

行政院所屬各機關因公出國報告書

(出國類別：實習)

「夜視鏡運用及光感評估技術」受訓報告

服務機關：國防部中山科學研究(一所)

出國人 職 稱：薦聘技士
薦聘技士
薦聘技士
上尉技佐
姓 名：李文卿
唐中興
蔡麗秋
蒙國維

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：美國

出國期間：90.06.16 至 90.07.01

報告日期：90.08.31

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：「夜視鏡運用及光感評估技術」受訓報告

頁數 47 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部中山科學研究院第一研究所/李文卿/(04)2523051 分機 503147

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李文卿/國防部中山科學研究第一研究所/模擬組/薦聘技士/(04)2523051 分機 503147

唐中興/國防部中山科學研究第一研究所/模擬組/薦聘技士/(04)2523051 分機 503765

蔡麗秋/國防部中山科學研究第一研究所/模擬組/薦聘技士/(04)2523051 分機 503773

蒙國維/國防部中山科學研究第一研究所/模擬組/上尉技佐/(04)2523051 分機 503766

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究■4 實習 5 其他

出國期間：

90.06.16 至 90.07.01

出國地區：

美國

報告日期：

90.08.31

分類號/目

關鍵詞：夜視力夜視鏡訓練機、夜視鏡、夜視模型台、夜視鏡解析圖、儀表環狀輔助光、儀表半環狀輔助光、儀表柱光、指燈、亮度增益值、光暈、白亮、陰影、光電管、夜視鏡視效訓練模擬器

內容摘要：(二百至三百字)

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」,本院受國軍岡山醫院委託籌建「航空生理訓練之夜視力/夜視鏡訓練機」,因本案涉及包含航空生理醫學、眼睛結構學、電子、物理、光學...等不同領域之專業技術,範圍相當廣泛,且本組以往並無夜視訓練裝備設計與製造之經驗與能量,因此為縮短研發時程及採用市場現有之高效能產品,故將全系統之重要訓練裝備以公開招標方式辦理採購,招標結果由奧地利 AMST 公司得標(購案號碼: XW90151)。本組為確實瞭解夜視訓練機之特性、架構、訓練流程及教材內容(採購清單備註說明第 7.1 項),故於購案中明訂得標商應提供「夜視鏡運用及光感評估技術」訓練課程,以使本組能全盤瞭解夜視訓練機之設計理念及教學作法,祈能如期如質完成夜視鏡訓練機之交運。得標商奧地利 AMST 公司所提供之「夜視鏡運用及光感評估技術」訓練計畫經本組審查符合規格要求,訓練實施地點為美國加州國際試飛員訓練學校(National Test Pilot School),為期兩週。

本次任務主要內容為 1.赴美國加州國際試飛員訓練學校(National Test Pilot School)參加為期兩週之夜視力、夜視鏡訓練,瞭解夜視訓練機的特性、構造、訓練流程及教材內容。2.透過實地訓練及與國外專家研討的過程,蒐集相關夜視訓練裝備及教材資料,以為籌建本案「夜視力、夜視鏡訓練機」之需。3.此次出國任務係與國軍岡山醫院共同執行

本次訪廠成果包括 1.實際參與夜視力、夜視鏡訓練,藉由國外已有之訓練裝備及教學流程,瞭解夜視訓練機的特性、構造、訓練流程及教材內容。建立工程人員在此陌生工程領域之基本專業知識,使有效執行相關設計工作。2.獲得相關資料,以支援「夜視力、夜視鏡訓練機」之設計工作。3.瞭解美國夜視訓練系統相關技術及產品之實際運用,俾利作為發展參考,並落實技術推廣,增進專案之執行績效。4.蒐集夜視訓練相關技術資料,俾利「夜視力、夜視鏡訓練機」之研發,以順利執行本案相關工作。5.以照相與攝影方式拍攝夜視訓練場景,以提供本案模擬座艙視效資料庫設計之需。6.與國外技術交流並蒐集最新技術資訊,以期迅速提升「夜視力、夜視鏡訓練機」之技術能量。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：「夜視鏡運用及光感評估技術」受訓報告	
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：李文卿等四人/薦聘技士/模擬組	
出國計畫主辦機關審核意見	<ol style="list-style-type: none"> 1.依限繳交出國報告 2.格式完整 3.內容充實完備 4.建議具參考價值 5.送本機關參考或研辦 6.送上級機關參考 7.退回補正，原因： ①不符原核定出國計畫 ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ③內容空洞簡略 ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 8.其他處理意見：
層轉機關審核意見	同意主辦機關審核意見 全部 部分_____（填寫審核意見編號） 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） 其他處理意見：

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。

目 次

壹、 出國目的及緣由	1
一、 出國目的	1
二、 出國緣由	1
貳、 公差心得	3
一、 硬體分系統公差心得（唐中興）	3
二、 視效分系統公差心得（蔡麗秋）	10
三、 教學分系統公差心得（蒙國維）	13
參、 效益分析	19
一、 硬體分系統效益分析（唐中興）	19
二、 視效分系統效益分析（蔡麗秋）	31
三、 教學分系統效益分析（蒙國維）	33
肆、 國外工作日程表	34
伍、 社交活動	36
陸、 建議事項	37
一、 硬體分系統建議事項（唐中興）	37
二、 視效分系統建議事項（蔡麗秋）	39
三、 教學分系統建議事項（蒙國維）	41
四、 專案經理建議事項（李文卿）	42
附件：課程目錄與摘要	44

壹、出國目的及緣由

一、出國目的：

至位於美國加州莫哈維（mojave）地區的私立國際試飛員訓練學校（National Test Pilot School），參加為期兩週的夜視力、夜視鏡訓練課程。經由實際參與夜視力、夜視鏡訓練，並參考國外已有的訓練裝備及教學流程，瞭解夜視訓練系統的特性、構造、訓練流程及教材內容。透過完整訓練課程、實地夜視飛行訓練及與國外專家研討的過程，蒐集相關夜視訓練裝備及教材資料，以為籌建本案「夜視力、夜視鏡訓練機」之參考資料；蒐集夜視訓練相關技術資料，俾利「夜視力、夜視鏡訓練機」之研發，以順利執行本案相關工作；蒐集照相與攝影方式拍攝的夜視訓練場景，以提供執行設計本案夜視訓練所需的動態視效資料庫；蒐集相關研究資料，包含：夜視訓練教學區設施之訓練裝備教具燈光效應之燈具相關硬體之資料，夜視模型台之配置、燈光控制及相關硬體之資料，夜視模擬場景籌建、教學媒體播放、夜視影像投影等關鍵技術資料，夜視力、夜視鏡訓練相關之教材資料，包括眼睛之生理構造、夜視特性與錯覺、夜視鏡特性及使用方法、夜視境地行地物辨別即視錯覺....等。建立工程人員在此陌生工程領域之基本專業知識，使有效執行相關設計工作。獲得相關技術資料，以支援「夜視力、夜視鏡訓練機」之設計工作。瞭解美國夜視訓練系統相關技術及產品之實際運用，俾利作為發展參考，並落實技術推廣，增進專案之執行績效。

二、出國緣由

本院受國軍岡山醫院委託籌建「航空生理訓練之夜視力/夜視鏡訓練機」，因本案涉及包含航空生理醫學、眼睛結構學、電子、物理、光學...等不同領域之專業技

術，範圍相當廣泛，且本組以往並無夜視訓練裝備設計與製造之經驗與能量，因此為縮短研發時程及採用市場現有之高效能產品，故將全系統之重要訓練裝備以公開招標方式辦理採購，招標結果由奧地利 AMST 公司得標(購案號碼：XW90151)。本組為確實瞭解夜視訓練機之特性、架構、訓練流程及教材內容(採購清單備註說明第 7.1 項)，故於購案中明訂得標商應提供「夜視鏡運用及光感評估技術」訓練課程，以使本組能全盤瞭解夜視訓練機之設計理念及教學作法，祈能如期如質完成夜視鏡訓練機之交運。得標商奧地利 AMST 公司所提供之「夜視鏡運用及光感評估技術」訓練計畫經本組審查符合規格要求，訓練實施地點為美國加州國際試飛員訓練學校(National Test Pilot School)，為期兩週。

貳、公差心得

一、硬體分系統公差心得（唐中興）

此次赴 NTPS 訓練，經專案經理與授課教官充份溝通，了解我們至 NTPS 受訓的主要目的及需求後，特別針對夜視訓練模擬機能量建立及未來岡院教官授課指導要領詳加說明，並配合飛行前地面課程提示及實際日間及夜間夜視鏡飛行體驗，使得我們整個受訓過程均有意想不到的感受及收穫；所以，特別以廠房設施配置及模型台設計考量等硬體負責部份報告於後。

(一) 廠房設施配置

由於此次公差受訓，教官 Chuck Antonio 為美國海軍航生醫官，擔任夜視鏡訓練教官有約 15 年以上經驗，且為美國海軍訓練教材編排群成員之一，故為當今世界夜視鏡訓練屬一屬二專家，在廠房設施配置課程中，教授內容非常全面、合理且富彈性，對本專案廠房設施配置籌建規劃及修改幫助甚大，未來圓滿完成專案任務更具信心。

廠房設計考量

- (1) 學員數量
 - a. 與教學空間有關
 - b. 與訓練教室數量有關
- (2) 逼真感
 - a. 接近顧客需求
 - 結合飛行任務訓練
 - 即時反應及節奏感
- (3) 燈光控制
 - a. 夜視效果展示
 - b. 影像播放燈光調整

- (4) 安全性
 - 出入口門禁管制，加內鎖；尤其夜視力訓練時
 - a. 貴重設備管制
 - 模型台場景禁止觸碰
 - 模型台設置安全防護線
 - 夜視鏡妥善保管

裝潢考量

- (1) 座椅安排最多 12 個學員
 - a. 訓練教室學員視野及視角的考量
 - b. 座椅的形式及配置
- (2) 桌子提供足夠空間放置夜視鏡、頭盔或裝備
 - a. 夜視鏡訓練教室需有桌子提供
- (3) 夜視鏡及頭盔等貴重裝備需儲放管制於配鎖之安全儲櫃中
- (4) 提供書櫃存放教官教授資料

教學區建議裝備

- (1) 電腦
 - a. 具圖像及影像播放功能
 - b. 具 DVD 播放功能
 - c. 具遙控操作功能
- (2) 錄放影機
 - a. 具良好中止/暫停功能
 - b. 具遙控操作功能
- (3) 投影器
 - a. 可與電腦結合應用
 - b. 可投影高品質投影片及影像功能
 - c. 容易被電腦及錄放影機切換使用
- (4) 銀幕

- a. 固定位置以求最佳效能
- (5) 白板
 - a. 依據教室配置決定位於銀幕左方或右方
- (6) 教學區應儘可能避免外界光源干擾
 - a. 須滿足夜視力訓練需求
 - b. 裝潢設計需考量密光性
 - c. 牆壁及地毯須為暗色系且不反光色彩
 - d. 使用夜視鏡預先測試牆壁塗漆及地毯，滿足無紅外線反射需求
 - e. 不可有窗戶
- (7) 牆壁要淨空，不可有照片
- (8) 基本隔音處理

夜視鏡調整區(Eye Lane)

- (1) 空間考量
 - a.長：25 ft，寬：3.0 m 左右
 - b. 解析圖觀察距離：20ft
- (2) 夜視鏡調整區應儘可能避免外界光源干擾
 - a. 須滿足夜視力訓練需求
 - b. 裝潢設計需考量密光性
 - c. 牆壁及地毯須為暗色系且不反光色彩
 - d. 使用夜視鏡預先測試牆壁塗漆及地毯，滿足無紅外線反射需求
 - e. 不可有窗戶
- (3) 牆壁要淨空，不可有照片
- (4) 基本隔音處理

- (5) 對比解析圖
 - a. 高(100%)、中(70%)及低(20%)對比解析圖
- (6) 20 呎觀察線
- (7) 解析圖光源
 - a. 模擬高亮度(滿月)至低亮度(微弱星光)之情況
- (8) 夜視鏡調整區光源
- (9) 夜視鏡操作規範
- (10)單眼夜視鏡
 - a. 可於模型台及 Eye lane 觀察
 - b. 可結合攝影機拍攝 NVG 教學錄影帶
 - c. 配附可拆換的物鏡鏡片

儀表光效應系統

- (1) 夜視鏡相容光源
 - a. 儀表環狀輔助光(Bezel)
 - 燈泡外殼塗層(Coating) 技術
 - 應用於較大型儀表
 - b. 儀表半環狀輔助光(Bridge)
 - 燈泡外殼塗層(Coating) 技術
 - 應用於較小型儀表或特殊角度之儀表
 - c. 儀表柱光(Post light)
 - 燈泡外殼塗層(Coating) 技術
 - 應用於較重要數據顯示之儀表或特殊角度之儀表
 - d. 指燈 (Finger light)
 - 琥珀色濾光片(Amber colored filter) 技術
 - 紅外線隔絕(IR cut)
 - 應用於儀表照明輔助光源
 - e. 警示燈 (Warning light)
 - 琥珀色濾光片(Amber colored filter) 技術

-應用於紅色警示燈之紅外線隔絕(IR cut)

- (2) 簡易座艙框體
 - a. 簡易模擬學員、儀表及座艙結構間的關係
 - b. 儀表板燈光模組控制
- (3) 壓克力或玻璃座艙罩
 - a. 模擬座艙罩視野之影響
 - b. 配合 Eye lane 之解析圖進行觀察

其他廠區建議裝備

- (1) 模型台
 - a. 於稍後章節詳加說明
- (2) 夜視鏡相容光源

(二) 模型台設計考量

模型台設計均需以教官授課時，希望學員藉由模型台設計與配置，強化教學區授課時夜視鏡飛行特性及限制，教官 Chuck Antonio 在夜視鏡模型台教學領域經驗相當豐富，且實際參與模型台設計工作，所以在課程內容及共同討論期間，使本專案學員能有更深入的體驗。

模型台設計概念

- (1) 型台設計應該依據下列訓練重點：
 - a. 夜視鏡增益(gain) 改變
 - b. 影像品質之亮度效果
 - c. 不同亮度情況下之地形地貌對比效果
 - d. 月亮方位影響
 - e. 陰影效果
 - f. 城市燈光效果
 - g. 不同路面反照率效果
- (2) 模型台設計應該具有之裝備能量：

- a. 可模擬不同月亮方位之燈光系統
 - b. 可模擬滿月至微弱星光之亮度控制
 - c. 在黑暗環境中能方便尋找/使用之控制台
- (3) 模型台空間尺寸考量：
- a. 教室空間
 - b. 模型場景設計
 - c. 學員人數
- (4) 教室設計依據：
- a. 牆壁及天花板應塗上暗色且無 IR 反射漆料
 - b. 地毯應塗上暗色且無 IR 反射漆料
 - c. 天花板之照明燈護蓋使用不反光材料
 - d. 天花板照明燈之牆壁開關應安裝安全護蓋，以避免疏忽開啟
 - e. 天花板高度空間要夠，以利模型台燈光系統發揮效果
- (5) 其他設計考量
- a. 配合教學流程，考量配置桌子方便放置夜視鏡及頭盔等裝備
 - b. 教室進出須有門鎖管制

教學模式

- (1) 模型台上課學員人數最多不要超過 4 個
 - a. 提供較佳的視野及學員較易專心
 - b. 展示說明常常限制於模型台特定角度，不允許學員環繞著模型台
- (2) 展示應以學員固定方向移動方式進行說明
 - a. 教室是黑暗的
 - b. 展示說明順序是依據模型場景設計

教學內容

- (1) 亮度考量

- a. 展現亮度降低對場景辨識及影像品質的影響
- (2) 夜視鏡增益改變
 - a. 在亮度展示課程中能夠加以說明
 - b. 影像及光源明亮度改變
- (3) 詳細說明模型場景影像對比所產生的效果
 - a. 各種場景對比的比較
 - b. 亮度逐漸降低情形下，各場景對比所產生的效果
- (4) 月亮方位考量
 - a. 飛行影響及飛行前考量
 - 飛向低角度月亮之情形
 - 山脊線遮蔽影響
 - b. 陰影之產生
- (5) 陰影效果
 - a. 加強對比效果
 - b. 遮蔽模糊場景辨識
- (6) 城市燈光效果
 - a. 光暈強度依據顏色及光源強度而變化
 - b. 夜視鏡增益衰退(de-gain) 效果
 - c. 附近地形的亮度

管理考量

- (1) 模型台系統必須具有出廠保證書及備份件
- (2) 廠商必須負責教官及維修人員之維修訓練模型台之使用必須管制及記錄
- (3) 模型台位置確定後，絕不可輕易改變
- (4) 教學指南需包括教學流程及訓練目地
- (5) 教官應非常熟悉模型台及教學內容
- (6) 必須賦予專人為模型台專家，以完成教學指南及訓練教官

二、視效分系統公差心得（蔡麗秋）

1. 此次 NTPS 受訓,夜視鏡在“視覺上”的教學訓練,分有夜視鏡影像(video)、地形模型台示範體驗(terrain board demonstration)、實際夜視鏡飛行(NVG flight)。每種訓練各有其訓練價值及限制。
2. 夜視鏡影像著重於 NVG 基本特性教學,如 Light Levels vs. Gain, Halo Effects, Shadow, Lighting Effects 等,在拍攝條件允許下,可涵蓋不同的地形地貌、環境因素、夜視鏡視覺效果。但夜視鏡影像教學為單向教學過程,學員在學習過程中比較缺乏互動,也無實際配戴 NVG 的體驗。
3. 地形模型台示範則提供學員實際配戴 NVG 觀看地形地貌場景,使學員可親身驗證真實世界(real world)中 NVG 影像特性,加深學員學習效果。不過,由於模型台一經完工後,場景幾乎是不可再變動,因此場景的設計要能反映實際的 NVG 飛行區域地形,方可提供最佳、最有效之訓練。
4. 實際夜視鏡飛行是最真實、最直接的訓練,但其費用也是最高的,而且有夜間飛行及天候上的安全顧慮,另外飛行路徑的選擇也不易,沿途場景必須要有代表性,才能充分說明 NVG 各種特性,還得指派具有資深 NVG 飛行經驗及授課經驗的飛行員兼任教官,方可有效的達到訓練需求。
5. 就一般認知,模擬器訓練沒有實際飛安顧慮,訓練費用低,且視效資料庫場景的設計可提供多樣性的選擇,是一項不受時間、天候影響可做的訓練;但本次 NTPS 受訓並沒有 NVG simulator 訓練,我們請授課教官就他曾經看過的 NVG simulator 及多年 NVG 教學經驗提供看法 -- NVG 教育訓練主要目的是傳遞正確的 NVG 特性及限制,在課程設計上要避免負面的教學,而目前 NVG 模擬技術仍未臻成熟,

無法確實反映真實世界(real world)之 NVG 影像特性，如果貿然採用，只會造成教學訓練上之困擾。另根據模擬組多年設計視效系統的經驗，及評估已上市產品性能，現階段 NVG simulation 可能之限制如下列：

- (1) 照度影響亮度增益值(Light Levels vs. Gain)：
夜視鏡影像亮度增益值會隨外在環境照度改變，使夜視鏡影像維持一定的亮度；但相對於模擬的影像照度變化，則不會有亮度增益變化。
- (2) 光暈現象(Halo Effects)：
以夜視鏡觀看點光源，會看到光暈現象，光暈的清晰度會隨環境照度不同而改變，光暈範圍也會隨天候情況而有不同；而夜視鏡對模擬的光點並不會有光暈效果產生。
- (3) 白亮現象(Blooming Effects)：
明亮的人工光源(Cultural Light Sources)會造成夜視鏡影像成一片白亮，因此無法辨識位於人工光源週遭之細節；夜視鏡對於模擬之光源則不會有此效應。
- (4) 陰影效果(Shadow Effects)：
在實際的夜視鏡飛行中，適當的陰影會增加對比效果，有利地形地貌或物體方位之判斷，而太多的陰影則會遮蔽或隱藏地面特徵；但目前影像產生系統之性能只能做有限之陰影運算，因此無法確實模擬所有場景視覺變化。
- (5) 表面材質反射特性 (Surface Material Reflective Characteristics)：
材質反射品質良好與否，不但會影響夜視鏡影像清晰度，也是決定不同材質間強弱對比的重要因素；而在模擬上，實不易確實掌握各種

材質反射特性。

- (6) 天候狀況(Weather Conditions) :
在真實世界中，天候是千變萬化的；而在模擬的環境裡，有限的電腦運算能力，只能模擬有限的天候狀況。
- (7) 夜視鏡與無輔助視力運用(NVG vs. Unaided eyes) :
夜視鏡視野範圍是有限制的，實際夜視鏡飛行中，不可避免的，眼睛餘光會瞄到外面場景；而模擬時，要同時處理夜間場景影像及夜視鏡場景影像，則必須詳加計劃裝備性能及預算。

三、 教學分系統公差心得（蒙國維）

本次赴美國國際試飛員學校（National Test Pilot School - NTPS）參與之夜視鏡訓練共分為兩週，第一週主要之課程為夜視鏡技術介紹與操作訓練以及如何在夜視環境下執行飛機燈光系統測試與評估；第二週則針對執行夜視鏡訓練所應使用之各項教學做法做一綜合性研討。由於 NTPS 是一所「試飛員」的訓練學校，該校對本課程所設定之主要目的其實是在訓練試飛員如何評估與測試飛機之燈光系統是否符合美國軍規 MIL-L-85762A 之標準或是訓練飛機製造商之工程師如何修改與設計出符合美國軍規 MIL-L-85762A 標準之飛機。在經過專案經理與校方協調後，該校同意針對我方需求調整教學內容，第一週講授夜視鏡各項背景技術與相關之燈光效應評估，讓我方參訓人員在充分了解夜視鏡相關知識後第二週則針對執行夜視鏡訓練所應使用之各項教學做法做一綜合性研討。

為執行夜視鏡訓練大致有下列幾種教學方式可供運用：

1. 學科訓練。 (Academic Training)
2. 實際操作訓練。 (Hand On Training)
3. 模型台訓練。 (Terrain Board Training)
4. 電腦輔助教學訓練。 (Computer Base Training)
5. 模擬機訓練。 (Simulator Training)

前三項訓練方式為目前美國軍方主要所採行之訓練方式，後兩項則可視訓練場地、需求等因素增加。以下即針對上述五種訓練方式做一心得報告：

（1）學科訓練

「學科訓練」為執行夜視鏡教學最主要之教學方式，在學科訓練中應講授有關於夜視鏡的各項知識，讓學員對夜視鏡能有一完整之認識，其內容應

包含下列主題：

- (a) 夜視鏡發展背景（起源）
- (b) 夜視鏡工作原理（光放管技術）
- (c) 夜視鏡各項元件功能介紹
- (d) 夜視鏡之裝卸與操作
- (e) 夜視鏡調校程序
- (f) 夜視鏡之功能限制
- (g) 飛機燈光系統與夜視鏡之相容性
- (h) 夜視鏡之影像特性
- (i) 自然環境對夜視鏡之影響

由於受訓的學員可能為新進飛行員或是執行複訓的資深飛行員，上述授課主題應因應不同學員而加以適當之調整。

除上述口語講授之課程內容外，由於夜視鏡為一「視覺」輔助裝備，若僅是用文字來敘述夜視鏡所呈現之特殊影像恐將無法加深學員之印像，因此為了提升教學效果，於學科訓練過程中，若提及有關夜視鏡影像之各項授課主題，應搭配以實際拍攝各種不同情況下之夜視鏡影像（如：不同月光之亮度與角度、不同地形與目標物對比...等）來輔助教學。

此外針對學科訓練之執行方式，因為國軍岡山醫院為避免因授課教官的不同而產生不同之教學效果，希望以配音方式來執行，亦即將原本應由教官親自講授之內容錄下來，搭配授課講義（如 PowerPoint 檔案）製作成一「自動教學系統」（如同電視教學），讓每梯次之受訓學員均能獲得相同之訓練，但是此教學方式缺乏教官與學員間之互動，此次上課之美籍教官並不建議我方採用此種教學方式。

（2）實際操作訓練

在完成學科訓練後，學員應對夜視鏡之操作方式、

調校程序與功能特性有了完整的認識，「實際操作訓練」是為加強教學效果以及讓學員實際操作夜視鏡並體驗夜視鏡影像之特性。此部份之訓練除需要夜視鏡、飛行頭盔讓學員實際操作外尚須要一些教具來輔助教學，這些教具應包括有：

(a) 視力解析圖表(美國空軍視力測試圖或 Snellen 視力解析圖表)

執行夜視鏡調校測試之用，以評估學員是否將夜視鏡調整、聚焦至最佳狀況。此外在使用美國空軍視力測試圖時，除使用黑白對比為100%之圖表執行聚焦調整外，尚可再利用黑白對比分別為70%及50%之相同圖表來執行不同對比背景之訓練。

(b) 照明燈具

提供執行夜視鏡調校所需之光源，此燈具之照明強度應可無段調整，以提供不同之環境亮度對夜視鏡所造成之影響。

(c) 色光手電筒與夜視鏡相容手電筒

讓學員體驗與夜視鏡相容及不相容的燈光對夜視鏡所造成之影響。其中色光手電筒是加裝色光濾鏡(紅色與綠色)，而夜視鏡相容手電筒則是加裝符合美國軍規MIL-L-85762A標準之濾鏡(綠色)。

(d) 色光燈組

讓學員體驗不同顏色之燈光對夜視鏡所造成之影響。

「實際操作訓練」是以訓練學員如何正確操作夜視鏡及將夜視鏡調整至最佳解析度狀態為主，再搭配燈光相容性與色光體驗。此訓練應在一完全隔絕外

界燈光之封閉空間執行，所需之光源均由照明燈具來提供，所需空間之長度應至少有 25 英尺長，因為根據美國軍方多年的訓練經驗，在考量場地之取得及為有效使用視力解析圖表來執行夜視鏡調校，20 英尺是最佳的距離。

(3) 模型台訓練

「模型台訓練」其實亦可算是一種「實際操作訓練」，不過所涵蓋之教學範圍較為廣泛。在「學科訓練」中曾提及除授課教官之口頭講述外應在配合實際拍攝之夜視鏡影像來加強教學效果，但是由於夜視鏡影像教學為一單向教學，學員只是被動地以肉眼看著預先拍攝好的畫面而並無法實際以肉眼透過夜視鏡來觀看外在環境來體驗夜視鏡的各項性能，若是以實體飛機執行飛行訓練第一所費不貲、第二會有飛安上的危險，此外飛行路徑的選擇也不容易，沿途場景必須要有代表性再搭配適當之天候條件（如月光亮度），才能充分說明夜視鏡各種影像特性，還得指派具有資深夜視鏡飛行經驗及授課經驗的飛行員兼任教官，方可有效的達到訓練需求。因此美軍便開發出利用模型台來執行夜視鏡訓練。

「模型台訓練」可執行之訓練科目有下列幾項：

- (a) 光源強度與目標對比
- (b) 月亮角度與陰影
- (c) 地形辨識
- (d) 地貌特徵
- (e) 地面燈光
- (f) 環境效應

授課教官曾強調在執行「模型台訓練」前必須要告訴學員模型台所建構出之場景與現實環境是不同的，模型台只是將夜視鏡所能呈現之影像特性盡量予以模擬出來，例如在對比訓練中，教官可利用模

型台上不同道路形式（柏油路與水泥路）來執行訓練，但真實世界的柏油路與水泥路之對比差可能與模型台所模擬出的特性不同，模型台只是訓練學員在不同情況下夜視鏡所呈現之影像特性。

（4）電腦輔助教學訓練

「電腦輔助教學訓練」是將學科訓練內容利用個人電腦與電腦軟體來執行訓練，即不須由教官授課而是由學員自行操作電腦來學習。雖然「電腦輔助教學訓練」可說是目前在教學訓練上之趨勢，但運用在執行夜視鏡訓練上仍有一些問題：

（a）單向教學

學員無法與教官有互動，而在夜視鏡教學上『經驗的傳承』是很重要的。

（b）場地與裝備

通常一梯次的受訓學應有六至八人，而每位學員必須擁有自己的教學電腦，因此場地與裝備成本均會提高。

（5）模擬機訓練

「模擬機訓練」並不會有飛安上的顧慮、訓練之成本費用較低，且視效資料庫場景的設計可提供多樣性的選擇，是一項不受時間、天候影響的訓練。夜視鏡模擬機訓練其「視覺效果」是最重要的，若是無法模擬出正確之夜視鏡影像特性不僅無法執行訓練甚至會造成負面訓練而導致飛安事故發生，此次授課教官依據他實際使用模擬機及參訪之經驗表示多數宣稱具備夜視鏡訓練能力之模擬機，其視效影像其實僅是將一般模擬機之日間影像改成「綠階」而已，並無法真實表現出實際之夜視鏡影像特性。由於「模擬機訓練」已是世界潮流，各家廠商無不投注心力開發新式之影像產生系統以滿足夜視鏡模擬機訓練，只不過在短時間內相關技術可能仍無法

突破而且價格一定是非常昂貴，因此就本專案而言
「模擬機訓練」於目前並不需要列入教學裝備。

在經過授課教官講解並收集、研讀各項資料後個人認為本專案所需之教學方式應以「學科訓練」、「實際操作訓練」與「模型台訓練」為主，並在考量廠房空間與經費許可之情況下，可視需要加入數套「電腦輔助教學訓練」系統。而「模擬機訓練」則由於目前各家廠商所生產之影像產生器均無法真實模擬出夜視鏡影像之特性，因此「模擬機訓練」不列入考量。

參、效益分析

一、硬體分系統效益分析（唐中興）

（一）廠房設施配置效益評估

依據專案規格書需求及廠房空間考量之原有廠房設施配置，與此次 NTPS 受訓學習新知及多次與教官 Chuck 研討後之最新廠房設施配置，進行說明比較：

項目	廠區	原有廠房設施配置	最新廠房設施配置	備考
1	廠房	<ol style="list-style-type: none"> 區分為教學區、模型台區二區。兩區以扶手隔離，無牆壁及門禁區隔。 教室要做密光處理 天花板上照明燈具要加裝暗色不反光護蓋。紅光燈具配合二區空間決定數量 色光燈桿等教學燈具組配合合作廠商組裝。 書櫃及儲藏櫃置於教學區後方。 未考量壁上燈具開關加裝安全防護蓋，以避免疏忽性啟動。 	<ol style="list-style-type: none"> 區分為教學區、模型台區及夜視鏡調整區 (含儀表光效應系統) 三區。各區以牆壁隔離，出入口門禁管制，加內鎖；尤其夜視力訓練時。 教室要做密光處理 天花板上照明燈具要加裝暗色不反光護蓋。紅光燈具配合教學及模型台二區安裝，夜視鏡調整區不可安裝紅光燈具，以免破壞夜視鏡訓練。 色光燈桿等教學燈具組配合合作廠商組裝。 夜視鏡及頭盔儲放於夜視鏡調整區。 壁上燈具開關加裝安全防護蓋，以避免疏忽性啟動。 	參考 圖 2.1 圖 2.2 圖 2.4 圖 2.5
	教學區 1.牆壁	<ol style="list-style-type: none"> 牆壁及地毯須為暗色系且不反光色彩 	<ol style="list-style-type: none"> 牆壁及地毯須為暗色系且不反光色彩 	參考 圖 2.1

	2.地毯	<ol style="list-style-type: none"> 2. 未考量使用夜視鏡預先測試牆壁塗漆及地毯，滿足無紅外線反射需求 3. 不可有窗戶。 4. 牆壁要掛配圖表說明 5. 基本隔音處理 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 使用夜視鏡預先測試牆壁塗漆及地毯，滿足無紅外線反射需求 3. 不可有窗戶。 4. 牆壁要淨空，不可有照片 5. 基本隔音處理 	圖 2.4
	教學區 1.座椅 2.階梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 四排座椅，每排 4 張座椅，第一排距離銀幕 205cm，排距為 110cm，其中座椅長為 70cm。 2. 前後排有二層階梯，每層階梯高 40cm，所以前後排高度差為 80cm。 3. 學員配帶頭盔，且距離銀幕太近有壓迫感，後排學員注視銀幕會受前排學員影響。 4. 學員階梯走動區域有延伸緩衝區，以避免於夜視環境受傷(設計未周全考量) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 三排座椅，每排 4 張座椅，第一排距離銀幕 260cm，排距為 110cm，其中座椅長為 70cm。 2. 前後排有二層階梯，每層階梯高 40cm，所以前後排高度差為 80cm。 3. 學員不配帶頭盔，且距離銀幕已後移不再有壓迫感，後排學員注視銀幕不會受前排學員影響。 4. 學員階梯走動區域無延伸緩衝區，階梯邊緣與座椅外緣對齊，確認於夜視環境走動安全(設計周全考量) 	參考 圖 2.1 圖 2.2 圖 2.3 圖 2.4 圖 2.5 圖 2.6
	模型台	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由教學區前、後側進出。 2. 扶手階梯空間另計，二座模型台置中對稱配置，導致在同一角度學員觀察數量受限，且易碰撞模型台本體。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由教學區隔間推拉門進出。 2. 二座模型台前後對稱配置，且距邊牆 60cm 以方便維修檢查，並可增加學員在同一角度觀察空間。 	參考 圖 2.1 圖 2.2 圖 2.4 圖 2.5
	夜視鏡調整區	原無設計考量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供夜視鏡調整及熟悉操作最加環 	參考圖 2.1

			<p>境。</p> <p>2. 平面空間:12m×3m</p> <p>3. 20 呎觀察線</p> <p>4. 高(100%) 中(70%)及低(20%)對比解析圖。</p> <p>5. 同批學員最多 3 名</p> <p>6. 具有夜視鏡及頭盔儲藏櫃及放置桌子</p> <p>7. 空間充分使用,提供儀表光效應系統訓練,以熟悉儀表光對夜視鏡的影響。</p>	<p>圖 2.2</p> <p>圖 2.4</p> <p>圖 2.5</p> <p>圖 2.7</p>
--	--	--	---	---



圖 2.1 原有廠房設施配置彩色圖

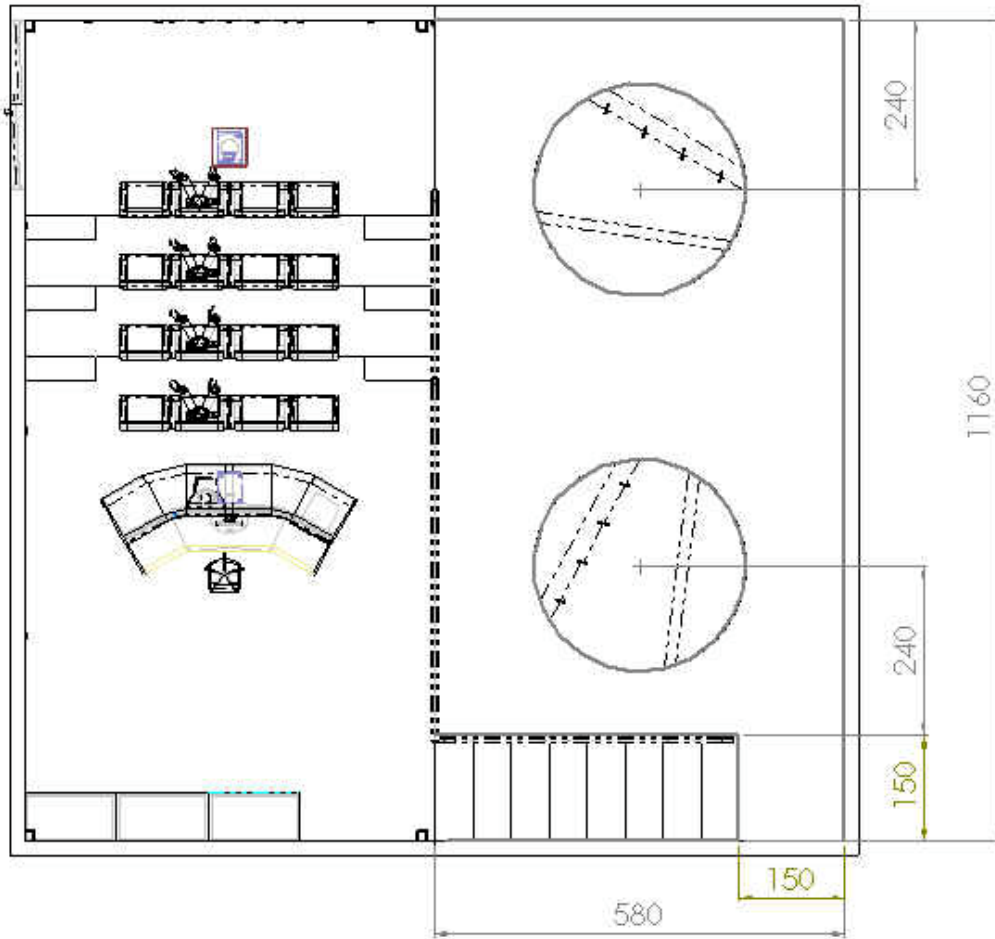


圖 2.2 原有廠房設施配置上視圖

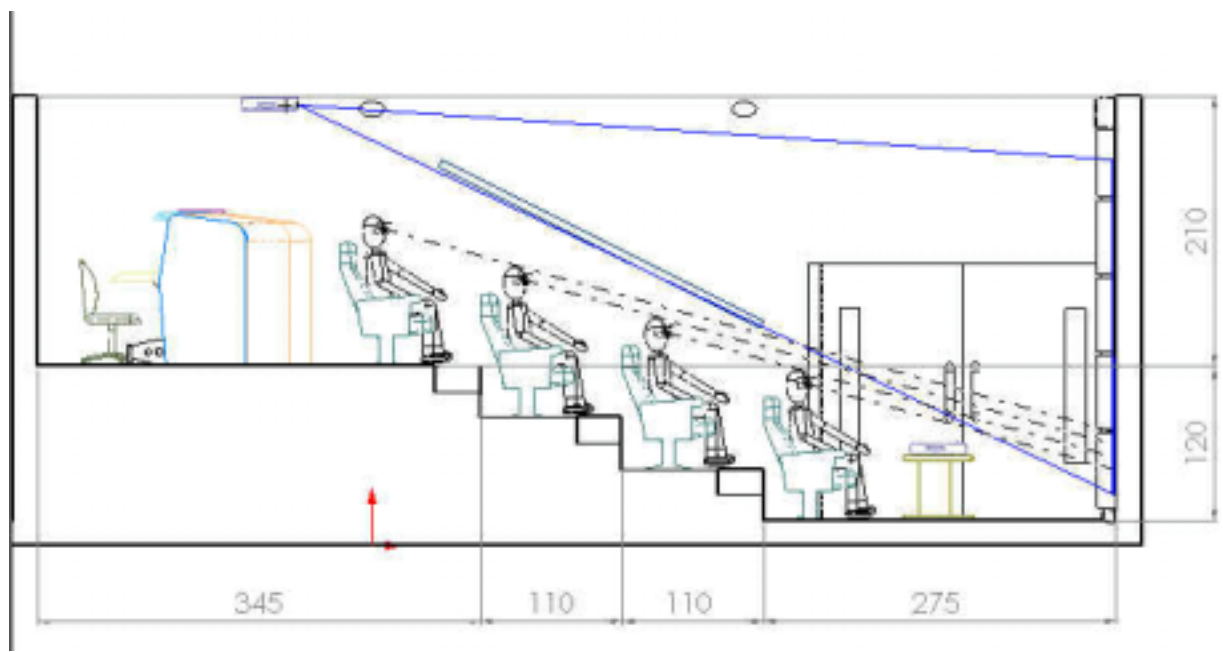


圖 2.3 原有廠房設施配置教學區側視圖

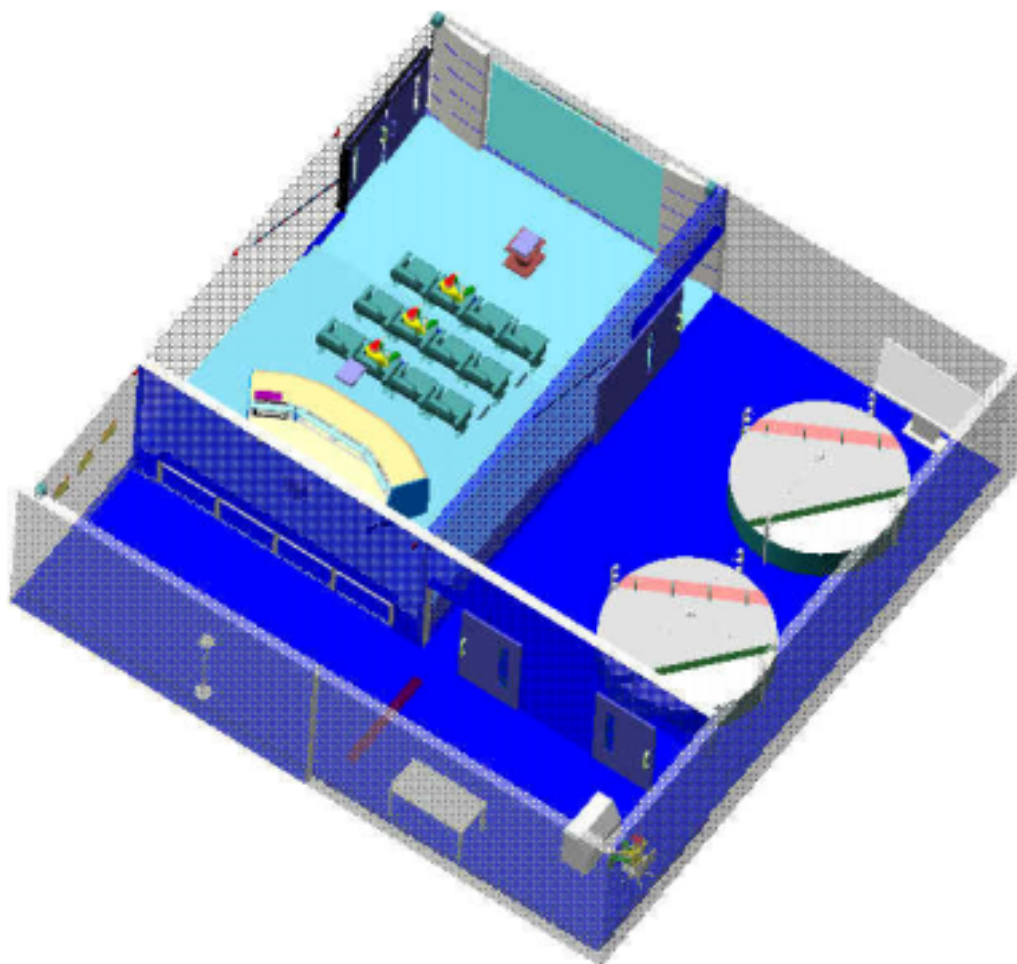


圖 2.4 最新廠房設施配置彩色圖

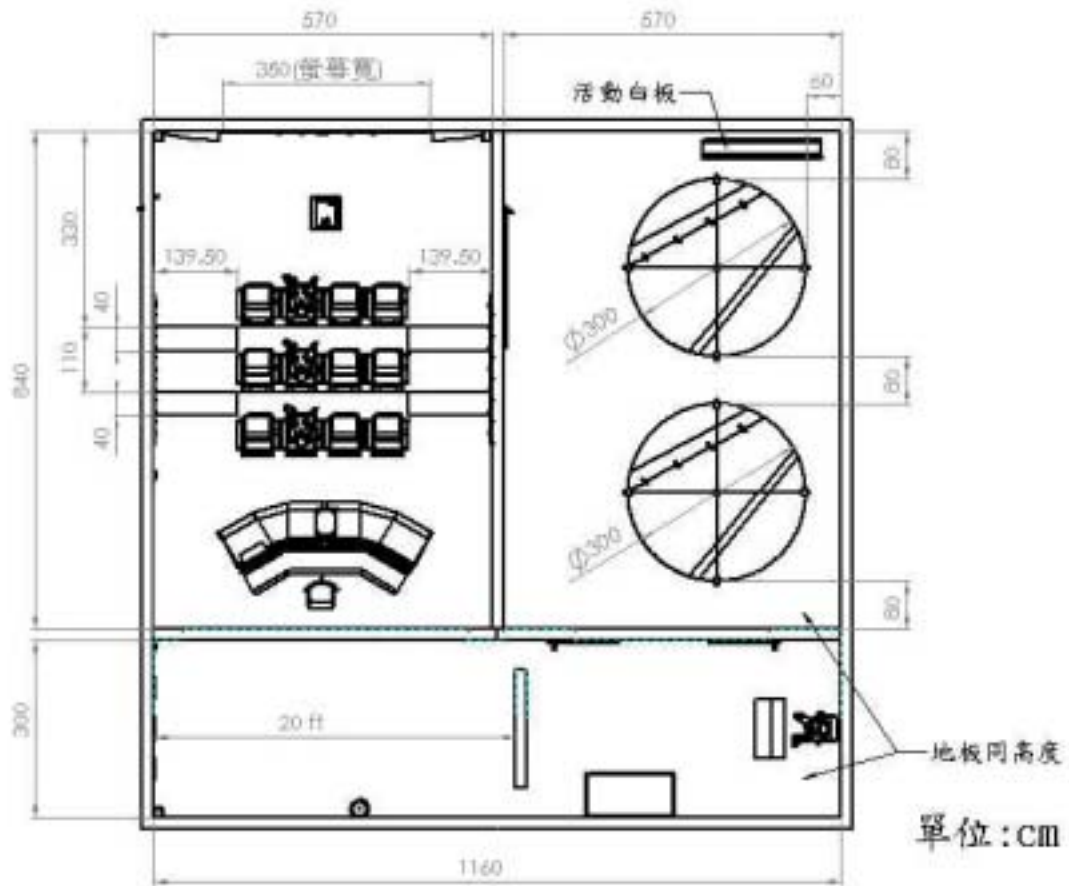


圖 2.5 最新廠房設施配置上視圖



圖 2.6 最新廠房設施配置教學區側視圖

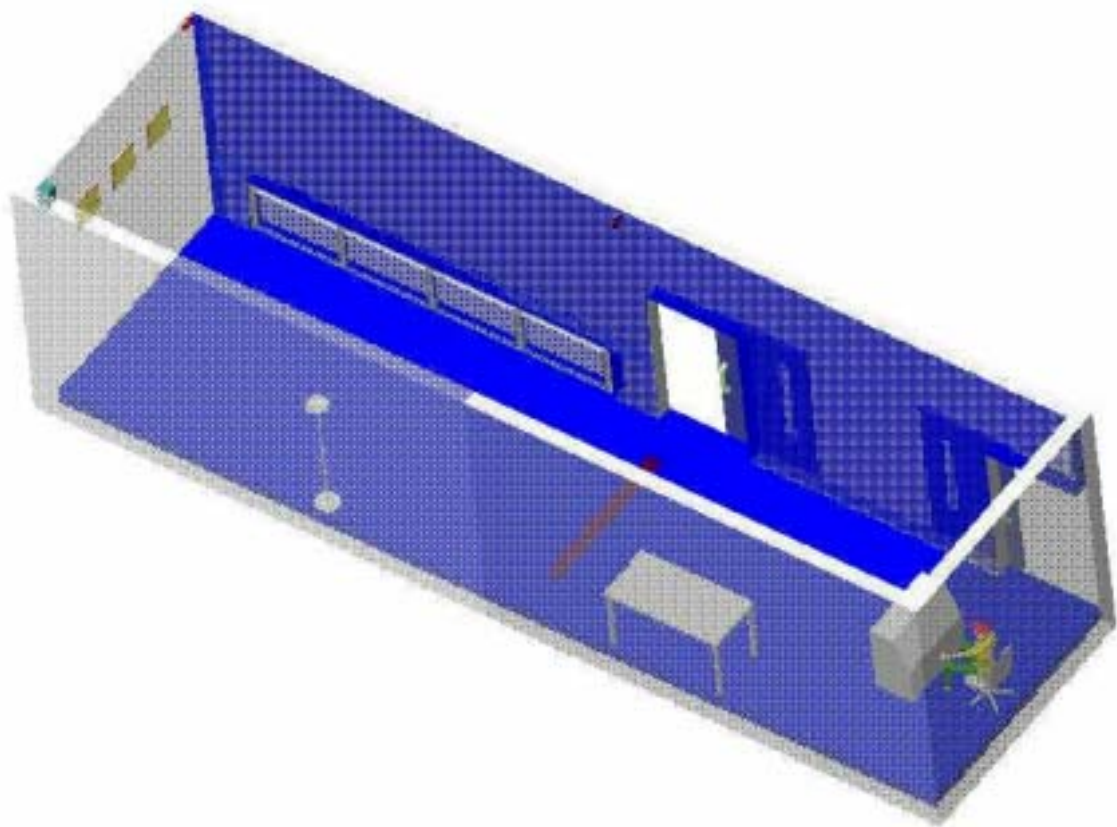


圖 2.7 夜視鏡調整區彩色圖

(二) 模型台效益評估

模型台設計主要在展示夜視訓練與日間飛訓的差異及夜視訓練展現的效果。夜視訓練又區分為夜視力訓練及夜視鏡訓練二大類，其展現效果如下：

- (1) 夜視力訓練效果：
 - a. 陰影效果
 - b. 光源亮度效果
 - c. 月亮方位(含高度)效果
 - d. 水面反射效果
- (2) 夜視鏡訓練效果：
 - a. 陰影效果
 - b. 光源亮度效果
 - c. 月亮方位(含高度)效果
 - d. 不相容燈光效果
 - e. 城市燈效果
 - f. 對比效果
 - g. 天候模擬效果(霧氣、小雨等)

上述夜視訓練效果配合飛行前提示及飛行中注意事項，將使夜視訓練教員圓滿完成任務，且大幅降低夜視訓練意外事故產生。

有關模型台及夜視鏡錄影帶拍攝、夜視鏡視效訓練模擬器之效益評估比較已在該章節說明，現就模型台之效益評估加以說明：

優勢：

- (1) 是夜視鏡教學理論與實際夜視鏡飛行訓練的橋樑。
- (2) 提供真實場景與環境改變，以展示夜視鏡影像的效果。
- (3) 加深教學區課程中夜視鏡之安全及有效性使用。
- (4) 提供飛行前任務提示，預防飛安事故產生。

- (5) 對於光線及陰影展現效果特別明顯。
- (6) 可針對指定目標物進行環場觀察，展示不同光源種類、強度及角度情況下目標物陰影及對比變化，對辨識所造成的影響。
- (7) 可提供充份的教學互動及討論的空間。

劣勢：

- (1) 由於空間限制，真實世界場景參數有限、不易增多。
- (2) 場景配置製作完成後，不易大幅變更設計。
- (3) 教學品質及效果取決於教官實力及經驗。

二、視效分系統效益分析（蔡麗秋）

雖然模擬組執行夜視力/鏡訓練機專案已有一段時日，但因夜視力/鏡訓練機對本組是一項新的技術、新的挑戰，整套訓練架構仍有許多設計問題有待釐清。因此，這次的受訓機會對夜視力/鏡訓練機專案而言非常重要！而事實上此次受訓成績斐然！主要在視效方面獲致的效益，包括：

1. 「視覺上」的教學訓練課程規劃：
此次受訓，教官對 NVG 視覺訓練提供許多寶貴意見及建議做法，再加上課堂資料及實作經驗，融合上述之所有資訊，我們在視覺訓練課程規劃有更清晰之輪廓。
2. NVG Video Tape 教學價值及拍攝注意事項：
品質良好的、規劃仔細的夜視鏡 Video 影像足夠可提供有效的視覺訓練，拍攝上要注意
 - (1) 選擇與教學訓練相同型式之 NVG 配合拍攝影像。
 - (2) 夜視鏡基本特性教學，採地面拍攝之鏡頭足夠說明。
 - (3) 地形、地貌、天候變化教學影帶之拍攝，則需經特別之規劃。
 - (4) 攝影師需時時注意移動攝影機之速度，要保持較慢固定的移動速度（正常下，我們轉動頭部的速度都太快，以致無法拍攝品質良好的影像）。
 - (5) 若需執行空中拍攝，則要有資深的 NVG 飛行經驗之飛行員配合，飛行員與攝影師需事先充分溝通，以確實了解彼此之任務。
3. 模型台場景設計：

(1) 透過本次訓練，我們了解到場景不但要配合當地的地形地貌，還要有計劃的展示夜視鏡影像特性，教官也一再強調模型台設計要點 -- 簡明、扼要、有效。

(2) 另外配合模型台場景設計，還可增加展示天候變化之裝置，以說明示範天候對場景能見度和夜視鏡之影響。

4. 實際日間及夜視鏡飛行:

實際飛行體驗，讓我們更了解夜視鏡的優勢與限制，並了解日、夜間飛行之差異和視覺上之不同，這對設計夜視鏡影像資料庫提供一個好的開始。

5. NVG simulation 的技術能量限制:

本次受訓，讓我們深深了解到，以現階段 NVG simulation 的技術能量所能達到之視覺訓練與我們預劃之效果有很大的落差。因 NVG simulation 無法複製真實世界之夜視鏡影像特性，而在夜視鏡訓練上，若教官要時時提醒學員目前展示的是模擬影像，所以與真實夜視鏡影像有段差距的，這對教官教學不但會造成相當大之困擾，也會讓學員無所適從，整個夜視鏡教學效果因而大打折扣。

6. 釐清藍綠光之迷思:

在受訓前，我們得到的資料和訊息，讓我們以為 -- 藍綠光是不影響夜視鏡之光，但透過此次 NTPS 的親身體驗，我們才恍然大悟，夜視鏡相容之光—除了要藍綠色外，還要是濾掉紅外線者（因為肉眼所看到之藍綠光還是含有不可見之光譜，其中近紅外線對夜視鏡影響最大）。

三、教學分系統效益分析（蒙國維）

模擬組在模擬機之設計與製造方面有多年的經驗與能量，曾先後完成經國號戰機雙球模擬器技術轉移、經國號戰機中隊級模擬器、經國號戰機座艙緊急程序訓練器與 F-5E 模擬器之設計與製造，並榮獲 ISO-9000 之國際品質認證。但是此次國軍岡山醫院所委製之「夜視力/夜視鏡訓練機」卻與本組以往所承製之各型模擬機並不相同，因為「夜視力/夜視鏡訓練機」並沒有一個主要的模擬機硬體，它比較是類似於一套教學系統包含著所需要之各項教學裝備，例如執行夜視力訓練所需之燈光系統、模型台與執行夜視鏡訓練所需之夜視鏡、飛行頭盔、模型台、視力圖表...等硬體；此外以往本組僅負責設計、製造模擬機之硬體，有關如何使用模擬機執行訓練通常是由各使用單位中之教官來執行，而對於「夜視力/夜視鏡訓練機」本組必須開發出執行「夜視力/夜視鏡訓練」所需之相關訓練教材，由於「夜視力/夜視鏡訓練」所涉及之技術包括基礎光學、光電科技、生理醫學.....等，這些技術本組以往從未涉獵亦無相關能量，因此如何開發出一套合適之「夜視力/夜視鏡訓練」教學方式與訓練教材，一直困擾著本組。

在第一週的訓練課程中對於夜視鏡之工作原理、夜視鏡各項組成元件、夜視鏡影像特性與相關之燈光效應評估、測試有了充分的了解，建立起夜視鏡技術之基本能量，而第二週訓練課程中授課教官則進一步針對執行夜視鏡訓練所應使用之各項教學做法做一綜合性研討外，我們並向授課教官請教目前美軍執行相關訓練之做法。相信經過此次的訓練後使本組定能如期如質完成「夜視力/夜視鏡訓練」教學方式與訓練教材之開發。

肆、國外工作日程表

本次差旅的期間為90年06月16日至07月01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
90.06.16	六	加州	洛杉磯	台北搭機啟程，赴美飛行途中。安排出差期間住宿及交通相關事宜。	
90.06.17	日	加州	莫哈維 (Mojave)	與N T P S人員討論課程事宜及課前準備	
90.06.18	一	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視生理及夜視鏡技術介紹	
90.06.19	二	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視鏡調校與操作訓練（一）	
90.06.20	三	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視鏡調校與操作訓練（二） 夜視燈光效應測試與評估訓練	
90.06.21	四	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視鏡座艙管理及緊急處理程序訓練	
90.06.22	五	加州	莫哈維 (Mojave)	目標物、地形辨識訓練 FLIR 技術介紹	
90.06.23	六	加州	莫哈維 (Mojave)	資料整理	
90.06.24	日	加州	莫哈維 (Mojave)	資料整理	

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
90.06.25	一	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視飛行與飛安問題研討	
90.06.26	二	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視鏡飛行訓練 (一)	
90.06.27	三	加州	莫哈維 (Mojave)	夜視鏡飛行訓練 (二)	
90.06.28	四	加州	莫哈維 (Mojave)	飛行任務歸詢及結果評估	
90.06.29	五	加州	洛杉磯 莫哈維	課程總結及問題研討	
90.06.30	六	加州	洛杉磯	搭機返國	
90.07.01	日			返國飛行途中	

伍、 社交活動

此次出國的主要目的是學習夜視訓練系統的特性、構造、訓練流程及教材內容，美國國際試飛員學校（National Test Pilot School - NTPS）所安排的兩週夜視鏡訓練課程，主要內容可分為：（1）夜視鏡介紹與實際操作訓練（2）飛機燈光系統為配合夜視鏡飛行的修改技術與評估（3）夜視鏡影像的辨別技巧（4）夜視鏡訓練教學做法說明，為了配合上述夜視鏡訓練教學，基本上上課時間為中午 12:00 至晚上 12:00，當然也會依課程特性彈性調整，上課時間會作此安排的主要原因是夜視鏡飛行與夜視鏡飛機燈光系統教學都必須在晚上進行，通常夜視鏡訓練課程是在冬季開課，此次特別配合我方需求增加夏季課程，因此相關作業都有所調整。出國受訓人員為因應時差與上課時間的調整，可說是相當辛苦，又為了充分吸收與瞭解上課內容，除了睡覺時間外，幾乎都在複習或預習上課內容，三餐時間也不固定，有時下課後才吃晚餐，有時早午餐一起吃，幸好住宿的汽車旅館附近有 24 小時營業的速食店，可以解決吃的問題。

此次出國的社交活動相當有限，大概可分為以下幾項：
（1）與授課老師互動十分良好，得到授課老師相當讚賞，可說他教過學生中，屬於最用功的等級（2）準備小禮物致贈美國國際試飛員學校的相關人員，感謝在上課行政上的支援（3）與第一周共同上課的兩位瑞典航空公司人員，保持良好的同學友誼。

陸、 建議事項

一、 硬體分系統建議事項（唐中興）

1. 夜視訓練是陸海空三軍未來發展必然的趨勢，夜視鏡研發品質日益成熟（第三代光電管），隨著夜視鏡的適應性及操作熟悉度，夜視鏡訓練將是未來夜視訓練主流，而夜視力訓練將日趨式微。
2. 夜視訓練在視覺的感受及效果非常強烈，所以在訓練環境設計考量及教官教學表達方式，需特別留意光線及陰影等因素對眼睛影像所造成的影響。
3. 教學效果的良窳，除了訓練教材、環境要求及硬體裝備外，取決於教學流程的合理性(學理說明、夜視鏡錄影帶播放、夜視鏡調整操作、模型台展示及儀表光效應系統展示等)。
4. 廠房設施配置需做全盤性考量，舉凡學員數量與教室空間的關係、夜視訓練效果與教室裝潢(無 IR 反射及密光性處理)、燈具配置的關係、燈光控制安全設計、模型台安全維護、夜視鏡調整區中對比解析圖與觀察線距離及儀表光效應系統之儀表光視線角度等均有極大影響。
5. 夜視鏡視效訓練模擬器在光暈及陰影效果模擬技數尚未成熟，且在低空飛行情況下，視效場景容量需求劇增，即時模擬效果展示是急待突破課題；另夜視鏡錄影帶內容雖可提供學員教學體驗，但需配合飛行員飛行經驗及任務，且僅能依據攝影角度進行說明；而模型台場景配置雖受限於模型台使用空間，但真實世界之逼真感均可展現，且可針對指定目標物進行環場觀察，展示不同光源種類、強度及角度情況下目標物陰影及對比變化，對辨識所造成的影響，最重要的，模型台訓練可提供充份的教學互動及討論的空間。

6. 夜視鏡訓練將是未來夜視訓練的主流，所以世界各種訓練用夜視鏡功能及特性需儘早掌握及蒐集資訊，而定翼機及旋翼機為了配合夜視鏡訓練，未來座艙儀表勢必設計修改為夜視鏡相容光源。
7. 為了因應將來夜視鏡訓練需求，應及早開發模型台設計及自製、夜視鏡相容光源儀表設計與製作、夜視鏡錄影帶拍攝教材建立及夜視鏡視效訓練模擬器夜間視效技術精進。

二、視效分系統建議事項（蔡麗秋）

1. 客戶參與教育訓練有助於雙方溝通：
本次 NTPS 訓練，客戶岡院亦有兩位同仁參與，雙方有相同之體驗，且在訓練期間，雙方時常就上課訓練主題交換意見心得，尤其在夜視鏡“視覺”之訓練也有共同之認知，這對後續之工程進行有相當之助益。因此建議未來教育訓練應多邀請客戶參與，讓雙方可共同成長，順利完成工作。
2. 座艙內外燈光系統修改、評估、測試：
夜視鏡在夜間具有相當的優勢，相信不久的將來夜視鏡一定會成為夜間飛行之重要輔助裝備，但目前國內許多既有之飛機座艙燈光系統與夜視鏡特性並不相容，這對執行夜視鏡飛行任務是有其危險性，因而飛機座艙燈光系統勢必需配合修改。所以本組現階段可藉由夜視力 / 鏡專案設計一儀表相容燈光系統，一方面做為該案教學訓練用，另一方面可儲備本身能量，以為將來開拓新業務。
3. 夜視鏡視覺教學訓練：
夜視鏡視覺可藉由 video、terrain board、simulation、flight 等方式來傳達，每一方式各有其訓練效果，然若考慮 NVG 基本訓練目的和效益，建議夜視鏡“視覺”訓練採下列方式搭配：
 - (1)以實際拍攝之夜視鏡 video 影像於教室中搭配 NVG 教材說明夜視鏡之特性及其影像效果，建立學員基本觀念。
 - (2)於 terrain board 示範中，由學員實際配戴夜視鏡，實際體驗月光和星光對地表材質反射、對比、陰影等變化及地面燈光之影響，驗證教室上課內容。
4. 夜視鏡視效模擬未來發展方向：
 - (1)由於模擬只能將真實世界景物最合理有限度的展

示，並無法完全複製實景，因此夜視鏡模擬最好用於全系統整合操作訓練上，而非夜視鏡基本原理特性訓練上。

(2) 夜視鏡模擬目前有兩種基本做法 -- Stimulated 和 Simulated，本組未來在夜視鏡視效模擬以 Simulated 方式為宜，此方式為直接將視效資料庫設計為夜視鏡所見之影像，我們可將夜視鏡影像之重要特性加以分類歸納後，合理的“模擬”出夜視鏡影像特性(Gain, Halo, Reflective...)

5. 增置夜視(NVG/FLIR)影像拍攝裝備：

目前夜視裝置無論對飛機、直昇機、戰車等是不可或缺之行頭，同樣地，模擬器的設計也不容忽視夜視裝置的存在，本組未來可能籌建具夜視功能之模擬器，視效資料庫製作需要真實夜視影像作為貼圖和參考用，因此建議添購夜視(NVG/FLIR)影像拍攝裝備，以實際拍攝夜視影像。

三、教學分系統建議事項（蒙國維）

「學科訓練」之教學方式：

本組在設計「學科訓練」之教學方式將會同時設計手動教學（教官授課）與自動語音播放教學兩種方式。不過基於教學效果之考量應強烈建議岡山醫院執行「學科訓練」時應以教官授課之方式為主，尤其是在訓練新近飛行員時，我們必須讓飛行員於初學者階段就建立起對夜視鏡正確的認識以及正確操作夜視鏡行為模式的建立，以教官授課的互動教學方式絕對比以自動語音播放教學之單向教學方式所得到之教學效果要高；若是資深飛行員進行複訓時則可考量使用自動語音播放教學。

四、專案經理建議事項（李文卿）

1. 目前美國夜視鏡與夜視力訓練比重約為 8:2 至 9:1 之間，因此隨著夜視鏡的大量使用，未來訓練將以夜視鏡訓練為主。當然，目前我國尚未取得足夠的夜視鏡供三軍使用，所以現階段的作法將配合我國國情，同時實施夜視鏡與夜視力教育訓練。

英美兩國實施夜視鏡地面訓練與飛行訓練之作法，大致概分為如下幾個階段：

英國（以前）：

綜合教學區 夜視鏡調整區 座艙 飛行

英國（現在）：

綜合教學區 夜視鏡調整區 模型台 座艙 飛行

美國：

綜合教學區 夜視鏡調整區 模型台 座艙 飛行

航訓部：

綜合教學區 夜視鏡調整區 座艙 飛行

未來趨勢：

綜合教學區 夜視鏡調整區 模擬器 座艙 飛行

參考英美夜視鏡飛行作法，建議規劃我國的夜視訓練系統如下：綜合教學區 夜視鏡調整區 儀表光效應模型台。綜合教學區主要提供學科訓練，並以夜視鏡攝影機拍攝的真實影像提供教學；夜視鏡調整區主要提供夜視鏡調整的教學；儀表光效應系統主要提供座艙燈光與夜視鏡是否相容的教學；模型台主要提供模擬飛行教學。

2. 理論上，夜視訓練系統必須掌握的關鍵技術有：

- 夜視鏡組成、運作、功能、顯像、限制等相關技術

- 夜視鏡飛行前配戴、調整、聚焦等使用知識
- 夜視鏡飛行中效能、錯覺、掃描等使用技巧
- 夜視鏡相容飛機燈光系統的修改技術
- 夜視鏡訓練模擬器（模型台）的設計技術
- 眼睛結構、組織、生理機能等醫學知識
- 夜間視力、夜間背景的基本知識

建議中科院相關的專業組能從事夜視訓練系統與其專業有關聯的技術研究，掌握關鍵技術方能增加國力，不受限於外人。

3. 模擬組因應夜視訓練系統的發展方向：

全世界的夜視鏡製造廠商主要以美國 ITT 公司與 Litton 公司為主，因為夜視鏡製造技術的門檻太高，因此不建議本組涉入夜視鏡製造。模擬組的最大能量就是模擬器的設計、製造與維修，因此夜視鏡訓練模擬器應是本組未來發展的重點。因為模型台所要表達的教學目的就是模擬實際夜視鏡飛行情況，所以掌握場景、燈光配置，明白教學目的，將來可應用在夜視鏡訓練模擬器視效資料庫的構建上，在夜視鏡訓練模擬器未達實用階段，當然是以模型台來教學，但在可預見的未來，隨著科技的進步，夜視鏡訓練模擬器勢必取代模型台的教學功能。飛機座艙內外燈光系統修改的技術也是本組可以發展的方向，因為不相容飛機燈光系統是不適合夜視鏡飛行，為了飛航安全，飛機燈光系統一定要改為與夜視鏡相容的燈光。

附件：課程目錄與摘要

Night Vision Imaging System (NVIS) Evaluation Techniques

Basic Course

June 18-22, 2001

National Test Pilot School

1030 Flight Line

Mojave, CA 93502

1. Introduction to basic course

2. Night Vision Goggle Technology

Purpose: provide background information on the technical aspects of nvg design and function that will prepare the student for performing appropriate testing.

Outline: (1) historical overview (2) image intensification overview (3) image intensification process (4) image characteristics (5) system design considerations (6) compatibility with other systems

3. NVG PREFLIGHT PROCEDURES

Outline: (1) introduction (2) cautions (3) an/avs-9 components (4) preflight procedures (5) aircraft/airborne procedures (6) summary

4. NVIS Lighting Specifications

Introduction: in the early 1980's us government procurement documents began to impose NVG (NVIS) compatible lighting, green lighting would have to be used and approval was sought from the Surgeon General, with this information companies began to design and manufacture lighting using their own criteria, the systems were tested in the lab and field with findings showing some systems good and some bad, as a result, a NVIS compatible requirements document was devised to ensure devices from different manufacturers provided the same degree of compatibility

5. NVIS Lighting Methods: Interior

Introduction: NVIS lighting necessary for NVG compatibility, factory installed or modified post production, requirements should include interior and exterior lighting

6. NVIS COMPATIBLE EXTERNAL LIGHTING

Introduction: describe NVIS compatible and tactical external lighting systems

7. Requirements & Test Criteria

Outline: (1) strategy-to-task (STT)(2) requirements process (3) test concept
(4) test plan development

8. NVIS Evaluation Overview

Introduction: nvis consists of several components: NVG、 aircraft、 NVIS lighting、 transparencies、 crew station ergonomics、 crew member, evaluation must take all into consideration

9. NVG Flight Mishaps

Introduction: the purpose of the presentation is to provide lessons learned from fighter/attack Class A NVG-related mishaps.

10. Night Vision Goggle Technology Update

11. Introduction to Electro Optics IR Systems

Aims: qualitative introduction to IR systems, lead-in to SI Lecture

Objectives: discussion of Electro Optic theory, EO spectrum – IR, atmospheric transmittance, detectors, modifiers, discussion of IR systems

12. NVG/FLIR Sensor Integration

Introduction: improve overall EO mission effectiveness, optimize use of individual sensors

Planning Guidelines for Conducting NVG Ground Training

June 25-29, 2001

National Test Pilot School

1030 Flight Line

Mojave, CA 93502

1. Introduction

Purpose: provide best training possible given time and money constraints

2. NVG Ground Training Facility Considerations

Design Considerations:

Number of students, Accessibility, Lighting controls, Security

3. Academic Considerations

General Guidelines:

Academics should accomplish the following: support customer's operational missions, integrate with flight training, be informative and not directive in nature.

All students should get the same course regardless of position in aircraft.

Video should be integrated with lesson topics

4. Hands On Training Considerations

General Guidelines:

Usually best to teach NVG components and describe adjustment procedures in classroom prior to instruction in eye lane

Eye lane should be dark

Twenty-five foot length provides for good training

Walls should be uncluttered

Best to keep number of students in eye lane to a minimum

5. Terrain Board Training Considerations

General Guidelines:

Terrain board design should allow following training points:

NVG gain changes, Effects of illumination on image quality, Comparison of terrain contrasts under various illumination conditions, Lunar azimuth considerations

Shadowing, Cultural lighting effects, Albedo differences

Terrain board design should include following in addition to a terrain model:

Lighting system representing various lunar azimuths, Illumination control ranging from full moon to zero illumination, Work station that is simple and easy to find/use in the dark

Terrain model design should include following considerations:

Terrain based on area in which user operates, Incorporation of lights in the design should be minimized

Placement of terrain board in the room dependent on:

Size of room, Design of terrain model, Number of students, Access to controls

Room design should include following:

Walls and ceiling painted dark non-IR reflective color, Floor carpeted or painted with dark non-IR reflective color, Overhead lights covered with non-reflective material, Wall switch for overhead lights protected from inadvertent activation, Ceiling should be high enough to allow for terrain board lighting system

Other considerations:

Table needed for placement of NVGs, helmets, etc., Access to the room should be controlled by locked doors, etc.

6. Night Vision Goggle Training Technologies and Situational Awareness

Purposes:

Provide insight as to the need for using various training technologies when conducting NVG introductory instruction.

Describe the pros and cons of the training technologies currently used.

Recommend where introductory training may be improved.

7. Simulation Considerations

Guidelines:

Providing an inaccurate simulated NVG image to students offers no useful training and may result in negative training

Providing NVG simulated imagery in a classroom environment will not be as effective as providing good video

Providing imagery for students to view limits flow of instruction and increases expenses

Placing a cockpit simulator in the NVG training facility will be costly and is beyond the scope of the tasking

Use of simulated NVG imagery and/or video may be appropriate for integration with computer based training

Courseware content should be consistent with that used in operational simulator and flight training

8. NVG Course Management Considerations

General Guidelines:

Identify someone as single point of contact (POC) for managing training facility and courseware

POC assigned should be available for long period of time

Develop management plan and standard operating procedures (SOP)