

以「人為失誤分析與歸納模式」 探討台灣海軍海事事務中引發人為失誤之研究

劉耿良^{1*} 李倫文²

國防大學心理研究所¹ 國防部²

摘 要

「人為因素分析與歸類系統」根據 James Reason (1990) 的「顯性與隱性的人為失誤」理論模型，所發展出架構完整且包含組織管理層級到個別的操作者的飛安事件之人為因素歸類系統 (Shappell & Wiegmann, 2003)。從過去所統計的海事事務中發現，在台灣無論是商船或軍艦均有將近八成的事故是由人為因素所造成。96年海軍海事及危安事件彙編亦指出，所有事故的失事來源以人為因素佔了77.4%為主要肇事原因，而環境因素佔14%次之，機械因素則佔8.6%。本研究以海軍自88年至96年間的131件失事事務為樣本，運用HFACS模式分析後發現，每一較高層級子項目，多數可測得較低層級子項目 (τ 值, $p < .05$) 之預測效果，程度均介於3%至16%之間；另以勝算比 (odds ratio) 分析，亦發現高層級子項目出現比高層級子項目不出現，對低層級子項目出現的機率介於.37至34.57倍之間，本研究結果檢驗出上一層級人為失誤引發下一層級海事事務的預測效果，以提供防範與精進之參考。

關鍵詞：人為因素分析與歸類系統、人為失誤、航海安全

The Application of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to Research the Project of Taiwan Maritime Casualty Potential Causes

Keng-liang Liu Lun-Wen Li
National Defense University
R.O.C. Department of Defense

Abstract

Based upon Reason's model (1990) of human errors in which active failures and latent failures are characterized as inadequacies which might lie dormant within a system for a long time and are only triggered when combined with other factors to breach the system's defenses, the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) was developed as an analytical framework for the investigation of the role of human factors in aviation accidents (Shappell & Wiegmann, 2003). According to previous studies of maritime mishaps, more than 80 percent of the accidents were caused by human errors on both civil or military ship. In The Statistic of Maritime Mishaps, 77.4% of the mishaps were caused by human errors; though only 14 % were caused by environmental conditions and 8.6% by mechanic errors (2007). This study is aimed at providing a future reference for identifying the cause of human errors by analyzing the cause and process of mishaps. This research analyzed in total 131 accident reports between 1999 and 2007. The categories at higher levels have predicted power between 3% and 16 % toward the categories at lower levels. The values of odds ratio were found between .37 and 34.57. The results might provide maritime authorities for improving maritime safety by defining the elements of higher level human errors that cause low level maritime affairs.

Keywords : Human Factors Analysis and Classification System, Human Error, Maritime Casualty

壹、緒論

從過去所統計的海事事件中發現，在台灣無論是商船或軍艦均有將近八成的事故是由人為因素所造成（廖坤靜、吳展嘉、蕭永慶和朱國平，2006；鄭壯志，2007），而美國海岸巡防署研究與發展中心（U.S. Coast Guard Research & Development Center）針對海難發生之原因進行研究，亦統計出目前所發生之海難事故當中有 75%~96% 都可歸因於人為疏失。海軍歸納 80 年到 96 年間意外發生原因，以人為因素佔了 77.4% 為主要肇事來源，而環境因素佔 14% 次之，機械因素則佔 8.6%（海軍海事及危安事件彙編，2007），當今製造之船舶都已擁有先進的技術和良好的安全性，但是由人為失誤所造成的失事率卻未能減低，因為對人為失誤原因，通常被歸咎於船員專業知識不足或訓練不夠（林彬與許秀菁，2007），而缺乏統整性探究。由美國航空心理學專家 Wiegmann 和 Shappell 所發展的「人為因素分析與歸類系統（Human Factors Analysis and Classification System）」，以二萬多件飛行失事事件為樣本作分析，歸納出顯性失誤（active failures）與隱性（latent failures）失誤條件，並且在 2005 年起美國正式引以為人為失誤調查用之工具。本研究為明確辨識海事事件中造成人為失誤之條件與脈絡，以該系統作為分析工具，期對失誤來源可獲得較為清楚具體的輪廓，供未來進行海事人為失誤調查之參考。

貳、文獻探討

一、海事研究的範圍

Norman（1988）和 Reason（1990, 1997）將人為因素定義為「從訊息的知覺、解讀、判斷到動作和執行各階段可能發生的人為失誤」。在船艦航海操作上，林彬、黃慕也和溫子芸（2008）認為其人為失誤之定義為「船員在工作之操作上做出導致危機發生之錯誤行為」。船員在航行期間，大多仰賴視覺、聽覺及各種電子設備來觀察及瞭解本船周遭環境情況，以使操作順利；但是操縱體積龐大且須多方協調配合的船艦，指揮者與操作人員的注意力與技術即成為運動成功與否的重要關鍵之一。吳兆麟（1999）指出，航行員時常在既複雜又單調的環境中駕駛船舶，精神時常處於緊繃狀態，在無意間增加了心理負擔，且因重複做相同工作，更容易使大腦產生疲勞，造成感覺遲鈍、動作不準確以及靈敏性降低等現象，亦會造成注意力不集中、思緒反應遲緩與心情煩躁等心理問題，而產生不適當表

現與行為；這些行為都會影響航行上的安全，容易導致海難事故之發生。

廖坤靜、吳展嘉和蕭永慶（2006）針對「船員—船員」、「船員—船體」、「船員—航行環境」等三部分彼此之間內在關聯性進行研究；「船員—船員」包含過度疲勞、身體疾病、個性因素、技能不良、判斷錯誤和緊張等6項，「船員—船體」包含缺乏經驗、缺乏警覺、違反操作規則、不瞭解貨物性質和忽視當前環境等5項，「船員—航行環境」包含錯估自然環境、不瞭解氣象情況、對環境判斷失誤和船位定位誤差等4項，分析碰撞事故之人為因素發現，判斷錯誤（14.5%）、船位定位誤差（10.5%）和技能不良（10.3%）等三項人為失誤較多。船員在執行任務時，多數是靠知覺來觀察周遭的環境，如因天氣海象不佳而難以確認時，才使用定位系統（GPS）導航。另外，由於船舶航行員工作環境之特異性，其所承受之壓力來源與陸上工作人員有著相當大的差異性，林彬與許秀菁（2007）在國內的船員在所有壓力源當中，認為最嚴重之前六個工作壓力源分別依序為：1.「航行水域交通繁忙」；2.「無法長時間的與家人相處」；3.「航行期間氣候海況不佳」；4.「航行期間能見度不佳」；5.「公司開放引進外籍船員的政策」；6.「船舶靠泊港口次數頻繁」等，六個工作壓力源中，除「無法長時間的與家人相處」屬於「家庭與工作互動」構面、「公司開放引進外籍船員的政策」屬於「公司管理制度與要求」構面外，其於四個壓力源均屬於「航行期間面臨的環境與心理感受」構面。整體而言，國內對海事方面人為失誤的研究尚未形成一套完整系統可供參考，故本研究以HFACS系統，整合海軍人為失誤條件，並透過信度檢驗，辨識失事條件來源。

二、「人為因素分析與歸類系統（Human Factors Analysis and Classification System；HFACS）」理論之意涵與發展

美軍自1990年代開始發展「人為因素分析與歸類系統，Human Factors Analysis and Classification System；HFACS」，該理論是由Wiegmann 與 Shappell 針對美國軍事航空的「人為因素」飛安事件作調查，以檢驗錯誤發生的原因。此理論是依據Reason（1990）的「顯性與隱性的人為失誤模式」（“Swiss Cheese Model” of Human Error）為基礎，將顯性的失事結果往回追溯，探討造成危險的來源（hazards）與條件歷程（process）。所發展出的內容區分層級一「不安全的操作行為」；層級二「不安全操作的前置狀況」；層級三「不安全的督導」以及層級四「組織（管理）的影響」等4個層級（見圖1），以下就各層級逐項說明：

一、層級1—「不安全的操作行為」：指災害事件發生的主因，亦指可觀察

到的「顯性失效」部分。內容包含決策的錯誤、操作的錯誤、知覺的錯誤和違犯規定等4項。

(一) 決策判斷錯誤：指操作過程按照計畫進行，但計畫不充分，或對形勢做不適當的安排。決策錯誤可分三類，分別為程序錯誤、選擇不當和問題處理失誤等。執行任務的每個階段，都應訂定明確的必要操作程序，若風險未能被識別或識別錯誤，且採用錯誤程序操作時，失誤將極度容易發生。

(二) 技術操作錯誤：航海領域的操作失誤，通常以技術不佳、航組間溝通不良，或其他未認真思考的基本航行技能而言，歸納為注意力不佳和忘記檢查某些項目，以及技巧上的錯誤等項。

(三) 知覺感官錯誤：當個人在環境條件不能確定空間的方位、視覺線索(地平線)消失，而不得不做出臆測時，操作判斷錯誤的情況就會非常容易發生。但是這裡的重點並不是發生知覺上的錯誤，而是操作者對情況的知覺反應才是問題，雖然操作人員都被教導要依賴他們的主要儀表板，而不是外面的世界，但是人們還是會被錯覺與不信任機器儀表警示的條件下而在引發海難事故。

(四) 違規錯誤：分慣性與偶發兩類；慣性違規常在督導者未發覺，或與任務目標衝突時較常發生，為求任務遂行，督導(管理)者以任務為優先考量，而忽略安全之重要性，以致失事；偶發違規則是較特殊之個人因素，如英雄主義作祟、莽撞、懶散，甚或工作時飲酒等違規事項。

二、層級 2—「不安全操作的前置狀況」：此層級探討關於錯誤發生時，人員或環境的實際情況，具有「顯性失效」與「隱性失效」的部分，也詳細說明操作者不安全操作之背景因素。內容包含有不佳的心智狀態、不佳的生理狀態、生理的/心智的極限、組員資源管理(CRM)、個人準備、自然環境、技術環境等 7 項。其中調查潛在原因的方式可分為三個前置狀況，分別為操作者狀態(condition of operators)，環境因素(environmental factors)和人員因素(personnel factors)等。

(一) 不佳的心智狀態：除睡眠與疲勞外，過度興奮、信心大過於能力的情況也是造成問題之關鍵。

(二) 不佳的生理狀態：知覺錯誤也會受到身體不適或情緒狀況不佳而受影響。

(三) 心智的/生理的極限：當操作要求大過於個人能力和體力範圍之外者，均歸於此項。

(四) 組員資源管理：就航行而言，船艦性能、海上交通管制、維修和保障等部門的內部以及他們之間的協調必須有良好的溝通技能和團隊合作。但其協同並未局限於航行中的艦隊運動上，亦包含啟航前、泊港後，艦隊內部協調會議與

航行計畫之討論。

(五) 個人準備：操作者對任務、設備或工作程序不清楚或忽略，將對任務遂行產生巨大影響，甚至引發人員傷亡。

(六) 自然環境：指天候地理環境（如氣象、高度、地形），也指職場作業環境，如船艙的高溫、振動、照明和有毒氣體等。

(七) 技術環境：包括設備和控制設計、顯示及界面特徵、檢查表編排、任務因素和自動化等相關事物。人和自動化設備之間的互動極為複雜，經常顯示人類行為無法預料的細微差別，高度可靠的自動化設備，會導致值更人員出現過度信心和自滿的不利精神狀態，使其在常識判斷與自動化設備警示不同時，仍然依自動化的指示去做。相對的，不太可靠的自動化設備會使操作員不信任，即使藉由儀器幫助將比沒有時之績效更好（Wickens 與 Hollands，2000），操作者也不願意使用而造成損失。

三、層級 3—「不安全的督導」：災害發生前，管理者或督導者若嚴密監控或給予提示，讓操作人員警覺錯誤發生之可能，將能避免災害發生，所以 Reason 的隱性與顯性「人為失誤」模式也將不安全的督導納入重要調查項目之一。其主要內容包含有不充分的督導、計劃不周全的運作機制、未能修正已知的錯誤及督導者違規等 4 項：

(一) 不充分的督導：督導者扮演為其全體成員提供成功機會的角色，所以須提供指導、培訓、領導、監督、激勵等事項，並且不惜一切代價，確保工作能安全且高效完成。

(二) 計畫不周全之運作機制：船艦操作輪替與值班順序不當，使組員冒高度的風險，影響組員休息，導致損害發生。

(三) 未能修正已知的錯誤：督導者未能糾正發現的問題，即使知道人員、裝備、培訓和其他安全領域的相關缺失，卻仍不予要求改進的情況。

(四) 督導者違規：督導者故意忽視規章制度，以自己個人的偏好或獨斷的要求執行任務而衍生後遺等。

四、層級 4—「組織（管理）的影響」：高階組織管理階層需權衡績效、成本、風氣等因素讓組織運作正常。缺少良好的管理，或在管理層級中有闕漏的情事存在時，組織往往未能發現，日久漸漸引發各種失誤；但此方面條件較不易被發掘，所以需要透過深度檢視與反思才能呈現。內容包含資源管理、組織運作及組織氣候（文化）等 3 項。HFACS 理論主要探討的是上一個層級對下一個層級之影響，而辨別出錯誤來源的目的即是要解決組織中潛在的危機，避免讓錯誤再度發生。

(一) 資源管理：含所有層面的組織資源分配及維修決策，如人力資源管理、資金分配、裝備和設施運用等。關於資源分配的所有決定，通常基於工作安全與

任務達成等兩個目標上，當經費充足時，此二目標可以很容易平衡，但是當資源額度不足時，兩者之間權衡就會取捨，但往往以任務為優先考量，而以致容易使災難事件發生。

(二) 組織氣候(文化)：指影響員工績效的多種因素交互作用的情形，亦可定義為“組織根據形勢對待個人的一貫態度”(Jones, 1988)，這涉及到文化與政策兩方面。文化實際上指的是組織的非正式且未說明的規定、價值觀、態度、信念和習慣等；政策則指招聘和解雇、晉升、留職、病退及對組織日常事務重要的其他相關管理決策，當政策制定錯誤，管理階層間相互敵視、衝突，或非正式規定和價值觀之間不平衡時，就會導致許多爭議。

(三) 組織運作：指組織管理日常活動的行政決策和規章，包括制定和使用標準操作程序，以及在執行能力與管理之間維持檢查平衡(失察)的正式方法。但人員經常會依經驗行事，這或許因為運作程序有缺陷，也許不合人性、或是違反實際狀況、甚或容易引發錯誤，以致帶來損害。

綜合上述 4 層級之 18 項目對 131 件海事事事件進行人為失誤條件檢驗，以分析錯誤發生的顯性與隱性條件，並將歸納所各項條件可能發生的結果，以辨識失誤的由來與條件歷程。此系統目前已成為歐美各國研究飛安事件之原因分析與失事預防策略的主流(Wiegmann 與 Shappell, 2003; Li 與 Harris, 2005)，並用於高科技產業、醫院急診室與手術房、核能電廠和飛機修護等產業失事事件調查工作上，都有非常卓著的成效。本研究藉 HFACS 模型對顯性與隱性失效(active failure and latent failure)的 4 個層級，使行為、情境、督導以及組織等隱性條件因素以對海事事事件之人為失誤條件進行較為具體之探究。

參、研究方法

一、研究樣本

本研究蒐集 96 年至 88 年間海事彙編共計 131 件事故案件，由海軍依年度內發生之海事及危安事件編撰而成，參考案例均詳實敘述事件經過、損傷狀況、肇事原因分析、責任判明及經驗與教訓等項，並供作各級單位實施工作安全宣教時之正式教材。

二、研究程序

由兩位具軍事背景之研究者針對 HFACS 理論與歸類方式於 3 個月內共同學

以「人為失誤分析與歸納模式」探討台灣海軍海事事件中引發人為失誤之研究

習達 60 小時以上，以確定對其分類標準有相同程度之理解。其次以 94 年至 96 年間共計 20 件海事報告之人為失誤作為前導研究，歸納與整理屬於 18 個子項目之失誤內涵，以產生分類架構（見表 1）。確定該架構可歸納海軍海事之人為失誤條件後，再對全數之 131 件事件報告，依歸類方式進行分析，將每個事件中的子項目以有發生為「1」、未發生為「0」的方式，運用 SPSS 統計軟體分析。計算之過程將 18 個子項目各別在每個事故中最多僅被計算一次，以避免過度描述單一子項目在每個事故中之比重。

本研究分析變項共三項，分別為「失事月份」和「海事類型」等兩分項，與 HFACS 理論之人為失誤項目進行頻率次數計算。另外，為求檢驗 HFACS 理論中「每一較高層級對下一層級具影響性」，而進一步以 Goodman 與 Kruskal τ 係數及勝算比（odds ratio），驗證上對下層級間影響的解釋力。

肆、結果與討論

一、信度檢定

本研究以 Cohen's Kappa (κ) 係數與百分比同意度檢驗評分者的信度（見表 2）。以 Cohen's Kappa (κ) 係數檢驗評分者間的同意量數， κ 值介於 0.49 到 0.93 之間。Sim 與 Wright (2005) 指出 Kappa 係數的結果介於 -1 至 1 之間，但通常落在 0 至 1，可分為五組來表示不同等級的一致度，分別為：

1~0.81 幾乎完全一致（almost perfect）。

0.80~0.61 高度的一致（substantial）。

0.60~0.41 中等的一致（moderate）。

0.40~0.21 一般的一致（fair）。

0.20~0.0 極低的一致（slight）。

本研究計算 18 個子項目所得之 Kappa 值介於 .929 至 .492 之間。其中「生理的/心理的極限」 $\kappa = .49$ ，事件頻率 2 次之同意量數值 (κ) 介於 0.60 至 0.41 之間，其信度雖較低，但仍於可接受範圍內。Landis 與 Koch (1977) 曾提出以 Cohen's Kappa 推論評分者間的信度時，將因樣本數值過小而產生扭曲的限制，本研究中「不佳的生理狀態」僅出現 1 次、「生理的/心智的極限」僅出現 2 次，及「組織氣候（文化）」和「督導者違規」各分別出現 3 次及 5 次，因此另外將兩位研究者的分析資料以列聯表（contingency table）方式進行百分比同意度作對照檢定，結果發現頻率次數較低的子項目仍有 89% 以上同意程度，說明對整體評分者間信度具高度一致性。

二、統計「月分」、「海事類別」與「HFACS 理論四個層級之 18 個子項目」之結果

研究結果依海事發生之類別區分（見表 3），以其他類（包含危安事件）之頻率最高（39 件）；碰撞事件次之（35 件）；故障事件第三（21 件）；失火事件第四（20 件）。就事故發生月份分析，以八月份之頻率最高（22 件）；九月份次之（14 件）；三月、四月及十一月並列第三（13 件）。就各層級的人為失誤而言（見表 4），層級一「不安全的操作行為」發生頻次最高（214 次），其次依序為層級二「不安全的前置狀況」（187 次），層級三「不安全的督導」（90 次），層級四「組織的影響」（19 次）。

從「海事類別」與「月份」之關聯分析，其他類失事事件，計有 39 件最多，多為船艦觸碰水下不明漂流物損傷船體及裝備，且發生於八月（10 次）及九月份（8 次）較多，其原因在於此期間為台灣之颱風季節，易受風災影響，使海中增加許多從陸地上沖刷下來的漂流木或其他物品，造成航行時的風險。雖然海軍總司令部（海軍司令部之前身）在梅雨及颱風季節時間均通告各艦隊與船艦應提高對漂流物可能帶來的災害警覺，但是船艦在執行任務時，可能在任務壓力下，缺乏對水下目標查覺而容易發生失誤；另外，八、九月份都是演習及操演的高峰期，為提高演訓成績，成員大多將重點置放於任務準備，以致對安全防範工作當作次要考量，忽略可能的災害。次多項目為碰撞失誤事件，計有 35 次，發生月份多於四月、五月、六月、八月及十二月（均有 4 件）等季節交替時間，受風力及洋流影響，使船艦在實施停靠時，容易碰觸其他船艦或碼頭凸堤。故障計有 21 次，發生之月份分別為十一月（5 件）、八月（4 件）和六月（3 件）較高，而其餘月份仍達一件以上，就失誤內容而言，多為平常裝備保養不確實，以致引發失誤，但其與月份之間的關聯則難以從事故調查結果判斷。失火事件計有 20 次，內容多數由於操作失慎，電焊人員將未注意周遭設施或儲藏間之防火，以及電線老舊未更新而走火，或是輪機操作不當引燃油氣等，發生月份以七月（4 件）、八月（3 件）及十月（4 件）等較多，其與月份之間關聯仍難從事故調查結果判定。沉沒事件計有 10 次，其發生月份分布在三、四、十月份各 2 次，六、八、九、十一月份各 1 次，事件內容則由排水機械故障和氣候因素使海水沖進船艙所引發，但並未限定於多雨季節才發生。擱淺事件計有 5 件，分別在二月、三月、四月、六月和七月間各發生 1 次，失誤內容來自於對海域之危險區、淺灘區不注意，或未依計畫航線行駛等而擱淺，但與月份之間的關聯情況並不顯著。整體而言，發生事故之條件與月份有明確關係的僅有「其他」及「碰撞」等兩種類型事

件，其餘事件類型的關聯並不明顯。

從各層級之子項目探討，在層級四「組織的影響」3項子項目中，以「資源管理」與「組織氣候（文化）」兩項頻率最高，次數均為8次（6.1%），「組織運作」3次（2.3%）居次；層級三「不安全的督導」4項子項目中，以「不充分的督導」54次（41.2%）頻率最高，其後依序為「計畫不周全之運作機制」22次（16.8%），「未能修正已知的錯誤」9次（6.9%），「督導者違規」5次（3.8%）；層級二「不安全操作的前置狀況」7項子項目中，「不佳的心智狀況」60次（45.8%）最高；「自然環境」40次（30.5%）第二；「個人準備」32次（24.4%）第三；「組員資源管理」30次（22.9%）第四，「技術的環境」22次（16.8%）第五，「生理的/心智的極限」2次（1.5%）第六，「不佳的生理狀態」1次（0.8%）最少；層級一「不安全的操作行為」4項子項目中，最高者為「決策判斷錯誤」72次（55%），「技術操作錯誤」64次（48.9%）第二，「違規錯誤」63次（48.1%）第三，「知覺感官錯誤」15次（11.5%）第四。自各層級子項目出現失誤之多寡來看，具有由層級低至高遞減的情況，亦即說明顯性失誤較隱性失誤容易出現。

三、上一層子項目對下一層子項目之影響

HFACS 理論基本定義指出，意外事件多發生於各個層級之漏洞所串連起來的失誤結果，並認為較高階層失誤情況會對較低階層產生影響（Wiegmann 與 Shappell，2003），故以 Goodman 與 Kruskal 所提出的 τ 係數作方向量數的檢驗。另採 Mantel-Haenszel Common Odds Ratio（勝算比）Estimate，說明高層級變項（獨變項）出現導致低層級（依變項）變項出現的勝算（odds），是高層級變項（獨變項）不出現、低層級（依變項）變項出現的多少倍數，其值若達顯著差異（ $p < .05$ ），再觀察 95% 信賴區間（CI）的上、下限值是否包含 1，如果未包含 1，則兩者勝算比有顯著差異。

從整體預測效果分析得知（見表 5），其層級四之 3 個子項目與層級三之 4 個子項目所構成的 12 組配對當中有 4 組關聯係數達顯著，其 χ^2 值介於 4.38 至 20.66 之間， τ 值介於 0.03 至 0.16（ $p < .05$ ）之間，可正確預測比率（PRE）達 3% 至 16%；層級三之 4 個子項目對層級二之 7 個子項目的 28 組預測效果配對中有 5 組關聯係數達顯著，其 χ^2 介於 3.95 至 15.00 之間， τ 值介於 0.03 至 0.11（ $p < .05$ ）之間，正確預測比率達 3% 至 11%。第二層級的 7 個子項目對第一層級的 4 個子項目之 28 組配對當中有 6 組關聯係數達顯著，其 χ^2 介於 5.21 至 17.78 之間， τ 值介於 0.04 至 0.14（ $p < .05$ ）之間，正確預測比率達 4% 至 14%。以下針對各個對應階層結果分述說明：

(一) 層級四對層級三的內在關聯與預測效果

1. 「組織氣候(文化)」對「計畫不周全之運作機制」的影響最顯著，其結果 $\chi^2=20.66$ ， $\tau=.16$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 16%，另計算其勝算比(odds ratio; OR)的結果，勝算比(OR)=20.06，95%信賴區間介於 3.723 至 108.114 之間，如出現「組織運作」的人為失誤時，引起「計畫不周全之運作機制」的機率，比不出現「組織運作」的人為失誤高出約 20 倍。以實際情況而言，曾發生船艦在外國港口內實施傍靠，由於艦長甫接任新職，對船艦操作不熟悉，又未能獲得拖駁協助，加上錯估向岸風、洋流影響，使船艦在迴轉空間狹窄之港道內與傍靠目標船擦碰致損；該艦在執行任務前，長時間停泊於國內港口供民眾參觀，而欠缺傍靠練習，另在艦長上任前之見習期間，多由前任艦長和指泊工操作停靠動作，導致技術不純熟而擦碰鄰船。當組織欲執行任何行動計畫前，若未能將人員實際現況納入規劃內，一味地從硬體設備觀點來分配計畫，忽視成員實際能力，就會容易引發人為失誤。

2. 「組織運作」對「未能修正已知的錯誤」 $\chi^2=17.16$ ， $\tau=.13$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 13%，勝算比(OR)=34.57，95%信賴區間介於 2.786 至 429.020 之間，表示出現「組織運作」失誤比不出現時，發生「未能修正已知的錯誤」之機率還要高出約 35 倍。類似情況如船艦主機艙因柴油管爆裂失火，而緊急啟動消防設備時，卻因操作者開錯閘閥而錯失搶救時間；該類型船艦發生類似之主機艙油管破裂或爆裂而引發的失火案件已有過 3 次，而其中有 2 次情況也是消防設備無法正確啟動而導致滅火時間延誤，但是組織並沒有針對此狀況作通盤檢討與發令相關單位注意，以致船艦上督導者沒有加強作防災的準備，以及訓練艦上成員熟悉消防設備使用，所以讓火勢蔓延，擴大災情。

3. 「資源管理」對「未能修正已知的問題」之 $\chi^2=4.38$ ， $\tau=.03$ ， $P<.04$ ，及「組織氣候(文化)」對「未能修正已知的問題」之 $\chi^2=4.38$ ， $\tau=.03$ ， $P<.04$ ，兩組可正確預測比率均為 3%；另外，此兩組勝算比(OR)值雖達 5.5，但因為 95%信賴區間包含 1，表示兩組影響效果未達顯著，即表示「資源管理」的人為失誤出現與否，對「未能修正已知的錯誤」的發生沒有機率之差別，另「組織氣候(文化)」的出現與否，對「未能修正已知的錯誤」的發生機率亦無差別影響。「資源管理」是由包含經費、設備、人員的分配與運用，而對應至「未能修正已知的錯誤」則像保修單位以不符規格的推拔插銷裝設於船艦的錨鍊鎖環上，以致於航行時，因海水衝擊而使插銷負荷不住，鬆脫使錨鍊遺失之案件；然而雖然保修工場人員知道材料和零件規格如不合格將會引發問題，但是設備維護跟人力分配都和經費運用方式有關，海軍大多數船艦都是由國外購得，其消耗性材料本即得之不易，須向國外採購才能補充，而在時間和任務需求下，常常無法配合等待零件

到來後再執行工作，只得遷就現有資源做運用，或從已淘汰、停用的船艦上移至堪用船艦上使用，導致運用不合格零件產生更大損害。另從「組織氣候（文化）」的失誤衍生出「未能修正已知的錯誤」的情況，從事件中發現，多數督導者對裝備設施保養查察不確實，船艦每月實施主官裝備檢查，目的即是要針對所有裝備的狀況做檢視與處置，若保養人因貪圖方便，罔顧後勤紀律而便宜行事，只將保養卡記錄填寫好，卻沒有務實做保養，而督導者又不能確切檢查各項裝備的保養情形，則類似的失誤情況仍會繼續發生。

（二）層級三對層級二的內在關聯與預測效果

1. 「計畫不周全之運作機制」對「組員資源管理」之 $\chi^2=15.00$, $\tau=.11$, $P<.00$ ，可正確預測比率約為 11%，其勝算比（OR）值為 6.07，表示「計畫不周全之運作機制」出現比不出現時，對「組員資源管理」的失誤發生比率高出約 6 倍。因為缺乏 CRM 的概念與訓練，縱使各項工作在操作程序上都制定明確的 SOP，仍缺乏系統整合，而在溝通不良與各持專職所見的情況下發生失誤。

2. 「計畫不周全之運作機制」對「生理與心智的極限」之 $\chi^2=10.06$, $\tau=.08$, $P<.00$ ，可正確預測比率約為 8%，勝算比（OR）值因交叉列聯表細格中的兩個變項，「計畫不周全之運作機制」（依變項）及「生理與心智的極限」（獨變項）之「有」及「無」交叉比對成 4 個細格，其中某一細格為 0，所以無法計算出勝算比。實例如艙間進水，海水大量湧入，操作人員在開啟抽水馬達過程中，積水隨晃動的船身進入抽水馬達泵艙深及腰部，一時驚恐而忽略在離開時關閉水密門；或是兩艘船艦在夜間航行，值更官未注意航道上彼此的距離，當發現時已經非常急迫，雙方都因經驗不足而沒有辦法冷靜處理以致撞船。

3. 「不充分的督導」對「自然的環境」之 $\chi^2=6.25$, $\tau=.05$, $P<.01$ ，可正確預測比率約為 5%，其勝算比（OR）值未達顯著。案例如輪機長負責督導動力裝備的所有工作，鍋爐、發電機等都由輪機長掌管，而其掌管之艙間裝甲電纜沿艙壁連接勵磁箱的轉彎處，因纜皮破裂露出銅質電線後，長期受水氣影響而氧化，使電纜短路發生失火事件；依海軍技術手冊規定「每半年詳查電纜有無水氣或油穢沾汙」，但是督導者並未依令實施檢查，而操作者亦可能不知其嚴重程度，兩者均未重視電纜損壞情況，也未呈報更修，且對電纜銅質蕊已氧化的情況未加以處理或隔絕水氣，以致電機艙間火災毀損。小事件的疏忽，將引發大災難，從上述案件即闡明如此情況，督導者未能嚴密監督所負責的每項事務，雖受自物理環境影響，但是忽視內部管理，不注意防災工作，極易肇發失誤事件。

4. 「不充分的督導」對「個人的準備狀態」之 $\chi^2=3.95$, $\tau=.03$, $P<.05$ ，可正確預測比率約為 3%，其勝算比（OR）值為 2.25，表示「不充分的督導」出現比不出現時，對「個人的準備狀態」的失誤發生比率高出約 2 倍。Wiegmann 與

Shappell (1997) 的研究中強調督導者訓練之重要性，藉由完善的督導機制，在錯誤發生之前，提醒操作者應注意事項，並且給予適當建議，將可避免失誤發生。

5. 「督導者違規」對「組員資源管理」 $\chi^2=4.05$ ， $\tau=.03$ ， $P<.05$ ，可正確預測比率約為 3%，其勝算比 (OR) 值未達顯著。其失誤情況如支隊船艦出港執行運補任務；凌晨 5 點時，旗艦之航行值更官未對航道上的目標民船以網路通報支隊所有船艦注意，而發生擦碰事件的艦上航行值更官也對目標船之航向判斷錯誤，以為無航安顧慮，卻未料目標突然轉向而發生擦碰，案發後該艦也未向支隊回報失誤情況，企圖隱匿案情之違失；此案艦長雖於航行全程守於駕駛台，但事發前正在小憩，以致未警覺目標船可能帶來之危險，而副艦長與其他資深幹部也於夜間時間休息，均未協助資淺的航行值更官執勤，使其未於目標距離接近時喚醒艦長指示行動，並且妥善採取各項避開擦碰措施，導致失事發生。

(三) 層級二對層級一的內在關聯與預測效果

1. 「個人的準備狀態」對「技術操作錯誤」之 $\chi^2=17.78$ ， $\tau=.14$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 14%，其勝算比 (OR) 值為 6.96，「個人的準備狀態」出現比不出現時，對「技術操作錯誤」的失誤發生比率高出約 7 倍。Rasmussen 在 1983 年提出 SRK 行為模式，認為人-機之間認知行為基礎即是由技術 (skills)、規則 (rules) 和知識 (knowledge) 所構成，其中技術是從訓練而來，透過嫺熟的技术與演練讓操作能成為自動化反應；而規則是讓操作依據相關經驗的原理原則循跡而行，以為訓練不足時的參考；知識則是缺乏訓練和經驗，卻又需要緊急應變的情況下，透過邏輯推斷和釐清問題等方式以解決問題。

2. 「組員資源管理」對「決策判斷錯誤」之 $\chi^2=15.80$ ， $\tau=.12$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 12%，其勝算比 (OR) 值為 7.78，表示「組員資源管理」出現比不出現時，對「決策判斷錯誤」的失誤發生比率高出約 8 倍。「組員資源管理」引發「決策判斷錯誤」的情況，如艦長未告知指泊工船艦特性而使之行動決策錯誤、船艦間相互連絡不佳或未妥善運用燈號與鳴笛以避碰、成員未於艦上廣播任務布署時就定位使救災人力不足、任務交接不清楚使接續執勤人員下錯決定、戰情人員在警告駕駛台注意危險時語氣不夠強烈使操作者行動判斷錯誤、視線不佳時值更人員未提供充分資訊使艦長決策錯誤等失事狀況。

3. 「個人準備」對「決策判斷錯誤」之 $\chi^2=14.80$ ， $\tau=.11$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 11%，其勝算比 (OR) 值為 6.48，表示「個人準備」出現比不出現時，對「決策判斷錯誤」的失誤發生比率高出約 7 倍。因個人在操作知識、技術和危機敏感度的不充分，導致錯誤判斷與決策亦是經常發生之情況。

4. 「組員資源管理」對「技術操作錯誤」之 $\chi^2=12.05$ ， $\tau=.09$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 11%，其勝算比 (OR) 值為 4.81，表示「組員資源管理」出現

比不出現時，對「技術操作錯誤」失誤的發生比率高出約 5 倍。對個人而言並不單單只是其學養是否充分，技術是否純熟，以及經驗是否豐富可定論，必須仰賴全體成員的合作才能達成任務，而操作者也必須捐棄個人己見，廣泛接納組員意見與多方訊息，才能使行動不至陷於危險之中。

5. 「個人的準備狀態」對「違規錯誤」之 $\chi^2=5.21$ ， $\tau=.04$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 4%，其勝算比 (OR) 值為 2.59，表示「個人的準備狀態」出現比不出現時，對「決策判斷錯誤」的失誤發生比率高出約 3 倍。此項疏失情況可追溯到階層三之「不充分的督導」，因為缺乏工作安全的督導管理，使維修保養人員做出不當的行為時沒有立即與適時提出糾正並改進，致生災害發生。

6. 「自然的環境」對「違規錯誤」 $\chi^2=5.21$ ， $\tau=.04$ ， $P<.00$ ，可正確預測比率約為 4%，其勝算比 (OR) 值未達顯著，無法測出影響效果。Wiegmann 與 Shappell (2003) 就個人準備失誤指出，影響人員準備狀態的違規並非全然是「不安全行為的違規」，而是發生在當前所執行的工作以外，無法立即直接看到之隱性失誤，例如違反保養作業規定的裝備管理者，已有長期保養紀律不良和維護程序不正確而不知改進；或是消防裝備短缺欠撥而無法依規定數量存置；艙間缺乏足夠空間放置物品，以致將雜物堆放於非核定之庫房；人員趁工作間隙離開規定位置去休憩或上廁所等都跟工作態度有關係，也可以看出「不充分的督導」影響「個人準備」，以至「違規錯誤」等三個階層間子項目連動條件，因為缺乏督導者重視，讓成員認為工作並不重要，最後導致錯誤發生。

伍、結論與建議

本研究以事故案件為分析對象，探討海事之人為失誤成因，目的在於建立系統化之科學研究方法，供予海軍作為風險管理、任務規劃、計畫擬定和組織改革等工作上參考運用。如 Reason (1990) 對顯性與隱性的人為失誤所描述，大部分人為失誤都是出自於系統中，不同層級引發的錯誤所造成，但事件發生前，疏失都是隱藏在日常工作中沒有被發覺而導致問題發生。

從本研究所探討之研究結果分就四個層級之關聯作以下建議：

一、重視督導者功能：

從研究結果發現「不充分的督導」將導致「個人準備」和「自然環境」等兩項失誤。督導者的功能除了在於指導執行者或操作者工作要領之外，也包含在任務前提示安全、工作中注意危險，以及檢查未完成之工作項目，而在過去事件中

有督導者不在工作執行的場域監督，或在任務執行之前沒有提示任務的重點，督導者未能在發生狀況當時立即反應與處置等，因此督導者必須建立安全的認知，覺察風險而避免發生失誤；在美國的研究中，強化督導者訓練也被認為是必要的（Wiegmann 與 Shappell，1997），惟有完善的督導機置，才能在錯誤發生之前，告知操作者應注意的事項，並且提供最適切的建議以避免重大事故的發生。

二、提升計畫之可行性：

由於管理者疏於計畫整合，未對航行任務全程規畫確實，以致發生失誤。從研究結果發現「計畫不周詳之運作機制」對「生理的/心智的極限」及「組員資源管理」有影響，因不周詳的計畫除將引發操作者面臨狀況時無法採取正確行動之外，也可能造成組員之間溝通出現罅隙，所以計畫須綿密謹慎，才能有效避免災害發生。

三、提供新進人員指導：

操作者在經過訓練通過認證後，即派職船艦或廠庫作業，但是就新到任人員而言，其對工作尚未熟稔，對許多危險情勢難以預判正確及處置適宜，因此建議對單位內新進人員應提供見習與調適時間，以避免操作或決策錯誤而引發失事。

四、提升組員資源管理（CRM）效能：

研究結果發現組員資源管理的失誤，與操作錯誤和決策錯誤有顯著關聯，但是目前台灣海軍對組織資源管理之概念尚未具清楚輪廓，仍需要瞭解其在海事上的意涵，才能進一步改進現有工作缺失，防範錯誤。

參考文獻

- 林彬、許秀菁 (2007)。船舶航行員職業壓力之研究, *航運季刊*, 16 (4), 39-60。
- 林彬、黃慕也、溫子芸 (2008)。台灣航行員避碰之操船行為與人格特質之關係, *航運季刊*, 17 (2), 1-22。
- 吳兆麟 (1999)。海上交通工程。大連: 大連海運學院出版社。
- 海事及危安事件彙編 (2007), *中華民國海軍*, 42-46。
- 廖坤靜、吳展嘉、蕭永慶、朱國平 (2006)。海難碰撞事故中人為肇因安全模式建立之研究。 *船舶與海運通訊*, 32, 15-25。
- 廖坤靜、吳展嘉、蕭永慶 (2006)。剖析海難碰撞事件中人為因素潛在失誤之研究。 *船舶與海運通訊*, 36, 18-29。
- 鄭壯志 (2007)。「風險管理」—降低意外事件發生的思維。 *海軍學術雙月刊*, 41 (2), 36-42。
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Li, W-C. and Harris, D. (2005). HFACS Analysis of ROC Air Force Aviation Accidents: reliability analysis and cross-cultural comparison. *International Journal of Applied Aviation Studies*, 5 (1), 65-81.
- Norman, D.A. (1988). The psychology of everyday things. New York, NY.
- Rasmussen, J. (1983). Human errors: A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 311-33.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. New York: Cambridge University.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot, England: Ashgate.
- Sim J, & Wright CC. (2005). The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Physical Therapy*, 85, 257-268.
- Shappell, S. A., & Wiegmann, D. A. (2003). (Report No. DOT/FAA/AM-03/4) Washington, DC: Federal Aviation Administration.
- Wickens, C. D. & Hollands, J. G. (2000). *Engineering Psychology and Human Performance (3rd ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN 0-321-04711-7
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (1997). Human Factors Analysis of Postaccident Data: Applying Theoretical Taxonomies of Human Error. *The International Journal of Aviation Psychology*, 7 (1), 67-81.

劉耿良、李倫文

Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2003) . *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. Aldershot, England: Ashgate.

以「人為失誤分析與歸納模式」探討台灣海軍海事事件中引發人為失誤之研究

表 1. 人為因素分析與歸類系統檢查海事事件人為失誤意涵表

<p>一、不安全的操作行為</p>	<p>1. 決策判斷錯誤: (1) 未申請支援或協助 (2) 海象不佳強行航海 (3) 應變能力不足 (4) 對航程、位置、路線、動次及泊港時機等選擇失當 (5) 誤判潮流、湧浪的影響</p> <p>2. 技術操作錯誤: (1) 保養能力不佳 (2) 經驗不足 (3) 專業素養不良 (4) 依賴領港或泊工 (5) 船速不適當 (6) 關閉警報系統 (7) 檢察工作不周延 (8) 未注意工作防災</p>	<p>3. 知覺感官錯誤: (1) 操作(迴旋)空間判斷錯誤 (2) 感官知覺誤差 (3) 注意力不集中 (4) 依賴目視條件而忽略儀器檢查 (5) 夜間視線不良</p> <p>4. 違規的錯誤 (1) 未確實保養 (2) 未依規定固定機具 (3) 檢查不確實 (4) 未能交互確認檢查 (5) 未按規定程序操作設備 (6) 未依航安督察要求改進 (7) 囤儲設置雜亂 (8) 船艙遭他船觸碰 (9) 廚房積存油垢 (10) 未回報戰情處置 (11) 物品放置不合規定 (12) 勤務人員擅離職守</p>
<p>二、不安全操作的前置狀況</p>	<p>5. 不佳的心智狀態 (1) 情緒不穩定 (2) 注意力不集中 (3) 粗心散漫 (4) 警覺性不足</p> <p>6. 不佳的生理狀態 (1) 生病 (2) 暈眩 (3) 疲勞 (4) 服用藥物、酒精等</p> <p>7. 生理的/心智的極限 (1) 反應時間不足 (2) 工作時間過長 (3) 作業負荷量大 (4) 超過感官閾限的覺察能力</p> <p>8. 組員資源管理 (1) 任務提示不周全 (2) 成員間相互協調不良 (3) 誤解訊息 (4) 未與其他船艦及管制單位溝通 (5) 未召開航前會議 (6) 交接代理不週全 (7) 未提供重要資訊給決策者參考</p>	<p>9. 個人準備 (1) 知識不足 (2) 技術及任務不熟悉 (3) 操作前未將系統重新校正 (4) 成員對機械調校、測試及保養內容不熟悉 (5) 未主動詢問及發掘問題</p> <p>10. 自然環境 (1) 氣候潮濕 (2) 海象不佳(如颱風、熱帶性低氣壓等) (3) 太陽光害(逆光) (4) 天候昏暗 (5) 航道或港內有漂流物 (6) 洋流方向及速度影響 (7) 潮汐及湧浪等因素</p> <p>11. 技術環境 (1) 設備老舊 (2) 艙間管理不當 (3) 溫度調控不佳</p>
<p>三、不安全的督導</p>	<p>12. 不充分的督導 (1) 督導不周 (2) 任務執行前未提示 (3) 督導者錯誤指導</p> <p>13. 計劃不周全的運作機制 (1) 未依特殊狀況採取可行之因應措施(如防颱佈署不良等) (2) 事前準備不足 (3) 工作手冊、制令、規定不合時宜 (4) 未建立風險效益評估機制</p>	<p>14. 未能修正已知的錯誤 (1) 未更新老舊機件 (2) 未移除危害安全之已知危險 (3) 低估危害的嚴重性</p> <p>15. 督導者違規 (1) 不合理或違規的要求 (2) 提供不正確的指導 (3) 任用不符資格者執行任務 (4) 未依規定值更、巡查 (5) 未回報戰情處置</p>
<p>四、組織(管理)的影響</p>	<p>16. 資源管理 (1) 物力管理不當 (2) 預算編列不佳 (3) 人員任用不適切 (4) 訓練不足</p> <p>17. 組織氣候(文化) (1) 不適當的組織風氣與信念 (2) 不佳的事故調查 (3) 不適當的命令 (4) 權責劃分不清</p>	<p>18. 組織運作 (1) 無法確定清晰明確的目標 (2) 不良的風險管理 (3) 不當的例行安全檢查 (4) 缺乏激勵士氣的策略 (5) 未建立安全機制 (6) 過度時間壓力</p>

表 2. HFACS 評分者信度結果

HFACS 的子項目	頻率 次數	同意程度 排 序	評分者信度	
			百分比同意度	Cohen's Kappa
組織氣候（文化）	8	1	99.2	.93
不佳的生理狀態	1	1	99.2	.66
生理的/心智的極限	2	2	98.5	.49
技術環境	22	3	98.2	.86
資源管理	8	4	97.7	.83
組織運作	3	4	97.7	.66
決策判斷錯誤	72	5	96.2	.92
知覺感官錯誤	15	5	96.2	.84
違規錯誤	63	6	90.1	.80
督導者違規	5	7	89.5	.74
組員資源管理	30	8	89.3	.73
技術操作錯誤	64	9	88.5	.77
不充分的督導	54	9	88.5	.77
不佳的心智狀態	60	10	87.8	.76
計畫不周全之運作機制	22	11	87.5	.64
個人準備	32	12	87.0	.69
自然環境	40	12	87.0	.72
未能修正已知的錯誤	9	13	83.9	.66

資料來源：本研究整理

以「人為失誤分析與歸納模式」探討台灣海軍海事事件中引發人為失誤之研究

表 3. 發生海事類別之頻率 (以月份統計)

月 份	海 事 類 別								合 計
	故 障	沉 沒	擱 淺	碰 撞	失 火	爆 炸	浸 水	其 他	
一月	0	0	0	2	0	0	0	2	4
二月	1	0	1	1	0	0	0	2	5
三月	1	2	1	3	2	0	0	4	13
四月	1	2	1	4	3	0	0	2	13
五月	1	0	0	4	0	0	0	1	6
六月	3	1	1	4	1	1	0	1	12
七月	1	0	1	2	4	0	0	1	9
八月	4	1	0	4	3	0	0	10	22
九月	1	1	0	3	1	0	0	8	14
十月	1	2	0	1	4	0	0	3	11
十一月	5	1	0	3	2	0	0	2	13
十二月	2	0	0	4	0	0	0	3	9
Total	21	10	5	35	20	1	0	39	131

資料來源：本研究整理

表 4. HFACS 理論之子項目分析頻率次數分配表

HFACS 理論之子項目	事件頻率	
	次數與排序	百分比率
不安全的操作行為 (層級一)		
決策判斷錯誤	72 (1)	55.0%
技術操作錯誤	64 (2)	48.9%
知覺感官錯誤	15 (11)	11.5%
違規錯誤	63 (3)	48.1%
不安全的前置狀況 (層級二)		
不佳的心智狀態	60 (4)	45.8%
不佳的生理狀態	1 (18)	0.8%
生理的/心智的極限	2 (17)	1.5%
組員資源管理	30 (8)	22.9%
個人準備	32 (7)	24.4%
自然環境	40 (6)	30.5%
技術環境	22 (9)	16.8%
不安全的督導 (層級三)		
不充分的督導	54 (5)	41.2%
計畫不周全之運作機制	22 (9)	16.8%
未能修正已知的錯誤	9 (12)	6.9%
督導者違規	5 (15)	3.8%
組織 (管理) 的影響 (層級四)		
資源管理	8 (13)	6.1%
組織氣候 (文化)	8 (13)	6.1%
組織運作	3 (16)	2.3%
合計		510

資料來源：本研究整理

以「人為失誤分析與歸納模式」探討台灣海軍海事事件中引發人為失誤之研究

表 5. HFACS 上一層級對下一層級預測解釋力摘要表

HFACS 較高層級對 較低層級之預測效果	χ^2 test		τ 係數 (PRE)		odds ratio	95%信賴區間 (CI)
	χ^2 值	P 值	τ 值	P 值		
層級四對層級三預測力達顯著項目						
資源管理 X 未能修正已知的錯誤	4.38	.04	.03	.04	5.52	.938-32.521 (ns)
組織氣候 X 計畫不周全之運作機制	20.66	.00	.16	.00	20.06	3.723-108.114
組織氣候 X 未能修正已知的錯誤	4.38	.04	.03	.04	5.52	.938-32.521 (ns)
組織運作 X 未能修正已知的錯誤	17.16	.00	.13	.00	34.57	2.786-429.020
層級三對層級二預測力達顯著項目						
不充分的督導 X 個人準備	3.95	.05	.03	.05	2.25	1.001-5.056
不充分的督導 X 自然的環境	6.25	.01	.05	.01	.37	.156-.813 (ns)
計畫不周全之運作機制 X 生理的/心智的極限	10.06	.00	.08	.00	nc	nc
計畫不周全之運作機制 X 組員資源管理	15.00	.00	.11	.00	6.07	2.277-16.160
督導者違規 X 組員資源管理	4.05	.04	.03	.05	5.50	.874-34.600 (ns)
層級二對層級一預測力達顯著項目						
組員資源管理 X 決策判斷錯誤	15.80	.00	.12	.00	7.77	2.280-23.894
組員資源管理 X 技術操作錯誤	12.05	.00	.09	.00	4.81	1.888-12.243
個人準備 X 決策判斷錯誤	14.80	.00	.11	.00	6.48	2.306-18.205
個人準備 X 技術操作錯誤	17.78	.00	.14	.00	6.96	2.622-18.455
個人準備 X 違規錯誤	5.21	.02	.04	.02	2.59	1.128-5.949
自然環境 X 違規錯誤	5.61	.02	.04	.02	.40	181-.861 (ns)

備註：1.nc：指交叉列聯表細格中某一細格為 0，無法計算出 odds ratio。

2.ns：指 odds ratio 在 95%信賴區間內包含 1，亦即關係未達顯著。

資料來源：本研究整理

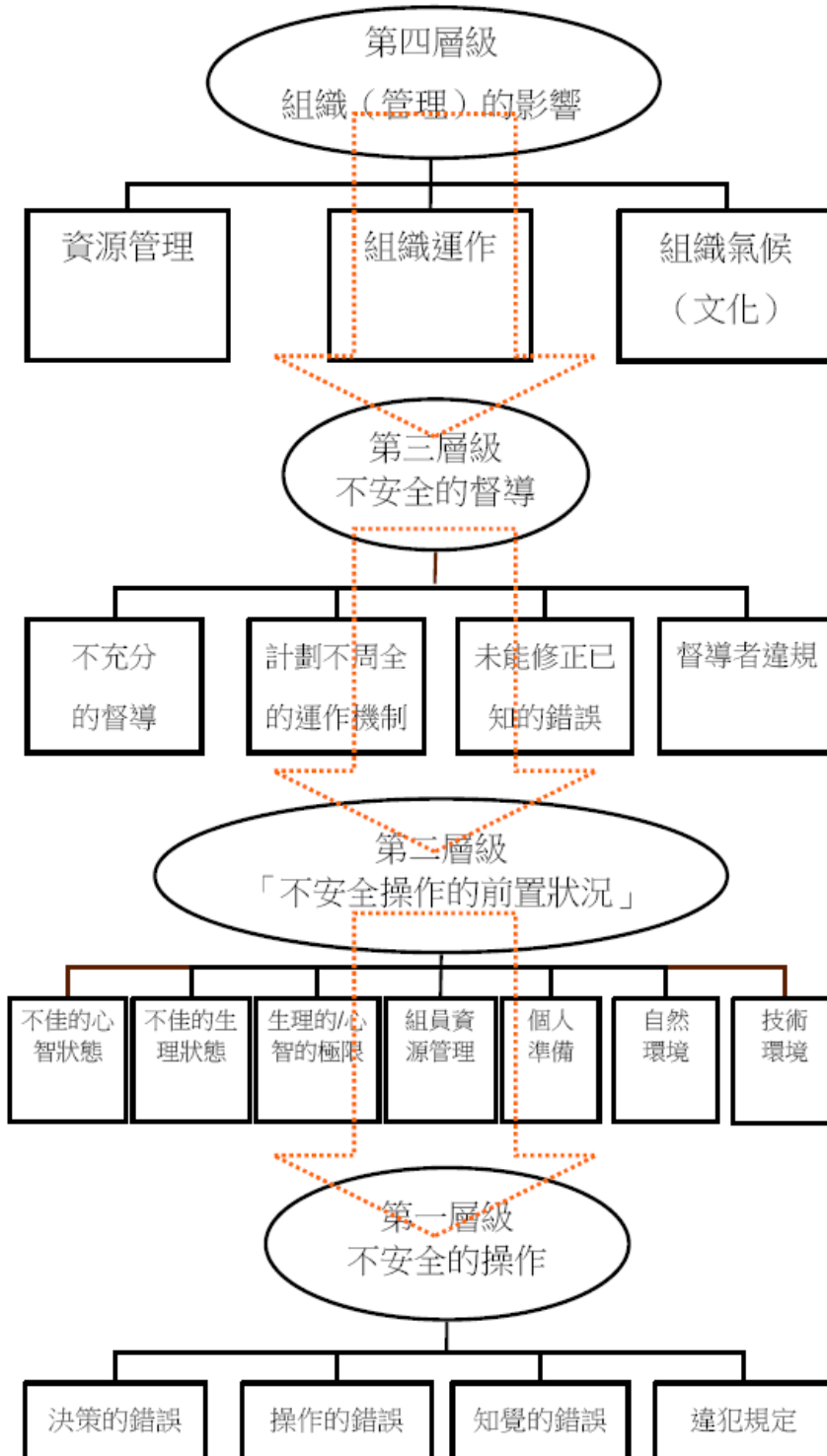


圖 1. 階層關係圖 (整理自 Wiegmann 與 Shappell, 2003)

以「人為失誤分析與歸納模式」探討台灣海軍海事事件中引發人為失誤之研究

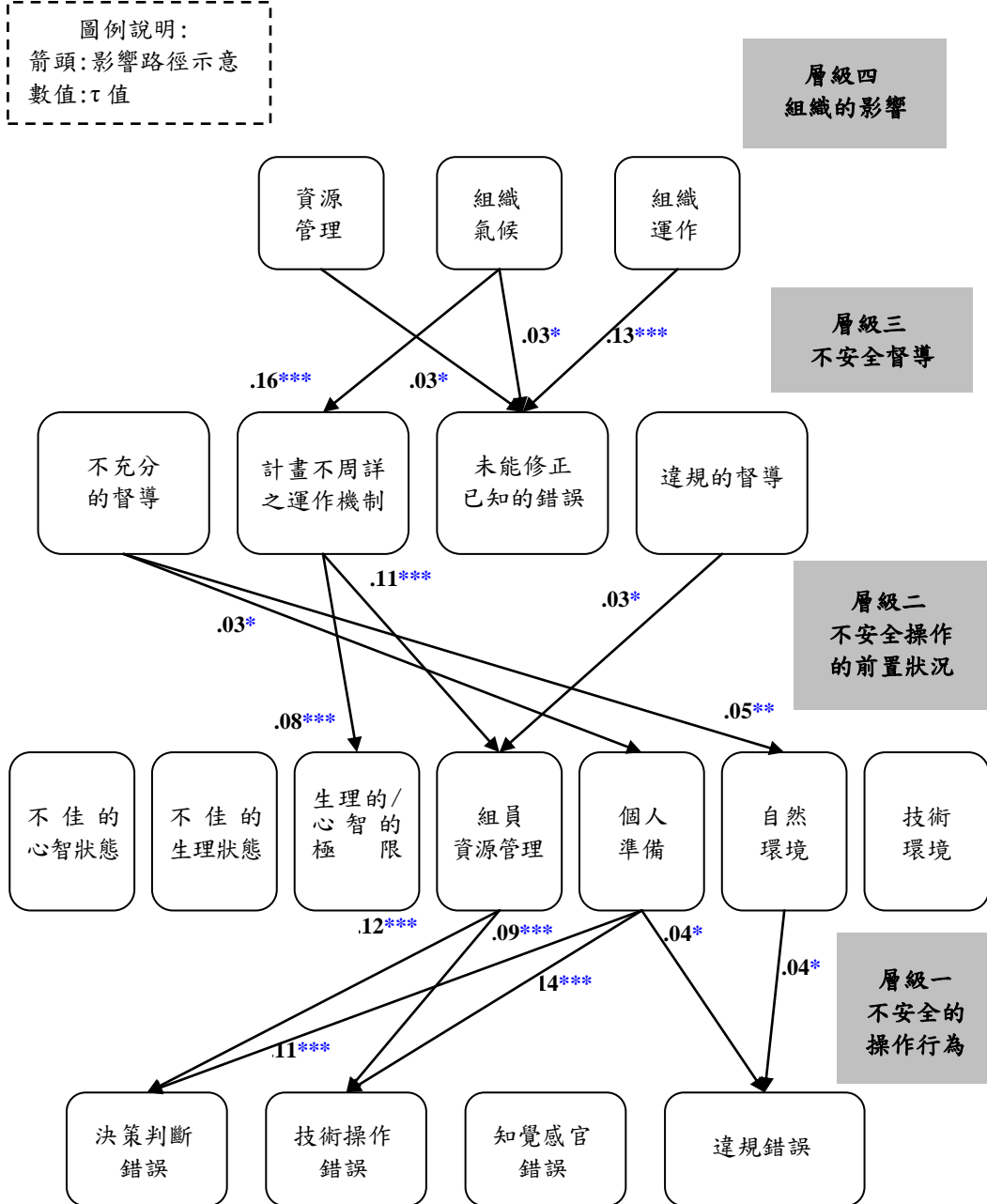


圖2. HFACS上對下層級間對應關聯程度
 (本研究整理)

(投稿日期：98年6月18日；採用日期：98年8月3日)