

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 飛安督導計畫之系統化分析與發展(III)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-009-034-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

計畫主持人：汪進財

計畫參與人員：鍾易詩、梁維方、王美婷

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 8 月 26 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

飛安督導計畫之系統化分析與發展 (III)

Systematic Analysis and Development of a Safety Auditing Program (III)

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：93-2211-E-009-034

執行期間：93年8月1日至94年7月31日

計畫主持人：汪進財

共同主持人：

計畫參與人員：鍾易詩、梁維方、王美婷

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

中華民國九十四年八月二十六日

## 摘要

為確保安全的飛航環境，發展一評估飛安績效並能有效發掘潛在風險之分析系統乃一不可或缺之環節。本研究由失事肇因、系統組成、事件形成與系統運作等不同觀點釐清飛航安全系統之特性，透過系統各層級與各活動關係之釐清，進而建構一個完整性與層級性的航空公司飛安系統架構與評估模式。根據所提之架構與模式，一一探討各系統層級之飛安影響因素，研擬對應之績效品質評量指標，建立飛安系統之衡量模式。本研究同時針對民航局安全查核員進行焦點團體討論與問卷調查，以檢視指標之完整性與合適性，並評估各指標之權重。為能確實反應飛安系統之架構中各因素之關聯性，以有效發掘系統問題之根本，本研究進一步以結構化方程模式為基礎，研擬模式構建、系統解析與問題改善之方式。最後，基於完整之系統模式架構與給定之假設性參數，透過數值案例呈現本研究所研提之系統解析與問題改善方式。結果顯示，本研究研擬之系統安全分析模式確能運作，並可作為診斷航空公司安全品質與健康之有效工具。

**關鍵字：**航空安全、航空公司查核、風險分析、安全評估、飛航運作。

## Abstract

To ensure a safe aviation environment, developing an analytic system to assess the safety performance and discover the potential hazards of airlines is a must. This study begins with clarifying the characteristics of aviation safety system through different viewpoints— accident causes, system components, accident formations and system operations. It follows to construct a comprehensive and hierarchical framework of airline safety system. On the basis of the proposed framework, the affecting factors in each level of the hierarchical structure were explored one by one, and their corresponding indicators and measurements were drawn up respectively. Furthermore, to examine the completeness and appropriateness of the indicators, a survey of safety inspectors' perception so as to obtain the weights between the factors, an important step for development of the assessment system, is devised. Meanwhile, in order to clearly represent the framework and effectively discover the interrelationship among factors of the system, the methodology of Structural Equation Model (SEM) is adopted, and the processes of model construction, safety analysis and problem improvement are brought up. Finally, on the basis of constructed model frameworks and given parameters, numerical cases were illustrated. The demonstration reveals that with the proposed system, the airline safety health could be thoroughly reviewed; drawbacks are found and recommendations are made.

**Keywords:** Aviation Safety; Airline Audit; Risk Analysis; Safety Assessment, Flight Operation.

## 一、前言

為提升飛安查核作業之分析成效，以有效發掘航空公司飛安系統之潛在危險，美國聯邦航空總署針對飛安查核作業建立飛航查核作業報告暨記錄系統(Program Tracking and Reporting System, PTRS)，進而結合飛航安全分析系統(Aviation Safety Analysis System, ASAS)之飛航事件分析資料，透過科學化、標準化之方式發展飛安績效分析系統(Safety Performance Analysis System, SPAS)，充分有效地運用與分析相關查核資料與結果，提供飛航安全相關部門進行飛安管理措施之參考、發展方向之規劃及資源配置之運用。FAA 認知到不僅所有查核運作流程應加以妥善整合成一系統，而且航空公司飛安系統之評估亦為提升飛安最有效之方式；其所發展之航空運輸監督作業系統(Air

Transport Oversight System, ATOS), 並於 1998 年 10 月由美國前十大航空公司開始施行 (FAA, 2004)。

飛安評量指標為衡量航空公司飛安績效之依據，亦為飛安分析系統之核心，良好之飛安指標應能診斷航空公司真實的安全健康(Safety Health)，協助管理者或監督者發掘潛在之危險。然而，Reason(1997)指出許多評估航空公司飛安績效的指標，基於計算上易於量化且明確易懂的考量，仍著重於整體系統的表徵，由疏失、事件與事故等件數去評估航空公司的安全性，並試圖找出可能肇因，不過此法並不能達到安全改善與提升之目的，甚至往往造成對安全品質的誤解；若要適切詮釋與探求航空公司的飛安體質，應由航空公司內部飛安系統著手評估。

不過，由於各種可能導致飛安的因素繁多，而且其關係交錯複雜，訂定明確且有效之飛安績效與風險衡量指標實為相當困難之工作。因此，如何藉由系統性的評量與分析方式，建立一良好飛安分析系統與評估模式，為診斷航空公司真實安全健康(Safety Health)，以及協助管理者或監督者發掘潛在危險所不可或缺者。其中包括：(1)徹底釐清飛安系統之體系，以深入探討航空公司飛安績效之影響因子；(2)構建系統性與層級性之飛安分析構面，以全面解析航空公司飛安體質；(3)擬定完整且可操作之飛安評量指標，以確實發掘航空公司潛在危險；(4)確實掌握飛安評量指標資料之內容與來源，以邏輯性、系統性的方式建構飛航安全績效衡量指標與分析模式，以適切反映航空公司的飛安體質。

## 二、研究方法

建立航空公司飛安評量指標與風險分析模式之重點，在於如何構建井然有序的指標架構，適切反應航空公司各層級與環節之飛安健康狀況。層級工作分析法(Hierarchical Task Analysis, HTA)為建立系統層級架構常用之方法，其目的在建立系統層級構面、各構面影響因素、因素間交互關係與系統運作組成等。如實(As-is)工作流程方法則係針對單一活動(Activity)之內涵，解構該活動組織人員、工作程序、工作項目與工作結果，進而檢視其充分性與完整性，以作為工作流程改善之依據。服務藍圖法(Service Blueprints)，係以工作處理之程序與步驟為主軸，將所有運作項目系統化串連，進而邏輯化綜整為圖像運作流程圖，可提供系統設計者檢核與分析其運作之完整性與嚴謹性。因此，本研究運用如實工作流程方法與服務藍圖法，檢視飛航安全管理系統之資料內涵及其機制設計之完整性，針對不足之處，強化飛安控制之風險分析指標，並把握「明確」、「可觀察」的原則研擬適切之資料蒐集項目，再參酌線上查核人員之觀點加以修正。最後，則以系統層級架構之概念，綜整成一可運作之航空公司飛安健康評估模式。

此外，為使所建立之飛航安全績效與風險衡量指標架構能確切評量航空公司健康體質，並且符合實務上使用需求，本研究進一步運用焦點團體討論之方法，透過航務、適航與客艙安全查核員實際從事查核工作之經驗，針對工作層級分析法所研擬之系統指標架構，進行指標架構之修正，確認各指標之適切性與可行性，並評量各指標與因素之影響權重，以作為模式構建與績效評量之依據，同時也作為架構結構方程式及衡量各因素間交互關係之基礎。

### 三、飛安系統構面

就飛安系統之評量構面—績效層面、環境層面、組織層面與活動層面而言，績效層面為航空公司之外部表徵，如失事、意外與危險等事件，或是自我報告系統與顧客抱怨管道等通報案件，而其餘三項層面為航空公司內部體質：環境層面之自然環境、運作環境與管制環境，為航空公司經營運作之外在與先天條件，限制著航空公司飛安水準，並影響組織層面與活動層面之績效；組織層面之安全管理、事業管理與財務管理，為航空公司飛安動能之根基與飛安運作之核心，亦為調和與處理環境層面因素對活動層面因素影響之中介層；活動層面之作業活動與管理活動，為航空公司內部提供飛航服務與維持安全水準的實質措施，直接影響著航空公司飛安績效的表現。此四層面之妥善結合，即可充分反映航空公司飛安系統之全貌，作為評量航空公司飛安績效之適切構面，有利於掌握飛航安全系統之各重要環節，發掘各項潛在危險因子，達到消弭失事與意外事件於未然之功效。因此，飛安系統架構中，航空公司內部體質之各層面因子，其交互影響關係可綜整如圖 1 所示。

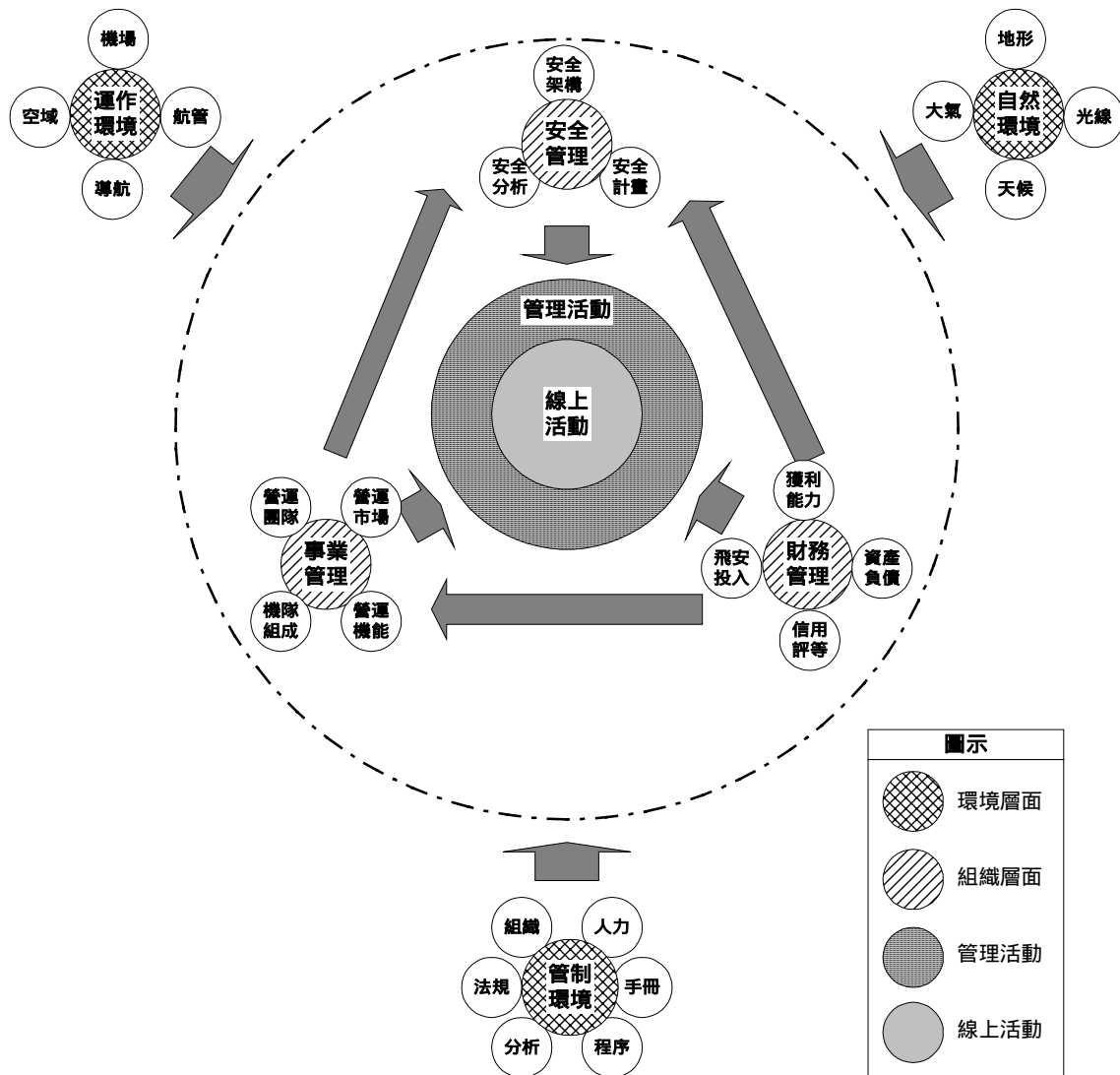


圖 1 飛安系統構面關係架構

#### 四、系統構面影響因素

針對各影響構面，深入探討影響航空公司飛安績效與風險之因素，釐清各因素對於飛安系統整體績效之可能影響原因與方式，以及評量時需注意之關鍵項目，確切掌握各構面之飛安影響因素意涵，以作為後續探討航空公司飛安風險分析系統之基礎，以及進一步研擬評量指標與風險分析架構之依據。依據前一節所研擬之系統評量構面，探討影響航空公司飛安績效與風險之因素，茲將各層面之影響因素與評量要點綜整於表 1 至表 4。如此，不僅能適切釐清各因素對於飛安系統整體績效之可能影響原因與方式，以及評量時需注意之關鍵項目，更可作為後續進一步研擬評量指標與風險分析架構之基礎。

表 1 績效層面影響因素與評量要點

層面	主構面	次構面	影響因素	評量要點
績效層面	-----	-----	飛安事件 飛安通報	事件風險性

表 2 環境層面影響因素與評量要點

層面	主構面	次構面	影響因素	評量要點
環境層面	自然環境		大氣 地形 光線 天候	飛航威脅性
	運作環境		機場 航管 導航 空域	設施健全性 飛航服務性
	管制環境		法令規章 查核組織 執行人力 指導手冊 運作程序 資訊分析	查核確實性

表 3 組織層面影響因素與評量要點

層面	主構面	次構面	影響因素	評量要點
組織層面	財務管理		獲利能力 資產負債 信用評等 飛安投入	財務健全性 財務穩定性
	事業管理	營運團隊	股權 高層主管 董監事	公司成熟性 股權組成性 高層適職性 高層穩定性
		營運市場	營運年期 營運規模 航網特性	市場熟悉性 市場穩定性
		營運機能	人員訓練 航機維修 地面勤務 外站設施 契約管理	機能健全性 機能穩定性
		機隊組成	航機機齡 機種組成 使用負荷 租賃管理	機隊適航性 機隊穩定性 機隊管理性
	安全管理	安全架構	目標 範圍 組織 文化	目標明確性 範圍周延性 組織健全性 文化和諧性
		安全計畫	系統組件 工作流程 操控裝置	計畫齊備性 組件完整性 流程明確性 操控嚴謹性
		安全分析	機制設計 資料蒐集 風險分析 風險門檻	機制健全性 資料齊全性 分析系統性 門檻合理性

表 4 活動層面影響因素與評量要點

層面	主構面	次構面	影響因素	評量要點
活動層面	管理活動	人員管理	甄選 訓練 考核	設計適宜性 執行確實性
		文件管理	制訂 修改 審核	設計適宜性 執行確實性
		設施管理	配置 檢修 維護	設計適宜性 執行確實性
		控制管理	督導 通報 追蹤	設計適宜性 執行確實性
活動層面	線上活動	飛航作業	工作人力 技術文件 使用設施 作業控制	人員適職性 文件充足性 設施有效性 控制確實性
		維護作業	工作人力 技術文件 使用設施 作業控制	人員適職性 文件充足性 設施有效性 控制確實性
		簽派作業	工作人力 技術文件 使用設施 作業控制	人員適職性 文件充足性 設施有效性 控制確實性
		地勤作業	工作人力 技術文件 使用設施 作業控制	人員適職性 文件充足性 設施有效性 控制確實性



## 五、系統評量指標

### 5.1 指標研擬

為模式操作所需，依據圖 1 之飛安系統架構與表 1 至表 4 之各層面影響因素與評量要點，進一步篩選與整合飛安評量指標相關文獻(GAIN, 2000; FAA, 2004; Chang and Yeh, 2004)，研擬相應之評量指標及準則。以績效層面之評量指標為例，示如表 5。

表 5 績效層面之初擬評量指標

指標編號	評量準則		準則說明	指標得點
(1)	失事事件發生率	發生次數/百萬起降架次 -20 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(2)	重大意外事件發生率	發生次數/百萬起降架次 -10 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(3)	意外事件發生率	發生次數/百萬起降架次 -5 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(4)	地安事件發生率	發生次數/百萬起降架次 -2 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(5)	空中關車發生率	發生次數/百萬起降架次 -2 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(6)	空中回航發生率	發生次數/百萬起降架次 -2 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點
(7)	其他事件發生率	發生次數/百萬起降架次 -2 年	發生率越低，表示安全績效表現越佳	低於平均值 15% : 1 點 平均值±15% : 2 點 高於平均值 15% : 3 點

此外，由於評量指標之目的在於反映安全影響要素之安全水準，然而各評量指標之準則與尺度不盡相同，所以必須經由指標評點之方式單位化指標評量尺度與級距，並使各指標具有一致之評量意涵；因此，本研究依據各指標之特性，以各營運地區或機隊之平均數值為基準，予以單位化調整；如準則數值介於平均數值或設定風險門檻數值之±15%區間內則視為「標準」且評點為 2，高於平均數值區間則視為「危險」且評點為 3，而低於平均數值區間則視為「安全」且評點為 1。如此，各評量指標便能反應對等之安全程度，有助指標評量意涵之判讀。

### 5.2 指標確認

為使本研究所建立之飛航安全績效與風險衡量指標架構能確切評量航空公司健康體質，並且符合實務上使用需求。因此，進一步運用問卷調查之方法，透過航務、適航與客艙安全檢查人員實際從事查核工作之豐富工作經驗與充足學識涵養，確認兩項議題：一為所研擬之各項實際評量指標是否能適切詮釋所對應之飛安評量構面，亦即指標之解釋能力；另一為各飛安構面對於航空公司飛安績效之影響程度為何，亦即各構面之

相對重要性。有關指標構面層級與問卷設計架構如圖 2 所示。

上述層級架構透過指標與權重之運作可簡單有效的評估航空公司之飛安績效，為進一步分析各因素間之交互作用，本研究亦應用結構方程式之理論進行各構面因素間更深度之分析。結構化方程式之概念是由早期之多變量分析方法而來，主要為針對研究模式結構合理性之驗證，其運用一連串聯立方程式，架構各變數間之因果過程與影響關係。由於結構化方程式本身就適合用於驗證研究模式架構之正確性與合理性，並且可用以探究衡量指標與危險因子間之權重與交互影響關係，所以適用於構建與校估飛安風險分析之模式架構。

## 六、結構模式之架構

釐清飛安管理核心系統—線上活動層、安全計畫層與安全架構及分析層之層級架構與交互關係後，為進一步有系統性地構建層級、層間與整體之飛安系統結構模式，以更精緻地分析各因素間之關聯性。以下，以飛行資訊相關之活動包括—FI(1)：「航機與組員適航確認」、FI(2)：「飛航資料蒐集」、FI(3)：「飛行計畫擬定」與 FI(4)：「飛行計畫簡報」為例，具體呈現系統構建之方式與結構模式之架構。

### 6.1 層級結構模式

#### 1. 線上活動

依據線上活動之解構，飛行資訊相關活動之交互間運作關係為：「航機與組員適航確認」活動藉由飛航紀錄、維修紀錄與航機狀況資料，以及組員資格條件與組員名單，確認相關適航條件符合後進一步執行「飛行計畫擬定」活動。而「飛行計畫擬訂」活動，其輸入介面除來自「航機與組員適航確認」活動外，尚須「飛航資料蒐集」活動所蒐集之飛航資訊，若飛航資料超過時效或不足時，則需要補充飛航資料。待完整之飛航計畫擬妥，則進行「飛行計畫簡報」活動，告知飛行組員飛航相關資訊；若飛行員認為飛行計畫不周延或超過時效，則需重新研擬飛行計畫。因此，對於飛行資訊相關活動而言，其主要活動影響關係為 FI(1)至 FI(3)、FI(2)至 FI(3)與 FI(3)至 FI(4)，至於飛航資料重新蒐集與飛行計畫重新研擬等要求，為作業誤失之補救措施，並非既定之互動關係，所以 FI(3)至 FI(2) 與 FI(4)至 FI(3)可視為次要結構關聯，如圖 3 所示。

航空公司  
飛安健康

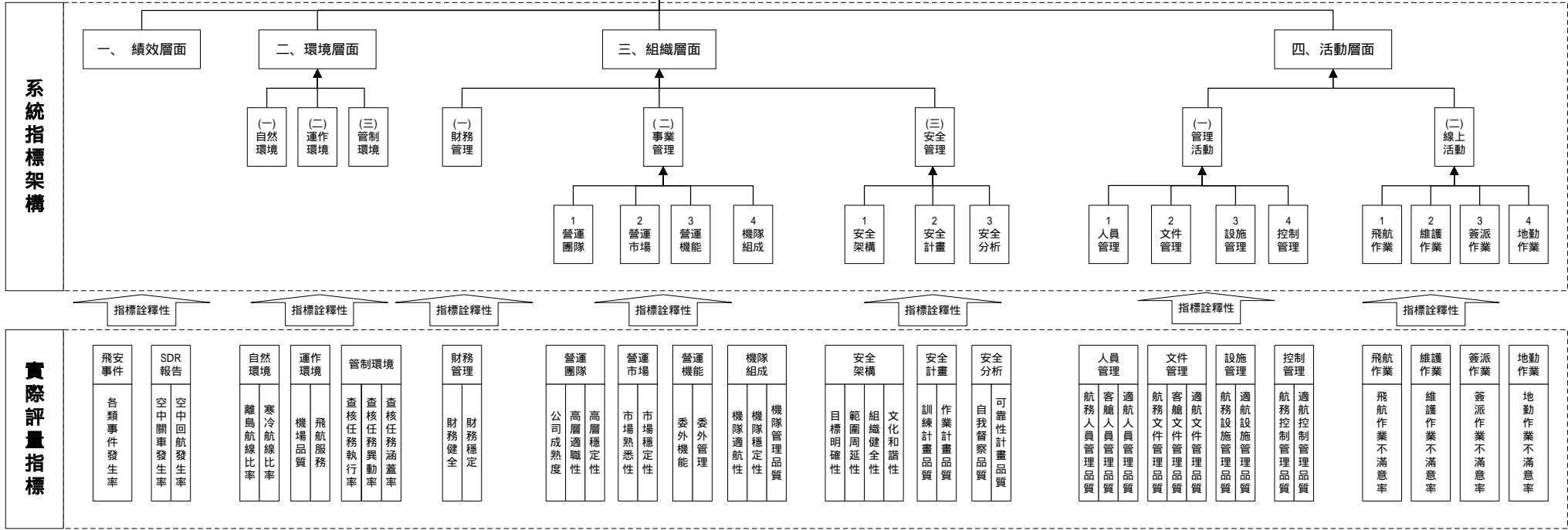


圖 2 指標構面層級與問卷設計架構

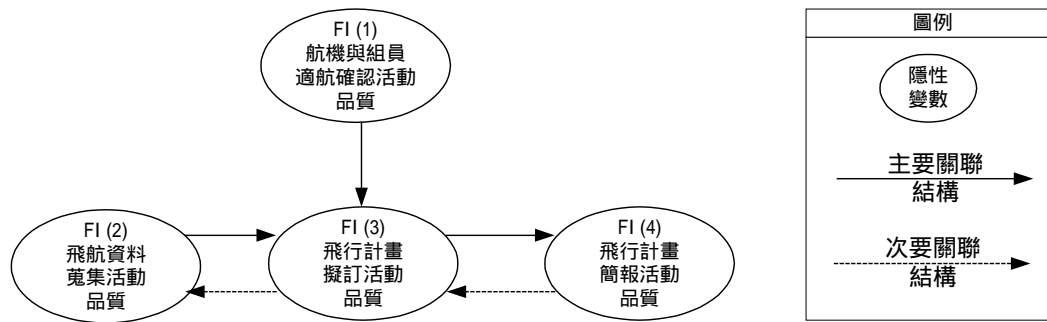


圖 3 線上活動層結構模式

## 2.安全計畫

安全計畫分為兩類型—「機制」類之人員管理、文件管理與設施管理等安全計畫，以及「控制」類之控制管理安全計畫，前者較著重於線上活動品質改善之執行步驟，而後者著重於計劃與檢核步驟。根據先前之探討，其互動關係可分為兩種型態，一為「機制」類安全計畫與「控制」類安全計畫之互動，亦即控制管理安全計畫發現問題並擬訂改善計劃，透過人員管理、文件管理與設施管理等安全計畫予以執行與改善，再藉由控制管理安全計畫持續檢核與監督施行之成效；另一為人員管理、文件管理與設施管理等安全計畫間之互動，如起降程序重新設計，除文件管理安全計畫須更新原有之飛航操作手冊與發佈飛航公告，並由人員管理安全計畫另需施行模擬操作訓練並考核成效。由上述探討可知，安全計畫間之互動關係屬於資訊傳遞與協調合作，對於彼此之安全品質雖有影響，但無直接之命令或支配關係，因此計畫間之路徑皆應為次要關聯結構，如圖 4 所示。

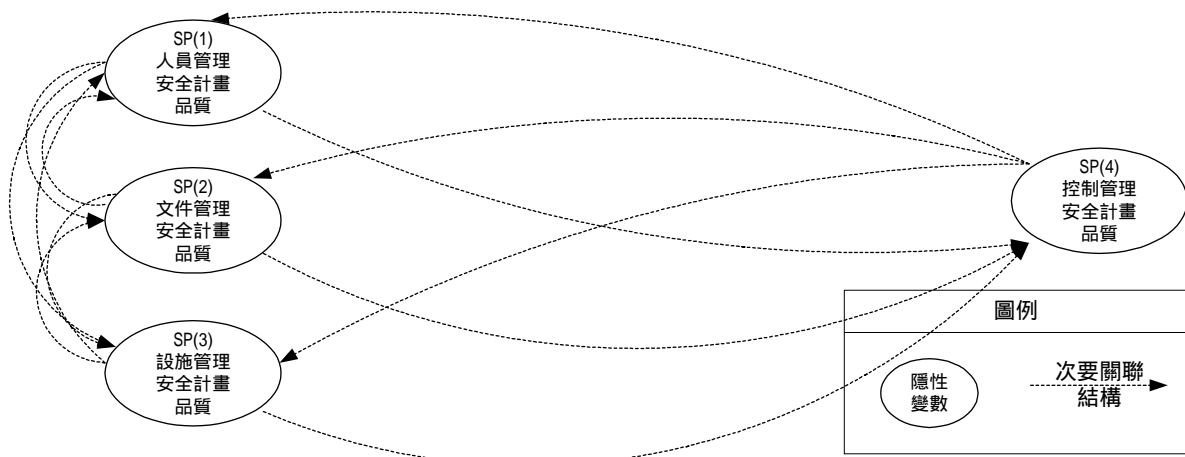


圖 4 安全計畫層結構模式

## 3.安全架構及分析層

就飛安管理之運作機制而論，安全架構與安全分析對於安全計畫之關係，相似於「機制」類安全計畫與「控制」類安全計畫對於線上活動之關係，唯所屬系統層級不同與涵蓋範疇相異。兩者之關係亦如「機制」類安全計畫與「控制」類安全計畫間之互動一般，不同處在於安全架構為整體安全管理機制運作之基礎，主導安全分析品質之良莠，而安全分析僅在給予安全架構相關回饋訊息；因此，

前者之影響關係可視為主要關聯結構，而後者為次要關聯結構，如圖 5 所示。

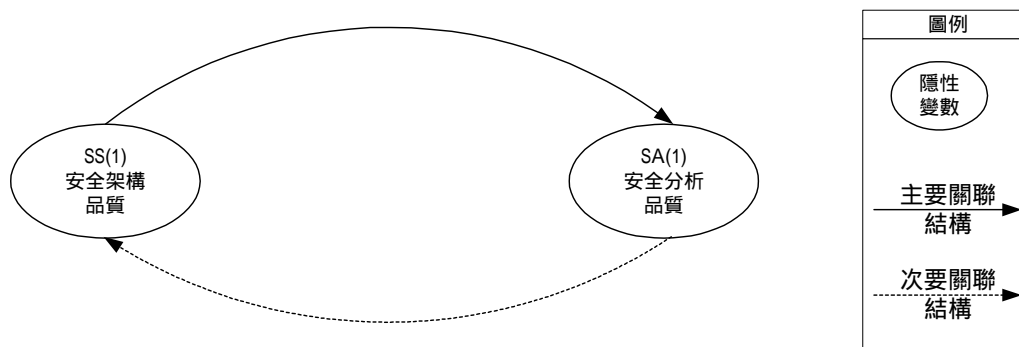


圖 5 安全架構及分析層結構模式

## 6.2 層間結構模式

層級結構模式中，安全架構及分析位屬最上層，其中安全架構為組織內所有線上活動與管理活動之動力來源，亦為飛安管理運作機制之基礎，影響所有層面之安全規劃品質；而安全分析為系統執行安全控制與安全提升之中樞，其藉由主動蒐集之資訊或各項安全計畫所回饋之報告，分析後回饋至上層之安全架構或相關安全計畫，進行安全計畫或線上活動之品質提升。「機制」類安全計畫與「控制」類安全計畫，即如安全架構與安全分析之運作關係一般；「機制」類安全計畫主要負責線上活動或安全計畫中人員、文件與設施等機制要素之品質維持、修正或提升，而「控制」類安全計畫，主要負責線上活動或安全計畫運作之監控，由其中發掘問題之根源，主動糾正作業之疏失，或是與其他安全計畫協同，改善線上活動或安全計畫之品質。此種蒐集資訊進行分析，進而研擬改善措施之作法，即為 PDCA 循環之精神，亦為持續提升飛安之動力。除上對下之問題改善與安全提升，以及安全架構和安全分析間與各項安全計畫間之合作互助關係外，線上活動層對安全計畫層或安全計畫層對安全架構及分析層間，主要負責運作資訊或作業報告之上傳，以及回饋改善計劃施行成效之訊息；雖說，這些資訊為問題發掘之依據，然而就全面品質管理之觀點，其影響程度可視其為次要結構關聯。因此，線上活動層與安全計畫層、安全計畫層與安全架構及分析層，以及線上活動層與安全架構及分析層間之層間關係，如圖 6 至圖 8 所示。

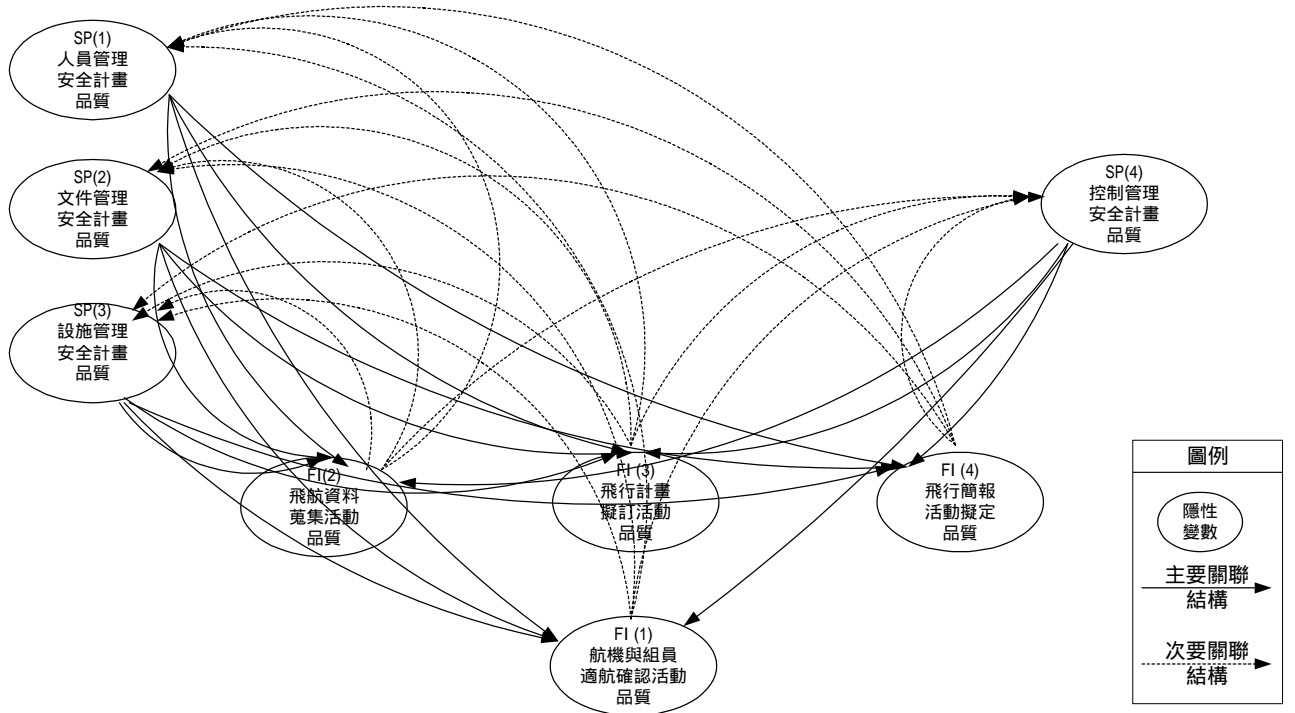


圖 6 線上活動層與安全計畫層間結構模式

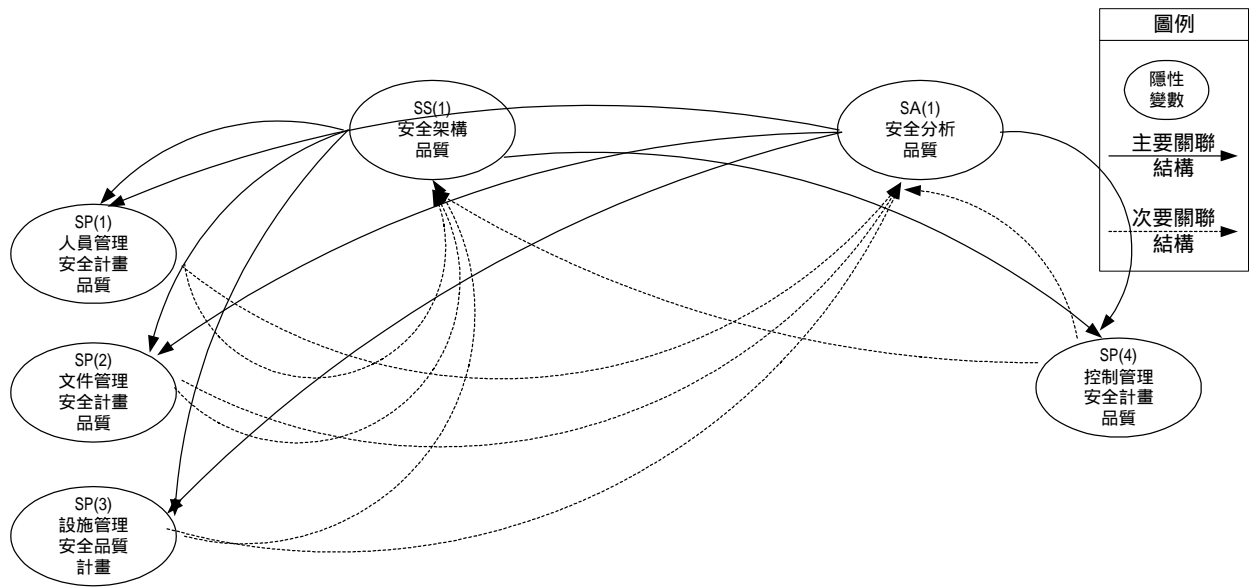


圖 7 安全計畫層與安全架構及分析層間結構模式

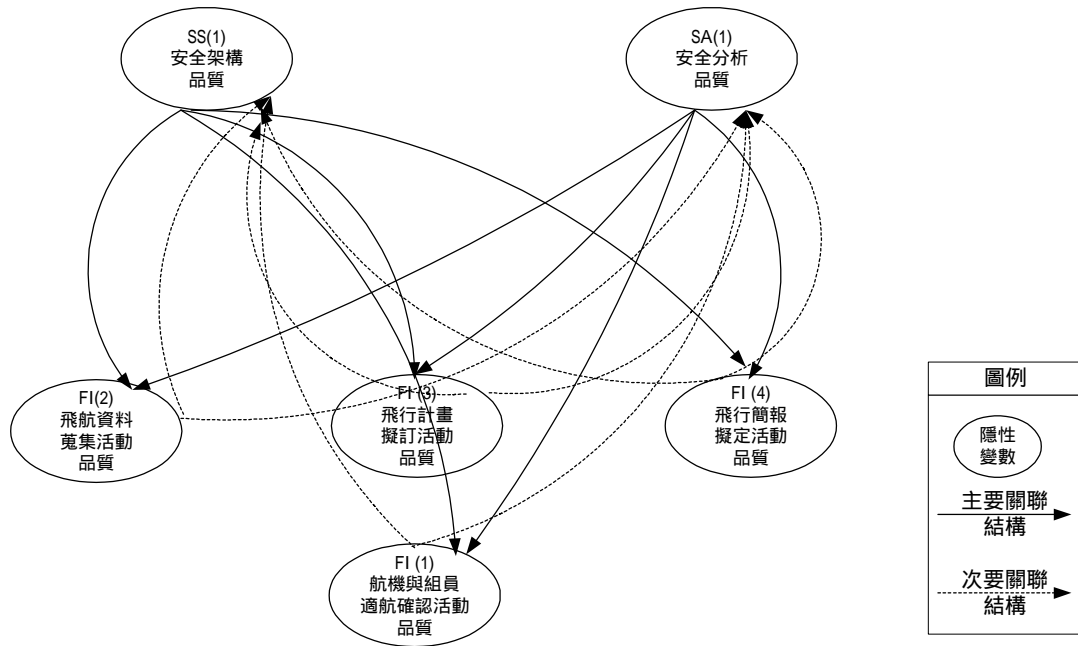


圖 8 安全架構及分析層與線上活動層間結構模式

### 6.3 完整結構模式

整合圖 3 至圖 8 之層級與層間關係結構，則完整之飛安分析系統結構模式即如圖 9 所示。如此，運用結構化方程之構建步驟，結合系統解構之概念，由線上活動著手，依序串連組織之安全計畫、安全分析與安全架構，並由運作機制與互動關係適切區別結構模式之主要關聯與次要關聯，邏輯性推論因子間互動關係與系統性串連層級結構，不僅能充分反映安全管理之理念與管理系統之全貌，有助了解與掌握安全系統之管理機制，亦可使飛安管理系統之模式構建方式更為嚴謹且有效。

為能具體呈現本研究所擬之飛安系統分析模式及其應用方式，本研究亦根據飛安管理系統層級與安全評量指標之架構，以假設性之線性參數替代實際衡量模式之因子負荷與結構模式之路徑關係，虛擬結構化方程模式案例；接著，依據數值解析概念，分析案例之觀測數值、因子分數、因子負荷與路徑關係等資訊，發掘與探討潛在根本問題之所在。最後，依據問題特性與系統層級關係，研擬改善計劃之方針與評估預期成效。由簡例探討可知，本研究所構建之安全系統分析模式，確實能與航空公司既有飛安管理系統融合，發揮系統整合之功效，而且清晰之圖像結構與嚴謹之參數解析，除能協助飛安管理者掌握系統之全貌且了解因子間之互動關係，邏輯性推論與發掘各項系統性與局部性問題；而依據組織層級架構與系統因果關係之推論，尚能提供改善計劃研擬之方針與品質提升成效預估之工具。

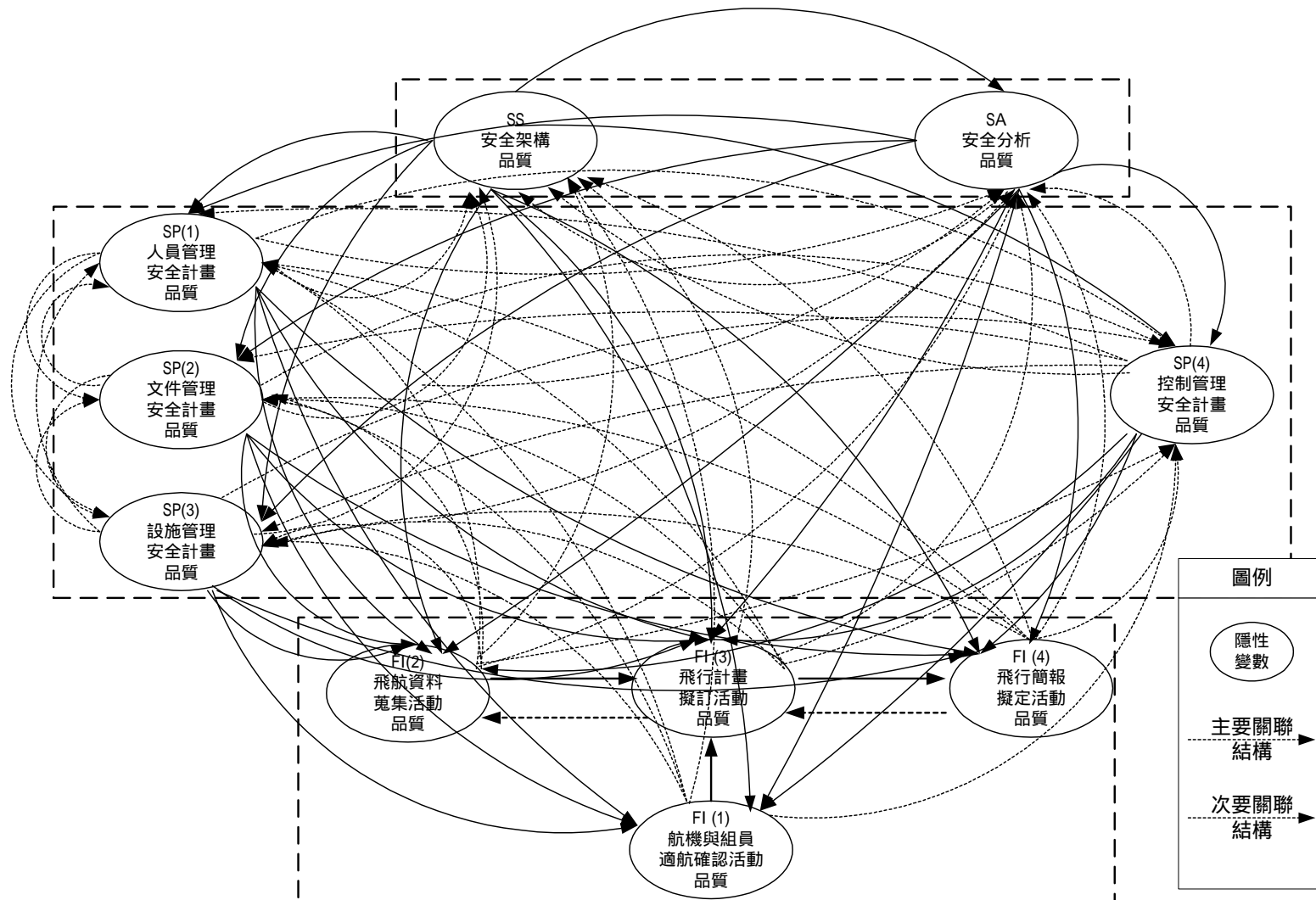


圖 9 飛航資訊活動之飛安管理系統結構模式架



## 七、結論

1. 釐清飛安系統之層級架構：航空公司飛航運作系統安全模式之建立，其用意為預防失事事件之發生，而為達此一功能就必須先從飛航安全系統本質之探討著手，掌握導致失事事件發生之潛在危險因素，徹底了解飛安系統之組成及其交互影響之關係。因此，本研究藉由失事肇因、系統組成與系統運作等觀點之探討，歸結出飛安系統架構之四主要層面，分別為系統內部結構之環境層面、管理層面與活動層面，以及系統外部行為之績效層面。
2. 掌握飛安系統之核心機制：環境層面為航空公司經營運作之外在與先天條件，限制著航空公司飛安水準，並影響組織層面與活動層面之績效。組織層面因素為航空公司飛安動能之根基與飛安運作之核心，亦為調和與處理環境層面因素對活動層面因素影響之中介層。在組織層面中，安全管理反映著航空公司的安全核心機制，以及對於安全水準控管與改進的能力。活動層面為航空公司內部提供飛航服務與維持安全水準的實質措施，不僅可具體表現安全管理系統之運作績效，亦可呈現系統動態之狀況與作業流程之運行，所以各項活動執行成效的良莠，將直接影響著航空公司飛安績效的表現。
3. 建立飛安系統之解析基礎：透過層級性關係結構，適切整合各層面飛安因子及其交互影響關係，系統性呈現航空公司飛安系統之全貌，不僅有利於了解各構面彼此間之交互關係，確切掌握整體飛安系統之內涵，可作為全面解析航空公司飛安體質之基礎，亦可作為其他飛安相關研究探討飛安影響因素之依據。
4. 掌握飛安系統之影響因素：為能適切評量系統運作之績效，達到確實診斷航空公司安全健康及發掘系統中可能潛在危險之目的，本研究依據所構建之飛安評量架構，系統性回顧飛安評量相關文獻，釐清航空公司飛安績效之影響因素與其可能影響原因，以及評量時需注意之關鍵項目，可作為研擬飛安評量指標與風險分析架構之基礎。
5. 調和評量指標之屬性差異：由於各項指標之屬性往往具有相當差異，如何適切整合與轉換成具代表性之觀測數值為重要之課題。本研究提出單位化指標評量尺度與指標評點之方式，使各項指標能反映對等之安全程度，確實有助指標評量意涵之判讀；此外，依據指標對安全績效之影響程度與指標間相互之影響關係，運用相乘、相加與權重之方式，適切整合不同評量指標之重要性與關係性，獲致適切之總體性評量指標。此種整合與轉換之方式，著實有助於處理指標資料屬性不同所造成之困擾。
6. 潛在問題之系統性分析：模式之重點在於輔助分析者與管理者了解系統與掌握問題，而不在於提供系統績效數值之高低，所以如何妥善運用模式所提供之航空公司健康體質資訊，確實發掘系統內潛在之危險因素，為自我督導之積極意義所在。本研究由橫向構面內與縱向層級間著手比較，建立系統解析之方法，

探討整體航空公司之共同性問題及個別潛在性問題。案例顯示，其確實有益於發掘與改善航空公司飛安系統之根本問題，補強以往運用事件紀錄或專家經驗作為判斷與確認危險之方式，讓潛在危險之發掘與推論工作更為客觀與全面。

### 參考文獻

- 交通部民用航空局 (民 91)，建立航空公司飛航安全評鑑制度之研究。
- 汪進財、葉文健 (民 91)，航空公司飛安管理資訊系統之建立，第十屆校際運輸學術聯誼研討會論文集，頁 186-204。
- 汪進財、葉文健 (民 92)，「航空公司飛安管理系統之解構」，運輸學刊，第十五卷第三期，頁 309-328。
- 林盈合 (民 92)，航空公司飛安風險因素之探討，國立成功大學交通管理學系，碩士論文。
- 飛行安全基金會 (民 86)，航空安全：航空公司管理自我檢查(Aviation Safety: Airline Management Self-Audit)，譯自美國飛航安全基金會(FSF)-伊卡爾斯(ICARUS)委員會。
- 張有恆、李文魁 (民 91)，「航空公司飛安風險評估模式之探討」，中華民國運輸學會第十七屆運輸年會論文集，頁 749-758。
- 張有恆、李昭蒂 (民 92)，「航空公司航安全績效評估之研究」，民航季刊，第六卷，第一期，頁 15-36。
- 鍾易詩 (民 89)，航空公司飛安管理運作模式之研究，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文。
- Allen, H. W. and Abate M. L. (1999), "Work Process Analysis: a Necessary Step in the Development of Decision Support Systems-An Aviation Safety Case Study," *Interacting with Computers*, pp.623-643.
- Amjad, H. F. (1996), "Variance in Safety Performance," *Flight Safety Foundation's 49th Annual International Air Safety Seminar*, Dubai.
- Anderson, J. C., and Gerbing, D. W. (1988), "Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two Step Approach," *Psychological Bulletin*, Vol.103, pp.411-423.
- Andrews, J. D. and Moss, T. R. (1993), *Reliability and Risk Assessment*, Longman Group, UK.
- Argyris, C., and Schön, D. (1978) *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- ATOS (1997), *Surveillance Improvement Process*.
- Barnett, A., Abraham, M., & Schimmel, V. (1979), "Airline Safety: Some Empirical Findings," *Management Science*, 25, pp. 1045-1056.
- Barnett, A., and Higgins, M. (1990), "Airline Safety: The Last Decade," *Management Science*, Vol.35, pp.1-21.
- Berendsen, I. R. (2000), *The Role of International Standards and Guidelines for Achieving System Safety*, AEA Technology Consulting.
- Berkley, B. J. (1993), "Analyzing Service Blueprints Using Phase Distributions," *European*

- Journal of Operational Research, Vol. 88, pp.152-164.
- Bertrand de Courville (2003), "Credible Data about Events and Trends Crucial to Safety Department's Initiatives," ICAO Journal, Vol.57, No.1, pp.8-10.
- Blakeney, R. (1983), "The Organizational, Group and Individual Levels of Analysis in Organizational Behavior," Transactional Analysis Journal, 13, pp.58-65.
- Boeing (1998), "MEDA ( Maintenance Error Decision Aid ) ," Boeing Aero, Vol.3.
- Boeing (2003), Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents- Worldwide Operations 1959-2002.
- Borenstein, S., and Zimmerman, M. (1988), "Market Incentives for Safe Commercial Airline Operation," American Economic Review, Vol.78, pp913-935.
- Bosch, J. C., Eckard, W. and Singal, V. (1998), "The Competitive Impact of Air Crashes: Stock Market Evidence," Journal of Law and Economics, Vol.41, pp.503-520.
- Braithwaite, G. R. (1998), Australian Aviation Safety: A Systemic Investigation and Case Study Approach, Doctoral Thesis, Loughborough University, UK.
- Chang, Y. H. and Yeh, C. H. (2004), "A New Airline Safety Index," Transportation Research Part B, Vol. 38, pp. 369-383.
- Diehl, A. E. (1991), "Does Cockpit Management Training Reduce Aircrew Error?" The 22<sup>nd</sup> International Seminar of the International Society of Air Safety Investigators, Canberra, Australia.
- Dionne, G., Gagne, R., Gagnon, F. and Vanasse, C. (1997), "Debt, Moral Hazard and Airline Safety-An Empirical Evidence," Journal of Econometrics, Vol.79, No.2, pp.379-402.
- FAA (2000), System Safety Handbook, Federal Aviation Administration, Washington, DC.
- FAA (2001), International Aviation Safety Assessment (IASA) - Assessment Checklist, Federal Aviation Administration, Washington, DC.
- FAA (2004), Air Transportation Operations Inspector's Handbooks—Appendix 6: Air Transportation Oversight System (ATOS), Federal Aviation Administration, Washington, DC.
- GAIN (2000), Operator's Flight Safety Handbook, Global Aviation Information Network, Group A.
- George, W. R., and Gibson, B. E. (1991), "Blueprinting a Tool for Managing Quality in Service", Service Quality, Lexington Books, Lexington, MA.
- Golbe, D. L., "Safety and Profits in the Airline Industry," The Journal of Industrial Economics, Vol.34, No.3, 1986.
- Hasson, J. (1997), "Boeing's Safety Assessment Processes for Commercial Airplane Designs," IEEE, pp.4.4-1 - 4.4-7.
- Heinrich, H. W. (1959), Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach, McGraw-Hill, New York.
- Helmreich, R. L., Merritt, A. C., and Wilhelm, J. A. (1999a), The Line/LOS Error Checklist, Version 6.0: A checklist for human factors skills assessment, a log for off-normal events and a worksheet for cockpit crew error management. Austin, TX: University of Texas

- Team Research Project, Technical Report 99-01.
- Helmreich, R. L., Klinect, J. R., & Wilhelm, J. A. (1999b), "Models of threat, error, and CRM in flight operations," In Proceedings of the Tenth International Symposium on Aviation Psychology (pp. 677-682). Columbus, OH: The Ohio State University.
- Helmreich, R. L., Wilhelm, J. A., Klinect, J. R., and Merritt, A. C. (2001), Culture, Error and Crew Resource Management. In E. Salas, C.A. Bowers, & E. Edens (Eds.), *Improving Teamwork in Organizations*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 305-331.
- ICAO (1999), *Safety Oversight Manual Part A- the Establishment and Management of a State's Safety Oversight System (Doc 9734)*, 1<sup>st</sup> Ed.
- ICAO (2000), *Safety Oversight Audit Manual (Doc 9735)*, 1<sup>st</sup> Ed.
- Kjellen, U. (1983), "An evaluation of Safety Information Systems of Six Medium- Sized and Large Firms," *Journal of Occupational Accidents*, 3, pp.273-288.
- Logan T. J. (1999), "Trend toward wider sharing of safety data is resisted by industry concerns," *ICAO Journal*, Vol.54, No.1, pp.7-9.
- Luxhøj, J. (2000), "Aviation Risk Management- Analytical Methods and Tools," *Organizational Approach on Risk & Crisis Management*, 2000 EVA Safety Conference, Oct. 18~19, Taoyuan, Taiwan, pp. II-1 - II-24.
- McCarthy, P. M., and Keefe, T. (2000), "A Measure of Staff Perceptions of Quality- Oriented Organizational Performance: Initial Development and Internal Consistency," *Journal of Quality Management*, Vol.4, No.2., pp.185-206.
- McIntyre, G. R. (2000), *Patterns in Safety Thinking-A Literature Guide to Air Transportation Safety*, Ashgate Publishing, England.
- Mitchell, M. L. and Maloney, M. T. (1989), "Crisis in the Cockpit? The Role of Market Forces in Promoting Air Travel Safety," *The Journal of Law and Economics*, Vol.32, pp.329-356.
- Pooley E. D. (1999), "Putting air safety management into practice demands a positive corporate safety culture," *ICAO Journal*, Vol.54, No.1, pp.10-14.
- Reason, J. (1990), *Human Error*, Cambridge University Press, NY.
- Reason, J. (1995), "A systems Approach to Organisational errors," *Ergonomics*, Vol. 38, pp. 1708-1721.
- Reason, J. (1997), *Managing the Risks of Organisational Accidents*, Ashgate Published, USA.
- Rose, N. L. (1990), "Profitability and Product Quality : Economic Determinants of Airline Safety Performance," *Journal of Political Economy*, Vol.98 No.5 pp.944-964.
- Rose, N. L. (1992), "Fear of Flying? Economic Analyses of Airline Safety," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.6, No.2, pp.75-94.
- Roughton, J. (1993), "Integrating a total quality management system into safety and health programs," *Professional Safety*, Vol. 38, No. 6, pp.32– 37.
- Senders, J. M. and Moray, N. P. (Eds.) (1991), *Human Error: Cause, Prediction, and Reduction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Singal, V., (1998), *Financial Health and Airline Safety*, Department of Finance, Pamplin

College of Business, Virginia Tech.

- Smith, M. J., Cohen, H., Cohen A. and Cleveland R.J. (1988), "Characteristics of Successful Safety Programs," *Journal of Safety Research*, 10, pp.5-14.
- Thom, T. (1997), *Human Factors and Pilot Performance- Safety, First Aid and Survival*, Airlife Published, England.
- UK CAA (2002), *Safety Management Systems for Commercial Air Transport Operations- A Guide to Implementation Prepared by the Air Transport Operations 2<sup>nd</sup> Ed., Operating Standards Division, Safety Regulation Group*.
- UK CAA (2003), *Flight Data Monitoring- A Guide to Good Practice, Strategic Safety & Analysis Unit, Safety Regulation Group*.
- U.S. Air force (1981), *Integrated Computer-aided Manufacturing(ICAM) Architecture Part II, vol. IV -Function Modeling manual(IDEF0)*, Air Force Materials Laboratory, Wright-Patterson AFB, OH 45433, U.S.A., AFWAL-TR-81-4023.
- US Air Force (1998), *Air Force Pamphlet*.
- US Airways (2003), "Newly Implemented Line Operations Safety Audit Produces Valuable Data for Air Carrier," *ICAO Journal*, Vol.57, No.1, pp.11-13.
- Vincoli, J. W. (1991), "Total Quality Management and the Safety and Health Professional," *Professional Safety*, Vol.36, No. 6, pp. 27– 32.
- Walster, E. (1966), "Assignment of Responsibility for an Accident," *Journal of Personality and Social Psychology*, 3, 73.
- Wilson, P. F., Dell L. D., and Anderson, G.F. (1993), *Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management*, ASQC Quality Press, Wisconsin.
- Wong, J. T. and Yeh, W. C. (2003a), "Impact of Flight Accident on Passenger Traffic Volume of the Airlines in Taiwan," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.5, pp.471-483.