

核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業

108年度統合演練專案檢查報告



放射性物料管理局
中華民國一〇八年十二月

目 次

一、檢查目的	1
二、檢查依據	2
三、檢查計畫	2
四、檢查發現	3
五、檢查結果	8

一、檢查目的

核一廠第一期用過核子燃料乾式貯存設施，台電公司已於 102 年 1 月依試運轉計畫完成第一階段的功能驗證測試，並提報試運轉設施整體功能驗證報告，經原能會審查後於 102 年 9 月同意備查，並同意台電公司執行第二階段熱測試作業。惟台電公司尚未取得新北市政府核發之水土保持完工證明，故無法進行燃料裝填之熱測試作業，致使核一廠第一期乾式貯存設施迄今尚未啟用。

為管制核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業，物管局（以下簡稱本局）於 108 年 1 月放射性物料臨時管制會議，決議要求台電公司於核一廠乾式貯存設施熱測試作業前，每年至少應執行 1 次統合演練，持續維持作業人力及技術能量，以確保未來熱測試作業安全。此外，本局亦要求台電公司應加強落實熱測試作業三級品保管制要求，台電公司核安處應派員執行統合演練及熱測試作業專案稽查，並聘請外部專家執行第三方查驗，以提升乾貯作業安全。

台電公司依據前述決議要求，規劃於 108 年 11 月及 109 年 4 月執行兩次統合演練作業，同時為培養核一廠自主執行乾式貯存作業的能力，台電公司委託核能研究所協助技術指導，以強化核一廠乾式貯存團隊之作業能量。核一廠並參照核能研究所相關運貯作業程序書建置「第一核能發電廠營運程序書 1030 系列」，據以執行統合演練作業。

第一次統合演練作業於 108 年 11 月 25 日至 12 月 25 日執行，演練目的係於核一廠實地模擬真實運貯作業狀況，使團隊人員熟悉作業性質，並增強介面協調，提升人員作業熟練度及後續熱測試作業安全。為確保演練作業安全，本局依據「核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業 108 年度統合演練專案檢查計畫」及本局檢查導則與檢查查核表（IG-1、IG-2）執行專

案檢查，目的係查證現場作業程序及設備功能接受標準等要求，符合本局核備之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書之規定，藉以提升未來乾式貯存作業之安全管理。

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興建專案品質保證計畫(第十一版)。
- (四) 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。
- (五) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫。
- (六) 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。
- (七) 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。
- (八) 第一核能發電廠營運程序書 1030 系列
- (九) 物管局核一乾貯統合演練作業檢查導則 (IG-1) 及檢查查核表 (IG-2)。
- (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. 密封鋼筒移入及翻轉作業
 3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位。
 4. 模擬燃料束裝填。
 5. 屏蔽上蓋安裝。

6. 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污。
7. 密封鋼筒氬氣填充作業。
8. 傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送。
9. 混凝土護箱運送作業。
10. 混凝土護箱定位及外加屏蔽安裝

(二) 檢查小組成員：（職銜敬稱略）

李彥良、嚴國城、萬明憲、李博修、黃炳昌、鄭敬瀚。

四、檢查發現

本局於演練期間派員到場執行檢查，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，並依規定填寫工具箱會議/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. 經查演練過程中，於執行高架作業、高處作業前，負責人均有召集作業人員執行特定潛在危害作業告知。另執行吊運作業前，均有進行吊掛用具檢查，以確保人員作業安全，符合工安作業要求。
3. 本次統合演練作業人員共計約89位人員參與，所有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。惟部份人員之專業訓練日期已逾1年以上，本局已建議核一廠應定期辦理參訓人員之專業訓練課程，持續精進人員專業知識及作業技術。
4. 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。惟本次演練作業符合資格之銲接人員僅有5名，人力略顯吃緊，因密封鋼筒銲接作業工時較長，作業期間應有足夠的銲接人員輪替，本局已要求核一廠持續強化人員訓練並提升銲工檢定合格率。

(二) 密封鋼筒移入及翻轉作業

1. 查密封鋼筒移入反應器廠房運送過程中，使用之手搖吊具防滑舌片經品質人員認定不符合要求，經改用合格備品後，順利將密封鋼筒及自翻轉裝置載運至天井下方位置，進行後續翻轉作業。
2. 查密封鋼筒翻轉作業，演練人員於確認密封鋼筒及其自翻轉裝置位於合適翻轉位置後，使用自翻轉裝置將密封鋼筒豎直，完成翻轉作業。

(三) 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

1. 密封鋼筒下水作業，係將密封鋼筒置入傳送護箱並吊運入用過燃料池，接受標準為傳送護箱併同密封鋼筒吊運至燃料池護箱裝載區定位。查演練過程核一廠確實依據營運程序書D1030.8第 6.2 節「傳送護箱吊運」相關程序執行，順利完成吊運作業。
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、循環水回流等相關作業，作業內容分述如下：
 - (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) 上述作業均依照程序書執行，符合作業要求。

(四) 模擬燃料束裝填

模擬燃料束裝填驗證作業，係為確認模擬燃料束可順利裝填於密封鋼筒內指定之位置，接受標準為模擬燃料束可以順利通過密封鋼筒孔位。查演練過程核一廠確實依據營運程序書D1030.8第 6.3 節「燃料裝填」相關程序執行，順利完成4個密封鋼筒極限孔位（DB2、DB7、DH7、DI4）的燃料裝填測試，且裝填作業過程中，燃料池水溫約為29.5°C，符合程序書不高於水溫41°C之規定。

(五) 屏蔽上蓋安裝

屏蔽上蓋安裝主要係將屏蔽上蓋置放在密封鋼筒支撐環上，接收標準為屏蔽上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵接合。查演練過程核一廠確實依據營運程序書D1030.8第第6.4節「安裝密封鋼筒屏蔽上蓋」相關程序執行，順利完成屏蔽上蓋安裝作業，且各項會驗工作均有確實執行及簽章，符合自主品質管制要求。

(六) 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污

1. 本項作業主要係將傳送護箱併同已裝載燃料之密封鋼筒吊至五樓操作區定位，並進行傳送護箱除污作業。
2. 查演練過程核一廠確實依據營運程序書D1030.8第6.5 節「傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊至五樓操作區」相關程序執行，順利完成密封鋼筒及傳送護箱出水作業。
3. 出水作業吊運過程中，核一廠確實於吊運路徑鋪設塑膠布，避免

污染擴散。另傳送護箱吊離水池過程，核一廠亦同步啟動沖洗設備，沖洗密封鋼筒頂部及傳送護箱表面，降低表面污染。

4. 傳送護箱吊運至反應器廠房五樓工作平台後，輻射防護人員依據「輻射防護作業程序書（ISFSI-07-SOP-07013）」指揮除污人員執行除污作業，除污結果符合管制要求。

（七）密封鋼筒氬氣填充作業

1. 查密封鋼筒氬氣填充作業，核一廠係依據執行營運程序書D1030.8第6.7節「氬氣回填」相關程序執行，氬氣壓力測試前後皆為20.3psig並維持10分鐘，符合氣壓測試合格標準。
2. 抽查氬氣測漏儀之校正文件，發現現場2台氬氣測漏儀中1台尚未完成校正，作業人員說明該設備並無使用，惟本局仍建議應張貼「不合格」或「禁止使用」標籤，以避免操作人員誤用。

（八）傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送

1. 查傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送作業，核一廠係依據營運程序書D1030.8第6.17節「密封鋼筒傳送至混凝土護箱」相關程序執行。
2. 作業前前置準備：
 - (1) 輻防人員確實執行傳送護箱及吊軌輻射偵檢，確認鬆散污染低於限制值。
 - (2) 反應器廠房2樓完成防震架安裝。
 - (3) 傳送護箱銜接器已組裝於反應器廠房1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。
3. 吊運過程：
 - (1) 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。

(2) 檢查傳送護箱底部及屏蔽門確認無雜屑後，調整傳送護箱方位，將傳送護箱自反應器廠房5樓吊送至1樓混凝土護箱上方，開啟傳送護箱屏蔽門，將密封鋼筒傳送至混凝土護箱內座落在底部鉸件上。

(3) 完成密封鋼筒傳送後，將傳送護箱吊回5樓操作區定位。

(九) 混凝土護箱運送作業

1. 查混凝土護箱運送工作核一廠係依據營運程序書D1030.5「混凝土護箱前置及運送作業」相關程序執行。

2. 作業前前置準備：

(1) 核一廠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。

(2) 確認堆高機及移動式起重機已依工安作業程序書完成檢查及檢點。

(3) 對預期將通過之運送路徑進行巡視，移除預期將通過之運送路徑上的障礙物。

(4) 查相關作業步驟均確實依程序完成，並依規定執行品質文件簽核與複查，符合自主品質管制要求。

3. 混凝土護箱運送作業：

(1) 12月11日執行混凝土護箱空桶移入反應器廠房之運送作業，運送過程全程執行交通管制，確保運送途徑車輛淨空，並順利完成運送作業。

(2) 12月18日執行混凝土護箱移至乾貯場之運送作業，運送前輻防人員確實執行混凝土護箱表面污染偵檢，確認低於限制值。隨後聯繫輻防及保安人員並安排交通指揮與管制事宜，開始進行

運送作業。本項作業係演練混凝土護箱內含密封鋼筒之運送，因此運送過程除全程進行交通管制，另有警車、工程車及消防車等全程跟送，順利將混凝土護箱運送至乾貯場。

(十) 混凝土護箱定位及外加屏蔽安裝

1. 混凝土護箱定位核一廠係依據營運程序書 D1030.5「混凝土護箱前置及運送作業」相關程序執行，而外加屏蔽安裝則依據營運程序書 D1030.9「貯存場運貯作業」相關程序執行。
2. 混凝土護箱定位前，核一廠依安裝懸浮氣墊組程序，配合液壓千斤頂系統及懸浮氣墊，將混凝土護箱降置懸浮氣墊上；再依照懸浮氣墊移動混凝土護箱之程序，將混凝土護箱移動至貯存場上之指定位置。
3. 外加屏蔽吊裝作業前，核一廠依規定檢查混凝土護箱及外加屏蔽表面之平整性，確認空氣進出口沒有堵塞情形。隨後依序將外加屏蔽之屏蔽頂蓋及屏蔽環依序吊放至地面。
4. 外加屏蔽安裝係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，亦將屏蔽環與混凝土護箱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

本次統合演練作業自 108 年 11 月 25 日開始至 12 月 25 日完成，演練期間本局依據檢查計畫派員到場執行專案檢查，逐項查證各演練項目之執行成效及品質文件，確認作業程序及設備功能接受標準等要求，符合「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書之規定。

本次統合演練作業過程未發現重大缺失事項，惟核一廠操作人員對於作業程序及熟練度仍可再精進，本局已要求台電公司於本次演練作業後，

依本次作業經驗通盤檢討精進。

另本次演練作業過程中，本局於 108 年 12 月 5 日邀請原能會放射性物料諮詢委員、地方代表及環保團體，實地參訪演練作業並聽取與會代表建言，相關訪查活動資訊亦登載於原能會網站，落實公眾參與及資訊公開。

本局將持續要求台電公司於核一廠乾貯熱測試作業前，辦理統合演練作業，維持熱測試作業能量，以確保未來熱測試運貯作業安全。