

# 高雄港船舶交通服務系統之效益評估與分析

## A Research on Evaluation and Analysis of Benefit of Kaohsing VTS

徐國裕 Kou-Yen Hsu<sup>1</sup>

胡延章 Yan-Zhang Hu<sup>2</sup>

周和平 Ho-Ping Chou<sup>3</sup>

周宗仁 Chung-Ren Chou<sup>4</sup>

### 摘要

船舶交通服務為海上交通安全系統之重要一環。為增進港口效益及提昇國際聲譽，高雄港自 2002 年 2 月開始實施船舶交通服務後，對於增進船舶交通安全及改善港區船舶通行效率，特別是大型船舶，確有進步。本文就其實施後之效益，分別在安全性及效率性予以評估與分析，獲致滿意結果，其評估模式與分析結果亦可作為相關領域之研究參考。

**關鍵詞：**船舶交通服務、效益評估、高雄港。

### Abstract

Vessel Traffic Service (VTS) is major part of marine traffic safety system. For purpose of improving harbor operation benefit and promoting worldwide reputation, Kao-Hsing harbor authority has implemented VTS system since 2002. It is fact that VTS provides vessel safe navigation in harbor area and raising the in / out bound traffic efficiency, particularly in huge ship. The paper by applying suitable model, propose to make evaluation and analysis of benefit of Kao-Hsing VTS. In relation to safety and passage efficiency. The result is acceptable and satisfied, and the conclusion could be applied to the party concerned in the field.

**Keywords:** VTS, Benefit Evaluation, Kao-Hsing Harbor.

---

<sup>1</sup> 高雄港引水人 / 海洋大學商船學系兼任講師

<sup>2</sup> 高雄港引水人辦事處副主任

<sup>3</sup> 海洋大學商船學系教授

<sup>4</sup> 海洋大學河海工程學系教授

## 壹、前言

船舶交通服務系統（Vessel Traffic Service；VTS）一詞是從船舶交通管理系統（Vessel Traffic Management；VTMS）衍生而來，所謂的船舶交通管理系統，在海上交通工程學中，是指對於某特定區域內船舶運動的組合與船舶行為的總體所實施的管理；英國學者格林費爾德（G.G. Greenfield）將船舶交通管理定義如下：「為便利指定區域內之海上交通行為而採取之步驟（The Step to facilitate the conducts of marine traffic in a given area）。」<sup>[1]</sup>

船舶交通服務系統乃屬於導航助航設施的一種，其牽涉範圍更包括引航服務，航行安全，港域環境衛生與污染防治，以及船舶進出港口次序等。根據國際海事組織（IMO）在 1997 年 11 月通過之 A.857（20）決議案“VTS 指南”中，定義為主管機關實施，用於提高船舶交通安全和效率及保護環境的服務，在 VTS 覆蓋水域內，這種服務應能與交通相互作用並對交通態勢變化作出反應。

從廣義上理解，船舶交通管理用早就存在，正如日本學者藤井（Fuji）在其船舶交通管理系統調查報告中所言，早在古代的中國即頒佈了一套法律系統來管理隋朝（西元 6 世紀）修建的大運河中的船舶交通，從狹義上理解，船舶交通管理是 19 世紀逐步發展起來的。迄今為止已實施了三代船舶交通管理系統。VTS 是從管理現代運河，如蘇伊士運河（1869）開始建立，主要以引航員及通信為主，荷蘭鹿特丹及德國的漢堡為代表。第三代 VTS 始於 1972 年，美國及日本對船舶在交通方面訂定了相關法規，加以計算和技術之引進，可處理大量的數據資料，美國舊金山及日本的東京灣等，即屬於此系統。

船舶交通管理涉及安全、效率、成本和自由四個問題，安全與效率是實施船舶管理的目的也是收益；成本和自由是實施船舶交通管理所必須付出的，是獲得收益的投資與花費。實施或建立船舶交通管理系統遭遇的矛盾，一是管制與自由的矛盾，另一則是花費（經濟成本）與效益（主要的經濟效益）的矛盾。

由於海上交通危險或航行安全程度難於定量分析，交通效率也是一樣。日本和英國的研究估計，由於船舶交通事故造成的損失，每噸船舶每次進港分別為美金 2.2 分及 2.5 分。因而可以對 VTMS 進行成本/效益分析，在安全方面，日本及

西歐國家在實施 VTMS 後的結果報告中，皆說明了事故的發生，確有明顯減少的趨勢。

VTS 的效益雖難以用貨幣的形式全面衡量，但從船舶事故率之減少，協助霧中航行進出港而減少時間耽擱，糾正船舶錯誤操作等所帶來的經濟效益是可評量的。近廿年來，世界各海運大國，為增進海上船舶之航行安全，紛紛在各大港口、河口、重要水道峽灣入口處設立類似船舶交通服務之機構。我國為提昇國際港口之聲譽，並促進海上航行安全，海洋環境之防護，海上交通事故之救助與有效之經營管理，以及增進港埠效率等多項理由，交通部始於民國 78 年編列預算，分別在基隆、台中、高雄等國際港口籌建船舶交通管理系統，高雄港船舶交通管理系統，於民國 91 年 2 月 8 日完成驗收，並在 91 年 2 月 18 日正式上線對外提供服務，又於同年 7 月順應國際海事組織通用名稱之修正，將船舶交通管理系統（Vessel Traffic Management System；VTMS）改為船舶交通服務（Vessel Traffic Service；VTS）。並於 2003 年 9 月 16 日向國際燈塔協會（International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities；IALA）所屬的世界船舶交通服務指引機構（World VTS Guide）完成登錄。

實施船舶交通服務系統之主要目的，即保障船舶航行安全與增進船舶通行效率，並能達到經濟效益與環境污染防治。高雄港船舶交通服務系統之實施，迄今已四年有餘，無論系統作業及人員操作已臻熟練，本文就其安全性與效率性予以評估與分析，其評估模式與分析結果，亦可作為其他類似港口之參考。

## 貳、評估模式之建立

評估模式分安全性評估與效率性評估，分述如後。

### 2.1 安全性評估

所謂安全性從另一角度觀之，即危險性；因安全性與危險性兩者事實上是一體兩面的兩種情況，當吾人認定某一區域的危險性偏高時，從另一角度而言，即代表該區域的安全性較低；反之亦然。

船舶在海上航行中，當航行至某一區域船舶密度增大，在該區域內船舶的會遇率（Encounter Rate），自然就大為增加，因此，船舶之間發生海事案件的狀況也就相形增加。在港口附近水域，由於到港船舶來自各個不同方向逐漸駛近引水站或錨地，出港船舶離開港口後，駛往下個目的港，其方向也是向四面八方展開；因此，在港口附近船舶的會遇率（Encounter Rate），必然較大洋中航行增加頗多。理論上而言，港口附近船舶之間，發生海事案件的比率也就會比較高。然而，複雜的船舶流經由航道的規劃、有效率的管理等方法，應該可以將海事發生率降低。

高雄港是一個船舶進出繁忙的港口，本研究利用航跡流檢測、安全指數數學模式以及問卷調查等方法，來檢驗其實施船舶交通服務系統（VTS）之後，在安全性方面之成效。

高雄港實施船舶交通服務系統（VTS）評估安全性之檢驗指標有三：

1. 船舶航跡流之檢測法
2. 安全指數法
3. 問卷調查法

#### 2.1.1 航跡流檢測法

船舶之航跡乃為船舶在水面上運動，所留下的軌跡。在某一特定水域內選定一段時間，在選定的時間及區域內，將所有船舶運動的航跡，全部收集在同一張海圖上或同一個畫面上，從這張海圖或畫面中可以很清楚的顯示出在這個特定區域內，船舶所採取的航行路線特性或型式，此一航跡記錄圖表就是航跡分佈圖。

通常在做海上交通調查的過程中，航跡分佈圖多是利用雷達掃描選定區域內，所有船舶的運動軌跡予以連續記錄方式，在選取的時段內連續描繪記錄，即可呈現在某特定時段內，所有在雷達掃描選定區域內，海面上船舶動態的航跡流分佈圖。

我們可以利用航跡流分佈圖，來將該特定水域內船舶航行運動的特性，予以分析研究，瞭解該區域內船舶交通流的特性與規律，並利用所蒐集之資訊，從加強航行安全的角度，來制訂相關之航行規則或做為航道規劃之參考資料。

#### 2.1.2 安全指數法

安全指數法乃是採用一個港口或特定水域，在某一時期內（例如一季或一年）所發生的船舶交通事故數目，與該特定時期內在該港口或特定水域內的船舶活動量的比值，用來作為該港口或特定水域內在該期間內的船舶交通安全狀況指標。利用此種安全指數法作為安全評估的指標，主要是考慮到船舶交通事故的發生率與船舶交通流量有著很明顯的關係。

然而，在船舶交通流中，包括各種不同形式、種類、噸位的船舶。每一艘船舶在水域中，其活動所佔據的船舶領域（Ship Domains），隨著船舶本身噸位與長度，還有操縱性能的差異性而有所不同。因此，在估算船舶活動量時，僅僅根據船舶艘數作為計算之基礎，似乎不夠精確；另外再加上船舶噸位與長度之相對權重，所得到的船舶活動量應該比較客觀可信。

船舶發生海上交通事故，也是有重大海事案件、普通海事案件等分別；假若每一件海上交通事故，不分案件大小，僅以數字表示海事案件的多寡，也不免失之偏頗。

因此，同一港口或相同水域在不同時期，為便於其安全性之表達與比較，有關船舶發生海上交通事故數目，應使用加上權重後之綜合換算事故數來代替。在安全指數法中船舶交通安全狀況安全評估指標—安全指數的表達式如下：

$$\text{安全指數} = \text{綜合換算事故數} / \text{船舶長度換算船舶活動量}$$

#### 2.1.2.1 綜合換算事故數

綜合換算事故數乃是將海事案件中事故規模之大小，總共分成特大事故、重大事故、大型事故、一般事故、小型事故與隱患事故等六個等級，在事故換算中，以一般事故為標準，根據事故的規模等，經過分析計算後，每一等級均給予一個換算係數（權重），如表 1。

表 1 事故分級與換算級數表

事故等級序號 (j)	1	2	3	4	5	6
事故等級	特大	重大	大型	一般	小型	隱患
換算係數 (f <sub>j</sub> )	10	6	4	1	0.5	0.1

資料來源：吳兆麟，「海上交通工程」。<sup>[2]</sup>

### 2.1.2.2 船舶噸位與長度換算船舶活動量

港口船舶活動量包括進港與出港船舶通過防波堤口之艘次數，與船舶在港內移泊之艘次數。在港口活動之船舶，其大小各異，在計算港口船舶活動量時，針對船舶之噸位與長度分別賦予一個換算係數( 權重)，本研究以 500~2,999 總噸( 或船舶長度 50~90 公尺) 的船舶為標準船，然後將不同噸位與長度之船舶分為 11 個等級並賦予不同的換算係數，如為拖帶船舶( 包括吊拖、旁拖與推頂等) 以其總長度或總噸為之和為參考數據。如表 2。

表 2 船舶分級與換算係數表

船舶分級序號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
總噸位	<100	100 ~499	500 ~2,999	3,000 ~5999	6,000 ~9999	10,000 ~14999	15,000 ~19,999	20,000 ~29,999	30,000 ~39,999	40,000 ~59,999	>60,000
船舶長度(米)	<30	30 ~50	50 ~90	90 ~115	115 ~135	135 ~155	155 ~170	170 ~195	195 ~215	215 ~245	>245
換算係數(Li)	0.25	0.5	1.0	1.18	1.41	1.7	2.0	2.25	2.5	3.0	4.0

資料來源：吳兆麟，「海上交通工程」<sup>[2]</sup>。

### 2.1.3 安全指數法數學模式<sup>[3]</sup>

#### (1) 港口船舶交通安全模式 (Rp)

$$R_p = N / Q_{pl} \dots\dots\dots (式 1)$$

式中：N—綜合換算事故數。

Q<sub>pl</sub>—船舶長度換算活動量。

#### (2) 綜合換算事故數 (N)

$$N = \sum_{j=1}^6 f_j N_j \dots\dots\dots (式 2)$$

式中：j—事故等級之序號，j = 1, 2, 3, …, 6, 分別對應於特重大事故、重大事故、大型事故、一般事故、小型事故與隱患事故等六個等級的事故。

f<sub>j</sub>—第 j 級事故的換算係數。

N<sub>j</sub>—第 j 級事故數。

#### (3) 船舶長度換算船舶活動量 (qsl)

$$qsl = \sum_{i=1}^{11} \left[ \frac{T}{m} \sum_{k=1}^m (I_{ik} + O_{ik} + S_{ik}) \right] Li \dots\dots\dots (式 3)$$

式中：i—船舶等級序號，i =,2,.....,11,分別對應於<100 總噸 (<30 米),100~499 總噸 (30~50 米)....., (>246 米) 等 11 級之船舶。

Li—第 i 級船舶的換算係數。

T—季度的天數。

m—季度中船舶動態調查的天數。

k—季度中船舶動態調查的天數序號，k=1,2,3,.....,m,分別對應於船舶動態調查的第 1 天，第 2 天，.....,第 m 天。

I<sub>ik</sub>—船舶動態調查中第 k 天第 i 級的進港船舶之艘次。

O<sub>ik</sub>—船舶動態調查中第 k 天第 i 級的出港船舶之艘次。

S<sub>ik</sub>—船舶動態調查中第 k 天第 i 級的移泊船舶之艘次。

(4) 年度的船舶長度換算船舶活動量 (Qpl)

$$Qpl = \sum_{s=1}^4 qsl \dots\dots\dots (式 4)$$

式中：s—年度的季節序號，s=1,2,3,4。

2.1.4 問卷調查法

爲了要瞭解高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 使用者對於該系統之使用心得與評價，從各種不同觀點與考量因素，表達他們的意見與想法，作爲本研究的一項重要指標，所以進行高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 使用者的問卷調查。

其中，高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 使用者，主要有兩大類—到港船舶船長與高雄港引水人。另外，港口代理行僅以訪談方式，記錄各代理行對於高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 之意見及建議。

2.1.4.1 問卷設計與內容

本研究之問卷主要是調查高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 使用者，在參與使用後，對於高雄港交通服務系統 (VTS) 的一些意見表達，同時，也藉由引水人對於引航時間的經驗值，列爲專家意見，在計算 VTS 效率性時，做爲參考值。

問卷共有兩套，分別針對到港船舶船長與高雄港引水人。對於到港船舶船長部分，先利用訪談方式，釐清船長對於高雄港交通服務系統(VTS)的感想與期望，再按照先期訪談之結果，設計一份問卷，主要分為簡單說明之調查之目的、受訪者背景資料與問題等三個部分。

針對高雄港引水人之問卷，則按照本人自身之經驗，再加上與較為資深之引水人，以及新近加入引水公會之資淺引水人，利用閒談方式瞭解不同資歷之引水人，對於高雄港船舶交通服務系統(VTS)的服務方式、態度、安全性及效率性等方面的想法、意見與期許，來確定問卷內容。

#### 2.1.4.2 調查方法與對象

本研究採取親自送達方式來進行問卷調查，問卷在 2006 年 6 月 25 日送出，於 2006 年 7 月 25 日結束回收，共發出 100 份問卷，其中泊港船舶船長部分 60 份，回收 58 份，問卷回收率 96.7%。引水人部分發出 40 份，回收 40 份，問卷回收率 100%。

#### 2.1.4.3 問卷效度與信度

本研究以內容效度(Content Validity)為效度之衡量方式，內容效度是以問題內容是否足以涵蓋研究主題之程度，作為衡量之標準。通常問卷內容以理論與經驗為基礎，並參考其他類似調查方式之問卷，加以設計並與實務或學術專家充分討論後，完成問卷設計，再進行預試(Pretest)，即可認為具有相當的內容效度。

信度是指問卷對同一問題或是相似母體重複所得結果之一致程度，本研究所有參與問卷調查之對象，都是先徵求同意，並且發覺其對高雄港船舶交通服務系統(VTS)，很熱心而且願意發表意見者。問卷回收後，經檢視所有參與者問卷，全部都具有相當的信度。

## 2.2 效率性評估

高雄港船舶交通服務系統(VTS)效率性評估之檢驗項目有下列二項：

1. 通航效益計算法
2. 問卷調查法

### 2.2.1 通航效益計算法



高雄港第一港口以及第二港口都是施行單向航行管制，亦即在任何時間內，只允許船舶進港或出港；因為這個緣故，船舶交通服務（VTS）的管制效率更形重要，言非但關係著港口營運成本與港口運作效率，對於船舶營運成本亦有密切關係。

當某船舶申請進港時，假若當時正巧有船舶在出港中，申請進港之船舶則必須在港外等待，直至出港船舶已經完全駛離防波堤外，再開始進港。反之，當某船舶申請出港時，正巧有船舶在進港中，則申請出港之船舶則必須在港內等待進港船舶，直至進港船舶完全通過信號台時，才開始出港。這段等待進港或出港的時間，即因「進出港互相衝突」而發生的必須等待時間。如果能夠有效率的節省這些時間，即可增進港口運作效率，並可降低船舶之營運成本。

#### 2.2.1.1 通航效益計算數學模式<sup>[4]</sup>

$$B = F \times 365 \times \Delta\% \times \Delta T \times C \dots\dots\dots (式 5)$$

式中：B—通航效益（美元）。

F—每日發生進出港排班衝突之頻率（次數/每日）。

$\Delta\%$ —當發生進出港排班衝突時，由於高雄港船舶服務系統（VTS）的居間協調，而減少衝突發生之比率。

$\Delta T$ —進出港排班衝突時由於高雄港船舶服務系統（VTS）的居間協調，而減少因為進出港排班衝突時，所節省的時間，單位為分鐘。

C—船舶價值，即船舶當時營運之價值，本研究乃採取租船費用做為船舶價值之參考價格，再將租船費用轉換成每分鐘為單位之價格（美元/分鐘）。

#### 2.2.2 問卷調查法

關於高雄港船舶服務系統（VTS）效率性之研究，除了採用通航效益計算法，將通航效益以量化方式表達以外，針對實際使用者包括船長與引水人等，再以問卷調查方式，徵求實際使用者之感受及意見，來作為檢驗高雄港船舶服務系統（VTS）效率性的另一項指標。

本次調查之問卷在 2006 年 6 月 25 日送出，於 2006 年 7 月 25 日結束回收，共發出 100 份問卷，其中泊港船舶船長部分 60 份，回收 58 份，問卷回收率 96.7%；

引水人部分發出 40 份，回收 40 份，問卷回收率 100%。本調查問卷如 2.1.4.3 所述，問卷內容已具有完整之信度與效度。

## 參、安全性評估與分析

### 3.1.船舶航跡流之檢測法

首先由船舶航跡流之狀況，來檢視高雄港船舶服務系統（VTS）的安全性。船舶航跡流之觀測，總共收集了三個時段的航跡圖，全部都是在高雄港船舶服務系統（VTS）範圍內做雷達觀測，第一次於民國 85 年、第二次於民國 89 年，以及第三次於高雄港船舶服務系統（VTS）實施四年半之後（民國 95 年）來作比較與分析。

#### 3.1.1 第一次船舶航跡流觀測

第一次觀測在民國 85 年 8 月 3 日至 8 月 6 日，其主要目的是為進行「高雄港船舶交通管理系統工程規劃」，參與設計的專家們針對高雄港水域的海上交通流做了船舶動態觀測與分析，所觀測的各航跡流，如圖 1 所示。



圖 1 高雄港日夜間總船舶航跡圖

資料來源：高雄港務局船舶交通管理系統工程規劃設計<sup>[9]</sup>。

從第一次觀測的航跡流中可以發現到一個現象，就是高雄港到港與離港之船舶，由於當時都沒有規劃一個適當的航道可以遵循。因此，船舶航跡顯示得非常紊亂，高雄港船舶交通管理系統工程規劃的設計專家們，便針對船舶航跡圖做出分析與判斷，根據到港與離港船舶之航行習慣，著手為高雄港規劃了「高雄港航道系統」包括進港與出港航行巷道、引水站與錨地西側之分道通航制（Traffic Separation Scheme; TSS）。

### 3.1.2 第二次船舶航跡流觀測

爲了要觀察高雄港到港與離港船舶，其航行習慣之狀態有何變化，國立高雄海洋科技大學陳希敬副教授，於民國 89 年 8 月 29 日 0100 時至 89 年 9 月 1 日 0900 時，在高雄港船舶交通中心（Vessel Traffic Center；VTC）塔台，架設觀測雷達，對於高雄港進港與出港船舶及到達錨地下錨之船舶，連續觀測 80 小時。其觀測距離爲以高雄港 VTC 塔台爲中心，15 海里爲半徑之範圍。80 小時的觀測中，觀測航跡一港口進港 39 艘、出港 44 艘；二港口進港 52 艘，出港 74 艘；錨泊船舶 54 艘。這些航跡數足以作爲船舶動態之分析，如圖 2 所示。

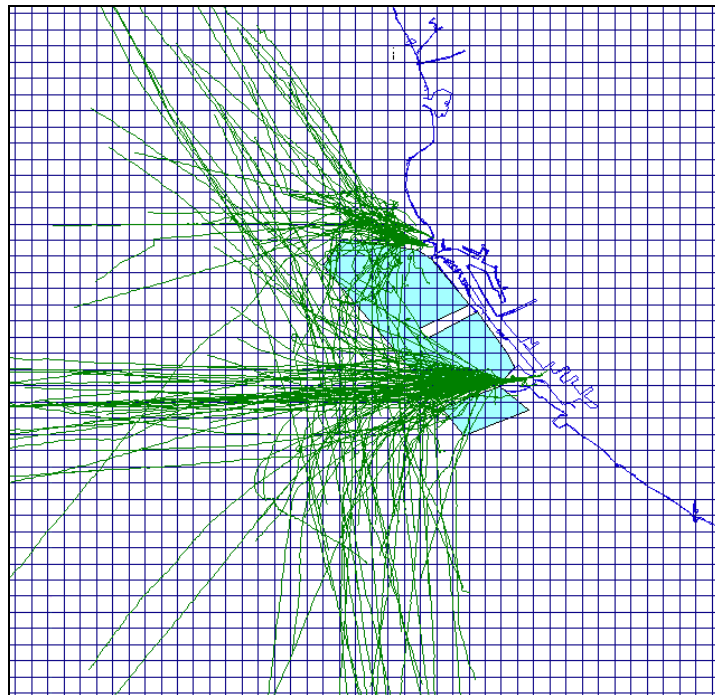


圖2 高雄港外海觀測所有船舶航跡分布

資料來源：林彬、陳希敬、郭壁奎等，高雄港分道航行制之研究<sup>[10]</sup>。

### 3.1.3 第三次船舶航跡流觀測

民國 95 年 6 月 25 日至 6 月 27 日在高雄港船舶交通中心 (VTC) 塔台，以 20 海里為範圍作雷達觀測，其目的在於瞭解船舶流的實際狀況。因為實施四年多的高雄港船舶交通服務系統 (VTS)，對於船舶流之整流效果是否有所成效？觀測之雷達航跡圖，如圖 3 所示。

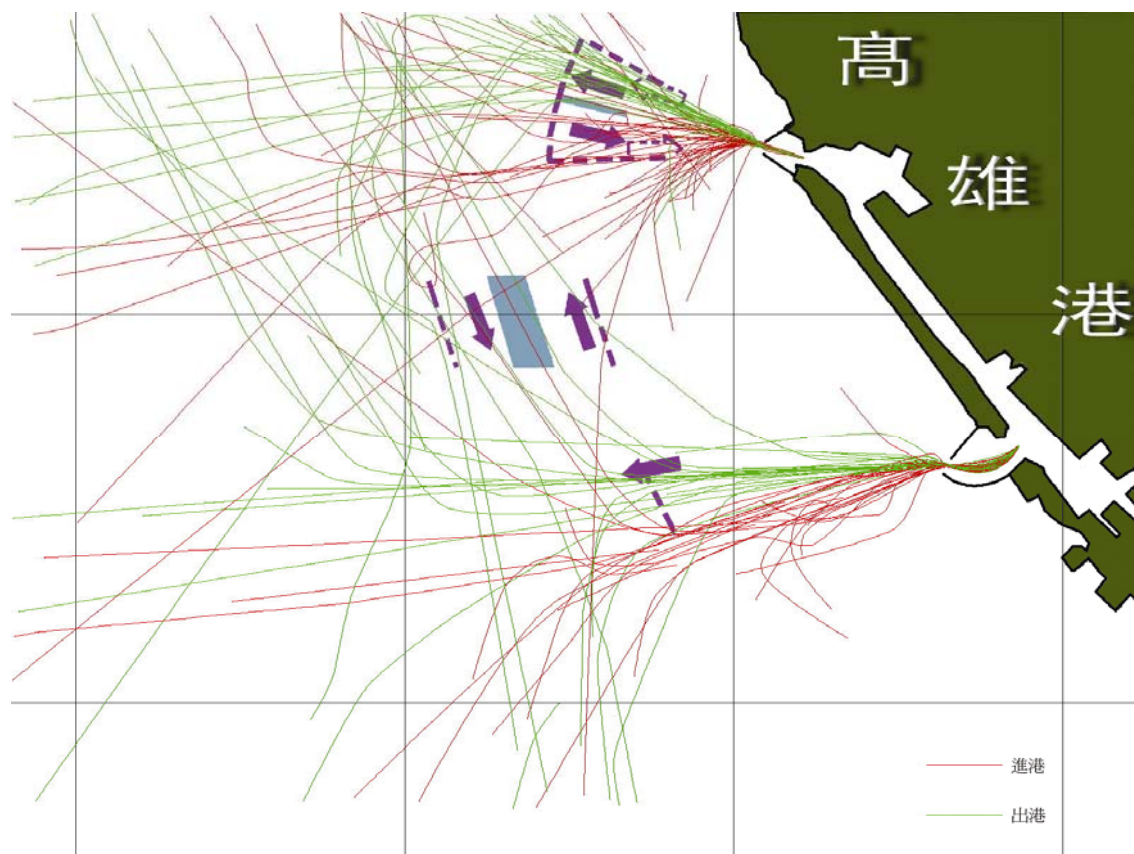


圖 3 高雄港船舶交通服務系統觀測之雷達航跡圖

從觀測之航跡流中可以很明顯看出其整流之效果，因為從船舶航跡流之軌跡圖中，顯示進港船舶、出港船舶與過境船舶，大多遵循規劃之進港巷道、出港巷道及錨地西側之分道通航制 (TSS) 航行，此一現象大為減少船舶間之會遇率 (Encounter Rate)，有助於提昇港口之航行安全性。

### 3.2 安全指數法

利用安全指數法來表示港口安全性之指標，乃是一種運用量化表達的方式。在本研究中採用民國 90 年至民國 94 年總共 5 年，高雄港安全指數之比較。

船舶航行安全指數模式 ( $R_p$ )

$$R_p = N/Q_{pl}$$

式中：N—綜合換算事故數；

$Q_{pl}$ —船舶長度換算活動量。

### 3.2.1 綜合換算事故數 (N)

首先，高雄港海事案件之統計數字，乃根據高雄港務局海難事故統計表勾稽出來，因為該報表內部分成許多項目分列：包括本國商船近海、本國商船遠洋、外國商船近海、外國商船遠洋、本國漁船近海、本國漁船遠洋。在勾稽出來之後，再將其分類按其海難事故之規模大小，分成六個等級即特大、重大、大型、一般、小型及隱患等，如表 3。

表 3 民國 90~94 年海難事故統計表

事故等級與 換算系數	1 (10)	2 (6)	3 (4)	4 (1)	5 (0.5)	6 (0.1)
90 年	0	1 (6)	6 (24)	5 (5)	8 (4.0)	7 (0.7)
91 年	0	1 (6)	5 (20)	6 (6)	6 (3.0)	4 (0.4)
92 年	0	2 (12)	4 (16)	5 (5)	4 (2.0)	3 (0.3)
93 年	0	1 (6)	5 (20)	3 (3)	4 (2.0)	3 (0.3)
94 年	0	1 (6)	4 (16)	4 (4)	4 (2.0)	2 (0.2)

根據表 3 民國 90~94 年海難事故統計表，將各項數據代入前述公式 (2) 中，經過計算結果可以得到綜合換算事故數 (N)，如表 4。

表 4 民國 90 年至民國 94 年海難綜合換算數 (N)

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
綜合換算事故數 (N)	39.7	35.4	35.3	31.3	28.2

### 3.2.2 $Q_{pl}$ —船舶噸位與長度換算船舶活動量

本研究所採用的船舶活動量計算期間為自民國 90 年至民國 94 年，總共五年。船舶長度換算活動量之資料來源，乃根據高雄港務局第一 (二) 港口管制台船舶動態日誌，以及引水人辦公室船舶動態—歷史資料、海岸巡防總隊中和安檢所漁

船及小船動態日報表等；由於資料龐大，因此爲了均衡採取樣本，便決定每個月取 5 日、15 日及 25 日三天的船舶動態，並從中將進港船舶、出港船舶與移泊船舶分別列出，按其總噸位及長度將其按船舶分級列表以備計算之用，各船舶分級整理如表 5。

表 5 進港/出港/移泊船舶動態表

船舶分級序號	90/01/05	90/01/15	90/01/25	90/02/05	90/02/15	90/02/25
1	3/1/0	4/3/0	3/6/0	5/3/0	3/3/0	4/3/0
2	2/1/0	1/1/0	3/2/0	3/4/0	4/5/0	4/4/0
3	9/8/2	5/5/0	10/8/0	9/9/2	7/8/2	7/7/3
4	6/5/0	5/6/1	6/6/2	9/10/1	8/7/2	8/7/4
5	10/8/1	7/8/1	9/8/1	11/9/2	9/9/2	10/9/3
6	10/9/1	10/8/2	9/9/2	11/10/1	10/9/1	9/10/3
7	7/7/2	5/6/1	6/5/2	5/5/2	7/5/2	8/7/3
8	4/3/1	3/3/0	5/5/1	6/5/1	6/6/1	5/4/1
9	3/3/0	2/3/1	3/4/0	2/3/1	3/4/0	3/3/1
10	4/3/1	3/2/0	4/3/1	3/3/1	7/8/2	3/2/1
11	2/3/1	4/3/1	4/6/0	3/4/2	2/3/2	3/3/0

船舶進港、出港與移泊之數目經整理列表後，利用前述公式（3）計算出每季之船舶長度換算活動量，如表 6。

表 6 高雄港民國 90 年至民國 94 年每季之船舶長度換算活動量

年度 \ 季度	第一季	第二季	第三季	第四季
90 年	14378	13666	14538	14151
91 年	14622	15108	14337	15038
92 年	13693	14542	14881	14695
93 年	14189	14164	14520	13697
94 年	14451	14635	14226	14106

再利用前述公式（4）計算出當年度全年之船舶活動量，如表 7。

表 7 高雄港民國 90 年至民國 94 年全年之船舶長度換算活動量

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
船舶活動量	56733	59145	58081	56570	57418

### 3.2.3 高雄港最近五年之安全指數

將民國 90 年至民國 94 年，各年之船舶長度換算活動量與綜合換算事故數，代入前述公式（1），經過計算後民國 90 年至民國 94 年高雄港之航行安全指數，如表 8 所示。

表 8 高雄港民國 90 年至民國 94 年航行安全指數

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
安全指數	0.69 ‰	0.59 ‰	0.60 ‰	0.55 ‰	0.49 ‰

資料來源：本研究整理

從航行安全指數來評定高雄港航行安全狀況，實為一非常客觀之方法。然而由於近幾年來，均無重大海難事故案件發生，所以並沒有較大之變化。但是從民國 91 年起，航行安全指數顯示小有進步，足以證明實施船舶交通服務（VTS）系統之成效。當然，海難事故之發生，其原因非常多，絕非實施船舶交通服務（VTS）系統，為防止海難事故的唯一方法。然而事實證明，實施船舶交通服務（VTS）系統，的確可以提昇港口整體的安全性。

## 3.3 問卷調查法

本研究問卷調查之對象，分為船長與高雄港引水人兩部分，現在就問卷調查之結果，在安全性的部分做下列分析。

### 3.3.1 引水人問卷調查結果

引水人問卷中關於安全性之問題共有 9 題，今將其回答結果統計整理，其結果如表 9 所示。

表 9 引水人問卷調查回答結果整理

題號	問題	回答結果
1	高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 區域內，您認為下列何種船舶對於航行安全影響最大？(可複選)	拖網捕魚中之漁船—72.5% 未點燈之小船—39.5% 小型工作船、駁船—7.5%
2	高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 之管制員對於 VTS 範圍內，有關船舶動態之訊息提供經常是：	充分而且正確—60.0% 正確但不夠充分—40.0%
3	高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 設計了雙向航道與進出港航行巷道，對於到港與離港船舶的安全性的影響，您認為與未設立 VTS 之前比較：	大幅提升—82.5% 小幅提升—17.5%
4	高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 管制員對於進港船舶之導引至引水站接引水人登輪，您認為此舉能夠：	提高航行安全性，也可加速引水人登輪時間—70% 可以提高航行安全性，並不會減少引水船在海上找船時間—30%
5	當到港船舶同時有三艘以上大型船舶預報 ETA 相同，引水時間也相同時，您認為高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 管制員，應如何與到港船舶聯繫較為理想：	請各艘到港船舶全部到 5 海里處，等待進一步消息—30% 按照到港船舶當時與引水站距離，預先暫時排定進港順序，循序接近，待引水人登輪後再確認進港順序—70%
6	您認為高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 管制員，對於諸如燈塔或浮標燈光不亮、浮筒移位或漂流、船舶斷纜或航行中船舶突然失去動力等有關航行安全性警告：	經常能適時提醒引水人加以注意，確保航港安全—47.5% 尚能適時提出警告；但是，偶爾會疏忽—52.5%
7	當您在港內引領移泊船或出港船時，您認為高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 管制員，對於當時港內其他船舶動態訊息的提供：	正確有效，增進航行安全性—65% 未能適時提供訊息，必須引水人主動詢問—35%
13	整體而言，您認為高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 的設立對於引航作業上：	頗有助益—95% 小有幫助—5%
15	假設高雄港未設立 VTS 之前 (即民國 91 年以前) 港口的整體安全性與現在的港口整體安全性做一比較，您認為如何？	整體安全性，提高很多—87.5% 整體安全性，提高很少—12.5%



### 3.3.2 引水人問卷調查結果分析

從高雄港引水人對於高雄港船舶交通服務系統（VTS）問卷調查結果，可以分析成下列六點：

1. 進出港航行巷道之設計與分道通航制（TSS），對於高雄港之航行安全性，有 82.5%的引水人認為大幅提昇，17.5%的引水人認為小幅提昇，所有引水人均認為航行安全性有所提昇，僅對於提昇之幅度見解不同。
2. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）對於將進港船舶之引導至引水站、錨地或指定在港外 5 海里外等待進一步消息等措施，有 70%引水人均認為可以大幅度提高安全性。
3. 高雄港拖網捕魚中之漁船與未點燈之小船，對於船舶航行安全的確造成很大之影響，然而，這兩種小船在高雄港船舶交通服務系統（VTS）的雷達系統或船舶自動辨識系統（AIS）上面無法辨識，遇有該等小船阻礙航道影響航行安全時，只有通知港務警察局勤務指揮中心，派遣機動巡邏艇前往驅離，卻往往緩不濟急；如果高雄港船舶交通服務系統（VTS）能配置自有之港區巡邏快艇，應該會更理想。
4. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）對於船舶動態與類似浮筒移位、燈塔不亮等影響航行安全訊息之通報，引水人均肯定其正確性，然而有大約 40%的引水人認為不夠主動與充分。這點可能與高雄港每天進出港船舶數量較多，高雄港船舶交通服務系統（VTS）當值人員相對不足有關。
5. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）的實施，對於高雄港引水人在引航作業方面，有 95%的引水人認為「頗有幫助」，5%認為「小有幫助」。

高雄港船舶交通服務系統（VTS）的實施，與從前未設立船舶交通服務系統（VTS）時期，在航港整體安全性的比較，高雄港引水人全部都認為有所提高；其中有 87.5%的引水人認為「提高很多」，12.5%認為「提高很少」。

### 3.3.3 船長問卷調查結果

船長問卷中第一部份是船長的基本資料，由基本資料可以瞭解參與問卷調查者之背景，對於問卷調查之準確性及普遍性，都有所助益。今將其基本資料整理，如表 10 所示。

表 10 船長基本資料整理

Marine Master's experience	Less than 5yrs—17% 5~10 yrs—19% 10~15yrs—45% 15yrs and up—19%
The Gross Tonnage of your good ship	GT/5,000 and less—10.4% GT/5,000~20,000—18.9% GT/20,000~50,000—37.9% GT/50,000 and up—32.8%
Type of your good ship	Container—41.3% Tanker—15.5% Bulk Carrier—20.5% G/Cargo—13.7% Others—9%
Captain's age	25~40yrs—12.1% 40~50yrs—53.4% 50~60yrs—24.2% over 60yrs—10.3%
Which entrance to Kaohsiung Harbour are you using in general ?	No.1 Entrance—20.7% No.1 Entrance—79.3% Both—34.5%

船長問卷中關於安全性之問題共有 11 題，今將其回答結果統計整理，其結果如表 11 所示。

表 11 船長問卷調查回答結果整理

題號	問題	回答結果
1	How many times have you been to Kaohsiung harbor?	5 times or less—8.6% 5~10 times—25.9% 10~15 times—27.6% 15 times and up—37.9%
2	Kaohsiung harbor VTS was established on February 2002, How many times have you been to Kaohsiung harbor before the Kaohsiung VTS was established ?	5 times or less—29.3% 5~10 times—36.3% 10~15 times—13.8% 15 times and up—20.6%
3	The present position of arriving vessel's initial report is 20 n/miles from the Kaohsiung VTS.	20 nautical miles—86.2% 30 nautical miles—13.8%

	What do you think the the appropriate distance should be ?	
4	Have you ever experienced a marine accident in Kaohsiung VTS operational area.?	Never—96.6% One time—3.4%
7	What do you think of Kaohsiung VTS supplied information?	Sufficient—87.9% Insufficient—6.8% Needs Improvement—5.3%
8	What do you think of the design of the inbound/outbound traffic lanes ?	Good, Could increase the safety of navigation—87.9% Could increase the safety of navigation, but need more wider—12.1%
9	What do you think of the anchorage area designed?	Suitable—100%
10	What do you think is the most important issue of the safety, when you arrive Kaohsiung ?	Fishing boat—100%
11	What do you think of the Kaohsiung VTS' operators ?	All qualified—87.9% Some are quqlified—12.1%
12	What do you think of the performance of Kaohsiung VTS' in general ?	Excellent—6.8% Very good—76% Good —17.2%
13	.If we give the safety score of Kaohsiung Harbor 75 before the VTS was established , What do you think the safety score would be after the VTS was established ?	75 score—10.3% 80 score—70.7% 85 score—19.0%

### 3.2.4 船長問卷調查結果分析

船長回答的問卷經過統計整理，關於高雄港船舶交通服務系統（VTS）的實施成效可以分析成下列數點：

1. 所有船長對於高雄港實施船舶交通服務系統（VTS），均抱持肯定的態度，

而且認為服務表現最優的 (Excellent) 有 6.8%，優良 (Very Good) 的有 76%，良好 (Good) 的有 17.2%。

2. 高雄港拖網捕魚中之漁船，對於到達高雄港船舶之船長而言，實在是相當嚴重影響航行安全的問題；所有船長都認為漁船是最重要的因素，往往為了避讓漁船必須駛離預定航線，再繞一圈而延誤抵達時間。
3. 關於到達前之初始報告 (Initial Report) 地點，目前是規定到達高雄港船舶，在距離高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 20 海里時，必須報到入網，對於此項規定 86.2% 的船長認為恰當，另有 13.8% 的船長認為初始報告 (Initial Report) 地點應擴大到 30 海里，因為大型貨櫃船其時速有 26 節，若能在到達高雄港 30 海里前，就能與高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 聯絡上，並得知到港之相關訊息，對於其本船之安全性及經濟效益會更有幫助。
4. 海事案件方面，96.6% 的船長沒有在高雄港水域發生過，僅有 3.4% 也就是 2 艘船的船長，曾經因為主機故障與發電機故障等原因而擦撞碼頭。此類海事案件與船舶交通服務系統 (VTS) 應無直接關係。
5. 進出港航行巷道與分道通航制 (TSS) 之設計，有 87.9% 認為滿意並可增進航行安全；錨區之規劃更獲得 100% 的認同，至於相關資訊之發送也有 87.9% 的滿意度，這些攸關航行安全的設計與資訊，均獲得船長們的高度肯定。

最後請船長們針對高雄港船舶交通服務系統 (VTS)，實施前與實施後做一比較；問卷中設定實施前為 75 分，實施後有 10.3% 的船長認為與從前相同給 75 分，有 70.7% 的船長給 80 分，另有 19.0% 的船長認為大有進步給 85 分。

#### 肆、效率性評估與分析

高雄港之港口型態與香港、新加坡、東京、大阪以及溫哥華等港口不同，高雄港的進港船舶必須等待出港船舶，完全駛離港口防波堤之後，才能開始進港；出港船舶則必須等待進港船舶完全通過信號台之後，才能開始出港。像香港、新加坡、東京、大阪以及溫哥華等河港型或峽灣型的港口，船舶進出完全不需要等待其他船舶進港或出港。

高雄港相較於其他港口，除了碼頭裝卸效率、碼頭使用率之外，還有船舶交通服務系統（VTS）之效率，必須列入港口競爭力之參考要項。高雄港船舶交通服務系統（VTS）效率性評估之檢驗項目有下列二項：

1. 通航效益計算法。
2. 問卷調查法。

#### 4.1 通航效益計算法

利用通航效益計算法來表示港口效率性之指標，乃是一種運用量化表達的方式。在本研究中採用民國 90 年至民國 94 年總共 5 年，高雄港船舶通航效益之比較，來檢驗高雄港船舶交通服務系統（VTS）之效率。運用前述通航效益計算數學模式，予以計算分析。

##### 4.1.1 每日發生進出港排班衝突之頻率—F（次數/每日）

排班衝突之發生主要是在船舶申請進港時，已經有申請出港在先；此時即發生排班衝突，進港船舶必須在港外等待出港船舶，直至出港船舶完全駛離防波堤為止。

在本研究中所採用的進出港排班衝突之頻率計算期間為自民國 90 年至民國 94 年，總共五年。排班衝突之資料來源，乃根據高雄港務局第一（二）港口管制台船舶動態日誌，以及引水人辦公室船舶動態—歷史資料；由於資料龐大，因此為了均衡採取樣本，便決定每個月取 5 日、15 日及 25 日三天的船舶動態，並從中對於進港船舶、出港船舶分別就其申請進港與出港時間做一比較，即可找出當天排班衝突之次數，再推算該月之平均值，然後再從每月平均值計算出年平均值列表，如表 12。

表 12 民國 90 年至民國 94 年排班衝突次數之平均值

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
排班衝突頻率 (次數/每日)	19.66	20.33	18.33	18.63	20.67

##### 4.1.2 進出港排班衝突得到化解之比率— $\Delta\%$

當進出港排班發生衝突時，高雄港船舶交通服務系統（VTS）之值班管制員，通常會告知引水人當時之實際狀況，例如「某甲輪必須等乙輪進港後再出港」，但

是當 VTS 值班管制員發現已申請獲准進港之乙輪，距離港口尚遠大約 7~8 海里時，VTS 值班管制員則會協調請進港之乙船讓甲船先行出港後再進港，這種就是「進出港排班衝突得到化解」之狀況。

在本研究中所採用的進出港排班衝突得到化解之比率，其計算時間為自民國 90 年至民國 94 年，總共五年。排班衝突得到化解之資料來源，乃根據高雄港務局第一（二）港口管制台船舶動態日誌，以及引水人辦公室船舶動態一歷史資料；由於資料龐大，因此為了均衡採取樣本，便決定每個月取 5 日、15 日及 25 日三天的船舶動態，並從中對於進港船舶、出港船舶分別就其申請進港與出港時間做一比較，即可找出當天排班衝突得到化解之次數，將得排班衝突到化解之次數與排班衝突之次數相除，即可得到當天排班衝突得到化解之比率，再推算該月之平均值，然後再從每月平均值計算出年平均值得列表，如表 13。

表 13 民國 90 年至民國 94 年進出港排班衝突得到化解比率之平均值

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
衝突化解比率 ( $\Delta\%$ )	57.5%	61.3%	60.8%	65.2%	66.4%

#### 4.1.3 進出港排班衝突得到化解所節省之時間— $\Delta T$ (分鐘)

當進出港排班發生衝突時，經由高雄港船舶交通服務系統 (VTS) 之值班管制員，或者引水人之間協調後，使得進出港排班衝突得到化解所節省之時間，可以從進港許可申請時間與出港許可申請時間，與進港船舶實際通過防波堤時間，或出港船舶實際通過信號台時間，再與引水人經驗值 (見表 15) 相互對照比較即可算出進出港排班衝突得到化解所節省之時間— $\Delta T$ 。

表 14 民國 90 年至民國 94 年進出港排班衝突得到化解節省時間之平均值

年度	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年
衝突化解所節省時間 $\Delta T$ (分鐘)	17.58 分鐘	19.31 分鐘	18.59 分鐘	20.34 分鐘	21.62 分鐘

本研究所採用的進出港排班衝突得到化解所節省之時間，其計算時間為自民國 90 年至民國 94 年，總共五年。排班衝突得到化解之資料來源，乃根據高雄港務局第一（二）港口管制台船舶動態日誌，以及引水人辦公室船舶動態一歷史資

料；由於資料龐大，因此爲了均衡採取樣本，便決定每個月取 5 日、15 日及 25 日三天的船舶動態，並從中對於進港船舶、出港船舶分別就其申請進港與出港時間做一比較，即可找出當天排班衝突得到化解之次數，再將每次進出港所需用時間與引水人經驗值相互比較，即可求出排班衝突得到化解所節省之時間— $\Delta T$ ，從每日之平均值，推算至當月之平均值，再求出全年之平均值列表，如表 14。

#### 4.1.4 船舶價值—C（美元/每分鐘）

船舶價值乃指船舶營運中之時間價值，基本上以同型船之計時傭船（Time Charter）的傭船價格（Charter Hire）做爲計算標準，由於傭船價格與波羅的海指數（Baltic Dry Index），以及貨櫃船傭船指數（Container Ship Charter Index）有連動關係經常在變動，因此取其中間值作爲計算標準，同時將表列之計程傭船價格（Voyage Charter Hire）轉換成計時傭船價格（Time Charter Hire）。

傭船價格主要分爲貨櫃船與散裝船兩大部分，貨櫃船的傭船價格參考 Clarkson Container Market Report, Howe Robinson Shipbrokers 發行之 Container Ship Time Charter Hire Rate 以及 Maersk Broker 所發行的 Container Ship Time Charter Rate；散裝船部分則參考 Clarksons ShipBroker Co.Ltd. 發行之 Shipping Intelligence Network 2005-Timeseries ,Bulk Carrier Indices，現將散裝船與貨櫃船各類型船舶計時傭船價格（Time Charter Hire）整理列表，如表 15。

表 15 散裝船與貨櫃船各類型船舶計時傭船價格（Time Charter Hire）

船舶型式	Handy Panamax 美 元/日 美元 /分鐘	Panamax 美元/日 美 元/分鐘	Capesize 美 元/日 美元 /分鐘	Container 1,000 teu 美元/日 美 元/分鐘	Container 2,200teu 美元/日 美 元/分鐘	Container 4,000teu 美元/日 美元/分鐘
民國 90 年	9,101 /6.32	13,109 /9.10	17,052 /11.84	8,100 /5.625	15,000 /10.41	26,000 /18.05
民國 91 年	10,646 /7.39	12,434 /8.63	17,816 /12.37	5,350 /3.71	7,500 /5.20	11,000 /7.63
民國 92 年	17,335 /12.03	20,714 /14.38	39,694 /27.56	6,500 /4.51	10,500 /7.29	22,900 /15.90
民國 93 年	34,215 /23.82	35,449 /24.61	71,862 /49.90	9,800 /6.80	22,500 /15.62	33,500 /23.26
民國 94 年	27,303 /18.96	28,525 /19.80	52,936 /36.76	17,500 /12.15	36,000 /25.0	47,000 /32.63

#### 4.1.5 通航效益計算

根據通航效益計算數學模式，代入計算得到各類型船舶之通航效益，整理如表 16 所示。

表 16 各類型船舶之通航效益

船舶型式	Handy Panamax (美元)	Panamax (美元)	Capesize (美元)	Container 1,000 teu (美元)	Container 2,200teu (美元)	Container 4,000teu , (美元)
民國 90 年	458,430	600,077	858,826	408,015	755,099	1,309,274
民國 91 年	551,981	644,600	923,952	277,111	388,403	569,907
民國 92 年	909,672	1,087,372	2,084,004	341,032	551,247	1,202,310
民國 93 年	2,059,048	2,127,337	4,313,455	587,805	1,350,224	2,010,640
民國 94 年	2,054,050	2,144,458	3,981,328	1,315,917	2,707,650	3,534,024

#### 4.1.6 通航效益分析

本研究中之通航效益，主要是指遇有進出港排班發生衝突時，經由船舶交通服務系統（VTS）之協調，而節省之等待時間，再將等待時間換算成貨幣價值。

因為高雄港每日進出港的船舶數量與種類相當多，而發生進出港排班衝突的船隻也不固定，一般小型船舶相對於大型散裝船與貨櫃船，比較沒有船期或租金壓力。然而，高雄港幾乎每天都有大型貨櫃船與散裝船進出，所以通航效益之計算即以各類型散裝船與貨櫃船為例，所計算之通航效益，足具參考價值。

另外，在與港口代理行訪談中，特別提及貨櫃船與貨櫃碼頭，對於船期之嚴重關切。因為，假若由於「進出港排班衝突」所造成之影響，船期損失是最明顯的一項，其他如碼頭待機、追趕船期之燃油消耗、碼頭運轉率、到達下一港口船期延誤、轉口貨耽誤轉運等，將可能帶來一連串不可預期之影響。

## 4.2 問卷調查法

本研究問卷調查之對象，分為船長與高雄港引水人兩部分，現在就問卷調查之結果，在效率性的部分做下列分析。



#### 4.2.1 引水人問卷調查結果分析

1. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）管制員，將船舶導引至引水站接引水人，70%引水人認為既安全又有效率。
2. 關於高雄港船舶進港與出港，所需要之時間，與船舶通航效率有密切關係，經由調查引水人之經驗值，計算後平均值如表 17。
3. 關於進出港船舶通行次序之控管，引水人有 82.5%認為高雄港船舶交通服務系統（VTS）管制員，應審視當時整體情況，提出調整建議加以整合，增進通航效率。
4. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）的實施，與從前未設立船舶交通服務系統（VTS）時期，在航港整體效率性的比較，高雄港引水人絕大部份都認為有所提高；其中有 52.5%的引水人認為「提高很多」，42.5%認為「提高很少」，5.0%認為「沒有提高」。

表 17 高雄港船舶進港與出港所需之平均時間

題號	問卷問題	平均時間
8	依據您個人經驗而言，引領一艘船舶自高雄港第一港口外引水站至信號台所需時間，平均大約為多少分鐘？（假設該船為一萬噸級之半載貨船，而且可以直接進港狀況）	21.94 分鐘
9	依據您個人經驗而言，引領一艘出港船舶自第一港口出港，從離開碼頭行駛至信號台所需時間，平均大約為多少分鐘？（假設該船為一萬噸級之半載貨船，離泊碼頭為前鎮河以北，而且可以直接出港）	34.59 分鐘
10	依據您個人經驗而言，引領一艘船舶自高雄港第二港口外引水站至信號台所需時間，平均大約為多少分鐘？（假設該船為二萬噸級之半載貨船，而且可以直接進港）	27.91 分鐘
11	依據您個人經驗而言，引領一艘出港船舶自第二港口出港，從離開碼頭行使至信號台所需時間平均大約為多少分鐘？ 1.暫不考慮中鋼、中油大船以及大型貨櫃船倒拖出港等狀況。 2.假設該船離泊碼頭為前鎮河以南，而且可以直接出港。	33.14 分鐘
12	依據您個人經驗而言，引領一艘大型貨櫃船倒拖或中鋼、中油大型船舶自第二港口出港，從離開碼頭行駛至信號台所需時間平均大約為多少分鐘？（假設該船離開碼頭後可以直接出港之狀況）	47.83 分鐘

#### 4.2.2 船長問卷調查結果分析

1. 船長在效率性方面的問題，主要是詢問船長每次抵達高雄港，從高雄港船舶交通服務系統（VTS）所得到的資訊，是否充分（Sufficient），有 87.9%的船長表示夠充分。船長們可以根據所得到的資訊，決定船舶動態，以符合經濟效益。
2. 船舶在進港狀態中，由於資訊充分，得以順利進港，經常能節省通航時間有 72.4%認為節省約 30 分鐘，18.9%認為沒有節省時間，另有 8.7%認為延誤約 30 分鐘。
3. 出港船舶在對於節省通航時間的問題，有 67.2%認為節省約 30 分鐘，24.1%認為沒有節省時間，另有 8.7%認為延誤約 30 分鐘。
4. 船長們對於高雄港船舶交通服務系統（VTS）的效率性方面，整體的滿意度有 6.8%（Excellent），76.0%（Very Good），17.2%（Good）。

### 伍、結論與建議

#### 5.1 結論

高雄港船舶交通服務系統（VTS）起步雖然較晚，然而在施行的這四年多以來，一切尚稱順利，本研究用比較客觀的方法針對其安全性與效率性做一評估，得到下面數點結論：

1. 船舶航跡流之觀測，可以很明顯看出由於 VTS 之規劃實施對於船舶流之整流效果，因為從船舶航跡流之軌跡圖中，顯示進港船舶、出港船舶與過境船舶，大多遵循規劃之進港巷道、出港巷道及錨地西側之分道通航制（TSS）航行，此一現象大為減少船舶間之會遇率（Encounter Rate），有助於提昇港口之航行安全性。
2. 經由航行安全指數法之計算，高雄港船舶交通服務系統（VTS）在實施的這四年多以來，安全指數雖然有所進步，但是進步並不明顯，其主要原因應該是高雄港船舶交通服務系統（VTS），實施前與實施後的這幾年，高雄港的海事案件發生頻率都很低，相對於進港、出港與移泊船舶數目較為龐大之故。然而，高雄港之航行安全性的確有所提高，這是事實。
3. 高雄港船舶交通服務系統（VTS）的效率性，從通航效益計算中，可以得知各種型式船舶之營運價值，以及在遇到「排班衝突」時，得到化解所獲致之效益。然而，因為高雄港的港口型態，無論第一港口或是第二港口都是單向航行區，無法像香港、東京或新加坡等港口一樣，船舶能夠隨到隨靠，自由進出；受到

這種天然的限制，只能不斷的研究討論，研擬各種措施來提高通航效率。

4. 從問卷調查中，在安全性方面，無論是到港船舶之船長或是高雄港引水人，對於高雄港航行安全性之進步都有高度肯定；高雄港引水人認為高雄港船舶交通服務系統（VTS）實施之後，對於高雄港之整體安全性，有 87.5%認為「提高很多」。到港船舶之船長也有 89.7%認為高雄港的航行安全性，比未實施船舶交通服務系統（VTS）之前，有所進步。這就是所謂的口碑，也是統計學上的「外部成本」。
5. 本研究所運用之效益評估模式，對於港口型態其航道屬單進單出管制者，不論在資料處理與分析結果之呈現，確為可行之方式。

## 5.2 建議

對於高雄港實施船舶交通服務系統（VTS），建議如下：

### 1. 人員訓練方面

目前高雄港船舶交通服務系統（VTS）成員，雖多半未具備航海背景，然而由於在高雄港船舶交通服務系統（VTS）實施前，曾聘請加拿大籍的專家做各項職前訓練講習，正式上線後又經常的舉辦在職訓練講習。因此各個成員都表現得相當稱職。然為因應國際上之要求。建議對於將來新進船舶交通服務系統（VTS）人員之招請，應參考國際海事組織（IMO），對於船舶交通服務系統（VTS）操作人員之基本資歷的要求及認證標準。包括必須具備海事方面學歷，再接受典範課程(Model Course V-103)學習，包括航海知識以及船舶操縱、國際海上避碰規則、有關航海規章、語言能力和緊急應變能力等等，則在處理船舶運行及應急事務上，更能符合標準並提昇其效益，對航港安全絕對更有保障。

### 2. 加強航行安全方面

現階段高雄港船舶交通服務系統（VTS）之雷達系統與船舶自動辨識系統（AIS）是兩部獨立系統，分別運作。建議未來將兩部系統整合完成，並且善用船舶自動辨識系統（AIS）的特點，能夠避開雷達掃瞄之盲點，對於港內與港外船舶的動態可以更為正確的掌握，對於在高雄港船舶交通服務系統（VTS）範圍內之船舶，能夠提供更為精確之訊息，增加航港之安全性。

### 3. 增加進出港船舶通航效率方面

目前高雄港船舶進港與出港排班制度，對於同一時段內船舶進港與出港登

記排班並無任何限制，因此，時常造成所謂的「進出港排班衝突」。若能設計一套排序系統模式，依船舶尺度、裝載特性、船席狀況（包括完工時間）作成適當的排序，如此將更能減少整體通行時間，降低時間成本。

#### 4. 提昇品質與技術交流

儘可能多參加有關船舶交通服務系統（VTS）之國際會議與研討會，以便隨時瞭解其他國家，在船舶交通服務系統（VTS）之軟體及硬體研究發展方面之進步情形，以作為更新設備，改進與加強服務之依據。如此，不但可以提昇高雄港船舶交通服務系統（VTS）之服務水準及效率，強化港口競爭力，並可以為將來擴展到在整個台灣海峽，為建立區域網船舶交通服務系統（Cooperation Vessel Traffic Management System；CVTMS）預作準備。

### 參考文獻

1. G.G. Greenfield, "The Nautical Institute on Pilotage and Shiphandling", The Nautical Institute, London, 1990.
2. 吳兆麟、朱軍，"海上交通工程"，大連海事大學出版社，2004。
3. Shi Guang-ping, Fang Xiang-lin, "Research on Evaluation of Benefit and Risk Assessment of port VTS, 2004 VTS symposium, Hong Kong, 2004.
4. 刮哲平、吳兆麟、方祥麟，"海上交通系統安全定量評價方法"，大連海事大學學報，第 28 卷，第 1 期，頁 9-12，2002。
5. 周和平，徐國裕等，"高雄港水域航路錨區及船舶航行規則之研究"，國立臺灣海洋大學海運研究中心，基隆，2001。
6. 徐國裕、吳兆麟，"海上交通安全綜述"，航海技術，142 期，2006。
7. 徐國裕、周和平、周宗仁，"台灣西部國際商港水域海難事故之分析"，2006 年「海上交通安全與管理論壇」，台北市，2006。
8. 徐國裕、張運杰、吳兆麟，"影響船舶在港域安全航行之評估"，大連海事大學學報，2006 年第 3 期，2006。
9. 高雄港務局船舶交通管理系統工程規劃設計第二期正式規劃報告核定本，中華港埠技術顧問社，1997。
10. 林彬、陳希敬、郭璧奎等，"高雄港分道航行制之研究"，高雄港務局，2001。
11. 趙麗寧、趙德鵬、方建斌等，"港口引航及監控系統的設計"，大連海事大學學報，第 26 卷，第 4 期，頁 34-37，2000。

12. "Vessel Traffic Services Manual", IALA, 1993.
13. "Vessel Traffic Services", Port Skills and Safety Ltd., London, 2003.
14. Terry Hughes and P. Barber, "Training and Qualification for VTS Operators", Vancouver, 1992.
15. 交通部高雄港務局網站：<http://www.khb.gov.tw>.
16. The World VTS Guide, <http://www.worldvtsguide.org>.
17. Capt. Terry Hughes, "Vessel Traffic Services (VTS) Development and Training for the Next Century", <http://www.maritime-vts.co.uk>.