

核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業  
106 年度統合演練專案檢查報告



放射性物料管理局  
中華民國一〇六年五月



# 目 次

一、檢查目的 .....	1
二、檢查依據 .....	1
三、檢查計畫 .....	2
四、檢查發現 .....	2
五、檢查結果 .....	8



## 一、檢查目的

依據本局105年5月第131次放射性物料管制會議議案734管制決議，要求台電公司加強維持核一廠乾式貯存熱測試作業能量。台電公司遵照本項決議提報「統合演練作業時程規劃」，預定於105-107年間完成兩次整備演練及統合演練。第一次統合演練作業於106年3月17日至106年4月14日執行，演練目的係模擬真實運轉作業狀況，於核一廠實地全程執行各相關工作，並統合核一廠各相關單位，使各類人員能熟悉作業性質，並增強介面協調，以提升參與乾貯工作人員之作業熟練度及後續熱測試作業安全。

本次檢查主要係依據本局「核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業106年度統合演練專案檢查計畫」及檢查導則（IG-1、IG-2）執行檢查，目的係查證現場作業程序及設備功能接受標準等要求，與本局完成核備之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書規定內容之一致性，藉以提升未來乾式貯存作業之安全管制。

## 二、檢查依據

- (一) 放射性物料管理法及其施行細則。
  - (二) 放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則。
  - (三) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告。
  - (四) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫(第十版)。
  - (五) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查結論。
  - (六) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫。
  - (七) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施整體功能驗證結果報告。
  - (八) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫相關程序書。
  - (九) 核一乾貯統合演練作業檢查導則（IG-1）及檢查查核表（IG-2）。
- （物管局）

(十) 駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書(DNS-G-18.2-T)。

### 三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

1. 作業現場工安、輻安管制要求及人員資格檢定。
2. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位。
3. 模擬燃料束裝填。
4. 屏蔽上蓋安裝。
5. 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污。
6. 壓力測試、排水、真空乾燥。
7. 孔蓋銲接、結構上蓋銲接及非破壞檢測。
8. 傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送。
9. 混凝土護箱（VCC）運送。
10. 外加屏蔽（AOS）安裝。

(二) 檢查小組成員：（職銜敬稱略）

郭明傳、鍾沛宇、嚴國城、李彥良、萬明憲、郭嘉仁、李博修、張睦東、胡弘昌、陳伊琳、鄭敬翰、吳明哲、林宣甫。

(三) 受檢單位參與人員：（職稱略）

1. 台電核一廠：陳○福、張○斌、謝○煜、黃○龍等
2. 台電後端處：江○騰、杜○祥、葉○勛等
3. 核研所：楊○威、陳○豪、蒙○德、董○敏耀等

### 四、檢查發現

本次統合演練作業自 106 年 3 月 13 日開始至 4 月 14 日完成演練作業，本局於演練期間依據「核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業 106 年度統合演練專案檢查計畫」派員到場執行檢查。經由紀錄文件查核、人

員訪談及現場巡查等，逐項查證檢查查核表（IG-2）各項目之執行成效。  
檢查結果摘要如下：

(一) 作業現場工安、輻安管制要求及人員資格檢定

1. 每日演練作業執行前，由現場作業負責人召集作業人員召開工具箱會議，確認參與作業內容之工作人員、說明工作項目及安全注意事項，並依規填寫工具箱會議/危害告知紀錄表。另作業現場均有派駐工安人員，以確保人員作業安全，符合工安作業要求。
2. 反應器廠房使用之各項氣體鋼瓶皆以不同氣體架分類，符合規定。
3. 傳送護箱吊運路徑均鋪設塑膠布，並由輻防人員進行人員管控，以避免污染擴散。
4. 反應器廠房吊具操作人員黃卿宏先生及黃卿峰先生皆具有勞工安全衛生管理學會之「使用起重機具從事吊掛作業人員訓練期滿成績合格結業證書」，符合規定。另每日作業前均有執行吊掛用具作業前檢查並留下紀錄，符合自主品質管制要求。輻防人員每日皆執行反應器廠房輻射監測儀器檢查及作業區輻射偵測，並留下紀錄，確保作業區域之輻射安全，符合規定。
5. 本次統合演練作業人員共有67位，參與人員均完成乾貯設施安裝及吊運階段人員專業訓練且訓練成績合格。經查各項技術人員均具備資格檢定證書，符合管制要求。（輻防人員具有原能會核發之輻射防護人員認可證書、工安人員具有職業安全衛生技術士證、銲接人員均經台電公司林口訓練中心檢定合格、非破壞檢測人員均領有財團法人非破壞檢測學會資格證書。

(二) 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

1. 密封鋼筒下水作業，係將編號第4號密封鋼筒置入傳送護箱並吊運入用過燃料池，相關作業程序係依據「反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008)」第 6.2 節傳送護箱含密封鋼筒吊入燃料

池燃料裝載區程序之內容執行並順利完成，符合規定。

2. 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，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。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。

(2). 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。

### (三) 模擬燃料束裝填

1. 本階段主要係模擬燃料束裝填驗證作業，接受標準為模擬燃料束裝填於密封鋼筒內指定之位置，本次作業是取密封鋼筒4個極限位置進行裝填測試，其位置分別係DC-1、DC-4、DI-4、DG-1，相關作業程序參考「反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008)」第 6.3 節燃料裝填相關程序之規定執行。

2. 燃料池水溫為27.8°C，符合不高於水溫41°C之規定。3月21日原訂當日下午2時進行模擬燃料束水下抽插測試作業，因燃料池吊車操作人員未將吊車操作模式轉換成乾貯模式，以致模擬燃料束無法順利移入密封鋼筒，後續通報台電公司電氣課前來處理後才恢復正常，並於16：00開始進行燃料裝載測試，並完成密封鋼筒4個極限位置之燃料裝載測試。

3. 針對前述燃料池吊車操作人員熟練度不足，本局已於106年4月12日開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善。台電公司核一廠

核技組已於事後檢討並且承諾往後會將燃料池吊車操作方式納入教育訓練資料，以便未來執行乾貯作業時可適時提醒燃料池吊車操作人員。

#### (四) 屏蔽上蓋安裝

1. 屏蔽上蓋安裝主要係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008)」第6.4節安裝密封鋼筒屏蔽上蓋程序執行。接受標準為將屏蔽上蓋置放在密封鋼筒支撐環上，且屏蔽上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵接合。
2. 3月22日上午進行屏蔽上蓋安裝時，10:30 5樓主吊車大鉤頭將屏蔽上蓋下降放入燃料池過程中，發生主吊車馬達電源熱磁式斷路器CB203異常跳脫，導致作業中斷。作業人員依異常作業程序書(ISFSI-07-SOP-07010)規定執行第6.2.3節吊車故障程序，並依反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP-07008)第6.5.8節附件九第8節反應器廠房吊車異常狀況處理原則，由核一廠依電廠782.8程序書第6.6節規定執行檢修。吊車於12：40完成修復，並繼續完成後續屏蔽上蓋接合作業。查驗結果作業人員均依程序書執行並辦理會驗及確實簽章以符合自主品質管制要求。
3. 針對前述主吊車跳脫事件，本局已於106年4月12日開立注意改進事項，要求台電公司提出肇因分析並改正措施。並請台電公司核能安全處就一、二號機廠房5樓主吊車近五年內維護保養紀錄或異常事件處理等進行專案稽查，以落實自主品管與品保作業。

#### (五) 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污

水下傳送護箱吊運操作係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008)」第6.5 節傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊至五樓操作區程序及「輻射防護作業程序書(ISFSI-07-SOP-07013)」執行密封鋼筒及傳送護箱出水、除污及5樓工作平台組裝作業。接受標準為傳送護箱併同已

裝載燃料之密封鋼筒順利吊至五樓操作區定位。查驗結果作業人員均依程序書執行並確實填寫「密封鋼筒作業時間限制追蹤表」以符合自主品質管制要求。

#### (六) 壓力測試、排水、真空乾燥

密封鋼筒氣壓測漏作業，係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP-07008-08)」第6.7節進行。密封鋼筒排水作業，係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP-07008-08)」第6.8節規定進行作業。現場查驗結果，作業人員與核一廠品管人員均依作業規定辦理會驗、確實簽章，並將氣壓測試結果紀錄於密封鋼筒作業紀錄表，符合自主品質管制要求。

#### (七) 孔蓋銲接、結構上蓋銲接及非破壞檢測

1. 上蓋銲道洩漏測試依據「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書(ISFSI-07-SOP-07003)」第5.0節檢測程序規定執行，接收標準為氬氣洩漏率不得大於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 限值。經查氬質譜儀洩漏檢測報告，氬氣洩漏率為 $2.37 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 限值，符合程序書規定。
2. 氬氣測漏作業由具備LT Level II檢測資格人員趙一行先生負責執行，陳盈旭小姐負責審查，作業人員均依規定辦理會驗、確實簽章，符合自主品質管制要求。
3. 經查本項作業非破壞檢測人員資格係屬台灣非破壞協會授證，不符合「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書」(ISFSI-SOP-07003-05)第2.2節之規定：「執行本檢測之人員需有SNT-TC-1A之LT資格」。然經現場工程師查證「品質保證計畫」(ISFSI-02-QAM-05002-06)第十章之規定，持有本國非破壞協會所授予之合格證照亦屬合格的非破壞檢測人員，因此，本項作業檢測人員資格仍符合規定，另台電公司已承諾依品質文件管制要求修訂「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書」內容，以符合「品質保證計畫」之規定。

#### (八) 傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送

1. 傳送護箱吊送作業係依據「反應器廠房內操作程序書(編號：ISFSI-07-SOP-07008-08)」。執行作業前，傳送護箱銜接器已組裝於反應器廠房一樓之混凝土護箱頂部，而混凝土護箱則置於多軸油壓板車上。將傳送護箱吊離地面約30公分，再下降至15公分高度，確認反應器廠房主吊車之煞車功能。調整傳送護箱方位，由5樓吊送至一樓混凝土護箱上方，將傳送護箱屏蔽門連接頭與銜接器屏蔽門拉桿連接後，將2樓防震裝置懸臂放平頂至定位，完成密封鋼筒傳送演練後，再將傳送護箱吊回5樓操作區定位。
2. 輻射防護人員執行傳送護箱及密封鋼筒外表面之污染偵測作業，查核確認擦拭樣品之 $\beta/\gamma$ 與 $\alpha$ 值，符合「輻射防護作業程序書」(ISFSI-07-SOP-07013-11)之限值，即 $\beta/\gamma < 180\text{Bq}/100\text{ cm}^2$  並低於程序書所規定之行政管理限值( $\beta/\gamma < 50\text{Bq}/100\text{ cm}^2$ )； $\alpha < 1\text{ Bq}/100\text{ cm}^2$

#### (九) 混凝土護箱 (VCC) 運送

1. 混凝土護箱運送工作係依據「混凝土護箱前置及運送作業程序書 (ISFSI-07-SOP-07005)」第6.3節進行。經查，作業前依規定執行多軸油壓板車檢查並填寫檢查表，以及設備例行運轉檢查記錄表。作業步驟完成後，依規定執行簽核與複查，符合自主品質管制要求。
2. 運送作業前確認混凝土護箱移動路徑無異物並淨空，聯繫輻防及保安人員並安排交通指揮與管制事宜後，即開始進行運送作業。運送過程中進行必要之交通指揮與管制，警車、工程車及消防車等全程跟送，以確保運送過程中之安全。
3. 多軸油壓板車移動至貯存場之指定位置，油壓板車底板降至地面後。工作人員裝妥液壓千斤頂、懸浮氣墊並鋪設不鏽鋼板後，以

堆高機將混凝土護箱移動至指定位置。

#### (十) 外加屏蔽 (AOS) 安裝

1. 外加屏蔽(AOS)吊裝作業係依據「貯存場運貯作業程序書(ISFSI-07-SOP-07009-05)」第6.0節作業程序規定，檢查VCC及AOS表面之平整性，並確認VCC及AOS空氣進出口沒有堵塞情形。
2. 吊裝作業先將AOS之屏蔽頂蓋及屏蔽環依序吊放至地面。將AOS各部套裝於VCC時，均依程序書注意事項，遵守吊裝物件底部高度不超過VCC上緣85公分規定執行，並於繩索利用膠帶記號以利檢核。
3. 依序吊裝屏蔽底座及屏蔽環，並依各環預定方向性進行安裝，另吊裝最上層屏蔽環時，亦將屏蔽環與VCC排氣孔方向對準後進行置放。吊裝作業全程均依程序書執行並辦理檢查及會驗，確實簽章，符合自主品質管制要求。

#### 五、檢查結果

為加強維持核一乾貯作業技術能量，原能會要求台電公司執行乾貯統合演練，本次統合演練作業自 106 年 3 月 17 日開始至 106 年 4 月 14 日結束，演練期間物管局依據檢查計畫派員到場執行檢查。經由紀錄文件查核、人員訪談及現場巡查等，逐項查證各演練項目之執行成效，可確認作業程序及設備功能接受標準等要求，與本局完成核備之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書規定內容之一致性，藉以提升未來乾式貯存作業之安全管制。惟檢查發現 2 項缺失，臚列如下：

- (一) 模擬燃料束水下抽插測試作業，因燃料池吊車操作人員熟練度不足，未將吊車操作模式轉換成乾貯模式，以致模擬燃料束無法順利移入密封鋼筒。
- (二) 屏蔽上蓋安裝時，5樓主吊車大鉤頭將屏蔽上蓋下降放入燃料池過

程中，發生主吊車馬達電源熱磁式斷路器CB203異常跳脫，導致作業中斷。

前述第1.2兩項缺失，已合併開立一項注意改進事項要求台電公司檢討改善，以強化核一乾貯熱測試作業安全。

**注意改進事項辦理情形：**

物管局於106年4月12日物三字第1060001049號函開立注意改進事項編號：FCMA-106-1-3001要求台電公司改善。台電公司於106年8月16日電核能部核安字第1068077183號函申請結案，經審查後，本局於106年8月22日物三字第1060002293號函准予結案。