

出國報告（出國類別：其他）

參加英國核能除役署舉辦之第三屆核 能除役供應鏈展覽會出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：施建樑 研究員

邱顯郎

巫鴻志

派赴國家：英國

出國期間：102年11月9日~102年11月15日

報告日期：102年12月12日

摘要

英國核能除役署(NDA，行政法人)於 102 年 11 月 13 日辦理除役供應鏈展覽會，並邀請美國、中國大陸、日本、韓國、羅馬尼亞及我國等人員參加，會議係以英國除役法規、經驗介紹及核電廠除役所使用之儀器、工具、工法等為主軸，我國有必要派員赴國外參加上述會議，藉以了解國際上多家除役供應鏈廠商，參考其除役策略及經驗，並與英國 NDA 人員進一步詳談 102 年初與台電公司簽訂之合作備忘錄(MoU)內容，與核電廠除役專家進行經驗交流；本次行程亦安排前往英國除役中核電廠參訪，可了解其除役相關規劃及實務經驗，俾供後續公司除役規劃作業及重要決策參考。藉由派員前往開會及參訪，以汲取國際核能電廠除役之規劃、策略及執行相關經驗，並認識國際上除役供應鏈廠商及其技術能力，以利推動及規劃我國核能電廠除役工作，強化我國即將展開之除役管理與技術能力，增加未來執行除役工作的合作機會。

關鍵字：核能、除役、供應鏈

目 次

摘 要

(頁碼)

一、目 的	1
二、過 程	3
三、心 得	24
四、建 議 事 項	25
五、附 錄	27

一、 目 的

去年(2012)4 月台電公司與核研所曾隨經濟部訪問在倫敦的英國核能除役署(Nuclear Decommissioning Authority, NDA, 為一行政法人)總部, 由 NDA 國際關係組 John Mathieson 接待, 主要是希望能汲取英國透過公法人運作處理核後端業務之經驗, 作為未來我國推動成立核後端管理專責機構時之參考; 並由台電公司與 NDA 洽談雙方合作備忘錄事宜, 該備忘錄已於 2013 年 1 月初完成簽署。今年(2013)5 月 16 日, 英國貿易文化辦事處李安鈴處長與蘇韻如組長來核研所拜訪, 主要是表達英國 NDA 希望參與核一廠除役計畫; 並告知 5 月 31 日, NDA John Mathieson 將來訪。5 月 31 日, NDA John Mathieson 與 NDA 之所屬公司 International Nuclear Services(INS) Paul Dootson, 由蘇韻如組長陪同來核研所參訪, 並由核研所工程組安排參訪了 TRR 與 074 館除役現場; 也與核研所人員交換在除役方面之構想與規劃。9 月 27 日, 英國貿易文化辦事處配合 NDA 安排英國在除役方面的供應商(含研究機構)來台, 並在台電公司舉辦”核電除役經驗研討會”, 台電公司並邀請國內各相關機構(包括核研所)派員參加, 研討會中 NDA 並與台電公司洽談在其雙方備忘錄之下的進一步交流; NDA 並正式邀請台電公司與核研所派員參加這次國外公差之行程(即參加 2013 年除役供應鏈展覽會)。

NDA 於 102 年 11 月 13 日所辦理除役供應鏈展覽會, 並邀請美國、中國大陸、日本、韓國、羅馬尼亞及我國等人員參加, 會議係以英國除役法規、經驗介紹及核電廠除役所使用之儀器、工具、工法等為主軸; 核研所新近承接台電公司核一廠除役計畫, 有必要派員赴國外參加上述會議, 藉以了解國際上多家除役供應鏈廠商, 參考其除役策略及經驗。同時, 台電公司亦受邀派員前往, 核研所可配合參與英國 NDA 於 102 年初與台電公司簽訂之合作備忘錄(MoU)內容討論, 與核電廠除役專家進行經驗交流。

本次行程亦安排前往英國除役中核電廠參訪, 可了解其除役相關規劃及實務經驗, 俾供後續除役規劃作業及重要決策參考; 藉由派員前往開會及參訪, 以汲取國際核能電廠除役之規劃、策略及執行相關經驗, 並認識國際上除役供應鏈廠商及其技術能力, 以利推動及規劃本公司核能電廠除役工作, 強化我國即將展開之除役管理與技術能力, 增加未來執行除役工作的合作機會。

英國共有 18 座核電廠廠址, 其中 8 座電廠仍有機組運轉中, 而 HARTLEPOOL A、HEYSHA、

SIZEWELL B 與 TORNESS 四個廠址，共有 9 部機組運轉中且無機組停機或除役。上述 18 個廠址，除了 DOUNREAY 電廠為 FBR、SIZEWELL B 為 PWR、WINFRITH 為 SGHWR 外，其餘均為 GCR(Magnox)；目前仍有共 16 機組運轉中，大多數為後期(70 年代)興建之 GCR 及在 SIZEWELL B 之唯一 PWR，其中除 WYLFA-1 外，其餘運轉中機組已售予法國電力公司(edf)；另目前已宣布將在 Somerset 的 Hinkley Point C (EPR)新建機組。已永久停機的 29 部機組中，有 26 部屬 GCR；其餘為 DOUNREAY 電廠之 2 部 FBR 及 WINFRITH 之 1 部 SGHWR。英國各核電機組清冊如附件一。

除了上述 18 個廠址外，尚有 Sellafield、Harwell、Low Level Waste Repository、Capenhurst、Urenco、Springfields 等廠址，共有 24 個，NDA 擁有其中之 19 個(不含仍運轉機組)。NDA 簡介及其除役策略如下，詳細的 NDA 介紹則如附件二。

(一)NDA 成立於 2004 年，為一公法人(non-departmental public body)，英國政府之能源及氣候變遷部(Department of Energy and Climate Change, DECC)為其主管機關。主要負責工作包括：

1. 接續管理前英國原子能管制局(UKAEA)及英國核能燃料公司(BNFL)之 19 個核能廠址。
2. 完成前述 19 個核能廠址之除役、復原及再利用。
3. 詳審國能源公司(British Energy, 擁有先進氣冷式與壓水式核能機組)之核電廠除役計畫。
4. 發展英國低放射性廢棄物之處理策略及計畫。
5. 英國用過核子燃料與高放射性廢棄物長期營運管理。

(二)依英國 2004 年能源法規定，NDA 係定位為策略機構(strategic authority)。因此，NDA 不直接負責營運其所擁有之廠/場址，而係採契約委外方式辦理。

(三)NDA 擁有之 19 個廠址中，有 11 個廠址為英國第一代氣冷式核能機組(英國稱為” Magnox gas - cooled reactor”)，目前該等機組中有 10 座已永久停機，僅餘 Wylfa 有核能機組尚在運轉中。其除役策略為：依廠址之特定狀況及對環境影響風險之程度，在合理可行之原則下，儘快完成核能廠址之除役、復原及再利用。

NDA 已分別就其擁有之 11 座核能機組廠址特性，擬定除役計畫。目前已永久停機之 10

座核能機組中，有 3 座進行用過核子燃料移除(defueling)至再處理廠之作業中，餘 7 座已完成用過核子燃料移除並進入監護準備階段(care and maintenance preparations)，最終目標為廠址復原並再利用。另，除役期間如部分廠址土地已達可釋出再利用之程度，則就該部分土地申請解除核能執照管制(de-licensing)並做資產活化處理。迄今，NDA 已成功釋出總計約 53 公頃之廠址土地，並轉售供建新核能機組或商業園區用。

二、 過 程

本次國外公差行程如表 1 所示，自民國 102 年 11 月 9 至 15 日共七天；主要在英國曼徹斯特停留四天，其餘三天為旅程及資料整理。以下分別說明之。另外，全體團員共 4 位，分別來自台電公司核後端處與核發處、英國貿易文化辦事處及本所，成員名單如表 2。

表1 赴英國行程表

日 期	內 容	備 註
11 月 09 日(六)	旅程飛抵倫敦	轉機宿倫敦
11 月 10 日(日)	旅程轉抵曼徹斯特	下午整理資料
11 月 11 日(一)	前往 Trawsfynydd 電廠參訪除役	由現場人員簡報並帶領至現場參訪
11 月 12 日(二)	拜會 NDA Warrington Office	由 NDA 人員簡報其如何管理個除役計畫，並與參訪團成員討論 NDA 如何協助我們執行”核一廠除役計畫”
11 月 13 日(三)	參加 NDA Estate Supply Chain Event	
11 月 14-15 日 (四、五)	旅程抵達倫敦 旅程飛抵台北	上午整理資料

表2 團員名單

所屬單位	姓名	職稱
台電公司核後端處	邱顯郎	副處長
台電公司核發處機械組	巫鴻志	組長
核能研究所	施建樑	組長
英國貿易文化辦事處	蘇韻如	組長

(一) 參訪 Trawsfynydd 電廠除役現場(11/11)

1. Trawsfynydd 電廠簡介

Trawsfynydd 電廠位於 Trawsfynydd 湖之邊緣，該湖為威爾士第三大湖，並處於 Snowdonia 國家公園內；該湖於 1920 年代首次被用來作為 Maentwrog 水力發電廠之供水。

Trawsfynydd 電廠係於 1959 年 7 月開始興建，390MW 的雙機組於 1965 年 3 月開始商業運轉，在 Trawsfynydd 電廠全運轉生命期共發電 69TWh 度；它也因而減少了 69 百萬噸的二氧化碳從大型燒煤火力電廠之排放。歷經 26 年成功的發電，Trawsfynydd 電廠自 1991 年起因經濟因素停止運轉檢修。並自反應器移除燃料於 1993 年開始，經過 21 個月於 1995 年完成，比原規劃時程提前 4 個月，且在預算之內完成。燃料移除已將 99.99% 的放射性物質活度自電廠移走，Trawsfynydd 電廠自 1995 年開始進行除役。

根據它的生命期除役計畫，Trawsfynydd 電廠目前之除役工作正朝關切及維護階段 (Care and Maintenance (C&M) Phase)，它是英國 Magnox 電廠唯一收集所有廢棄物源流 (waste stream)，也是準備收集某種型式廢棄物的電廠；它作為 Magnox 最佳除役計畫 (Magnox Optimized Decommissioning Program (MODP)) 之一分子，Trawsfynydd 電廠與 Bradwell 電廠(位於 Essex) 同樣被選擇來做為加速除役之示範，為至少在其中一個電廠達成 C&M 狀態。在 Trawsfynydd 電廠的除役工作，就有了很好的進展且有一機會讓現有計畫加快，以早期達成完結狀態。在這些電廠進入加速 C&M，對英國是一里程碑事件，因為它們將成為英國第一座達成這個結束點的電廠。

所有復原運轉中心周遭遺留下來的，為低/中放射性廢棄物，係電廠在運轉階段的副產品。為讓這處理過與包裝過的廢棄物能貯存，中放射性廢棄物(ILW)貯存庫在 2008 年建造完成，於 2009 年開始運轉。廠房亦進行拆除與移除中，而我們為了減少廠址危害與處理遺留下來的廢棄物，將只在 C&M 階段留下三個建築；反應器 1 與 2 及 ILW 倉庫，反應器將降低高度並加覆蓋以變為 Safestore 建築。中放射性廢棄物之包裝將留在 ILW 倉庫內貯存，直到國家處置場在本世紀晚期可資利用。在當時，廠址將邁出 C&M 階段，ILW 倉庫將清空並拆除。兩部機高度降低，計畫在 2020-2026 年間執行，而最終廠址解除管制在 2076-2085 年間。電廠承諾與它的員工、當地社區與電廠利害相關人在一起，以確保有一段緩和的過渡期，邁向 2016 年的 C&M 期。Magnox Limited 公司為管理與運轉承包商，在與 NDA 合約下負責每天之運轉。

Trawsfynydd 電廠位於 Gwynedd，廠址面積有 15 英畝，鄰近城鎮有：Blaenau Ffestiniog(7 哩)，Porthmadog (10 哩)，Bangor (38 哩)。目前之大約員工數：209 位職員、143 位工人、615 位承包商人員。

(1) 電廠運轉歷程

1965-1989 年：中央發電局(Central Electricity Generating Board (CEGB))。

1989-1994 年：核子電力公司(Nuclear Electric plc) (隨著 CEGB 之部分民營化)。

1994-1998 年：Magnox 電力公司 Electric plc (隨著將 AGR 與 PWR 核電廠轉移給英國能源公司(British Energy plc))。

1998-2004 年：英國核燃料公司(British Nuclear Fuels plc)。

2004 年迄今：NDA(The Nuclear Decommissioning Authority)(隨著英國和工業改組並將所有英國核能遺留資產轉移給 NDA))。

(2) 顯著里程碑日期

1959 -1965 年：電廠興建

1965 -1991 年：發電

1991 年：發電停止

1993 年：電廠正式關閉

1993 -1995 年：燃料移除

1995 年：電廠解聯並除役

1998 年：燃料池洩水

2003 年：汽機廠房拆除

2005 年：北地窖清空，南地窖 FED 回收開始

2005 年：外牆架橋與浮筒移除

2005 年：冷水泵房除役與拆除

2005 年：ILW 倉庫興建開始

2005 年：鍋爐第一段 R1(北)移除

2006 年：燃料池牆壁刨除開始

鍋爐第一段 R1(北)移除完成

廠址獲得第三屆 RoSPA 金牌獎

2006 年：活性廢棄物 B4 窖(Active Waste Vault B4)清空

2006 年：第一次自主淤泥窖抽出裝桶
2006 年：廠址最終狀態諮商開始
2006 年：自樹脂窖 1 回收樹脂完成
2006 年：廠址最終狀態報提交 NDA
2007 年：活性廢棄物窖 B3 清空。
2007 年：熱氣體通道移除完成
2007 年：二號機鍋爐第一段(南)移除完成
2007 年：二號機鍋爐移除完成
2007 年：ILW 倉庫完工
2008 年：開始覆蓋二號機大廳屋頂
2008 年：在英國 MAC 下，完成第一個 ILW 廢棄物來源之回收
2009 年：完成一次管件組件之部分移位(Partial Relocation of Primary Circuit Components (PRPCC))

(3) 重要數據

開始建造：1959

完成建造：1965

開始運轉：1965

結束運轉：1991

開始燃料移除：1993

結束燃料移除：1995

開始 C&M 準備：1993

結束 C&M 準備：2016

(4) 電廠描述

反應器型式：氣冷石墨緩和 Magnox 反應器

機組數：2

每機組燃料管(channels)數： 3,740

每管燃料元件(fuel elements)數：9

控制棒數：110

燃料材料：天然鈾

反應器冷卻劑：二氧化碳

汽機發電機數：4

功率-設計(淨)：500MW

功率-目前(淨)反應器功率降低後：390MW

電廠迄今生命期發電數：69 TWh

先前業主：中央發電局、核能電力公司、Magnox Ltd.

鄰近核電廠：None 無

(5) 獨特事實

Trawsfynydd 電廠團隊擁有第一水準特定的社經發展計畫，以保證所預定支持的活動能被執行；這些活動使當地社區的社會或經濟生活受益。所執行的活動特定地想幫忙加速工作安排及 NDA 活動，而它們將深遠影響該社區。重要議題為將持續審查 Trawsfynydd 電廠的社經發展計畫。

- 如何對活動給予鼓勵與支持，已對當地社區提供社經利益。
- 如何我們未來社經活動基金應被組成，以支持社區啟動及長期策略機會。

我們提議的達成方法：

- 我們規劃扮演為利害關係人的焦點，已適當地提供領導，並扮演作為促進者、媒介與夥伴，讓其他人最佳的被置放於來領導與執行。
- 我們的焦點將採主要策略，來保證一協調的與一致性的達成方法，在國家與區域之各電廠間均能適用。
- 我們相信地方、社區基於行動計畫，在與我們當地社區、利害關係人與工作人員諮商後，而被最佳地在地發展與執行。

- 我們規劃發展我們的達成方法，以同意一方法去建立一當地慈善信託來管理基金，本基金由 Trawsfynydd 電廠的工作人員、管理階層與電廠利害關係人小組等的成員來組成。
- 在我們的社經發展計畫上，我們承諾去傾聽並將利害關係人之觀點納入。

2. Trawsfynydd 電廠簡報與現場參訪

由 NDA 國際關係組 John Mathieson 陪同並駕車，11 月 12 日一早約 07:30 自住宿旅館出發，除我們台灣四位訪客外，另加上 NDA 的子公司 INS(International Nuclear Services)的 Paul Dootson 亦陪同前往。一行六人約 10:00 左右抵達 Trawsfynydd 電廠，由 Magnox Ltd. Site Director Peter D. Burns 接待，自 10:30-12:30 先做 Trawsfynydd 電廠除役現況簡報，並進行討論與提問。13:30-15:00 進行除役現場參訪(如附圖 2)；15:00-16:00 做最後討論與結論(如附圖 3)，並結束返回曼城。

Trawsfynydd 電廠除役現況簡報，包括電廠簡介與過去之除役活動與全程規劃，請參考前節說明。第二部分為中強度廢棄物貯存庫(Intermediate Level Waste, ILW)之興建與運轉，其係於 2005-2008 年期間興建，2008-2009 年建造完成開始運轉。燃料元件碎片(Fuel Element Debris, FED)回收，係過去為了將用過核子燃料送往 Sellafield 進行再處理，先將燃料元件之周邊不鏽鋼部分剪掉，其碎片先行存放在貯存窖，共有南 FED 窖計 46 x 3m³ 小窖(119m³)，而北 FED 窖則為 66 x 3m³ 小窖(171m³)；而這階段就是將這些碎片取出回收裝入容器固化後，先送往 ILW 暫存。另外，針對樹脂回收則為使用小機器人進入樹脂窖清理，並利用旋轉調度臂(Rotary Deployment Arm, RDA)將窖中樹脂取出；目前樹脂一、二窖已清空，正進行三窖之清理中。燃料池早在 1992 年燃料移除後即洩水，正利用遙控手臂進行牆表面刨除中，大約需刨除 40mm 深之表面混凝土。

反應器廠房部分，執行了鍋爐(Boiler)之切割與移除；另為了回應環保團體與社區民眾之要求，將反應器廠房高度降低，新設置一隔樓地板並覆蓋一斜的屋頂；而廠房外牆則予以強化，以保證在長期 SAFSTORE 仍能維持。其他尚有裝桶的樹脂再以標準 ISO 貨櫃盛裝；發展”RB’ s tank”，為一試驗性淤泥乾燥單元；採購新的 Straddle Carrier，以用來搬運盛裝 ILW 的混凝土屏蔽護箱；發展移動式放射性廢液處理系統(Mobile Active Effluent Treatment Plant)，以處理除役產生的廢液。

目前總員工人數(含包商)為 967 人；不過，自 2016 年起，隨著大部分 C&M 準備階段的工作完成，人數為大幅減少；屆時，將發遣散費予以資遣，或協助轉業。

簡報結束後，曾詢問為何不直接拆除而採 SAFSORE，其回答主要是考慮讓其中之 Co-60，若經 40-100 年的衰減後，可直接以人工拆除。

從簡報中獲得的結論，有以下五點：

- (1) 選對的團隊與人選；
- (2) 考量輻射、費用與人力，進行完整的規劃；
- (3) 一定要有替代方案(plan B)，要有風險管理；
- (4) 採用越簡單可行的技術；
- (5) 勿低估基礎工程的需求，可能比運轉所需人力多。

(二) 拜會 NDA Warrington 辦公室(11/12)

同樣由 NDA 國際組 John Mathieson 陪同並駕車，11 月 12 日一早約 09:15 自住宿旅館出發，09:45 抵達 NDA Warrington 辦公室；自 10:00-16:30 雙方進行簡報與討論(如附圖 4)。參加的 NDA 成員如下：

1. NDA 參加人員

- (1) Alan Moore, Head of Operational Performance 運轉績效組組長
- (2) Amanda French, Head of Contract Delivery 合約發包組組長(女)
- (3) Chris Kaye, Head of Non-NDA Liabilities Oversight 非 NDA 負債監管組組長
- (4) Andy Ridpath, Lead Project Controls Manager 計畫管控主持人
- (5) Michael Calloway, Lead Programme Manager 計畫主持人
- (6) John Mathieson, Head of International Relations 國際關係組組長
- (7) Paul Dootson, International Nuclear Services

會議由 NDA 非 NDA 負債監管組組長 Chris Kaye(曾於今年(102)9 月來台訪問，未來將接 John Mathieson 的國際關係組)主持，議程如下：

2. 議程

- (1) 本工作會介紹與目的(Introductions and purpose of the workshop)→Chris Kaye。
- (2) 九月份於台電公司簡報資訊重要單元之摘述(Short recap on key elements of the presentations made to TPC in September)→Chris Kaye。

- (3) NDA 在核電廠除役規劃與工作執行之實務經驗(NDA' s practical experience in NPP decommissioning planning and work execution)→Amanda French。
- (4) 台灣核能發電介紹與除役規劃需求(Nuclear generation in Taiwan and the need for decommissioning planning)→邱顯郎。
- (5) 一個好的除役計畫的架構與單元(Structure and elements of a 'good' decommissioning plan)→Andy Ridpath。
- (6) 管理除役包商之經驗 (NDA' s experience of managing decommissioning contractors NDA)→Michael Calloway。
- (7) 未來之 NDA/台電交流互動與 NDA 支援(Future NDA/TPC interactions and NDA support)→Chris Kaye。
- (8) 結論(Wrap-up and key themes from the day)→Chris Kaye。

雙方在相互簡報中，均逕行直接提出問題討論；首先由 Chris Kaye 進行本工作會做介紹與目的，Chris Kaye 也說明九月份於台電公司簡報資訊重要單元之摘述；接著由 Amanda French 簡介 NDA 在核電廠除役規劃與工作執行之實務經驗；台電公司邱顯郎副處長則簡報台灣核能發電介紹與除役規劃需求；Andy Ridpath 說明一個好的除役計畫的架構與單元；Michael Calloway 則對於 NDA 管理除役包商之經驗加以闡明；最後，再由 Chris Kaye 報告未來之 NDA/台電交流互動與 NDA 支援，並做結論。

3. 有關 NDA 簡報之重點如下：

(1) 除役計畫之發展與熟化

除役計畫之三大基本要素為工作範圍、時程與經費；經由待除役電廠資料之蒐集以作為輸入數據，在主管機關法規架構下，彙整出除役計畫所需之工作範圍、時程與經費，並考量其中之不確定度與可能風險，藉以發展出”除役計畫”；根據這個計畫用來編列所需預算，回饋至核後端基金；並用來發展近期工作計畫與績效基線，以作為工作執行之依據(如圖 1 所示)。

以 Magnox 機組之除役為例，共有 Berkeley, Bradwell, Chapelcross, Dungeness A, Hinkley Point A, Hunterston A, Oldbury, Sizewell A, Trawsfynydd 與 Wylfa

等 10 個電廠，是屬於 Magnox 合約的；第一版近期工作計畫(Near Term Baseline Plan) 與生命週期基線計畫(Lifecycle Baseline Plan)，是於 2005 年所提出，被視為除役計畫的技術文件。由過去幾年，NDA 與 Magnox 間合約運作之了解，獲得了許多寶貴的經驗；如原先 10 個電廠分為北、南兩家 Magnox 廠址授照公司，分別各管理 5 個電廠，目前整併為一家；將每個電廠的近期工作計畫與生命週期基線計畫，整合成只有一份”全生命除役計畫(Lifetime Decommissioning Plan)” ，以比較能了解準備執行工作之範圍與各工作間之關聯性；了解基金對時程與經費之影響，讓 NDA 之需求較為合理，為達成目的採用之調適，例如在 2008 年時，當時政府預算吃緊，只好選擇優先度，讓有些計畫延後執行；以及促進各電廠間最佳實踐的分享與學習。

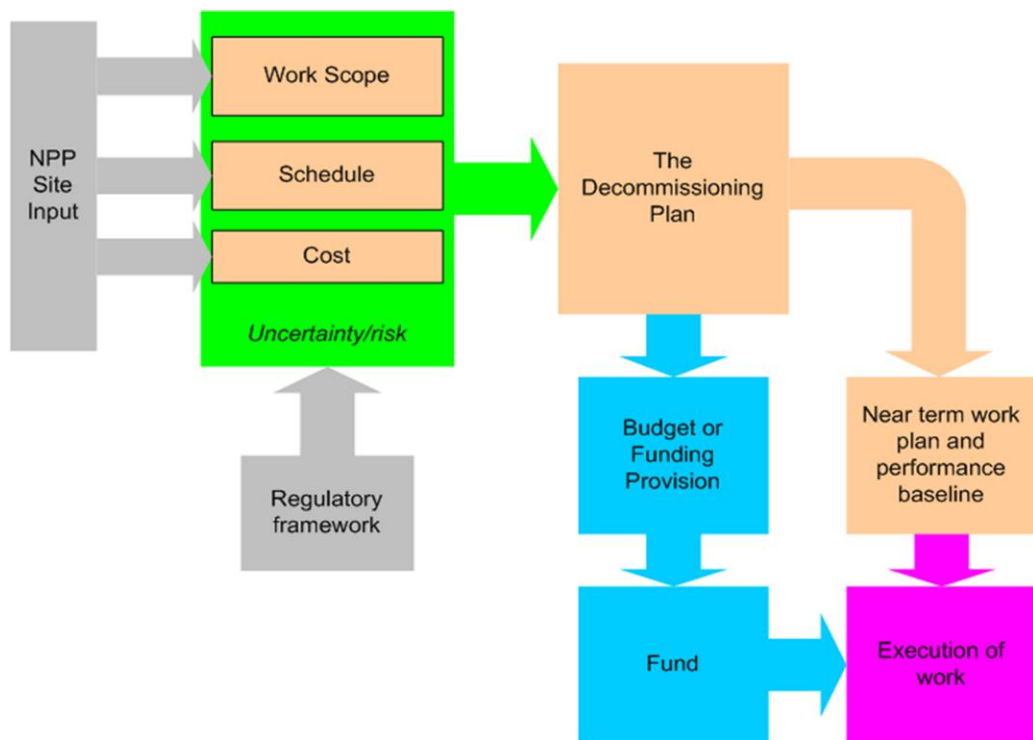


圖1.NDA 針對除役計畫之發展與熟化流程

目前 Magnox 各電廠(其位置如圖 2 所示)所處的除役階段如下：

- A. 發電：Wylfa
- B. 燃料移除：Chapelcross, Sizewell A, Oldbury
- C. 關切及維護準備：Berkeley, Bradwell, Chapelcross, Dungeness A, Hinkley Point A, Hunterston A, Trawsfynydd

D. 關切及維護：無

E. 反應器拆除及最終場址解除管制：無。

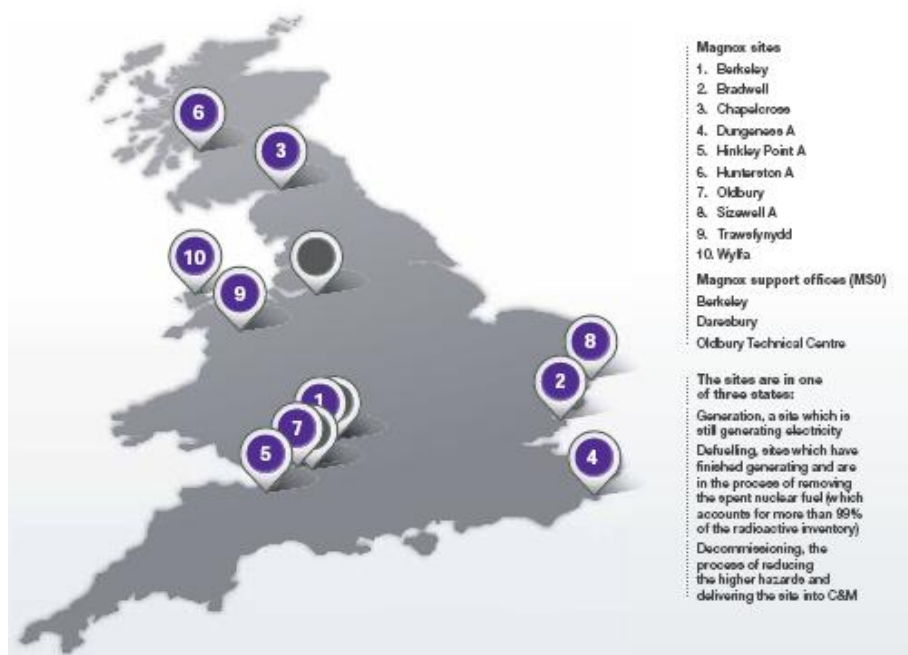


圖2.NDA 十座 Magnox 電廠位置

針對關切及維護準備階段，用來處理有害廢棄物與傳統電廠的四個策略專案為：(A)燃料元件碎片(FED)之回收與處理；(B)廠內燃料貯存池與放射性廢液處理設施的拆除；(C)運轉固體與濕式 ILW 之回收與包裝，以作為最終處置準備；(D)建築結構之棄廠、拆除與復原及土地復原。至於關切及維護階段，在這沉靜的期間，以允許輻射水平自然地衰減。規劃假設在停止發電至最終廠址解除管制為 85 年，將反應器被動貯存並遙控監視；在中期貯存的中放射性廢棄物，將轉移至地質處置場；廠區內所有沒有被移除的結構，將處於被動安全的狀態下：汽機大廳開洞填滿或圍以圍籬，反應器則在安全貯存中，燃料池拆除或洩水並封蓋。最後，反應器拆除及最終廠址解除管制階段為除役的最終階段，包括有反應器拆解、反應器廠房拆除及廠址復原。重要活動有：在頂部興建反應器拆解設施，反應器爐心石墨包裝與貯存，廢棄物特性調查與切割，建物拆除，土地復原、解除管制及最終景色恢復與外釋再使用。

表 3 為 NDA 所屬 19 個廠址之全生命週期估計所需費用，而就 Magnox 管轄的 10 個電廠之整體所需經費，自 2005 年估計的約 130 億英鎊，到 2008 年之估價達最高

為 210 億英鎊，接著 2011 年的 195 億英鎊，最後於 2013 年的 158 億英鎊，如圖 3 所示。根據 NDA 之解釋，是因為一開始不清楚工作範圍，會有少估若干項目之現象，隨著計畫之進展，補上各需增加工作項目，使得經費快速攀升；接著再由於對工作內容有進一步的了解，以及各電廠間技術經驗之交流、分享與學習，使得經費又逐漸下降。

表3 各廠址全生命週期估計所需費用(Estimated Lifetime Financials Per Site)

2012/13 Estimated Discounted Lifetime Plan (£m) 2012/13 年估計折舊計畫(百萬英鎊)						
		Decomm & Clean-up Costs* 除役與清理費用	Total Operations Costs** 總運轉費用	Commercial Revenue 商務歲入	Net Running Cost 淨運轉費用	Government Funding 政府基金
Site Licence Company 廠址授權公司	Site 廠址	A	Running Cost 運轉費用 B	C	D = (B-C)	E = (A+D)
Magnox Limited	Magnox upport	1,132			0	1,132
	Berkeley	642			0	642
	Bradwell	422			0	422
	Chapelcross	714			0	714
	Dungeness A	595			0	595
	Hinkley Point A	736			0	736
	Hunterston A	685			0	685
	Oldbury	975			0	975
	Sizewell A	813			0	813
	Trawsfynydd	594			0	594
	Wylfa	882	134		134	1,125
Research Sites Restoration Limited	Harwell and Winfrith	1,180			0	1,180
Dounreay Site Restoration Limited	Dounreay	2,111			0	2,111
Sellafield Limited	Sellafield(including Calder Hall and Windscale)	41,975	3,044	8,040	-4,996	36,979
	Capenhurst	724			0	724
LLWR Limited	LLWR	274	574	574	0	274
Springfields Fuels Limited	Springfields	355			0	355
Sub-Total		54,809	3,752	8,614	-4,862	49,947
	Electricity Sales		772	958	-186	-186
	Geological Disposal Facility	3,938				3,938
	NDA Central Liabilities & Group	111	1,946	1,193	753	864
Total 總計		58,858	6,470	10,765	-4,295	54,563

* Figures from 2012/13 Annual Report and Accounts

** Figures from Site Lifetime Plans or NDA Corporate Plan

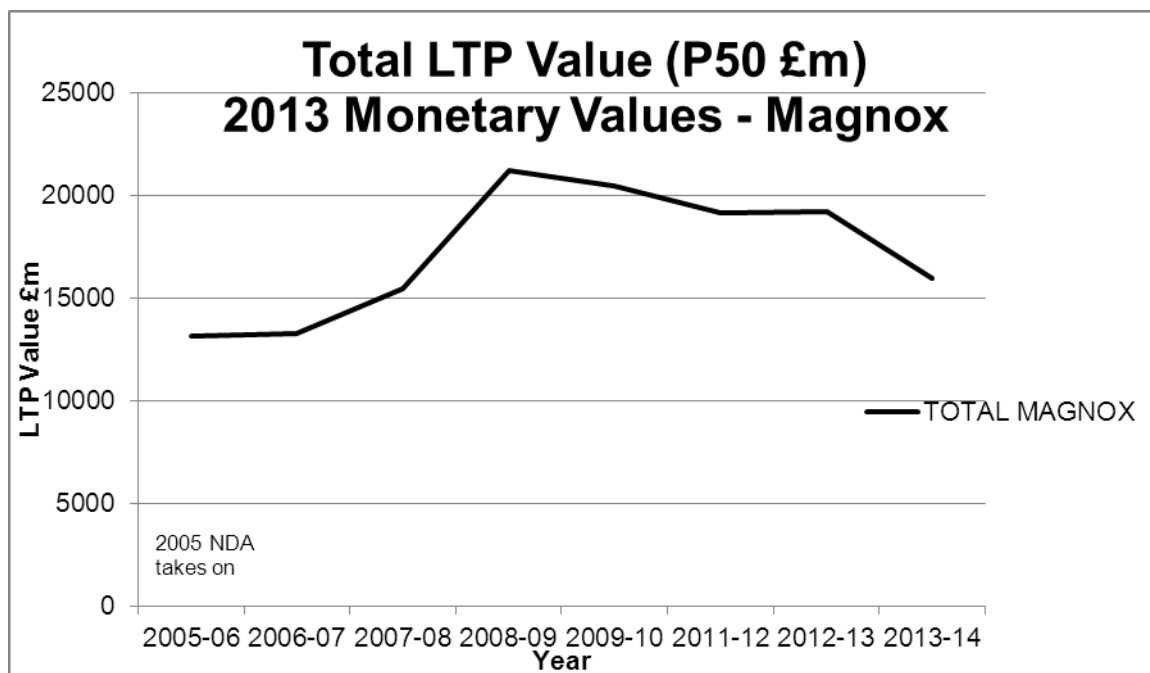


圖3. Magnox 電廠除役所需經費估計變化

(2) 好的除役計畫之元素

全生命除役計畫對於每個電廠為支配一切的文件，它描述了清理委託商要從廠址的目前狀態達到約定的最終狀態所需完成的每一活動。簡單言之，它確定了：

- A. 須完成的工作內容(工作範圍)
- B. 甚麼時候，在廠址全生命期準備執行工作(時程)
- C. 準備由全生命期信債支付多少經費(成本)

對於全生命除役計畫三個關鍵元素的細部資訊，可如下表 4 所述：

表4 全生命除役計畫三個關鍵元素的細部資訊

全生命除役計畫		
工作範圍	時 程	成 本
<ul style="list-style-type: none"> ● 整體廢棄物策略 ● 危害基線 ● 技術基線 ● 詳細體積 ● 供應鏈策略 ● 優先化與技巧策略 ● 處理流程 ● 風險登錄 ● 主要假設與排除 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長程繪製 ● 工作分工結構時程 ● 內部互依性 ● 里程碑時程 ● 採購時程 ● 資源時程 ● 法規與利害關係人時程 	<ul style="list-style-type: none"> ● 估計文件基準 <ul style="list-style-type: none"> ■ 估計總計 ■ 基本估計-增建 ■ 補償分析

全生命除役計畫的原則：它需要明確地以品質、及時與基礎等項目，來設定委託人的期望；並需要是適當的，以便能由高層策略進展到一廠址的細部計畫，可讓每天用來管理的。且這個計畫是電廠自己所要的，而不是總辦公室要的；定期需修訂，應與適用的基金模式連結；最後，在執行方面需要在關廠前，建立強有力的領導及一除役組織。

全生命除役計畫的要素-工作範圍：在計畫內被確認的工作範圍，已被適當地定義且技術上看起來是可以(範圍在這裡可以是計畫(project)與專案(program)的水平。工作範圍是”整體的”：它包含了必須於最終狀態需要履約的所有工作，工作範圍也要清楚地使假設與內部依存性，能相互連貫及束縛。當然所有的假設是合理的且可判斷的；所建議的技術與技藝，是在現行可接受之好的除役實踐(practice)。有一適當的支撐技術基線，以及其技術缺口與認知的風險是被清晰地確定；且可信的已規劃工作有被記錄以便能填補該缺口與風險，而該些工作已被適當地估價。

全生命除役計畫的要素-時程(一)：有時程規劃的計畫與專案之優先次序，應與廠址策略連結；有時程規劃的履約目標，應在專案/運轉區域內被定義與了解。時程的重要假設與排除項目，應被清楚地定義；時程應經由一有效的工作包與活動分工，來反映該被定義的工作之範圍。時程應在適當的詳細程度下，與可履約的基本活動來架構，以反映工作範圍及其成熟程度。時程是合乎邏輯且與一清晰關鍵路徑結合，來為計畫/工作包反應經核准的履約策略。

全生命除役計畫的要素-時程(二)：時程應合邏輯地與其它專案/計畫介面結合，且專案/計畫與其它專案/計畫間不能有空隙。各支撐時程(下包商計畫、主生產時程(MPS)等)之排列應被清晰地展現。時程應根據可接受的規範分配資源，使得其可以被實務地執行。時程期間應根據可接受的規範，若可能的話，依據已展示過(近期)之成效者。時程必須全程的與成本估計(估計基準)結合。

全生命除役計畫的要素-時程(三)：時程必須結合來自可應用的風險模式產出之風險移除活動及經費/時程補償。時程應被工作範圍經理所同意並核准，且應被履約團隊所認同，並必須考慮與所有專案與計畫參與者間之協調與界面。對於認可的高

風險/關切履約區域，退場或補償時程應被考慮與發展。時程應代表對達成關鍵利害關係人需求之最大努力。

全生命除役計畫的要素-成本(一)：所有需要履約至所需最終狀態的成本要素，均已被涵蓋。發展成本估計的方法是被廣泛地與清晰地描述，並提供所使用估計技術一清楚的樣貌。成本與量化數據組在這個點是及時健全的，與前版計畫比較要是一致的，成本估計結合風險與不確定度，如藉由機率技巧來推導一”基準成本--P-50(50%的成功機會)” ，以及” P-80(20%的機會估價會偏低)。通貨膨脹及折舊有考慮進去，並被修正計算在內。

全生命除役計畫的要素-成本(二)有：

- A. 基本估價：應包括所有工作範圍之量化估價再加上正常估價之餘裕。
- B. 成本補償：包括基本估價周遭不確定度之評估，以及切中工作範圍的不連續風險。針對估價做總結，其應該是可信的、有完整文件的、正確的及廣泛的。

全生命除役計畫的要素-風險(一)：風險與機會有被合適地確定及管理計畫已備便；所有對履約的主要風險被確定，且風險移除有清楚地敘述。會有風險者有人認養，風險處理策略曾被發展，且風險被量化。補償值已藉由風險量化與不準度估計而被告知。以專案的成熟度來看，補償值顯示為可接受的。

全生命除役計畫的要素-風險(二)：補償發展應考慮：

- A. 基本估價應是計算補償的參考點，
- B. 補償發展應是對於工作範圍的複雜性是相稱的，
- C. 應對於成本不準度、時程不準度及不連續風險之衝擊，有適當的考量，
- D. 發展與管理補償如：計畫、專案及/或運轉單元水平，有適當的考量。

全生命除役計畫的要素-品質(一)：全生命除役計畫的品質在獨立的品質管理系統內，依文件品保計畫已被適當地產出與確保。由前一版全生命除役計畫或工作執行中，所學習到的已被納入。全生命除役計畫已被正式的審查，由委託人以資深職位立場(如部門組長、處長)所核准。在全生命除役計畫發展期間，已諮詢過主管機關並獲其表示滿意。最後，獲得廣泛利害關係人承諾的證據。

核電廠關閉三年前之期望，以 NDA 之觀點而言應包括：

- A. 除役計畫團隊與基礎設施建立；
- B. 清晰與獲配資源工作計畫，以發展全生命除役計畫至核電廠關閉；
- C. 清楚地了解到主管機關甚麼是需要同意及甚麼時候要，以避免耽擱；
- D. 工作範圍、時程與成本是經由”黃金威脅(Golden Thread)” ，與所應用尺度驗證之證據及風險與對策有適當認同之結合；
- E. 開始與供應鏈接觸；
- F. 開始進行員工再訓練；
- G. 相關安全分析與環境評估準備及同意已到位；
- H. 來自電廠的關鍵員工已納入，以確保能變為電廠所擁有；
- I. 管流程與步驟已備便；
- J. 人力轉換已發生(運轉聚焦變為除役聚焦)；
- K. 供應鏈開始接洽及合約準備/簽訂；
- L. 合適的履約組織與合作架構建立；
- M. 清楚的利害關係人計畫。

(3) 有效的委託商管理

NDA 委託準則，包括有四個宗旨：

- A. 集中在我們策略的是競爭
 - (A) 金錢的安全價值，
 - (B) 推動競爭，
 - (C) 推動最佳實踐；
- B. 金錢的價值
 - (A) 強化寬廣的參與，
 - (B) 適當地將對公眾的風險轉移至私部門，
 - (C) 聚焦在長期的解決方案；
- C. 創新

- (A) 對現有的挑戰推動新的方法，
- (B) 在供應鏈裡尋求解決方案，
- (C) 聚焦在產出，而不是過程；

D. 市場發展

- (A) 可預測的工作流程，
- (B) 對新的點子與解決方案採開放態度，
- (C) 發展一有競爭力的市場。

NDA 委託之安排可如圖 4 所示，

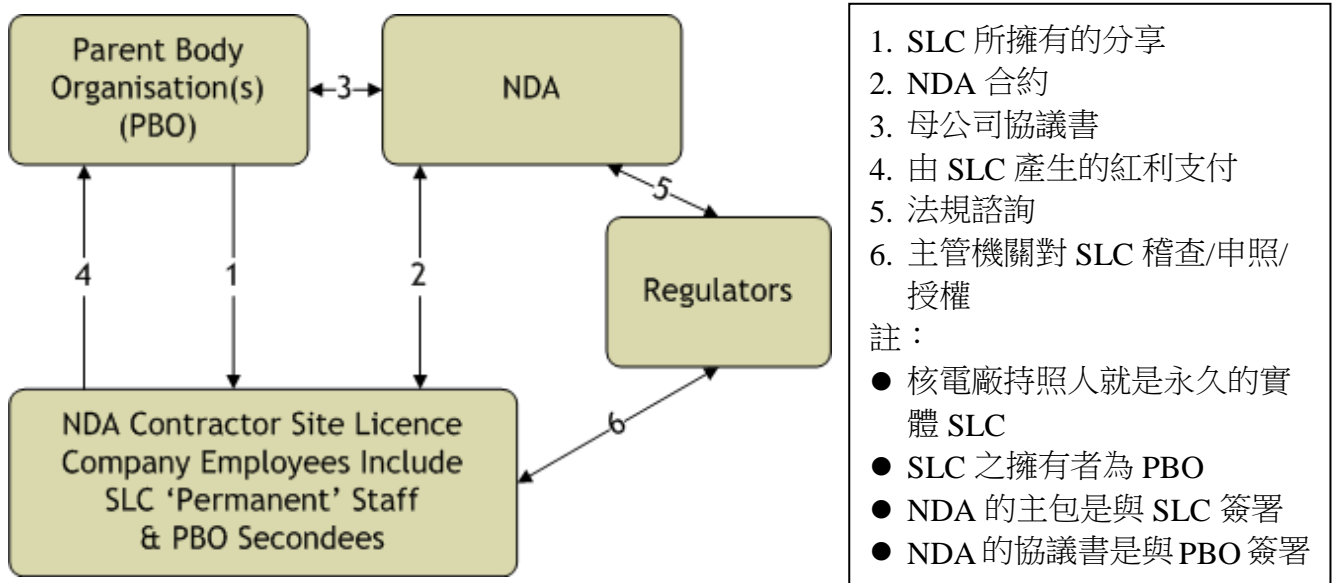


圖4.NDA 的委託商安排

NDA 採用的委託模式：NDA 已改採目標價(Target Cost)合約(如 Dounreay 與 Magnox/RSRL)及效率基準(Efficiency Based)委託(如 Sellafeld Ltd./LLWR)，委託費用撥付一般有三種：

A. 履約交付-按里程碑完成需求：

- (A) 健全與可稽查的具里程碑之履約，
- (B) 適當的一多年期方法及適當的與內部廠址授照公司(SLC)國家專案結合，
- (C) 結合 NDA 優先度經費之配置，
- (D) 學習來自前幾年持續改善流程的經驗。

B. 效率-經由金錢價值(Value for Money, VfM)節省機制，所推導而來。

C. 行為-讓 SLC 與母公司組織(Parent Body Organizations, PBO)有誘因與測量行為、達成方法與全面績效的方法；修訂原先之同意原則，而改為隨經費與全面績效依存。

(4) 雙方討論(特別針對 2013 年 9 月台電公司與 NDA 在台之研討會)

研討會重要結論有：

- A. 除役計畫是一變動的旅程；
- B. 在每一點上，需要有清楚的品質與內容的里程碑與期望；
- C. 特別地，在電廠關閉後，除役計畫應達到甚麼樣子；
- D. 不要低估你所需要準備除役計畫的時間；
- E. 風險會不會造成專案與成本之重大影響—確定風險與建立改正行動計畫去消除它；
- F. 具誘因之委託商績效；
- G. 需要有一支撐基線；
- H. 預約一位能展示其領導力的有效計畫主持人是關鍵；
- I. 大多數的技巧、經驗與技術，是可在各種反應器型式間移轉的。
- J. 後續可能的發展；
- K. 待台電公司決定；
- L. NDA 準備在雙方備忘錄下來協助台電公司；
- M. NDA 並沒有產出除役計畫，但可以提供履約文件內容之諮商；
- N. 任何需要協助者，必須有具體目標且應事先規劃，以便可適當地配以資源；
- O. 進一步的 NDA 協助，將可能需要有費用。

(三) 參加 NDA Estate Supply Chain Event (11/13)

11月12日晚上,由能源及氣候變遷部部長Baroness Verma作東在Holiday Inn Media City,宴請國際來賓,我們台灣四位均受邀參加。11月13日上午09:15,仍是NDA國際組John Mathieson駕車送我們到展覽會場Manchester EventCity,約09:45抵達報到後,參加展覽會,議程如下:

11月13日展覽會議程

10am	Welcome Presentations
John Clarke, NDA	
Baroness Verma	
Mark Beirne, SME Steering Group	
NDA Estate Supply Chain Awards	
11.30am	Exhibition Opens
CAFÉ OPENS in foyer and exhibition hall	
12.15pm	Alun Ellis, Radioactive Waste Management Directorate
12.30pm	Innovation Presentations: Arvia, NSG, PacTec, Safety Critical
1.30pm	UKTI - Emerging Europe - Bulgaria & Romania
2.25pm	UKTI - Western Europe - Switzerland, France & Spain
3.25pm	UKTI - USA
3.45pm	UKTI - Asia Pacific - Japan
4.30pm	Fukushima IRID workshop
	Exhibition closes
5.30pm	EVENT CLOSES

先由 NDA 署長 John Clarke 做開幕致詞，接著邀請下議院能源與氣候變遷部部長 Baroness Verma 致詞，其原文演講稿(公布在能源與氣候變遷部網頁)及中譯本如附件三所示；緊接開始頒發各類研發競賽獎，有先報各提名者，再由貴賓分別頒發獎牌(如附圖 5)。展覽於 11:30 開始，共有 202 個攤位(如附圖 6)；下午則安排了幾場由保加利亞、羅馬尼亞、瑞士、法國、西班牙、美國、日本等國代表說明其核後端業務。11 月 15 日在能源與氣候變遷部網頁，有下面之新聞發布：

成功的供應鏈展覽會

2013 年 11 月 15 日

大約有 1,300 位來自英國與海外的參觀者，藉由面對面連結的機會，參與了這個最大與最成功的 NDA 資產供應鏈展覽會；自 2011 年開始，曼徹斯特展覽會由 NDA 與其廠址授照公司 (Site License Companies) 聯合承辦，最重要的目標為供應商提供打開可見度的機會，特別是中小企業 (Small and Medium-sized Enterprises (SMEs))。

這天(11月13日)由下議院能源與氣候變遷部部長 Baroness Verma 揭幕。

"我對於這次展覽會有如此多的參與者而印象深刻，我也了解到這或許是在歐洲最大的展覽會；我曾擁有過中小企業之背景，也了解到在這展覽會代表的商業所面對之挑戰與機會。我們有如此一個具體的國際展示的事實，告訴我們這個部門的機會並不侷限於英國。

約有 200 個商業參展，包括有 NDA、所有廠址授照公司、上二階供應商(Top Tier 2 suppliers)、政府機關與再衍生組織；對於 2013 年展覽會的新的特色有：

- 在發明區有前驅核能公司展現他們的技術及展示案例研究。
- 與來自其他國家核能專家之國際研討會，更新了給英國公司可資利用的海外除役市場與機會名冊。與英國商業及投資部(UK Trade & Investment (UKTI))組成夥伴關係，給予來自羅馬尼亞、瑞士、保加利亞、台灣、德國、日本與法國的代表們，英國公司要如何進入他們市場的扼要說明。

在展覽會中亦宣佈了對整體供應鏈有關 NDA 智財權條款及強制立即付款引入條款之修訂，NDA 供應商最佳化及中小企業處處長 Ron Gorham 說：“這個展覽會目前已是第三年了，並已逐漸變為在核能除役市場的重要固定年度大會。我們絕對高興今年有那麼多人來參加，我們去年(2012)聽到之回饋，要求有更大的攤位空間與非正式討論。而這非正式回饋，目前已有非常好的回應”。

"我們任務的成功，端視能否針對變動的商務提供許多挑戰解決方案；我們持續承諾我們的供應鏈，由最大至最小的公司，改善涉入除役之機會。”本展覽會為過去二年所發展來鼓勵與支持供應鏈系列創新之一環。包括有商務流程需求之簡化、採取 HMG's Contract Finder 作為單一、網頁入口招標；加上為中小企業建立國家與區域指導小組。

有關這次展覽會之說明如下：

由供應鏈最佳化及 NDA 中小企業處處長 Ron Gorham，在 2013 年 NDA 資產供應鏈展覽會致歡迎詞，目前已是第三年並開始建立為固定的除役商業展覽。我們也很高興歡迎我們的主講嘉賓下議院能源與氣候變遷部部長 Baroness Verma。特別地，我們希望有兩個嶄新特色能吸引你們的注意：

- 創新區內有領先之核能公司將展示他們的技術。

- 國際研討會邀請其他國家的專家，他們將更新海外除役市場的來賓名冊及英國公司可資利用的機會。

1. 英國商務及投資部

英國商務及投資部為政府組織協助英國公司在全球經濟能成功。我們也將幫忙海外公司，攜帶他們的高品質投資進入英國動態的經濟，了解成功進入全球商業的歐洲的最好地方。

英國貿易及投資部透過應專家網絡及遍佈世界英國外交史館與其他外交人員，提供之專業與合約。我們提供他們要求在世界舞台有競爭力並備有工具的公司。英國貿易及投資部亦有一個攤位在今天的展場，且來自世界各地的我們許多的商務官員將安排與貴賓們有面對面的會晤。英國貿易及投資部也在今天的展覽安排一國際研討會，並邀請下列國家進行簡報：

(1) 保加利亞

有兩個國家基金於 1992 年設立，其中一個為放射性廢棄物之安全處置，另一個為核設施除役；但這兩個基金並未適當地運作直到 1999 年。該基金與核工業無關，係由政府來管理。除了國家基金外，在 2001 年 6 月，Kozloduy 國際除役支援基金 (Kozloduy International Decommissioning Support Fund (KIDSF)) 由歐洲重建及發展銀行 (European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)) 所創立，他撥款作為 Kozloduy 電廠 1-4 號機除役用。在 2009 年，幾乎有 1.2 億歐元價值的合約在 KIDSF 所簽署。

(2) 羅馬尼亞

再轉貯存入乾式貯存設施前，用過核子燃料暫存於反應器內十年；有關深層地質處置場，則在進行前期調查中。

(3) 瑞士

國家政策尚無有關用過核子燃料的再處理或直接處置；在 2011 年 6 月，國會決定不替代任何反應器，因而核電廠在 2034 年將關閉。放射性廢棄物管理所需總費用估計約 160 億瑞士法郎，包括後 50 年的監管階段。

(4) 法國

在法國有 13 座實驗用與動力反應器正除役中，其中 9 部為第一代氣冷石墨緩和型式反應器，6 部與英國的 Magnox 同一型式。所有法國核設施(包括反應器、研究設施與燃料循環廠)除役及放射性廢棄物處置之未來總費用為 794 億歐元；拆除設施為 319 億歐元，其中含 184 億歐元用來拆解法國電力公司的 58 座運轉反應器。而管理用過核子燃料得費用估計約 148 億歐元(193 億美元)，廢棄物處置約 284 億歐元。

(5) 西班牙

西班牙有 7 部核反應器共發出全國電力的 1/5；ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos SA)在 1984 年所創立，為一國有公司負責放射性廢棄物管理及核電廠除役。在 2006 年 4 月，142MWe 的 Jose Cabrera (Zorita)電廠在運轉 38 年後關廠；從 2010 年開始預計 6 年內，由 Enresa 完成電廠之拆除，總費用估計約 1.35 億歐元。

(6) 美國

高階核子廢棄物的處置與貯存持續是一主要未解的議題；NEI 於 2006 年的報告，估計進行所有合適核電廠除役之總費用為 320 億美元，平均每部機約 3 億美元；大約有 2/3 機組已經設有基金，其餘將在未來 20 年內完成基金創設。

(7) 中國大陸

中國已變得大部分可自我滿足的燃料循環，並正變為全盤使用西方技術，惟仍正適用與改善中。基於期望在 2010 年裝置容量達 20GWe，2020 年達 40GWe；用過核子燃料年產量，由 2010 年的 600 噸到 2020 年的 1,000 噸；累計則分別為約 3,800 噸、12,300 噸。

(8) 日本

在 2011 年 3 月 11 日福島一廠(2,719MWe)被大地震海嘯嚴重地損毀，已被納入為將要除役。在 2013 年 8 月，由 JAEA 成立核子除役國際研究所(International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID))，日本業主與反應器供應商將聚焦在福島一廠 1-4 號機。

貴賓們將講述在他們國家的除役機會，以及英國供應鏈公司如何進入。

2. NDA 供應鏈展覽會現場參訪廠商攤位

共有 202 個攤位，參展廠商名冊如附件四。由於廠商眾多，以蒐集廠商資料為主，且以切割、容器、自動化等方面為重點。計有 PaR System Ltd.(自動化、遙控、抓具、切割)、DBD Limited(除役與廢棄物管理)、Wollrover Ltd.(爬牆混凝土刨除)、Graham Engineering LTD.(切割、鍛壓、焊接、容器)、西屋、Smith Engineering(吸附劑)、Steve Vick International(地下管件切割、取出、封塞)等。

三、心得

- (一) 英國於 2005 年成立 NDA(為行政法人組織)，政府即將幾個準備除役的電廠所有權轉移給 NDA，但它不直接管理所擁有的核設施；而是經由國際招標方式，與有執照運轉人(即廠執照公司(Site Licence Companies, SLCs)簽訂管理及運轉合約，在每一廠址發包一廠址專案計畫。管理廠址包括準備廠計畫、執行與再下包工作。母公司(Parent Body Organizations, PBOs)在 SLCs 與 NDA 合約期間，擁有部分持股，PBO 負責管理廠址專案計畫。
- (二) 經由雙方(台電公司/核研所與 NDA)這兩年來密集之參訪交流，尤其這次與 NDA Warrington 辦公室之一整天座談，加上第二天的供應鏈展覽會實地感受，已了解到英國政府在核電除役之長遠規劃。英國認知到必須解決 50, 60 年代快速發展核電所遺留下來的問題，經過 90 年代至 21 世紀初之歷練，NDA 目前負責全英國共 19 個廠址之除役。英國的作法為由政府編預算出資，NDA 負責向國際招商與發包及執行期間之管理。並依待處理廠址之特性，將 19 個廠址加以劃分成六個部門，並經招商與國內外著名專業公司(如西屋、Areva、EnergySolutions 等)簽署協議書作為母公司(PBO)，再由 PBO 出技術與專業人力，與各廠址原運轉員工組成廠址授照公司(SLC)；NDA 則直接與各 SLC 簽約，負責未來之除役相關工作，並將該廠址之證照轉移給 SLC。
- (三) 藉由國外知名大廠之技術引進與實務執行，並鼓勵國內中小企業積極參與實務工作及研發創新，過去近十年，已在國內外發展出相當的核電除役供應鏈；而能源及氣候變遷部中小企業亦歸屬部長 Baroness Verma 之管轄。於是隸屬於英國能源及氣候變遷部的 NDA，2011 年開始舉辦除役技術供應鏈展覽會，該年在 Bolton 的第一次展覽會有 300 人與會，而今年則有 1,200 人參加。除此之外，英國貿易及投資部則結合各駐外機構人員(這次同行的蘇韻如組長就該部派駐台灣的職員)，與各國外有除役需求機構接觸

(如我國台電公司與核研所)，邀請各國代表來參加這個研討會，讓英國國內中小企業組合而成的供應鏈，有個固定的交易平台，以協助各中小企業能與國外需求單位媒合，並讓各供應鏈廠商更新國外需求者之名冊，為未來發展合作服務鋪路。也就是說，英國政府花了必須支付的錢，解決自己的問題，同時也讓國內各中小企業得以茁壯，以趕上未來 20-30 年世界各國即將面臨的核電除役市場大餅。

(四) 台電公司已委由核研所承接”核一廠除役計畫許可申請”，有鑑於國內核電除役已踏出第一步，唯國內低放射性廢棄物處置選址處於停滯狀態，核研所最遲於 2015 年初勢必改隸經濟及能源部，以及經濟部與原能會達成共識積極推動專責機構等因素；故此參訪變得格外有意義。首先，雖然英國目前除役的電廠均屬氣冷式的 Magnox 反應器，與我們的輕水式有差距；唯若干除汙、切割與特性調查之技術，仍是相通可相互參考的。重點是 NDA 做為策略機構，如何進行除役規劃與管理，才是我們應努力學習與借鏡者。因為經濟部已成立專責機構籌備小組，初步規劃將由台電公司與核研所派員參加組成。所以，希望若汲取英國透過公法人運作處理核後端業務之經驗，作為未來我國推動成立核後端管理專責機構時之參考。唯 NDA 透過競標，定期讓各 PBO 間相互競爭；由上述之委辦方式，若套用到我國，必須面對的問題是：我們是否足夠國際化？我們的採購法規是否容許？委由國際廠家負責執行，國內廠商能否受益？我國的核後端管理機構能否擁有待除役核電廠？上述問題有待經濟部組織一專案小組逐一釐清。

(五) 2013 年 11 月 12 日，我們拜訪 NDA Warrington 辦公室時，NDA 給我們如何編寫除役計畫及如何管理委託商等的建議，應該是我們未來在發展專責機構職掌任務時，特別該注意的；可透過台電公司與 NDA 之備忘錄，進行這方面之學習與訓練。

四、建議事項

(一) 我國核後端管理專責機構籌備小組已成立，面臨極待解決的低放處置、用過核子燃料乾式貯存及除役等議題，台電公司與核研所應相輔相成積極參與，共同參與我國核後端業務。

- (二) 建議在台電公司與 NDA 之合作備忘錄下，台電公司可邀請 NDA 來台辦理訓練，以讓我們能學習到未來專責機構或台電公司核後端處如何委託與管理低高放處置與除役之業務。
- (三) 建議台電公司告知 NDA 定期蒐集供應鏈廠商之相關除役技術目錄，並提供給台電公司與核研所；另由於明年(2014)正值核一廠除役計畫編寫高峰，也建議明年亦派員參加該展覽會，以蒐集相關除役資訊。

五、 附 錄

附件一、 英國運轉中及永久停機電廠一覽表

Name	Type	Status	Location	Reference Unit Power [MW]	Gross Electrical Capacity [MW]	First Grid Connection
BERKELEY-1	GCR	Permanent Shutdown	RIVER SEVERN	138	166	1962-06-12
BERKELEY-2	GCR	Permanent Shutdown	RIVER SEVERN	138	166	1962-06-24
BRADWELL-1	GCR	Permanent Shutdown	BLACKWATER ESTUARY	123	146	1962-07-01
BRADWELL-2	GCR	Permanent Shutdown	BLACKWATER ESTUARY	123	146	1962-07-06
CALDER HALL-1	GCR	Permanent Shutdown	SEASCALE	49	60	1956-08-27
CALDER HALL-2	GCR	Permanent Shutdown	SEASCALE	49	60	1957-02-01
CALDER HALL-3	GCR	Permanent Shutdown	SEASCALE	49	60	1958-03-01
CALDER HALL-4	GCR	Permanent Shutdown	SEASCALE	49	60	1959-04-01
CHAPELCROSS-1	GCR	Permanent Shutdown	ANNAN	48	60	1959-02-01
CHAPELCROSS-2	GCR	Permanent Shutdown	ANNAN	48	60	1959-07-01
CHAPELCROSS-3	GCR	Permanent Shutdown	ANNAN	48	60	1959-11-01
CHAPELCROSS-4	GCR	Permanent Shutdown	ANNAN	48	60	1960-01-01
DOUNREAY DFR	FBR	Permanent Shutdown	DOUNREAY CAITHNESS	11	15	1962-10-01
DOUNREAY PFR	FBR	Permanent Shutdown	DOUNREAY	234	250	1975-01-10
DUNGENESS A-1	GCR	Permanent Shutdown	ROMNEY MARSH	225	230	1965-09-21
DUNGENESS A-2	GCR	Permanent Shutdown	ROMNEY MARSH	225	230	1965-11-01
DUNGENESS B-1	GCR	Operational	Romney Marsh	520	615	1983-04-03
DUNGENESS B-2	GCR	Operational	Romney Marsh	520	615	1985-12-29
HARTLEPOOL A-1	GCR	Operational	HARTLEPOOL	595	655	1983-08-01
HARTLEPOOL A-2	GCR	Operational	HARTLEPOOL	585	655	1984-10-31
HEYSHAM A-1	GCR	Operational	HEYSHAM	585	625	1983-07-09

Name	Type	Status	Location	Reference Unit Power [MW]	Gross Electrical Capacity [MW]	First Grid Connection
HEYSHAM A-2	GCR	Operational	HEYSHAM	575	625	1984-10-11
HEYSHAM B-1	GCR	Operational	HEYSHAM	610	680	1988-07-12
HEYSHAM B-2	GCR	Operational	HEYSHAM	610	680	1988-11-11
HINKLEY POINT A-1	GCR	Permanent Shutdown	HINKLEY POINT	235	267	1965-02-16
HINKLEY POINT A-2	GCR	Permanent Shutdown	HINKLEY POINT	235	267	1965-03-19
HINKLEY POINT B-1	GCR	Operational	HINKLEY	435	655	1976-10-30
HINKLEY POINT B-2	GCR	Operational	HINKLEY	435	655	1976-02-05
HUNTERSTON A-1	GCR	Permanent Shutdown	HUNTERSTON	150	173	1964-02-05
HUNTERSTON A-2	GCR	Permanent Shutdown	HUNTERSTON	150	173	1964-06-01
HUNTERSTON B-1	GCR	Operational	HUNTERSTON	460	644	1976-02-06
HUNTERSTON B-2	GCR	Operational	HUNTERSTON	430	644	1977-03-31
OLDBURY A-1	GCR	Permanent Shutdown	OLDBURY ON SEVERN	217	230	1967-11-07
OLDBURY A-2	GCR	Permanent Shutdown	OLDBURY ON SEVERN	217	230	1968-04-06
SIZEWELL A-1	GCR	Permanent Shutdown	SIZEWELL	210	245	1966-01-21
SIZEWELL A-2	GCR	Permanent Shutdown	SIZEWELL	210	245	1966-04-09
SIZEWELL B	PWR	Operational	Leiston	1191	1250	1995-02-14
TORNESS-1	GCR	Operational	DUNBAR	595	682	1988-05-25
TORNESS-2	GCR	Operational	DUNBAR	595	682	1989-02-03
TRAWSFYNYDD-1	GCR	Permanent Shutdown	MERIONETHSHIRE	195	235	1965-01-14
TRAWSFYNYDD-2	GCR	Permanent Shutdown	MERIONETHSHIRE	195	235	1965-02-02
WINDSCALE AGR	GCR	Permanent Shutdown	WINDSCALE	24	36	1963-02-01
WINFRITH SGHWR	SGHWR	Permanent Shutdown	DORCHESTER	92	100	1967-12-01
WYLFA-1	GCR	Operational	ANGLESEY	490	540	1971-01-24
WYLFA-2	GCR	Permanent Shutdown	ANGLESEY	490	540	1971-07-21

Above data are from the PRIS database. Last update on 2013-11-23

附件二、英國核子除役局(Nuclear Decommissioning Authority, NDA)簡介

核設施除役機構(Nuclear Decommissioning Authority, NDA)是依據英國 2004 年能源法，於 2005 年成立的一非政府部門公眾機構；係一策略性機構，擁有以往隸屬 UKAEA(United Kingdom Atomic Energy Authority)與 BNFL(British Nuclear Fuels plc)的民用核子債務與資產。負責：

1. 這些核子設施的除役與清理
2. 確保所有的放射性與非放射性廢棄物產出，均被安全地管理
3. 執行政府的核子廢棄物之長期管理政策
4. 發展全英之核子低放廢棄物(LLW)策略與計畫
5. 詳細檢查英國能源之除役規劃

NDA 的目的為以安全及經濟有效的態度，將英國的民用核子遺產除役與清理，並可能的話，加速專案工作來降低危害。NDA 將藉由一系列競爭下，引進創新技術及委託專家來達成。NDA 向能源及氣候變遷部(Department of Energy and Climate Change, DECC)負責；然對於 NDA 在蘇格蘭的某些功能方面，則對蘇格蘭部長負責。

NDA 的高優先任務為對安全、環境責任，以及提供納稅人繳費被有價值的使用。NDA 不直接管理 NDA 所擁有的設施；而是經由與有執照運轉人(即廠執照公司(Site Licence Companies, SLCs)之管理及運轉合約，在每一廠址發包一廠址專案計畫。

管理廠址包括準備廠計畫、執行與再下包工作。母公司(Parent Body Organizations, PBOs)在 SLCs 與 NDA 合約期間，擁有部分持股，PBO 負責管理廠址專案計畫，附表 1 所示。NDA 並透過競標，定期讓各 PBO 間相互競爭。

NDA 的放射性廢棄物管理理事會(Radioactive Waste Management Directorate, RWMD)將負責提供地質處置場，截至目前，它的擁有權將開放給其他 NDA 廠址相互競爭。但在決定這是否為一適當的執行方法前，政府、主管機關與供應廠家間之進一步對話是有需要的。

能源及氣候變遷部(United Kingdom's economics and finance ministry)與女王資產部(Her Majesty's Treasury(HM Treasury))共同來決定 NDA 的年度運作預算，包括有

來自政府之資助及 NDA 商業資產之營收。2013/2014 年之預算為 32 億英鎊，其中 23 億為政府資助，9 億屬商業營收。另廠址之花費為 30 億英鎊，非廠址為 2 億英鎊。

NDA 目前 19 個核子廠址，如下附圖 1 所示。英國民用核電廠計畫在戰後軍用核武生產而滋長；自 1946 年來，英國在全英推展核研究與發展場址之主要核子計畫，在包括有 1953 至 1971 年間，建造 26 部反應器。另核子在處理設施也有興建，以因應來自軍民用計畫需求之增加。這個遺產的問題之一，對照到現代核電廠為有限的可得資訊。例如，在某些老舊設施，廢棄物的詳細盤存並不存在及缺乏可靠的設計圖。某些圍繞著清理的技術議題，在它們能被處理前將需要創新與先進的科技。

過去 60 年間，來自核電廠第一代 Magnox 艦隊，已實質成為全英供電之一部分。這些 11 座電廠已產生超過 900 TWh 電力，相當於過去 45 年間供應 5 百萬家庭所需用電。其中只有 2 部仍運轉中，但已接近運轉生命壽限。這個核子遺產目前已成為英國的一主要公共資產，而必須以有規劃及聚焦的態度處理之。NDA 就是這樣於 2005 年創立，以取代之前為 BNFL(British Nuclear Fuels plc)與 UKAEA(United Kingdom Atomic Energy Authority) 所擁有廠址的除役責任。

NDA 的資產

Sellafield

Sellafield 自 1940 年代以來，就在核工業扮演著樞紐的角色，它在 2 平方哩範圍內，提供了核子燃料再處理、核子燃料製造及核子物料與放射性廢棄物之貯存。他亦存放某些有害廢棄物，故是我們優先適當處理的對象。

在 Sellafield 廠址亦座落著 Calder Hall 核電廠，為第一座併網供電者；另擁有 3 部反應器之 Windscale 核電廠，其中一部在 1957 年因火災而嚴重損毀，因而增加除役之額外挑戰。

Magnox 反應器廠址

Magnox 核電廠艦隊包括有 11 座核電廠：Berkeley, Bradwell, Calder Hall, Chapelcross, Dungeness A, Hinkley Point A, Hunterston A, Oldbury, Sizewell A, Trawsfynydd 與 Wylfa。

所有電廠均依下列階段演變轉換(請參附表 2)：

1. 運轉及發電(目前僅 Wylfa)
2. 核子燃料移除-核子燃料自反應器移出並轉送至 Sellafield 進行再處理：Chapelcross, Dungeness A, Sizewell A，而 Calder Hall 將在 2012 年執行。
3. 監護準備-在這階段，核子廢棄物如渣泥/樹脂及有害廢棄物如石棉均已移出廠址 (Trawsfynydd, Berkeley, Hinkley Point A, Bradwell and Hunterston A)。
4. 監護-這階段，廠址與反應器廠房於最終廠址解除管制前，維持在安全狀態下。
5. 最終廠址解除管制-這是當地質處置場已完成，可提供除役產生之剩餘廢棄物移往處置，才可以發生。當這些活動完成後，廠址即達到其指定的最後狀態。

Dounreay

Dounreay 為英國的快滋生反應器研究中心，自 1955 年開始至 1994 年結束；目前成為蘇格蘭地區最大的核子清理與拆除計畫。

Harwell and Winfrith

Harwell 在 1946 年設立，為英國第一個原子能研究機構；而 Winfrith 則為 ground breaking reactor 之主要研究中心，自 1950 年代末期開始發展至 1990 年代結束。兩個廠址均包括有許多核子研究設施，包括鈾操作設施、放射性實驗室、核子廢棄物處理與貯存設施；除役均已展開中。

低放射性廢棄物處置場

低放射性廢棄物處置場位於近 Drigg 的 West Cumbria，自 1959 年起接收低放射性廢棄物。主要來源為以鐵路運自 Sellafield 的廢棄物；英國其餘核設施及如醫用、研究用非核設施的廢棄物則以陸運。

Capenhurst

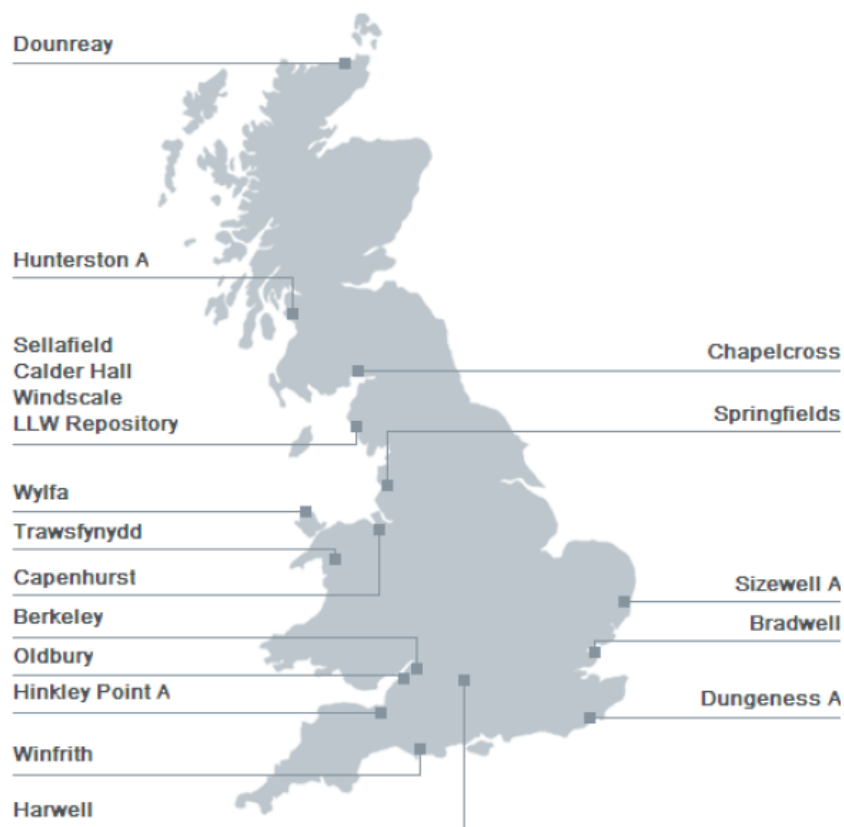
Capenhurst 內有鈾濃縮廠及其他相關設施，於 1982 年停止運轉。它同時安全地貯存全英之耗乏鈾與六氟化鈾存量。Capenhurst 廠址緊鄰 Urenco 廠址，其為商業用濃縮鈾廠。

Springfields

自 1940 年代起，Springfields 即為全英核電廠及國際客戶製造核子燃料元件；除了核子燃料製造外，它亦開始執行各種除役活動。在 2010 年 3 月，NDA 與西屋簽約，將 Springfields 的商業運轉與工作人員轉移給西屋；而西屋過去曾在 NDA 委託下，成功地管理了 Springfields 五年時間。

附表1 NDA 各廠址所屬 SLC 及 PBO

Site	Site Licence Company	Parent Body Organisation (& owning consortia)
Berkeley Bradwell Dungeness A Hinkley Point A Sizewell A	 Magnox South	Reactor Sites Management Company Ltd (Energy Solutions Inc)
Chapelcross Hunterston A Oldbury Trawsfynydd Wylfa	 Magnox North	Reactor Sites Management Company Ltd (Energy Solutions Inc)
Calder Hall Capenhurst Sellafield Windscale	 Sellafield Ltd	Nuclear Management Partners Limited (URS, Amec and Areva)
Low Level Waste Repository	 LLWR Ltd	UK Nuclear Waste Management Limited (URS, Studsvik, Areva and Serco)
Dounreay	 Dounreay Site Restoration Ltd	UKAEA Limited (Babcock International Group PLC)
Harwell Winfrith	 Research Sites Restoration Ltd	UKAEA Limited (Babcock International Group PLC)
Springfields	Decommissioning activity on this site is performed by Springfields Fuels Limited, a wholly-owned subsidiary of Westinghouse Electric UK Holdings Limited.	



附圖1 NDA 所轄廠址分佈

附表2 NDA 所轄廠址之各階段年譜

Station	Generation	Defuelling	Care & Maintenance Preparations	Care & Maintenance	Final Site Clearance
Calder Hall	1956-2003	2012-2015	2015-2024	2024-2105	2105-2115
Chapelcross	1959-2004	2008-2011	2011-2022	2022-2116	2116-2128
Berkeley	1962-1989	1989-1992	1992-2026	2026-2074	2074-2083
Bradwell	1962-2002	2002-2006	2006-2027	2027-2095	2095-2104
Hunterston A	1964-1990	1990-1995	1995-2020	2020-2081	2081-2090
Dungeness A	1965-2006	2008-2011	2011-2034	2034-2102	2102-2111
Hinkley Point A	1965-1999	2000-2004	2004-2030	2030-2095	2095-2104
Trawsfynydd	1965-1993	1993-1995	1995-2021	2021-2088	2088-2098
Sizewell A	1966-2006	2009-2012	2012-2034	2034-2102	2102-2110
Oldbury	1967-2011	2012-2014	2014-2027	2027-2095	2096-2101
Wylfa*	1971-2012	2011-2015	2015-2025	2025-2116	2116-2125

*Generation dates subject to regulatory and DECC approval. Defuelling commencement date will be driven by the generation extension, however the end date will be maintained within MOP constraints. Dates are correct at the time of going to press, for latest information visit www.nda.gov.uk

附件三、英國能源及氣候變遷部部長 Baroness Verma 在 2013 年 11 月 13 日之演講稿

<https://www.gov.uk/government/speeches/nda-estate-supply-chain-event-2013>

NDA Estate Supply Chain Event 2013

Organisation:

[Department of Energy & Climate Change](#)

Delivered on:

13 November 2013 (Transcript of the speech, exactly as it was delivered)

Page history:

Published 18 November 2013

Policy:

[Increasing the use of low-carbon technologies](#)

Topics:

[Climate change](#) and [Energy](#)

Minister:

[Baroness Verma](#)

Location:

EventCity, Manchester

Speech by Baroness Verma to the NDA Estate Supply Chain Event 2013.



Introduction

It gives me great pleasure to join John Clarke in welcoming you all to this event in Manchester. As the Parliamentary Under Secretary of State within the Department of Energy and Climate Change I have formal responsibility for the Nuclear Decommissioning Authority and, alongside my other government colleagues, recognize the substantial challenge that we have set John and his team, not to mention the various Site License Companies and numerous companies within the supply chain.

New nuclear opportunities

This conference takes place at a critical time for nuclear power in the UK. We are on the cusp of a new build renaissance.

I'm sure you will have seen the press coverage announcing that the government and EDF Group have reached commercial agreement on the key terms of a proposed

investment contract for the Hinkley Point C nuclear power station in Somerset. This is an enormous step forward towards the construction of the first new nuclear power station in the UK in a generation.

It will begin the process of replacing the existing fleet of nuclear stations, most of which are due to close by the early 2020s.

And the opportunities this brings are huge. Building Hinkley Point C will have significant benefits for the UK economy. For example, UK companies could benefit from getting up to 57% of the work.

And EDF have estimated that 25,000 jobs will be created during construction, with 5,600 people employed on site at peak of construction, and 900 permanent jobs over 60 years of expected operation.

Decommissioning opportunities

Key to the successful delivery of the new nuclear fleet will be a strong domestic workforce and supply chain.

However, you know as well as I, that the majority of this industry is currently and rightly occupied with the vital work of existing power generation and decommissioning which make a significant contribution to the economy today.

It is within these parts of the nuclear sector and the wider construction industry that we have developed a strong and globally respected workforce – and this will also provide the foundations on which the new nuclear programme can prosper.

Earlier this year the government published our Nuclear Industrial Strategy which, with its many supporting documents, covers our commitment and vision for all elements of the nuclear sector.

The Strategy sets out a number of goals and actions that will support the supply chain: from an increased focus on fundamental R&D in our universities and the National Nuclear Laboratory; to ensuring that we can develop and maintain the necessary skills for both the home market and exporting our knowledge to the rest of the world.

The United Kingdom has a proud and long history as one of the early nuclear pioneers. We have led the world in early reactor design, and operation, many of which set world records for their safety and operation.

Later today I have the pleasure of visiting the Springfields site to see the valuable work that Westinghouse do supplying nuclear fuel to meet the existing EDF needs whilst also discharging the legacy mission for the NDA.

When we consider that £1.6bn is spent annually on the NDA Estate it presents us with a unique and challenging opportunity for the supply chain.

That's why I am committed to supporting events such as this and doing all I can to enable the supply to be successful. Not just for the obvious regional and

national benefit that this level of expenditure brings to jobs, education and growth but also to help sell UK businesses abroad, as the nuclear sector is a global business.

International

I am pleased that, for the first time, this year's NDA Suppliers Day has an international perspective. I strongly believe that it is vitally important for countries to be collaboratively addressing and sharing experiences in decommissioning and waste management so the public are reassured that the legacy issues of nuclear are being dealt with.

Through UKTI, we have invited a number of important overseas representatives from countries that either have an existing waste management or decommissioning programme or are about to start one.

I'm delighted to welcome our overseas delegates to today's event and hope they have an interesting and productive time in the UK. Your presence here in Manchester provides opportunities for us to develop new partnerships and forge stronger links with overseas markets.

In the coming years the kinds of services and equipment you all provide will see significant global growth:

- 69 reactors are under construction with a further 272 proposed. The World Nuclear Association predicts about \$1.5 trillion of potential investment in New Nuclear Build by 2025, across circa 30 countries.
- By 2030 the International Atomic Energy Authority estimates that 145 reactors will have been decommissioned at a cost of £250bn with the total liability for reactors, fuel cycle facilities and research activities over the next 50 years estimated at approximately \$1000 billion.

I want to see the UK take advantage of this and for our nuclear industry to become a global leader and truly compete in the global race for jobs and growth.

Our UK nuclear industry can provide a significant contribution to overseas civil nuclear programmes, particularly in decommissioning and waste management where, over many years, our companies have developed an extensive array of specialist expertise and technology.

In this afternoon's international seminar, hosted by UKTI, you will be able to hear from some of our overseas delegates on developments in their countries to help you understand how to access that global market.

I very much encourage, and hope, you take advantage of this opportunity.

SMEs

As well as my other Ministerial duties I am also the DECC Small and Medium Enterprise Minister. My government is committed to increasing the value of work

that is won by this vital community which makes up a substantial element of the UK economy but has not been as successful as it could be in winning work with us.

My Department has set itself the target of awarding 19% of our spend to SME' s by the end of the current Parliament. The NDA accounts for a substantial proportion of our expenditure which is why I am so pleased that they have embraced this challenge so positively and aggressively.

John has highlighted a number of actions that are beginning to make a difference, it' s worth stressing at this point that the target is not about counting the numbers better but about the SME community and others winning more work and doing so on merit, not because of any target that I or others may have set.

Graduate opportunities

In drawing my speech to a conclusion I would just like to highlight two areas of particular note.

As some of you may be aware this years nuclear graduates have been tasked to set up and run a successful SME business alongside their other commitments.

As an entrepreneur before I entered government I really appreciate the benefit this experience will give our nuclear leaders of the future. I wish them well in their endeavours; learning by doing is a wonderful opportunity.

SME Best Practice Guidance

Secondly, last year the NDA set up a National SME Steering group structure with the aim of giving SME' s from across the UK more influence.

Today I am delighted to announce the publication of the "Better Practise Innovation for SMEs" guidance which is a product of hard work by SMEs supported by Tier 2' s and designed to help us all understand how successful innovation can deliver material benefits to all.

I commend this guide to you all and I am pleased that later today I will be able to meet up with the other SME Regional Groups along with colleagues from across the three governments to explore further opportunities to improve our collective performance and remove further barriers to entry.

Conclusion

Barriers to entry was one of the reason why a single NDA Estate event was first conceived. Three years ago the first event in Bolton had 300 attendees, today I' m advised there are 1200 of us in the room, with clients representing regional, national and international opportunities and inspiring exhibitors which I' m sure will help remind ourselves how strong the Supply Chain really is.

Building on the UK' s proud heritage as a nuclear pioneer, this is a clear indication of the renaissance of the industry, and absolutely integral to this is

will be a strong domestic supply chain. This is clearly a sector with a long, bright and prosperous future ahead of it. By working together, we can take advantage of the opportunities for the sector both locally at home, and internationally in the global race for jobs and growth.

Please enjoy the day and I trust that you will consider the time that you spend away from your business has been worthwhile and provided you with opportunities to network, connect and build new contacts.

Thank you.

中譯本

2013 年 NDA 資產供應鏈展覽會

組織：能源及氣候變遷部

時間：2013 年 11 月 13 日提出，2013 年 11 月 18 日公布

地點：曼徹斯特 EventCity Baroness Verma 於 2013 年 NDA 資產供應鏈展覽會場之演講

部長：Baroness Verma

簡介

加入 John Clarke 歡迎各位參與曼徹斯特展覽會，給予我莫大之榮耀；作為能源及氣候變遷部下議院部長，我擁有對核能除役署正式的責任，且隨著我其他政府的同事，承認我們曾幫 John 與他的團隊設定之實質挑戰，而不論提到各個廠址授照公司及在供應鏈內的大量公司。

新核能機會

這個研討會正好在英國核能的關鍵時機舉行；我們正處於新建核能機組復興之尖端。

我相信你們有在報紙上看到政府與法國電力宣布在 Somerset 的 Hinkley Point C 核電機組新投資案，已達成商業協議的重要項目。這在一個新世代中，對英國第一座新核電機組的興建，有一巨大向前的一步。

這將是啟動替代現存核電船艦的過程，而他們大多數是即將在近 2020 年代關閉。

而由此帶來的機會是巨大的。興建 Hinkley Point C 將對英國經濟有顯著的利益。例如，英國公司能因而獲致高達 57% 的工作。

而據法國電力公司曾估計在興建期間，將創造有 25,000 個職缺，在興建高峰期電廠將雇用達 5,600 人，且在預期的運轉 60 年期間將有 900 個永久職位。

除役機會

成功地保送核能艦隊的關鍵，將需有一強有力的國內工作團隊與供應鏈。

然而，你們跟我一樣知道，這個工業之主力目前正被現有核電廠與除役之必要例行工作所佔據，而它們對今日的經濟有顯著的貢獻。

那是在核能部門的這些分項及較寬廣興建工業中，發展出一強有力及全球性受尊敬的團隊，而這亦將提供新核能計畫可蓬勃發展之基礎。

今年早期，政府出版了我們的核能工業策略，其附有它的許多支持文件，已涵蓋了我們在核能部門所有單元的承諾與願景。該策略設定了幾個支持供應鏈的目標與行動：從在我們的大學中的基本研發漸增聚焦；到確保我們能夠對國內市場及輸出我們的知識至世界各地兩者，以發展與維持必要的技藝。

英國擁有一驕傲與長久歷史作為早期核能先驅者之一員；我們曾領導世界在早期的反應器設計與運轉，這些許多也對它們的安全與運轉，設定了世界紀錄。

今天稍晚，我將有此榮幸前往 Springfields 廠參訪，以見證西屋承作的供應符合現今法國電力公司所需之核子燃料，以及也為 NDA 從事清理遺留廢棄物任務等有價值工作。

當我們考慮到每年有 16 億英鎊花費在 NDA 資產上，他將給予我們對於供應鏈一個獨一無且挑戰的機會。

那是為何我承諾支持如此的展覽會，並盡我所能使供應能夠成功。並不只是對於明顯的區域性與國家利益，因為這種程度的冒進將帶來工作、教育與成長；也將幫助促銷英國商業至海外，因為核能部門為全球商務。

國際性

我很高興，這是第一次，今年的 NDA 供應商日具備國際觀點。我強烈地相信在除役與廢棄物管理方面願意合作與經驗分享的國家是十分重要的，以便讓民眾被再保證核能遺留下來的議題能被處理好。

透過 UKTI，我們邀請了許多來自已有廢棄物管理或除役計畫，或者即將要有的國家的重要代表們。我很高興得歡迎我們的海外貴賓們來參加今天的展覽會，並期望他們在英國

會有一個有趣及有生產力的時間。你們在曼徹斯特的參與，為我們提供了與海外市場發展新夥伴關係及鍛造強有力的聯結。

在未來幾年內，你們所提供的服務與設備將看到顯著的全球成長：

- 有 69 部新機組興建中，另有 272 部規劃中。世界核能協會(WNA)預測於 2025 年在 30 個國家的新建核機組約有 1.5 兆美元的潛在投資。
- 而 IAEA 則估計於 2030 年，會有 145 部機組將會被除役，總計將有 1,500 億英鎊的經費；而在未來 50 年，對於反應器、燃料循環設施及研究活動之總債務大約 1 兆美元。

我想要看到英國因而受益，讓我們的核工業變成一全球領導者，並真正地在職缺與成長方面能在全球競賽有競爭。

我們的英國核工業能提供一顯著的貢獻給海外民用核能計畫，特別在廚藝與廢棄物管理，經過這麼多年，我們的公司已發展出一廣泛的專家-技術的矩陣。

在下午由 UKTI 舉辦的國際研討會，你們能夠傾聽某些來自海外貴賓有關他們國家發展狀況，可幫助你們了解進入全球市場。

我非常鼓勵與希望你们們因由這個機會而受益。

SMEs 中小企業

與我的其他部務職責，我亦為能源及氣候變遷部中小企業負責人。我的政府承諾增加被這個重要社群贏得的工作之價值，他可為英國經濟塑造一實質的單元，但也未如他可能在與我們贏得工作那樣地成功。

能源及氣候變遷部已設定在本屆議會結束前，將花費我們經費的 19%給中小企業。而 NDA 說明了我們所花費的一實質部分，這是為何我會如此高興，因為他們已如此正面地與有野心地抓住了這個挑戰。

John 已列舉了許多使其不同的展開行動，在目標還未計入較好數目時，它是值得的在這個點上施壓的；

畢業生機會

在為我的演講做結論前，我只想列舉特殊的兩個領域；你們中有些人知道今年核工畢業生已沿著他們的其他承諾，被指派去建立與運作一成功的中小企業商務。

在我進入政府前，作為一企業家，我真的感謝這將給我們未來核能領導人經驗而來的利益。我希望他們在他們的努力下好好發展，藉由工作來學習是一個奇妙的機會。

中小企業最佳練習指引

其二，去年 NDA 設立一國家指導小組，其目的為施給英國中小企業更具影響力。

今天，我很高興來宣布”中小企業之較佳創新實務”指引，它是由 Tier 2’ s 支持，中小企業之艱困的產品；是設計來幫助我們大家了解如何成功的創新，以便能傳送利益給大家。

我推薦這本指引給你們大家，而我也很高興今天稍後我將與我的同事們和其他中小企業區域小組成員碰面，透過三方政府創造進一步的機會改善我們的集體績效及排除跨入之障礙。

結論

跨入障礙是為何一個單一 NDA 展覽會第一次舉辦。三年前在 Bolton 的第一次展覽會有 300 人與會；而今天我被告知有 1,200 人在場，其中有代表區域、國家與國際機會的當事人，以及我確信會幫助提醒我們自己供應鏈事實上有多強壯的這個激勵人心之參展人。

建構在英國值得驕傲的遺產作為核能先驅者，這是一個清楚的該工業復興的指標，且絕對地對整體而言將是一搶有利的國內供應鏈。這明確地顯示這個部門將有一長期、明亮與繁榮的未來在前。大家工作在一起，我們能在這個部門的全球職缺與成長競賽中，於國內在地與國際雙方面機會獲利。

請享受今天的展覽，而我相信你們將根據你們的商務需求考量停留時間，以建立網絡與新合約。

謝謝你們。

附件四、參展廠商名冊(LIST OF MEET THE BUYERS/SELLERS)

Stand	Exhibitor area	Stand	Exhibitor area
89	AMEC Nuclear Projects	38	James Fisher Nuclear Ltd
34	Atkins/AREVA Partnership	112	Kaefer
37	Atos IT Services UK	196	KDC
92	Balfour Beatty Civil Engineering	28	MITIE
35	Capita Resourcing	29	Morgan Sindall/Arup
90	Carillion	108	National Nuclear Laboratory
200	Cavendish Nuclear	30	NDSL
36	Costain	202	NSG Environmental
201	Doosan Power Systems	106	Nuclear Engineering Services
91	Design Service Alliance	199	Nuvia
197	EDS	33	Shepley Engineers
109	EnergySolutions	195	Speedy Asset Services
194	Eriks	107	Stobbarts
110	Graham Construction	198	Studsvik
111	Interserve Industrial Services	32	Thomas Graham
193	Jacobs Engineering UK	31	Vinci
119	Abakus Ltd	74	Hima-Sella Ltd
120	Abbott Risk Consulting Ltd	146	Hyde Group Nuclear Ltd
121	Allspeeds Ltd	147	Hydrock
45	Amelec	148	Industrial Technology Systems Ltd
122	Aquila Nuclear Engineering	149	J B Corrie & Co Ltd
123	Argon Electronics	150	JFC Plastics
124	ASD metal services	151	JGC Engineering & Technical Services
46	ATMOS Consulting	152	KCP Environmental Services
125	BD Nuclear Ltd	75	L2 Business Consulting
185	Balvac	153	Lab Impex Systems
126	Beehive CLC Ltd	154	Lainsa UK
63	Bendalls Engineering	76	Land & Marine
64	BHR Group/Virtual PiE Ltd	77	LCA Controls Limited
131	Bilfinger Industrial Automation Services Ltd	155	Logical Personnel Solutions
79	Blackwell's Manchester University Bookshop	78	Lokring Central
80	Blue Stream Consulting	156	Marick Communications
129	Burges Salmon - (near to NIA)	97	Matom
132	Canberra Ltd	98	McEvoy Engineering

Stand	Exhibitor area	Stand	Exhibitor area
133	Capula Ltd	157	McKillop Limited
65	Cara Construction	99	MMI Engineering
66	Carter Jonas	100	Mon Maintenance Services Ltd
67	Castle Metals UK Ltd	127	Montracon
134	Centronic Ltd	158	Moore Industries - Europe Inc
135	Client Managers Toolkit	159	Morson Projects Ltd
136	Cogentus	118	M+W Group
68	Copper Consultancy	160	NBC Group
137	CSE-Controls Limited	161	N G Bailey
69	Currie & Brown	189	North West Projects
70	Darchem Engineering	85	Nuclear Captital Partners
138	DBD Limited	86	Nuclear Connect
139	Demag Cranes & Components Ltd	87	Nuclear Graduates
140	Det Norske Veritas	169	NucTecSolutions
71	DMS Technologies	88	NuExec Consulting
72	Fluidic Ltd	170	NukemTechnologies
141	Fort Vale Engineering	171	Nu-Tech Associates
142	Frontier Pitts Ltd	172	NW Total Engineered Solutions
143	Graham Engineering	173	Oldham Engineering Ltd
144	GVA	174	Omniflex
73	Hargreaves Ductwork Ltd	175	ONET Technologies
145	Hilti (GB) Limited	191	PaR Systems
176	Park Gate & Company Ltd	104	SBV Fabrications
81	Penny Hydraulics Ltd	105	Selwood Ltd
82	Porvair Filtration Group	181	Squibb Group
83	PP Plasma	113	Stauff UK Limited
84	Prima Uno Planning & Programming Ltd	182	Tenet Consultants
93	Project Time & Cost International	183	TES Ltd
94	Prospect Law Ltd	184	Thomas Armstrong
101	QG Business Support	186	TM Specialist Engineering
95	Quadra Solutions Ltd - CAD Software Solutions	114	Topspeed Couriers Ltd
96	Radwise	115	Tradebe Fawley Ltd
177	REBO BV	116	Valve & fitting Solutions Ltd
102	Redhall Nuclear Ltd	190	Westlakes Recruit
128	Rexel	187	Wilde Analysis
178	Renault Nissan Consulting	117	Willis Group Holdings Ltd
179	Rolls-Royce	188	WYG
180	RP Alba Ltd	162	Zyda Law
103	Russell Taylor Group		



附圖2 2013年11月11日參訪 Trawsfynydd 電廠後合影



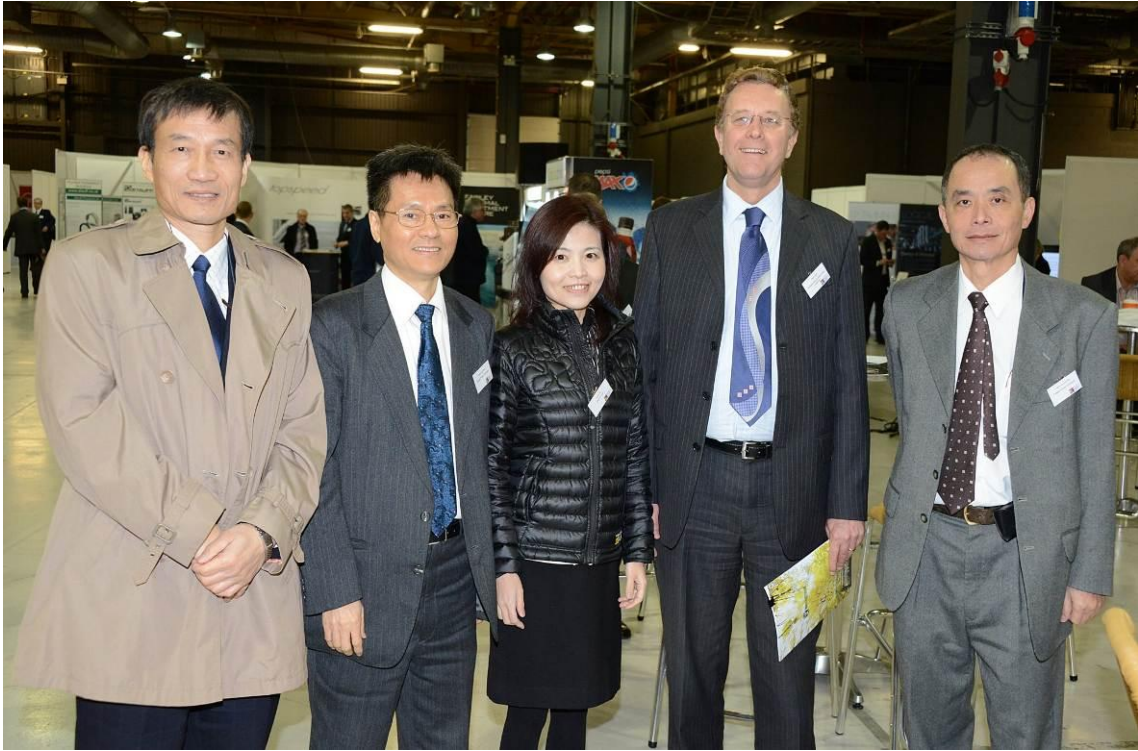
附圖3 2013年11月11日與 Trawsfynydd 電廠人員座談結束後合影



附圖4 2013年11月12日與NDA Warrington辦公室人員座談結束後合影



附圖5 2013年11月13日Estate Supply Chain Event頒獎結束後合影



附圖6 2013年11月13日 Estate Supply Chain Event 會場合影

附件五、Taiwan Power Company- NDA Decommissioning Workshop

Taiwan Power Company- NDA Decommissioning Workshop



An Interactive Workshop with TPC and INER
at NDA's Hinton House Office,
12 November 2013

Attendees:

Mr Hsien-Lang Chiu, Deputy Director, TPC
Mr Hun-Ghy Wu, Engineer, TPC
Mr Chien Liang Shih, Director, Mechanical & Systems Engineering Program, INER
Ms Yun-Ju Su, Senior Commercial Officer, UKTI, British Trade & Cultural Office, Taiwan

NDA representatives:

Mr Alan Moore, Head of Operational Performance
Mrs Amanda French, Head of Contract Delivery
Mr Chris Kaye, Head of Non-NDA Liabilities Oversight
Mr Andy Ridpath, Lead Project Controls Manager
Mr Mike Calloway, Lead Programme Manager
Mr John Mathieson, Head of International Relations
Mr Paul Dootson, Sales Manager, INS

NDA

Setting the Scene - Nuclear Power and Decommissioning Planning in Taiwan

Decommissioning Project of Chinshan Nuclear Power Plant

Taiwan Power Company
Nov. 12, 2013

1

Purpose and Agenda

- To provide further information to TPC and INER on decommissioning planning and execution of decommissioning projects within the NDA in order to assist TPC and INER with the development of a decommissioning plan for Chinshan.
- To cover:
 - Introductions and purpose of the workshop
 - Nuclear generation in Taiwan and the need for decommissioning planning
 - Short recap on key elements of the presentations made to TPC in September
 - NDA's practical experience in NPP decommissioning planning and work execution
 - Structure and elements of a 'good' decommissioning plan
 - NDA's experience of managing decommissioning contractors
 - Future NDA/TPC interactions and NDA support
 - Wrap-up and key themes from the day

NDA

Content

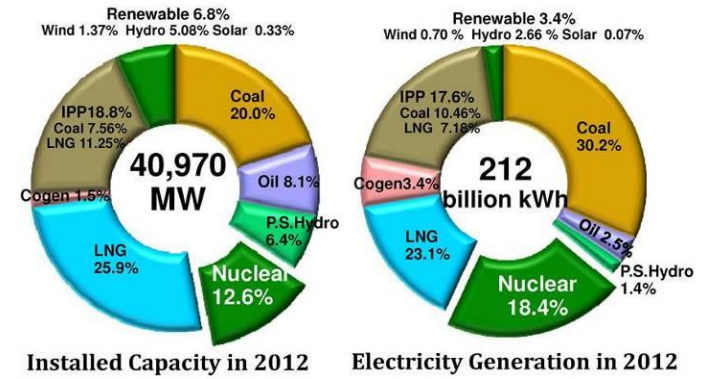
1. Electric Power Generation and Nuclear Power System in Taiwan
2. Introduction to Chinshan NPP
3. Background and regulations for NPP Decommissioning
4. Planning and Scheduling of Chinshan NPP Decommissioning
5. Budget Resource for Decommissioning
6. Closing Remark

2

Electric Power Generation and Nuclear Power System in Taiwan

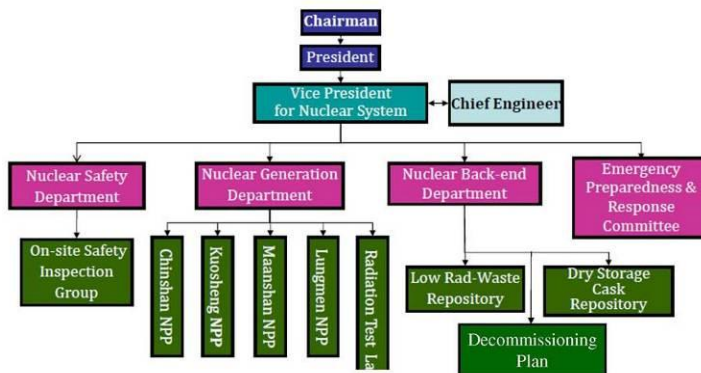
3

Electric Power Generation in Taiwan



4

Nuclear Power Organization Chart in Taipower



5

Nuclear Power Generation Fleet of Taipower



6

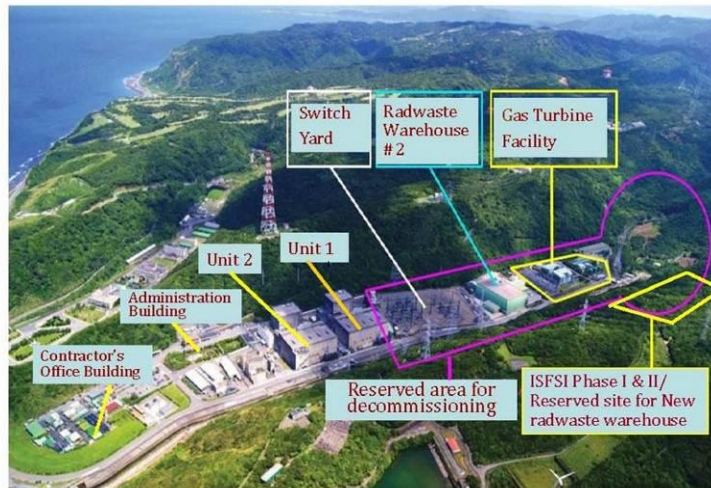


7

Introduction to Chinshan NPP



8



9



**Bird Eye View of Power Block
 Chinshan NPP**

10



Independent Spent Fuel Storage Installation (Phase I) 11

Background and Regulations for NPP Decommissioning

12

National Energy Policy after Fukushima Event

- Ensure safety of nuclear energy
- Develop environment-friendly low-carbon green energy production
- Steadily reducing the dependence on nuclear power and becoming a nuclear-free nation
- Move gradually towards nuclear-free homeland
- Declared by President on November 3, 2011

13

Alternative Energy Resources

- Conventional fossil
- LNG (Liquefied Natural Gas)
- Renewable : Wind Power, Solar Power



14

Steadily Reducing Nuclear Power

Plant & Unit	Operation Terminated	Preliminary Plan for Decommissioning
Chinshan -1	December, 2018	December, 2015
Chinshan -2	July, 2019	July, 2016
Kuosheng -1	December, 2021	December, 2018
Kuosheng -2	March, 2023	March, 2020
Maanshan -1	July, 2024	July, 2021
Maanshan -2	May, 2025	May, 2022

15

Regulatory Requirements for Decommissioning (1/2)

- Taipower is required to submit decommissioning plan to the Atomic Energy Council for approval 3 years prior to permanent shutdown of nuclear reactors.
- Taipower is required to submit Environmental Impact Assessment (EIA) of decommissioning for approval. The EIA should demonstrate compliance with environmental laws and regulations.

17

Government Regulations

- Nuclear Reactor Facilities Regulation Act
- Enforcement Rules for the Implementation of Nuclear Reactor Facilities Regulation Act
- Guideline for Nuclear Reactor Facilities Decommissioning Planning
- Environmental Impact Assessment Act
- Standards for Determining Specific Items and Scope of Environmental Impact Assessments for Development Activities

16

Regulatory Requirements for Decommissioning (2/2)

- Decommissioning of nuclear reactor facilities should be done by dismantlement and be completed within 25 years from issuance of decommissioning permit.
- Dismantled or removed equipment, structure or material, shall be stored in facilities approved by government authorities.

18

Decommissioning Plan Submittal for Chinshan NPP

Plant	Unit	Operating License	Submittal Deadline
Chinshan	1	1978~2018	2015
	2	1979~2019	

19

Planning and Scheduling of Chinshan NPP Decommissioning

20

Decommissioning Project Work Schedule for Chinshan NPP

2012~2018 Preparation Phase (7 years)	2012~2018	Decommissioning strategy and technique research programs
		Preliminary investigation and site radiological characterization
		Preparation of decommissioning plan (DP) and environmental impact assessment (EIA)
	2016~2018	Submittal of DP and EIA for approval (3 years)
2019~2043 Execution Phase (25 years)	2019~2026	Transitions after plant shutdown (8 years)
	2027~2038	Decommissioning and dismantling (12 years)
	2039~2041	Final site radiation survey (3 years)
	2042~2043	Site remediation and restoration (2 years)

21

Preparation Phase (2012~2018)

What we have done before 2012 ?

- Organize Decommissioning task force and conduct regulations review
- Cost estimate for Chinshan NPP Decommissioning Project
- Estimate radioactive waste generation during Chinshan NPP decommissioning
- Invite experienced vendors for presentation and information exchange in nuclear facility decommissioning
- Join EPRI Decommissioning Program and conduct training and benchmark trip to overseas decommissioning plants
- Notice of contract award to INER for DP preparation

22

Preparation Phase(2012~2018)

To be completed

- Conducting 38 research and development programs associated with methodology and techniques of NPP decommissioning (by INER)
- Preparation of DP and EIA and submittal for approval by AEC and EPA
- Application for joining OECD/NEA-CPD Project

23

R & D Program in Chinshan NPP Decommissioning Project

- 38 programs in total covering assessment, analysis and research associated with NPP decommissioning
- System reclassification and safety evaluation after permanent shutdown
- Study in dismantling process and sequence
- Management of decommissioning radwaste
- Radiological safety analysis
- Development of NPP decommissioning information management system

24

I. System Reclassification and Safety Evaluation after Permanent Shutdown

- Planning and operational safety analysis of independent spent fuel pool island
- Criticality and thermo flow safety analysis
- Radiation safety analysis
- Structural Integrity safety analysis
- Seismic safety analysis
- Severe weather (earthquake, tsunami, etc.,)

25

II. Study in Dismantling Process and Sequence

- Engineering management and work scheduling
- Dismantling sequence for large components and RC structures
- 3-D modeling simulation of RPV segmentation



26

III. Management of Decommissioning Radwaste:

- LLW processing facility and conceptual design
- LLW in-plant storage and conceptual design
- Waste soil storage site and conceptual design
- Transportation of GTCC waste to ISFSI
- Spent fuel reprocessing planning
- Retrieval of spent fuel from ISFSI
- Design and development in LLW containers

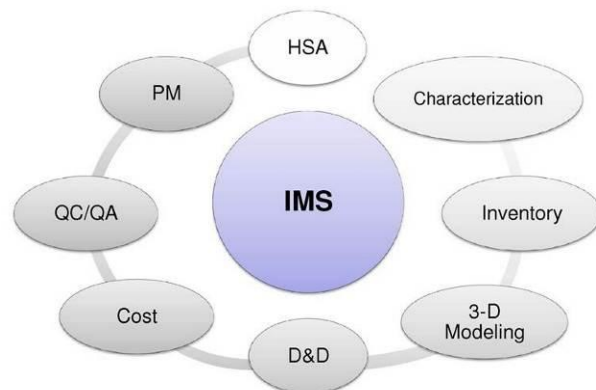
27

IV. Radiological Safety Analysis

- Study in radiation exposure and protection measures for decommissioning workers
- Study in abnormal radiation exposure of workers under abnormal condition in decommissioning
- Environmental radiation impact assessment under normal and accidental conditions of decommissioning
- Environmental radiation survey program during decommissioning

28

V. Development of NPP Decommissioning Information Management System (IMS)



29

Execution Phase (2019~2043)

- I. Transitions after plant shutdown
- II. Decommissioning and Demolition
- III. Radiological Survey and Site Remediation

30

I. Transitions after plant shutdown (2019 ~ 2026)

- Removal of fuel materials from RPV to SFP
- Drainage and decontamination for non-SFP related facilities
- Maintaining Independent operation of SFP
- Decontamination of RPV and large components
- Installation of independent spent fuel dry storage
- Installation of radwaste volume reduction facility

31

II. Decommissioning and Demolition (2027 ~ 2038)

- Transport of spent fuels from SFP to ISFSI
- Isolation and dismantling of non SFP related system
- Drainage, decontamination and dismantling of SFP and related systems
- Removal of RPV and large components
- Decontamination and cleanup of contaminated soil
- Cleanup and storage of hazardous and radioactive waste
- Demolition and removal of contaminated material and structure material
- Activation of clean waste material off-site release

32

III. Radiological Survey and Site Remediation (2039 ~ 2043)

- License application for final radiological survey program
- Site remediation and restoration
- Final site radiological survey
- Unconditional site release

33

Budget Resource for Decommissioning

34

Budget Resource

- Decommissioning will be financed by the nuclear backend fund established in 1986 for financing nuclear backend programs, including low and high level radwaste disposal, spent fuel dry storage, and nuclear power plant decommissioning.
- As the end of September 2013, accumulated amount of the fund was 231.5 billion NTD (~ \$7.7 billion USD).

35

Setting the scene.....

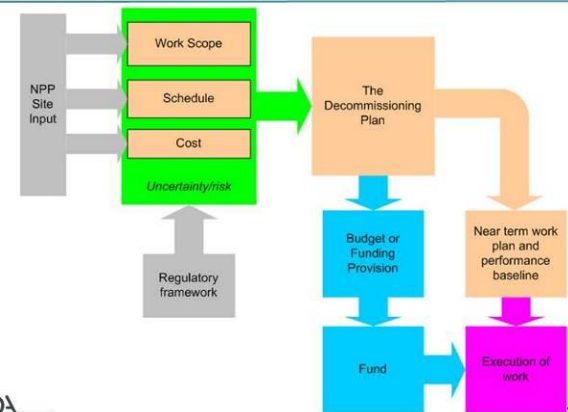
Developing and maturing the decommissioning plan

NDA

Closing Remark

- The decommissioning project for Chinshan NPP is the first-of-its-kind for Taipower.
- To cope with the challenge, a cross-functional task force has been organized, which integrates outside industrial and academic resources with company workforce.
- Collaboration with international organization to enhance knowledge and skill and benchmark decommissioning experience from nuclear industry will be very beneficial.

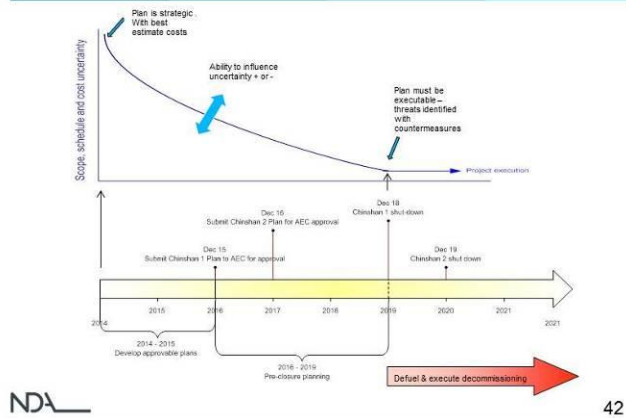
Decommissioning Plan Purpose and Implementation



NDA

41

Maturing the Decommissioning Plan

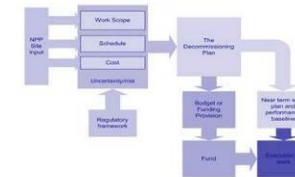


NDA

42

Applying the Decommissioning Plan

NDA's Experience with Decommissioning Magnox NPP's



NDA

43

Magnox Plan Maturity

- Covers the 10 sites managed under the Magnox contract
- First suite of Near Term Work Plans & Lifecycle Baseline Plans produced in 2005
- Informed by the decommissioning (Final site clearance) plan technical document



NDA

44

Lessons Learned & Maturity

- Development of NDA & Magnox understanding
- Evolution of 10 single sites to 1 Site Licence Company to oversee all of them
- Integration of near term work plans and lifetime plans to form the Lifetime Decommissioning Plan for each site
- Better understanding of the scope of work to be executed and interdependencies
- Understanding of funding impacts on schedule and costs
- Rationalisation of NDA requirements
- Fitness for purpose approach taken

NDA Promoting the sharing of best practice and learning

Magnox Plan – Key Items

- NDA prescribed Programme Summary Work Breakdown Structure
- Constrained funding profile for Care & Maintenance preparations phase
- Delivered through a 'Management and Operations' contract
- All fuel despatched to central facility (Sellafield for long term management (these costs are excluded from site plan)
- Continually seeking new waste treatment and disposal routes



NDA

46

Care & Maintenance (C&M) Preparations

Four Strategic Programmes for the C&M preparations phase, dealing with hazards and conventional plant -



The retrieval and processing of Fuel Element Debris



The decommissioning of the fuel storage ponds and active effluent treatment facilities at sites



The retrieval and packaging of operational solid and wet ILW for final disposal



The deplanting, demolition and remediation of structures, buildings and land remediation.

NDA

48

Magnox Decommissioning Plan Maturity

- Defined lifetime plan phases and where each Magnox NPP is on that journey:
 - Generation – Wylfa
 - Defuelling – Chapelcross, Sizewell A & Oldbury
 - Care & Maintenance preparations – Berkeley, Bradwell, Dungeness A, Hinkley point A, Hunterston A, Trawsfynydd
 - Care & Maintenance
 - Reactor Dismantling & Final Site Clearance



NDA

47

Care & Maintenance

- This period of quiescence allows radiation levels to decay naturally.
- Planning assumption 85 years between end of generation and final site clearance
- Remotely managed through a single 'hub'
- Passive reactor storage with remote monitoring
- Interim storage facility for ILW to be transferred to the GDF
- All structures which have not been removed from site in a passive safe & secure state:
 - Turbine hall voids filled or fenced for waste arisings during FSC
 - Reactors in safestore
 - Ponds demolished or drained and capped



NDA

49

Reactor Dismantling & Final Site Clearance

- Final stages of decommissioning; reactor dismantlement, demolition of reactor buildings and site remediation
- Key activities
 - Reactor dismantling facilities constructed on top of pile-cap
 - Reactor core graphite packaged and stored
 - Characterisation and segregation of waste
 - Building demolition
 - Land remediation
 - Declassification
 - Final landscaping and release for re-use



NDA

50

Magnox Plan Optimisation

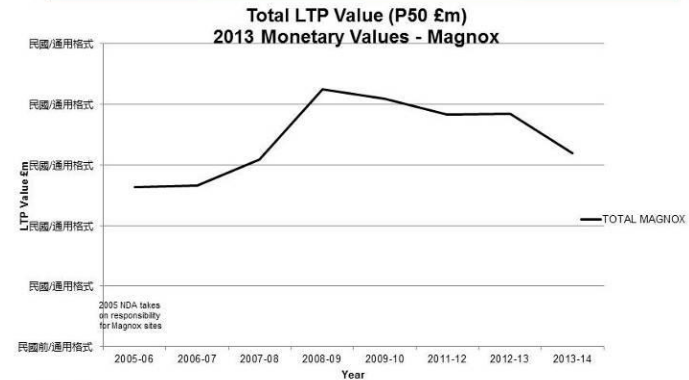
- Significant exercise undertaken in 2010 to review strategy for Magnox site decommissioning
- Funding and capability review
- Seeking value for money for the taxpayer
- Magnox Optimised Decommissioning Programme
 - 34 year reduction in C & M Preparations phase
 - £1.3bn reduction to Lifetime plan
 - Lead and learn principle
 - 2 sites into 'early C & M' – Bradwell & Trawsfynydd
 - 2 sites interim care & maintenance – Chapelcross & Dungeness
 - Integration of alternative technologies
- SMART inventory – waste characterisation



NDA

52

Magnox Maturity – the journey



NDA

Magnox Site Example - Dungeness A



- Dungeness A, Kent, UK
- Costs to-go estimated at £1.4bn (US\$2.2bn) (as at April 2013)
- Commercial, Magnox Reactor, steel reactor pressure vessel
- 2 units, each Capacity 210 MWe – Thermal output 840 MWTh
- 2 units capacity (1680 MWTh)
- Date of commissioning 1965
- Date of shutdown 2006 (41 years of operation)

NDA

53

Magnox Site Example - Dungeness A

- Cost estimate to-go based on
 - Supply chain quotations (near term)
 - Learning from other sites (near term)
 - Parametric models for FSC based on Hinkley Point A exercise
 - Contingency at P80 (Monte Carlo 3 simulation)
- Exclusions
 - Costs for long term storage of ILW
 - Fuel reprocessing and storage
 - HQ management and overheads (Magnox Support Office)
- Assumptions
 - Deferred reactor dismantling
 - Interim storage of ILW
 - Central site management during C & M phase



NDA

54

Magnox technical achievements

- [Magnox Delivery](#)

More examples available on YouTube.....

NDA

Magnox Site Example - Dungeness A

Additional information

- Dungeness A C&M preparations period 2013 – 2027
- Low volume of ILW
- Fuel Element Debris dissolution completed for site inventory
- Dissolution being carried out for some of the Bradwell inventory
- Assumes a period of Interim C & M 2019-2023 in order to undertake higher hazard activities elsewhere in Magnox fleet
- Project management costs included in the project Work Breakdown Structure
- Includes construction and demolition of an interim storage facility
- Reactor vessel and primary circuit components to be by large piece removal and disposal
- Reactor dismantling by a mixture of remote, semi-remote & contact working

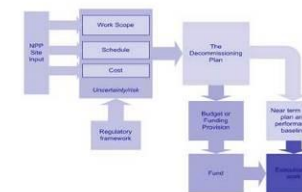


NDA

55

Decommissioning Planning

The Elements of a 'Good' Plan



NDA

57

Purpose of the Lifetime Plan

- The Lifetime Plan is the over-arching document for each site.
- It describes every activity the clean-up contractors need to complete to take the site from its current state to the agreed site end-state.
- Simplistically it identifies:
 - the nature of the work to be performed (the scope)
 - when, during the lifetime of the site, the work is to be done (the schedule)
 - how much it is going to cost to discharge the lifetime liabilities (the cost).

NDA

Lifetime Plan - Principles

- Needs a clear set of client expectations in terms of quality, timeliness and underpinning
- Needs to be appropriate for that point in time noting that it will progress from a high level strategic plan for provisions purposes to an detailed plan for the site to manage day-to-day
- Must be 'owned' by the relevant site, not just head office
- Needs to be regularly updated
- Needs to be aligned with the funding model to be adopted
- Should encompass cultural change as well as technical and financial elements
- Implementation needs strong leadership and a decommissioning organisation that is established well before NPP closure

The elements of a 'good' Lifetime Plan are.....

NDA

60

Purpose of the Lifetime Plan

Is for information to be collated and arranged in to a single, consistent document (or linked documents)

Lifetime Plan		
Scope	Schedule	Cost
<ul style="list-style-type: none"> • Integrated Waste Strategy • Hazard Baselines • Technical Baselines • Detailed Volumes • Supply Chain Strategy • Prioritisation & Skills Strategy • Process Wiring Diagram. • Risk Registers. • Major Assumptions & Exclusions 	<ul style="list-style-type: none"> • Long Range Graphic • Work Breakdown Schedule • Interdependencies • Milestone Schedule • Procurement schedules • Resource schedules • Regulatory and Stakeholder Schedules. 	<ul style="list-style-type: none"> • Basis of Estimate Document. • Estimate Summary • Base Estimate – Build Up • Contingency Analysis

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Schedule (1/3)

- The scheduled project and programme priorities should align with site strategies.
- The scheduled delivery objectives should be defined and understood for the programme/operating area.
- Schedule key assumptions and exclusions should be clearly defined
- The schedule should reflect the defined scope of work through an effective work package and activity breakdown.
- The schedule should be constructed with deliverable based activities at an appropriate level of detail to reflect the work scope and the maturity level.
- The schedule is logic linked with a clear critical path (s) and reflects agreed delivery strategies for the project/work package

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Schedule (2/3)

- The schedule should be logically aligned to other interfacing programmes/projects with no disconnects between the programme/project and other associated programmes/projects.
- Alignment of underpinning schedules (sub-contractor plans, master production schedule (MPS) etc) need to be clearly demonstrated.
- The schedule should be fully resourced with resource loadings based upon acceptable norms that can be practically implemented.
- The schedule durations should be based upon acceptable norms, where possible based upon demonstrated (near past) performance.
- The schedule must be fully aligned with the cost estimate (Basis of Estimate)

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Cost (1/3)

- All the cost elements required to deliver the required end state are included
- The approach to the development of the cost estimates is comprehensively and unambiguously described, providing a clear picture of the estimating techniques used
- Cost and quantity data sets are robust at this point in time
- Clarity is provided on what benchmarking has been carried out
- There is a clear reconciliation with previously produced plans
- The cost estimate incorporates risk and uncertainty, eg by means of probabilistic techniques to derive a 'base cost', 'P-50' (50% chance of success), and 'P80' (20% chance that costs are understated)
- Escalated and discounted values are included and have been correctly calculated

NDA

64

Elements of a Lifetime Plan - Schedule (3/3)

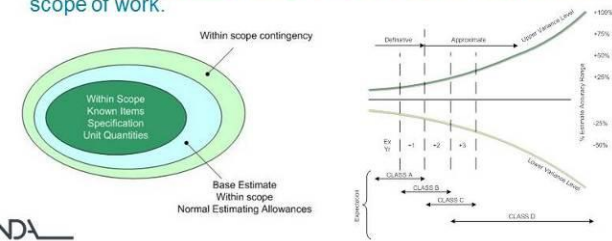
- The schedule must incorporate risk mitigation activities and cost/schedule contingency from risk modelling, where applicable.
- The schedule should be agreed and approved by the work scope manager and should be owned by the delivery team and must take into account the coordination and interfaces with all programme and project participants.
- Logically driven, deliverable based milestones, including strategic milestones and key decision points should be used to demonstrate that the schedule achieves the specified programme/project deliverables and objectives.
- Fallback or contingency schedules should be considered and developed for recognised high risk/concern areas of delivery.
- The schedule should represent the best endeavours towards achieving key stakeholder requirements

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Cost (2/3)

Main components of an Estimate:

- **Base Estimate** - shall include the costs of all quantified in-scope work plus normal estimating allowances
- **Cost Contingency** - involves the assessment of uncertainty surrounding the base estimate and the discrete risks pertinent to the scope of work.



NDA

Elements of a Lifetime Plan - Cost (3/3)

- In summary a cost Estimate should be:
 - Credible
 - Well-documented
 - Accurate
 - Comprehensive

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Risks (2/2)

Contingency Development

- The Base estimate shall be the reference point for the calculation of contingency.
- Contingency development should be commensurate to the complexity of the work scope.
- Appropriate consideration shall be given to the impact of cost uncertainty, schedule uncertainty and discrete risk.
- Appropriate consideration shall be given where to develop and manage contingency i.e. Project, Programme and/or Operating Unit Level.

NDA

Elements of a Lifetime Plan - Risks (1/2)

- Risks and opportunities are suitably identified and management plans are in place
- All major risks to delivery are identified and risk mitigation activities clearly stated
- Risk owners are identified
- Risk handling strategies have been developed and risks are quantified
- Contingency values have been informed by the output of risk quantification and estimate uncertainty. Contingency values appear acceptable based on the level of maturity of the programme.

NDA

67

Elements of a Lifetime Plan - Quality

- The quality of the Plan has been appropriately produced and assured in line with a documented quality assurance plan within an independently assured Quality Management System.
- Lessons learnt from previous plans or execution of work have been incorporated
- The Plan has been formally reviewed, is compliant and is approved by the client at a senior position, eg Department Head or Director
- The Regulators have been consulted during the development of the Plan and are satisfied with it
- Evidence of broader stakeholder engagement

NDA

69

Decommissioning Plan – Verification (1/2)

- Purpose – to provide client and stakeholder confidence in the plan and its delivery at that point in time
- Satisfy the approvals process
- Covers: Structure; Quality; Scope; Schedule; Cost; and Risk
- Structured and graded approach used for auditability. Example (schedule):-

Criteria	Expectation	NDA Success Criteria
Schedules are realistic and aligned	The schedule is clear and logic-linked and addresses all the reported technical scope. The durations reported are reasonable and benchmark with relevant UK and International best practice.	The approach to schedule development is well documented and appears robust. The basis of schedule data is described and is appropriate and logical for the site concerned.
	The schedule of waste disposal dates aligns with repository operational acceptance assumptions.	The schedule is well structured and aligns with the PSWBS.
	Schedule durations are reasonable and not overly optimistic	Summary schedules are provided at PSWBS level 5, with detailed schedules to the lowest level.
		The schedule is logically linked and reflects all the scope and assumptions to deliver the proposed end state.
		Mitigation plans for technology or other gaps are clearly identified and appear reasonable.
		Schedule durations are reasonable and reflect the level of associated risk and opportunities.
		The schedule critical path is clearly identified and appears reasonable.
		Interdependencies and milestones are clearly identified and are appropriate and realistic.

NDA

70

Expectations at 3 years prior to NPP closure (NDA view)

- Decommissioning project team and 'infrastructure' established
- Clear and resourced work plan to develop the Decommissioning Plans to the point of NPP closure
- Clear understanding with the Regulators of what consents needed and by when to avoid delays
- Scope, schedule and costs are aligned via 'Golden Thread' with evidence of benchmarking applied and appropriate recognition of risks and countermeasures
- Able to start engagement with the supply chain
- Able to start staff retraining program

NDA

Decommissioning Plan – Verification (2/2)

- Establish clear expectations across all stakeholders of what 'success' looks like
- Process is clear, auditable and realistic
- Combination of desk reviews, interviews and drill-down meetings to explore the detailed underpinning
- Findings categorised, example:-

Category	Description
A	A finding of sufficient concern that should be incorporated / addressed prior to NDA approval.
B	A finding of concern that should be incorporated/addressed in future iterations of the BDP or sooner if deemed material.
C	A finding of less importance which needs to be drawn to the attention of EDFE

- Improvement recommendations are clear and time-bound
- Contractors fee may be conditional upon approval or commitment to improvement plan say

NDA

71

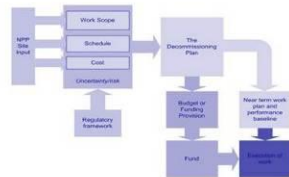
Expectations at the point of NPP closure (NDA view)

- Relevant Safety Cases and Environmental Assessments prepared and consents in place.
- Key personnel from the stations have been involved to ensure ownership.
- Management process and procedures are in place.
- Workforce transition has occurred (operational focus to decommissioning focus)
- Supply Chain engaged and contracts prepared/signed
- Establishment of suitable delivery organisation and corporate structure.
- Clear Stakeholder Management plans.

NDA

Applying the Decommissioning Plan

Effective Contractor Management



NDA

NDA Contracting Principles

Competition is central to our Strategy.

- secure value for money
- promote competition
- promote best practice

Value For Money

- facilitating broad participation
- transfer risk from the public to the private sector as appropriate
- focusing on longer term solutions.

Innovation

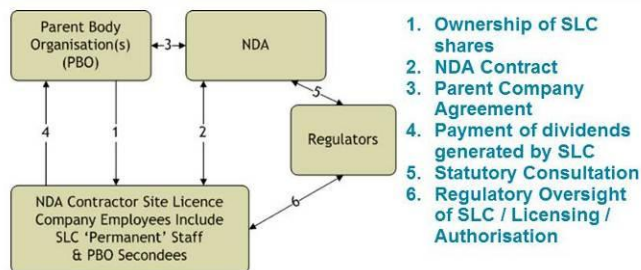
- promoting fresh approaches to existing challenges
- seeking solutions in the supply chain
- focusing on outputs, rather than process.

Market Development

- predictable work flow
- being open to new ideas and solutions
- developing a competitive market.

NDA

NDA Contracting Arrangements



Notes:

Nuclear Site Licensee is the enduring entity SLC.
 Owner of SLC is the Parent Body Organisation(s).
 NDA Primary Contract is with the SLC.
 NDA Agreement is with the Parent Body Organisation.

NDA

Contracting Models Applied by NDA

NDA has moved toward Target Cost contracts (Dounreay and Magnox/RSRL) and efficiency based contracts (Sellafield Ltd/LLWR)

Contract fee payments are generally structured around three areas:

Delivery - achievement of milestones and needs:

- Robust and auditable milestone delivery
- A multi-year approach where appropriate and alignment to inter-SLC National Programmes schedule where appropriate
- Allocation of fee values aligned with NDA priorities
- Learning From Experience (LFE) from previous years to continually improve the process

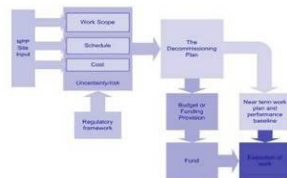
Efficiency - derived through the Value for Money (VfM) savings mechanisms.

Behaviours – means of incentivising and measuring SLC/PBO behaviours, approach and overall performance. Modifies fee depending upon overall performance against the agreed criteria.

NDA

Taiwan Power Company- NDA Decommissioning Workshop

Wrapping up.....



NDA

Key Themes from Workshop

- The decommissioning plan is an evolving journey
- Needs clear milestones and expectations of quality and content at each point
- Specifically, what should the plan look like at point of plant closure?
- Do not underestimate the time you will need to prepare
- Risks have a major impact on programme and cost - identify risks and establish corrective action plan to mitigate
- Incentivise contractor performance
- Need for an underpinned baseline
- Appointment of an effective project manager who can demonstrate leadership is key
- Most of the skills, experience and technology is transferrable across reactor types

NDA

79

Way forward

NDA
Nuclear
Decommissioning
Authority



- *For TPC to determine*
- NDA prepared to support under the MoU
- NDA does not produce decommissioning plans but can support through advice on content and verification of deliverables
- Any support would have to be targeted and planned ahead so as to adequately resource it
- Further NDA support would likely attract a fee
- *Discussion.....*

End

NDA

80