

# 應用層級分析法分析海難碰撞事故關鍵人因<sup>\*</sup>

## An Analysis of The Key Human Factor in Collision Accident on Maritime Casualty — Application Analytic Hierarchy Process —

廖坤靜<sup>1</sup> Kun-Ching Lioa

吳展嘉<sup>2</sup> Chan-Chia Wu

蕭永慶<sup>3</sup> Yung-Ching Hsiao

### 摘要

人為因素為近年來常見海難碰撞事故之直接原因，因此如何有效降低人為因素失誤將為未來一大課題。本研究之目的即在萃取最重要之海難關鍵人因權重評比，經由改良後之整體人為因素架構，利用層級分析法進行產、官、學界之專家問卷訪談，所得之數據利用專家決策軟體進行權重評比，最後得到前十名之關鍵因素，其前三名依序為「酒後工作」、「擅離職守」、「船位定位誤差」。本研究結論可供航運界日後對於船員之工作安全管理所需注意事項有更深入之瞭解。

**關鍵字：**碰撞、人為因素、層級分析法

### ABSTRACT

The human factor is the immediate cause of the common collision accident of maritime casualty in recent years, so how to reduce effectively human factor will be a great subject in the future. The purpose of this research is extracting the most important of key power evaluation of human factor of collision accident in maritime casualty. After improvement its whole human factor structure use analytic hierarchy process to proceed the expert choice of the officer. Educational interviews. The data of the income use the expert choice software to proceed the power of heavy evaluation. The top ten key factors got finally. The top three in order are “work after drinking”, “desert own job”, “ship’s positioning error”. Conclusion of this research can provide for the shipping field to have

---

<sup>\*</sup> 本篇文章參酌黃燦煌等人於 94 年航海技術第 136 期專刊發表「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究」，再依該研究之人為因素進行BFR修正改善後重新評比所得之結果。

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學運輸與航海科學系 教授

<sup>2</sup> 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系碩士班 研究生

<sup>3</sup> 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系碩士班 研究生

deeper understanding about the work security management of the seaman.

**Keywords :** Collision, Human Factor, Analytic Hierarchy Process

## 壹、前言

船舶運輸為國際性產業，目前全世界多數國家之進出口大宗貨物有 98%是仰賴海洋運輸。在全球經濟急速成長與貿易量不斷迅速上升的需求下，海洋科技亦不斷大幅度的進步，諸如船速提高、船舶載重量增加、設備操作使用上人性化，海圖電子化等等，這些科技進步紓解了貨物量的急速成長。但隨著海洋科技的發展對於海難事故卻沒有顯著的改善，根據交通部與行政院農業委員會之統計數據資料發現，近年台灣海域商船及漁船在海上發生海難事故每年約有八百件之多，人命的損失平均每年約 100 人左右；換言之，平均每天有二起海事案件、每三天海上就損失一條人命[1]，進一步研究發現引起這些海難事故的原因有 80%是人為疏失所引起；另外英國船東互保協會（Protection and Indemnity UK；UK P&I）從 1988 年至 2003 年間統計資料顯示共計有 6091 件海損理賠案例，平均每年 381 件重大海損理賠，其中海上從業人員失誤因素就佔了 62%[2]，超過一半之海事案件比例；據中國海事局統計，在海難事故和污染損害事故中，約有 80%是人為因素造成的，而觸礁、失火、爆炸事故中人為因素的比例高達 90%，碰撞事故中人為因素的比例更達到 95%。有鑑於此，海事安全及海難人因未來將成為極重要之管理課題。

過去國際海事界為能有效降低海難事故之發生，著重於以技術方面為主之方法處理海事安全，例如改進船體設計及船舶設備要求等，但儘管進行了此等技術改革，重大海難事故卻仍頻傳發生。過去 30 多年來的海難事故調查分析，促使國際海事界及各相關機構，從注重船體設計及設備技術要求，演變成整個海運業內更加注重人為因素在海事安全中所扮演之角色，其包含人員對海運事業各方面的參與、設計、製造管理和操作維護等等，幾乎都可涉及人為因素之部分[3]，目前國際上已有許多政府組織訂定有關海事安全相關規則章程，如國際海事組織（International Maritime Organization；IMO）所訂定之一九七四年海上人命安全國際公約（International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974；SOLAS 74）、一九七八年航海人員培訓、發證及當值標準國際公約（International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978.as amended；STCW 78）等都將有關船舶設備、人員操作、訓練管理等，列入公約及章程中並強制要求各締約國遵守，以期有效降低人為因素所造成事故之機率。

本研究有鑑於此，亦體認若能深入瞭解海難人為疏失背後之因素並加以管理，則必能預防且根除人為因素之疏失。故本研究之目的在於萃取最關鍵之海難

碰撞人因，應用層級分析法（Analytical Hierarchy Process；AHP）之「決定優先次序」特點，分析「海難事故碰撞事件關鍵人因之評比」，探討出各種人爲因素之權重並於最後提出適當之安全建議，藉以解決目前人因之問題，以有效降低海難事故碰撞事件關鍵人因所佔之比例。

## 貳、 文獻回顧

大多數海難碰撞事故之發生皆非單一人爲因素所能造成，其必爲一連串之疏失，導致事故之發生。因此，若能在一連串之疏失中切斷任一項關鍵因素則事故發生機率將大爲降低。本部分主在回顧「名詞定義」、「常見海難人爲疏失分析」、「海難碰撞事故人爲因素探討」。

### 2.1 名詞定義

#### 2.1.1 何謂「海難」

欲瞭解海難事故關鍵人因必須先瞭解海難的發生有哪些種類，國際海事組織（International Maritime Organization；IMO）將海事定義分爲以下八種類別：「沉沒（Foundering）、失蹤（Missing）、火災/爆炸（Fire/Explosion）、碰撞（Collision）、觸碰（Contact）、擱淺（Grounding）、惡劣天氣和冰損（Heavy Weather/Ice Damage）、船體和機器（Hull/Machinery）」，而各國之海難定義亦於係表 1 中有所詳述。本研究採用國際海事組織（IMO）之海難定義。

表 1 各國對海事之分類

國別與協會	名稱	分類
英國勞氏驗船協會	海損事故 (Marine Casualty)	進水、失蹤、火災/爆炸、碰撞、撞及固定物、觸礁/座底和損失等七類。
加拿大	航運事故 (Shipping Accidents)	碰撞、翻覆、浸水、沉沒、火災、爆炸、擱淺觸礁、撞擊、冰損、螺旋槳/舵/結構損害、漏水和其他等十二類。
日本	海難	船舶碰撞、船與設施碰撞、擱淺觸礁、遇難、沉沒、傾覆、火災、機械損害、傷亡、爆炸、妨害安全、妨礙航行和設施等損傷等十三類。
中國	海事 (Marine Accident)	碰撞、擱淺、觸礁、觸損、浪損、火災、風災和其它事故等八類。
台灣	海事	船舶故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸、洩漏或其他有關船舶、貨載、船員或旅客之非常事故等八類。

資料來源：海難災害防救業務計畫，交通部，2004 年

### 2.1.2 何謂「碰撞」

國際海事組織(IMO)對碰撞(Collision)所作之定義為「一船被另一船撞擊，無論該船是在航、錨泊或繫泊」。日本海難審判廳所出版之海難審判白皮書其將碰撞分為「船舶碰撞」及「船與設施碰撞兩種」，當中船舶碰撞可定義為「航行中的船舶與航行中或停泊中的他船發生碰撞或接觸，而使其中一船產生損害，而船與設施碰撞則可定義為船舶與碼頭、棧橋、燈(浮)標等設施發生碰撞或接觸，而使船舶受到損害或船舶、設施均有損害」。本研究採用日本海難審判廳對碰撞所作之定義為研究基準。

### 2.1.3 何謂「人因」

為什麼會造成人為失誤？哲學觀點認為，最根本就是主觀與客觀相分離，認識和實踐相脫離，如果主觀認識與客觀真實情況偏差過大，就難免發生事故。從此觀點來說，事故發生原因已存在於人的認識活動中。在通常情況下，因事故未發生，人們在認知上的偏差不但未獲得糾正，並且將之正常化。這樣的認知由於經常重複而變成習慣化，而這種習慣化的偏差認知是潛在事故之根源。研究事故中人為因素，就是要揭示種種不良習慣和行爲[4]。本研究將人為因素以船員本身可否控制為基準，將分為外在人因及潛在人因兩大類，主要論點如下所述：

#### 1. 外在人為因素：

本研究所依據之外在人為因素界定，主要是以船員本身可以控制之行爲，如打瞌睡、酒後工作等等。若為建立安全管理模式可加以控管避免之人為因素則統稱為外在人為因素。

#### 2. 潛在人為因素：

本研究所依據之潛在人為因素界定，主要是以船員因個人、船體、環境因素，導致無法安全控制航行之行爲，如過度疲勞、身體疾病等等。若為其加強專業訓練養成及安全文化建立則可避免之人為因素則統稱為潛在人為因素。

## 2.2 常見海難人為疏失分析

### 2.2.1 日本海難審判廳

各海運先進國家之海難碰撞事故人為疏忽因素分析比較，其中以日本海難審判廳之海難事故調查報告[5]所列舉之原因最為詳盡，如圖 1 所示，2005 年日本海難審判廳調查統計所有船舶海難事故，共分析出 803 項之肇成因素，其中以航行員「瞭望不確實」共 391 項及「航法不遵守」共 150 項為最多，分佔所有肇因之 48%及 19%，而綜觀海難船舶之所有肇因後，得知船上人為疏失最少佔所有肇因之 67%以上。由此可知，「瞭望疏忽」及「航法不遵守」的確為海難碰撞事故中人為因素最重要之因素。

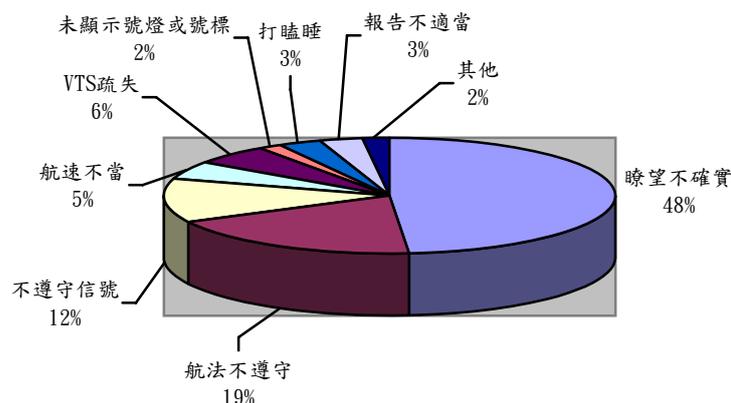


圖 1 日本 2005 年海難碰撞原因分析圖  
資料來源：日本海難審判白皮書，日本海難審判廳，2005 年

### 2.2.2 中華民國海軍

我國海軍根據挪威驗船協會（Det Norske Veritas；DNV）歷年來的統計分析得知，人為失誤中判斷錯誤、值勤失誤及計畫不周詳等佔 71%，能力不足佔 10%，其他原因佔 19%。進而以同樣分析本軍海事人為因素得到以下數據，狀況判斷失誤與未按計畫佔 65%，裝備保養與其他原因佔 35%：其中又以艦(艇)長考慮欠周延、值更官處置失當、值更人員失職及未按標準操作程序作業所佔比例最高[6]。

### 2.2.3 中國學者董壽山

中國學者董壽山在淺談航海事故人為因素中提出兩項常見較嚴重之關鍵構面看法：

#### 1. 瞭望疏忽

認真瞭望，才能有正確的判斷，這是安全航行的關鍵，也是避免碰撞、擱淺、觸礁的先決條件。瞭望疏忽是海難事故中的一個重要原因。值得注意的是，能見度不良的自然條件固然是瞭望失誤的一個重要原因，但許多海難的發生卻是在水域寬闊、環境也不複雜、能見度良好的情況下發生的，這說明瞭望中存在麻痺心理和習慣心態的問題。

瞭望工作是件辛苦、枯燥和乏味的事。特別在環境條件良好時，茫茫大海一望無際，除了天就是海，天長地久，在心理上極易引起厭倦和麻痺，再加上疲勞之故，因此在航行途中打瞌睡，或做與職責無關的事，甚至放棄職責。船員因長期工作在同一條船，在一個港口作業少則幾個月，多則幾年，對這樣的航線和環境情況，其麻痺心理更為嚴重。

#### 2. 判斷失誤

判斷是思維的結果，聽覺和視覺能感知事物，而只有思維能把握本質。也就

是說，人們經過一個透過現象把握本質的思維過程，才能脫離膚淺表面印象的局限，對事物形成全面、準確的認知，並因此一認知而最終形成主觀意念基礎上的情緒傾向，這便產生了判斷。而為什麼會產生判斷上的失誤，其原因為具多項層面，但主要之原因還是判斷時忽略了一些重要的影響事物，或是在判斷前就已有某種強烈之情緒傾向，而作為判斷的驅動性，排擠了影響事物發展的主要因素，故導致判斷依據錯誤。航行員在航行過程中，需要不停地思維、不停地判斷，各種不同的判斷會產生不同的操縱行為，正確的判斷會安然避過險境，錯誤的判斷則可能釀成無法彌補之海難事故。

綜合上述各國政府、學者所提出之論點，可得知「瞭望疏忽」及「判斷失誤」為海難事故當中最常見亦最嚴重之人為因素。

### **2.3 海難碰撞事故人為因素探討**

根據日本海難審判廳所得之資料可知海難碰撞事故之人為因素有高達 800 種之多，而當中又以「瞭望疏忽」及「判斷失誤」為最嚴重之人為因素，但造成這些因素之背後原因為何，更應是探討之處，在本部分即深入探討人為因素之背後原因，並詳細回顧我國海難災害防救業務計畫及中國學者陳偉炯所提出之海難人因背後原因之探討：

#### **2.3.1 中華民國海難災害防救業務計畫**

人（操船者）因素包括人為疏失的內在與外在因素，內在人為疏失可從身體上因素（physical factors）、精神上因素（psychological factors）、心理及醫學上（social and medical factors）所造成的誤認來分析；外在人為疏失可從工作場所環境上（workplace and environment）、船員違反事項（crew violation）、船員危險行為（crew unsafe action）、促成事故潛在條件（latent conditions to contribute accident）來分析。

##### **1. 身體上因素（physical factors）：**

係身體上之失誤可能導致事故發生的因素，如受傷、生病、睡覺、疲勞、聽覺問題、視覺問題、身體的工作量、缺乏身體的健康。

##### **2. 精神上因素（psychological factors）：**

係精神上之失誤可能導致事故發生之因素，如人格特徵、驚慌與恐懼、精神的失調、由於厭倦的粗心、由於疲勞的粗心、錯誤分類的注意、環境情況認知的不足、錯誤的習慣、在技術基本水準上不當運作的認知、在規則基本水準上不當運作的認知、在知識基本水準上不當運作的認知等。

##### **3. 心理及醫學上因素（social and medical factors）：**

係心理及醫學之失誤上可能導致事故發生之因素，如壓力、工作量、船上的士氣低落、酒精、法律上的麻醉藥品、違法的麻醉藥品、中毒等。

**4. 工作場所環境 (workplace and environment) :**

係工作場所環境之失誤可能導致事故發生之因素，如人類工程上的因素、環境影響健康、震動影響、光害影響、船舶移動影響等。

**5. 船員違反事項 (crew violation) :**

係導致事故發生之船員違反事項，如慣常程序的違反、一時的刺激的違反、無法避免的違反、異常的違反等。

**6. 船員危險行為 (crew unsafe action) :**

係引起事故發生之船員危險行為，如不合適的航路規則使用、不合適的瞭望、不適當的當值、裝備不正確的操作、未知的信號和警告、規則和程序上的偏差、不正確的狀況評估、不正確的計劃和意圖、之前行為不適合評估的影響等。

**7. 促成事故之潛在條件 (latent conditions to contribute accident) :**

如硬體設施不足、設計疏忽、粗劣的保養程序、粗劣的運作程序、錯誤的執行狀況、粗劣的內部管理、不同的目標、組織上的疏忽、通訊上的疏失、不充分的訓練或不適當的經驗、不充分的防禦措施等。

**2.3.2 中國學者陳偉炯**

陳偉炯(1988)[7]提出船舶安全人員因素示例圖，當中將人為因素概分「人」、「船體」、「環境」、「管理」等四部分，並再細分此四部分之相關子因素，如圖2所示。

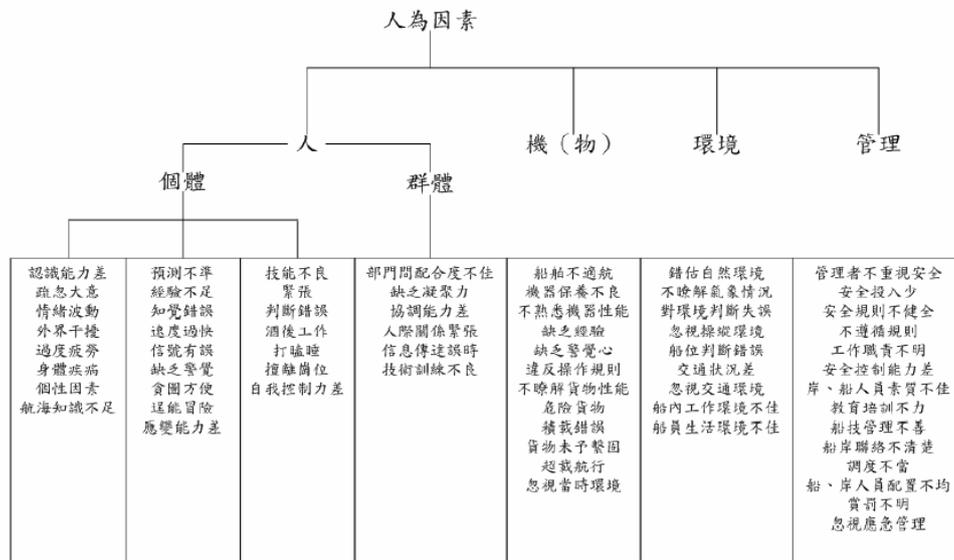


圖2 人為因素示例圖

資料來源：陳偉炯，船舶安全與管理，大連海事大學出版社，1988年

綜合各專家學者所提出之海難事故人爲因素分析論點，本研究經統整得海難詳細人因背後因子，係表 2 所示。

表 2 海難人因統整表

中華民國海軍	中華民國海難災害防救計劃	中國學者陳偉炯	中國學者董壽山
判斷錯誤、 值勤失誤、 值更人員失職、 計畫不周詳、 能力不足、 裝備保養、 未按標準操作程序、 處置失當、 考慮欠周延。	生病、睡覺、疲勞、 身體工作量。人格 特徵、粗心、環境 認知不足、錯誤習 慣、技術不當、規 則不當。壓力、緊 張、工作量、酒精。 工作環境、生活環 境。船員違反事 項。不合適航路使 用、不適當當值、 裝備不正確操作、 未知信號和警告、 規則和程序上偏 差、不正確狀況評 估、不正確計劃和 意圖、之前行爲不 適合評估的影響 等。硬體不足、設 計疏忽、粗劣保 養、粗劣運作、錯 誤執行、粗劣內部 管理、不充分的訓 練或不適當。的經 驗、不充分的防禦 措施。	疲勞、疾病、個性、 判斷錯誤、緊張、 速度過快、酒後工 作、擅離職守、睡 覺、缺乏經驗、違 反操作規則，不瞭 解貨物性質、忽視 環境、船舶不適 航、機器保養不 良、不熟悉機器性 能、危險貨物積載 不當、貨物未予繫 固、超載、不瞭解 氣象、船位定爲誤 差、交通狀況差、 船內工作環境不 佳、船員生活環境 不佳。	能見度不佳、疲 勞、打瞌睡、擅離 職守、對環境判斷 錯誤、船位定位誤 差、交通狀況差、 判斷錯誤、設備操 作不當、不熟悉機 器性能、機器保養 不良、缺乏警覺、 速度不當、經驗疏 失、粗心、恐懼、 不瞭解氣象狀況、 裝備及技術適航 性、操作者失誤。

資料來源：本研究整理

## 2.4 海難碰撞事故人為因素相關研究之回顧

根據黃燦煌等人於航海技術專刊第 136 期發表的「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究」[8]之架構圖可得知其採納之海難碰撞人因，如圖 3 所示，其研究數據結果係表 3 所示。

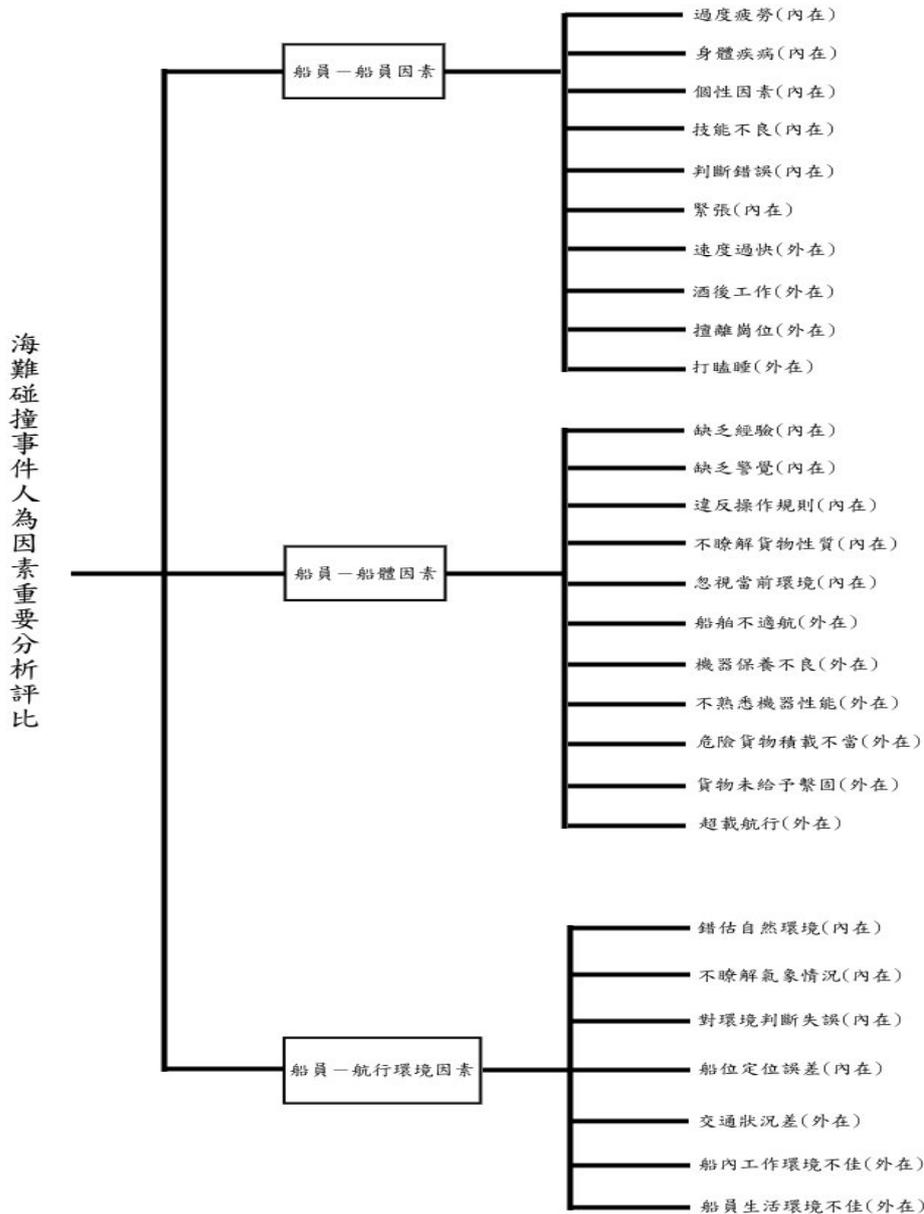


圖 3 海難碰撞事故人為因素重要分析評比 (AHP) 架構圖

資料來源：「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究」，中國航海技術研究會，航海技術第 136 期，2006 年。

表 3 整體層級因素整體評估分析結果

第二層級因素	層級權重	順序	第三層因素	層級權重	整體權重	順序
船員、船員因素	0.551	1	過度疲勞	0.065	0.036	10
			身體疾病	0.034	0.019	20
			個性因素	0.055	0.030	14
			技術不良	0.062	0.034	12
			緊張	0.067	0.037	9
			判斷錯誤	0.086	0.047	6
			速度過快	0.075	0.041	8
			酒後工作	0.216	0.119	1
			打瞌睡	0.153	0.084	3
			擅離職守	0.189	0.104	2
船員、船體因素	0.167	3	缺乏經驗	0.072	0.012	23
			缺乏警覺	0.069	0.012	23
			違反操作規則	0.120	0.020	18
			不瞭解貨物性質	0.066	0.011	27
			忽視當前環境	0.069	0.012	23
			船舶不適航	0.100	0.017	22
			機器保養不良	0.072	0.012	23
			不熟悉機器性能	0.068	0.011	27
			危險貨物積載不當	0.106	0.018	21
			貨物未給予繫固	0.117	0.020	18
			超載航行	0.140	0.023	17
船員、航行環境因素	0.282	2	錯估自然環境	0.091	0.026	16
			不瞭解氣象情況	0.127	0.036	10
			對環境判斷失誤	0.167	0.047	6
			船位定位誤差	0.219	0.062	4
			交通狀況差	0.178	0.050	5
			船內工作環境不佳	0.116	0.033	13
			船員生活環境不佳	0.101	0.029	15

資料來源：「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究」，航海技術第 136 期，中國航海技術研究會，2006 年。

### 參、海難碰撞事故人因擷取及關鍵因子說明

#### 3.1 海難碰撞事故關鍵人因擷取說明

層級分析法（AHP）之優點之一在於各層級要素間並不需所關聯，其依舊可

進行成對比較，將複雜問題層級系統化，但若層級要素太多將可能導致問卷填寫過程中過於繁瑣，致使專家進行問卷填寫時分心受影響，因此，擬定一份完整之關鍵因子問卷甚為重要，更是獲得精準排序之前提作業。

本研究之海難碰撞關鍵人因擬定乃為了改善「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究」之因素過多而導致專家進行問卷填寫時受影響的缺點，特別結合 Harker (1987) [9]所提出之刪除權重過低要素法 (Branch Freezing Rule; BFR)，該種方法雖可能將權重過低之部分因子刪除 (如船員-船體因素，該要素雖然不可避免發生，但與其他要素相比卻仍因素權重偏低，因此予以刪除)，但卻可獲取最重要之關鍵因子且其可減少成對比較次數，增進執行效率。故本文刪除表 3 中海難碰撞事故人為因子較低權重之要素，以重新萃取關鍵人因進行分析評比，冀盼獲得更精準之海難碰撞事故關鍵人因。

### 3.1.1 刪除權重過低要素之方法原理簡介

本研究所採行刪除權重過低要素之方法，係引進 Harker (1987) 所提之 BFR (Branch Freezing Rule) 概念，其運算公式如 (1)。

$$GW < \frac{1}{(N \cdot Kut)} \quad (1)$$

*GW*：每一要素之權重數值。

*N*：同一層中要素之數目。

*Kut*：使用者所給之定義數，基本上取 (1, 2.5, 4) 依使用人之需求，取其中一種使用。

當要素之整體權重小於所求之值時即刪除。

### 3.1.2 關鍵人因之萃取

本研究採用刪除權重過低要素法當中最嚴格之標準 *Kut* 為 1 之值進行計算，表 3 中共有 28 項海難碰撞事故人為因素，將 *N* 帶入 28、*Kut* 帶入 1 套用公式 (1) 得到之值為  $GW < 0.0357$ ，因此，表 3 中整體權重小於 0.0357 之因素將予以刪除，係表 4 所示。

表 4 海難事故碰撞事件關鍵人因擷取表

第二層級因素	第三層因素	整體權重	百分比權重	擷取與否
船員 因素 船員	過度疲勞	0.036	3.6%	Y
	身體疾病	0.019	1.9%	N
	個性因素	0.030	3.0%	N
	技術不良	0.034	3.4%	N

	緊張	0.037	3.7%	Y
	判斷錯誤	0.047	4.7%	Y
	速度過快	0.041	4.1%	Y
	酒後工作	0.119	11.9%	Y
	打瞌睡	0.084	8.4%	Y
	擅離職守	0.104	10.4%	Y
船員、船體因素	缺乏經驗	0.012	1.2%	N
	缺乏警覺	0.012	1.2%	N
	違反操作規則	0.020	2.0%	N
	不瞭解貨物性質	0.011	1.1%	N
	忽視當前環境	0.012	1.2%	N
	船舶不適航	0.017	1.7%	N
	機器保養不良	0.012	1.2%	N
	不熟悉機器性能	0.011	1.1%	N
	危險貨物積載不當	0.018	1.8%	N
	貨物未給予繫固	0.020	2.0%	N
	超載航行	0.023	2.3%	N
船員、航行環境因素	錯估自然環境	0.026	2.6%	N
	不瞭解氣象情況	0.036	3.6%	Y
	對環境判斷失誤	0.047	4.7%	Y
	船位定位誤差	0.062	6.2%	Y
	交通狀況差	0.050	5.0%	Y
	船內工作環境不佳	0.033	3.3%	N
	船員生活環境不佳	0.029	2.9%	N

資料來源：本研究整理。

### 3.2 關鍵因子說明

係表 4 所擷取之關鍵人因，在本研究將淘汰船員-船體此項關鍵構面，並從船員-船員、船員-航行環境兩方面進行重新探討，且在細分潛在與外在人因，以下將詳細說明之：

#### 3.2.1 船員—船員

交通部於民國 93 年出版之「海難災害防救業務計畫」中明確指出，在海難事故人為疏忽個人因素部份，將船員以身體上因素至誤認（Physical Factors）、精神上因素至誤認（Psychological Factors）、心理及醫學上至誤認（Social and Medical Factors）此三方面探討其背後原因。以下將其三方面之原因類分為潛在人為因素及外在人為因素。

##### 1. 潛在人為因素（船員本身不可控制之行為）

### **(1) 過度疲勞：**

國際公約對於船舶要求及檢查越來越嚴格，為符合規定船員的工作量增加及休息的時間變少，使船員疲勞相對增加；近洋航行之船員又因靠泊港口數多，導致極可能在當值過後不久即又面臨連續當班之事，致使船員工作超時，過度疲勞、精神不集中而引起海難之發生。

疲勞將可能使心理及生理能力之縮減，導致心理、生理或情緒管理之幾乎消耗所有生理機能包括力氣、速度、反應時間、協調性、決策或平衡之能力，此為非船員本身可控制之行爲，因此歸納於潛在人因之中。

### **(2) 緊張：**

船員在處理緊急事件時，往往可能由於時間的緊迫性、船員本身之個性，升高緊張壓力，因而導致惶恐、焦慮等情形之發生。惶恐將使船員降低執行時之能力及產生突然性難忍之害怕情緒；焦慮則可能使船員降低將精力正常集中與所要求任務之能力。此等情況皆會致使船員無法在面臨海難碰撞事件危機時第一時間反映並發揮優良的技藝以處理事件之發生，緊張非船員本身可控制之行爲，因此歸納於潛在人因中。

### **(3) 判斷錯誤：**

判斷錯誤可分為船員本身遭遇個人之問題致使情緒遭受影響所造成及船員本身缺乏正確概念導致之。個人問題諸如身體殘疾、家人死亡或生病，婚姻和其他關係問題，健康事項、財務問題、生氣或與船上伙伴交往不佳等皆可能造成船員個人判斷錯誤，因而降低其執行當值能力；另外缺乏概念則可能是其危機感不足，或經驗不足夠，致使其再遭遇問題之第一時間未能正確著手處理，而導致措施最佳處理時間，因而使得海難事故無法有效避免，判斷錯誤之發生主因外來因素導致心理因素將低工作機能或船員本身即缺乏能力，因此將其歸納於船員本身不可控制之行爲，而列入潛在人因之中。

## **2. 外在人為因素（船員本身可控制之行爲）**

### **(1) 速度過快：**

由於船員的疏忽未注意當前環境之情形，遵守有效之常規，以致於在面臨海難事故發生之時，無法在第一時間停止或減慢船舶速度，此項事故為船員本身注意當前環境之情況即可改善，因此，將此項因素歸納於船員本身可控制之行爲，而列入外在人因當中。

### **(2) 酒後工作：**

海上工作可能過於枯燥，加上休閒活動的不足或生活上的習慣。致使目前船員飲酒行爲普遍，導致海難碰撞事故在酒後工作發生佔決相當比例，飲酒將會降

低個人執行當班時所需履行任務之能力，在當班時或當班前不久飲酒，都將妨礙個人即時反應之能力及使其表現拙劣，更因船員因酒後工作而致使神智不清，忽略其瞭望之職責，因而導致海難碰撞事故之不幸發生機率大為提昇，但酒後工作是可由船員本身可避免之行爲，因此將其歸納爲外在人因之中。

### **(3) 打瞌睡：**

船舶停靠碼頭多及靠泊時間短，這無形中都增加船員的工作量，無法得到適當休息，過量的工作負荷使得船員在規定時間內必須完成所有的腦力與體力任務，其將導致工作表現行爲之能力下降，並且由於船員之工作爲 24 小時輪班，根據研究顯示當班之甲級船員於接班後兩個小時最容易睡著，事故大多事發生於晚上 10 點至清晨 2 點，並大多經常發生於春秋兩季，打瞌睡之情形一旦發生，將予擅離職守有同等之情形，駕駛台無人正確瞭望，因而當海難碰撞危機來臨之時，無法作第一時間之最佳緊急處理，致使事故發生機率大為提昇，打瞌睡之行爲爲船員本身可控制之行爲，因此將其歸納於外在人因之中。

### **(4) 擅離職守：**

由於船員本身缺乏自律之責任感，使其個人控制之自我行爲能力不足，在未告知船長或主管下擅離職守或疏於工作職責，因而，導致駕駛台無人當班，瞭望不確實，海難事故碰撞危機亦因其未正確瞭望而發生。此種情況爲船員本身可自我控制之行爲，因此將其歸納於外在人爲因素之中。

## **3.2.2 船員－航行環境**

在船員－航行環境因素部分，目前國內並沒有完善之整理有關此部分之研究，故此部分爲本人在各方領域所尋得之資料加以整理假設，包含潛在、外在兩大因素等。

### **1. 潛在人為因素（船員本身不可控制之行爲）**

#### **(1) 不瞭解氣象情況：**

天有不測風雲，說明了天氣變化並非人爲可控制之原因，但若能在海上航行時對於氣象資訊的接收及使用，有正確的使用方法及正確之判斷，則天氣影響海難之情形將大爲改善，但若由於船員本身之知識技術能力不足，而致使雖有儀器使用卻依舊判斷錯誤使船舶駛向危險地帶，此種情形非船員本身在第一時間可解決之問題因此將其歸納於潛在人因之中。

#### **(2) 對環境判斷失誤：**

由於船員本身對於四周環境之不熟悉導致判斷失誤或疏忽，致使船員未即時反應或做出錯誤反應之行爲，其後認爲該船可安全航行，但其實危機仍然存在尚

未解除，此乃船員本身之判斷錯誤且知識不足所造成，但其並非故意之行爲，爲船員本身不可控制之行爲，因此將其歸納於潛在人因之中。

### **(3) 船位定位誤差：**

當船舶於近岸航行，在定位目標之選定時，如果目標識別有不清楚將造成船位誤差，而此一誤差可能會使船舶發生海難事故。會發生船位定位誤差之情形主在於船員對於技術知識之不足和對當時情況瞭解不夠，缺乏經驗及培訓能力之不足、危機感不足刀等等，導致其判斷錯誤卻仍未知道，因此其非船員本身在船上可控制之行爲，並將其歸納於潛在人因之中。

## **3. 外在人為因素（船員本身可控制之行爲）**

### **(1) 交通狀況差：**

港口及沿岸之交通密度高，所在成之交通流也較爲複雜，在交通環境差的情況所發生的事故也相對提高，因此，在交通狀況差之環境下，更應注意操作以及所下之正確指令，保持正確之瞭望才能使他船接近本船時，本船能第一時間反應當時之情形，以降低海難事故碰撞事件發生之機率，此項因素加強瞭望爲重點之一，因此將其列爲船員本身可控制之行爲並歸納於外在人因之中。

海難事件的發生並非是單一事件，而是一連串意外事件的結果。每個海難事件的發生都包含各種因素，這些常見的因素就如上所述。綜合上述擬定出本研究之架構圖，如圖 4 所示。

## **肆、 研究方法與研究數據分析**

國內尚無學者利用層級分析法探討海難事故碰撞事件中關鍵人因分析之研究，以往有關海難碰撞人爲因素之研究，多半偏向於法規應用層面，甚少應用科學方法探討安全管理之問題，故而形成本研究之獨特之處，以下將進行研究方法簡介及研究過程結果說明：

### **4.1 研究方法-層級分析法**

本研究之主要目的在於進行海難碰撞事故關鍵人因之分析排序，而能進行權重排序之科學方法眾多，層級分析法只是眾多方法群之一，本研究之所以採用層級分析法係因如下：

1. 層級分析法之核心功能爲擇優和排序，其容易評比且評比品質高。
2. 層級分析法其彼此間之層級因素獨立，同一層面之因素未必要具有關聯性，可接受多方綜合的實務面與理論面不同之看法。

3. 層級分析法之專家問卷與一般問卷之最大差異點在於，專家問卷只需 12 份以上即可，而一般問卷需數量多量化才會較精準，此為最大之差異點。
4. 層級分析法可將專家主觀之決策看法模式化，提供較為精準之判斷參考。
5. 本研究使用層級分析法其結果可以工作群體決策的基礎，做為日後後續研究之用。

本研究採用層級分析法（AHP）進行專家問卷訪談，再依其各權重進行分析評比以求得海難碰撞事件關鍵人因重要分析評比之結果。

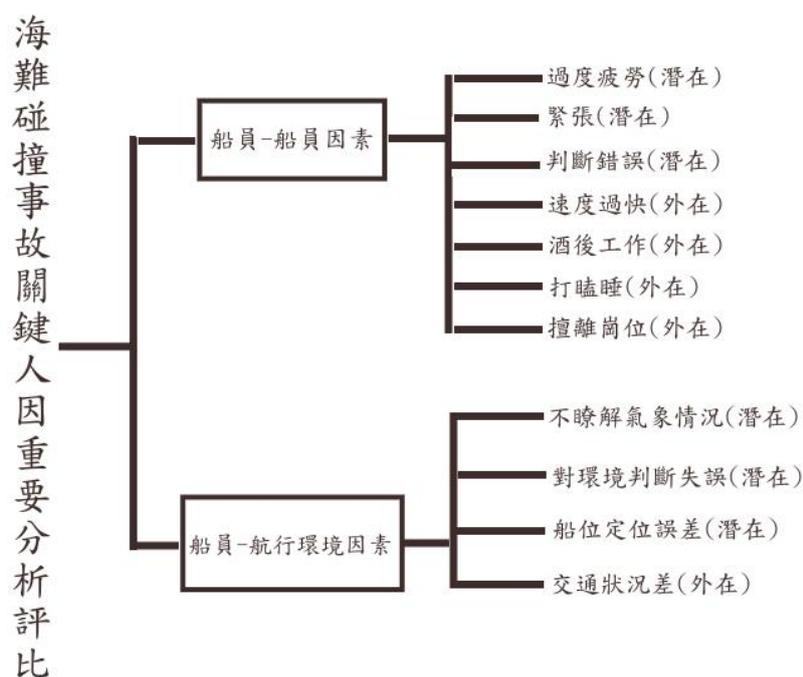


圖 4 海難碰撞事故關鍵人因重要分析評比（AHP）架構圖  
資料來源：本研究

#### 4.1.1 層級分析法簡介

層級分析法（Analytic Hierarchy Process；AHP）屬於一種多目標的決策方法，是在 1971 年由美國匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 所提出，主要應用在不確定（Uncertainty）情況下及具有多數個評估準則（Criteria）的問題決策上。利用建立具有相互影響關係的階層結構（Hierarchical Structure），使在複雜的問題上或在風險不確定的情況下作出有效的決策，亦或為了在分歧的判斷中尋求一致性。經由不斷的應用、修正及驗證，在 1980 年後，AHP 的整個理論更臻完備。AHP 的理論簡單，操作容易，可以同時擷取多數專家與決策者的意見，在實務上甚具實用性[10]。

#### 4.1.2 層級分析法適用範圍

AHP 主要應用在決策問題 (Decision Making Problems)，依 Saaty (1980) [11] 所提出之經驗，AHP 可應用在下列十二種類型之問題上。

1. 決定優先次序 (Setting Priorities)
2. 產生替代方案 (Generating a Set of Alternatives)
3. 選擇最佳方案 (Choosing a Best Policy Alternatives)
4. 決定需求 (Determining Requirements)
5. 資源分配 (Allocating Resources)
6. 預測結果或風險評估 (Predicting Outcomes / Risk Assessment)。
7. 衡量績效 (Measuring Performance)
8. 系統設計 (Designing Systems)
9. 確保系統穩定 (Ensuring System Stability)
10. 最佳化 (Optimizing)
11. 規劃 (Planning)
12. 解決衝突 (Conflict Resolution)

本研究即為採用第一點之評定優先順序 (Setting Priorities) 為基礎，進而設計成「海難事故碰撞事件關鍵人因重要分析評比」之專家問卷，進行專家訪談，以期對海難碰撞事故中關鍵人為因素重要分析評比有所助益。

#### 4.1.3 層級分析法原理

##### 1. 建立成對比較矩陣

成對比較矩陣的元素數值，乃由上步驟之調查結果所得，將每人之判斷值予以幾何平均即可建立成對比較矩陣。茲舉一成對比較矩陣說明如 (2)：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

將  $n$  個因素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣  $A$  的上三角形部份 (主對角線為要素自身的比較，故均為 1)，而下三角形部份的數值為上三角形部份的相對位置數值的倒數，即  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ，其中  $a_{ij} = w_i/w_j$ ， $w_1, w_2, \dots, w_n$  代表層級  $i$  的各因素對層級  $i-1$  的某一因素的影響權數。

## 2. 計算優先向量與最大特徵值

成對比較矩陣求得後，利用數值分析中的特徵值 (Eigen Value) 解法求取特徵向量 (Eigen Vector) 或稱優勢向量  $w$  (Priority Vector)，再根據此優勢向量計算最大特徵值。

### (1) 求取優勢向量

Saaty (1999) [12] 提出認為在不需較高精確度時，可利用四種近似法求取優勢向量，而其中列向量幾何平均值的標準化方法是一個較好的優勢向量估計法，其方法如 (3) 所示：

列向量幾何平均值的標準化

$$w_i = \frac{\left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{j=1}^n \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

### (2) 求取最大特徵值 $\lambda_{\max}$

首先將成對比較矩陣  $A$  乘以優勢向量  $w$ ，得到一新的向量  $w'$ ，如 (4) 所示。

$$w' = A \times w = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w'_1 \\ w'_2 \\ \dots \\ w'_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

而最大特徵值  $\lambda_{\max}$  可由下式 (5) 求得

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left( \frac{w'_1}{w_1} + \frac{w'_2}{w_2} + \dots + \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (5)$$

## 3. 計算各層級一致性

為確定問卷內容的合適性，必須再就特徵向量進行一致性檢定，亦即計算各層級一致性比率 (Consistency Ratio; CR) 如 (6) 與 (7) 所示，和整層級一致性比率 (Consistency Ratio Hierarchy; CRH)。Saaty 認為一致性比率值必須小於 0.1 方能接受，否則即表示層級的要害關連有問題，必須重新進行所有因素與關連的分析。

(1) 一致性指標 (Consistency Index ; C.I.)

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

(2) 一致性比率 (Consistency Ratio ; C.R.)

$$C.R. = C.I. / R.I \quad (7)$$

其中隨機性指標 (Random Index ; R.I) 由評估尺度1至9所產生的正倒值矩陣，在不同階數下，所產生的一致性指標值，不同階數下的隨機指標係表5所示。

表5 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41
階數	9	10	11	12	13	14	15	
RI	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58	

資料來源：Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw-hill, 1980.

(3) 整層級一致性比率 (Consistency Ratio Hierarchy ; C.R.H)

整層級一致性比率 (C.R.H) 層級間的重要性不同，因此尚須檢驗整個層級結構是否具一致性。而整體層級的一致性比率，就是將整體層級一致性指標 (Consistency Index of the Hierarchy ; C.I.H) 除以整體層級隨機指標 (Random Index of the Hierarchy ; R.I.H)。其數學式如下 (8) (9) (10) 所示：

$$C.I.H. = \Sigma (\text{每個層級的優先向量}) \times (\text{每個層級的C.I.值}) \quad (8)$$

$$R.I.H. = \Sigma (\text{每個層級的優先向量}) \times (\text{每個層級的R.I.值}) \quad (9)$$

$$C.R.H = C.I.H / R.I.H \quad (10)$$

若C.R.H < 0.1，則整體層級的一致性可被接受。

## 4.2 研究數據分析

### 4.2.1 研究對象

本研究之主要對象，分為產、官、學三方之代表，產業界代表又可分為航運

公司上班之管理階層及實際於海上航行之船員，分別為 6 位及 20 位；官方代表以港務局之安全管理相關業務人員為主為 4 位；學界代表以國立台灣海洋大學之授與相關課程之教師為主為 3 位，總計對 33 位產、官、學三方代表進行發放問卷，回收後透過層級分析法（AHP）進行一致性檢定分析，檢驗各層級是否具備一致性，其中通過一致性比率之有效問卷為 22 份，分別為產業界航運公司管理階層 3 位、海上航行之船員 12 位；官方港務局安全管理業務人員 4 位；國立台灣海洋大學之教師則為全數通過 3 位，有效問卷為總發出份數之 67%。回收有效之問卷，應用層級分析法（AHP）之專家決策軟體（Expert Choice）來分析專家問卷所得之結果，最後在依其權重值排序以求得研究結果，並進行關鍵因素之萃取與探討。

#### 4.2.2 專家問卷數據分析

##### 1. 第二層因素評析結果

根據層級分析法的介紹可知，問卷中之因素兩兩相比較之資料應先求得每一特定因素比較評估值的幾何平均值，再成立成對比較矩陣，求取優勢向量及特徵值，之後再進行一致性檢定來檢驗資料是否具一致性。以下為套裝軟體應用以上原理所分析之結果顯示。依回收之有效問卷進行分析之權重彙整，係表 6 所示。

表 6 第二層級成對比較矩陣及權重表

第二層級因素		F1	F2	層級權重	順序
船員-船員因素	F1		1.63619	0.621	1
船員-航行環境因素	F2			0.379	2
C.R=0.00 < 0.1 符合一致性					

資料來源：本研究整理

由上表 6 可知，專家認為在第二層的二個因素中，「船員-船員因素」最為重要，其次為「船員-船體因素」。

##### 2. 第三層因素評析結果

第三層的因素分為二大類，分別為船員-船員因素、船員-航行環境因素等二個部分，將此二部分之第三層因素依第二層同樣方法進行運算，可得第三層次因素對目標層之相對影響程度。

###### (1) 船員-船員因素評析

由表 7 可得知，在「船員-船員因素」七項因素中，以「酒後工作」為最重要，依次為「擅離職守」、「打瞌睡」、「判斷錯誤」、「速度過快」、「緊張」，最後為「過度疲勞」。

## (2) 船員-航行環境因素評析

由表 8 可得知，在「船員-航行環境因素」下的四項因素中，以「船位定位誤差」為最重要，依次為「交通狀況差」、「對環境判斷失誤」，最後為「不瞭解氣象情況」。

表 7 第三層級成對比較矩陣及權重表-船員-船員因素

第三層級因素		F1	F2	F3	F4	F5	層級權重	順序
過度疲勞	F1		1.16569	1.53058	1.01671	4.33504	0.066	7
緊張	F2			1.64582	1.63013	2.13249	0.072	6
判斷錯誤	F3				1.49985	3.51771	0.090	4
速度過快	F4					3.22223	0.076	5
酒後工作	F5						0.279	1
打瞌睡	F6						0.175	3
擅離職守	F7						0.241	2
C.R=0.02 < 0.1 符合一致性								

資料來源：本研究整理

表 7 第三層級成對比較矩陣及權重表-船員-船員因素 (續)

第三層級因素		F6	F7	層級權重	順序
過度疲勞	F1	1.99428	3.88004	0.066	7
緊張	F2	2.27963	3.97091	0.072	6
判斷錯誤	F3	2.97572	2.85332	0.090	4
速度過快	F4	3.10562	2.91596	0.076	5
酒後工作	F5	2.20939	1.39483	0.279	1
打瞌睡	F6		1.54531	0.175	3
擅離職守	F7			0.241	2
C.R=0.02 < 0.1 符合一致性					

資料來源：本研究整理

表 8 第三層級成對比較矩陣及權重表-船員-航行環境因素

第三層級因素		F1	F2	F3	F4	層級權重	順序
不瞭解氣象情況	F1		1.47519	2.42169	1.14523	0.168	4
對環境判斷失誤	F2			1.33994	1.52667	0.222	3
船位定位誤差	F3				1.75485	0.368	1
交通狀況差	F4					0.242	2
C.R=0.02 < 0.1 符合一致性							

資料來源：本研究整理

### (3) 整體層級因素評析結果

層級權重亦可稱為局部優勢 (Local Priority)，此為每一層級間要素的相對比較之權重；另一整體權重亦稱整體優勢 (Global Priority)，此為以上一層級之權重數乘以本層級各要素相對權重之結果，藉以顯示本層級之要素在整個評量模式中的份量。係表 9 可知，在影響「海難碰撞事件關鍵人因之重要分析評比」之 11 項因素中，以「酒後工作」最為重要，其次為「擅離職守」，其後三至十一名依序為「船位定位誤差」、「打瞌睡」、「交通狀況差」、「對環境判斷失誤」、「不瞭解氣象狀況」、「判斷錯誤 (船員個人)」、「速度過快」、「緊張」，最後為「過度疲勞」。

表 9 整體層級因素整體評估分析結果

第二層級因素	層級權重 (A)	順序	屬性	第三層因素	層級權重 (B)	整體權重 (A*B)	整體屬性權重	順序
船員、船員因素	0.621	1	潛在	過度疲勞	0.066	0.041	0.142	11
			潛在	緊張	0.072	0.045		10
			潛在	判斷錯誤	0.090	0.056		8
			外在	速度過快	0.076	0.047	0.479	9
			外在	酒後工作	0.279	0.173		1
			外在	打瞌睡	0.175	0.109		4
			外在	擅離職守	0.241	0.150		2
船員、環境因素、航行	0.379	2	潛在	不瞭解氣象情況	0.168	0.064	0.288	7
			潛在	對環境判斷失誤	0.222	0.084		6
			潛在	船位定位誤差	0.368	0.140		3
			外在	交通狀況差	0.242	0.092	0.092	5

資料來源：本研究整理

#### 4.2.3 數據屬性結果之剖析

係表 9 中結果所示，將其依屬性之不同重新進行歸類分析，在所有海難碰撞事故關鍵人因當中，潛在屬性人因因素之整體權重為 0.43；而外在屬性人因因素則佔整體權重之 0.57。

深入將各關鍵因子進行統整歸類分析，分析結果顯示潛在人因當中之「判斷錯誤 (個人) (0.056)」、「不瞭解氣象狀況 (0.064)」、「對環境判斷失誤 (0.084)」、「船位定位誤差 (0.140)」，其無論是船員個人因素、船體設備、航行環境皆有「判斷錯誤」共同之特性，由此可知，海難碰撞事故關鍵人因之主因之一為「判斷錯誤 (0.334)」，佔潛在人因權重當中之 77.67%；另外，在外在人因當中之「酒後工作 (0.173)」、「打瞌睡 (0.109)」、「擅離職守 (0.150)」、「交通狀況

差(0.092)」，其亦皆有「瞭望疏忽」之共同特性，因此可知，海難碰撞事故關鍵主因之二為「瞭望疏忽(0.523)」，佔外在人因權重當中之91.75%。

海難碰撞事故關鍵人因重新歸類後顯示，「判斷錯誤」、「瞭望疏忽」兩項因素共佔整體權重之85.7%，此結果呼應本文當中整理各國探討之海難碰撞事故主要人為因素最重要之兩大主因結果相同，由此可證，本文所擬當中之十一項關鍵人的確為海難碰撞事故人為因素之重點，所得結果歸類於圖5所示。

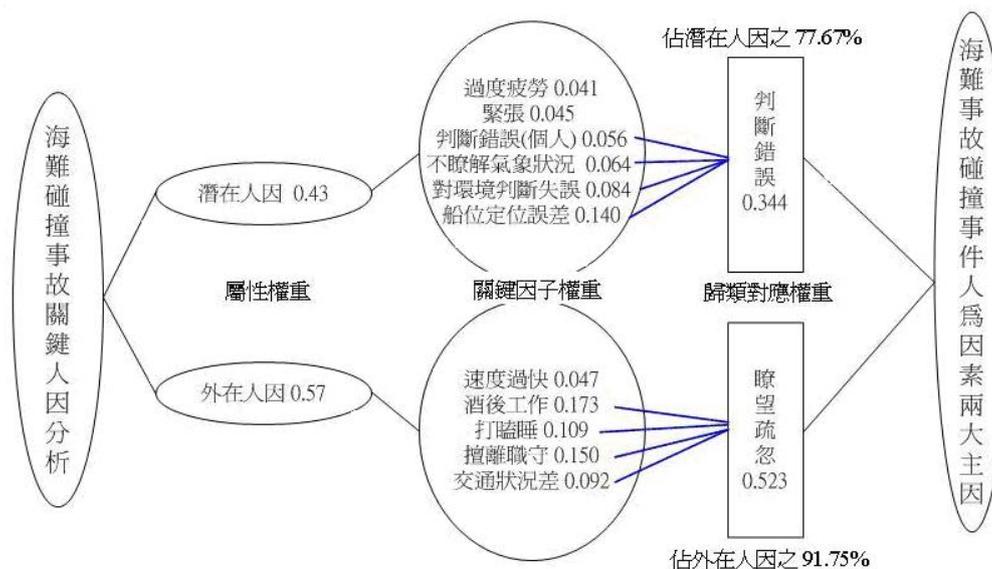


圖5 海難碰撞事故關鍵人因歸類分析圖

資料來源：本研究繪製

## 伍、結論

本文章根據前面所研究之結果與討論，提出本研究對影響海難碰撞事故關鍵人因之重要分析評比結論，以提供航運界日後在進行海上從業人員安全管理之參考指標。

1. 本研究主要是探討海難碰撞事故關鍵人因之分析研究，藉由文獻探討與專家訪談方式，建構出本研究之層級架構，透過問卷調查與層級分析法進行分析後共得到十一項影響海難碰撞事故關鍵人因之最重要的關鍵因素依排序分別為：1. 酒後工作(17.3%)；2. 擅離職守(15.0%)；3. 船位定位誤差(14.0%)；4. 打瞌睡(10.9%)；5. 交通狀況差(9.2%)；6. 對環境判斷失誤(8.4%)；7. 不瞭解氣象狀況(6.4%)；8. 判斷錯誤(船員個人)(5.6%)；9. 速度過快

- (4.7%)；10. 緊張(4.5%)；11.過度疲勞(4.1%)，上述之關鍵因素對改善海難碰撞事故關鍵人因而言，將是參考之重要指標。
2. 本研究所排序之關鍵因素，依另一構面分為潛在與外在人為因素，外在人為因素之關鍵因子佔整體權重之 57%，其依序為：1.酒後工作(17.3%)；2.擅離崗位(15.0%)；3.打瞌睡(10.9%)；4.交通狀況差(9.2%)；5.速度過快(4.7%)。而潛在人為因素之關鍵因子佔整體權重之 43%，其依序為：1.船位定位誤差(14.0%)；2. 對環境判斷失誤(8.4%)；3. 不瞭解氣象狀況(6.4%)；4. 判斷錯誤(船員個人部分)(5.6%)；5.緊張(4.5%)及過度疲勞(4.1%)。上述之潛在與外在關鍵因素，可得知潛在因素之專業素養與外在因素之安全文化較為不足地方。
  3. 第二層級之因素構面，經過層級分析法(AHP)分析後，產、官、學專家均一致認同「船員-船員因素」於第二層級之三項因素構面中最為重要，佔了 62.1%之權重，單就改善海難碰撞人為因素而言，「船員-船員因素」將直接影響到其施行成果，因此如何透過適切的方法降低，因「船員-船員因素」而導致發生之海難碰撞一大課題。
  4. 將海難碰撞事故關鍵人因重新概念歸類後顯示「判斷錯誤(33.4%)」及「瞭望疏忽(52.3%)」兩項因素共佔整體權重之 85.7%，此結果呼應本文當中整理各國探討之海難碰撞事故主要人為因素最重要之兩大主因結果相同，由此可證，本文所擬當中之 11 項關鍵人因的確為海難碰撞事故人為因素之重點

## 參考文獻

1. “海難災害防救業務計畫”，交通部，台北，頁 3-12，民國九十三年。
2. 王俊弘，“影響航運業安全管理成效關鍵因素之研究”國立台灣海洋大學通訊與導航工程系碩士論文，基隆，頁 11-12，民國九十四年。
3. 周和平，“海難與事故調查”，國立台灣海洋大學海運研究中心，基隆，頁 129-170，民國九十五年。
4. 董壽山，“淺談航海事故中人為因素”，*廣州遠洋*，第 371 期，頁 28-36，西元 2003 年。
5. “日本海難審判白皮書”，日本海難審判廳，日本，頁 30，西元 2005 年。
6. 陳傳坤，“由海事人力資源管理談海上安全”，*海軍學術月刊*，第三十八卷十一期，民國九十五年。
7. 陳偉炯，“船舶安全與管理”，初版，大連海事大學出版社，中國大連，頁 5-9，西元 1988 年。
8. 黃燦煌、廖坤靜、吳展嘉，“海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究”，*航海技術*，編號 136，頁 1-17，民國九十五年。
9. Harker, P.T., “Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process”, *Mathematical Modelling*, vol 9, pp.837-848, 1987.
10. 劉信宏，“以 AHP 模式進行人力資源管理項目之評估-以筆記型電腦為例”，私立中原大學工業工程研究所碩士學位論文，頁 46-62，民國八十八年。
11. Satty, Thomas.L., “*The Analytic Hierarchy Process*”, McGraw-Hill, New York, 1980.
12. Satty, Thomas.L., “*Decision Making for Leaders*”, RWS, P. A., 1999.