042	3	1,099	3	1,200	5	12,600	5	3,786	5	3,900	17,234	5	17,500 (7機)	6,622	20	6,600	43,114	41	45,700
89	4,163	3	1,132	3	1,200	5	12,600	5	3,975	5	3,900	20,681	5	20,000 (8機)	7,019	21	7,000	47,897	42	48,600
90	4,288	3	1,166	3	1,200	5	12,600	5	4,173	6	4,400	24,818	6	25,000 (10機)	7,440	22	7,300	52,812	45	54,400

座沈箱及南內堤五〇公尺，拓寬港口寬度爲四〇〇公尺，進口主航道寬度爲三五〇公尺，並浚深主航道及迴船池。目前正委託港研所及中華顧問工程司與荷蘭P.R.C及MARIN 兩家研究顧問公司辦理港口佈置有關之試驗與估評，預定七十七年三月完成評估報告。目前已獲得初步結論，延伸北防波堤是必須之計畫，可徹底改善巴拿馬極限級船舶之安全進出港，而對於十二·五萬噸級以下之船舶及第三代貨櫃輪，在拖船協助下，八級風以下進出港口是可行的。

(二)工業港部分

1.原工業港區規劃概況

根據台中港綱要計畫，港區終期總面積爲四、二九〇公頃，工業港部分佔地一、二八〇公頃，用以興建火力發電廠，發展造船、石油及其他重化工業，由於工業港位於台中港南端，而台中港之開闢係由北向南進行，且第一階段工程興建期間，遭遇二次能源危機，又無廠商來臨港工業區投資設廠之意願，故迄七十二年六月止，尙未開發。

2.台中火力發電廠計畫

台電公司爲配合國內經濟發展用電增加之需求，並依地區電力供需平衡分析，顯示中部地區須儘早開闢大型基載電廠，以就近供應所需電力，故計畫於台中港工業港區南端，興建八部機組，終期發電容量五二〇萬瓩之燃煤火力電廠一座，第一部機預定於八十年商業運轉，現業已奉准，並積極建設中。

3.工業港區開發計畫

台中港爲配合台電公司興建台中火力發電廠，特辦理工業港區開發計畫，使台中港能確實朝其建港目標發展成爲多功能之綜合性大港。計畫內容包括興築海堤、浚挖內航道、填築電廠廠址及其他臨港工業區與碼頭裝卸區等之新生地，以及其他配合工程等。全部工程預定分二期辦理：第一期工程自七十四年十一月起至七十九年六月止，主要建築完成海堤約五千公尺，填築新生地六四〇公頃，並浚挖通往電廠之內航道寬二〇〇公尺，深負十三公尺，使六萬噸級煤輪可駛抵碼頭卸煤。第二期工程主要完成台中港終期規模之南海堤段長約四千餘公尺，浚挖航道至負十六公尺深，四〇〇公尺寬，使十二·五萬噸級煤輪可進泊卸煤，並爲配

合浚填平衡，繼續填築臨港工業區新生地累計達九四〇公頃，供臨港工業發展之用。第二期工程，工期暫定六年，其開工時機將視台中電廠發電後，再參酌使用大型煤輪之需要，及國家經濟發展與工業港區新生地使用情況等因素予以檢討訂定。

4. 工業港區配置原則

台中火力電廠計畫之實施，將為台中港工業港區開發之先驅，並使台中港終期計畫範圍主為海堤所保護，且大部分新生地已開發完成，航道亦伸達終點，已具有大港之雛形，由於電力之充裕供應，港灣運輸之便利及廣大臨港新生地等優越條件，對於臨港工業投資將大有助益。工業港區配置之修訂原則，除考慮恒風方向外，未來彈性運用尤為重要，茲分述如下：

- (1) 配合台中火力電廠之配置：台電電廠廠址位置已確定，此後工業港區之佈置，以不妨礙電廠定案計畫為原則。
- (2) 工業港碼頭佈置方向盡量與恒風方向平行，如因地形限制，亦應使碼頭與恒風方向夾角小於 45° 。
- (3) 位於工業港迴船池南側之與恒風向垂直之碼頭線宜改為消波護岸用。

5. 工業港區配置修訂

影響未來工業遠程發展之因素極多，工業港規模及工業類別之推測難期準確，倘未來重工業及其他臨港工業在台中港能有所發展，則除保持商港部分遠期擴建需要外，工業港規模宜盡量擴大。臨港工業最要者為燃煤火力電廠及煉鋼、煉油廠，至於高層次之工業或輕工業，因原料進口及成品出口之運輸成本佔總成本之比例殊微，不需設於臨港工業區內。現台中火力電廠用地已定案，煉鋼、煉油廠，則因中鋼高雄廠已在其廠內從事第三階段擴建，而中程計畫尚無興建第二鋼廠之計畫，若遠程計畫興建第二鋼廠，及中油新煉油廠，則台中港因具有深水碼頭與廣大土地之要件，適作第二鋼廠及新煉油廠之廠址。基於上述分析，工業港區除電廠用地已確定外，餘擬彈性配置修訂如下：

- (1) 原綱要計畫設有修、造船廠應予保留，凡屬國際性大港多有此設備，否則將造成諸多不便。
- (2) 綱要計畫之中油保留區，由於中油公司迄無使用計畫，擬不予指定，

- 以便將來統籌彈性運用，必要時，可擴大外海新填地。
- (3)緊鄰電廠廠址北側，保留約一百公頃土地，供台中電廠未來擴充九至十二部機組之用。
 - (4)至於其他重工業用地，可視未來發展需要，適時分配用途，供依「台中港特定區土地分區使用管制要點」內規定之重工業組內各項工業來港投資設廠之用。
 - (5)原南突堤南側之碼頭岸線及工業港泊渠，因與恒風方向夾角大於 45° ，不利運用，擬依實際需要變更用途，將該區域作為修造船區，並填築部分泊渠，供擴大工業港區面積。
 - (6)修正後之工業落區佈置如圖所示，土地總面積約一、四〇〇公頃。
 - (7)據此修正後，終期工業港區碼頭岸線長六、八一〇公尺，包括原料及成品碼頭長五、八六〇公尺，可興建深水碼頭十八座，修船碼頭長九五〇公尺，可興建碼頭四座及船塢、浮塢各一座。其中除台電公司已確定在民國七十九年以前興建煤碼頭二座，其餘碼頭岸線將視未來發展情況，由台中港務局與工業港區投資設廠之公民營廠商合作興建。

六、第二港口開闢需要性之檢討

台中港在建港前之規劃期間，日本調查團曾就台中港需否開闢兩港口作過探討，經分析結果顯示，台中港完全開放營運後，雖僅開闢一個進出口，已足夠應付未來之航道交通，因此在民國六十年報奉行政院核定之「台中港興建計畫」，其規劃圖並無二港口之佈置。

台中港開放營運後，鑒於航商迭有反應，港口佈置對於操船進港稍有不理想，乃有預留二港口之議，俾供爾後發展之彈性，然在此段期間，經深入研究，因第二港口位於大肚溪北岸僅三公里，深受大肚溪巨額輸沙量之影響，海床普遍淺化，如欲開闢港口以適應十二·五萬噸級船舶進出港，必須築造較第一港口為長之防波堤，才能維持必要之港外及外港航道有效水深，以及避免颱風來襲時漂沙進入港內，投資不貲，且將來如要擴建深水港，則深受海底地形所限，不易實現。七十二、七十三年間，本局亦曾委託中華顧問工程司作過研究，其結論略以：「台中港即使全部開發完成，就船舶進出港容量而言，一個港口已敷需要，將來如加設雷達導航系統，更可增進船舶出

入之容量及安全」。

基於上述原因，本局乃朝擴建現有港口之目標努力，而暫不考慮第二港口之開闢，因此在進行第二階段區域整體規劃時，第二港口即不再顯示出來。

七、規劃佈置方案檢討

上述報告之規劃案，係以台中港發展為綜合性港口為目標，其中商港部分，除繼續發展石化品、汽車及大宗散雜貨之進出口外，並以發展貨櫃為台中港現階段營運積極追求之目標。案內貨櫃碼頭規劃有十五座，裝卸總能量達二一〇萬TEU（低限能量）～三〇〇萬TEU（高限能量），頃於七十六年九月間，幸交通部部長室函轉李顧問連堀所提「台中港整體規劃之研究」乙案，囑本局參辦。按李顧問所提之建議案，將本港第二階段所有碼頭（包括工業港區）全部規劃為貨櫃碼頭，則本港貨櫃碼頭將有三十六座，能量高達七二〇萬TEU，合計約二億六千萬船運噸。經查一九八五年（民國七十四年）全世界貨櫃運量為五、五七九萬TEU，其中美國一、一八三萬TEU，佔全世界21.2%，而台灣地區高達三〇七萬TEU，佔全世界之5.5%，約為美國之四分之一，以美國人口衆多，國土廣大，科技進步，執世界經濟之牛耳情形觀之，台灣能有此成就，已是異數，因此我國貨櫃量如要達一千萬TEU，恐非短期內可達到。民國七十五年台灣地區貨櫃運量為四一〇萬TEU，而台中港運量為三五、一五七TEU，約只占全省0.85%，七十六年台中港貨櫃運量為五三、六九九TEU，如假設每年成長20%，則至民國九十年約達七十萬TEU，其後成長率以10%計，至民國一〇五年始達到本局計畫之十五座貨櫃碼頭能量三〇〇萬TEU，如要達飽和尚可延到一一〇年，以後才須另闢其他貨櫃船席。因此如台中港欲達到李顧問所建議全部變更為貨櫃碼頭之計畫能量七二〇萬TEU，則需時甚久，估約五十年以上，該時台灣地區經濟發展或許需另闢新港以應需要。因此以放棄積極發展台中港工業港區，而汲汲於長期等待貨櫃發展飽和量，是否值得，頗值商榷。尤其照目前情勢觀之，台中港為在海、氣象均很惡劣之情況下所興建之人工港，先天上就缺少與天然優良港口競爭之條件，其興建主要是協助中部地區之經濟發展，減輕陸上交通之擁塞及運輸成本為最大目標，如能掌握經濟圈範圍之貨源，則已達建港

目標。台中港如不借助工業港區之推動，來帶動商港區之繁榮，其發展將甚為緩慢，且有違政府平衡區域均衡發展政策及當初設立台中港為綜合性港口之目標。由於此建議規劃案牽涉甚廣，實有集思廣益，繼續觀察本省經濟發展之形態，審慎研究之必要。

八、結 語

本報告僅係初步研究，將來台中港第二階段發展計畫之港池、航道及碼頭配置、泊船安全、甚或第二港口開闢需要性等等，仍須遵照交通部指示，委託顧問公司及學者專家辦理評估，屆時擬請顧問公司研提數案，併同前述方案進行試驗、研究、評估，期能獲致最佳方案，俾作為台中港今後擴建之藍本。

至於有關闢建深水港問題，經建會前委託荷蘭NEDECO 所作之台灣地區港灣發展之研究報告中指出，台中港不但具有位置適中，投資小之優點，尚可徹底改善現有港口之缺失。本局目前正研究規劃中，俟有結論，當另行提出計畫討論。

第二屆遠東管理計劃研討會

運輸場之規劃及其電腦化之運作

謝長和

英商寶德公司總經理

第二屆港埠整體規劃研討會

貨櫃場之規劃及其電腦化之運作

游 長 和

長榮貨櫃公司總經理

各位同業，各位先進，承蒙港灣技術研究所的力邀，作一有關「貨櫃場之規劃及其電腦化之運作」之報告，今以本人之經營櫃場之經驗，求教於各位，尚請多多指教。

大家都知道，貨櫃場是提供貨櫃進出口轉運的服務場所，如何使其能享受最新的科技，使之電腦化，以提昇服務的品質，是吾人所追求的目標。

茲為使各位對貨櫃場之運作、規劃及電腦化之優點，詳述如後：

首先，我們先談到貨櫃場之規劃，再談其電腦化之運作：

貨櫃處理集散站簡稱為貨櫃場，係提供進出口貨櫃，貨物通關、裝卸存儲並提供其他週邊服務的場所。一般而言貨櫃場應緊鄰碼頭邊設立，作業才較為便利，亦同時節省費用及時間，但由於台灣的貿易發展至為迅速，進出口貨櫃每年均有大幅成長，以及在港口設備腹地不足的情況下，貨櫃場自然而然成為港口的延伸，向內陸發展。因內陸貨櫃場之日漸增多，故不論航商或貨主，為維持其本身之服務品質及所運送之貨物迅速而且順利完整的送達目的地，且又能合乎經濟及時效的合理性，勢必須選擇一管理完善，功能週全之貨櫃場，作為其貨櫃、貨物之集散場所作為其業務推展之重要一環。也

因此一個貨櫃場之設立其規劃首要考慮貨主及船公司之要求，這也是一般服務業之所應考慮的基本要求。

船公司及貨主對貨櫃場之要求：

- 一、提領空櫃迅速，以便及早裝櫃結關。
- 二、收貨（櫃）迅速，以便及早通關趕上船期。
- 三、提領貨物（櫃）迅速，俾利工廠生產綫運轉順利及早日行銷市場。
- 四、通關迅速，以免因手續延誤影響交貨或裝船。
- 五、貨物（櫃）在櫃場存儲時有安全保障。
- 六、裝拆櫃謹慎快速，並避免貨物遭受損害，並能及早提貨或裝船。
- 七、併櫃作業準確快速，文件處理正確完善。
- 八、貨櫃場之地點與工業區及市集之距離愈短且交通狀況良好，以節省貨主內陸運輸成本及時間且交通便利尤應優先考慮，有時距離短而交通擁擠之地段，並不是理想地點。
- 九、貨櫃場之地點至碼頭之距離及交通狀況良好，以節省船公司之內陸運輸成本，並爭取船邊作業時效。
- 十、後勤支援完善，如修櫃、噴砂設備，減低客戶修櫃成本並能減低空櫃預存量，提高貨櫃之運作率。
- 十一、櫃場設備完善，場地廣濶並有擴展的空間餘地，以應付業務擴展之需要。
- 十二、綜合上述各點，輔以電腦化，代替人工之作業，則所有貨櫃之進出，文件、資料之傳送迅速正確。

由以上之分析可知，為滿足船公司及貨主之要求，貨櫃場所需配合之條件乃是全面性的，然而要選擇一既能滿足貨主之要求又能兼顧船公司之利益的貨櫃（物）儲運中心，實為爭取客戶之有利條件。綜合上述分析，在滿足貨主、航商之需要為導向下，規劃一個理想的貨櫃場應具有一全面性的系統觀念，此一觀念亦為船公司及貨主評估及選擇使用貨櫃場之基本考慮，理想的貨櫃場其規劃考慮應分為三方面，亦即客觀條件，硬體設施及軟體規劃。茲分析如下：

一、客觀條件：

- (一) 櫃場位置良好，交通便利，能符合航商及貨主需要。
- (二) 駐有辦理通關放行之關員，以利通關。

(三)與通關有關之單位之密切配合。(如銀行、報關行、貨運行、客戶)...

二、硬體設施：

(一)場地充足，設計完善。

- 1.進出口交通線路規劃有秩序避免擁塞以加速進出通關時間。
- 2.貨櫃場車輛進出口大門應以多車道之規劃並預留一大片空間，不要直接將大門設置於大馬路旁以防進出車輛在辦理進場檢查手續時，阻塞馬路，妨礙馬路正常交通。
- 3.CY及CFS之大門獨立分開，使貨卡車與貨櫃拖車之行駛路線分開避免在場內造成混亂使場內之交通秩序暢通。
- 4.場內照明設備盡量避免在CY場內設置燈柱，其燈台應設在CY場地外圍。以避免干擾場內機具之操作及減少事故。

(二)作業機具設備充足。

(三)貨櫃修護設施完善。

(四)機具、設備維護完善能發揮最高效率。

三、軟體規劃：

(一)人員配備充足，技術精良，工作態度良好。

(二)各項安全措施完善。

(三)作業管理良好。

(四)物料管理良好。

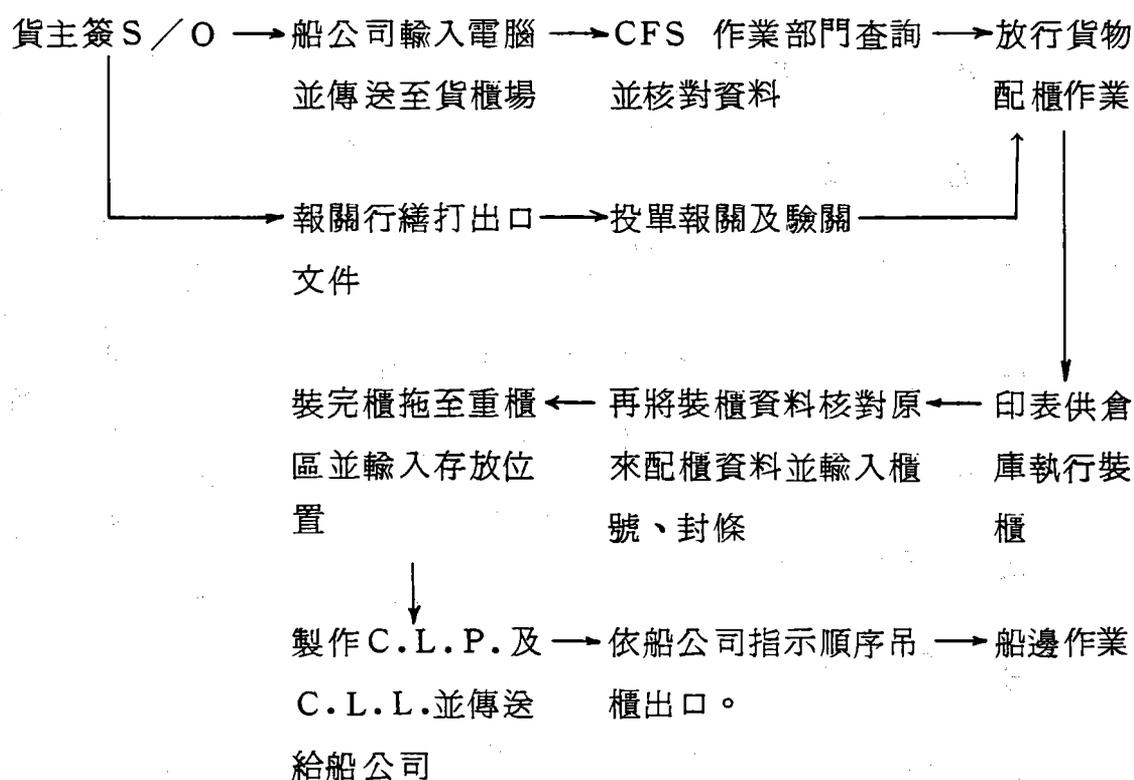
(五)電腦資訊系統規劃完善。

以上係就貨櫃場之設立規劃而言，然至為重要者實為電腦資訊系統之規劃運作，良好之電腦規劃除可輔佐軟體功能之運作外，尚可增強硬體設施之功能發揮，同時亦可多少彌補客觀因素之不足。所以在言及電腦化運作之前，爰先將櫃場之作業作乙解說：

以下就貨櫃場之主要業務“貨物”及“貨櫃”分CFS、CY、進口、出口之運作程序加以說明如下：

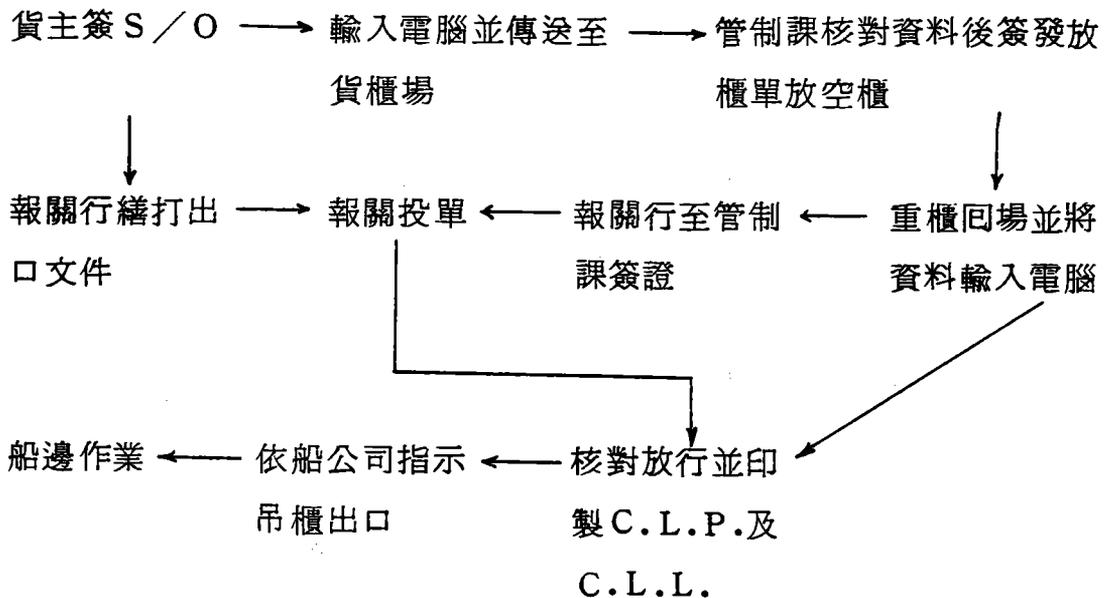
一、出口CFS貨物：貨主在船公司簽完S/O後憑以將貨物送至貨櫃場之倉庫，倉庫理貨員在清點箱數並檢查貨物是否完好，件數是否正確後簽發出口貨物進倉證明書以供報關行辦理出口通關手續。同時理貨員便將貨物之基本資料如船名、航次、S/O號碼、件數、唛頭等有關資料輸入電腦，並

傳送至CFS 作業部門供作業人員核對進倉資料與船公司之S/O資料是否一致，出口CFS貨物在報關放行後，CFS作業部門即可從電腦終端機中調出該船之貨物進倉資料展開配櫃作業，把不同的貨主但卸貨港相同的CFS貨物，配入同一櫃內。CFS貨櫃配好後，電腦印表機即將每一櫃之裝櫃清單印出供倉庫理貨員執行裝櫃，貨物裝好後即封上船公司及海關封條並由櫃場作業單位之拖車拖至指定位置存放，並將位置輸入電腦，以便隨後印製在C.L.L.中作為船邊作業時位置之參考，有關電腦流程如下：

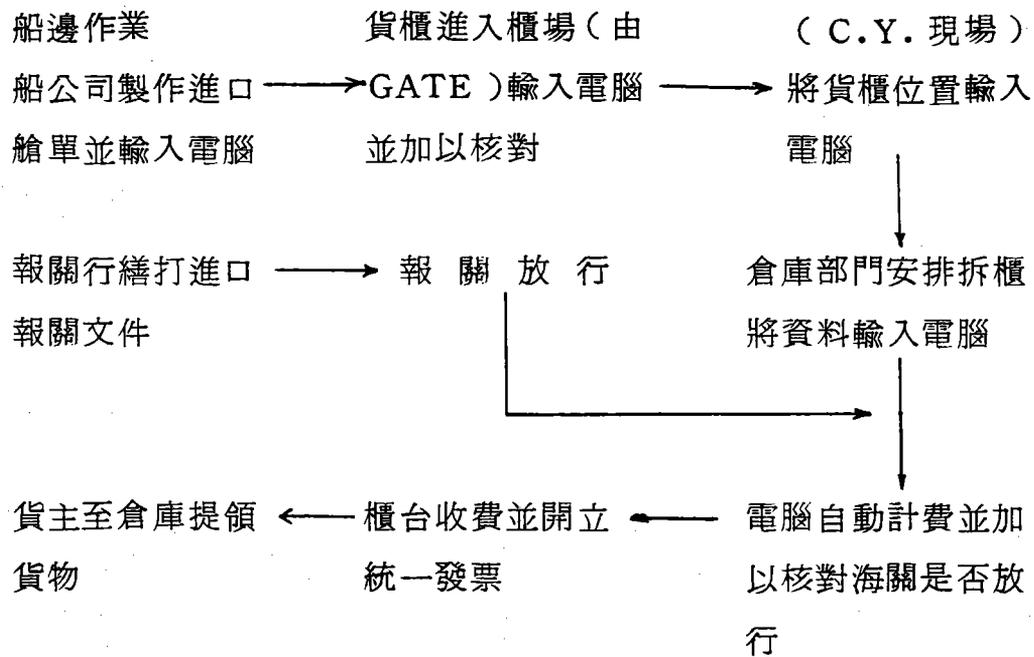


三、CY出口貨主在船公司簽S/O時，船公司便把貨主名稱、船名、航次、S/O號碼及要提領貨櫃尺寸及數量等資料輸入電腦並傳送至貨櫃場的電腦終端機。因此貨櫃場的管制員只要把拖車駕駛員所提出的上述資料核對電腦無誤後，拖車駕駛員即可至空櫃區提領空櫃，並把櫃號輸入電腦存檔。當重櫃回場進入管制室，同時地磅亦已將該櫃重量測出並輸入電腦，管制員同時將該只貨櫃資料輸入電腦後，試櫃即拖至重櫃區存放，並將該只貨櫃存放位置輸入電腦存檔。並提供貨櫃進站申請書供報關行通關作業，而裝櫃清單副本則交由作業單位輸入電腦，同時與原始資料(S/O)相

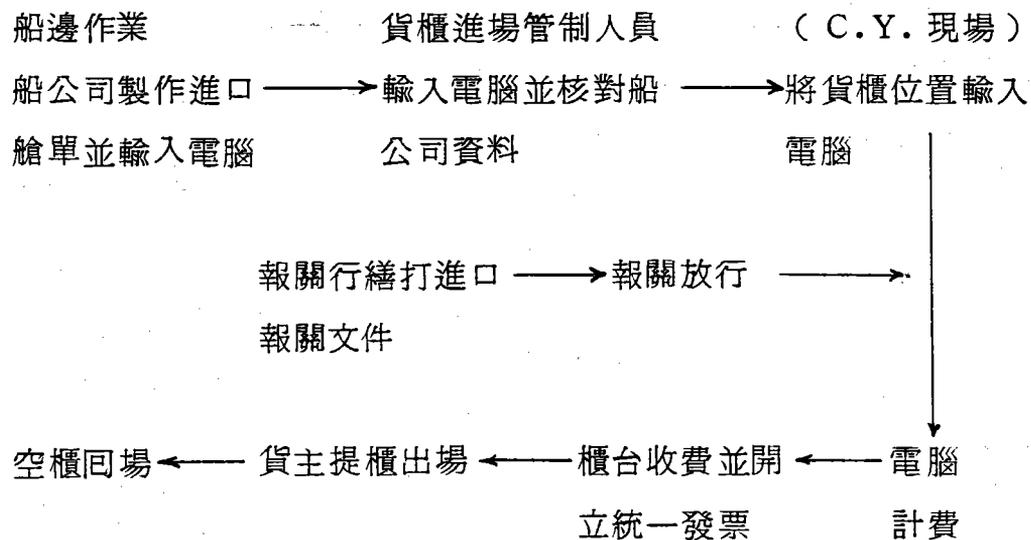
互核對是否一致。待報關放行後，該輪該航次之出口 CY 櫃即依不同港口印出 C.L.P. 及 C.L.L. 並傳送至船公司供船邊作業參考，櫃場亦依船公司指示出櫃順序由電腦依貨櫃儲放位置，自動排列出櫃順序，20 呎重櫃亦可依拖運重量規定自動配櫃，有關其流程如下：



三而進口部份則在海運公司製作艙單同時亦將所有資料輸入電腦並傳送至貨櫃場，而管制人員則在進口櫃入場同時核對有關資料無誤後，再將 CFS、CY 分開存放並由作業人員輸入位置，以備 CFS 拆櫃及 CY 貨主提櫃時位置之參考。CFS 貨物在海關監視下安排拆櫃時間，並將拆出的貨物逐一清點，並查看箱數是否齊全，包裝是否完整，同時將同一貨主之貨物集中在同一倉位，等待貨主報關提貨。拆完櫃後再將有關拆櫃資料如船名、航次、提單號碼、件數、重量、才數等有關資料逐一輸入電腦並與海運公司資料加以核對。貨主在繳完船公司有關費用及關稅放行後即可憑 D/O 至櫃台繳清貨櫃場費用，而此時櫃台即可從電腦終端機中根據 D/O 輸入有關資料，電腦亦同時算出該有關費用。貨主在繳清有關費用即可至倉庫內提示 D/O 及繳費證明等待卡車前往提貨，有關流程如下頁：



四至於 CY 櫃在進站時，管制站人員立刻檢查貨櫃封條是否完好，並把櫃號及封條號碼輸入電腦後即可將重櫃拖至指定位置存放。進口商在收到裝船文件後即委託報關行到船公司繳清運費及換取提貨單 (D/O)，再連同進口報單、輸入許可證以及其他應備文件向海關申報。海關接到申請後即展開文件核對，同時派出驗貨員開櫃驗關，查核無誤後，把貨物復原並封上封條。進口商在繳清關稅及船公司費用後，貨主報關行即可至櫃台核計有關費用。此時作業人員憑 D/O 資料從電腦終端機中叫出其費用，報關行在繳清費用後即憑以向現場查尋該櫃位置，等候拖車拖出櫃場，有關其流程如下：



以上僅就貨櫃場之主體貨物、貨櫃進、出加以敘述，可輔以電腦化後其作業及計費系統不但可加速通關，節省人力，且收費迅速確實，此外至於其他相關之人事管理—人員上、下班，加班出勤紀錄，物料管理—安全存量之設定等，及機具管理—機具檢修、燃料補給等，均可加以電腦化，不但節省人力更可提高效率。而就電腦規劃而言，其分類愈細，範圍愈廣，延伸深度愈大，則其軟體設計成本也愈複雜且昂貴，但其成果則更為顯著。如船公司與貨櫃場的連線利用DATA BASE可以節省雙方文件方面的重覆作業，而如能把公證行也一併連線則對船公司及貨櫃場均可減少再一次將才數、重量輸入電腦之人力，當然若能將海關之電腦加以連線則整個報關、驗放之程序亦可加以濃縮，減少貨櫃場作業單位核對放行之工作，對配櫃、裝櫃之工作亦大有助益。而在電腦化延伸方面，如終端機置於管制站或現場單位，再透過無線電對講機指揮跨載機作業，而更精進的方式則是將終端機直接置於跨載機上而透過紅外線或無線電資料傳送系統將主機與跨載機上終端機連線，則任何資料均可由跨載機上之終端機直接輸送給主機，同時主機亦可直接指揮跨載機工作。因此櫃場內每一只貨櫃之動態均可由跨載機之操機員直接送至主機。當一條船結關放行後，即由電腦經由設定程序，自行滙總櫃數，排定艙位，並決定出櫃順序後，即將有關資料傳送至管制部門與跨載機上之終端機上，跨載機之操機員即根據電腦給予之櫃號、港口、重量、順序等有關資料逐一將貨櫃吊上拖車，隨後將吊出之櫃輸入電腦確定該櫃業已離開櫃場，而電腦則自動紀錄該船該航次所有貨櫃之出櫃動態，同時紀錄每一跨載機之吊櫃動作，並分析其工作效率。當然如果將船邊作業之跨載機一併電腦化，則所有船邊及櫃場之串連工作均能在主機連線下作業，而船公司人員只要在終端機前監視其作業過程且在必要時加以修正，即可完成整個船邊作業的一貫性。

在台灣逐漸走向已開發國家之林的同時，各行業蓬勃發展之際。人力成本亦將逐年成長，最後我們也將面臨與高度工業化國家相同的難題，人工昂貴且效率欠佳，因此電腦化必將是明日台灣的工業之星，也是櫃場必須要跨出的一大步。

以上簡單的報告，容有疏失之處，尚盼各先進鑒正，謝謝。

第二屆港埠整頓計劃研討會

港埠陸層與工程師所扮演的角色

康乃基

香港港務局總工程師

第二屆港埠整體規劃研討會

港埠發展與工程師所扮演的角色

康 乃 恭

高雄港務局總工程司

一、引 言

港埠 (Port) 最簡單的解釋是出入口 (gate way)，是水域與陸上運輸之轉運站，貨物或旅客之出入口。港埠之水域面為船舶所使用，另一面陸地為汽車及火車所使用，即港埠必須具有向外通往海洋，向內通往內陸腹地之雙重設備，連結海洋與內陸交通運輸系統而構成一整體運輸鍊。

社會進步，經濟發展與貿易量之成長，為刺激港埠發展之基本因素，港埠建設為促進經濟發展之基礎建設 (Infrastructure)。港埠之觀念與功能在最近數十年已有重大變化，但基本上，提供船舶安全進出及停泊，貨物有效的裝卸及運送之設施與服務為最重要條件，所以港埠是航運之終點站 (terminal Point)，與貨物之集散中心 (collection or distribution center)。

港埠發展之狹義的涵義，是增添或擴建港埠設施，以增加與擴大其能量。所謂港埠能量係指在同一時間可容納船舶之艘數及大小，或一定單位時間內裝卸貨物能量。港埠依據預測運量之成長，增添或改善設施，以擴大其能量。港埠設施之增添及改善，常需要鉅額投資，如果港埠能量受資金之限制不

能配合運量之增加而增大，必然發生船貨壅塞現象，而阻碍經濟發展之成長。反之，如港埠能量遠超過運量之需要，部份設施閒置不用，無實質上的效益，浪費投資。此種事實，尤其是在開發中或低開發國家，在港埠發展規劃上所不可疏失。

一個現代化的港埠，由於對外貿易之成長，因應船舶之大型化與專業化，以及貨物裝卸及運送技術上的革新，並配合國家或地區政治社會經濟工商業發展，地理環境之需要，演變為一個複雜的高效率的多元化功能的大規模的公用服務事業。港埠除具備現代化設施外，而必須以科學化的企業化管理及經營技術，以高速度高效率裝卸貨物，減短船舶之滯港時間，以增加迴轉率，同時陸上設施作最適當的規劃配置及內陸腹地運輸機構，有效的空間利用發揮整體運輸效能。港埠之最終目標為使船舶安全快速有效的迴轉，貨物安全經濟的流通，達到戶到戶之貨物運輸目標，以判斷其實用價值及經濟效益。

二、港埠發展計劃

港埠已有數千年的歷史，不論是大小，功用或建港技術，從古至今無時不在演變。最早的港是分布在地中海沿岸的港灣，最初目標不過是以避風或軍用為主，近代以工商業用為主。

在19世紀之末期，船舶之動力由人力變更為機器，船型不過數千噸，吃水不超過6公尺。至二次世界大戰期間，最大型船約1萬DWT。自1950年代以來經濟及貿易迅速成長，為因應鋼鐵工業之發展，散貨運量急速成長，迄今油輪與散貨船船型平均增大約20倍，船型超過10萬噸吃水15.2公尺者為數甚多。最大型超級油輪達50萬DWT，散貨輪達36萬DWT，吃水21至25公尺。此外，為調適雜貨運輸經濟，安全及迅速之要求，並由於科技進步之衝擊，貨櫃運輸急速發展，貨櫃船、駛上駛下船及子母船等專用船之演進，對港埠之發展與建港工程技術，機械化裝卸技術及機具設備，以及港埠管理、經營及作業技術均發生革命性的變更。

港埠是國家整體交通運輸體系之一環，港埠須配合國家政策上，地理上，經濟上，貿易上，環境保護上的要求而建立，其發展應依國家或區域的交通運輸系統均衡發展條件規劃，或為適應航運技術演變擴建現有港埠或改善

及加強現代化設備，或為促進工業發展加速社會經濟進步，開闢現代化新港。現代化港埠為具有競爭性與選擇性的有機體系，其發展之規劃不僅是一門科學技術，也是一項藝術，需要充分了解屬於土木工程與海岸工程範疇的廣泛基本建港工程技術，更需要了解港埠所應具備的功能，港埠經營特性及作業方法，航運技術發展趨勢之專業知識，所以港埠規劃需要具有創造性的前瞻性的觀念與豐富經驗的土木工程師，並配合其他各項經濟及技術各方面的專業人員合作與諮商。

港埠應配合社會經濟發展，人口增加，科技進步，因應航運技術及貨物裝卸技術之演變，作計劃性的發展，發展計劃之規模應依據預測運量與營運特性以及船型分布決定。尤其是大宗散貨終點站或貨櫃運輸港之規劃，須同時考慮船運；港口終點站設備，及內陸交通設備之整合需要鉅額資金，必須考慮各港之分布及位置以及專業化，避免各港間之惡性競爭。

港埠發展計劃可概分為：

- (一)全國性或區域性港埠發展計劃 (National or Regional Port Planning)：依政策決定港埠之分布，依政治，社會及經濟環境預定每一港埠之規模及任務，以確保資源之最經濟而有效的利用。
- (二)港埠整體發展計劃 (Port Master Planning)：為港埠之長程整體發展模式，而不特別限定每一部位之完成時間，而依實際營運需要，依計劃逐步執行。
- (三)港埠發展計劃 (Port Project Planning)：為整體發展計劃之一部位細部計劃，配合營運需要，預定在某一適當的時間執行完成，使計劃變成實體。

港埠發展計劃之作業流程，以及所應考慮的因素，請參閱附圖—1。

亞洲開發銀行 (Asian Development Bank, ADB) 為有45個會員國之國際性組織，對促進亞洲太平洋地區—韓國至阿富汗，巴基斯坦與南太平洋國家，特別是低開發國家之經濟與社會進步，扮演積極的重要角色。至1984年底ADB 已核准 656 個包含農業、能源、交通、工業發展與社會基礎建設範圍之發展計劃，提供 156 億美元貸款，包含技術援助贈送 169 億美元。在港埠發展方面貸款6.23億美元，包含17個國家35個大小不同規模的工程計劃

。或為配合航運技術之演變，加速港埠設備之現代化，如貨櫃設備，散貨終點站，以應吞吐量增加之需要；或為促進工業發展，加速社會經濟進步，而建築新港。

ADB 對各項港埠發展計劃可行性評估之 (feasibility study) 重點為

：

(一) 工程技術的確實性。

(二) 經濟效益及財務計劃之確實可行。

上述兩點自可視為港埠發展計劃之基本要求條件。港埠發展計劃之內容除計劃目標及實施期限外，應符合下述各項原則：

(一) 符合國家整體交通運輸計劃及港埠長程發展計劃優先順序之需求。

(二) 發展計劃之規模應依預測運量，貨物特性及造船技術之需要決定。運量之預測應按貨品逐項分析檢討以推算其成長率，並考慮船型及其大小之改變。事實上常因不確定因素之影響甚難正確估算，所以必須作風險分析，發展計劃應具有相當的前瞻性與彈性。港埠競爭形勢、航運與貨物裝卸技術、市場分配以及內陸運輸系統等因素之未來演變及發展，對港埠之發展與經營均有重大影響，必須作適當的考慮。

(三) 新港埠設備，尤其是開闢新港，常需要鉅額投資，應先對現有港埠之管理及經營方法，或現有設備或作業方法加以評估，作適當的改善，以提高效率，增進其能量，如仍有不足，始予投資。

(四) 工程技術方面不論是在設計上，或施工上均須確實可靠，甚至承包廠商之經驗及能力亦均在考慮之範圍。

(五) 依投資計劃及預估收益評估固定資產之經濟效益，對港埠費率之結構及水平分析探討，如有必要應加以合理的調整。ADB 認為港埠發展計劃之內部投資報酬率一般應達12%，最低不宜小於7%。新港須開闢航道與建防波堤，成本高、收益低，在初期常有經濟效益偏低之情況。

(六) 環境及安全保護及污染防治之考慮，如煤炭、礦砂、穀類等散貨以及危險品之裝卸及儲運，均可能引發環境污染及安全問題，機具操作之噪音均必須有妥善的安排，則常不能以純財政的成本觀念或經濟效益的基準評估。

(七) 航道及迴轉場之浚挖，挖泥船之選擇及污染泥土之拋放或利用，亦是近年來非常注意的重大問題。

港埠發展計劃不論是建造一新港，或一個原有港的擴建計劃，從建址之選定，迄工程設計實施，以至於完成，工程師所擔任的工作列舉如下：

(一)港址之選擇及建港規劃。

(二)依據海岸氣象海象與其他自然條件之測量調查結果及模型試驗或數值模擬分析結果之分析檢討，以評估工程計劃之妥適性，參閱附表 1。

(三)依據預測運量與特性以及船型分布之評估，決定計劃之規模及時程。

(四)對環境保護及污染防治影響之評估。

(五)工程設施及附屬設備配置之規劃與估價。

(六)依據計劃規模及工程設施之估價，評估經濟效益，投資與財務計劃之分析作為投資決策之基本依據。

(七)工程細部設計，繪圖及訂定規範，工程發包施工及竣工驗收。

三、港埠發展趨勢

船舶裝卸機械化始於本世紀之初，在1920年以前，利用船上吊桿與吊索裝卸貨物。在1940年代第二次世界大戰期間，由於堆高機之開發，貨物裝卸板台化；由於岸邊起重機之出現以代替船上吊桿，使裝卸設備機械化加速向前邁進。高能量大宗散貨裝卸設備於1950年代擴展，最先始於液體貨，再推展於乾散貨。1960年代貨櫃船問世，使裝卸船速度更為加速。貨櫃碼頭年裝卸量可達 100 萬噸以上，煤或礦砂碼頭可達 2,000 萬噸或更高，使港埠效率大為提高，減少船舶迴轉時間而須有效運作。

散貨除石油外，以鐵礦砂、穀物、煤為最大宗，可能佔全部乾散貨運量之70%。全世界海運貨量自1970年至1980年成長率為 6—8%，再以年平均 5%成長率估算 2,000 年之運量可能達90至 100 億噸，石油佔56%，乾貨佔 44%；再以成長率 2—3%推算至2043年為 350 億噸。長期預測運量受不確定因素以及國際局勢，如東西方關係、中東危機、石油輸出國家態勢、美元匯率變動以及貿易保護政策之影響，準確性可能不大，甚且自1982年散貨運量及造船量均有降低之趨勢。油輪自1978年之 3,300 艘，3.32 億DWT 降為1984年之 2,645 艘，2.65億噸；混合船自 420 艘，4.87億DWT，降為 350 艘，4.10億DWT；散貨船自 4,100 艘，1.35億DWT，增為 4,850 艘 1.87億DWT。

由於散貨輪之大型化及專業化，散貨輪之裝卸船技術及終點站設備與能量均有顯着進步。散貨裝卸設備之類型及能量扼要列舉如下述。

散貨裝卸船設備及能量

(一)裝船設備

輸送帶式裝船機，最大能量鐵礦 14,000 tph，煤 6,500 tph。

(二)卸船機

1.抓斗，能量鐵礦 3,000 tph，煤 2,000 - 2,500 tph，其缺點為(1)船艙清除較困難，(2)灰塵污染環境。

2.連續式卸船機

適用於低能量卸船機，如水泥、肥料及穀類，每船裝載量非過大，有減低飛灰損失，避免污染環境之優點。

3.重力式卸船機

鐵礦 10,000 tph，煤 6,000 tph 亦可適用於石膏、硫磺、塩、鋁及砂石料之卸船。

4. Marine - Slurry transportation, 適用於鐵礦砂及煤，為一種新觀念之運輸系統。

5.氣動式卸船機

適用於穀類、水泥及其他細粒貨物，但效率低，能源消耗量大為其缺點。

6.機械式卸穀機

為節省能源開發之新型卸穀機，有雙皮帶式、鍊條式、鍊斗式，效率較氣動式卸穀機為高，且能源消耗量低。

貨櫃運輸導源於英國及歐洲大陸各國於一百二、三十年以前，用於不同軌距鐵路聯運轉車之小型貨櫃運輸，美國軍方在二次世界大戰期間利用貨櫃將軍用物資運往海外戰場，推展至海運。美國民航業最先於1949年，以沿海雜貨船或油輪運輸貨櫃，泛太平洋輪船公司即海陸運輸公司 (S.L.Device Inc) 於1957年推出全貨櫃船，美利堅輪船公司 (U.S.Line) 於1961年推出半貨櫃船，不久Ro-Ro船，LASH船與陸橋 (Land Bridge) 聯運系統亦相繼問世，正式展開貨櫃運輸時代。

運輸貨櫃化初期，因全貨櫃運輸系統作業所需要之貨櫃與貨櫃船隊，以及貨櫃終點站設備投資過份龐大，貨櫃運輸僅限於已開發國家，但隨後由於世界各國港口當局與大航業公司之大力推動，建設設備齊全的貨櫃終點站及新型貨櫃船，同時貨櫃出租售公司之迅速成長，而助長貨櫃運輸之加速發展，東南亞、中東與南美洲各開發中國家亦陸續加入貨櫃運輸之行列，在短短十數年間迅速遍及全世界。貨櫃運輸系統在1980年代，不論是貨櫃、貨櫃船、貨櫃裝卸機具、或終點站設施及作業管理制度，與內陸運輸網之發展均有顯著的進展。美國美利堅輪船公司與我國長榮海運公司在1984年相繼開闢環球航線而邁入貨櫃運輸之第四代。

貨櫃運輸之發展時程，依貨櫃船型貨櫃裝卸機具與及作業方式之演變可劃分為四個時代（Generation）。

美國海陸運輸公司於1973年推出航速33節之高速化SL-7型貨櫃船，適逢全世界能源危機，原油價格高漲，因消耗油量過大，曇花一現即行消失。美利堅輪船公司甫於1984年推出12艘裝載4482 TEU之第四代Jumbo Econship型貨櫃船經營環球航線，旋於1986年11月申請破產，自貨櫃運輸界退出，引發強大震撼。可能歸因於此型船設計之不當，寬度小吃水大，速度慢（18.25 Knot），運費打折，而致營運困難，此12艘船之命運尚未定。

美國總統輪船公司（APL）於1986年11月宣布投資5億元建造5艘Over-Panamax beam C-10型貨櫃船，全寬129呎（39.3公尺），長896公尺（263.10公尺）航速24Knots，容量3800TEU；海陸公司計劃新造5艘Post-Panamax型貨櫃船，全寬130呎（39.6公尺）航速24Knots容量3600—4000 TEU；日本K-Line新造5艘貨櫃船，容量為2878 TEU；NYK-Line預計新造貨櫃船之容量在3,000 TEU之譜。由以上說明顯示貨櫃船未來之發展，可能不會超過4,000 TEU過多，航速在24 Knot左右。

Panamax型貨櫃船之最大容量，按正常設計船艙裝貨櫃10排8層，甲板裝貨櫃13排3層計算為3500 TEU。寬度35.6公尺Over-Panamax型貨櫃船之最大容量，按裝艙裝貨櫃11排9層，甲板裝貨櫃14排3層，計算為4,500 TEU。寬度39.6公尺Over-Panamax型貨櫃船按船艙裝貨櫃12排9層，甲板裝貨櫃16排4層，計算最大容量為5,500 TEU。

依美國Charles Cushing 預測Post-Panamax 貨櫃船在自由市場之發展將依航商之需要而定。貨櫃船型過短太寬受水阻力過大；且如充分利用甲板裝載貨櫃，必須重壓艙，均屬不利。Cushing 認為貨櫃船之過去成長率平均每年 150 TEU(2.5 %)，APL C-10級貨櫃船，屬於貨櫃船 5 類型之第三類，可能是Post-Panamax貨櫃船發展之開始。此類船寬而短較穩定，且造價較第 1、2 類船廉。第 4 類貨櫃船較長，為造船最不利尺寸。第 5 類超級貨櫃船至 2043年，容量可能達 6—7000TEU，甚至將來可能發展超過 10,000 TEU，亦許可能已變成為不是慣用船型之浮台船，因為更穩定而可容許甲板堆高貨櫃，船艙可容納不同尺寸大小貨櫃，艙底裝散貨。

隨貨櫃船大型化，貨櫃起重機之加大無可避免，同時須縮短每一貨櫃裝卸循環之時間，加速貨櫃之裝卸船，以避免貨櫃船滯港時間之增長，則貨櫃起重機除加大外須裝設高速吊運車外，另外附加快速裝卸改進裝置。鹿特丹港歐洲貨櫃碼頭 (E.C.T) 裝設 Over-Panamax 型貨櫃起重機，共 4 台，跨距 35 公尺，配備雙吊車，其前伸距 50 公尺，後伸距 15 公尺，吊升淨高 30 公尺，吊升速度每分鐘 125 / 50 公尺，吊運車行走速度每分鐘 210 公尺，理論上每小時可吊卸貨櫃 60 個，為現有貨櫃起重機能量之二倍，超大型貨櫃機與普通型貨櫃起重機之比較如圖 2。其他如漢堡及菲力托 (Felixtone) 等港均已設置大型貨櫃起重機，美國 Baltimore 港 Deagint Container terminal 即將於 1989 年分批裝設 6 台，Post-Panamax 型貨櫃起重機，不僅帶雙吊車系統，前伸距 156 呎，後伸距 65 呎，但跨距受現有軌道限制較小。現有超大型貨櫃起重機之尺寸及性能如附表 2。事實上由於 Over-Panamax 貨櫃船裝載於甲板外邊緣 3 排貨櫃，不過是總貨櫃量之 15% 左右，所以每座碼頭並非一定全部用超大型起重機。

貨櫃終點站除使用碼頭岸邊貨櫃起重機裝卸船為所必須，僅是能量有大小之不同而已，至於貨櫃場作業所需機具最常用者拖車車架，跨載機、吊運機及堆高機，則依作業場之布置及作業之方式而定。

港埠為因應船舶大型化與專業化之發展趨勢，除需要專業化繫船碼頭及機械化裝卸設備外，並須移向更深水水域發展。如河港向河口發展，海港在其天然地理環境範圍，開發深水區域，俾能開闢深水航道及轉船場，建造大

型深水碼頭船席；並儘可能遠離都市，俾能獲得充分的陸上作業場地，同時須規劃適當的內陸腹地交通網，以便利貨物之流通。貨櫃運輸及散貨運輸模式為整合造船、建港及陸上交通網之貨物整體複合運輸體系。

超級油輪、LNG 輪及散貨輪船需要外海深水船席，固定船席或繫船浮筒，除為適應近岸建造深水港之困難外，對環境保護公害防治及安全維護之要求，也是重要考慮因素。

貨櫃運輸模式隨同高科技之發展，改變了造船及貨物包裝與裝卸運送技術，原有傳統式碼頭及設施顯然均已不能適用，必須更新或擴建。貨櫃碼頭陸上需要廣大面積土地的貨櫃作業場地及高效率運搬機具如吊運機、跨載機，拖車堆高機等，岸邊裝設高能量貨櫃起重機。

油輪、散貨輪、貨櫃船之發展，港埠設施之要求有重大改革，如航道與迴船場之加深與加寬；繫船設施，如碼頭之長度、寬度與深度增大，碼頭面承載力加大；靠船衝擊力之疏解，裝卸設備機械化等。超級油輪與散貨輪滿載吃水達21—25公尺，需要超級深水港或離岸繫船設施或人工島因設置於深水區域，結構體必須更為堅強，以抵抗大風浪。建港工程技術亦隨之不斷進步。

四、港埠工程技術之演進

關於工程師在港埠發展上所扮演的角色，自發展計劃之編製，基本資料與數據之蒐集及推算，至港灣工程設施及裝卸機具設備之規劃與估價，以及設計與施工，在前二節已分別扼要說明，可以瞭解其重要性。為配合船舶大型化專業化，裝卸機械化之發展，深水港之要求，以及科技之進步，港埠工程技術及材料經工程師之努力不斷研究發展，其最重要者有下列各項：

- (1)由於深水港或人工島之需求，防波堤可能延伸至水深50—60公尺，外海防波堤之設計與施工技術以及海岸之保護技術均有變更。
- (2)航道或轉船場之浚挖，其深、寬、長度須適合大型船之需要，泥土之浚挖排放技術及所用船機之選擇，必須考慮成本及填渠土地之利用，對環境保護及海水污染之影響更應加以考慮，以免破壞景觀，損害生態環境以及海洋資源。
- (3)在海岸新填軟弱土地上建港，土壤基礎之承載力常不足，必須加以改

良，或採用深基礎，並須考慮在地震時之土壤液化問題。

(4)深水或外海船席碼頭結構與橡膠碰墊之設計及施工。

(5)海岸鋼或鋼筋混凝土結構物之防蝕技術之考量，以免因常期受海水之侵蝕而減短壽年。

(6)海底隧道常為港灣發展之所需，沈埋管式隧道可能為較適用於港灣之一般海底隧道。又如日本青函隧道及英法海峽隧道可能是本世紀已完成與即將興建之最偉大工程，改變兩岸之交通方式。

防波堤之功用在消滅波浪能量，以保持港內水面之穩靜；防止橫向海流對船舶進出港口之阻碍；並保護航道，以免被海岸漂砂所淤塞。1953年6月在里斯本舉行之第18屆國際航道會議，有關防波堤型式選擇之結論為：在水深深度足可阻止發生碎波，且海底地質強度足可抵抗沖刷，堤基不致發生不規則沈陷之地段可採用直立堤。但在特殊情形下，雖不能完全達到上述基本要求，而能確定有其他有利條件，仍可採用直立堤。在其他情況下均採用斜坡防波堤，尤其是重要工程及波浪資料不夠充分時，更須特別注意。1935年在布魯塞爾（Brussels）舉行之第17屆會議決定直立堤前不發生碎波之臨界水深為最大波高之1.5倍，但在18屆會議決定水深為波高之2倍。沈箱式防波堤基本上屬於直立堤之範疇，直立堤須具有充分高度及強度使波浪全部反射；或部份反射與部份碎波。拋石式防波堤屬於斜坡堤，波浪由深海向淺海進行遇斜坡堤，順其斜坡前進而湧升（Run-up），其能量由重力作用而被吸收，或因波浪水分子與斜坡之摩擦作用而被消耗，使波浪能量逐步被消滅。合成式堤為介於上述二種型式間之一種防波堤，係以拋石堤為基礎，直立堤為堤身，是屬於直立堤類，或屬於斜坡堤類，視其拋石基礎及直立堤之相對高度，波浪之性質以及海底深度及坡度之大小而定，並無明確的分界綫。

防波堤之最佳佈置規劃，通常藉水工模型試驗或數值模型推算決定。模型試驗條件必須與實地波浪及潮汐之變化狀態相似，則需要建址地區之自然海象及氣象，如波浪、風、潮汐、水流及漂砂移動等觀測資料。

斜坡拋石堤已有長久歷史，尤其是歐美地區多用。斜坡堤之設計程序一般係依據經驗法則，先選定構造斷面尺度，再按設計波高及其邊坡坡度，依照半經驗或試驗穩定公式計算護面決定大石塊或混凝土型塊之大小及重量，決定斷面尺度是否充分穩定。實際上現最常用之護面塊重量計算公式為Hudson公式（1958）：

$$W = r_r H^3 / Kd (Sr - 1)^3 \cot \alpha$$

Hudson's formula係據水工模試推演，由於模試條件有其一定限制；各式護塊各具其一定消波特性，且某一特定地區之天然海象波浪條件及水深之不同，均為重要影響因素，所以最終設計斷面結構應依水工模試校核模型之比例尺在 1 : 25~ 100 間，且如 Reynolds Number :

$$R = \frac{(gH)^{1/2} k_A}{V} \left(\frac{W}{V_r} \right)^{1/3} > 3 \times 10^4$$

則縮尺效果可予忽略。波浪進行至防波堤如發生碎波，波浪週期對碎波模式有重大影響，碎波模式與波浪之衝擊力及溯上有密切關係，影響護塊之穩定，在 Hudson 公式中未涵蓋此因數為其缺點。但可推斷波浪週期愈長，可能引起更大災害，則需要之護塊重量亦愈大。J.W. Vander Meer (1958) 依據不規則波模試結果，提出包含波高、週期、波數、波譜形狀、護塊料級配、堤心透水性等參數之一組拋石堤穩定計算公式，但此組公式為其試驗研究之第一階段成果報告。

合成式堤係由拋石堤所演變，參閱附圖 3。直立堤或合成堤之直立壁所承受之外力主要為波壓力，波壓力之大小係直立壁面所受波浪為碎波或重複波而有顯著的不同。有關碎波及重複波壓力之計算方法甚多，碎波壓力通常應用 Minikin 式 (1950) 或廣井式 (1920)，重複波壓力用 Sainflou (1928) 計算。波浪由深海向海岸進行到達直立堤面為碎波或重複波依波高與海底水深及坡度而定。在碎波臨界點，依廣井式計算碎波壓力強度 $P = 1.5 WH$ ；依 Minikin $P = 10 \sim 12 WH$ ；依 Sainflou 式計算重複波壓力強度 $P = 0.7 \sim 1.0 WH$ ，相差甚大，顯不完全合理，在 1973 年日本合田良實提出適用於碎波與重複波之單一計算式，波高採用最大波高。

拋石堤依邊坡在 1 : 0.7 至 1 : 3.0 範圍，一般為 1 : 1.5，保護層護塊大部份延伸至平均海平面下 1.5 H_s 。若 H_s 超過 5 m 則一般均採用混凝土型塊護塊，而不用塊石。現用混凝土型塊之種類不下數十種，如附圖 4，為常用之數種型塊，其消波效果並不相同，應慎重選擇。加拿大 G.E. Jarlam (1961) 發表帶消波孔沈箱堤，參閱附圖 5，藉坡面開孔或箱筒內蓄水以減輕波浪能量，開發新型防波堤之研究發展趨向，世界各國多有試用。如何減低波壓力、沈箱設計最佳化、基礎施工簡易化、為沈箱式堤未來發展之重點。

外海離岸繫船碼頭，如圖 6 所示，為澳洲煤或鐵礦砂深水碼頭，不用防波堤因海象與氣象非惡劣，每年作業天數仍達 90~95%。否則應考慮將船席設置於堤內加以保護，如附圖 7 所示。

港口、航道及轉船場之尺度設計決定於最大型船隻之船型，同時氣象與海象條件亦為應考慮之重要因素。決定港口與航道深度之重要因素為潮水位、船舶吃水深與度動水條件及安全度所應考慮之水位，由進港船舶之頻率所決定，若最大船舶為 200,000 噸級油輪，而進港頻率僅為數天一次，則可按高水位進港考慮；若為渡輪縱是在最低水位，亦須自由進港。決定需要深度之最適當評估，須考慮各種影響因素，包括船舶等待水位進港所發生之損失。由於船隻之發展愈益大型化、高速化、要求每一航次之時間縮減至最短，故港口及航道之深度通常應以容許船隻於任何潮位安全通行為準，但若經濟效益比低於 1 時可考慮利用部份潮位，以滿足水深之要求。

船舶之吃水深度，因其速度所引起之坐底 (squat) 而增加，船首吃水之增加常大於船尾，尤以大 block coefficient 貨輪為最，但船尾較大者也屬常見。坐底也決定於航道之有效深度，速度 4 至 15 knots，squat 在 0.1 至 1.5 m 大小程度，其實際值之決定，應參考最新文獻資料或試驗結果。船舶在波浪之影響下，將發生之運動為：Heaving, Pitching, Rolling, Swaying, Surging, Yawing 均將增加深度，視船舶大小與波浪運動之比而定，可達數公尺之值。大寬度大船型，Rolling 可能為極重要因素。若深度有限，船舶之運動，可能因船底與海底間之水不能自由流出而減低，是謂 Cushion effect。

安全限度以軟地質海底為最小，砂質海底為中度，岩石海底為最大。概言之，自軟淤泥海底之 0.1 或 0.2 m，至不平整岩海底之 1 m。進港航道，若波浪運動非為過大，大型船所需深度大於其吃水深度之 10 至 20%。國際航道協會會議 (1961) 建議其最小深度為最大型船隻之滿載吃水，加 1.5 至 2.5 公尺。由於港口較航道之波浪為大，船舶之縱向搖擺亦較大，而需要較大深度。

港口之寬度為 120 ~ 300 m，須考慮港內水域面積，一般為每 1 公尺寬 1.22 至 1.54 公頃。港口原則上須與進港航道之寬度相同，但在長進港航道，雖可能不能避免二船相遇，但在港口須禁止二船同時進出。在另一方面，船

船若碰撞防波堤堤頭，發生較大損害，可能阻碍航行，遠較船舶在進港航道擱淺為嚴重。為防止船舶完全阻塞航道或港口，Minikin 建議港口之寬度應較船舶長度略大。

進港航道之寬度決定於動水條件，當然有重大橫流之航道必較穩靜水域之航道為寬，且預計同時通過航道船舶艘數也為決定航道寬度之一因素，並無固定不變數據。概言之，一般通過所需之寬度約為其寬度之 1.8 倍；二船相遇、二船通路間須保持約一船寬程度之距離，航道二側岸邊或延伸至水綫上，則航道底邊與船通路間須保持 1.5 倍船寬之距離。

航道寬度由(1)船隻寬度、速度及操縱性，(2)單綫或雙航道，(3)航道深度及大水面之廣袤程度，(4)航道綫形，(5)邊坡之穩定性，(6)風、浪、水流之特性等各項因素所決定，但並無一定計算方程式可用以計算，可按船隻寬度，依據經驗準則推算航道寬度。國際航道協會（1961）建議單綫航道之寬度為船寬之 3 至 4 倍，雙綫航道之寬度為船寬 6 至 7 倍，已考慮橫向風與水流之影響因素。

船舶通過港口，需要某一停車距離，在港口有波浪運動及海流，船舶可進入港口之最小速度為 6 至 10 hm/hv 大小程度，在港內船舶不可能全速倒車，因其將駛向右舷（當推進機之正常旋轉方向為順時針新方向向前進）所以必須以拖船協助，以保持船舶之正確路綫。例如 130,000 噸級油輪以 14 knots 航速行駛作緊急停車，在連續全速倒車情況下，停止距離約需 3 或 4 Km。若船舶進港口，進港航道有橫流、船舶之進行路綫必有偏斜，由於船舶通過港口之瞬時，船首已進入穩靜，船尾仍在橫流水域，船身受力距而旋轉，所以在港池內側，須有一充分水域。

在 1970 年代之初期，已經認識海洋不可能無限量的消化工業廢棄物和垃圾，為防止海洋環境之污染，曾舉行一系列的國際討論會議，而以 1972 年 London Dumping Convention, (L D C) 為最重要，迄今已有 56 個國家簽署為會員國。L D C 之主要目的為保護海洋環境，規定廢棄物拋放海洋之處理標準，並規定簽約國之政府須分別指定權力機構負責准許或拒絕，以及監視廢棄物拋放海洋處理。

依國際港埠協會 (I A P H) 調查，1979 年 33 個國家 108 個港之浚挖土量為 5,900 萬噸，其中 20~22% 排放海洋；依國際海洋組織 (I M O) 調查資

料，LDC 簽約國1980年排放海洋之浚挖土量為 2,165 萬噸。依PINAC 1986年報告，港灣浚挖土之90~95%為未污染土，與河流攜帶排入海洋之沙土並無不同，而對其餘之 5~10%含有害或有毒物質沙土必須嚴格管制。當然如果能將污染之源消除是為最上策，應是努力之長期目標，至於污染沙土之處理應同時從環境、技術及經濟的觀點上評估，選擇最適當的處理方式，參閱附圖8。

常用挖泥船機之類型，在此省略，其選樣之原則依作業條件而定。

關於深水碼頭結構設計及施工由於鋼板樁、鋼管樁及P.C.樁技術之演進，高性能打樁機之開發，已可滿足需要。至於海岸軟弱土層之測量調查，地震液化潛能之評估近十數年來均有長足進步；海洋結構物之表面塗料防蝕，或陰極防蝕均獲致相當成效，此不贅述。

五、結 語

對外貿易為影響經濟發展及成長最重要因素，美日與西歐工業國家之對外貿易毛額佔GNP 之16-38%，發展中國家可能佔較高比例。配合貨物運輸模式及裝卸技術繼續演變之需求，增建或改善現有港埠能量，以增添專業化港埠設施及現代化裝卸機具設備，為工程師今後努力之重點。整合航、港與內陸交通運輸系統，俾充分發揮港埠功能。

世界現有港埠已超過 2,000，除新建港之運量大量成長見好外，平均年運量超過 1 百萬噸者僅約 200，且多有衰退。依美國港埠1980年統計資料顯示，8,000 艘外籍船之75%其吃水深度不超過12公尺，可能是因缺乏深水港所致。大型船分擔世界貨運量1971年為 6%，至1980年增加為35%，顯示船舶大型化及專業化趨勢，以及對深水港之迫切需要。

港埠的發展為因應貨物包裝與運送技術，船舶大型化與專業化，以及運輸模式與技術的演進，其基本建設與設施及機具設備均隨之顯著的改進，港埠之管理與經營技術的演變亦更趨合理化，以提高服務品質。港埠設施之壽年可能二、三十年或更長，自不可能隨時變化，而船舶之壽年不過十數年，船型及運輸技術之變動性較高，所以應具有相當的程度前瞻性與彈性或具有雙重或多元功能，必須提供最大型船舶安全停靠，與可供各類型貨物迅速裝卸的充分設備船席。

港埠間的競爭為港埠經營的特性，尤其腹地重複之港，或是遠洋或環球航線貨櫃港，由於新型貨櫃船裝載量超過 3,000 TEU，必然不能停靠每一個港裝卸貨櫃。最具競爭性的港是服務好、效率高、費率低，亦為港埠發展所追求的最高境界。港埠之功能是多元化，對船貨之服務甚多，亦非統一由單一管理機關所管制，相互間必須協調與合作，始可獲致高度的競爭性。

由於電腦科技之迅速發展，在港埠經營及管理上，尤其是貨櫃營運之動態，有關貨櫃作業系統、貨櫃管制、資訊傳遞、文件處理均依賴電腦協助予以整合，而可獲得相當大的效益。

貨櫃運輸、乾散貨運輸及 Ro-Ro 設備可以說是近二、三十年來港航技術發展之前鋒，但未來可能發展更技巧的運輸系統，例如 multi-hull, Semi-sub merged, Segmented or Coupled ship systems。在不久的將來 Cellular Container-Ships 可能由 Conbulker, Contanker, block containerships, Warehouse-type ships, cell-less containerships, integrated tug barge systems 所代替，則港埠之碼頭設施與機具設備將隨之變更。

References

1. L. Lamine Fadika: Ports Looking into the 21st Century, Ports & Harbour, July-August, 1987.
2. John L. Clearwater: New port construction Meets Changing Needs, National; Development, March, 1987.
3. Richard Y. Scheiner: New shipping Technology and Its Impact Upon port Development in Developing and Developed countries, ports and Harbours, May, 1986.
4. P. Soros: State-of-the-Art of Bulk Terminal Technology, Ports and Harbours, May, 1986.
5. Itsuro Watamake: Containerisation Enters the Fourth Generation, Ports and Harbours, June, 1985.
6. Yuzo Akatsuka: Key Issues in port Development, ports and Harbours, June, 1985.
7. E. G. Frandel: The Impact of Technological Change on port Development, Terra Et Aqua, Oct. 1984.
8. Robert L.M. Vleugela: The ports of the Future With an Eye to the Year 2000 ports and Harbours May. 1982.
9. United Nations: Ports Development, 2nd ed. 1985.

圖 1-a National port planning

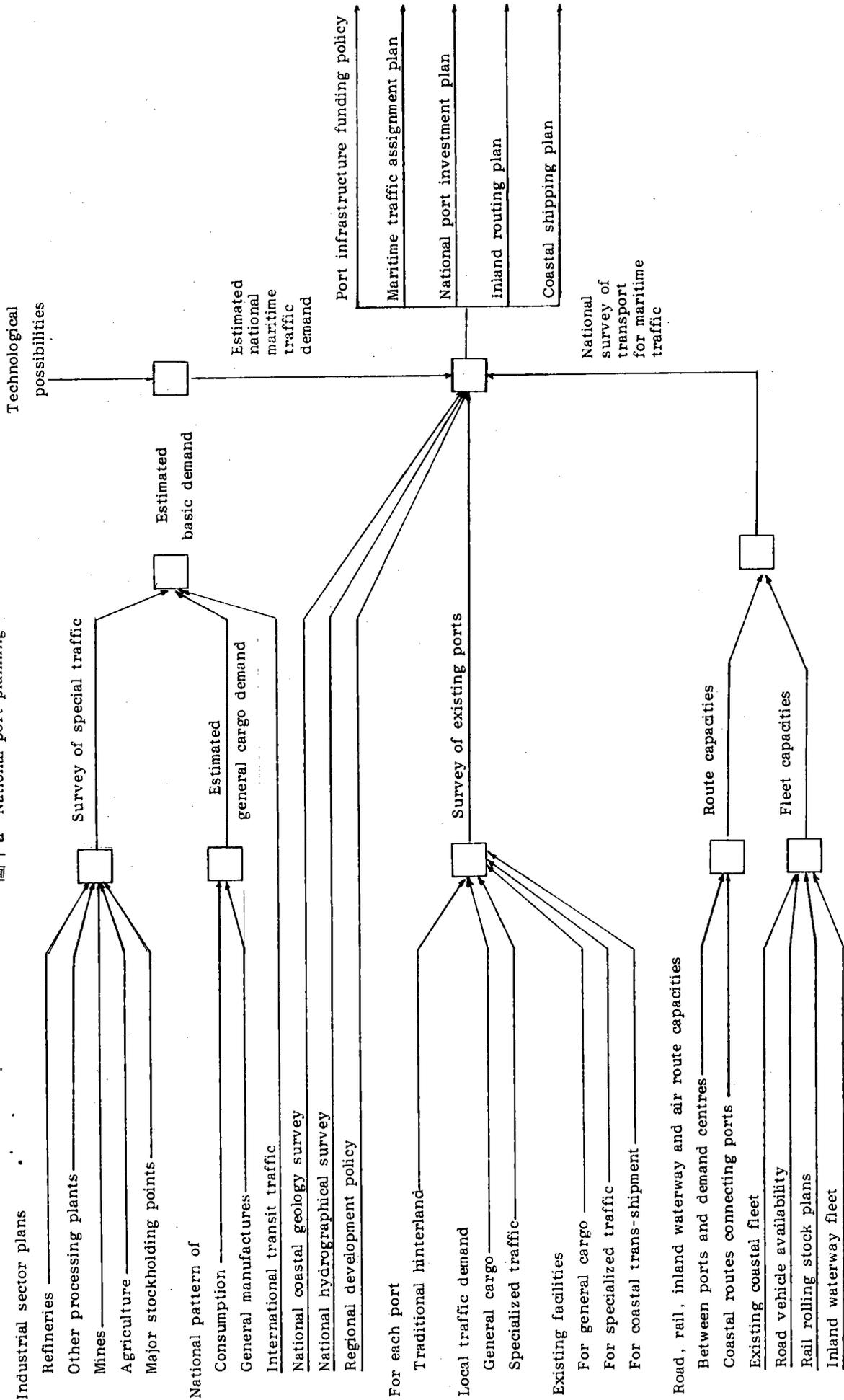


Fig 1-b

A typical port planning sequence

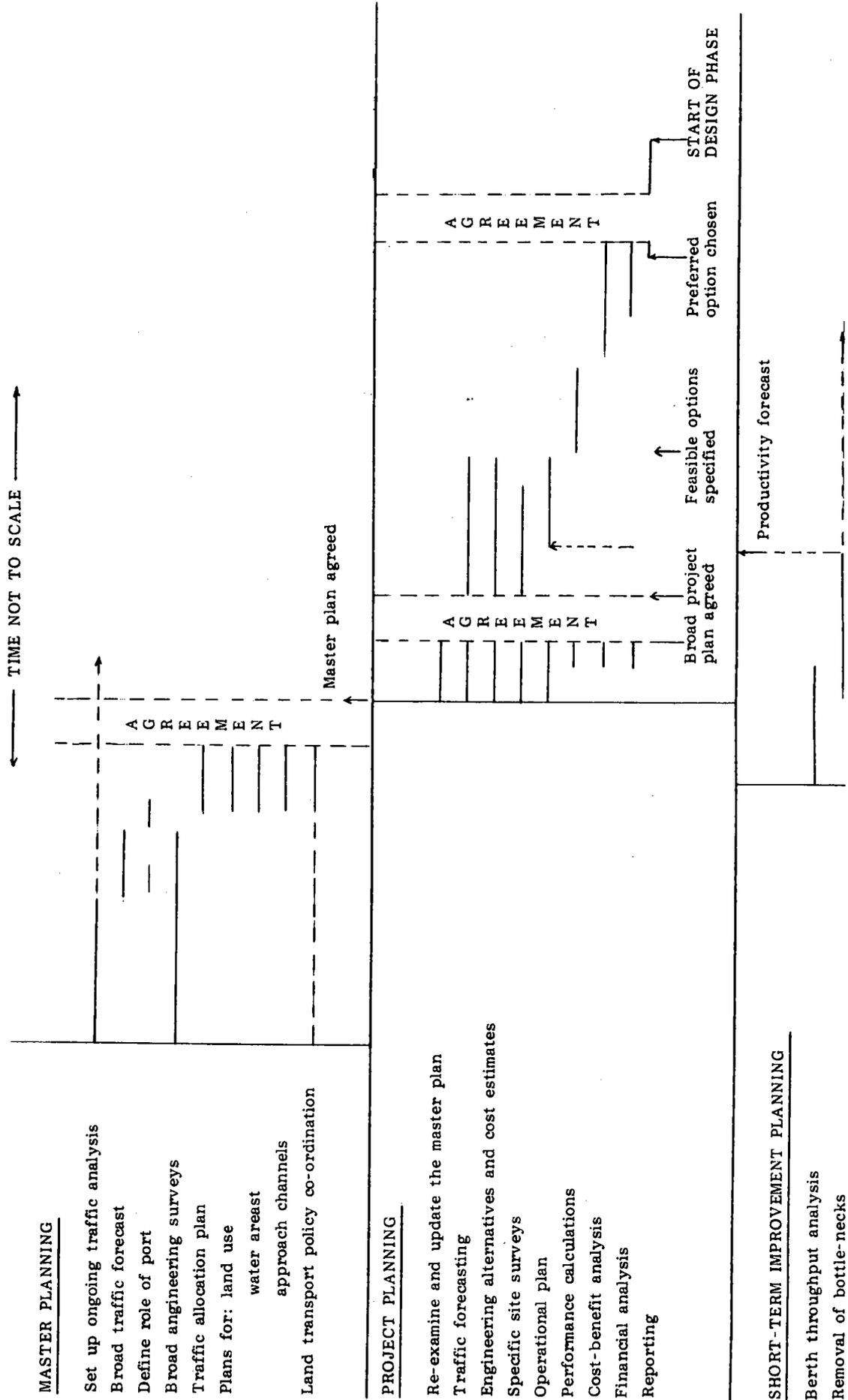


TABLE 1

List of site investigations

Investigation	Physical features studied	Influence on port design
Bathymetric survey or side-scan sonar survey	Water depth Profile, obstacles, wrecks, etc.	Choice of sea approach Location of port installations
Topographic survey	Coastal topography	Type of Port Base of landward access Extent of land areas available
Meteorological survey	Dominant winds (speed, direction duration of gusts) Frequency and severity of storms Visibility Rainfall	Orientation of approach channel, harbour entrance and berths Breakwater design Ship manoeuvring requirements Lost capacity due to interrupted working Navigational aids
Oceanographic and hydrographic surveys	Waves Offshore wave statistics Local wave patterns Storm surge Amplitude Frequency Currents	Breakwater design Profile of channel and harbour bed Profile of banks, beaches and quay walls Orientation of channels, piers, etc. Maintenance dredging needs Quay wall design Requirements for locks and basins

Coastal and estuarine currents (intensity, direction, variations)	Ship manoeuvring requirements
Tidal currents	
Tides	
Mean water level	
Tidal fluctuation (range, statistics)	
Sedimentation	
Littoral drift regime	
Zones of stability, erosion and sedimentation	
River siltation	
Geology	Design of port structures
Seismic sounding of subsoil strata	Design and costing of dredging and reclamation programmes
Subsoil exploration	
Identification of soil	
Engineering properties of rock, etc.	
Penetrability and shearing strength of soft soils	
Physical chemistry of the water	Corrosion of structures
Salinity	Completes the data for sedimentation in- vestigations
Pollution	Provides data for environmental impact study
Turbidity (muddiness)	
Analysis of water prop- erties	
Geotechnical survey (subsoil investigation)	

Environmental impact study	Marine fauna and flora Existing and future uses of land	Effect of port works on different species Interference with fishing Impact of works on agriculture, urban development; leisure activities; historic sites and monuments
----------------------------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Post-Panamax crane data (Source Liftech/Davy Morris/ECT)

Crane Data	Fellxstowe Trinity Terminal (Single Hoist)	VPA/VIT (Dual Hoist)	APL Oakland C-10 (Single Hoist)	Port of Oakland Outer Harbor Terminal (Single Hoist)	ECT Delta Terminal (Dual Hoist)	US Lines Howland Hook (Single Hoist)
Manufacturer	Davy Morris	Kone	MHI	KSEC	Nelcon	Paceco
Capacity (Tons)	40	40	40	50	55	40
Speeds (ft/min)	164/164	170/195	170/205	180/200 (@40 tons)	164/164 (@40 tons)	170/230
Hoisting/Lowering with rated load	410/410	365/365	365/365	360/320	395/395	365/365
Hoisting/Lowering with spreader only	690	500	600	500	690	500
Trolley	150ft 0in (16 wide)	150ft 0in (16 wide)	152ft 0in (16 wide)	150ft 0in (16 wide)	164ft 0in (16 wide)	135ft 0in (15 wide)
Outreach	108ft 0in	50ft 0in	100ft 0in	100ft 0in	115ft 0in	50ft 0in
Gauge	50ft 0in	75ft 0in	50ft 0in	30ft 0in	49ft 0in	75ft 0in
Backreach	108ft 0in	110ft 0in	105ft 0in	100ft 0in	100ft 0in	100ft 0in
Lift Height	91ft 10in	88ft 6in	88ft 0in	85ft 0in	91ft 10in	88ft 6in
Out to out with bumpers free	52ft 6in	58ft 0in	60ft 0in	55ft 0in	53ft 2in	58ft
Clearance between legs	Siemens Analog manual	GE Digital semi-automated	Digital manual	GE Digital manual	Siemens Analog manual	C-H Digital manual
Electrics						

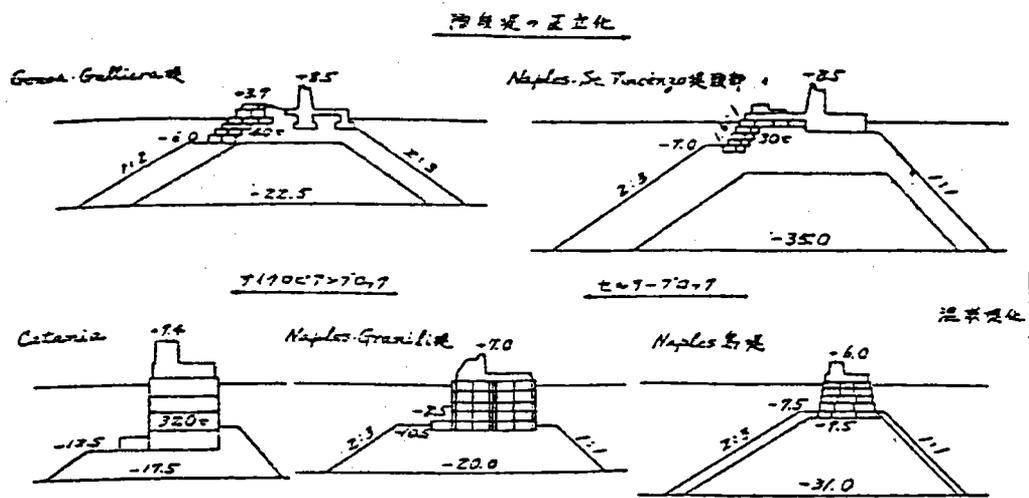


圖 3 防波堤之變遷

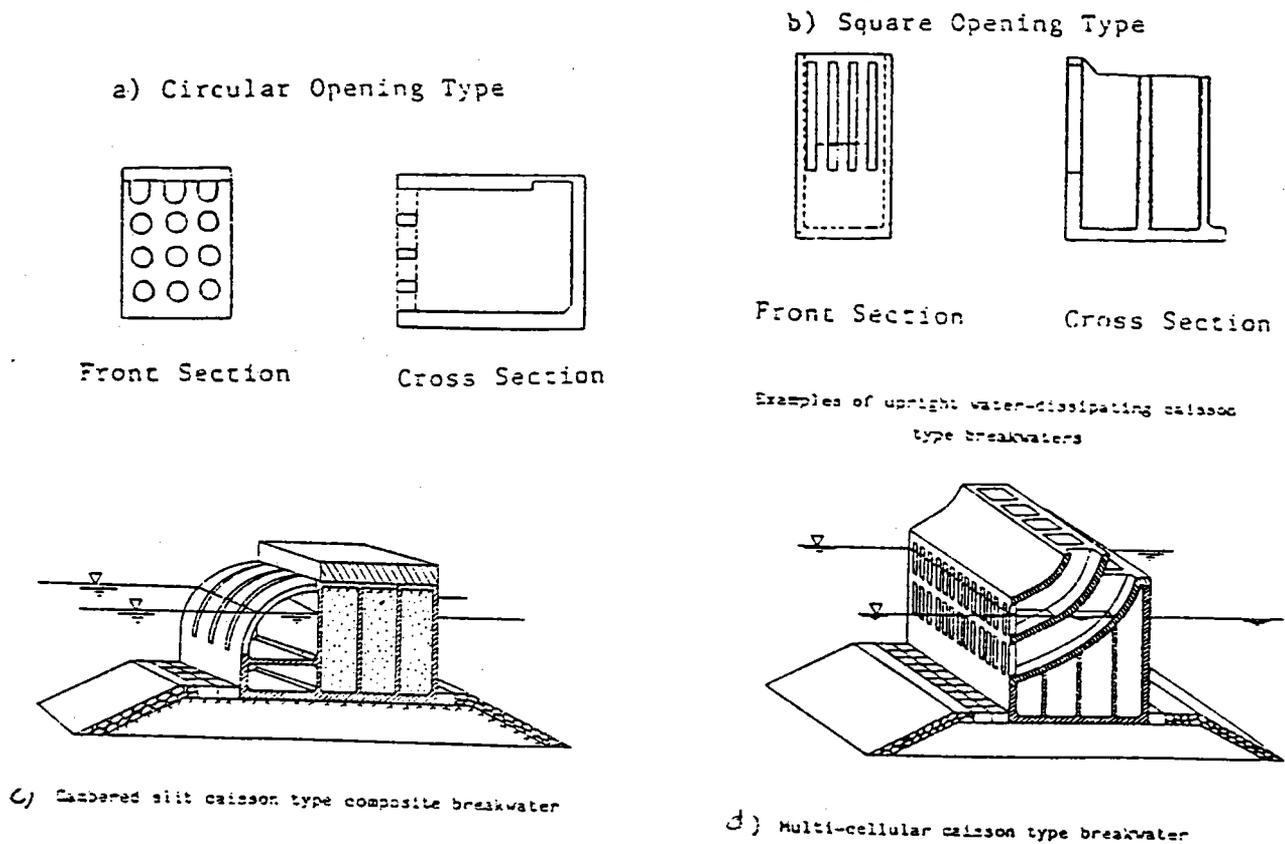


圖 5

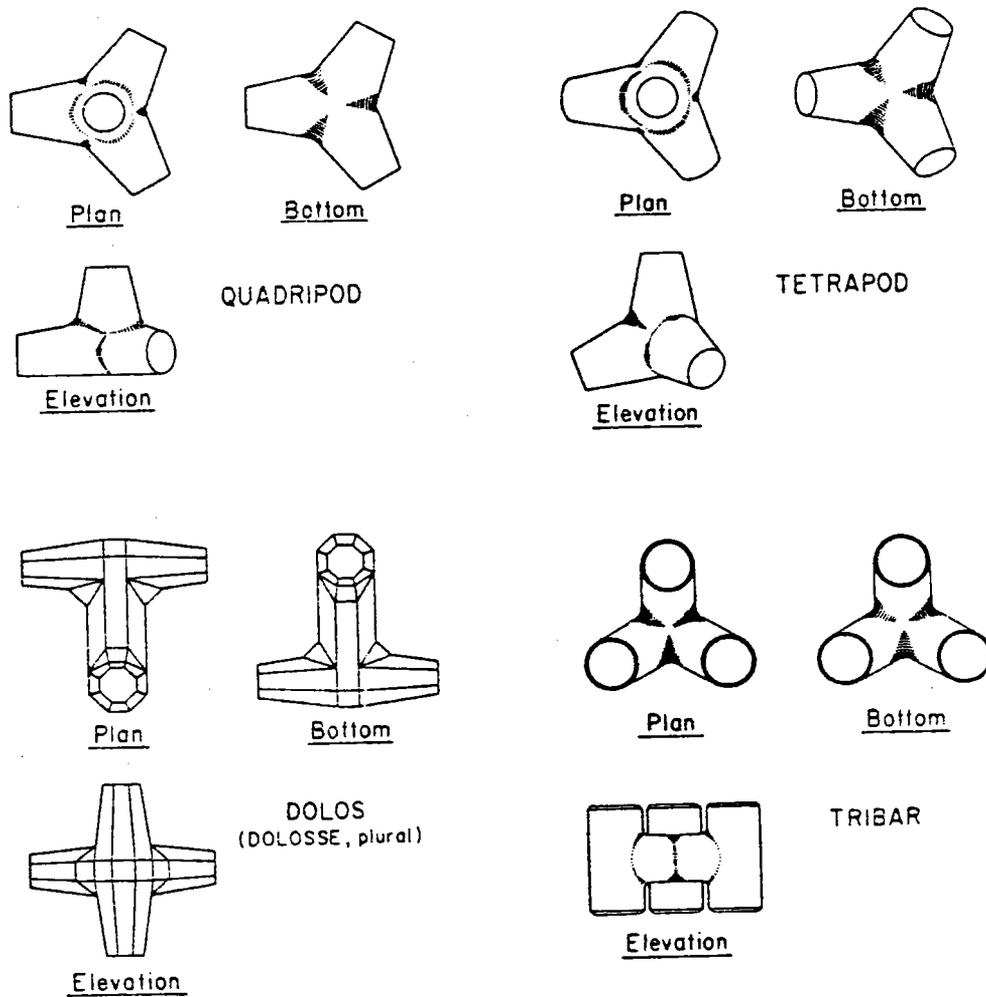


Figure 4 . Views of the tetrapod, quadripod, tribar, and dolos armor units.

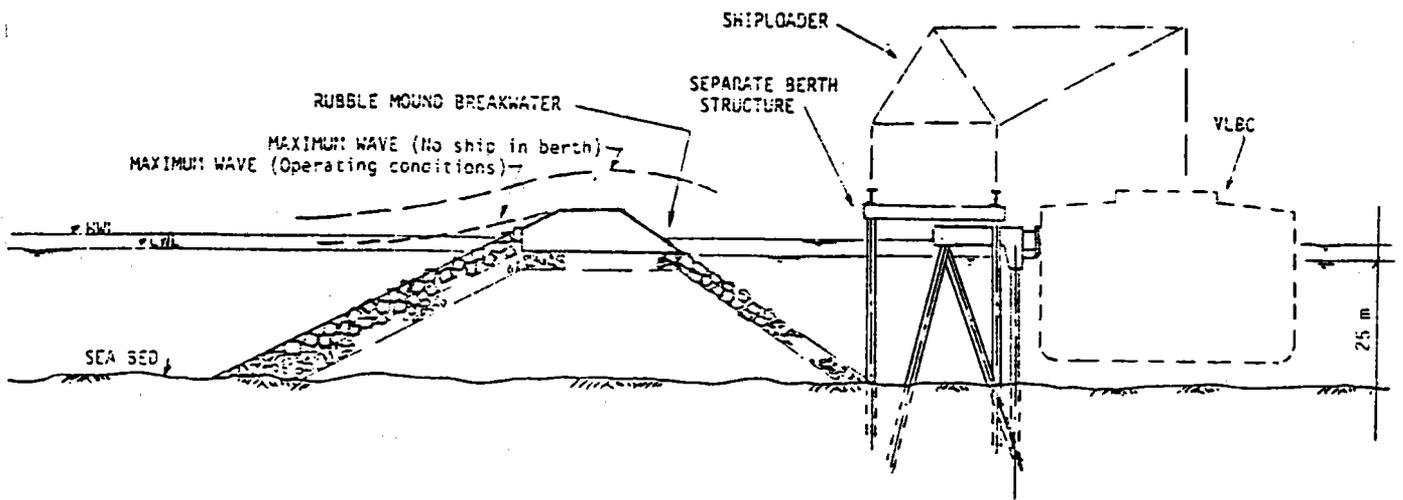


FIGURE a OFFSHORE TERMINAL - RUBBLE MOUND

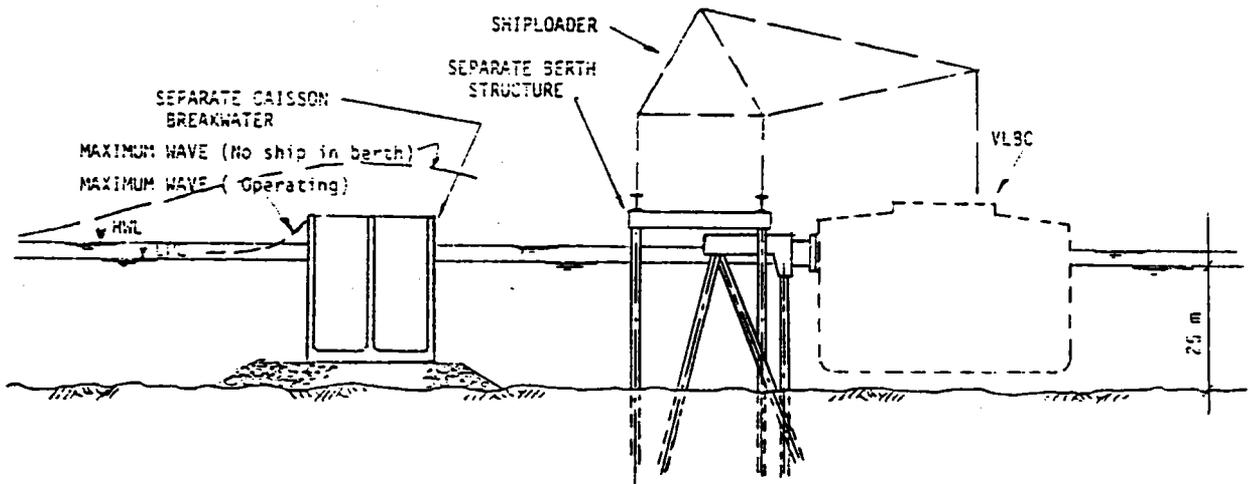


FIGURE b- OFFSHORE TERMINAL - SEPARATE CAISSON BREAKWATER

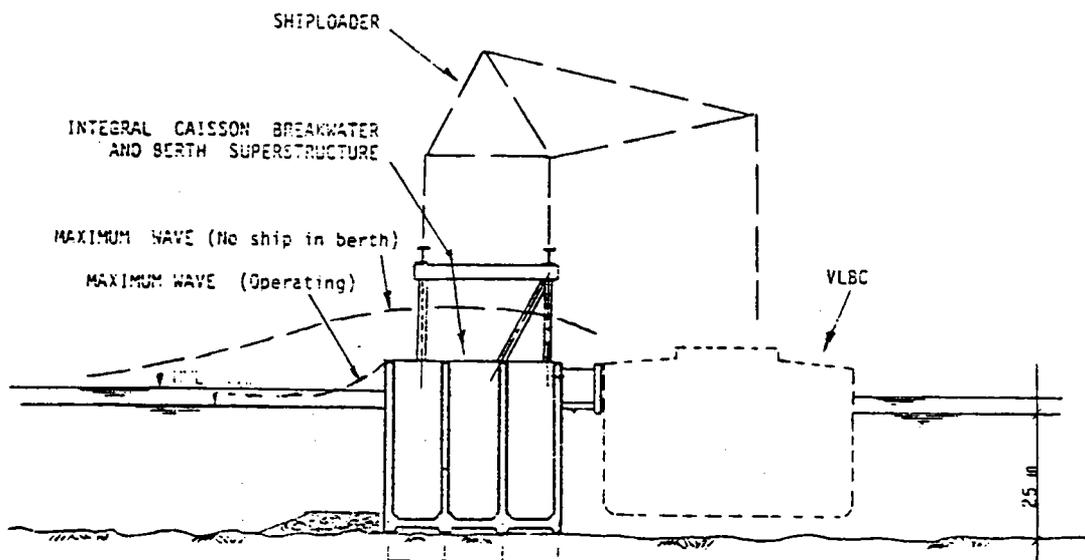


FIGURE c OFFSHORE TERMINAL- Vertical caisson with integral berth

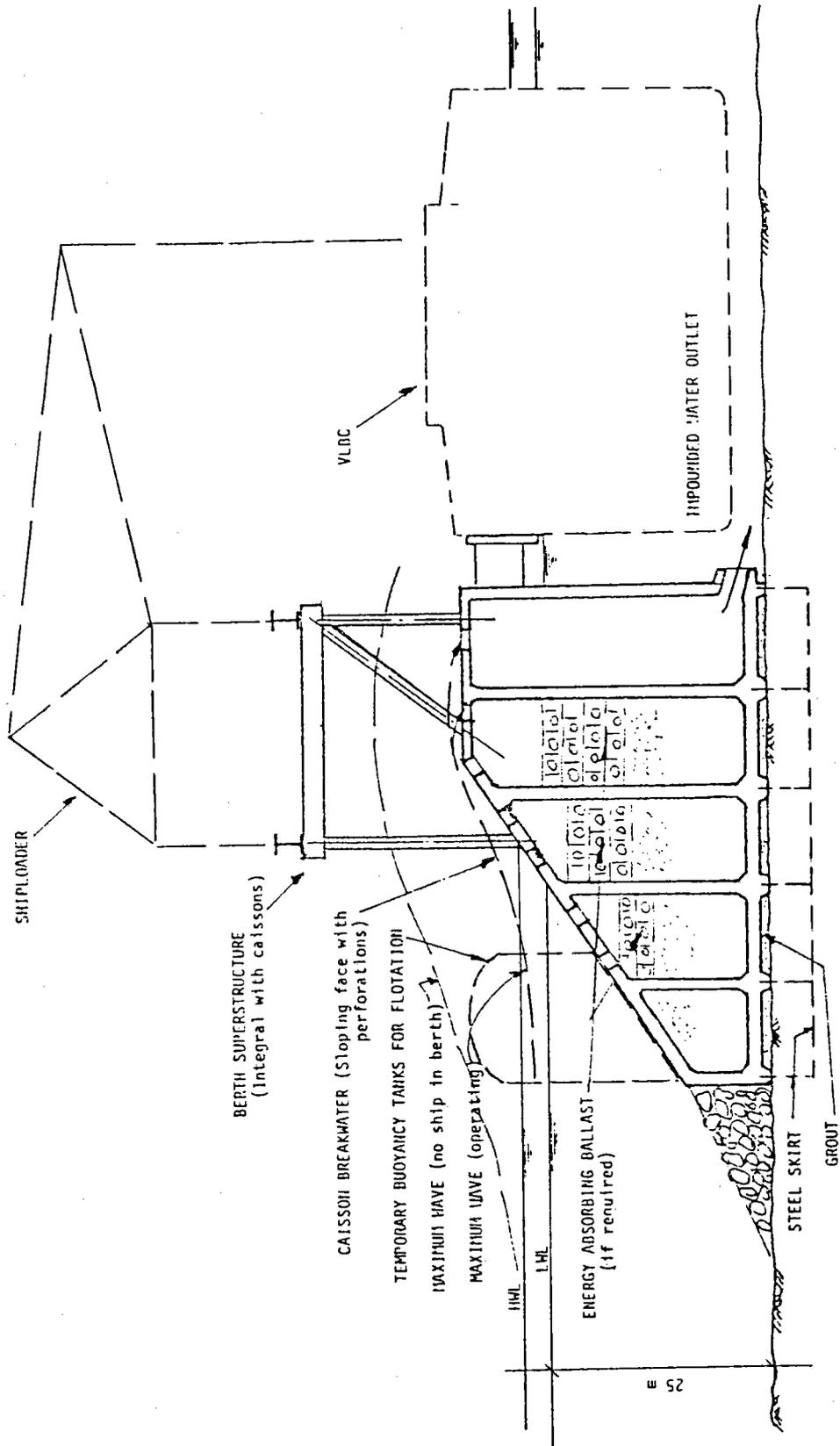


FIGURE 7 OFFSHORE TERMINAL - Sloping face caisson with integral berth

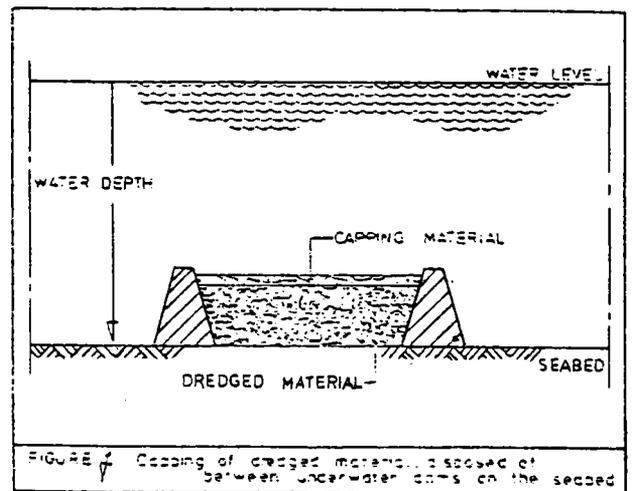
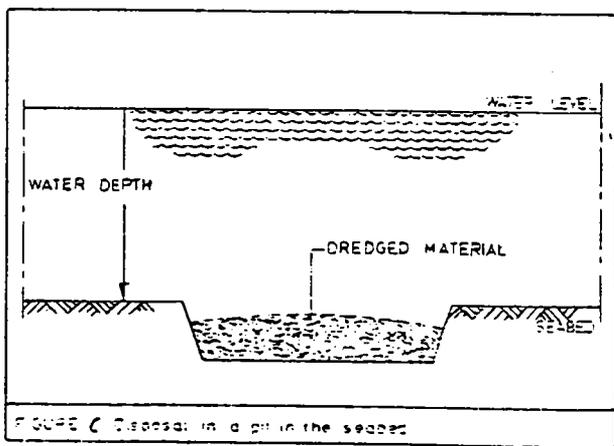
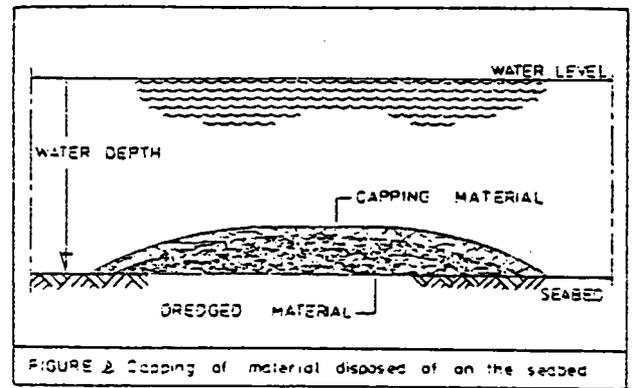
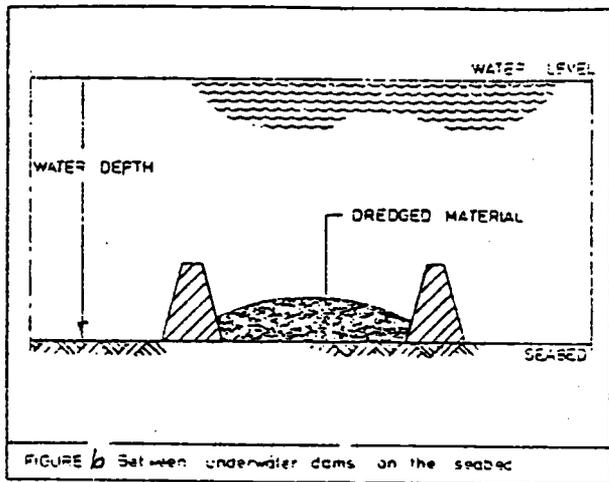
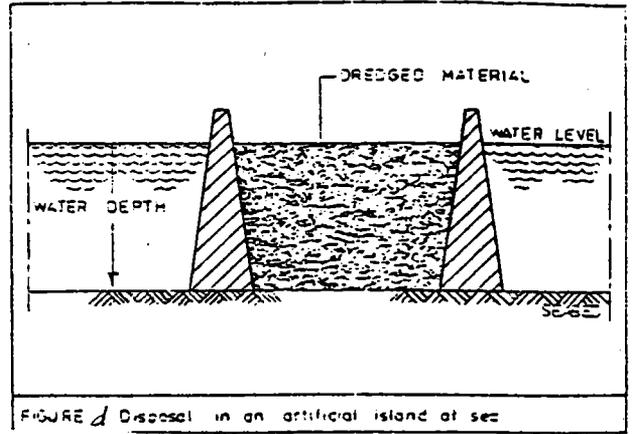
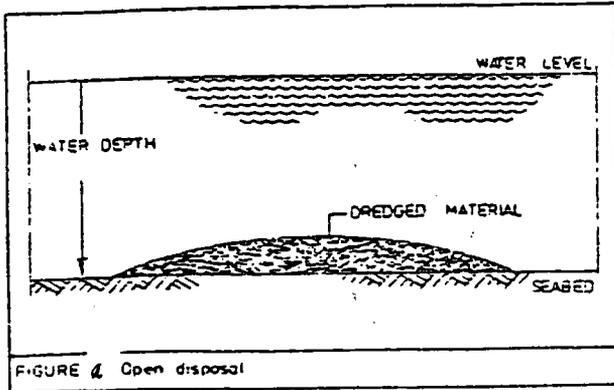


圖 8

