

## 出國報告（出國類別：其他公務）

# 104 年「F-16 型機系統安全會議」出國報告 (刊登版)

服務機關	60902	63457
姓名職稱	黃○○中校	游○○上士
派赴國家	美國	
出國期間	104 年 11 月 29 至 12 月 5 日	
報告日期	104 年 12 月 17 日	

## 目次

壹、目的

貳、行程概要

參、會議重點

一、美軍失事分級簡介

二、美軍 F-16 型機各級失事率統計

三、美軍 F-16 型機 2015 年失事案例分析

四、全球 F-16 型機 A 級失事案例統計

五、全球 F-16 型機失事率統計分析

肆、美軍現階段針對 F-16 型機飛安關切事項

伍、F-16 型機各使用國相關飛安案例提報

陸、心得與建議

## 104 年「F-16 型機系統安全會議」出國報告

### 壹、目的：

藉參與全球 F-16 型機使用國系統安全小組會議（SSG：SYSTEM SAFETY GROUP MEETING）汲取其他使用國經驗，了解美軍及全球各使用國 F-16 型機重大失事案例、故障趨勢分析及改進措施；並於小組研討會中，針對各國使用經驗、飛行安全等問題進行研討及紀錄，俾本軍採取先期預防措施與精進作為，確保飛行安全。

### 貳、行程概要：

日期	地點	工作紀要	備考
104 年 11 月 29 日	台北---洛杉磯---鹽湖城機場	行程	
104 年 11 月 30 日	鹽湖城機場---希爾空軍基地	行程	
104 年 12 月 1 至 3 日	希爾空軍基地	會議	
104 年 12 月 4 日	希爾空軍基地---鹽湖城機場	行程	
104 年 12 月 5 日	鹽湖城機場---洛杉磯---台北	行程	

### 參、會議重點：

#### 一、美軍失事分級簡介：

##### (一)A 級事件：

損失總金額大或等於 2 百萬美元，或肇致人員喪生；飛機損傷無法修復。

##### (二)B 級事件：

損失金額大或等於 50 萬美元至小於 2 百萬美元之間，或肇致人員傷殘；地面人員 3 員以上住院治療。

##### (三)C 級事件：

損失金額大或等於 5 萬美元至小於 50 萬美元之間，或人員由於受傷而短暫無法執行任務。

##### (四)D 級事件：

損失金額大或等於 2 萬美元至小於 5 萬美元之間，人員受傷或患病，而不符 A、B、C 級事件者。

##### (五)E 級事件：

事件發生不符以上飛危事件界定條件，但事態嚴重若再發生極可能造成傷亡之事件。

二、美軍 F-16 型機各級失事率統計（每 10 萬小時失事率：依 US MIL-STD-88ZE 解釋）：

事件 \ 時間	服役期間	10 年平均	5 年平均	備考(服役期間發生次數)
A 級事件	3.46	1.77	1.85	363
B 級事件	0.90	1.14	1.12	90
C 至 E 級事件由於事件繁多未統計。				

經由美軍飛安小組統計分析後，A、B 級事件，每 5 年平均有下降趨勢。

三、美軍 F-16 型機 2015 年失事案例分析：

(一)美軍 F-16 型機 2015 年 A 級失事案例計 6 件：

- 1、空中執行空戰戰術(ACM)課目，因操作不慎導致空中相撞，一架飛機飛行員彈射跳傘，飛機全毀，人安；另一架飛機輕損，落地人安。
- 2、單座機於執行對地(海)課目訓練，衝進海中，飛行員死亡(空間迷向)。
- 3、單座機執行夜間課目，於儀器返場落地階段飛行員操控下撞地飛機全毀，人員重傷(空間迷向)。
- 4、於空中執行儀器飛行訓練(INST)，管制單位引導下，與小型航空器空中擦撞，導致 2 位民人死亡，F-16 型機飛行人員彈射跳傘成功。
- 5、F-16C 日間飛行訓練，飛行員成功跳傘，機毀人安，事件因素不明，調查中。
- 6、F-16C 型機日間組合訓練演練課目，返場落地階段 2 架飛機前後(in Trail) 隊形，因後位機落地速度過大，於跑道 7000 呎處，撞擊前位機後側。

(二)美軍 F-16 型機 2015 年 B 級失事案例計 3 件均為地面階段：

- 1、飛行後執行發動機檢查，發現外物損傷，造成葉片刻痕。
- 2、發動機啟動運轉時，技勤人員管理不慎，導致搭地線遭發動機吸入。
- 3、火警抑制系統(本軍無此系統)在機庫內，意外致動造成發動機多處受損(過去幾年案例中，發生數起該系統在無火警情況下，自動致動之情況)。

(三)美軍 F-16 型機 2015 年 C 級事件計 70 件：

事件包含起飛落地階段、機砲射擊及投擲彈藥時損壞、熱剎車/煞爆、起落架系損傷、派龍/飛彈發射(Lancher)架於飛行時掉落及火警抑制系統意外致動等。

(四)美軍 F-16 型機 2015 年 D 級事件計 119 件。

事件包含起飛階段起落架提早收上、鳥擊、外物損傷、飛行中電子艙意外掉落、空對地(海)高速反輻射飛彈(AGM-88)於飛行中撞鳥掉落及炸彈破片擊傷飛機等。

(五)美軍 F-16 型機 2015 年 E 級事件計 428 件。

事件包含誤觸電門、滑行時緊急動力單元(EPU)致動、機砲誤觸擊發、大雨濕滑跑道落地及低氧警告燈亮等。

#### 四、全球 F-16 型機 FY15 (FLY YEAR 2015) A 級失事案例統計：

自 2014 年 12 月至 2015 年 11 月止，全球 F-16 型機 A 級失事案例計 14 件，共造成 13 架 F-16 戰機全毀，1 架 F-16 嚴重受損(未確定)，9 員飛行員在失事中嘗試彈射逃生，有 3 員生還、6 員未跳傘殉職，重點摘陳如后：

##### (一)失事之原因類別分析如下：

- 1、人為因素計 7 件，2 件為起飛落地(TO/Landing)失敗、2 件為操控下撞地(CFIT)、2 件為空間迷向(SDO)及 1 件為空中相撞(Midair)。
- 2、機械因素計 7 件，1 件為機體結構損壞與飛行操作負荷因素造成、1 件為機體結構損壞造成、1 件為發動機故障造成、2 件其他因素造成及 2 件為原因不明調查中。

##### (二)失事事件概述：

###### 1、案例一：

###### (1)事件概述：

一架 F-16 型機於日間返場進場落地過程，遭遇惡劣天氣能見度不佳狀況，飛行高度約 1400 呎時，飛行員產生空間迷向(機頭向下 20 度，向左滾轉 50 度)，飛機失控墜機於基地外 16 哩，飛行員彈射跳傘成功。

###### (2)事件肇因：

飛行人員空間迷向。

###### (3)精進作為：

飛行員加強人員訓練，認識錯覺，懷疑錯覺時即相信自己產生錯覺，交互檢查狀態儀並信任儀表執行改正；另於雲中飛行時，加強交互檢查儀表，避免空間迷向。

###### 2、案例二：

###### (1)事件概述：

一架 F-16C 型機於夜間執行空對地攻擊戰術訓練任務，並預劃到達目標區前執行空中加油，飛行過程中穿雲，飛行員產生空間迷向，無法確認周遭環境確認目標，飛機高速失控墜毀，飛行員未彈射跳傘。

###### (2)事件肇因：

飛行人員空間迷向。

###### (3)精進作為：

加強人員夜間訓練，如有懷疑主動告知，避免分心肇致空間迷向。

### 3、案例三：

#### (1)事件概述：

一架 F-16 型機於夜間執行戰術訓練任務，起飛後僚機因起落架問題放棄起飛，長機由管制單位引導進場，未注意跑道狀況，導致墜毀於跑道外 11 哩，飛行員未彈射跳傘，當場罹難。

#### (2)事件肇因：

飛行人員操作因素。

#### (3)精進作為：

加強人員夜間訓練，並強化本職學識，遭遇緊急情況依黃卡程序執行相關處置。

### 4、案例四：

#### (1)事件概述：

一架 F-16 型機於日間執行空對地攻擊訓練，高度過低脫離不及，導致墜毀，飛行員未彈射跳傘，當場罹難。

#### (2)事件肇因：

飛行人員操作因素。

#### (3)精進作為：

強化人員本質學識，落實飛行中各項安全規定及警覺。

### 5、案例五：

#### (1)事件概述：

兩架 F-16 型機於日間空中課目完成後返場編隊落地過程中，編隊未確實保持安全間隔，後位機於跑道上滾行追撞前位機右機翼，兩架飛機嚴重損傷，飛行員重傷。

#### (2)事件肇因：

飛行人員操作因素。

#### (3)精進作為：

確依操作教範執行相關訓練，確實保持編隊安全距離。

### 6、案例六：

#### (1)事件概述：

三架 F-16 型機於日間執行空戰戰術(ACM)訓練，纏鬥過程中 2 號機撞擊長機，導致長機發動機熄火及液壓系失效，飛行員成功跳傘，飛機全毀。

#### (2)事件肇因：

飛行人員操作因素。

(3)精進作為：

確依安全規定執行訓練，未目視狀況下不可進入戰鬥圈。

7、案例七：

(1)事件概述：

一架 F-16 型機於跑道上高速滾行過程中，右主輪癟氣，飛機失控滾行偏離跑道右側，起落架折損、飛機著火，經地面支援消防小組搶救後，機體嚴重損傷，飛行員輕傷。

(2)事件肇因：

右主輪癟氣。

(3)精進作為：

確依立即反應執行放棄起飛操作，飛機衝出跑道前考慮發動機關車或跳傘。

8、案例八：

(1)事件概述：

一架 F-16 型機於跑道上高速滾行過程中，發生右主輪飛脫，機身傾斜造成中線油箱觸地磨損破裂漏油，經地面支援消防小組搶救後，機體嚴重損傷，飛行員未受傷。

(2)事件肇因：

右主輪飛脫。

(3)精進作為：

確依立即反應程序執行放棄起飛操作，飛機衝出跑道前考慮發動機關車或跳傘。

9、案例九：

(1)事件概述：

一架 F-16 型機於日間空對地戰術攻擊訓練過程中，發動機空中熄火，飛行員嘗試發動機空中啟動，仍無法啟動成功，飛行員成功跳傘，飛機全毀。

(2)事件肇因：

發動機熄火(事件肇因調查中)。

(3)精進作為：

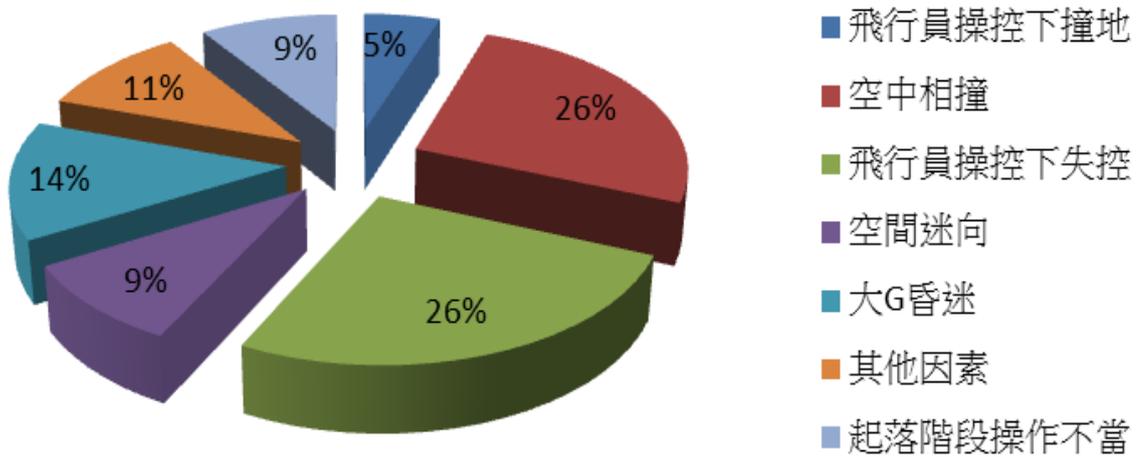
確依彈射挑傘高度執行跳傘。

五、全球 F-16 型機失事率統計分析：

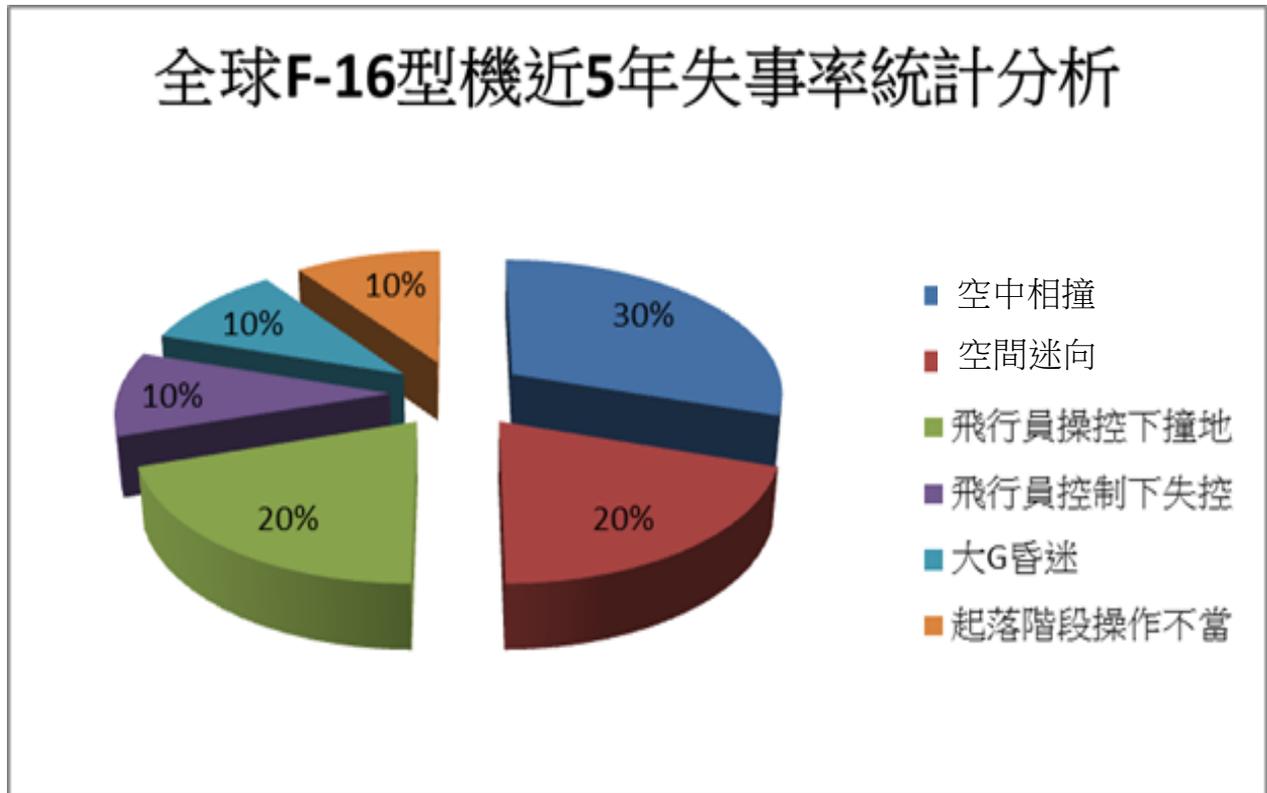
(一)2015 年全球 F-16 型機計發生 A 級事件 14 件，失事率為「3.21 次／10 萬小時」，發生原因以「空中相撞(Midair)」26%與「飛行員操控下失控」26%為主，「大 G 昏迷(GLOC)」14%次之，「其它因素(OPS Other)」11%，「空間迷向(SDO)」9%，「起落階段操作不

當(TO/Landing)」9%再次之與「飛行員操控下撞地(CFIT)」5%最少。

## 全球F-16型機A級事件失事率統計分析



(二)就近 5 年失事率統計分析，失事率由 2006~2010 年「1.68 次/10 萬小時」下降至 2011~2015 年「0.55 次/10 萬小時」，發生原因以「空中相撞(Midair)」30%與「空間迷向(SDO)」20%與「飛行員操控下撞地(CFIT)」20%為主，「大 G 昏迷(GLOC)」10%、「飛行員操控下失控」10%與「起落階段操作不當(TO/Landing)」10%再次之。



(三)整體分析而言，失事率自 2011 年迄 2015 年係逐年下降，但失事原因仍以「空中相撞 (Midair)」、「空間迷向(SDO)」及「飛行員操控下撞地(CFIT)」等 3 項為主要失事原因；另「飛行員操控下撞地(CFIT)」由 14%上升至 20%之情況。

#### 肆、美軍現階段針對 F-16 型機飛安關切事項 (Action Items)，摘陳如后：

##### (一)機身隔框(F.S 161)裂紋：

以色列空軍發現該國 F-16 有 80%雙座機的座艙罩(左右兩側)中段下方機身隔框處(F.S 161)發現裂紋，反映美軍及洛克希德馬汀原廠並發佈時限技令(TCTO)，要求各使用國執行該處裂紋檢查，本軍 F-16 機隊，針對此時限技令(TCTO)進行全機隊雙座機該處裂紋檢查，無發現類案，並由原廠發佈技令 TO-6 每 75 小時，抽樣執行非破壞性檢查(Non Destructive Inspection)。以色列空軍針對該案，係由修護單位以補片方式固定，經應力檢測無裂紋後，繼續執行飛行訓練，並於本次會議中提列修補方式供各國參考。

##### (二)座艙罩因雨水模糊 (CANOPY WATER POOLING)：

此案件自 2011 年 12 月 8 日啟動，延續去年討論因為雨水造成前方視線模糊現象，間接產生飛安事件，依原廠技令建議，當在雨中飛行，最後五邊進場時，水流會因氣動力留滯於座艙罩前方，遮蔽抬頭顯示器之視野，造成飛行員判斷上的誤差及潛在的危安因素。本次會議中再由美軍第 748 後勤管理大隊修護官進行測試進度提報，指出可使用高手 II (WHIZ TYPE II) 具撥水性之拋光劑，來預防座艙罩刮傷及增加撥水效果，並規劃每 30 天為一周期方式使用，以降低落地階段因大攻角(AOA)造成雨水遮蔽視線情形，不同型座艙罩(350 型及 550 型)有不同的擦拭程序及清潔方式；另研究使用後，此拋光劑的品質、成分可降低座艙罩遭受鳥擊時所承受之應力，使座艙罩不易破裂，進而保護飛行員，2014 年 4 月 10 日由座艙罩工程師提出擦拭研究於 2014 年 5 月開始為期 1 年，預劃至 2016 年 5 月截止，本案成功後，精進塗層計畫將於 2016 年 6 月啟動，該事項將廢續管制於明 (105) 年系統安全小組 (SSG) 會議中提報使用成效及精進塗層計畫啟用方式。

(三)起落階段情況 (TAKEOFF AND LANDING PHASE TRENDS)：

失事統計顯示在高速放棄起飛與起飛階段的比較於起落階段失事有上升的趨勢，本次會議中部分國家提報於起落階段之失事案例，計有：輪煞系失效、脫離跑道過慢導致撞機、捕捉鉤伸放時機及跑道入侵相關案例宣教，提供其他國家案例宣教，避免類案再生，同時為掌握該階段失事趨勢，請所有的國家廢續於後續系統安全小組 (SSG) 會議中提出在起落階段發生危安事件的資訊，並提出如何停止上升趨勢之建議或精進作為。

(四)大 G 昏迷情況 (GLOC：G-INDUCED LOSS OF CONSCIOUSNESS TRENDS)：

本年度大 G 昏迷(GLOC)失事案例由 20% 下降至 10% 情況，但近 10 年統計大 G 昏迷(GLOC)失事仍佔有部分比例，雖本次會議無相關案例宣導，為持續掌握趨勢，請所有的國家廢續於系統安全小組會議中提出飛行中大 G 昏迷(GLOC)事件的資訊，並提出如何停止上升趨勢之建議或精進作為。

(五)失事與熟練度的關聯性 (PROFICIENCY RELATED MISHAPS)：

本次會議針對人為因素的統計分析中，近 10 年及本年度均顯示人為因素造成失事案例，其前 3 項主要因素分述如后：

- 1、認知因素之錯誤 (COGNITIVE FACTORS ERRORS)：不專心、過度專注及任務負荷飽合等情況。
- 2、基礎操作技能錯誤 (SKILL BASED ERRORS)：程序錯誤、錯誤的飛行手冊、怠慢的操作態度及錯誤的抗 G 動作等情況。

3、判斷及決心下達錯誤 (JUDGMENT AND DECISION MAKING ERRORS)：風險評估錯誤、錯誤的優先順序規劃或行動、注意 / 警告的忽略及必要行動過於急躁或延遲等情況。為持續掌握人為因素的影響並強調其重要性，將請全球各使用國廣續於後續系統安全小組會議中提供「人為因素飛安事件及失事肇因相關資料」，並視調查情況適時提供相關建議事項或精進作為，供全球各使用國參考，以為借鏡。

## 伍、F-16 型機各使用國相關飛安案例提報：

### (一)以色列空軍提報：

#### 1、跑道入侵事件：

##### (1)事件概述：

一架 F-16 型機於起飛滾行過程中，飛行員發現有輛卡車正在行駛接近跑道，飛行員認為卡車會停止，繼續起飛，當飛行員發現卡車開始穿越跑道時，由於已接近帶起速度，飛行員決定繼續起飛，當飛機通過卡車時，剛好通過卡車上方 50 公尺，二號機停留跑道上未起飛。

##### (2)事件肇因：

卡車未經管制單位許可，通過跑道，屬跑道入侵。

##### (3)精進作為：

針對該機場運作，空軍重新執行撰寫規章，針對穿越跑道的部分加強，並設立路障及交通管制設備；另藉由替代道路減低橫越跑道之需求。

#### 2、座艙罩縱樑裂紋事件：

##### (1)事件概述：

該問題源於美國空軍發現，原廠發佈全世界機隊 TCTO 改善行動，建議檢查作業，以色列空軍發現機隊 80% 雙座機座艙縱樑裂紋，目前廣續執行相關裂紋作業。

##### (2)事件肇因：

座艙縱樑裂紋。

##### (3)精進作為：

請機隊針對類案檢查有無相關情況，避免類案再生。

### (二)丹麥空軍提報：

鼻輪上下扭力臂快拆銷未正確安裝：

##### (1)事件概述：

執行夜間編隊起飛，於鬆煞車後使用後燃器起飛，飛機開始向左偏側，無法控制，

飛機衝出跑道，造成飛機鼻輪起落架塌陷。

(2)事件肇因：

鼻輪上下扭力臂快拆銷未正確安裝，且機工長、飛行員及安檢人員於飛行前飛機外型檢查時均未發現安裝錯誤情況。

(3)精進作為：

加強要求所屬空、技勤人員落實執行標準作業程序及各項技勤訓練。

**陸、心得與建議：**

- 一、鑑於本次 F-16 型機系統安全會議亞洲國家包括日本、韓國及新加坡等國軍派 4 員以上人員與會，美軍境內 F-16 型機基地為 2 員與會，並藉飛機不同系統飛危安事件進行肇因、分類及肇生比例等執行分析報告及小組討論(如：環控系、發動機系、飛操系、飛行安全及地面安全等)，故建議本軍能以重視飛行安全原則下，仿照亞洲各國與會員額 4~5 員，並派遣本部 F-16 型機業管承參與會，瞭解相關內容，有效提升機隊管理及安全，俾維飛行安全及寶貴經驗傳承。
- 二、承上，近年 F-16 型機系統安全會議由全球 F-16 使用國指派代表與會，在飛行安全會議中，歐美國家均執行經驗分享，亞洲國家礙於國家風俗及民情，不願將缺失分享，故均無正式互動報告，有鑑於此，該會鼓勵亞洲國家執行經驗分享(無強迫性)，可藉由經驗分享、各國與會人員提問及洛克希德馬丁工程師專業解答，達成飛安或系統上的共識，故續前(一)在如增加與會員額後，可適當提出本國年度 1~2 類案例，執行經驗交流及分享。
- 三、洛克希德馬丁飛行安全支援小組(L.M Flight safety support)為全球性使用國服務團隊，本國(軍)如有需求之情況下，可要求安排議程至本國執行案例講解及經驗交流得知各國飛危情形及改進措施，可供本軍失事預防參考，有效發掘並協助解決機隊各類系統安全等問題，提升飛機可靠度，進而確保飛行安全。
- 四、本次會議丹麥空軍針對 104 年夜航 C 級事件，學員夜間夜視鏡戰術攔截架次，執行戰術轉彎，航向 090 度自北面轉至 270 度，僚機提前改平且未目視長機，導致兩機空中接近，垂直距離僅 80 呎，未呼叫 BLIND 肇致空中接近；丹麥空軍提出精進作為，除加強訓練安全規定(R.O.E)及編隊合約複習，另增加夜航時數。故落實訓練熟稔度最佳方式，為增加人員訓練架次及安全規定講解，本軍囿於任務負荷、人員編制及海島型氣候多變，除依現行飛行架次律定外，建議賡續要求安全規定講解，落實飛行安全。
- 五、藉由各國飛安案例交流，大部分案例均為人為因素肇致，包括對地課目喪失警覺，低於安全高度及不正常動作改正忽略對姿態儀參考等，與本軍督察長室依國防部總督察

長室 104-07 號飛安指示，要求不正常動作改正有異曲相同之類似案例，顯示飛行人員易於訓練過程中，因負荷過重等因素違反安全規定。請各部隊賡續加強模擬機訓練，勤前提示安全規定複習及模擬機緊急程序課次練習失控改正或不正常動作改正，增進人員熟稔度，提升應處能力，確保飛行安全。

六、年度美軍分享案例中，儀器返降過程採前後(Trail)隊型，前位機脫離跑道速度慢及無線電指示不清，至後位機與前位機相撞事件，請各飛行部隊高勤官、飛行線督導及飛輔室(美軍無飛輔室)執勤期間，落實場面監控狀況，並避免長期使用無線電，適當提醒飛行人員，以利飛行人員處置，降低危安因素。