



台灣電力公司

核一廠

用過核子燃料乾式貯存設施

運轉執照申請案

試運轉報告

審查意見

中華民國 114 年 4 月

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉執照申請案

試運轉報告(114.4)

審查意見表目錄

審查意見 01.....	1
審查意見 02.....	3
審查意見 03.....	3
審查意見 04.....	4
審查意見 05.....	6
審查意見 06.....	6
審查意見 07.....	7
審查意見 08.....	7
審查意見 09.....	8
審查意見 10.....	8
審查意見 11.....	9
審查意見 12.....	9
審查意見 13.....	10
審查意見 14.....	10
審查意見 15.....	11
審查意見 16.....	12
審查意見 17.....	12
審查意見 18.....	12
審查意見 19.....	13
審查意見 20.....	13
審查意見 21.....	15
審查意見 22.....	15
審查意見 23.....	16
審查意見 24.....	17

審查意見 25.....	17
審查意見 26.....	17
審查意見 27.....	18
審查意見 28.....	18
審查意見 29.....	19
審查意見 30.....	19
審查意見 31.....	20
審查意見 32.....	21
審查意見 33.....	21
審查意見 34.....	22
審查意見 35.....	23
審查意見 36.....	24
審查意見 37.....	24
審查意見 38.....	25
審查意見 39.....	25
審查意見 40.....	26
審查意見 41.....	26
審查意見 42.....	27
審查意見 43.....	27
審查意見 44.....	27
審查意見 45.....	28
審查意見 46.....	28
審查意見 47.....	29
審查意見 48.....	30
審查意見 49.....	31
審查意見 50.....	31
審查意見 51.....	32
審查意見 52.....	32
審查意見 53.....	33

審查意見 54.....	34
審查意見 55.....	34
審查意見 56.....	35
審查意見 57.....	36
審查意見 58.....	36
審查意見 59.....	39
審查意見 60.....	40
審查意見 61.....	40
審查意見 62.....	41
審查意見 63.....	42
審查意見 64.....	44
審查意見 65.....	45
審查意見 66.....	47
審查意見 67.....	48
審查意見 68.....	49
審查意見 69.....	49
審查意見 70.....	50
審查意見 71.....	51
審查意見 72.....	51
審查意見 73.....	52
審查意見 74.....	53

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉執照申請案

試運轉報告審查意見表

意 見 編 號	01	審查人員代碼	章節	頁碼
		A01	2	14
第 1 次審查意見				
2 運貯作業概述，建議本章增加第 2.3 節「作業人員資格驗證」。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員建議，將增補 2.3 節「試運轉作業之人員資格」，先檢附相關人員資格符合情形如下表供委員參考(未來作業會依實際情形調整人數):				
人員資格名稱		人數		
乾式貯存專業人員訓練合格人員		183		
職安衛人員資格		18		
輻防人員資格		17		
VT 非破壞檢測人員資格		7		
PT 非破壞檢測人員資格		6		
LT 非破壞檢測人員資格		5		
吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機		34		
移動式起重機		2		
使用起重機機具從事吊掛作業人員		10		
堆高機操作資格		25		
升空車操作資格		26		
電銲資格		9		
監火員		8		
第 2 次審查意見				
請提供 2.3 節補充後的內容，應包含各項作業所需人員資格，再列表統計相關資格人數，資格請說明哪種等級的資格。例如:燃料吊運作業需由具 XX 資格的人員擔任，非破壞檢測須由具 XX 資格(請補充檢測人員級別)的人員進				

行，吊掛作業(包含固定式起重機、移動式起重機、.....等)、運送作業與定位作業(堆高機、多軸油壓板車、升空車)，焊接作業(焊工與監火員)等等。

第 2 次審查意見答復說明

謝謝委員意見，擬增補 2.3 節「運貯作業之人員資格」內文如下：

2.3 運貯作業之人員資格

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

1. 重件吊掛作業：

因涉及重件吊掛高風險作業，作業人員須具備「吊升荷重三公噸以上固定式起重機操作資格」。

2. 非破壞檢測作業(PT、VT、LT)：

現場檢測執行人員必須持有該項非破壞檢測(Level I)或更高級別資格；檢測複查人員則須具備(Level II)或更高資格，藉以確保檢測品質與可靠性。

3. 搬運、運送及定位作業（含移動式起重機、堆高機、升空車等設備操作）：

因作業涉及重型設備移動，相關操作者須具備「移動式起重機操作資格」、「堆高機操作資格」、「升空車操作資格」且協同作業人員須具備「使用起重機機具從事吊掛作業資格」，方可執行此類高風險作業。

4. 銲接作業：

銲接作業人員須具備有效之「電銲資格」，現場另須配置具有「監火員資格」進行動火作業現場督導，嚴格防止火災等意外事故發生。

5. 職業安全衛生管理：

作業現場安全督導人員須持有「甲種勞工安全衛生主管」或「乙級-職業安全衛生管理員」資格，以確保作業環境符合職安衛相關規範及法規。

6. 輻射防護管理：

涉及輻射環境下之作業，必須配置具備「輻射防護人員資格」專業人員，現場監督並確保輻射安全及相關劑量管制。

上述作業資格之人員數量統計詳列如下表(統計至 113.12.18)：

人員資格名稱		人數
乾式貯存專業人員訓練合格人員		183
職安衛人員資格		18
輻防人員資格		17
VT 非破壞檢測人員資格		7
PT 非破壞檢測人員資格		6
LT 非破壞檢測人員資格		5
吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機		34
移動式起重機		2
使用起重機機具從事吊掛作業人員		10
堆高機操作資格		25
升空車操作資格		26
電銲資格		9
監火員		8
第 3 次審查意見		
同意答復。		

意見 編號	02	審查人員代碼	章節	頁碼
		A01	3	17
第 1 次審查意見				
p.17 敘明"...依作業特性歸類為安裝/吊運(含吊卸裝填及運搬)與貯存等二階段，作業流程如圖 1-3 所示"，惟本報告無圖 1-3，請修正。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，依審查意見更正為圖號 2-1 所示。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				
意見	03	審查人員代碼	章節	頁碼

編號		A01	3	17
第 1 次審查意見				
3 熱測試作業驗證，整個章節內容中對於日期的描述如 113/09/26，請均修正為「113 年 9 月 26 日」格式。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，將依審查意見修正。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	04	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A01	3	20
第 1 次 審 查 意 見				
3 熱測試作業驗證，整個章節內容中(pp.20~27)關於二組護箱熱測試作業的運轉限制條件吻合情形，建議增加列表分析。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
遵照辦理，增加列表說明 2 組護箱熱測試作業的運轉限制條件吻合情形如下。				
限制條件		第一組	第二組	是否 符合
<90 小時（熱負載 4 KW）		48 小時	62 小時	是
<600 小時		61 小時	49 小時	是
10 分鐘壓力不高於 10 mm Hg		10 分鐘 /8.3 mm Hg	10 分鐘 /8.2 mm Hg	是
壓力 0 (+1, -0)psig		0.5psig	0.5psig	是
<600 小時		245 小時	347 小 時	是
氬氣洩漏率<2 x 10-7 cm3/sec		1.08 x 10-8 cm3/sec	9.4 x 10-9 cm3/sec	是

密封鋼筒外表面之鬆散污染應不超過： 180 Bq/100 cm ² ，貝他及加馬射源； 1 Bq/100 cm ² ，阿伐射源。	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	是	
混凝土護箱之平均表面劑量率應低於下述限制。 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於側表面 (於混凝土表面)； 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於上表面； 1 mSv/h (中子及加馬)，於進氣口與排氣口。	側表面 0.0009 mSv/h 上表面 0.0039 mSv/h 進出氣口 0.0079 mSv/h	側表面 0.0106 mSv/h 上表面 0.0266 mSv/h 進出氣口 0.0195 mSv/h	是	

第 2 次審查意見

請將表格納入報告中並將答覆中所列表格於第一欄位清楚說明每項 LCO 內容與限值。目前所列限制條件<600 小時看不出是哪個階段的限制條件。

第 2 次審查意見答復說明

謝謝委員意見，擬依審查意見新增表格納入報告如下：

運轉限制條件	第一組	第二組	是否符合
LCO 3.1.1 密封鋼筒抽真空時間限制 <90 小時 (熱負載 4 KW)	48 小時	62 小時	是
LCO 3.1.1(2) 密封鋼筒開始排水至完成真空 乾燥測試及氬氣回填 <600 小時	61 小時	49 小時	是
LCO 3.1.2 密封鋼筒抽真空乾燥壓力 10 分鐘壓力不高於 10 mm Hg	10 分鐘/8.3 mm Hg	10 分鐘/8.2 mm Hg	是
LCO 3.1.3 密封鋼筒氬氣回填壓力 壓力 0 (+1, -0)psig	0.5psig	0.5psig	是
LCO 3.1.4 密封鋼筒於傳送護箱內最長留置	245 小時	347 小時	是

時間限制 <600 小時			
LCO 3.1.5 密封鋼筒氬氣洩漏率 氬氣洩漏率 $<2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$	$1.08 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{sec}$	$9.4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{sec}$	是
LCO 3.2.1 密封鋼筒表面污染 密封鋼筒外表面之鬆散污染應不超過： 180 Bq/100 cm ² ，貝他及加馬射源； 1 Bq/100 cm ² ，阿伐射源。	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	$\alpha < \text{LLD}$ $\beta/\gamma < \text{LLD}$	是
LCO 3.2.2 混凝土護箱之平均表面劑量率 混凝土護箱之平均表面劑量率應低於下述限制。 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於側表面 (於混凝土表面)； 0.5 mSv/h (中子及加馬)，於上表面； 1 mSv/h (中子及加馬)，於進氣口與排氣口。	側表面 0.0009 mSv/h 上表面 0.0039 mSv/h 進出氣口 0.0079 mSv/h	側表面 0.0106 mSv/h 上表面 0.0266 mSv/h 進出氣口 0.0195 mSv/h	是
第 3 次審查意見			
同意答復。			

意見 編號	05	審查人員代碼	章節	頁碼
		A01	4	51
第 1 次審查意見				
4 結論，請台電公司說明乾式貯存設施熱測試期間相關文件與紀錄的保存方式。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員建議，熱測試作業驗證(稽查)報告將遵照台電公司「安全小組專案稽查作業程序書」辦理，並由本公司安全小組設檔保存。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	06	審查人員代碼	章節	頁碼
		A01	5	51

第 1 次審查意見	
5 附件，建議增列附件三：二組護箱熱測試作業的驗證報告；另建議增列附件四：台電公司熱測試作業的稽核報告。	
第 1 次審查意見答復說明	
遵照辦理，本報告即為二組護箱熱測試作業的驗證報告，將增列熱測試作業驗證(稽查)報告為附件三。	
第 2 次審查意見	
同意答復。	

意 見 編 號	07	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A01	附 件 二	---
第 1 次 審 查 意 見				
附件二、簽署版程序書，訂有台電人員見證點(W)、停留檢驗點(H)簽署欄位，其訂定原則為何、台電簽署人員之資格要求為何，請說明。 對整體熱測試作業而言，台電公司除派員執行見證點、停留檢驗點查驗外，還有執行那些管理作為，請說明。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
有關見證點(W)、停留檢驗點(H)簽署欄位訂定原則為該步驟係作業程序內之關鍵停留點，或是需與電廠有介面協調之處。 台電公司簽署人員皆受過 6 小時乾貯專業人員訓練。 此外，本公司核安處亦於熱測試作業期間進行稽查作業，查核作業品質。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	08	審查人員代碼	章節	頁碼
		A01	附件二	---
第 1 次審查意見				
附件二、簽署版程序書，ISFSI-07-SOP-07003 的文件修訂紀錄表(p.3)載明： 「4.1、4.3、4.4、5.3.11 加入台電人員停留檢驗點(H)簽署欄位」； 「4.0、4.6、5.1、5.2、5.3 加入台電人員見證點(W)簽署欄位」。 經查閱後續內容，發現： 「4.1、4.6、5.2.2.9、5.2.8.3 列有台電人員(核後端處)見證點(W)簽署」；				

「5.2.6 列有台電人員停留檢驗點(H)簽署」。				
上述二者似有差異，請說明。				
第 1 次審查意見答復說明				
經查文件修訂紀錄表為 100 年時國原院送本公司審查之意見修訂，後續已經 SORC 審查會議改為特殊作業程序書編號 SP-100-10，期間經數次熱測試統合演練作業依實際需求進程序書修訂，且係依電廠修訂規定進行 PCN 調整需要簽核欄位，兩者已不可交互參照，建議後續依熱測試運轉經驗回饋修訂時將文件修訂紀錄表刪除，避免誤解。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	09	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A02	1.1	1
第 1 次 審 查 意 見				
『依據 92 年 7 月實施之「放射性物料管理法施行細則」第二十六條之規定』建議修正為『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』。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，修訂為『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』。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	10	審查人員代碼	章節	頁碼
		A02	1.2.1	2
第 1 次 審 查 意 見				
「以下簡稱國原院以下簡稱國原院」贅字請刪除。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，修訂為「以下簡稱國原院」。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意見 編號	11	審查人員代碼	章節	頁碼
		A02	1.2.1	2
第 1 次審查意見				
「以符合核一廠廠界劑量每年 0.05 mSv 限制之特殊需求」建議修正為「以符合核一廠單一設施廠界劑量每年 0.05 mSv 之需求」。				
第 1 次審查意見答復說明				
同本案運轉執照申照文件-最新版安全分析報告審查意見編號 9、34、53 及 55 之第 1 次審查意見答復說明及設施運轉技術規範審查意見編號 18 之第 1 次審查意見答復說明。 依據「用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查導則第三章(六)輻射安全設計」要求“乾式貯存設施對廠(場)界外一般人所造成之個人年有效劑量，不得超過「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」規定之 0.25 mSv (毫西弗)”，惟本公司於 84 年本案環評之承諾值為最近距離廠界處之個人年有效劑量，須低於 0.05 mSv。 謝謝委員指正，將修訂為「以符合本設施至最近距離廠界處之個人年有效劑量，須低於 0.05 mSv 之環評承諾值)。」				
第 2 次審查意見				
同意答復。『「用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查導則第三章(六)輻射安全設計」要求“乾式貯存設施對廠(場)界外一般人所造成之個人年有效劑量，不得超過「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」規定之 0.25 mSv (毫西弗)”』此為針對所有乾式貯存設施之規定，此設施設置於核子反應器設施內，應符合核子反應設施廠界 0.5 mSv 之要求，而非 0.25 mSv。				
第 2 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，修訂為「核子反應器設施之廠界劑量限值係依據「核能電廠環境輻射劑量設計規範」不得超過 0.5 mSv/y，而 0.05 mSv/y 為本公司為落實輻射防護最適化的 ALARA 輻射劑量原則，於民國 84 年之環評承諾值」，詳如附件 05-11-02。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	12	審查人員代碼	章節	頁碼
		A02、A03	1.2.6	4

第 1 次審查意見				
中華民國國家標準（英語：National Standards of the Republic of China，縮寫 CNS）是中華民國實施的國家標準，舊名中國國家標準（英語：Chinese National Standards，縮寫 CNS），2005 年正式更改為今天名稱。 「中國國家標準(CNS)」建議修正為「中華民國國家標準(CNS)」				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，將修訂為「中華民國國家標準(CNS)」。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	13	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A02、A06	3.2.1	25
第 1 次 審 查 意 見				
此段文字「LCO3.1.4 密封鋼筒於傳送護箱內最長留置時間限制作業時間：113 年 12 月 01 日 04 點 37 分至 12 月 13 日 14 點 30 分；總歷時約 347 小時(未超過 600 小時限制)」重置，建議刪除。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，依審查意見將誤植文字修正。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	14	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A02	3.3.2	27
第 1 次 審 查 意 見				
熱測試護箱溫度監控之結果如何？請說明。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
兩組熱測試護箱溫度監控，自第一組護箱於乾貯場開始存放迄今，兩組護箱監測結果均在正常範圍內。				
第 2 次 審 查 意 見				
請將監測之數據列出，以便於了解是否符合要求。				
第 2 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
提供熱測試前兩組溫度監測數據資料如下: (溫度單位為℃)				

AOS 編號	月份	平均出氣 口溫度	平均環境 溫度	AOS 出氣口溫度 與環境溫度差異	當月溫度 最大差異值	備註
1	11	26.19	21.10	5.09	6.88	11/14 安 裝完成
1	12	22.97	17.91	5.06	7.73	
1	1	21.66	16.55	5.11	8.20	
1	2	21.08	16.61	4.47	7.73	
1	3	23.84	18.14	5.70	10.40	
2	12	21.77	17.91	3.86	5.33	12/24 安 裝完成
2	1	21.51	16.55	4.96	8.63	
2	2	21.04	16.61	4.43	6.98	
2	3	23.88	18.14	5.74	10.55	
註：當月溫度最大差異值係指該月份某日 AOS 出氣口溫度與環境溫度溫差最大之值。						
第 3 次審查意見						
同意答復。						

意見編號	15	審查人員代碼	章節	頁碼
		A02	3.3.3	28

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

意見 編號	16	審查人員代碼	章節	頁碼
		A02	3.3.4	29
第 1 次審查意見				
管制機關之檢查人員稱為視察人員，公司內部之品保作業稱稽查人員，「上述全體人員集體劑量的計算範圍涵蓋所有參與乾貯作業及視察的人員」建議修正為「上述全體人員集體劑量的計算範圍涵蓋所有參與乾貯作業及稽查的人員」。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，依審查意見修訂為「上述全體人員集體劑量的計算範圍涵蓋所有參與乾貯作業及稽查的人員」。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	17	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03		
第 1 次 審 查 意 見				
請問經由兩組護箱熱測試後，有無發現需要修改運轉規範、安全分析報告、作業程序書...等之部分，請列表說明之；並標明已完成修正之查核(例如頁碼)，以利對照。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
試運轉報告謹依大會要求之綱要進行撰寫，至於熱測試過程中遇到窒礙難行涉及規範及程序修訂事宜，均已依據品保程序完成修訂並據以執行，完成本案熱測試驗證工作。各項文件修訂均有修訂對照，且已完成，敬請委員參考。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	18	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03	1.3.1.1	5
第 1 次 審 查 意 見				
為維持鉚道品質確保....執行目視檢測(VT)與液滲檢測(PT)....每填料 3/8in 厚、表面。				

請問密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測有無使用 RT 或 UT。此部分銲接之(開槽)深度為幾公分? 3/8in 是否改為公制為宜。?
第 1 次審查意見答復說明
密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測無使用 RT 與 UT，屏蔽上蓋銲接之開槽深度為 1.3 公分，結構上蓋銲接之開槽深度為 2.2 公分。因本案對於 ASME NB-5230，經核准所採用之替代方案為 3/8”(同原技轉廠家 NAC 公司作法)，建議維持英制。
第 2 次審查意見
同意答復。請於英制後加註公制(?公分)

意 見 編 號	19	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03	1.3.1.4	6
第 1 次 審 查 意 見				
重複抽真空至壓力小於 3torr 後再填充氬氣一次。此部分請再說明更精準些為宜，例如填充氬氣至多少壓力?且須維持多久時間?等之接受標準。因為此部分作業和長期的安全貯存關聯重大。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
重複抽真空至壓力小於 3torr 後，再填充氬氣之接受標準為高於大氣壓力 0.3 至 0.7psig。將補充相關敘述。(此處之接受標準無要求維持時間)				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	20	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03	1.3.1.5	6-7
第 1 次 審 查 意 見				
...，且儀器精度可達 1x10 ⁻⁷ cm ³ /sec 之要求，...氬氣測漏合格標準為....需低於 2x10 ⁻⁷ cm ³ /sec.....。				
請說明合格標準之訂定是否合宜。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員意見，有關本報告第 1.3.1.5 節「氬氣測漏」係依據核安會已核定之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第六章第五、(二).2 洩				

漏率一節之規定(ANSI N14.5-1997 定義，在標準條件下洩漏率標準為 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}(\text{He})$ ，所謂標準條件係指在 25°C ，一個大氣壓差下的測試條件)，已於建照申請階段奉核定在案。

洩漏測試須符合 ANSI N14.5 的淨空包覆法(evacuated envelope method)的要求(洩漏標準為 $2 \times 10^{-7} \text{ std cm}^3/\text{s}$)。偵測器的靈敏度須在 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上，以判別屏蔽上蓋的銲道是否以達到密封的標準。

第 2 次審查意見

洩漏標準為 $2 \times 10^{-7} \text{ std cm}^3/\text{s}$ ，而偵測器的靈敏度須在 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上，在同一數量級；極不合理。儀器之靈敏度應比標準更高才合理，請再檢視。

第 2 次審查意見答復說明

經查安全分析報告、運轉技術規範、試運轉報告及密封鋼筒上蓋銲道洩漏作業程序書。有關委員意見第 1 點說明：此處所指為本案運轉限制條件(LCO3.1.5)之限制條件說明，其值係參考 NAC-UMS FSAR 內容(如下圖)，其適用時機為本設施進行屏蔽上蓋與密封鋼筒外殼銲接及孔蓋封銲之後用氦氣測漏試驗，本試驗依 ANSI N14.5 之 leak tightness 之定義以 $2 \times 10^{-7} \text{ std cm}^3/\text{sec}(\text{He})$ 來驗證密封鋼筒的氣密性。依據法規內容，此處所指偵測器讀取之靈敏度至少須在 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ ，係指無任何氦氣偵測指示的情形下之洩漏率約 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$ ，故至少需可量測到數值需等同或低，故不調整運轉限制條件之敘述。補充說明：運貯作業時，實際上儀器靈敏度於功能性已可達比標準更高，至少達 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{s}$ ，並已於 D1032 程序書洩漏檢測相關章節中敘述。另測試用標準漏源與儀器本體每年經校正確保量測之精度，其校正標準可追溯至國家標準。且使用已校正之標準漏源執行儀器檢測前之校準，此標準漏源係使用氣體滲出型(型號 TL-8)，其洩漏範圍為 $10^{-8} \text{ std cm}^3/\text{s}$ 。於量測前、中、後進行校準，可確保檢測結果之可靠性。

CANISTER Helium Leak Rate A 3.1.5

A 3.1 NAC-UMS® SYSTEM Integrity
A 3.1.5 CANISTER Helium Leak Rate

LCO 3.1.5 There shall be no indication of a helium leak at a test sensitivity of $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ (helium) through the CANISTER shield lid to CANISTER shell confinement weld to demonstrate a helium leak rate equal to or less than $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ (helium).

APPLICABILITY: During LOADING OPERATIONS

Leaktight: A degree of package containment that in a practical sense precludes any significant release of radioactive materials. This degree of containment is achieved by demonstration of a leakage rate less than or equal to 1×10^{-7} ref-cm³/s, of air at an upstream pressure of 1 atmosphere (atm) absolute (abs) and a downstream pressure of 0.01 atm abs or less.

NOTE - 1×10^{-7} ref-cm³/s is equal to 4.09×10^{-12} gram-moles/s of dry air or helium and is equivalent to a helium leakage rate, under the same conditions, of approximately 2×10^{-7} cm³/s.

第 3 次審查意見

同意答復。

意見 編號	21	審查人員代碼	章節	頁碼
		A03	1.3.2.1 1.3.2.3	8 9

第 1 次審查意見

驗證傳送護箱... 設備間之功能與操作介面是否有「干涉」之情形；...
請修改為「相互干擾」，語意明確。

第 1 次審查意見答復說明

謝謝委員建議，依審查意見修正為「相互干擾」。

第 2 次審查意見

同意答復。

意見 編號	22	審查人員代碼	章節	頁碼
		A03	表 1-1	13

第 1 次審查意見

照明設施之照度....至少應達 0.2 呎燭之規定。

0.2 呎燭 x10.764Lux=2.1528Lux

經查工作場所之照度為 200-500Lux；精細工作區為 500-1000Lux；緊急照明至少 50Lux 以上請參考。

10CFR73.55(c)(5)所指應為戶外區，亦即貯存場區。請界定並清楚說明，如為

核島區作業場所應遵循核電廠區之規定。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員提醒，經查本報告「表 1-1 貯存設施內重要設備清單」，貯存設施係指乾貯場。最右側「特性功能」欄位係說明：設備必需符合法規所規定之最低限值或至少必需具有的功能。 貯存場之照明設計說明於核安會已核定之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第三章第一、(四).5 節，摘錄如下，另設計照度要求：E=100 lux”係指貯存場圍籬內照明設備之設計。 設計照度要求：E=100 lux (依建築技術規則建築設計施工編 116-3 條規定) 照明路寬：W=35 公尺、 照明路長：L=70 公尺，採半遮蔽型、高壓鈉氣燈、8 公尺高燈桿(含基座)。 本案設計及分析皆採保守原則。有關乾貯場照度要求，10 CFR 73.55(C)(5) 規定至少應達 0.2 呎燭，而我國則未有乾貯場照度相關規定，故本公司保守依據建築技術規則之規定，以 100 lux 作為本案乾貯場之設計照度。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	23	審查人員代碼	章節	頁碼
		A03	3	17
第 1 次審查意見				
(1)核一廠...熱測試作業驗證.....，作業流程如圖 1-3 所示。 經查無圖 1-3				
(2)3.1.1.1 第一組熱測試(TSC-05).....113/09/25 完成...假燃料拉力測試，如圖 3-2~圖 3-3 所示。 熱測試時應為實際的熱測試筒，本章節應重新檢視並改寫。請說明圖 3-2~圖 3-3&圖 3-10 是否為小規模之測試筒，報告內請採用熱測試筒照片。				
第 1 次審查意見答復說明				
依審查意見修正。 修訂圖號為 2-1。 報告內皆為熱測試所執行之圖片				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	24	審查人員代碼	章節	頁碼
		A03	3.1.2	19
第 1 次審查意見				
3.1.2 第一組熱測試(TSC-05): 113/10/23...附件七...				
清查無附件七，請補入；第二組熱測試亦同。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，此文字敘述之附件七係為反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008)之附件七，依審查意見修正文字敘述。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	25	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03	3.2.1	25
第 1 次 審 查 意 見				
第一組熱測試(TSC-05、VCC-01) 113/11/09...，如圖 3-72。 LCO3.1.4 密封鋼筒....(未超過 600 小時限制)。 此段時間不對，應為誤植入，請刪除。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，依審查意見將誤植文字刪除。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	26	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A03	5	53~54
第 1 次 審 查 意 見				
請再檢視附件有無漏列，附件編號有不連貫情形。如缺 ISFSI-07-SOP-07001、07006、07011；第二組護箱排序漏了 4，應修正。應注意文件品質。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員意見。此附件提供為有簽署之文件其餘無執行之程序書文件無列入。經查排序漏編，將依委員意見修正。				

第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	27	審查人員代碼	章節	頁碼
		A04	1.2.5	3
第 1 次審查意見				
環境輻射監控系統(1)直接輻射監測項目包括 a.高壓游離腔輻射偵測器(連續監測方式)與 b. TLD 熱發光劑量計(每一季計讀一次) 乾貯系統表面輻射劑量包含中子與光子，高壓游離腔偵測光子，請教環測 TLD 除了偵測光子之外，是否有包含偵測中子？若無，是否有其他方式可確保中子輻射的強度符合預期？				
第 1 次審查意見答復說明				
熱發光劑量計除偵測光子外，乾貯場周圍亦有放置中子熱發光劑量計以偵測中子，皆為每季計讀。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	28	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A04	3.2.1/3.2.2	24/26
第 1 次 審 查 意 見				
3.2.1...將混凝土護箱之屏蔽塞與上蓋依序安裝好。配合 IAEA 人員進行臨時封緘作業...				
3.2.2...外加屏蔽安裝完成後進行輻射偵檢與配合 IAEA 人員執行封緘作業...				
請問上述”臨時封緘作業”與”封緘作業”有何差異？				
另外，外加屏蔽是活動式水泥塊組合而成，未來可能會移除以利混凝土護箱移往室內，為何需要 IAEA 封緘？				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
裝載用過核燃料之載體需全程受 IAEA 監控，如移動則需設置臨時封緘，定位後做長期放置則由 IAEA 人員進行貯存階段之永久性封緘安裝作業。				
3.2.2 中封緘作業為配合 IAEA 要求，以確認用過核燃料在護箱貯存階段是屬於被監控狀態，確保無挪移或遭破壞、異動等行為。				
臨時封緘係針對核物料移動期間之監控，確保移動過程中，裝載核燃料之混				

凝土護箱及其內部之核物料不遭破壞或異動。承上，貯存階段之永久性封緘，係 IAEA 用以監控並確保核物料及裝載核物料之護箱在貯存期間不會遭破壞或異動；未來混凝土護箱如擬移至他處，應會比照運貯作業時混凝土護箱自 R/B 移動至乾貯場期間，使用臨時封緘作業來做核物料移動期間之監控，惟未來臨時封緘作業之採行方式仍視將來運輸作業之執行方式，待與主管機關及 IAEA 討論後訂定。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	29	審查人員代碼	章節	頁碼
		A04	3.3.1	27
第 1 次審查意見				
3.3.1 環境輻射監控：...本次熱測試量測結果如表 3-1，結果顯示，量測結果最大值出現在定點光子劑量 R1 位置，量測值為 0.54 μSv/h，邊界光子劑量平均值為 0.05 μSv/h，定點光子劑量平均值為 0.06 μSv/h，定點中子劑量平均值為 0.01 μSv/h...				
建議說明光子與中子劑量測量使用的偵檢器。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，光子使用 RadEye PRD 手持式輻射偵檢器、中子使用 RadEye NL 可攜式中子測量儀輻射檢測儀。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	30	審查人員代碼	章節	頁碼
		A04	3.4	28
第 1 次審查意見				
3.4 作業人員劑量紀錄：本次熱測試針對作業人員劑量有兩種量測方式，EPD 電子劑量計，另一種是熱發光劑量計 TLD。				
TLD 人員劑量計應有包含中子劑量貢獻，請問 EPD 的讀值有包含中子劑量嗎？若無，請教如何(如後續為求保守性)校正調整 EPD 之靈敏度使之略高於 TLD？				
第 1 次審查意見答復說明				

TLD 與 EPD 都是用來量測光子劑量，中子劑量需要另外量測。 TLD 人員劑量計屬於熱發光劑量計，雖可偵測中子劑量(使用對慢中子靈敏材料扣除僅對光子靈敏材料得到慢中子劑量)，由於光子與中子混合場，通常包含快中子與慢中子，因此一般使用 TLD 人員劑量計時，僅使用光子劑量讀值，若想了解人員中子劑量，建議另外使用人員中子劑量計(內含緩速材料)，可獲得較準確的讀值(快中子與慢中子)，EPD 劑量計屬於半導體偵檢器，不包含緩速體，僅能獲得光子讀值。 在 5F 工作區域之中子劑量約佔光子劑量的 21.4%。雖然 TLD 與 EPD 僅計讀光子劑量，但根據核一廠 113 全年度的數據，TLD 的讀值與 EPD 的讀值比例約為 0.64。換言之，EPD 的讀值比 TLD 的讀值高出約 56.25%，這樣可以保守地涵蓋中子劑量的影響。				
第 2 次審查意見				
請補充本次熱測試作業使用中子劑量計監測人員中子劑量之偵測結果。				
第 2 次審查意見答復說明				
本次熱測試作業，中子劑量計監測並非程序書要求項目，但基於人員輻射安全考量，特別針對 TFR 筒身及頂部附近長時間工作的 12 名人員發放中子劑量配章，以掌握其中子劑量曝露情形。根據兩筒熱測試結果，所有受測人員之中子劑量均為 0。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	31	審查人員代碼	章節	頁碼
		A04	3.2.1	24
第 1 次審查意見				
第一組熱測試(TSC-05、VCC-01)：113/11/11 將混凝土護箱移動至貯存場上之指定位置，如圖 3-72。 第二組熱測試(TSC-06、VCC-02)：113/12/17 將混凝土護箱移動至貯存場上之指定位置，如圖 3-82。 建議將此二護箱的位置說明或標示清楚於圖 3-89，是否位於圖 3-89 中的 1 與 2 位置？或是 5 與 6 位置？或其它？ 建議圖 3-72 與圖 3-82 的 VCC 也加以標號，如 VCC-01 與 VCC-02				
第 1 次審查意見答復說明				

VCC-01 為 1 號位置，VCC-02 為 2 號位置。後續依審查意見修正。 相關圖號說明以 VCC 編號進行修正。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	32	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A04	表 3-1	48

第 1 次審查意見

表 3-1 乾式貯存場四周圍籬輻射偵測結果(隨日期變化)
請問為何 12/16 的邊界光子劑量(2-7)明顯高於後續其他日期？背景變動或其他可能原因？
請問為何 12/16 的定點光子劑量(R1-R7)整體高於後續其他日期？背景變動或其他可能原因？
另外，12/17 的 R1 定點光子劑量 0.54 uSv/h 是表 3-1 中最高者(也明顯高於背景)，可能原因？

第 1 次審查意見答復說明

謝謝委員意見，綜整說明如下：
表 3-1 顯示第二筒熱測試期間「從 VCC 運送至乾貯場後至 AOS 工程結束」的每日例行量測結果。12/16-12/17 期間，第二筒 VCC 正在搬運至乾貯場 2 號定位，搬運過程中因 VCC 底部被抬高，導致周圍輻射劑量上升。此外，由於 VCC 當時尚未加裝 AOS，定點及邊界的光子劑量值也較高。R1 位置鄰近第一筒乾貯筒，可能同時受到來自第一筒與第二筒乾貯筒的輻射影響。12/17 因第二筒 VCC 已靠近 2 號定位且尚未加裝 AOS，R1 位置測得的最高劑量值 0.54 μ Sv/h。

第 2 次審查意見

同意答復。

意 見 編 號	33	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A04	3.3.2	27

第 1 次審查意見

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...

混凝土護箱的進出氣口應是護箱表面劑量率較高位置，但報告中好像沒有看到相關測量中子與光子的劑量率數值？若有建議補上。
第 1 次審查意見答復說明
貯存階段是針對進出氣孔溫度進行連續監測並遠端監控，與環境進行溫差比較。混凝土護箱的進出氣口僅需符合程序書規定的行政管制限值，且無長時間停留於進出氣口旁之作業，因此該區域並非環境輻射監測或作業人員劑量管制的重點。
第 2 次審查意見
同意答復。

意見編號	34	審查人員代碼	章節	頁碼
		A04	3.4	30
第 1 次審查意見				
...排水前及排水後劑量進行比較（如表 3-4 所示），排水後光子劑量的變化不大，除了 TFR 頂部的劑量顯著上升約 4 倍外(23.18 上升至 98.15 uSv/h)，其餘筒身的上、中、下側面劑量差異不大。然而，排水後中子劑量則出現大幅上升的現象，頂部及上、中、下側面的中子劑量約增加 70 至 90 倍(<0.1~0.2 上升至 13~17 uSv/h)，尤其是筒身下側面，其排水後的中子劑量是四個位置中最高的... 建議補上紅色文字標明劑量率變化，否則讀起來讓人覺得中子劑量率是主導，事實上 TFR 表面劑量還是以光子較高。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員建議，將依建議修訂。 排水後光子劑量的變化不大，除了 TFR 頂部的劑量顯著上升約 4 倍外(23.18 上升至 98.15 uSv/h)，其餘筒身的上、中、下側面劑量差異不大。此段文字以紅字呈現(如圖所示)。並修正「然而，排水後中子劑量則出現大幅上升的現象」用詞改為「雖然中子劑量佔整體劑量比不大，但排水後中子劑量出現大幅上升的現象」				

表·3-4·傳送護箱筒身劑量排水前後比較

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

第 2 次審查意見

同意答復。

意見編號	35	審查人員代碼	章節	頁碼
		A05		
第 1 次審查意見				
密封鋼筒之屏蔽上蓋與封口蓋銲道之洩漏率係氦質譜儀洩漏檢測系統(PhoeniXL 300 Modul 型氦質譜儀)，請問該質譜儀簡易測量原理以及是否需利用標準品進行檢量線製作等校準程序？				
第 1 次審查意見答復說明				
PhoeniXL 300 Modul 適用高真空氦氣洩漏測試，運用質譜儀分析方法進行示蹤氣體(氦氣)濃度檢測。氦質譜儀測漏是所有洩漏檢測方法中最靈敏者，量測原理說明如下： 將待測空間抽真空，降低背景干擾。此時待測物件(密封鋼筒)已預先填入示蹤氣體(氦氣)。 密封鋼筒上蓋銲道如有洩漏點存在，示蹤氣體將由密封鋼筒之漏點逸出至待測空間，再由質譜儀進氣口吸入。 吸入之示蹤氣體分子於電離室受電子撞擊，形成質量數為 4 之帶正電氦離子。偏轉磁場使不同質量數之正離子軌道發生不同程度之圓弧形偏轉，僅質量數為 4 之氦離子可通過。(大氣中質量數為 3 之氣體非常少，質量數為 5 之氣體不存在)				

檢測器之收集極接收氦離子，產生微小電流信號，並轉換為數值讀數以測得之數值讀數獲得洩漏率。 核能級組件之氦質譜儀測漏，基本上按照 ASME Sec V. Article 10 Leak Testing 執行。其對校準之要求係利用標準漏源校準，無須製作檢量線。本工作之氦質譜儀校準採用可追溯至國家標準之標準漏源(INFICON TL8，洩漏範圍為 10⁻⁷ 至 10⁻⁸ std cm³/sec)，利用在有效期內之標準漏源，於量測前、中、後進行校準，以確保檢測結果之可靠性。
第 2 次審查意見
同意答復。

意 見 編 號	36	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		11
第 1 次 審 查 意 見				
護箱進出水池所造成的水位變化可能導致燃料池冷卻系統與新增燃料池冷卻系統進水口無法入水；請問補、排水所需之水源或空間由何處提供？另外，補排水期間是否造成護箱懸吊於非指定地點而導致人員劑量增加？				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
乾貯傳送護箱進出水池係由 skimmer tank 提供空間進行補、排水之調節，由 CST 提供水源，故水位會變動的是 skimmer tank，燃料池水位不太有變化，皆符合燃料池之安全規範。				
補排水期間，傳送護箱出入水之作業路徑為 cask washdown area(燃料池岸上)↔ cask loading pit(燃料池內護箱裝載區)，此路徑為建廠時即設計為乾貯作業之動線，作業過程並無人員劑量增加情形。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復，惟建議由 skimmer tank 取水之資訊列入對應報告中。				

意 見 編 號	37	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		112
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07002-8 PAGE112，本程序書係為上蓋封鋁檢測程序書，依其程序書所載，非程序相關設備應註明 NA，請問該文件之混凝土護箱序號乙行，是否應如外加屏蔽般加註 NA?或說明無需加註之原因。				

(第二筒亦同)				
*ISFSI-07-SOP-07004-07 程序書中即完整於 VCC 與 AOS 註記 NA				
*ISFSI-07-SOP-07008-08 則未於 VCC 欄註記 NA				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，經查 ISFSI-07-SOP-07002-8 混凝土護箱屬該階段非程序相關設備，故標示為 NA。				
謝謝委員指正，經查 ISFSI-07-SOP-07008-08 未於 VCC 欄註記護箱編號，將增補護箱編號。				
第 2 次審查意見				
同意答復，惟本審查意見主要係要求建立文件登載之詳實確認機制或借此機會反應最初申照時文件表單設計與實務作業之差異，並於此運轉執照試審查期間進行修正。故仍請工作團隊就此提問之考量進行內部討論。				

意 見 編 號	38	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		125
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07002-8 PAGE125-6 中提及各項作業需時之判定，如 4.3.7、4.3.11 與 4.3.13 項目，但兩者之簽核時間皆相同，請問是否符合程序管理原則；又請說明該簽核方式於未來大量施作時不致造成誤判後未紀錄之狀況。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員意見，經查此三項確認項目為執行前要領與條件之確認，故簽核時間與確認時間一致。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	39	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		165
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07003-5 PAGE165 中標示 6.2 項為不適用，是否代表上方案序已完成整個測試，而無需進行改善/改正措施。				

若是，是否應於完成整個工序後(無需在現場)將 6.2.7 建立復原計畫等無需執行項目，由操作人或其主管、台電停留點見證人員中，擇一完成註記？
第 1 次審查意見答復說明
謝謝委員意見，經查 6.2 項填入不適用，代表已完成該階段的程序。 謝謝委員指正，經查 6.2.7 未註記 NA，將增補。
第 2 次審查意見
同意答復，但仍建議與審查意見第 37 題，進行文件與作業程序之通盤檢視，以期反應實務作業之狀況。

意 見 編 號	40	審查人員代碼	章節	頁碼
		A05		192
第 1 次審查意見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07004-07PAGE 192 等處，台電人員見證點之簽核僅註記日期而未加註時間，考量各程序書工項所需時間不同確實於簽核時可存在些許彈性，但仍進一步請問此簽核方式是否影響本程序書實際見證點設置之立意？				
第 1 次審查意見答復說明				
此作業皆為見證點確認後，再行下一項工序執行。後續會依統一格式(姓名、日期、時間)進行簽核。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	41	審查人員代碼	章節	頁碼
		A05		249
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07005-05 PAGE 249 中 7.0 程序完成確認乙節設計有程序書執行完畢之再檢核欄位，該欄位並未簽核，請說明。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
經確認 P247 7.0 已簽核完畢，空白未簽核頁為誤植。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	42	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		318
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07007-08 PAGE 318 中計算熱負載與燃料裝載檢核表編號未登載亦未標示 NA，考量該程序書係執行上蓋銲接操作，容許作業時限應與裝載之計算熱負載有關，請說明。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，容許作業時間是以 ISFSI-07-SOP-07008 程序書進行控制，此處將增補 NA 標示。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	43	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A05		522
第 1 次 審 查 意 見				
第一筒之 ISFSI-07-SOP-07010-05 PAGE522 ，本程序書係為異常作業程序書，惟該相關設備記錄表單上僅有 AOS 註記 NA，其餘皆留空，請問是否係因該程序書所包含的範圍係為本次作業之全體？若是，是否應上述欄位可考慮(以日或批次性)的註記。				
另外部分未發生之記錄表仍為留空，是否應於完畢後由專人審視並註記 NA				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員建議，將重新檢核，未執行部分註記 NA。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意見 編號	44	審查人員代碼	章節	頁碼
		A05		綜合
第 1 次審查意見				
各項表單皆有完備記錄，但請問各項檢驗(尤其作業前檢測)是否有要求表單以外之佐證資料(如照片等)				
第 1 次審查意見答復說明				

檢驗作業時所必要之佐證資料已於程序書規範並納入表單中無要求表單外佐證資料。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	45	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A06	4	51
第 1 次 審 查 意 見				
有關“Limiting Condition for Operation”之縮寫，本頁有兩種呈現；譬如 L.C.O.，L.C.O；而它處則以 LCO 為主。建議求其一致，以免混淆。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員建議，將依審查意見統一以 LCO 進行全文修正。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	46	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A06	3.1.6	22
第 1 次審查意見				
本頁第 3 行：“LCO3.1.1 (1) 結束時間(密封鋼筒開始排水前)：...(未超過 90 小時限制)。”，請問此處 90 小時限制之技術基準為何？若實務進行中，發生超出此限制作業時間，現場可有相關應變程序？				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，有關未超過 90 小時限制，係依據核安會已核定之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第五章表 5.1.1-1 運轉限制條件(LCO 3.1.1)之規定辦理。 實務進行中，若發生不符合狀態時，則依據表 5.1.1-1 運轉限制條件(LCO 3.1.1) 之採行措施執行相關應變程序。				
第 2 次審查意見				
表 5.1.1-1(5.1.1-5 頁)中，LCO 3.1.1 第 4 欄位：“A3 措施”建議依據次頁內容，修訂為“A.3 措施”。另，請提供建立表 5.1.1-1 密封鋼筒抽真空時間限制(LCO 3.1.1)之分析或評估文件，以確認其技術基準。				
第 2 次審查意見答復說明				

1. 謝謝委員意見，由於我國用過核子燃料乾式貯存設施係分 2 階段申照，目前核安會已核定之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」係於申請本案建造執照時提出，報告內容著重在設施之設計與分析，與運轉相關之細部作業規劃則承諾於試運轉許可申請前提出。核安會亦列為重要管制事項進行追蹤。 2. 本公司依據「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查總結會議決議之重要管制事項第 19 項、第 22 項及第 25 項」之要求，於申請試運轉許可前提出本運轉技術規範，並於 100 年 8 月 29 日獲核安會審查同意。 3. 各總熱負載區間之作業時間的限制方式是採用 ANSYS 程式進行傳送護箱熱傳分析，並將計算所得結果於 10% 保守度之基準下進行 CURVE FITTING，藉由獲得裝載功率與操作時間之關係式，以作為運轉規劃之依據。將計算結果利用方程式進行近似後可得到其近似曲線，並依此方程式進行估算所得之不同功率之容許作業時間。 -爾後將摘錄相關評估結果重點說明，列為本案之附件。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	47	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		A06	3.1.7&3.1.8	23
第 1 次 審 查 意 見				
熱測試過程中，有邀請美國 EPRI 專家蒞臨指導，執行焊接時現場人員亦有接受一些實務建議。此部分是否有可能以學習經驗方式留下紀錄，以精進未來之作業程序。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
EPRI 第三方驗證顧問除贊同本公司在作業流程皆符合國際品質標準外亦給予 A PLUSS 之讚譽。EPRI 將會提供本次作業經驗之驗證報告，提供相關實務精進建議，並刊載於 EPRI 網站供各會員電力公司瀏覽，如有需求本公司將於取得該報告後另行提供予委員。				
核一乾貯團隊已執行多次統合演練，並持續優化作業流程。於熱測試執行前，已將先前統合演練的經驗並納入演練期間管制單位的修正建議及台電公司核安處所提之建議事項加以統整，納入程序書並進版調整。透過這些經驗回饋與優化，本次熱測試得以順利執行。未來將持續改進作業程序與執行細節，精進作業程序。				

第 2 次審查意見				
熱測試焊接作業進行中，EPRI 專家若已有實務精進之明確建議，並已經為核一乾貯團隊及台電公司所接受，是否應積極將相關建議事項統整納入，儘速進行程序書修訂，以彰顯其效益？				
第 2 次審查意見答復說明				
擬將參考 EPRI 於完成第三方驗證工作後與本公司召開討論會中口頭回饋之 2 點建議方向，辦理運貯作業精進規劃：				
1. 於跨機組執行運貯作業前，針對機組幾何差異，執行#2 機運貯作業必要之演練項目，加強工作人員對另一機組之環境、動線熟悉度，以落實差異管理。 2. 精進乾貯 PAD 場內 VCC 拖運移動之工法，提升 VCC 拖運移動之穩定度與效率。(本項亦有於#61 題中說明，將在本報告中補充 VCC 曳引移動改善方式之作業圖片與資訊，考量實際執行之精進方式須考量現場操作而有所異動，擬暫不增訂程序書內容以保留現場操作彈性)				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見編號	48	審查人員代碼	章節	頁碼
		A06	3.1.7	23
第 1 次審查意見				
本節氬氣測漏依循“密封鋼筒上蓋鉚道洩漏測試序書 (ISFSI-07-SOP-07003-05)”來執行，但該文件之附件一(p.167)、附件二 (p.168)，相關紀錄中，有多處塗改紀錄。建議能以更符合品質文件的標準來處理，以利後人閱讀與追蹤。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員提醒，後續加強人員填寫程序書資料品質。				
第 2 次審查意見				
請問測試報告現場紀錄有所異動或變更時，是否有應依循之相關規範？記錄人員可以逕行塗改？或是督導人員可以進行修改？如何讓該報告之閱讀者理解部分數值更改的原因或依據？				
第 2 次審查意見答復說明				
感謝委員提醒，未來現場作業係先以執行版紀錄，待數據確認無誤後再轉寫至正式簽核版之作法，後續如現場紀錄數據有需要修改或異動時，將要求現				

場人員以劃線方式清楚標示，，並由紀錄人員與現場督導人員共同簽名確認，強化文件之完整性與可追溯性。
第 3 次審查意見
同意答復。

意見 編號	49	審查人員代碼	章節	頁碼
		A06	各節	NA
第 1 次審查意見				
試運轉報告引用諸多作業程序書，工作項目與所對應程序書編號雖稱詳實，但各程序書似乎皆有修訂之更新版本。以“密封鋼筒上蓋鉸道洩漏測試序書 (ISFSI-07-SOP-07003-05)”為例，報告本文中只呈現 (ISFSI-07-SOP-07003)，並未標示修訂版次。試運轉報告為後續作業重要參考文獻，建議落實文件之品質管理。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員提醒，熱測試作業所使用的程序書皆為最新版次。				
第 2 次審查意見				
1. 為避免試運轉報告閱讀者，於追溯各流程所對應之程序書時，造成版次混淆或錯亂；建議於本報告中，對所引用程序書，除標示文件編號，亦應詳細至其修訂版次。如此，閱讀者也易於確認各文件產出之先後時序。 2. “ISFSI-07-SOP-0711”是否應修訂為：“ISFSI-07-SOP-07011”？另，兩本程序書：ISFSI-07-SOP-07006 以及 ISFSI-07-SOP-07011，雖未應用於熱測試作業，但於試運轉報告本文所述及，建議一併納入附件之程序書清單。				
第 2 次審查意見答復說明				
1. 謝謝委員提醒，擬依審查意見將程序書編號與版次納入本報告「3.熱測試作業驗證」章節進行補充修訂。後續重覆提及程序書部分將刪除程序書編號，僅保留程序書名稱。 2. 請詳見審查意見編號 63 答覆說明。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

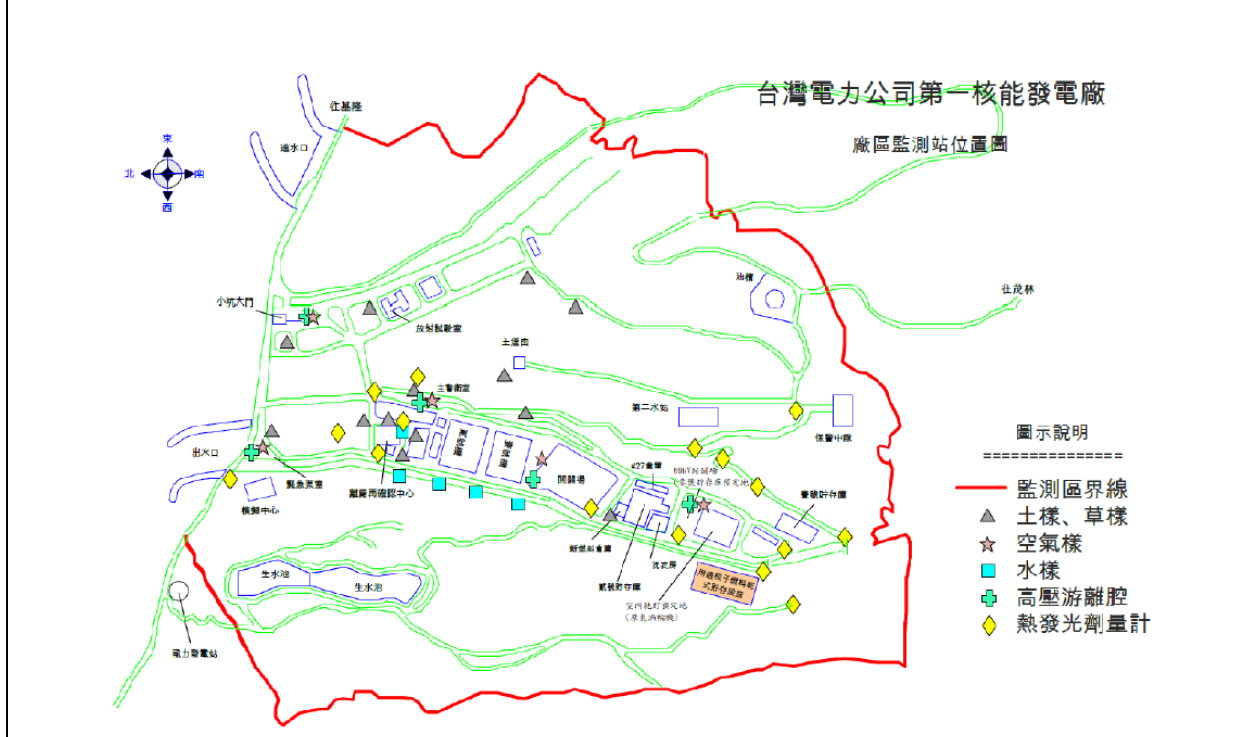
意 見 編 號	50	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		E01	3.3.3	28

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

意見編號	51	審查人員代碼	章節	頁碼
		E01	3.3.3	28
依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 1 款，因內容涉及核子 保防與保安機敏性資訊，故不予公開。				

意 見 編 號	52	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		E03	1.2.5	3.
第 1 次 審 查 意 見				
有關本案環境輻射監測項目及位置，請補充廠區位置示意圖呈現。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				

謝謝委員意見，有關廠區位置示意圖說明如下：



第 2 次審查意見

同意答復。

意見 編號	53	審查人員代碼	章節	頁碼
		E03	3.3.1	27
第 1 次審查意見				
本項試運轉報告第 3.3.1 節環境輻射監控，僅提及乾式貯存場四周圍籬的光子、中子劑量率監控情形。請說明監測項目與核一廠用過核子燃料乾式貯存設施施工期間環境輻射監測報告中的空氣樣、水樣、高壓游離腔、土壤等監測項目差異原因。				
第 1 次審查意見答復說明				
1.2.5 環境輻射監控系統含括直接輻射、空氣樣及水樣等項目之輻射偵測；熱測試作業期間前述環境輻射監控系統亦持續監測，惟本段之呈現重點為強調乾式貯存場四周圍籬的光子、中子劑量率監控情形並整理成「表 3-1 乾式貯存場四周圍籬輻射偵測結果」，符合「核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書(ISFSI-07-SOP-07013)」章節 4.11 第 10 點限制條件--乾式貯存場四周圍籬或乾華溪旁道路輻射劑量率限值為 0.005 mSv/h (5 μSv/h)，量測結果均				

遠小於劑量率限值。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	54	審查人員代碼	章節	頁碼
		E03	3.4	30
第 1 次審查意見				
本項試運轉報告第 3.4 節作業人員劑量紀錄，提及「排水後光子劑量的變化不大，除了 TFR 頂部的劑量顯著上升約 4 倍外，其餘筒身的上、中、下側面劑量差異不大。」 表 3-4，排水前後筒身上側面光子劑量率差異約 5 倍，與前述內文不符。量測單位為μSv/h，為準確描述，請將相關用字由「劑量」改為「劑量率」。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員指正，文字敘述將修訂為「排水後，光子劑量的增加幅度相較於中子劑量較小。TFR 頂部劑量上升約 4 倍，而筒身中、下側面的劑量變化不大。」，筒身上側面的光子劑量率較低，可能是因為量測人員停留時間不足，導致偵檢器未達平衡，或是測量位置差異及讀值隨機性影響。未來建議工作人員應在相同位置進行量測，並等待劑量計達平衡後再讀取數值。 謝謝委員建議，將依委員建議修訂。				
第 2 次審查意見				
1、2.答復說明敘述，將修訂的內容並未由「劑量」改為「劑量率」。				
第 2 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，本報告第 3.4 節及表 3-9(原為表 3-4)相關內容文字依審查意見修訂如附件 05-54-02。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	55	審查人員代碼	章節	頁碼
		F04	1.2	13
第 1 次審查意見				
表 1.1 及 1.2.1 節中，針對貯存系統之特性功能第 3 點「混凝土護箱外加屏蔽主要功能為降低對環境之輻射強度，以符合核一廠廠界劑量 0.05 mSv 限制之				

特殊需求」。
依據設施安全分析報告 6.4.2.1 說明「由 INER-HPS 系統至最近距離廠界（西南民家）處的個人年有效等效劑量，須低於 0.05 mSv(廠界年劑量之法規限值為 0.25 mSv，而 0.05 mSv 為本公司於 84 年環評之承諾值)。」0.05mSv 係為了滿足「核一廠所有設施對廠界的個人年有效等效劑量，須低於 0.5 mSv。」之要求所訂，並非為原文「符合核一廠廠界劑量 0.05 mSv 限制之特殊需求」所述，請修正。
第 1 次審查意見答復說明
謝謝委員指正，同本報告意見編號 11 第 1 次審查意見答復說明，將修訂為「以符合本設施至最近距離廠界處之個人年有效劑量，須低於 0.05 mSv 之環評承諾值)。」
第 2 次審查意見
同意答復。

意 見 編 號	56	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F04	3.1.5	21
第 1 次 審 查 意 見				
請說明屏蔽上蓋焊接作業執行過程中，氬氣濃度偵檢狀況。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
氬氣濃度偵檢皆低於 2.4%，符合低於作業限值要求。				
第 2 次 審 查 意 見				
請於報告中說明氬氣濃度實際監測的數值，以證明符合小於 2.4%之管制規定				
第 2 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員意見，修訂內容請詳附件 05-56-02。執行屏蔽上蓋銲接作業時，氬氣濃度偵檢狀況採連續偵測，作業期間須全程監控氬氣濃度應低於 2.4%。當氬氣濃度低於 1.6% 時，可將氬氣流率調降為約 5 L/min；若氬氣濃度高於 1.6%(亮黃燈)，則應將氬氣流率加大至 30 L/min 持續沖流，觀察數值是否降低至 1.6%限值內。若氬氣濃度超過 2.4% (亮紅燈)，應立即通知國原院現場工程師停止銲接作業，並以 30 L/min 的氬氣持續沖流至少 30 分鐘。確認氬氣濃度降至 2.4% 以下後，方可通知恢復銲接作業。數據為持續顯示狀態，如次頁圖所示；在超過限值時相對應警示燈號將會自動亮起，故執行過程中之預防措施是依監控盤之警報提示進行相關處置。				



第 3 次審查意見

同意答復。

意 見 編 號	57	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F04	3.1.6	21、38

第 1 次審查意見

依據反應器廠房操作程序書，壓力測試作業之持壓時間為 10 分鐘，惟根據圖 39 及圖 44，顯示時間分別係 9 分 55 秒及 9 分 29 秒，請說明作業品質可靠度。

第 1 次審查意見答復說明

謝謝委員意見，此為作業執行過程照片，該時段於要求時間內穩定持壓，並將確切時間記錄於程序書中。程序書已確實記錄並符合要求時間，爾後會留意作業過程拍攝之照片，本報告將更新圖片為程序書簽核資料以避免誤解。

第 2 次審查意見

同意答復。

意 見 編 號	58	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F04	3.4	29、49

第 1 次審查意見

內文為：「為統計長時間實際作業人員的集體劑量，作業期間將以乾貯作業

主要執行人員.....統計範圍僅限於國原院員工、國原院協力廠商」。依據本會執行熱測試作業檢查經驗，作業現場除了國原院員工及相關包商，上有台電公司之品質巡查人員，本案集體劑量僅統計國原院員工及其包商是否不夠保守，請說明。

表 3-2 及表 3-3 請補充各工項參與作業之人力，以利確認集體劑量之計算是否正確。另「運送至貯存場」這項作業工時是否為廠內道路運送、貯存廠定位、外加屏蔽安裝的作業總時間。

第 1 次審查意見答復說明

1.依程序書 SP-100-10-附件 16 規定之 2.3 乾式貯存作業人員劑量評估，乾式貯存作業人員執行用過核子燃料吊卸、燃料裝填、運搬與貯存等各階段所接受之集體有效劑量，於評估時，工作人員除了直接參與設備操作、除污、檢測、運送載具操作等人員外，另須將品保、工安、輻防等協同人員納入。以下為總集體劑量(單位:mSv)結果。

台電公司向新北與核安會係以全工作人員集體劑量陳報，因就地區管制角度而言，集體劑量應包含所有工作人員，補充表 3-6 熱測試作業地區管制集體劑量如下。

2.另「運送至貯存場」之作業工含包含廠內道路運送、貯存場定位、外加屏蔽安裝的作業總時間，補充在表 3-6。

表 3-6 單位:人/毫西弗

分項比較		熱測試 EPD	熱測試 TLD	實績率
前期整備		0.44	0.28	
裝載用過燃料	4.52	1.68	1.08	23.81%
除污	4.38	0.41	0.26	6.01%
封鐸屏蔽上蓋	14.42	1.25	0.80	5.54%
洩放、乾燥與回填	10.32	3.11	1.99	19.29%
封鐸通氣口上蓋	6.12	0.84	0.54	8.79%
封鐸結構上蓋	2.96	1.32	0.85	28.59%
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	4.74	0.89	0.57	11.98%
運送至貯存場	2.78	2.25	1.44	51.75%
合計	50.24	12.19	7.80	15.53%

第 2 次審查意見

1. 集體劑量單位通常為人-毫西弗，請確認表 3-6 所使用的單位，以及第一欄數值的意義、第四欄實績率所代表的意義，又表 3-6 與表 3-2、表 3-3 之間的差異為何？表 3-6 所列數據是第一組還是第二組作業的資料？
2. 3.4 節中說明”本次熱測試的集體劑量結果如下：第一筒 EPD 電子劑量計測得 7.094 man-mSv（人-毫西弗），TLD 劑量計測得 4.54 man-mSv；第二筒 EPD 電子劑量計測得 5.096 man-mSv，TLD 劑量計測得 3.26 man-mSv，兩次熱測試之全體人員集體劑量為 7.8 man-mSv”這些數據與報告中所提供的表 3-2、表 3-3 數據皆不同，請說明差異。

如在報告中新增表 3-6 應在內文中增加說明文字。

第 2 次審查意見答復說明

1. 表 3-6 原為第一組與第二組作業的集體劑量合計值，現已更新為兩張獨立表格(表 3-5 與表 3-6)，分別呈現單一筒的數據，並加入單位及說明項。表 3-6 是計算所有參與熱測試的人員劑量(含視察、參訪人員...等)，試運轉報告之表 3-7 與表 3-8(原為表 3-2 與表 3-3)的人員範圍是基於安全分析報告相同標準進行比較的，僅統計長時間實際作業人員的集體劑量。表 3-6 的計算方式係以實際作業執行期間查詢期間 EPD 集體累積劑量(如第一筒之裝載用過燃料執行日期為 10/22~10/24，則將這段期間所有參與熱測試人員之 EPD 值加總)，再以 EPD 集體累積值乘上 TLD/EPD 比例 0.64 作為 TLD 集體累積值。
2. 「第一筒 EPD 電子劑量計測得 7.094 man-mSv（人-毫西弗），TLD 劑量計測得 4.54 man-mSv；第二筒 EPD 電子劑量計測得 5.096 man-mSv，TLD 劑量計測得 3.26 man-mSv，兩次熱測試之全體人員集體劑量為 7.8 man-mSv」該數據統計所有參與熱測試的人員劑量(含視察、參訪人員...等)，該數值與表 3-6 相同(表 3-5 與表 3-6 之加總)。表 3-7 與表 3-8(原為表 3-2 與表 3-3)的人員範圍是基於安全分析報告相同標準進行比較的，僅統計長時間實際作業人員的集體劑量，詳細說明如 74 所述。可以在上述段落中，增加「全體人員集體劑量依工作項目計算如表 3-6 所示，計算範圍涵蓋所有參與乾貯作業及視察的人員.....」。

表 3-5 第一筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量

分項比較	安全分析報告集體劑量 ^a (man-mSv)	第一筒 EPD (man-mSv)	第一筒 TLD (man-mSv)	實績率 (%) ^b
裝載用過燃料	2.26	1.06	0.68	29.93%
除污	2.19	0.28	0.18	8.07%
封鐸屏蔽上蓋	7.21	0.93	0.59	8.23%

洩放、乾燥與回填	5.16	1.76	1.12	21.80%
封銲通氣口上蓋	3.06	0.60	0.38	12.46%
封銲結構上蓋	1.48	0.52	0.33	22.58%
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	2.37	0.49	0.32	13.33%
運送至貯存場	1.39	1.46	0.94	67.41%
合計	25.12	7.09	4.54	18.07%
a. 參考《安全分析報告》第六章第四節（表 6.4.8-12）單筒數值。 b. 實績率= TLD/安全分析報告集體劑量。				

表 3-6 第二筒熱測試-全體人員地區管制集體劑量

分項比較	安全分析報告集體劑量 ^a (man-mSv)	第二筒 EPD (man-mSv)	第二筒 TLD (man-mSv)	實績率 (%) ^b
前期整備		0.44	0.28	
裝載用過燃料	2.26	0.62	0.40	17.68%
除污	2.19	0.14	0.09	3.95%
封銲屏蔽上蓋	7.21	0.32	0.21	2.85%
洩放、乾燥與回填	5.16	1.35	0.87	16.78%
封銲通氣口上蓋	3.06	0.25	0.16	5.12%
封銲結構上蓋	1.48	0.80	0.51	34.59%
密封鋼筒傳送至混凝土護箱	2.37	0.39	0.25	10.64%
運送至貯存場	1.39	0.78	0.50	36.10%
合計	25.12	5.10	3.26	12.98%
a. 參考《安全分析報告》第六章第四節（表 6.4.8-12）單筒數值。 b. 實績率= TLD/安全分析報告集體劑量。				

第 3 次審查意見

同意答復。

意見編號	59	審查人員代碼	章節	頁碼
		F04	整體	
第 1 次審查意見				

第 2 頁，第一段，INER-HPS 系統組件還有外加屏蔽，請補正。 請將全文的「封緘」與「封鉛」用字統一。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，依審查意見增補外加屏蔽說明。 統一修訂為封緘。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	60	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F08	5.1.1	
第 1 次 審 查 意 見				
依檢查經驗，燃料裝填入密封鋼筒後，錄影存證的影像因拍攝角度歪斜及提把表面水垢覆蓋，若要再次檢視，發現部分影像識別編碼無法清楚辨識，請問該如何處理？				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
執行熱測試時，於完成燃料水下裝填入密封鋼筒後，台電公司已依據程序書完成燃料編號查證，且 IAEA 亦再利用水下攝影機目視查證燃料編號確認無誤，故可確保裝入乾貯護箱之燃料編號與規劃相符。				
第 2 次 審 查 意 見				
請台電公司改善水下攝影方法，使影像可清楚辨識編號。				
第 2 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
1.針對現場查證作業部分，攝影畫面足以使本公司及 IAEA 視察員判別燃料編號。 2.針對錄影檔案部分，本公司經歸納熱測試前兩組護箱燃料編號攝影經驗，了解燈光擺設位置應為錄影檔案畫面清晰度之主要影響因素，故本公司於本(114)年 3 月份在燃料池進行水下攝影自主測試作業時，將燈光位置配合調整後，已確認錄影檔案影像中燃料編號清晰度足以判讀。				
第 3 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	61	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F08	5.1.1	

第 1 次審查意見				
依檢查經驗，完成裝填燃料的第一組護箱及第二組護箱，於乾貯場中平移離開油壓板車之水泥地，因該處略有不平整，需兩台牽引車串聯方式才可移動護箱，此種作業方式未在安全分析報告及試運轉報告中描述，請補充；請問對於該水泥地是否打算採取修補，以減少牽引護箱移動難度？或是維持上述做法？				
第 1 次審查意見答復說明				
因 VCC 於 DOLLY 平移下車時僅能以曳引方式執行，而其預設移動路徑上需鋪設薄白鐵板，以降低懸浮氣墊與地面的摩擦力。然而，單台堆高機的輪胎壓在鐵板上平移會導致牽引力下降，因此需串聯另一台堆高機以增強牽引力。待平移至 PAD 場的伸縮縫後，即可恢復單台作業。 修整水泥地後仍需以相同模式搬運 VCC，PAD 場在符合原設計規範的標準下，應可維持現有作法不需修整。				
第 2 次審查意見				
因兩組護箱移動過程皆有使用到此種曳引移動方式，未來 23 組護箱也會再用相同方式，請將此部分作業納入試運轉報告中並補上相關作業圖片，請問此作業方法是否已納入相關作業程序書中？				
第 2 次審查意見答復說明				
感謝委員提醒，後續將於試運轉報告中補充本作業方式之現場照片作為佐證(如附件 05-61-02)。考量現行作業程序書已明確規範 VCC 曳引至指定定位之方法與安全要求，而實際執行時使用曳引設備之數量屬現場操作考量，視實務狀況靈活調整，因此暫不特別增修程序書內容，未來仍會持續確保 VCC 曳引至指定定位之作業安全性與適當性。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	62	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10	1	1
第 1 次 審 查 意 見				
1. 請於節次 1「前言」補充執行整體功能驗證與熱測試的依據與原由。				
2. 行政院原子能委員會改制後名稱為「核能安全委員會」，非「行政院核能安全委員會」，請修正。				
3.“本報告格式依據……”僅描述日期以及會議名稱即可，請刪除” 行政院核				

能安全委員會核物料管制組(以下簡稱物管組)”				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，本公司是依據 92 年 7 月實施之「放射性物料管理法施行細則」第二十六條之規定，檢附試運轉計畫，報經主管機關核准進行試運轉。本公司嚴謹規劃並執行試運轉作業，藉以驗證乾貯設備之功能性、安全性及相關作業程序符合設計與需求，以確保乾貯設施未來正式運轉順暢。試運轉內容依作業性質分成設施整體功能驗證(Dry-Run)及熱測試(Hot-Test，2 組護箱裝載)兩階段進行。熱測試係指前 2 組護箱完成用過核子燃料裝載並運送至貯存場定位之作業，其與設施整體功能驗證最主要之差異在於整體功能驗證階段不裝填用過核子燃料，且銲接與真空乾燥作業之驗證係採模擬方式進行。整體功能驗證階段不裝填燃料的主要考量為，在最低的輻射污染與人員劑量情況下，使現場作業人員對運貯流程可重複演練，確保對設備及儀器操作之熟練度。將於前言增補充相關依據與原由說明。 謝謝委員指正，修訂為「核能安全委員會」。 將依委員意見，刪除” 行政院核能安全委員會核物料管制組(以下簡稱物管組)”。				
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	63	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10	5	51
第 1 次 審 查 意 見				
節次 5 請列本報告附件即可，「附件簽署版程序書」其中所含附件不需列在此處，建議將本次試運轉所使用的程序書清單在 1.3 節中描述。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
依審查意見修正節次五與 1.3 節。				
第 2 次 審 查 意 見				
請提供修正後的內容。				
第 2 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員意見，考量報告章節架構擬修正內文於本報告節次三與節次五如下：				
3 熱測試作業驗證				

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

熱測試所使用之程序書為核一廠作業程序書「SP100-10 試運轉作業程序書」及其附件一至附件十六，附件內容如下:(程序書使用 113.12.18 版本)

1. 附件一、ISFSI-07-SOP-07001-07【現場作業組織架構與行政作業管制程序書】
2. 附件二、ISFSI-07-SOP-07002-08【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋鉸道非破壞檢測程序書】
3. 附件三、ISFSI-07-SOP-07003-06【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋鉸道洩漏測試程序書】
4. 附件四、ISFSI-07-SOP-07004-08【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒前置作業程序書】
5. 附件五、ISFSI-07-SOP-07005-06【核一廠乾式貯存系統：混凝土護箱前置及運送作業程序書】
6. 附件六、ISFSI-07-SOP-07006-12【核一廠乾式貯存系統：傳送護箱前置作業程序書】
7. 附件七、ISFSI-07-SOP-07007-09【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋鉸接操作程序書】
8. 附件八、ISFSI-07-SOP-07008-09【核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】
9. 附件九、ISFSI-07-SOP-07009-06【核一廠乾式貯存系統：貯存場運作作業程序書】
10. 附件十、ISFSI-07-SOP-07010-06【核一廠乾式貯存系統：異常作業程序書】
11. 附件十一、ISFSI-07-SOP-07011-10【核一廠乾式貯存系統：再取出操作作業程序書】
12. 附件十二、ISFSI-07-SOP-07012-07【核一廠乾式貯存系統：工安作業程序書】
13. 附件十三、ISFSI-07-SOP-07013-12【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作

業程序書】

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

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

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

五、附件

附件一-試運轉整體功能驗證報告

附件二-熱測試兩組護箱簽署版程序書

第 3 次審查意見

同意答復。

意 見 編 號	64	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10	3	
第 1 次審查意見				
節次 3「熱測試作業驗證」應說明測試經過與測試結果以及是否符合要求。請參考整體功能驗證報告節次 3 測試過程與結果的方式撰寫。 請在每一階段作業(例如 3.1.1、3.1.2.....)先說明該階段作業流程再說明兩組的測試結果，目前的編寫方式兩組護箱流程與程序都是相同的，以第一組第二組的分項撰寫方式，僅是複製貼上改改日期時間，報告過於冗長，參考意義不大。測試結果的部分以「3.1.2 燃料束裝填識別及確認」這一節次為例，可參考整體功能驗證報告第 3.3.2.2 的方式撰寫。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員建議。本報告格式係依據 113 年 9 月 24 日「核電廠乾式貯存設施管制討論會」會議紀錄第三項「試運轉報告」之章節架構要求所撰寫。有關乾貯作業流程已說明於本報告第 2 章運貯作業概述，兩組護箱的熱測試結果說明於本報告第 3 章熱測試作業驗證。另查圖 2-1 為運貯作業流程圖誤植為安裝吊運階段流程圖，將修訂。 將新增 3.5 節「熱測試作業結果」內容涵蓋試運轉計畫書規劃時程規劃人力、實際使用人時、階段完成狀態、測試結果。				
第 2 次審查意見				

請提供 3.5 節修正後的內容。
第 2 次審查意見答復說明
謝謝委員意見，新增 3.5 節「熱測試作業結果」如附件 05-64-02。
第 3 次審查意見
同意答復。

意見編號	65	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10		
第 1 次審查意見				
試運轉主要的目的在於藉由試運轉過程相關經驗回饋至設施運轉營運上，請說明本次試運轉作業過程中相關的經驗回饋。				
請增加相關篇幅說明本次熱測試作業過程中各項缺失事項或是原設計廠家或是第三方驗證專家所提供之建議，台電公司回饋精進的相關作為。				
第 1 次審查意見答復說明				
本案核一乾貯團隊於數年來已執行多次整備訓練、熱測試前再演訓、統合演練等多次模擬測試，相關經驗均回饋至設施運轉營運，並持續優化作業流程。最近一次則為 113 年熱測試前再演訓作業，實施後亦再進行改版精進。執行熱測試前，將先前統合演練的經驗、演練期間核安會的檢查發現與改進事項，以及自主品保之改正、建議事項加以統整，再依據最新內容完成兩組護箱裝載之熱測試作業，已驗證可滿足運貯作業需求。未來作業仍將持續改進作業程序與執行細節精進，以進一步提升作業品質與運轉穩定性，後續亦會改版為 D 系列除役程序書。				
第三方驗證專家 EPRI 除贊同本公司在作業流程皆符合國際品質標準外亦給予 A PLUSS 之讚譽。EPRI 承諾將會提供本次作業經驗之驗證報告，提供相關實務精進建議，並刊載於 EPRI 網站供各會員電力公司瀏覽，如有需求本公司將於取得該報告後另行提供予委員。				
將於報告中新增 3.6 節「熱測試作業經驗回饋」				
3.6.1 多軸油壓板車維修經驗回饋				
3.6.2 管線洩漏測試經驗回饋				
第 2 次審查意見				
請提供 3.6 節修正後的內容。				
第 2 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，擬新增 3.6 節「熱測試作業經驗回饋」內文如下：				

3.6 熱測試作業經驗回饋

3.6.1 多軸油壓板車維修經驗回饋

(1) 故障發生經過

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

(2) 原因分析

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

(3) 改善措施

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

3.6.2 管線洩漏測試經驗回饋

(1) 故障發生經過

113 年 11 月 27 日 22:15 開始管路抽真空測試，數次測試未達預期真空度。期間更換真空油，並同步實施管路 O-ring 更換及環境溫度調節等措施。經設備檢視發現真空泵排氣閥斷裂，導致設備效能不足。緊急更換備援真空泵，於 113 年 11 月 29 日 05:45 完成測試，成功達到 0.01 torr 以下並穩定 10 分鐘通過管路洩漏測試。

(2) 原因分析

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

(3) 改善措施

備援真空泵設備，並依維護保養程序書執行維護。提前管路系統乾燥確認措

施，並加強作業環境之溫度控制，避免低溫造成水汽凝結，確保真空測試之效率。

第 3 次審查意見

同意答復。

意見編號	66	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10		
第 1 次審查意見				
請補充說明本次參與試運轉作業之人員資格及參與人員統計。				
第 1 次審查意見答復說明				
檢附本次作業人員資格符合情形及統計如下表供委員參考(未來作業會依實際情形調整人數):				
人員資格名稱		人數		
乾式貯存專業人員訓練合格人員		183		
職安衛人員資格		18		
輻防人員資格		17		
VT 非破壞檢測人員資格		7		
PT 非破壞檢測人員資格		6		
LT 非破壞檢測人員資格		5		
吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機		34		
移動式起重機		2		
使用起重機機具從事吊掛作業人員		10		
堆高機操作資格		25		
升空車操作資格		26		
電銲資格		9		
監火員		8		
第 2 次審查意見				

本項意見併同意見編號 1 回復。

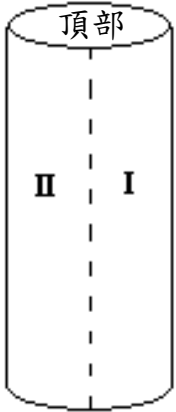
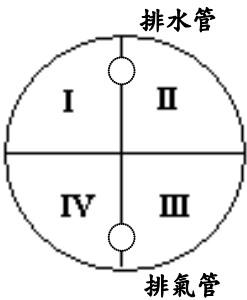
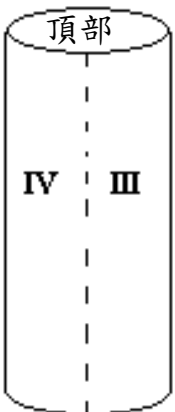
意 見 編 號	67	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10		
第 1 次審查意見				
請說明溫度感測器警報示警方式與後續處理流程。				
第 1 次審查意見答復說明				
謝謝委員意見，溫度感測器的警報會顯示於系統中，需登入系統介面查看警報狀態。狀態分為三種：綠色表示正常、黃色表示警戒、紅色表示異常。依據核安會已核定之「意外事件應變計畫」，溫度感測器警報可能發生之情況為：儀器故障、護箱進出氣口阻塞、土石流或火山灰覆，後續處理流程，依第 6 章第 6.4 節混凝土護箱出氣口處之電子式溫度感應器故障處理程序、第 6.6 節混凝土護箱進氣口一半堵塞或進/出氣口完全堵塞之處理程序、第 6.12 節土石流之處理程序或第 6.13 節火山灰覆蓋處理程序辦理，綜整摘錄說明如下。 若發生護箱進出氣口阻塞之情況，以機具或人力使用工具剷除，將覆蓋於護箱進氣口之堵塞物排除。若有全阻塞情形，於 85 小時內使護箱回復至半堵塞狀態。 執行輻射監測數據及混凝土護箱出氣口與周圍溫差狀況之觀察，依乾貯運轉限制條件(LCO 3.1.6)辦理。				
第 2 次審查意見				
請補充三種燈號示警相對應的處理流程。				
第 2 次審查意見答復說明				
1. 綠色燈號(正常)：表示溫度感測器數據在允許範圍內，溫度正常。 2. 黃色燈號(警戒)：表示溫度感測器讀值接近警戒限值，可進行現場確認，檢查是否有異物阻擋進出氣口，並持續監測警報記錄。 3. 紅色燈號(異常)：表示溫度感測器讀值超出警戒限值。 溫度上升可能原因包括儀器故障、護箱進出氣口阻塞、土石流或火山灰覆。應根據異常狀況，依「意外事件應變計畫」進行處理並通報。				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	68	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10		
第 1 次審查意見				
請補充表 3-1 第一欄位說明。請說明表 3-1 採用此六筆數據的原因，是否具有代表性。第二組護箱於 12 月 20 日完成外加屏蔽安裝作業，請說明表 3-1 採用 12 月 16 日至 12 月 23 日的偵測數據目的為何？				
第 1 次審查意見答復說明				
表 3-1 第一欄位為量測日期，表 3-1 採用此六筆數據為 VCC 運送至乾貯場至乾貯場作業結束期間，每日進行劑量率監測以符合程序書規範。根據程序書 SP-100-10 之附件 13，第 4.11 節「混凝土護箱之運送與貯存」的第 10 點規定：「乾式貯存場四周圍籬或乾華溪旁道路的輻射劑量率限值為 0.005 mSv/h。」結果顯示，作業期間的輻射劑量率皆遠低於限值。 工作人員在乾貯場作業期間(12 月 16 日至 12 月 23 日)，持續監測工作區域(定點光子中子)及邊界光子劑量，以確保工作人員的安全。				
第 2 次審查意見				
同意答復。請將相關內容補充於報告中。				

意見 編號	69	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10	3.3.1	
第 1 次審查意見				
節次 3.3.1「環境輻射監控」提供了邊界光子、定點光子與定點中子等數據，請說明符合劑量率限值的是哪一種偵測值。由表 3-1 所提供的偵測結果趨勢看來，請確認 R1 位置的最大量測值是否為誤差數據。請說明表 3-1 取不同測量點以及不同數據來做平均所得數據其目的為何？。請說明表 3-1 邊界光子、定點光子與定點中子偵測結果的量測方式。				
第 1 次審查意見答復說明				
根據程序書 SP-100-10 之附件 13，第 4.11 節「混凝土護箱之運送與貯存」的第 10 點規定：「乾式貯存場四周圍籬或乾華溪旁道路的輻射劑量率限值為 0.005 mSv/h。」，表 3-1 邊界光子劑量符合限值。為確保監測的保守性，在乾貯場作業期間，於預定放置 30 筒乾貯筒的位置周圍新增 8 個量測點，進行定點光子及定點中子劑量率監測，監測結果顯示，所有測得的劑量率均遠低於限值。				

表 3-1 的數據來自第二筒熱測的量測結果，作業時位置 1 已經放置第一筒熱測試的乾貯筒，12 月 18 日前第二筒 VCC 尚未加上 AOS，因此 R1 位置在 12 月 17 日的光子劑量率出現最大值是合理的，隨 VCC 筒身完成 AOS 作業，光子劑量率也隨之下降。 整體平均值的計算方式為取 12 月 16 日至 12 月 23 日乾貯場作業期間各測量位置的數據進行平均，並採用四捨五入至小數點第二位的方式呈現。從平均值可以了解工作區域(定點光子中子)及邊界光子劑量之差異，以供未來不同筒之比較。表 3-1 邊界光子、定點光子與定點中子，量測方式皆採用光子偵檢器及中子輻射偵檢器，朝乾貯場內側方向測量空間劑量率。				
第 2 次審查意見				
請再次檢視答復內容之合宜性。				
第 2 次審查意見答復說明				
修正為「表 3-4(原表 3-1)的數據來自第二筒熱測的量測結果，作業時位置 1 已經放置第一筒熱測試的乾貯筒，12 月 18 日前第二筒 VCC 尚未加上 AOS，因此 R1 位置在 12 月 17 日的光子劑量率出現最大值是合理的，隨 VCC 筒身完成 AOS 作業，光子劑量率也隨之下降。」				
第 3 次審查意見				
同意答復。				

意見 編號	70	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10		
第 1 次審查意見				
以圖示說明表 3-4 傳送護箱劑量比較表中所列的偵測區域。				
第 1 次審查意見答復說明				
如下圖所示，在排水前後，對筒身四個象限的頂部、上側面、中側面及下側面進行劑量率監測，並計算各象限的平均值。				

上側面				上側面
中側面				中側面
下側面				下側面
第 2 次審查意見				
同意答復。				

意 見 編 號	71	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10		
第 1 次 審 查 意 見				
請修正報告中"相關作業符合契約及程序書要求"相關敘述。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
謝謝委員指正，將修訂為"相關作業符合程序書要求"。				
第 2 次 審 查 意 見				
同意答復。				

意 見 編 號	72	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10	3.4	
第 1 次審查意見				
「根據核一廠 113 全年度 TLD 與 EPD 累積劑量比例，TLD 劑量計的讀值與 EPD 電子劑量計的讀值比約為 0.64。」請說明此段文字在報告中的必要性。針對 EPD 與 TLD 的敘述不需使用大篇幅說明，簡要描述特性即可。				
第 1 次審查意見答復說明				
因工作人員實際接受輻射曝露係以 TLD 計讀結果為主，但 TLD 採每月計讀，實務上無法執行工作人員即時監控及每日集體劑量追蹤等劑量管制作業，故以 EPD 作為即時監控工具。在輻防保守性原則前提下，EPD 執行例行校正				

時，均會調高其靈敏度以確保 EPD 值高機率大於 TLD 值，執行一段期間後可取得較客觀之大數據結果比例(如 113 年全年度比例為 0.64)。工作人員實際接受到的劑量則以 EPD 值乘上此比例作為實際劑量。故此比例與實際劑量值有關，有說明之必要。

第 2 次審查意見

同意答復。

意見 編號	73	審查人員代碼	章節	頁碼
		F10	3.4	

第 1 次審查意見

請確認集體劑量統計的人員範圍，不同統計範圍無法比較分析。集體劑量數值應搭配作業人數、作業時間以及人員劑量(平均及最大劑量)等資料才能看出分析趨勢，請補充相關資料。

第 1 次審查意見答復說明

依程序書 SP-100-10-附件 16 規定之 2.3 乾式貯存作業人員劑量評估，乾式貯存作業人員執行用過核子燃料吊卸、燃料裝填、運搬與貯存等各階段所接受之集體有效劑量，於評估時，工作人員除了直接參與設備操作、除污、檢測、運送載具操作等人員外，另須將品保、工安、輻防等協同人員納入。以下為總集體劑量(單位:mSv)結果。

台電公司向新北與核安會係以全工作人員集體劑量陳報，因就地區管制角度而言，集體劑量應包含所有工作人員，補充表 3-6 熱測試作業地區管制集體劑量如下：

表 3-6 單位:人/毫西弗

分項比較		熱測試 EPD	熱測試 TLD	實績率
前期整備		0.44	0.28	
裝載用過燃料	4.52	1.68	1.08	23.81%
除污	4.38	0.41	0.26	6.01%
封鐸屏蔽上蓋	14.42	1.25	0.80	5.54%
洩放、乾燥與回填	10.32	3.11	1.99	19.29%
封鐸通氣口上蓋	6.12	0.84	0.54	8.79%
封鐸結構上蓋	2.96	1.32	0.85	28.59%
密封鋼筒傳送至混凝土	4.74	0.89	0.57	11.98%

護箱					
運送至貯存場	2.78	2.25	1.44	51.75%	
合計	50.24	12.19	7.80	15.53%	
第 2 次審查意見					
本項意見併同意見編號 58 回復。					

意 見 編 號	74	審 查 人 員 代 碼	章 節	頁 碼
		F10	3.4	
第 1 次 審 查 意 見				
請將安全分析報告中所評估的作業劑量，與本次作業期間作業區域各項偵測紀錄(包含光子與中子)與人員劑量統計情形進行比較，並說明變化趨勢以提出未來作業可行的合理抑低措施。				
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
表 3-2、表 3-3 兩筒的數據均顯示，「洩放、乾燥與回填」是所有作業中耗時最長的部分，該項工作的集體劑量也是最高的，建議工作人員於桶身筒身周圍執行 VDS 管線安裝、真空乾燥、排水、氬氣回填作業時，應遵守 ALARA 原則，盡量增加與桶身筒身的工作距離，並熟稔操作程序、迅速完成作業，以降低輻射曝露風險。「密封鋼筒傳送至混凝土護箱」作業的平均劑量率是所有工作項目中較高的，由於工作人員在混凝土護箱上方作業時，曝露於較高的輻射劑量所致。因此，建議在執行「密封鋼筒傳送至混凝土護箱」作業時，適當加快作業速度，以降低人員劑量曝露的風險。				
第 2 次 審 查 意 見				
安全分析報告中是以裝載 14kW 燃料來估算人員作業集體劑量，因此熱測試作業結果所得到之集體劑量小於安全分析報告之估算是可預期的。惟依據「核一廠用過核子燃料乾式貯存護箱燃料束配置報告」，核一廠室外乾貯 25 組護箱之裝填燃料皆小於 5kW，請列出在 5kW 的燃料負載下預期之集體劑量，並以此評估劑量與本次熱測試作業劑量進行比較，以確認本次作業合理抑低的情形。				
第 2 次 審 查 意 見 答 復 說 明				
安全分析報告係採極限涵蓋分析法保守設計乾貯系統，而相關劑量差異分析則屬於電廠管制端執行，乾貯作業之 ALARA 已針對前兩組熱測試與實際裝填燃料熱負載進行評估比較並線性修正劑量管制值。熱測試期間兩筒集體劑				

量平均值(含各工項劑量)為 1.98 人*mSv，經比較預估約佔 5kW 燃料負載條件下集體劑量的 22.11%，顯示熱測試作業產生的集體劑量遠低於安全分析報告中的分析值(14kW 燃料熱負載下集體劑量的 SAR 分析結果為 25.12 人*mSv)

第 3 次審查意見

同意答復。

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉執照申請案

試運轉報告(114.4)

審查意見答復說明附件目錄

審查意見 編號	第一次審查意 見答復說明	第二次審查意 見答復說明	審查意見 編號	第一次審查意 見答復說明	第二次審查意 見答復說明
01	—	—	29	—	—
02	—	—	30	—	—
03	—	—	31	—	—
04	—	—	32	—	—
05	—	—	33	—	—
06	—	—	34	—	—
07	—	—	35	—	—
08	—	—	36	—	—
09	—	—	37	—	—
10	—	—	38	—	—
11	—	附件 05-11-02	39	—	—
12	—	—	40	—	—
13	—	—	41	—	—
14	—	—	42	—	—
15	—	—	43	—	—
16	—	—	44	—	—
17	—	—	45	—	—
18	—	—	46	—	—
19	—	—	47	—	—
20	—	—	48	—	—
21	—	—	49	—	—
22	—	—	50	—	—
23	—	—	51	—	—
24	—	—	52	—	—
25	—	—	53	—	—
26	—	—	54	—	附件 05-54-02
27	—	—	55	—	—
28	—	—	56	—	附件 05-56-02

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉執照申請案

試運轉報告(114.4)

審查意見答復說明附件目錄(續)

審查意見 編號	第一次審查意 見答復說明	第二次審查意 見答復說明	審查意見 編號	第一次審查意 見答復說明	第二次審查意 見答復說明
57	—	—	66	—	—
58	—	—	67	—	—
59	—	—	68	—	—
60	—	—	69	—	—
61	—	附件 05-61-02	70	—	—
62	—	—	71	—	—
63	—	—	72	—	—
64	—	附件 05-64-02	73	—	—
65	—	—	74	—	—

附件 05-11-02

1.2.1 貯存系統

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

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

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

附件 05-54-02

3.4 作業人員劑量紀錄

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

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

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

3.4.1 人員地區管制

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

3.4.2 人員集體劑量

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

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

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

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

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

3.4.3 劑量評估與防護建議

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

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

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

表 3-9 傳送護箱筒身劑量排水前後比較

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

表 3-10 五樓工作區域中子劑量率量測結果

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

附件 05-56-02

3.1.5 屏蔽上蓋銲接

依據核一廠乾式貯存系統：反應器廠房內操作程序書】、【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書】、【核一廠乾式貯存系統：輻射防護作業程序書】以及【核一廠乾式貯存系統：密封鋼筒上蓋銲接操作程序書】之對應內容執行。作業內容為：銲接屏蔽上蓋，同時氬氣偵檢(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%。當氬氣濃度低於 1.6% 時，可將氬氣流率調降為約 5 L/min；若氬氣濃度高於 1.6% (亮黃燈)，則應將氬氣流率加大至 30 L/min。若氬氣濃度超過 2.4% (亮紅燈)，應立即通知國原院現場工程師停止銲接作業，並以 30 L/min 的氬氣持續沖流至少 30 分鐘。確認氬氣濃度降至 2.4% 以下後，方可通知恢復銲接作業。

第一組熱測試(TSC-05)：

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

第二組熱測試(TSC-06)：

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

附件 05-61-02



附件 05-64-02

3.5 熱測試作業結果

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

3.5.1 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

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

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

3.5.2 燃料束裝填與確認

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

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

3.5.3 屏蔽上蓋安裝/水下傳送護箱吊運操作

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

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

3.5.4 銲接/非破壞檢測

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

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

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

3.5.5 壓力測試、排水/真空乾燥及氦氣回填

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

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

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

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

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

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

3.5.6 密封鋼筒傳送至混凝土護箱

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

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

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

3.5.7 外加屏蔽安裝

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

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