

行政院所屬各機關因公出國報告書

(出國類別：考察)

航空生理訓練裝備訪廠心得報告

服務機關：國防部中山科學研究(一所)

國軍岡山醫院

出國人 職 稱：上校技正

簡聘技正

中校技正

監察員

中校代副院長

中校組長

姓 名：景宇興

鄭秋彬

陶 鐵

劉祥宏

吳怡昌

王明安

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：荷蘭、德國、奧地利、法國、美國

出國期間：89.09.25至89.10.10

報告日期：89.12.27

CSIPW-XXX-XXX

國外公差報告

(九〇)
一
所行會
〇二
號

中山科學研究院

國外公差心得報告

批		示		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 中山科學研究院 副院長 劉金陵 0178 </div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">月</div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">到</div> </div>				
公年 差度	八 九	所屬單位 各級主管	政戰部	企劃處
單 位	———國 所所所所軍軍 模模模模政岡岡 擬擬擬擬戰山山 組組組組室醫醫 院院	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 第一研究所 所長 張元彬 0103 1900 </div>	已完或審核	請將資料上傳行政院研考會網站，並請將報告裝訂四份送貴單位專責人員後轉送本處。電子檔送交本處「公差出國報告信箱」副本送專責人員。
級 職	上簡中監中中 校聘校查校校 技技技技員代組 正正正正副長 院長			
姓 名	杲鄭陶劉吳王 中秋祥怡明 興彬鐵宏昌安			
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 第一研究所 組長 杲中興 0101 0850 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 第一研究所 副所長 謝福注 0102 1420 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 政治作戰部 保防官 陳明順 0103 1620 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 政戰部 副組長 蔡昇揚 0104 1520 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 企劃處 組長 沈從正 0105 0645 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 企劃處 副組長 鄧永聖 0106 1040 </div>

公...
 大傳

國外進修(公差)人員返國報告主官(管)審查意見表

本所模擬組受軍醫局航空生理訓練中心之委託，負責承製空間迷向機、逃生彈射訓練器及夜視力夜視鏡訓練器等三項裝備，此次國外差旅即針對這三項裝備之研製特性，安排參訪歐洲四國(荷、德、奧、法)及美國之各知名製造廠商及訓練機構，以蒐集各商源之系統規格資料、裝備運作訓練方式、後續維護作法及未來研發方向等情資。此行並探尋各分系統供應商之商情資料及供貨時程，以作為該組各專案管理之時程進度規劃基礎。

航空生理訓練裝備是結合了訓練模擬器及航空生理醫學知識之高難度挑戰，亦是中山科學研究院航空研究所與軍醫局航生中心首次的合作計劃，航空醫學與航空工程領域專長結合的開發計劃，在歐美等有外太空飛行經驗之科技先進國家早已有五十年以上的歷史，而國內仍是一片處女地仍待開發中，此次參訪行程收穫頗豐，團員中計有模擬器設計工程師、航生醫官、F-16 飛行員等各類專長之人員，對於各類系統之觀察與記錄均十分深入，與廠商之討論會議亦能切入重點問題，並獲取許多過去未知的情報與知識，此行所獲得的資訊應可為這三項將要研製的訓練裝備奠定更堅實的開發基礎！



依本院 85.11.25 (85) 蓮菁字 15378 號令，返國報告上呈時應附主官評審意見

報 告 資 料 頁			
1. 報告編號：	2. 出國類別： 考察	3. 完成日期： 89年12月27日	4. 總頁數： 本文 頁 (含附件共約 600餘頁)
5. 報告名稱： 航空生理訓練裝備訪廠心得報告			
6. 核准 文號	人令文號	(89)銓鑑 890012738 號	
	部令文號	(89)易旭 25950 號	
7. 經 費		新台幣：1,360,794 元	
8. 出(返)國日期		89.09.25 至 89.10.10	
9. 公差地點		荷蘭、德國、奧地利、法國、美國	
10. 公差機構		中山科學研究院第一研究所 國軍岡山醫院	
11. 附 記		另空軍總部派員(飛行員乙員)支援本訪廠 任務，出國審查作業另案辦理	

行政院所屬各機關因公出國報告書

(出國類別：考察)

航空生理訓練裝備訪廠心得報告

服務機關：國防部中山科學研究(一所)

國軍岡山醫院

出國人 職 稱：上校技正

簡聘技正

中校技正

監察員

中校代副院長

中校組長

姓 名：杲中興

鄭秋彬

陶 鐵

劉祥宏

吳怡昌

王明安

出國地點：荷蘭、德國、奧地利、法國、美國

出國期間：89.09.25 至 89.10.10

報告日期：89.12.27

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

系統識別號:C08905736

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 47 含附件: 否

報告名稱:

航空生理訓練機委製案/航空生理訓練裝備訪廠心得報告

主辦機關:

國防部中山科學研究院

聯絡人/電話:

出國人員:

杲中興 國防部中山科學研究院 一所模擬組 上校技正
鄭秋彬 國防部中山科學研究院 一所模擬組 簡聘技正
陶鐵 國防部中山科學研究院 一所模擬組 中校技正
劉祥宏 國防部中山科學研究院 一所政戰室 監查員
吳怡昌 國軍岡山醫院 國軍岡山醫院 中校代副院長
王明安 國軍岡山醫院 航訓中心維護組 中校組長

出國類別: 考察

出國地區: 奧地利 法國 德國 荷蘭 美國

出國期間: 民國 89 年 09 月 25 日 -民國 89 年 10 月 10 日

報告日期: 民國 89 年 12 月 27 日

分類號/目: G0/綜合(各類工程) G0/綜合(各類工程)

關鍵詞: 航空生理訓練裝備、空間迷向機、座椅彈射機、夜視力夜視鏡訓練機、控制力感系統、離心機

內容摘要:

依據國防部八九年五月二十五日(八九)常帝三七〇二號令核定「國軍岡山醫院航空生理訓練裝備五年投資綱要計畫暨總工作計畫、八九及九〇年度工作計畫」，由中科院負責「空間迷向訓練機」、「夜視力、鏡訓練機」、「彈射椅訓練機」等三項裝備籌建工程；為評估暨瞭解國外公司三項裝備現貨產品功能、技術水準與未來發展趨勢，進而運用國外優良廠商既有產品之技術能量，研討合作生產模式、項目及可行性，故編列此次國外訪廠需求。本次任務主要內容為a.赴荷蘭、德國、奧地利、法國及美國參訪航生裝備有關之模擬器製造廠商，蒐集現貨產品之最新資訊；b. 與國外廠家技術交

流，提升本案研製工程之技術與降低計畫風險；c.考察荷蘭、德國及美國空軍基地之航空生理訓練作法，以精進本案航生模擬器之訓練功能之設計能量；d.與國外廠家洽談本案合作分工可行性及對廠商合作能力初步評選；e.另研討M-2000模擬機等維護合作事宜。訪廠工作係由本院主導所有行程與參訪活動，岡院兩員及空軍飛行員乙員共同配合執行。本次訪廠成果包括a.實地瞭解外商既有產品之功能、規格與掌握未來發展趨勢，並將相關心得用以精進修訂三項裝備「需求規格書」內容；b.對本院發展三項裝備之功能與設計方向獲得正面的應證，並加強本院國內整合自製的信心；c.確認對相關高風險之關鍵性系統的分析與結合國外優良廠商合作分工的方向；d.另對「航生訓練裝備」廠商合作能力亦有相當了解。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：航空生理訓練裝備訪廠心得報告	
出國計畫主辦機關名稱：國防部中山科學研究第一研究所	
出國人姓名/職稱/服務單位：杲中興等六人/上校技正/模擬組	
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> ①不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> ③內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

企劃組

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

0103
1330

目 次

壹. 出國目的及緣由	1
貳. 公差心得	3
一. 製造廠參訪記要	3
二. 航訓單位參訪記要	13
三. 空間迷向機	17
四. 彈射座椅機	18
五. 夜視力夜視鏡訓練機	20
參. 效益分析	22
一. 堅強的參訪小組與功能	22
二. 釐清許多設計技術細節上的疑問	23
三. 確認與廠商合作降低風險的方向	24
四. 取得廠商完整的產品線商情資料	24
五. 取得豐富的輔助設計資料	24
六. 確認三項裝備籌建規格需求的增修方向	24
七. 確認本院三項裝備之設計方向與信心	26
肆. 國外工作日程表	27
伍. 社交活動	30
陸. 建議事項	31
一. 本院幕僚單位的貢獻	31
二. 模擬核心技術之建立與開發方式之變革	31
三. 訪廠後再次檢視本案籌建工程之準備與能力	33
四. 以全方位模擬專業服務為終極目標	34

附件 1-1：FCS 公司 Overview of FCS simulated applications

附件 1-2：FCS 公司力感系統系列產品型錄範例

附件 1-3：FCS 公司六軸平台系列產品型錄範例

附件 2：照片圖集

1. FCS 公司伺服馬達控制機構整體組件
2. FCS 公司伺服馬達控制機構整體組件
3. FCS 公司新一代伺服馬達控制機構整體組件
4. FCS 公司汽車駕駛力感系統

5. 荷蘭空軍航醫中心 AMST 公司 AirFox 迷向機教官台
6. 荷蘭空軍航醫中心 AMST 公司 AirFox 迷向機
7. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
8. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
9. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
10. 荷蘭空軍航醫中心電動馬達式離心機座艙組
11. 荷蘭空軍航醫中心電動馬達式離心機
12. 荷蘭空軍航醫中心迷向課目表
13. 德國空軍航醫中心離心機座艙組
14. 德國空軍航醫中心離心機
15. AMST 公司-空間迷向機平台 360° yawing 驅動組套件
16. AMST 公司-新一代離心機
17. AMST 公司-空間迷向機六軸液壓式平台
18. ETC 公司- GL2000 空間迷向機結構件
19. 致贈本所經國號戰機模型紀念品(於 Sogetic 公司)
20. ETC 公司- Gyro I 迷向機
21. ETC 公司-卡車駕駛模擬器
22. ETC 公司- Gyro II 迷向機平台制動機構
23. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機旋臂結構
24. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機企劃案
25. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機電動馬達式離心機動力組
26. ETC 公司-特殊複材元件
27. ETC 公司-加拿大 UAV
28. ETC 公司- Gyro I 迷向機視效螢幕及座艙組
29. ETC 公司- Gyro II 迷向機視效螢幕及座艙組
30. ETC 公司- 德國 GL2000 空間迷向機
31. 德國空軍航醫中心離心機座艙組(下艙門)
32. 德國空軍航醫中心離心機座艙組(上艙門)
33. 德國空軍航醫中心離心機結構件定檢標記段
34. 德國空軍航醫中心高空壓艙動力機房
35. 德國空軍航醫中心工安置
36. 德國空軍航醫中心高空壓艙

附件 3-1：中科院空間迷向機合作需求書

- 附件 3-2：中科院彈射椅訓練機合作需求書
- 附件 3-3：中科院夜視力夜視鏡訓練機合作需求書
- 附件 4-1：AMST 公司空間迷向機等產品型錄
- 附件 4-2：AMST 公司夜視力夜視鏡訓練機規格建議書
- 附件 4-3：AMST 公司座椅彈射訓練機規格建議書
- 附件 5-1：Sogitec 公司簡介型錄
- 附件 5-2：Sogitec 公司產品型錄
- 附件 5-3：Sogitec 公司 NVG 視效模擬簡報資料
- 附件 5-4：Sogitec 公司 Pilot Candidate Evaluation System
系統規格書
- 附件 5-5：Sogitec 公司技術月刊
- 附件 6-1：ETC 公司簡介資料
- 附件 6-2：ETC 公司航空訓練裝備產品線資料型錄
- 附件 6-3：ETC 公司迷向機產品型錄
- 附件 6-4：ETC 公司座椅彈射訓練機產品型錄
- 附件 6-5：ETC 公司夜視力/夜視鏡訓練系統產品型錄
- 附件 6-6：ETC 公司高低壓艙產品型錄
- 附件 6-7：ETC 公司落水求生訓練器產品型錄
- 附件 6-8：ETC 公司飛行模擬機如何運用為空間迷向訓練裝備簡報
- 附件 6-9：ETC 公司空間迷向訓練專題研究報告(三篇)
- 附件 6-10：ETC 公司座椅彈射訓練機規格建議書
- 附件 6-11：ETC 公司夜視力/夜視鏡訓練機規格建議書
- 附件 7-1：WYLE 公司簡介資料
- 附件 7-2：WYLE 公司環境測試工程產品型錄
- 附件 7-3：WYLE 公司動態飛行模擬機簡報資料(瑞典皇家空軍)
- 附件 7-4：WYLE 公司空間迷向機規格建議書
- 附件 7-5：WYLE 公司座椅彈射訓練機規格建議書
- 附件 7-6：WYLE 公司夜視力/夜視鏡訓練系統建議作法
- 附件 7-7：WYLE 公司航空醫學訓練中心建構需求建議書
- 附件 7-8：WYLE 公司空間迷向訓練專題簡報
- 附件 7-9：WYLE 公司空間迷向訓練專題研究報告
- 附件 7-10：WYLE 公司技術月刊
- 附件 8-1：德國航醫中心高空壓艙規格

- 附件 9-1：本院空間迷向訓練課題與空間迷向機選用研究心得報告
- 附件 9-2：本院六軸平台型式之空間迷向機分析研究心得報告
- 附件 9-3：岡院出國心得及誘發空間迷向作法之研究分析報告
- 附件 9-4：空軍飛行員出國心得報告
- 附件 9-5：本院「座椅彈射訓練機」研究心得報告
- 附件 9-6：本院「夜視力/夜視鏡訓練機」研究心得報告

壹. 出國目的及緣由

依據國防部八九年五月二十五日（八九）常帝三七〇二號令核定「國軍岡山醫院航空生理訓練裝備五年投資綱要計畫暨總工作計畫、八九及九〇年度工作計畫」，由中科院負責「空間迷向訓練機」、「夜視力、鏡訓練機」、「彈射椅訓練機」等三項裝備籌建工程；為評估暨瞭解國外公司三項裝備現貨產品功能、技術水準與未來發展趨勢，進而運用國外優良廠商既有產品之技術能量，研討合作生產模式、項目及可行性，故編列此次國外訪廠需求。

本次任務及工作目標，主要內容為：

1. 赴荷蘭、德國、奧地利、法國及美國參訪航生裝備有關之模擬器製造廠商，蒐集現貨產品之最新資訊；
2. 與國外廠家技術交流，提升本案研製工程之技術與降低計畫風險；
3. 考察荷蘭、德國及美國空軍基地之航空生理訓練作法，以精進本案航生模擬器之訓練功能之設計能量；
4. 與國外廠家洽談本案合作分工可行性及對廠商合作能力初步評選；
5. 另研討M-2000模擬機等維護合作事宜。

對於訪廠工作係由本院主導所有行程與參訪活動，並納入岡院兩員及空軍飛行員乙員共同配合執行，有關訪廠成員的工作分工說明如下：

單位	級職	姓名	任務分配及說明	備考
一所模擬組	上校 組長	杲中興	1. 負責國外廠商協商、技術研討、合作協議及各項即時聯繫等事項，廠商能力初評 2. 負責蒐集迷向機重要技術、關鍵機構等資料，另洽談 M-2000 模擬機維修事宜	領隊
一所模擬組	簡聘 技正	鄭秋彬	1. 負責蒐集彈射機規格資料、關鍵技術、重要元件、成本、生產時程及產品趨勢等資料，廠商能力初評 2. 負責蒐集離心機技術發展趨勢、廠家等資料	
一所模擬組	中校 技正	陶鐵	1. 負責蒐集夜視訓練機規格、關鍵技術、模擬模型、動作原理、教訓劇本等資料 2. 協助蒐集迷向機規格資料、廠家資料等，廠商能力初評	
一所政戰室	監察員	劉祥宏	1. 負責航生機各商情資料收集 2. 負責廠商協調時法令之諮詢、採購法規之釋疑及廠家條件之評判等	
國軍岡院	中校代 副院長	吳怡昌	1. 蒐集國外航生裝備製造商產品功能及規格，精進裝備功能，廠商能力初評 2. 洽商合作生產可行性及國外訓練基地訓練作法	
國軍岡院	中校 組長	王明安	1. 蒐集國外航生裝備製造商產品功能及規格，精進裝備功能，廠商能力初評 2. 蒐集訓練基地廠房需求、運作管理等資料 3. 蒐集離心機裝備製造商、技術發展趨勢，洽談合作可行性、收集廠家之更新建議資料	
空軍總部	少校 飛行員	張泰誠	1. 協助評估國外航生裝備製造商產品功能及規格 2. 提供裝備功能精進建議	

貳. 公差心得

一. 製造廠參訪記要

1. 荷蘭 Fokker Control System 公司:

- (1) 位於荷蘭阿姆斯特丹機場旁之 FCS 公司，係由 Fokker 飛機製造公司獨立出來，大門仍延用昔日 Fokker Aviation 的大門。自 1970 年代起從事有關訓模器之力感模擬系統的生產製造，目前相關產品廣泛運用於飛機、火車及卡車等模擬器上，為力感系統及動感平台專業製造廠商。
- (2) 目前主力產品包括：
 - a. 行銷記錄:詳如附件 1-1:FCS 公司 Overview of FSC simulated applications。
 - b. 力感系統包括 Boeing 777 模擬器用 3 channels Ecol 8000-H、直昇機模擬器用 4 channels Ecol 8000-H、汽車模擬器用 ECol-S-E 等系列，型錄範例詳如附件 1-2，另次系統組件如 M-Motor 及 S-Moter 等產品範例照片詳附件 2-1、2-2, 2-3, 2-4。
 - c. FCS 的 E-Cue 電動六軸平台系列產品規格齊全。總驅載重由 1.2 噸至 8 噸，致動行程由 20 吋到 60 吋，型錄範例詳如附件 1-3。
- (3) FCS 動感平台研發起步較晚，但他們躍過液壓動力源系統而主攻開發電馬達致動的動感平台，所以相較於 Moog, Hydraudyne S&E.. 等資深專業廠，雖是後起新秀卻也能與這些動感平台大廠在電馬達致動平台性能上一較長短。
- (4) 安排參觀結構試驗棚廠，內容包括力感系統、動感平台的研發製造過程及正配合歐洲大汽車廠開發汽車雙手駕駛桿系統。

- (5) 其中電動致動器極為安靜且馬達轉動無過熱現象，由平台系統中可以發現該公司特別設計一滑油循環系統去潤滑滾珠螺桿以大幅減低因摩擦產生的噪音及熱量；另外亦以透過加裝氣壓缸彈簧輔助機構的方式，來有效提昇電動致動平台的承載能力。
- (6) FCS 公司非常明白目前其力感系統組件的產品缺失，故積極研發新一代伺服馬達控制機構整體組件(如圖附件 2-3)，以縮減安裝空間需求，來提昇產品競爭力。
- (7) 研討 F-5E 模擬機案 FCS 供應力感系統目前的使用情況與未來改善之建議作法，另對 FCS 公司在該案有良好的服務態度表達謝意。
- 註：F-5E 模擬機案組裝測試過程中，FCS 公司能多次積極協助我方詢答、解決相關工程問題，並對瑕疵組件主動更換及免費提供備份件)。
- (8) FCS 公司目前正積極朝向成為模擬器之全系統整合商的角色邁進，故對我方空間迷向訓練機之廠商合作方案內容表達高度的興趣，本組原未規劃與其研討系統性之合作案，但基於該公司在本院 F-5E 模擬機案供應力感系統合作之服務態度極佳，且空間迷向訓練機擬尋求合作之工程範圍屬其專業領域，故本院於第二天繼續與其詳細研討合作內容、方式及時程需求等技術問題，並提供資料詳如附件 3-1：中科院空間迷向機合作需求書，以利 FCS 公司進行合作可行性評估。
- (9) 心得小結：
- a. 應學習 FCS 公司懂得分析了解自己產品之缺失，而積極針對問題嘗試解決。
 - b. 應學習 FCS 公司懂得在整合技術層面上，發揮創新(創意)能力。

- c. 對客戶全心投入的服務態度與對自己產品的責任心。
- d. 我方初步評估 FCS 公司目前對我方空間迷向訓練機之廠商合作方案之承製能力有待建立。

2. 奧地利 AMST 公司：

- (1) 位於奧地利薩茲堡附近名為 Ranshofen 小鎮的 AMST 公司，是由奧地利國營公司轉型 Spin-off 出來的機構，以前以東歐及蘇聯市場(軍事訓練裝備)為經營對象。公司組織極為精簡，員工僅 60 餘人，東德員工佔相當比例、素值很高，並延攬英國籍資深工程師擔任業務經理以擴展全球性商機。
- (2) 目前產品方向包括人體離心機、空間迷向機、商用飛機飛行模擬器、高空壓力艙、彈射座椅訓練器及夜視力訓練系統等。AMST 公司產品型錄資料製作不多，範例詳如附件 4-1。
- (3) 所在地 Ranshofen 據稱是希特勒出生地，且薩茲堡是世界著名電影「真善美」的拍攝地點，此地區大觀上極為優美且緊鄰德國邊境關口，另據說江澤民亦曾於此秘密私人渡假(No Bodyguard)，但礙於時程上的緊迫，我們對薩茲堡並未有所認識。
- (4) 由相關影帶及電腦 3D 工程動畫中，了解目前研發新一代離心機之情況，其設計重點為五軸向運動及採彈性變更旋避長度作法之產品，該公司所有產品在外型上(品質)觀感極佳，有特約廠商：奧地利工業設計公司協助包裝美學之設計工作，範例如圖附件 2-16。
- (5) 許多產品機構設計之展示係由 PC 個人電腦來直接模擬其運動行為及提供動態分析工作。
- (6) 目前正於意大利安裝高空壓力艙，另於俄羅斯安裝太

空實驗用超大型離心機(僅底部即重達 180 噸，安裝期長達一年以上 1999.06~2000.08)。

- (7) 與 AMST 公司研討本案合作需求(詳如附件 3-1：空間迷向機合作需求書、附件 3-2：彈射椅訓練機合作需求書及附件 3-3：夜視力夜視鏡訓練機合作需求書)及相關工程議題，進行得非常順利！因為該公司是站在顧客方的角度，願意依照本院三裝備合作之規劃內容來談，而後對應內容來表達其相關看法及細節問題；且在過程中，由於該公司員工均有極佳的工程專業能力及對技術研討採開放的態度，故使得會議有非常好的效率與結果。

AMST 公司提供有關本案三項裝備籌建之 AirFox II 空間迷向機產品型錄(附件 4-1)、座椅彈射訓練機規格建議書(附件 4-2)及夜視力/夜視鏡訓練機規格建議書(附件 4-3)。

(8) 心得小結：

- a. 本組除持續強化工程核心技術外，應學習重視產品包裝能力。

註：目前本組作法為自本委製案先行以購案方式做起(尋求國內美工專業廠商參與設計)。

- b. 應學習 AMST 公司技術重點在於建立屬系統整合面之能量及組織工程效能管理的優點。

- c. 我方初步評估 AMST 公司為本案三裝備(我方擬規劃之購案需求範圍)有合作能力之廠商，另 AMST 表達未來願依照我方返國後規劃之購案需求來參與公開投標。

3. 法國 Sogitec 公司：

- (1) Sogitec 公司目前是半官方機構，組織分為電子部

門及通訊部門兩大部份，共有四大分公司分佈於法國境內及美國紐澤西州，為一相當規模之事業體。在模擬類主要業務包括：模擬器設計／製造／營運／訓練，上下游一貫的整合式服務電子技令及後勤整備能量，公司簡介資料詳如附件 5-1。

(2) 在模擬器相關系統之生產工作上，主要是掌握了法國軍方及歐洲使用美軍裝備之需求，故產品線種類繁多，型錄範例詳如附件 5-2(包括 Combat Tactics Trainers，APSYS 2000-5，G-seat Trainer，TRIGAT-LA 直昇機模擬機，飛機各次系統之維修模擬器，視效投影系統組件及 Apogee 4 視效 IG 等)。

(3) M-2000 模擬機維護案：

此行最重要成果為確認空軍新竹聯隊幻象 2000-5 模擬器之系統製造商：Sogitec 公司願意配合我方需求提供後續零組件及進行關鍵技術移轉(運用工業互惠額度)等合作。

(4) 錄影帶展示 Sogitec 公司 Apogee-IV 影像產生器畫面，相較我空軍幻象模擬器影像產生器 Apogee-I 者之性能已有明顯改善。並與世界知名民航機模擬器製造公司 CAE 最高檔視效產品(運用於 FAA FFS Level D)已合併成單一產品銷售，3 channel 者報價約 60 萬元美金(略低於美國視效大廠 E&S 5500：75 萬元)，另 Sogitec 公司說明此系統具備夜視訓練模擬功能，目前已支援法空軍使用中(詳如附件 5-3)。

(5) 提供 Pilot Candidate Evaluation System 系統規格書(詳如附件 5-4)，此技術資料所描述之系統功能及設計方法，初步評估將來可參考運用為迷向機功能提昇之方向。

(6) 進行研討彈射椅訓練機合作需求，了解該公司 G-seat 模擬機與本案設計技術共通性低，

(7) 心得小結：

- a. Sogetic 公司營運主要仍在於掌握法國軍方相關訓練系統之生產工作，中科院模擬組的任務(營運)主軸，應亦為國防部政策主導下承擔我國軍訓模器研發生產之專責單位，且將來由模擬組為本體發展下的組織規模，應可參考 Sogetic 公司之作法。
- b. Sogetic 公司固定出版技術月刊，其內容包括模擬技術專題的發表及國際性的模擬產業及商機等相關資訊(詳如附件 5-5)，此種作法未來值得我們效法，以持續檢視該專業技術及商務情報等成長能力。
- c. 我方初步評估 Sogetic 公司目前的產品線與本案三裝備(我方擬規劃之購案需求範圍)無直接的合作關係。
- d. 我方應積極了解工合的落實方式，以有效加速結合 Sogetic 公司以降低本院承修 M-2000 模擬機的工程風險。

4. 美國 ETC 公司

(1) 位於賓州費城北方小鎮之 ETC 公司，是一個在環境工程與航空生理訓練模擬領域已發展三十餘年的老公司，目前分公司分佈全球包括美國本土兩處、英國、波蘭、土耳其及泰國等地；該公司簡介資料詳如附件 6-1。

(2) 目前主要營運方向包括：

- a. 生產航空生理訓練裝備(包括離心機、迷向機、

座椅彈射訓練機、落水求生訓練器、飛行模擬機、汽車駕駛模擬器、高低壓艙及夜視力/夜視鏡訓練系統..等，產品型錄詳如附件 6-2、附件 6-3、附件 6-4、附件 6-5、附件 6-6 及附件 6-7)。

- b. 環境模擬
- c. 後勤支援
- d. 航空生理教育訓練

- (3) 與航空生理教育訓練中心主任(空軍基地主管訓練退役軍官)等人深入研討「飛行模擬機如何運用為空間迷向訓練裝備」工程課題(簡報資料附件 6-8)，並取得空間迷向專題研究報告兩篇，對我方未來應如何模擬空間迷向之作法有相當助益。
- (4) 與 ETC 公司研討本案合作需求(詳如附件 3-1：空間迷向機合作需求書、附件 3-2：彈射椅訓練機合作需求書及附件 3-3：夜視力夜視鏡訓練機合作需求書)及相關工程議題，進行得十分不順利！雖然於出國前我方已提供相關準備資料，但因為該公司一直以想賣他們既有產品的角度出發(GL2000 多軸旋臂式迷向機及夜視力訓練系統)，我方再三說明此次合作方向、政府採購之規定、裝備的規格需求內容及其原因(包括對於我方裝備系統規格的想法與功能需求，且必須考量我們有既有專業熟悉性、本土性新增需求及成本效益等)。

ETC 公司提供有關本案三項裝備籌建之 GL2000 迷向機產品型錄(附件 6-3)、座椅彈射訓練機產品型錄(附件 6-4)、座椅彈射訓練機規格建議書(附件 6-10)、夜視力/夜視鏡訓練系統產品型錄(附件 6-5)及夜視力/夜視鏡訓練機規格建議書(附件 6-11，

並宣稱此為剛與泰國空軍簽約規格)。

- (5) 目前承包製造美國迪斯尼公司太空漫遊機，此企劃案原始構想來自迪斯尼公司工程研發部，運用迷向機的原理以使遊客體驗太空漫遊的感覺。此系統共有八支旋臂(如附件 2-23)，每個座艙組可容納 6 名遊客共 48 人，每位遊客面前以平行光投影螢幕結合旋臂離心及座艙組旋轉運動以模擬提供遊客有太空漫遊的錯覺(到達火星全程四分鐘，如附件 2-24、2-25)，系統可靠度要求須達 99.7%，另其動力系統採用單主軸、電動馬達驅動方式之設計，此方式較液壓動力者減低系統裝備之複雜性與廠房設施之需求。

註：迪斯尼公司工程研發部工程人員多達 3,000 人。

- (6) ETC 公司除是航空生理訓練類的專業廠商，在特殊複合材料上的研發也有不錯的成果，其複材產品運用於太空裝備與強調超高韌性、強度之結構件(如起落架、旋翼組件等部位)，範例如附件 2-26、附件 2-27。

- (7) 心得小結：

- a. ETC 公司在航空生理訓練裝備之研發有完整的經驗，能承接美國迪斯尼公司太空漫遊機案表示其公司生產技術已達相當水準。
- b. 我方初步評估 ETC 公司為本案三裝備(我方擬規劃之購案需求範圍)有合作能力之廠商，另我方表示對 ETC 之工程建議，我方返國後會整體考量來詳加研究，如經我方確認之工程作法，則請 ETC 公司了解我方購案需求來參與公開投標。

5. 美國 WYLE 公司

- (1) WYLE 公司是一個專精於環境工程與測試驗證領域之廠商，分公司遍佈美國本土十三處，其中位於加州洛杉磯之分公司兼負責有關航空生理訓練類的工作；該公司簡介資料詳如附件 7-1。
- (2) 目前主要營運方向包括(型錄詳如附件 7-2)：
 - a. 提供太空科學模擬環境與其相關測試實驗工作
 - b. 通訊裝備等商品之測試實驗工作
 - c. 核能類模擬測試裝備與其相關實驗工作
 - d. 噪音測試研究工作
 - e. 特殊測試環境系統製作與研究(包括離心機、迷向機、座椅彈射訓練機、動態飛行模擬機、高空壓力艙等)
 - f. 生命科學類系統的開發與服務
- (3) 該公司協助瑞典空軍開發動態飛行模擬機，此系統以離心機為本體而增進視效系統功能及飛行動態模擬(詳如附件 7-3)。
- (4) 與 WYLE 公司研討本案合作需求(詳如附件 3-1：空間迷向機合作需求書、附件 3-2：彈射椅訓練機合作需求書及附件 3-3：夜視力夜視鏡訓練機合作需求書)及相關工程議題！提出該公司空間迷向機規格建議書、座椅彈射訓練機規格建議書與夜視力夜視鏡訓練機的需求構想供我方參考。

我方說明此次合作方向、政府採購之規定、裝備的規格需求內容及其原因，WYLE 公司表達未來願依照我方返國後規劃之購案需求來參與公開投標。
- (5) WYLE 公司之迷向機系統構型採用同 AMST 公司六軸平台型式之設計，並宣稱正與希臘空軍共同開發實品中；座椅彈射訓練機系統構型及其功能規格與我

方現有規劃方向諸多一致；夜視力夜視鏡訓練機未見實績產品，但與前空軍 Brooks 航空醫學訓練退役資深主管等人研討夜視力夜視鏡訓練作法，簡報內容精闢(我方希望取得簡報資料，但 Wyle 公司最後因其屬該公司之 Know-How 者，故並未提供，研討重點詳如附件 7-6)。

- (6) Wyle 公司目前為美空軍 Brooks 航空醫學訓練部門所有裝備之運作及維護廠商(五年合約)，並與前空軍 Brooks 航空醫學訓練退役資深主管等人研討目前 Brooks 航生訓練的作法，另提供航空醫學訓練中心建構需求及作法(詳細資料如附件 7-7)。
- (7) 深入研討空間迷向訓練相關專題及工程問題(簡報資料附件 7-8)，並取得詳細的空間迷向專題研究報告(詳細資料如附件 7-9)，對我方未來應如何模擬空間迷向之作法有相當助益。
- (8) 心得小結：
 - a. Wyle 公司對提供環境模擬(裝備生產)及測試驗證工作有非常強的能力(其一總工程師級職員為本院退休員工)。
 - b. 該公司承接美軍訓練基地運作及維護合約，故非常了解與掌握顧客之需求(無論是使用單位或製造單位)。
 - c. 我方初步評估 Wyle 公司為本案空間迷向機、彈射椅訓練機有合作能力之廠商，另該公司雖然承接美軍訓練基地之運作及維護合約，且其成員部份對夜視訓練需求極為了解，但未見夜視訓練裝備有實績說明。
 - d. Wyle 公司亦固定出版技術月刊，其內容對於該公司目前研發成果等相關資訊均以圖文方式呈現(詳

如附件 7-10)，此種作法可讓員工了解該公司的營運情況及分享其成果而產生凝聚力。

- e. Wyle 公司在我們整個參訪過程中，非常重視接待禮儀，而對應表現也相當周到、細膩與懇切，值得我們學習。這種公司文化的特質，可能與他們工程專業背景(對測試驗證的嚴謹要求)有不可分的關係。

二.航訓單位參訪記要

1. 荷蘭皇家空軍航醫中心

- (1)位於荷蘭 Soesterberg 皇家空軍基地之一角，該航醫中心的組織、裝備規模與工作任務，和國軍岡山醫院的情況可以說非常相似，亦提供空軍人員看診之服務。
- (2)航醫中心共分身體檢查 (Medical Examination)、心理學 (Psychology)、研究與發展 (Research and Development)、航空生理學 (Aviation Physiology) 等四個部門，舉凡飛行員、汽球駕駛員、飛行工程師、航管人員、環境觀察員等，均需定期來此做身體檢查；剛從飛行學校畢業之學員，亦須來此檢測是否適合飛行；對於航空生理方面的訓練及研究，除了例行性的工作外，亦以專案的方式接受委託訓練。
- (3)主要裝備包括，圖檔參考附件 2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6、2-7 及 2-8：
 - a. 簡易飛行模擬器
 - b. 電動馬達式人體離心機(已使用約 15 年)
 - c. AMST 公司 AirFox 空間迷向機
 - d. 高度及減壓艙(本套主體設備是 ETC 公司製造，

使用功能不佳由航醫中心自行更新軟體、控制電路及醫學監測功能)。

- (4)迷向機於去年完成安裝，並隨即開始提供訓練。強調現有迷向機功能足符訓練需求，但如能擴大視效景觀範圍，則可大幅提昇訓練效果，中心主任表達 AMST 公司提供的產品與服務態度均屬良好(由兩單位人員交情與互動中可以窺知)，但初步與 AMST 研討未來系統更新或採購新裝備之需求，則表示該報價稍高，目前無計畫預算以執行。
- (5)目前該中心亦在籌建夜視力夜視鏡訓練系統中，預計明年簡單的教學設施(模型圖台)可以安裝完成。
- (6)迷向機維修與 AMST 簽定廠修合約方式執行。

2. 德國空軍航醫中心

- (1)位於 Dresden 之 (German Air Force Aeromedical Center) 原為東德空軍航醫訓練中心，德國統一後，歸併隸屬於德國航生總部六個分部中之一重要航醫中心分部。
- (2)此分部主要裝備包括人體離心機(本套設備是由 AMST 公司於民國 73 年間裝設完成，1995 年更新 Gondola) 與高度及減壓艙(本套設備是由 AMST 公司於 1986 裝設，1995 全新汰換)，圖如附件 2-13、2-14、2-31、2-32、2-33、2-34、2-35 及 2-36。
- (3)初期訓練對象圍東德飛行員，目前訓練包括德軍及歐盟飛行員(一般作法為每五年一次 refreshing training)，官校學生之基礎訓練安排三天。
- (4)針對離心機訓練之目標機種，目前著重屬 MIG-29 及歐洲第四代戰機者(以通過其德軍 STANAG3827 人員訓練資格規範)。

- (5)兩年來密集提供自 1995 年研發出新一代抗 G 衣(Fluid anti-G suit)之測試研究，由展示影帶中發現德軍飛行員在一 10G 的運動下，仍能講話(一般 7G 為極限)且正常操作，真不可思議！
- (6)由於設計及維修資料取得完整，使用基地自我負擔維修工作達全系統 95%，另每年約五萬美金由 AMST 執行定期維修。
- (7)由於此離心機電腦及介面週邊系統十分老舊，零備件存量以五年為考量，但系統目前維護品質極佳，德國人很厲害！
- (8)中心副主任強調該單位不只提供常態性訓練服務，特別配合投入許多航生課題的研究工作，包括奧運選手均於此集訓(並運用高壓艙)。另義大利目前正安裝與其體積較小確有相同規格的之產品(價格約 200 萬美金)。
- (9)中心副主任表達 AMST 公司提供的產品與服務態度良好(由兩單位人員交情與互動中可以窺知)。
- (10)該基地人體離心機之設計有許多值得參考的地方(圖如附件 2-13、2-14、2-31、2-32 及 2-33)：
- a. AMST 公司之離心機是以電動驅動，在底部旋轉驅動部份，裝設大型動子與轉子的結構，輸入兩萬伏特的高電壓，經過變壓整流之後，直接驅動離心機，離心機的煞車則藉由反向電流與煞車盤共同達成。
 - b. 座艙平台(Gondola)的驅動方式為油壓馬達，包括控制俯仰和翻滾兩個方向，動力系統置於旋臂尾端做為整個離心機衡重配平之用(且可調整位移以滿足後續裝備增添之需求)。

- c. 油壓管線端均加裝「漏油計(罐)」，此乃解決液壓管路必然漏油問題又提供為偵檢儀具之高明設計。
 - d. 離心機廠棚地基深 15 公尺，另高 16 公尺係考量避免離心機旋轉產生迴風之效應，可見德國人在設計工作上的嚴謹性(吾人回國後查驗岡院離心機於轉動中確有此效應產生)。
 - e. 離心機所有結構件應定檢處均於安裝時即特別標註出位置。
 - f. 座艙平台出入門位於上方，下方另設逃生門。
 - g. 於旋臂等結構件之各受力較大及應力集中處，均安裝應力計，可即時監測結構安全。
- (11) 該基地在工安的作法上值得吾人效法(將所有消防器材、急救工具及急救方法等說明，置於工廠人員行進動線最方便、明顯之處，圖如附件 2-35)。

3. 美軍 Brooks 空軍基地

- (1)原透過 ETC 公司安排(本院駐美代表協助作業)參訪位於德州聖安東尼之 Brooks AFB 航空醫學訓練部(裝備：ETC GL2000 迷向機)，原連繫均表示無問題，直至參訪前一週，美軍表達因任務及人力負荷問題臨時取消受訪；另透過本院駐美代表協助緊急安排 Brooks 空軍基地之航空醫學諮商勤務部。
- (2)與主任 Dr. Ivan 研討航空生理與眼睛相關研究之議題，以協助本案空間迷向訓練機及夜視力/鏡訓練機兩項裝備之設計工作，並探討未來有關該部份專業研究合作之可能。
- (3)由於該部門裝備由 Wyle 公司負責操作及維護工作，故連繫 Wyle 公司請安排該基地主管訓練之兩資深退

役軍官，於至 Wyle 公司參訪併同研討了解原空軍該部門之功能、組織與裝備運用現況，另建議之航醫訓練中心之規模、功能資料，詳如附件 7-7。

(4)目前該部門裝備均運作維護正常，美軍為精簡人力對所有模訓裝備採每五年一次招標(由國內廠商負責裝備操作與維修工作)。

(5)GL2000 迷向機可執行原規劃之訓練課目，但訓練效益因視效功能等因素而受限制。

(6)夜視訓練方面以課堂訓練方式提供基本訓練，無完整的訓練裝備。

三.空間迷向機

1. 此次訪廠收獲豐富，讓吾人對於空間迷向機訓練之課題與如何選用空間迷向機有深切的心得，返國後彙整心得報告詳如附件 9-1。

2. 對於空間迷向機應採用何種硬體構型(旋臂式或六軸動感平台方式)之優劣比較，也依據訪廠結果而有明確的結論，心得報告詳如附件 9-2。

3. 想藉由此次實作參訪來了解動感平台是如何運動才能誘發相關空間迷向現象的場景，亦是重點工作。對於幾次完整的實作推演，我們也有相當多的心得，報告詳如附件 9-3、9-4。

4. 與各單位迷向訓練專家研討及實地操作後，了解可加強以下設計重點：

(1) 視效功能及品質(平行光顯像方式及大視角範圍)對空間迷向模擬效果扮演決定性的角色，如成本允許，最佳視角範圍如達 180° ，距離最好達 40 inch，由我們實地操作 ETC GYRO I, II 迷向機非常容易造成 simulation sickness 的情況來看(包括 CRT 螢幕畫面

之壓迫感、motion cue 之模擬及動感平台控制裝置之性能)，也應與上述需求有不可分的關係。

- (2) 針對訓練需求而特別設計由影像產生器提供可任意變更之視效場景，如跑道長度、寬度、坡度....等功能。
- (3) 飛行動態模擬、動感平台 motion cue 與座艙環境模擬的逼真度，對空間迷向現象的產生似乎無直接關聯，但就飛行員整體操作感覺與實際飛行認知之匹配性有不可分之影響，亦即模擬機加強上述設計品質將有效提昇實質之訓練效益。
- (4) 應如何在教官台上提供精簡實用之空間迷向訓練操作及輔助飛行員歸詢之功能，與設計標準化的教學作法（如結合課目流程之語音輔助系統），將可增加飛行員訓練效果。
- (5) 應慎密研究當系統發生故障時，如何使機具能夠安全停止復位之設計。
- (6) 座艙的門為上下兩片式，開啟時下邊的門內設計有登機梯，完全不佔空間而且美觀，設計頗具巧思。
- (7) 應設計成可重組式座艙，以滿足不同飛機機型飛行員之訓練需求。
- (8) 座艙門之設計除考量硬體內部裝設之干涉外，亦應特別考量安全問題。

四. 彈射座椅機

1. 本次行程參訪三家製造彈射座椅訓練機廠商，原本均不願意提供其最新彈射座椅訓練機規格資料，經會議協商才提供；茲將各廠產品整理心得如附件 9-5。
2. 吾人將參訪時所收集的、所看到的、以及各種推敲的彈射座椅訓練機重要心得整理後，吾人認為一套完善的、現代化的彈射座椅訓練機應該具備下列四特性：

(1) 絕對安全的產品：

- a. 絕對不能有失控的 G 力及瞬間增 G 率
- b. 沒有正確之互鎖條件確認不得彈射
- c. 主要彈射機構不得有斷裂發生
- d. 必需有防止超越塔高極限之緩衝裝置
- e. 必需有下滑煞車裝置以及緩衝裝置

(2) 一流品質的設計：

- a. 教官台設計需講究氣派與威武
- b. 座艙設計需講究仿真與美觀
- c. 燈號開關設計需滿足人員操作習性
- d. 裝備高度需服適合人體工學

(3) 自動控制的服務

- a. 預備時段之自動偵測
- b. 彈射壓力自動計算(根據設立 G 及學員體重)
- c. 下滑速度自動控制
- d. 失效發生自動趨於安全
- e. 進出門道自動開啟
- f. 後傾角自動控制

(4) 研究分析的環境

- a. 座椅為可抽換式
- b. 各項彈射程序均可監督評分
- c. 各項彈射數據(如 G 值及增 G 率等等)均可截取
- d. 有完善之電腦裝備可立即分析畫圖
- e. 經過致動器及煞車器修改立即可成為高 G 彈設研究裝備

五.夜視力夜視鏡訓練機

1. 本次行程中參訪到兩家有夜視力夜視鏡訓練機產品實績之廠商，茲將兩廠產品整理之心得如附件 9-6。
2. 吾人將參訪時所收集的、所看到的、以及推敲相關工程疑問所出整理之心得包括：
 - a. 對於夜視力夜視鏡訓練機籌建目標，不同於本組模擬器之製造。一般模擬器均有明確的模擬標的物，只要模擬功能及性能逼真度，達成真實標的物之 90%，即算專案任務品質達成率為 100%。夜視力夜視鏡訓練機雖然需有硬體裝備之搭配，但重點強調的是訓練的作法與教材內容之品質。
 - b. 訓練教材均屬廠商不願意進一步提供說明之資料，亦即為本案應解決之 Know-How 所在，且主要的教材均已發展為電腦輔助教學媒體之內容，內容型式包括文字講義、圖檔、動畫、教學語音、影帶播放及結合硬體輸入裝備以檢核考試之軟體等。
 - c. 對各家目前訓練內容，經初步了解，其原始來源均由 1988 年美軍陸軍航校 TC1-204「夜間飛行技術與程序書教範」發展而來，因此在教學主題(topics)上，各家課程應相似，重點在於其教學內容(角本)、流程作法的品質，另教學流程應用硬體裝備之匹配性亦為重點。
 - d. 夜視鏡訓練經多方查詢均稱實作訓練一次以 2~4 人為佳。
 - e. 在夜視鏡場景模擬的方式國外現有市場及軍方已有由視效 IG 來實現夜視鏡模擬訓練的產品與作法，且均宣稱模擬結果為軍方使用單位接受。
 - f. 因此為提昇本案裝備功能未來的擴充能力與精進本組

現有視效模擬之能量，故在考量成本仍能吸收以提供岡院最佳的訓練系統的情況下，裝備規格將修訂增加一「夜視鏡座艙模擬器」。另對於視效模擬之方式，又分 Simulation 或 Stimulation 兩種，吾人將積極研究未來擬採用之模擬作法。

- g. 模型圖台之製作方法與關鍵問題包括塗料、材質應符合夜視鏡接收光譜值區，模型比例一般為 500 或 600 比 1(飛行高度約 10,000-15,000 英尺)等均有了解，且模型圖台之場景設計須對應「訓練主題」而設計(一般為 3X3 公尺見方者，約可運用來展示 10 種夜視力及 10 夜視鏡之主題訓練)。
- h. 模型圖台製作成圓形，可提高教學過程中對參考點之認知，為美軍近年作法。
- i. 月光環境光源之模擬國外廠家均未實際量化控制模擬照度值，各廠商對月光環境硬體設計之作法極為簡易。
- j. 我國陸航夜視鏡採用 AN/AVS-6(V)第三代光放管，屬美政府管制品，廠商無法透過他們採購得到。
- k. 依目前我方規劃之籌建規模，此夜視力夜視鏡訓練機堪稱將為全世界最完整之裝備。

參. 效益分析

事實上本院模擬組雖已具備生產國軍岡山醫院空間迷向訓練機、夜視力/鏡訓練機、彈射椅訓練機等三項裝備的能力，但尚無上述三項裝備實績亦是不爭的事實。因此，這次的參訪機會對模擬組言非常重要！而事實上此次訪廠成果也確實豐碩！主要獲致的效益，包括：

一. 堅強的參訪小組與功能

此次訪廠工作人員組成包括工程專業人員、監察官、航醫專家及飛行員，於訪廠過程中每位同仁均依原任務規劃分工，配合推展各項工作，舉例如下：

1. 監察官參與訪廠的功效卓著：

能參與所有工程研討會議對話，並於過程中正確指導我方專業工程人員觀念，及對每家廠商有關我政府採購法與未來採購作法之問題均有明確闡述。

2. 在所有廠商安排的工程專題報告及工程研討會之過程中，航醫專家及飛行員均能就其專業瞭解或看法，與本院工程專業人員隨時交互研討，以使我方完全掌握專題報告內容之重點及協助各議題內容在需求面上之解答。

3. 藉由每個迷向訓練機實機操作的機會，由飛行員操控飛行及執行所有的迷向課目，同時由我方工程專業人員及航醫專家配合廠商操作系統，以了解所有教官台課目操作程序與模擬環境設定；

過程中我方人員三向溝通、研討，以推擬每個迷向課目之模擬場景執行程序的角本，對如何誘發迷向的作法，已編撰出心得報告可直接運用為本案設計資料，詳如附件 2-1 國軍岡院訪廠報告、附件 2-2 空軍測評戰研中心訪廠報告。

二. 釐清許多設計技術細節上的疑問

1. 空間迷向訓練機：

- (1) 了解視效功能及品質(平行光顯像方式及大視角範圍)對空間迷向模擬效果扮演決定性的角色。
- (2) 了解迷向課目的分類作法與種類細目，並確認動感模擬部份之硬體構型採旋臂式或六軸動感平台方式之優劣比較。
- (3) 確認飛行動態模擬之品質與座艙環境的重要性。
- (4) 確認本案原規劃動感平台之軸向控制機構之運動範圍，對國際間現有產品極難實現。
- (5) 確認空間迷向訓練操作功能可增加飛行員訓練效果的重點。
- (6) 迷向機上下平台整合與 Slip Ring 的設計作法。
- (7) 掌握迷向課目之定義，並推論出如何控制動感平台之運動方式來模擬誘發「迷向」場景的作法。

2. 彈射椅訓練機：

- (1) 了解國外產品之高度及空間需求。
- (2) 確認「訓練安全」之工程限制，所有國外廠家均強烈建議彈射椅訓練機之座椅在滿載的情況下，彈射 G 力不應超過 7G，以保障人員安全，並已可滿足人員 G 力上之認知需求。
- (3) 了解氣壓缸的結構需求與廠商供貨配合情況。

3. 夜視力/鏡訓練機：

- (1) 了解國外現有市場及軍方已有由視效 IG 來實現夜視鏡模擬訓練的產品與作法，且均宣稱模擬結果為軍方使用單位接受。
- (2) 了解月光環境光源之模擬國外廠家均未實際量化控

制模擬照度值。

- (3)了解模型圖台之場景設計須對應「訓練主題」而設計(一般 3X3 公尺見方者，約可運用來展示 10 種夜視力及 10 夜視鏡之主題訓練)。
- (4)了解模型台之製作方法與關鍵問題(包括塗料、材質及模型比例等)。
- (5)了解夜視訓練在國外之一般性作法與裝備需求。
- (6)確認夜視訓練教材之內容均已發展為電腦輔助教學媒體之作法(此訓練內容亦即為廠商嚴格保密之部份)。

三. 確認與廠商合作降低風險的方向

透過此次訪廠我們對有風險之工程問題(註：出發前均已盤點相關問題清單，詳如上述小節之內容)，均提出來與每家廠商充分溝通後而有解決腹案，且過程中詳述本組在三項裝備之合作需求，讓廠商完全明瞭我方的未來的採購需求、採購作業方式與合作分工的方向，並了解廠商的配合能力、時程需求與意願等，未來可有效加速購案的作業時程。

四. 取得廠商完整的產品線商情資料

詳細蒐集每家廠商現有產品與未來技術發展方向之完整資料，詳如附件資料。

五. 取得豐富的輔助設計資料

透過此次訪廠我們蒐集每家廠商提出的技術簡報、規格書與多份詳細描述「空間迷向」專論之技術資料，詳如附件資料。

六. 確認三項裝備筹建規格需求的增修方向

1. 空間迷向訓練機：

- (1)因應大範圍平行光視效顯像裝備重量及空間需求、超 G 錯覺可由現有離心機實現、本組既有專業能量

與工程風險的搭配性及訓練成本效益(旋臂式者之初始報價為六軸動感平台式者之四倍，但課目僅多超 G 錯覺種類)等因素，確認動感模擬部份之硬體構型捨旋臂式而採用六軸動感平台，並研究側轉運動控制機構改置於六軸動感平台的下底盤方式設計及是否可增加模擬超 G 錯覺訓練的效果之可行性。

- (2) 考量視錯覺增加之閃爍錯覺(Flicker Vertigo Illusion)模擬課目。
- (3) 考量直昇機左側集提桿，用以控制直昇機之高度改變運動之需求以符合陸軍直昇機飛行員之操作習慣。
- (4) 研析確認各項醫學監測器存在之需求。
- (5) 考量投影畫面焦距不可因飛行員前後上下移動座姿時而受影響之設計。
- (6) 參考國際現有動感平台之軸向控制機構最佳性能限制，在俯仰、滾轉及側轉運動上無法達到本案原規劃之運動範圍需求之修訂。
- (7) 考量座艙內視效影像產生系統所呈現的畫面，可同步顯示於電視監視器的螢幕上，以增加飛行員任務歸詢之訓練效益。
- (8) 考量飛機軌跡能以動畫方式重現，以增加飛行員任務歸詢之訓練效益。
- (9) 考量能使系統發生故障時，使機具能夠安全停止復位之設計。

2. 彈射座椅訓練機：

- (1) 研析彈射拉柄建議模擬實機拉力磅數值，增加彈射訓練真實感避免產生錯誤認知。
- (2) 為達模擬真實感比照國外廠家設計理念，要求受測

學員帶頭盔執行訓練，並考量頭靠感測器完整性之設計。

(3) 考量學員戴頭盔後與教官台之通訊問題。

(4) 參考所有國外廠家建議修訂座椅彈射空載為 10G 及滿載為 7G (預設乘員及座椅總重 250Kg) 之規格，另瞬間增 G 率 120G/sec 之值不變，以保障人員安全與已可滿足人員 G 力上認知需求。

3. 夜視力夜視鏡訓練機：

(1) 參考所有國外廠家說明現有市場有由視效 IG 來實現夜視鏡模擬訓練的作法，考量大幅修減現有規格以增加夜視鏡訓練座艙來滿足及提高未來高擴充性之作法。

(2) 參考所有國外廠家說明現有市場無精度可達 0.1 millilux 之照度測試裝備，研析是否可量化控制模擬照度值的實際可行性。

(3) 考量模型圖台之場景設計需求，應以滿足典型訓練觀念為主。

(4) 參考所有國外廠家說明每次夜視鏡訓練人數以二至四員為佳之作法，考量修減可配合執行訓練課程座椅之實際需求。

(5) 參考所有國外廠家說明夜視訓練教材均已發展為電子檔而為電腦輔助教學媒體之作法

七. 確認本院三項裝備之設計方向與信心

藉由實地瞭解目前世界各國在相關航生裝備產品上的功能與系統品質，並與廠商專業工程師及航生訓練資深專家進行詳細研討後，對本院發展三項裝備之功能與設計方向的作法均已獲得正面的應證，也強化了我們能於國內能整合自製的信心！

肆. 國外工作日程表

本次差旅的期間為89年09月25日至10月10日，共計16天。工作行程如下：

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
89.09.25	一			台北搭機啟程。	
89.09.26	二	荷蘭	阿姆斯特丹	一、08:35 抵阿姆斯特丹 二、下午參訪 Fokker 公司「動感平台」產品性能及技術水準 三、評估「動感平台」採用該公司產品之可行性	夜宿 阿姆斯特丹
89.09.27	三	荷蘭	阿姆斯特丹	一、繼續與 Fokker 公司研討採用該公司產品等可行性會議	夜宿 阿姆斯特丹
89.09.28	四	荷蘭	阿姆斯特丹	一、全天參訪荷蘭皇家空軍 Royal Netherlands Airforce Aeromedical Centre，評估暨瞭解 AMST 公司「空間迷向機」裝備現貨產品功能及技術水準 二、考察荷蘭皇家空軍基地航空生理訓練作法 三、廠商合作能力初評 四、行程(阿姆斯特丹至德勒斯登)	夜宿 德勒斯登
89.09.29	五	德國	德勒斯登	一、全天參訪德國空軍基地 German Konigsbruck Airforce Centre 評估暨瞭解 AMST 公司「人體離心機」裝備現貨產品功能及技術水準 二、考察德國空軍基地航空生理訓練作法 三、廠商合作能力初評 四、行程(德勒斯登至 Ranshofen)	夜宿 Ranshofen

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
89.09.30	六	奧地利	Ranshofen	一、全天評估暨瞭解AMST公司「迷向機」及「夜視力、鏡訓練機」等產品功能及技術水準 二、研討本案三項裝備技術合作項目 三、廠商合作能力初評	夜宿 Ranshofen
89.10.01	日	法國	巴黎	行程、資料整理(班機行程：慕尼黑至巴黎)	夜宿巴黎
89.10.02	一	法國	Suresnes, 巴黎	一、全天參訪 Sogitec 公司，評估暨瞭解該本案三項裝備及其他裝備現貨產品功能及技術水準 二、研討本案三項裝備技術合作項目 三、廠商合作能力初評	Suresnes位於巴黎近郊 夜宿巴黎
89.10.03	二	美國	Southampton	行程(早上巴黎飛費城並轉陸路至Southampton)、資料整理	夜宿 Southampton
89.10.04	三	美國	Southampton	一、全天參訪 ETC 公司 Aeromedical Training Insitute 航空生理訓練作法 二、研討本案三項裝備技術合作項目 三、廠商合作能力初評	夜宿 Southampton
89.10.05	四	美國	聖安東尼	一、上午參訪ETC總公司，評估暨瞭解該公司本案三項裝備現貨產品功能及技術水準 二、研討本案三項裝備技術合作項目 三、廠商合作能力初評 四、行程(含至費城及轉機)	夜宿 聖安東尼
89.10.06	五	美國	聖安東尼	一、全天參訪美軍Brooks AFB 評估暨瞭解 ETC(含WYLE)公司空間迷向機等裝備現貨產品功能及技術水準 二、廠商合作能力初評選	夜宿 聖安東尼

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
89.10.07	六	美國	洛杉磯	行程(含轉機)、資料整理	夜宿 洛杉磯
89.10.08	日	美國	洛杉磯	例假日、資料整理	夜宿 洛杉磯
89.10.09	一	美國	El Segundo , 洛杉磯	一、全天參訪評估Wyle公司暨瞭解該公司本案三項裝備現貨產品功能及技術水準 二、研討本案三項裝備技術合作項目 三、廠商合作能力初評 四、返國行程。	El Segundo 位L. A. 近郊
89.10.10	二			行程(返國至台北)	

伍. 社交活動

此次訪廠工作之行程極為緊湊，且舟車行程又占用大部份的時間，因此我們均請求每個廠商及訓練單位能配合最長的時間以提供實際參訪與進行會議研討，因此都在中午時間利用廠商提供之三明治午餐中繼續研討相關議題，也耽誤許多他們正常下班的時間。

我們心中明白此次訪廠將來能讓廠商獲得的商機與利潤實為有限，為避免廠商將來期望過高與產生無謂的爭端，且恪遵國防部相關規定，我們推拒廠商任何的招待；但我們為感謝奧地利 AMST 公司協助安排參訪荷蘭皇家空軍 Royal Netherlands Airforce Aeromedical Centre、德國空軍基地 German Konigsbruck Airforce Centre 及因為荷蘭皇家空軍航醫中心任務需求而導致行程順延造成他們得特別於週六上班，而於開會完後當晚在住宿旅館附設餐廳宴請奧地利 AMST 公司當天到班員工。另美國 ETC 公司乙名員工(亞洲區美籍業務員)隨同我們住宿於當地路邊旅館以提供安全上的協助，住宿兩晚隨同我們晚餐亦均由我方請客。

陸. 建議事項

一. 本院幕僚單位的貢獻

這次訪廠任務之所以成功，因素在於本院幕僚單位的貢獻：

1. 總長於八九年二月二十四日主持與監委康寧祥等就本案籌建工程期程需求之指示：「籌建工期應提前」，導致委製工作及訪廠任務提前至今年執行，而衍生訪廠任務非本院已核定之八九年度出國計畫案項目。
2. 在時程緊迫、無既定經費及額度且出國成員牽涉三個國防部不同管理體系之單位的情況下，我們最後仍能排除萬難，完成相關作業規定順利成行，靠的是院部企劃處/主計處/出國審查小組成員、本所計畫組/主計組/採購組/政戰室及各級長官的支持。
3. 整個作業過程中，對於企劃處等相關幕僚同仁的工作態度，我們很感動！他們對事情的看法及意見，都是就其專業而如何以合乎規定條件下，協助我們排除作業困難的角度上出發。
4. 所部提供經國號戰機模型此類「有意義」的紀念品，在此次參訪過程中非常重要，讓各訓練中心、廠商負責人及接待員工的熱情態度轉變為佳，原本不講的，最後都不保留。
5. 當本案三項裝備順利籌建完工，如要論功表揚，則我們咸認本院幕僚單位是專案得以成功的要因。

二. 模擬核心技術之建立與開發方式之變革

眾所周知二十一世紀是一個「十倍速時代」！近年來，由於電腦及相關開發(研究)輔助工具之進度神速，再再加速每種科技產業的軟硬體之「創新性」、「變異性」、「通則性」與「易仿性」。因此對於產品售價不斷大幅下降的趨勢與無法有效獨佔專門技術之現實，我們唯有在研發工作的方向

上，採行此次參訪廠商都強調以「精進整合技術」為公司生存之技術核心的相同策略。亦即：

1. 基於目前人力資源補充管道閉塞，與任務因應各軍種截然不同(武器)訓練功能需求所需之訓模器開發工作等特性。本組以為未來生存最重要之核心技術的發展方向，應定位為「持續精進、強化模擬整合技術之能力」。
2. 在整合技術層面上的工作方向，包括：
 - (1) 軟硬體介面整合技術與整合測試之能力。
 - (2) 關鍵性動態模擬系統規格擬定與模組整合之能力。
 - (3) 視效場景模擬與整合測試之能力。
 - (4) 次系統裝備(軟硬體)採購規格之擬定與驗收之能力。
 - (5) 中衛體系廠商技術溝通與監督之能力。
 - (6) ISO 9001品質系統的落實與持續執行制度之精進。
3. 在管理作為上，包括：
 - (1) 儘速培養大量夠資格之模擬器專案管理經理、系統工程師及分系統負責人。
 - (2) 在技術開發上以模擬器專案管理及分系統負責人為層級來充分授權與授責。
 - (3) 針對每項專案建立良好的技術資料保留、索閱與保密制度。
 - (4) 妥善運用購案，避免需大量人力之技術開發與硬體製造工作。
 - (5) 堅決要求同仁高度在意「顧客滿意度」與保有「正面主動性」的服務心態，並對本組產品設計缺失均有自發性無條件精進之責任。
4. 減少學習曲線時間之要點，包括：

(1)加強技術取得管道之多元化且不侷限於國內或美國：

國內囿於邦交限制，與歐洲國家接觸較少，使用之裝備多偏向美規系統，本組以往歷年所接觸的模擬器產業相關廠商、技術資料之蒐集及獲得管道，多來自於美國，從去年開始陸續和歐洲的模擬器產業相關廠商接觸、參訪或採購分系統裝備後，再藉由本次參訪可確定歐洲許多模擬器相關高技術水平的公司，其技術能量與美國並駕齊驅。

(2)懂得運用「乾坤大挪移與吸星大法」：

- a. 對次系統組件或軟體模組的開發與深度，強調在於積極運用本院相關專業能量、廣泛建立取得管道的暢通性、掌握廠商技術輸出的開發性與確實了解關鍵技術的能力培養，而不強求所有技術工作細節均要自力開發的作法。
- b. 重視提高「非科技類」之專業能力，包括諸如模擬器訓練功能之擬定、客戶需求之整合與採購作為、彈性與效率等能力的培養。
- c. 善用ISO 90001的制度，以輔助減免員工技術開發流程上的盲目性與錯誤期。

三. 訪廠後再次檢視本案籌建工程之準備與能力

本組自民國74年籌建經國號戰機雙球模擬器開始，先後完成RCC飛行模擬器、IDF UTD模擬機、簡易型操船模擬器、IDF EPT模擬機、六軸動感平台及F-5E UTD模擬機等研產任務，雖然以逐次建立深厚的模擬器設計、製造、維護能量，但所承接的領域多為飛行載具之模擬器。對於三軍廣泛不同的陸用系統、海用系統、航空生理等模擬器的技術能量與在生產工作的效能上，均仍待努力以赴！

由於本組此次承接國軍岡山醫院空間迷向訓練機、夜視力/鏡訓練機、彈射椅訓練機等三項裝備的生產工作，在了解國外公司既有三項裝備產品功能、技術水準、未來發展趨勢與研討合作項目後；我們再次檢視：

1. 本組既有能量對應本案任務需求上的準備工作？
2. 對應將面臨的關鍵技術建立與工程風險排除的作法是否均有腹案？

答案告訴自己：

1. 我們對於本案未來可如期、如質完成總長交待之籌建工作，深具信心！
2. 提供給岡院的三項產品之訓練功能，均將遠遠超越國外既有產品功能，且籌建/後續維護之成本亦遠較外購低廉。

四. 以全方位模擬專業服務為終極目標

未來兩年本組將藉由此次委製案任務的機會，對以下陌生領域技術有所突破與成長，並為支援後續國軍訓練模擬器委製案打下先期關鍵性技術準備之工作，包括：

1. 推昇本院六軸動感平台的精緻性與產品化，未來可立即應用於陸軍M-48戰車訓練模擬器委製案；
2. 建立完整的民航機模擬機FTD level C等級的系統整合能量，未來可立即應用於陸軍TH-67訓練模擬機委製案；
3. 建立不同於日間視效模擬(相關夜視場景)之技術領域的能量，未來可立即應用於陸軍M-48戰車訓練模擬器委製案；
4. 完成平行光視效成像系統相關關鍵性設計能量，未來可立即應用於陸軍TH-67訓練模擬機委製案；

5. 探索與解決在一般訓練模擬機開發上從未考量之人因安全領域的相關設計工作，未來可立即應用於協助國軍岡院離心機維修應變案；
6. 整合國內航醫專家跨入建立航空生理訓練的模擬能量，未來可立即應用於協助國軍岡院離心機維修應變案；
7. 完成以PC級個人電腦為即時模擬或視效模擬載台之能量，未來可大幅降低任何訓練模擬機委製案材料成本。

因此本組將以更積極之態度來加速這些領域的研發工作，確保本航生裝備委製案之成功，以不負總長期望，並持續提昇相關模擬技術能量，以真正成為全方位之模擬器設計、製造、維護之專業單位，來提供國軍在建軍備戰上最佳的服務！

附件 1-1 : FCS 公司 Overview of FCS simulated applications

附件
性
袖
志
誌
樣
樣
樣
樣

附件 1-2：FCS 公司力感系統系列產品型錄範例

附件 1-2 力感系統系列產品型錄範例

附件 1-3：FCS 公司六軸平台系列產品型錄範例

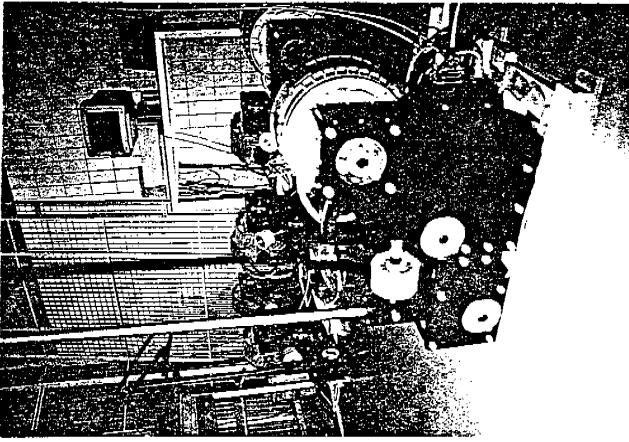
附件
相
容
性
模
擬
能

附件 2：照片圖集

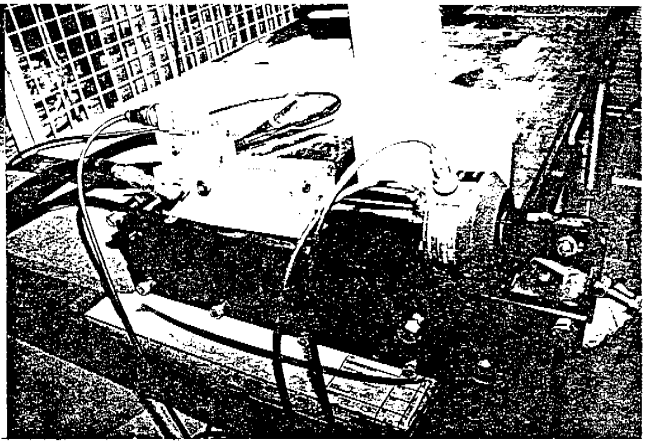
圖 號

1. FCS 公司伺服馬達控制機構整體組件
2. FCS 公司伺服馬達控制機構整體組件
3. FCS 公司新一代伺服馬達控制機構整體組件
4. FCS 公司汽車駕駛力感系統
5. 荷蘭空軍航醫中心 AMST 公司 AirFox 迷向機教官台
6. 荷蘭空軍航醫中心 AMST 公司 AirFox 迷向機
7. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
8. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
9. 荷蘭空軍航醫中心高空壓艙
10. 荷蘭空軍航醫中心電動馬達式離心機座艙組
11. 荷蘭空軍航醫中心電動馬達式離心機
12. 荷蘭空軍航醫中心迷向課目表
13. 德國空軍航醫中心離心機座艙組
14. 德國空軍航醫中心離心機
15. AMST 公司-空間迷向機平台 360° yawing 驅動組零件
16. AMST 公司-新一代離心機
17. AMST 公司-空間迷向機六軸液壓式平台
18. ETC 公司- GL2000 空間迷向機結構件
19. 致贈本所經國號戰機模型紀念品(於 Sogetic 公司)
20. ETC 公司- Gyro I 迷向機
21. ETC 公司-卡車駕駛模擬器
22. ETC 公司- Gyro II 迷向機平台制動機構
23. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機旋臂結構
24. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機企劃案
25. ETC 公司-迪斯尼太空漫遊機電動馬達式離心機動力組
26. ETC 公司-特殊複材元件
27. ETC 公司-加拿大 UAV
28. ETC 公司- Gyro I 迷向機視效螢幕及座艙組
29. ETC 公司- Gyro II 迷向機視效螢幕及座艙組
30. ETC 公司- 德國 GL2000 空間迷向機

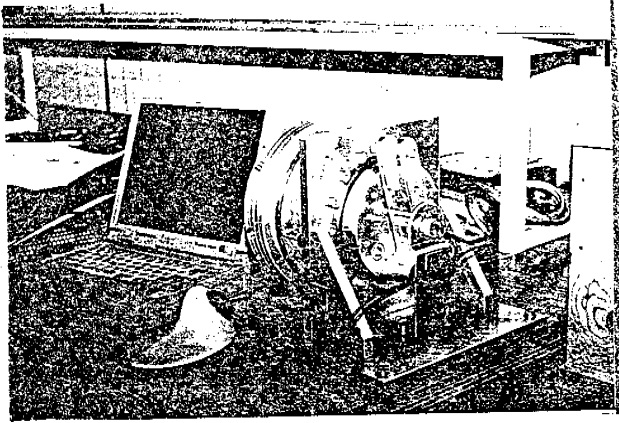
註：此次參訪工程相關照片及電子檔有數百張，且由於電子檔案佔用空間過大，導致出國報告電子檔無法開啟，故如需參考原始圖檔，請逕洽模擬組。



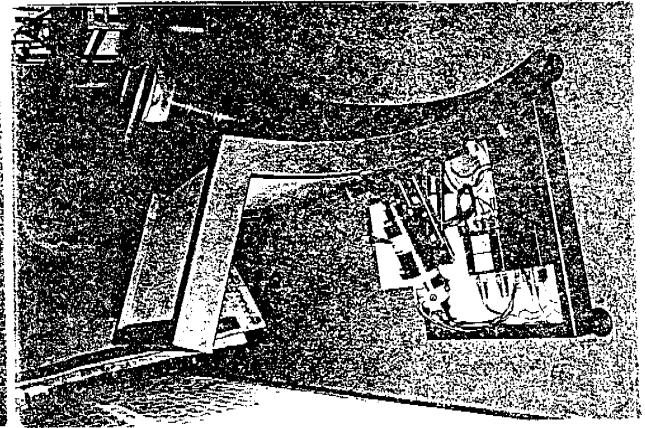
照片圖-1.



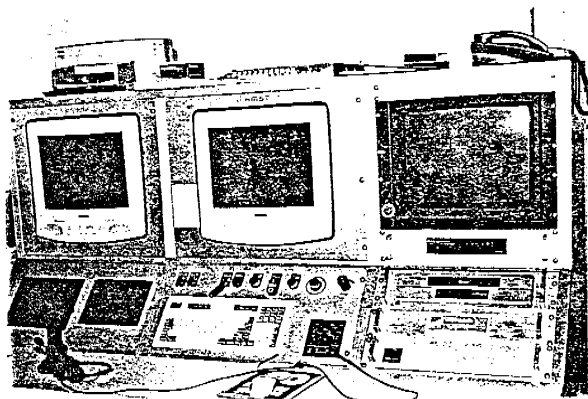
照片圖-2.



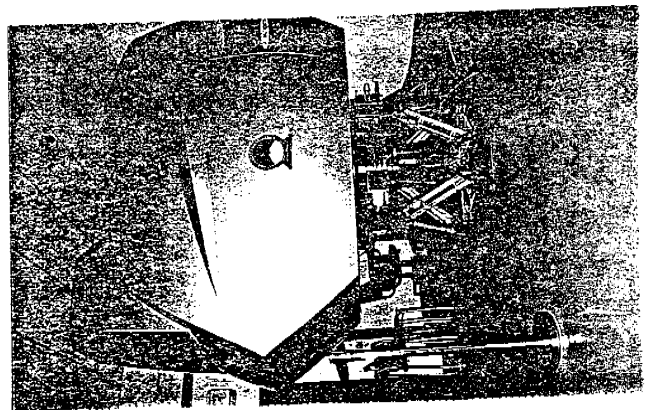
照片圖-3.



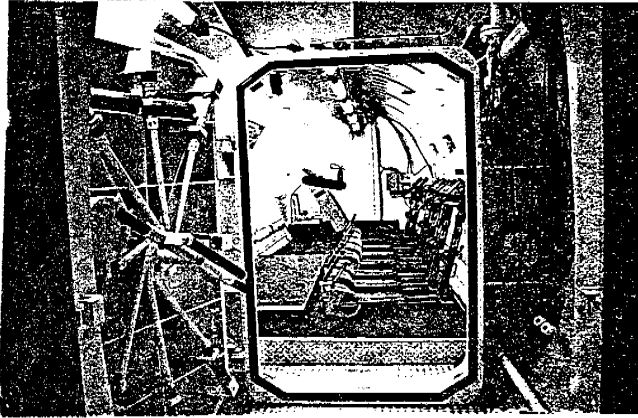
照片圖-4.



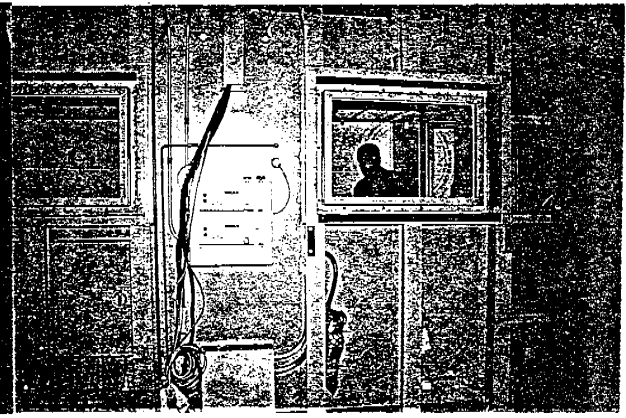
照片圖-5.



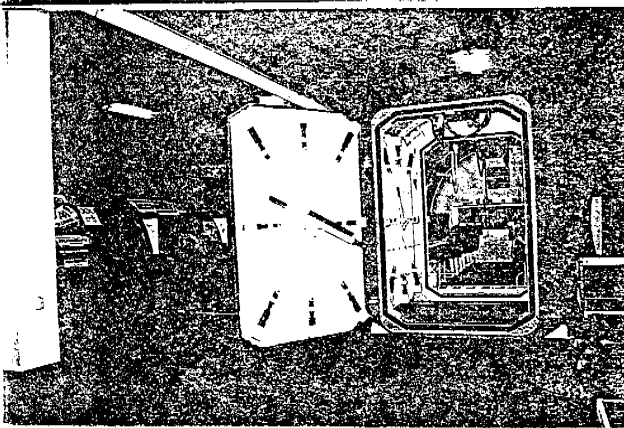
照片圖-6.



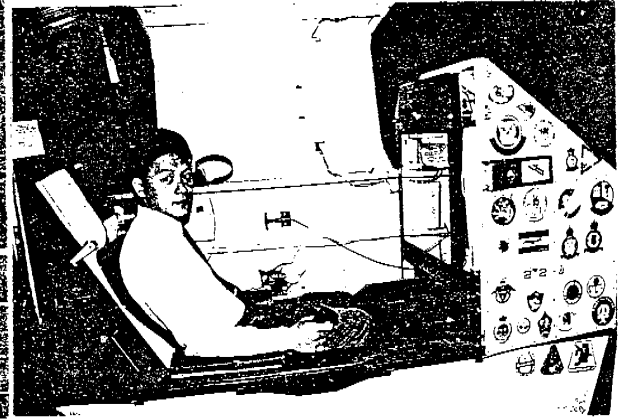
照片圖-7.



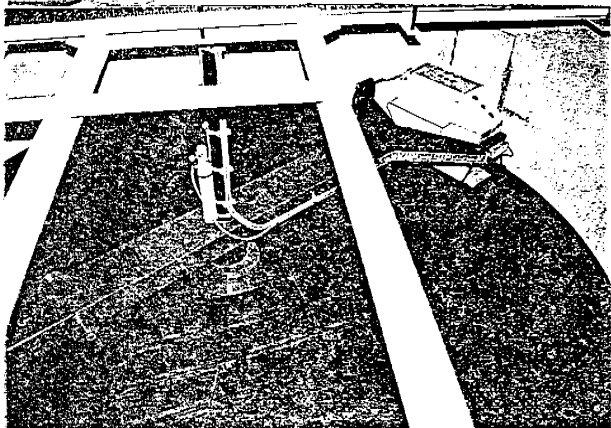
照片圖-8.



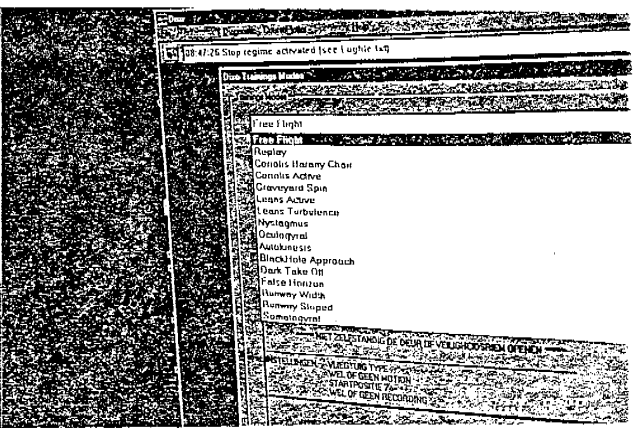
照片圖-9.



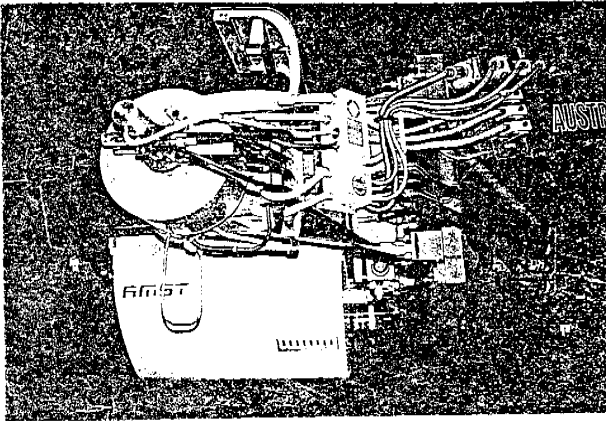
照片圖-10



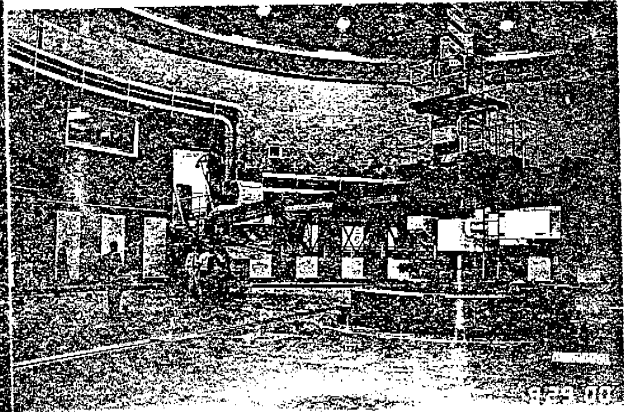
照片圖-11.



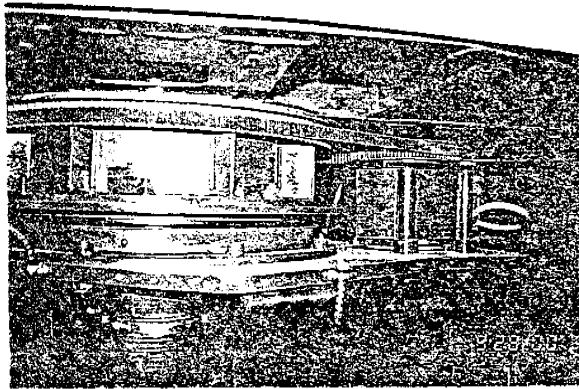
照片圖-12



照片圖-13.



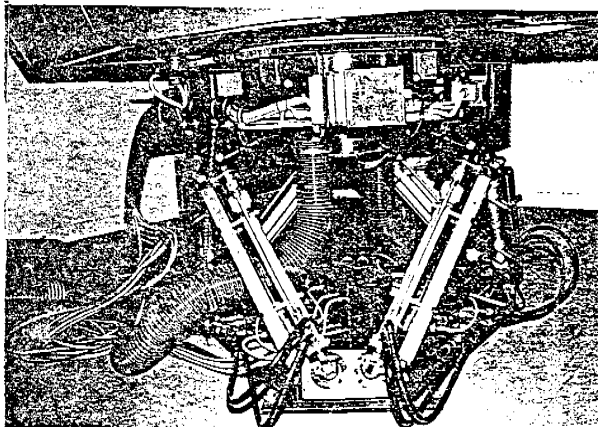
照片圖-14



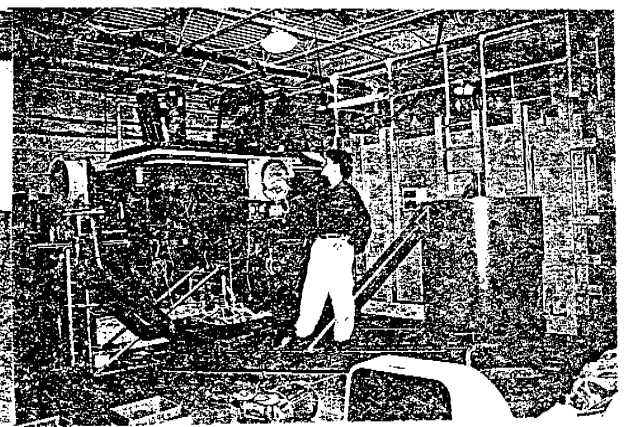
照片圖-15



照片圖-16



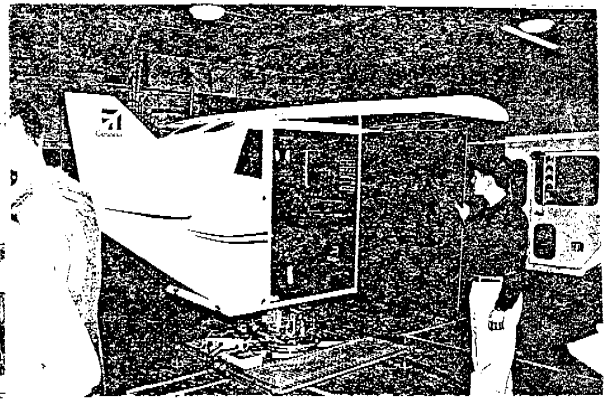
照片圖-17



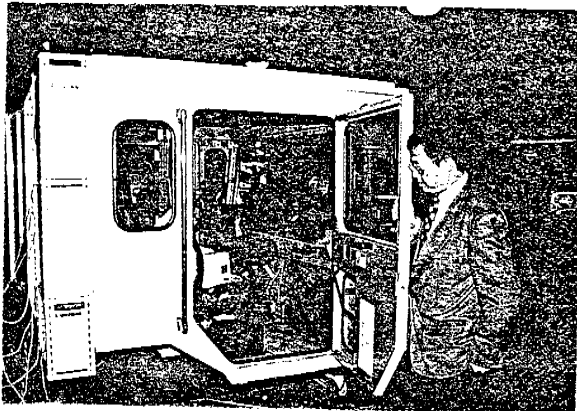
照片圖-18



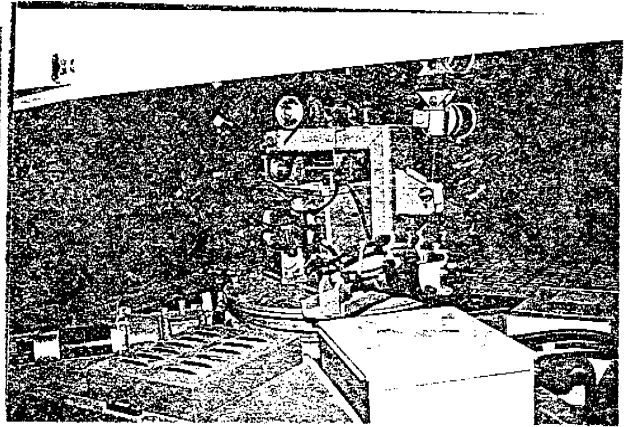
照片圖-19.



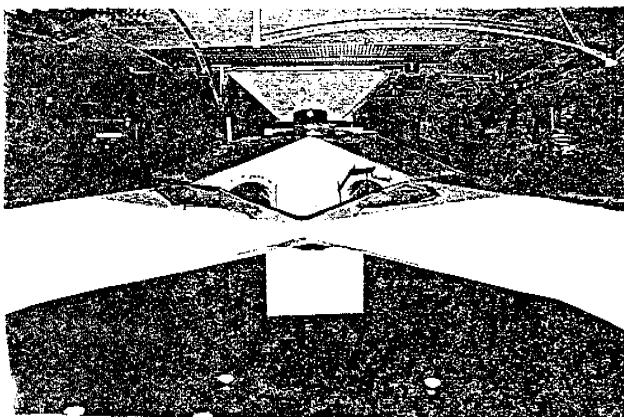
照片圖-20



照片圖-21



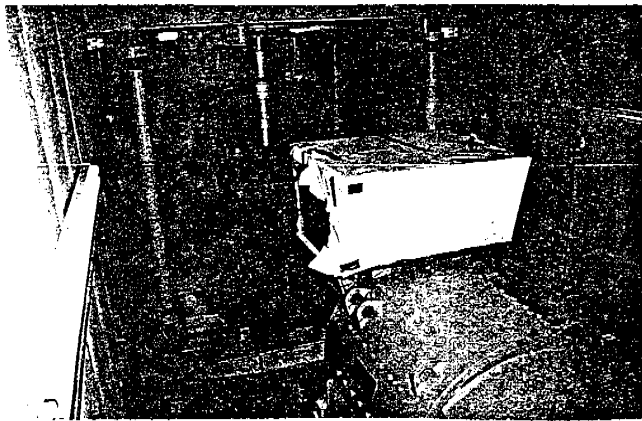
照片圖-22



照片圖-23



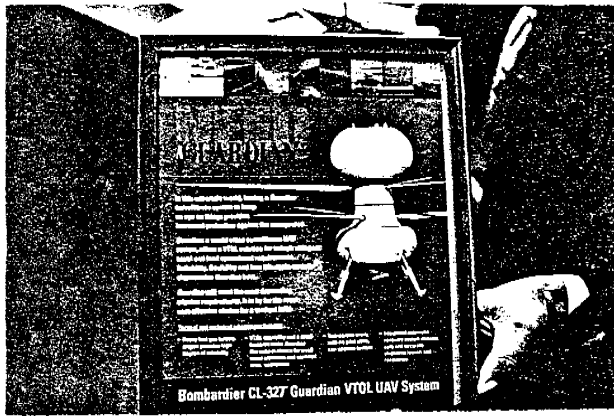
照片圖-24



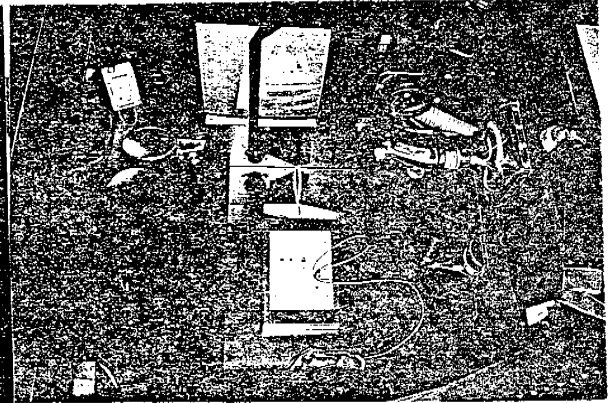
照片圖-25.



照片圖-26



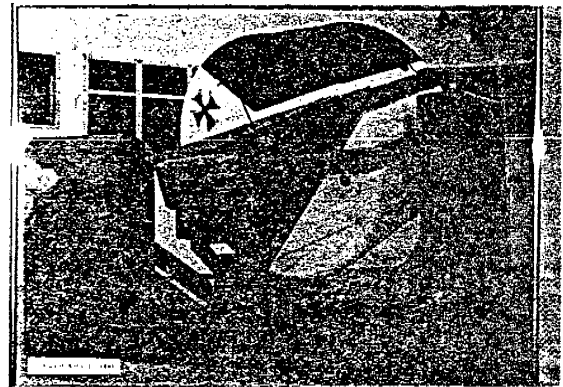
照片圖-27



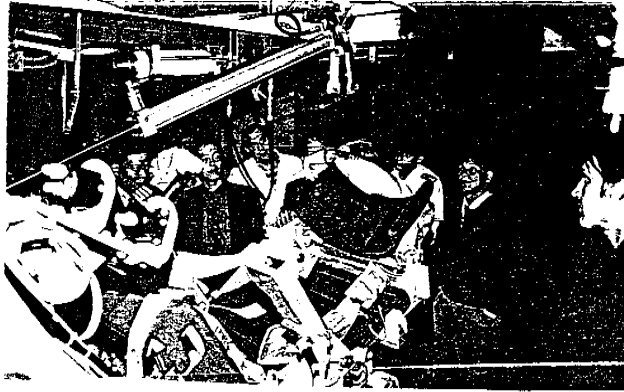
照片圖-28



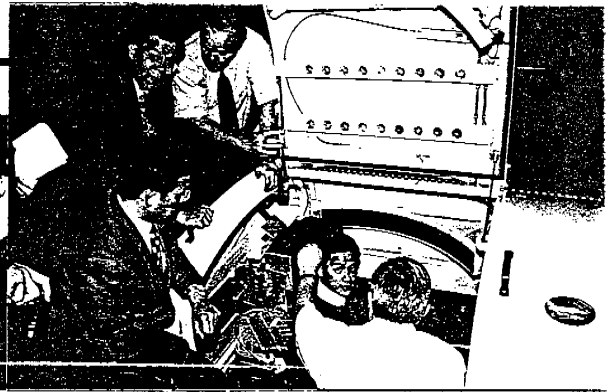
照片圖-29



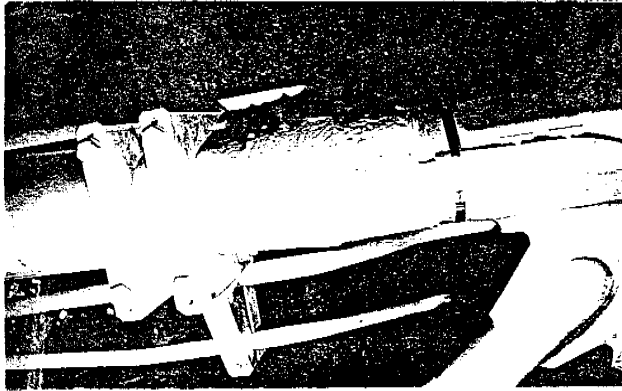
照片圖-30



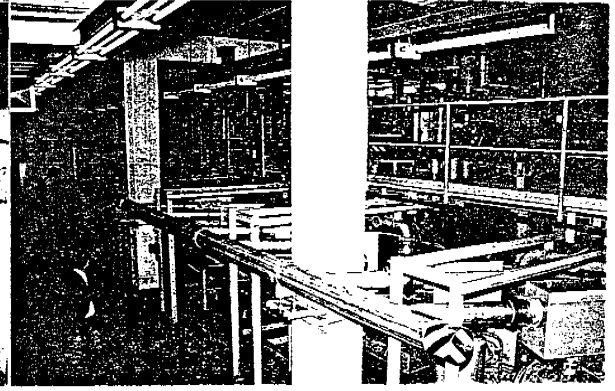
照片圖-31.



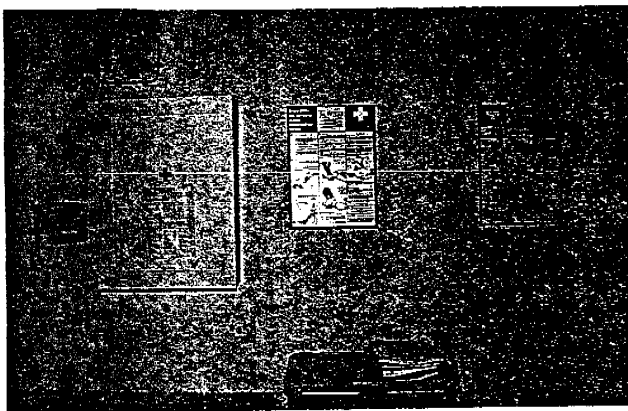
照片圖-32.



照片圖-33.



照片圖-34.



照片圖-35.



照片圖-36.

附件 3-1：中科院空間迷向機合作需求書

附件
時
時
時
時
樣
擬
組

附件 3-2：中科院彈射椅訓練機合作需求書

附件
三
抽
出
三
模
擬
器

附件 3-3：中科院夜視力夜視鏡訓練機合作需求書

附送材料請接裝

附件 4-1：AMST 公司空間迷向機等產品型錄

附件
共有
三
種
樣
式

附件 4-2：AMST 公司夜視力夜視鏡訓練機規格書

附件
在
於
該
機
組

附件 4-3：AMST 公司座椅彈射訓練機規格書

附件
抽
查
表
檢
查
表

附件 5-1： Sogitec 公司簡介型錄

附
性
抽
存
裝
模
擬
組

附件 5-2： Sogitec 公司產品型錄

附
件
抽
取
三
摸
檢
組

附件 5-3：Sogitec 公司 NVG 視效模擬簡報資料

附件
5-3
Sogitec
公司
NVG
視效
模擬
簡報
資料

附件 5-4 : Sogitec 公司 Pilot Candidate Evaluation System
系統規格書

附
件
抽
取
摸
擬
組

附件 5-5：Sogitec 公司技術月刊

附
件
抽
取
突
摸
疑
組

附件 6-1：ETC 公司簡介資料

附件
抽
取
送
後
檢
查

附件 6-2：ETC 公司航空訓練裝備產品線資料型錄

附
註
袖
短
裝
換
裝
型

(九〇)
一
所行會
〇二
號

附件 6-3：ETC 公司迷向機產品型錄

附
件
袖
好
美
捷
攪
組

附件 6-4：ETC 公司座椅彈射訓練機產品型錄

附
件
袖
右
左
旋
旋
旋

附件 6-6：ETC 公司高低壓艙產品型錄

附
件
抽
出
裝
擬
總

附件 6-7：ETC 公司落水求生訓練器產品型錄

附
件
抽
存
於
提
提
組

附件 6-8：ETC 公司飛行模擬機如何運用為空間迷向訓練裝備簡報

附件
在
美
拉
援
組

附件 6-9：ETC 公司空間迷向訓練專題研究報告(三篇)

附
件
抽
存
誌
提
登
組

附件 6-10：ETC 公司座椅彈射訓練機規格建議書

附
件
初
步
模
擬
組

附件 6-11：ETC 公司夜視力/夜視鏡訓練機規格建議書

附件
存在
誤
援
組

附件 7-1：WYLE 公司簡介資料

附件
已
存
於
授
權
組

附件 7-2：WYLE 公司環境測試工程產品型錄

附件
保存
及
檢
測
組

附件 7-3:WYLE 公司動態飛行模擬機簡報資料(瑞典皇家空軍)

附件
初存
於
模擬
組

附件 7-4：WYLE 公司空間迷向機規格建議書

附
註
抽
存
式
模
控
組

附件 7-5：WYLE 公司座椅彈射訓練機規格建議書

特此
相
如
注
換
提
組

附件 7-6：WYLE 公司夜視力/夜視鏡訓練系統建議作法

附件
7-6
WYLE
公司
夜視力
/夜視鏡
訓練系統
建議作法

附件 7-7：WYLE 公司航空醫學訓練中心建構需求建議書

附件
7-7
WYLE
公司
航空
醫學
訓練
中心
建構
需求
建議
書

附件 7-8：WYLE 公司空間迷向訓練專題簡報

附
錄
於
右
三
據
提
報
組

附件 7-9：WYLE 公司空間迷向訓練專題研究報告

附
件
初
步
完
成
撰
寫
組

附件 7-10 : WYLE 公司技術月刊

附件
拾
貳
號
表
組

附件 8-1：德國航醫中心高空壓艙規格

卷一
航空醫學
第 1 章
第 1 節

附件 9-1：本院「空間迷向訓練課題與空間迷向機選用」
研究心得報告

空間迷向的訓練課題與空間迷向機的選用

1. 空間迷向（飛行錯覺）：

空間迷向(Spatial Disorientation) 定義：

A State Characterized by an Erroneous Sense of Any of the Parameters Displayed by Aircraft Control and Performance Flight Instruments”

2. 空間迷向機

利用運動平台之動感效果及配合逼真的視覺影像產生空間迷向錯覺之訓練裝備。用以訓練飛行員體驗空間迷向之現象及因應之道，減少飛安事件。

3. 空間迷向和飛行錯覺的誘發因素

(1)環境因素：

- a. 惡劣天候
- b. 雲霧霾塵
- c. 地形地勢
- d. 夜間飛行

(2)飛行因素：

- a. 座艙設計
- b. 儀錶配置
- c. 編隊飛行
- d. 飛行科目

(3)生理因素：

- a. 空腹低血醣
- b. 宿醉

- c. 缺氧
- d. 微恙或疾病
- e. 藥物作用
- f. 轉頭運動

(3) 心理因素

- a. 疲憊
- b. 過度自信
- c. 心有旁鶩
- d. 狹管式注意力

4. 空間迷向的分類:

(1) 視錯覺(Visual Illusion):

- a. 藉由眼睛接收外界景象直接與自我認知或經驗衝突而產生錯誤或缺乏感受之現象。
- b. 種類:
 - (a) 光源自行移動現象 (Autokinesis)
 - (b) 燈光混淆現象 (Light Confusion)
 - (c) 偽地平線 (False Horizontal)
 - (d) 跑道寬度效應 (Effect on Runway Width)
 - (e) 地形坡度效應 (Effect of Terrain Slope)
 - (f) 黑洞著路 (Black-Hole Approach)
 - (g) 水域著路 (Over Water Landing)
 - (h) 引向錯覺 (Vection illusion)
 - (i) 閃爍錯覺 (Flicker Vertigo illusion)

(2) 體重力錯覺(Somatogravic illusion):

- a. 定義：體傾斜(body tilt)之錯誤感受

- b. 機轉：重力慣性(gravitoinertial force)作用力對耳石器之作用
- c. 程度：與頭部位置和承受的重力慣性作用力之大小和方向有關，某些情況下可維持30秒以上。
- d. 時機：能見度不佳(或視覺訊息不足)的環境下(例如夜航)，此錯覺常見於起飛、落地、爬升或轉彎。
- e. 種類：
 - (a)起飛錯覺 (Take-off illusion)
 - (b)倒飛錯覺 (Inversion illusion)
 - (c)超G錯覺 (G-excess illusion)

(3)體旋轉錯覺(somatogyral illusions)

- a. 「體旋轉錯覺」是進入異常旋轉動作的個體，對於自身旋轉動作的錯誤或缺乏感受之現象。
- b. 體旋轉錯覺之生理機轉:科里爾氏錯覺 (Coriolis illusion)
- c. 種類：
 - (a) 死亡螺旋 (Graveyard spin)
 - (b) 死亡盤旋 (Graveyard spiral)
 - (c) 傾斜錯覺 (The Leans)

5. 空間迷向機之需求

(1)真實性環境之需求

- a. 封閉式座艙
- b. 高解析度、真實度視效系統
- c. 飛行控制
- d. 飛行儀表

(2)逼真飛行動態模式

(3) 互動式環境

6. 空間迷向機之分類

(1) 旋臂離心式平台

(2) 六軸平台 + 360° 旋轉平台

7. 空間迷向機六軸平台式與旋臂離心式之比較

旋臂離心式平台	六軸動感平台+ 360° 旋轉平台
行星式運動模式	自轉式運動模式
可 360 度俯仰、翻滾	可適度俯仰、翻滾
可提供高 G 值之離心力	無法提供高 G 值之離心力
容易模擬體重重力之錯覺如超 G 錯覺	不容易模擬體重重力之錯覺如超 G 錯覺
無 Motion Cue，動態反應差	有 Motion Cue，動態反應佳
操作空間較大	操作空間較小
造價昂貴	造價便宜

8. 空間迷向機之趨勢

(1) 六軸平台與 360° 旋轉平台之結合

a. 上旋台—— 六軸動感平台在下， 360° 旋轉平台在上

b. 下旋台—— 六軸動感平台在上， 360° 旋轉平台在下

(2) 上旋台：

a. 市場上已有同類型產品。

b. 六軸平台可使用地錨螺栓固定於地面，基礎穩固。

c. 六軸平台之電力與控制設備係置於地面，可與其他地面設備連接。

d. 當六軸平台具傾斜角時，輔助旋轉台之旋轉，造成飛行姿態之不正常變化。

(3)下旋台:

- a. 市場上未見同類型產品。
- b. 六軸平台安裝於活動之旋轉台上，旋轉軸之機構設計需另行考慮。
- c. 六軸平台之電力及控制信號需經由滑環傳輸，方可與地面設備連接。
- d. 當六軸平台具傾斜角時，輔助旋轉台之旋轉係相對於地面之垂直軸上，飛行員之三軸向均會感覺到旋轉。
- e. 當六軸平台具傾斜角時，輔助旋轉台之旋轉，飛行姿態維持固定。

9. 結論

六軸動感平台結合 360° 旋轉平台，再加上逼真的視效系統，可模擬大部分之空間錯覺，使得六軸動感平台除了在一般的模擬器產業、娛樂產業外，更可以提供在航空醫學之訓練及研究。

如須模擬更多之空間迷向錯覺，則除了因高速旋轉時，機構設計方面須尋求突破外；另在有限的空間內如何增加轉軸至座椅之力臂，以產生較高之離心力來模擬體重力錯覺，則是吾人努力的方向。

附件 9-2：本院「六軸平台型式之空間迷向機分析」
研究心得報告

六軸平台型式的空間迷向機分析

1. 超 G 錯覺之模擬

超 G 錯覺屬於體重力錯覺一種，一般發生於高性能戰機之：

- (1) 大半徑長時間之協調轉彎運動中，其合力約 2 G 左右，轉彎率約 5°/s。由協調轉彎運動之關係式，可計算出其滾轉角為 60°，轉彎半徑為 2229 公尺，空速為 195 m/s 或 378 浬/時。
- (2) 如溫主任所提供之空對地炸射、追尋敵機或僚機之轉彎。
- (3) 起飛加速爬升。

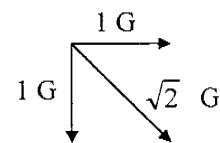
於轉彎時，若合併抬頭向內側觀看，即會產生向內傾斜角不足之錯覺。此錯覺純係由耳石器感覺所導致，與半規管感覺並無確切關聯。

採用六軸平台型式的空間迷向機由於無法產生持續的力量，無法有效模擬體重力錯覺。理論上，如駕駛座不在旋轉軸上，則可使用離心力來模擬體重力的變化。然而由於旋轉半徑過小，必然伴隨著相當大的旋轉速度，當駕駛員變動頭部姿態時，將極易感受到體旋轉錯覺。相較之下，由於模擬的 G 力並非很大，反而不易產生體重力錯覺。因旋轉台轉速遠大於真實轉彎率，故使用六軸平台模擬超 G 錯覺顯然並不適合。

例如旋轉半徑為 $r=0.3$ 公尺，如欲模擬 $\sqrt{2}G$ 的超 G 錯覺，旋轉速度應為 55 rpm，且平台需滾轉 45°，多數六軸平台無法達到如此大的滾轉角度。

$$r \times \omega^2 = 1 \times 9.8$$

$$\omega = 5.72 \text{ rad/s} = 328 \text{ }^\circ/\text{s} = 55 \text{ rpm}$$



超 G 錯覺所需滾轉角度與轉速表

超 G 錯覺	平台 滾轉角	離心力	旋轉轉速 (半徑 0.3 m)	旋轉轉速 (半徑 0.4 m)	旋轉轉速 (半徑 2.4 m)	旋轉轉速 (半徑 7.62m)
1.064 G	20°	0.364 G	33 rpm	29 rpm	11.6 rpm	6.5 rpm
1.086 G	23°	0.426 G	36 rpm	31 rpm	12.6 rpm	7.0 rpm
1.103 G	25°	0.466 G	37 rpm	32 rpm	13.2 rpm	7.4 rpm
1.155 G	30°	0.577 G	42 rpm	36 rpm	14.6 rpm	8.2 rpm
1.200 G	34°	0.663 G	44 rpm	38 rpm	15.4 rpm	8.8 rpm
1.414 G	45°	1.000 G	55 rpm	47 rpm	19.3 rpm	11.0 rpm
2.000 G	60°	1.732 G	72 rpm	62 rpm	25.3 rpm	14.0 rpm

☞ 岡院現有離心機之旋臂長為 7.62 m

☞ ETC 之 GL-2000 迷向機之旋臂長為 2.4 m

2. 1.2 G (滾角 10°) 轉彎之超 G 錯覺模擬效果分析

若平台做滾角 10° 合併 SWAY 動作，約可產生 0.3 m 之力臂，以需求之離心力 0.663G 計算，所需之轉速約為 44 rpm (256 °/s)，如此將產生下列之問題：

(1) 離心力：

- 飛行員正坐時即感受 $A_y = 0.48G$, $A_z = 1.1G$ 。頭側偏 45°時， $A_y = 1.12G$, $A_z = 0.495G$ 。
- 飛行員將受到明顯之側向 G 力 (離心力)。

(2) 體旋轉錯覺 (如 3 之說明)：

由於轉速甚大，合併頭部運動時，極易引發體旋轉錯覺。若頭部側偏速率 30°/s，則於迷向機內會產生 $q = p \times w = 30^\circ/s \times 38.5 \text{ rpm} = 121^\circ/s^2$ 之俯仰錯覺，此值遠大於刺激閾限。

(3) 平台結構：

由於轉速甚大，體積龐大的平台，可能會造成結構之問題。

3. 下旋台與六軸平台運動分析

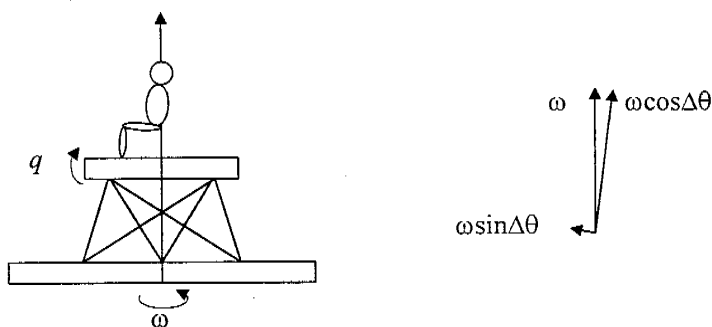
六軸平台安裝於旋轉台之上時，當下旋台旋轉時，如合併有六軸平台之姿態變化，則座艙內之飛行員將產生科氏錯覺，分析如下：

假設下旋台轉速為 ω ，平台處於水平主位置合併有一俯仰角速率 q ，座艙內飛行員所感受之旋轉率為 $[0 \ q \ \omega]^T$ 。現假設，於經歷 Δt 時間後，平台俯仰角增為 $\Delta\theta \equiv q\Delta t$ ，此時飛行員所感受之旋轉率成為

$[\omega \sin\Delta\theta \ q \ \omega \cos\Delta\theta]^T$ 。其角加速度為：

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[\omega \sin\Delta\theta \ q \ \omega \cos\Delta\theta]^T - [0 \ q \ \omega]^T}{\Delta t} = [q\omega \ 0 \ 0]^T$$

使得飛行員會產生向右滾轉錯覺。



同理若平台合併有向右滾轉角速率 p 時，亦會使飛行員產生向上仰角加速度 $p \times \omega$ 之錯覺。

4. 綜合分析

- (1) 最佳之超 G 錯覺模擬是利用岡院現有之旋臂式離心機來實現，其優點為：
 - 旋臂長，轉速低，合併頭部運動時，不易引發體旋轉錯覺。
 - 飛行姿態可為任一值，可抵消離心力造成之側向 G 力。
 - 模擬之範圍廣，從低 G 值至高 G 值均可。
- (2) 若我們採用六軸平台來模擬超 G 錯覺，則雖然可以模擬其現象，除了須克服結構問題外，但其仍然有如 2 所分析之缺點：
 - 旋臂極短，轉速高，合併頭部運動時，易引發體旋轉錯覺。
 - 飛行姿態受限於平台運動，無法完全抵消離心力造成之側向 G 力。
 - 模擬之範圍較小，適用於低於 1.103G 之超 G 錯覺模擬。

5. 建議方案

- (1) 低 G 值之超 G 錯覺模擬以六軸平台來模擬。
- (2) 高 G 值之超 G 錯覺模擬以岡院現有之旋臂式離心機來實現。
- (3) 岡院之離心機已可執行超 G 錯覺模擬，在有限之預算下，無須再花高額之經費採購旋臂式之迷向機，亦符合物盡其用之建軍原則。

附件 9-3：岡院出國心得及誘發空間迷向作法之研究分析報告

三項航生裝備採購計劃案出國訪廠報告

-國軍岡山醫院訪廠代表小組-

出國訪場日期：890926~891010

參訪國家：荷蘭、德國、奧地利、法國、美國

參訪廠家：荷蘭 Fokker, 奧地利 AMST, 美國 ETC, 美國 Wyle 等公司

裝備參訪心得：

一、彈射椅：各家廠商均具備製造能力。

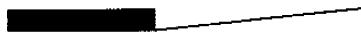
二、空間迷向模擬機：

(一)視錯覺之模擬：各廠商主要是採用視效系統並配合動感平台的動作，

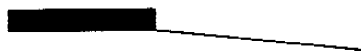
讓受測者在不自覺的情況下進入視錯覺的模擬情景。例如：

1. 跑道寬窄和傾斜坡度的視錯覺模擬：ETC 廠商是運用先行起飛，再行變換航向，對準航向後，會經過一段疏雲空域，然後跑道會出現於正前向的遠方；此刻，跑道的寬度或坡度則呈現出訓前已選取的預設值，然後由受測者自行降落跑道。
2. 地形坡度的視錯覺模擬：此等情況是指跑道是呈現水平，但是跑道前方的地勢卻是上升或下降。設若飛機是以 3 度的俯衝角度嘗試進場，那麼跑到頭前方地勢不論上仰或下降 1 度的話，飛行員會因為視錯覺而產生進場階段的意外事故。模擬的情況是否可以設計到讓受測者再進場時，因為誤判其地勢的坡度而讓他出現意外事故的可能性呢？請中科院專家們思量一番。

跑道



跑道



3. **閃光(或明暗)視錯覺模擬**：乃運用模擬飛機進入一段長時間的疏、密相隔出現的雲區，由於疏雲與密雲的相間出現，進入座艙的光源將呈現閃爍不定的現象，於長時間暴露於此等環境之後的受測者，當他移動目光注視其他目標體時，也會產生相類似的閃爍視覺。另外，有一種相類似的情景事發生在連續閃爍光源的照射情況，此等錯覺又稱“Stroboscopic illusion”，吾人可利用視效產製某一頻率的連續閃光，以使受測者進入錯覺。值得注意的是，個體會對某一特定頻率的連續閃爍有較明顯的反應，對某一頻率則無。因此，閃光的頻率應該設計為“可變數值”，以供施訓人員依據受測者的反應來調整閃光頻率。
4. **假水平線錯覺之模擬**：主要是運用視效產製「傾斜雲層」，同時姿態儀的光源要關閉，以模擬受測者未注意該儀表或儀表故障時的情景。模擬情景依然是從起飛後，立即依據錄音的指示，飛機對準預設的航向，此一動作涉及連續的同向旋轉，直到預定航向時，畫面開始出現雲層，當雲層“慢慢”越來越接近時，受測者會“慢慢”習慣於傾斜的雲層。此時，畫面的雲層是水平的，但是實際座艙的姿態是傾斜，用以顯示飛機已呈現異常狀態，但是個體卻毫無認知。另一種模擬情景是在夜間起飛時，機場和其週遭環境(例如高速公路)的燈光排列情形，會誘使飛行員不自覺地誤用它為地平線參考物。模擬時，可能要將姿態儀關閉，以模擬受測者未注意該儀表或儀表發生故障時的情景。
5. **黑洞錯覺的模擬**：主要是以視效模擬跑道後方的背景是全黑夜的情形，而跑道後方又是一座高山(但因全黑夜，故此高山無法為飛行員所察覺)，山上有許多聚集的路燈或房舍燈光，其排列方式一定要讓飛行員誤以為是水平走向，而且看不出跑道後方的高山。當飛行員嚐試進場落地時，會因為誤判水平線的方向，而導致落地不順或失敗等意外。另一種模擬方式，就是畫面呈現只有兩排落地燈，跑道背後景象是一片漆黑。此時，飛行員會因為沒有明確的視覺參考物而出現落地困難的情景。
6. **黃視(或白視)錯覺之模擬**：主要是模擬直昇機要降落於黃沙滾滾地區或雪地時，由於旋轉氣流所引發的黃塵或雪花將座艙外界視覺參考物部分遮蔽，以致飛行員無法正確判斷飛機狀態。當飛行員嘗試

觀測剩餘部分的視覺參考物時，正在旋轉中的座艙慢慢不知不覺地傾斜一邊(順時鐘旋轉時，則傾斜於右側；逆時鐘旋轉時，則傾左側)。

7. **Autokinesis 錯覺模擬**：此等錯覺技術上很簡單，但是對於 AMST 設於荷蘭空軍的模擬機，對於此類錯覺模擬效果並不是很好。個人感覺是因為紅點不夠清晰，色澤不明亮。
8. **景深錯覺**：這次參訪的廠商們並沒有展示此類錯覺模擬功能，但是對於海軍艦上降落的機種而言，卻是極為重要。此類錯覺主要是因為跑道景觀模糊不明，例如位於海浪滔滔之中的小小降落區域，或是白雪皚皚的跑道區域，這些情況下由於欠缺顯見的相對位置參考物，致使飛行員很容易出現景深錯覺；亦即，景深判斷錯誤。由於海水浪漂的動畫模擬難度好像很高，但依然盼望中科院專家可以設計模擬出此類錯覺，以符合海軍飛行員之訓練需求。

(二)**體旋轉錯覺之模擬**：各廠商主要是採用動感平台的動作，配合適當的視覺效果，讓受測者在不自覺的情況下進入體旋轉錯覺的模擬情景。

例如：

1. **傾斜錯覺之模擬**：此類錯覺是所有飛行人員最常發生的飛行錯覺，若無法逼真模擬此等錯覺，則未來將會面臨受訓飛行員的無情責難，所以請特別注意此項模擬。一般模擬方式是讓受測者起飛後，改變航向而進入雲區(此時機具的旋轉台一直持續轉動)，讓受測者失去外界的視覺參考物，當然儀表上的水平儀必須關掉燈光。在雲區內的飛行必須維持一段時間，至少 30 秒以上，也就是在這期間內，機具必須緩慢地將受測者帶入傾斜的情景，之後，再將水平儀的光源開啟，以便向受測者展示其錯覺的存在。
2. **科氏錯覺(Coriollis' illusion)**：讓受測者暴露於旋轉環境，在同一時期內，要求受測者執行低頭按鈕的動作，例如要求受測者按下儀表板下方的紅燈按鈕或轉換通話頻道，如此一來受測者原先暴露在某一軸向的角加速度，會合併頭部轉動後而使得不同平面的半規管受到刺激，進而誘發此等錯覺。值得注意的是，按鈕或撥桿設計位置要夠低，才具備模擬此類錯覺的效果。
3. **死亡螺旋之模擬**：此等錯覺模擬方式是起飛爬升後，開始改變航向

(此時旋轉台必須持續轉動 15 秒以上，讓內耳半規管內淋巴液的流動得以回歸靜止狀態)，當對準航向後，旋轉動作即可減速至靜止狀態，此時受測者即可出現相反方向轉動的錯覺。視效部份則應該採用進入雲區的方式，以阻絕外界視覺參考物，而必須依賴內耳前庭系統的定向功能，方得以模擬出此一錯覺情景。

(三)體重力錯覺之模擬：各廠商主要是採用持續旋轉的動作，以產製離心力，運用此一力量牽動耳石膜，讓受測者自覺身體事向某一方向傾斜。值得注意的是，此等錯覺的模擬涉及離心力的產製，因此旋轉時需要有旋轉半徑，否則只有角加速度而已，其牽扯耳石膜的效果可能不彰。模擬情況如下：

1. **起飛錯覺之模擬**：受測者進入座艙後，視效顯示是靜止等待起飛的畫面，但是座艙卻已經開始緩慢旋轉，等到受測者鬆開煞車而畫面顯示開始要起飛時，旋轉速度應加速旋轉，以便產製離心力來牽扯耳石膜，讓飛行員出現起飛爬升的錯覺。另一種模擬方式，是讓視效系統進入關閉或黑暗狀態，直接讓飛行員暴露於旋轉環境，當他反應有爬升錯覺時，再顯示水平儀的指示，以表明飛機是平飛的狀態。值得注意的是，對於運輸機種的飛操動作而言，平均起飛加速度大約是 $0.007g$ 而已(假設以 45 秒的時間，將飛機自靜止待飛狀態加速到 140 knots)，這種力量是不會誘發此等錯覺的，但是對戰鬥機而言，其起飛加速度可達 $0.45g$ (大約 $4.4m/sec^2$)，這個數值就可能誘發飛行員的錯覺。然爾，在起飛後的滾轉動作或壓坡度持續爬升的動作，不論運輸機或戰鬥機種，即有可能產生大約 $0.5g$ 的離心加速度(假設速度維持 140knots 且角速度為 $4^\circ/sec$)，此等力量即可造成俯衝或仰角向下的錯覺。這類的錯覺可能需要好好思考如何模擬，因為任何機種都會出現的。值得注意的是，此類模擬動作最好是在進入雲區中(亦即視覺參考物已經被阻絕了)，所以視效系統的相對配合畫面也很重要。
2. **超 G 錯覺模擬**：各家廠商並沒有真正展現此類錯覺模擬。但是理論上，吾人可將六軸動桿置放介於「座艙下方」和「旋轉平台上方」之間。如此一來，位於座艙內的人員之正中垂直軸線即藉由動桿的移動而偏離旋轉中心，亦即：藉此偏離動作加上旋轉動作，即可產生離心加速度力(需要 radius 才能產生)而不是只有角加速

度力(沒有 radius 即可產生)而已。此一離心加速度力不必太大，約 1.5G~2.0G 即可。因為在模擬此類錯覺時，吾人可要求受測者“轉-抬頭”觀看座艙內特定設計的一個標點(例如紅燈信號)，當他一方面正暴露於旋轉動作時，再加上頭部向左上方抬頭的動作後，內耳耳石膜即可受到離心作用力和地心引力的加成效果，而進入超 G 錯覺的情景。值得注意的是：當座艙偏離平台的中心垂直軸線時，其整體機具的重心會因而改變，所以要注意相對位置的配重設計，以防發生意外。

3. **倒飛錯覺之模擬**：事實上，假設我們模擬機的設計是採取旋轉台是位於六軸動桿的下方者，則吾人即可模擬倒飛錯覺，但是效果如何則有待驗證。因為倒飛錯覺的生理機轉是由於耳石膜被 Tangential force 向後極度拉扯所呈現的錯覺。模擬方式可以將座艙偏離平台的中心垂直軸線，以創造出旋轉的 radius，因此當旋轉台開始旋轉時，離心加速度力才可能被產生，用以拉扯耳石膜。但因為 radius 的長度會影響 centrifugal force 的大小，而後者又是決定耳石膜位移距離或倒飛錯覺的決定因素之一，故其效果有待進一步驗證。

第一型空間迷向的模擬：上面所述的錯覺模擬均僅止於飛行錯覺或生理性(第二型)空間迷向的模擬而已。事實上，最恐怖的空間迷向理應是第一型或未認知型的空間迷向。此類空間迷向主要涉及心理因素為主，因此模擬困難度較高，但有幾項空間迷向種類是可嘗試模擬的，例如：Overtasked，吾人可以要求飛行員於起飛之後，開始按照施訓者或錄音帶的指示，完成一連串的工作，當飛行員忙於執行此等作業時，旋轉中的座艙可以在飛行員毫無知覺的情況下，緩緩傾斜。當他完成任務時，可以提示他查看飛機狀態，假如他發現飛機已經不是平飛狀態時，施訓者就可以告知他已經陷入第一型空間迷向，但毫無知覺。相類似的空間迷向均可比照模擬。

- 三、**夜視鏡與夜視力訓練儀**：各家廠商均具備製造能力(除 Wyle 公司是否有實績未明確說明)。值得吾人注意的是：夜視鏡訓練計劃的主要目的，是透過「學科教育和術科訓練」方式，讓飛行員了解此一裝備有其功能上

的限制和誘發人為疏失的飛安危因，同時藉由對裝備功能和限制的理解，得以善用此裝備並提高其使用成效，當然亦可降低人為疏失的發生率。因此，除了術科訓練裝備的使用之外，整個訓練計劃也應該包括如何正確地執行飛行前的對焦動作(pre-flight focusing adjustments)，又如何避免錯誤使用此一裝備所衍生的視覺傷害。航訓中心所規劃的夜視力(鏡)訓練計劃，應偏重於相關生理機轉和人為疏失防範的介紹。相關生理機轉簡介部份，則不僅是說明夜視力的生理基礎，尚應解釋夜視鏡的使用為何仍然無法辨識出各類 Targets 或在某一環境條件下，高壓電纜或鄉間小道是無法顯像於夜視鏡內等等問題。

建議：

- 一、中科院應妥善研析各家廠商對各項裝備之研製能力的優劣點，並運用科學而公正的評估方式，俾利篩選最優廠商配合承製三項航生裝備，以其符合國軍空勤人員現代化航生訓練之需求。
- 二、中科院應積極與各家廠商研商裝備製造期程與裝備品質是否能夠滿足航訓中心之訓練計劃實施日期及訓練目標之嚴格要求。

附件 9-4：空軍飛行員出國心得報告

時間：八十九年十月二十五日

空軍測評戰研中心

重要工作提報單

職：張恭誠

案由	內容	備考
<p>參加「航空生理訓練裝備」國外訪廠案後發報</p>	<p>參訪人員： 領隊：中科院模擬組 卓上校 人員：中科院(四)、國軍岡山醫院(二)、及本軍(中心)代表(一)</p> <p>參訪內容摘要： 一、國軍岡山醫院委託中科院研製「空間迷向訓練機」、「夜視力夜視鏡訓練機」及「彈射座椅訓練機」，本次訪廠旨在評估中科院與國外廠商技術合作之可行性。 二、主要廠商計荷蘭 Fokker 公司、奧地利 AMSI 公司、美國 BAC 公司、美國 Sisu 公司。 三、本次訪廠測試就使用者部份，乃以飛行員個人主觀意見提出看法，俾提供中科院於研製「空間迷向訓練機」時參考；「夜視力夜視鏡訓練機」及「彈射座椅訓練機」並未實際上機測試，無法提供相關意見，僅就「空間迷向訓練機」部份提出分析比較。</p> <p>關切事項： 一、本案三項裝備交機時程如下： 空間迷向訓練機：簽約日起至九一年六月三十日完工交機。 夜視力夜視鏡訓練機：簽約日起至九一年六月三十日完工交機。 彈射座椅訓練機：簽約日起至九〇年十二月三十一日完工交機。 二、各項裝備規格書均於「國軍岡山醫院航空生理訓練裝備」委製協議書中明訂預期裝備功能。</p> <p>建議事項： 一、就仿真度而言，以 AMSI 公司之「DISO」較佳。 二、BAC 公司所採行之語音教學軟體有助於誘導學員進入錯覺，並提供相關之錯覺說明，建議我方所研製之錯覺機亦具有類似之功能。 三、如可能應加裝空調設備，一般僅具風扇送風效果不佳。 四、儀表板最好能與實際飛機相同，以便學員能迅速適應飛機操作及正確之交互檢查方式。 五、各項飛機性能參數應能依所選擇之機種而改變，並提供正確之音效（如噴射機、螺旋槳機、直昇機）。</p>	
擬辦	呈閱後提供中科院及國軍岡山醫院參考。	
核示		

附件 9-5：本院「座椅彈射訓練機」研究心得報告

1.0 國外彈射座椅訓練機規格與技術資料

1.1 ETC 之彈射座椅訓練機

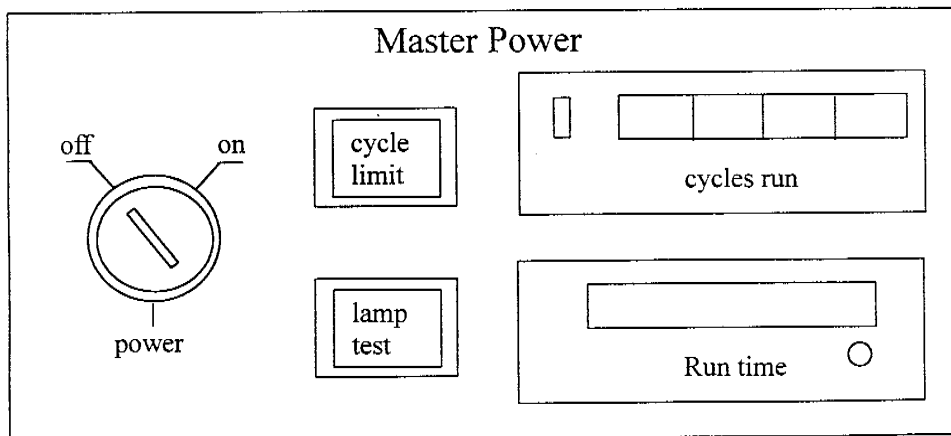
1.1.1 重要功能

ETC 之彈射座椅為特別設計以達到改善學員學習效果及操作之安全。座椅與滑板間為可拆式以滿足顧客隨時更換機型之需求，座椅前有一座艙設計讓學員有臨場仿真效果，座艙可往前滑動以方便學員進出、維修進手、以及緊急之需求。

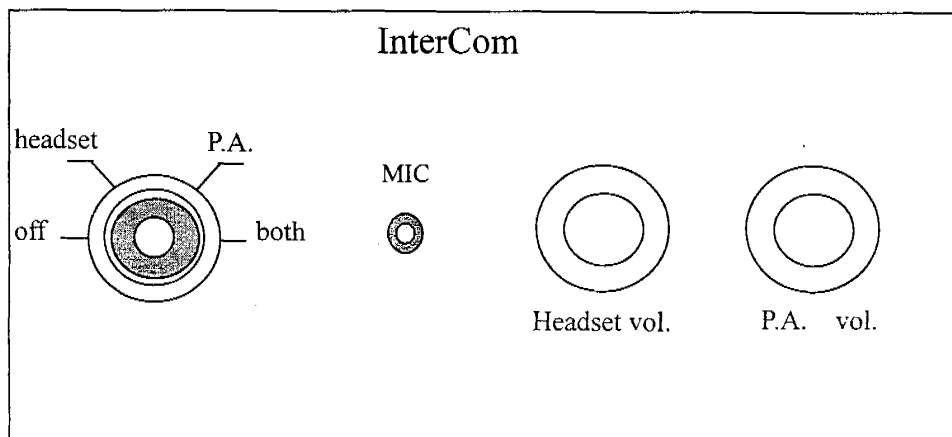
為確保學員無受傷之虞，ETC 設計一客戶介面、可調式彈射 G 值、以及姿勢互鎖條件確認功能。另外舜間增 G 率限制於 150G/sec 以下以不超過人體生理極限。

1.1.2 監控功能

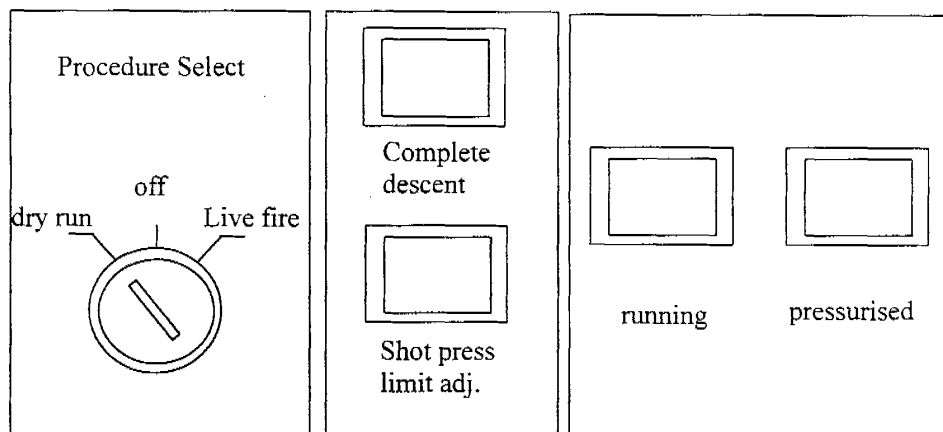
ETC 之彈射座椅訓練機監控功能在其提供之資料並無詳細說明，反而從其監控面版之設計可推演其監控方式，故在此整理之：



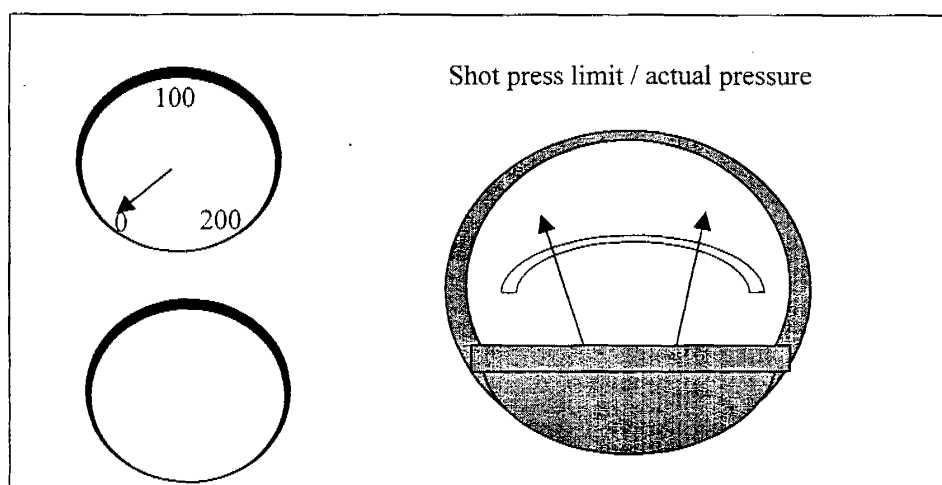
吾人從此面版可知 ETC 對每次訓練時間以及生命週期都有進行累計作業。



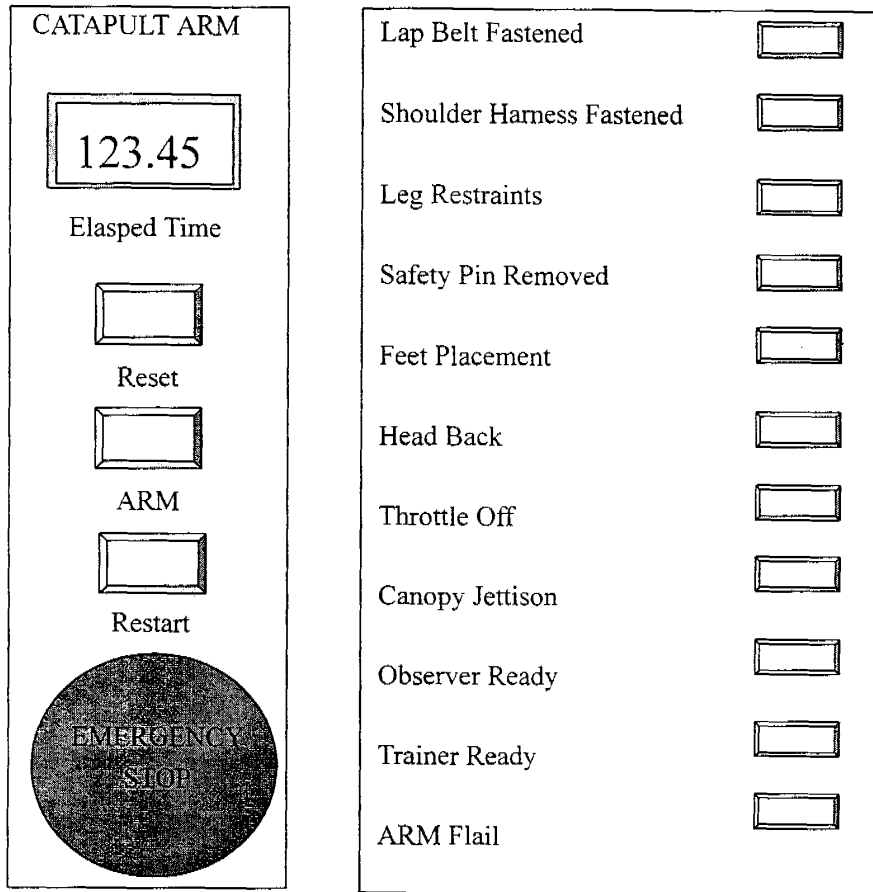
吾人從此面版可知 ETC 對學員或助理人員均可透過耳機進行通話。



吾人從此面版可知 ETC 對每次彈射之壓力均為人工調整，空壓機在建壓或壓力已達彈射壓力時均有明確顯示。



這是最大壓限與實際壓力之顯示器。



以上版面為程序內容與重置控制之設計，由此可見其思維邏輯，但 Observer Ready 與 Trainer Ready 訊號來自何方尚待推敲。

1.2 WYLE 之彈射座椅訓練機

1.2.1 重要功能

本次 Wyle 所提供之彈射座椅訓練機資料編號為 Wyle EST-1010，為達到噴射機仿真模擬效果其座艙以鋁合金製作，且附有儀表板、側邊控制、以及風檔。

為能隨時目擊學員情況、容易進手作業、以及改善不安全階梯、平台等因素，座艙採地面低姿勢安裝。同時為考慮平台進出簡易性、維修進手容易性、以及緊急情況處理之方便性座艙採移動式。

為確保學員身體能就位於彈射正確位置，Wyle EST-1010 在頭靠處左右側各安裝一接觸式開關、在座椅前方下緣地板左右腳靠處側各安裝一接觸式開關，這些開關是彈射互鎖之條件，條件不成立即使拉環拉啟亦不彈出。

致動氣缸活塞為”Wear-Resistant”材料，而且會自動潤滑以保持高速運作及免維修之特性，本系統採用一消音器(Exhaust Muffler)以確保彈射氣爆聲音不直接衝擊人耳。

1.2.2 操作台監控訊號

Wyle EST-1010 操作台監控訊號包括：

1. Safety key-lock switch for trainer system energizing.
2. Multiple safety interlock seat-eject controls and indicators.
3. Compressor controls, air pressure indicators, and emergency air-dump control.
4. Ejection cycle counter to record total ejection sequences for maintenance purposes.
5. Direct-readout g-meter for actual seat acceleration data recording.
6. Ejection cycle limit indicator to remind when certain inspections or maintenances are due.
7. Ejection force adjustment controls.
8. Instructor “enable” switch, which must be activated in

order for the trainee to initiate ejection.

9. Trainee sequence timer to measure individual ejection sequence elapsed times.
10. Safety switch for selecting an unmanned test run or a manned ejection.

1.3 AMST 之彈射座椅訓練機

1.3.1 重要功能

本次 AMST 所提供之彈射座椅訓練機資料屬於先進型彈射座椅訓練機 (Advanced Ejection Simulator, AES)，包括模擬機上之各項主動式顯示與儀表、模擬各種機型危險狀況、訓練學員改善彈射前之決定與執行應該之基本程序。

與 Wyle EST-1010 一樣，為能隨時目擊學員情況、容易進手作業、以及改善不安全階梯、平台等因素，座艙採地面低姿勢安裝。同時為考慮平台進出簡易性、維修進手容易性、以及緊急情況處理之方便性座艙採移動式。座艙之移動可由學員自行啟動、教官啟動、以及當一個彈射被執行後由電腦啟動。座艙之移動增加學員與弓框之距離無形中減少彈射時受傷機會。

致動系統性能為+1G 至+15G，瞬間 G 值增加率為 120G/SEC.。在彈射前需求 G 值與計算 G 值被同時顯示以達到監督效果。

監控台附有完整之資料截取裝備可畫 G-vs-Time 分析圖，教官有完整控制彈射程序及監督學員位置之權利，教官有權決定學員到底要彈出或不。

1.3.2 AMST 先進型彈射座椅訓練機操作台

AMST 先進型彈射座椅訓練機操作台監控訊號包括：

1. Interlock light

2. To select G profile and to adjust the control.
3. G meter
4. G onset meter
5. Timer for ejection procedures.
6. Data extraction for G-vs-Time profile.
7. Interlock reset.
8. Emergency pressure dump switch.
9. Control to pressurized air system.
10. Emergency stop switch.
11. Guarded/lockable arm switch.
12. Main power key switch.
13. Lamp testing.
14. Counter for operating hours.
15. Key switch for unmanned ejection test.
16. Intercom system to trainee and top of the guide-rail tower.
17. Entry/boarding weight to be entered for G load.

附件 9-6：本院「夜視力/夜視鏡訓練機」研究心得報告

國外廠商夜視力夜視鏡訓練機裝備規格比較心得

1.0 前言

目前搜集到有產品實績者為歐州奧地利 AMST 公司及美國 ETC 公司兩家公司之系統規格建議書，透過訪廠機會與廠商研討相關工程，彙整心得如后。

兩家公司之系統規格建議書均只著重描述硬體規格，對訓練作法及教材內容均無說明資料，亦為本案應解決之 Know-How 所在。且主要的教材均已發展為電腦輔助教學媒體之內容，內容型式推敲應包括文字講義、圖檔、動畫、教學語音、影帶播放及結合硬體輸入裝備以檢核考試之軟體等。

2.0 硬體系統相同之描述

2.1 模型圖台

1. 外型尺寸未明定，但目前廠商一般用約 3X3 公尺見方，模型台分上、下兩部份。
2. 環境光源：

投射於模型圖台上之環境光源模擬不同月亮型態（如滿月、半月及 1/4 月等）之亮度與位置，以執行夜視力與夜視鏡於不同月光之亮度、角度下目標物辨識訓練。
3. 模型圖台所涵蓋之區域面積的縮小比例尺，其參考比例約介於 600：1 至 500：1 間。
4. 模型圖台涵蓋下列的地理環境或景觀：
 - (1) 重要地形地貌(如海洋、山脈、丘陵、山谷、河川、房舍、草原、森林等)
 - (2) 公路(含路燈及車輛)
 - (3) 橋樑(含橋燈)
 - (4) 電線杆、高壓電線鐵塔及高壓電纜線
 - (5) 港口(含輪船、漁船及其燈光)
 - (6) 機場(含跑道、塔台及燈光)
 - (7) 裝甲車輛、人物
 - (8) 陰影(模擬光源方向對目標體外形之影響的情景)

2.2 銀幕(Viewing Screens)

提供兩種以為教學媒體投射之銀幕，一為白色平面式，二為黑色銀幕。

2.3 燈光組(Lighting Systems)

1. 色光燈桿(Color light bar)：

色光燈桿至少由兩盞白熾燈及紅燈泡、綠燈泡及藍燈泡組成，白熾燈分置兩端，以模擬光源自移現象、微弱光源下不同顏色物體的可見度差異及視錯覺。

2. 強光視盲燈組(Flash blindness light assembly)：

兩盞強光視盲照明燈，以模擬夜視盲效果。

3. 連續閃光燈(Strobe lights)：

兩盞閃光燈可啟動使其快速閃光，以模擬短暫曝光對暗適應之影響。

4. 紅光照明(Red lights)：

提供數盞紅光燈，以利安裝分佈於訓練教室之適當位置以為夜視訓練時之內部照明。

5. 掃描燈(Scan Lights)

掃描燈組，以提供學員掃描技術之訓練。

2.4 教官控制台(Instructor Operation Station Console)

教官控制台應提供教官操作所有電腦輔助教學媒體及其他教學裝置，以滿足夜視力夜視鏡教學需求，此控制台細部功能並未明定。但推敲基本功能包括：

1. 方便使用教官操控台的紅色輔助燈光裝置。

2. 可運用訓練監控螢幕以執行課程選擇或控制訓練程序

3. PC 個人電腦處理播放教學媒體的功能。

4. 具備通訊裝置以提供教官與兩學員間的教學對話。

5. 可控制所有的燈光組。

6. 投影機可用來處理兩種投影畫面，一種是提供正常室內燈光教學情況下的投影，另一種是在學員暗適應後用於提供投影極低亮度、紅光形式的相關文字、符號或圖形的教學畫面。

2.5 輔助教學設施(Auxiliary Training Devices)

提供包括如 USAF 3x3A NVG resolution chart 及 eye lane chart...等訓練圖表。賣方不負責準備真實夜視裝備。

2.6 廠房設施

均定義為買方之責任。

3.0 硬體系統不同之描述

3.1 電腦輔助教學系統(Computer Based Trainer)

AMST 公司有結合訓練流程開發相當於 CBT 功能之電腦系統，包括處理檔案管理等各類多媒體資料庫管理作法、訓練教材的瀏覽、教材內容搜尋、教學媒體播放及訓練結果由 CBT 電腦計算與顯示...等；

ETC 公司僅處理教學媒體播放...等。

3.2 學員設施(Trainee facility)

AMST 公司提供兩張學員座椅其中包括學員操作按鈕及操縱桿以配合訓練課程提供評估學員訓練之成效。ETC 公司無。

4.0 訓練課程(Training Courses)

均未詳加說明，經多方研討及蒐集資料，吾人推敲應包括後述要點。

4.1 訓練主題(Training subjects)

訓練教材可運用 CBT 多媒體教材、錄影帶、圖表、幻燈片、燈光組或其他輔助教學道具，以實現所有的訓練課程內容。訓練主題至少應包括以下範圍：

1. The general anatomy and characteristics of the eye:

(1)Anatomy of the Eye:

- Overall structure of the eye
- Cornea
- Lens
- Retina
- Fovea
- Optic disc
- Rods
- Cones

- Focal Vision

(2) Visual Deficiencies:

- Myopia
- Hyperopia
- Astigmatism
- Presbyopia

2. The physiology of vision and night vision human factors issues:

(1) Physiology:

- Light levels
- Light spectrum
- Photopic vision
- Scotopic vision
- Mesopic vision
- Dark adaptation

(2) Night vision human factors

- Night blind spot (as compared to day blind spot)
- Field of view and peripheral vision
- Distance estimation and depth perception
- Binocular cues
- Monocular cues
- Night vision techniques
- Visual Illusions
- Weather/Environmental conditions (include Fog effect in NV or NVG condition)
- Astronomical Lights (moon, star, northern lights ...etc.)

3. General characteristics of NVG:

- (1) Definitions and types of NVGs
- (2) Thermal-imaging devices
- (3) Image-Intensifier devices
- (4) Image-intensifier operational theory

- (5) Types of Image intensifier systems
- (6) NVG Equipment
- (7) Description and Functions of NVG components
4. Operating principles of NVG:
 - (1) Factors Associated with Night Vision Goggle
 - (2) Sensitivity Ranges of the Eye and NVGs
 - (3) Image Intensification
 - (4) Illumination
5. General characteristics of NVG image:
 - (1) Night Vision Goggle Image Color
 - (2) Night Vision Goggle Image Gain
 - (3) Night Vision Goggle Image Field of View
 - (4) Night Vision Goggle Design Considerations
 - (5) Factors Influencing NVG Image Quality
6. NVG Limitations and emergency procedures:
 - (1) NVG Limitations:
 - Decreased Visual Acuity
 - Reduced Field of View
 - Sensitivity to Near-IR Energy
 - Monochromatic Image
 - Flat Plate Display
 - Binocular Display
 - (2) NVG emergency procedures
7. Procedures for the care, cleaning and maintenance of NVG:
 - (1) Handling procedures
 - (2) NVG operating instructions
 - (3) Cleaning Procedures
 - (4) Care of Batteries
 - (5) Hazardous Material Considerations
8. NVG Terrain Interpretation and Illusions issues:

(1) Terrain Interpretation:

- Night Terrain Interpretation
- Light sources
- Meteorological conditions
- Cues for visual recognition
- Factors affecting terrain interpretation
- Night navigation cues

(2) NVG Illusions:

- Distance estimation and depth perception errors
- Terrain contour misperceptions
- Discriminating between near and distant terrain
- Gradual changes in terrain elevation
- Motion illusions
- Peripheral flow perception
- Aircraft attitude misjudgements
- Undetected weather conditions
- Avoiding inadvertent IMC conditions
- Self-imposed stresses
- Stress & Fatigue

4.2 訓練過程(Training Sequences)

所有的訓練過程應至少被區分為五個訓練階段課程，且每一個訓練階段課程均可被獨立使用：

1. 正常室內燈光教學情況下的 CBT 學科訓練。
2. 此類課程內容及教官講授稿應至少可供進行暗適應階段下的 CBT 學科訓練。
3. NVT 教學及訓練成效評估，此類課程內容及教官講授稿可透過 CBT、燈光組及其他輔助教學道具來執行。
4. NVGT 教學及訓練成效評估，此類課程內容及教官講授稿可透過 CBT、燈光組及其他輔助教學道具來執行。
5. 整合 NVT 及 NVGT 教學之訓練歸詢課程。