



台灣電力公司

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施

【試運轉計畫書】

(資訊公開版)

台灣電力股份有限公司

中華民國一一五年三月

【 文件修訂紀錄表 】

第 01 頁/共 02 頁

文件編號		KSDSP-03-REP-25001-01		修訂日期	01/15/2026	
文件名稱		試運轉計畫書	版次	01	變更次數	3
章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由		
1.2.1	3-4	無	(新增) 傳送護箱左右兩側各設有吊耳軸，僅供吊卸作業使用；另於吊耳軸下方設置防倒用吊耳，作為運送過程中的固定點。防倒用吊耳分別配置於四個方位，每一方位設有兩個，合計共 8 個。吊卸點與運送固定點均有明確區分，以避免誤用，確保吊卸及運送作業之安全。	依核安會第三次審查意見 024 新增摘述		
2	27	...，撰寫相關執行結果報告，送主管機關審查，以申請熱測試許可。熱測試之2組護箱裝載將於取得熱測試許可後執行。	...，撰寫相關執行結果報告，送主管機關審查。熱測試之2組護箱裝載將於整體功能驗證報告經主管機關備查後執行。	品保自主修訂		
2.4	34	在獲主管機關核發熱測試許可後，本公司將依規劃時程-分別執行前 2 組護箱燃料裝載，完成本計畫熱測試裝載工作。	整體功能驗證報告經主管機關備查後，本公司將依規劃時程-分別執行前2組護箱燃料裝載，完成本計畫熱測試裝載工作。	品保自主修訂		
4.1	68	四周垂直平面 2 公尺處之輻射偵檢，以及操作人員位置(車輛核定載人座位)之輻射偵檢。	四周垂直平面1公尺及2公尺處之輻射偵檢，以及操作人員位置(車輛核定載人座位)之輻射偵檢。	品保自主修訂		
1.4.7、 3.1.2、 表3-1	9、 45、 55	壓力測試所需壓力 150~160 psig區間，...	壓力測試所需壓力130(+5,-0) psig區間，...	品保自主修訂		

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 02 頁/共 02 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
7.2	90	<p>(4)傳送護箱於廠房內二次除污後套上防污套前，任一擦拭點之輻射污染限值必須符合核二廠非示警區之行政管制限值：$\beta/\gamma : < 10 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha : < 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。</p> <p>(5)傳送護箱套上防污套後在出廠房前，傳送護箱防污套外表面非固著性污染需符合核二廠監測區之污染管制限值：$\beta/\gamma : < 2 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha : < 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。</p> <p>(6)傳送護箱運回燃料廠房後，執行傳送護箱內側之表面污染偵檢，偵檢結果，應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1之管制限值：$\beta/\gamma : \leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha : \leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。</p>	<p>(4)傳送護箱於廠房內二次除污，在出廠房前，傳送護箱之外表面非固著性污染需符合核二廠監測區之污染管制限值：$\beta/\gamma : < 2 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$，若除污後仍無法符合限制，必要時將套上防污套。</p> <p>(5)傳送護箱運回燃料廠房後，執行傳送護箱內側之表面污染偵檢，偵檢結果，應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1之管制限值：$\beta/\gamma : \leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha : \leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。</p>	品保自主修訂

【 文件修訂紀錄表 】

第 01 頁/共 10 頁

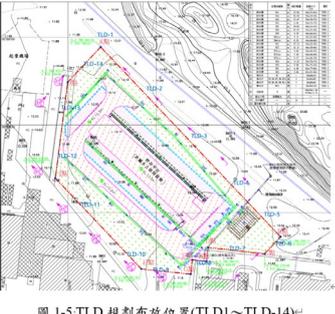
文件編號		KSDSP-03-REP-25001-01		修訂日期	12/22/2025
文件名稱		試運轉計畫書	版次	01	變更次數 2
章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由	
1.2	3	另於圍籬旁設置監視信號接線箱，以收集攝影機、溫度監控信號及環境輻射監控信號等，並以專用纜線連接至核二廠保安監控中心，再利用現有視訊管溝，加配專用纜線至各監控中心。	目前乾貯相關監控訊號會先連線至乾貯場旁邊的中繼站(真空泵浦室)，後續保安相關訊號(如CCTV、門禁等)將連線至保安監控中心；而其他訊號(如溫度監控、地震儀等)將連線至廢料控制室，將於安裝測試完成後移交由核二廠相關部門負責管理。	依核安會第二次審查意見 082 修訂。	
1.2.4	4	…入侵警報偵測系統(埋地式電纜及震動式電纜並輔以CCTV監視)	…入侵警報偵測系統(紅外線偵測及拉力感知並輔以CCTV監視)	品保自主修訂	
1.2.5	5	…，沿用核二廠現有的熱發光劑量計(TLD)、環境輻射監測器及連續空浮取樣器，…，另於貯存場建置完成後，…	…，沿用核二廠現有的熱發光劑量計(TLD)、環境輻射監測器及連續空浮監測器，…，另於貯存場建置完成後，於貯存場邊界增設TLD熱發光劑量計，依核二廠輻防計畫書及D908.1程序書規定，乾式貯存設施運轉作業期間，在貯存場邊界每30公尺增設1 TLD熱發光劑量計偵測站，依據現有貯存場邊界計算，如圖1-4中紅色線之周長約401.95公尺，預計設置14站TLD熱發光劑量計偵測站，TLD規劃設置位置與邊界相對位置如圖1-5(最後設置位置擬視最後完工之現場狀況而定)。	依核安會第一次審查意見 068 修訂。	

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 02 頁/共 10 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
1.2.7	6	本系統設置於監控中心，主要提供混凝土護箱之溫度監控，溫度偵測系統之設備包括...，分別置於真空泵浦室及貯存場。	本系統主要提供混凝土護箱之溫度監控，溫度偵測系統之設備包括：...，分別置於真空泵浦室及貯存場。	依核安會第二次審查意見082修訂內容自主品保修訂。
1.3	7	圖1-4 圖1-5 圖1-6	圖1-6 圖1-7 圖1-8	自主品保修訂。
1.4.3	8	銲接用屏蔽板為自動銲接機的基座，用來降低密封鋼筒密封上蓋銲接時的表面輻射劑量率。	銲接用屏蔽板用來降低密封鋼筒密封上蓋銲接時的表面輻射劑量率，亦為自動銲接機的基座。 屏蔽衰減效率分析方法：材料材質設定為碳鋼(ASTM A36)。幾何條件設定為三層圓板設計，每層厚度51mm，總厚度153mm。人員距離作業位置30cm處。經點核仁法輻射屏蔽分析程式計算有屏蔽跟無屏蔽下的劑量率，可推導出屏蔽的衰減效率約為99.42%。	依核安會第一次047修訂及第二次審查意見025修訂。
1.4.4	8	，先將密封鋼筒裡的水面抽至上蓋下方(約抽水260 L)以利銲接工作；	，先抽取密封鋼筒內部約265 L的水，降低內部水面高度，以利銲接工作；	依核安會第一次審查意見 026 修訂。
1.4.12	10	本系統利用循環泵將清潔水注入.....會達39.4°C(103°F)。	本系統利用循環泵將清潔水注入.....會達39.4°C(103°F)。若環狀間隙循環水冷系統若發生異常狀況，依據程序書D1043.2「核二廠用過核子燃料室外乾式貯存設施-異常作業程序書」第6.2.3節處理。	依核安會第二次審查意見 128 修訂。

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由																																																																																
圖 1-4 、 圖 1-5	20	無	<p>新增</p>  <p>圖 1-4 貯存場邊界(每 30 公尺增設 1 TLD 熱發光劑量計偵測站)</p>  <p>圖 1-5 TLD 規劃布放位置(TLD1~TLD-14)</p>	依核安會第一次審查意見 068 修訂。接續圖號 1-4 至 1-6 修訂為 1-6 至 1-8。																																																																																
2.4	33	整體功能驗證階段(Dry Run)以及統合演練作業，整體所需之作業時程預計約為3個月。在取得試運轉許可後2週內開始執行第1部分之輔助設備整合功能驗證(Dry Run A1)，...	整體功能驗證階段(Dry Run)以及統合演練作業，整體所需之作業時程預計約為3個月。在取得試運轉許可，確認各項設備功能測試正常後，開始執行第1部分之輔助設備整合功能驗證(Dry Run A1)，...	品保自主修訂。																																																																																
表2-1	38	<p>表 2-1 關鍵系統與設備項目與規範收錄</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>編號</th> <th>規範條作項目</th> <th>規範收錄</th> <th>規範之類別/實際系統之差異</th> <th>備註</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>→管路上蓋結構、障礙物檢核</td> <td>管線檢核 障礙物檢核</td> <td>• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核 傳信器檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核 傳信器檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 2-1 關鍵系統與設備項目與規範收錄</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>編號</th> <th>規範條作項目</th> <th>規範收錄</th> <th>規範之類別/實際系統之差異</th> <th>備註</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>51</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> </tbody> </table>	編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註	11	→管路上蓋結構、障礙物檢核	管線檢核 障礙物檢核	• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致	用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。	21	• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。	31	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	41	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註	51	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	61	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	<p>表 2-1 關鍵系統與設備項目與規範收錄</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>編號</th> <th>規範條作項目</th> <th>規範收錄</th> <th>規範之類別/實際系統之差異</th> <th>備註</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>→管路上蓋結構、障礙物檢核</td> <td>管線檢核 障礙物檢核</td> <td>• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核 傳信器檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核 傳信器檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 2-1 關鍵系統與設備項目與規範收錄</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>編號</th> <th>規範條作項目</th> <th>規範收錄</th> <th>規範之類別/實際系統之差異</th> <th>備註</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>51</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>• 管架結構/傳信器及傳信器</td> <td>管架檢核</td> <td>• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核</td> <td>用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。</td> </tr> </tbody> </table>	編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註	11	→管路上蓋結構、障礙物檢核	管線檢核 障礙物檢核	• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致	用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。	21	• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。	31	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	41	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註	51	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	61	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。	依核安會第二次審查意見 095 修訂。
編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註																																																																																
11	→管路上蓋結構、障礙物檢核	管線檢核 障礙物檢核	• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致	用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。																																																																																
21	• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。																																																																																
31	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
41	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註																																																																																
51	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
61	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註																																																																																
11	→管路上蓋結構、障礙物檢核	管線檢核 障礙物檢核	• 障礙物上蓋結構(直徑與實際管徑一致，上蓋高度與管徑尺寸一致) • 障礙物材料檢核 • 障礙物高度檢核 • 障礙物位置檢核 • 障礙物尺寸與實際尺寸一致	用於以運轉整體功能驗證階段之材料與設備檢核功能檢核。																																																																																
21	• 管方架(含基座) • 管架結構 • 管架尺寸 • 管架位置	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管方架、管架結構、管架尺寸、管架位置檢核功能檢核。																																																																																
31	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
41	• 管架結構/傳信器及傳信器 • 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核 傳信器檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核 • 傳信器檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
編號	規範條作項目	規範收錄	規範之類別/實際系統之差異	備註																																																																																
51	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																
61	• 管架結構/傳信器及傳信器	管架檢核	• 管架材料檢核 • 管架高度檢核 • 管架位置檢核 • 管架尺寸檢核	用於以運轉整體功能驗證階段之管架結構、傳信器及傳信器檢核功能檢核。																																																																																

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 04 頁/共 10 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
1.2.4	5	貯存場仍將設置可攜式滅火器。	貯存場仍將設置可攜式滅火器(5只)。	品保自主修訂。
3.	43	整體功能驗證階段係驗證相關作業程序之可執行性與操作之技術能力，...	整體功能驗證階段係驗證相關作業程序之可執行性與操作之技術能力，...。運貯作業相關之運轉限制條件，請參照附錄B。	依核安會第二次審查意見 102 修訂。
3.2.1	49	所需之設備為傳送護箱、吊具、吊索、平板車、屏蔽門銜接器、鞍座；接受標準為完成傳送護箱使用前檢查。	所需之設備為傳送護箱、吊具、吊索、平板車、屏蔽門銜接器、鞍座；接受標準為完成傳送護箱使用前檢查。傳送護箱已於試運轉前置準備作業時完成豎立。	品保自主修訂。
3.2.2	49	密封鋼筒豎立驗證作業所需之設備為密封鋼筒、低板車、密封鋼筒翻轉架；接受標準為完成密封鋼筒組件組合、假燃料束方管阻力測試與鋼筒豎立作業。	密封鋼筒豎立驗證作業所需之設備為密封鋼筒、低板車、密封鋼筒翻轉架；接受標準為完成密封鋼筒組件組合、假燃料束方管阻力測試與鋼筒豎立作業。第1組密封鋼筒將於整體功能驗證階段完成豎立。	品保自主修訂。
5.3	74	專業訓練包括工安相關法規、施工計畫、施工特性、工程管理、設施及貯存系統之設計、混凝土基座與場址設施之驗收要求，以及貯存護箱之驗收要求等，適用對象為參加本設施施工階段之工作人員。	...。專業訓練包括工安相關法規、施工計畫、施工特性、工程管理、設施及貯存系統之設計、混凝土基座與場址設施之驗收要求、去污作業以及其他特殊作業項目(包含輻防作業宣導、輻射防護與輻安評估等相關內容)，適用對象為參加本設施安裝/吊運階段之工作人員。	依核安會第一次審查意見 072 修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 05 頁/共 10 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及保安機敏性資訊，不予開</p>				

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 06 頁/共 10 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
7.2.2	89-90	無	<p>綜合以上與除污作業相關之管制限值如下：</p> <p>(1) 密封上蓋銲接後，執行密封鋼筒密封上蓋表面污染偵檢，每四分之一圓周擦拭取樣2點，共擦拭取樣8點。任一擦拭點之輻射污染限值應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1之管制限值：β/γ：$\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha$：$\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。</p> <p>(2) 密封鋼筒外表面污染偵檢，擦拭取樣以VDC排水孔與排氣孔為中心軸，將密封鋼筒表面等分為4個區域，在各區域的上表面與外側面，至少各擦拭取樣1點，任一擦拭點之輻射污染限值應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1之管制限值：β/γ：$\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha$：$\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。</p> <p>(3) 傳送護箱由燃料池移出並執行初步除污作業，使其外表面之污染限值符合行政管制限值之要求才可吊運至清潔區，即$\beta/\gamma \leq 50 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$，$\alpha \leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。</p> <p>(4) 傳送護箱於廠房內二次除污後套上防污套前，任一擦拭點之輻射污染限值必須符合核二廠非示警區之行政管制限值：β/γ：$< 10 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha$：$< 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。</p> <p>(5) 傳送護箱套上防污套後在出廠房前，傳送護箱防污套外表面非固著性污染需符合核二廠監測區之污染管制限值：β/γ：$< 2 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha$：$< 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。</p> <p>(6) 傳送護箱運回燃料廠房後，執行傳送護箱內側之表面污染偵檢，偵檢結果，應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1之管制限值：β/γ：$\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$；$\alpha$：$\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。</p>	<p>依核安會第二次審查意見 127 修訂。</p>

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由												
7.2.2	86	(1) 於燃料廠房將執行連續輻射監測，並設警報裝置，以使作業人員可透過輻射偵測系統確認警報，並加以適當管制，以確保作業人員於輻射場所之安全。	(1) 於燃料廠房內相關作業區域之適當位置，裝設具警報功能之區域輻射偵檢器，進行連續輻射監測，使作業人員可確認作業區域之輻射狀況，並於異常升高時發出警報提醒工作人員，以確保作業之輻射安全。	依核安會第一次審查意見 074 修訂。												
表1-1	24	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項次</th> <th>設備名稱</th> <th>特性功能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>環境輻射監控系統</td> <td> 環境輻射監控系統包含： <ol style="list-style-type: none"> 直接輻射監測 <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式) TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次) 空氣放射性濃度(每週取樣分析一次) 廠區內水樣(每月取樣分析一次) 沉積物樣(土壤)測站(每半年取樣分析一次) </td> </tr> </tbody> </table>	項次	設備名稱	特性功能	5	環境輻射監控系統	環境輻射監控系統包含： <ol style="list-style-type: none"> 直接輻射監測 <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式) TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次) 空氣放射性濃度(每週取樣分析一次) 廠區內水樣(每月取樣分析一次) 沉積物樣(土壤)測站(每半年取樣分析一次) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項次</th> <th>設備名稱¹⁾</th> <th>特性功能²⁾</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5³⁾</td> <td>環境輻射監控系統⁴⁾</td> <td> 環境輻射監控系統包含：⁴⁾ <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(屬連續監測)⁴⁾ TLD 熱發光劑量計(每季計讀一次)⁴⁾ 手持式輻射偵檢器(每週偵測一次)⁴⁾ 低流量空氣取樣器(每週一次)⁴⁾ 連續空浮監測器(屬連續偵測)⁴⁾ 廠區內水樣放射性監測(每月取樣分析)⁴⁾ </td> </tr> </tbody> </table>	項次	設備名稱 ¹⁾	特性功能 ²⁾	5 ³⁾	環境輻射監控系統 ⁴⁾	環境輻射監控系統包含： ⁴⁾ <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(屬連續監測)⁴⁾ TLD 熱發光劑量計(每季計讀一次)⁴⁾ 手持式輻射偵檢器(每週偵測一次)⁴⁾ 低流量空氣取樣器(每週一次)⁴⁾ 連續空浮監測器(屬連續偵測)⁴⁾ 廠區內水樣放射性監測(每月取樣分析)⁴⁾ 	依核安會第二次審查意見 030 修訂。
項次	設備名稱	特性功能														
5	環境輻射監控系統	環境輻射監控系統包含： <ol style="list-style-type: none"> 直接輻射監測 <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式) TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次) 空氣放射性濃度(每週取樣分析一次) 廠區內水樣(每月取樣分析一次) 沉積物樣(土壤)測站(每半年取樣分析一次) 														
項次	設備名稱 ¹⁾	特性功能 ²⁾														
5 ³⁾	環境輻射監控系統 ⁴⁾	環境輻射監控系統包含： ⁴⁾ <ol style="list-style-type: none"> 高壓游離腔輻射偵測器(屬連續監測)⁴⁾ TLD 熱發光劑量計(每季計讀一次)⁴⁾ 手持式輻射偵檢器(每週偵測一次)⁴⁾ 低流量空氣取樣器(每週一次)⁴⁾ 連續空浮監測器(屬連續偵測)⁴⁾ 廠區內水樣放射性監測(每月取樣分析)⁴⁾ 														
表7-3	97-98	焊接	銲接	品保自主修訂。												
9	102	無	3.熱測試前兩組護箱200束及兩部機抽檢用過核子燃料啜吸檢驗成果報告，台灣電力股份有限公司。	新增3.內容調整原編號3~22順序為4~23，品保自主修訂。												
附錄B	B-1	無	新增 附錄 B 運轉限制條件 LCO 3.1.1 密封網筒需經真空乾燥再以氮氣回灌，並應遵守以下的時間限制。 從 1.網筒開始排水至真空乾燥測試完成及氮氣回灌完成之時間以及 2.將密封網筒傳送並安置於澆灌土護箱內之時間不應違反以下規定： <table border="1"> <thead> <tr> <th>總熱負載 (kW)</th> <th>真空乾燥時間限制 (小時)⁽¹⁾</th> <th>網筒傳送可使用時間 (小時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤14.6</td> <td>無限制</td> <td>無限制</td> </tr> </tbody> </table> (1) 真空乾燥期間 ACWS 需保持正常運作。	總熱負載 (kW)	真空乾燥時間限制 (小時) ⁽¹⁾	網筒傳送可使用時間 (小時)	≤14.6	無限制	無限制	依核安會第二次審查意見 102 修訂。						
總熱負載 (kW)	真空乾燥時間限制 (小時) ⁽¹⁾	網筒傳送可使用時間 (小時)														
≤14.6	無限制	無限制														

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由															
附錄B	B-2	無	<p>新增</p> <p>LCO 3.1.1(續)</p> <p>適用： 傳送作業前</p> <p>行動： -----種-----</p> <p>個別之項目條件適用各個已裝載燃料之系統。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>狀態</th> <th>執行措施</th> <th>完成時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 不符合 TSC 筒內真空 乾燥壓力限制</td> <td>A.1 執行工報評估判斷 TSC 內 殘留水份。 以及 A.2 實行必要矯正措施使密封 筒內乾燥壓力值能符 合：密封筒內真空乾燥 達壓力低於 10 torr (mm Hg)後，隔離真空幫浦，鋼 筒內部壓力應維持至少 10 min 不可超過 10 torr (mm Hg)。</td> <td>7 天 30 天</td> </tr> <tr> <td>B. 不符合 TSC 氬氣回爐 密度限制</td> <td>B.1 執行相關氬氣密度計算以 確定差異。 以及 B.2 實行必要矯正措施使密封 筒內氬氣密度達到： 0.704-0.814kg/m³。</td> <td>72 小時 14 天</td> </tr> <tr> <td>C. 不符合執行措施之完 成時間</td> <td>C.1 移除 TSC 中所有燃料束。</td> <td>30 天</td> </tr> </tbody> </table> <p>(下頁碼)</p>	狀態	執行措施	完成時間	A. 不符合 TSC 筒內真空 乾燥壓力限制	A.1 執行工報評估判斷 TSC 內 殘留水份。 以及 A.2 實行必要矯正措施使密封 筒內乾燥壓力值能符 合：密封筒內真空乾燥 達壓力低於 10 torr (mm Hg)後，隔離真空幫浦，鋼 筒內部壓力應維持至少 10 min 不可超過 10 torr (mm Hg)。	7 天 30 天	B. 不符合 TSC 氬氣回爐 密度限制	B.1 執行相關氬氣密度計算以 確定差異。 以及 B.2 實行必要矯正措施使密封 筒內氬氣密度達到： 0.704-0.814kg/m ³ 。	72 小時 14 天	C. 不符合執行措施之完 成時間	C.1 移除 TSC 中所有燃料束。	30 天	依核安會第二次審查意見 102 修訂。			
狀態	執行措施	完成時間																	
A. 不符合 TSC 筒內真空 乾燥壓力限制	A.1 執行工報評估判斷 TSC 內 殘留水份。 以及 A.2 實行必要矯正措施使密封 筒內乾燥壓力值能符 合：密封筒內真空乾燥 達壓力低於 10 torr (mm Hg)後，隔離真空幫浦，鋼 筒內部壓力應維持至少 10 min 不可超過 10 torr (mm Hg)。	7 天 30 天																	
B. 不符合 TSC 氬氣回爐 密度限制	B.1 執行相關氬氣密度計算以 確定差異。 以及 B.2 實行必要矯正措施使密封 筒內氬氣密度達到： 0.704-0.814kg/m ³ 。	72 小時 14 天																	
C. 不符合執行措施之完 成時間	C.1 移除 TSC 中所有燃料束。	30 天																	
附錄B	B-3	無	<p>新增</p> <p>LCO 3.1.1(續)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢查要求</th> <th>檢查</th> <th>頻率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SR 3.1.1.1</td> <td>關掉真空泵與隔離閥後，監測 TSC 筒內之 真空乾燥壓力小於或等於 10 torr，維持 10 分鐘以上。</td> <td>傳送作業前</td> </tr> <tr> <td>SR 3.1.1.2</td> <td>完成真空乾燥作業及抽真空至 <3 torr 之 後，回爐氬氣至筒內，直到氬氣質量 M_{assm} 達到 TSC 排水時所量測之自由體積 (V_{free})或上指定的氬氣密度(L_{atom})，指定的 氬氣密度範圍為 0.704-0.814 kg/m³。</td> <td>傳送作業前</td> </tr> </tbody> </table>	檢查要求	檢查	頻率	SR 3.1.1.1	關掉真空泵與隔離閥後，監測 TSC 筒內之 真空乾燥壓力小於或等於 10 torr，維持 10 分鐘以上。	傳送作業前	SR 3.1.1.2	完成真空乾燥作業及抽真空至 <3 torr 之 後，回爐氬氣至筒內，直到氬氣質量 M _{assm} 達到 TSC 排水時所量測之自由體積 (V _{free})或上指定的氬氣密度(L _{atom})，指定的 氬氣密度範圍為 0.704-0.814 kg/m ³ 。	傳送作業前	依核安會第二次審查意見 102 修訂。						
檢查要求	檢查	頻率																	
SR 3.1.1.1	關掉真空泵與隔離閥後，監測 TSC 筒內之 真空乾燥壓力小於或等於 10 torr，維持 10 分鐘以上。	傳送作業前																	
SR 3.1.1.2	完成真空乾燥作業及抽真空至 <3 torr 之 後，回爐氬氣至筒內，直到氬氣質量 M _{assm} 達到 TSC 排水時所量測之自由體積 (V _{free})或上指定的氬氣密度(L _{atom})，指定的 氬氣密度範圍為 0.704-0.814 kg/m ³ 。	傳送作業前																	
附錄B	B-4	無	<p>新增</p> <p>LCO 3.1.1-A</p> <p>LCO 3.1.1-A ACWS 失效運轉限制，若於以下運轉期間發生失效</p> <p>1. 攪拌水到開始排水之期間，以及</p> <p>2. 開始排水到氬氣回爐完成之期間</p> <p>不應違反以下規定：</p> <p>適用： 裝填作業</p> <p>行動： -----</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>狀態</th> <th>執行措施</th> <th>完成時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 攪拌水到開始排 水之期間 ACWS 失 效</td> <td>A.1 故障排除，倘故障無法於短 時間內排除，則需將攪拌器 回池中冷卻。 或 A.2 每兩個小時直接量測一次鋼 筒內部水溫，若發現內部水 溫將達 94°C，而攪拌器 循環水冷系統仍無法恢復， 則攪拌器必須重回水池。</td> <td>32 小時 立即</td> </tr> <tr> <td>B. 開始排水到氬氣回爐 完成之期間 ACWS 失效</td> <td>B.1 對 TSC 排水(倘若密封筒 尚未完成排水)並施以氬氣 回爐至總壓力 5.5 bar 以及 B.2 環狀間隙循環水冷系統移除</td> <td>12 小時 2 小時</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢查要求</th> <th>檢查</th> <th>頻率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SR 3.1.1(A).1</td> <td>確定 ACWS 功能正常。</td> <td>於裝填回爐完成 前的密封筒標準 備階段。</td> </tr> </tbody> </table>	狀態	執行措施	完成時間	A. 攪拌水到開始排 水之期間 ACWS 失 效	A.1 故障排除，倘故障無法於短 時間內排除，則需將攪拌器 回池中冷卻。 或 A.2 每兩個小時直接量測一次鋼 筒內部水溫，若發現內部水 溫將達 94°C，而攪拌器 循環水冷系統仍無法恢復， 則攪拌器必須重回水池。	32 小時 立即	B. 開始排水到氬氣回爐 完成之期間 ACWS 失效	B.1 對 TSC 排水(倘若密封筒 尚未完成排水)並施以氬氣 回爐至總壓力 5.5 bar 以及 B.2 環狀間隙循環水冷系統移除	12 小時 2 小時	檢查要求	檢查	頻率	SR 3.1.1(A).1	確定 ACWS 功能正常。	於裝填回爐完成 前的密封筒標準 備階段。	依核安會第二次審查意見 102 修訂。
狀態	執行措施	完成時間																	
A. 攪拌水到開始排 水之期間 ACWS 失 效	A.1 故障排除，倘故障無法於短 時間內排除，則需將攪拌器 回池中冷卻。 或 A.2 每兩個小時直接量測一次鋼 筒內部水溫，若發現內部水 溫將達 94°C，而攪拌器 循環水冷系統仍無法恢復， 則攪拌器必須重回水池。	32 小時 立即																	
B. 開始排水到氬氣回爐 完成之期間 ACWS 失效	B.1 對 TSC 排水(倘若密封筒 尚未完成排水)並施以氬氣 回爐至總壓力 5.5 bar 以及 B.2 環狀間隙循環水冷系統移除	12 小時 2 小時																	
檢查要求	檢查	頻率																	
SR 3.1.1(A).1	確定 ACWS 功能正常。	於裝填回爐完成 前的密封筒標準 備階段。																	

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由																									
附錄B	B-5	無	<p>新增</p> <p>LCO 3.1.1-B</p> <p>LCO 3.1.1-B 密封鋼筒氬氣洩漏率 檢驗排水與排氬內層孔蓋與密封上蓋間的縫道，其氬氣洩漏率不得高於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/(\text{氬氣})$，氬氣洩漏測試之靈敏度為 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/(\text{氬氣})$。 適用： 裝填作業 行動</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>狀態</th> <th>執行措施</th> <th>完成時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 不符合密封鋼筒氬氣洩漏率</td> <td>A.1 使密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。</td> <td>25 天</td> </tr> <tr> <td>B. 不符合執行措施之完成時間</td> <td>B.1 由系統移除所有燃料束</td> <td>5 天</td> </tr> </tbody> </table> <p>檢查要求</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢查</th> <th>頻率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SR 3.1.1(B)1 驗證密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。</td> <td>於運送作業前。</td> </tr> </tbody> </table>	狀態	執行措施	完成時間	A. 不符合密封鋼筒氬氣洩漏率	A.1 使密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。	25 天	B. 不符合執行措施之完成時間	B.1 由系統移除所有燃料束	5 天	檢查	頻率	SR 3.1.1(B)1 驗證密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。	於運送作業前。	依核安會第二次審查意見 102 修訂。												
狀態	執行措施	完成時間																											
A. 不符合密封鋼筒氬氣洩漏率	A.1 使密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。	25 天																											
B. 不符合執行措施之完成時間	B.1 由系統移除所有燃料束	5 天																											
檢查	頻率																												
SR 3.1.1(B)1 驗證密封鋼筒氬氣洩漏率符合限值。	於運送作業前。																												
附錄B	B-6 ~ B-7	無	<p>新增</p> <p>LCO 3.3.1</p> <p>LCO 3.3.1 混凝土護箱之表面劑量率(伽馬與中子)位於出口(90 度共 4 處)、進氣口(90 度共 4 處)及側面中央高度(90 度共 4 處)(參閱圖 5.1.2-3)不可超過以下限制： 每個混凝土護箱之平均表面劑量率應低於下述限制，除非符合執行措施 A.1 及 A.2。 a. 1 $\mu\text{Sv/hr}$ 於側表面如圖 5.1.2-3 所示位置； b. 2 $\mu\text{Sv/hr}$ 於側表面任意位置(位置與進出氣口除外)； c. 20 $\mu\text{Sv/hr}$ 所有進氣口平均劑量以及所有出氣口平均劑量； d. 10 $\mu\text{Sv/hr}$ 位於頂部如下圖所示位置。 適用： 貯存作業 行動</p> <p>個別之項目條件適用每個 MAGNASTOR 系統。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>狀態</th> <th>執行措施</th> <th>完成時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 不符合混凝土護箱最大表面劑量率限值</td> <td>A.1 驗證裝填之燃料正確。 以及 A.2 執行分析確認 ISFSI 場外輻射防護符合「游離輻射防護安全標準」及「放射性物料管理法規施行細則」及廠界年劑量 0.05 mSv 之要求。</td> <td>24 小時 7 天</td> </tr> <tr> <td>B. 不符合執行措施之完成時間</td> <td>B.1 執行工程評估，並採取適當的改正行動，以確保劑量率符合「游離輻射防護安全標準」工作人員有效劑量連續 5 年週期不得超過 100mSv，任一年內不得超過 50 mSv 之要求。</td> <td>60 天</td> </tr> </tbody> </table> <p>檢查要求</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢查</th> <th>頻率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SR 3.3.1.1 驗證已裝載燃料束之密封鋼筒的混凝土護箱之平均表面劑量率未超過限制。劑量率應於前</td> <td>於每次貯存作業前</td> </tr> </tbody> </table> <p>下圖所標示之位置進行量測。</p> <p>LCO 3.1.2</p> <p>LCO 3.1.2 混凝土護箱熱移除系統 混凝土護箱熱移除系統必須為正常。 適用： 貯存作業 行動</p> <p>個別之項目條件適用每個系統。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>狀態</th> <th>執行措施</th> <th>完成時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. 不符合運轉限制條件</td> <td>A.1 確認適當之熱源，以預防溫度超越極限值。目標進出氣道是否堵塞，若有堵塞則清除至少 2 個進氣口及 4 個出氣口為暢通。 以及 A.2 恢復混凝土護箱熱移除系統至正常使用狀態。</td> <td>立即* 30 天</td> </tr> </tbody> </table> <p>檢查要求</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>檢查</th> <th>頻率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SR 3.1.2.1 確認 ISFSI 環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C。</td> <td>24 小時</td> </tr> <tr> <td>或 目標確認全部共四個進氣口與排氣口之潮濕未受障礙。</td> <td>24 小時</td> </tr> </tbody> </table> <p>*若為全阻塞情形，則最遲須於 100 小時(需評估如除已發生全阻塞時間)內完成。</p>	狀態	執行措施	完成時間	A. 不符合混凝土護箱最大表面劑量率限值	A.1 驗證裝填之燃料正確。 以及 A.2 執行分析確認 ISFSI 場外輻射防護符合「游離輻射防護安全標準」及「放射性物料管理法規施行細則」及廠界年劑量 0.05 mSv 之要求。	24 小時 7 天	B. 不符合執行措施之完成時間	B.1 執行工程評估，並採取適當的改正行動，以確保劑量率符合「游離輻射防護安全標準」工作人員有效劑量連續 5 年週期不得超過 100mSv，任一年內不得超過 50 mSv 之要求。	60 天	檢查	頻率	SR 3.3.1.1 驗證已裝載燃料束之密封鋼筒的混凝土護箱之平均表面劑量率未超過限制。劑量率應於前	於每次貯存作業前	狀態	執行措施	完成時間	A. 不符合運轉限制條件	A.1 確認適當之熱源，以預防溫度超越極限值。目標進出氣道是否堵塞，若有堵塞則清除至少 2 個進氣口及 4 個出氣口為暢通。 以及 A.2 恢復混凝土護箱熱移除系統至正常使用狀態。	立即* 30 天	檢查	頻率	SR 3.1.2.1 確認 ISFSI 環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C。	24 小時	或 目標確認全部共四個進氣口與排氣口之潮濕未受障礙。	24 小時	依核安會第二次審查意見 102 修訂。
狀態	執行措施	完成時間																											
A. 不符合混凝土護箱最大表面劑量率限值	A.1 驗證裝填之燃料正確。 以及 A.2 執行分析確認 ISFSI 場外輻射防護符合「游離輻射防護安全標準」及「放射性物料管理法規施行細則」及廠界年劑量 0.05 mSv 之要求。	24 小時 7 天																											
B. 不符合執行措施之完成時間	B.1 執行工程評估，並採取適當的改正行動，以確保劑量率符合「游離輻射防護安全標準」工作人員有效劑量連續 5 年週期不得超過 100mSv，任一年內不得超過 50 mSv 之要求。	60 天																											
檢查	頻率																												
SR 3.3.1.1 驗證已裝載燃料束之密封鋼筒的混凝土護箱之平均表面劑量率未超過限制。劑量率應於前	於每次貯存作業前																												
狀態	執行措施	完成時間																											
A. 不符合運轉限制條件	A.1 確認適當之熱源，以預防溫度超越極限值。目標進出氣道是否堵塞，若有堵塞則清除至少 2 個進氣口及 4 個出氣口為暢通。 以及 A.2 恢復混凝土護箱熱移除系統至正常使用狀態。	立即* 30 天																											
檢查	頻率																												
SR 3.1.2.1 確認 ISFSI 環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C。	24 小時																												
或 目標確認全部共四個進氣口與排氣口之潮濕未受障礙。	24 小時																												

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由												
3.2.3	50	<p>…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護箱裝載區定位。</p> <p>本階段主要工作內容為：</p> <p>(1)將空密封鋼筒吊入傳送護箱內。</p> <p>(2)將傳送護箱(內含密封鋼筒)，吊運至護箱裝載區定位。</p> <p>(3)工作平台組裝</p> <p>(4)密封上蓋對心</p> <p>(5)銲機吊裝組立</p> <p>(6)排水真空乾燥系統組合</p>	<p>…接受標準為完成密封鋼筒吊入位於護箱清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內。</p> <p>本階段主要工作內容為：</p> <p>(1)將傳送護箱吊入清洗池之傳送護箱座架上。</p> <p>(2)將空密封鋼筒吊入傳送護箱內。</p> <p>(3)密封上蓋對心</p> <p>(4)銲機吊裝組立</p> <p>(5)排水真空乾燥系統組合</p>	品保自主修訂												
表3-2	58	<p>表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目^①</th> <th>執行中需使用之設備^②</th> <th>接受標準^③</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝^④</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ </td> <td>完成密封鋼筒吊入傳送護箱中並與傳送護箱一起吊至護箱裝載區^⑭</td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目 ^①	執行中需使用之設備 ^②	接受標準 ^③	密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝 ^④	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ 	完成密封鋼筒吊入傳送護箱中並與傳送護箱一起吊至護箱裝載區 ^⑭	<p>表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目^①</th> <th>執行中需使用之設備^②</th> <th>接受標準^③</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝^④</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ </td> <td>完成密封鋼筒吊入位於清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內^⑭</td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目 ^①	執行中需使用之設備 ^②	接受標準 ^③	密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝 ^④	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ 	完成密封鋼筒吊入位於清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內 ^⑭	品保自主修訂
功能驗證項目 ^①	執行中需使用之設備 ^②	接受標準 ^③														
密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝 ^④	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ 	完成密封鋼筒吊入傳送護箱中並與傳送護箱一起吊至護箱裝載區 ^⑭														
功能驗證項目 ^①	執行中需使用之設備 ^②	接受標準 ^③														
密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備組裝 ^④	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒^⑤ • 傳送護箱^⑥ • 廠房吊車^⑦ • 吊軌^⑧ • 密封鋼筒吊具^⑨ • 工作平台^⑩ • 密封上蓋^⑪ • 銲機^⑫ • 排水真空乾燥系統^⑬ 	完成密封鋼筒吊入位於清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內 ^⑭														
4.1.1.1	66	<p>…(2)傳送護箱安裝頂部上水密封機構。</p>	<p>…(2)傳送護箱安裝頂部上水密封防污措施。</p>	品保自主修訂												
4.1.1.1	66	<p>其中乾貯傳送護箱進出裝載池係由核二廠降/昇水位提供空間進行補、排水之調節，燃料裝載前裝載池與燃料池間之3號防水閘門關閉，故燃料池水位不太有變化，皆符合燃料池之安全規範。</p>	刪除	品保自主修訂												

【 文件修訂紀錄表 】

第 01 頁/共 27 頁

文件編號		KSDSP-03-REP-25001-01		修訂日期	12.05.2025
文件名稱		試運轉計畫書	版次	01	變更次數 1
章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由	
全文		照明設施	照明設備	依核安會第一次審查意見091修訂。	
全文		輻射暴露	輻射曝露	依核安會第一次審查意見077修訂。	
全文		牽引式多軸板車運送	曳引式多軸板車運送	自主品保修訂。	
全文		永久性封緘安裝	雙重封緘安裝	依核安會第一次審查意見062修訂	
全文		防傾倒設備	防震設備	自主品保修訂。	
1.2.1	3	本貯存系統係指將裝載用過核子燃料之密封鋼筒置入混凝土護箱其程序是先將已裝有密封鋼筒的傳送護箱安置在混凝土護箱上方，再將密封鋼筒卸入混凝土護箱中貯存，.....；	本貯存系統係指將裝載用過核子燃料之密封鋼筒置入混凝土護箱，其程序是先將已裝有密封鋼筒的傳送護箱，安置在混凝土護箱上方，再將密封鋼筒卸入混凝土護箱中貯存，.....；	依核安會第一次審查意見065修訂。	
1.2.6	5	本系統設計主要依據NFC 17-102法國避雷針國家標準、建築技術規則建築設備編、中國國家標準(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)、輸配電設備裝置規則及用戶用電設備裝置規則。	刪除。	依核安會第一次審查意見081修訂。	

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 02 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
1.2.7	5~6	一套個人電腦系統(包含必要軟體)及螢幕，置於廢料控制室，以便記錄溫度用。	一套個人電腦(Personal Computer, PC)系統(包含必要軟體)及螢幕，置於廢料控制室，以便記錄溫度用。	依核安會第一次審查意見067修訂。
1.2.7	6	PC提供操作程序並將操作員的命令傳送到PLC系統。	PC提供操作程序並將操作員的命令傳送到可程式邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)PLC系統。	依核安會第一次審查意見043、067修訂。
1.2.7	6	確定其符合運轉限制條件LCO 3.1.2 之規定	確定其符合運轉限制條件(Limit Conditions of Operation, LCO) LCO 3.1.2 之規定	依核安會第一次審查意見06、078修訂。
1.4.14	10	使用於裝載及運轉操作作業時，功能為萬一發生地震時，防止豎立的傳送護箱傾倒。傳送護箱含防傾倒設備之評估分析結果為無傾倒疑慮，相關內容請參考報告(630075-2012-Kuosheng Seismic Analysis of Transfer Cask on Dolly)。	使用於裝載及運轉操作作業時，功能為萬一發生地震時，防止豎立的傳送護箱傾倒。傳送護箱含防震設備之評估分析結果為無傾倒疑慮，本項採用ANSYS對傳送護箱與多軸板車進行瞬態分析。透過三組不同地震時程資料評估，由於傳送護箱透過8條索具固定於多軸板車低板，且傳送護箱主體與屏蔽門具有效剛性(effectively rigid)，經分析結果顯示，該系統在分析條件下保持穩定。相關詳細分析評估內容請參考報告(630075-2012-Kuosheng Seismic Analysis of Transfer Cask on Dolly)。	自主品保修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 03 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
1.5.2	12	燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，所需電力將由核二廠供應，並依照核二廠廠內公用電力使用規定辦理。	燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，所需電力將由外部電力經核二廠線路供應，並依照核二廠廠內公用電力使用規定辦理。	依核安會第一次審查意見027修訂。
1.5.6	13	燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間以及貯存場傳送作業期間，產生的一般廢棄物，將依照核二廠一般廢棄物處理規定辦理。於貯存場運轉期間，並無一般放射性廢棄物產生，無需處理。	燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間以及貯存場傳送作業期間，產生的一般廢棄物，將依照核二廠一般廢棄物處理規定辦理。	依核安會第一次審查意見028修訂。
1.7	14	1.7 預估開始使用之時程 Dry Run階段(整體功能驗證階段)以及統合演練作業，整體所需之作業時程預計約為3個月。在取得試運轉許可後2週內開始執行第1部分之輔助設備整合功能驗證(Dry Run A1)，預計1個月內可完成相關驗證作業，於確認符合接受標準後開始執行第2部分之重件吊運、傳送及運送功能驗證(Dry Run A2)。第2部分驗證工作完成且各項作業...。 此預估時程不含運貯設備前置整備作業及不可抗力之因素，實際時程將依現況進行適當調整。	刪除。	依核安會第一次審查意見002修訂，將1.7節刪除內容移至2.4節(新增)。後續章節重新編號。

FOM-02-QAP-11007-01-01

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
1.7	15	1.8 引用法規	1.7 引用法規	依核安會第一次審查意002刪除1.7節調整原1.8節。

本章節涉及保安機敏性資訊，不予公開

<p>圖1-3</p>	<p>19</p>	<p>圖1-3 作業流程圖</p>	<p>圖1-4 作業流程圖</p>	<p>依照現場實際作業調整原圖 1-3 為圖 1-4 示意圖。</p>
-------------	-----------	-------------------	-------------------	-------------------------------------

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 06 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2	25	本公司嚴謹規劃並執行核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之試運轉作業，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。試運轉內容包含整體功能驗證(Dry-Run含統合演練)及熱測試兩部份，相關功能驗證與測試結果將於試運轉完成後提出。	本公司嚴謹規劃並執行核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之試運轉作業，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。試運轉內容包含整體功能驗證(Dry-Run)、統合演練及熱測試三部份，相關功能驗證與測試結果將於整體功能驗證及統合演練執行完成後，撰寫相關執行結果報告，送主管機關審查，以申請熱測試許可。熱測試之2組護箱裝載將於取得熱測試許可後執行。	依核安會第一次審查意見002、004及作業現況進行修訂。
2	25	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。密封作業之功能驗證包括銲接以及真空乾燥等作業，銲接技術之關鍵在於驗證銲道是否符合法規要求，將以密封鋼筒模擬銲件進行，銲接相關部分與實體相同，故可充分模擬上蓋銲接之實際狀況，銲接完成後則具備局部之空間，進行真空乾燥之驗證。	本公司為使參與作業之現場工作人員熟習設備之操作，累積足夠經驗，故規劃於整體功能驗證前先就關鍵系統(如門型吊車、防震設備、遙控或自動銲接機、真空乾燥系統、曳引式多軸板車等)進行個別系統模擬(mock-up)操作演練，並將此演練納為試運轉前置準備作業。 整體功能驗證階段不裝填燃料的主要考量為，.....，銲接完成後則具備局部之空間，進行真空乾燥之驗證。	依核安會第一次審查意見002、004及作業現況進行修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 07 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2	25~26	此外，本公司為使參與作業之現場工作人員熟習設備之操作，累積足夠經驗，故規劃於整體功能驗證前先就關鍵系統(如門型吊車、防震設備、遙控或自動鐸接機、真空乾燥系統、牽引式多軸板車等)進行個別系統模擬(mock-up)操作演練，並將此演練納為試運轉前置準備作業。	本公司依據114年9月23日核電廠乾式貯存設施管制討論會議記錄決議事項(二)主管機關要求，於核二廠室外乾式貯存設施熱測試前辦理統合演練，以加強提升人員作業熟練度，確保用過核子燃料運貯作業安全。此統合演練實際乾式貯存運貯作業之各項操作步驟均會完整執行，惟考量現場狀況，統合演練之實際工序將配合合理抑低(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)原則進行規劃與調整。	依核安會第一次審查意見002、004、043及作業現況進行修訂。
2	26	以下將分別說明試運轉前置準備作業及試運轉之規劃內容。	以下將分別說明試運轉前置準備作業、試運轉及熱測試之規劃內容。	依核安會第一次審查意見002、004及作業現況進行修訂。
2.1	26	試運轉前置準備作業包含....、待貯存用過核子燃料完整性檢測、各組護箱用過核子燃料裝載佈置規劃等作業，.....。	試運轉前置準備作業包含....、確認已完成待貯存用過核子燃料完整性檢測、各組護箱用過核子燃料裝載佈置規劃等作業，.....。	自主品保修訂。
2.1.1	26	2.1.1 試運轉核准前提交之文件或說明	2.1.1 試運轉前許可申請階段應提送審查或備查之文件	依核安會第一次審查意見093修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 08 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.1.1	26	依「放射性物料管理法」之規定，本貯存設施之申請，分為建造執照申請(第十七條)及運轉執照申請(第十八條)等兩階段。本計畫書內容係依據申請運轉執照所需執行之工作，進行相關規劃及安全分析。與設施運轉有關之工作，將依「放射性物料管理法施行細則」第二十六條之規定，於試運轉核准前完成細部規劃，並於試運轉後提出試運轉報告。應提送審查或備查之文件對照彙整於表2-1。	依104年8月7日行政院原子能委員會(112年9月27日改制為核能安全委員會，以下簡稱核安會)之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照申請案」審結結論會議紀錄，本案本案共有6項重要管制事項及14項品保管理事項，由管制單位進行後續之確認或管制。經查20項重要管制事項，共分屬興建期間檢查與試運轉階段審查2個查核點。經確認重要管制事項與本案試運轉有關者共有16項，主管機關所要求之各項管制事項，均已依規定完成辦理。	依核安會第一次審查意見093修訂。
2.1.2	26	為使工作人員熟習相關操作程序，故本公司承包商NAC/俊鼎公司運用密封鋼筒模擬件、銲接用屏蔽板…等物件，以模擬實際作業，供參與試運轉作業之人員練習操作以熟習關鍵操作程序。模擬作業場所將依作業特性擇適當場所及核二廠燃料廠房進行模擬操作。各項模擬設備之主要演練項目彙整於表2-2。	為使工作人員熟習相關操作程序，故本公司承包商NAC公司及其分包商運用密封鋼筒模擬件、銲接用屏蔽板…等物件，以模擬實際作業，供參與試運轉作業之人員練習操作以熟習關鍵操作程序。模擬作業場所將依作業特性擇適當場所及核二廠燃料廠房進行模擬操作。各項模擬設備之主要演練項目彙整於表2-1。	自主品保修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 09 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.2	27	本節概述整體功能驗證階段之驗證項目及使用之關鍵設備，……。整體功能驗證階段以作業特性及作業地點可粗分成輔助設備整合功能驗證 (Fluid Operation/Welding)，重件吊運、傳送及運送功能驗證 (Heavy Load Movement)，以及護箱裝載池水下操作功能驗證 (Wet Operation) 等三大部分。	本節概述整體功能驗證階段之驗證項目及使用之關鍵設備，……。整體功能驗證階段以作業特性及作業地點可粗分成輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，以及護箱裝載池水下操作功能驗證等三大部分。	依核安會第一次審查意見031及實際作業規劃進行修訂。
2.2	27	與密封鋼筒銲接、檢測、排水及真空乾燥相關作業之驗證，歸類為輔助設備整合功能驗證，驗證作業地點於燃料廠房內。……。另於執行上述功能驗證時，亦將於適當時機執行相關設備實體之現場組裝測試，如密封上蓋與銲機、密封鋼筒與真空乾燥系統、排水及排氣封口蓋與銲機、及密封鋼筒與氬質譜儀洩漏檢測系統等之組合界面確認，……。	與密封鋼筒銲接、檢測、排水及真空乾燥等相關作業之驗證，歸類為輔助設備整合功能驗證，驗證作業地點於燃料廠房內。……。另於執行上述功能驗證時，亦將於適當時機執行相關設備實體之現場組裝測試，如密封上蓋與銲機、密封鋼筒與真空乾燥系統、排水及排氣封口蓋與銲機、及密封鋼筒與氬質譜儀洩漏檢測系統、傳送護箱運送前除污與污染偵檢、防撞緩衝器與傳送護箱固定吊索具、密封鋼筒傳送至混凝土護箱等之組合界面確認，……。	依實際作業規劃進行修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 10 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.2	27~28	<p>整體功能驗證規劃之主要精神為於最低的輻射污染與人員劑量情況下，驗證實際運貯的全部流程。基於上述原則，整體功能驗證先執行Dry Run A1、A2及B階段之功能驗證，依序執行運貯整體作業相關使用之輔助設備整合功能驗證，以及重件吊運、傳送及運送功能驗證。於上述功能驗證確認可達規劃目標後，再進行可能造成設備污染之水下操作功能驗證項目，並於提送功能驗證報告予主管機關審查期間，安排統合演練作業(不含燃料裝填)，以確保運貯作業流程順暢，並依執行情形適時進行調整與修訂，以確保程序符合運貯需求。</p>	<p>整體功能驗證規劃之主要精神為於最低的輻射污染與人員劑量情況下，驗證實際運貯的全部流程。基於上述原則，整體功能驗證先執行Dry Run A1、A2之功能驗證，依序執行運貯整體作業相關使用之輔助設備整合功能驗證，以及重件吊運、傳送及運送功能驗證。於上述功能驗證確認可達規劃目標後，...，依據本公司審慎考量評估，規劃於執行統合演練後，再執行Dry Run B階段水下操作功能驗證。以確保設備無污染之虞，並進行乾貯運貯完整步驟演練，確保運貯作業流程順暢，並依實際執行情形適時進行調整與修訂，.....。</p>	<p>依核安會第一次審查意見002、00及實際作業規劃進行修訂。</p>
2.2.1	28	<p>5. 銲接/非破壞檢測：.....主要設備為模擬密封上蓋、模擬排水/排氣接頭封口蓋</p>	<p>5. 銲接/非破壞檢測：.... 主要設備為模擬密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋....。</p>	<p>依核安會第一次審查意見098修訂。</p>
2.3	30	<p>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。</p>	<p>試運轉內容依作業性質分成設施整體功能驗證(Dry Run)、統合演練及熱測試(Hot Test，2組護箱裝載)三部分進行。</p>	<p>依核安會第一次審查意見002、004及實際作業規劃進行修訂。</p>

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 11 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.3	30~31	<p>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，且銲接與真空乾操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。</p>	<p>熱測試係指前2組護箱完成實際用過核子燃料....，....係採模擬銲件方式進行。熱測試的作業流程與項目可參考圖1-3至圖1-4，主要分為安裝/吊運階段與貯存階段，包含前置準備作業(包含混凝土護箱、密封鋼筒與傳送護箱使用前檢查、密封鋼筒置入傳送護箱、安裝環狀間隙循環水冷系統、傳送護箱(含密封鋼筒)置入護箱裝載池中)、燃料裝載(檢查用過核子燃料編號、燃料裝填、安裝密封上蓋、將傳送護箱吊離裝載池並除污偵檢、將傳送護箱吊至清洗池)、密封鋼筒封銲(密封上蓋封銲執行壓力測試、排水真空乾燥、回填氬氣、排水與排氣第一層封口蓋銲接、氬氣測漏、密封環及排水與排氣第二層封口蓋銲接)、運貯(將傳送護箱外表面污染偵檢、傳送護箱移出燃料廠房送至貯存場、將傳送護箱吊運至混凝土護箱上、將密封鋼筒傳送至混凝土護箱中，安裝混凝土護箱頂蓋、實施輻射與溫度偵測)、開始貯存。其中應完成不同階段之封緘設置，此作業屬國際原子能總署(IAEA)之執行範疇。本公司將配合規劃辦理。</p>	<p>依核安會第一次審查意見002、004及實際作業規劃進行修訂。</p>

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 12 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.4	31~32	無	<p>2.4 預估開始使用之時程 整體功能驗證階段(Dry Run)以及統合演練作業，整體所需之作業時程預計約為 3 個月。在取得試運轉許可後 2 週內開始執行第 1 部分之輔助設備整合功能驗證(Dry Run A1)，預計 1 個月內可完成相關驗證作業，於確認符合接受標準後開始執行第 2 部分之重件吊運、傳送及運送功能驗證(Dry Run A2)，預計 0.5 個月。於執行第 2 部分驗證工作完成且各項作業皆合於接受標準之要求後，因考量現場狀況與配合 ALARA 原則，進行統合演練之實際工序整體規劃與調整。完成統合演練後，即開始進行第 3 部分水下操作功能驗證作業(Dry Run B)。統合演練與第 3 部分驗證之時程預估分別為 1 個月及 0.5 個月。完成上述 Dry Run A1、A2、統合演練及 Dry Run B 階段之功能驗證，提送相關測試結果報告予主管機關審查。在獲主管機關核發熱測試許可後，本公司將依規劃時程-分別執行前 2 組護箱燃料裝載，完成本計畫熱測試裝載工作。</p> <p>此預估時程不含運貯設備前置整備作業及不可抗力之因素，實際時程將依現況進行適當調整。</p>	<p>依核安會第一次審查意見 002、004 及實際作業規劃新增內容。</p>

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 13 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
2.2.2	29	1.傳送護箱豎立：主要驗證傳送護箱豎立的程序與能力，...。	1.傳送護箱使用前檢查：此階段主要確認傳送護箱使用前檢查，	品保自主修訂。
2.2.3	30	1.密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位：	1.傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位：	品保自主修訂。
2.2.3	30	3. 密封上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作：	3. 密封上蓋水下安裝/傳送護箱吊運操作：	品保自主修訂。
圖2-1	33	(f) VDS 系統	(f)真空乾燥系統 (Vacuum Drying System, VDS)	依核安會第一次審查意見078修訂。
表2-1	35	表2-1試運轉前應完成之準備作業與執行結果	刪除	依核安會第一次審查意見094修訂，後續表編號配合修訂。
表2-2.1	37	1.傳送護箱翻轉	1.傳送護箱使用前檢查	自主品保修訂，傳送護箱已於試運轉前置準備作業時完成豎直。
表2-2.2	37	2.密封鋼筒翻轉	2.密封鋼筒豎立	自主品保修訂。
表2-2.3	37	整體功能驗證作業--內容包含密封鋼筒置入傳送護箱(外)、傳送護箱吊運至燃料廠房、安裝工作平台、環狀間隙填充水系統、模擬燃料束拉力測試及....。	整體功能驗證作業--內容包含密封鋼筒置入傳送護箱(外)、傳送護箱吊運至燃料廠房內工作平台中、安裝環狀間隙循環水冷系統、假燃料束阻力測試及....。	自主品保修訂。
表2-2.4、6、7、16	37~38、40	7.護箱裝載池 16 燃料廠房	7.護箱清洗池 新增:此階段實際工序將配合合理抑低原則進行規劃與調整。 16 乾貯場	自主品保修訂。
表2-2.12	39	12 排水及排氣封口蓋銲接/非破壞檢測	12 排水及排氣第一層封口蓋銲接/非破壞檢測	依核安會第一次審查意見098修訂。
表2-2.14	39	14 排水/排氣接頭封口蓋銲接/非破壞檢測	14排水及排氣第二層封口蓋銲接/非破壞檢測	依核安會第一次審查意見098修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 14 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
3	41	依據本計畫書第1.7節「預估開始使用之時程」之規劃，整體功能驗證階段所需之作業時程預計約為3個月。在取得試運轉許可後2週內開始執行第1部分之輔助設備整合功能驗證，預計1個月內可完成相關驗證作業，於確認符合接受標準後開始執行第2部分之重件吊運、傳送及運送功能驗證。第2部分驗證工作完成且各項作業皆合於接受標準之要求後，即開始進行第3部分水下操作功能驗證作業。第2部分與第3部分驗證之時程預估分別為0.5個月及0.5個月。完成上述Dry Run A1、A2及B階段之功能驗證，提送驗證報告予主管機關審查，於審查期間安排統合演練作業(不含燃料裝填)，規劃時程預估需1個月。	另依據本計畫書第2.4節「預估開始使用之時程」之規劃，於第2部分驗證工作完成且各項作業皆合於接受標準之要求後，先執行統合演練，完成統合演練所有步驟執行後，即開始進行第3部分水下操作功能驗證作業。	配合核安會第一次審查意見002修訂。
3	41	整體功能驗證階段係驗證相關作業程序之可執行性與操作之技術能力，驗證目的與操作內容已說明於本計畫書第2.2節及表2-3中，不再贅述。	整體功能驗證階段係驗證相關作業程序之可執行性與操作之技術能力，驗證目的與操作內容已說明於本計畫書第2.2節及表2-2中，不再贅述。	自主品保修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 15 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
3	41	以下將分別詳細說明輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，...各工作項目時程與人力規劃。	以下將分別詳細說明整體功能驗證各階段輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，...各工作項目時程與人力規劃。	自主品保修訂。
3.1	41	輔助設備整合功能驗證項目主要有：1.自動銲接/非破壞檢測NDT；2.壓力測試；3.排水/真空乾燥；4.氬氣回填；5.氬氣測漏；及6.密封鋼筒上蓋銲道移除等六項。	輔助設備整合功能驗證項目主要有：1.自動銲接/非破壞檢測 (Non-Destructive Testing, NDT) NDT；2.壓力測試；3.排水/真空乾燥；4.氬氣回填；5.氬氣測漏；及6.密封鋼筒上蓋銲道移除等六項。	依核安會第一次審查意見078修訂。
3.1.1	42	2.密封上蓋銲接液滲檢測PT檢測之層(layer)與層之間不可超過0.33” (8mm)。	2.密封上蓋銲接液滲檢測(Penetrant Testing, PT)檢測之層(layer)與層之間不可超過0.33” (8mm)。	依核安會第一次審查意見078修訂。
3.1.1	42	3.密封上蓋與密封鋼筒外殼間底部、中間和最終銲道過程中應執行目視檢測 VT和PT檢查，並記錄結果。	3.密封上蓋與密封鋼筒外殼間底部、中間和最終銲道過程中應執行目視檢測(Visual Testing, VT)VT和PT檢查，並記錄結果。	依核安會第一次審查意見078修訂。
3.1.1	42	4. VT、PT檢測如有發現瑕疵，須通知國原院現場工程師或銲接工程師，並依據「密封鋼筒上蓋銲接操作程序書」之9.0之規定進入整修程序。	VT、PT檢測如有發現瑕疵，須通知NAC公司分包商現場工程師或銲接工程師，並依據「密封鋼筒上蓋銲接操作程序書」之9.0之規定進入整修程序。	依核安會第一次審查意見010修訂。
3.1.6	45	密封鋼筒上蓋銲道移除作業使用之設備為銲道移除系統、模擬密封上蓋、模擬排水/排氣接頭封口蓋、排水真空乾燥系統、及輻射偵檢儀器等。	密封鋼筒上蓋銲道移除作業使用之設備為銲道移除系統、模擬密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋、排水真空乾燥系統、及輻射偵檢儀器等。	依核安會第一次審查意見098修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 16 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
3.2	46	重件吊運、傳送及運送功能驗證項目主要有：1.傳送護箱翻轉；2.密封鋼筒翻轉；3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝；4. 牽引式多軸板車運送；5. 密封鋼筒傳送至混凝土護箱；等五項。	重件吊運、傳送及運送功能驗證項目主要有：1.傳送護箱使用前檢查；2.密封鋼筒豎立；3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝；4.曳引式多軸板車運送；5. 密封鋼筒傳送至混凝土護箱；等五項。	自主品保修訂。
3.2.1	46	傳送護箱翻轉	傳送護箱使用前檢查	自主品保修訂。
3.2.1	46~47	傳送護箱翻轉驗證作業所需之設備為傳送護箱、吊具、吊索、平板車、屏蔽門、50公噸以上吊車二組；接受標準為完成傳送護箱豎立，及屏蔽門安裝作業。	由於傳送護箱豎直作業已於試運轉前置準備作業時完成。故於此階段為執行傳送護箱使用前檢查。所需之設備為傳送護箱、吊具、吊索、平板車、屏蔽門銜接器、鞍座；接受標準為完成傳送護箱使用前檢查。	自主品保修訂。
3.2.1	47	本階段主要工作內容為： (1) 將傳送護箱由貯存位置運送至燃料廠房外空地。 (2) 利用二組吊車，進行傳送護箱之豎立作業。 (3) 安裝屏蔽門。 相關作業程序係依據「傳送護箱前置作業程序書」相關作業程序執行。	本階段主要工作內容為： (1) 將傳送護箱由貯存位置運送至乾貯場/燃料廠房。 (2) 利用門型吊車/廠房吊車，進行傳送護箱使用前檢查作業。 相關作業程序係依據「傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書傳送護箱前置作業程序書」相關作業程序執行。	自主品保修訂。
3.2.2	47	密封鋼筒翻轉	密封鋼筒豎立	自主品保修訂。
3.2.2	47	密封鋼筒翻轉驗證作業所需之設備為密封鋼筒、低板車、...、燃料方管阻力測試與鋼筒豎立作業。	密封鋼筒豎立驗證作業所需之設備為密封鋼筒、低板車、...、假燃料東方管阻力測試與鋼筒豎立作業。	自主品保修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
3.2.2	47	(2) 利用翻轉裝置，進行密封鋼筒之豎立作業。	(3) 利用翻轉架，進行密封鋼筒之豎立作業。	自主品保修訂。
3.2.4	48	(表2-1試運轉前應完成之準備作業與執行結果之第6項)	刪除	配合核安會第一次審查意見094修訂。
3.2.5	49	...、防傾倒設備(限制環)；	...、防震設備(限制環)；	自主品保修訂。
3.3.3	51	接受標準為密封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護箱裝載區。	接受標準為密封上蓋水平安裝於密封鋼筒上，並利用水下攝影機確認密封上蓋與密封鋼筒標記處完成對位.....	依核安會第一次審查意見054修訂。
3.3.4	51~52	接受標準為密封鋼筒外表面鬆散污染限制值： β/γ ： $\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。	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 ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。	依核安會第一次審查意見035修訂。
表3-1	53	無 溫度監測系統 <small>表 3-1 輔助設備整合功能驗證之作業程序、接受標準</small>	增加鉸機 修訂為溫度量測系統 <small>表 3-1 輔助設備整合功能驗證之作業程序、接受標準</small>	自主品保修訂。
表3-2	55	傳送護箱翻轉 密封鋼筒翻轉 <small>表 3-2 重作吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力</small>	傳送護箱使用前檢查 密封鋼筒豎立 <small>表 3-2 重作吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力</small>	自主品保修訂。
表3-3	61	密封鋼筒外表面鬆散污染限制值：.....	密封鋼筒外表面非固著污染限制值：.....	依核安會第一次審查意見035修訂。
全文		孔蓋	封口蓋	自主品保修訂。

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由												
表3-3	58	<p>表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目</th> <th>執行中需使用之設備</th> <th>接受標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 </td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 	<p>表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目</th> <th>執行中需使用之設備</th> <th>接受標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 </td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 	自主品保修訂。
功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準														
密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 														
功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準														
傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 														
表3-3	60	<p>表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目</th> <th>執行中需使用之設備</th> <th>接受標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 </td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 	<p>表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>功能驗證項目</th> <th>執行中需使用之設備</th> <th>接受標準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密封上蓋水下安裝/傳送護箱吊運操作</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 密封上蓋 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 密封上蓋吊具 塑膠布 沖洗設備 TFR 水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 密封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護箱裝載區 </td> </tr> </tbody> </table>	功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	密封上蓋水下安裝/傳送護箱吊運操作	<ul style="list-style-type: none"> 密封上蓋 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 密封上蓋吊具 塑膠布 沖洗設備 TFR 水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 密封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護箱裝載區 	自主品保修訂。
功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準														
密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 TFR 頂部水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位 														
功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準														
密封上蓋水下安裝/傳送護箱吊運操作	<ul style="list-style-type: none"> 密封上蓋 密封鋼筒 傳送護箱 吊鉤 廠房吊車 底部防污套 水下攝影系統 密封上蓋吊具 塑膠布 沖洗設備 TFR 水封環機構 環狀間隙循環水冷系統 	<ul style="list-style-type: none"> 密封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護箱裝載區 														
4.1	63	本階段...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傳送護箱底部防污套後，將傳送護箱併同密封鋼筒置入裝載池中，....。	本階段...為，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傳送護箱底部防污套後，將傳送護箱併同密封鋼筒置入裝載池中，....。	依審查意見056修訂。												
4.1	63，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊至岸上除污區，...、孔蓋銲接，...。，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊至岸上作業區，...、封口蓋銲接，...。	自主品保修訂。												
4.1.1.1	63~64	<p>1.密封鋼筒翻轉作業... 依據...。本項作業包含:(1)將傳送護箱自燃料廠房外空地進行翻轉，吊運至清洗池位置固定;(2)將空密封鋼筒裝上自翻轉裝置;(3)將密封鋼筒自26號倉庫移往燃料廠房;(4)將密封鋼筒於燃料廠房翻轉，並將密封鋼筒吊入傳送護箱中;(5)於燃料廠房內對密封鋼筒的所有孔位進行假燃料拉力測試;(6)密封鋼筒上蓋組合測試;(7)將自翻轉裝置運回26號倉庫並卸車。</p>	<p>1.密封鋼筒豎立作業... 依據...。本項作業包含:(1)將傳送護箱自乾貯場/燃料廠房進行使用前檢查，完成檢查後吊運至清洗池位置固定;(2)將空密封鋼筒裝上翻轉架;(3)將密封鋼筒自26號倉庫移往燃料廠房;(4)將密封鋼筒於燃料廠房豎直，並將密封鋼筒吊入傳送護箱中;(5)於燃料廠房內對密封鋼筒的所有孔位進行假燃料束方管阻力測試;(6)密封鋼筒上蓋組合測試;(7)將翻轉架運回26號倉庫並卸車。</p>	自主品保修訂。												

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 20 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
5.2	70	本公司委託之工程顧問公司或相關機構以及本公司之相關單位。本公司委託之工程顧問公司以及本公司之相關單位，組織架構詳如圖5-1所示。	本公司委託之工程顧問公司或相關機構及本公司之相關單位。本公司委託之工程顧問公司及本公司之相關單位，組織架構詳如圖5-1所示。	自主品保修訂。
5.2	70	本案NAC公司委託國家原子能科技研究院協助申照、安全分析及執行27組護箱運貯等相關作業。	本案NAC公司委託分包商協助申照、安全分析及執行27組護箱運貯等相關作業。	自主品保修訂。
圖5-1	71	註： 貯存階段	註： 運轉階段	自主品保修訂。
5.4	73~74	無	3.作業期間品保作業規劃 作業期間的三級品保作業規劃如下： 第一級 由承攬商負責執行，當相關作業執行完畢時，除承攬商執行者須簽署負責外，同時承攬商品保人員亦須執行複查作業並簽署負責。 第二級 由本公司核後端處及核二廠負責執行，於各關鍵作業訂定見證點及停留查證點，由核後端處(或委由監造單位)執行見證點查證作業，由核二廠執行停留查證點查證作業。 第三級 由本公司核安處負責執行，於作業期間執行不定期稽查。	依核安會第一次審查意見111修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開</p>				

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及保安機敏性資訊，不予公開</p>				

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開</p>				

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 24 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開</p>				

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開</p>				

【 文件修訂紀錄表(續) 】

第 26 頁/共 27 頁

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
<p>本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開</p>				
表7-3	97	C-(5)與C-(6) 使用自動鐸機	使用鐸機	自主品保修訂。
9	99	無	新增 2.核二廠用過核子燃料 乾式貯存設施護箱燃料束配 置報告修訂1版，台灣電力股 份有限公司。	自主品保修訂。

FOM-02-QAP-11007-01-01

【 文件修訂紀錄表(續) 】

章節	頁次	原文內容	變更內容	變更理由
9	99~100	6. 現場作業組織架構與行政作業程序書。 ⁶¹ 7. <u>密封鋼筒上蓋</u> 運送非破壞檢測程序書。 ⁶² 8. <u>密封鋼筒上蓋</u> 運送洩漏測試程序書。 ⁶³ 9. <u>傳送護箱與密封鋼筒</u> 使用前檢查與測試程序書。 ⁶⁴ 10. 貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書。 ⁶⁵ 11. <u>傳送護箱前置</u> 作業程序書。 ⁶⁶ 12. <u>密封鋼筒上蓋</u> 操作程序書。 ⁶⁷ 13. 燃料廠房內操作程序書。 ⁶⁸ 14. 貯存場運送及傳送作業程序書。 ⁶⁹ 15. 異常作業程序書。 ⁷⁰ 16. 再取出操作作業程序書。 ⁷¹ 17. 工安作業程序書。 ⁷² 18. 輻射防護作業程序書。 ⁷³	程序書依實際編號修訂 7. 現場作業組織架構與行政作業程序書, D1043。 ⁶¹ 8. 試運轉作業程序書, D1043.1。 ⁶² 9. 傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書, D1043.1 附件 1。 ⁶³ 10. 燃料廠房內操作程序書, D1043.1 附件 2。 ⁶⁴ 11. <u>密封鋼筒上蓋</u> 操作程序書, D1043.1 附件 3。 ⁶⁵ 12. <u>密封鋼筒上蓋</u> 運送非破壞檢測程序書, D1043.1 附件 4。 ⁶⁶ 13. <u>密封鋼筒上蓋</u> 運送洩漏測試程序書, D1043.1 附件 5。 ⁶⁷ 14. 貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書, D1043.1 附件 6。 ⁶⁸ 15. 貯存場運送及傳送作業程序書, D1043.1 附件 7。 ⁶⁹ 16. 異常作業程序書, D1043.2。 ⁷⁰ 17. 再取出操作作業程序書, D1043.3。 ⁷¹ 18. <u>傳送護箱前置</u> 作業程序書, D1043.4。 ⁷² 19. 輔助設備操作手冊, D1043.5。 ⁷³ 20. 工安作業程序書, D105 附件 1。 ⁷⁴ 21. 輻射防護作業程序書, D907 附件 907-1。 ⁷⁵ 22. 監測區輻射監測作業程序, D908.1。 ⁷⁶	自主品保修訂。

目錄

1. 設施綜合概述.....	1
1.1 貯存設施地理位置與貯存容量概述.....	1
1.2 設施內重要系統組件及設備.....	3
1.2.1 貯存系統.....	3
1.2.2 排水系統.....	4
1.2.3 照明設備.....	4
1.2.4 監視預警系統及消防設備.....	4
1.2.5 環境輻射監控系統.....	5
1.2.6 避雷及接地系統.....	6
1.2.7 溫度偵測系統.....	6
1.3 運貯作業概述.....	7
1.3.1 安裝/吊運階段.....	7
1.3.2 貯存階段.....	7
1.4 輔助系統及設備之設計.....	8
1.4.1 傳送護箱吊軌.....	8
1.4.2 遙控或自動銲接機.....	8
1.4.3 現場銲接用屏蔽板.....	8
1.4.4 排水與排氣系統.....	9
1.4.5 氫氣偵測系統.....	9
1.4.6 真空乾燥系統.....	9
1.4.7 水壓測試系統.....	9
1.4.8 氫氣測漏系統.....	9
1.4.9 密封鋼筒翻轉架與吊索.....	9

1.4.10	密封鋼筒吊掛系統.....	10
1.4.11	輔助油壓系統(傳送護箱屏蔽門開關動力).....	10
1.4.12	環狀間隙循環水冷系統.....	10
1.4.13	曳引式多軸板車.....	10
1.4.14	防震設備.....	10
1.4.15	雜項吊索與吊具附件.....	11
1.4.16	燃料廠房吊車.....	11
1.4.17	門型吊車.....	11
1.4.18	地震紀錄儀器.....	12
1.5	公用系統及設備之設計.....	12
1.5.1	通訊.....	13
1.5.2	電力.....	13
1.5.3	供水.....	13
1.5.4	供氣.....	14
1.5.5	照明.....	14
1.5.6	一般廢棄物處理.....	14
1.5.7	通風與排氣.....	14
1.5.8	接地.....	15
1.6	使用限制條件.....	15
1.7	引用法規.....	15
2.	試運轉規劃.....	27
2.1	試運轉前置準備作業.....	28
2.1.1	試運轉前許可申請階段應提送審查或備查之文件.....	28
2.1.2	關鍵系統模擬操作(含設備單元性能測試).....	28

2.2 整體功能驗證(Dry-Run)階段之規劃	29
2.2.1 輔助設備整合功能驗證之規劃項目	30
2.2.2 重件吊運、傳送及運送功能規劃項目	31
2.2.3 水下操作功能驗證之規劃項目	32
2.3 熱測試驗證部分	32
2.4 預估開始使用之時程	33
3. 整體功能驗證.....	43
3.1 輔助設備整合功能驗證	43
3.1.1 銲接/非破壞檢測.....	44
3.1.2 壓力測試.....	45
3.1.3 排水/真空乾燥.....	46
3.1.4 氬氣回填.....	46
3.1.5 氬氣測漏.....	47
3.1.6 密封鋼筒上蓋銲道移除.....	47
3.2 重件吊運、傳送及運送功能驗證	48
3.2.1 傳送護箱使用前檢查.....	49
3.2.2 密封鋼筒豎立.....	49
3.2.3 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝.....	50
3.2.4 曳引式多軸板車運送.....	50
3.2.5 密封鋼筒傳送至混凝土護箱.....	51
3.3 裝載池水下操作功能驗證	52
3.3.1 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位.....	52
3.3.2 模擬燃料束裝填.....	52
3.3.3 密封上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作.....	53

3.3.4 輻防及除污作業	53
4. 熱測試驗證	64
4.1 安裝吊運階段	65
4.1.1 吊卸裝填	65
4.1.2 運搬作業	67
4.2 貯存階段	68
5. 品質保證計畫	71
5.1 相關法規及標準	71
5.2 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案計畫組織	72
5.3 人員訓練計畫	74
5.4 試運轉階段品質保證作業	75
6. 核子保防與料帳管理	77
7. 試運轉安全措施	85
7.1 作業安全措施	85
7.2 輻射防護安全措施	85
8. 意外事件應變計畫	101
9. 參考文件	102
附錄 A 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照	A-1
附錄 B 運轉限制條件	B-1

附圖目錄

圖 1-1 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施場址位置與現況	17
圖 1-2 核二廠用過核子燃料乾式貯存場平面配置示意圖	18
圖 1-3 核二廠用過核子燃料乾式貯存場全區剖立面圖	19
圖 1-4 貯存場邊界(每 30 公尺增設 1 TLD 熱發光劑量計偵測站).....	20
圖 1-5 TLD 規劃布放位置(TLD1~TLD-14).....	20
圖 1-6 作業流程圖.....	21
圖 1-7 安裝/吊運階段主要工作項目示意圖	22
圖 1-8 核二廠傳送護箱預定運送路線	23
圖 2-1 系統模擬組件與設備	35
圖 2-1 系統模擬組件與設備(續).....	36
圖 4-1 乾式貯存設施施工及運轉期間高壓游離腔監測站位置配置圖 .	70
圖 4-2 乾式貯存設施施工及運轉期間熱發光劑量計監測站位置配置圖	70
圖 5-1 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案計畫組織系統圖	73
圖 6-1 1 號機、編號 1 燃料束配置圖	83
圖 6-2 1 號機、編號 2 燃料束配置圖	83

附表目錄

表 1-1 貯存設施內重要設備清單	24
表 1-2 輔助系統/設備清單	26
表 2-1 關鍵系統模擬操作項目與模擬設備	37
表 2-2 核二乾貯整體功能驗證階段操作項目內容	39
表 3-1 輔助設備整合功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預 估	55
表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力 及時程預估	57
表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程 預估	60
表 6-1 核二廠截至 83 年 12 月 31 日已退出之待貯燃料數	84
表 6-2 核二廠一號機熱測試待運貯用過核子燃料資訊	84
表 7-1 前置作業操作危害因子分析及評估	93
表 7-2 燃料裝載操作危害因子分析及評估	95
表 7-3 密封鋼筒封鐸操作危害因子分析及評估	97
表 7-4 運貯作業操作危害因子分析及評估	99

1. 設施綜合概述

台灣電力公司(以下簡稱本公司)為申請於核二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於 91 年 12 月公布施行之「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，提出本公司核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告，於 102 年 9 月 6 日獲主管機關審查同意，並於 104 年 8 月 7 日取得主管機關核發之建造執照，後續因主管機關行政院原子能委員會於 112 年 9 月 27 日改制為核能安全委員會(以下簡稱核安會)，故核安會於 113 年 2 月 1 日核發更新之建造執照，如附錄 A。

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，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。故本公司依據前述規定提出「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫書」(以下簡稱本計畫書)，申請試運轉以驗證設備功能與程序符合設計需求。

1.1 貯存設施地理位置與貯存容量概述

本案貯存場係位於核二廠廠區內北側，貯存場西南側鄰近第一及第二號機組，貯存場北側跨過小山丘後為基金濱海公路及循環水出水口，本計畫場址面積為 0.84 公頃，水土保持計畫面積與計畫場址面積相同，包括貯存平台面積約 0.2 公頃及其他草坪面積約 0.64 公頃，

貯存平台面積可細分為貯存設施基座平台面積 0.11 公頃及進場基座平台面積約 0.09 公頃。核二廠用過核子燃料乾式貯存計畫場址地形現況如圖 1-1 所示。貯存場設施包含基樁、基座、周圍道路、圍籬、雙重門等，其配置如圖 1-2 及圖 1-3 所示。

貯存場設置有雙重圍籬，外圍籬高約 1.5 m，內圍籬高(含刺線架)約 2.5 m，兩層圍籬間設置寬約 6.1 m 之隔離帶。貯存區內車行道路寬 4~6.5 m，於外圍籬南邊角，設置 10 m 寬之聯絡道路管制門。環繞貯存場四周並連接至核二廠廠區現有道路，總長約 205 m。

貯存場混凝土基座主要材料為鋼筋混凝土，座落其上除混凝土護箱外，尚有圍籬、照明燈具、門禁措施(電動門)等。這些設施大部分為金屬，於露天情況，具有良好耐熱性。另設施組件均可更換，將依使用維修計畫加以檢查、維修或更換。金屬表面有耐候型油漆，可抵抗腐蝕；另除了電動門轉動機件外，沒有磨損的問題。各附屬設備亦可視其狀況，適時進行維修。

貯存場混凝土基座為一樁基礎基座，用於放置裝載用過核子燃料之混凝土護箱以進行乾式貯存。貯存場之設計為最多可貯存 27 組護箱(每組 87 束)，2,349 束用過核子燃料，貯存場預定場址範圍內提供作為承載混凝土護箱的基座面積約 1,003 m²，厚 1.0 m，基座完成面高程為 12.3 m。混凝土護箱採露天存放，規劃貯存場之配置，各混凝土護箱之間保持適當的間隔與距離，使得工作人員執行例行偵測與維修保養時所接受的有效劑量在合理範圍內。

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、照明設備、監視預警及消防設備、環境輻射監控、以及避雷及接地系統等，相關清單列於表 1-1。

目前乾貯相關監控訊號會先連線至乾貯場旁邊的中繼站(真空泵浦室)，後續保安相關訊號(如 CCTV、門禁等)將連線至保安監控中心；而其他訊號(如溫度監控、地震儀等)將連線至廢料控制室，將於安裝測試完成後移交由核二廠相關部門負責管理。

1.2.1 貯存系統

核二廠使用之乾式貯存系統，係參照美國 NAC 公司設計之 MAGNASTOR (Modular Advanced Generation Nuclear All-purpose STORAGE)貯存系統，並考量核二廠特定需求進行設計修改(僅有混凝土護箱因受核二廠場址特性而進行相關的設計修正)，以下簡稱為本貯存系統。本貯存系統主要包含密封鋼筒(Transportable Storage Canister, TSC)、混凝土護箱(Vertical Concrete Cask, VCC)及傳送護箱(Transfer Cask, TFR)。相關安全分析結果已於 102 年 9 月 6 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入混凝土護箱，其程序是先將已裝有密封鋼筒的傳送護箱，安置在混凝土護箱上方，再將密封鋼筒卸入混凝土護箱中貯存，每個護箱可貯存 87 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，並作為封鐸上蓋時之臨時屏蔽。傳送護箱左右兩側各設有吊耳軸，僅供吊卸作業使用；另於吊耳軸下方設置防倒用吊耳，作為運送過程中的固定點。防倒用吊耳分別配置於四個方位，每一

方位設有兩個，合計共 8 個。吊卸點與運送固定點均有明確區分，以避免誤用，確保吊卸及運送作業之安全。

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，避免放射性物質外釋。在貯存期間，密封鋼筒放置在混凝土護箱中，混凝土護箱可提供輻射屏蔽和自然對流冷卻之環境；亦可於外界環境條件下為密封鋼筒提供保護。本設施準備使用之貯存系統，主要係根據 MAGNASTOR 系統中適用於 BWR 燃料之設計；然為因應核二廠之特定需求，特將混凝土護箱加厚，以符合廠界個人年有效劑量限值(小於 0.05 mSv/y)之要求。

1.2.2 排水系統

貯存場（外圍籬以內）長約 99.1 m，寬約 34.0 m，沿貯存場內圍籬設有排水溝匯入核二廠排水系統。

1.2.3 照明設備

貯存場圍籬內設有照明設備，其照度符合 CNS 標準(如 CNS 12112 及 CNS 9118 等)。圍籬內採用自動點滅開關照明，圍籬一隔離帶及設施內地面平均照度為 259 lux (Mini 86 lux, Max 444 lux)，符合 NUREG-1619 及 SECY-98-024 規範標準。於四周外圍籬處，設置照明設備，每盞燈距約 15~20 m，亮度將符合 CNS 及 10 CFR 73(C)(5)標準，照度至少應達 0.2 呎燭之規定。

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閉路電視攝影機，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(紅外線偵測及拉力感知並輔以 CCTV 監視)，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。利用電子偵測器經常監測保護區非法入侵，以保持週界之完整。

本貯存設施位於核二廠東北側，鄰近有大型柴油貯槽（距乾式貯存設施約 25 m），受到核二廠嚴密之監控及行政管理，故火災發生之可能性極低。依消防法第六條本設施非為所列管之場所，依法免設消防設備。貯存場仍將設置可攜式滅火器(5 只)。

1.2.5 環境輻射監控系統

貯存場之四周環境監測作業依照核二廠環境輻射監測計畫，沿用核二廠現有的熱發光劑量計(TLD)、環境輻射監測器及連續空浮監測器，全天候 24 h 監測該區域之直接輻射強度和空浮濃度，於貯存場完成前，連續監測背景輻射與貯存場對環境的影響，另於貯存場建置完成後，於貯存場邊界增設 TLD 熱發光劑量計，依核二廠輻防計畫書及 D908.1 程序書規定，乾式貯存設施運轉作業期間，在貯存場邊界每 30 公尺增設 1 TLD 熱發光劑量計偵測站，依據現有貯存場邊界計算，如圖 1-4 中紅色線之周長約 401.95 公尺，預計設置 14 站 TLD 熱發光劑量計偵測站，TLD 規劃設置位置與邊界相對位置如圖 1-5 (最後設置位置擬視最後完工之現場狀況而定)。其中有關高壓游離腔之設置，目前共有四站高壓游離腔輻射偵測器(修配工場站、模擬中心站、北部展示館站及貯存場站)，監測貯存場週邊輻射劑量。另外，配合機動性定期環境偵測及混凝土護箱貯存作業等輻防管制，全盤掌握場址附近之輻射狀況，以確實掌握對場界周遭環境造成之影響。

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網與預留導電接點。接地及避雷裝置係裝於燃料廠房外，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

1.2.7 溫度偵測系統

本系統主要提供混凝土護箱之溫度監控，溫度偵測系統之設備包括：警報器、記錄器、儀器、電源盤，以及聯接到控制盤的信號接頭，分別置於真空泵浦室及貯存場。一套個人電腦(Personal Computer, PC)系統(包含必要軟體)及螢幕，置於廢料控制室，以便記錄溫度用。該 PC 應裝有包括操作系統(OS)在內的合法授權的圖形配置軟件。PC 提供操作程序並將操作員的命令傳送到可程式邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)系統。PC 不僅提供設置功能，而且用於報告格式、編程、程序儲存/監視/搜索/編輯，故障診斷，監視和儲存溫度監測系統的操作參數。這些功能應能夠在處理器運行時“在線”完成，也可以根據需要“離線”完成。

混凝土護箱通氣出口溫度監測器配有連續記錄器，每日仍應定時檢視監測數據至少一次，確定其符合運轉限制條件(Limit Conditions of Operation, LCO) LCO 3.1.2 之規定，包含(1)確認乾貯場環境溫度差異或目視確認全部共四個進氣口與排氣口之攔網未受障礙，若發現任何堵塞狀況應依據 LCO 3.1.2 之規定處理，並應將巡視後之異常狀況、處置方式及結果記錄；(2)確認環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C，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，若發現任何堵塞狀況應依據 LCO 3.1.2 之規定處理，並應將巡視後之異常狀況、處置方式及結果記錄。

1.3 運貯作業概述

本案主要分安裝/吊運與貯存等二階段，貯存場建造完成並貯存混凝土護箱如圖 1-2 示意圖，全程作業之流程如圖 1-6 所示，圖 1-7 為安裝/吊運階段主要工作項目示意圖，圖 1-8 為運送路線圖。各階段作業概述如下，另試運轉規劃及整體功能驗證分別詳述於第 2 章及第 3 章。

1.3.1 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護箱裝載池中，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 87 束用過核子燃料裝填後，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)，依序執行除污、密封上蓋銲接、排水、乾燥、充填氬氣，及排水及排氣封口蓋銲接等工作。完成銲接密封之密封鋼筒將連同傳送護箱一併以曳引式多軸板車進行運送至貯存場定位，於貯存場以門型吊車將傳送護箱中之密封鋼筒傳送至混凝土護箱內。

1.3.2 貯存階段

貯存階段係指已完成裝載之混凝土護箱貯存於貯存場。

1.4 輔助系統及設備之設計

為能順利執行上述運貯作業，本公司特依據核二廠作業場所之特性，審慎規劃並設計適用於本案運貯過程中所需之輔助設備。

本案之輔助系統設備主要功能在配合密封鋼筒、傳送護箱及混凝土護箱等主要裝備，於燃料廠房內及貯存場，完成吊卸裝填、運搬及傳送等作業；主要輔助系統設備及功能略述於下；至於詳細功能與操作方法，將詳述於各相關運貯作業程序書中。相關輔助系統/設備清單如表 1-2 所示。

1.4.1 傳送護箱吊軌

傳送護箱的吊軌符合 ANSI N14.6 及 NUREG 0612 法規要求設計。依照 ANSI N14.6 要求，在運送到現場前，先經組裝、測試與檢查。並要有維護保養、每年檢查與檢查計畫之要求。吊軌應配合核二廠燃料廠房吊車與傳送護箱吊耳軸運作。

1.4.2 遙控或自動鐸接機

用來執行密封鋼筒密封上蓋之鐸接。

1.4.3 現場鐸接用屏蔽板

鐸接用屏蔽板用來降低密封鋼筒密封上蓋鐸接時的表面輻射劑量率，亦為自動鐸接機的基座。

屏蔽衰減效率分析方法：材料材質設定為碳鋼(ASTM A36)。幾何條件設定為三層圓板設計，每層厚度 51mm，總厚度 153mm。人員距離作業位置 30 cm 處。經點核仁法輻射屏蔽分析程式計算有屏蔽跟無屏蔽下的劑量率，可推導出屏蔽的衰減效率約為 99.42%。

1.4.4 排水與排氣系統

功能有二，分別為：在密封鋼筒密封上蓋銲接前，先抽取密封鋼筒內部約 265 L 的水，降低內部水面高度，以利銲接工作；完成密封上蓋銲接且通過壓力測試後，藉由本系統排除密封鋼筒內其餘水份。

1.4.5 氬氣偵測系統

功能為偵測密封上蓋銲接作業以及再取出作業時密封鋼筒內部之氬氣濃度，當氬氣濃度高於 2.4 % 時，則應停止執行銲接或是銲道切除作業。

1.4.6 真空乾燥系統

用來在密封鋼筒排水後，移除密封鋼筒內殘餘之水氣及其他氣體。此系統由真空泵、軟管、控制閥等與密封鋼筒銜接組成，並有真空壓力表指示所有壓力範圍等。本系統亦可作為氬氣回填使用。

1.4.7 水壓測試系統

主要功用為執行密封上蓋銲接後水壓測試用，系統能將密封鋼筒注水，加壓至 130(+5,-0) psig 區間，並可隔離密封鋼筒，確定鋼筒銲道無洩漏可持壓至少 10 分鐘。

1.4.8 氬氣測漏系統

用來確認密封鋼筒排水與排氣封口蓋的銲道符合規範要求。

1.4.9 密封鋼筒翻轉架與吊索

功能為使密封鋼筒由水平轉成垂直安置的座架。

1.4.10 密封鋼筒吊掛系統

為複置型吊具，用來吊運以裝載燃料完成密封作業之密封鋼筒，主要是用在將密封鋼筒由傳送護箱傳送至混凝土護箱之作業中。

1.4.11 輔助油壓系統(傳送護箱屏蔽門開關動力)

傳送護箱底部屏蔽門的開關驅動系統，系統架設在銜接器上，藉 T 型連接器與屏蔽門接合，傳送作業前務須先執行功能測試，並且確認定位。

1.4.12 環狀間隙循環水冷系統

本系統利用循環泵將清潔水注入密封鋼筒與傳送護箱之環狀間隙中，冷卻水入口溫度低於 37.7°C(100°F)，水流量約 38gpm，出口平均溫度大約會達 39.4°C(103°F)。若環狀間隙循環水冷系統若發生異常狀況，依據程序書 D1043.2 「核二廠用過核子燃料室外乾式貯存設施-異常作業程序書」第 6.2.3 節處理。

1.4.13 曳引式多軸板車

在燃料廠房與貯存場間運搬傳送護箱之用。

1.4.14 防震設備

使用於裝載及運轉操作作業時，功能為萬一發生地震時，防止豎立的傳送護箱傾倒。傳送護箱含防震設備之評估分析結果為無傾倒疑慮，本項採用 ANSYS 對傳送護箱與多軸板車進行瞬態分析。透過三組不同地震時程資料評估，由於傳送護箱透過 8 條索具固定於多軸板車底板，且傳送護箱主體與屏蔽門具有效剛性(effectively rigid)，經分析結果顯示，該系統在分析條件下保持穩定。詳細分析

評估內容請參考報告(630075-2012- Kuosheng Seismic Analysis of Transfer Cask on Dolly)。

1.4.15 雜項吊索與吊具附件

各項操作過程所需之一般性吊索、吊具及工作平台等。

1.4.16 燃料廠房吊車

燃料廠房吊車的設計載重為 150 短噸(約 135 公噸)，且為耐單一失靈吊車。

1.4.17 門型吊車

本系統使用一組門型吊車(gantry crane)及其下方懸吊之鍊條捲揚機(chain hoist)與銜接器(TSC 吊掛用 adapter)所構成之吊具，傳送密封鋼筒進出混凝土護箱，屬於品質分級(安全等級)B 級。門型吊車之設計應符合 NUREG-0554、NUREG-0612 及 ASME NOG-1 之可適用部分，而鍊條捲揚機之設計應符合 ASME NUM-1, Type 1B 與 ASME B30.16 的要求。本系統使用場地在貯存場(ISFSIPAD)上，不會對燃料廠房既有設施之安全造成影響。

本案所用的門型吊車安裝於貯存場，係用以將裝載密封鋼筒的傳送護箱由多軸板車上吊起，並放置在已安裝於混凝土護箱頂端的銜接器上，將密封鋼筒由傳送護箱中放置於混凝土護箱中。

此門型吊車主要由油壓裝置、伸縮柱、桁架及吊掛用台車樑所組成，其設計符合 ASME B30.1 與 SAE J1078 中的相關要求，以及 NUREG-0554、NUREG-0612 及 ASME NOG-1 可適用之部分相關規定。該門型吊車係用 4 組油壓裝置升降的伸縮柱，於密封鋼筒傳送進出混凝土護箱時，此門型吊車不會與傳送護箱吊耳軸脫鉤，並

同時藉由安置於混凝土護箱頂部的銜接器 (TFR 對心用 adapter)，來確保在發生地震的情況下，門型吊車及傳送護箱仍能保持其穩定性。

每組油壓裝置係由 2 支油壓缸所組成，而每支油壓缸間利用分配閥來調節、同步。如當油壓缸無法提供所需的輸出時，自動啟動凸輪自動閉鎖安全裝置，以確保該門型吊車升降部份及其所吊掛的物件不會墜落或明顯下降，此自動閉鎖裝置符合 NUREG-0554, 4.9 小節的要求。當地震發生時，有煞車系統，將此門型吊車軌道上的輪子煞停(鎖住)，以及設置有地震限制器(seismic restraint)以避免地震發生時發生吊車出軌情況，以確保操作的安全性。經評估分析結果傳送作業無傾倒疑慮，相關內容請參考「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施貯存場門型吊車專案報告」。

在吊掛用台車樑與密封鋼筒間，使用氣動鍊條捲揚機，該氣動鍊條捲揚機，符合 ASME B30.16 與 ASME NUM-1, Type 1B 相關規定。

1.4.18 地震紀錄儀器

用於記錄貯存場區附近所發生之地震資料，以作為監控研判之用。

1.5 公用系統及設備之設計

本節針對運貯作業及貯存場營運期間，各相關公用系統及設備之初步運轉規劃，分別說明如後：

1.5.1 通訊

燃料廠房內於裝填操作期間，通訊將利用核二廠內既有通訊設施，並依照核二廠通訊作業規定使用。貯存場營運期間，警衛人員於巡視時，使用適當通訊工具與主警衛室帶班小隊長聯繫。

1.5.2 電力

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，所需電力將由外部電力經核二廠線路供應，並依照核二廠廠內公用電力使用規定辦理。貯存場電力主要供應施工期臨時需要，以及護箱傳送作業所需，並維持運轉需求之必要電力供應，諸如：貯存場之照明、出氣口溫度偵測，以及環境監測系統、監視系統、各監控中心儀器及控制設施。所需電力將由核二廠供應，並依照核二廠廠內公用電力使用規定辦理。

1.5.3 供水

燃料廠房內於核子燃料吊卸裝填作業期間，核二廠須連續供應足量之除礦水注入密封鋼筒外壁與傳送護箱內壁之環狀間隙，水溫 37.7°C (100°F)以下，連續供應至傳送護箱吊離水池後。傳送護箱吊運出水池面前，於水下吊升過程中，將使用加壓水（如除礦水）沖洗傳送護箱表面，供應流量約為 30 L/min ，每次約需4小時；另於每筒次傳送護箱吊出水池面時，其表面須以除礦水噴灑以降低表面污染。除礦水將由核二廠既有供應設施供應，並依核二廠規定辦理。貯存場例行運轉期間無供水需求。

1.5.4 供氣

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間，壓縮空氣將使用核二廠既有供氣設施，使用時將依核二廠規定辦理；若廠內可供氣量不敷使用時，將另備空氣壓縮設施。吊運安裝階段將使用柴油空壓機作為氣動鍊條捲揚機供氣使用，於貯存場例行運轉期間，則無供氣之需求。

1.5.5 照明

燃料廠房內及燃料池內已有照明設備，若有特殊需要輔助照明區域，將另備燈具，燈具使用將依核二廠規定辦理。由核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告之第三章敘述：本貯存場圍籬內設有照明設備，其照度並符合 CNS 標準，並依照 10 CFR 73.55(C)(5)規定照度至少 0.2 呎燭。貯存場圍籬內採用自動點滅開關照明，其圍籬—隔離帶及設施內地面平均照度為 259 lux (Mini 86 lux, Max 444 lux)，符合 NUREG-1619 及 SECY-98-024 規範標準。

1.5.6 一般廢棄物處理

燃料廠房內於貯存燃料裝填及運送作業期間以及貯存場傳送作業期間，產生的一般廢棄物，將依照核二廠一般廢棄物處理規定辦理。

1.5.7 通風與排氣

燃料廠房內於貯存燃料裝填及排水、封鐸等作業期間，將使用核二廠既有通風與排氣設施，遇有特殊廢氣須排除時，將另備排風設施與導管引至既有通風與排氣進口附近，由既有設施排至廠外。貯存場為室外貯存設施，燃料貯存用的密封鋼筒外表採用空氣對流

的冷卻方式，沒有通風與排氣設備之需要。另於貯存場進行傳送作業時，由於密封鋼筒為密封狀態，亦無通風與排氣之需求。

1.5.8 接地

燃料廠房內之貯存燃料裝填及運送作業用電氣設備皆有接地裝置，將聯結至核二廠既有之接地線路，接地之執行將依照核二廠電氣接地規定辦理。貯存場於營運期間，除了電器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。

1.6 使用限制條件

本系統係參考 MAGNASTOR 系統，可貯存 87 束 BWR 燃料。待貯存燃料為 GE8x8-2 和 ANF8x8-2 用過核子燃料 2 種類型，於執行貯存時將以嚴謹之行政管制程序，使每一貯存護箱之熱負載不會超過 14.6 kW。經盤查目前已退出並分別貯存在一、二號機燃料池之用過核子燃料，計有 3,501 束，均符合上述條件；而貯存場之設計為最多可貯存 27 組護箱，2,349 束用過核子燃料。

1.7 引用法規

1. 「放射性物料管理法」，91 年 12 月 25 日公布施行
2. 「放射性物料管理法施行細則」，108 年 11 月 21 日修正發布
3. 「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」，110 年 5 月 13 日修正發布
4. 「游離輻射防護法」，91 年 1 月 30 日制定公佈
5. 「游離輻射防護法施行細則」，97 年 2 月 22 日修正發布

6. 「游離輻射防護安全標準」，94 年 12 月 30 日修正發布
7. 「核子保防作業辦法」，108 年 7 月 25 日修正發布
8. 「職業安全衛生法」，108 年 5 月 15 日修正發布
9. 「職業安全衛生法施行細則」，109 年 2 月 27 日修正發布
10. 「職業安全衛生設施規則」，113 年 8 月 1 日修正發布
11. 「營造安全衛生設施標準」，110 年 1 月 6 日修正發布
12. 「職業安全衛生管理辦法」，111 年 1 月 5 日修正發布
13. 「職業安全衛生教育訓練規則」，114 年 9 月 4 日修正發布
14. 10 CFR 72, "Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste.", 2006/01
15. 10 CFR 73, "Physical Protection of Plants and Materials.", 2006/01
16. ASME Section V, "Nondestructive Examination.", 2004
17. ANSI/ASME NQA-1, "Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Facilities.", 1994
18. American Society for Non-destructive Testing, SNT-TC-1A, "Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification.", 2006



圖 1-1 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施場址位置與現況

本章節涉及保安機敏性資訊，不予公開

圖 1-2 核二廠用過核子燃料乾式貯存場平面配置示意圖

本章節涉及保安機敏性資訊，不予公開

圖 1-3 核二廠用過核子燃料乾式貯存場全區剖立面圖

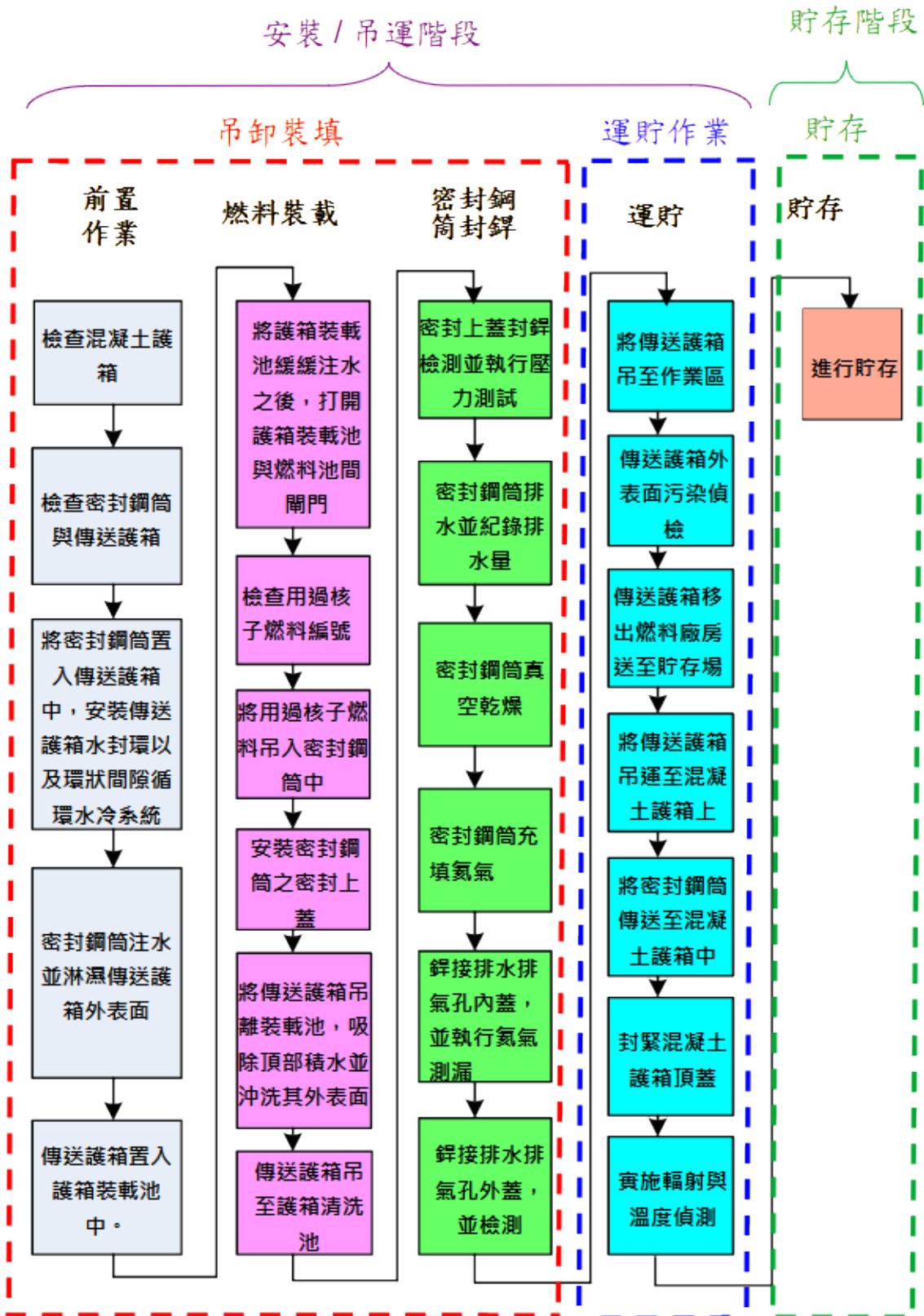


圖 1-6 作業流程圖

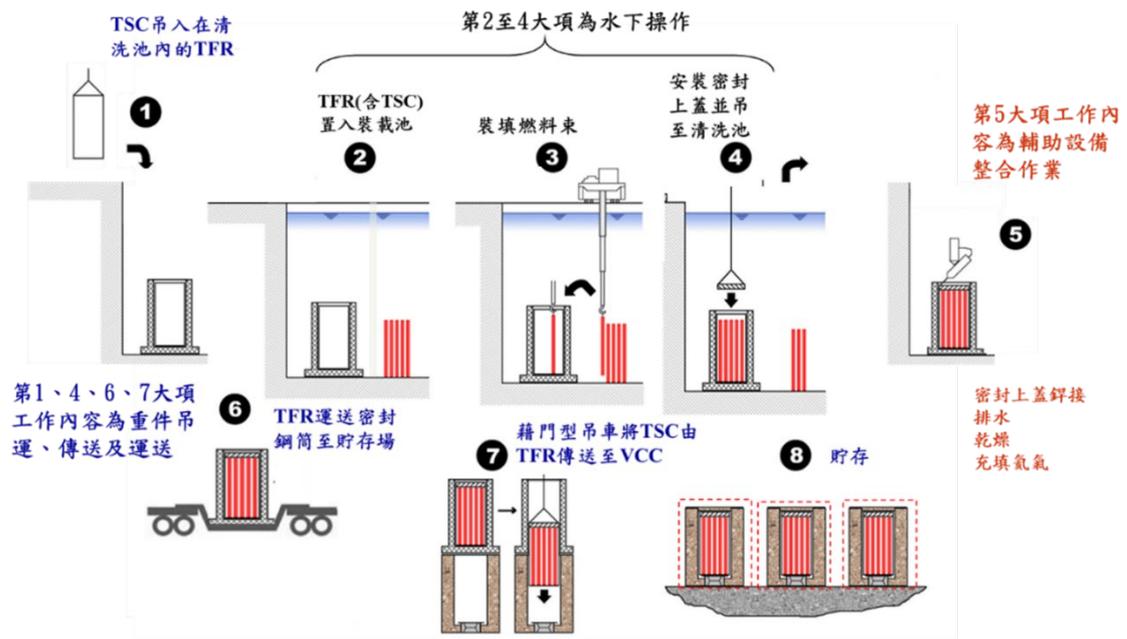


圖 1-7 安裝/吊運階段主要工作項目示意圖



圖 1-8 核二廠傳送護箱預定運送路線

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，避免放射性物質外釋。 ● 在貯存期間，密封鋼筒放置在混凝土護箱中，混凝土護箱可提供輻射屏蔽和自然對流冷卻之環境；亦可於外界環境條件下為密封鋼筒提供保護。 ● 混凝土護箱加厚，以符合廠界個人年有效劑量限值(小於 0.05 mSv/y)之要求。
2	排水系統	<p>排水系統主要功能為將貯存場區內之雨水匯入核二廠排水系統，沿貯存場內圍籬設有排水溝匯入排水系統，排水溝兩側地面有適當坡度利於排水。</p>
3	照明設備	<p>照明設備之照度除符合 CNS 標準(如 CNS 12112 及 CNS 9118 等)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。</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。 ● 入侵警報偵測系統電子訊號傳送至保安監控中心，可統籌以為因應。

項次	設備名稱	特性功能
5	環境輻射監控系統	環境輻射監控系統包含： <ol style="list-style-type: none"> 1. 高壓游離腔輻射偵測器(屬連續監測) 2. TLD 熱發光劑量計(每季計讀一次) 3. 手持式輻射偵檢器偵測(每週偵測一次) 4. 低流量空氣取樣器(每週一次) 5. 連續空浮監測器(屬連續偵測) 6. 廠區內水樣放射性監測(每月取樣分析)
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 $R \geq 110 \text{ m}$ 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)。 • 貯存場附近的真空泵浦室外牆設置 1 組溫度感測器，以測量環境溫度。

表 1-2 輔助系統/設備清單

項次	設備名稱	NAC 設計/商用品	品質分級
1	傳送護箱吊軌	NAC 設計	B
2	遙控或自動銲接機	商用品	NQ
3	現場銲接用屏蔽板	商用品	NQ
4	排水與排氣系統	商用品	NQ
5	氬氣偵測系統	商用品	NQ
6	真空乾燥/氬氣回填系統	NAC 設計	NQ-OS
7	水壓測試系統	商用品	NQ-OS
8	氬氣測漏系統	商用品	NQ-OS
9	密封鋼筒翻轉架與吊索	NAC 設計	NQ
10	密封鋼筒吊掛系統	NAC 設計	B
		商用品	NQ
11	輔助油壓系統(傳送護箱屏蔽門開關動力)	NAC 設計	NQ
12	環狀間隙循環水冷系統	NAC 設計	NQ
13	曳引式多軸板車	商用品	NQ
14	防震設備	NAC 設計	NQ
15	雜項吊索與吊具附件	NAC 設計	NQ
16	門型吊車	NAC 設計	B
17	銲道移除設備	商用品	NQ-OS
18	地震紀錄儀器	商用品	NQ

2. 試運轉規劃

本公司嚴謹規劃並執行核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之試運轉作業，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。試運轉內容包含整體功能驗證(Dry-Run)、統合演練及熱測試三部份，相關功能驗證與測試結果將於整體功能驗證及統合演練執行完成後，撰寫相關執行結果報告，送主管機關審查。熱測試之 2 組護箱裝載將於整體功能驗證報告經主管機關備查後執行。

本公司為使參與作業之現場工作人員熟習設備之操作，累積足夠經驗，故規劃於整體功能驗證前先就關鍵系統(如門型吊車、防震設備、遙控或自動銲接機、真空乾燥系統、曳引式多軸板車等)進行個別系統模擬(mock-up)操作演練，並將此演練納為試運轉前置準備作業。

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。密封作業之功能驗證包括銲接以及真空乾燥等作業，銲接技術之關鍵在於驗證銲道是否符合法規要求，將以密封鋼筒模擬銲件進行，銲接相關部分與實體相同，故可充分模擬上蓋銲接之實際狀況，銲接完成後則具備局部之空間，進行真空乾燥之驗證。

本公司依據 114 年 9 月 23 日核電廠乾式貯存設施管制討論會議記錄決議事項(二)主管機關要求，於核二廠室外乾式貯存設施熱測試前辦理統合演練，以加強提升人員作業熟練度，確保用過核子燃料運貯作業安全。此統合演練實際乾式貯存運貯作業之各項操作步驟均會完整執

行，惟考量現場狀況，統合演練之實際工序將配合合理抑低(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)原則進行規劃與調整。

以下將分別說明試運轉前置準備作業、試運轉及熱測試之規劃內容。

2.1 試運轉前置準備作業

試運轉前置準備作業包含各項設備單元性能測試、程序書建立、確認已完成待貯存用過核子燃料完整性檢測、各組護箱用過核子燃料裝載佈置規劃等作業，以及關鍵系統模擬操作。

2.1.1 試運轉前許可申請階段應提送審查或備查之文件

依 104 年 8 月 7 日「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照申請案」審結結論會議紀錄，本案本案共有 6 項重要管制事項及 14 項品保管理事項，由管制單位進行後續之確認或管制。經查 20 項重要管制事項，共分屬興建期間檢查與試運轉階段審查 2 個查核點。經確認重要管制事項與本案試運轉有關者共有 16 項，主管機關所要求之各項管制事項，均已依規定完成辦理。

2.1.2 關鍵系統模擬操作(含設備單元性能測試)

本案關鍵技術為安裝/吊運階段之作業，如密封鋼筒上蓋封銲、真空乾燥、吊運、重車運送等。為使工作人員熟習相關操作程序，故本公司承包商 NAC 公司及其分包商運用密封鋼筒模擬件、銲接用屏蔽板...等物件，以模擬實際作業，供參與試運轉作業之人員練習操作以熟習關鍵操作程序。模擬作業場所將依作業特性擇適當場所及核二廠燃料廠房進行模擬操作。各項模擬設備之主要演練項目彙整於表 2-1。

2.2 整體功能驗證(Dry-Run)階段之規劃

本節概述整體功能驗證階段之驗證項目及使用之關鍵設備，如表 2-2 所述，而詳細之工作內容、時程與人力規劃則說明於第 3 章。整體功能驗證階段以作業特性及作業地點可粗分成輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，以及護箱裝載池水下操作功能驗證等三大部分。

與密封鋼筒銲接、檢測、排水及真空乾燥等相關作業之驗證，歸類為輔助設備整合功能驗證，驗證作業地點於燃料廠房內。與吊卸及運送有關作業之驗證，歸類為重件吊運、傳送及運送功能驗證，驗證作業地點於核二廠。與護箱裝載池水下相關作業之驗證，則屬於為護箱裝載池水下操作功能驗證，驗證作業地點於核二廠護箱裝載池。另於執行上述功能驗證時，亦將於適當時機執行相關設備實體之現場組裝測試，如密封上蓋與銲機、密封鋼筒與真空乾燥系統、排水及排氣封口蓋與銲機、及密封鋼筒與氬質譜儀洩漏檢測系統、傳送護箱運送前除污與污染偵檢、防撞緩衝器與傳送護箱固定吊索具、密封鋼筒傳送至混凝土護箱等之組合界面確認，以及與現場公用水電設施之整體配合確認。

整體功能驗證規劃之主要精神為於最低的輻射污染與人員劑量情況下，驗證實際運貯的全部流程。基於上述原則，整體功能驗證先執行 Dry Run A1、A2 之功能驗證，依序執行運貯整體作業相關使用之輔助設備整合功能驗證，以及重件吊運、傳送及運送功能驗證。於上述功能驗證確認可達規劃目標後，再進行可能造成設備污染之水下操作功能驗證項目，依據本公司審慎考量評估，規劃於執行統合演練後，再執行 Dry Run B 階段水下操作功能驗證。以確保設備無污染之

虞，並進行乾貯運貯完整步驟演練，確保運貯作業流程順暢，並依實際執行情形適時進行調整與修訂，以確保程序符合運貯需求。

2.2.1 輔助設備整合功能驗證之規劃項目

輔助設備整合功能驗證作業涵蓋排水與排氣系統、水壓測試系統、真空乾燥系統、氬氣測漏系統、自動銲接、以及非破壞檢測(Non-Destructive Examination, NDE)操作程序及操作技術之驗證；另亦涵蓋密封鋼筒上蓋銲道移除技術能力之驗證，以確認於非預期狀況進行燃料再取出之技術能力。

輔助設備整合驗證規劃項目如下所述：

1. 壓力測試：主要驗證水壓測試系統之操作程序與能力，使用之主要設備為密封鋼筒模擬件(表 2-2 第 9 項)。
2. 排水/真空乾燥：主要驗證排水與排氣系統及真空乾燥系統之操作程序與能力，使用之主要設備為密封鋼筒模擬件(表 2-2 第 10 項)。
3. 氬氣回填：主要驗證氬氣回填之操作程序與能力，使用之主要設備為密封鋼筒模擬件(表 2-2 第 11 項)。
4. 氬氣測漏：主要驗證氬質譜儀洩漏檢測系統之操作程序與能力，使用之主要設備為密封鋼筒模擬件(表 2-2 第 13 項)。
5. 銲接/非破壞檢測：主要驗證銲接能力與檢測程序，使用之主要設備為模擬密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋(表 2-2 第 8, 12, 14 項)。

6. 密封鋼筒上蓋銲道移除：主要驗證燃料再取出之技術能力，使用之主要設備為模擬密封上蓋與模擬排水及排氣接頭封口蓋(表 2-2 第 17 項)。

2.2.2 重件吊運、傳送及運送功能規劃項目

重件吊運、傳送及運送功能驗證作業主要驗證吊運、傳送及運送之操作程序及技術。驗證規劃項目如下所述，相關驗證工作於核二廠進行。

1. 傳送護箱使用前檢查：此階段主要確認傳送護箱使用前檢查，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之傳送護箱(表 2-2 第 1 項)。
2. 密封鋼筒豎立：主要驗證密封鋼筒豎立的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒(表 2-2 第 2 項)。
3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運：主要驗證吊運的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒及傳送護箱(表 2-2 第 3 項)。
4. 曳引式多軸板車運送：主要驗證運送的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之傳送護箱(表 2-2 第 15 項)。
5. 密封鋼筒傳送至混凝土護箱：主要驗證吊運的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒、傳送護箱及混凝土護箱、及門型吊車(表 2-2 第 16 項)。

2.2.3 水下操作功能驗證之規劃項目

護箱裝載池水下操作功能驗證作業主要驗證水下吊運及燃料束裝填之操作程序及技術，安排於功能驗證作業之最後階段執行，以避免不必要的早期設備污染。驗證規劃項目如下所述，相關驗證工作於核二廠進行。

1. 傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位：主要驗證吊運的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒及傳送護箱(表 2-2 第 4 項)。
2. 模擬燃料束裝填：主要驗證燃料束裝填的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒、模擬燃料束及傳送護箱(表 2-2 第 5 項)。
3. 密封上蓋水下安裝/傳送護箱吊運操作：主要驗證吊運的程序與能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒、密封上蓋及傳送護箱(表 2-2 第 6, 7 項)。
4. 輻防及除污作業：主要驗證輻防作業的程序與除污能力，使用之主要設備為 MAGNASTOR 系統之密封鋼筒、密封上蓋及傳送護箱(表 2-2 第 7 項)。

2.3 熱測試驗證部分

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。試運轉內容依作業性質分成設施整體功能驗證(Dry Run)、統合演練及熱測試(Hot Test，2 組護箱裝載)三部分進行。熱測試係指前 2 組護

箱完成實際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銲件方式進行。熱測試的作業流程與項目可參考圖 1-3 至圖 1-4，主要分為安裝/吊運階段與貯存階段，包含前置準備作業(包含混凝土護箱、密封鋼筒與傳送護箱使用前檢查、密封鋼筒置入傳送護箱、安裝環狀間隙循環水冷系統、傳送護箱(含密封鋼筒)置入護箱裝載池中)、燃料裝載(檢查用過核子燃料編號、燃料裝填、安裝密封上蓋、將傳送護箱吊離裝載池並除污偵檢、將傳送護箱吊至清洗池)、密封鋼筒封銲(密封上蓋封銲執行壓力測試、排水真空乾燥、回填氬氣、排水與排氣第一層封口蓋銲接、氬氣測漏、密封環及排水與排氣第二層封口蓋銲接)、運貯(將傳送護箱外表面污染偵檢、傳送護箱移出燃料廠房送至貯存場、將傳送護箱吊運至混凝土護箱上、將密封鋼筒傳送至混凝土護箱中，安裝混凝土護箱頂蓋、實施輻射與溫度偵測)、開始貯存。其中應完成不同階段之封緘設置，此作業屬國際原子能總署(IAEA)之執行範疇，本公司將配合規劃辦理。

2.4 預估開始使用之時程

整體功能驗證階段(Dry Run)以及統合演練作業，整體所需之作業時程預計約為 3 個月。在取得試運轉許可，確認各項設備功能測試正常後，開始執行第 1 部分之輔助設備整合功能驗證(Dry Run A1)，預計 1 個月內可完成相關驗證作業，於確認符合接受標準後開始執行第 2 部分之重件吊運、傳送及運送功能驗證(Dry Run A2)，預計 0.5 個月。於執行第 2 部分驗證工作完成且各項作業皆合於接受標準之要求後，因

考量現場狀況與配合 ALARA 原則，進行統合演練之實際工序整體規劃與調整。完成統合演練後，即開始進行第 3 部分水下操作功能驗證作業(Dry Run B)。統合演練與第 3 部分驗證之時程預估分別為 1 個月及 0.5 個月。完成上述 Dry Run A1、A2、統合演練及 Dry Run B 階段之功能驗證，提送相關測試結果報告予主管機關審查。整體功能驗證報告經主管機關備查後，本公司將依規劃時程-分別執行前 2 組護箱燃料裝載，完成本計畫熱測試裝載工作。

此預估時程不含運貯設備前置整備作業及不可抗力之因素，實際時程將依現況進行適當調整。

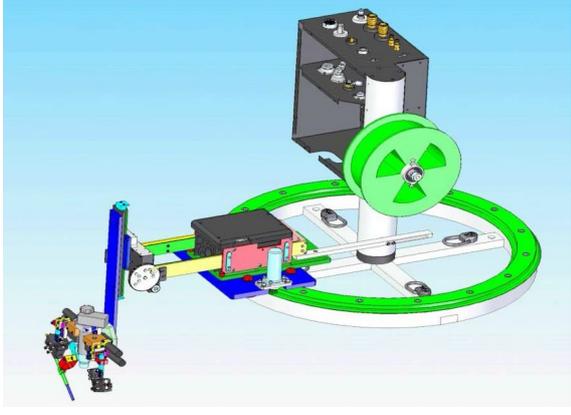
	
<p>(a)密封鋼筒翻轉架</p>	<p>(b)吊軌</p>
	
<p>(c)自動銲接機</p>	<p>(d)臨時屏蔽板</p>
	
<p>(e)模擬封口蓋</p>	<p>(f) 真空乾燥系統 (Vacuum Drying System, VDS)</p>

圖 2-1 系統模擬組件與設備

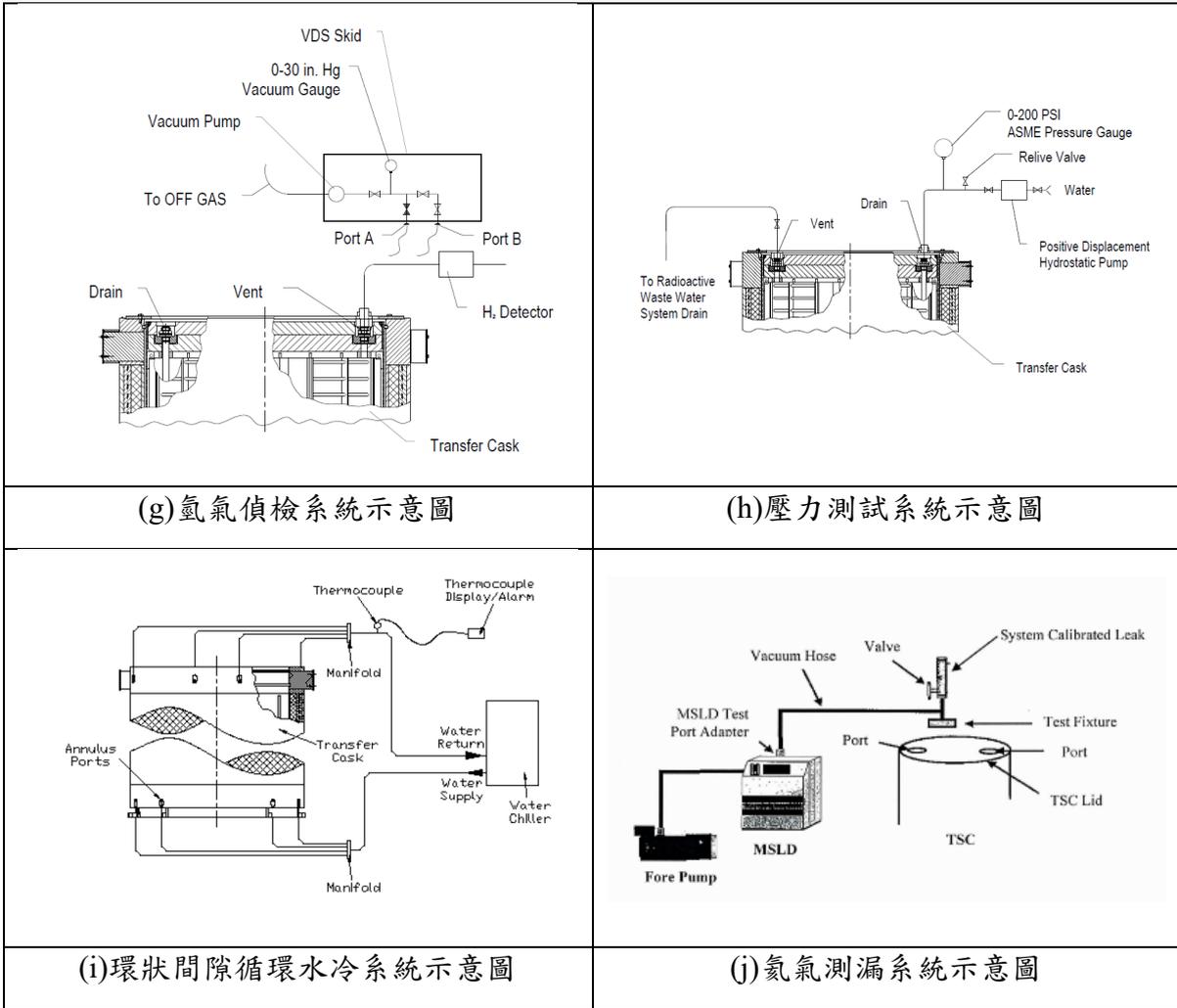


圖 2-1 系統模擬組件與設備(續)

表 2-1 關鍵系統模擬操作項目與模擬設備

編號	模擬操作項目	模擬設備	模擬操作場所	模擬之部位/實際系統之差異	備註
1	<ul style="list-style-type: none"> • 密封上蓋銲接、非破壞檢驗 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動銲接機與非破壞檢測設備 • 銲接用屏蔽板 • 模擬密封上蓋 • 模擬排水及排氣封口蓋 	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬密封上蓋銲道(直徑與實際一致，上蓋厚度較實際尺寸少) • 模擬密封鋼筒頂部 • 模擬排水及排氣封口蓋 • 材質與尺寸與實際封口蓋一致 	用於試運轉整體功能驗證階段之封銲與銲接檢驗功能驗證。
2	<ul style="list-style-type: none"> • 壓力測試(水壓) • 安裝排水管 • 排水/真空乾燥 • 氬氣回填 	密封鋼筒模擬件	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬密封鋼筒頂部 	用於試運轉整體功能驗證階段之壓力測試、排水與排氣/真空乾燥、氬氣回填等功能驗證。
3	<ul style="list-style-type: none"> • 氬氣測漏 	密封鋼筒模擬件	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬排水及排氣封口蓋封銲後之密封鋼筒頂部 	用於試運轉整體功能驗證階段之氬氣測漏。
4	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒/傳送護箱吊運 • 下水定位等操作練習 	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱 • 密封鋼筒 	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 使用實體密封鋼筒，無差異 	用於試運轉整體功能驗證階段之密封鋼筒/傳送護箱吊運及下水定位操作。

編號	模擬操作項目	模擬設備	模擬操作場所	模擬之部位/實際系統之差異	備註
5	• 傳送護箱之吊運	NA	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱(核二燃料廠房) • 連接於 135 公噸天車勾頭上，模擬廠房吊車掛鉤 	用於試運轉整體功能驗證階段之封銲與銲接檢驗功能驗證。
6	• 銲道移除訓練	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒模擬件 • 模擬密封上蓋 • 模擬排水及排氣封口蓋 	燃料廠房	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬密封鋼筒頂部 • 模擬排水及排氣封口蓋 • 材質與尺寸與實際封口蓋一致 	用於試運轉整體功能驗證階段之封銲與銲接檢驗功能驗證。
7	• 門型吊車操作(密封鋼筒/傳送護箱吊運與傳送)	• 密封鋼筒模擬蓋板(傳送用)	乾貯場	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬密封鋼筒密封上蓋 • 尺寸與實際密封上蓋略有差異，以配合傳送作業使用 • 連接密封鋼筒頂部，模擬密封鋼筒傳送至混凝土護箱作業，實際密封上蓋為銲接 	用於試運轉整體功能驗證階段之乾貯場吊運與傳送作業功能驗證

表 2-2 核二乾貯整體功能驗證階段操作項目內容

編號	操作項目	整體功能驗證 內容、執行地點與屬性	備註
1	傳送護箱使用前檢查	<ul style="list-style-type: none"> • 實體操作 • 乾貯場/燃料廠房 屬重件吊運、傳送及運送之功能驗證	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱已於試運轉前置準備作業時完成豎直。 含傳送護箱自貯存位置運送至燃料廠房外。
2	密封鋼筒豎立	<ul style="list-style-type: none"> • 實體操作 • 燃料廠房外 屬重件吊運、傳送及運送之功能驗證	<ul style="list-style-type: none"> • 含密封鋼筒自貯存位置運送至燃料廠房內。 第 1 組密封鋼筒已於整體功能驗證階段豎立。
3	密封鋼筒/傳送護箱吊運移入燃料廠房進行前置作業	<ul style="list-style-type: none"> • 實體操作 • 燃料廠房內/外 屬重件吊運、傳送及運送之功能驗證	整體功能驗證作業--內容包含密封鋼筒置入傳送護箱(外)、傳送護箱吊運至燃料廠房內工作平台中、安裝環狀間隙循環水冷系統、假燃料束阻力測試及防止異物裝置(內)。
4	傳送護箱(含密封鋼筒)進入護箱裝載區	<ul style="list-style-type: none"> • 實體操作 • 燃料廠房護箱裝載池 屬水下操作之功能驗證	此階段實際工序將配合合理抑低原則進行規劃與調整。
5	燃料裝填	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬燃料束裝填(後抽出) • 燃料廠房護箱裝載池 屬水下操作之功能驗證	<ul style="list-style-type: none"> • 模擬燃料束裝填之目的為確認燃料吊車之定位。

編號	操作項目	整體功能驗證 內容、執行地點與屬性	備註
6	密封上蓋水下安裝	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體操作 ● 燃料廠房護箱裝載池 ● 屬水下操作之功能驗證 	<ul style="list-style-type: none"> ● 整體功能驗證作業階段之密封鋼筒未裝填燃料。 ● 此階段實際工序將配合合理抑低原則進行規劃與調整。
7	傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊至護箱清洗池(含輻射偵檢及除污作業)	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體操作(不含燃料) ● 燃料廠房護箱清洗池 ● 屬水下操作之功能驗證 	<ul style="list-style-type: none"> ● 整體功能驗證作業階段之密封鋼筒未裝填燃料。 ● 此階段實際工序將配合合理抑低原則進行規劃與調整。
8	密封上蓋銲接/非破壞檢測	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關作業設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件模擬密封上蓋銲接演練 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
9	密封鋼筒水壓試驗(壓力測試)	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關作業設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件執行壓力測試功能驗證 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
10	排水與排氣系統及真空乾燥	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關作業設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件執行排水與排氣系統及真空乾燥功能驗證 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	

編號	操作項目	整體功能驗證 內容、執行地點與屬性	備註
11	氬氣回填	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關作業設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件執行氬氣回填功能驗證 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
12	排水及排氣第一層封口蓋銲接/非破壞檢測	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關作業設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件模擬排水及排氣封口蓋銲接執行演練 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
13	氬氣測漏	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件執行氬氣測漏功能驗證 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
14	排水及排氣第二層封口蓋銲接/非破壞檢測	<ul style="list-style-type: none"> ● 相關設備組合測試(燃料廠房) ● 以密封鋼筒模擬件模擬封口蓋銲接執行演練 ● 屬輔助設備整合之功能驗證 	
15	曳引式多軸板車運送(至貯存場定位)	<ul style="list-style-type: none"> ● 實體操作(傳送護箱內含密封鋼筒) ● 運送路徑 	

編號	操作項目	整體功能驗證 內容、執行地點與屬性	備註
16	密封鋼筒傳送至混凝土護箱	<ul style="list-style-type: none"> • 實體操作(不含燃料) • 乾貯場 • 屬重件吊運、傳送及運送之功能驗證 	<p>整體功能驗證作業內容包含將已完成銲接密封之密封鋼筒傳送至混凝土護箱中定位。密封鋼筒傳送作業(但密封鋼筒進入混凝土護箱後，隨即回位傳送護箱)。</p>
17	密封鋼筒上蓋銲道移除	<ul style="list-style-type: none"> • 相關設備組合測試(燃料廠房) • 以模擬密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋銲道執行移除演練 • 屬輔助設備整合之功能驗證 	<p>僅執行模擬密封鋼筒密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋銲道之移除，其餘之燃料再取出作業項目(如混凝土護箱回運至燃料廠房、以及密封鋼筒由混凝土護箱回位傳送護箱等)均為運貯作業之相反程序，業已於其他步驟驗證。</p>

註：1.實體操作係指使用與實際裝載相同之設備進行操作。

2.工安及輻安作業依核二廠現行規定執行，涵蓋於每一操作項目中。

3. 整體功能驗證

如第 2 章所述，整體功能驗證規劃之主要精神為於最低的輻射污染與人員劑量情況下，模擬實際運貯的全部流程，並依作業特性依序執行輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，以及水下操作功能驗證等三部分。按水下操作功能驗證項目需於輔助設備整合功能驗證，以及重件吊運、傳送及運送功能驗證確認可達規劃目標後，始可執行。另依據本計畫書第 2.4 節「預估開始使用之時程」之規劃，於第 2 部分驗證工作完成且各項作業皆合於接受標準之要求後，先執行統合演練，完成統合演練所有步驟執行後，即開始進行第 3 部分水下操作功能驗證作業。

整體功能驗證階段係驗證相關作業程序之可執行性與操作之技術能力，驗證目的與操作內容已說明於本計畫書第 2.2 節及表 2-2 中，不再贅述。以下將分別詳細說明整體功能驗證各階段輔助設備整合功能驗證，重件吊運、傳送及運送功能驗證，以及水下操作功能驗證等各部分作業於執行驗證時所需使用的設備、依循之程序與接受標準、以及各工作項目時程與人力規劃。運貯作業相關之運轉限制條件，請參照附錄 B。

3.1 輔助設備整合功能驗證

輔助設備整合功能驗證項目主要有：1.自動銲接/非破壞檢測（Non-Destructive Testing, NDT）；2.壓力測試；3.排水/真空乾燥；4.氬氣回填；5.氬氣測漏；及 6.密封鋼筒上蓋銲道移除等六項。

本驗證作業主要涵蓋排水真空乾燥系統、氦氣測漏系統、銲機、以及非破壞檢測(NDT)等設備之操作程序與技術能力驗證，為取得相關設備最佳之操作條件，需經多次反覆操作試驗。此外，本公司亦規劃於整體功能驗證階段之適當時機執行相關輔助設備實體於核二廠之現場組裝，如密封上蓋與銲機、密封鋼筒與排水真空乾燥系統、排水及排氣封口蓋與銲機、密封鋼筒與氦質譜儀洩漏檢測系統之組合界面確認，以及與現場公用水電設施之整體配合確認。

相關工作項目、所需設備、接受標準、時程、及人力規劃等詳列於表 3-1。

3.1.1 銲接/非破壞檢測

銲接/非破壞檢測作業使用之設備為銲機、模擬密封上蓋、臨時屏蔽、非破壞檢測設備、模擬排水及排氣封口蓋等。接受標準為須符合「燃料廠房內操作程序書」第 6.5 節密封上蓋封銲作業接受標準之規定：

1. 各點銲位置銲道高度，其高低差不可大於 5mm，以免妨礙後續填料作業。
2. 密封上蓋銲接液滲檢測 (Penetrant Testing, PT) 檢測之層(layer) 與層之間不可超過 0.33” (8mm)。
3. 密封上蓋與密封鋼筒外殼間底部、中間和最終銲道過程中應執行目視檢測 (Visual Testing, VT) 和 PT 檢查，並記錄結果。
4. VT、PT 檢測如有發現瑕疵，須通知 NAC 公司分包商現場工程師或銲接工程師，並依據「密封鋼筒上蓋銲接操作程序書」之 9.0 之規定進入整修程序。整修後須針對此區域進行重新檢測，

直至符合驗收標準。記錄並留存銲道整修及非破壞檢測相關紀錄。

本階段主要工作內容為：

1. 安裝銲機。
2. 進行模擬密封上蓋以及模擬排水及排氣封口蓋銲接。
3. 進行銲道非破壞檢測。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.5 節密封鋼筒封銲作業程序、「密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書」及「密封鋼筒上蓋銲接操作程序書」之相關作業程序執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 40 小時。

3.1.2 壓力測試

壓力測試(水壓測試)於密封上蓋封銲後執行以確認無洩漏情況，本驗證作業所需之設備為密封鋼筒模擬件、壓力測試系統(系統係由壓力管線/軟管、經校正之壓力計、壓力釋放閥、隔離閥及容積式靜水壓泵組成)、氮氣瓶、釋壓閥及調壓器；接受標準為系統可提供壓力測試所需壓力須達 130(+5,-0) psig 區間，壓力至少維持 10 分鐘，且作業程序可執行。

考量密封鋼筒封銲後即無法再重行使用，故於本階段使用密封鋼筒模擬件執行壓力測試，以確認程序之可執行性及儀器設備之能力。

本階段主要工作內容為：

1. 安裝排水管、測試管線與壓力測試系統。
2. 開始執行壓力測試。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.6 節相關作業程序之內容執行。本測試作業預估投入 3 人，作業時程預估為 1.5 小時。

3.1.3 排水/真空乾燥

排水/真空乾燥驗證作業所需之設備為密封鋼筒模擬件與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 3.1.1「密封鋼筒抽真空乾燥壓力」之要求，密封鋼筒裝載後之總熱負載小於 14.6 kW 時，真空乾燥作業時間無限制，另抽真空至壓力小於 5 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 torr。

本階段主要工作內容為：

1. 安裝排水真空乾燥系統，進行密封鋼筒模擬件加壓排水。
2. 進行真空乾燥作業，無限制時間。
3. 抽真空至壓力小於 5 torr 時，執行真空壓力測試。
4. 系統須保持壓力小於 10 torr，維持 10 分鐘。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.7 節與第 6.8 節密封鋼筒排水/真空乾燥作業程序之內容執行。本作業預估投入 4 人，作業時程預估為 35 小時。

3.1.4 氦氣回填

氦氣回填驗證作業使用之設備為密封鋼筒模擬件、排水真空乾燥系統裝置、氦氣瓶及調壓器。接受標準為須符合運轉限制條件 LCO 3.1.1 SR3.1.1.2 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 99.995% 氦氣，直到氦氣質量 M_{helium} 達到 TSC 排水時所量測之

自由體積(V_{TSC})乘上指定的氦氣密度(L_{helium})。指定的氦氣密度範圍為 $0.704-0.814 \text{ kg/m}^3$ 。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.9 節氦氣回填作業程序之內容執行。本作業預估投入 3 人，作業時程預估為 4 小時。

3.1.5 氦氣測漏

氦氣測漏使用之設備為密封鋼筒模擬件、洩漏測試用蓋板與氦質譜儀洩漏檢測系統；接受標準為確認系統偵測功能正常，洩漏標準小於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ ，且測試儀器精度可達 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 之要求。

考量密封鋼筒封銲後即無法再重行使用，故於本驗證階段使用密封鋼筒模擬件執行氦氣測漏，以確認氦質譜儀洩漏檢測系統與密封鋼筒之組合，並驗證相關操作程序與技術能力。

本階段主要工作內容為安裝氦質譜儀洩漏檢測系統及洩漏測試用蓋板、執行氦氣測漏等。相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.11 節氦氣測漏作業程序及「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書」相關作業程序內容執行。本作業預估投入 3 人，作業時程預估為 2 小時。

3.1.6 密封鋼筒上蓋銲道移除

密封鋼筒上蓋銲道移除作業使用之設備為銲道移除系統、模擬密封上蓋、模擬排水及排氣封口蓋、排水真空乾燥系統、及輻射偵檢儀器等。接受標準為完成模擬排水/排接頭封口蓋及模擬密封上蓋銲道移除，並將密封上蓋吊至指定位置。

本階段主要工作內容為安裝銲道移除系統，依序進行模擬排水及排氣封口蓋銲道、以及模擬密封上蓋銲道切除，並將各組件吊至

指定存放位置；於各銲道移除作業過程中，輻射防護人員應適時進行輻射偵檢。

因用過核子燃料取出作業為燃料裝填之反向操作，而燃料裝填作業將於功能驗證階段之模擬燃料束裝填進行能力驗證，基於本試運轉作業規劃之一貫原則—「最低的輻射污染與人員劑量」，故本項驗證不重複執行燃料之取出。

相關作業程序係依據「再取出操作作業程序書」再取出作業程序執行。本作業預估投入 4 人，作業時程預估為 40 小時。本項工作中所使用之銲道移除設備將於重件吊運功能驗證階段，運入核二廠燃料廠房岸上作業區進行吊組配接，以確定設備符於現場狀況。

3.2 重件吊運、傳送及運送功能驗證

重件吊運、傳送及運送功能驗證項目主要有：1. 傳送護箱使用前檢查；2. 密封鋼筒豎立；3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝；4. 曳引式多軸板車運送；5. 密封鋼筒傳送至混凝土護箱；等五項。本部份驗證作業將於輔助設備整合功能驗證完成並確認符合接受標準後執行。

由於本驗證作業將使用到核二廠既有設備(如廠房吊車)，且驗證作業與場地之空間佈置密切相關(如工作平台(含防震)之安裝、運送路徑、貯存場...等)，故為使操作人員熟悉作業場地及核二廠既有設備之操作，本驗證作業規劃於核二廠內執行。本驗證之相關工作項目、所需設備、接受標準、時程、及人力規劃等詳列於表 3-2。

3.2.1 傳送護箱使用前檢查

由於傳送護箱豎直作業已於試運轉前置準備作業時完成。故於此階段為執行傳送護箱使用前檢查。

所需之設備為傳送護箱、吊具、吊索、平板車、屏蔽門銜接器、鞍座；接受標準為完成傳送護箱使用前檢查。傳送護箱已於試運轉前置準備作業時完成豎直。

本階段主要工作內容為：

1. 將傳送護箱由貯存位置運送至乾貯場/燃料廠房。
2. 利用門型吊車/廠房吊車，進行傳送護箱使用前檢查作業。

相關作業程序係依據「傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書」相關作業程序執行。本作業預估投入 10 人，作業時程預估為 6 小時。

3.2.2 密封鋼筒豎立

密封鋼筒豎立驗證作業所需之設備為密封鋼筒、低板車、密封鋼筒翻轉架；接受標準為完成密封鋼筒組件組合、假燃料束方管阻力測試與鋼筒豎立作業。第 1 組密封鋼筒將於整體功能驗證階段完成豎立。

本階段主要工作內容為：

1. 將密封鋼筒組件與鋼筒組合，並進行方管阻力測試。
2. 將密封鋼筒由貯存位置運送至燃料廠房內。
3. 利用翻轉架，進行密封鋼筒之豎立作業。

相關作業程序係依據「傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書」相關作業程序執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 4 小時。

3.2.3 密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝

密封鋼筒/傳送護箱吊運驗證作業所需之設備為密封鋼筒、傳送護箱、廠房吊車、吊軌、密封鋼筒吊索具、工作平台(含防震)、密封上蓋、輔助設備等；接受標準為完成密封鋼筒吊入位於護箱清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內。

本階段主要工作內容為：

1. 將傳送護箱吊入清洗池之傳送護箱座架上。
2. 將空密封鋼筒吊入傳送護箱內。
3. 密封上蓋對心
4. 鐸機吊裝組立
5. 排水真空乾燥系統組合

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.3 節及第 6.4 節相關程序執行。本作業預估投入 10 人，作業時程預估為 32 小時。

3.2.4 曳引式多軸板車運送

曳引式多軸板車運送驗證作業所需之設備為傳送護箱、曳引式多軸板車；接受標準為確認運送路徑無干涉之情況且傳送護箱順利運送至貯存場。

本階段主要工作內容為將傳送護箱從燃料廠房移出並運送至貯存場邊界指定位置。由於本階段係確認運送路徑無干涉情況，故使用空的傳送護箱並不會影響驗證結果。有關運送道路承載能力之驗證，本公司已完成「重車運輸路徑檢測及評估報告」之撰寫，並另案提送主管機關審查。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.14 節、「貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書」及「貯存場運送及傳送作業程序書」相關程序執行。由燃料廠房內移動已裝載密封鋼筒(含用過燃料)之傳送護箱至貯存場程序之內容執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 5.5 小時。

3.2.5 密封鋼筒傳送至混凝土護箱

密封鋼筒傳送至混凝土護箱驗證作業所需之設備為密封鋼筒、傳送護箱、密封鋼筒/傳送護箱銜接器、混凝土護箱、門型吊車、曳引式多軸板車、密封鋼筒吊掛系統、防震設備(限制環)；接受標準為完成密封鋼筒傳送至混凝土護箱。

本階段主要工作內容為：

1. 將傳送護箱銜接器安放於混凝土護箱開口上，組裝銜接器之油壓系統。
2. 卸除傳送護箱上之防撞緩衝器。
3. 利用門型吊車將傳送護箱連同密封鋼筒吊運至銜接器上。
4. 使用鍊條吊具吊起密封鋼筒，開啟傳送護箱屏蔽門。
5. 降下密封鋼筒至座落在混凝土護箱底座鉸件上。

相關作業程序係依據「貯存場運送及傳送作業程序書」相關作業程序執行。本作業預估投入 12 人，作業時程預估為 25 小時。

3.3 裝載池水下操作功能驗證

裝載池水下操作功能驗證項目主要有：1.密封鋼筒/傳送護箱吊運下水定位；2.模擬燃料束裝填；3.密封上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作；4.輻射防護及除污作業等四項。本部份驗證工作將於重件吊運、傳送及運送功能驗證完成，確認符合接受標準後執行。驗證作業場所於核二廠燃料廠房、護箱裝載池與清洗池。

各部分工作項目、所需設備、接受標準、時程、及人力規劃等詳列於表 3-3。

3.3.1 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位驗證作業所需之設備為密封鋼筒、傳送護箱、吊軌、廠房吊車、底部防污套、水下攝影系統、TFR 水封環機構、環狀間隙循環水冷系統；接受標準為傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位。

本階段主要工作內容為先於岸上作業區安裝底部防污套、將傳送護箱(含密封鋼筒)吊至護箱裝載池定位。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.1 節燃料裝填準備作業，將傳送護箱含密封鋼筒吊入裝載池程序之內容執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 8 小時。

3.3.2 模擬燃料束裝填

模擬燃料束裝填驗證作業所需之設備為密封鋼筒、傳送護箱、吊軌、廠房吊車、底部防污套、模擬燃料束、水下攝影系統、TFR 水封環機構、環狀間隙循環水冷系統；接受標準為模擬燃料束裝填於密封鋼筒內指定之位置。

本階段主要驗證燃料吊車定位之技術能力，工作內容為將模擬燃料束由燃料池吊送至裝載池區之密封鋼筒內定位。

相關作業程序係參考「燃料廠房內操作程序書」第 6.2 節燃料裝填，及「燃料挪移程序書」相關程序之規定執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 4 小時。

3.3.3 密封上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作

密封上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作驗證所需之設備與組件為密封鋼筒、傳送護箱、密封上蓋、吊軌、廠房吊車、底部防污套、水下攝影系統、密封上蓋吊具、塑膠布、沖洗設備、TFR 水封環機構、環狀間隙循環水冷系統；接受標準為密封上蓋水平安裝於密封鋼筒上，並利用水下攝影機確認密封上蓋與密封鋼筒標記處完成對位，且傳送護箱含密封鋼筒順利吊至護箱裝載區。

本階段主要作業內容為將密封上蓋由燃料廠房設備貯放區吊運至護箱裝載區之密封鋼筒上，緩慢放下密封上蓋，確認密封上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵嵌合，且密封上蓋平放在頂蓋支撐環上；以及將傳送護箱(含空密封鋼筒)自護箱裝載池裝載區吊離護箱裝載區。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.3 節安放密封鋼筒密封上蓋程序，及傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊運程序之內容執行。本作業預估投入 8 人，作業時程預估為 6 小時。

3.3.4 輻防及除污作業

輻防及除污作業驗證所需之設備為密封鋼筒、傳送護箱、密封上蓋、污染偵檢器、警報劑量計、移動式輻射監測器、中子劑量偵測器、空氣監測器、 α/β 污染計數器、高壓水幫浦、除污設備；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 ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。

本階段主要驗證輻射防護與除污作業，工作內仍主要包含設立臨時管制區、備妥輻射偵/監儀器、人員/物件進出/作業之輻防管制、污染防治與除污等。

相關作業程序係依據「燃料廠房內操作程序書」第 6.13 節，及「輻射防護作業程序書」之規定執行。本作業預估投入 6 人，作業時程預估為 4 小時。

表 3-1 輔助設備整合功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃 (人)	作業時程 預估(小時)
銲接/非破壞檢測	<ul style="list-style-type: none"> • 自動銲接機/銲機 • 模擬密封上蓋 • 模擬排水及排氣封口蓋 • 臨時屏蔽 • 非破壞檢測設備 • 溫度量測系統 • 環狀間隙循環水冷系統 • 銲道量規 	<ul style="list-style-type: none"> • 各點銲位置銲道高度，其高低差不可大於 5mm，以免妨礙後續填料作業。 • 密封上蓋銲接 PT 檢測之層(layer)與層之間不可超過 0.33” (8mm)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 • 密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書 • 密封鋼筒上蓋銲接操作程序書 	6	40
壓力測試	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒模擬件 • 壓力測試系統 • 氮氣瓶、釋壓閥及調壓器 	系統可提供壓力測試所需壓力 130(+5,-0) psig 區間，並維持 10 分鐘，且作業程序可執行。	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	3	1.5
排水/真空乾燥	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒模擬件 • 排水真空乾燥系統裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 自開始執行密封鋼筒排水至完成密封鋼筒抽真空乾燥測試及氮氣回填，作業時間依據 LCO3.1.1 之規定執行。 • 抽真空至壓力小於 5 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 torr。 	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	4	35

表 3-1 輔助設備整合功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃 (人)	作業時程 預估(小時)
氦氣回填	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒模擬件 • 排水真空乾燥系統裝置 • 氦氣瓶及調壓器 	抽真空至壓力小於 3 torr 後，充填純度 99.995% 氦氣，直到氦氣質量 M_{helium} 達到 TSC 排水時所量測之自由體積 (V_{TSC}) 乘上指定的氦氣密度 (L_{helium})。指定的氦氣密度範圍為 0.704-0.814 kg/m ³ 。	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	3	4
氦氣測漏	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒模擬件 • 洩漏測試用蓋板 • 氦質譜儀洩漏檢測系統 	確認系統偵測功能正常，洩漏標準小於 2×10^{-7} cm ³ /sec，且測試儀器精度可達 1×10^{-7} cm ³ /sec	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 • 密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書 	3	2
密封鋼筒上蓋銲道移除	<ul style="list-style-type: none"> • 銲道移除系統 • 模擬密封上蓋 • 模擬排水及排氣封口蓋 • 排水真空乾燥系統 • 輻射偵檢儀器 	完成模擬排水及排氣封口蓋、模擬密封上蓋銲道移除，並將密封上蓋吊至指定位置。	<ul style="list-style-type: none"> • 再取出操作作業程序書 	4	40

表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃(人)	作業時程預估(小時)	備註
傳送護箱使用前檢查	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱 • 吊具 • 吊索 • 平板車 • 鞍座 • 屏蔽門銜接器 	完成傳送護箱使用前檢查	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書 	10	6	核二廠乾貯場/燃料廠房
密封鋼筒豎立	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒 • 1台吊車 • 堆高機 • 平板車 • 翻轉架 	完成密封鋼筒組件組合、假燃料束方管阻力測試與鋼筒豎立作業	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書 	6	4	核二廠燃料廠房

表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃(人)	作業時程預估(小時)	備註
密封鋼筒/傳送護箱吊運與輔助設備試組裝	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒 • 傳送護箱 • 廠房吊車 • 吊軌 • 密封鋼筒吊具 • 工作平台 • 密封上蓋 • 鐸機 • 排水真空乾燥系統 	完成密封鋼筒吊入位於清洗池傳送護箱座架上的傳送護箱內	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	10	32	核二廠燃料廠房
曳引式多軸板車運送	<ul style="list-style-type: none"> • 傳送護箱 • 曳引式多軸板車 • 防撞緩衝器 	傳送護箱順利運送至貯存場且運送路徑無干涉之情況	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 • 貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書 • 貯存場運送及傳送作業程序書 	6	5.5	核二廠運送路徑

表 3-2 重件吊運、傳送及運送功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃(人)	作業時程預估(小時)	備註
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒 • 傳送護箱 • 混凝土護箱 • TSC 銜接器 • TFR 銜接器 • 門型吊車 • 吊軌 • 曳引式多軸板車 • 密封鋼筒吊具 • 防震設備 	完成密封鋼筒傳送至混凝土護箱	<ul style="list-style-type: none"> • 貯存場運送及傳送作業程序書 	12	25	核二廠燃料廠房、運送路徑、乾貯場

表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃	作業時程預估	備註
傳送護箱(含密封鋼筒)吊運與下水定位	<ul style="list-style-type: none"> • 密封鋼筒 • 傳送護箱 • 吊軌 • 廠房吊車 • 底部防污套 • 水下攝影系統 • TFR 頂部水封環機構 • 環狀間隙循環水冷系統 	傳送護箱併同密封鋼筒吊運至裝載池定位	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	6	8	核二廠護箱裝載池

表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃	作業時程預估	備註
模擬燃料束裝填	<ul style="list-style-type: none"> ● 密封鋼筒 ● 傳送護箱 ● 模擬燃料束 ● 吊軌 ● 廠房吊車 ● 底部防污套 ● 水下攝影系統 ● TFR 水封環機構 ● 環狀間隙循環水冷系統 	模擬燃料束裝填於密封鋼筒內指定之放置位置	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料廠房內操作程序書 ● 燃料挪移程序書 	6	4	核二廠護箱裝載池

表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃	作業時程預估	備註
密封上蓋水下安裝/ 傳送護箱吊運操作	<ul style="list-style-type: none"> • 密封上蓋 • 密封鋼筒 • 傳送護箱 • 吊軌 • 廠房吊車 • 底部防污套 • 水下攝影系統 • 密封上蓋吊具 • 塑膠布 • 沖洗設備 • TFR 水封環機構 • 環狀間隙循環水冷系統 	密封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護箱裝載區	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 	8	6	核二廠 護箱裝 載池

表 3-3 裝載池水下操作功能驗證之作業程序、接受標準與人力及時程預估(續)

功能驗證項目	執行中需使用之設備	接受標準	依據程序書	人力規劃	作業時程預估	備註
輻防及除污作業	<ul style="list-style-type: none"> • 密封上蓋 • 密封鋼筒 • 傳送護箱 • 污染偵檢器 • 警報劑量計 • 移動式輻射監測器 • 中子劑量偵測器 • 空氣監測器 • α/β 污染計數器 • 高壓水幫浦 • 除污設備 	密封鋼筒外表面非固 著污染限制值： $\beta/\gamma: \leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； $\alpha: \leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料廠房內操作程序書 • 輻射防護作業程序書 	6	4	核二廠 燃料廠房

4. 熱測試驗證

前兩組護箱熱測試階段之詳細運貯工作內容，與整體功能驗證差異於有無裝載燃料及分不同階段執行，預估之時程與人力及使用設備可參考第 3 章。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，全程作業流程如圖 1-3 所示，圖 1-4 為安裝/吊運階段主要工作項目示意圖。

熱測試作業使用之運貯程序書為核二廠除役程序書 D1000 系列之「試運轉作業程序書」以及相關程序書，其內容如下：

- 現場作業組織架構與行政作業程序書
- 密封鋼筒上蓋鉚道非破壞檢測程序書
- 密封鋼筒上蓋鉚道洩漏測試程序書
- 傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書
- 貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書
- 傳送護箱前置作業程序書
- 密封鋼筒上蓋鉚接操作程序書
- 燃料廠房內操作程序書
- 貯存場運作作業程序書
- 異常作業程序書
- 再取出操作作業程序書
- 工安作業程序書

- 輻射防護作業程序書
- 燃料挪移程序書

4.1 安裝吊運階段

本階段主要作業內容為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傳送護箱底部防污套後，將傳送護箱併同密封鋼筒置入裝載池中，再將用過核子燃料自用過核子燃料池貯存格架吊入密封鋼筒內。待完成 87 束用過核子燃料裝填後，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊至岸上作業區，依序執行除污後移除傳送護箱底部防污套，再將傳送護箱(內含密封鋼筒)吊入清洗池之工作平台中，執行吊耳軸除污完成後，接續密封上蓋銲接、排水、乾燥、充填氬氣、封口蓋銲接，及非破壞檢測等相關工作。完成密封銲接之密封鋼筒以廠房天車由傳送護箱吊運至曳引式多軸板車底板，安裝防撞緩衝器及吊索具固定於板車，將傳送護箱從燃料廠房運送至貯存場定位，最後安裝混凝土護箱頂蓋與螺栓。

4.1.1 吊卸裝填

4.1.1.1 設備下水前置準備

1. 密封鋼筒豎立作業及與傳送護箱結合

依據「傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書」之對應內容執行。本項作業包含：(1)將傳送護箱自乾貯場/燃料廠房進行使用前檢查，完成檢查後吊運至清洗池位置固定；(2)將空密封鋼筒裝上翻轉架；(3)將密封鋼筒自 26 號倉庫移往燃料廠房；(4)將密封鋼筒於燃料廠房豎直，並將密封鋼筒吊入傳送護箱中；(5)於燃料廠房內對密封鋼筒的

所有孔位進行假燃料束方管阻力測試；(6)密封鋼筒上蓋組合測試；(7)將翻轉架運回 26 號倉庫並卸車。

2. 下水前置作業

依據「燃料廠房內操作程序書」及「傳送護箱與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)傳送護箱安裝環狀間隙循環水冷系統(ACWS)；(2)傳送護箱安裝頂部上水密封防污措施。

4.1.1.2 燃料束裝填識別及確認

依據「燃料廠房內操作程序書」與「燃料挪移程序書」之對應內容執行。完成裝載後，並利用水下攝影機目視檢查燃料編號、確認裝載燃料高度差距。

4.1.1.3 安裝密封上蓋

依據「燃料廠房內操作程序書」之對應內容執行。安裝前需確認環狀間隙循環水冷系統管線束位置，避免影響後續安裝作業。吊起密封上蓋，藉水下攝影機輔助，使用牽引工具調整 TSC 密封上蓋記號與密封鋼筒頂部記號對齊，緩慢降下，將 TSC 密封上蓋平穩安放於密封鋼筒提籃保護塊上。

4.1.1.4 由裝載池移出傳送護箱

依據「燃料廠房內操作程序書」之對應內容執行。

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。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。傳送護箱出水過程中沖洗，其底部防污套亦以水柱清洗。

4.1.1.5 密封上蓋銲接

依據「燃料廠房內操作程序書」、「密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書」、「輻射防護作業程序書」以及「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：銲接上蓋，同時氬氣偵檢(含非破壞檢測 VT、PT)。作業期間須全程監控氬氣濃度應低於 2.4%。

4.1.1.6 壓力測試、排水、乾燥、填充氬氣

依據「燃料廠房內操作程序書」及「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(水壓測試)；(2)排水；(3)真空乾燥；(4)氬氣回填。

4.1.1.7 封口蓋銲接及氬氣測漏

依據「燃料廠房內操作程序書」、「密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書」、「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書」、「輻射防護作業程序書」以及「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)銲接封口蓋(含非破壞檢測 VT、PT)；(2)氬氣洩漏測試。

4.1.2 運搬作業

4.1.2.1 密封鋼筒傳送及傳送護箱運送

依據「燃料廠房內操作程序書」、「貯存場運送及傳送作業程序書」、「貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書」以及「輻射防護作業程序書」之對應內容執行。本項作業包含：(1)多軸板車自 26 號倉庫移入燃料廠房；(2)傳送護箱(含密封鋼筒)移上多軸板車吊索固定，安裝防撞緩衝器；(3)使用多軸板車將傳送護箱自燃料廠房運至乾貯場；(4)於傳送護箱上安裝 TSC 銜接器；(5)於混凝土護箱上安裝傳送護箱銜接器；(6)以門型吊車將傳送護箱吊置於混凝土護箱上；(7)以鍊式吊車吊起密封鋼筒，打開屏蔽門，將密封鋼筒傳送入混凝土護箱中；(8)傳送護箱運回燃料廠房，多軸板車回 26 號倉庫存放；(9)安裝混凝土護箱頂蓋與螺栓，配合 IAEA 人員進行臨時封緘作業。

另傳送護箱在核二廠區之運送作業，運送前須執行傳送護箱表面劑量率與污染偵檢，並依照相關程序書規範在傳送護箱外側貼上示警標誌。在傳送護箱吊運至曳引式多軸板車後，須執行曳引式多軸板車周圍外表面、四周垂直平面 1 公尺及 2 公尺處之輻射偵檢，以及操作人員位置(車輛核定載人座位)之輻射偵檢。

4.2 貯存階段

核二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，透過混凝土護箱提供輻射屏蔽和自然對流冷卻功能，以保持穩定的貯存環境。貯存階段係指混凝土護箱運送至貯存場適當之貯存位置，於混凝土護箱外完成安裝溫度監測系統後，開始進行貯存之作業。

核二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。

4.2.1 環境輻射監控

有關核二廠的例行環境輻射監測項目及其在廠區位置的示意圖如圖 4-1 至圖 4-2 所示，包含高壓游離腔及熱發光劑量計監測。

4.2.2 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 3.1.2 之規定，以確認環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C。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，若發現任何堵塞狀況應依據 LCO 3.1.2 之規定處理，並應將巡視後之異常狀況、處置方式及結果記錄。



圖 4-1 乾式貯存設施施工及運轉期間高壓游離腔監測站位置配置圖



圖 4-2 乾式貯存設施施工及運轉期間熱發光劑量計監測站位置配置圖

5. 品質保證計畫

試運轉計畫作業，遵循「核電廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫」、「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施一座專案品保手冊(0513A-PQAM-001)」及品保計畫書(Project Quality Assurance Manual & Plan Prepared for the Taiwan Power Company Kuosheng Independent Spent Fuel Storage Installation Project (63075-QAP-01)，規範之內容、權責、組織及各項品保管制工作之要點，增列相關對應的作業程序書，說明各作業的實施細則，執行各項功能測試之品質保證計畫作業，確保能達成核二廠設施整體功能驗證作業之品質；並依「核電廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫」，適用於核能發電有關設施及各核能營運單位之核能安全相關作業，執行於核二廠之相關試運轉計畫作業，期能確保貯存之用過核子燃料相關作業品質，防止發生輻射意外，確保公眾健康與安全。

5.1 相關法規及標準

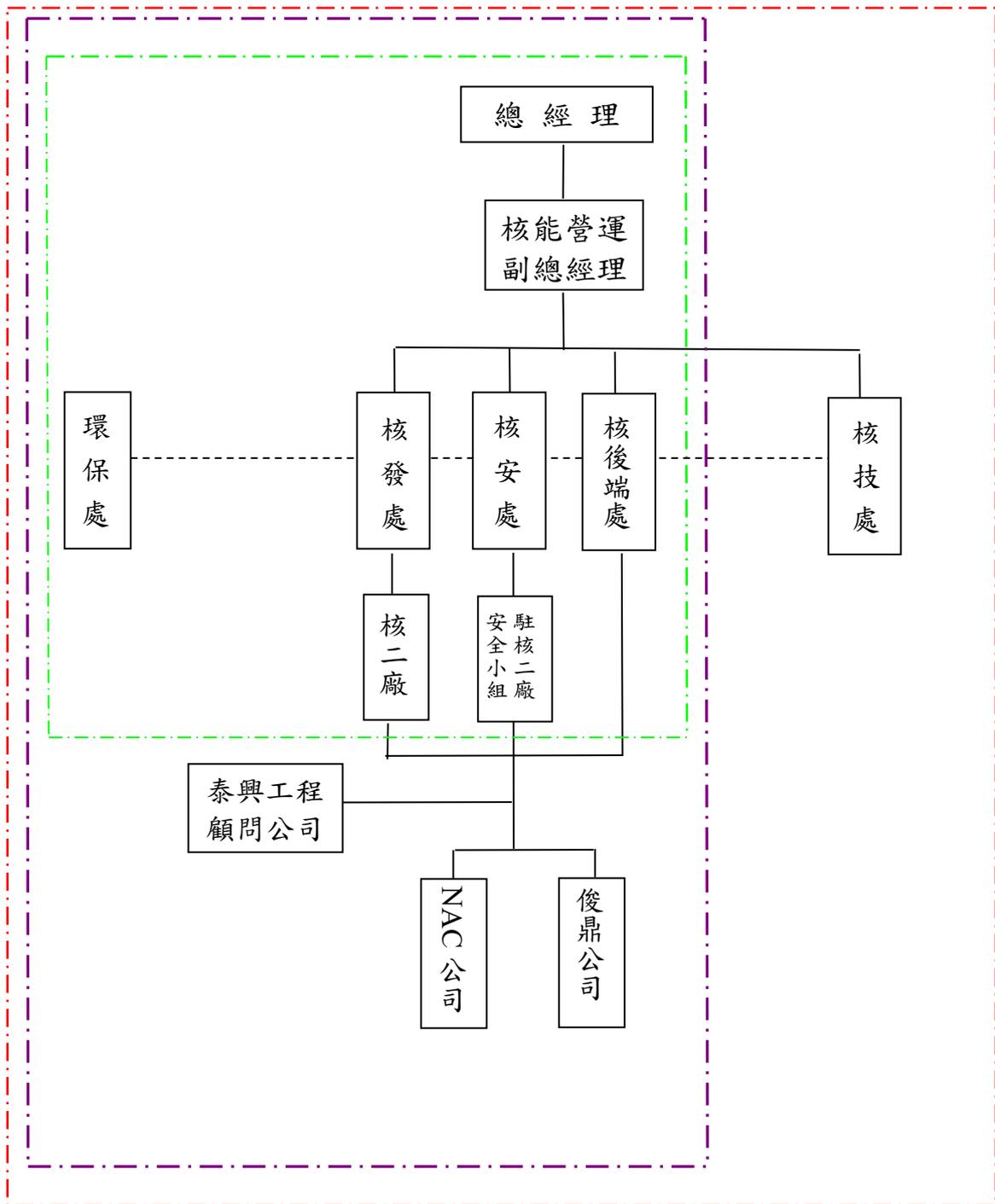
1. 原子能法，60 年 12 月 24 日。
2. 原子能法施行細則，91 年 11 月 22 日。
3. 放射性物料管理法，91 年 12 月 25 日。
4. 放射性物料管理法施行細則，108 年 11 月 21 日修正發布。
5. 放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法，109 年 8 月 7 日修正發布。
6. 核子反應器設施品質保證準則，92 年 6 月 25 日。
7. 放射性物質安全運送規則，96 年 12 月 31 日修正發布。
8. 游離輻射防護法，91 年 1 月 30 日。

9. 游離輻射防護法施行細則，97 年 2 月 22 日修正發布。
10. 游離輻射防護安全標準，94 年 12 月 30 日修正發布。
11. 核子保防作業辦法，108 年 7 月 25 日修正發布。
12. 10CFR Part 72 Subpart G, 2006/01。
13. ASME NQA-1, 1994。

5.2 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案計畫組織

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案計畫之主要工作項目包括：整地、混凝土基座及道路新建等土建工作及乾式貯存設施之設計、分析、製造、組立、用過核子燃料裝填、吊運、安裝，檢驗、試驗等工作。參與本計畫之單位包括：提供乾式貯存設施之承包商(美國 NAC 公司及俊鼎機械廠公司)、本公司委託之工程顧問公司或相關機構及本公司之相關單位。本公司委託之工程顧問公司及本公司之相關單位，組織架構詳如圖 5-1 所示。

本公司委託之顧問公司為泰興工程顧問公司，主要協助技術審查。設備供應商為美國 NAC 公司及俊鼎機械廠公司，負責執行核二廠用過核子燃料乾式貯存設施之建置與安裝(含乾式貯存設施之設計、分析、製造、組立、用過核子燃料裝填、吊運、安裝，檢驗、試驗及混凝土基座建造等工作)。其中乾貯設施之設計、分析、申照、運轉及整體工作監督為 NAC 公司負責；貯存系統製造為俊鼎機械廠，主要負責密封鋼筒、傳送護箱及混凝土護箱鋼構部份之製造、混凝土基座及貯存場周邊設施建造、混凝土護箱之澆置製造及乾貯場之門型吊車安裝相關工作。本案 NAC 公司委託分包商協助申照、安全分析及執行 27 組護箱運貯等相關作業。



註：—— 行政管理
 聯繫
 -.-.- 設計分析階段
 -.-.- 土建施工與吊運階段
 -.-.- 運轉階段

圖 5-1 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案計畫組織系統圖

5.3 人員訓練計畫

試運轉階段人員訓練課程時程與內容，概述如下：

1. 訓練時程

配合本設施試運轉時程，本案在試運轉實施約半年前，準備本設施之人員訓練計畫；自試運轉實施前約三個月起實施；並於試運轉實施約一個月前完成人員訓練。

2. 訓練課程內容

本設施之人員訓練課程內容，包括基本訓練及專業訓練。

(1) 基本訓練

基本訓練係依據核二廠「第二核能發電廠承攬商工作安全衛生管理守則」及「第二核能發電廠承攬商輻射防護管理守則」等相關規定，承包商進廠前需執行輻安及工安等相關講習；適用對象為參加本案施工階段及安裝/吊運及貯存階段之承包商及下包商。

基本訓練分保安及門禁管制、工安衛生、輻射防護、環境及廢料管理、品質管制與緊急計畫。

(2) 專業訓練

本階段專業訓練之主要目的，在於使作業人員瞭解本設施之施工計畫，熟習施工相關作業及程序，並確保工地作業安全。專業訓練包括工安相關法規、施工計畫、施工特性、工程管理、設施及貯存系統之設計、混凝土基座與場址設施之驗收要求、去污作業以及其他特殊作業項目(包含輻防作業宣導、輻射防護與輻安評估等相關內容)，適用對象為參加本設施安裝/吊運階段之工作人員。

5.4 試運轉階段品質保證作業

1. 作業要求

有關試運轉階段，試運轉程序變更及改正措施等品保紀錄文件管制、本設施各組件及設備之安裝、吊運及運貯，應依照電廠 D1100 系列品質管制程序書來規範與要求，以保證相關之作業流程符合核二廠的品保作業。

2. 審查與稽查

有關試運轉階段之審查與稽查作業，要點如下：

• 審查

根據核二廠 D 120 程序書「除役程序書管制作業」規定，對程序書做以下之審查：

- (1) 審查程序書之適用範圍及使用時機。
- (2) 確保程序書符合運轉執照、運轉規範及對政府管理規章之承諾。
- (3) 審查程序書是否涉及重要安全事項。

• 稽查

針對「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」之試運轉作業，本公司核安處將依據台電專案品質保證計畫規定，於定期稽查時對其相關作業執行稽查外，試運轉作業期間，並將由駐核二廠安全小組依核安處相關程序書執行不定期稽查。

3. 作業期間品保作業規劃

作業期間的三級品保作業規劃如下：

• 第一級

由承攬商負責執行，當相關作業執行完畢時，除承攬商執行者須簽署負責外，同時承攬商品保人員亦須執行複查作業並簽署負責。

- 第二級

由本公司核後端處及核二廠負責執行，於各關鍵作業訂定見證點及停留查證點，由核後端處(或委由監造單位)執行見證點查證作業，由核二廠執行停留查證點查證作業。

- 第三級

由本公司核安處負責執行，於作業期間執行不定期稽查。

6. 核子保防與料帳管理

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

圖 6-1 1 號機、編號 1 燃料束配置圖

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

圖 6-2 1 號機、編號 2 燃料束配置圖

表 6-1 核二廠截至 83 年 12 月 31 日已退出之待貯燃料數

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

表 6-2 核二廠一號機熱測試待運貯用過核子燃料資訊

本章節涉及核子保防機敏性資訊，不予公開

7. 試運轉安全措施

本案相關運送與貯存作業經安全評估結果，並未發現重大潛在之安全問題，而一般意外事故發生之機率亦相當低，然而為提升試運轉作業與人員安全，儘管發生機率低，也應防患於未然，故本節將依工安與輻安分別說明本案試運轉安全措施之規劃。

7.1 作業安全措施

為確保工作人員之作業安全，本節將依作業性質分別針對操作人員工作中之危害因子，事先加以分析及評估，並制定工作安全措施詳如表 7-1~7-4。

1. 試運轉相關作業之安全措施將依「危害因子分析及評估」，所訂定之解決危害的對策執行，詳如表 7-1~7-4。
2. 提供符合防護標準之機械、器具，供作業人員使用。
3. 作業前應召開工具箱會議，說明每日施工重點，並由指認呼喚時指出可能發生之危害。
4. 應實施作業檢點及自動檢查，並記錄於相關表單中。
5. 作業中確實依核准作業程序書執行運送與貯存作業。
6. 作業完成後妥善完成作業區域之復原與作業施工器具材料之清理。

7.2 輻射防護安全措施

本案貯存設施所在位置位於核二廠廠區內，故相關試運轉計畫作業須遵守核二廠輻射防護計畫、核二廠 D900 系列除役程序書及環境輻射監測計畫之現有規定，以及另就本案作業特性所建立之

輻射防護作業程序書與作業人員輻射曝露合理抑低計畫執行輻射防護安全作業，其重點摘述如下：

1. 一般作業輻射防護安全措施

- (1) 參與裝載池水下操作功能驗證階段之所有工作人員配帶警報劑量計(alarm dosimeter)。
- (2) 燃料廠房護箱裝載區建立臨時管制站，並於進出口處懸貼輻射警示標誌及「未經許可不准進入」之警語。
- (3) 為確保曝露合理抑低，程序中各項步驟須確實依相關程序書要求執行，以及配合合理抑低計畫輻射防護管理組織督導執行。
- (4) 任何設備或工具移出管制區前，須通知輻射防護人員確實偵檢合格後方可移出。
- (5) 各項輻射與污染偵檢設備應在有效校正期限內。
- (6) 若有任何意外事件(詳如「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」意外事件應變計畫)，此項工作將立即編入合理抑低項目，且指派專人負責此項恢復工程之輻安、核安及劑量之合理抑低行動。
- (7) 高劑量輻射作業(輻射強度大於(等於) 1 mSv/h (毫西弗/小時))，輻防人員應明確告知工作人員工作區域輻射劑量值及該次作業之預估人員劑量值，相關人員劑量紀錄則留存備查。

2. 裝載池水下操作功能驗證階段作業輻射防護安全措施

- (1) 於燃料廠房內相關作業區域之適當位置，裝設具警報功能之區域輻射偵檢器，進行連續輻射監測，使作業人員可確

認作業區域之輻射狀況，並於異常升高時發出警報提醒工作人員，以確保作業之輻射安全。

- (2)由護箱裝載池移出吊升傳送護箱時，以除礦水淋洗傳送護箱表面及底部，減少污染附著。傳送護箱定位後，執行傳送護箱、密封鋼筒密封上蓋、吊索螺栓、工作平台及其他吊具(如 Yoke)之輻射與污染偵檢。
- (3)密封鋼筒密封上蓋與密封鋼筒表面擦拭取樣其作業方式如下：以排水管與排氣管為軸等分為四個區域，密封鋼筒密封上蓋每個區域擦拭取樣 2 點；密封鋼筒外表面各區域至少擦拭取樣 1 點(按密封鋼筒外表面擦拭位置為圓周上緣外側)，並計測其 α 與 β/γ 污染值，以做為後續工作(如銲接、排水等)之輻防管制作業。本擦拭取樣作業之人員輻射劑量抑低措施：(a)擦拭取樣作業前應設置工作平台及適當之臨時屏蔽以利傳送護箱外表面除污，並抑低除污作業人員之輻射劑量；(b)執行除污與表面擦乾，利用沖洗方式移除相關設備所沉積之高輻射點，以減少輻射來源降低工作區域環境之背景輻射，以及減少污染散播，抑低作業人員輻射劑量；(c)使用輔助之輻射污染取樣工具執行輻射污染取樣，以減少人員輻射劑量；(d)依據核二廠除役程序書 D902「輻射防護標準與人員職責」有關規定，視需要使用適當之輻射防護設備(如鉛毯或鎢片屏蔽)，以及必要時採取合理抑低管制措施，如穿著鉛衣等，以抑低作業人員輻射劑量。
- (4)參與用過核子燃料裝載及封銲之工作人員應視需要使用適當之輻射防護設備(如鉛衣)，並按高污染區域管制辦法管制。

自用過燃料裝載至密封鋼筒完成第一層封銲期間對於熱粒子區至少每值偵測一次。

(5)裝載後傳送護箱運離燃料廠房前應執行輻射偵檢，以確保符合相關規定。其輻射限制值如下：

(a)偵測傳送護箱的表面輻射劑量率，並視需要加裝臨時屏蔽。

(b)完成輻射偵檢之後，依照核二廠除役程序書 D910「放射性物質之管制程序」執行傳送護箱之廠內運送作業。其要點為：

(i) 偵測傳送護箱外表面之輻射劑量率，並記錄之。

(ii) 偵測運送車外表面之輻射劑量率，執行污染偵測並記錄之。

(iii) 輻射防護人員全程執行輻射管制，禁止非必要人員靠近護箱。

(c)傳送護箱運送至貯存場前，其平均表面(接觸面)輻射劑量率，應不超過下列污染限制值：

(i)傳送護箱頂端表面輻射劑量率 $< 3 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(ii)傳送護箱側邊表面輻射劑量率 $< 3 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(d)混凝土護箱於貯存場，其平均表面(接觸面)輻射劑量率，應不超過下列污染限制值：

(i) 混凝土護箱側表面距底部約 234 公分高度，執行桶身四等分量測表面劑量率，其平均表面劑量率不得超過 $1 \mu\text{Sv/h}$ 。

(ii) 混凝土護箱於側表面任意位置(上述 1.位置與進

出氣口除外)之中子與光子之平均表面劑量率不超過 $2 \mu\text{Sv/h}$ 。

(iii) 混凝土護箱所有進氣口與出氣口處之平均表面輻射劑量率不超過 $20 \mu\text{Sv/h}$ 。

(iv) 混凝土護箱頂部距圓心 0.5 公尺位置相隔 90 度量測中子與光子之輻射劑量率，4 點之平均表面劑量率不得超過 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。

(6) 完成裝載後，執行貯存場周圍環境輻射偵測，以確保符合設施環境劑量限度要求。

綜合以上與除污作業相關之管限制值如下：

- (1) 密封上蓋銲接後，執行密封鋼筒密封上蓋表面污染偵檢，每四分之一圓周擦拭取樣 2 點，共擦拭取樣 8 點。任一擦拭點之輻射污染限值應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1 之管限制值： β/γ ： $\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。若超過限值則進行除污，直至結果符合管限制值為止。
- (2) 密封鋼筒外表面污染偵檢，擦拭取樣以 VDC 排水孔與排氣孔為中心軸，將密封鋼筒表面等分為 4 個區域，在各區域的上表面與外側面，至少各擦拭取樣 1 點，任一擦拭點之輻射污染限值應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1 之管限制值： β/γ ： $\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。若超過限值則進行除污，直至結果符合管限制值為止。
- (3) 傳送護箱由燃料池移出並執行初步除污作業，使其外表面之污染限值符合行政管限制值之要求才可吊運至清潔區，即 $\beta/\gamma \leq 50 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ， $\alpha \leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。

(4) 傳送護箱於廠房內二次除污，在出廠房前，傳送護箱之外表面非固著性污染需符合核二廠監測區之污染管制限值： β/γ ： $< 2 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $< 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ，若除污後仍無法符合限值，必要時將套上防污套。

(5) 傳送護箱運回燃料廠房後，執行傳送護箱內側之表面污染偵檢，偵檢結果，應符合運轉限制條件(LCO)3.2.1 之管制限值： β/γ ： $\leq 180 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ ； α ： $\leq 1 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ 。若超過限值則進行除污，直至結果符合管制限值為止。

3. 抑低人員輻射劑量，採取之措施如下：

(1) 落實試運轉計畫作業前準備工作

依試運轉計畫作業規劃流程，於作業前完成人員基本與專業訓練，以及組件/設備檢查，能於作業期間減少故障及工作時間，除可提升工作效率外並可抑低個人與集體有效劑量。

(2) 減少輻射污染與劑量

(a) 由核二廠核技組、機械組、運轉組、廢料處理組、保健物理組、承包商及配合主辦課共同規劃及執行。利用沖洗方式移除相關設備內、外所沉積之高輻射點，以降低工作區域環境之背景輻射，抑低作業人員輻射劑量。

(b) 使用輔助之輻射污染取樣工具執行輻射污染取樣與偵檢；使用自動鐸接機執行封鐸作業；使用整合排氣、排水、灌氣、壓降測試等之 VDS 系統，以減少作業時間與增加距離，減少工作人員輻射劑量。

(3)善用輻射屏蔽

- (a)為抑低作業人員之輻射劑量，依據核二廠除役程序書 D902「輻射防護標準與人員職責」相關規定，視需要使用適合之輻射防護設備(如鉛毯或鎢片屏蔽)，以抑低作業人員輻射劑量。
- (b)密封鋼筒裝載用過核子燃料移出裝載池水面後，視需要使用適合之輻射防護設備(如臨時鉛屏蔽)。
- (c)設置工作平台及視需要使用適合之輻射防護設備(如臨時鉛屏蔽)以利傳送護箱外表面後續除污，並抑低密封處理作業人員之輻射劑量。
- (d)掌握排水、乾燥及充填氬氣作業特性，視需要使用適合之輻射防護設備(如移動式屏蔽牆)，以降低燃料廠房平面樓環境之輻射強度。
- (e)吊卸傳送護箱時，視需要在傳送護箱屏蔽門處加裝臨時屏蔽。
- (f)有關輻射屏蔽之安裝使用，依據核二廠除役程序書 D902「輻射防護標準與人員職責」規定執行，其限制如下：
 - (1)輻射屏蔽安裝需求為高輻射區人員劑量預估將超過 0.05 人-西弗；(2)現場環境，適於搭設輻射屏蔽；(3)設置輻射屏蔽所節省之人員劑量，至少三倍於設置輻射屏蔽所耗費之工作劑量等，合於 ALARA 考量下實施。

(4)召開 ALARA 協調會議

試運轉計畫作業前，應先召開 ALARA 協調會議，討論各單位分工及輻防管制細節。核二廠保健物理組規劃設立

輻防管制區域及 ALARA 待命區，並製成圖示公佈於作業現場，供作業人員參閱，以及準備輻射、污染、空浮等偵測儀器與圍籬設備(如圍籬樁、圍籬繩)、污染隔離墊、防護衣物、示警標誌、防制污染擴散物品(如塑膠布、牛皮紙)等輻射防護器材。

(5) 運送作業之管制

傳送護箱連同裝載用過核子燃料之密封鋼筒需使用曳引式多軸板車運送，除傳送護箱外表黏貼警示標誌外，將有保警及輻防人員等隨行，依輻射工作許可(RWP)及輻射劑量紀錄之規定執行輻射管制，運送前，在燃料廠房出口處建立輻射管制區，以及確認運送路徑上無障礙物及人車。運送時，管制人員與運送車輛保持安全距離。俟傳送護箱完成吊運傳送後，偵測運送車外表面之輻射劑量率，並執行污染偵測；確認運送車未受污染後放行。

表 7-1 前置作業操作危害因子分析及評估

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
A-(1)	檢查混凝土護箱。	<ul style="list-style-type: none"> 目視檢查。 安裝屏蔽塞及頂蓋。 使用工具梯、工作架等設備。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 安裝壓傷。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 使用個人防護具等。 正確使用手工具。
A-(2)	檢查傳送護箱及密封鋼筒。	<ul style="list-style-type: none"> 接收、水平移入燃料廠房、檢查、豎直。 使用吊車。 使用堆高機。 使用人員升降車。 吊掛作業。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 道路行駛，車輛運送，造成翻落、衝撞、被撞等交通事故。 地面濕滑，造成跌倒。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 使用個人防護具等。 依照規劃運送路線之行駛。 作業前道路淨空、導引。 正確使用合格堆高機。 正確使用人員升降車。 避免同時使用吊車、堆高機及高空作業車。 應指派「專人」導引車輛。 保持環境整齊、清潔。 穿防滑安全鞋。
A-(3)	傳送護箱吊運至清洗池，將密封鋼筒裝入傳送護箱。	<ul style="list-style-type: none"> 使用廠房吊車。 吊掛作業。 	<ul style="list-style-type: none"> 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。
A-(4)	密封鋼筒灌水。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、池邊作業。 	<ul style="list-style-type: none"> 池邊作業，造成墜落、溺水。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用安全護欄及安全帶。 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。
A-(5)	安裝傳送護箱與密封鋼筒環狀間隙進水管及防止異物裝置。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、池邊作業。 使用廠房吊車。 吊掛作業。 	<ul style="list-style-type: none"> 池邊作業，造成墜落、溺水。 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用安全護欄及安全帶。 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
			<ul style="list-style-type: none"> • 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> • 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 • 作業區域保持人員淨空。 • 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。

表 7-2 燃料裝載操作危害因子分析及評估

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
B-(1)	(i) 將傳送護箱吊入裝載池，淋溼外表，緩慢下降時以除礦水注入密封鋼筒與傳送護箱的間隙。 (ii) 打開護箱裝載池與燃料池間閘門。	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用廠房吊車。 ● 樓板平面作業、池邊作業。 ● 吊掛作業。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 ● 池邊作業，造成墜落、溺水。 ● 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用安全護欄及安全帶。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。
B-(2)	檢查用過核子燃料編號。	<ul style="list-style-type: none"> ● 池邊作業。 ● 目視檢查。 ● 使用水底照明燈具。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 池邊作業，造成墜落、溺水。 ● 使用水底照明燈具，漏電造成感電。 ● 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用安全護欄及安全帶。 ● 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 ● 正確使用水底照明燈具，並使用漏電保護裝置，實施安全檢點。 ● 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。
B-(3)	將用過核子燃料吊入密封鋼筒。	<ul style="list-style-type: none"> ● 樓板平面作業、池邊作業、吊掛作業。 ● 使用燃料吊車。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 池邊作業，造成墜落、溺水。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 ● 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用安全護欄及安全帶。 ● 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 人員使用個人防護具並配戴劑量徽章與電子式劑量計。
B-(4)	安裝密封鋼筒之密封上蓋。	<ul style="list-style-type: none"> ● 池邊作業。 ● 吊掛作業。 ● 使用廠房吊車。 ● 手工具操作。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 池邊作業，造成墜落、溺水。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 ● 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用安全護欄及安全帶。 ● 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計。

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
B-(5)	將傳送護箱吊離裝載池，吸除頂部積水並沖洗其外表面。	<ul style="list-style-type: none"> 池邊作業。 吊掛作業。 使用廠房吊車。 以高壓水柱或清水擦拭除污。 	<ul style="list-style-type: none"> 池邊作業，造成墜落、溺水。 吊掛作業，造成掉落、擠壓翻倒、衝撞、壓傷等。 除污作業地面濕滑，造成跌倒。 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用安全護欄及安全帶。 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 作業區域保持人員淨空。 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計。 保持環境整齊、清潔。 穿防滑安全鞋。
B-(6)	傳送護箱吊起岸上除污並吊運至護箱清洗池定位。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、池邊作業。 吊掛作業。 使用廠房吊車。 以高壓水柱或清水擦拭除污。 	<ul style="list-style-type: none"> 池邊作業，造成墜落、溺水。 吊掛作業，造成掉落、擠壓翻倒、衝撞、壓傷等。 除污作業地面濕滑，造成跌倒。 輻射管制區作業，輻射暴露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用安全護欄及安全帶。 指派現場安全指揮監督人員，執行任務。 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 作業區域保持人員淨空。 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計。 保持環境整齊、清潔。 穿防滑安全鞋。

表 7-3 密封鋼筒封銲操作危害因子分析及評估

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
C-(1)	密封上蓋封銲檢測並壓力測試。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、高處作業。 使用自動銲機。 加壓測漏。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 封銲作業，造成強光、感電、灼熱等危害。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 指派合格銲接操作人員，執行封銲作業。 實施封銲設備自主檢查，封銲區域之遮光隔離。 操作人員配戴護目鏡、配戴絕緣手套。 確認銲接期間周遭無易燃物。 保持良好環境通風條件。 正確使用電器機具及臨時用電設備。 確認電銲機是否設置自動電擊防止裝置，並檢測自動電擊防止裝置功能是否正常。 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
C-(2)	排出密封鋼筒內的水。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、高處作業。 使用水泵排水。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 連接管線，造成絆倒。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 環境整理、清潔。 正確使用手工具。 注意管線，預防絆倒。 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
C-(3)	密封鋼筒抽真空乾燥。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、高處作業。 使用真空泵浦抽真空。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 使用、連接真空泵浦連接管線，造成絆倒。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 環境整理、清潔。 正確使用手工具。 注意管線，預防絆倒。 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
C-(4)	密封鋼筒充填氬氣。	<ul style="list-style-type: none"> 樓板平面作業、高處作業。 使用高壓氣體鋼瓶加壓。 	<ul style="list-style-type: none"> 高處作業，造成墜落。 使用高壓氣體洩漏，造成窒息、凍傷。 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> 正確使用工作梯、工作架等設備。 正確固定高壓氣體鋼瓶。 使用減(調)壓閥裝置，降低鋼瓶出口壓力。 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
C-(5)	排水及排氣第一層封口蓋封銲、檢測並測漏。	<ul style="list-style-type: none"> ● 樓板平面作業、高處作業。 ● 使用銲機。 ● 氬氣測漏。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 封銲作業，造成強光、感電、灼熱等危害。 ● 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 指派合格銲接操作人員，執行封銲作業。 ● 實施封銲設備自主檢查，封銲區域之遮光隔離。 ● 保持良好環境通風條件。 ● 正確使用電器機具及臨時用電設備。 ● 佩戴護目鏡、佩帶絕緣手套。 ● 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計
C-(6)	排水及排氣第二層封口蓋封銲及檢測。	<ul style="list-style-type: none"> ● 樓板平面作業、高處作業。 ● 使用銲機。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 封銲作業，造成強光、感電、灼熱等危害。 ● 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 指派合格銲接操作人員，執行封銲作業。 ● 實施封銲設備自主檢查，封銲區域之遮光隔離。 ● 保持良好環境通風條件。 ● 正確使用電器機具及臨時用電設備。 ● 佩戴護目鏡、佩帶絕緣手套。 ● 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計

表 7-4 運貯作業操作危害因子分析及評估

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
D-(1)	將傳送護箱周圍平台吊離。	<ul style="list-style-type: none"> ● 樓板平面作業、開口作業。 ● 吊掛作業。 ● 使用廠房吊車。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 開口作業，造成墜落。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 ● 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用圍籬護欄、安全帶。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
D-(2)	傳送護箱外表面污染偵檢。	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業。 ● 吊掛作業。 ● 使用廠房吊車。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 ● 輻射管制區作業，輻射曝露危害。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
D-(3)	將傳送護箱移出燃料廠房送至乾貯場	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路行駛。 ● 使用多軸油壓板車運送。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路行駛，車輛運送，造成翻落、衝撞、被撞等交通事故。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 依照規劃運送路線之行駛。 ● 合格人員，安全駕駛。 ● 作業前道路淨空、導引。 ● 安裝混凝土護箱固定裝置。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計
D-(4)	將傳送護箱吊運至混凝土護箱上	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業。 ● 吊掛作業。 ● 使用手工具。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 正確使用手工具。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計。
D-(5)	將密封鋼筒傳送至混凝土護箱中，並安裝頂蓋。	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業。 ● 吊掛作業。 ● 使用門型吊車。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 吊掛作業，造成掉落、擠壓、翻倒、衝撞、壓傷等。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 正確使用吊掛器具，執行作業檢點。 ● 現場監督並指派合格人員操作起重機具。 ● 作業區域保持人員淨空。 ● 使用個人防護具及配戴劑量徽章與電子式劑量計

操作程序編號	主要流程	作業型態及方法、工具	潛在危害因子	解決危害的對策
D-(6)	用螺栓鎖緊混凝土護箱頂蓋。	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業。 ● 使用手工具。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計。 ● 正確使用手工具。
D-(7)	完成裝載實施輻射偵檢及溫度監測。	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝空氣柵欄及溫度監測儀器。 ● 高處作業。 ● 使用輻射偵測儀器。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高處作業，造成墜落。 ● 安裝壓傷。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確使用工作梯、工作架等設備。 ● 使用個人防護具及配戴劑量佩章與電子式劑量計。 ● 正確使用手工具。

8. 意外事件應變計畫

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施於試運轉期間，萬一發生意外事件，如銲接系統或真空乾燥系統(VDS)故障、多軸板車因漏油引起燃燒、或地震等，均按照「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫」辦理，包括各類意外事件處理作業與緊急通報程序及緊急應變組織與職責之執行。

9. 參考文件

1. 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告定稿本，台灣電力股份有限公司。
2. 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施護箱燃料束配置報告修訂1版，台灣電力股份有限公司。
3. 熱測試前兩組護箱200束及兩部機抽檢用過核子燃料啜吸檢驗成果報告，台灣電力股份有限公司。
4. 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫，KSDSP-03-REP-25002-01。
5. NAC 公司,“核子保防規劃報告(NUCLEAR SAFEGUARD PLAN)”，630075-ER-01。
6. NAC 公司,“Kuosheng Seismic Analysis of Transfer Cask on Dolly”，630075-2012。
7. 重車運輸路徑檢測及評估報告，0513A-TRANS-0005。
8. 現場作業組織架構與行政作業程序書，D1043。
9. 試運轉作業程序書，D1043.1。
- 10.傳送護箱與密封鋼筒使用前檢查與測試程序書，D1043.1 附件 1。
- 11.燃料廠房內操作程序書，D1043.1 附件 2。
- 12.密封鋼筒上蓋銲接操作程序書，D1043.1 附件 3。
- 13.密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書，D1043.1 附件 4。
- 14.密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書，D1043.1 附件 5。
- 15.貯存場運送及傳送設備使用前檢查與測試程序書，D1043.1 附件 6。
- 16.貯存場運送及傳送作業程序書，D1043.1 附件 7。
- 17.異常作業程序書，D1043.2。
- 18.再取出操作作業程序書，D1043.3。
- 19.傳送護箱前置作業程序書，D1043.4。

20. 輔助設備操作手冊，D1043.5。
21. 工安作業程序書，D105 附件 1。
22. 輻射防護作業程序書，D907 附件 907-1。
23. 監測區輻射監測作業程序，D908.1。

附錄 A 核二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 32-02 號

設施經營者：台灣電力股份有限公司

設施名稱：核二廠用過核子燃料乾式貯存設施

設施地址：新北市萬里區野柳里八斗 60 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 運轉限制條件

LCO 3.1.1

LCO 3.1.1 密封鋼筒需經真空乾燥再以氦氣回填，並應遵守以下的時間限制。

從 1.鋼筒開始排水至真空乾燥測試完成及氦氣回填完成之時間以及 2.將密封鋼筒傳送並安置於混凝土護箱內之時間不應違反以下規定：

總熱負載 (kW)	真空乾燥時間限制 (小時) ⁽¹⁾	鋼筒傳送可使用時間 (小時)
≤14.6	無限制	無限制

(1) 真空乾燥期間 ACWS 需保持正常運作。

LCO 3.1.1(續)

適用： 傳送作業前
 行動

-----註-----
 個別之項目條件適用各個已裝載燃料之系統。

狀態	採行措施	完成時間
A.不符合 TSC 筒內真空 乾燥壓力限制	A.1 執行工程評估判斷 TSC 內 殘留水份。	7 天
	<u>以及</u> A.2 實行必要矯正措施使密封 鋼筒內乾燥壓力值能符 合：密封鋼筒抽真空乾燥 達壓力低於 10 torr (mm Hg)後，隔離真空幫浦，鋼 筒內部壓力應維持至少 10 min 不可超過 10 torr (mm Hg)。	30 天
B.不符合 TSC 氬氣回填 密度限制	B.1 執行相關氬氣密度計算以 確定差異。	72 小時
	<u>以及</u> B.2 實行必要矯正措施使密封 鋼筒內氬氣密度達到： 0.704~0.814kg/m ³ 。	14 天
C.不符合採行措施之完 成時間	C.1 移除 TSC 中所有燃料束。	30 天

(下頁續)

LCO 3.1.1(續)

檢查要求

	檢查	頻率
SR 3.1.1.1	關掉真空泵與隔離閥後，監測 TSC 筒內之真空乾燥壓力小於或等於 10 torr，維持 10 分鐘以上。	傳送作業前
SR 3.1.1.2	完成真空乾燥作業及抽真空至 < 3 torr 之後，回填氦氣至筒內，直到氦氣質量 M_{helium} 達到 TSC 排水時所量測之自由體積 (V_{TSC}) 乘上指定的氦氣密度 (L_{helium})。指定的氦氣密度範圍為 0.704-0.814 kg/m ³ 。	傳送作業前

LCO 3.1.1-A

LCO 3.1.1-A ACWS 失效運轉限制，若於以下運轉期間發生失效

1.護箱離水到開始排水之期間，以及

2.開始排水到氦氣回填完成之期間

不應違反以下規定：

適用： 裝填作業
行動

狀態	採行措施	完成時間
A. 護箱離水到開始排水之期間 ACWS 失效	A.1 故障排除，倘故障無法於短時間內排除，則需將護箱吊回池中冷卻。	32 小時
	或	
	A2 每兩個小時直接量測一次鋼筒內部水溫，若發現內部水溫將達 94°C，而環狀間隙循環水冷系統仍無法恢復，則護箱必須重回水池。	立即
B. 開始排水到氦氣回填完成之期間 ACWS 失效	B.1 對 TSC 排水(倘若密封鋼筒尚未完成排水)並施以氦氣回填至錶壓力 5.5 bar	12 小時
	以及	
	B.2 環狀間隙循環水冷系統移除	2 小時

檢查要求

檢查	頻率
SR 3.1.1(A).1 確定 ACWS 功能正常。	於氦氣回填完成前的密封鋼筒準備階段。

LCO 3.1.1-B

LCO 3.1.1-B 密封鋼筒氦氣洩漏率

檢驗排水與排氣內層孔蓋與密封上蓋間的銲道，其氦氣洩漏率不得高於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ (氦氣)，氦氣洩漏測試之靈敏度為 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ (氦氣)。

適用： 裝填作業

行動

狀態	採行措施	完成時間
A. 不符合密封鋼筒氦氣洩漏率	A.1 使密封鋼筒氦氣洩漏率符合限值。	25 天
B. 不符合採行措施之完成時間	B.1 由系統移除所有燃料束	5 天

檢查要求

檢查	頻率
SR 3.1.1(B).1 驗證密封鋼筒氦氣洩漏率符合限值。	於運送作業前。

LCO 3.3.1

- LCO 3.3.1 混凝土護箱之表面劑量率(加馬與中子)位於出氣口 (90 度共 4 處)、進氣口 (90 度共 4 處) 及側面中央高度 (90 度共 4 處) (參考圖 5.1.2-3)不可超過以下限制：
 每個混凝土護箱之平均表面劑量率應低於下述限制，除非符合採行措施 A.1 及 A.2。
- a. 1 $\mu\text{Sv/hr}$ 於側表面如圖 5.1.2-3 所示位置；
 - b. 2 $\mu\text{Sv/hr}$ 於側表面任意位置(a.位置與進出氣口除外)；
 - c. 20 $\mu\text{Sv/hr}$ 所有進氣口平均計量以及所有出氣口平均計量；
 - d. 10 $\mu\text{Sv/hr}$ 位於頂部如下圖所示位置。

適用： 貯存作業
 行動

-----註-----
 個別之項目條件適用每個 MAGNASTOR 系統。

狀態	採行措施	完成時間
A. 不符合混凝土護箱最大表面劑量率限值	A.1 驗證裝填之燃料正確。	24 小時
	以及 A.2 執行分析確認 ISFSI 場外輻射防護符合「游離輻射防護安全標準」及「放射性物料管理法施行細則」及廠界年劑量 0.05 mSv 之要求。	7 天
B. 不符合採行措施之完成時間	B.1 執行工程評估，並採取適當的改正行動，以確保劑量限值符合「游離輻射防護安全標準」工作人員有效劑量連續 5 年週期不得超過 100mSv，任一年內不超過 50 mSv 之要求。	60 天

檢查要求

檢查	頻率
SR 3.3.1.1 驗證已裝載包含燃料束之密封鋼筒的混凝土護箱之平均表面劑量率未超過限制。劑量率應於	於每次貯存作業前

下圖所標示之位置進行量測。

LCO 3.1.2

LCO 3.1.2 混凝土護箱熱移除系統
 混凝土護箱熱移除系統必須為正常。
 適用： 貯存作業
 行動

-----註-----

個別之項目條件適用每個系統。

狀態	採行措施	完成時間
A. 不符合運轉限制條件	A.1 確保適當之熱移除，以預防溫度超越短期限值。目視進出氣道是否堵塞，若有堵塞則清除到至少 2 個進氣口及 4 個出氣口為暢通。 以及 A.2 恢復混凝土護箱熱移除系統至正常使用狀態。	立即* 30 天

檢查要求

檢查	頻率
SR 3.1.2.1 確認 ISFSI 環境溫度(連續 24 小時平均)及混凝土護箱 4 個排氣口平均溫度之差異不高於 40°C。 或 目視確認全部共四個進氣口與排氣口之攔網未受障礙。	24 小時 24 小時

*若為全阻塞情形，則最遲須於 100 小時(需評估扣除已發生全阻塞時間)內完成。