

台灣電力公司第三核能發電廠
除役過渡階段整體性維護管理方案
安全審查報告

核能安全委員會

中華民國 115 年 1 月

摘要

台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電公司)於 110 年 7 月 26 日依據核能安全委員會(以下簡稱本會)「核子反應器設施管制法」第 23 條規定提出「第三核能發電廠除役計畫」(以下簡稱核三廠除役計畫)。其係因核三廠 1、2 號機運轉執照，分別於 113 年 7 月 27 日及 114 年 5 月 17 日屆期，台電公司依法提出核三廠除役計畫，經本會於 112 年 4 月 24 日完成審查。

核三廠運轉執照屆期進入除役期間，用過核子燃料仍存放用過燃料池，為確保需維持運轉或可用之系統/設備於用過核子燃料全部移出前可執行其預期功能，以及停止運轉設備之隔離停用不會影響需維持運轉或可用系統/設備的功能。台電公司依核三廠除役計畫重要管制事項第 6 項要求，除役期間核子燃料全部移出核子反應器設施前之安全分析報告、技術規範及整體性維護管理方案，提報主管機關審核，並定期更新。在未經核准前，應依原運轉規定辦理。

台電公司依前述要求提出「核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案」，主要內容為除役過渡階段之維護策略、監測及管理、老化管理，以及檢測及測試等內容。本會辦理本案審查工作，由本會同仁組成專案審查小組，從專業角度與安全的立場，以及審查經驗與除役管制實務等層面，針對前述報告進行審查，審查期間共召開 3 次審查會議，共提出 55 項審查意見，台電公司提出澄清說明及補充修訂後，經審查後可以接受，應可確保除役過渡階段用過核子燃料之安全。

目錄

摘要	I
目錄	II
壹、目的	1
一、概述	1
二、審查發現	1
三、審查結論	2
貳、維護策略	3
一、概述	3
二、審查發現	4
三、審查結論	6
參、監測及管理	7
一、概述	7
二、審查發現	7
三、審查結論	9
肆、老化管理	10
一、概述	10
二、審查發現	18
三、審查結論	27
伍、檢測及測試	28
一、概述	28

二、 審查發現	28
三、 審查結論	31
陸、 總結	32

壹、目的

一、概述

核三廠除役過渡階段用過核子燃料全部移出至乾式貯存場前，用過燃料池內用過核子燃料的冷卻及貯存仍須持續進行，以確保其安全，故需維持運轉或可用之系統/設備須能執行其預期功能；停止運轉設備在隔離停用期間，亦不會影響需維持運轉或可用系統/設備的功能、人員安全或造成環境影響；對於計畫停止運轉之系統/設備，當電廠尚未依程序書 D103.3「系統評估再分類與過渡(System Evaluation and Reclassification Team, SERT)管制程序」完成其隔離停用前，不致發生因設備的劣化而影響需維持運轉系統/設備的功能並兼顧人員安全。為達成上述確保用過燃料池內用過核子燃料冷卻及貯存安全的目的，核三廠訂定此除役過渡階段整體性維護管理方案，主要內容包含此段期間的維護策略、監測及管理、老化管理，以及檢測及測試等四部分。

二、審查發現

本章節之目的經審查後，共提出 2 項審查意見，審查意見重點整理說明如下：

- (一)本整體性維護管理方案內容包含附錄部分，屬於本文附加文件，主文內容欠缺附錄部分相關論述，乃要求於主文相關章節補充修訂報告內容。

台電公司答覆說明已依本會意見，於第一章補充敘述附錄相關說明，經審查後可以接受。

(二)本方案係除役過渡階段之整體性維護管理方案，其內涵應依據核三廠除役計畫所指過渡階段辦理。本章目的未明確敘明是否涵蓋核三廠除役計畫第五章之除役過渡階段的各個期間，以及須確認本方案適用範圍相關系統數量與狀態，會隨著除役過渡階段改變，請台電公司於方案相關章節適切敘明其依據與除役過渡階段各期間之組態含括情形。

台電公司答覆說明，本方案依除役計畫第五章，除役過渡階段包含爐心仍有燃料期間、用過燃料池島區整備期間及一大部分的用過燃料池島區運轉期間；除爐心仍有燃料期間仍依原運轉期間技術規範及終期安全分析報告接受管制外，本方案第一章及第二章所述期間係包含除役過渡階段用過核子燃料全部移出核子反應器後之用過燃料池島區整備期間及用過燃料池島區運轉期間，台電公司亦會隨各個狀態進行維護方案調整。本項台電公司答覆及補充修訂後之內容，經審查後可以接受。

三、審查結論

核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案有關目的之內容，主要說明在除役過渡階段，為確保用過核子燃料冷卻與貯存之安全提出整體性維護管理方案之架構，並敘明其依據，以及方案組態會隨各個狀態進行維護方案內涵調整。本章內容經澄清說明與補充修訂等，經審查後可以接受。

貳、維護策略

一、概述

核三廠除役計畫第五章依機組於除役過渡階段各系統設備之需求狀態，將其分為以下 3 類：

類別	除役計畫第五章敘述	說明
第一類	須維持運轉系統-安全相關	用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關
第二類	須維持運轉系統-非安全相關	其它仍須接受管制之系統組件
第三類	停止運轉系統	涵蓋除役計畫內停用、留用及電廠儲備狀態系統

核三廠 1 號機與 2 號機分別於 2024 年 7 月 27 日及 2025 年 5 月 17 日運轉執照屆期後，隨即將反應爐用過核子燃料移至用過燃料池貯存，電廠除役過渡階段系統/設備 SERT 隔離停用前，針對不同類別之組件制定主要維護策略摘述如下：

- (一)針對第一類用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的結構系統組件，除例行巡視外，依核三廠「預防保養工作品質管制程序」中各設備檢查週期基準與維護程序書來執行各項定期設備維護保養、測試及監測相關作業。
- (二)針對用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的結構系統組件(第一類)及其它仍須接受管制之系統組件(第二類)，藉由值班人員現場巡視(包含控制室盤面燈號測試)，及維護負責部門定期巡視掌握各系統運轉狀況，在發生運轉偏差或設備故障，則開立請修單執行矯正維護。

(三)第三類停止運轉系統，透過運轉值班人員每值設備狀況巡視(包含控制室盤面燈號測試)及維護人員現場巡查，發現並記錄設備偏差問題。

電廠除役過渡階段系統/設備 SERT 隔離停用後之維護策略，對於須維持運轉系統(安全及非安全)或儲備系統，進行定期設備維護保養、測試及監測等維護作業，並有值班與維護人員執行現場巡查；針對停用系統與需維持運轉系統間介面之邊界組件進行監測與維護，其餘則執行定期檢視以確認組件完整性，使之不致發生停用設備劣化造成繼續運轉設備不可用或產生工安/環境等影響。

二、審查發現

本章節之維護策略經審查後，共提出 5 項審查意見，彙整審查意見重點整理說明如下：

(一)除役計畫第五章敘述：「各系統設備依其需求狀態可分為以下 3 類：

1.需維持運轉系統安全相關（初步分類為 37 個項次）2.需維持運轉系統-非安全相關（初步分類為 117 個項次）3.停止運轉系統（初步分類為 125 個項次）」，因此針對系統設備之不同需求狀態進入隔離停用或拆除前，應有適當之運轉維護作業規劃，以及維持運轉系統設備應有適當之老化管理方案，乃請台電公司澄清說明相關系統組件的維護與老化管理之作法規劃情形。

台電公司答覆說明各系統設備之維護與老化管理，其範疇主要針對用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的結構系統組件，執行系統設備運轉定期維護與測試；另對於停止運轉系統設備分別採取乾式或濕式之長期貯存或巡視檢查作業。電廠對各結構系統組件於

拆除前，依適度的老化管理方案，以確保結構系統組件維持其預期功能。本項台電公司答覆與澄清說明及相關修訂等內容，經審查後可以接受。

- (二)本章維護策略針對除役過渡階段之定期維護測試作業，請台電公司補充說明(1)設備的維護規劃與原營運期間執行設備檢查作法差異，並提出相關法規依據；(2)除役過渡階段之定期維護測試作業，請補充說明總處及電廠相關的作業品保規劃。

台電公司答覆說明(1)除役過渡階段之定期維護測試作業主要參考除役計畫第五章，將"安全相關/持續接受管制"系統歸於第一類-用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的系統；"非安全相關/持續接受管制"系統歸於第二類-其它仍須接受管制之系統組件，於第 1 次開始執行定期維護測試前，參考廠家建議、運轉經驗、設備狀況完成評估，並於核能電廠維護管理電腦化系統修訂維護週期，據以執行；(2)針對總處及電廠於定期維護之作業品保規劃，依「核能電廠除役管制作業溝通會議」決議，將定期集中維修測試計畫及稽查計畫分別於預定作業開始前提供本會，相關維修測試計畫之工作項目清單台電公司將視狀況調整。本項台電公司答覆與澄清說明及相關修訂等內容，經審查後可以接受。

- (三)除役過渡階段需維持運轉系統，若屬環境驗證(Environmental Qualification, EQ)組件，電廠應完成相關程序書及「壽期管理資訊平台」的修訂，在除役安全評估報告完成評估將惡劣環境修訂為溫和環境或未取得管制單位豁免前，請澄清 EQ 組件壽期到期前組件

之更新或維護作業。

台電公司答覆說明基於 10 CFR 50.49 為安全重要電氣設備需符合環境驗證的法規，於 1983 年 1 月 21 日聯邦公報(48FR2733)首版 Final Rule 中已明確說明 10 CFR 50.49 適用於運轉中核電廠。依據 10 CFR 50.49(a)持照業者應建立電氣設備驗證方案，但不包括已依 50.82(a)(1)申請並確定永久停機且爐心燃料全部退出的核電廠；本項台電公司答覆與澄清之說明內容，審查後可以接受。

三、審查結論

核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案有關維護策略之內容，主要說明除役過渡階段需維持運轉之安全與非安全相關系統，及停止運轉系統於隔離停用前之監測/維護策略。本章內容經澄清說明及補充修訂等，經審查後可以接受。

參、監測及管理

一、概述

核三廠對於除役過渡階段仍須維持運轉或可用之設備，其維護作業之成效，仍比照運轉期間要求，依循美國聯邦法規 10 CFR 50.65 要求及電廠維護法規(Maintenance Rule, MR)方案進行管控，且仍保守依運轉期間訂定之性能準則，監測其結構、系統和組件(Structure, System, and Component, SSC)性能，當性能不可接受時，探討原因、訂定矯正措施及設定改善目標，並依據目標監測 SSC 性能，至其性能回復為可接受。

對原屬 MR 範圍但進入除役過渡階段後列為停止運轉系統，將從 MR 管控範圍內移除，但核三廠為確保原 MR 資料庫歷史資料完整性，仍不會將其從 MR 資料庫移除，而以列表方式註明不適用於 MR 範圍內。原屬 MR a(4)之維修風險評估部分，將改依程序書 D180「維護工作排程作業管制程序」進行維護工作管理。

當發生設備故障時，將視需要依循除役程序書 D157「肇因分析作業程序」和 D157.3「人員績效增進系統作業程序書」，分析造成設備異常的根本原因或探討人員作業疏失問題，以防止缺失重複發生。其他有關重複請修單追蹤、系統討論等機制，都將如運轉期間維持運作。

二、審查發現

本章節之監測及管理經審查後，共提出 5 項審查意見，彙整審查意見重點整理說明如下：

(一)針對用過燃料池冷卻、補水與儲存功能有關之支援系統，包括但不

限於冷卻水系統、電氣及儀控系統、空調系統及消防水系統等，請說明在除役過渡期間之規劃及作法。

台電公司答覆說明上述系統在經 SERT 分類後仍須使用之部分，依本管理方案監測其 SSC 性能，並於其性能不可接受時，探討原因並訂定矯正措施，設定改善目標，並依據目標監測 SSC 性能，至其性能回復為可接受；經台電公司澄清說明並修訂本章節相關內容，審查後可以接受。

(二)原運轉中程序書 180「維護工作排程作業管制程序」之適用範圍僅限於機組併聯運轉下之維護作業，請澄清所提除役期間程序書 D180「維護工作排程作業管制程序」能否適用。

台電公司答覆說明工作排程架構及程序仍適用除役過渡階段，將依程序書 D180「維護工作排程作業管制程序」進行維護工作管理及排程管制；經台電公司澄清說明，審查後可以接受。

(三)方案所述「原屬維護法規範圍內之系統功能，若除役後列為停止運轉系統，將從 MR 管控範圍內移除，……」請說明核三廠除役計畫第 5 章所分類之“留用系統”是否亦從 MR 管控範圍內移除。

台電公司答覆說明核三廠除役計畫第 5 章所訂定之留用系統，於本管理方案中歸類為停止運轉系統。MR 資料庫若有核三廠除役計畫第 5 章所訂定之留用系統，為保留過去維護紀錄完整性，將不會從 MR 資料庫移除；經台電公司澄清說明，審查後可以接受。

(四)方案所提「原屬 MR a(4) 之維修風險評估部分，將改依本廠除役期間程序書 D180「維護工作排程作業管制程序」，進行維護工作管

理」，維修風險評估與維護工作管理重點並不一樣，請說明程序書 D180 執行維修風險評估之方式。

台電公司答覆說明除役過渡階段爐心已無燃料，因此例行維護、矯正維護作業等，著重於工作管理及排程管制。此外，核三廠已依除役計畫重要管制事項(DP-31)要求，進行用過燃料池風險評估模式之規劃及建置，在建置完成前，對於用過燃料池冷卻水泵將另外進行風險管控作為，確保用過燃料池冷卻系統至少一串功能正常，以維持用過燃料池足夠之水存量及餘熱移除能力；經台電公司澄清說明，審查後可以接受。

(五)依附錄一「除役過渡階段維護管理方案架構」，趨勢分析亦為「監測及管理」一環；請說明趨勢分析之作法，以及相應程序書。

台電公司答覆說明核三廠除役期間之趨勢分析將依除役程序書 D182「除役期間核三廠趨勢分析作業程序書」執行趨勢分析作業。經台電公司澄清說明，審查後可以接受。

三、審查發現

核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案有關監測及管理之內容，包括：MR(藉由監測 SSC 於維護後功能失效情形，確認維護有效性，以提升維護品質)、維護風險評估等內容，主要係沿用運轉期間已具體實施多年之管理措施，再因應除役過渡階段之狀態進行適當調整，經審查後可以接受。

肆、老化管理

一、概述

(一)老化管理適用範圍

核三廠於除役過渡階段，用過核子燃料仍置於用過燃料池，電廠各系統經 SERT 後規劃仍須使用之用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的安全相關結構系統被動組件，考量除役期間現場環境溫度、輻射條件改變、系統/設備與營運期間不同，擬定在除役過渡階段所需的老化管理方案(Aging Management Program, AMP)項目。

(二)老化管理方案之架構及內容要求

台電公司參考 NUREG-1801 建立老化管理方案，檢視材料、環境、老化效應及其他等因素，篩選適用於核三廠除役過渡階段之老化管理方案，且每項老化管理方案，包括方案概述、方案十要項及結論，其中方案十要項內容依序為：

- 1.方案涵蓋範圍：需管理的標的物及範圍。
- 2.預防性措施：能有效減輕或預防初期老劣化之措施。
- 3.監測或檢測參數：能直接反應管理標的物老劣化的指標，或影響組件預期功能的資訊。
- 4.老化效應偵測：透過特定偵測程序(含檢測方法、頻率等)，使組件在喪失預期功能前，可及時發現老劣化狀況。
- 5.監測及趨勢分析：對管理標的物進行持續性的監測與劣化趨勢

評估，避免發生超過接受準則。

6.接受準則：依法規、工業標準、相關技術指引或電廠運轉技術規範建立之檢查接受標準。

7.矯正措施：當老劣化狀況不符方案之接受準則時，須評估可採行之矯正措施，並能適時執行。

8.確認程序：確保矯正措施之實施及其效果符合核能品保要求。

9.行政管制：方案須施行行政管制，以符合核能品保的要求。

10.運轉經驗：藉由核能工業界與電廠之運轉經驗，證明老化管理方案之有效性。

(三)核三廠除役過渡階段老化管理方案

台電公司篩選結果，適用核三廠除役過渡階段之老化管理方案共 20 項，各項老化管理方案內容概述如下：

1.除役過渡階段檢測與測試(ASME Section XI ISI/IST Program)

核三廠除役過渡階段之「檢測與測試」作業，對於在運轉執照屆期後燃料退出爐心系統狀態為繼續接受管制(或仍持續使用)之安全相關系統、設備及組件，依據 ASME Section XI, Table IWC-2500-1 及 IWD-2500-1 要求，管理 Class 2、3 持壓組件及整體附屬件可能的老化效應，合理確保組件在除役過渡階段預期運轉期間，繼續接受管制或仍持續使用之部分安全相關系統、設備及組件仍可繼續執行系統原設計功能。

2.水化學

水化學方案的主要目的是減緩暴露於水中組件的老化效應。

水中有害雜質(如氯離子、氟離子及硫酸根離子)，會造成水中組件產生腐蝕、應力腐蝕龜裂等老化效應，進而縮短組件使用壽命。

3.螺栓完整性

本方案適用於持壓組件螺栓，包含 NUREG-1339、EPRI NP-5769 以及 EPRI TR-104213 所述的安全與非安全相關螺栓。本方案管理螺栓的預力喪失、龜裂、因腐蝕原因造成的材料喪失和生鏽等老化效應，亦包含螺栓的預防性檢查，以排除或降低預力喪失和龜裂的發生機率。

4.開放循環冷卻水系統

開放循環冷卻水系統方案主要是管理曝露在海水中組件的老化效應，採用 NRC GL 89-13 的建議，確保海水系統所有組件，以及核機冷卻水熱交換器、緊要寒水系統寒水器的冷凝器、備用柴油發電機冷卻水熱交換器，其老化問題得以有效管理，從而維持其預期功能。本方案採用監測與控制技術，管理曝露在海水的組件之老化效應，例如因腐蝕、沖蝕、結垢、內襯/塗層失效、淤積所導致的材料腐蝕及熱傳能力降低等。

5.閉路處理水系統

閉路處理水老化管理方案的主要目的是要避免曝露在閉路處理水中的組件受到老化效應的影響。此方案是以三個方法同時控制老化效應：(1)添加化學抑制劑以抑制腐蝕效應；(2)監測水質以確保水中離子濃度(STT (ppm)、氯離子 (ppm)、矽酸根 (ppm)、鐵

離子 (ppm))、微生物分析(耗氧菌) (CFU/ml)及 pH 值等都在合格要求內；(3)目視檢查組件表面是否有腐蝕或龜裂。

6. 吊車檢測

吊車檢測方案管理吊車結構材料腐蝕問題(包括橋架、台車、螺栓及起重機具)，以及軌道的磨耗問題。範圍包含燃料裝桶吊車、燃料處理用吊車、柴油機廠房吊車等，定期執行目視檢查及維護。

7. 壓縮空氣監測

壓縮空氣監測方案是用來管理壓縮空氣系統組件，這些組件為供應壓縮空氣壓力邊界的完整性所需的功能。核三廠採用無油式空氣壓縮機，以確保管件中不會存在有油份。利用空氣乾燥器，去除水份並濾除雜質，確保壓縮空氣中含水、鐵鏽、污垢和其他污染物能維持在可接受程度，符合 ANSI/ISA-S7.0.01-1996 規範要求的空氣品質。氮氣儲存與供應系統則要求廠商提供純度 99.9% 氮氣；藉由氣體品質之控制，以避免組件產生材料腐蝕的老化效應。

8. 消防

消防管理方案主要是針對防火屏障的檢查，包括：穿越器密封、防火牆、樓地板及天花板的定期目視檢查、以及防火門的定期目視檢查和功能測試；本方案也包含二氧化碳消防系統的定期目視檢查和功能測試，以確保其功能。

9.消防水系統

本方案針對消防水系統之灑水頭、噴嘴、管件(含直立管、地上管、地下管、埋管)、閥、消防栓、消防水帶、桶槽、流量元件、泵殼，依據 NFPA 25 規範進行測試，用以確保系統的功能。

10.雜項設備管件內表面檢查

核三廠的雜項設備管件內表面檢查管理方案，以目視檢查方式，管理電廠內無其他老化管理方案管理的金屬製與聚合物製組件，這些組件的材料包括碳鋼、不鏽鋼、銅合金、鎳合金、鋁合金以及橡膠，組件型式包括風門外框、風管、風扇外框、加熱器殼體、熱交換器鰭片、膨脹接頭、儀管等。評估金屬製組件表面曝露於室內空氣、未處理空氣、燃燒排氣、凝結水、或生水等環境的材料腐蝕及熱傳能力降低的老化效應。評估橡膠製組件表面曝露於室內空氣、未處理空氣以及潤滑油環境中，材料特性改變的老化效應。

11.地下管槽

核三廠的地下管槽監測管理方案用以管理不銹鋼或碳鋼製地下埋管、管溝管、與其螺栓等組件的外表面材料腐蝕老化效應。

12.燃油油質分析

燃油油質分析管理方案主要是用以控制油質品質，防止系統發生過濾器阻塞、油噴嘴鏽垢、及曝露於燃油環境中的組件腐蝕等問題。油質控制是透過新油品質檢控、定期取樣分析、部分油槽定期洩水等方式來達成。油質取樣分析的方法依 ASTM D975,

D1796, D2276 及 D4057 進行。

13.系統巡視

系統巡視方案藉由定期目視檢查管理金屬製與聚合物製組件，如管件、風管與其它老化管理評估範圍內的機械組件，評估外表面因暴露於室內空氣、室外空氣、凝結水環境而可能發生的老化效應。經由目視檢查可以管理組件外表面的材料腐蝕、龜裂、與材料性質改變等老化效應。

14.非 Boraflex 之中子吸收材監測

非 Boraflex 之中子吸收材監測方案在除役技術規範 (Decommissioning Technical Specifications, DTS) 16.6.8.E.22 中規範，用以管理用過燃料儲存格架內之加硼不銹鋼片的材料腐蝕以及中子吸收能力降低等老化效應。本管理方案包括以水底攝影機對加硼不銹鋼片直接目視檢查並錄影、取出樣品板進行表面顏色變化、表面龜裂等物理性檢查，或是經過評估後認為需要時對儲存架單元執行 blackness test、對樣品板進行化學成份分析，可確認用過燃料儲存格架所具備吸收中子、控制反應度的能力。管理方案中對加硼不銹鋼片之各項測試有定量的接受標準，以檢測結果評估是否符合既定的準則。

15.IWF(ASME Code, Section XI, Subsection IWF)

核三廠 IWF 方案採用之 ASME 法規年份，係沿用核三廠第四個十年營運期間測試計畫，為 ASME Code 2007 年版及 2008 年增修版。IWF 方案範圍包括 Class 3 管路支架、設備支架、及管路

制動裝置，主要檢測方法為目視檢測，若檢測發現支吊架缺陷，則需增加檢測數量。

16.結構監測

結構監測方案確保結構及其組件維持其預期功能。本方案另依據核三廠因應日本福島事故所撰寫的「核三廠安全防護總體檢總結報告」，對提供類福島事故應變水源系統之結構物進行監測，以確保用過燃料池相關結構及其組件維持其預期功能。

17.非 EQ 無法接近電力電纜

本方案係針對長期暴露於濕氣的局部不良環境中，且電壓等級為 400V 以上的不可接近或地下之電力電纜進行老化管理，並確保暴露在潮濕與浸水環境下的非 EQ 不可接近電力電纜均能發揮其預期功能。除藉由定期執行電纜人孔積水檢查、排水等，減少非 EQ 無法接近電力電纜絕緣老化的可能，亦可由定期電性測試，監測非 EQ 無法接近電力電纜在濕氣環境下其絕緣老化的情形。

18.金屬包覆匯流排

本方案用以管理金屬包覆匯流排老化效應，適用範圍為金屬包覆匯流排，包括(1)由 345kV 起動變壓器、161kV 起動變壓器分別送至 4.16kV 安全相關匯流排之金屬包覆匯流排；(2)由氣渦輪發電機分別輸出至發電機斷路器之金屬包覆匯流排。

本方案採用測量導通電阻、匯流排內外部維護保養、絕緣體表面清潔、外殼除鏽、異常檢查、補漆、空間加熱器檢查等方式

來管理老化效應。另外殼總成的異常檢查、除鏽、補漆等保養工作，可管理材料腐蝕及橡膠類材料的硬化與喪失強度等老化效應。

19.氣體絕緣匯流排(核三廠特有老化管理方案)

管理氣體絕緣匯流排老化效應，包括(1)因合成橡膠類材料劣化造成絕緣氣體壓力邊界喪失；(2)因孔洞、間隙及加凡尼腐蝕造成材料腐蝕；(3)因六氟化硫(Sulfur Hexafluoride, SF₆)氣體中空氣、濕氣及二氧化硫含量超出允收標準，造成功能喪失。氣體絕緣匯流排以 SF₆ 做為絕緣之惰性氣體。本方案採用 SF₆ 壓力監測、SF₆ 氣體中空氣、濕氣及二氧化硫含量定期量測，以及匯流排外殼總成腐蝕異常檢查等方式來管理老化效應。

20.高壓絕緣礙子(核三廠特有老化管理方案)

針對 345 kV 開關場連接瀾力線、大鵬一路、大鵬二路與大鵬三路的第一串耐張礙子與懸垂礙子，以及從 161 kV 開關場鐵塔下端墾丁線與楓港線連接至廠內的耐張礙子進行老化管理。由於台灣屬於海島型氣候，且核三廠位於海邊處，需考慮可能遭受鹽害之影響。

二、審查發現

本章之老化管理經審查後，共提出 34 項審查意見，審查意見重點整理說明如下：

(一)台電公司應依核三廠除役計畫於除役過渡階段仍須使用需執行老化管理者，明確相關結構系統組件之老化管理涵蓋範圍，以確認是否符合本會管制要求，及對方案內容進行具一致性之審查。

台電公司答覆說明，本方案之老化管理範疇為與用過燃料池冷卻、補水與儲存功能相關的結構系統，其屬核三廠品質分類為安全相關之組件(SERT 規劃仍須使用之部分)為主要老化管理之對象。本項審查意見台電公司已澄清相關老化管理方案主要管理對象涵蓋範圍，答覆及相關修訂等內容經審查後可以接受。

(二)依所述老化管理內容，考量除役期間現場環境溫度、輻射條件改變、系統/設備與營運期間不同，將調整週期或監測範圍，請台電公司提出規劃及作法之說明。

台電公司答覆說明現行做法，並說明未來將依條件狀況改變滾動調整。本項審查意見台電公司已澄清老化管理相關做法，後續條件狀況改變才會滾動調整，答覆及相關修訂等內容經審查後可以接受。

(三)請台電公司澄清留用系統定義、相關設備是否納入老化管理方案，以及維護方式。

台電公司澄清留用系統之定義、老化管理方案適用範圍，並說明留用系統係屬於停止運轉系統，維護重點為確認不影響需維持運轉系統之功能，及不致影響人員安全或環境。本項審查意見台電公司已澄清說明並補充修訂相關內容，經審查後可以接受。

(四) 請台電公司就附件之老化管理方案比照核二廠除役期間維護方案架構內容，將老化管理方案十要項完整補述。

台電公司已參考核二廠方案內容，對附件所提各項老化管理方案補述十要項，經審查其架構內容無進一步意見，審查後可以接受。

(五) 針對除役過渡階段仍有 ASME 安全級組件需維持可用，相關組件及其附屬件等不應排除其老化管理方案 XI.M1(ASME Section XI Inservice, Subsections IWB, IWC, and IWD)之執行考量，XI.M1 之 AMP 應適用於維持運轉之用過燃料池相關安全組件，以執行 IST(Inservice Testing Program) 測試與 ISI(Inservice Inspection Program)檢測計畫等法規要求事項。

台電公司說明反應爐壓力槽、反應爐冷卻水系統壓力邊界管路組件、蒸汽產生器、調壓槽、爐水化學及容積控制系統等屬停止運轉系統，與用過燃料池無明顯相關，故不列入除役過渡階段老化管理執行之中。除役過渡階段反應爐內已無燃料，故依 DTS 16.6.8.E.8 與 16.6.8.E.9 第四個十年 IST/ISI 內仍持續使用系統尚須執行項目測試，並依本方案第五章執行；電廠已建立「除役過渡階段檢測與測試(ASME Section XI ISI/IST Program)」之老化管理方案。

本項台電公司已澄清說明與補充修訂 AMP XI.M1「除役過渡階段檢測與測試(ASME Section XI ISI/IST Program)」，經審查可以接受。

(六)對於水化學之 AMP，在除役過渡階段置放於用過燃料池之用過核子燃料係在處理水環境下，且處理水提供用過燃料冷卻之重要功能，不應排除建立及執行老化管理方案。

台電公司答覆說明，接受本會審查意見新增核三廠除役過渡階段用之水化學老化管理方案。本項審查意見台電公司澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段水化學」老化管理方案，經審查後可以接受。

(七) 對螺栓完整性之 AMP，在除役過渡階段仍有安全相關與非安全相關持壓組件之鎖固螺栓，因此不應排除建立及執行 AMP XI.M18。

本項台電公司已澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段螺栓完整性」老化管理方案，經審查後可以接受。

(八) 對開放式循環水系統之 AMP，相關橡膠塗層目視檢測接受標準、未採用熱傳測試之合理性、有無採用超音波檢測或渦電流檢測，以及運轉經驗之發現方式及矯正措施是否已確實納入 AMP 等意見，請台電公司澄清說明。

台電公司答覆說明橡膠內襯損壞便視為橡膠塗層亦損壞、進入除役期間後熱負載減少而使餘裕增加、熱交換器管束採用渦電流檢測並有塞管數管控，以及依運轉經驗更新相關內容等。本項台電公司已澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段開放式循環水系統」老化管理方案，經審後可以接受。

(九) 對閉路處理水系統之 AMP，要求台電公司澄清涵蓋系統範圍、是否於邊界開啟時目視檢查、柴油發電機相關冷卻系統之目視檢查週

期、柴油發電機相關冷卻系統之目視檢查接受標準為何僅敘述檢查有無洩漏，以及運轉經驗之發現方式及矯正措施是否已確實納入老化管理方案。

台電公司答覆增列寒水系統、將於邊界開啟時目視檢查、修訂柴油發電機相關冷卻系統之目視檢查週期、接受標準增列是否有不良狀況、依運轉經驗更新相關內容等。本項台電公司已澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段開放式循環水系統」老化管理方案，經審查可以接受。

(十) 對吊車檢測之 AMP，要求台電公司澄清涵蓋人員資格、運轉經驗與方案適用範圍之符合性。

台電公司答覆相關人員資格之要求、更正運轉經驗內容等。本項台電公司已澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段吊車檢測」老化管理方案，經審查可以接受。

(十一) 對壓縮空氣監測管理方案之 AMP，要求台電公司澄清空氣品質相關參數之依據、量測方式，以及是否有目視檢查。

台電公司答覆參考 ANSI/ISA-S7.0.01-1996、本方案於線上監測空氣品質、補充目視檢查相關敘述等。本項台電公司已澄清說明並補充修訂「核三廠除役過渡階段壓縮空氣監測管理方案」老化管理方案，經審查可以接受。

(十二) 對消防與消防水系統之 AMP，請依類別說明 D630-CH-002「消防柴油引擎柴油取樣與分析」、D630-E-001「柴油消防泵起動用蓄電池週測試」、D630-E-002「柴油消防泵起動用蓄電池比重測試」、

D630-E-003「柴油消防泵起動用蓄電池燃料更換期間測試」、D630-I-KC-1001A KC「系統現場火警控制盤的迴路斷線與火警動作功能測試」、D630-I-KC-1002A KC「系統現場火警控制盤至控制室警報線路功能測試」、D630-I-QK-020「火警受信總機與控制室警報窗與狀態燈間線路完整性測試」、D630-I-QK-1001A「QK 系統現場火警偵測警報盤的 Zone Card 迴路斷線與火警動作功能測試」、D600-M-IST-119「消防系統靜水壓試驗 VT-2 目視檢測程序書」等相關程序書未納入執行的原因。

台電公司答覆說明，除役過渡階段老化管理方案係參考 NUREG-1801，僅對消防水系統組件進行預防及監測，而維護類程序書與老化管理方案之預防及監測較無關聯。此外，經評估後將再增列 D630-W-010「消防泵柴油引擎檢查程序書」、D630-W-015「室外消防栓六個月檢查程序書」、D630-W-019「消防水系統一齊開放閥測試程序書」、D650-A-017「廠房非安全相關穿越孔道定期檢視程序書」、D650-M-017「廠房非安全相關防火擋板定期檢視程序書」、D650-O-022「氣渦輪機 600 公秉油槽消防水系統測試程序書」、D650-W-006「氣渦輪機 35,000 公秉油槽消防水系統測試程序書」、D650-W-007「35 萬加侖輔助鍋爐燃油槽泡沫消防系統測試」、D650-W-01「1 核三廠 161/69/11.4KV 120MVA 連絡變壓器消防水系統功能測試」、D650-W-013「消防水系統一齊開放閥測試程序書」、D650-W-014「廠房外消防栓水帶檢查程序書」、D650-W-015「氣渦輪機廠房變壓器消防水系統功能測試」。

本項審查意見台電公司修訂「核三廠除役過渡階段消防與消防水系統」AMP，經澄清說明修訂後與 NUREG-1801 要求比較，無不符之發現，經審查後可以接受。

(十三)對雜項設備管件內表面檢查之 AMP，因 NUREG-1801 已有完整且可有效管理相關結構、系統、組件老化之老化管理方案，是以請依 NUREG-1801 建立雜項設備管件內表面檢查老化管理方案，並檢視對應程序書有無需補充或修正，以及空調等管路未納入老化管理檢查項目之適切性，亦請台電公司澄清說明。

台電公司答覆已建立除役過渡階段使用之雜項設備管件內表面檢查老化管理方案，並補列敘述於附件。本項台電公司修訂「核三廠除役過渡階段雜項設備管件內表面檢查」老化管理方案，經澄清說明並與 NUREG-1801 要求比較，無不符之發現，經審查後可以接受。

(十四)對地下管槽之 AMP，因 NUREG-1801 已有完整且可有效管理相關結構、組件老化效應之老化管理方案，應依 NUREG-1801 建立地下管槽老化管理方案，並檢視對應程序書有無需補充或修正。

台電公司答覆已建立「核三廠除役過渡階段地下管槽」老化管理方案，經澄清說明並與 NUREG-1801 要求比較，無不符之發現，經審查後可以接受。

(十五)對燃油油質分析之 AMP，台電公司透過執行新油品質檢控、油品定期取樣分析、部分油槽定期洩水等方式控制油質，並依相關程序書執行。對「核三廠除役過渡階段燃油油質分析」老化管理方

案，經澄清說明並與 NUREG-1801 要求比較，無不符之發現，經審查後可以接受。

(十六)對系統巡視之 AMP，其涵蓋範圍應包括須維持運轉設備的機械組件，如泵浦、閥、管路、熱交換器、桶槽等金屬製組件的檢查，惟本方案管理範圍與核三廠除役計畫第五章「除役期間仍須運轉之重要系統、設備、組件及其運轉方式」之「附錄 5.C 需維持運轉系統清單」有差異，請進一步澄清。

台電公司答覆說明，因本方案管理範圍為用過燃料池安全相關系統，故與「附錄 5.C 需維持運轉系統清單」有差異。對核三廠除役過渡階段系統巡視之 AMP，對台電公司答覆澄清及相關修訂等內容與 NUREG-1801 要求比較，無不符之發現，本項審查可以接受。

(十七)對非 Boraflex 之中子吸收材監測之 AMP，其內容未敘明與 DTS 16.6.8.E.22「中子吸收材料監管方案」的關係，請澄清說明。

台電公司就本項審查意見說明與 DTS 16.6.8.E.22「中子吸收材料監管方案」的關係，並對「核三廠非 Boraflex 之中子吸收材監測」老化管理方案進行修訂，經審查後可以接受。

(十八)對 IWF(ASME Code, Section XI, Subsection IWF)之 AMP，核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案應包含 IWF 老化管理方案，以維持用過燃料池冷卻、淨化與補水等安全相關系統管路支架完整性，確保用過燃料池內核子燃料安全。

台電公司說明核三廠 IWF 方案依據 10 CFR 50.55a (f)(4)之規

定，採用 10 年檢查週期開始之前 12 個月所核准之最新 ASME Code Section XI 版本進行檢測，目前核三廠 IWF 方案係依據美國聯邦公告(Federal Register, Vol. 76, No. 119, Page 36266)針對 NUREG-1801 之說明，電廠可採用 ASME Code 2007 年版(含 2008 年增修版)作為 ASME Code 2004 年版本之替代方案，故符合 NUREG-1801, Rev.2，Section XI.S3 中對於 ASME Code 版本之要求。

本項台電公司已新增 AMP「核三廠除役過渡階段 IWF(ASME Code, Section XI, Subsection IWF)」，與 NUREG-1801 及 ASME B&PV Code 要求比較，無不符之發現，經審查後可以接受。

(十九)對結構監測之 AMP，檢視所附相關除役程序書或檢測計畫中，未有安全相關之系統管路支吊架、設備操作平台、儀電盤等被動結構組件相關維護作業程序書，請台電公司澄清說明。

台電公司說明法規要求之設備支架已新增 IWF 之 AMP，對結構監測老化管理方案中非屬法規要求之設備支吊架及重要設備外表面與基座，以現場巡查辦理相關維護作業。

本項審查意見已澄清「核三廠除役過渡階段結構監測」AMP 未含系統管路之吊架等被動組件之老化管理，係納入 IWF 之 AMP 進行維護管理。針對台電公司答覆及相關修訂等內容與 NUREG-1801 要求比較，未發現不符情形，經審查後可以接受。

(二十)對非 EQ 無法接近電力電纜之 AMP，台電公司透過定期執行電纜人孔積水檢查、排水等，以減少非 EQ 無法接近電力電纜絕緣老

化的可能，及定期電性測試，確認電力電纜在濕氣環境下其絕緣狀況，台電公司之作法無不符之發現，經審查後可以接受。

(二十一)對金屬包覆匯流排之 AMP，台電公司藉由導通電阻量測、匯流排內外部維護保養、絕緣體表面清潔、檢查、空間加熱器檢查等方式來管理老化效應，確認金屬包覆匯流排連接電阻與絕緣狀況，台電公司之作法無不符之發現，經審查後可以接受。

(二十二)對氣體絕緣匯流排之 AMP，台電公司對氣體絕緣匯流排執行定期維護保養及維修檢查防止因橡膠類材料劣化或孔洞、間隙及加凡尼腐蝕造成材料腐蝕，造成氣體絕緣匯流排 SF₆ 洩漏影響匯流排絕緣，及監測 SF₆ 壓力與純度以維持匯流排絕緣，台電公司之作法無不符之發現，經審查後可以接受。

(二十三)對高壓絕緣礙子之 AMP，台電公司規劃輸電線路停電作業時執行耐張礙子與懸垂礙子之清掃作業，並於每 8 年更換懸垂礙子、每 10 年更換耐張礙子，維持礙子強度與清潔，避免因鹽分對絕緣之影響，台電公司之作法無不符之發現，經審查後可以接受。

三、審查結論

核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案之老化管理部分(含核三廠除役過渡階段需執行之 20 項老化管理方案)，經審查以及台電公司提出澄清說明，以及依答覆新增或修訂後，本章及其附錄與附件等架構與內容，經審查後可以接受。

伍、檢測及測試

一、概述

核三廠於除役過渡階段，用過燃料池島區整備期間，依核三廠 DTS 16.6.8.E.8 與 16.6.8.E.9「第四個十年 IST/ISI 計畫」，對於仍須使用且屬核三廠品質分類為安全相關設備或組件，依本章執行檢測與測試。

電廠參考除役計畫第五章用過燃料池島區整備期間需維持運轉系統，篩選後納入檢測與測試之系統計有：1.冷凝水傳送和儲存系統；2.更換燃料水儲存系統；3.迴轉攔污柵和沖洗系統；4.用過燃料池冷卻及淨化系統；5.廠用海水系統；6.核機冷卻水系統；7.緊要寒水系統；8.緊急柴油發電機及燃油系統系統。此八大系統之設備或組件依第四個十年 IST/ISI 計畫之設備類別、測試方法、測試週期及測試數量等相關要求執行測試。

二、審查發現

本章檢測與測試經審查後，共提出 9 項審查意見，整理審查重點說明如下：

(一)本章有關第四個十年 IST/ISI 計畫之說明，與本方案附錄四表格不相符，請澄清說明。並請台電公司將第四個十年 IST/ISI 計畫內所有項目列表，逐項標示「須留用」與「不執行」並說明分類之原因。

台電公司修訂本章內容並說明因除役過渡階段核三廠反應爐內已無核燃料，依 DTS 16.6.8.E.8 與 16.6.8.E.9「第四個十年 IST/ISI

計畫」內仍持續使用系統尚須執行項目測試，並依本方案第五章執行，依本方案涵蓋除役過渡階段各個期間，後續過渡階段狀態改變時仍會依本方案第五章檢測與測試執行方式，將第四個十年 IST 計畫需執行項目再分類後，據以執行。本項台電公司之答覆說明及相關修訂內容，經審查後可以接受。

- (二) 對於未列在安全相關清單(表 5-1)但仍須運轉之支援系統(如電氣、儀控、中央寒水、消防水等)，請說明維護規劃。

台電公司答覆說明，第五章檢測與測試範圍係依 DTS 16.6.8.E.8 與 16.6.8.E.9「第四個十年 IST/ISI 計畫」內仍持續使用系統(安全相關與持續接受管制)；其餘不在 IST/ISI 計畫內之支援系統則由各預防保養定期執行測試與維護。本項台電公司之答覆說明，經審查後可以接受。

- (三)請澄清表 5-2 所列維護/測試程序書清單是否包含 ASME B&PV CODE Sec. XI IWD 之 Class 3 組件目視檢測。

台電公司答覆說明，該等檢測項目(如 VT-1)列於測試組件之系統壓力測試與焊道檢測中。本項台電公司之答覆說明，經審查後可以接受。

- (四) 本章欠缺符合 ASME B&PV CODE Sec. XI 之執行計畫及維護測試執行方式，要求台電公司補充。

台電公司說明執行方式將沿用第四個十年 IST 計畫排序，以符合 ASME B&PV CODE Sec. XI 之要求。設備依 DTS 規定的測試週期，以核能電廠維護管理電腦化系統管控執行各系統設備的維護測

試工作，相關作業程序書與執行項目已於第 1 次執行定期維護測試前建立。本項台電公司之答覆說明，經審查可以接受。

- (五) 針對圍阻體熱移除系統為安全相關/留用系統，使用之冷卻水來自中央寒水系統，其相關閥門 GB-HV154 等未列入第五章，請台電公司檢討。

台電公司答覆說明，本章範圍為 IST/IST 仍持續使用系統(安全相關與持續接受管制)，因除役期間爐心無熱負載需中央寒水移除，同時該等閥門屬圍阻體邊界隔離閥且已無執行安全功能需求，故不納入第五章檢測。本項台電公司之答覆說明，經審查可以接受。

- (六) 審查要求以 GT-HV123/124/105 為例說明「非安全相關/持續接受管制系統」與「非安全相關/停用系統」之介面組件的維護方式，並說明「非安全相關/持續接受管制系統」的維護方式。

台電公司答覆說明，GT-HV123/124 為圍阻體高容積沖放系統，於除役計畫第五章分類為停止運轉系統，執行隔離後之監測，但不納入方案第五章檢測與測試；GT-HV105 於方案第二章分類為第二類(非安全相關)其它仍須接受管制之系統組件，維護重點在於確實掌握各系統運轉狀況，若有運轉偏差或設備故障，則開立請修單執行矯正維護。本項台電公司之答覆說明，經審查以接受。

- (七) 請說明 DTS 及技術手冊中仍須執行之偵測試驗是否列入第五章討論。

台電公司說明該類試驗依循 D1111.01 「偵測試驗工作管制程

序書」辦理，不另於第五章討論。台電公司已答覆說明並修訂第五章補充內容，經審查可以接受。

(八) 針對 DTS 中運轉限制條件適用模式僅剩「燃料移動期間」之偵測試驗，請說明其執行方式。

台電公司說明該等試驗將依其對應之適用模式及週期定期測試，並依循 D1111.01「偵測試驗工作管制程序書」辦理。本項台電公司之答覆說明，經審查後可以接受。

(九) 針對 DTS 之運轉限制條件適用模式為「燃料移動期間」，應建立移動燃料前的偵測試驗執行狀況查證管控機制。

台電公司說明燃料挪移將依循 D1350「用過燃料池內核燃料挪移程序書」辦理，並修訂 D1350 程序書，將相關 DTS 偵測試驗查驗步驟加入「5.0 先決條件」中。本項台電公司之答覆說明，經審查可以接受。

三、審查結論

有關核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案有關「檢測及測試」內容，台電公司已針對本會審查意見提出澄清說明及補充修訂相關內容，本章審查結果可以接受。

陸、總結

核三廠除役過渡階段整體性維護管理方案內容，包括：目的、維護策略、監測及管理、老化管理及檢測及測試等，其內容已涵蓋核三廠除役過渡階段老化管理方案與維持運轉之安全相關設備組件的測試及檢測計畫等內容，本會審查提出共 55 項審查意見，台電公司已針對各項審查意見，分別提出澄清或補充修訂等相關答覆說明，經審查後本方案之審查結果可以接受。