

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

參加核能運轉協會「維護主管專業發展研討課程」

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：第三核能發電廠
廢料處理課長

姓名：李佳隆

出國地區：美國

出國日期：93年4月24日

報告日期：93年6月17日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加核能運轉協會「維護主管專業發展研討課程」

頁數 7 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)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李佳隆/台灣電力公司/第三核能發電廠/廢料處理課長/08-8893470 轉 2950

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：93.04.24~93.05.08

出國地區：美國

報告日期：93.06.17

分類號/目

關鍵詞：INPO 大修工期 核能安全文化

內容摘要：(二百至三百字)

核能運轉協會(INPO)近年考察歐洲及亞洲地區中可列為標竿的績優核能發電廠之維修作業方式供美國核能發電業界參考，該維修經驗經大部分美國現有運轉中的核能發電廠據以學習後，不但提昇其核能電廠的運轉可靠度，同時也縮短大修工期、提高核能電廠營運績效。

1979 年美國發生三哩島核電廠事件；1986 年蘇聯發生車諾堡核電廠事件；2002 年美國 Davis-Besse 核能發電廠發現反應爐頂蓋鏽蝕事件。核能運轉協會(INPO)認為第三事件之初期徵兆早於 1996 年出現，惟 Davis-Besse 核能發電廠未積極及早採取適當的應變措施，導致初期的徵兆逐漸惡化。核能運轉協會(INPO)認為有必要再強化核能安全文化，故近期推動「強烈的核安文化」(Strong Nuclear Safety Culture)理念供美國核能發電業界參辦。

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

目錄

頁數

壹、出國事由-----	1
貳、實習摘要-----	1
一、前言-----	1
二、核能電廠大修工期-----	1
三、強烈的核能安全文化-----	2
參、心得與建議-----	7

壹、出國事由

有效維護核能電廠設備不但是機組運轉安全之基礎，同時也是營運績效的關鍵因素，故每座核能電廠均不遺餘力提昇並加強其維護技術。要改善營運績效並確保機組運轉安全，提升與掌握維護技術為立竿見影的做法。

核能運轉協會 (INPO) 為國際核能發電業界之世界性組織，該組織所主辦的「維護主管專業發展研討課程」甚為專精，且本專業發展研討課程的學員均為各核能發電廠之維護專業人員。本公司派員參加此項研討課程，不但可藉此與其他學員互動交流及分享維護實務經驗，亦能從中學習國外核能電廠之維護優良典範，進而提昇本公司核能電廠之營運績效。

貳、實習摘要

一、前言

核能運轉協會 (INPO) 所舉辦的「維護專業主管發展訓練」包括領導溝通管理與核能安全文化等課程，並經由全體學員互相交流核能電廠維修工作經驗，俾學員能運用於所屬核能發電廠，進而提昇核能電廠營運可靠度。本報告摘述美國核能發電業界近期所推動/完成的重要措施供參考。

二、核能電廠大修工期

核能運轉協會 (INPO) 近年考察歐洲及亞洲地區中可列為標竿的績優核能發電廠之維修作業方式供美國核能發電業界參考，該維修經驗經大部分美國現有運轉中的核能發電廠據以學習後，不但提昇其核能電廠的運轉可靠度，同時也縮短大修工期、提高核能電廠營運績效。

核能運轉協會 (INPO) 於 1999 年底列舉德國 Neckar 2、比利時

Tihange 3、芬蘭 TVO 1、瑞典 Forsmark 3、韓國 Kori 3&4、日本 Ikata 等核能發電廠為可供美國學習的標竿電廠。該等核能電廠當時的機組大修工期已縮短至 28 天或更低。

歐、美、日、韓等國之績優核能發電廠為縮短大修工期所採用的方法如下：

1. 大修期間執行/完成範圍廣闊的預防保養(PM)工作。
2. 以「整組設備」為備品執行替換工作；平時將組件備品修改備妥，大修時則整組設備予以換裝。
3. 預先規劃長程的(超過 10 年)大修計畫【包括設備修改、設備檢查、拆檢重大設備等計畫】。
4. 電廠要求承攬商提供充足人力支援大修。
5. 提供獎金、續約等措施鼓勵提早配合完成大修工作的承攬商。
6. 符合大修目標(如無「異物入侵」事件)的承攬商可獲得現金獎勵。
7. 開發大修專用特殊機具設備；有效使用進級的資料處理系統。
8. 對所有工作時程超過 10 分鐘的要徑項目皆闡述詳細計畫。
9. 經評估可線上維修的項目安排於平時執行。
10. 利用平時可預期的機組停機時段執行若干大修項目。
11. 大修期間連續每天 24 小時工作。

三、強烈的核能安全文化

1979 年美國發生三哩島核電廠事件；1986 年蘇聯發生車諾堡核電廠事件；2002 年美國 Davis-Besse 核能發電廠發現反應爐頂蓋鏽蝕事件。核能運轉協會(INPO)就第三事件深入檢討，發現該事件之初期徵兆早於 1996 年出現，惟 Davis-Besse 核能發電廠未積極及早採取適當的應變措施，導致初期的徵兆逐漸惡化。

核能運轉協會(INPO)認為有必要再強化核能安全文化，故近期

推動「強烈的核安文化」(Strong Nuclear Safety Culture)理念供美國核能發電業界參辦。該「強烈的核安文化」原則共有八項，如下所述：

(一)、核能安全為每一個人的責任(Nuclear safety is everyone's responsibility)

核能安全之責任與權限應適切地陳述並讓人清楚地瞭解。公司政策要強調核能安全之優先重要性。

- 與核能安全的權限與責任之成員包括上至董事會下至個別的工作者。每一職位之角色、責任及權限須定義清楚，且以書面敘明並讓在職者瞭解。
- 人員及其專業能力、價值與經驗被視為核能組織最貴重的資產，用人水準與維持安全及可靠度之需求要一致。
- 董事會成員及公司官員要定期採取措施加強核能安全。
- 獎勵制度應與強烈的核能安全政策並列。
- 所有人員應了解「堅信核能安全標準」的重要性。

(二)、各級領導要展示安全諾言(Leaders demonstrate commitment to safety)

高階經理應為核能安全之領先的擁護者，要在言辭與行動上展示他們的承諾。核能安全信息應經常並一貫地傳達。電廠組織內之各級領導應經由直接參與訓練及監督現場重要工作中樹立安全模範。

- 管理者應在現場以關注問題、指導及強化標準等方式執行顯明的領導能力。電廠期望有偏離時，應迅速予以矯正。
- 重大安全性的測試應有連續性之監督。
- 管理者應親自參與高品質的訓練，該訓練應能一貫強化預期的勞工行為。
- 各級領導要體認到積極的生產目標可能會混淆核能安全重要性。

各經理應敏銳地發現並避開這些誤解。

- 應迅速將各種根據、預期結果、潛在問題、計劃的意外事故，及重大運轉決定終止準則等傳達給工作者。

(三)、組織要普及信任 (Trust permeates the organization)

組織內要建立高水準的互信。被提出討論的問題等資訊應能自由流通，從業人員應被告知其關心事項之回應措施。

- 應有各種管道供人提出其對核能安全之憂慮而不被處罰。
- 鼓勵員工提出創新的理念幫助解決問題。
- 不同的意見應受歡迎並被尊重。必要時，以公平客觀的方法解決衝突及未定案的不同專業意見。
- 監工應有技巧以公開誠實的態度回應員工的問題。監工被視為經理團隊重要的一部份，他們對安全文化轉為實用措辭亦負有重任。
- 提供完整、精確及直截了當的資訊給監督、稽查及管制機構。

(四)、決策時要思考以安全為首要 (Decision-making reflects safety first)

電廠人員決策時應嚴密並有條理，該決策須能支援安全可靠的電廠運轉。當面對未預期或未確定的狀況時，運轉員被授予權限並了解將電廠置於安全狀態的期望。高級領導者應支持並強化保守性決策。

- 組織應保留博學的員工俾支持範圍寬廣的運轉與技術決策。必要時使用外界的專門技術。
- 電廠員工要引用嚴密的方法解決問題。未充分了解時要採取保守行動。
- 重要的安全決定要保持單一負責點，當情況發展時要考慮進行中的評估與回饋。
- 經理應定期對員工傳達重要安全決定及其根據，此被當作顯示

與強化健全安全文化之一種方法。

- 評估安全問題時要鼓勵公平的對話與討論。健全的討論及正常的衝突意見係不同專門技術與經驗之自然結果。
- 從事決策時，應思考「可容許的選擇」與「謹慎的選擇」之區別。

(五)、核能被認定為與眾不同(Nuclear is recognized as different)

所有決策與行動應考慮到核能技術之特異性。反應度控制、爐心冷卻連續性、及安全餘裕管理應被珍視為核能電廠工作環境必要的、能區別的特質。

- 執行會影響爐心反應度的工作時要格外小心。
- 設計用以維持臨界安全功能之特性(例如爐心冷卻)特別重要。
- 用心監視設計與運轉餘裕，改變餘裕前應謹慎思考。特別注意要維持深度防禦。
- 設備應在設計需求內精細地維護好。
- 電廠的每日工作及流程變更應考慮「安全度評估」理解力。
- 電廠工作應以範圍廣泛、高品質的流程及程序書予以管理。
- 精通反應爐及發電廠原理的員工構成穩固基礎，俾用以支持可靠的決策與行為。

(六)、培養「萬一...怎麼辦」方法 (A “what if” approach is cultivated)

每個人應以挑戰假設、調查異常、及對計劃行動考慮潛在的不利後果等方法明示其質疑的看法。所有員工要留意對電廠安全會有不良影響的狀況與工作。

- 當每個人期盼每日工作成功的結果時，也要認清錯誤及最壞狀況情境的可能性。處理這些可能性的事會形成意外事故。
- 以整體的方式徹底調查、迅速減緩、並定期分析異常狀況。員工面臨不確定的事時，要暫停工作。

- 工作者不要忍受有潛在降低運轉或設計餘裕的狀況或行為。該狀況或行為應迅速確認並予以改正。
- 群體思考應避免經由不同想法及知識好奇心。鼓勵並看重反對的意見。

(七)、欣然接受組織學習 (Organizational learning is embraced)

高度重視運轉經驗，並充分開發從經驗中學習的能力。以訓練、標竿學習、及自我評估激勵學習並改進效率。

- 組織應避免自滿並培養連續學習的環境。組織內不得有“不會發生在這裡”的態度。
- 訓練應有效地支持經營管理的標準與期望。除教導知識與技巧外，訓練者應擅於將核能安全價值與信念逐漸灌輸於教學之中。
- 每個人應確實被告知從工業界及電廠重大事件中所學到的基礎教訓，且不會重複同樣的錯誤。
- 肇因分析之專家意見應有效地用以調查事件及改善安全注意力。
- 相當小的事件如未矯正，會因組織潛在的弱點而惡化；應建立流程俾確認並解決該弱點。

(八)、核能安全要接受持續的檢查 (Nuclear safety undergoes constant examination)

利用監督強化安全並改善效能。核能安全應經由多樣的監視技巧予以不停複查。

- 混合使用自我評估與獨立監督能映現一種整合及和諧的方法；此種均衡視需要定期復審並調整。
- 定期進行安全文化評估，該評估亦可當作改進之基礎。
- 要認清過度注意若干狹窄的績效指標也有隱藏的錯誤。組織應留意查探及回應可能會預兆績效降低的指標。

- 品保、評估、及獨立監督人員所提供的觀點與新看法應予以重視。
- 監督小組的工作成果應定期向最高總裁與董事摘要報告，俾最高級經理人員洞察電廠安全效率。

參、心得與建議

一、縮短核能電廠機組大修工期為本公司目前努力的目標。除繼續引用現有核能機組先前各次大修所累積的優良措施與寶貴經驗外，建議相關的配合措施亦需及早確定並據以執行後才能相輔相成。建議的配合措施包括：

1. 充足的大修人力(包括台電人員及承攬商人員)。
2. 明確的獎勵措施(如提早並安全地完成某一目標時程，則按照所提早的時程依比例給予獎金，獎勵對象包括台電人員與承攬商人員)。
3. 與績優廠家(商)續約執行大修工作。

二、鑑於全球現有的煤及石油等石化燃料因需求日益增加而漲價，及再生能源目前仍然無法達到商業化水準的狀況下，預期核能發電在未來仍大有可為且具有競爭潛力。為確保核能發電可靠、穩定與安全，並使一般社會民眾安心，本公司應持續推動核能安全文化，落實執行與核能安全文化有關的所有活動。