

出國報告（出國類別：其他）

赴新加坡參加第五屆全球航空事故論壇出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：林沛達／首席調查官

蘇水灶／次席調查官

陳沛仲／調查官

袁世立／調查官

派赴國家：新加坡

出國期間：民國 111 年 05 月 17 日至 05 月 21 日

報告日期：民國 111 年 8 月 4 日

公務出國報告提要 系統識別號 C11100321

出國報告名稱：赴新加坡參加第五屆全球航空事故論壇出國報告

頁數：47 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：林沛達、蘇水灶、陳沛仲、袁世立

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：鐵道調查組、航空調查組、運輸工程組、運輸安全組

職稱：組長、組長、調查官、調查官

電話：(02)8912-7388

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 111 年 05 月 17 日至 05 月 21 日

出國地區：新加坡

報告日期：民國 111 年 8 月 4 日

分類號/目

關鍵詞：飛航事故、事故調查、國際民航組織附約 13、Annex 13、IAI

內容摘要：

全球航空事故論壇（International Accident Investigation Forum）第一次是於 2010 年在新加坡召開，今（2022）年是第五次，也是由新加坡航空事故調查局主辦，新加坡民航學院協辦，開會地點在新加坡民航學院。國際上最重要的飛安組織如國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）、飛安基金會

(Flight Safety Foundation, FSF)、歐洲民航協會(European Civil Aviation Conference, ECAC)、國際航空安全調查員協會(International Society of Air Safety Investigators, ISASI)及 Curt Lewis & Association 均強力支援此論壇。本次論壇匯集全球飛安調查部門及專家討論有關調查組織、基礎架構及事故調查管理之主題。此論壇同時是一個平台,提供 ICAO 對各政府飛安調查部門之通告、說明及討論相關 ICAO 發展中的議題或想達成的目標。為提升本會與國際飛安調查專家交流、分享調查經驗與獲得最新之飛安資訊,由本會鐵道事故調查組組長林沛達、航空事故調查組組長蘇水灶、調查官陳沛仲、調查官袁世立共 4 人參加此論壇,並代表本會發表報告 2 篇: Lessons learnt from an engine fire investigation 及 The application and occurrence investigation of UAS。本次論壇計有 7 個場次 24 篇報告,主題包括: ICAO 發展中之事故調查規範、近期事故調查經驗分享、疫情環境下調查人員的安全、安全管理系統之調查、未來調查的挑戰-無人機調查、飛航事故調查員之訓練及飛航事故調查的未來發展等。

目次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	6
參、心得.....	14
肆、建議.....	46

壹、目的

為提升本會與國際飛安調查專家交流、分享調查經驗與獲得最新之飛安資訊，由鐵道事故調查組組長林沛達、航空事故調查組組長蘇水灶、調查官陳沛仲、調查官袁世立共 4 人參加此論壇，於 111 年 5 月 17 日至 21 日，赴新加坡參加 2022 年第五屆全球航空事故論壇（International Accident Investigation Forum），並代表本會發表報告 2 篇：Lessons learnt from an engine fire investigation 及 The application and occurrence investigation of UAS。

本次開會地點在新加坡民航學院，由新加坡航空事故調查局主辦，新加坡民航學院協辦，另有國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）、飛安基金會（Flight Safety Foundation, FSF）、歐洲民航協會（European Civil Aviation Conference, ECAC）、Curt Lewis & Association 及國際航空安全調查員協會（International Society of Air Safety Investigators, ISASI）強力支援。本次論壇匯集全球飛安調查部門及專家討論有關調查組織、基礎架構及事故調查管理之主題。此論壇同時是一個平台，提供 ICAO 對各政府飛安調查部門之通告、說明及討論相關 ICAO 發展中的議題或想達成的目標。

本次論壇計有 7 個場次 24 篇報告，主題包括：ICAO 發展中之事故調查規範、近期事故調查經驗分享、疫情環境下調查人員的安全、安全管理系統之調查、未來調查的挑戰-無人機調查、飛航事故調查員之訓練及飛航事故調查的未來發展等。本次參與的單位包含國際民航組織、飛安基金會、歐洲民航協會、國際航空安全調查員協會與世界各國飛安政府部門，與會調查人員及專家共 90 人，全體人員合照如圖 1。



圖 1: 全體與會人員合影

貳、過程

此次論壇由飛航安全相關之專業人士與學者專家進行多篇專題報告與研討，
議程如下：

Wednesday, 18 May 2022

8:00 AM	Registration	
9:00 AM	Welcome Address	Mr. Loh Ngai Seng Permanent Secretary for Transport
9:15 AM	Keynote Speech	Mr. Stephen Patrick Creamer Director Air Navigation Bureau International Civil Aviation Organisation
09:35 AM	Group Photo Taking Session Tea Break	All forum participants to take photo in auditorium. VIPs and Speakers to remain in auditorium to take a group photo.
	New Developments on Accident Investigation Matters in ICAO	
10:05 AM	ICAO's update on Accident Investigation (including works done by AIGP)	Mr. Andre de Kock Acting Chief Accident Investigation Section International Civil Aviation Organisation
10:35 AM	Eurocae WG-118 flight recorder Minimum Operating Performance Specifications update	Mr. Christopher Babcock Recorder specialist National Transportation Safety Board

11:05 AM	Managing answers to ICAO AIG audit questions at the BEA	Mr. Philippe Plantin De Hugues Advisor on International Affairs Bureau of Enquiry and Analysis for Civil Aviation Safety (BEA)
	Lessons from Recent Investigations	
11:35 AM	A case study of High-Altitude Aircraft Accident Investigation in Nepal: 9N-AMH (H125), 27 February 2019, at 10350ft. (3155m) AMSL	Mr. Buddhi Sagar Lamichhane Joint Secretary Civil Aviation Division Ministry of Culture Tourism and Civil Aviation Singh Durbar, Kathmandu, Nepal
12:05 PM	Presentation of tokens of appreciation to Morning Speakers	
12:15 PM	Lunch	
1:15 PM	Investigation during the pandemic	Capt. Ray Nurchayo Head of Aviation Accident Investigation Subcommittee Indonesia KNKT/NTSC
1:45 PM	Lessons learnt from an engine fire investigation	Mr. Steven Su Director Aviation Occurrence Investigation Division Taiwan Transportation Safety Board
2:15 PM	Lessons from an In-Flight Loss of Control and the manufacturer support during Pandemic times .	Mr. Paulo Soares Oliveira Filho Safety Investigations Manager - Commercial Aviation Embraer
2:45 PM	Tea Break (20 mins)	

	Maintaining safety in a pandemic environment	
3.05 PM	Pilots and the Pandemic	Captain Jaffar B Hassan Vice President Technical Affairs Air Line Pilots' Association Singapore
3.35 PM	Investigations during the pandemic environment	Mr. Thomas David Andrews Air Safety Investigation Specialist Rolls-Royce PLC
4.05 PM	Presentation of tokens of appreciation to Afternoon Speakers	
4.15 PM	Proceed to Asian Civilisation Museum for PS-Hosted Dinner	
8.00 PM	End of Day One	

Thursday, 19 May 2022 (Dress code: Business wear without coat and tie)

9:30 AM	Start of the second day	
	Investigation into Safety Management Related aspects	
9:35 AM	[virtual] The high-hanging fruit: Investigating organizational and safety management factors in transportation occurrences	Ms. Heather Parker Senior Human Factors Investigator Transportation Safety Board of Canada
10:05 AM	BEA guidelines to make the difference in investigation analysis activities	Mr. Sébastien David Senior Safety Investigator Bureau of Enquiry and Analysis for Civil Aviation Safety (BEA)

10:35 AM	Break (20 mins)	
11.00 AM	SMRA methodology and case studies including the SSPIA preparation)	<p>Mr Michael Toft Deputy Director/Air Transport Safety Investigation Bureau</p> <p>Mr David Lim Principal Investigator Transport Safety Investigation Bureau</p>
	Investigation Management Systems & Tools	
11:30 AM	Cloud-based Case Management System for Air Accident Investigation	<p>Mr. John McMillan Principal Inspector of Air Accidents United Kingdom Air Accident Investigation Branch</p> <p>Mr. Stuart Hawkins Senior Inspector of Air Accidents (Engineering) United Kingdom Air Accident Investigation Branch</p>
12:00 PM	[virtual] Managing investigations saves time and money - Vimana solution	<p>Mr. Ismo Aaltonen Accident Investigation Specialist Investigation Management Consulting</p>
12:30 PM	Presentation of tokens of appreciation to Morning Speakers	
12:40 PM	Lunch	
1:45 PM	Depart SAA for ATMRI @ NTU	

<p>3:00 – 4:30 PM</p>	<p style="text-align: center;">Visit to Air Traffic Management Research Institute (ATMRI) centre</p> <p>ATMRI was jointly set up by the Civil Aviation Authority of Singapore and the Nanyang Technological University in 2013. It is Singapore’s first institute dedicated to the research and development in Air Traffic Management.</p> <p>As a leading research institute in Singapore, the ATMRI aims at finding the most innovative solution to catalyse air traffic management transformation in the region. The ATMRI also focuses on becoming the world’s Center of Excellence for Unmanned Aircraft System Traffic Management Research.</p> <p>In this tour, you will see a demonstration of the quadrotor maintenance flight safety procedure and have the chance to experience the aerodrome control tower simulator located in the ATMRI. The 13 meters wide aerodrome simulator replicates the working environment of the Changi Airport Control Tower cabin, providing a 360-degree view of the aerodrome. In addition, participants will also have a glimpse of the latest research developments conducted in the radar simulator.</p>
<p>4:30 PM</p>	<p>Depart ATMRI @ NTU</p>

Friday, 20 May 2022 (Dress code: Dress code: Business wear without coat and tie

<p>9:30 AM</p>	<p>Start of Day Three</p>	
	<p style="text-align: center;">Future challenges in investigation</p>	
	<p style="text-align: center;">UAS Investigations</p>	
<p>9:35 AM</p>	<p>Case study on RPAS investigation</p>	<p>Ms. Lian Campbell Senior Transport Safety Investigator Australian Transport Safety Bureau</p>

10:05 AM	UAS accident investigation case studies and lessons learnt	Mr. Stuart Hawkins Senior Inspector of Air Accidents United Kingdom Air Accident Investigation Branch
10:35 AM	Tea Break (20 mins)	
10:55 AM	The application and occurrence investigation of UAS	Mr. Martin Chen Safety Investigator Aviation Occurrence Investigation Division Taiwan Transportation Safety Board
11:25 AM	ATSB use of RPAS to support on site investigations	Mr. Michael Dawes Transport Safety Investigator and Technical Officer Australian Transport Safety Bureau
11:55 AM	Presentation of tokens of appreciation to Morning Speakers	
12:05 PM	Lunch	
1:05 PM	[virtual] Meeting the Challenges of Operating eVTOL Vehicles safely in an Urban Air Mobility Environment	Mr. Paul Stone Experimental Test Pilot Volocopter
	Training and Capacity Building for Accident Investigation	
1:35 PM	Updates on Banjul Accord Group Accident Investigation Agency (BAGAIA)	Engr. Charles Irikefe Erhueh BAGAIA Commissioner

2:05 PM	[virtual] Competency-Based Training and Assessment for Aircraft Accident Investigators	<p>Mr. Ibrahim Ahmed Addasi</p> <p>Senior Specialist - Quality, Standards & Publications</p> <p>Air Accident Investigations</p> <p>Quality, Standards & Publications</p> <p>General Civil Aviation Authority, UAE</p>
	Developments in accident investigation	
2:35 PM		<p>Capt. Felix Chen</p> <p>International Federation of Air Line Pilots' Association</p>
3:05 PM	Tea break (20 mins)	
3:25 PM	5G Issues	<p>Mr. Mario Colavita</p> <p>Safety Investigation Section Manager</p> <p>European Union Aviation Safety Agency</p> <p>Mr. Frederic COMBES</p> <p>Vice President - Head of Accident/Incident Investigations (WI), Airbus Product Safety</p> <p>Airbus</p>
3:55 PM	New aerospace technology challenges for investigators	<p>Prof. Graham Braithwaite</p> <p>Director, Transport Systems</p> <p>Professor of Safety and Accident Investigation</p> <p>Cranfield University</p>
4:25 PM	Presentation of tokens of appreciation to Afternoon Speakers	

4:35 PM	Closing remarks	Mr. Chong Chow Wah Director Transport Safety Investigation Bureau
4:40 PM	End of Day Three	

參、心得

本次論壇計7個主題24篇報告，主題包括：ICAO發展中之事故調查規範、近期事故調查經驗分享、疫情環境下調查人員的安全、安全管理系統之調查、未來調查的挑戰-無人機調查、飛航事故調查員之訓練及飛航事故調查的未來發展等。摘要重要心得報告如下：

3.1 ICAO 發展中之事故調查規範_回歸新常態

疫情大流行期間對標準和建議規定的調整措施(Way back to new normal: Alleviations to Standards and Recommendations during pandemic)由國際民航組織航空導航局（Air Navigation Bureau, ANB）Director Mr. Stephen P Creamer主講。



圖 2 Director Mr. Stephen P Creamer 報告

主要提到由疫情時期到重新恢復正常營運的方式，及重新開始所有營運的規劃工具和方法所取代，另於ICAO網頁中提出疫情期間之因應方案 <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/default.aspx>，分為兩部分：

A. **COVID OPS 指南**：在 COVID-19 大流行開始時，制定了緩解措施，作為持續運營的臨時措施。作為臨時措施，此類緩解措施無法無限期地維持安全運營，目前正在恢復正常運營（儘管是“新”常態）。因此，這些緩解措施以及相關使用指南被撤回。此章節為在 COVID-19 條件限制，但仍符合標準和建議措施要求的情況下，重新開始營運提供指導。

本節為重新開始在 COVID-19 條件下進行的操作提供了指導，但仍符合 SARPs 的要求。

針對性的豁免 (TE)：由於 COVID-19 疫情大流行有時限的豁免，包括：機場、航空器事故和事故調查、空中航行服務、適航、客艙安全、貨物安全、飛行行動、人員培訓和給證。

以航空器事故調查為例：COVID-19 大流行施加的限制要求事故調查當局 (AIA) 想辦法以安全和適當的方式執行附件 13 航空器事故和事故徵候調查中要求的調查義務，如下：

1. 各國參與調查

領土外參與調查的國家的授權代表，不一定需要前往事發國。附件 13 規定：

4.6 在收到通知後，登記國、營運國、設計國和製造國應盡快向事故發生國提供他們可獲得的關於航空器和涉及事故或嚴重事件的飛航機組員及乘員資訊。應告知發生國是否打算任命一名經授權的代表，如果任命了該經授權的代表，則應告知其姓名和聯繫方式；以及如果授權代表將前往事發國的預計到達日期。

但如果各國派駐代表、顧問和專家無法前往發生國參加調查，發生國應在與參與者聯絡時酌情考慮優先考慮電話會議和/或視頻會議。

2. 當事發國是地區事故調查組織的成員時

如果被指派進行調查的地區調查組織專家無法前往事發國，事發國必須確保在沒有地區調查組織專家的協助下，其事故調查機構有能力處理現場調查。依附件 13 的標準第 5.1 節展開調查；並確保按照附件 13 標準第 3.3 節的要求對殘骸進行適當保護：發生國應採取一切合理措施保護證據，並在調查可能需要的一段時間內保持對航空器及其內容物的安全保管。證據保護應包括通過照相保存或其他方式，任何可能被移走、抹去、丟失或毀壞的證據。安全保管應包括防止進一步損壞、未經授權的人員進入、盜竊和惡化。

3. 由於旅行限制，另一國延遲讀取飛航紀錄器

附件 13 要求進行調查的國家立即安排解讀出飛航紀錄器內容。將飛航紀錄器移到另一個國家進行讀取可能會出現延誤，因為發生國的代表將無法前往並將紀錄器移交給國外的讀取設施。此外，抵達人士需自行隔離約 14 天。因此，各國應考慮作出安排，於機場空側讓發生國（代表）將紀錄器移交給協助讀出飛航紀錄器的國家（代表），然後返回家而不進入後者狀態。必須儘早讀出飛航紀錄器，以便及早識別可能影響事故現場調查的問題區域，而這些區域的證據有時是短暫的。為此，如果延遲宣讀並要求移動/拆除殘骸，事故發生國應考慮與所有參與調查的國家密切協商規劃拆除過程，並適當考慮不要旅行各國，以確保可作為證據的殘骸材料不會被無意中毀壞。

4. 由於旅行限制，延遲在其他國家對飛機零組件（例如發動機、系統部件）進行測試

與客運服務相比，貨運服務受到的影響較小，並且飛機零組件仍可能被運送到其他國家進行測試。但如果認為有必要由人員移交，各國應考慮作出安排，於機場空側讓發生國（代表）將航空器部件移交給協助測試

設施的國家（代表），不入境後回去原國家。

5. 愛爾蘭(AAIU)及 ECAC 制定調查指南供參。

B. 正常 OPS 指南：

無論 COVID 或任何其他特殊情況，都必須實施各種運行安全附件和 PANS 標準的指南，包括：適航性、客艙安全、疲勞管理、飛行操作、人因表現和人為因素、導航 (PBN)、安全管理及儀表飛程序。

回歸新常態之路：大流行期間對標準和建議的緩解措施

- ◆ 恢復正常運行
- ◆ 為重新開始運營的規劃工具和方法
- ◆ 回歸新常態的路線圖 <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/default.aspx>

全球航空安全計劃 GASP

目的：透過制定統一的安全策略，實施地區和國家航空安全計劃，減少死亡人數和死亡風險

- ◆ 鼓勵每個地區和國家制定地區和國家安全計劃（IAC、ENGASIA、中東、東非、西非、中美洲、SAM）
- ◆ 根據 GASP 目標和高風險事件類別制定計劃

發布事實信息

- ◆ 公共和政治壓力需要即時發布資訊的領域
- ◆ 事故調查單位需要重新評估對外的溝通策略
- ◆ 媒體的需要不應干擾調查的正常進行
- ◆ 適度發布事實資料可以減少外界的猜測和謠言
- ◆ AIG 小組在上次會議上對附件 13 的擬議修訂提出了建議

事故調查小組-AIGP

根據 AIGP 的建議，附件 13 中的新規定，適用於 2020 年 11 月

- ◆ 全球關注的安全建議
- ◆ 修訂事故調查紀錄器資料的規定

當前的一些工作方案要素：

- ◆ 調查 RPAS 事故和事件
- ◆ 組員測試和 SRGC 數據庫變更
- ◆ 其他主題，例如：
 - ADREP 報告
 - 調查員培訓指南材料
 - 區域事故調查
 - 信任框架
 - 相關調查的衝突區
 - 其他

C. 結論

附件 13 是一份成熟的文件，用作全球參考

- ◆ 在複雜的事故調查中
- ◆ 涉及多個國家和各方

3.2 ICAO 發展中之事故調查規範 重新連接世界

本場演講由國際民航組織航空導航局事故調查科 Dr. Andre de Kock 主講，
報告摘要內容如後。



圖 3 Dr. Andre de Kock 報告

國際民航組織：

- ◆ 芝加哥公約於 1944 年 12 月 7 日簽署
- ◆ 1947 年 10 月 3 日，國際民用航空組織（ICAO）成為聯合國專門機構。
- ◆ 主要目標：以安全有序的方式發展國際民用航空，如此航空運輸服務建立在機會均等的基礎上，合理及經濟的運作。

公約，第 26 條

- ◆ 締約國一方航空器在另一締約國領土內發生事故，造成死亡或重傷，或表明該航空器或空中航行設施存在嚴重技術缺陷的，事故發生國將在其法律允許的範圍內，按照國際民用航空組織可能建議的程序對事故情況進行調查。航空器登記國應有機會任命觀察員出席調查，進行調查的國家應將有關此事的報告和調查結果通知該國。

第三章 調查的獨立性

國家應建立事故調查機構，獨立於國家航空當局和其他可能干擾調查進行或調查客觀性的實體。

第四章 通知

向在本附件範圍內調查的另一締約國領土內的航空器發出失事、重大意外事件或本附件範圍內擬調查事件的通知：

- ◆ 註冊國、運營商、設計和製造國
- ◆ 當飛機質量超過 2250 公斤或渦輪噴氣發動機飛機時

第六章 最終報告

建議 6.6.1 如果進行調查的國家未在合理的時間範圍內公開最終報告或臨時聲明。參與調查的其他國家有權以書面形式要求進行調查的國家明確同意發表一份聲明，其中包含提出的安全問題以及可用的信息。如果進行調查的國家明確表示同意或未在 30 天內答覆此類請求，提出請求的國家應在與參與國協調後發表此類聲明。注意：關於“合理的時間框架”的說明。

第六章 安全建議

6.8.1 失事或重大意外事件調查的飛安改善建議的發布優先權授予進行調查的國家；但為了安全起見，其他參與調查的國家應有權在與進行調查的國家協調後發布飛安改善建議。

註：有效協調飛安改善建議草案將避免參與調查的國家發布相互衝突的安全建議。

全球關注的安全建議 (SRGC)

- ◆ 關於系統性缺陷的安全建議，該缺陷有可能再次發生，在全球範圍內產生重大後果，需要及時採取行動以提高安全性。
- ◆ 6.9.1 發布全球關注的安全建議 (SRGC) 的國家應以註明日期的傳送函件通知國際民航組織該建議的發布及其回應，即使 SRGC 並非針對國際民航組織。

註：SRGC 和答覆記錄置放在公開的國際民航組織中央數據庫中。

附件

- ◆ 附件 C-重大意外事件範例列表：根據基於風險的分析原則對重大意外事件進行分類的指南。
- ◆ 附件 F-調查權委託協議：部分或全部調查授權安排指南。

有關無人載具 UAS/RPAS 的調查

- ◆ 附件 13 提出針對 UA/RPA 的調查修正版本。
- ◆ 目前進度:正在接受委員會審查。
- ◆ 審查建議的指導資料。
- ◆ 已批准附件 6 草案第四部分。

其他議題

- ◆ 區域事故調查——RAIOs 和 ICMs
- ◆ 最終報告草案的諮詢
- ◆ 組員訪談紀錄的公布。
- ◆ 水下事故調查（與搜救）。
- ◆ 重傷定義。
- ◆ 操作業者國籍定義
- ◆ 家庭援助會建議。

FLIREC 相關指導材料

- ◆ 遇險飛機定位與飛行紀錄器資料救援手冊（Manual on Location of Aircraft in Distress and Flight Recorder Data recovery,）
- ◆ 飛行紀錄器系統維護手冊（Flight Recorder System Maintenance Manual, Doc 10104、2020）
- ◆ 飛行機組手冊-人機介面紀錄（Manual on Flight Crew- Machine interface Recordings）

FLIRECSWG 工作計劃

- ◆ 用於小型飛機的輕型紀錄器
- ◆ EUROCAE ED-112A 回顧
- ◆ 飛行紀錄器定義審核

3.3 運輸事故有關組織及安全管理因素之調查

加拿大運輸安全委員會由Mr. Heather Parker分享的一個組織與安全管理因素之調查，題目為「The high hanging fruit: Investigating organizational and safety management factors in transportation occurrences」。以下為有關本題目

之心得。

運輸事故調查比較容易發現的問題大都是第一線的問題，如人員的操作或機械系統故障等，往往這也是最直接的事故肇因。進一步的調查會往上一層走，考慮到當時的時空環境因素對人為操作或機器的影響；更進一步往上看，會思考系統性的問題，有關於此類的失誤或失效有甚麼風險控管措施/程序等；當發現風險控管措施仍有問題時，則會繼續往上查，會檢視是甚麼組織的因素造成風險控管失靈。通常第一線的因素及當下的環境因素比較容易調查，而上層的風險控管及組織的影響則難度較高，但一旦有所發現，則其對安全的改善也是比較深遠，這是事故調查的high hanging fruit。

安全管理系統的事故調查案例

TSB使用一個案例來演示有關安全管理系統的事故調查，這個案子是發生在2017年冬天，一架ATR 42型機，計畫執行一系列儀表飛行規則(VFR)航班，從薩斯卡通經薩斯喀徹溫省北部。當簽派員和飛航組員為當天的航班做簡報時，他們意識到飛行路線沿線有結冰預報。儘管飛航組員和簽派員都知道天氣預報有地面結冰，但還是決定繼續當天的計劃路線，前往幾個除冰設施不足的偏遠機場。

飛機從CYXE國際機場順利飛往CYPA機場，並在停留約1小時後，繼續飛往CZFD機場，在接近CZFD機場時，飛機遇到了一些飛行中的結冰，機組人員啟動了飛機的防冰和除冰系統。儘管飛機的防冰系統已啟動，但飛機的除冰靴無法清除所有可能積冰，而且防冰系統也無法防止冰在未受保護的表面上累積。結果，飛機在容易積冰的天氣下運作，飛機上開始累積一些殘冰。

飛航組員意識到結冰；然而，在進場過程中沒有發現異常。因此，他們沒有評估殘冰嚴重到足以對飛機性能產生重大影響。機組人員繼續進場，於

中央標準時間1724時降落在豐迪拉克機場。(事故後，根據對飛行數據紀錄器數據分析，飛機的阻力和升力性能在降落CZFD機場前不久分別下降了28%和10%。這顯示飛機在落地時有大量殘留冰附著在其機翼面上。)

這架飛機在CZFD機場的地面上停留了大約48分鐘。下一班航班的目的地是CYSF機場，機上有3名機組人員（2名飛行員和1名空乘人員）和22名乘客。雖然飛機在地面上時沒有可觀察到的降水或霧，但天氣條件有利於結冰或結霜。這與飛機上殘留的混合冰相結合，形成冰晶，導致飛機控制翼面上形成額外的冰或霜。

乘客登機後，副駕駛完成了對飛機的外部檢查。但由於地面上可用的檢查設備不足，副駕駛的檢查只包括在飛機周圍走動，從左後門樓梯的頂部看左翼，沒有使用手電筒在機坪昏暗的燈光下進行檢查。儘管不知道冰的全部範圍和持續的積冰，但副駕駛確實通知機長飛機上有一些冰。機長並沒有親自檢查飛機，也沒有試圖除冰；反而，他和副駕駛繼續準備出發。

此公司的航班在偏遠機場起飛時，飛機的主控制面表面受到一定程度的積冰污染，這已成為常見做法，部分原因是這些偏遠機場的除冰設備或服務不足。這些導致這種不安全的做法變得正常化，這種正常化影響了飛航組員的起飛決定。

儘管機組人員意識到飛機主控制面有部分結冰，但他們認為起飛可以安全完成。他們決定繼續執行原計畫的決定，於1812時，在夜幕降臨時，飛機在28號跑道開始起飛滾行，30秒後，它升空了。由於進場後飛機上殘留的冰塊以及在地面停止期間累積的額外冰塊，飛機的阻力增加了58%，起飛期間升力減少了25%。儘管性能有所下降，但飛機最初還是爬升了。然而，起飛後，飛機在沒有任何飛行員輸入的情況下立即開始向左滾動。這種滾動是由於飛機上不均勻的冰污染導致的非對稱升力分佈的結果。在無指令

滾動之後，機長的反應好像操作是一架未受污染的ATR 42，期望正常的操縱量和動態響應特性；然而，由於污染，導致出乎意料的操控量和動態響應。儘管調查確定副翼有足夠的側傾控制力來抵消不對稱升力，但由於出乎意料的操縱量和動態響應，側滾擾動發展為幅度越來越大的振盪，並且失去了對滾轉軸的控制。這種滾轉軸失控，與已知的與冰污染起飛相關的風險相對應，最終導致飛機在起飛後17秒與地形相撞。

在調查初期，很明顯需要更多資訊來確定在此事件中潛藏因素是否存在於加拿大商業航空的其他地方。為了評估在偏遠北部機場冬天飛航所涉及的風險，特別是飛機起飛時在主控制翼面上附著霜、冰或雪所帶來的風險，調查單位對於偏遠地區操作的飛行員進行了線上問卷調查。問卷的結果顯示，這些偏遠機場的飛航運作經常受到無適當的檢查裝備、除冰或防冰設備不足的影響。這種安全缺陷的發生的概率和後果嚴重性已經對運輸安全構成了高風險。風險的高低可能因機場而異，在一定程度上取決於營運的次數。無論如何，及時辨識高風險的機場，可以很快降低飛機起飛時機翼關鍵翼面仍有結霜、冰或雪附著的可能性。事後加拿大交通部、航空業者和機場當局已識別這些高風險機場，分析它們的危害和風險，並採取緩解措施。

安全管理系統調查基本認識

在前述的事故調查，所發現的是一個組織性的風險，也是安全管理系統可辨識出危害的風險因素，但是在實際的運作中，卻依然存在這個高風險因子，本案在安全管理系統調查中，找到原因並提供了緩解的改善措施。

在探討安全管理之前，首先必須定義甚麼是安全，其定義如下：

安全：“安全是通過持續的危害識別(hazard identification)和風險評估(risk assessment)過程，將人身傷害或財產損失的風險降低到並保持在或低於盡

可能低/合理可行的水平(as low as reasonably practicable, ALARP)的狀態”。
這個定義有兩個重要要素：安全是一種持續變動的狀態，必須使用一個系統達到可接受的安全水平。

探討安全管理，從安全的定義可以看出三個重要的名詞或處理程序，危害識別、風險管理、盡可能低/合理可行的水平(as low as reasonably practicable, ALARP)。

為探討安全管理調查，還有一些安全管理的名詞必須做一點解釋，如危害、風險、潛在的不安全狀況及潛在因素及ALARP，說明如下：

危害(hazard)：是一種存在的不安全狀況，“危害”被定義為有能力引起傷害的事物，危害可能會觸發不好的事件，可能會增加假想中事故成真的機會。

風險(risk)：如果危害造成了後果，風險指的是這個後果的嚴重程度和發生的可能性（有多大可能性和有多嚴重？）的乘積。下圖是用領帶結圖說危害和風險的關係。

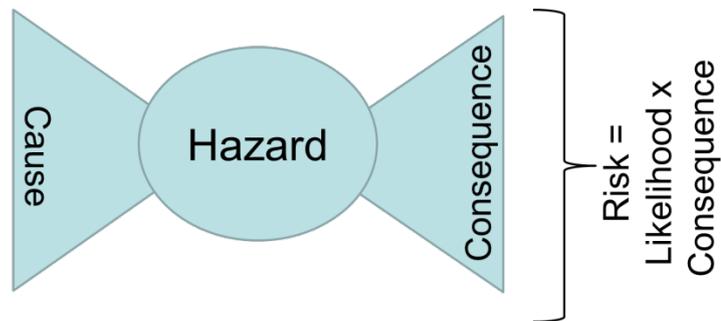


圖 4 危害與風險關係圖

ALARP (As Low As Reasonably Practicable):（盡可能低，合理可行）：鑑於風險永遠無法消除，而且必須在生產和安全之間保持均衡，安全管理的目標是將風險保持在 ALARP 水平。

潛在的不安全狀況 (**Latent unsafe condition**): 有可能引發、加劇或以其他方式促進不良事件的情況或狀況，也包含促進不安全行為的發生。換句話

說，潛在的不安全條件是操作環境中增加導致不安全行為的可能性。在 Reason 模型的描述中，潛在的不安全條件經常被稱為“潛在失效”。

潛藏因素（**Underlying factor**）：是一個不安全的狀況，它是可以為這個事件提供了最全面解釋的那個根本的不安全狀況，同時仍然可以通過緩解措施來解決。這是終止安全分析的點，因為再進一步的分析，所涉及的任何影響潛在因素的狀況都無法通過緩解措施來解決，也就是再往下分析所涉及的不安全狀況，我們拿它沒轍的。

事故因果關係起司模型圖

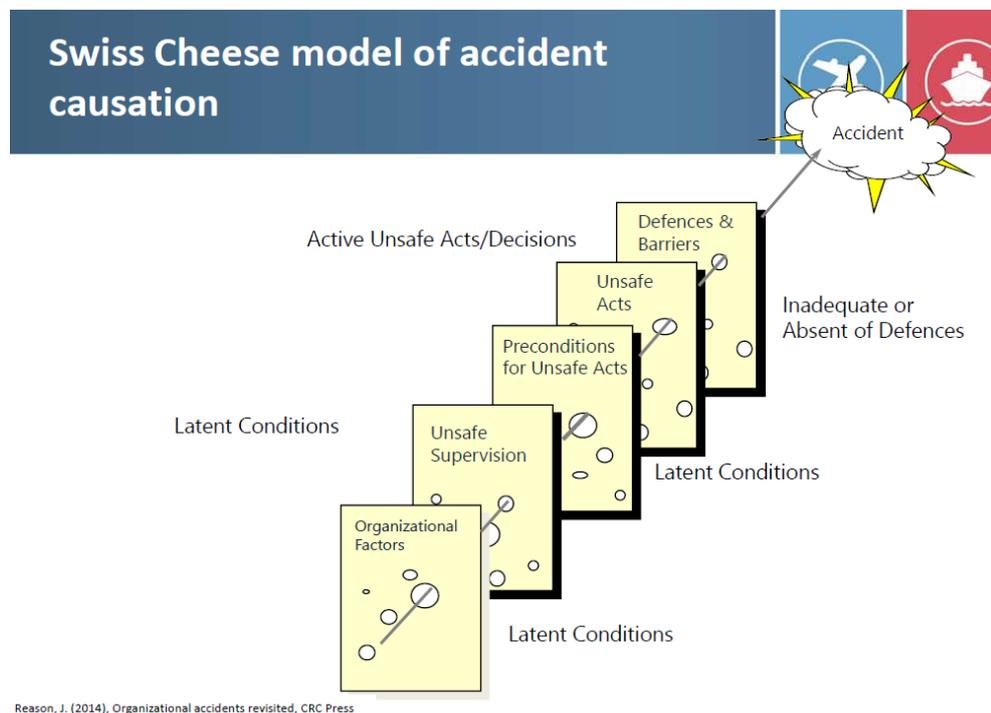


圖 5 事故因果關係起司模型圖

關於組織因素的調查和安全管理因素的調查，加拿大運安會有關組織和安全管理因素(organizational and safety management factors, O&M)的說明如下：

組織因素：組織存在的某些狀況會負面影響人員的工作表現，或使操作人

容易發生錯誤；

安全管理因素：安全管理存在某些狀況會負面影響組織主動識別和處理這些不安全的狀況或危害的能力

一個好的安全管理和安全文化看起來是如何呢？

從甚麼地方可以看的出來組織擁有良好的安全管理和安全文化？首先，一個組織必須能夠承諾對安全的有效管理及支持不斷改進的理念，並通過明白表述的價值觀和使命宣言，將這種理念傳達給員工和利益關係人，並且在組織裏所有成員日常作為都是符合組織的安全理念。

這一理念必須正式的呈現在組織的政策文件，它明確傳達安全重要性，並認識到安全是組織中每個人的不斷改善的貢獻，換句話說，安全不是某個人或某一群人的貢獻，一個組織達到它的安全標準，是組織理群體的貢獻。接下來，安全理念和政策必須應制定作業程序來維持。

最後，具有很好安全文化組織的實務作業必須與所制定的程序一致。為了達到這一點，程序必須是實際可行、有依據可查、明白清楚地傳達，並且在許多情況下是強制執行的，若未達到將有懲罰。接下來對於安全管理調查最重要的就是，實務作業與程序之間的不一致，通常是組織中安全管理或安全文化問題的第一個可觀察跡象之一。

加拿大運輸安全委員會如何調查運輸事故？

TSB使用綜合安全調查方法 (Integrated Safety Investigation Methodology, ISIM)，這個方法透過8個過程了解事故發生甚麼、安全缺陷、相關的風險。同時也運用事故因果模型中的多因果原則，也就是事故的調查發現包含可能原因、促成因素和風險因素。

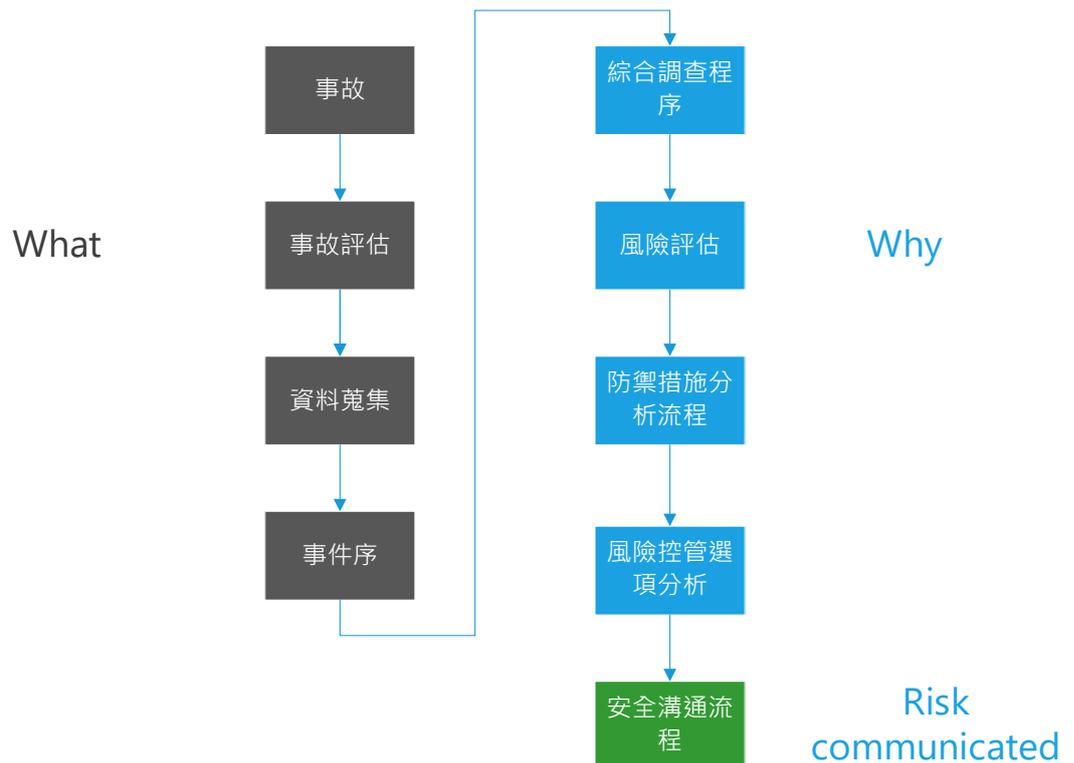


圖 6 綜合安全調查方法流程

加拿大運輸安全委員會如何調查組織及安全管理因素？

1. 依ISIM的程序，從事件序中有關安全的重大事件，在安全重大事件中辨識出不安全狀況、潛藏因素、危害或安全缺陷/條件
2. 以這些不安全狀況為起點，然後在組織的安全管理流程和實務中，檢查這些狀況的規定，與實際作業的情況。

如下圖所示，在一連串事故發生的事件(sequence of events)中，辨識出safety significant event，去了解這個事件發生時的unsafe condition，依O&M的調查技巧，發掘underlying factor，接著拿這個風險因子去比對安全管理系統的危害處理流程，從辨識、評估風險、控制選項、風險傳達、採取作為、監督過程(identify hazard-assess risks-control options-risk communication-take action-monitor progress)，檢視在這流程裡，哪裡出了問題？

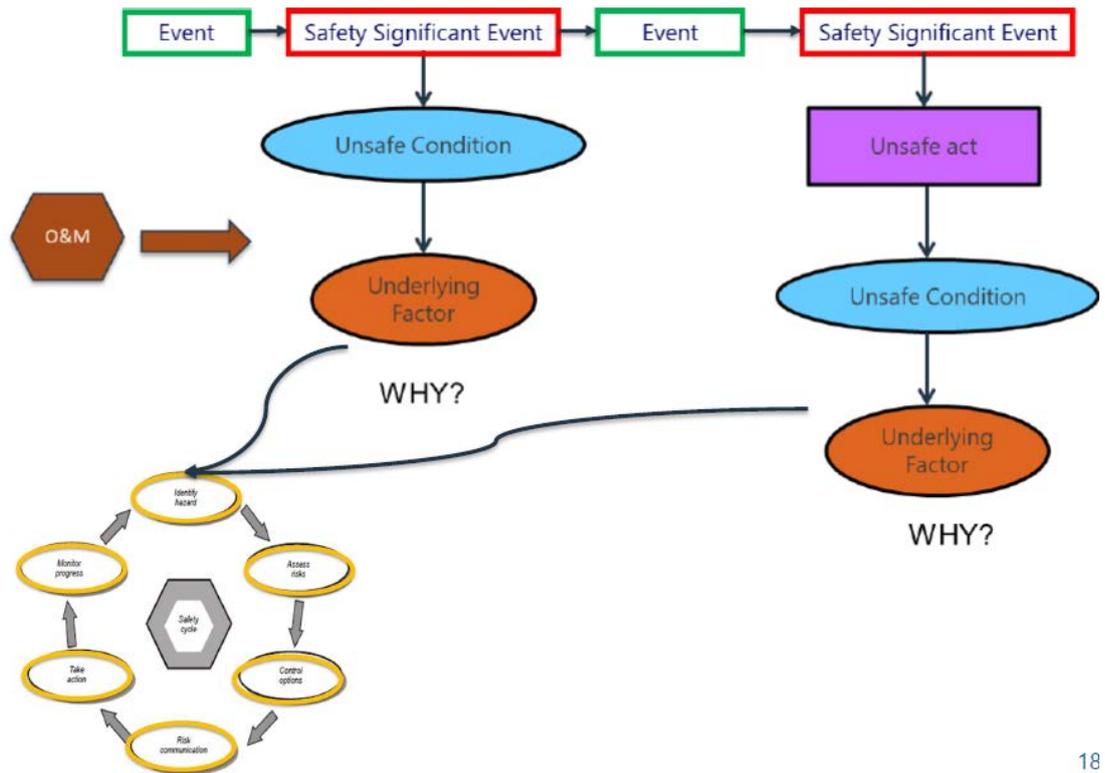


圖 7 組織及安全管理因素調查流程示意圖

蒐集組織及安全管理的事實資料以支持調查

TSB依Guide to investigating for organizational and management factors進行

O&M factor的調查，調查作為主要分成兩大部分，

- Data collection: 初步蒐集O&M factor調查所需的資料
 - 資訊與文件蒐集：
 - ◆ 文件蒐集：安全管理民航法規、航空公司SMS的詳細文件、有關事故中所觀察到的危害在該公司的相關資料，通常包括類似事件公司的內部報告，這個危害在該公司的風險評估，有關這個無害在任何運行監控的結果（例如FDM、正常運行監控、監督觀察、能力檢查等）。內部和外單位稽核的結果，民航局的檢查結果。

- ◆ 人員訪談：訪談組織內各個層面人員的看法，例如問他們第一線人員實際作業與程序之間的一致性；在發生事故時實際使用程度；與事件中涉及的危害相關的信息；有甚麼可能的因素會導致事故中的實際作業偏離程序；受訪者對於公司安全管理的參與程度、了解的程度。以上的問題不是調查員回答，而是去問各階層的看法。
- ◆ 去現場觀察：從調查員的角度去看作業人員實際操作與程序之間的一致性；這個程序在實際作業，被使用的程度。
- 以可能的潛在狀況為出發點，以下是一些可能的潛在不安全狀況
 - ◆ 安全管理驅動者的承諾：用一些問題去問(發掘)安全在公司內部的優先順序、資源分配、安全管理組織架構、安全文化等。
 - ◆ 安全管理驅動者的能力：技術人員有足夠的知識與技能可以安全的執行工作嗎？安全管理人員有足夠的知識與技能了解他們在SMS所扮演的腳色嗎？他們知道如何提升安全議題嗎？
 - ◆ 安全管理驅動者的認知：危害的辨識和風險評估的流程；人為錯誤在系統裡被當成是一個問題嗎？在事故後公司有發展減緩措施嗎？對於程序與實務作業的認知，如程序文件化都完整嗎？有有效的監理實務作業與程序一致性的機制嗎？
- Data analysis: O&M 調查工具箱包含了五大工具，Scoping tool, “Who knew what?” Analysis tool, O&M factor assessment tool, Safety culture assessment tool, Quality assurance tool. 說明如下：

- **Scoping tool (範圍界定工具)**：事故調查必須確定調查的範圍，然後對其進行管理，以確保充分運用調查資源能，並能夠及時完成調查報告。在調查初期時，有時很難證明為什麼應該或不應該採用某些調查途徑或調查深度。回顧調查過程，可能有很多的問題，用來考慮了具體的調查途徑。範圍界定工具提供調查人員指引，來解決這些挑戰，以確定在調查期間是否需調查 O&M 因素，並明確決定何時著手調查 O&M 因素。使用範圍界定工具工作表 (Scoping tool worksheet)將有助於決定是否應將O&M因素包括在調查範圍內，這個工作表有助於調查員思考過程變得明確。
- **Who knew what? Analysis tool (誰知道甚麼?分析工具)**：任何組織的有效安全管理都有賴於信息傳遞。此工具提供了一個方法，使用在事故中看到的危害，來記錄下安全管理程序和實務作業之間的有效性。確定誰知道這個特定危害的狀況，知道這個狀況後的產生甚麼結果，這是否符合組織規定的程序。這會提供這公司在組織安全管理大概的情況。使用誰知道什麼？分析工作表(Who knew what? Analysis worksheet)將有助於記錄下來在個危害在組織中信息流動，並呈現更明白的思考過程。
- **O & M assessment tool**：O & M 因素評估工具的目的是通過記錄已識別的O&M因素如何促成事故的發生或增加風險，從而幫助形成令人信服的論點。O & M 因素可以通過多種方式增加風險：如這因素會導致不安全狀況的發展；這因素會增加人為錯誤或不安全實務作業的可能性；或這因素會降低組織管理安全的能力。在 ISIM 安全分析中，通過從重大安全事件(safety significant event)和問“為什麼會發生”的簡單過程，可以確定不安全狀況和潛藏因素。方法是不停地追問為什麼，直到發現那個風險的緩解措施是

不切實際的。為了清楚地建立不安全條件之間的聯繫，我們需要採用同樣直接的方法，並回到重大安全事件，回答“如何會發生？”的問題。使用O&M 因素評估工具工作表(O & M factor assessment tool worksheet)將有助於確保清楚地證明事件中看到的潛在因素與組織管理安全的能力之間的聯結。

- **Safety culture assessment tool (安全文化評估工具)**：看一個組織的安全文化，可以決定組織的整體風險水平和組織是否有能力有效管理安全。因為安全文化能夠創造工作的常態(norm)，這常態就是日常工作是如何被完成，日常工作怎麼被完成就會直接影響組織的風險水平。安全文化同時也建立了安全管理架構如何被實施的大環境。價值觀和信念是安全文化的關鍵要素，決定了每個個人對安全管理的信任程度和參與程度。使用安全文化評估工作表(safety culture assessment tool worksheet)可以清晰地描繪出一個組織的安全文化。
- **Quality assurance tool(品質確保工具)**：安全訊息的傳遞或溝通(如同本會的改善建議)必須呈現出令人信服的論述，才能產生真正改變。因此，我們必須抓住每一個機會來挑戰我們的思維，測試我們的邏輯並加強安全改進的理由。安全確保工具提出了一系列問題來幫助驗證分析。使用品質確保工作表(Quality assurance tool worksheet)可以用在任何層級或任何時間，來審視安全訊息傳遞的草案。

使用上述O&M因素調查的重點小結

- 使用不安全的狀況和潛藏因素來調查安全管理
- 防止事後諸葛亮，尤其是當調查層次沿伸至風險控管及組織影響的層

次，當你試著要了解人為什麼犯錯，要從當事人在當時狀況的角度去看

- 遵守安全調查方法並徹底應用調查工具。

3.4 飛安調查之未來挑戰：無人機事故調查

3.4.1 澳洲運輸安全局無人機調查：挑戰與機會

澳洲運輸安全局（Australian Transport Safety Bureau, ATSB）資深運輸安全調查官Lian Campbell女士表示，由於澳洲地廣人稀，普通航空業及無人機相關發展非常發達¹，相關無人機管理法規起步較早，從2012年開始即主動調查與無人機相關之事故，於2014-2016年期間ATSB並針對快速發展的無人機進行了為期3年的安全風險分析，獲得許多與無人機相關的調查經驗與知識背景。

依據ATSB 2010-2019的統計資料，從2016年開始在澳洲發生的遙控無人機（remotely piloted aircraft, RPA）事故件數已經超過直昇機，成為第二常見的飛航事故²，2021年事故件數更超過了60件，即平均每週都有超過一件的事故通報（如圖8），另一方面有人駕駛飛機遭遇到無人機接近的事件數量亦顯著增加，其面對的調查案例不僅只是航間常見的空拍機，亦包括波音集團前來銷售並測試的20公斤級燃油定翼無人機，或是空中巴士集團在澳洲試飛的75公斤級高高度太陽能飛機等大型且複雜的無人機系統，其飛行區域與風險皆遠高於現有消費級無人機之範疇，因此於2021年修法將一定風險以上的無人機事故納入強制飛安事故通報範圍之內（如圖9）並明文規

¹ 本會於2009年引進之第二代無人機系統亦為澳洲廠商所開發。

² 依澳洲適航法規所區分之機種別統計，分為飛機(aeroplane)、氣球(balloon)、滑翔機(glider)、自轉旋翼機(gyrocopter)、直昇機(helicopter)、重心轉航空器(weight-shift control aircraft)以及遙控無人機(remotely piloted aircraft)七大類，依統計數據第一多之事故類型仍為飛機。

定何種類型的事故為必需通報類型，例如造成人員死傷、重大財損、空中接近、無人機失蹤或無法接近、無人機實質損壞或因事故損傷理由必須停飛...等條列事項，至今為止收集了大量的事故通報，除收集事故資料以訓練調查員對於無人機之熟悉程度之外，並擬為未來快速發展的無人空中計程車或送貨服務等科技預作準備。

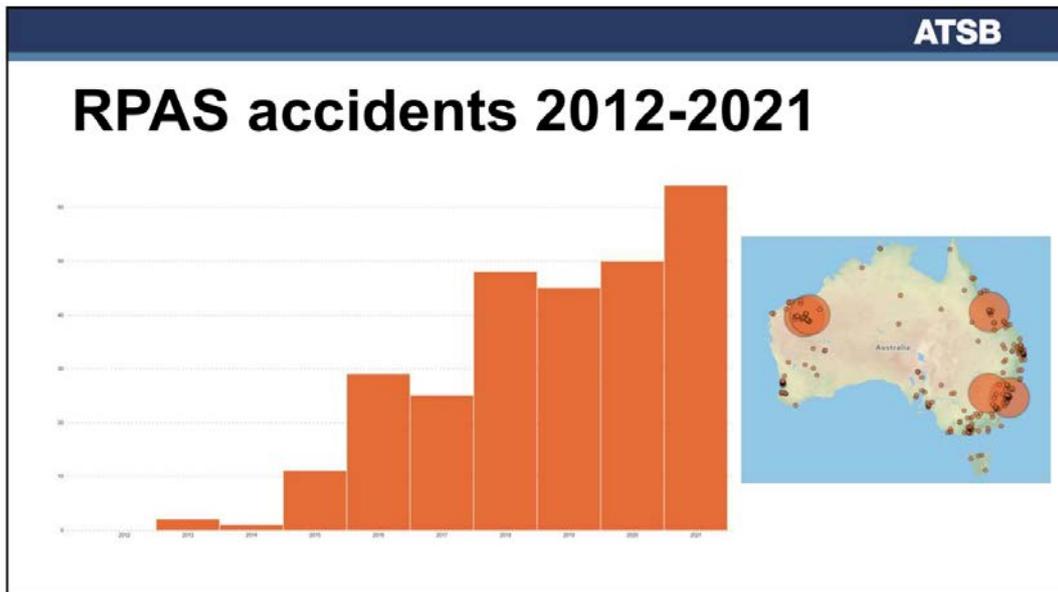


圖8: 澳洲ATSB無人機事故件數統計

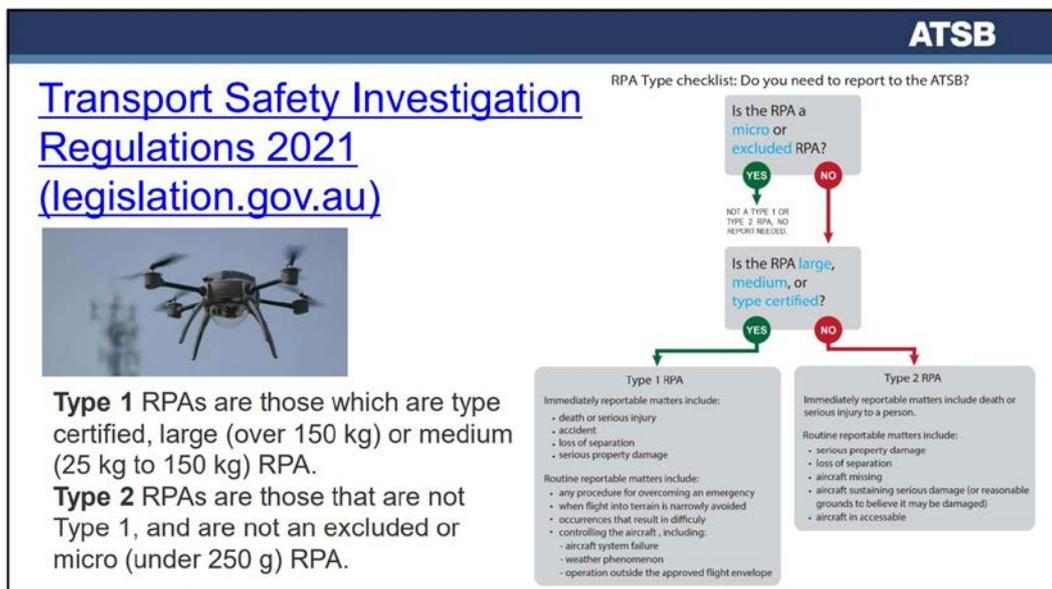


圖9: 澳洲ATSB無人機事故通報標準

3.4.2 澳洲運輸安全局無人機應用於事故調查現場測繪

ATSB運輸安全調查官Michael Dawes先生簡報該會無人機運用現況及未來展望。由於澳洲民航法於2017年起將無人機納管，所有非娛樂無人機作業人員及相關機關構都需取得執照，因此目前ATSB以法人身份取得澳洲民航局無人機業者執照（Remote Operators Certificate, ReOC），旗下有18位持有民航局操作證之無人機飛行員，取得之限制排除資格包括高於離地400呎、於機場限航區作業、夜間飛行、儀氣天氣飛行以及視距外（Beyond Visual Line of Sight, BVLoS）飛航作業之資格，從2017年開始協助該會航空、水路及鐵道重大運輸事故之現場測繪，使用之機型統一為大陸大疆（DJI）之產品，向DJI取得解鎖認證（Geo Unlocking license）以在原廠設置之禁航區（機場或其他重要設施範圍）內飛行，並利用與本會相同的Pix4D建模軟體進行3D建模，並搭配高精度衛星測量儀、360度環景攝影及光達掃描儀嘗試建立完整的事務現場3D重現環境。未來ATSB從裝備面將始評估包括熱影像及更大範圍飛行能力之機種，並制定針對夜間飛行或BVLoS任務之特殊作業程序，於使用面則將開始評估利用建模成果建構虛擬實境（virtual reality, VR）現場環境供訓練使用，或利用3D列印技術提供調查團隊更易於理解現場樣貌之成果。

3.4.3 英國飛航事故調查局無人機調查案例探討

英國飛航事故調查局（Air Accidents Investigation Branch, AAIB）工程部門資深飛安調查官Stuart Hawkins先生簡報英國針對無人機事故調查的發現及心得。AAIB對於無人機之事故調查成案之標準參照ICAO Annex 13無人機事故應調查「其設計或操作經官方審核同意者」精神，因此只要無人機之飛航作業為民航局申許可，或載具設計為經民航局認證者發生之事故皆需通報AAIB並進行後續之調查，其通報至成案之評估流程圖10所示。自AAIB從2015年開始調查無人機事故以來，迄今已收到了344件無人機事故

通報，其中128件紀錄經過後歸檔、142件公開50字簡略報告以及對74件通報進行事故調查，74件事務調查中72件為書面調查，僅2件事務出動先遣小組至現場（分別為95公斤及180公斤的無人機事故），依其事故類型統計後如圖11所示，最大宗者為飛行中失控超過110件，其次為動力系統失效超過30件，可明顯發現無人機是一個新興科技領域，許多新創公司正在經歷數十年以前航空產業各種克服技術問題的情形，事故原因中不良的設計或組件失效仍為最大比例，從AAIB的角度認為因為這個領域仍在摸索發展中，相對的可塑性及設計改善的空間也更大，更應透過安全調查的手法來協助提升整個無人機領域之安全水準等級。

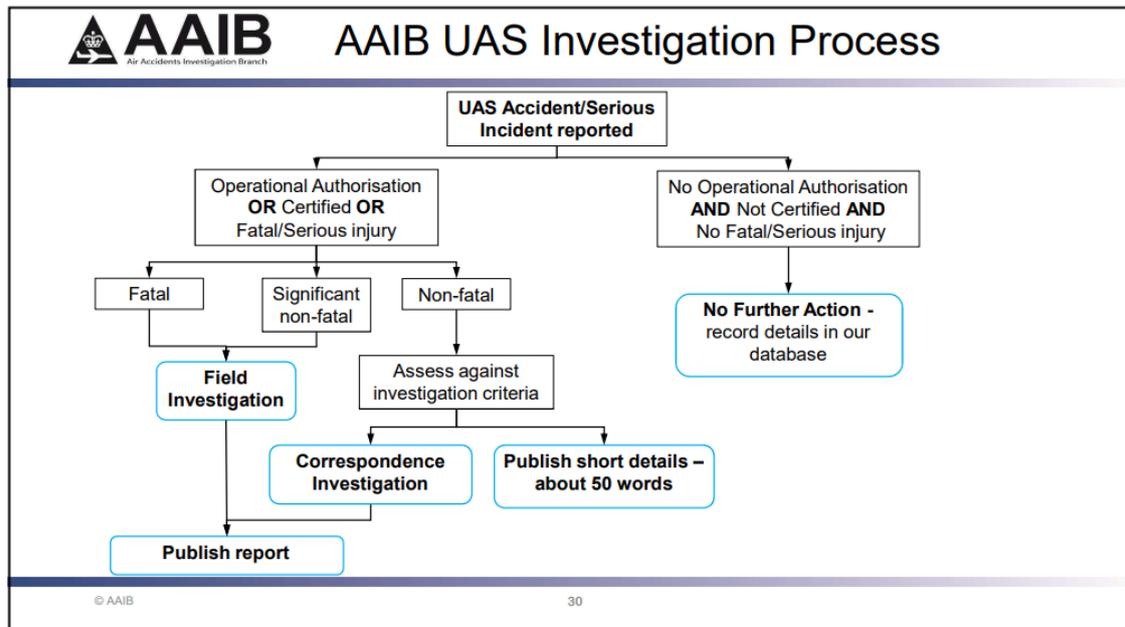


圖10 英國AAIB無人機事故調查評估流程

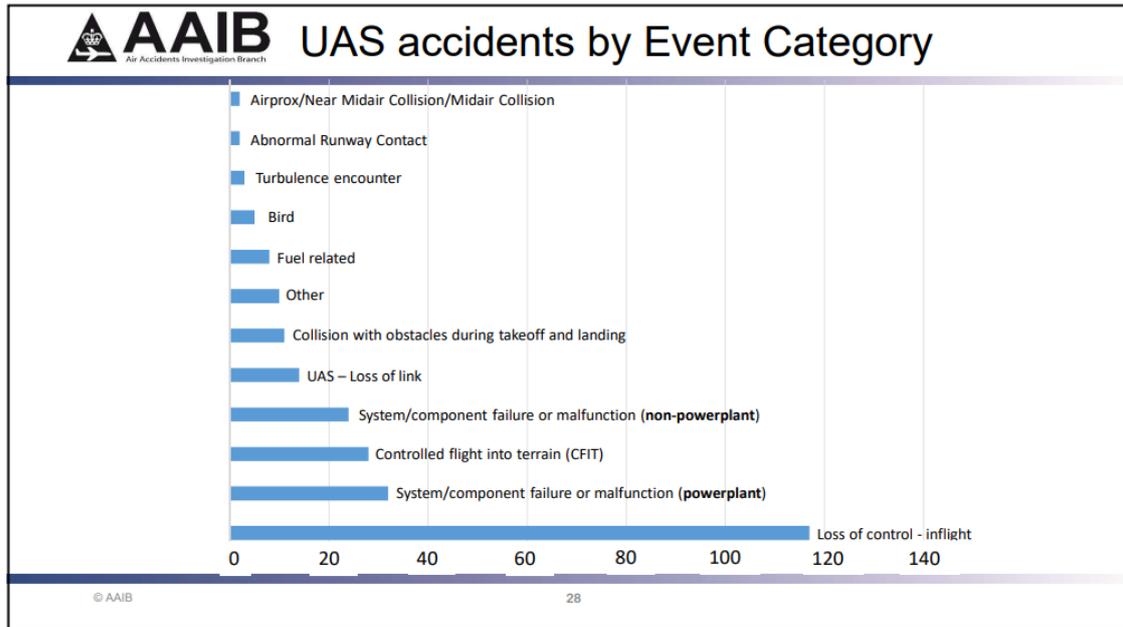


圖11 英國AAIB無人機事故類型統計

3.4.4 我國無人機應用及事故調查現況

由本會與會成員簡報我國無人機相關法規包含民航法、無人機管理規則於運輸事故調查法與無人機相關之現況、無人機管理施行後兩年的現況、民航局無人機檢驗標準、本會無人機應用發展歷程及現況、重大運輸事故無人機運用案例、無人機事故調查案例以及可能面對之未來挑戰等，由於各國調查機構運用之無人機皆以中國大疆多旋翼機型為主，面對本會從旋翼到定翼無人機之彈性運用皆深感興趣，會後ATSB及韓國航空鐵道事故調查局（KARAIB）與會者亦特地向本會簡報同仁詢問相關應用細節。

3.4.5 業者簡報電動垂直起降機於城市空中交通環境運用之安全挑戰

本簡報由Volocopter公司試飛員Paul Stone先生透過視訊遠端報告，Volocopter公司位於德國，為世界最早實驗電動多旋翼載人飛行成功的新創公司，並積極參與杜拜、新加坡、首爾及巴黎等都會的城市空中交通（urban air mobility, UAM）計劃，利用宛如放大版無人機的多旋翼電動垂直起降機（electric vertical take-off and landing, eVTOL，如圖12）進行載人

飛行並商轉的系統研發，希望能成為穿梭於城市間之空中計程車解決方案，迄今雖已於杜拜及新加坡取得許可進行為數不多的測試飛行，然系統的安全驗證由於國際法規尚未完備，從ICAO、EASA到各國民航局都還未能夠針對UAM或是eVTOL飛行器制定合宜的適航標準，因此Volocopter公司除積極與各主管機關就法制標準進行討論，並參考商用直昇機及EASA預定推出的規範將安全目標訂定為災難性失效（catastrophic failure condition）機率小於 10^{-9} 次/飛行小時，等同於1次/每百萬飛行小時的安全標準。



圖12 Volocopter公司eVTOL實驗機於首爾機場試飛

3.5 英國雲端航空事故調查管理系統

對於運輸安全調查機關而言，需要一套具備符合資安標準的管理工具，從最初接獲事故事件通報、開始進行調查、安全改善建議後續追蹤管考，直到確認結案為止，有效地管理其調查作業進度，並提供儲存相關紀錄、文件的空間。英國航空事故調查局（AAIB）每年大約有 1000 起事故事件通報，2005 年沿用至2000年的舊管理系統已經過時，2000年起，AAIB在英國因疫情影響

封城前一周啟用新的雲端事故調查管理系統，恰可解決舊系統無法使用網路由遠端進入系統存取資料的問題。

AAIB雲端事故調查管理系統係以敏捷式架構方法進行系統開發，將大部分核心功能與英國鐵路、水路事故調查部門共同研發，以降低成本，並以2年的時間完成開發與測試，採用Microsoft Dynamics 365、Sharepoint應用程式作業平台，並使用Azure雲端儲存服務、建置2個資料中心、雙重認證登入系統等方式確保資訊安全；新系統建置完成後擁有下列優勢：可使用個人電腦、筆電、平板、行動電話等多種工具登入系統、具備離線存取功能、文件自動同步、報告內容可即時編輯、改善證物管理等，並可整合往來電子郵件，且可改善事故調查報告管理功能；AAIB於事故調查過程中所產出之各類報告，諸如正式報告、現場調查報告等，包含請相關單位檢視報告草案內容並提供檢視意見之電子郵件流程，均納入雲端事故調查管理系統進行管理；另外，亦有針對事故現場危害風險進行評估的功能，及對於安全改善建議的正式傳送、後續追蹤管考，包括電子郵件收發流程及回覆改善意見之AAIB內部評估，均由雲端事故調查管理系統進行管理和監控；舊系統中已儲存數十年之案例紀錄，全數安整移轉至新系統亦是一項重要的工作，以提供跨越數十年的事件資料庫。

除上述所提及之功能外，個人覺得有兩大亮點更值得參考學習：

1. 物證管理：AAIB雲端事故調查管理系統已納人物證管理，從事故現場所蒐集之殘骸、物證資料，可使用行動設備登錄到系統，並依循調查作業進度進行管理，且具備由原物證組件拆卸後衍生之新物證的管理功能，亦可使用手機掃描證物之QR code，即可讀取系統內有關此證物之相關資料。

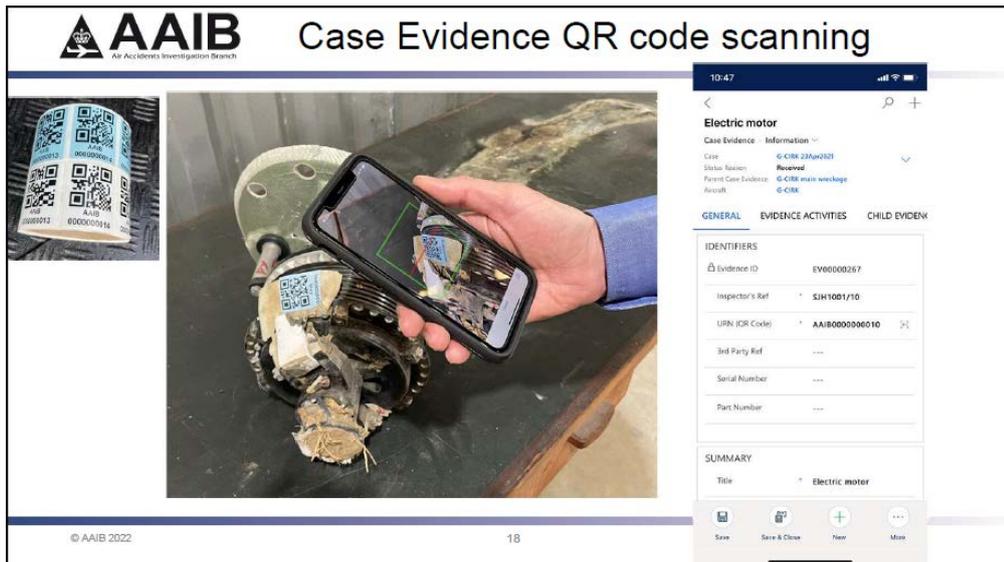


圖13 AAIB CMS系統證物管理功能示意圖

- 數據圖表視覺化呈現功能：AAIB雲端事故調查管理系統具有搜索功能及運用Microsoft PowerBI軟體服務，根據不同需求，經由簡單操作即可將大量數據以清晰圖表化的方式呈現，如：每週事件日誌、工作量分配、及安全改善建立追蹤管考的管理。

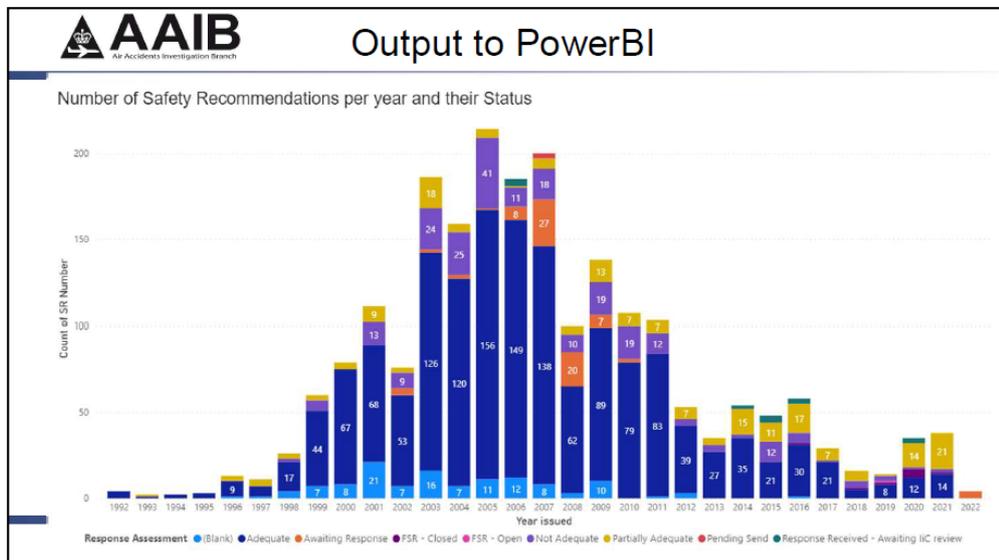


圖14 AAIB CMS系統數據圖表視覺呈現功能示意圖

AAIB耗資50萬英鎊建置此套雲端事故調查管理系統，每年尚須支付維護管理及軟體使用費用，本會亦已逐步建置航空、鐵道、公路及水路之事故管理系統，可依實務運用經驗，若有功能擴充需求時，可參考AAIB之經驗

進一步精進符合本會需求之事故調查管理系統。

3.6 航空事故調查員訓練

事故調查的目的，在於藉由系統性方法找到事故肇因，進而提出改善建議，進而避免類似之事故再發生，然而事故調查是否能有效率地展開，則取決於參與事故調查之調查員，除了調查作業經驗之外，一名稱職的調查員應具備事故調查所需職能之知識及技能，參加調查員訓練課程，則為維持、增進調查員職能的方法。

針對航空事故調查員訓練，國際民航組織(ICAO)於2003年6月發布Cir 298 作為航空事故調查員訓練指引，並將訓練課程區分為初始訓練 (Initial Training)、在職訓練 (On-the-job Training)、基礎訓練課程 (Basic accident investigation courses) 及進階訓練課程 (Advanced accident investigation courses and additional training) 四個階段；ICAO事故調查工作小組(Accident Investigation Panel, AIGP) 正著手進行Cir 298修訂改版作業，並於AIGP/5 會議中決定參照Doc 9868, *Procedures for Air Navigation Services–Training* (PANS-TRG)運用能力本位訓練(Competency-based Training and Assessment, CBTA) 訓練發展方法，引用ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) 系統化之教學模式，藉由進行訓練需求分析、設計課程內容及訓練方式、發展相對應之訓練教材、教具，其目的在於確保完成訓練後之成果可符合訓練需求，以達到精進航空事故調查員之訓練，並草擬訂定航空事故調查員所需之職能框架 (Competency Framework) 有下列十項：道德規範及專業行為標準 (Code of ethics and standards of professional conduct)、事故調查管理 (Managing an accident/incident investigation)、領導力及團隊合作 (Leadership and teamwork)、應對適應及學習能力 (Coping, adapting, and learning)、風險管理 (Risk management)、資料蒐集及證據控管 (Collecting data and controlling evidence)、目擊者訪

談 (Interviewing witnesses)、分析及批判性思考能力 (Analyzing/critical thinking)、報告撰寫 (Report writing)、溝通能力 (Communicating)。

阿聯民航總局 (General Civil Aviation Authority, UAE) 資深專員 Mr. Ibrahim Ahmed Addasi 於會議中提供 Cir 298 修訂版相關資訊，修訂版訓練課程與現行版本差異如下：

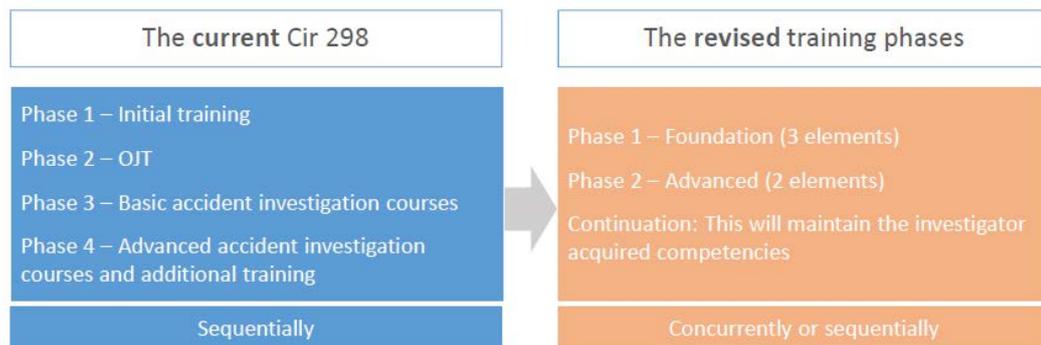


圖15 Cir 298 現行版本與修訂版本比較表

修訂版訓練課程第一階段為基礎訓練階段 (Foundation Training Phase)，課程內容包含3要素：熟悉訓練 (Familiarization)、初始訓練 (Initial Formal Training) 及在職訓練 (On-The-Job Training)，此階段訓練目的：使新進調查員瞭解法規規範、通報流程及調查作業程序，並得以將所學之理論知識實際運用在調查作業實務。

第二階段為進階訓練階段 (Advanced Training Phase)，課程內容包含2要素：進階訓練 (Advanced Formal Training) 及專業訓練 (Specialty Training)，進階訓練的目的：強化調查員職能相關之知識與技能，使其能獨立處理大型複雜性高之調查案件，進而勝任授權代表 (Accredited Representative, AR) 的工作，專業訓練的目的：強化調查員於某調查領域之方法、技術等專業程度，使其足以勝任特定專業領域之調查工作；修訂版訓練課程依課程內容區分訓練階段，但除了熟悉訓練課程外，其他各項課程可視實際需求及訓練機構實際開課時間而定，並非強制性需依序進行。

上述訓練課程著重在培養調查員所需職能及其精進，另外尚須進行持續（Continuation）訓練，持續訓練的目的在確保維持調查員所需之職能，課程內容應包含：新發展或修訂之法規、政策及作業程序、新技術或工具，及於調查作業、研討會或稽核過程中所發現可改善之處。

Cir 298修訂訓練課程的方法，可作為本會修訂調查員訓練課程之參考，尤其藉由ADDIE模式所發展之各階段訓練課程內容，確認能滿足調查員工作職能所需；另外，資深專員Mr. Ibrahim Ahmed Addasi於會議中，同時分享UAE針對Cir 298修訂版相關內容所擬定之訓練架構，及從調查員招募到成熟獨立作業之調查員的訓練流程等相關資訊，亦可作為本會之重要參考資料。

3.76 5G 運用對於航空業之潛在問題

5G代表的是第五代行動通訊技術（5th generation mobile networks或5th generation wireless systems, 5G）是最新一代行動通訊技術；5G的效能目標是高資料速率、超高度可靠之低延遲通訊、節省能源、降低成本、提高系統容量和大規模裝置連接，進一步提升效能和使用者體驗。

目前世界各國5G應用頻譜限制並未有統一標準，考量傳輸速度、覆蓋範圍與更強穿透能力，實務上5G應用通常選擇使用中頻頻譜（Mid Bands / 1-6GHz），美國聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）於2020年重新分配頻譜3.7-4.2GHz之使用，計畫於2020年底將3.7-3.98GHz開放予5G應用，引起美國航空業者高度關注，因為與飛機之雷達高度計（Radar Altimeter / Radio Altimeter）所使用之頻譜範圍（4.2-4.4GHz）非常接近，雷達高度計提供飛機與地形上方淨空高度的重要飛安資訊，其功能若受干擾，對航空器作業之安全具有嚴重之影響，美國航空無線電技術委員會（Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA）於2020年7月發

佈5G行動通訊對雷達高度計干擾之評估報告，報告結果表示對雷達高度計及其相關系統如：地形警示告警系統（Terrain Awareness Warning Systems, TAWS）、空中防撞系統（TCAS/ACAS）、自動降落系統（Auto land systems）等所使用的相關電子裝置造成干擾，可能導致相關無法正常運行，影響飛行安全。

美國聯邦航空總署（FAA）針對5G頻譜干擾雷達高度計議題，發布飛航公告（NOTAM）分別對可能受影響之跑道、機場及區域提出相關飛航限制，如：某跑道禁止使用CATII、CATIII模式進場、某機場禁止使用雷達高度計等；FAA持續評估5G干擾對飛航安全之影響，並發布適航指令（Airworthiness Directive, AD）進行公告，當航空公司或製造商提出減緩措施，確認在某高功率5G環境下，雷達高度計仍維持可靠度及準確度，經由FAA核准後，以替代符合方式（Alternative Methods of Compliance, AMOC）可不受相關飛航公告之限制，否則若存在嚴重干擾的情形，將禁止使用雷達高度計，在視線不佳的天候下，將限制某些飛機儀器降落的能力。

歐盟各國5G所使用頻譜低於3.7GHz，與雷達高度計有較多緩衝區，且在歐盟製造商所提供的技術數據中，目前還沒有發現任何可能會導致安全問題的確鑿證據，故歐盟各國及英國尚未發現任何由於5G的干擾而引起的航班飛行事故的記錄；歐洲航空安全管理局（European Aviation Safety Agency, EASA）提出對應之措施，可分成三部分：一、通報歐盟航空業者進入美國空域時，應遵守相關飛航公告之規範，二、告知5G干擾相關風險，提供組員相關訓練，三、當發現雷達高度計異常時，應進行通報，以進一步追蹤5G干擾的影響程度。

我國交通部民用航空局於2022年1月20日，針對機載雷達高度計受5G通訊干擾潛在風險，發出飛安公告（Aviation Safety Bulletin, ASB No:111-066/O），說明有關5G通訊對於機載雷達高度計之干擾疑慮，及各國提出警示與相關

建議措施，並已與國家通訊傳播委員會（NCC）進行溝通，且建請NCC對於規畫中之5G釋照作業審慎進行，以避免造成國內航空器作業時受到干擾而影響飛航安全。

肆、建議

自 2019 年底 Covid 19 新冠肺炎流行病開始全球大流行，航空業界營運受創慘重，2020 及 2021 年所有國際性會議幾乎停擺或改以視訊會議，今年(2022)此流行病的控制看見曙光，各國邊境逐漸開放，此次新加坡辦理第五屆全球航空事故論壇實體會議，為近 2 年多來首次面對面的國際性實體會議，與會個國家單位代表都甚為珍惜此次機會，可以面對面溝通交流兩年多來，大家在疫情影響下如何維持飛安。會議中分享疫情環境下調查人員的安全、ICAO 有關面對疫情航空業界的減緩措施、事故調查經驗、安全管理系統之調查、無人機調查、調查人員訓練及 5G 對飛安的影響。參與此次會議，除了與國際飛安調查專家交流/分享調查經驗，並獲得來自國際上各國面對疫情有關飛航安全與調查的應變措施。完成本次會議後建議：

- 一、 飛航事故調查為一國際事務，建議持續參與此類的國際性會議，與國際接軌獲取最新的飛安資訊。
- 二、 建議參酌ICAO相關面對疫情有關事故調查的指導文件，審視修訂本會現行有關法規或程序，以增進本會面對疫情衝擊下在飛安調查的應變能力。