

出國報告（出國類別：其他）

赴美國洛杉磯南加州安全學院參加 安全風險管理及保證訓練課程 出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：袁世立／調查官

派赴國家：美國

出國期間：民國 112 年 9 月 24 日至 9 月 29 日

報告日期：民國 112 年 12 月 25 日

公務出國報告提要 系統識別號 C11202570

出國報告名稱：赴美國洛杉磯南加州安全學院參加安全風險管理及保證訓練課程
出國報告

頁數：23 頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會
聯絡人：郭芷桢
電話：(02)7727-6228

出國人員姓名：袁世立
服務機關：國家運輸安全調查委員會
單位：運輸安全組
職稱：調查官
電話：(02)7727-6291

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：民國 112 年 9 月 24 日至 9 月 29 日
出國地區：美國

報告日期：民國 112 年 12 月 25 日
分類號/目

關鍵詞：安全管理、風險評估

內容摘要：

為持續提升運輸事故調查專業知識與技能，強化運安會調查人員安全管理相關專業知識，運安會派員參加 2023 年安全風險管理及保證訓練(Safety Risk Management & Assurance/SRM) 課程。安全風險管理及保證訓練課程主辦單位為美國南加州安全學院(Southern California Safety Institute/SCSI)，課程為期 2.5 日，計 8 項主題，課程目的為提供航空業安全管理人員，具備更有效地管理其安全風險和安全保證

計劃的流程和工具，並確保組織風險管理計劃之有效性。

目次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得.....	7
肆、建議.....	23

壹、目的

為持續提升運輸事故調查專業知識與技能，強化運安會人員安全管理相關專業知識，由本會袁世立調查官於 112 年 9 月 24 日至 29 日赴美國洛杉磯南加州安全學院參加安全風險管理及保證訓練課程，此次訓練課程與會人員共計 5 人，其中 2 人以視訊方式參與訓練課程。

此次訓練課程主辦單位為美國南加州安全學院（Southern California Safety Institute/SCSI），課程為期 2.5 日，計 8 項主題；課程內容包括：風險管理在安全管理系統之角色、辨識風險、「可能性」之評估、後果之預估、風險控制、安全保證、量測安全績效及替代風險方法論。課程目的為提供航空業安全管理人員，具備更有效地管理其安全風險和安全保證計劃的流程和工具；以確保在組織內風險管理計劃之有效性。

貳、過程

一、出國行程

日期 月/日	起訖地	任務
9/24	前往桃園機場 搭乘星宇航空 (JX731) 台北 - 洛杉磯	啟程
9/25-27	美國洛杉磯	訓練課程
9/28-29	前往洛杉磯機場 搭乘星宇航空 (JX732) 洛杉磯 - 台北	返國

二、訓練課程

訓練課程為期 2.5 日，共計下列 8 項主題：

- How does RM fit into SMS?
- Identifying risk
- How likely is likely?
- Estimating consequence
- Risk controls
- Safety assurance
- Measuring safety performance
- Alternative risk methodologies

課程內容主要在介紹風險管理之技術、方法及作業流程，故此項課程係為已經具備 SMS 基礎學識的人員而設計，瞭解 SMS 架構及基本認識是參加此項課程的必要條件；課程雖設計為已具備安全管理系統基本認識的人員，課程一開始仍為參訓學員複習安全管理系統的架構 – 簡要說明四大組成要素 – 安全政策、風

險管理、安全保證、安全推廣，並強調風險管理於安全管理系統的關聯性與重要性。

訓練課程的進行方式，係採實體與線上視訊同時進行，此次課程共有 5 位參訓，其中 3 位參加實體課程，另有 2 位於線上以視訊方式參與；課程進行過程中，講師除了介紹教學內容外，由於需要大量航空實務營運、維修、系統分析...等資訊，所以講師須依課程進度及內容，適時與參訓學員互動。

三、講師名單



Mr. Richard Reinecke

參、心得

本次訓練課程內容著重在學習應用多種風險管理技術和流程，確保在組織內提升安全性的最大潛力，保證風險管理計劃是有效的方法；為期2.5日的訓練課程內容，先複習安全管理系統之風險管理架構及作業方式，再以航空實務執行面的角度，說明現行風險管理方法之限制，引導出此次課程介紹風險評估的新方法及其所涵蓋之層面，課程內容均聚焦於風險管理的工具、作業流程的說明，重點內容摘要說明如下：

3.1 現行風險管理方法之限制

航空屬高度專業、風險敏感的產業，一架航空器從設計到營運往往需要投入高額成本，始能確保符合各項營運要求，若因種種因素發生任何事件、事故，除了營運損失外，還可能造成人命損失、設備財產損失、聲譽損失、保險成本提高等影響。



圖 3-1 航空事故發生後之直接與間接成本



圖 3-2 波音公司所提供 Boeing 737 各項零組件價格

基於營運安全考量，航空產業為確保風險控管之有效性，發展出系統性的安全管理系統，安全管理系統包含四大要素 – 安全政策與目標、風險管理、安全保證和安全推廣，其中風險管理係為安全管理系統之核心活動，可區分為三大階段：風險辨識 (Risk Identification)、風險評估 (Risk Assessment) 和風險緩解措施 (Risk Mitigation)；一般而言，進行風險評估最常使用之工具，係以事件發生之概率及嚴重性所組成的風險矩陣最為普遍，然而基於下列各項原因，導致現行風險評估方法具有許多缺點：

1. 主觀性和主觀判斷：風險評估往往涉及到主觀的判斷，而風險矩陣的設計和使用也容易受到主觀因素的影響。這可能導致不同人或組織對相同風險的評估存在差異，從而影響風險管理的效果。
2. 缺乏實際數據支持：以現行風險矩陣方式進行風險評估，通常僅依賴專業人員的經驗和意見，並非依據具體、實際的數據。這可能導致風險評估的不確定性和不準確性。

3. 無法應對動態變化：部分風險矩陣可能無法適應不斷變化的環境，例如技術的精進、經濟的變動等。在這種情況下，風險評估可能變得過時並失去實用性。

總體而言，現行風險矩陣的方法過度依賴主觀判斷、缺乏具體數據支持，對風險因素的影響過於簡化，或者是在評估過程中忽略了關鍵資訊。需要不斷改進風險管理方法，加強數據支持以提高方法的客觀性和可靠性。

以航空營運實務面角度來看，營運風險評估應涵蓋事件（Event）、安全議題（Safety Issue）和安全評估（Safety Assessment）三種不同情境；然而，針對已發生之歷史事件（Event）以現行方法進行風險評估，無法對未來之風險緩解有任何前瞻性貢獻；有關安全議題通常是由多個事件識別出來的，非常有可能導致重大事故，需召集相關領域專家針對已識別出之安全議題進一步精確地分析，並尋求適當的風險緩解措施；另外，針對安全評估係專注於營運特定部分的風險評估，其目標是評估該操作部分是否足夠安全，固有及殘餘風險是否在可被接受的範圍，通常，焦點將放在新設計、改變管理（Change Management），在這種情況下，評估應在對新操作的決策之前進行，但無論如何都應在其特定部分開始營運之前完成評估作業。

如上所述，現行的風險評估方法似乎無法完全適用於安全事件、安全議題和安全評估之不同情境。

3.2 客觀且有效之風險評估新方法 – 航空風險解決方案（Aviation Risk Management Solutions/ARMS）

為滿足航空產業需求，制定具有客觀性、有效性且符合實務應用之風險評估的方法，於2007年由一群具有航空公司營運風險評估實務經驗之專家發起組成「航空風險評估解決方案工作小組」（Aviation Risk Management Solutions Working Group/ ARMS Working Group），經多次會議討論並與 ICAO 專家共同研商後，發

展出一套新方法 – 航空風險解決方案 (ARMS Methodology)。

航空風險解決方案 (ARMS) 可視為 ICAO 安全管理系統 (SMS) 相關文件、手冊、教材相關內容之更實用方法的進一步闡述，ARMS、SMS 兩種方法具有相同的目標，所提出的方法亦均符合相關規範，不具有限制性，亦不排除其他可接受的方法。

ARMS 方法的一個主要重點是減少現行風險評估方法中固有的主觀性，其方法之要點可歸納如下：

- ARMS 方法係從危害識別 (Hazard Identification) 開始，一直到整體風險評估流程，且有關安全行動之風險緩解措施均已被確定。
- 所有新發生的安全事件數據，都必須在可接受的時間內進行審查，以便對任何緊急問題進行即時反應，此階段任務稱為事件風險分類 (Event Risk Classification/ERC)，ERC 對所發生之事件，進行快速、實務的初步風險評估，是 ARMS 風險評估流程的第一步。使用「基於事件之風險」 (Event-based Risk) 的新概念估算風險，結果包括以顏色區分風險等級，進一步確認對該起新發生事件應採取的措施，以及風險數值 (ERC risk index value)，可用於定量風險分析。經過風險評估後，所有事件都將存儲在安全事件數據資料庫 (Safety Event Database)。
- 已發生之安全事件，重點應專注於：需即時進行分類，緊急時應考量採取阻止該事件導致事故結果的安全措施；所以發生安全事件的當時，應即時評估其風險。
- 當針對資料庫中之安全數據進行分析時，關注的重點應為識別出影響當前營運的任何安全議題。
- 所有被識別出之安全議題，使用新發展之安全議題風險評估 (Safety Issue

Risk Assessment/SIRA) 方法進行風險評估，風險評估時同時考量預防 (Prevention)、避免 (Avoidance)、恢復 (Recovery)、損失最小化 (Minimization of losses)，而不是舊式僅單純考量概率及嚴重性。

3.3 ARMS 作業步驟

為了達到減少現行風險評估方法中的主觀性，ARMS方法所採取的三個步驟如下：

1. ERC：所有導致事件所發生的情況都是已知，並按照實際情況進行考量，因此大大減少評估事件發生之可能性的主觀性。
2. 以ERC方法進行風險評估時，依實際情況採取阻止該事件導致事故結果的風險緩解措施，以此來確定該事件發生可能導致事故結果的概率，雖然對於採取各項風險緩解措施的考量仍然具有主觀性，但是可藉由掌握各項風險緩解措施的可用度，可減少主觀性的程度。
3. 針對安全議題採用SIRA方法進行風險評估時，應首先定義和界定安全議題的範圍，一個明確定義的安全議題將確保風險評估更能基於事實，而不是基於想像和臆測。

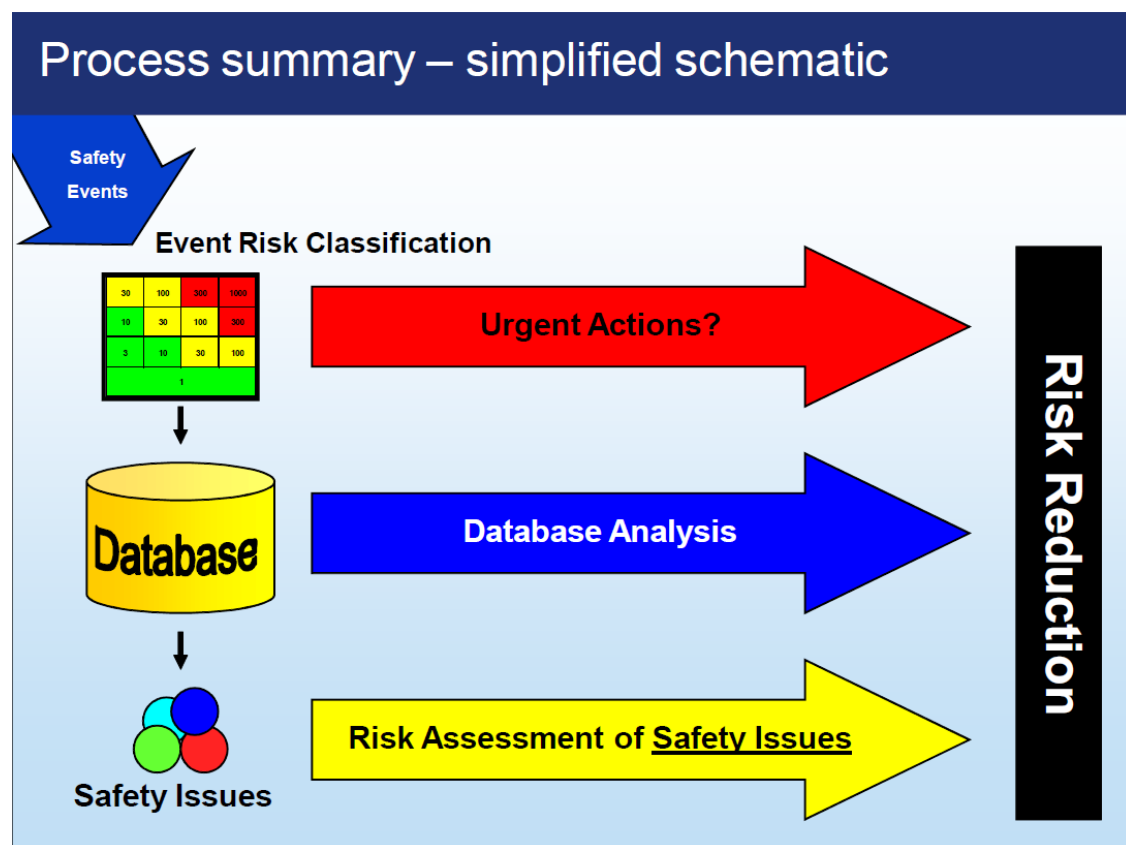


圖 3-3 ARMS評估方法架構示意圖

安全事件相關資料的蒐集，涉及收集和分析營運安全數據，進而可識別安全議題。安全數據的來源通常包括安全報告、飛行作業品質保證系統以及安全調查和稽核的結果。

一位實務經驗豐富的第一線工作人員必須相對敏銳、快速地審查這些數據，以便及時發現緊急事件，這一步驟透過ERC方法來處理；當單一事件經評估後，屬位於紅色區域須立即採取安全措施時，則應馬上採取必要之安全緩解措施。

所有安全數據均存儲在資料庫，應定期分析資料庫各項數據，以檢測任何不利的趨勢，並監測先前風險緩解措施的有效性。這種分析可能導致發現潛在性的安全議題，需要進一步進行風險評估，以確定其風險程度是否可被接受，並設計適當的風險緩解措施。

一些明顯“錯誤”的問題在進行風險評估之前被修復。例如，機場X不穩定進

場的突然增加可能會導致在沒有正式風險評估的情況下採取行動。這種“快速回應”由中部（藍色）箭頭表示。這些問題最終應進行正式的安全問題風險評估，以便能夠得到正確的衡量並在風險登記中進行跟蹤。圖3-4 係為ARMS更詳盡的作業流程。

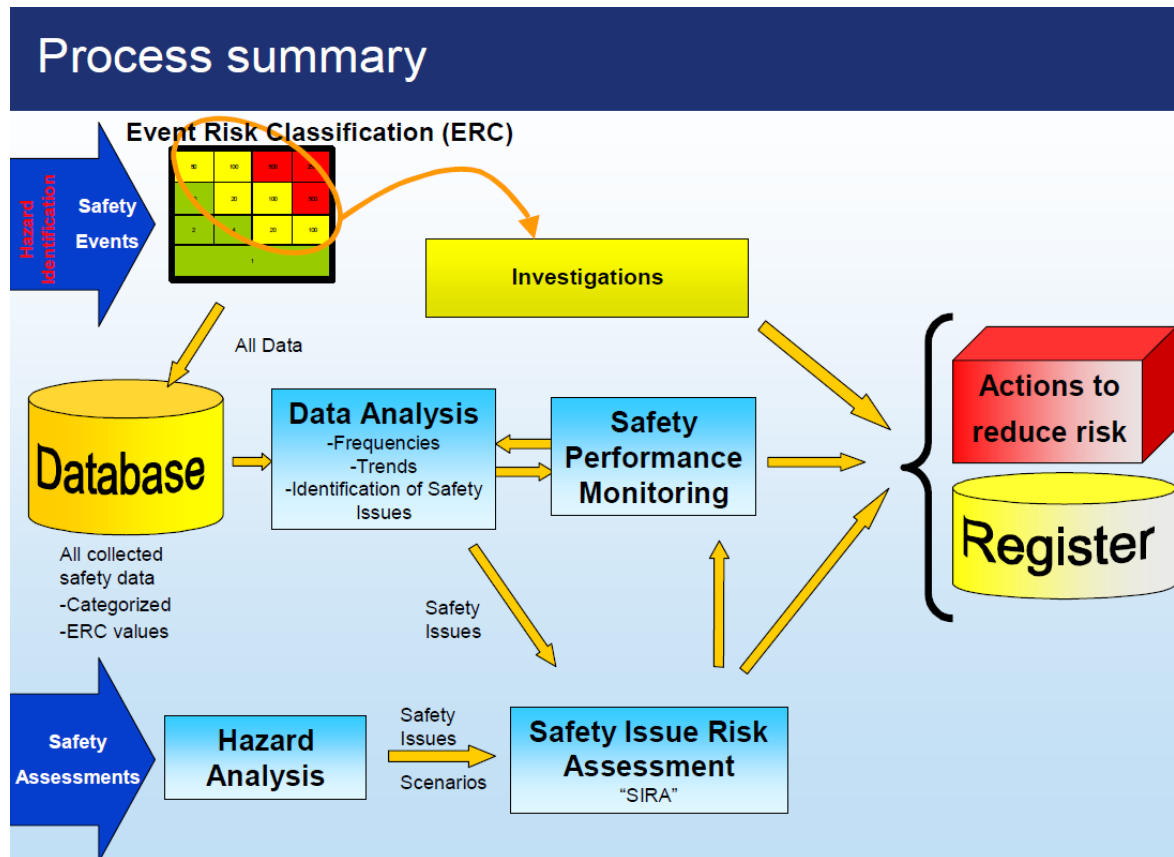


圖 3-4 ARMS作業流程示意圖

3.4 ARMS 風險評估方法 - 各階段作業說明

1. 危害辨識

有關航空產業之安全資料、數據之收集、彙整，來自許多不同之來源，諸如：各式安全報告、問卷、稽核、紀錄器監測資料...等，詳細安全資料、數據來源，請參考圖 3-5。

Hazard Identification – possible safety data sources

- **Safety Reporting**
 - Air Safety Reports (ASR)
 - Cabin Safety Reports (CSR)
 - Maintenance Safety Reports
 - Mandatory Occurrence Reports (MOR)
 - Ground Safety Reports
 - Confidential Reports
 - Human Factors Reports
- **Questionnaires / surveys**
- **Recording**
 - Flight Data Monitoring
(= FDM = FDA = FOQA)
- **Safety and quality auditing**
- **Observing the operation**
 - Line Operations Safety Audit (LOSA)
 - Line Operations Assessment System (LOAS)
- **Learning from your own people**
 - Moderated sessions with groups of internal experts
 - Brainstorm new hazards or elaborate on known hazards
- **External information**
 - Conferences & publications
 - Other operators

圖 3-5 安全資料、數據參考來源

ARMS評估方法之處理原則，說明如下：

- 第一線觀察到的安全事件，使用ERC進行風險評估。
- 於安全資料庫觀察到的發現，如：威脅（Threats）、危害（Hazards）、潛在條件（Latent Condition）最好使用SIRA進行分析。在這種情況下，造成不安全飛航作業狀態之第一個因素 - 「觸發事件」，通常將被視為危害。
- 於安全稽核、品質稽核時之發現，可使用SIRA進行評估。另外，以問卷方式所取得的發現，亦將遵循SIRA方式進行。

2. 事件風險分類（ERC）

ERC的實務應用，係採用 4*4 矩陣（如圖3-6），並依產出的結果區分為紅色、黃色及綠色三個顏色之區塊；若結果落在紅色區塊，則需要於1~2天內立即

進行調查或處理，黃色區塊亦需要進行調查，但緊急性較低，綠色區塊則表示相關資料須建檔鍵入資料庫，以便後續統計分析及持續改進。

Question 2				Question 1		Typical accident scenarios
What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?		
Effective	Limited	Minimal	Not effective			
50	102	502	2500	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)	Loss of control, mid air collision, uncontrollable fire on board, explosions, total structural failure of the aircraft, collision with terrain
10	21	101	500	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft	High speed taxiway collision, major turbulence injuries
2	4	20	100	Minor Injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft	Pushback accident, minor weather damage
1				No accident outcome	No potential damage or injury could occur	Any event which could not escalate into an accident, even if it may have operational consequences (e.g. diversion, delay, individual sickness)

圖 3-6 ERC矩陣

ERC矩陣分析評估方法如下：

- 先以此事件過程為主，再行評估若此次事件不幸演變為事故，則最有可能發展的事故結果為何？並依評估後最可能事故，於矩陣內選擇適當的橫軸位置；若此事件可能演變成至少一種以上可能之事故，則應分別評估。
- 決定橫軸位置後，再評估此事件過程中可防止最可能發生之事故狀況的防禦機制，是否可有效發揮其功能防止發生事故？並依評估後防禦機制的有效性，於矩陣內選擇適當的縱軸位置。
- 橫軸與縱軸位置之交集，決定此事件經評估之後續是否需要立即進行進一步調查並考量必要的緩解措施，或僅需記錄於資料庫中；另橫軸與縱軸位置所交集之方塊中的數值代表ERC風險指數（ERC risk index）。
- 若事件可能演變成至少一種以上可能之事故，分別進行評估後，並以最

高ERC風險指數者，作為最終評估之結果。

- 若事件發生後經評估並不具備演變為事故的可能性，橫軸位置則選擇最底層，且ERC風險指數為1。

一般進行安全資料、數據分析時，均以事件、事故發生次數、或是事件、事故發生率來表示，並觀察其趨勢；然而，不論以發生次數或發生率進行統計分析，均無法顯示出事件、事故的嚴重性，ERC風險指數則可彌補此一缺失，圖3-7可看出AAA機場地安事件數最高，但以發生率而言卻遠低於EEE機場，反而是DDD機場地安事件數及其發生率均不是最高，但是DDD機場所統計之ERC風險指數顯示出其地安事件之嚴重性已超過其他機場許多；從風險指數角度來看，DDD機場應評估將地安事件列入安全議題進一步評估。

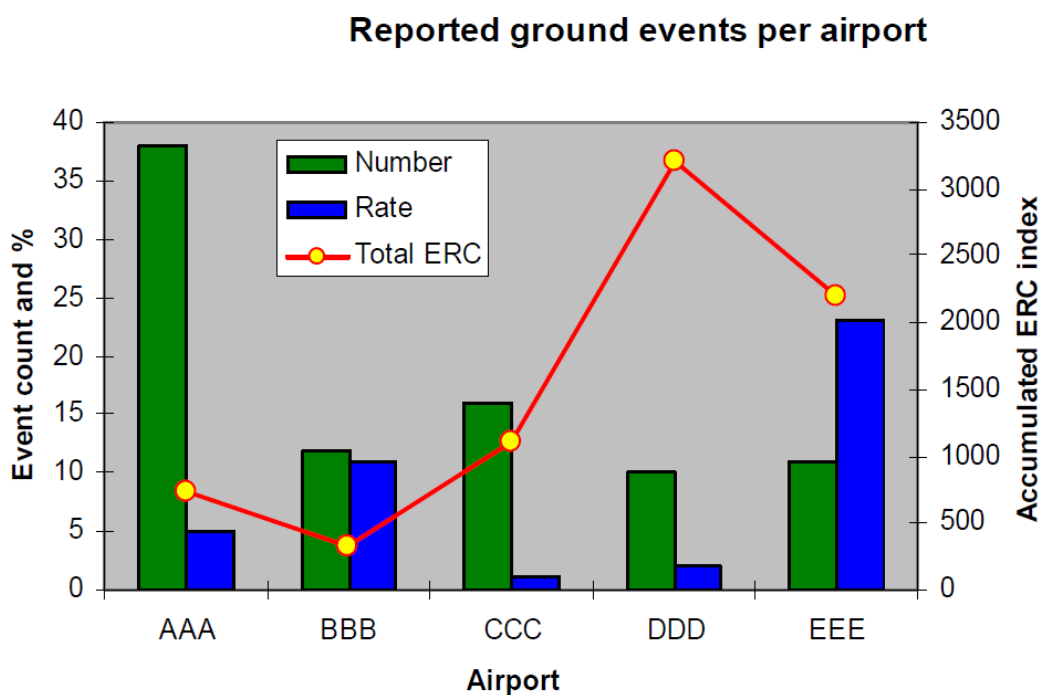


圖3-7 模擬各機場地安事件通報趨勢分析圖

3. SIRA

當營運單位檢視各項安全資料來源，並識別出影響營運安全之安全議題時，

可使用安全議題風險評估（Safety Issue Risk Assessment/SIRA）方法進行風險評估。

進行安全議題風險評估時，首先，應明確、適切定義安全議題的範圍，通常包含下列各項資料：

- 安全議題名稱
- 危害（Hazard）描述
- 相關事故情境（Accident Scenarios）描述
- 飛機機型（安全議題可能相關之機型）
- 地點、位置（安全議題可能發生之地點、位置）
- 風險評估所需期間（包含評估風險緩解措施是否有效）
- 與此安全議題相關業務承辦單位

針對安全議題進行風險評估時，有時考量實際狀況視需要區分多項子議題，如：討論 A 機場進場時之安全議題，若 A 機場為高海拔、短跑道機場，則應區分為兩項子議題分開討論，並分別進行分析。

安全議題風險評估是一種系統性的方法，用於評估潛在的危險和安全風險，其方法模型可以圖3-8 表示之。

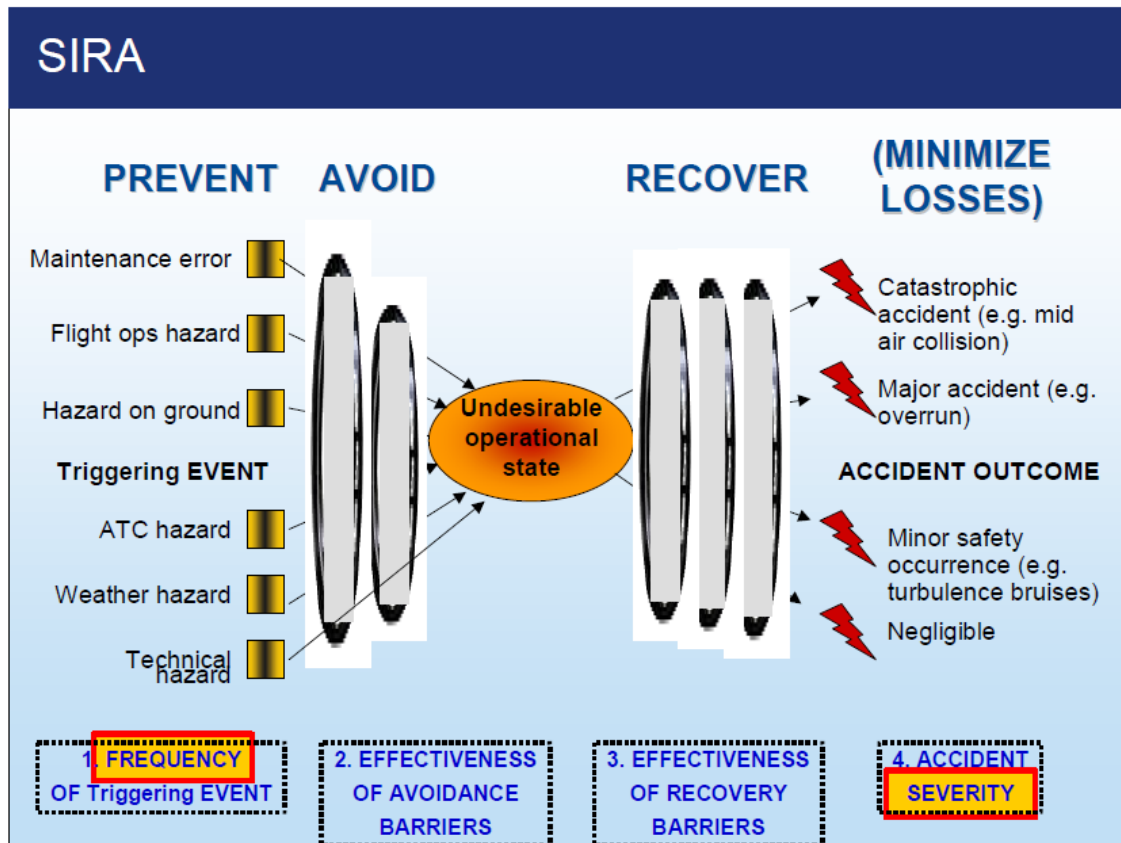


圖3-8 安全議題風險評估方法模型

在進行安全議題風險評估時，以下是四個重要的討論因素：

- 觸發事件的頻率/概率（Frequency/Probability of the Triggering Event）

此因素主要係考量觸發事件發生的頻率或概率。係評估某一事件發生的可能性有多大，相關評估之依據可基於歷史數據、相似事件的經驗、專家意見或其他相關資訊進行評估；較高的頻率或概率通常表示風險更大。

- 防禦機制的有效性（Effectiveness of the Avoidance Barriers）

此因素針對已具備、或已實施的措施進行評估，以防止觸發事件進一步演變成不期望之飛行狀況（Undesired Operational State/UOS）；防禦機制包括安全設備、程序、訓練等，用於降低事故發生的可能性，藉由評估防禦機制的設計、實施和維護來進行評估。高度有效的防禦機制可以減

少UOS發生的可能性。

- 恢復機制之有效性（Effectiveness of the Recovery Barriers）

此因素係考量在UOS狀態下，恢復及控制措施的有效性。可包括應急響應計劃、應急設施、訓練等，用於降低事故的後果。評估恢復機制的有效性有助於確保當事件發生後，亦能夠快速且有效地應對並降低損害。

- 事故結果之嚴重性（Severity of the most probable Accident Outcome）：

此因素係評估當事件發生時，可能演變成事故結果的嚴重程度。可包括人身傷亡、財產損失、環境影響等。評估事故結果嚴重性有助於確定風險的相對重要性，並有助於資源的分配，以應對重要的風險。

ARMS已針對SIRA評估方法開發以Excel軟體工具的應用，在實務應用中依據SIRA評估方法之作業流程，按照步驟進行SIRA風險評估，從安全議題的定義開始，然後描述觸發事件、所有防禦機制及事故結果；最後，對前三個因素進行數值估計，並以類似ERC的方式估計潛在事故結果的嚴重性。

詳細的作業流程說明如下：

1. 明確定義安全議題：填寫Excel表格欄位 1. 安全議題名稱（Safety Issue Title）及填寫Excel表格欄位 2. 安全議題範圍（Define/Scope the SI）
2. 確認事故情境：依事件研議最有可能發展成之事故情境

SAFETY ISSUE RISK ASSESSMENT (SIRA) TOOL		
1	Safety Issue title:	Accident (at takeoff) due to cross-connected flight controls of the Pilot Flying (PF).
2	Define/scope the SI:	
	Description of Hazard(s)	Maintenance error where flight control wires are cross-connected on one or both sides.
	Description of Scenario	The accident scenario is total loss of the aircraft due to handling problems after lift-off (Loss Of Control, LOC).
	A/C types	Airbus fly-by-wire
	Locations	At MRO homebase airport
	Time period under study	Next 12 months.
	Other	

3. 依循SIRA風險評估方法，填寫Excel表格欄位 3. 分析可能發生之事故情境（Analysis of potential Accident Scenario）及欄位 4. 描述防禦機制（Describe the controls）。

3 Analysis of potential Accident Scenario				
	3.1 Triggering event		3.2 Undesirable Operational State	3.3 Accident Outcome
	Maintenance error where both command and monitoring channels are cross-connected.		Taking off with an aircraft with the above maintenance error	Loss of control at takeoff after liftoff.
4 Describe the barriers				
		4.1 To avoid the UOS		4.2 To recover before the Accident
		<p>The maintenance team is supposed to make an operational check after the maintenance task. This barrier could fail either because the check is omitted or not done carefully enough ("it moves" is not enough, the direction needs to be correct). Estimated conservative failure rate is: 1/100 times. During taxi-out, the pilots make a flight controls check. This may fail for the same reasons as for the maintenance team. The estimated failure rate is the same 1/100.</p>		<p>The Recovery Barrier consists of two things: either only one side is affected and by luck the Pilot Not Flying (PNF) side; or the PF manages to control the aircraft despite the cross-connection. This is deemed very difficult and subject to wind effects just after lift-off.</p>

4. 使用Excel下拉式選單完成下列各項欄位：觸發事件發生之頻率、防禦機

制失效的機率、恢復機制失效的機率及事故情境的嚴重性。

5. Excel表格依上述之輸入數據，自動產出評估結果。

5	Risk Assessment				
	The estimated frequency of the triggering event (per flight sectors) is:	The barriers will fail in AVOIDING the UOS...		The barriers will fail in RECOVERING the situation before the ACCIDENT...	The accident severity would be...
	About every 100000 sectors	Once in 10 000 times		Practically always	Catastrophic
	1.E-05	1.E-04		1.E+00	
			UOS frequency:		Mean Accident frequency:
			1.E-09		1.E-09
6	Result				
	6.1 Resulting risk class	Secure			
	Comments on actions:				

以Excel軟體工具依SIRA風險評估流程完成風險評估後，將區分為下列5種不同之結果：

1. 風險可被接受 (Accept)：不需要採取具體行動，因為風險已經在可接受的範圍內。
2. 風險應持續監控 (Monitor)：建立定期監控機制，與日常營運數據、資料持續共同監控。
3. 風險保障 (Secure)：風險程度、事故事件各項數據及其趨勢需要持續監控，以防止升級到不可接受的程度，並在下一次相關安全會議中討論強化現有防禦措施。

以上三級為風險程度可接受的等級，下列二級則為風險程度不可接受的等級：

4. 改善 (Improve)：安全小組必須提出討論並採取行動，並在安全審查委員會進行監控；需要在特定的時間框架內確定並開始風險降低措施。如果在特定的時間內，風險未能降低到可接受程度的目標，則需要在安全

審查委員會層級進行高階管理階層會議針對風險容忍度（**Tolerance**）進行討論。

5. 停止（**Stop**）：必須立即停止相關部分的營運（例如目的地、飛機機型、飛行操作程序），直到實施可接受的風險解緩措施為止。此議題需要立即引起高階管理階層的關注。

肆、建議

事故發生後之安全調查有許多面向需要瞭解，其中組織管理調查除了需要具備事故調查之技能，對於航空產業營運實務面、管理面更應要有基本的認知，所以，不論在蒐集資料，或是後續分析、評估是否存在組織管理議題及其可能之影響，調查人員均需要持續精進安全管理、風險管理專業知識，並瞭解如何運用在事故調查工作上。

參加此次訓練課程後，學習到風險評估更為客觀、符合實務作業面的新方法，對於風險管理有更深一層之認識；為持續強化本會調查能量建議本會：

- 一、 持續辦理或參加國際各訓練機構所提供與安全管理系統及風險評估相關之訓練課程，調查人員應持續關注安全管理、風險管理與相關工具的使用方法，瞭解新技術、新方法與新工具對於調查工作或效能提昇之助益，具備專業安全管理相關知識。
- 二、 持續派員參與各項安全管理相關之研討會或國際交流活動，瞭解世界各國安全管理相關議題、以及有關調查技術之在實際調查業務中之運作現況，作為我國規劃及調整事故調查相關程序與作業細節之參考，精進調查技術。