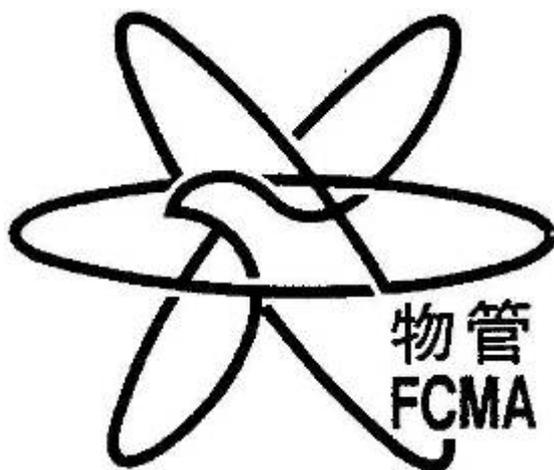

核一乾貯設施整體功能驗證

燃料池水下操作測試作業

專案檢查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

101 年 11 月

核一乾貯設施整體功能驗證
燃料池水下操作測試作業
專案檢查報告

目 次

一、 檢查目的.....	2
二、 檢查依據與檢查計畫.....	2
三、 檢查結果.....	3
四、 結語.....	6

一、檢查目的

台電公司為核一廠用過核子燃料乾式貯存設施之整體功能驗證，於11月1日及2日執行試運轉B階段「燃料池水下操作功能驗證作業」，原能會物管局為嚴格管制相關作業，擬定「台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉作業」檢查導則及檢查查核表，並派員執行檢查，另邀請三位學者專家協助檢查並提供專業諮詢，以確認所有作業符合安全分析報告及相關程序書的規定。

二、檢查依據與檢查計畫

(一)依據文件

本次檢查作業係依據下列文件執行：

1. 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告
2. 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫
3. 行政院原子能委員會放射性物料管理局「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉作業檢查」檢查導則(IG-1)
4. 行政院原子能委員會放射性物料管理局「燃料池水下操作功能驗證」檢查查核表(IG-2)
5. 核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008-08)
6. 核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書 (ISFSI-07-SOP-07013-11)

(二)檢查計畫

為確認台電公司針對核一廠乾式貯存設施，能妥善執行「試運轉計畫關於「燃料池水下操作功能驗證」作業，物管局擬定「台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉作業」檢查導則(IG-1)及檢查查核表(IG-2)，俾利檢查作業之進行。本次檢查重點臚列如下：

1. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與水下定位。
2. 模擬燃料束裝填。
3. 屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作。
4. 輻防及除污作業。

根據台電試運轉作業規畫及實際作業時程，101 年 11 月 1 日由物管局人員完成前述檢查重點 1、2 之檢查作業。11 月 2 日物管局另邀請三位學者專家組成專案檢查小組進行檢查重點 3、4 之專案檢查。

三、 檢查結果

現場查證每次作業前，核一廠現場運轉作業主任召開工具箱會議，確認參與當天作業內容之所有工作人員參加本會議，並對參與工作人員說明工作項目、停留點及安全注意事項。

(一)密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位作業

現場查核密封鋼筒灌水、吊具接合確認、主吊車煞車功能確認、循環水回流及密封鋼筒/傳送護箱吊運下水作業執行作業，台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書」(ISFSI-07-SOP-07008 -08)第 6.2 節作業程序執行。符合相關作業規定，作業內容依序分述如下：

1. 執行密封鋼筒灌水作業測試，作業人員均於灌水前及灌水時，隨時檢查水管及接頭有無破漏。
2. 傳送護箱吊軌與 J 形鉤接合經確認後，緩慢將傳送護箱吊起至距離地面 30 公分，再將傳送護箱下降至距離地面 15 公分，暫停 1 分鐘，以確認反應器廠房主吊車煞車功能正常。
3. 以除礦水淋濕傳送護箱外表，並緩慢降下傳送護箱，確認傳送護箱底板池壁保護塊分別朝向燃料池東面及北面牆，並以水下攝影機確認傳送護箱已坐妥。
4. 傳送護箱（內含密封鋼筒）吊運下水時，現場由核一廠核技組陳朝

福課長直接與控制室值班人員保持聯繫，以觀察水位變化並指揮吊運作業。

因護箱下水造成池水水位上升，經卸水孔流至 skimmer tank(溢流槽)，而 skimmer tank 洩水至接近低水位警報(相當於控制室儀表指示在約 1.69 m)約需 1 小時，工作人員均在燃料池邊等候。檢查人員已當場要求台電公司應規劃「候工區」，盡量抑低工作人員輻射曝露，以達合理抑減作業(ALARA)管制。

(二)模擬燃料束裝填作業

現場確認台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書」(ISFSI-07-SOP-07008-08)第 6.3 節作業程序，進行模擬燃料束裝填作業測試。分別測試 8 處幾何形狀極限區域(DB-2、DC-1、DE-1、DG-1、DH-2、DI-4、DC-4、DD-5)，模擬燃料束吊運、裝填及脫鉤作業。該作業係由核一廠機械組吊車操作人員負責執行，順利完成測試。

(三)屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作

現場查核水下傳送護箱吊運、傳送護箱吊離水面及核一廠五樓重物吊運作業，台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書」(ISFSI-07-SOP-07008-08)第 6.5 節作業程序執行。符合相關作業規定，作業內容依序分述如下：

1. 執行水下密封鋼筒/傳送護箱吊離燃料池作業，作業前確認水下攝影機運作正常，傳送護箱藉由底板池壁保護塊與側壁保持適當距離。
2. 緩慢吊起傳送護箱，隨著傳送護箱上升同時，啟動水下沖洗設備，持續沖洗密封鋼筒頂部及傳送護箱表面，並以除礦水淋洗升出燃料池水面之傳送護箱表面及底部，同時目視檢查確認屏蔽上蓋已安放定位。
3. 經查台電公司已於傳送護箱吊運路徑鋪設塑膠布，以避免污染擴散。
4. 依據「核一廠五樓重物吊運路徑圖」，將傳送護箱吊至五樓操作區

定位，於傳送護箱底部套上塑膠布並固定。闔上防震架旋轉臂，安裝止推桿。

針對此項作業，檢查人員亦要求台電公司在傳送護箱吊運作業過程，管制重物吊運範圍維持禁空，非即時作業人員應待命於「候工區」。

(四)輻防及除污作業

進行輻防及除污作業前，現場查核確認工作區域已懸貼輻射標籤與標誌，並依規定設置管制區。現場查核，台電公司確實依據「輻射防護作業程序書」(ISFSI-07-SOP-07013-11)第 4.4 節作業程序，執行輻防及除污作業。

針對此項作業，原能會物管局發現如下：

1. 除污作業部分：

- (1) 作業人員擦拭傳送護箱表面過程，採不規則反覆擦拭，易造成重複擦拭之二次污染問題。此外，同時上、下兩組人員進行表面擦拭作業，易造成下方已擦拭區域，有再被污染之疑慮。
- (2) 台電公司應加強改善作業環境、改進除污工具及方法，以提高除污作業人員操作效率。
- (3) 台電公司應考量定期清理燃料池 loading pit，減低水下傳送護箱操作過程，造成傳送護箱污染可能性。

2. 輻射劑量部分：

- (1) 為有效抑低除污作業人員劑量，應避免近距離操作並採取適切之屏蔽防護。建議台電公司改採長柄工具，並建立屏蔽設施，以確保除污作業人員之劑量率及集體劑量能符合「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」之估算限值。
- (2) 環狀水系統與防震架止推桿拆裝耗時過久，以及非即時作業人員閒置於污染區等，可能造成不必要之輻射曝露。建請台電公司考量改善設備設計，強化操作效率與裝置拆裝便利性，並確實設置「候工區」。

(3) 台電公司應確實執行各個操作過程之輻射劑量紀錄，以確認較高劑量之工作環節，作為後續改善之參酌依據。

3. 作業流程部分：

建議台電公司重新檢討作業先後順序，並事先於工作架上安裝工具，節省操作時間。

四、 結語

本次檢查係依據原能會核備在案之安全分析報告、試運轉計畫及台電公司核一廠乾式貯存系統相關操作程序書等文件，查證台電公司在乾式貯存設施試運轉之燃料池水下操作功能驗證作業的執行成效。

查核結果台電公司之「燃料池水下操作功能驗證作業」，係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP-07008)」及「輻射防護作業程序書(ISFSI-07-SOP-07013-11)」程序執行，部分待檢討改善之事項，將要求台電公司在熱測試作業前，具體檢討改進並加強相關作業演練，以確保後續乾式貯存設施及輻射工作人員之安全。檢查結果摘述如下：

- (一) 台電公司對於密封鋼筒灌水、吊具接合確認、主吊車煞車功能確認、循環水回流及密封鋼筒/傳送護箱吊運下水作業執行作業，確實依據「反應器廠房內操作程序書」第 6.2 節作業程序執行。
- (二) 台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書」第 6.3 節作業程序，進行模擬燃料束裝填作業測試。
- (三) 台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書」第 6.5 節作業程序，執行現場查核水下傳送護箱吊運、傳送護箱吊離水面及核一廠五樓重物吊運作業。
- (四) 台電公司確實依據「輻射防護作業程序書」第 4.4 節作業程序，執行輻防及除污作業。但對於「傳送護箱側面與頂部及屏蔽上蓋之除污作業方式」，已開立注意改進事項，要求台電公司改善並加強作業演練，以合理抑低除污作業人員劑量。

注意改進事項結案辦理情形：

本項注意改進事項物管局於 101 年 11 月 7 日物三字第 1010002896 號函要求台電公司改善，台電公司於 101 年 12 月 7 日電核安字第 10112063701 號函申請 FCMA-101-CSSF-11 (R0) 結案，經審查後，物管局於 102 年 1 月 11 日物三字第 1020000127 號函同意結案。