



台灣電力公司

核一廠

用過核子燃料乾式貯存設施

運轉執照申請案

試運轉報告

中華民國 114 年 4 月

目錄

1	前言	1
1.1	測試程序與依據	1
1.2	設施內重要系統組件及設備	2
1.2.1	貯存系統	2
1.2.2	排水系統	3
1.2.3	照明設施	3
1.2.4	監視預警系統及消防設備	3
1.2.5	環境輻射監控系統	3
1.2.6	避雷及接地系統	4
1.2.7	溫度偵測系統	4
1.3	整體功能驗證摘述	4
1.3.1	輔助設備整合功能驗證 (Dry Run A1)	5
1.3.2	重件吊運及運送功能驗證 (Dry Run A2)	8
1.3.3	燃料池水下操作功能驗證 (Dry Run B)	10
1.3.4	整體驗證結果與結論	12
2	運貯作業概述	14
2.1	安裝吊運階段	14
2.2	貯存階段	14
2.3	運貯作業之人員資格	17
3	熱測試作業驗證	19
3.1	吊卸裝填	20
3.1.1	設備下水前置準備	20
3.1.2	燃料束裝填識別及確認	21
3.1.3	安裝屏蔽上蓋	22
3.1.4	由燃料池移出傳送護箱	23
3.1.5	屏蔽上蓋銲接	23

3.1.6	氣壓測漏、排水、乾燥、填充氬氣	24
3.1.7	孔蓋銲接及氬氣測漏	26
3.1.8	結構上蓋銲接及非破壞檢測	26
3.2	運搬作業	27
3.2.1	密封鋼筒傳送及混凝土護箱運送	27
3.2.2	外加屏蔽安裝	29
3.3	貯存階段	30
3.3.1	環境輻射監控	30
3.3.2	護箱溫度監控	31
3.3.3	核子保防執行情形	32
3.4	作業人員劑量紀錄	36
3.4.1	人員地區管制	36
3.4.2	人員集體劑量	37
3.4.3	劑量評估與防護建議	38
3.5	熱測試作業結果	39
3.5.1	密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位	39
3.5.2	燃料束裝填與確認	39
3.5.3	屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作	40
3.5.4	銲接/非破壞檢測	40
3.5.5	壓力測試、排水/真空乾燥及氬氣回填	41
3.5.6	密封鋼筒傳送至混凝土護箱	42
3.5.7	外加屏蔽安裝	43
3.6	熱測試作業經驗回饋	44
3.6.1	多軸油壓板車維修經驗回饋	44
3.6.2	管線洩漏測試經驗回饋	44
4	結論	66
5	附件	68

附錄 A 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照.....	69
附錄 B 乾式貯存設施熱測試作業許可函.....	70

圖 目 錄

圖 2-1 安裝吊運階段流程圖	15
圖 2-2 安裝/吊運階段主要工作項目示意圖	16
圖 3-1 TFR 固定於一樓防震架(TSC-05).....	45
圖 3-2 TSC 立直與工作平台安裝(TSC-05).....	45
圖 3-3 假燃料阻力測試(TSC-05).....	45
圖 3-4 TSC 運送進反應器廠房(TSC-05).....	45
圖 3-5 TSC 於反應器廠房一樓翻轉(TSC-05).....	45
圖 3-6 自翻轉裝置吊回原位(TSC-05).....	45
圖 3-7 TFR 吊回五樓防震架(TSC-05).....	46
圖 3-8 TFR 固定於一樓防震架(TSC-06).....	46
圖 3-9 自翻轉裝置立直(TSC-06).....	46
圖 3-10 組合測試(TSC-06).....	46
圖 3-11 TSC 運往反應器廠房(TSC-06).....	46
圖 3-12 TSC 於反應器廠房翻轉(TSC-06).....	46
圖 3-13 自翻轉裝置吊運(TSC-06).....	47
圖 3-14 TFR 吊回五樓防震架 (TSC-06).....	47
圖 3-15 TFR 安裝水封環(TSC-05).....	47
圖 3-16 TSC 上蓋組合測試(TSC-05).....	47
圖 3-17 安裝環形間隙循環水系統(TSC-05).....	47
圖 3-18 TFR 吊入燃料池(TSC-05).....	47
圖 3-19 TFR 安裝水封環(TSC-06).....	48
圖 3-20 TSC 上蓋組合測試(TSC-06).....	48
圖 3-21 安裝環形間隙循環水系統(TSC-06).....	48
圖 3-22 TFR 吊入燃料池(TSC-06).....	48
圖 3-23 燃料束裝填(TSC-05).....	48
圖 3-24 燃料裝填孔位(TSC-05).....	48
圖 3-25 燃料束裝填(TSC-06).....	49

圖 3-26 燃料裝填孔位(TSC-06).....	49
圖 3-27 安裝屏蔽上蓋(TSC-05).....	49
圖 3-28 安裝屏蔽上蓋(TSC-06).....	49
圖 3-29 TFR 出水時人員遠離護箱(TSC-05).....	49
圖 3-30 出水過程輻防人員偵檢(TSC-05).....	49
圖 3-31 TFR 底部清洗(TSC-05).....	50
圖 3-32 使用手持式排水泵進行排水(TSC-06).....	50
圖 3-33 出水過程輻防人員偵檢(TSC-06).....	50
圖 3-34 TFR 底部清洗(TSC-06).....	50
圖 3-35 屏蔽上蓋銲接非破壞檢測(TSC-05).....	50
圖 3-36 屏蔽上蓋銲接過程調整作業(TSC-05).....	50
圖 3-37 屏蔽上蓋銲接非破壞檢測(TSC-06).....	50
圖 3-38 屏蔽上蓋銲接過程調整作業(TSC-06).....	50
圖 3-39 壓力測試(TSC-05).....	51
圖 3-40 排水作業(TSC-05).....	51
圖 3-41 真空乾燥作業(1) (TSC-05)	51
圖 3-42 真空乾燥作業(2) (TSC-05)	51
圖 3-43 氬氣回填作業(TSC-05).....	51
圖 3-44 壓力測試(TSC-06).....	51
圖 3-45 真空乾燥作業(1) (TSC-06)	52
圖 3-46 真空乾燥作業(2) (TSC-06)	52
圖 3-47 氬氣回填作業(1) (TSC-06)	52
圖 3-48 氬氣回填作業(2) (TSC-06)	52
圖 3-49 排水及排氣孔蓋銲接(TSC-05).....	52
圖 3-50 氬氣測漏作業(1) (TSC-05)	52
圖 3-51 氬氣測漏作業(2) (TSC-05)	52
圖 3-52 氬氣測漏作業(3) (TSC-05)	52
圖 3-53 排水及排氣孔蓋銲接(TSC-06).....	53
圖 3-54 氬氣測漏作業(1) (TSC-06)	53

圖 3-55 氬氣測漏作業(2) (TSC-06)	53
圖 3-56 氬氣測漏作業(3) (TSC-06)	53
圖 3-57 結構上蓋表面銲道銲接(TSC-05).....	53
圖 3-58 結構上蓋銲接執行銲機調整(TSC-05).....	53
圖 3-59 結構上蓋銲接(TSC-06).....	54
圖 3-60 結構上蓋非破壞檢測(1) (TSC-06)	54
圖 3-61 結構上蓋非破壞檢測(2) (TSC-06)	54
圖 3-62 結構上蓋非破壞檢測(3) (TSC-06)	54
圖 3-63 VCC-01 運入反應器廠房(TSC-05)	54
圖 3-64 白色起吊環安裝(TSC-05).....	54
圖 3-65 TFR 吊運至傳送銜接器上固定(TSC-05).....	55
圖 3-66 TSC 吊起(TSC-05).....	55
圖 3-67 開啟屏蔽門進行傳送作業(TSC-05).....	55
圖 3-68 TFR 吊回 5 樓(TSC-05).....	55
圖 3-69 VCC-01 頂蓋安裝(TSC-05)	55
圖 3-70 執行封緘作業(TSC-05).....	55
圖 3-71-01 VCC 運送(TSC-05)	56
圖 3-72 VCC-01 運至貯存場指定位置 01(TSC-05)	56
圖 3-73 VCC-02 於天井定位(TSC-06)	56
圖 3-74 白色起吊環安裝(TSC-06).....	56
圖 3-75 TFR 吊運至傳送銜接器上固定(TSC-06).....	56
圖 3-76 TSC 吊起(TSC-06).....	56
圖 3-77 開啟屏蔽門進行傳送作業(TSC-06).....	57
圖 3-78 TFR 吊回 5 樓(TSC-06).....	57
圖 3-79 VCC-02 頂蓋安裝(TSC-06)	57
圖 3-80 執行封緘作業(TSC-06).....	57
圖 3-81 VCC-02 運送至 PAD 場(TSC-06)	57
圖 3-82 VCC-02 運至貯存場指定位置 02(TSC-06)	57
圖 3-83 AOS-01 吊裝(TSC-05).....	58

圖 3-84 IAEA 人員封緘作業(TSC-05)	58
圖 3-85 RTD 與封緘護套安裝(TSC-05).....	58
圖 3-86 AOS-02 安裝完成(TSC-06).....	58
圖 3-87 IAEA 人員安裝封緘作業(TSC-06)	59
圖 3-88 溫度偵測系統	59
圖 3-89 核一廠環境輻射監測項目及廠區位置示意圖	59
圖 3-90 乾式貯存場四周圍籬(1-8)、定點光子(R1-R8)及定點中子(N1-N8)量測位置.....	60
圖 3-91 傳送護箱(TFR)筒身量測位置	60
圖 3-92 核一廠一號機五樓工作區域中子偵測位置	61

表 目 錄

表 1-1 貯存設施內重要設備清單	13
表 2-1 作業資格之人員數量統計表	18
表 3-1 核子保防作業通報表	32
表 3-2 核物料存量摘要表-機組	34
表 3-3 核物料存量摘要表-室外乾貯場	35
表 3-4 乾式貯存場四周圍籬輻射偵測結果	62
表 3-5 第一筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量	63
表 3-6 第二筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量	63
表 3-7 第一筒熱測試-工作人員集體劑量	64
表 3-8 第二筒熱測試-工作人員集體劑量	64
表 3-9 傳送護箱筒身劑量排水前後比較	65
表 3-10 五樓工作區域中子劑量率量測結果	65
表 4-1 運轉限制條件吻合情形	67

1 前言

1.1 測試程序與依據

台灣電力公司(以下簡稱本公司)為申請於核一廠設置用過核子燃料乾式貯存設施(以下簡稱本案)，特依據核能安全委員會(由行政院原子能委員會 112 年 9 月 27 日改制，以下簡稱核安會)於 91 年 12 月公佈施行之「放射性物料管理法」第十七條及「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」第三條、第四條之規定，提出台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施設置安全分析報告，並於 97 年 1 月 21 日獲主管機關審查同意，同年 12 月 3 日取得核安會核發之建造執照，如附錄 A。於 102 年 9 月 24 日取得核一廠用過核燃料乾式貯存設施之熱測試作業許可，如附錄 B。

依據 108 年 11 月修正發布之「放射性物料管理法施行細則」第二十六條之規定，檢附試運轉計畫，報經主管機關核准進行試運轉。本公司嚴謹規劃並執行試運轉作業，藉以驗證乾貯設備之功能性、安全性及相關作業程序符合設計與需求，以確保乾貯設施未來正式運轉順暢。試運轉內容依作業性質分成設施整體功能驗證(Dry Run)及熱測試(Hot Test，2 組護箱裝載)兩階段進行。熱測試係指前 2 組護箱完成用過核子燃料裝載並運送至貯存場定位之作業，其與設施整體功能驗證最主要之差異在於整體功能驗證階段不裝填用過核子燃料，且銲接與真空乾燥作業之驗證係採模擬方式進行。整體功能驗證階段不裝填燃料的主要考量為，在最低的輻射污染與人員劑量情況下，使現場作業人員對運貯流程可重複演練，確保對設備及儀器操作之熟練度。

依據物管法施行細則第二十六條，申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施運轉執照者，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。故本公司依據前述規定提出「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉報告」(以下簡稱本報告)，申請核發運轉執照，以驗證設備功能與程序符合設計需求。本報告格式係依據 113 年 9 月 24 日「核電廠乾式貯存設施管制討論會」會議紀錄第三項「試運轉報告」之章節架構要求所撰寫。

1.2 設施內重要系統組件及設備

設施內重要系統組件及設備包含貯存系統、排水系統、照明設施、監視預警及消防設備、環境輻射監控、避雷、接地系統及溫度偵測系統等，相關清單列於表 1-1。

另於圍籬旁設置監視信號接線箱，以收集攝影機、溫度監控信號及環境輻射監控信號等，並以專用纜線連接至壹號貯存庫訊號傳送站，再利用現有視訊管溝，加配專用纜線至各監控中心。

1.2.1 貯存系統

核一廠使用之高性能用過核子燃料乾式貯存系統(INER High Performance System, INER-HPS，以下簡稱本系統)，係由本公司承包商國家原子能科技研究院(由行政院原子能委員會核能研究所 112 年 9 月 27 日改制，以下簡稱國原院，前身為核研所)技轉自美國 NAC 公司，並經考量核一廠特定需求所發展。INER-HPS 系統主要的組件有密封鋼筒(Transportable Storage Canister, TSC)、混凝土護箱(Vertical Concrete Cask, VCC)、傳送護箱(Transfer Cask, TFR)及外加屏蔽(Add On Shield, AOS)，相關安全分析結果已於 97 年 1 月 21 日獲主管機關審查同意。

本貯存系統係指將裝載用過核子燃料之密封鋼筒置於混凝土護箱內，運送至貯存場定位進行長期貯存，每個護箱可貯存 56 束 BWR 用過核子燃料；而傳送護箱則主要用來傳送密封鋼筒至混凝土護箱中，並作為封銲上蓋時之臨時屏蔽。

密封鋼筒之設計係用以貯存用過核子燃料，並提供密封之環境，防止放射性物質或燃料顆粒外釋。在長期的貯存期間，密封鋼筒放置在混凝土護箱中，混凝土護箱可提供輻射屏蔽和自然對流冷卻之環境，亦可為密封鋼筒提供與外界環境實體隔絕之保護。混凝土護箱另有外加屏蔽，其主要功能為降低對環境之輻射強度，核子反應器設施之廠界劑量限值係依據「核能電廠環境輻射劑量設計規範」不得超過 0.5 mSv/y，而 0.05 mSv/y 為本公司為落實輻射防護最適化的 ALARA 輻射劑量原則，於民國 84 年之環評承諾值。外加屏蔽側面厚度為 35 cm，成環狀，分為五層，每層間以楔形嵌合，以保持對準圓心。

1.2.2 排水系統

貯存場址配合水保排水系統，於場址西側沿坡址擋土牆設排水溝及滙流井，將逕流水藉由水溝由南往北流向滙入北側之滯洪沉砂池，經沉澱後排入乾華溪。

1.2.3 照明設施

貯存場四周外圍籬(即擋土樁位置)處，設置 49 盞鈉氣燈，具自動點滅功能並符合防勤需求(防空演習或空襲警報時要能人工控制燈火關斷)。

1.2.4 監視預警系統及消防設備

貯存場四周重要據點裝置屋外型全天候功能彩色攝影機組(含支架)閉路電視攝影機共 5 座，隨時監視進出之人員及車輛。內圍籬則裝設入侵警報偵測系統，其信號與畫面皆顯示於保安監控中心，以監視鄰近道路及圍籬狀況。攝影機及防入侵系統係使用廠區之緊要電源。

貯存場入口處之西南角圍籬道路旁，設置五只手提式滅火器，其規格為 ABC 乾粉滅火器 20 型。

1.2.5 環境輻射監控系統

依照「核一廠用過核燃料中期貯存計畫環境現況差異分析及對策檢討報告定稿本」及核一廠 D927 程序書之規劃，於貯存設施附近設置直接輻射、空氣樣及水樣等項目之輻射監測，設施運轉期間之測站說明如下：

設施運轉期間測站如下：

(1) 直接輻射監測項目

a. 高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式)

西南民家及西南崗哨處等 3 站。

b. TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次)

用過核燃料中期貯存設施邊界每 30 m 設一站。

(2) 依核一廠 D927 作業程序書「用過核子燃料乾式貯存設施輻射偵測作

業程序書」執行例行環境取樣及分析作業

除施工及運轉階段之各項監測外，另增加兩處熱發光劑量計偵測站，於每批次運送核燃料時執行連續監測，並於各批次運送完成後，立即執行計讀偵測

結果，以確保用過核燃料之運送輻射安全。偵測站別：主警衛室(編號 116A)、乾華隧道西(編號 117A)。

1.2.6 避雷及接地系統

貯存場於營運期間，除了電氣設備會有適當的接地設施外，在貯存場高處將設有避雷裝置，避雷之接地設施將於混凝土基座施工時預埋接地線及預留導電接點。

本系統設計主要依據 NFC 17-102 法國電避雷針國家標準、建築技術規則建築設備編、中華民國國家標準(CNS)、美國國家電機法規(NEC)、美國電子電機工程師協會(IEEE)、國際電工委員會(IEC)、屋外供電線路裝置規則及屋內線路裝置規則。

1.2.7 溫度偵測系統

本系統設置於監控中心，主要提供混凝土護箱之溫度監控，主要設備包括：警報器、記錄器、溫度感測器、電源盤，以及連接到控制盤的信號接頭。

溫度感測器(RTD)量測範圍為 0~200°C，安裝於每個 VCC 護箱每個出氣口(共 4 個)；另於貯存場中間位置之護箱及貯存場外，各安裝 1 個溫度感測器，以測量環境溫度，並與 VCC 護箱出氣口平均溫度執行差異比較，若超過 LCO3.1.6 規定限值(大於 36.6°C)，將有警報示警。

本系統另配有不斷電系統，可供應電腦及控制/監測裝置至少 8 小時所需之電力。

1.3 整體功能驗證摘述

核一廠用過核燃料乾式貯存設施 (ISFSI) 的整體功能驗證 (Dry Run) 旨在模擬設施運轉全過程，全面驗證各系統、設備及操作程序的安全性、穩定性與符合性。整體功能驗證依據《試運轉計畫書》及國內外技術標準規範分為三大工作階段：輔助設備整合功能驗證 (Dry Run A1)、重件吊運及運送功能驗證 (Dry Run A2) 與燃料池水下操作功能驗證 (Dry Run B)，並依其執行程序與驗證結果撰寫「試運轉整體功能驗證報告」(如附件一)。以下分別敘述各階段的驗證過程與成果。

1.3.1 輔助設備整合功能驗證 (Dry Run A1)

輔助設備整合功能驗證已於 101 年 6 月 18 日至 101 年 6 月 27 日於國原院執行完畢，執行項目包括:1.銲接/非破壞檢測、2.壓力測試、3.排水真空乾燥、4.氬氣回填、5.氬氣測漏、6.密封鋼筒上蓋銲道移除等工作，其中 1~5 項屬於密封作業，而第 6 項則為再取出程序之關鍵步驟。為模擬正式作業之情形，本次驗證採 24 小時輪班方式執行。6 月 18 日至 21 日執行密封作業，並於 6 月 21 日 20:25 完成密封作業所有驗證項目。於設備、場地整理之後，6 月 26 日開始進行銲道移除驗證作業，所有驗證作業於 101 年 6 月 27 日 05:30 完成。扣除颱風停班以及場地整理，密封作業全程總計約 64 小時，其中銲道移除作業約 19.5 小時。

1.3.1.1 銲接/非破壞檢測

密封鋼筒上蓋銲接為密封作業之關鍵步驟，銲接/非破壞檢測驗證作業使用之設備包括自動銲接機、模擬屏蔽上蓋、模擬結構上蓋、臨時屏蔽、非破壞檢測設備、模擬排水/排氣孔封口蓋等。在本次試運轉設施整體功能驗證中，銲接作業依照【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】中相關程序執行測試，並同時依據【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】進行銲道非破壞檢測。

本驗證(Dry Run A1)按正常作業之步驟依序進行測試，故依照程序書完成屏蔽上蓋銲接後，便開始執行壓力測試、排水/真空測試、氬氣回填與氬氣測漏等測試；經氬氣回填測試合格後再執行排水孔封口蓋與排氣口封口蓋銲接，完成後，執行氬氣測漏確保鋼筒密封性。當氬氣測漏合格後執行結構上蓋銲接。結構上蓋銲接作業結束才算完成銲接作業程序測試與自動銲接機功能驗證。

為維持銲道品質確保密封鋼筒密封性，銲接作業中皆依照【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】執行目視檢測(VT)與液滲檢測(PT)。檢測時機分別為屏蔽上蓋銲道之底道與表面；排水孔封口蓋與排氣口封口蓋銲道之底道與表面；結構上蓋銲道之底道、每填料 3/8 in (0.95 公分)厚、表面。

1.3.1.2 壓力測試

依據試運轉計畫書第 3.1.2 節進行相關壓力測試，其目的在確認屏蔽上蓋封銲後銲道無洩漏情況。本驗證作業所需之設備為測試用密封鋼筒、整合型排水真空乾燥系統裝置、氮氣瓶、釋壓閥及調壓器；測試時之接受標準(依試運轉計畫書)為:輔助系統可提供壓力測試所需壓力 35 psia 且作業程序可執行。按正式燃料裝載作業，壓力測試合格標準為:密封鋼筒加壓至 35 psia，隔離壓力源後，筒內壓力維持 10 分鐘無變化。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.7 節密封鋼筒氣壓測漏程序之內容執行。

1.3.1.3 排水/真空乾燥

依據試運轉計畫書第 3.1.3 節執行真空乾燥驗證作業，所需之設備為測試用密封鋼筒與整合型排水真空乾燥系統裝置。接受標準為須符合運轉限制條件 LCO 3.1.2「密封鋼筒抽真空乾燥壓力」之要求，即將密封鋼筒抽真空至其內部壓力小於 10 torr 後，再將真空幫浦與密封鋼筒隔離，鋼筒內部應保持壓力低於 10torr 至少 10 分鐘。若作業時周圍溫度低於 18.3°C (65 °F)，則抽真空壓力測試標準須保持壓力小於 5 torr，維持 10 分鐘。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.8 節密封鋼筒排水程序與第 6.9 節密封鋼筒真空乾燥程序之內容執行。

1.3.1.4 氮氣回填

依據試運轉計畫書第 3.1.4 節執行氮氣回填驗證作業，使用之設備為測試用密封鋼筒、整合型排水真空乾燥系統裝置、氮氣瓶及調壓器。接受標準為符合運轉限制條件 LCO 3.1.3「密封鋼筒之氮氣回填壓力應為 0(+1, -0)psig」之要求。本階段之主要工作內容為抽真空至壓力小於 3 torr 後，充填純度 99.9% 氮氣，且測試用密封鋼筒須保持壓力 0(+1, -0) psig；重複抽真空至壓力小於 3 torr 後再填充氮氣一次。再填充氮氣之接受標準為高於大氣壓力 0.3 至 0.7psig。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.10 節密封鋼筒填充氮氣之程序執行。本節程序執行完成後，接著進行排水孔/排氣孔封口蓋銲接作業。

1.3.1.5 氦氣測漏

氦氣測漏驗證作業係依試運轉計畫書 3.1.5 節內容執行，其程序則依【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書】第 5.0 節之檢測程序執行。氦氣測漏作業使用之設備為充灌氦氣之縮小型密封鋼筒、洩漏測試用蓋板與氦質譜儀洩漏檢測系統(PhoeniXL 300 Modul 型氦質譜儀)；依試運轉計畫書驗證之接受標準為：確認輔助系統偵測功能正常，且儀器精度可達 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 之要求。此外，為測試銲接品質，本次試驗再依正式燃料裝載作業時，氦氣測漏合格標準為：密封鋼筒之屏蔽上蓋與封口蓋銲道之洩漏率需低於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ ，來確定驗證過程中施銲之銲道無洩漏。

1.3.1.6 密封鋼筒上蓋銲道移除

密封鋼筒上蓋銲道移除測試係依試運轉計畫書 3.1.6 節執行，其程序則依【核一廠乾式貯存系統：再取出操作作業程序書】6.5.1 節至 6.5.23 節之內容執行，目的為確定排水/排氣孔封口蓋、屏蔽上蓋與模擬結構上蓋銲道於必要時可安全移除。

本階段主要工作內容為安裝銲道移除系統，依序進行模擬結構上蓋銲道、排水及排氣孔蓋塞銲道、以及模擬屏蔽上蓋銲道切除並模擬灌氣與灌水作業。相關作業係依據「再取出操作作業程序書(ISFSI-07-SOP-0711)」第 6.5 節密封鋼筒再取出作業程序執行。

1.3.2 重件吊運及運送功能驗證 (Dry Run A2)

重件吊運、傳送及運送功能驗證，分別於 101 年 9 月 24 日至 101 年 10 月 4 日以及 101 年 11 月 12 日至 101 年 11 月 14 日分兩階段在核一廠的 1 號機反應器廠房、廠內道路以及乾式貯存場等處執行，執行項目包括：傳送護箱翻轉、密封鋼筒翻轉、密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝、密封鋼筒傳送至混凝土護箱、多軸油壓板車運送、外加屏蔽安裝。其中重件吊運、傳送及功能驗證結束時間為 101 年 10 月 4 日，後兩項驗證作業係配合貯存場進場道路完工時程於 101 年 11 月 12 日至 101 年 11 月 14 日執行。

1.3.2.1 傳送護箱翻轉

本階段主要工作內容依序為：(1)利用銜接器油壓系統安裝屏蔽門，確認油壓系統及屏蔽門之功能正常；(2)利用 300 噸及 65 噸吊車於 VCC 澆置場進行傳送護箱翻轉/豎直作業，確認傳送護箱翻轉/豎直的程序與能力；(3)利用多軸油壓板車將傳送護箱傳送至反應器廠房作業；(4)安裝 J 型勾之程序與能力驗證。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：傳送護箱前置作業程序書】第 4 節準備作業及第 6 節作業程序之內容執行。

驗證傳送護箱翻轉/豎直的程序與能力，並確保各項設備間之功能與操作介面是否有相互干擾之情形；測試時之接受標準(依試運轉計畫書)為：完成傳送護箱翻轉及屏蔽門安裝作業。

1.3.2.2 密封鋼筒豎直

本階段主要工作內容依序為：(1)密封鋼筒組件與鋼筒組合，並進行燃料方管阻力測試，阻力測試之接受標準為 ± 22.7 公斤以內；(2)將密封鋼筒由貯存位置運送至反應器廠房內；(3)利用自動翻轉裝置，進行密封鋼筒之豎直作業。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒前置作業程序書】第 6.3 至 6.5 節程序及【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.1.2 節密封鋼筒準備作業之內容執行。

確認密封鋼筒豎直的程序與能力，確保各項設備間之功能與操作介面沒有相互干擾之情況；測試時之接受標準(依試運轉計畫書)為：完成密封鋼筒組件組合、燃料方管阻力測試與鋼筒豎直作業。

1.3.2.3 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝

本階段主要工作內容依序為：(1) 將空密封鋼筒吊入傳送護箱內；(2) 將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊運至五樓，放置在五樓操作區防震架定位，闔上防震架旋轉臂，安裝止推桿；(3) 完成五樓工作平台組裝；(4) 屏蔽上蓋對心；(5) 自動銲接機吊裝組立；(6) 整合型排水真空乾燥系統組合；(7) 結構上蓋吊裝組立；(8) 相關輔助設備系統安裝。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.1~6.13 節中有關密封鋼筒及上蓋組吊，以及相關輔助設備組裝作業之內容執行。

驗證主要設備及相關輔助設備吊運/試組裝的程序與能力，確保各項設備間之功能與操作介面沒有相互干擾之情況；接受標準為完成密封鋼筒吊入傳送護箱中並與傳送護箱一起吊至五樓操作區防震架定位，以及各項輔助設備之試組裝。

1.3.2.4 密封鋼筒傳送至混凝土護箱

本階段主要工作內容依序為：(1) 利用多軸油壓板車將混凝土護箱及其相關組件由澆置場運送至反應器廠房內天井下方指定位置；(2) 傳送護箱銜接器吊置於混凝土護箱上方；(3) 將傳送護箱(連同二樓防震裝置)吊至混凝土護箱上，並將傳送護箱屏蔽門與銜接器連接後，將二樓防震裝置懸臂放平至定位；(4) 確認可遙控脫鈎密封鋼筒吊具掛鈎與密封鋼筒連接座接合，吊起密封鋼筒，開啟傳送護箱屏蔽門；(5) 將密封鋼筒傳送至混凝土護箱並座落在混凝土護箱底座銲件上。相關程序係依據【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】第 6.2 節混凝土護箱及其相關組件由澆置場至反應器廠房內之移動程序及【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.15 節混凝土護箱準備作業、第 6.16 節傳送護箱臨時固定裝置安裝、第 6.17 節密封鋼筒傳送至混凝土護箱程序執行。

驗證吊運及傳送之程序與能力。本驗證作業所需之設備為：密封鋼筒、傳送護箱、銜接器、混凝土護箱、廠房吊車、J 型勾、吊軌、多軸油壓板車、可遙控脫鈎吊具(密封鋼筒傳送用)、二樓防震裝置、五樓防震裝置；接受標準為完成密封鋼筒由傳送護箱傳送至混凝土護箱中。

1.3.2.5 多軸油壓板車運送

本階段主要工作內容依序為：(1)將混凝土護箱(不含密封鋼筒)從反應器廠房一樓天井，移出反應器廠房，運至核一廠主警衛室大門；(2)自核一廠主警衛室大門運送至貯存場指定位置。相關程序係依據【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】第 6.3 節由反應器廠房內移動已裝載密封鋼筒(含用過燃料)之混凝土護箱至貯存場程序之內容執行。

驗證重點為運送階段的程序與能力，確保運送路徑無相互干擾之情況，並確認路徑監測儀器訊號正常安全無虞。

1.3.2.6 混凝土護箱氣墊運送

本階段主要工作內容為將混凝土護箱(不含密封鋼筒)從貯存場邊界移送至貯存場上指定位置。相關程序係依據【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】附件一安裝/移除懸浮氣墊組、以及附件二使用懸浮氣墊移動混凝土護箱程序之內容執行。

利用懸浮氣墊組進行混凝土護箱自邊界移至貯存場指定位置，驗證運送的程序與能力。本項驗證作業所需之設備：混凝土護箱、堆高機、千斤頂系統(用於舉起混凝土護箱以安裝或移除懸浮氣墊組)、懸浮氣墊組、空氣壓縮機、橋架板(使用於銜接貯存場及多軸油壓板車之間隙)、混凝土護箱夾鉗、高空作業車；接受標準為將混凝土護箱自多軸油壓板車移動至貯存場上之指定位置。

1.3.2.7 外加屏蔽安裝

本階段主要工作內容為外加屏蔽之吊裝。相關作業程序【核一廠乾式貯存系統：貯存場運貯作業程序書】第 6.0 節作業程序之內容執行。

外加屏蔽安裝驗證作業，其目的為外加屏蔽之吊運程序與能力驗證。本階段驗證作業所需設備為：混凝土護箱、外加屏蔽、堆高機、運送車輛、起重機；接受標準為外加屏蔽套裝於混凝土護箱外。

1.3.3 燃料池水下操作功能驗證 (Dry Run B)

燃料池水下操作功能驗證於 101 年 11 月 1 日至 101 年 11 月 2 日於核一廠的 1 號機反應器廠房燃料池執行。執行項目包含：密封鋼筒/傳送護箱吊運與

水下定位、模擬燃料束裝填、屏蔽上蓋安裝、水下傳送護箱吊運操作、輻防及除污作業等。

本次驗證作業場所為核一廠反應器廠房及用過核子燃料池。由於設備進出用過燃料池會造成池水水位變化，因此驗證時除需確定所有設備功能正常外，尚需同步協調吊運速度與池水排放(或注入)速度，故同步協調作業亦為本次驗證之重點。

1.3.3.1 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

吊運與水下定位依試運轉計畫書第 3.3.1 節進行，相關操作程序則依【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.2 節內容執行，目的在確認傳送護箱與核一廠用過核子燃料池中框架無相互干擾，並可以安全地將護箱吊至燃料池裝載區定位。吊運過程藉由水下攝影機協助觀察，全程使用環狀間隙注水系統以保護密封鋼筒外壁避免受池水污染，吊運過程中需按程序書與核一廠機組控制室保持密切聯繫以確保燃料池水位穩定，因此本項驗證作業實質上測試包含設備性能、人員協調等範圍。依據計畫書內容，本驗證合格標準為傳送護箱併同密封鋼筒能成功吊運至燃料池護箱裝載區定位。

1.3.3.2 模擬燃料束裝填

模擬燃料束裝填係使用核一廠既有之模擬燃料束進行，依據試運轉計畫書第 3.3.2 節進行。本項驗證之接受標準為模擬燃料束可成功裝填於密封鋼筒內指定之位置，故作業時依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.3 節內容，將模擬燃料束裝填入密封鋼筒指定之極限位置，所謂極限位置是指密封鋼筒內最靠燃料池東側的燃料方管位置、最北側燃料方管位置以及幾何構形上屬於燃料吊車較難脫勾的方管位置。驗證過程中，藉助水下攝影機確認燃料裝填狀況，並且全程使用環狀間隙注水系統保護密封鋼筒外壁。

1.3.3.3 屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作

本階段主要作業內容為將屏蔽上蓋吊運至用過核子燃料池中之密封鋼筒上，吊運過程需盡量使屏蔽上蓋與密封鋼筒平順接合，同時確認屏蔽上蓋定位槽與密封鋼筒定位鍵嵌合，且屏蔽上蓋必須平放在頂蓋支撐環

上。當確定屏蔽上蓋已經平放入密封鋼筒後，需將傳送護箱與空密封鋼筒由燃料池吊出，固定於五樓操作區防震架中。相關作業程序係依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】第 6.4 節安放密封鋼筒屏蔽上蓋程序，以及第 6.5 節傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊至五樓操作區程序之內容執行。

1.3.3.4 輻防及除污作業

本階段主要作業內容為：1.對吊出燃料池之設備偵檢，以及 2.設立臨時示警區等輻射防護作為，3.利用傳送護箱的環狀間隙注水系統執行密封鋼筒污染防範，4.若有必要則進行密封鋼筒除污作業。本項驗證之接受標準為密封鋼筒外表面非固著污染限制值： β/γ ： $\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ (運轉限制條件 LCO3.2.1)

1.3.4 整體驗證結果與結論

Dry Run A1 成功驗證了屏蔽上蓋銲接、壓力測試、真空乾燥及氬氣回填的操作程序，結果顯示密封鋼筒的氣密性與結構完整性符合技術標準。Dry Run A2 評估了密封鋼筒與混凝土護箱在運輸與吊運中的穩定性，並完成了護箱的精確安裝。所有運輸和操作過程均平穩可靠，輻射劑量監測結果也顯示數值低於安全限值。Dry Run B 重點驗證了燃料池內假燃料的裝填與吊運操作，水下攝影監控系統確認燃料裝載準確，屏蔽上蓋的安裝與密封程序運轉順暢，測試結果表明設備與操作程序均具高可靠性。

整體驗證數據顯示，設施各項運轉參數，包括溫度、壓力及輻射劑量，均滿足設計要求。操作人員對設備的熟練掌握以及各系統的協同運作，確保了所有測試項目的順利完成。核一廠乾式貯存設施具備安全貯存用過核燃料的能力，並為後續運轉提供了重要的技術支持與數據依據。

表 1-1 貯存設施內重要設備清單

項次	設備名稱	特性功能
1	貯存系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 密封鋼筒主要功能為貯存用過核子燃料，並提供密封之環境，防止放射性物質或燃料顆粒外釋。 ● 在貯存期間，密封鋼筒放置在混凝土護箱中，混凝土護箱主要功能為提供輻射屏蔽和自然對流冷卻之環境，亦可為密封鋼筒提供與外界環境實體隔絕之保護。 ● 混凝土護箱外加屏蔽主要功能為降低對環境之輻射強度，核子反應器設施之廠界劑量限值係依據「核能電廠環境輻射劑量設計規範」不得超過 0.5 mSv/y，而 0.05 mSv/y 為本公司為落實輻射防護最適化的 ALARA 輻射劑量原則，於民國 84 年之環評承諾值。
2	排水系統	<p>排水系統主要功能為將貯存場區內之雨水排放至乾華溪，防止貯存場內積水。</p>
3	照明設施	<p>照明設施之照度除符合 CNS 標準外，並符合 10 CFR 73.55(C)(5)照度至少應達 0.2 呎燭之規定，且具備自動點滅功能及防動需求(防空演習或空襲警報時要能人工控制燈火關斷)</p>
4	監視預警系統及消防設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 監視預警及消防系統主要功能為確保貯存設施之安全。 ● 貯存場內設有環境輻射、溫度及保安等監控系統各一套 ● 另圍籬旁設置監視信號接線箱，以收集攝影機、溫度監控信號及環境輻射監控信號等。 ● 以專用纜線連接至一號貯存庫訊號傳送站，利用現有視訊管溝，加配專用纜線至各監控中心。
5	環境輻射監控系統	<p>環境輻射監控系統包含：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 直接輻射監測 <ol style="list-style-type: none"> a.高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式) b.TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次) 2. 空氣放射性濃度(每週取樣分析一次) 3. 廠區內水樣(每週取樣分析一次) 4. 沉積物試樣(土壤)測站(每季取樣分析一次)
6	避雷及接地系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 為放電式避雷針，架於燈桿上(8m)，保護半徑 $R \geq 110$ m 以上。 ● 接地設施於混凝土基座施工時，預埋接地線及預留導電接點。
7	溫度偵測系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 每個 VCC 護箱每個出氣口皆安裝溫度感測器(共 4 個)。 ● 貯存場中間位置之護箱及貯存場外，各安裝 1 個溫度感測器，以測量環境溫度。

2 運貯作業概述

本案主要分安裝/吊運與貯存等二階段，全程作業之流程如圖 2-1 所示，圖 2-2 為安裝/吊運階段主要工作項目示意圖。

2.1 安裝吊運階段

本階段主要作業內容為執行主要設備檢視工作，將空的密封鋼筒吊入傳送護箱內，於安裝環狀間隙進水管及上水封環機構後，將傳送護箱併同密封鋼筒置入用過核子燃料池中，再將用過核子燃料自燃料池貯存格架吊入密封鋼筒內。待完成 56 束用過核子燃料裝填後，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊至 5 樓操作區，依序執行除污、屏蔽上蓋銲接、排水、乾燥、充填氦氣，及結構上蓋銲接等工作。完成銲接密封之密封鋼筒由傳送護箱傳送至混凝土護箱內，使用多軸油壓板車，將混凝土護箱從反應器廠房一樓運送至貯存場定位，最後再加裝外加屏蔽。

2.2 貯存階段

貯存階段係指混凝土護箱運送至貯存場適當之貯存位置，於加裝外加屏蔽後，開始進行長期貯存之作業。

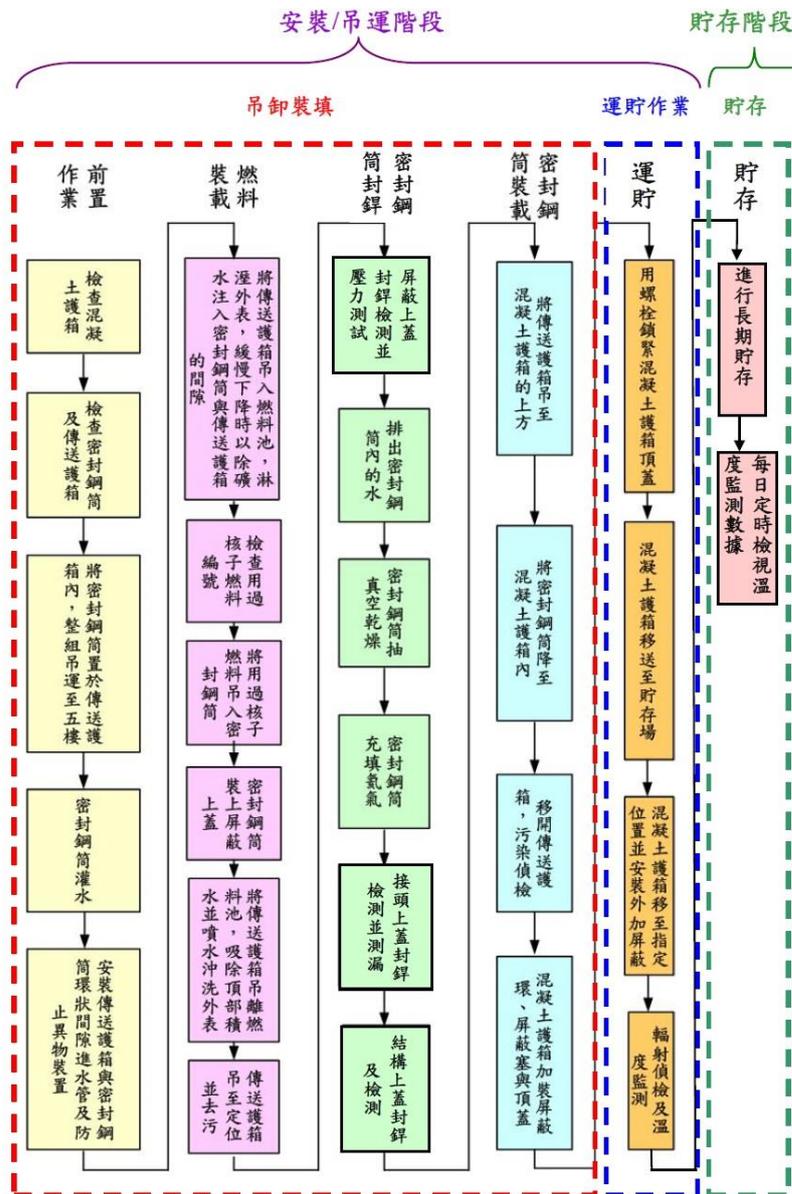
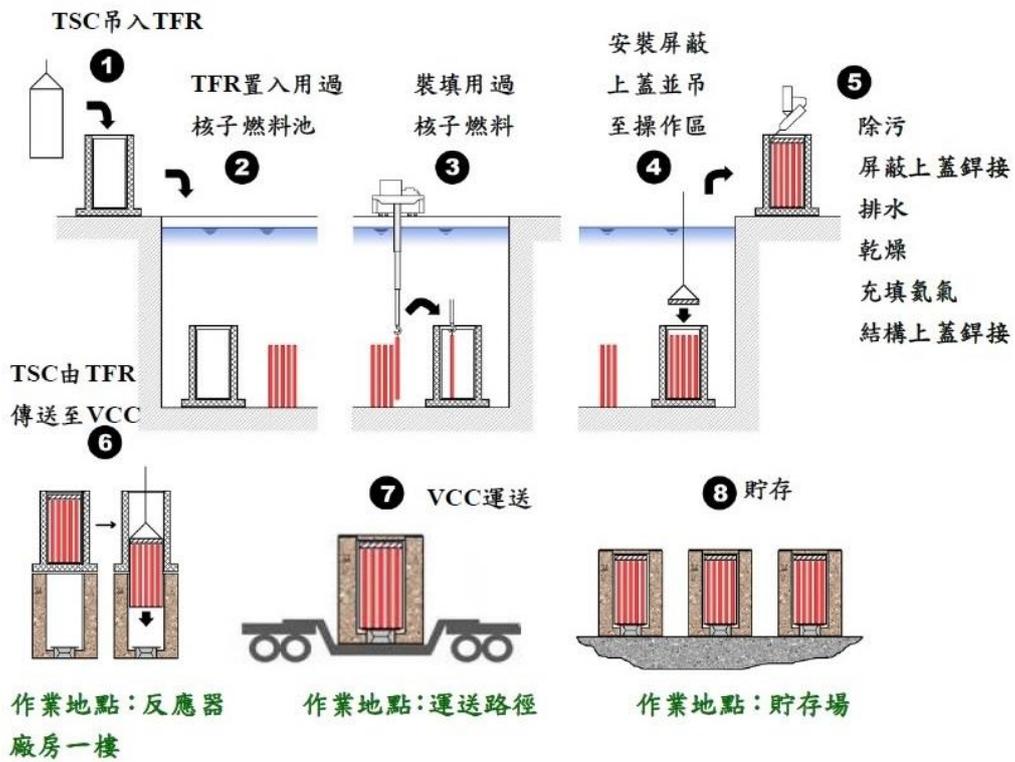


圖 2-1 安裝吊運階段流程圖

- ① 作業地點：反應器廠房一樓及五樓
- ②~⑤ 作業地點：反應器廠房五樓及用過核子燃料池



註：TSC：密封鋼筒
TFR：傳送護箱
VCC：混凝土護箱

圖 2-2 安裝/吊運階段主要工作項目示意圖

2.3 運貯作業之人員資格

運貯作業皆依照實務需求設定對應人員資格與其作業級別，以確保現場作業安全性及符合品質要求，茲依不同作業性質分述如下：

1. 重件吊掛作業：
因涉及重件吊掛高風險作業，作業人員須具備「吊升荷重三公噸以上固定式起重機操作資格」。
2. 非破壞檢測作業(PT、VT、LT)：
現場檢測執行人員必須持有該項非破壞檢測(Level I)或更高級別資格；檢測複查人員則須具備(Level II)或更高資格，藉以確保檢測品質與可靠性。
3. 搬運、運送及定位作業（含移動式起重機、堆高機、升空車等設備操作）：
因作業涉及重型設備移動，相關操作者須具備「移動式起重機操作資格」、「堆高機操作資格」、「升空車操作資格」且協同作業人員須具備「使用起重機機具從事吊掛作業資格」，方可執行此類高風險作業。
4. 銲接作業：
銲接作業人員須具備有效之「電銲資格」，現場另須配置具有「監火員資格」進行動火作業現場督導，嚴格防止火災等意外事故發生。
5. 職業安全衛生管理：
作業現場安全督導人員須持有「甲種勞工安全衛生主管」或「乙級-職業安全衛生管理員」資格，以確保作業環境符合職安衛相關規範及法規。
6. 輻射防護管理：
涉及輻射環境下之作業，必須配置具備「輻射防護人員資格」專業人員，現場監督並確保輻射安全及相關劑量管制。

上述作業資格之人員數量統計詳列如表 2-1 所示(統計至 113 年 12 月 18 日)。

表 2-1 作業資格之人員數量統計表

人員資格名稱	人數
乾式貯存專業人員訓練合格人員	183
職安衛人員資格	18
輻防人員資格	17
VT 非破壞檢測人員資格	7
PT 非破壞檢測人員資格	6
LT 非破壞檢測人員資格	5
吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機	34
移動式起重機	2
使用起重機機具從事吊掛作業人員	10
堆高機操作資格	25
升空車操作資格	26
電銲資格	9
監火員	8

3 熱測試作業驗證

核一廠用過核燃料乾式貯存設施 (ISFSI) 的熱測試作業驗證 (Hot Test) 旨在進行本設施兩組護箱完成用過核子燃料裝載並運送至貯存場進行長期貯存之作業，內容涵蓋全部之運貯作業，依序包含用過核子燃料之吊卸裝填、運搬、及貯存等情境，依作業特性歸類為安裝/吊運(含吊卸裝填及運搬)與貯存等二階段，作業流程如圖 2-1 所示。

熱測試所使用之程序書為核一廠作業程序書「SP100-10 試運轉作業程序書」及其附件一至附件十六，附件內容如下:(程序書使用 113 年 12 月 18 日版本)

附件一、ISFSI-07-SOP-07001-07【現場作業組織架構與行政作業管制程序書】

附件二、ISFSI-07-SOP-07002-08【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】

附件三、ISFSI-07-SOP-07003-06【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書】

附件四、ISFSI-07-SOP-07004-08【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒前置作業程序書】

附件五、ISFSI-07-SOP-07005-06【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】

附件六、ISFSI-07-SOP-07006-12【核一廠乾式貯存系統：傳送護箱前置作業程序書】

附件七、ISFSI-07-SOP-07007-09【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】

附件八、ISFSI-07-SOP-07008-09【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】

附件九、ISFSI-07-SOP-07009-06【核一廠乾式貯存系統：貯存場運作作業程序書】

附件十、ISFSI-07-SOP-07010-06【核一廠乾式貯存系統：異常作業程序書】

附件十一、ISFSI-07-SOP-07011-10【核一廠乾式貯存系統：再取出操作作業程序書】

附件十二、ISFSI-07-SOP-07012-07【核一廠乾式貯存系統：工安作業程序書】

附件十三、ISFSI-07-SOP-07013-12【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】

附件十四、ISFSI-07-SOP-07014-04【核一廠乾式貯存系統：燃料啜吸檢驗作業程序書】

附件十五、ISFSI-07-SOP-07015-04【核一廠乾式貯存系統：非大修期間燃料池內燃料挪移作業程序書】

附件十六、ISFSI-06-REP-11001-05【作業人員輻射曝露合理抑低計畫】

熱測試驗證作業中之傳送護箱，係為整體功能驗證階段所使用之傳送護箱。有關傳送護箱翻轉豎直，以及傳送護箱吊至五樓操作區定位等之能力驗證，已於整體功能驗證階段中執行完畢，且整體功能驗證作業完成之最終狀態為傳送護箱由用過核子燃料池裝載區吊至五樓操作區定位，並完成除污。故熱測試驗證作業將自密封鋼筒組合/阻力測試開始進行至貯存階段為止。至於此二組護箱之傳送護箱翻轉豎直之驗證作業內容及接受標準與整體功能驗證一致，故不再贅述。

3.1 吊卸裝填

3.1.1 設備下水前置準備

3.1.1.1 密封鋼筒翻轉作業及與傳送護箱結合

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒前置作業程序書】之對應內容執行。本項作業包含：(1)將空密封鋼筒裝上自翻轉裝置；(2)對於密封鋼筒的所有孔位進行假燃料拉力測試；(3)將密封鋼筒自二貯庫移往反應器廠房；(4)將傳送護箱自五樓防震架吊至一樓防震架固定；(5)將密封鋼筒於反應器廠房一樓翻轉，並將密封鋼筒吊入傳送護箱中；(6)自翻轉裝置回到二貯庫並卸車；(7)將傳送護箱連同密封鋼筒吊往五樓防震架。

第一組熱測試(TSC-05)：

於 113 年 09 月 26 日將傳送護箱吊運至一樓天井區域，固定於一樓防震架，如圖 3-1 所示。113 年 09 月 24 日，於二貯庫將密封鋼筒吊運至自翻轉裝置直立、安裝工作平台、組合測試，113 年 09 月 25 日完成密封鋼筒所有孔位之假燃料拉力測試，如圖 3-2~圖 3-3 所示。113 年 09 月 26 日將密封鋼筒吊運至外運區停放低板車上並移往一號機反應器廠房，如圖 3-4 所示。先於反應器廠房一樓完成密封鋼筒翻轉且將密封鋼筒吊入傳送護箱中，如圖 3-5 所示。再將自翻轉裝置回到二貯庫吊回原置放位置，如圖 3-6 所示。同時於反應器廠房完成傳送護箱連同密封鋼筒吊往五樓防震架作業，如圖 3-7 所示。

第二組熱測試(TSC-06)：

於 113 年 11 月 20 日將傳送護箱吊運至一樓天井區域，固定於一樓防震架，如圖 3-8 所示。113 年 11 月 18 日，於二貯庫將密封鋼筒吊運至自翻轉裝置直立、安裝工作平台、組合測試，並完成密封鋼筒所有孔位之假燃料拉力測試，如圖 3-9~圖 3-10 所示。113 年 11 月 20 日將密封鋼筒吊運至外運區停放低板車上並移往一號機反應器廠房，如圖 3-11 所示。先於反應器廠房一樓完成密封鋼筒翻轉且將密封鋼筒吊入傳送護箱中，如圖 3-12 所示。再將自翻轉裝置回到二貯庫吊回原置放位置，如圖 3-13 所示。同時於反應器廠房完成傳送護箱連同密封鋼筒吊往五樓防震架作業，如圖 3-14 所示。

3.1.1.2 下水前置作業

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之對應內容執行。本項作業包含：(1)傳送護箱安裝水封環；(2)密封鋼筒上蓋組合測試；(3)安裝環形間隙循環水系統。其中乾貯傳送護箱進出水池係由 skimmer tank 提供空間進行補、排水之調節，由 CST 提供水源，故水位會變動的是 skimmer tank，燃料池水位不太有變化，皆符合燃料池之安全規範。

第一組熱測試(TSC-05)：

113 年 10 月 22 日傳送護箱安裝水封環並進行測試，安裝過程如圖 3-15 所示，並進行密封鋼筒上蓋組合測試及安裝環形間隙循環水系統，如圖 3-16、3-17 所示。執行傳送護箱下水作業，圖 3-18 為傳送護箱吊入燃料池之照片，為了降低池水污染護箱表面的可能性，吊運過程皆以除礦水淋洗其表面並緩慢入水完成護箱水下定位。

第二組熱測試(TSC-06)：

113 年 11 月 22 日傳送護箱安裝水封環並進行測試，安裝過程如圖 3-19 所示，並進行密封鋼筒上蓋組合測試及安裝環形間隙循環水系統，如圖 3-20、3-21 所示。執行傳送護箱下水作業，圖 3-22 為傳送護箱吊入燃料池之照片，為了降低池水污染護箱表面的可能性，吊運過程皆以除礦水淋洗其表面並緩慢入水完成護箱水下定位。

3.1.2 燃料束裝填識別及確認

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之對應內容執行。

第一組熱測試(TSC-05)：

113 年 10 月 23 日 10:55 開始燃料束吊運裝填，燃料裝填過程如圖 3-23 所示。於 113 年 10 月 23 日 23:10 完成 56 個孔位燃料束裝填，將燃料編號及燃料束座底時燃料更換台之高度顯示，記錄在「密封鋼筒用過核子燃料束裝載檢核表」內的對應裝載孔位欄如圖 3-24 所示。並於完成裝載後，由台電公司核一廠核技組人員利用水下攝影機目視檢查燃料編號、裝載燃料高度差距並確認與【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之附件七「密封鋼筒用過核子燃料束裝載檢核表」登錄一致。並於 113 年 10 月 25 日 12:17 由 IAEA 人員完成燃料束確認作業。

第二組熱測試(TSC-06)：

113 年 11 月 25 日 14:10 開始燃料束吊運裝填，燃料裝填過程如圖 3-25 所示。於 113 年 11 月 25 日 21:57 完成 56 個孔位燃料束裝填，將燃料編號及燃料束座底時燃料更換台之高度顯示，記錄在「密封鋼筒用過核子燃料束裝載檢核表」內的對應裝載孔位欄如圖 3-26 所示。並於完成裝載後，由台電公司核一廠核技組人員利用水下攝影機目視檢查燃料編號、裝載燃料高度差距並確認與【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之附件七「密封鋼筒用過核子燃料束裝載檢核表」登錄一致。並於 113 年 11 月 26 日 14:40 由 IAEA 人員完成燃料束確認作業。

3.1.3 安裝屏蔽上蓋

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之對應內容執行。

第一組熱測試(TSC-05)：

安裝前需確認環狀間隙循環水及屏蔽門密封系統管線束位置，避免影響後續安裝作業。吊起屏蔽上蓋，調整吊軌至西北/東南方位，使排水孔旁刻槽記號朝向東北角，調整屏蔽上蓋記號與傳送護箱上記號對齊，使上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵接合。113 年 10 月 25 日下午完成屏蔽上蓋安裝，圖 3-27 為水下安裝屏蔽上蓋。

第二組熱測試(TSC-06)：

安裝前需確認環狀間隙循環水及屏蔽門密封系統管線束位置，避免影響後續安裝作業。吊起屏蔽上蓋，調整吊軌至西北/東南方位，使排水孔旁刻槽記號朝向

東北角，調整屏蔽上蓋記號與傳送護箱上記號對齊，使上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵接合。113 年 11 月 26 日下午完成屏蔽上蓋安裝，圖 3-28 為水下安裝屏蔽上蓋。

3.1.4 由燃料池移出傳送護箱

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】之對應內容執行。

第一組熱測試(TSC-05)：

完成上蓋安裝後傳送護箱出水，設立臨時屏蔽候工區，非必要人員不得靠近護箱，如圖 3-29 所示。傳送護箱出水過程中，輻防人員穿著鉛衣手持長柄工具進行輻射偵檢，如圖 3-30 所示。傳送護箱出水過程中沖洗，其底部亦以水柱清洗，過程如圖 3-31 所示。

LCO3.1.1 密封鋼筒抽真空時間限制：(1) 自密封鋼筒吊出燃料池水面至密封鋼筒開始排水前，時間不得超過 90 小時（熱負載 4 KW）。

密封鋼筒頂部高於燃料池水面時，紀錄 LCO3.1.1 (1) 起始時間：113 年 10 月 25 日 15 點 21 分，每隔 4 小時追蹤紀錄一次。

第二組熱測試(TSC-06)：

完成上蓋安裝後傳送護箱出水，工作人員手持式排水泵將傳送護箱及密封鋼筒頂部積水、及密封鋼筒內部約 260 公升水排入燃料池，如圖 3-32 所示。設立臨時屏蔽候工區，非必要人員不得靠近護箱。傳送護箱出水過程中，輻防人員穿著鉛衣手持長柄工具進行輻射偵檢，如圖 3-33 所示。傳送護箱出水過程中沖洗，其底部亦以水柱清洗，過程如圖 3-34 所示。

密封鋼筒頂部高於燃料池水面時，紀錄 LCO3.1.1 (1) 起始時間：113 年 11 月 26 日 17 點 40 分，每隔 4 小時追蹤紀錄一次。

3.1.5 屏蔽上蓋銲接

依據核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】、【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】之對應內容執行。作業內容為：銲接屏蔽上蓋，同時氫氣偵檢(含非破壞檢測 VT、PT)。作業期間須全程監控氫氣濃度應低於 2.4%。當氫氣濃度低於 1.6% 時，

可將氫氣流率調降為約 5 L/min；若氫氣濃度高於 1.6% (亮黃燈)，則應將氫氣流率加大至 30 L/min。若氫氣濃度超過 2.4% (亮紅燈)，應立即通知國原院現場工程師停止銲接作業，並以 30 L/min 的氫氣持續沖流至少 30 分鐘。確認氫氣濃度降至 2.4% 以下後，方可通知恢復銲接作業。

第一組熱測試(TSC-05)：

銲接屏蔽上蓋採 24 小時輪班作業，屏蔽上蓋銲接前，先以氫氣沖流 30 分鐘，待氫氣監測器讀值穩定低於 1.6%，且確認銲接開始時氫氣濃度為 0%(低於監控氫氣濃度 2.4%)後，方開始進行銲接作業。屏蔽上蓋封銲底部銲道於 113 年 10 月 26 日 10:05 完成，進行 VT 及 PT 檢測，作業人員依規定穿著鉛衣進行非破壞檢測作業，如圖 3-35 所示。屏蔽上蓋表面銲道於 113 年 10 月 26 日 19:38 完成，銲接過程照片如圖 3-36 所示。屏蔽上蓋封銲作業期間全程使用氫氣沖流及氫氣偵檢。

第二組熱測試(TSC-06)：

銲接屏蔽上蓋採 24 小時輪班作業，屏蔽上蓋銲接前，先以氫氣沖流 30 分鐘，待氫氣監測器讀值穩定低於 1.6%，且確認銲接開始時氫氣濃度為 0%(低於監控氫氣濃度 2.4%)後，方開始進行銲接作業。屏蔽上蓋封銲底部銲道於 113 年 11 月 27 日 10:21 完成，進行 VT 及 PT 檢測，作業人員依規定穿著鉛衣進行非破壞檢測作業，如圖 3-37 所示。屏蔽上蓋表面銲道於 113 年 11 月 27 日 17:36 完成，銲接過程照片如圖 3-38 所示。屏蔽上蓋封銲作業期間全程使用氫氣沖流及氫氣偵檢。

3.1.6 氣壓測漏、排水、乾燥、填充氫氣

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】及【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】之對應內容執行。排水真空作業內容為：(1) 壓力測試；(2)排水；(3)真空乾燥；(4)氫氣回填。

第一組熱測試(TSC-05)：

113 年 10 月 27 日 13:21 開始進行壓力測試，測試開始之壓力值為 20.3 psig，10 分鐘後測試停止，測試停止之壓力值為 20.3 psig，通過壓力測試，測試過程如圖 3-39 所示。之後進行排水作業，如圖 3-40 所示。113 年 10 月 29 日 19:13 完成真空乾操作業，乾燥標準為抽真空至 10 torr 以下，維持 10 分鐘筒內壓力不超

過 10 torr，通過乾燥測試，如圖 3-41、3-42 所示，符合標準後再抽至 3 torr 以下準備執行氦氣回填。113 年 10 月 30 日約 00:30 進行氦氣回填作業時依 LCO3.1.3 密封鋼筒氦氣回填壓力：密封鋼筒氦氣回填至壓力 0(+1, -0)psig、並按照程序書執行 2 次氦氣回填。作業過程如圖 3-43 所示，113 年 10 月 30 日 02:42 完成填充氦氣。

LCO3.1.1 (1) 結束時間(密封鋼筒開始排水前)：113 年 10 月 27 日 15:33；總歷時約 48 小時(未超過 90 小時限制)。

LCO3.1.1 密封鋼筒抽真空時間限制：(2) 自密封鋼筒開始排水至完成密封鋼筒抽真空乾燥測試及氦氣回填，時間不得超過 600 小時。氦氣回填完成日期：113 年 10 月 30 日 02:42；總歷時約 61 小時(未超過 600 小時限制)。並開始記錄 LCO3.1.4 作業時間，密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間限制：對已裝填燃料並回填氦氣而留置於傳送護箱內之密封鋼筒，在無冷卻之情況下，應受 600 小時總累積時間限制。

LCO3.1.2 密封鋼筒抽真空乾燥壓力：密封鋼筒抽真空乾燥達壓力不高於 10 mm Hg 後，關閉抽真空幫浦及隔離閥，應維持至少 10 分鐘壓力不高於 10 mm Hg。若作業時周圍溫度低於 18.3°C (65°F)，則抽真空壓力測試標準須保持壓力小於 5 mm-Hg，維持 10 分鐘。LCO3.1.2 作業時間：113 年 10 月 29 日 19:03 至 19:13(初始測試壓力 7.4 mm-Hg、最終壓力 8.3 mm-Hg)。

第二組熱測試(TSC-06)：

113 年 11 月 29 日 06:41 開始進行壓力測試，測試開始之壓力值為 20.3 psig，10 分鐘後測試停止，測試停止之壓力值為 20.3 psig，通過壓力測試，測試過程如圖 3-44 所示，接續進行排水作業。113 年 11 月 29 日 10:40 完成真空乾燥作業，乾燥標準為抽真空至 10 torr 以下，維持 10 分鐘筒內壓力不超過 10 torr，通過乾燥測試，如圖 3-45、3-46 所示，符合標準後再抽至 3 torr 以下準備執行氦氣回填。113 年 11 月 30 日 03:06 進行氦氣回填作業時依 LCO3.1.3 密封鋼筒氦氣回填壓力：密封鋼筒氦氣回填至壓力 0(+1, -0)psig、並按照程序書執行 2 次氦氣回填，作業過程如圖 3-47、3-48 所示，113 年 12 月 01 日 04:37 完成填充氦氣。

LCO3.1.1 (1) 結束時間(密封鋼筒開始排水前)：113 年 11 月 29 日 07:00；總歷時約 62 小時(未超過 90 小時限制)。

氦氣回填完成日期：113 年 12 月 01 日 04:37；LCO3.1.1 (2) 總歷時約 49 小時(未超過 600 小時限制)。並開始記錄 LCO3.1.4 作業時間。

LCO3.1.2 密封鋼筒抽真空乾燥壓力作業時間：113 年 11 月 30 日 01:59 至 02:09(初始測試壓力 6.7 mm-Hg、最終壓力 8.2 mm-Hg)。

3.1.7 孔蓋銲接及氦氣測漏

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書】、【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】之對應內容執行。作業內容為：(1)銲接孔蓋塞(含非破壞檢測 VT、PT)；(2)氦氣洩漏測試。

第一組熱測試(TSC-05)：

排水及排氣孔蓋封銲於 113 年 10 月 30 日完成，底道與表面道完成時皆施以 VT 及 PT 檢測，依程序書以手銲方式銲接完成 2 孔蓋銲道，銲接作業照片如圖 3-49 所示。113 年 11 月 01 日完成氦氣測漏作業，確認其洩漏率量測值不高於 2×10^{-7} std cm³/sec 符合 LCO3.1.5 要求，相關作業如圖 3-50~3-52 所示。

第二組熱測試(TSC-06)：

排水及排氣孔蓋封銲於 113 年 12 月 02 日完成，底道與表面道完成時皆施以 VT 及 PT 檢測，依程序書以手銲方式銲接完成 2 孔蓋銲道，銲接作業照片如圖 3-53 所示。113 年 12 月 03 日完成氦氣測漏作業，確認其洩漏率量測值不高於 2×10^{-7} std cm³/sec 符合 LCO3.1.5 要求，相關作業如圖 3-54~3-56 所示。

3.1.8 結構上蓋銲接及非破壞檢測

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】、【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】之對應內容執行。作業內容為：銲接結構上蓋(含非破壞檢測 VT、PT)。

第一組熱測試(TSC-05)：

113 年 11 月 02 日 13:40 完成結構上蓋底部銲道，銲接過程如圖 3-57 所示。113 年 11 月 02 日 17:45 完成結構上蓋第一個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，進行

VT 及 PT 檢測。之後持續進行銲接，完成結構上蓋第二個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，銲接過程如圖 3-58 所示，在 113 年 11 月 04 日進行 VT 及 PT 檢測。持續進行銲接，完成結構上蓋第三個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，在 113 年 11 月 05 日進行 VT 及 PT 檢測。完成結構上蓋表面銲道，在 113 年 11 月 05 日進行 VT 及 PT 檢測，銲道通過規定之 VT 與 PT 檢查。

第二組熱測試(TSC-06)：

113 年 12 月 05 日 10:30 完成結構上蓋底部銲道。113 年 12 月 05 日 14:47 完成結構上蓋第一個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，進行 VT 及 PT 檢測。之後持續進行銲接，完成結構上蓋第二個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，銲接過程如圖 3-59 所示，在 113 年 12 月 09 日進行 VT 及 PT 檢測。持續進行銲接，完成結構上蓋第三個 3/8 in(0.95 公分)高度銲道，在 113 年 12 月 11 日進行 VT 及 PT 檢測。完成結構上蓋表面銲道，在 113 年 12 月 11 日進行 VT 及 PT 檢測，銲道通過規定之 VT 與 PT 檢查，如圖 3-60~3-62 所示。

3.2 運搬作業

3.2.1 密封鋼筒傳送及混凝土護箱運送

依據【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】之對應內容執行。本項作業包含：(1)混凝土護箱移上多軸油壓板車；(2)使用多軸油壓板車將混凝土護箱移入反應器廠房；(3)於密封鋼筒上安裝六爪吊具起吊環；(4)於傳送護箱上安裝二樓防震架；(5)於混凝土護箱上安裝銜接器，傳送護箱吊置於混凝土護箱上；(6)將吊軌更換為可遙控脫鉤密封鋼筒吊具，吊起密封鋼筒，打開屏蔽門，密封鋼筒傳送入混凝土護箱中；(7)傳送護箱運回五樓；(8)安裝混凝土護箱上蓋，配合 IAEA 人員進行臨時封緘作業；(9)混凝土護箱自反應器廠房運往貯存場上定位。

第一組熱測試(TSC-05、VCC-01)：

113 年 11 月 01 日檢查混凝土護箱以及所有設備，並將多軸油壓板車駛入貯存場定位並準備裝載混凝土護箱。113 年 11 月 02 日載運混凝土護箱之多軸油壓板車進入一號機反應器廠房一樓天井位置，如圖 3-63 所示。113 年 11 月 06 日

於密封鋼筒上安裝傳送用之可遙控脫鈎密封鋼筒吊具起吊環與二樓防震架，圖 3-64 為安裝起吊環之照片。先確認密封鋼筒表面污染限值符合 LCO 3.2.1 再將傳送護箱自 5 樓吊運至天井並座於銜接器上，啟動 2 樓防震架使傳送護箱為穩固狀態如圖 3-65 所示。更換可遙控脫鈎密封鋼筒吊具後，以吊具將密封鋼筒吊起，其底部已離開傳送護箱屏蔽門後，開啟屏蔽門進行傳送如圖 3-66 與圖 3-67 所示。113 年 11 月 07 日傳送作業完成後，收起 2 樓防震架，將傳送護箱吊回 5 樓，如圖 3-68 所示。將混凝土護箱之屏蔽塞與上蓋依序安裝好，如圖 3-69 所示。配合 IAEA 人員進行臨時封緘作業，如圖 3-70 所示。

LCO 3.1.4 密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間限制作業時間：113 年 10 月 30 日 02:42 至 11 月 07 日 12:35；總歷時約 259 小時(未超過 600 小時限制)。

113 年 11 月 09 日完成駕駛員酒測後將多軸油壓板車(載有混凝土護箱與裝載用過燃料之密封鋼筒)駛出一號機反應器廠房，暫停於臨時管制區。起運前進行中子量測及加馬量測，確認符合 LCO3.2.2 混凝土護箱之平均表面劑量率限制。運送車隊編組依序為警車、多軸油壓板車、保健物理組緊急應變車以及消防車，運送路徑上實施交通管制，將混凝土護箱自反應器廠房運往貯存場車道，如圖 3-71 所示。113 年 11 月 11 日將混凝土護箱使用 2 台堆高機串聯曳引移動至貯存場上之指定位置 01，如圖 3-72。

第二組熱測試(TSC-06、VCC-02)：

113 年 12 月 06 日檢查混凝土護箱以及所有設備，並將多軸油壓板車駛入貯存場定位並準備裝載混凝土護箱。113 年 12 月 10 日載運混凝土護箱之多軸油壓板車進入一號機反應器廠房一樓天井位置，如圖 3-73 所示。113 年 12 月 12 日於密封鋼筒上安裝傳送用之可遙控脫鈎密封鋼筒吊具起吊環與二樓防震架，圖 3-74 為安裝起吊環之照片。113 年 12 月 13 日先確認密封鋼筒表面污染限值符合 LCO3.2.1 再將傳送護箱自 5 樓吊運至天井並座於銜接器上，啟動 2 樓防震架使傳送護箱為穩固狀態如圖 3-75 所示。更換可遙控脫鈎密封鋼筒吊具後，以吊具將密封鋼筒吊起，其底部已離開傳送護箱屏蔽門後，開啟屏蔽門進行傳送如圖 3-76 與圖 3-77 所示。傳送作業完成後，收起 2 樓防震架，將傳送護箱吊回 5 樓，如圖 3-78 所示。將混凝土護箱之屏蔽塞與上蓋依序安裝好，如圖 3-79 所示。113 年 12 月 16 日配合 IAEA 人員進行臨時封緘作業，如圖 3-80 所示。

LCO3.1.4 密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間限制作業時間：113 年 12 月 01 日 04:37 至 12 月 13 日 14:30；總歷時約 347 小時(未超過 600 小時限制)。

同日完成駕駛員酒測後將多軸油壓板車(載有混凝土護箱與裝載用過燃料之密封鋼筒)駛出一號機反應器廠房，暫停於臨時管制區。起運前進行中子量測及加馬量測，確認符合 LCO3.2.2 混凝土護箱之平均表面劑量率限制。運送車隊編組依序為警車、多軸油壓板車、保健物理組緊急應變車以及消防車，運送路徑上實施交通管制，將混凝土護箱自反應器廠房運往貯存場車道，如圖 3-81 所示。113 年 12 月 17 日將混凝土護箱使用 2 台堆高機串聯曳引移動至貯存場上之指定位置 02，如圖 3-82。

3.2.2 外加屏蔽安裝

依據【核一廠乾式貯存系統：貯存場運貯作業程序書】之對應內容執行。本項作業包含：(1)外加屏蔽檢查；(2)吊裝外加屏蔽；(3)安裝溫度監測儀器；(4)配合 IAEA 人員執行封緘作業與安裝封緘護套。

第一組熱測試(TSC-05、VCC-01)：

113 年 11 月 13 日完成外加屏蔽檢查且將外加屏蔽安裝於已就貯存場定位之混凝土護箱外側，如圖 3-83，並依照輻防規定進行環境劑量率量測及必要管制，將貯存場列為管制區，工作人員進出必須配戴劑量佩章及污染偵檢。外加屏蔽安裝完成後進行輻射偵檢與配合 IAEA 人員執行封緘作業，如圖 3-84。113 年 11 月 14 日完成封緘護套安裝，113 年 11 月 15 日完成溫度監測儀器安裝，如圖 3-85。作業過程順利，相關作業符合程序書要求。

第二組熱測試(TSC-06、VCC-02)：

113 年 12 月 18 日完成外加屏蔽檢查且將外加屏蔽安裝於已就貯存場定位之混凝土護箱外側，如圖 3-86，並依照輻防規定進行環境劑量量測及必要管制，工作人員進出必須配戴劑量佩章及污染偵檢。外加屏蔽安裝完成後進行輻射偵檢與配合 IAEA 人員執行封緘作業，如圖 3-87。113 年 12 月 19 日完成封緘護套安裝，113 年 12 月 23 日完成溫度監測儀器安裝，如圖 3-88。作業過程順利，相關作業符合程序書要求。

3.3 貯存階段

核一廠乾式貯存設施的貯存階段，核心目的是確保用過核燃料的安全性與穩定性，並減少對外界環境的影響。在此階段，密封鋼筒內的用過核燃料已完成真空乾燥和氬氣回填，並被安置於混凝土護箱中，透過混凝土護箱與外加屏蔽提供輻射屏蔽和自然對流冷卻功能，以保持穩定的儲存環境。

核一廠乾式貯存設施配備的溫度偵測系統可即時偵測貯存模組的出氣口溫度，確保燃料貯存過程的安全性。環境輻射監測系統持續監控設施周邊的輻射劑量，定期提供數據報告，以確保符合法規的安全標準。此外，貯存階段還設有應急系統，包括火災防護、備用電力及自動報警裝置，以應對可能的突發事件。

透過上述措施，為核燃料的安全長期管理提供了可靠保障，同時將對周邊環境的影響降至最低。

3.3.1 環境輻射監控

有關核一廠的例行環境輻射監測項目及其在廠區位置的示意圖如下圖 3-89 所示，包含高壓游離腔及熱發光劑量計監測。另外，在本次乾貯熱測試的貯存階段，從混凝土護箱(VCC)運送至貯存場開始，已同步進行環境輻射監控。

本次熱測試為了解混凝土護箱定點及四周圍籬之劑量率，在混凝土護箱運抵貯存場後至乾貯場作業結束期間，每個工作日均進行輻射監測作業，其中，光子輻射監測使用 RadEye PRD 手持式輻射偵檢器，中子輻射監測則採用 RadEye NL 可攜式中子測量儀，量測位置為如圖 3-90。

根據【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】第 4.11 節「混凝土護箱之運送與貯存」的第 10 點規定：「乾式貯存場四周圍籬或乾華溪旁道路的輻射劑量率限值為 0.005 mSv/h (5 μ Sv/h)。」，本次熱測試量測結果如表 3-4，邊界光子劑量平均值為 0.05 μ Sv/h，遠低於乾式貯存場四周圍籬或乾華溪旁道路的輻射劑量率限值 5 μ Sv/h。

工作人員在乾貯場作業期間(12 月 16 日至 12 月 23 日)，持續對工作區域進行輻射監測，包括定點光子劑量及定點中子劑量。結果顯示，定點光子劑量平均值為 0.06 μ Sv/h，定點中子劑量平均值為 0.01 μ Sv/h。

3.3.2 護箱溫度監控

貯存階段之作業為每日應定時檢視混凝土護箱通氣出口溫度監測數據至少一次，接受標準為符合運轉限制條件 LCO 3.1.6 溫差需小於 36.6 °C (66 °F)。如發現任何異狀，應立即至貯存場，確認各貯存護箱通氣孔道之通暢，並應將巡視後之異常狀況、處置方式及結果記錄。

截至 114 年 3 月 18 日溫度監測數據如下：(溫度單位為°C)

AOS 編號	月份	平均出氣口溫度	環境溫度	AOS 平均出氣口溫度與環境溫度差異	當月溫度最大差異值	備註
1	11	26.19	21.06	5.13	6.88	11/14 安裝完成
1	12	22.97	18.17	4.80	7.73	
1	1	21.66	16.90	4.76	8.20	
1	2	21.08	16.20	4.88	7.73	
1	3	23.84	18.35	5.50	10.40	
2	12	21.77	18.17	3.60	5.33	12/24 安裝完成
2	1	21.51	16.90	4.61	8.63	
2	2	21.04	16.20	4.84	6.98	
2	3	23.88	18.35	5.57	10.55	

註：當月溫度最大差異值係指該月份某日 AOS 平均出氣口溫度與環境溫度溫差最大之值。

3.3.3 核子保防執行情形

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

表 3-2 核物料存量摘要表-機組

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

表 3-3 核物料存量摘要表-室外乾貯場

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

3.4 作業人員劑量紀錄

本次熱測試針對作業人員的光子劑量有兩種量測方式，一種是 EPD 電子劑量計(Electronic Personal Dosimeter)，另一種是熱發光劑量計(thermoluminescent dosimeter, TLD)，簡稱 TLD 人員劑量計。

工作人員於廠內管制區工作期間必須配戴 TLD 人員劑量計，TLD 劑量計將計讀該工作人員整個月的工作劑量，TLD 劑量計的測量結果穩定，不易受瞬間劑量變化影響，適合長期監測累積劑量，但無法即時讀取數據，亦無法區分各個工作項目的劑量數值，且須經由全廠所有輻射工作人員繳回、送件放射試驗室、試驗室逐一計讀完成、報告產出等程序，需要較長的計讀時間，因此需於下個月中旬後才能獲得該工作人員的劑量讀值。

EPD 電子劑量計能即時顯示輻射劑量數據，適合快速反應的需求。因此，工作人員進入管制區時，需額外配戴一枚 EPD 電子劑量計，用於觀察劑量率變化，並可設定單次作業授權劑量，作為個人劑量警報器使用，特別適用於高輻射環境下可確實執行動態監測。然而，基於輻防管制保守性原則，EPD 電子劑量劑於校正時均會參考過往與 TLD 值之比例，藉以調整 EPD 電子劑量劑之靈敏度，確保 EPD 數值高機率略高於 TLD 以求保守性，因此，TLD 劑量計的讀值通常低於 EPD 電子劑量計。

3.4.1 人員地區管制

本次熱測試的「全體人員地區管制」集體劑量結果如下(表 3-5 及表 3-6)：第一筒 EPD 電子劑量計測得 7.094 man-mSv (人-毫西弗)，TLD 劑量計測得 4.54 man-mSv；第二筒 EPD 電子劑量計測得 5.096 man-mSv，TLD 劑量計測得 3.26 man-mSv，兩次熱測試之全體人員集體劑量為 7.8 man-mSv，根據核一廠 113 全年度 TLD 與 EPD 累積劑量比例，TLD 劑量計的讀值與 EPD 電子劑量計的讀值比約為 0.64。全體人員地區管制集體劑量計算範圍涵蓋所有參與乾貯作業及稽查的人員包括台電核後端處、台電核技處、台電核安處核一安全小組、泰興公司監造人員、國原院現場負責人、國原院協力廠商(啟睦、山水)、核一廠及其協力廠商核昇等單位的相關人員之劑量總和。

3.4.2 人員集體劑量

本次熱測試的「工作人員」集體劑量結果如下（表 3-7 及表 3-8）：第一筒 EPD 電子劑量計測得 3.26 man-mSv（人-毫西弗），TLD 劑量計測得 2.09 man-mSv；第二筒 EPD 電子劑量計測得 2.93 man-mSv，TLD 劑量計測得 1.88 man-mSv，兩次熱測試之全體人員集體劑量為 3.97 man-mSv。工作人員集體劑量旨在統計長時間實際參與作業人員的集體劑量，確保試運轉報告與安全分析報告的比較範圍一致。僅統計長時間實際作業人員的數據，使每一筒的集體劑量趨勢能在相同基準下進行比較。

關於工作人員集體劑量「工時」的計算，安全分析報告僅計算該項工作的實際作業時間，不包括準備作業的時間，而依據輻射防護標準的保守原則，應將前後準備作業的時間一併記錄，因為工作人員一旦進入輻射區域，便開始接受該區域的背景輻射。因此，本試運轉報告採用 EPD 電子劑量計刷卡紀錄作為依據，記錄該項作業同仁的最早刷卡時間及最晚刷卡時間，並將工作人員的前後換裝、場地整備、等待 IAEA 檢查燃料...等所有工時一併納入計算，統計範圍僅限於國原院員工、國原院廠內協力廠商（啟睦）及廠外協力廠商（山水）。

以下將說明 TLD 的計讀結果（表 3-7 及表 3-8），整體工時第二筒低於第一筒的工作時數，因為經過第一筒的經驗回饋及各項工作人員的經驗值累積，使第二筒的運作更順暢、各項作業的操作更熟練，從而顯著縮短工作時數，這也是輻射防護最適化原則的具體應用。此外，兩筒的數據均顯示，「洩放、乾燥與回填」是所有作業中耗時最長的部分，該項工作的集體劑量也是最高的，後續工作人員於筒身周圍執行 VDS 管線安裝、真空乾燥、排水、氬氣回填作業時，應遵守 ALARA (As Low As Reasonably Achievable, 合理抑低)原則，盡量增加與筒身的工作距離，並熟稔操作程序、迅速完成作業，以降低輻射曝露風險。

從平均劑量率的角度分析，「密封鋼筒傳送至混凝土護箱」作業的平均劑量率是所有工作項目中較高的，推測可能是由於工作人員在混凝土護箱上方作業時，曝露於較高的輻射劑量所致。因此，後續在執行「密封鋼筒傳送至混凝土護箱」作業時，適當加快作業速度，以降低人員劑量曝露的風險。整體而言，工作人員對乾貯作業的熟練度是顯著降低作業時間和集體劑量的關鍵因素，相比第一筒與

第二筒的主要輻射環境作業工作時數減少了約 37%，而工作人員集體劑量則下降了約 10%。

3.4.3 劑量評估與防護建議

根據熱測試兩組護箱的集體劑量計算結果可以得知，「洩放、乾燥與回填」是所有作業中集體劑量最高的工項，因此作業期間有針對傳送護箱 (TFR) 筒身排水前及排水後的劑量率進行比較（如表 3-9 所示），表 3-9 的量測位置如圖 3-91 所示。結果顯示，排水後光子劑量仍為主要貢獻來源，且整體變化不大，僅 TFR 頂部的劑量率上升約 4 倍（由 23.18 上升至 98.15 $\mu\text{Sv/h}$ ），而筒身中、下側面的劑量率則無明顯變化。雖然中子劑量在總體劑量中佔比不高，但排水後中子劑量率卻出現大幅上升的現象，頂部及上、中、下側面的中子劑量率約增加 70 至 90 倍（由 $<0.1\sim 0.2$ 上升至 13~17 $\mu\text{Sv/h}$ ），尤其是筒身下側面，其排水後的中子劑量率是四個位置中最高的；排水後中子劑量率增加的主要原因是少了水的屏蔽，快中子無法被水本身的氫元素緩速，亦即無法有效發生彈性碰撞，而導致中子劑量率顯著增加，且筒身下側面有自然空氣對流散熱的進氣口，會有輻射從該處滲流出來，因此劑量率較筒身上、中側面高。

值得注意的是，排水後工作人員需要在筒身下側面進行長時間作業，為降低輻射曝露風險，相關人員應盡量拉長與筒身的工作距離，非必要人員應減少在筒身下側面逗留的時間。此外，因後續還需執行 20 餘筒的運貯作業，且執行作業人員可能為同一批工作人員，因此必須特別關注工作人員的累積劑量，依據「游離輻射防護安全標準」第 7 條有關輻射工作人員職業曝露劑量限度之規定，即每連續 5 年週期(目前的週期為 112 至 116 年)之有效劑量不得超過 100 毫西弗，且任何單一年內之有效劑量不得超過 50 毫西弗。

為了更精確掌握反應器廠房 5 樓工作區域的劑量分布，作業期間亦對排水前後的中子劑量進行監測與比較。圖 3-92 顯示核一廠一號機五樓工作區域中子偵測的位置分布，監測結果如表 3-10 所示。排水前中子劑量率皆為 0 $\mu\text{Sv/h}$ ，排水後的平均中子劑量率上升至 0.69 $\mu\text{Sv/h}$ 。其中，位置 6 是進行真空乾燥、排水及氫氣回填作業時工作人員的主要活動位置，也是所有測量點中劑量最高的區域，中子劑量率達到約 1.75 $\mu\text{Sv/h}$ 。工作人員在筒身周圍作業時，應增加與筒身的距離，並減少非必要人員在筒身下側面逗留的時間，以降低輻射曝露的風險。

3.5 熱測試作業結果

說明各項功能驗證測試經過與結果。經驗證，兩組（TSC-05 與 TSC-06）作業皆順利完成試運轉計畫書所要求的各項驗證標準，詳細測試結果（人力工時）如下：

3.5.1 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

依試運轉計畫書原規劃本項目之作業時間為 4 小時，全程使用人力為 6 人，故規劃使用總人時為 24 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業依據統計結果於作業區域內靠近池邊之使用總人時分別為第一組作業時間為 2 小時，使用人力為 10 人，總人時為 20 小時。第二組作業時間為 2.5 小時，使用人力為 10 人，總人時為 25 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：傳送護箱併同密封鋼筒吊運至燃料池護箱裝載區定位。本項作業屬重件吊運，執行過程需依現場空間條件與池邊設備配置進行即時引導，故需較多人力協同操作。10 月 22 日及 11 月 22 日順利將傳送護箱與密封鋼筒吊運進入燃料池護箱裝載區定位，執行內容符合計畫書標準。

3.5.2 燃料束裝填與確認

依試運轉計畫書原規劃本項目之作業時間為 28 小時，全程使用人力為 5 人，故規劃使用總人時為 140 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業包含燃料束裝填及前置準備作業與燃料束確認作業，依據統計結果於作業區域內靠近池邊之使用總人時分別為第一組時間為 23 小時，使用人力為 6 人，總人時為 138 小時。第二組作業時間為 12 小時，使用人力為 6 人，總人時為 72 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：燃料束裝填於密封鋼筒內指定之位置。本項作業在不考慮個別燃料吊運特殊困難狀況與 IAEA 可能之特別要求，原規劃概略估計裝載一束用過核子燃料束約需 30 分鐘，時間長短取決於燃料置放位置與鋼筒之距離，故於前置作業已先將前兩組需裝載之燃料束吊至方便抓取之位置，使得作業流程順暢。10 月 23 日及 11 月 25 日順利將燃料池中之燃料束吊入密封鋼筒中指定位置。本項實際使用時數較規劃少，執行內容符合計畫書標準。

3.5.3 屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作

依試運轉計畫書原規劃本項目之作業時間為屏蔽上蓋安裝 4 小時，水下傳送護箱吊運 4 小時，全程使用人力為 6~8 人，故規劃使用總人時為 56 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業依據統計結果於作業區域內靠近池邊之使用總人時分別為第一組時間為 8 人×1 小時+6 人×6 小時總人時為 44 小時。第二組作業時間為 8 人×1 小時+6 人×4 小時，總人時為 32 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：屏蔽上蓋水平安裝於密封鋼筒上；且傳送護箱含密封鋼筒順利吊至五樓操作區。實際作業過程中未發生定位偏移、吊掛調整等需耗費額外時間的人工作業，現場作業執行依計畫流暢進行，使實際所需人時低於保守預估值，10 月 25 日及 11 月 26 日完成屏蔽上蓋水平安裝並將傳送護箱及密封鋼筒吊入 5 樓防震架中，執行內容符合計畫書標準。

3.5.4 銲接/非破壞檢測

依試運轉計畫書原規劃整體封銲/NDE (屏蔽上蓋、封口蓋與結構上蓋)的作業時間為 40 小時，全程使用人力 3~5 人，故規劃使用總人時為 188 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業係依據現場電子刷卡紀錄，顯示在屏蔽上蓋、封口蓋以及結構上蓋執行銲接與 NDE 作業期間進入平台作業區之使用總人時，第一組屏蔽上蓋、封口蓋以及結構上蓋執行銲接與 NDE 作業時間為分別 16 小時、6 小時及 36 小時，使用人力為 5 人、3 人及 4 人，總人時為 266 小時。第二組屏蔽上蓋、封口蓋以及結構上蓋執行銲接與 NDE 作業時間分別為 13 小時、7 小時及 40 小時，使用人力為 5 人、3 人及 4 人，總人時為 264 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：屏蔽上蓋、封口蓋以及結構上蓋銲接完成後，須執行非破壞檢測，其執行內容、檢測標準需依據【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】以及【核一廠乾式貯存設施：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】之要求。此兩組於銲接相關作業時間較原規劃時程耗時，銲接 TSC 過程中因銲接應力造成銲接間隙變大，導致自動銲接機預設為連續作業轉變成多段式間歇運作，此為時間耗時之主因。11 月 05 日及 12 月 11 日完成屏蔽上蓋、

封口蓋以及結構上蓋執行銲接與 NDE 作業，所有銲道 PT 與 VT 檢查結果，第一組共計接受 12 次目視檢查，與 10 次液滲檢驗。第二組共計接受 13 次目視檢查，與 11 次液滲檢驗。銲接/非破壞性檢測結果合格，執行內容符合計畫書標準。

3.5.5 壓力測試、排水/真空乾燥及氦氣回填

壓力測試，依試運轉計畫書原規劃作業時間為 4 小時，全程使用人力 3 人，故規劃使用總人時為 12 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業依據現場所紀錄在壓力測試作業期間之總人時分別為第一組作業時間 2 小時，使用人力 3 人，總計為 6 人時；第二組作業時間 1 小時，使用人力 3 人，總計為 3 人時。本項目依計畫書之接受標準為：「密封鋼筒以氦氣加壓至 35 psia 並隔離加壓氣源後，於 10 分鐘內壓力無變化」。第一組於 10 月 27 日 13:21 開始執行氣壓測試，以氦氣經由排氣孔對密封鋼筒加壓達 35 psia (20.3 psig)，至 10 月 27 日 13:31 筒內壓力仍維持 20.3 psig，氣壓測試完成；第二組於 11 月 29 日 06:41 開始執行氣壓測試，以氦氣經由排氣孔對密封鋼筒加壓達 35 psia (20.3 psig)，至 11 月 29 日 06:51 筒內壓力仍維持 20.3 psig，氣壓測試完成，執行內容符合計畫書標準。

排水/真空乾燥測試，依試運轉計畫書原規劃作業時間為 24 小時，使用人力 4 人，故規劃使用總人時為 96 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業依據現場所紀錄在排水/真空乾燥測試作業期間進入平台作業區之使用總人時，第一組作業時間為 47 小時，使用人力為 4 人，總人時為 188 小時；第二組作業時間為 19 小時，使用人力為 4 人，總人時為 76 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：「須符合運轉限制條件 LCO 3.1.2 「密封鋼筒抽真空乾燥壓力」之要求，另抽真空至壓力小於 10 mm-Hg (torr) 時，關閉抽真空幫浦及隔離閥，應維持至少 10 分鐘壓力不高於 10 mm-Hg。若作業時周圍溫度低於 18.3 °C (65 °F)，則抽真空壓力測試標準須保持壓力小於 5 mm-Hg，維持 10 分鐘」。本項作業時兩組周圍環境溫度分別為 27.5 °C 及 21.7 °C，並於 LCO 之時限規定內完成真空乾燥測試，第一組於 10 月 27 日 19:45 開始抽真空，至 10 月 29 日 19:03 時鋼筒內壓力達 7.4 torr，開始真空乾燥測試，至 10 月 29 日 19:13

鋼筒內壓力為 8.3 torr，符合 10 分鐘內壓力低於 10 torr 以下標準，完成真空乾燥測試；第二組於 11 月 29 日 10:40 開始抽真空，至 11 月 30 日 01:59 鋼筒內壓力達 6.7 torr，開始真空乾燥測試，至 11 月 30 日 02:09 時鋼筒內壓力為 8.2 torr，符合 10 分鐘內壓力低於 10 torr 以下標準，完成真空乾燥測試。本項作業執行內容符合計畫書標準。排水/真空乾燥測試原預設為 24 小時內執行完畢，但經實際作業與原廠經驗顯示，該段作業時間應設定為 72 小時，避免後面排程大幅度異動。

氮氣回填，依試運轉計畫書原規劃作業時間為 12 小時，使用人力 4 人，故規劃使用總人時為 48 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業依據現場所紀錄在氮氣回填測試作業期間進入平台作業區之使用總人時，第一組作業時間為 2 小時，使用人力為 4 人，總人時為 8 小時；第二組作業時間為 20 小時，使用人力為 4 人，總人時為 80 小時。

本項目依計畫書之接受標準為：須符合運轉限制條件 LCO 3.1.3 「密封鋼筒之氮氣回填壓力應為 0(+1, -0)psig」之要求。需達成：「抽真空至壓力小於 3 mm-Hg 後，充填純度 99.9% 氮氣，且測試用密封鋼筒須保持壓力 0(+1, -0)psig；重複抽真空至壓力小於 3 mm-Hg 及填充氮氣一次」。第一組於 10 月 30 日 00:30 依據程序書執行抽真空與氮氣填充作業，過程中完成一次重複操作，於 02:39 測得最終壓力為 0.5 psig；第二組於 11 月 30 日 03:06 開始進行相同作業，並於 12 月 1 日 04:37 完成，最終壓力亦為 0.5 psig。執行內容符合計畫書標準。第二組氮氣回填時發現部分持壓數值未達，故反覆執行氮氣回填與真空乾燥數值確認耗費較長時間，以確保所有數據符合計畫書要求標準且無違反 LCO 3.1.3 限值規定，整體作業時間，符合運轉限制條件 LCO 3.1.4 「密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間限制」密封鋼筒總熱負載低於 7 kW，僅受限於 600 小時總累積時間限制之要求。

3.5.6 密封鋼筒傳送至混凝土護箱

依試運轉計畫書原規劃本項目作業時間為 8 小時，使用人力為 10 人，故規劃使用總人時為 80 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業使用總人

時分別為第一組作業時間為 14 小時，使用人力為 10 人，總人時為 140 小時。第二組作業時間為 15 小時，使用人力為 10 人，總人時為 150 小時。

本項目依計畫書之接受標準為:完成密封鋼筒傳送至混凝土護箱。第一、二組分別於 11 月 7 日及 12 月 13 日完成傳送作業，執行內容符合計畫書標準。重件吊掛作業為高風險作業，設備前置確認與吊索具確認皆於當日使用前重新檢查，並且全程固定式起重機以慢車運行，故花費較長時間完成此項作業。

3.5.7 外加屏蔽安裝

依試運轉計畫書原規劃本項目作業時間為 6 小時，使用人力為 8 人，故規劃使用總人時為 48 人時。本次熱測試作業分別以 TSC-05 與 TSC-06 兩組執行。以 TSC-05 為首次進行熱測試，TSC-06 作業為第二次執行。本項驗證作業使用總人時分別為第一組作業時間為 8 小時，使用人力為 8 人，總人時為 64 小時。第二組作業時間為 8 小時，使用人力為 8 人，總人時為 64 小時。

本項目依計畫書之接受標準為:外加屏蔽套裝於混凝土護箱外，並無任何干涉之情況。第一、二組分別於 11 月 13 日及 12 月 18 日完成套裝，且無發生干涉情形，執行內容符合計畫書標準。因作業期間須配合 IAEA 人員執行封緘程序，須暫停部分作業進度以待完成查驗，造成額外等待時間，本項實際使用時數略高於計畫預估。

3.6 熱測試作業經驗回饋

3.6.1 多軸油壓板車維修經驗回饋

(1) 故障發生經過

113 年 11 月 7 日，執行混凝土護箱運送作業時，進行設備啟動前檢查。發生多軸油壓板車於引擎啟動作業階段無法正常啟動。現場立即進行初步檢查，仍無法排除啟動障礙。由原廠技師於現場檢修後確認為引擎控制單元(ECU)損壞，需進行更換。經緊急調度備援 ECU，於 113 年 11 月 9 日上午 09:10 進行更換，09:25 完成 ECU 替換作業，設備恢復正常運轉。

(2) 原因分析

經設備檢視，確認為 ECU 硬體元件內部故障。原廠表示過往未曾發生類似之 ECU 故障事件，故未設定特定保養要求。

(3) 改善措施

已緊急採購備用 ECU 並進行庫存備援，將持續執行多軸油壓板車之定期開機測試與維護保養，以防範類似情況再度發生。

3.6.2 管線洩漏測試經驗回饋

(1) 故障發生經過

113 年 11 月 27 日 22:15 開始管路抽真空測試，數次測試未達預期真空度。期間更換真空油，並同步實施管路 O-ring 更換及環境溫度調節等措施。

經設備檢視發現真空泵排氣閥斷裂，導致設備效能不足。緊急更換備援真空泵，於 113 年 11 月 29 日 05:45 完成測試，成功達到 0.01 torr 以下並穩定 10 分鐘通過管路洩漏測試。

(2) 原因分析

真空泵排氣閥部件斷裂，造成真空泵性能下降。且管路可能殘留水氣，環境溫度降低導致水汽凝結，影響抽氣效率。

(3) 改善措施

備援真空泵設備，並依維護保養程序書執行維護。提前管路系統乾燥確認措施，並加強作業環境之溫度控制，避免低溫造成水汽凝結，確保真空測試之效率。



圖 3-1 TFR 固定於一樓防震架(TSC-05)



圖 3-2 TSC 立直與工作平台安裝(TSC-05)



圖 3-3 假燃料阻力測試(TSC-05)



圖 3-4 TSC 運送進反應器廠房(TSC-05)



圖 3-5 TSC 於反應器廠房一樓翻轉(TSC-05)



圖 3-6 自翻轉裝置吊回原位(TSC-05)



圖 3-7 TFR 吊回五樓防震架(TSC-05)



圖 3-8 TFR 固定於一樓防震架(TSC-06)



圖 3-9 自翻轉裝置立直(TSC-06)



圖 3-10 組合測試(TSC-06)



圖 3-11 TSC 運往反應器廠房(TSC-06)



圖 3-12 TSC 於反應器廠房翻轉(TSC-06)



圖 3-13 自翻轉裝置吊運(TSC-06)



圖 3-14 TFR 吊回五樓防震架 (TSC-06)



圖 3-15 TFR 安裝水封環(TSC-05)



圖 3-16 TSC 上蓋組合測試(TSC-05)



圖 3-17 安裝環形間隙循環水系統(TSC-05)



圖 3-18 TFR 吊入燃料池(TSC-05)



圖 3-25 燃料束裝填(TSC-06)

程序編號：SP-140-13 版次：03
 燃料裝填計畫
 燃料裝填孔位及編號

燃料裝填孔位及編號

燃料裝填孔位及編號

燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號	燃料裝填孔位及編號
L1001	L1002	L1003	L1004	L1005	L1006	L1007	L1008	L1009	L1010
P1.01	P1.02	P1.03	P1.04	P1.05	P1.06	P1.07	P1.08	P1.09	P1.10
L1011	L1012	L1013	L1014	L1015	L1016	L1017	L1018	L1019	L1020
P1.11	P1.12	P1.13	P1.14	P1.15	P1.16	P1.17	P1.18	P1.19	P1.20
L1021	L1022	L1023	L1024	L1025	L1026	L1027	L1028	L1029	L1030
P1.21	P1.22	P1.23	P1.24	P1.25	P1.26	P1.27	P1.28	P1.29	P1.30
L1031	L1032	L1033	L1034	L1035	L1036	L1037	L1038	L1039	L1040
P1.31	P1.32	P1.33	P1.34	P1.35	P1.36	P1.37	P1.38	P1.39	P1.40
L1041	L1042	L1043	L1044	L1045	L1046	L1047	L1048	L1049	L1050
P1.41	P1.42	P1.43	P1.44	P1.45	P1.46	P1.47	P1.48	P1.49	P1.50
L1051	L1052	L1053	L1054	L1055	L1056	L1057	L1058	L1059	L1060
P1.51	P1.52	P1.53	P1.54	P1.55	P1.56	P1.57	P1.58	P1.59	P1.60
L1061	L1062	L1063	L1064	L1065	L1066	L1067	L1068	L1069	L1070
P1.61	P1.62	P1.63	P1.64	P1.65	P1.66	P1.67	P1.68	P1.69	P1.70
L1071	L1072	L1073	L1074	L1075	L1076	L1077	L1078	L1079	L1080
P1.71	P1.72	P1.73	P1.74	P1.75	P1.76	P1.77	P1.78	P1.79	P1.80
L1081	L1082	L1083	L1084	L1085	L1086	L1087	L1088	L1089	L1090
P1.81	P1.82	P1.83	P1.84	P1.85	P1.86	P1.87	P1.88	P1.89	P1.90
L1091	L1092	L1093	L1094	L1095	L1096	L1097	L1098	L1099	L1100
P1.91	P1.92	P1.93	P1.94	P1.95	P1.96	P1.97	P1.98	P1.99	P2.00

圖 3-26 燃料裝填孔位(TSC-06)

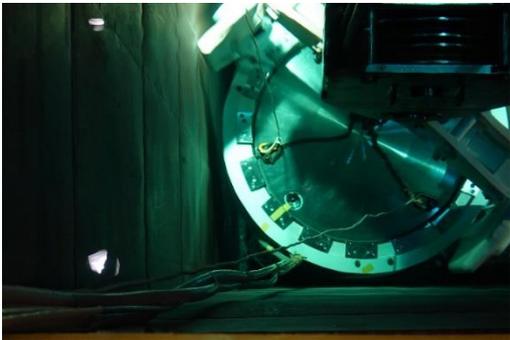


圖 3-27 安裝屏蔽上蓋(TSC-05)

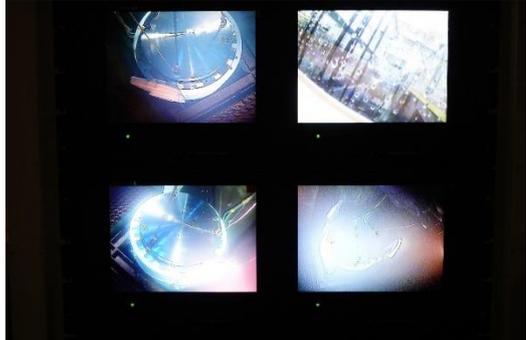


圖 3-28 安裝屏蔽上蓋(TSC-06)



圖 3-29 TFR 出水時人員遠離護箱(TSC-05)



圖 3-30 出水過程輻防人員偵檢(TSC-05)



圖 3-31 TFR 底部清洗(TSC-05)



圖 3-32 使用手持式排水泵進行排水(TSC-06)



圖 3-33 出水過程輻防人員偵檢(TSC-06)



圖 3-34 TFR 底部清洗(TSC-06)

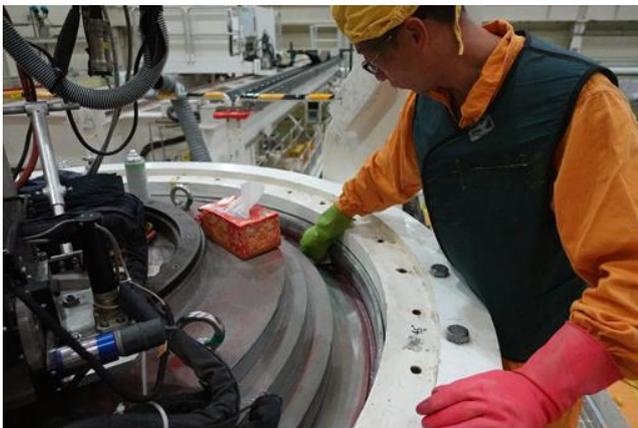


圖 3-35 屏蔽上蓋銲接非破壞檢測(TSC-05)



圖 3-36 屏蔽上蓋銲接過程調整作業(TSC-05)

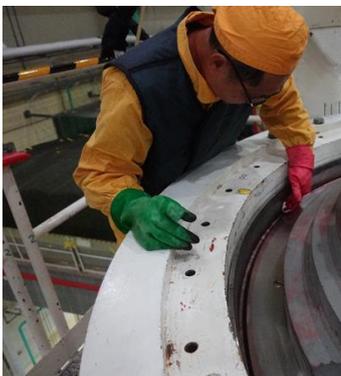


圖 3-37 屏蔽上蓋銲接非破壞檢測(TSC-06)



圖 3-38 屏蔽上蓋銲接過程調整作業(TSC-06)

6.7.9 確定 test gauge 壓力值穩定後記錄下列事項：
 壓力錶 test gauge 序號：430 校驗有效日期：2025-03-01
 測試開始時 test gauge 壓力：20.3 psig
 測試開始時間：15:11
 執行者：劉子誠 複查者：陳祥傑
 注意：解壓閥 PRV 若動作開啟，暫停測試。

6.7.10 保持測試壓力 10 分鐘。(若無法通過測試並排除測試管路洩漏之可能後，則應用氣體測漏儀之噴頭模式對經測測漏。待洩漏問題改善後，重新執行氣體測漏程序，直至滿足“保持測試壓力 10 分鐘”之要求為止。)

6.7.10.1 若密封鋼筒壓力(test gauge 讀數)上升至接近解壓閥 PRV 之設定點 25 psig(39.7 psia)時，則依 6.7.10.2 步驟釋壓。(否則於右側簽名欄填入「不適用」)不適用 陳祥傑

執行者：_____ 複查者：_____



程序號碼：SP-100-10 版次：03
 ISFSI 專業計畫 ISFSI-07-SOP-07008-08-110 頁

6.7.10.2 若有需要釋壓，先通知輔助人員；緩慢打開 BV-PA(d)，將密封鋼筒壓力略為下降。(否則於右側簽名欄填入「不適用」)不適用 陳祥傑

執行者：_____ 複查者：_____

6.7.11 記錄下列事項：
 測試停止時 test gauge 壓力：20.3 psig
 測試停止時間：15:11
 執行者：劉子誠 複查者：陳祥傑

圖 3-39 壓力測試(TSC-05)

圖 3-40 排水作業(TSC-05)



圖 3-41 真空乾操作業(1)(TSC-05)



圖 3-42 真空乾操作業(2)(TSC-05)



圖 3-43 氦氣回填作業(TSC-05)

6.7.9 確定 test gauge 壓力值穩定後記錄下列事項：
 壓力錶 test gauge 序號：4902 校驗有效日期：2025-03-01
 測試開始時 test gauge 壓力：20.3 psig
 測試開始時間：08:41
 執行者：黃國利 複查者：張志清
 注意：解壓閥 PRV 若動作開啟，暫停測試。

6.7.10 保持測試壓力 10 分鐘。(若無法通過測試並排除測試管路洩漏之可能後，則應用氣體測漏儀之噴頭模式對經測測漏。待洩漏問題改善後，重新執行氣體測漏程序，直至滿足“保持測試壓力 10 分鐘”之要求為止。)

6.7.10.1 若密封鋼筒壓力(test gauge 讀數)上升至接近解壓閥 PRV 之設定點 25 psig(39.7 psia)時，則依 6.7.10.2 步驟釋壓。(否則於右側簽名欄填入「不適用」)不適用

執行者：NA 複查者：NA

程序號碼：SP-100-10 版次：03
 ISFSI 專業計畫 ISFSI-07-SOP-07008-08-110 頁

6.7.10.2 若有需要釋壓，先通知輔助人員；緩慢打開 BV-PA(d)，將密封鋼筒壓力略為下降。(否則於右側簽名欄填入「不適用」)不適用

執行者：NA 複查者：NA

6.7.11 記錄下列事項：
 測試停止時 test gauge 壓力：20.3 psig
 測試停止時間：08:51
 執行者：黃國利 複查者：張志清

圖 3-44 壓力測試(TSC-06)



圖 3-45 真空乾操作業(1) (TSC-06)



圖 3-46 真空乾操作業(2) (TSC-06)



圖 3-47 氮氣回填作業(1) (TSC-06)



圖 3-48 氮氣回填作業(2) (TSC-06)



圖 3-49 排水及排氣孔蓋銲接(TSC-05)

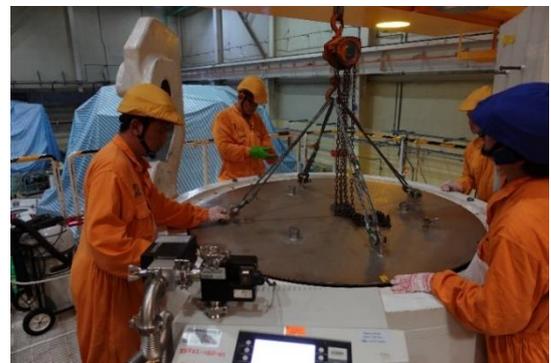


圖 3-50 氮氣測漏作業(1) (TSC-05)



圖 3-51 氮氣測漏作業(2) (TSC-05)



圖 3-52 氮氣測漏作業(3) (TSC-05)



圖 3-53 排水及排氣孔蓋銲接(TSC-06)



圖 3-54 氦氣測漏作業(1) (TSC-06)



圖 3-55 氦氣測漏作業(2) (TSC-06)



圖 3-56 氦氣測漏作業(3) (TSC-06)



圖 3-57 結構上蓋表面銲道銲接(TSC-05)



圖 3-58 結構上蓋銲接執行銲機調整(TSC-05)



圖 3-59 結構上蓋銲接(TSC-06)

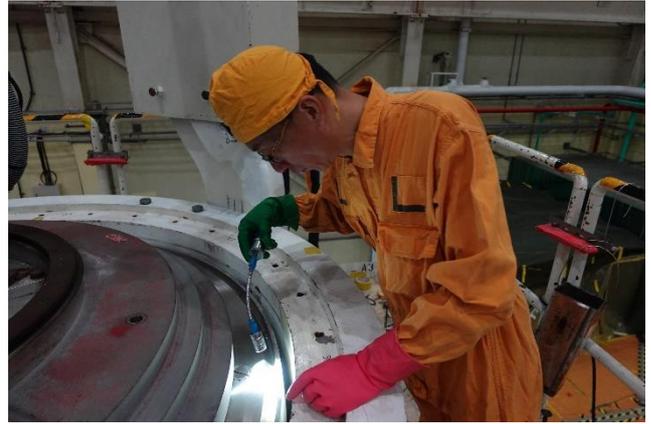


圖 3-60 結構上蓋非破壞檢測(1) (TSC-06)

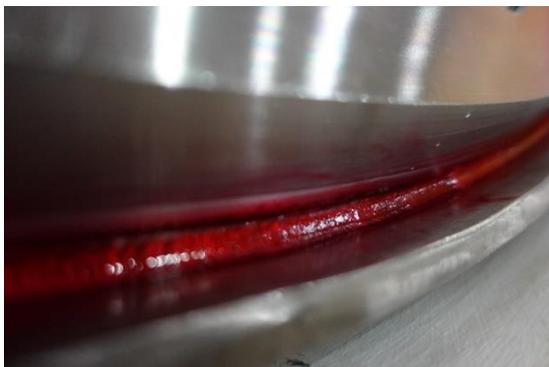


圖 3-61 結構上蓋非破壞檢測(2) (TSC-06)



圖 3-62 結構上蓋非破壞檢測(3) (TSC-06)



圖 3-63 VCC-01 運入反應器廠房(TSC-05)



圖 3-64 白色起吊環安裝(TSC-05)



圖 3-65 TFR 吊運至傳送銜接器上固定(TSC-05)



圖 3-66 TSC 吊起(TSC-05)

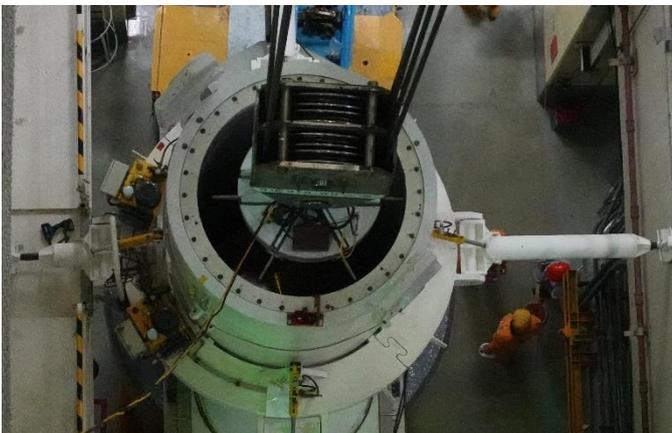


圖 3-67 開啟屏蔽門進行傳送作業(TSC-05)



圖 3-68 TFR 吊回 5 樓(TSC-05)



圖 3-69 VCC-01 頂蓋安裝(TSC-05)

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

圖 3-70 執行封緘作業(TSC-05)



圖 3-71 VCC-01 運送(TSC-05)



圖 3-72 VCC-01 運至貯存場指定位置 (TSC-05)



圖 3-73 VCC-02 於天井定位(TSC-06)

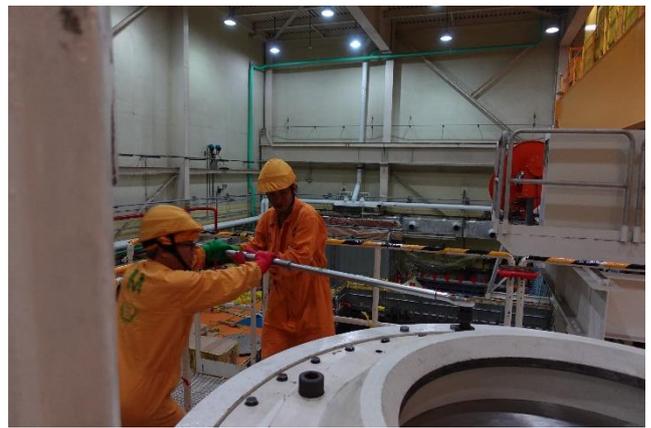


圖 3-74 白色起吊環安裝(TSC-06)

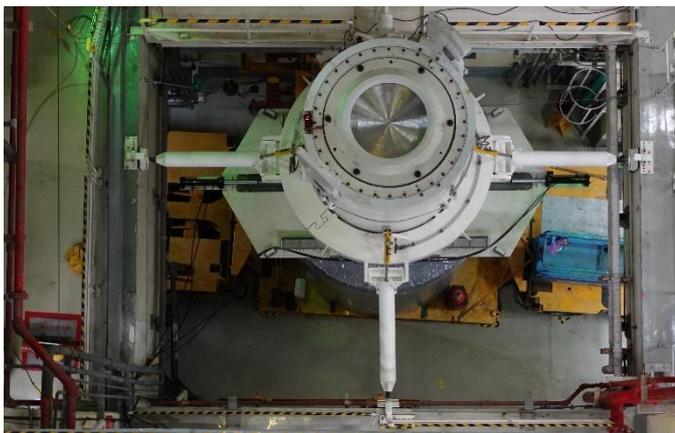


圖 3-75 TFR 吊運至傳送銜接器上固定(TSC-06)



圖 3-76 TSC 吊起(TSC-06)

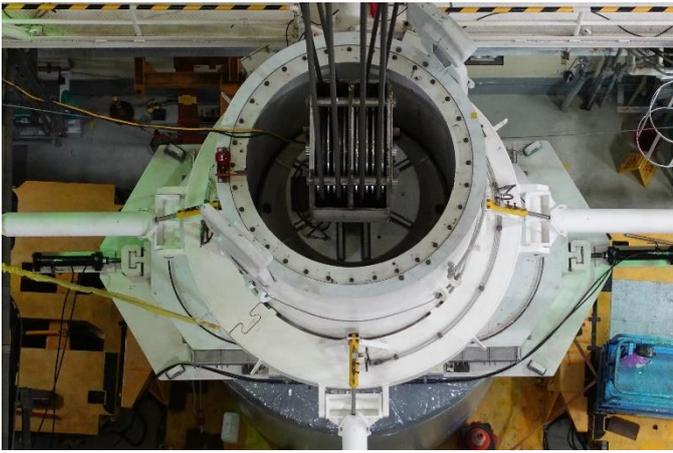


圖 3-77 開啟屏蔽門進行傳送作業(TSC-06)



圖 3-78 TFR 吊回 5 樓(TSC-06)



圖 3-79 VCC-02 頂蓋安裝(TSC-06)

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

圖 3-80 執行封緘作業(TSC-06)



圖 3-81 VCC-02 運送至 PAD 場(TSC-06)



圖 3-82 VCC-02 運至貯存場指定位置 (TSC-06)



圖 3-83 AOS-01 吊裝(TSC-05)

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

圖 3-84 IAEA 人員封緘作業(TSC-05)

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

圖 3-85 RTD 與封緘護套安裝(TSC-05)



圖 3-86 AOS-02 安裝完成(TSC-06)

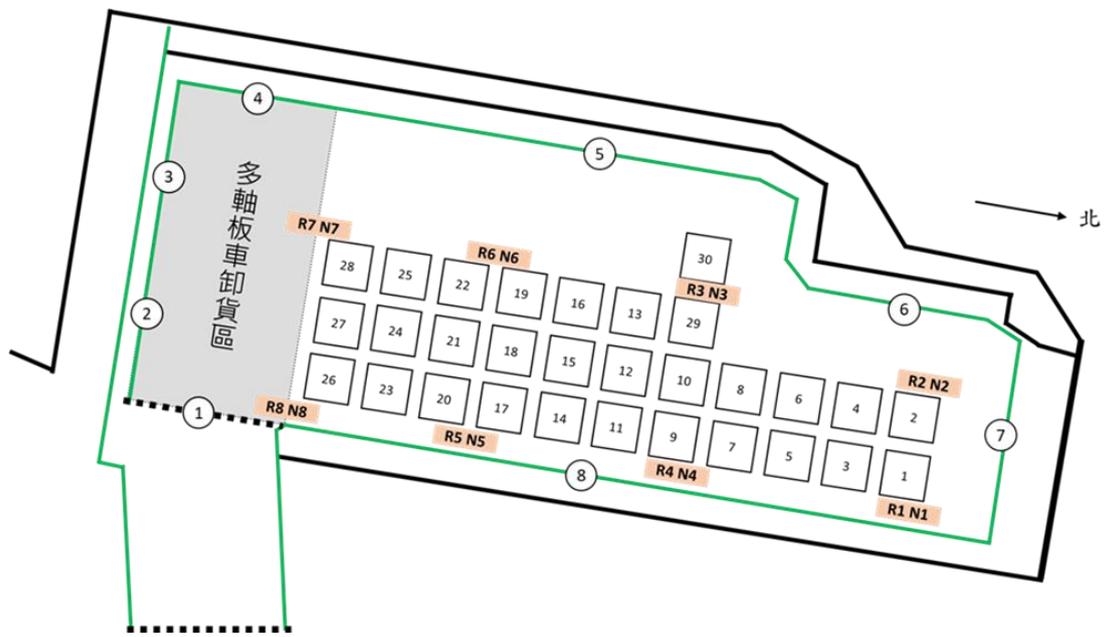


圖 3-90 乾式貯存場四周圍籬(1-8)、定點光子(R1-R8)及定點中子(N1-N8)量測位置

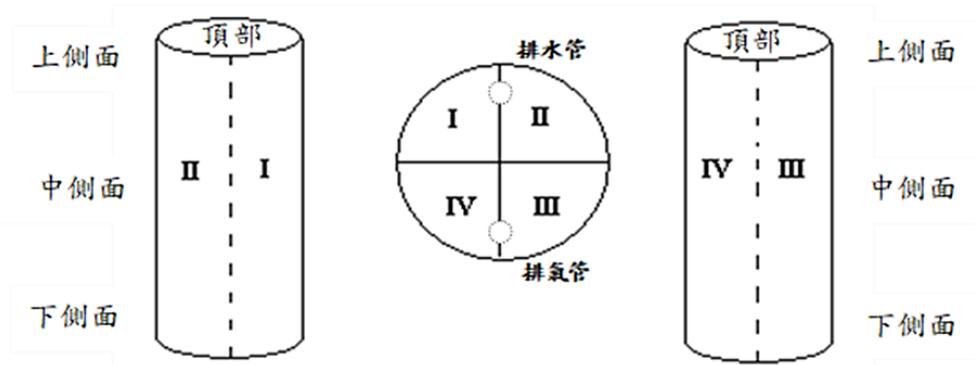


圖 3-91 傳送護箱(TFR)筒身量測位置

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子保防與保安機敏性資訊，故不予公開。

圖 3-92 核一廠一號機五樓工作區域中子偵測位置

表 3-4 乾式貯存場四周圍籬輻射偵測結果

邊界光子劑量($\mu\text{Sv/h}$)									整體平均值 ($\mu\text{Sv/h}$)
日期	1	2	3	4	5	6	7	8	
12/16	0.06	0.15	0.18	0.16	0.14	0.15	0.11	0.07	0.05
12/17	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.06	
12/18	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.06	
12/19	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	
12/20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
12/23	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	
定點光子劑量($\mu\text{Sv/h}$)									整體平均值 ($\mu\text{Sv/h}$)
日期	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
12/16	0.21	0.11	0.09	0.1	0.19	0.15	0.15	0.07	0.06
12/17	0.54	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	
12/18	0.03	0.18	0.07	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	
12/19	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	
12/20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	
12/23	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	
定點中子劑量($\mu\text{Sv/h}$)									整體平均值 ($\mu\text{Sv/h}$)
日期	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	
12/16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
12/17	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
12/18	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	0.01	
12/19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12/20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
12/23	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

表 3-5 第一筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量

分項比較	安全分析報告 集體劑量 ^a (man-mSv)	第一筒 EPD (man-mSv)	第一筒 TLD (man-mSv)	實績率 (%) ^b
裝載用過燃料	2.26	1.06	0.68	29.93%
除污	2.19	0.28	0.18	8.07%
封銲屏蔽上蓋	7.21	0.93	0.59	8.23%
洩放、乾燥與回填	5.16	1.76	1.12	21.80%
封銲通氣口上蓋	3.06	0.60	0.38	12.46%
封銲結構上蓋	1.48	0.52	0.33	22.58%
密封鋼筒傳送至混 凝土護箱	2.37	0.49	0.32	13.33%
運送至貯存場	1.39	1.46	0.94	67.41%
合計	25.12	7.09	4.54	18.07%

a. 參考《安全分析報告》第六章第四節（表 6.4.8-12）單筒數值。
b. 實績率=TLD/安全分析報告集體劑量。

表 3-6 第二筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量

分項比較	安全分析報告 集體劑量 ^a (man-mSv)	第二筒 EPD (man-mSv)	第二筒 TLD (man-mSv)	實績率 (%) ^b
前期整備		0.44	0.28	
裝載用過燃料	2.26	0.62	0.40	17.68%
除污	2.19	0.14	0.09	3.95%
封銲屏蔽上蓋	7.21	0.32	0.21	2.85%
洩放、乾燥與回填	5.16	1.35	0.87	16.78%
封銲通氣口上蓋	3.06	0.25	0.16	5.12%
封銲結構上蓋	1.48	0.80	0.51	34.59%
密封鋼筒傳送至混 凝土護箱	2.37	0.39	0.25	10.64%
運送至貯存場	1.39	0.78	0.50	36.10%
合計	25.12	5.10	3.26	12.98%

a. 參考《安全分析報告》第六章第四節（表 6.4.8-12）單筒數值。
b. 實績率=TLD/安全分析報告集體劑量。

表 3-7 第一筒熱測試-工作人員集體劑量

分項比較	工時 (h)	第一筒 EPD (man-mSv)	第一筒 TLD (man-mSv)	平均劑量率 (μSv/h)
裝載用過燃料	30.82	0.57	0.36	11.84
除污	23.33	0.12	0.08	3.29
封銲屏蔽上蓋	47.15	0.32	0.20	4.34
洩放、乾燥與回填	169.25	1.03	0.66	3.89
封銲通氣口上蓋	22.97	0.1	0.06	2.79
封銲結構上蓋	59.05	0.39	0.25	4.23
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	44.73	0.72	0.46	10.30
運送至貯存場	37.43	0.01	0.01	0.17
總計	434.73	3.26	2.09	4.80

表 3-8 第二筒熱測試-工作人員集體劑量

分項比較	工時 (h)	第二筒 EPD (man-mSv)	第二筒 TLD (man-mSv)	平均劑量率 (μSv/h)
裝載用過燃料	30.08	0.32	0.20	6.81
除污	14.10	0.1	0.06	4.54
封銲屏蔽上蓋	26.68	0.14	0.09	3.36
洩放、乾燥與回填	106.95	1.01	0.65	6.04
封銲通氣口上蓋	7.05	0.09	0.06	8.17
封銲結構上蓋	50.50	0.64	0.41	8.11
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	18.07	0.62	0.40	21.96
運送至貯存場	21.07	0.02	0.01	0.61
總計	274.50	2.93	1.88	6.85

表 3-9 傳送護箱筒身劑量排水前後比較

		光子劑量率($\mu\text{Sv/h}$)					中子劑量率($\mu\text{Sv/h}$)				
		I	II	III	IV	平均值	I	II	III	IV	平均值
排水前	頂部	23.30	19.60	28.50	21.30	23.18	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
	上側面	50.00	30.00	25.00	20.00	31.25	0.09	0.09	0.11	0.07	0.09
	中側面	30.00	20.00	30.00	20.00	25.00	0.21	0.27	0.05	0.27	0.20
	下側面	40.00	30.00	20.00	30.00	30.00	0.24	0.23	0.20	0.25	0.23
排水後	頂部	104.00	96.30	114.00	78.30	98.15	9.79	12.32	15.51	15.40	13.26
	上側面	4.30	6.73	8.37	4.82	6.06	2.62	2.05	1.39	1.60	1.92
	中側面	26.50	18.80	34.60	32.60	28.13	20.02	13.75	15.62	16.17	16.39
	下側面	40.30	17.60	27.70	28.80	28.60	23.21	15.07	11.66	18.26	17.05

表 3-10 五樓工作區域中子劑量率量測結果

偵測位置	中子劑量率($\mu\text{Sv/h}$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
排水前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
排水後	0.94	0.90	1.17	1.56	1.05	1.75	1.02	0.71	1.17	1.00
偵測位置	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
排水前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
排水後	0.52	0.39	0.37	0.45	0.35	0.35	0.03	0.04	0.03	0.03

4 結論

核一廠用過核燃料乾式貯存設施 (ISFSI) 的試運轉工作全面驗證了設施在設計、建造及運轉中的各項性能，並通過對設備、操作程序及輻射防護的測試，確認其符合國內外相關規範與法規要求。試運轉結果顯示，設施具備安全穩定的運轉條件，能有效符合用過核燃料的乾式貯存需求。

熱測試作為試運轉的關鍵階段，對乾式貯存設施的設備、執行程序及安全穩定性進行了詳細檢驗。第一筒的熱測試結果顯示，其在裝載用過核燃料的運轉符合設計標準，並於 LCO 3.1.1(1)限制時間 90 小時尚餘 42 小時，LCO 3.1.1(2)&LCO 3.1.4 限制時間 600 小時尚餘 355 小時，滿足 LCO (Limiting Condition for Operation) 所規定的時間限制。第二筒的熱測試亦成功完成，確認在 LCO 3.1.1(1)限制時間 90 小時尚餘 28.5 小時，LCO 3.1.1(2)&LCO 3.1.4 限制時間 600 小時尚餘 253 小時，兩組護箱運貯皆於時間內完成所有必要作業如表 4-1。溫度監測及輻射屏蔽系統均表現穩定，所有參數均低於法定安全限值。

試運轉還對環境輻射防護及設施周邊影響進行了全方位監測，結果顯示場內及場外的輻射劑量均遠低於相關規範的標準值，表明混凝土護箱與輻射屏蔽系統的設計有效保護了周邊環境。

試運轉過程中，針對操作人員的協調與程序熟練度進行了全面評估，結果顯示人員對設備操作與應急處理的掌握能力達到預期目標，為設施的安全管理提供了重要保障。綜合熱測試結果，核一廠乾式貯存設施的設備性能、輻射防護及操作程序均符合設計要求，充分具備長期運轉的條件。本報告將作為申請運轉執照的重要依據，為設施後續運轉提供關鍵技術支持與數據參考。

表 4-1 運轉限制條件吻合情形

運轉限制條件	第一組	第二組	是否 符合
LCO 3.1.1 密封鋼筒抽真空時間限制 <90 小時 (熱負載 4 KW)	48 小時	62 小時	是
LCO 3.1.1(2) 密封鋼筒開始排水至完成真空乾燥 測試及氬氣回填 <600 小時	61 小時	49 小時	是
LCO 3.1.2 密封鋼筒抽真空乾燥壓力 10 分鐘壓力不高於 10 mm Hg	10 分鐘/8.3 mm Hg	10 分鐘/8.2 mm Hg	是
LCO 3.1.3 密封鋼筒氬氣回填壓力 壓力 0 (+1, -0)psig	0.5psig	0.5psig	是
LCO 3.1.4 密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間 限制 <600 小時	245 小時	347 小時	是
LCO 3.1.5 密封鋼筒氬氣洩漏率 氬氣洩漏率 < 2×10^{-7} cm ³ /sec	1.08×10^{-8} cm ³ /sec	9.4×10^{-9} cm ³ /sec	是
LCO 3.2.1 密封鋼筒表面污染 密封鋼筒外表面之非固著污染應不超過： 180 Bq/100 cm ² ，貝他及加馬射源； 1 Bq/100 cm ² ，阿伐射源。	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	是
LCO 3.2.2 混凝土護箱之平均表面劑量率 混凝土護箱之平均表面劑量率應低於下述限制。 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於側表面 (於混凝土表面)； 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於上表面； 1 mSv/h (中子及加馬)，於進氣口與排氣口。	側表面 0.0009 mSv/h 上表面 0.0039 mSv/h 進出氣口 0.0079 mSv/h	側表面 0.0106 mSv/h 上表面 0.0266 mSv/h 進出氣口 0.0195 mSv/h	是

5 附件

附件一-試運轉整體功能驗證報告

附件二-熱測試兩組護箱簽署版程序書

附件三-「核一廠室外乾貯設施熱測試作業」專案稽查報告

附錄 A 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照



放射性廢棄物貯存設施建造執照

執照號碼：物建字第 32-01 號

設施經營者：台灣電力股份有限公司

設施名稱：核一廠用過核子燃料乾式貯存設施

設施地址：新北市石門區乾華里小坑 12 號

上開放射性廢棄物貯存設施經審
核合於放射性物料管理法第十七
條之規定發給本執照

核能安全委員會
主任委員



中華民國 113 年 2 月 1 日

附錄 B 乾式貯存設施熱測試作業許可函

檔 號：

保存年限：

行政院原子能委員會 函

地址：23452新北市永和區成功路1段80號
2樓

承辦人：劉志添

連絡電話：(02)2232-2335

傳真：(02)2232-2307

E-Mail：ctliu@aec.gov.tw

受文者：台灣電力股份有限公司

發文日期：中華民國102年9月24日

發文字號：會物字第1020015983號

速別：速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：貴公司函送核一廠用過核子燃料乾式貯存設施「試運轉設施
整體功能驗證報告修訂版」乙案，予以備查並請依說明二、
三辦理，請 查照。

說明：

- 一、復 貴公司核能後端營運處102年8月15日核端字1023068041
號函。
- 二、請 貴公司續依本會101年5月23日會物字第1010008395號函
執行核一廠用過核子燃料乾式貯存設施熱測試作業，並落實
自主品保管理，加強工安及輻安檢查，以確保作業安全。
- 三、貴公司於燃料池執行熱測試密封鋼筒之用過核子燃料裝填作
業前，請依核子保防作業規定通報國際原子能總署，並依本
會102年9月12日會核字第1020015385號函執行用過核子燃料
擺放策略事宜；另有關水土保持設施部分，請依水土保持法
之相關規定辦理。

正本：台灣電力股份有限公司

副本：本會綜合計畫處、行政院原子能委員會核能管制處、行政院原子能委員會放射性
物料管理局

