

出國報告（出國類別：實習）

第 21 屆國際核能保安訓練報告

服務機關：台灣電力公司龍門核能發電廠

姓名職稱：邱鴻杰 核技課長

派赴國家：美國

出國期間：98 年 04 月 18 日至 98 年 05 月 10 日

報告日期：98 年 06 月 26 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第 21 屆國際核能保安訓練報告

頁數 20 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

邱鴻杰/台灣電力公司/龍門核能發電廠/核技課長/02-24903550 分機 4020

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：2009-04-18 至 2009-05-10 出國地區：美國

報告日期：2009-06-26

分類號/目

關鍵詞：核子保安、實體防護系統

內容摘要：(二百至三百字)

本次出國目的係參加由國際原子能總署主辦，由美國聖迪亞國家實驗室承辦之第 21 屆國際核物料及核設施實體防護國際訓練課程，透過系統化的保安訓練課程講授，學習核子保安系統設計與評估方法，藉以提升本公司核能電廠在核物料與核設施之實體防護與保安防衛能力，以保護核設施與核物料，防止失竊或遭暴力破壞，而造成公眾及環境危害。

是項訓練課程之內容，主要為核子保安實體防護系統之建構。其建構過程分為三個步驟，首先是確定防護目標與欲防禦之威脅，並訂定可接受風險值，作為特定設施實體防護系統設計及評估之基礎；其次是考量核子保安系統三大功能：偵測、延遲與應變，並考量深度防禦與平衡配置之策略要求，設計與建立實體防護系統，避免形成保安弱點；最後則是利用不同功能之分析工具，評估核子保安系統之效能，確認符合可接受風險值為止，務求分析結果接近實況。如評估結果不能滿足界定之實體防護系統需求，則應重新規劃、設計實體防護系統。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

一、 目的	1
二、 過程	1
(一)行程介紹	1
(二)主辦單位簡介	2
(三)課程簡介	2
(四)研習方式	4
(五)研習內容	5
三、 心得	12
四、 建議事項	13
圖 1 ITC-21 團體照	15
圖 2 ITC-21 第一週課程安排	15
圖 3 ITC-21 第二週課程安排	16
圖 4 ITC-21 第三週課程安排	16
圖 5 實體防護系統設計評估流程圖	17
圖 6 單一/多重路徑分析程式操作介面	17
圖 7 救平機率程式操作介面	18
表 1 訓練課程單元與講員	19
表 2 專題演講主題與講員	20

一、目的

本次任務係赴美國參加聖迪亞國家實驗室(Sandia National Laboratory, SNL)舉辦之第 21 屆國際核物料及核設施實體防護國際訓練課程(The 21th International Training Course, Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, 簡稱 ITC-21), 俾瞭解先進國家執行核物料及核設施實體防護工作之設計、評估等方式, 以及改進實體防護系統之程序。

本項國際核子保安訓練課程係由國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)主辦, 由美國聖迪亞國家實驗室承辦。參訓學員由美國國務院(Department of State, DOS)、能源部(Department of Energy, DOE)出函邀請, 希望藉由訓練課程讓世界各國選派的學員能夠學習並切磋實體防護系統(Physical Protection System, PPS)的建構與評估方法, 並實際應用, 以強化國際間對核子保安之重視與能力之提升。

雖然發生於美國之 911 恐怖攻擊事件至今已超過七年, 但目前國際局勢仍然動盪, 恐怖攻擊行動亦未曾停歇, 過去一向不認為會成為被攻擊目標之核設施或核物料, 可能成為恐怖攻擊的目標之一的威脅與日劇增。為因應防範此一威脅, 核能保安法規與反恐機制之強化益加受到重視, 核電廠保安反恐亦已成為全球反恐怖主義之防禦重點, 以避免核設施或核物料之保安反恐作業出現疏漏。

本公司核電廠為國家重大經建設施, 亦經列為保安反恐之要項, 本公司核能營運部門保安業務人員實有必要接受此項專業訓練。目前本公司在反恐實體保安系統法規更新審查與核物料保安方面尚有諸多可加強之處, 派員參訓可充實保安人員之保安專業素養、提升本公司保安業務績效、掌握國際保安反恐發展趨勢、建立與國際保安反恐機制聯繫之管道並展現我國支持國際反恐之決心, 對於本公司在汲取此方面的經驗與保安系統的實務上, 助益良多。

二、過程

(一)行程介紹

本次奉派出國接受核能保安訓練, 按主辦單位之課程設計, 實際授課期間為 3 週, 往返行程另計 3 天。詳細行程如下:

起迄日期	行程內容	備註
98-04-18 ~ 98-04-18	往程(台北 - 洛杉磯 - 阿布奎基)	
98-04-19 ~ 98-04-19	辦理報到手續	
98-04-20 ~ 98-05-08	核能保安訓練課程	
98-05-09 ~ 98-05-10	返程(阿布奎基 - 洛杉磯 - 台北)	

(二)主辦單位簡介

本訓練課程之主辦單位—聖迪亞國家實驗室原屬美國 Los Alamos National Laboratory 的一個部門(稱做 Z Division)，因美國發展核子武器之曼哈頓計畫而成立。由於原主要任務是從事美國軍械武器的設計、測試、與組裝，因此就搬到阿布奎基機場附近的空軍基地(Kirtland Air Force Base)內。1948 年成立為獨立實驗室，更名為 Sandia Laboratory，自 1956 年起開始進行核子武器相關研究工作，直到 1979 年正式升格為國家實驗室，直接隸屬美國能源部管轄。美國能源部在 1993 年將該實驗室的經營管理權發包予 Lockheed Martin 公司，從此該實驗室就成了公有民營的機構。

聖迪亞國家實驗室目前參與美國國防部(Department of Defense, DOD)與美國國土安全部(Department of Homeland Security)等有關美國國家安全的研究與開發專案，因此開發出許多有關安全的專業技術，如全天候偵測雷達、爆炸物與化學品偵測設備、遙控情報蒐集技術、水壩與電力設施保安技術、恐怖炸彈的拆除技術等，在這些基礎上確立該實驗室在保安方面的領導地位，此外並提供美國或其他國家之核設施或其他特殊機構之實體防護評鑑與改善諮詢等服務。該實驗室不僅擁有大面積之入侵偵測實驗與測試場地，以供實驗與新開發產品的測試外；同時亦擁有龐大的應變打擊武力(Response Force)攻堅或武器測試場，有時也用來訓練各國安全人員或相關同業人員，以提升各國防恐與反恐能力。

(三)課程簡介

自從美國在 1978 年簽署禁止核武擴散公約(Nuclear Non-Proliferation Treaty)後，美國即承諾國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA，以下稱總署)，將協助總署辦理有關核子保安之相關訓練，以提升並強化國際間核子保安意識與作法。此一承諾由美國能源部負責執行，並委由所屬聖迪亞國家實驗室辦理國際訓練，邀請國際原子能總署會員國派員參加，以使各會員國重視實體防護課題，提升會員國執行實體防護之能力，以保護核設施及核物料，預防核設施遭非法暴力破壞，並防範核物料失竊或非法持有、使用，造成放射性物質外洩，危害公眾，污染環境。

本項國際訓練課程於美國聖迪亞國家實驗室所在地新墨西哥州阿布奎基市(Albuquerque, New Mexico)舉辦。自 1978 年開辦該項國際訓練課程以來，迄今辦理第 21 次，總計 60 餘國曾派員參加，訓練人數已超過 600 人。本項訓練課程內容除依保安實務現況逐年更新外，亦參考納入歷屆學員之課程回饋意見。由於相關訓練經費係由國際原子能總署贊助，原依總署規章僅能由國際原子能總署會員國參與，但鑑於防止恐怖攻擊已是世界各國首要保安問題，總署亦同意非會員國得以觀察員(Observer)名義參加該課程。我國非屬正式會員國，受限於政治現實，歷年來皆只能透過美國國務院與能源部之邀請，以觀察員身份出席。以觀察員名義參加者，於相關正式文件均不能註明國籍，亦不稱為學員(Student)，會場亦不顯示我國國旗與國名。除此之外，在課堂與生活上並無其他差別待遇，課程結束後亦比照學員，發給受訓證書。

本次參訓學員來自各方，包括：我國、阿根廷、澳洲、孟加拉共和國、白俄羅斯、比利時、巴西、加拿大、捷克共和國、埃及、芬蘭、法國、德國、迦納、匈牙利、印度、印尼、義大利、牙買加、韓國、立陶宛、馬來西亞、墨西哥、荷蘭、波蘭、羅馬尼亞、俄羅斯聯邦、塞爾維亞、斯洛伐克、斯洛維尼亞共和國、西班牙、瑞典、瑞士、泰國、土耳其、烏克蘭、烏茲別克斯坦等 37 個國家、42 名成員。此次訓練課程有關人員，包括主辦單位、講員、學員等之團體照詳圖 1。

實體防護系統訓練課程全程為時 3 週，課程安排詳圖 2 至圖 4，依系統設計實務流程的邏輯與程序做整體性的介紹，此流程稱為 Design and Evaluation Process Outline (DEPO)，詳圖 5。課程主體可分為三大部分：

1. Define PPS Requirements – 界定實體防護系統的防禦目標與威脅基準、定義法規要求與風險管理準則等。其根本目的在於防止核物料的偷竊(Theft)與破壞(Sabotage)。而從這兩個目的所衍生出來的法規與標準包括設計基準威脅(Design Basis Threat)、10CFR72、10CFR73，以及相關之 NUREG 與法規指引(Regulatory Guides)等。實作項目為確定防護目標與預期威脅並訂定可接受風險值，研擬設計基準威脅，作為保安系統設計與評估之基準
2. Design PPS – 除依前項系統需求目的與威脅基準，進行實體防護系統設計外，另需考量很難掌握偷竊與破壞的時機、狀況、及路徑等之現實因素，以及深度防禦與平衡策略，並按系統三大功能 – 偵測、延遲與應變 – 逐一檢討與強化。而且除了硬體設計外，有關保安設施間之整合介面另需靠行政管理(如執行情序書等)、演練與不斷的訓練，來提升保安系統的效能，並補齊硬體所無法涵蓋的部分。實務上可能之作為項目包括入侵偵測、警報評估及通報、門禁管制、違禁品管制、遲滯入侵者行動，增加應變時間等。
3. Evaluate PPS – 針對完成之 PPS 設計加以評估，找出系統弱點並量化系統效能，若系統效能無法達成設計目標，須就系統弱點重新修正設計；若系統效能可達成設計目標，那就以系統弱點進行演練與訓練以發揮系統效能到極致。評估方式除使用電腦分析工具外，亦可利用沙盤推演或實兵驗證等方式，搜尋系統弱點並改良，且評估過程需納入情境分析、內部破壞份子分析等，以使分析結果更符實際。

(四)研習方式

本課程研習方式以課堂講授、分組演練(Subgroup Exercises)為主，並輔以設備測試演練等方式進行，整個訓練行程非常緊湊，每個主題課程結束後隨即展開分組演練。主辦單位將 42 位學員分為 7 組，每組 6 名學員，其分組原則為：

1. 同組組員皆使用不同母語，以避免私下使用母語交談，而減少英語學習機會。
2. 每組平均分配「英語為母語」、「語系與英語相近」及「語系與英語不同」之國籍組員，以達互相輔助學習的效果。
3. 專業平均分配，如組員儘量混合有核子工程師、管制視察員、學術研究、軍警等各種不同專長的成員，能在分組討論時提供不同觀點之意見。

各單元課程均由從事該項主題研究與實務有數十年經驗之專家學者擔任講員。多數單元於課堂講授後，都安排適當的分組討論與演練時間。主辦單位選派專家擔任分組指導員(Subgroup Instructor)，指導員於分組演練前，先行複習課堂講授重點，加深學員對課程內容之印象，然後進行教材習題演練與問題解決，並指導掌控討論進行，要求學員按時完成作業。分組演練進行時，課程講員、主辦單位主管及專家亦分別前往分組演練地點，瞭解演練情形，並作適切指導。

分組演練所使用之教材另成一冊，虛擬一個中歐小國，在該國某一研究機構中，有兩個核設施，一為典型之水池式反應器，一為脈衝型中子反應器，各建有獨立之實體防護系統。有關兩座設施之規模、尺寸、設備、數量、人員、組織與日常運作型態均於演練教材中給定，並輔以 3D 電腦立體模型畫面，幫助學員在短時間內能深入瞭解這兩座設施。每次分組演練之習題即是針對單元課程主題，就虛擬水池式反應器設施進行探討與演練，使學員有類似實體操作的概念。最後一週的週三及週四兩天則由每一分組運用所學及工具，殫精竭慮，評估並量化脈衝型中子反應器設施的實體防護架構之效能，並提供補強措施，並於最後一天的課程內進行簡報說明，學員均稱之為「期末考」。

主辦單位對於分組指導員的挑選與訓練十分用心，其專長或工作必須與核子保安相關，選出後先接受此項課程講師級之密集訓練，於本項訓練課程結束後還要進行檢討。此外，主辦單位在每天課程開始之前，會利用 15 分鐘濃縮摘要複習前一天所有課程內容。由於掌握並擷取重點須有相當之功力，這項工作通常由常駐且最資深的講員負責。在每天課程結束前，則會利用 15 分鐘，進行全天課程內容的不記名小考，目的在讓學員思考咀嚼當天的課程重點，答案則在第二天公布，供學員參考。

(五)研習內容

本項訓練課程依實體防護系統建構與評估等實務流程，所開發出之課程單元共計 25 個講授單元、18 個分組演練、9 個專題演講，與設備測試演練等。

1. 課堂講授

以下將就構成了整個訓練課程之 25 個講授單元依序摘要敘述，而這些單元亦構成了實體防護系統建構與評估的實質內容。授課講員與課表列於表 1。

(1)國際訓練課程的介紹(Introduction to ITC)

主辦單位對於課程與演練內容與預期目標的整體介紹，此外還包括 ITC 沿革、生活環境、課外活動、應配合事項與急難救助等相關資訊之介紹。

(2)實體防護系統的設計與評估流程簡介(Introduction to DEPO)

對訓練課程的整體簡介，也就是對 DEPO 的整體概述。

(3)防護目標的確立與核設施的特性(Target Identification and Facility Characterization)

防護目標包括核設施重要組件與核物料，目標物之確立乃為使防護系統確實發生效能、且不致失焦。核物料分類防護標準為 IAEA INFCIRC/225 「核子物料與核設施之實體保護」第五章之「核物料分類表」(Categorization of Nuclear Material)。

核設施之特性除界定包括廠界位置、防禦標的地點、建物內部樓地板平面圖及出入通道等相關特性資料，亦應確認現有保安設施布置、與核設施運轉間之關聯及介面、警衛布署、警衛應變與接戰程序等。

(4)虛擬設施簡介(Introduction to Hypothetical Facility)

就主題單元分組演練所設計之虛擬設施做介紹，並輔以 3D 立體畫面，加深學員對虛擬設施之認識，以使學員在分組演練中能明確認知研討對象。

(5)威脅的定義(Threat Definition)

核物料與核設施之破壞(Sabotage)與核物料之偷竊(Theft)是實體防護系統對抗的二十大威脅，設計者必須以假想之可能最大威脅來作為系統設計之基準，此一威脅定義為設計基準威脅(Design Basis Threat, DBT)。依國際原子能總署所訂定「核物料與核設施之實體保護」(INFCIRC/225)之要求，各國須開發一個設計基準威脅，而核設施與核物料等須置於一個具有抵禦該威脅之能力的實體防護系統所保護的場所。建立 DBT 之困難度，在於是否可靠(credible)，如果 DBT 不可靠，則依此設置之實體防護系統可能會功能太強或不足，功能太強是一種資源浪費，功能不足則增加可能之風險。

(6)風險管理與管制要求(Risk Management and Regulatory Requirements)

介紹以機率量化風險的觀念，並討論管制法規之要求。

(7) 實體防護系統設計簡介(Introduction to Design of PPS)

對於實體防護系統設計與其子單元課程的整體概述。有效的實體防護系統設計，應包括偵測、延遲與應變等三大功能。此外，適當安裝、維護及操作更是不可或缺之條件。

(8) 入侵偵測(Intrusion Detection)

須能及早準確探知入侵者之隱蔽或公開行爲，並具備自我診斷功能，以在異常狀況下，探測器均能正常發出警報信號。在偵測器的選用上，必須考量偵測率(Probability of Detection)、誤動作與誤警報率(Nuisance and False Alarm Rates)與失效弱點(Vulnerability to Defeat)。入侵偵測器種類繁多，依其工作原理可分爲拉力式、紅外線、微波、電場式、光纖與影像移動式(Video Motion Detectors)等。依使用方式可分爲主動式或被動式、隱藏式或外顯式、線偵式或體偵式、埋地型、圍籬型或立柱型等。選用時須考量整體 PPS 的平衡設置理念與配合現場地理條件，以免形成防護弱點。

(9) 門禁管制(Entry Control)

門禁管制及進出人員的查核措施，亦屬偵測系統主要功能之一。一方面允許經確認身份無誤之人員進入設施，另一方面則監控並排除未經授權而企圖闖入防護區域的人員或物料。目前較被廣泛使用的系統包括鎖鑰、識別證、指紋掃描機、手掌掃描機、視網膜掃描器及語音辨識系統等，當然如人力驗證、崗哨等亦具有偵測功能。

(10) 違禁品偵測(Contraband Detection)

管制人員隨身物品、行李、車輛是否攜帶違禁品進出特定區域。對於金屬、違禁藥品、爆裂物、放射性物質之偵測設備、偵測性能介紹，應配合門禁管制措施設計物品進出管制系統，如 X 光掃描、金屬探測門、輻射偵測柵欄與爆裂物粉末偵測等。

(11) 警報評估(Alarm Assessment)

當人員接收警報資訊之同時，應即進行評估判斷警報是否正確、是否爲雜訊或異物(如動物或天候影響)誤觸，如警報無評估判斷內容，形同沒有偵測。警報評估最主要係透過影像系統的使用與確認，例如閉路電視系統(Closed Circuit

Television，簡稱 CCTV)。而評估時效必須快速、正確，對實體防護系統效能之提升才有實效。

(12)警報通訊與顯示(Alarm Communication and Display, AC&D)

偵測器和信號評估輔助系統獲得之資料應可相互傳遞。各項警報須透過可靠的通訊系統快速反應，除可立即通知相關人員外，並需以適當的方式顯示，其間應考慮通訊系統之保密及不易被破壞，顯示方式也應考量人因工程，使相關人員更易瞭解全盤狀況，或注意到有狀況發生應立即處理。

(13)入侵行動遲滯(Access Delay)

對入侵者之可能進出通路應設法阻滯其行動力。實體防護系統的主要目標，乃在即早偵知與及時應變，主要作為即在確認具有充足之應變人力可及時到達現場並阻止入侵者進行其不法目的。而阻障(Barrier)之設置即在探知入侵位置後，沿入侵者之可能選擇途徑，預先或臨時設置障礙物，以遲延入侵者遂行其惡意行為，並提供應變人力抵達現場並展開行動所需之時間。一般常用之典型阻障系統有二：一為「結構阻障」(Structural Barrier)，指實體之防護設施，如圍牆、廠房牆壁、管制門窗、屋頂、樓地板等；二為「調劑材料阻障(Dispensable Barrier)，諸如運用煙霧、泡沫、黏結劑等方式延緩敵人行進，通常此類材料之阻障效果頗高，但必須嚴謹考量其使用時機，以免對設施運轉造成不良影響。

(14)應變武力(Response Force)

應變武力非指一般警衛(Guard)，而是指具有強大武力、採小組編組(五至七人左右)、不執行一般警衛勤務的特種戰鬥編組人員。應變武力需有計劃、人員、武力配置、交通、通訊等能力，並經常演練，以期有效阻斷入侵者之行動。在核設施中，對於各項危及實體安全防護事件之應變計畫，主要分成下列四部分：緊急應變規劃整備、通訊、阻斷、救平歹徒惡意行動。至於應變武力部隊反應時間則需確實評估，以確認能否於不法活動進行中即有足夠能力加以制止。

(15)偵測效能數據與測試(Performance Data and Testing)

執行實體防護系統各項組件、子系統其或全系統之操作測試、性能測試、極限測試、整體測試，以蒐集資料、評估系統之偵測能力、可信賴度。所得之效能數據，須回饋至整體系統效能評估應用，以確認評估結果符合實際。

(16) 實體防護系統評估簡介(Introduction to Evaluation of PPS)

對於實體防護系統評估與各子單元課程的整體概述。系統評估依據實體防護系統三大功能(偵測、遲滯和應變)進行量化評估分析。大部分之分析模式均在可能目標與侵入者入侵路線確認清楚以後，輸入相關資料進入該模式中予以分析。雖然模式簡易，但是計算程序複雜，有賴電腦程式之輔助。

實體防護系統評估需要具備各方面專長的知識與經驗，因此通常涵蓋不同專長領域之人力組成評估團隊合作進行。從組隊到任務完成應進行之步驟及應產生之文件，頗類似專案管理，可有效率地確實完成系統評估工作。

(17) 入侵序列圖(Adversary Sequence Diagram)

介紹將實體防護系統之配置轉化成入侵序列圖之製作原則、流程與製作技巧，以及入侵序列圖在分析應用上之重要性。

(18) 單一路徑分析(Single Path Analysis)

「單一路徑」分析模式為一種簡化的數學分析程式，只須輸入每一入侵活動路徑上之防護組件之偵測成功機率與可能之遲滯時間，即可評估在單一侵入途徑上可以成功阻斷侵入者之機率。只選擇一條侵入者最有可能進行滲透破壞的路線分析，由結果觀察這條路徑之弱點所在，並調節輸入參數值，作靈敏度分析。模式雖然簡單，但是包含不準度(uncertainty)的考量，其分析結果有相當之實用價值。

單一路徑分析模式使用採高斯分佈機率模式之電腦程式輔助計算，主辦單位在課程中係提供僅專為訓練課程編寫之簡易分析程式，名為 VEASI，是一個微軟 Excel 巨集程式，正如其名，易學易用。操作畫面如圖 6。

(19) 多路徑分析(Multipath Analysis)

「多路徑」分析模式為依據入侵序列圖計算保安系統中之最脆弱路徑(Most Vulnerable Path, MVP)，亦即最難防禦之路線，提供作為補強、調整之依據。分析程序為：(1)確認防禦目標(如核設施位置、核物料貯存地點等)；(2)到達防禦目標之詳細入侵序列圖；(3)輸入入侵序列圖上之每條路徑上的每個防護組件之阻障遲延時間與偵測機率；(4)輸入侵入者破壞行為模式的特性、能力、滲透破壞方法等量化數據；(5)輸入應變武力之應變策略及部署與到達時間；(6)執行

分析並觀察弱點所在。

多路徑分析之電腦程式與單一路徑分析使用者相同，差別僅在輸入多條路徑，並於每一層防護網中選擇遲滯時間最短或偵測機率最短者，以找出最脆弱路徑。之後，按分析結果再逐步找出欲強化防護之組件加以改善，在改善之同時，並需考量平衡設置，以免形成其他的最脆弱路徑。

(20) 救平能力分析(Neutralization Analysis)

實體防護系統是否有效，不僅要評估實體防護系統是否能及時讓應變武力到達現場，尚須分析評估武裝人員的戰鬥力量是否足以救平入侵者攻擊力量，其成功救平機率之評估必須考慮敵我雙方交戰人數、武器裝備與動員佈署時間等因素而求出。訓練課程中係使用專為本項訓練發展之簡易軟體如圖 7，操作上僅需輸入入侵人數與類別(恐怖份子、罪犯、異議份子等)、使用武器及應變武力於動員後各個不同時間階段陸續到達之人數、配備武器等，程式即可自動算出成功救平機率。

(21) 情境分析(Scenario Analysis)

情境分析為近年來常用的保安反恐分析模式。分析者站在企圖入侵者的立場，考量其動機、欲訴求之目的、專業知識水準、可能掌握的資源、可能尋求之外援與內應、更重要的是可能採取的步驟與路徑，判斷其行為模式，而採取對應之防範措施，也以此測試實體防護系統之效能。這套方法採取類似「兵棋推演」的對抗模式，因此評估團隊的專業與經驗越完整，系統評估可以做得更好。

(22) 沙盤推演(Tabletop Analysis)

由於實兵驗證所耗費人力、物力與財力太過龐大，在設計分析階段恐無法支應。因此，在設計分析階段，通常以沙盤推演做為分析驗證之工具。在沙盤推演時，以時間軸為管制序列，就入侵者之行動與實體防護系統之動作相互競爭，並以一套機率結果作為彼此對抗勝負之依據，並得出最後之勝負結果，以分析驗證實體防護系統之有效性。此外，在沙盤推演時，另需考量加入情境分析與內部破壞者之分析，以強化沙盤推演結果之實際性。

(23) 內部破壞份子分析(Insider Analysis)

內部破壞者為具備專業知識，有通行權且獲得授權處理事務的人員，其破壞力很大，防範困難，因此如何防範內部破壞者，在實體防護系統是一重要課題。首先

須確定內部破壞者之威脅與特性，探討加強警衛之有效性，再配合單位內工作人員之互相關懷、採行二人一組之工作策略(Two-Person Rule)等，以有效防範內部破壞者之行動機會。另加強門禁管制系統保持人員行蹤紀錄，儘可能限制、減少出入人數；在特定地點加強監視與偵測機能等，對防範內部破壞者都有幫助。

(24)核物料運送的安全(Transportation Security)

核物料運送的保安考量，比較固定式核設施之保安，除了考量偵測、遲滯與應變外，尚須額外考量「移動性」的因素。運輸車輛上裝置入侵偵測設備與入侵行動遲滯裝置，如門鎖警報與鎖鑰控制外，其應變武力第一時間均為隨行護衛部隊。因此，核物料運送時之通訊更顯得重要。有關本項之情境分析則必須著眼於運輸路徑上可能之潛在因素，如交通狀況、周邊建築等隱掩蔽物分布、支援部隊配駐位置與支援情勢等加以納入。在評估方法上，由於通常均以護衛部隊為應變武力，因此防護成功機率取決於救平機率。

(25)期末考簡介(Final Exercise)

最後一週的週三及週四兩天為「期末考」，每一分組運用所有所學及電腦工具，整體評估並量化虛擬設施一脈衝型中子反應器設施的實體防護架構之效能，且提供補強措施，並於最後一天，向主辦單位所聘專家團進行結果簡報，接受並回答其提問。

2. 分組演練

大多數的課堂講授於主題講授結束後即展開分組演練，就所提供之虛擬設施——一座醫學物理中心內的研究用水池式反應器，進行講授單元主題研究，透過分組中不同專長之學員所提出之意見，相互討論，以實際演練在建構與評估實體防護系統之各個環節的技巧與流程，強化各學員對每一個主題之重點掌握。

在最後一個分組演練中，各組必須根據課程提供之另一座核設施地圖及相關資料，自行評估該設施之既有實體防護系統是否適當，並按評估結果提出適當的改善建議。各組完成後，須將整個結果向主辦單位聘請之專家團簡報，並接受提問，為自己的設計提出答辯，通過以後，始能獲頒受訓證書。

3. 設備測試演練

本次課程配合第 15 單元之講授，安排學員赴聖迪亞國家實驗室測試中心參觀其保安設備器材測試，並實際要求學員測試體驗多種入侵偵測感應器(Intrusion Detection Sensors)之功能，進行偵檢器靈敏度分組測試，測試方式為假設入侵者以不同方式，包括走路、跑步、爬行等，或有無攜帶違禁品入侵時，體驗各式偵測器材之靈敏度。回到教室分組討論時，各組依實測數據評估並向全體學員簡報各式偵測器材之測試狀況與結果。透過此種方式，使全體學員增加對不同偵測器材性能之了解，並思考以不同偵測器材之偵測範圍及靈敏度的條件下，研判何種地區使用那種偵測器材或進行不同偵測器材之搭配組合，可防範實體保護系統在偵測上造成疏漏。

4. 專題演講：

為能讓學員了解國際間核設施與核物料實體防護系統應用現況與所遇困難，本課程另邀請國際原子能總署，美國國務院，美國能源部、美國核能管制委員會及總署會員國(中國、俄羅斯聯邦、阿根廷與西班牙)之實體防護專家，就實體防護之國際合作與推動，以及各國執行核設施、核物料實體防護經驗，發表專題演講並供學員提問。專題演講之主題與講員詳表 2。這些演講者經驗非常豐富，不僅提供該國在核子保安上的執行作法，亦提供了許多寶貴的經驗回饋。

同時，主辦單位亦邀請上述專家組成專家團，於各分組陳述其「期末考」總結報告時給予指導。

三、心得

此次赴美參加第 21 屆國際核物料及核設施實體防護國際訓練課程之心得如下：

1. 此次受訓期間，藉由與其他國家之學員之討論後，發現各國由於國情不同，其實對某些保安規範及要求並不會照單全收，以避免國內既有資源使用不當。例如，設計基準威脅之訂定，原本即是每個國家因應其地理環境、政經情勢、治安狀況、槍械管制等種種作為，以及考量該國內、外局勢所訂定之威脅基準，目的在於使國內資源做最有效之分配與應用，以收最大效益。然而，部分國家至今仍未訂定出此一基準供國內各產業得以適切遵循，亦包括我國在內。若本國相關設施採行美國之設計基準威脅，就可能因為國情不同、來自國外之威脅亦大不同(美國目前係全球恐怖組織之頭號目標，而我國則非)等因素，而可能使得投入之保安資源過於浪費。

2. 全球核物料保安體系中，尚欠缺明確且適當的海上運送保安措施與作為等指引。核能保安強調的是防範核物料被竊取、被破壞以及核設施遭受攻擊破壞，引發放射性物質外洩，造成公共危險。定點的核設施或核物料之實體保安防護，較容易訂定出防禦重點，加以強化。反觀核物料之運輸過程，在陸路與空中運輸上，由於道路或機場通常在某國境內，由相關國家提供適當的保安防護措施，似乎比較容易。但若經由海上運送，則可能因行經公海，而沒有任何武裝戒護措施。此問題曾於受訓過程中提出，講師或聘請之專家均無法明確答復，僅能支吾表示：運送過程中所有包括裝船、啓運等資訊都要嚴格保密，且透過全球衛星定位系統(GPS)足以掌握貨輪在海上位置、動向等。但對如何進行核物料運送途中之戒護或如何配署及時的應變部隊，以及國際間如何分工負責等，都含糊以對。
3. 縱觀目前之科技發展，保安設備功能日益精良，不論是偵測率、可靠度或阻滯性都有長足的進步。善用可靠的自動偵測與阻滯設施，將警衛人力妥善運用於應變作為上，可有效提升實體防護系統之性能。惟我國核能電廠保安係透過警政署調派保安警察執行核電廠安防任務，按目前之政府政策與保安警察行政體系要求下，各核電廠保警仍須設崗派員，若能善用可靠之電監系統，適當提升保安系統效能，並將保警人力之運用由「警衛」轉化為「應變武力」，強化警力布署與應用之效益，對我國核能電廠之保安將更有幫助。
4. 保安(Security)與保防(Safeguard)二詞常為人所混淆，因而產生誤解。在美國，保安係指保安防衛，簡單來說，就像是財產保全；保防則專指核物料料帳管理，亦即核子保防。但在歐洲國家，兩者所代表的意義均相同，即指包含核物料料帳管理之保安防衛，兩者的功能是合而為一的。我國的核能作業，大多參考美國，也因此，在我國的核能保安作業與核子保防作業係分為兩個不同的重點領域。

四、建議事項

1. 經由此次受訓內容，察覺出入門禁管制若僅單獨採用識別證予以認證，由於識別證可能有被冒用、盜製、偽製等風險，其實仍具有潛在性之保安風險。就主辦單位所提供之測試與實務經驗，識別證的使用係最基本、普遍的作法，但為使保安措施的效能更加提升，最好能搭配如密碼、甚或是採用生物辨識系統等措施之使用。目前本公司之核能電廠仍以識別證為門禁管制之唯一識別工具，若為求更嚴

謹之管制措施，應開始著手進行相關強化措施之改善方案，以強化核電廠人員進出管控，增進核電廠保安系統效能。

2. 目前國內幾乎沒有系統性規劃之保安訓練課程，若能有系統的建立完整的核能保安訓練課程，以國內核能單位內從事核能保安系統設計、維護、操作與規畫等工作之人員為訓練對象，使實際從事核能保安之人員除加深專業法規之認知外，亦能就各項保安設備維護、引用與技術之精進做深入的交流，必能增進相關人員之本職學能。



圖 1 ITC-21 團體照

ITC-21, April 19 - May 8, 2009
Week One

	Monday April 20	Tuesday April 21	Wednesday April 22	Thursday April 23	Friday April 24	Saturday April 25	Sunday April 26
7:00 AM	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST		
8:00 AM	Intro to ITC (1)	Threat (5)	Intrusion Detection SG (85)	Contraband Detection SG (10S)	Delay (13)	Free Time	Free Day
9:00 AM	IAEA Nuclear Security Program	BREAK	BREAK	BREAK	BREAK		
10:00 AM	Intro to DEPO (2)	Threat SG (5S)	Entry Control (9)	Alarm Assessment (11)	Delay SG (13S)		
11:00 AM	Facility Characterization & Target Identification (3)	LUNCH	LUNCH	Alarm Assessment SG (11S)	LUNCH		
12:00 PM	LUNCH	Risk Mgmt. & Reg. Rqmt. (6)	LUNCH	LUNCH	Response (14)		
1:00 PM	Intro to Hypothetical Facility (4)	Intro to Design (7)	Entry Control SG (9S)	Alarm Assessment SG (11S)	BREAK	Team Building Exercise	
2:00 PM	BREAK	BREAK	BREAK	Alarm Control & Display (12)	Response SG (14S)		
3:00 PM	Fac. Char. & Target ID SG (3S)	Intrusion Detection (8)	Contraband Detection (10)	BREAK	Feedback		
4:00 PM	Feedback	Feedback	Feedback	Alarm Control & Display SG (12S)	Feedback		
5:00 PM		Free Time					
6:00 PM		Team Building Dinner					
7:00 PM							
8:00 PM							
9:00 PM							

圖 2 ITC-21 第一週課程安排

April 19 - May 8, 2009
Week Two

	Monday April 27	Tuesday April 28	Wednesday April 29	Thursday April 30	Friday May 1	Saturday May 2	Sunday May 3
7:00 AM	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST		
8:00 AM	Review	Review	Review	Review	Class Trip	Free Day	Free Day
9:00 AM	Performance Testing (15)	Intro to Evaluation (16)	Multipath Analysis (19)	Scenario Analysis (21)			
10:00 AM	BREAK	Adversary Sequence Diagram (17)		Tabletop Analysis (22)			
11:00 AM	Plan Test SG (15S)	BREAK	BREAK	BREAK			
12:00 PM	TRAVEL	ASD SG (17S)	Multipath Analysis SG (19S)	Tabletop SG			
1:00 PM	LUNCH	LUNCH	LUNCH	LUNCH			
2:00 PM	Collect Data (15S)	Single Path Analysis (18)	Multipath Analysis SG (19S)	Transport Security (24)			
3:00 PM	TRAVEL			Transport Security SG (24S)			
4:00 PM	Analyze Data (15S)	BREAK	BREAK	Feedback			
5:00 PM	Present Results (15S)	Single Path Analysis SG (18S)	Neutralization (20)	Feedback			
6:00 PM	Feedback	Free Time	Neutralization SG (20S)	Feedback			
7:00 PM		Team Building Dinner					
8:00 PM							
9:00 PM							

圖 3 ITC-21 第二週課程安排

April 19 - May 8, 2009
Week Three

	Monday May 4	Tuesday May 5	Wednesday May 6	Thursday May 7	Friday May 8
7:00 AM	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST	BREAKFAST
8:00 AM	Insider Protection & Analysis (23)	China	Introduction to Final Exercise (25)	Final Exercise SG (25S)	Presentation 1
9:00 AM		Russia			Presentation 2
10:00 AM	BREAK	BREAK	BREAK	BREAK	Presentation 3
11:00 AM	Insider SG (23S)	Spain	Final Exercise SG (25S)	Final Exercise SG (25S)	Presentation 4
12:00 PM		Argentina			Presentation 5
1:00 PM		Group Photos			Presentation 6
2:00 PM	LUNCH	LUNCH	LUNCH	LUNCH	Presentation 7
3:00 PM	DOE International	Panel Discussion	Final Exercise SG (25S)	Final Exercise SG (25S)	IAEA Nuclear Security Program
4:00 PM	DOE Domestic	Free Time	BREAK	BREAK	Summary (26)
5:00 PM	NRC		Final Exercise SG (25S)	Final Exercise SG (25S)	Course Evaluation
6:00 PM	DOS		Free Time	Free Time	Reception
7:00 PM	Feedback	Tour and Business Dinner at National Museum of Nuclear Science and History			Graduation Dinner
8:00 PM					
9:00 PM					

圖 4 ITC-21 第三週課程安排

Design and Evaluation Process Outline (DEPO)

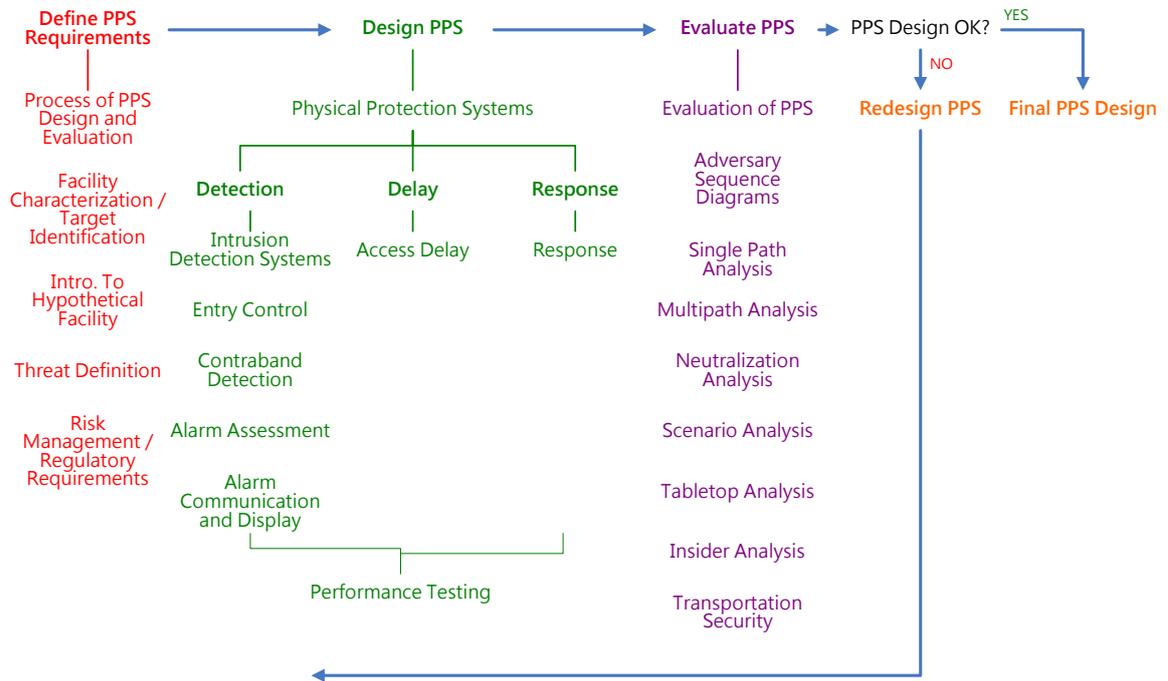


圖 5 實體防護系統設計評估流程圖

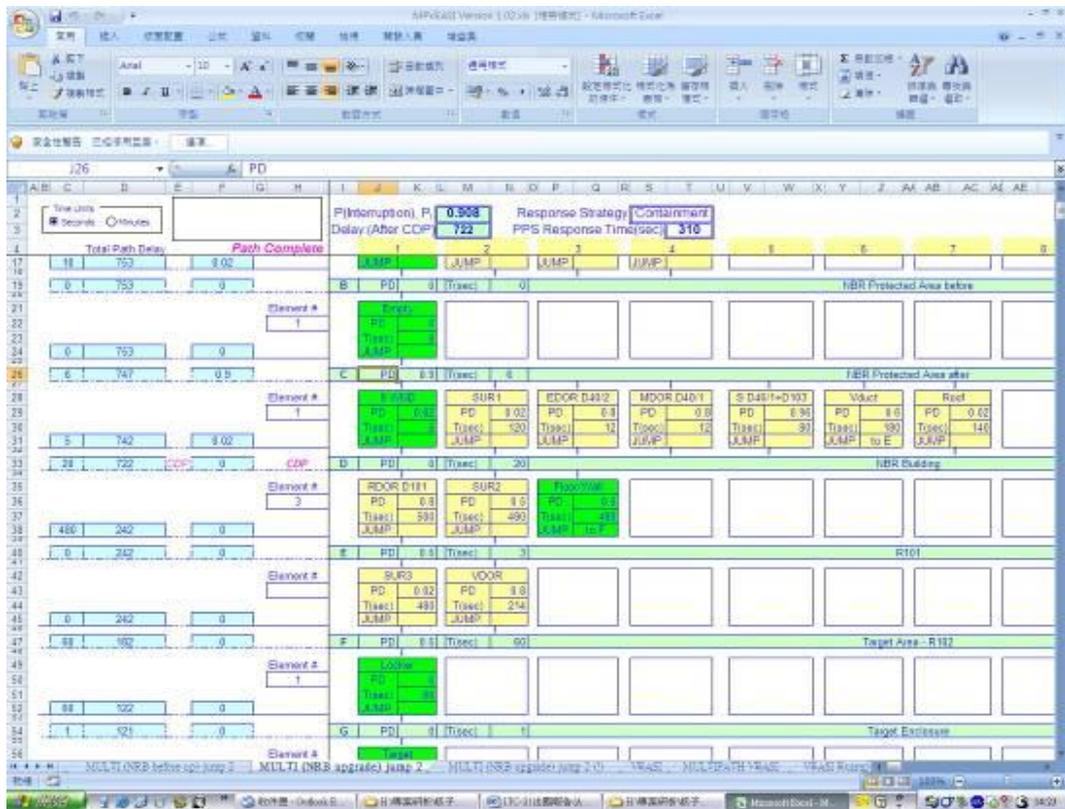


圖 6 單一/多重路徑分析程式操作介面

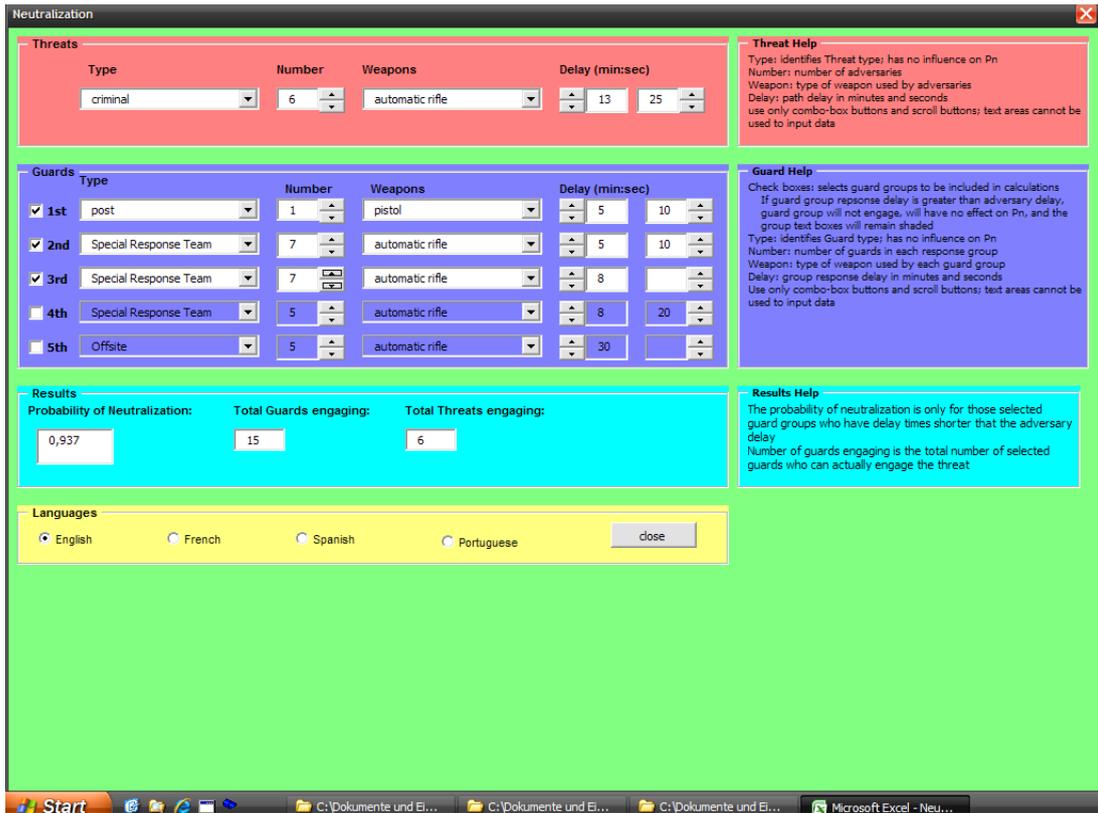


圖 7 救平機率程式操作介面

表 1 訓練課程單元與講員

單元	名稱	講員	分組演練
1	Introduction to ITC	John Matter	
2	Introduction to DEPO	Jose Rodriguez	
3	Target Identification and Facility Characterization	Bruce Vernado	有
4	Introduction to Hypothetical Facility	Gary Rochau	
5	Threat Definition	Dave Ek	有
6	Risk Management & Regulatory Requirements	Betty Biringer	
7	Introduction to Design of PPS	John Matter	
8	Intrusion Detection	Larry Miller	有
9	Entry Control	Frank Bouchier	有
10	Contraband Detection	Charles Rhykerd	有
11	Alarm Assessment	Timothy Malone	有
12	Alarm Control & Display	Douglas Adams	有
13	Access Delay	Tommy Goolsby	有
14	Response Force	Joseph Sandoval	有
15	Performance Data & Testing	Jose Rodriguez	有；含設備測試演練
16	Introduction to Evaluation of PPS	John Matter	
17	Adversary Sequence Diagram	Bruce Vernado	有
18	Single Path Analysis	Mark Snell	有
19	Multipath Analysis	Mark Snell	有
20	Neutralization Analysis	James Purvis	有
21	Scenario Analysis	Jose Rodriguez	
22	Tabletop Analysis	Gregory Baum	有
23	Insider Analysis	James Purvis	有
24	Transportation Security	Robert Culter	有
25	Final Exercise	Jose Rodriguez	有

表 2 專題演講主題與講員

專題演講主題	講員	國家/單位
International Physical Protection Program	Melissa Krupa	USDOE/NNSA, International
US Nuclear Weapons Complex Domestic Issues and Trends	David M. Telles	USDOE/NNSA, Domestic
Overview of NRC Security Activities	Tim Harris	USNRC
Role of the U.S. Department of State in Strengthening the International Physical Protection Regime	John W. Mentz	USDOS
Practice on the Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities in China	Liu Daming	China/CIAE
Russian Experience in Development/Upgrades of Physical Protection Systems for Nuclear Materials and Facilities	Alexander V. Izmaylov	Russian Federation
Spanish Physical Protection Model of Nuclear Facilities and Materials	Antonio Perez Baez	Spain/NSC
Nuclear Security at Research Reactors in Argentina	Jose Valentin Lolich	Argentina
Global Nuclear Security Framework and IAEA Guidance on Physical Protection	Vladimir B. Kryuchenkov	IAEA