

95-26-7173

MOTC-IOT-94-H1DA004-1

提升高雄港貨櫃碼頭營運 效益之研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 95 年 3 月

95-26-7173
MOTC-IOT-94-H1DA004-1

提升高雄港貨櫃碼頭營運 效益之研究(1/2)

著 者：謝幼屏

交通部運輸研究所

中華民國 95 年 3 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. (1/2) /
謝幼屏著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運
研所，民95

面；公分

參考書目：面

ISBN 986-00-4708-1(平裝)

1. 港埠 - 管理

557.52

95005320

提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究(1/2)

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 95 年 3 月

印刷者：

版(刷)次冊數：初版一刷 130 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：100 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：1009500670

ISBN：986-00-4708-1 (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。

95
提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究
(1/2)

交通部運輸研究所

GPN : 1009500670
定價 100 元

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：提升高雄港貨櫃碼頭營運效益之研究(1/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 986-00-4708-1(平裝)	政府出版品統一編號 1009500670	運輸研究所出版品編號 95-26-7173	計畫編號 94-H1DA004-1
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)26587117 傳真號碼：(04)26564418			研究期間 自 94 年 01 月 至 94 年 12 月
關鍵詞：等候理論、貨櫃碼頭營運、港埠效益			
摘要： 高雄港海運網遍及世界五大洲，為亞太地區之重要貨櫃港。然而近來高雄港的貨櫃裝卸量成長有限，航運界專家學者均憂心高雄港的未來發展。基於港埠延滯與作業效率是影響港埠競爭力之關鍵因素之一，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。其次，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兩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。最後，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。 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 6 不等，大多為 2 或 3。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
95 年 3 月	76	100	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 (1/2)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 986-00-4708-1 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009500670	IOT SERIAL NUMBER 95-26-7173	PROJECT NUMBER 94-H1DA004-1
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PROJECT ADVISOR: Chin-Yuan Chu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yu-Ping Hsieh PROJECT STAFF: Yu-Ping Hsieh PHONE: 04-26587117 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2005 TO December 2005
KEY WORDS: queuing theory, container terminal operation, port efficiency			
ABSTRACT: The Kaohsiung Habor is one of important harbors in the Asia Pacific Area, and it has direct link to any other major port in the world. But these days the container throughputs increase slowly in Kaohsiung Harbor, we are worried about whether it will remain its predominance in this region. Since port delay and operation efficiency are two crucial factors influencing port competitiveness, this study adopted queuing theory to analyze the delay in the container terminals of Kaohsiung Harbor. Basic characteristics of queuing theory and previous study are reviewed firstly. Then, current operating status in the container terminals of Kaohsiung Harbor is discussed. Main indices for container terminals are determined. Finally, K-S method is used to test both the time interval distribution and the service time distribution, and to determine the proper queuing model. 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 containerships and for containerships 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 parameter from two to six.			
DATE OF PUBLICATION March 2006	NUMBER OF PAGES 76	PRICE 100	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(1/2)

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.....	1-1
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.....	3-1
3.3 高雄港貨櫃裝卸量.....	3-6

3.4	貨櫃船在港時間與裝卸效率分析.....	3-7
第四章	高雄港貨櫃碼頭的等待模式.....	4-1
4.1	分析方法	4-1
4.2	各貨櫃碼頭的檢定結果.....	4-3
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.....	3-7
表 4.1	高雄港各貨櫃碼頭的等待模式.....	4-24

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.....	1-2
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	1-5
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 4.1	連海裝卸公司#42~43 號碼頭的船舶抵港與服務分配	4-11
圖 4.2	萬海航運公司#63~64 號碼頭的船舶抵港與服務分配	4-12
圖 4.3	東方海外航運公司#65~66 號碼頭的船舶抵港與服務分配 ..	4-13
圖 4.4	美國總統輪船公司(APL)#68~69 號碼頭的船舶抵港與服務 分配.....	4-14
圖 4.5	陽明海運公司#70 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-15
圖 4.6	陽明海運公司#120 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-16
圖 4.7	現代商船公司#75 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-17
圖 4.8	臺灣快桅輪船公司#76~77 號碼頭的船舶抵港與服務分配 ..	4-18
圖 4.9	臺灣快桅輪船公司#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配...	4-19
圖 4.10	韓進海運公司#78 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....	4-20

- 圖 4.11 長榮海運公司#79~81 號碼頭的船舶抵港與服務分配4-21
- 圖 4.12 長榮海運公司#115~117 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....4-22
- 圖 4.13 日本郵船公司#121 號碼頭的船舶抵港與服務分配.....4-23

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，貨櫃營運量在民國 93 年為 971 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。

近幾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，部分產業外移，使致港口的進出口貨物運量幾無成長，而僅有轉口貨櫃量略有增加。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，使臺灣航運專家學者均憂心高雄港的未來發展，在目前海運軸輻航運網路的發展趨勢下，擔憂未來東亞地區的貨櫃主航線靠泊大陸港口，而不靠泊高雄港，使得高雄港淪為集貨港，如此一來，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、主航線直靠之地位。本研究基於港埠延滯與作業效率是影響港埠競爭力之關鍵因素之一，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。

1.2 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。

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。

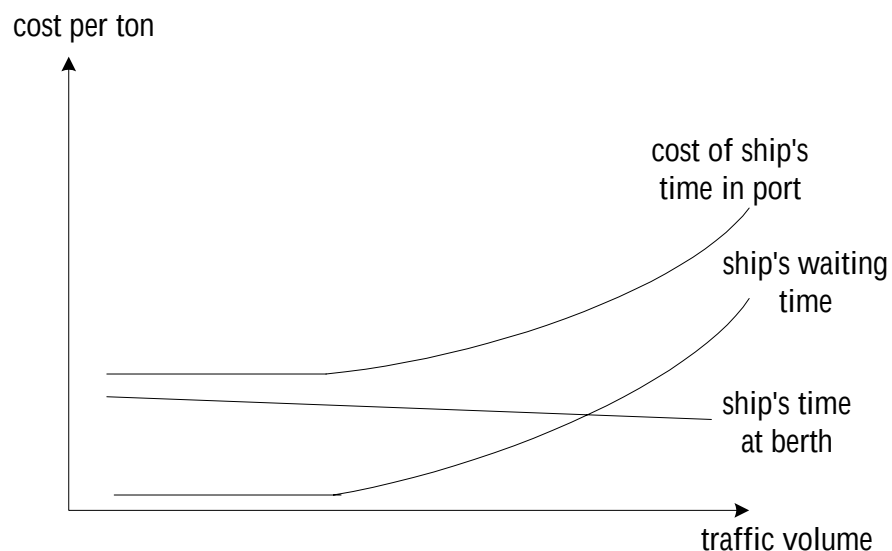


圖 1.1 船舶在港時間成本隨船舶數量增加之變化情形

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。

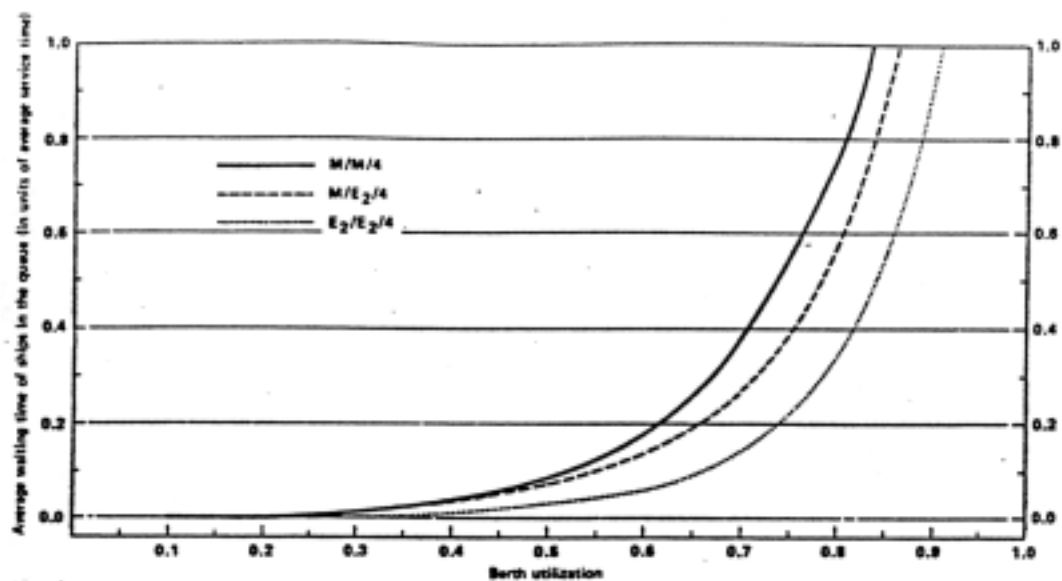


圖 1.2 AWT/AST 與碼頭使用率的關係圖

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。

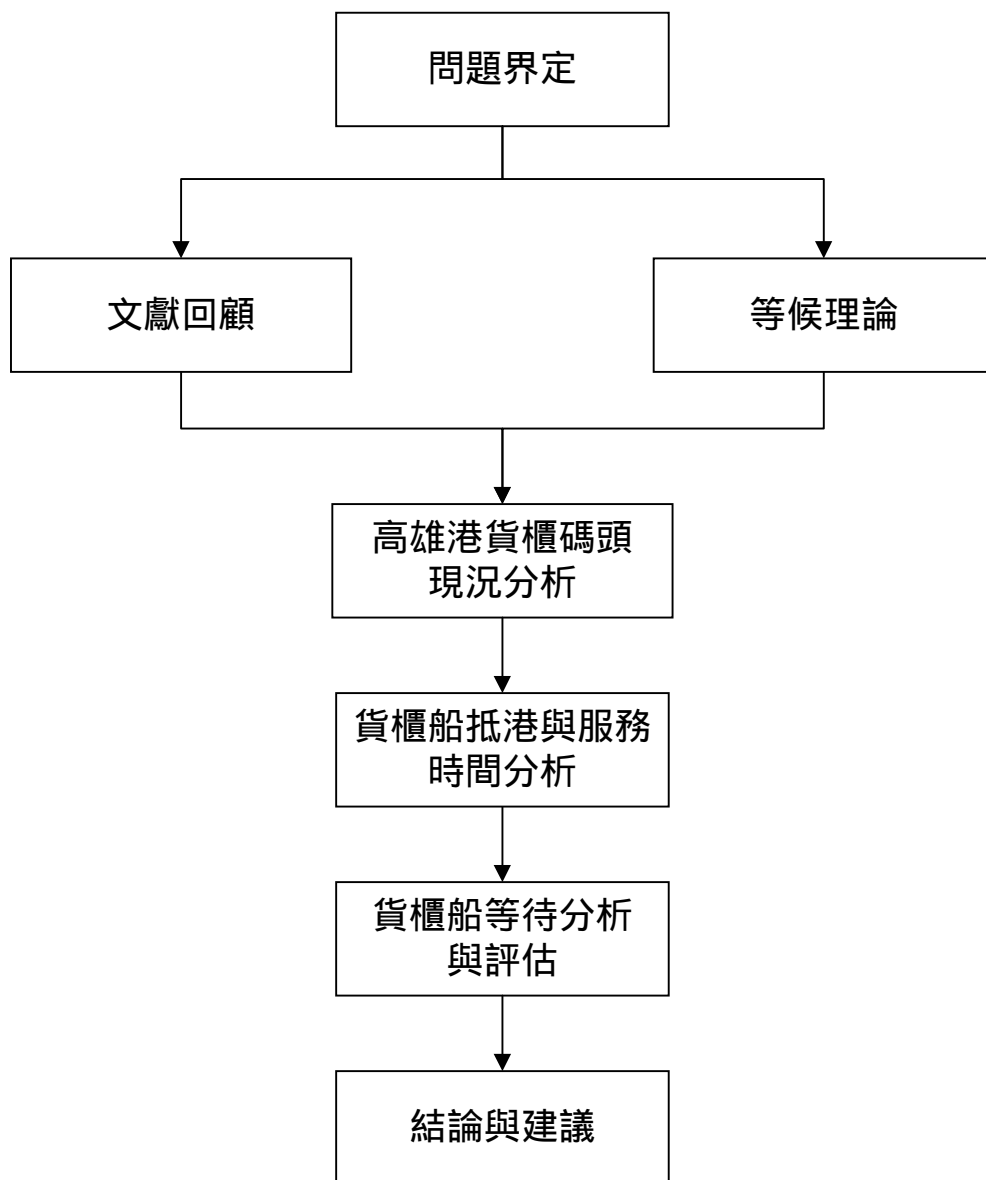
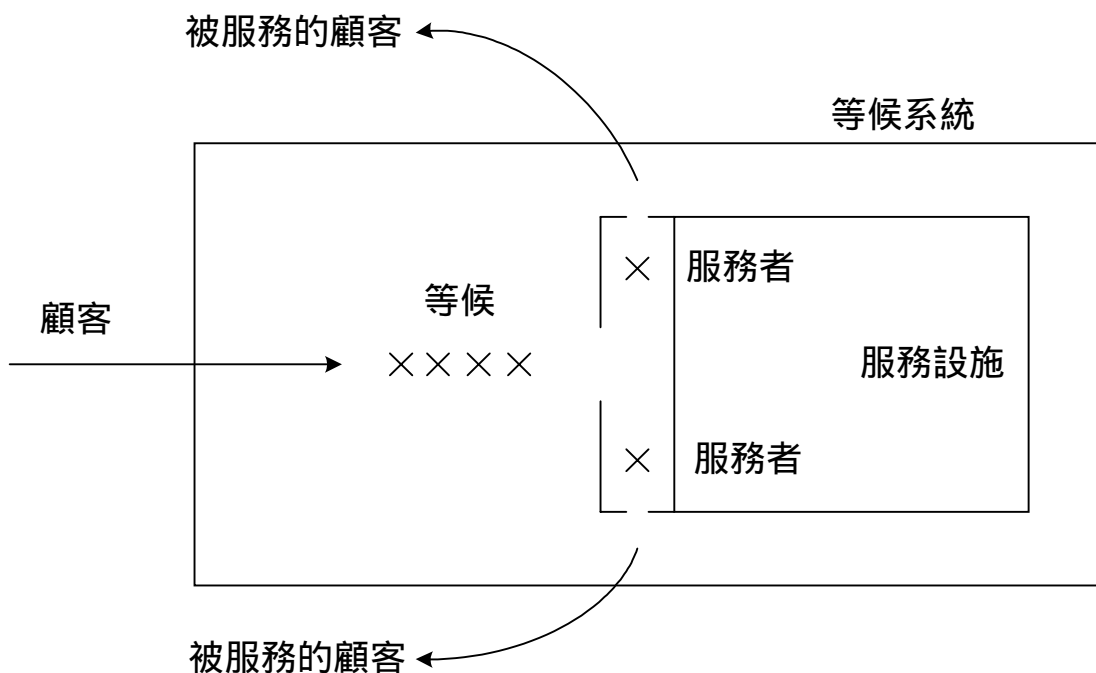


圖 1.3 研究流程圖

第二章 等候理論與文獻回顧

2.1 等候系統特性

等候系統(queueing 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：Hillier and Yu (1981)。

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)與服務時間(service time)。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服務完一個顧客。
4. 服務時間亦是獨立且同一分配。
5. 顧客在系統中等待服務時不會提前離開，而當服務完成後會立刻離開系統。

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 $\frac{1}{\alpha}$ 。

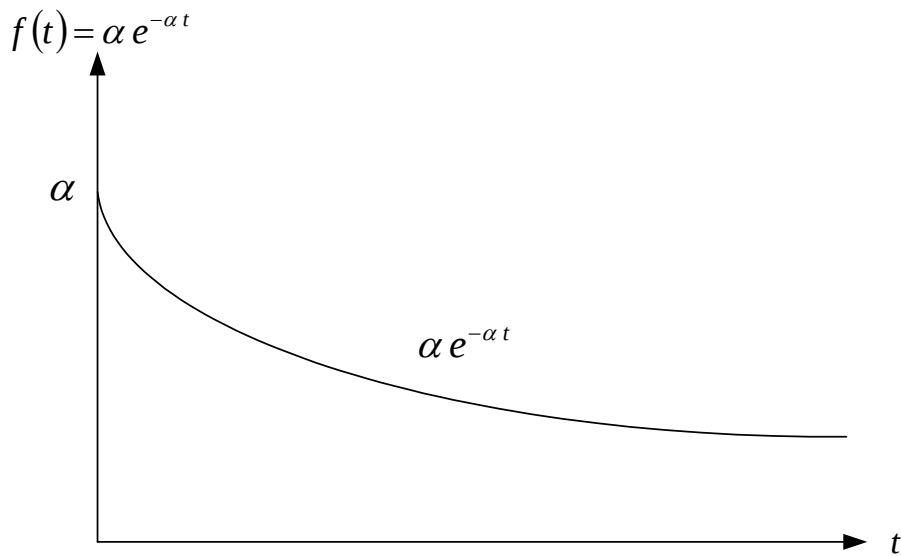


圖 2.2 指數分配圖

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。

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

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。

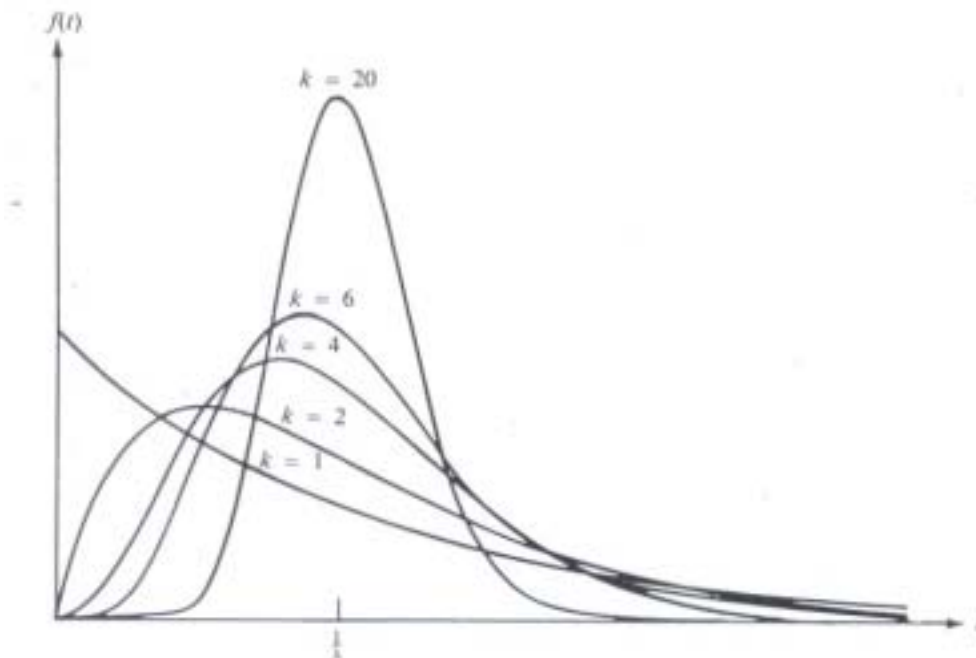


圖 2.3 耳朗分配圖

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 之耳朗分配，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朗分配。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 $\mu_j \Delta t + o(\Delta t)$ 。一個「死亡」將減少系統狀態 1，變成狀態 $j-1$ 。變數 μ_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 μ 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 $j \geq 0$ ，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 $j \geq 0$ 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。

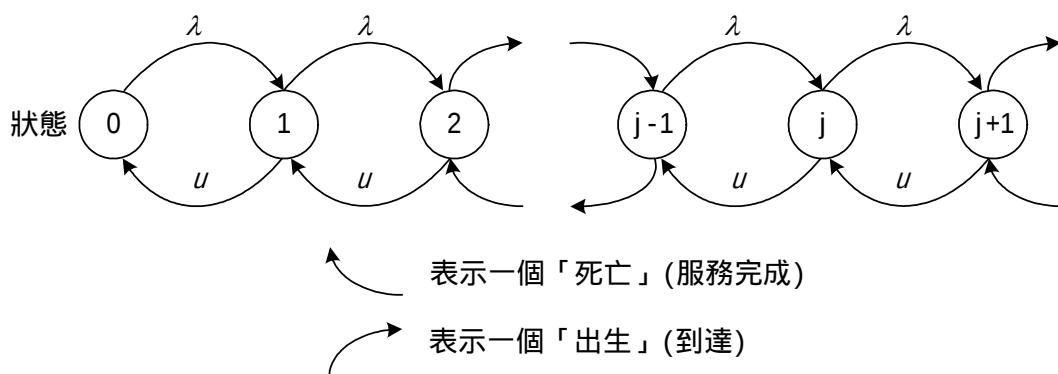


圖 2.4 $M/M/1/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖

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。

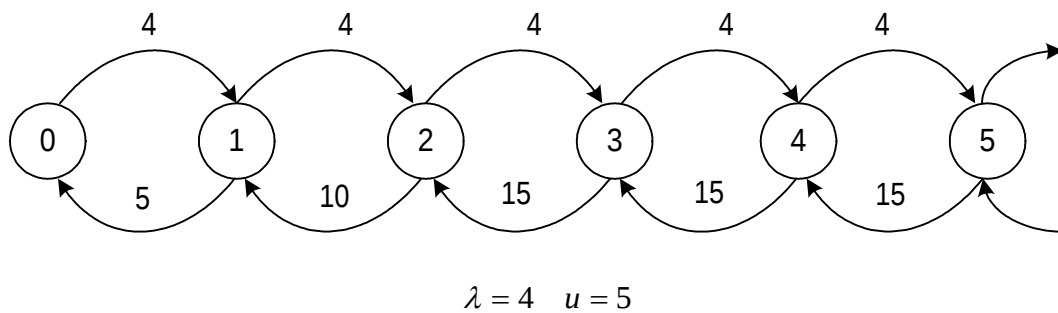


圖 2.5 一個 $M/M/3/FCFS/\infty/\infty$ 等候系統的出生/死亡率圖

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 $n - \sum_{i=1}^k e_i$ ，也就決定了，故沒有其他限制條件時，自由度 v 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 v 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，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。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 26.6 公里，其中貨櫃碼頭 26 座、雜貨碼頭 32 座、散裝碼頭 29 座、穀類碼頭 3 座、客輪、軍用、親水休憩、港勤、工作船碼頭共 28 座，繫船浮筒 22 組，同時可供 155 艘各類船舶靠泊。各型港勤船舶 103 艘，各種類型之裝卸機具二千餘件，可供支援任何船舶及裝卸作業。現有倉庫和通棧 76 棟，總容量 900,886 公噸，露置堆置場 9 處，總容量 43,947 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。在民國 93 年全港貨櫃營運量為 971 萬 TEU。

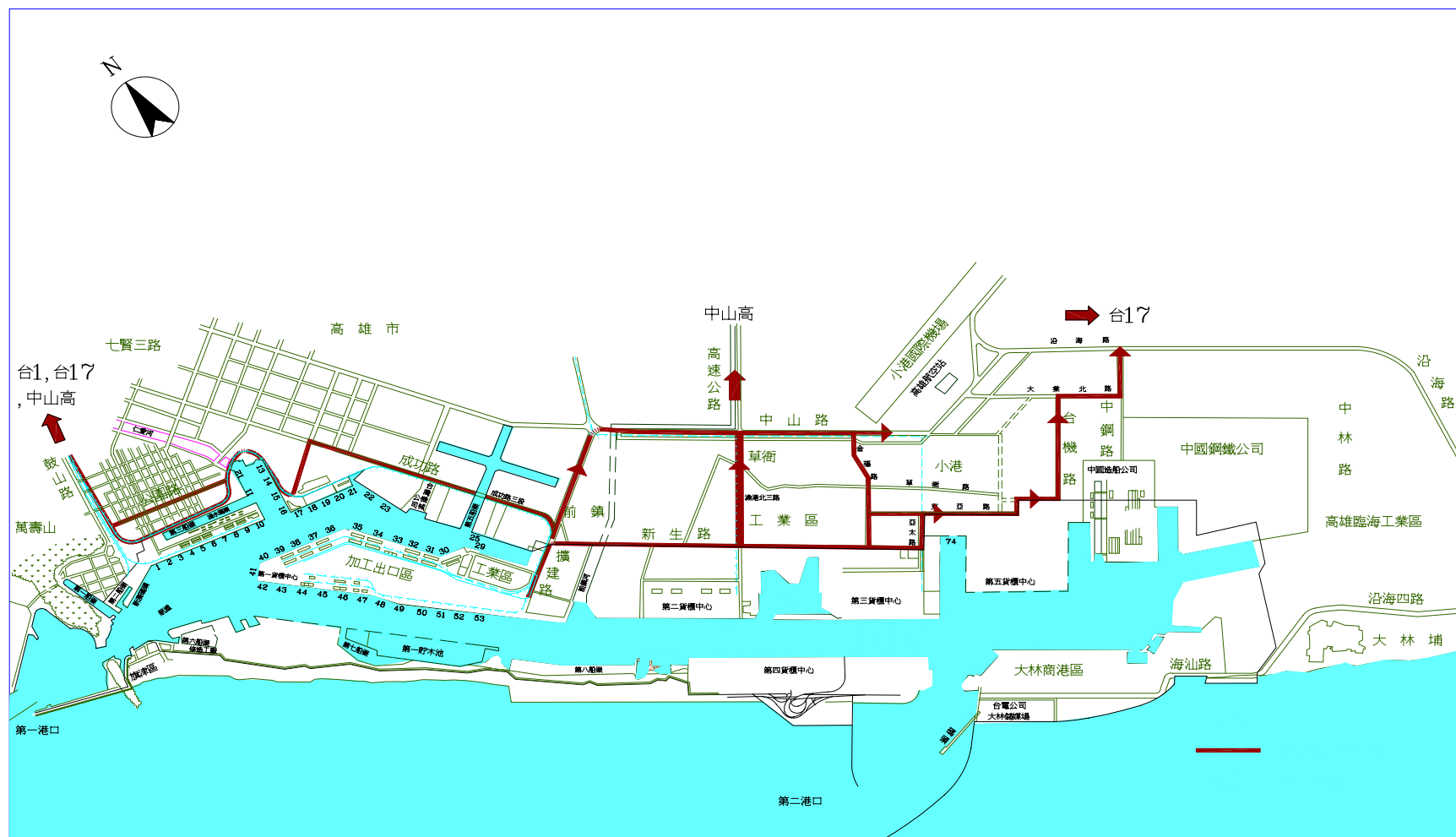


圖 3.1 高雄港平面圖

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 26 座，營運碼頭總長度 6,119 公尺。營運方式以租賃為主，公用為輔。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。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。

公用碼頭後線的貨櫃場或港務局自行經營或租賃予貨櫃裝卸公司；出租碼頭後線的貨櫃場、貨櫃集散站則由承租碼頭之公司自行經營或委託集散站業者經營。各貨櫃儲運中心後線貨櫃場面積如表 3.2。主要裝卸機具包括橋式起重機、跨載機、門式起重機、堆高機、拖車等。碼頭裝卸作業主要以橋式起重機為主，而碼頭與堆置場間之作業則以跨載機、拖車為主。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#40~#43 等 4 座碼頭，碼頭全長 848.88 公尺，碼頭水深 10.5 公尺，後線貨櫃場面積 10.5 公頃，可儲放貨櫃 2,500TEU(雙層)，棧庫面積 5,110 平方公尺，容量 6,600 公噸。#40、#41 號碼頭為公用碼頭，由港務局自營，為配合自備吊桿船舶停靠，未裝橋式起重機；#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 號碼頭共裝設貨櫃起重機 3 台。

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	40	公用	214.17	30	10.5	0
	41	公用	204.53	30	10.5	0
	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
	122	公用	336.33	30	14.0	0
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(2004.12.13)。

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， 容量 2,500TEU(雙層)。
第二貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 450,000 平方公尺， 容量 12,576TEU(雙層)。
第三貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 486,000 平方公尺， 容量 17,322TEU(三層)。
第四貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 100 公頃， 容量 35,000TEU。
第五貨櫃儲運中心	貨櫃場面積 90 公頃(含#74 後線)， 容量 49,000TEU。

資料來源：高雄港務局網站(<http://www.khb.gov.tw>)之高雄港港灣設施(2004.12.13)。

2. 第二貨櫃儲運中心

位於前鎮商港區，擁有#63~#66 等 4 座碼頭，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 12,576TEU(雙層)，共裝設貨櫃起重機 9 台。#63、#64 碼頭租給萬海航運公司，#65、#66 租給東方海外公司。

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 48.6 公頃，可儲放貨櫃 17,322TEU(三層)，裝設貨櫃起重機 11 台。#68、#69 租給美國總統輪船公司(APL)，而#70 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~#122 等 8 座碼頭，全長 2,533.03 公尺，碼頭水深 14.0 公尺，後線貨櫃場面積 100 公頃，可儲放貨櫃

35,000TEU，裝設貨櫃起重機 19 台。#115~#117 租給長榮海運公司，#118、#119 租給快桅輪船公司，#120 租給陽明海運公司，#121 租給日本郵船公司，#122 為公用碼頭。

5. 第五貨櫃儲運中心

位於大仁商港區，擁有#74~#81 等 8 座碼頭，其中#74 為雜貨碼頭，而#75~#81 為貨櫃碼頭，7 座貨櫃碼頭之碼頭全長 1,990 公尺，碼頭水深 14.0~15.0 公尺，後線貨櫃場面積 90 公頃，可儲放貨櫃 49,000TEU，裝設貨櫃起重機 20 台。目前#75 租給現代商船公司，#76~#77 租給快桅輪船公司，#78 租給韓進海運公司，#79~#81 租給長榮海運公司。

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。2003 年全港的貨櫃營運量為 884 萬 TEU，較 2002 年的 849 萬 TEU 增加 4.12%，其中進港為 443 萬 TEU，出港為 441 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

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 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¹，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

¹ 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。

3.4.2 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²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³，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)。

² 在此貨櫃船係指全貨櫃船，不含半貨櫃船。

³ 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。

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 分析方法

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

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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $\alpha=0.05$ 顯著水準下，指數分配之 K-S 檢定統計量 $D = \max |F(x) - S(x)| = 0.06324 > D_{\alpha/2} = 0.04963$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配較接近指數分配。

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 $D = 0.03667 < D_{\alpha/2} = 0.04690$ ，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 號碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間較接近指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 4 之耳朗分配，等待模式接近 M/E4/2 模式。

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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.02899 <$

$D_{\alpha/2}=0.03946$ ，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 $D = 0.02328 < D_{\alpha/2}=0.03795$ ，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 號碼頭的碼頭 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#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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.03863 < D_{\alpha/2} = 0.05208$ ，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 $D = 0.05388 < D_{\alpha/2}=0.05403$ ，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 號碼頭的碼頭 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.06067 > D_{\alpha/2} = 0.05867$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配較接近指數分配。

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 $D = 0.08123 > D_{\alpha/2} = 0.05014$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配較接近形狀參數為 3 之耳朗分配。則美國總統輪船公司(APL)#68~69 號碼頭的碼頭 2 座，船舶抵港時間接近指數分配，船舶服務時間接近形狀參數為 3 之耳朗分配，等待模式接近 M/E3/2 模式。

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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.05675 < D_{\alpha/2} = 0.06462$ ，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 $D = 0.06124 < D_{\alpha/2} = 0.06144$ ，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 號碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間間距分配形狀參數為 2 之耳朗分配，船舶服務時間間距分配形狀參數為 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.07482 > D_{\alpha/2} = 0.06882$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配較接近指數分配。

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 $D = 0.04449 < D_{\alpha/2} = 0.05418$ ，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 號碼頭的碼頭 1 座，船舶抵港時間間距接近指數分配，船舶服務時間間距分配形狀參數為 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.04619 < D_{\alpha/2} = 0.05752$ ，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 $D = 0.04809 < D_{\alpha/2}=0.05581$ ，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 號碼頭的碼頭 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.05861 < D_{\alpha/2}=0.06066$ ，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 $D = 0.03871 < D_{\alpha/2}=0.04419$ ，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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.08341 > D_{\alpha/2}=0.07386$ ，未通過 K-S 檢定，船舶抵港時間間距分配較接近指

數分配。

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 $D = 0.04649 < D_{\alpha/2} = 0.05529$ ，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，船舶抵港時間接近指數分配，船舶服務時間適配形狀參數為 2 之耳朗分配，等待模式接近 M/E2/2 模式。

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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.02461 < D_{\alpha/2} = 0.06454$ ，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 $D = 0.04417 < D_{\alpha/2} = 0.05072$ ，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 號碼頭的碼頭 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.03338 < D_{\alpha/2} = 0.04603$ ，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 號碼頭，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 $D = 0.01903 < D_{\alpha/2}=0.04104$ ，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 號碼頭的碼頭 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 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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.04930 < D_{\alpha/2} = 0.05219$ ，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。

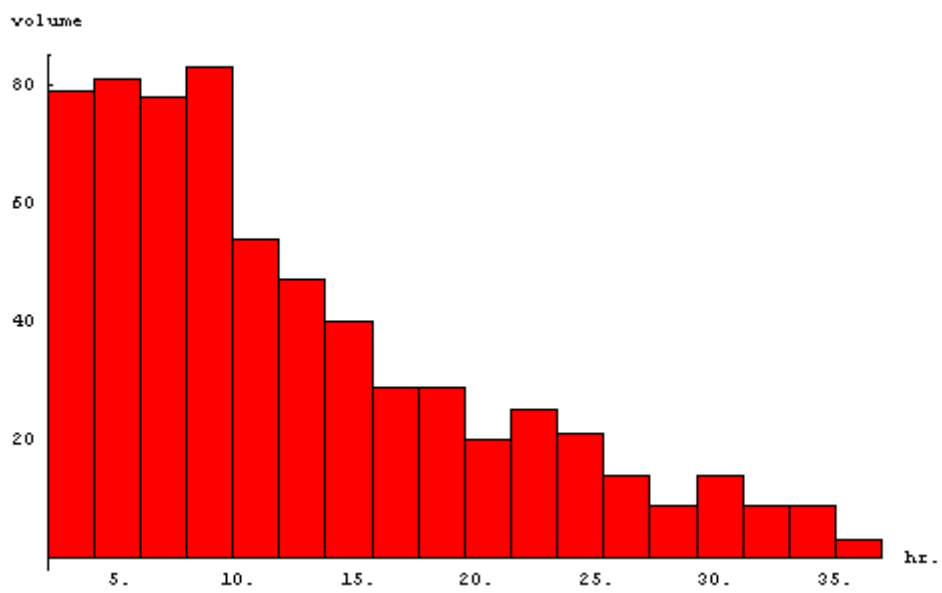
2004 年共計有 820 艘次的船舶靠泊#115~117 號碼頭，船舶靠泊碼頭的時間分配如圖 4.12(b)所示，平均每艘船的靠碼頭時間為 18.57 小時，標準差為 9.76 小時。在 $\alpha=0.005$ 顯著水準下，形狀參數為 4 之耳朗分配的 K-S 檢定統計量 $D = 0.04809 < D_{\alpha/2}=0.05692$ ，差異不顯著，顯示船舶服務時間分配可能配適形狀參數為 4 之耳朗分配。則長榮海運公司#115~117 號碼頭的碼頭 3 座，船舶抵港時間適配指數

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。

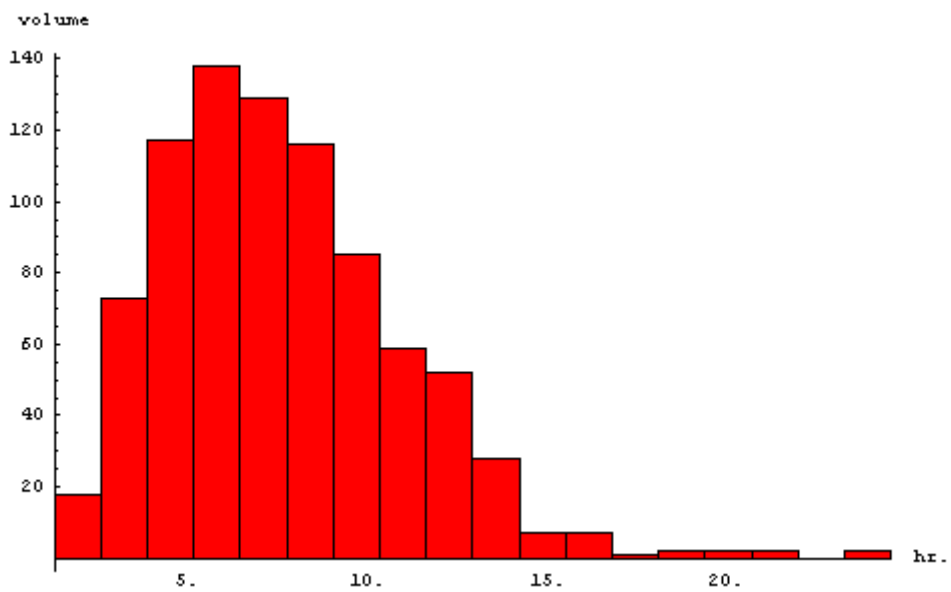
10. 日本郵船公司#121 號碼頭

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。船舶抵港時間間距分配如圖 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 $D = 0.08641 < D_{\alpha/2} = 0.09847$ ，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 號碼頭，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 $D = 0.05050 < D_{\alpha/2}=0.07453$ ，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 號碼頭的碼頭 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。

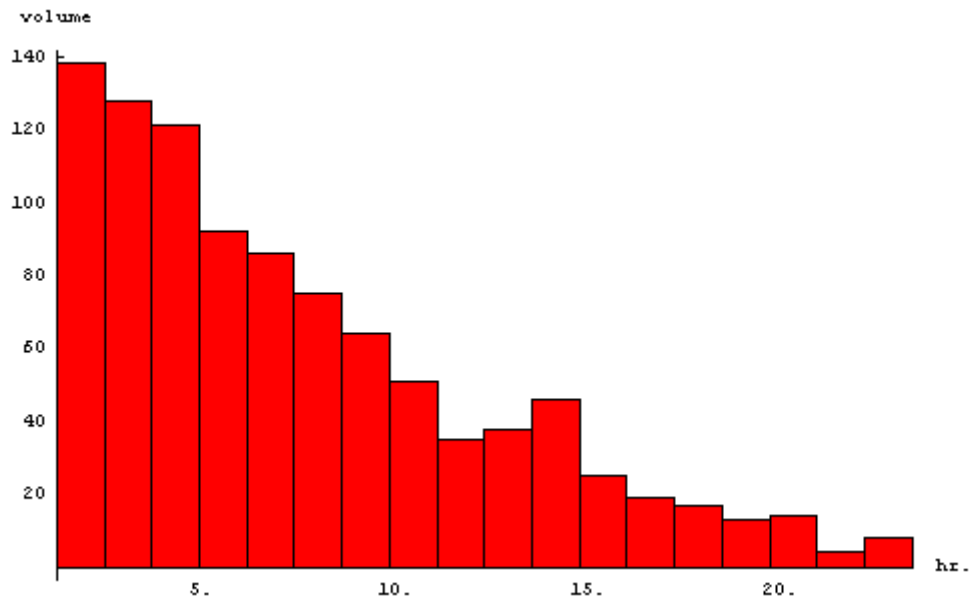


(a) 抵港時間間距分配

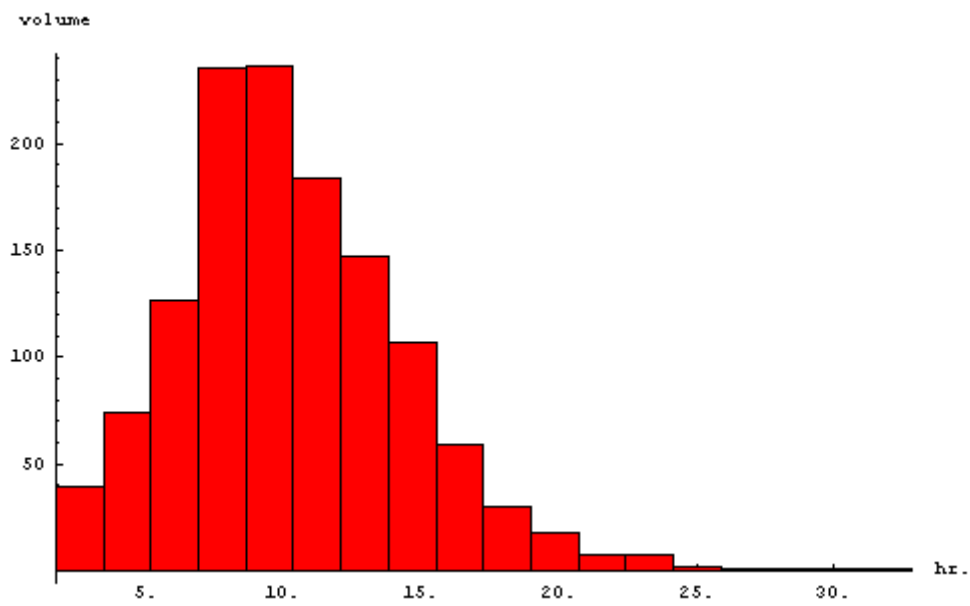


(b) 服務時間分配

圖 4.1 連海裝卸公司#42~43 號碼頭的船舶抵港與服務分配

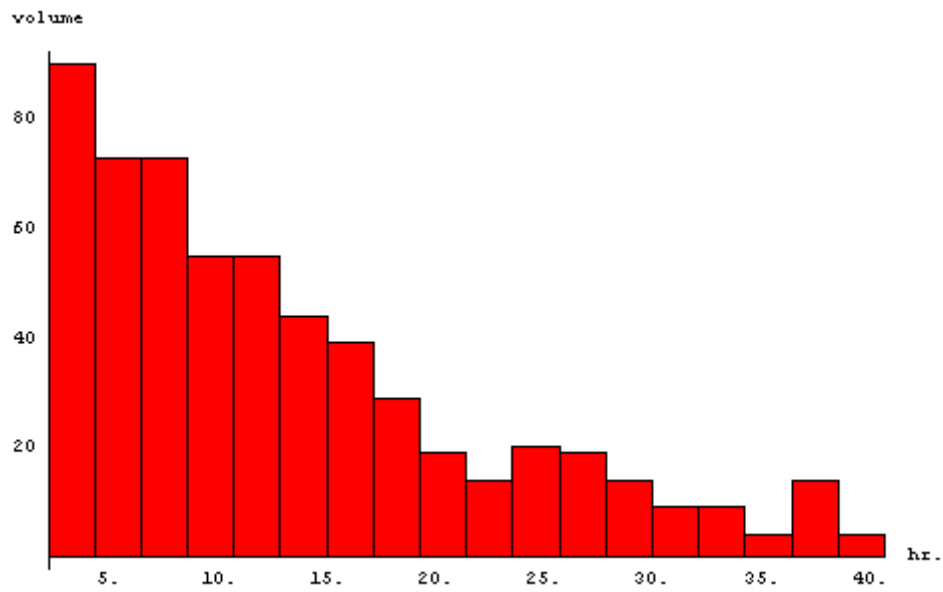


(a) 抵港時間間距分配

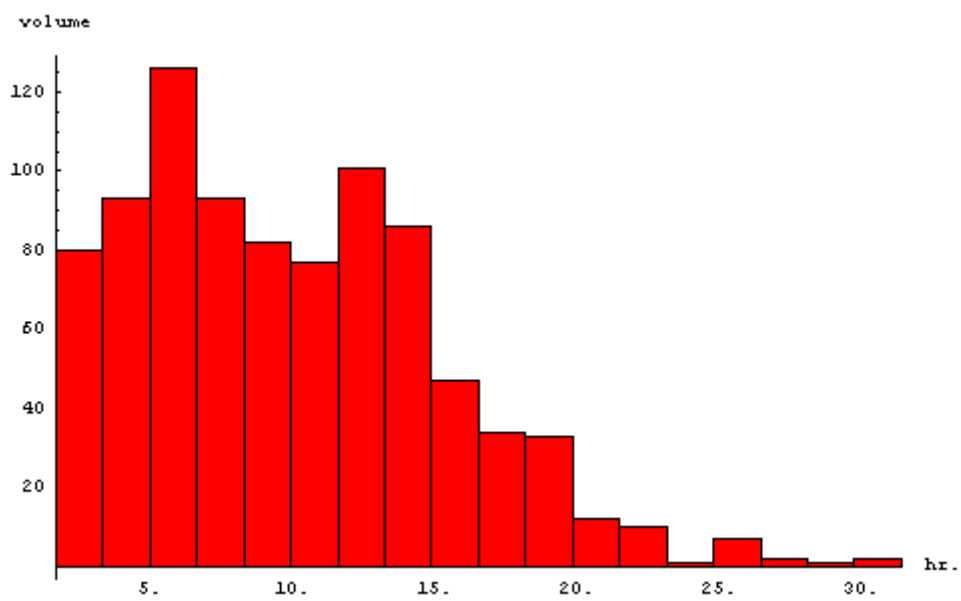


(b) 服務時間分配

圖 4.2 萬海航運公司#63~64 號碼頭的船舶抵港與服務分配

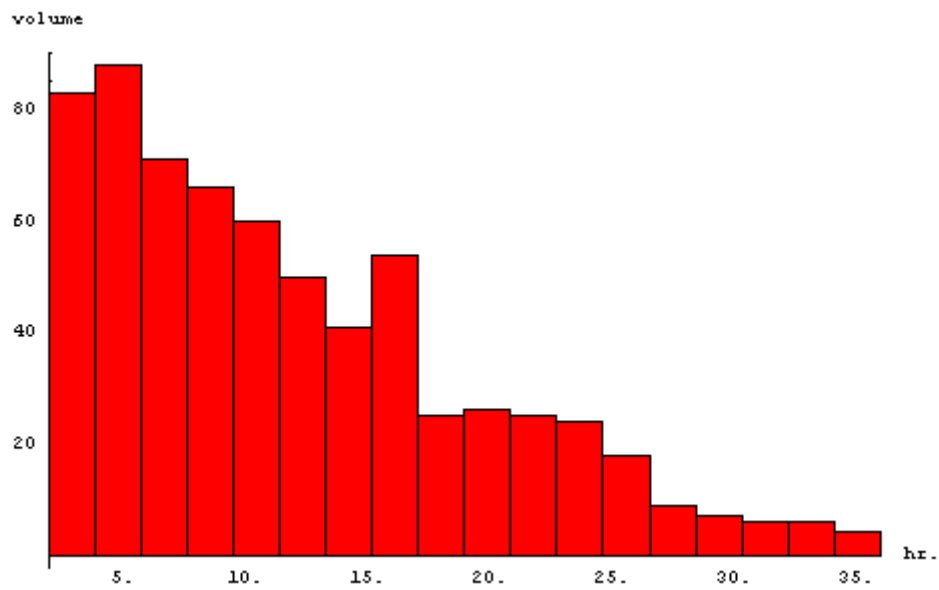


(a) 抵港時間間距分配

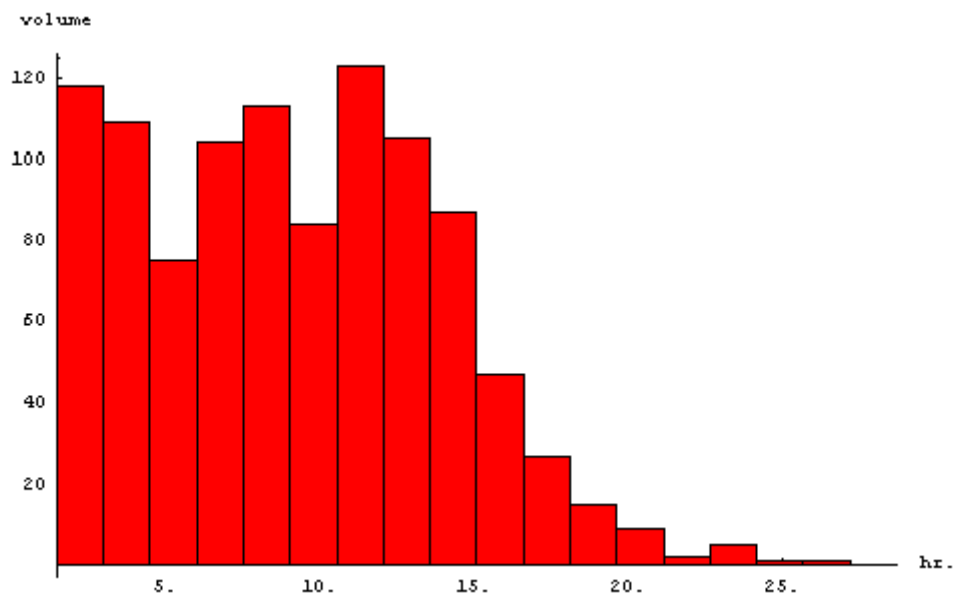


(b) 服務時間分配

圖 4.3 東方海外航運公司#65~66 號碼頭的船舶抵港與服務分配

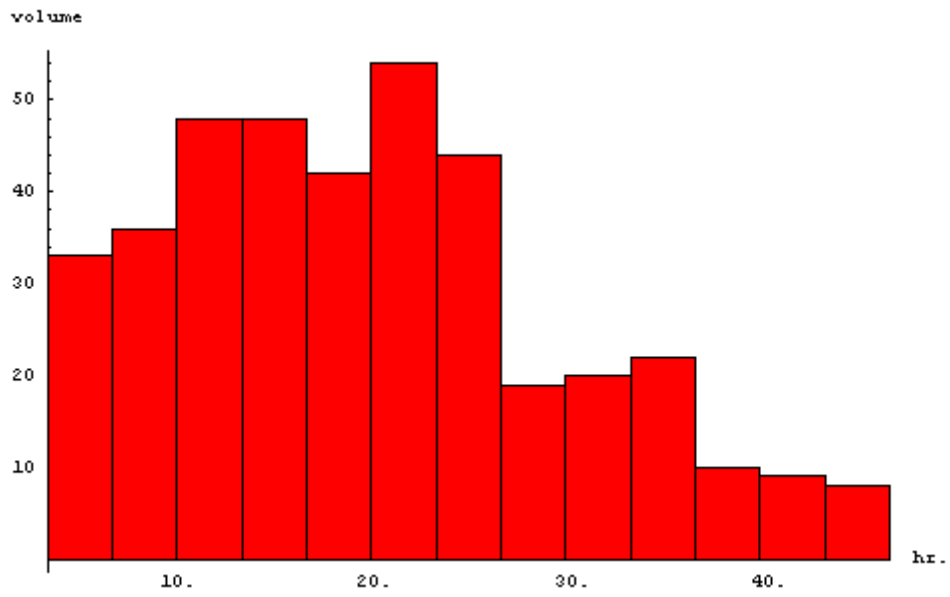


(a) 抵港時間間距分配

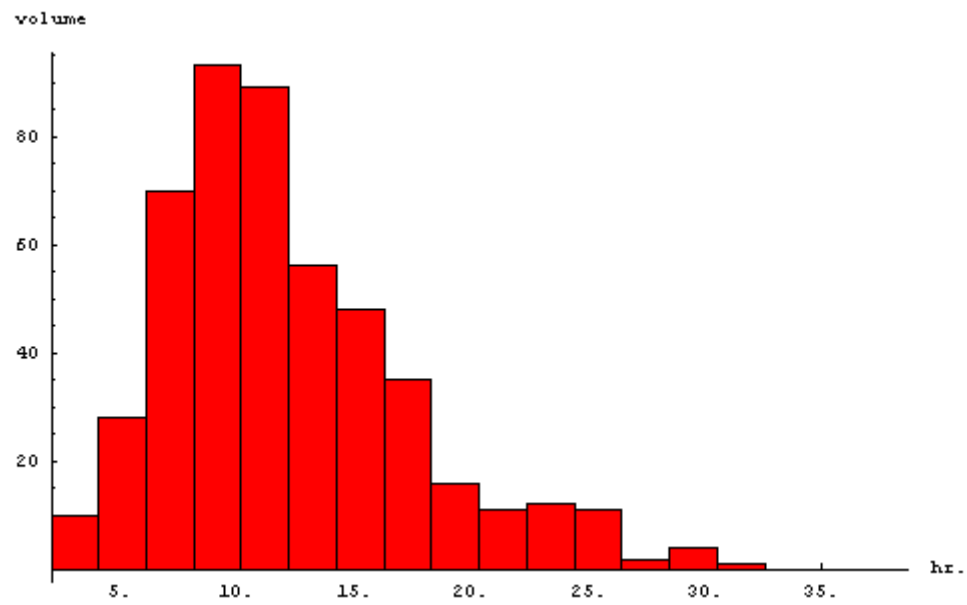


(b) 服務時間分配

圖 4.4 美國總統輪船公司(APL)#68~69 號碼頭的船舶抵港與服務分配

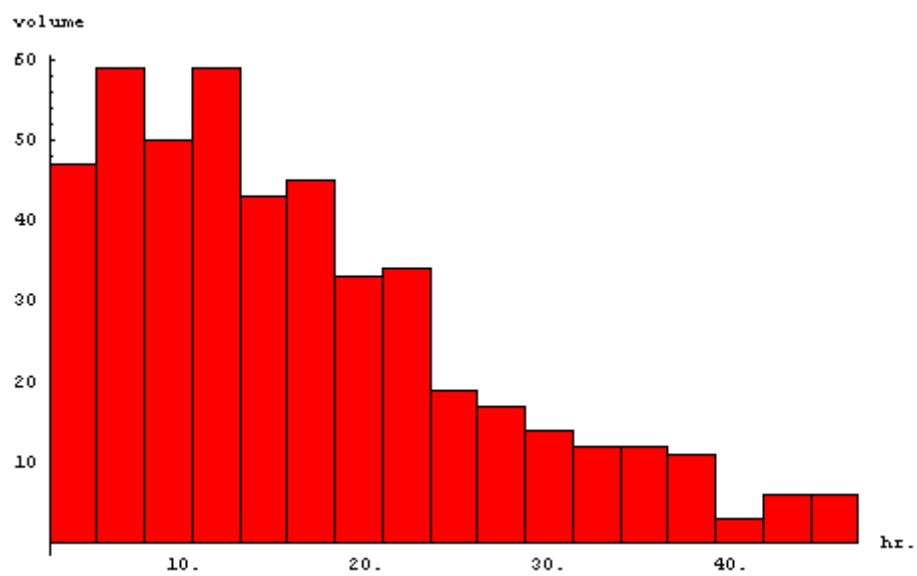


(a) 抵港時間間距分配

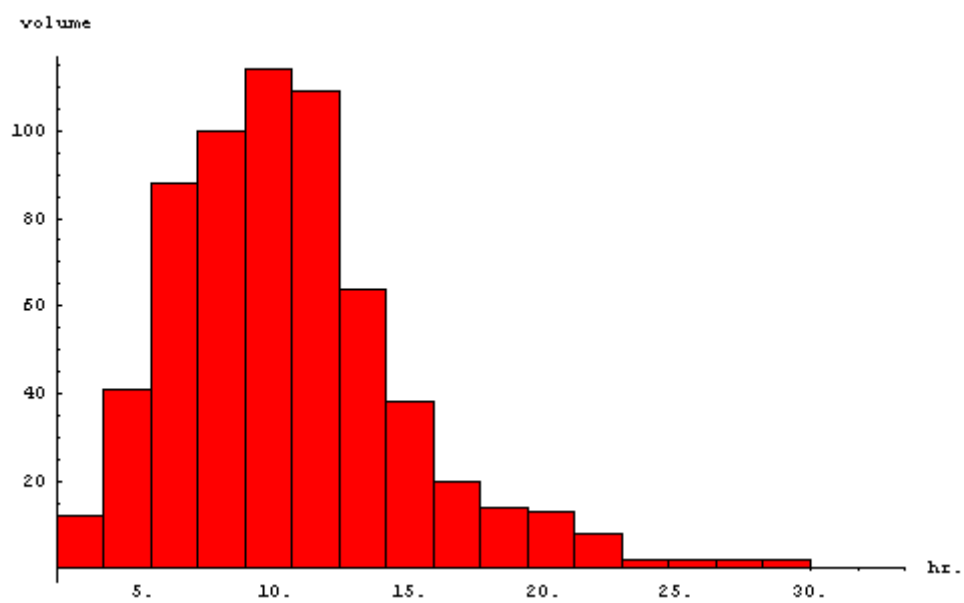


(b) 服務時間分配

圖 4.5 陽明海運公司#70 號碼頭的船舶抵港與服務分配

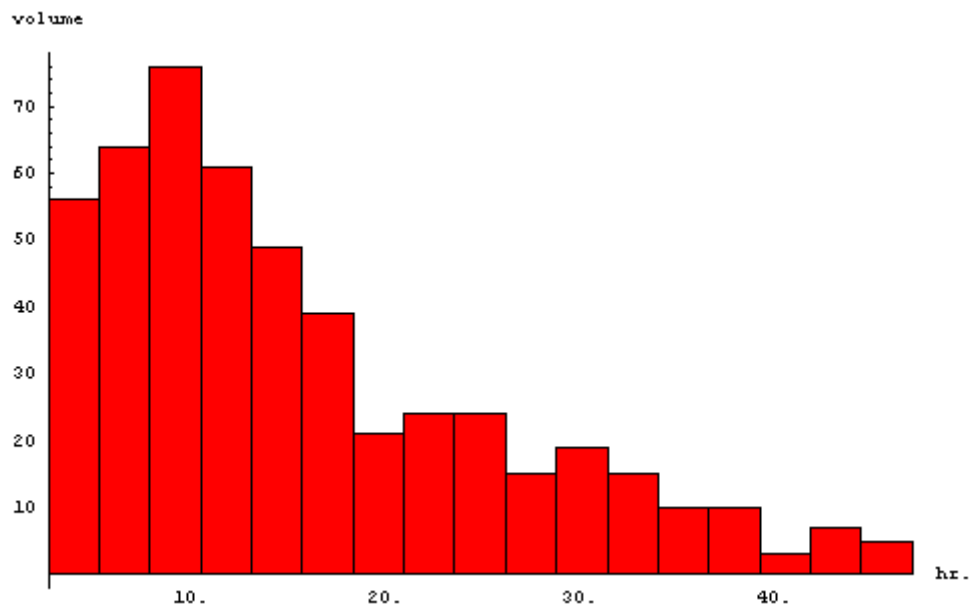


(a) 抵港時間間距分配

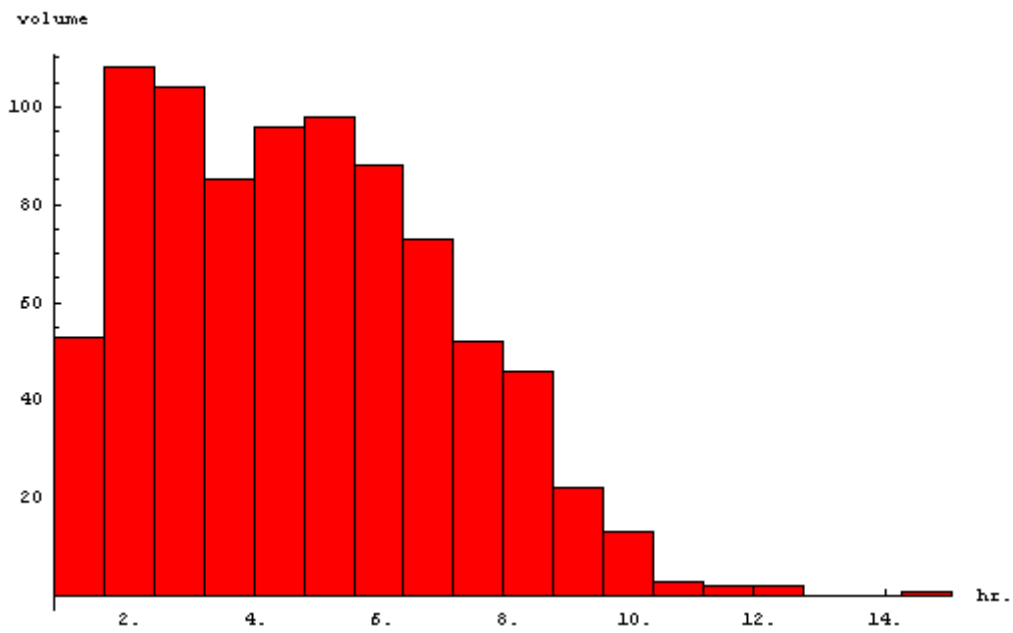


(b) 服務時間分配

圖 4.6 陽明海運公司#120 號碼頭的船舶抵港與服務分配

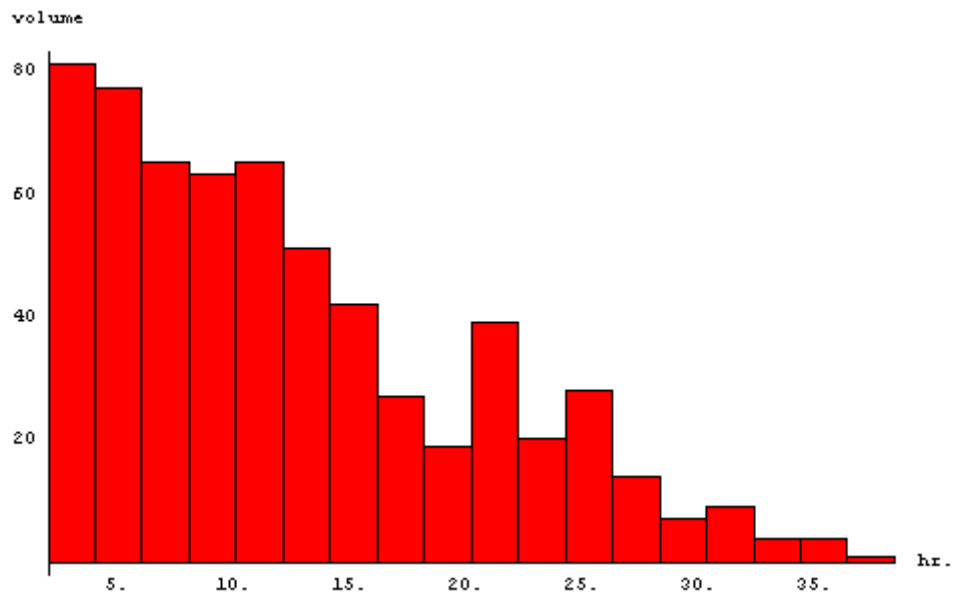


(a) 抵港時間間距分配

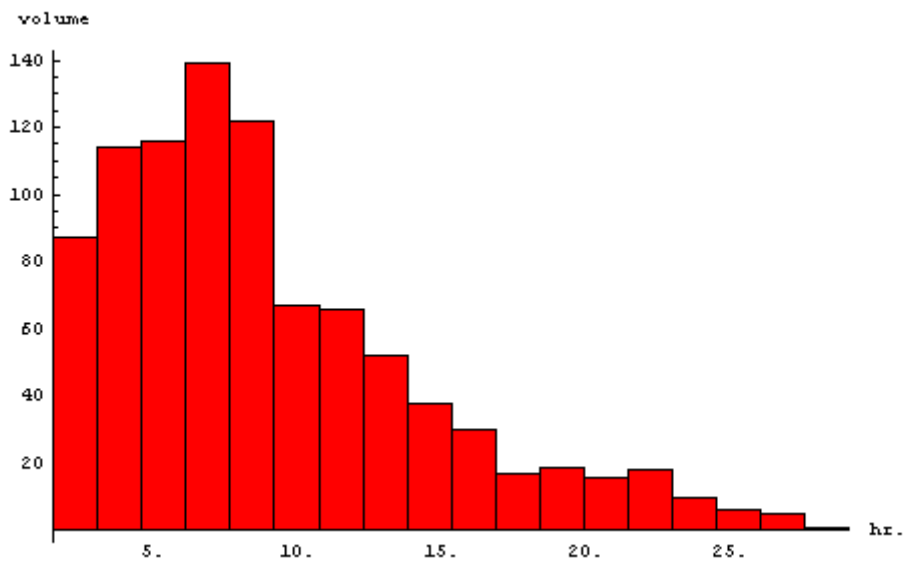


(b) 服務時間分配

圖 4.7 現代商船公司#75 號碼頭的船舶抵港與服務分配

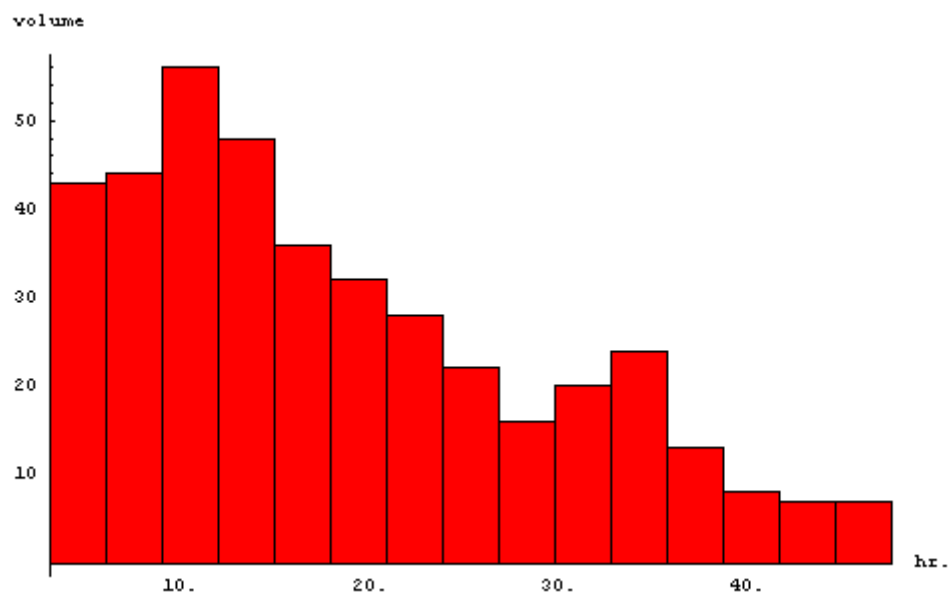


(a) 抵港時間間距分配

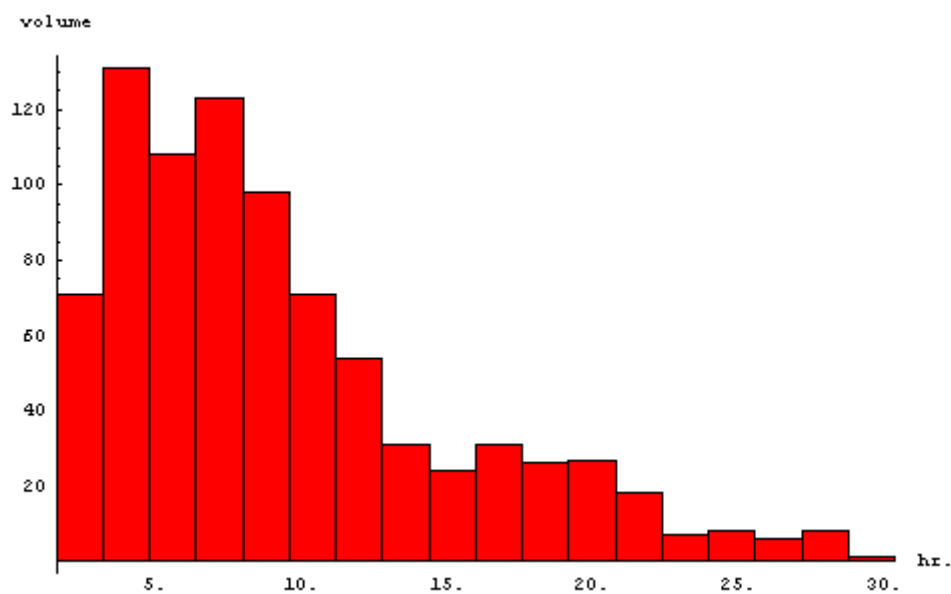


(b) 服務時間分配

圖 4.8 臺灣快桅輪船公司#76~77 號碼頭的船舶抵港與服務分配

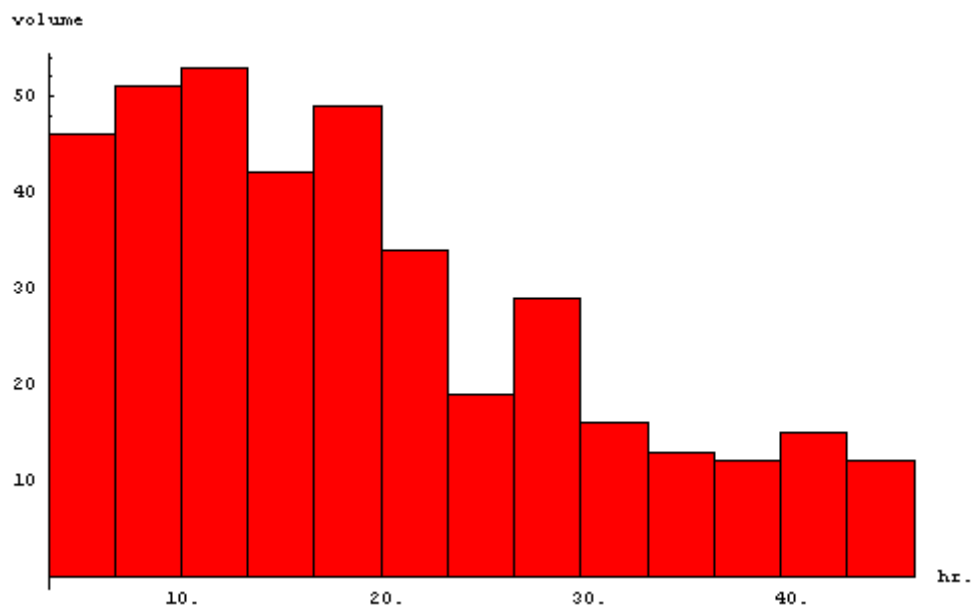


(a) 抵港時間間距分配

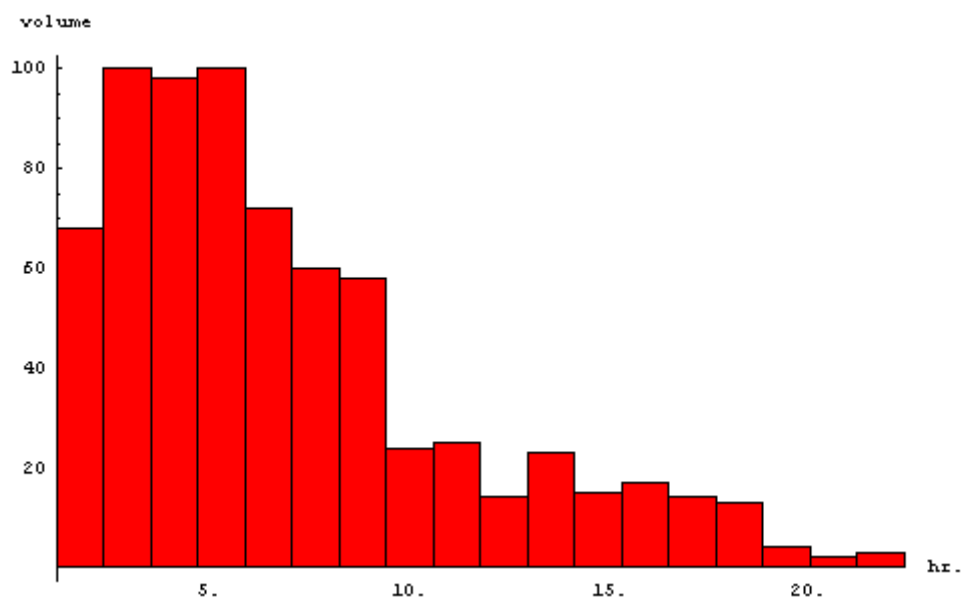


(b) 服務時間分配

圖 4.9 臺灣快桅輪船公司#118~119 碼頭的船舶抵港與服務分配

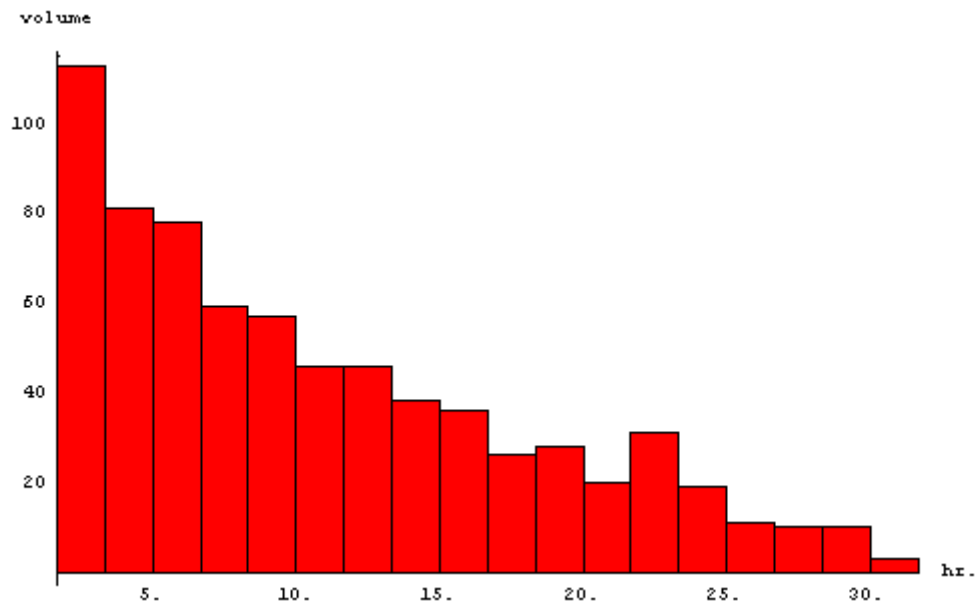


(a) 抵港時間間距分配

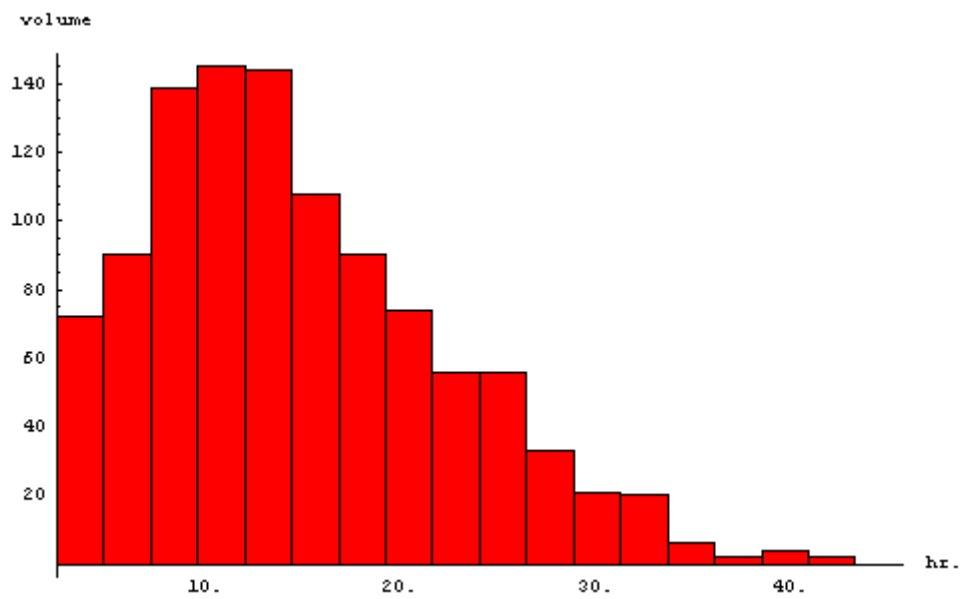


(b) 服務時間分配

圖 4.10 韓進海運公司#78 號碼頭的船舶抵港與服務分配

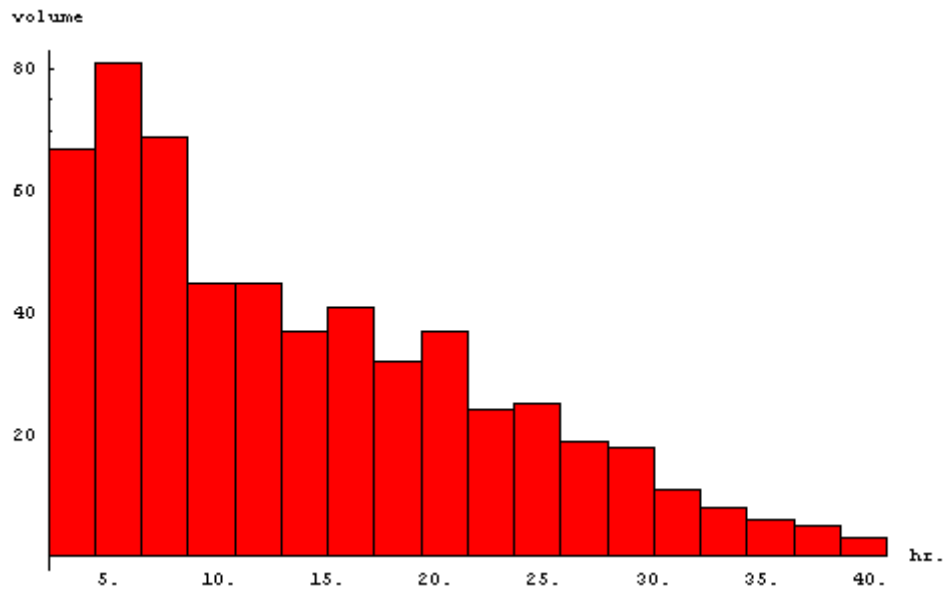


(a) 抵港時間間距分配

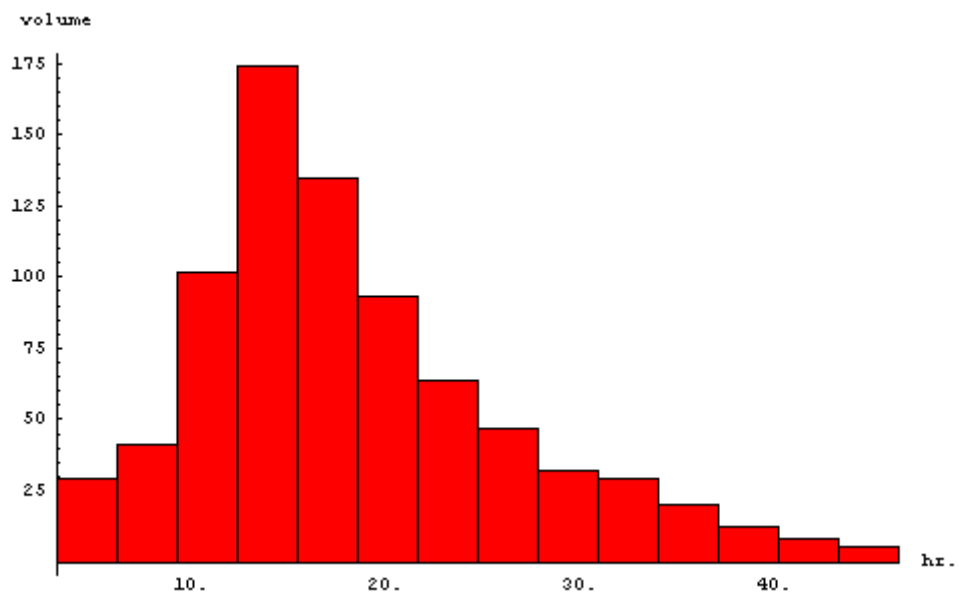


(b) 服務時間分配

圖 4.11 長榮海運公司#79~81 號碼頭的船舶抵港與服務分配

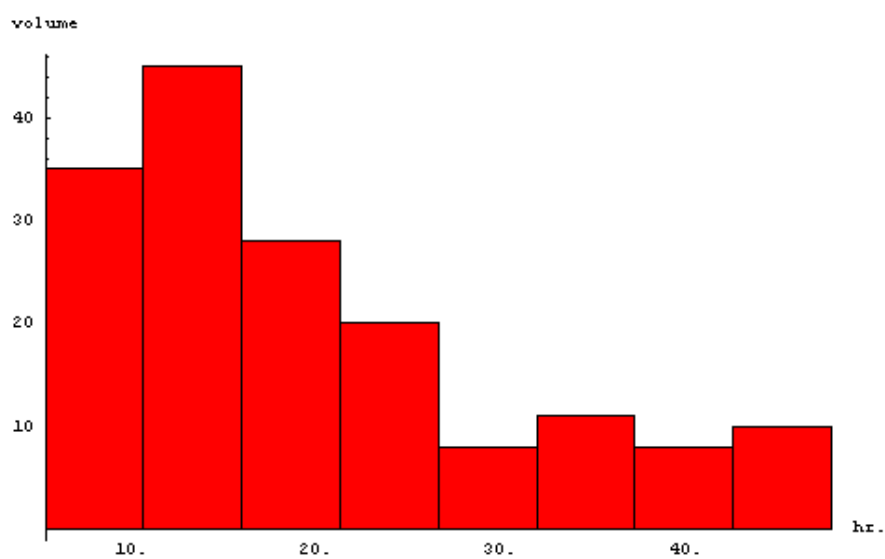


(a) 抵港時間間距分配

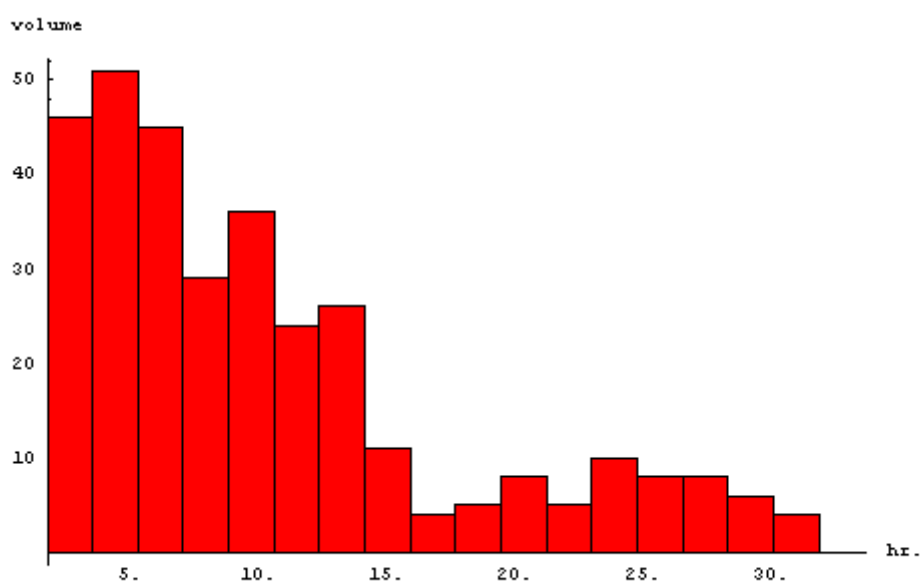


(b) 服務時間分配

圖 4.12 長榮海運公司#115~117 號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 日本郵船公司#121 號碼頭的船舶抵港與服務分配

高雄港各貨櫃碼頭的等待模式整理如表 4.1。綜而言之，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 6 不等，大多為 2 或 3。

表 4.1 高雄港各貨櫃碼頭的等待模式

碼頭別	抵港時間間距分配	服務時間分配	等待模式
連海	接近指數分配 ¹	耳朗分配(4)	接近 M/E4/2
萬海	指數分配	耳朗分配(6)	M/E6/2
東方海外	指數分配	耳朗分配(3)	M/E3/2
APL	接近指數分配 ¹	接近耳朗分配(3) ¹	接近 M/E3/2
陽明 70	耳朗分配(2)	耳朗分配(4)	E2/E4/1
陽明 120	接近指數分配 ¹	耳朗分配(5)	接近 M/E5/1
現代	耳朗分配(2)	耳朗分配(3)	E2/E3/1
快桅 76~7	指數分配	耳朗分配(2)	M/E2/2
快桅 118~9	接近指數分配 ¹	耳朗分配(2)	接近 M/E2/2
韓進	耳朗分配(2)	耳朗分配(2)	E2/E2/1
長榮 79~81	指數分配	耳朗分配(3)	M/E3/3
長榮 115~7	指數分配	耳朗分配(4)	M/E4/3
日本郵船	指數分配	耳朗分配(2)	M/E2/1

註：1. 未通過 K-S 檢定。

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兩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，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 6 不等，大多為 2 或 3。

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.