運輸計劃季刊
第五十五卷 第二期
民國一一五年六月
頁 135～頁 165

Transportation Planning Journal
Vo1. 55 No. 2
June 2026
PP. 135～165

我國航道型與港口型船舶交通服務運作現況及其改善策略之研究[1]

PRESENT OPERATIONS AND IMPROVEMENT STRATEGIES OF CHANNEL-TYPE AND PORT-TYPE VESSEL TRAFFIC SERVICES IN TAIWAN

周建張 Chien-Chang Chou[2]
方冠融 Kuan-Jong Fang[3]
周明道 Ming-Tao Chou[4]
黃壬君 Ren-Jun Huang[5]
李智聰 Chih-Tsong Li[6]
丁吉峯 Ji-Feng Ding[7]

(113 年 1 月 20 日收稿，113 年 4 月 24 日第一次修正，113 年 7 月 7 日第二次修正，113 年 8 月 1 日接受)

摘 要

本研究旨在探討我國航道型與港口型船舶交通服務(Vessel Traffic Service, VTS)之重要關鍵運作項目。航道型以彰化風場航道 VTS 為例，而港口型則以高雄港、臺中港、臺北港、基隆港、花蓮港及安平港 VTS 為例。本研究以「資訊訊息的傳送」、「船舶安全監控管理」、「VTS 管制員培訓」

1. 部分內容已發表於國立宜蘭大學主辦之「2023 第二十一屆離島資訊技術與應用研討會」。
2. 國立高雄科技大學航運技術系教授。
3. 國立高雄科技大學航運技術系碩士;臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司港務處航管中心高級技術員。
4. 長榮大學航運管理學系教授兼系主任。
5. 國立高雄科技大學航運技術系碩士；國立臺灣海洋大學航運管理研究所博士生。
6. 一等商船船長；國立高雄科技大學航運技術系研究生。
7. 長榮大學航運管理學系教授 (聯絡地址：711301 臺南市歸仁區長大路 1 號；電話：06-2785123 轉 2263；E-mail: jfding@mail.cjcu.edu.tw)。

及「VTS 系統精進與資訊整合」等四大構面及十六項評估準則，並採用層級分析法進行評估分析。研究結果顯示：(1) 在航道型的彰化風場航道 VTS 方面，「資訊訊息的傳送」是最重要的運作項目構面；而傳送「交通狀況訊息」、「海上氣象與水文訊息」、「船舶航行動態規劃」、「與船舶或相關單位語言應對能力」以及「資訊系統的整合與統一公佈」是較重要的評估準則。(2) 在六個港口型的 VTS 方面，「船舶安全監控管理」是最重要的運作項目構面；而評估準則方面，則以傳送「船舶先後次序」、「交通狀況訊息」、「船舶航行動態規劃」、「船舶告警提醒」以及「人工智慧監控預警服務」是較重要的。本文研究結果可提供我國政府海事部門、VTS 單位以及港口經營管理者日後制定 VTS 相關法規、政策、培訓課程，以及未來建置新的 VTS 單位時之參考依據。

關鍵詞： 船舶交通服務、船舶安全監控管理、層級分析法、航行安全、海洋運輸

ABSTRACT

This study aims to discuss the operations of channel-type and port-type Vessel Traffic Service (VTS). In this paper, the channel-type VTS is the Changhua wind farm channel VTS, while the port-type VTSs are Kaohsiung Port, Taichung Port, Taipei Port, Keelung Port, Hualien Port and Anping Port VTSs. This study applied the Analytic Hierarchy Process (AHP) method to evaluate and analyze four aspects and sixteen criteria of VTS. The four aspects are "information transmission", "ship safety monitoring and management", "VTS operator training" and "VTS system refinement and information integration". The research results show that (1) the channel-type Changhua wind farm channel VTS considers "transmission of information" is the most important operation. In terms of evaluation criteria, the transmission of "traffic status information", "maritime meteorological and hydrological information", "ship navigation dynamic planning", "language response-ability to ships or related units" and "integration and unified announcement of information systems" are more important. The six port-type VTSs consider "ship safety monitoring and management" is the most important operation, and in terms of evaluation criteria, the transmission of "ship priority", "traffic status information", "ship navigation dynamic planning", "ship warning reminder" and "artificial intelligence monitoring and early warning service" are more important. The results of this study can be offered to the Taiwanese governmental maritime departments and port operators/managers as reference when making regulations,

policies, training model courses, building a new VTS in the future.

Key Words: *Vessel Traffic Service；Ship Safety Monitoring and Management； Analytic Hierarchy Process ； Navigational Safety ； Maritime Transportation*

一、前　言

實施船舶交通管理的目的係為維持良好的海上交通秩序、確保船舶交通流順暢、防止和減少交通擁擠和阻塞，以確保船舶航行安全，並防止和減少船舶交通事故。因此，船舶交通管理可以歸納為增進安全、提高效率、及注重環境保護。復以，在未來交通匯集的水域，必須建置船舶交通服務 (Vessel Traffic Service, VTS) 監控船舶航行動態，以避免危險情況逼近，警告船舶或提出航行安全的建議，進而維護航道及船舶航行安全。

在文獻中亦有許多紀錄實施 VTS 之效益。例如：國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 於 1997 年做出 A.857 (20) 決議 (Resolution) [1]：VTS 指南 (Guidelines)。其指出應通過分析傷亡情況、評估風險和諮詢當地用戶，仔細調查和確定當地對交通管理的需求。倘若風險被認為是 VTS 可解決的，且對船舶的交通監控被認為是必要的情況下，則應考慮實施 VTS 作為重要的交通管理工具。交通部運輸研究所 (2007) [2] 認為在船舶交通管理中，VTS 樹立起重大的指標性，也逐漸成為各國港口當局用以管制週遭水域船舶交通、保護水域環境與港口效率提昇之利器。徐國裕 (2009) [3] 認為 VTS 之運行增進了船舶在沿岸和港口水域中的航行安全，並減少海難事故的發生。Lee et al. [4] 認為 VTS 設施的建置對經濟價值非常重要，其不僅可提升高交通密集度之航行效率，還可確保船舶航行安全與保護海洋環境，更能確保船舶抵達目的港後能如期進港作業，以獲得更多經濟效益。

Hughes [5] 依據管理的區域將 VTS 之型態區分為航道型、港口型、及河岸型。由於臺灣並無河岸型 VTS，僅將前二種 VTS 簡述如後。(1) 航道型 VTS：主要用於監控、管理包括環境敏感區域、海上交通密度高區域、地理限制區域、大量沿岸勘探區域等海域之交通狀況，以確保通過該區域船舶之航行安全，而彰化風場 VTS 就屬於此類型。目前建立航道型 VTS 讓碰撞事故有持續減少之趨勢，蓋因其透過提供資訊及交通管理來實現船舶航安、提高效率和保護海洋環境。Jeong & Jung [6] 認為航道型 VTS 未來之發展不僅要能履行交通管理職能，還要能履行沿岸海域綜合安全管理職能。(2) 港口型 VTS：依據林彬 [7] 之研究，港口設立 VTS 是為使海上交通管理更有效益，其主要目的為了加強港區附近海域之船舶航行安全。其次，VTS 亦可促使船舶進出港順暢及提升港口效率，而高雄港 VTS 就屬於此類型。由於船舶移動需要預先規劃和優先級排序，以防止擁塞或危險情況並提高整體效率，因此，大部分的港口型 VTS 都設有強制船舶報告系統、完善的港口航行規定，並有引水協助船舶進出港、拖船的調度、及錨區管理，以利將指定船舶引領到適當的錨區下錨。

由於航道型 VTS 之運作有別於港口型 VTS，且過去文獻鮮少針對航道型 VTS 與港口型 VTS 之運作項目進行比較，為了解此兩種不同型態之 VTS 在其運作項目間的差異，本研究擬分別針對彰化風場航道 VTS 及臺灣各商港 VTS 之運作項目進行分析。復因，評估 VTS 之運作項目涵蓋之研究範圍及層次甚廣且複雜，屬於多準則決策 (Multi-criteria Decision-making, MCDM) 之研究範疇 [8]。而層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP) [9] 是一套將複雜問題系統化的決策方法，主要應用在不確定情況以及具有多屬性的決策問題上，屬於 MCDM 之研究範疇 [10]，因此，本研究擬透過 AHP 評估此二種型態 VTS 之運作項目之相對重要程度。

綜上所述，本研究以 AHP 並配合專家問卷，以評估航道型 VTS 及港口型 VTS 之運作項目的相對重要程度，進而分析這二種型態 VTS 之差異。本研究冀期研究結果可作為航港局或港務管理機關後續建置類似 VTS 及改進困難狀況之參考建議。本文架構共分六節，除本節外，第二節介紹 VTS 現況及其運作內涵，第三節透過文獻歸納 VTS 運作項目之評估準則，第四節介紹研究方法，第五節進行實證研究，最後，在第六節提出結論與建議。

二、VTS 現況及其運作內涵

本節將介紹 VTS 現況及 VTS 之運作內涵。

2.1 VTS 之現況

2.1.1 航道型 VTS：彰化風場

彰化 VTS 由交通部航港局營運管理，其職責包含監控彰化風場航道 (如圖 1 所示) 及其船舶航行動態，必要時須協助通報海上搜救或海巡署等相關單位。彰化 VTS 執行事項包括：(1) 接受進入彰化航道船舶之報到；(2) 持續守聽超高頻 (Very High Frequency, VHF) 16 頻道和工作頻道；(3) 利用雷達、自動辨識系統 (Automatic Identification System, AIS) 和 VHF 等設備，監視彰化航道船舶航行狀況，並提供船舶航行安全相關之訊息；若發現危險情勢時，隨時提醒船舶注意航行或給予建議；(4) 向違反彰化航道航行指南之船舶提出警告，及 (5) 海事事件之通報聯繫，並於船舶發生遇險、緊急狀況、海難或海上事故時，經主管機關同意後，立即通知該船舶合作之海難救助廠商前往處理。

船舶未依規定報告或航行時，彰化 VTS 應將船舶名單提供港口國管制單位加強查核，必要時得將相關資訊提送船旗國主管機關進行調查處置。如船舶不接受彰化 VTS 之建議及相關管理規定，經主管機關認為有非屬「無害通過」之態樣或可能性時，或船舶未經同意擅自闖入彰化風場航道時，以及未顯示 AIS 信號且已進入彰化風場航道之船舶時，主管機關得請海洋委員會海巡署協處，以維海域秩序與安全。

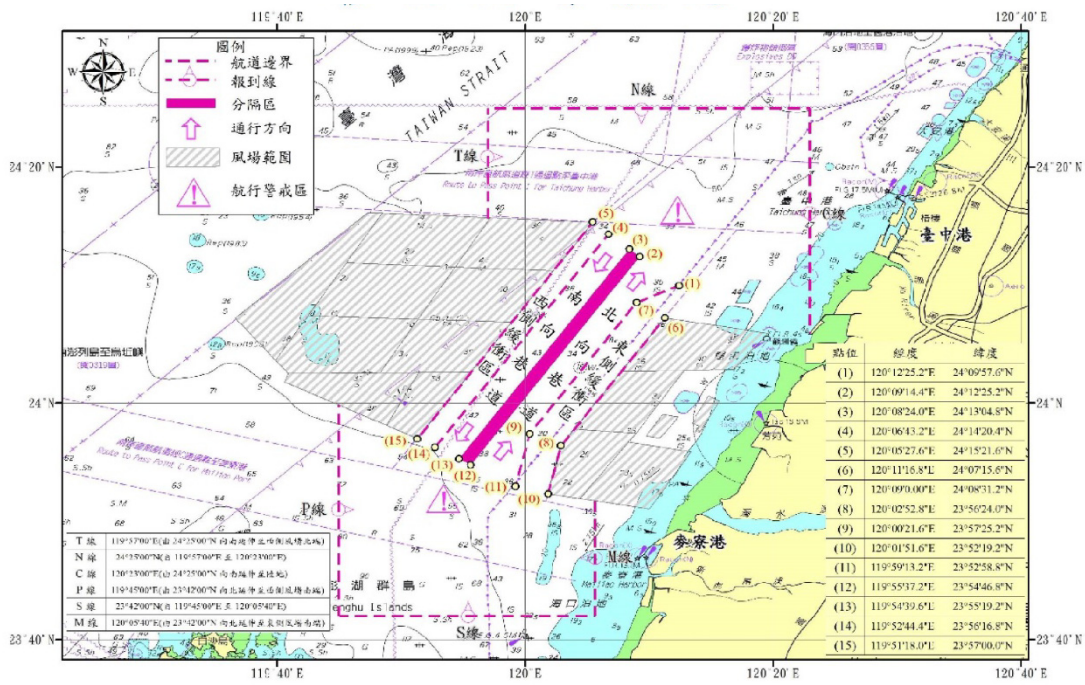


圖 1　彰化風場航道示意圖

2.1.2 港口型 VTS

臺灣港口型 VTS 包括高雄港、基隆港、臺北港、臺中港、花蓮港及安平港。由於這些港口型 VTS 運作大致相似，因此，本文以臺灣最大商港--高雄港 VTS 之現況為例進行簡介。

高雄港 VTS 區域係指經行政院核定之高雄港區範圍，為利分別服務第一及第二港口進出港船舶，可區分為「VTS 北區」及「VTS 南區」。「船舶資訊服務區域」係指為便利 VTS 中心先期掌握進出港船舶相關資料，於 VTS 區域外與船舶建立資訊交換服務之區域，其係以 L 22° 34'54.8" N，λ 120° 17'29" E (WGS84 座標) 為中心，20 浬範圍內之水域。「指定頻道」則指船舶於 VTS 及資訊服務區域內，其特高頻無線電話應持續守值之頻道，在「VTS 北區」為 14 頻道，在「VTS 南區」為 12 頻道，在「船舶資訊服務區域」則為 11 頻道。

船舶在高雄港 VTS 或船舶資訊服務區域內航行、停泊與作業時，應透過指定頻道或其他有效辦法向 VTS 中心進行船舶動態報告。船舶在高雄港港區航行時，應注意港區公告、航道周遭環境、天候等狀況，以安全速度航駛，並不得與他船並列航行、任意超越他船或妨礙他船航行；但經 VTS 中心指揮者除外。

凡航行、停泊在高雄港 VTS 區域水域內之船舶交通均應守聽 VTS 中心所提供之航安資訊或指導。船舶或設施發生事故或失去控制，對交通安全、水域環境造成或可能造成危

害時，VTS 中心得採取必要之強制性處置措施。船舶進、出港口應事先向 VTS 中心申請安排進出港口次序，並依 VTS 中心安排之次序進出港口。VTS 中心得根據實際情況對進、出港與錨泊計畫予以調整、變更。

2.2 VTS 之運作內涵

2.2.1 VTS 之運作項目

IMO 決議 A.1158 (32)[11]指出：VTS 的目的是促進海上人命安全，提高航行的安全性和效率，並緩解不安全情況的發展，以協助 VTS 區域內的環境保護。此決議也提到，使用不同的程序可能會給船長造成混亂，VTS 應以統一的方式並根據國際認可的指南建立和運營。國際航標協會 (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, IALA) 在 G1141 指南 (Guideline G1141)[12]指出：VTS 的運作項目以實施及提供 VTS 相關的流程和程序。而為確保 VTS 全球流程和程序的一致性，應符合 IALA R0127 建議 (Recommendation R0127)[13]有關 VTS 運作項目程序之相關方式的實施，以確保標準並準確傳遞服務。此外，此建議書[13]將相關 VTS 運作項目程序區分為：內部程序 (Internal Procedures) 與外部程序 (External Procedures)。有關傳遞 VTS 之運作項目程序及流程，如后所述：

(1) 日常運作項目 (Day-to-day Operations)：及時提供有關可能影響船舶航行的相關訊息，並協助船上決策。提供監控和管理船舶交通，以確保船舶移動的安全和效率，並應對發展中的不安全情況。

(2) 管理和實施 (Management and Administration)：確保 VTS 的運行符合相關國際公約、IMO 文書、IALA 標準和國家法律。為 VTS 設定提高船舶交通的安全效率以及環境保護的操作目標，並定期評估目標的實現情況。

(3) 內部程序：即 VTS 中心每天之例行工作，如系統操作、人員與內部資料管理之互動性等。這又可分為：(i) 例行程序，如收集與記錄資料、操作人員排班、設備操作維護、聯合服務之互動、對外 (公共) 關係、安全、訓練、交接班、交接監控中船舶及海事書刊之維護等。(ii) 緊急程序，如建立緊急處理程序，以便於緊急事故發生時能維護 VTS 人員之安全與維持系統之持續運作項目。緊急事故如系統故障、失火、淹水、緊急撤離、緊急醫療與安全事件等。此外，改善補救方案、求救程序、事件紀錄與事後檢討評估，亦應列入此緊急處理程序中。

(4) 外部程序：涵蓋 VTS 與參與船舶和相關服務互動的程序、傳達和處理來自船舶的強制性報告、要求和其他認為合適的訊息等、訊息交換也應盡可能標準化。VTS 外部活動又分為：(i) 常規活動 (如表 1 所示)、及 (ii) 緊急活動 (如表 2 所示)。VTS 應在任何應急情況期間保持運作項目，因此需要建立與相關當局之間互動的程序。與其他當局的緊急合作 (例如搜救和污染控制)，可以根據預先制定的應急計劃進行，其中規定了與聯合單位或其他服務互動的程序並確定了責任。VTS 可能是最先回應船舶緊急情況的單位之

一，VTS 請求並收集任何進一步的訊息以協助並傳遞給其他相關當局。

表 1　VTS 外部之常規活動的運作項目

VTS 外部常規活動	說明
VTS 語音通信	(1) 應建立確保 VHF 通信及時、清晰、簡明和明確的流程和程序。在與船舶的 VHF 通信中，應用 IMO 的標準海事通信用語 (Standard Marine Communication Phrases, SMCP) 及正確的海上 VHF 頻道。 (2) (IALA Guideline G1132 VTS 語音通信和用語[14]提供了更多訊息，以確保 VTS 通信透過使用標準訊息結構和短語，包括在 VTS 服務範圍內使用和通信頻道列表。
預報訊息	(1) 在到達 VTS 服務範圍之前，船舶需要提供訊息並通知其進入 VTS 範圍的意圖。應規定到達前的提供訊息，如航線訊息、預計到達時間、船名呼號、船舶吃水、危險品或污染品詳情、國際船舶與港口設施保全規則（International Ship and Port Facility Security Code, ISPS Code）安全級別、有關任何缺陷的訊息及其他指定細節等。 (2) 建立船舶到達 VTS 服務範圍的流程和程序。包括參與船舶的通訊要求及與相關服務的訊息交換。
進入 VTS 服務範圍的船舶	當船舶進入 VTS 服務範圍時，應建立流程和程序。包括： (1) 建立通信並驗證船舶身份、位置和意圖。 (2) 提供相關交通訊息。 (3) 提供導航/航道訊息。 (4) 船舶缺陷訊息，例如導航或操縱設備故障。 (5) 與聯合服務更新訊息。
船舶交通的監控和管理	應建立船舶交通的監測和管理程序，包括： (1) 船舶移動的預先規劃。 (2) 掌控航行中的船隻。 (3) 安排空間分配。 (4) 建立航行計劃。 (5) 確保遵守監管規定。
允許駛往泊位或錨地	VTS 回應船舶允許駛離或駛往泊位或錨地的請求過程和程序，包括： (1) 要求船舶在準備啟航時申請繼續前進的許可。 (2) 向離港船舶提供相關交通訊息。 (3) VTS 允許船舶繼續前進的標準和正式訊息。 (4) VTS 拒絕船舶繼續前進的標準和正式訊息。
應對發展中不安全情況	應制定應對不安全情況的程序，包括： (1) 船舶不確定其路線或位置。 (2) 船舶偏離航線。 (3) 需要引導至錨定位置的船舶。 (4) 存在缺陷的船舶，例如導航或操縱設備故障。 (5) 氣象條件，例如低能見度、強風。 (6) 存在擱淺或碰撞風險的船舶。 (7) 緊急響應或對緊急服務的協助。 (8) 船舶偏離航行計劃。 (9) 為船舶提供援助，以協助船舶主要船員意外喪失工作能力。
錨泊中船舶	應為錨泊在 VTS 區域的船舶制定程序，包括： (1) 錨地分配。 (2) 溝通要求。 (3) 船舶離開錨地前的報告要求。 (4) 聯合服務的訊息交換與更新。

VTS 外部常規活動	說明
靠泊中船舶	應為靠泊在 VTS 區域的船舶制定流程和程序，包括： (1) 船舶抵達泊位時的報告要求。 (2) 安全要求，包括安全級別。 (3) 保持通訊值守的特殊要求。 (4) 需要對通過泊位的其他船舶進行限制(例如：在加油或起重機操作期間)。 (5) 船舶離開泊位前的報告要求。 (6) 聯合服務的訊息交換與更新。
VTS 服務範圍內的船舶移動	應為船舶在 VTS 服務範圍內的移動建立程序，包括： (1) 確定申報手續。 (2) 根據要求或 VTS 認為有必要時，定期向參與船舶提供或交換相關訊息，例如交通狀況、該地區交通的警告和限制及海上安全訊息等。 (3) 載運危險貨物船舶的特殊規定。 (4) 遵守引航要求。 (5) 監控並在可能的情況下與不需要參加 VTS 的船隻進行溝通。 (6) 有關聯合服務的訊息交換與更新。
離開 VTS 服務範圍的船舶	應為離開 VTS 區域的船舶制定流程和程序，包括： (1) 船舶離開該地區之前的報告要求。 (2) 與相鄰或下一個 VTS 的切換要求。
通過相鄰 VTS 區域的船舶	應為離開 VTS 服務範圍及在相鄰 VTS 區域之間過境的船舶建立流程和程序，包括： (1) 船舶離開該區域前的報告要求。 (2) 相鄰 VTS 的交接要求，包括： ● 船舶身份、貨物、目的地和預計到達時間。 ● 溝通程序。 ● 船舶監控。
惡劣的環境條件	在 VTS 區域內如能見度差、強水流或潮汐流、強風等，可能需要特殊的程序，包括： (1) 限制或禁止船舶移動。 (2) 額外的報告要求，如強制性拖船服務、引水服務等。
環境保護	VTS 在協助海洋環境保護的措施，包括： (1) 減輕風險，例如船舶與鯨類動物相撞，及對海洋哺乳動物在育苗區的干擾。 (2) 支持保護特別敏感海域或當地宣布的環境敏感區域。 (3) 制定流程和程序，俾利： ● 廣播有關時間和地點的訊息。 ● 與海洋哺乳動物附近的個別船隻互動。 ● 保持保護區暢通無阻。 ● 建議在發現海洋哺乳動物的地方限制速度。 ● 改變交通路線。 ● 收集訊息以確定潛在的熱點，以協助規劃緩解措施。
數位海事服務	如果 VTS 以數位格式提供訊息，則應建立數位訊息交換的流程和程序。 (1) 該訊息包括使用 AIS 訊息提供有關天氣、虛擬航標或船舶與 VTS 之間航線訊息交換的訊息。 (2) 該程序應包括對交付的數位訊息描述和訊息交換的通信方式。
與聯合服務交流	應建立流程和程序來涵蓋 VTS 和相關服務之間的互動，例如： (1) 引水。 (2) 拖船和拖船操作員。 (3) 船舶代理。 (4) 政府機關，包括執法機構。

表 2　VTS 外部之緊急活動的運作項目

VTS 外部緊急程序	說明
碰撞、傾覆、沉沒、擱淺、火災、人員落水	應建立處理碰撞、傾覆、沉沒、擱淺、船上火災和人員落水等情況的流程和程序。包括以下操作： (1) 通知海上救援協調中心(Maritime Rescue Co-ordination Centre, MRCC)。 (2) 通知相關緊急服務部門並與之合作。 (3) 通知相關監管機構。 (4) 協助現場狀況。 (5) 發佈或傳送有關 VTS 區域內船舶事件的訊息。 (6) 限制該地區的交通。 (7) 提醒聯合服務和其他支持單位。 (8) 進行正確的紀錄。
環境污染	應建立污染事件流程和程序。包括以下操作： (1) 提醒相關環境主管部門或服務部門。 (2) 通知相關監管機構並合作。 (3) 評估事故規模並酌情尋求專家協助。 (4) 發佈有關 VTS 區域船舶事件的訊息。 (5) 限制該地區的交通活動。
醫療急救	應建立醫療緊急情況的流程和程序。行動包括： (1) 通知海上救援協調中心。 (2) 通知海岸電臺。 (3) 考慮特殊的機動要求。 (4) 將負責衛生當局的訊息傳遞給疑似感染傳染病的船舶。
操縱失靈的船舶	應建立船舶操縱失靈下的流程和程序。行動包括： (1) 發佈有關 VTS 區域船舶事件的訊息。 (2) 獲取船上情況的詳細訊息。 (3) 與船舶保持聯繫。 (4) 評估船舶的危險程度。 如果需要，提醒聯合服務和其他協助單位。
安全事件	如果發生安全事件，應建立流程和程序。程序應反映 VTS 根據國際船舶和港口設施保安規則(International Ship and Port Facility Security Code, ISPS)參與港口設施保安計劃(Port Facility Security Plan, PFSP)。
抗議行動	應建立流程和程序來應對 VTS 區域的抗議行動。在任何抗議行動中，船舶和抗議者的安全都是至關重要的。行動包括： (1) 向主管當局發出警報。 (2) 執行本地呼叫程序。 (3) 公佈有關 VTS 區域船舶事故的訊息。
自然災害	應建立自然災害程序應對地震、海嘯、火災、特殊天氣條件等情況。行動包括： (1) 向 VTS 區域內的船舶發佈訊息。 (2) 執行本地呼叫程序。 (3) 通知 MRCC。

2.2.2 VTS 之管制員培訓課程

IALA 自 1955 年以來一直與 VTS 有關，並認為人力資源對於發展 VTS 具重要性。IALA 提出 Model Course V-103/1 [15] 關於 VTS 人員培訓和認證的標準。IALA 亦為 VTS 人員開發典範培訓課程，這些典範課程旨在為負責提供 VTS 的國家和其他相關機關提供有關培訓 VTS 管制員的具體指導。典範課程總共包括七大課程模組，每個課程模組的主題大綱還包括應分配給每個模塊的建議總小時數 (如表 3 所示)。每個模塊都包含說明其範圍和目標的主題框架、主題大綱和詳細的教學大綱。該課程還為參與者提供了練習 VTS 管制員角色的機會，在可行的情況下，這些練習應使用模擬，如在模擬不可行的情況下，應設計練習，以充分代表 VTS 中發生的適當情況。VTS 管制員是具有適當資格的人員，他們執行一項或多項有助於 VTS 中心服務的任務，該教育和培訓的目的是盡量減少由於錯誤或判斷錯誤造成的事故，該典範課程旨在滿足受訓 VTS 管制員獲得課程證書進而實施在職培訓的要求。

2.2.3 VTS 之智慧航安服務

智慧航安系統提供高效運算、資源協同管理以及應用服務的能力，目標使航安監控、預測更加即時準確 [16]。對擷取的各項動態資料進行儲存及整合，以便對船舶航安狀況做出正確決策，實現各種船舶資訊資源以及港口資訊資源的高速傳送與互動。透過智慧航安平臺系統進行彙整與即時介接，調用各管理部門、航安部門以及各系統間的資訊，為相關單位提供服務，以解決海事業務相關資訊系統在資源分享和即時儲存等方面的不足與缺陷，消除不同單位間航安監控的盲點。

在全面分析航安突發事件應變管理過程的基礎上，建立以物聯網、人工智慧、大數據、行動網路等為工具的整合性動態海事中心，應用人工智慧案例庫技術，幫助航安決策者進行災情分析、判斷事故危險源等級、啟動應變緊急救援計畫、合理分配資源、提供相應處理決策參考建議等，從而最大限度地減少海難突發事件造成的損失，同時提升航道與港口的安全 [16]。

物聯網技術實現人與人、人與航安設備，甚至航安設備與航安設備之間直接溝通的全新網路架構。人工智慧精進了決策方式，提升航安監控、航行預警、海事通報與海難應變的自動化程度。平臺技術改變了人們資訊溝通的廣度和準確程度，在航安的運用中，亦改變了各相關利益者的資訊溝通方式，使得遠端即時、全天候的資訊共用得以實現 [16]。

航安相關的系統繁多且複雜，航安資訊平臺能將不同單位組織的系統進行整合，而這種系統整合具有層次和範圍，並根據航安技術發展進行擴建。資訊整合層面之目標是融合外部資訊、消滅資訊孤島及提高資訊的利用率。

表 3　VTS 管制員培訓建議時數

單元(Module)	主題(Subject)	堂課 (小時數)	實作/模擬 (小時數)
1. 溝通協調與互動	● 一般通訊技巧 ● VTS 通訊短語 ● 訊息管理 ● 交接事項 ● VTS 中 VHF 無線電通訊的使用	17 至 29	37 至 52
2. 法律架構	● 法規要求 ● 法律責任 ● 角色與職責 ● 日誌保存和記錄保存	7 至 14	6 至 11
3. 提供 VTS	● VTS 環境 ● 航道與交通管理原則 ● 資訊訊息的提供 ● 監控與管理船舶交通 ● 應對不安全情況	19 至 29	39 至 49
4.　航海知識	● 導航理論 ● 航行（通行）計畫 ● 潮汐、潮汐流和洋流 ● 避碰規則 ● 助航設施 ● 位置、導航與時間 ● 船上助航設施 ● 船舶知識 ● 船舶操縱 ● 船舶駕駛台程序 ● 港口作業與其他相關服務	23 至 44	16 至 31
5.　設備	● VTS 感測儀器 ● 決策輔助工具 ● 設備效能監控 ● 不斷發展的技術	8 至 15	3 至 6
6.　人為因素	● 團隊合作 ● 責任與可靠性 ● 疲勞管理與輪班工作	5 至 10	3 至 6
7.　緊急情況	● 應急計劃 ● 緊急應變 ● 報告事件和未遂事件 ● 船舶與港口保全	7 至 12	8 至 13
總計		86 至 153	112 至 168

三、VTS 運作項目之評估準則

本研究四大構面主要係依據 IMO 相關決議案，例如 A.1158 (32)、IALA G1089、IALA G1110、IALA G1141 以及 IALA Model Course V-103/1 之內容歸類成「VTS 資訊訊息傳送」、「VTS 船舶安全監控」與「VTS 管制員培訓」之評估構面；另依據交通部運輸研究所及交通部航港局相關研究計畫之內容歸類成「VTS 系統精進與資訊整合」之評估構面，

詳細內容如 3.1 至 3.4 小節。最後，本節將「VTS 資訊訊息傳送」、「VTS 船舶安全監控」、「VTS 管制員培訓」及「VTS 系統精進與資訊整合」等相關文獻內容，綜合歸納成 VTS 運作項目之評估準則，如表 4 所示。

3.1 VTS 資訊訊息傳送

VTS 通信應該及時、清晰、簡明和明確，其能有效地傳遞，取決於向船舶和相關服務提供精確和明確的語音通信，以最大限度地減少意外和危險。IMO 決議 A.1158 (32)[11] 指出：VTS 的目的是促進海上生命安全，提高航行的安全性和效率，並透過及時提供可能影響船舶航行的相關訊息，以協助船上決策，並緩解不安全情況的發展，進而協助 VTS 區域內的環境保護。為了實現這個目的，VTS 在認為必要時提供訊息或發佈建議、警告和指示，並可能涉及提供導航建議或指導。IMO 決議 A.1158 (32)[11] 亦指出：VTS 提供者應確保有關 VTS 要求和程序的訊息，以及需要參加 VTS 的船舶類別、VTS 適用及服務範圍、提交報告的時間和地點、所需報告的格式和內容，及提供給參與船舶的服務等之訊息能在適當的航海出版物中公佈。

IALA 在 G1089 指南 (Guideline G1089)[17] 中提到：在 VTS 認為必要或參與船舶要求時，應及時提供可能影響船舶運動和協助船上決策的相關訊息。可能但不限於船舶的位置、身份、意圖和動向之訊息包括：(1) 海上安全訊息，如氣象和水文條件、助航設施狀態；(2) 交通調度訊息，使能夠優化其整體通行效率；(3) 其他訊息，如報告手續、聯合服務的訊息以及修正和變更有關 VTS 服務範圍內已公佈的訊息等。而訊息的傳送根據類型和情況，則可以在固定的時間和間隔廣播訊息或者直接與個別船舶通信。

IALA 在 G1141 指南 (Guideline G1141)[12] 中提到：應明確區分常規活動和緊急活動。常規活動如對在 VTS 服務範圍內移動的船舶建立通信，並驗證船舶身份、位置和意圖、提供相關交通訊息及更新聯合服務的訊息等；緊急活動如應對操縱失靈之船舶，與船舶保持聯繫並獲取相關詳細訊息，以及向附近船舶發佈相互影響的訊息。高雄港 VTS 在運作實務上，船舶調派係依照代理行申請的引水排班時間為依據，而後依照引水人員出發申請順序進行排班，管制人員再視情況進行整合，但對於排班源頭控管沒有上限。換言之，同一時段可能有五條進港船有相同引水時間，致使船舶彼此間不知道先後順序。此時當 VTS 一得知領港出發之訊息，則應立即通知該等船舶順序，以利井然有序的進港，進而提升通行效率與安全。

3.2 VTS 船舶安全監控

Buller & Jurdzinski[18] 指出，提高 VTS 區域之運輸效率與安全之要素，包括 VTS 執行高密度的監視，以及規定船長執行 VTS 關於航向與航速之指示。林曉萍[19] 研究指出，航海人員認為 VTS 提供的服務有助於提高航行安全，其首要因素為嚴密的船舶動態監視，顯示航海人員於管制水域航行時，仍希望 VTS 能不斷的監視船舶，當有危險時能立即告

知，並於發生危險時能夠快速處理，使船舶脫離危險。

VTS 應以統一的方式並根據國際認可的指南建立和運營。IALA 在 G1141 指南 (Guideline G1141)[12] 中提到，在到達 VTS 服務範圍之前，船舶需要提供訊息並通知其進入 VTS 範圍的意圖。船舶主動報告就行為而言，是一項資訊訊息的傳送。船舶主動報告項目包括：航線訊息、ETA、船舶身份、船舶吃水、危險品或污染品詳情、ISPS 安全級別、有關任何的缺陷及其他指定細節等。就資訊訊息內容而言，攸關船舶安全監控。因此，船舶主動報告既是資訊訊息之傳送，亦是一項 VTS 船舶安全監控重要項目。本研究的考量較著重於航行安全，故將船舶主動報告列屬船舶安全監控構面。此外，VTS 提供者應對與 VTS 相關的所有外部活動實施流程和程序，應建立船舶交通的監測和管理程序，包括船舶交通的監控和管理，如船舶移動的預先規劃、掌控航行中的船舶、組織空間分配、建立航行計劃及確保遵守監管規定等。而蔡奇呈與董昀真[20]以海上交通工程之概念分析離岸風場航道，其認為應對於船舶避碰因素、環境影響船舶性能之相關因素、交通容量進行評估，藉此作為航行順序之管理與管制航行速度之標準。

IALA 在 G1110 指南 (Guideline G1110)[21] 中提到，決策輔助工具 (Decision Support Tools, DST) 用於透過及時和長期規劃對發展中或緊急情況進行分析，幫助增強態勢感知和決策過程，以提供及時和相關的訊息、監控和管理船舶交通，以及應對發展中的不安全情況。IALA 在 R0125 建議 (Recommendation R0125)[22] 中提到，使用不同級別的警報可以提高 VTS 管制員態勢感知的能力，建議用於警報的術語，如警報 (Alarms)、警告 (Warnings) 和注意 (Cautions) 等。當航行船舶不確定其路線或位置、偏離航線、需要引導至錨泊處或有擱淺或避碰風險時，視為發展中不安全情勢。徐國裕[3]認為若 VTS 未能及時反應處置，則有可能使船舶在航道或港區中引發事故，如惡劣天候中強風或強海流所造成之情勢，將會影響船舶操縱性能，導致船舶偏轉、無法前進或因風壓力矩與流壓力矩之合力大於舵壓力矩，將使船舶無法保向之情形發生。

3.3 VTS 管制員培訓

IMO 決議 A.1158 (32)[11]提到，VTS 運作項目的一個主要因素是其人員的能力。VTS 人員只有在接受過適當的培訓並具備履行 VTS 職責的資格後，才能被認為是合格的。IALA Model Course V-103/1[23]提到，IALA 典範課程的目的是協助海事培訓機構及其教學人員為 VTS 管制員準備和引入新的培訓課程，或者加強、更新補充現有的培訓教材，從而提高培訓課程的品質和有效性。VTS 管制員是具有適當資格的人員，他們執行一項或多項有助於 VTS 中心服務的任務。

教育和培訓的目的是盡量減少因錯誤或判斷錯誤而造成的事故。莊東曉[24]認為 VTS 未能有效發揮監控海上交通與 VTS 值班人員有關，一是在指揮船舶操縱時違反避碰規則；二是不能及時且準確判斷緊迫情勢；三則是碰撞無法避免時，不能及時提供應變措施。章春華[25]後續研究顯示，VTS 的值班人員應具備一定管理能力、良好的英語聽說、豐富的

航海知識、熟悉相關的法律法規及國際公約、良好的心理素質，俾能在遇到危險狀況時不至於驚慌失措及思維紊亂，因而導致災難性後果。此外，IALA Model Course V-103/1 [23] 建議的八項課程主題除了「語言」、「交通管理」及「航海知識」之外，尚包括其他重要能力，例如：雷達與其它感應器 (Radar and other sensors)、VHF、追蹤系統 (Tracking systems)、訊息管理 (Information management)、設備性能監控 (Equipment performance monitoring)、不斷發展的技術 (Evolving technologies)，以及 VTS 中心使用的基本設備與操作原理，包括音頻與視頻設備、數據收集與分析 (Basic principles and procedures of equipment used in VTS, e.g., audio equipment, video equipment, recording equipment, and data collection and analysis)。

施沛岡 [26] 之研究指出，管制員的調派行為會直接影響船舶進港是否延遲與高雄港船舶交通之整體流暢度。此與 VTS 管制員的關鍵能力有關，包括：是否具備專業學識背景與航海實務經驗？是否與引水人員或其他商船船員達成有效溝通？是否認知各種不同大小類型的船舶之操縱慣性？以及是否全盤掌握當時港口船舶進出港作業之交通態勢等。張德隆 [27] 之研究建議應參考國際訓練標準，統一各港口訓練內容，以期專業能力相同，避免落差太大，並且與國際訓練標準同步，推動專業證照認證。在人員專業能力項目中提到重要次序為：「操作員課程」、「督導員專業性」、「人員管理」、「在職訓練」。在進行正規及專業教育時，應先以教學策略來培養 VTS 操作員之專業能力，再補強特殊能力之要求，最後教導在職訓練之熟悉能力，進而建立 VTS 人員專業證照制度，以提升專業能力之認證。

3.4 VTS 系統精進與資訊整合

交通部運輸研究所 [28] 提到現今 VTS 系統的使用，除了為求達成港區安全的監控，更重要的遠景乃在於達成整個港口營運效率的提升。利用 VTS 系統對港區的監控，能瞭解進、出港船隻的位置與預備時間，進一步的排定引水人登船的時間，港埠理貨人員及貨櫃車抵達之時間，減少各相關單位因船舶到港時間資訊不明所浪費的等候時間。薛湘樺 [29] 指出過去依靠人力之判斷其誤判之可能性會高於機器，研究導入大量之數據資料，並使用整理過之資料進行決策樹演算法分析，反覆練習與訓練並得到模型，將船舶航行狀態判斷之準確度提高，且不再只是透過單純之目視判斷或是操船者本身之直覺，而是透過系統化之計算來判斷情勢，不僅是減少因人為因素而產生之判斷錯誤，更能夠使船舶在港內航行之安全有所提升。

交通部航港局 [16] 透過建置智慧航安資訊平臺及資料共享之方式，建立功能完善的整合性動態航安監控，強化航港局應變效能及系統整合，消除不同單位間航安監控的盲點。施沛岡 [26] 指出，當船舶進港時遇上航道上的漁船阻礙，船長為求航行安全而採取避讓措施，造成船舶偏離預定航線而延遲進港。由於部分漁船未以 VHF 向塔臺管制員報備動態，致使塔臺管制員無法掌握漁船之動態，即漁船在港肆意亂竄之行為，已嚴重危害進出港船舶航行安全。施沛岡 [26] 亦指出，以高雄洲際二期為例，除影響原第二港口之船舶進出港

作業外，其進出港船舶排班順序將與原第二港口之船舶排班產生衝突。應擬定船舶進出港排班優先順序，並精進原有之排班程式系統，實現安全與效率並行之交通分流。吳波[30]指出彰化 VTS 報告機制應在兼顧交通管理品質及船舶貨物作業實務情況下，縮短預報時間。建置一套屬於離岸風場專用的航行計畫系統，以提昇離岸風場航行安全及船舶通過效率。另可增加指定 VHF 預報頻道，並以南北向航道分流，降低頻道負荷。因應航道周遭海域風力強勁特性，於航道內設立即時風力電子看板，即時提供航道內風力資訊，並結合海洋委員會海巡署岸際雷達，加強提供有關漁船動態相關訊息。

3.5 彙整 VTS 運作項目之評估準則

本研究依據上述文獻回顧之內容，初步歸納 VTS 運作項目 4 大評估構面及 16 個評估準則，其說明綜合整理如表 4 所示。

表 4　初擬 VTS 運作項目之評估準則與說明

評估構面	評估準則	說明
資訊訊息的傳送(C_1)	海上氣象與水文之訊息(C_{11})	● 如能見度、蒲福風級和航道水深等。及時提供影響船舶航行和協助船上決策的相關訊息。 ● 訊息可以在固定的時間廣播或直接與船舶通信。
	交通狀況訊息(C_{12})	● 如漁船集結、水下作業、疏浚、船舶意圖或港口狀態等。 ● 提供必要的航行訊息來協助船舶的航安及航行決策，並提供導航建議。
	船舶先後次序訊息(C_{13})	● 如進出航道順序或安排錨泊，優化船舶整體通行效率。 ● 提升航行安全，並提醒與前船保持安全距離。避免船舶互不相讓而導致碰撞危險，此狀況於港口交通繁忙且眾多船舶引水時間相同時常發生。
	航海出版物中的 VTS 訊息(C_{14})	● 以簡明的方式公佈 VTS 相關的訊息，以減輕船長負擔及避免混淆。 ● 確保了解服務內容、無線電呼叫頻道、強制參加船舶種類及報告要求等。
船舶安全監控管理(C_2)	船舶航行動態的規劃(C_{21})	● 確保船舶航行安全和效率而對船舶交通進行的監測和管理。 ● 用已知船舶的動態與航行路線，提早對於船舶的移動進行全面性的安排。
	航行指南及法規管制(C_{22})	● 制定要遵守的速度限制及相關的航行規定。如通過限制區域的速度、航道會船、迴船池兩段式轉彎等規定，以提升船舶航行安全。
	船舶告警提醒(C_{23})	● 設置警報、警告和注意等數值參數。 ● 利用決策輔助工具（DST）協助 VTS 管制員的態勢感知和決策過程，以監控和管理船舶交通狀況。 ● 當風險等級超過預定的臨界值時，將採取行動降低航行和環境風險。
	船舶主動報告(C_{24})	● 船舶需要提供訊息並通知其進入 VTS 範圍的意圖。 ● 如 ETA、船舶身份、船舶吃水、危險品詳情、有關任何的

評估構面	評估準則	說明
		缺陷及其他指定細節等。 ● 包括參與船舶的通訊要求及與相關服務的訊息交換。
VTS管制員培訓(C_3)	與船舶或相關單位語言應對之能力(C_{31})	● 應熟練使用英語和 IMO SMCP，要求 VTS 管制員具備足夠的英語能力，履行 VTS 管制的職責。
	船舶交通管理之能力(C_{32})	● 管理 VTS 區域交通，涉及監控和組織交通的理論和實踐，以及提供適用的國際和國內法規。 ● 組織船舶交通，船舶進出港順序的整合，避免交通阻塞，以利港口營運效率。
	VTS 設備操作使用的能力(C_{33})	● 理解 VTS 使用的基本設備和操作原理，包括用於數據收集和分析、音頻和視頻記錄以及船舶識別的設備。
	航海相關知識的能力(C_{34})	● 熟悉避碰規則及船舶導航設備。 ● 確定船舶在海圖上的位置，以及進行航向、速度和距離計算。 ● 與船長或引水人討論船舶通過 VTS 區域航行的問題。 ● 協調港口機關提供相關服務訊息。
VTS系統精進與資訊整合(C_4)	建置或精進漁船連絡的無線電通訊系統(C_{41})	● 漁船因缺乏適當的通信系統，故無法與商船或是 VTS 聯絡得知意圖或是港口及航道交通狀態。
	因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統(C_{42})	● 洲際二期貨櫃中心的加入營運，除影響原第二港口之船舶進出港外，其船舶排班順序將與原第二港口可能產生衝突。 ● 建置風場航道船舶排班系統，以利管制員除無線電告知船舶外，方便於排班系統上管理船舶進出順序。
	資訊系統的整合與統一公佈(C_{43})	● 如水下作業、拖帶作業、小艇施放作業、船舶 PSC 管制或新船試車等資訊，應公布在網站以供查詢，避免造成延誤。 ● 預計進出風場航道的船舶名單及船舶詳細資訊，透過預報機制顯示在網站上以利 VTS 管制員查詢並監控管理。
	人工智慧監控預警服務(C_{44})	● 透過航安大數據，即時監控海上交通，精確分析船舶交通或環境變化。 ● 建立船舶航行異常行為的偵測能力，幫助管制員為船舶做出立即且適當的提醒。

註：括弧內為評估構面與評估準則之代碼名稱。

四、研究方法

本研究探討航道型 VTS 與港口型 VTS 之運作項目，主要採用 AHP 法評估四項主要構面與十六項準則之權重。AHP [9] 是結合定性與定量的一種 MCDM 方法，它是由美國賓州匹茲堡大學教授 Thomas Saaty 於 1971 年所提出，應用於優先順序的決定、資源規劃、分配及投資組合等方面。AHP 旨在將複雜的問題系統化，並把各個問題的每個評估面予以層級化，並以層級的運用來劃分不同階層，以進行兩兩比較 [8]。AHP 分析法具有簡單易用的特性，尤其在質化研究上，可將決策者之考量決策量化成為數值，方便決策者檢視哪個指標最被重視，具有快速檢視、修正、有系統的制定決策 [10]。簡而言之，雖然 AHP 是一個

傳統的評估方法，但因其具備操作容易、簡單評比、具實用性、能擷取多數專家和決策者之意見等優點，此方法能有效率地獲得所有評估準則的相對權重數值。另外，鄧振源 [10] 及 Ding et al. [31] 指出衡量準則權重的方法除了 AHP 方法外，尚有許多種方法，例如：迴歸分析(Regression analysis)、最小平方法 (Least squares method)、不連續選擇模式 (例如 Logit and Probit models)、資料包絡分析法 (Data envelopment analysis, DEA)、熵 (Entropy method)、最佳-最差法 (Best-worst method)、ELECTRE 法、及 LINMAP 法等，但是這些方法計算過程略嫌複雜，而 AHP 為一個有效率的 MCDM 方法。因此，本研究議題使用 AHP 方法，茲簡述 AHP 的相關原理與計算公式，臚列如下：

(1) 建立判斷準則階層 (Criteria hierarchy)

將主要目標 (Goal) 拆解成較小的子目標，形成判斷準則階層。判斷準則階層包含：目標層、構面層和準則層。其中目標層位於最上層，最底層是準則層，每一層都有其相對應的判準階層。基於人類無法同時對 7 種以上事物進行比較之假設下，以不超過 7 個準則為佳。因此，有效層級數可用估計，俾利較容易進行有效的成對比較與較佳的一致性。

(2) 建立成對比較矩陣 (Comparison matrix)

對於每對準則或選項，需要對它們進行兩兩比較，並在矩陣中填入一個數字來表示它們之間的相對重要性，形成一個成對比較矩陣，如公式 (1) 所示。通常使用一個“1”到“9”的評估尺度，其中“1”表示兩個準則或選項的重要性相同、“3”表示一個準則或選項比另一個準則或選項稍微重要、“5”表示一個準則或選項比另一個準則或選項頗為重要、“7”表示一個準則或選項比另一個準則或選項極為重要、“9”表示一個準則或選項比另一個準則或選項絕對重要。

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \tag{1}$$

a_{1n} 乃表示第 1 個評估準則相對於第 n 個評估準則之重要性；$a_{1n}=w_1/w_n$ 。

(3) 計算特徵值與特徵向量

矩陣 A 乘上各準則權重所形成之向量 $w=(w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ ，可得

$$Aw=\begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}=nw \tag{2}$$

但因 a_{ij} 乃是決策者進行評估準則重要性之成對比較時主觀判斷所給予的評比，與真實的 w_i/w_j 存在某種程度上的差異，此時公式 (2) $Aw = nw$ 便不成立。因此，Saaty 建議以矩陣 A 之最大特徵值 $\lambda_{\max}$ 取代 n，亦即 $Aw = \lambda_{\max} w$。如此一來，即可求解出各個準則的權重。而 $\lambda_{\max}$ 如下：

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n}\left(\frac{w_1'}{w_1} + \frac{w_2'}{w_2} + \cdots + \frac{w_n'}{w_n}\right) \tag{3}$$

(4) 一致性檢驗 (Consistency check)

在計算權重的過程中，需要進行一致性檢驗，以確保對比矩陣的合理性和可信度。一致性指標 *C.I.* (Consistency Index) 和一致性比率 *C.R.* (Consistency Ratio) 是檢驗一致性的兩個指標。如果 *C.R.*< 0.1，表示通過邏輯一致性檢定；否則，需要重新調整對比矩陣或調整判斷準則權重，直到滿足一致性要求為止。而一致性指標 *C.I.*如式 (4) 所示：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \tag{4}$$

計算完 *C.I.*值後，再應用 *C.R.*來衡量矩陣的一致性是否達到一定的水準。而 *C.R.*指的是一致性指標值與隨機指標值比率 (Random Index; *R.I.*)，即式 (5)。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \tag{5}$$

(5) 獲得各個評估構面與評估準則之權重，進而評選出最重要的評估構面與評估準則。

五、實證研究

茲將表 4 之評估構面與評估準則進行 AHP 問卷設計，進而將此 AHP 問卷發予 VTS 之管制員填答。本研究之問卷結果及分析，如后所述。

5.1 問卷回收基本資料分析

目前彰化風場航道 VTS 與高雄港、花蓮港、臺北港、臺中港、基隆港、安平港及蘇澳港等七個港口型 VTS 之管制員人數，如表 5 所示。可知全臺灣各 VTS 管制員總數為 106 人，其中男性 63 人，佔 59.4%；女性 43 人，佔 40.6%。

本研究之 AHP 專家問卷主要發放給各 VTS 管制員填寫，問卷調查期間為 112 年 5 至 7 月份，問卷調查回收份數為 63 份，約佔全臺灣 VTS 管制員人數六成 (59.4%) 左右。因此，本研究之問卷調查結果應具有代表性。另，Saaty [32] 指出為確保問卷回收資料具有一致性，

AHP 一致性比率 (C.R.) 數值需小於或等於 0.1。而本研究 AHP 分析結果顯示 C.R.為 0.05，故具有一致性。

表 5　臺灣航道型與各港口型 VTS 之現職總人數與問卷填寫份數

臺灣各 VTS	彰化風場航道 VTS	高雄 VTS	花蓮 VTS	臺北 VTS	臺中 VTS	基隆 VTS	安平 VTS	蘇澳 VTS	小計
男	6	20	5	5	9	10	4	4	63
女	16	8	0	6	8	2	2	1	43
合計	22	28	5	11	17	12	6	5	106
回收份數	10	18	5	8	12	5	5	0	63
回收比率	45.5%	64.3%	100%	72.7%	70.6%	41.7%	83.3%	0%	59.4%

本研究針對問卷回收進行彙整，依序區分為航道型 VTS 與港口型 VTS，問卷填答者之基本資料如表 6 所示。

表 6　航道型 VTS 與港口型 VTS 問卷填寫對象之基本資料

	項目	航道型 VTS (%)	港口型 VTS (%)	總人數
職稱	主管/臺長	1 (1.6%)	6 (9.5%)	63
	管制員	9 (14.3%)	47 (74.6%)	
年資	1 至 5 年	10 (15.9%)	29 (46.0%)	
	6 至 10 年	0 (0.0%)	10 (15.9%)	
	10 年以上	0 (0.0%)	14 (22.2%)	
性別	男	2 (3.2%)	34 (54.0%)	
	女	8 (12.7%)	19 (30.1%)	
學歷	高中職	0 (0.0%)	3 (4.8%)	
	大學	10 (15.9%)	41 (65.1%)	
	碩士	0 (0.0%)	9 (14.2%)	

5.2 AHP 結果分析

5.2.1 評估構面之結果分析

本研究整理 63 份有效回收問卷後，利用套裝軟體 Power Choice 進行分析，針對彰化風場航道 VTS 與高雄港、花蓮港、臺北港、臺中港、基隆港、及安平港等六個港口型 VTS，分別求算四個評估構面之相對權重，其結果彙整如表 7 所示。此外，為方便分析及說明，本研究定義介於第 1 至 2 名視為重要，第 3 至 4 名視為較不重要。

由表 7 可發現，在「資訊訊息的傳送」構面中，彰化風場航道、高雄港及臺中港等船

船交通流量大的 VTS 較重視此構面，而花蓮港、基隆港及安平港等船舶交通流量較小的 VTS 則認為此構面較不重要。彰化風場航道 VTS 將此構面列為最重要因素，其潛在原因可能是因彰化風場航道不穩定之氣候，加上南來北往之船舶較多，故較重視相關資訊訊息的傳送。

表 7　各 VTS 之四大評估構面的權重與排序

評估構面	航道型	高雄港	花蓮港	臺北港	臺中港	基隆港	安平港
資訊訊息的傳送	**0.4587 (1)**	0.2897 (2)	0.1854 (4)	0.2485 (3)	0.1862 (2)	0.1151 (4)	0.1177 (4)
船舶安全監控管理	0.2361 (2)	**0.3402 (1)**	0.2544 (3)	0.2871 (2)	**0.4743 (1)**	**0.3699 (1)**	0.2163 (3)
VTS 管制員培訓	0.1692 (3)	0.2284 (3)	**0.2930 (1)**	0.1254 (4)	0.1824 (3)	0.2295 (3)	**0.3920 (1)**
VTS 系統精進與資訊整合	0.1359 (4)	0.1417 (4)	0.2672 (2)	**0.3390 (1)**	0.1571 (4)	0.2855 (2)	0.2740 (2)

在「船舶安全監控管理」構面中，航道型 VTS 與港口型 VTS (除安平港與花蓮港 VTS 之外) 認為此構面是重要之運作項目。其主要是因在如此繁忙且船舶交通密度極高之商港中或航道中，應確保船舶航行安全和效率，俾對船舶交通進行有效的監測和管理。

在「VTS 管制員培訓」構面中，花蓮港與安平港 VTS 認為此構面是重要的運作項目。

在「VTS 系統精進與資訊整合」構面中，各 VTS 的看法較分歧。臺北港、花蓮港、基隆港及安平港 VTS 認為其是重要之運作項目。

為便於直覺了解各 VTS 四大評估構面之重要性權重排序的差異，本研究繪製此四大構面之長條圖，如圖 2 所示。

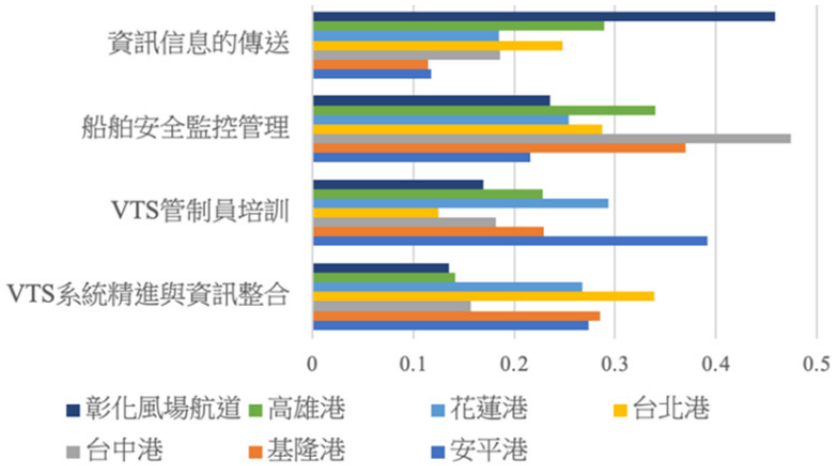


圖 2　各 VTS 四大運作項目構面之長條圖

5.2.2 評估準則之結果分析

同 5.2.1 節之處理方式，利用套裝軟體 Power Choice 進行分析，分別求算 16 個評估準則之相對權重，其結果彙整如表 8 所示。此外，為方便分析及說明，本研究先定義介於第 1 至 4 名視為最重要；第 5 至 8 名視為重要；第 9 至 12 名視為普通，而第 13 至 16 名視為較不重要。

表 8　各 VTS 之 16 個評估準則的權重與排序

評估準則	航道型	高雄港	花蓮港	臺北港	臺中港	基隆港	安平港
海上氣象與水文之訊息	**0.1444 (2)**	0.0409 (11)	0.0281 (15)	0.0283 (15)	0.0225 (13)	0.0144 (15)	0.0239 (16)
交通狀況訊息	**0.1759 (1)**	**0.1219 (1)**	0.0487 (13)	**0.1013 (4)**	0.0572 (9)	0.0396 (14)	0.0389 (11)
船舶先後次序訊息	**0.069 (7)**	**0.1029 (3)**	**0.0808 (4)**	**0.0797 (5)**	**0.0939 (4)**	0.0501 (11)	0.0300 (13)
各航海出版物中的 VTS 訊息	**0.0685 (8)**	0.0240 (15)	0.0277 (16)	0.0392 (12)	0.0125 (16)	0.0110 (16)	0.0249 (15)
船舶航行動態的規劃	**0.0864 (3)**	**0.1073 (2)**	0.0578 (10)	0.0502 (9)	**0.1820 (1)**	**0.1203 (1)**	0.0333 (12)
航行指南及法規管制	0.0435 (9)	**0.0665 (7)**	0.0515 (12)	**0.1141 (2)**	**0.0668 (7)**	0.0559 (9)	**0.0572 (8)**
船舶告警提醒	0.0357 (11)	**0.0965 (4)**	**0.0811 (2)**	**0.0561 (8)**	**0.1031 (3)**	**0.1057 (2)**	**0.0803 (5)**
船舶主動報告	**0.0705 (6)**	**0.0700 (6)**	0.0640 (9)	**0.0668 (6)**	**0.1224 (2)**	**0.0880 (4)**	0.0455 (10)
與船舶或相關單位語言應對之能力	**0.0754 (4)**	0.0562 (9)	**0.0690 (8)**	0.0438 (11)	**0.0668 (6)**	**0.0822 (6)**	**0.1263 (1)**
船舶交通管理之能力	0.0359 (10)	**0.0898 (5)**	**0.0728 (7)**	0.0315 (14)	**0.0639 (8)**	**0.0571 (8)**	**0.0725 (7)**
VTS 設備操作使用的能力	0.0240 (14)	0.0262 (14)	**0.0739 (6)**	0.0151 (16)	0.0177 (15)	0.0490 (12)	**0.1042 (3)**
航海相關知識的能力	0.0339 (12)	0.0561 (10)	**0.0773 (5)**	0.0349 (13)	0.0340 (11)	0.0412 (13)	**0.0890 (4)**
建置或精進漁船連絡的無線電通訊系統	0.0156 (16)	0.0164 (16)	0.0548 (11)	0.0490 (10)	0.0240 (12)	**0.0833 (5)**	0.0289 (14)
因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統	0.0183 (15)	0.0311 (12)	0.0456 (14)	**0.1094 (3)**	0.0453 (10)	0.0523 (10)	0.0456 (9)
資訊系統的整合與統一公佈	**0.0738 (5)**	**0.0653 (8)**	**0.0810 (3)**	**0.0601 (7)**	0.0205 (14)	**0.0601 (7)**	**0.1222 (2)**
人工智慧監控預警服務	0.0282 (13)	0.0289 (13)	**0.0858 (1)**	**0.1204 (1)**	**0.0674 (5)**	**0.0891 (3)**	**0.0765 (6)**

(一)「資訊訊息的傳送」構面下之四個評估準則的比較

由表 8 可發現，只有彰化風場航道 VTS 認為「海上氣象與水文之訊息」是最重要之運作項目，高雄港 VTS 認為其是普通，其他港口型 VTS 則認為較不重要之運作項目。其潛在原因係在實務應對船舶時，港口型 VTS 很少傳送有關海氣象與水文訊息，因船舶於進出港口前已先觀察到目前港口海氣象水文狀態。但如有船舶要求時，VTS 仍應提供相關訊息供船上作為航行參考依據。

花蓮港以及基隆港 VTS 認為「交通狀況訊息」是較不重要之運作項目，其係因船舶數量較少，VTS 能傳送的船舶動態訊息相對較少，而彰化風場航道、高雄港及臺北港 VTS 皆認為最重要。

彰化風場航道 VTS 認為「船舶先後次序訊息」是重要之運作項目。其係因船舶大多會自行判斷先後順序，並注意彼此動態且及早做出避讓措施，但在情況必要時 VTS 應適時進行安排。但對港口型 VTS 來說，高雄、花蓮與臺中港認為是最重要之運作項目 (基隆港與安平港 VTS 除外)。

港口型 VTS 除臺北港認為「各航海出版物中之 VTS 訊息」是普通外，其他皆認為較不重要之運作項目。其係因船舶在進入 VTS 服務範圍前，船舶已先了解各港之航行指南與航行規定。但是航道型 VTS 認為是重要之項目。

「資訊訊息的傳送」構面下四個評估準則之重要性權重排序的差異，本研究繪製此四個評估準則之長條圖，如圖 3 所示。

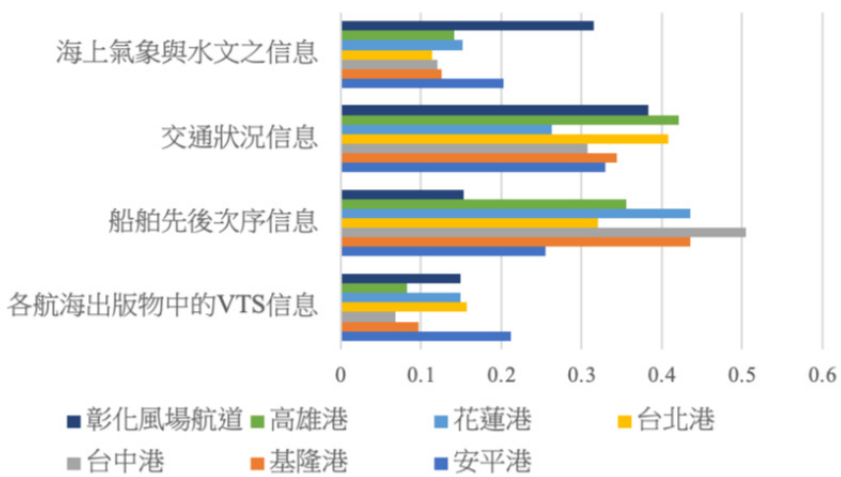


圖 3　「資訊訊息的傳送」構面下四個評估準則之長條圖

(二)「船舶安全監控管理」構面下之四個評估準則的比較

由表 8 可發現，彰化風場航道 VTS、高雄港、臺中港及基隆港 VTS 認為「船舶航行動態的規劃」是最重要之運作項目。由於航道與上述港口之船舶數量較多，因此 VTS 應聯絡船舶知曉彼此動態，並作出適當的避讓建議，防止壅塞或危險情況並提高整體船舶通行效率。而花蓮港與安平港的船舶數較少，故其 VTS 認為是普通之運作項目。

臺北港 VTS 認為「航行指南與法規管制」是最重要之運作項目，船舶應遵守當地航行指南與港口規定，以提升船舶航行安全。其他港口型 VTS 認為是重要或普通之運作項目，航道型 VTS 認為是普通。

航道型 VTS 認為「船舶告警提醒」是普通之運作項目。但港口型高雄、花蓮、臺中與基隆港 VTS 認為「船舶告警提醒」是最重要之運作項目，應在不同區域設置警報來協助管制員提醒即將進入危險或相遇之船舶，並立即告知船舶或引水人做出避讓措施，必要時雙方得自行聯絡。

臺中與基隆港 VTS 認為「船舶主動報告」是最重要的運作項目。航道型與其他港口型 VTS 認為「船舶主動報告」是重要與普通之運作項目，在到達 VTS 服務範圍之前，船舶必須提供訊息並通知其進入 VTS 範圍之意圖，以利相關單位對船舶作後續的安排。

「船舶安全監控管理」構面下四個評估準則之重要性權重排序的差異，本研究繪製此四個評估準則之長條圖，如圖 4 所示。

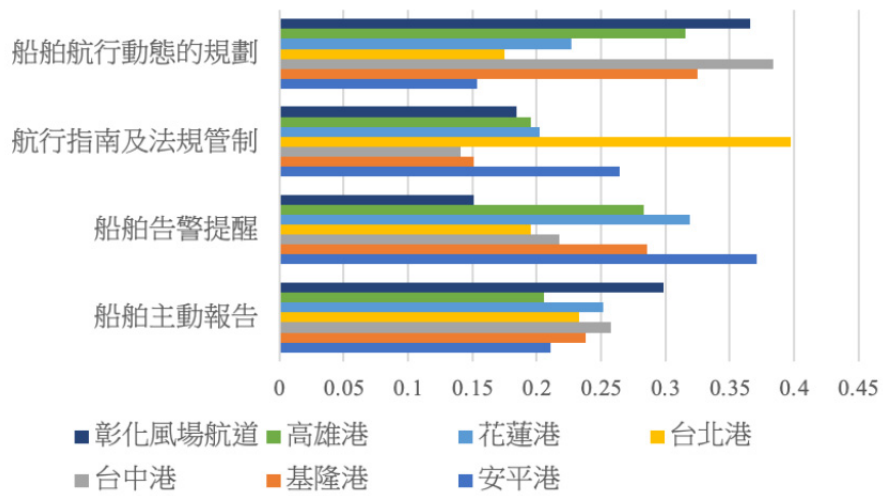


圖 4　「船舶安全監控管理」構面下四個評估準則之長條圖

(三)「VTS 管制員培訓」構面下之四個評估準則的比較

航道型 VTS 認為「與船舶或相關單位語言應對之能力」是最重要的運作項目，而港

口型 VTS 除安平港認為是最重要外，臺中、基隆與花蓮港認為重要，高雄與臺北港認為普通。

港口型除臺北港 VTS 外，皆認為「船舶交通管理之能力」是重要之運作項目。管制員除了解監管的法規要求、VTS 角色責任外，也應了解航道管理原則及交通監控組織等。航道型 VTS 認為普通。

花蓮港與安平港 VTS 因設備老舊問題，可能需要升級及更新，輔以智慧航安之最新科技技術，以提供更優質完善的 VTS 服務，故認為「VTS 設備操作使用的能力」是最重要或重要之項目。此準則對於其他的 VTS 而言則認為較不重要。

安平港與花蓮港 VTS 認為「航海相關知識的能力」是最重要與重要的運作項目，而其他 VTS 認為是普通或較不重要。

「VTS 管制員培訓」構面下四個評估準則之重要性權重排序的差異，本研究繪製此四個評估準則之長條圖，如圖 5 所示。

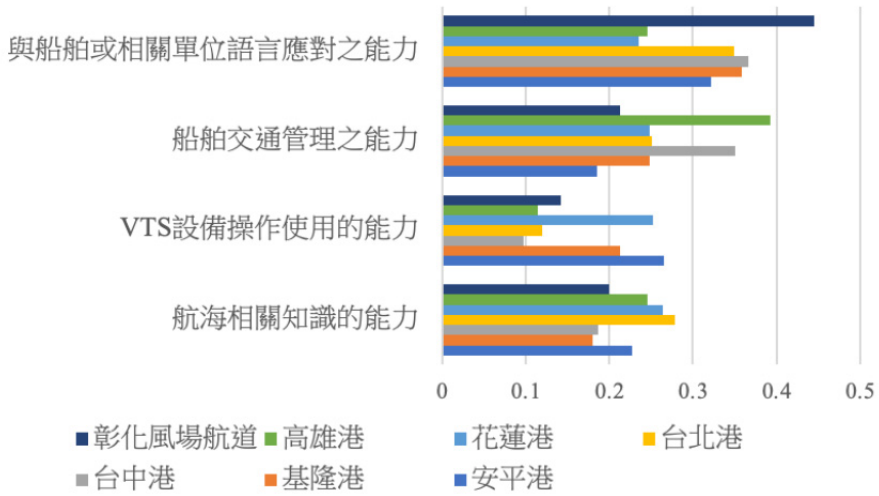


圖 5　「VTS 管制員培訓」構面下四個評估準則之長條圖

(四)「VTS 系統精進與資訊整合」構面下之四個評估準則的比較

除基隆港 VTS 之外的所有 VTS，皆認為「建置或精進漁船聯絡的無線電系統」是普通與較不重要之運作項目。基隆港 VTS 認為是重要運作項目，其潛在可能原因係大多數漁船未建置 VHF 無線電，故 VTS 無法直接於線上聯絡漁船，轉以無線電聯絡船舶注意漁船動態，必要時鳴笛警示。

臺北港 VTS 認為「因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統」是最重要之運作項目。VTS 管制員認為應升級目前的船舶排班系統，以因應目前船舶大量進出港的排班管

理。航道型 VTS 則認為較不重要，係因其無排班問題。

彰化風場航道與高雄港 VTS 認為「在資訊系統的整合與統一公佈」是最重要之運作項目，其他 VTS 除臺中港認為較不重要外，皆認為是重要。港口作業或船舶相關的申請，應整合公布在網站供相關單位查詢，以免造成延誤。

除彰化風場航道 VTS 與高雄港 VTS 之外，皆認為「人工智慧監控預警服務」是最重要與重要之運作項目。潛在可能原因係認為建立此系統能夠偵測船舶航行異常的行為，掌握海上即時的危險情況，並能協助 VTS 管制員為船舶做出立即且適當地提醒，在船舶監控功能方面有很大的提升。目前彰化風場與高雄港 VTS 均已建置先進的監控與預警系統，然而其他 VTS 則尚未建置先進之監控與預警系統。

「VTS 系統精進與資訊整合」構面下四個評估準則之重要性權重排序的差異，本研究繪製此四個評估準則之長條圖，如圖 6 所示。

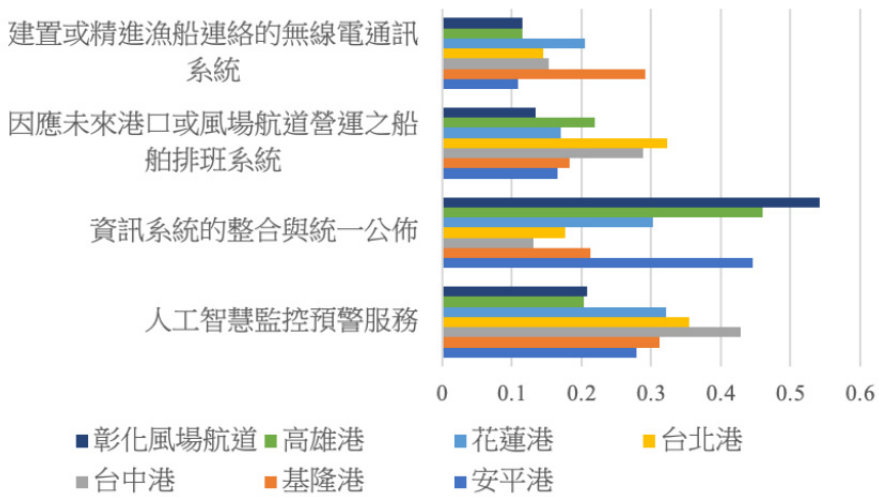


圖 6 「VTS 系統精進與資訊整合」構面下四個評估準則之長條圖

5.2.3 綜合討論

為清楚看出航道型 VTS 與港口型 VTS 所重視運作項目之差異，本研究在十六項評估準則中，分別將彰化風場航道 VTS 與各港 VTS 較重視前四項之運作項目準則，以“V”表示最重要；排名第 5 至 8 名，則以“#”表示重要。其結果彙整如表 9 所示。

由表 9 可知，航道型 VTS 認為最重要的運作項目有四，包括：「海上氣象與水文之訊息 (C_{11})」、「交通狀況訊息 (C_{12})」、「船舶航行動態的規劃 (C_{21})」、及「與船舶或相關單位語言應對之能力 (C_{31})」。航道型 VTS 認為重要的運作項目亦有四，包括：「船舶先後次序訊息 (C_{13})」、「航海出版物中的 VTS 訊息 (C_{14})」、「船舶主動報告 (C_{24})」及「資訊系統的整合與統一公佈 (C_{43})」。而全部港口型 VTS 皆認為最重要或重要的項目為「船

舶告警提醒 (C_{23})」。

航道型 VTS 認為最重要或重要而全部港口型 VTS 皆認為較不重要的運作項目有二，包括：「海上氣象與水文之訊息 (C_{11})」及「航海出版物中的 VTS 訊息 (C_{14})」。

航道型 VTS 認為較不重要而大部分港口型 VTS 認為最重要或重要的運作項目有四，包括:「航行指南及法規管制 (C_{22})」、「船舶告警提醒 (C_{23})」、「船舶交通管理之能力 (C_{32})」以及「人工智慧監控預警服務 (C_{44})」。

表 9　彙整各 VTS 最重視評估準則權重前八名與排序

評估準則	航道型	高雄港	花蓮港	臺北港	臺中港	基隆港	安平港
海上氣象與水文之訊息(C_{11})	V(2)						
交通狀況訊息(C_{12})	V(1)	V(1)		V(4)			
船舶先後次序訊息(C_{13})	#(7)	V(3)	V(4)	#(5)	V(4)		
航海出版物中的 VTS 訊息(C_{14})	#(8)						
船舶航行動態的規劃(C_{21})	V(3)	V(2)			V(1)	V(1)	
航行指南及法規管制(C_{22})		#(7)		V(2)	#(7)		#(8)
船舶告警提醒(C_{23})		V(4)	V(2)	#(8)	V(3)	V(2)	#(5)
船舶主動報告(C_{24})	#(6)	#(6)		#(6)	V(2)	V(4)	
與船舶或相關單位語言應對之能力(C_{31})	V(4)		#(8)		#(6)	#(6)	V(1)
船舶交通管理之能力(C_{32})		#(5)	#(7)		#(8)	#(8)	#(7)
VTS 設備操作使用的能力(C_{33})			#(6)				V(3)
航海相關知識的能力(C_{34})			#(5)				V(4)
建置或精進漁船連絡的無線電通訊系統(C_{41})						#(5)	
因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統(C_{42})				V(3)			
資訊系統的整合與統一公佈(C_{43})	#(5)	#(8)	V(3)	#(7)		#(7)	V(2)
人工智慧監控預警服務(C_{44})			V(1)	V(1)	#(5)	V(3)	#(6)

5.3 改善策略

1. 在「資訊訊息的傳送」方面，傳送「船舶先後次序訊息」是本研究所列之大部分港口型 VTS 重視之運作項目，因此建議港口型 VTS 在尚未確定船舶進港順序前，應通知欲進港之船舶於航道外或是離引水站一海浬處等候，避免所有引水時間相同之船舶全部擠在

航道內而造成碰撞危險。管制員也應有能力將港內外進出港船做整合，避免太多輪次，以期港口營運效率最大化。

2. 在「VTS 管制員培訓」方面，「與船舶或相關單位語言應對之能力」是大部分 VTS 較重視之運作項目。因此，本研究建議港務公司參考 IALA MODEL COURSE V-103/1 之管制員培訓，對 VTS 現職人員或未來招募之 VTS 管制員在經過認證測試後，核發適任證照，因應未來對 VTS 管制員合法證照的要求，以提升對船舶安全監控管理的服務效率及品質，並針對英語能力及正確使用 IMO SMCP 之能力注重及加強。另外，花蓮港與安平港 VTS 對於「VTS 設備操作使用的能力」與「航海相關知識的能力」此兩項目較重視。因此，建議升級或更新現有 VTS 設備，及透過定期的在職教育訓練，請業界或學者來分享相關航海經驗或是目前最新的航海知識。
3. 在「VTS 系統精進與資訊整合」方面，「建置或精進漁船連絡的無線電通訊系統」運作項目，只有基隆港 VTS 較重視，而其他港口型 VTS 較不重視。乃是由於部分漁船未以 VHF 向 VTS 管制員報備動態，致使管制員無法掌握漁船之動態，形成在港口或是航道上任意亂竄之行為，已嚴重危害進出港船舶之航行安全，建置與漁船連絡的無線電系統可改善部分問題。若是要徹底解決此危險狀況，本研究建議航港局或港公司為了航行安全，可考慮採取必要措施，減少如此危險情況發生，例如將漁業署、海巡署、航港局及港務公司進行漁船資料整合，一旦發現漁船未遵守航行規則且影響商船航行安全時，則可要求漁船船長簽署切結書並遞交 VTS 歸檔。如果下次再有礙航時則依相關規定處理，以提升港口及航道航行安全。
4. 在「因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統」運作項目，建議臺北港未來應建置船舶進出港排班優先順序系統。另外，由於高雄港洲際二期已開始營運，除原第二港口之船舶進出港作業外，洲際二期其進出港船舶排班順序將與原第二港口之船舶進出港排班產生衝突。因此，本研究建議高雄港務公司應加快完善洲際二期船舶進出之航行規定，且制訂洲際二期之進出港排班優先順序規則，以期有效落實交通分流，以及有一完整之配套措施及程序可供遵循。
5. 在「資訊系統的整合與統一公佈」運作項目，建議航港局及各港務公司將船舶相關資訊整合於一網站平臺，如預計進出風場航道的船舶名單及船舶詳細資訊，透過預報機制，統一顯示在網站上以利 VTS 管制員查詢並監控管理。另外，彰化風場鄰近港口(如臺中及麥寮港)之進出港船名或船進出港時間，也應公佈方便管制員查詢，以利通知風場航道內之船舶關於附近港口船舶進出港狀況。此外，船舶之代理行或協助拖救的公司單位，亦應公佈相關資訊讓管制員了解，以利船舶發生危險時通知相關單位進行處理。在港口方面，如海巡署或外事組的安檢通過後，應發佈在網站上供 VTS 或相關單位查詢，以利 VTS 在引水人申請出港時，能迅速查詢船舶安檢狀態並決定是否放行出港，以避免延誤到船期或港口營運效率。除安檢外，港口的各種作業申請如水下作業、拖帶作業、小艇施放作業、船舶 PSC 管制或新船試車等資訊，除紙本傳真外，還應公佈在網站供相關單位方便查詢，以免造成作業延誤，導致航商抗議。
6. 在「人工智慧監控預警服務」運作項目，為大部分 VTS 較重視之運作項目。因此，本研究建議航港局及各港務公司應立即建立或升級船舶動態預測與提前警告。透過航安大

數據之擷取、分析、及視覺呈現等前瞻性技術，管理即時監控海上交通變化數據，精確分析船舶交通或環境變化。運用資料探勘及案例推理資料庫等技術於航安監控、預警、通報應變等，進行智慧化航安決策分析，幫助 VTS 管制員為船舶做出立即且適當的提醒，提升 VTS 服務品質與效率。但預警系統始終只是輔助功用，VTS 管制員不應太過依賴，應隨時保持對船舶密切監控之職責。

7. 研究發現航道型 VTS 以及各港口 VTS 作業模式不盡相同，將同樣的 VTS 運作項目應用至各處 VTS 後發現準則重要度權重排序明顯差異。因此，本研究建議航港局與港務公司可考慮每年舉辦 VTS 管制人員的工作交流，以參訪或上課的方式到各個不同的 VTS 實際觀看並做意見的交流。除觀察作業模式、監控設備系統、人員配置及人員排班、及船舶交通管理範圍的不同外，亦增進對於各處 VTS 之認識。或者是每半年或一年，以人員輪調的方式，管制員至不同港口 VTS 實際當值運作項目，以更深入了解各港的運作項目模式，以期未來在人員調派方面可以更迅速地上手。此外，本研究亦建議各 VTS 管制員重視之運作項目應加以強化或是升級，以增進國內 VTS 運作項目成效且提供優質之 VTS 服務。而各 VTS 認為較不重要之運作項目也不應就此不重視，所有運作項目缺一不可，應不可鬆懈且隨時保持嚴密監控，以維持優質的 VTS 服務。

六、結論與建議

本節將分三小節說明研究結論與建議。6.1 小節分別歸納航道型 VTS 與港口型 VTS 較重要之運作項目及其差異；6.2 小節僅呈現各 VTS 適合短期或長期實施之改善策略建議，至於相關各改善策略之詳細內容則已臚列於 5.3 小節中，於此不再贅述；最後 6.3 小節則是提出後續研究之建議。

6.1 結論

1. 就「資訊訊息的傳送」構面下各運作項目而言，只有彰化風場航道 VTS 認為「海上氣象與水文訊息」屬最重要之運作項目，而港口型 VTS 則認為屬較不重要之運作項目。「交通狀況訊息」此項目，彰化風場航道 VTS 與交通流量大之港口型 VTS (如高雄港及臺北港 VTS) 認為屬最重要之運作項目。除安平與基隆港 VTS 外，彰化風場航道 VTS 與其他港口型 VTS 則認為「船舶先後次序訊息」此運作項目屬最重要或是重要之運作項目。
2. 就「船舶安全監控管理」構面下之各運作項目而言，航道型 VTS 及高雄、臺中與基隆港口型 VTS 認為「船舶航行動態的規劃」屬最重要之運作項目。臺北港 VTS 認為「航行指南與法規管制」屬最重要之運作項目。所有港口型 VTS 皆認為「船舶告警提醒」項目屬最重要或重要之運作項目。航道型與大部分港口型 VTS 皆認為「船舶主動報告」屬最重要或是重要之運作項目。
3. 就「VTS 管制員培訓」構面下之各運作項目而言，彰化風場航道 VTS 與大部分港口型

VTS 認為「與船舶或相關單位語言應對之能力」此項目屬最重要或是重要之運作項目。除彰化風場航道 VTS 外，大部分港口型 VTS 認為「船舶交通管理之能力」項目屬重要之運作項目。「VTS 設備操作使用的能力」與「航海相關知識的能力」此兩項目為花蓮港與安平港 VTS 認為最重要或重要之運作項目。

4. 就「VTS 系統精進與資訊整合」構面下之各運作項目而言，只有基隆港 VTS 認為「建置或精進漁船聯絡的無線電系統」屬重要運作項目。而只有臺北港 VTS 認為「因應未來港口或風場航道營運之船舶排班系統」屬最重要之運作項目。而「資訊系統的整合與統一公佈」是航道型 VTS 及大部分港口型 VTS 認為最重要或重要之運作項目。除航道型 VTS 與高雄港 VTS 之外，「人工智慧監控預警服務」項目是大部分 VTS 認為屬最重要或重要之運作項目。

6.2 短/長期改善策略建議

1. 航道型 VTS 在短期內建議可加強的項目為傳送「交通狀況訊息」與「海上氣象與水文之資訊」；而在港口型 VTS 方面，各港口 VTS 短期內建議可加強的項目為：(1)高雄港 VTS 為傳送「交通狀況訊息」與「對船舶航行動態規劃的能力」；(2)花蓮港 VTS 為「對船舶告警提醒」與傳送「船舶先後次序訊息」；(3)臺北港 VTS 為對船舶加強「航行指南及法規管制」與「傳送交通狀況訊息」；(4)臺中港 VTS 為「對船舶航行動態的規劃的能力」與「要求船舶主動報告」；(5)基隆港 VTS 為「對船舶航行動態規劃的能力」與「對船舶告警提醒」；(6)安平港 VTS 為「與船舶或相關單位語言應對之能力」以及「VTS 設備操作使用的能力」。
2. 長期改善策略需要經政府單位、業界專家、學者與港口經營方縝密規劃。考量系統廠商招標期程、經費、迫切性及必要性等原因，故較耗時、耗力及耗財。於此，本研究建議航道型 VTS 在長期改善策略可加強的項目為：「建立資訊系統的整合與統一公佈」；而在港口型 VTS 方面，本研究建議各港口長期可加強的項目為：(1) 高雄港 VTS 為「建立資訊系統的整合與統一公佈」；(2) 花蓮港 VTS 為「建立資訊系統的整合與統一公佈」；(3) 臺北港 VTS 為「建立人工智慧監控預警服務」以及「因應未來港口之船舶排班系統」；(4) 臺中港 VTS 為「建立人工智慧監控預警服務」；(5) 基隆港 VTS 為「建立人工智慧監控預警服務」與「建置或精進漁船連絡的無線電通訊系統」；(6) 安平港 VTS 為「建立資訊系統的整合與統一公佈」。

6.3 後續研究建議

1. 本研究主要探討我國航道型與港口型 VTS 之重要關鍵運作項目，係屬於偏重實務面之研究，故未著墨於研究架構創新。因此，本研究建議後續研究者可以嘗試結合層級分析法(AHP)與其他研究方法論，抑或採用創新之研究方法論，以增加研究之創新程度。
2. 至於問卷調查方面，雖然本研究的問卷調查份數已經達全臺灣地區 VTS 管制員人數約

60%。建議未來研究可繼續將問卷調查份數再提高，以獲得更精確之內涵。另，建議未來研究可納入 VTS 使用者(例如，進出港船舶或是船公司)之看法，應可使研究結論與建議更加全面性。

參考文獻

1. International Maritime Organization (IMO), *Resolution A.857(20)*, *Guideline for Vessel Traffic Services*, 1997.
2. 交通部運輸研究所，**船舶進出港操航作業程序研究**，民國 96 年。
3. 徐國裕，「增進高雄港 VTS 水域交通安全和效率的研究」，大連海事大學交通運輸工程博士論文，2009。
4. Lee, G., Kim, S. Y. and Lee, M. K., "Economic Evaluation of Vessel Traffic Service (VTS): A Contingent Valuation Study", *Marine Policy*, Vol. 61, 2015, pp. 149-150.
5. Hughes, T., "Vessel Traffic Services (VTS): Are We Ready for the New Millennium", *Journal of Navigation*, Vol. 51, No.3, 1998, pp. 404-420.
6. Jeong, J. Y. and Jung, C. Y., "Empirical Study on the Performance Analysis and Function of Jindo Coastal Vessel Traffic Service", *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 18, No.4, 2012, pp. 308-315.
7. 林彬，「我國海事安全事務之管理」，**台灣海事安全與保安研究學刊**，第 1 卷，第 1 號，民國 99 年，頁 1-20。
8. 梁金樹、丁吉峯、王淑滿，**數量研究方法—理論與應用**，詠絮印刷公司，臺北，民國 110 年。
9. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
10. 鄧振源，**多準則決策分析：方法與應用**，鼎茂圖書，臺北，民國 101 年。
11. IMO, *Resolution A.1158(32)*, *Guideline for Vessel Traffic Service*, 2021.
12. IALA, *Guideline G1141*, *Operational Procedures for Delivering VTS*, Edition 2.2, 2022.
13. IALA, *Recommendation R0127*, VTS Operations, Edition 3.2, 2022.
14. IALA, *Guideline G1132*, *VTS Voice Communications and Phraseology*, Edition.2.2, 2022.
15. IALA, *Model Course V-103/1*, *Vessel Traffic Services Operator Training*, Edition 3.0, 2022.
16. 交通部航港局，**我國智慧航安服務建置暨發展計畫**，民國 109 年。
17. IALA, *Guideline G1089, Provision of A VTS*, Edition 2.0, 2022.
18. Buller, A. and Jurdzinski, M., "Hierarchic VTS", *Journal of Navigation*, Vol. 39, No.1, 1986, pp.120-123.
19. 林曉萍，「我國基、高兩港與亞洲主要貨櫃港口船舶交通服務之比較」，國立臺灣海洋大學商船學系碩士論文，民國 98 年。

20. 蔡奇呈、董昀真，「我國海上交通管理制度之分析以彰化風場航道為例」，2021 年東亞海上安全研討會，民國 110 年。

21. IALA, *Guideline G1110, Use of Decision Support Tools for VTS Personnel*, Edition 2.1, 2022.

22. IALA, *Recommendation R0125, VTS Portrayal*, Edition 4.0, 2022.

23. IALA, *Model Course V-103/1, Vessel Traffic Services Operator Training*, Edition 2.0, 2009.

24. 莊東曉，「從一次船舶碰撞看怎樣發揮 VTS 海事監控職能」，**廣州航海高等專科學報**，第 2 期，2003 年，頁 15-17。

25. 章春華，「對 VTS 值班人員素質的探討」，**廣州航海高等專科學報**，第 2 期，2005 年，頁 15-17。

26. 施沛岡，「高雄港船舶進港延遲之影響因素評估」，國立高雄科技大學航運管理研究所碩士論文，民國 110 年。

27. 張德隆，「船舶交通服務人員專業能力之實證研究」，國立高雄海洋科技大學航海科技研究所碩士論文，民國 98 年。

28. 交通部運輸研究所，**船舶進出港操航作業程序研究**，民國 96 年。

29. 薛湘樺，「大數據分析在港口智慧化航道監控之研究」，國立高雄科技大學航技所碩士論文，民國 109 年。

30. 吳波，「我國船舶交通服務制度發展規劃—以彰化風場航道 VTS 為例」，中央警察大學水上警察研究所碩士論文，民國 111 年。

31. Ding, J. F., Weng, J. H. and Chou, C. C., “Determinants of Customer Value at Department Stores in Taiwan: An Application of Fuzzy AHP”, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, Vol. 44, 2023, pp. 9073–9089.

32. Saaty, T. L., “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, European *Journal of Operational Research*, Vol. 48, No. 1, 1990, pp. 9-26.


消保與防詐諮詢專線
☎有消費問題→ 1950全國消費者服務專線
☎有詐騙疑慮→ 165反詐騙諮詢專線
消費諮詢
165全民防騙網
行政院消費者保護處 廣告