

「核一廠除役過渡期間承受電廠
全黑 24 小時之能力評估」

安全審查報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 112 年 1 月 3 日

目 錄

摘 要.....	i
第一章 簡介.....	1
第二章 核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估	2
第三章 審查總結.....	16

摘 要

日本福島核電廠事故後，鑒於電廠全黑可能持續的時間較原始執照基礎之 8 小時電廠全黑承受能力為久，而電廠結構、系統與組件之原始設計條件並不一定能支持電廠承受電廠全黑超過 8 小時，因此行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)要求國內核電廠積極進行與延伸電廠全黑承受時間有關之改善，台電公司以電廠改善後之裝置狀況為基礎，將「核一、二、三廠承受電廠全黑 24 小時之能力評估」陳送原能會審查，經審查完成後，安全審查報告已上網公布。

核一廠進入除役期間後，由於兩部機用過燃料池無多餘空間可容納爐心燃料退出，正常運轉最後週期燃料須暫時置於反應爐內，此組態稱為除役過渡階段前期。因預期上述情境將持續一段時間，原能會爰要求台電公司假設除役期間電廠全黑持續 24 小時，評估核一廠是否有能力承受並維持用過燃料冷卻能力，以確保燃料之完整性。

台電公司依循運轉中電廠 24 小時電廠全黑承受能力評估之方式，陳送「核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估」，針對包括(一)電廠全黑事故演變、(二)餘熱移除所需之冷凝水水量、(三)儀控系統、(四)蓄電池負載、(五)通風喪失、(六)圍阻體/用過燃料池完整性說明、(七)通訊與照明、(八)事故救援及復原能力等八大要項，執行除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之評估，以確保燃料之完整性。

原能會為周延「核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估」報告審查，邀請相關領域的專家學者與原能會同仁組成審查小組，歷經二次審查會議，共計提出 42 項審查意見，依規範及專業判斷，確認台電公司已澄清各審查意見，並提出安全審查報告。本安全審查報告分為三章，第一章為簡介；第二章為核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估；第三章則為審查總結。經就台電

公司送審報告內容及對審查意見之答覆說明進行審查，審查結果認為可以接受。

第一章 簡介

一、本案緣起

核一廠進入除役期間後，由於兩部機用過燃料池無多餘空間可容納爐心燃料退出，正常運轉最後週期燃料須暫時置於反應爐內，此組態稱為除役過渡階段前期。因預期上述情境將持續一段時間，行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)爰要求台電公司假設除役期間電廠全黑持續 24 小時，評估核一廠是否有能力承受並維持用過燃料冷卻能力，以確保燃料之完整性。

台電公司依循運轉中電廠 24 小時電廠全黑承受能力評估之方式，陳送「核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估」，針對包括(一)電廠全黑事故演變、(二)餘熱移除所需之冷凝水水量、(三)儀控系統、(四)蓄電池負載、(五)通風喪失、(六)圍阻體/用過燃料池完整性說明、(七)通訊與照明、(八)事故救援及復原能力等八大要項，執行除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之評估，以確保燃料之完整性。

二、審查過程

原能會為周延「核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估」報告審查，邀請相關領域的專家學者與原能會同仁組成審查小組，歷經二次審查會議，共計提出 42 項審查意見，依規範及專業判斷，確認台電公司已澄清各審查意見，並提出安全審查報告。本安全審查報告分為三章，第一章為簡介，第二章為核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估，第三章則為審查總結。

第二章 核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估

一、概述

台電公司依循運轉中電廠 24 小時電廠全黑承受能力評估之方式，執行核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之評估，針對包括(一)電廠全黑事故演變、(二)餘熱移除所需之冷凝水水量、(三)儀控系統、(四)蓄電池負載、(五)通風喪失、(六)圍阻體/用過燃料池完整性說明、(七)通訊與照明、(八)事故救援及復原能力等八大要項，評估電廠是否有能力承受並維持用過燃料冷卻能力，以確保燃料之完整性。本章乃依核電廠承受電廠全黑 24 小時能力評估之審查方式，進行核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估審查。

二、審查發現

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清送審報告符合或參考 NEI 12-02 及 NUREG 1738 報告中哪些章節要求。

台電公司答覆說明 NEI 12-02 主要為參考第 2.3 節說明，業者須確保維持用過燃料池三階段水位監測，並經由評估結果確認是否達到各階段水位。另 NUREG 1738 主要為參考第 3.4 節說明，用過燃料池可藉由有效的監測能力大幅下降風險，並藉此評估核一廠儀器監測能力。評估結果已於「分析結論」章節中，以表格補充符合性說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清核一廠進入除役階段後，電廠人力是否足夠因應電廠全黑 24 小時之應變措施執行能力。

台電公司答覆說明依據報告分析結果，爐穴連通池水位於喪失冷卻後 24 小時並不會下降，故不影響燃料完整性。核一廠已執行除役期間緊急應

變組織人力評估，於除役階段亦可確保電廠人力可因應電廠全黑 24 小時之應變措施執行能力。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清：

- (一)送審報告中，電廠全黑事故發生原因排除「電廠因素所造成」之理由。
- (二)送審報告係假設 2 號機電廠全黑 24 小時，未對 1 號機做相同假設之理由。

台電公司答覆說明：

- (一)報告中列舉電廠全黑事故發生原因為可能因素，未排除電廠因素，報告分析範圍為電廠全黑發生當下至電廠全黑發生後 24 小時為止，為避免模糊重點，已於報告內文中刪除電廠全黑可能發生之原因。
- (二)報告中假設 2 號機電廠全黑 24 小時，係考量 2 號機停機時間較晚，爐心燃料衰變熱較高，對於熱流分析及後續救援評估等較為保守，故以 2 號機作為分析目標，涵蓋 1 號機組態，已於報告內文中補充說明，報告分析內容適用於核一廠兩部機組。

台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，送審報告採用 ASB 9-2 衰變熱計算公式，然 Standard Review Plan 9.2.5 Rev.3 衰變熱計算公式已經由 ASB 9-2 改為 ANS5.1，且 ASB 9-2 之適用範圍為 $<10^7$ s(約 115 天)，報告中假設時間(停機後 1550 天)已超出其適用範圍，請台電公司澄清送審報告採用 ASB 9-2 衰變熱計算公式之適切性。

台電公司答覆說明：(1)持照基準、除役計畫中分析衰變熱模式皆使用 ASB 9-2 計算。另於停機時間超過 10^7 秒的條件下，SRP 9.1.3 Rev.1 中提及使用 ASB 9-2 計算 Long-Term Cooling ($>10^7$ 秒)的衰變熱時，uncertainty factor $K=0.1$ ，而報告於計算衰變熱時亦使用 $K=0.1$ ，符合 ASB 9-2 使用情境。(2)針對核一廠爐心和及用過燃料池中的燃料之衰變熱，進行長期冷卻計算時，

於停機後 3000 日內，涵蓋規劃之除役過渡階段前期，採用 ASB 9-2 的計算結果較採用 ANS 5.1 的計算結果保守，故採用 ASB 9-2 衰變熱計算公式。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清建立電力供給系統與長期冷卻時，餘熱移除系統停機冷卻模式及用過燃料池冷卻系統之恢復順序。

台電公司答覆說明餘熱移除系統停機冷卻模式於技術規範仍有要求，因此仍需優先恢復。除役過渡期間餘熱移除系統有一串列置為停機冷卻模式，因此電廠全黑時，當電力供給系統及冷卻水系統恢復後，重新核對餘熱移除系統停機冷卻閥位置正確，即可起動餘熱移除系統停機冷卻，預計 15 分鐘內即可起動完成。而用過燃料池冷卻系統同樣當電力供給系統及冷卻水系統恢復後，用過燃料池及儀用空氣正常時，重新開啟冷卻水閥及起動冷卻水泵，預計 10 分鐘內即可恢復運轉。餘熱移除系統停機冷卻模式將規劃停轉備用，此時仍維持一台餘熱移除系統泵其閥位置排列為停機冷卻模式，考量停轉備用過久需進行管路沖洗，依經驗 1 小時內可完成起動運轉。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關餘熱移除所需之冷凝水量，請台電公司澄清：

- (一)執行分析之保守假設應採技術規範要求之最低水位，該水位之數值為何。
- (二)分析假設用過燃料池體積 17%為固體體積，水體積佔 83%；爐穴體積保守假設 20%為固體體積，水體積佔 80%，以上假設為保守假設之佐證。
- (三)分析時爐穴與用過燃料池之連通狀態，及對分析結果之影響。

台電公司答覆說明：

- (一)技術規範限制反應爐壓力槽及用過燃料池之最低水位分別為：(1)反應爐壓力槽法蘭上方 6.8 公尺、(2)用過燃料池池底襯板上方 11.6 公尺。因反

應爐壓力槽上方爐穴與用過燃料池相連，故採前述兩者較高水位作為分析假設之最低技術規範需求。若以用過燃料池之燃料頂端為參考零點，反應爐壓力槽法蘭上方 6.8 公尺為參考高度 6.11 公尺，用過燃料池池底襯版上方 11.6 公尺為參考高度 7.1 公尺。報告將以用過燃料池於技術規範允許之最低水位作為分析假設，並修訂報告評估結果。經重新計算後，連通池水總水量增加，池水於電廠全黑 24 小時後之最高溫度與原分析結果相比略微降低，水位亦無下降情形，故於機組危急程度降低之下，不須調整其他章節之內容。

(二)用過燃料池的固體占比參考核一廠除役計畫換算得到，而爐穴體積 20% 為固體係考量反應爐壓力槽內蒸汽乾燥器及汽水分離器之計算結果，但目前此兩組件皆已移除，故 20% 為保守考量。

(三)爐穴與用過燃料池為完全連通，若於除役過渡期間因故須加裝閘門隔離兩側，且同時發生電廠全黑時，於態暫 24 小時內爐穴側最高溫為 64.8°C 、溫升率為 0.2°C/hr ；用過燃料池側最高溫為 80°C 、溫升率為 0.83°C/hr 。

台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清反應爐內爐心以外部分的體積計算依據為何。

台電公司答覆說明反應爐內爐心以外部分體積係根據核一廠壓力槽設計圖，針對反應爐中爐心側板、頂部導板、爐心底板、汽水分離器、蒸汽乾燥器、噴射泵等組件依其幾何形狀進行計算，計算水體積時不扣除乾燥器及汽水分離器所佔的體積。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清反應爐及用過燃料池溫升計算所使用之方法，並說明該方法是否考慮靜水壓的影響。

台電公司答覆說明係使用能量守恆式進行溫升計算，將池水視為絕熱系統進行加熱，燃料衰變熱只透過池水吸熱之方式移除，不考慮其他熱傳機

制，如池壁熱傳導、結構物熱容因素等材料吸熱及廠房空間熱對流效應；另計算時假設池水內液態水之飽和蒸汽壓為一大氣壓，飽和溫度固定為100°C，主要原因為壓力大於一大氣壓的條件下要達到沸騰所需的總熱量更多，以上皆為保守考量。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清電廠可用水源列表是否考量日常用水，若無則扣除日常用水後尚有多少備用水存量可供補水使用。

台電公司答覆說明平常供水由 3000 噸日用槽供應，每日最大用量約 2,400 噸，扣除這些用量尚有 99,079.2 噸備用水存量可供補水使用，電廠全黑時可使用的水源包含十萬噸生水系統及 6000 噸日用槽，已於電廠可用水源列表中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清不同池水溫度下現場空浮情況，以及電廠已建立之因應措施。

台電公司答覆說明現場空浮情況會隨水溫上升蒸發量增加而騰帶量增加，發生電廠全黑時，將依 D535、D1451、D1452.1 及 D1452.3 等程序書，建立電源、維持用過燃料池溫度低於 60°C 及運轉一串備用氣體處理系統保持二次圍阻體負壓。若用過燃料池溫度因故無法控制低於 60°C，則依 D540.1 及 D1452.3 等程序書，建立電源、維持用過燃料池冷卻及建立二次圍阻體通風維持圍阻體完整性，於用過燃料池溫度達 100°C 前，若備用氣體處理系統及二次圍阻體通風系統皆無法運轉，則於評估對廠界環境之輻射影響後，電話通報管制機關及緊執會主任委員，開啟二次圍阻體釋壓板，並開啟二次圍阻體卡車雙重門或人員進出雙重門，建立與外界自然通氣途徑，避免因池水沸騰後之蒸汽冷凝，阻礙人員通行及鄰近區域之設備可靠度。核一廠程序書原無於用過燃料池水溫高於 60°C 時，人員進入廠房救援前之劑量評估及相關規範，已修訂 D1452.2 程序書，制定相關評估作業，事故期間人員進入廠房之輻射管制則依 D1414 程序書執行。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清：

- (一)連通水池之水位、溫度及反應器廠房輻射劑量與緊急注水時機之關係。
- (二)控制室及現場重要參數儀器列表中，如何確保電廠全黑指示相關儀器於除役過渡期間之可用性。

台電公司答覆說明：

- (一)注水之時機依程序書 EOP D540.1，恢復和維持反應爐穴及燃料池水位在 31' 1½" 與 38' 6" 之間。電廠全黑時水溫會緩慢上升，造成密度減小，水位上升，後續因沸騰水位逐步降低，在無補水情形下，反應器廠房 5F 輻射劑量因水屏蔽減少而上升。因此水位低於燃料池水位 31' 1½" 時，需緊急注水維持水位，保持足夠的輻射屏蔽。
- (二)相關儀器仍依電廠維護管理方案，執行設備維護、監測及測試，確保相關設備的可靠度。重要參數儀器具多樣性，可避免儀器同時故障，若儀器故障可使用反應器廠房 5 樓攝影機監視反應爐穴及用過燃料池水位。另電廠全黑可起動 480V 移動式柴油發電機供給所需儀器電源或待緊急再入隊以 110Vac/3kW 可攜式汽油發電機及 125Vdc/10A PWR SUPPLY 佈線供電，或以 24V DC 臨時電池攜入現場對傳送器供電，量取其輸出電流訊號，再換算工程值。

台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清：

- (一)全黑 24 小時直流電可用時間評估結果表中，是否考量直流電源 SWBD #1、SWBD #2、SWBD #7 之電池老化，並說明除役過渡階段相關測試之頻次。
- (二)SWBD #1、SWBD #2、SWBD #7 之電池是否能維持 24 小時。

台電公司答覆說明：

- (一)電廠全黑 24 小時直流電可用時間評估不考量電池老化，蓄電池額定容量由測試程序書驗證確認，包含 D612.8.1 程序書要求每 7 天執行蓄電

池及標示電池檢查；D612.8.3 程序書要求每 3 個月執行蓄電池總檢查；D609.3 要求每 18 個月執行 125VDC 蓄電池額定負載放電試驗及充電機容量功能測試；D609.3.1 要求每 5 年執行 125VDC 蓄電池額定容量放電試驗及充電機容量功能測試。

(二)SWBD#1、SWBD#2 及 SWBD#7 之負載能力係依據 FSAR TABLE 8.3-10A 及 TABLE 8.3-10B 計算，可用時間皆大於 24 小時，另核一廠已進入除役過渡階段，原電池下游負載已因系統評估再分類隔離而較原運轉中減少。

台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清電廠全黑 24 小時有關之設備及操作程序是否包含於異常操作程序或緊急操作程序中。

台電公司答覆說明電廠全黑 24 小時有關之設備及操作程序包含於 D535、D1451 及 D1452 等程序書中，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清蓄電池負載是否考量除役階段新增之設備。

台電公司答覆說明蓄電池負載不包含除役階段新增之設備，若需新增設備則須評估其新增容量不超過原設計要求。另核一廠已進入除役過渡階段，原電池下游負載已因系統評估再分類隔離而較原運轉中減少，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清：

(一)新增兩台控制室冷氣設備於電廠全黑情境下的可用性。

(二)送審報告評估通風喪失所考慮的設備相關區域，與 D1452.7 程序書所指出關鍵場所(包含控制室、Core Spray 泵室、電池充電室、RHR 泵室)不一致之理由。

台電公司答覆說明：

(一)增設兩台氣冷式寒水機 WC-15/WC-16 電源由新增之 500 kW 耐震一級柴油發電機供電，另其控制盤、相關管閥、電纜亦符合耐震一級標準，電廠全黑時，可維持控制室適當的溫度環境，使人員與儀器設備均能正常運作。

(二)D1452.7 程序書所指關鍵場所與 NUMARC 87-00 所明列之設備相關區域不同。在「核一廠 SBO 24 小時之承受能力評估」報告第 2.7 節「通風喪失」中提到的設備相關區域有 RCIC 泵室、HPCI 泵室、主控制室、主蒸汽隧道及電池室 Battery Charger Room “A”，針對運轉中發生電廠全黑時是否能維持安全停機功能進行分析，因目前機組已進入除役過渡階段，前述 RCIC、HPCI 及主蒸汽隧道已停用，但機組仍需維持反應爐壓力槽及用過燃料池之監控能力，故 2.7 節的主要分析區域為主控制室及電池室 Battery Charger Room “A”，報告內文已依此答覆說明修訂。

台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，電廠全黑期間，Battery Charger Room “A” 喪失通風冷卻後溫度將上升，請台電公司澄清是否考慮此因素造成之蓄電池老劣化。

台電公司答覆說明喪失通風冷卻後，因溫度計算結果仍在設備環境驗證限值內，設備仍維持可用。設備環境驗證限值訂定時已考量事故時溫升劣化因素，只要設備維持在其環境驗證限值內，則可維持其功能。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清電廠全黑 24 小時預期衰變熱累積對於廠房及結構完整性無顯著影響之理由。

台電公司答覆說明電廠全黑 24 小時後，池水溫度最高僅達 73°C，對廠房溫度及壓力並無顯著影響。此外，二次圍阻體設有安全釋壓板，若壓力大

於大氣壓力 7 吋水柱時將自動頂起，無過壓之虞；另備用氣體處理系統其相關氣動閥在無操作空氣時將維持開啟，當二次圍阻體壓力高於大氣壓時，二次圍阻體氣體將經由備用氣體處理系統管路排放至主煙囪，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關不同池水溫度下現場空浮情況，請台電公司檢討 NEI 06-12 及 NEI 12-06 等對策並比對電廠作法提出差異說明。

台電公司答覆說明 NEI 12-06 針對用過燃料池飽和情境要求電廠制定因應措施，經分析後因核一廠於電廠全黑 24 小時後池水水溫最高達 72.9°C，無池水飽和之疑慮，故報告無進一步提及用過燃料池達飽和之相關因應程序。NEI 06-12 及 NEI 12-06 針對用過燃料池救援策略與電廠做法之比對以表格進行說明，比對結果電廠作法皆符合相關要求，並依福島後管制案 CS-JLD-10116 要求辦理。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清「強化電池組容量至 24 小時規劃評估報告」之負載控制與高聲電話可滿足 24 小時需求之關聯性。

台電公司答覆說明高聲電話之電源來自 Vital AC，依據 FSAR TABLE 8.3-10A，Vital AC 由 Battery 7 供電，且依照電廠全黑期間之負載規劃，可供電達 24 小時。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清「強化電池組容量至 24 小時規劃評估報告」之負載控制中，控制室緊急照明電源供給切換係依哪份程序書執行。

台電公司答覆說明控制室緊急照明電源供給切換步驟依核一廠 D1452.1 程序書第 3.1.1 及 3.2.4 節執行，原緊急照明供電之配電盤(SWBD-3)由 Battery 7 供電，配合程序書於電廠全黑 8 小時後執行全黑機組直流負載控管，SWBD-3 改由 SWBD-1 配電盤供電，即由 Battery 1 供電。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清：

- (一)除高聲電話外其他通訊系統(微波系統、SOUND POWERED 系統、電話、熱線)之可用性。
- (二)控制室緊急照明電源若未於電廠全黑 8 小時後由 Battery 7 切換至 Battery 1，對 Battery 7 之影響。

台電公司答覆說明：

- (一)微波系統包含微波站 600AH 蓄電池及微波交換機 2,500AH 蓄電池，可提供 72 小時蓄電池容量需求；SOUND POWERED 系統無需任何電源；電話、熱線廠內交換機由 500 AH 蓄電池組供給，可提供 15 小時需求，後續須改由 220 Vac 12 kVA 汽油發電機持續供電，已於報告內文中補充說明。
- (二)經計算後 Battery 7 於電廠全黑 22.16 小時內完成切換，總電量可滿足 24 小時供電要求，延後切換時間之餘裕有 14.16 小時，已於報告內文中補充說明。

台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清核一廠除役過渡階段 125V DC-SWBD-3 之可用性。

台電公司答覆說明 125V DC-SWBD-3 本身並無電池組，其電源由 SWBD #7(NORMAL)或 SWBD #1(STANDBY)供給，除役過渡階段 125V DC-SWBD-3 仍維持可用。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關主控制室環境控制，請台電公司澄清依 D1452.6 程序書執行可居住性控制須費時多久。

台電公司答覆說明依 D611.1.9 主控制室備用氣冷式寒水系統測試程序執行約需 1.5 小時可起動氣冷式寒水機 WC-15/WC-16，故執行 D1452.6 主

控制室可居住性控制 2 小時應可完成，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關圍阻體控制與排氣，請台電公司澄清運轉員如何判斷反應器廠房高氫氣濃度，及緊急保健物理中心評估對廠界環境輻射影響之啟動時機。

台電公司答覆說明氫氣濃度達 1%時，儀器編號 H2IS-108-1、H2IS-108-2、H2IS-108-3 於控制室會出現警報，現場儀器指示高於 25%爆炸下限；當準備開啟二次圍阻體釋壓板，及開啟二次圍阻體卡車雙重門或人員進出雙重門 D-4 及 D-5 門，建立與外界自然通氣途徑時，緊急保健物理中心將評估對廠界環境之輻射影響。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關爐穴及用過燃料池救援措施表，狀況二之救援步驟 6 說明可因應現場有高輻射等因素無法接近用過燃料池之情形，請台電公司澄清狀況一之救援步驟於現場高輻射時是否無法執行。

台電公司答覆說明狀況二(電廠全黑，消防水系統不可用)在現場有高輻射時，因採用外部補水或噴灑，不須至用過燃料池樓層操作設備，不影響操作人員輻射安全。當燃料池水位低於 EL.129.125 呎時，操作人員可能無足夠輻射屏蔽水位，狀況一(電廠全黑，消防水系統可用)且現場有高輻射無法接近時將採用狀況二外部補水或噴灑，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清核一廠除役過渡階段系統運維之作法。

台電公司答覆說明目前核一廠系統運維皆遵循除役過渡前期技術規範之要求，足以應付電廠全黑事故。另依核一廠除役過渡階段前期維護管理方案，執行設備維護、監測，加強運維落實。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關運轉人員及維護人員每年執行之特定重大事故策略指引相關訓練，請台電公司說明辦理情形。

台電公司答覆說明值班運轉人員各班除了輪流參與年度演習之外，陳報的訓練計畫須每年固定完成 6 項特定重大事故策略指引相關訓練課程，維護人員則利用緊急計畫緊急再入隊每年工作訓練，訓練其所需專業技術，並將歷年緊急計畫演習的缺失列為訓練的重點，使維護人員熟悉其所擔任之緊急任務及執行技能。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清電廠除役階段新增設備是否須考量具備類福島事故應付能力。

台電公司答覆說明核一廠已於 102 年新增應付類福島事故相關設備，電廠除役後，電廠爐心燃料餘熱低，102 年改善之設備已能滿足，新增之設備未再考量具備類福島事故應付能力。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清維持用過燃料安全所需之電力負載與供給電源，及電廠全黑後之復原步驟。

台電公司答覆說明可用之用過燃料冷卻系統包含用過燃料池冷卻淨化系統、新增用過燃料池冷卻系統、餘熱移除系統及爐心噴灑系統。用過燃料池冷卻淨化系統供電來源包含 MCC 3A-1、MCC4A-1(負載皆為 45kW)及 PC-3A/PC-4A(負載 185kW)，復原步驟為(1)電源 MCC 3A-1/ MCC 4A-1 已供電；(2)燃料池水位正常；(3)聯合廠房冷卻水系統正常；(4)起動冷卻水泵。新增用過燃料池冷卻系統供電來源包含 MCC 3A-7 及 MCC 4A-7(負載皆為 165kW)，復原步驟為(1)電源 MCC 3A-7 或 MCC 4A-7 已供電；(2)燃料池水位正常；(3)起動冷卻水塔散熱風扇；(4)起動二次側冷卻水泵；(5)起動一次側冷卻水泵。餘熱移除系統供電來源包含 4.16 kV 匯流排 3 及匯流排 4(泵負載 750kW)，復原步驟為(1)4.16 kV 匯流排 3 或 4 已供電；(2)廠用海水系統或緊急海水系統可供冷卻水至餘熱移除系統熱交換器；(3)聯合廠房冷卻水系統正常；(4)閥列置為停機冷卻模式；(5)起動泵。爐心噴灑系統供電來

源包含 4.16 kV 匯流排 3 及匯流排 4(泵負載 720kW)，復原步驟為(1) 4.16 kV 匯流排 3 或 4 已供電；(2)聯合廠房冷卻水系統正常；(3)泵置於備用中。若外電已恢復，4.16 kV 匯流排 3 由 4.16 kV 匯流排 1 供電；若外電未復原，緊急柴油發電機已恢復，則起動緊急柴油發電機，緊要匯流排受電後緊要海水泵及聯合廠房冷卻水系統將自動啟動，供應冷卻水，已於報告內文中補充說明。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關 SUPS-2 停用後剩餘負載轉由 SUSP-1 提供，請台電公司澄清 SUSP-1 之容量為何。

台電公司答覆說明 SUPS-2 容量為 15 kVA，下游負載電流因機組除役 A 相及 B 相電流僅剩 10 A，改由 SUPS-1(Vital UPS)供電，SUPS-1 容量為 37.5 kVA，A/B/C 三相之額定電流各為 104 A，除役階段 SUPS-1 原先的負載各相為 5 A(A 相)、55 A(B 相)、55 A(C 相)，將 SUPS-2 負載轉至 SUPS-1 上，不會發生供電不足之情形。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，請台電公司澄清電廠全黑期間用過燃料池溫度是否可能上升至 100°C，及與壓力測試報告 5.2.3.1 小節評估之差異。

台電公司答覆說明依報告分析結果，反應爐壓力槽/爐穴、用過燃料池在電廠全黑 24 小時後，水溫最高僅達 73°C，若 24 小時後仍持續喪失冷卻能力，則須再經過 50 小時，水溫才會上升至 100°C。壓力測試報告對於核一廠用過燃料池溫度達 100°C 之時間點並未定量說明，與送審報告以電廠全黑 24 小時作為分析邊界條件有所差異。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查小組提出審查意見，有關壓力測試報告比對表，請台電公司依壓力測試報告摘要欄說明逐項討論，並說明除役期間之作法。

台電公司答覆說明經檢討後，已修訂壓力測試報告比對表中 5.1.3(反應爐)喪失廠外電源、後備電源及其他多元後備電源部分 5.1.3.4、5.1.3.5 小節，5.2.3(用過燃料池)喪失廠外電源、後備電源及其他多元後備電源部分 5.2.3.4、5.2.3.5 小節，5.2.5 廠區全黑下喪失最終熱沉部分 5.2.5.2、5.2.5.3 小

節之比對結果，說明核一廠目前組態之符合性。台電公司答覆內容及報告修訂結果經審查可以接受。

三、審查結論

台電公司送審報告針對包括(一)電廠全黑事故演變、(二)餘熱移除所需之冷凝水水量、(三)儀控系統、(四)蓄電池負載、(五)通風喪失、(六)圍阻體/用過燃料池完整性說明、(七)通訊與照明、(八)事故救援及復原能力等八大要項，評估電廠是否有能力承受並維持用過燃料冷卻能力，以確保燃料之完整性。

經就台電公司送審報告內容及對審查小組提問之答覆內容進行審查，審查結果可以接受。

第三章 審查總結

台電公司依循運轉中電廠 24 小時電廠全黑承受能力評估之方式，執行核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之評估，針對包括(一)電廠全黑事故演變、(二)餘熱移除所需之冷凝水水量、(三)儀控系統、(四)蓄電池負載、(五)通風喪失、(六)圍阻體/用過燃料池完整性說明、(七)通訊與照明、(八)事故救援及復原能力等八大要項，評估電廠是否有能力承受並維持用過燃料冷卻能力，以確保燃料之完整性。

審查小組進行核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估審查，共計提出 42 項審查意見，依規範及專業判斷，確認台電公司已澄清各審查意見，並提出安全審查報告。審查結果認為台電公司送審報告內容及對審查意見之答覆說明可以接受，因此送審之「核一廠除役過渡期間承受電廠全黑 24 小時之能力評估」，可准予備查。