

「龍門(核四)電廠資產維護管理計畫」
安全評估報告

行政院原子能委員會核能管制處
中華民國 106 年 3 月 2 日

目錄

| | 頁次 |
|--------------------------------|----|
| 摘要..... | i |
| 第一章 總章..... | 1 |
| 第二章 資產保存期間對於建廠執照承諾事項之處理方案..... | 2 |
| 第三章 品質保證方案..... | 4 |
| 第四章 1號機維護計畫..... | 5 |
| 第五章 2號機維護計畫..... | 10 |
| 第六章 結語..... | 12 |
| 第七章 總結..... | 13 |

摘 要

本案係台電公司為因應立法院 105 年 7 月 29 日刪減核四停工封存預算及相關決議之要求，基於「保全核四電廠資產」及「確保核四電廠資產最高價值」的立場，採取「儘量抑低年度資產管理維護費用」的保存策略，期以最少人力及經費，維持龍門(核四)電廠廠房安全及設備維護，以等待政府後續處理方式定案。因此將原封存計畫修改為「龍門(核四)電廠資產維護管理計畫」，並於 105 年 11 月 21 日提送原能會審查。

資產維護計畫期間台電公司將暫停執行大部分之建廠執照承諾事項，僅依據核能品保法規辦理有關維護保存作業，至於在維護作業方式，則除 1 號機新燃料及部分系統/設備之保存維護方式有所調整外，其餘內容大致與原封存計畫相同。

雖然龍門電廠已規劃進入資產維護管理階段，但為確保仍暫存於廠區內之初始爐心核子燃料安全及相關維護作業符合品保法規之要求，原能會仍本於職責對資產管理計畫進行審查，由原能會各局處所組成之審查團隊依既有之程序進行審查。審查期間，審查小組除召開審查會議與台電公司人員進行面對面之討論外，並提出 14 項審查意見，經台電公司多次答覆後，相關審查意見均已獲得澄清。

本安全評估報告係原能會對台電公司所提送資產管理計畫之審查情形及結果，其中第 1~6 章對應台電公司所提計畫之各章(其中各章之概述小節，係台電公司所提計畫該章之摘要說明)，第 7 章則為計畫審查之總結。

第一章 總章

一、 概述

台電公司為因應立法院 105 年 7 月 29 日刪減核四停工封存預算及相關決議之要求，遂基於保全龍門(核四)電廠資產的立場，修訂封存計畫並提出「龍門(核四)電廠資產維護管理計畫」(以下簡稱資產維護計畫)。修訂後計畫仍保有完整的品質保證方案，以確保資產維護計畫期間龍門(核四)電廠既有之安全相關結構/系統/組件之維護有關作業均能按照品保承諾落實推動，以維護結構/系統/組件狀態良好、妥善保存與管理品質紀錄，定期檢討執行狀況及成效，以達成確保龍門(核四)電廠資產最高價值之計畫目標。

二、 審查情形及結論

台電公司已於 98 年間向本會提出將核四廠更名為龍門電廠之申請，並經原能會換發建廠執照，因此審查小組提出審查意見 RAI-I-01 請台電公司再檢視計畫內容，將核四電廠更正為龍門電廠以與建廠執照上之名稱一致。針對審查小組所提意見，台電公司答覆說明已再檢視計畫內容並更正錯誤之處，台電公司之答覆經審查可以接受。又本章係在介紹本計畫提出之緣由、計畫之目的及其法規依據等，對於相關內容台電公司已進行適當之說明，並依審查意見修正對應之內容，審查小組無進一步意見。

第二章 資產保存期間對於建廠執照承諾事項之處理方案

一、 概述

台電公司提出龍門電廠初期安全分析報告（PSAR）向原能會申請建廠執照，原能會審查同意核發龍門電廠建廠執照，並依據 PSAR 審查結果及台電公司承諾，開立 120 項 PSAR 管制追蹤案，此即建廠執照承諾事項初期之範圍。及至龍門電廠 1 號機申請燃料裝填許可時，原能會綜整主管法規之要求、PSAR 管制追蹤案、緊急/保安計畫設施及演習相關要求事項、消防設施之要求及福島電廠事故相關之管制要求，完成「龍門電廠 1 號機燃料裝填 75 項管制項目」，截至資產維護管理計畫提出前（105 年 11 月底），已獲同意結案者 35 項，未結案者 40 項。對於尚未結案之事項，資產維護管理階段，台電公司仍將持續辦理其中 7 項，而其他尚未結案之事項，則將俟龍門電廠處理方案定案後，再依當時法規要求辦理後續作業。至於 2 號機部分則均待龍門(核四)電廠後續處理方式定案後再行處理。

二、 審查情形

資產維護計畫之目的，係為台電公司在後續處理方式定案前，得以確保既有設施(備)之最高價值，而計畫期間亦以「維持廠房安全及設備維護」、「維護結構/系統/組件狀態」、「保存與管理品質紀錄」等非屬工程施工(作)性質之維護作業為限，因此審查小組提出審查意見 RAI-I-02 請台電公司澄清資產管理計畫階段，其仍將持續辦理之建廠執照承諾事項是否涉及現場施工作業，以及若涉及現場工程施工作業，其必須於此階段辦理之迫切性與必要性為何？針對審查小組所提意見，台電公司答覆說明經再檢視後仍有 7 項建廠執照承諾事項，因涉及廠區邊坡監測，以及確保設備可用與資產最高價值之計畫目標，因此仍須持續辦理。經審查台電公司之答覆可以接受。

針對資產維護階段台電公司仍將持續「提送系統功能試驗報告」情形，審查小組考量電廠將進入資產維護階段後，未來係以確保資產最高價值為目標，電廠部分設備將再進一步拆解保存，加以保存期間未定，因此均會導致有測試結果有效性及效期等之疑慮；此外進入資產維護階段後，電廠現場有關構型條件完工狀態亦將已無法滿足系統功能試驗報告審查之要求與基礎之問題，因此審查小組提問 RAI-1-03 請台電公司再檢討並說明仍持續提送系統功能試驗報告之必要性及適切性。台電公司答覆說明有關龍門電廠 1 號機系統功能試驗報告送審事宜將遵照本會相關審查期程及要求辦理。台電公司之答覆經審查可以接受。

三、 審查結論

綜合以上審查結果，台電公司已就資產保存期間建廠執照承諾事項處理方案提出完整說明，並澄清審查小組所提意見，其內容可以接受。

第三章 品質保證方案

一、 概述

本章品質保證方案(以下簡稱資產維護品保方案)之目標係為確保龍門電廠 1、2 號機於資產維護期間，各項軟、硬體設備均在可用狀態，且相關品質作業均能按照品保承諾落實推動，以作為各項維護保存作業與品質管理之依據。

資產維護品保方案內容涵蓋以下項目：品質目標、適用時機、適用範圍、組織分工、品保方案、採購文件管制、工作說明書（作業程序書）及圖面、文件管制、採購材料（設備）和服務之管制、材料（零件）及組件的標識與管制、特殊製程管制、檢驗、試驗管制、量測及試驗設備管制、裝卸/儲存及運輸、檢驗（試驗）和運轉狀況之管制、不符合材料或零件（組件）之管制、品保紀錄、稽查等。

二、 審查情形

由於資產維護計畫期間之作業係以維持廠房安全、維護結構/系統/組件狀態，以及保存與管理品質紀錄等非屬工程施工性質之維護作業為主，因此對於資產維護計畫內容仍保留有龍門工程品保方案及據以執行等之內容，審查小組提出 RAI-I-02 請台電公司檢討說明資產維護計畫仍保留龍門工程品保方案之適切性及原因。針對審查小組所提意見，台電公司答覆說明其已再檢視並修正、刪除資產管理計畫中之龍門工程品保方案有關內容，經審查台電公司之答覆說明可以接受。

三、 審查結論

依據審查結果，龍門電廠資產維護品保方案除設計管制未納入外，其餘內容大致依循原能會品質保證準則等核能品保法規之規定，就資產維護階段之作業制定品保管制規定。此外，台電公司已針對審查小組所提意見，提出適當說明與修正對應之內容，其結果可接受。

第四章 1 號機維護計畫

一、 概述

本章說明 1 號機、共用廠房各系統/設備/組件、2 號機已移交之系統/設備/組件，以及 2 部機組初始燃料之保存方式、維護方式、維護週期、執行程序書、維護計畫之品質管理等之作業與規定，期達成確保資產維護期間系統/設備狀態良好、品質紀錄妥善保存及管理之計畫目標。

設備封存以系統為單位，參考 GEH、MHI 等顧問公司之建議、日本島根電廠及美國 Bellefonte 電廠經驗、美國電力研究院調查多座電廠之設備保存方法(式)之資料，並依據龍門電廠的環境條件及設備狀況等，選擇適當的保存方式。例如：管路的封存方式分為乾式及濕式二種。為提供設備良好的儲存環境，控制、電力、通風、空氣、冷卻水等系統於資產維護期間均仍維持正常運轉。因此資產維護期間電力系統仍維持提供機組運作所需之電力，柴油機則保持可用作為電源喪失時之後備系統；儀控網路系統維持運轉，以持續監控設備保存環境支援系統的狀態；通風及空調系統須維持運轉，以維護良好的儲存環境；廠用空氣系統、儀用空氣系統維持運轉，以提供乾燥空氣至各廠房需要空氣操作或控制之設備及乾式封存設備；洩水系統維持運轉，以處理運轉及維護所產生之廢水。

資產維護期間設備之維護方式、維護週期、執行程序書將以現已建置完成並已在使用中之維護管理電腦化系統(MMCS)管控設備維護及測試作業，包含設備管理子系統(EQ)、預防保養子系統(PM)、計畫性維護保養子系統(OW)、偵測試驗子系統(ST)、矯正維護子系統(CM)，以確保系統及設備的可靠度及可用度。另外，資產維護期間亦將持續辦理維護法規(MR)試行作業，提升系統及設備可靠度與可用性。

龍門電廠 1 號機資產維護期間之品質管理，將依照資產維護品保方案辦理相關業務。為利執行 1 號機資產維護業務，龍門電廠規劃發行特殊程序書「一號機封存維護計畫(SP-2014-DP-001)」為資產維護期間之各項保存、維護、測試作業的總指引。

資產維護期間龍門電廠仍將遵照原能會核准之暫行保安計畫持續執行廠區保安管制。目前龍門電廠 1、2 號機之新燃料仍暫存廠區，其貯存與運作方式係按照原能會核准之計畫辦理。其中存放於 1 號機之新燃料於資產保存期間，將由濕式貯存改為乾式貯存，貯存方式變更之差異，於「龍門核能發電廠初始爐心核子燃料接收暫存專案計畫」之「第 1 號補充文件」中說明。1 號機之燃料池冷卻與淨化系統於新燃料改為乾式貯存後將停止運轉，但反應器廠房通風與空調系統仍會持續運轉，以維持廠房大氣相對濕度符合新燃料乾式貯存要求。

為提供設備良好的儲存環境，控制、電力、通風、空氣、冷卻水等系統，於資產維護期間均仍由持照運轉人員監視及操作，以維持正常運轉，而運轉人員仍將依規定持續實施年度再訓練計畫，以及執行各項偵測試驗並參加友廠大修作業，以維持持照運轉人員之運轉及操作技能。此外，並適時開辦持照運轉員訓練班，以維持適量之持照運轉人員。

二、 審查情形

審查小組依據「龍門(核四)電廠資產維護管理計畫」總章所述，資產維護期間係以最少人力及經費，維持核四廠房安全級設備維護，以確保計畫期間龍門(核四)電廠資產之最高價值。因此針對第四章有關「運轉人員執照之維持、見習及再訓練」之內容，審查小組提出審查意見 RAI-I-04，請台電公司補充說明確保持照運轉人員運轉能力與資產維護計畫目的之關係與需要性？此外現場見習環境亦將因資產維護計畫之實施而改變，又如何能使見習作業不受影響。針對審查小

組所提意見，台電公司答覆說明龍門電廠資產維護管理計畫期間仍將依照原能會執照管理辦法，依計畫進行各項訓練。另針對進入資產維護階段而未能運轉之設備，龍門電廠將利用模擬器進行加強訓練，並適時見習友廠升降載作業及大修工作，以增進運轉員能力。至於見習問題亦將藉由至友廠見習升降載作業之方式處理因應。針對進入資產維護階段對持照運轉人員之換照及再訓練之影響，原能會已於第 38 次龍門計畫管制會議立案討論，並要求台電公司補充資產維護階段持照運轉人員人力需求說明，以及依「資產維護與保存計畫」內容研擬符合換照規定及再訓練要求之方案。因此審查小組再提審查意見要求台電公司依該次會議結論辦理以統一管制相關作業辦理情形，對審查小組此一意見，台電公司答覆已說明將依本會意見辦理後續相關作業之管制。

針對新燃料儲存方式由溼式變為乾式後，相關作業及啟動中子源儲放之安全，審查小組提出 RAI-II-01 請台電公司澄清說明是否仍可符合本會核可之龍門電廠輻射防護計畫。針對審查小組之提問，台電公司答覆說明新燃料儲存方式變更後之相關作業及啟動中子源儲放期間，1 號機燃料填換樓燃料貯存區仍劃為輻射管制區，現場執行進出管制，遵守輻射防護作業規定進行劑量監測，龍門電廠保健物理組並將執行例行輻射偵測及輻防管制作業，可符合原能會核可之輻射防護計畫。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對資產維護管理階段相關輻防管制人員及啟動中子源之相關證照狀況，審查小組提問 RAI-II-02 請台電公司澄清說明啟動中子源物質執照及操作執照現況。針對審查小組之提問，台電公司答覆說明龍門電廠啟動中子源均已依規定申請放射性物質許可證，至於有關操作人員則均領有原能會核發之證照，目前龍門電廠現有輻射防護師、輻射防護員及輻射安全證書等之人力及數量，可滿足資產維護管理期間輻

射防護工作所需。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對啟動中子源之水屏蔽深度可能因新燃料改為乾式，而不足原劑量率評估深度 2 公尺的情形，審查小組提問 RAI-II-03 建議台電公司於啟動中子源周圍增設具有即時警報及遠端監控功能之中子劑量監測系統。對於審查小組之提問，台電公司答覆說明依據最初啟動中子射源輻射劑量率評估報告，進行劑量率評估時雖然模擬中子射源放置於深度 2m 的水池中，但實際之水面高僅有 1m，因此即使新燃料變更儲存方式仍可符合原評估條件。另依據龍門電廠初始爐心核子燃料接收暫存專案計畫，現場已安裝有三台加馬及一台中子之區域輻射偵測器，而且不僅具有警報功能並可監測現場劑量率，電廠保健物理人員亦會依相關規定執行相關輻射偵測作業。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對「第 1 號補充文件」第 2.5.2.2 節，審查小組提問 RAI-II-07 請台電公司澄清說明屏蔽啟動中子源之 Cask Pit 其水位監測管控機制為何？針對審查小組之提問，台電公司答覆說明 Cask Pit 為一無洩水途徑之貯水空間。電廠將安裝水位開關及警示燈，當水位低於設定值時將引動警示燈。電廠值班人員將會每日查看 Cask Pit 水位警示燈是否閃爍，當警示燈閃爍時，將先查看 Cask Pit 水位狀況，並依現場狀況視需要進行補水，又前述相關作業電廠將建立工作指引加以規範。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對「第 1 號補充文件」第 2.2.3 節，有關新燃料改乾式儲存後將於燃料儲存區設置溼度計進行環境監測乙節，審查小組提問 RAI-II-05 請台電公司補充說明兩只臨時濕度計之監測及紀錄管控機制為何？針對審查小組之提問，台電公司答覆說明兩只臨時濕度計將於新燃料完成初步乾燥、濕度維持穩定後進行裝設，設置臨時濕度感測器將裝置於燃料貯存區濕度最高處，電廠人員將每日記錄濕度數值。燃料貯存

區之濕度除利用反應器廠房通風系統加以維持外，並將於用過燃料池北側之燃料填換樓區域設置臨時除濕機，若電廠人員發現相對濕度超過 60% 時，將啟動臨時除濕機設備以符合 70% 之要求。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對「第 1 號補充文件」第 2.3.1 節，審查小組提問 RAI-II-06 請台電公司澄清用過燃料池洩水後，是否須確認新燃料束是否已完全乾燥，若需完全乾燥則其乾燥程序與確認方式各為何？針對審查小組之提問，台電公司答覆說明新燃料束於用過燃料池洩水後將進行風乾作業，為確認新燃料束已完全乾燥，將於過燃料池內置入假燃料，並洩水風乾一段時間後，吊起假燃料觀察乾燥情形。若假燃料已無殘留水分，表示新燃料束亦已完全乾燥，前述有關作業將建立工作指引以規範相關工作。經審查台電公司之答覆說明可以接受。

針對新燃料後續處理之規劃與時程，並確保有關運送作業符合法規安全要求，審查小組提問 RAI-II-09、RAI-II-10 請台電公司澄清及注意，針對審查小組之提問，台電公司答覆說明有關新燃料之後續處置目前仍在研議規劃階段尚未定案，若未來執行新燃料之運送作業，將使用符合法規及仍在使用期限內之燃料運輸箱進行，以符合原能會管制要求。對於台電公司之答覆說明審查小組可以接受。

針對「第 1 號補充文件」第 2.1 節有引用「龍門(核四)電廠停工/封存計畫」品質保證方案，以及對於新燃料之敘述名稱多達 7 種之情形，審查小組提問 RAI-II-04、RAI-II-08 請台電公司更正或予以統一，針對審查小組之提問，台電公司已加以更正並統一用語可以接受。

三、 審查結論

綜合以上之敘述，台電公司對於本章內容與審查提問的答覆，已提出適當評估說明與修正對應之內容，其結果可接受。

第五章 2 號機維護計畫

一、 概述

本維護計畫敘明 2 號機系統/設備/組件之保存方式、維護執行之程序，並包含維護計畫之品質管理等，以確保機組於停工前之施工狀態，維持設備/組件各項功能正常，並將施工階段之品質文件妥為保存及管理，以利設備未來可運轉使用及確保品保紀錄可供追溯承接。

2 號機停工前仍為安裝階段，尚未全面進行施工後測試及試運轉。故針對已安裝於現場之設備採用適切的維護保養方式，以維持設備/組件為可用狀態及其功能正常。各系統的設備/組件將以乾式封存為主。

資產維護期間一般基本維護保養作業以相關程序書，執行設備維護及品質查證等作業；除基本維護保養作法外，台電公司將另編寫工作指引，彙集各特殊或重要設備之維護保養方式及採用之相關程序書，以做為資產維護期間之執行依據；另資產維護期間，2 號機維護保養作業將採自辦方式，如委外辦理係以人力支援及臨時性物料之提供或裝設為主，在台電公司管理下依資產維護品保方案之相關內容辦理。

為辦理現場施工狀態之清點及相對應佐證檢驗紀錄完整性之核對，確認各施工作業之現況，台電公司對於完成安裝之設備組件，需有對應完成之檢驗表，以作為未來繼續執行施工移交之依據；對未能全部完成之工項，需於檢驗表中註明實際施作之狀態，以作為未來繼續執行之依據，清點完成之設備組件相關文件紀錄依規定建置清單，文件類型包含檢驗紀錄、測試完成文件、相關施工設計文件/圖面、品質管制案件、廠家之品質文件等編號，統整列入『二號機保存期間設備組件管理清單』中管理。

為維持資產維護期間廠區安全，將執行人員及設備進出之管制，並派員進行廠房及廠區防盜/竊/破壞及漏水/油或其他異常狀況等機動

巡查之工作，並依保存及維護保養作業進度，適時將 2 號機廠房出入口予以縮減。

屬 ASME Sec. III 之設備組件安裝作業需將承包商及業主權責核能檢驗員在施工過程所執行檢驗見證紀錄留存，並交由台電公司管理；承包商需就 2 號機已執行 ASME 相關見證檢驗工作提送傳票等見證紀錄，依系統之設備、管路及支架分別彙整成冊，各系統之首頁表列工作報告，明列已執行之工作項目內容、進度，送交經辦組及品質組辦理審查及核准作業；相關 ASME 傳票紀錄及審查核准之工作報告與檢驗紀錄須一併建檔保存，並將傳票資料將一併納入檢驗表清單檔案中上傳。

二、 審查情形及結論

經審查小組檢視本章內容，台電公司除配合進行資產維護階段與第三章品保方案之調整，而就相關文件或其名稱進行刪節或修訂外，並未進行實質內容之修訂，因此審查小組對本章無進一步意見。

第六章 結語

一、 概述

龍門電廠資產維護管理計畫係為因應電廠現階段實質目的及內涵進行修訂，台電公司將確實依計畫執行，使各項資產設備於資產維護期間均在週延的品質保證方案下，進行 1、2 號機維護方案，並配合須有執照運轉人員監視及操作各項安全及重要設備下，確保各項資產設備(結構/系統/組件)狀態良好及可用性，以保有未來資產設備的最大價值，並等待後續處理方式定案。

二、 審查情形及結論

本章內容為重申管理承諾，無涉及資產維護管理有關之實質作業，故無審查意見。

第七章 總結

雖然龍門電廠已規劃進入資產維護管理階段，但為確保仍暫存於廠區內之初始爐心核子燃料安全及相關維護作業符合品保法規之要求，原能會仍本於職責組成審查團隊對資產管理計畫進行審查。審查期間，審查團隊除召開審查會議與台電公司人員進行面對面之討論外，並提出 14 項審查意見，於多次答覆說明後，相關審查意見均已獲得澄清。未來原能會仍將本於職責嚴格監督台電公司落實計畫之執行，以確保目前存放於廠址內之新核子燃料之安全及相關作業符合要求，進而保障民眾及環境之安全。