

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸地區大連市參加2012民航紀錄器 水下、山區搜尋研討會出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：副資深飛安調查官／蘇水灶
飛安調查官／李寶康

派赴國家：大陸地區遼寧省大連市

出國期間：民國 101 年 8 月 20 日至 8 月 23 日

報告日期：民國 101 年 11 月 13 日

目次

壹、目的.....	2
貳、過程.....	3
參、心得.....	5
肆、建議.....	19

壹、目的

飛航紀錄器（通稱的黑盒子）一直是飛航事故調查的利器，它就像打開未知事故過程的鑰匙，透過它可以快速有效知道事故發生之過程，因此事故發生後，取得飛航紀錄器為調查員現場蒐證之第一要務。然而飛航紀錄器之取得，有時輕而易舉，有時卻難如登天。若事故發生在機場附近，取得飛航紀錄器通常較為容易，事故發生地點若是在大海或是在高山，則搜尋紀錄器甚至尋找主殘骸都是非常大的挑戰。最近發生於海上的空難，以 2009 年 6 月 1 日於大西洋之法航 AF447 空難為最，其搜尋所需之技術與經費為有史以來最困難及耗資最多之海上空難。其失事地點水深達四千公尺，離岸超過一千公里，法國調查單位 BEA 集合世界最先進之水下偵蒐技術，耗時近兩年、歷經五階段，花費超過一億歐元，鏗而不捨，方於 2011 年 5 月尋獲黑盒子。空難若發生於高山區域，其搜尋或許不像大海那麼困難，但亦非易事。發生於叢林或終年積雪之高山，也常有無法找到失事地點之案例，以本次研討會，大陸 2011 年 3 月 29 日發生於新疆庫爾勒地區之空難（簡稱 329 空難），其事故地點有近 20 座四千公尺以上的雪峰，到處皆是溝壑交錯、礫石峭壁、冰裂縫、冰塔林，雪崩或融雪性洪水隨時都可能發生，其惡劣的地理環境，對搜救及後續調查工作均帶來鉅大的困難。雖然，329 空難最後人員搜救未成功，殘骸亦未尋獲，但這過程使我們學習到很多。為提高我國航空器事故調查有關飛航紀錄器水下、山區搜尋能力，強化與大陸地區飛航事故調查單位資訊交流與技術分享，本會派人參與由大陸地區民航局航空安全辦公室舉辦之 2012 年民航飛行紀錄器水下、山區搜尋研討會。

貳、過程

本次行程共四天含往返各一天，研討會時程為期兩天，研討會報告內容包含黑盒子水下信標介紹、大陸地區有關單位之水下黑盒子及殘骸之搜尋能量、海上飛航事故搜尋與打撈案例解說、高山飛航事故調查之整備及高山飛航事故調查殘骸搜尋案例解說，本會報告『利用雷達資訊分析事故航空器航跡及入水點之方法介紹』。研討會情形照片如圖 1，時程安排如下，

2012 年 8 月 20 日 ~2012 年 8 月 22 日

第一天（20 日）：報到

17：00 前到達大連，報到。

第二天（21 日）：

上午： 08：30-09：30 開幕式，主席致辭，合影。

09：30-10：10 紀錄器水下搜尋定位技術介紹。（航科院/實驗室）

10：10-10：30 茶歇

10：30-11：30 打撈作業流程及國內打撈能力介紹。（打撈局）

下午： 13：30-14：20 航空器海上事故紀錄器搜尋打撈案例介紹 （打撈局與民航如何協作“57 案例”，打撈局介紹）。

14：30-15：30 利用雷達資訊分析事故航空器航跡及入水點之方法介紹。（臺灣“飛安會”）

15：50-17：00 討論

第三天（22 日）：

上午： 08:30-09:10 新疆局介紹 329 飛機失蹤搜尋情況

09:20-10:00 調查中心介紹高山調查相關情況

10:20-11:30 調查中心介紹國外水下搜尋情況：447 案例，相關能力；新加坡、賽普勒斯演練情況。

下午：13:30-14:30 討論

14:30-15:00 總結，主席發言



圖 1 研討會情形

參、心得

本次研討會含飛航紀錄器海上偵蒐及高山偵蒐兩大領域，含本會報告，共有 9 篇報告。基本上，本會在海上空難飛航紀錄器偵蒐的經驗與知識比大陸地區較為豐富；反之，在高山發生空難，則大陸地區較有經驗。本次心得摘錄其中『329』高山有關空難之報告及 1 篇介紹大陸地區海難救助與打撈之報告如下：

1. 『329』飛機失蹤搜救紀要

2011 年 3 月 29 日，大陸地區國土資源航空物探遙感中心，中飛通用航空獎狀 II 型飛機（註冊號：B-7026），在新疆庫爾勒地區執行西天山特克斯—霍拉山地區 1:5000 航磁測量任務，當日 16:44，該機從庫爾勒機場起飛，計畫完成 6 條測線後於 20:00 前返場（當地日落時間 20:40）。在 17:28 時，飛機在完成第一條測線後向烏魯木齊區域管制室報告將繼續作業，17:36 飛機在雷達螢幕上消失，與地面失去聯繫。機上共有 3 人，其中機組成員 2 人、航測操作員 1 人，飛機至今搜尋未果。

● 飛機失蹤區域地形地貌情況

天山山脈的地形地貌非常複雜，高山林立，空氣稀薄，氣候多變。以新疆石子正南，庫爾勒正北，東西走向的中天山一帶，在此經緯度（ $N43^{\circ}21' - N43^{\circ}30'$ 、 $E85^{\circ}36' - E86^{\circ}19'$ ）之間有近 20 餘座 4 千米以上的雪峰。這裡溝壑交錯、礫石峭壁、冰穀、冰裂縫、冰塔林、冰達阪處處可見，雪崩、融雪性洪水隨時都可能發生，惡劣的自然地理環境，對當時的搜救和後續搜尋工作帶來鉅大的困難，事故現場區域高山週遭照片如圖 2。



圖 2 大陸地區『329』飛機失蹤區域地形地貌

- 窮盡各種可用搜索與救援

- (1) 地面搜救

- 地方政府迅速成立了由武警、公安幹警、民兵和牧民等組成的地面搜救隊伍，充分發動當地牧民、工礦企業員工的積極性，根據目擊者提供的線索，分批次、有重點的對失蹤飛機的作業區域進行拉網式搜索。

- (2) 空中偵察搜尋

- 空中偵察搜尋。主要依靠陸航旅 2 架高原直升機，對作業區域進行全面的空中偵察，並對確定的疑似區域（根據目擊者提供的線索和採用其他的技術手段確定）進行重點偵察搜尋。共出動直升機 25 餘架次，飛行 60 餘小時，搜尋覆蓋面積 1 萬餘平方公里。

- (3) 利用先進的技術手段

- 現場指揮部通過調動 3 架無人機進行空中搜尋和專門購買的用以觀

察作業區域的衛星影像等光學技術手段，對作業區域內探測到的可疑目標逐一檢查。在第一階段緊急搜救期間，共四次接收衛星遙感資料，精度達到 0.5 米，覆蓋面積為 946.8 平方公里。確定重點疑似點 15 處，並及時將解譯結果送往應急指揮部，供指揮決策使用。同時，中航工業試飛院請示西北民航管理局並報請國家民用航空局批准，派出安裝有兩部合成孔徑雷達（P 波段、X 波段各一部）的獎狀 II 型/B-7025 飛機對測區進行雷達搜索，累計飛行 18:06 小時/6 架次，覆蓋測量面積 12873.5 平方公里。通過進一步的資料處理和解譯工作，初步提出 7 個疑似點。

（4） 採取的其他措施

按照指揮部的要求，機組人員針對衛星遙感、軍民航雷達及移動手機信號等鎖定的疑似點、舉報點和重點搜尋範圍區，在空中進行了大範圍的檢查和搜尋工作。現場指揮部全力發動當地牧民和礦山企業參與搜救，並利用蒙、漢、哈三種語言通過新疆人民廣播電臺發佈搜救通知。為了鼓勵牧民和工礦企業員工的積極性，對提供線索者獎勵 50,000 元等，之後獎金提高到 10 萬元。

在整個搜救過程當中，現場指揮部認真分析雷達航跡、目擊者報告、空地通話、移動通訊信號、衛星影像等重要資訊，解譯雷達掃描資料，確定了有序、合理的搜救方案，為搜救工作的正常進行打下了基礎。

● 飛機搜尋階段情況

2011 年 8 月 18 日，巴州政府召開第二階段搜尋總結會，認為“329”以來，對人員和飛機的搜尋規模空前，利用了一切可能的技術手段，窮盡了方法方式，但仍未找到人員及飛機。根據當地氣候及地理情況，會議決定有組織的規模性搜尋工作暫時終結，由當地政府繼續發動礦、牧、農民等各方人士自

發尋找，20 萬元獎金有效期直到找到失蹤飛機及人員。目前仍處於政府宣傳、鼓動民眾、自發尋找的狀態。

- 學習心得

“329”飛機失蹤事件，發生在天山這一特殊的區域，地理環境和氣象條件非常複雜，加上未收到失蹤飛機緊急定位發射機（ELT）的訊號，搜尋工作難上加難，如果真是找到了飛機，調查人員身體條件能不能上去到達事故現場，如何展開事故調查工作，以及通訊系統（臨時基站）的建立、後勤保障等等方面，需要系統地去思考。

- （1） 發生在高原、高山或深山等特殊區域和環境的事故調查工作，必須在相關專業人員的指導和保護下進行，避免發生次生傷害。
- （2） 在目前既有的事故調查裝備和設備的基礎上，應針對特殊區域和環境的事故調查，做好相應的裝備，以及相關戶外營地、通訊保障、氣象觀測等設備的配備和儲備。
- （3） 加強事故調查人員的培訓，不僅包括調查專業知識，而且要加強諸如地理環境、野外生存、野外救援、野外營地的建設、氣象、通訊等等方面的知識培訓和技能訓練。
- （4） 建議在事故調查專家庫中聘請或增設若干名輔助支援專家，他們是為特定事故條件服務的，這些輔助支援專家應對戶外及高山、江河、大海等環境下的救援、搜尋和防護等方面工作提供必要的支援；同時，對這些專家進行民航相關專業知識的培訓，提高其綜合知識水準。

2. 高山調查整備

- 『329』飛機失蹤調查準備工作

(1) 整備與計劃作業

- 收集分析烏魯木齊區調二次雷達記錄的飛機航跡，分析可能的事發區域
- 訪談相關人員
- 查閱封存資料
- 研究可能的原因
- 制定工作計畫
- 進行調查的前期準備工作

(2) 面臨尋找失蹤航空器實務的困難

- 航空器消失前進入雷達盲區
- 探礦工作需要無線電靜默
- 沒有 ELT 信號

● 高山航空事故搜尋手段的效果有限

- (1) 地面人員搜尋：缺少特殊訓練和專業裝備，很難深入高海拔核心地區，接近可能的疑似地點非常困難。
- (2) 直升機和無人飛行器：無法距離地面太近，影響了搜尋的效果，同時受積雪覆蓋的影響，增加了空中搜尋方式的難度。
- (3) 衛星影像分析和雷達掃描資料分析：易受照片解析度、地形地貌變化和地下金屬礦藏分佈影響；資料量很大，資料分析耗時很長，事發疑似地點的確認也比較困難。

● Lessons learned

- (1) 環境及工作條件限制：受高山環境條件限制，通常能在事故現場工作的時間和次數有限，又受到調查員生理條件限制，並非每個調查員可以適應高山環境。因為高山峻嶺，後勤支援亦受到甚多限制，很多物資如水、食物、帳棚、搜證裝備及緊急應變藥物都得一路背上山，除了請高山嚮導及山青支援，對調查員的體能仍是一大挑戰。高山環境除了空氣稀薄，易有高山反應，尚有低溫、結冰、積雪、山況崎嶇，高山作業充滿甚多未知的危險。
- (2) 加強飛機定位輔助手段的運用：ADS-B 利用機載 GPS 及廣播技術能提供即時航空器位置，不像雷達追蹤會受到盲區的影響，加快 ADS-B 等新技術的推廣應用，在航空器失蹤時，可以提供更好的搜救支援。對執行跨高原航線任務的航空器應加強 ELT 等機載應急設備管理，督促航空公司嚴格檢查制度。特別任務亦可思考配備可攜式 ELT 搜尋定位設備。
- (3) 研究高海拔山區作業特點，建立工作機制：明確在高山發生事故時與事發地政府、專業登山機構的聯動機制，確保資訊溝通提高時效。明確與專業登山機構的合作機制和聯繫管道，瞭解其能力和對目前開通的高原航線跨越的高山的掌握情況。明確高山事故搜尋經費協商機制，促進事故搜尋和調查經費管道暢通。
- (4) 建立與專業登山機構的聯繫：獲得調查前期準備的專業支持，搜尋階段對資訊進行討論並提供專業建議。協助調查設備、人員裝備、調查員訓練等方面準備工作。前往事故地點的路線規劃，制定逐步推進的計畫，制定應對突發事件的預案。
- (5) 在登山專業人員協助下開展高山調查工作：登山專業人員的幫助和指導對保證調查人員的安全和調查工作的順利開展非常重要。登山

專業人員的工作職責：安全、後勤。調查工作應與搜救工作緊密結合，遵循『依次跟進，逐步展開』的原則。

(6) 提高調查員高山工作能力，開展高山環境適應訓練，配備高山調查工作的裝備。

3. 大陸地區海上搜尋、打撈作業流程及技術能力介紹

本次研討會在遼寧省大連市舉辦，特別邀請遼寧省海上搜救中心來介紹整個大陸地區在海上搜尋、打撈作業流程及技術能力。

● 海上搜救機構的基本情況

1989年大陸地區國務院發出“關於在交通部成立中國海上搜救中心的批復”，要求在交通部成立『中國海上搜救中心』，負責全國海上搜救工作的統一組織和協調；同時，沿海各省、自治區和直轄市的海上安全指揮機構也更名為“海上搜救中心”。

(1) 中國海上搜救中心的主要職能為

- 承擔海上搜救和船舶污染事故緊急應變值班工作；
- 起草海上搜救有關政策法規，制訂相關規章制度；
- 負責搜救和污染應急反應資訊系統建設；
- 指導地方開展搜救和船舶污染緊急應變工作；
- 履行有關國際公約。

(2) 海上搜救責任區

- 海上搜救責任區為領海及內水水域；
- 東海及黃海部分海域；

□ 南中國海部分海域；

● 大陸地區海上搜尋打撈力量

大陸地區海上搜救力量資源主要包括交通運輸部海事執法監管力量和專業救助力量，以及“國家海上搜救部際聯席會議”中的政府公務力量、軍隊和其他社會力量，組織圖如圖 3。

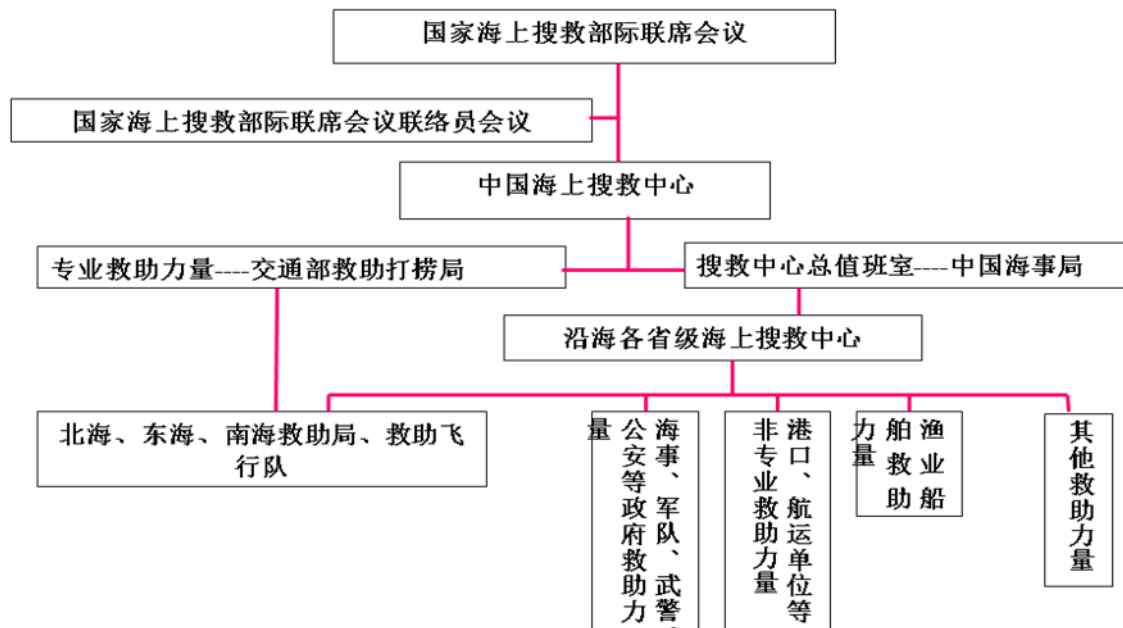


圖 3 大陸地區海上搜尋打撈力量組織圖

● 專業救助、打撈力量

大陸地區建立了 3 個專業救助局和 4 個救助飛行隊，80 艘專業救助船與 20 架專業救助航空器即時待命，初步實現了海空立體救助。建立了 3 個專業打撈局，122 艘專業打撈船，履行海洋環境、財產救助，公共水域和航道、港口清障職責。目前，大陸地區沿海設立 21 個救助基地，77 個待命點，18 個應急救助分隊，全天 24 小時動態待命。以下簡單介紹較大的救難船隻，

(1) 南海救 101 專業救助船（如圖 4），

□ 大陸地區最先進的專業救助船“南海救 101”，主機功率

14,000KW

- 船名：南海救 101
- 總長：109.7 米
- 型寬：16.2 米
- 型深：7.6 米
- 吃水（滿載前/後）：6.0 米/6.0 米
- 滿載排水：6,236 噸
- 航速（最大）：22 節
- 系住拖力：140 噸
- 續航能力：10,000 海浬
- 主機功率：7,000 千瓦×2 台
- 『南海救 101』輪是目前大陸地區自行設計、救助船舶系列中
尺度最大、功率最大、航速最快、抗風能力最強、裝備最先進、
救助功能最齊全的海洋專業救助船。



圖 4 大陸地區南海救 101 專業救助船

(2) 華天龍號為大陸地區最大型起重船之一（如圖 5），

- 船名：華天龍
- 船舶類型：起重船
- 建造（引進）時間：2007.1
- 主尺度（米）：長×寬×型深：175×48×16.5
- 吃水（米）：11.5
- 滿載排水量（噸）：83,700
- 最大航速（節）：5
- 載重量（噸）：4,000
- 總噸位（噸）：42,518



圖 5 大陸地區南海救 101 專業救助船

- (3) 『深潛號』(如圖 6) 總長 125.7 米、型寬 25 米、型深 10.6 米，滿載排水量為 15,864 噸，配有現代化的直升機起降平臺，可航行作業於無限航區。該船最大亮點是配置了一套“300 米飽和潛水系統”，最大工作深度可達水下 300 米，集生活艙、過渡艙、逃生艙、潛水鐘、生命保障系統於一身，是目前大陸地區工作深度最深、容納潛水夫人數最多、設計理念和配置最為先進的一套飽和潛水系統，在世界上屬於先進水準。



圖 6 大陸地區深潛號-搭載最先進的飽和潛水系統

- 海上打撈救助相關知識

- (1) 沉船打撈作業的基本程式

- 搜集資訊資料及掃測沉船；
 - 全方位勘測沉船；
 - 制訂打撈方案；
 - 現場佈置；
 - 清除打撈作業障礙物；
 - 卸載及沉船內外除泥；
 - 穿引千斤鋼纜
 - 起浮；
 - 拖航移位；
 - 擱灘及後續處理。

在上述主要的作業環節中，每一個環節都是下一環節作業的基礎，甚至是必備的條件，必須確保每個環節的工作品質，力求達到預期的效果。

- (2) 打撈作業幾個基本環節介紹，雖然在此介紹打撈的對象為沈船，相同的概念同樣可運用在，打撈航空器殘骸，最大的差別是，沈船通常大體上結構仍完整，而航空器可能是破碎的殘骸。

- 沉船沉物及打撈作業水域的資料收集：對於沉沒不大久的沉船需搜集以下幾個方面的資料：船舶名稱、建造時間、建造單位、船舶所有人及經營人。沉船時間、地點、沉沒原因及詳細經過。

船舶類型、主尺度、排水量、船舶結構及艙室數量，沉沒前載貨物的數量及分佈情況，殘存的油料數量及分佈情況。船舶圖紙及相關資料。船體材料類型：各部位板材厚度、船體破損情況。船舶所有人、海事及相關部門對打撈作業的要求。對沉沒年代久遠或無主船舶需瞭解以下情況：沉船類型、噸位等級、裝貨情況。船舶所有人、有無倖存者。沉沒原因、沉沒時間、沉船概位。

- 打撈作業水域相關材料：沉船水域海圖及航海資料，盡可能選用大比例尺海圖；當地水文氣象資料；附近港灣、錨地、灘地、航經船舶密度；岸上就近補給能力及路上交通運輸條件。
- 沉船掃測及現場勘測：確定沉船概位，當船體露出水面時可通過 GPS 或雷達、岸標等方法定位。在水流湍急水域，觀察漩渦、浪花、濁水區等現象。對於沉沒不久的船舶，觀察油污氣泡冒出。
- 沉船掃測：使用單艇拖曳四爪錨或對船拖曳鋼纜往復在目標可能存在之區域拖掃。使用測深儀、旁測聲納、磁力探測儀、淺地層剖面探測儀、多波束聲納、回聲探測儀等探測儀器掃測定位，ROV（水下遙控無人深潛器）是目前最先進，可靠的水下掃測設備。由水上和水下潛水測量配合完成，其主要內容是：對沉船主尺度、結構、裝載貨物種類、數量及分佈情況、艙室內淤泥存量及位置以及沉船水下狀態、船體破損情況進行勘測。潛水夫下水前應明確任務及要求，出水後及時彙報，如有疑點或不確實，應再次水下探測並證實直至確切為止。對沉船周邊環境進行勘測，包括水深、船體淤埋情況、流向、流速、潮汐、底質、礁石分佈、沉船與航道的位置關係、當地氣象資

料等。實地勘測時，應根據需要採集實物樣品，如泥樣、船板、貨物等。勘測結束後，應寫出勘測報告並給出簡圖。

- 現場佈置：佈置應滿足以下條件：工作船可穩定在預定位置，工作船可以前後左右移動以調整船位，緊急情況下能夠迅速撤離，返回時又易於就位，可滿足水上、水下各種操作的需要。進場前應根據現場的風、流強度計算出工作船所受風、流壓力選用使用的錨，確定錨位及走向並繪出工廠佈置圖。2 艘以上工作船同時進場作業時，要注意避免錨纜交叉絞纏。一般選用重量較大的錨或子母錨、大抓力錨，也可用錨鏈代替鋼纜。領水錨即主錨應佈設在受風流壓最大的方向。
- 搜救典型案例：2002 年 5 月 7 日中國北方航空公司一架 MD-82 客機在大連附近海域失事，遼寧省海上搜救中心收到通報，即刻向中國海上搜救中心報告，並在第一時間迅速組織搜救力量前往失事海域搜救。當日晚上 22 時救援開始，至 5 月 25 日 20 時集中打撈作業結束，搜尋海域約 27 平方公里，共打撈出失事飛機兩個黑盒子、發動機等千件殘骸，為空難原因調查做出重要貢獻，當時打撈起的殘骸照片如圖 7。



圖 7 大陸地區水下殘骸打撈案例-MD-82 客機大連附近海域失事殘骸

肆、建議

飛航紀錄器之偵蒐尤其是水下的偵蒐一直是航空器失事調查的重要課題，本次介紹 2009 年發生於大西洋之法航 AF447 水下搜尋案例，其作業之技術、難度與耗資為近年來最浩大之水下飛航紀錄器偵蒐與打撈。在高山空難，介紹 2011 年發生於新疆庫爾勒地區『329』空難，發現原來山區發生的飛航事故其難度也不亞於水下。本會報告如何運用雷達資料協尋事故地點及介紹水下黑盒子搜尋/打撈的案例，與對岸飛安調查人員經驗交流。目前兩岸每週航班五百餘班，加上日益頻繁之商務專機，兩岸飛航事故調查人員的交流勢必延續下去，以建立彼此之了解與調查作業模式，一旦發生事故時，調查才能順利展開；高山發生之飛航事故，其搜尋與調查相較之下本會較為陌生；完成本次出國行程，有以下之建議；

1. 建議本會應加強對高山事故現場之瞭解與練習，提高調查人員高山工作能力，展開高山環境適應訓練，配備高山調查工作的裝備。
2. 建立與專業登山機構平時的聯繫，一旦發生事故可獲得調查前期準備的專業支持，搜尋階段對資訊進行討論並提供專業諮詢。
3. 持續推動兩岸飛航事故調查單位之人員交流、技術合作及資訊分享。