

出國報告(出國類別：開會)

核二廠除役委辦計畫工作進度查驗會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：楊勝勳/副廠長

范振璫/安全管制組長

林義興/減容輻射防護專員

葉久萱/品質檢驗專員

派赴國家：瑞典

出國期間：106.9.23 ~ 106.10.1

報告日期：106.11.16

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：核二廠除役委辦計畫工作進度查驗會議

頁數 27 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/台灣電力公司/單位/職稱/電話

楊勝勳/台灣電力公司/核能二廠/副廠長/(02)24985990#2602

范振璫/台灣電力公司/核能後端營運處/安全管制組長/(02)23657210#2203

林義興/台灣電力公司/核能二廠/減容輻射防護專員/(02)24985990#2432

葉久萱/台灣電力公司/核能後端營運處/品質檢驗專員/(02)23657210#2339

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究4 實習 5.其他(開會)

出國期間：106.9.23 ~ 106.10.1 出國地區：瑞典

報告日期：106.11.16

分類號/目：

關鍵詞：核電廠除役

內容摘要：(二百至三百字)

本公司委託核研所辦理「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」案，其中核研所之分包商西屋公司具有核電廠除役規劃實務經驗，台電公司派員於計畫執行中查核其工作進度，藉此機會與西屋公司專家進行除役相關技術交流、討論，並訪視西屋公司除役相關設施。此外，於瑞典斯德哥爾摩召開 2017 年臺瑞(典)經濟合作會議，會中討論有關核電廠除役及核廢料處理議題，本次出國人員亦前往參加。前述會議結束後，前往參訪瑞典奧斯卡港 Oskarshamn 電廠、SKB(Svensk Kärnbränslehantering Aktiebolag, 英譯為 Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, 以下簡稱 SKB)設施、SKB 公司及 Vattenfall 電力公司並進行除役技術交流。

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

目次

壹、出國目的	1
貳、出國過程	2
參、會議內容摘要	3
肆、建議事項	27

表目錄

表 1 電廠在運轉階段和除役階段的不同考量.....	15
----------------------------	----

圖目錄

圖 1 經濟部王美花次長致詞	4
圖 2 台電公司報告「核一廠及核二廠除役計畫現況及未來展望」	4
圖 3 瑞典放射性廢棄物處置流程	5
圖 4 會議結束後於瑞典西屋公司合影	10
圖 5 反應器內部組件建議採用之機械切割方式	11
圖 6 反應器本體、上方及下方內部組件建議採用之機械切割方式	12
圖 7 參訪人員於西屋公司之輕水式反應爐服務中心合影	13
圖 8 參訪人員於 Oskarshamn 電廠合影	17
圖 9 參訪人員於 Äspö 地下實驗室合影	20
圖 10 BUND 組織圖	24
圖 11 Vattenfall 所擁有的各項設施預計運轉及除役期程	25
圖 12 參訪人員於 SKB 公司及 Vattenfall 電力公司前合影	26

壹、出國目的

本公司委託核研所辦理「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」案，其中核研所之分包商西屋公司具有核電廠除役規劃實務經驗，在過去 10 年中雖曾執行過約 30 幾項除役規劃相關專案，但為確保核二廠除役計畫能如期如質完成，故需於計畫執行中查核其工作進度，並藉此機會與西屋公司專家進行除役相關技術交流、討論，及訪視西屋公司除役相關設施。

考量本公司已開始針對核二廠進行除役作業規劃，為了解委外辦理案件之實際工作進度及國際除役經驗，精進電廠除役計畫，且與除役中電廠建立良好關係並就相關議題進行討論。

貳、出國過程

本次出國主要目的為 106 年 9 月 26 日於瑞典韋斯特羅斯召開核二廠除役委辦計畫工作進度查核會議，會後與西屋公司專家進行除役相關技術交流，翌日(9 月 27 日)訪視西屋公司除役相關設施。

此外，經濟部訂於 106 年 9 月 25 日於瑞典斯德哥爾摩召開 2017 年臺瑞(典)經濟合作會議，會中有核電廠除役及核廢料處理相關議題，本次出國人員亦前往參加。前述會議結束後，9 月 28 日參訪瑞典奧斯卡港 Oskarshamn 電廠及 SKB(Svensk Kärnbränslehantering Aktiefbolag,英譯為 Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company,以下簡稱 SKB)設施。最後，9 月 29 日前往 SKB 公司及 Vattenfall 電力公司參訪並進行除役技術交流。

參、會議內容摘要

一、2017 年臺瑞(典)經濟合作會議

臺瑞(典)經濟合作會議辦理至 2017 年已是第 33 屆，開幕儀式由瑞(典)台經濟合作委員會/瑞典外貿協會主席/瑞典愛立信集團副總裁 Ulf Pehrsson 先生、台瑞(典)經濟合作委員會主席/中華電信股份有限公司謝繼茂總經理及瑞典貿易暨投資委員會策略及發展副總裁 Fredrik Fexe 先生致開幕詞。貴賓致詞則是由瑞典外交部歐盟事務暨貿易次長 Oscar Stenström 先生及經濟部王美花次長(王次長致詞照片如圖 1)致詞。

本次會議專題報告共分為三大主題，分別是「電信、物聯網及數位經濟」、「生物科技及醫療科技」、「核能除役、能源與智慧城市」，由瑞典方及我方代表分別報告目前產業現況。其中，在「核能除役、能源與智慧城市」專題報告時，先由瑞典 SKB 公司針對目前瑞典放射性廢棄物處置技術進行介紹，再由台電公司報告「核一廠及核二廠除役計畫現況及未來展望」(台電公司人員簡報時照片如圖 2)。

SKB 是瑞典負責用過核子燃料及放射性廢棄物管理的公司，其主要任務即為針對所有核電廠所產生之放射性廢棄物進行安全營運。瑞典的放射性廢棄物處置流程可以用圖 3 進行說明：由醫院、工業、研究領域及核電廠所產生之中低放射性廢棄物由船舶運送至中低放射性廢棄物最終處置場；由核電廠產生之高放射性廢棄物(即用過核子燃料)則經由船舶先運送至中期貯存設施後再送至用過核子燃料最終處置場。

當然 SKB 所負責的不僅僅是上述的放射性廢棄物營運流程，更重要的還有相關的研究及技術發展等，SKB 擁有 Äspö 地下實驗室(Äspö Hard Rock Laboratory)及廢棄物罐實驗室(Canister Laboratory)等實驗用設施來支持其研究發展。此外，還有向設施附近的群眾公開資訊、進行公眾溝通等。

SKB 未來的計畫有：在已選址完成的 Forsmark 建置用過核子燃料最終處置場、擴充原有的中低放射性廢棄物最終處置場(SFR)以容納除役所產生之廢棄物。



圖 1 經濟部王美花次長致詞



圖 2 台電公司報告「核一廠及核二廠除役計畫現況及未來展望」

略，本圖摘自其他機構/公司簡報，為避免著作權爭議，故不顯示。

圖 3 瑞典放射性廢棄物處置流程

二、核二廠除役委辦計畫工作進度查核會議及技術交流

西屋公司(以下簡稱西屋)於 1886 年由 George Westinghouse 先生創辦，目前全球共有約 1 萬 2,500 名員工，分布於 18 個國家，其總部位於美國匹茲堡(Pittsburgh)，目前係由東芝公司所擁有。西屋所擁有的技術可以說是全球近半商用核電廠的基礎。西屋是歐洲 25 座核電廠的設計者及供應商，共有約 4,000 名員工，歐洲總部則是位在比利時的布魯塞爾(Brussels)。

瑞典西屋前身為 1969 年創立之 ASEA ATOM，在 2000 年後被西屋併購，目前有約 1000 名員工，總部設立於韋斯特羅斯(Västerås)。瑞典西屋自 60 年代以來，在北歐地區建造了 14 座核子反應器(含沸水式反應器及壓水式反應器)，截至目前為止仍有 10 座反應器仍在運轉中。未來 20 年間將陸續有 8 座商用/研究用反應器進入除役拆廠階段。

瑞典西屋近期執行的除役相關工作有：Barsebäck 核電廠反應器內部組件切割作業、SVAFO R/2 研究用反應器生物屏蔽拆解、Bohunice V1 兩部反應器的除設計畫編寫、全系統化學除污以及圍阻體內主要組件拆除作業等。瑞典西屋並同時為「核一廠除役許可申請及除役作業規劃」案及「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」案之國外顧問公司。

(一)核二廠除役委辦計畫工作進度查核會議

瑞典西屋在「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」案的工作範圍有：國外人員訓練、技術報告撰寫、技術諮詢等。除國外人員訓練已於今(2017)年 2 至 3 月間執行完畢外，其餘工作均依預定進度執行中，並無落後。

(二)技術交流

瑞典西屋與台電公司人員針對生物屏蔽拆解、反應器及其內部組件切割等議題進行技術交流(會議結束後於瑞典西屋公司合影如圖 4)。

1. 生物屏蔽拆解

瑞典西屋執行 SVAFO R/2 研究用反應器生物屏蔽拆解，與一般商用核電廠所採取的鑽石索鋸切割有所不同，係以直接以 Brokk 拆解機器人進行拆除。其拆除流程可由下而上或是由上而下，拆除流程會與工作期程、工

作人員所遭受的輻射暴露量有關，需要考慮的因素則有：核電廠除役的狀態、拆除所產生廢棄物的是否易於收集及其運送路徑是否通暢無阻。通風系統及管制區域的設置可以有效的降低工作人員輻射暴露量及防止污染擴散。

進行拆除計畫規劃前，需先了解反應器過去運轉歷史、取得結構圖面等，以電腦模擬及鑽心取樣了解其污染分佈；拆除的目標是希望可以移除所有遭活化或受到污染的混凝土、管線，最後留下可外釋的區域，整個計畫執行的期程約為 1 年 8 個月。

這次拆解所運用的特殊的技術除了上述的 Brokk 拆解機器人外，為了使反應器附近的拆解作業可以平行展開、避免污染擴散，特別另外設置了沉箱(caisson)。

實際採取的拆除方式是：

- (1) 從外部拆除可以外釋的混凝土。
- (2) 受到活化的混凝土則由池子內部讓機具進入並以遙控方式拆除。
- (3) 拆除部分牆面讓機具可進入受污染管件區域。

雖然這個拆解計畫是針對研究用反應器的生物屏蔽，但仍有許多可以參考的經驗回饋：

- (1) 建置反應器當時的圖面多已佚失，拆除期間在牆面結構內的新發現會導致原先的拆除計畫無法順利執行。
- (2) 可妥善運用現地設施常有往來的外包商(即使非核能相關產業)。
- (3) 因地制宜，規劃妥適之避免污染擴散的方法。
- (4) 若執行拆除的員工對於現地設施不了解，則要有預先準備(會遇到先前無法預知的事件)。

2. 反應器及其內部組件切割

針對反應器及其內部組件切割，瑞典西屋公司較推薦採用機械切割方式，反應器及其內部不同組件可應用不同的機械切割方式，詳如圖 5 及圖 6 所示。

瑞典西屋目前執行過的反應器內部組件切割專案多為延役計畫中的組件更換。執行中的專案則有：Barsebäck 1 & 2、Chooz A、Philippsburg 1、Neckarwestheim 1。

機械切割的優點包括：

- (1) 不會產生受污染的碎片飄浮在水面、不會產生空浮。
- (2) 在水下切割時仍能保持良好的視野。
- (3) 切割所產生的碎片會自動沉降至池子底部。
- (4) 切割完成後，可以簡單的運用多種清潔設備來收集碎片。
- (5) 對業主而言，僅會產生少量的二次廢棄物。
- (6) 幾乎所有厚度或材料都可以被切割。
- (7) 不需要太多人力來架設這些安全、優良的、經測試過的設備。
- (8) 機械切割技術可運用於沸水式及壓水式反應器的內部組件。

在反應器內部組件切割上，有以下幾項重要的里程碑：

- (1) 針對反應器內部組件、水池及容器等建置 3D 模型。
- (2) 運用前述 3D 模型使組件切割能夠視覺化。
- (3) 設計並製造切割工具。
- (4) 準備切割及包裝的計畫。
- (5) 準備詳盡的程序書。
- (6) 設計並製造 1:1 的模擬設施。(不是必要的)
- (7) 確認設備是否可操作及人員是否符合資格。
- (8) 實際在現地執行切割。
- (9) 將廢棄物包封於容器中並清理水池。

瑞典西屋在執行了許多切割專案後，歸納出以下幾點經驗回饋：

- (1) 盡可能採用小型的切割工具。
- (2) 待切割的材料其屬性可能會改變，原因可能是中子活化後的硬化、溫度、已屆使用年限等。
- (3) 備用的設備是相當重要的。

- (4) 盡可能選用較大型的廢棄物容器。
- (5) 在切割時需保持良好的視野。
- (6) 準備工作是絕不容忽視的。
- (7) 盡量讓規劃越簡單越好，需保持邏輯性思考。
- (8) 需注意切割作業環境即時變化。
- (9) 選用合適的切割設備(需考量切割作業空間、切割作業效率等)。



圖 4 會議結束後於瑞典西屋公司合影

略，本圖摘自其他機構/公司簡報，為避免著作權爭議，故不顯示。

圖 5 反應器內部組件建議採用之機械切割方式

略，本圖摘自其他機構/公司簡報，為避免著作權爭議，故不顯示。

圖 6 反應器本體、上方及下方內部組件建議採用之機械切割方式

三、西屋公司除役相關設施訪視

本次行程亦訪視瑞典西屋同樣位於韋斯特羅斯的輕水式反應爐服務中心(LWR Service Center)，該服務中心設置有輕水式反應爐相關之模擬設備可提供給該技術人員技術訓練。當天的參訪由 Kimmy Langström 經理及 Per Segerud 經理共同解說，該服務中心之模擬設備包含燃料台車設備、沸水式反應爐燃料束、反應爐控制棒驅動設備、反應爐側板、模擬切割水池等等多樣設備，提供予工作人員前往電廠實作前的很好的訓練場所，除可使工作同仁提前掌握實際操作狀況，亦可測試切割設備之可用性，以降低未來於核電廠現場實際操作時之人因疏失，並提升切割設備可靠度。本次參訪人員於現場合影如圖 7。



圖 7 參訪人員於西屋公司之輕水式反應爐服務中心合影

四、參訪瑞典奧斯卡港 Oskarshamn 電廠

參訪當日由 Thom Rannemalm 先生(負責該核電廠除役策略及除役工作之工程師)說明 Oskarshamn 核電廠目前的除役規劃，再由 Sofia Eliasson 小姐(負責廢料處理方面工程師)簡報介紹目前該核電廠廢料處理作法與現況，另尚有一位是從西屋公司派駐廠經理 Mikael Bjorklund 先生(具有豐富電廠除役經驗，可提供現場實務經驗)與會。參訪重點如下：

(一) 核電廠除役背景

Oskarshamn 核能電廠屬於 Oskarshamns Kraftgrupp AB 所有，其公司股份分別由 Uniper(54.5%)及 Fortum(45.5%)兩個集團所組成。該核電廠於西元 1965 年開始建置，共有 3 部沸水式反應爐機組(Boiling Water Reactor, BWR)，分別自 1972、1975 及 1985 年開始營運，其電力輸出分別為 492MW、664MW 及 1450MW，1 號機組及 2 號機組已分別於 106 年 1 月 19 日及 105 年 12 月 22 日決定永久停機並開始進入核電廠除役作業，只剩發電量最大的 3 號機組穩定運轉中。

(二) 核電廠除役規劃

有關目前 Oskarshamn 核電廠除役規劃，因 Uniper 集團為 Oskarshamn 及 Barsebäck 核電廠之主要經營者，該集團同時也持有另外兩座 Ringhals 及 Forsmark 核電廠之部份股份，使得核電廠於除役規劃上有較高機動性，其中包含其停機後的除役規劃策略、除役發包作業、除役資金運用與工作人員轉置。

1. Oskarshamn 核電廠廠區中擁有目前全瑞典唯一一座全國性集中式濕式中期貯存設施(Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, CLAB)，該貯存設施係所有瑞典核能電廠所產生用過核子燃料，接收標準需在廠內過核子燃料池貯存至少 9 個月後，即送至 CLAB 做中期貯存。此中期貯存設施係為過度時期使用，待全國性用過核子燃料最終處置場 Forsmark 開始營運後，再將 CLAB 之用過核子燃料運至該場做最終處置。目前 Oskarshamn 核電廠

預定將於 2020 年前將 1 號機組及 2 號機組中的用過核子燃料移出並送 CLAB 貯存。

2. Oskarshamn 核電廠目前主要進行除役作業包含：

- (1) 反應器爐心內部燃料及組件移除準備作業。
- (2) 進行除役計畫中策略與細部規劃擬定，其中包含廢棄物管理，目前初步預估 90% 的物質皆係可以外釋的物質，僅 10% 左右之放射性廢棄物需進一步管理及規劃。
- (3) 持續進行核電廠廠址輻射特性調查作業。
- (4) 電廠拆除申照及環境影響評估報告(依據瑞典法規:SSMFS2011:2 及 SKB R-17-05 (National Guideline))。
- (5) 部分廠房先進行拆除作業。

3. 核電廠之利害關係人溝通：

(1) 內部利害關係人溝通：

由於電廠將面臨除役，該核電廠目前規劃工作人員將從 900 人降至 600 人，將對工作人員心理層面上的衝擊很大，特別工作人員多數係任用當地人，其影響層面非同小可，故核電廠於停機前後，廠方必須與工作人員盡力溝通協調，無論續留執行除役作業或轉介至其他電廠持續核能相關工作，都需要以關懷工作人員為出發點，讓工作人員感到備受尊重且工作具有願景。續留工作人員必須了解核電廠目前的轉變，從運轉階段變為除役階段不同之心理建設(mind set)，此可凝聚全體工作人員共識及促使核電廠除役推動順遂。電廠在運轉階段和除役階段的不同考量歸納於表 1：

表 1 電廠在運轉階段和除役階段的不同考量

運轉階段	除役階段
建築物設計考量永久性 係為電廠長期穩定運轉 (需考量技術程面及組織層面)	建築物設計考量暫時性 係為順利拆除電廠使用 (需考量技術程面及組織層面)
已建置完備運轉法規	新的或正在進行的法規或要求
評估核能風險	降低核能風險 (注意環境改變與工業風險)

注意在系統運轉之功能性	注意拆除材料特性及放射性活度之廢棄物管理
重複性作業	一次性作業
工作環境熟悉且相對穩定	工作環境持續在改變
例行溝通管道	新的溝通管道
定量廢棄物產生及運送	大量廢棄物產生及運送

(2) 外部利害關係人溝通：

Oskarshamn 核電廠強調與民眾溝通必須站在雙方互利共榮的前提下進行，故並無類似回饋金或補償金方案，因核電廠營運可帶動地方經濟及地方相關產業繁榮，隨著核電廠從發電階段轉成為除役階段，定會影響到當地原本工作狀態，所以於除役作業上時盡可能雇用當地居民，並尋求當地居民的工作意願，甚至可協調轉介至其他核電廠上班。本次參訪人員於現場合影如圖 8。



圖 8 參訪人員於 Oskarshamn 電廠合影

五、參訪 SKB 設施

在 Oskarshamn 電廠附近有 SKB 公司興建之 Äspö 地下實驗室(Äspö Hard Rock Laboratory)，此 Äspö HRL 計畫係從 1986 年開始規劃，並於 1995 進入運轉階段。值得注意的是在當時有一個至關重要的決定，就是此地下實驗室僅是用於研究目的，在未來並不會被轉換成高階核廢料之最終貯存庫。

此實驗室完成後開放給民眾參訪，有興趣民眾皆可預約參觀，藉此與民眾拉近距離，減低民眾高階核廢料排斥心理，進而達到核能放射性廢棄物管理之科普教育。

本團也前往 Äspö 地下實驗室參訪，主要研究面項可以區分為以下 6 項：

(一) 岩石挖掘的技術(Rock excavation)

開發及評估不同的挖掘技術，觀察隧道牆面岩盤密封性及隧道開挖過程中岩石裂縫可觀察地下水流向，以上測試皆對密封容器貯存後的安全性極為重要的資訊收集。

(二) 隧道口密封技術(Dome plug)

該實驗室最近期的隧道口密封裝置係設置於地下 450 公尺處，並執行隧道口密封裝置之緊密測試及分析數據。

(三) 隧道爆破技術及鑽孔技術(Blasting and drilling tunnels)

目前該實驗室之隧道挖掘係使用爆破及鑽孔技術，其中使用鑽孔鑽出的隧道牆面會比較平滑，牆面平滑會使隧道回填作業完成較為緊密。

(四) 隧道回填技術(Backfilling a tunnel)

使用機器手臂進行隧道回填作業，目前測試 1700 塊膨潤土磚約 4 天可以完成 12 公尺長的隧道回填作業。

(五) 混凝土於不同岩層狀態分析(Experiments with concrete)

該實驗室不只做最終處置場的混凝土研究，亦也針對低階及中高階核廢料進行混凝土於不同岩層狀態分析。

(六) 原型處置場(Prototype repository)

該實驗室 2000 年開始於地下施作 1 比 1 的原型處置場模擬(共六只桶槽)，其中 2 只以於貯存後 8 年後移出，並針對密封容器與混凝土介面、貯存過後之膨潤土進行分析數據研究。

本次參訪人員於現場合影如圖 9。



圖 9 參訪人員於 Äspö 地下實驗室合影

六、參訪 SKB 公司及 Vattenfall 電力公司

Vattenfall 電力公司(以下簡稱 Vattenfall)是一家瑞典的公司，其所有者為瑞典政府，主要業務包括：發電、輸配電、售電，主要的市場則有：北歐國家、德國及荷蘭。Vattenfall 所使用的能源有：生質能、水力、天然氣、核能、風力、煤、太陽能，其中核能發電約佔 27%的發電量。

Vattenfall 共擁有 10 部核能機組，其中 7 部位於瑞典(Ringhals 電廠有 4 部、Forsmark 有 3 部)，其它 3 部位於德國(Brunsbüttel、Krümmel、Brokdorf(只有約 20%股份))。因為政治因素，Brunsbüttel 和 Krümmel 核電廠自 2007 年以來均為停機狀態。未來，7 部位於瑞典的機組除了最舊的 2 部機組(Ringhals 1 和 Ringhals 2)預計運轉約 50 年之外，其它 5 部機組預計將運轉 60 年後再進行除役；而位於德國的核能機組則會配合德國政府的非核政策進行除役。

為了能安全及有效運用成本進行除役作業，Vattenfall 在 2015 年 7 月時於內部成立 Business Unit Nuclear Decommissioning(以下簡稱 BUND)，其詳細組織圖如圖 10 所示，目前在瑞典共有約 80 名員工、在德國則有約 500 名員工。

除了前述商用核電廠之外，Vattenfall 亦擁有其他核設施如：研究用反應器 SVAFO 及 ÅGESTA 核子反應器(壓水式重水反應器)，目前主要執行的拆除計畫即針對前述兩個設施。而目前 Vattenfall 所擁有的各項設施預計運轉及除役期程如圖 11 所示，從圖中可以發現主要的拆除計畫可大致分為兩大部分，2033 年以前及 2040 年之後，而這中間有約 10 年的空窗期，如何作好知識管理便成為一大重要課題。

Ringhals 1(BWR)和 Ringhals 2(PWR)將分別於 2021 年及 2019 年停止運轉，2022 年之後前述兩個機組的執照將會移轉給 BUND，目前 BUND 將開始進行前述兩個機組的除役規劃，未來也將負責除役相關作業。

從國際上的除役案例中可以歸納出在電廠除役期間有以下挑戰：

- (一) 慣於採用過去工作的模式：除役作業的執行方式和所需的技能可能被電廠工作人員低估。
- (二) 採取過於技術導向的觀點：只專注於追求技術而無法以工作的全貌來執行除役作業。
- (三) 執行工作的驅動力：如果拆廠工作執行的太快，等到工作結束時，工作人員將面臨沒有工作的壓力。
- (四) 專注於管理：對於決策者而言無法取得過渡期間必要的支援。
- (五) 沒有替代方案：就像電廠運轉期間一樣，除役作業只有一種解決方法，沒有其他替代方案。
- (六) 管理供應商的能力不足：因為有些狀況下可能選用的供應商並不是最佳的選擇。
- (七) 疏於管理利害關係人：對於除役管理團隊而言，利害關係人相關溝通並不是管理的一大重點。
- (八) 優先次序有誤：重要的工作太晚開始，優先順序並不是以關鍵路徑考量。

另外，席間與 SKB 公司及 Vattenfall 電力公司人員討論到以下議題：

- (一) 在最終處置場未定的狀況下，建議廢棄物容器選擇要盡量考慮選可適用於各種狀況、接收準則的容器；在瑞典，未來 55 加侖桶要進入最終處置場前必須要進行重裝，此項是不得不的支出。
- (二) 要與設施所在地民眾進行有效的溝通，應該要思考人民對政府或是台電公司是否有足夠的信任。如果沒有的話，人民所信任的機構/人物是什麼？是否能透過該機構/人物了解後，以他們的立場來和人民溝通？有效的溝通應該建立在雙方的信任上。

對於 Vattenfall 的除役計畫來說，可以歸納出以下幾項關鍵的成功因素：

- (一) 需建置一套全新的健康、安全、保安及環境(Health, Safety, Security and Environment,簡稱 HSSE)管理系統讓整個除役期間能提升正確的安全文化。
- (二) 讓全體組織都能有全面的成本風險意識。

- (三) 為了成功的除役計畫，創造更強的工作驅動力。
- (四) 為了使組織活化，創造團隊最佳能力和推行資源管理。
- (五) 建置更完善的計畫治理及管理能力。
- (六) 藉由積極主動的、頻度較高的、真誠的溝通來建立外部及內部利害關係人的互信關係。

本次參訪人員於現場合影如圖 12。

略，本圖摘自其他機構/公司簡報，為避免著作權爭議，故不顯示。

圖 10 BUND 組織圖

略，本圖摘自其他機構/公司簡報，為避免著作權爭議，故不顯示。

圖 11 Vattenfall 所擁有的各項設施預計運轉及除役期程



圖 12 參訪人員於 SKB 公司及 Vattenfall 電力公司前合影

肆、建議事項

- 一、建議未來林訓中心在電廠運轉相關訓練需求逐步降低後，可將目前模擬設備修改為除役準備相關模擬設備。
- 二、建議可安排技術團隊至除役中電廠(如：Oskarshamn 電廠)實際參與其除役作業，若可能的話希望能引進一些除役相關程序書及技術。
- 三、對外溝通應有完整的規劃，需要有廢棄物處理/處置的專業技術機構(如：核能研究所)再輔以地方溝通人才。
- 四、雖然每個國家的國情不同，所面臨的挑戰也有所不同，但若能有機會與除役中或即將除役的電力公司或電廠建立溝通管道，學習不同的思考面向，對於除役計畫的推動將有很大助益。
- 五、參考 Vattenfall 電力公司與 SKB 公司對放射性廢棄物營運的作業整合，為有效推動除役拆除作業，應及早規劃符合處置與運輸之放射性廢棄物容器。