

「龍門電廠停工/封存計畫」
審查報告

行政院原子能委員會核能管制處
中華民國 104 年 6 月

目錄

	頁次
摘要	i
第一章 總章	1
第二章 停工/封存期間對於建廠執照承諾事項之處理方案..	3
第三章 品質保證方案	6
第四章 1 號機維護計畫	8
第五章 2 號機維護計畫	12
第六章 結語	15
第七章 總結	16

摘要

原能會（以下簡稱本會）於 103 年 8 月 28 日發布「核子反應器設施停工與封存及重啟作業導則」（以下簡稱「停工/封存導則」），該導則依據核子反應器設施管制法、核子反應器設施建廠執照申請審核辦法，以及核子反應器設施品質保證準則等法規，並參酌美國核管會（US NRC）有關緩建電廠的政策性聲明文件 GL 87-15，以及國際案例經驗等而制訂。台電公司則依「停工/封存導則」於 103 年 9 月 1 日將「龍門（核四）電廠停工/封存計畫」（以下簡稱「封存計畫」）函送本會。

台電公司之「封存計畫」共分六章，第一章簡述龍門電廠進入停工/封存之緣由，封存之規劃時程並承諾封存期間仍將維持建廠執照之有效性；第二章為封存期間對於相關建廠執照承諾事項之處理方案；第三章為封存期間適用之品保方案；第四、五章分別為 1、2 號機封存期間之維護方案；第六章則為結語。

為辦理「封存計畫」審查作業，本會由各處（局）室依其職掌業務分別派員共同組成一專案審查小組。審查期間專案審查小組除召開 2 次審查會議，亦赴現場執行視察，此外並分別提出 8 項程序審查意見（部分意見為跨章共同意見），以及 20 項審查意見（部分意見為跨章共同意見），要求台電公司進行說明或補充澄清。經台電公司依據本會審查意見修訂後，本會乃接受台電公司所提「封存計畫」，相關審查結論詳見本審查報告第七章總結。

本審查報告概述本會對台電公司「封存計畫」之審查歷程與結果，除總結外，其餘各章均包含概述、審查發現及審查結論三部分。

第一章 總章

一、 概述

台電公司依據 103 年 4 月 28 日行政院於國際記者會「核四 1 號機不施工、只安檢、安檢後封存；核四 2 號機全部停工」之宣布，以及經濟部 103 年 4 月 30 日函所做「台電公司需擬具封存及停工計畫陳報經濟部核轉行政院核定」之指示，隨即著手進行龍門電廠停工/封存之規劃。

自 103 年 5 月 16 日起，台電公司開始辦理停工/封存有關作業之規劃，並於 103 年 9 月 1 日將「封存計畫」提送原能會。該計畫以封存期限為 3 年進行相關作業之規劃，並預計於 104 年 1 月 1 日起依原能會核定之「封存計畫」，啟動封存相關準備作業，並待政府宣布後恢復（重啟）建廠作業。

另台電公司於 102 年 12 月 10 日提出將建廠執照期限展延至 109 年 12 月 31 日之第三次建廠執照展延申請，則已於 103 年 11 月 26 日獲本會同意。未來若需再展延，仍應於此期限屆滿前一年，依法辦理建廠執照展延申請作業。

二、 審查重點與發現

在程序審查階段針對計畫之架構完整性進行審閱，專案審查小組依循本會「停工/封存導則」檢視台電公司所提送「封存計畫」第一章之內容，發現並未敘明停工/封存之（預定）啟動日期，且未對當時仍在辦理建廠執照展延作業之現況、後續作業規劃，以及相應之因應措施方案，遂提出 2 項程序審查意見要求台電公司補正資料。

另由於台電公司所謂之「安全檢測工作」為其自主之檢討措施，非法規或本會要求之作業，相關報告亦無須提送本會，同時與「封存

計畫」亦無關，故本會專案審查小組要求台電公司修訂「安全檢測工作」相關內容，應針對封存相關作業進行論述。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容，由於台電公司已依專案審查小組之意見補(修)正或提出相關澄清說明，專案審查小組再審查認為可以接受。

第二章 停工/封存期間對於建廠執照承諾事項之處理方案

一、 概述

龍門電廠之初期安全分析報告（PSAR）於經本會審查接受並同意核發龍門電廠建廠執照之同時，台電公司於 PSAR 及其審查期間所承諾應於興建期間完成之 120 項 PSAR 管制追蹤案，為最初之建廠執照承諾事項範圍。

而為完善龍門電廠 1 號機燃料裝填前相關作業之管制，避免遺漏法規要求及執照承諾事項，除前述之 PSAR 管制追蹤案外，本會遂再依相關法規要求，以及緊急/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一核能安全防護之要求辦理事項，與其他主管機關指定並發布事項等訂定完成「龍門電廠 1 號機燃料裝填 75 項管制項目」，此為龍門電廠 1 號機封存前之建廠執照承諾事項。截至 104 年 1 月底，「龍門電廠 1 號機燃料裝填 75 項管制項目」已有 35 項獲本會同意結案；至於未結案之 40 項中，台電公司將於封存期間以台電公司自有人力繼續執行之項目共 19 項；其餘 21 項則將於啟封後辦理。

至於龍門電廠 2 號機之建廠執照承諾事項則包括：(1)興建期間檢查要求改善辦理事項、(2)初期安全分析報告審查結論應辦理事項執行事項、(3)興建期間安全相關及可靠度一級設備之結構、系統及組件品質不符案件處理事項及(4)其它主管機關指定並發布之事項等項目；目前台電公司皆已依程序將之列為內部管制項目，其中除 2 號機設備之維護保養作業，需於封存期間持續進行外，其他涉及施工及設備改善的部份，因龍門電廠已屬停工狀態，故將待啟封後再執行，並於 2 號機燃料裝填前完成。

二、 審查重點與發現

在程序審查階段，本會依循所發布之「停工/封存導則」檢視台電公司所提送「封存計畫」之第二章內容，經查其所述封存期間仍將持續執行之建廠作業或其他之活動未明確說明，致有過於模糊不清之情形，對此本會專案審查小組提出 1 項程序審查意見，要求台電公司重行檢視並更新相關敘述內容。

針對停工/封存期間，輻防人員規劃、輻防相關證照數、輻射偵測紀錄保存之相關作業程序書，以及環境輻射偵測計畫是否持續執行等，本會專案審查小組提出 2 項審查意見要求台電公司澄清。由於台電公司答覆顯示：停工/封存期間台電公司仍將維持一定數量之輻防人力，且環境輻射偵測計畫亦仍將持續執行，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

經檢視「封存計畫」內容，龍門電廠停工/封存期間仍將持續執行之作業活動，1 號機為設備維護保養及例行測試、品質文件管制（含設計文件）及品質管理，2 號機則為設備維護保養、品質文件管制（含不涉及施工之品質管制案件之辦理資料蒐集），對此本會專案審查小組提出 3 項審查意見，要求台電公司再行檢視確認是否另有其他之作業活動，並於「封存計畫」敘明封存期間仍持續辦理之項目，如二部機組之建廠承諾事項、「龍門電廠 1 號機燃料裝填 75 項管制項目」以及福島改善細項等。台電公司答覆顯示：相關停工/封存期間之作業活動已明確載明於「封存計畫」中，因此專案審查小組檢視後無進一步意見。

「燃料裝填承諾事項」中有關持照運轉人員如何維持運轉員基本操作能力，封存期間是否可滿足「龍門核能發電廠新建期間見習方案」（見習方案內容包含：主控制室人機介面見習、主控制室運轉團隊運作見習、現場作業運轉團隊運作見習、系統隔離/復原掛鎖卡作業見習），對此本會專案審查小組提出 1 項審查意見，要求台電公司補充說

明。台電公司答覆顯示：龍門電廠於封存期間相關持照人員須配合預防保養設備操作、執行偵測試驗程序書、設備換台或設備檢修前後掛銷卡等工作均涵蓋主控制室人機介面、主控制室運轉團隊運作、現場作業運轉團隊運作及系統隔離/復原掛銷卡等作業，故應可符合本會見習方案之要求，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容，由於台電公司已依專案審查小組之意見補(修)正或提出相關澄清說明，專案審查小組再審查認為可以接受。

第三章 品質保證方案

一、 概述

為確保龍門電廠 1、2 號機於停工/封存期間，各項軟、硬體設備均能在可用且維持封存前狀態，且相關品質作業均能按照品保承諾落實推動，特訂立品質保證方案，以作為各項封存作業與品質管理之依據。

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、設計管制、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（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。

二、 審查重點與發現

在程序審查階段，本會依循所發布之「停工/封存導則」檢視台電公司所提送「封存計畫」之第三章內容，經查其所述封存期間適用之品保方案，對於管理/品保之組織及人力規劃未明確說明，對此專案審查小組提出 1 項程序審查意見，要求台電公司補正相關資料。

針對「封存計畫」中之品質保證方案，應專章說明於停工/封存期間之設備老化/更換之管制政策（應包含挪用作業），且再行檢視是否仍有涉及實質之設計與設計修改作業，對此本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充說明。台電公司答覆顯示：龍門電廠於封存期間僅規劃進行文件整理性質之設計作業，不會進行涉及實體變更之設計與設計修改作業，且補正相關老化/更換之管制政策於「1 號機維護方案」及「2 號機維護方案」中，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

龍門電廠封存期間之品保作業應依據「龍門電廠（核四）封存品保計畫」，相關作業程序書亦應依其建立，如為沿用之既有程序書，則應進行檢視與必要之修訂，並應建立封存期間適用程序書之清單以利管理，對此本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充說明。台電公司答覆顯示：已在「封存計畫」列出清單並辦理相關程序書修訂作業，預計將於全廠進入封存狀態前完成程序書修訂，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

本會於赴龍門工地執行封存計畫現場視察時，發現：仍有程序書沿用施工期間委由承包商執行相關品保/品管作業之情形，而非完全以自辦方式之角度進行修訂；尚未針對封存期間之自辦作業建立相關之 QC/QA 管制機制，不符合品保法規獨立性要求；2 號機封存準備作業未建立完備之管制機制及標準(如：應查核確認之封存準備事項、內容及要求(品質)標準等)；系統組件維護保養清單之完整性及登錄作業未建立程序要求及查核確認機制，對於前述相關視察發現專案審查小組已告知台電公司應於封存準備期間進行改善，台電公司亦已著手辦理改善。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容，由於台電公司已依專案審查小組之意見補(修)正或提出相關澄清說明，專案審查小組再審查認為可以接受。

第四章 1 號機維護計畫

一、 概述

本維護計畫係依據原能會「核子反應器設施停工與封存及重啟作業導則」，敘明 1 號機及共用廠房各系統設備組件及 2 號機已移交之系統設備組件之封存方式、維護方式、維護週期、執行程序書，並包含維護計畫之品質管理等，確保封存期間系統/設備狀態良好、品質紀錄能獲得妥善保存及管理。

設備封存以系統為單位，台電公司參考美商奇異(GEH)公司、日本三菱重工(MHI)等廠家之建議，以及日本島根電廠與美國 Bellefonte 電廠封存經驗，並依據美國電力研究院調查多座電廠之封存方式與設備保存方法之研究調查報告，同時考量龍門電廠個別的環境條件及設備狀況等，依設備之特性及需要選擇適當的封存方式。例如：管路的封存方式可以分為乾式及濕式二種；儀/電設備屬精密電子零件，封存期間大多數將採用持續送電方式，並保持各廠房之空調通風系統運作；電力系統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；儀控網路系統將維持運轉，以持續監控電廠的狀態；通風及空調系統須維持運轉，以維護良好的儲存環境；廠用空氣系統及儀用空氣系統維持運轉，以提供乾燥空氣至各廠房需藉以操作或控制之設備及乾式封存設備使用；洩水系統維持運轉，以處理運轉及維護所產生之廢水。

封存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) 來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。另外封存期間亦將持續辦理維護法規 (MR) 試行作業，提升系統設備可靠度與可用性。

龍門電廠 1 號機封存期間之品質管理，將依照「封存作業品保方案」辦理相關業務。為利 1 號機封存作業之執行，電廠已規劃發行特殊程序書「一號機封存維護計畫(SP-2014-DP-001)」做為封存期間之各項封存、維護、測試作業的總指引。

封存期間龍門電廠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，1、2 號機均已位於控制區管制範圍內，且目前龍門電廠 1、2 號機之初始爐心核燃料均已運抵廠區，其貯存與運作方式仍將按照原能會核准之計畫辦理；且為確保封存前後設計工作能順利接續，封存期間，台電公司核能技術處及龍門電廠將持續共同進行工程與技術設計相關項目及文件之整編及管理作業。

二、 審查重點與發現

在程序審查階段，原能會依循發布之「停工/封存導則」檢視台電公司所提送「封存計畫」第四章之內容，發現並未敘明 1 號機在封存期間仍將進行之作業/活動，其相關之管控（制）程序/流程，或將遵循之作業程序書/辦法，以及將納入維護方案之 SSC 清單（應載明是否屬輻射偵測儀器），同時亦未規劃建立維護計畫執行狀況與成效之定期檢討機制與作法，對此本會專案審查小組提出 3 項程序審查意見，要求台電公司補正相關資料。

針對停工/封存期間，有關固體廢料處理系統（焚化爐、壓縮機、濕式廢料減容及固化系統）泵類以外相關組件之運轉維護週期，以及如何防止異物由反應爐流進控制棒機構之作法，本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充說明。台電公司答覆顯示：相關固體廢料處理系統維護週期為每 6 個月啟動並搭配 PM 執行一次。另控制棒驅動系統封存期間將持續供應沖淨水，以防止異物由反應爐流進控制棒機構，對此專案審查小組審查後認為可以接受。

針對「1 號機維護計畫」中應敘明停工/封存期間之組織及人力規

劃狀況與建立應遵循之作業程序書/辦法清單方面，本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充說明。由於台電公司已補正相關人力規劃與執掌業務，以及提出適用之作業程序書/辦法清單，並據此修訂「1 號機維護計畫」對應內容，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

針對「1 號機維護計畫」所述封存期間，將僅進行設備維護之保養與例行測試，以及相關之品管作業與品質文件（含設計文件）管理。對此本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司檢視「1 號機維護計畫」是否抵觸上述作業範圍。台電公司答覆顯示：「1 號機維護計畫」五、(三)節封存前一號機未完成事項之管控方式，係依據「封存計畫」之「參、品質保證方案五、品保計畫（四）」相關要求訂立，且並無否涉及實質之設計或設計變更，以及現場施工作業，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

為確保各設備/系統所採保存/維護措施之有效性，以及建立設備老化/更換之管制政策（包含移用作業），以確保封存期間設備/組件之品質與功能仍能符合設計及法規之要求，對此本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充各設備/系統於封存期間之劣化/老化機制及其監測方法。台電公司答覆顯示：封存期間，1 號機所有系統/設備之維護、保養及測試皆使用 MMCS 管控，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）等，並將持續辦理 MR 試行作業與現有營運核電廠相同，應可確保設備/系統品質與功能，並監測電廠維護作業成效，對此專案審查小組審查後認為可以接受。

針對 1 號機維護方案之適用範圍包括有 2 號機已移交龍門電廠之 SSC，顯示將有界面存在，對此本會專案審查小組提出 1 項審查意見，要求台電公司補充有關之管制機制及要求。台電公司答覆顯示：目前

2 號機已移交龍門電廠之部分，其維護保養將依照 1 號機封存維護計畫並由龍門電廠執行，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容，由於台電公司已依專案審查小組之意見補(修)正或提出相關澄清說明，專案審查小組再審查認為可以接受。

第五章 2 號機維護計畫

一、 概述

本維護計畫係依據原能會「核子反應器設施停工與封存及重啟作業導則」，敘明 2 號機系統設備組件之封存方式、維護方式執行程序書，並包含維護計畫之品質管理等，以確保設備/組件各項功能正常，並將封存前施工階段品質文件妥為保存及管理，以確保品保紀錄可供追溯承接。

2 號機封存前仍為安裝階段，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。

封存期間一般基本維護保養作業以「設備安裝期間維護保養管制作業程序書」為依據，執行設備維護品質查證等作業，並編寫「二號機封存基本維護保養作業工作指引」，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，以供封存期間之執行依據；另封存期間，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核定之『龍門電廠(核四)封存品保方案』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。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，列入『二號機封存期間設備組件管理清單』中管理。

為維持封存期間廠區安全，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，並依封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。

二、 審查重點與發現

在程序審查階段，本會依循所發布之「停工/封存導則」檢視台電公司所提送「封存計畫」之第五章內容。針對本章未敘明 2 號機在封存期間各項作業/活動之管控（制）程序/流程，或其應遵循之作業程序書/辦法、納入維護方案之 SSC 清單（應載明是否屬輻射偵測儀器）、「二號機封存期間設備組件管理清單」之建立、查核與維護等之作業管控機制說明及程序書，以及維護計畫執行狀況與成效定期檢討機制等內容情形，本會專案審查小組提出 4 項程序審查意見，要求台電公司補正相關資料。

針對「2 號機維護計畫」中應敘明於停工/封存期間之組織及人力規劃狀況、須提出應遵循之作業程序書/辦法之清單、應補充 2 號機納入維護方案之 SSC 清單，對此本會專案審查小組提出 3 項審查意見，要求台電公司補充說明。台電公司答覆顯示：已補正相關人力規劃與執掌業務、明列適用作業之程序書/辦法之清單、2 號機 SSC 清單，並據此修訂「2 號機維護計畫」對應內容，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

為確保各設備/系統所採保存/維護措施之有效性，以確保其品質與功能仍能符合設計及法規之要求，「2 號機維護計畫」應訂定有設備老化/更換（應包含挪用作業）之管制機制。對此本會專案審查小組提出 2 項審查意見，要求台電公司補充各設備/系統於封存期間之管制機制，以及監測劣化/老化機制及其監測方法。台電公司答覆顯示：2 號機各設備/組件於啟封安裝完成後，將於執行試運轉測試前辦理小型大修，將有缺失及已達使用壽命之元件更換。另封存期間，除每月例行之維護保養作業外，亦已洽詢國內專業機構協助對於封存期間之維護

保養執行成效及設備組件現況，依現場環境及設備組件特性，規劃設置監測地點/監測試片/監測頻率及評估方式等，因此專案審查小組審查後認為可以接受。

本會於執行 2 號機維護計畫現場視察時，發現對於 2 號機維護保養作業有關監測及評估方式（即劣化/老化監測方案）之規劃仍有時程不明確、「2 號機封存期間設備組件管理清單」來源及依據不明確、未訂立各系統設備/組件之長程維護保養排程（季/月/周）等情形後，已就相關視察發現開立視察備忘錄或注意改進事項，要求台電公司改善。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容，由於台電公司已依專案審查小組之意見補(修)正或提出相關澄清說明，專案審查小組再審查認為可以接受。

第六章 結語

一、 概述

「封存計畫」係依據原能會擬定之「停工/封存導則」所撰寫，內容包括停工/封存理由、停工/封存啟動日期、停工/封存期間對於建廠執照承諾事項之處理方案、品質保證方案及 1、2 號機維護計畫。

台電公司承諾將確實依「封存計畫」執行，使各項安全相關結構、系統、設備組件之維護保養及測試作業，於封存期間均在周延的品質保證方案下進行，確保封存期間結構、系統、設備組件狀態良好，品質紀錄妥善保存及管理。

二、 審查重點與發現

台電公司封存計畫之本章內容係計畫之結論，封存相關之實質作業已於前述章節載明，故無進一步審查意見。

三、 審查結論

台電公司封存計畫之本章內容係計畫之總結，原則與前述章節封存相關之實質作業一致，故專案審查小組認為可以接受。

第七章 總結

一、 審查結論概述

台電公司所提送「封存計畫」於歷經本會與台電公司往返多次之審查與澄清答覆，以及現場視察後，相關審查意見與疑慮均已獲得澄清，且計畫內容亦已依歷次審查意見及修訂承諾完成修訂，故可符合本會「停工/封存導則」之要求。

本會為核能安全主管機關，對於龍門電廠興建期間各階段之任何作業或計畫變更，均秉持安全監督之職責，建立適切管制措施，因此龍門電廠雖然進入封存，但封存期間龍門電廠只要建廠執照維持有效，本會依法就對電廠負有監督管制權責，且業主亦仍有確保電廠設施符合品質及安全功能要求的責任，因此既有之監督管制機制（駐廠、定期/專案視察、管制會議）目前仍會持續運作，不會有任何影響。然隨著建廠階段的演進及工作重點的改變，龍門電廠進入封存階段後，本會亦將視需要配合調整視察及管制重點與方式，以滿足安全管制的需要。整體而言，封存期間龍門電廠現場作業將以設施（備）維護為主，且台電公司亦仍將持續辦理部分不涉及現場施工之燃料裝填前應完成事項及福島管制案件，龍門電廠封存期間本會管制作業重點如下：

1. 封存期間其相關設施之維護作業
2. 封存期間之維護有效性評估與監測機制
3. 封存期間之品質紀錄/設計文件完整性及維持作業
4. 封存期間台電公司持續辦理之燃料裝填前應完成事項及福島管制案件
5. 持續蒐集國外電廠封存管制經驗，精進管制作為

二、 後續管制要求

為確保台電公司龍門電廠與施工處於後續封存相關作業之執行，以及封存品保方案轉換作業符合本會核定之停工/封存計畫，本會除已要求台電公司須於改採封存品保方案前通報本會，同時台電公司核能安全處亦應於改採封存品保方案後三個月內，針對龍門電廠與施工處實施專案稽查，以確認品保方案轉換與封存相關作業之執行狀況符合封存品保方案之要求外，本會亦將藉由駐廠及定期視察等作業時機持續就有關作業狀況進行了解及追蹤管制。