

94-48-7144

MOTC-IOT-93-H1DB001

貨櫃堆積場最適規劃之研究



交通部運輸研究所
國立臺灣海洋大學
合作辦理

中華民國九十四年四月

94-48-7144
MOTC-IOT-93-H1DB001

貨櫃堆積場最適規劃之研究

著者：朱金元、謝幼屏、黃文吉、程培倫
吳勝傑、王昌欽、林文宣

交通部運輸研究所
國立臺灣海洋大學
合作辦理

中華民國九十四年四月

貨櫃堆積場最適規劃之研究

交通部運輸研究所

GPN : 1009401137

定價 300 元

國家圖書館出版品預行編目資料

貨櫃堆積場最適規劃之研究 / 朱金元等著. —
初版. -- 臺北市：交通部運研所， 民 94
面； 公分
參考書目：面
ISBN 986-00-0899-X(平裝)

1. 港埠 — 管理

557.52

94006739

貨櫃堆積場最適規劃之研究

著 者：朱金元、謝幼屏、黃文吉、程培倫、吳勝傑、
王昌欽、林文宣

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw（中文版/中心出版品）

電 話：(04)26587176

出版年月：中華民國九十四年四月

印 刷 者：萬達打字印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定 價：300 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

三民書局重南店：台北市重慶南路一段 61 號 4 樓•電話：(02)23617511

三民書局復北店：台北市復興北路 386 號 4 樓•電話：(02)25006600

國家書坊台視總店：台北市八德路三段 10 號 B1•電話：(02)25787542

五南文化廣場：台中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市中正路二段 5 號•電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號 3 樓•電話：(07)3324910

GPN：1009401137

ISBN：986-00-0899-X(平裝)

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：貨櫃堆積場最適規劃之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 986-00-0899-X（平裝）	政府出版品統一編號 1009401137	運輸研究所出版品編號 94-48-7144	計畫編號 93-H1DB001
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：朱金元 研究人員：謝幼屏 聯絡電話：04-26587117 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：國立臺灣海洋大學 計畫主持人：黃文吉 研究人員：程培倫、吳勝傑、王昌欽、林文宣 地址：基隆市北寧路 2 號 聯絡電話：02-24622192-6122		研究期間 自 93 年 3 月 至 93 年 11 月
關鍵詞：貨櫃堆積場；機具數；貨櫃集散站			
摘要： 港埠單位在面對貨櫃船大型化、高運量，以及航商要求貨櫃場在短時間內能夠處理大量貨櫃之需求下，如何在有限之土地面積發揮最大能量，以滿足航商之需求刻不容緩。以往最適碼頭規劃相關研究，大多只做到最適船席數或者進一步做到船席機具數之研究，缺乏包含船席數、最適機具數、貨櫃碼頭不同營運方式、貨櫃堆積場不同裝卸作業選擇方式、進出口車道數、CFS、聯外道路等作完整的一貫化基地最佳配置。 因此本研究之主要目的為： 1. 建立貨櫃船大型化下之貨櫃堆積場作業方式選擇及面積規劃方式。 2. 各種貨櫃碼頭營運方式之優缺點比較分析。 3. 求得各種堆積場作業方式之最適主要機具數。 4. 了解設置 CFS 於港區內外，對於貨櫃碼頭規劃之影響。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
94 年 4 月	284	300	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 限閱 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密【限】條件：☐ 年 月 日解密，☐ 公布後解密，☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密，☐ 另行檢討後辦理解密） ■ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Optimal Planning of Container Yard			
ISBN (OR ISSN) ISBN 986-00-0899-X (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009401137	IOT SERIAL NUMBER 94-48-7144	PROJECT NUMBER 93-H1DB001
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Yuan Chu PROJECT STAFF: Yu-Ping Hsieh, PHONE: (04) 26587117 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM March 2004 TO November 2004
RESEARCH AGENCY: National Taiwan Ocean University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wen-Chih Huang PROJECT STAFF: Pei-Lun Cheng, Sheng-Chieh Wu, Chang-Chin Wang, Wen-Hsuan Lin ADDRESS: No. 2, Pei-Ning Rd., Keelung, Taiwan 202 (R.O.C.) PHONE: (02) 24622192 ext 6122			
KEY WORDS: Container yard; Number of crane; CFS			
ABSTRACT: Under the tendency of developing large-scale and high capacity containerships, the demand of dealing with mass containers during a short time period becomes crucial. How to effectively utilize the yard capacity with limited land space is an urgent problem to the port authorities. In the past, the optimum planning studies on port have generally focused on the optimum berths and/or numbers of cranes, but lacked a series of studies on the optimum layout of the container yard involving optimum numbers of berths, optimum numbers of cranes, CFS, connecting roads...etc. Therefore, the main purposes of this Project are listed as follows: 1. To establish the methods to choose the optimum ways for loading or unloading operation, and to plan the area of container yard under the tendency of developing large-scale containerships. 2. To analyze the advantages and disadvantages of various port operation systems. 3. To calculate the optimum numbers of main cranes in various port operation systems. 4. To investigate the impact of locating the CFS inside or outside the port on container yard planning.			
DATE OF PUBLICATION April 2005	NUMBER OF PAGES 284	PRICE 300	CLASSIFICATION ☐ SECRET ☐ CONFIDENTIAL ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

貨櫃堆積場最適規劃之研究

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
表目錄.....	V
圖目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究緣起.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-2
1.3 研究範圍與對象.....	1-2
1.4 研究方法.....	1-2
1.5 研究內容與流程.....	1-3
第二章 貨櫃碼頭營運方式之比較分析.....	2-1
2.1 各種貨櫃碼頭營運方式之說明與探討.....	2-1
2.2 不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較.....	2-11
第三章 台灣地區及亞太鄰近主要港埠貨櫃堆積場之作業方式分析.....	3-1
3.1 各種貨櫃堆積場作業方式之說明.....	3-1
3.2 亞太鄰近主要港埠貨櫃堆積場之作業方式分析.....	3-13
3.3 台灣地區主要港埠貨櫃堆積場之作業方式分析.....	3-40
3.4 各類貨櫃堆積場作業方式綜合分析.....	3-46

第四章	現代化貨櫃堆積場之最適規劃	4-1
4.1	貨櫃堆積場基本作業流程分析	4-1
4.2	貨櫃堆積場面積及規劃之考量因素及方法	4-6
4.3	高雄港貨櫃堆積場基本資料分析	4-20
4.4	模擬模式基本資料分析	4-23
4.5	模擬模式構建	4-40
4.6	模擬模式驗證	4-67
4.7	貨櫃堆積場合理面積分析	4-78
第五章	貨櫃堆積場最適機具數目分析	5-1
5.1	貨櫃堆積場主要裝卸機具之基本資料分析	5-1
5.2	超大型船對裝卸機具之影響分析	5-10
5.3	貨櫃堆積場最適機具數目分析	5-20
第六章	CFS 位置對於貨櫃堆積場規劃及作業之影響分析	6-1
6.1	CFS 之功能與定位	6-1
6.2	設置 CFS 於港區內外，對於貨櫃堆積場規劃之影響	6-11
第七章	結論與建議	7-1
7.1	結論	7-1
7.2	建議	7-4
參考文獻		8-1
附錄一	簡報資料	附 1-1
附錄二	審查意見	附 2-1

表目錄

表 2.1.1	貨櫃碼頭營運方式之說明與探討.....	2-2
表 2.2.1	不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較.....	2-13
表 2.2.1	不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較(續).....	2-14
表 2.2.2	政府與民間營運主體下之適用時機.....	2-15
表 2.2.3	不同貨櫃碼頭營運方式適用時機.....	2-16
表 3.1.1	各種作業方式優缺點說明.....	3-12
表 3.1.1	各作業方式優缺點說明(續).....	3-13
表 3.2.1	新加坡貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-16
表 3.2.2	貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-16
表 3.2.3	香港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-18
表 3.2.4	香港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-19
表 3.2.5	上海貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-22
表 3.2.6	上海港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-23
表 3.2.7	廈門貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-24
表 3.2.8	廈門港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-25
表 3.2.9	釜山港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-27
表 3.2.10	釜山港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-28
表 3.2.11	東京港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-32
表 3.2.12	東京港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-34
表 3.2.13	神戶港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-36

表 3.2.14	神戶港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-37
表 3.2.15	深圳港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-39
表 3.2.16	深圳港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-39
表 3.3.1	基隆港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-41
表 3.3.2	基隆港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-42
表 3.3.3	台中港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-42
表 3.3.4	台中港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-43
表 3.3.5	高雄港貨櫃碼頭之作業方式表.....	3-45
表 3.3.6	高雄港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表.....	3-45
表 3.4.1	貨櫃堆積場作業方式考慮因素.....	3-46
表 3.4.2	亞洲主要港埠貨櫃堆積場基本資料與作業方式比較表	3-49
表 4.2.1	貨櫃場使用各類裝卸機具之建議堆櫃高度 (層).....	4-9
表 4.2.2	不同之作業方式堆積場所需面積.....	4-16
表 4.3.1	高雄港貨櫃碼頭基本資料表.....	4-20
表 4.3.1	高雄港貨櫃碼頭基本資料表(續).....	4-21
表 4.4.1	陽明 70 號碼頭基本資料.....	4-24
表 4.4.2	各班制及服務區配置之跨載機數.....	4-25
表 4.4.3	各班制之堆高機數.....	4-25
表 4.4.4	各貨櫃櫃種佔有比例表.....	4-35
表 4.6.1	模擬模式驗證項目表.....	4-69
表 4.6.2	貨櫃堆積場系統效能改善敏感度分析表.....	4-75

表 4.7.1	2003-2004 年 8000TEU 以上「超巴拿馬型極限型」貨櫃船整理表.....	4-83
表 4.7.2	軌道式門型起重機（12+4+4）作業法貨櫃場地表櫃位數分析.....	4-86
表 4.7.3	貨櫃場地表櫃位數比較分析.....	4-88
表 4.7.4	貨櫃場地表櫃位面積比較分析.....	4-88
表 4.7.5	不同 8000TEU 船舶增加比例下之堆積場合理面積模擬結果.....	4-90
表 5.1.1	跨載機規格（MITSUBISHI）.....	5-2
表 5.1.2	RMG 貨櫃堆積場相關規劃分析表.....	5-5
表 5.1.3	RMG 規格統計表.....	5-6
表 5.1.4	RTG 貨櫃堆積場規劃分析表.....	5-8
表 5.1.5	RTG 規格統計表.....	5-9
表 5.2.1	轉運中心港口之貨櫃起重機台車和吊升速度表.....	5-12
表 5.2.2	岸邊起重機裝卸速度百分比彙整表.....	5-13
表 5.2.3	超巴拿馬起重機之速度表.....	5-13
表 5.2.4	先進櫃場與自動化使用案例.....	5-18
表 5.3.1	貨櫃場主要機具特性比較表.....	5-20
表 5.3.2	貨櫃基地作業系統之機具配置.....	5-21
表 5.3.3	總成本函數 TC 之各項系統參數彙整表.....	5-24
表 5.3.4	8000TEU 船舶比例調整下之合理機具數方案及成本函數 TC 代號及成本函數值.....	5-26
表 6.1.1	CFS、多國拆併櫃中心與國際物流中心之比較.....	6-6

表 6.1.2	運籌管理體系發展階段與類型特性分析.....	6-10
表 6.2.1	CFS 貨櫃比例增加對管制站閘門(Gate)進出車輛數之影響	6-17
表 6.2.2	CFS 貨櫃比例增加對堆積場內部拖車運送空櫃次數之影響	6-19

圖目錄

圖 1.4.1	研究流程	1-4
圖 2.1.1	貨櫃碼頭營運方式整理	2-1
圖 3.1.1	車架作業法	3-2
圖 3.1.2	跨載機作業方式	3-4
圖 3.1.3	輪胎式門型起重機作業貨櫃場	3-6
圖 3.1.4	軌道式門型起重機作業貨櫃場	3-8
圖 3.1.5	堆高機法	3-9
圖 3.1.6	貨櫃碼頭作業系統流程圖	3-9
圖 3.1.6	貨櫃碼頭作業系統流程圖(續)	3-10
圖 3.2.1	丹戎巴葛碼頭與布拉尼碼頭	3-14
圖 3.2.2	上海貨櫃碼頭有限公司貨櫃碼頭一景	3-21
圖 3.2.3	上海外高橋保稅區	3-22
圖 3.2.4	釜山港港區區位圖	3-25
圖 3.2.5	東京港三大貨櫃中心位置圖	3-29
圖 3.2.6	東京港貨櫃碼頭一景	3-29
圖 3.2.7	大井貨櫃中心	3-30
圖 3.2.8	青海貨櫃中心	3-31
圖 3.2.9	神戶港貨櫃碼頭區域圖	3-35
圖 3.2.10	鹽田港港區圖	3-38
圖 3.4.1	貨櫃儲放方式與「儲存容量」及「存取可及性」之關係	3-48

圖 4.1.1	進口貨櫃作業流程.....	4-4
圖 4.1.2	出口貨櫃作業流程.....	4-5
圖 4.2.1	SC 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖.....	4-11
圖 4.2.2	使用 RMG 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖	4-12
圖 4.2.3	使用 RTG 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖.....	4-13
圖 4.2.4	貨櫃場堆放面積之圖表法.....	4-17
圖 4.4.1	船舶到達間距分佈.....	4-26
圖 4.4.2	高雄港#70 碼頭不分船型之輸入資料.....	4-27
圖 4.4.3	高雄港#70 碼頭依船型分類之每船卸櫃量分佈.....	4-28
圖 4.4.4	高雄港#70 碼頭依船型分類之每船裝櫃量分佈.....	4-29
圖 4.4.5	高雄港陽明 # 70 碼頭每吊桿毛效率之特性分佈.....	4-30
圖 4.4.6	高雄港陽明 # 70 碼頭每船使用吊桿數之特性分佈	4-31
圖 4.4.7	陽明 # 70 碼頭配置.....	4-32
圖 4.5.1	模擬模式研究流程圖.....	4-45
圖 4.5.2	港埠貨物轉運系統之基本架構.....	4-47
圖 4.5.3	貨櫃堆積場模擬主架構流程圖.....	4-51
圖 4.5.4	貨櫃堆積場模擬主架構子模式圖型流程.....	4-52
圖 4.5.5	卸櫃作業模擬流程圖.....	4-54
圖 4.5.6	卸櫃作業子模式圖型流程.....	4-55
圖 4.5.7	裝櫃作業模擬流程圖.....	4-58
圖 4.5.8	裝櫃作業子模式圖型流程.....	4-59

圖 4.5.9	拖車提領貨櫃模擬流程圖.....	4-62
圖 4.5.10	拖車提領作業子模式圖型流程.....	4-63
圖 4.5.11	拖車交付貨櫃子模式.....	4-65
圖 4.5.12	拖車交付貨櫃模擬流程圖.....	4-66
圖 6.1.1	運籌管理三個階段六種類型概念圖.....	6-9

第一章 緒論

1.1 研究緣起

近年政府積極發展全球運籌計劃，於海運專業中心部份，現階段目標為發展台灣成為東亞地區貨櫃轉口及相關附加價值活動之集中地點，以暢通台灣與東亞地區貨物運輸，增強台灣作為亞太地區商業中心的功能，並發揮支援製造中心發展的作用。在具體做法上，係以高雄港為主，基隆港及台中港為輔，從事軟、硬體的港埠建設，並設置境外航運中心。航商為了在競爭激烈之海運市場永續生存並繁榮壯大，不斷的透過結盟、合併、收購來形成更強大之個體，這股風潮形成後，為了提高整體之營運績效，紛紛利用更大型之貨櫃船來停靠少數之軸心港，再以較小型之貨櫃船來裝載區域間之貨櫃。

為了吸引大型航商來台灣靠，港埠之經營者就必須投資更新更有效率之機具及碼頭。近年來日本、韓國、中國大陸相繼大幅擴建貨櫃碼頭並安置新型岸上貨櫃起重機以因應未來貨櫃母船大型化之靠泊需求，反觀高雄港卻未積極擴建貨櫃碼頭，對高雄港未來之發展形成嚴厲的挑戰。台灣若欲發展成為亞太海運轉運中心，須具備堅強之轉運功能。無論對大陸沿海港口如廈門、福州等，或長江內河港如武漢等，都有直接運輸之利益與加強之必要。甚至對亞洲區域間之連繫，或跨區域性大型貨櫃船之主要航線，勢必不可缺少集散轉運之經濟快速運送能力。港埠單位在面對貨櫃船大型化、高運量，以及航商要求貨櫃場在短時間內能夠處理大量貨櫃之需求下，如何在有限之土地面積發揮最大能量，以滿足航商之需求就刻不容緩。

以往對於貨櫃碼頭之相關研究大多著重於如何促進貨櫃碼頭作業效率之管理，比較缺少最適碼頭規劃方面之研究。即使有最適碼頭規劃相關研究，大多只做到最適船席數或者進一步做到船席機具數之研究，缺乏包含船席數、最適機具數、貨櫃碼頭不同營運方式、貨櫃堆積場不同裝卸作業選擇方式、進出口車道數、CFS、聯外道路等作完整

的一貫化基地最佳配置。因此，本計畫即擬針對上述課題，進行相關研究分析。

1.2 研究目的

本研究之主要目的為：

1. 各種貨櫃碼頭營運方式之優缺點比較分析。
2. 建立貨櫃船大型化下之貨櫃堆積場作業方式及面積規劃方式。
3. 求得各種堆積場作業方式之最適主要機具數。
4. 了解設置 CFS 於港區內外，對於貨櫃碼頭規劃之影響。

1.3 研究範圍與對象

本研究係以「貨櫃堆積場」為主要研究範圍，針對貨櫃堆積場的最適規劃進行探討，其最適規劃包含了碼頭後線的長度、最適機具數、機具的配置...等，並就各種貨櫃堆積場之作業方式及各主要港口碼頭營運方式做一分析比較，再針對 CFS 位置對於貨櫃堆積場規劃及作業之影響進行深入之探討分析。最後更以台灣地區的貨櫃碼頭為對象進行實際的案例分析。

1.4 研究方法

本研究所採用之方法如下：

1. 統計方法之應用：

本研究所需之資料除引用相關文獻外，模式相關數據主要透過調查與訪談獲得並應用統計方法來分析，重要資料項目包括：船舶到達間隔時間、平均每船裝卸櫃量、船舶長度、船舶吃水深度、船舶到達時間、船舶在港作業時間、使用機具數、裝卸效率等資料。本研究

將資料作統計與機率分析。同時為使輸入參數能符合現況資料，將用實證分配(Empirical Distribution)來代表，以確保模擬模式的精確度。

2. 系統模擬方法：

一般對於港埠系統的研究中，所採用的方法大致可分為作業研究與系統模擬兩種。為建立能充分說明目前現況之模式，本研究將採系統模擬方法進行。

1.5 研究內容與流程

本研究首先根據背景分析及研究目的確定範圍及研究內容。其次蒐集相關文獻與資料，並依據所蒐集之資料，進行貨櫃碼頭營運制度之比較分析。本研究亦針對臺灣及亞太鄰近地區港埠之貨櫃堆積場作業方式進行整理與分析，歸納出現代化貨櫃堆積場作業方式的發展趨勢，以作為本研究貨櫃堆積場規劃之依據。另外，貨櫃碼頭機具數目分析及貨櫃集散站(CFS)位置對貨櫃堆積場作業的影響亦為本研究的重點。最後，依據研究結果研提結論與建議。

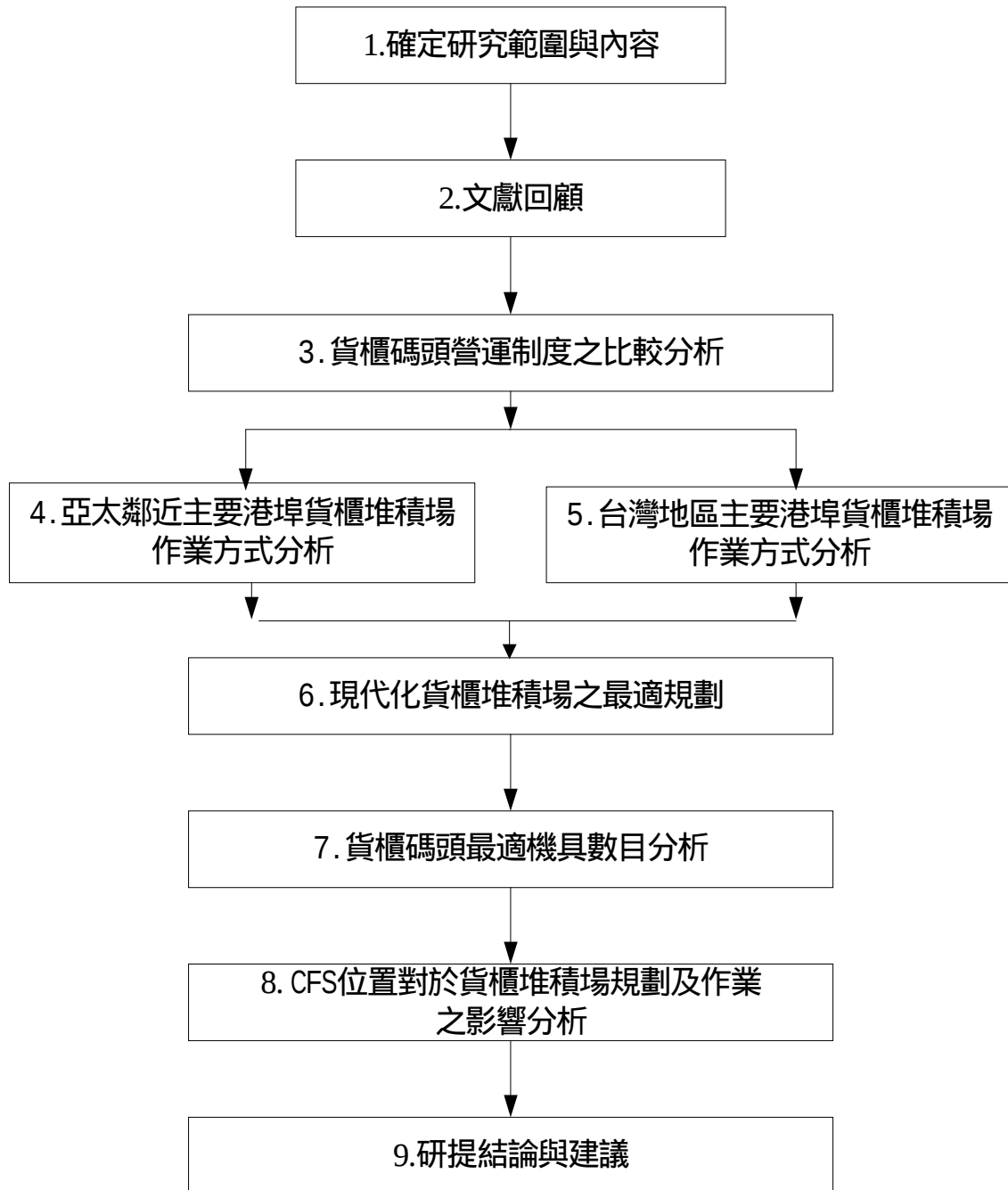


圖 1.4.1 研究流程

第二章 貨櫃碼頭營運方式之比較分析

本章主要蒐集國內外主要港埠貨櫃碼頭之營運方式，進行整理、說明及分類，然後從不同的影響層面，進行各種碼頭營運方式優、缺點之比較分析，並提出各種營運方式之適用條件，以作為未來國內港埠後續發展方向之參考。

2.1 各種貨櫃碼頭營運方式之說明與探討

整體而言，貨櫃碼頭營運方式，可區分為政府營運及民間營運兩大類，其中，又可根據其經營上是否擁有自有船隊，將民間營運方式，區分為航商經營與民營貨櫃基地營運者營運兩類。本研究參考相關文獻及整理亞洲主要港埠貨櫃碼頭的營運方式，將貨櫃碼頭營運方式依營運方式與是否自有船隊，細分為六種類型(參見圖 2.1.1)，包括一般公用碼頭、碼頭出租航商專用、航商聯合經營、航商參與貨櫃基地營運者營運、民營貨櫃基地營運者(Terminal Operators)營運等，碼頭出租航商專用 (B1)，為航商和港口簽訂專用碼頭長期租約，而航商參與貨櫃基地營運者營運 (B3)，為航商成立碼頭裝卸公司供各航商靠泊，或航商與碼頭經營者合資成立公司，民營貨櫃基地營運者營運 (C1)，為由民間公司或由政府經營民營化之公司經營港區貨櫃裝卸業務。各種方式的說明、差異，以及亞洲港埠、貨櫃碼頭的歸類，詳如表 2.1.1 所示。以下簡要介紹亞洲主要港埠的營運方式與發展。

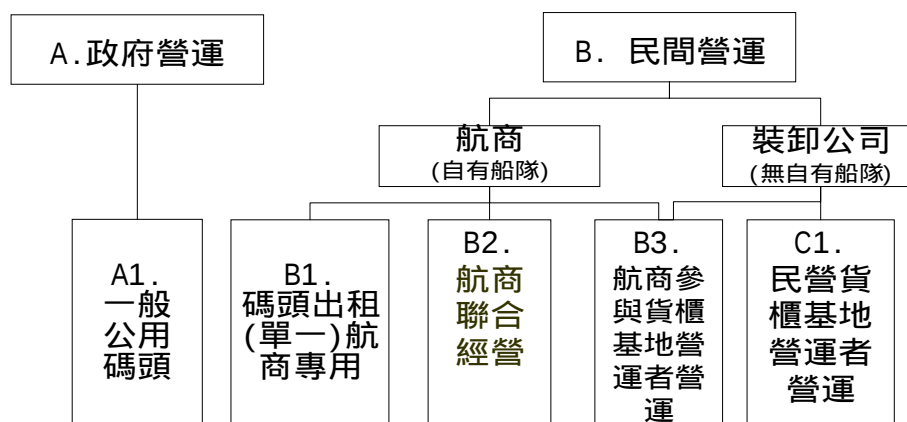


圖 2.1.1 貨櫃碼頭營運方式整理

表 2.1.1 貨櫃碼頭營運方式之說明與探討

營運方式	說 明	港埠、貨櫃碼頭
A1、一般公用碼頭	在政府經營港埠方式下，航商共用貨櫃碼頭設施裝卸貨櫃並支付公用費率，通常船舶以先到先靠為原則，並無優先使用權利(亦可購買優先權)，如因船舶到港之數量大，港埠之貨櫃船等候作業時間拉長，造成貨櫃運輸等候成本的增加，可以優先靠泊方式營運，此營運方式裝卸等各項費用採公用費率計算(亦可與航商訂定超過特定裝卸量的優惠費率)。	新加坡(1997 年前 PSA)、釜山港、基隆港、台中港、高雄港、基隆港
B1、碼頭出租(單一)航商專用	由政府授權民間經營港埠方式下，航商和港埠簽訂專用碼頭長期租約，並依合約規定支付租金及使用費，具有船舶靠泊專用權或優先權。航商亦可依合約規定購置部分機具設備，用以抵償租金或使用費。	高雄港、基隆港、神戶港、橫濱港、東京港、台中港
B2、航商聯合經營	由政府授權民間經營港埠方式下，聯營碼頭作業方式係因船舶大型化，碼頭長度不足，航商的碼頭船席不一定相連等因素，造成船席無法彈性運用和機具無法靈活調度，貨櫃轉運不易等問題的衍生，而發展的碼頭互用經營方式。	高雄港
B3、航商參與貨櫃基地營運者營運	由民間經營港埠方式下，航商成立碼頭裝卸公司供所有航商靠泊，或航商與民營貨櫃基地營運者合資成立公司，共同投資於碼頭之建設與機具設備之設置，港埠當局收取權利金與部分比例裝卸費用收入(視合約條件規定)，碼頭不僅供自己公司船舶靠泊裝卸使用外，並可提供其他航商靠泊裝卸服務。航商經營港埠管理且自有船隊、特定航線、及一定的貨櫃量，此亦為港埠當局增加港埠貨櫃量的一項作法。	上海港洋山深水港區(中海碼頭、現代貨箱)、蛇口港、深圳港(CCT)、新加坡(COSCO)、馬來西亞 PTP、台北港(長榮、陽明、萬海)、青島(中遠、快桅、鐵行)
C1、民營貨櫃基地營運者營運	由民間經營港埠方式下，碼頭經營公司規劃、建設、經營與管理港埠，並直接投資於碼頭之建設與機具設備之設置。	香港、廈門港、深圳港、上海、天津、新加坡(1997 年後 PSA)

2.1.1 新加坡港

新加坡港原來由新加坡港務局(Port of Singapore Authority, 以下簡稱 PSA)全權管理和營運,業務包含港埠費的收取、港灣相關法令、規則的制定、港埠的整備、港內的船舶運航管理、貨物處理和保管、燃料及補給品供給、領港等,船公司和其他的私人企業一概無從參與。

1996 年新加坡設立海事港灣局(Maritime and Port Authority, 以下簡稱 MPA),將新加坡港船舶出入、航行安全、港埠環境管理、以及港埠相關法令、規則制定,港灣費用收取改定許可等公有機能,納入管轄範圍。隨著世界各國國營單位民營化的潮流,PSA 在 1997 年 10 月 1 日改名為 PSA Corporation Ltd.成為民營碼頭經營公司,執行港埠的營運業務。而 PSA 現在除了在新加坡營運貨櫃碼頭外,還在中國大陸、印度、義大利、葡萄牙、葉門及汶萊等國也都有投資建造營運貨櫃碼頭。

新加坡港埠為了因應馬來西亞丹戎帕拉帕斯港(PTP)的競爭,於 2002 年中改變長久以來的政策,新加坡政府決定讓港務集團的客戶以合股或合資方式共同經營專用碼頭,航運公司可租下或買下碼頭部分面積、船席及設施,按照自己的方式經營碼頭。2003 年 12 月新加坡港務集團和中國遠洋運輸集團下的中遠太平洋公司(COSCO)合資成立中遠新港有限公司,一同營運新加坡碼頭巴西班讓碼頭內的兩個船席,中遠擁有該公司 49%股份、新加坡港務局擁有 51%的股份,成為一特殊的民營貨櫃基地營運者營運模式底下的專用碼頭;然而類似的作法目前 PSA 的合作公司只限於航運公司,因為航運公司可以帶來貨櫃量。

2.1.2 香港

香港的營運方式是由民營貨櫃基地營運者營運,香港海事處確定基本的政策方針,實質的管理營運則交由民間企業(MTL、HIT、CHT)全權處理,其經營的範圍不只港埠的營運,亦包括貨物的裝卸、拖船、領港等業務。民營貨櫃基地營運者付權利金給香港海事處,獲得 50 年

的土地使用權，可自由使用碼頭用地、管理和營運，香港海事處完全不干涉。

大部分經香港港埠的貨櫃，都是由位於葵涌的八個貨櫃碼頭處理。在 2002 年，八個貨櫃碼頭合共處理約 1189 萬 TEU，佔全年貨櫃吞吐量超過六成。

為應付日益殷切的需求，香港正於現有貨櫃碼頭對面的青衣島興建新的九號貨櫃碼頭。該碼頭佔地 68 公頃，設有六個船席，設定處理量為每年 260 萬 TEU 以上。九號貨櫃碼頭的第一個船席已於 2003 年 7 月啟用，其餘船席將於 2005 年全面運作。

香港歷年來最大型的貨櫃碼頭基礎建設項目(9 號碼頭)，於 2002 年開始逐步落成啟用，九號碼頭共有六個船席，第一個船席於 2002 年投入服務。當九號貨櫃碼頭在 2004 年全面落成後，全港各貨櫃碼頭的處貨能力加起來將遠超每年 1400 萬 TEU，足夠應付二十一世紀首十年的預測貨運增長。

貨櫃基地營運者中的現代貨箱碼頭有限公司(Modern Terminal Ltd，以下簡稱 MTL)是香港歷史最久的民營貨櫃基地營運者，於 1972 年開始經營香港第一座專業貨櫃碼頭，目前 MTL 經營香港葵涌港第 1、2、5 及 8 號(西)碼頭，吞吐量將達 400 萬 TEU。其股東包括九龍倉(集團)有限公司、招商局國際有限公司、太古股份有限公司與捷成洋行有限公司。這些股東在中國及國際領域從事廣泛的業務，實力雄厚。MTL 將擁有並經營 9 號碼頭南面的 4 個相連船席，隨著新設施的投入運作，現代貨箱碼頭 1、2、5 及 9 號(南)碼頭的年處理能力將提升至每年 550 萬 TEU。

另外香港國際貨櫃碼頭有限公司(Hong Kong International Terminal Ltd，以下簡稱 HIT)在葵涌港持有並經營 4、6 及 7 號貨櫃碼頭等是全球最大規模的私營貨櫃碼頭經營商，其母公司和記港埠集團在英國擁有全國最大的菲力斯杜港，還有哈爾威治港和泰晤士港。此外，並持有荷蘭鹿特丹、比利時、德國、印尼、泰國、緬甸、馬來西亞、韓國、巴基斯坦、坦桑尼亞、沙特阿拉伯、墨西哥、阿根廷、巴哈馬群島與

巴拿馬等多個港埠的重大權益。集團並參與投資、發展與營運中國多個遠洋和沿海/內河港埠。和記港埠集團有限公司業務遍及十七個國家，在三十五個港埠經營共一百八十七個船席。世界七大繁忙港埠中，有五個是由和黃經營的。

香港國際貨櫃碼頭又跟中遠太平洋合作成立中遠國際貨櫃碼頭(香港)有限公司(COSCO-HIT Terminals, 以下簡稱 CHT), 經營 8 號碼頭的兩個船席, CHT 公司使用先進管理設備, 透過電子資料交換系統(EDI)整合航線以及其他港埠資訊供其客戶使用。

2.1.3 上海港

上海港位在長江出海口、黃埔江水域及杭州灣北岸水域處。其貨櫃碼頭遍布在張華濱、軍功路、寶山、外高橋、以及尚在開發的大小洋山港區。1986 年 1 月港埠解放，成立「上海港務局」，實行上海市和交通部雙重領導，以上海市為主的管理體制。原港務局所屬的港務監督工作移出，組建成上海海上安全監督局，直屬交通部，其引航、岸線管理仍由上海港務局負責。上海港務局遵照國家有關法規和港章規定，從事上海港區範圍內的港政管理。上海港近年來朝向「政企分離」來經營，由上海港務局成立綜合發展公司與外資公司合作成立經營公司來經營各類碼頭，進行碼頭投資、建造、營運，主要的公司包括上海貨櫃碼頭有限公司、上海明東集裝箱碼頭有限公司、上海浦東國際貨櫃碼頭公司等。

上海貨櫃碼頭有限公司(Shanghai Container Terminals Limited, 以下簡稱 SCT)係由香港和記黃埔有限公司(Hutchison Whampoa Limited, 以下簡稱 HWL)和上海港務局民營化後的上海國際港務(集團)有限公司共同投資組建，雙方各占 50%股權，合資經營期 50 年，SCT 現在營運寶山、張華濱、軍工路 3 個國際貨櫃專用碼頭共十個船席。並於浦東外高橋第三期貨櫃碼頭建設計畫中，擬建 3.5 萬噸級船席 2 個。另外，2004 年 9 月，上海國際港務(集團)有限公司與和記黃埔港埠集團簽約合資組成「上海明東集裝箱碼頭有限公司」，投資外高橋五期建設計畫碼頭，包含四個貨櫃船席，將再使上海港貨櫃量往上推

升。

除此之外另有上海浦東國際貨櫃碼頭公司，是由上海實業控股有限公司、和記黃埔有限公司、中遠太平洋有限公司和上海港務局四家合資組成。浦東碼頭座落在上海浦東外高橋保稅區，是在中國最大的多功能綜合貿易區，該碼頭在 2003 年 3 月成立，經營位在上海外高橋碼頭的 3 個船席可以停靠目前最大型的貨櫃船。

另外，上海港務集團與全球最大的航運集團-丹麥摩勒集團（APM，快桅的母公司）共同投資組建的合資公司，快桅公司獲股份 49%，上海國際港務集團擁有 51% 的股份，雙方的合資期為 50 年，合資公司將共同經營位於上海浦東新區的外高橋 4 期碼頭，共計 4 個船席，是中國目前規模最大、最現代化的貨櫃碼頭。

上海洋山深水港是由中海集團旗下的「中海碼頭發展有限公司」與九龍倉集團旗下的「現代貨箱碼頭有限公司」參與深水港的建設與營運，其中之一的中國海運集團是中央直接管理的國營企業航運集團，這是中國航運企業與民營貨櫃基地營運者合作投資重大港埠項目的一個範例，也是上海市政府所倡導的洋山深水港建設多元化投資體制的一種有效方式。

上海港是貨櫃運輸量增長速度最快的港埠。過去的 10 年間，上海港的貨櫃吞吐量持續以 30% 的幅度增長。2004 年上海港的貨櫃吞吐量將突破 1100 萬箱，居世界第三位。整體而言，上海港的經營策略是外包給民營貨櫃基地營運者來經營，而國家收取權利金，但是上海港實在佔有非常好的地利與產業環境，國家也不願完全給民營貨櫃基地營運者來經營，任其賺取超額利潤，於是將原來的上海港務局改制為上海國際港務集團有限公司，而政府的行政權利就轉給上海市港埠管理局來管理，負責港埠和航運的整體規劃發展及管理；而上海國際港務集團有限公司則以碼頭、貨櫃經營主體。而上海國際港務集團與和記黃浦集團合資建造營運貨櫃碼頭，持股各佔 50%，國家不但可以收取權利金、引進貨櫃碼頭管理技術外，港務集團亦可以從營運量中分得部分利潤。

2.1.4 廈門港

廈門港務局近年來亦積極實行政企分離，將港務局中的企業職能剝離出來，組建港務集團公司。這是中國沿海港埠中對原有政企合一的港務體制進行改革的首次嘗試，規範了港政管理，使之向國際港務管理慣例靠攏。廈門港務局正加快改革開放步伐，轉換企業經營機制，建立現代化企業制度，進一步適應發展社會主義市場經濟需要，把廈門港建設成為多功能、綜合型、國際性的現代化港埠。

廈門港共有 8 個港區，包括東渡港區、和平港區、高崎港區、劉五店港區、排頭港區、大嶼港區、嵩嶼港區、海滄港區。8 個港區中以東渡港區、和平港區、海滄港區為貨櫃裝卸主要區。東渡港區是廈門港主要的深水碼頭港區，其中貨櫃碼頭包括有集思碼頭、海天碼頭及象嶼碼頭，象嶼碼頭目前由廈門象嶼碼頭有限公司經營。和平港區有兩座主要貨櫃碼頭，由民營貨櫃基地營運者經營。海滄港區位於海滄經濟開發區南端，由廈門港務局與香港和記黃埔公司合資開發。成立廈門國際貨櫃碼頭有限公司(Xiamen International Container Terminals Limited，簡稱 XICT)來經營。

2.1.5 釜山港

釜山港的港灣管理當局為國家交通部的韓國海運港灣廳(Korea Maritime and Port Administration，以下簡稱 KMPA)和地方組織的釜山地方海運港灣廳(Busan District Maritime & Port Authority)。1990 年基於韓國貨櫃碼頭公團法，設立韓國貨櫃碼頭公團(Korea Container Terminal Authority，以下簡稱 KCTA)來取代 KMPA，負責貨櫃碼頭的建設與營運。KCTA 直接向船公司收取碼頭使用費用；貨櫃場、裝卸機具、貨櫃集散站等設施則出租給特定的貨櫃營運公司使用，主要有釜山貨櫃碼頭營運公司(Busan Container Terminal Operation Corporation，以下簡稱 BCTOC)、東釜山貨櫃碼頭公司(PECT)兩處。

釜山港由北港、南港、甘泉港、多大浦港組成，並且擁有子城台、戢彎、新戢彎神仙台、牛岩、甘泉等 6 個貨櫃專用碼頭。釜山港子城

台碼頭為韓國最早的貨櫃專用碼頭，1982 年通過釜山港第 1、2 階段開發事業完成，由釜山貨櫃碼頭運營公司(BCTOC)經營，1999 年民營化由韓國現代商船株式會社收購，擁有先進裝卸設備和設施，提供快速的服務，但在 2002 年運營主體改組韓國和記中心貨櫃碼頭股份有限公司來營運。第 3 階段開發的是神仙台碼頭，現在由神仙台貨櫃碼頭股份有限公司運營。

戡彎碼頭是釜山港第 4 階段開發事業(1994 - 1997)興建的先進的貨櫃碼頭，由世邦企業、韓進海運、韓國和記中心碼頭股份有限公司(前為現代商船投資)、大韓通運等公司，按照船席分別營運。而新戡彎碼頭是釜山港戡彎擴張碼頭開發事業於 1995 年開工，2001 年 12 月完工，並且由東部建設股分有限公司、長榮航運（Evergreen）、立榮航運（Uniglorry）聯合組成的東部釜山貨櫃中心來管理運營。牛岩碼頭是 1996 年完工的中小型貨櫃碼頭，由牛岩中心股分有限公司運營。

2.1.6 東京港

1941 年東京港改為國際貿易港，不久發生第二次世界大戰，整個港的機能陷於停頓，戰後為了復興東京地區興建豐洲、晴海碼頭，1965 年（昭和 40 年）因應物流的發展，於 1967 年（昭和 42 年）興建品川物流碼頭，1975 年（昭和 50 年）因船舶的大型化而興建世界級大規模的大井碼頭，1996 年（平成 8 年）完成青海碼頭，整個港區現仍繼續開發中。東京港與海外的主要港埠都有定期航線，早已成為被矚目的世界級大港埠。

東京港亦屬於港市合一的港埠，隸屬於東京市之下，港務主管機關為東京市港灣局。東京港有大井、青海、品川三大貨櫃中心，大井貨櫃碼頭是東京碼頭中最大的貨櫃碼頭，主要為公用碼頭。青海貨櫃碼頭能應付大型貨櫃船，為東京碼頭最新的貨櫃基地。品川貨櫃碼頭主要為專用碼頭，所以船期到達較不一定。目前為韓國和中國航線船舶之轉運中心。

2.1.7 神戶港

神戶港為「港市合一」之組織系統，神戶港的管理機構為神戶港灣局，隸屬於神戶市政府。神戶市港灣局依各部門執掌劃分成管理部、經營開發部及技術部，綜理各部之業務。

政府為促進國際貿易與碼頭經營業務之發展，1967 年於大阪灣(Osaka Bay) 依特別法成立，阪神外貿港埠頭公團(Ban Shin Development Authority Incorporation)，後來該公團因故宣告解散，並改依民法，將該公團業務順利移轉，交由市府推動設立之公益法人機構「神戶港埠頭公社」簡稱為 KPDC。該埠頭公社之基本業務項目如下：

- 1.國際貿易碼頭、與渡輪碼頭之建造。
- 2.碼頭之出租業務。
- 3.碼頭之改良與維護。
- 4.碼頭相關設備之建造，維護與控制權力維持。

而埠頭公社碼頭一經出租給私人公司，則碼頭上之營運作業權利保留給承租公司或指定的碼頭作業公司。使用該碼頭與否的權限，原則上已不再為市政府或埠頭公社所管。

近年來建造碼頭的成本日益增加，尤其是高效率的貨櫃碼頭，所以越來越少純私人碼頭，大部份都由埠頭公社投資方式所取代。神戶港貨櫃碼頭之經營方式採公用和出租專用兩種方式，出租碼頭由承租者自行經營管理、再提供給船公司使用，公用碼頭則開放給各船公司之貨櫃船使用。

2.1.8 深圳港

深圳港位於廣東省珠江三角洲南部，珠江入海口東岸，毗臨香港。1980 年建特區後，港埠迅速崛起，計有蛇口、赤灣、媽灣、東角頭、鹽田、黃田機場、沙魚湧、內河等港區，在國際的航運界，蛇口、鹽田的名聲比深圳還大，但是為了讓深圳走向世界，充分利用港埠所有

的資源、凸顯深圳的港埠優勢，因此就統一用深圳港名稱。

其中蛇口港貨櫃業務是由蛇口貨櫃碼頭有限公司 (Shekou Container Terminals Ltd.，以下簡稱 SCT)經營，SCT 在第一期是由 China Merchants 招商局(蛇口貨櫃碼頭)控股有限公司(佔 32.5%)、中遠碼頭(蛇口)有限公司(佔 17.5%)、英國鐵行海外控股有限公司 (佔 25%)、太古洋行股份有限公司(佔 25%)共同合資；而第二期出資比例改變為招商局(佔 51%)、英國鐵行(佔 20%)、現代貨櫃碼頭蛇口控股有限公司(佔 19.33%)、太古洋行(佔 9.67%)。

赤灣港由赤灣貨櫃碼頭有限公司(以下簡稱 CCT)營運管理，而 CCT 的股份是赤灣港航股份有限公司(佔 50%)、香港嘉裏建設公司(佔 25%)、海豐發展有限公司(佔 24%，由香港現代貨櫃碼頭和招商國際有限公司共同持股)，以及中國糧油食品進出口有限公司(佔 1%)投資興建。

媽灣港區由海星港埠發展有限公司經營散雜貨和散裝水泥，並兼營貨櫃運輸業務。

深圳鹽田港集團有限公司受深圳市政府的委託，負責鹽田港港區及其後方陸域建設與經營的大型國營集團公司，與和記黃埔集團合作成立鹽田國際貨櫃碼頭有限公司 (YPG) 來管理鹽田港，共同建設經營港埠一、二期工程的 5 個 5 萬噸級貨櫃船席，在 2001 年貨櫃吞吐量 275 萬 TEU。

2.1.9 基隆港

基隆港至民國 80 年代以來，不斷嘗試運用各種管理方式以提升貨櫃碼頭經營績效，目前經營理念以船舶等待時間重要性不同，透過優先靠泊方式作為營運主軸。基隆港東岸貨櫃場，位於東岸 8 11 號四個碼頭，目前後線為長榮海運公司出租使用。西岸南貨櫃場包括西 16~18 碼頭，其中西 16 碼頭後線租予榮台公司，西 18 碼頭後線租予萬海海運公司。西岸北貨櫃場包括西 19~西 26 碼頭，其中西 20~22 三席碼頭後線租予陽明海運，全場總面積為 50,142 平方公尺，儲位面積為 26,673 平方公尺，可儲放二層貨櫃共 1,710 TEU。

2.1.10 台中港

台中港於民國 65 年 7 月 1 日成立「台中港務局」，掌管港區各項業務。民國 65 年 10 月 31 日第一期工程完成後，並於當日舉行「啟用通航典禮」，為國人自力興建完成的第一座人工港，港埠裝卸及倉儲業務採開放民間投資經營措施，同時擁有各項自動化裝卸倉儲設備，裝卸效率高，為我國港埠營運首開民營化之先河，開啟港埠營運新紀元。目前港區中有七座貨櫃碼頭，其中#9 號碼頭暫為公用；中國貨櫃公司租用#10 #11 碼頭；長榮及萬海二航運公司分別承租#32#33 與#34#35 作為航運公司專用碼頭，從事貨櫃裝卸儲轉業務。

2.1.11 高雄港

高雄港可分為五大貨櫃中心，現有 23 座貨櫃碼頭，除 3 座（40、41、122 號碼頭）為公用碼頭外，另 20 座係由九大航商（包括：長榮、陽明、美國總統輪船、東方海外、日本郵船、現代、韓進、快桅、萬海）及一家裝卸公司（連海船舶裝卸承攬股份有限公司）承租貨櫃碼頭，碼頭承租單位除有專用權外，亦可徵得港務局同意後，邀集其他航商或裝卸公司共用。過去，單座碼頭一興建完成，立刻進行出租招標，然而碼頭出租、招租的期間都不同，致使每次招標相鄰的碼頭易由不同的航商承租。航商先後租用碼頭不相連，產生貨櫃碼頭的整體運用較無效率、貨櫃轉運的不便等現象，如陽明海運租用第三貨櫃中心的 70 號碼頭和第四貨櫃中的 120 號碼頭，在運用上必須使用兩套管理團隊、且機具設備又不能共用、部分碼頭面積不具規模經濟影響航商投資更新機具、引進先進貨櫃自動化裝卸管理系統的意願，造成種種港埠發展限制。

2.2 不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較

本研究對於不同貨櫃碼頭營運方式對政府部門與港埠當局，以及航商與民營貨櫃基地營運者之優劣進行分析，詳如表 2.2.1 所示。分析結果顯示由政府營運在裝卸成本的降低與船期控制上居於劣勢；而民

間營運下，自有船隊時在吸引貨櫃量上具優勢，但是在港埠設施的使用效率與更新上居於劣勢；且由航商與民營貨櫃基地營運者合資營運為目前的主流，主要因為參與出資建造營運者可以獲得長期規模經濟的效益，整合民營貨櫃基地營運者的經營技術與航商的航線貨櫃量；參與的航商可以降低裝卸成本、優先靠泊與減少轉運時間，剩餘容量亦可提供其他航商使用以獲取利潤；港埠當局亦因貨櫃量的穩定增加而獲利。

表 2.2.1 不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較

營運方式	對政府部門與港埠當局		對航商與民營貨櫃基地營運者	
	優	劣	優	劣
A1、一般公用碼頭	● 收入全歸港埠當局 ● 港埠當局自主掌控港埠規劃營運與發展	● 建設成本、營運費用由港埠當局負擔 ● 負擔營運風險 ● 需要培養專業經營的人才 ● 航商隨時有可能轉移到別的港埠	● 不需負擔碼頭建造、機具購置成本 ● 選擇靠港較有彈性，若有服務更好、費用更低的港埠，可隨時轉移 ● 在港埠貨量不多的情況下，對航商較有利	● 等候進港靠泊，易造成船期延誤 ● 無法自行調度機具趕工裝卸 ● 裝卸成本無法下降 ● 政府規劃設計與民間需求有異 ● 優先靠泊需額外付費
B1、碼頭出租（單一）航商專用	● 吸引航商經營碼頭，擁有航線貨源，增加貨櫃吞吐量 ● 如航商投入高固定成本，則航商不輕易轉移到別的港埠 ● 營運風險由民間業者承擔 ● 可優先租給本國航商，幫助國內航運產業發展 ● 規劃設計營運一致性高，提升作業效率	● 其他航商不易使用該碼頭，碼頭使用效率，依承租航商運量決定 ● 產生對其他航商的排擠 ● 港埠當局收入定額權利金，無法分享超額利潤 ● 政府對於港埠營運無法干涉	● 有優先靠泊的權利，易控制船期 ● 節省裝卸成本 ● 增加裝卸效率，彈性調度機具趕工裝卸	● 先後租用碼頭船席不一定相連，造成船舶的停靠不彈性和機具無法靈活調度，貨櫃轉運不易 ● 航商選擇靠港較無彈性 ● 需負擔碼頭租金或建造、機具購置等龐大的資本支出 ● 航商需培養碼頭專業經營人才與引進技術
B2、航商聯合經營	● 民間提供專業的經營人才、技術 ● 吸引航商停靠，增加裝卸量 ● 有穩定的收入與貨櫃量 ● 營運風險由民間業者承擔	● 貨櫃量增加時，利潤由民間業者賺取，港埠當局無法分享利潤	● 有優先靠泊的權利，易控制船期 ● 增進對現有碼頭能量之有效利用 ● 增加不同航商間轉口貨櫃轉運便捷能力	● 需支付固定的碼頭、機具租金 ● 機具設備不易更新

表 2.2.1 不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較(續)

營運方式	對政府部門與港埠當局		對航商與民營貨櫃基地營運者	
	優	劣	優	劣
B3、航商參與貨櫃基地營運者營運	● 引進專業的經營人才、管理技術 ● 規劃設計營運一致性高，使裝卸效率提升 ● 吸引民間長期投資碼頭、機具設備，增加貨櫃吞吐量 ● 高固定成本，航商不易轉移到別的港埠	● 港埠當局收入定額權利金，無法分享超額利潤 ● 港埠的經營權交給民間管理，對於港埠營運無法干涉	● 可以彈性選擇最有利的港埠區位 ● 擁有專業、快速的服務 ● 可以量制價，費率較低 ● 民營貨櫃基地營運者有專業的人才和先進裝卸管理技術，航商只要負責航運業務，增加載運量	● 需負擔營運風險 ● 航商和民營貨櫃基地營運者若對自己的船過度偏袒，會排擠其他航商的使用，降低其他航商的靠泊意願
C1、民營貨櫃基地營運者營運	● 無需支出建設成本 ● 可收取一定的金額的權利金或是一定比例的裝卸費 ● 引進專業的經營人才管理、技術 ● 裝卸效率高，吸引航商靠泊 ● 規劃設計營運一致性高，提升作業效率	● 港埠當局收入定額權利金，無法分享超額利潤 ● 港埠的經營權交給民間管理 ● 政府對於港埠營運無法干涉	● 有專業的經營人才與技術 ● 可以彈性選擇最有利的港埠區位 ● 擁有專業、快速的服務 ● 可以量制價，費率較低 ● 規劃設計營運具一致性 ● 技術設備先進，提升港埠競爭力	● 需負擔碼頭建造、機具購置等龐大的資本支出 ● 對於航商而言，裝卸成本下降幅度不大 ● 需負擔營運風險，又沒有自己的貨源

整體而言，過去主要由政府營運之主要原因，係政府希望控制港埠設施之建設與營運；近年來為了節省政府營運人力及成本，並提升港埠裝卸效率及營運能力引進民間資金投入，進而吸引航商長期租用、提升港埠全球貨櫃轉運量，政府不斷推動港埠各項業務民營化。成效亦漸漸的展現，對政府而言建設成本降低、裝卸效率高，吸引航

商靠泊、可以量制價，費率較低；對民間業者而言可使租賃費用降低、較長的期間內，擁有碼頭營運權利、裝卸成本的節省、增加裝卸效率，彈性調度機具趕工裝卸、碼頭的貨源較有保障...等等，帶來港埠發展上的許多利基。

表 2.2.2 政府與民間營運主體下之適用時機

營運主體		適用時機
政府營運		✓ 政府希望控制港埠設施之建設與營運
民間營運	航商	✓ 節省政府營運人力及成本 ✓ 提升港埠裝卸效率及營運能力，及吸引航商長期租用
	裝卸公司	✓ 提升港埠裝卸效率及營運能力，及引進民間資金投入

本章節歸納各種營運方式之適用時機，如表 2.2.3 所示，目前就國內而言，一般公用碼頭型態之主要目的，在港埠貨量不多，等候時間不會過長的情況下，對於各航商較具公平性。基隆港雖然採一般公用碼頭型態，但由於過去曾發生貨櫃船舶等候較大之情況，因此，部份碼頭採用優先靠泊制度，此方式可以節省大船等候時間、降低大船營運成本，以發揮出整體港埠營運績效優勢。

台中港、高雄港推動的碼頭出租（單一）航商專用（B1.）與航商聯合經營（B2.），則適用在欲吸引航商將港埠作為轉運中心，並培育國內航商發展之情況下。

表 2.2.3 不同貨櫃碼頭營運方式適用時機

營運方式	適用時機
A1、一般公用碼頭	✓ 在港埠貨量不多；等候時間不會過長的情況下，對於各航商較具公平性 ✓ 發揮港埠整體營運績效優勢
B1、碼頭出租 (單一)航商專用	✓ 吸引航商長期使用，將港埠作為轉運中心，增加碼頭貨源 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率
B2.航商聯合經營	✓ 航商貨櫃量很大，船席設施不足情況下 ✓ 增加航商現有碼頭使用率
B3、航商參與貨櫃基地營運者營運	✓ 希望由民間或國外引進專業的經營人才、管理技術、資金 ✓ 留住航商，增加貨櫃運量 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率
C1、民營貨櫃基地營運者營運	✓ 港埠碼頭設施充分使用 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率 ✓ 發展第四代港埠（全球化投資經營相關港埠）

第三章 台灣地區及亞太鄰近主要港埠貨櫃堆積場之 作業方式分析

世界各國之貨櫃堆積場作業方式，係因各國港埠基本條件不同，對於作業效率之追求與土地面積使用、技術能力等相關因素各有所需，而發展出不同之貨櫃堆積場作業方式。本章主要將針對各種作業方式，進行資料蒐集及彙整，分析亞太主要港埠之貨櫃堆積場與國內三大國際港埠之貨櫃堆積場作業方式，以瞭解各國目前之使用情況，並可進一步分析各種作業方式之適用條件，以供未來國內採行相關作業方式之參考。

3.1 各種貨櫃堆積場作業方式之說明

貨櫃碼頭的作業方式有多種型式，一般而言可區分為車架法、跨載機直接作業法、跨載機間接作業法及門型起重機法等型式。使用不同機具作業方式，對碼頭作業績效與營運成本有相當程度之影響，故本文特別針對各種機具作業方式之特點作一分析比較及說明。

3.1.1 車架作業法 (Tractor And Trailer Method)

車架作業法 (Tractor and Trailer Method)，是美商海陸運輸公司首先使用，海陸公司原是貨運汽車公司，於 1985 年時擁有 Water Men Steamship Co.及 PanAtlantic Line 之股權後，加以改組並重整而成立海陸運輸公司。其貨櫃運輸及吊運方式即是將貨櫃拖車拖置碼頭岸邊，用高架貨櫃起重機將船上貨櫃吊運至拖車架上，由拖車拖往指定貨櫃場區；在貨櫃場中，貨櫃停載拖車排列整齊一致，但只能堆疊一層，無法做多層堆疊，所需的場地面積很大，拖車數量及使用人員也較多。此作業方式有下列特點：

- 1.貨櫃不落地，可使吊運次數減少，作業效率相對提高。
- 2.貨櫃搬運過程單純；貨櫃損害率可以降低。

- 3.由拖車頭來移動貨櫃車架；移動時比起跨載機之使用燃料成本較少。
- 4.貨櫃場（CY）通行道路負重較輕，通行道路之損壞率較少。
- 5.使用貨櫃場之面積不但較大，且車架維修費用並不低。
- 6.颱風來臨時貨櫃拖車架有翻覆之虞。
- 7.車架調度與管理業務瑣碎繁雜。



資料來源：[44]

圖 3.1.1 車架作業法

3.1.2 跨載機作業法

1. 跨載機直接作業法（Straddle Carrier Method）

跨載機直接作業法是美新航業公司所發明的作業方法。其流程為貨櫃船停靠碼頭後，由橋式起重機吊起貨櫃，卸在船邊指定區域，然後再由跨載機進行吊裝搬運工作，移動到指定的貨櫃場區堆積排放；出口貨櫃方法相同，唯步驟相反。

其優點方面：從船邊開始的貨櫃搬運過程，均以跨載機方式運輸，此運輸方式迅速且便利。在貨櫃場中，貨櫃單一排與貨櫃單一排之間距僅須 1.1 公尺寬度，就可供跨載機通行使用；且可以堆疊至 4 層貨櫃之高度，經濟又實用，故比起前項車架法可堆置的貨櫃

數量較為增加，因此所需儲區的面積相對較少。跨載機具有高度之機動性，除了可作為貨櫃堆積場中之裝卸作業外，也可作為貨櫃堆積場與橋式起重機間之貨櫃運送運具。

缺點方面：由於跨載機必須攜帶貨櫃做快速之移動，因此機具高度不能太高，間接影響其貨櫃堆疊高度；又因其只有一個貨櫃之跨距，貨櫃堆積場中每排(row)貨櫃間都必須預留跨載機行走之空間，因此其土地利用效率較低。大部分之跨載機所能堆疊之高度為 2+1 層，只有約十分之一的跨載機能堆疊 3+1 層。台中港之萬海航運貨櫃堆積場及高雄港之韓進及快桅貨櫃堆積場、陽明海運貨櫃堆積場之跨載機其堆疊之高度大部分均為 2+1 層。此作業方式有下列特點：

- (1)貨櫃場區作業安全考量，非必要人員不得進入。
- (2)基於跨載機作業快速，且有死角之安全考量，嚴禁人員及拖車進入作業區。
- (3)不論是出口、進口貨櫃均先經過貨櫃場 (CY) 暫存整理後再進行裝船 / 轉儲等作業。
- (4)貨櫃交換區內設置拖車等候區，供外界拖車交提貨櫃之跨載機吊運作業。
- (5)通常一部岸邊貨櫃橋式起重機 (Gantry Crane) 配置 2 ~ 3 部跨載機吊運貨櫃，節省使用拖車接駁之上、下動作，作業效率相當高。
〔平均每桿 / 每小時可達 35-40 櫃次〕
- (6)裝載特殊貨物之貨櫃 (如超寬之平板貨櫃)，作業受到限制。



資料來源：[45]

圖 3.1.2 跨載機作業方式

2. 跨載機間接作業法（The Straddle Carrier Relay Method）

跨載機間接作業法是結合車架法與跨載機直接作業法的優點，主要的作業方式為貨櫃船停靠碼頭後，由橋式起重機吊起貨櫃，卸在船邊拖車之車架上，後由貨櫃拖車負責岸邊到貨櫃場地的運送作業，拖車到達貨櫃場指定地點後以跨載機負責將貨櫃從車架上吊運到貨櫃場地中，拖車再回到船邊繼續作業；出口貨櫃方法相同，唯步驟相反。從船邊開始的貨櫃搬運過程，施以拖車方式運輸，到達場地後改為以跨載機方式吊運，此運輸方式結合車架法與跨載機法的優點，迅速且便利。此作業方式有下列特點：

- (1)貨櫃場區作業安全考量，非必要人員不得進入。
- (2)此作業方式係採跨載機就地進行吊櫃裝卸拖車、進儲、翻櫃等動作，不像跨載機直接作業法須另設置貨櫃場（CY），供以整理及暫存之用。
- (3)通常一部貨櫃橋式起重機配置 5 ~ 6 部船邊作業拖車往返於船邊 / 場地間之拖運，再搭配場區跨載機吊卸，機動性高，作業費率亦低。
- (4)具有結合車架法與跨載機法兩種作業方式之優點。

(5)過去液壓式跨載機故障率高，維修成本高，逐步改用半電動式取代，改善效果良好。

(6)跨載機作業速度快，且常有死角之安全顧慮，貨主交提櫃之拖車須到指定等候區等候，再由跨載機吊運貨櫃進儲場地。

3.1.3 門型起重機法 (Transtainer System)

門型起重機法，是為太平洋海岸工程公司所設計的方法（林光，海運學，1996）。門型起重機依其基礎之不同可分為膠輪式門型起重機(Rubber Tier Gantry Crane，以下簡稱 RTG)與軌道式門型起重機(Rail Mounted Gantry Crane，以下簡稱 RMG)。

門型起重機法的作業方式，進口櫃在碼頭岸邊時，同車架法之作業方式，在貨櫃堆積場時使用 RMG 或 RTG 將貨櫃自拖車卸下，放到指定區域，出口櫃時方法相同，唯步驟相反，可堆積到 4~5 層貨櫃之高度，使用此方法，貨櫃場較能充分使用，單位土地面積能堆疊較多的貨櫃數量。此作業方式有下列特點：

- 1.貨櫃場區作業安全考量，非必要人員不得進入。
2. RMG 或 RTG 司機須依電腦系統（或塔台指揮人員）所給予之工作指示執行吊（翻）櫃作業。
- 3.通常一部 Gantry Crane 使用 5~6 部船邊拖車及場地配置 1~2 部 RMG 或 RTG 吊卸，作業效率亦不差。
- 4.使用 RMG 或 RTG 作業方式，貨櫃堆放密集，儲位利用率較高（指與跨載機比較）。
- 5.行駛固定車道，操作安全性較高。
6. RMG 或 RTG 性能穩定，維修費用較低。

1. 膠輪式門型起重機

RTG 以柴油引擎為動力，當貨櫃堆積場中某一區之作業特別繁忙時，可以移動並集中至該區支援作業，可收機具彈性調度之效；RTG 作業時，貨櫃拖車必須從跨距間(internal span)所佈設之車道進入，因此一般習慣稱 RTG 之跨距為 $N+1$ 。

全世界貨櫃堆積場 RTG 之跨距從 $2+1$ 排至 $8+1$ 排都有，甚至更大，但以 $6+1$ 排數量最多約達八成，其次是 $5+1$ 排；台灣地區港埠之 RTG 最寬的是高雄港長榮、陽明貨櫃堆積場之 $6+1$ 排，最窄的是台中立榮貨櫃堆積場之 $2+1$ 排；至於堆疊高度則有超過九成為 $3+1$ 層以上。高雄港長榮貨櫃堆積場 RTG 堆高 $6+1$ 層。



資料來源：[45]

圖 3.1.3 輪胎式門型起重機作業貨櫃場

2. 軌道式門型起重機

RMG 以鋼軌為基礎，電力馬達為動力，僅能在固定之軌道區間移動，並專責此區間內之裝卸與翻櫃作業。RMG 之動力系統其相關零組件都已模組化，維修容易且迅速；而 RTG 之內燃機系統其相關安全措施很多，又多仰賴進口零組件，維修相對的較麻煩而且費時。RMG 作業時，貨櫃拖車之車道絕大部分佈設於其懸臂(out reach)下

（台中港立榮海運貨櫃堆積場佈設於軌道內），而其長度則決定其所能進行裝卸作業之車道數，通常每邊有 2-3 車道，但大多會保留其中一半空間作為堆櫃使用。

全世界貨櫃堆積場有超過三分之二的 RMG 其堆疊高度為 3+1 層，但是超過 5+1 層之比例也快速增加；台灣地區貨櫃碼頭則大多堆高 4+1~6+1 層，軌道內儲櫃寬度則為 11~13 列。RMG 有堆疊高度較高、維修較容易、作業面積較廣而且較容易發展自動化作業之優點。

輪胎式門型起重機與軌道式門型起重機二者之主要差異可歸納如下：

1. 調度能力：

輪胎式門型起重機以柴油引擎為動力，當貨櫃場中某一櫃區之作業特別繁忙時，輪胎式門型起重機可以移動並集中至該櫃區支援作業，可收機具彈性調度之效。軌道式門型起重機以電力馬達為動力，僅能在固定之軌道區間移動，並專責此區間內之貨櫃翻堆與裝卸作業。

2. 裝卸作業方式：

輪胎式門型起重機對貨櫃拖車行裝卸作業時，貨櫃拖車必須從其跨距間所佈設之車道進入，因此一般習慣稱輪胎式門型起重機之跨距為 $N+1$ ，表示其下管理 N 列貨櫃，而 1 則代表貨櫃拖車通行所需之車道。軌道式門型起重機與貨櫃車之裝卸作業，貨櫃車之車道乃佈設於其軌道之外，而軌道式門型起重機之懸臂長度則決定其所能進行裝卸作業之車道數。

3. 堆疊密度：

一般軌道式門型起重機之尺寸多較輪胎式型起重機來得高且寬，這意謂著軌道式門型起重機下之貨櫃堆疊數目較多且密度較高，也因此需要較多次之貨櫃翻堆作業。由於軌道式門型起重機以

電力作為動力來源，操作成本較低，因此適合用在貨櫃堆疊密度較高之櫃區作業。



資料來源：[45]

圖 3.1.4 軌道式門型起重機作業貨櫃場

3.1.4 堆高機法 (Forklift system)

堆高機法又稱格雷斯法，堆高機在貨櫃場之裝卸作業中屬於輔助性質之裝卸機具，其定位多為短途之貨櫃搬運，或作為空櫃堆積之用。由於堆積機機動靈活，在貨櫃卸至岸肩後，採用此型機具配合作業能達到快卸目的，缺點為此種作業方式選櫃能力薄弱，堆積場需要面積較大，進場之貨櫃以後取櫃較不易。一般選擇堆高機時所考慮之物理特性與作業能力主要為：

- 1.堆舉能力(capacity)：此為堆高機對貨櫃之舉重能力。
- 2.舉昇高度(lift height)：此為堆高機舉升貨櫃之最大高度。以堆積空櫃為主之堆高機一般可堆至 5 ~ 8 層。
- 3.移動速度(travelling speed)：堆高機之行駛速度。
- 4.迴轉半徑(turning radius)：堆高機之迴轉半徑大小直接影響其作業所需之面積。



資料來源：[45]

圖 3.1.5 堆高機法

3.1.5 小結

就以上 3.1 節說明，本小節針對各種機具的使用與作業方法、優缺點作一比較分析，並提出各作業方式的適用情況，各營運類型如下圖所示：

1. 車架法作業系統



國際貨櫃船 → 起重機 → 貨櫃車 → 貨櫃堆積場 → 貨櫃車 →

2. 跨載機直接作業系統



國際貨櫃船 → 起重機 → 跨載機 → 貨櫃堆積場 → 跨載機 → 貨櫃車 →

圖 3.1.6 貨櫃碼頭作業系統流程圖

3. 跨載機間接作業系統



國際貨櫃船→起重機→拖車→跨載機→貨櫃堆積場→跨載機→貨櫃車→

4. 膠輪式門型機作業系統



國際貨櫃船→起重機→拖車→膠輪式門型機→貨櫃堆積場→



膠輪式門型機→貨櫃車→

5. 軌道式門型機作業系統



國際貨櫃船→起重機→拖車→軌道式門型機→貨櫃堆積場→



軌道式門型機→貨櫃車→

6. 堆高機機作業系統



國際貨櫃船→起重機→堆高機→貨櫃堆積場→堆高機→貨櫃車→

圖 3.1.6 貨櫃碼頭作業系統流程圖(續)

車架法適用於場地面積較大土地費用較低之貨櫃基地；跨載機直接作業法貨櫃場可堆疊 3 ~ 4 層貨櫃高度，土地使用效率較高。跨載機間接作業法不受地形（如畸零地）之使用限制，因此常在較小的貨櫃堆放區使用；門型起重機法貨櫃場可堆疊 4 ~ 5 層高度，將場地充分利用，此法較適合於面積大、方正之場地使用；堆高機法在貨櫃卸至岸肩後，採用此型機具配合作業能達到快卸目的，此法較不受地形限制，然進場之貨櫃之後取櫃較不易，因此較少被使用。各種貨櫃碼頭作業方式之優缺點，整理如表 3.1.1 所示：

表 3.1.1 各種作業方式優缺點說明

作業方式	優點	缺點
1.車架法	1.機動性高，簡單快速且方便。 2.貨櫃拖進場區直接壓板放置，動作單純。 3.減少雇用操作司機，成本較低。 4.減少翻櫃或找櫃情況。 5.貨櫃受損少	1.佔用場地面積大，貨櫃場容量較低。 2.颱風來臨時，車架上之貨櫃有翻覆之虞 3.車架數量需求多，初期投資成本高。 4.車架管理繁雜，且易失竊。 5.車架肇損率高，維修費用不貲。
2.跨載機直接作業法	1.貨櫃場可堆疊 3 ~ 4 層貨櫃高度，土地使用效率較高。 2.跨載機機動性高，貨櫃運送速度快。 3.船邊作業未使用拖車運輸，節省拖車費用支出。 4.貨櫃預先翻櫃及整理排序，作業效率高 5.因場區嚴格管制，工安事故降低。 6.對拼裝貨櫃作業較便捷	1.貨主所提領貨櫃不一定在頂層，會有翻櫃或找櫃的問題。 2.跨載機性能較不穩定，故障率較高，維修成本貴。 3.購置跨載機之投資成本不低。 4.跨載機運轉成本比使用一般拖車為高。 5.整裝貨櫃作業效率不如車架法
3.跨載機間接作業法	1.跨載機在儲區就地吊櫃，使用率高。 2.不受地形（如畸零地）之使用限制。 3.吊櫃快速，提昇貨主之交提櫃服務。	1.船邊作業使用拖車運送，增加裝、卸車之動作及時間。 2.跨載機性能較不穩定，故障多，連帶增加維修成本。 3.拖車與跨載機兩者間作業偶會發生脫節，造成候工現象。

表 3.1.1 各作業方式優缺點說明(續)

作業方式	優 點	缺 點
4. 門 型 起 重機法	1.貨櫃場可堆疊 4 ~ 5 層高度， 場地充分利用。 2.RMG、RTG 性能穩定，故障 率低。 3.維修成本低廉。 4.作業能量大，且效率佳。 5 安全性高，工安事故少。	1.較適合於面積大、方正之 場地使用。 2. RMG、RTG 負載甚重， 須行駛固定之專用車道， 不易換區作業。 3.初期投資購置成本高。 4.因堆置密度高，相對增加 額外翻櫃動作。
5. 堆 高 機 法	1.機動靈活 2.在貨櫃卸至岸肩後，採用此型 機具配合作業能達到快卸目 的	1.選櫃能力薄弱 2.堆積場需要面積較大 3.進場之貨櫃以後取櫃較不 易。

資料來源：[41]

3.2 亞太鄰近主要港埠貨櫃堆積場之作業方式分析

目前世界前四十大主要貨櫃港埠依其營運需求，各有些許作業方式上之差異，本節整理分析新加坡港、香港、上海港、廈門港、釜山港、東京港、神戶港、深圳港之貨櫃碼頭設施、貨櫃場作業方式及裝卸機具，並詳細說明。

3.2.1 新加坡港

新加坡港(2004 年，世界港埠排名第二)位於馬來半島之南端，恰位於太平洋與印度洋之要衝，掌控麻六甲海峽，為歐亞交通必經之地。目前新加坡港主要有 6 處碼頭中心(Terminal)，茲簡述如下：

- (1)丹戎巴葛碼頭(Tanjong Pagar Terminal)，為新加坡主要貨櫃碼頭之一。
- (2)峇巴碼頭(Keppel Terminal)，為傳統貨物碼頭及貨櫃碼頭區。
- (3)巴西班讓碼頭(Pasir Panjong Terminal)，為新加坡新建深水貨櫃碼頭之主要碼頭區。

(4)三巴旺碼頭(Sembawang Terminal), 為新加坡北岸臨馬來西亞之主要碼頭。

(5)裕廊碼頭(Jurong Terminal), 為主要供裕廊工業區使用之工業碼頭。

(6)布拉尼碼頭 (Brani Terminal), 新加坡主要貨櫃碼頭之一。



資料來源：[68]

圖 3.2.1 丹戎巴葛碼頭與布拉尼碼頭

1. 貨櫃碼頭設施

新加坡港貨櫃碼頭主要集中在丹戎巴葛(Tanjong Pagar)、岌巴(Keppel)、布拉尼(Brani)及巴西班讓(Pasir Panjong)四個貨櫃中心，貨櫃碼頭總長度為 9,712 公尺，其中有 22 席貨櫃船席、12 席集貨船(Feeder)船席，目前正進行巴西班讓(Pasir Panjang)新貨櫃碼頭區興建計畫，預定以 30 年的時分四期興建 49 個貨櫃船席。第一期工程興建 8 座船席，於 1998 年完成 4 座船席，1999 年再完成 2 席；第二期工程預計興建 26 個貨櫃船席，處理貨櫃容量可達 1,800 萬 TEU；全部完工則可處理 3,600 萬 TEU。此碼頭區將採用高度自動化的貨櫃裝卸設備。本港水深 9.6 ~ 15 公尺，其中超過 14.0 公尺的深水碼頭有 14 座。貨櫃場面積共 324 公頃。

(1)布拉尼貨櫃中心(Brani Terminal)

於 1991 年興建，1995 年完工，共有 9 席船席(B1 ~ B9)，其中 7 席供貨櫃船使用，另外 2 席則供集貨船使用，碼頭長度共 2,627 公尺，

碼頭起重機 29 台，貨櫃場裝卸機具 112 台，地表櫃位(Ground Slots)15,523 個。

(2) 峇巴貨櫃中心(Keppel Terminal)

共有 13 席船席(K9 K23)，其中 5 席供貨櫃母船使用，另外 8 席則供集貨船使用，碼頭長度共 3,300 公尺，碼頭起重機 36 台，貨櫃場裝卸機具 119 台，地表櫃位(Ground Slots)18,700 個。

(3) 巴西班讓貨櫃中心(Pasir Panjong Terminal)

於 1993 年籌備興建，是新加坡港發展大型(Mega)貨櫃碼頭中心的計畫，以迎接 21 世紀的需求所做的準備。已完成貨櫃碼頭船席 6 席。目前完成的包括貨櫃場面積 65 公頃，碼頭長度 2,391 公尺，碼頭水深 15 公尺，碼頭起重機 24 台，貨櫃場裝卸機具 93 台，地表櫃位(Ground Slots) 9,400 個，中遠-新港有限公司規劃在此貨櫃中心興建五座貨櫃碼頭，並於 2005 年將會有兩座碼頭投入使用，當五座貨櫃碼頭皆投入營運，新加坡港貨櫃處理量將再增加約 20%。

(4) 丹戎巴葛貨櫃中心(Tanjong Pagar Terminal)

其前身為 East Lagoon 貨櫃碼頭場站，於 1971 年完工啟用，總面積 83 公頃，共有 8 席船席(T1 T8)，其中 6 席供貨櫃母船使用，另外 2 席則供集貨船(Feeder)使用，碼頭長度共 2,330 公尺，碼頭起重機 29 台，貨櫃場裝卸機具 95 台，地表櫃位(Ground Slots)15,062 個。

2. 貨櫃場作業方式及裝卸機具

表 3.2.1 新加坡貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
Brani				✓
Keppel		✓		✓
Pasir Panjang		✓		✓
Tanjong Pagar				✓

新加坡貨櫃碼頭所具之貨櫃裝卸與搬運機具包括橋式起重機 118 台，拖車 263 台，跨載機 43 台，門型起重機 385 台，車架 629 台。新加坡貨櫃碼頭之裝卸機具數量詳如表 3.2.2 所示。

表 3.2.2 貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表

單位：台

機具 碼頭	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
Brani	30	146	0	112	156	-
Keppel	36	47	4	119	164	-
Pasir Panjang	24	38	34	59	130	-
Tanjong Pagar	29	32	0	95	179	-
總計	118	263	43	385	629	-

資料來源：[50]

3.2.2 香港

香港(2004 年，世界港埠排名第一名)地處中國珠江三角洲入口與鄰近亞洲國家之要衝，又位於經濟成長驕人的亞洲太平洋周邊的中心地帶，可謂佔盡地利。香港位於兩種不同模式之海上交通工具的交接處，是從太平洋駛來的巨型遠洋船與從珠江駛來的較小型沿岸內河船之交接處，因而成為華南所有海上貿易活動的集中地。

1. 貨櫃碼頭設施

香港貨櫃碼頭集中於葵涌及昂船洲，現有營運貨櫃碼頭共 9 座，船席總長 6,454 公尺，船席數 20 座(不含躉船船席)，碼頭水深-12.2 公尺至-15.0 公尺，分別由香港國際貨櫃碼頭(HIT)、現代貨櫃碼頭(MTL)、中遠 - 國際(Cosco-HIT)及亞洲貨櫃(ATL)等 4 家公司經營，說明如下：

(1)香港國際 (HIT)與中遠 - 國際(Cosco-HIT) 貨櫃碼頭

香港國際貨櫃碼頭於 1969 年創立，現為和記黃埔港埠集團屬下機構。香港國際貨櫃碼頭經營 4、6、7 號貨櫃碼頭，並與中國遠洋運輸公司(COSCO)成立合營公司(中遠 - 國際)經營 8 號(東)貨櫃碼頭，這些碼頭每年的總吞吐量達 700 萬 TEU(20 呎標準櫃)。香港國際貨櫃碼頭另於 1996 年獲得 9 號貨櫃碼頭其中 2 個船席的發展及經營權。4、6、7 和 8 號東貨櫃碼頭可提供 12 個貨櫃船船席和 6 7 個躉船船席，並設有 41 部橋式起重機及 4 部在中流作業區船上的貨櫃起重機，而附近的貨櫃場運作則由 24 部軌道式門型起重機及 134 部膠輪式門型起重機處理。碼頭總面積 119 公頃，而堆疊量超過 84,000TEU。當 9 號貨櫃碼頭設施完工後，除了額外提供兩個貨櫃船席外，堆疊量亦會增加 2 萬 2 萬 5 仟 TEU。位於 4 號貨櫃碼頭的香港國際貨運中心提供貨運站服務，其貨倉面積超過 29 萬 m²。

(2)現代貨櫃碼頭(MTL)

現代貨箱碼頭有限公司於 1997 年的處理量共 2,037,185TEU 貨櫃，以區域計算，北美洲貿易佔 38%、亞洲區內貿易佔 13.4%、歐洲貿易佔 42.2%；其餘則包括地中海、中東、澳洲及非洲貿易。現代貨箱碼頭有限公司僱用職員逾 1,300 名，每日 24 小時運作，全年毫不間斷。該公司 5 個船席的總長度為 1,822 公尺，可供 8 艘貨櫃船同時靠泊。該公司佔地 79.2 公頃，可容納 51,991TEU 貨櫃，並設有足夠堆放 2,446TEU 冷藏貨櫃的設施。另設有樓高 12 層的貨倉大樓，提供 112,585 平方公尺的儲存空間，其中包括 5,249 平方公尺的貨物集散站。裝卸設施方面，包括 19 台橋式起重機、7

台軌道式門型起重機、66 台膠輪式門型起重機及 132 部拖架。在資訊技術上亦投資龐大以配合貨櫃的操作。1994 年 5 月，該公司推行一套閘口管理自動化計畫，其中包括出入電腦卡、電話約櫃和傳真訂櫃系統。另外，亦使用膠輪式門型起重機自動導航系統、無線數碼通訊及同步策劃操作系統，以提高操作效率，並改善客戶服務素質。該公司更透過電子數據聯通科技，與船公司交換詳細的貨物資料。

(3)亞洲貨櫃(ATL)

目前亞洲貨櫃公司（以下簡稱 ATL）尚無專有碼頭，主要配合快桅 3 號碼頭經營物流中心業務。待 9 號碼頭完成後 MTL 公司會將 8 號碼頭(西)二個船席交由 ATL 來經營。

2. 貨櫃場作業方式及裝卸機具

表 3.2.3 香港貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機 法
Terminal 3		✓		✓
Terminal 8(east)				✓
Terminal 1,2,5,8				✓
Terminal 4,7,6				✓

香港採用之裝卸方式詳如表 3.2.3 所示。香港貨櫃碼頭所具備之各項裝卸機具詳如表 3.2.4 所示。綜合各貨櫃碼頭總計，橋式起重機 72 台，拖車 193 台，跨載機 14 台，門型起重機 242 台，車架 203 台，堆高機 185 台。

表 3.2.4 香港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表

單位：台

碼頭 \ 機具	橋式 起重機	拖車	跨載機	門型 起重機	車架	堆高機
Terminal 3	4	61	14	8	66	3
Terminal 8(east)	10	-	0	32	76	17
Terminal 1,2,5,8	19	132	0	72	-	81
Terminal 4,7,6	39	0	0	130	0	84
總計	72	193	14	242	203	185

資料來源：[50]

3.2.3 上海港

上海港(2004 年，世界港埠排名第三名)為中國大陸最大的國際商港，具有長江流域的深遠經濟腹地，管轄範圍包括長江、黃浦江水域和杭州灣北岸水域，海岸線長達 240 公里。而位居所在的上海市，為西太平洋著名的國際大都市，位處華東最富饒的地區，鐵公路系統四通八達，內陸運輸系統相當便捷。

1. 貨櫃碼頭設施

(1)船席設施

上海港發展極為快速，至 2003 年底，上海港共有貨櫃專用船席 24 個，貨櫃碼頭線總長 6,787 公尺，其中經營外貿貨櫃業務的船席 21 個，碼頭線長 6,196 公尺。有貨櫃場 241.8 萬平方米，橋式起重機 63 台，RTG 125 台，貨櫃年合理透過能力為 850 萬 TEU。

(2)倉庫、貨櫃場設施

上海港倉庫、貨櫃場總面積 2,120,995m²，總容量 2,792,995 噸，其中倉庫面積 345,362m²，佔 16.3%，貨櫃場面積 1,775,633m²，佔 83.7%。

1986 年 1 月港埠下放，改名為「上海港務局」，實行上海市和交通部雙重領導，以上海市為主的管理體制。原港務局所屬的港務監督工作移出，組建成上海海上安全監督局，直屬交通部，其引航、岸線管理仍由港務局負責。

上海港亦朝向「政企分離」來經營，由上海港務局成立綜合發展公司與外資公司合作成立經營公司來經營各類碼頭。例如：上海貨櫃碼頭有限公司(SCT)即由上海港務局所屬的上海貨櫃綜合發展公司與香港和記黃埔港埠有限公司所屬的和記黃埔上海港埠投資有限公司共同投資成立，經營貨櫃碼頭。

除與外資合作成立碼頭經營公司外，上海港務局亦成立公司型態的碼頭經營公司來經營各類碼頭，例如：上海外高橋保稅區港務公司，即由上海港務局副局長身兼該公司總經理，負責經營外高橋貨櫃碼頭之業務。

以下茲就經營上海港寶山碼頭、張華濱碼頭、軍工路碼頭的上海貨櫃碼頭有限公司(SCT)及經營外高橋碼頭的上海外高橋保稅區港務公司兩公司經營的情形概述如下：

(a)上海貨櫃碼頭有限公司(SCT)

上海貨櫃碼頭有限公司 (Shanghai Container Terminal Limited，簡稱 SCT)，由上海港務局所屬的上海港貨櫃綜合發展公司與香港和記黃埔港埠有限公司所屬的和記黃埔上海港埠投資有限公司共同投資組建了上海貨櫃碼頭有限公司。SCT 的誕生，使上海港區貨櫃運輸業的發展走上了新里程碑。

SCT 占地面積 83 萬平方公尺，貨櫃船總長度 2,881 公尺，貨櫃年設計吞吐能力為 170 萬 TEU。SCT 主要經營範圍有：裝卸、儲運、貨櫃轉運、洗箱、船務代理、貨運代理、提供電子數據交換服務、中國貨物在上海的儲存和貨運中轉站的經營。

1993 年，上海貨櫃碼頭有限公司 (SCT) 合資成立后，上海的貨櫃吞吐量以平均每年 25%以上的增長速度迅速上升。為適

應遠洋船舶大型化的趨勢，滿足船東貨主對港埠泊位和裝卸效率日益提升的要求，SCT 先后投資 50 多億元民眾幣收購了新建完成的上海外高橋港區二期、三期、四期碼頭工程，使 SCT 投資擁有的國際貨櫃碼頭泊位數量達到 19 個，2003 年公司的貨櫃吞吐量占上海港貨櫃吞吐量的 61%。

SCT 投資的上海貨櫃碼頭有限公司 (SCT) 包括張華、軍工路、寶山三大國際貨櫃專用碼頭，專用泊位 10 個，岸線長達 2281 米，占地面積 83 萬平方米，擁有橋式起重機 20 台，跨載機 54 台。2003 年貨櫃吞吐量達 350 萬 TEU。

SCT 投資建設的外高橋港區二、三期碼頭，位于長江口南岸，碼頭岸線長度 1565 公尺，碼頭長 1200 公尺，配備橋式起重機 15 台，跨載機 50 台。SCT 外高橋碼頭投入運營以來，不斷刷新中國港埠的貨櫃裝卸效率記錄，2003 年貨櫃吞吐量達 360 萬 TEU。



資料來源：[76]

圖 3.2.2 上海貨櫃碼頭有限公司貨櫃碼頭一景

(b)上海外高橋保稅區港務公司

由上海港務局副局長兼上海外高橋保稅區港務公司總經理，負責經營。外高橋港區位于外高橋保稅區 A 區，上海浦東高橋鎮北側的長江南岸，西距吳淞口約 6 公里，東距東海約 85 公里，陸上離黃浦江與市中心相距 23 公里，港址處長江主航道，江面寬 6.5 公里。碼頭岸線長度 900 公尺，共三個貨櫃船席，前沿水深-12 公

尺，自然條件良好，可靠第四代、第五代貨櫃船，碼頭後線縱深 550 公尺，總占地面積 50 萬平方公尺，年設計吞吐能力為 60 萬 TEU。目前開闢了歐洲、地中海、日本、北美、西非、南非等 6 條國際貨櫃幹線和國內 20 條支線。



資料來源：[76]

圖 3.2.3 上海外高橋保稅區

2. 貨櫃場作業方式及裝卸機具

上海港貨櫃碼頭之貨櫃搬運方式，主要採「門型起重機法」與「堆高機法」之貨櫃搬運方式，如表 3.2.5 所示，即岸肩與貨櫃堆積場間貨櫃之搬運採用拖車頭及車架，而門型起重機及堆高機配置在貨櫃堆積場將貨櫃從車架上卸至貨櫃堆積場。

表 3.2.5 上海貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
寶山貨櫃中心				✓
軍功路貨櫃中心				✓
張華濱貨櫃中心				✓
外高橋貨櫃中心				✓

上海港之貨櫃裝卸機具以 2004 年之資料指出共包括橋式起重機 32 台，拖車 127 台，門型起重機 109 台；貨櫃碼頭所具備之裝卸機具數詳如表 3.2. 6。

表 3.2.6 上海港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表

單位：台

碼頭 \ 機具	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
寶山	4	15	0	12	-	24
軍功路	6	18	0	16	-	13
張華濱	5	19	0	20	-	15
外高橋	17	75	0	61	-	25
總計	32	127	0	109	-	77

資料來源：[50]

3.2.4 廈門港

廈門港(2004 年，世界港埠排名第二十九名)為福建沿海兩大商港之一，地處福建省南部沿海金門灣內，九龍江入海處，是中國大陸東南沿海的重要深水港。廈門港以閩、粵、贛、浙、湘等省為腹地，與世界 40 多個國家和地區的 60 多個港埠通航，闢有廈門至香港、上海、溫州、廣州等地區的海上定期客運航班。

1. 貨櫃碼頭設施

廈門港共有 8 個港區，包括東渡港區、和平港區、高崎港區、劉五店港區、排頭港區、大嶼港區、嵩嶼港區、海滄港區。合計生產船席共 81 個，其中萬噸級以上船席 16 個，最大可靠泊能力 10 萬噸級，第四代貨櫃輪可直接靠泊作業。

8 個港區中以東渡港區、和平港區、海滄港區為最主要，以下擬依序介紹各港區碼頭營運概況：

(1)東渡港區

東渡港區是廈門港主要的深水碼頭港區，其中貨櫃碼頭包括有集思碼頭、海天碼頭及象嶼碼頭，合計碼頭長度約 776 公尺，碼頭水深-9.7 公尺 -12.2 公尺，岸邊橋式貨櫃起重機 7 台，共可停靠第二代貨櫃船 4 艘。

(2)和平港區

位於廈門半島西南隅，隔海與鼓浪嶼相望，是廈門港的舊港區以客運為主。其中和平碼頭設有鋼質躉船 2 座，分別備有起重機及升降機，可供載貨車輛上下躉船，此外該碼頭尚可供廈門 - 香港、廣州 - 廈門 - 上海等航線之客輪、客貨輪及旅遊船靠泊。另與和平碼頭相鄰之媽祖宮碼頭、第 3 9 號碼頭及位於鼓浪嶼沿岸之碼頭，僅能供國內小輪及木帆船靠泊。

(3)海滄港區

海滄港區位於海滄經濟開發區南端，由廈門港務局與香港和記黃埔公司合資開發。成立廈門國際貨櫃碼頭有限公司(Xiamen International Container Terminals Limited，簡稱 XICT)來經營。目前碼頭長度 640 公尺，水深-13.3 公尺，貨櫃碼頭 1 席，散雜貨碼頭 1 席，9 台岸邊橋式貨櫃起重機，5 台膠輪式門型起重機(RTG)，3 台貨櫃堆高機。

2. 貨櫃搬運方式與裝卸設施

Xict 碼頭以門型起重機法為主，並以推高機輔助；CSX 碼頭則以跨載機與堆高機等一般運機具為作業主體，主要亦與其經營規模有關連性。

表 3.2.7 廈門貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
Xict				✓
CSX		✓		

廈門港各項貨櫃裝卸機具包括橋式起重機 13 台，拖車 15 台，門型起重機 5 台，車架 82 台，堆高機 17 台等，各種機具之數量詳如表 3.2.8 所示。

表 3.2.8 廈門港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表

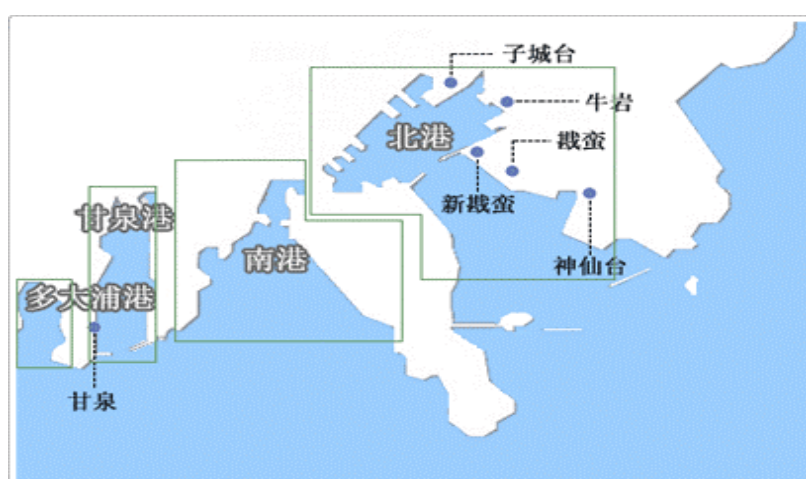
單位：台

機具 碼頭	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
Xict	9	3	0	5	20	11
CSX	4	12	9	0	62	6
總計	13	15	9	5	82	17

資料來源：[50]

3.2.5 釜山港

釜山港(2004 年，世界港埠排名第五名)位於朝鮮半島東南區域，為韓國第一大外貿港。釜山港港區之組成主要可分成釜山港是由北港(North harbor)、南港(South harbor)、甘泉港(Gamcheon harbor)及多大浦碼頭(Dadaepo harbor)等四大港區。其中 North Harbor 是釜山港之主要貨櫃港區。釜山港擁有足夠的水深並且四面被山與島嶼所環繞，潮差不大，為一天然良港。



資料來源：[65]

圖 3.2.4 釜山港港區區位圖

1.貨櫃碼頭設施

釜山港貨櫃碼頭共 21 座，長度 3,157 公尺，分佈於子城台、牛岩、戡蠻、新甘灣、神仙台、甘泉等六大貨櫃中心，分述如下：

(1)子城台 貨櫃專用碼頭

為韓國最早的貨櫃專用碼頭，1982 年透過釜山港第一、二階段開發事業完成。由釜山貨櫃碼頭運營公司運營（BCTOC），1999 年 7 月，改由韓國代表性的船業公司-現代商船株式會社收購，現擁有尖端裝卸裝備和設施，並提供優越的服務。2002 年運營主體被改為和記。子城台共有 5 席貨櫃碼頭，長度 1,447 公尺，總面積 648,000 平方公尺，貨櫃場面積(CY)349,000 平方公尺，集散場面積(CFS)26,000 平方公尺，水深-12.5 公尺可靠泊 50,000DWT 級船 4 艘，10,000 DWT 級船 1 艘，總面積 64.8 公頃，年處理貨櫃能量達 1 百萬 TEU。

(2)牛岩 貨櫃專用碼頭

1996 年開航。可同時接岸 2 萬公噸級 1 艘和 5 萬公噸級 2 艘的中小型貨櫃專用碼頭，擁有 4 台 C/C 和 10 機 T/C 等。由牛岩碼頭運營。

(3)戡蠻 貨櫃專用碼頭

1994 年到 1997 年，由釜山港第 4 階段開發事業而建造，目前由韓國代表性的船業公司世幫、韓進、現代商船和大韓通運按各船席進行運營。

(4)新甘灣 貨櫃專用碼頭

2002 年 2 月由其國內外合作法人東部釜山貨櫃碼頭公司（Pusan East Container Terminal，以下簡稱 PECT）成立並開航的碼頭，在 Wireless LAN G/C、T/C、Y/T 移動電話和 Twin Spreader DPCT 訂單 G/C2 台上裝置 twin spreader，從而有效地提升作業命令的傳達，在韓國同行業中首次引進了戶外包裝設施。PECT 公司共有 4 席貨櫃碼頭，長度 1,200 公尺，水深-14 -15 公尺，可靠泊

50,000DWT 級船 4 艘，總面積 1,038,579 平方公尺，貨櫃場面積 (CY)711,782 平方公尺，集散場面積(CFS)229,200 平方公尺，年處理能量 1.6 百萬 TEU。

(5) 神仙台 貨櫃專用碼頭

由釜山港第 3 階段開發事業建設，1991 年 6 月開航。擁有四座船席，碼頭長度 1,200 公尺，目前由神仙台碼頭公司進行運營。

(6) 甘泉 貨櫃專用碼頭

韓進海運公司建造在甘泉港，在 1997 年開航的碼頭。擁有兩座船席，碼頭長度 600 公尺。

2. 貨櫃場作業方式及裝卸機具

釜山港貨櫃碼頭之貨櫃搬運方式，大部份採用門型起重機法，碼頭之作業方式，詳如表 3.2.9。

表 3.2.9 釜山港貨櫃碼頭之作業方式表

碼頭 \ 作業方式	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
Gamman Global				✓
Gamman Hanjin				✓
Hyundai				✓
Gamman Korea Express				✓
Jasungdae		✓		✓
Shinsundae				✓
U-AM				✓
Hanjin Gamcheon				✓
Sin Gamman				✓

在貨櫃裝卸機具數量上，綜合各貨櫃碼頭共有橋式起重機 52 台，拖車 241 台，跨載機 14 台，門型起重機 133 台，車架 429 台，堆高機 42 台。

表 3.2.10 釜山港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

碼頭 \ 機具	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
Gamman Global	3	15	0	8	38	2
Gamman Hanjin	3	18	0	8	46	2
Hyundai	4	23	0	9	48	2
Gamman Korea Express	3	17	0	8	54	3
Jasungdae	13	54	14	31	-	12
Shinsundae	11	61	0	32	130	17
U-AM	4	17	0	10	35	3
Hanjin Gamcheon	4	-	0	10	-	1
Sin Gamman	7	36	0	17	78	1
總計	52	241	14	133	429	42

資料來源：[50]

3.2.6 東京港

東京港(2004 年，世界港埠排名第十七名)位於日本東部東京灣內，東京港之腹地為擁有兩千多萬人口之日本首都-東京都，為政治、經濟、文化等之樞紐。以東京港為圓心，半徑 100 公里以內之首都圈內，共有三千多萬消費人口，其腹地面積尚可及首都圈以外之關東北部、甲信及東北南部等地區。



資料來源：[75]

圖 3.2.5 東京港三大貨櫃中心位置圖

1. 貨櫃碼頭設施

東京港為日本首都海上門戶，其港灣設施完備為一現代化之國際港埠。貨櫃裝卸主要集中在大井、青海及品川貨櫃中心，共 12 個貨櫃碼頭，30 座貨櫃起重機，碼頭長度共 4,498 公尺。



資料來源：[75]

圖 3.2.6 東京港貨櫃碼頭一景

(1)大井貨櫃中心

大井貨櫃中心共有七個船席，碼頭長度 2,354 公尺，水深-15 公尺，共 18 台橋式機。在連結和世界的各地區的航線包括，北美、歐洲、地中海、大洋洲、東南亞等等。2003 年共有 2,711 艘貨櫃船停泊，年貨櫃處理量約 183 萬 TEU。

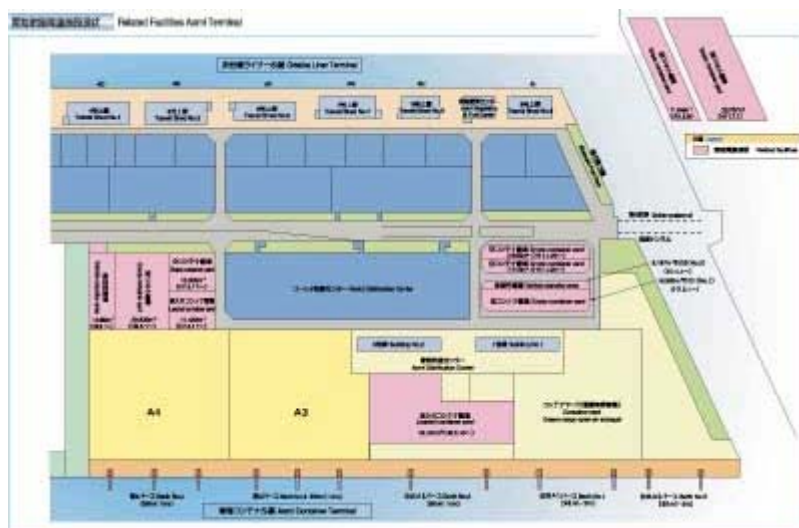


資料來源：[75]

圖 3.2.7 大井貨櫃中心

(2)青海貨櫃中心

青海碼頭是東京港最新的貨櫃碼頭，碼頭背後修建了最新型的倉庫群，其中包括世界最大的物流設施"世界流通中心"。青海貨櫃中心共有五個船席，碼頭長度 2,354 公尺，水深-15 公尺，共 17 台橋式橋式機。2003 年共有 1,090 艘貨櫃船停泊，年處理量大約 63 萬 TEU。



資料來源：[75]

圖 3.2.8 青海貨櫃中心

(3)品川貨櫃中心

品川碼頭皆為公用碼頭，目前主要供中國、韓國等近洋航線的船舶使用。

2.貨櫃場作業方式及裝卸機具

東京港所採用之貨櫃搬運方式有「跨載機法」及「門型起重機法」等，如表 3.2.11 所示。

表 3.2.11 東京港貨櫃碼頭之作業方式表

碼頭 \ 作業方式	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
1-OB		✓		✓
2-OC				✓
3-OD				✓
C-1		✓		
C-2		✓		
C-3				✓
OH1 6/7				✓
4-OE /5-OF		✓		✓
Shinagawa		✓		

以下為東京港主要貨櫃碼頭之貨櫃裝卸搬運設施：

(1)1-OB 碼頭：

一個貨櫃船席，碼頭長度 252 公尺，水深-13 公尺，橋式起重機 2 台，跨載機 7 台，門型起重機 5 台，車架 16 台。

(2)2-OC 碼頭：

一個貨櫃船席，碼頭長度 300 公尺，水深-15 公尺，橋式起重機 2 台，拖車 27 台，跨載機 1 台，門型起重機 7 台，車架 26 台，堆高機 6 台。

(3)3-OD 碼頭：

一個貨櫃船席，碼頭長度 250 公尺，水深-13 公尺，橋式起重機 3 台，拖車 7 台，跨載機 1 台，門型起重機 7 台，車架 14 台。

(4)C-1 碼頭：

一個貨櫃/雜貨共用船席，碼頭長度 300 公尺，水深-12 公尺，橋式起重機 2 台，跨載機 5 台，堆高機 1 台。

(5)C-2 碼頭：

一個貨櫃/雜貨共用船席，碼頭長度 350 公尺，水深-14 公尺，橋式起重機 2 台，跨載機 4 台。

(6)C-3 碼頭：

一個貨櫃船席，碼頭長度 350 公尺，水深-14 公尺，橋式起重機 2 台，拖車 10 台，跨載機 1 台，門型起重機 7 台，車架 27 台，堆高機 8 台。

(7)OH1 6/7 碼頭：

兩個貨櫃船席，碼頭長度 680 公尺，水深-15 公尺，承租給 NYK 公司，橋式起重機 6 台，拖車 26 台，門型起重機 18 台，車架 26 台。

(8)4-OE/5-OF 碼頭：

兩個貨櫃船席，碼頭長度 600 公尺，水深-13 公尺，橋式起重機 5 台，拖車 21 台，跨載機 7 台，門型起重機 9 台，車架 42 台，堆高機 4 台。

(9)Shinagawa 公用碼頭：

兩個貨櫃船席，碼頭長度 574 公尺，水深-10 公尺，橋式起重機 3 台，跨載機 7 台，堆高機 9 台。

表 3.2.12 東京港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

碼頭 \ 機具	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
1-OB	2	0	7	5	16	0
2-OC	2	27	0	7	26	6
3-OD	3	7	1	7	14	0
C-1	2	0	5	0	0	1
C-2	2	0	4	0	0	0
C-3	2	10	1	7	27	8
OH1 6/7	6	26	0	18	26	0
4-OE /5-OF	5	21	7	9	42	4
Shinagawa	3	0	7	0	0	9
總 計	27	91	32	53	151	28

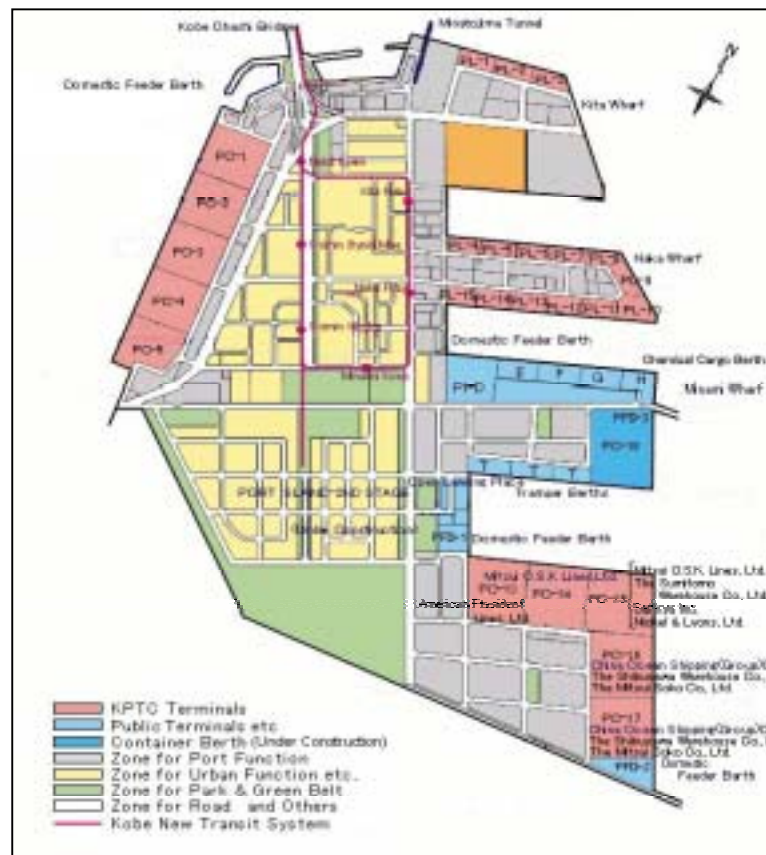
資料來源：[50]

3.2.7 神戶港

神戶港(2004 年，世界港埠排名第三十二名)位於日本本洲中部大阪灣內，1868 年開始建港，目前是日本主要貨櫃港之一，1995 年元月之阪神大地震，港灣設施幾乎全部損毀，但在短短的兩年內復興完成。現在擁有日本首建的-15.0 公尺水深的貨櫃碼頭，將朝 21 世紀亞洲之母港來發展。

1.貨櫃碼頭設施

神戶港於 1998 年碼頭長度共 40,325 公尺，船席數共 225 座。其中公共碼頭 32,326 公尺，船席數 171 座，私有碼頭 7,999 公尺，船席數 54 座。主要貨櫃碼頭共 30 座，長度 6,550 公尺。



資料來源：[64]

圖 3.2.9 神戶港貨櫃碼頭區域圖

2. 貨櫃場作業方式及裝卸機具

貨櫃搬運作業方式，大部份採門型起重機法及堆高機法，如表 3.2.13 所示。

表 3.2.13 神戶港貨櫃碼頭之作業方式表

碼頭 \ 作業方式	車架法	跨載機 法	堆高機法	門型起重機 法
PC-1& PC-2				✓
PC-13				✓
PC-14& PC-15				✓
PC-16& PC-17				✓
RC-2& RC-3				✓
RC-4& RC-5				✓
RC-6& RC-7				✓

神戶港各貨櫃碼頭設施如下：

(1)PC-1& PC-2 碼頭：

橋式起重機 3 台，拖車 16 台，門型起重機 9 台，車架 38 台，堆高機 11 台。

(2)PC-13 碼頭：

橋式起重機 3 台，拖車 13 台，門型起重機 7 台，車架 27 台。

(3)PC-14& PC-15 碼頭：

橋式起重機 5 台，拖車 18 台，門型起重機 12 台，車架 42 台，堆高機 11 台。

(4)PC-16& PC-17 碼頭：

橋式起重機 5 台，拖車 23 台，門型起重機 14 台，車架 50 台，堆高機 35 台。

(5)RC-2& RC-3 碼頭：

橋式起重機 5 台，拖車 18 台，門型起重機 9 台，車架 46 台，堆高機 21 台。

(6)RC-4& RC-5 碼頭：

橋式起重機 4 台，拖車 19 台，門型起重機 10 台，車架 43 台，堆高機 29 台。

(7)RC-6& RC-7 碼頭：

橋式起重機 5 台，拖車 27 台，門型起重機 15 台，車架 42，堆高機 9 台。

表 3.2.14 神戶港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

碼頭 \ 機具	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
PC-1& PC-2	3	16	-	9	38	11
PC-13	3	13	-	7	27	0
PC-14& PC-15	5	18	-	12	42	11
PC-16& PC-17	5	23	-	14	50	35
RC-2& RC-3	5	18	-	9	46	21
RC-4& RC-5	4	19	-	10	43	29
RC-6& RC-7	5	27	-	15	42	9
總 計	30	134	-	76	288	116

資料來源：[50]

3.2.8 深圳港

深圳港(2004 年，世界港埠排名第四名) 東部和西部兩大港區均從事貨櫃裝卸業務。其中東部港區全部集中在鹽田港區；西部港區包括蛇口港區、赤灣港區、媽灣港區、東角頭港區以及福永港區。到 2003

年底，各港區碼頭貨櫃總吞吐能力 495 萬 TEU，較 2002 年 320 萬 TEU 增加 175 萬 TEU，專用貨櫃船席 14 座，較 2002 年增加 4 個，成為繼香港、新加坡、上海之後的世界第四大貨櫃樞紐港。

1.貨櫃碼頭設施

鹽田國際貨櫃碼頭是深圳港貨櫃運輸的主體，在只有 5 個船席、吞吐能力只有 170 萬 TEU 的條件下，2003 年貨櫃吞吐量達到 525.8 萬 TEU，佔深圳港貨櫃吞吐量一半以上。鹽田國際貨櫃碼頭採取各種有效措施加快三期工程進度，分別於 2002 年 10 月和 11 月各投為一個 10 萬噸級船席，使鹽田港區的貨櫃船席達到 7 個。

蛇口貨櫃碼頭是深圳港發展最早的貨櫃碼頭，在一期工程投入為 12 年後，二期工程 2 個船席也陸續投入使用，使蛇口貨櫃碼頭的吞吐能力增加了一倍。2003 年蛇口貨櫃碼頭貨櫃吞吐量 152.8 萬 TEU，增長 73.4%，成為深圳港增長最快的貨櫃碼頭。赤灣貨櫃碼頭順利建成了 12 號船席，2003 年貨櫃吞吐量 163.5 萬 TEU，增長 43.1%。



資料來源：[69]

圖 3.2.10 鹽田港港區圖

2.貨櫃場作業方式及裝卸機具

深圳港作業方式以堆高機法與門型起重機法為營運主體，如表 3.2.15 所示：

表 3.2.15 深圳港貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 港區	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機 法
赤灣				✓
鹽田				✓
蛇口				✓

深圳港貨櫃碼頭設施如下，如表 3.2.16 所示：

(1)赤灣港區計有：

橋式起重機 3 台、門型起重機 2 台、堆高機 7 台。

(2)鹽田港區計有：

橋式起重機 18 台、拖車 83 台、門型起重機 38 台、車架 170 台、堆高機 7 台。

(3)蛇口港區計有：

橋式起重機 4 台、拖車 21 台、門型起重機 17 台、車架 15 台、堆高機 4 台。

表 3.2.16 深圳港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

機具 港區	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
赤灣	3	0	0	2	0	7
鹽田	18	83	0	38	170	19
蛇口	4	21	0	17	15	4
總計	25	104	0	57	185	30

資料來源：[50]

3.3 台灣地區主要港埠貨櫃堆積場之作業方式分析

國內三大主要貨櫃港埠依其營運需求之不同，各有些許作業方式上之差異，本節整理分析基隆港、台中港、高雄港之貨櫃碼頭設施、貨櫃場作業方式及裝卸機具，並詳細加以說明。

3.3.1 基隆港

基隆港(2004 年，世界港埠排名第三十三名)位於台灣東北部，接近政治、經濟中心之大台北都會區，肩負台灣北部地區高價值貨物吞吐最主要之門戶，港埠地位甚為顯要。基隆港尚管轄有蘇澳港、台北港二個輔助港，其中蘇澳港位於基隆港南方 50 海浬處，台北港位於基隆港西方 31 海浬處。

1.貨櫃碼頭設施

水域面積 376 公頃，陸域面積 196 公頃，可供 6 萬 5 千噸以內船舶安全停靠。基隆港碼頭 57 座，碼頭長度 9,946 公尺，其中貨櫃碼頭 15 座，可區分為東岸貨櫃場、西岸北貨櫃場、西岸南貨櫃場等三個貨櫃港區，分述如下：

(1)東岸貨櫃場

東岸貨櫃中心包括 東 8 東 11 號四座碼頭，船席總長度 860 公尺，船席水深均為-12 公尺。各船席長約 200 220 公尺，故經常四座碼頭作三個船席供 2,500TEU 貨櫃輪靠泊使用，因四座碼頭共線，調度上非常靈活。岸肩共配置 7 部橋式機，後線面積約為 7.2 公頃，平均碼頭縱深 103 公尺。儲位面積為 39,000 平方公尺，可儲放二層貨櫃共 2,030TEU。

(2)西岸北貨櫃場

西 19 號碼頭水深 14.5 公尺，長度 324 公尺，為目前全港最深之碼頭，可靠泊 5,000TEU 之貨櫃輪。岸肩配置三部橋式機。西 20 碼頭長度雖有 325 公尺，惟船席水深僅-10.5 公尺，故僅可靠泊

1,500TEU 貨櫃輪。西 21 號碼頭位於船渠底，船席水深僅-10 公尺，扣除西 20 及 22 號碼頭船席寬度後僅可容納 800TEU 之小型貨櫃輪靠泊。目前三席碼頭後線租予陽明海運。西 22、西 23 號碼頭共線，船席長度合計 400 公尺，船席水深-11.0 公尺，大部分船舶因操船方便多停靠於外側之西 23 號碼頭，並佔用部分西 22 號碼頭，故二座碼頭僅作一席使用，靠泊貨櫃輪大多為 2,000TEU 級。西 24 號碼頭為 -13 公尺深水碼頭，惟長度僅 240 公尺，故較適合停靠 1500TEU 貨櫃輪，配置 2 部橋式機。西 25、26 號碼頭為共線碼頭合計 510 公尺，適合 2000 3000 TEU 貨櫃輪靠泊，惟船席水深 -13 -11 公尺將限制此岸線之靈活調度。

(3)西岸南貨櫃場

西 16~西 18 三座碼頭共法線，船席總長 620 公尺，船席水深為-12 公尺及-13 公尺，可靠泊 2,500TEU 至 3,000TEU 之貨櫃輪。由於各船席長約 157 215 公尺，靠泊船長多半超過各碼頭長度，故經常以三座碼頭作二個船席使用，調度十分靈活。南貨櫃場配置 6 部橋式機，後線面積共約 5.0 公頃，平均碼頭縱深 86 公尺。目前西 16 碼頭後線租予榮台公司，西 18 碼頭後線租予萬海海運公司。

2.貨櫃搬運方式與裝卸設施

基隆港貨櫃碼頭之貨櫃搬運方式有跨載機法、門型起重機法、車架法及堆高機法等詳如表 3.3.1 所示。

表 3.3.1 基隆港貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
東岸貨櫃場		✓		
西岸北貨櫃場		✓		✓
西岸南貨櫃場		✓		

基隆港裝卸貨物以貨櫃為主，其中橋式貨櫃起重機共 27 台，拖車 15 台，跨載機 21 台，門型起重機 2 台，車架 15 台，堆高機 9 台。

表 3.3.2 基隆港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

機具 碼頭	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
基隆港	30	15	21	2	15	9
總計	30	15	21	2	15	9

資料來源：本研究整理

3.3.2 台中港

台中港(2004 年，世界港埠排名第六十名)係一新建的國際港，位於台灣西海岸中央，距離北部的基隆港和南部的高雄港各約 110 浬航程，港區位於台中縣梧棲鎮，北有大甲溪、南有鄰大肚溪。

1.貨櫃碼頭設施

臺中港現有營運碼頭四十六座，其中貨櫃碼頭七座，貨櫃船席總長 2060 公尺，有貨櫃橋式起重機 13 台，拖車 27 台，跨載機 31 台，門型起重機 12 台，貨櫃車架 217 台，貨櫃拖車 27 台，堆高機 6 台，一般裝卸機具合計 410 台。

2.貨櫃搬運方式與裝卸設施

台中港之貨櫃搬運作業方式整理得知其車架法、跨載機法、堆高機法、門型起重機法。

表 3.3.3 台中港貨櫃碼頭之作業方式表

作業方式 碼頭	車架法	跨載機法	堆高機法	門型起重機法
terminal 9~11		✓		✓
terminal 32~35		✓		✓

表 3.3.4 台中港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表 (單位：台)

機具 碼頭	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
terminal 9~11	5	9	14	6	140	6
terminal 32~35	8	18	17	6	77	0
總計	13	27	31	12	217	6

資料來源：[50]

3.3.3 高雄港

高雄港(2004 年，世界港埠排名第六名)是台灣最大的國際商港，扼台灣海峽與巴士海峽海運交匯之要衝，且港域遼闊，腹地廣大，氣候溫和，臨海有狹長沙洲，為港灣的天然防波堤，地理條件優良，港灣形勢天成，為一天然良港，可供 10 萬噸級以下船舶進出。高雄港裝卸業務自 1998 年 1 月 1 日起開放民營後，在市場機制的發揮下，費率相對降低，同時提昇了作業效率及服務品質。

1.貨櫃碼頭設施

高雄港目前碼頭總數共計 145 座(2004 年),其中貨櫃碼頭 26 座,可停泊十萬噸以下船舶，貨櫃船席全長 7929.56 公尺。貨櫃運輸為現代海運之主流，高雄港務局為因應此一趨勢，自民國 58 年起，陸續興建 5 個貨櫃中心，茲將其設備簡介如下：

(1)第一貨櫃中心

位於中島商港區西北端，有 40、41、42、43 號 4 座深水碼頭，全長 849 公尺，裝置貨櫃起重機 3 台，櫃場面積 10.5 公頃，可儲放貨櫃 2,500TEU。

(2)第二貨櫃中心

位於前鎮商港區，有 63、64、65、66 號 4 座深水碼頭，全長 1,204 公尺，裝置貨櫃起重機 13 台，櫃場面積 45 公頃，可儲放貨櫃 12,576TEU。

(3)第三貨櫃中心

位於小港商港區，有 68、69、70 號 3 座深水碼頭，全長 1,072 公尺，裝置貨櫃起重機 11 台，櫃場面積場地 48 公頃，可儲放貨櫃 18,000TEU。

(4)第四貨櫃中心

位於中興商港區，臨港水線長 2,533 公尺，縱深 450 公尺，興建深水貨櫃碼頭 8 座，編號 117 121 號碼頭，5 座皆長 320 公尺，編號 115 碼頭長 276.86 公尺，編號 122 碼頭長 336.33 公尺，水深皆為-14 公尺，第四貨櫃中心目前裝置貨櫃起重機 19 台，儲運場地一百公頃，可儲放貨櫃 35,000TEU。

(5)第五貨櫃中心

位於第三貨櫃中心與中船高雄總廠之間，基地總面積約 112 公頃，計畫興建 74 81 號 8 座碼頭，總長度 2,444 公尺，包括水深 13 公尺重件碼頭 1 座，長 314 公尺，水深-14 公尺貨櫃碼頭 4 座，總長度 1,100 公尺，及水深-15 公尺貨櫃碼頭 3 座，總長度 1,030 公尺，第五貨櫃中心目前裝置貨櫃起重機 20 台。

2.貨櫃場作業方式及裝卸機具

高雄港貨櫃中心之搬運作業方式詳如表 3.3.5 所示，分別採用跨載機法、堆高機法、門型起重機法等。

表 3.3.5 高雄港貨櫃碼頭之作業方式表

式 碼頭	作業方	車架法	跨載機法	堆高機 法	門型起重機 法
第一貨櫃中心			✓		
第二貨櫃中心			✓		✓
第三貨櫃中心			✓		✓
第四貨櫃中心			✓		✓
第五貨櫃中心			✓		✓

高雄港各類裝卸機具 2 千餘件，其中主要裝卸機具包括橋式貨櫃起重機 66 台，拖車 56 台，貨櫃跨載機 85 台，貨櫃門型起重機 117 台，車架 63 台，堆高機 74 台等。

表 3.3.6 高雄港貨櫃碼頭之貨櫃裝卸機具數量表

單位：台

機具 碼頭	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
高雄港	66	56	85	117	63	74
總計	66	56	85	117	63	74

資料來源：[50]

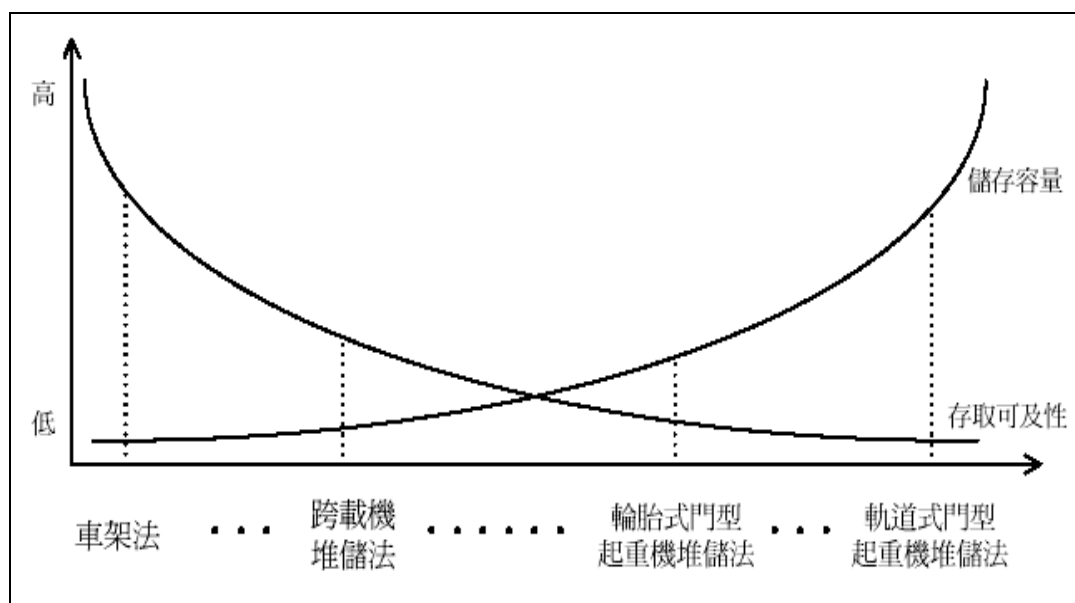
3.4 各類貨櫃堆積場作業方式綜合分析

本節主要進行各種作業方式之比較。其中，堆高機大多用在空櫃區堆置空櫃，拖車則使用於岸肩及貨櫃堆積場間之貨櫃搬運，這兩種機具與貨櫃堆積場土地之利用率影響較不明顯，影響較大的是跨載機與門型起重機，包括膠輪式門型起重機與軌道式門型起重機。由過去各國資料彙整結果顯示，門型起重機法與跨載機法，為目前各國主要港埠使用上最普遍的作業方式，在國內也以跨載機、堆高機、門型起重機較常見於各貨櫃基地，近年來許多新設置碼頭，不斷推動自動化電腦作業，因此其作業方式以門型起重機為主要作業機具，即以門型起重機設置於方正之貨櫃場以堆疊 4~5 層高度，充分利用貨櫃場地，在場地利用率上，明顯勝過跨載機法作業方式。堆高機或跨載機亦常見於空櫃作業區或於貨櫃場周邊貨櫃堆積面積較小處使用，一般堆疊 3~4 層貨櫃高度。在各種貨櫃堆積場作業方式考慮因素方面，整理如表 3.4.1 所示。

表 3.4.1 貨櫃堆積場作業方式考慮因素

作業方式	適用條件
車架法	後現面積寬廣、土地費用較低之貨櫃場
跨載機法	較注重作業效率之堆積場 且其使用上較不受地形（如畸零地）之限制，但其土地使用效率比 RTG、RMG 低。
門型起重機法	貨櫃場貨櫃處理量大、堆積容量需求較高且碼頭經營期較長，不必顧慮設備搬遷問題之場地
堆高機法	在貨櫃卸至岸肩後，採用此型機具配合作業能達到快卸目的，此法較不受地形（如：畸零地形）限制，然進場之後取櫃較不易，因此較少被使用。一般堆高機會運用在空櫃區。

此外，在世界各港皆廣為採用的門型起重機方面，可分為 RTG 與 RMG 兩種作業方式，相較之下，目前以 RMG 為各國港埠作業經營之主流，在過去如高雄港使用 RTG 作業方式之主要原因，有一個重要的考量因素為以往國內在電力供應上，經常產生跳電問題。近年來，新建設之碼頭作業方式係以 RMG 為主流，主要因為近年來 RMG 與 RTG 在機具費用上過去 RMG 的單位機具費約為 RTG 的 1.5 倍，然而近年來 RMG 的機具費用已較 RTG 的費用為低，且 RMG 在自動化能力與鐵路運輸結合適用性方面將優於 RTG，另外，在作業方便性與作業效率方面亦較具優勢。在趙時樑（2002）的研究中指出，由貨櫃儲存容量與存取可及性來看，較低的堆儲方式在置入或取出貨櫃時，具有較高的存取可及性。例如早期海陸公司於美國等土地資源充裕港口所採行之車架作業法，毋須將貨櫃放置在地面堆儲，而是將貨櫃與車架視為一個單位，共同駐停儲存於儲區中，需移動時，再以曳引車連接車架將貨櫃拖入或拖離儲區。此儲區作業方式雖可獲致高度的貨櫃存取可及性，但由於必須將貨櫃與車架一同儲存，無法堆疊貨櫃，大幅降低了儲區土地所能提供的貨櫃儲存容量。軌道式門型起重機作業搭配「排列緊密化、堆疊高層化」的方式，其儲存容量最高，但存取可及性卻最低，例如新加坡最先進的巴西讓貨櫃碼頭，即採「排列緊密化、堆疊高層化」的方式，將貨櫃垂直堆疊八至九層，充分發揮儲區土地使用效率。但相對的，貨櫃存取可及性則大幅降低，必須藉由妥善的事前規劃，降低不具生產力的貨櫃搬移動作，如圖 3.4.1 所示。



資料來源：[44]

圖 3.4.1 貨櫃儲放方式與「儲存容量」及「存取可及性」之關係

本研究詳細整理各國使用作業方式與面積、碼頭長度等資料進行彙整分析，然而資料欲收集得越詳細，資料取得困難性越高，因資料取得困難，本研究以各別港口整體為主，將各港整體之船席數、總貨櫃場面積、營運量、船席總長度、跨載機數、門型起重機數進行分析，盡可能針對各港資料進行完整收集，貨櫃場面積、船席長度相對於跨載機、門型起重機數量的關連性，並可由各別之數量看出各港主要之作業方式約略比例。研究亦發現營運量越大的港口其門型起重機與跨載機使用比例有越大的趨勢，且港口面積越小採用跨載機比率越高，相關數據資料，可參見表 3.4.2 所示。

表 3.4.2 亞洲主要港埠貨櫃堆積場基本資料與作業方式比較表

項目 碼頭(2003 年排名)	船席數 (個)	總貨櫃場 面積(m ²)	營運量 (2003 年 TEU 數)	船席總長 度 (m)	跨載機 (台)	門型機 (台)	作業 方式
香港(1)	18	2186700	2045000 0	6059	14	242	跨載機法 門式機法
新加坡港(2)	37	2634000	1810000 0	10314	43	385	跨載機法 門式機法
上海港(3)	26	2418000	1137000 0	-	0	109	門式機法
深圳港(4)	11	1823000	1065000 0	4270	0	57	門式機法
釜山港(5)	20	2922839	1036800 0	5973	14	133	跨載機法 門式機法
高雄港(6)	21	1635140	8844000	7930	85	117	跨載機法 門式機法
東京港(17)	11	893701	3313647	3686	32	53	跨載機法 門式機法
廈門港(29)	4	665000	2330000	1150	9	5	跨載機法 門式機法
神戶港(32)	34	4135291	2045714	9355	-	76	跨載機法 門式機法
基隆港(33)	15	339000	2000706	3279	21	2	跨載機法 門式機法
台中港(60)	7	400000	1038763	2060	31	12	跨載機法 門式機法

資料來源：本研究整理。

第四章 現代化貨櫃堆積場之最適規劃

4.1 貨櫃堆積場基本作業流程分析

貨櫃船進港後，即先進行檢疫，俟碼頭有空船席即靠泊準備裝卸，其間航運公司會同時向貨櫃碼頭提出裝卸申請，由貨櫃場裝卸管理員調派貨櫃裝卸機具，司機將貨櫃裝卸機具開至貨櫃船邊準備進行裝卸，船公司理貨人員並通知碼頭大班工人，將船上欲卸貨櫃鎖孔解固，即可進行卸櫃作業，司機將貨櫃由船上卸至岸邊拖車架上，如果該貨櫃是船邊提貨直接出場者，則由拖車將此進口貨櫃拖至管制站大門接受海關檢查合格後，開立放行准單通過管制站大門直駛內陸集散站；如果由船上卸下之貨櫃非為船邊提貨，必須先進貨櫃堆積場，則由拖車或其他運送工具，將卸下之貨櫃，拖至貨櫃堆積場暫時堆積存放。出口貨櫃裝船，亦可分為直接運送至船邊交櫃裝船，與貨櫃船到港前先暫存貨櫃堆積場儲放二種，二者均須過磅及開放行准單，如果為船邊交櫃則直運船邊，由船邊橋式起重機裝船；如果為先暫存再裝船者，則進入貨櫃堆積場先行存放，俟貨櫃船到港時，再由堆積場內搬運機具將貨櫃運至船邊，由船邊橋式起重機裝船。

其作業內容分進口作業及出口作業，分述如下：

1.進口貨櫃作業流程

如圖 4.1.1 所示一般進口貨櫃於貨櫃碼頭作業方式，主要分為船邊直接提櫃與貨櫃進堆積場暫時儲放兩種。

(1)船邊直接提櫃：

貨主（受貨人）或貨櫃貨櫃集散站必須事先查詢船舶預定到港時間（estimated time of arrival；ETA）及作相關貨櫃文書處理，開立 CMC 卡，交由拖車司機憑單以提櫃，當貨櫃自船上卸下後，利用場外拖車，整櫃運送至管制站大門，進行海關查驗，予以過磅，檢查其唛頭（Mark）、封條及一切狀況。如有破損，則須在貨櫃交接單（equipment interchange

receipt ; EIR) 上詳細註明，報請公證行辨明責任之歸屬而後送修；若無損壞，經司機簽收後，開立放行准單，則將整裝櫃（簡稱 CY）放行，直接由拖車運離港區，至港區外倉庫（或工廠），交與受貨人。

另外，將 CY 櫃整櫃拖交運送至港區外貨櫃集散站暫時儲放，於適當時候，再整櫃拖交受貨人或將併裝櫃（簡稱 CFS）實櫃拖交運送至港區外貨櫃集散站予以拆櫃，拆櫃後貨物交由卡車運送給貨主；受貨人於接收貨櫃後，再將卸完貨物之空櫃拖回港區內貨櫃堆積場或先行運送至港區外貨櫃堆積場儲放，再將空櫃拖回港區內貨櫃堆積場之空櫃區儲放。到達港區之管制站時，航運公司會檢視貨櫃是否完整或有所污損，並核對櫃號。

(2)貨櫃進堆積場暫時儲放：

貨櫃自船上卸下後，利用場內拖車，則將整裝櫃（CY 櫃）堆置存放於港區內貨櫃堆積場，進入進口管制站，進行海關查驗並對貨櫃加封，理貨員並依貨櫃種類（進口或轉口、20 呎或 40 呎），以及堆積場堆積情形，指定貨櫃存放位置。

另外，併裝櫃（CFS 櫃）運送至港區內貨櫃集散站（CFS）進行拆櫃作業及海關查驗，查驗通關後之貨物暫存倉庫，予以理貨、堆裝、保管看守。拆櫃後貨物交由卡車運送給貨主。

其餘出貨櫃碼頭之情形，如同前述船邊直接提櫃之流程。

所謂海關查驗，係指協助海關對貨櫃或貨物進行查驗，核對並整理查驗紀錄。另外，若有逾期貨櫃（私貨）處理：貨品查驗後如有短、溢、破損或走私的情形則予以留置；報關行或貨主若遲未報關，亦留置並徵收滯留費。

2. 出口貨櫃作業流程

出口貨櫃作業與進口貨櫃作業雷同，如圖 4.1.2 所示：包括：一般出口貨櫃於貨櫃碼頭作業方式，亦可分為船邊直接交櫃與貨櫃進堆積場暫時儲放兩種：

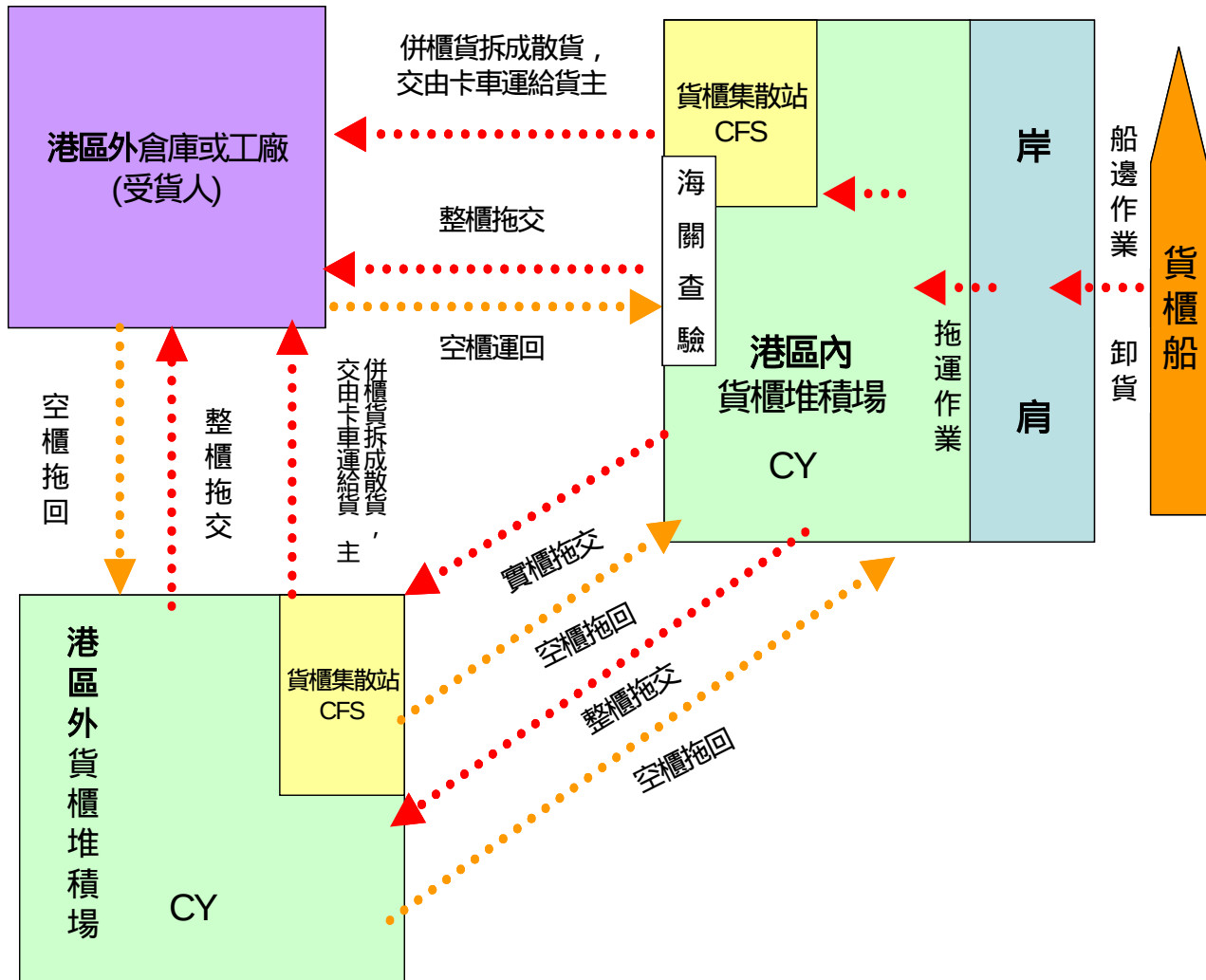
(1)船邊直接交櫃：

出口貨主可能自別家貨櫃租賃公司取得空櫃，或憑航運公司發給之「領櫃單」向管制站領取空櫃及封條，在港區外倉庫或工廠，經海關查驗後，自行將貨物裝櫃予以放行，於貨櫃船靠港時，直接整櫃拖交運送至貨櫃碼頭管制站，經貨櫃檢查（同進口作業）後，直接運送至船邊裝船。

(2)櫃進堆積場暫時儲放：

若為整裝櫃（CY 櫃），則整櫃拖交運送至港區內貨櫃堆積場內暫時存放，進行海關抽驗之後，當貨櫃船到港時，利用場內拖車運送至船邊裝船。托運人亦可整櫃拖交運送至港區外貨櫃堆積場內暫時存放，進行海關查驗，當貨櫃船到港時，再利用場外拖車，整櫃拖交運送至貨櫃碼頭，直接裝船；另外，若為併裝櫃（CFS 櫃），則托運人利用卡車將貨物交付港區內貨櫃集散站（CFS），根據托運人之 S/O 收貨，並卸貨進倉，予以理貨保管，再依貨物特性與收貨情形製作配櫃計劃，貨物一經海關查驗通關後，則可裝貨並準備拖櫃裝船，當貨櫃船到港時，利用場內拖車運送至船邊裝船。則托運人亦可利用卡車將貨物交付港區外貨櫃集散站（CFS），準備進行併櫃，進行海關查驗，當貨櫃船到港時，再整櫃拖交運送至貨櫃碼頭，直接裝船。或當貨櫃船到港前，整櫃拖交運送至貨櫃碼頭之貨櫃堆積場暫時儲放，俟貨櫃船到港時，利用場內拖車運送至船邊裝船。

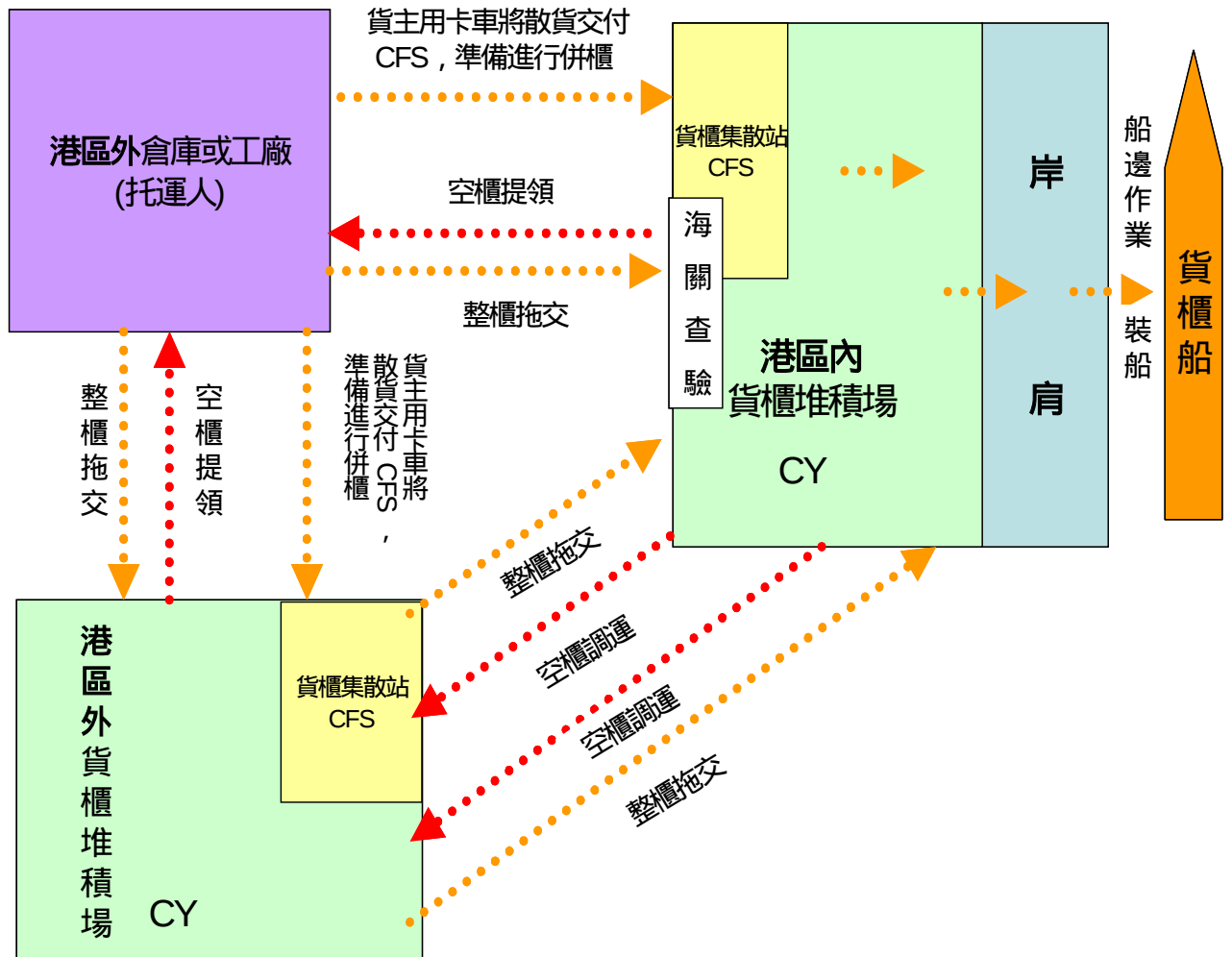
進口貨櫃作業流程如圖 4.1.1 所示：



資料來源：本研究整理

圖 4.1.1 進口貨櫃作業流程

出口貨櫃作業流程如圖 4.1.2 所示：



資料來源：本研究整理

圖 4.1.2 出口貨櫃作業流程

4.2 貨櫃堆積場面積及規劃之考量因素及方法

4.2.1 貨櫃堆積場面積及規劃之考量因素

1. 貨櫃堆積場面積規劃考量因素說明

貨櫃堆積場為貨櫃儲存之場所。凡已裝載完妥之貨櫃等待出口，可直接儲存於貨櫃堆積場之地面上，或裝於拖車上。自船上卸載進口之貨櫃，如須存放較長時間亦可。空櫃亦存放該處。而貨櫃裝貨完成後，等待裝載於貨櫃船，或自貨櫃船卸下之貨櫃，等待向內陸或內陸貨櫃集散站運輸，均也先堆積於貨櫃堆積場，故需有廣大之土地面積。場地面積之大小，視貨櫃基地之貨櫃數量、貨櫃裝卸作業方法、地形環境及貨櫃滯留時間等而不同。有時，鐵路側線直達場內，貨櫃對平車之裝卸載，亦存放於貨櫃堆積場。

為確保貨櫃船儘可能的縮短滯港時間，除了岸邊需設置適量之貨櫃起重機外，其後方緊鄰岸肩，需有足夠空間供每航次貨櫃船欲裝載之出口貨櫃，能事先按“裝船艙單”之裝船先後次序，予以整理堆放避免貨櫃船及機具，因等候船邊提交櫃之貨櫃未能準時到達，而延誤出港時間。

以目前貨櫃船之裝櫃數 6,000 8,000 TEU 而言，其長度在 300 330 公尺左右，則貨櫃堆積場之能量應以貨櫃船裝櫃能量之八成為設計基準(即 4,800 6,400 TEU)，亦即每公尺長度之船席後方需配置 16 19TEU 能量之貨櫃堆積場，可顯示出若未來貨櫃碼頭會停靠此類超大型貨櫃船時，可能需要較高的貨櫃儲櫃能量。

2.影響貨櫃堆積場面積規劃之因素

貨櫃碼頭之土地面積需求，依其作業型態之不同，主要可以分為：貨櫃碼頭岸肩、貨櫃管制站、貨櫃作業相關設施、以及貨櫃堆積場（container yard）等四大部分。而貨櫃堆積場係提供貨櫃做為儲放之用，貨櫃碼頭總面積扣除貨櫃碼頭岸肩、貨櫃管制站、貨櫃作業相關設施等所需之面積後，其餘的才是可以作為貨櫃堆疊及交通動線配置之面積。

貨櫃堆積場所需之面積，受預期處理之貨櫃數量多寡及所使用之裝卸機具影響很大，不同型式及規格之機具在貨櫃場佈置時各有不同之要求。通常貨櫃場面積與貨櫃裝卸能量間之關係，可從兩方面來探討，一為從需求面著手，就貨櫃碼頭年運量需求之多寡、貨櫃滯留貨櫃場時間、作業機具種類、貨櫃堆積高度、安全係數等來估算所需貨櫃場面積；另一方式則從供給面視之，依照現有貨櫃場地面積大小、所能提供之地表櫃位數、機具之貨櫃堆高層數及貨櫃場之週轉率等來估算可處理之年貨櫃運量。

為了探討貨櫃堆積場的處理能量，必須瞭解影響規劃貨櫃堆積場面積之因素，而影響貨櫃堆積場面積規劃之因素甚多，大致可歸納為以下幾項：

(1)船舶裝卸櫃量

貨櫃堆積場之能量通常以貨櫃船裝櫃能量之八成為設計基準，因此當靠泊之船型愈大，其裝櫃能量愈大，所需之貨櫃堆積場面積也愈大。

(2)船舶靠泊艘次及分佈情形

船舶到港時間間隔縮小，則航班比較緊密，船席使用率提高，貨櫃碼頭處理能量自然明顯增加，而貨櫃堆積場面積規劃也要相對的增加。

(3)碼頭幾何因素

碼頭規模(水深、長度)、數量、及佈置型式等因素均影響貨櫃堆積場面積規劃。當船席數愈多或規模愈大時，碼頭能量自然明顯加大而貨櫃堆積場面積規劃也要加大。

(4)貨櫃堆積高度

貨櫃堆積高度越高，貨櫃堆積場之儲櫃能量越高，但是目標貨櫃之可及程度會因此降低，翻櫃次數就會隨之增加；貨櫃堆積高度降低，取櫃時之效率就會增加，但卻必須犧牲貨櫃場儲櫃能量，因此貨櫃場之經營者必須在兩者之間作權衡取捨。

國外學者 Itsuro Watanabe 曾導入貨櫃取出率指標 S (index of the accessibility of stacked containers)之概念，來作為評估不同裝卸機具在各種貨櫃堆積高度下可及程度之參考指標。

由於進口貨櫃之取出率影響作業效率很大，所以其建議貨櫃堆積高度必須基於整體模組區塊之貨櫃取出率 S 不少於 0.6，也就是平均翻櫃次數少於 1 次之情況；出口櫃及轉口櫃之貨櫃取出率不像進口櫃般重要，所以轉口櫃之堆積高度可以以 S 0.5 為基礎。

另外，根據朱金元[49]學者之研究建議如下表 4.2.1，各類裝卸機具之建議高度，其建議高度是在考量效益與效率之權衡取捨間，所提出之合理建議高度，因此，當貨櫃堆積高度愈高，可能所需之貨櫃堆積場面積會愈小，但若堆放高度高至會影響整體貨櫃堆積場之效率時，可能必須考慮降低堆放高度。

表 4.2.1 貨櫃場使用各類裝卸機具之建議堆櫃高度 (層)

	膠輪式門型起重機		軌道式門型起重機		跨載機	
堆積高度	1 over 4	1 over 5	1 over 5	1 over 6	1 over 2	1 over 3
進口貨櫃	3	3.5	3.5	4	2	2.5
出口貨櫃	3.5	4	4	4.5	2.5	3
轉口貨櫃	3.5	4	4	4.5	2.5	3

資料來源：[49]

(5)轉運櫃比例

相同之年貨櫃吞吐量（throughput），在不同之轉運櫃比例時，其所需之貨櫃場面積也不相同，起訖型之貨櫃碼頭其所需之貨櫃場儲櫃能量就比轉運型之貨櫃碼頭來得高。Itsuro Watanabe 認為：轉運櫃比例在 40%以下，以進出口貨櫃為主者稱為起訖型(OD 型)；轉運櫃比例超過 50%以上，以轉運櫃為其主要業務者稱為轉運型(Hub Center 型)；轉運櫃比例在 40%-50%之間稱為漸變段，該屬於哪一型港埠尚在演變。

(6)貨櫃滯留堆積場時間

影響貨櫃場儲櫃能量之因素是貨櫃場週轉率，貨櫃平均滯留貨櫃場時間短則貨櫃場週轉率較高，其貨櫃年處理量也較高。兩座貨櫃碼頭，即使各類貨櫃（進口櫃、出口櫃與轉口櫃）之平均滯留時間均相同，轉運櫃比例如果不同，其全體貨櫃平均滯留天數也不相同。因此，在相同的貨櫃年處理量水準時，貨櫃平均滯留時間愈短，所需之堆積場面積也愈小。

(7)裝卸作業系統因素

依據朱金元[49]學者之研究，不同規模之貨櫃堆積場在使用不同裝卸作業系統下之單位地表櫃位土地面積：跨載機直接作業系統之單位地表櫃位土地面積是 36.1 ~ 37.5 m²/TEU，軌道

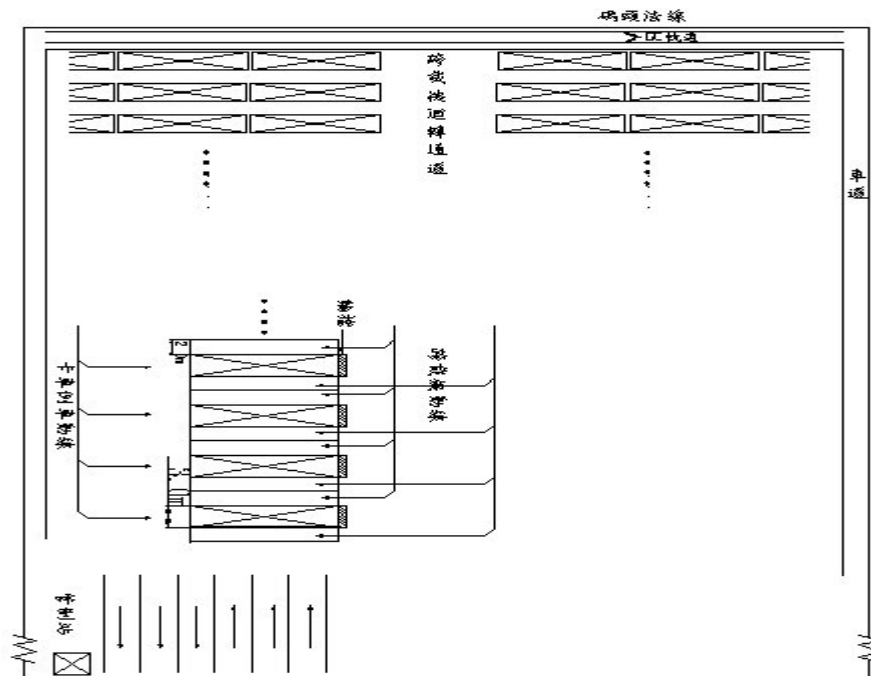
式門型起重機作業系統之單位地表櫃位土地面積是 30.6 ~ 42.6 m²/TEU，膠輪式門型起重機作業系統則是 31.2 ~ 42.2 m²/TEU。因此，可以瞭解不同的裝卸作業系統會影響貨櫃堆積場之面積。

3.探討不同作業方式之貨櫃場面積規劃考量因素

(1)跨載機作業法

- (a)貨櫃堆疊方向平行於碼頭法線方向，貨櫃交換區設置於碼頭底端臨陸側，不納入貨櫃儲放區計算範圍。跨載機跨距 3 公尺，貨櫃與貨櫃兩側間保留 2.0 公尺寬供跨載機行走通道，貨櫃與貨櫃縱向間距 60 公分。
- (b)單一船席碼頭每排分兩區，中間保留 20 公尺寬之車道供跨載機運轉。兩個船席之碼頭每排分成四區，中間保留三處各 20 公尺寬之車道。
- (c)貨櫃堆積場兩側不提供其他功能使用，只各保留約 10 公尺寬車道。
- (d)儲櫃區長度範圍內以先堆放 40 呎貨櫃為原則，不足則堆放 20 呎貨櫃，其餘則調整作為通道或安全間隔。

使用跨載機作業之貨櫃堆積場相關配置示意圖如圖 4.2.1 所示。

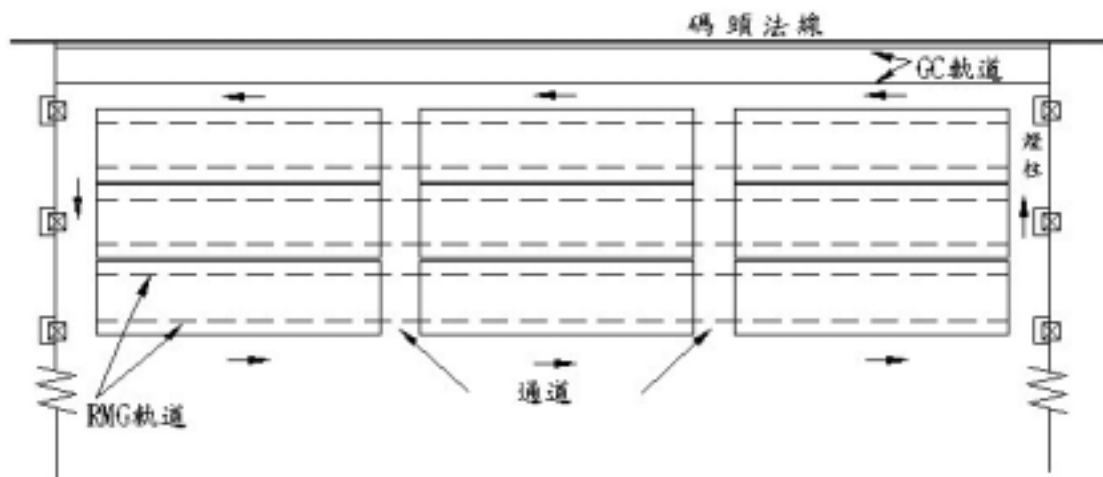


資料來源：[46]

圖 4.2.1 SC 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖

(2)軌道式門型起重機作業法

- (a)作業區平行於碼頭法線配置，如圖 4.2.2 所示，軌道兩側外圍車道寬度 30 公尺（包含燈柱），二個船席之貨櫃堆積場中間保留二處各約 30 公尺寬之通道（維修區），單一船席則只保留一處通道。
- (b)海關於查驗區集中查驗，貨櫃縱向間距約 40 公分，堆櫃區長度範圍內以先堆放 40 呎貨櫃為原則，不足則堆放 20 呎貨櫃，再有餘裕空間則作為通道或安全間隔。
- (c)二排平行作業區起重機相隔 2 公尺，每側鋼軌保留 2 公尺寬。
- (d)起重機每增減一排貨櫃，其跨距相差 3 公尺。
- (e)起重機兩側懸臂扣除相關安全距離，其餘才是提供車道或貨櫃堆儲之空間，以各儲存一排貨櫃並保留一條車道，懸臂長 10.5 公尺為計算標準。

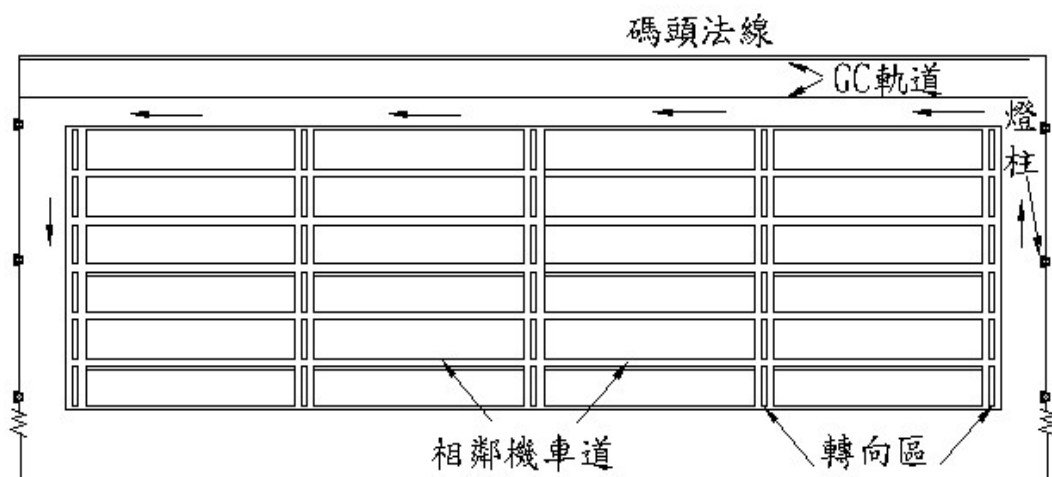


資料來源：[46]

圖 4.2.2 使用 RMG 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖

(3)膠輪式門型起重機作業法

- (a)作業區平行於碼頭法線，單一船席之貨櫃堆積場其軌道外圍寬度約 25 公尺（包含燈柱，但不堆放車架、冷凍櫃或作其他用途）。
- (b)單一船席規劃三處轉向區，左右側轉向區各保留 11 公尺寬，中間之轉向區含拖車轉彎半徑，保留 22 公尺。
- (c)二個船席之之貨櫃堆積場其作業區外圍寬度 25 公尺，規劃五處轉向區（包含中間拖車通道），分別為 11、22、30、22、11 公尺，如圖 4.2.3 所示。
- (d)海關於查驗區集中查驗，貨櫃縱向間距約 40 公分，堆櫃區長度範圍內以先堆放 40 呎貨櫃為原則，不足則堆放 20 呎貨櫃，再有餘裕空間則作為通道或安全間隔。
- (e)參考表 4.5 規格，儲櫃寬度 6+1 之起重機跨距 23.5 公尺；5+1 之跨距 20.5 公尺；8+1 之跨距 29 公尺。
- (f)起重機輪胎通道寬度 2 公尺，相鄰機車道則為 4 公尺。
- (g)於貨櫃堆積場縱深約 300 公尺處設一 25 公尺寬水平於碼頭法線之車道。



資料來源：[46]

圖 4.2.3 使用 RTG 作業貨櫃堆積場相關配置示意圖

台灣地區各國際港貨櫃基地，由於各航商偏好之不同常有車架法、跨載機直接作業法及門式機法等在同一貨櫃基地混合作業之情形。基隆港更因特殊條件之限制，使得船邊裝卸櫃極為盛行。此外，貨櫃基地規劃應留意：

- (1)為便於無法立即提領之貨櫃及空櫃有堆放之空間，須於碼頭後線設置足夠容量之貨櫃儲存場(C.Y)。
- (2)為便於冷凍貨櫃之儲存於 C.Y 約需各設十分之一的冷凍貨櫃儲位，電源應採 220V 及 440 各半。
- (3)為便於全天 24 小時隨時均可作業，場地須符合勞工安全要求之規定，故需適當配置燈架，使場地各角落之照度均能符合要求。
- (4)場地內之作業機具數量與拖車數等均配合，例如一台橋式起重機需配置 6 部拖車，而三部拖車就需配置一台 RMG。因此若假設一碼頭設置四台橋式起重機則需配置 24 部拖車和 8 台 RMG。

4.2.2 面積之決定方法

貨櫃堆積場面積之決定方法有三，(1)公式法，(2)圖表法。(3)系統模擬法。茲分別說明於后：

1.公式法

$$A = \frac{Q \times R \times a \times D \times Pk}{T \times F}$$

其中，A：所需場地面積(m²)

Q：預估某年貨櫃量(TEU)

R：全年貨櫃進入該場內系統(停放、儲存)之百分比(%)

a：單位貨櫃所需之毛面積(含通道、迴轉場地)(m²/TEU) 該值與作業方式有關，不同作業方式所需之面積，如表 4.2.2 所示。

D：單位貨櫃平均滯留時間(日 / TEU)

Pk：尖峰作業係數(1.0 ~ 1.5)為尖峰時期(約全年作業日數的 10 % ~ 15%)之每日作業量與平均每日作業量之比值。

T：全年實際作業日數

F：場內扣除調度及運轉空間後，可供堆(儲)存之最大面積百分比(80% ~ 90%)。

場內平均使用率(M.O.)可定義為：

$$M.O. = F / Pk$$

表 4.2.2 不同之作業方式堆積場所需面積

作業方式		車架法	堆高機法	跨載機法	門式機法
堆積層數		1	1 2 3	1 2 3	2 3 4
m ² /TEU	20 呎櫃	60	60 30 20	30 15 10	15 10 7.5
	40 呎櫃	45	80 40 27	30 15 10	15 10 7.5

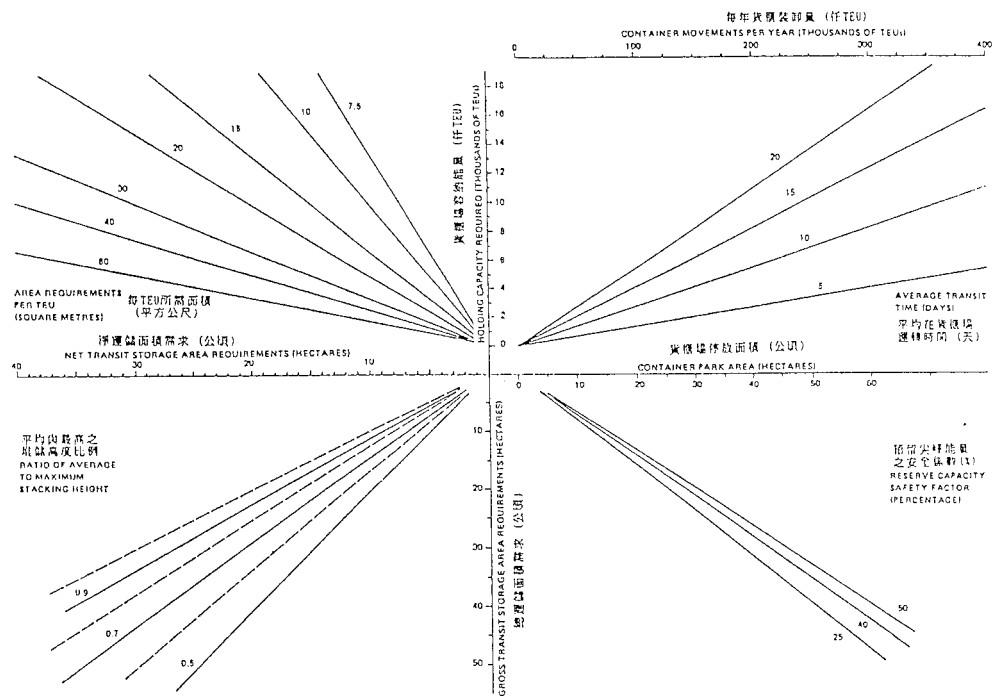
資料來源：[47]

2.圖表法

依據公式求算，繪製成圖 4.2.4，以利估算。此法估算方便，惟準確性不佳。

如前述台灣地區各國際港貨櫃基地內採用兩種以上之混合作業方式，每 TEU 所需場地面積估算不易，因此僅作概估之用。其步驟為：

- (1) 預測每年裝卸(或經過儲存場)之貨櫃量(TEU)。
- (2) 依過去經驗決定滯場日數。
- (3) 決定單位貨櫃所需面積(m² / TEU)或貨櫃密度(TEU / m²)。
- (4) 決定平均與最高堆放高度比例或平均堆儲高度。
- (5) 預留尖峰能量之安全係數。
- (6) 堆放、儲存面積之估算而得。



資料來源：[47]

圖 4.2.4 貨櫃場堆放面積之圖表法

3.系統模擬法

系統模擬是對系統作業流程加以模仿，有如實際作業的重現 (regeneration)，由於船舶進出港作業流程包含許多複雜的實務，不同港埠作業規定與實務也可能不同，故系統模擬並無固定標準模式。系統模擬的應用者依其對港埠系統作業流程的認知及模擬目的的建構模擬模式。毫無疑問，對影響船舶作業的因素，例如船舶到達型態、船舶進出港限制或規定、船席指泊方式、船舶裝卸作業制度與實務、機具指派方式、場地倉庫之配置與作業規定等，考慮愈精細愈能使模仿作業接近實際作業，模擬的結果愈能有助於港埠能量的規劃。

系統模擬方法計算時，對於港灣系統之特性，碼頭之性質等需有適切的使用，以及必要的考慮。再依以下諸點，作綜合性的判斷是有必要的。

- (1)對港埠系統特性需要有十分的理解。
 - (a)船舶到港時間及服務時間之機率分布以及其影響之強度。
 - (b)碼頭規模（N）之影響及初期可行解之決定。
- (2)港埠系統最適化之特性需要充分的理解
 - (a)成本函數中各項費用與服務率有關之諸要因其影響強度。
 - (b)碼頭數及裝卸機械台數之組合與系統最適化之關係。
- (3)高精度之電腦程式是有必要的。
 - (a)模式之修正（calibration）是有必要的，模擬次數之決定。
 - (b)對各碼頭，設定1—3台裝卸機械之範圍變動。
 - (c)碼頭間之裝卸機械能使其共用之設計。
- (4)有效率地處理大量的資料是有必要的。
 - (a)一年完整之資料是有必要的，如此，才能把握週與月之變化特性。
 - (b)由船舶到港至出發為止期間內之各項時間，需有詳細的紀錄。
 - (c)各到港船舶之資料：船長，吃水，停泊船席編號，使用裝卸機械台數，裝卸貨物量，裝卸時間等。
 - (d)各類型碼頭共用時裝卸機械台數，作業時間，作業效率，故障記錄等之詳細的記錄為必要的。

由於公式法與圖表法均是利用平均值的觀念，來估算貨櫃堆積場的面積，所以是屬於靜態的分析，比較無法顯示出貨櫃堆積場因尖、離峰貨櫃流量不同所造成之擁擠差異程度。相對地，系統模擬法是屬於較動態的分析，可有效的將貨櫃堆積場不同條件下之擁擠情況表現出來，因而可以做出較正確的規劃，降低在尖峰時段發生堆積場容量不足的情況。

而為能夠考量不同規劃條件下，進行貨櫃堆積場最適面積之規劃，本研究擬採用系統模擬之方式進行研究，以提升方案研擬及評估之彈性，並獲得較佳之規劃結果。

4.3 高雄港貨櫃堆積場基本資料分析

根據高雄港資料統計分析，貨櫃碼頭共有 26 座，總長度為 7,790 公尺。水深除#40 與#41 兩座碼頭為 10.5 公尺，及第二貨櫃中心的#63~66 為 12 公尺，其餘碼頭皆為 14~15 公尺之深水碼頭，同時港內水域靜穩度高、無漂砂之擾，故屬於條件優良之港口。而目前這些貨櫃碼頭分別座落於港區中的五個貨櫃中心之內。其中#40、#41 及#122 三座為高雄港務局自營外，其餘皆以出租專用方式，分別出租給連海、萬海、OOCL、APL、陽明、長榮、MAERSK、N.Y.K、現代及韓進等九個航商一個裝卸公司。

表 4.3.1 高雄港貨櫃碼頭基本資料表

貨櫃中心	碼頭編號	長度(M)	寬度(M)	設計水深(M)	碼頭類別	裝卸機具(固定式)	使用單位	後線土地及設施配置
第一貨櫃中心	四十號碼頭	214.17	30	10.5	貨櫃	/	本局自營	C Y 出租.第一貨櫃中心(含 40 至 43 號碼頭) 貨櫃場面積 105000 平方公尺，容量 2500 T E U (雙層) 棧庫面積 5110 平方公尺容量 6600 噸
	四十一號碼頭	204.53	30	10.5	貨櫃	/	本局自營	/
	四十二號碼頭	242.68	30	10.5	貨櫃	G / C 2 台	出租(連海)	
	四十三號碼頭	187.5	20	10.5	貨櫃	G / C 1 台	出租(連海)	
第二貨櫃中心	六十三號碼頭	274.9	30	12	貨櫃	G / C 2 台	出租(萬海)	第二貨櫃中心：#63，#64，#65，#66 四座碼頭。貨櫃場面積 450,000 平方公尺，容量 12,576 T E U (雙層)
	六十四號碼頭	245.46	30	12	貨櫃	G / C 2 台	出租(萬海)	/
	六十五號碼頭	244.43	30	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(東方海外)	/
	六十六號碼頭(包括延建部)	439.92	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(東方海外)	/

表 4.3.1 高雄港貨櫃碼頭基本資料表(續)

貨櫃中心	碼頭編號	長度(M)	寬度(M)	設計水深(M)	碼頭類別	裝卸機具(固定式)	使用單位	後線土地及設施配置
第三貨櫃中心	六十八號碼頭	432.16	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租 (A P L)	第三貨櫃中心：#68，#69，#70 三座碼頭。貨櫃場面積 486,000 平方公尺，容量 17,322 T E U (三層)
	六十九號碼頭	320	50	14	貨櫃	G / C 4 台	出租 (A P L)	/
	七十號碼頭	320.57	50	14	貨櫃	G / C 4 台	出租(陽明)	/
第四貨櫃中心	一一五號碼頭	276.86	30	14	貨櫃	G / C 3 台	合建(長榮)	第四貨櫃中心(含 115 至 122 號碼頭)貨櫃場面積 100 公頃，容量 35,000TEU
	一一六號碼頭	320.02	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(長榮)	/
	一一七號碼頭	320	30	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(長榮)	/
	一一八號碼頭	320	30	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(快桅)	/
	一一九號碼頭	320	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(快桅)	/
	一二〇號碼頭	320	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(陽明)	/
	一二一號碼頭	320	30	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(日本郵船)	/
第五貨櫃中心	一二二號碼頭	336.33	30	14	貨櫃		本局自營	CY19000 平方公尺出租高群公司合建倉庫
	七十五號碼頭	319.93	33	14	貨櫃	G / C 3 台	出租(現代)	場地面積 101,078 平方公尺
	七十六號碼頭	320.07	33	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(快桅)	場地面積 209,660 平方公尺
	七十七號碼頭	356.01	39	15	貨櫃	G / C 4 台	出租(快桅)	場地面積 209,660 平方公尺
	七十八號碼頭	320	38.1	15	貨櫃	G / C 3 台	出租(新海船務)	場地面積 190,432 平方公尺
	七十九號碼頭	355	38.46	15	貨櫃	G / C 4 台	出租(長榮)	/
	八十號碼頭	340	32	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(長榮)	/
	八十一號碼頭	120	32	14	貨櫃	G / C 2 台	出租(長榮)	/

資料來源：[64]

註：機具數係指 G / C 之數量

4.3.1 第一貨櫃中心

第一貨櫃中心位於中島商港區，中島商港區以雜貨、水泥碼頭為主，目前僅有#40、#41、#42、#43 為貨櫃碼頭，其中#40 與#41 為港

務局自營，#42 與#43 為連海公司租用。其貨櫃碼頭總長度為 849 公尺，水深皆為 10.5 公尺，橋式起重機數量為 3 台。

4.3.2 第二貨櫃中心

第二貨櫃中心位於高雄港之前鎮商港區，貨櫃碼頭有#63、#64、#65、#66 等四座，全長為 1,204 公尺，其水深皆為 14 公尺，裝置橋式起重機九台，總儲運場地四十五公頃，約可儲放貨櫃一萬二千個 T E U（折合二十呎）。目前#63 及#64 碼頭出租給萬海，另外的#65、#66 兩座碼頭出租給 OOCL。

4.3.3 第三貨櫃中心

第三貨櫃中心位於小港商港區，有#68、#69、#70 等三座貨櫃碼頭，全長共 1,072 公尺，水深皆為 14 公尺，目前#68 及#69 出租給 APL，另#70 出租給陽明，橋式起重機共十一台，儲運場地四十八公頃，可儲放貨櫃一萬八千個 T E U（折合二十呎）。

4.3.4 第四貨櫃中心

第四貨櫃中心位於中興商港區，有八座貨櫃碼頭，分別為#115、#116、#117、#118、#119、#120、#121 與#122。其出租情形為長榮的#115、#116、#117，MAERSK 的#118、#119，陽明為#120，#121 為 N.Y.K，尚有#122 為公用碼頭。橋式起重機共計十九台，儲運場地一百公頃，可儲放貨櫃三萬五千個 T E U（折合二十呎）。

4.3.5 第五貨櫃中心

第五貨櫃中心位於中興商港區，有#75、#76、#77、#78、#79、#80 及#81 等七座貨櫃碼頭，長度共計 2,131 公尺，#75、#76、#80 及#81 為水深 14.0 公尺，另外的#77、#78、#79 為水深 15.0 公尺，共有橋式起重機二十台，儲運場地一百公頃，可儲放貨櫃三萬五千個 T E U（折合二十呎）。

4.4 模擬模式基本資料分析

4.4.1 選擇採樣碼頭及資料蒐集方式說明

1. 採樣碼頭考慮因素

就門式起重機的使用而言，未來全球各港所採用的趨勢將以 RMG 為主而不是 RTG，而高雄港陽明 # 70 號碼頭所採用的機具也為 RMG，所以本研究將選定該碼頭做為研究時的研究案例對象。

2. 資料取得方式

撰寫模擬模式時，必須要有充分之模擬碼頭基本資料才能進行模擬。因此本研究在撰寫模擬程式前，先到高雄港陽明 70 號碼頭進行許多天基本資料的蒐集、調查與訪談作業。在過程中除了實際調查相關數值外，陽明海運公司也提供一些關於 70 號碼頭的基本資料，而透過實際訪談過程，則較能清楚了解目前櫃場作業的實際情況。以下將針對構建模擬模式所需之相關基本資料，分別加以說明。

4.4.2 陽明 70 號碼頭基本資料

本研究主要以陽明 # 70 貨櫃碼頭為研究對象，其貨櫃碼頭基本資料如表 4.4.1 所示，其貨櫃場區位於高雄港第 3 貨櫃中心，船席長度為 340 公尺（若加上帶纜繩 30 公尺，可達 370 公尺）、水深達 14 公尺，唯一專用碼頭，可停泊 7,000 TEU 以上之大型貨櫃船，貨櫃場每年之貨櫃處理容量，可高達 60 萬 TEUs。

1. 場內儲放區容量

- (1) 出口重櫃區：7,088 TEUs。
- (2) 進口重櫃區：1,650 TEUs。
- (3) 空櫃區：5,350 TEUs。

表 4.4.1 陽明 70 號碼頭基本資料

項目	內容
區位	高雄港第 3 貨櫃中心
面積	183000 平方公尺
船席長度	320 公尺
船席水深	-14 公尺
每年可處理貨櫃量	600,000 TEU/年
拖車數	25
車架數	50 60
岸邊橋式起重機	4
軌道式門型起重機	8
跨載機	5
堆高機	3

資料來源：本研究整理

2. 相關裝卸機具

- (1) 拖車：25 部，一部橋式機配置 6 部拖車。
- (2) 車架：50 60 部。
- (3) 岸邊橋式起重機：4 部（三台 13Row，一台 18Row）。
- (4) 軌道式門型起重機：8 部，服務出口重櫃區及轉口櫃區，配置 8 位司機。
- (5) 跨載機：5 部，司機當班分三班制：白天班(3 人)、上夜班(3 人)、下夜班(2 人)，服務進口重櫃區及部份出口重櫃區 (畸零地)，各班制及服務區配置之跨載機數如表 4.4.2 所示，

表 4.4.2 各班制及服務區配置之跨載機數（單位：部）

服務區 班制	進口重櫃區	部份出口重櫃區 (畸零地)
白天班	2	1
上夜班	2	1
下夜班	1	1

(6)堆高機：3 部，空櫃之堆高機分為可堆 5 層及 7 層兩種，實櫃堆疊高度 4~5 層。各班制之堆高機數，如表 4.4.3 所示。

表 4.4.3 各班制之堆高機數（單位：部）

班制	堆高機
白天班	3
上夜班	2
下夜班	1

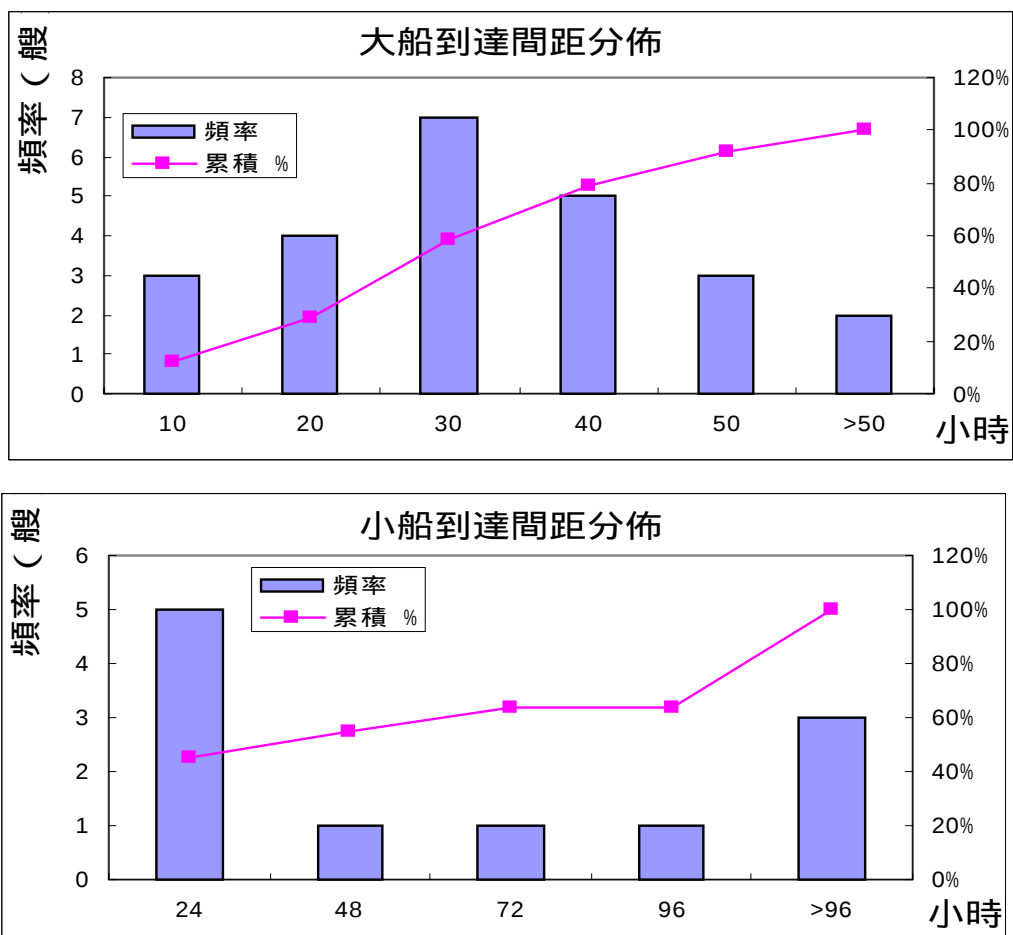
4.4.3 碼頭裝卸作業部分

1. 船舶到達時間間隔分佈型態

(1) 船舶到達間距

高雄港#70 碼頭大、小型船舶之到達間距分佈資料分析結果，如圖 4.4.1 所示。

其中，大型船之到港間距平均值為 27.90 小時，主要間隔分佈約為 10 小時 50 小時左右，其中以間隔 30 小時左右之到達頻率最高。而小型船之到港間距平均是 61.05 小時，主要分佈約為 24 小時 96 左右，其中以間隔 24 小時左右到達頻率最高。

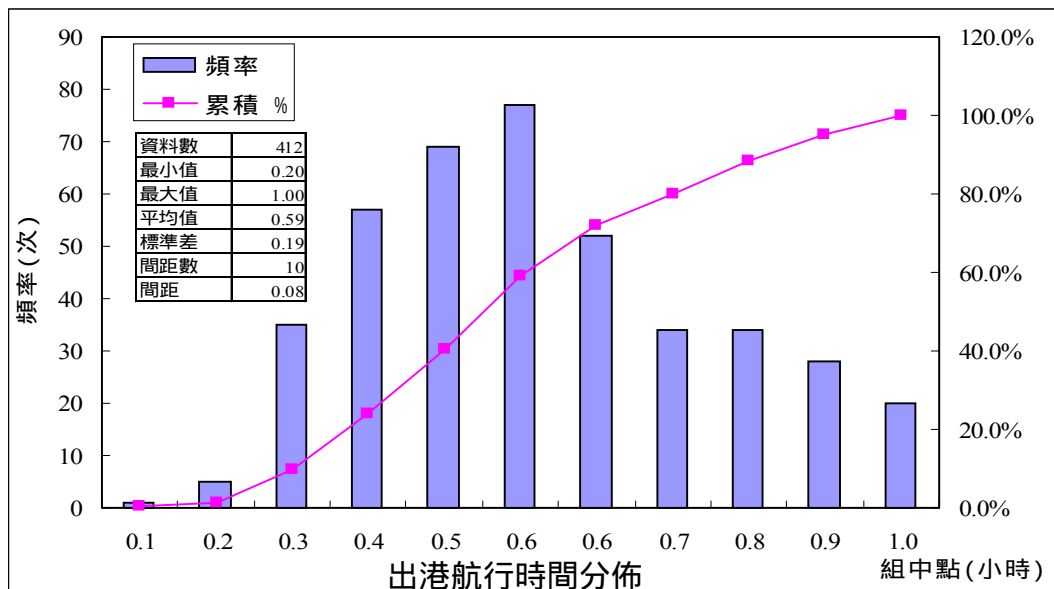
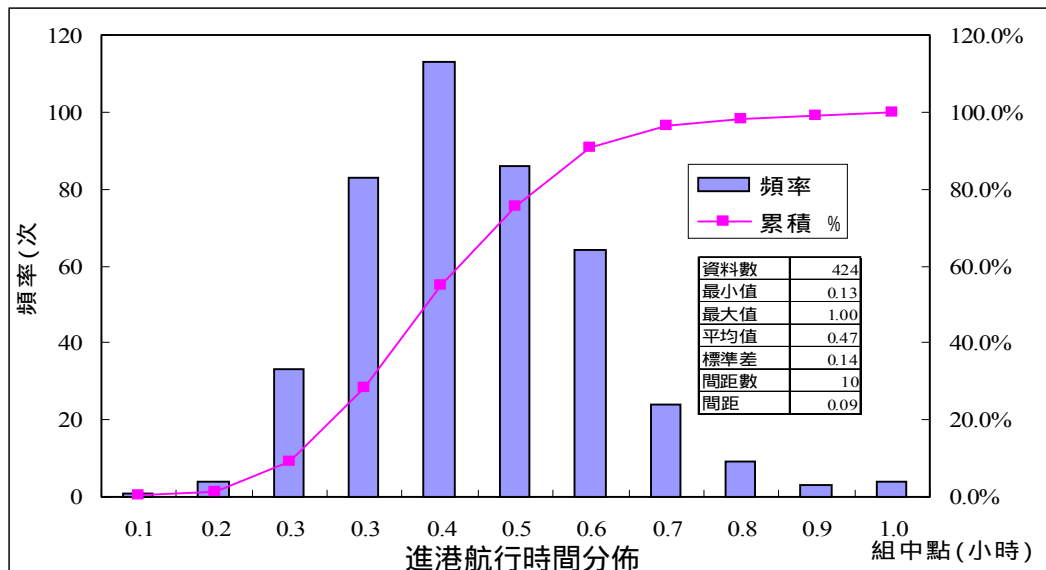


資料來源：本研究整理

圖 4.4.1 船舶到達間距分佈

(2)船舶進、出港航行時間

靠泊高雄港陽明#70 碼頭之船舶，進出港航行時間之平均值，為進港 0.47 小時，出港則為 0.59 小時。由於船舶航行時間的長短，與碼頭所在港埠位置以及航道長度有關，跟船舶的大小，並無太大之關聯性。所以，船舶航行時間部份，未依據大、小型船舶分開加以產製。分析結果之船舶進、出港航行時間分佈情形，如圖 4.4.2 所示。

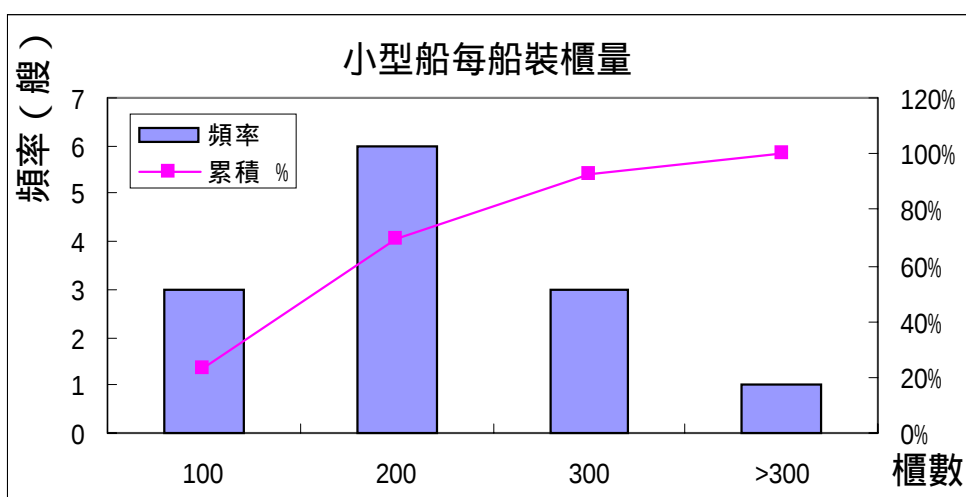
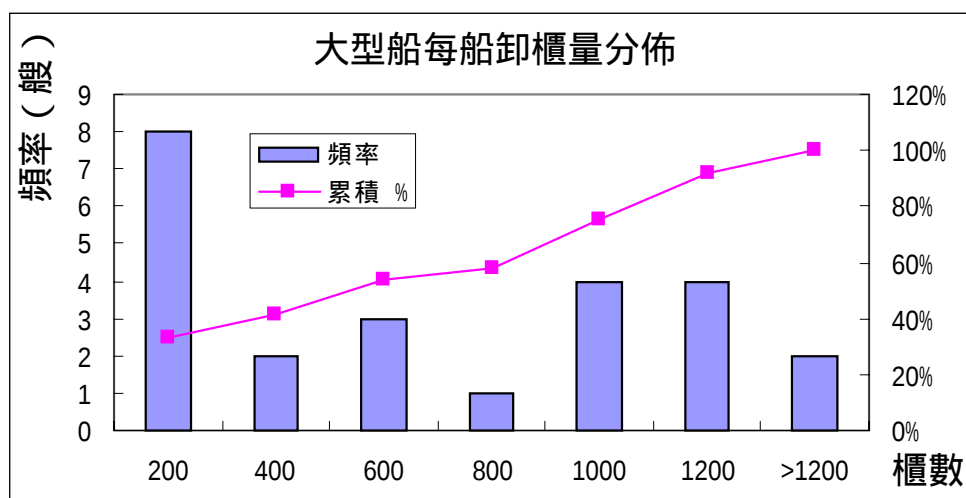


資料來源：[14]

圖 4.4.2 高雄港#70 碼頭不分船型之輸入資料

2.船舶裝卸櫃量（每船負荷之裝卸量）

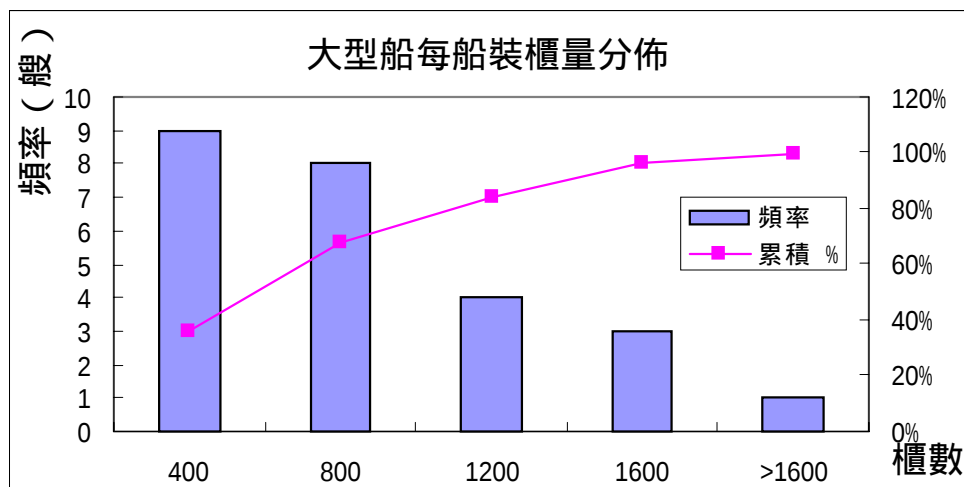
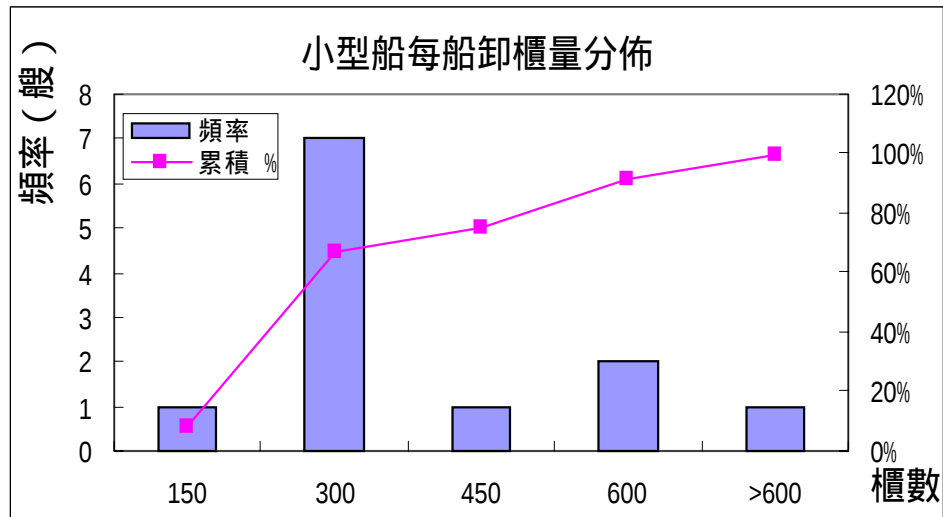
到港船舶裝卸量，可能影響到吊桿之實際負荷與其效率之表現，也會影響船舶在港靠泊時間長短，故本研究以下針對此一部份進行分析探討。由圖 4.4.3、圖 4.4.4 我們可以看出：小型船每船的平均卸櫃量是 307.33 櫃，分佈則是從 150 600 櫃左右，而大型船每船的平均卸櫃量是 881.03 櫃，分佈則是從 200 1200 櫃左右。



資料來源：本研究整理

圖 4.4.3 高雄港#70 碼頭依船型分類之每船卸櫃量分佈

裝櫃量部分小型船每船的平均裝櫃量是 153.26 櫃，分佈從 100 300 櫃左右，而大型船每船的平均裝櫃量是 565.41 櫃，分佈則是從 400 1600 櫃左右。由此我們可以得知船舶的大小的確對裝卸量的差異有很大的影響，因此本研究所撰寫之模擬模式，將船舶分成大小船來產製，相信更能提高模擬的準確度。

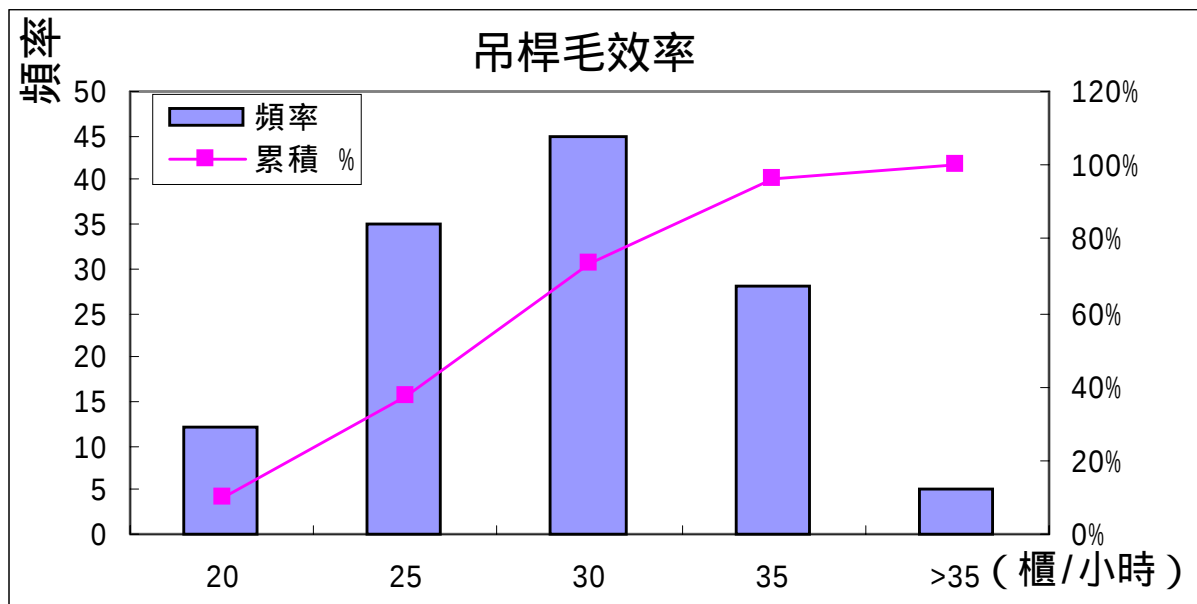


資料來源：本研究整理

圖 4.4.4 高雄港#70 碼頭依船型分類之每船裝櫃量分佈

3.機具裝卸效率

為期對選定碼頭之機具特性有所了解，以下就每吊桿毛裝卸效率進行分析。從圖 4.4.5 可知吊桿的平均裝卸效率，為每小時 26.75 個貨櫃，分佈大約在每小時 20 櫃 每小時 35 櫃左右，其中以每小時 30 櫃時之頻率最高。分析結果之機具裝卸效率分佈，如圖 4.4.5 所示。

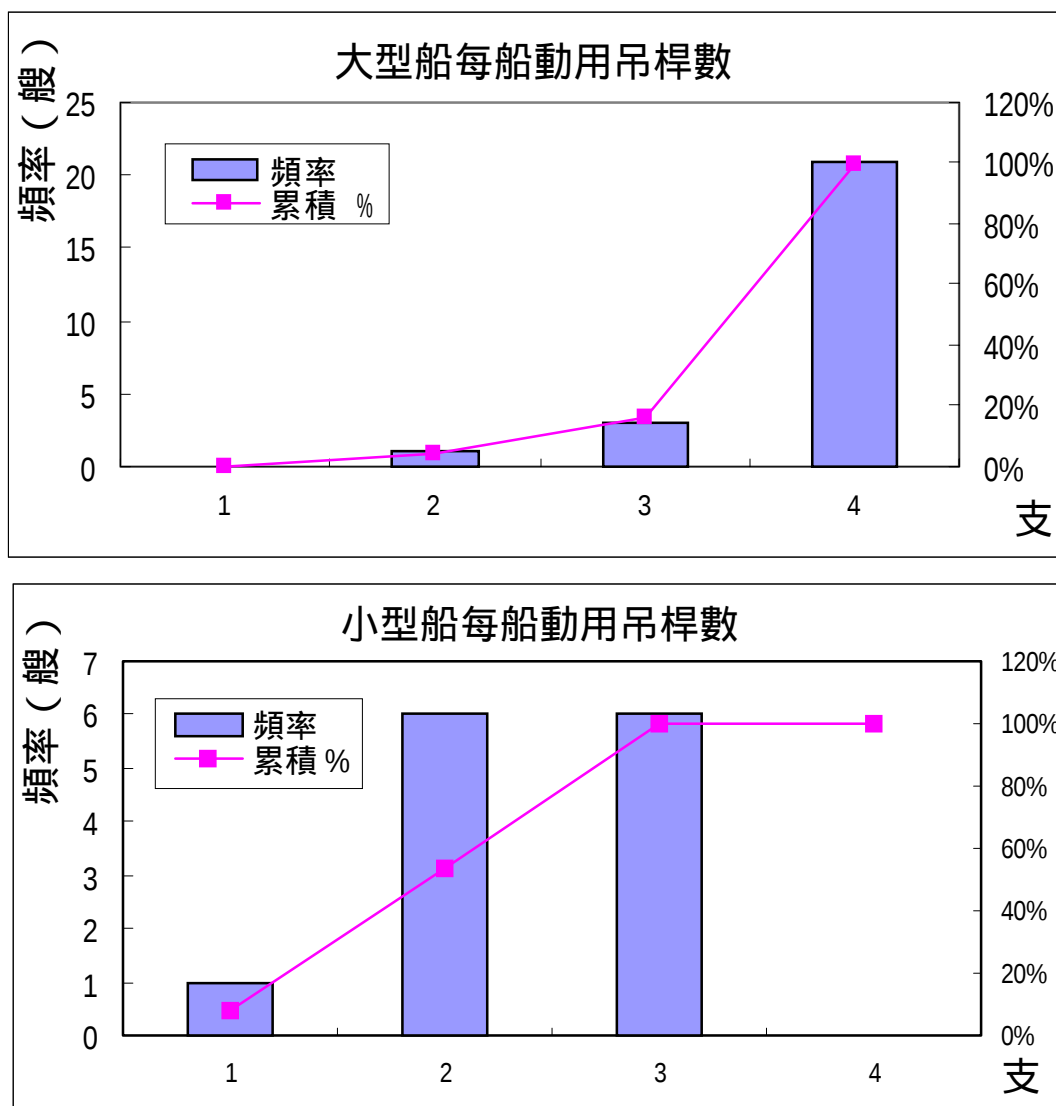


資料來源：本研究整理

圖 4.4.5 高雄港陽明 # 70 碼頭每吊桿毛效率之特性分佈

4. 船舶動用橋式起重機數

就船舶動用吊桿數之資料分析而言，由圖 4.4.6 我們可以看出小船動用的吊桿數是 1~3 支(小船無使用 4 支之情形)，其中以使用 2 支跟 3 支時之比例較大。而大船則是 2~4 支（大船無使用 1 支之情形），其中以使用 4 支之情形特別多。由此可知，大船因為裝卸量較大，因此所動用之吊桿數也相對較多。故本研究後續構建之模擬程式，將船舶動用之吊桿數，依大小船舶分開產製，將可提高模式之準確度。



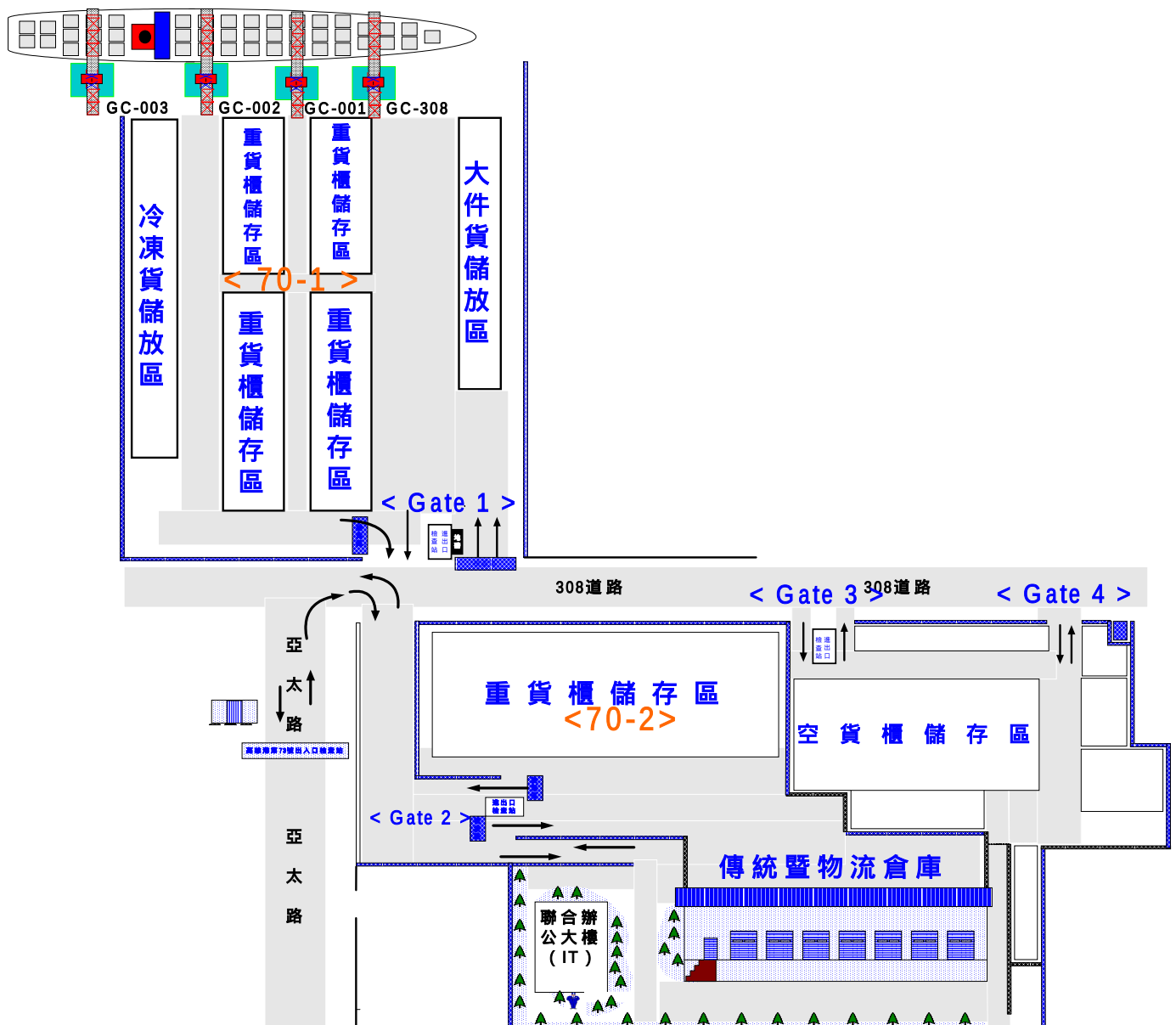
資料來源：本研究整理

圖 4.4.6 高雄港陽明 # 70 碼頭每船使用吊桿數之特性分佈

4.4.4 後線部分

1.後線堆積場佈置方式

陽明 # 70 貨櫃碼頭之配置情形如圖 4.4.7 所示，貨櫃場內共分為 70-1 與 70-2 兩個貨櫃儲存區，其中出口櫃多安排存放於 70-1 靠近岸肩的地方，進口櫃則放在 70-1 較接近後線之空間及 70-2 貨櫃儲存區。



資料來源：陽明海運公司，2004 年

圖 4.4.7 陽明 # 70 碼頭配置

2.後線裝卸作業方式、機具數

(1)船邊部分

每部 Gantry Crane 配置 6 部拖車。

(2)貨櫃處理部分

陽明海運公司於高雄港之租用碼頭主要功能為母港，其轉運量約佔其總量 50%。

(a)進口櫃

採用 Straddle Carrier 作業方式，從租用貨櫃碼頭至今未曾改變作業方式，於進口儲區並未採取自動定位系統，故貨櫃場內有位作業人員，以瞭解貨櫃之相關位置，提供資訊，主要採用理由是考量貨櫃場作業效率。其堆放策略有二，一為依航次堆放，二為依貨主堆放。

(b)出口櫃

受限於場地容量限制，由原有 RTG 作業方式改用 RMG 作業方式，若為遠洋航線則其堆放策略考量「目的港」與「船期」後決定堆放儲位，若為近洋航線，則是依「目的港」堆放，而不考量「船期」。

(c)轉口櫃

主要是以 RMG 作業方式為主，Straddle Carrier 作業為輔，其採用理由是因場地容量限制，其次考量貨櫃場作業效率，有部分使用 Straddle Carrier 乃是因船邊尚有一較小儲區，為求空間有效利用，故使用 Straddle Carrier 作業。堆放策略是依目的港，其次再依船期存放。

(3)機具部分

RMG 部分：8 部 RMG

Straddle Carrier 部分：5 部 Straddle Carrier

3.貨櫃櫃種比例

(1)進口櫃量

各種貨櫃型態比例數據如表 4.4.2 所示。由表中可知，貨櫃型態可分成重櫃、空櫃、20 呎、40 呎及其它不同組合，而其所需之操作機具及處理流程不盡相同，故其數量及比例，應事先加以分析。因此，本研究透過實際蒐集之資料，可分別計算出各種不同貨櫃型態所占之之比例。大致上而言，進口櫃與出口櫃之比例相當接近，分別佔全部貨櫃之 50.29%及 49.71%左右。

(2)出口櫃量

與進口櫃量相同的方法，出口櫃也可進行各種貨櫃型態比例之分析。透過陽明 70 碼頭相關資料分析結果可知，原則上，出口櫃與進口櫃中，40 呎櫃與 20 呎櫃之比例，呈現相同之趨勢，大約為 60%比 40%左右。但是出口櫃之空櫃比例，與進口櫃相比，顯示出口櫃方面，空櫃通常所佔之比例相對較低。出口櫃詳細之各種貨櫃型態比例，請參見表 4.4.3 所示。

(3)轉口櫃量

依據所收集之資料，不論進口櫃或出口櫃，其重櫃部份，必須進一步加以區為兩種，舉進口櫃而言，一為船舶卸下後，要運往內陸之進口櫃數(即非轉口部份)，另一種為卸下後暫時除放於貨櫃堆積場，要轉往其他港口之櫃數(即轉口部份)。因此，重櫃部份，不論進口櫃或進口櫃，可透過實際資料分析上述兩種不同貨櫃之比例，詳細轉口貨櫃比例數值，請參見表 4.4.2 所示。至於空櫃部份，則全部屬於非轉口之貨櫃。

表 4.4.4 各貨櫃櫃種佔有比例表

出口 50.29%	20 呎櫃 39.93%	空櫃	轉口	0.00%
		5.40%	非轉口	100.00%
		重櫃	轉口	34.20%
		94.60%	非轉口	65.80%
	40 呎櫃 60.07%	空櫃	轉口	0.00%
		10.30%	非轉口	100.00%
		重櫃	轉口	51.45%
		89.70%	非轉口	48.55%
進口 49.71%	20 呎櫃 41.45%	空櫃	轉口	0.00%
		37.18%	非轉口	100.00%
		重櫃	轉口	38.26%
		62.82%	非轉口	61.74%
	40 呎櫃 58.55%	空櫃	轉口	0.00%
		26.58%	非轉口	100.00%
		重櫃	轉口	40.52%
		73.42%	非轉口	59.48%

資料來源：本研究整理。

4.4.5 Gate 相關資料分析

1.拖車到達堆積場時間分佈型態

(1)重櫃提領

當貨櫃船抵港停泊，將進口重櫃卸放至貨櫃堆積場後，船公司便會寄發通知告知貨主前往該貨櫃中心提領重櫃。而貨主便可依自己的需要，派遣貨車前往提領重櫃，於是便有了重櫃提領的拖車到達情形。

(2)空櫃提領

貨主有貨物欲交由船公司運送，且屬於整櫃裝載者(CY 貨)，其便可先行前往貨櫃中心，進行空櫃之提領，以便將其拖回裝貨。

(3)出口重櫃交付到達

如前所述，貨主在提回空櫃後進行出口貨物之裝貨工作，於結關前將貨櫃拖至船公司託運，以便船公司對此一航次之裝船貨櫃之裝櫃計劃得以進行，此時便大出口貨櫃之到達產生。

(4)空櫃交還

貨主將其進口重櫃由貨櫃中心提回後，便進行卸貨。在卸貨後便需將此空櫃再次拖回船公司之指定地點交還，於是便產生了空櫃交還之到達。

2.相關關卡之檢驗時間分佈

(1)加封站

貨櫃自船上由橋式起重機卸下後，若為轉口或進口貨櫃，首先會通過加封站為貨櫃加上封條，拖車需在此處停車加上封條並對對條號碼與貨櫃櫃號進行記錄。理貨員並依貨櫃種櫃(進口或轉口，20 呎或 40 呎)，以及現場目前的貨櫃堆積情

形，指定此貨櫃之放置位置。由於卸船貨櫃有 40 呎與 20 呎之分，40 呎為每一輛拖車拖一個，也只要加上一個封條及告知一個貨櫃儲放位置；而 20 呎為每一輛拖車拖二個，也就是要加上二個封條及告知二個貨櫃儲放位置，故二者所需之處理時間是不同的。

(2)進出場管制站(Gate House)

進出場管制站亦即港埠貨櫃中心之大門，為船公司、貨主、及內陸運輸業者，對貨櫃責任劃分之處，對於進出貨櫃中心之貨櫃，授受簽證、鉛封有無異樣，以及檢查是否有無錯誤，收發規定之運輸文件，登記出入裝載貨櫃之拖車，磅秤貨櫃之重量等等作業。由於陽明 # 70 碼頭之現有場地因某種原因被分割為二處，分別為進口儲放區(簡稱進口區，其包含轉口區)及出口儲放區(簡稱為出口區，含空櫃儲放、洗櫃及修櫃)。故陽明 # 70 碼頭於進口區及出口區各有一處進出管制站。

(a)進口管制站

其分為進入與出場兩邊。進入側一邊為開行 CMC (Container Movement Card) 卡，交由拖車司機憑單以吊櫃。於出場側一邊為拖車司機在完成提櫃後，將貨櫃拖至此，由航運公司人員進行封條核對等工作，並開行貨櫃交接清單 EIR(Equipment Interchange receipt)單，經司機簽收後，再開立放行准單。

(b)出口管制站

(I)進入側

(i)空櫃提領

當託運人欲將其貨物交由航運公司進行託運而為整櫃裝載時，便需前往提領空櫃，則航運公司則會依貨主需要，開單交由拖車司機入場提領空櫃。由於受限於資料的取得，

於此處假設空櫃之提領不論 40 呎或 20 呎，每次均只提領一個，而非 20 呎提 2 個。

(ii)空櫃交還

當受貨人將整裝貨櫃提出進行卸貨後，則需再將此空櫃交還航運公司，在到達管制站後，航運公司人員需出來檢視貨櫃是否有污損情形，並核對櫃號是否吻合。

(iii)交付重櫃

於某航次結關日前，託運人將整裝貨物拉入貨櫃場，交由船公司運送。貨櫃到達此後，需進行過磅等工作並簽發 CMC 卡，交由拖車司機持向場地作業人員進行安排儲放。

(II)出場側

(i)空櫃出站

拖車進入場中裝上空櫃後，拖車司機需於此處簽收 EIR 單，並領取封條及出站申請單。

(ii)還空櫃後出站

拖車入場將空櫃卸還於場中後，便至出場側辦理手續，以核銷該只貨櫃記錄。

(3)理貨員辦公室

理貨員於貨櫃中心扮演著極為重要的角色。以陽明 # 70 碼頭為例，由於目前多為人力作業，舉凡貨櫃放位置、翻櫃後新位置等，均需由其以無線電相互連絡，以更新貨櫃場中多變的貨櫃儲放位置而獲得正確之貨櫃目前位置，並由其以無線電通知機具操作員——跨載機或門式機，進行裝卸貨櫃的動作。事實上，司機到達理貨員辦公室後，只是告知其欲卸、提貨櫃之櫃號，由其查閱場地圖後，告知拖車司機前往何位置。拖車司機離開後，理貨員再以無線電告知機具操作員進

行作業，也就是說於此處真正花費的時間只有查閱位置的時間。

陽明 # 70 碼頭目前有三個理貨員辦公室，二個位於進口區、一個位於出口區。進口區分別為負責跨載機作業區內之貨櫃相關事宜，與門式機作業區內貨櫃相關事宜者共計二處。

(4)海關檢查站

海關檢查站在每一個貨櫃碼頭，均有設置以進行貨櫃貨物之查驗工作。當拖車提領進口重櫃且於管制室之出口站側，辦妥相關文件、手續後，拖車司機便將相關單據交由海關人員對貨櫃檢查。此時便會拆封開櫃，以供海關人員對貨櫃內部之貨物進行檢視。由於貨櫃在海上及堆積場上存放多日，經過日曬及海水的侵蝕，於開櫃時大多很難開啟。故於此作業花費之時間較為冗長。

由於陽明 # 70 碼頭其進口空櫃需運至出口區存放，故亦需經過海關開櫃查驗。但由於為空櫃，故只需開櫃門後，便可看清楚內部狀況，不需如進口封櫃提領時，需爬入貨櫃內進行查驗。故其所需時間較為少。

4.5 模擬模式構建

4.5.1 系統模擬模式構建之基本理念

近年來由於電腦技術之高度與快速發展，使得模擬技術得以有大幅改善，已有許多模擬模式被應用於不同的研究領域內，如工程、科學、管理、經濟等方面，由於模擬模式之發展成功，亦使得以往較為複雜而無法用一般數學規劃理論和方法解決的問題，得以有較為客觀之解決方向。在港灣規劃方面，常藉助系統模擬方法，分析船席使用率、碼頭需求數、經濟效益、風險分析等方面。如前所述，系統係指一組相互間有規律性或不規則性關係存在之組成份子，所組成之一個體，以完成其某些目的。而模擬則是指利用程式模組，針對問題進行測試，以便能掌握系統特性之過程和方法。

簡言之，系統模擬(System Simulation)係指利用程式建立一和所欲研究對象或真實系統相類似之邏輯模式(Logical Model)，並透過電腦之運算，找出某些結果，並由其中瞭解系統本身之行為特性，進而以此進行各種不同方案之建立和模擬，最後評估各方案之優劣，作為方案決策之用。

系統模擬大致上屬動態性、隨機性之模式，本質上和一般靜態數學模式有相當程度的不同。透過電腦語言，構建港埠模擬模式，其可以將船舶進出動態及前、後線裝卸作業狀況等作較詳盡的描述，並構建成一套完整的系統為其最大優點。

系統模擬之優點有下列幾項：

- 1.可重複性試驗。
- 2.可用以分析不同之設計方案。
- 3.資料詳細程度不高時，仍可加以應用。
- 4.較靜態數字模式易於使用。
- 5.取得資料之速度較快和成本較低。

6.所能處理之決策變數較不受限制。

然系統模擬亦有下列幾項缺點：

- 1.模擬模式之建立和測試，通常需大量成本及時間之投入。
- 2.每一次執行結果，僅能得到一組決策變數所輸出績效之估計值，故通要進行多次模擬，方可能找出合理之計算結果。因此，常須耗費較高時間之電腦執行作業。
- 3.系統模擬若不能有效測試其對於真實系統之表示程度時，則模式之貢獻度相對降低。並非所有問題或系統均適合用模擬程式來進行模擬求解，惟一般而言，若問題有下列幾項特性，則可考慮應用系統模擬方法加以解決。

- (1)某些過程無法做到或成本太高時。
- (2)無法進行實際試驗時。
- (3)實際系統過於複雜，無法利用現有靜態數學模式加以表示時。
- (4)無法用解析法求解，亦無從加以預測時。
- (5)實驗試驗具有破壞性結果時。
- (6)資料不足，無法建檔靜態教學模式時。

系統模擬之作業之主要程序如下：

- (1)界定問題
- (2)建立目標
- (3)定義系統範圍及決定模式之變數及參數
- (4)資料蒐集及轉換整理
- (5)電腦程式編撰
- (6)程式之校估
- (7)模式測試及驗證
- (8)方案研擬

- (9)方案模擬
- (10)績效評估與選擇
- (11)結果輸出
- (12)決策
- (13)執行

4.5.2 模式構建

1. AweSim 軟體簡介及操作方式說明

(1)AweSim 軟體簡介

AweSim 是一種多功能的套裝模擬軟體，目前版權屬於國外廠商 MAPICS 公司，臺灣地區則由昊青公司代理，目前最新之版本，為 AweSim 3.0 版。AweSim 為 SLAM □ 進行改版之套裝軟體，以 Visual SLAM 為模擬語言的視窗操作環境，主要包含兩個部份：

(a)網路模式 (Network Model)：

AweSim 提供許多網路圖形 (Network Symbols)，用以建立網路模式。每一個網路圖形代表一個指令，亦即代表一個副程式(Subroutine)。網路模式在設計上相當方便，使用者只要根據實際的系統加以分析，繪出流程圖，再將該流程圖以網路圖形表示出即可。

(b)使用者撰寫程式 (User Inserts)：

當無法利用網路模式加以描述時，使用者可自行撰寫程式與網路組合，彌補網路模式不足之功能。AweSim 提供了與 Visual Basic 及 VisualC++連接之功能，擴充了 AweSim 功能及撰寫程式的空間。

(2)AweSim 基本操作方式說明：

AweSim 的操作方式，可參考 Simulation with Visual SLAM and AweSim [59]，其操作之說明可條列如下：

(a)安裝 AweSim 軟體

(b)確認 AweSim 之資料夾及檔案存放位置

(c)建立網路 (Network)

(d)建立控制項目(Control)

- (e)編譯及執行程式
- (f)程式錯誤(Error)報表分析
- (g)輸出結果(Output)報表分析
- (h)產製圖形分析介面
- (i)產製備忘說明文字檔

2.模擬模式建立之研究流程

本研究對所選擇之採樣碼頭進行相關資料蒐集：包含碼頭基本資料蒐集，船舶、吊桿相關活動產生之機率與活動所需時間之分配型態，及各次系統資源調派與操作原則之確認等。藉由對資料之整理分析，構建出為能掌握原系統重要特性，模型所應具有之概念特質，藉以進行模擬模式之撰寫與模式驗核。再經模擬實驗與敏感度分析以發掘系統問題後，本研究針對最適面積規劃、最適機具數目及 CFS 設置於港區內外之影響，進行方案研擬及評估。有關模擬模式建立之流程，如圖 4.5.1 所示。

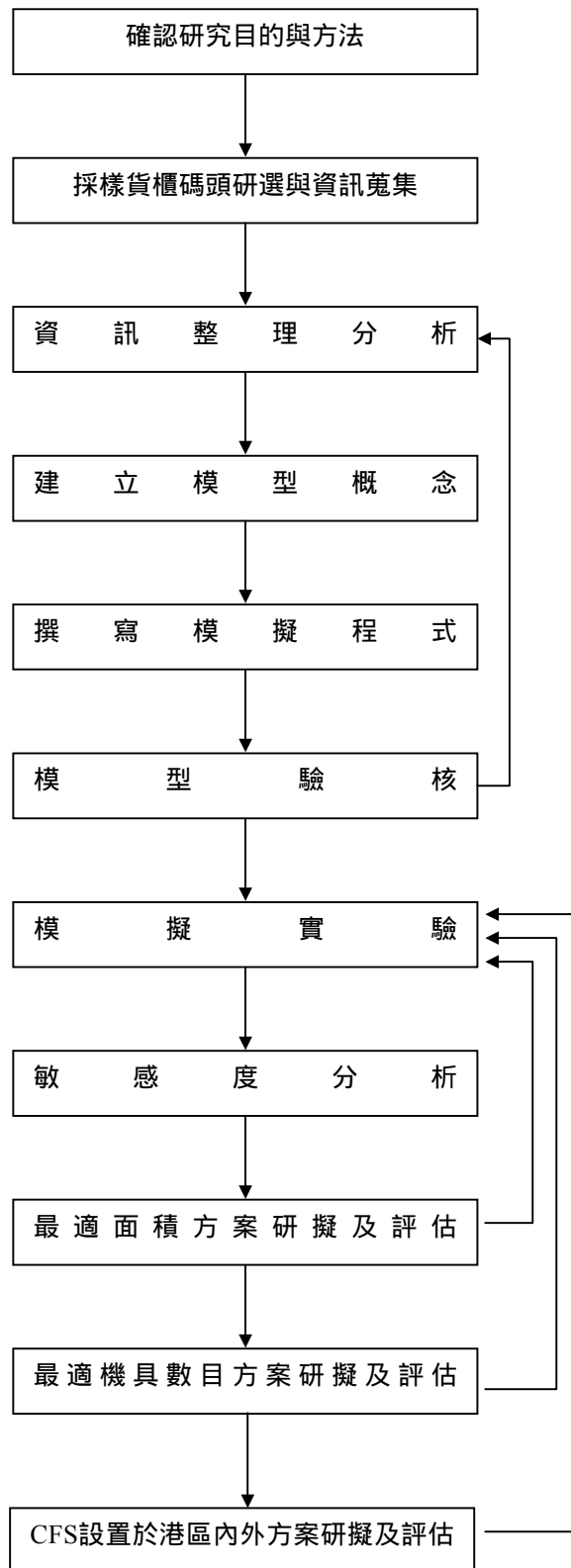
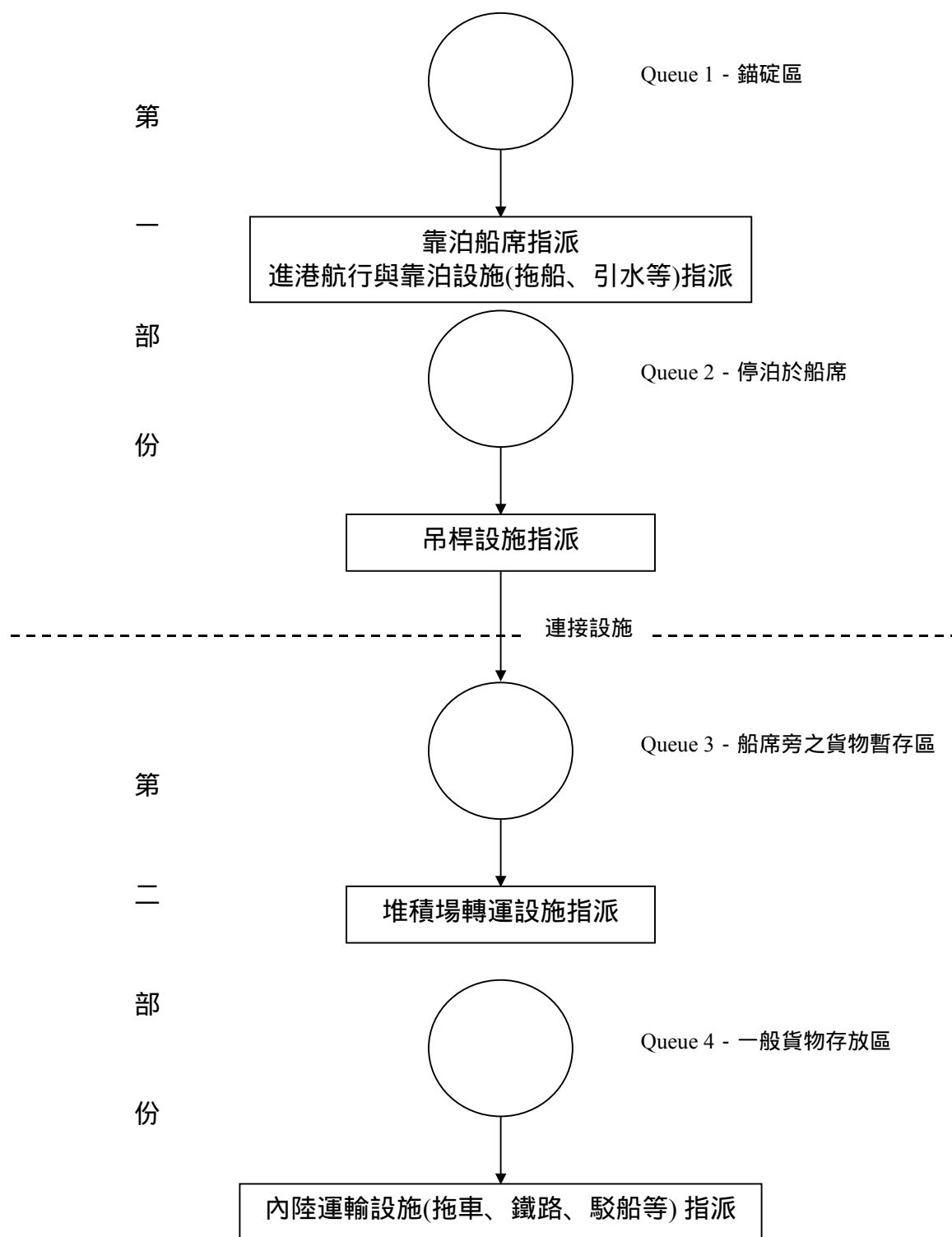


圖 4.5.1 模擬模式研究流程圖

貨櫃碼頭運作係為一複雜之作業機制，為對貨櫃碼頭模擬作業範圍界定之說明有所幫助，以圖 4.5.2 貨櫃中心作業簡化基本架構圖為後續說明之參考。圖 4.5.2 係整理一般對貨櫃碼頭進行系統模擬時，常採用之模範範圍界定狀況。該圖中主要模擬範圍可界分為二大部份，第一部份納入 Queue 1 與 Queue 2，主要包括船舶到泊型態、船席調派原則、吊具配置與其調派原則及裝卸作業效率之型態等項目；第二部份則納入 Queue 3 與 Queue 4，以貨櫃堆置場內之堆置型態(含原則)、場內車機配置、調派原則與貨櫃流向(進出貨櫃站、場內移動)與流量變化型態為主要考量。系統模擬範圍採第一部份之界定區時，其模擬探討之重點，在於考量分析船舶到泊型態(含貨櫃到達密度)對碼頭岸邊作業資源配置所產生之直接壓力與影響，適合進行有關運量多寡、到岸頻率與規模對單一碼頭或多座碼頭之影響分析。而採用第二部份之界限範圍進行模擬時，其模擬之主要目的，多在探討於固定之貨櫃處理量下，配合貨櫃流入、流出貨櫃基地之運作狀況，針對後線場內車機之配置規模、操作與調派原則恰當與否進行探討。

由於過去的研究大多單單只針對第一部份或第二部分做探討，較少針對這兩部分做完整的研究。所以本研究將針對這兩部分做一整合的研究。



資料來源：[14]

圖 4.5.2 港埠貨物轉運系統之基本架構

3.貨櫃堆積場模擬模式之構建

本研究構建之貨櫃堆積場模擬模式，考量目前後線機具作業方式之趨勢，後線堆積場作業方式主要係採用 RMG 作業方式進行研究。因本研究採用作為研究例之陽明#70 碼頭，具有可同時停靠兩艘小船之特性，因此，為能夠模擬同一時段內，同時有兩艘船舶靠泊，進行前、後線裝卸作業之情形，因此，本研究構建之模擬模式，必須能夠同時模擬碼頭前、後線之作業情形。另外，本研究構建之模擬模式，必須可供後續最適面積規劃、最適機具數規劃以及 CFS 設置於港區內外之影響分析，因此，本研究構建之模擬模式，必須可考量後線貨櫃堆積場容量及管制站閘口(Gate)等模擬要素。

本研究之模擬模式，係採用 Awesim3.0 版套裝軟體進行構建，其模擬程式流程圖及 Awesim 圖型流程圖，分別如圖 4.5.3~圖 4.5.12 所示。整體模擬程式之流程架構，可細分為以下五個子模式，以下將分別加以說明各子模式之流程：

- (a)貨櫃堆積場模擬主架構子模式
- (b)卸櫃作業子模式
- (c)裝櫃作業子模式
- (d)拖車提領貨櫃子模式
- (e)拖車交付貨櫃子模式

(1)貨櫃堆積場模擬主架構子模式

- (a)船舶到達時間間隔分佈型態

本模式之船舶到達時間間隔，係採累積機率分配方式進行，由於實務上之船舶，亦有主航線及接駁航線之區分，因此，在船舶到達時間間隔方面，本研究將依據大、小船之不同，分別加以進行統計分析及累積機率分佈產製。其中，大、小船船舶

長度之區隔方式，依據實際現場作業人員之經驗，係以 180 公尺作為區分大、小船之門檻值。

(b)指派裝卸貨櫃量

一般實務上船舶裝卸係採用先卸櫃、後裝櫃之方式，因此，本模式針對船舶之卸櫃量及裝櫃量，採用累積機率分配方式，分別給予進行指派。並且為能夠反映出不同船舶大小，對於貨櫃裝卸量之影響，此一部份之累積機率分佈，亦採用大小船分別加以產製之方式。

(c)指派靠泊船席作業

陽明貨櫃場於實務操作上，常以 180 公尺船長為大、小船區隔之經驗值，當到達船舶之船長超過 180 公尺時，單一碼頭僅能靠泊一艘船，反之，當 2 艘相鄰到達船舶，船長皆在 180 公尺以下時，則能提供其同時進行併靠作業。不過，本模式為了撰寫更具一般化之船席指派程序，主要將依據到達船舶長度是否小於船席剩餘長度，並考量兩艘船舶併靠時之安全間距，來進行船舶靠泊之指派。換言之，每艘船舶到達時，將依據其船舶長度，佔用一定的船席長度資源，若發生併靠情形時，第二艘船舶之長度，加上併靠之安全間距，必須小於剩餘之船席長度，方能指派第二艘船舶，進行靠泊船席作業。

(d)指派動用橋式起重機數

高雄港#70 碼頭每機具之平均裝卸量約在 200 櫃左右，實際橋式起重機數量指派與裝卸負荷之分配考量，除考慮船期之急迫性差異，以期在預定時間內，儘速完成船舶裝卸作業外，主要考量配合船艙貨櫃分佈狀況、船長所提供之作業空間，讓每支機具負荷盡可能均勻，以避免各機具間作業時間之差異過大，導致船舶作業之延誤。依據#70 貨櫃場作業人員之經驗，其貨櫃場調派動用機具，僅係依據上述之大原則及臨場判斷，因此，實務上之機具調派數目，具有很大之彈性變化，而非跟裝

卸貨櫃量間具有必然的關係，故若欲建構其關係式，將有其困難性。因此，本模式主要係採用累積機率分配方式，指派使用之橋式起重機數量。當兩艘船舶於同一段時間內先後進行併靠時，若厚道之船舶，其原先指派之橋式機數量，與實際上岸邊剩餘之橋式機數量不符合時，則指派後到之船舶剩餘之橋式起重機數。

(e)統計卸櫃作業是否完成

此一流程部份進行之前，必須先進行 ”A” 流程，即是卸櫃作業子模式流程。因此，在此一流程，主要是確認是否該船舶所應卸下之貨櫃量，是否已經全部卸下，若已全部卸下，則可以開始進行下一步驟。

(f)統計裝櫃作業是否完成

跟前一步驟情況類似，在進行此一流程部份，必須先進行 ”B” 流程，即是裝櫃作業子模式流程。因此，在此一流程，主要是確認是否該船舶所應裝船之貨櫃量，是否已經全部裝船完畢，若已全部裝船，則可以開始進行下一流程。

(g)釋放橋式機資源

當全部應裝卸之貨櫃量皆已裝卸完畢，則應釋放橋式機資源，以便下一艘船到達時，可以進行靠泊作業。

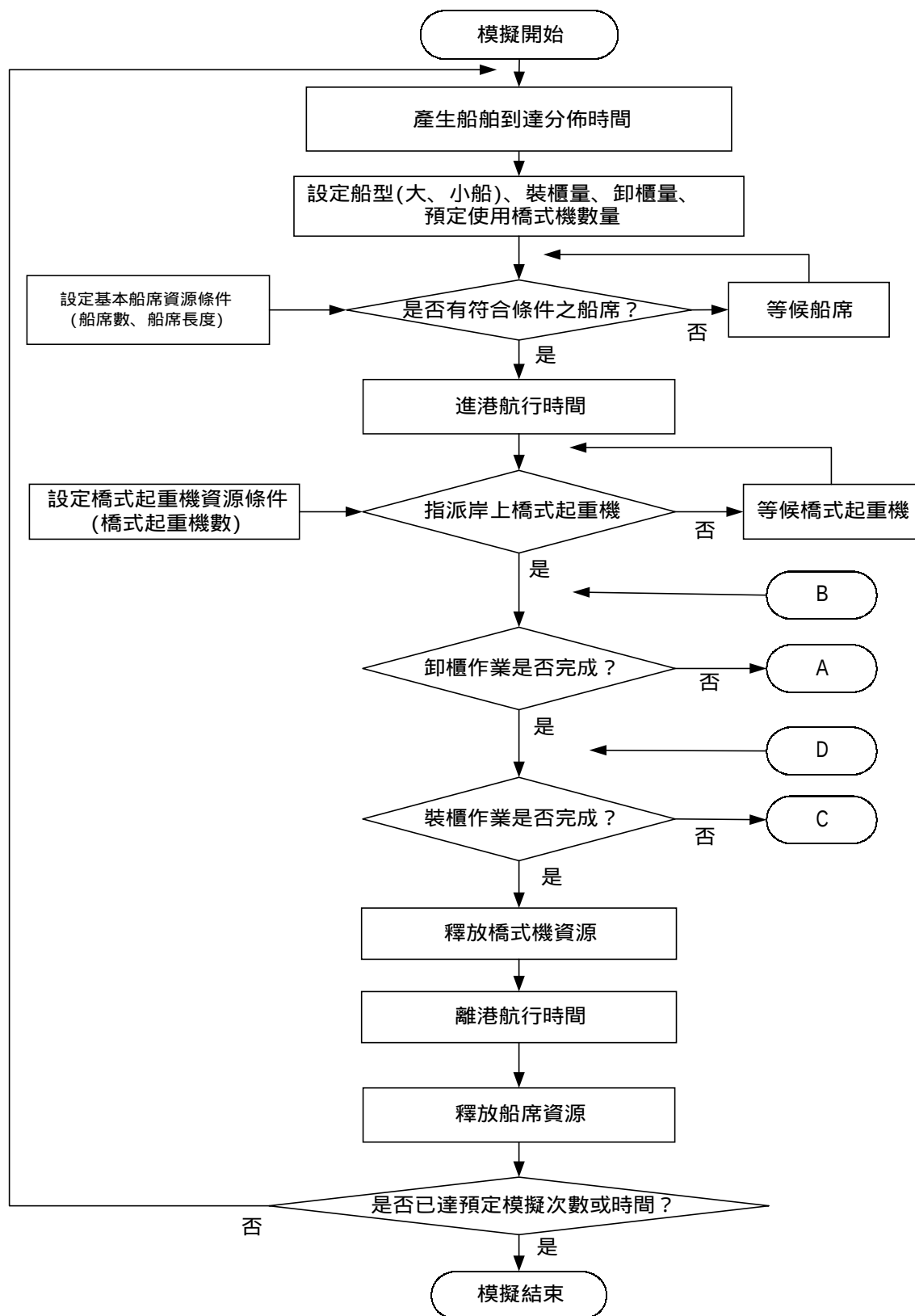


圖 4.5.3 貨櫃堆積場模擬主架構流程圖

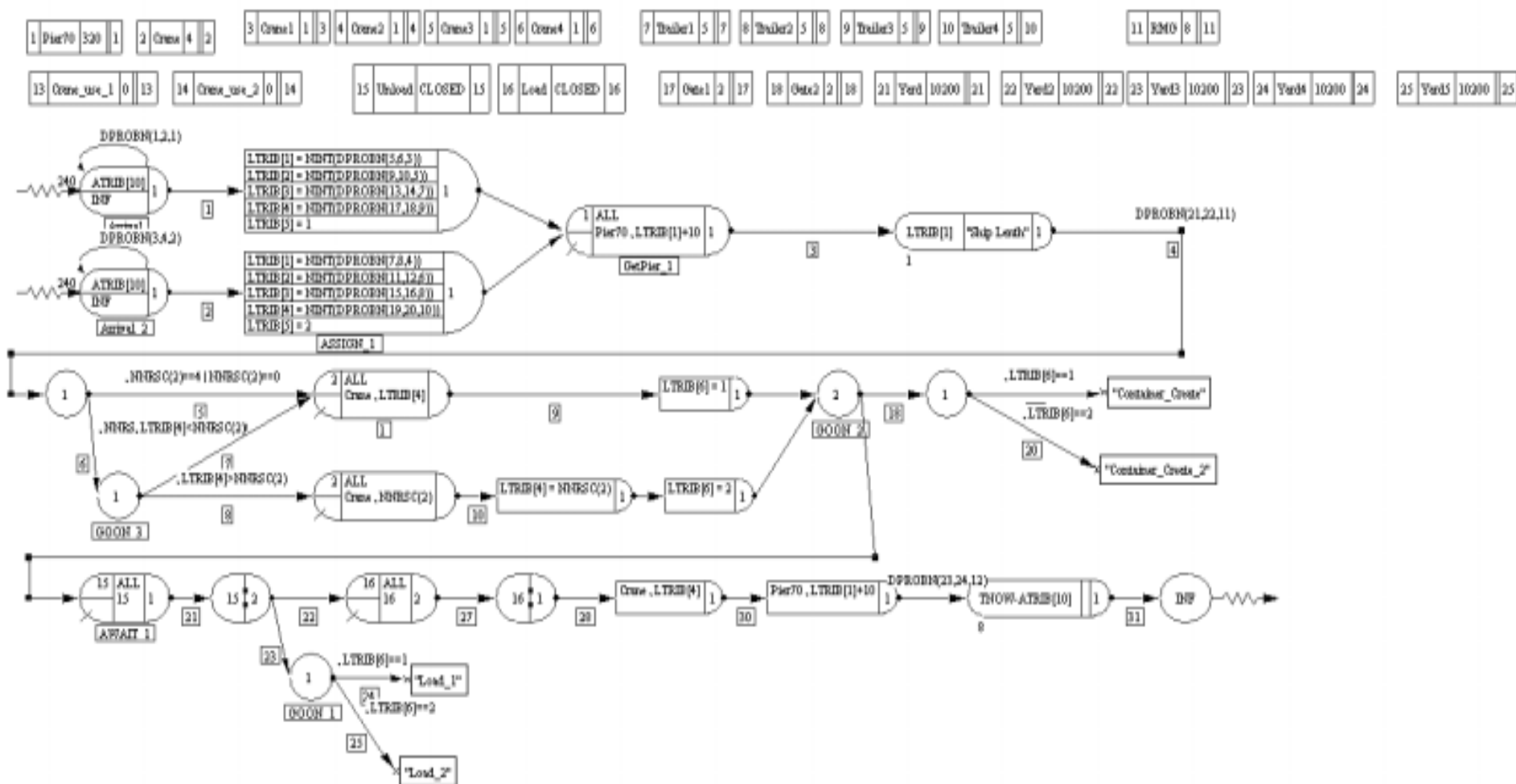


圖 4.5.4 貨櫃堆積場模擬主架構子模式圖型流程

(2)貨櫃堆積場卸櫃作業子模式

(a)指派貨櫃型態及比例

貨櫃從橋式起重機卸下後，將進入貨櫃堆積場進行卸櫃作業，包括進入 CFS 之貨櫃，亦必須先行進入堆積場儲放。因此，此一流程，將針對貨櫃型態(包括 20 呎或 40 呎、進口或轉口、空櫃或實櫃、整櫃或 CFS 櫃等)進行指派，以便於進行後續作業分辨貨櫃種類之使用。

(b)計算拖車運送時間

拖車將貨櫃運送至貨櫃堆積場及 CFS，所需之時間不盡相同，因此，必須加以指派不同情況下之拖車運送時間。

(c)使用及判斷堆積場容量是否足夠

由於本研究第四章，將針對貨櫃最適面積進行探討，因此，必須了解堆積場之容量使用情形。故此一流程，將計算不同貨櫃型態(如 20 呎櫃及 40 呎櫃)佔用貨櫃堆積場容量之情形。若容量不足時，貨櫃即會在此一流程中進行等候至有空儲位釋放出為止。

(d)指派及等候橋式機作業

卸櫃作業必須由船邊開始，因此，必須先指派橋式起重機進行卸櫃作業，將貨櫃卸到拖車上，若橋式起重機正在忙碌中，拖車則須暫時進行等候，直到橋式起重機上一裝卸動作完成為止。

(e)指派及等候拖車作業

透過橋式起重機從船上卸下貨櫃後，必須由場內拖車運送到貨櫃堆積場內堆放或 CFS 進行拆併櫃作業，因此，拖車必須與橋式起重機妥善配合，否則將因為橋式起重機等候拖車，而降低橋式起重機之裝卸效率。因此，此一模式流程，即是指派及等候拖車運送從橋式起重機卸下貨櫃的動作。

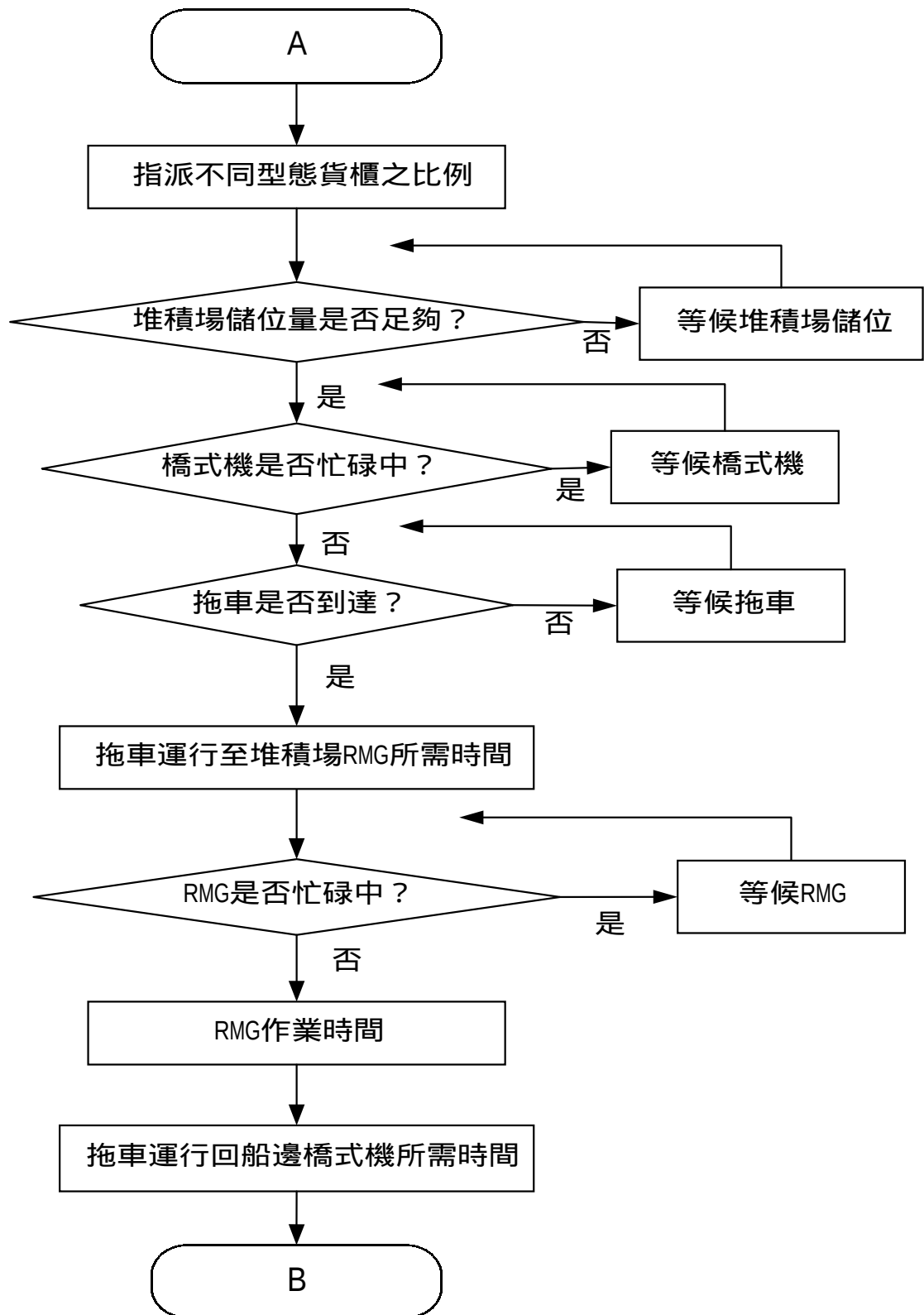


圖 4.5.5 卸櫃作業模擬流程圖

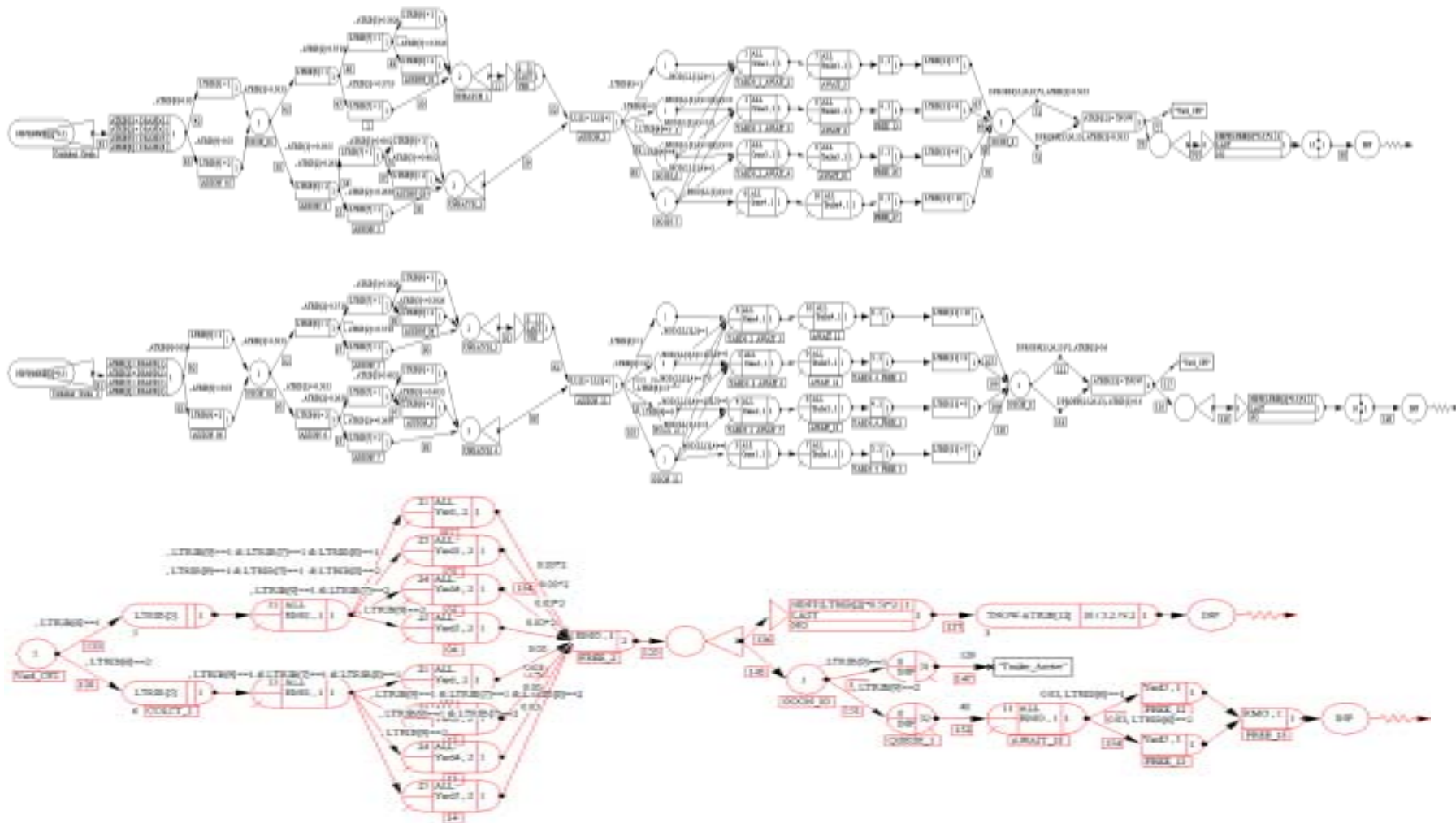


圖 4.5.6 卸櫃作業子模式圖型流程

(f)指派及等候 RMG 作業

由於本模式之後線貨櫃堆積場，係採用軌道型門式起重機 (RMG)作業方式，因此，拖車將貨櫃運送至貨櫃堆積場後，須先指派 RMG 將貨櫃從拖車上卸下。若 RMG 正在忙碌中，拖車則須暫時進行等候，直到有可供使用之 RMG 為止。

(g)計算 RMG 卸櫃作業時間

若 RMG 可以開始進行卸櫃作業，此時，如果拖車運送的是 20 呎櫃，一般需要連續卸下兩個櫃子，因此，RMG 需要費時兩次裝櫃動作的時間。如果拖車運送的是 40 呎櫃，則僅需卸下一個櫃子，故只須費時一次卸櫃動作的時間。因此，此一模式流程，將針對不同情況，計算不同的卸櫃作業所需時間。

(h)計算拖車駛回橋式機運行時間

當 RMG 卸櫃作業完成，則應釋放拖車駛回船邊之橋式起重機旁，以便進行下一次貨櫃裝卸作業。故此一流程，主要在於指派拖車從堆積場駛回橋式機之運行時間。

(3)裝櫃作業子模式

(a)指派貨櫃型態及比例

當貨櫃卸櫃作業完成一定比例之後，將開始進行裝櫃作業，由貨櫃堆積場中，將貨櫃移至船邊橋式起重機進行裝櫃作業。因此，此一流程，首先係針對將裝船之貨櫃型態及數量比例(包括 20 呎或 40 呎、出口或轉口、空櫃或實櫃等)進行指派。

(b)指派及等候 RMG 作業

大體而言，船舶裝櫃作業與卸櫃作業之作業流程，貨櫃之流向為相反方向，因此，船舶裝櫃作業須先由貨櫃堆積場中，

由 RMG 將貨櫃吊至拖車上，故先指派 RMG 進行作業，若 RMG 正在忙碌中，則須暫時進行等候，直到有可供使用之 RMG 為止。

(c)指派及等候拖車作業

當 RMG 卸下貨櫃後，必須由場內拖車運送到船邊進行裝櫃作業，因此，此一模式流程，即是指派及等候拖車進行運送貨櫃的動作。

(d)計算 RMG 裝櫃作業時間

當 RMG 可以開始進行裝卸作業時，如果拖車運送的是 20 呎櫃，一般需要連續裝載兩個櫃子，因此，RMG 需要費時兩次裝櫃動作的時間。但如果拖車運送的是 40 呎櫃，則僅須裝載一個櫃子，故只須費時一次裝櫃動作的時間。因此，本流程將針對不同情況，計算不同的裝櫃作業所需時間。

(e)計算釋放堆積場容量

當欲裝船之貨櫃離開堆積場時，必須釋放原有堆積場儲位資源，因此，本流程將模擬不同貨櫃型態(如 20 呎櫃及 40 呎櫃)離開貨櫃堆積場後，釋放出堆積場容量之情形。

(f)計算拖車駛至橋式機運行時間

當貨櫃堆積場之 RMG 裝櫃作業完成，拖車應駛至船邊之橋式起重機旁，以便進行裝船作業。故本流程，主要在於計算拖車從堆積場行駛至橋式機之運行時間。

(g)指派橋式起重機作業

當拖車到達船邊之橋式起重機時，需指派橋式起重機進行裝櫃作業，原則上此處指派使用之橋式機，必須屬於之前卸櫃作業時，已指派使用之橋式起重機。

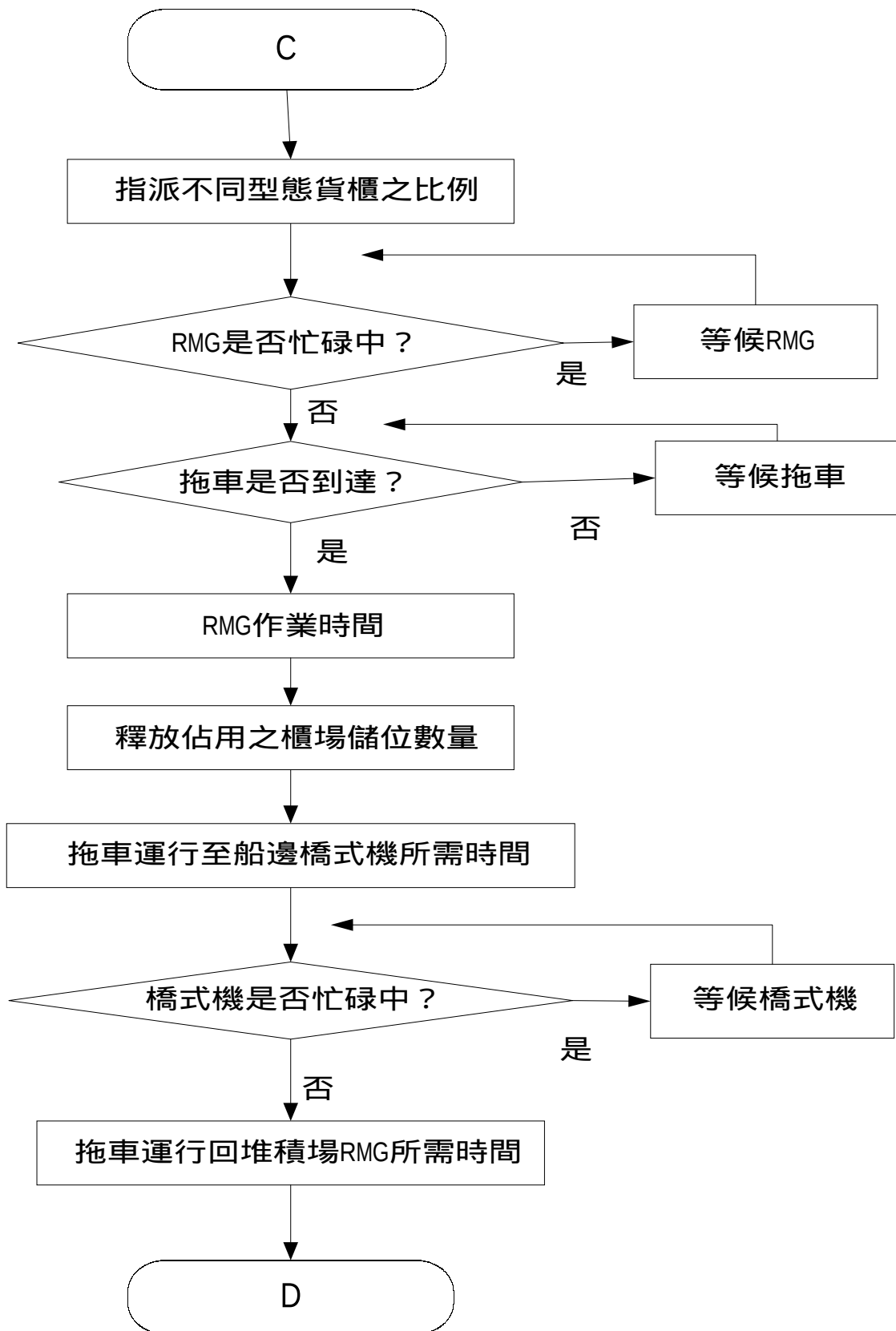


圖 4.5.7 裝櫃作業模擬流程圖



圖 4.5.8 裝櫃作業子模式圖型流程

(h)計算拖車駛回堆積場 RMG 所需時間

當船邊之橋式起重機裝櫃作業完成，拖車應駛至堆積場 RMG 旁，以便進行下一次的裝卸作業。故本流程，主要在於計算拖車從橋式機行駛至堆積場之運行時間。

(4)拖車提領貨櫃子模式

(a)指派拖車到達時間

本流程主要為指派提領貨櫃拖車之到達時間，此一時間主要係依據貨櫃在堆積場之儲放時間來決定。

(b)指派貨櫃型態及比例

拖車到達時，必須先針對貨櫃型態(包括 20 呎或 40 呎、進口或轉口、空櫃或實櫃、整櫃或 CFS 櫃等)進行指派，以便於進行後續作業分辨貨櫃種類之使用。

(c)計算及等候 Gate 查驗作業

拖車進入貨櫃堆積場時，必須在閘口(Gate)進行查驗，此一查驗時間，將依據實際 Gate 查驗時間統計資料分佈進行指派。

(d)計算拖車運行至 Yard 運行時間

拖車通過閘口查驗之後，必須運行至 Yard 提領貨櫃，因此，必須加以計算拖車從閘口運行至 Yard 之運行時間。

(e)指派及等候 RMG

拖車到達時堆積場時，需指派 RMG 以進行裝卸貨櫃作業。若所有 RMG 皆在忙碌中，則需進行等候，直到有可供使用之 RMG 為止。

(f)計算 RMG 裝卸作業時間

拖車到達 Yard 之後，依據提領貨櫃型態及數量之不同，分別計算其裝卸作業所需時間。

(g)釋放堆積場容量

提領貨櫃之拖車，裝載從 RMG 卸下之貨櫃後，必須釋放原先佔用隻貨櫃堆積場容量。

(h)計算拖車運行回 Gate 時間

拖車在提領貨櫃之後，必須離開貨櫃堆積場，因此，必須計算拖車駛回管制站之閘口所需花費之時間。

(i)計算 Gate 查驗時間

當拖車離開貨櫃堆積場時，同樣必須在閘口進行查驗，此一查驗時間，將依據統計資料分佈進行指派。

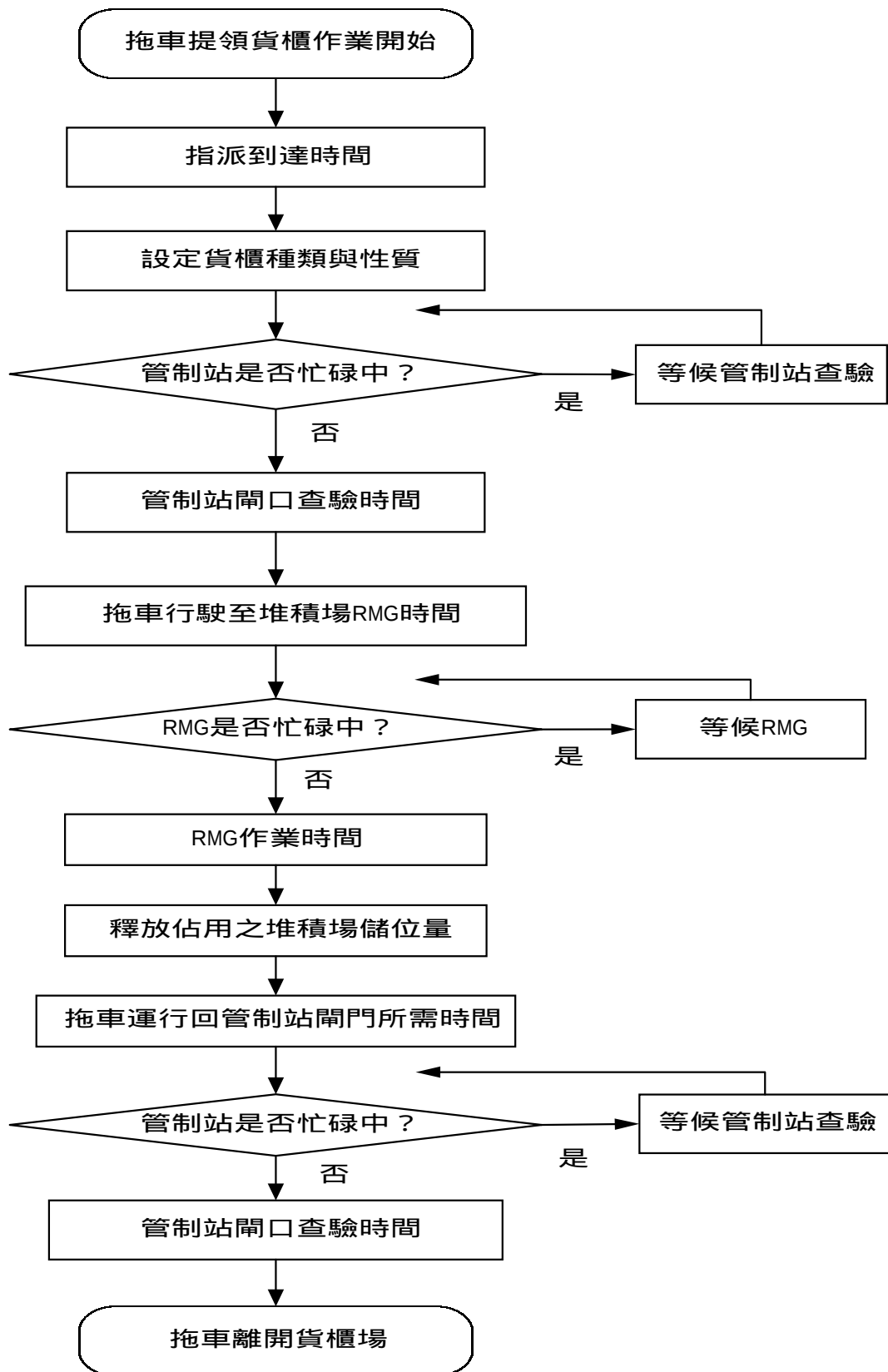


圖 4.5.9 拖車提領貨櫃模擬流程圖

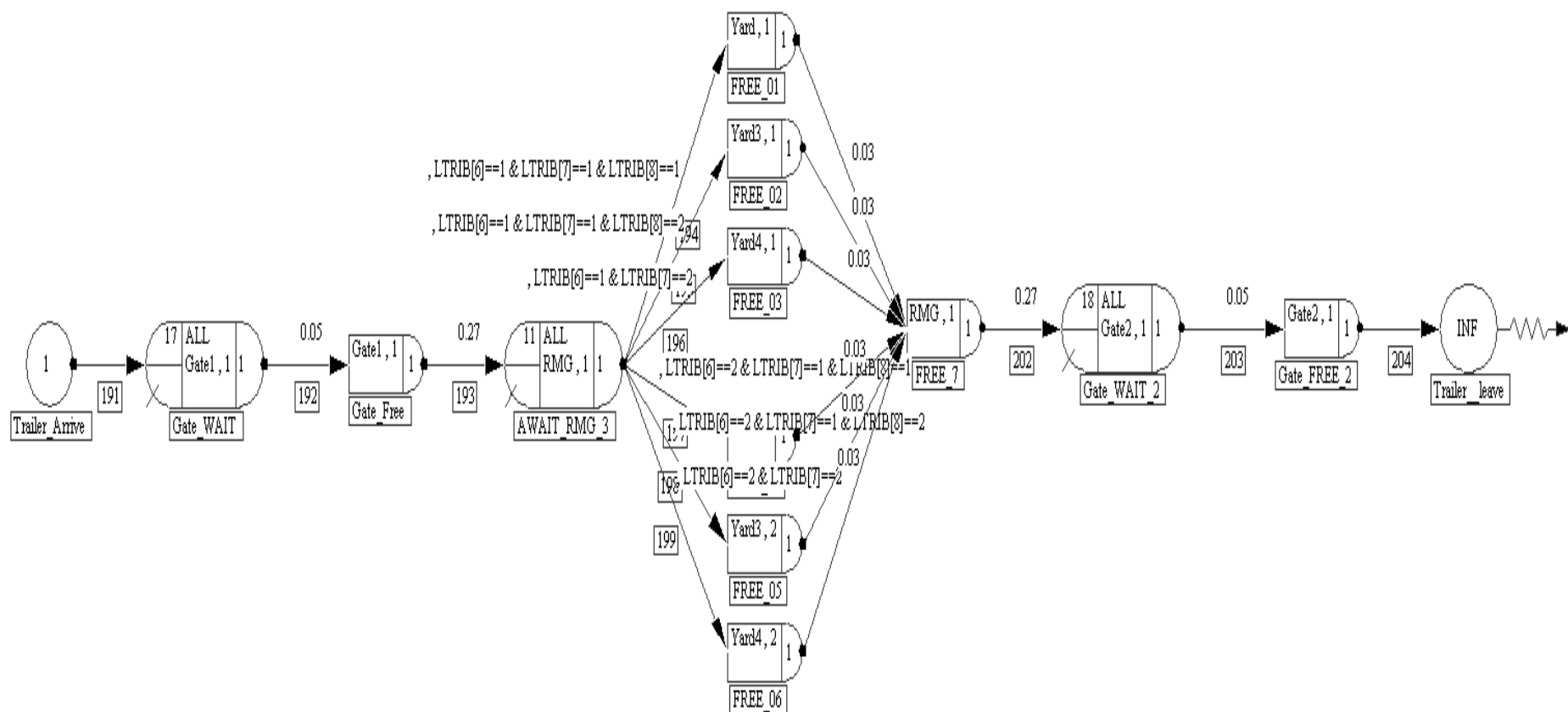


圖 4.5.10 拖車提領作業子模式圖型流程

(5) 拖車交付貨櫃子模式

(a) 指派拖車到達時間

拖車型態主要可分為兩大類，一類為提領貨櫃之拖車，一類為交付貨櫃之拖車，前者之到達時間主要係依據貨櫃在堆積場之儲放時間來決定，後者之到達時間，則係依據實際船舶到港前，拖車提前交付貨櫃之時間分佈型態而定。

(b) 指派貨櫃型態及比例

拖車到達時，必須先針對貨櫃型態(包括 20 呎或 40 呎、進口或轉口、空櫃或實櫃、整櫃或 CFS 櫃等)進行指派，以便於進行後續作業分辨貨櫃種類之使用。

(c) 計算及等候 Gate 查驗作業

拖車進入貨櫃堆積場時，必須在開口(Gate)進行查驗，此一查驗時間，將依據實際 Gate 查驗時間統計資料分佈進行指派。

(d) 計算拖車運行至 Yard 運行時間

拖車通過開口查驗之後，必須運行至 Yard 交付貨櫃，因此，必須加以計算拖車從開口運行至 Yard 之運行時間。

(e) 判斷堆積場容量是否足夠

由於本研究第四章，將針對貨櫃最適面積進行探討，因此，必須了解堆積場之容量使用情形。故此一流程，將計算不同貨櫃型態(如 20 呎櫃及 40 呎櫃)佔用貨櫃堆積場容量之情形。若容量不足時，貨櫃即會在此一流程中進行等候至有空儲位釋放出為止。

(f) 指派及等候 RMG

拖車到達時堆積場時，需指派 RMG 以進行裝卸貨櫃作業。若所有 RMG 皆在忙碌中，則需進行等候，直到有可供使用之 RMG 為止。

(g)計算 RMG 裝卸作業時間

拖車到達 Yard 之後，依據提領貨櫃型態及數量之不同，分別計算其裝卸作業所需時間。

(h)計算拖車運行回 Gate 時間

拖車在交付貨櫃之後，必須離開貨櫃堆積場，因此，必須計算拖車駛回管制站之閘口所需花費之時間。

(i)計算 Gate 查驗時間

當拖車離開貨櫃堆積場時，同樣必須在閘口進行查驗，此一查驗時間，將依據統計資料分佈進行指派。

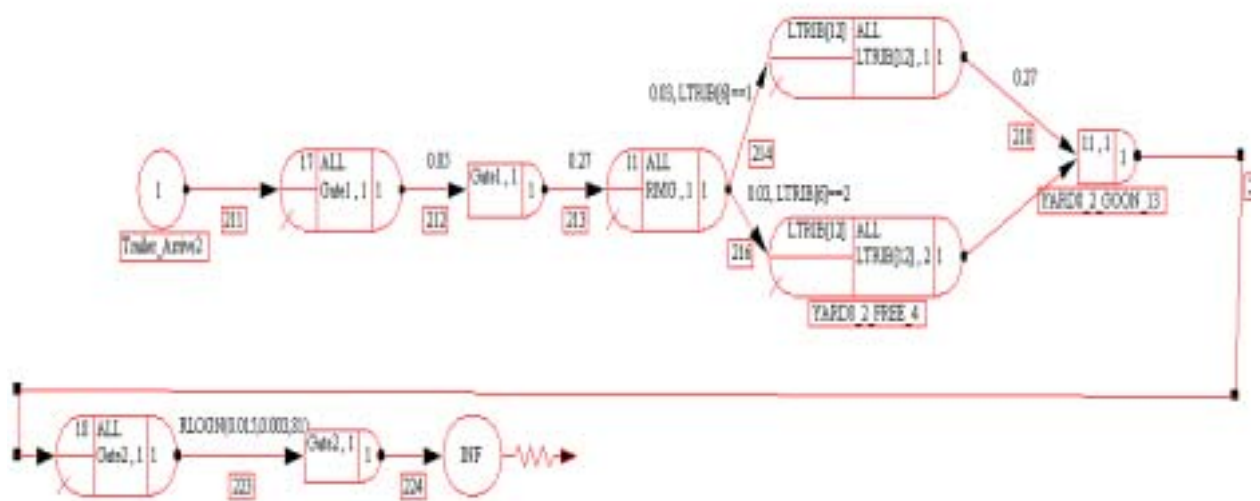


圖 4.5.11 拖車交付貨櫃子模式

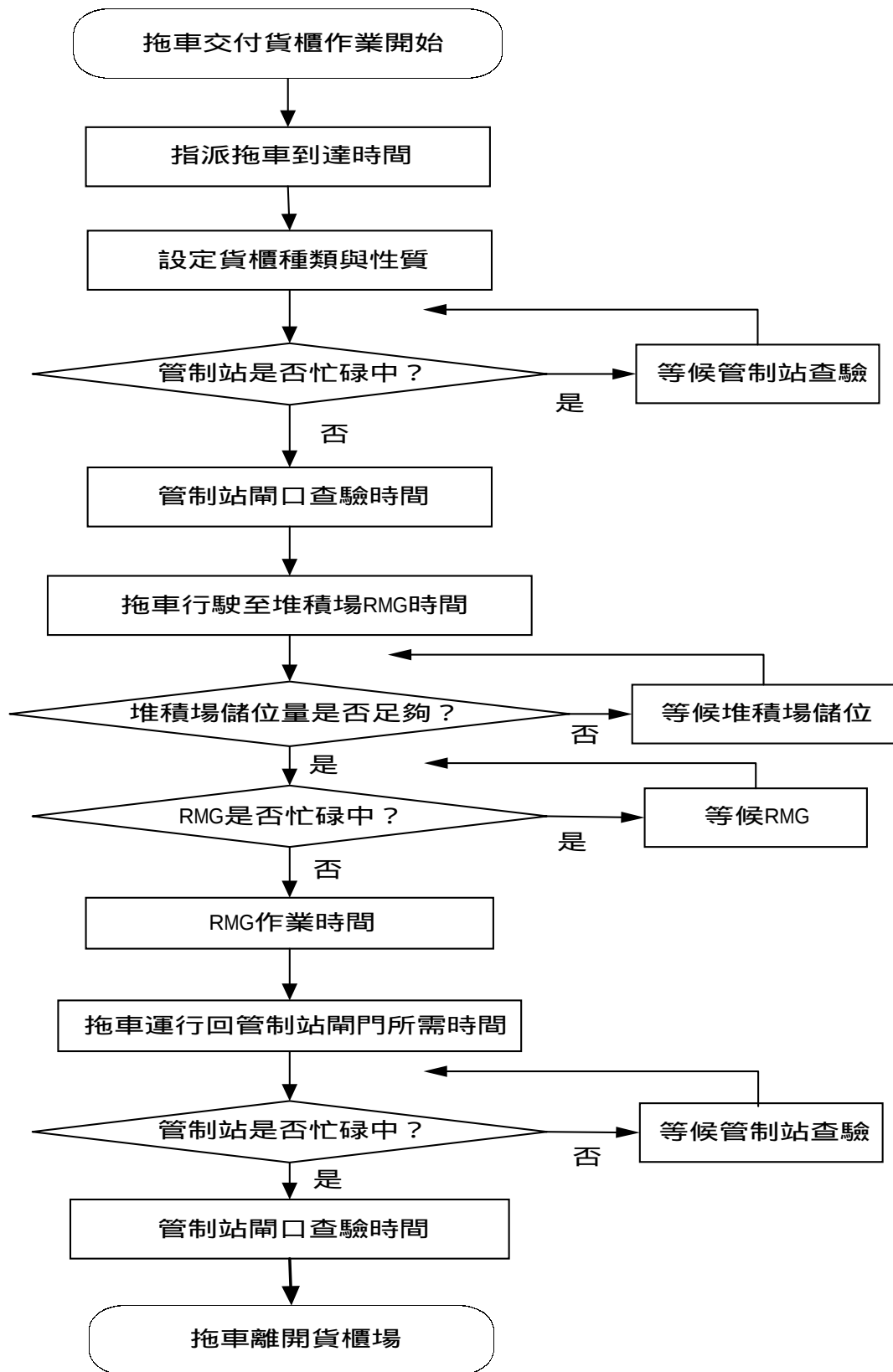


圖 4.5.12 拖車交付貨櫃模擬流程圖

4.6 模擬模式驗證

4.6.1 模擬模式驗證結果分析

1. 模擬模式相關程式設定說明

由於本研究所蒐集之陽明貨櫃堆積場實際資料，為 2004 年 5 月份一個月之資料，因此，為了模擬程式得出之結果，能跟實際資料進行分析比對，亦設定以模擬輸出一個月之資料來進行比較。本模擬程式在驗證時，首先讓其產製三個月之資料，然後去掉前後各一個月，只以中間一個月模擬已呈現穩定狀態之資料來進行分析。另外，為求提高準確度起見，可透過輸入不同隨機亂數之變化，模擬模式總共產製 30 次，然後求其平均值。

2. 模擬模式驗證項目及結果

為瞭解本研究所構建之模擬模式，是否能夠反映出實際系統之特性，及其與實際系統間之績效表現，誤差程度是否在可接受範圍之內，因此，必須進行模擬模式之驗證。

本研究進行驗證之項目包含：「大船平均船長」、「小船平均船長」、「大船平均到達間隔」、「小船平均平均到達間隔」、「大船平均在港時間」、「小船平均在港時間」、「大船平均卸櫃量」、「小船平均卸櫃量」、「大船平均裝櫃量」、「小船平均裝櫃量」、「大船平均動用橋式機數」、「小船平均動用橋式機數」、「平均橋式機毛裝卸效率」、「堆積場 RMG 毛裝卸效率」、「進口貨櫃平均儲放時間」、「出口貨櫃平均儲放時間」、「開口平均查驗時間」、「拖車船邊至貨櫃場平均運行時間」、「拖車開口至貨櫃場平均運行時間」等。

上述大部份資料，本研究主要由各航商及貨櫃裝卸公司拜訪及聯繫，取得相關之統計資料，部份資料則需親自至貨櫃堆積場進行實際調查取得。本研究模擬模式輸出結果與實際資料值之差異比較，整理如表 4.6.1 所示。

模擬之結果，與實際值進行比較，誤差都維持在 10%以內，顯示本研究構建之模擬程式，與現實情況之作業表現相當接近。各項驗證項目之模擬結果，分別說明如下：

(1)平均船舶長度

本模擬模式之船舶長度，係採大、小船分別建立累積機率分佈之方式進行產製。而大、小船之區隔，係依據實際船席長度以及可同時靠泊 2 艘船舶之情況，以 180 公尺為大、小船之區分標準，180 公尺以上，則歸類為大船，反之，則歸類為小船。由表 4.6.1 中可知，大船平均船長之實際值，為 269.88 公尺，小船平均船長之實際值，為 145.08 公尺，顯示目前研究案例中，大、小船舶之長度，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均船長之模擬值，為 272.7 公尺，小船平均船長之模擬值，為 140.3 公尺，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為 1.04%及-3.29%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(2)船舶平均到達間隔

由表中可知，大船平均到達間隔之實際值，為 27.90 小時，小船平均到達間隔之實際值，為 61.05 小時，顯示目前研究案例中，大、小船舶之到達間隔，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均到達間隔之模擬值，為 29.34 小時，小船平均到達間隔之模擬值，為 59.81 小時，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為 5.16%及-2.03%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

表 4.6.1 模擬模式驗證項目表

模擬模式驗證項目		實際 平均 值	模擬 平均值	誤差百 分比
前線 作業 部份	大船平均船長(公尺)	269.88	272.7	1.04%
	小船平均船長(公尺)	145.08	140.3	-3.29%
	大船平均到達間隔(小時)	27.90	29.34	5.16%
	小船平均到達間隔(小時)	61.05	59.81	-2.03%
	大船平均在港時間(小時)	19.37	18.93	-2.27%
	小船平均在港時間(小時)	16.40	17.12	4.39%
	大船平均卸櫃量(櫃)	881.03	897.46	1.86%
	小船平均卸櫃量(櫃)	307.33	316.87	3.10%
	大船平均裝櫃量(櫃)	656.41	642.19	-2.17%
	小船平均裝櫃量(櫃)	153.26	159.36	3.98%
	大船平均動用橋式機數(台)	3.80	3.53	-7.11%
	小船平均動用橋式機數(台)	2.38	2.52	5.88%
	平均橋式機毛裝卸效率(櫃/小時)	26.75	27.94	4.45%
後線 作業 部份	堆積場 RMG 毛裝卸效率(櫃/小時)	21.74	23.19	6.67%
	進口貨櫃平均儲放時間(天)	3.02	3.15	4.30%
	出口貨櫃平均儲放時間(天)	2.53	2.61	3.16%
	閘口平均查驗時間(分鐘)	3.12	3.26	4.49%
	拖車船邊至貨櫃場平均運行時間 (秒)	48.76	47.42	-2.75%
	拖車閘口至貨櫃場平均運行時間 (秒)	37.12	35.67	-3.91%

(3)船舶平均在港時間

由本研究求得之結果可知，大船平均在港時間之實際值，為 19.37 小時，小船平均在港時間之實際值，為 16.40 小時，顯示目前研究案例中，大、小船舶之在港時間，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均在港時間之模擬值，為 18.93 小時，小船平均在港時間之模擬值，為 17.12 小時，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為-2.27% 及 4.39%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(4)船舶平均卸櫃量

由表中顯示，大船平均卸櫃量之實際值，為 881.03 櫃，小船平均卸櫃量之實際值，為 307.33 櫃，顯示目前研究案例中，大、小船舶之卸櫃量，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均卸櫃量之模擬值，為 897.46 櫃，小船平均卸櫃量之模擬值，為 316.87 櫃，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為 1.86%及 3.10%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(5)船舶平均裝櫃量

由本研究求得之結果可知，大船平均裝櫃量之實際值，為 656.41 櫃，小船平均裝櫃量之實際值，為 153.26 櫃，顯示目前研究案例中，大、小船舶之裝櫃量，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均裝櫃量之模擬值，為 642.19 櫃，小船平均裝櫃量之模擬值，為 159.36 櫃，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為-2.17%及 3.98%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(6)船舶平均動用橋式機數

由本研究求得之結果可知，大船平均動用橋式機數之實際值，為 3.80 台，小船平均動用橋式機數之實際值，為 2.38 台，顯示目前研究案例中，大、小船舶之動用橋式機數，有一定程度上的差異及間隔。經本研究模擬產製結果，大船平均動用橋式機數之模擬值，為 3.53 台，小船平均動用橋式機數之模擬值，為 2.52 台，模擬值與實際值間之誤差百分比，分別為-7.11%及 5.88%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況吻合。

(7)平均橋式機毛裝卸效率

由表中可知，平均橋式機毛裝卸效率之實際值，為 26.75 櫃/小時。經本研究模擬產製結果，平均橋式機毛裝卸效率之模擬值，為 27.94 櫃/小時，模擬值與實際值間之誤差百分比，為 4.45%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況吻合。

(8)堆積場 RMG 毛裝卸效率

由本研究求得之結果可知，堆積場 RMG 毛裝卸效率之實際值，為 21.74 櫃/小時。經本研究模擬產製結果，堆積場 RMG 毛裝卸效率之模擬值，為 23.19 櫃/小時，模擬值與實際值間之誤差百分比，為 6.67%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況吻合。

(9)進口貨櫃平均儲放時間

由表中可知，進口貨櫃平均儲放時間之實際值，為 3.02 天。經本研究模擬產製結果，進口貨櫃平均儲放時間之模擬值，為 3.15 天，模擬值與實際值間之誤差百分比，為 4.30%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(10)出口貨櫃平均儲放時間

由本研究求得之結果可知，出口貨櫃平均儲放時間之實際值，為 2.53 天。經本研究模擬產製結果，出口貨櫃平均儲放時間之模擬值，為 2.61 天，模擬值與實際值間之誤差百分比，為 3.16%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(11)開口平均查驗時間

由表中可知，開口平均查驗時間之實際值，為 3.12 分鐘。經本研究模擬產製結果，開口平均查驗時間之模擬值，為 3.26 分鐘，模擬值與實際值間之誤差百分比，為 4.49%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(12)拖車船邊至貨櫃場平均運行時間

由表中可知，拖車船邊至貨櫃場平均運行時間之實際值，為 48.76 秒。經本研究模擬產製結果，拖車船邊至貨櫃場平均運行時間之模擬值，為 47.42 秒，模擬值與實際值間之誤差百分比，為-2.75%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

(13)拖車開口至貨櫃場平均運行時間

由表中可知，拖車開口至貨櫃場平均運行時間之實際值，為 37.12 秒。經本研究模擬產製結果，拖車開口至貨櫃場平均運行時間之模擬值，為 35.67 秒，模擬值與實際值間之誤差百分比，為-3.91%，誤差程度相當小，顯示模擬程式對原有實際系統之情況相當吻合。

4.6.2 貨櫃堆積場系統效能改善之敏感度分析

由前述模式驗證結果，顯示本研究構建之模擬模式，可以相當程度的反映出實際貨櫃堆積場之運作績效情形。以下進一步進行部份系統效能改善後之敏感度分析，以加強瞭解相關系統參數的變化，對整體模擬模式之影響程度。同時，也可明瞭透過相關系統參數效能的提昇，可以對未來貨櫃堆積場之運作情形，所能產生效益改善之程度。

1. 裝卸機具作業效率改善測試

由於現有機具效率之提昇，對於船舶之在港時間及貨櫃堆積場營運之改善將有助益，因此，首先針對裝卸機具作業效率調整進行分析。本研究調整模擬模式之中，橋式起重機及 RMG 裝卸效率累積機率分佈之參數設定，使橋式起重機及 RMG 之裝卸效率，同時皆提昇 10% 左右，然後重新進行模擬。其改善後之敏感度分析模擬結果，如表 4.6.2 所示。由表中可知，大船及小船之平均在港時間，目前分別為 18.93 小時及 17.12 小時左右，在提升橋式起重機及 RMG 之裝卸效率後，則約可降至 17.98 小時及 16.37 小時左右，因此，將有助於提升船席的週轉情形，同時也可以減少船舶等候的時間。

2. 船舶裝卸量改善測試

船舶裝卸量之增加，將可提升貨櫃碼頭及堆積場之年營運能量。不過，相對地，也將導致船舶之在港時間及等候時間的增加。本研究調整模擬模式之中，船舶裝卸量累積分佈之參數設定，使船舶裝卸量平均增加 10% 左右，然後重新進行模擬。其調整後之敏感度分析結果，大船及小船之平均在港時間，將由目前的 18.93 小時及 17.12 小時左右，增加至 20.26 小時及 18.41 小時左右。另外，大船之每船平均裝、卸櫃量，將可由目前的 642.19 櫃及 897.46 櫃左右，提升為 992.49 及 708.89 櫃左右。小船之每船平均裝、卸櫃量，將可由目前的 159.36 櫃及 316.87 櫃左右，提升為 175.84 及 349.47 櫃左右。

3.進出口儲放時間改善測試

進出口儲放時間之降低，將可提升貨櫃碼頭及堆積場之容量及週轉情形。不過，對於其它相關指標，如船舶之在港時間及等候時間之影響則不大。本研究調整模擬模式之中，進出口儲放時間累積分佈之參數設定，使進出口儲放時間平均縮短 10%左右，然後重新進行模擬。其調整後之敏感度分析結果，進、出口貨櫃平均儲放時間，分別由目前的 3.15 天及 2.61 天左右，降低為 2.83 天及 2.36 天左右。不過，進出口儲放時間之降低，對於大船及小船之平均在港時間及其它相關指標，則沒有顯著之影響。

表 4.6.2 貨櫃堆積場系統效能改善敏感度分析表

模擬模式驗證項目		原模擬 狀況	裝卸機具 效率提昇	船舶裝卸 量提昇	儲放時 間改善
前線 作業 部份	大船平均在港時間(小時)	18.93	17.98	20.26	18.91
	小船平均在港時間(小時)	17.12	16.37	18.41	17.14
	大船平均卸櫃量(櫃)	897.46	897.46	992.49	897.46
	小船平均卸櫃量(櫃)	316.87	316.87	349.97	316.87
	大船平均裝櫃量(櫃)	642.19	642.19	708.89	642.19
	小船平均裝櫃量(櫃)	159.36	159.36	175.84	159.36
	大船平均動用橋式機數(台)	3.53	3.53	3.53	3.53
	小船平均動用橋式機數(台)	2.52	2.52	2.52	2.52
	平均橋式機毛裝卸效率 (櫃/小時)	27.94	30.81	28.03	27.94
後線 作業 部份	堆積場 RMG 毛裝卸效率 (櫃/小時)	23.19	25.58	23.21	23.19
	進口貨櫃平均儲放時間(天)	3.15	3.12	3.15	2.83
	出口貨櫃平均儲放時間(天)	2.61	2.58	2.61	2.36
	閘口平均查驗時間(分鐘)	3.26	3.26	3.27	3.26
	拖車船邊至貨櫃場平均運行 時間(秒)	47.42	47.42	47.36	47.42
	拖車閘口至貨櫃場平均運行 時間(秒)	35.67	35.67	35.59	35.67

4.6.3 貨櫃堆積場模擬模式未來可應用性分析

本研究前述所構建之模擬程式，未來將可應用至許多不同方面之規劃及評估作業上，以下將分別加以說明。

1.未來不同到達船舶大小及裝卸量條件下之合理面積評估

由於本研究所建立之模擬流程架構，包含前線之船舶到達及裝卸作業情形，及後線之貨櫃堆積場機具裝卸作業及容量使用情形，因此，未來可探討當船舶大型化，或船舶所承載貨櫃裝卸量成長的情況下，貨櫃堆積場合理面積之評估，以助於實際堆積場營運人員提早採取因應措施，例如，增加貨櫃堆積場面積、改善後線機具作業方式之面積使用效率，與其它鄰近的航商之碼頭聯合營運，或是擴充投資其它的碼頭後線設施...等。

2.未來不同到達船舶大小及裝卸量條件下之合理機具數量評估

本研究所建立之模擬模式，也可應用於當未來船舶大型化，或船舶所承載貨櫃裝卸量成長的情況下，貨櫃堆積場合理機具數量之評估，其中，機具數量方面，包括橋式起重機數量、拖車數量、RMG 數量等，皆可進行評估。因此，分析之結果，可提供貨櫃堆積場營運及管理人員，提早了解未來是否有購置相關機具、拖車頭及車架設施之需要，以採取相關之因應措施。

3.現有作業方式機具裝卸效率改善之評估

透過本研究所構建之模擬模式，也可分析在不改變現有作業方式下，當購置較高性能的前線或後線裝卸機具時，因為機具裝卸效率改善，所造成影響之評估分析。

另外，若是不同機具作業方式之改變，如果只是機具裝卸作業效率、拖車運行時間、及貨櫃堆積場容量大小...等相關參數有所變化，本研究所構建之模式，也可進行分析，但是必須再多加蒐集不同機具作業方式之相關參數，進行參數之調整修正，方可進行應用。

由於本模擬模式船邊及貨櫃堆積場之間，係採用拖車進行運送作業，因此，若是使用直接跨載機作業法，因船邊及堆積場之間，係採用跨載機進行運送作業，則差異性較大，則必須針對模擬程式本身，進行部份程式流程修改，方可進行後續應用。

4.不同貨櫃型態比例下堆積場面積及容量之規劃及分析

另外，當貨櫃型態比例改變時，將影響各不同貨櫃型態堆將場面積之安排，同時由於不同櫃種之作業方式及堆疊高度也所差異，因此，對於堆積場面積及容量之影響程度，也是一值得探討之課題。未來也可應用本研究所構建之模擬模式，來處理此一類型之課題。

5.不同儲放時間對堆積場面積及容量之影響評估

本研究所建立之模擬模式，也可應用於當未來貨櫃堆積場營運及管理人員，改變堆積場免費儲放期間或是費率策略，導致各類貨櫃之儲放時間有所改變時，其對堆積場面積及容量之影響評估。此一分析結果，將可提供貨櫃堆積場相關人員，未來調整及研擬影響各類貨櫃儲放時間之相關策略時之參考。

由於本研究構建之模式，未來相關的可能應用範圍甚廣，本研究囿於時間限制及研究重點之界定，不可能加以全部探討。不過，本研究後續章節，將會針對較為重要的第一項及第二項之應用，做較深入的分析與探討。首先，4.7 節將先進行合理面積評估之應用，後續第五章則進行合理機具數量評估分析與應用。

4.7 貨櫃堆積場合理面積分析

為了解船舶大型化，對貨櫃堆積場合理面積規劃之影響，本節將探討未來若增加部份 8000TEU 以上之大型貨櫃船舶進行營運時，原先規劃之堆積場儲放面積，是否將不敷使用。因此，本節將透過之前所構建之模擬模式，作為主要分析工具，以評估當增加不同到達船舶比例之 8000TEU 大型貨櫃船舶時之堆積場合理面積之大小。

4.7.1 貨櫃堆積場合理面積之定義及基本假設條件

本研究所定義之堆積場「合理面積」，係指在某一定條件之船舶長度及裝卸量組成、船舶到達分佈型態、裝卸貨櫃之進、出、轉口比例、堆積場機具作業及場地佈設方式、貨櫃儲放時間 等相關條件固定之下，所計算出可以滿足貨櫃儲放需求之合理面積。因此，所謂的合理面積，必須是在某些先決假設條件確立下，並非有任何情況下皆可適用之面積規劃。

由於本研究主要目的係透過模擬程式，建立一套可供未來分析合理面積之工具及架構，因此，未來在實務應用時，可針對各種不同實際情況，輸入不同參數值至模擬程式中，進行相關模擬結果之產製及分析，以得出不同基本假設條件下之貨櫃堆積場合理面積大小。透過此種方式，將可因應實務上不同情況之所需。

因此，在進行合理面積之模擬時，以下相關之條件必須先加以設定，方能進行貨櫃堆積場合理面積之評估：

1. 船舶長度及裝卸量組成

船舶長度大小之分佈，會影響船席之指派及使用情形，且不同的船舶裝卸量分佈，將影響後線堆積場需提供儲放之容量及面積大小，因此，在分析貨櫃堆積場合理面積時，必須先假定在某種船舶長度及裝卸量組成下，方能得出該基本假設條件下之合理面積。在船舶長度及裝卸量組成有所變化時，也將得到不同的堆積場合理規劃面積。

2. 船舶到達分佈型態

船舶到達分佈型態，是否密集到達，或是較為均勻的到達，也會影響後線堆積場需提供儲放之容量及面積大小。若某一時間間隔內，船舶相當密集的進行靠泊及裝卸，將使得後線堆積場之面積及容量供給量必須提高，否則將會造成堆積場面積不敷使用之情況。因此，在分析貨櫃堆積場合理面積時，必須先假定在某種船舶船舶到達分佈型態下，方能得出該基本假設條件下之合理面積。在船舶到達分佈型態組成有所變化時，也將得到不同的堆積合理規劃面積。

3. 裝卸貨櫃之進、出、轉口比例

考量裝卸貨櫃之進、出、轉口比例係因轉口櫃堆儲時間較短，進出口櫃區堆儲時間較長，因此不同的進、出、轉口比例之下，間接影響到貨櫃堆放時間，使得堆積場需提供儲放之容量及面積大小也不相同。若轉口櫃比例較低、進口櫃比例較高時，將使得後線堆積場之面積及容量供給量必須提高，否則將會造成堆積場面積不敷使用之情況。因此，在分析貨櫃堆積場合理面積時，必須先假定在某種裝卸貨櫃之進、出、轉口比例下，方能得出該基本假設條件下之合理面積。

4. 堆積場機具作業及場地佈設方式

堆積場機具作業及場地佈設方式，因機具型態不同，將影響後線堆積場需提供儲放之容量及面積大小。若使用 RMG 堆疊高度較高或場地佈設方式不同，將使得後線堆積場之面積及容量供給量改變。因此，在分析貨櫃堆積場合理面積時，必須先假定在某種堆積場機具作業及場地佈設方式下，方能得出該基本假設條件下之合理面積。

5.貨櫃儲放時間

貨櫃儲放時間長短，也會影響後線堆積場需提供儲放之容量及面積大小。若堆積場存放費率或貨種型態改變，導致儲放時間較長，將使得後線堆積場之面積及容量供給量必須提高，否則將會造成堆積場面積不敷使用之情況。因此，在分析貨櫃堆積場合理面積時，必須先假定在某種貨櫃儲放時間下，方能得出該基本假設條件下之合理面積。

在上述基本假設條件之下，本研究後續將探討不同條件下之合理面積規劃，範圍將界定在不同到達分佈比例(10%、20%及 30%)及裝卸量改變之 8000TEU 大型貨櫃船舶到達方案，並進行分析，在現有模擬情況下，本研究研擬之不同模擬方案，能完全滿足儲放需求之合理堆積場面積大小應為多少。

4.7.2 貨櫃堆積場合理面積方案評估

1. 模擬模式之主要參變數及相關程式設定說明

(1) 模擬模式之參變數說明

為進行後續之探討，本研究在模擬參數之變化上，主要改變船舶到達型態比例、船舶長度、裝卸櫃量等相關參數，至於其它參數，則維持不變。而透過模擬程式所希望獲得輸出之變數結果，則主要為各不同條件變化下，能完全滿足貨櫃儲存需求之貨櫃堆積場容量數。

(2) 模擬模式相關程式設定及範圍說明

實際陽明貨櫃堆積場，包含 70-1 櫃區及 70-2 櫃區兩部份，由於影響因素眾多，若要全部加以考量分析的話，由於影響因素眾多，將會相當的複雜。因此，本研究建構之模擬程式，雖然有包含上述兩個部份，但是在進行貨櫃堆積場合理面積分析時，將僅針對 8 部 RMG 作業之 70-1 櫃區堆積場面積及容量之變化，進行分析及探討。至於其它 70-2 堆積場部份之變化，則暫不予納入探討。

其次，模擬程式在驗證時，使其產製三年之資料，然後去掉前後各一年，只以中間一年模擬已呈現穩定狀態之資料進行分析。另外，為求準確起見，透過輸入不同隨機亂數之變化，模擬模式總共產製 30 次，然後求其平均值。

2. 8000TEU 大型貨櫃船舶到達方案研擬

為因應未來船舶大型化之趨勢，本研究以下將研擬不同 8000TEU 大型貨櫃船舶到達方案，並進行評估比較。參考未來海運發展趨勢，主要從船舶到達比例、船舶長度、裝卸櫃量等方面進行變化及調整，來研擬新的方案。

(1)船舶到達比例之調整

陽明 # 70 碼頭目前現況的平均船長為 227.18 公尺，考量未來海運之趨勢，未來本研究將假設加入 8000TEU 大型貨櫃船，其分別佔到達船舶之 10%、20%、30%之比例，重新透過模擬程式進行模擬結果之分析及比較。

(2)船舶長度之調整

近年來，國際航運市場上，已有多艘 8000TEU 以上之「超巴拿馬型極限型」貨櫃船，建造完成並進行營運。本研究整理 2003-2004 年左右建造完成之相關 8000TEU 以上貨櫃船舶之基本資料(參見表 4.7.1)，由表中可知，8000TEU 以上之大型貨櫃船，其船舶長度大約在 320~350 公尺左右，本研究之研究案例碼頭長度為 320 公尺左右，約可容納目前船舶長度較小之 8000TEU 大型貨櫃船。因此，本研究假設未來 320 公尺船長之 8000TEU 大型貨櫃船，將分別佔到達船舶之 10%、20%、30%之比例，重新透過模擬程式進行模擬結果之分析及比較。

(3)裝卸櫃量之調整

陽明 # 70 碼頭目前現況的平均裝卸量 962.79 櫃，未來本研究將假設加入 8000TEU 大型貨櫃船，因此，透過目前 5000TEU 船舶進行推估未來 8000TEU 大型貨櫃船之平均裝卸量之成長情形(參見表 4.7.1)，且分別佔到達船舶之 10%、20%、30%之比例，重新透過模擬程式進行模擬裝卸櫃量結果之分析及比較。

表 4.7.1 2003-2004 年 8000TEU 以上「超巴拿馬型極限型」貨櫃船整理表

船名	重量噸 (公噸)	裝卸量 (TEU)	建造 年期	船長 (公尺)	船東	航速 (節)	吃水 (公尺)	現況
Adrian Maersk	105750	7900	2004	352.6	Maersk Sealand	25	15	服務中
Anna Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服務中
Arnold Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服務中
Arthur Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服務中
Axel Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服務中
OOCL Hamburg	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服務中
OOCL Long Beach	99518	8063	2003	323	OOCL	26	14.5	服務中
OOCL Ningbo	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服務中
OOCL Qingdao	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服務中
OOCL Rotterdam	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.52	服務中
OOCL Shenzhen	99518	8063	2003	323	OOCL	26	14.53	服務中

資料來源：Clarkson Ship Register CD (July 2004)。

3.單位面積之貨櫃場地表面積位數估算

由於模擬模式之計算，可得出合理之容量數，但若要轉換成合理面積大小，則須透過單位面積之貨櫃場地表面積位數，再加以換算。因此，以下針對陽明 70 號碼頭之佈設情形，可估算出每一 TEU 貨櫃所需之地表櫃位面積，以便後續估算合理面積時使用。

陽明 70 號碼頭是採用軌道式門型起重機作業系統，其作業方式為垂直於碼頭法線，在已知貨櫃場面積後，其地表櫃位數之計算，可以歸納整理成下列步驟：

(1)計算平行於碼頭法線之貨櫃場可以用來堆放貨櫃之長度(CWY)

$$CWY = WY - WR \times 2 - WS \quad (1)$$

式中 WY = 貨櫃場之寬度，假設與船席長度相等；WR = 貨櫃場兩旁周邊道路寬度；WS = 貨櫃場兩旁保留供特殊用途之寬度（例如冷凍櫃、維修...）。

(2)計算貨櫃場每列所能堆放之貨櫃 TEU 數(GSP, TEU/列)為：

首先計算在某貨櫃場船席長度下所能容納之起重機排數(NCR, 排)，這與起重機之跨距規格尺寸有關。

$$NCR = CWY / (WC + WT + WA) \quad (2)$$

式中，WC = 起重機之寬度；WT = 起重機走道寬度；WA = 兩台軌道式門型起重機間隔；NCR 取整數。

接著將 NCR 與每台起重機跨距下所能容納之貨櫃列數 N 相乘，則該貨櫃場所能容納之貨櫃列數(GSO, 列) 為：

$$GSP = N \times NCR \quad (3)$$

(3)計算垂直於碼頭法線之貨櫃場所能堆放之貨櫃列數(GSO)：

首先計算在某貨櫃場縱深下所能容納之起重機排數(NCR, 排)，這與起重機之跨距規格尺寸有關。

$$GSO = (DY - CP) / (LC + CR) \quad (4)$$

式中，DY = 貨櫃場縱深；WP = 貨櫃場內拖車通道及迴轉車道寬度；LC = 20ft 貨櫃之長度 = 6.1m；CR = 兩個貨櫃之間距；GSP 取整數。

(4)貨櫃場所能容納之地表櫃位數(Cs, TEU)為：

$$Cs = GSP \times GSO \quad (5)$$

本節以目前陽明 70 號碼頭之單一船席長度 WY 為 190 m 及船席長度分別為 300 m、350 m；兩座船席之貨櫃場寬度分別為 600 m、640 m 及 700 m 之貨櫃碼頭，在貨櫃場縱深部分，以現場 DY = 445 m 及分別假定為 DY = 500 m, 600 m。在下述相關調查值及假設值下，分別計算不同作業系統貨櫃場其地表櫃位數。

以目前陽明 70 號碼頭所採用之 RMG (12+4+4)來分析：

- (a)依照現場調查，作業區垂直於碼頭法線，軌道兩側外圍車道寬度 13.85 公尺，WRRMG= 13.85 m。貨櫃場兩旁保留供特殊用途貨櫃堆放之寬度 WSRMG 設為 16.6m。

- (b)貨櫃場之縱深內設通道寬度（維修區）， $WPRMG = 32$ m。當縱深為 400m 及 500m 則分成三區，中間保留二處各 30 m 寬之車道（ $WPSC = 30 \times 2 = 60$ m），當縱深增加至 600m 時，則分成四區，中間保留三處各 30 m 寬之車道（ $WPSC = 30 \times 3 = 90$ m）。
- (c)海關於查驗區集中查驗，貨櫃縱向間距保留約 40 公分空間， $CR = 0.4$ m。
- (d)RMG 走道寬度因為已包含在起重機寬度內，不會額外再佔空間 $WTRMG = 0$ 。
- (e)RMG 由於在固定軌道上行走，二排作業起重機間除非有其它設施需求，否則不需太寬，假設其間隔為 1.5m， $WARMG = 1.5$ m。
- (f)起重機跨距每增減一排貨櫃，其寬度相差 3 公尺。
- (g)起重機兩側懸臂扣除相關安全距離，其餘才是提供車道或貨櫃堆放之空間，以兩側懸臂下共堆放四排貨櫃及四個車道，平均每側懸臂長 13 公尺為計算標準。
- (h)RMG 之懸臂長 = 13m 兩側各二條車道；可容納 12 排貨櫃之 RMG 其跨距 36 m；所以 12+4+4 之 RMG 其總寬度（跨距及懸臂）為 $WCRMG = 62$ m。
- (i)貨櫃場每列所能堆放之貨櫃 TEU 數(GSP)及可容納之貨櫃列數(GSO)都只取整數，而且為了簡便，即使剩餘空間在實務上足以容納同種類但規格較小之機具，在此也不納入考量。至於車道寬度則利用配置起重機後剩餘之貨櫃場縱深，在此不預設其寬度。
- (j)12+4+4 之 RMG，在不同船席長度及貨櫃場縱深之地表櫃位數計算如表 4.7.2，採用其它規格 RMG 作業之貨櫃場其地表櫃位數可以比照上述計算步驟求得。

表 4.7.2 軌道式門型起重機（12+4+4）作業法貨櫃場地表櫃位數分析

碼頭規模		單一船席			二座船席		
WY (m)		190	300	350	600	640	700
船席分區		1	1	1	2	2	2
儲櫃區長度 CWY (m)		129.10	239.10	289.10	539.10	579.10	639.10
每列堆放貨櫃數 GSP		32	48	64	128	144	160
(目前) 445 m 縱深	起重機排數 NCR	2	3	4	8	9	10
	貨櫃列數 GSO	30	30	30	30	30	30
	縱深分區	2	2	2	2	2	2
	地表櫃位數 TGS	1920	2880	3840	7680	8640	9600
500 m 縱深	起重機排數 NCR	2	4	5	8	9	10
	貨櫃列數 GSO	21	21	21	21	21	21
	縱深分區	3	3	3	3	3	3
	地表櫃位數 TGS	2016	3024	4032	8064	9072	10080
600 m 縱深	起重機排數 NCR	2	4	5	8	9	10
	貨櫃列數 GSO	19	19	19	19	19	19
	縱深分區	4	4	4	4	4	4
	地表櫃位數 TGS	2432	3648	4864	9728	10944	12160

(5)不同作業系統貨櫃場地表櫃位數比較分析

由前節根據各種船席規模、不同貨櫃場縱深、不同種類之裝卸機具及儲櫃寬度（跨距），其所能容納之地表櫃位數量估算，可以整理出各種條件下之單位地表櫃位數，如表 4.7.3 所示與單位地表櫃位土地面積（以貨櫃場縱深實際所能容納之櫃位數計算），如表 4.7.4 所示：

- (a)在以 445、500、600 公尺貨櫃場縱深為比較基礎時，各型機具都難免有餘裕發生，這種情況尤其是在使用門型起重機時較為明顯。
- (b)相同船席長度及貨櫃場縱深下，門型起重機之單位地表櫃位所需土地面積，大致上隨著起重機跨距之增加而減少。
- (c)貨櫃場縱深相同時，採用門型起重機之貨櫃場單位地表櫃位所需土地面積隨著船席長度之增加而減少，例如目前貨櫃場縱深為 445 公尺，船席長度由 190 公尺增加至 700 公尺時，12+4+4 之 RMG 由 39.6 m²/TEU 減少至 29.2 m²/TEU。
- (d)UNTCAD (1985) 不分船席長度及貨櫃場縱深所作之統計：採用 SC 作業之貨櫃場其單位地表櫃位所需土地面積是 30 m²/TEU，門型起重機之單位地表櫃位所需土地面積不分 RMG 或 RTG 也是 30 m²/TEU。本研究計算出來 RMG 其單位地表櫃位所需土地面積約是 49.6~ 29.2 m²/TEU。不同種類機具、跨距寬度不同時，單位地表櫃位所需面積仍然有差異。

經由上述分析結果，本研究在不改變船席長度之現有條件下，後續將主要以貨櫃每 TEU 需 39.6 平方公尺之地表櫃位面積，作為合理容量數轉換成合理面積大小之依據。但是，由於同樣的地表櫃位面積，當不同的貨櫃堆積層數時，則其容量也不相同。因此，使用上述地表櫃位面積轉換時，尚需同時考量貨櫃堆積之層數。

表 4.7.3 貨櫃場地表面櫃位數比較分析(單位：TEUs)

貨櫃場 深度	船席長度					
	190	300	350	600	640	700
445 m	1920	2880	3840	7680	8640	9600
500 m	2016	3024	4032	8064	9072	10080
600 m	2432	3648	4864	9728	10944	12160

表 4.7.4 貨櫃場地表面櫃位面積比較分析(單位：m²/TEUs)

貨櫃場 深度	船席長度					
	190	300	350	600	640	700
445 m	39.6	41.7	36.5	31.3	29.6	29.2
500 m	47.1	49.6	43.4	37.2	35.3	34.7
600 m	46.9	49.3	43.2	37.0	35.1	34.5

4.貨櫃堆積場合理面積方案評估結果

本研究以下將上述不同條件之假設值，代入模擬程式中重新產製之結果進行分析。以了解本模擬研究案例，所研擬之不同模擬方案，要完全滿足儲放需求之合理堆積場面積大小各應為多少。

經由前述方案之研擬，船長比例與裝卸量之改變，係將目前 5000TEU 左右船舶之船長（227.18 公尺）與裝卸量（962.79 櫃），分別調整為加入 10%、20、30%之 8000TEU 大型貨櫃船舶到港後所產生的變化。當增加 8000TEU 貨櫃船佔到達船舶之比例分別為 10%、20%、30%時，整體平均船舶長度與裝卸量的增加情形，詳如表 4.7.5 所示。

經由模擬程式分析結果，本研究設定必須要能完全滿足儲放需求，也就是不發生貨櫃堆積場儲位不足情形之下，經由模擬程式所輸出之合理堆積場容量。本研究首先探討最適化營運之容量，高雄貨櫃堆積場目前之儲位容量約為 7000TEU 左右，經模式模擬結果，發現在滿足儲放需求下，合理容量約需 6038TEU 左右即可。考量目前陽明之堆積場之佈設方式，經由前述所分析出之換算方式，貨櫃每 TEU 需 39.6 平方公尺之地表櫃位面積，貨櫃平均堆積層數，則假設為四層，經轉換為貨櫃堆積場面積，約為 59776 平方公尺左右。不過，本研究所算出之容量，為所需滿足之最基本容量，實際上在運轉時，必須提供更為充裕之容量，以避免造成裝卸作業上相當之擁擠及互相干擾之現象。

其次，考量加入 10%、20、30%之 8000TEU 大型貨櫃船舶到港後所產生的變化，整理如表 4.7.5 所示。當 8000TEU 貨櫃船所佔比例為 10%時，其船長比例增長為 236.77 公尺、裝卸量增加到 1112.41 櫃時，貨櫃堆積場合理容量增加為 6540TEU，合理面積增為 64746 平方公尺。

當 8000TEU 貨櫃船所佔比例為 20%時，其船長比例增長為 246.35 公尺、裝卸量增加到 1262.03 櫃。此時貨櫃堆積場合理容量增為 7730TEU，合理面積增為 76527 平方公尺。

當 8000TEU 貨櫃船所佔比例為 30%時，其船長比例增長為 255.93 公尺、裝卸量增加到 1411.65 櫃。此時貨櫃堆積場合理容量增為 8390TEU，合理面積增為 83061 平方公尺。

表 4.7.5 不同 8000TEU 船舶增加比例下之堆積場合理面積模擬結果

項目 \ 方案	現況	8000TEU 船舶增加比例		
		10%	20%	30%
平均船長(公尺)	227.18	236.77	246.35	255.93
平均裝卸量(櫃)	962.79	1112.41	1262.03	1411.65
合理容量(TEU)	6038	6540	7730	8390
合理面積(平方公尺)	59776	64746	76527	83061

第五章 貨櫃堆積場最適機具數目分析

5.1 貨櫃堆積場主要裝卸機具之基本資料分析

由於各類裝卸機具各有其特性，因此在貨櫃堆積場中門型機、跨載機、堆高機等不同種類裝卸機具共同作業，乃是很平常之現象。以下僅就門型機、跨載機作業系統，歸納出其影響貨櫃堆積場配置規劃之基本因素。

1. 跨載機作業法

(1) 每排貨櫃堆放長度

貨櫃堆積場作業區長度通常都比船席長度短，以韓進貨櫃堆積場為例，其船席長 320 公尺，扣除碼頭兩側車架或冷凍櫃堆放及車道寬，作業區卻只有約 200 公尺，其他貨櫃碼頭不管採用何種作業系統也都有類似情形。

堆疊高度為一層、二層或三層之貨櫃，一列列排成長條狀，其方向可以成平行或垂直於碼頭法線。垂直碼頭法線方向之佈置如距離太長會增加貨櫃運送距離及循環時間，而且需要更多的迴轉空間，台中萬海及高雄韓進、快桅等貨櫃堆積場都是平行於碼頭法線堆放。每區每排(row)貨櫃堆置之長度，可以根據不同碼頭形狀及面積大小，而有相當之差異。Arkins 認為每排 200 – 300 英尺 (60 – 91 公尺或 10 – 15 TEU) 都很普遍；台中萬海之跨載機作業區每排分別堆放 9 個 40 呎櫃及 14 個 20 呎櫃，高雄韓進貨櫃堆積場每區每排約堆放 13 個 20 呎櫃，區與區之間則保留跨載機迴轉空間約 3 個 20 呎櫃之寬度。

(2) 貨櫃交換區

貨櫃在進入貨櫃堆積場前或離開貨櫃堆積場後，都是以貨櫃拖車裝載；但是在貨櫃堆積場中是使用跨載機作業，因此需要設置貨櫃交換區以作為跨載機將貨櫃卸至拖車車架，或是從拖車車架吊起貨櫃之轉換介面。台中萬海貨櫃堆積場利用 SC 作為進

口櫃及轉口櫃之作業機具，其貨櫃交換區設置於兩個櫃區之間（兼作相鄰櫃區跨載機操作迴轉之用），其車道行進方向與貨櫃排列方向垂直，包括跨載機轉彎半徑、跨載機行走空間（二條）約需 27 公尺；如再加上貨櫃堆置區與通道間之隔離空間（約 4 公尺），則貨櫃交換區之寬度約為 35 公尺。高雄港韓進及快桅貨櫃堆積場，其貨櫃交換區設置於陸側碼頭底端鄰近管制站（gate），分別有 8 個及 12 個車道。

(3)貨櫃堆放間距及跨載機走道寬

貨櫃堆放縱向間距之多寡，與海關之檢驗制度有極大之關聯。如果海關規定要在貨櫃堆積場檢驗，其間距至少要保留 80cm 才能開櫃使海關檢驗人員進入貨櫃檢驗，部分貨櫃堆積場甚至高達 120cm（進口區間距較出口區間距大）；如果事先拖到檢驗區再檢查，則只要保留裝卸機具作業方便之 40cm 即可。台灣地區各貨櫃碼頭之貨櫃堆積場在規劃時所保留之間距，則介於 40cm 至 120cm。

跨載機之內緣寬度要能容納一個貨櫃之寬度（2.45m）及保留貨櫃與輪胎間之安全距離，各廠牌之跨載機其規格大同小異，MITSUBISHI 之跨載機其相關尺寸如表 5.1.1 所示，其跨距保留 3.1m，外緣輪胎最小轉彎半徑要 9.4m，跨載機輪胎行走通道要保留 1.65m-2.0m 寬，而以 1.8m 最普遍。

表 5.1.1 跨載機規格（MITSUBISHI）

長(m)	寬(m)	內側淨距(m)	高(m)	轉彎半徑(m)
14.3	4.5	3.1	11.33	9.4(外緣)3.5(內緣)

資料來源：[49]

2.軌道式門型起重機作業法

(1)軌道長度

RMG 必須在固定之鋼軌上行走，因此其長度直接影響到地面儲櫃容量。由表 5.1.2 之統計可知，基隆 20,21 之貨櫃碼頭，因為是突堤式碼頭，後線土地面積有限縱深不足，只能夠鋪設單排 RMG，其長度也較短，僅約 150 公尺。而台中港及高雄港之直線形貨櫃碼頭，其船席長度都多於一席，所以軌道長度也較長，都超過 300 公尺。義大利 Taranto 貨櫃碼頭之軌道長度，甚至長達 1460 公尺。

(2)軌道外圍車道數或保留寬度

平行於貨櫃碼頭法線鋪設之軌道，其軌道兩側外圍必須保留足夠之空間供貨櫃拖車迴轉以及移動，最好能有 22 公尺以上寬度。此外，有些貨櫃堆積場也會將拖車車架或是辦公室、維修廠置於碼頭兩側。台中港及高雄港之直線形貨櫃碼頭，至少都保留有四個車道，或是 30 公尺寬度，如表 5.1.2 所示。

(3)起重機維修區（拖車通道）

由於 RMG 必須於固定鋼軌上作業，如果故障將影響裝卸作業，因此必須於適當位置保留空間供維修使用。維修區亦可作為垂直於碼頭法線方向拖車通道，其長度必須考慮起重機之側面寬度及拖車之迴轉半徑，因此通常都大於 24 公尺，如表 5.1.2 所示。其實於軌道中間保留之維修區與其說是作為維修功能使用，不如說是作為通道使用更符合實際，因為 RMG 之零組件已模組化，其維修時間已大幅縮短。可鋪設軌道之長度扣除相關之起重機維修區及其餘垂直於碼頭法線之車道，剩下的才是可以堆疊貨櫃之空間。

(4)作業分區

因為光纖電纜線非常貴，通常 1 台 RMG 左右移動距離都控制在 120m 左右，所以電纜線插座如果是佈設在軌道中段時，一

台 RMG 之作業範圍約可控制 240 公尺左右。當考慮作業效率時，每台 RMG 或 RTG 作業之距離，一般約控制在 20~24 TEU 長度，約為 130-160 公尺。如果以每排軌道至少兩台 RMG 來估算，則單一船席都不須分區作業。如以多船席之碼頭而言，大約是一個船席一個作業區，而以起重機維修區來隔開，以表 5.1.2 之統計資料來看，除了基隆 20,21 碼頭限於地形不分區外，其餘之碼頭扣除維修區後每一分區都約在 200 公尺左右。

(5)起重機規格

RMG 之規格相關於貨櫃堆積場之縱深與地表櫃位容量，各廠牌之起重機在相同之貨櫃儲櫃寬度下，其規格是大同小異，而且其規格尺寸都可以應業者之要求來設計。以貨櫃寬 8 呎（2.45 公尺），間隔 30-40 公分，再加上貨櫃與起重機兩側輪緣安全距離而言，每個貨櫃約佔 3 公尺寬度。表 4.3 也顯示儲櫃寬度為 10 排時，跨距約是 30 公尺；11 排時跨距約是 33 公尺，12 排時跨距約是 36 公尺。

RMG 懸臂(out reach)下之空間，原是提供作為裝卸貨櫃拖車之車道使用，但是往往也被利用來堆放貨櫃，其長度由於必需有安全考量之車檔，通常都稍大於外側車道或貨櫃堆儲實際所需之寬度。不管外側堆放 1 排或是 2 排貨櫃，起重機兩側仍必須至少保留共 2 個車道，以方便拖車進行裝卸作業。由於車道之寬度不盡相同，堆放貨櫃與車道或輪緣之安全距離也不一致，因此同樣是一側堆放 2 排貨櫃加 1 條車道（2+1），其懸臂長度就介於 12-13.2 公尺。而日本某貨櫃堆積場之起重機其懸臂下平均只堆放 1 排貨櫃加 1 條車道（1+1），其懸臂長度甚至達 13 公尺，如表 5.1.3 所示。

(6)起重機相隔間距

兩台相鄰軌道式門型起重機作業時，由於都在固定軌道上行走，彼此並不會有碰撞之情形，因此除非有裝置照明燈塔或特別之需要，其間距通常是可以很小的。表 5.1.3 所統計的間距大

多是 1 公尺，間距為 2 公尺的貨櫃堆積場，都是因為裝設照明燈柱之緣故。

總而言之，RMG 軌道兩側垂直於碼頭法線之車道數或距離圍籬之寬度、維修區數目及其保留之寬度，是關係於平行於碼頭法線方向土地所能利用之空間大小；而起重機之規格及相鄰起重機之間距則影響貨櫃堆積場縱深之配置。

表 5.1.2 RMG 貨櫃堆積場相關規劃分析表

碼頭名稱	船席長 (m)	軌道 長 (m)	作業分 區 (區/排)	維修區長(m)	維修區位置	外圍車道 條/m	車機 間距 (m)
台中 32-33	570	480	5	均 30m	3(兩側、中間)+2 通道	4/	1
台中 34-35	250/170	380	無	約 24m	2(兩側)	4/	1
高雄 65-66	706	458	2	約 27m,50m	2(一端,中間)	4/	1
高雄 79-81	355/460	668.5	3	均 30m	2(中間)	/30	2
基隆 20		約 140	無	無	---	無	
基隆 21		約 165	無	無	---	無	
Taranto	1802	1460	6	均 32m	5(中間)	/30	2

資料來源：[49]

註：1.高雄 65-66 一端維修區兼車道用；台中 32-33 之 2 通道將封閉，只剩 2 區/排。

2.基隆 20,21 為突堤式碼頭，各只有一排 RMG。

表 5.1.3 RMG 規格統計表

所屬碼頭	全寬 (m)	跨距 (m)	儲櫃寬度 (排)	堆疊高度 (層)	懸臂長 (m)	配置	側面寬度 (m)
台中 34 - 35	60.0	36	12	4+1	12.00	2+1,(1+1)	23.585
台中 34 - 35	62.4	36	12	5+1	13.20	2+1,(2+1)	23.215
台中 32 - 33	54.0	33	8+2	4+1	12, 9	3, 2	23.075
台中 32 - 33	57.0	33	8+2	4+1	12	3, 3	23.075
高雄 79 - 81	51.6	30.60	10	4+1	10.5	1+2,(1+2)	23.075
高雄 79 - 81	54.0	33	11	4+1	10.5	1+2,(1+2)	23.075
基隆 20 , 21	60.4	35	11	5+1	12.7	2+1,(1+1)	19.67
基隆 20 , 21	47.25	29.25	10	4+1	9	2,(0+1)	18.9
義大利 Taranto	55.7		11	4+1			

資料來源：[49]

註：1.配置欄（）內數字為靠近迴旋梯側懸臂下之地面配置，2+1 表示堆 2 排貨櫃加 1 條車道。

2.基隆 20-21 為突堤式碼頭，台中 32-33 車道配置於跨距內。

3.膠輪式門型起重機作業法

(1)轉向區

RTG 雖然其輪胎要在鋪設重負荷之場地鋪面上行走，但是其輪胎之設計可以 90 度轉彎，因此經由轉向區之設置可以換區、換排作業。由表 5.1.4 可看出高雄港 75、76、77、78、120、121、122 單一船席之貨櫃堆積場，每一排大多分成平行於碼頭法線之 2 區作業，而其轉向區之位置則置於兩側及中間。擁有二個船席之之貨櫃堆積場，每一排大多分成 4 區作業，如高雄港 118-119，台中港 32-33 貨櫃堆積場。至於轉向區之寬度則多為 10.9 公尺，此與起重機側面寬度有關，如表 5.1.5 所示，惟

不同跨距之起重機差異並不大。如另外再保留車道及拖車之轉彎半徑，則大約需要 22 公尺寬度。較小型之 RTG 其輪胎設計類似 SC，因此其轉彎不須轉向區。

(2)作業分區長度

扣除保留之轉向區長度後，每個水平於碼頭法線之作業分區長度約 90-120 公尺，依船席長度不同而有差異。此外，為方便拖車之運轉，於適當位置也有規劃平行於碼頭法線車道之必要，高雄港第五貨櫃中心就在縱深約 300 公尺（距離碼頭法線約 370 公尺）位置規劃車道。

(3)外圍車道數或保留寬度

與軌道式門型起重機類似，外側之轉向區可以兼作部分貨櫃拖車迴轉空間使用，轉向區外之垂直碼頭法線拖車道數目或是寬度，也是 4 個車道或是 22 公尺以上。

(4)起重機規格

每個貨櫃寬度加上貨櫃間隔約須 2.8 公尺（ $2.45\text{m}+0.3\text{m}$ ），再加上一個車道及與起重機兩側輪緣安全距離約 6-7 公尺，因此儲櫃寬度 5 排+1 車道約 20 公尺，6 排+1 車道約 23 公尺，8 排+1 車道約 29 公尺，如表 5.1.5 所示，此與國際貨櫃所作之統計差異很小。

(5)相鄰機車道

RTG 之拖車道是在跨距內，為了增加其拖車進行裝卸作業之流暢，通常將相鄰起重機之拖車道緊鄰，並且將輪胎行走之機車道相鄰，也就是原來單一起重機要保留之 2 公尺機車道，增加為 4 公尺。

表 5.1.4 RTG 貨櫃堆積場規劃分析表

碼頭名稱	船席 長 (m)	作業區 長 (m)	作業分 區 (區/排)	轉向區長 (m)	轉向區位置	外圍車 道 條/m	相鄰機 車 道寬(m)
高雄 116		216	1	12	2(兩側)	/14.5+	4
高雄 118-119	640	580	4	10.9	5(兩側、中間)	/35,25	4
高雄 120	320	270	2	10.9	3(兩側、中間)	/25,25	4
高雄 121	320	270	2	10.9	3(兩側、中間)	/25,25	4
高雄 122	336	256	2	10.9	3(兩側、中間)	/25,25	4
高雄 75	320	313	2	10.9	3(兩側、中間)	/26,45	4
高雄 76	320	218	2	10.9	3(兩側、中間)	/40	4
高雄 77	355	184	2	10.9	3(兩側、中間)	/24,22	4
高雄 78	320	184	2		3(兩側、中間)	/24,22	4
台中 32-33	570	480	4		5(兩側、中間)	/30,40	4
巴拿馬 Colon		130	1	無	無	/30,30	5.2
印尼 Batam		299	2	14.5,22,14.5	3(兩側、中間)		5

資料來源：[49]

註：巴拿馬 Colon、台中 32-33 貨櫃堆積場使用跨距 2+1 排之 RTG，無轉向區。
高雄 75 碼頭位於轉角處。

表 5.1.5 RTG 規格統計表

機型或港口	跨距(m)	儲 櫃 寬 度 (排)	堆 疊 高 度 (層)	側 面 寬 度 (m)	備註
MTC 2-2	9.9	2+1	2+1		台中 32,33
MTC 5-3	19.8	5+1	3+1		
MTC 6-3	23.47	6+1	3+1		高雄 118-122,116
MTC 6-4	23.47	6+1	4+1	10.825	
AFATEK	23.47	6+1	4+1		
印尼 Batam	28.85	8+1	5+1	10.825	印尼 Batam

資料來源：[49]

5.2 超大型船對裝卸機具之影響分析

針對此一課題，本研究參考王克尹[10]學者之相關研究，說明如下：

新型超大型貨櫃船，會直接對碼頭引進新型起重機的設計產生衝擊，但並不會對櫃場之轉運機(如：跨載機、AGVS、門式機等)造成同等之影響。但這些轉運機對提供快速的碼頭裝卸作業而言還略嫌不夠，假設連結碼頭邊和場地／鐵道終站(terminal) 作業間之運轉系統，無法趕上每小時岸邊裝卸周轉所增加之櫃量，則對碼頭生產力之提升是毫無幫助的。而裝卸機具對碼頭生產力之影響分析可分為下列兩個層面來探討：

1.岸邊裝卸作業

貨櫃起重機需有較大之前後伸距以維持平衡力，和較高之吊升高度(以配合堆置在甲板高層之貨櫃，才能服務超大型船舶。為了提昇起重機的生產力，則必須以裝卸小型船舶之作業速度來服務超大型船。舉例而言，假如完成二艘滿載 3,000 TEU 船的作業速度需全天 24 小時，則裝卸 6,000 TEU 船的作業時數應低於 24 小時；而為了要能服務 7,000 TEU 的貨櫃船，平均每小時 40 個貨櫃之裝卸效率為最小的要求。

而改善作業效率之方式，有增加吊桿數量與大型快速機具、汰換老舊車機，或調整現有機具之方式來辦理。在增加吊桿數量方面，只要岸上軌道有足夠之空間或碼頭可再擴建。但港埠所面對之問題在於增加了吊桿，使得整合港埠整體物流系統及裝卸機具，變得更加複雜，包括得重行配置跨載機、門式機與車架；其次，因裝卸不是平均分佈在船上，故亦難能使得全部動作等同分佈，一些像 Flanders 貨櫃中心業者都是策略性地避開增加貨櫃起重機數量，而改由透過現有機具之改善來提昇生產力的方案來增加作業效率。現有機具可改善之方式有下列幾項：

(1)岸邊起重機之速度(Quay crane speed)

現今碼頭許多更新(refurbishment) 計畫包含台車升級和駕駛元件的安裝、以及電源供應與卸載控制系統等。而對主要之港口 / 櫃場業者(尤其是在轉運中心港) 對新式超巴拿起重機之投資正風起雲湧，在設計規範上，不僅強調更長之前伸距與更高之吊升高度，也對台車速度要求更快；近年來由 Nelcon 交付鹿特丹之 ECT 之台車速度則達 210 公尺/分；而 2000 年時有 6 台 ZPMC 起重機運抵長堤 Cosco 櫃場營運，台車速度更高達 244 公尺/分，比東京 3 台 MHI 和安特衛普 2 台 Preussag Noell 都快些，除非現行技術可再超越，否則難能跨越這 244 公尺/分之速度門檻。現有主要起重機平均標準台車速度介於 120~180 公尺/分，儘管自 1996 年所訂製之機具都以該範圍最大值為主體，當然主要轉運中心業者更指定至少為 200 公尺/分之速度，如表 5.2.1 所示。

表 5.2.1 轉運中心港口之貨櫃起重機台車和吊升速度表

CUSTOMER	SUPPLIER	NO.UNITS	HOIST (M/MIN.)	TROLLEY (M/MIN.)
Aden	Reggiane	4	53/120	180
Antwerp	Noell	2	51/120	240 self
Bahamas-Freeport	MGM	4	70/150	210 rope
Gioia Tauro-Medcenter	OMG	3	/150	210 rope
Hamgurg-HHLA	Noell	3	80/180	220
Hong Kong-MTL	MHI	6	75/150	210 rope
Kaohsiung-APL	Noell	2	55/111	244 self
Kaohsiung-Maersk	Noell	6	90/180	210 self
Kaohsiung	IMPISA	3	70/150	210
Khorfakkan-Gulftainer	Liebherr	2	60/140	185 self
Klang-KPM	IMPISA	3	53/130	220 sef
Klang-West Port	IMPISA	5	55/130	220 self
LA-Evergreen	MHI	6	61/131	183 rope
Long Beach-Cosci	ZPMC	6	75/161	244 rope
Malta-Freeport	OMG	6	70/150	210 rope
Manzanillo (Mexico)	IMPISA	2	52/122	244
Mina Raysut-Salalah	IHI	6	53/170	210 rope
Panama-MIT	Hyundai	2	52/122	200 ropd
Pusan-KCTA	Daewoo	5	60/130	180 rope
Rotterdam-ECT	Nelcon	3	72/120	210 rope
Santos	ZPMC	3	60/120	180
Singapore-PSA	MHI	12	70/170	210 self

資料來源：[47]

上述規範指出，轉運中心港口相較以進出口為主之港口，在改善裝卸速度(每小時幾個動作)產生更大壓力，而依表 5.2.2 資料看來，180 公尺/分之台車速度通常是足夠的，而大部分之規範則落在 120~150 公尺/分之間。

表 5.2.2 岸邊起重機裝卸速度百分比彙整表

	M/minute	1993	1995	1997
Trolley speeds	110~120	12	10	4
	125~150	27	31	31
	151~180	58	47	35
	> 180	4	17	30
Hoist speeds laden)	< 60	84	62	56
	> 60	16	38	44

資料來源：[47]

由表 5.2.3 更清楚地列出起重機有往高速度台車和吊升速度發展之傾向，180 公尺/分之速度的車機，僅僅 4 年時間就增加 7 倍的需求量；在 1994 年相關研究報告指出最快的為 183 公尺/分，而於 1998 年長堤櫃場則已訂製 6 台 244 公尺/分的車機了。

表 5.2.3 超巴拿馬起重機之速度表

M/Minute	NO.BOXES ACROSS		
	16	17	18
Hoisting with rated load	50	60	75
Hoisting with empty spreader	120	130	150
Trolley travel	200	245	245
Lowering with rated load	60	70	75
Lowering with empty spreader	120	130	150
Gantry travel	46	46	46
Boom hoist time to stowed position	3	3	3

資料來源：[47]

而表 5.2.3 也明白列出超巴拿馬型起重機的各项速度元件彙整，為作業 6,000 TEU 以上船舶，台車移動速度可至 245 公尺/分，這已比巴拿馬標準型至少快 65 公尺/分。對吊升速度之需求亦鉅幅攀升，依 1993 年研究調查，最快卸載速度為東京港二台 IHI 之 65 公尺/分；而現今不僅是相當慢的，70 公尺/分之速度為標準之要求了。而最快的則為塞布律格(Zeebrugge) Noell 起重機的 90 公尺/分。當台車速度與吊升高度都增加之同時，則有使用卸載控制機(load control mechanisms)，這是因為擺動和偏斜(skew) 增大之故，惟令人驚訝的是，少有主要港口和櫃場業者，設置先進之抗搖擺(Anti-sway) 機器，而其它像 PSA 港口則嚐試不同系統。ICTSI (馬尼拉)，VIT (美國維吉尼亞之 Norfolk) 與 BLG(布萊梅哈文) 皆為箇中翹楚，均聲稱其卸載控制系統可改善碼頭裝卸作業，而所需起重機之大小與足夠數量，抑或另以較快之台車機具和卸載控制系統，易言之即抗搖擺和抗傾斜(Anti-skew) 為對策，亞洲港口與其它開發中國家業者較傾向於電子裝卸控制系統(Electronic loadcontrol System)，因其駕駛操作之經驗未若北歐港口，故貨櫃起重機多以長期僱用，而相對於美國很多港口使用之循環系統(rotation system)，則傾向對特殊機具去發展較高之操作技術。為獲致更高速度與加速度，尤其是在使用卸載控制設備，則需更大的電力，在高操作速度和加、減速情形下，將使得操作人員極大之不舒服；一種解決方式為：對 OEM 顧客在特定駕駛艙內與台車運動獨立分開。而其它問題在於駕駛座艙連結吊架易於磨損和露出不齊殘體(snagging)，二種實證之解決方案：前者以專利之 Wampfler 馬達和感應電力供應器辦理，後者則以使用電纜綫，二者都將增加吊架額外重量。

(2)雙吊桿裝卸作業(Double handing)

很明顯的，傳統單一台車起重機之裝卸效率對碼頭生產力之改善會有所限制，而對主要櫃場業者而言也有一明顯區隔去使用雙台車系(double-trolley system)，採用之案例有：Hampton Roads 的維

吉尼亞國際貨櫃中心(VIT) , 鹿特丹之 ECT, 塞布律格的 Flander 貨櫃中心, 高雄港之海陸櫃場和漢堡之 HHLA。而漢堡 Burchard Kai 櫃場之亦備有三部 Noell 雙台車系統, 而雙台車系統作業時船邊機具由駕駛操控(driver- controlled) , 陸岸則均為全自動系統, 相較於現行單一台車起重機每小時 25 櫃, 深信這類機具可達平均每小時 35 櫃, 在鹿特丹 ECT 使用雙台車系統起重機可改善提升每小時作業 15%; 在 VIT 有三台雙吊升平台(dual hoist elevating platform) 起重機自 1987 年使用以來, 宣稱比單吊機型多出 20%產能; 奧克蘭之 Liftech 顧問公司支持雙台車系統, 說明其產能業已超過 50%達每小時 45~70 moves。依工程術語之「複合吊升」(multiple-lifting) , 無論如何都不可能以四台車同時運轉作業, 故決無法再改善提升產能; 而為達高產能, 複合卸載系統基本上得去作業 24 排船, 主要之技術障礙在台車運轉下使得吊樑偏斜(deflection of the boom) 最小, 但相當顯著之拉力, 將可能使得岸肩(apron) 櫃子並排而致生擁擠; 基本上, 要發揮複合卸載與雙吊式吊架系統的功能, 比較理想的作法是安排合理之貨櫃間距, 以便安置在岸肩上。除了雙台車和裝卸控制系統外, 也有其它增進岸上起重機產能之設計, 包括: 雙吊 / 複吊(multiple lifting) 與升樑式起重機(elevated girder crane) 。雙吊式吊桿為複合吊桿延伸的一種設計, 近年來有廣泛被使用在裝卸超巴拿馬型貨櫃船的傾向, 這是由於航商對高產能之裝卸之需求與航商傾向在 40 ft 艙格間堆放二個 20 ft 櫃之傾向; 而此類之港口則以高雄港、布萊梅哈文、安特衛普、阿爾及西拉斯和馬賽(Marseillers) 為代表。但在美國, 由於工會團體中常以安全為理由對多吊式(multiple lifting) 裝卸持強烈反對立場; 另一方面, Sea-Land 則要求美國政府在實務上不要去禁止與限制; 使得美國航商可以在大部分之美國貨櫃港採用多吊式吊桿。然而當大部分觀念仍停留在傳統之裝卸經驗時, 一種非標準作業方式之引進即為滑動系統(Slip System) , 在阿姆斯特丹之 Ceres 櫃場, 在 98 年春末標到 11 台碼頭起重機, 八台為短吊樑規範, 四台將安裝在滑動系統之另側, 這些在右舷將

比碼頭岸邊高 2 m，以使其無阻礙地移動，為求二組起重機最大彈性將有動力吊樑，而另三台新世代超巴拿馬型起重機，將在碼頭邊側來作業船隻，且亦可服務相鄰碼頭，此類系統估計每小時裝卸達 300 櫃。

2.陸域裝卸作業(Landside operation)

在貨櫃搬運設備方面，除非貨櫃可快速卸載與運離岸邊，並足以避免在岸上起重機之作業環節產生阻塞，否則陸域之快速裝卸仍無法凸顯整體效率，為降低場內車機 / 櫃場起重機(yard gantry) 作業時間和每一貨櫃之周轉，多家櫃場業者在運量高的港口均紛紛在降低浪費時間、促使貨櫃正確、快速儲轉之新式技術上投資。半自動系統對櫃場業者而言，可經由降低起重機作業和櫃場間運作、吊起一放下之時間的縮短，來擷節成本，而全自動系統主要目的，在於取代高成本工人和全天候(round-the clock) 之櫃場作業，實務上這在鹿特丹之 ECT 的 Delta 櫃場和海陸貨櫃中心已是完成之案例，而下一個成熟案例則是川崎(Kawasaki)，將在本世紀初完成。半自動系統技術則被廣泛運用，尤以自動駕駛系統(Automated Steering:As) 和自動定位系統(Automated Positioning: AP) 為大部份應用於櫃場起重機、高架機具(overhead cranes) 和跨載機。安裝在 RTGs 系統通常用與 AP 系統連接以保持輪軸在櫃場運轉之最小路徑。AP 系統也單獨應用於 RMG 和 RTG 以增加吊架(Spreader-trolley) 之正確定位以吊起櫃子。

表 5.2.4 先進櫃場與自動化使用案例

營運商	作業系統	使用範圍
Rotterdam-ECT	AGV	Automated quay-stack transfer
	Automated Stacking Cranes	Automated stacking
Hamburg-HHLA	DGPS	Straddle carriers-equipment Location & job sequencing
Hamburg-Eurokai	Preussag Noell linear driver shuttle car	Quay-stack transfer
Dubai-Port Rashid	DGPS	Straddle arrier-equipment location & job sequencing
Singapore-PSA	Automated stacking	Overhead bridge cranes
Thamesport	Automated stacking	RMG
Genoa-VTE	Automatedsteering+positioning	RTG
Vancouver-Deltaport	Automatedsteering+positioning	RTG
Algeciras	Automatedsteering+positioning	RTG

資料來源：[47]

多數私營港口 / 櫃場業者主要面對之問題，在於如何使生產力最高以達成本最小，而在創新(innovative) 業者如新加坡、杜拜、鹿特丹、Gioia Tauro、溫哥華和洛杉磯，業已引進(半) 全自動之各項元件，以獲致在節省勞工成本和降低人為(human) 錯誤上之長期效益。全自動系統則應用於專業技術工人成本相當昂貴或可靠性低、不足之港口或國家。這在日本有諸多案例，主要激勵因素係在川崎

建造全自動化港口。然而，由於需高資本投資與全自動技術，如 AGV 的船岸至櫃場區間系統(Ship-to-stack shuttle system)，業者有此需要乃是藉高裝卸運量來達規模經濟，而另一主要限制為櫃場場地空間不足，AGV 之無界限(free-ranging)轉運系統，若應用於 Delta/Sea-Land 櫃場，將有場地不足之顧慮，儘管 PSA 仍將引用相似之系統，惟卻不適用於歐洲、北美和亞洲等較擁塞之港口。至於在碼頭至櫃場「無人駕控」(driverless)之卸轉技術現在漢堡之 Eurokai 櫃場測試中，這是使用 LMTT 系統(Linear Motor Transfer Technology)業已引起相關業界相當大之震撼，該系統將是未來執行岸邊裝卸作業能達到高績效低營運成本之試驗作業；依設計廠家 Noell 表示，這項革命衝擊，業有承作 8,000TEU 大船卸載之能量，且尚有場地空間之節省，又因移動性零組件(movingparts)少，故具維修容易之優勢。

5.3 貨櫃堆積場最適機具數目分析

經由上述分析，本研究將從幾種主要的貨櫃堆積場裝卸機具中，挑選出較普遍被使用的機具來做研究，並選擇一實際營運之貨櫃堆積場為例，利用系統模擬之方式，進行貨櫃堆積場最適的機具數目分析。

5.3.1 貨櫃堆積場機具配置考量因素

貨櫃碼頭岸邊使用之裝卸機具主要是橋式起重機，但在貨櫃堆積場作業之機具則有許多種可以選擇：跨載機、門型起重機（膠輪式門型起重機、軌道式門型起重機）、堆高機、牽引機、車架等，堆高機大多用在空櫃區堆置空櫃，牽引機、拖車及車架則使用於岸肩及貨櫃場間之貨櫃搬運，其主要特性彙整如表 5.3.1 所示。

表 5.3.1 貨櫃場主要機具特性比較表

特性比較 機具種類	貨櫃場面積 及堆積層數	操作運轉	價格、維 修及壽命	使用適 應性	可靠 性	備 註
拖車及車 架	一層 貨櫃場面積需 要最大。	不必換載， 動作最少， 安全性良 好。	成本低， 場地壽命 長。	運送及儲 存皆使用 同一車架	良好	較適用於 專用終 站，可做 全程服 務。
跨載機	可堆積 2-3 層	操作者視界 不良，較易 生事故。	維修保養 費高，壽 命較短。	可在終站 任何地方 使用。	較易 故障	易使鋪面 損壞，且 漏油可能 使路面太 滑。
門型起重 機(配合拖 車作業)	軌道式可堆積 4-5 層 膠輪式可堆積 2-3 層	增加堆積高 度提高場地 使用率。 安全性良好 軌道式適用 於自動化作 業系統。	維修費 低、壽命 長。	彈性較上 述兩種 低。	良好 尤以 軌道 式最 佳。	如地面拖 車運送管 制不良， 則其效益 不彰。

一般而言，貨櫃基地作業系統之機具配置如表 5.3.2 所示，主要分為碼頭次系統及場內次系統。因此，當貨櫃基地主要設施之船席數決定後，裝卸機具及搬運機具之適當配合，實為貨櫃基地作業效率良否的重要因素。

表 5.3.2 貨櫃基地作業系統之機具配置

系統名稱	使用位置	機具種類
碼頭次系統 (裝卸系統)	船舶與船席間	貨櫃橋式起重機
場內次系統 (搬運系統)	船席與堆積場	拖車；堆高機；跨載機；門式機
	堆積場內	門式機；跨載機；堆高機；

資料來源：本研究整理

本研究在不討論機具購置成本及營運維護成本下，首先探討影響碼頭次系統機具配置數之因素如下：

1.船席長度

一般每座長 300 350 公尺之貨櫃碼頭，最少需有 2 台貨櫃起重機以減少貨櫃船滯船作業時間，因為一般貨櫃起重機之裝卸速率以每小時 25 裝卸動作，若假設其中 20 呎櫃及 40 呎櫃各佔半數，則每小時可裝卸 37.5TEU，則欲使裝載能量 3,000 TEU 貨櫃船其六成之貨櫃能於 1 天內全部裝卸完畢，則岸邊至少需裝設兩台貨櫃起重機。

2.靠泊船舶長度

一般若船舶長度愈長，可供指派的機具數愈多，但必須考量船舶貨艙（BAY）的長度，所提供之作業空間，以兩機具間互不干擾為原則，通常以船舶長 150 公尺配置一台起重機，兩台起重機作業間隔為 20 30 公尺為原則。

3.船舶裝卸櫃量

考量船舶之裝卸櫃量及配合船艙貨櫃分佈狀況，讓每台機具之裝卸負荷盡可能均勻，避免機具間作業時間之差異過大，因此，通常為考慮船期之急迫性，若欲裝卸之貨櫃在貨艙之分佈較為分散時，則裝卸櫃量愈多，則機具之指派數愈多。

其次，探討影響場內次系統機具配置數之因素如下：

1.堆積場使用機具作業方式

因使用裝卸機具型態不同時，會影響貨櫃堆積場需提供儲放之容量及面積大小，相對地，會影響所需配置之機具數，若選用之裝卸機具其佔用之單位地表櫃位土地面積愈小，則在不考量設置成本，可配置之裝卸機具數愈多，以提昇裝卸效率。

2.堆積場各儲放區配置方式

通常貨櫃堆積場會概略區分為出口櫃區、進口櫃區、轉口櫃及空櫃區區，各儲放區之配置方式與比例及使用之裝卸機具，均會影響配置之機具數。

3.堆積場各儲放區之面積大小及儲放區至岸邊距離

通常堆積場各儲放區之面積規劃愈大，為確保裝卸服務品質，所配置之機具數也會愈多；另外，若貨櫃堆積場之縱深愈長，其儲放區距離岸邊愈遠，所配置之拖車數也需增加，以降低拖車的週轉率。

4.貨櫃堆積高度

貨櫃堆積高度，亦會影響貨櫃堆積場需提供儲放之容量及面積大小，若選用之裝卸機具可堆放之高度愈高及服務之跨距愈長時，所需配置之機具數可能愈少。

5.3.2 合理機具數之配置方案評估

本節主要將透過第四章構建之模擬程式，進行增加不同比例之 8000TEU 大型貨櫃船舶靠泊情況下，貨櫃堆積場之合理主要機具配置數量。

1. 貨櫃堆積場最適機具數配置之定義

與貨櫃堆積場「合理面積」類似的情況，本研究所定義之堆積場「合理機具數」，係指在某一定條件之船舶長度及裝卸量組成、船舶到達分佈型態、裝卸貨櫃之進、出、轉口比例、堆積場機具作業及場地佈設方式、貨櫃儲放時間 等相關條件固定之下，所分析出之合理機具數。

由於合理機具數之評估，將涉及一些不同因素之權衡取捨，例如，機具數量購置較多時，將增加機具的購置成本。而當機具數量購置較少時，則會導致裝卸效率的降低、船舶在港時間的增加，而增加船舶因等候所增加之營運成本。因此，為了較為完整考量起見，本研究以下將透過整合之成本函數，來進行貨櫃堆積場各種合理機具數量之評估。

2. 合理機具數評估指標

本研究採用成本函數的概念，建立總成本函數 TC 為合理機具數評估指標，而總成本函數之成本項目，包括：船舶系統、船席系統與貨櫃基地裝卸機具操作營運系統三大部分。以下針對總成本函數之項目進行說明，總成本函數公式表示如下：

$$TC = C_s + C_b + C_{op}$$

其中， C_s ：船舶成本， C_b ：船席成本， C_{op} ：機具操作營運成本

考慮之系統參數亦按照此分類共 17 項參數，各項資料根據調查資料與相關規劃報告之統計資料。詳細各項系統參數，如表 5.3.3 所示：

表 5.3.3 總成本函數 TC 之各項系統參數彙整表

1.船舶成本系統參數(C_s)	
(1)單位時間成本 (U_s)	(4)等候線平均船舶數(L_q)
(2)單位貨物成本 (U_{cg})	(5)船舶到港率(λ)
(3)船舶平均承載貨物量(X)	(6)平均服務時間 ($1/\mu$)
2.船席成本系統參數(C_b)	
(1)港埠建設費用 (U_{pf})	(5)船舶平均裝卸時間 (T)
(2)碼頭建設費用 (U_{bf})	(6)貨物平均放置時間 (H)
(3)港埠營運管理費用 (U_{po})	(7)船舶平均裝卸量 (V)
(4)碼頭營運管理費用 (U_{bo})	
3.貨櫃基地裝卸操作營運成本系統參數	
(1)裝卸機具及維修費 (U_{cm})	(3)堆貨場之費用 (U_{yd})
(2)裝卸機具作業費用 (U_{co})	(4)裝載機具之作業效率(γ)

3.貨櫃堆積場合理機具數量評估結果

本研究經由上述建立之總成本評估指標，並透過與第五章相同之方式，增加不同 8000TEU 大型貨櫃船舶比例(10%、20%、30%)及裝卸櫃量改變之情況下，重新代入模擬程式中，重新模擬產製 30 次，並將模擬輸出結果，代入總成本函數中所需之指標項目中，並進行不同方案之比較分析。

貨櫃堆積場裝卸過程中主要使用到之機具，包括橋式起重機、拖車以及 RMG 等三種主要機具，本研究將分別依據實際使用擁擠情形，配合未來不同假設條件下之可能影響，分別探討橋式起重機、拖車以及 RMG 等機具數目變化下，對總成本函數之影響，並經由分析比較結果，決定各種不同 8000TEU 大型貨櫃船舶比例及裝卸櫃量改變之情況下，橋式起重機、拖車以及 RMG 等不同貨櫃堆積場機具之合理數量。

經由下列之模擬結果得知，各項方案主要受到影響之相關成本變動項目，為等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間 (T)、船舶平均承載貨物量(X)、裝卸機具及維修費 (U_{cm}) 以及裝卸機具作業費用 (U_{co}) 等項目。上述項目之數值改變，將影響總成本函數之計算結果，本研究原則上以總成本函數計算結果最低者，為評估結果較佳之方案。因此，可藉由上述之成本函數值，評估不同方案情況下之堆積場合理機具數量。在不同 8000TEU 船舶增加比例下，各項機具數量調整方案配置及成本函數代號如表 5.3.4 所示。

**表 5.3.4 8000TEU 船舶比例調整下之合理機具數方案及成本函數 TC
代號及成本函數值 (單位:億元)**

編號	機具數量方案	成本函數 TC			
		8000TEU 船舶增加比例			
		項 目	10%	20%	30%
1	現況 (4 台橋式起重機、每橋式機配置 6 台拖車、8 台 RMG)	代號	TC _{A1}	TC _{A2}	TC _{A3}
		成本函數值	2.09	2.31	2.60
2	橋式起重機增加 1 台 (總共 5 台)	代號	TC _{B1}	TC _{B2}	TC _{B3}
		成本函數值	2.20	2.26	2.56
3	橋式起重機增加 2 台 (總共 6 台)	代號	TC _{C1}	TC _{C2}	TC _{C3}
		成本函數值	2.32	2.43	2.64
4	每橋式機配置拖車數增加 1 台 (每橋式機配置 7 台拖車)	代號	TC _{D1}	TC _{D2}	TC _{D3}
		成本函數值	2.16	2.45	2.61
5	每橋式機配置拖車數增加 2 台 (每橋式機配置 8 台拖車)	代號	TC _{E1}	TC _{E2}	TC _{E3}
		成本函數值	2.23	2.62	2.90
6	門型起重機(RMG)增加 1 台 (總共 9 台)	代號	TC _{F1}	TC _{F2}	TC _{F3}
		成本函數值	2.15	2.29	2.62
7	門型起重機(RMG)增加 2 台 (總共 10 台)	代號	TC _{G1}	TC _{G2}	TC _{G3}
		成本函數值	2.22	2.32	2.60

(1)橋式起重機數量調整方案評估結果

(a)橋式起重機數量調整方案研擬

本模擬研究案例，目前配置 4 台橋式起重機，假設將來增加 8000TEU 船舶到達時，為提升貨櫃堆積場之裝卸效率，並考量現有之船席長度，本研究預計可再增加 1 至 2 台橋式起重機。以下就針對橋式起重機增加 1 台，以及橋式起重機增加 2 台之不同方案，進行評估及比較。

(b)合理橋式起重機數量評估結果分析

10%、20%、30%等不同 8000TEU 船舶到達比例及裝卸量之增加，主要對於成本函數之影響，為等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間 (T)、船舶平均承載貨物量(X)、裝卸機具作業費用 (U_{co}) 等項目值，將隨之增加，進而影響總成本函數計算結果數值變大。

合理橋式起重機數量之增加，主要影響總成本函數中之等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間 (T) 以及裝卸機具及維修費 (U_{cm}) 等項目。橋式起重機數量增加 1 台或 2 台時，將使得等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間 (T) 等項目值降低，但是，裝卸機具及維修費 (U_{cm}) 以及裝卸機具作業費用 (U_{co}) 等項目值增加。因此，在不同成本項目之影響綜合權衡比較之下，以較低的總成本函數 TC 之方案，為合理貨櫃堆積場機具數量方案。

本研究將上述方案之調整，修正模擬程式之相關參數。經由模擬模式輸出結果，並代入總成本函數 TC 之計算結果，在橋式起重機數量調整方案方面，當 8000TEU 船舶增加 10%，則評估結果為 $TC_{A1} > TC_{B1} > TC_{C1}$ ，顯示以目前假設條件狀況下之模擬研究案例，4 台橋式起重機，為本模擬研究案例之合理

橋式機數。當 8000TEU 船舶增加為 20%及 30%評估結果合理橋式機數均為 5 台。

由於，不同 8000TEU 大型貨櫃船比例及裝卸量之增加，將使各項參數值增大，因此，在調整不同 8000TEU 船舶到達比例及裝卸量方案方面，8000TEU 船舶增加 10%，則為 $TC_{B3} > TC_{B2} > TC_{B1}$ 以及 $TC_{C3} > TC_{C2} > TC_{C1}$ ，增加 20%、30%之趨勢也是相同。換言之，在不改變機具數量情況下，貨櫃堆積場建設及營運所花費之總成本，將隨著不同大型貨櫃船比例及裝卸量之增加而變大。

(2)拖車數量調整方案評估結果

(a)拖車數量調整方案研擬

本模擬研究案例，目前配置 6 台拖車，假設將來增加 8000TEU 船舶到達時，為提升貨櫃堆積場之裝卸效率，並考量現有之船席長度，本研究預計每台橋式機將再增加 1 至 2 台拖車。以下就針對拖車增加 1 台，以及拖車增加 2 台之不同方案，進行評估及比較。

(b)合理拖車數量評估結果分析

合理拖車數量之增加，主要影響總成本函數中之等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間(T)、裝卸機具及維修費(U_{cm})以及裝卸機具作業費用(U_{co})等項目。拖車數量增加 1 台或 2 台時，將使得等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間(T)等項目值降低，但是，裝卸機具及維修費(U_{cm})以及裝卸機具作業費用(U_{co})等項目值增加。因此，在不同成本項目之影響綜合權衡比較之下，以較低的總成本函數 TC 之方案，為合理貨櫃堆積場機具數量方案。

本研究將上述方案之調整，修正模擬程式之相關參數。經由模擬模式輸出結果，並代入總成本函數 TC 之計算結果，在拖

車數量調整方案方面，評估結果為 $TC_{E1} > TC_{D1} > TC_{A1}$ ，顯示以目前假設條件狀況下之模擬研究案例，6 台拖車，為本案例之合理拖車數。

由於，不同 8000TEU 大型貨櫃船比例及裝卸量之增加，將使各項參數值增大，因此，在調整不同 8000TEU 船舶到達比例及裝卸量方案方面，8000TEU 船舶增加 10%、20%、30%，則為 $TC_{D3} > TC_{D2} > TC_{D1}$ 以及 $TC_{E3} > TC_{E2} > TC_{E1}$ 。換言之，在不改變機具數量情況下，貨櫃堆積場建設及營運所花費之總成本，將隨著不同大型貨櫃船比例及裝卸量之增加而變大。

(3)RMG 數量調整方案評估結果

(a)RMG 數量調整方案研擬

目前本模擬研究案例，配置 8 台 RMG，假設將來增加 8000TEU 船舶到達時，為提升貨櫃堆積場之裝卸效率，並考量現有之船席長度，本研究預計可再增加 1 至 2 台 RMG。以下就針對 RMG 增加 1 台，以及 RMG 增加 2 台之不同方案，進行評估及比較。

(b)合理 RMG 數量評估結果分析

合理 RMG 數量之增加，主要影響總成本函數中之等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間(T)、裝卸機具及維修費(U_{cm})以及裝卸機具作業費用(U_{co})等項目。RMG 數量增加 1 台或 2 台時，將使得等候線平均船舶數(L_q)、船舶平均裝卸時間(T)等項目值降低，但是，裝卸機具及維修費(U_{cm})以及裝卸機具作業費用(U_{co})等項目值增加。因此，在不同成本項目之影響綜合權衡比較之下，以較低的總成本函數 TC 之方案，為合理貨櫃堆積場機具數量方案。

本研究將上述方案之調整，修正模擬程式之相關參數。經由模擬模式輸出結果，並代入總成本函數 TC 之計算結果，在

RMG 數量調整方案方面，8000TEU 船舶增加 10%，評估結果為 $TC_{G1} > TC_{F1} > TC_{A1}$ ，顯示本模擬研究案例之合理 RMG 數為 8 台，增加 20%之趨勢評估結果為 $TC_{F2} > TC_{A2} > TC_{G2}$ ，顯示以目前假設條件狀況下之模擬研究案例，尚有增加購置 1 台 RMG 之空間，因此，9 台 RMG，為本模擬研究案例之合理 RMG 數。船舶增加 30%之趨勢評估結果為 $TC_{G3} > TC_{F3} > TC_{A3}$ ，顯示本模擬研究案例之合理 RMG 數為 10 台。

由於，不同 8000TEU 大型貨櫃船比例及裝卸量之增加，將使各項參數值增大，因此，在調整不同 8000TEU 船舶到達比例及裝卸量方案方面，則為 $TC_{F3} > TC_{F2} > TC_{F1}$ 以及 $TC_{G3} > TC_{G2} > TC_{G1}$ 。換言之，在不改變機具數量情況下，貨櫃堆積場建設及營運所花費之總成本，將隨著不同大型貨櫃船比例及裝卸量之增加而變大。

第六章 CFS 位置對於貨櫃堆積場規劃及作業之影響分析

6.1 CFS 之功能與定位

6.1.1 CFS 的定義與功能

1. CFS 的定義

貨櫃集散站(英文簡稱 C.F.S)為貨櫃存放及裝櫃、拆櫃處所，須有廣大之貨櫃場、停車場、集散通棧、倉庫、貨櫃修理廠、辦公室及貨櫃與貨物之運搬裝卸機具。貨櫃集散站位於港口貨櫃碼頭，最為便利。如受港區土地限制，亦可位於距港區不遠之內陸地區。

2. CFS 的功能

依據我國航業法第二條第五款之規定，對貨櫃集散站經營業之定義為：「指提供貨櫃集散站之場地及設備，經營貨櫃貨物集散而受報酬之事業。」貨櫃集散站應具備如下的功能(航業法第五十三條規定)：

- (1)貨櫃與貨物裝櫃、拆櫃、裝車、卸車及貨櫃之集中、分散。
- (2)貨櫃保養、維護及整修。
- (3)聯鎖倉庫。
- (4)其他與貨櫃集散有關之業務。

上述功能中尤其以第一項與第三項為貨櫃集散站最主要的業務。因貨櫃又可以分併裝櫃與整裝櫃兩種。所謂併裝櫃(Container Freight Station 或 Less Than Container Load，簡稱 CFS 或 LCL)，是指託運人之貨物不足一櫃，或無能力自行裝櫃，經送貨櫃集散站代為併裝成一櫃者。而所謂整裝櫃(Container Yard 或 Full Container load，簡稱 CY 或 FCL)，係指整櫃貨物均屬於同一託運人，由其自行裝櫃送集散站或自

行至集散站提領者。因此，貨櫃集散站基本上即必須對這兩種貨櫃提供裝卸集散的服務。各集散站也派駐有海關人員，貨櫃在集散站經查驗、加(拆)封後即可提領放行，不必擁擠滯留於港區。

6.1.2 貨櫃集散站之分類

貨櫃集散站依貨櫃集散站經營業管理規則第四條可分為港區貨櫃集散站、鐵路專用貨櫃集散站、內陸貨櫃集散站等三大類。另外，亦有設置於加工出口區內之貨櫃集散站。因此，本研究將貨櫃集散站之分類彙整並說明如下：

- 1.港區貨櫃集散站：指設於港區範圍內與貨櫃碼頭相連接者，此類貨櫃集散站屬於一貫作業之貨櫃集散站，其在同一個地方進行卸櫃、驗關、拆卸進倉與交貨的手續。
- 2.內陸貨櫃集散站：指設於港區以外內陸地區，不屬於鐵路專用之貨櫃集散站者。此類貨櫃集散站多設置於工業集中之地區以便鄰近貨源。
- 3.鐵路專用貨櫃集散站：指設於鐵路場站範圍內，由鐵路機構自行經者。
- 4.加工出口區專用貨櫃集散站：為政府提供加工出口區內工廠辦理貨物進出口所設置的貨櫃集散站。

目前港區貨櫃集散站部分，以基隆港及高雄港為主。尤以高雄港本身設備完整、碼頭後線土地廣大，貨櫃自卸船、驗關、進倉至交到貨主手中，都可以在此進行，以致高雄港外的內陸貨櫃集散站經營功能並不顯著。台灣地區內陸貨櫃集散站則以北部地區為主，原因有四：

- 1.由於地形限制、碼頭後線土地不足致港區貨櫃集散站發展受限。
- 2.由於停放時間短暫及港區貨櫃搬運、裝卸費用高，而以船邊裝卸制度盛行，因此港區貨櫃集散站之需求性降低。
- 3.為了方便貨主節省運費，而設在內陸工廠集中的地區，形成港區貨櫃集散站的延伸，例如桃園地區的數家集散站，業務來源多為併裝貨櫃(CFS)，其位於高速公路中途點，節省基隆、高雄兩港間長途拖運的時間與運費。

4.基隆港地形多山平地稀少，為了彌補港區碼頭後線土地之不足，因此基隆鄰近的瑞芳、五堵間及沿台五號公路之內陸貨櫃集散站林立，形成北部地區貨櫃集散站的重鎮。

鐵路專用集散站部分，過去僅有台中地區設有成功站，但業務量有限，因近年已無營業，而於民國七十八年十一月十四日註銷登記。近年為配合政府發展國際運籌管理相關政策，台灣地區之各加工出口區更加蓬勃發展而專用貨櫃集散站亦是加工出口區之重要基礎設施。根據研究目的與上述貨櫃集散站之分類與說明，本研究後續將針對港區貨櫃集散站與內陸貨櫃集散站進行較深入之分析與探討。

6.1.3 CFS 相關重要名詞說明

由於近年來政府積極推動國際物流與運籌管理相關之業務，相關之法令與辦法更新頻繁，常造成國人對於 CFS、物流中心與自由貿易港區等名詞混淆，因此以下針對相關名詞進行說明：

1. 物流中心

(1)物流中心之定義

根據財政部於民國八十九年三月二十日公告之物流中心貨物通關辦法第二條之定義「物流中心，指經海關核准登記以主要經營保稅貨物倉儲、轉運及配送業務之保稅場所。物流中心內得進行因物流必需之重整及簡單加工。」

(2)廠商在港埠設置物流中心之主因

由於國際化趨勢強烈，廠商需尋找一國際運輸條件較佳的區位，以便設置物流中心統籌管理國際物流之實體配送作業，就國際商港而言，不僅為各航線之交會，交通聯接良好，且具有降低運輸成本之優勢，因此，具有吸引廠商設置國際物流中心之潛力。國際商港所具備之運輸成本優勢分析如下所示：

就物流配送而言，運輸成本可分為配送成本與運輸成本兩大類。配送成本為貨物由物流中心配送至顧客之成本，物流中心越接近產品供應點，配送距離就越長，成本亦越高，但考量運輸成本隨距離而遞減，故配送成本曲線隨著與產品供應點之距離而遞減；運送成本則為貨物由供應點運送至物流中心之成本，物流中心越近消費市場輸送距離將越長，輸送成本越高。

傳統上國際貨物運輸多採直接運送方式，即不透過轉運港接駁轉運，而由供應點將原料或成品直接運送至市場。而近年來，由於貨櫃運輸之發達，大部份貨物會在各轉運港接駁轉運，由於轉運過程中，貨櫃必須由船舶上裝卸，因此，對於輸送成本與配送成本而言，會額外增加一段裝卸成本。因此在轉運點裝卸成本之考量下，總運輸成本之最低點了可能出現在供應點或消費點外，還有可出現在轉運點，對於吸引廠商設置國際物流中心頗具優勢。

2. 自由貿易港區

(1)自由貿易港區之定義

依據自由貿易港區設置管理條例第三條之定義「自由貿易港區指經行政院核定於國際航空站、國際港口管制區域內；或毗鄰地區劃設管制範圍；或與國際航空站、國際港口管制區域間，能運用科技設施進行周延之貨況追蹤系統，並經行政院核定設置管制區域進行國內外商務活動之工業區、加工出口區、科學工業園區或其他區域。」

而自由港區事業：指經核准在自由港區內從事貿易、倉儲、物流、貨櫃（物）之集散、轉口、轉運、承攬運送、報關服務、組裝、重整、包裝、修配、加工、製造、展覽或技術服務之事業。

(2)自由貿易港區的意涵與功能

所謂自由貿易港區的概念並非台灣所獨創，亦非近年來才興起的新政策。其概念可追溯至早期的自由港(Free port)，英國殖民時代的香港及新加坡即已定位為自由港，以自由轉口貿易其主要經濟活動，且成效卓著。以貿易立國之荷蘭，亦早已採取各種保稅的優惠措施，以促進其國際貿易活動之發展，成為歐洲的主要對外門戶。美國雖無自由貿易港區之劃設，但亦早在 1934 年制訂「對外貿易區法案」(Foreign Trade Zone Act)，而開始了類似功能的對外貿易區的劃設。中國大陸的「保稅區」係於 1990 年由國務批准設立上外高橋保稅區，開始推動。韓國之「關稅自由地區」係於 2000 年完成立法，2002 年確定了所謂「東北亞商貿中心國家實現方案」，而開始正式推動，其時間稍早於台灣。

6.1.4 CFS 因應國際物流發展之演變

伴隨著國際物流之發展趨勢，港埠在國際物流中所扮演的角色也逐漸在轉變中，其主要可分為三大階段，分別是起迄港、轉口港與整合型之物流港。而 CFS 的功能也隨著港埠的發展趨勢而演變，說明如下：

1. 起迄港階段

早期廠商向全球採購或銷售至國外市場之商品多依循傳統國際貿易之作業流程，為點對點之貨物運輸。此時港埠所扮演的角色僅為起迄港，其主要目的是為了服務船舶之裝卸作業，此時，CFS 之功能僅作為運輸貨物之倉儲暫存區及進出口之拆、併櫃作業，因此所扮演的角色較為單純。

2. 轉口港階段

自 1970 年代以後，隨著貨櫃運輸之發展，全球航線中的主航線與副航線之交會點逐漸成貨櫃轉口港，在各港中其轉運比例逐年增加，除了整櫃之運輸以外，許多不滿整櫃、不同來源之貨物亦會併櫃集中並運送至目的地，以降低其運輸成本。此時除了單一國家進

出口之拆、併櫃外，全球航線之重要轉口港中原有 CFS 之功能亦發展成所謂多國拆併櫃中心。廠商或貨物承攬業將鄰近國家中之零散貨物集中於這些多國拆併櫃中心後，再依相同之目的地予以併櫃，其目的主要是為了降低運輸成本，此種作業模式逐漸形成國際/區域物流中心之雛型。

3. 整合型物流港階段

伴隨著國際物流之蓬勃發展，國際商港之角色亦由貨櫃轉口港轉變為整合物流港，逐漸形成國際性物流中心。此時港埠之 CFS 除了傳統整櫃與拆併櫃之轉口功能外，並提供整合性之物流服務，包含配送、倉儲、資訊處理與簡單流通加工等，創造更高之附加價值。

綜合上述港口在演進轉型過程中可知，CFS 為因應實際需求，當港埠演進成轉口型時，為強化轉口貨物的處理能力及國際間貨物的需求 CFS 將發展成為多國拆併櫃中心，由於其附加價值不高。而後發展成整合型物流主要目的即是在於增進附加價值，相對也降低運輸成本為主，有關 CFS、多國拆併櫃中心與國際物流中心之異同如下表所示。

表 6.1.1 CFS、多國拆併櫃中心與國際物流中心之比較

CFS 類型	傳統 CFS	多國拆併櫃中心	國際物流中心
港埠發展階段	起迄港階段	轉口港階段	整合型物流港階段
貨物類型	進出口貨為主	轉口及進出口貨	
作業型態	拆併櫃、暫存		拆併櫃、中短期儲存
服務起迄點	裝貨港至卸貨港		工廠至最終顧客
提供服務	單一服務(運輸)		整合性服務 (運輸、倉儲、資訊)
附加價值	低	中	高
成本考量	運輸成本		系統總成本

6.1.5 運籌管理體系之分類

由上節可知傳統 CFS 將隨著不同港埠發展階段而強化其功能，為因應國際物流發展趨勢轉型為國際物流中心，然而物流中心種類眾多，並非全部適合設置於港區，本研究參考相關文獻釐清國際物流中心之種類與功能。

Huwang, Lee and Kuo[52]將運籌管理體系分類成為三個加值階段（運輸加值、生產加值、服務加值）與六種類型（進出口、轉口運輸、加工再進口、初級加工再出口、深層加工再出口、企業營運總部），並加以說明（如圖 6.1.1 所示）如下：

1.第一階段：運輸加值階段—以結合港口、機場及聯外運輸系統，提供運輸、倉儲及拆併櫃功能為主。包括下列兩種類型：

(1)第一類型—進出口起迄物流

港埠為貨物運輸之起迄點，對於進/出口貨物而言加值服務僅止於運輸及裝卸作業。此一類型物流活動之發展型態為傳統運輸倉儲及配送所提供之功能，因此其產生之附加價值較低。

(2)第二類型—轉口運輸物流

當位在遠洋主航線上，地理位置較為優越的港埠，由於至鄰近港口之航行時間較短，因此較有機會逐漸形成區域間之轉運中心（即遠洋航線之航商將貨物運送至母港，再由此港以近洋及遠洋航線轉運至其他港口）。因此轉口運輸型物流所提供之服務除基本之運輸及裝卸作業外，還包含多國拆併/櫃服務（如高雄港境外轉運中心處理大陸輸往第三地之貨物）。此種類型之物流園區所提供之服務如傳統保稅倉庫之功能，其所能產生之附加價值為裝卸作業及海空轉口運輸，此一現象亦造成近年來積極推動之高雄港轉運中心之發展計畫空有亮麗之轉運運輸實績，卻無法創造實質之高附加價值經濟效益。依據交通部相關報告指出，轉口附加價值約 1000-2000 美金，屬於低附加價值服務。

2.第二階段：生產加值階段—以結合初級製造產業與深層製造產業，提供組裝加工、檢測、貼標籤等附加價值功能為主。包括下列兩種類型：對內為加工再進口，對外為加工再出口。

(1)第三類型—加工再進口物流

加工再進口型是指將原料或半成品透過物流中心進行組裝、包裝及貼標籤...等加值活動後再配送至國內消費者。如國外進口壓縮果汁，在國內進行初級加工分裝還原後，再進行銷售。或以國內著名民生零售產品通路商，德記 CDS(Contract Distribution Service)為例，其主要提供加值服務將進口在製品進行包括報關、運輸、倉儲、訂單處理、揀貨裝箱、包裝加工、庫存管理、重整型保稅倉儲...等。

其中加工再出口包括初級製造產業與深層製造產業，主要提供貼標籤、檢測、組(分)裝加工等初級加工以及整合關鍵技術零組件創造高附加價值之深層加工再出口兩種活動類型。

(2)第四類型—初級加工再出口物流

隨著國際物流之蓬勃發展，國際港口之角色亦由貨櫃轉口港轉變為整合型物流港，而逐漸形成國際之物流中心。此一類型物流之加值活動在除基本之運輸、倉儲、裝卸作業、拆併櫃外，還包含貨物之簡易加工、包裝、貼標籤、加 IC 晶片、配送、資訊處理等功能，以提昇轉口貨物 10~20 倍之附加價值，是初級加工再出口主要功能服務。依據國外之經驗平均每個初級加工再出口的標準貨櫃(TEU)約可產生 5,000-8,000 美元的生產加值效益。

(3)第五類型—深層加工再出口物流

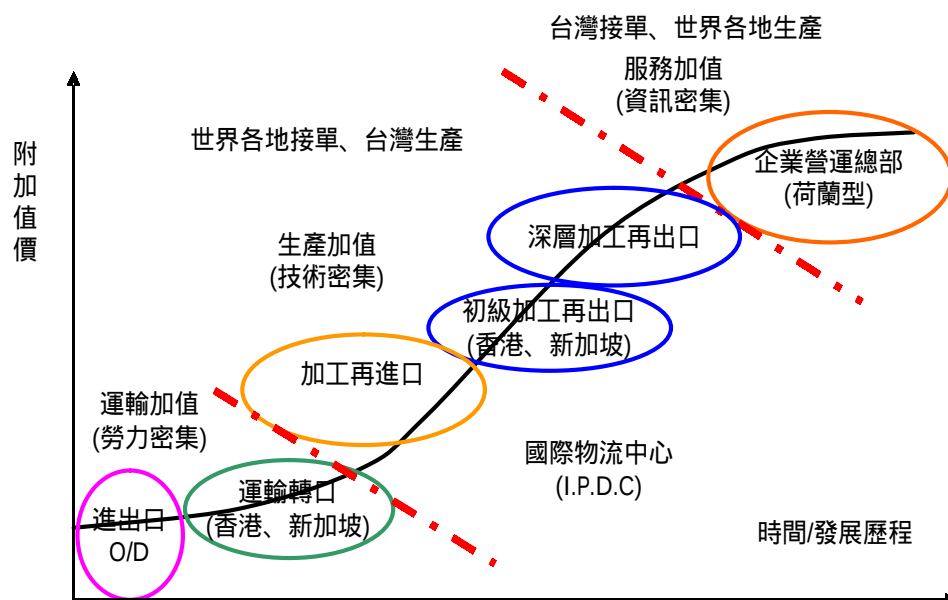
此一類型則在於善用轉口貨再結合區域上下游生產製造業進行深層加值，以創造更高之附加價值。如美國銷售至菲律賓手機，可利用空運將主機運至台灣，再結合國內多樣化手機外殼製造能力進行組裝後再透過海空運配送至菲律賓或其他東南亞地區。透過

此種產品增值功能的提供，可結合地方生產製造（如科學園區、加工出口區、工業區等），以創造轉口貨物 30 100 倍高附加價值之生產增值服務。

- 3.第三階段：服務增值階段—以結合資訊、金融、媒體及研發等產業，提供國際企業通路、金融、資訊、行銷等服務功能為主。結合資訊研發、金融及媒體等產業，提供國際企業通路、金融、資訊、行銷等服務功能為主。

(1)第六類型—企業營運總部

以虛擬物流觀點為主體，考量銷售通路之價值鏈，創造通路、行銷等更高層之國際物流附加價值服務。依此原則考量下，企業營運總部係以資訊流為主體。世界各地為生產增值基地進行比較利益原則之生產增值活動，在國內則透過資訊、金融、行銷及通路進行接單與下單，以獲取更高附加價值服務。如台灣透過資訊、金融、行銷之通路進行國際接單與付款，並在大陸進行生產與配送、交貨即為此種模式。最後將運籌管理體系發展階段與類型特性整理如表 6.1.2 所示。



資料來源：[52]

圖 6.1.1 運籌管理三個階段六種類型概念圖

表 6.1.2 運籌管理體系發展階段與類型特性分析

類型	型 (運輸加值型)		型 (生產加值型)			型 (服務加值型)
	-1 型 進出口	-2 型 轉口	-1 型 初級加工 再出口	-2 型 加工再進口		-3 型 深層加工 再出口
功能	運輸、倉儲 (起訖 配送服 務)	運輸、倉儲 (MCC、MCD 服務)	理貨、貼 標、組 裝、包 裝	(傳統型) 貨物分 裝、組 裝、包裝	(高科技型) 零件組裝 重 組、檢測	深層 加工
						第二代加 工出口 區
	自由貿易港區 (台灣定義)					
代表 地 點	香港、新加坡港			德記 洋行	日本 F.A.Z	科學園區 荷蘭型

資料來源：[22]

由表 6.1.2 可知，國際物流中心包含了進出口型物流、轉口型物流、初級加工再出口型物流及加工再進口型物流等四種類型。功能包括：運輸、倉儲（起訖配送服務、MCC、MCD 服務）理貨、貼標、組裝、包裝、貨物分裝、高科技產品零件組裝、重組、檢測等。其中加工再進口型物流由於在功能上主要處理一般貨物及高科技產品的分裝、組裝、重組及檢測等業務。所需用地較廣、並需要周邊產業的配合，並非一般港區內 CFS 所能處理此部分的業務。因此，本研究後續將針對適合 CFS 發展之物流類型，探討其設置於港區內外，對於貨櫃堆積場規劃之影響。

6.2 設置 CFS 於港區內外，對於貨櫃堆積場規劃之影響

6.2.1 台灣地區目前 CFS 設置現況

茲依航政機關行政轄區現況，分別就北部、中部及南部等地區的貨櫃集散站數量、類型、資本額及基地面積等說明如下：

1. 北部地區

北部地區之航政機關為基隆港務局，其轄區範圍包含宜蘭縣、基隆市、台北縣、台北市、桃園縣等縣市。有關北部地區之港區貨櫃集散站與內陸貨櫃集散站現況，分述如下：

(1)港區貨櫃集散站

因基隆港均為公用碼頭，現有東岸貨櫃儲運場、西岸北貨櫃儲運場及南貨櫃儲運場等三處貨櫃集散站，均由基隆港務局自行經營，在民國 88 年開辦出口整裝貨櫃業務之前，僅作進出口櫃船邊提裝櫃業務，結關動作均在內陸貨櫃集散站完成，目前船邊提裝櫃仍是基隆港之主要業務。

(2)內陸貨櫃集散站

北部地區因受基隆港後線用地狹小之限制，不利於港區內發展貨櫃集散業務，造成貨櫃集散站業者紛紛至港口鄰近地區發展(主要分佈於汐止、七堵等地)，以輔助基隆港之貨櫃碼頭後線空間不足。北部地區現有內陸貨櫃集散站共計十七家，其中設於桃園地區的有長榮貨櫃公司桃園貨櫃集散站及怡聯公司等。

2. 中部地區

中部地區之航政機關為台中港務局，其轄區範圍包含台中縣、台中市、新竹縣、新竹市、南投縣、彰化縣及雲林縣等。有關中部地區之港區貨櫃集散站與內陸貨櫃集散站現況，分述如下：

(1)港區貨櫃集散站

現台中港港區內有萬海、立榮及中國貨櫃公司等三家承租專用碼頭，基於作業之便，並設有貨櫃集散站，其經營項目包括貨櫃儲存、裝卸、拆併等。此外，台中港承租碼頭業者為了提供客戶完整貨櫃作業，亦將貨櫃結關作業納入港區貨櫃集散站之經營項目。

(2)內陸貨櫃集散站

中部地區之內陸貨櫃集散站計有長榮貨櫃公司台中場及大三鴻國際貨櫃運輸公司兩家，前者位於台中工業區，後者位於新竹湖口工業區，設置區位主要著眼於臨近貨主，期集貨方便。

3. 南部地區

南部地區之航政機關為高雄港務局，其轄區範圍包含高雄縣、高雄市、台南縣、台南市、屏東縣等。有關南部地區之港區貨櫃集散站與內陸貨櫃集散站現況，分述如下：

(1)港區貨櫃集散站

高雄港之碼頭經營模式亦為出租碼頭，現有承租業者均設有貨櫃集散站，計有十家，此十家港區貨櫃集散站均具有進出口拆併櫃業務，而其中台灣東方海外、海陸、快桅等公司已具有多國拆併櫃業務，又當中的台灣東方海外及快桅兩家業者並具有物流配送業務。

(2)內陸貨櫃集散站

南部地區之內陸貨櫃集散站主要有友聯、高鳳和台灣貨櫃等三家，以及經濟部加工出口區管理處儲運服務中心，前三者均位於高雄市(前鎮區及小港區)，距高雄港僅一至二公里，且位於高速公路終端，交通相當便利，因高雄重工業貨源亦臨近高雄港，因此內陸貨櫃集散站必然選擇臨近港區設置，以取貨源及碼頭地利之便，後者位於楠梓加工區內，係為配合加工區所設置。

6.2.2 設置 CFS 之考量因素

交通部運研所編印的「貨櫃運輸實務」中建議，選擇貨櫃基地時應考量下列三個因素：必須靠近主要交通線、距離轉運點近、與鐵路幹線聯絡方便以求充分利用鐵路裝運貨櫃。若貨櫃碼頭面積廣闊，貨櫃集散站設於貨櫃儲存場後側為宜，若土地不充裕，則需設於港區外交通便利之處，以離港區 15 公里以內為最佳。至於何者為最佳，應視實際狀況和需要而定。依據「國際貨櫃運輸實務指南」乙書中指出：貨櫃集散站位於海運與陸運的交接點，其地理位置應具備下列條件：必須設於港口、基地面積港大聯外交通不得有擁擠之情況等。鄧世卿於「貨櫃運輸的理論與實務」中亦指出：貨櫃集散站的位置應視港埠地形與港區腹地面積大小而定，若港區面積不足，可於港埠近郊設置貨櫃集散站，並應設於內陸交通幅湊之處。

綜合上述對貨櫃集散站之分析，可歸納貨櫃集散站設置 CFS 之考量因素如下：

1. 港區貨櫃集散站

港區貨櫃集散站之設置，係以作業便利性為主要考量，故碼頭後線是其最佳的選擇區位。

2. 內陸貨櫃集散站

內陸貨櫃集散站設置區位之考量因素主要有二，一為離港口近，便利於場站至港口間之運輸，另一則為設置於鄰近貨源地(如工業區內)，此類通常係以出口貨源為導向。

6.2.3 CFS 設置於港區內外的優劣分析

貨櫃集散站的位置，一般以港區以內（碼頭邊型）為較佳，如因港區腹地不足，無法在港區內設立貨櫃集散站時，可擇距離港口較近、工商業集中之地、交通便利之處設置內陸貨櫃集散站。貨櫃集散站設於港區內或港區外的（內陸型貨櫃集散站）各有其優缺點，本研究參

考相關文獻說明如下：

1. 港區內貨櫃集散站

優點:

- (1)貨櫃拖運成本較低廉。
- (2)距離碼頭近，船舶作業可減少延誤。
- (3)船舶與集散站之間工作聯繫較方便、迅速。
- (4)貨櫃儲轉不受港區外交通之影響。

缺點:

- (1)港區土地不充裕時，難以擴充發展。
- (2)與貨櫃碼頭距離太近，不容易有擴展的貨櫃碼頭作業區。
- (3)無週邊產業配合，僅能從事組裝、檢測、包裝等簡單加工業務。

2. 港區外貨櫃集散站

優點:

- (1)對貨主較便利。
- (2)不受港區碼頭擴充影響。
- (3)如有充裕土地，擴充發展較港區內貨櫃集散站容易。
- (4)可整合週邊產業，發揮群聚效用，發展深層加工業務。

缺點:

- (1)貨櫃拖運成本較高。
- (2)距港區較遠作業聯繫較不方便 無 EDI 之作業情況 。
- (3)港區外交通狀況會影響船舶裝卸。
- (4)內陸貨櫃集散站環境不佳時，會妨礙集散站作業和安全。

由上述內容配合 6.1.5 之分析可知港區內貨櫃集散站適合處理的物流業務類型包括:進出口型物流、轉口型物流及初級加工再出口型物流.等三類。而加工再進口型物流、深層加工再出口型物流則適合設置於港區外。

6.2.4 CFS 設置於港區內外及貨櫃比例增加之量化影響分析

CFS 設置於港區內外及未來 CFS 併裝櫃比例增加，在量化影響部份，主要會影響到貨櫃堆積場面積及容量、管制站閘門(Gate)擁擠及貨櫃堆積場內部搬運作業等三個方面，以下將分別加以說明：

1. 對貨櫃堆積場面積及容量之影響

CFS 設置於港區內外，對於堆積場影響最大之量化因素，為對堆積場面積及容量之影響。換言之，當未來船舶大型化時，若後線堆積場面積及容量不足時，將可考慮將 CFS 移至港區外，而現有之 CFS 所佔用之土地面積，則可釋放出來。然後，將現有 CFS 倉庫及相關設施拆除之後，即可作為貨櫃堆積場使用，以提升貨櫃堆積場之面積及容量。

若以本研究案例之陽明 70 碼頭進行分析，假設將現有 CFS 之土地面積釋放出來，作為貨櫃堆積場使用時，若僅考慮 CFS 之面積，不考慮物流中心部份之面積，約為 6460 平方公尺左右。透過第四章所計算出之地表櫃位數面積換算方式，以每 TEU 39.6 平方公尺計算，並以平均堆積四層貨櫃估算，約可增加陽明貨櫃堆積場 652 TEU 左右之容量，將可提供陽明貨櫃堆積場更為充裕之容量。

2. 對管制站閘門(Gate)擁擠之影響

其次，CFS 設置於港區內外，將影響管制站閘門(Gate) 之擁擠程度。當 CFS 設置於港區內時，不論進口或出口，由於 CFS 之一個併裝櫃，通常會有多位貨主來領貨或交貨，因此會產生較大量的載貨卡車進出管制站閘門。

而若 CFS 設置於港區外時，則進出管制站閘門時，即使是 CFS 的併裝櫃，也是由貨櫃拖車運送進出管制站閘門，到港區外的 CFS。所有的拆、併櫃作業，則在港區外的 CFS 中進行，因此，將可減少載貨卡車進出管制站閘門之情形，此種情況下，管制站閘門產生擁擠之情形，也將較為減少。

表 6.2.1 顯示，若不考慮整裝櫃產生之拖車數，僅考慮進出 CFS 進行拆併櫃作業之貨櫃，所產生之進出管制站閘門載貨卡車及貨櫃拖車數量之變化程度。由表中可知，目前情況之 CFS 進口櫃方面，陽明堆積場之平均進出管制站閘門卡車數，為每天 39.2 輛，貨櫃拖車數為每天 17.3 輛，合計每天將有 56.5 輛車進出管制站閘門。在目前情況之 CFS 出口櫃方面，合計每天將有 49.1 輛車進出管制站閘門。

目前進入 CFS 之貨櫃佔總貨櫃比例，在進口方面，為 2.8% 左右，在出口方面，為 1.8% 左右，顯示目前進入 CFS 之貨櫃數量尚不大。假設若因應未來進入 CFS 之貨櫃比例大幅成長，進入 CFS 之進、出口櫃，皆同時增加到佔總進、出口貨櫃數量之比例 5% 及 10% 時，對於管制站閘門之影響為何，將可進一步從表中看出。由表中可知，當未來進入 CFS 之貨櫃比例，最多增加到佔總貨櫃量 10% 時，在 CFS 進口櫃方面，合計平均每天將產生 152.2 輛車進出管制站閘門，在 CFS 出口櫃方面，合計平均每天將產生 185.8 輛車進出管制站閘門。

由上述的數據來看，由於目前進出管制站閘門之貨櫃拖車數，包括整裝櫃與併裝櫃合併來看，每天總計約 1000 輛左右，尚可正常營運。因此，可以得知 CFS 貨櫃佔總貨櫃比例之增加到 10% 時，所產生增加之車輛數，約增加 250 輛左右，約增加目前進出管制站閘門之貨櫃拖車數的 1/4 左右，對於目前管制站閘門之運作，將會略為增加其擁擠程度。因此，對於管制站閘門擁擠情形之改善方式，本研究將會在後續內容中，提出一些具體的建議。

表 6.2.1 CFS 貨櫃比例增加對管制站開門(Gate)進出車輛數之影響

CFS 貨櫃佔 總貨櫃量比例		模擬項目	模擬結果
進口 CFS 貨櫃	現況 (2.8%)	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	19.7
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	39.2
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	17.3
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	56.5
	假設未來 佔 5%	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	33.6
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	67.8
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	16.0
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	83.8
	假設未來 佔 10%	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	67.8
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	136.8
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	15.4
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	152.2
出口 CFS 貨櫃	現況 (1.8%)	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	9.6
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	34.3
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	14.8
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	49.1
	假設未來 佔 5%	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	24.6
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	86.4
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	13.8
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	100.2
	假設未來 佔 10%	平均進入 CFS 貨櫃量 (櫃/天)	49.1
		平均進出管制站開門卡車數 (輛/天)	172.6
		平均進出管制站開門貨櫃拖車數 (輛/天)	13.2
		平均進出管制站開門車輛數總和 (輛/天)	185.8

3. 對貨櫃堆積場內部搬運作業之影響

當 CFS 設置於港區內時，在貨櫃堆積場內部搬運作業程序上，CFS 併裝櫃與一般之進出口整裝櫃之作業程序，略有差異。主要差別在於，從船邊卸下後，進口之 CFS 貨櫃，須先儲放於貨櫃堆積場之進口櫃區，等海關核准放行後，再運送至 CFS 進行拆櫃作業。當 CFS 進行拆櫃作業完畢後，空櫃則須由拖車運送回貨櫃堆積場之空櫃區。

因此，與進口之整裝櫃比較而言，CFS 貨櫃由貨櫃堆積場運送至 CFS 之作業，與整裝櫃之拖車提領進口櫃情形大致相同，須耗費堆積場作業機具一次裝卸作業時間。但是，相對而言，CFS 貨櫃須多增加拆完之空櫃，運送至空櫃區之程序，因此，當 CFS 貨櫃數量較多時，會增加空櫃區之裝卸作業次數，對於空櫃區之裝卸機具需求將較大。

反之，CFS 出口櫃的情形也是類似，在併櫃之前，須先由空櫃區將空櫃運送至 CFS，再進行併櫃作業。因此，CFS 出口櫃與進口櫃一樣，會增加一次的堆積場內部拖車運送作業及一次的空櫃區機具裝卸作業。

假設若因應未來進入 CFS 之貨櫃比例大幅成長，進入 CFS 之進、出口櫃，皆同時增加到佔總進、出口貨櫃數量之比例 5%及 10%時，對於堆積場內部拖車運送作業之影響為何，將可由表 6.2.2 中可以看出。現況之陽明貨櫃堆積場，因進出 CFS 所造成之空櫃內部運送作業次數，在 CFS 進口作業方面，合計平均每天將產生 19.7 次內部拖車運送作業，在 CFS 出口櫃方面，合計平均每天將產生 9.6 次內部拖車運送作業。當未來進入 CFS 之貨櫃比例，最多增加到佔總貨櫃量 10%時，在 CFS 進口作業方面，合計平均每天將產生 67.8 次內部拖車運送作業，在 CFS 出口櫃方面，合計平均每天將產生 49.1 次內部拖車運送作業。目前陽明貨櫃堆積場，負責堆積場內部拖車運送作業，有 2 部拖車專門負責，與橋式起重機及堆積場間之拖車

所負責之區域不同。由上述所增加之拖車內部運送作業數據來看，未來大約只要增加 1~2 台拖車，即可處理額外增加之內部拖車運送作業。

表 6.2.2 CFS 貨櫃比例增加對堆積場內部拖車運送空櫃次數之影響

CFS 貨櫃佔總貨櫃量比例		平均堆積場內部拖車 運送空櫃次數 (次/天)
現況 (進口佔 2.8% , 出口佔 1.8%)	進口作業	19.7
	出口作業	9.6
	總計	29.3
假設未來佔 5%	進口作業	33.6
	出口作業	24.6
	總計	58.2
假設未來佔 10%	進口作業	67.8
	出口作業	49.1
	總計	116.9

4. 對 CFS 進出閘門擁擠之改善建議

對於 CFS 或貨櫃堆積場進出閘門若有擁擠現象，建議可透過下列方式處理，即可解決擁擠問題：

(1)增加 Gate 開口之車道數。

當進出 CFS 之貨櫃拖車及卡車數量增加時，最直接的方式即是增加車道數，可有效減少車輛進出閘門時的擁擠情形。

(2)引進高科技查驗方式(RFID)，增加 Gate 之服務效率。

RFID (Radio Frequency Identification ; 射頻辨識系統) 為一種利用無線電波進行辨識的技術。其系統包括 RFID Reader (射頻辨識讀

取機)、RFID Tag(射頻辨識標籤)、以及電腦系統,根據 RFID 技術在其他領域的應用,可知其能大幅增加系統的作業效率。

目前臺灣地區之港口尚未正式應用此項技術,惟工研院系統中心已於民國 93 年 6 月 8 日完成「商業司 - C-TPAT/SST 先導系統推動計畫」。該計畫是配合美國 Homeland Security 之全球供應鏈安全之要求,將 RFID 技術與 TSS(Transportation Security System)解決方案應用在貨櫃運輸安全管理上,貨櫃分別由貨主端與貨櫃倉儲端二個不同特性的作業模式開始進行測試,並已累積 350 個輸美貨櫃測試,所有測試貨櫃均在高雄港第三貨櫃中心第 70 號碼頭裝船,經由陽明海運美西航線運抵加州洛杉磯港 WBCT(West Basin Container Terminal)貨櫃中心卸櫃為止。

根據工研院針對先導系統測試之結果,RFID 技術可以有效減少傳統方式記錄貨櫃訊息的時間並增加記錄的正確性。因此,未來若引進高科技查驗方式(RFID),將可有效增加 Gate 之服務效率,並解決車輛進出閘門之擁擠問題。

第七章 結論與建議

7.1 結論

1.貨櫃碼頭營運方式部份

(1)因應全球化趨勢，T.O.將結合航商共同合組公司營運

為因應國際間全球化與多角化的發展趨勢，貨櫃碼頭經營方式紛紛採用貨櫃碼頭經營者(T.O.)結合航商共同合組公司營運，希望透過航商來穩定基本貨源。

(2)推動經營規模較大的貨櫃碼頭聯營方式，創造有利環境

過去臺灣地區以航商為貨櫃碼頭經營主體的形式，因船席租用先後而造成船席無法相連問題，而無法有效創造碼頭長度增加所帶來的效益，如：機具共用成本之降低、人事成本之降低。因此，未來可再推動經營規模較大的碼頭營運商營運方式，或以航商為主體促進航商聯營方式的有利環境。

2.貨櫃堆積場作業方式與面積規劃部份

(1)貨櫃堆積場作業方式依櫃場環境而調整

貨櫃堆積場作業中對於土地利用率影響較大的是機具的選擇，就儲存容量而言，軌道式門型起重機優於膠輪式門型起重機，亦優於跨載機。就自動化能力而言，軌道式門型起重機亦最佳。一般貨櫃場選擇機具設備，會因為考量到機具使用年期，是否可以因場地搬遷隨之搬遷問題、後線面積、地形等，而決定其使用機具及作業方式。

(2)系統模擬可提升櫃場面積規劃方案研擬及評估之彈性

為能夠考量不同規劃條件下，進行貨櫃堆積場最適面積之規劃，利用系統模擬之方式進行研究，可提升方案研擬及評估之彈性，並獲得較佳之規劃結果。

(3)大型船舶比例增加貨櫃堆積場合理面積有明顯之變化

在貨櫃堆積場合理面積方面，經由模擬程式所輸出之合理堆積場容量。以陽明 70 號貨櫃堆積場為例，目前之儲位容量約為 7000TEU 左右，經模式模擬結果，合理容量約需 6038TEU 左右即可。考量目前陽明之堆積場之佈設方式，經過比例換算方式，折換為貨櫃堆積場面積，約為 57860 平方公尺左右。其次，考量加入 10%、20、30%之 8000TEU 大型貨櫃船舶到港後所產生的變化，當 8000TEU 貨櫃船所佔比例為 10%時，其船長比例增長為 236.77 公尺、裝卸量增加到 1112.41 櫃時，貨櫃堆積場合理容量增加為 6540TEU，合理面積增為 62660 平方公尺。當比例為 20%時，其船長比例增長為 246.35 公尺、裝卸量增加到 1262.03 櫃。此時貨櫃堆積場合理容量增為 7730TEU，合理面積增為 74060 平方公尺。當比例為 30%時，其船長比例增長為 255.93 公尺、裝卸量增加到 1411.65 櫃。此時貨櫃堆積場合理容量增為 8390TEU，合理面積增為 80425 平方公尺。

(4)大型貨櫃船將不會對櫃場之機具造成太大之衝擊

超大型貨櫃船會直接對碼頭引進新型起重機的設計產生衝擊，但並不會對櫃場之機具(如：跨載機、AGVS、門式機等)造成同等之影響。

3.貨櫃堆積場機具分析部份

(1)船舶裝卸量影響吊桿實際負荷與碼頭整體裝卸效率

到港船舶裝卸量會影響到吊桿之實際負荷與其效率之表現，進而影響碼頭整體裝卸效率之發揮，由實際調查得知，進口貨櫃存放的天數較出口貨櫃存放天數久。進口貨櫃平均存放天數為 3.02 天，出口貨櫃平均存放天數為 2.53 天。

(2)以模擬分析及成本函數決定合理機具數

本研究透過總成本函數作為評估指標，推估將來增加 8000TEU 船舶不同到達比例及裝卸量改變之情況下，貨櫃堆積場之合理機具數。經由模擬模式分析及總成本函數之評估結果，使用 5 台橋式起重機、8 台拖車、9~10 台 RMG，為本研究假設條件下貨櫃堆積場之合理機具數。

4.CFS 對貨櫃碼頭規劃之影響分析部份

(1)CFS 的功能決定其設置之區位

港區內貨櫃集散站適合處理的物流業務類型包括:進出口型物流、轉口型物流及初級加工再出口型物流.等三類。而加工再進口型物流、深層加工再出口型物流則適合設置於港區外。

(2)CFS 設置於港區內外對貨櫃堆積場主要三個影響層面

CFS 設置於港區內外及未來 CFS 併裝櫃比例增加，主要會影響到貨櫃堆積場面積及容量、管制站閘門(Gate)擁擠及貨櫃堆積場內部搬運作業等三個方面；假設把現有 CFS 之土地面積釋放出來，將可提供貨櫃堆積場更充裕之容量。以現有高雄港陽明 70 號碼頭及好好物流中心為例，CFS 貨櫃佔總貨櫃比例之增加到 10%時，所產生增加之車輛數，約增加 250 輛左右，約增加目前進出管制站閘門之貨櫃拖車數的 1/4 左右，對於目前管制站閘門之運作，將會略為增加其擁擠程度。而所增加之拖車內部運送作業部份，未來僅需要增加 1~2 台拖車，即可處理額外之內部拖車運送作業。

7.2 建議

- 1.本研究主要係以單一船席為基本前提假設，進行貨櫃堆積場合理面積之規劃及研究，因此，不考慮多船席間貨櫃堆積場可以相互支援之問題，建議未來可朝向多船席合理面積之規劃進行探討。
- 2.本研究所構建之模擬模式，由於考慮包含前後線完整的貨櫃進出港程序，為避免模式過於複雜，因此，在貨櫃堆積場作業方式，僅探討 RMG 作業法，建議後續研究可朝 SC, RTG 等不同作業方式之影響，進行深入的探討。
- 3.以目前高雄港陽明公司的 CFS 營運狀況，進出貨櫃堆積場的卡車及拖車並不會造成進出閘門之擁擠。未來若增加 CFS 貨櫃比例，而有擁擠現象時，建議可透過增加 Gate 開口之車道數、引進高科技查驗方式(RFID)，增加 Gate 之服務效率.等方式，以解決 Gate 擁擠問題。
- 4.依據本研究的分析，茲建議以下幾項課題，提供後續相關研究進行：
 - (1)不同規劃條件下碼頭營運商之可行性分析
 - (2)貨櫃碼頭設施合理配置及營運改善策略之研究
 - (3)因應國際物流需求，物流中心之最適區位評選
 - (4)自由貿易區設置區位選擇之研究
 - (5)國際商港民營化績效評估之研究

參考文獻

- [1] 丁吉峰，民國 86 年 6 月，「貨櫃碼頭營運作業績效評估之研究-多準則評估之應用」，碩士論文，國立台灣海洋大學，基隆市。
- [2] 王大維，民國 87 年 6 月，「系統模擬應用於領港作業與拖船調度之研究-以高雄港為例」，成功大學交通管理研究所碩士論文，台南市。
- [3] 王慶瑞，民國 61 年，「等待原理應用於港埠問題之研究---以基隆港為例」，運輸計劃季刊，vol.1（4），pp.22-42.。
- [4] 白健二，民國 64 年，「港埠能量計算與功能性探討」，運輸計劃季刊，vol.4（2），pp.34-41.。
- [5] 台灣省政府交通處港灣技術研究所，民國 88 年 5 月，「台灣地區各國際商港運量分配之研究」。
- [6] 朱金元，民國 80 年 12 月，「高雄港貨櫃碼頭營運作業績效指標之研究」，運輸計劃季刊，vol.24（4），pp.427-460.。
- [7] 杜哲信，民國 65 年 6 月，「等候理論應用於高雄港務的可行性研究」，淡江大學文理學院碩士論文，台北市。
- [8] 汪進財，民國 69 年 6 月，「台灣地區國際港埠運量分配模式之研究」，交通大學運輸工程研究所碩士論文。
- [9] 吳榮貴，民國 75 年 4 月，「最適港埠能量與運量分配模型」，行政院經濟建設委員會，台北市，pp.8-9.。
- [10] 王克尹，民國 91 年 12 月，航運新技術發展對港埠之規劃影響研究，港灣技術研究中心。
- [11] 呂正毅，民國 82 年 6 月，「港埠運輸需求預測與最適碼頭規劃之研究—以基隆港貨櫃碼頭為例」，國立臺灣海洋大學河海工程研究

所碩士論文，基隆市。

- [12] 邱盛生等，民國 81 年 10 月，「臺灣地區國際港埠作業效率之比較分析」，交通部運輸研究所研究報告，台北市。
- [13] 鄭俊彥、廖學瑞，民國 88 年 5 月，「亞太地區國際港埠競爭力分析與趨勢研判」，交通部運輸研究所研究報告，台北市。
- [14] 鄭俊彥、張欽森，民國 89 年 12 月，「臺灣地區港埠能量調查分析與估算方式之研究」，交通部運輸研究所研究報告，台北市。
- [15] 林東容，民國 85 年 6 月，「貨櫃碼頭裝卸作業方式之績效評估-以基隆港第二貨櫃中心為例」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，台北市。
- [16] 陳武正、林肇光，民國 68 年 10 月，「台灣西部走廊國際港埠貨櫃運輸整體化經營模擬分析」，運輸計劃季刊，vol.8(4)，pp.535-556。
- [17] 陳朝文，民國 90 年 11 月，「基隆港貨櫃船舶優先靠泊制度之研究」，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，基隆市。
- [18] 黃文吉，民國 79 年 6 月，「港埠系統特性之研究」，運輸計劃季刊，vol.19 (2)，pp.241-268.。
- [19] 黃文吉，民國 75 年 7 月，「台灣北部港埠運輸系統改善之研究」，中華民國運輸學會七十五年學術論文研討會，pp165-189。
- [20] 黃文吉、盧旭美、林東容、曾浩璽，民國 85 年 12 月，「貨櫃基地船席及裝卸機具最適配置之研究-理論及模擬解析之比較」，中華民國運輸學會第十一屆論文研討會。
- [21] 黃文吉、樗木 武、施文雄、陳冠良，民國 85 年 12 月，「港埠能量最適化特性之研究」，中華民國運輸學會第十一屆論文研討會。
- [22] 黃文吉、陳冠良、鄭瓊文，民國 86 年 12 月，「港埠運輸系統評估指標之研究」，中華民國運輸學會第十二屆論文研討會。

- [23] 黃承傳，民國 61 年，「系統方法分析港埠問題之探討」，運輸計劃季刊，vol.1 (3)，pp.87-99。
- [24] 黃承傳 吳家琛，民國 77 年 3 月，「競爭性港埠之運量分配模式」，運輸計劃季刊，vol.17 (1)，pp.25-46。
- [25] 黃承傳，民國 80 年 3 月，「貨櫃碼頭營運改善策略之研究」，運輸計劃季刊，vol.20 (1)，pp.29-53。
- [26] 單誠基，民國 79 年 3 月，「台灣港埠最適能量之使用率研究」，運輸計劃季刊，vol.19 (1)，pp.75-92。
- [27] 張煜能，民國 87 年 6 月，「基隆高雄兩港貨櫃碼頭作業績效比較分析」，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，基隆市。
- [28] 劉宏道、張徐錫，民國 82 年 1 月，「港埠運量預測模式之研究」，中華技術，vol.17，pp.89-97。
- [29] 鄭俊華，民國 85 年 6 月，「基隆港船舶優先靠泊制度之研究」，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，基隆市。
- [30] 盧旭美，民國 80 年 6 月，「貨櫃碼頭最適規劃之研究-以基隆港為例」，國立臺灣海洋大學河海工程研究所碩士論文，基隆市。
- [31] 盧坤信，民國 86 年 6 月，「貨櫃船到達過程模式分析-以高雄港為例」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，台北市。
- [32] 簡光志、周宗仁，民國 85 年 10 月，「船席使用率與等候時間模擬之研究」，海運研究學刊，vol.2，pp.117-127。
- [33] 簡進國，民國 83 年 6 月，「基隆港航道容量之研究」，國立臺灣海洋大學碩士論文，基隆市。
- [34] 蘇立恒，民國 68 年 6 月，「多目標港埠船席作業系統之模擬」，交通大學運輸工程研究所碩士論文。
- [35] 戴易靜，民國 90 年 6 月，「等候模式應用於船舶等待進港時間推

估之適切性研究」，國立台灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，基隆市。

- [36] 黃文吉，民國 93 年，貨櫃碼頭營運方式類型分析之研究，國立台灣海洋大學。
- [37] 劉森榮，民國 91 年，貨櫃碼頭營運模式之研究—以高雄港為例，中山大學。
- [38] 朱金元、謝幼屏，民國 91 年，碼頭出租專用制度對航商選擇海運轉運中心之影響研究。
- [39] 丁士展，民國 92 年 12 月，亞洲主要港埠貨櫃碼頭營運型態的分析比較，中華民國運輸學會第 18 屆論文研討會。
- [40] 朱金元，民國 90 年，海運結構改變對於港埠間貨櫃營運之競爭，高雄港季刊，NO176。
- [41] 林光與張志清，民國 90 年，航業經營與管理，台北。
- [42] 侯政乾，民國 87 年，模糊集群分析之研究 - 以亞洲國家商港港埠經營競爭集群為例。
- [43] 許懷平，民國 91 年，應用模糊多準則於基隆港經營貨櫃集散站業務評估之研究。
- [44] 趙時樑，民國 91 年，「出口儲區門型起重機取櫃問題之研究」，成大碩士論文。
- [45] 榕聲顧問公司，民國 89 年，「碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬-貨櫃碼頭部分」，交通部運輸研究所。
- [46] 朱金元、黃文吉，民國 91 年 12 月，「貨櫃堆積場地表櫃位容量之研究」，航運季刊，第 11 卷，第 4 期。
- [47] 夏力生，民國 89 年，「港務管理與棧埠經營」，翠柏林企業股份有限公司。

- [48] 謝玉霜，民國 89 年，「限制式規劃應用於港區貨櫃場軌道式門型起重機移動路徑之研究」，成大碩士論文。
- [49] 朱金元，民國 93 年，「貨櫃碼頭能量推估及作業系統選擇之研究」，海大博士論文。
- [50] Informa UK Ltd，2003，Containerisation Year Book 2003.
- [51] CargoSystem，2004 Aug，Top 100 Container Ports.
- [52] HUANG, Wen-Chih，LEE, Kuo-Liang and Kou Ming-Shin (2004), International Logistics Park Location Decision.
- [53] Erhan, K., 1997, “Comparison of Analytical and Simulation Planning Models of Seaport Container Terminals.”, Transportation Planning and Technology, vol.20, pp.235-248.
- [54] Hoffman, 1985, “Performance Indicators and Productivity”, Port Management Textbook Containerization, Bremen.
- [55] Kuo, Tu-Cheng and Kuo, Pi-Kuei, 2000, “An Investigation of ship’s waiting for entry into port of Keelung.”, Proceedings of seminar on Global Transportation Network : Issues on Its Policy and Management, Kobe, Japan.
- [56] Plumlee, Carl L., P.E., 1979, “Port Performance Index”, Public Works Consultants, 188W Elfin Green Port Unenme.
- [57] Thomas, B.J., 1985, “Operations Planning in Ports”, University of Wales Institute of Science Technology, Cardiff, UK.
- [58] Won Y.Y. and Yong S.C., 1999, “A simulation model for container-terminal operation analysis using an object-oriented approach.”, International journal of Production Economics, vol.59, pp.221-230.
- [59] A. Alan B. Pritsker, Jean J. O'Reilly, 1999, “Simulation with Visual SLAM and AweSim”, 2nd Edition, Wiley .
- [60] 和記黃埔集團公司，<http://www.hutchison-whampoa.com>

- [61] 台中港務局 , <http://www.tchb.gov.tw>
- [62] 香港海事處 , <http://www.info.gov.hk>
- [63] 香港港埠航運局 , <http://www.info.gov.hk>
- [64] 神戶港 , <http://www.city.kobe.jp>
- [65] 釜山港 , <http://www.kca.or.kr>
- [66] 高雄港務局 <http://www.khb.gov.tw>
- [67] 基隆港務局 <http://www.klhb.gov.tw>
- [68] 新加坡港務局 <http://www.psa.com.sg>
- [69] 鹽田港 <http://www.yantian-port.com>
- [70] 蛇口集裝箱碼頭有限公司 , <http://www.sctcn.com>
- [71] BCTOC 公司 , <http://www.botoc.co.kr>
- [72] Csxwt 公司 , <http://www.csxwt.net>
- [73] MTL 公司 , <http://www.mtl.com.hk>
- [74] Pect 公司 , <http://www.pect.co.kr>
- [75] 東京港埠頭公社 , <http://www.tptc.or.jp/syokai/index.htm>
- [76] 上海浦東國際集裝箱碼頭有限公司 ,
<http://www.spict.com/gk/gk1.htm>
- [77] Digitalship 公司 , <http://www.thedigitalship.com>

附錄一 簡報資料

貨櫃堆積場最適規劃之研究

期末報告

簡報



委託單位：交通部運輸研究所
研究單位：國立台灣海洋大學
報告者：程培倫
日期：中華民國93年11月10日

簡報內容

一

期末報告範圍說明

二

期末報告內容

1. 緒論

2. 貨櫃碼頭營運方式之比較分析

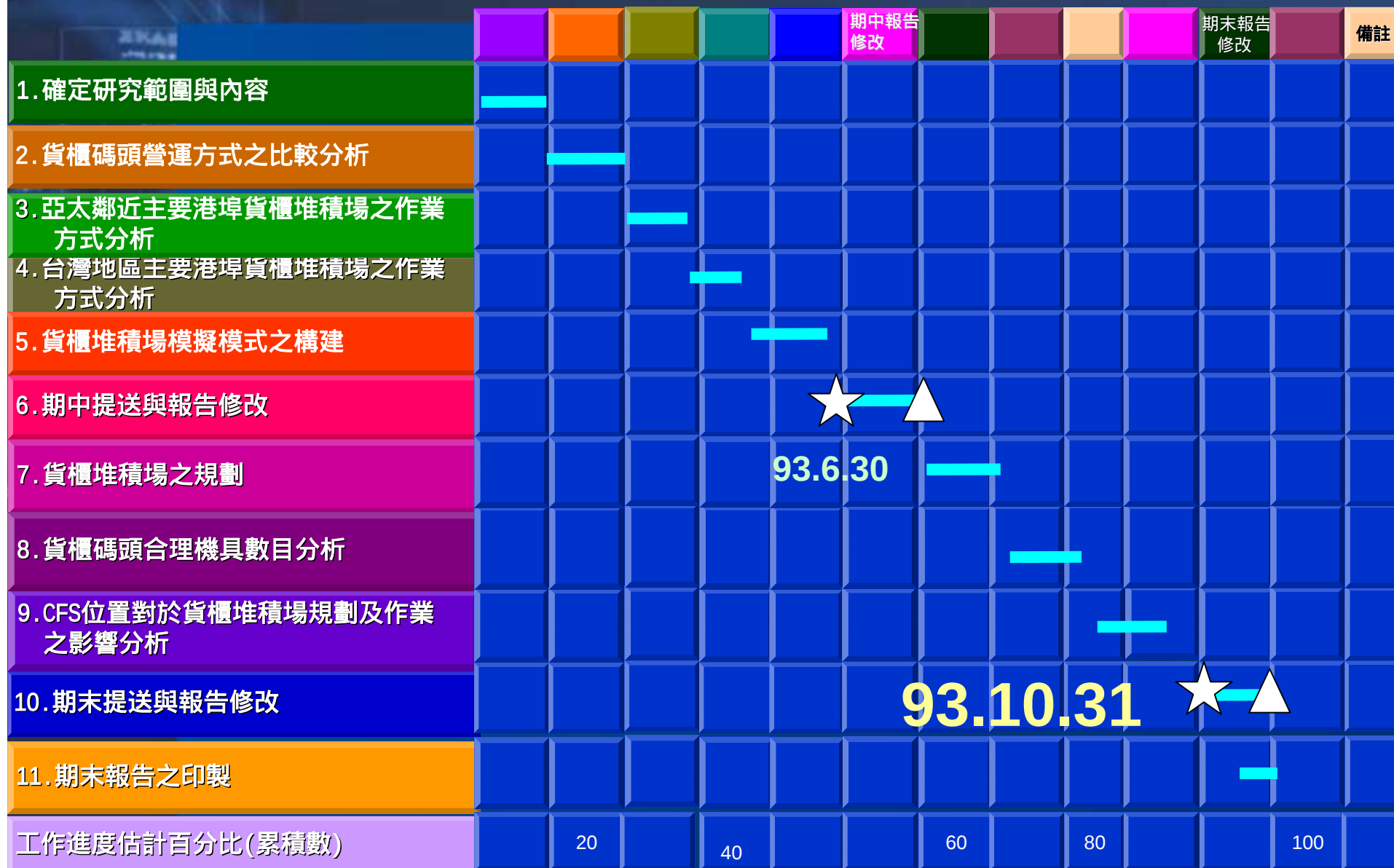
3. 台灣及亞太鄰近港埠貨櫃堆積場作業方式

4. 現代化貨櫃堆積場之規劃

5. 貨櫃堆積場合理機具數目分析

6. CFS位置對貨櫃堆積場規劃之影響分析

一、期末報告範圍說明



貨櫃堆積場最適規劃

二、期末報告內容

1.緒論

1.1 研究緣起

✦ 海運市場競爭激烈，航商不斷透過結盟、合併，並利用大型船停靠少數軸心港，小型船裝載區域間貨櫃。

✦ 為吸引大型航商灣靠，港埠必須積極投資更新、更有效率之機具及碼頭。

✦ 面對貨櫃船大型化、高運量，航商在短時間內處理大量貨櫃之需求下，如何在有限土地面積，發揮最大能量，刻不容緩。

✦ 以往研究，大多著重在貨櫃碼頭作業效率之管理，比較缺少營運方式、裝卸作業方式、合理機具數、CFS等一貫化最佳配置之研究。

1.2 研究目的

本研究具體研究目的為：

1. 建立貨櫃船大型化下之貨櫃堆積場作業方式及面積規劃方式。
2. 各種貨櫃碼頭營運方式之優缺點比較分析。
3. 求得各種堆積場作業方式之合理主要機具數。
4. 了解設置CFS於港區內外，對於貨櫃碼頭規劃之影響。

1.3 研究範圍與對象

本研究以「貨櫃堆積場」為主要研究範圍，先就各港口碼頭營運方式及貨櫃堆積場之作業方式做一分析比較，再進行貨櫃堆積場的最適規劃。

最適規劃包含碼頭後線的合理面積、合理機具數配置...等，再針對CFS位置對貨櫃堆積場規劃及作業之影響進行探討與分析。

以台灣地區之貨櫃碼頭為對象進行案例分析。

1.4 研究方法

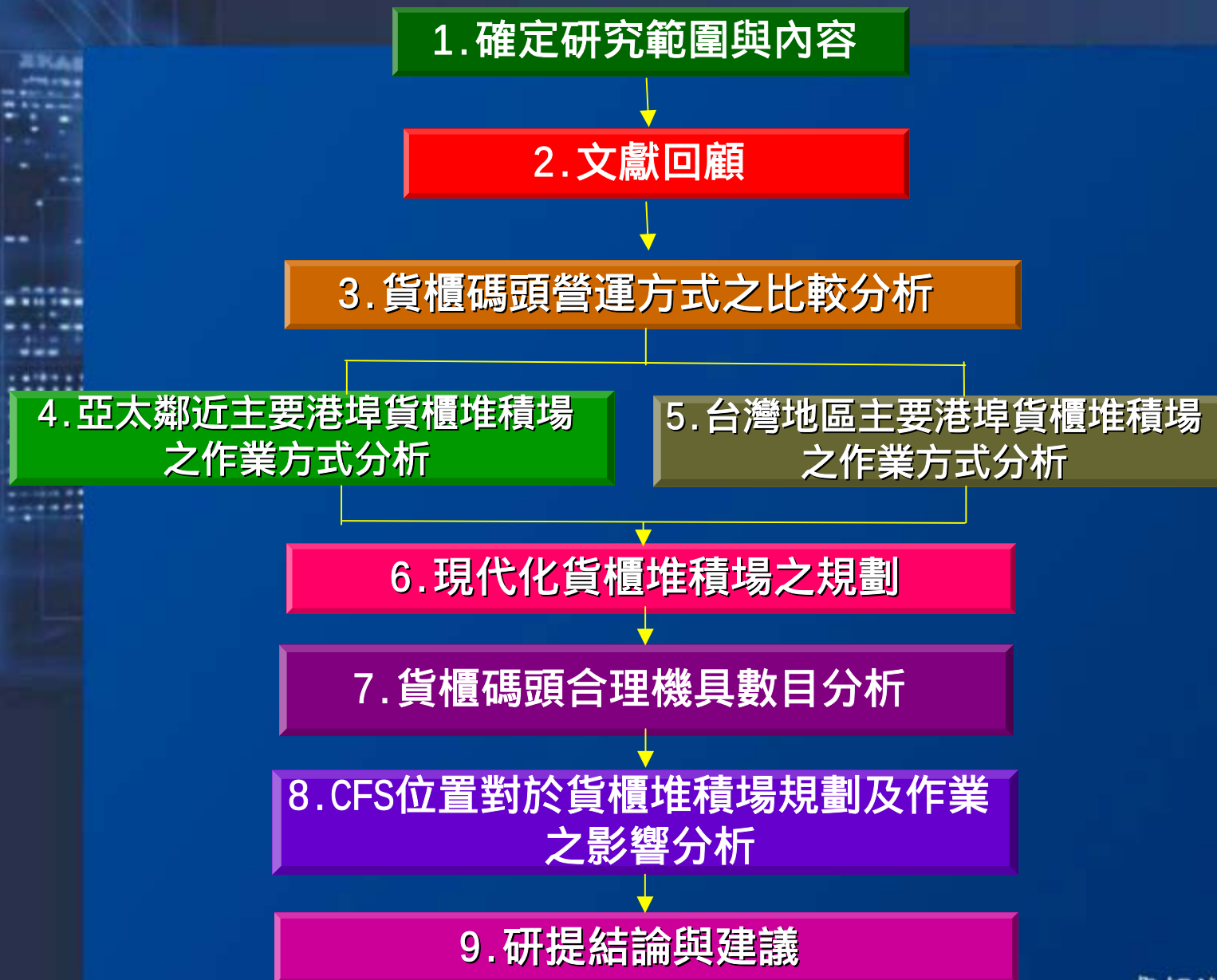
1. 統計方法：

本研究以統計方法來分析相關資料，包括：船舶到達間隔時間、平均每船裝卸櫃量、船舶長度、船舶到達時間、船舶在港作業時間、使用機具數、機具裝卸效率等資料。

2. 系統模擬方法：

模擬方法具有將實際系統狀況忠實表現之特性，為建立能充分說明目前現況之模式，本研究採系統模擬方法進行。

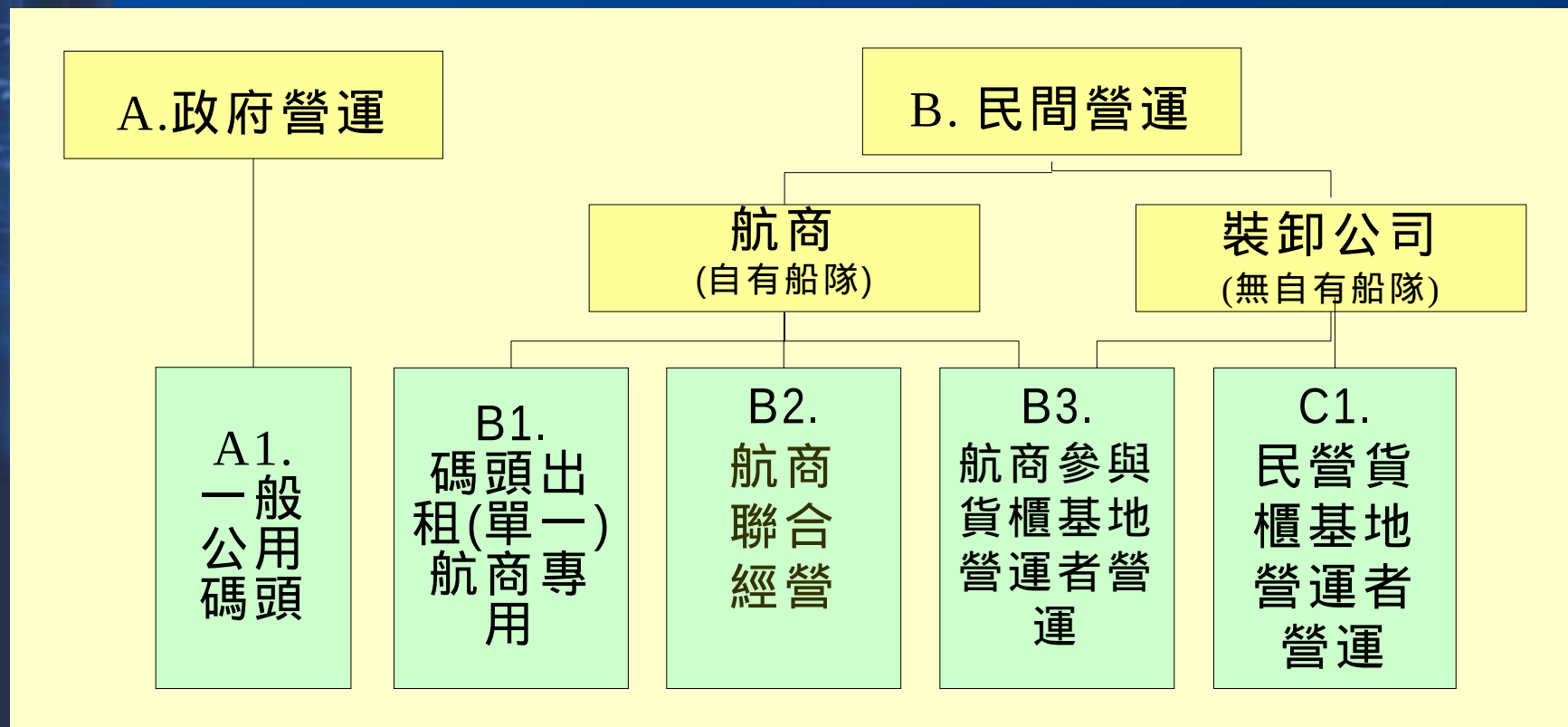
1.5 研究內容與流程



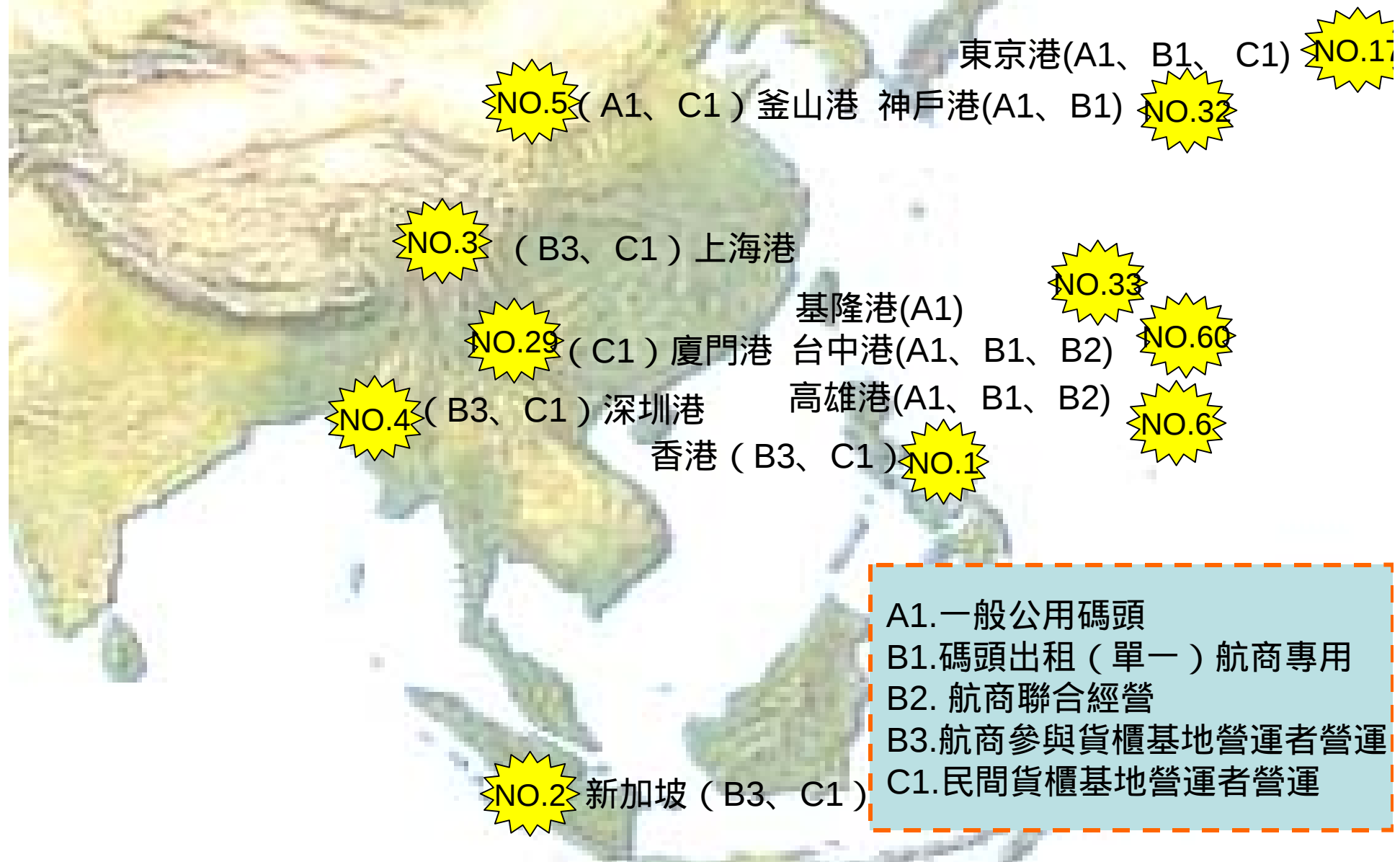
2. 貨櫃碼頭營運方式之比較分析

2.1 各種貨櫃碼頭營運方式之說明與探討

➤ 貨櫃碼頭營運方式分類整理表



➤ 台灣及亞太鄰近港埠貨櫃碼頭營運方式



資料來源：黃文吉、程培倫、林文宣，2004。

營運方式	適用時機
A1. 一般公用碼頭 (FCFS)	✓ 在港口貨量不多；等候時間不會過長的情況下，對於各航商較具公平性 ✓ 船舶量很大的情況下，希望節省大船等候時間 ✓ 發揮港口整體營運績效優勢
B1. 碼頭出租 (單一) 航商專用	✓ 吸引航商長期使用，將港埠作為轉運中心，增加碼頭貨源 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率
B2. 航商聯合經營	✓ 航商貨櫃量很大，船席設施不足情況下 ✓ 增加航商現有碼頭使用率
B3. 航商參與貨櫃基地經營者營運	✓ 希望由民間或國外引進專業的經營人才、管理技術、資金 ✓ 留住航商，增加貨櫃運量 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率
C1. 民營貨櫃基地營運者營運	✓ 港埠碼頭設施充分使用 ✓ 規劃設計營運一致性高，提升作業效率 ✓ 發展第四代港埠（全球化投資經營相關港埠）

2.2 不同貨櫃碼頭營運方式優缺點之比較

近年來隨著港口業務民營化趨勢，新興港口多數採用下列碼頭營運方式：

- B3. 航商參與貨櫃基地營運者營運
(香港、新加坡、上海港、深圳港)
- C1. 民營貨櫃基地營運者營運

➔ 目的：提升碼頭裝卸量及作業效率

3.台灣及亞太鄰近港埠貨櫃堆積場之作業方式分析

3.1 各種貨櫃堆積場作業方式之說明

1. 車架法 (Tractor and Trailer) (貨櫃起重機+拖車) (大陸型地區)

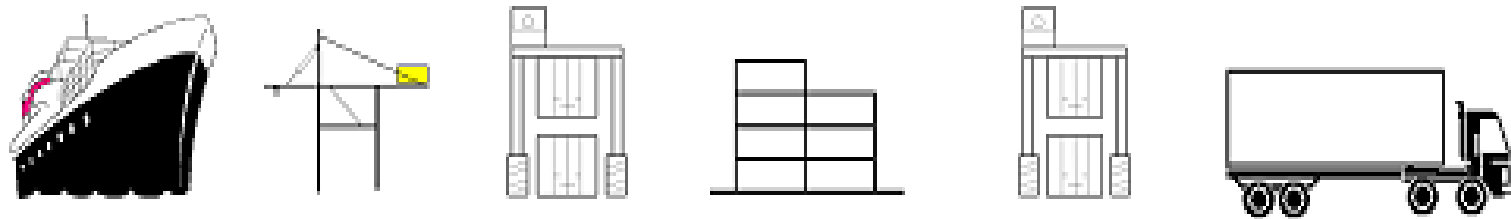


國際貨櫃船 → 起重機 → 貨櫃車 → 貨櫃堆積場 → 貨櫃車 →



2. 跨載機法 (SC; Straddle carrier) (貨櫃起重機+跨載機+拖車)

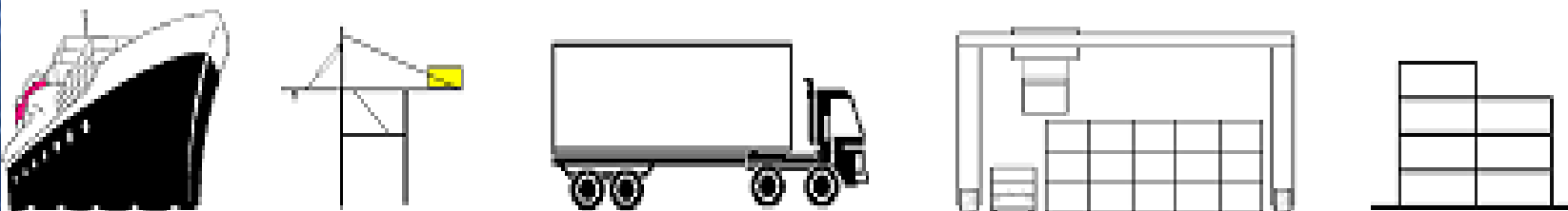
3.1 各種貨櫃堆積場作業方式之說明



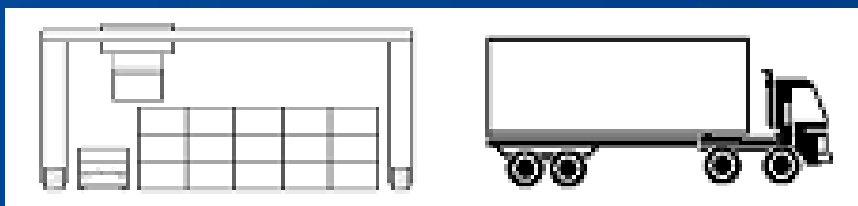
國際貨櫃船→起重機→跨載機→貨櫃堆積場→跨載機→貨櫃車→



3. 門式起重機法 (RTG ,RMG) (貨櫃起重機+拖車+門式起重機)



國際貨櫃船 → 起重機 → 拖車 → 門型機 → 貨櫃堆積場 →

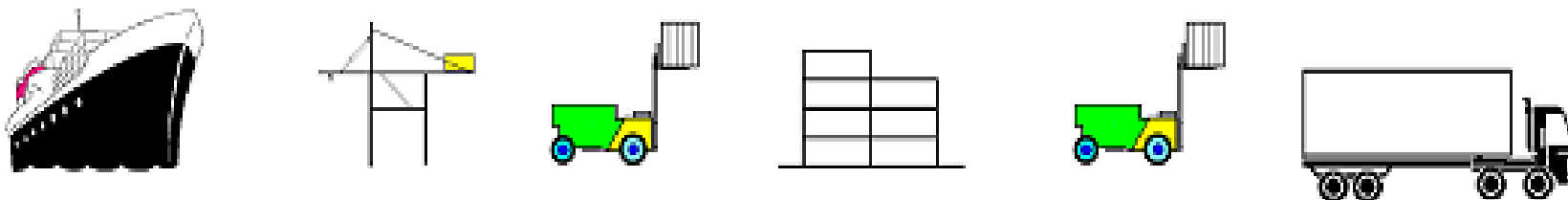


門型機 → 貨櫃車 →



3.1 各種貨櫃堆積場作業方式之說明

4. 堆高(積)機法 (Fork lift) (貨櫃起重機+堆高機+拖車)



國際貨櫃船→起重機→堆高機→貨櫃堆積場→堆高機→貨櫃車→



➤ 台灣及亞太鄰近港埠堆積場作業方式



資料來源：黃文吉、程培倫、林文宣，2004。

	橋式起重機	拖車	跨載機	門型起重機	車架	堆高機
新加坡	118	263	43	385	629	0
香港	72	193	14	242	203	185
上海港	32	127	0	109	-	77
廈門港	13	15	9	5	82	17
釜山港	52	241	14	133	429	42
東京港	27	91	32	53	151	28
神戶港	30	134	-	76	288	116
深圳港	25	104	0	57	185	30
基隆港	30	15	21	2	15	107
台中港	13	27	31	12	217	6
高雄港	62	56	85	117	-	146

3.2貨櫃堆積場作業方式考慮因素

作業方式	適用條件
車架法	<u>後線面積寬廣</u> 、土地費用較低之櫃場
跨載機法	<u>較注重作業效率之堆積場。</u> 且其使用上較不受地形（如畸零地）之限制，但其土地使用效率比RTG、RMG低。
門型起重機法	<u>堆積場貨櫃處理量大、堆積容量需求較高之櫃場</u>
堆高機法	在貨櫃卸至岸肩後，採用此型機具配合作業能達到快卸目的，此法較不受地形（如：畸零地形）限制，然進場之後取櫃較不易，因此較少被使用。 <u>一般堆高機會運用在空櫃區。</u>

3.3 各類貨櫃堆積場作業方式之比較分析

跨載機與門式機作業方式之比較

- 航商主要考量因素：「作業效率」、「場地容量」

如重視「作業效率」則以選擇跨載機作業法為優先考量，如Maersk-Sea Land(#76、#77)與Hanjin

若主要考量「場地容量」，則會選擇RTG作業法或RMG作業法居多，如長榮、APL與Maersk-Sea Land (#118、#119)

若期望在兩者間取一平衡者，則是採用RMG(RTG)與跨載機混合作業法，於重視裝卸效率之出口儲區採用跨載機作業，進口儲區則採RMG(RTG)作業以提高場地容量，如萬海與OOCL。

3.3 各類貨櫃堆積場作業方式之比較分析

RMG與RTG作業方式之比較

- 門式機可分為RTG與RMG兩種作業方式，相較之下，近年來，新建設之碼頭作業方式係以RMG為主流。
- 在過去如高雄港使用RTG作業方式之主要原因，為以往高雄港在電力供應上較不穩定。
- RMG目前費率已降低至與RTG相差不大，且在堆積場土地使用效率方面亦較具優勢，因此使用RMG作業將是未來之趨勢。

4.現代化貨櫃堆積場之規劃

4.1 探討不同作業方式之貨櫃場面積規劃考量因素

4.2 模擬模式構建

4.2.1 資料分析

4.2.2 模式構建

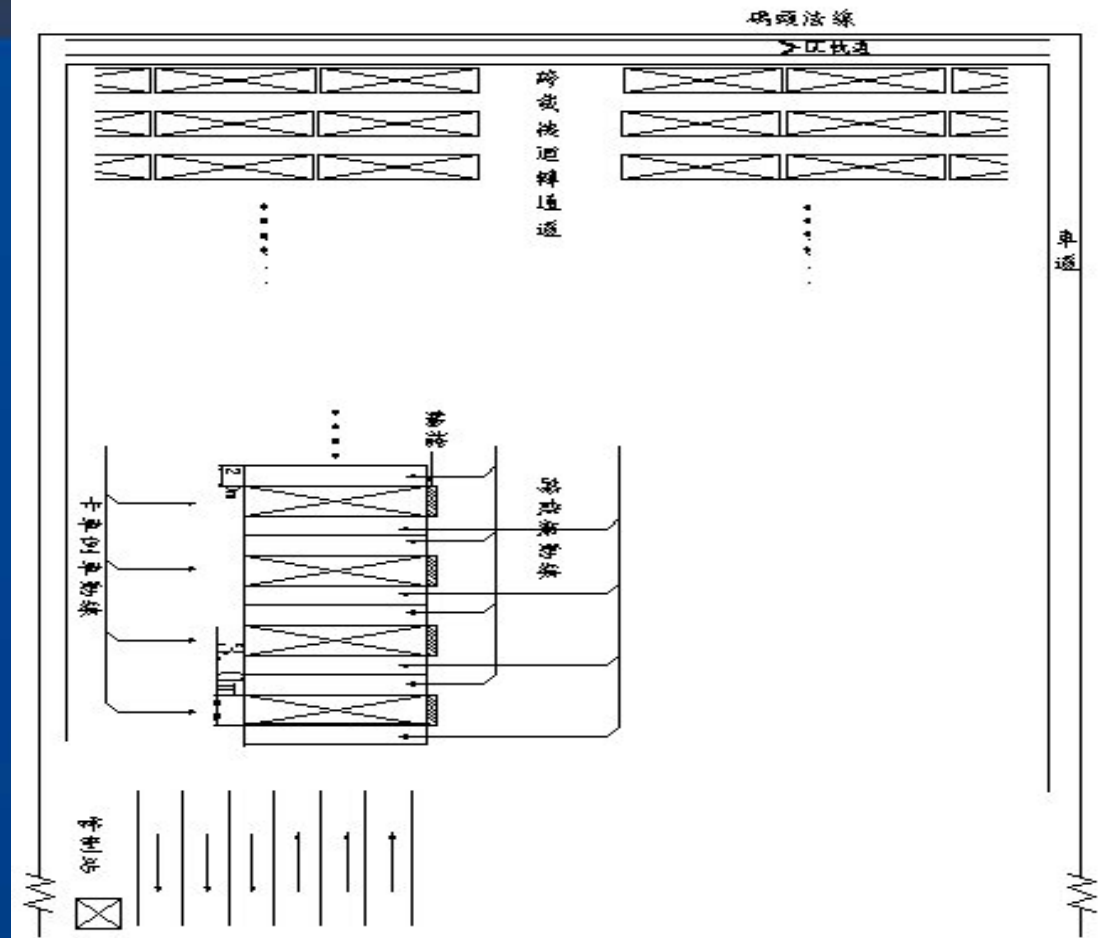
4.2.3 模式驗證

4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

4.1 探討不同作業方式之貨櫃場面積規劃考量因素

一、跨載機作業法

1. 跨距3公尺，貨櫃兩側保留2.0公尺寬供跨載機行走通道，貨櫃間縱向間距60公分。
2. 單一船席碼頭每排分兩區，中間保留20公尺寬之車道供跨載機運轉。兩船席之碼頭每排分四區，中間保留三處各20公尺寬之車道。
3. 貨櫃堆積場兩側，各保留約10公尺寬車道。
4. 儲櫃區以先堆放40呎貨櫃為原則，不足則堆放20呎貨櫃。

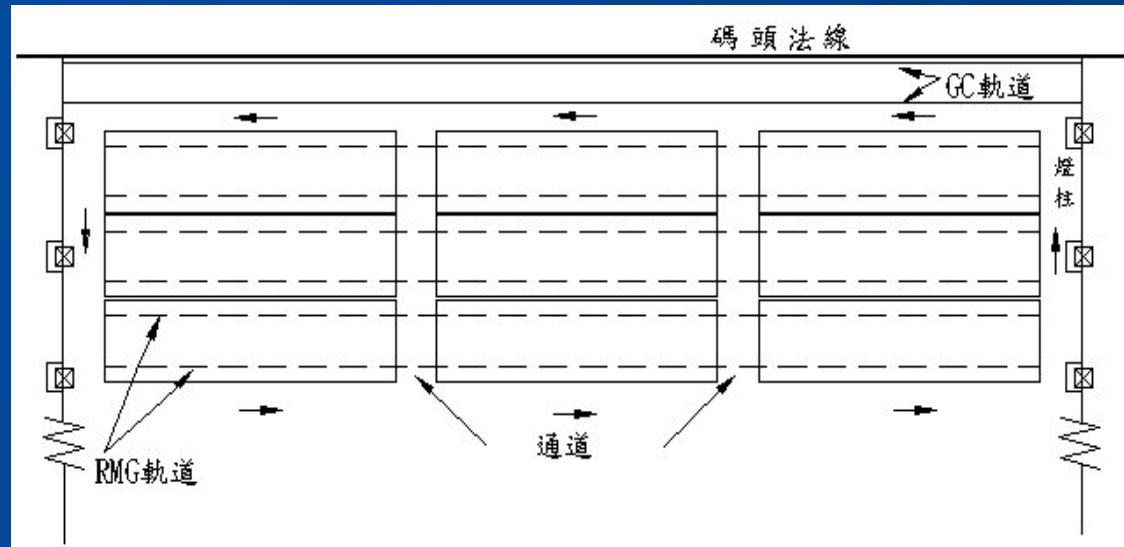


使用SC作業貨櫃堆積場相關配置示意圖



4.1 探討不同作業方式之貨櫃場面積規劃考量因素

二、軌道式門型起重機作業法

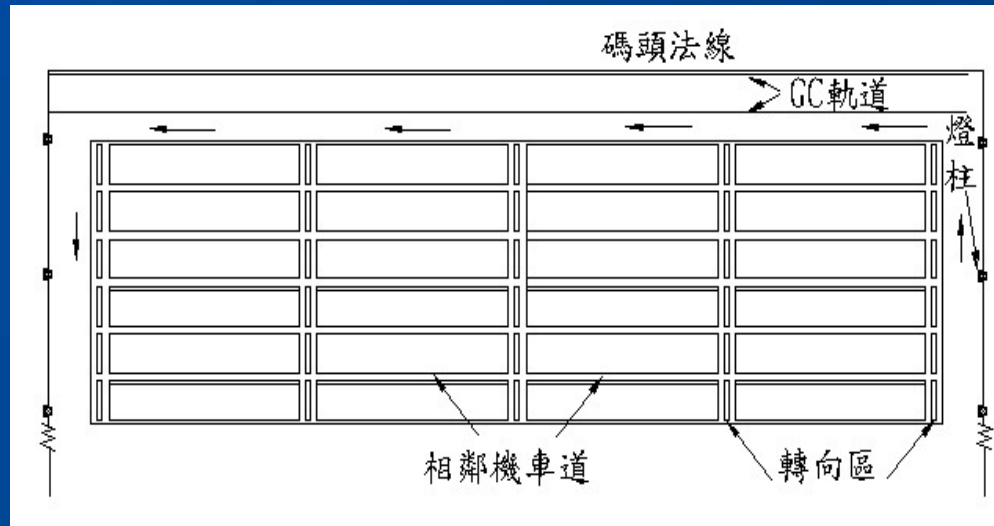


使用RMG作業貨櫃堆積場相關配置示意圖

1. 作業區平行於碼頭法線配置。
2. 二排平行作業區起重機相隔2公尺，每側鋼軌保留2公尺寬。
3. 起重機每增減一排貨櫃，其跨距相差3公尺。
4. 起重機兩側懸臂扣除安全距離，其餘才是提供車道或貨櫃堆儲之空間。
5. 堆櫃區長度範圍內以先堆放40呎貨櫃為原則，不足則堆放20呎貨櫃。

4.1 探討不同作業方式之貨櫃場面積規劃考量因素

三、膠輪式門型起重機作業法



使用RTG作業貨櫃堆積場相關配置示意圖



1. 作業區平行於碼頭法線，單一船席之堆積場軌道外圍寬度約25公尺。
2. 單一船席規劃三處轉向區，左右側轉向區各保留11公尺寬，中間之轉向區含拖車轉彎半徑，保留22公尺。
3. 貨櫃縱向間距約40公分，堆櫃區先堆放40呎貨櫃為原則，不足則堆放20呎貨櫃。
4. 起重機輪胎通道寬度2公尺，相鄰機車道則為4公尺。
5. 貨櫃堆積場縱深約300公尺處設一25公尺寬水平於碼頭法線之車道。

4.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

4.2.1 資料分析

1. 櫃場基本資料
2. 碼頭裝卸作業部分
3. 後線部分

1. 櫃場基本資料

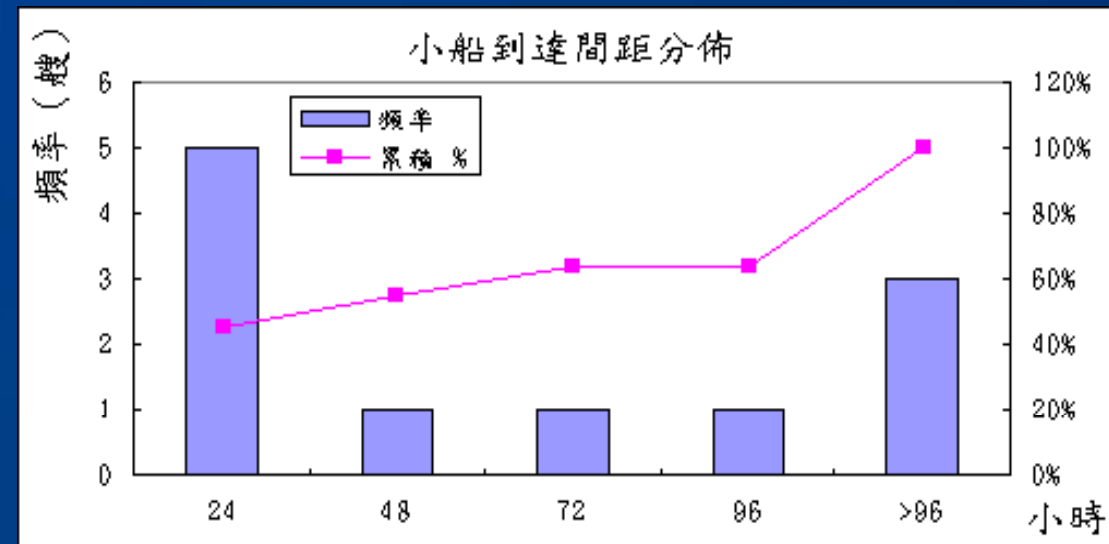
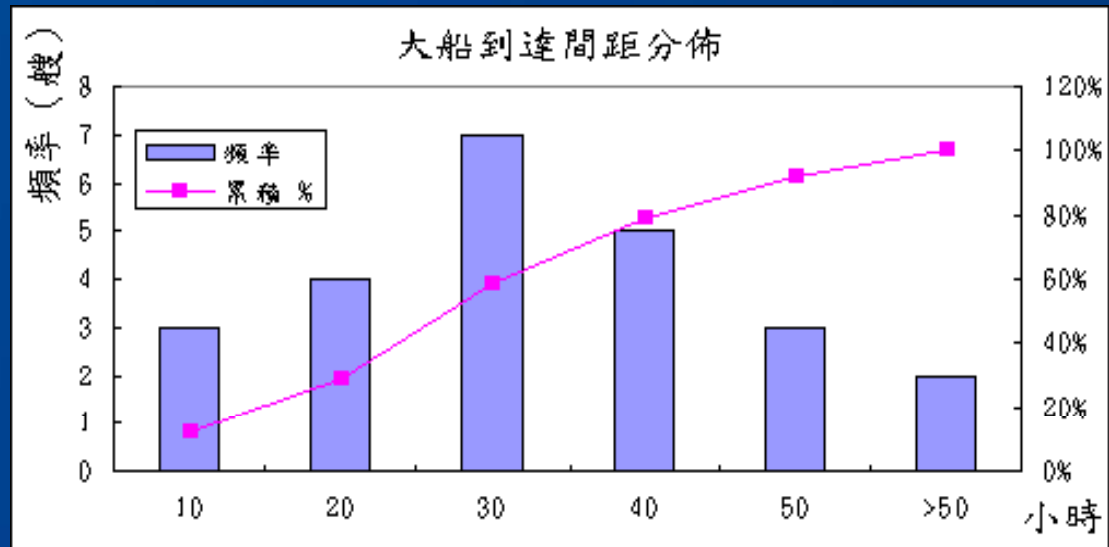
項目	內容
區位	高雄港第3貨櫃中心
面積	183000 平方公尺
船席長度	320 公尺
船席水深	-14 公尺
每年可處理貨櫃量	600,000 TEU/年
儲區可堆放貨櫃量	7000 TEU
拖車數	25
車架數	50 60
岸邊橋式起重機	4
軌道式門型起重機	8
跨載機	6
堆高機	3

2. 碼頭裝卸作業部分

➤ 船舶到達時間間隔分佈型態

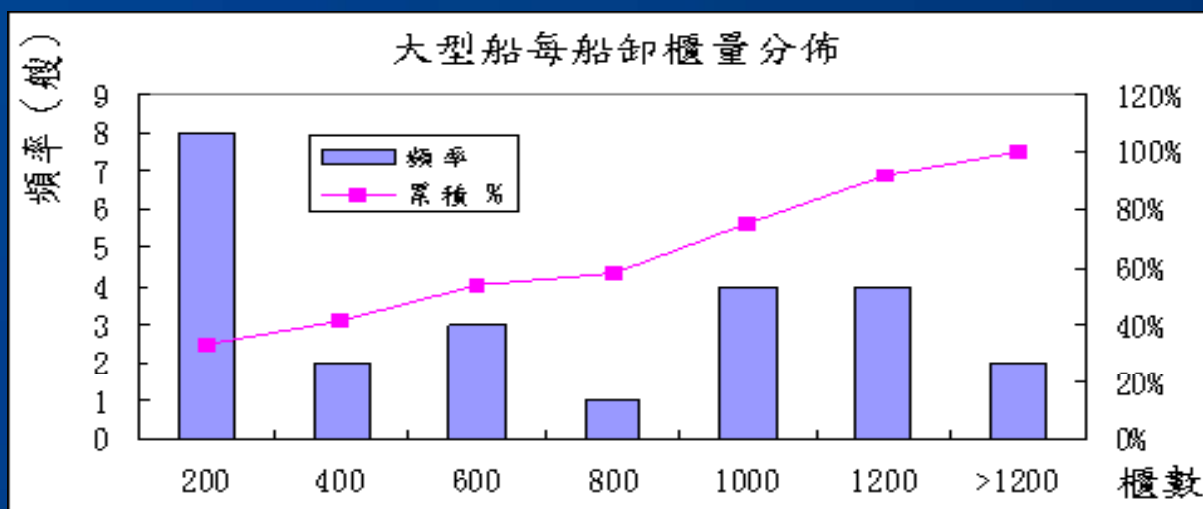
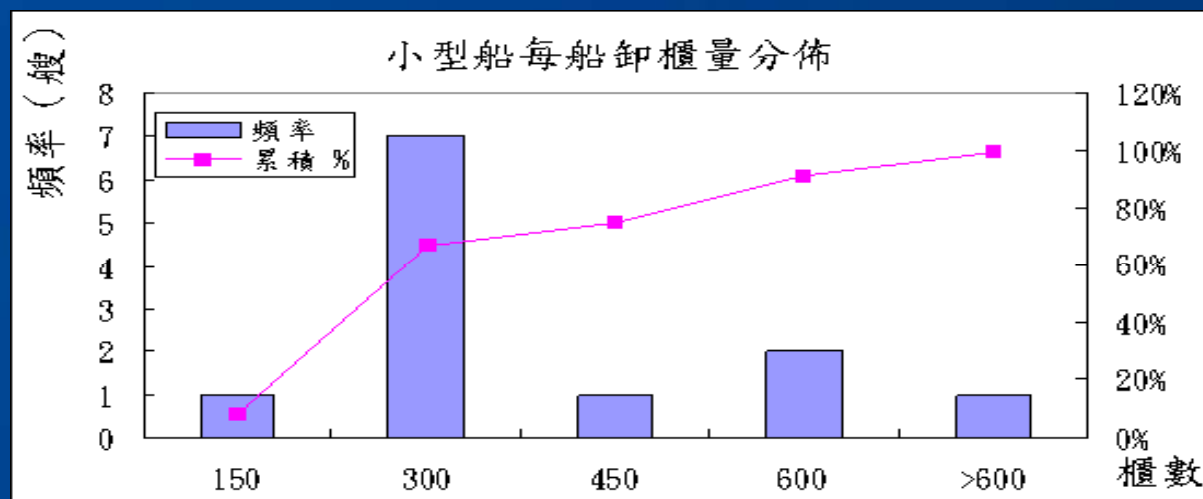
大型船之到港間距平均值為27.90小時，主要間隔分佈約為10小時 50小時左右，其中以間隔30小時左右之到達頻率最高。

小型船之到港間距平均是61.05小時，主要分佈約為24小時 96左右，其中以間隔24小時左右到達頻率最高。



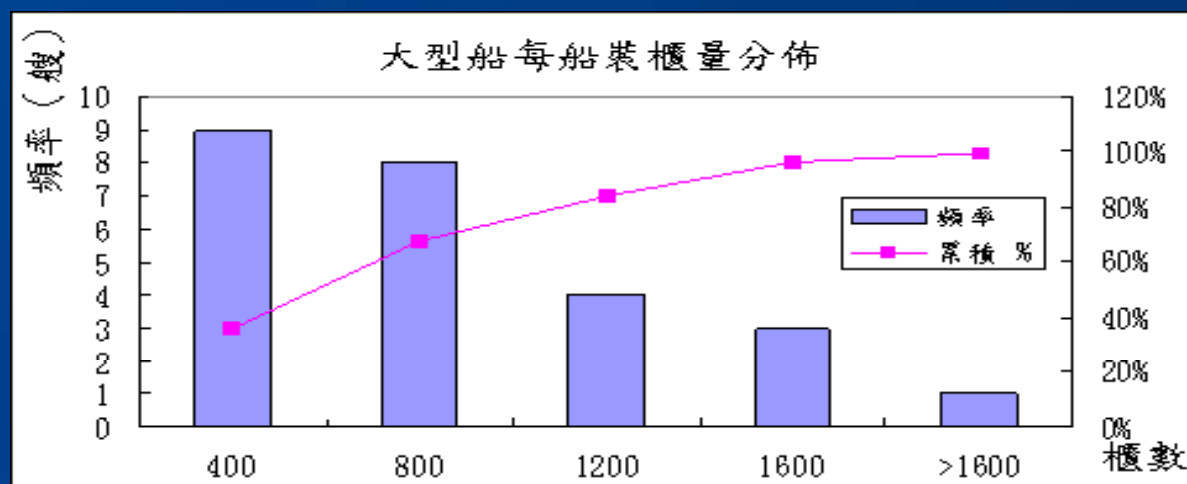
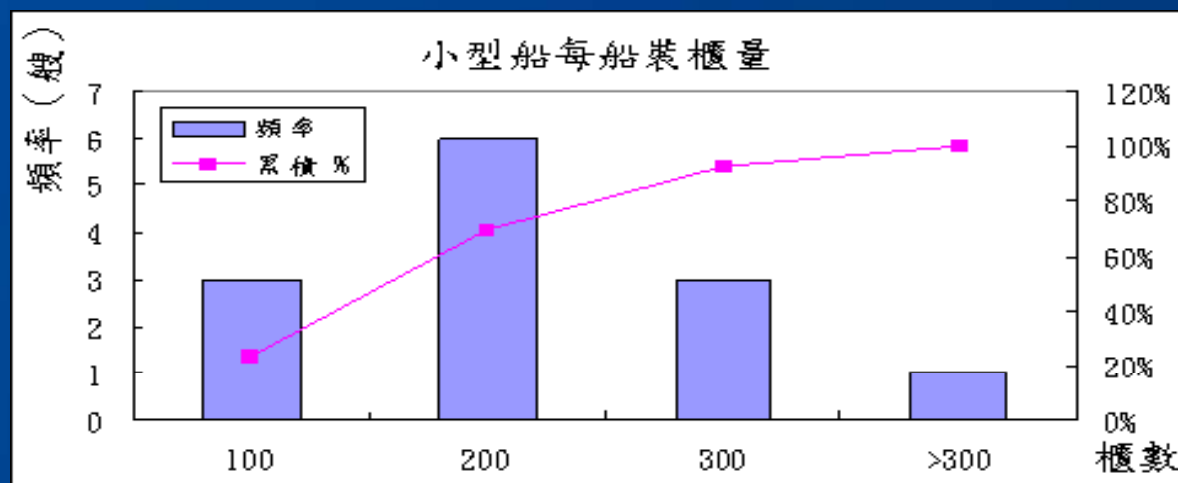
➤ 船舶承載量（每船負荷之裝卸量）

由圖中可知，大船的裝櫃量明顯比小船裝櫃量較多，並有明顯之區隔。

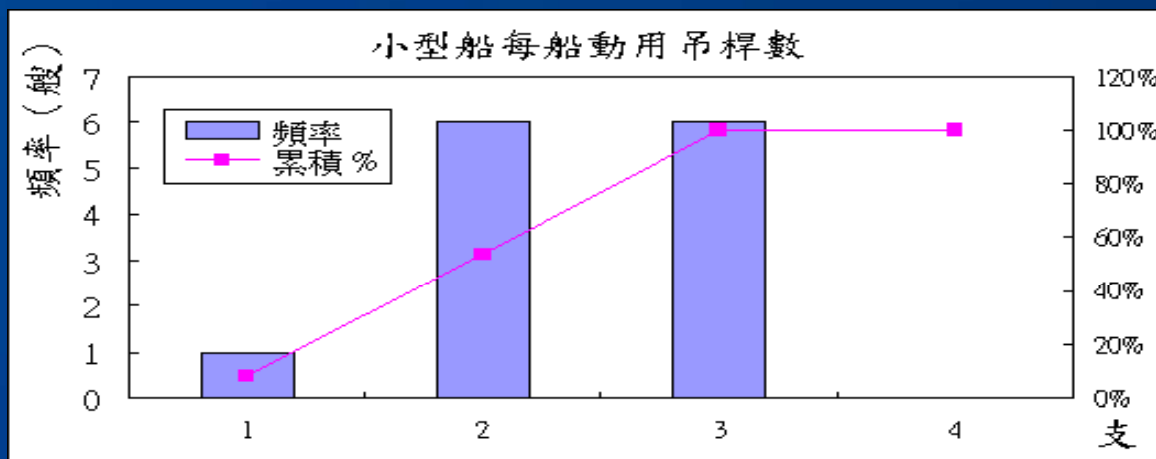


➤ 船舶承載量（每船負荷之裝卸量）

由圖中可知，大船的裝櫃量明顯比小船裝櫃量較多，而有明顯之區隔。

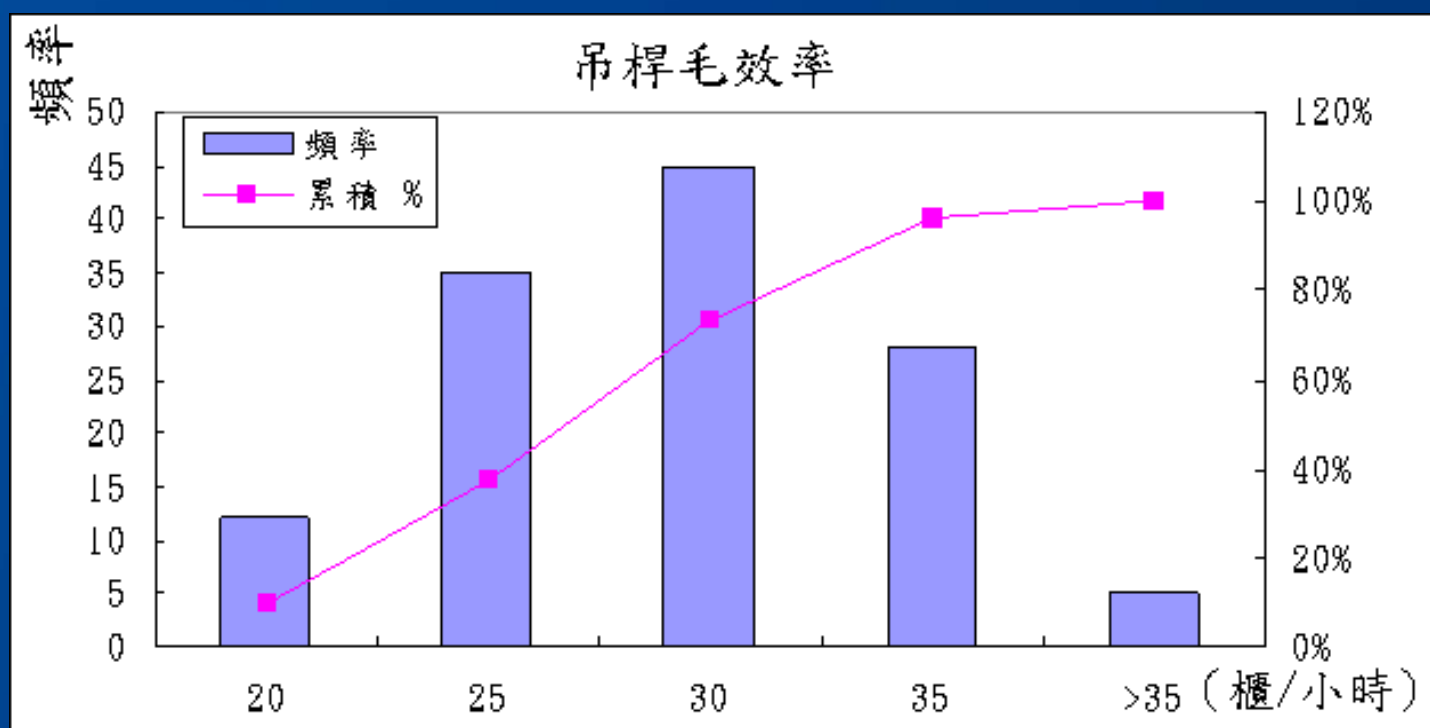


小船動用的吊桿數是1-3支（不曾超過3支），其中以2支跟3支時的比例最大。而大船則是2-4支（至少兩支以上），其中以4支最多。



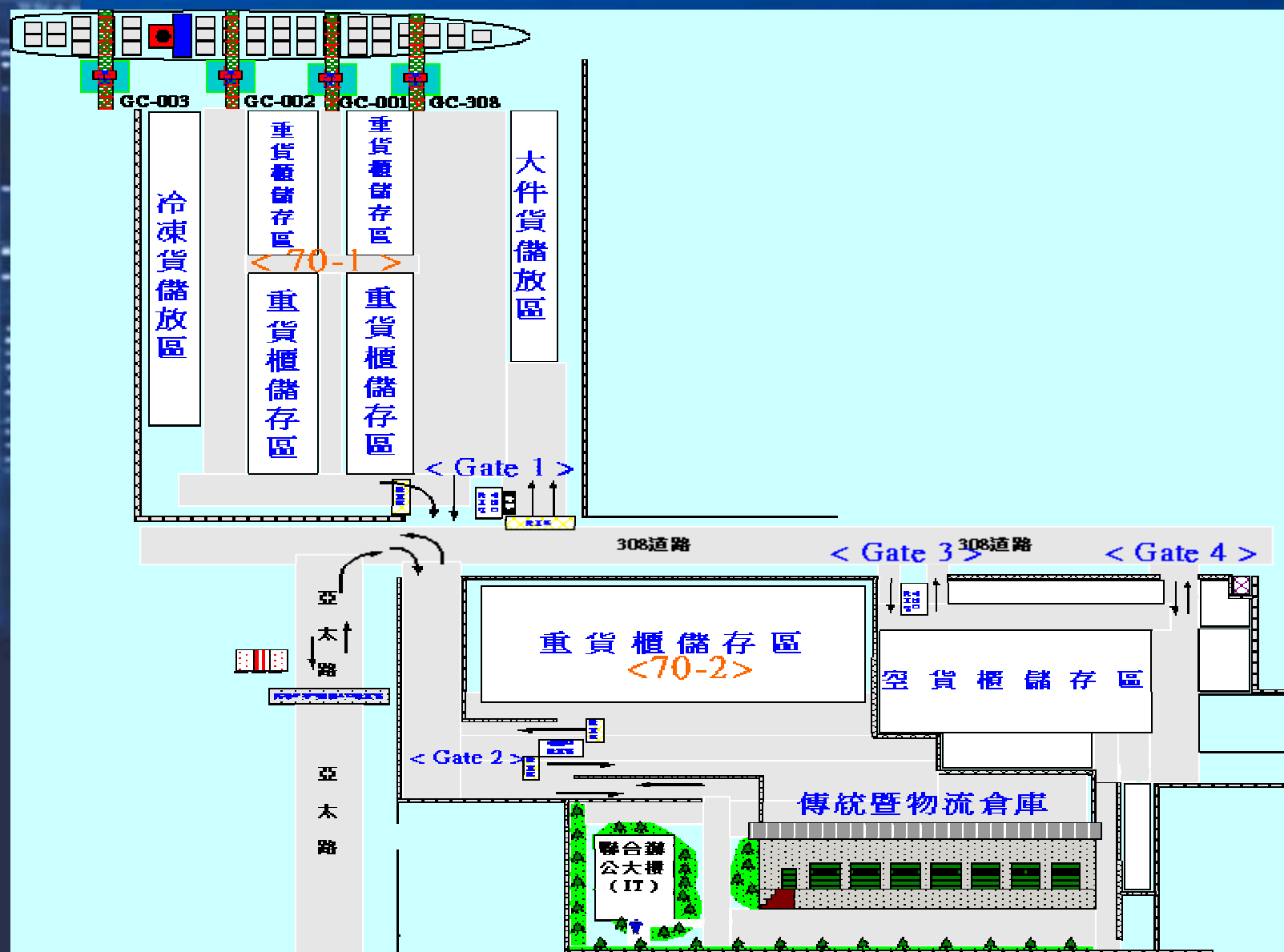
➤機具裝卸效率

吊桿每小時的裝卸效率平均是26.75個貨櫃，分佈從每小時20櫃 每小時35櫃，其中以每小時30櫃時最多。



3. 後線部分

➤ 陽明#70碼頭後線堆積場佈置方式



貨櫃櫃種比例

出口 50.29%	20 呎櫃 39.93%	空櫃 5.40%	轉口	0.00%
			非轉口	100.00%
		重櫃 94.60%	轉口	34.20%
			非轉口	65.80%
	40 呎櫃 60.07%	空櫃 10.30%	轉口	0.00%
			非轉口	100.00%
		重櫃 89.70%	轉口	51.45%
			非轉口	48.55%
進口 49.71%	20 呎櫃 41.45%	空櫃 37.18%	轉口	0.00%
			非轉口	100.00%
		重櫃 62.82%	轉口	38.26%
			非轉口	61.74%
	40 呎櫃 58.55%	空櫃 26.58%	轉口	0.00%
			非轉口	100.00%
		重櫃 73.42%	轉口	40.52%
			非轉口	59.48%

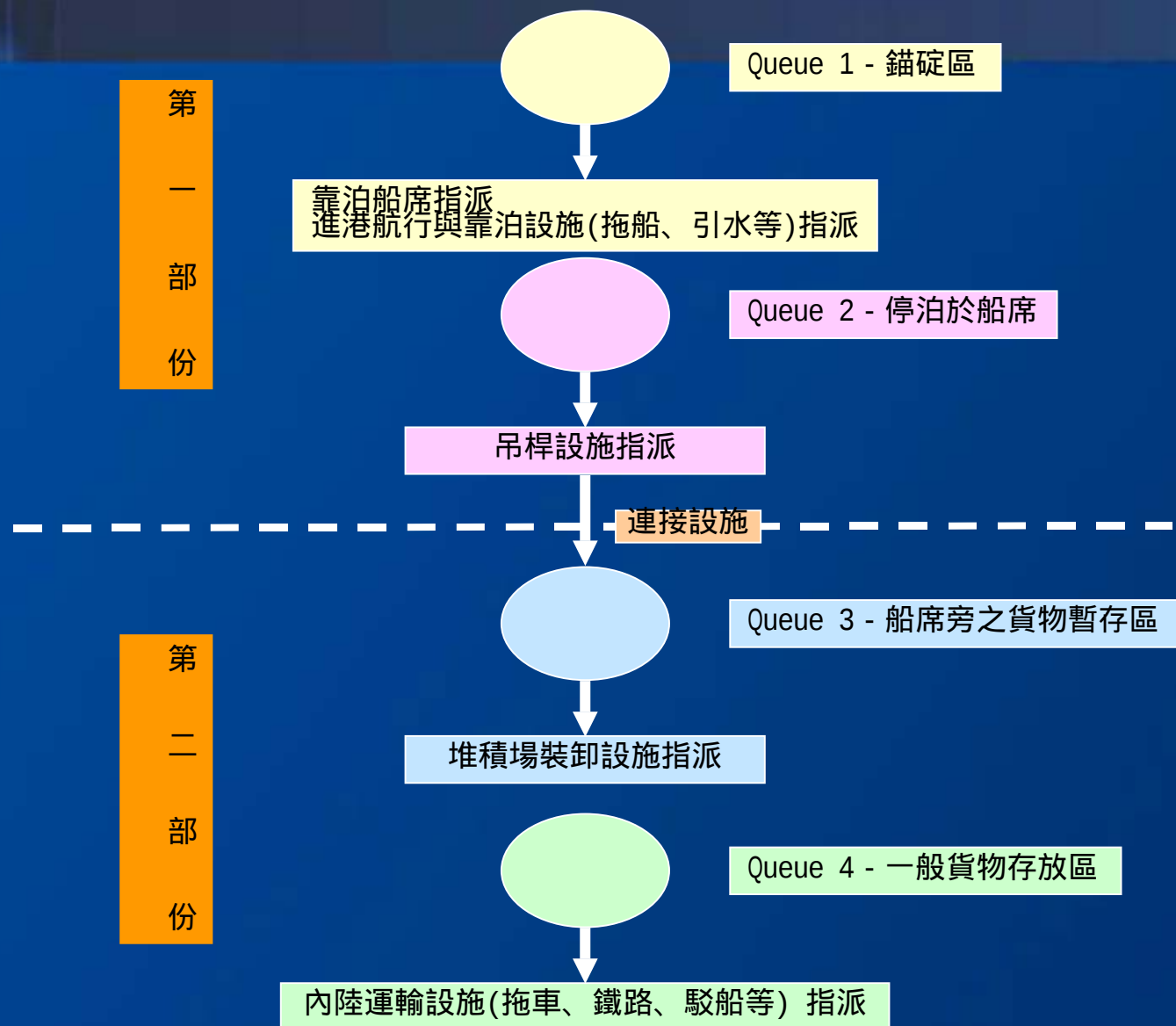
4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

- ✚ 系統模擬，是對系統作業流程加以模仿，有如實際作業的重現 (regeneration)。
- ✚ 使用者應依對港埠系統作業流程的認知及模擬目的，建構模擬模式。
- ✚ 影響貨櫃作業之因素，包括船舶到達型態、進出港限制、船席指泊方式、裝卸作業制度、機具指派方式、場地之配置等。

系統模擬方法計算時，應注意：

- 1、對港埠系統特性，需要有十分的理解。
- 2、對港埠系統最適化之特性，需要充分的理解。
- 3、高精度之電腦程式是有必要的。
- 4、有效率地處理大量的資料是有必要的。

4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建



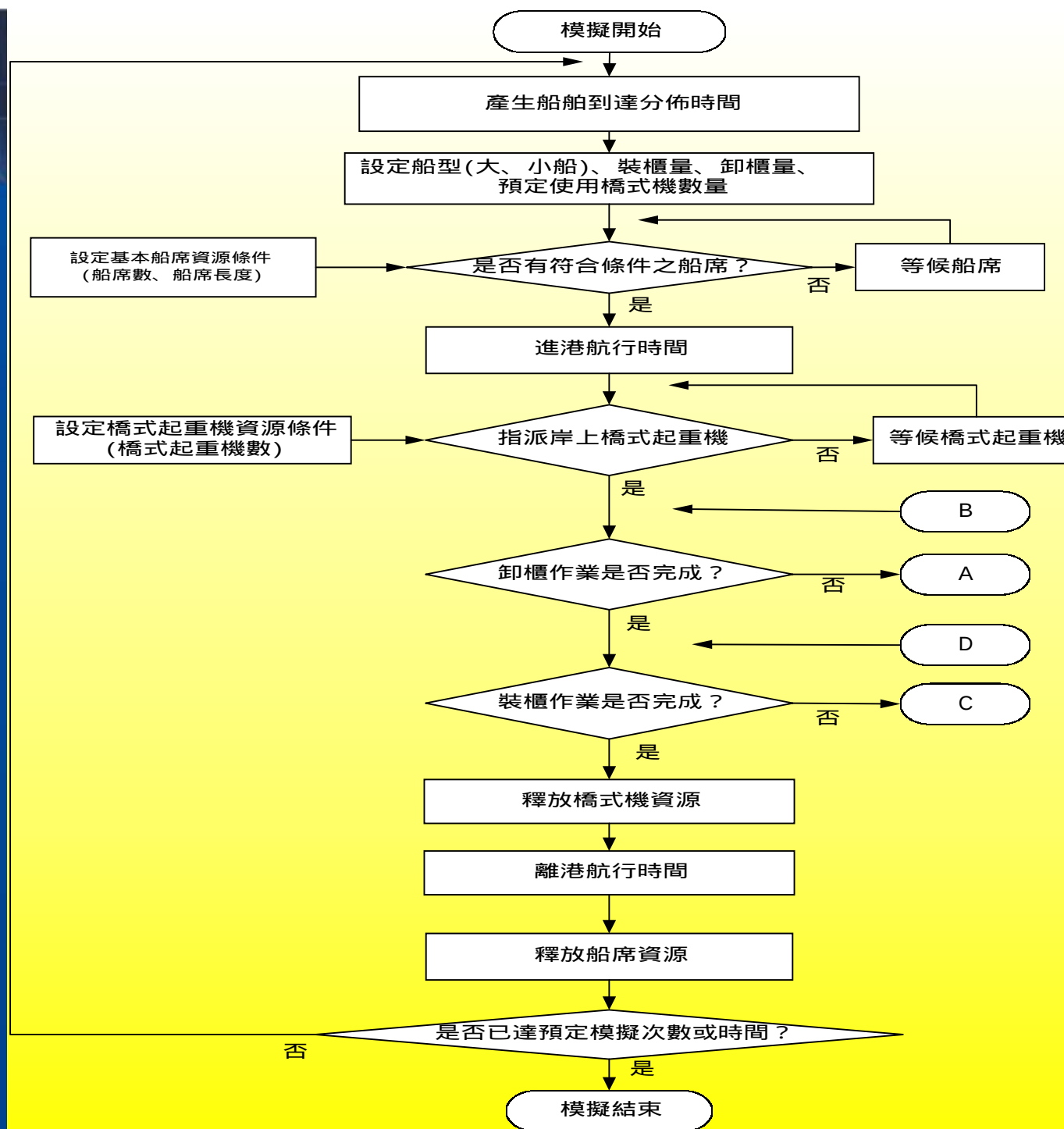
港埠貨物運輸系統之基本架構圖

4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

模擬模式架構及子模式

- 貨櫃堆積場模擬主架構子模式
- 卸櫃作業子模式
- 裝櫃作業子模式
- 拖車提領貨櫃子模式
- 拖車交付貨櫃子模式

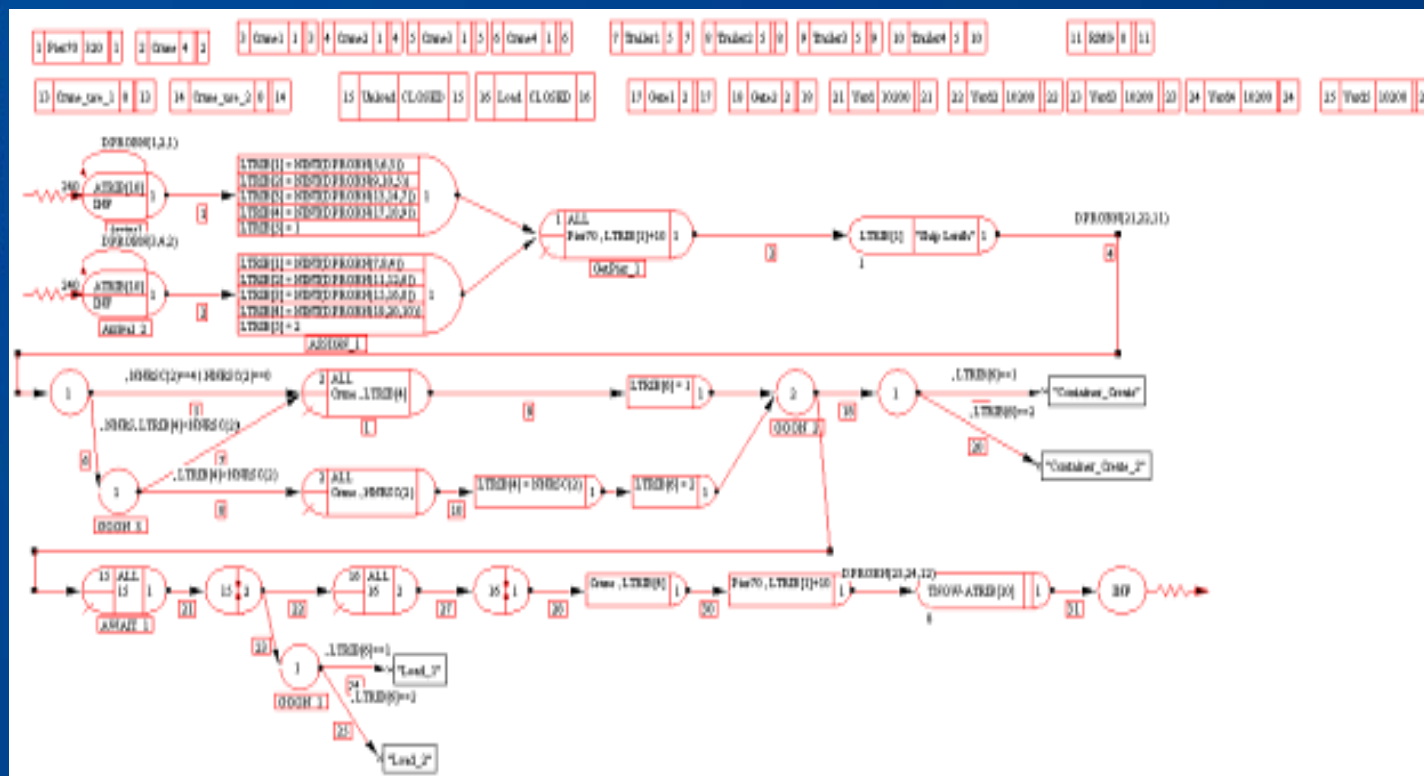
貨櫃堆積場模擬主架構流程圖



4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

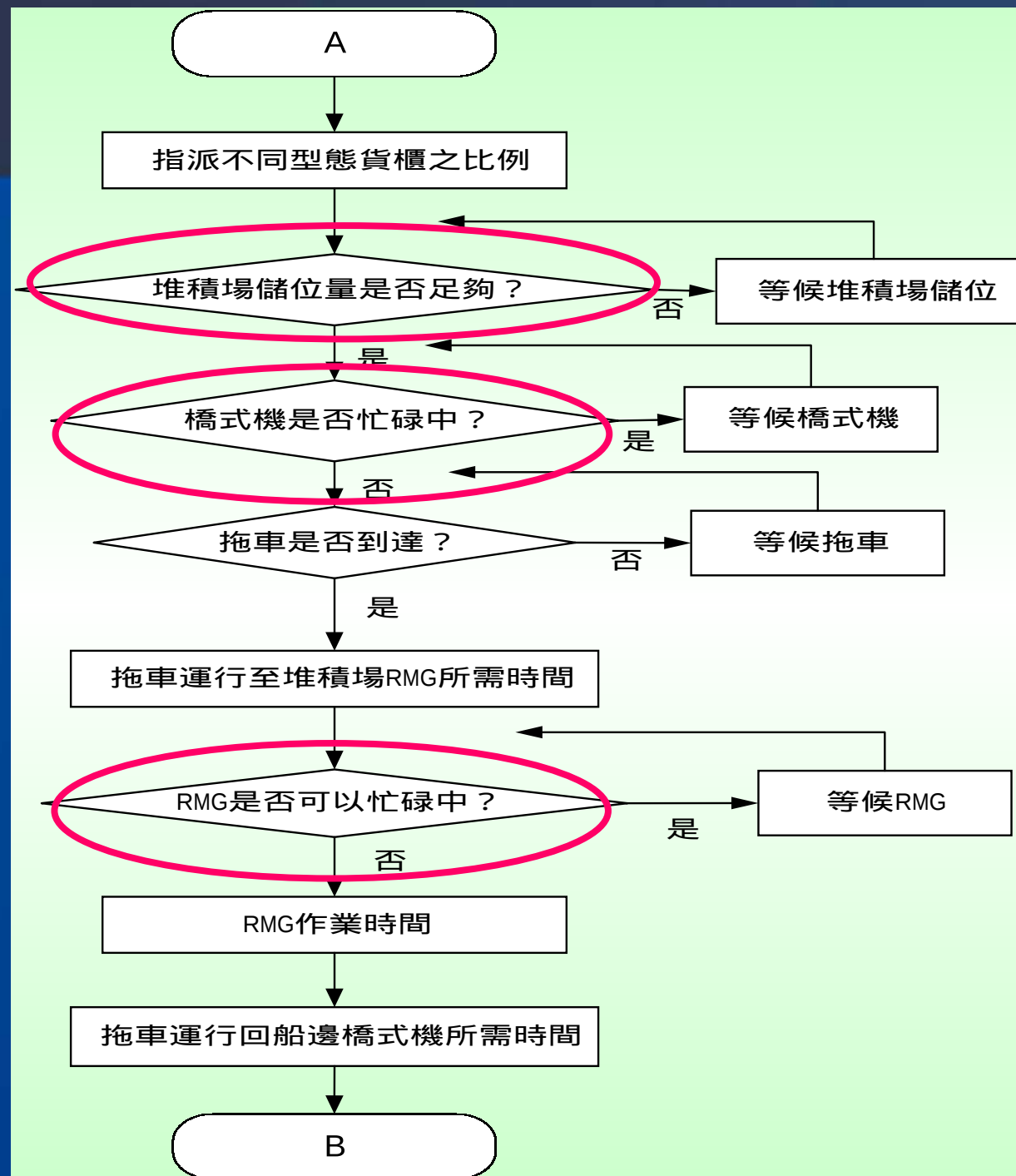
➤ 貨櫃堆積場模擬主架構子模式

- 主要模式流程：產製船舶到達分佈型態、指派裝卸貨櫃量、指派靠泊船席、指派橋式起重機數、統計卸櫃作業時間是否完成、釋放橋式機資源



貨櫃堆積場模擬主架構子模式圖型流程

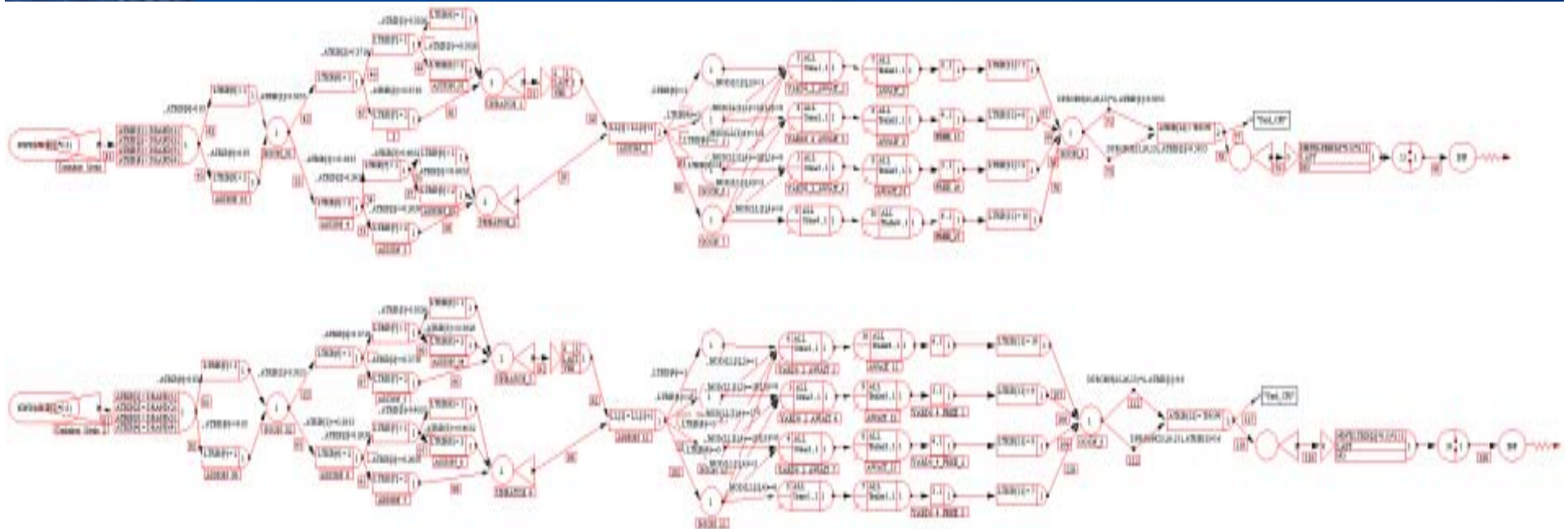
卸櫃作業模擬流程圖

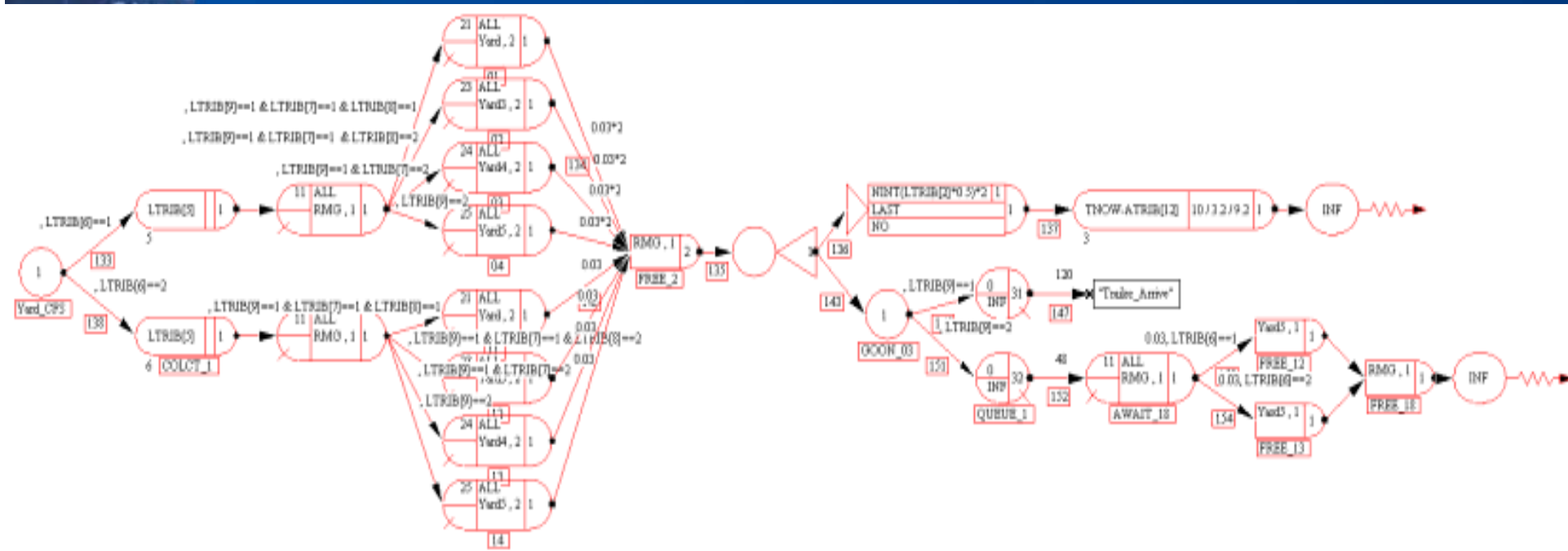


4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

➤卸櫃作業子模式

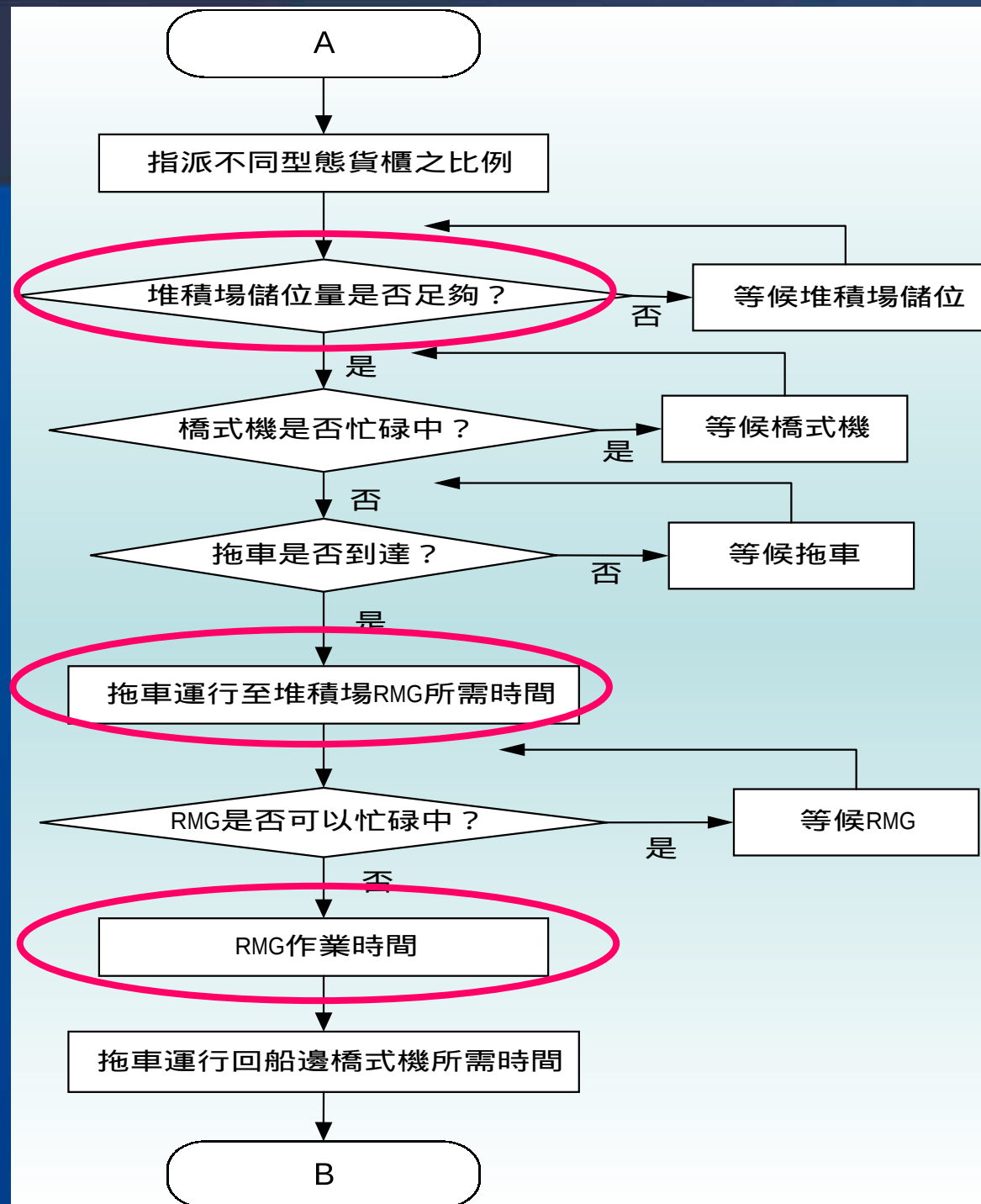
 主要模式流程：指派貨櫃型態及比例(20呎或40呎、進出口或轉口、空櫃或實櫃、Yard或CFS櫃)、計算拖車運送時間、使用及判斷堆積場容量是否足夠、指派及等候橋式機作業、指派及等候拖車作業、指派及等候RMG作業、計算RMG卸櫃作業時間、計算拖車回橋式機運行時間





卸櫃作業子模式圖型流程(2)

裝櫃作業模擬流程圖



4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

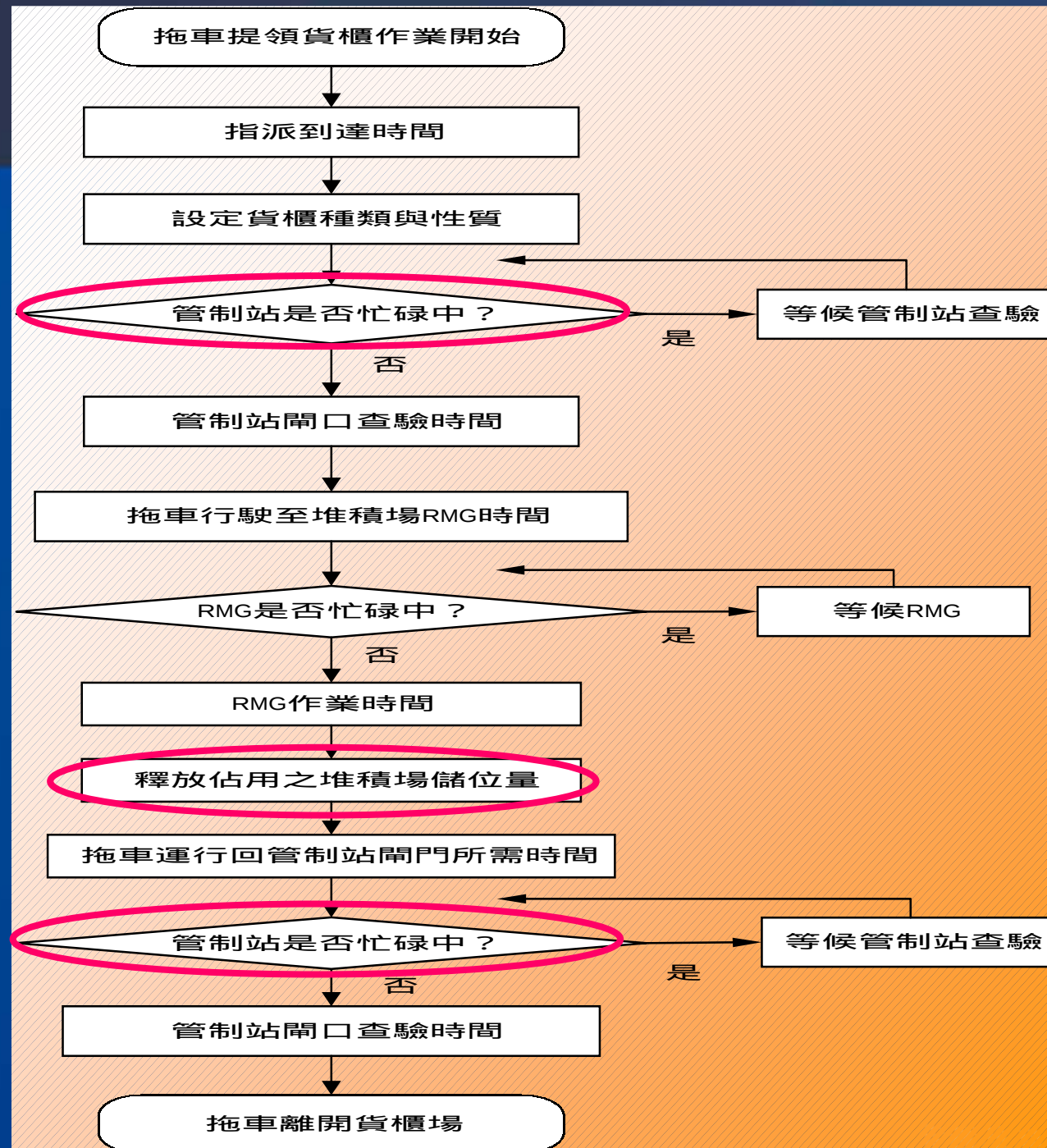
➤ 裝櫃作業子模式

- 主要模式流程：指派貨櫃型態及比例、指派及等候RMG作業、指派及等候拖車作業、計算RMG裝櫃作業時間、計算釋放堆積場容量、計算拖車回橋式機運行時間、指派橋式機作業、計算拖車回RMG運行時間



裝櫃作業子模式圖型流程

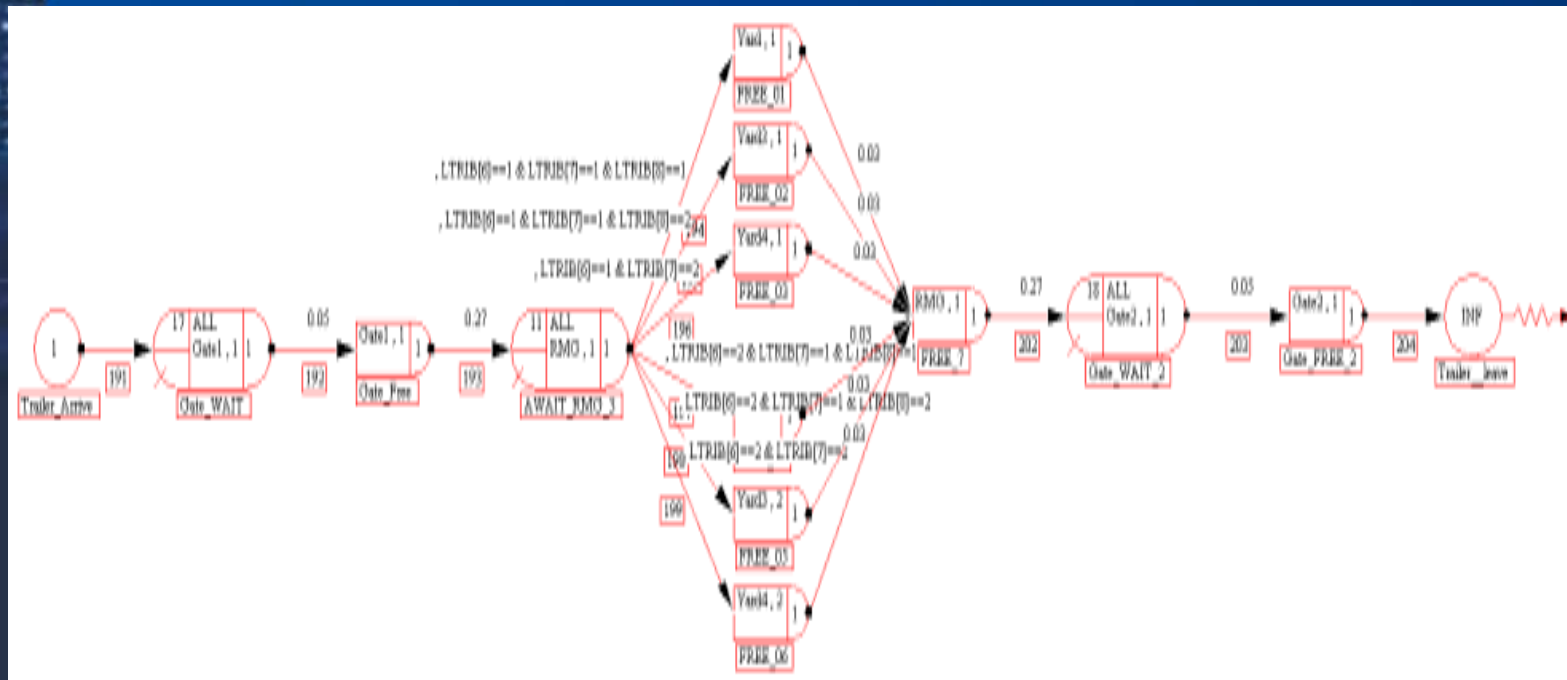
拖車提領貨櫃模擬流程圖



4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

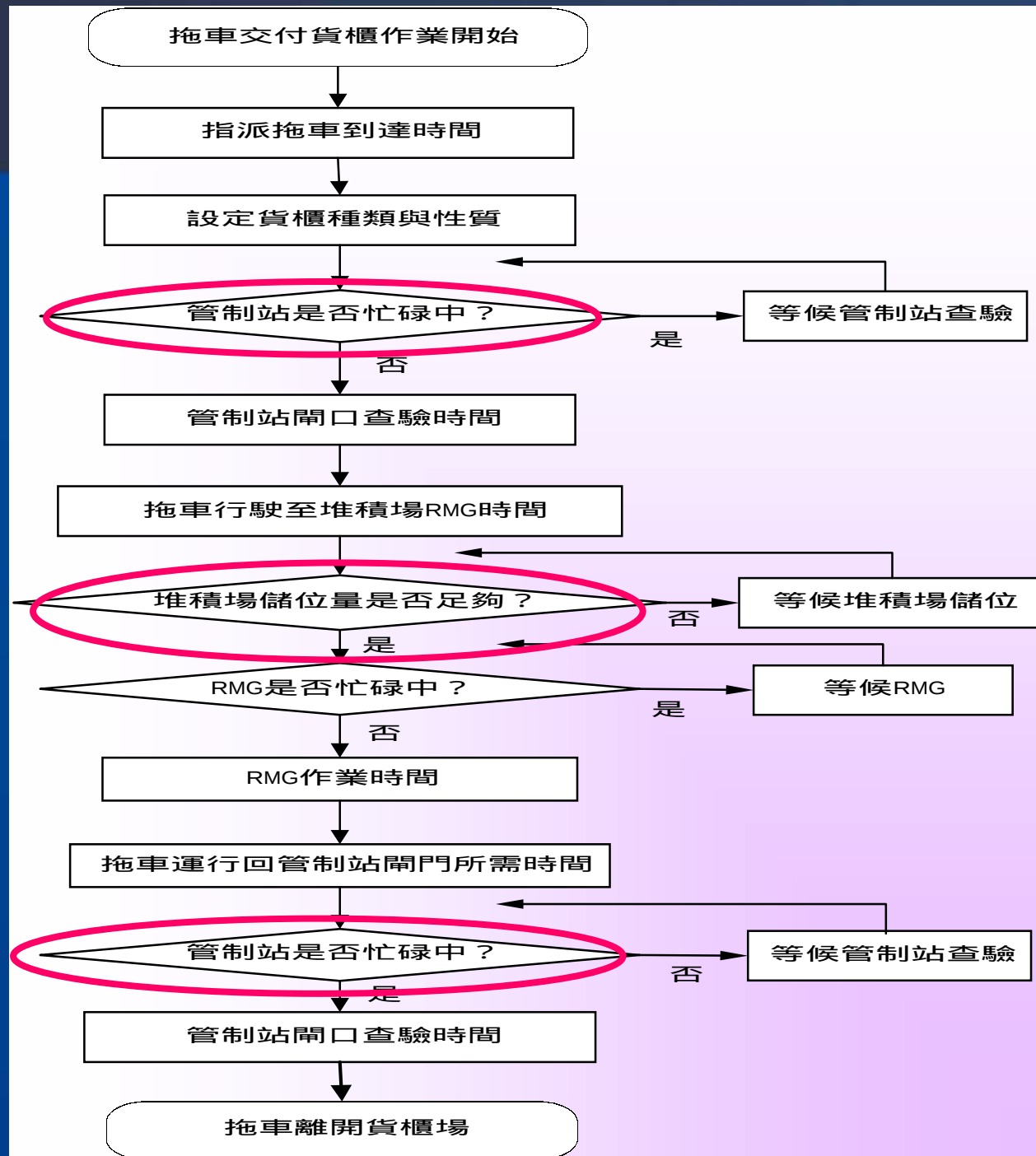
➤ 拖車提領貨櫃子模式

- 主要模式流程：指派拖車到達時間、指派貨櫃型態及比例、計算及等候Gate查驗作業、計算拖車運行至Yard時間、指派及等候RMG、計算RMG裝卸作業時間、釋放堆積場容量、計算拖車運行回Gate時間、計算Gate查驗時間



拖車提領貨櫃子模式圖型流程

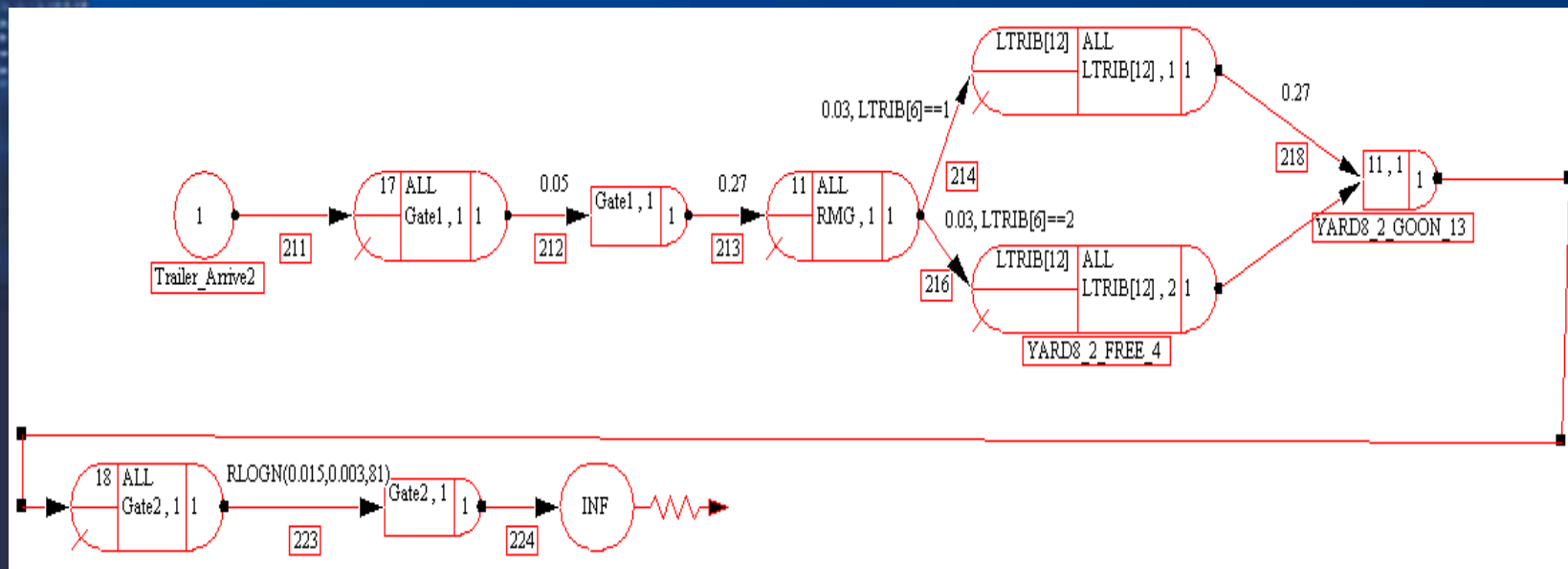
拖車交付貨櫃模擬流程圖



4.2.2 貨櫃堆積場模擬模式之構建

➤ 拖車交付貨櫃子模式

- 主要模式流程：指派拖車到達時間、指派貨櫃型態及比例、計算及等候Gate查驗作業、計算拖車運行至Yard時間、判斷Yard容量是否足夠、指派及等候RMG、計算RMG裝卸作業時間、計算拖車運行回Gate時間、計算Gate查驗時間

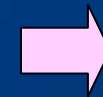


拖車交付貨櫃子模式圖型流程

4.2.3 貨櫃堆積場模擬模式驗證

● 模式驗證結果

模擬模式驗證項目		實際 平均值	模擬 平均值	誤差百分 比
前線 作業 部份	大船平均船長(公尺)	269.88	272.7	1.04%
	小船平均船長(公尺)	145.08	140.3	-3.29%
	大船平均到達間隔(小時)	27.90	29.34	5.16%
	小船平均到達間隔(小時)	61.05	59.81	-2.03%
	大船平均在港時間(小時)	19.37	18.93	-2.27%
	小船平均在港時間(小時)	16.40	17.12	4.39%
	大船平均卸櫃量(櫃)	881.03	897.46	1.86%
	小船平均卸櫃量(櫃)	307.33	316.87	3.10%
	大船平均裝櫃量(櫃)	656.41	642.19	-2.17%
	小船平均裝櫃量(櫃)	153.26	159.36	3.98%
	大船平均使用橋式機數(台)	3.80	3.53	-7.11%
	小船平均使用橋式機數(台)	2.38	2.52	5.88%
	平均橋式機毛裝卸效率(櫃/小時)	26.75	27.94	4.45%



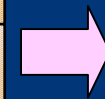
大都誤差在 5% 範圍內

4.2.3 貨櫃堆積場模擬模式驗證

模式驗證結果

模擬模式驗證項目		實際 平均值	模擬 平均值	誤差百分比
後線 作業 部份	堆積場RMG毛裝卸效率(櫃/小時)	21.74	23.19	6.67%
	進口貨櫃平均儲放時間(天)	3.02	3.15	4.30%
	出口貨櫃平均儲放時間(天)	2.53	2.61	3.16%
	開口平均查驗時間(分鐘)	3.12	3.26	4.49%
	拖車船邊至貨櫃場平均運行時間	48.76	47.42	-2.75%
	拖車開口至貨櫃場平均運行時間	37.12	35.67	-3.91%

大都誤差在5%範圍內



4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

➤ 貨櫃堆積場合理面積之定義

- 本研究定義之堆積場「合理面積」，係指在某一
定條件下，所計算出可以完全滿足貨櫃儲放需求
之合理面積。

➤ 基本假設條件

- 船舶長度及裝卸量組成
- 船舶到達分佈型態
- 裝卸貨櫃之進、出、轉口比例
- 堆積場機具作業及場地佈設方式
- 貨櫃儲放時間分佈型態

4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

➤ 貨櫃堆積場合理面積分析

- 所謂『合理面積』，必須在某些先決假設條件確立下，並非有任何情況下皆可適用之面積規劃。
- 本研究目的係透過模擬程式，建立一套可供未來分析合理面積之工具及架構。透過同樣分析程序，將可因應實務上各種不同情況之所需。
- 實務應用時，可針對不同基本假設條件，輸入不同參數值至模擬程式中，進行模擬結果之產製及分析，以求出不同情況下之貨櫃堆積場合理面積大小。

4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

➤ 貨櫃堆積場合理面積方案研擬

■ 船舶到達比例之調整

假設加入8000TEU大型貨櫃船，其分別佔到達船舶之10%、20%、30%之比例，重新透過模擬程式，進行模擬結果分析比較。

■ 船舶長度之調整

1. 由表中可知，8000TEU以上之大型貨櫃船，其船舶長度大約在320~350公尺左右。
2. 本研究假設未來320公尺船長之8000TEU大型貨櫃船，將分別佔到達船舶之10%、20%、30%之比例。

■ 船舶裝卸櫃量之調整

透過目前5000TEU船舶之裝卸量，推估未來8000TEU大型貨櫃船之平均裝卸量之成長情形。

4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

➤ 2003-2004年8000TEU以上「超巴拿馬型極限型」貨櫃船整理表

船名	重量噸 (公噸)	裝卸量 (TEU)	建造 年期	船長 (公尺)	船東	航速(節)	吃水 (公尺)	現況
Adrian Maersk	105750	7900	2004	352.6	Maersk Sealand	25	15	服役中
Anna Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服役中
Arnold Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服役中
Arthur Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服役中
Axel Maersk	105750	7900	2003	352.6	Maersk Sealand	25	15	服役中
OOCL Hamburg	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服役中
OOCL Long Beach	99518	8063	2003	323	OOCL	26	14.5	服役中
OOCL Ningbo	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服役中
OOCL Qingdao	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服役中
OOCL Rotterdam	99518	8063	2004	323	OOCL	26	14.5	服役中
OOCL Shenzhen	99518	8063	2003	323	OOCL	26	14.5	服役中

4.3 貨櫃堆積場合理面積分析

- 增加不同比例8000TEU船舶下之合理面積模擬結果

模擬分析結果

項目 \ 方案	現況	8000TEU船舶到港比例		
		10%	20%	30%
平均船長(公尺)	227.18	236.77	246.35	255.93
平均裝卸量(櫃)	962.79	1112.41	1262.03	1411.65
合理容量(TEU)	6,038	6,540	7,730	8,390
合理面積(平方公尺)	59776	64746	76527	83061

5.貨櫃堆積場合理機具數目分析

5.1 貨櫃堆積場主要裝卸機具之基本資料分析

5.2 超大型船對裝卸機具之影響分析

5.3 貨櫃堆積場合理機具數目分析

5.1 貨櫃堆積場主要裝卸機具之基本資料分析

跨載機規格表 (MITSUBISHI)

長(m)	寬(m)	內側淨距(m)	高(m)	轉彎半徑(m)
14.3	4.5	3.1	11.33	9.4(外緣)3.5(內緣)

RMG貨櫃堆積場相關規劃分析表

碼頭名稱	船席長(m)	軌道長(m)	作業分區(區/排)	維修區長(m)	維修區位置	外圍車道條/m	車機間距(m)
台中32-33	570	480	5	均30m	3(兩側、中間)+2通道	4/	1
台中34-35	250/170	380	無	約24m	2(兩側)	4/	1
高雄65-66	706	458	2	約27m, 50m	2(一端, 中間)	4/	1
高雄79-81	355/460	668.5	3	均30m	2(中間)	/30	2
基隆 20		約140	無	無	---	無	
基隆 21		約165	無	無	---	無	
Taranto	1802	1460	6	均32m	5(中間)	/30	2

5.1 貨櫃堆積場主要裝卸機具之基本資料分析

RMG規格統計表

所屬碼頭	全寬 (m)	跨距 (m)	儲櫃寬度 (排)	堆疊高度 (層)	懸臂長 (m)	配置	側面寬度 (m)
台中34 - 35	60.0	36	12	4+1	12.00	2+1, (1+1)	23.585
台中34 - 35	62.4	36	12	5+1	13.20	2+1, (2+1)	23.215
台中32 - 33	54.0	33	8+2	4+1	12, 9	3, 2	23.075
台中32 - 33	57.0	33	8+2	4+1	12	3, 3	23.075
高雄79 - 81	51.6	30.60	10	4+1	10.5	1+2, (1+2)	23.075
高雄79 - 81	54.0	33	11	4+1	10.5	1+2, (1+2)	23.075
日本	62	36	12	6+1	13	2, (0+2)	
基隆20 , 21	60.4	35	11	5+1	12.7	2+1, (1+1)	19.67
基隆20 , 21	47.25	29.25	10	4+1	9	2, (0+1)	18.9
義大利Taranto	55.7		11	4+1			

5.2 超大型船對裝卸機具之影響分析

一、岸邊起重機之速度(Quay crane speed)

- 起重機有往高速度台車和吊升速度發展之傾向，自1993年至1997年，180公尺/分以上速度的車機需求就增加7 倍；
- 1994年相關研究報告指出最快為183 公尺/分，而於1998 年長堤櫃場則已訂製6台244 公尺/分之車機。

岸邊起重機裝卸速度彙整表

	M/minute	1993	1995	1997
Trolley speeds	110~120	12 %	10 %	4 %
	125~150	27 %	31 %	31 %
	151~180	58 %	42 %	35 %
	> 180	4 %	17 %	30 %
Hoist speeds (laden)	< 60	84 %	62 %	56 %
	> 60	16 %	38 %	44 %

5.2 超大型船對裝卸機具之影響分析

二、陸域裝卸作業(Landside operation)機具

- 半自動系統對櫃場業者而言，可降低起重機作業和櫃場間運作、吊起-放下之時間的縮短，來攸節成本
- 全自動系統主要目的，在於取代高成本工人和全天候(round-the clock)之櫃場作業。

先進櫃場與自動化使用案例表

Operator	System	Application
Rotterdam-ECT	AGV	Automated quay-stack transfer
	Automated Stacking Cranes	Automated stacking
Hamburg-HHLA	DGPS	Straddle carriers-equipment Location & job sequencing
Hamburg-Eurokai	Preussag Noell linear driver shuttle car	Quay-stack transfer
Dubai-Port Rashid	DGPS	Straddle carrier-equipment location & job sequencing
Singapore-PSA	Automated stacking	Overhead bridge cranes
Thamesport	Automated stacking	RMGS
Genoa-VTE	Automatedsteering+positioning	RTGS
Vancouver-Deltaport	Automatedsteering+positioning	RTGS
Algeciras	Automatedsteering+positioning	RTGS

5.3 貨櫃堆積場合理機具數目分析

➤ 貨櫃堆積場合理機具數之定義

- 本研究定義之堆積場「合理機具數目」，與合理面積規劃情況類似，係指在某一定條件下，所計算出之合理機具數。
- 合理機具數之評估，涉及不同因素權衡取捨。機具數量較多時，將增加機具的購置成本。反之，則會導致裝卸效率降低、船舶在港時間及成本之增加。
- 為完整考量，透過整合之總成本函數TC，進行各種合理機具數量之評估。並以總成本最低者，為較優之方案。
- 進行增加不同比例之8000TEU大型貨櫃船舶到達情況下，合理主要機具配置數量分析。

5.3 貨櫃堆積場合理機具數目分析

總成本函數 $TC = C_s + C_b + C_{op}$

C_s ：船舶成本， C_b ：船席成本， C_{op} ：機具操作營運成本

1. 船舶成本系統參數(C_s)	
(1) 單位時間成本 (U_s)	(4) 等候線平均船舶數(L_q)
(2) 單位貨物成本 (U_{cg})	(5) 船舶到港率(λ)
(3) 船舶平均承載貨物量(X)	(6) 平均服務時間 ($1/\mu$)
2. 船席成本系統參數(C_b)	
(1) 港埠建設費用 (U_{pf})	(5) 船舶平均裝卸時間 (T)
(2) 碼頭建設費用 (U_{bf})	(6) 貨物平均放置時間 (H)
(3) 港埠營運管理費用 (U_{po})	(7) 船舶平均裝卸量 (V)
(4) 碼頭營運管理費用 (U_{bo})	
3. 貨櫃基地裝卸操作營運成本系統參數(C_{op})	
(1) 裝卸機具及維修費 (U_{cm})	(3) 堆貨場之費用 (U_{yd})
(2) 裝卸機具作業費用 (U_{co})	(4) 裝載機具之作業效率(γ)

資料來源：黃文吉、吳勝傑，2004。

5.3 貨櫃堆積場合理機具數目分析

➤ 不同比例8000TEU船舶下之合理機具數方案及成本函數TC代號表

編號	機具數量方案	成本函數TC		
		8000TEU船舶到港比例		
		10%	20%	30%
A	現況 (4台橋式起重機、每橋式機配置6台拖車、8台RMG)	TC _{A1}	TC _{A2}	TC _{A3}
B	橋式起重機增加1台 (總共5台)	TC _{B1}	TC _{B2}	TC _{B3}
C	橋式起重機增加2台 (總共6台)	TC _{C1}	TC _{C2}	TC _{C3}
D	每橋式機配置拖車數增加1台 (每橋式機配置7台拖車)	TC _{D1}	TC _{D2}	TC _{D3}
E	每橋式機配置拖車數增加2台 (每橋式機配置8台拖車)	TC _{E1}	TC _{E2}	TC _{E3}
F	門型起重機(RMG)增加1台 (總共9台)	TC _{F1}	TC _{F2}	TC _{F3}
G	門型起重機(RMG)增加2台 (總共10台)	TC _{G1}	TC _{G2}	TC _{G3}

5.3 貨櫃堆積場合理機具數目分析

➤ 不同比例8000TEU船舶下之合理機具數方案評估結果

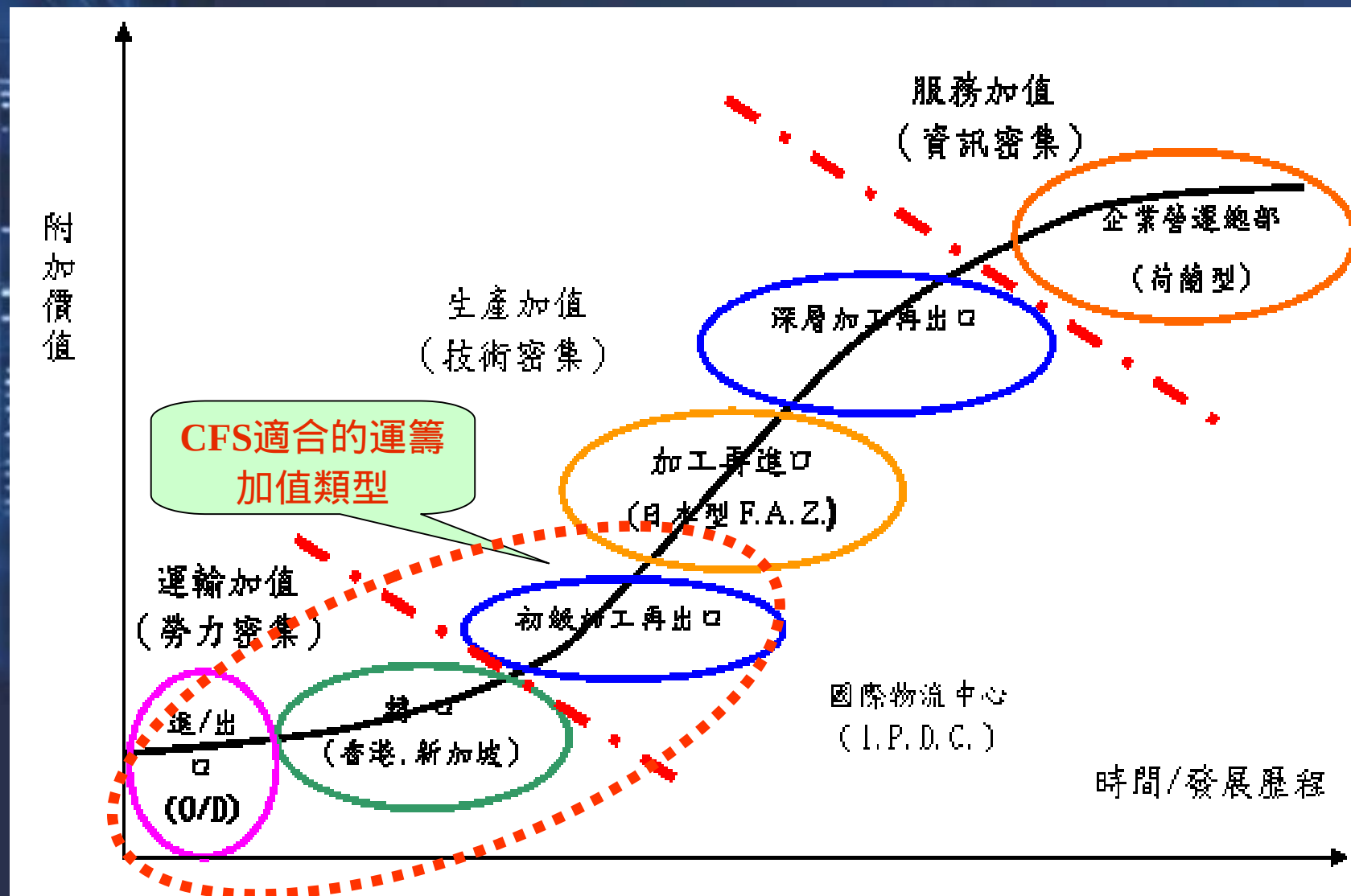
方案 \ 合理機具數量	成本函數TC		
	8000TEU船舶到港比例		
	10%	20%	30%
橋式起重機增加方案	4台	5台	5台
每橋式機配置拖車數增加方案	6輛	6輛	6輛
門型起重機(RMG)增加方案	8台	9台	10台

6. CFS位置對於貨櫃堆積場規劃及作業之影響分析

➤ 影響CFS設置港區內外之主要因素

1. CFS的功能與定位
2. 土地面積是否足夠
3. 交通問題 (進出拖車數量與閘門擁擠程度)

6.1 CFS的功能與定位



運輸增值、生產增值及服務增值與運籌管理之發展關係示意圖

6.2 CFS設置於港區內外之優劣分析

	優 點	缺 點
港區內 貨櫃集散站	<u>1.貨櫃拖運成本較低廉。</u> 2.距離碼頭近，船舶作業可減少延誤。 <u>3.船舶與集散站之間工作聯繫較方便、迅速。</u> 4.貨櫃儲轉不受港區外交通之影響。	<u>1.港區土地不充裕時，難以擴充發展。</u> 2.與貨櫃碼頭距離太近，不容易有擴展的貨櫃碼頭作業區。 <u>3.無週邊產業配合，僅能從事組裝、檢測、包裝等簡單加工業務。</u>
港區外 貨櫃集散站	1.對貨主較便利。 2.不受港區碼頭擴充影響。 <u>3.如有充裕土地，擴充發展較港區內貨櫃集散站容易。</u> <u>4.可整合週邊產業，發揮群聚效用，發展深層加工業務。</u>	1.貨櫃拖運成本較高。 <u>2.距港區較遠作業聯繫較不方便</u> <u>3.港區外交通狀況會影響船舶裝卸作業時間。</u> 4.環境不佳時，會妨礙集散站作業和安全。

6.3 進出物流中心拖車數量與閘門擁擠程度分析

好好物流中心之案例

1. 基礎設施



項目 \ 倉儲區	傳統倉儲區			物流倉儲區	
	進口區	出口區	轉口區	1樓	2樓
面積	1609m ²	4705m ²	146m ²	13860m ²	13310m ²
地面儲位	80面積儲位 (2~3層)	640面積儲位 (2~3層)	160面積儲位 (2~3層)	500個面積儲位 (4層)	



2. 營運特性分析

項目 \ 倉儲區	傳統倉儲區			物流倉儲區	
	進口區	出口區	轉口區	1樓	2樓
每櫃收貨 廠商數	3~10廠商	1~15廠商	-	-	
每船進/出口 拆裝櫃	5~15櫃	10~30櫃	-	-	
平均每櫃裝 卸貨時間	1小時	50分	2小時	2.5小時	
進/出口月台 存放貨櫃量	5櫃	30櫃	4櫃	35櫃	
存貨天數	3~5天	3~5天	<1天	3~180天	



3. 進出閘門車流量分析

項目 \ 倉儲區	傳統倉儲區			物流倉儲區		合計
	進口區	出口區	轉口區	1樓	2樓	
平均每天進出貨櫃拖車數	8台	25台	3台	10台		46台
平均每天進出卡車數	30台	40台	5台	20台		95台



4. 進出閘門擁擠之解決方式

以高雄好好物流中心為例，目前的營運狀況進出物流中心的卡車及拖車並不會造成進出閘門之擁擠。

未來若有擁擠現象，也可透過下列方式解決：

1. 增加Gate開口之車道數
2. 引進高科技查驗方式(RFID)，增加Gate之服務效率 等方式。

7. 結論與建議⁽¹⁾

1. 因應國際間全球化與多角化的發展趨勢，新興港口多數採用貨櫃基地經營者(T.O.)結合航商合組公司或貨櫃基地營運者營運之方式，其目的是希望透過航商來穩定基本貨源、引進資金及技術投入，或較具有經濟規模。此兩種方式，將是未來營運方式之趨勢。

2. 各種機具作業方式比較結果，如重視「作業效率」將以選擇跨載機作業法為主。若主要考量「場地容量」，則會選擇門式機作業法為主。而由於RMG在土地使用效率及自動化方面較RTG具優勢，將是未來使用門式機作業法之趨勢。

7. 結論與建議(2)

3. 在貨櫃堆積場合理面積方面，陽明70號碼頭目前之儲位容量約為7000TEU左右，模擬結果，合理容量約需6038TEU左右即可。就目前之使用情況尚有餘裕，若考慮未來8000TEU貨櫃船之靠泊，則貨櫃堆積場容量與面積將不敷使用，需進行擴增。

4. 在貨櫃堆積場合理機具數方面，在不同8000TEU貨櫃船到達比例下，使用4 5台橋式起重機、6台拖車、8 10台RMG，為本研究假設條件下之堆積場合理機具數。

7. 結論與建議(3)

5. 港區內CFS適合處理的物流類型包括：進出口型物流、轉口型物流及初級加工再出口型物流等三類。而加工再進口型物流、深層加工再出口型物流，則適合設置於港區外。

6. 本研究主要係以單一船席為基本前提假設，進行貨櫃堆積場合理面積之規劃及研究，不考慮多船席間貨櫃堆積場可以相互支援之問題，建議未來相關研究可朝向多船席合理面積之規劃進行探討。

簡報完畢
敬請指正



附錄二 審查意見

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

☐期中☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：貨櫃堆積場最適規劃之研究

執行單位：國立臺灣海洋大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
胡委員大瀛：		
一、本計劃題目為「貨櫃堆積場最適規劃」，請再加強說明所謂的最適規劃在規劃中所考慮的限制式與決策變數，請再釐清。	感謝委員意見。本研究之決策變數為滿足條件下之合理面積及機具數。相關限制條件，則已在報告第四、五章中說明。但因本研究係採系統模擬，非採數學規劃方式求解，因此，說明方式上略有差異。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
二、研究中所建立的模擬程式可作為未來相關情境的分析，請加強下列說明：1)模擬的目的與適用範圍；2)possible applications；3)input and output；4)sensitivity analysis。	感謝委員意見。針對委員之建議，本報告將在期末報告中，參酌加以加強說明。	同意。
三、在 CFS 的分析中，除質或描述性的說明，請加強量的說明或統計，或可考慮以 SWOT 進行討論。	後續 CFS 分析方面，將加強量的分析與統計。	同意。並請於定稿報告內補充說明。
四、在合理機具數目分析中，研究以不同的情境產生成本的相關資料，請列出所計算的成本、限制條件，並加強說明各情境。	針對相關成本資料及情境說明，本研究將納入期末報告中，以加強說明。	同意。
王委員慶福：		
一、貨櫃碼頭營運方式本次分類雖與期中報告不同，惟分類方式有所謂裝卸公司？不知其意義為何？能否更加簡化。	感謝委員意見，裝卸公司之定義，將在文中明確的解釋清楚。	同意。

二、表 2.1.1 之 B2 與 B3 應修正。	感謝委員指正，已依審查意見修正。	同意。
三、表 2.1.1 中所述各貨碼頭營運方式應與後面章節之各港營運方式相對應、相配合，以確認分類之意義及正確性。	已依審查意見修改，後面章節之各港營運方式，將與前面表 2.1.1 之內容互相對應。	同意。
四、第三章之高架起重機能否統一為橋式起重機？	感謝委員指正，報告中已統一修改為橋式起重機。	同意。
五、3.2 節中應將亞太鄰近主要港埠貨櫃堆積場之後線土地狀況及作業方式詳加說明，並加以評析，而非以記載裝卸機具數量為主。	將依所蒐集之資料情形，盡可能在文中說明船席長度、營運量、後線土地面積與作業方式之情況。	同意合作研究單位之處理情形。
六、系統模擬建議應先確定：1)既有船席下最合理之船席長度；2)在既有之裝卸量下最適合的機具數；3)在現有基地條件下最適堆高高度；4)綜合以上條件下的最適面積。	感謝委員意見。本研究目前依據合約要求，主要著重在某一確定條件下之合理面積及機具數分析。其它部份，則為本研究之先決限制條件。建議後續相關研究，可朝此一方向進行。	同意合作研究單位之說明與處理情形。並請於定稿報告內的結論與建議部份補充說明。
七、對未來發展之因應上，建議亦應採用以上之作業程序，否則所求出之最適堆積場面積之適用範圍將太小。	同第六項之回覆。其次，本研究之目的，主要在建立一套可供相關分析之模擬方法及架構，未來各種不同情況發展之因應，將可透過同樣模擬架構，進行分析。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
八、建議應能利用本研究建構一標準規劃準則，如 5,000TEU 之貨櫃船在堆積高度幾層、採用何種作業方式下之最適貨櫃堆置場面積。	由於實際到達船舶，將是混合各種船長及裝卸量，而非僅到達單一 5,000TEU 之貨櫃船。因此，較合理的方式，為依據實際情況，設定上述之分佈型態，進行合理面	同意合作研究單位之說明。

	積模擬分析。故無法沿用一標準規劃準則下最適面積之觀念。	
九、系統模擬時能否探討當作業方式改變時之所需面積。	原則上當作業方式改變時，可透過本模擬模式分析，只需調整機具作業效率及堆積場容量等相關參數。但因不在本研究範圍之內，所以未予納入。	同意合作研究單位之說明。
十、堆置高度亦應有一合理之建議值。	委員立意甚佳，但因不在本研究範圍內，建議後續相關研究，可朝此一方向進行。	同意合作研究單位之說明。
郭委員塗城：		
一、P.101 主流程圖與子流程圖銜接表示方法不正確。該圖無法說明如何啟動子流程，也無法說明如何回到主流程。	感謝委員指正，主流程圖與子流程圖之銜接方式，將加以修改，以符合實際模擬程式運作情形。	同意。
二、第七章結論與建議，請分節條列說明。	遵照審查意見辦理。	同意。
三、結論應依研究目的具體回應，P.172 至 P.174 各點結論應重新撰寫。	依審查意見，本研究之結論將與研究目的呼應，並重新撰寫。	同意。
四、影響櫃場面積之因素為：1) 每船最大裝卸櫃量；2) 每年靠泊艘次；3) 貨櫃堆積高度；4) 貨櫃儲存時間；5) 車道佈置；6) 辦公室用地；7) 停車場面積等等。如在模擬時能考慮這些因素的變動來推算櫃場面積，應會有較正確結果。	感謝委員意見，將參考納入分析影響櫃場面積因素之說明文字中。另外，目前本研究第四、五章之分析，主要也是以委員所提之第 1、2 點因素之變動，進行影響分析，至於其它部份之變動，因不在研究範圍內，故未納入。	同意合作研究單位之說明。

王委員克尹：		
一、名詞表示請統一。P.4 貨櫃基地營運者與 P.6、P.9、P.15 碼頭經營者等均指 Terminal operator，請統一表示之名詞；P.7 標準貨櫃單位、P.51 標準箱請改為 TEU；內地請改為中國。	感謝委員指正，已依審查意見修改，並將相關之名詞統一表示。	同意。
二、請用表格彙整亞太地區各貨櫃碼頭之船席數、碼頭長度、營運量、起重機數、後線儲放面積、後線機具種類數量、營運作業方式等之綜合比較表。	感謝委員意見，將依據實際所蒐集資料情形，儘可能整理委員所提之上述貨櫃碼頭相關項目綜合比較表。	同意。
三、P.66 貨櫃船能量 6,000~8,000TEU，堆積場能量以八成設計，應為 4,800~6,400TEU，而非 2,400~3,300TEU。	遵照審查意見修正。	同意。
四、系統模擬為何選用 70 號碼頭作為研究對象？P.88 陽明 70 號碼頭後線之 CFS 已於 91 年拆掉，所有 CFS 作業均移至物流中心，同時 70 號碼頭後線除了原有貨櫃場、CY 場地外，另有 70-2 場地儲放貨櫃，本研究模擬貨櫃場之裝卸作業子模式與現況不符，拖車交付貨櫃子模式也不相符。	選用 70 號碼頭之原因，為考慮單一碼頭採用 RMG 作業方式及資料取得難易性等因素。其次，70-2 其實有納入我們的模擬模式中，但分析中為簡化複雜度，未詳加說明，後續將再補充說明。至於相關子模式部份，將依審查意見修正更為正確。	同意。
五、本研究模擬所搜集之資料不足，導到結果與現況差異較大。例如：大船平均裝櫃量為 897.46TEU，但 P.82 圖 4.4.3 裝卸量在 800TEU 以下佔 68%；小船平均裝櫃量為 316.87TEU，但 P.82 圖 4.4.2 中 300TEU 以下佔 69%。圖 4.4.5 船舶使用吊桿比例使	感謝委員意見。由於小船使用 3 支吊桿比例(約 46%)亦相當高，因此，可能不能單以吊桿數使用情形，來推估大、小船比例。不過，經模擬資料之分析確認，大船約佔 2/3 左右，小船	同意合作研究單位之說明。

用 3 支以上佔 80%，可見八成由大船裝卸。	約佔 1/3 左右。整體而言，大船所佔比例確實是較高沒錯。	
六、模擬時使用平均船長，導致大船之平均船長僅 269.8 公尺，數值偏小。目前 5,000TEU 之實際船長為 290~300 公尺，並非本研究所提的平均船長 227.18 公尺。現況與模擬之誤差如何調整？	模擬之船長係依據陽明 # 70 碼頭的船舶靠泊情形，超過 180M 的列為大船。而陽明的大船並非全屬 5000 TEU 的船，所以該值並無誤差。另 227.18 公尺，因係全部大、小船平均船長，故該值亦符合現況情形。	同意合作研究單位之說明。
七、建議本研究探討 CFS 作業量達到何種規模時需考慮外移的量化評估分析，而非只呈現一般之定性分析。	本研究將加強 CFS 量化之分析，惟 CFS 外移的主要因素，係以功能定位影響較大。	同意合作研究單位之說明與處理情形。並請於定稿報告內補充說明。
邱委員永芳：		
一、各港區貨櫃堆積場最適方案為何？應提出各項指標。	感謝委員意見。本研究範圍，主要著重在某一確定條件下之合理面積及機具數分析。上述之評估指標及方式，及所評估出之最適方案，將在報告第四、五章中，加以詳細說明。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
二、各港區最適貨櫃堆積場之機具與氣候條件之相關性為何？應說明之。	感謝委員意見，但因不屬本研究範圍，建議後續相關研究，可朝此一方向進行。	同意合作研究單位之說明。並請於定稿報告內的結論與建議部份補充說明。
三、RFID 在臺灣可能運用性？對貨櫃場效率之影響性為何？應說明之。	後續將參酌補充 RFID 應用之說明。	同意。
朱科長金元：		
一、在模擬部份，程式能撰寫出來已經很不容易。不過，關於 CFS 的分析最好能做量化的分析。	感謝委員意見。本研究將加強 CFS 量化之分析，惟 CFS 外移的主要因素以功能定位	同意合作研究單位之說明與處理情形。並請於定稿報告內補充說明。

	影響較大。	
二、標點符號之逗號請用中文的逗號表示。	遵照審查意見辦理。	同意。
三、一般而言，Terminal operator 是先分為公營與民營兩類，而後民營再做進一步分類。	將依照委員意見，進一步修正分類方式。	同意。
四、在第二章中所謂的堆高機法與貨櫃場有使用堆高機不同，請查核後修正。	感謝委員指正，將統一進行修正。	同意。
五、模擬模式的結果請再驗證，因算出來的結果與事實有明顯出入，算出來的最適面積與現況不符。	因報告中之陽明容量，為設計容量，並非實際可運轉容量，因此造成跟事實判斷上會有所出入，本研究將就此一部份，再加強說明或更正，使較為清楚、明瞭。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
六、參考文獻的表達方式請統一。	已依據委員意見加以修正。	同意。
倪委員安順：		
一、目次缺少研究流程，正文列出研究內容與流程(詳第 1.5 節)，就 1.5 節而言，研究內容未能描述，似乎可再加強，否則後面做這麼多，別人不知道。其次，在研究方法應描述資料如何取得，係自行調查或利用二手資料，若是二手資料能否完全為本研究所使用應加以描述。	感謝委員意見。將依照審查意見，補充研究流程與研究方法之內容。	同意。
二、缺第二章文獻回顧，無法觀察過去相同研究情形，難以比較。	本研究由於研究重點較多且分散，因此將文獻回顧分別撰寫於第二、三、四章內容之中。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
三、本研究重點在貨櫃堆積	感謝委員意見。本研	同意合作研究單位之

場，因而第二章的貨櫃碼頭營運方式似乎與堆積場關係並不密切。雖就經營主體而言，政策或策略會影響營運方式，而營運方式會影響堆積場規劃。但一般來說，經營主體都在追求利潤最大化，重點應在堆積場規劃，而非經營方式。營運與規劃畢竟有差異，且就堆積場而言規劃影響營運更甚。	究目前各章節之安排，主要係依據計畫合約中，要求所需完成之內容項目來進行。因此，屬合約要求內容方面，可能無法任意變動。不過，委員之意見甚佳，將參酌納入修正之參考。	說明。
四、第三章堆積場作業方式分析，將亞太主要港口堆積場現況作業進行描述，若能就堆積場條件，諸如，面積大小，特性加以描述，何以採用特定的作業方式，更能明瞭各港作業特性與需求。	將依所蒐集之資料情形，補充說明船席後線土地面積與作業方式之關係及特性，以便於明瞭。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
五、部份資料太舊（1999 年），例如，第 79 頁「陽明 70 號碼頭基本資料」，第 85 頁「陽明#70 碼頭配置」，需否配合現況加以更新。	P79 之資料，之前已經更新，但資料出處未及修改，將於後續報告中更正。另外，P85 之資料，後續將配合現況，加入 70-2 場區之相關說明。	同意。
六、在第四章 4.5.2 節何以採用陽明#70 碼頭做為案例，應於第一章緒論中加以描述，而不採用其他碼頭。再以#70 碼頭可同時停靠兩艘小船，會否造成誤解，此種情形是否太特殊，小船大小似乎也應有個長度範圍。若只用#70 碼頭分析，能否顯示所有情況，恐需再斟酌。再以同時停靠兩艘小船（各小於 180 公尺），#70 碼頭全長 320 公尺，如何同時停靠二艘 180 公尺小船（設若太巧同時來二艘 180 公尺）。	選用 70 號碼頭之原因，為考慮單一碼頭採用 RMG 作業方式及資料取得難易性等因素，將在文中補充說明。另外，關於併靠作業合理性方面，將於文中加強說明。	同意合作研究單位之說明與處理情形。

貨櫃碼頭可提供併靠作業 (p.106) , 這種情形在台灣不多見 , 恐需查明。		
七、大船平均模擬值與實際值相當接近 (p.118) , 能否描述船舶模擬的條件依據 (假設條件) 為何 ? 有無限制。亦即模擬的船舶大小如何產生。	模擬的船舶長度大小、裝卸量...等 , 係透過累積機率分佈方式產製。至於相關的條件及限制 , 主要說明於 4.5 節中。	同意合作研究單位之說明。
八、在第 4.7 節堆積場合理面積 (p.123) 提及各種條件須先加以假設條件設定 , 例如 , 假設船長、裝卸量、到達分布、機具作業、場地佈設。但在實際模擬時 , 均未提及投入的假設值若干 , 就直接產生模擬 (方案評估) 結果 , 似乎應再清晰表達 , 報告應會更完整。	遵照委員意見修正 , 將再加強說明相關假設條件。	同意。
九、有關第 5.1 與第 5.2 節都屬於文獻回顧或現況分析 , 建議回歸到適當的章節以利閱讀。返覆寫作的手法就閱讀者而言 , 難以收到一致性的效果。	同上述第二項之說明。因各章內容差異大 , 若將相關文獻統一放在同一章 , 也有不易對照閱讀之缺點。另外 , 由於 5.1、5.2 是在做機具的分析 , 所以仍歸類在此章 , 可能較為適當。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
十、在第 5.3 節建立總成本函數 $TC=Cs+Cb+Cop$, 這是一個混合公式 , 不是單獨針對操作機具分析 , 此種分析方式似乎與該章目的不合 , 若要如此分析 , 建議第四與第五章分析方法可能要重新調整 , 要不研究題目要擴大。其次第 5.3 節各項成本資料如何取得未能描述 , 就直接有分析結果 (p.151) , 邏輯上好像應該再加強 , 使其更	感謝委員意見。將依照審查意見參酌辦理。	同意。

完整些。拖車數量與 RMG 數量亦有類似情形。		
十一、在第六章 CFS 作業影響分析像是敘述文或論說文，缺乏驗證過程，說服力降低。	本研究將加強 CFS 之量化分析。	同意。
十二、有關「第七章結論與建議」寫法，建議採用標題化，再加以文字描述會更易閱讀。	依照審查意見辦理。	同意。
蘇委員昭銘：		
一、報告中部份文字疏漏，請重新檢核，另有關於採用英文文字部份，請翻譯成中文，再附註英文方式呈現，以增加易讀性。	感謝委員意見，後續將遵照辦理修正。不過，部份海運名詞，如 RMG、SC 等，因相當常用且一般化，將在第一次使用時說明，後面則直接引用。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
二、本研究兩項主要研究目的：貨櫃堆積場面積規劃及最適主要機具數均是採取模擬方法進行，惟在部份細節中之交待稍為簡略。如：1)第 107 頁與 110 頁之流程，請補充說明細節，並增加各參、變數之解釋。2)4.6 節中模擬次數與相關驗證項目之產製方式或資料來源。3)增加各敏感度分析之圖形說明，而非如第 150 頁至 153 頁之文字陳述。	感謝委員意見，將更詳細的補充相關說明及圖形，以助於明瞭。	同意合作研究單位之說明與處理情形。
三、就未來計畫之應用層面而言，建議研究單位應將 Awesim 之版權、操作手冊，在報告中加以說明，以便相關單位未來能利用本計畫研究成果進行分析。	將增加 Awesim 之版權、操作手冊等之相關說明，以利相關單位未來之應用。	同意。
四、部份參考文獻有遺漏，如第	感謝委員指正，已於	同意。

164 頁 Huwang, Lee and Kuo(2003)等，請再予以檢核。	報告中加以修正。	
--	----------	--