

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施
112年設備組件維護保養專案檢查報告



核能安全委員會
中華民國一一二年十月

[本頁空白]

目 次

一、檢查目的	3
二、檢查依據	3
三、檢查計畫	4
四、檢查發現	4
五、檢查結果	14

[本頁空白]

一、檢查目的

為配合行政院組織改造，並確保我國核能、輻射及放射性物料安全，行政院原子能委員會於112年9月27日調整為中央三級獨立機關之核能安全委員會(以下簡稱核安會)，原所屬放射性物料管理局(以下簡稱物管局)併入為核安會內部單位為核物料管制組(以下簡稱本組)。

物管局於102年9月同意台電公司執行核一廠用過核子燃料第一期乾式貯存設施熱測試作業，惟台電公司尚未取得新北市政府核發設施之水土保持完工證明，迄今仍無法執行熱測試作業。乾式貯存設施之設備組件目前皆貯放於核一廠內，為確保未來熱測試作業與乾式貯存設施之營運安全，本組要求台電公司每年度應執行統合演練作業，及相關組件設備維護保養作業，以維持熱測試作業量能。另亦要求台電公司核能安全處駐核一廠安全小組，定期就乾式貯存作業人力及設備保養辦理專案稽查，以落實三級品保自主品質管制要求。

本次專案檢查作業分別於9月1日及14日執行，查核項目包含核能安全處駐廠小組品質稽查辦理成效、乾式貯存設施管理現況、護箱系統及輔助設備維護保養情形、邊坡穩定自動化監測系統運作及維護保養作業、乾式貯存設施保安監控系統品保文件等。檢查期間同仁藉由現場巡查、訪談作業人員及查核相關文件紀錄等方式，進行檢查作業。本報告主要說明本組執行專案檢查之成果。

二、檢查依據

- (一) 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 12 版)
- (二) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施邊坡穩定自動化監測系統管理維護計畫(111 年 10 月)
- (三) 台電公司第一核能發電廠除役程序書
 - 1. 保安系統定期測試程序(D797.1)

2. CCTV 閉路電視系統攝影機維護檢查程序(D797.6)
3. 門禁管制暨車輛、物品檢查程序書(D106.5.1)
4. 傳送護箱及輔助設備組件檢查維護程序書(787.1)
5. 密封鋼筒檢查維護程序書(787.2)
6. 混凝土護箱結構目視檢查作業程序(787.3)
7. 乾貯氬氣測漏系統維護程序書(787.4)
8. 乾貯自動鐸接機維護程序書(787.5)
9. 乾貯排水真空乾燥系統維護程序書(787.6)
10. 乾貯環狀間隙注水系統及傳送護箱等裝置維護程序書(787.7)
11. 懸浮氣墊及液壓千斤頂檢查維護程序書(787.8)
12. 多軸油壓板車檢查維護程序書(787.9)
13. 水下攝影機/氬氣偵檢裝置定期測試(D732.3)

三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

1. 核能安全處駐廠小組品質稽查
2. 乾式貯存設施及安全監測設備管理現況
3. 乾式貯存設施保安系統
4. 混凝土護箱、外加屏蔽維護保養作業
5. 密封鋼筒維護保養作業
6. 傳送護箱及輔助設備組件維護保養作業

(二) 檢查小組成員：（職銜敬稱略）

嚴國城、萬明憲、高弘俊、王清鍾、陳依琳。

四、檢查發現

(一) 核能安全處駐廠小組品質稽查

1. 為確保核一廠第一期乾式貯存設施維持熱測試作業量能，物管局於109年「第139次放射性物料管制會議」決議，要求台電公司核能安全處(以下簡稱核安處)駐核一廠安全小組，定期辦理乾式貯存作業人力及設備保養辦理專案稽查，以落實三級品保制度，並提升運貯作業安全。
2. 核安處依管制要求，於本(112)年度依據稽查作業要點就乾式貯存設施組件設備維護保養作業及統合演練作業執行不定期稽查作業，稽查情形摘述如下：
 - (1) 112年4月17~20日執行乾貯設施統合演練作業有關混凝土護箱(VCC)檢查、VCC移動至多軸油壓板車(dolly)、密封鋼筒(TSC)使用前檢查及翻轉、傳送護箱(TFR)使用前檢查及組件安裝等作業查證，就dolly、VCC夾鉗與相關附屬設備、TSC屏蔽上蓋、結構上蓋及組件自主檢查，堆高機、固定式起重機人員資格等執行作業稽查。
 - (2) 112年4月21~26日執行乾貯設施統合演練作業有關密封鋼筒準備作業、VCC運送作業查證，就密封鋼筒組件試組裝及阻力測試、dolly駕駛、運輸過程交通管制、運入反應器廠房之輻防作業要求等執行作業稽查。
 - (3) 112年4月27日~5月3日執行乾貯設施統合演練作業有關TFR銜接器吊裝、RFR臨時固定裝置吊裝、TSC傳送至VCC及TFR吊回反應器廠房5F、TFR輔助裝置拆除等作業，就吊掛作業安全、現場輻射管制等進行作業稽查。
 - (4) 112年5月4、5、10日執行乾貯設施統合演練作業有關VCC由反應器廠房移動至乾貯場、VCC由dolly上移至乾貯場定位、外加屏蔽(AOS)吊裝等作業查證，就作業人員輻射防護、現場輻射管制、吊掛作業安全、移動式起重機人員資格等執行作業稽

查。

(5) 112年5月12~17日執行乾貯設施統合演練作業有關屏蔽上蓋銲接及非破壞檢測、VDS管線安裝及壓力測試作業查證，就銲工資格、銲接作業程序及品質查證、吊具品質等執行作業稽查。

(6) 112年5月18、19日執行乾貯設施統合演練作業，就密封鋼筒氣壓洩漏測試、密封鋼筒排水、密封鋼筒真空乾燥等作業進行稽查。

(7) 112年5月23~25、29~31日執行乾貯設施統合演練作業，就排水孔及排氣孔封口蓋銲接(含PT)、氬氣洩漏測試、結構上蓋銲接作業等進行稽查。

(8) 112年5月30日執行乾貯設施統合演練作業，就TSC+TFR下水、模擬燃料束填裝、下水安裝屏蔽上蓋集TFR出水等作業進行稽查。

(9) 112年6月28、30日執行密封鋼筒強化作業有關鋼筒研磨及部分自檢、會驗作業執行作業稽查。

(10) 112年7月4、14、18、25日執行密封鋼筒安全強化作業查核。

(11) 112年8月4、9、17、18、23、28、29日執行密封鋼筒安全強化作業品保稽查。

3. 核安處本年度依據稽查作業計畫，於核一廠實地查核乾式貯存設施統合演練作業及設備維護保養作業執行成效，並就相關稽查結果提出建議事項，有助於提昇作業品質及強化三級品保自主品質管制。

(二) 乾式貯存設施及安全監測設備管理現況

1. 乾式貯存場目前暫放2座混凝土護箱(VCC)及6座外加屏蔽(AOS)，VCC以膠質護套包覆，為配合核一廠執行定期VCC全面性檢查，

故將2座VCC膠質護套拆除以執行自主檢查。經現場巡視貯存場地，未發現有散置工具物品、雜物或貯存場零亂情形，整體環境尚能維持清潔；另抽查乾式貯存場存放之AOS進、出氣口格柵與格柵固定螺栓，維護情形良好，未發現鏽蝕情形。

2. 本組去(111)年度檢查乾式貯存設施「攔石網落石監測系統」運作情形，台電公司說明因設備損壞且系統老舊，核一廠已規劃辦理採購作業以進行設備更新。本年度進行檢查後確認硬體設備施作完成；另查證「環境輻射即時監測系統」目前正常運作。惟本次檢查設置於一貯庫之攔石網落石監測系統警報主機，發現系統設定A、B站警戒值與紙本紀錄文件「核一廠乾貯設施監測系統紀錄表」所列A、B站管制值不一致。台電公司說明因未及時更新現場紙本文件，以致有兩者不同之情形。本組要求台電公司應確認攔石網落石監測系統之警戒限值，並注意系統管制值與品保文件管制值之一致性。本項已開立檢查發現管制事項，要求台電公司改善。

3. 邊坡穩定自動化監測系統設備檢查

(1) 經查目前自動化監測系統6個測站(包含第1、2測站地下水位計、第3測站伸縮計與沉陷計、第4測站孔內傾斜儀(自走式)、第5測站孔內傾斜儀(固定式)、第6測站地震儀)均正常運作。

(2) 依據「邊坡穩定自動化監測系統管理維護計畫」規定，遇颱風、超大豪雨、震度三級以上地震後2日內，核一廠應啟動設施巡查確認各測站監測功能。查112年度於8月8日卡努颱風離開後，確實依計畫書規定執行災後巡查並留存紀錄，符合自主品質管制要求。

(3) 依據「邊坡穩定自動化監測系統管理維護計畫」規定，每季應針對自動化監測系統6個測站進行功能檢查及維護保養作業。

經查核一廠儀控組於本(112)年度1月31日、4月10日、7月13日確實執行每季定期設備維護保養作業並留存報告備查。抽查維護保養報告，發現相關品質文件缺失臚列如下：

- I. 查第四測站「孔內傾斜儀(自走式)」之檢查表，有關傾斜儀A、B軸讀值檢查，於檢查表單中並無列出標準範圍，已要求核一廠檢討改善。
- II. 檢查112年7月份維護保養紀錄，發現第五測站檢查表格中傾斜儀A、B軸讀值檢查標準範圍以手寫標註-5VDC~+5VDC，與最新版次(111年10月7日)管理維護計畫所列範圍(-3VDC~+3VDC)不一致(註：本組現場抽查檢查結果數值，未發現有數值超過-3VDC~+3VDC範圍區間之情形)；且查證112年7月份第一~六測站之設備檢查工作未採用最新版次檢查表格。本項已開立檢查發現管制事項，要求台電公司改善。

(4) 台電公司另依前述維護計畫要求，每兩個月應委託專業技師就自動化監測系統之沉陷計、伸縮計、傾度管及電子式水位計等監測數值與人工監測數據進行趨勢分析判讀。經查台電公司本年度確實依據計畫書要求於2月13日、4月17日、6月27日及8月24日委託專業技師執行數據分析，抽查相關監測報告書，目前樁體內傾度管、土中傾度管、水位觀測井、地錨荷重計(30t及50t)及自動化監測設施之監測結果，均屬預警值範圍內，且趨勢正常，符合自主品質管制要求。

(5) 查112年核一廠室外乾貯場邊坡安全監測系統水保設施第九次至第十二次(2、4、6、8月)監測報告書，其中「結論與建議」均提及部分地錨荷重計(30t及50t)有故障及訊號異常情形。台電公司針對前述地錨荷重計故障及訊號異常情形目前仍無具體改

善措施，為確保相關監測設備及其組件功能正常，本組已開立檢查發現管制事項，要求台電公司儘速研擬改善措施。

- (6) 第十二次(112年8月)監測報告書之監測結論及建議，說明「...4月份監測作業經現場巡查後有少部分地錨錨頭、錨座及自由格樑，有損傷、保護層剝落及鋼筋裸露等情形，惟比對地錨監測數據，尚無明顯影響拉力變化...」。上述損傷、保護層剝落及鋼筋裸露等部分，本組已要求台電公司持續追蹤，避免進一步劣化，影響監測作業。

(三) 乾式貯存設施保安系統

1. 依據程序書D797.1，核一廠每週及每月應定期執行乾貯設施保安系統檢查，內容包含設備外觀檢查、拉力式電子圍籬功能檢查、紅外線設備功能檢查、CCTV功能檢查、CCTV主/副監控站設備檢查、監控室及辦公區電腦離線防毒軟體更新檢查等。經查核一廠確實依程序書定期執行檢查作業，符合自主品質管制要求。
2. 依據程序書106.5.1規定，人員進出乾式貯存設施需事先填寫「乾式貯存場區進出申請表」，經核一廠核技組核准後，方可進入場區作業。人員進入場區前，需先至乾式貯存設施保警崗哨登記，以利保警核對人員身份。本次檢查透過品質文件查核，確認人員均確實依據程序書規定執行，符合自主管制要求。
3. 抽查「控制區周界保安巡視紀錄表」，保安人員確實執行巡視並留存紀錄備查。

(四) 混凝土護箱及外加屏蔽維護保養作業

1. 現場巡查乾式貯存設施澆置場之混凝土護箱(VCC)維護情形，抽查2組護箱(編號第9號及編號23號)，打開膠質護套檢查護箱表面底部及進氣口位置。檢查結果護箱表面及進氣口塗漆完整、無明顯裂縫或銹蝕情形，僅護箱表面有因潮濕造成之污跡，不影響護箱之

結構安全。另檢查發現編號第14號VCC外覆膠質護套表面膠帶修補處膠帶有明顯破裂，相關情形已要求台電公司改善並加強現場巡視，如發現膠質護套受損應立即處理，以維持膠質護套正常功能。

2. 依據程序書787.3規定，VCC應每半年自主抽檢4顆，每3年拆除膠質護套執行全面性檢查。本(112)年因距上次全面性檢查(109年)已屆三年，故核一廠於本年5~7月進行VCC全面性檢查，檢查時並拆除膠質護套以進行檢查工作。查台電公司本(112)年度執行25顆VCC全面性檢查，檢查結果無異常情形。本次抽查台電公司自主檢查之品保文件，相關抽檢結果及照片均彙整成檢查報告留存備查，符合自主品質管制要求。
3. 依據程序書787.3規定，每半年應最少抽檢4組外加屏蔽。查台電公司112年截至目前完成5組外加屏蔽抽檢(AOS-01、AOS-08、AOS-16、AOS-18、AOS-24)，其自主抽檢結果有混凝土裂縫、混凝土破裂、表面塗裝剝落及龜裂、表面污跡、格柵及進、排氣口輕微鏽蝕等情形。針對上述自主檢查發現之劣化情形，本組要求台電公司依自主品質管制要求確實辦理後續改善與定期維護保養工作，並於下次檢查追蹤其辦理情形。
4. 另依據程序書787.3第7.2節AOS維護保養步驟與紀錄相關規定，應於螺孔施工前、清理後、上油後與完成維護進行拍照記錄，抽查112年度AOS外觀目視檢查報告，每一螺孔維護保養作業僅附上兩張照片，與程序書所述不符，本組要求台電公司應切實依據程序書進行維護保養作業並完備作業紀錄。
5. 依據程序書787.3規定，目視檢查報告表應由檢查人員及專責工程師簽章。前述混凝土護箱及外加屏蔽之目視檢查作業，核一廠係委託益鼎公司辦理，查檢查人員(蘇O豐)具有土木、結構等相關設

計或施工經驗，專責工程師(李O儒)具有核電廠土木、結構等相關設計或施工10年以上工作經驗及鋼筋混凝土結構之評估經驗，符合程序書人員資格要求。

6. 檢查二號澆置場外加屏蔽(AOS)維護保養情形，經抽查編號14、編號23之AOS底座吊掛螺孔保養情形，於螺栓接合處施加防水塗佈，相關作法相關作法有助降低銹蝕及滲水對螺栓之影響。惟發現編號18之AOS進氣口格柵螺絲鬆脫掉落，已要求台電公司改善以確保相關功能。

(五) 密封鋼筒維護保養作業

1. 依據程序書D787.2規定，每季執行密封鋼筒外觀、筒口支撐架及密封鋼筒內徑(0-180度、90-270度)檢查，經查密封鋼筒維護查證表，台電公司依據程序書執行檢查，量測結果均符合接受標準，符合自主品質管制要求。另程序書D787.2於112年5月進行修訂，檢查確認112年第三季(7月)之維護作業已採用新版程序書，符合自主品質管制要求。
2. 抽查編號3號、4號密封鋼筒(TSC)維護保養作業情形，確認依程序書D787.2執行外觀及內徑檢查，執行維護作業時並進行密封鋼筒表面污染量測，並經保健物理人員執行TSC表面污染偵測確認小於2 Bq/100cm²。內徑檢查部分，經查紀錄文件確認3號、4號TSC於0-180度、90-270度方位內徑量測值均位於限制範圍內，惟3號TSC之0-180度方位內徑量測結果1678mm接近上限值(1678.35mm)，提醒台電公司應加強注意TSC之貯存維護，以避免產生過量變形。
3. 經查執行人員(許O維、傅O盈、黃O駿、吳O凱、林O仁、蕭O仁)資格，均具有目視檢測師資格，符合程序書非破壞檢測(VT)人員資格要求。

(六) 傳送護箱及輔助設備組件維護保養作業

1. 依據程序書787.1規定，每季應執行傳送護箱、傳送護箱銜接器及吊軌檢查工作。查傳送護箱相關組件維護查證表，核一廠確實依據程序書執行每季定期檢查，項目包含傳送護箱外表面、銜接器、吊軌、吊索及吊具、防震架及密封鋼筒可遙控脫鈎吊具，檢查結果均符合接受標準並留存報告備查，符合自主品質管制要求。
2. 另有關傳送護箱吊耳軸、吊軌、箱體鐸道、屏蔽門內軌道鐸道、銜接器鐸道等之液滲檢測作業，以及吊耳軸直徑、屏蔽門外觀尺寸量測等檢驗作業，核一廠已於今(112)年8月委請台電公司非破壞檢測工作隊協助執行相關檢驗作業，並將檢測報告留存備查，符合自主品質管制要求。
3. 查傳送護箱吊軌、屏蔽門內軌道鐸道、銜接器鐸道相關非破壞性檢測作業紀錄，檢測作業執行人員(王O迪)及核准人員(蔡O文)均具備非破壞檢測人員資格證書，符合程序書人員資格要求。
4. 台電公司就核一廠乾式貯存設施各項組件設備之維護保養已建立執行程序書，惟查程序書D787.1、D787.2、D787.4之「參考資料」節引用之核一乾貯專案品保計畫非最新版次，已要求台電公司檢討改善。

(七) 乾貯作業相關設備維護保養

1. 經查乾貯氦氣測漏系統最近一次維護作業於本(112)年5月執行，查證氦氣測漏儀及標準洩漏計之校驗情形，確認依程序書D787.4規定頻次執行定期校驗並完成校驗報告，相關校正報告並經台電公司確認合格。另抽查112年5月維護作業之”乾貯氦氣測漏系統維護查證表”，相關品質文件由維護查證人員及主辦組核章，符合自主品質管制要求。
2. 檢查乾貯自動鐸接機之維護情形，相關作業已填列自動鐸接機

(GT-VI，序號073905)電流(Current)校正作業紀錄表、自動銲接機電壓(Voltage)校正作業紀錄表，並完成自動銲接機校正報告及人員簽署。另檢查確認相關校正由接受原廠訓練並取得校驗資格證明人員(李O洲)進行檢查與校正，符合程序書人員資格要求。另檢查程序書D787.5乾貯自動銲接設備維護查證表相關紀錄，經確認完成表列各項查證內容，維護查證執行人員並確實核章，符合自主品質管制要求，惟查證表中步驟6.4.1複查者之核章位置有誤，要求台電公司檢討改善以提升文件品質。

3. 有關乾貯排水真空乾燥系統維護作業部分，查真空壓力計TTR 91業依程序書D787.6維護保養週期執行定期校驗工作，提出校正報告；真空泵依程序書D787.6第6.4.7節規定執行維護保養作業，另乾貯排水真空乾燥系統維護作業依程序書完成維護查證表，經查相關人員均確實核章。程序書D787.6第6.4.5節要求定期更換O型環部分，核一廠說明作法為人員於更換作業前應向主管組領料，更換完成後並將舊品繳回，以確認完成更換作業。
4. 為確保乾式貯存設施環狀間隙注水系統、管線防撞裝置及TFR防震裝置之設備外觀完整性及功能正常，台電公司應依程序書D787.7執行檢查與維護保養工作。經查環狀間隙注水系統及TFR防震裝置或組件維護保養品質文件，確認相關維護作業依程序書D787.7執行查證表所列項目，台電公司自主檢查結果無異常，表單填寫確實並由複查人員及各級主管核章確認。
5. 針對懸浮氣墊及液壓千斤頂之檢查維護為依程序書D787.8辦理，經查台電公司自主檢查維護保養紀錄，相關維護保養作業依程序書D787.8規定執行，檢查人員確實填寫懸浮氣墊與千斤頂系統維護查證表，台電公司自主檢查結果無異常，表單填寫確實並由複查人員及各級主管核章確認。

6. 經查多軸油壓板車維護作業，依程序書D787.9附件維護查證表內容所列項目執行檢查(含多軸油壓板車之Power Pack、車軸板架、底板之維護保養)，維護查證表之各項檢查結果無異常，表單填寫確實並由複查人員及各級主管核章確認。
7. 乾貯設施之水下攝影設備及TSC氫氣偵檢設備之功能測試，規範於程序書D732.3。檢查維護保養品質文件紀錄，確認乾貯設施水下攝影設備功能測試及密封鋼筒氫氣偵檢設備功能測試依程序書D732.3規定進行，並確實填寫維護查證表，結果無異常。

五、檢查結果

- (一) 核安處駐廠安全小組執行專案稽查，有助於強化乾式貯存設施設備維護保養作業執行成效，以確保核一廠維持乾式貯存運貯作業能量及後續熱測試作業之安全，本組已要求核安處每年度定期辦理專案稽查，以落實三級品保自主品質管制要求。
- (二) 經查乾式貯存設施邊坡穩定自動化監測系統，台電公司依計畫書定期執行設備維護保養，另亦委託大地工程技師每兩個月就自動化監測系統之沉陷計、伸縮計、傾度管及電子式水位計等監測數值與人工監測數據進行趨勢分析判讀，以掌握邊坡狀態，確保乾式貯存設施安全，符合自主品質管制要求。
- (三) 檢查112年核一廠室外乾貯場邊坡安全監測系統水保設施監測報告書，其中地錨荷重計故障及訊號異常情形部分，已開立檢查發現管制事項，要求台電公司積極研擬改善對策，確保監測設備及組件功能正常。另部分地錨錨頭、錨座及自由格樑有損傷、保護層剝落及鋼筋裸露等情形，請台電公司持續追蹤，避免進一步劣化，影響監測作業。
- (四) 本次檢查，現場抽查2組混凝土護箱(VCC)(編號第9號及編號第23號)之維護保養情形，檢查結果護箱表面及進氣口位置塗漆完整、無明

顯裂縫或鏽蝕情形。另核一廠於本(112)年度完成VCC全面性檢查，並由具備土木、結構等相關設計或施工經驗之專業人員執行目視檢查，符合自主品質管制要求。

- (五) 本次抽查發現邊坡穩定自動化監測系統管理維護工作，未採用最新版次檢查表格，另攔石網落石監測系統警報主機系統設定之警戒值與「核一廠乾貯設施監測系統紀錄表」所列不一致。已開立檢查發現管制事項，要求台電公司檢討及確認。
- (六) 本組將持續督促台電公司落實自主品質管理，並確實執行核一廠乾式貯存設施各項重要設備組件之維護保養作業，以符合品質管制及安全要求，確保未來乾式貯存設施之營運安全。