

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施
111年設備組件維護保養專案檢查報告



放射性物料管理局
中華民國一一一年十月

[本頁空白]

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	11

[本頁空白]

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10月6日及13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(108 年 1 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 9 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. 乾貯氫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/氫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）

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，以落實三級品保制度，並提升運貯作業安全。

2. 核安處依管制要求，於本(111)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，稽查成果摘述如下：

- (1) 111年1月26日執行傳送護箱及輔助設備組件每季維護保養作業查證，確認核一廠確實依據作業程序書由合格人員執行組件設備目視檢查作業。
- (2) 111年4月25日執行乾貯設施統合演練作業有關密封鋼筒屏蔽上蓋銲接作業查證，就銲工資格、銲接作業程序及品質查證等執行作業稽查。
- (3) 111年5月11日執行混凝土護箱運送作業查證，就多軸油壓板車操作人員資格、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。
- (4) 111年5月20日執行乾貯設施統合演練作業有關密封鋼筒傳入混凝土護箱演練作業查證，就吊掛作業安全、起重機人員資格等進行作業稽查。
- (5) 111年5月27日執行乾貯設施統合演練作業有關反應器廠房內燃料台車操作及傳送護箱吊運等作業進行作業稽查。

3. 核安處依據稽查作業成果，就相關作業程序書及品質文件紀錄提出稽查建議事項，有助於提昇作業品質及強化自主品質管制。

(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)。其中VCC常時以膠質護套包覆，惟其中1組VCC(編號第1號)為111年度乾貯設施統合演練使用之混凝土護箱，演練期間因作業造成護箱外表面油漆塗裝剝落，依程序書規定應予以適當修補。本次檢查要求打開膠質護套以利檢視護箱表面修補情形，經確認表面塗裝剝落已確實完成修補。
2. 經查乾式貯存設施「攔石網落石監測系統」因設備損壞且系統老舊不易維修，核一廠已規劃辦理採購作業將相關設備進行更新，本局已要求台電公司應於112年防汛期前完成改善作業，另改善完成前應加強人工巡查頻次，以確保設施安全。
3. 邊坡穩定自動化監測系統設備檢查
 - (1) 透過雲端監測平台查核，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，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111年度於9月18日地震後翌日，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(111)年度1月25日、4月25日、8月1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3份維護保養報告，發現2項品質文件缺失臚列如下，已要求台電

公司檢討改善以強化品質文件完整：

I. 查111年第1次維護保養作業於1月25日完成，其中第六測站之檢查表單填寫不完整。另本報告台電公司遲至5月9日才併同第2次維護保養作業報告(4月25日執行)完成審核作業，不符合品保程序。

II. 查第四測站”孔內傾斜儀(自走式)”以及第五測站”孔內傾斜儀(固定式)之檢查表，有關A、B軸讀值檢查，於檢查表單中並無列出合格標準，已要求核一廠檢討改善。

(4) 依前述維護計畫要求，台電公司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11日、4月14日、6月17日及8月17日委託專業技師執行數據分析，另於9月7日軒嵐諾颱風後執行災後評估作業，相關監測報告並經核一廠及核後端處技術組審查確認，符合自主品質管制要求。

(5) 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，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。

(6) 另查監測報告書中專業技師提及土中傾度管MS-07因受大雨土石沖刷影響，導致管內土砂淤積，建議台電公司清淤以利監測，經查台電公司已於111年5月進行清淤作業，可確保MS-07正常執行監測。

(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。
3. 另檢查程序書D797.6閉路電視攝影機系統維護程序，發現「核一廠閉路電視系統(CCTV)攝影機設置表」與「CCTV閉路電視系統攝影機維護檢查表」檢查項目之內容敘述不一致。攝影機設置表顯示編號120、220、224、301、302攝影機未設有紅外線投光燈，但攝影機維護檢查表之檢查項目卻有勾選；編號134攝影機設有紅外線投光燈，但實際維護檢查卻未檢查。經查相關攝影機非屬乾式貯存設施保安系統，惟仍請台電公司應確實依據檢查表執行查核作業，俾落實電廠核子保安要求。

(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17號及編號第22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。惟檢查發現編號第3、8號之VCC外覆膠質護套表面有明顯破裂，另編號第24號之VCC膠質護套未予妥適固定，相關情形將開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善，以維護膠

質護套正常功能。

2. 依據程序書787.3規定，每半年應自主抽檢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(111)年上半年已進行4組混凝土護箱(VCC-14、VCC-15、VCC-16、VCC-17)抽檢，抽檢結果顯示僅混凝土護箱表面塗裝有污跡。本次抽查台電公司抽檢作業之品保文件，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。惟本局檢查發現報告中有照片日期敘述不一致情形(照片編號VCC-14J)，另VCC外覆膠質護套排氣口處有繫條鬆脫情形(照片編號VCC-16M)，惟不致影響護套整體包覆功能與安全性。請台電公司加強自主文件品保及現場設備維護管理工作。
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(111)年上半年已進行4組外加屏蔽(AOS-03、AOS-07、AOS-14、AOS-19)抽查，其自主抽檢結果發現AOS-03、AOS-19之進、排氣口輕微鏽蝕，另AOS-07、AOS-14除有上述情形外，尚發現有表面明顯裂縫、表面剝落、表面污跡、格柵及螺栓輕微鏽蝕、塗裝剝落及龜裂等情形，檢查人員並針對抽檢結果提出建議作法，相關抽檢結果及照片並彙整成檢查報告留存備查。有關自主抽檢發現之劣化情形，本局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，以確保AOS功能符合要求。
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外觀抽查報告表及AOS外觀目視檢查報告表並經檢查人員及專責工程師簽章。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(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。

5. 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) 檢查編號11、編號13之AOS底座吊掛螺孔保養情形，台電公司說明依本局110年開立之注意改進事項要求(FCMA-110-1-3001)，並依注改事項檢討報告之改正措施進行AOS頂部與底座螺栓維護保養作業，另於螺栓接合處施加防水塗佈以增進水密性。現場抽查編號11之AOS底座吊掛螺栓維護保養情形，螺孔與底座接合處均進行防水塗佈，相關作法有助降低銹蝕及滲水對螺栓之影響。

(2) 另現場檢查發現編號13之AOS頂蓋邊緣表面有明顯裂縫，另編號16之AOS頂蓋有破損情形。有關編號16之AOS頂蓋破損，台電公司說明應係施工機具不慎碰撞所造成，後續將針對外加屏蔽頂蓋之裂縫及破損情形辦理修復。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，並將持續追蹤後續改善結果。

(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(0-180度、90-270度)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(蔡O榮、傅O盈、許O維、邱O翔、黃O駿)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之目視檢查，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、箱體鐸道、屏蔽門鐸道、銜接器鐸道之液滲檢測作業，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(111)年7-8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. 查核二廠檢測隊支援核一廠執行乾貯設備保養檢查，依據程序書D787.1執行液滲檢測，檢測隊依內部液滲檢測程序書(PDSI-PT-14-1版次0)之紀錄表記載檢測技術條件出具給核一廠機械組留存。惟檢測隊內部使用紀錄表之項目與乾貯統合演練程序書(D1031)附件液滲檢測紀錄表相比較為簡略。有關乾貯系統保養檢查要求台電公司應統一使用本專案程序書D1031之紀錄表以確保品質文件完整。
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、D787.4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. 抽查乾貯氦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規定進行氦氣測漏儀、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。惟查程序書D787.4第6.4.3節要求”應檢查氮氣測漏儀本體、真空泵及各管路接頭是否鬆脫、清潔及除塵。其氮氣測漏儀本體測試口及管閥件開口應盲封或加蓋”，維護查證表對應之接受標準僅列出”目視檢查，並確認測試口盲封或加蓋”。本局要求程序書維護查證表之接受標準應與本文內容有所對應，以利人員確實依程序書要求執行維護保養工作。

2. 乾貯自動銲接機維護保養品質文件部分，抽查維護程序書D787.5有關自動銲接設備校正人員資格，確認校正工作由接受原廠訓練並取得校驗資格證明人員進行檢查與校正，符合程序書人員資格要求，另完成維護查證表，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。
3. 抽查乾貯排水真空乾燥系統維護保養品質文件，真空壓力計TTR91、各式壓力計依程序書D787.6執行定期校驗工作，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。另查程序書D787.6第6.4.5節說明”O型環應至少每年全面更換”，惟維護查證表對應之接受標準僅列出”目視檢查，並確認O型環無損傷”。本局要求程序書維護查證表之接受標準應與本文內容有所對應，以利人員確實依程序書要求執行維護保養工作。另檢查發現年度維護保養未進行O型環全面更換，將開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善。
4. 查乾貯環狀間隙注水系統及傳送護箱等保護裝置維護保養品質文件，相關維護保養作業依程序書D787.7規定執行查證表所列保養項目進行(例如：轉子流量計校驗、指針式壓力表校驗、管線防撞裝置及天井區傳送護箱防震有無鏽蝕變形等)，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. 查懸浮氣墊及液壓千斤頂檢查維護保養品質文件，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，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. 查多軸油壓板車維護保養品質文件，相關維護保養作業依程序書D787.9附件維護查證表內容所列項目執行檢查，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. 查乾貯水下攝影設備及TSC氫氣偵檢設備維護保養品質文件，相關維護保養作業依程序書D732.3規定進行乾貯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，確實填寫維護查證表且結果無異常。

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。另本次檢查作業本局檢查導則IG-1、檢查查核表IG-2如附件。
- (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) 本次檢查，現場抽查2組混凝土護箱(VCC)(編號第17號及編號第22

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(111)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。

- (四) 經抽查乾式貯存作業相關設備(氬氣測漏系統、乾貯排水真空乾燥系統、乾貯環狀間隙注水系統及傳送護箱等保護裝置、懸浮氣墊及液壓千斤頂、多軸油壓板車)之維護保養檢查情形，檢查人員確實填寫查證表單；乾貯自動銲接設備由符合程序書資格人員檢查與校正，並確實完成維護查證表。相關情形符合自主品質管制要求。
- (五) 惟本次檢查仍發現有品質缺失情形，如VCC外覆膠質護套有破損及未妥適固定情形、外加屏蔽(AOS)頂蓋有裂縫及破損現象，以及排水真空乾燥系統之年度維護保養未進行O型環全面更換，本局已開立注意改進事項，要求台電公司檢討改善，以提升維護品質及確保作業安全。
- (六) 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。