

出國報告（出國類別：開會）

# 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施 採購契約之管考

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李宗倫專業工程師

派赴國家：美國

出國期間：101年12月10日至101年12月16日

報告日期：102年2月8日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：核二廠用過核子燃料乾式貯存設施採購契約之管考

頁數 7 含附件：有 否

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

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：李宗倫/台灣電力公司/核能後端營運處/專業工程師/(02)23657210~2207

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：自 101 年 12 月 10 日至 101 年 12 月 16 日 出國地區：美國

報告日期：102 年 2 月 8 日

分類號/目：

關鍵詞：用過核子燃料、乾式貯存

內容摘要：(二百至三百字)

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之採購已於99年11月12日由美國NAC公司得標，目前契約正執行中，故確保承商公司如期如質依本案採購契約執行至為重要，本次出國之任務在派員赴美國NAC公司查核契約應辦事項之執行情形。本次契約管考為期1.5日，管考之內容著重在契約要求之執行情形，查核結果NAC公司符合契約之要求，爾後應毋須再赴NAC公司執行契約之管考。

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施係採用美國 NAC 公司 MAGNASTOR 之設計，而美國 DUKE 電力公司所屬之 McGuire 核電廠乾式貯存設施也是採用美國 NAC 公司 MAGNASTOR 之設計，McGuire 核電廠乾式貯存設施預計 2013 年中開始將用過核子燃料移至乾式貯存設施貯存，故順道至 McGuire 核電廠乾式貯存設施觀摩，經與美國 DUKE 電力公司人員交流，獲得寶貴之經驗，並建立與電力公司之聯繫管道，將有助於及時完成核二廠乾式貯存設施興建計畫。

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

# 目 錄

	頁數
壹、出國目的 .....	1
貳、出國過程 .....	2
參、出國內容紀要 .....	3
肆、心得與建議.....	7

## 一、出國目的

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫之推動係為提供核二廠充足的用過核子燃料貯存容量，使核二廠得以持續運轉發電，本計畫若未能及時完成，將造成核二廠因而停機，除影響供電穩定度外，將造成本公司每年之售電極重大損失。上述貯存設施之採購已於99年11月12日由美國NAC公司得標，故確保承商公司如期如質依本案採購契約執行至為重要。目前核二廠用過核子燃料乾式貯存設施採購契約正執行中，有必要派員赴美國NAC公司查核契約應辦事項之執行情形。

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施係採用美國NAC公司MAGNASTOR之設計，而美國DUKE電力公司所屬之McGuire核電廠乾式貯存設施也是採用美國NAC公司MAGNASTOR之設計，McGuire核電廠乾式貯存設施預計102年中開始將用過核子燃料移至乾式貯存設施貯存，故順道至McGuire核電廠乾式貯存設施觀摩，以了解乾式貯存之現況與汲取國外之經驗，並建立與電力公司之聯繫管道，以期有助於及時完成核二廠乾式貯存設施興建計畫。

## 貳、出國過程

此次奉派出國，過程如下表：

日期	行程 / 工作內容
12月10日	去程（台北→舊金山）
12月11日	去程（舊金山→亞特蘭大,喬治亞州）
12月12日	於美國 NAC 公司執行採購契約之管考
12月13日(上午)	於美國 NAC 公司執行採購契約之管考
12月13日(下午)	去程（亞特蘭大→夏洛特,北卡羅來納州）
12月14日(上午)	Duke Power McGuire 核電廠/觀摩乾式貯存設施與經驗交流
12月14日(下午)	返程（夏洛特→舊金山）
12月15~16日	返程（舊金山→台北）

## 參、出國內容紀要：

### (一)核二廠用過核子燃料乾式貯存設施採購契約之管考

本公司與美國 NAC 公司所簽訂之契約為英文版，契約包括公司之招標文件與 NAC 公司之服務建議書，招標文件第 1 章為名詞定義，第 2 章為投標須知，第 3 章為商務條款，第 4 章為技術條款，第 5 章為服務建議書之格式與報價單格式。

本契約目前執行之進度為原能會審查安全分析報告，同時進行設備製造相關圖面與程序書之修訂與審查，本契約後續工作包括設備製造與現場土木施工、試運轉及運轉執照申請等，預計可於民國 105 年底前完成所有契約工作。

本次契約管考為期 1.5 日，管考之內容著重在契約第 3 章與第 4 章之執行情形，經與本契約計畫經理 Mr. David Fan 就契約條款逐條檢視，管考之結果如下：

1. NAC 公司已依契約規定提出專案品保計畫，並經本公司審查同意。本公司核安處於民國 100 年赴 NAC 公司品質稽查，無建議改善事項。
2. 本契約目前依契約規定之工作進度，業已給付 NAC 公司契約金額 10% 之款項，並無付款上或稅務上需要處理之問題。
3. 本公司陳報原能會審查之安全分析報告，分為機密版與非機密版，非機密版供原能會上網資訊公開始使用並經 NAC 公司審查同意，故無洩漏廠商機密資料之顧慮。
4. NAC 公司已依契約規定，如期提出 work plan，並經本公司審查同意。
5. 安全分析報告之提出時間，為本契約規定之罰款項目之一，NAC 公司已依契約規定之期限提出安全分析報告，並無需要罰款之情事。
6. NAC 公司對於文件之管制，已設有電腦文件管理系統，由品質部門予以控管。
7. NAC 公司已依契約規定，提送履約保證金與預付款還款保證金。
8. NAC 公司之組織設有設計分析部門，經實地了解並與設計部門人員見面，該公司可以自行設計與分析，應無智慧財產權侵權之顧慮。
9. 核二乾式貯存設施安全分析報告於 101 年 2 月 14 日陳報原能會審查，原能會於 101 年 9 月 19 日第 2 次審查意見，要求本公司提報本計畫門型吊車專案報告，經查核本項工作之進度，本契約計畫經理 Mr. David Fan 說明，因門型吊車之水平耐震力高達 0.88G，設計分析較為複雜，預計於 102 年 2 月可將門型吊車專案報告

送本公司審查，考量會造成安全分析報告審查通過 3-6 個月的時程延誤，當即請 NAC 公司研究在不得降低品質之情形下，縮短製造期程。

**10. NAC 公司依契約要求如期提出下列報告與計算書：**

- 結構評估報告及其計算書
- 熱傳評估報告及其計算書
- 屏蔽評估報告及其計算書
- 臨界評估報告及其計算書
- 密封評估報告及其計算書
- 意外事件評估報告及其計算書
- 設施結構靜力分析報告
- 場址液化分析報告
- 場址震陷量分析報告
- 燃料廠房樓板載重分析報告
- 燃料廠房護箱除汙池等之結構分析報告

**11. NAC 公司依契約要求如期提出下列設計圖面：**

- 密封鋼筒設計圖(12 份)
- 混凝土護箱設計圖(8 份)
- 傳送護箱設計圖(6 份)
- 門型吊車設計圖(18 份)
- 輔助設備設計圖(7 份)
- 場址佈置圖(19 份)
- 運送路線圖(2 份)
- 儀電佈線圖(8 份)
- 保安設施設計圖(7 份)
- 溫度監測系統圖(2 份)
- 鋼筋配置圖(7 份)

**12. NAC 公司依契約要求如期提出下列製造程序書：**

- 密封鋼筒製造程序書(11 份)
- 混凝土護箱製造程序書(7 份)

—傳送護箱製造程序書(7 份)

—通用程序書(20 份)

## (二)McGuire 核電廠乾式貯存設施觀摩與經驗交流

核二乾式貯存設施係採用美國 NAC 公司 MAGNASTOR 之設計，而美國 DUKE 電力公司所屬之 McGuire 核電廠乾式貯存設施也是採用美國 NAC 公司 MAGNASTOR 之設計，McGuire 核電廠乾式貯存設施預計於 2013 年中開始將用過核子燃料移至乾式貯存設施貯存，目前已完成試運轉之工作，故順道至 McGuire 核電廠乾式貯存設施觀摩，以了解乾式貯存之現況與汲取國外之經驗，並建立與電力公司之聯繫管道，以期有助於及時完成核二乾式貯存設施興建計畫。

本日上午 9 點抵達 McGuire 核電廠，由 DUKE 電力公司乾式貯存計畫經理 Paul Bailey 接待，並於會議室先行經驗交流，該會議室位於保護區之外，故不需要辦理入廠手續，與 Mr. Bailey 交談內容摘要如下：

1. Mr. Bailey 首先說明安全逃生之路徑。
2. Mr. Bailey 利用 Google Earth 介紹 McGuire 與 Catawba 核電廠之乾式貯存設施，並說明 911 事件後，無法提供照片。
3. 播放本公司核二乾貯 5 分鐘版之動畫，以便 Mr. Bailey 易於了解本公司提出之問題；Mr. Bailey 對於動畫之品質表示讚賞。
4. McGuire 核電廠所需之冷卻水取自 Lake Norman，Lake Norman 為人工湖，專門為了 McGuire 核電廠而興建，興建當時，附近居民人口稀少，現因人工湖而人口增加並以垂釣為休閒，居民對核電廠並無抗爭之紀錄。
5. Mr. Bailey 說明因反應器廠房護箱吊車故障，原預計於 102 年初開使用過核子燃料之吊卸安裝將延至 102 年中才會開始，目前已交貨之密封鋼筒與混凝土護箱暫置於混凝土澆注場，澆注場位於保護區外，毋須辦理入廠手續，將安排至澆注場參觀。
6. MAGNASTOR 之設計可貯存 87 束用過核子燃料，於密封鋼筒封焊、抽真空乾燥、充氬氣的過程，需要封閉式冷卻水系統提供密封鋼筒外部表面之熱移除，為此在密封鋼筒與傳送護箱間隙之間之頂部與底部各設有圓形之水封環，以確保冷卻水系統之正常運作。McGuire 於試運轉時之經驗回饋如下：

- 水封環為橡膠製品，原理如腳踏車車胎，利用充氣使水封環膨脹，達到水封的目的。於第一次式運轉發現有漏水之情形，經查漏，係原設計之作業流程並未要求水封環持續一直充氣，導致不能密實而漏水，經持續一直充氣後解決此項問題。
  - 於第二次試運轉前之檢查，發現水封環有受力不均勻之現象，研究後，係因密封鋼筒於置入傳送護箱內並未置中，導致密封鋼筒與傳送護箱間隙不均勻，對水封環產生不同受力，經由製作中心環(center ring)，以確保密封鋼筒可以置中，而解決此項問題。
  - 於第二次試運轉時，發現仍有漏水之情形，經查漏，係水封環洩氣之作業流程錯誤，導致水封環受損，經修改作業流程，而解決此項問題。
  - 與 McGuire 核電廠同屬 Duke 電力公司的 Catawba 核電廠亦採用 NAC 公司設計的 MAGNASTOR 系統，Catawba 核電廠汲取上述 McGuire 核電廠試運轉之經驗，執行了 4 次試運轉，均能達到預期水封之效果。
7. 鑑於 NAC 公司提出密封鋼筒內提籃頂部插梢，於試運轉時發現容易與假燃料產生碰撞而彎曲，而建議取消插梢並變更設計，經詢問 Mr. Bailey 告知插梢確實是一個問題，該公司日後會採用變更後的設計。
8. McGuire 核電廠之密封鋼筒封焊作業，於護箱除污池內執行，並依除污池之尺寸製作安全之工作架；本公司核二乾貯計畫，NAC 公司規劃於燃料廠房地板上執行封焊工作，惟考量高架作業與 ALARA 等因素，本公司堅持，如核二護箱除污池可以使用，應於護箱除污池執行封焊工作，驗證本公司之堅持是正確的。(註：NAC 公司同意將於 102.5.6 前往核二廠進行護箱除污池之量測與後續之評估。)
9. McGuire 核電廠於試運轉時，採取 2 班制，各 12 小時，重要的工作安排於日班執行，如有問題較容易取得支援。
10. Mr. Bailey 帶領至澆注場參觀目前已交貨之密封鋼筒與混凝土護箱，密封鋼筒暫置於混凝土護箱內並以雨遮保護，其外觀與核一乾貯目前製造完成的 2 個混凝土護箱外表一致。
11. Mr. Bailey 歡迎本公司派員至 McGuire 或 Catawba 核電廠實地觀摩用過核子燃料之正式運轉；惟考量 ALARA 原則，將安排本公司人員於會議室以視訊實習。

#### 四、心得與建議

1. 本次契約管考為期 1.5 日，管考之內容著重在契約要求之執行情形，查核結果 NAC 公司符合契約之要求，爾後應毋須再赴 NAC 公司執行契約之管考。
2. 本公司採用 NAC 公司最新的 MAGNASTOR 之設計，目前使用該型設計之乾貯計畫進度最快的為 DUKE 電力公司的 McGuire 與 Catawba 核電廠，因核二乾貯 MAGNASTOR 密封鋼筒內之熱傳以對流為主，而核一乾貯 UMS 密封鋼筒內之熱傳以傳導為主，故核二乾貯 MAGNASTOR 密封鋼筒於尚未完成密封前，因密封鋼筒內部對流尚未建立，故於密封鋼筒上蓋封焊、抽真空乾燥、充氮氣與密封的過程，需要封閉式冷卻水系統提供密封鋼筒外部表面之熱移除功能，核一乾貯則不需要冷卻水系統。鑑於核一、二乾貯之作業流程有所差異，本公司似可考量派員至 McGuire 或 Catawba 核電廠實地觀摩用過核子燃料之吊卸、安裝、密封與運送等作業，以汲取經驗；DUKE 電力公司亦歡迎本公司派員實地觀摩。

## 出國報告審核表

出國報告名稱：核二廠用過核子燃料乾式貯存設施採購契約之管考			
出國人姓名	職稱	服務單位	
李宗倫	專業工程師	台灣電力公司/核後端處	
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 開會		
出國期間：101年12月10日至101年12月16日		報告繳交日期：102年2月8日	
出國人員 自我檢核	計畫主辦機 關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」）	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.內容充實完備	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5.建議具參考價值	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正，原因：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用其他資料未註明資料來源	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他 _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式：	
出國人簽章	計畫主 辦機關 審核人	一級單位主管簽章	機關首長或其授權人員簽章
			

說明：

一、各機關可依需要自行增列審核項目，出國報告審核完畢本表請自行保存。

二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「[公務出國報告資訊網](#)」為原則。