

# 民航客艙安全管理研究 ——基於中國民航客艙安全評估的實證分析

劉觀勝<sup>1\*</sup>，佟偉俊<sup>2</sup>

(1.澳門科技大學商學院，澳門；2.中國南方航空，廣東)

**摘要：**為提高民航客艙的安全管理水平，實現對客艙安全狀態全面和快捷的評估，本研究基於中國民航局2006-2019年共計359個有效客艙不安全事件的記錄樣本，以系統工程理論中“人——機——環境”三要素為依據，通過探索性因數分析（EFA）對問卷調研的資料進行處理，並結合相關領域專家訪談結果，從人員、環境、管理、乘載等四個方面，選取了14個二級指標和30個三級指標對客艙安全進行評估。為確保客艙安全評估指標體系的正確性、可靠性及量化其路徑係數和確定其影響程度，在已建立的評估指標體系的基礎上，構建結構方程模型（SEM）並通過AMOS軟體對客艙安全評估指標間的影響關係進行驗證性因數分析（CFA）。最後，提出建立客艙安全評估系統的構想，並提供全面（包含17個二級指標和40個三級指標）和快捷（包含14個二級指標和30個三級指標）的兩套評估方式及其具體操作方法。

**關鍵詞：**客艙安全、安全評估、結構方程模型（SEM）、AMOS

## Research on Civil Aviation Cabin Safety Management ——Empirical Research Based on the Civil Aviation Cabin Safety Assessment

Guansheng LIU<sup>1\*</sup>, Weijun TONG<sup>2</sup>

(1.School of Business, Macau University of Science and Technology, Macau, China;

2.China Southern Airlines, Guangdong, China)

**Abstract:** In order to improve the level of civil aviation cabin safety management and achieve a comprehensive and rapid assessment of cabin safety, this study is based on a sample of 359 valid cabin unsafe events by the Civil Aviation Administration of China from 2006 to 2019. Systems engineering theory of the three elements of "human-machine-environment" as the basis. Processing the data from the questionnaire survey by using Exploratory Factor Analysis (EFA) and combining with the results of interviews with experts in related fields. 14 secondary indicators and 30 tertiary indicators were selected to evaluate cabin safety from the four aspects of personnel, environment, management and loading. In order to ensure the correctness and reliability of the cabin safety assessment index system, quantify its path coefficients and determine its degree of influence, based on the established assessment index system, construct a structural equation model (SEM) and The AMOS software is used to perform a confirmatory factor analysis (CFA) on the relationship between cabin safety assessment indicators. Finally, the concept of establishing a cabin safety assessment system was proposed, and two sets of assessment methods and assessments including comprehensive (including 17 secondary indicators and 40 tertiary indicators) and quick (including 14 secondary indicators and 30 tertiary indicators) were provided Specific method.

**Keywords:** Cabin safety, safety assessment, structural equation model (SEM), AMOS

收稿日期：2020-04-07；修訂日期：2020-06-08。

\*通訊作者：劉觀勝，男，澳門科技大學商學院博士研究生，主要研究方向：管理學。

E-mail: King\_lao123@hotmail.com, Tel: 00853-66885272

## 0 研究背景

民用航空運輸源於上世紀初期，德國的齊柏林飛艇<sup>[1]</sup>LZ-129 在著陸時不幸著火爆炸，LZ-129 “興登堡號”的災難，開始引起了人們對航空器客艙安全問題的廣泛關注。隨著新技術的出現，提高了飛機的性能和穩定性，使民用飛機的事故率逐步下降。但和在上世紀 80 年代發生的航空事件<sup>[2]</sup>，如 1983 年加拿大航空公司的 DC-9 飛機和 1985 年英國航空旅遊公司的 B-737 飛機著火事件，使得各界對航空運輸的安全性再次引起關注和恐慌，直至近期，於 2020 年 5 月 22 日，巴基斯坦國際航空 8303 號班機，一架空客 A320 由拉合爾飛往卡拉奇，於降落時雙發失效，在巴基斯坦南部卡拉奇市郊居民區附近墜毀，事故仍在調查中。因此，航空事故的頻密發生，促使美國聯邦航空局、英國民用航空管理局和加拿大運輸部開始加強關注保障乘員安全和事故後存活率等問題，他們對客艙安全技術研究提出更多的要求。1990 年初，來自各國的運輸部門及其客艙安全研究團隊提議組建客艙安全研究技術組，致力於研究客艙安全問題，尤其是飛行中和墜機後客艙成員的安全性和存活率等問題。國際民用航空組織亦定期發表報告，在 2018 年出版的《國際民航組織安全報告》<sup>[3]</sup>中也提到，通過國際民航組織與國際航空界合作，以改善安全性，重點是通過標準化，監測和實施來改善安全績效，在過去十年的致命事故和死亡人數普遍呈下降趨勢。

安全是民航業界永恆的名詞，是民航運輸業賴以生存的重要基石，也是民航業界的共同目標，客艙安全作為飛行安全的重要組成部分，在保證航空運輸客、貨安全方面的重要性。近年，經濟快速增長，為中國民航運輸業發展帶來強大的動力，與此同時，也帶來了巨大的挑戰。根據 2018 年民航行業發展統計公報<sup>[4]</sup>顯示：民航安全運行平穩可控，運輸航空百萬小時重大事故率十年滾動值為 0.013（世界平均水準為 0.153）。自 2010 年 8 月 25 日至 2018 年底，運輸航空連續安全飛

行 100 個月，累計安全飛行 6836 萬小時。2018 年運輸航空事故徵候 568 起，同比下降 1.22%，其中運輸航空嚴重事故徵候 16 起，同比下降 23.81%。嚴重事故徵候和人為責任原因事故徵候萬時率分別為 0.0139 和 0.0329，各項指標均較好控制在年度安全目標範圍內。2018 年，全行業完成運輸總周轉量 1206.53 億噸公里，比上年增長 11.4%。全行業完成旅客運輸量 61173.77 萬人次，比上年增長 10.9%。全行業完成貨郵運輸量 738.51 萬噸，比上年增長 4.6%。民航運輸業迅猛發展，機遇和挑戰並存，但航空業的發展要以保證安全作為前提，中國民航近十年運輸航空百萬架次，按照這種水準估算，整個“十三五”期間事故增長率將會有增無減。因此，用最先進的管理理念來管理企業，用科學的方法和手段來管理航空安全，將安全管理從原來的事件查處、事態管理走向科學的系統管理和風險預警管理轉變，實施安全管理關口前移，不斷提升自身安全管理水準成為民航安全管理的重要環節。

中國民航正在高速發展，航空器日益先進，客艙乘務員從業人數也在急速增長，日趨複雜的客艙運行環境與“速成式”的崗前培訓形成鮮明的反差，這些都是客艙不安全事件頻發的誘因。王燕青和周紅月<sup>[5]</sup>認為民用客機嚴重事故和飛行事故時有發生，且難以完全避免，提升客艙乘務員安全疏散能力，對減少人員傷亡損失有著重要意義。另外，由於行業內對乘務員崗位的認識普遍存在誤區，因此在公司運營層面對客艙安全的重視程度仍顯不足。航空公司為追求經濟效益普遍存在“重服務，輕安全”的現象，這與民航快速發展的整體態勢極不相稱，與社會大眾對航空安全的期待也不相符。

客艙安全相關研究偏重於飛行，空管或機場等技術方面。本研究結合人——機——環境系統工程理論、事故因果連鎖理論等多種理論，通過實地調研和專家訪談，採用定性和定量、理論聯繫實際的研究方法，對民航客艙運行過程中的不安全事件進行分類與分析，對影響民航客艙安全

的各種因素進行辨識，探究民航客艙安全事故的內涵及致因機理，研究各因素間的相關性，確定客艙安全評價的主要指標，為客艙事故致因理論的發展、民航客艙安全評估水準的提高奠定理論基礎，為客艙安全管理理論的推進提供實證。同時，由於是直接使用民航統計資料來研究民航客艙運行中存在的、亟待解決的熱點問題，其目的是為現有局方客艙安全評價系統的改善方案提供新的思路，在安全評價指標的選取、指標值的確定、評估方法的選擇上，經過 AMOS 結構方程檢驗，提供全面和快捷兩套評估方式和及其具體操作方法，並劃定評價指標的值域範圍，這使得本研究對民航客艙安全管理具有現實指導意義。

## 1 文獻綜述

美國聯邦航空局認為客艙安全是處理客艙成員存活率，延長從飛機逃生的有效時間。可分為機上安全和空難求生兩個方面，研究重點是機載人員的安全和生存能力。而歐洲航空安全局則認為客艙安全是在飛行全程中為乘客及機組成員提供安全環境及在飛機發生事故時減低傷亡。國際航空運輸協會認為客艙安全應該包含在航空公司安全管理系統中，包含主動性的資料搜集和事前預防與監督活動。簡言之，有關客艙安全的研究大概可以分為緊急事故的逃生（通常發生在航空器墜落、起火或冲出跑道等階段）、與航空保安相關的課題（如劫機或乘客攜帶危險物品等）、其他不正常的事件（如亂流、乘客吸煙與性騷擾等）、客艙內的環境與健康條件（如通風條件與傳染病的預防等）四個方面。

### 1.1 民航客艙安全管理現況

在民航客艙安全管理方面，嚴文婷<sup>[6]</sup>運用風險管理的相關理論對客艙安全進行探討，建立風險管理體系會給我們的客艙安全監控和管理帶來巨大的幫助。李紅毅<sup>[7]</sup>認為，只有明確了民航客

艙安全管理的主要內容，同時，清晰瞭解民航客艙安管中存在的問題，才能夠充分發揮風險管理的作用，從而更好地規避民航客艙安全風險，進而為乘客提供一個安全的飛行環境。從于蓉<sup>[8]</sup>的研究客艙安全中，提到客艙安全是飛行安全最為直接、最重要的組成部分，既是確保飛行安全的重要基礎，更是民航安全運輸管理系統的最後屏障。

客艙安全管理可以從旅客、乘務員、設備、以及需求四個方面進行理解：

在旅客方面，崔振新和趙慶濤<sup>[9]</sup>從旅客客艙不安全行為致因機理，提出旅客客艙不安全行為影響因素之間的假設關係，態度、風險感知、風險傾向和知覺行為控制顯著影響行為意向。

在乘務員方面，王漢滋<sup>[10]</sup>等人認為，為提高民航飛機客艙乘務員應急處置能力，對乘務員應急處置能力影響最大的是基本素質，然後依次為處置能力、職業技能、知識基礎。另外，李青<sup>[11]</sup>認為客艙乘務員對飛機的飛行安全起到重要的保障作用，不僅有效管理客艙安全，而且有效整合資源，為旅客提供最安全、最溫馨的服務，關鍵是在緊急情況下保障旅客的生命安全。

在設備方面，柳智慧<sup>[12]</sup>研究中，表明客艙設備選型，安全性（適航性）分析是其中一部分；另外，熊力<sup>[13]</sup>認為，現代社會人們在生活和工作中，越來越離不開通訊設備，在飛機上也對通訊服務有著非常強烈的需求，因此，人們熱切期望在民航客機上也享受到無線通訊服務，不過通訊設備會在客機運行過程中產生一定的輻射干擾，進而影響客機飛行時的安全性。

在需求方面，沈巧<sup>[14]</sup>認為日益增多的需求給民航客艙安全管理帶來了巨大的壓力，因此，必須加強民航客艙之安全管理，其中最有效的措施就是進行風險管理，防患於未然。

### 1.2 民航客艙安全評估研究

美國聯邦航空局客艙安全研究範圍主要涉及機



上安全與空難求生兩個方面，其研究重點在機載人員的安全和生存能力上，研究跨度從飛機開始研製到運營、維修直至退役，涵蓋了 FAR23 部、FAR25 部、FAR91 部、FAR121 部、FAR135 部及相關 AC 和 TSO 等要求。加拿大運輸部與運輸安全委員會認為客艙安全的研究範圍應包含機身耐撞毀性、客艙作業、人為因素、心理、生理、人體工學與教育等方面。澳洲運輸安全局下轄的澳洲聯邦運輸與區域服務部針對客艙安全的研究有：客艙安全溝通——大眾觀點、態度與行為；最佳乘客管理的疏散指令；機內兒童的固定；機上嬰兒的安全；提升火災時安全性的新材料。歐盟執行委員會於 2004 年提出“未來歐洲飛機安全計劃”，該計劃的目標是創造系列技術革新，以阻止類似 9·11 事件的再次發生。Airbus 認為客艙安全的重點在預防，即主動安全，其研究重點主要有五個方面：防火材質；防煙功能提升；Halon 滅火劑替代品；燃油系統的改良；機上氧氣提供方式的研發。

客艙安全研究大致可分為組員間的溝通、逃生、劫機、客艙組員等方面。美國運輸安全委員會和飛行安全基金會認為應將飛行機組與客艙機組成員視為一個團隊，加強駕駛艙與客艙組員間的團隊精神。另外，FSF Editorial Staff<sup>[15]</sup>認為乘客如能清楚瞭解與遵守違禁品的相關規定，則可減輕客艙組員的壓力。

### 1.3 民航客艙安全事故致因研究

事故因果連鎖理論<sup>[16]</sup>認為，由人的缺陷導致的不安全行為是事故的主導原因。從海因里希因果連鎖論<sup>[17]</sup>提出，認為傷亡事故的發生不是一件孤立的事件，而是一系列原因事件相繼發生的結果，互相之間的連鎖關係。並以海因里希事故因果連鎖理論為基礎提出的博德事故因果連鎖理論<sup>[18]</sup>，更加符合現代安全管理需要，認為事故的根本原因是管理失誤。以及亞當斯事故因果連鎖理論<sup>[19]</sup>提出，將人的不安全行為和物的不安全狀態統稱為現場失誤，目的在於提醒不安全行為和不安全

狀態的變化性質。

航空公司客艙運行系統是個複雜的人造社會技術系統，在瑞士乳酪理論<sup>[20]</sup>提出動失誤和潛在條件造成的系統防禦層上的漏洞是事故成因，認為在縱深防禦條件下，任何技術失效、人誤、違章都只是事故的必要條件而非充分條件，只有當這些觸發器與縱深防禦系統重合時，才會發生事故。而崔振新和趙慶濤<sup>[21]</sup>客艙安全事故發生的原因可以從人員、設備、管理、環境、訊息、乘載六個方面來分析。人員方面主要表現在心理素質、綜合水準、工作人員與管理層之間的關係，以及整個組織安全文化等方面的不足。管理方面主要表現在管理思想僵化、手段落後、規章制度不完善、制定的安全規定得不到落實、管理流程不合理而導致的管理無效、效率較低，尤其是“重飛行，輕客艙”、“重服務，輕安全”的思想在過去佔據主導地位等問題。在複雜的運行環境中，如果環境中存在的誘因突破了防範機制所能承受的極限，事故就必然會發生。

隨著技術的發展，企業資訊化程度也有所提升，資訊在傳遞和辨識中出現的問題，使管理不能發揮對人、物、環境的協調和控制，這就可能導致潛在的風險演變成事故。航空運輸已經大眾化，乘載人員身份日趨複雜，乘機素質也參差不齊，其次，乘載物的危險性也是日新月異，這些都是產生安全隱患的條件。本研究以系統工程理論中“人——機——環境”<sup>[22]</sup>三要素為依據，結合專家訪談結果，並在趙荔<sup>[23]</sup>、崔振新和趙慶濤<sup>[24]</sup>等人的文獻，從人員、機器、環境、管理、訊息、乘載等六個方面，選取了 17 個二級指標和 40 個三級指標對客艙安全進行具體評估。綜上所述，民航客艙安全事故致因機理可用圖 1 來表示：

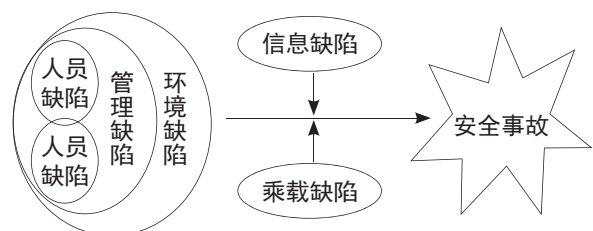


圖 1 民航客艙安全事故致因機理

## 2 安全評估指標體系構建

### 2.1 客艙安全評估指標（40項）體系構建

為客觀全面地選取客艙安全評估指標，從人員、機器、環境、管理、訊息、乘載等六個方面，選取了 17 個二級指標和 40 個三級指標對客艙安全進行具體評估。並根據相關指標設計調查問卷，運用 SPSS 軟體並對回收的問卷，進行探索性因數分析和確立客艙安全評價指標體系。

為保證研究結果的可靠性，本研究就客艙安

全管理現狀，存在的問題，以及客艙安全影響因素與中國民用航空局、民航院校及幾大航空公司包括南方航空、中國國際航空、東方航空及海南航空的主管進行了訪談。結合實際狀況，對已選出的評估指標進行修正和整理，使得評估指標更加全面、貼合實際、具有可靠性和針對性，便於目標群體對問卷的理解，從而提高問卷測量的效度。通過對以上專業人士意見的歸納和整理並綜合考慮建立模型的可行性，在參考客艙安全事故致因理論模型分析結果、借鑒民航飛行安全評估的相關資料後，整理出了客艙安全評估指標體系如表 1 所示。

人員			機器			環境			管理			信息		乘載		
身心狀況	工作技能	工作態度	飛機狀態	設備影響	維護情況	自然環境	保障環境	安全環境	計畫監督	安全組織	安全文化	安全教育	資訊程度	資訊能力	人員素質	危險程度
身體健康狀態	工作超時比例	業務技能水準	飛機廠家型號	客艙佈局情況	設備故障情況	航路天氣狀況	空管保障能力	一般安全事件	安全綜合計畫	安全監督檢查	安全激勵程度	安全培訓	安全資訊化度	資訊處理能力	乘客應急能力	乘載危險程度
心理健康狀態	協調配合能力	操作違規概率	飛機使用時間	設備差錯概率	設備達標情況	其他情況	內部保障能力	外部保障能力	安全標準規章	安全機構設置	安全人員比例	安全激勵機制	安全資訊化度	資訊辨識能力	乘客乘機素質	乘載危險程度

表 1 航空公司客艙安全評估指標（40 項）體系

根據客艙安全評估指標體系設計客艙安全風險評估的調查問卷。問卷分為兩部分：一是受訪者的基本資訊，二是包含 40 個評估指標的客艙安全量表，要求受訪者根據實際情況對各個指標打分，評分 1 到 5，分值越大說明該指標重要性越強。本研究樣本取自中國民航各個單位，為全面評估中國民航客艙安全現狀，本次調研選取了不同性質、不同規模的中國民航單位為代表進行調查統計，受訪者主要為民航客艙管理人員，共於 2015 年至 2016 年期間發放問卷 438 份。對於資料缺失的問卷，填寫時間少於 100 秒或者大於 200 秒，得分為 200、160、120、80、40，該問卷視為無效，最後確定的有效問卷為 300 份。為保證測

量結果的可靠性和一致性，本研究採用克朗巴哈（Cronbach  $\alpha$ ）係數來檢驗同質性信度，各因數的 Cronbach  $\alpha$  係數都在 0.8 以上（表 2），問卷總體的信度為 0.942。問卷發放採取局方監察員協助的方式，確保問卷填寫資訊的真實性，問卷收集的樣本量為總測試題的 10 倍且結果穩定，說明問卷內容具有較高的效度。問卷基本資訊統計，結果顯示受訪者中 95% 的人聽說，目睹或者親身經歷過客艙不安全事件，說明中國民航在客艙不安全的事件頻率較高；81.67% 的航空公司都是有內外結合進行客艙安全評估；僅有 83% 的公司重視客艙安全評估工作，表明重視度還有待加強。

表 2 各因數的 Cronbach  $\alpha$  係數 (40 指標)

因子 Cronbach $\alpha$ 系数	40 指標	因子載荷 (40 指標)
人員	.913	.91
機器	.839	.84
環境	.918	.87
管理	.958	.93
信息	.822	.79
承載	.834	.81
總體	.969	.93

### 3.2 客艙安全評估指標 (30 項) 體系構建

對航空公司進行仔細全面的評價，評價指標當然越多越好，該評價體系由 6 個方面 40 個評價指標構成，具體評價時需要涉及多個部門，製定多張表格，並進行打分，耗時長、工作量大，不適合日常應用。因此，全面細緻的安全評價體系適用於定期評估。但從日常管理的角度看，航空公司管理者不可能對生產營運中所有指標都進行充分的關注與分析，需要在眾多的評價指標中遴選能夠較為充分反映安全狀況的關鍵指標來評價過去和當前的安全狀態。

為客觀分析影響民航客艙安全的主要因素，本文共收集到中國民航局 2006-2019 年共計 359 個有效客艙不安全事件的記錄樣本，其中對事故原因明確的 317 案件逐一進行分析後製作統計，不安全事件的原因，作為參考並歸類依據，按照其性質可以歸類到人員、管理、環境、乘載四個因素中，並選用預警指標參照的標準有：專家經驗標準、行業均值標準以及行業強制標準，具體的量化方法 (參見附表 1)。

為使評估指標更為精簡，本研究擬採用探索性因子分析的方式重新整理指標內容。首先，對數據進行了 KMO 和 Bartlett 來檢驗。結果如表 3 所示。其中，KMO 統計量為 0.918，Bartlett 球體檢驗統計量的 P 值為 0，說明非常適合進行因數分析。其次，我們以 Varimax 旋轉的方式對數據進行了探索性因子分析。結果如表 4、5 所示，發現因子 1 中包含一般安全事

件等 10 項指標，因子 2 中包含機型設備狀況等 8 項指標，因子 3 中包含操作違規率等 9 項指標，因子 4 中包含乘客安全水準等 3 項指標 (表 4、表 5)。累計解釋方差為 66.42%。

表 3 KMO 及 Bartlett 球體檢驗結果 (30 指標)

KMO 和 Bartlett 的檢驗 (30 指標)		
取樣足夠度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量。		.918
Bartlett 的球形度檢驗	近似卡方	10045.849
	df	780
	Sig.	.000

表 4 旋轉成份矩陣 a

30 個指標	旋轉成份矩陣 a			
	1	2	3	4
一般安全事件	.802	.218	.174	.209
空防安全事件	.796	.148	.131	.260
安全組織計劃	.757	.193	.135	.255
安全標準規章	.755	.268	.206	.092
安全監督檢查	.744	.214	.291	.184
安全激勵機制	.730	.201	.263	.123
領導重視程度	.729	.246	.266	.063
資訊處理能力	.712	.340	.151	.200
安全教育培訓	.702	.309	.177	.159
資訊處理能力	.663	.279	.103	.200
機型設備狀況	.250	.773	.171	.096
飛機使用時間	.324	.728	.182	.065
空管保障能力	.244	.726	.135	.210
機場管理能力	.221	.675	.137	.062
內部保障能力	.241	.614	.221	.306
維修差錯概率	.192	.574	.183	.280
設備故障情況	.355	.553	.099	.342
設備達標情況	.403	.544	.236	.242
操作違規概率	.038	.227	.772	-.054
操作失誤概率	.056	.268	.762	-.037
事故發生概率	.344	.055	.755	.141
業務技能水平	.035	.146	.717	.055
組織管理能力	.327	.035	.684	.249
協調配合能力	.351	.140	.684	.150
工作超限時數	.408	.275	.642	.140
身體健康狀態	.351	.090	.550	.449
心理健康狀態	.348	.197	.530	.390
乘客安全水準	.171	.292	.041	.773
乘客乘機素質	.239	.319	.145	.728
乘載危險程度	.309	.364	.297	.548

根據因數分析結果，結合專家以及問卷回饋意見，將 40 個評估指標合併為 30 個指標（表 6），重新對合併後的 30 個指標進行因數分析，雖然指標數量精簡，但更具有代表性，解釋性更強，操作起來也更為方便快捷。

雖然新的指標分類與初始分類有個別指標存在差異，但其原來的意義完全支援新類別的共同屬性，即在大的因數分類上基本一致，只是將資訊因素合併作為管理因數的評估指標。因此，確定的 30 個指標的評估系統由“人員、環境、管理、乘載”四個因數構成。另外，根據專家回饋意見，結合實際情況，為

表 5 解釋的總方差

成份		1	2	3	4
初始特征值	合計	9.451	1.387	1.335	1.111
	方差的 %	47.255	6.934	6.674	5.555
	累積 %	47.255	54.189	60.863	66.418
提取平方和載入	合計	9.451	1.387	1.335	1.111
	方差的 %	47.255	6.934	6.674	5.555
	累積 %	47.255	54.189	60.863	66.418
旋轉平方和載入	合計	4.061	2.967	2.812	2.411
	方差的 %	20.304	14.837	14.059	12.056
	累積 %	20.304	35.142	49.201	61.257

表 6 航空公司客艙安全評估指標（30 項）體系

人員			環境				管理				乘載																	
工作態度	工作技能	身心狀況	機型設備	航路環境	機場環境	地服環境	維護環境	安全效果	計劃監督	安全文化	資訊能力	人員素質	危險程度															
操作違規概率	操作失誤概率	事故發生概率	業務技能水準	組織管理能力	協調配合能力	工作超時比例	身體健康狀態	心理健康狀態	機型設備狀況	飛機使用時間	空管保障能力	機場保障能力	內部保障能力	維修差錯概況	設備故障情況	設備達標情況	一般安全事件	空防安全事件	安全組織計劃	安全標準規章	安全監督檢查	領導重視程度	資訊處理能力	安全教育培訓	資訊辨認能力	乘客安全水準	乘客乘機素質	乘客危險程度

使指標在評估工作中概念更清楚，能更好地反映實際情況，將環境因數下屬的原評估指標“飛機廠家型號”修正為“機型設備情況”，“安全綜合計劃”修正為“安全性群組織計劃”，“乘客應急能力”修正為“乘客安全水準”，但所有指標在評估量表中的解釋意義均保持不變，僅做名稱上的修正。

### 3 實證研究

#### 3.1 模型構建

為確保客艙安全評估指標體系的正確可靠

性及量化其路徑係數和確定其影響程度，給客艙安全評估工作提供理論依據和方法借鑒，基於上述已構建的評估指標體系，根據系統工程的“人”、“機”、“環”、“管”的原理<sup>[25]</sup>，和國際民用航空組織的《全球航空安全計劃》<sup>[26]</sup>中的要件，把指標體系分為五個大的部分，包括管理水準、環境保障、機器性能、人員表現、乘載影響，並建立客艙安全評估指標間影響關係的初始理論模型和結構方程模型路徑圖（圖 2），把路徑圖轉化成因數與指標間關係的測量模型和因數間關係的結構模型，如圖 3 所示。使用 AMOS 軟體，對模型進行檢測和修正，從而確定最佳的模型。



圖 2 結構方程模型路徑圖

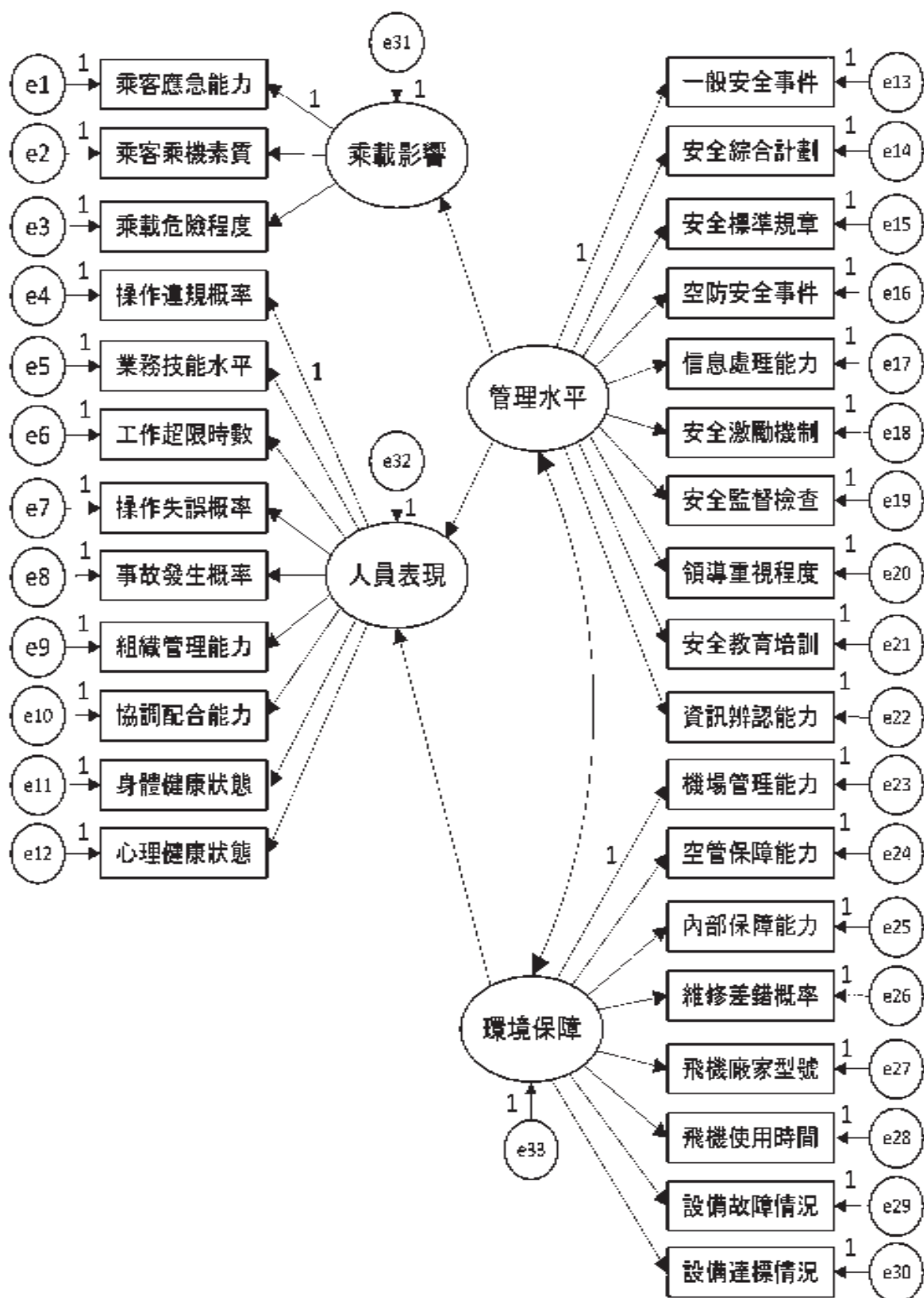




圖 3 測量模型和結構模型

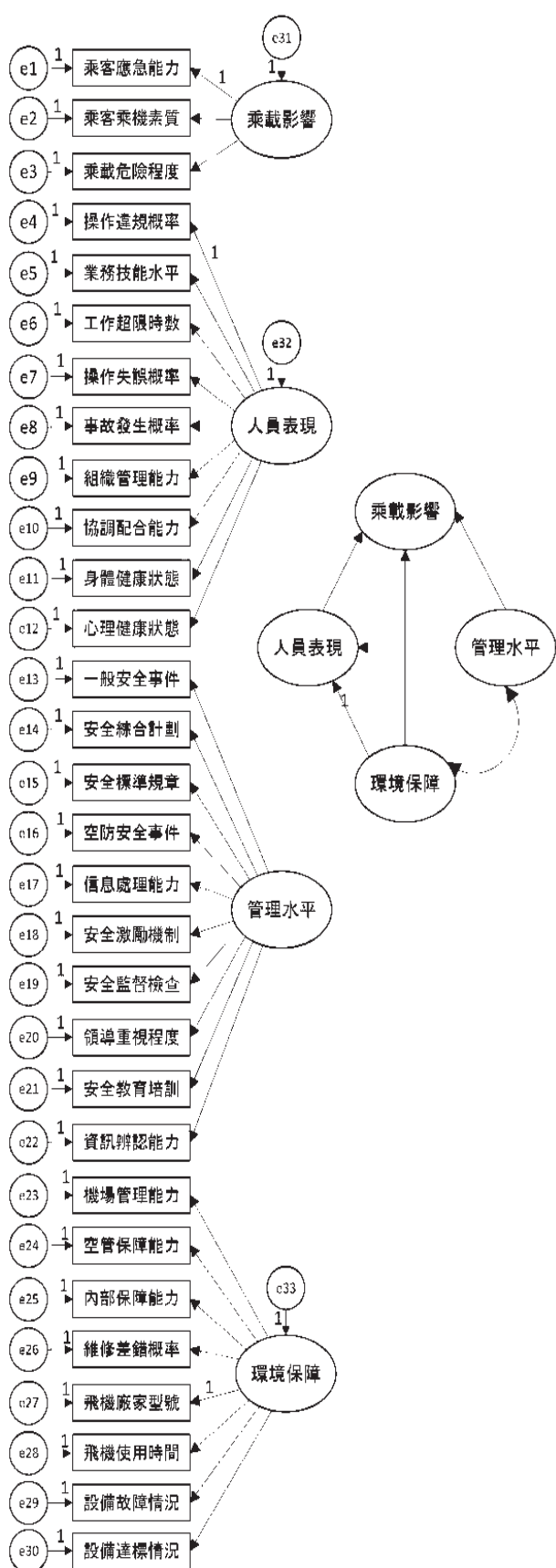
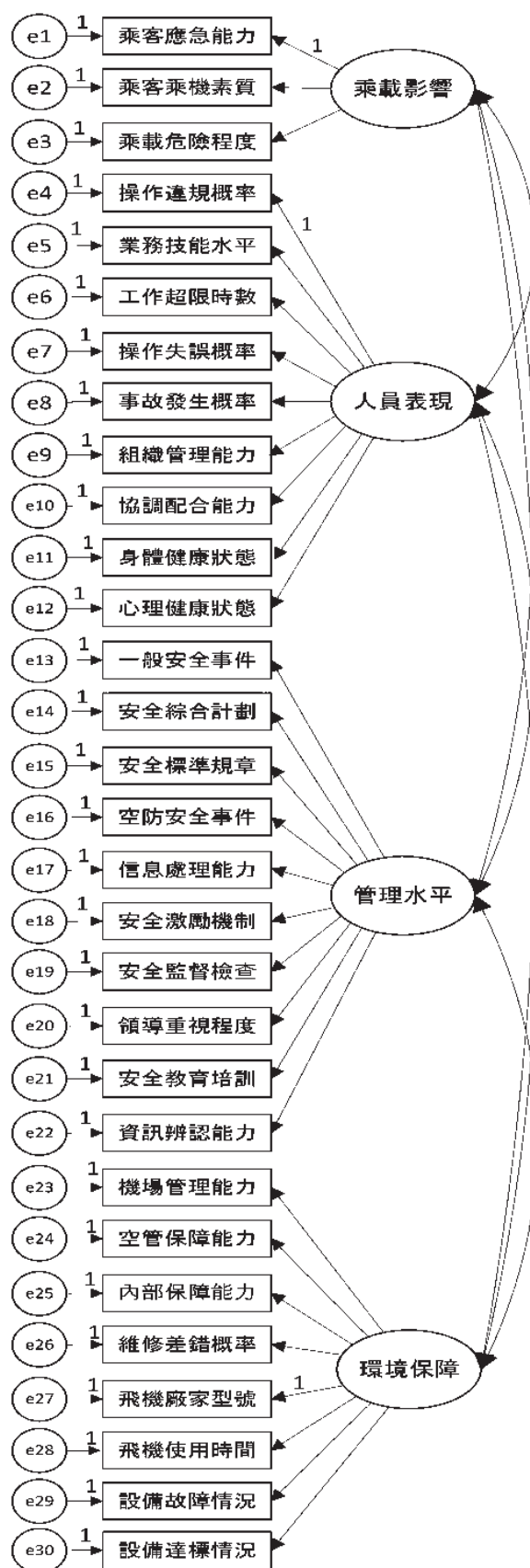


圖 4 驗證性因數分析模型



本研究驗證性因數分析 (CFA) 方法對測量模型進行檢驗，如圖 4 所示。各因子 Cronbach  $\alpha$  係數與因子載荷如表 7 所示。

表 7 各因數的 Cronbach  $\alpha$  係數 (30 指標)

因子Cronbach $\alpha$ 系数 (30 指標)因子載荷		
人員	.876	.92
環境	.876	.85
管理	.926	.91
承載	.813	.78
總體	.942	.92

### 3.2 結果分析

對測量模型進行驗證性因數分析後，得出了，“乘載影響←人員表現”，“乘載影響←環境保障”，兩條路徑未達到顯著性外，測量模型的整體擬合情況較好，各擬合指標值均達到了要求的數值。鑒於關鍵的擬合指標已達到要求，不再對模型指標做修正，只對部分路徑進行調整。表 8 列出了對修正後的測量模型進行驗證性因數分析的結果，模型 1：“人員表現←環境保障”，模型 2：刪除路徑“乘載影響←人員表現”，“乘載影響←環境保障”。

模型 1 和模型 2 擬合評價指標值比較見表 9，可以看到經路徑調整後的模型各因數之間的顯著性明顯提高，而模型與資料擬合的評價指標值變化不大。因此，確定第二次路徑調整後的模型 2 為最終模型。

表 9 模型擬合評價指標值比較

評價指標	建議要求	模型 1	模型 2
$\chi^2$	越小越好	385.567	391.832
$\chi^2/df$			
( $P > 0.05$ )	$< 3$	2.294	2.399
GFI	$> 0.9$	0.868	0.889
AGFI	$> 0.8$	0.861	0.861
IFI	$> 0.9$	0.938	0.937
TLI	$> 0.9$	0.927	0.927
RMSEA	$< 0.07$	0.068	0.068

表 8 因數載荷與路徑係數分析

路徑			標準化回歸係數	
			模型 1	模型 2
機場管理能力	←	環境保障	0.832	0.831
空管保障能力	←	環境保障	0.769***	0.769***
內部保障能力	←	環境保障	0.792***	0.798***
維修差錯概率	←	環境保障	0.727***	0.729***
飛行使用時間	←	環境保障	0.909***	0.923***
飛機廠家型號	←	環境保障	0.692	0.692
設備故障情況	←	環境保障	0.531	0.511
設備達標情況	←	環境保障	0.611	0.632
安全綜合計劃	←	管理水平	0.821***	0.826***
安全標準規章	←	管理水平	0.788***	0.778***
空防安全事件	←	管理水平	0.805***	0.819***
信息處理能力	←	管理水平	0.787***	0.789***
一般安全事件	←	管理水平	0.764***	0.774***
安全激勵機制	←	管理水平	0.624	0.634
安全監督檢查	←	管理水平	0.662	0.673
領導重視程度	←	管理水平	0.721***	0.736***
安全教育培訓	←	管理水平	0.626	0.634
資訊辨認能力	←	管理水平	0.722	0.732
乘客應急能力	←	乘載影响	0.888	0.893
乘客乘機素質	←	乘載影响	0.821***	0.837***
乘載危險程度	←	乘載影响	0.668***	0.679***
操作失誤概率	←	人員表現	0.810***	0.810***
工作超限時數	←	人員表現	0.524***	0.519***
業務技能水平	←	人員表現	0.651***	0.651***
操作違規概率	←	人員表現	0.834	0.836
事故發生概率	←	人員表現	0.766***	0.778***
身體健康狀態	←	人員表現	0.716***	0.742***
心理健康狀態	←	人員表現	0.621	0.625
協調配合能力	←	人員表現	0.711	0.723
組織管理能力	←	人員表現	0.781***	0.790***
安全激勵機制	←	管理水平	0.746***	0.749***
人員表現	←	管理水平	0.628***	0.638***
人員表現	←	環境保障	0.234***	0.228***
乘載影响	←	管理水平	0.422***	0.652***
乘載影响	←	人員表現	0.148	
乘載影响	←	環境保障	0.177	

注：\*\*\* $p < 0.01$

模型 2 的路徑係數如圖 5 所示，可以看到：

1) 人員表現：操作違規及失誤兩個指標的載荷均較高，這表明對於客艙不安全事件而言，操作失誤和違規都是對其起主要影響作用的指標，也是衡量客艙安全水準高低的重要評判標準。其中在人員表現中操作違規的載荷最大，這與民航局客艙不安全事件記錄統計分析結果所反映的情況是吻合的。工作超限時數、業務技能水準指標、心理健康狀態與其他指標相比載荷較低，這可能與實際運行中的狀況有關，另外管理水準和環境保障亦會使人員表現出現變化，這也是明確了，持續的培訓提升管理技巧和環境變化是影響人員表現的先決條件。故此，在《大型飛機公共航空運輸承運人運行合格審定規則》<sup>[27]</sup>（CCAR-121 部）中對客艙運行人員的資格有嚴格的要求，對於客艙運行人員的時間有明確的規定，局方近年來，也將客艙監察工作的重點放在運行資格和超時上，所以儘管大家都反映飛行疲勞，但實際上由於錯誤操作引發的客艙不安全事件在數量和影響上遠遠超過因超時而導致的，而且操作違規和失誤的根本原因，除了是身心健康和態度的問題，也是由於業務技能不熟悉而引起的，故明確對維修管理人員的資質要求作嚴格的要求和提升協調能力。

2) 管理水準：除了安全激勵機制、安全監督檢查和安全教育培訓外，其他指標的因數載荷都較大，這表明管理水準因素對於客艙運行安全而言其意義非常重大，航空公司客艙運行系統是一個非常複雜的系統，內部分工細緻且與外部各個單位聯繫密切，還有管理水準的好與壞，對環境保障、人員表現、乘載影響都有關係。因此，加強管理力度，理順各種關係，才能讓這個複雜的系統保持一個良好的運行狀態，才能把潛在的風險和不安全因素控制在可接受的範圍之內。

3) 環境保障：分為內部環境保障和外部環境保障，這大部分的指標載荷都較高，從近年顛簸傷人事件頻發可以反映出來，另外，環境保障與管理水準互為影響，也對人員表現提供了變化。

因此，加強對客艙運行中自然環境條件影響的預測和掌控成為減少此類不安全事件發生的重要手段。另一方面，飛機使用時間指標的因數載荷均較大，表明這指標能較好地作為環境保障中機器性能部分的衡量標準。其中設備型號、設備性能及飛機役齡對設備的影響，都直接體現在設備的故障率上，而這恰恰是不安全事件記錄中佔據很大比例的一部分。同時也受到環境保障、管理水準，建立良好的管理和合適的環境，有助客艙安全的提高。

4) 乘載影響：乘員安全水準和乘機素質載荷係數都比較高，原因是近年來隨著航空運輸的大眾化，包括乘載人和乘載物對航空安全的影響越來越大，也受到管理水準的優劣所影響。首先是乘載人員身份日趨複雜，乘機素質也參差不齊，其次，乘載物的危險性也是日新月異，這些都是產生安全隱患的條件。

## 4 結論

在實際使用時，客艙安全評估系統儘可能使用多樣化、簡單可行且客觀公正的檢查評估方式。因此，基於上述研究，本評估系統對於 30 個評估指標採用以下 7 種評估方式：1) 由客艙安全檢查員按照民航局飛行檢查標準使用檢查單進行跟班飛行檢查；2) 由檢查組按照評估檢查單對航空公司進行實地檢查；3) 被評估公司填寫公司報告表格；4) 通過採集記錄器中的資料對客艙運行品質進行檢查；5) 由檢查組出題對有關人員特別是客艙安全運行人員進行考試；6) 系統給出個人意見單分發到基層單位，由公司群眾對公司安全現狀、安全管理等專案進行評分；7) 由檢查評估人員對被評估單位的人員進行隨機的實地訪談。

客艙安全管理提升方面，要不斷加強客艙運行人員安全意識的培養和差錯管理方法的學習，強化業務技能的訓練，培養具備良好安全意識和業務技能的客艙人員，降低客艙不安全事件發生的概率。設備的保養維護工作是保證飛行和客艙

附表 1：預警指標量化表

影響	評估要素	評估指標	量化方法
人的因素	個人素質	身體健康狀態	根據民航體檢標準，運用評分法得到分數，換算成比值
		心理健康狀態	根據民航心理測試標準，運用評分法得到分數，並換算成比值
		工作超限時數	空勤：當月 / 當年飛行超限時數 = 當月 / 當年飛行時數 -110/1100；地勤人員：當日工作超限時數 = 當日工作時數 -8
	工作技能	業務技能水準	技術考核不合格率 = ( 考核不合格的客艙運行人員數 / 執行客艙相關任務的人數 )x100%
		協調配合能力	可以通過對子指標：管理作風民主性、分工合理性及配合的主動程度，運用打分法得到。
		組織管理能力	可以通過對子指標：計畫、組織、領導、控制四個方面，運用打分法得到。
	工作效果	操作失誤概率	可從飛行品質監測資料分析處置失誤次數得出。操作違規率 = ( 違規操作事件次數 / 航班次數 )x100%
機器因素	飛機狀態	飛機廠家型號	可通過機務和簽派以及客艙專家打分法獲取。
		飛機使用時間	此項指標可從機務相關記錄資料得出。
	設備影響	安全設備情況	此項指標可從機務相關記錄資料分析得出。
	維護情況 自然環境	設備未達成率	可從機務相關記錄資料分析得出。客艙設備未達成率 = ( 客艙設備未達標數量 / 參與考察的客艙設備總數 )x100%
環境保障	維修保障	維修差錯概率	客艙維修差錯率 = ( 客艙故障數量 / 參與考察的客艙設備總數 )x100%
	自然環境	航路天氣狀況	可通過氣象預報資料與放行標準對比，進行打分來得到。
		航線其他情況	可通過飛行資料與放行標準對比，進行打分來得到。
	保障環境	空管保障能力	可通過量表打分來獲取
		機場管理能力	可通過量表打分來獲取
		內部保障能力	可通過量表打分來獲取
		外部保障能力	可通過量表打分來獲取
	安全環境	空防安全事件	以局方事故劃分標準來確定
	管理效果	事故發生概率	事故發生率 = ( 原因事件次數 / 當年不安全事件總數 )X100%
管理因素	計畫監督	安全綜合計畫	可通過德爾菲法獲得
		安全標準規章	通過局方檢查記錄來確定安全規章的完善程度
		安全監督檢查	可通過年度，月度檢查次數確定
	安全組織	安全機構設置	按規章的標準，通過問卷調查評分來獲取。
	安全文化	安全激勵機制	可通過問卷調查，訪談法確定。
		領導重視程度	此項指標可通過客艙安全管理相關人員量表調查來得到。
	安全教育	安全教育培訓	可對相關人員使用問卷來評估其對安全知識的熟悉程度來確定。加上安全會議和培訓的次數。
	信息能力	資訊處理能力	安全資訊處理能力 = 已處理的安全資訊 / 全部的安全資訊 × 100%;
乘載因素	人員素質	乘客乘機素質	此項指標可通過機組人員對旅客的表現打分來得到。
		乘客應急能力	可對旅客使用問卷法或者訪談法來評估旅客對應急處理知識的熟悉程度確定。
	危險程度	乘載危險程度	可通過對特殊旅客人數、超大的行李件數、乘載危險品的危險性等級用綜合打分法來取得



	要素說明	指標等級（10分制）					單位	週期
		優>8	良6~8	中4~6	差2~4	劣<2		
	衡量相關人員是否具備完成任務的基本身體條件	> 95	80 ~ 95	60 ~ 80	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量相關人員是否具備完成任務的基本心理條件	> 95	80 ~ 95	60 ~ 80	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量相關人員超限工作的情況，反映疲勞程度；	< 90	90 ~ 100	1 0 0 ~ 110	1 1 0 ~ 115	> 120	%	
	用來衡量相關人員的業務技能水準；	100	80 ~ 90	60 ~ 80	< 60	< 50	%	
	用來衡量相關人員分工合理性及配合默契程度；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量相關人員的組織管理能力；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量相關人員的組織管理能力；	< 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	> 20	%	
	用來衡量飛機性能對客艙安全的影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用飛機役齡來衡量性能衰減對安全的影響；	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30	> 30	%	
	用來衡量在正常和緊急情況下客艙安全設備對客艙安全的影響；	100	95 ~ 100	90 ~ 95	85 ~ 90	< 85	%	
	用來衡量未達目標客艙設備對客艙安全的影響；	0	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 15	> 15	%	
	用來衡量機務客艙設備維修品質以及失誤或漏洞等因素對客艙安全的影響；	< 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	> 20	%	
	衡量飛機在運行時自然條件因素對客艙安全的客觀影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	衡量飛機在運行時航路其他客觀條件對客艙安全的影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量空管的硬體品質和技術保障水準；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量機場地面設備保障能力對客艙安全的影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量航空公司內部各保障單位保障能力對客艙安全的影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量航空公司外部各協定保障單位的保障能力對客艙安全的影響；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	此項指標衡量社會環境的穩定程度、航空安防工作的成效對客艙安全的影響；	0	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 15	> 15	%	
	用來衡量相關人員的工作效果，反映差錯情況；	< 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	> 20	%	
	用來衡量航空公司客艙安全運行計畫和安全預案的完善程度；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量航空公司客艙安全標準規章的完善程度；	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	< 60	%	
	用來衡量航空公司客艙安全運行相關的監督檢查有效程度；	4	3	2	1	0	%	
	衡量航空公司組織結構，尤其是公司客艙安全運行管理機構設置的合理性；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航空公司的客艙安全激勵機制的完善程度；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航空公司管理層對客艙安全的看法和態度；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航空公司對客艙安全教育的投入多寡；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航空公司對危險資訊的處理能力；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航班旅客個人綜合素質對客艙安全的影響程度；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航班旅客特情處置能力對客艙安全的影響程度；	> 80	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	< 50	%	
	用來衡量航班中包括特殊旅客和特殊貨物等乘載物對客艙安全的影響程度；	< 50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 80	> 80	%	

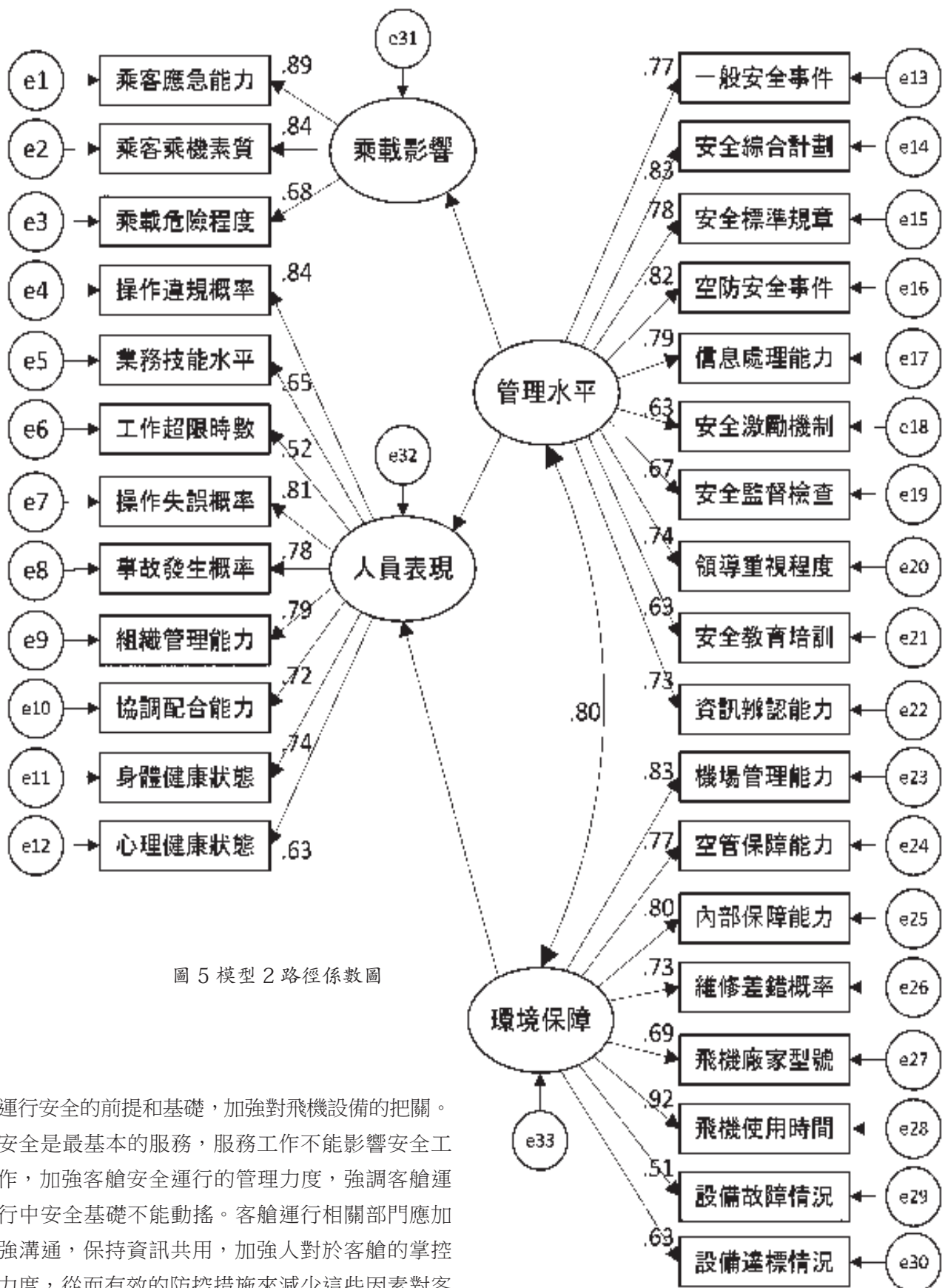


圖 5 模型 2 路徑係數圖

運行安全的前提和基礎，加強對飛機設備的把關。安全是最基本的服務，服務工作不能影響安全工作，加強客艙安全運行的管理力度，強調客艙運行中安全基礎不能動搖。客艙運行相關部門應加強溝通，保持資訊共用，加強人對於客艙的掌控力度，從而有效的防控措施來減少這些因素對客艙運行安全的影響。

## 參考文獻

- [1] 江東.飛艇:自主飛行的方舟[J].大飛機,2012(02):90-91.
- [2] 民用航空[J].國際航空,1999(06):3-5.
- [3] ICAO. Latest edition of ICAO Safety Report confirms 2017 as aviation's safest year [EB/OL]. (2017) [2020-6-03]. <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/Latest-edition-of-ICAO-Safety-Report-confirms-2017-as-aviation-safest-year.aspx>.
- [4] 中國民用航空局.2018年民航行業發展統計公報[R]. 中國:中國民用航空局, 2019.
- [5] 王燕青,周紅月. 民航客艙安全疏散能力模糊綜合評價[J]. 中國安全生產科學技術, 2011,9:165-169.
- [6] 嚴文婷. 風險管理在民航客艙安全管理中的應用[J]. 內江科, 2013,34(08):21-22+24.
- [7] 李紅毅. 民航客艙安全管理中風險管理模式的應用探索. “決策論壇——管理科學與工程研究學術研討會” 論文集(下). 2016年06月25日, 北京.《決策與資訊》雜誌社、北京大學經濟管理學院, 2016:171.
- [8] 于蓉. 民航客艙安全文化初探[J]. 民航管理, 2015(08):18-20.
- [9] 崔振新,趙慶濤. 民航旅客客艙不安全行為影響因素研究[J]. 安全與環境學報, 2018,18(03):993-997.
- [10] 王漢滋,杜紅兵,賈曼. 民航飛機客艙乘務員應急處置能力分析[J]. 科學技術與工程, 2019,19(31):407-412.
- [11] 李青. 民航客艙乘務員在飛行安全中的作用探討[J]. 企業改革與管理, 2019,(02):99+101.
- [12] 柳智慧. 民航飛機客艙設備選型的研究和思考[J].中國民用航空, 2008(10):90-91.
- [13] 熊力. 民航客機客艙內無線通信設備天線輻射干擾危害研究[J]. 電子製作, 2016(11):47+50.
- [14] 沈巧. 風險管理在民航客艙安全管理中的有效應用[J]. 現代經濟資訊, 2019,(10):386.
- [15] FSF Editorial Staff. Generic Checklists Focus Response to In-flight Dangerous-good Incidents.,[EB/OL]. (2005-1) [2020-7-29]. [https://flightsafety.org/ccs/ccs\\_jan-feb05.pdf](https://flightsafety.org/ccs/ccs_jan-feb05.pdf).
- [16] 徐小杰,呂海霞,宋建麗.事故致因理論發展現狀研究[J].航空標準化與質量, 2019(06):42-45.
- [17] 趙立祥,劉婷婷. 海因里希事故因果連鎖理論模型及其應用[J]. 經濟論壇, 2009(09):94-95.
- [18] 歐陽帆. 基於博德事故因果連鎖理論的內河水上交通事故成因分析[J]. 水運管理, 2007(12):31-33+35.
- [19] 尚莉. 典型化工設備事故致因機理及其管控研究[D].石河子大學, 2014.
- [20] 劉金玲,張傳興. 從“瑞士乳酪理論”看血液質量與安全建設的重要性[J]. 中國輸血雜誌, 2012,25(S1):165.
- [21] 崔振新,趙慶濤. 民航旅客客艙不安全行為機理研究[J]. 中國民航大學學報, 2018,36(02):45-49.
- [22] 彭忠.運用人一機—環境系統工程理論提高系統的安全性[J].工業安全與防塵, 1990(04):26-29.
- [23] 趙荔. 航空公司人力資源預警機制研究[D]. 湖北: 武漢理工大學,2006.
- [24] 崔振新,趙慶濤. 民航旅客客艙不安全行為機理研究[J]. 中國民航大學學報, 2018,36(02):45-49.
- [25] 張朋鵬. 航空公司安全績效評價研究[D]. 中國民航大學,2008.
- [26] ICAO. 全球航空安全計劃[EB/OL]. (2016) [2020-6-03]. [https://www.icao.int/safety/GASP/GASP%20Library/Previous%20GASP%20documentation/2017-2019%20Edition/10004\\_zh.pdf](https://www.icao.int/safety/GASP/GASP%20Library/Previous%20GASP%20documentation/2017-2019%20Edition/10004_zh.pdf).
- [27] 中國民用航空局.《大型飛機公共航空運輸承運人運行合格審定規則》第五次修訂的解讀[EB/OL]. (2017-10-09) [2020-6-6]. [http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/ZCJD/201710/t20171009\\_47121.html](http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/ZCJD/201710/t20171009_47121.html).

### 學生活動

## 澳科大人文藝術學院學生榮獲“文科杯”大學生景觀設計優勝獎

由深圳文科園林股份有限公司、廣東園林學會聯合舉辦的第七屆“文科杯”大學生景觀設計大賽近日圓滿落幕，由澳門科技大學人文藝術學院景觀設計專業本科生鄒淇凱榮獲大賽優勝獎，指導老師為人文藝術學院馮晶磊講師。

比賽是各地高校通力合作促成的專業性比賽，迄今共舉辦了七屆。今年大賽的主題是“從‘城市動脈’到‘城市靜脈’”。學生鄒淇凱在 300 餘幅參賽作品中脫穎而出，榮獲本屆大賽優勝獎。他創作的獲獎作品《飛鳥與海浪》將“飛鳥”和“海浪”的元素提取到設計中，以波浪形狀為場地主線，用翅膀的護河呈現河道修復；融會貫通地運用專業素養，展現了澳科大設計專業師生的風采。鄒淇凱表示一直有關注“文科杯”大學生景觀設計大賽，該比賽提供給景觀設計相關專業的高校學子一個展示個人風采與能力的廣闊舞台，也點亮了他們心中的夢想。