

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施

試運轉計畫書

審查報告



核能安全委員會
中華民國 115 年 3 月

目 次

一、 前言.....	3
二、 法規要求.....	4
三、 審查過程.....	4
四、 審查結論.....	10

一、前言

台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）為申請於核二廠設置用過核子燃料乾式貯存設施，於 101 年 2 月 14 日依「放射性物料管理法」（以下簡稱物管法）第十七條規定，向核能安全委員會（由行政院原子能委員會於 112 年 9 月 27 日改制，以下簡稱核安會）提出建造執照申請。核安會嚴密審查該申請案並釐清相關安全疑慮後，於 104 年 8 月 7 日核發核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照。台電公司後續於 113 年 8 月 14 日取得新北市政府核定設施水土保持計畫，並依「環境影響評估法」相關規定於同年 9 月 12 日辦理施工前說明會後，於 113 年 11 月 12 日向新北市政府申報自 114 年 1 月 2 日開始執行設施興建工程。

核安會為確認用過核子燃料運貯設備機具製造與乾式貯存設施興建施工品質，統合具原子能、土木、機械、輻射防護、地質及環工等專業之檢查員，執行設備製造與設施興建工程品質檢查，監督台電公司落實自主品質管理，確認製造及興建工程品質符合安全與品質規範要求。截至 115 年 1 月底，台電公司已完成設施主體工程興建作業，目前持續進行機電設備安裝、門型吊車組裝測試以及混凝土護箱澆置作業，預計於 115 年第 1 季完成乾式貯存設施興建工作。

台電公司為後續申請核二廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉需要，依放射性物料管理法施行細則（以下簡稱物管法施行細則）第二十六條規定，於 114 年 9 月 26 日向核安會提送「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫書」（下稱本申請案），申請該設施試運轉作業，以利未來完備申請運轉執照之法定程序。

二、法規要求

依物管法施行細則第二十六條規定，申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施運轉執照者，應先檢附試運轉計畫書，報經主管機關核准進行試運轉。試運轉完成後，應填具申請書並檢附資料，向主管機關申請核發運轉執照。台電公司依前揭規定，提出本申請案。

三、審查過程

核安會於收受本申請案後，進行程序審查，確認書件內容之完整性，並於台電公司完成書件補正後，於 114 年 10 月 17 日正式受理審查。

核安會為嚴密審查本申請案之試運轉計畫書，邀請放射性廢棄物管制、輻射防護、結構、熱傳、意外事件及品質保證等相關領域專家學者與核安會各業務組同仁組成審查團隊，辦理審查作業。

核安會針對本申請案共辦理 3 回合審查作業，期間於 114 年 11 月 4 日邀集審查委員赴核二廠辦理乾式貯存設施現場勘查，實地勘查用過核子燃料廠內運送路線，並就本申請案書件內容進行交流討論。另於 114 年 11 月 26 日安排放射性物料諮詢會委員赴核二廠，訪查乾式貯存設施興建現況及本申請案審查辦理情形，並提供相關意見。

本申請案審查重點係針對輔助設備整合功能驗證、重件吊運傳送及運送功能驗證、燃料池水下操作功能驗證等整體功能驗證作業規劃；2 組貯存護箱之燃料裝填、運貯工作等熱測試作業規劃；試運轉作業工業安全措施與輻射防護安全措施、環境輻射監控、護箱溫度監控等各項工作項目進行實體審查，本申請案有關試運轉各項作業要求、接收標準及設備儀器功能目標等行政管制措施，除參照貯存護箱使用規範載明之運轉限制條件擬定外，並須符合核安會核備之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」有關設施運轉前應完成項目或

分析評估等相關規定。

審查團隊經由審查試運轉計畫書及現地勘查後，共提出 132 項審查意見，台電公司針對審查意見皆已澄清，答復說明經審查委員確認可以接受。相關之重要審查意見及答復說明，摘述如下：

(一) 議題一：銲接屏蔽設計與品質確認

審查委員請台電公司說明銲接作業期間所使用屏蔽板之材質、構型、厚度及其輻射衰減效率，以確認人員輻射防護之有效性；另說明護箱系統雙重封銲之設計原理及相關非破壞檢測標準，以確保銲接品質與密封完整性。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，銲接作業期間之輻射防護措施，包含使用美國材料試驗學會 ASTM A36 碳鋼板作為屏蔽板，其厚度及設計經評估足以有效降低作業人員輻射曝露，確保符合游離輻射防護法之規定。護箱系統雙重封銲設計，係採密封上蓋與穿孔蓋雙層銲道，可提供護箱密封完整性，該設計業經美國核能管制委員會審查確認。銲接作業在各階段均依程序書與美國機械工程師學會相關規範（ASME Code）進行目視檢查（VT）及液滲檢查（PT），並明確規定合格判定標準及執行時機，以確保銲接品質與密封可靠性。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司所提出之銲接作業品質管制措施，符合相關規範要求，審查結果可以接受。

(二) 議題二：重件吊運、傳送及搬運安全

審查委員請台電公司說明傳送護箱吊軌於實際使用前，是否已依相關規範完成必要之結構設計、製作與荷載測試，並說明吊軌於使用期間之檢測與維護機制，以確保其承重能力及結構完整性，降低吊運作業風險。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，傳送護箱吊軌在設計與製造階段已依美國國家標準協會之 ANSI N14.6 規範完成結構設計及製作，並依規定執行 3 倍額定負載之安全荷載測試，所有測試結果均完整記錄並納入竣工文件。吊軌製造完成後，依規範仍須進行定期檢查、維護及年度測試；每次使用前，會進行目視檢查以確認無擦傷、裂痕或變形等異常，檢測標準依美國機械工程師學會相關規範（ASME Code）辦理。台電公司並說明整體吊運、傳送及搬運流程皆已納入程序書與試運轉計畫，確保承重能力及結構完整性符合安全要求，有助於降低吊運作業風險，保障人員與設備安全。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司已就重件吊運、傳送及搬運作業之潛在風險提出適當管理控制措施，審查結果可以接受。

（三）議題三：水下作業程序與燃料裝填安全分析

審查委員請台電公司說明燃料裝填等水下作業之安全分析與管制措施，包括環狀間隙循環水冷系統之供水限制；另燃料裝載作業分析是否已涵蓋水下設備卡阻、視線不良等可能情境，以及燃料束裝填識別與確認作業是否具備錄影存證機制，以確保水下作業安全及程序完整性。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，本護箱系統已採用「環狀間隙循環水冷系統」提供熱移除功能，水源採用除礦水作為供應來源，並限制冷卻水出入口溫度及最低流量限值；另為降低水下作業風險，規劃於作業前設置水下攝影系統，用於監控燃料裝填及設備吊運情形，確保視線不良或設備異常時仍能安全操作。燃料束裝填完成後，將利用水下攝影機確認編號並進行錄影存證，以確保裝填過程之正

確性及可追溯性。台電公司表示，整體措施可有效降低作業風險，確保水下作業安全並符合程序規範。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司所提出之水下作業程序與作業管制措施尚屬完整，審查結果可以接受。

(四) 議題四：輻射防護措施及環境輻射監測

針對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉作業的輻射防護與環境監測作業，審查委員請台電公司說明搬運作業過程中，傳送護箱外表面非固著污染之接受標準，以及核二廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉作業期間之環境輻射監測項目與頻次。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，傳送護箱於廠區內進行搬運前，須先完成表面污染偵檢作業，其表面非固著性污染應符合核二廠監測區之污染管制限值，惟若偵測結果超過限值，則應於搬運前加裝防污套，且防污套外表面之偵測值仍須符合前述污染管制限值，相關作業程序將納入核二廠「D907 輻射工作許可證作業程序」附件「D907-1 輻射防護作業程序書」。試運轉作業期間及運轉期間之環境輻射監測項目、頻次均相同，其監測說明如下：高壓游離腔輻射偵測器（24 小時連續監測）、TLD 熱發光劑量計（每季計讀一次）、手持式輻射偵檢器（每週偵測）、低流量空氣取樣器（每週取樣）、連續空浮監測器（24 小時連續偵測）、廠區內水樣放射性監測（每月取樣分析）。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司已就傳送護箱運送作業過程之外表面非固著污染管制標準及相關防護措施提出說明，並說明試運轉作業期間之環境輻射監測項目與監測頻次，審查結果可以接受。

(五) 議題五：核子保防與料帳管理

審查委員請台電公司說明乾式貯存作業所涉不同平衡區(MBA)之物料移動管理程序，及相關封緘作業時之危害因子分析，與屆時使用之相關方法與工具。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，混凝土護箱封緘作業屬國際原子能總署(IAEA)核子保防範疇，將依 IAEA 要求及核二廠既有安全規定辦理，至於護箱的封緘時機則按照 IAEA 的規劃來配合執行，另台電公司已完整規劃物料平衡區核物料移動流程，內容涵蓋燃料裝載、移出廠房及乾式貯存設施接收各階段，相關步驟指令與申報程序將納入程序書內容。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司所提出之核子保防及料帳管理措施可行，審查結果可以接受。

(六) 議題六：運貯作業之意外事件應變計畫

審查委員請台電公司說明本案採用 MAGNASTOR 系統之設計與作業規劃，是否納入國外運貯及核一廠乾式貯存運轉經驗，並請台電公司針對貯存護箱通氣孔道阻塞、吊掛運搬作業之防震措施與中斷應變作為等異常情形，具體補充相關標準操作程序、安全監測、異常通報、及追蹤回復處理機制，以確保試運轉及運貯作業的安全可控。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，本案已參考 MAGNASTOR 系統於國外實際運貯經驗，並由承攬商派遣具經驗之專家來台，將累積之運貯實務經驗回饋至作業規劃中，同時亦納入核一廠乾式貯存運貯經驗，以整體提升設備妥善率與作業效率。另針對護箱通氣孔道阻塞、吊掛防震措施及作業中斷等異常情形，皆依安全分析報告所研析

之異常情境，於意外事件應變計畫及本計畫各有關章節明確規範，相關發現、通報、清除與回復時程及方式，並由輻射防護人員陪同執行相關作業，確保運貯作業於各種情境下均有明確且可執行之安全管理與應變機制。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司所提出之運貯應變措施可行，另核安會亦要求未來熱測試作業階段，台電公司應邀請護箱原設計廠家派遣專業技師來台參與，以增進作業技術能量，確保作業安全，審查結果可以接受。

(七) 議題七：作業環境條件與行政管制措施

審查委員請台電公司說明用過核子燃料裝填及搬運作業期間，燃料廠房之電力供應來源及其可靠性，以及傳送護箱於乾式貯存設施傳送作業期間之行政管制措施，包括當作業現場風速超過所訂限值時之因應作法。

1. 台電公司答復摘述如下：

台電公司說明，用過核子燃料裝填及搬運作業期間，燃料廠房所需電力將由外部電力經核二廠既有線路穩定供應，確保作業期間電力來源可靠且連續，滿足燃料裝填及搬運的作業需求。同時，台電公司已建立核二廠「D1043 現場作業組織架構與行政作業程序書」，針對作業現場風速限制部分已明確訂定限值標準，並納入上開程序書內容，俾規範超過風速限值時的作業中止、暫停或恢復條件。

2. 審查結果：

經審查委員審查後，認為台電公司所提出之作業環境評估及管制措施周延，審查結果可以接受。

四、審查結論

核安會針對本申請案，相關審查重點包括輔助設備整合功能驗證、重件吊運傳送及運送功能驗證、燃料池水下操作功能驗證等整體功能驗證作業規劃；2組貯存護箱之燃料裝填、運貯工作等熱測試作業規劃；試運轉作業安全措施與輻射防護安全措施、環境輻射監控、護箱溫度監控等各項重要工作項目進行審查。

本申請案歷經3回合審查、2次審查會議及審結會議討論，各項審查意見已完成澄清並結案，審查結果確認本案試運轉計畫書內容足以作為設施運轉前設備組件及作業程序之驗證依據，並可符合物管法及原子能相關法規規定。