

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：) 實習

赴美國參加國家級核子物料料賬及控制系統課程

服務機關：台灣電力公司
出國人 職 稱：核能工程師
姓 名：林貴清
出國地區：美國
出國日期：92.4.26-92.5.19
報告日期：92.6.23

93/
CO9>01694

行政院及所屬各機關出國報告提要 C09201694

出國報告名稱：赴美國參加國家級核子物料料賬及控制系統課程

頁數 30 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/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林貴清/台灣電力公司/核一廠/核能工程師/26383501-3098

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：自 92.4.26 至 92.5.19

出國地區：美國

報告日期：92年6月23日

分類號/目

關鍵詞：SSAC 國家級核子物料賬及控制系統，SNM 特殊核物質

內容摘要：(二百至三百字)

我國早於 1971 年即簽署三邊核子保防協定接受 IAEA 之保防檢查，1998 年再簽署補充議定書後，核子保防實施的範圍及強度較以往增加許多，為實際了解 IAEA 實施保防檢查的最新手法及作為，故派員參加 IAEA 與美國合辦之 SSAC 訓練，並審視本公司之核子保防作業是否完善、必要時先採取因應措施以符合核子保防協定之要求。

為使學員對核子保防有整體性的了解，研習內容包含核子保防協定法律背景介紹、核子物料賬管理練習、監視設備參觀介紹及模擬建立保防系統。藉此研習機會，出差人提出以往承辦保防業務所產生一些「知其然、不知其所以然」的疑問並獲得資深 IAEA 人員的解答，對於日後保防業務的執行頗有助益，公司應把握參加類似訓練的機會，尤其建議興建中的核四廠派員參加下次(2005 年)的 SSAC 訓練。

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

目 錄

頁次

| | |
|--|----|
| 壹: 摘要內容與過程----- | 2 |
| 貳: 實習內容 ----- | 3 |
| 參: 心得與感想----- | 15 |
| 肆: 建議----- | 16 |
| 伍: 附錄 1 (IAEA 監視設備、摘錄自 SSAC,USA 2003 課程內容) ---- | 17 |
| 附錄 2 (簽定 AP 之國家、摘錄自 SSAC,USA 2003 課程內容) ---- | 29 |

壹: 摘要內容與過程

一、任務內容

本次國家級核子物料料賬及控制系統課程、主辦單位設計的課程內容係針對某些尚未依 IAEA 標準建立其國內核子物料管控的國家(特別是前蘇聯加盟共和國、前東歐共產國及第三世界國家)，提供這些國家的參訓人員完整的訓練。我國例屆均有自費派員參加，本次除本公司指派核一廠核子保防業務承辦人參加外，原能會核能研究所亦有派員參加。

課程內容包括：1.核子保防的歷史與目前的走向、IAEA 核子保防的法律依據、IAEA 實施核子保防的方法與技巧及國家級核子保防實施案例介紹(5 個案例國/阿根廷與巴西之雙邊協定/Euratom 歐洲區域核子協定)。
2. IAEA 核子物料賬系統、查證的方法、IAEA 查證技術的研發。
3.核設施 HFIR 參觀/訪問、模擬設計 HFIR 的核子保防系統。

我國核子設施多年前已開始接受 IAEA 檢查，而出差人承辦核子保防業務亦有多年經驗，然而某些承辦的核子保防業務僅只於「知其然、不知其所以然」，本次有機會參加 IAEA 的訓練課程收獲良多，一些平時處理核子保防業務遇到的問題也經由課堂正式的提問獲得回答。

二、行程

- 92.4.26-92.4.27 往程 (台北-美國 Santa Fe,NM)
- 92.4.28-92.5.07 課堂講習討論/分組案例練習/個人習題演練
- 92.5.08 Los Alamos 國家實驗室(NIS-5)參訪
- 92.5.09 課堂講習討論
- 92.5.10 團體搭機由 Santa Fe,NM 至 Knoxville,TN
- 92.5.12-13 Oak Ridge 國家實驗室(高中子通量反應爐)參訪
- 92.5.14-92.5.15 分組討論及練習
- 92.5.16 各分組報告
- 92.5.17-92.5.19 返程(Knoxville,TN-台北)

貳:實習內容

一、IAEA 的沿革：

1945 年美國製造世界第一顆核子武器並將其投擲於日本，有感於其威力強大可造福人類亦足以毀滅全球，乃推動成立聯合國組織，並建立聯合國原子能委員會 (UNAEC) 及草擬核能法案限制核武發展，因當時國際間一時無法形成共識，經長時間協商才在 1956 年通過國際原子能總署憲章 (Statute of the International Atomic Energy Agency 以下稱憲章)，1957 年建立了國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency 簡稱 IAEA)，憲章中重要內容如下：

- (1) 主旨在加速促進核能和平用途，但禁止核武發展。
- (2) 須建立核子保防 (Nuclear Safeguard 以下簡稱 Safeguard) 系統以確保核物料之運用，資訊及核設施受 IAEA 管制不被用於軍事武器用途。
- (3) 賦予 IAEA 有權力審查與核准相關之設計資訊，要求維護與提報運轉紀錄，收繳保管多餘之核物料避免囤積，與派觀察員不受限可隨時親臨任何地點查訪和取得資料。

「徒法不足以自行」、儘管憲章明訂有權執行 Safeguard 作業，但各國基於主權不受侵犯而拒絕實行，核子保防後來演進成各國間和 IAEA 以簽訂協議的方式進行 Safeguard 各項查訪作業，此種模式延續至今。

最早與 IAEA 簽立 Safeguard 協議的是日本於 1961 年建造小功率反應器時之 INFCIR/26 協議，其後 INFCIR/26 陸續增修擴大包括大型反應器再處理或轉化廠燃料製造廠等其他核設施，於 1965 發展成 INFCIR/66 協議及後來 1968 的 INFCIR/66/Rev.2，INFCIR/66 協議 Safeguard 通常包含有額外條款 (provision) 非模式化 (model) 協定，且拘泥於原則而較無法順利實踐，雖然如此，此期間 IAEA Safeguard 系統與功能已大幅成長。

同時期另一種型態稱之全面 (comprehensive) Safeguard 也同步發展，其與 INFCIR/66 型 Safeguard 差異性來自所簽署的協議訴求不同，後者源自協議中核能和平用途要求，前者則源於限制核武協議的需要，國際間最早成立的限武條約是 1967 年拉丁美洲加勒比海地區禁止核武條約 (Treaty of Tlatelolco)，此條約中採用的 Safeguard 協議則是參考同時間的美蘇正草擬協商中的不擴散核武條約 (Nuclear Non-proliferation Treaty 稱之 NPT)，此條約指明禁止非核武國家製造與取得核子武器，而核武國家亦禁售給非核武國家，NPT 條約內容在 1967 年議定，1968 年有 60 國以上簽署，NPT 中 Safeguard 的對象泛指所有核物料，IAEA 根據此特性在 1971 年提出 INFCIR/153 文件，亦可稱之為全面 Safeguard，此 Safeguard 一新措施就是建立國家核物料料帳控制系統 (State System of Accounting and

control 簡稱 SSAC)，目前全世界有 135 國簽署此型 Safeguard 而有 61 國付諸實行，也因此統計出 2001 年全球共計有 563.9 噸鈾、10.8 噸高濃度鈾、42993 噸低濃度鈾及 81252 噸原料物質，分散在 884 處核設施與 147 處核設施外(LOF)地方，顯示 20 年來核物料大幅增加的趨勢。

雖然各國紛紛簽署 NPT，但 Safeguard 工作並未完全有效落實施行，尤其是因長期實施種族隔離而未加入聯合國的南非，於 1993 年加入後的第二年，坦承其秘密從事核武開發活動，南非公佈其以往進行核武研發之細節過程並宣佈放棄追求核武的計劃。而 IAEA 在波斯灣戰後、在伊拉克境內進行的大規模武檢更發現一些秘密的核武有關設施，IAEA 於是著手 Program 93+2 改善 Safeguard 計畫，執行七項任務主要包括 Safeguard 執行經費及節約措施分析，改進環境取樣監測與 SSAC 方法及資料分析技術、提升 Safeguard 效率和效果，改進 Safeguard 計劃等。

1995 年 IAEA 研擬出 Integrated Safeguard 計劃、期望在不增加總經費的前提下、進行兼顧有效性(effective)及效率性(efficiency)的核子保防，核子保防的觀念也由只著重在已申報的核物質與活動的查驗、改變為必須為證明沒有未申報的核物質與活動，這種觀念的改變也使得 IAEA 的保防手段產生重大的改變，保防工作實施的部分細節仍在作業但主要重點有三方面

- (1) 加強資訊獲得，包括擴大各國核能計劃宣告，環境取樣監控，改善取得資訊分析。
- (2) 加強現場查訪，包括擴大各宣告點範圍及相關可能地點與特別查訪。
- (3) 現有系統最佳化，包括增強監視技術，提升行政效率，調整 Safeguard 變數，增進合作。

第一項重要措施是 IAEA 有權力實行環境取樣，第二項措施乃在 1997 年頒布補充議定書(Model Additional Protocol) IFNCIR/540，此文件擴充了 Safeguard 範圍及權力，也引起些爭議，然而經不斷協調後由 1997 澳洲首先實行，到 2003 年 3 月已有 72 國簽署及 31 國正式生效，我國亦於 1998 年完成簽署，雖然對現場保防人員的工作負擔增加不少(例如增加申報設計/運轉資料的項目及頻率、及不預警的視察)，但對我國核能產業的形象還是有正面的助益。

IAEA 秘書處(Secretariat)1998-2002 年持續對理事會(members of Board)提出進一步精進計畫，發展統合 Safeguard 系統(Integrated safeguard system)，此外 1998 文件指出對於其他核物質如釷(Np)和鏷(Am)產生須加留意但尚無須提報查核。

二、核子保防工作的實施

IAEA 核子保防(以下稱 Safeguard) 部門包括：總部辦公室(Office of the Deputy Director General 簡稱 DDG-SG)、三個執行組(Divisions of Operation 簡稱 SGOA、SGOB、SGOC，目前與我國有關的為 SGOA 組)及三個技術支援組分別為計畫組(Divisions of Concepts and Planning 簡稱 SGCP)、資訊組(Divisions of Safeguard Information Technology 簡稱 SGIT)與技術組(Divisions of Technical 簡稱 SGTS)。每年估計有一億美金預算執行 Safeguard 相關工作，其中 70%來自簽約國所繳納的會費，2002 年一共約執行 10059 次的 PDI(Person Day Inspection)，每次的 PDI 成本約 7000 美元。

IAEA Safeguard 系統為根據基本憲章，並藉由與各國簽訂之 INFCIRC/153 協議成立之查驗系統，期望利用最低經費進行最有效率的措施與方法，確保原子能運用於和平用途。當 1991 年波斯灣戰後、IAEA 在伊拉克的檢查行動發現在其境內有許多與製造核武有關的設施，而這些設施並不是伊拉克簽署的 NPT 協議規範的範圍，為此 IAEA Safeguard 著手改進強化措施，1997 年定立 Safeguard 協議之補充議定範本 INFCIRC/540，此文件規範了更為廣泛的申報範圍可加強 Safeguard 查驗工作的進行。

基於”Trust, but Verify”的保防檢查理念，IAEA Safeguard 兩項主要措施是書面上的核物料衡算系統(nuclear material accountancy)及核物質的封存與監測(附錄 1 containment and surveillance)，經由各協議國依協定規定提報核物料衡算報表資料及相關的核子活動，IAEA Safeguard 依其內部的規則執行查證。查證工作主要是核設施現場視察，可分三類：初步訪察、例行視察及特別視察，初步訪察目的為對於協議國之核設施在尚未引入核物料之前、要求申報該設施的書面資料(DIQ Design Information Questionary)，IAEA 隨後進行實地查證核設施設計資料之正確性與完整性(DIV Design Information Verification)，對於所有 IAEA 查證後所發現的問題、會員國必須再次詳細回答。之後、在假設”無法完全排除不當轉用核物質”的前提下、定期進行核物質存量清單驗證及必要之封存與監測，可能之方式包括文件查核、監視設施安裝、取樣分析、查驗運輸封籤、比對運送接收文件和依運轉資料計算核物料增減量，以及封存重要設施等。至於其他特別視察則由 IAEA Safeguard 視情況實施。補充議定範本 INFCIRC/540 強化之查證措施包括：環境取樣、不預警視察、視察員自由進入未申報任何活動之核設施或其他協議地點、監視資訊收集及擴充提報內容與範圍等。

三、IAEA 核子保防活動的法律架構

IAEA 核子保防活動的法源依據包括 IAEA 本身的法規/其它協定/補充協定等。(例如 INFCIRC/66,INFCIRC/153,INFCIRC540 等)。在 IAEA 法規第七章的三個篇幅則闡述核子保防的依據，

- a、IAEA 的權利及責任，
- b、視查員組織的成立，
- c、保防視查的程序。

IAEA 與各國的雙邊及多邊協定

a：禁止核武擴散條約 NPT

於 1970-3-5 生效、主要內容為：簽約之非核武國家承諾接受 IAEA 之保防措施，確保核子物料不會被用於核武或核爆裝置，此外簽約國也承諾只有在 IAEA 的監督下才可提供核物料給非核武國家，但條約仍保留簽約國使用核物料用於非爆炸形式的武器(例如核子潛艇的推進系統)。

b：拉丁美洲國家的 tlatelolco 協定

於 1967-2-14 由拉丁美洲十一國簽署的 tlatelolco 協定,內容主要是禁止測試、生產、擁有、儲存核武但允許和平的核爆(如開鑿運河)。

c：南太平洋的 Rarotonga 協定

1986-12-11 生效的 Rarotonga 協定與上述兩個協定內容類似，但特別的是禁止試爆。

d：東南亞的 Bangkok 協定

1995-12-15 生效的 Bangkok 協定內容與其他協定類似較特別的是，任一簽署國可針對另一個簽署國要求澄清或說明某些特殊狀況。

e：非洲的 Pelindaba 協定

1996-4-11 生效的 Pelindaba 協定與其他協定也很類似但要求禁止核武在簽署國內停留。

f：IAEA 與其他國家的雙邊協定

主要的法律文件

a.INFCIRC/66/rev.2

從 1961 年最初只針對小型反應爐的保防到 1968 年的擴充到大型反應爐及燃料製造廠及再處理廠。此外相關的文件則特別記載保防視察的工作程序。

b.INFCIRC/153

1970 年生效的 INFCIRC/153 可以說是上述雙邊或多邊協定的主要參考文件，它是開放讓所有聯合國會員簽署的，特別是開放讓一些不結盟國家簽署。

c. 補充議定書 INFCIRC/540

91 年波斯灣戰爭後，IAEA 從解除伊拉克武裝的任務中認知到核子保防的範圍有擴充的必要。因此在 1997-5-15 提出 INFCIRC/540 補充議定書，主要是規定簽署國應將整個核子物料生產的流程向 IAEA 申報、環境取樣偵測及簡化視察員入境手續等。(截至 2003/4/24 為止，各會員國簽署情形如附錄 2)

從某些角度而言 INFCIRC/540 補充議定書對簽約國有頗大的入侵性，例如要求給予視察員一年多次的 visa，任意的環境取樣，無預警的視察等都會被認為是對國家主權的侵犯、所以目前已簽署的國家並不多、簽署進度比 IAEA 預期的少，為此在執行細節上也發展出略有不同的差別以期減少簽約的阻力，例如 IAEA 目前於我國核設施安裝的遠端遙控監視器、其監測資訊係直接傳回 IAEA 總部，我國僅被動告知 IAEA 的監測結果。而在 IAEA 日本的執行方式為，遠端遙控的資訊是先傳送到某個暫存信箱內，這個信箱的內容則可由 IAEA 或日本的管制單位分別讀取監測資訊，如此的平行運轉方式，可以讓更多國家更樂意接受國際的保防管制。

四、IAEA 對於 SSAC 的基本要求

國家級的核子物料料賬及控制系統(SSAC)一般應包括三個部份、一是法律架構(與 IAEA 簽署的協議/國內法律)、二是國家級的系統(做為與 IAEA 之溝通窗口)、三是國家管轄下核設施級的系統(各設施可以有各自不同的料賬系統)。其設立目的對內為控制核物料且有能力發現核物料的遺失或非法使用、對外則確定合乎與 IAEA 簽署之協議條文確實的被履行。再進一步探討一個 SSAC 應涵蓋的內容及作為包括:

- a、確立主管機關及權則:以確定國內的核物料料賬及控制合乎目標，並做為與 IAEA 連繫的窗口。
- b、法律及管制行為:主管機關必須完全掌握其轄下所有核子物料及核子設施，並確定相關資訊的正確性。
- c、保防資料系統:主管機關對於轄下核設施所陳報的資料進行審查，處理進出口的核子物料資料並向 IAEA 申報，對於核物料筆數(number of entry)超過一萬項的國家，IAEA 建議以電腦處理資料以結省人力物力，IAEA 也發展出 Window 版本的軟體 "Protocol Reporter" 可以協助已經簽署 Protocol 的國家建立資訊系統(但目前仍無法處理圖檔)。向 IAEA 申報的資料類別至少應包括核設施的設計資訊、核物料的存量及移轉情況、核設施的活動及運轉資訊等。
- d、對核設施經營者的技術支援:主管機關可以協助核設施經營者建立適當的料賬系統、量測系統等。同時也可以向 IAEA 提出技術支援的要求，例如協助訓練核子保防人員。

SSAC 的技術規範

- a:管制的起始點/結束點/豁免管制
- b:管制物質的分類(直接/非直接使用的物質)
- c:建立物料平衡區
- d:記錄(Accounting Record/Operation Record)及報告(ICR/PIL/MBR)
- e:稽查(包括人員資格/設備維護/物料盤點/不準度控制)
- f:對大型核設施運用封存/監測手法
- g:國際間的核物料運送(對口國應對交接點達成協議以確定責任區分)

其中對於處理散裝(bulk material)核物料的核設施，必須建立相當良好的管理制度尤其是料帳部份，因為這些設施處理的是粉末狀或液態的物質，任何有意或無意的挾帶微量的核物質可能不會被偵測出來，但是日積月累的結果就有可能使得料帳系統出現可觀的誤差，因而造成管制的漏洞。

五、加強核子保防

前面三十年 IAEA 的保防工作、在於確認已申報的核物料真正使用於和平用途，意即核子保防的工作只注重在資料的正確性。然而 91 年波斯灣戰爭後的解除伊拉克武裝任務、卻發現渠有祕密的生產核武設施，其他如北韓(簽署協定卻拒決接受檢查)及南非(未加入聯合國且祕密發展核武)的例子，使得世界各國開始把注意力轉向，如何確保沒有任何未申報的核物料及活動，意即除了注重資料的正確性之外還要兼顧資料的完整性。而要對某個簽署國做出“沒有任何未申報的核物料及活動”的結論，需要簽署國與 IAEA 雙方面的努力，這包括簽署國及時的申報所有的資訊及回答 IAEA 的問題、全面開放讓檢查員進入所有場所、IAEA 保持其偵測的能力、視察員自由與維也納總部聯絡等。

因此 92 年的全面核子保防協定(CSA Comprehensive Safeguard Agreement)使得 IAEA 有權力進行特殊的視察，從 93 年開始 IAEA 進行二年的研究及規劃加強核子保防方案，在 97 年 IAEA 理事會通過補充議定書範本，使得 IAEA 的法律依據及監察範圍獲得長足的擴張。補充議定書範本主要的強化措施主要有三個要素，一、廣泛的資訊申報(例如核設施的設計資料)，二、增加現場查核(例如允許視察員多次入境的簽證及環境取樣)，三、使用新的技術(例如遙控攝影)。由於補充議定書的侵入性頗高，目前已簽署的國家數比 IAEA 預期的還少，我國則已於 1998 年簽署。

目前 IAEA 正在進行整合式核子保防的研究，這種核子保防的目的最終期望在減少對簽署國的視察行動(特別是只有低濃縮度 U-235 的核設施)而把 IAEA 的資源用在比較要緊的地方。

整合式核子保防是一種根據目前有效協議下利用有限的資源、把所有 IAEA 現有的保防措施或方法進行最佳化的整合、以獲得最有效能且最有效率的保防成果。基本的作為包括 1.核子物料賬系統仍是核子保防的重要項目 2.不增加總體的保防經費 3.保防資源分配由以往的核物料檢查、轉為引用補充議定書規定的檢查方式。4.針對功能不同的核設施，設計不同的標準

因為各個國家的情況不一、目前整合式核子保防仍在規劃中，基本概念包括各簽署國的平等性(但實際的保防措施則可能會不盡相同)、涵概全部的領土範圍等，澳洲及挪威分別在 2001 及 2002 年成功的引進整合式核子保防。

六、IAEA 核子物料賬的概念

需要申報的物質：耗乏/天然/濃縮鈾 U，鈾 Pu，鈾 Th

Facility：A reactor /critical facility /conversion plant/fabrication plant /reprocessing plant /isotope separation plant /any location where nuclear material > 1 effective kg.

LOF (Location Outside Facility)：a transit store which has maximum inventory of one effective kg or less.

MBA (Material Balance Area)：An area such that : a) IN/OUT of nuclear material can be determined. b) physical inventory of nuclear material can be determined. 一般而言，在 MBA 內的核物料移動不必申報異動。

Batch: 某一個數量的核物料結合而成的計量單位，為向 IAEA 申報料賬的基本單位。

Physical Inventory: 依 IAEA 的程序在某個時間內、所決定的一個 MBA 內的核物料總數量。

Inventory Change：在一個 MBA 內，以 Batch 數目表示的核物料增加或減少。

KMP (Key Measurement Point)：可以測量核物料流動量或存量的區域，可分為 flow KMP (1,2,3...) 或 inventory KMP (A,B,C...)

Record system：facility 內部的核物料控制系統

Report system：facility 經由國家主管機關向 IAEA 申報的系統

Book Inventory：賬面上的前一次的存量 + 增加量 - 減少量

PIT (Physical Inventory Taking)：MBA 之存量盤點

MUF (Material Unaccounted For)：賬面上的存量 - 實際存量

MBP (Material Balance Period)：連續兩次存量盤點的期間

MBR (Material Balance Report)：前一次盤點日 2400 至下一次盤點日 2400 間，所有核物料異動之總結報告。通常 IAEA 只要求申報的數字為整數公克，但 Facility 通常有較高的計算精準度。MBR 計算時必須使用原始的核物料重量數據，在計算完畢後再處理多餘的小數點，如此將與各 ICR/PIL 記錄總合不相符合，此誤差值可以 RA (Rounding Adjustment) 申報，例如 shipping domestic 類目的誤差可以用 SDRA 表示。

MBP Analysis：在 IAEA 確認某 MBA 所申報的料賬無誤後，即認定此 MBA 的 MBP 為 "closed"。

七、意外情況下的核子物料盤點-法國的核子保防演習

法國約有 270 個 Facility，依所擁有的核子物料、分成三個等級，其中有 55 個 Facility 為第一級的核設施，所有核物料的管制依法由工業部長負責。1981 年的一項立法授與工業部長有權力在任何情況下、要求所有核設施進行核物料盤點及提報資料。

目前參與演習的核設施只有第一級(Pu/Th-233/U-235 超過 20%)的 55 個核設施，演習的劇本由管制單位設定，主題即假設核物料失竊或某人宣稱竊走核物料，主管機關要求第一級的核設施有能力在短時間內清點所有的核物料。演習的目的主要在驗證管制單位及核設施的組織能力、驗證程序的正確性與可行性、驗證彼此的通訊能力，通常每次演習約有 20 人參與。演習的難度逐次升高、由實驗室提升到燃料製造場，自 1993 年開始至今一共進行了 7 次演習，2003 年的演習將首次有兩個核設施同時參與。

在演習前幾個月、核設施業主將被要求提報核物料存量及核物料清點程序，演習前兩週指定參加演習的核設施，通知其在兩週內將有無預警的演習。在工業部長的指定地點成立國家應變中心及下達演習狀況下，演習狀況傳遞給核設施、演習正式開始。

演習的核設施在一小時內成立危機管理中心、保安中心及設施危機中心，保安中心負責人員管制/封鎖核設施/保安設備檢查，危機管理中心則擔任保安中心與國家應變中心之溝通平台，設施危機中心則實際執行物料清點及維持設施的運作並回答危機管理中心的問題。

設施危機中心第一時間的作為包括 1.列出核物料所有項目 2.比對現場料賬記錄 3.再與國家級的料賬系統比對以確定賬面上的數量彼此相符合，這個動作的目的在防止例如偷竊者不但竊走核物料、也侵入料賬系統而使得清點的基礎發生錯誤，導致延誤核物料的盤點。之後的物料盤點包括 1.封條檢查 2.銘牌檢查 3.核物料容器的重量檢查 4.非破壞性檢驗如中子或加瑪射線檢驗 5.更精細的同位素含量檢查。

從演習得到的經驗有 1.不常使用或已經不用的核物料應加以封存、以減輕盤點的負擔 2.對不同型式的核設施應該有不同的應變程序 3.國家的應變中心應該具有充分的設備 4.資訊溝通的管道應暢通或考慮在正常資訊管道壅塞時之因應作為 5.建立國家應變中心在非上班時間的基本資料

八、IAEA 報表與記錄

各簽署國向 IAEA 申報的核子物料賬有兩種格式(Model Code 10)可以自由選用，一種是我國使用的固定格式 Fixed Format，用空白的表格把數據填入就可以了。這是看起來比較簡單、可以讓使用者容易入門瞭解的格式，但是當核物料數量較多時，因為表格有固定欄位(每行共 80 格，源自早期的卡片式計算機輸入方式)及行數(每頁 22 行)無法任意填入數字，所以必須另外使用其他的空白表格，因此報表列印出來後可能是厚厚的一大疊。另一種是標記式表格 Lablled Format 則較有彈性，在核物料數量龐大時，使用這種申報方式可以減少文書處理的資源。以參加此次課程的國家代表統計，兩種申報表格的使用比率各約佔一半。本公司前次參加訓練的同仁在其出國報告曾表示、應及早派員學習標記式表格，本次出差亦發現使用此表格的國家數量較以往增加不少、而且歐美地區的先進國家大部份都是使用 Lablled Format，本公司各核能電廠用過核燃料數以千計，若以公司角度而言確實有必要使用 Lablled Format，惟國內其他核設施如清華大學及核能研究所其核物料數量不多、可能仍偏向以舊有方式申報，因此未來仍需持續與原子能委員會溝通，討論是否國內所有單位採取一致的申報格式。

課程訓練時，講師一直強調 IAEA 對於簽約國所申報的資料採取的態度是信任但還是要查對(Trust, but Verify)，簡言之、基本上 IAEA 接受所有申報來的資料/數據，既使申報者表明以往某個申報資料錯誤而要求更改，IAEA 仍接受更正的資料，但 IAEA 自己有一套方法評估所有資料的正確性，一旦 IAEA 對某項資訊存疑時即要求申報者澄清，直到 IAEA 被說服為止。這種 Trust, but Verify 的觀念時常被參訓學員質疑，認為是 IAEA 對簽約國的不信任，但是這種保防的作法已是行之有年、授課講師只能一再的用各種方式解釋、希望學員能了解 IAEA 絕對不會對任何特定的國家採取特別或歧視的態度，至於是否能真的讓接受 IAEA 保防監督的國家接受就不得而知了。

課程有兩天的時間在教導學員如何使用表格，講師以數個模擬的案例，假設一些核物料的國內外轉移、消耗、生產、盤點及更正錯誤等動作，讓學員動手計算核物料的數量及填報一些最常使用的 IAEA 報表，學習效果十分良好，出差人亦藉機提出在處理本廠核物料時遇到的問題向講師請教，例如在進行 PIT 之後與 IAEA 進行 PIV 之前的這段期間、從前認為應該等待 IAEA 視察員來檢查、現場因此停止所有的核物料移動工作，經課程講師說明，現場還是可以在同一個 MBA 內的 KMP 之間進行核子物料的移動、只需確認沒有移出 MBA 即可，對於日後的業務辦理助益甚多。

公司以往使用自行開發的電腦軟體管理所有的核子物料賬目，惟進年來隨著人事異動、新增的管制項目及數量日漸龐大的用過燃料，使得現有自行開發的軟體處理能力顯得力有未殆，所幸總處已委託外界研發新的料賬管理程式，特別針對美國在台協會提供核物質資料，而 IAEA 也已開發 Protocol Reporter 軟體協助簽署國建立料賬系統，此軟體目前僅有處理文字資料的功能，對於圖案的處理能力仍在開發中，若未來 Protocol Reporter 開發成功能完備的申報軟體，本公司或可考慮引進或可由原能會引進交由國內所有核能機構一體適用。

九、核設施參訪

主辦單位安排兩次參訪活動。其中一次參訪 Los Alamos 國家實驗室的核子保防實驗室，主要是介紹各種正在研發的保防監測設備。所謂「道高一尺、魔高一丈」，為了監測某些未申報的活動及設施，IAEA 必須不斷的在有限的人力/物力的前題下、更新及精進其技術能力。IAEA 偵測的理念是「所有的工廠不管其製程如何的緊密，一定會有洩露」因此可以採用破壞性檢驗(例如環境取樣分析有無任何燃料製程洩漏的微量元素)、非破壞性檢驗(例如工廠拭跡取樣分析各種同位素的比率)。此外對於例如可以線上更換燃料的 CANDU 反應爐、因為無法使用傳統反應爐的封存監視手段，IAEA 必須研發其他的監視設備、在不影響核設施正常運作的前題下進行保防任務。

在參訪 Los Alamos 與 Oak Ridge 國家實驗室時，實驗室的陪同人員數次強調在現場參觀途中，若聽到任何警報聲響只要緊跟著陪同人即可確保安全無虞，同時也要求參觀人員一定要好好的跟著陪同人。甚至發給證件的承辦人還要求參觀的人員一定要花一些時間閱讀安全有關事項，這種以人員安全為重、對於進入任何一個較封閉的建築內的陌生人給予再三的叮嚀、相信一旦發生任意外事故時對於人員的疏散是絕對有幫助的，值得任何有機會接待外賓進入電廠參觀的單位學習。

另外一次兩天的實地參訪則是 Oak Ridge 國家實驗室所屬高中子通量反應爐 HFIR，與核一廠的商用動力反應爐相比較、這個研究用反應爐及其附屬設備就顯得小多了，但是 HFIR 可提供樣品照射的熱中子通量高達 2.5×10^{15} ，而核一廠反應爐爐壁的中子通量僅有 1×10^{10} 左右，本公司參加 BWRVIP 研究計劃中的不鏽鋼材料中子脆化分析、即有測試樣品送到這裡進行中子照射，另外 HFIR 也生產一些極稀有的元素例如 Cf 中子源、一年只生產 1 公克。之所以用兩天的時間在此反應爐打轉的原因是、課程假設若此反應爐準備簽署保防協定置於 IAEA 的監控，而學員扮演 IAEA 檢查員的角色應如何對反應爐業主填報的 DIQ(Design Information

Questionnaire)進行 DIV(Design Information Verification),學員必須對於反應爐業主申報的資料逐項進行詳實的查證,並且對於任何疑問要求業主進一步說明並補申報。由於學員均十分認真地進行現場勘查並提出問題,甚至連 HFIR 陪同的工作人員都常常被問倒,直說他也學到不少東西。我國於 1998 年簽署補充議定書後,本公司所有核能電廠必須重新申報 DIQ 並接受 DIV、且每年必須定期審視所有已申報的資料、若有變動則必須再次申報。

另一個練習活動則是反過來假設學員是 HFIR 反應爐業主、則應該如何從零開始設計其核子保防系統以符合國內及 IAEA 的標準,所需設計的項目包括例如如何設定確實可行的 MBA/KMP(考慮因素包括如何進行核物料數量清點、量測方法為何、是否要進行破壞性檢驗)、進行核物料盤點的頻率(是否配合停機大修進行 PIT),設立保安監測設備(是否會影響反應爐正常的運作),建立設施的人員組織(是否引進外部的稽查人員)等,主辦單位希望每個人都要上台講解一個主題,因此學員無不兢兢業業的研究討論、以免上台時出糗丟了自己國家的面子。

講師強調、許多核設施(特別是再處理廠、轉化廠及濃縮廠等處理液態或粉末狀態的 Bulk Material 者)都有 QC/QA 的制度、也都運作的很好,但是這些 QC/QA 都只針對核燃料循環的製程或產品施行的,對於核子物料賬的管理、因為核物料議題敏感且又必須斤斤計較(計算到公克的精準度),各國有必要審視製程的 QC/QA 系統是否有含蓋核子料賬系統。

參：心得與感想

一個中國

本次參加聯合國與美國聯合辦理的國際性訓練課程，因我國國際的地位特殊，主辦單位在先前作業與出差人連絡時即表示需以”觀察員”的身份自費出席。課程中所使用的會議室為避免引起糾紛，只懸掛 IAEA 會旗與美國國旗，而不懸掛其他旗幟，每個學員的名牌則印有英文姓名與國號，而美國的學員(Oak Ridge 實驗室的代表)的名牌，則只印有姓名及旁聽的字樣，根據某位主辦單位的人員私下表示，以往每次都會出現中國大陸代表(講師或學員)對一些大會印製的名牌、地圖、旗幟甚至課程講義的文字內容有關台灣的部分提出抗議。這次因為嚴重急性呼吸道症候群(SARS)的關係，中國大陸代表無法前來參加，看來可以讓主辦單位鬆一口氣。事實上，在整個課程所有主辦單位的工作人員及學員，大家都相處的十分融洽、一點也感覺不到別人對台灣有任何歧視。另外、某些國家的學員還帶來自己國家的宣傳品、或是公司的出版品、甚至是旅遊資料供有興趣的人取閱，建議下次本公司若再次派員參加時也可以效法，不失為使公司提高能見度的好機會。

IAEA 保防協定

我國與 IAEA/美國、多年前即簽定三邊核子保防協定，這項協定早在建造電廠之前即簽定，為了執行所有協定的條文、電廠必須接受 IAEA 的檢查，有時候這種檢查頗具入侵性，例如在大修結束關反應爐爐蓋前、必須等待視察員檢查爐心燃料就多少影響了電廠的大修進度，有時一些不明究裡的工作人員不免報怨 IAEA 來找麻煩，殊不知這種檢查是為證實核子物料沒有被非法的挪用，在其他有簽約國家的電廠也是一視同仁的進行檢查，在享受核能發電的福利之餘，為國際社會盡一點義務應該是可以接受的。1998 年在簽定補充議定書後，IAEA 即可行使更多的檢查行動，可以預期未來公司對核子保防將投入更多的人力與物力。

出差人承辦核一廠保防業務已有數年經驗，幾乎所有的專業都是邊做邊學、有些東西都是”知其然、不知其所以然”，這次有機會參與三週的訓練課程除了認識許多各國的同行外，也拿到一些一手的書面資料供日後業務參考之用，有些以往遇到的問題也趁機向 IAEA 人員請教並獲得答案，對於日後保防業務的辦理助益頗多。

肆：建議

1. 保防業務交流會議及下次參訓人員建議

本公司內的核子保防業務人員為數不多，平時彼此互相交流的機會並不多，建議每年應定期舉辦交流會議交換彼此的工作心得與技巧，並討論保防業務的得失，對公司的整體保防業務應有助益。

因核四廠為一新建的核設施，而 1998 年我國簽署的補充議定書又對核子設施有許多要求，可以預期核四廠未來與 IAEA 接觸的機會大增，建議下次的訓練課程應由核四廠派員參加，以熟悉整個保防作業的理念與流程，相信對核四廠的保防業務有莫大的幫助。

2. 豁免管制

為了節省管制成本，IAEA 允許把微量的核物料予以豁免管制、但在 IAEA 的管制規則中”豁免”管制並非永遠不管制了。當累積的豁免管制量累積到一定數量或此豁免管制的核物質與其他接受管制的核物質共同存放在一起時，又要把原先已豁免的物質重新列入管制。出差人建議應該慎重考慮微量核物料的豁免管制申請，以免時日一久或人事變動、把豁免的物料給”遺忘”了、反而增加保防的困擾。

伍. 附錄 1

Containment & Surveillance (C/S) Devices

- Optical surveillance systems
- Sealing systems
- Others
 - (Radiation monitor, dosimeters)

CSAC USA 03/05/02/08 / Page 17

International Atomic Energy Agency

C/S Devices: Optical Surveillance Systems

- Photo Surveillance
 - Minolta camera system (PHSR)
- Analog Video Surveillance
 - Multiplex TV Surveillance System - MUX (MXTV)
 - Modular Integrated Video System (MIVS) USA
 - Multi-Camera Optical Surveillance System (MOSS) GSW
 - Compact Surveillance and Monitoring System - COSMOS (CSMS) Japan

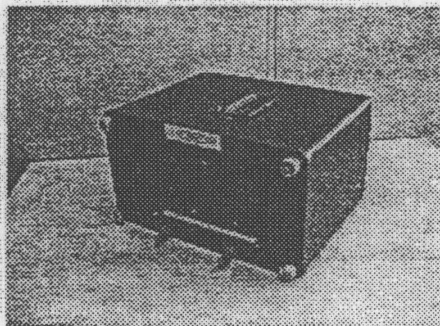
CSAC USA 03/05/02/08 / Page 18

International Atomic Energy Agency

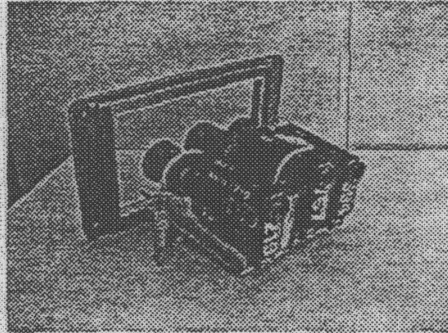
**C/S Devices:
Optical Surveillance Systems**

- Digital Video Surveillance
 - Gemini Digital Video System (GDTV)
 - Upgraded Euratom Multi-Camera Optical Surveillance System (UEMS)
 - All-in-One System (ALIS)
[plus ALIP, DSOS, DMOS and SDIS]
- Human Surveillance
 - Direct inspector observation, possibly with periscopes, binoculars, etc. (HUMS)

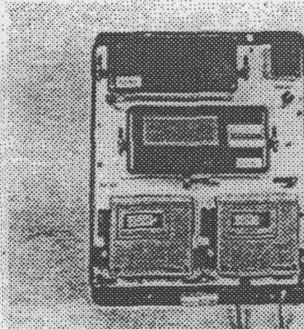
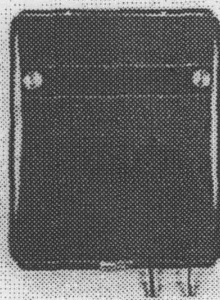
**Three-Camera PHSR System
(Cover Installed)**



Three-Camera PHSR System (Cover Removed)

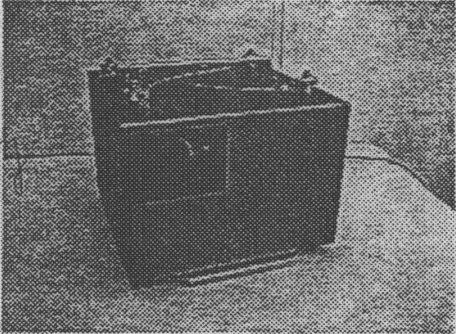


MIVS



45000 Image COSMOS

3 month
only on Batter



The image shows a dark, rectangular, box-like device with a slightly raised top section. It is positioned in a room with a light-colored floor and walls. The device has some small details on its top surface, possibly buttons or sensors.

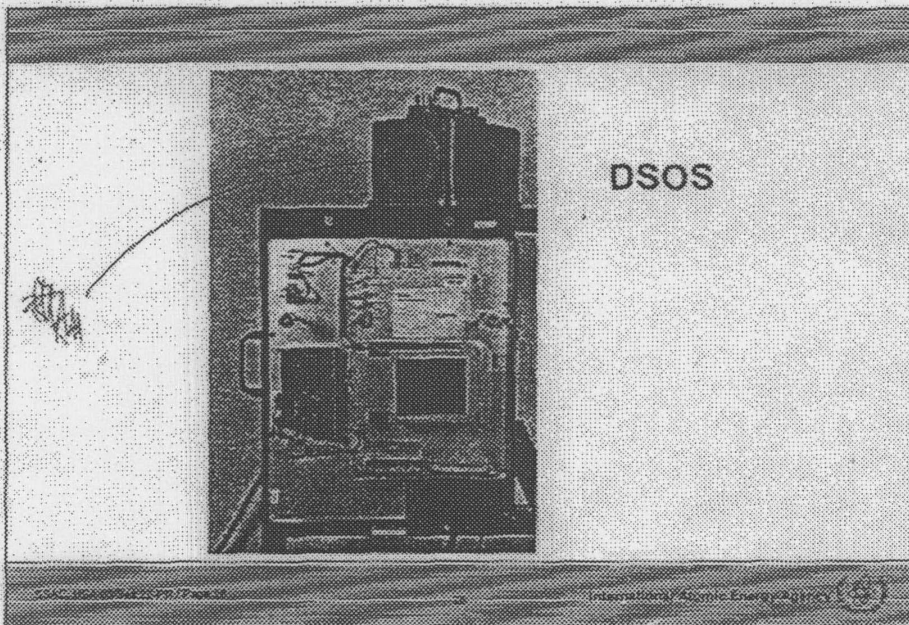
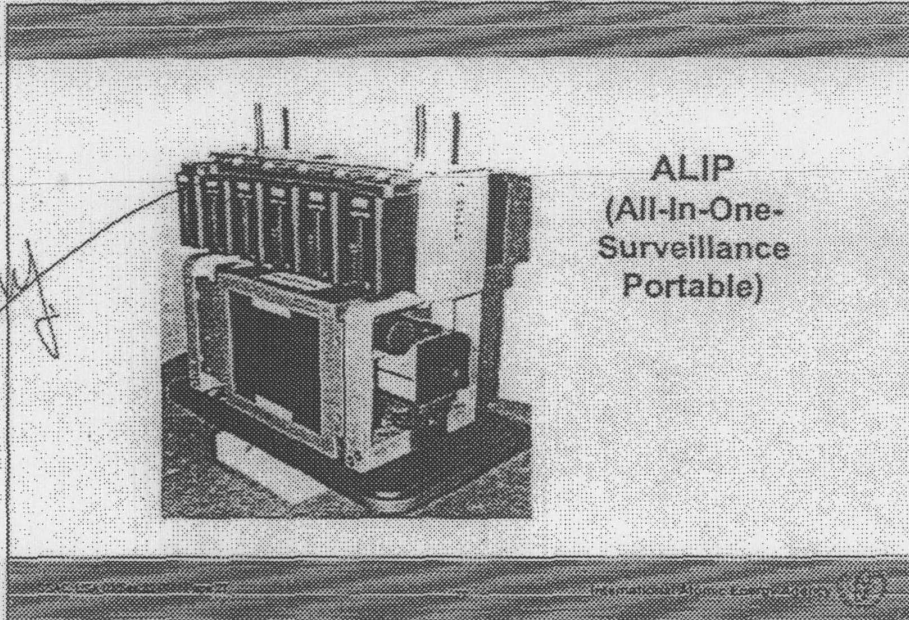
International Atomic Energy Agency

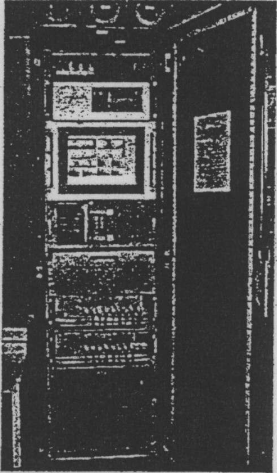


The image shows a tall, dark, rectangular device with a complex top section. The word "EMOSS" is printed in white on the front panel. The device is situated in a room with a window in the background.

UEMS

International Atomic Energy Agency





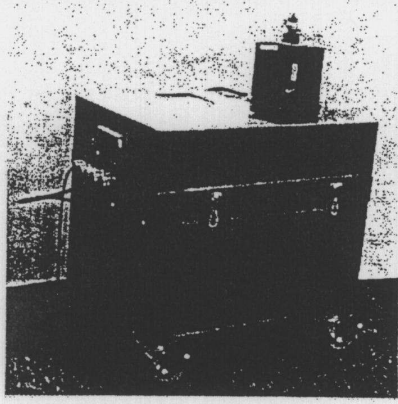
DMOS

多攝影机 (最多
16个)

用在 DANDU

SCAT-USA-905-422087 Page 20

International Atomic Energy Agency



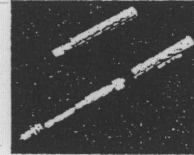
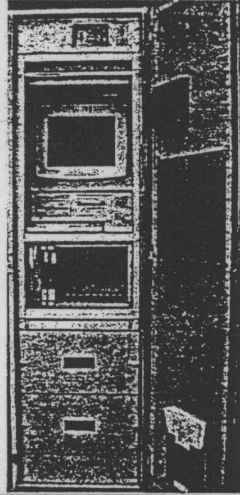
SDIS

SCAT-USA-905-422087 Page 20

International Atomic Energy Agency

VIFM

VXI
Integrated
Fuel
Monitor



Radiation
Detectors

C/S Devices : Sealing Systems

Metallic Seals (CAPS)

Type-E *Al*

Type-X *Stainless Steel*

Advanced Seals

Fiber-optic (COBRA) (FBOS)

Fiber-optic (VACOSS) (VCOS)

Ultrasonic (ARC) *under water* (ULCS)

(CANOU)

\$ 30000

C/S Devices : Sealing Systems

- Temporary Seals
 - Paper adhesive (24 hrs) (ADPS)
- New-Generation Seals
 - Electro-Optical Sealing System (EOSS)
 - Integrated and Reusable Electronic Seal (IRES)
 - Two-Way RF Sealing System (TRFS)
 - Two-Part Electronic Seal (TPES)
 - Transponder Seal

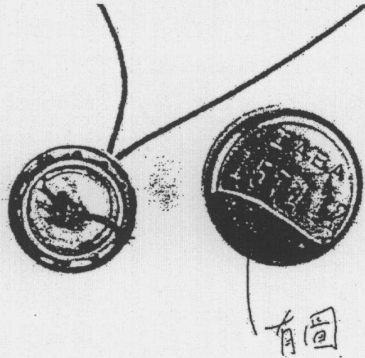
under-development

Note: Seals are only a part of "containment systems".
The container itself is important.

SSAC USA 03/05/02/PR/7/Exp/35

International Atomic Energy Agency

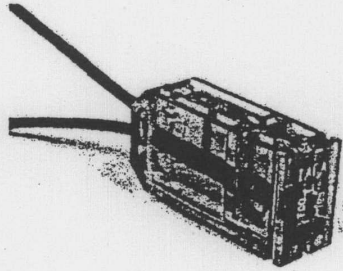
Type-E Metal Seal



SSAC USA 03/05/02/PR/7/Exp/35

International Atomic Energy Agency

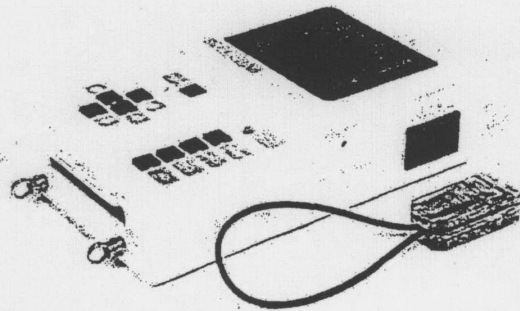
Cobra Seal Body and Fiber Optic Cable



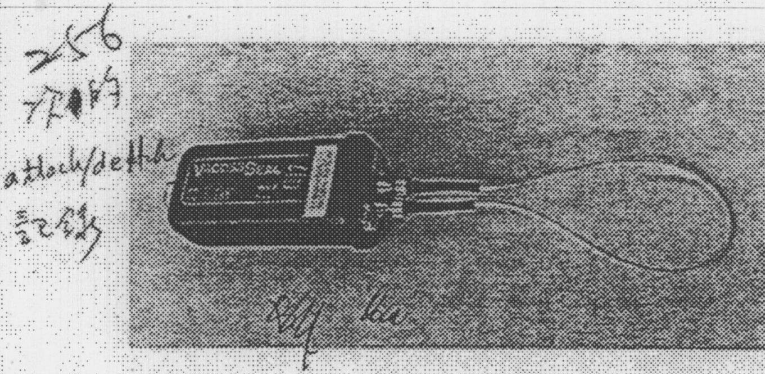
in spent fuel c.
不用常常換 seal



AutoCobra Verifier with Cobra Seal

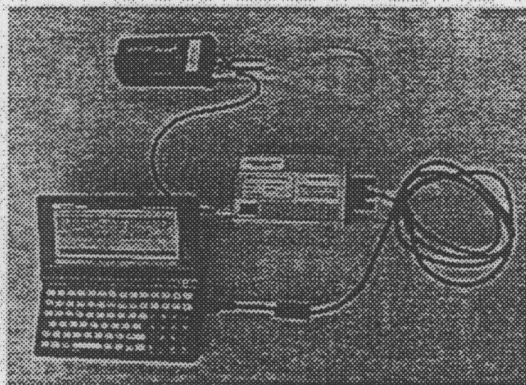


VACOSS Seal and Fiber Optic Cable



CSAC USA 10/1/88 Page 39

International Atomic Energy Agency

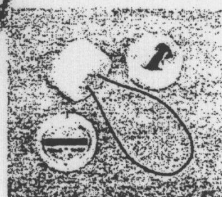
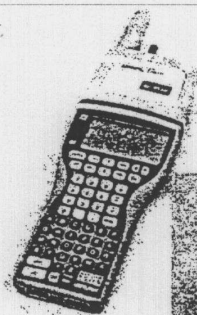


Palmtop
Computer
and
Interface
Box
with
VACOSS
Seal

CSAC USA 10/1/88 Page 40

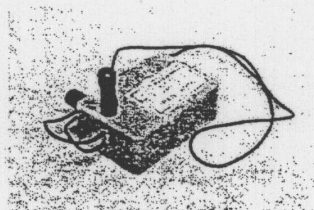
International Atomic Energy Agency

Seals Under Development



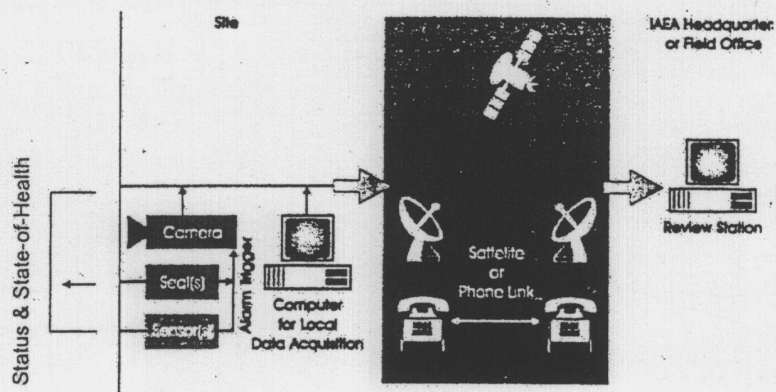
Transponder
Seal with
Reader

RF seal



IRES

Remote Monitoring



STATUS OF THE CONCLUSION OF ADDITIONAL PROTOCOLS (APs)

| | State | BOG Approval | Signed | In Force |
|----|-------------------------|--------------|-----------|-------------|
| 1 | Andorra | 24-Sep-00 | 29-Jul-97 | |
| 2 | Armenia | 23-Sep-97 | 29-Sep-97 | |
| 3 | Australia | 23-Sep-97 | 23-Sep-97 | 18-Dec-97 |
| 4 | Austria ¹ | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | * |
| 5 | Azerbaijan | 7-Jul-00 | 15-Jul-00 | 20-Nov-00 |
| 6 | Bangladesh | 25-Sep-00 | 30-Mar-01 | 30-Mar-01 |
| 7 | Belgium | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 8 | Bulgaria | 14-Sep-98 | 24-Sep-98 | 10-Oct-00 |
| 9 | Burkina Faso | 18-Mar-03 | 17-Apr-98 | 17-Apr-98 |
| 10 | Canada | 11-Jun-98 | 24-Sep-98 | 8-Sep-00 |
| 11 | Chile | 10-Sep-98 | 19-Sep-98 | |
| 12 | China | 25-Nov-98 | 31-Dec-98 | 28-Mar-02 |
| 13 | Costa Rica | 29-May-01 | 12-Dec-98 | |
| 14 | Croatia | 14-Sep-98 | 22-Sep-98 | 6-Jul-00 |
| 15 | Cuba | 20-Sep-99 | 15-Oct-99 | |
| 16 | Cyprus | 25-Nov-98 | 29-Jul-99 | 19-Feb-03 |
| 17 | Czech Republic | 20-Sep-99 | 24-Sep-99 | 1-Jun-02 |
| 18 | D.R. Congo | 28-Nov-02 | 9-Apr-03 | 9-Apr-03 |
| 19 | Denmark | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 20 | Ecuador | 20-Sep-99 | 1-Oct-99 | 24-Oct-01 |
| 21 | El Salvador | 23-Sep-02 | | |
| 22 | Estonia | 21-Mar-00 | 13-Apr-00 | |
| 23 | Finland | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 24 | France ¹ | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 25 | Gabon | 18-Mar-03 | | |
| 26 | Georgia | 23-Sep-97 | 29-Sep-97 | |
| 27 | Germany | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 28 | Ghana | 11-Jun-98 | 12-Jun-98 | provisional |
| 29 | Greece | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 30 | Guatemala | 29-Nov-01 | 14-Dec-01 | |
| 31 | Haiti | 20-Mar-02 | 10-Jun-02 | |
| 32 | Holy See | 14-Sep-98 | 24-Sep-98 | 24-Sep-98 |
| 33 | Hungary | 20-Nov-98 | 29-Sep-99 | |
| 34 | Indonesia | 20-Sep-99 | 29-Sep-99 | 29-Sep-99 |
| 35 | Ireland | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 36 | Italy ¹ | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 37 | Jamaica | 12-Jun-02 | 19-Mar-02 | 19-Mar-02 |
| 38 | Japan | 25-Nov-98 | 4-Dec-98 | 16-Dec-99 |
| 39 | Jordan | 18-Mar-98 | 28-Jul-98 | 28-Jul-98 |
| 40 | Kiribati | 10-Sep-02 | | |
| 41 | Kuwait | 12-Jun-02 | 18-Jul-02 | |
| 42 | Latvia | 7-Dec-00 | 12-Jul-01 | 12-Jul-01 |
| 43 | Lithuania | 18-Dec-97 | 11-Mar-98 | 5-Jul-00 |
| 44 | Luxembourg ¹ | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | * |
| 45 | Maldives | 10-Sep-02 | 22-Sep-02 | 10-Sep-02 |
| 46 | Malta | 28-Nov-02 | 24-Apr-03 | |
| 47 | Mauntania | 18-Mar-03 | | |
| 48 | Monaco | 25-Nov-98 | 30-Sep-99 | 30-Sep-99 |
| 49 | Moldova | 11-Sep-01 | 5-Apr-01 | |
| 50 | Namibia | 21-Mar-00 | 22-Mar-00 | |
| 51 | Netherlands | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 52 | New Zealand | 14-Sep-98 | 24-Sep-98 | 24-Sep-98 |
| 53 | Nicaragua | 12-Jun-02 | | |
| 54 | Nigeria | 7-Jun-00 | 20-Sep-01 | |
| 55 | Norway | 24-Mar-99 | 28-Sep-99 | 16-May-00 |
| 56 | Panama | 29-Nov-01 | 11-Dec-01 | 11-Dec-01 |
| 57 | Paraguay | 12-Jun-02 | 24-Mar-02 | |
| 58 | Peru | 10-Dec-99 | 22-Mar-00 | 23-Jul-01 |
| 59 | Philippines | 23-Sep-97 | 30-Sep-97 | |
| 60 | Poland | 23-Sep-97 | 30-Sep-97 | 5-May-00 |

STATUS OF THE CONCLUSION OF ADDITIONAL PROTOCOLS (APs)

| | | | | |
|--------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| 61 | Portugal | 24-Mar-99 | 21-Jun-99 | |
| 62 | ROK | 24-Mar-99 | 21-Jun-99 | |
| 63 | Romania | 9-Jun-99 | 21-Jun-99 | 21-Jul-00 |
| 64 | Russia | 21-Mar-00 | 22-Mar-00 | |
| 65 | Seychelles | 18-Mar-03 | | |
| 66 | Slovakia | 14-Sep-98 | 27-Sep-99 | |
| 67 | Slovenia | 25-Nov-98 | 26-Nov-98 | 22-Aug-00 |
| 68 | South Africa | 12-Jun-02 | 13-Sep-02 | 13-Sep-02 |
| 69 | Spain | 14-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 70 | Sweden ¹ | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | * |
| 71 | Switzerland | 7-Jun-00 | 15-Jun-00 | |
| 72 | Tajikistan | 12-Jun-02 | | |
| 73 | Turkey | 7-Jun-00 | 6-Jul-00 | 17-Jul-01 |
| 74 | Ukraine | 7-Jun-00 | 15-Aug-00 | |
| 75 | UK | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| 76 | US | 11-Jun-98 | 12-Jun-98 | |
| 77 | Uruguay | 23-Sep-97 | 29-Sep-97 | |
| 78 | Uzbekistan | 14-Sep-98 | 22-Sep-98 | 21-Dec-98 |
| Total | | 78 | 72 | 32 |

| Other Parties | BOG Approval | Signed | In Force |
|---------------|--------------|-----------|-----------|
| Euratom | 11-Jun-98 | 22-Sep-98 | |
| Total: | | | 10 |

1) All 15 EU States have signed one of three APs with Euratom and the Agency: one for France, one for the UK and one for all non-nuclear-weapon States.

*The Agency has received notification from these States that they have fulfilled their own internal requirements for entry into force. The AP will enter into force on the date when the Agency receives written notification from the EU States and EURATOM that their respective requirements for entry into force have been met.

TR/MN/S:\Lists & Tables\CSA+AP Status (2003)\AP Country Status List 24 April