

96-72-7286
MOTC-IOT-95-H1DA004-1

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益 之研究(2/2)



交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

96-72-7286
MOTC-IOT-95-H1DA004-1

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益 之研究(2/2)

著者：謝幼屏

交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目資料

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究. (2/2) /
謝幼屏著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運
研所，民 96

面：公分

參考書目：面

ISBN 978-986-00-9756-6(平裝)

1. 港埠 - 管理

557.52

96009149

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究(2/2)

著者：謝幼屏

出版機關：交通部運輸研究所

地址：臺北市敦化北路 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 96 年 5 月

印刷者：承亞興企業有限公司

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：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書坊臺視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1•電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 2 號 B1•電話：(04)22260330

GPN：1009601197

ISBN：978-986-00-9756-6 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

96 提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究 (2/2)

交通部運輸研究所

GPN : 1009601197
定價 200 元

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究(2/2)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN:978-986-00-9756-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1009601197	運輸研究所出版品編號 96-72-7286	計畫編號 95-HIDA004-1
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 總計劃主持人：朱金元 計劃主持人：謝幼屏 研究人員： 聯絡電話：(04)26587173 傳真號碼：(04)26564418			研究期間 自 95 年 01 月 至 95 年 12 月
關鍵詞：等候理論、貨櫃碼頭營運、港埠效益			
摘要： <p>本研究運用等候理論探討貨櫃船在高雄港貨櫃碼頭的等候延滯情況。首先回顧等候系統的基本特性與相關文獻，說明高雄港目前整體的配置、貨櫃碼頭的實體設施、使用單位、貨櫃裝卸量，並蒐集分析高雄港近三年的船舶動態資料與棧埠作業資料，估算出高雄港各貨櫃碼頭的營運作業指標。其次，運用電腦軟體 Mathematica 撰寫程式，以 K-S 檢定法檢定各貨櫃碼頭的抵港時間間距分配與服務時間分配，決定高雄港各貨櫃碼頭的等待模式。最後，分析將租用碼頭分處兩貨櫃中心的航商碼頭合併，以及碼頭改採整個貨櫃中心一併出租兩營運策略。</p> <p>研究結果求得貨櫃船的在港時間、靠碼頭時間、港外等待比例、所有貨櫃船的平均等待時間、有等待船舶的平均等待時間、碼頭使用率與平均毛裝卸效率等營運作業指標。此外，檢定結果顯示除少部份未通過外，大多貨櫃碼頭均能找到配適的等候模式。各貨櫃碼頭的抵港時間間距分配多為指數分配，少部份為形狀參數 2 之耳朗分配，而服務時間分配均為耳朗分配，形狀參數從 2 到 9 不等，大多為 2 或 3。若高雄港將分處兩貨櫃中心的航商碼頭合併，或將貨櫃碼頭改為整個貨櫃中心一併出租時，則貨櫃船的平均等待時間縮短，可提升船舶進出港之營運效益。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
96 年 5 月	120	200	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： 密 機密 極機密 絕對機密 (解密條件： 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: Improving the Operation Efficiency of the Container Terminals at the Port of Kaohsiung (2/2)

ISBN (OR ISSN) 978-986-00-9756-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009601197	IOT SERIAL NUMBER 96-72-7286	PROJECT NUMBER 95-HIDA004-1
----------------------------------------------	----------------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PROJECT ADVISOR: Chu Chin-yuan PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsieh Yu-ping PROJECT STAFF: PHONE: 04-26587173 FAX: 04-26564418	PROJECT PERIOD FROM January 2006 TO December 2006
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

KEY WORDS: queuing theory, container-terminal-operation, port efficiency

ABSTRACT:

This study adopts queuing theory to analyze the delay in the container terminals of Kaohsiung Harbor. First, basic characteristics of queuing theory and previous studies are reviewed. Second, the current operating status in the container terminals of Kaohsiung Harbor is discussed. Main indices for container terminals are determined. Third, K-S method is used to test both the time interval distribution and the service time distribution, and to determine the proper queuing model. Finally, the difference of average waiting time between a single wharf and whole terminal-operation strategies is discussed.

The results show that main indices such as the average time for a ship dwelling in port and getting served on wharf, the percentage of ships waiting outside the port, the average waiting time for all containerhips and for containerhips that have waited outside the port, the berth utilization, and the average loading/unloading rate are determined. Furthermore, queuing models are determined for most of the container terminals' service characteristics. The time interval distributions are mostly exponentially distributed, and the service time distributions are Erlang Distribution with shape parameters with values ranging from two to nine. As the operation of container terminal is changed from a single wharf to whole terminals, the average waiting time becomes lower.

DATE OF PUBLICATION May 2007	NUMBER OF PAGES 120	PRICE 200	CLASSIFICATION RESTRICTED CONFIDENTIAL SECRET TOP SECRET UNCLASSIFIED
---------------------------------	------------------------	--------------	--------------------------------------------------------------------------------

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究(2/2)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 緒論	1-1
1.1 研究動機.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-2
1.3 研究方法與流程.....	1-2
第二章 等候理論與文獻回顧	2-1
2.1 等候系統特性.....	2-1
2.2 模式化到達與服務過程.....	2-2
2.3 生死過程.....	2-7
2.4 到達時間間距與服務時間的檢定.....	2-10
2.5 相關文獻.....	2-12
第三章 高雄港貨櫃碼頭營運現況分析	3-1
3.1 高雄港概述.....	3-1
3.2 貨櫃碼頭之實體設施與使用單位.....	3-3
3.3 高雄港貨櫃裝卸量.....	3-7

3.4	貨櫃船在港時間與裝卸效率分析.....	3-8
3.5	各貨櫃碼頭服務特性比較.....	3-32
第四章	高雄港貨櫃碼頭的等待模式.....	4-1
4.1	分配檢定方法.....	4-1
4.2	各貨櫃碼頭的檢定結果.....	4-3
4.3	碼頭出租方式調整之分析.....	4-50
第五章	結論與建議.....	5-1
5.1	結論.....	5-1
5.2	建議.....	5-2
	參考文獻.....	6-1

表目錄

表 3.1	高雄港現有貨櫃碼頭及裝卸設施.....	3-4
表 3.2	各貨櫃儲運中心後線的貨櫃場面積與容量.....	3-5
表 3.3	高雄港歷年進出港貨櫃量.....	3-8
表 3.4	高雄港 2005 年各碼頭之港外等待分析.....	3-34
表 3.5	高雄港 2005 年各貨櫃碼頭之碼頭使用率與平均毛裝卸效率	3-36
表 4.1	高雄港貨櫃船抵港時間間距分配檢定結果.....	4-46
表 4.2	高雄港貨櫃碼頭服務時間分配檢定結果.....	4-47
表 4.3	高雄港各貨櫃碼頭的等待模式與等候推估.....	4-49
表 4.4	預估碼頭合併運作的船舶等待情況.....	4-51
表 4.5	預估整個碼頭中心聯合運作的船舶等待情況.....	4-52

圖目錄

圖 1.1	船舶在港時間成本隨船舶數量增加之變化情形.....	1-3
圖 1.2	AWT/AST 與碼頭使用率的關係圖	1-4
圖 1.3	研究流程圖	1-6
圖 2.1	典型的等候系統.....	2-1
圖 2.2	指數分配圖	2-4
圖 2.3	耳朗分配圖	2-5
圖 2.4	$M/M/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖	2-8
圖 2.5	一個 $M/M/3/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖	2-9
圖 3.1	高雄港平面圖.....	3-2
圖 3.2	高雄港 2005 年進港船舶種類統計.....	3-9
圖 3.3	高雄港 2005 年貨櫃船的平均在港時間.....	3-10
圖 3.4	高雄港 2005 年各貨櫃碼頭貨櫃船之在港時間比較	3-33
圖 4.1	2004 年連海#42~43 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-11
圖 4.2	2004 年萬海#63~64 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-12
圖 4.3	2004 年 OOCL#65~66 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-13
圖 4.4	2004 年 APL#68~69 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-14
圖 4.5	2004 年陽明#70 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-15
圖 4.6	2004 年陽明#120 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-16
圖 4.7	2004 年現代#75 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-17
圖 4.8	2004 年快桅#76~77 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-18

圖 4.9	2004 年快桅#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-19
圖 4.10	2004 年韓進#78 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-20
圖 4.11	2004 年長榮#79~81 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-21
圖 4.12	2004 年長榮#115~117 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-22
圖 4.13	2004 年日本郵船#121 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-23
圖 4.14	2005 年連海#42~43 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-32
圖 4.15	2005 年萬海#63~64 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-33
圖 4.16	2005 年 OOCL#65~66 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-34
圖 4.17	2005 年 APL#68~69 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-35
圖 4.18	2005 年陽明#70 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-36
圖 4.19	2005 年陽明#120 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-37
圖 4.20	2005 年現代#75 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-38
圖 4.21	2005 年快桅#76~77 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-39
圖 4.22	2005 年快桅#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-40
圖 4.23	2005 年韓進#78 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-41
圖 4.24	2005 年長榮#79~81 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-42
圖 4.25	2005 年長榮#115~117 碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-43
圖 4.26	2005 年日本郵船#121 碼頭的船舶抵港與服務分配	4-44

第一章 緒論

1.1 研究動機

高雄港為亞太地區重要的貨櫃港，海運網遍及世界五大洲，貨櫃營運量在 2005 年為 947 萬 TEU。高雄港現有五個貨櫃儲運中心，營運碼頭 26 座，營運方式以租賃為主，公用為輔，目前有公用碼頭 3 座、租賃碼頭 23 座，其中租賃碼頭分別租給連海裝卸公司、萬海航運公司、東方海外公司(OOCL)、美國總統輪船公司(APL)、陽明海運(YML)、現代商船公司(HYUNDAI)、快桅輪船公司(MAERSK)、韓進海運、長榮海運(EMC)、日本郵船等 10 家公司。

近年來由於臺灣地區的經貿發展已達穩定狀態，且國內生產成本相較於鄰近中國大陸、東南亞國家高，使致部分產業外移、港口貨櫃裝卸量成長緩慢。面對現有「世界工廠」之稱的中國大陸快速崛起，其沿海港口的迅速開發建設，已使臺灣航運專家學者憂心高雄港的未來發展。擔憂在目前軸輻航運網路的發展趨勢下，未來東亞地區的貨櫃主航線將靠泊大陸港口，而放棄靠泊高雄港。若高雄港淪為集貨港，將使得臺灣地區的進出口貨物運輸便利性降低，有礙臺灣經濟貿易的發展。鑑此，國內專家學者們均集思廣義力挽狂瀾，設法提高高雄港的港埠競爭力，以保高雄港目前為亞太地區重要貨櫃港、主航線直靠港之地位。

港埠延滯與作業效率是影響港埠競爭力之關鍵因素之一。通常在進港船舶數不多時，貨櫃船的等待時間不長，惟貨櫃碼頭能量有限，隨著貨櫃作業量增加、進港船舶數增加，將使船舶等待時間大幅提高，嚴重影響港埠營運效率。近來，航運專家學者們認為高雄港目前以單獨 1~2 座碼頭出租給航商的營運方式不利於航商的貨櫃調度，並增加作業費用，建議將租賃碼頭分居不同貨櫃中心的航商(如陽明、長榮與快桅)調整至同一貨櫃中心，或者改採整個貨櫃中心一併出租之營運方式，以發揮碼頭經營之規模經濟性，提升貨櫃碼頭的營運效益。因此，

本研究嘗試運用等候理論分析貨櫃船在高雄港貨櫃碼頭的等候延滯情況，並探討調整或改變高雄港貨櫃碼頭出租方式後貨櫃船進港等待時間的改善情形。

1.2 研究目的

1. 回顧等候理論的基本特性與相關文獻。
2. 分析高雄港貨櫃碼頭的營運現況。
3. 撰寫程式以 K-S 檢定法檢定各貨櫃碼頭的抵港時間間距分配與服務時間分配，決定各貨櫃碼頭的等待模式。
4. 探討改變高雄港貨櫃碼頭出租方式時，船舶等待時間期望值之可能變化。

1.3 研究方法與流程

有關船舶在港時間成本之觀念於 UNCTAD(1985)書中曾論及。書中提到：船舶在港的時間分為兩部份，一是船舶靠泊碼頭的時間(ship's time at berth)，一是船舶等待碼頭的時間(ship's waiting time)，船舶在港時間成本即為船舶靠泊碼頭時間成本與船舶等待碼頭時間成本之和。船舶靠泊碼頭的時間不會因船舶交通量(traffic volume)的增加而改變，但船舶等待碼頭的時間會隨船舶交通量的增加而增加，且當船舶交通量很高時，船舶等待時間會急遽上升，使得單位貨物的船舶時間成本會隨船舶交通量的增加而增加，發生流量規模不經濟的問題，如圖 1.1 所示。

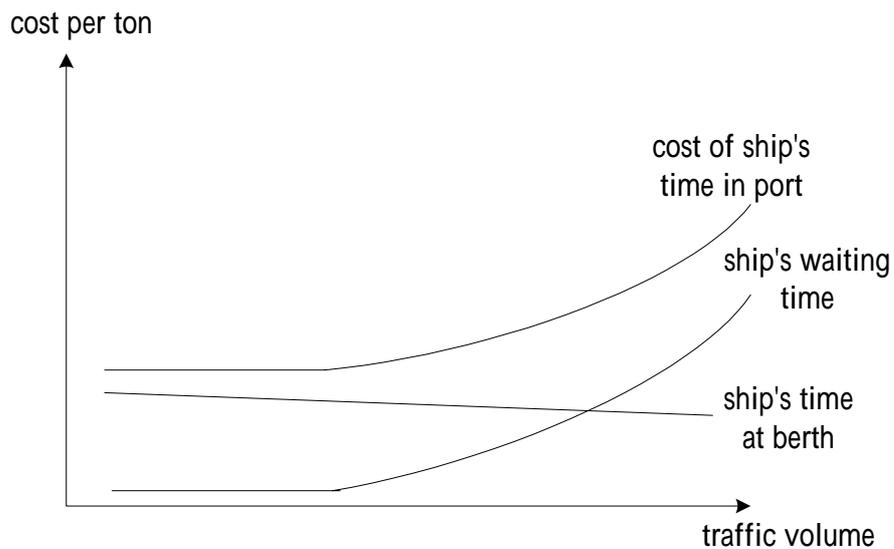


圖 1.1 船舶在港時間成本隨船舶數量增加之變化情形

資料來源：依據 UNCTAD(1985)P.29 圖 11 重新繪製。

單一船舶的在港時間成本可以用該船舶的時間成本乘以該船的在港時間(等待時間與服務時間之和)來估算，一或數個碼頭所有靠港船舶的在港時間成本亦可以相同方式估算，即

$$\text{在港時間成本} = \sum \text{單位船舶時間成本} * (\text{等待時間} + \text{服務時間})$$

由圖 1.1 可知船舶的等待時間會隨船舶交通量的增加而增加，此一關係通常是應用等待理論(Queuing Theory) 來加以分析估算。目前，等待理論的應用極為廣泛，在交通運輸上，有應用於公車載運乘客、汽車通過收費站等各類型的等待現象，在港埠方面，船舶的到達港口、等待船席(碼頭)、靠碼頭裝卸貨物與離開港口之等待現象亦可以用等待理論加以說明分析。

一個港埠等待系統可以用下列四項特性來描述：1.船舶到港時間間隔分配。2.船舶服務時間分配。3.提供服務的船席(碼頭)數。4.服務方式(一般為先到先服務 FCFS)。

得知船舶的等待特性後，可以查閱相關參考書籍，得知船舶的平

均等待時間、平均服務時間之比值(AWT/AST)與碼頭使用率(berth utilization)間的關係。然後，由碼頭使用率與船舶的平均服務時間可以推估船舶的平均等待時間。

船舶的平均等待時間、平均服務時間之比值(AWT/AST)與碼頭使用率間的關係如圖 1.2 所示。圖中顯示 M/M/4、M/E₂/4 與 E₂/E₂/4 三種等待模式的 AWT/AST 值與碼頭使用率之關係曲線。三條關係曲線的 AWT/AST 值均隨著碼頭使用率的提高而上升，且使用率愈高時的 AWT/AST 值上升得愈快。若船舶的平均服務時間不變，船舶的平均等待時間將隨碼頭使用率的增加而增加，且碼頭愈擁塞時的等待時間增加愈多。不過，若比較三條曲線，可以發現不同模式 AWT/AST 值不相同，當碼頭使用率在同一水準時，M/M/4 模式的 AWT/AST 值最高、M/E₂/4 模式其次，而 E₂/E₂/4 模式最低，顯示當船舶抵港時間間隔分配、服務時間分配為耳朗分配時的等待情況較負指數分配佳。

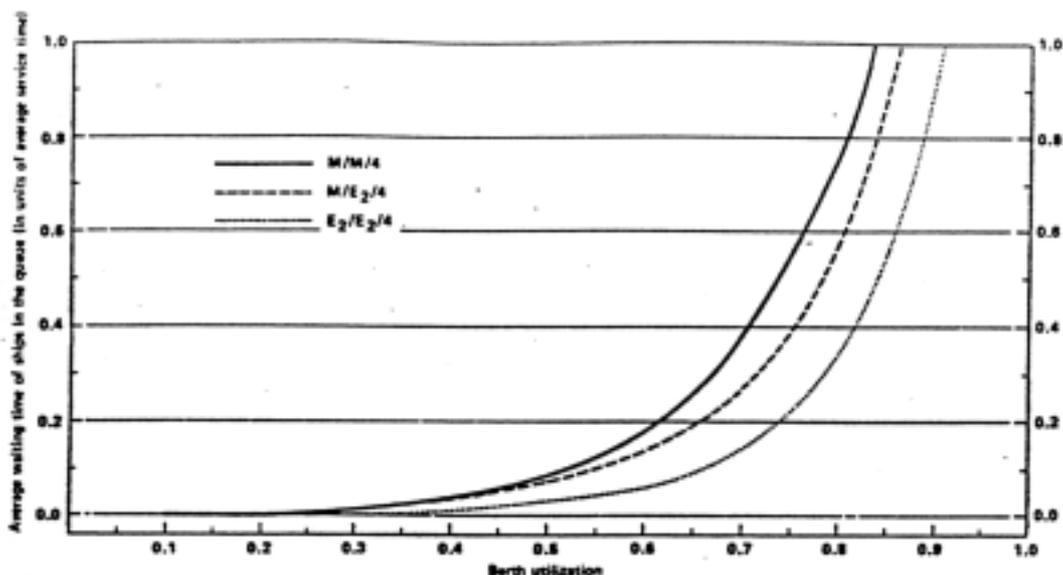


圖 1.2 AWT/AST 與碼頭使用率的關係圖

資料來源：UNCTAD(1985)。

本研究擬由等待理論加以分析此一現象、估算等待時間長度。碼頭在時間成本方面的規模不經濟特性，即隨著碼頭使用率的增加，船舶等待時間增加，且當碼頭使用率很高時，船舶等待時間急遽上升。

本研究的研究流程如圖 1.3 所示。

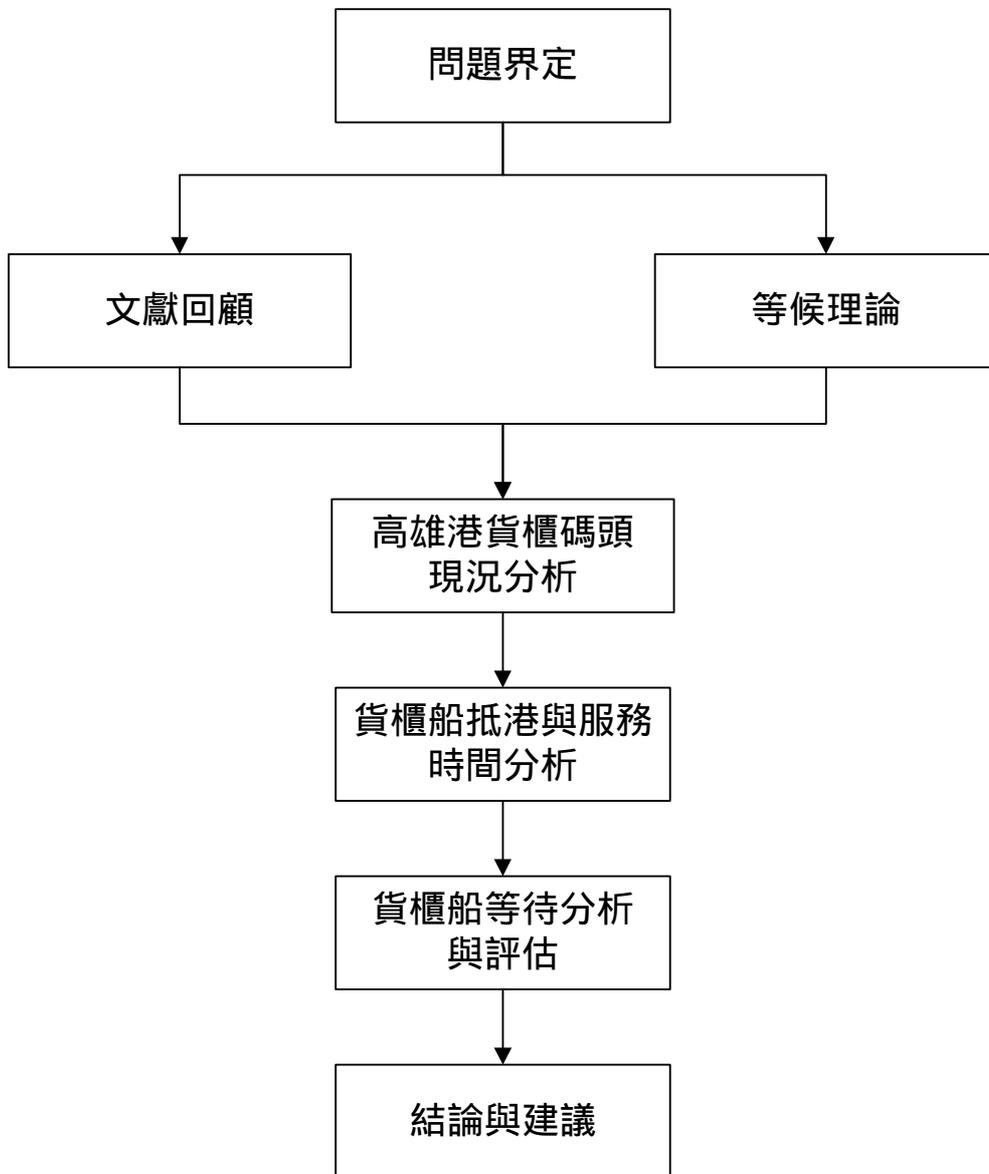
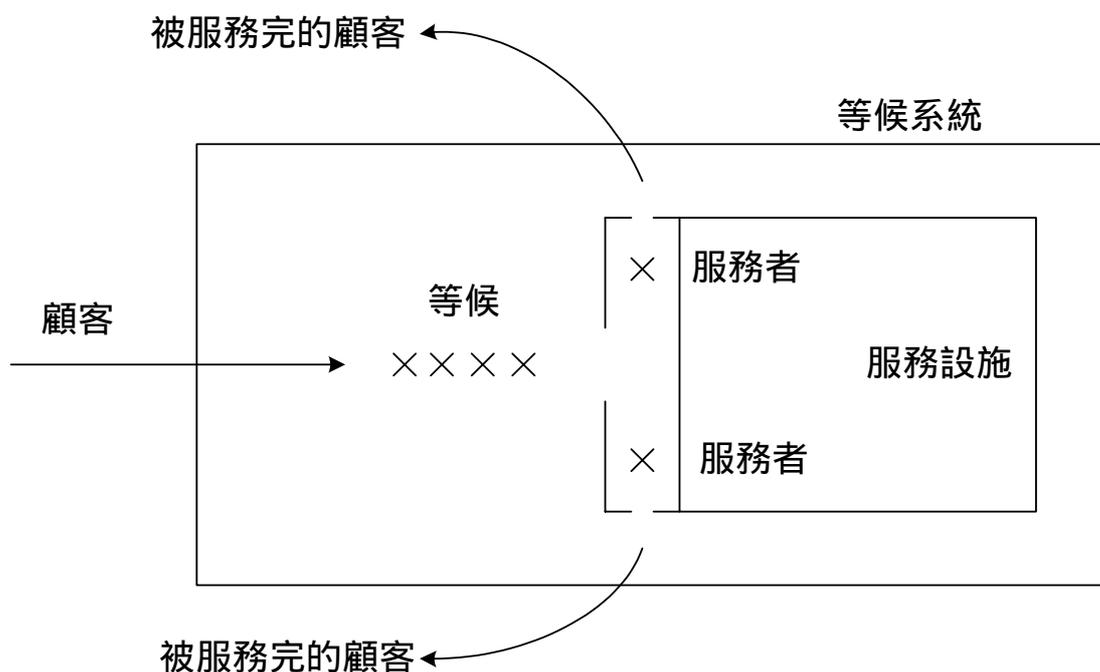


圖 1.3 研究流程圖

第二章 等候理論與文獻回顧

2.1 等候系統特性

等候系統(queuing system)是一個簡化的系統，包括一個提供某種服務的設施，以及在接受服務前發生的等待。系統中接受服務的顧客(customer)可以是人、機器、車輛、工作等。若顧客在接受服務前必須等待，則他們加入了等待線(waiting line)，等候行為發生。顧客被服務者(server)服務，服務者可以是一個人、一群人、機器、車輛等。系統中可以只有單一服務者，或同時有多個服務者服務多個顧客。在服務完成後，顧客將立刻離開系統。一個等候系統的運作過程如圖 2.1 所示。



資料來源：依據 Hillier and Yu (1981)的第 2 頁重繪。

圖 2.1 典型的等候系統

等候系統普遍存在於社會中，我們經常進入各種不同的商業服務系統，例如理髮店、雜貨店結帳櫃檯、加油站或銀行櫃檯服務。我們也經常進入許多運輸服務系統，例如高速公路收費站、機場跑道、電梯等。在社會服務系統中亦有很多等候系統的例子，如司法系統、健康照顧系統、都市緊急救助系統。此外，等候系統的研究大多針對工業方面做探討，如電腦設施、保養系統等。

不同等候系統的顧客到達型態與服務需求各不相同，因此要決定各系統的最適服務容量不易，然若能決定最適服務容量，可簡省大量成本。服務容量若不足將造成過度的等待，使得社會成本增加、顧客流失，而服務能量過多將使得服務設備、服務人員閒置，亦將增加成本。因此，在兩者之間找到一個適當的平衡點是很重要的。這需要依據正確的系統資訊，小心設計一個等候系統，這也就是等候理論的研究重點。

2.2 模式化到達與服務過程

一個等候系統的行為主要由系統特性所決定。等候系統最重要的二個特性為到達時間間距(interarrival time)的統計分配型態與服務時間(service time)的統計分配型態。其他重要特性則包括顧客被服務的順序、提供服務的機構特性等。在模式化一個等候系統，通常有下列五項基本假設：

1. 顧客是各別到達且立刻進入系統。也就是說，在任一時間最多只有一個顧客到達，若有服務者閒置，顧客將立刻接受服務，若沒有服務者閒置，則顧客加入等候行列。
2. 到達時間間距是獨立且同一分配(IID, independently and identically distribution)的隨機變數。所謂獨立是指任一到達時間間距值不受其後之到達時間間距值影響。同一分配是假設到達時間間距的分配不因在一天中不同時間而異，亦不因在一週中不同日而異。

3. 服務者在服務時，會從頭到尾不中斷地服務完一個顧客。
4. 服務時間亦是獨立且同一分配的隨機變數。
5. 顧客在系統中等待服務時不會提前離開，而當服務完成後立刻離開系統。

在模式化等候系統的到達時間間距與服務時間時，通常最優先被考慮的分配形式為指數分配，因為此一分配既最能反應實際狀況，又最容易處理。若到達時間間距或服務時間不是指數分配，則常被模式成耳朗分配(Erlang distribution)。在此，先說明此二種分配。

2.2.1 指數分配

令 T 為一隨機變數，表示到達時間間距或服務時間。若 T 是一個參數為 α (正數)的指數分配，其機率密度函數為

$$f_T(t) = \begin{cases} \alpha e^{-\alpha t}, & \text{for } t \geq 0 \\ 0, & \text{for } t < 0 \end{cases} \dots\dots\dots(2.1)$$

圖 2.2 顯示一個指數分配的圖形，指數分配的期望值與標準差均為 $\frac{1}{\alpha}$ 。

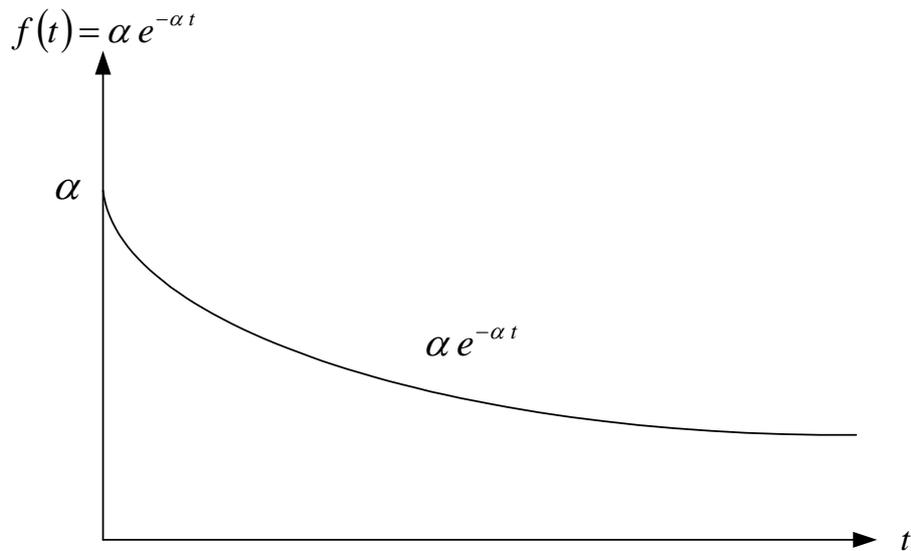


圖 2.2 指數分配圖

資料來源：Winston(1987)。

當 T 表示到達時間間距時，此一分配顯示顧客到達數量的隨機過程是一個參數為 α (即平均到達率為 α) 的 Poisson 分配。Poisson 分配的特性是不管時間始點，在某一段時間內顧客到達的機率相同，這表示顧客是隨機到達。此外，Poisson 分配在各段時間之發生相互獨立，顯示有無記憶特性(no-memory property)。也就是說，不論先前顧客到達人數多寡，後續顧客到達的機率仍相同。這種隨機到達的行為在沒有控制到達之等候系統極常見，但當顧客到達行為是經過安排時，採用指數分配就可能不妥了。

當 T 表示服務時間時，指數分配的無記憶特性顯示當一個顧客正在被服務時，還需要的服務時間之機率分配不受服務開始的時間影響，此在顧客需要的服務不同時可以採用 $f_T(t)$ 是 t 的嚴格遞減函數(如圖 2.2 所示)，顯示大部份顧客所需的服務時間不長，只有少數顧客需要較長的服務時間。無論如何，服務時間依循指數分配的假設在部份情況是不符實際的。例如：在每個服務者對每個顧客的服務是完全相同時，真正的服務時間應該接近統計的期望值，雖有些許變異，但變異不大。而且，因為完成同一工作需要一定的時間，服務時間很短、遠離期望值的情況不太可能發生。

2.2.2 耳朗分配

一個耳朗分配是一個連續隨機變數，其機率密度函數有二個參數，一個大小參數 α (α 為正數) 與一個形狀參數 k (k 為正整數)，給定 α 與 k 值則耳朗分配有下列的機率密度函數。

$$f_T(t) = \frac{(\alpha k)^k}{(k-1)!} t^{k-1} e^{-k\alpha t}, \quad \text{for } t \geq 0 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

其期望值為 $1/\alpha$ ，標準差為 $\frac{1}{\sqrt{k}} \frac{1}{\alpha}$ 。大小參數 α 可決定期望值的大小，而形狀參數 k 可決定變異度的大小與耳朗分配的形狀。圖 2.3 顯示當 α 為一定值 λ 時，不同 k 值的耳朗分配形狀。當 $k=1$ 時，耳朗分配就是指數分配，而隨著 k 值增加，耳朗分配的形狀愈來愈像常態分配的形狀，當 $k \rightarrow \infty$ 時，耳朗分配接近一個變異數為零的隨機變數，也就是退化性分配(degenerate distribution) 許多重要的到達時間間距或服務時間均可以用耳朗分配合理地說明。

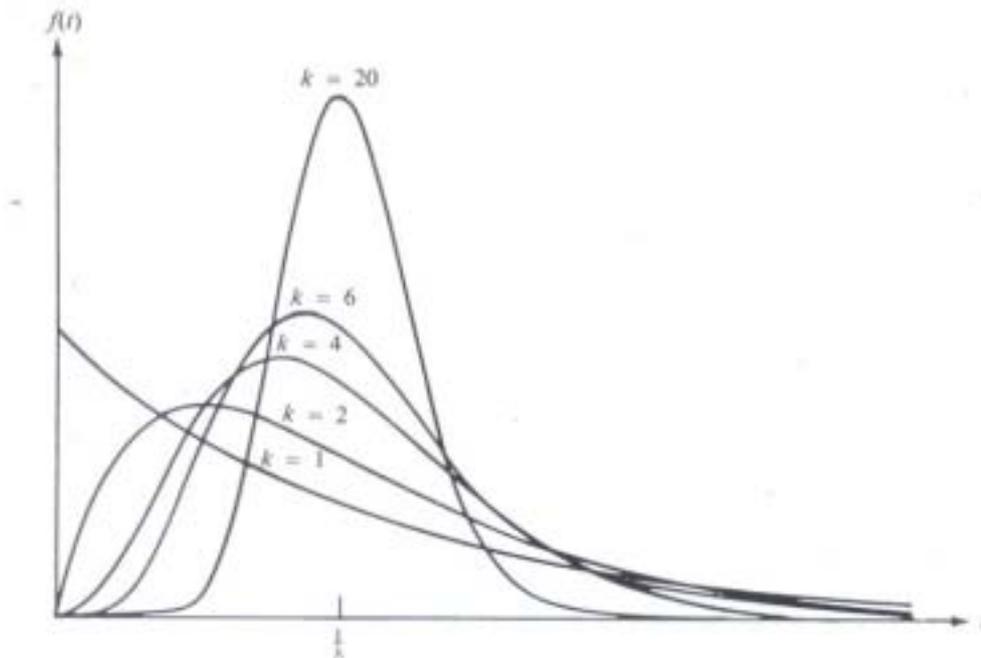


圖 2.3 耳朗分配圖

資料來源：Winston(1987)。

2.2.3 等候系統的表示法

Kendall(1951)提出 Kendall-Lee 表示法來敘述等候系統。每一個等候系統可以用 6 項特性來說明：

1/2/3/4/5/6

其中，第一項表示到達程序的特性，以下的標準縮寫被使用：

M：到達時間間距是獨立且同一分配的指數分配；

D：到達時間間距是獨立且同一分配之確定值；

E_k ：到達時間間距是獨立且同一分配之耳朗分配，形狀參數為 k ；

GI：到達時間間距是獨立且同一分配的一般性獨立分配(General Independent Distribution)。

第 2 項表示服務時間特性：

M：服務時間是獨立且同一分配的指數分配；

D：服務時間是獨立且同一分配之確定值；

E_k ：服務時間是獨立且同一分配之耳朗分配，形狀參數為 k ；

G：服務時間是獨立且同一分配的一般性分配 (General Distribution)。

第 3 項表示服務者數目。第 4 項表示第候原則(queue discipline)：

FCFS：先到先服務(First come, first served)；

LCFS：後到先服務(Last come, first served)；

SIRO：隨機服務(Service in random order)；

GD：一般等候原則(General queue discipline)。

第 5 項表示系統中所允許的最大顧客數，包括在等待與正在被服務的顧客。第 6 項表示產生顧客的母體大小。除非潛在的顧客數與服務者數目相當，否則母體被視為無限大。例如：一個 $M/E_2/8/FCFS/10/\infty$ 的

等候系統，其到達時間間距分配為指數分配，服務時間分配為形狀參數 2 之耳郎分配，服務者有 8 個，遵循先到先服務等候原則，系統最大容量為 10 個。大多數重要的等候模式的 4/5/6 項為 $GD/\infty/\infty$ ，因此，4/5/6 項通常被省略。

2.3 生死過程

生死過程(birth-death processes)是等候系統的重要理論基礎，可以用來處理許多型態的等候系統，包括到達或服務過程為指數分配或耳郎分配。若一個等候系統是一個生死過程，且穩定狀態(steady state)存在，就很容易決定穩定狀態機率。一個生死過程是一個連續時間隨機過程，其系統在任何時間的狀態均為非負整數。若一個生死過程在 t 時的狀態為 j ，則過程的遞移遵循以下的定理：

1. 在時間 t 與 $t + \Delta t$ 之間，出生的發生機率為 $\lambda_j \Delta t + o(\Delta t)$ 。一個「出生」將增加系統狀態 1，變成狀態 $j+1$ 。變數 λ_j 稱為狀態 j 時的出生率(birth rate)。在等候系統中一個出生表示一個到達。
2. 在時間 t 與 $t + \Delta t$ 之間，死亡的發生機率為 $u_j \Delta t + o(\Delta t)$ 。一個「死亡」將減少系統狀態 1，變成狀態 $j-1$ 。變數 u_j 稱為狀態 j 時的死亡率(death rate)。在大多數等候系統中一個死亡表示一個服務的完成。
3. 「出生」與「死亡」相互獨立。

大多數有指數的到達時間間距分配與指數服務時間分配的等候系統可以模式成生死過程。例如一個 $M/M/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統，其到達時間間距是參數 λ 的指數分配，服務時間是參數 u 的指數分配。若在時間 t 的狀態是 j ，則由指數分配之無記憶特性可知在時間間距 $[t, t + \Delta t]$ 中出生的機率與系統在狀態 j 的時間長度不相關。因此，在 t 時若剛好有一個到達，則在 $[t, t + \Delta t]$ 時的出生機率為

$$\int_0^{\Delta t} \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda \Delta t} \dots\dots\dots(2.3)$$

由泰勒展開式： $e^{-\lambda \Delta t} = 1 - \lambda \Delta t + 0(\Delta t)$ ，可知在 $[t, t + \Delta t]$ 間的出生機率為 $\lambda \Delta t + 0(\Delta t)$ 。由此，我們可以推論在狀態 j 的出生率就是到達率 λ 。

接下來決定在時間 t 的死亡率。當在時間 t 的狀態為 0 時，因沒有任何顧客被服務，所以也不可能有任何服務在時間 t 與 $t + \Delta t$ 之間被完成。因此， $u_0 = 0$ 。當時間 t 的狀態為 $j \geq 1$ ，因為只有一個服務者，故我們知道只有一個顧客被服務，由指數分配的無記憶特性可知：一個顧客在時間 t 與 $t + \Delta t$ 之間被服務完的機率為

$$\int_0^{\Delta t} u e^{-ut} dt = 1 - e^{-u \Delta t} = u \Delta t + 0(\Delta t) \dots\dots\dots(2.4)$$

即當 $j \geq 1$ 時 $u_j = u$ 。

綜而言之，若我們假設服務的完成與到達的發生互相獨立，則 $M/M/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統是一個生死過程，其出生率與死亡率如圖 2.4 所示。

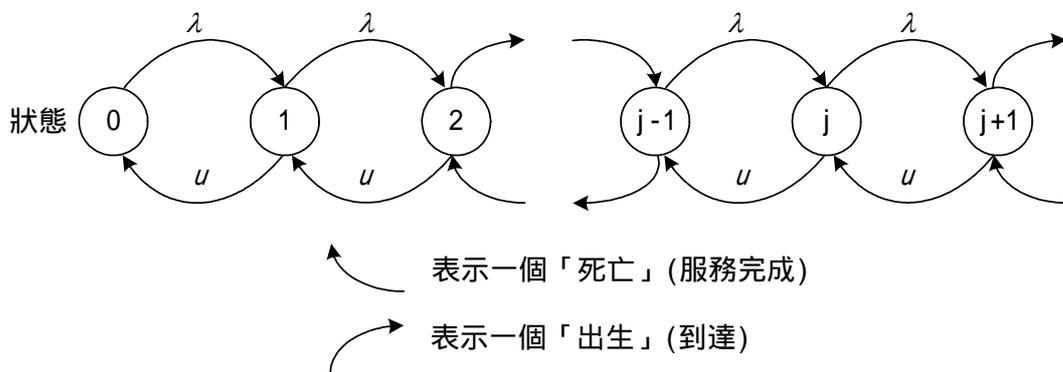


圖 2.4 $M/M/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖

若服務者不只一個，只要將所有服務率相加，即可模式成生死過程。例如一個 $M/M/3/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統，其到達時間間距是參數 $\lambda=4$ 的指數分配，服務時間是參數 $u=5$ 的指數分配。將此系統模式成一個生死過程，則出生率 $\lambda_j = 4 (j=0,1,2,\dots)$ ，死亡率 $u_0 = 0$ ， $u_1 = 5$ ， $u_2 = 5+5=10$ ， $u_j = 15 (j=3,4,5,\dots)$ ，如圖 2.5 所示。

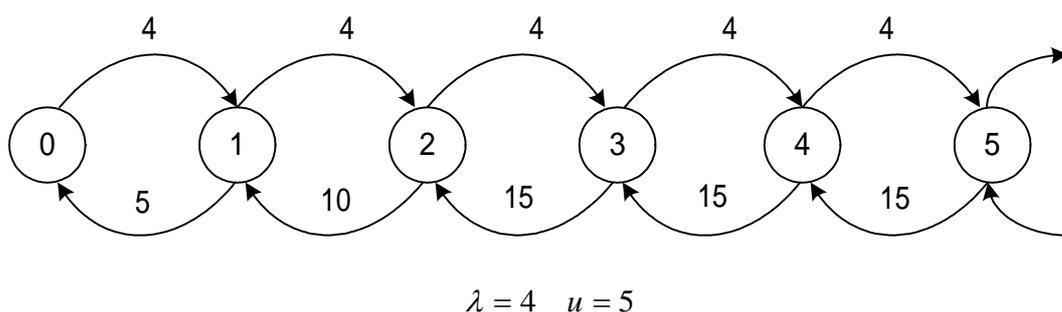


圖 2.5 一個 $M/M/3/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖

如果一個等候系統的服務時間與到達時間間距是耳郎分配，亦可以找到穩定狀態，發展生死過程模式，不過計算過程相當困難，幸好 Hiller and Yu (1981) 已經表列出各種等候系統的穩定狀態機率，可以直接採用。但若到達時間間距或服務時間有一個不是指數分配或耳郎分配，則生死過程模式就不適用。例如：考慮一個 $M/G/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統，因為其服務時間可能不是指數分配，則在時間 t 與 $t + \Delta t$ 之間發生死亡的機率將與最後一個服務完成的時間相關，這違反了定理 2，所以無法將此一系統模式成一個生死過程。

2.4 到達時間間距與服務時間的檢定¹

要確認一群資料是否是指數分配或耳郎分配，在統計分析上此實際次數分配與理論分配是否配合適當的問題，是屬於適合度檢定問題，可依卡方檢定法或 Kolmogorov-Smirnov 檢定法進行。在此，先說明此兩種檢定方法，並針對兩方法之差異做說明比較。

2.4.1 卡方檢定法

以卡方檢定法檢定適合度，是依 Pearson 近似式進行。所謂 Pearson 近似式為：

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(2.5)$$

式中 o_i 為第 i 組的樣本觀測次數， e_i 為第 i 組的理論次數或期待次數， $i = 1, 2, \dots, k$ ，即共分 k 組。

因 $\sum_{i=1}^k o_i = \sum_{i=1}^k e_i = n$ ，只要 $k-1$ 組理論次數決定後，剩下的一組理論次數為 $n - \sum_{i=1}^{k-1} e_i$ ，也就決定了，故沒有其他限制條件時，自由度 ν 為 $k-1$ 。

如求算理論機率須用樣本統計量來估計母數，則每估計一個，自由度喪失一個，如要估計 m 個才可得到理論機率而求得理論次數，則自由度 ν 為 $k-1-m$ 。

本檢定的理論基礎：虛無假設 H_0 為“此實際分配適合某理論分配”，當實際分配不適合某理論分配時， o_i 與 e_i 相去甚遠，故 $|o_i - e_i|$ 越大， χ^2 值越大，應拒絕 H_0 ，故此檢定應為右尾檢定，即顯著水準 α 置

¹ 本節資料引用自顏月珠(民 79 年)第 11 章。

於自由度 $\nu = k-1-m$ 的卡方分配的右端，當 $\chi^2 > \chi^2_{(1-\alpha, \nu)}$ 時，拒絕 H_0 。

在利用 Pearson 近似式作卡方檢定時，須注意以下的事項：

1. 因 Pearson 近似式的統計量為不連續量數，故當自由度 $\nu=1$ 時，要考慮連續校正數 $1/2$ ，即

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{\left(o_i - e_i - \frac{1}{2}\right)^2}{e_i} \dots\dots\dots(2.6)$$

若 $|o_i - e_i| < \frac{1}{2}$ ，則將視其為零。

2. 理論上為使檢定效率高，要求各組理論次數 $e_i \geq 5$ ，如有一組或多組的 e_i 小於 5，則須合併至大於或等於 5。但在實用上採取較寬的限制，即只有一、二組的 $e_i \geq 2$ ，其他各組皆 $e_i \geq 5$ 即可。
3. o_i 與 e_i 必為絕對次數，不能採取相對次數進行檢定。
4. 樣本大小 n 太小，使理論次數不能合於要求，不能用卡方檢定法作適合度檢定。
5. 當樣本大小 n 大時，有時會使檢定失效，而使結論永遠為拒絕 H_0 。

2.4.2 Kolmogorov-Smirnov 檢定法

Kolmogorov-Smirnov 檢定法簡稱 K-S 檢定法，當其用於適合度檢定為例，說明此法的步驟：

1. 計算理論分配各階段的累加機率 $F(x)$ 。
2. 計算實際分配各階段的累加機率 $S(x)$ 。

3. 計算各階段理論分配與實際分配累加機率之差的絕對值 $|F(x) - S(x)|$ 。
4. 找出 K-S 檢定的統計量 $D = \max |F(x) - S(x)|$ 。
5. 查 K-S 檢定附表，由樣本大小 n 及顯著水準 α ，找出臨界值 $D_{\alpha/2}$ 。
當 $D > D_{\alpha/2}$ 時，則拒絕 H_0 。

K-S 檢定法的理論基礎：如實際分配不適合母數已知的理論分配或母體分配，則 $F(x)$ 與 $S(x)$ 相去甚遠，故當 D 大時，應拒絕 H_0 ，表示實際分配與母數已知的理論分配或母體分配不配合。

2.4.3 兩檢定法之比較

K-S 檢定法與卡方檢定法都可作適合度檢。兩者的差異如下：

1. K-S 檢定法以機率或相對次數為依據，進行檢定工作，可除去檢定效率受樣本大小 n 的影響。
2. 不必要求理論次數需大於 2 或 5，故不必將分組資料合併，能保持原有資料的面貌。
3. 在小樣本的情形下，卡方檢定不能使用，K-S 檢定法仍能適用。
4. K-S 檢定法可用於檢定某一階層的特定性質結構是否與母體相一致。
5. K-S 檢定法的使用必須要求母體已知或母數已知，而卡方檢定法可以統計量估計母數，而進行檢定。

2.5 相關文獻

關於船舶抵港時間間距分配與服務時間分配的研究，早期有黃承傳(民 61)針對高雄港的等候模式做探討，以高雄港民國 59 年的資料為

基礎，計算出高雄港的船舶抵港時間間距分配為指數分配，服務時間分配為皮爾森 III 分配，將皮爾森 III 分配簡化為指數分配，則可用 M/M/S 的等候模式說明高雄港的等候情形。王慶瑞(民 61)針對基隆港的等候模式做探討，以基隆港民國 59 年的資料為基礎，研究結果得到基隆港的船舶抵港時間間距分配為指數分配，服務時間可用耳朗分配來描述。此外，尚有林肇光(民 61)、蘇立恆(民 68)、汪進財(民 69)、劉森添(民 73)、朱金元(民 78)、曾安源(民 80)等人發表相關文獻。

近來，交通部運輸研究所(民 89)以基隆、台中、高雄三港民國 87、88 年的船舶動態資料為基礎，將各港口的船舶依船舶靠泊碼頭之不同而加以區別，分別驗證三港各類碼頭的船舶抵港時間間距分配與服務時間分配。郭塗城等人(民 89)針對定期貨櫃船的船舶抵港時間分配做探討，該研究以高雄港為例，將港埠服務系統依單一碼頭、貨櫃中心與全港三類，研究結果顯示高雄港貨櫃船的船舶抵港時間間距分配主要服從耳朗分配，而耳朗分配的係數 k 值依觀察系統別的不同而異。

第三章 高雄港貨櫃碼頭營運現況分析

3.1 高雄港概述

高雄港是台灣最大的國際商港，位於台灣西南海岸，扼台灣海峽與巴士海峽海運交匯之要衝，地緣位置佳，且港域遼闊，腹地廣大，氣候溫和，臨海有狹長沙洲形成天然外廓屏障，地理條件優良，港灣形勢天成，為一天然良港。

高雄港現有土地面積 17,678 公頃，其中陸域面積 1,442 公頃，佔全港面積之 8.2%，水域面積 16,236 公頃，佔全港面積之 91.8%，港區配置以碼頭作業區為主，其次為工業區，其餘則為港務行政、漁港、造船廠、台電、中油等用地。港區平面圖如圖 3.1 所示。

高雄港目前進出港航道有第一港口及第二港口，第一港口水深 11 公尺，有效寬度 100 公尺，航道寬 80 公尺，可通行 3 萬噸級船舶(最大吃水 10.34 公尺)，第二港口之內港口水深 16 公尺，有效寬度 250 公尺，航道寬 140 公尺，可通行 10 萬噸級船舶(最大吃水 14.55 公尺)。現有航道全長 18 公里，主航道 12 公里，支航道 6 公里。碼頭合計 118 座，全長 26.595 公尺，繫船浮筒 19 組，同時可供 150 艘各類船舶靠泊。現有倉庫和通棧 74 棟，總容量 937,936 公噸，露置堆置場 10 處，總容量為 44,866 公噸。

高雄港海運網遍及世界五大洲，年貨物吞吐量約八千餘萬公噸，佔全台灣三分之二的進出口量，進港貨物以能源礦產品為大宗，出港貨物以化學製品為最多。輸入貨物主要來自澳洲、美國、沙烏地阿拉伯及日本，而輸出貨物則以香港、日本及美國為主要目的地。在 2005 年全港貨櫃營運量為 947 萬 TEU。

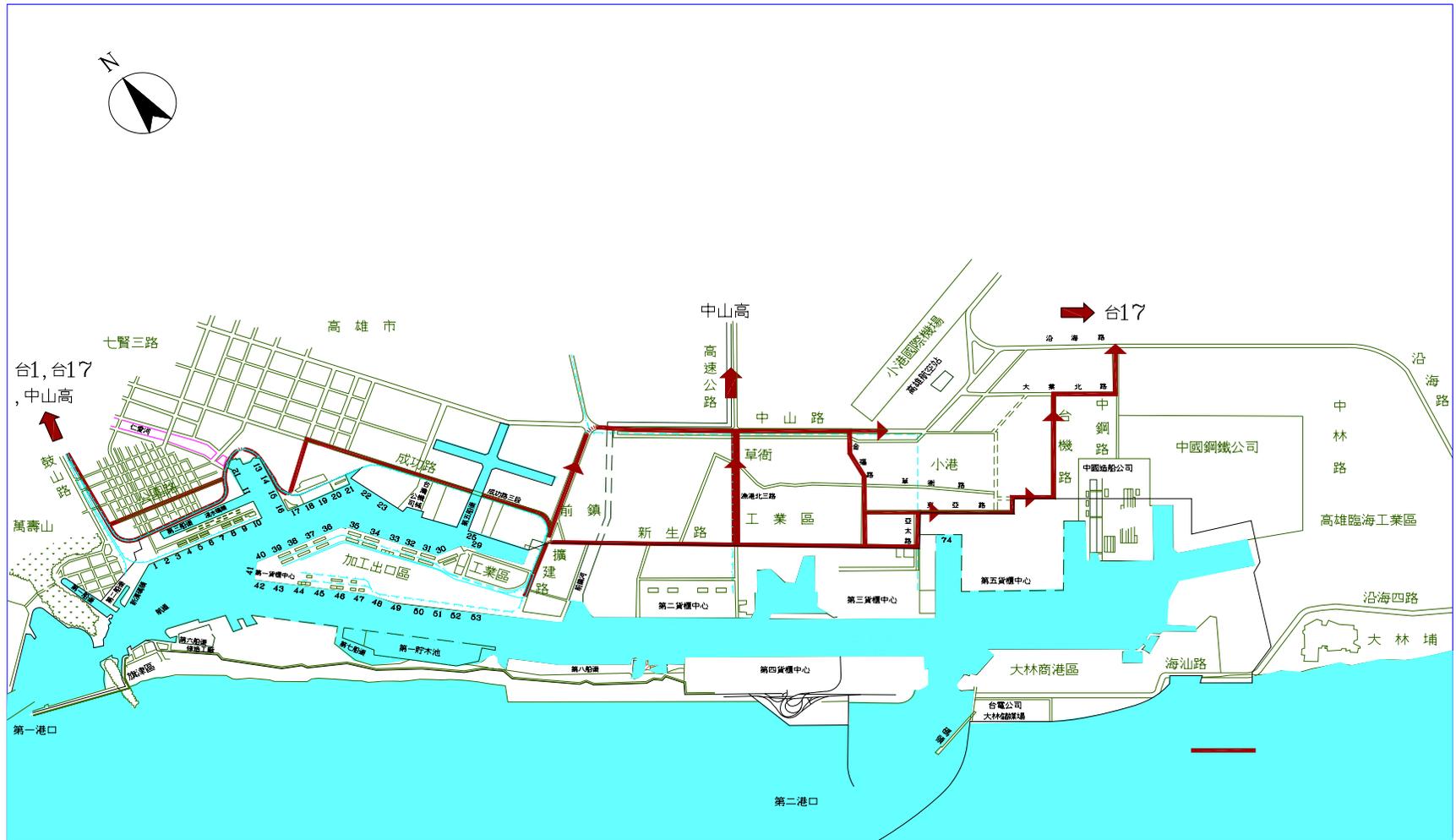


圖 3.1 高雄港平面圖

3.2 貨櫃碼頭之實體設施與使用單位

高雄港自民國 58 年起陸續興建五個貨櫃儲運中心，現有營運碼頭 23 座，營運碼頭總長度 7,035.5 公尺。營運方式採用個別碼頭出租給貨櫃航商或裝卸公司。目前 23 座碼頭分別租給連海裝卸公司、萬海航運公司、東方海外公司(OOCL)、美國總統輪船公司(APL)、陽明海運(YML)、現代商船公司(HYUNDAI)、快桅輪船公司(MAERSK)、韓進海運、長榮海運(EMC)、日本郵船等 10 家公司。

各貨櫃碼頭的使用單位、長度、寬度、水深與裝卸設備詳如表 3.1。各貨櫃儲運中心後線貨櫃場面積詳如表 3.2。各貨櫃儲運中心分別說明如下：

1. 第一貨櫃儲運中心

位於中島商港區，擁有#42~#43 等 2 座貨櫃碼頭，碼頭全長 430.18 公尺，碼頭水深 10.5 公尺，後線貨櫃場面積 10.5 公頃(含#40~#43 碼頭後線)，可儲放貨櫃 2,500TEU。目前，#42~#43 碼頭及整個第一貨櫃儲運中心之後線貨櫃場出租給連海裝卸公司使用，在#42~#43 碼頭共裝設貨櫃起重機 3 台。此外，#40、#41 碼頭早期為公用貨櫃碼頭，由港務局自營，未裝橋式起重機，可配合自備吊桿船舶停靠，由於實際上靠泊的船舶以雜貨船較多，目前港務局已將此二碼頭改稱為多用途碼頭或雜貨碼頭。

表 3.1 高雄港現有貨櫃碼頭及裝卸設施

基地	碼頭編號	使用單位	長度(公尺)	寬度(公尺)	設計水深(公尺)	起重機配置
第一貨櫃儲運中心	42	出租(連海)	242.68	30	10.5	2
	43	出租(連海)	187.50	20	10.5	1
第二貨櫃儲運中心	63	出租(萬海)	274.90	30	12.0	2
	64	出租(萬海)	245.46	30	12.0	2
	65	出租(東方海外)	244.43	30	12.0	2
	66	出租(東方海外)	439.92	30	14.0	3
第三貨櫃儲運中心	68	出租(APL)	432.16	30	14.0	3
	69	出租(APL)	320.00	50	14.0	4
	70	出租(陽明)	320.57	50	14.0	4
第四貨櫃儲運中心	115	出租(長榮)	276.86	30	14.0	3
	116	出租(長榮)	320.02	30	14.0	3
	117	出租(長榮)	320.00	30	14.0	2
	118	出租(快桅)	320.00	30	14.0	2
	119	出租(快桅)	320.00	30	14.0	3
	120	出租(陽明)	320.00	30	14.0	3
	121	出租(日本郵船)	320.00	30	14.0	3
第五貨櫃儲運中心	75	出租(現代)	319.93	33	14.0	3
	76	出租(快桅)	320.07	33	14.0	2
	77	出租(快桅)	356.01	39	15.0	4
	78	出租(韓進)	320.00	38.10	15.0	3
	79	出租(長榮)	355.00	38.46	15.0	4
	80	出租(長榮)	340.00	32	14.0	2
	81	出租(長榮)	120.00	32	14.0	2

資料來源：高雄港務局網站(<http://www.khb.gov.tw>)之高雄港港灣設施(2007.1.2)。
 註：原#40、#41 與#122 等 3 座碼頭為公用貨櫃碼頭，目前已改為雜貨碼頭或多用途碼頭。

表 3.2 各貨櫃儲運中心後線的貨櫃場面積與容量

第一貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 105,000 平方公尺(含#40~#43 碼頭後線)，容量 2,500TEU。
第二貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 450,000 平方公尺， 容量 14,000TEU。
第三貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 480,000 平方公尺， 容量 17,322TEU。
第四貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 100 公頃(含#115~#122 碼頭後線)， 容量 33,092TEU。
第五貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 90 公頃(含#74~#81 碼頭後線)， 容量 51,312TEU。

資料來源：高雄港務局網站(<http://www.khb.gov.tw>)之高雄港港灣設施(2007.1.2)。

2. 第二貨櫃儲運中心

位於前鎮商港區，擁有#63~#66 等 4 座貨櫃碼頭，全長 1,204.71 公尺，碼頭水深 12.0 公尺，後線貨櫃場面積 45 公頃，可儲放貨櫃 14,000TEU，共裝設貨櫃起重機 9 台。#63~#64 碼頭租給萬海航運公司，#65~#66 碼頭租給東方海外公司。

目前高雄港務局正在第二貨櫃儲運中心進行#63~#64 碼頭改建與浚深工程，預計浚深至-14.0 公尺，於 96 年 6 月完工後將可靠泊 8,000TEU 以上大型貨櫃船。

3. 第三貨櫃儲運中心

位於小港商港區，擁有#68~#70 等 3 座碼頭，全長 1,072.73 公尺，碼頭水深 14.0 公尺，後線貨櫃場面積 48.0 公頃，可儲放貨櫃 17,322TEU，裝設貨櫃起重機 11 台。#68~#69 碼頭租給美國總統輪船公司(APL)，而#70 碼頭租給陽明海運公司(YML)。

4. 第四貨櫃儲運中心

位於中興商港區，擁有#115~#121 等 7 座貨櫃碼頭，全長 2,196.88 公尺，碼頭水深 14.0 公尺，後線貨櫃場面積 100 公頃(含#115~#122 碼頭後線)，可儲放貨櫃 33,092TEU，裝設貨櫃起重機 19 台。#115~#117 碼頭租給長榮海運公司，#118~#119 碼頭租給快桅輪船公司，#120 碼頭租給陽明海運公司，#121 碼頭租給日本郵船公司。原本#122 為公用貨櫃碼頭，現已改為雜貨碼頭，後線 19,000 平方公尺出租給高群公司興建倉庫。

5. 第五貨櫃儲運中心

位於大仁商港區，擁有#75~#81 等 7 座貨櫃碼頭，全長 2,131.01 公尺，碼頭水深 14.0~15.0 公尺，後線貨櫃場面積 90 公頃(含#74~#81 碼頭後線)，可儲放貨櫃 51,312TEU，裝設貨櫃起重機 20 台。目前#75 碼頭租給現代商船公司，#76~#77 碼頭租給快桅輪船公司，#78 碼頭租給韓進海運公司，#79~#81 碼頭租給長榮海運公司。

此外，在未來發展方面，高雄港務局關於貨櫃碼頭有以下的新建計畫：

1. 洲際貨櫃中心計畫

計畫於高雄港第二港口南側之外海區域，以填海造陸方式填築約 512.7 公頃之新生地作為開發基地，設置 5 座水深-16.5 公尺以上之深水貨櫃碼頭及後線場地 183 公頃，將可泊靠 15,000TEU 級的新一代巨型貨櫃船，並興建 42,000DWT 級之石化油品碼頭 8 座及石化油品卸儲中心，碼頭水深為-14 公尺。計畫完成後將可滿足高雄港未來貨櫃運輸之需求，以提昇高雄港之國際競爭力，維持成為洲際貨櫃樞紐港埠之優勢。

2. 長程貨櫃發展計畫

計畫於高雄港第二港口北防波堤北側之海域填築約 322 公頃之新生地，作為貨櫃業務之長程發展基地。初步計畫興建 13 席直線型

碼頭及 2 席船渠式碼頭，碼頭總長度約 6,500 公尺，水深條件在 -16.5~-18 公尺。未來將視全球海運市場之發展情況，規劃容納最新式的貨櫃船舶，以保留高雄港繼續發展貨櫃業務之空間。

目前正在推動「洲際貨櫃中心計畫」的第一期工程，計畫由高雄市政府完成紅毛港遷村計畫取得用地後，高雄港務局辦理基礎設施興建工作，由民間業者依據促參法之 BOT 方式投資興建 4 席水深 16 公尺、總長度為 1,500 公尺之貨櫃碼頭，以及後線場地面積約 75 公頃之貨櫃中心。預定在民國 99 年底計畫完成後，可提供 1 萬 TEU 級貨櫃船泊靠，每年可增加約 200 萬 TEU 之貨櫃裝卸量。

3.3 高雄港貨櫃裝卸量

高雄港歷年的進出港貨櫃量如表 3.3 所示。2005 年全港的貨櫃營運量為 947 萬 TEU，較 2004 年的 971 萬 TEU 減少了 2.50%，其中進港為 474 萬 TEU，出港為 473 萬 TEU。

表 3.3 高雄港歷年進出港貨櫃量

年別	總計		進港		出港	
	個數	TEU 數	個數	TEU 數	個數	TEU 數
1993	2,878,686	4,635,896	1,430,581	2,309,931	1,448,105	2,325,965
1994	3,073,435	4,899,879	1,514,702	2,420,141	1,558,733	2,479,738
1995	3,208,890	5,053,183	1,594,195	2,512,137	1,614,695	2,541,046
1996	3,215,028	5,063,048	1,598,678	2,523,896	1,616,350	2,539,152
1997	3,640,093	5,693,339	1,797,880	2,814,592	1,842,213	2,878,748
1998	3,992,106	6,271,053	1,943,401	3,062,480	2,048,705	3,208,574
1999	4,463,031	6,985,361	2,164,932	3,398,909	2,298,099	3,586,453
2000	4,739,242	7,425,831	2,315,758	3,634,740	2,423,484	3,791,092
2001	4,809,167	7,540,524	2,371,799	3,730,342	2,437,368	3,810,183
2002	5,396,280	8,493,052	2,685,620	4,222,174	2,710,660	4,270,878
2003	5,595,323	8,843,365	2,807,831	4,428,744	2,787,492	4,414,621
2004	6,153,993	9,714,115	3,091,587	4,873,325	3,062,406	4,840,790
2005	6,031,413	9,471,056	3,023,747	4,744,795.5	3,007,666	4,726,260.5

資料來源：高雄港統計年報(2004)。

3.4 貨櫃船在港時間與裝卸效率分析

3.4.1 2005 年的貨櫃船在港時間與裝卸效率

高雄港及其轄區內輔助港安平港在 2005 年進港船舶總數為 20,261 艘，扣除靠泊安平港的 1,057 艘船，實際上高雄港的進港船舶總數為 19,204 艘。進高雄港的船舶中以貨櫃船最多，共 8,311 艘，佔總數的 43.28%，其次為雜貨船 4,052 艘(21.10%)、油輪 2,896 艘(15.08%)、散

裝船 1399 艘(7.28%)，其他船舶 2,546 艘(13.26%)。各類船舶比例如圖 3.2 所示。

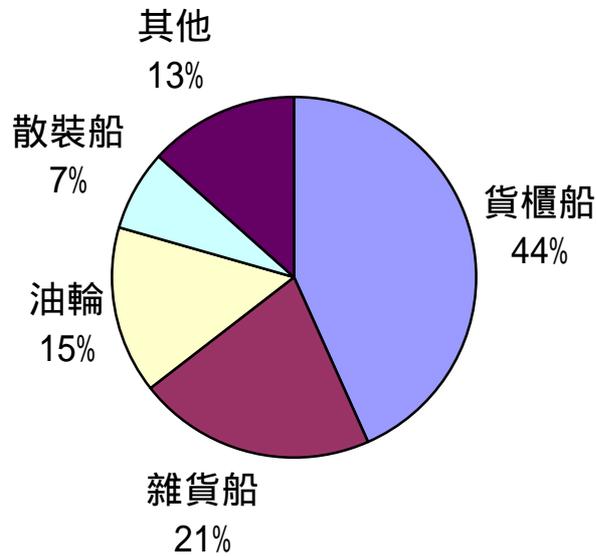


圖 3.2 高雄港 2005 年進港船舶種類統計

依據 2005 年貨櫃船資料¹，高雄港進港貨櫃船的平均在港時間為 19.12 小時，而平均的港外等待時間、進港航行時間、靠碼頭與移泊時間、出港航行時間分別為 2.29 小時、0.57 小時、15.52 小時與 0.74 小時，如圖 3.3。

¹ 資料分析時扣除 12 筆資料不全與 1 筆港內服務時間超過 1 個月(720hr)之資料，實際分析 8,298 筆貨櫃船資料。

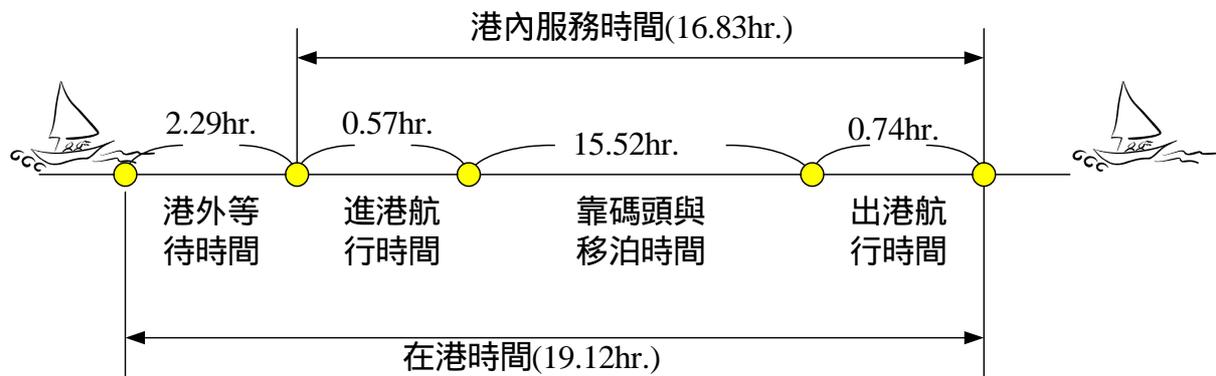


圖 3.3 高雄港 2005 年貨櫃船的平均在港時間

貨櫃船中的 1,419 艘曾在港外等待，等待比例 17.10%。有在港外等待之貨櫃船的平均等待時間為 13.40 小時，標準差為 9.53 小時，最長等待時間為 285.48 小時。所有貨櫃船的平均等待時間為 2.29 小時，標準差為 8.17 小時。港內服務時間大多介於 5 至 25 小時內，平均值為 16.83 小時，標準差為 26.63 小時。

接下來分別分析各貨櫃碼頭的情況。基於高雄港採碼頭租賃制度，當航商承租二或三個相鄰貨櫃碼頭時，其裝卸作業是一併調度安排的，而當航商承租碼頭分處不同貨櫃中心時，其裝卸作業各自獨立，因此在分析各貨櫃碼頭的船舶動態時，將貨櫃碼頭分為連海#42~43、萬海#63~64、東方海外#65~66、APL#68~69、陽明#70、陽明#120、現代#75、快桅#76~77、快桅#118~119、韓進#78、長榮#79~81、長榮#115~117、日本郵船#121。在分析時為避免重覆計算有移泊的船舶，將以進港第一次靠泊的碼頭做為分析的靠泊船舶。

1. 連海裝卸公司#42~43 碼頭

連海裝卸公司承租高雄港第一貨櫃中心#42~43 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃

船共計 693 艘，貨櫃船的平均在港時間為 15.24 小時(標準差 22.41 小時)、平均港內服務時間為 12.14 小時(標準差 19.22 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.09 小時(標準差 19.20 小時)。

貨櫃船中的 88 艘曾在港外等待，等待比例為 12.70%。有等待船舶的平均等待時間為 13.27 小時，標準差為 18.22 小時，最長等待時間為 159.30 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.10 小時，標準差為 11.74 小時。

2005 年共計有 723 艘次的船舶靠泊#42~43 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6563 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.08 小時，碼頭使用率為 37.46%。全年貨櫃裝卸量為 281,804TEU，平均毛裝卸效率為每小時 42.94 TEU。

2. 萬海航運公司#63~64 碼頭

萬海航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#63~64 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 1,179 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.14 小時(標準差 15.49 小時)、平均港內服務時間為 13.36 小時(標準差 13.66 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.90 小時(標準差 13.65 小時)。

貨櫃船中的 263 艘曾在港外等待，等待比例為 22.31%。有等待船舶的平均等待時間為 12.45 小時，標準差為 10.31 小時，最長等待時間為 76.98 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.78 小時，標準差為 7.11 小時。

2005 年共計有 1,253 艘次的船舶靠泊#63~64 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 12,892 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.29 小時，碼頭使用率為 73.58%。全年貨櫃裝卸量為 809,040.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 62.76TEU。

3. 東方海外航運公司#65~66 碼頭

東方海外航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#65~66 二座貨櫃碼

頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 619 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.17 小時(標準差 9.45 小時)、平均港內服務時間為 15.25 小時(標準差 8.71 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 13.55 小時(標準差 8.75 小時)。

貨櫃船中的 56 艘曾在港外等待，等待比例為 9.05%。有等待船舶的平均等待時間為 10.16 小時，標準差為 8.32 小時，最長等待時間為 43.98 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 0.92 小時，標準差為 3.83 小時。

2005 年共計有 887 艘次的船舶靠泊#65~66 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8776 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.89 小時，碼頭使用率為 50.09%。全年貨櫃裝卸量為 812,305TEU，平均毛裝卸效率為每小時 92.56EU。

4. 美國總統輪船公司(APL)#68~69 碼頭

美國總統輪船公司(APL)承租高雄港第三貨櫃中心#68~69 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 820 艘，貨櫃船的平均在港時間為 17.50 小時(標準差 8.97 小時)、平均港內服務時間為 15.69 小時(標準差 7.12 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 14.41 小時(標準差 7.10 小時)。

貨櫃船中的 115 艘曾在港外等待，等待比例為 14.02%。有等待船舶的平均等待時間為 12.91 小時，標準差為 10.02 小時，最長等待時間為 61.08 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.81 小時，標準差為 5.84 小時。

2005 年共計有 1,131 艘次的船舶靠泊#68~69 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 12,795 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.31 小時，碼頭使用率為 73.03%。全年貨櫃裝卸量為 1,401,695.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 109.55TEU。

5. 陽明海運公司#70 與#120 碼頭

陽明海運公司承租高雄港第三貨櫃中心的#70 號貨櫃碼頭與第四貨櫃中心的#120 號貨櫃碼頭，因為兩座碼頭分處不同貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#70 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 427 艘，貨櫃船的平均在港時間為 24.28 小時(標準差 50.10 小時)、平均港內服務時間為 20.87 小時(標準差 48.97 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 19.69 小時(標準差 48.91 小時)。

貨櫃船中的 101 艘曾在港外等待，等待比例為 23.65%。有等待船舶的平均等待時間為 14.45 小時，標準差為 13.59 小時，最長等待時間為 84.68 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.42 小時，標準差為 9.01 小時。

2005 年共計有 451 艘次的船舶靠泊#70 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 5,959 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 13.21 小時，碼頭使用率為 68.02%。全年貨櫃裝卸量為 645,810.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 108.38TEU。

進港僅靠泊#120 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 556 艘，貨櫃船的平均在港時間為 15.91 小時(標準差 12.95 小時)、平均港內服務時間為 14.10 小時(標準差 12.28 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 12.74 小時(標準差 12.26 小時)。

貨櫃船中的 106 艘曾在港外等待，等待比例為 19.06%。有等待船舶的平均等待時間為 9.49 小時，標準差為 6.10 小時，最長等待時間為 35.08 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.81 小時，標準差為 4.58 小時。

2005 年共計有 599 艘次的船舶靠泊#120 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6,710 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.20 小時，碼頭使用率為 76.60%。全年貨櫃裝卸量為 481,597.5TEU，平均毛裝卸效率為

每小時 71.77TEU。

6. 現代商船公司#75 碼頭

現代商船公司承租高雄港第五貨櫃中心#75 號貨櫃碼頭一座。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 487 艘，貨櫃船的平均在港時間為 11.77 小時(標準差 7.06 小時)、平均港內服務時間為 10.46 小時(標準差 5.98 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 9.25 小時(標準差 5.96 小時)。

貨櫃船中的 74 艘曾在港外等待，等待比例為 15.20%。有等待船舶的平均等待時間為 8.58 小時，標準差為 6.97 小時，最長等待時間為 48.63 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.30 小時，標準差為 4.10 小時。

2005 年共計有 730 艘次的船舶靠泊#75 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 4,133 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 5.66 小時，碼頭使用率為 47.18%。全年貨櫃裝卸量為 298,811.75TEU，平均毛裝卸效率為每小時 72.30TEU。

7. 臺灣快桅輪船公司#76~77 與#118~119 碼頭

臺灣快桅輪船公司承租高雄港四座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#76~77 號碼頭與第四貨櫃中心的#118~119 號貨櫃碼頭，因為四座碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#76~77 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 652 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.80 小時(標準差 11.81 小時)、平均港內服務時間為 15.49 小時(標準差 9.79 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 14.29 小時(標準差 9.83 小時)。

貨櫃船中的 60 艘曾在港外等待，等待比例為 9.20%。有等待船舶的平均等待時間為 14.22 小時，標準差為 17.16 小時，最長等待時間為 82.92 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.31 小時，標準差為 6.60 小時。

2005 年共計有 916 艘次的船舶靠泊#76~77 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8,186 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.94 小時，碼頭使用率為 46.72%。全年貨櫃裝卸量為 732,640.5TEU，平均毛裝卸效率為每小時 89.50TEU。

進港僅靠泊#118~119 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 574 艘，貨櫃船的平均在港時間為 14.46 小時(標準差 16.00 小時)、平均港內服務時間為 11.20 小時(標準差 5.36 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 9.80 小時(標準差 5.37 小時)。

貨櫃船中的 82 艘曾在港外等待，等待比例為 14.29%。有等待船舶的平均等待時間為 22.82 小時，標準差為 34.96 小時，最長等待時間為 285.48 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.26 小時，標準差為 15.38 小時。

2005 年共計有 816 艘次的船舶靠泊#118~119 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6,816 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.35 小時，碼頭使用率為 38.90%。全年貨櫃裝卸量為 492,200.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 72.21TEU。

8. 韓進海運公司#78 碼頭

韓進海運公司承租高雄港第五貨櫃中心#78 號貨櫃碼頭一座。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 391 艘，貨櫃船的平均在港時間為 19.50 小時(標準差 15.18 小時)、平均港內服務時間為 16.10 小時(標準差 8.61 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 14.88 小時(標準差 8.64 小時)。

貨櫃船中的 72 艘曾在港外等待，等待比例為 18.41%。有等待船舶的平均等待時間為 18.44 小時，標準差為 20.37 小時，最長等待時間為 105.00 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.40 小時，標準差為 11.26 小時。

2005 年共計有 705 艘次的船舶靠泊#78 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間

間總計為 4554 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 6.46 小時，碼頭使用率為 51.98%。全年貨櫃裝卸量為 540,992 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 118.80 TEU。

9. 長榮海運公司#79~81 與#115~117 碼頭

長榮海運公司承租高雄港六座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#79~81 號碼頭與第四貨櫃中心的#115~117 號碼頭，因為碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#79~81 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 860 艘，貨櫃船的平均在港時間為 25.53 小時(標準差 34.42 小時)、平均港內服務時間為 22.69 小時(標準差 33.75 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 21.44 小時(標準差 33.69 小時)。

貨櫃船中的 189 艘曾在港外等待，等待比例為 21.98%。有等待船舶的平均等待時間為 12.91 小時，標準差為 11.63 小時，最長等待時間為 88.18 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.84 小時，標準差為 7.63 小時。

2005 年共計有 1,139 艘次的船舶靠泊#79~81 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 14,711 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 12.92 小時，碼頭使用率為 55.98%。全年貨櫃裝卸量為 1,500,203 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 101.98TEU。

進港僅靠泊#115~117 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 656 艘，貨櫃船的平均在港時間為 27.85 小時(標準差 45.08 小時)、平均港內服務時間為 26.12 小時(標準差 43.36 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 25.00 小時(標準差 43.35 小時)。

貨櫃船中的 95 艘曾在港外等待，等待比例為 14.48%。有等待船舶的平均等待時間為 11.94 小時，標準差為 10.59 小時，最長等待時間為 75.17 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.73 小時，標準差為 5.81 小時。

2005 年共計有 808 艘次的船舶靠泊#115~117 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 13,457 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 16.65 小時，碼頭使用率為 51.20%。全年貨櫃裝卸量為 1,096,315.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 81.47TEU。

10. 日本郵船公司#121 碼頭

日本郵船公司承租高雄港第四貨櫃中心#121 號貨櫃碼頭一座。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 353 艘，貨櫃船的平均在港時間為 22.57 小時(標準差 28.28 小時)、平均港內服務時間為 20.80 小時(標準差 28.02 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 19.34 小時(標準差 28.01 小時)。

貨櫃船中的 47 艘曾在港外等待，等待比例為 13.31%。有等待船舶的平均等待時間為 13.33 小時，標準差為 10.82 小時，最長等待時間為 64.77 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.77 小時，標準差為 5.99 小時。

2005 年共計有 383 艘次的船舶靠泊#121 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 4,416 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.53 小時，碼頭使用率為 50.41%。全年貨櫃裝卸量為 357,474.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 80.94 TEU。

3.4.2 2004 年的貨櫃船在港時間與裝卸效率

高雄港及其轄區內輔助港安平港在 2004 年進港船舶總數為 19,865 艘，扣除靠泊安平港的 188 艘船，實際上高雄港的進港船舶總數為 19,677 艘。進高雄港的船舶中以貨櫃船最多，共 8,509 艘，佔總數的 43.24%，其次為雜貨船 4,659 艘(23.68%)、油輪 3,370 艘(17.13%)、散裝船 971 艘(4.93%)，其他船舶 2,168 艘(11.02%)。

依據 2004 年貨櫃船資料²，高雄港進港貨櫃船的平均在港時間為 19.32 小時，而平均的港外等待時間、進港航行時間、靠碼頭與移泊時間、出港航行時間分別為 2.24 小時、0.56 小時、15.79 小時與 0.74 小時。貨櫃船中的 1,515 艘曾在港外等待，等待比例 17.83%。有在港外等待之貨櫃船的平均等待時間為 12.54 小時，標準差為 13.09 小時，最長等待時間為 263.32 小時。所有貨櫃船的平均等待時間為 2.24 小時，標準差為 7.32 小時。港內服務時間大多介於 5 至 25 小時內，平均值為 17.08 小時，標準差為 25.98 小時。

接下來分別分析各貨櫃碼頭的情況。基於高雄港採碼頭租賃制度，當航商承租二或三個相鄰貨櫃碼頭時，其裝卸作業是一併調度安排的，而當航商承租碼頭分處不同貨櫃中心時，其裝卸作業各自獨立，因此在分析各貨櫃碼頭的船舶動態時，將貨櫃碼頭分為連海#42~43、萬海#63~64、東方海外#65~66、APL#68~69、陽明#70、陽明#120、現代#75、快桅#76~77、快桅#118~119、韓進#78、長榮#79~81、長榮#115~117、日本郵船#121。在分析時為避免重覆計算有移泊的船舶，將以進港第一次靠泊的碼頭做為分析的靠泊船舶。

1. 連海裝卸公司#42~43 號碼頭

連海裝卸公司承租高雄港第一貨櫃中心#42~43 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 752 艘，貨櫃船的平均在港時間為 12.39 小時(標準差 23.51 小時)、平均港內服務時間為 11.02 小時(標準差 22.76 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 9.99 小時(標準差 22.73 小時)。

貨櫃船中的 90 艘曾在港外等待，等待比例為 11.97%。有等待船舶的平均等待時間為 11.45 小時，標準差為 14.52 小時，最長等待時間為 124.87 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.37 小時，標準

² 資料分析時扣除 10 筆資料不全與 2 筆港內服務時間超過 1 個月(720hr)之資料，實際分析 8,497 筆貨櫃船資料。

差為 6.23 小時。

2004 年共計有 841 艘次的船舶靠泊#42~43 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6,514.65 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 7.76 小時，碼頭使用率為 37.18%。全年貨櫃裝卸量為 300,369.00 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 46.11 TEU。

2. 萬海航運公司#63~64 號碼頭

萬海航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#63~64 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 1,189 艘，貨櫃船的平均在港時間為 17.70 小時(標準差 24.37 小時)、平均港內服務時間為 14.09 小時(標準差 22.76 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 12.64 小時(標準差 22.76 小時)。

貨櫃船中的 383 艘曾在港外等待，等待比例為 32.21%。有等待船舶的平均等待時間為 11.19 小時，標準差為 8.96 小時，最長等待時間為 71.02 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.60 小時，標準差為 7.29 小時。

2004 年共計有 1,284 艘次的船舶靠泊#63~64 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 13,304.35 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.36 小時，碼頭使用率為 75.94%。全年貨櫃裝卸量為 849,531.50 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 67.24TEU。

3. 東方海外航運公司#65~66 號碼頭

東方海外航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#65~66 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 683 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.49 小時(標準差 10.28 小時)、平均港內服務時間為 15.15 小時(標準差 8.93 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 13.49 小時(標準差 8.92 小時)。

貨櫃船中的 70 艘曾在港外等待，等待比例為 10.25%。有等待船舶的平均等待時間為 13.14 小時，標準差為 10.62 小時，最長等待時

間為 59.83 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.35 小時，標準差為 5.23 小時。

2004 年共計有 910 艘次的船舶靠泊#65~66 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 9,017.50 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.91 小時，碼頭使用率為 51.47%。全年貨櫃裝卸量為 843,397.00 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 93.53EU。

4. 美國總統輪船公司(APL)#68~69 號碼頭

美國總統輪船公司(APL)承租高雄港第三貨櫃中心#68~69 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 773 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.28 小時(標準差 13.34 小時)、平均港內服務時間為 15.21 小時(標準差 11.84 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 13.91 小時(標準差 11.84 小時)。

貨櫃船中的 652 艘曾在港外等待，等待比例為 8.41%。有等待船舶的平均等待時間為 12.69 小時，標準差為 11.19 小時，最長等待時間為 56.67 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.075 小時，標準差為 4.77 小時。

2004 年共計有 1,057 艘次的船舶靠泊#68~69 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 9,581.05 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.06 小時，碼頭使用率為 54.69%。全年貨櫃裝卸量為 1,324,951.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 138.29TEU。

5. 陽明海運公司#70 與#120 號碼頭

陽明海運公司承租高雄港第三貨櫃中心的#70 號貨櫃碼頭與第四貨櫃中心的#120 號貨櫃碼頭，因為兩座碼頭分處不同貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#70 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 444 艘，貨櫃船的平均在港時間為 23.41 小時(標準差 37.56 小時)、平均港內服務時間為 20.51 小時(標準差 37.40 小

時)、平均靠碼頭與移泊時間為 19.34 小時(標準差 37.37 小時)。

貨櫃船中的 98 艘曾在港外等待，等待比例為 22.07%。有等待船舶的平均等待時間為 13.13 小時，標準差為 7.92 小時，最長等待時間為 46.05 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.90 小時，標準差為 6.59 小時。

2004 年共計有 490 艘次的船舶靠泊#70 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 5,980.58 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 12.21 小時，碼頭使用率為 68.27%。全年貨櫃裝卸量為 668,616.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 111.80 TEU。

進港僅靠泊#120 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 562 艘，貨櫃船的平均在港時間為 17.31 小時(標準差 26.08 小時)、平均港內服務時間為 14.95 小時(標準差 24.77 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 13.59 小時(標準差 24.75 小時)。

貨櫃船中的 100 艘曾在港外等待，等待比例為 17.79%。有等待船舶的平均等待時間為 13.25 小時，標準差為 13.66 小時，最長等待時間為 94.92 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.36 小時，標準差為 7.66 小時。

2004 年共計有 630 艘次的船舶靠泊#120 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6,661.67 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.59 小時，碼頭使用率為 76.05%。全年貨櫃裝卸量為 416,710.50 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 62.55TEU。

6. 現代商船公司#75 號碼頭

現代商船公司承租高雄港第五貨櫃中心#75 號貨櫃碼頭一座。2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 560 艘，貨櫃船的平均在港時間為 10.13 小時(標準差 6.11 小時)、平均港內服務時間為 8.80 小時(標準差 4.91 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 7.64 小時(標準差 4.86 小時)。

貨櫃船中的 90 艘曾在港外等待，等待比例為 16.07%。有等待船舶的平均等待時間為 8.23 小時，標準差為 7.12 小時，最長等待時間為 51.35 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.32 小時，標準差為 4.15 小時。

2004 年共計有 853 艘次的船舶靠泊#75 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 4,049.05 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 4.75 小時，碼頭使用率為 46.22%。全年貨櫃裝卸量為 281,778.50 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 69.59 TEU。

7. 臺灣快桅輪船公司#76~77 與#118~119 號碼頭

臺灣快桅輪船公司承租高雄港四座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#76~77 號碼頭與第四貨櫃中心的#118~119 號貨櫃碼頭，因為四座碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#76~77 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 723 艘，貨櫃船的平均在港時間為 20.00 小時(標準差 13.41 小時)、平均港內服務時間為 17.80 小時(標準差 10.48 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 16.67 小時(標準差 10.53 小時)。

貨櫃船中的 112 艘曾在港外等待，等待比例為 15.49%。有等待船舶的平均等待時間為 14.19 小時，標準差為 15.67 小時，最長等待時間為 125.15 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.20 小時，標準差為 8.015 小時。

2004 年共計有 947 艘次的船舶靠泊#76~77 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8,699.78 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.20 小時，碼頭使用率為 49.66%。全年貨櫃裝卸量為 790,218.75TEU，平均毛裝卸效率為每小時 90.83TEU。

進港僅靠泊#118~119 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 488 艘，貨櫃船的平均在港時間為 14.36 小時(標準差 10.06 小時)、平均港內服務時間為 13.47 小時(標準差 8.71 小時)、平

均靠碼頭與移泊時間為 12.05 小時(標準差 8.68 小時)。

貨櫃船中的 39 艘曾在港外等待，等待比例為 7.99%。有等待船舶的平均等待時間為 11.16 小時，標準差為 16.40 小時，最長等待時間為 101.03 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 0.89 小時，標準差為 5.49 小時。

2004 年共計有 869 艘次的船舶靠泊#118~119 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8,330.78 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.60 小時，碼頭使用率為 47.55%。全年貨櫃裝卸量為 608,228.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 73.01TEU。

8. 韓進海運公司#78 號碼頭

韓進海運公司承租高雄港第五貨櫃中心#78 號貨櫃碼頭一座。2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 445 艘，貨櫃船的平均在港時間為 17.14 小時(標準差 15.78 小時)、平均港內服務時間為 15.46 小時(標準差 15.04 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 14.25 小時(標準差 15.01 小時)。

貨櫃船中的 67 艘曾在港外等待，等待比例為 15.06%。有等待船舶的平均等待時間為 11.17 小時，標準差為 9.74 小時，最長等待時間為 52.82 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.68 小時，標準差為 5.49 小時。

2004 年共計有 719 艘次的船舶靠泊#78 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 5,080.58 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 7.08 小時，碼頭使用率為 58.00%。全年貨櫃裝卸量為 563,189.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 110.85 TEU。

9. 長榮海運公司#79~81 與#115~117 號碼頭

長榮海運公司承租高雄港六座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#79~81 號碼頭與第四貨櫃中心的#115~117 號碼頭，因為碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#79~81 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 874 艘，貨櫃船的平均在港時間為 27.30 小時(標準差 39.32 小時)、平均港內服務時間為 23.73 小時(標準差 38.32 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 22.48 小時(標準差 38.30 小時)。

貨櫃船中的 229 艘曾在港外等待，等待比例為 26.20%。有等待船舶的平均等待時間為 13.63 小時，標準差為 10.37 小時，最長等待時間為 81.60 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.57 小時，標準差為 8.00 小時。

2004 年共計有 1,098 艘次的船舶靠泊#79~81 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 15,862.50 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 14.46 小時，碼頭使用率為 60.36%。全年貨櫃裝卸量為 152,4707.00 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 96.12 TEU。

進港僅靠泊#115~117 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 680 艘，貨櫃船的平均在港時間為 30.81 小時(標準差 42.17 小時)、平均港內服務時間為 28.76 小時(標準差 41.97 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 27.61 小時(標準差 41.94 小時)。

貨櫃船中的 109 艘曾在港外等待，等待比例為 16.03%。有等待船舶的平均等待時間為 12.79 小時，標準差為 10.54 小時，最長等待時間為 78.18 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.05 小時，標準差為 6.30 小時。

2004 年共計有 820 艘次的船舶靠泊#115~117 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 15,223.57 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 18.59 小時，碼頭使用率為 57.93%。全年貨櫃裝卸量為 1,186,908.00 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 77.99 TEU。

10. 日本郵船公司#121 號碼頭

日本郵船公司承租高雄港第四貨櫃中心#121 號貨櫃碼頭一座。2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他

碼頭的貨櫃船共計 275 艘，貨櫃船的平均在港時間為 22.20 小時(標準差 16.71 小時)、平均港內服務時間為 19.50 小時(標準差 14.96 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 18.01 小時(標準差 14.91 小時)。

貨櫃船中的 52 艘曾在港外等待，等待比例為 18.91%。有等待船舶的平均等待時間為 14.28 小時，標準差為 13.83 小時，最長等待時間為 71.12 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.70 小時，標準差為 8.19 小時。

2004 年共計有 333 艘次的船舶靠泊#121 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 3,539.20 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.63 小時，碼頭使用率為 40.40%。全年貨櫃裝卸量為 338,513.50 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 95.65 TEU。

3.4.3 2003 年的貨櫃船在港時間與裝卸效率

高雄港及其轄區內輔助港安平港在 2003 年進港船舶總數為 19,445 艘，扣除靠泊安平港的 310 艘船，實際上高雄港的進港船舶總數為 19,135 艘。進高雄港的船舶中以貨櫃船³最多，共 8,326 艘，佔總數的 43.51%，其次為雜貨船 4,717 艘(24.65%)、油輪 3,221 艘(16.83%)，散裝船 834 艘(4.36%)，其他船舶 2,037 艘(10.65%)。

依據 2003 年貨櫃船資料⁴，高雄港進港貨櫃船的平均在港時間為 18.15 小時，而平均的港外等待時間、進港航行時間、靠碼頭與移泊時間、出港航行時間分別為 2.51 小時、0.54 小時、14.39 小時與 0.71 小時。貨櫃船中的 1,736 艘曾在港外等待，等待比例 20.89%。有在港外等待之貨櫃船的平均等待時間為 12.02 小時(標準差 17.05 小時)，最長等待時間為 445.28 小時。所有貨櫃船的平均等待時間為 2.51 小時(標準差 9.19 小時)，港內服務時間的平均值為 15.64 小時(標準差 20.45 小時)。

³ 在此貨櫃船係指全貨櫃船，不含半貨櫃船。

⁴ 資料分析時扣除 7 筆資料不全與 1 筆在港時間超過 3 個月之資料，實際分析 8,318 筆資料。

1. 連海裝卸公司#42~43 號碼頭

連海裝卸公司承租高雄港第一貨櫃中心#42~43 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 664 艘，貨櫃船的平均在港時間為 11.39 小時(標準差 11.22 小時)、平均港內服務時間為 9.55 小時(標準差 3.84 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 8.56 小時(標準差 3.81 小時)。

貨櫃船中的 111 艘曾在港外等待，等待比例為 16.72%。有等待船舶的平均等待時間為 11.00 小時(標準差 24.18 小時)，最長等待時間為 222.78 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.84 小時，標準差為 10.67 小時。

2003 年共計有 717 艘次的船舶靠泊#42~43 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 5,818.55 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.12 小時，碼頭使用率為 33.21%。全年貨櫃裝卸量為 254,259 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 43.70 TEU。

2. 萬海航運公司#63~64 號碼頭

萬海航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#63~64 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 1,119 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.29 小時(標準差 13.59 小時)、平均港內服務時間為 12.58 小時(標準差 10.82 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.16 小時(標準差 10.79 小時)。

貨櫃船中的 386 艘曾在港外等待，等待比例為 34.50%。有等待船舶的平均等待時間為 11.53 小時(標準差 11.12 小時)，最長等待時間為 150.33 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.71 小時(標準差 8.29 小時)。

2003 年共計有 1,337 艘次的船舶靠泊#63~64 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 13,065.13 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.77 小時，碼頭使用率為 74.57%。全年貨櫃裝卸量為 775,439.75 TEU，平

均毛裝卸效率為每小時 59.35 TEU。

3. 東方海外航運公司#65~66 號碼頭

東方海外航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#65~66 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 614 艘，貨櫃船的平均在港時間為 16.50 小時(標準差 9.09 小時)、平均港內服務時間為 15.35 小時(標準差 7.67 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 13.73 小時(標準差 7.64 小時)。

貨櫃船中的 61 艘曾在港外等待，等待比例為 9.93%。有等待船舶的平均等待時間為 11.59 小時(標準差 10.67 小時)，最長等待時間為 65.12 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.15 小時(標準差 4.82 小時)。

2003 年共計有 864 艘次的船舶靠泊#65~66 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8950.35 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.36 小時，碼頭使用率為 51.09%。全年貨櫃裝卸量為 696,292.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 77.80 TEU。

4. 美國總統輪船公司(APL)#68~69 號碼頭

美國總統輪船公司(APL)承租高雄港第三貨櫃中心#68~69 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 783 艘，貨櫃船的平均在港時間為 14.82 小時(標準差 13.25 小時)、平均港內服務時間為 13.99 小時(標準差 12.86 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 12.76 小時(標準差 12.85 小時)。

貨櫃船中的 71 艘曾在港外等待，等待比例為 9.07%。有等待船舶的平均等待時間為 9.15 小時(標準差 6.01 小時)，最長等待時間為 26.30 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 0.83 小時(標準差 3.19 小時)。

2003 年共計有 933 艘次的船舶靠泊#68~69 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8087.15 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.67 小時，

碼頭使用率為 46.16%。全年貨櫃裝卸量為 1193998.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 147.64 TEU。

5. 陽明海運公司#70 與#120 號碼頭

陽明海運公司承租高雄港第三貨櫃中心的#70 號貨櫃碼頭與第四貨櫃中心的#120 號貨櫃碼頭，因為兩座碼頭分處不同貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2003 年進港僅靠泊#70 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 540 艘，貨櫃船的平均在港時間為 18.00 小時(標準差 15.35 小時)、平均港內服務時間為 13.60 小時(標準差 13.01 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 12.47 小時(標準差 12.98 小時)。

貨櫃船中的 175 艘曾在港外等待，等待比例為 32.41%。有等待船舶的平均等待時間為 13.58 小時(標準差 10.52 小時)，最長等待時間為 67.12 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 4.40 小時(標準差 8.73 小時)。

2003 年共計有 570 艘次的船舶靠泊#70 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 6182.43 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.85 小時，碼頭使用率為 70.58%。全年貨櫃裝卸量為 610546.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 98.76 TEU。

進港僅靠泊#120 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 514 艘，貨櫃船的平均在港時間為 15.96 小時(標準差 17.35 小時)、平均港內服務時間為 12.51 小時(標準差 15.84 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.20 小時(標準差 15.83 小時)。

貨櫃船中的 143 艘曾在港外等待，等待比例為 27.82%。有等待船舶的平均等待時間為 12.38 小時(標準差 9.65 小時)，最長等待時間為 68.73 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.44 小時(標準差 7.52 小時)。

2003 年共計有 549 艘次的船舶靠泊#120 碼頭，船舶靠泊碼頭的

時間總計為 5154.33 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.39 小時，碼頭使用率為 58.84%。全年貨櫃裝卸量為 329915.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 64.01 TEU。

6. 現代商船公司#75 號碼頭

現代商船公司承租高雄港第五貨櫃中心#75 號貨櫃碼頭一座。2003 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 484 艘，貨櫃船的平均在港時間為 9.92 小時(標準差 5.26 小時)、平均港內服務時間為 8.51 小時(標準差 4.37 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 7.39 小時(標準差 4.35 小時)。

貨櫃船中的 100 艘曾在港外等待，等待比例為 20.66%。有等待船舶的平均等待時間為 6.81 小時(標準差 4.24 小時)，最長等待時間為 26.90 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.41 小時(標準差 3.38 小時)。

2003 年共計有 761 艘次的船舶靠泊#75 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 3517.3 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 4.62 小時，碼頭使用率為 40.15%。全年貨櫃裝卸量為 235304.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 66.90 TEU。

7. 臺灣快桅輪船公司#76~77 與#118~119 號碼頭

臺灣快桅輪船公司承租高雄港四座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#76~77 號碼頭與第四貨櫃中心的#118~119 號貨櫃碼頭，因為四座碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2003 年進港僅靠泊#76~77 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 657 艘，貨櫃船的平均在港時間為 20.26 小時(標準差 13.93 小時)、平均港內服務時間為 17.91 小時(標準差 12.18 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 16.78 小時(標準差 12.19 小時)。

貨櫃船中的 112 艘曾在港外等待，等待比例為 17.05%。有等待船舶的平均等待時間為 13.77 小時(標準差 13.64 小時)，最長等待時間

為 82.52 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.35 小時(標準差 7.64 小時)。

2003 年共計有 910 艘次的船舶靠泊#76~77 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 8480.17 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.32 小時，碼頭使用率為 48.40%。全年貨櫃裝卸量為 773165.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 91.17 TEU。

進港僅靠泊#118~119 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 418 艘，貨櫃船的平均在港時間為 15.25 小時(標準差 15.95 小時)、平均港內服務時間為 12.94 小時(標準差 6.61 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.60 小時(標準差 6.42 小時)。

貨櫃船中的 47 艘曾在港外等待，等待比例為 11.24%。有等待船舶的平均等待時間為 20.56 小時(標準差 40.78 小時)，最長等待時間為 238.93 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.31 小時(標準差 15.02 小時)。

2003 年共計有 779 艘次的船舶靠泊#118~119 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 7370.02 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.46 小時，碼頭使用率為 42.07%。全年貨櫃裝卸量為 543576.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 73.76 TEU。

8. 韓進海運公司#78 號碼頭

韓進海運公司承租高雄港第五貨櫃中心#78 號貨櫃碼頭一座。2003 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 482 艘，貨櫃船的平均在港時間為 14.60 小時(標準差 10.25 小時)、平均港內服務時間為 12.60 小時(標準差 7.02 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 11.42 小時(標準差 7.04 小時)。

貨櫃船中的 74 艘曾在港外等待，等待比例為 15.35%。有等待船舶的平均等待時間為 13.06 小時(標準差 14.01 小時)，最長等待時間為 94.40 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.01 小時(標準差 7.21

小時)。

2003 年共計有 780 艘次的船舶靠泊#78 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 4607.32 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 5.91 小時，碼頭使用率為 52.59%。全年貨櫃裝卸量為 523033.75 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 113.52 TEU。

9. 長榮海運公司#79~81 與#115~117 號碼頭

長榮海運公司承租高雄港六座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#79~81 號碼頭與第四貨櫃中心的#115~117 號碼頭，因為碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2003 年進港僅靠泊#79~81 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 865 艘，貨櫃船的平均在港時間為 25.77 小時(標準差 33.15 小時)、平均港內服務時間為 22.40 小時(標準差 32.56 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 21.19 小時(標準差 32.53 小時)。

貨櫃船中的 262 艘曾在港外等待，等待比例為 30.29%。有等待船舶的平均等待時間為 11.11 小時(標準差 8.27 小時)，最長等待時間為 58.20 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 3.37 小時(標準差 6.84 小時)。

2003 年共計有 1,209 艘次的船舶靠泊#79~81 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 16030.12 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 13.26 小時，碼頭使用率為 61.00%。全年貨櫃裝卸量為 1490290.25 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 92.95 TEU。

進港僅靠泊#115~117 號碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 726 艘，貨櫃船的平均在港時間為 26.15 小時(標準差 34.71 小時)、平均港內服務時間為 24.67 小時(標準差 34.59 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 23.53 小時(標準差 34.56 小時)。

貨櫃船中的 105 艘曾在港外等待，等待比例為 14.46%。有等待船舶的平均等待時間為 10.24 小時(標準差 6.59 小時)，最長等待時間

為 45.77 小時 而所有貨櫃船的平均等待時間為 1.48 小時(標準差 4.38 小時)。

2003 年共計有 838 艘次的船舶靠泊#115~117 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 14431.30 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 17.22 小時，碼頭使用率為 54.91%。全年貨櫃裝卸量為 1091358 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 75.62 TEU。

10. 日本郵船公司#121 號碼頭

日本郵船公司承租高雄港第四貨櫃中心#121 號貨櫃碼頭一座。2003 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 318 艘，貨櫃船的平均在港時間為 21.32 小時(標準差 20.72 小時)、平均港內服務時間為 18.58 小時(標準差 19.63 小時)、平均靠碼頭與移泊時間為 17.15 小時(標準差 19.59 小時)。

貨櫃船中的 73 艘曾在港外等待，等待比例為 22.96%。有等待船舶的平均等待時間為 11.95 小時(標準差 13.68 小時)，最長等待時間為 116.63 小時。而所有貨櫃船的平均等待時間為 2.74 小時(標準差 8.24 小時)。

2003 年共計有 369 艘次的船舶靠泊#121 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間總計為 3494.45 小時，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.47 小時，碼頭使用率為 39.89%。全年貨櫃裝卸量為 311719.5 TEU，平均毛裝卸效率為每小時 89.20 TEU。

3.5 各貨櫃碼頭服務特性比較

3.5.1 船舶在港時間分析

圖 3.4 顯示 2005 年不同碼頭營運者各別的船舶在港時間。由圖可以明顯看出租賃碼頭中以長榮海運碼頭的船舶在港時間較高，現代商

船碼頭的船舶在港時間最短。

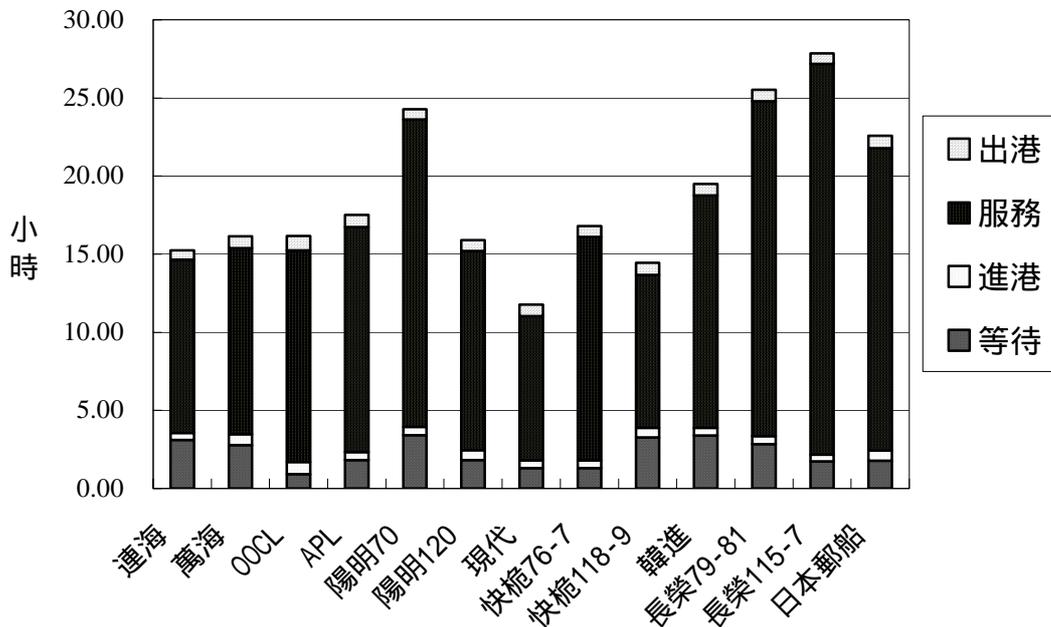


圖 3.4 高雄港 2005 年各貨櫃碼頭貨櫃船之在港時間比較

3.5.2 港外等待分析

表 3.4 顯示 2005 年不同碼頭營運者各別的船舶港外等待情形。在等待比例方面，各貨櫃碼頭的等待比例均小於 25%，等待情況尚佳，其中以陽明#70 碼頭、萬海、長榮#79~81 碼頭的等待比例較高，超過 20%，以東方海外、快桅#76~77 碼頭的等待比例低於 10% 最低。在等待時間方面，各貨櫃碼頭的有等待船舶之平均等待時間多介於 12~15 小時，以現代的 8.58 小時、陽明#120 碼頭的 9.49 小時最低，而以快桅#118~119 碼頭的 22.82 小時最高，惟此數據可能係受到最長等待時間 (285.48 小時) 此極端值的影響。所有船舶的平均等待時間均小於 4 小時，以現代、快桅#76~77 碼頭的 1.3 小時最低，東方海外的 3.8 小時、陽明#70 碼頭、韓進的 3.4 小時較高。

表 3.4 高雄港 2005 年各碼頭之港外等待分析

碼頭別	等待船數	等待比例	有等待船舶之平均等待時間 (小時)	所有船舶之平均等待時間 (小時)	最長等待時間 (小時)
連海	88	12.70%	13.27	3.10	159.30
萬海	263	22.31%	12.45	2.78	76.98
東方海外	56	9.05%	10.16	3.83	43.98
APL	115	14.02%	12.91	1.81	61.08
陽明 70	101	23.65%	14.45	3.42	84.68
陽明 120	106	19.06%	9.49	1.81	35.08
現代	74	15.20%	8.58	1.30	48.63
快桅 76~7	60	9.20%	14.22	1.31	2.92
快桅 118~9	82	14.29%	22.82	3.26	285.48
韓進	72	18.41%	18.44	3.40	105.00
長榮 79~81	189	21.98%	12.91	2.84	88.18
長榮 115~7	95	14.48%	11.94	1.73	75.17
日本郵船	47	13.31%	13.33	1.77	64.77

3.5.3 碼頭使用率與平均毛裝卸效率分析

表 3.5 顯示高雄港 2005 年各貨櫃碼頭的碼頭使用率與平均毛裝卸效率。碼頭使用率表示船舶佔用碼頭時間之長短，在此各貨櫃碼頭使用率的計算方式為：

$$\text{碼頭使用率} = \frac{\text{船舶靠碼頭總時間}}{365 \text{ 天} * 24 \text{ 時/天} * \text{碼頭數}}$$

各貨櫃碼頭的使用率多介於 40%~60%，以連海的 37.46%、快桅 118~119 號碼頭的 38.9%最低，陽明 120 號碼頭 萬海與 APL 超過 70% 較高。

平均毛裝卸效率為全年貨櫃裝卸量(TEU)除以船舶靠碼頭總時間，各貨櫃碼頭中以韓進的 118.8TEU/小時最高，連海的 42.94TEU/小時最低。

表 3.5 高雄港 2005 年各貨櫃碼頭之碼頭使用率與平均毛裝卸效率

碼頭別	貨櫃裝卸量 (TEU)	總靠碼頭時間 (小時)	碼頭使用率 (%)	平均毛裝卸 效率 (TEU/小時)
連海	281,804.00	6,563	37.46	42.94
萬海	809,040.50	12,892	73.58	62.76
東方海外	812,305.00	8,776	50.09	92.56
APL	1,401,695.25	12,795	73.03	109.55
陽明 70	645,810.50	5,959	68.02	108.38
陽明 120	481,597.50	6,710	76.60	71.77
現代	298,811.75	4,133	47.18	72.30
快桅 76~7	732,640.50	8,186	46.72	89.50
快桅 118~9	492,200.50	6,816	38.90	72.21
韓進	540,992.00	4,554	51.98	118.80
長榮 79~81	1,500,203.00	14,711	55.98	101.98
長榮 115~7	1,096,315.75	13,457	51.20	81.47
日本郵船	357,474.75	4,416	50.41	80.94

第四章 高雄港貨櫃碼頭的等待模式

一個港埠等待系統可以用下列四項特性來描述：1.船舶到港時間間隔分配。2.船舶服務時間分配。3.提供服務的船席(碼頭)數。4.服務方式(一般為先到先服務 FCFS)。本章以高雄港 2004 年與 2005 年的船舶動態資料為基礎，分析高雄港各貨櫃碼頭的船舶抵港時間間隔分配與服務時間分配，確認各碼頭的等待模式。

4.1 分配檢定方法

要確認一群資料是否是指數分配或耳郎分配，在統計分析上實際次數分配與理論分配是否配合適當的問題，是屬於適合度檢定問題，可依卡方檢定法或 K-S 檢定法以進行適合度檢定。兩檢定法均曾應用於船舶抵港時間間距分配與服務時間分配之檢定，郭塗城等人(民 89)曾比較兩方法應用於船舶抵港時間間距分配檢定間的差異。

文中指出：卡方檢定應用於船舶抵港時間間距分配之檢定時，必須先針對樣本進行分組，而分組常造成資料顯示訊息的流失，且分組組距的決定須多次嘗試檢定，以便找到較佳的結果，造成時間上的耗費，因此，分組(組數與組距的選取)為卡方適合度檢定的重要關鍵。其以高雄港全港船舶資料檢定為例，分析結果顯示當分組之組數(分別為 34 及 27)與組距(分別為 0.2 小時與 0.25 小時)不同時的檢定結果不同，以 0.25 小時為組距之組別無法通過信賴水準為 95%之卡方適合度檢定。

K-S 檢定主要的進行方式是藉由對樣本資料的重新排序及累積機率的應用，容許不進行分組，將資料完整呈現，具有檢定的便利性，減少因分組造成樣本資料訊息的流失。因 K-S 檢定法有此便利性，故進行大量檢定分析時可應用 K-S 檢定法進行。惟檢定樣本數較多時，K-S 檢定法有不易通過檢定的缺點 該研究針對同一樣本以兩方法分別

進行檢定，結果顯示：當船舶艘數較少時(如單一碼頭之 404 艘)，卡方檢定與 K-S 檢定沒有差異，但當船舶艘數較多時(如整個貨櫃中心 1423 艘及全港 7729 艘)，以卡方檢定可以通過 95%的信賴水準，但以 K-S 檢定法卻無法通過 95%的信賴水準。文中推論 K-S 檢定在大樣本時的臨界值過於嚴格，導致檢定不易通過的現象，建議在以 K-S 法檢定時應適度放寬修正臨界值，以符合實務應用之需求。

高雄港的貨櫃碼頭共計 26 座，目前有公用碼頭 3 座、租賃碼頭 23 座。惟 3 座公用貨櫃碼頭均無設置橋式起重機，實際上係當一般散雜貨碼頭使用，因此，在分析各貨櫃碼頭的等待模式時，針對 23 座租賃貨櫃碼頭做探討。此 23 座貨櫃碼頭分別租給連海裝卸公司、萬海航運公司、東方海外公司(OOCL)、美國總統輪船公司(APL)、陽明海運(YML)、現代商船公司(HYUNDAI)、快桅輪船公司(MAERSK)、韓進海運、長榮海運(EMC)、日本郵船等 10 家公司。由於各個貨櫃航商、裝卸公司各自營運，且快桅、長榮與陽明三家公司的貨櫃碼頭分別位於兩貨櫃中心，因此在進行等待模式分析時，共計要檢定 13 筆的貨櫃船抵港時間間距分配與 13 筆的貨櫃船服務時間分配資料。每筆資料少則數百筆，多達一千多筆，為求檢定的便利性，減少資料分組的工作，選擇採用 K-S 檢定法進行檢定，並將郭塗城等人(民 89)之檢定建議納入考量，當 95%的信賴水準無法通過時，放寬檢定的臨界值。

K-S 檢定法的檢定步驟如下：

1. 計算理論分配各階段的累加機率 $F(x)$ 。
2. 計算實際分配各階段的累加機率 $S(x)$ 。
3. 計算各階段理論分配與實際分配累加機率之差的絕對值 $|F(x) - S(x)|$ 。
4. 找出 K-S 檢定的統計量 $D = \max |F(x) - S(x)|$ 。
5. 查 K-S 檢定附表，由樣本大小 n 及顯著水準 α ，找出臨界值 $D_{\alpha/2}$ 。當 $D > D_{\alpha/2}$ 時，則拒絕 H_0 。

在此，運用數學軟體 Mathematica 撰寫程式以進行檢定，分別依序計算指數分配與形狀參數從 2 至 20 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = \max |F(x) - S(x)|$ 。

4.2 各貨櫃碼頭的檢定結果

4.2.1 2004 年各貨櫃碼頭的等待模式檢定

1. 連海裝卸公司#42~43 碼頭

連海裝卸公司承租高雄港第一貨櫃中心#42~43 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 752 艘。船舶抵港時間間距有 751 個，分配如圖 4.1(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 11.67 小時，標準差為 9.78 小時。在 $\alpha = 0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = \max |F(x) - S(x)| = 0.0632 > D_{\alpha/2} = 0.0595$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為指數近似分配。

2004 年共計有 841 艘次的船舶靠泊#42~43 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.1(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 7.76 小時，標準差為 3.87 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0367 < D_{\alpha/2} = 0.0469$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 4 之耳朗分配。則連海裝卸公司#42~43 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間可能為指數近似分配，船舶服務時間適配形狀參數為 4 之耳朗分配，等待模式接近 M/E4/2 模式。

2. 萬海航運公司#63~64 碼頭

萬海航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#63~64 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 1,189 艘。船舶抵港時間間距有 1,188 個，分配如圖 4.2(a)

所示，船舶抵港時間間距的平均數為 7.39 小時，標準差為 6.78 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0290 < D_{\alpha/2}=0.0395$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2004 年共計有 1,284 艘次的船舶靠泊#63~64 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.2(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.36 小時，標準差為 4.59 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 6 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0233 < D_{\alpha/2}=0.0380$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 6 之耳朗分配。則萬海航運公司#63~64 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 6 之耳朗分配，等待模式為 M/E6/2 模式。

3. 東方海外航運公司(OOCL)#65~66 碼頭

東方海外航運公司(OOCL)承租高雄港第二貨櫃中心#65~66 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 683 艘。船舶抵港時間間距有 682 個，分配如圖 4.3(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 12.85 小時，標準差為 11.71 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0386 < D_{\alpha/2} = 0.0521$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2004 年共計有 910 艘次的船舶靠泊#65~66 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.3(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.91 小時，標準差為 5.91 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0539 < D_{\alpha/2}=0.0540$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則東方海外航運公司#65~66 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 M/E3/2 模式。

4. 美國總統輪船公司(APL)#68~69 碼頭

美國總統輪船公司(APL)承租高雄港第三貨櫃中心#68~69 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 773 艘。船舶抵港時間間距有 772 個，分配如圖 4.4(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 11.35 小時，標準差為 9.33 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0607 > D_{\alpha/2} = 0.0587$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為指數近似分配。

2004 年共計有 1,057 艘次的船舶靠泊#68~69 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.4(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.06 小時，標準差為 5.03 小時。在 $\alpha = 0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0812 > D_{\alpha/2} = 0.0501$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為形狀參數 3 之耳朗近似分配。則美國總統輪船公司(APL)#68~69 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間可能為指數近似分配，船舶服務時間可能為形狀參數 3 之耳朗近似分配，等待模式接近 M/E3/2 模式。

5. 陽明海運公司#70 與#120 碼頭

陽明海運公司承租高雄港第三貨櫃中心的#70 貨櫃碼頭與第四貨櫃中心的#120 貨櫃碼頭，因為兩座碼頭分處不同貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#70 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 444 艘。船舶抵港時間間距有 443 個，分配如圖 4.5(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 19.78 小時，標準差為 12.49 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0568 < D_{\alpha/2} = 0.0646$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。

2004 年共計有 490 艘次的船舶靠泊#70 碼頭，船舶靠泊碼頭的時

間分配如圖 4.5(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 12.20 小時，標準差為 5.71 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0612 < D_{\alpha/2} = 0.0614$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 4 之耳朗分配。則陽明海運公司 #70 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間適配形狀參數為 4 之耳朗分配，等待模式為 E2/E4/1 模式。

在 2004 年進港僅靠泊#120 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 562 艘。船舶抵港時間間距有 561 個，分配如圖 4.6(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 15.64 小時，標準差為 13.38 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0748 > D_{\alpha/2} = 0.0688$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為指數近似分配。

2004 年共計有 630 艘次的船舶靠泊#120 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.6(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.56 小時，標準差為 5.63 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 5 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0445 < D_{\alpha/2} = 0.0542$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 5 之耳朗分配。則陽明海運公司#120 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間間距可能為指數近似分配，船舶服務時間適配形狀參數為 5 之耳朗分配，等待模式接近 M/E5/1 模式。

6. 現代商船公司#75 碼頭

現代商船公司承租高雄港第五貨櫃中心#75 貨櫃碼頭一座。2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 560 艘。船舶抵港時間間距有 559 個，分配如圖 4.7(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 15.69 小時，標準差為 12.67 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0462 < D_{\alpha/2}=0.0575$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間

距分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。

2004 年共計有 853 艘次的船舶靠泊#75 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.7(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 4.75 小時，標準差為 2.42 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0481 < D_{\alpha/2}=0.0558$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則現代商船公司#75 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 E2/E3/1 模式。

7. 臺灣快桅輪船公司#76~77 與#118~119 碼頭

臺灣快桅輪船公司承租高雄港四座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#76~77 碼頭與第四貨櫃中心的#118~119 貨櫃碼頭，因為四座碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#76~77 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 723 艘。船舶抵港時間間距有 722 個，分配如圖 4.8(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 12.14 小時，標準差為 10.39 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0586 < D_{\alpha/2}=0.0607$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2004 年共計有 947 艘次的船舶靠泊#76~77 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.8(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.19 小時，標準差為 6.15 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0387 < D_{\alpha/2}=0.0442$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。則臺灣快桅輪船公司#76~77 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式為 M/E2/2 模式。

在 2004 年進港僅靠泊#118~119 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 488 艘。船舶抵港時間間距有 487 個，分配如

圖 4.9(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 17.89 小時，標準差為 14.74 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0834 > D_{\alpha/2} = 0.0739$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為指數近似分配。

2004 年共計有 869 艘次的船舶靠泊#118~119 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.9(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.59 小時，標準差為 6.65 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0465 < D_{\alpha/2} = 0.0553$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。則臺灣快桅輪船公司#118~119 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間可能為指數近似分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式接近 M/E2/2 模式。

8. 韓進海運公司#78 碼頭

韓進海運公司承租高雄港第五貨櫃中心#78 貨櫃碼頭一座。2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 445 艘。船舶抵港時間間距有 444 個，分配如圖 4.10(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 19.70 小時，標準差為 14.86 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0246 < D_{\alpha/2} = 0.0645$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。

2004 年共計有 719 艘次的船舶靠泊#78 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.10(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 7.07 小時，標準差為 4.81 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0442 < D_{\alpha/2} = 0.0507$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。則韓進海運公司#78 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式為 E2/E2/1 模式。

9. 長榮海運公司#79~81 與#115~117 碼頭

長榮海運公司承租高雄港六座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#79~81 碼頭與第四貨櫃中心的#115~117 碼頭，因為碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2004 年進港僅靠泊#79~81 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 874 艘。船舶抵港時間間距有 873 個，分配如圖 4.11(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 10.03 小時，標準差為 9.05 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0334 < D_{\alpha/2} = 0.0460$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2004 年共計有 1,098 艘次的船舶靠泊#79~81 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.11(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 14.45 小時，標準差為 8.06 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0190 < D_{\alpha/2}=0.0410$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則長榮海運公司#79~81 碼頭的碼頭 3 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 M/E3/3 模式。

在 2004 年進港僅靠泊#115~117 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 680 艘。船舶抵港時間間距有 679 個，分配如圖 4.12(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 12.86 小時，標準差為 10.68 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0493 < D_{\alpha/2} = 0.0522$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

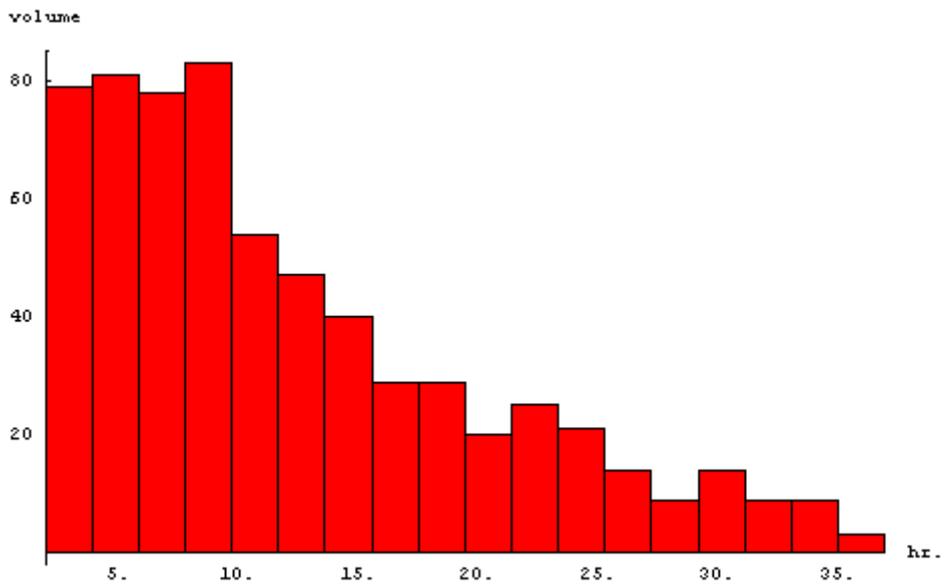
2004 年共計有 820 艘次的船舶靠泊#115~117 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.12(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 18.57 小時，標準差為 9.76 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0481 < D_{\alpha/2}=0.0569$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 4 之耳朗分配。則長榮海

運公司#115~117 碼頭的碼頭 3 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 4 之耳朗分配，等待模式為 M/E4/3 模式。

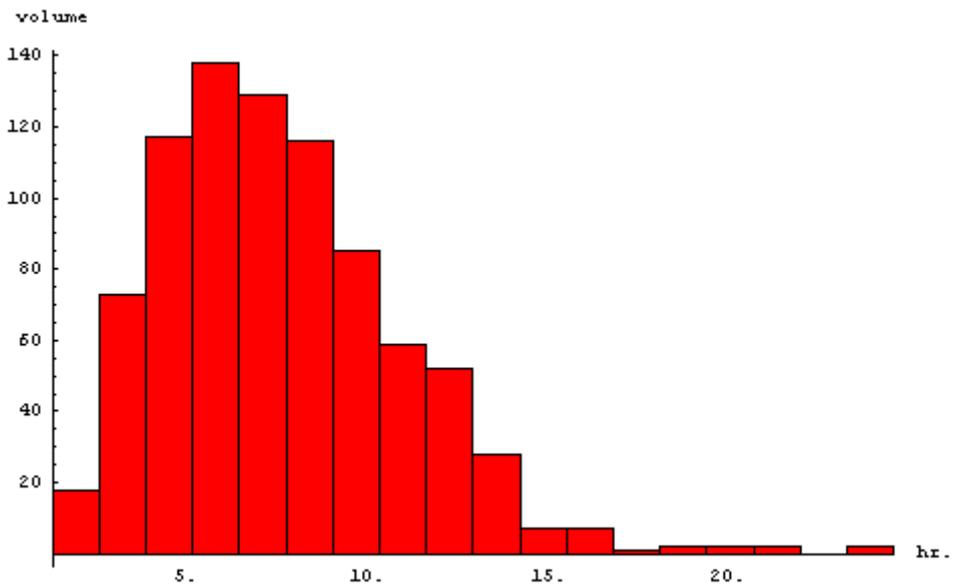
10. 日本郵船公司#121 碼頭

日本郵船公司承租高雄港第四貨櫃中心#121 貨櫃碼頭一座 2004 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 275 艘。船舶抵港時間間距有 274 個，分配如圖 4.13(a) 所示，船舶抵港時間間距的平均數為 31.93 小時，標準差為 34.83 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0864 < D_{\alpha/2} = 0.0985$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2004 年共計有 333 艘次的船舶靠泊#121 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.13(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.63 小時，標準差為 8.00 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0505 < D_{\alpha/2}=0.0745$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。則日本郵船公司#121 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式為 M/E2/1 模式。

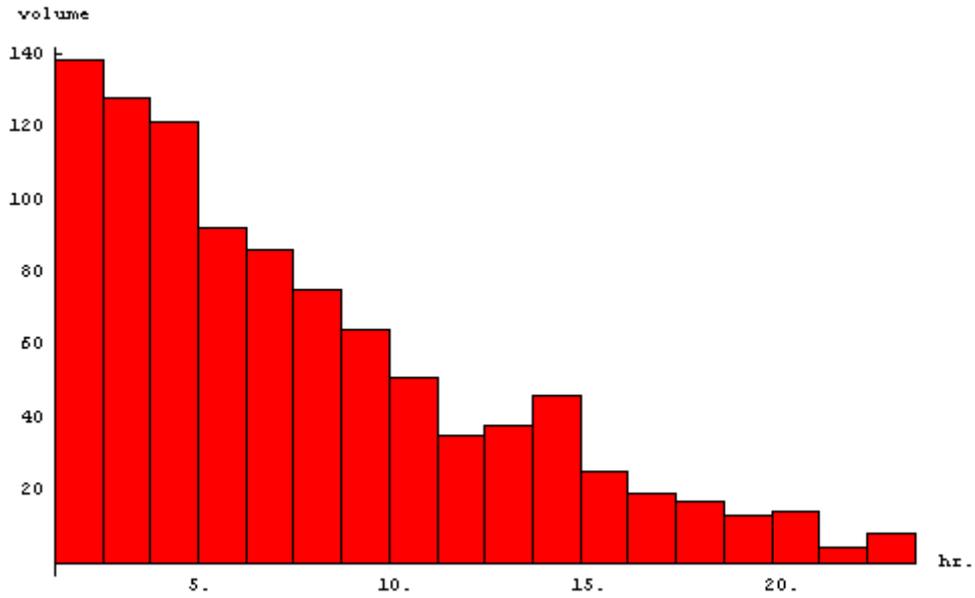


(a) 抵港時間間距分配

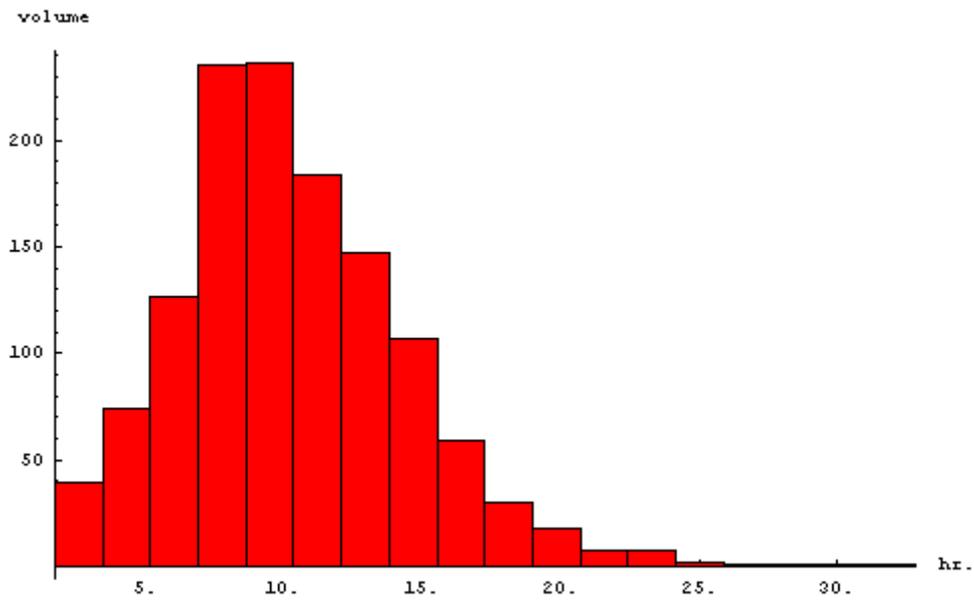


(b) 服務時間分配

圖 4.1 2004 年連海#42~43 碼頭的船舶抵港與服務分配

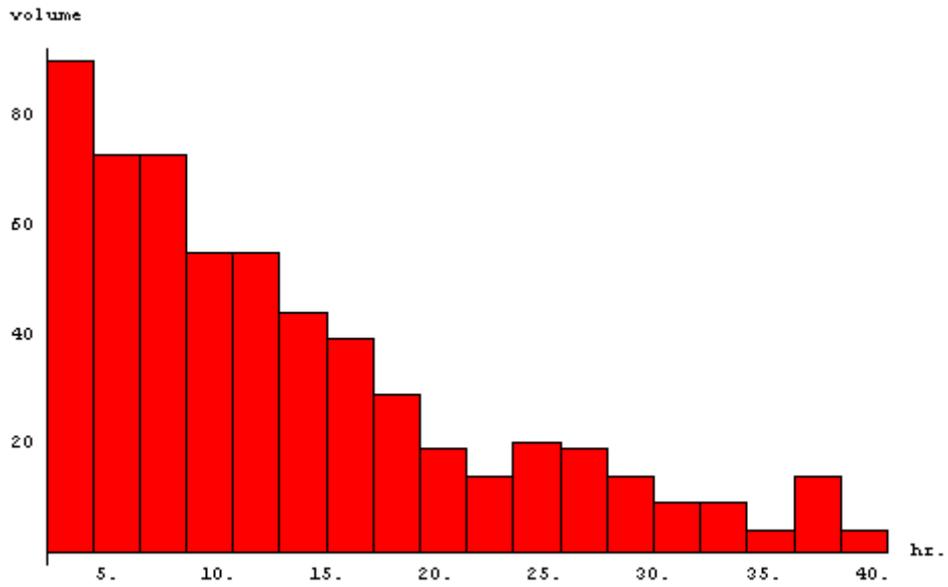


(a) 抵港時間間距分配

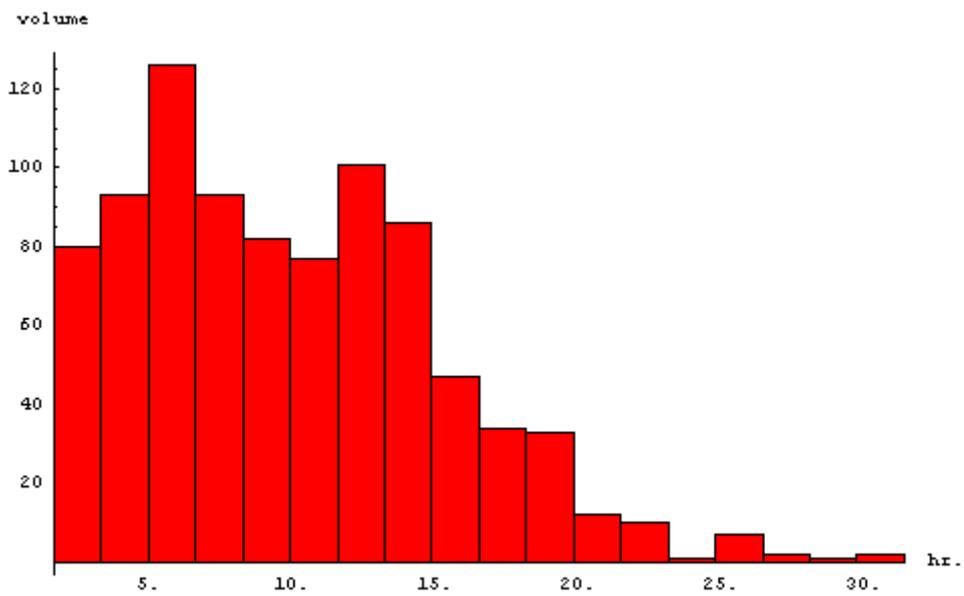


(b) 服務時間分配

圖 4.2 2004 年萬海#63~64 碼頭的船舶抵港與服務分配

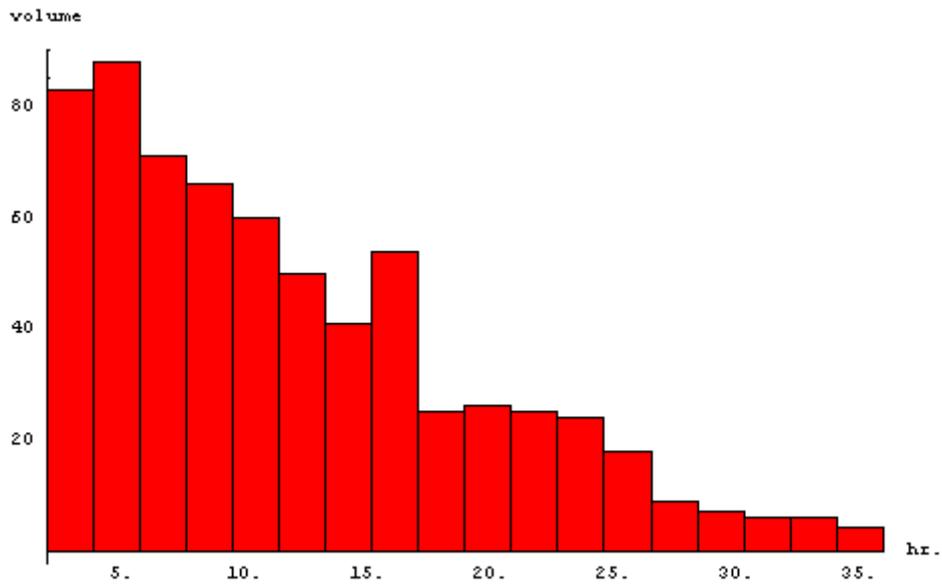


(a) 抵港時間間距分配

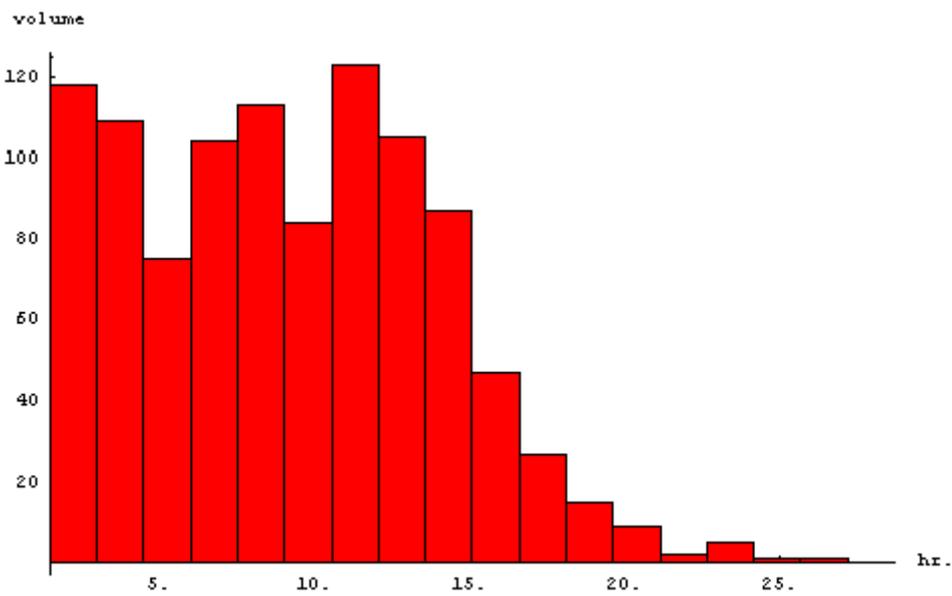


(b) 服務時間分配

圖 4.3 2004 年 OOCL#65~66 碼頭的船舶抵港與服務分配

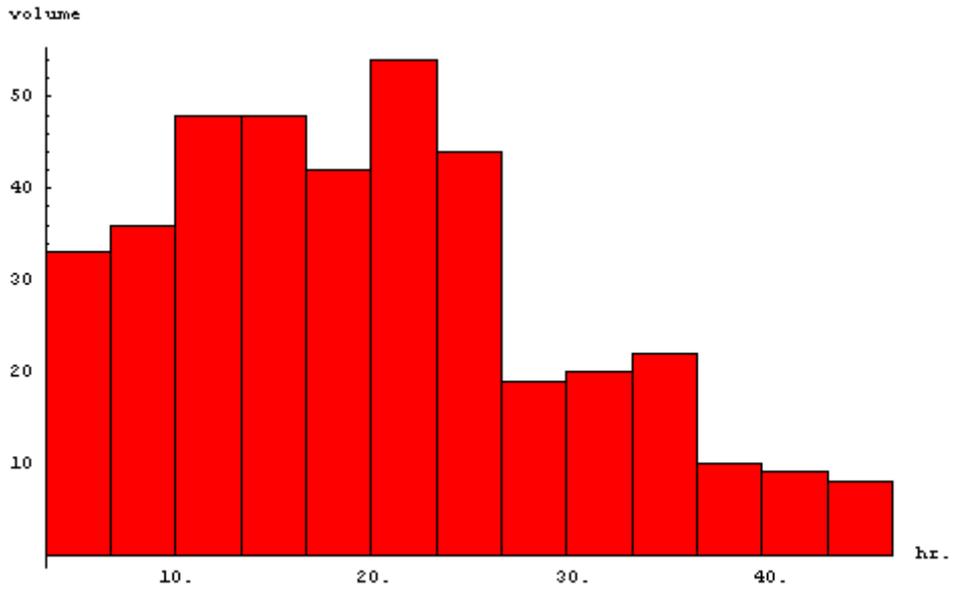


(a) 抵港時間間距分配

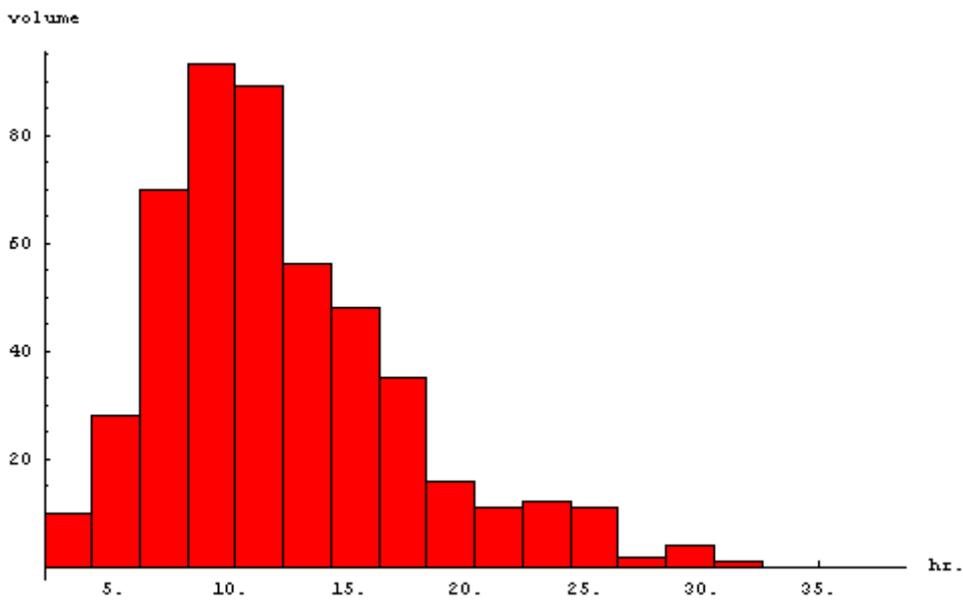


(b) 服務時間分配

圖 4.4 2004 年 APL#68~69 碼頭的船舶抵港與服務分配

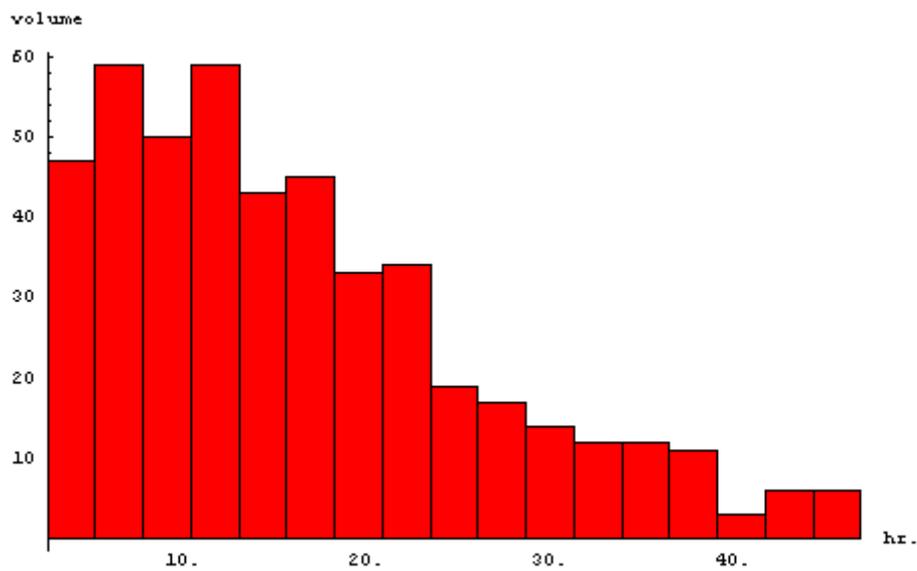


(a) 抵港時間間距分配

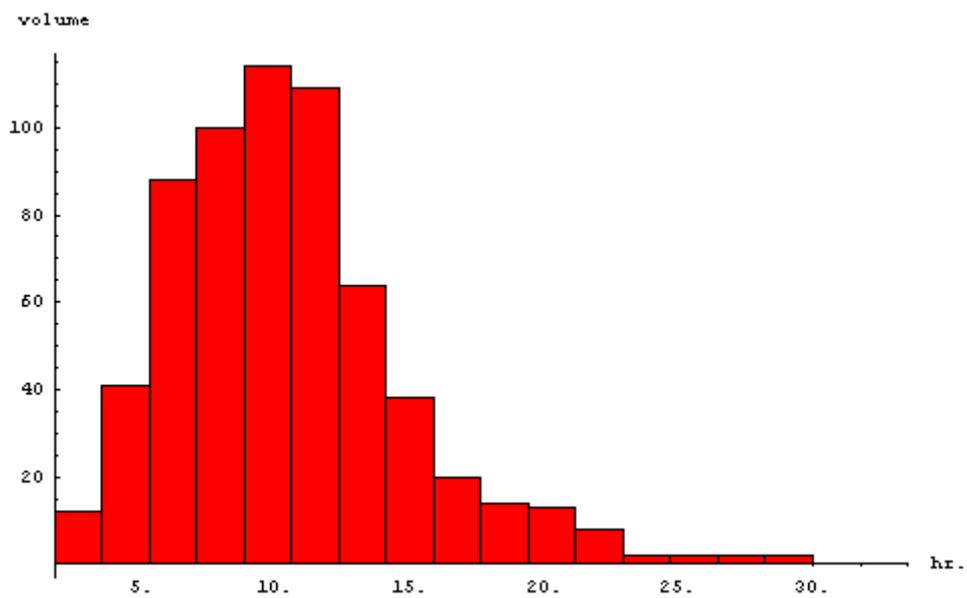


(b) 服務時間分配

圖 4.5 2004 年陽明#70 碼頭的船舶抵港與服務分配

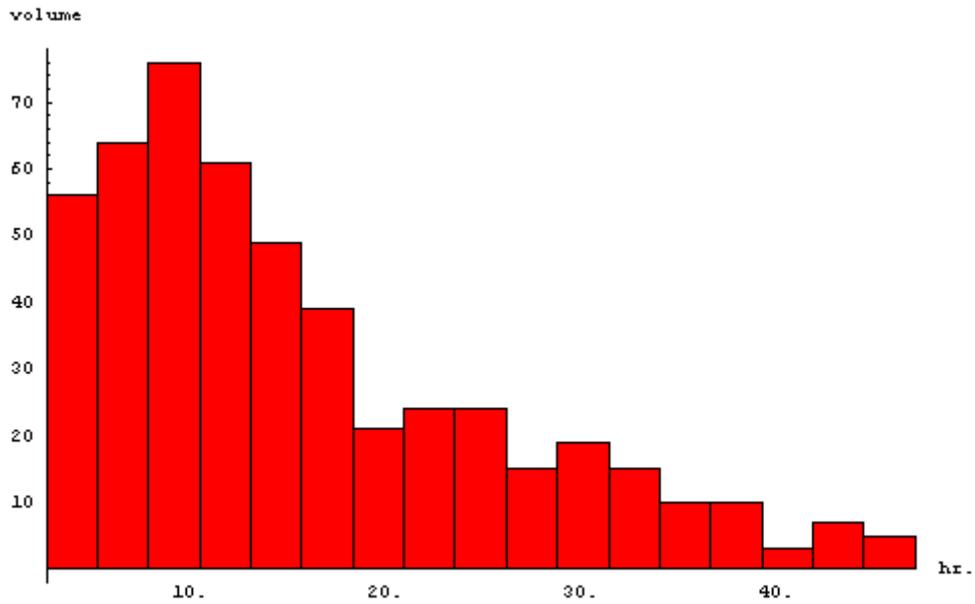


(a) 抵港時間間距分配

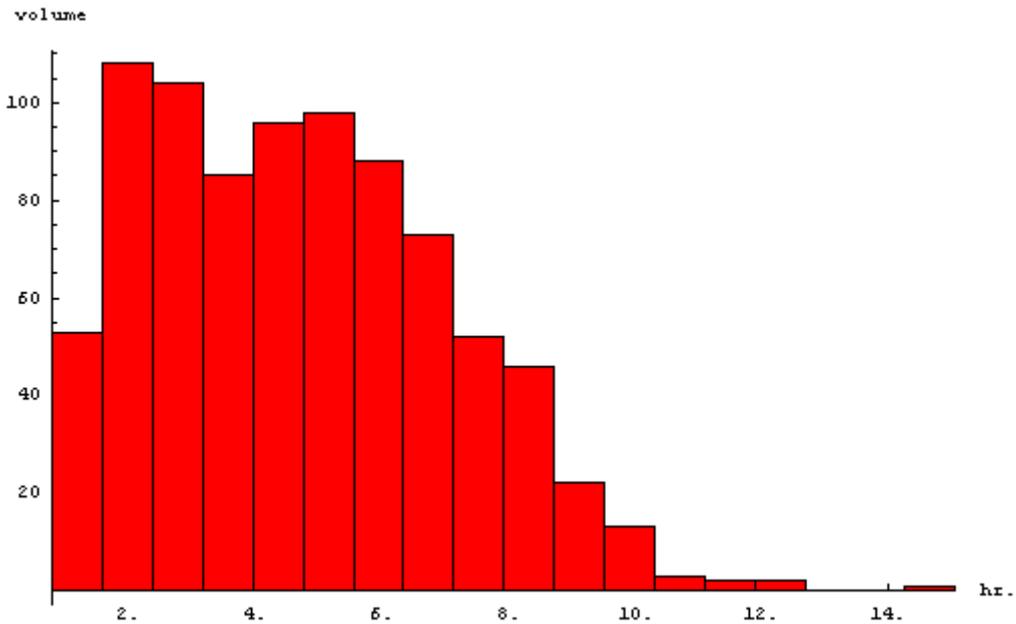


(b) 服務時間分配

圖 4.6 2004 年陽明#120 碼頭的船舶抵港與服務分配

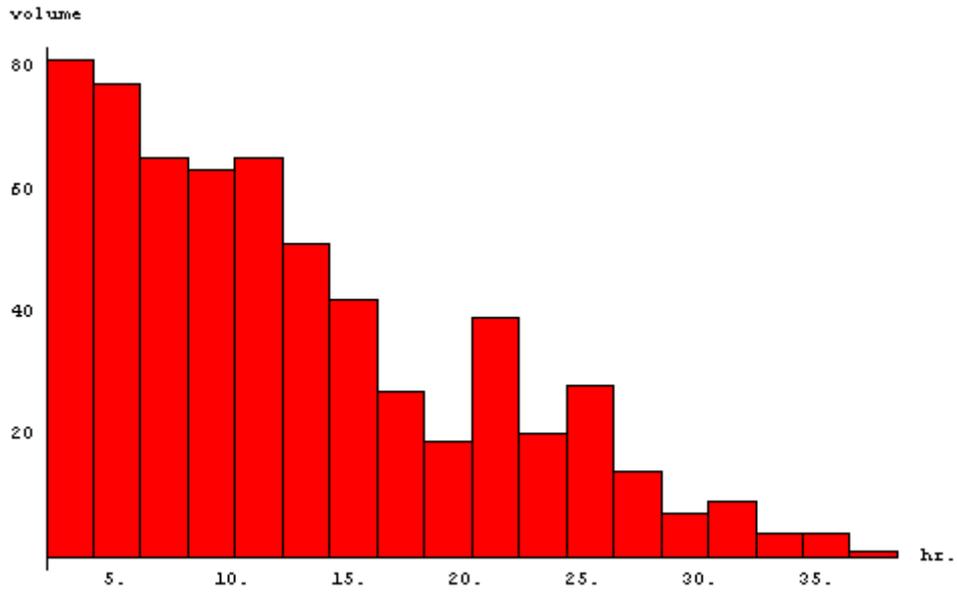


(a) 抵港時間間距分配

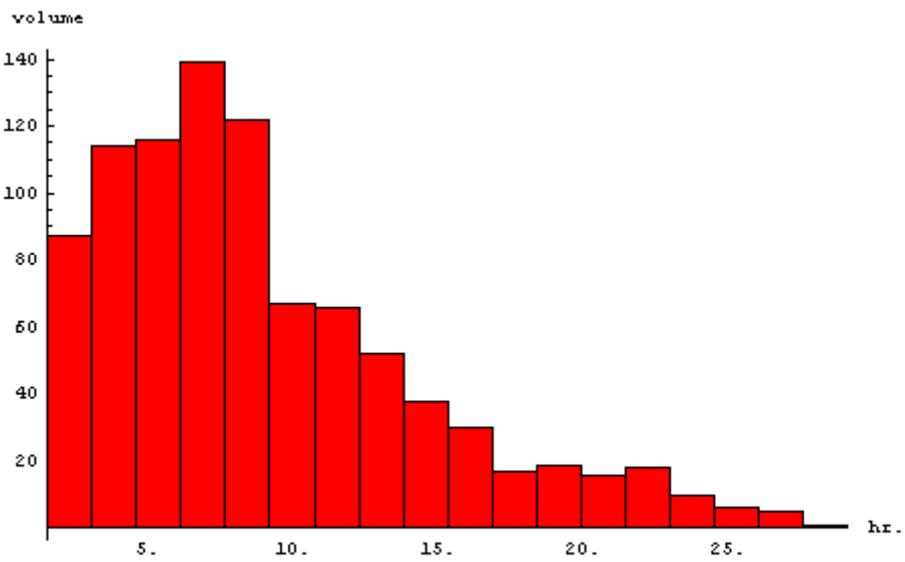


(b) 服務時間分配

圖 4.7 2004 年現代#75 碼頭的船舶抵港與服務分配

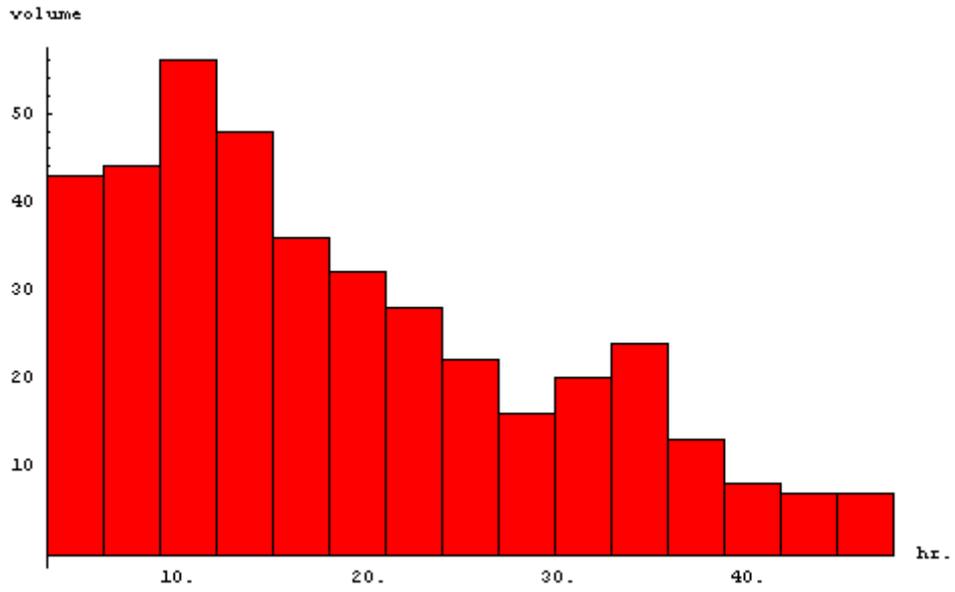


(a) 抵港時間間距分配

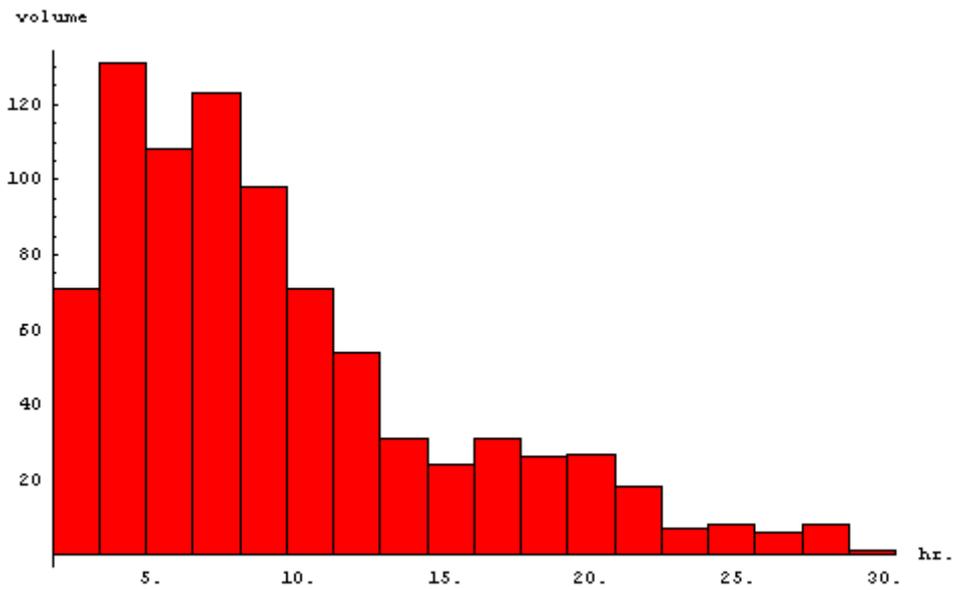


(b) 服務時間分配

圖 4.8 2004 年快桅#76~77 碼頭的船舶抵港與服務分配

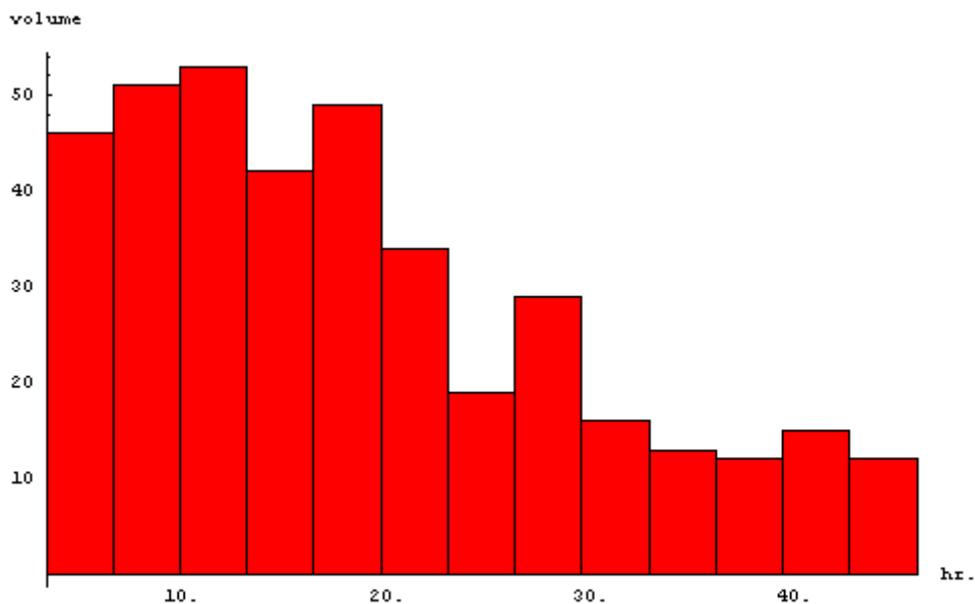


(a) 抵港時間間距分配

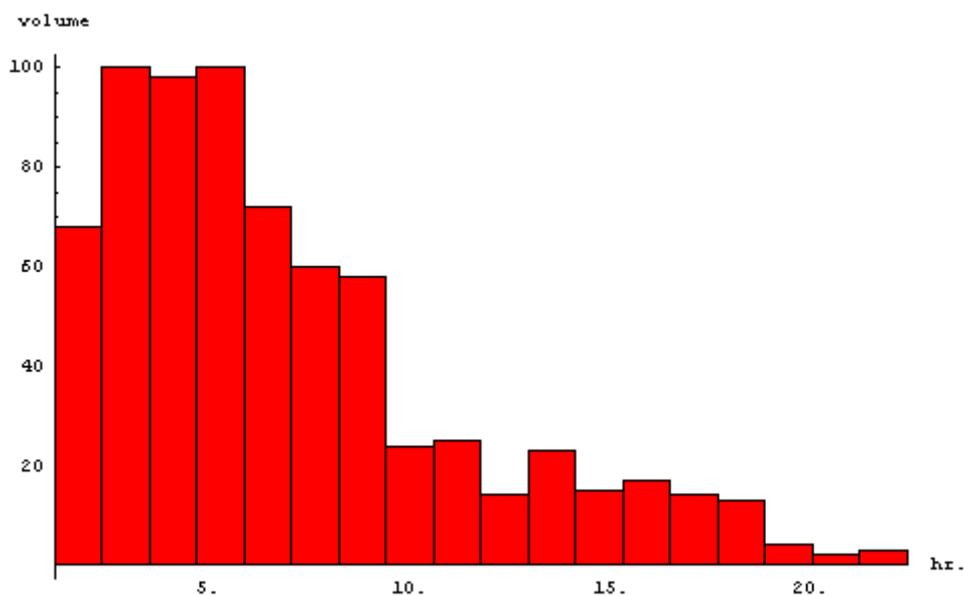


(b) 服務時間分配

圖 4.9 2004 年快桅#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配

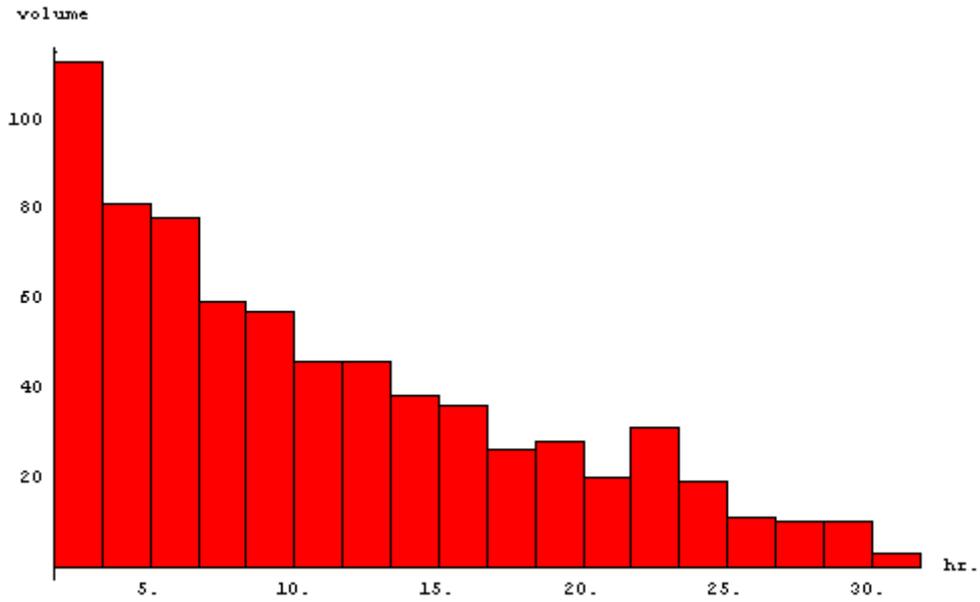


(a) 抵港時間間距分配

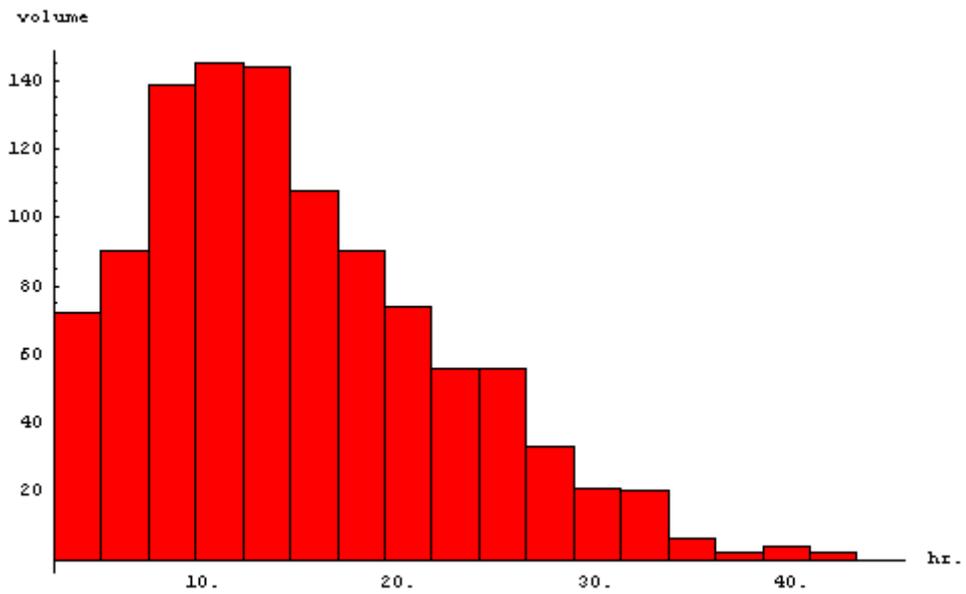


(b) 服務時間分配

圖 4.10 2004 年韓進#78 碼頭的船舶抵港與服務分配

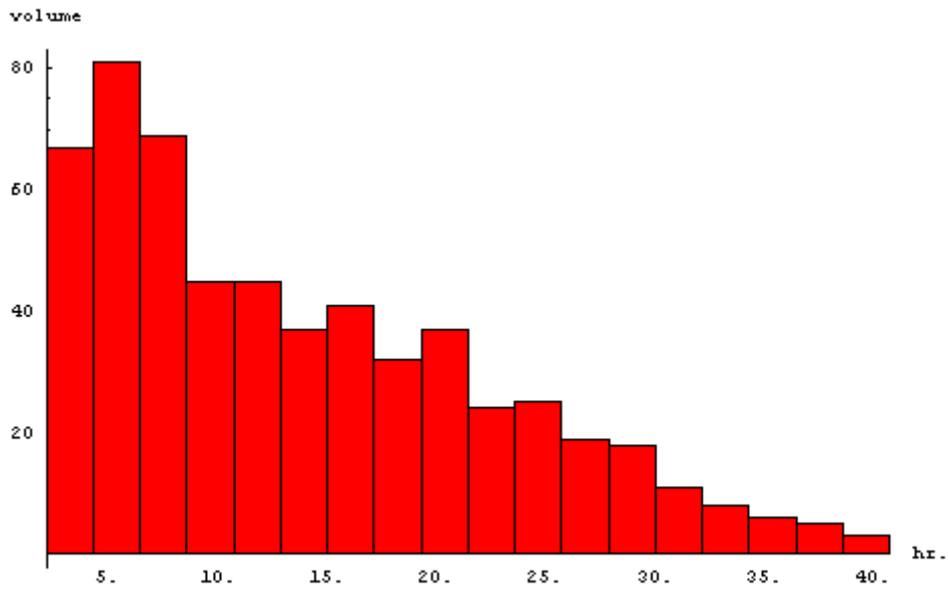


(a) 抵港時間間距分配

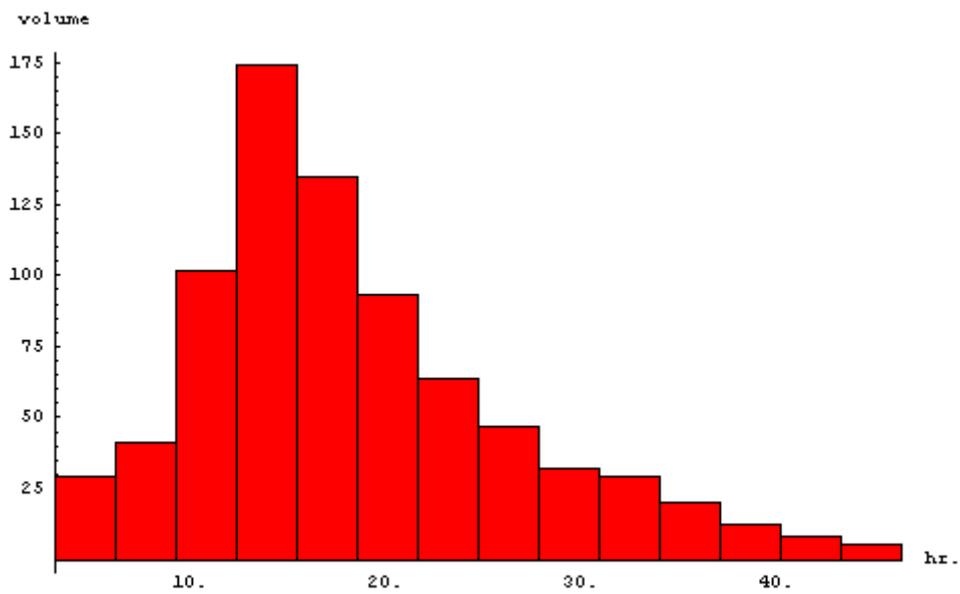


(b) 服務時間分配

圖 4.11 2004 年長榮#79~81 碼頭的船舶抵港與服務分配

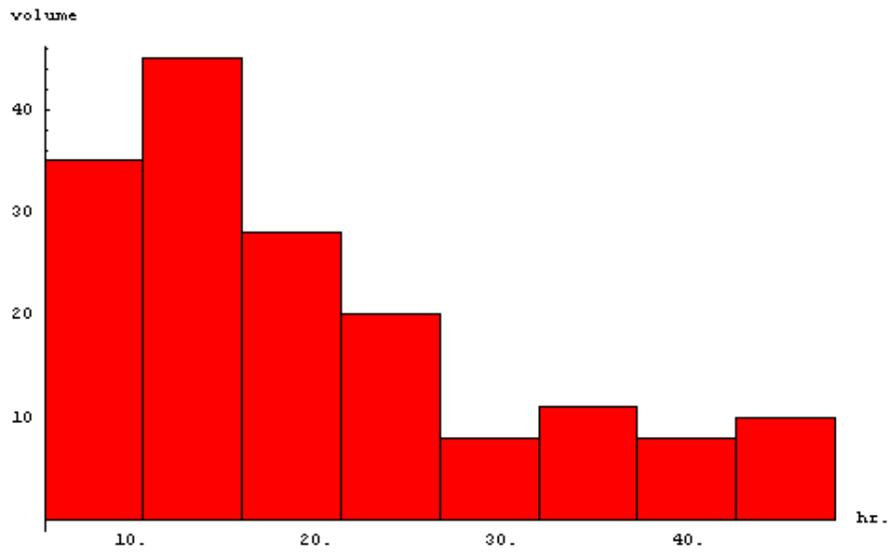


(a) 抵港時間間距分配

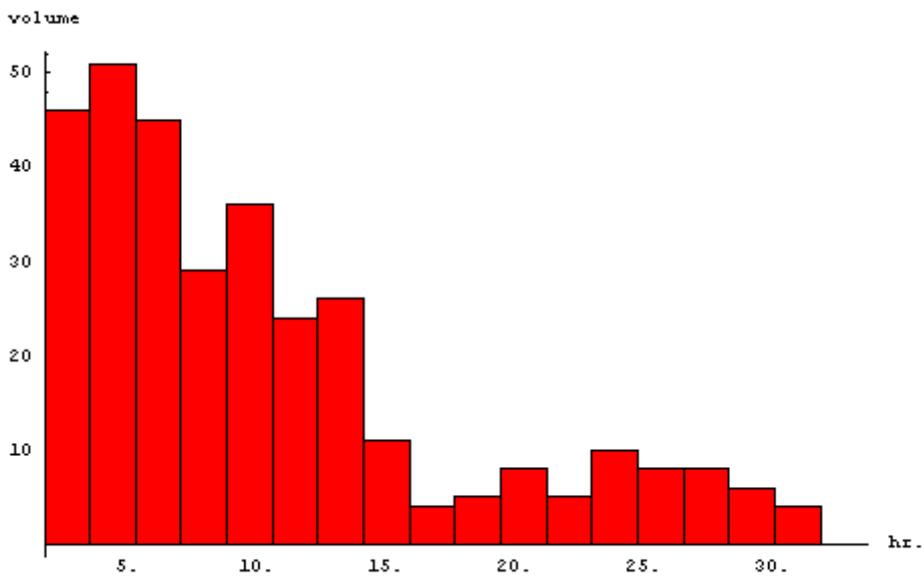


(b) 服務時間分配

圖 4.12 2004 年長榮#115~117 碼頭的船舶抵港與服務分配



(a) 抵港時間間距分配



(b) 服務時間分配

圖 4.13 2004 年日本郵船#121 碼頭的船舶抵港與服務分配

4.2.2 2005 年各貨櫃碼頭的等待模式檢定

1. 連海裝卸公司#42~43 碼頭

連海裝卸公司承租高雄港第一貨櫃中心#42~43 二座貨櫃碼頭。進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 693 艘。船舶抵港時間間距有 692 個，分配如圖 4.14(a) 所示，船舶抵港時間間距的平均數為 12.67 小時，標準差為 10.96 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = \max |F(x) - S(x)| = 0.0440 < D_{\alpha/2} = 0.0517$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 723 艘次的船舶靠泊#42~43 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.14(b) 所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.08 小時，標準差為 5.18 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0257 < D_{\alpha/2} = 0.0506$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 4 之耳朗分配。則連海裝卸公司#42~43 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 4 之耳朗分配，等待模式為 M/E4/2 模式。

2. 萬海航運公司#63~64 碼頭

萬海航運公司承租高雄港第二貨櫃中心#63~64 二座貨櫃碼頭。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 1,179 艘。船舶抵港時間間距有 1,178 個，分配如圖 4.15(a) 所示，船舶抵港時間間距的平均數為 7.42 小時，標準差為 6.73 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0318 < D_{\alpha/2} = 0.0396$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 1,253 艘次的船舶靠泊#63~64 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.15(b) 所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 10.29 小時，標準差為 4.45 小時。在 $\alpha = 0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 8 之耳

朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0462 > D_{\alpha/2} = 0.0460$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為形狀參數 8 之耳朗近似分配。則萬海航運公司#63~64 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間間距分配，船舶服務時間為形狀參數為 8 之耳朗近似分配，等待模式接近 M/E8/2 模式。

3. 東方海外航運公司(OOCL)#65~66 碼頭

東方海外航運公司(OOCL)承租高雄港第二貨櫃中心#65~66 二座貨櫃碼頭。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 619 艘。船舶抵港時間間距有 618 個，分配如圖 4.16(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 14.11 小時，標準差為 13.18 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0440 < D_{\alpha/2} = 0.0547$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 887 艘次的船舶靠泊#65~66 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.16(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 9.89 小時，標準差為 6.20 小時。在 $\alpha = 0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0402 < D_{\alpha/2} = 0.0457$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則東方海外航運公司#65~66 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間間距分配，船舶服務時間間距分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 M/E3/2 模式。

4. 美國總統輪船公司(APL)#68~69 碼頭

美國總統輪船公司(APL)承租高雄港第三貨櫃中心#68~69 二座貨櫃碼頭。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 820 艘。船舶抵港時間間距有 819 個，分配如圖 4.17(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 10.68 小時，標準差為 9.00 小時。在 $\alpha = 0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0686 > D_{\alpha/2} = 0.0570$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為指數近似分配。

2005 年共計有 1,131 艘次的船舶靠泊#68~69 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.17(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.31 小時，標準差為 24.12 小時。在 $\alpha = 0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0886 > D_{\alpha/2} = 0.0485$ ，未通過 K-S 檢定，船舶服務時間分配可能為形狀參數 3 之耳朗近似分配。則美國總統輪船公司(APL)#68~69 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間可能為指數近似分配，船舶服務時間可能為形狀參數 3 之耳朗近似分配，等待模式接近 M/E3/2 模式。

5. 陽明海運公司#70 與#120 碼頭

陽明海運公司承租高雄港第三貨櫃中心的#70 貨櫃碼頭與第四貨櫃中心的#120 貨櫃碼頭，因為兩座碼頭分處不同貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#70 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 427 艘。船舶抵港時間間距有 426 個，分配如圖 4.18(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 20.50 小時，標準差為 14.40 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0400 < D_{\alpha/2} = 0.0659$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。

2005 年共計有 451 艘次的船舶靠泊#70 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.18(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 13.21 小時，標準差為 5.93 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 5 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0439 < D_{\alpha/2} = 0.0640$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 5 之耳朗分配。則陽明海運公司#70 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間適配形狀參數為 5 之耳朗分配，等待模式為 E2/E5/1 模式。

在 2005 年進港僅靠泊#120 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 556 艘。船舶抵港時間間距有 555 個，分配如圖

4.19(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 15.77 小時，標準差為 12.63 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0815 > D_{\alpha/2} = 0.0692$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配。

2005 年共計有 599 艘次的船舶靠泊#120 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.19(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.20 小時，標準差為 5.18 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 9 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0683 > D_{\alpha/2} = 0.0666$ ，未通過 K-S 檢定，船舶服務時間分配可能為形狀參數 9 之耳朗近似分配。則陽明海運公司#120 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間間距可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配，船舶服務時間可能為形狀參數 9 之耳朗近似分配，等待模式接近 E2/E9/1 模式。

6. 現代商船公司#75 碼頭

現代商船公司承租高雄港第五貨櫃中心#75 貨櫃碼頭一座。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 487 艘。船舶抵港時間間距有 486 個，分配如圖 4.20(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 17.99 小時，標準差為 16.84 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0942 > D_{\alpha/2} = 0.0739$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配。

2005 年共計有 730 艘次的船舶靠泊#75 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.20(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 5.66 小時，標準差為 3.16 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0653 > D_{\alpha/2} = 0.0603$ ，未通過 K-S 檢定，船舶服務時間分配可能為形狀參數 4 之耳朗近似分配。則現代商船公司#75 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間間距可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配，船舶服務時間可能為形狀參數 4 之耳朗近似分配，等待模式接近 E2/E4/1 模式。

7. 臺灣快桅輪船公司#76~77 與#118~119 碼頭

臺灣快桅輪船公司承租高雄港四座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#76~77 碼頭與第四貨櫃中心的#118~119 貨櫃碼頭，因為四座碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#76~77 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 652 艘。船舶抵港時間間距有 651 個，分配如圖 4.21(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 13.50 小時，標準差為 10.25 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0614 > D_{\alpha/2}=0.0533$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配。

2005 年共計有 916 艘次的船舶靠泊#76~77 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.21(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.94 小時，標準差為 5.67 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0271 < D_{\alpha/2}=0.0449$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則臺灣快桅輪船公司#76~77 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式接近 E2/E3/2 模式。

在 2005 年進港僅靠泊#118~119 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 574 艘。船舶抵港時間間距有 573 個，分配如圖 4.22(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 15.26 小時，標準差為 12.35 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數 2 之耳朗分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0636 < D_{\alpha/2} = 0.0681$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。

2005 年共計有 816 艘次的船舶靠泊#118~119 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.22(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 8.35 小時，標準差為 5.25 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0261 < D_{\alpha/2} = 0.0476$ ，差異不顯著，顯

示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則臺灣快桅輪船公司#118~119 碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 E2/E3/2 模式。

8. 韓進海運公司#78 碼頭

韓進海運公司承租高雄港第五貨櫃中心#78 貨櫃碼頭一座。2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 391 艘。船舶抵港時間間距有 390 個，分配如圖 4.23(a) 所示，船舶抵港時間間距的平均數為 22.36 小時，標準差為 20.48 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0476 < D_{\alpha/2} = 0.0689$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 705 艘次的船舶靠泊#78 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.23(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 6.46 小時，標準差為 4.71 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0633 > D_{\alpha/2}=0.0614$ ，未通過 K-S 檢定，船舶服務時間分配可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配。則韓進海運公司#78 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間可能為形狀參數 2 之耳朗近似分配，等待模式接近 M/E2/1 模式。

9. 長榮海運公司#79~81 與#115~117 碼頭

長榮海運公司承租高雄港六座貨櫃碼頭，包括第五貨櫃中心的#79~81 碼頭與第四貨櫃中心的#115~117 碼頭，因為碼頭分處二個貨櫃中心，因此分別加以分析。

在 2005 年進港僅靠泊#79~81 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 860 艘。船舶抵港時間間距有 859 個，分配如圖 4.24(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 10.18 小時，標準差為 8.78 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0524$

$< D_{\alpha/2} = 0.0556$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 1,139 艘次的船舶靠泊#79~81 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.24(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 12.92 小時，標準差為 7.70 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 3 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0330 < D_{\alpha/2}=0.0403$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 3 之耳朗分配。則長榮海運公司#79~81 碼頭的碼頭 3 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式為 M/E3/3 模式。

在 2005 年進港僅靠泊#115~117 碼頭或先靠泊該碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 656 艘。船舶抵港時間間距有 655 個，分配如圖 4.25(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 13.34 小時，標準差為 11.72 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0565 < D_{\alpha/2} = 0.0637$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

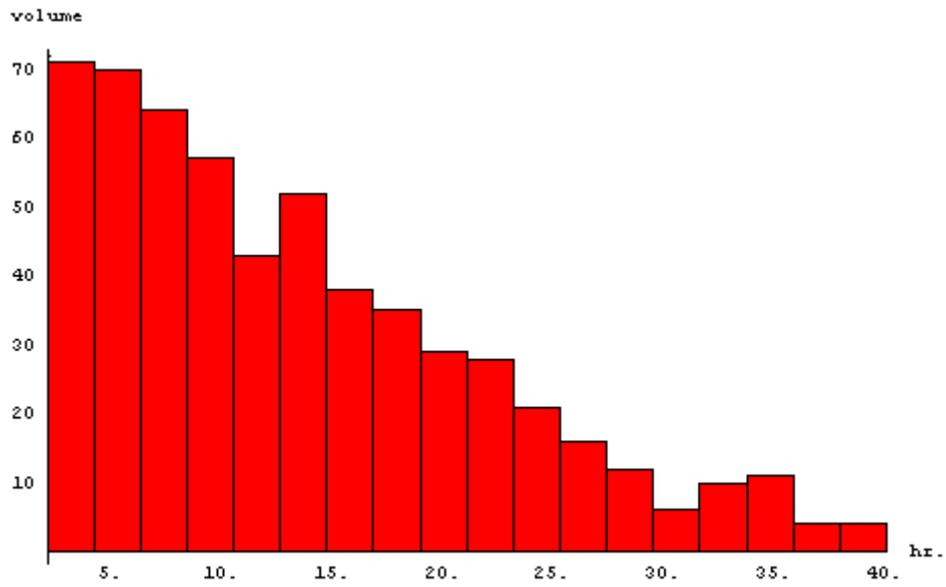
2005 年共計有 808 艘次的船舶靠泊#115~117 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.25(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 16.65 小時，標準差為 7.91 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 5 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0568 < D_{\alpha/2}=0.0573$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 5 之耳朗分配。則長榮海運公司#115~117 碼頭的碼頭 3 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 5 之耳朗分配，等待模式為 M/E5/3 模式。

10. 日本郵船公司#121 碼頭

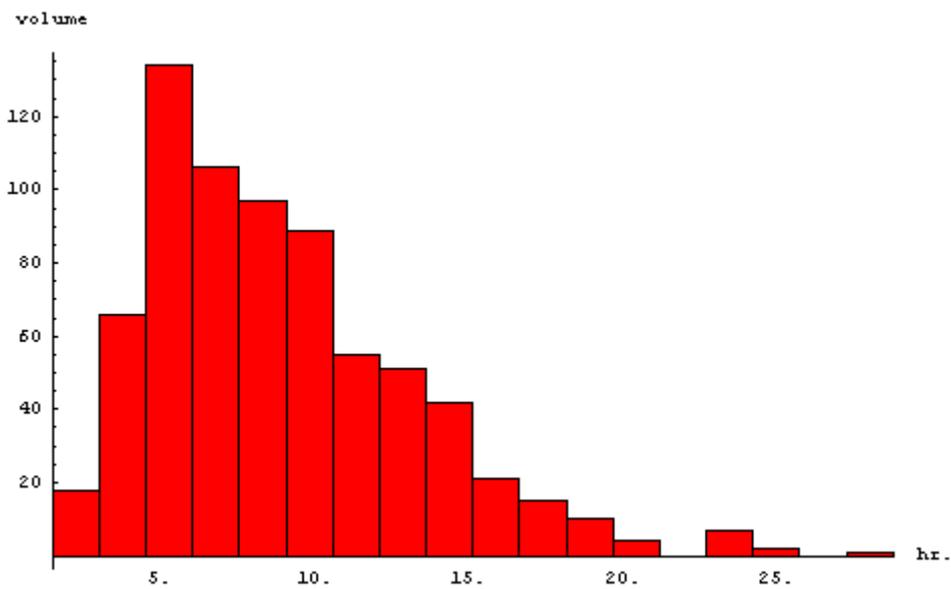
日本郵船公司承租高雄港第四貨櫃中心#121 貨櫃碼頭一座 2005 年進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船共計 353 艘。船舶抵港時間間距有 352 個，分配如圖 4.26(a)所示，船舶抵港時間間距的平均數為 24.64 小時，標準差為 24.34 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = 0.0248 <$

$D_{\alpha/2} = 0.0725$ ，差異不顯著，顯示船舶抵港時間間距分配可能配適指數分配。

2005 年共計有 383 艘次的船舶靠泊#121 碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.26(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 11.53 小時，標準差為 8.22 小時。在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，形狀參數為 2 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.0563 < D_{\alpha/2}=0.0695$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 2 之耳朗分配。則日本郵船公司#121 碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間適配指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式為 M/E2/1 模式。

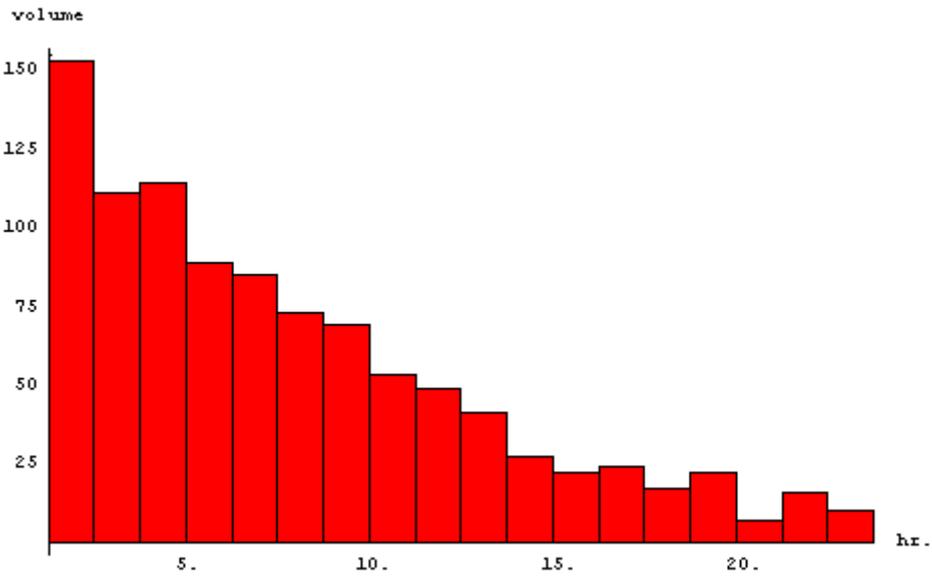


(a) 抵港時間間距分配

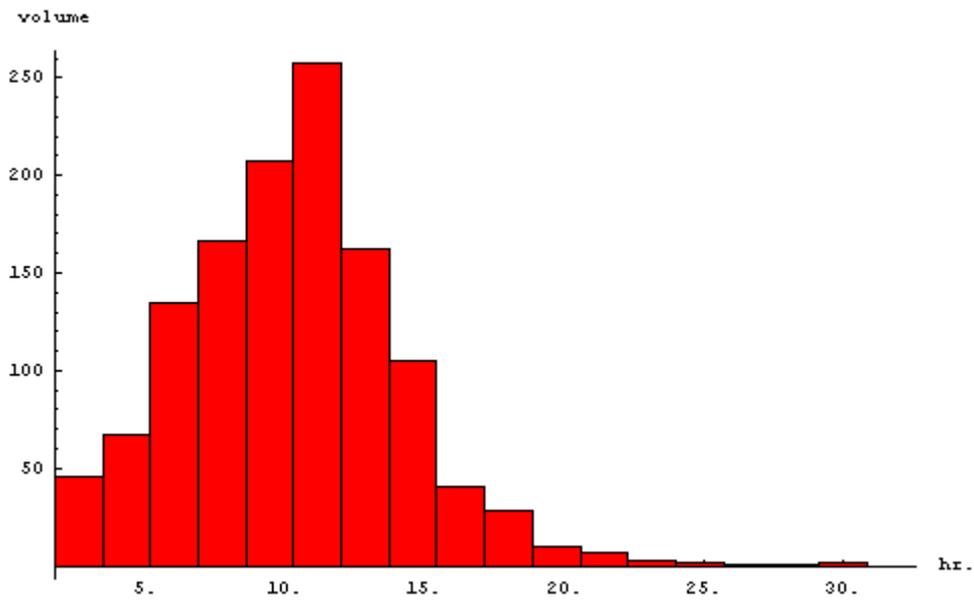


(b) 服務時間分配

圖 4.14 2005 年連海#42~43 碼頭的船舶抵港與服務分配

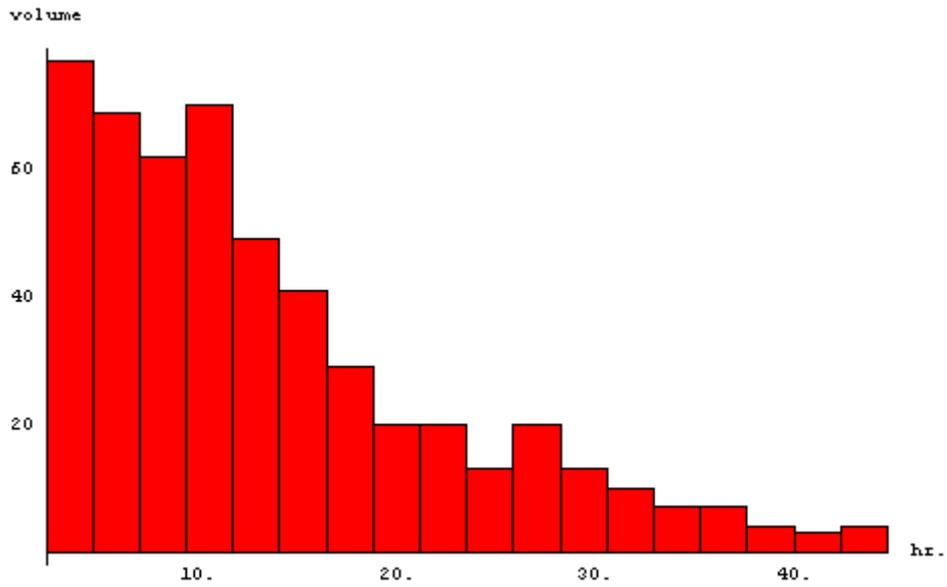


(a) 抵港時間間距分配

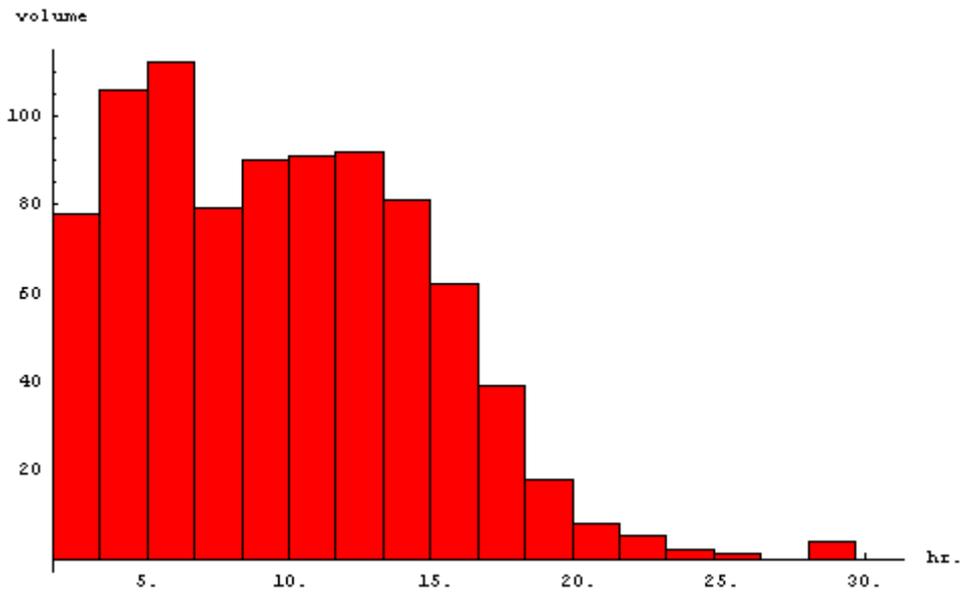


(b) 服務時間分配

圖 4.15 2005 年萬海#63~64 碼頭的船舶抵港與服務分配

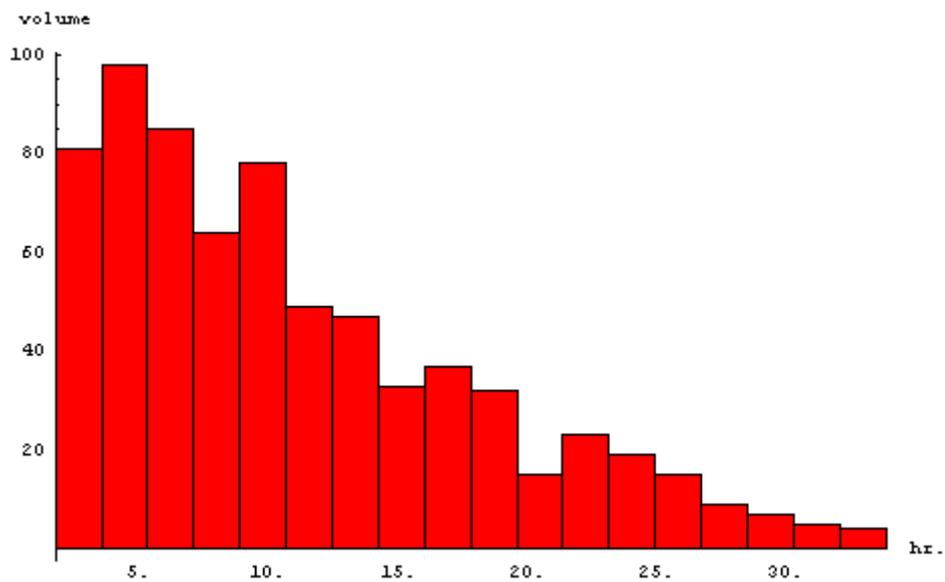


(a) 抵港時間間距分配

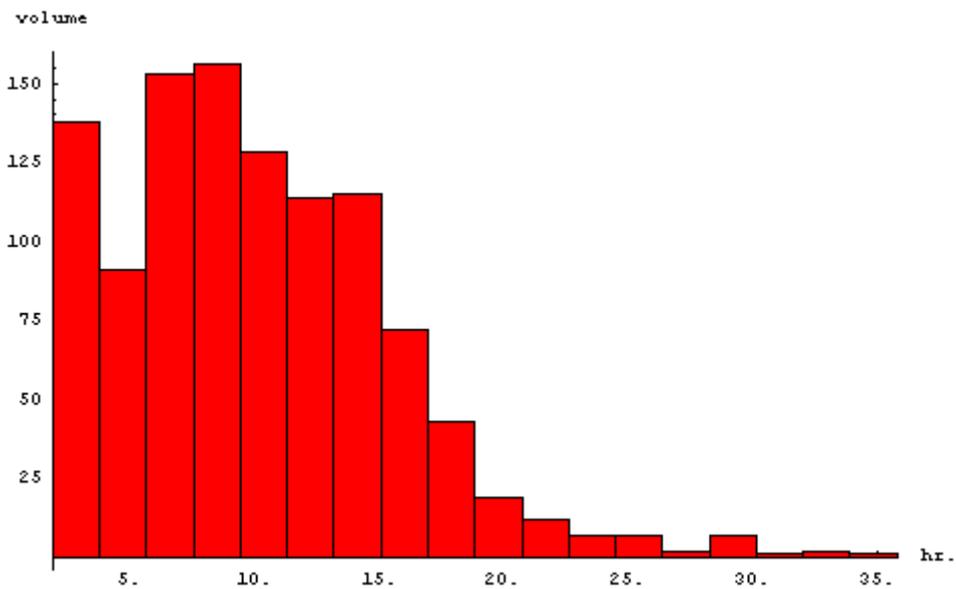


(b) 服務時間分配

圖 4.16 2005 年 OOCL#65~66 碼頭的船舶抵港與服務分配

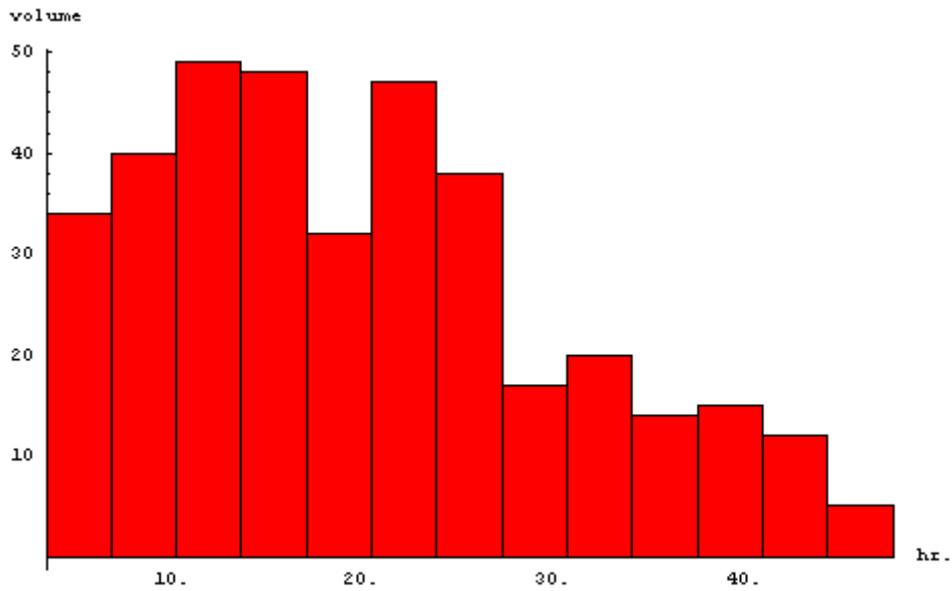


(a) 抵港時間間距分配

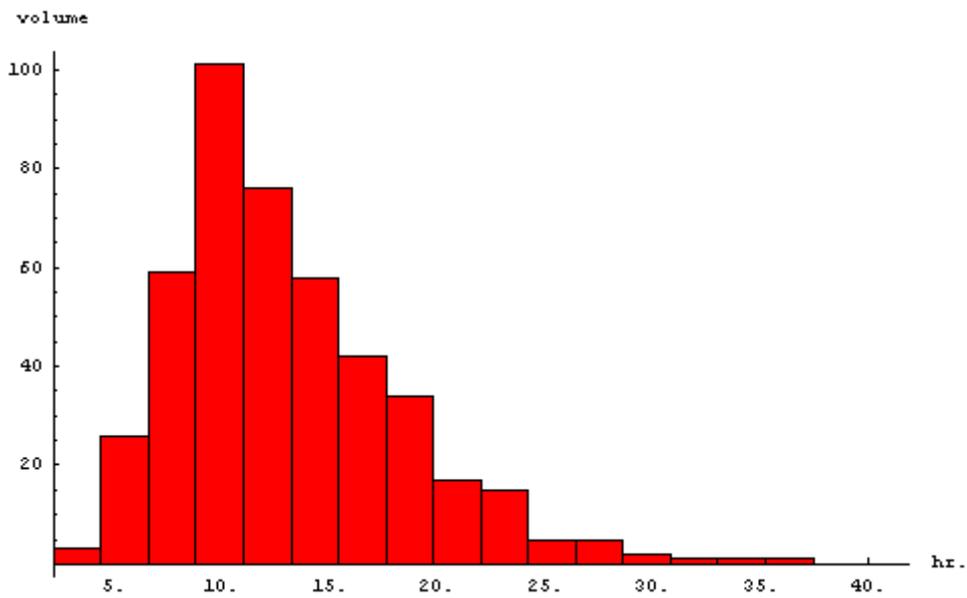


(b) 服務時間分配

圖 4.17 2005 年 APL#68~69 碼頭的船舶抵港與服務分配

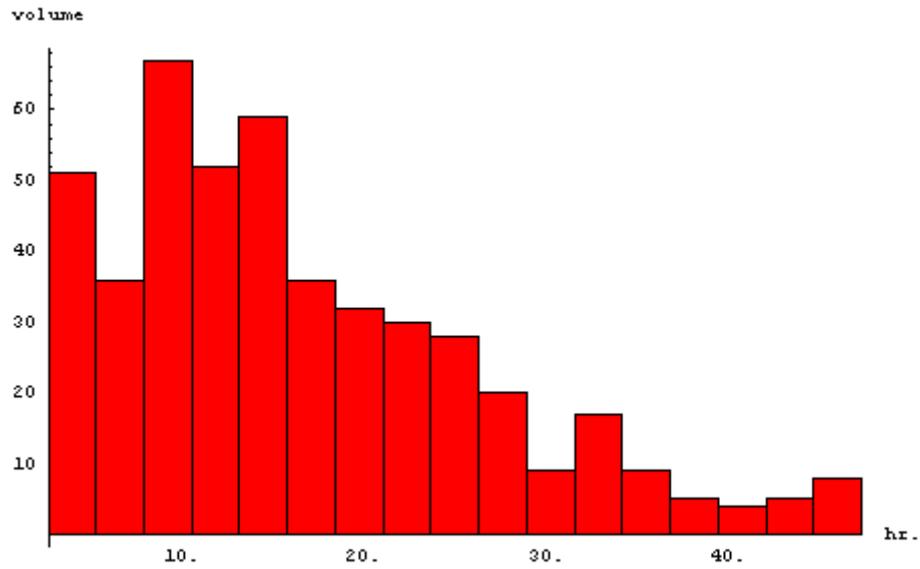


(a) 抵港時間間距分配

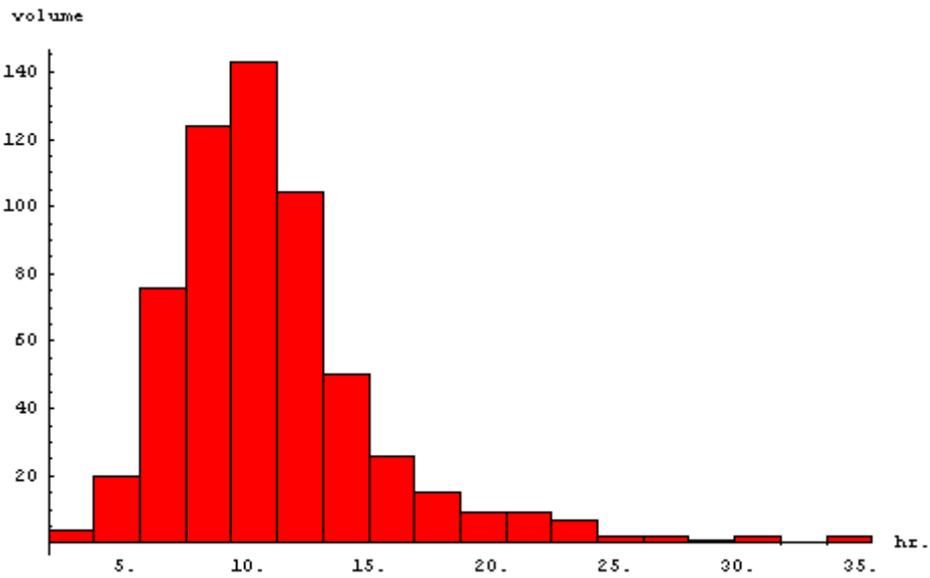


(b) 服務時間分配

圖 4.18 2005 年陽明#70 碼頭的船舶抵港與服務分配

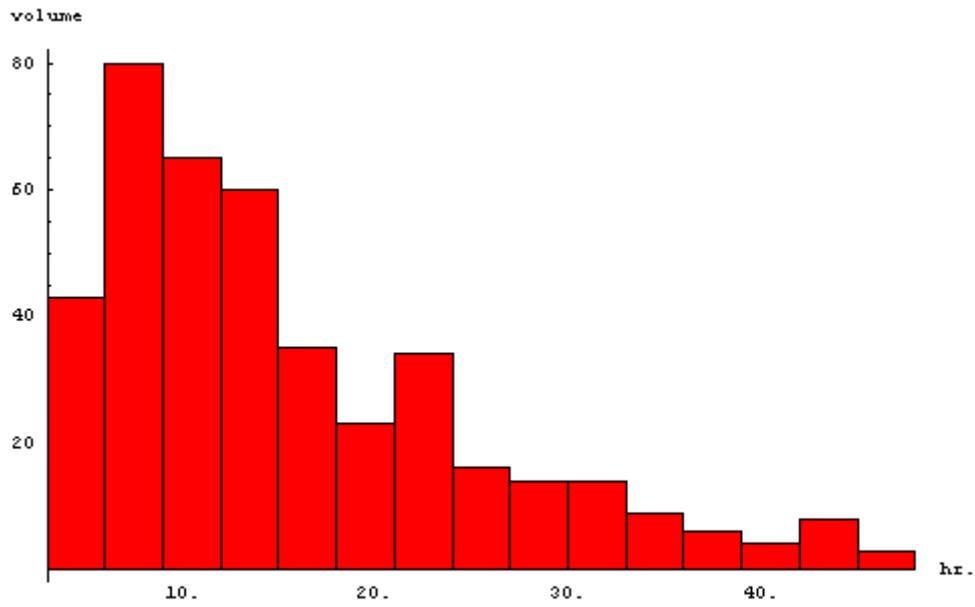


(a) 抵港時間間距分配

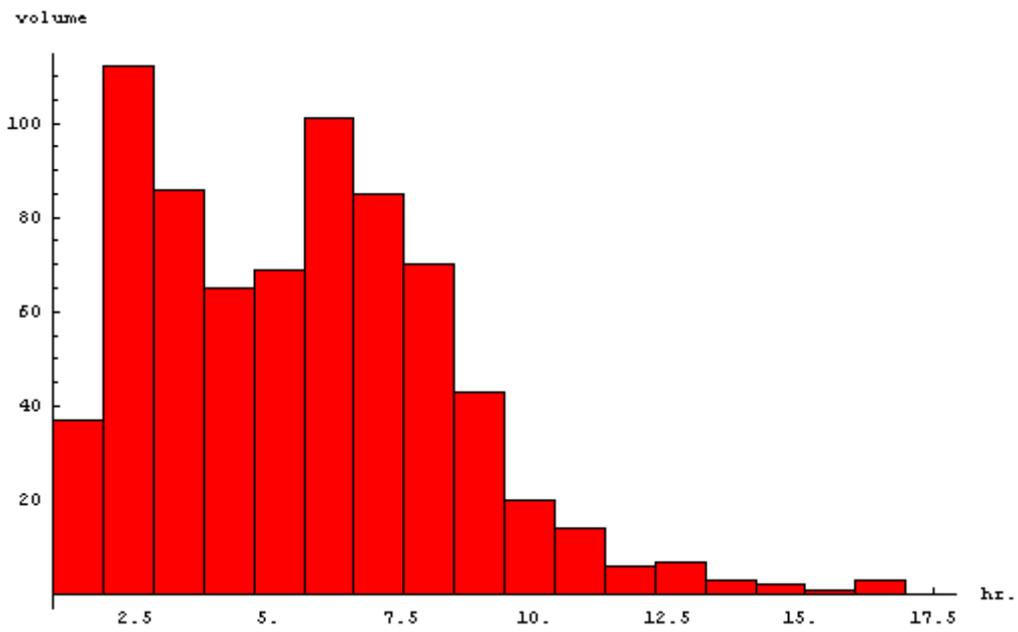


(b) 服務時間分配

圖 4.19 2005 年陽明#120 碼頭的船舶抵港與服務分配

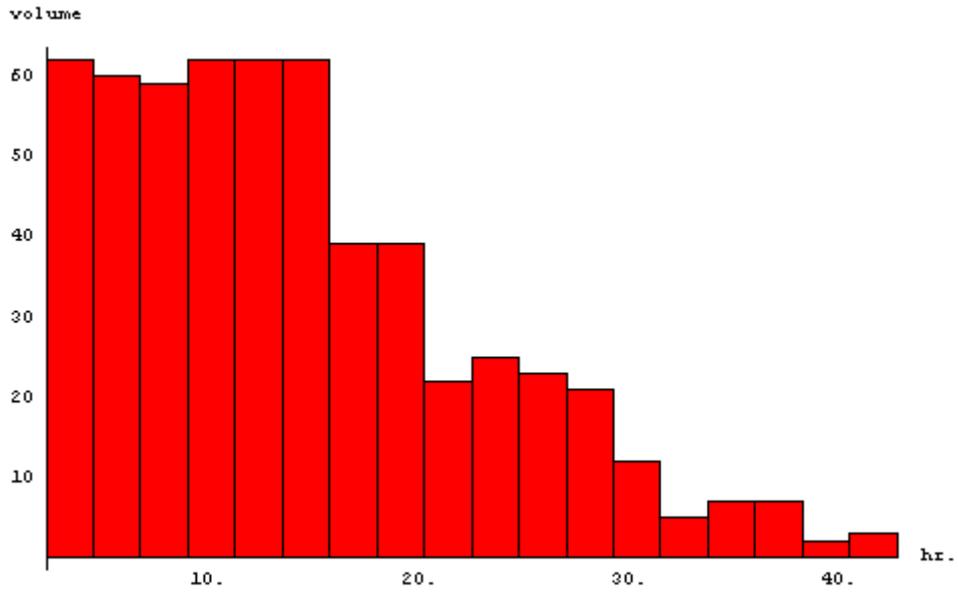


(a) 抵港時間間距分配

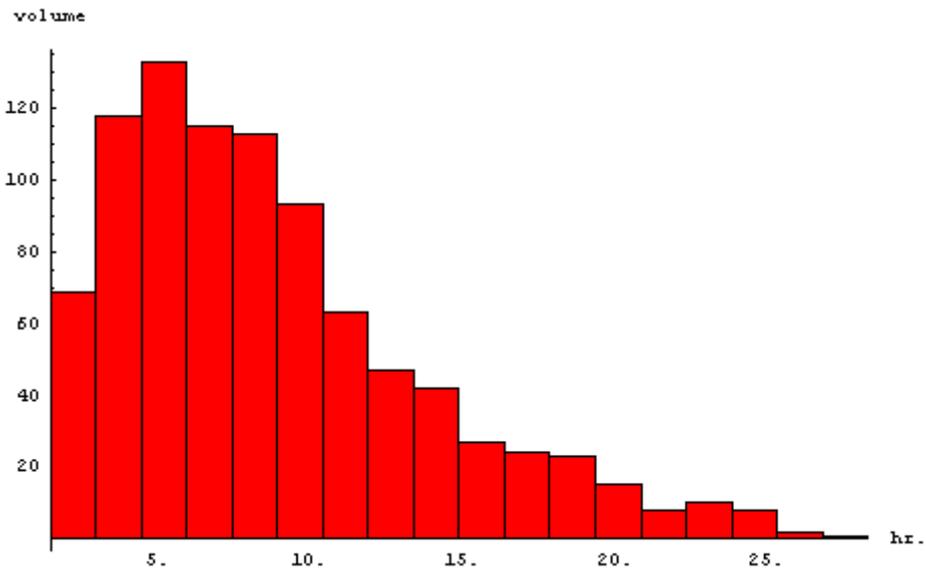


(b) 服務時間分配

圖 4.20 2005 年現代#75 碼頭的船舶抵港與服務分配

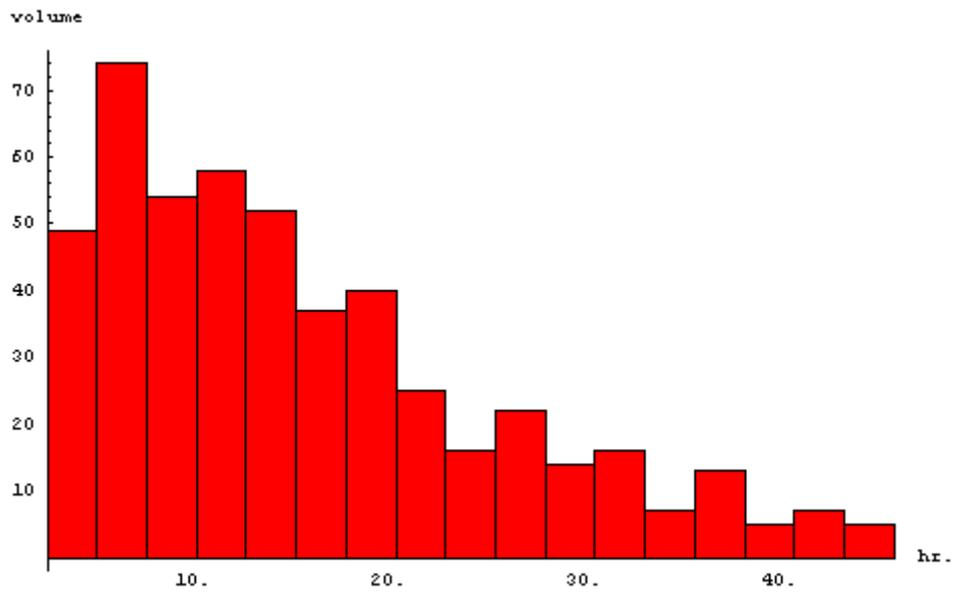


(a) 抵港時間間距分配

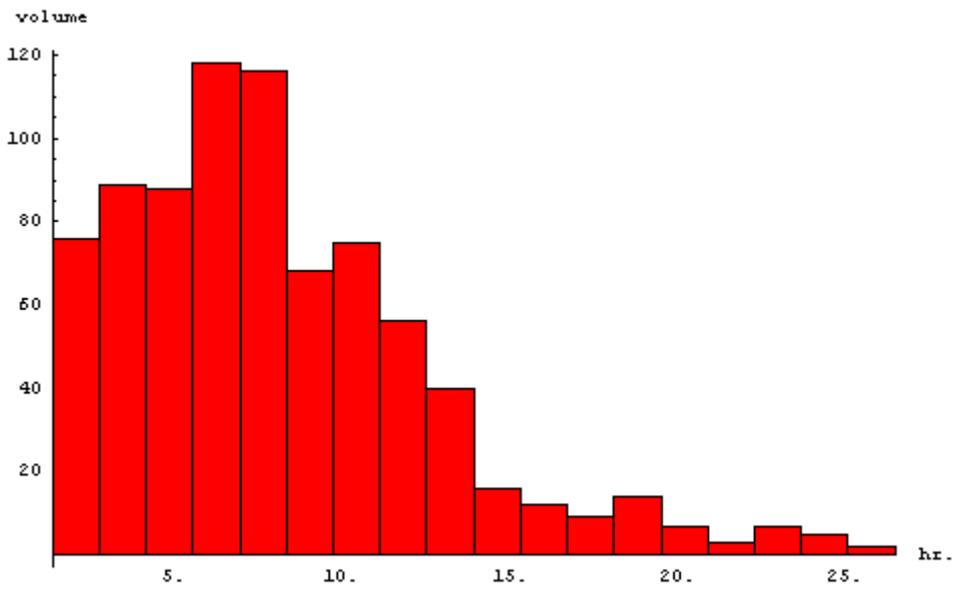


(b) 服務時間分配

圖 4.21 2005 年快桅#76~77 碼頭的船舶抵港與服務分配

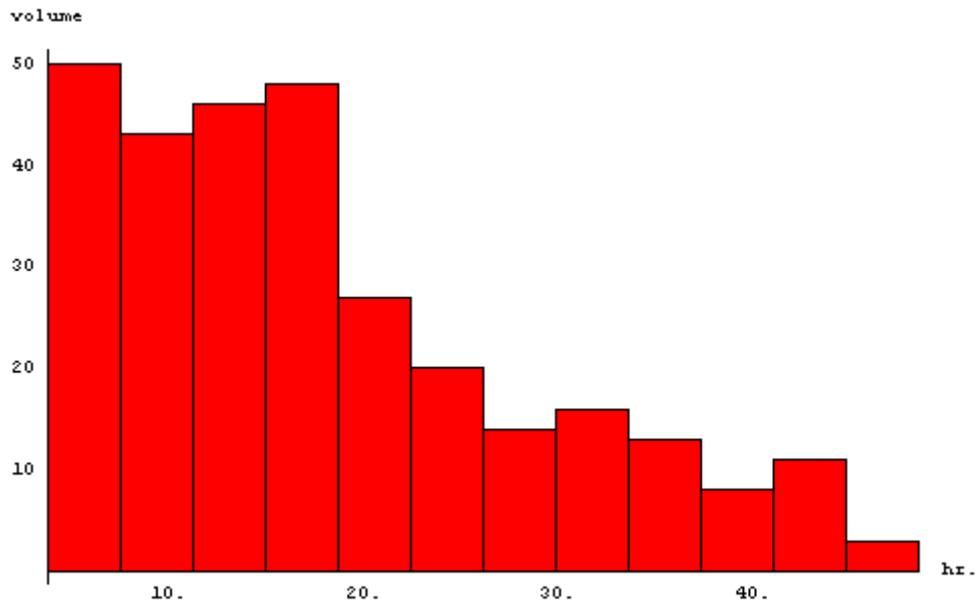


(a) 抵港時間間距分配

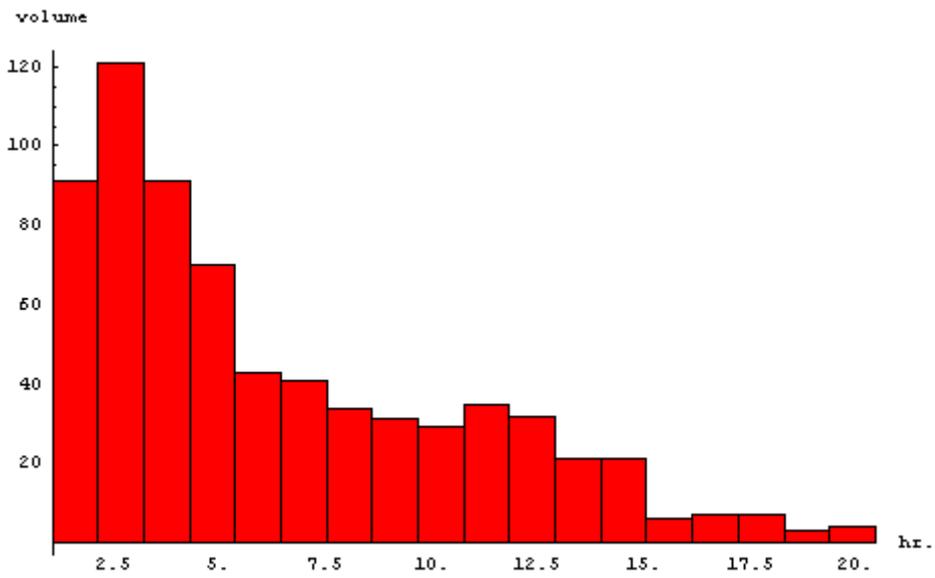


(b) 服務時間分配

圖 4.22 2005 年快桅#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配

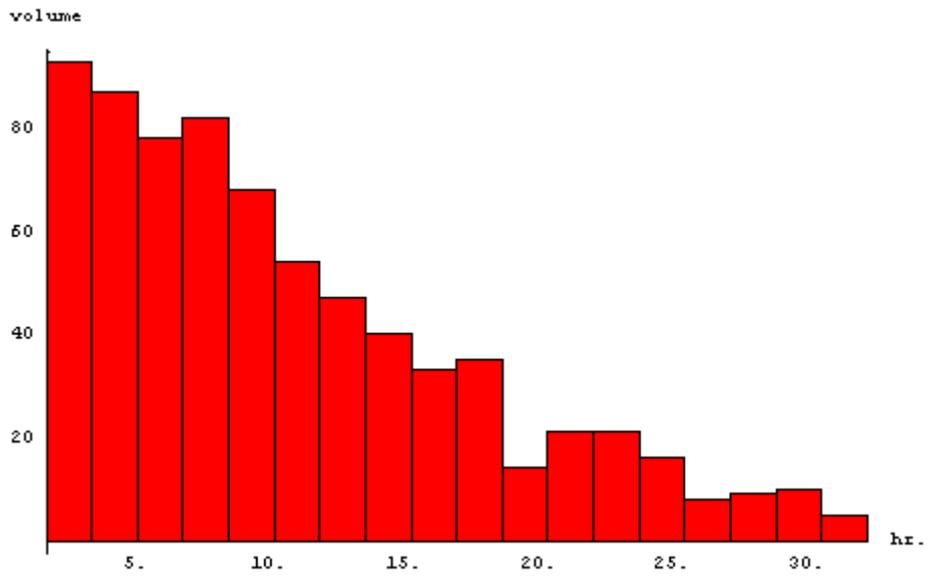


(a) 抵港時間間距分配

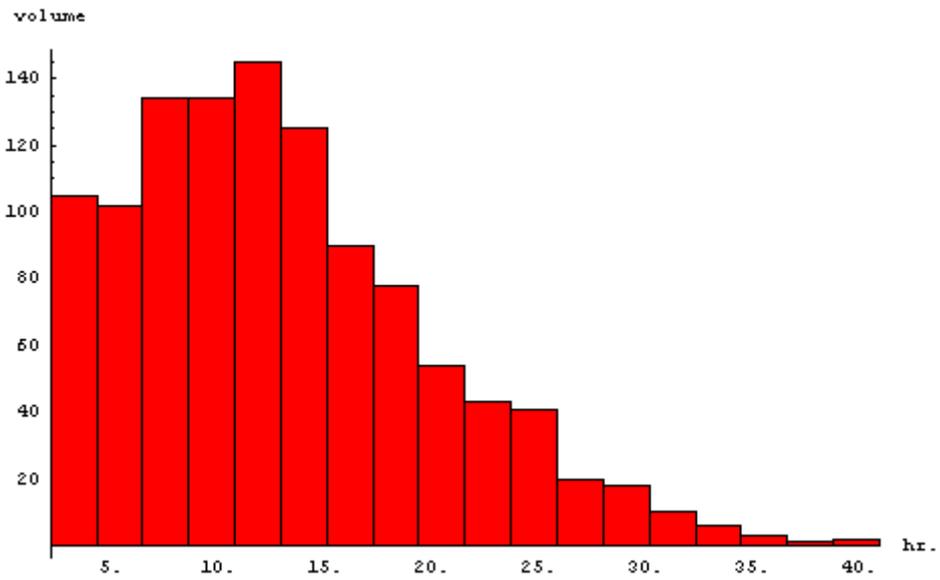


(b) 服務時間分配

圖 4.23 2005 年韓進#78 碼頭的船舶抵港與服務分配

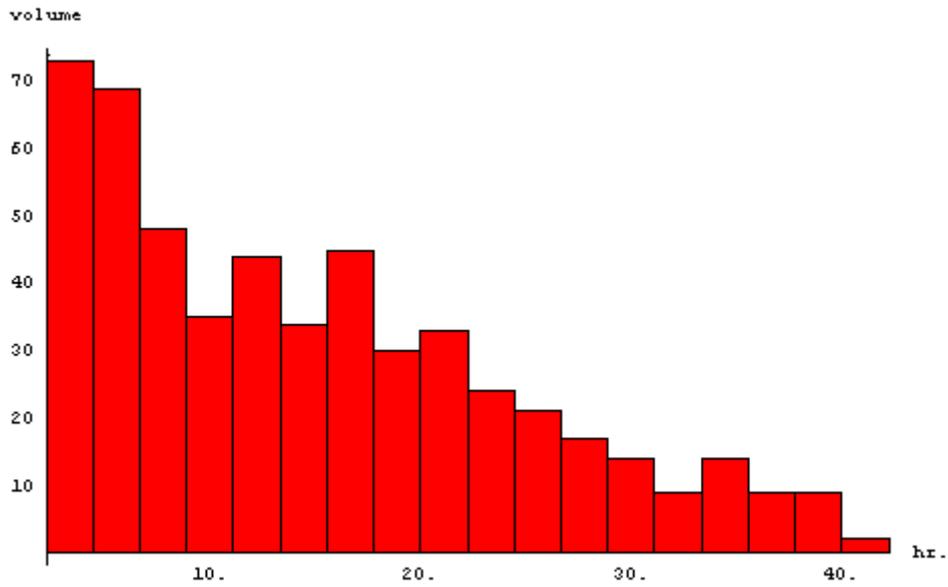


(a) 抵港時間間距分配

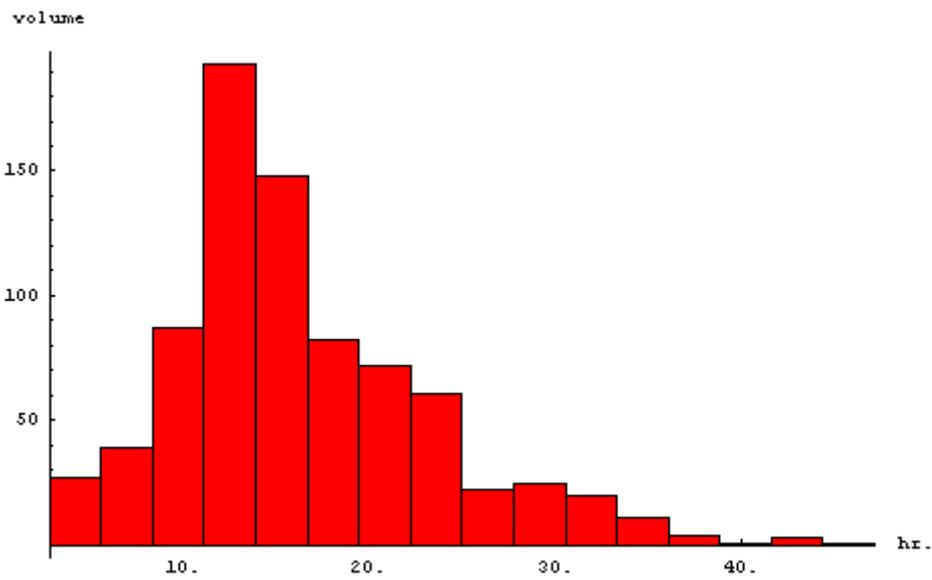


(b) 服務時間分配

圖 4.24 2005 年長榮#79~81 碼頭的船舶抵港與服務分配

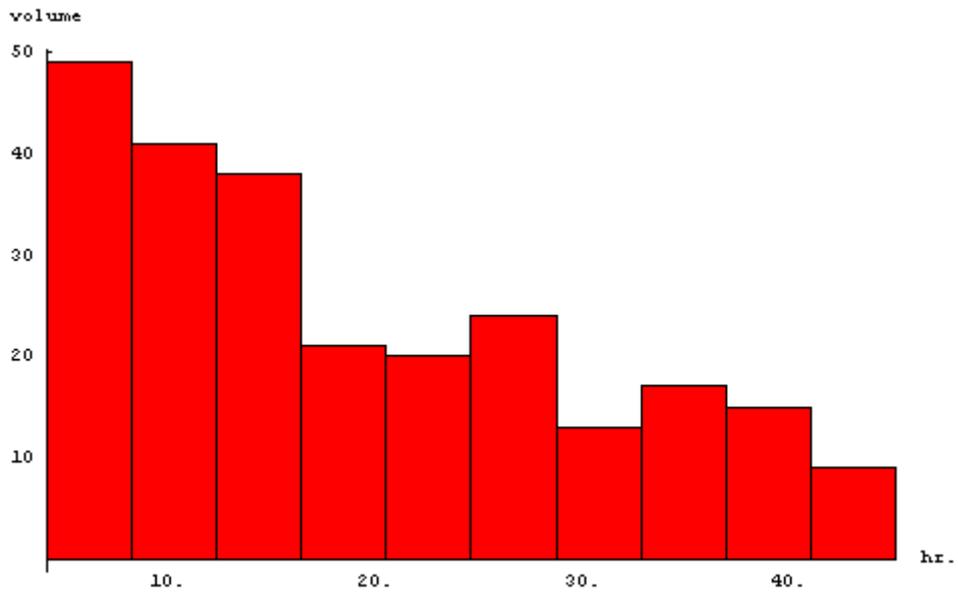


(a) 抵港時間間距分配

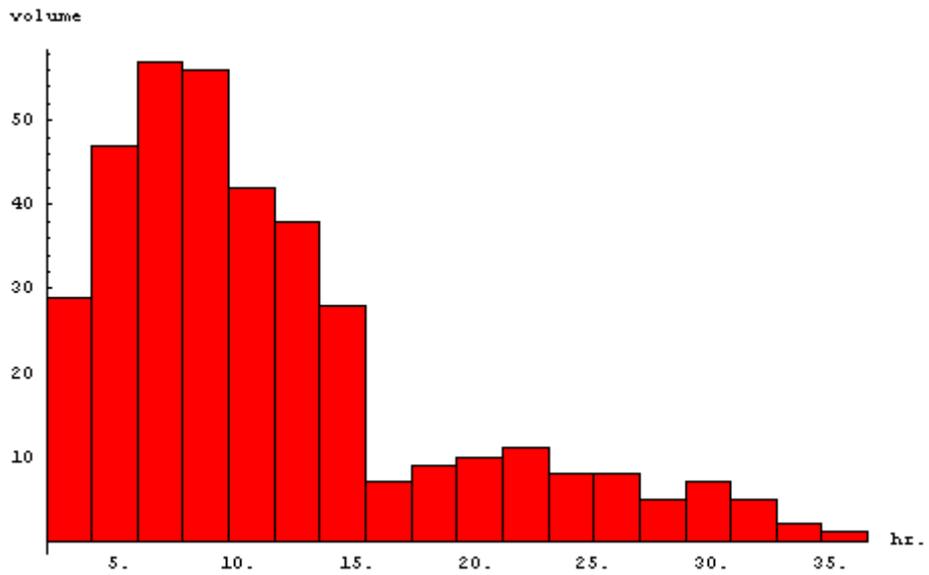


(b) 服務時間分配

圖 4.25 2005 年長榮#115~117 碼頭的船舶抵港與服務分配



(a) 抵港時間間距分配



(b) 服務時間分配

圖 4.26 2005 年日本郵船#121 碼頭的船舶抵港與服務分配

4.2.3 檢定結果彙整與等候分析

經檢定分析後，得到高雄港 2004~2005 年各貨櫃碼頭的抵港時間間距分配與服務時間分配之 K-S 檢定結果，分別彙整在表 4.1 與表 4.2。結果顯示：高雄港各貨櫃碼頭的抵港時間間距分配大多為指數分配、指數近似分配，少部份為形狀參數 2 之耳朗分配、耳朗近似分配。服務時間分配均為耳朗分配或耳朗近似分配，形狀參數從 2~9 不等，大多為 2 或 3。

比較二年的抵港時間間距分配檢定結果，可知：連海、萬海、東方海外、APL、長榮#79~81、長榮#115~117、日本郵船等 7 個航商碼頭連續二年均為指數分配(或指數近似分配)；陽明#70、現代 2 個航商碼頭連續二年均為形狀參數 2 之耳朗分配(或耳朗近似分配)；而其他 4 個航商碼頭則是一年為指數分配(或指數近似分配)，一年為耳朗分配(耳朗近似分配)。比較二年的服務時間分配檢定結果，可知連海、東方海外、APL、韓進、長榮#79~81、日本郵船等 6 個航商碼頭連續二年的服務時間分配形態相同，而其他 7 個航商碼頭二年的服務分配形態改變。顯示各航商碼頭的抵港時間間距分配與服務時間分配隨著時間有所改變，其理由可能是航商在調整航線或調整靠港的時間。

在二年 52 筆統計資料中有 14 筆未通過檢定，未通過比例高達 27%，此一結果可能是因為各航商貨櫃船的船期航線是已事先安排規劃的，部份貨櫃碼頭的船舶抵港時間間距、服務時間之實際分配可能只是指數分配、耳朗分配的近似分配，而不是指數分配、耳朗分配，以致於當統計樣本數愈多時愈無法通過檢定。

表 4.1 高雄港貨櫃船抵港時間間距分配檢定結果

(a) 2004 年

碼頭別	碼頭數	間距數 ¹	平均值 (時)	統計量 D 值 (K 值)	$D_{\alpha/2}$	配適之分配
連海	2	751	11.67	0.0632(1)	0.0595	指數近似分配 ²
萬海	2	1188	7.39	0.0290(1)	0.0395	指數分配
東方海外	2	682	12.85	0.0386(1)	0.0521	指數分配
APL	2	772	11.35	0.0607(1)	0.0587	指數近似分配 ²
陽明 70	1	443	19.78	0.0568(2)	0.0646	耳朗分配(2)
陽明 120	1	561	15.64	0.0748(1)	0.0688	指數近似分配 ²
現代	1	559	15.69	0.0462(2)	0.0575	耳朗分配(2)
快桅 76~7	2	722	12.14	0.0586(1)	0.0607	指數分配
快桅 118~9	2	487	17.89	0.0834(1)	0.0739	指數近似分配 ²
韓進	1	444	19.78	0.0246(2)	0.0645	耳朗分配(2)
長榮 79~81	3	874	10.03	0.0334(1)	0.0460	指數分配
長榮 115~7	3	680	12.86	0.0493(1)	0.0522	指數分配
日本郵船	1	275	31.93	0.0864(1)	0.0985	指數分配

(b) 2005 年

碼頭別	碼頭數	間距數 ¹	平均值 (時)	統計量 D 值 (K 值)	$D_{\alpha/2}$	配適之分配
連海	2	692	12.67	0.0440(1)	0.0517	指數分配
萬海	2	1178	7.42	0.0318(1)	0.0396	指數分配
東方海外	2	618	14.11	0.0440(1)	0.0547	指數分配
APL	2	819	10.68	0.0686(1)	0.0570	指數近似分配 ²
陽明 70	1	426	20.50	0.0400(2)	0.0659	耳朗分配(2)
陽明 120	1	555	15.77	0.0815(2)	0.0962	耳朗近似分配(2) ²
現代	1	486	17.99	0.0942(2)	0.0739	耳朗近似分配(2) ²
快桅 76~7	2	651	13.50	0.0614(2)	0.0533	耳朗近似分配(2) ²
快桅 118~9	2	573	15.26	0.0636(2)	0.0681	耳朗分配(2)
韓進	1	390	22.36	0.0476(1)	0.0689	指數分配
長榮 79~81	3	859	10.18	0.0524(1)	0.0556	指數分配
長榮 115~7	3	655	13.34	0.0565(1)	0.0637	指數分配
日本郵船	1	352	24.64	0.0248(1)	0.0725	指數分配

註：1. 進港僅靠泊該公司碼頭或先靠泊該公司碼頭後再移泊至其他碼頭的貨櫃船的抵港時間間距數。

2. 未通過 K-S 檢定。

表 4.2 高雄港貨櫃碼頭服務時間分配檢定結果

(a) 2004 年

碼頭別	碼頭數	船舶數 ¹	平均值 (時)	統計量 D 值 (K 值)	$D_{\alpha/2}$	配適之分配
連海	2	841	7.76	0.0367(4)	0.0469	耳朗分配(4)
萬海	2	1284	10.36	0.0233(6)	0.0380	耳朗分配(6)
東方海外	2	910	9.91	0.0539(3)	0.0540	耳朗分配(3)
APL	2	1057	9.06	0.0812(3)	0.0501	耳朗近似分配(3) ²
陽明 70	1	490	12.20	0.0612(4)	0.0614	耳朗分配(4)
陽明 120	1	630	10.56	0.0445(5)	0.0542	耳朗分配(5)
現代	1	853	4.75	0.0481(3)	0.0558	耳朗分配(3)
快桅 76~7	2	947	9.19	0.0387(2)	0.0442	耳朗分配(2)
快桅 118~9	2	869	9.59	0.0465(2)	0.0553	耳朗分配(2)
韓進	1	719	7.07	0.0442(2)	0.0507	耳朗分配(2)
長榮 79~81	3	1098	14.45	0.0190(3)	0.0410	耳朗分配(3)
長榮 115~7	3	820	18.57	0.0481(4)	0.0569	耳朗分配(4)
日本郵船	1	333	10.36	0.0505(2)	0.0745	耳朗分配(2)

(b) 2005 年

碼頭別	碼頭數	船舶數 ¹	平均值 (時)	統計量 D 值 (K 值)	$D_{\alpha/2}$	配適之分配
連海	2	723	9.08	0.0257(4)	0.0506	耳朗分配(4)
萬海	2	1253	10.29	0.0462(8)	0.0460	耳朗近似分配(8) ²
東方海外	2	887	9.89	0.0402(3)	0.0457	耳朗分配(3)
APL	2	1131	11.31	0.0886(3)	0.0485	耳朗近似分配(3) ²
陽明 70	1	451	13.21	0.0439(5)	0.0640	耳朗分配(5)
陽明 120	1	599	11.20	0.0683(9)	0.0556	耳朗近似分配(9) ²
現代	1	730	5.66	0.0653(4)	0.0603	耳朗近似分配(4) ²
快桅 76~7	2	916	8.94	0.0271(3)	0.0449	耳朗分配(3)
快桅 118~9	2	816	8.35	0.0261(3)	0.0476	耳朗分配(3)
韓進	1	705	6.46	0.0633(2)	0.0614	耳朗近似分配(2) ²
長榮 79~81	3	1139	12.92	0.0330(3)	0.0403	耳朗分配(3)
長榮 115~7	3	808	16.65	0.0568(5)	0.0573	耳朗分配(5)
日本郵船	1	383	11.53	0.0563(2)	0.0695	耳朗分配(2)

註：1. 所有靠泊該公司碼頭的貨櫃船數，包含移泊船舶。

2. 未通過 K-S 檢定。

當一個等候系統的到達時間間距與服務時間是耳朗分配或指數分配時，此等候系統是一個生死過程(birth-death processes)且穩定狀態(steady state)存在，則可決定該等候系統的穩定狀態機率，估計等待顧客數期望值(L_q)與等待時間期望值(W_q)，惟當到達或服務過程為耳朗分配時，發展生死過程模式的計算過程相當困難。幸好 Hillier and Yu(1981)已經以表列與圖示方式表示當到達或服務過程為耳朗分配時，各等候系統的穩定狀態機率，以及在不同交通密度(RHO)值的等待顧客數期望值(L_q)。由交通密度(RHO)：

$$RHO = \frac{\lambda}{c\mu} \dots\dots\dots(4.1)$$

式中 λ 為平均到達率， μ 為平均服務率， c 為服務者數目，亦即船席數。只要計算出各等候模式的交通密度，即可透過查尋 Hillier and Yu (1981)書中表格，得到等待顧客數期望值(L_q)，然後，由等待顧客數期望值(L_q)與等待時間期望值(W_q)間的關係：

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \dots\dots\dots(4.2)$$

即可計算出等待時間期望值(W_q)。

各貨櫃碼頭的等候模式如表 4.3 所示。計算出來的等待時間期望值以陽明#120、陽明#70、萬海、日本郵船等 4 航商碼頭較高，其他貨櫃碼頭均在 3 小時以下。

表 4.3 高雄港各貨櫃碼頭的等待模式與等候推估

(a) 2004 年

碼頭別	等候模式	平均到達率 (艘/時)	平均服務 率(艘/時)	交通密度	等待長度 期望值(艘)	等待時間 期望值(時)
連海	M/E4/2	0.0857	0.1289	0.3325	0.0595	0.694
萬海	M/E6/2	0.1353	0.0965	0.7009	0.8094	5.982
東方海外	M/E3/2	0.0778	0.1009	0.3856	0.0969	1.246
APL	M/E3/2	0.0881	0.1104	0.3991	0.1056	1.199
陽明 70	E2/E4/1	0.0506	0.0820	0.6168	0.3114	6.160
陽明 120	M/E5/1	0.0639	0.0947	0.6752	0.8531	13.343
現代	E2/E3/1	0.0637	0.2105	0.3027	0.0325	0.510
快桅 76~7	M/E2/2	0.0824	0.1088	0.3785	0.1024	1.243
快桅 118~9	M/E2/2	0.0559	0.1043	0.2680	0.0357	0.638
韓進	E2/E2/1	0.0508	0.1414	0.3589	0.0716	1.411
長榮 79~81	M/E3/3	0.0997	0.0692	0.4802	0.1473	1.478
長榮 115~7	M/E4/3	0.0778	0.0539	0.4813	0.1407	1.809
日本郵船	M/E2/1	0.0313	0.9407	0.3329	0.1305	4.168

(a) 2005 年

碼頭別	等候模式	平均到達率 (艘/時)	平均服務 率(艘/時)	交通密度	等待長度 期望值(艘)	等待時間 期望值(時)
連海	M/E4/2	0.0789	0.1102	0.3583	0.0752	0.952
萬海	M/E8/2	0.1347	0.0972	0.6932	0.7449	5.529
東方海外	M/E3/2	0.0709	0.1011	0.3506	0.0745	1.051
APL	M/E3/2	0.0936	0.0884	0.5296	0.2874	3.070
陽明 70	E2/E5/1	0.0488	0.0757	0.6444	0.3667	7.519
陽明 120	E2/E9/1	0.0634	0.0893	0.7102	0.4942	7.795
現代	E2/E4/1	0.0556	0.1766	0.3147	0.0332	0.598
快桅 76~7	E2/E3/2	0.0741	0.1119	0.3310	0.0192	0.259
快桅 118~9	E2/E3/2	0.0655	0.1197	0.2736	0.0087	0.133
韓進	M/E2/1	0.0447	0.1548	0.2889	0.0899	2.009
長榮 79~81	M/E3/3	0.0982	0.0774	0.4227	0.0903	0.919
長榮 115~7	M/E5/3	0.0750	0.0600	0.4162	0.0664	0.886
日本郵船	M/E2/1	0.0406	0.0867	0.4680	0.3191	7.861

4.3 碼頭出租方式調整之分析

近年來航運專家學者們提出目前高雄港採單一碼頭出租的營運方式不妥，不利航商的貨櫃調度，並增加作業費用，建議將租賃碼頭分處於不同貨櫃中心的航商(如陽明、長榮與快桅)調整至同一貨櫃中心，或者改採整個貨櫃中心一併出租之方式營運，以發揮碼頭規模經濟之效益。本節首先分析當陽明、長榮與快桅等三家貨櫃航商的貨櫃碼頭調整至同一貨櫃中心時，在船舶進出港的等待時間可能變化，而後比較以單一碼頭營運與以貨櫃中心營運兩方案在船舶平均等待時間上的差異。

陽明海運在高雄港承租第 70 號碼頭與第 120 號碼頭，分別位處於第三、第四貨櫃中心，若僅運用等候理論分析船舶的等待情況，不探討後線貨櫃場合併營運的規模經濟性，則以 2005 年的船舶進港資料為分析對象，預估得到當陽明 2 座碼頭合併營運時，船舶抵港時間間距分配為指數分配，服務時間分配為形狀參數 5 的耳朗分配，其等候模式為 $M/E5/2$ ，估計等待時間期望值為 6.363 小時，較兩座碼頭各自營運時，70、120 號碼頭的等待時間期望值分別為 7.519 小時、7.795 小時均低。

同樣的，快桅輪船公司在高雄港承租第 77~78 號碼頭與第 118~119 號碼頭，4 座碼頭分別位處於第五與第四貨櫃中心，長榮海運承租第 79~81 號碼頭與第 115~118 號碼頭，6 座碼頭分別位處於第五與第四貨櫃中心。若以 2005 年的船舶進港資料為分析對象，運用等候理論分析兩航商碼頭合併營運之船舶等待情況，預估得到當快桅的 4 座碼頭合併營運時，船舶抵港時間間距分配為指數分配，服務時間分配為形狀參數 3 的耳朗分配，其等候模式為 $M/E3/4$ ，估計等待時間期望值為 0.09 小時。此一數值較 4 座碼頭兩兩各自營運時，77~78、118~119 號碼頭的等待時間期望值分別為 0.259 小時、0.133 小時均低。關於長榮海運，則預估得到當 6 座碼頭合併營運時，船舶抵港時間間距分配為指

數分配，服務時間分配為形狀參數 4 的耳朗分配，其等候模式為 M/E4/6，估計等待時間期望值為 0.341 小時。此一數值較 6 座碼頭 8 分處四櫃、五櫃各自營運時，79~81、115~117 號碼頭的等待時間期望值分別為 0.919 小時、0.886 小時均低。陽明、快桅與長榮三家航商貨櫃碼頭若合併營運時的等候模式如表 4.4 所示。

表 4.4 預估碼頭合併運作的船舶等待情況

碼頭別	等候模式	平均到達率(艘/時)	平均服務率(艘/時)	交通密度	等待長度期望值(艘)	等待時間期望值(時)
陽明 2 座碼頭合併營運	M/E5/2	0.1122	0.0829	0.6768	0.7138	6.363
快桅 4 座碼頭合併營運	M/E3/4	0.1394	0.1155	0.3019	0.0126	0.090
長榮 6 座碼頭合併營運	M/E4/6	0.1732	0.0691	0.4176	0.0590	0.341

目前高雄港正在推動「高雄港洲際貨櫃中心計畫」的第一期工程，計畫以 BOT 方式投資興建 4 席水深-16 公尺、總長 1,500 公尺之貨櫃碼頭，以及後線場地面積約 75 公頃之貨櫃中心。目前該 BOT 案正在積極進行招商工作，未來當有航商遷移至洲際貨櫃中心運作後，即可利用其空出的貨櫃碼頭進行碼頭承租航商的調整工作，將分處不同貨櫃中心的陽明、長榮、快桅碼頭調整至同一貨櫃中心。

進一步比較以單一碼頭營運，以及以貨櫃中心營運兩方案在船舶等待時間期望值上的差異。第二貨櫃中心共有 4 座碼頭，目前#63~64 碼頭租給萬海航運公司，#65~66 碼頭租給東方海外公司，依據 2005 年的船舶進港資料，萬海、東方海外兩航商各自的等候模式為 M/E8/2 與 M/E3/2，估計的等待時間期望值分別為 5.529 小時與 1.051 小時，若整個貨櫃中心聯合運作，等候模式改變為 M/E5/4，估計的等待時間期望值為 0.681 小時，較目前各自營運時的等待時間期望值均低。表 4.5 列出高雄港二~五櫃等各貨櫃中心合併營運時的平均到達率、服務率與等候模式，以及預估的等待長度期望值、等待時間期望值。表中顯示若僅就船舶進港的等待時間做探討，採取整個貨櫃中心出租策略較各貨櫃碼頭分別出租策略的船舶等待時間低。

表 4.5 預估整個碼頭中心聯合運作的船舶等待情況

碼頭別	等候模式	平均到達率(艘/時)	平均服務率(艘/時)	交通密度	等待長度期望值(艘)	等待時間期望值(時)
二櫃	M/E5/4	0.2055	0.0988	0.5203	0.1399	0.681
三櫃	M/E3/3	0.1424	0.0844	0.5628	0.2811	1.973
四櫃	M/E4/7	0.2442	0.0830	0.4204	0.0394	0.161
五櫃	M/E2/7	0.2719	0.1105	0.3515	0.0088	0.032

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究運用等候理論探討貨櫃船在高雄港貨櫃碼頭的等候延滯情況。

1. 在等候理論與文獻回顧方面，本研究回顧了等候系統的基本特性與假設、模式化到達與服務過程的方法、詳述等候理論中最優先被考量的指數分配與耳朗分配理論、等候理論的理論基礎 生死過程，並介紹檢定到達時間間距分配與服務時間分配的檢定方法。並就相關文獻做回顧。
2. 在高雄港貨櫃碼頭的營運現況分析部份，說明了高雄港目前整體的配置、貨櫃碼頭的實體設施、使用單位、貨櫃裝卸量，並蒐集分析高雄港近三年的的船舶動態資料與棧埠作業資料，估算出高雄港各貨櫃碼頭的營運作業指標，包括貨櫃船的在港時間、靠碼頭時間、港外等待比例、所有貨櫃船的平均等待時間、有等待船舶的平均等待時間、碼頭使用率與平均毛裝卸效率等。
3. 在貨櫃碼頭的等候模式部份，以 K-S 檢定法進行各貨櫃碼頭的抵港與服務分配檢定，並運用電腦軟體 Mathematica 撰寫程式簡化作業時間。檢定結果得到：除少部份檢定未通過，大多貨櫃碼頭均能找到配適的等候模式。高雄港貨櫃碼頭的抵港時間間距分配多為指數分配，少部份為形狀參數 2 之耳朗分配，而服務時間分配均為耳朗分配，形狀參數從 2 到 9 不等，大多為 2 或 3。
4. 在探討改變高雄港貨櫃碼頭出租方式部份，將碼頭分處兩地的航商之碼頭調整至同一貨櫃中心時，以及碼頭改為整個貨櫃中心一併出租時，比較兩方案的船舶等待時間期望值。分析結果顯示：若僅就船舶等待時間做探討，若高雄港將分處兩貨櫃中心的航商碼頭合併，

或將貨櫃碼頭改為整個貨櫃中心一併出租時，則貨櫃船的平均等待時間縮短，可提升船舶進出港之營運效益。

5.2 建議

1. 本研究主要針對高雄港做探討，進一步可蒐集基隆港、臺中港之相關資料，同樣運用等候理論探討分析此二港口貨櫃船的等候延滯情形。
2. 本研究求得高雄港各貨櫃碼頭的等候模式，可提供做為港埠模擬分析研究之基本輸入資料。

參考文獻

- [1] 王慶瑞，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，第一卷，第四期，頁 22~42，民國 61 年。
- [2] 朱金元，高雄港營運改善策略之模擬研究，運輸計劃季刊，第十八卷，第四期，頁 519~542，民國 78 年。
- [3] 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，臺灣地區港埠等待模式之驗證研究，民國 89 年。
- [4] 汪進財，臺灣地區國際商港運量分配模式之研究，國立交通大學碩士論文，民國 68 年。
- [5] 林肇光，臺灣西部三港貨櫃運輸整體化經營可行性之研究，國立交通大學碩士論文，民國 68 年。
- [6] 黃承傳，系統方法分析港埠問題之探討，運輸計劃季刊，第一卷，第三期，頁 87~100，民國 61 年。
- [7] 郭塗城、黃文吉、鄧振源、程培倫、吳勝傑，定期貨櫃船舶到達時間分佈之研究，中華民國運輸學會第十五屆學術研討會，頁 709~718，民國 89 年 12 月。
- [8] 曾安源，基隆港商船到達型態之研究，國立海洋大學碩士論文，民國 80 年。
- [9] 蘇立恆，多目標港口船席作業系統之模擬，國立交通大學碩士論文，民國 68 年。
- [10] 劉森添，港埠貨櫃作業系統之規劃研究 以高雄港為例，國立成功大學碩士論文，民國 73 年。
- [11] 顏月珠，商用統計學，三民書局出版，民國 79 年。
- [12] Hillier, F. S. and Yu, O.S., Queueing Tables and Graphs, New York:

North Holland, 1981.

- [13] Kendall, D., “Some Problems in the Theory of Queues”, Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 13, pp. 151-185, 1951.
- [14] UNCTAD, Port Development – a handbook for planners in developing countries, United Nations, New York, 1985.
- [15] Winston, W. L., Operations Research: Application and Algorithms, PWS Publishers, USA, 1987.