

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施
110年設備組件維護保養專案檢查報告



放射性物料管理局
中華民國一一〇年九月

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.....	9

一、檢查目的

放射性物料管理局(以下簡稱本局)已於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，本局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8月12日及19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。本報告主要說明本局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(109年12月)。
- (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(110年4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(106.5.1)

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)

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）

郭明傳、嚴國城、萬明憲、袁懿宏。

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，本局於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，並提升運貯作業安全。

2. 核安處依管制要求，於109年下半年就核一廠乾式貯存設施各組件設備之維護保養及作業人力執行專案稽查，檢查發現摘述如下：

(1) 乾式貯存設施主要組件設備之維護保養，核一廠皆依相關作業程序書定期執行，惟部份輔助系統及設備(如懸浮氣墊組、傳送護箱防震架、多軸油壓板車等)尚未建立預防保養程序書，要求核一廠儘速建置相關作業程序書，以強化自主維護保養機制。

(2) 核一廠於修配工廠建置自動電銲機專屬工作區間，銲工每週啟動運轉測試設備狀態，並持續維持設備操作熟悉度。

(3) 乾式貯存設施採購待安裝承攬商，持續維持關鍵技術人力，並已建置mockup密封鋼筒，並整合排水真空乾燥及氬氣測漏系統、銲機設備等，供作業人員操作訓練與進行技術能力驗證。

3. 本次專案檢查，針對上述第(1)點，乾式貯存設施輔助系統及設備尚未建立預防保養程序書，查核核一廠改善情形。經查核一廠業依核安處要求完成相關作業程序書建置(包含787.7、787.8、787.9等3項維護保養作業程序書)，符合自主品質管制要求。

(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座混凝土護箱及6座外加屏蔽，其中混凝土護箱以膠質帆布包覆。另台電公司為改善外加屏蔽表面裂縫及污跡情形，目前進行面漆剷除與重漆工程。

2. 經查乾式貯存設施「攔石網落石監測系統」、「環境輻射即時監

測系統」運作正常，核一廠每日派員至現場巡查，確認系統正常運作並留下紀錄，符合自主品質管制要求。

3. 經查乾式貯存設施邊坡即時影像監視設備運作正常，核一廠巡查人員定期執行監視影像備份以供資訊回溯，並依據程序書D797.6執行攝影機維護檢查，符合自主管制要求。

4. 邊坡穩定自動化監測系統設備檢查

(1) 透過雲端平台查核，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及第5測站傾斜儀、第6測站地震儀)均正常運作，可查詢各測站即時監測數值及歷史監測紀錄。

(2) 依據「邊坡穩定自動化監測系統管理維護計畫」規定，每季應執行各測站設備維護保養，經查台電公司委託專業廠商每季定期執行設備維護保養作業並留存報告備查(110年上半年已分別於1月25日、5月6日完成2次季檢查)，符合自主品質管制要求。

(3) 台電公司另依前述維護計畫要求，每兩個月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。抽查110年6月「核一廠乾貯邊坡安全監測系統水保設施人工監測案_土中及樁內傾斜管、水位觀測井、地錨荷重計觀測報告書」，其評估結果樁體內傾度管、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。

(4) 惟依據觀測報告書之「結論與建議」，提及部份地錨荷重計有故障及訊號異常情形，以及部分人工監測設施受損。台電公司說明相關受損監測設施陸續進行檢測及維修，另經專業技師評

估後，判斷對整體邊坡安全性沒有立即影響，後續仍將持續注意與確認，以確保相關設施及邊坡之安全。

(三) 乾式貯存設施保安系統

1. 依據程序書D797.1，核一廠每週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。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，確認人員確實依據程序書規定執行，符合自主品質管制要求。

(四) 混凝土護箱維護保養作業

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10號及編號第18號)，打開膠質帆布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。
2. 依據程序書787.3規定，每半年應抽檢4組混凝土護箱，並檢查進氣口、排氣口及其周遭混凝土表面。查台電公司本(110)年截至7月底已進行4組混凝土護箱(VCC-01、VCC-07、VCC-08、VCC-18)抽檢，檢查結果僅混凝土護箱表面有污跡、VCC-01外覆膠質護套有吊環鬆脫情形，不影響混凝土護箱結構功能及護套包覆性，相關檢查結果及照片並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。查台電公司本(110)年截至7月底已進行4組外加屏蔽(AOS-05、AOS-13、AOS-15、AOS-20)抽查，其抽查發現外加屏蔽之進出氣口內部、進出氣口格柵與格柵固定螺栓、以及外加屏蔽頂部螺栓有部分銹蝕情形，並提出自主檢查建議進行表面除銹或更換生銹部件。相關檢查結果及照片並彙整成檢查報告留存備查，符合自主品質管制要求。
4. 本次抽查混凝土護箱外觀抽查報告及外加屏蔽外觀目視檢查報告，均依報告表所列檢查項目確實執行；VCC外觀抽查報告表、AOS外觀目視檢查報告表，經由檢查人員及專責工程師簽章，另針對自主檢查缺失研提建議處理方式，符合自主品質管制要求。惟本項工作係於7月底完成，未符合程序書D787.3每半年進行抽檢之規定。經台電公司說明係因國內疫情因素導致工期延後，本局已提醒後續維護作業應及早準備，以確保依程序書要求完成相關保養作業。另本次抽查發現VCC外觀抽查報告表中檢查人員、專責工程師兩者核章日期間隔過長，相關缺失已要求核安處駐廠小組協助督導執行單位，依程序書規定頻次執行現場檢查作業，並強化品保文件簽核效率，以符合維護保養作業之品質要求。
5. 有關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(陳O輝)具有土木、結構等相關設計或施工經驗，專責工程師(楊O樑)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. 核一廠二號澆置場目前共貯放14座外加屏蔽(AOS)，本次檢查相關情形說明如下：

- (1) 抽查編號7、編號13之AOS底座吊掛螺孔保養情形，確認內部塗抹黃油以防止螺孔銹蝕，檢查未發現螺牙有銹蝕情況，惟多處螺栓墊片有破損情形，現場已要求台電公司儘速進行全面檢視並汰除破損墊片，並於執行每半年定期維護保養時同時檢視墊片外觀與功能性，如有破損應立即更換。
- (2) 另抽查編號14之AOS底座吊掛螺孔保養情形，除發現有墊片破損情形外，另螺孔頂面有銹蝕痕跡，且螺孔底部發現局部積水，相關情形將影響螺栓材質及吊掛功能，本局要求台電公司確實檢討銹蝕及滲水原因，並進行全面檢視改善。
- (3) 依據程序書D787.3，AOS螺孔清理上油作業應做紀錄，完成後使用螺栓及墊片保護。經查發現核一廠並未將AOS頂部吊掛螺栓納入維護保養。為確保後續運貯作業之吊掛安全，本局已要求台電公司執行每半年定期維護保養作業時，應同時進行底座及頂部螺栓之檢查維護，並依規定完成相關紀錄。針對上述缺失本局將開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善。
- (4) 另抽查AOS外觀目視檢查紀錄，有關"混凝土外加屏蔽AOS-05北側全景"照片(照片編號：AOS-05G)顯示施工器材置於AOS底座上。已要求相關器材應擺放於適當位置，以避免墜落或遭碰撞造成人員安全疑慮。

(五) 密封鋼筒維護保養作業

1. 依據程序書 787.2 規定，每季執行密封鋼筒外觀及內徑檢查，經查密封鋼筒維護查證表，台電公司確實依據程序書執行檢查，量測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. 經查執行人員(羅O峰、莫O龍、傅O盈、邱O翔、許O維)資格，均具有目視檢測師資格，符合程序書人員資格要求。

(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鉤吊具，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. 核一廠已規劃本年度9~10月辦理乾貯設施統合演練作業，有關傳送護箱使用前檢查部份，刻正進行中，本局將於統合演練作業執行前確認相關設備組件之維護保養情形，以確保作業安全。
3. 本局於109年專案檢查發現台電公司未依據核一乾貯安全分析報告第五章「設施運轉計畫」，定期執行傳送護箱輔助吊索與吊具組(含吊耳)之週期檢查，開立注意改進事項要求台電公司檢討改善。經查核一廠業已完成程序書787.1進版，將輔助吊索與吊具組週期檢查納入程序書據以執行，注意改進事項業已提報本局完成改善結案，符合自主品質管制要求。

(七) 乾貯作業相關設備維護保養

1. 抽查乾貯氬氣測漏系統維護保養品質文件，相關維護保養作業依程序書D787.4規定進行氬氣測漏儀、標準洩漏計定期校驗，並依程序書維護保養週期與檢查項目，定期執行測試保養及完成維護查證表。
2. 抽查乾貯自動銲接機維護保養品質文件，相關維護保養作業依程序書D787.5規定進行自動銲接設備校正，並依程序書維護保養週期與檢查項目，定期執行測試保養及完成維護查證表。
3. 抽查乾貯排水真空乾燥系統維護保養品質文件，相關維護保養作

業依程序書D787.6規定進行真空壓力計TTR 91及各式壓力計定期校驗，並依程序書維護保養週期與檢查項目，定期執行測試保養及完成維護查證表。

4. 前述三份程序書(D787.4、D787.6、D787.6)設備儀器校正辦理情形，其校正項目與頻次均符合程序書規定，相關維護查證執行人員並確實核章，符合自主品質管制要求。惟針對委託外部單位執行校正之校正報告，建議台電公司可建立委外校正報告之簽核確認機制，以確保校正結果符合維護保養作業需求。

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，本局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進行趨勢判讀及分析，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) 本次檢查，現場抽查2組混凝土護箱(VCC)(編號第10號及編號第18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(110)年度完成4組混凝土護箱及4組外加屏蔽抽檢，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。惟本局現場抽查3組AOS底座吊掛螺孔，發現部份螺孔有積水及墊片受損情形，以

及核一廠未將AOS頂部吊掛螺栓納入維護保養，將開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善。

- (四) 經查乾式貯存作業相關設備(氬氣測漏系統、自動焊接機、排水真空乾燥系統等)之維護保養檢查情形，相關儀器設備依程序書要求定期進行校正作業、執行測試保養，並完成維護查證表，符合自主品質管制要求。
- (五) 本局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。