NRD-SER-107-02

核二廠 2 號機第 25 次大修後機組初次臨界申請審查總結報告

原子能 AEC

行政院原子能委員會
中華民國 107 年 3 月

原子能
AEC

摘 要

行政院原子能委員會(以下簡稱本會)於107年2月5日接獲台電公司依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」規定提出「第二核能發電廠2號機週期25設備維修測試大修後機組初次臨界(A類)申請」後，鑒於核二廠2號機長時間未起動運轉，本會即規劃以一個月時間，就核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等三個面向，再審慎檢視機組整體性維護成效，以確認機組現場狀態可符合起動運轉之要求。

核二廠2號機於105年5月16日發生發電機避雷器箱受損而停機進行檢修，並提出「105年5月16日核二廠二號機發電機避雷器故障肇因分析與修復計畫」，本會於105年11月10日完成相關調查，確認台電公司已查明肇因，並完成受影響設備之檢查與復原作業，以及提出防範再發生改善措施。後續台電公司依照運轉技術規範要求，在106年10月2日開始進行核二廠2號機週期25設備維修測試現場大修作業後，於107年2月5日依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」規定提出「第二核能發電廠2號機週期25設備維修測試大修後機組初次臨界申請」。

本申請案因考量機組處於長時間未起動運轉，為使本案之管制更為周延完備，本會規劃以一個月時間，由本會核能管制處、輻射防護處及放射性物料管理局分別針對核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等三個面向進行審查及現場查核，再審慎檢視機組整體性維護成效。其中核能安全管制部分，更另聘請具有電氣/儀控、機械/熱流、核工/燃料及結構等各領域11位專家學者，與本會核能管制處同仁共同組成核安專案視察團隊，從儀電設備、機械管路、核燃料、重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置、地震監測、起

動規劃及品保作業與人員訓練、廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基等各個面向進行嚴格審查及現場查核，以確認機組整體性維護成效可符合起動運轉之要求。

本會對於本申請案，以安全與專業為首要原則，先對台電公司提出之申請案進行程序審查，確認送審文件之完整性符合申請要件後，於107年2月9日進入實質審查，除本會核能管制處、輻射防護處、放射性物料管理局分別就核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等項進行審查及現場查核外。由11位學者專家與本會核能管制處同仁共同組成之核安專案視察團隊亦分別於107年2月13日及21日於核二廠召開第1、2次審查會議，及核二廠各廠房現場勘察，並於2月27日召開第三次審查會，期間部分委員亦擇期再赴現場進行勘查驗證。本申請案本會針對核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理提出共計129項審查意見，經就台電公司所提答覆說明與報告修訂內容進行審查後，所有審查提問均已釐清並全部同意結案。

綜合本申請案審查結果，台電公司對核二廠2號機再起動各項措施之核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等議題，均提出適當評估與說明，經審查可以接受。本會亦將涉及機組再起動審查要求與台電公司承諾事項(參閱附件一)，列為後續管制事項，要求台電公司確實執行，以確保核二廠2號機可符合再起動之運轉安全。

目　錄

壹、 前言 1

貳、 申請文件審查及現場查核 3

一、 概述 3

二、 審查情形 3

（一） 大修作業品質報告審查 4

（二） 稽查報告審查 10

三、 本會增加查核項目 14

四、 本章審查結果 17

參、 機組設備可靠性整體評估審查及現場視察 18

一、 概述 18

二、 儀電設備可靠度查核 18

三、 機械管路設備可靠度查核 33

四、 核燃料可靠度監測 57

五、 重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置查核 63

六、 地震監測 66

七、 起動規劃及品保作業與人員訓練查核 70

八、 廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基查核 86

九、 本章審查結果 90

肆、 輻射防護領域整體評估.....90

一、 概述.....90

二、 審查及視察情形.....91

三、 本章審查結果.....96

伍、 廢棄物管理領域整體評估.....96

一、 概述.....96

二、 審查及視察情形.....96

三、 本章審查結果.....99

陸、 審查總結.....99

附件一 台電公司承諾事項.....102

原子能 AEC

壹、 前言

台電公司於 107 年 2 月 5 日依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」第 9 條規定提出「第二核能發電廠 2 號機週期 25 設備維修測試大修後機組初次臨界(A 類)申請」(以下簡稱本申請案)，行政院原子能委員會(以下簡稱本會)接獲申請後，旋即規劃相關審查及視察作業。

核二廠 2 號機於 105 年 5 月 16 日發生發電機避雷器箱受損事件，此雖屬發電設備電氣故障與反應爐安全沒有直接關係，但影響機組穩定運轉，為釐清事件肇因及後續防範措施，本會聘請國內外專家學者共同組成專案小組進行現場調查與審查，於 105 年 11 月 10 日完成相關調查，確認台電公司已查明肇因，並完成受影響設備之檢查與復原作業。另外，為回應外界對本案之關切，本會於 106 年 7 月 21 日、8 月 17 日分別假新北市萬里區公所及本會辦理事件之安全管制說明，對萬里區當地居民及公民團體會說明相關管制作業，相關資訊請參閱本會網站。

台電公司於核二廠 2 號機長期未起動運轉期間，除仍持續依據運轉技術規範規定執行安全系統設備之定期偵測試驗及維護測試外，並編定程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」據以有規劃性執行設備運轉或換台運轉操作，而本會亦持續執行相關視察作業，掌握機組狀況，並查證台電公司確實依程序執行相關作業。

台電公司依照運轉技術規範要求，於 106 年 9 月 4 日依「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」規定提送核二廠 2 號機週期 25 設備維修測試現場大修計畫，並經本會審核同意，大修期間本會同時執行專案團隊視察

作業，以查證台電公司落實大修計畫作業，並完成「核二廠 2 號機週期 25 設備維修測試現場大修作業視察報告」。

台電公司於前述作業後，於 107 年 2 月 5 日依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」規定提出本申請案，本會接獲申請後，除依「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」對台電公司檢送之申請文件進行審查外。鑒於核二廠 2 號機完成避雷器案修復作業迄本申請案提出期間，台電公司雖依規定執行各項維護作業，然仍有較長時間未起動運轉，故本會規劃以一個月時間，就核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等面向，分由本會核能管制處、輻射防護處及放射性物料管理局再進一步審查及現場視察。其中考量機組處於長時間未起動運轉，為使本申請案之管制更為周延完備，同時也增加視察廣度及深度，聘請具有電氣/儀控、機械/熱流、核工/燃料及結構等各領域 11 位專家學者，與核能管制處同仁共同組成核安專案視察團隊，針對機組設備特性、系統運轉特性及儀電設備、機械管路、核燃料、重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置、地震監測、起動規劃及品保作業與人員訓練、廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基等各個面向進行嚴格審查及現場查證。

本報告主要內容為：第貳章申請文件審查及現場查核，主要確認台電公司送審文件與法規之符合性；第參章機組設備可靠性整體評估審查及現場視察，主要針對長時間未起動運轉期間，機組設備可靠性整體性評估進行審查及赴現場進行實際查核，以確認機組設備可符合再起動要求；第肆章輻射安全評估審查及視察，則係就輻射安全作業與法規符合性進行查核；第伍章廢棄物營運管理審查及視察，係針對長時間未起動運轉時，廢棄物管理及機組起動再轉因應作為予以敘述說明；第陸章審查總結，則為本申請案之審查與

視察結果。

貳、 申請文件審查及現場查核

一、 概述

核二廠 2 號機從完成 2 號機週期 25 設備維修測試現場大修相關維護測試作業，台電公司於 107 年 2 月 5 日依「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」第 9 條規定提送機組之大修作業品質報告及稽查報告等臨界申請文件。其中大修作業品質報告應包括 1.大修計畫內機組臨界前工作項目查核執行情形；2.安全相關結構、系統及組件與可靠度一級設備未結案請修單之運轉安全影響評估及預定檢修時程；3.安全相關結構、系統及組件與可靠度一級設備之品質不符案件處理情形，包括未結案件之評估；4.大修作業期間發生之異常事件與書面通報；5.廠務管理執行情形；6.其他經主管機關指定事項等項。稽查報告則應包括 1.大修作業稽查評估總表；2.大修作業品質改正通知及其改善處理狀況；3.大修作業分組稽查報告等項。本會收到上述申請文件後，隨即進行程序審查，並於 2 月 9 日函復台電公司已完成程序審查並進入實質審查，併附第一次審查意見。後續本會除持續進行文件審查外，並赴現場進行實地查核，也將停機後之新增暫時設定點變更、跨接/拆線申請、掛/銷卡作業、設計修改案(DCR)及設備/組配件更新案(EMR)處理情形及停機後注意改進事項之評估與改善措施等列為本次查核項目之一。本會除確認本申請案送審文件符合法規要求外，同時也進行機組設備可靠性整體評估之審查與現場查核。

二、 審查情形

台電公司依「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」第 9 條規定，提送核二廠 2 號機之大修作業品質報告及稽查報告等申請資料，為確認所提送之申請文件內容與法規之符合性，本會分別針對大修作業品質報告及稽查報告進行審查及現場查核，其審查及現場查核情形分述如下。

（一）大修作業品質報告審查

1. 大修計畫內機組臨界前工作項目查核執行情形

台電公司所提送機組大修後起動前需完成項目成套文件現況表中，A 類 873 件工作項目均已完成。本會針對 153 A 類申請文件之執行情形，分別抽查 ME-16：CLASS 1 系統洩漏測試 VT-2 目視檢測、ME-41：RCIC 系統逆止閥可用性測試、ME-44：管路超音波測厚（安全有關）、EL-44：2A101/103/105 4.16kV BKR、EL-45：2A201/203/205 4.16kV BKR、EL-71 及 72：2DBA/DBA CH1 及 CH2 充電機一般檢查、EL-74 及 75：2DBC/DBC CH1 及 CH2 充電機一般檢查、EL-77 及 78：2DBB/DBB CH1 及 CH2 充電機一般檢查、EL-80 及 81：2DBD/DBD CH1 及 CH2 充電機一般檢查、IN-21 程序書 602.2.5-ATS、IN-32 程序書 615.3.4.2-ATS、IN-54 程序書 615.1.4.6、IN-55 程序書 615.1.4.2、IN-64 程序書 602.3.4、OP-27 低壓爐心注水系統迴路 B 及迴路 C 系統響應時間、OP-24 海龍 1301 系統 18 個月偵測試驗、OP-71 控制室緊急過濾器冷卻和加壓系統加熱器測試、OP-17 氫氣沖淡系統可用性測試、MS-15 電廠管路管壁薄化之大修檢測(PRO 720.3)、MS-27 2P-191A 攔汙柵沖洗泵-分解檢查及 MS-58 2S-8A 柴油機本體(第一區)-分解檢查等項。經抽查相關文件進行審查後，除下列二項涉及程序書修訂，以及二項審查提問外，其餘均無其他審查意見。

(1)抽查程序書 603.2.5-ATS「低壓爐心注水系統迴路 B 及迴路 C 系統響應時

間」測試執行情形，發現該程序書測試步驟八第 8、(2)節說明最小流量閥開的時間是泵起動後 20±1.5 秒，惟查證相關電路圖面 828E246AB SH.6 顯示，RHR B/C 最小流量閥 E12-F064B/C 於泵起動後低流量信號分別持續 20 秒及 8 秒時開啟，該程序書測試步驟針對 RHR B/C 低流量旁通功能並未分別描述其差異，致相關描述與圖面不一致，電廠已立即提出程序書修訂。

(2)抽查程序書 617.5.2.6「海龍 1301 系統 18 個月偵測試驗」測試執行情形，發現該程序書測試內容並未涵蓋電腦室、五號緊急柴油發電機控制室及五號緊急柴油發電機蓄電池室相關通風風門手動功能驗證，與核二廠技術手冊 TRS 3.7.4.3.7 要求不符。經電廠澄清，說明前述未列入程序書 617.5.2.6 執行手動功能驗證部分，已分別另於程序書 653.8.6「電腦室消防系統測試程序」及程序書 653.15.2「第五台柴油發電機 HALON 1301 與 FM200 消防系統測試程序」每 6 個月執行，惟電廠已另立即提出程序書修訂，使程序書 617.5.2.6 內容能涵蓋 TRS 3.7.4.3.7 所要求手動功能驗證部分。

(3)經查 MS-58 柴油機本體(第一區)—分解檢查 2 號機第一區緊急柴油發電機曾於 106 年 11 月 17 日超速跳脫測試故障，而進行後續檢修作業，包括：更換第 1、2、8、10 號主軸瓦之新品，部分組件並重作非破壞檢測，惟這些組件的更換或檢測，在原 153 文件中並無法充分反映，電廠已完整補充檢修報告。

另本項經審查後，分別針對 ME-44：管路超音波測厚（安全有關）紀錄及 EL-44：2A101/103/105 與 EL-45：2A201/203/205 4.16kV 斷路器檢測作業等 2 項提出審查提問，分別說明如下：

審查提問 A-Ⅳ-02-04，針對 153 品質成套文件編號 ME-44 之管路超音波測厚紀錄，要求台電公司澄清說明：管路超音波測厚位置如何選定；Tp＜Tmin 未換管統計說明表中為何有 0.875Tnom、Tnom 及 Tmin 3 種管路厚度態樣？Tp 為至下次大修預估之管壁厚度，下次大修時間為何？若大修時間超出之因應方式又為何？台電公司答覆補充說明檢測位置選定之準則、3 種管路厚度態樣係在說明目前最薄管壁的狀態、預估管壁厚度薄化採用之時數只會大於實際會造成薄化之運轉時數等，並說明該等管件為 Normal Close 管件，無洩漏通報，判斷無薄化疑慮，已澄清說明，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-01-06，抽查 EL-44：2A101/103/105 及 EL-45：2A201/203/205 4.16kV 斷路器檢測紀錄時，依照程序書 749 最新 (19) 版檢查及測試，檢查項目中訂有執行者、複查者、平行查證者及品質查證者，惟程序書中未訂定平行查證者項目，檢驗人員雖在現場查證但無查證項目，無法在文件上明確顯示查證項目，為更能確保設備之維護品質，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明核二廠已提程序書變更申請(PCN)，將列入平行查證項目，以供檢驗員查證並簽署，本項答覆內容可以接受。

綜合上述，台電公司針對二項涉及程序書部分，已立即修訂完成改善；另對於二項審查提問部分，台電公司已經答覆並經審查同意；至於其餘抽查部分，無其他審查意見，故本項審查結果可以接受。

2. 安全相關結構、系統及組件與可靠度一級設備未結案請修單之運轉安全影響評估及預定檢修時程

大修前及大修中開立之請修單共 25 件，均已完成檢修並結案，無未結案之請修單。經抽查已結案請修單(安全級/可靠度一級；Q/R1)之執行情形，分別抽查請修單編號 ME2-1050181，其係為 RWCU PUMP-B ROOM 破裂碟破

損，導致雨水滲入廠房；OF2-1050204 為緊急寒水機 2VC-13B 運轉中跳脫；編號 OB2-1050249 為 HPCS 測試迴路閥 2EM-HV-147 之 AIR SUPPLY 調節器有漏氣；編號 MS2-1060012 為緊急循環水泵 2P-4B 泵軸承檢查間隙略大；編號 OB2-1060038 為 TURBINE GOVERNOR VLV GV-4 開度 90%時綠色指示燈仍亮等項，均符合要求。惟發現截至 2 月 5 日尚有請修單編號 OA2-1070009，係為 2T-31 盤蒸氣旁通閥 POWER UNIT 控制面板指示燈不亮；以及編號 OB2-1070007，其為主蒸汽管 A 輻射偵測器發生 OUTSIDE RANGE 指示等 2 件請修單尚未結案，與申請文件所述件數不符，提出審查提問 A-V-01-02 要求台電公司釐清。

台電公司說明截至 107 年 2 月 5 日申請機組起動日期為止，針對安全相關及可靠度一級相關之設備請修單，含大修前未結案請修單及大修期間開立之請修單共計 25 件，均已全部檢修完成，其中 OB2-1070007 及 OA2-1070009 兩件請修單，經維護人員檢查後，分別係因儀器自我診斷暫態及控制盤面保險絲燒毀所致，經電廠人員重新檢查儀器參數及更換保險絲後，已恢復功能正常，符合程序書規定進入除單流程，致現場查核時有此差異，目前已完成除單程序。另，編號 OB2-1070019 請修單係於 107 年 2 月 5 日時開立，故本申請文件未納入統計資料內，目前該件請修單已完成結案，並於已提出申請文件補充資料一併更新，本項答覆內容經審查可接受。

綜合上述，有關申請文件中，對於停機期間所開立請修單數量不符部分，經台電公司澄清說明係因本申請案提出後新增項目，以及設備正常不需進行檢修而除單，本項答覆說明經審查後可以接受。

3. 安全相關結構、系統及組件與可靠度一級設備之品質不符案件處理情形，包括未結案件之評估

大修前及大修中開立之品質不符案件(NCD)共 3 件(NCD-104017、NCD-106012、NCD-106014)，經查編號 NCD-106012，其係為 2 號機計畫性更換部分之安全級(Q)及可靠度一級(R1)管閥，查證相關文件，確認本項 NCD 作業已經核二廠 SORC、相關經辦組及獨立第三者授權核能監查員(ANII)審查通過，符合程序書及法規要求，品質人員亦選定查證點進行現場查證，符合品保要求;查閱編號 NCD-106014,其因 2AA-283EB02 管閥於測試時發生內漏，核二廠依法規進行修理與更換，並經 ANII 審查同意，符合法規要求。另審查電廠修補方式及完成維護後之非破壞檢測方式，確認均符合法規規定；另，NCD-106015 係為 RHR A 串熱交換器，有 4 支熱交換管因阻礙無法完成渦電流檢查，經查法規規定熱交換器僅須執行壓力洩漏測試，渦電流檢查為核二廠額外進行之檢查，由紀錄顯示該熱交換器於大修期間，執行壓力洩漏測試結果正常，因此已能確認熱交換管完整性，故電廠評估熱交換效率後確認可依現況使用，經查證電廠審查評估程序過程符合相關規定。惟發現查核之 NCD-106015 案件未列入申請文件項目內，另提出審查提問 A-Ⅴ-01-02 要求台電公司澄清。台電公司答覆說明對於編號 106015 品質不符通知(NCD)部分，該案已於 107 年 1 月 5 日完成結案，並已於 107 年 3 月 1 日提出申請文件補充資料一併更新，答覆內容經審查可接受。

綜合上述，有關申請文件中，對於所開立品質不符案件數量不符部分，經台電公司澄清說明並更新資料，本項經審查後可以接受。

4. 大修作業期間發生之異常事件與書面通報

本次大修異常事件 0 件，書面通報共 1 件屬於 NCD。本會查核結果，此項 NCD 為編號 2AA-283EB02 管閥於測試時發生內漏，電廠依法規進行修理與更換，並經獨立第三者授權核能監查員（ANII）審查同意，符合法規要求，

另審查電廠修補方式及完成維護後之非破壞檢測方式,確認均符合法規規定,未發現缺失，本項經審查結果可以接受。

5. 廠務管理執行情形

核二廠 2 號機現場大修工作結束時，核二廠及台電總處分別執行廠務管理檢查，經查核二廠執行廠務管理檢查部分，共計發現 24 項缺失；以及台電公司總處暨核二廠聯合執行廠務管理檢查，共計發現 25 項缺失，均已完成改善；另，本會執行廠務管理視察，共計有 27 項視察缺失，亦已全部改善完成。

另本申請案提出後，本會於 107 年 2 月間再次至核二廠現場查核廠務管理，以督促台電公司善盡善良管理人責任，有效執行廠務管理。本次視察範圍計有核二廠 2 號機的反應器廠房、控制廠房、汽機廠房、燃料廠房、緊急海水泵室等。視察重點除了廠房環境整潔、廠房設備走道是否有未經申請核可的雜物堆置外，尚包括：防火區隔的防火門或是攸關水密性的水密門是否均確實關閉、管路接頭或閥體附近是否有洩漏或運轉中設備是否有異音等，以確認核二廠 2 號機廠房相關運作與管理的正常性，視察結果如下所述：

本會針對核二廠 2 號機反應器廠房、控制廠房、汽機廠房、燃料廠房、緊急海水泵室等執行現場查核，其中反應器廠房、控制廠房及緊急海水泵室等廠房環境整潔且無雜物堆置,抽查控制廠房防火區隔的防火門均確實關閉,緊急海水泵室水密門亦為關閉狀態，現場無異常發現。

另外，在汽機廠房現場巡查時，於汽機廠房一樓主冷凝器水箱 C 及水箱 D 下方地面發現有些微水漬與油漬，電廠隨即開立 CAP(改正行動方案)執行改正行動，之後並已完成改善。

綜合上述，有關廠務管理部分，本會除檢視台電公司執行情形外，並針對核二廠各相關廠房進行視察，其所發現之缺失，台電公司均已立即改善，

經查核相關改善情形，均可以接受。本項經審查相關文件及現場查核結果可以接受。

6. 其他經主管機關指定事項

(1)二號機 CY-25 大修反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測報告：

為確認核二廠 2 號機反應爐支撐裙鈑內、外圈全數 120 根錨定螺栓之結構完整性，台電公司核二廠於每次大修期間依據該公司核能發電處程序書編號 ISI-UT-24-6 R2PCN5-「反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測」執行錨定螺栓超音波檢測(UT)工作項目。本會於本次視察期間再次針對台電公司所提交之「反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波(UT)檢測報告」進行審閱，查驗重點為超音波檢測專業人員資格、超音波設備校準與檢測訊號等，再次確認台電公司執行 120 根錨定螺栓 UT 檢測作業符合相關程序書作業規定，且檢測結果顯示全數 120 根錨定螺栓之超音波檢測結果皆無超過 DAC 曲線的異常指示，反應爐錨定螺栓結構完整性符合要求。本項經審查結果可以接受。

(2)二號機待機期間特別維護計畫：

本項經審查後，於 2 月 9 日以審查提問 A-I-01-01 要求台電公司針對報告中所述核二廠 2 號機待機期間之機組設備狀況，提供完整評估或佐證資料。台電公司已依審查意見提送「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」，有關此部分後續審查情形，請參考本總結告報、貳。台電公司對於前述審查已完成所有審查提問之答覆，經審查後同意結案，本項經審查可以接受。

（二）稽查報告審查

1. 大修作業稽查評估總表

審查小組就台電公司依據「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」

第 9 條規定提送機組臨界前大修總處稽查報告進行審查，針對大修作業稽查評估總表內容，包括台電公司總處稽查狀況、開立大修再起動改正通知、大修 153 成套文件審查狀況、大修期間安全相關結構、系統與組件及可靠度一級設備之品質不符合案件(NCD)與設備請修單處理情形，以及大修期間書面通報事項處理情形等 6 項評估意見，經審查後提出審查提問 A-Ⅴ-01-02，要求台電公司就 153A 類文件再檢視與申請文件是否有不一致情形(含後續增加之案件)提出說明。台電公司答覆說明中，對於申請文件之檢修單及品質不符通知(NCD)等統計數量不一致部分，分別新增請修單(CRD 20-25 蓄壓器高水位警報)及品質不符通知(NCD)各 1 件，且台電公司已均完成結案，並已於 107 年 3 月 1 日提出申請文件補充資料一併更新，本項答覆內容經審查可接受。

2. 大修作業品質改正通知及其改善處理狀況

審查小組就台電公司提送機組臨界前大修總處稽查報告進行審查，針對大修作業品質改正通知及其改善處理狀況，本次核二廠 2 號機週期 25 大修期間，分別針對 2 號機汽機廠房檔牆吊掛作業工安事件及 2 號機 DIV Ⅰ柴油發電機維護後測試等開立 2 件改正通知(RCAR)，經審查稽查結果可接受。

3. 大修作業分組稽查結果

審查小組就台電公司提送機組臨界前大修總處稽查報告進行審查，針對大修作業分組稽查結果內容，包括營運期間檢測及測試(ISI/IST)作業、停機安全及起動作業、設計變更作業、維護作業、測試作業、人員資格及訓練、輻防作業、廠務管理作業、爐心作業及物理測試、化學及廢料管制作業，以及大修 153 成套文件等 11 項稽查項目，經審查後提出審查提問 A-Ⅵ-01-01、B-Ⅰ-01-01~04，說明如下。

審查提問 A-Ⅵ-01-01，針對台電公司於大修期間計畫執行之 11 項稽查項

目查核情形，其中於 8 項稽查項目中分別發現有部分未符合事項，經電廠進行改正後，均已符合規定。惟經查證結果，於第二分組停機安全及起動作業稽查項目中，其分組稽查之發現缺失應包括計畫項目編號 A0201 第(7)C 項及 A0202 第(1)A/B 項共 3 項，但其中計畫項目編號 A0202 第(1)A/B 項於稽查結果卻誤植為 A0202 第(1)E/F 項；第四分組維護作業稽查項目，則發現於 106 年 11 月 17 日 2 號機第一區緊急柴油發電機執行維護後測試期間，發電機轉速達機械超速跳脫設定點時未跳脫，致使出現引擎軸承高溫警報，並進行軸承檢修，總處稽查人員開立大修再起動改正通知 RCAR-KS2CY25-02，要求電廠針對事件肇因檢討改善，但稽查過程及結論中均未說明開立 RCAR 之發現情形及改善處理狀況；第五分組測試作業稽查項目中，發現分組稽查計畫項目編號 A0501 低壓爐心注水系統迴路 B 及迴路 C 系統響應時間第(1)項說明，誤將 RHR B 熱交換器旁通閥 E12-F048B 誤植為 E21-F048B；另，分組稽查計畫項目編號 A0502 備用柴油發電機停機和可靠性試驗(第二區)第(8)項說明第二區緊急柴油發電機於喪失外電起動併聯至匯流排 2A4 運轉之電壓要求為 3477~4800V，不符合運轉技術規範 4160V±10%之要求，同時，針對運轉技術規範 SR 3.8.1.12B 有關於喪失外電時第二區緊急柴油發電機電氣保護電驛旁路功能，並未說明差動電驛功能是否測試正常；第八分組廠務管理作業稽查項目中，發現於 106 年 10 月 23 日修護處包商人員執行 2 號機汽機廠房檔牆吊掛作業不慎壓傷，總處稽查人員開立大修再起動改正通知 RCAR-KS2CY25-01，要求電廠精進相關吊掛作業，以提升工作安全，但稽查結論中，均未說明開立 RCAR 之發現情形及改善處理狀況，為提昇前述台電公司相關稽查作業品質，要求台電公司提出澄清說明。台電公司答覆說明，前述大修再起動改正通知 RCAR-KS2CY25-01 及 RCAR-KS2CY25-02 已分別於相關分

組稽查項目分組報告中進行增列及補述，檢附文件資料誤植部分(含 2A4 運轉電壓要求為 3477~4800V 更正為 3477~4576V)亦已完成修訂，而針對運轉技術規範 SR 3.8.1.12B 有關於喪失外電時第二區緊急柴油發電機電氣保護電驛旁路功能，並未說明差動電驛功能是否測試正常問題，經查證結果，差動電驛功能測試結果均正常，並已補述於分組報告中，本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 B-I-01-01~04，針對台電公司於大修期間計畫輻防作業執行之 6 項稽查項目查核情形，台電公司說明除 A0702(5)經改正後已符合規定外，其他未發現不符合規定事項，惟經審查後要求台電公司(1)補充完整評估及佐證資料，以驗證輻射安全無慮；(2)有關劑量抑低策略，依說明 2 號機自 EOC-19 開始執行 WANO TSM 建議，應列出 EOC-18 以前資料，以利比較策略執行成效；(3)以及 2 號機 RHR 系統之輻射增建趨勢，請說明輻射增建為何，並說明附表指的是 RHR A/B 空間劑量率或某特定位置的劑量率。同樣在乾井與主蒸汽管隧道，提及輻射增建；另，各項 ALARA 工作集體劑量統計，RWCU 系統檢修實績值高於目標值許多，建議總處於稽查時應請電廠提出預計採行之改善措施等項。以上提問經台電公司提出補充說明，答覆內容經審查可以接受。

4. 其他事項：

本申請案台電公司另提送自主辦理事項分別為(1)台電總處專案稽查計畫；(2)台電公司自行辦理之稽查計畫，以能有效提升電廠維護品質及運轉安全，並善盡業者之責任。

三、 本會增加查核項目

1. 停機後新增暫時設定點變更、跨接/拆線申請、掛/銷卡作業、設計修改案及設備/組配件更新案等處理情形

為確保核二廠 2 號機長時間未起動運轉期間設備可靠性，審查小組就台電公司核二廠 2 號機停機後新增暫時設定點變更、跨接/拆線申請、掛/銷卡作業、設計修改案(DCR)及設備/組配件更新案(EMR)等處理情形進行抽查查核，以確認各項作業品質均符合相關規定，本項查核結果說明如下：

(1)依據電廠程序書 1102.03「設定點暫時變更、臨時性設備變更及臨時性設備線路管路拆除／跨接工作管制程序書」抽查核二廠 2 號機停機後新增暫時設定點變更、跨接/拆線申請案編號 105-12-001-01~09、106-03-01 及 106-07-02-01~03 等 3 項申請案處理情形，經查證結果，依電廠電腦紀錄顯示，此 3 項申請案均已結案，經赴現場進行廠房及主控制室之查核，現場臨時跨接之線路均已拆除，相關評估作業與流程均符合程序書規定。

(2)依據電廠程序書 1114.03「禁止操作卡管制程序」抽查核二廠 2 號機停機後檢修工作連絡書編號 EL2-1061178、EL2-1061180、EL2-1061181 及 EL2-1061297 主控制室、汽機廠房、開關場設備掛/銷卡作業處理情形。在檢修工作連絡書編號 EL2-1061178 及 EL2-1061297 電氣設備主控制室、汽機廠房及開關場禁止操作卡掛/銷卡作業方面，經查證結果，發現禁止操作卡編號 EL2-1061178-028 及 EL2-1061297-028 主汽機操作盤面 TT6 主汽機掛卡後開關位置為跳脫位置，106 年 12 月 19 日值班人員依程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」執行汽機閥動作試驗，暫時進行銷卡作業，惟相關測試作業完成後，值班人員並未立即恢復掛卡管制，

經提醒後，電廠已立即恢復掛卡管制，其餘現場設備掛卡後開關位置均與禁止操作卡要求一致；在檢修工作連絡書編號 EL2-1061180 及 EL2-1061181 汽機廠房閉路冷卻水系統現場禁止操作卡掛/銷卡作業方面，經查證結果，現場設備掛卡後開關位置均與禁止操作卡要求一致，符合程序書規定。

(3)依據電廠程序書 1103.01「電廠設計修改管制」及程序書 1103.04「核能電廠備品或組配件更新之技術作業管制程序書」抽查核二廠 2 號機停機後設計修改案 DCR-K2-4535 二號機燃料護箱吊車(KF-2C-3)電盤支撐架平台螺栓補強改善案、DCR-K1-4520/K2-4521 一、二號機增設一套可移動式泵與管路改善案、DCR-K2-4499 提高東西燃料池自擺式噴頭(2S-268A&B)及增設操作平台以避開圍籬改善案、DCR-K2-4536 二號機第一/二區緊急柴油發電機緊急循環水海水側管路增設限流板改善案、DCR-K2-4553 第三區電池組新增固定框架以提升耐震能力改善案，以及設備/組配件更新案、EMR-K2-892 更換輔助廠房空調系統溫度開關 10 只更新案、EMR-K2-922 更換風門驅動器(含驅動器、馬達及煞車電磁閥)4 組更新案等設計修改案及設備/組配件更新案作業處理情形。在設計修改案方面，經查證結果，各項設計修改案提案申請、可行性評估、重要安全事項評估表、相關圖面修改及施工查驗、耐震設計反應譜資料、施工紀錄成套文件審查、功能測試結果及成套文件審查等文件流程，均符合程序書相關規定；在設備/組配件更新案方面，經查證結果，各項設備/組配件更新案提案申請、品質審查、施工紀錄、功能測試、成套文件審查等文件流程，均符合程序書相關規定，同時電廠亦依規定提交設備環境/耐震合格驗證(EQ/SQ)報告審查核對表、設備/組件更換之差異性評估報告表，並檢附廠家 EQ/SQ 報

告，經抽驗廠家 SQ 報告採用的地震頻譜資料，符合核二廠最終安全分析報告(FSAR)文件要求，抽查儀器校正紀錄與現場安裝完成後溫度開關警報功能測試紀錄，均在誤差範圍內，相關施工後功能測試紀錄均滿足接受標準。

2. 停機後注意改進事項之評估與改善措施

為確保核二廠 2 號機長時間未起動運轉期間作業品質符合規定，審查小組就台電公司核二廠 2 號機停機後新增本會開立之注意改進事項評估與改善措施進行抽查查核，以確認電廠各項改正措施品質均符合相關規定，並以審查提問 A-Ⅴ-01-01 要求台電公司針對申請文件資料中涉及設備修理、更換或設計變更、檢修及修繕等說明相關改善情形，本項查核結果說明如下：

依據電廠程序書 1118.02「台電核子設施違規/注意改進事項處理程序書」抽查核二廠 2 號機停機後新增本會開立之注意改進事項編號 AN-KS-105-009、AN-KS-105-013 及 AN-KS-106-004 評估與改善措施情形。在注意改進事項編號 AN-KS-105-009 核二廠 2 號機執行停機冷卻期間，發生運轉人員疏忽未能確實管控餘熱移除系統(RHR)停機冷卻功能不可用時間檢討改善方面，電廠承諾改善措施，包括發行通告 105(運)字第 13 號說明相關管制措施，及修訂程序書 264「維持停機狀態檢視查核表」加入相關要求，經查證結果，相關管制措施已於電廠廠內網路系統進行通告，程序書修訂部分亦已完成修訂。

注意改進事項編號 AN-KS-105-013，係本會執行 105 年第 3 季核二廠核安管制紅綠燈專案視察「維護有效性」之視察發現缺失檢討改善方面，電廠承諾改善措施，包括修訂程序書 173「維護法規方案」及程序書 173.6「監測維護法規範圍內 SSC 的性能準則及目標」等，經查證結果，程序書修訂部分亦已完成修訂。

注意改進事項編號 AN-KS-106-004，為本會執行 106 年核二廠電力系統專案視察發現缺失檢討改善方面，電廠承諾改善措施，包括修訂程序書 759.8「第二核能發電廠開關場架空線設備維護保養程序書」、程序書 742.4「345kV 氣體絕緣開關(GIS)設備保養程序書」、刪除因開關場設備更新後已不適用之程序書 759.9 及程序書 759.10，以及配合 345kV 核一二路停電維護期間執行氣體遮蔽斷路器 GCB 3530 維護等，經查證結果，相關程序書已完成修訂及刪除，GCB 3530 亦已於 107 年 1 月 15~17 日配合 345kV 核一二路停電期間完成相關維護作業。

另有關審查提問 A-V-01-01，要求台電公司針對申請文件資料中涉及設備修理、更換或設計變更、檢修及修繕等說明相關改善情形。台電公司答覆說明已彙整請修單及品質不符通知等案件清單，並列表逐項說明涉及設備之修理、更換或設計變更、檢修及修繕等作業之改善情形，以及對運轉之影響與評估等。經再檢視主冷凝器銅管洩漏、反應爐保護系統電源(M-G SET)變更汰換為不斷電系統、緊急海水泵室廠房及緊急進水口結構體 D 類劣化之表面瑕疵、變流器故障而造成高壓爐心噴灑系統自動啟動功能失效及 4.16kV 斷路器主接頭維護作業等項之改善情形及對機組之影響，確認符合要求，經審查可以接受。

四、 本章審查結果

綜合上述，台電公司依「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」規定提送本申請案之大修作業品質報告及稽查報告，經審查申請文件及現場查核結果，經台電公司補充說明及修訂相關資料後，可以接受；對於本會增加查核項目，經查核台電公司執行各項現場作業，均依程序書執行；對於注意改善事項改善情形，台電公司已完成相關改善。基於上述，本申請案送審

文件，經審查符合法規要求。

參、 機組設備可靠性整體評估審查及現場視察

一、 概述

核二廠 2 號機於 105 年 5 月 16 日發生發電機避雷器箱受損事件而停機檢修後，機組處於長時間未起動狀態，為確保機組狀態可符合再起動要求，本會針對機組設備及系統運轉特性與機組起動前各項因應措施，分由儀電設備、機械管路、核燃料、重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置、地震監測、起動規劃及品保作業與人員訓練、廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基等面向進行嚴格審查及現場查核，同時也針對台電公司提送「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」進行審查，其審查及現場查核情形分述如下。

二、 儀電設備可靠度查核

(一) 概述

核二廠 2 號機於 105 年 5 月 16 日發生發電機避雷器箱受損事件而停機檢修，本會為釐清事件肇因及後續防範措施，聘請國內外專家學者共同組成專案小組進行現場調查與審查，於 105 年 11 月完成相關調查，確認台電公司已查明肇因，並完成受影響設備之檢查與復原作業。惟核二廠 2 號機隨即進入長時間未起動運轉，於此期間，台電公司依運轉技術規範要求執行核二廠 2 號機電氣設備及儀控(含電算)設備之維護測試大修作業。但對於電氣設備及儀控(含電算)設備因長時間未起動運轉所面臨影響，亦可能影響相關設備之可用性與可靠性。因此，本會審查小組針對該機組之電氣設備及儀控(含電算)設備的運轉與維護進行文件審查與現場查核，以確認儀電設備之可靠度。

電廠各類型電氣設備運轉之穩定性與可靠性，對機組運轉安全相當重要，

且影響機組安全設備功能是否發揮，與能否順利供電。核二廠 2 號機組於長時間未起動運轉期間，台電公司除依程序書執行例行測試及設備維護作業外，並進行發電機定子線圈重繞及附屬設備更新，且針對未運轉電氣設備增加適切維護措施。同時，台電公司也規劃機組起動前之電氣絕緣檢測計畫，以及起動再轉後至滿載期間的各階段因應作為。另外，儀控(含電算)系統對機組之控制、保護及安全性有極重要的影響，核二廠 2 號機於機組未運轉期間，除定期執行各儀控設備組件之功能測試及預防保養外，亦於 2 號機週期 25 大修作業期間，進行各儀控設備組件之維護保養、校正及功能測試，並規劃機組起動時密切監測各儀控設備組件之狀態。

機組雖處於長時間未起動運轉，但仍須維持系統正常運作，故儀控(含電算)設備均處於受電狀態，而電氣設備除部分涉及機組起動運轉時才會加壓使用外，其餘亦均加壓使用中。本會審查小組除將儀控系統之相關監測儀器漂移問題，以及電氣設備未加壓使用部分列查核項目外，並針對台電公司所提「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估報告」文件進行審查，並至核二廠現場查核，相關審查與現場查核情形如下所述。

（二）審查及現場查核情形

審查小組除針對台電報告第貳.一.4、5、6 節有關電氣及儀控(含電算)等評估內容進行審查外，並至核二廠進行現場查核，提出審查提問 A-II-01-01~A-II-01-06、A-Ⅲ-01-01~A-Ⅲ-01-08 及 A-Ⅳ-01-01~A-Ⅳ-01-06，其中編號 A-Ⅳ-01-03 涉及人員訓練，併入起動規劃及人員訓練章節，其餘分別說明如下。

審查提問 A-Ⅱ-01-01，對於待機期間需運轉及未運轉(含未加壓使用)之電氣設備，請台電公司提供相關資料及增訂之維護程序書。台電公司答覆說明電氣設備於此期間未加壓設備主要有主發電機、主變壓器及輔助變壓器等，

已於程序書 756.2「發電機例行檢查工作程序書」(包含主發電機、勵磁機、隔相匯流排及自動電壓調整器)、預防保養編號 ELT-2-373(包含主變壓器與輔助變壓器)增訂定期檢查與測試項目據以執行，並就長期未加壓使用之電氣設備，規劃進行機組起動前安排檢測。惟報告述及對於電氣設備有另制訂定程序書，故請台電公司提供該程序書，經台電公司答覆說明針對長期未加壓之電氣設備，於既有程序書及預防保養工作(PM)上增訂測試、檢查或保養項目，無新編程序書，並修訂報告本文內容，以符合實際情形。本項對於未加壓使用之電氣設備，台電公司已安排進行相關設備之檢測作業，應可確保相關電氣設備之絕緣特性符合要求，本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-01-02，報告中述及電廠為確保各系統設備在此待機狀態下仍保持隨時可用，採取四項措施，分別為待機期間之運轉監控、大修設備維修測試、機組再轉期間電氣設備可靠性之審視、機組再轉電氣設備於起動後至滿載期間之穩定確保。惟其內容僅陳述變壓器於起動再轉前將委託台電公司綜研所進行檢測，並未包含其他長期未加壓使用之電氣設備；以及台電公司評估長期未加壓設備與正常運轉之差異性，而擬訂相關強化措施，故請台電公司說明並提供資料。台電公司答覆說明核二廠針對長期未加壓設備包含主發電機及附屬設備、勵磁機、隔相匯流排、13.8kV 及 4.16kV 斷路器及 345kV 斷路器(GCB)已擬定起動前檢測計劃並據以執行。惟台電公司仍未明確說明所擬訂之強化措施，經台電公司再次答覆說明分別針對電氣設備避免濕氣入侵部分，增設空間加熱器；以及對於設備長期未操作，可能使功能性受到影響部分，增加定期交換台操作或附屬設備加壓測試等，並修訂報告本文內容，以符合實際情形。本項台電公司已針對未加壓使用之電氣設備避免濕氣入侵，增加空間加熱器；以及電氣設備加壓使用前規劃進行相關檢測作

業，其答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-01-03，報告中述及電廠已完成核二廠 2 號機電氣設備清查與執行起動再轉前後須完成的各項措施，因對於電氣設備之起動再轉前各項措施，將會影響電氣設備加壓使用時之可靠性，故請台電公司說明前述之起動再轉前各項措施。台電公司答覆說明核二廠 2 號機電氣設備起動再轉前各項措施包含「定期測試程序」及「起動前檢測安排」。惟因起動前檢測尚待執行，其答覆說明與報告內容不一致，經台電公司再次答覆說明修訂報告本文內容與現況一致，本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-01-04，報告中僅說明各項儀控設備組件於大修維護校正、平時定期功能測試及預防保養等維修作為，但對於機組因應長時間未起動運轉之差異性，是否必須執行強化各項儀控設備組件可靠性之因應作為，則未加以說明。台電公司答覆說明儀控設備組件的電氣部分，於待機期間仍維持受電狀態，與機組正常運轉並無差異。部分組件（例如壓力感測管路）因待機而沒有水壓，與機組正常運轉有差異，但於大修執行校正測試時會加壓力測試，並檢查相關管路及接頭，確認無洩漏。惟台電公司答覆說明並未說明此水壓測試是否涵蓋所有儀器管路(含蒸汽管路)；以及部分組件除壓力感測管路，尚有哪些組件，如何強化其可靠度。經台電公司再次答覆說明(1)與反應爐相連之儀器及管閥可藉由水壓測試進行驗證是否有洩漏或堵塞之情形；(2)對於水壓試驗未涵蓋的組件（例如蒸汽管路），已於本(25)次大修確實檢查儀器之感測管及接頭有無洩漏，並依儀器量測範圍以標準壓力源加壓執行校正與功能；(3) 除壓力感測管路之儀器外，儀器組件尚包括：溫度元件、輻射偵測器、化學儀器元件、地震監測儀、氣象儀器、電源供應器、記錄器等，前述儀器組件於本(25)次大修均依相關維護及測試程序書執行校正及功能測

試，驗證結果均符合程序書要求；(4)未來於 2 號機起動階段，將會密切監控相關儀器組件運作情形，以確保其可靠度。本項台電公司已說明儀器管路及監測儀器之維護、校正，並將於 2 號機起動時密切監控儀器運作情形，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-01-05，報告中針對重要安全系統傳送器進行漂移率統計分析，台電公司僅針對核二廠 12 個系統進行統計分析，且未涵蓋所有安全等級系統，以及對於因應機組長時間未起動運轉可能發生儀器傳送器之漂移疑義部分，要求台電公司提出說明。台電公司答覆說明有關重要安全系統傳送器漂移率統計分析係以核二廠維護管理電腦化系統(MMCS)之「儀器性能分析與診斷次子系統」資料庫，執行共 209 只傳送器漂移率統計分析，最高漂移率為 0.62%；重新檢視本(25)次大修未執行評估分析安全系統之所有傳送器校正資料共 45 筆，所有傳送器之校正前數據均未有明顯偏差，此 45 只傳送器之最大漂移率為 0.375%，亦低於容許值(1.56%)；電廠值班人員依規定定期執行控道查驗，以驗證傳送器輸出訊號讀值之正確性，且電廠儀控人員每週巡視及定期執行相關自動類比跳脫系統之功能測試，詳加檢視傳送器輸出至跳脫單元儀錶讀值與機組現況符合性，以確保重要安全系統傳送器運作之可靠性。惟依台電公司答覆說明未說明其重新檢視增加此 45 只傳送器可否涵蓋所有安全等級系統。台電公司再次答覆說明原報告所提供 2 號機大修傳送器校準漂移率統計表中包含重要及安全系統傳送器，共計 209 只，其中重要系統傳送器 49 只，安全系統傳送器 160 只；經再仔細清查比對後，2 號機安全系統傳送器共計 250 只，除包含原報告 160 只外，新增加 90 只。並經分析統計前述 250 只安全系統傳送器及 49 只重要系統傳送器之本(25)次大修校正資料，平均漂移率為 0.13%，最大漂移率絕對值為 0.62%，低於容許值 1.56%，

並修訂報告本文內容。本項台電公司說明 250 只安全系統傳送器漂移之統計分析，仍低於容許值。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-01-06，有關 2 號機待機期間之經驗回饋，未將近期發生之案例列入經驗回饋，台電公司應補充說明近期發生之案例是否回饋至 2 號機。台電公司答覆說明(1) 107 年 1 月 27 日 1 號機發電機冷卻水流量開關 1EB-FSL-342 卡片故障之維護經驗，經審慎評估後將此系統 4 只同類型卡片之更換週期由 15 年縮短為七次大修(約 10 年)，已修訂維護程序書 773.6 以落實回饋至 2 號機，目前 2 號機流量計使用未達 10 年，且運作均維持良好；(2) 107 年 1 月 29 日 1 號機燃料廠房緊急通風扇 1VF-2B 出口輻射偵檢器 1GK-RITS-481 取樣泵跳脫之維護經驗，其係強化流程輻射偵測系統不斷電電源供應器(UPS)運作之可靠度，已將 1GK-RITS-481 取樣泵跳脫之維護經驗回饋至 2 號機，將預防保養編號 ELE-2-635 維護週期縮短為 12 個月，並配合取樣站保養時機執行。此外，於每週巡視表(程序書 754.1)中增列不斷電電源供應器，檢查電源燈號，若發現異常狀況將立即通知維護人員檢修，以確保儀器之可靠度。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-01，有關 2 號機待機期間之經驗回饋中，分別有電氣設備部分 6 項及儀控設備部分有 9 項，為避免兩部機整體系統有所不同，請台電公司進行差異性分析。台電公司答覆說明針對 6 項電氣設備及 9 項儀控設備待機期間經驗回饋，分別就電氣設備及儀控設備之差異進行說明。電氣設備分別為 2 號機主發電機避雷器受損事件、1 號機發電機過激磁警報曾短暫出現即消失、1 號機主變壓器 A 相高壓套管劣化故障、核一廠 345kV 電力系統鐵塔倒塌事件、1 號機主變壓器出口鐵塔 C 相引線溫差偏高、1 號機緊急寒水系統不可用檢討等 6 項，均已平行展開至兩部機完成相關改善措施，

兩部機並無差異。儀控設備分別為將氣體及液體排放口流程輻射偵測儀器之訊號連接至電廠緊急應變設施電腦系統(ERF)作顯示及記錄、1 號機緊急柴油發電機護套水溫度控制閥維護經驗、2 號機緊急柴油發電機超速跳脫系統導引閥維護經驗、自動類比跳脫系統 H22-P083 盤變流器改善案、1 號機正常冷凍機溫度元件維護經驗、安全釋壓閥尾管壓力開關更新、控制棒急停蓄壓器氮氣接頭更換、控制棒棒位指示器檢修測試設備精進、海水泵室各設備運轉參數整合至主控制室等 9 項，均已平行展開至兩部機完成相關改善措施，兩部機並無差異。另針對 107 年 1 月 29 日 1 號機燃料廠房緊急通風扇 1VF-2B 出口輻射偵測系統 1GK-RITS-481 取樣泵跳脫一案，其維護經驗也回饋至 2 號機。由於兩部機所有電氣及儀控設備組件均相同，故各項電氣設備及儀控設備之經驗回饋，無論是設備更新或是維護精進作為，兩部機均無差異。本項台電公司針對經驗回饋部分已平展開至兩部機，且兩部機並無差異，其答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-02，要求台電公司說明有關主發電機部分放電(PD)量測與趨勢分析之進行方式與時機。台電公司答覆說明主發電機部分放電(PD)之偵測與趨勢分析係依預防保養程序 ELM-2-112，在機組運轉發電期間，依據程序書 756.2 發電機例行檢查工作每月執行部分放電數值紀錄並與先前資料作比較。另每週執行預防保養程序 ELM-2-151 下載部分放電資料彙整與統計，並進行分析趨勢。目前 1 號機均依照前述程序書定期執行主發電機部分放電之偵測與趨勢分析，而 2 號機目前待機狀態，機組起動主發電機加壓後亦會依上述程序執行。同時，2 號機起動後主發電機首次建立電壓時，將收集部分放電資料與 1 號機數值相互比對，並確認數值符合程序書 756.2 所要求接受標準後，方能繼續執行後續步驟，本項列入起動特殊程序書之停留查

證點。本項因現階段 2 號機主發電機處於未加壓狀態，無法偵測部分放電，2 號機於起動後主發電機首次建立電壓時，將進行偵測並已承諾列入停留查證點，其答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-03，對於 2 號機於此次大修之傳送器校準漂移率較高者，台電公司應檢討其對反應爐保護系統之影響。台電公司答覆說明經篩選大修期間發現傳送器漂移率較高者共 7 只，該等傳送器校正前漂移率均低於容許值 1.56%，且此七只傳送器均與反應爐保護系統無關。此外，核二廠儀控人員定期依相關程序書執行功能測試與驗證，以確保儀器的精準度與可靠性。而與反應爐保護系統相關之傳送器共計 16 只，其運作 18 個月之漂移率介於 0.06～0.18% 之間，顯示儀器具有高度穩定性，且於 101~102 年間已進行前述傳送器定期更換，應可有效確保反應爐保護系統之儀器運作功能正常。另外針對重要安全系統(含反應爐保護系統)之傳送器，值班人員每日例行巡視及儀控人員每週定期巡視，可有效掌握前述傳送器之運作情形，並依相關維護程序書之規定，定期執行校準與更換，以確保傳送器運作之穩定及可靠度。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-04，台電公司應詳予說明反應爐保護系統所涉及之相關儀控設備，並檢討其可靠性與安全性。台電公司答覆說明反應爐保護系統乃偵測反應爐各項重要運轉參數（11 個自動信號），若達到跳脫設定點時，立即引動所有控制棒插入爐心，使反應爐安全急停，有效阻止爐心功率繼續產生，確保機組之運轉安全。而反應爐保護系統共有 11 個自動急停信號，包括寬範圍中子偵測器、平均功率階偵測器、反應爐高壓力、反應爐第三階低水位、反應爐第八階高水位、主蒸汽管隔離閥關閉、乾井高壓力、急停洩放容器高水位、主汽機節流閥關閉、主汽機調速閥快速關閉、強震急停信號。

此外，還有反應爐模式開關置於停機位置與手動急停等 2 個手動信號。每支控制棒設有一個液壓控制單元，液壓控制單元包括急停導引閥，此閥有兩組獨立電磁線圈，正常時電磁線圈激磁有電。控制邏輯電路由電驛組成，正常時處於激磁有電 (Energized)狀態，當達到急停條件時，會使電驛失磁，急停導引閥電磁線圈失電，若兩組線圈同時斷電，將引動控制棒插入反應爐急停。反應爐保護系統儀器控道為兩組獨立且完全相同的邏輯控道 (A 與 B)，每一控道又分兩支邏輯相同的支控道(A1、A2、B1、B2)，以符合重複性(Redundancy)及可靠度 (Reliability) 的要求。四個支控道(A1、A2、B1、B2)被安排成重複二選一(One Out of Two Twice)的跳脫邏輯：當 A1 或 A2 支控道動作，一組急停導引閥電磁線圈失電，使反應爐半急停，控制棒還不會插入，待 B1 或 B2 支控道動作時才會構成急停條件（A1+B1, A1+B2, A2+B1, A2+B2），使控制棒全入。為確保反應爐保護系統儀控設備之可靠性，均依規定執行必要的儀器校正與偵測試驗。反應爐保護系統之儀控設備組件(含傳送器、模組、卡片及電驛等)於 2 號機待機期間均處於受電及穩定運作狀態，並定期依偵測試驗程序書執行反應爐保護系統相關儀控設備組件之功能驗證，且於大修期間依相關維護程序書落實執行各設備組件之維校與測試作業，並藉由值班人員每日例行巡視及儀控人員每週定期巡視，充分掌握反應爐保護系統相關儀控設備組件之運作狀況，以確保反應爐保護系統運作之穩定及可靠度。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-05，請台電公司釐清報告中之 1 號機及 2 號機流程輻射偵測系統之配置，並說明連接至 ERF，除作顯示及記錄外，是否涉安全之功能及作用。台電公司答覆說明核二廠流程輻射偵測系統，1 號機配置有 26 站，2 號機 27 站，共用機組 5 站，合計共 58 站。其中 2T-21《一般性與油性

廢料排放輻射偵測器》為 OW-05《放射性廢料系統排放輻射偵測器》之上游輻射偵測取樣站，屬兩部機組共用設備。流程輻射偵測系統主要目的係監控廠房內管路流程輻射狀況，且提供輻射指示及隔離功能；因此，當偵測讀值超過警報及隔離設定點時，將出現警報訊號提醒值班人員注意，並引動相關設備隔離管路內流體，以防止輻射物質外洩；因此，流程輻射偵測系統與反應爐保護系統無關。ERF 電腦系統為電廠緊急應變設施，提供給運轉值班人員即時資訊及維護人員查修之參考依據;流程輻射偵測系統讀值送至 ERF 作為歷史紀錄收集，且當讀值超出其設定值時，電腦系統會以變色方式提醒值班人員注意，並依電廠相關程序書採取因應措施。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-06，對於台電公司所提送「105 年 5 月 16 日核二廠二號機避雷器箱故障肇因分析及修復計畫 Rev.3」第 99 頁有關主變壓器檢查內容，與此次主變壓器內部檢查之差異，請說明其差異性。台電公司答覆說明，105 年 5 月 16 日核二廠 2 號機避雷器箱故障後，核二廠依照專案小組專家建議執行主變壓器檢查，檢測項目包含介質電力因數、匝比、絕緣電阻、激磁電流、繞組變形量測、絕緣油分析及特性檢測及變壓器遞昇加壓等測試，檢測結果均符合標準;為配合 105 年 12 月執行 2 號主發電機定子線圈重繞時，亦由台電公司修護處變壓器工場於 106 年 1 月 9 日至 16 日執行 2 號主變壓器內部檢查，檢查項目包含內部絕緣元件、線圈繞組、鐵心、出口導線及金屬架構等,所有檢查項目之結果皆正常符合接受標準,並修訂報告本文內容。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-07，報告中述及法國 Flamaville 核電廠 1 號機主發電機附屬設備風扇過熱火災事件之經驗，因未說明電廠之因應措施，要求台電

公司說明核二廠所採取之措施。台電公司答覆說明針對法國 Flamaville 核電廠 1 號機主發電機中性點連接片組裝不良而發生接地故障事件，實際作業為於抽棒前已先利用電腦程式進行抽棒臨界過程之模擬計算，核二廠主發電機主引線或中性點之連接軟銅帶回裝檢查，均按程序書執行，使用正確材質尺寸之螺栓與止滑墊片（防止鬆動），再依規定磅數執行螺栓鎖磅，上述步驟並列為該程序書重要檢查點，由執行檢查者與複查者雙重確認作業良好完整，可避免 Flamanville 電廠事故再發生，台電公司總處亦已執行查證，本項經查程序書執行紀錄，其確實有止滑墊片，同時鎖磅數值符合程序書要求，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-01-08，報告中述及 2 號機 105 年 5 月 16 日發電機避雷器箱等電氣故障事件中受損及受影響設備於 105 年 6 月 27 日即完成修復與測試工作乙項，因避雷器係於 105 年 9 月 10 日方完成更新，且於同年 10 月 12、13 日執行發電機絕緣極化比之再量測作業，要求修訂相關內容。台電公司答覆說明已就實際時程修訂報告本文內容，本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-01-01，核二廠 2 號機在冷停機模式下，對於電氣設備與儀控設備等進行各別設備運轉測試，但無整合性的系統評估；以及需要蒸汽的機電介面、須加壓的電力系統及核安監控系統等，宜作評估並說明風險。並請說明加壓併聯前可否進行整廠部分放電(Partial Discharge, PD)測試及系統平衡量測，以避免類似 105 年避雷器事件。台電公司答覆說明對於需蒸汽的機電介面、需加壓的電力系統、核安監控系統等，核二廠已發行「起動前檢查方案」，針對停機期間無法運轉或測試之系統設備，因應長時間未起動運轉可能的效應與故障經驗，提出起動前須執行之加強檢測措施(含一般檢查措施與因應長時間未起動運轉期間所採取之加強檢查措施)，以確保相關系統設

備再轉之穩定安全。未來起動階段，除於冷凝器抽真空期間密切監控汽封系統及廢氣排放系統等相關儀器組件運作情形外，配合已發行之「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，於主汽機起動、反應爐飼水泵輪流操作使用及再循環泵起動等時機，全程密切掌握監測機械、電氣、儀器等組件之運作情形，以確保其可靠度。機組起動後併聯系統前，在主發電機電壓建立時，採行以下程序避免 105 年避雷器事件再發生之可能；(1)依照既有程序書 243 核對各相之相間電壓確認系統電壓平衡；(2)收集線上(On-line)部分放電監測儀器之資料，與 1 號機進行比對，確認放電量符合程序書 756.2 之標準，本項工作已納入「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」程序書內，於主發電機首次加壓時執行，並訂為停留查證點；(3)記錄三相避雷器洩漏電流值，確認數值符合程序書 756.2 之標準。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-01-02，針對核二廠 2 號機長時間未起動運轉，維修與大修後有許多新舊設備整合，於冷停機模式下無法測試，此類設備需要時間磨合，請說明是否有可能產生頻率晃動。台電公司答覆說明主發電機系統設備更新僅包含定子線圈、定子鐵心、氫氣冷卻器、比流器、套管之定部組件，不涉及轉動組件，起動時無需磨合，發電機係原動機汽機帶動，由汽機控制系統控制轉速，待機期間定期執行控制系統功能測試，確認系統之可用性，起動後可確保頻率控制穩定。新發電機定子線圈首次加入系統至滿載期間，已安排原廠技師配合依特殊程序書 SP-2017-001 執行自動電壓調整器之參數校調，確保運轉期間不會造成系統產生異常頻率及電壓晃動；原廠已就其經驗提供校調期間之應變機制。2 號機機電設備更新範圍與 1 號機相同，1 號機已完成測試，現正穩定運轉中，2 號機亦會依照相同程序依序完成測試。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-01-04，要求台電公司分別說明如何確保核電廠反應爐急停可正確達成使命、核安監控系統除硬體傳送器外，老舊的軟體如何取得支援以確保功能正常、以及控制儀表大量隱藏的信號傳輸線如何確認狀況。台電公司答覆說明(1)2 號機待機期間，定期依相關程序書規定，落實執行反應爐保護系統所有監測控道之手動及自動半急停功能測試，以確保反應爐急停功能之可靠度。另外 2 號機大修開始時，確實依程序書規定，驗證反應爐模式開關切換至停機位置時之反應爐急停功能，且於大修期間依程序書執行所有 145 只控制棒之急停響應時間測試，以確保控制棒急停功能。當反應爐保護系統動作而未如預期急停(控制棒未插入)時，則作為後備之替代插棒系統(Alternate Rod Insertion System, 簡稱 ARI)將立即引動並驅使控制棒插入，亦可達到急停的效果，且 ARI 所有儀器設備組件與反應爐保護系統動作儀器設備組件各自獨立運作，故可達到多重及分散保護之目的。另，核二廠設置強震急停系統，共有 8 只地震監測儀，當偵測到廠房樓板地震強度達 0.16～0.21 g 時，將立即引動反應爐保護系統急停動作；若需要人為操作控制棒時，值班人員可立即手動操作控制盤之手動急停鈕將控制棒插入。此外，反應爐急停信號已動作，若反應爐內仍有功率(如控制棒未實際插入)時，則備用硼液系統將自動啟動並注入爐心，硼液吸收中子以抑低反應爐功率，使得反應爐能夠安全停機。(2)核安監控系統，例如反應爐保護系統、緊急爐心補水系統，均使用傳統類比之儀控設備組件(包括傳送器、類比卡片及電驛等)，確保其運作可靠度，故無軟體老舊之問題；另近年來陸續進行一般發電設備控制系統之數位化更新，其中包括飼水控制、再熱蒸汽系統、飼水加熱器控制、地震監測及空氣壓縮機控制系統等，更新過程均落實執行在廠允收測試及安裝後上線測試，並於每次大修執行系統軟體驗證與備份存檔，落實執行軟體生

命週期管理；因此，上述控制系統完成更新上線後迄今均正常穩定運作。平時藉由接地系統即時監測各控制儀表信號傳輸線狀態，且透過值班人員每 4 小時紀錄及維護人員定期每週巡視所有控制儀表指示之正確性。(3)另於大修期間，進行現場儀控設備組件之維護校正時，檢查信號線並確認信號在系統中之連續性良好，亦平行查對送至控制室指示儀錶之一致性，且執行主蒸汽隔離閥之電磁閥及極限開關等信號傳輸線絕緣電阻之量測，並依程序書規定執行儀控設備組件維護校正後之相關系統迴路測試等。同時在執行設備更新時會一併更新信號線，已可確保控制儀表信號傳輸線之可靠度。惟台電公司仍未明確說明核電廠反應爐急停控制棒無法全入之因應措施，經台電公司再次答覆說明，依據核二廠程序書，反應爐發生急停後運轉員會立即查證所有控制棒均已全入，此時若有 3 只或更多控制棒未全入，在核能電廠此種假設情境稱之為反應爐預期暫態未急停(Anticipated Transient Without Scram, ATWS)。針對此情況，核二廠與世界各國核能電廠相同，參照沸水式核能電廠業界組織(BWROG)及奇異公司(GE)共同發展之指引，已完整建置相關的緊急操作步驟在緊急操作程序書(Emergency Operating Procedures, EOP)中，並據以進行運轉員訓練及演練。若急停後控制棒未全入發生 ATWS 情境，依照 EOP 會同時執行反應爐水位、壓力、功率之控制操作；因此運轉員在處理未插入控制棒的功率控制時，也同步執行反應爐水位、壓力控制，以爐心注水設備及壓力控制設備執行水位及壓力控制在安全的範圍，保持反應爐中的燃料有水淹蓋，確保燃料完整，使反應爐能維持在安全之狀態。同時在功率控制方面，則依照 EOP 可以自動或手動引動後備之替代插棒系統(ARI)再驅使控制棒插入爐心，或者自動或手動引動硼液控制系統(SBLC)，注入硼液吸收中子，注入硼液後即使控制棒未全入仍能保證使反應爐停機。EOP 步驟亦指

引至程序書 500.8 EOP「替換控制棒插入」，提供包括由控制室提升控制棒驅動水差壓將控制棒手動插至全入，或在反應器廠房執行控制棒手動插入等等共 7 種方法，可讓運轉員將控制棒插至全入，以保護反應爐之安全。本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-01-05，為確保長期未加壓使用之電氣設備的可靠度，台電公司於核二廠 2 號機發電機無載時，相關設備加壓階段，執行部分放電(Partial Discharge, PD)測試，並與 1 號機進行比對，以確認相關設備無異常放電現象，請列為機組起動時之查證點。台電公司答覆說明機組起動後併聯系統前，在主發電機電壓建立時，收集 On-line 部分放電監測儀器之資料，與 1 號機進行比對，確認放電量符合程序書 756.2 之標準，本項工作已納入「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」程序書內，於主發電機首次加壓時執行，並訂為停留查證點。本項台電公司已將部分放電測試列入機組起動後併聯系統前之測試項目，答覆內容經審查可以接受。

（三）結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果，因儀控(含電算)設備均處於受電使用狀態，台電公司於 2 號機週期 25 次大修期間，針對監測儀器進行校準，且定期執行儀控系統控道偵測試驗，應可避免監測儀器漂移問題；另對於電氣設備部分，台電公司核二廠 2 號機於長時間未起動運轉期間，對未加壓使用電氣設備除增加空間加熱器，避免濕氣入侵而影響設備絕緣外，於 2 號機週期 25 次大修期間，進行相關電氣設備之維護檢測，並於機組起動前執行未加壓設備之相關檢測，經查核相關檢測紀錄亦符合要求。台電公司亦承諾於機組起動前將進行廠內高壓架空線接點檢查，此部分台電公司已於 107 年 3 月 1 日完成本項檢查。另，2 號機發電機於無載階段時，將進行部分放

電測試與比對分析，以確保機組電氣設備之可靠性，並已列為機組再起動之停留查證點。綜合以上文件審查及現場查證結果，台電公司對電氣、儀控(含電算)設備整體評估內容，以及對審查提問的答覆與報告修訂內容，對於儀電設備可靠度已建立適當程序或措施及加強測試項目，經審查可以接受。

三、 機械管路設備可靠度查核

（一）概述

台電公司核二廠機械管路設備依其功能目的，主要可分為核能蒸汽供應系統(NSSS)及汽輪發電機組(BOP)兩大區塊，其中 NSSS 部分主要包含有核反應爐本體、反應爐安全釋壓閥、主蒸汽隔離閥、液壓控制單元、安全系統隔離閥、安全系統泵、安全系統管路、壓縮空氣系統、HVAC 系統(含緊急及正常寒水系統)；至於 BOP 部分則主要有汽輪發電機之主汽機與其相關設備如蒸汽控制閥、飼水泵、飼水泵汽機、汽水分離再熱器、飼水加熱器、潤滑/液壓油泵、主冷凝器等，以及水泵、管路、閥門與緊急柴油發電機等設備。由於涵括之內容龐雜，因此台電公司提出之設備可靠性整體評估報告分別以機械設備及修配設備兩章節，說明核二廠 2 號機自 105 年 5 月 16 日發生發電機避雷器箱受損而停機迄今，其為維持機械設備管路可保持隨時可用及可靠性，所採取之維護強化措施及作業情形，包括：此期間須長期運轉與無運轉之設備預防保養、測試/檢測與趨勢分析等，以及本次大修期間所進行之強化檢查作為與未來機組再起動期間規劃之強化因應措施。

台電公司針對核二廠 2 號機相關機械設備管路所提各項評估之目的，係為確認其已於本次大修期間，機械設備管路採取適切之維護與必要之強化作為，且品質及可靠性仍維持在良好狀態。

本會審查小組對台電公司所提「待機期間設備可靠性整體評估」報告之

審查重點在了解台電公司針對機組大修之狀態，就各項差異情形與可能影響相關設備管路之維護作為，並確認其相關作法之適切性及完整性。本會審查小組除就台電公司所提可靠性整體評估報告進行審查，提出審查意見要求台電公司就相關內容進行澄清與補充說明外，並於加強審查期間多次赴核二廠現場就設備管路之現況進行實地查核檢視，確認相關設備管路之品質及維護現況與台電公司所提評估文件之符合性。相關審查與現場查核情況如下所述：

（二）審查及現場查核情形

審查小組就台電公司所提設備可靠性整體性評估報告貳、一、2 及貳、一、3 內容進行審查，並執行現場視察，對重要機械管路、閥門、熱交換器及設備等之維護，以及長時間未起動運轉期間設備可靠性進行查核，提出審查提問 A-II-02-02~09、A-II-02-11~18、A-III-02-01、A-III-02-04、A-III-02-06~07、A-III-02-12、A-III-02-15~18、A-III-02-20、A-III-02-23~28、A-III-02-32 及 A-Ⅳ-02-01~04，分別說明如下。

審查提問 A-II-02-02，針對台電公司評估報告貳.一.2 節有關反應爐安全釋壓閥(SRV)本次大修仍依據現有程序書及排程，對半數之 SRV 之閥座、閥盤，以及閥內部與引動器等零組件進行檢測和檢查作業，其餘半數之 SRV 則未對閥內部與引動器等之零組件執行檢測和檢查作業，此作業方式與龍門電廠參考國外長期未運轉機組將 SRV 拆卸儲存於倉庫存放，以避免長時間未起動運轉環境影響 SRV 品質之經驗有異，因此要求台電公司澄清說明確保其品質不致受長時間未起動運轉環境之影響。台電公司答覆說明目前安裝於線上之 16 組 SRV，均為前次大修由現場所替換下來，經檢修測試合格之閥件。針對本次大修拆下之 16 組 SRV，考量長時間未起動運轉環境對 SRV 品質之潛在影響可能，台電公司說明將針採取更保守之維護策略，將全部 SRV 執行分

解檢查並完成相關測試後，方得用於未來大修 SRV 更換作業，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-03，針對台電公司評估報告貳.一.2 節有關機械類重要系統隔離閥維修及測試作業，僅就大修期間執行測試之部分結果加以說明，要求台電公司補充所列定期測試執行情形及結果評估說明。台電公司就長時間未起動運轉期間個別閥門定期執行測試之項目、時間與結果提出說明，且各項測試結果均可符合接受標準；另台電公司再補充說明長時間未起動運轉期間每三個月測試之執行結果均正常及符合標準值，整體性能測試結果趨勢正常，顯示各安全系統隔離閥功能仍維持穩定，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-04，針對台電公司評估報告貳.一.2 節有關機械類重要系統泵維修及測試作業，僅就大修期間執行之 Comprehensive 測試之部分結果進行說明，要求台電公司補充相關泵之測試結果及評估說明；另亦要求台電公司補充本次大修僅備用硼液系統泵 A 台(2P-41A)、緊急補水泵 A 台(2P-56A)，以及低壓噴灑系統泵(2P-83)等進行拆解維修之原因，以及提供緊急循環水泵 A/B 台(2P-4A/B)本次大修可用性評估文件，供審查參考。經審查委員審查台電公司答覆說明後，有關個別泵之定期測試執行情形與評估結果、大修後，安全相關泵仍可依據核二廠設備維護計劃週期表之排程進行泵拆解維修之原因等議題，要求台電公司進一步說明。針對本次大修仍依據核二廠設備維護計劃週期表排程執行相關泵維護部分，台電公司答覆除餘熱移除系統泵外，安全系統泵於長時間未起動運轉期間之狀態與運轉期間相同，同時核二廠亦仍持續執行相關定期測試與維護檢查作業確保設備正常，因此仍依原排程進行維護檢查，至於餘熱移除系統泵雖長時間未起動運轉期間持續運轉，因定期測試結果良好，因此仍依原排程進行維護檢查，惟仍更換機械軸封以

強化設備功能，台電公司本項答覆內容經審查雖可以接受，為進一步確保餘熱移除系統泵之長期性可靠度，審查委員建議台電公司再檢討現行餘熱移除系統泵之後續維護排程；審查委員赴現場視察及召開審查會期間與台電公司人員訪談討論後，發現本次大修期間緊急循環水系統除進行緊急循環水泵之檢修外，亦執行設計修改(DCR)以改善系統流量分布，因此在相關作業完成後須進行泵性能曲線之修正測試作業，以建立日後對於泵性能之監測基準，以符合法規要求，審查委員要求台電公司澄清本項緊急循環水泵測試情形，並另再提出 A-Ⅲ-02-14 要求台電公司澄清報告緊急循環水泵 A/B 台維護後測試，其測試結果之合理性台電公司答覆說明長時間未起動運轉期間每三個月測試之執行結果均正常及符合標準值，整體性能測試結果趨勢正常，顯示各安全系統泵浦功能仍維持穩定。而對於餘熱移除系統泵之後續維護，台電公司答覆說明將會於下次大修時提前執行 1 台餘熱移除系統泵之分解檢查，以進一步確保設備性能；而有關緊急循環水泵測試結果之合理性，台電公司答覆係因為加裝限流板調整緊急循環水系統流量分布，以平衡該系統各分支循環水流量，及本次大修期間亦執行 2P-4A/B 泵拆解維修作業，依據 ASME OM CODE 規定，前述管路修改及泵維修作業後，需進行測試重新訂定參考值及接受標準以監測泵浦性能趨勢，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-05，要求台電公司澄清說明本次大修，爐心隔離冷卻系統(RCIC)泵僅執行簡單檢查作業，如何確認 RCIC 泵及相關管路之內部品質狀況，以及 RCIC 泵及相關管路內部環境之監測機制及管控溼度之措施。台電公司答覆說明，本次大修期間，RCIC 之充水泵持續運轉，因此 RCIC 泵及其連接管路保持滿水狀態，與機組正常運轉期間狀況相同。此外由本次大修分解檢查 RCIC 充水泵、渦輪機及其調速閥等之檢查結果，不論是 RCIC 充

水泵之動葉輪、泵殼及泵軸，或是渦輪機與調速閥的內部組件均無腐蝕現象，顯示不僅處於相同滿水狀態之 RCIC 泵應無腐蝕問題，RCIC 的蒸汽管路也不致有異常腐蝕狀況。針對台電公司之答覆，審查委員雖認為可以接受，但為確認 RCIC/飼水管路不致會出現不滿(飽)水或空管之狀態，以及相關蒸汽管路與設備組件之維修檢查內容，是否有考量長時間未起動運轉之影響而調整，審查委員要求台電公司澄清 RCIC/飼水管路滿(飽)水與長行程管路沖洗之範圍，以及本次大修針對蒸汽管路相關設備組件之維修檢查內容與以往大修之差異。台電公司答覆說明，飼水管路長行程沖洗範圍可至飼水隔離閥，至於飼水隔離閥至反應爐本體間之管路，長時間未起動運轉期間係由 RWCU 系統維持滿水及淨化，執行相關測試作業前均依規定再執行管路充水及逸氣作業，因此應不致會有未滿水之狀況；至於本次大修期間對於蒸汽管路相關設備組件之加強維修作為，台電公司已列表進行說明。有關長時間未起動運轉期間反應爐水位之高程，以及飼水隔離閥至反應爐本體間之管路段是否會有水流遲緩或不流動之狀況等議題，台電公司進一步答覆說明，反應爐水位目前位在 level 4~level 7 之間，約在 1405cm~1425cm 之間，而飼水管路噴嘴(N4)高度約為 1228cm，故長期待機期間反應爐爐水淹蓋飼水管路噴嘴(N4)，答覆內容經審查可以接受。另為了解核二廠現場設備管路實際之情形，審查小組於 107 年 2 月 23 日赴現場視察主蒸汽管路 D 及 RCIC 蒸汽管路薄化測厚作業，結果未發現有異常情形。

審查提問 A-II-02-06，要求台電公司澄清說明儀用空氣系統於本次大修期間，是否曾發生異常狀況(含測試)，並補充說明 4 台空壓機於長停機大修期間之運轉使用方式，以及大修維護情形。台電公司答覆說明，儀用空壓機之機械部分未曾於大修期間發生異常狀況，並補充說明其他儀用空氣系統設

備組件之狀態(如：儀用空氣蓄壓桶、ADS AIR SYSTEM)並無異常情形，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-07，要求台電公司補充說明於大修期間，緊急及正常寒水系統是否曾發生異常狀況(含測試)，及正常寒水系統之運轉使用方式。台電公司答覆說明緊急寒水機於本次長時間未起動運轉期間無異常狀況；至於正常寒水機部分，曾發生過 4 件異常狀況，其中 2 件應非屬本次長時間未起動運轉期間發生，且相關異常狀況經檢修處理後，並未再重覆出現；此外正常寒水系統在停機大修期間和功率運轉期間之運轉方式完全相同並無差異。由於大修期間之熱負載較低，因此審查委員要求台電公司澄清正常寒水機是否會較長時間處於非預期之低載運轉情形。台電公司答覆說明核二廠 2 號機正常寒水機之設計，會依系統熱負載狀況自動運轉 1 台或 2 台壓縮機，可適用於設計範圍內任何熱負載狀況，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-08，要求台電公司補充說明於停機期間，餘熱移除系統及爐水淨化系統之運轉情形、曾發生之異常狀況(含測試)，以及餘熱移除系統主要冷卻水泵於本次大修所執行之維護作業內容。台電公司答覆說明核二廠 2 號機之餘熱移除系統及爐水淨化系統於停機期間分別發生有 2 件及 3 件異常狀況，但均已完成改正並經測試合格，後續未再重複發生類似狀況；至於餘熱移除系統主要冷卻水泵本次大修仍依原訂維護排程執行簡略檢查，另再進行機械軸封之更換以強化設備功能。針對餘熱移除系統於本次大修僅執行簡略檢查部分，台電公司答覆說明餘熱移除系統泵雖長時間未起動運轉期間持續運轉，但定期測試結果良好，因此仍依原排程進行維護檢查。雖然台電公司本項答覆內容經審查可以接受，為進一步確保餘熱移除系統泵之長期性可靠度，審查委員建議台電公司再檢討現行餘熱移除系統泵之後續維護排

程。台電公司答覆說明核二廠已規劃下次大修依泵運轉效能選定一台 RHR 冷卻水泵執行細部分解檢查，進一步確保未來該系統之可靠性，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-09，要求台電公司補充說明長時間未起動運轉期間針對主蒸汽通道之蒸汽相關管路及閥門內部環境條件，所採取之監控及因應措施，或如何確認相關管路/閥門之內部及相關組件之品質。台電公司答覆說明，於本次停機大修期間曾陸續就主蒸汽隔離閥及多個主蒸汽管洩水閥件執行分解檢查，確認相關閥門之內部組件及管件內部均無腐蝕現象，因此可佐證處於相同環境下的主蒸汽管路無腐蝕之狀況。雖然台電公司依據主蒸汽隔離閥及主蒸汽管洩水閥分解檢查結果之說明，可以接受，但是審查委員要求台電公司補充可據以推論其他主蒸汽管路及閥門是否有腐蝕情形之依據，以及補充說明長時間未起動運轉期間主蒸汽管路有關洩水作業檢查執行情形。台電公司答覆說明核二廠 2 號機四串主蒸汽管其內外側主蒸汽隔離閥於長時間未起動運轉期間均保持開啟狀態，因此四串主蒸汽管及其閥件皆處於相同環境外，並再進一步列表說明主蒸汽隔離閥及主蒸汽管洩水閥分解檢查情形，台電公司再補充相關檢修紀錄予以佐證，本項答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-11，要求台電公司澄清說明運轉值班或維護人員巡視，並檢視 HVAC 風管有無鏽蝕現象，是否僅針對 HVAC 風管外側而 HVAC 風管內側部分如何確保正常。台電公司答覆說明，安全與非安全有關 HVAC 系統之風管，除主控制室緊急冷卻加壓系統(VC1A/1B)及開關室緊急冷卻系統(VC5A/5B)其風管有保溫外，其餘安全有關 HVAC 系統之風管均無保溫，可藉由外部觀察即可發現 HVAC 風管鏽蝕情況；VC1A/1B 及 VC5A/5B 風管雖有保溫包覆，但每月須定期進行加壓測試及緊急冷卻系統能力測試，測試結

果均符合標準，控制室正壓可達到程序書標準，故可確認其風管系統之完整性。針對風管內側是否有鏽蝕現象，台電公司答覆提出數項可以確保內側正常，及事先發現腐蝕現象之方法，答覆內容經審查可以接受。此外，審查小組亦於 107 年 2 月 23 日赴現場視察控制廠房 1 樓南面牆(正南)2GK-2VC5B 及 2GK-2VC7A/B 設備出風口風管內部狀況，結果未發現該等風管內部有異常情形。

審查提問 A-II-02-13，要求台電公司澄清除程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」外，本次大修期間所執行之各項維護、檢測、測試作業，是否有考量長時間未起動運轉之影響，而調整相關設備組件之維護、檢測、測試範圍及內容項目。台電公司答覆說明，針對 2 號機停機期間與正常運轉狀況不同的設備，包含無蒸汽流通之蒸汽管路設備、長期運轉之緊急循環水泵及定期分批運轉之泵浦，核二廠已針對不同狀況之設備組件增訂適用之強化維護作為，並實施對主汽機外缸、內缸、進汽/抽汽管路及轉子末級動葉片，以及飼水加熱器與主冷凝器內部等目視檢查；提前實施緊急循環水泵拆解檢修。經審查委員審查台電公司答覆說明，其中有關目視檢查作業是否為新增項目，其輪流換台運轉之頻率/期間是否與正常運轉或其偵測試驗相當，若有不同如何避免設備組件疲勞之潛在疑慮等。台電公司進一步答覆說明，汽機及飼水加熱器目視檢查為配合機組停機，針對蒸汽系統設備之加強維護作為，另再參考本次大修之經驗，將相關維護及檢測/測試作為，與執行時機、項目及範圍等一併納入程序書，以精進長時間未起動運轉維護作業之完整性；程序書 205 中相關設備定期輪流/換台運轉之答覆部分，台電公司已彙整於 RAI A-III-02-12 一併答覆說明。答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-II-02-14，要求台電公司澄清說明長時間未起動運轉期間，是

否有針對無蒸汽流通之蒸汽管路設備，如：主汽機、飼水泵汽機、汽水分離再熱器、飼水加熱器、主冷凝器，以及相關管路與閥門等之內部環境狀況 (如：溼度)建立相關監控及(或)預防劣化措施，以避免此類設備組件內部形成不利於品質之環境條件。台電公司答覆說明，針對蒸汽系統有關設備、管路及閥門等，係採定期監控該等設備洩水槽之水位，驗證有無凝結水出現。另外於大修期間，核二廠亦會針對蒸汽系統有關設備進行目視檢查及確認內部無溼度高或凝結水等情形。台電公司之答覆經審查委員審查後，要求台電公司澄清說明相關設備位置是否均為相關管段之最低點，以及長時間未起動運轉期間是否有針對主蒸汽管路洩水閥進行定期性洩水檢查。台電公司答覆說明相關洩水槽均位於相關管段及設備之最低點，若蒸汽管路設備內有凝結水現象，將累積於設備之洩水槽內或飼水加熱器殼體內，目前均無水位上升現象；另主蒸汽管路所有洩水閥均保持開啟，可確保管路內凝結水可排至主冷凝器內，運轉員並可於控制室盤面監控洩水閥狀態；此外大修期間亦檢查主汽機、蒸汽控制閥、飼水加熱器、主冷凝器內部，並拆檢相關管路內部及洩水閥尾部均無水流痕跡，可判定相關蒸汽設備內部均正常。另台電公司說明已參考本次大修之經驗，修訂電廠相關程序書增加主汽機、主冷凝器、汽水分離再熱器及飼水加熱器目視檢測之時機、項目及範圍，以確保設備組件之可靠性，答覆內容經審查可以接受。此外審查小組並於 107 年 2 月 18 日赴核二廠會同台電公司人員就相關蒸汽管路及飼水加熱器內部進行檢視，確認內部無異常情形。

審查提問 A-II-02-15，要求台電公司澄清修配類其他管路發生鏽蝕狀況，是否亦應納入紀錄並注意其鏽蝕發生之趨勢，以作為定期測厚及更換管路之參考。台電公司答覆說明，修配類其他管路包含消防、生水系統等非屬蒸汽、

飼水及海水管路部分，維護需求上無執行測厚判定管路壁厚狀況之必要，但於例行巡視或定期維護保養期間，發現相關管路外觀有鏽蝕狀況時，會利用走動管理系統建立紀錄後進行除鏽油漆，並依管路鏽蝕趨勢研判，如有換管需求則立即進行局部之管路更換，以維持管路長期可靠性，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-16 及 A-Ⅲ-02-28，針對需有功率或蒸汽方可執行測試之偵測試驗，電廠擬待機組達到測試條件後執行，惟為確保相關設備於機組長時間未起動運轉期間之可靠性，要求台電公司就強化相關設備預防保養作為或已採行相關因應措施提出說明。台電公司答覆說明，為確保機組長時間未起動運轉期間必須要有功率或蒸汽才能執行測試之設備可靠性，其中再循環水泵除已於近期機組大修期間依程序書執行檢查作業，且配合機組執行水壓試驗期間進行查漏作業，確保該設備壓力邊界正常無洩漏之狀況外，並已列入程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」每三個月執行啟動測試一次，確認該設備功能正常；爐心隔離冷卻系統(RCIC)蒸汽側組件亦已於近期機組大修期間依程序書執行檢查作業，確認相關組件無腐蝕現象，同時亦列入程序書 205 每個月執行一次以人力轉動爐心隔離冷卻水泵泵軸及渦輪機轉子，確認旋轉組件皆正常，並改變泵軸及轉子靜置位置確保組件正常；而安全釋壓閥(SRV)已依原訂計畫，於近期機組大修期間，依程序書執行相關組件分解檢查及測試作業。台電公司亦承諾依照審查提問 A-Ⅲ-05-06 之答覆說明辦理及依特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」加以追蹤管制，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-17，針對具有兩台以上相同功能且平時必須保持運轉之迴轉機之設備，電廠已建立程序書 390「迴轉機正常及維修換台或每月定

期換台方法操作程序書」執行每月換台操作或起動測試運轉，以確保設備在可用狀態，惟經查證發現輔助廠房排氣扇 1(2)VA-7A/B 並未列入程序書 390 換台運轉操作項目，要求台電公司予以澄清。台電公司答覆說明，經電廠重新檢視相關設備清單後，除已將前述輔助廠房排氣扇 1(2)VA-7A/B 列入程序書 390 換台運轉操作項目外，同時亦增加緊急應變設施(ERF)電池室排氣扇 1(2)VC-28A/1(2)VC-28B、飼水加氫系統之氫氣壓縮機 0K-126A/0K-126 B 及氧氣壓縮機 0K-127A/0K-127 B 換台程序，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-18、A-Ⅲ-02-24 及 A-Ⅲ-02-27，針對機組長時間未起動運轉期間，部分後備 DC 油泵如 RFPT DC 潤滑油泵 1(2)P-25C/26C/27C、主汽機 DC 油泵 1(2)P-15、發電機空氣側後備封油泵 1(2)P-20 等，以及汽機汽封蒸汽系統相關 AOV/MOV 等，未列入程序書 205 定期執行設備功能驗證，要求台電公司予以澄清，同時請台電公司說明執行長程管路沖洗範圍及相關品質作業之執行狀況。台電公司答覆說明，因應機組長時間未起動運轉設備之管制，已於 105 年 9 月 23 日發行程序書 205 後據以執行，測試過程中，測試執行人員、品質查證人員及管制機關視察人員在發現有使程序書更完整或更完善之步驟，電廠均會主動加入程序書，使程序書更臻完善，再經電廠重新檢視相關設備清單後，已將前述設備列入程序書 205 定期執行試運轉或換台運轉，同時亦增加汽機輔助系統相關閥類測試項目；以及台電公司說明，冷凝水管路及部分飼水管路平時均使用除礦器保持流動運轉，以執行管路沖洗，並定期依程序書 205 擴大管路沖洗範圍至整個飼水管路系統，冷凝水泵及飼水泵會換台執行不同管路沖洗，並每天進行水質取樣，取樣點包含冷凝水泵出口、除礦器出口及飼水管路，確保飼水水質之濁度低於 0.8NTU，以符合抽棒起動前之水質要求，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-01 及 A-III-02-12，因應本次大修未啟動設備維護之需要，除原有程序書 390 外，台電公司另制定程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」，許多設備均會依排定之時程週期定期啟動運轉或換台運轉，因此將會增加設備的啟停次數，以及產生不同於正常運轉的損耗。對此審查委員提問要求台電公司應加強對於相關設備的維護與監(檢)測，並應再檢視相關設備的規範，確認有關作法符合且仍在設計考量範圍內。審查委員亦要求台電公司以列表或其他有系統的方式，就 205、390 程序書等定期試運轉之程序與正常運轉之程序作一扼要之列述比較，並視需要進行討論說明。台電公司答覆說明，機組長時間未啟動設備定期試運轉程序書，主要規範停機期間，無須全部起動或長時間處於備用狀態之系統迴轉機設備，以確認其不致因長期備用而異常，定期執行換台或試轉並檢視設備，確保設備正常可用。核二廠建廠之初相關備用之迴轉機械，即依廠家建議訂定程序書 390，執行每月定期換台運轉，多年來在現有維護機制下，相關設備皆維持高度可靠性，另再制定程序書 205 執行相關設備定期換台運轉。停機期間設備起停造成系統暫態變化次數與前述 390 程序書定期換台系統比較，並無太大差異(以冷凝水泵為例：40 年正常運轉約 453 次系統暫態，本次停機期間增加 6 次)。且核二廠於定期換台運轉期間，依程序書執行現場巡視，以及預防保養監測運轉參數掌握相關系統設備效能與可靠度。至於餘熱移除系統，餘熱移除泵每 2 週起停 1 次，其餘設備相當於最少 1 個月起停 1 次，其換台運轉頻次與正常運轉換台每月 1 次之要求是相同的，而餘熱移除泵在待機期間必須有一台保持運轉，亦不宜由單一台長期運轉，故每 2 週起停 1 次，有助於確認設備可用性。餘熱移除系統管路設計規範為 ANSI B31.1 和 ASME code, section III, NC/ND，起停次數若小於 7000 次，其疲勞使用符合設計要求，目

前該系統於機組運轉期間約經歷 500 餘次起停，若加上停機期間系統切換，亦約 540 餘次起停次數，仍遠低於 7000 次，合乎設計使用要求。反應爐再循環系統之管路設計規範為美國機械工程師協會 ASME code, section III, NB，依核二廠再循管路設計文件，管路之疲勞使用因子(Cumulative usage factor, CUF)對應之 Leak Test item 設計次數為 360 次。機組長時間未起動運轉期間每台再循環泵起停測試次數計為 10 次，其測試條件與 Leak Test 相似。核二廠截至 2EOC-24 為止實際共已經歷過 20 次 Leak Test，即使增加 10 次的起停測試仍小於設計次數(360 次)，推估 CUF 尚小於 0.06，故再循環管路的疲勞使用仍合乎設計要求；此外再循環泵起動測試均依核二廠程序書執行各項操作，均在泵、管路及組件設計條件下執行運轉操作，其運轉壓力均小於各組件之設計壓力，因此起停測試並無非設計之應力而降低該系統組件使用壽命情形。台電公司相關答覆說明內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-04，要求台電公司說明本次大修期間，各系統管路內部之狀態。台電公司答覆說明，大修期間主要系統管路與內部狀態分述如下：蒸汽系統管路保持乾燥全空狀態；冷凝水/飼水系統管路維持滿水持續流動狀態；控制棒驅動系統、爐水淨化系統、再循環系統、餘熱移除系統、海水系統管路維持滿水持續流動狀態；備用硼液系統管路維持滿水並每三個月執行額定流量測試以維持管路定期流動狀態；高壓噴灑系統、低壓噴灑系統、爐心隔離冷卻系統管路均由充水泵維持滿水持續流動狀態，答覆內容經審查可以接受。另 107 年 2 月 18 及 21 日本會審查小組赴核二廠現場視察設備管路狀況，並檢視 2 號機蒸汽管路(汽水分離再熱器管路及飼水泵汽機蒸汽進口洩水管)內表面(銲道)狀況，結果相關管路內表面無異常狀況。

審查提問 A-III-02-06，要求台電公司補充說明長時間未啟動設備定期試

運轉程序之啟動時間、停機後至前述程序啟動前之作為，及對後續設備之結構完整性之可能影響等。台電公司答覆說明，2 號機 105 年 5 月發生電機避雷器故障，造成發電機及汽機跳脫，反應爐安全狀態未受任何影響；同年 6 月 29 日完成修復及改善項目後，2 號機雖不在功率運轉模式，但安全有關設備仍持續依功率運轉模式之規範執行測試，而一般發電設備是處於運轉狀態，但運轉數量減少(如二台海水泵運轉、一台冷凝水泵運轉，其餘備用)，其係因考量機組狀態與功率運轉略有不同。核二廠參酌日本經驗及核一廠經驗於 105 年 9 月 23 日發行程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」以確保長時間未啟動設備可用性。停機後至程序書 205 發行期間約 3 個月，核二廠安全系統設備仍如上述，比照功率運轉期間執行偵測試驗，一般發電設備亦持續運轉並會換台。雖然程序書 205 當時尚未發行，但系統運轉狀況仍與程序書 205 發行後之規範狀態相同，只是程序書 205 發行後更會有規劃性的執行試運轉或換台程序，更能確保設備可靠性，故停機後至程序書 205 啟動前機組狀態仍保持良好，對後續設備之結構完整性並無衝擊，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-15，要求台電公司澄清說明旋轉機械在備轉期間是否有定期作 90 或 180 度的轉子位置旋轉，或維持低速轉動，以防止轉子在自重下形成不可逆之彎曲。台電公司答覆說明，汽機及發電機於機組長時間未起動運轉期間依電廠程序書 205 定期執行慢車迴轉，並停止於轉動前 180 度位置；大修後則持續維持慢車運轉中，避免轉子於靜止狀態因本身重量造成軸彎曲等異常。其餘迴轉機械亦配合程序書 205 執行定期換台運轉，轉子運轉狀況亦皆良好，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-16，針對 CRD 運轉高溫改善之經驗回饋部分，要求台

電公司補充說明 CRD 曾出現高溫情形，並澄清相關組件是否會因持續的高溫環境而有劣化情形;針對 CRD 高溫的肇因分析應再尋求更為具體的證據;目前藉由提高 CRD 總冷卻水流量方式來改善高溫情形，要求台電公司補充說明提高總冷卻水流量之影響，以及配套的程序來檢視可能的影響。台電公司答覆說明，依 1 號機之運轉經驗，CRD 運轉溫度最高為 150℃，仍在原廠家評估可允許溫度下(176.7℃)。另根據核二廠歷來對 CRD 元件監測之經驗顯示，相關測試數據皆於合格範圍並未曾有劣化跡象；依台電公司綜整報告核二廠 CRD 運轉高溫可能的肇因，其中會造成溫度變動的有棒位影響及冷卻水分佈兩項，都與 CRD 冷卻水流量及分佈相關；另由機組運轉經驗及其他國外電廠運轉經驗，判斷增加 CRD 冷卻水流量應可改善 CRD 運轉高溫現象；核二廠 1 號機調高總冷卻水流量後，CRD 已無運轉高溫現象，可佐證 CRD 高溫肇因已確實釐清。核二廠在執行本項作業前，已委請原廠家奇異公司進行可行性評估，確認所增加之總冷卻水量不會有不良副作用，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-17，針對管路內若長期積存靜止不流動的水，將增加其腐蝕破壞的可能性之問題，要求台電公司澄清說明管路內是否會有長期存在靜止水的問題。台電公司答覆說明，於大修期間，維持滿水之系統管路，除備用硼液系統管路是每三個月執行額定流量測試來維持管路定期流動狀態外，其他系統管路(含與反應爐相連結之管路)均是維持滿水持續流動狀態者；而蒸汽系統管路所有洩水閥均保持開啟，因此管路內若有凝結水可排至主冷凝器內，此外定期執行主冷凝器抽真空加強蒸汽系統管路乾燥，因此無增加腐蝕破壞之可能性。審查委員提問，BOP 部份管路維持滿水持續流動狀態，應是以隔離閥來阻斷流入反應爐並以 by pass loop 來達成，因此進入反應爐

與隔離閥之間是否會有一段管路可能有長期靜止的水。台電公司答覆說明，飼水管路進入反應爐前有隔離閥，反應爐與隔離閥間之飼水管路上另有爐水淨化系統(RWCU)及餘熱移除系統(RHR)之停機冷卻水注入管，停機期間 RWCU 及 RHR 平時保持運轉，故此段之飼水管平時有 RWCU 及 RHR 的流水流動，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-18，要求台電公司澄清說明 HCU 蓄壓器是否有定期試運作，確認其能達成設計的急停插入操作，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明，核二廠曾於 106 年 12 月 5~6 日水壓試驗期間，執行控制棒驅動機構急停插入時間測試確認其可符合運轉規範要求，且壓力邊界完整無洩漏情形，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-20，要求台電司澄清說明緊急柴油發電機房防水門之完成時程，氣渦輪機機房是否也有類似防水門之設計，及發電機房的高程與預估海嘯高度，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明，核二廠安全分析報告(FSAR)之設計基準海嘯可能溯上高程為 10.28 公尺，緊急柴油發電機廠房高程為 12 公尺。緊急柴油發電機廠水密門預計 107 年底安裝完成，氣渦輪機廠房因高程達 22 公尺，因此無安裝水密門需求；發電機廠房高程達 21 公尺，亦無安裝水密門需求，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-23 餘熱移除系統於待機期間長期運轉，主要設備雖經加強檢修，但終究與原設計時所預想的操作情況不同，是否影響主要組件與相關管線的疲勞使用壽命，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明，餘熱移除系統的管路設計規範為美國國家標準協會 ANSI B31.1 和美國機械工程師協會 ASME code, section III, NC/ND。若餘熱移除系統的起停機次數小於 7000 次，則仍可符合其疲勞使用設計的要求，目前該系統於機組運轉期間約

經歷 500 餘次起停機，再加上停機期間系統切換的次數，則其起停機次數至今約 540 餘次，仍遠低於 7000 次，因此管路及組件的使用合乎設計要求，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-24、A-Ⅲ-02-25 及 A-Ⅲ-02-32，針對日本機組長期停機後再起動檢查或測試管制之經驗回饋,要求台電公司檢視各重要相關系統、組件(泵、閥門及大型馬達)及管路維護及測試作為，以確保機組再起動過程設備系統功能正常。台電公司答覆說明，主汽機除於大修期間依電廠程序書執行必要之維護外，並依程序書 205 啟動主汽機慢車迴轉及蒸汽控制閥動作測試以驗證各組件均正常，且透過現場巡視確認各設備組件之外觀及運轉狀態良好，再依預防保養定期檢視軸承、油槽、油泵等設備均正常，油質部分亦定期取樣化驗均符合標準；主發電機於機組長時間未起動運轉期間，發電機內部灌充乾燥空氣，並維持正壓，勵磁機則於內部額外增加空間加熱器，維持空間乾燥，並定期執行勵磁機磁場及轉子線圈絕緣值量測，主發電機自動電壓調整器(AVR)及主汽機控制系統(DEH)則依程序書定期執行功能驗證；主蒸汽管路則依程序書由目視檢測合格人員執行高壓汽機主蒸汽下跨管內壁檢查；其他重要泵浦，如飼水泵、冷凝水泵及循環水泵等、高低壓馬達及儀器類控制閥(AOV)等，均已依機組大修排程執行相關維護及測試作業，相關設備於機組長時間未起動運轉期間，平時由值班人員每值巡視，維護人員亦定期每週巡視，以確認系統完整性；爐心系統則每日進行爐水(氯離子、硫酸根、導電率)及飼水(濁度、導電率)水質取樣，以確保水質合乎規範。另為確保機組在起動期間設備可用性及可靠性，台電公司將透過預知風險、預先防範機制，承諾將依照審查提問 A-Ⅲ-05-06 之答覆辦理，並依特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」加以追蹤管制，答覆內容經審查可

以接受。

審查提問 A-Ⅳ-02-01，針對 MSR START-UP vent pipe 部分管路更換為不銹鋼，以減少沖腐蝕問題，要求台電公司說明當時更換理由及更換後之後續檢查結果。台電公司答覆說明，汽水分離再熱器(MSR)起動逸汽管(START-UP VENT PIPE)其功能為機組起動階段將 MSR 內濕度較高之蒸汽排放至主冷凝器內，原有碳鋼尾管因長期運轉沖蝕而有薄化跡象，為有效提升管路可靠性，98 年間將 MSR START-UP VENT PIPE 之碳鋼尾管全數更新為耐沖蝕之不鏽鋼管材，更新後於大修期間檢查尾管內部均正常，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-02-02，針對管路內之腐蝕產物，要求台電公司說明電廠之處理方式。台電公司答覆說明，針對蒸汽管路內部沖放機制，如 A-Ⅳ-02-03 之答覆說明；飼水管路於機組停機期間持續沖放，並定期監控水質狀況以維持飼水正常。其他系統管路亦維持滿水持續流動狀態，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-02-03，針對如何避免主蒸汽管內積存殘留水或腐蝕產物，要求台電公司說明電廠的因應作為。台電公司答覆說明，機組停機期間，蒸汽系統之洩水閥均保持開啟，確保管路內若有凝結水可排至主冷凝器內，運轉員可於控制室盤面監控確認洩水閥維持開啟狀態，並依程序書定期執行主冷凝器抽真空，強化蒸汽系統管路維持乾燥。機組起動階段，蒸汽系統所有洩水閥均需維持開啟狀態，以利透過蒸汽沖放將管路內部殘留之鏽垢雜質排至建立真空之主冷凝器內，後續並可隨著反應爐功率的提升配合主蒸汽旁通閥開啟，可持續沖放管路內部至主冷凝器，確保蒸汽管路內部潔淨正常。進入冷凝器之鏽垢雜質會經由冷凝水泵之進口過濾器及冷凝水除礦器進行過濾清除。主汽機、汽水分離再熱器及飼水加熱器之相關蒸汽管路洩水閥於機組

併聯發電負載提升至 20~30%時才會關閉，主蒸汽管路之洩水閥則於機組負載 50%時才會關閉，確保運轉過程蒸汽管路內部潔淨正常，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-02-04，針對程序書 153 品質成套文件編號 ME-44 之管路超音波測厚紀錄，要求台電公司澄清說明管路超音波測厚位置如何選定、Tp＜Tmin 未換管，統計說明表中為何有 0.875Tnom、Tnom 及 Tmin 3 種管路厚度態樣、Tp 為至下次大修預估之管壁厚度，下次大修時間為何、若大修時間超出之因應方式又為何等議題。台電公司答覆說明，管路測厚測件選定係使用美國 EPRI 所發展的 CHEC CODE 程式集及方法，針對較易遭受沖/腐蝕薄化的管線依建立之沖/腐蝕模式，計算各管線的沖/腐蝕速率及剩餘壽命做為檢測管件選擇的依據，至於較無沖/腐蝕顧慮或無法以所建立沖/腐蝕模式進行計算之管路，則依據以往檢測數據、機組運轉/維護歷史、國內外經驗等，以工程經驗選擇檢測管件，相關做法納入程序書中。此外 2 號機自 EOC-24 後長時間未起動運轉狀態，可免執行管路壁厚檢測計畫，但核二廠仍針對停機期間持續有運轉的 RHR 及 RWCU 系統管路挑選管件進行管路測厚，檢測結果顯示系統管路狀況良好；統計說明表中 0.875Tnom 係指原始製造公差範圍之最低厚度為 0.875 倍管件公稱壁厚、Tnom 係指管件公稱壁厚、Tmin 係指由應力資料計算出之管件容許壁厚。台電公司進一步說明，機組運轉時管路有流體通過，才會有薄化的顧慮，預估壁厚 Tp 是以機組起動後燃料周期 18 個月之運轉時數進行計算，本次評估計算同樣以機組起動後 18 個月做為下次大修預估時間，因法規要求機組起動後滿 18 月後必須停機大修，故不會有下次大修時間超過 18 個月的問題。審查委員針對台電公司答覆說明本次大修 RHR 及 RWCU 等系統管路狀況良好，但卻又有 Tp ＜ Tmin 不一致之情

形要求台電公司再澄清說明；另根據核二廠超音波測厚儀操作及報表製作手冊，對於管徑 4in 的 90 度肘管，DA-301 探頭的量測誤差為+20mil/-8mil，因此 BP-52F-E3 管件(管徑 4in)之測厚最小值雖顯示為 0.385in，但實際最小壁厚可能落在 0.393in 到 0.365in 之間，依該管件薄化率計算，雖運轉 12 個月後最小壁厚可能仍大於 Tmin，但運轉 18 個月後就會小於 Tmin(0.205in)，要求台電公司澄清說明。另依據超音波檢測設備廠家有關技術文件，要求台電公司補充說明使用平坦表面校正規塊而非具相同曲率的管形校正規塊的影響。針對審查委員再審查意見，台電公司進一步說明本次以測厚結果計算 Tp < Tmin 之測件皆為 Normally Close 之首次檢測管件，因無上次檢測數據做為薄化比對基礎，故使用忽略所有製造公差，將所有測到數據差值皆假設為由流體加速腐蝕引起之帶狀法(Band Method)來估算薄化量，估算方式較為保守，以致有 Tp<Tmin 狀況。針對此種測件厚度如同新管，但計算結果為 Tp<Tmin 之首測件，在考量本次燃料週期僅有 12.5 個月之情境，重新進行計算後，有 3 口管件會有 Tp<Tmin 的狀況。雖然核二廠核對與這 3 口管測件有相似運轉條件管件的檢測紀錄，並未有明顯薄化情形，但為確保上述 3 口管測件在未來 12.5 個月的運轉期間管壁厚度仍有足夠餘裕，核二廠將依程序書之規定，對前述 3 口測件進行定期量測以確認該等管路可安全運轉到本燃料週期末；台電公司並進一步說明核二廠超音波測厚相關作法符合 ASME B&PV Code Sec.V 規定，另以經平板階梯塊校正後之測厚儀及探頭，對公稱直徑 3 吋的基本規塊進行探頭晶體隔板平行/垂直規塊軸向各一次之厚度量測，說明未使用相同曲率之管形校正規塊進行校正，不影響量測結果及準確性，且台電公司依照審查委員意見，建立探頭量測誤差表，並納入「核二廠 DMS2 超音波測厚儀操作及報表製作手冊」內，供估測壁厚真值之用，答覆內容經審查可

以接受。

針對停機後機械設備異常經驗回饋進行查核，審查小組提出審查提問 A-II-02-10、A-Ⅱ-02-19、A-II-02-20、A-III-02-09、A-III-02-14、A-III-02-19 及 A-Ⅲ-02-30，分別說明如下。

審查提問 A-Ⅱ-02-10，針對停機期間重要設備異常及處置方式之統計資料，要求台電公司補充持續出現異常狀況之系統設備其對應之可靠度評估。台電公司答覆說明 2 號機長時間未起動運轉期間機械類設備請修單共計 50 件，其中屬 HCU 件數為最多，且多為蓄壓器內漏所產生的蓄壓器高水位警報，經評估需將原為碳鋼材質之蓄壓缸更換為不鏽鋼材質，2 號機本次大修期間電廠已更換 18 組蓄壓器，改善效果良好。其餘請修設備均無持續出現異常狀況，且已完成改正行動後，測試合格並皆已結案，目前功能均正常，答覆內容經審查可以接受，且經評估不影響急停功能。

審查提問 A-Ⅱ-02-19，針對機組日常運轉經驗回饋，台電公司說明設備運轉參數巡視觀察發現異常或盤面警報之出現，運轉人員均依循操作程序書、警報程序書或異常處理程序書立即處理，惟 2 號機長時間未起動運轉期間，本會視察員發現主控制室 2C87 盤飼水加熱器水位警報有異常，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明，電廠人員若發現發變電設備故障或顯現異常時，均應依程序書 1102.01「設備檢修工作管制程序」之規定開立請修單，針對本異常警報處置案例已回饋至模中作為模擬器訓練時的觀察重點，以提高並強化運轉員對於異常警報出現時的警覺性及處理能力，為確實掌控及因應機組再轉起動之風險，電廠已編寫特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，透過詳實的運轉方案及測試管控，落實本案例之經驗回饋，本案例亦已納入此特殊程序書課程訓練中，於機組起動前完成，答覆內容經

審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-20，針對 105 年 9 月 26 日 2 號機第一區緊急柴油發電機併聯前頻率晃動經驗回饋事例，台電公司說明係因調速機構機械組件特性稍有改變所致，此狀況不影響設備可用性，因運轉員發現，以高標準要求電廠電氣組維護人員進行調速機構參數微調，提高安全設備之可靠度；事件發生時，維護人員根據程序書 751「備用柴油發電機維護檢查程序(電氣部份)」調整比例積分(PID)卡片參數，頻率晃動現象已獲改善，事件經驗除回饋至相關維護人員，並列入維護作業程序書 751.2，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-09，針對台電公司評估報告所述對外通報之經驗回饋中，提到“核二廠輔助廠房排氣之流程輻射偵測器發現異常”之經驗回饋，要求台電公司說明是否有針對導致此異常之“連接管路接頭脫接”之肇因以及該項施工品保作業進行檢討改善。台電公司說明已針對沖淨管路接頭脫接事件作深入檢討，並採行改善措施，修訂程序書 773.8「事故後取樣系統儀器維校」及程序書 817.1「事故後取樣系統（PASS）取樣」，要求每次大修執行前述接頭之目視檢查、確認接頭鎖固，並列為品質人員現場工作停留查證項目，以確保爾後作業完整，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-14，針對台電公司評估報告貳.一.2 節有關緊急循環水泵 A/B 台維護後測試之合理性，要求台電公司補充說明。台電公司答覆說明，因加裝限流板調整緊急循環水系統流量分布，以平衡該系統各分支循環水流量，及本次大修期間亦執行 2P-4A/B 泵拆解維修作業，依據 ASME OM CODE 規定，進行測試重新訂定參考值及接受標準以監測泵浦性能趨勢，故核二廠依程序書 172 進行相關可用性評估程序。本次大修測得之 2P-4A/B 泵浦流量分別為 3100 GPM 及 3700 GPM，較系統最小流量需求 1541 GPM 有很大的

餘裕；此外 2P-4A/B 泵浦之性能曲線，其效率優於前 2 次測試值，故泵浦功能正常可用，因此可依據該次大修測得之測試值重新訂定參考值。。針對台電公司之說明，審查委員雖認為已解釋了技術上的疑問，但原來報告敘述的方式有過於簡略而容易誤導，台電公司已依審查委員建議修訂報告內容並清楚說明。台電公司答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-02-19，針對飼水泵汽機超速跳脫機構損壞之肇因可能僅找到事故的技術因素而尚未探討其肇因，建議台電公司再就相關可能肇因探討，此外並請台電公司澄清飼水泵汽機超速跳脫機構數量配置，以及飼水泵汽機跳脫之後續影響。台電公司答覆說明，核二廠每部機組各有 3 台飼水泵汽機，每台均有獨自之超速跳脫機構，當飼水泵汽機欲置入備用時，須先將超速跳脫機構復歸，否則機組處於跳脫狀態無法升速備用。而本次異常為超速跳脫機構之油壓邊界密合面狀況不佳，使油壓滲漏致無法於時限內建立壓力完成復歸；檢修後，3 台飼水泵汽機均依程序書 205 定期輪替執行水車及慢車轉動，同時驗證超速跳脫機構復歸功能，運轉測試至今均維持正常，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-30，針對日本機組長期停機後再起動的資訊中，得知日本核能機組再起動時曾發生管路洩漏，要求台電公司說明是否已採取因應措施，並列入訓練課程內容中，以防範未然。台電公司答覆說明，104 年 8 月 20 日日本川內電廠發生冷凝水泵(CP)出口高導電度，研判為冷凝器管路漏海水所造成，經檢查後發現，有五根冷凝管發現海水滲漏，針對此資訊核二廠亦立即進行水箱冷凝管設備評估，並已於此次機組大修期間，進行 4 只水箱全部冷凝管渦電流檢測，將檢查缺陷大於 60%薄化管塞管，並更換冷凝管數 881 根，冷凝水系統若發生海水洩漏，電廠將依程序書 520.1「冷凝器管洩漏」

執行因應及修復，並已列為電廠例行訓練課程。至於電廠因應機組長時間未起動運轉再起動過程，若其他管路或系統發生洩漏時，電廠承諾將依照審查提問 A-Ⅲ-05-06 之答覆辦理，並依特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」以為因應，答覆內容經審查可以接受。

審查小組於 107 年 2 月 21 日赴核二廠與台電公司人員討論 GEH 公司評估文件得延後執行之檢測項目，審查委員認為核二廠 2 號機第四個十年檢測計畫有需要配合修訂，提出審查提問 A-II-02-01，要求台電公司補充說明現況對原有十年檢測計畫之影響與後續修訂規劃。台電公司答覆說明，已請原廠家 GEH 公司進行此次不執行反應爐內部組件檢查及爐心側板超音波檢測之可行性評估，並已獲原能會同意本次大修無需執行反應爐內部組件檢查及爐心側板超音波檢測作業。另核二廠IVVI 係依據核二廠 2 號機第四個十年檢測計畫書執行相關檢測，而十年檢測計畫僅訂定每次大修各檢測項目應執行數量之原則，本次大修未執行IVVI 檢測對十年檢測計畫書之內容並無影響，故不須修訂，相關檢測細項會在大修前依該計畫書之反應爐內部組件目視檢查計劃表陳報原能會核備後依計畫表執行，亦將調整未來檢測週期內每次大修反應爐內部組件目視檢查計劃表之檢測數量，並於第四個 10 年檢測週期內完成所有十年檢測計畫規定之檢測項目及數量。台電公司進一步說明，核二廠在第四個十年運轉期間檢測期間，於未來大修增加每次大修檢測數量並陳報原能會核備後執行反應爐內部組件目視檢查，以維持原 10 年檢測計畫之檢測總數量不變，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-08，針對分析報告出現單位需修改或文字誤記部分，台電公司已提出修訂，經審查可以接受。

（三）結論

綜合審查小組審視台電公司核二廠 2 號機設備可靠性整體評估報告貳.一.2 及貳.一.3 節及赴核二廠實地查核現場設備管路現況之結果顯示，台電公司已針對核二廠 2 號機之機械設備管路採取適切之維護作為及後續因應措施，且其品質及可靠性，可以接受。

四、 核燃料可靠度監測

（一）概述

核二廠 2 號機於週期 25 新裝填爐心之新燃料共計 136 束，2 號機於 105 年 5 月 16 日發電機避雷器箱受損而停機修復迄今，均維持在停機狀態。此期間，於 106 年 10 月至 12 月期間依規劃執行機組大修，並進行反應爐開蓋作業。另鑒於核二廠 1 號機第 25 週期運轉期間曾發生燃料護套洩漏之情事，因此電廠如何防範異物入侵反應爐為一重要課題。對此，本會即針對停機期間與反應爐開蓋期間可能影響燃料完整性的要項，如爐水水質，大修期間防止異物入侵作業與爐內清潔度檢查等進行檢視，確認電廠已採取適當措施，以維持爐心燃料完整性。

台電公司於所提報之「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告第貳、一、7 節「核燃料營運整體評估」內容，說明針對機組起動後之燃料完整性，台電公司並已修訂新版「潔淨爐心燃料護套洩漏判斷準則」，以期能早期發現護套洩漏徵兆，同時核二廠亦藉由 1 號機 EOC-25 機組起動之經驗，於 2 號機再起動時，將採取多項作為例如軟性起動(Soft Operation)、保守性功率遞升速度(Ramping Rate)及升載過程密切監視放射性廢氣總排釋率等，以確保燃料完整性。

（二）審查及現場查核情形

經審查小組就台電公司提報之核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估報告相關內容進行審查與現場查核，針對電廠未來將採取之軟性運轉、POWERPLEX 資料庫更新與停機餘裕及密切監視放射性廢氣總排釋率、機組停機期間之燃料完整性、爐心水質、爐心控制棒測試有效性、爐心佈局有效性及停機期間防止異物入侵反應爐等議題，共提出審查提問 A-Ⅲ-02-13、A-Ⅱ-03-01~04 及 A-Ⅲ-03-03~06 等，分別說明如下。

審查提問 A-Ⅲ-02-13，針對台電公司於 2 月 13 日會議簡報資料提到 2 號機原本運轉週期預計為 12.5 個月，但報告資料顯示之功率運轉週期設計為 13.5 個月。另未來 2 號機如只運轉 12.5 個月，對於爐心燃耗較原設計為低之後續處理，要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明，本次燃料週期原設計能量約為運轉 13.5 個月，為配合機組可能於 107 年再起動並規劃於 108 年 4 月中旬大修，因此本次週期預計只運轉約 12.5 個月。屆時週期能量確實較原設計能量短，代表爐心中的燃料束及燃料棒之燃耗較低，經燃料廠家分析計算後，對於本次燃料週期，其爐心內所有燃料之燃耗值均在燃耗限值內，以及爐心平均燃耗亦符合執照分析之最大週期末爐心平均燃耗值。因此，核二廠 2 號機燃料分析結果符合法規的要求，也可確保核能機組運轉的安全。此次燃料週期的燃耗雖較預估之燃耗為低，但影響不大，未來可由燃料廠家綜合考量後進行下一週期之爐心設計，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-03-01，要求台電公司提供停機期間之爐心水質資料，以及水質與燃料廠家要求之符合性。台電公司答覆說明於停機期間之爐心水質相關參數遠低於燃料廠家要求之保證限值，惟所提供之資料不夠詳細，經台電公司再次提供更為詳細之水質資料及數據，經審查後要求台電公司說明於 106 年 7 月 12 日爐水曾有氯離子濃度升高之情事，台電公司再次答覆說明爐

水氯離子升高之原因，係為機組停機狀態下，爐水長期接觸空氣造成碳酸根離子濃度增加，進而加速離子交換樹脂劣化所致。審查小組審視所提資料及現場實際核對 2 號機停機期間水質資料，確認電廠於更換離子交換樹脂後，爐水氯離子濃度隨即下降恢復正常值，之後亦未再有升高情形，可佐證台電公司之說明。由於前述氯離子濃度仍低於燃料廠家要求之保證限值，故不會對燃料完整性造成影響，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-03-02，台電報告貳.一.7「核燃料營運整體評估」中，有關核二廠 2 號機重新執行之控制單元相關偵測試驗，其列表所登載程序書 1018.1「POWERPLEX 資料庫更新及驗証(POWERPLEX 系統專用)」及 1011「停機餘裕之查核(SHUTDOWN MARGIN CHECK)」兩項之執行日期預定於 107 年併聯前完成，然前述兩項作業理應於抽棒起動後即須執行，故請台電公司說明前述作業之實際執行時機。台電公司答覆說明該程序書確實於抽棒起動後即須執行，且於機組併聯前及起動後 7 日內完成，台電公司已修訂該表，並加註實際執行過程，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-03-03，針對報告貳.一.7「核燃料營運整體評估」中，請台電公司分別說明報告所述之「盡可能」掌握爐心反應度變化一詞之疑義、「密切監視六種放射性廢氣總排釋率之趨勢」之具體作為，以及邁向臨界之應備文件等。台電公司答覆說明實際作業係於抽棒前已先利用電腦程式進行抽棒臨界過程之模擬計算，以預知抽棒至臨界過程之爐心反應度變化，並經實際驗證，故「盡可能」為贅詞，將之刪除；台電公司亦提出臨界前相關作業程序書，作為抽棒臨界之應備文件；在密切監視放射性廢氣總排釋率趨勢部分，台電公司答覆說明將由反應爐至廢氣系統流程上設置之輻射偵測儀器指示及定期取樣分析進行趨勢之監視；另有關臨界應備文件，則提出臨界前

相關作業程序書，作為抽棒臨界之應備文件，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-03-04，台電公司核二廠防範爐屑磨損精進方案進度執行情形，其項次 24 提到將島根核電廠其防範異物入侵(Foreign Material Exclusion, FME) 的做法、維持廠房乾淨清潔之文化及相關之人員訓練與教育方式等，列為該年技術交流訪問之重點項目，故要求台電公司說明此交流學習所得之作法，是否已回饋至核二廠精進 FME 之管控作為。台電公司答覆說明島根電廠與核二廠在本次的技術交流會議上，分別針對防範異物入侵的管制與精進作為進行技術交流，島根電廠說明該電廠在防範異物入侵的做法、維持廠房乾淨清潔之文化，以及相關之人員訓練與教育方式與核二廠類似，而島根電廠在 FME 的表現績效上比較好，其關鍵應為員工與承包商對於 FME 的觀念已經內化成為其作業習慣。故核二廠於 106 年第三季，針對 FME 議題成立 WANO 績效目標與準則(PO&C)標竿學習方案，由模擬操作中心主任主持，持續將 FME 列入員工訓練與承包商的進廠訓練課程，並要求各級主管與工作負責人每個月須進行現場作業觀察，適時於作業前的工具箱會議中宣導 FME 的要求，也將作業過程中發現的缺失輸入改正行動方案，於每月經理人員檢討會議進行追蹤改善；此外核二廠擴充跨部門之 FME 獨立督導小組編制，於 2 號機本次大修期間每日主動發掘廠房現場有關 FME 的缺失，並積極要求有效改善。2 號機本次大修完成後，FME 獨立督導小組仍持續運作，並將美國電力研究院(EPRI)的 FME 教材影片配上中文字幕，於全廠性運轉經驗交流會議中進行宣導且提供各部門於組務會議宣導，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-03-06，有關核二廠防止異物入侵之精進作為部分，要求台電公司分別說明核二廠參考美國電廠防範異物入侵(FME)經驗納入程序書

之內容、FME 執行督導小組之運作、反應爐頂蓋螺樁除銹之雷射清理設備使用情形，以及人員訓練等。台電公司答覆說明已將美國電廠防範異物入侵經驗，包括 FME 分區暫停工作時之注意事項、喪失 FME 控制(發現異物進入開口之系統組件)後之處理方式，以及 FME 管制區內系統設備回裝等經驗已納入相關程序書；對於 FME 執行督導小組部分，核二廠於 106 年 9 月起，將原 FME 督導小組 7 名成員擴充為 9 名，並經訓練後於 2 號機 106 年 10~12 月大修期間針對 FME 作業進行查核，對於未落實程序書要求之作業人員或管制行為，除立即告知改善，並開立狀況報告納入改正行動方案，進行列管與追蹤改善；反應爐頂蓋螺樁除銹之雷射清理設備部分，該設備可防止除鏽時之可能鏽渣掉落，核二廠於 106 年 9 月驗收後，已於本次 2 號機大修時實際使用；另有關防止異物入侵作業之訓練部分，包括全廠檢驗員及支援人員 1 小時 FME 課程訓練，並於大修前針對反應器廠房 7 樓作業之相關檢驗員、管制員及包商等，進行 1 小時的加強教育宣導與座談，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-03-03，要求台電公司說明自 105 年 5 月 16 日 2 號機處於冷停機狀態迄今，採取那些強化防範異物入侵之精進方案，以及是否有其他系統在此期間因腐蝕現象，進而有鏽垢進入爐心。台電公司答覆說明 2 號機待機期間飼水管均維持飽水流動沖放，無腐蝕現象。另於 2 號機 106 年 11 月大修期間亦進行爐底鏽垢爐屑檢視，檢視範圍為爐心中央之爐底最下方區域，檢視結果確認該區域為乾淨，未發現異物。此外，核二廠亦依程序書 1021 執行爐心查證，以水底攝影機錄影，並經品質人員查證確認全部 624 束爐心燃料序號、座落及定位正常，且燃料相關組件完整、無物品掉落。針對電廠執行前述檢查之結果報告，審查小組於現場視察時，亦進行文件紀錄查閱及

查證錄影影像，確認 2 號機反應爐爐底無鏽垢及爐屑，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-03-04，針對報告內容有關爐心燃料可靠度部分，台電公司所述檢測爐水氚、碘同位素，並無法實質代表爐心燃料之完整性，請台電公司修正報告內容。同時為了解停機期間燃料有無破損，要求除原輻射偵測器外，另提供四條主蒸汽管路輻射偵測器量測資料。台電公司答覆說明已修訂報告內容，並提供機組待機期間四條主蒸汽管路輻射偵測器讀值之連續變化趨勢。由台電公司補充資料顯示，前述四組流程輻射偵測器之讀值，於停機初期即呈下降趨勢，之後維持在背景值附近，審查小組亦於現場查證電廠管閥佈置圖，若爐心護套有破損，則放射性氣體會經過主蒸汽管再外釋，同時機組停機期間之主蒸汽管輻射偵檢器，仍處於可用狀態。因此，其監測數據具有參考價值。另，查反應爐開蓋期間現場抽氣量測結果，亦未發現有顯示燃料不完整的異常情形。故初步可推斷本次待機期間 2 號機爐心燃料維持完整，加上台電公司承諾於起動再轉之升載過程加強監視六種放射性廢氣總排氣量，以早期了解燃料完整性，以上有關燃料完整性答覆內容經審查可以接受。

A-Ⅲ-03-05，針對電廠提出之軟性運轉(Soft Operation)部分，要求說明此次起動採取「軟性運轉」之原則為何，以及此次起動與過去之差異。台電公司答覆說明「軟性運轉」係為燃料廠家收集過往之資料與分析後，訂定「軟性運轉」原則供電廠參考，其原則包括每小時升載速率不大於 15%熱功率；爐心熱功率達 90%時，暫停升載 4 小時以緩和護套應力；90%熱功率以上，不調整控制棒淺棒或中間棒位置為原則，深棒之控制棒位，則待氙毒(Xenon-Wait)穩定後才進行調整。台電公司並承諾核二廠未來起動除依循燃料廠家建

議之軟性運轉原則外，也將採取更為保守之作法，例如降低功率遞升率、達到控制棒佈局過程擬採等待氙毒方式緩慢抽棒至目標棒位，台電公司之作法較燃料廠家更保守，答覆內容經審查可以接受。

審查小組亦就控制棒功能測試紀錄於現場視察時進行查核，查證項目包含控制棒驅動系統功能試驗、控制棒驅動系統摩擦力試驗及控制棒急停插入時間測試等，確認測試結果符合程序書與運轉技術規範要求。

（三）結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果，台電公司所提送報告之核燃料營運整體評估內容以及對審查提問的答覆與報告修訂內容，已對核二廠 2 號機未來機組起動後之核燃料營運、防止異物入侵、燃料完整性等提出適當說明。審查小組於現場查證時，亦抽查相關文件紀錄與爐底檢查影像，確認電廠已採取適當措施，以維持爐心燃料完整性；另亦就控制棒功能測試紀錄進行審視與核對，確認控制棒功能正常，經審查可以接受。

五、 重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置查核

（一）概述

因應核二廠 2 號機停機時間較長，為確保停機期間機組設備的安全性及可靠性,本會乃針對台電公司「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告有關運轉技術規範規定之安全相關設備偵測試驗執行情形之內容進行審查，同時本會亦針對其重要安全設備，執行偵測試驗與現場設備配置等進行查核，以驗證風險顯著性之結構、系統及組件是否有能力執行其特定安全功能，評估其是否處於適當整備狀態，並確保設備排列配置是否有與正常排列不符合而會影響系統功能增加潛在風險的情形。本會執行整體評估報告審查、

現場重要安全設備偵測試驗查核與現場設備配置查核等，分別討論如下。

（二）審查及現場查核情形

審查小組就台電公司整體評估報告進行審查，針對機組長時間未起動運轉期間電廠進行重要安全設備偵測試驗作業等內容，提出審查提問 A-Ⅲ-02-26、及 A-Ⅲ-03-01，說明如下。

審查提問 A-Ⅲ-02-26，針對核二廠 2 號機依運轉技術規範定期執行偵測試驗情形,要求台電公司分別說明自 105 年 5 月迄今緊急爐心冷卻系統(ECCS)及第一區、第二區緊急柴油發電機執行偵測試驗之情形；並對 2 號機各緊急柴油發電機(包括第五台緊急柴油發電機)可靠度部分，要求說明是否有發生過起動失敗或超速跳脫，且相關設備之維護與測試(含大修後)情形，以及異常組件、事件之處置方式。台電公司答覆說明中提出前述各安全系統之偵測試驗紀錄說明與偵測試驗異常事件、大修維護後測試異常事件之說明，發生異常之設備皆已修復並測試完畢，目前設備可靠度良好，無異常狀況，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-03-01，針對核二廠 2 號機於停機期間，亦執行運轉技術規範規定於功率運轉、機組起動/熱待機及熱停機等運轉模式之各項偵測試驗，要求台電公司說明在停機期間之環境條件是否適合執行測試，而不致損及組件。台電公司答覆說明，在功率運轉期間，電廠均需依照運轉技術規範要求之週期與內容執行相關安全系統設備的測試；機組停機期間，部分系統設備原依運轉技術規範規定可以不需測試，但核二廠為保持設備可靠性，在機組測試環境條件許可下，仍比照功率運轉期間之要求執行測試。這些設備無論是在機組功率運轉中或停機期間，平時均保持在備用狀態，其測試時之環境條件與測試時的(流程)組態，不因機組運轉模式(功率運轉或停機)而有所差異，

因此於停機期間仍可執行測試，不會增加損及組件的風險，答覆內容經審查可以接受。

審查小組分別於 107 年 2 月 18 日及 107 年 2 月 23 日，赴核二廠執行 2 號機安全設備偵測試驗之現場查核，抽查偵測試驗項目包括低壓爐心注水系統(LPCI)A 迴路額定流量試驗、低壓爐心噴灑系統(LPCS)額定流量試驗、緊急乾井真空破除器測試、備用柴油發電機(第一區)運轉性能測試、備用硼液控制系統(SBLC)可用性測試、緊急循環水系統(第一區)測試等 6 項偵測試驗，查核其操作過程、執行情形、接受標準與使用儀器校驗有效性等，視察結果無異常發現，可以接受。

本會視察員另於 107 年 2 月 13~14 日、107 年 2 月 16 日及 107 年 2 月 23 日，赴核二廠執行 2 號機安全系統設備排列配置現場查核，抽查包括低壓爐心噴灑系統(LPCS)、高壓爐心噴灑系統(HPCS)、餘熱移除系統(RHR)A 迴路、爐心隔離冷卻系統(RCIC)、備用硼液控制系統(SBLC)、備用柴油發電機系統（第二區）、緊急循環水系統(ECW)等 7 個安全相關系統，查核其管道儀表流程圖(P&ID)與程序書閥位查對表之一致性、現場閥門是否處於正常閥位、閥牌正確性及懸掛法蘭、閥門及管路狀態等，視察結果無異常發現，惟程序書 353「緊急循環水系統」內對 RHR B 熱交換器 E-40B 出口閥 E12-F068B 記敘為現場手動操作閥，與實際為控制室盤面遙控電動操作閥不符，已要求電廠改正，電廠並已修訂程序書改善完成，整體安全系統設備排列配置狀況可以接受。

（三）結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果，台電公司報告關於重要安全設備偵測試驗執行狀況內容，以及對審查提問的答覆與報告修訂內容，已說明

核二廠重要安全設備偵測試驗執行情形、設備狀態與後續處置。此外，審查小組赴現場執行安全設備偵測試驗及設備排列配置查核，亦無重大異常發現，經審查評估報告內容及現場查核結果可以接受。

六、 地震監測

（一）概述

在本會持續性的核安管制要求與監督之下，目前台電公司核二廠已裝置相關地震監測系統與強震急停系統，並建立地震因應與檢查作業程序書，據以執行機組安全運轉操作與必要之結構設備檢查。地震監測系統是提供核電廠於地震時廠房結構與機組設備所承受地震大小之重要參數、作為依程序書執行必要因應操作與結構設備檢查作為，以及評估地震對電廠影響之重要依據，因此核二廠必須採取適當維護措施，以確保地震相關監測系統維持在正常可用狀態。同時相關運轉維護人員亦須藉由適當訓練以熟悉地震因應與檢查作業程序。

台電公司提報之「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告第貳.一.8 節有關地震監測與因應整體評估內容，說明台電公司核二廠已裝置(1)地震監測系統、(2)地震識別系統、(3)強震自動急停系統、(4)井下地震監測系統等。其中，地震監測系統用於監測並記讀核能電廠重要廠房結構之地震反應，可提供地震警報訊息，作為核能運轉人員即時反應與操作的依據；而地震識別系統則是監測並記讀核能電廠重要廠房結構之地震反應與相關反應頻譜，作為長期評估廠房結構動態特性之依據；強震自動急停系統則是根據地震儀所收錄的加速度值，於超過設定值(略低於安全停機強震值之一半)時，將反應器自動急停；井下地震監測系統則可收錄地表面自由場及不同地層深度位置的地層受震反應，作為長期評估場址受震特性之依據。核二廠已建立

維護測試程序書，除已完成大修作業之各地震監測儀器之維護保養、校正及功能測試外,平時亦定期執行各設備組件之功能測試及預防保養等維護作業，確保各監測設備在此待機狀態下仍保持隨時可用。期間若發生地震，亦會立即依「地震緊急程序書」及「強震後機組詳細檢查程序書」執行。報告中亦針對機組安全冷停機能力部分，說明核二廠已執行『營運中核能二廠耐震安全餘裕評估（SMA）計畫』案，採原安全停機強震 1.67 倍之 0.67g 作為評估基準地震(此評估基準地震已考量山腳斷層新事證之地震危害度分析結果)，針對兩個安全停機串之結構系統等進行耐震評估，並依評估結果進行耐震改善，於發生前述評估基準地震時，能維持兩個安全停機串功能，確保機組能安全停機並維持穩定安全狀態。

（二）審查及現場查核情形

審查小組就台電公司提報之報告第貳.一.8 節有關地震監測與因應整體評估內容進行審查，並至核二廠現場查核，提出審查提問 A-II-04-01~09、A-III-04-01、A-III-04-02、A-III-04-04、A-III-04-06~10 等，分別說明如下。

審查提問 A-II-04-01~A-II-04-09、A-III-04-08、A-III-04-10，就台電公司提報報告有關地震監測與因應整體評估內容，要求地震監測系統地震儀安裝位置增列反應器廠房，補提各地震相關監測系統安裝日期時間、補充說明程序書 575 與程序書 575.1 之執行時機、近年地震時核二廠各地震儀設定值及觸發情形、修訂地震系統儀器位置說明圖及各地震系統儀器之廠房分佈圖、強震急停系統於輔助廠房一樓及三樓之動作設定值說明、耐震餘裕評估(SMA)之執行緣由與時間(於日本福島事故前即已依耐震精進方案執行)、更正載明核二廠耐震餘裕評估總結報告版次與引用的美國電力研究院(EPRI)文件版本、輔機間底板高程以及地震識別系統表格標題疏漏、重力加速度的英文符號大

小寫應一致及修訂報告內文有關安全停機地震的設計基準與超越設計基準的數值等提出澄清與更正，以上提問經台電公司提出補充說明並修訂報告內容，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-04-01，要求台電公司在機組起動再轉之前，對「B 設備」，「C 管線和儀器管路系統」，「D 管線系統之外配送系統」做安全評估。台電公司答覆表示核二廠 2 號機相關設備仍持續進行監控、測試、迴轉機定期換台試運轉等，維持其可用性，並已於 106 年 10 月 2 日起進行為期 2 個多月的設備維護大修，期間相關設備、管線均一如往常大修，進行了必要的維修、更換、檢測、校正及功能測試。此外，在台電報告第貳.一.1～貳.一.6 有關運轉與測試整體可靠性評估及各機械、修配、電氣、儀控、電算設備整體可靠性評估，確認整體設備、管線和儀器管路系統、管線系統之外配送系統等，均處於可靠、備用、待轉的狀態。而核二廠管路系統原始設計階段及正式商轉後的設備改善案，皆需依相對應的設計標準進行安全設計及必要的應力分析，確認符合要求後才發行設計文件及施工，故管路亦保有其完整性，可於地震後提供安全停機能力，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-04-02 及 A-Ⅲ-04-04，要求台電公司於發生地震時，確實依地震因應與檢查程序書規定，作好之人員演練及分工，並要求思考可能產生的不確定情境與加強人員的平時演練。台電公司答覆說明，針對發生地震時之因應及檢查，電廠已有程序書 575 及程序書 575.1 據以依循執行，程序書中有明確分工。對於地震應變之訓練，核二廠模擬中心因應地震可能造成的危害，有完整之系列課程，包含課堂、模擬器訓練、資料傳閱等，使運轉員有充足知識與應變能力處理機組因地震造成之異常狀況，此外每年緊急計畫演習，也會有模擬地震情境或複合式災害造成機組受影響後之演練操作，

確實做好地震因應之訓練及演練。經查，地震因應作為已納入 2 月 27 日~3 月 2 日之加強訓練內容，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-04-06，要求台電公司核二廠提出近期收錄之地震數據，說明所有地震相關監測系統之運作情形。台電公司答覆表示自 105 年 6 月迄今，核二廠地震儀共觸發三次，並藉由比對鄰近位置(主警衛室前花園)之中央氣象局萬里測站與核二廠地震儀 0SG-XE-101 數據，確認核二廠之地震監測系統量測及運作情形良好，本項經台電公司補充此三次之其他地震儀器紀錄，且加註說明地震識別系統部分地震儀《無偵測點》者，係因原始設計評估時就不需要該方向之地震資料，故此方向並未設置地震儀，而非儀器故障。答覆內容，經審查可以接受。

審查提問 A-III-04-07，要求台電公司補充說明地震識別系統每 18 個月依據程序書 773.46 執行地震儀校正情形，並說明地震識別系統地震儀之校正步驟與其他地震監測系統地震儀校正之差異。經台電公司提出補充說明後，業已澄清僅編號 SG-XE-135(位於反應爐基座)之校正方式與其他地震識別系統之地震儀校正方式有差異，其餘地震儀不論是監測系統或識別系統校正方式並無不同，答覆內容，經審查可以接受。

審查小組成員亦至地震監測相關儀器設置現場與盤面檢視，結果均正常運作。另外，針對 107 年 2 月 19 日宜蘭發生規模 5.3 的地震(新北市萬里區震度達 3 級)，核二廠地震監測系統亦有即時發送地震警報訊息，本會亦即時掌握地震儀測得之最大震度加速度及機組狀態與電廠巡視初步結果，並於對外網站以最新消息公布。本會亦再進行現場查證，確認地震儀動作紀錄正常，電廠運轉人員亦依據核二廠程序書 575 的規定執行現場巡查。

審查小組成員亦實地抽查廠房結構設備，包括依耐震餘裕評估結果進行

改善之設備狀況，包括控制廠房、柴油機廠房及緊急海水泵室，結果相關結構設備維持在良好狀態。

（三）結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果，台電公司核二廠已就地震相關監測系統定期執行維護校正作業，且經查證近期發生之地震均能維持應有功能，提供完整紀錄，電廠人員並依程序書執行因應與檢查作業；運轉值班人員亦依年度訓練計畫接受地震之相關訓練，顯示電廠已建立適當措施；現場查看廠房結構設備亦維持在良好狀態，經審查可以接受。

七、 起動規劃及品保作業與人員訓練查核

（一）概述

因應核二廠 2 號機長時間未起動運轉，台電公司除須於停機期間對系統設備採取對應維護措施，以維持其可靠性外，未來若起動運轉時，亦須妥善規劃起動期間之各項必要運轉策略與維護檢查措施，包括起動前與起動期間的檢查措施、起動到滿載運轉過程之關鍵步驟與可能發生暫態運轉之因應程序，以及運轉維護人員熟習相關措施等。除電廠運轉維護單位應依規劃審慎執行外，台電公司及電廠的品保組織亦需執行對應的品質查證與品保稽查計畫，確認其落實執行相關作業。本會為了解台電公司與核二廠對機組再起動過程規劃與人員訓練的適切性，亦針對其規劃與訓練情形進行檢視與現場查核，以確認台電公司是否已採行適當之措施，俾能增進機組再起動後系統設備運轉穩定及可靠性。

有關機組起動期間之各項必要運轉策略與維護檢查措施部分，台電公司於 107 年 2 月 13 日第 1 次審查會議時，說明訂定運轉關鍵步驟風險管控及

應變措施，分別依機組功率狀況變化列出次序及機組狀況說明、該狀況下之關鍵步驟與可能潛存之風險、對應此風險在操作上應注意事項、操作上應監看之參數警報燈號及設備狀況,以及異常警報及異常狀況之處理應變方式等。台電公司於機組起動升載期間，除依既定程序書進行操作外，此期間將另增派曾任值班經理之模擬訓練中心講師協助督導。

針對人員知能與訓練部分，台電公司所提「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告第貳.一.9 節「人員訓練整體評估」中，敘明核二廠 2 號機停機期間與機組起動再轉期間之因應作為。在停機期間，運轉人員除了持續以機組正常運轉相同之標準執行專業訓練(包括系統知能訓練、正常/異常/緊急狀況模擬器訓練及現場設備熟悉)外,並完成停機/起動/颱風季節前/地震等複合式災害模擬器操作演練與課堂訓練等特定主題訓練，以及人因防誤技巧強化訓練(包括中油 815 停氣事件經驗回饋)。於機組再起動前，核二廠將另安排 5 梯次模擬器訓練。同時機組起動再轉過程中，電廠要求模擬中心講師協助督導主控制室 2 號機起動再轉作業，確保 2 號機起動再轉過程與營運期間的機組安全。

在品質查證與品保稽查部分，台電公司所提「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告第貳.四章「品質與品保領域整體評估」報告中，台電公司分別就核二廠 2 號機停機 (含去年大修) 期間及機組再起動運轉期間之品質查證與品保稽查作業提出說明。停機期間部分，由核二廠品質部門依其營運品質保證方案,於 2 號機待機期間及 106 年大修期間,執行設備檢修、預防保養、偵測試驗、電廠設計變更、不符品質案件處理管制、儀器或電氣設備設定點變更管制等現場工作之查證作業;核能安全處則依該方案與職掌,執行獨立的稽查、審查及管制核能電廠各項作業，包括核二廠 2 號機主發電

機併聯後跳脫事件設備復原檢查、106 年 2 號機大修及 2 號機待機期間機組狀態驗證專案稽查等。電廠品質人員的現場查證與文件審查，及核能安全處稽查人員的獨立稽查與專案稽查，以確保核能電廠作業符合各項規定，確認核二廠 2 號機修復作業與結果達到品保要求，待機期間設備亦均保持可用。機組再起動運轉期間部份，主要則說明品質查證之重點與核能安全處品保專案稽查內容。

（二）審查及現場查核情形

經審查小組就台電公司之簡報內容、核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估報告相關內容進行審查與現場查核，共提出審查提問 A-Ⅱ-02-19、A-Ⅱ-02-21、A-Ⅲ-02-05、A-Ⅲ-02-10、A-Ⅲ-02-21~22、A-Ⅲ-02-24~25、A-Ⅲ-02-29、A-Ⅲ-02-02、A-Ⅲ-02-11、A-Ⅲ-02-30~32、A-Ⅲ-03-02、A-Ⅲ-04-02、A-Ⅲ-04-04~05、A-Ⅲ-05-01~06 等。相關審查提問係考量機組長時間未起動運轉情況，為進一步確保機組再起動後系統設備運轉之穩定性及可靠性，從(1)起動前須執行之加強檢測措施；(2)起動升載期間之運轉程序、升載策略與檢查措施；(3)相關人員知能，包括因應前項作業所執行之運轉人員訓練與維護人員講習作業與團隊士氣，及(4)核二廠之品質查核作業與台電公司對應稽查計畫等各個面向進行檢視。以下就各面向分別說明如下。

1. 起動前加強檢測措施

審查提問 A-Ⅲ-05-06，核二廠於例行大修再起動，針對各系統設備已建立起動前之檢查措施，然就長時間未起動運轉後之再起動的情況，對於停機期間未要求其功能可用或未運轉測試與無法測試(如需蒸汽者)的系統，要求台電公司除原檢查措施外，提出起動前須執行之加強檢測作為。台電公司答覆說明，除原一般大修後起動前之現場巡視檢查措施外，並再針對如爐心隔

離冷卻系統、主蒸汽安全釋壓閥、主汽機與發電機及相關附屬系統、廢氣系統等停機期間因無蒸汽而未運轉的系統設備，提出加強檢查措施，包括現場加強巡查流程管路設備完整性、以人工轉動爐心隔離冷卻水泵泵軸及爐心隔離冷卻水渦輪機轉子，以及執行潤滑油取樣分析等，答覆內容經審查可以接受。審查小組亦抽查如主蒸汽安全釋壓閥驅動空氣管路之閥門排列正確性，均符合要求。

2. 起動升載期間之運轉程序、升載策略與檢查措施

審查提問 A-Ⅲ-05-06，要求台電公司針對起動期間之關鍵步驟與可能發生之暫態運轉程序，以及須執行檢查之措施(如系統洩漏、停機期間未曾運轉設備之起動運轉狀況觀察)與升載策略計劃(如採逐步升載方式，針對每一階段訂定須檢視事項，確認機組設備運轉狀況正常後再升載至下一階段)，提出對應內容。台電公司答覆說明，原即已有對應之起動升載與不同階段之運轉操作與異常狀況處理程序書，核二廠針對此次起動，整合起動升載階段之關鍵步驟與可能暫態，新編特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，明述「升載管制計畫」、「2 號機再轉起動期間運轉方案」及「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」等。其中「升載管制計畫」部分，主要對起動期間之關鍵步驟、可能發生之暫態運轉程序及須執行檢查之措施，訂定管制計劃，採逐步升載方式，針對每一階段須檢視參數，確認機組設備運轉狀況正常後，再執行下一階段之升載或測試；「2 號機再轉起動期間運轉方案」則就起動升載期間重要階段，分別列出各階段執行前應事先進行的檢查與注意事項、可能的風險暫態、操作注意事項、進行監控的參數警報燈號及設備、異常警報及狀況因應措施、階段升載監控等項目，掌握系統設備之運轉情形，並對各關鍵步驟可能潛存之風險暫態事先分析，訂定須監控之相關

參數與設備狀況，避免不預期的暫態或異常情形產生。在「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」部分，台電公司說明已檢視因長期待機於機組起動期間可能發生之異常情境，而針對現有電廠異常操作程序書涵蓋或可能未涵蓋之異常狀況，就可能產生之異常情境，提出操作注意事項、參數警報燈號及設備監控、異常警報及狀況因應措施等，電廠已預先考量可能風險，若發生異常時，則依異常操作程序書相關步驟處理，俾能及時處理暫態，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-12，為確認 2 號機機組起動再轉期間各重要設備區域無異常現象，請台電公司說明實際需確認之項目內容為何。台電公司答覆說明，已將重要系統泵室、主蒸汽管通道間、反應器廠房、輔助廠房及乾井區域等相關檢查確認重點詳細描述，並修訂報告，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅱ-02-21、A-Ⅲ-02-24 及 A-Ⅲ-02-31，要求台電公司說明機組再起動之因應作為，包括對於因應機組長時間未起動運轉可能發生現有電廠異常操作程序書未能涵蓋之異常狀況，是否已建立特殊程序書以管控各項應變作為，且各項關鍵步驟、可能風險、操作注意事項、參數警報燈號及設備監控、異常警報及狀況因應措施，是否列入運轉人員訓練範圍，要求台電公司予以澄清；同時針對長時間未起動運轉後再起動，除依機組既有起動程序執行管控外，要求台電公司應就其風險管控及應變措施之周延性和安全性，再加以強化，並落實執行。台電公司答覆說明，為因應機組長時間未起動運轉期間可能發生現有電廠異常操作程序書未能涵蓋之異常狀況，2 號機起動再轉期間，由起動到滿載，將以謹慎小心的安全文化態度，預先研擬制定由起動到滿載之關鍵步驟與可能風險，並列出對應參數監控與應變措施，以確保起動到滿載過程中，設備保持可用及可靠，並透過預知風險、預先防範；

同時電廠已編寫特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，透過詳實的運轉方案及測試管控，以避免引發不必要之機組異常。另相關訓練課程將於機組起動前完成，讓人員充分了解後實施，經查本項訓練已於 107 年 3 月 2 日完成，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-05，針對長時間未起動運轉後重新起動的國內、外類似的經驗，以及相關再起動特別程序之訂定，是否參考國內、外相關的經驗，要求台電公司說明。台電公司答覆說明，國內核能電廠並無長時間未起動運轉後重新起動此類經驗，國外經驗主要係參考日本於 311 後符合新核能法規並再轉的川內電廠 1 號機(日本 311 後新核能法規制定下第一部起動再轉核電廠)經驗，參考其中重要的經驗回饋，併入 2 號機起動特殊程序書中，包括(1)強化電廠與總公司之間的連繫與資訊傳遞：電廠主管每日晨間向總處陳報機組狀況通報，並討論機組狀況起動變動情形、偵測試驗執行情形及異常狀況處理方式。各領域功能同儕小組之總處功能領域經理人及電廠功能領域經理人需建立通訊連絡方式，以利及時交換機組起動再轉系統設備運轉資訊，及取得支援協助訊息；(2)對於電廠操作升載較無經驗運轉員強化措施：起動前檢視值班經理及值班主任對機組起動之經驗，完成安排有經驗之值班主任擔任 2 號機起動再轉之主任，以指導運轉員起動操作。起動前檢視 2 號機機組 2 位運轉員之經驗搭配，適當人力配置安排有起動及運轉經驗之運轉員擔任 2 號機起動再轉之運轉員。模擬中心講師擔任起動期間運轉操作第三方獨立運轉監控及支援，講師具高級運轉員執照，做為當值運轉團隊之後備監督，適時提出建議及風險告知，使運轉操作風險降至最低。起動前完成起動再轉運轉員模擬器訓練課程、起動檢查方案及特殊程序書課堂訓練，使運轉員了解熟悉運轉操作及應變處理。每一階段完成後之功率上升或測試，須依照特

殊程序書「升載管制計畫」執行及簽證完成後才可繼續執行，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-10，針對台電公司規劃模擬中心講師(具高級運轉員執照)擔任起動再轉期間運轉操作第三方獨立運轉監控及支援，做為當值運轉團隊之後備監督，以適時提出建議及風險告知，使運轉操作風險降至最低部分，要求台電公司說明平常大修後起動是否亦採此一作法，支援人員數目及維時多少，當操作人員知道有高級運轉員會適時提出建議及風險告知，如何避免其產生「反正錯了也不會有大問題，因為還有人把關」之依賴心態。台電公司答覆說明，模擬中心講師擔任第三方獨立運轉監控及支援輪值並非平常的大修後起動之措施，而是為了本次 2 號機起動的加強措施，且此措施亦加入因應 2 號機再轉所新編之特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」中，以明確執行本加強措施。支援人數由模中講師 4 人協調安排輪值，輪值時間為機組起動至反應爐達 100%功率期間。機組運轉操作時，運轉員為第一方操作者，謹慎小心依程序書操作，當值值班主任及值班經理為當值第二方指揮監督者，掌控機組運轉及安全，當值人員均了解本身須對機組運轉操作之安全負責，第三方獨立運轉監控及支援主要是對值班主任及值班經理提出監控、督導及建議，係協助降低風險的作為，並不會直接指揮第一方的操作者，亦不會造成運轉員依賴心態，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-21，針對目前再起動前各系統逐一進行相關的系統測試，因機組未運轉所以不產生互動，正式起動前是否會進行可讓所有系統均同時運作之測試步驟，請台電公司說明。台電公司答覆說明，2 號機再轉前，各系統依程序書執行測試或運轉，且均正常。然必須有反應爐功率提升，產生蒸汽送至主冷凝器或主汽機發電機做功後，反應爐與發電設備之系統方會

同時運作控制。為了確保起動過程順利，對於機組起動運轉後之 2 號機蒸汽旁通及壓力調整系統(SB&PR)系統數位化功能測試及發電機定子線圈重繞運轉測試，均訂有特殊程序書，依據程序書執行。另參閱審查提問 A-Ⅲ-05-06 答覆，台電公司已編寫特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，內容包括「升載管制計畫」、「2 號機再轉起動期間運轉方案」及「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」，透過該運轉方案及測試管控，以避免引發不必要之機組異常，特殊程序書課程訓練亦於機組起動前完成，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-22 及 A-Ⅲ-03-02，要求台電公司說明此次機組經過長時間待機再起動與一般大修後起動有哪些不同的步驟與措施，對於所提運轉關鍵步驟風險管控及應變作為僅為此次長期待機而用，抑或爾後週期均將採用，以及此項作為與原來之程序書於實際操作時如何應用。台電公司答覆說明，機組經過長時間待機再起動，起動過程之步驟與一般大修後之起動步驟是相同的，均會遵循程序書執行正常操作或異常因應，惟考量本次長期待機期間設備運轉狀態與功率運轉期間可能不相同(例如反應爐長期冷停機，汽機發電機長時間無蒸汽做功)，故而特別編寫特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，程序書內容分為「升載管制計畫」、「2 號機再轉起動期間運轉方案」及「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」三個部分，僅作為本次再起動之用。另台電公司說明核二廠對系統設備之操作及異常處理已有完整之程序書，本特殊程序書係再考量長期待機機組再轉應有更廣度的思考可能產生不同情境而編寫，其內容因應措施也會適當連結遵循原來程序書，機組起動仍須依原來程序書執行正常操作及異常因應，特殊程序書則作為再轉之升載管制、關鍵步驟做法整合提醒與可能不同情境應變之補充，

二者為互補，會並用管制。程序書內容概要如審查提問 A-Ⅲ-05-06 所述，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-30，針對核二廠從所收集資訊中得知日本核能機組再起動時曾發生管路洩漏經驗，要求台電公司說明核二廠採取的因應措施為何與是否列入訓練課程內容。台電公司答覆說明，由所收集日本核能機組管路洩漏資訊得知日本川內電廠於 2015 年 8 月發生冷凝水泵出口高導電度，檢查結果為冷凝器管路漏海水。核二廠說明每次大修進行 4 只水箱全部冷凝管渦電流檢測，對檢測超過標準者進行塞管或換管作業。本次大修除依規劃進行換管作業外，亦已執行渦電流檢測。冷凝水系統待機中為保持正常運轉，無洩漏情形。另核二廠亦對機組再轉起動是否可能有管路或系統洩漏有因應措施，除列於關鍵步驟之相關送汽系統(如 RCIC、主汽機)於使用前檢查外，起動過程在反應爐壓力達 30 及 60 kg/cm^2 時會執行廠房系統查漏，升載達 300MWe 時會執行汽機廠房系統查漏，相關查漏及因應措施亦列於原關鍵步驟風險管控及應變措施中，且原關鍵步驟風險管控及應變措施經整合後，已編寫成特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」及「起動前檢查方案」，亦對運轉人員及維護人員執行相關課程訓練，以避免不必要之起動風險，防範未然，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-31，針對報告所列風險管控及應變措施中，將爐心隔離冷卻系統(RCIC)蒸汽供給管路與飼水泵汽機(RFPT)管路納入可能發生洩漏之系統，程序書 242 未提及對應檢查措施，另前項風險管控及應變措施未將蒸汽抽氣器(SJAE)列入，以及上述列入風險管控系統是否事先執行相關維修或者預防措施，要求台電公司說明。台電公司答覆說明，爐心隔離冷卻系統(RCIC)及反應爐飼水泵汽機(RFPT)均已納入「起動前檢查方案」進行檢查；

在蒸汽管路供汽時，均會派員至現場查漏，確認管路完整性。在反應爐壓力約 200 psig 時，將依程序書 242 將蒸汽抽氣器(SJAE)置入使用，本項操作如同 RCIC 及 RFPT 亦應有管路可能發生洩漏之風險，故修訂納入可能發生洩漏風險之系統並執行檢查，此項已整合至特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」。同時，爐心隔離冷卻系統、反應爐飼水泵汽機、主汽機及蒸汽抽氣器冷凝器屬於必須送汽後執行之測試或操作，對此類設備之測試或操作均已建立「起動前檢查方案」及特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」加以追蹤管制，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-32，針對日本核能機組長期間停機時，主蒸汽管路進行氮氣填充以防止管路內發生鏽蝕，而核二廠 2 號機並沒有採取相關措施，若經評估管路可能發生鏽蝕，針對機組再起動時此項的風險管控及應變措施要求台電公司提出說明。台電公司答覆說明，主蒸汽管路維護作業係依電廠程序書 720.3 執行，由具目視檢測合格人員進入高壓汽機主蒸汽下跨管管路內執行內壁檢查。由 2 號機第 24 次大修期間檢查 4 支主蒸汽管路內壁情形，結果為正常無異常鏽蝕情形；本次大修(第 25 次)評估機組於待機期間蒸汽管路無蒸汽通過，與設備正常運轉狀況不同，因管路設備內無流體加速腐蝕的破壞機制，不會發生內壁因流速沖蝕之現象，故蒸汽管路設備於待機期間所產生劣化的機制，相較於正常運轉更為輕微，故無需檢查。另外依 105 年 2 號機大修「流體加速腐蝕(FAC)管路測厚計畫」檢測統計之資料，4 條主蒸汽管平均壁厚仍有足夠餘裕，顯示各主蒸汽管之壁厚狀況良好。本次大修仍保守針對部分蒸汽管路壁厚檢測，檢測結果正常無須換管。另依核二廠起動操作程序，在反應爐壓力 10.5 kg/cm^2 時，會開啟主蒸汽旁通閥執行主蒸汽管路沖放，若有銹垢亦可藉由沖放動作沖放至主冷凝器熱井，然後由冷凝水泵過

濾器及除礦器將銹垢移除，避免設備受到影響。雖經檢查評估主蒸汽管路無異常鏽蝕情形，惟核二廠仍將原關鍵步驟風險管控及應變措施經整合後，編寫成特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」，其中針對需要蒸汽做功之項目如設備查漏、RCIC 測試，以及汽機發電機等均已列在「2 號機再轉起動期間運轉方案」中之關鍵步驟內，並且明列執行此關鍵步驟前應進行相關檢查。此外，在「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」中亦提及若機組起動時期主蒸汽管內有積水或有銹垢造成機組異常時之因應對策，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-III-04-05，要求台電公司應蒐集國外停機過久再起動之經驗案例，說明是否有因此而造成再起動之特殊檢查及狀況，並依據國外經驗回饋，提出具體因應措施，如國外機組的功率遞升速度(ramping rate)之特別考量。台電公司答覆說明，經查位於美國伊利諾州的 Clinton 電廠 1 號機(以下簡稱 Clinton)，恰與核二廠 1 號機與 2 號機同型之 BWR-6/ Mark-III 的沸水式核電機組，該電廠曾於 1996 年 9 月 6 日至 1999 年 5 月 26 日進行大修，為期 2 年 8 個多月，於 1999 年 5 月 26 日發電機併聯，根據紀錄顯示，Clinton 電廠該次再起動升載過程，功率遞升速度(ramping rate)並無特別考量。台電公司說明與 Clinton 電廠之差異在於核二廠 2 號機是待機狀態隨時準備起動運轉，故除了遵循運轉技術規範要求之外，電廠除仍持續依程序書 390「迴轉機正常及維修換台或每月定期換台方法程序書」及程序書 205「機組長時間未啟動設備定期試運轉程序」執行設備換台運轉及測試外，對其他相關設備亦持續進行監控、測試，維持其可用性，並於 106 年 10 月 2 日起進行為期 2 個多月的設備維護大修，在此設備維護大修期間，相關設備、管線及管路均如以往大修，執行必要的維護，如拆解、更換、檢測、校正及功能測試作業。

台電公司另說明核二廠正編擬特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」,其中即包含「升載管制計畫-2 號機再轉起動重要測試及升載階段穩定檢查管制簽證表」,對起動期間之關鍵步驟與可能發生之暫態運轉程序,以及須執行檢查之措施(如系統洩漏、停機期間未曾運轉設備之啟動運轉狀況觀察)與升載策略計劃管制,採逐步升載方式,針對每一階段須檢視參數,確認機組設備運轉狀況正常後再升載至下一階段,每項測試或重要操作項次標題完成,必須經不同層級主管確認後,才可繼續進行下一項測試或重要操作,若該項有需調整設備,則須經核二廠廠長同意,才可繼續進行下一項測試或升載操作,確保安全運轉無虞,相關措施相較以往大修後正常起動程序,更為保守,答覆內容經審查可以接受。

3. 相關人員知能與加強訓練

審查提問 A-Ⅲ-05-06,要求台電公司就因應起動前加強檢查與起動升載期間之加強措施,說明運轉人員訓練與維護人員講習作業執行情形。台電公司答覆說明,核二廠除年度訓練計劃中已包含各種起動期間關鍵步驟操作與可能發生之暫態應變處置演練外,另於 107 年 2 月 12 日~2 月 27 日針對運轉值班人員辦理機組起動前模擬器操作演練。同時,針對新增之「起動前檢查方案」、特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」等,已分別再辦理運轉值班人員訓練及維護人員作業講習。經本會派員抽查 105 年與 106 年之持照運轉人員訓練紀錄,結果均符合要求;另抽查 107 年 2 月 12 日~2 月 27 日運轉值班人員機組起動前模擬器操作演練之內容及訓練紀錄,並於 107 年 2 月 23 日實際查證模擬器操作演練情形,相關持照運轉人員均已參與訓練,其中核工人員亦參與抽棒起動達臨界之操作演練,此安排有助於增加運轉值班團隊與協助(核工)人員間之互動與配合。同時針對 107 年 2 月 27 日

~3 月 2 日台電公司辦理之人員加強訓練，本會亦派員抽查辦理情形，已如期完成。此外，核二廠亦依審查提問 A-Ⅱ-02-19、A-Ⅲ-04-02 與 A-Ⅲ-04-04，將異常警報之處置與地震因應納入訓練內容，此部分併同前項運轉值班人員訓練，於 107 年 2 月 27 日~3 月 2 日前完成；維護人員作業講習亦於 107 年 3 月 2 日前完成，答覆內容經審查與現場查證結果可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-02，為了解核二廠模擬器對機組之模擬情形，要求台電公司說明模擬器建置狀況及其資料庫、知識庫產生的方式。台電公司答覆說明，各核能電廠及美國核能電廠的模擬器皆依據美國國家標準 ANSI/ANS-3.5(核能電廠運轉人員訓練用模擬器)之功能設計及接受標準為準則，模擬器與參考機組進行相對參數比較時，包括機組穩定運轉及發生異常事件時的暫態狀況下之參數誤差值都必須在 ANSI/ANS-3.5 規定範圍內，才能做為合格的核能電廠運轉人員訓練用模擬器。核二廠模擬器符合 ANSI/ANS-3.5 之功能設計及接受標準，模擬器能模擬起動運轉、功率運轉、停機及運轉人員對安全相關設備系統之監控及測試工作。核二廠使用模擬器來訓練運轉人員熟練電廠各種正常/異常運轉操作技巧，強化對機組任何狀況下的操作、分析、研判及應變的能力。同時每年還必須依據程序書 122.1「核能二廠模擬設施檢定程序書」定期對模擬器執行穩態及暫態驗證測試，確保模擬器的可用性。此外核二廠模擬器維護人員也具備模擬器程式及資料庫維護能力，曾經針對福島事件設計模擬地震/海嘯、廠區全黑(SBO)、喪失柴油發電機電源等情況加以模擬，讓電廠運轉人員於緊急事故發生時能夠有完整性的操演，確保電廠得以安全運轉。同時為確保模擬器程式、資料庫及知識庫持續符合參考機組的實際特性，核二廠亦已編訂程序書 122「核能二廠模擬器結構管制程序書」，作為管制模擬器修改之申請、審查、工作執行及文件管理等程序，使模

擬器功能更臻完善，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-11、A-Ⅲ-02-25 及 A-Ⅳ-01-03，針對 2 號機在長時間未起動運轉狀態下如何維持運轉人員的士氣與值班的警覺性，及人員心理狀態之評估與支持等，要求台電公司提出說明。台電公司已就提問逐一提出答覆說明，例如為因應能源政策變動而影響同仁士氣，由台電公司及電廠主管利用各種方式積極推動員工關懷，加強相關重要議題之內、外部溝通，機組再轉起動亦將凝聚共識，核二廠廠長明確指示寧可慢也不催促，安全為再轉唯一的目標，使士氣展現在最佳狀態，確保核能安全。在心理層面輔導方面，則利用台電公司推行的「員工協助方案」，並配合台電公司核能事業部推動轉型規劃，包括「技術輸出及除役自主化」，帶領員工走向新的領域。為維持人員士氣及警覺性，核二廠也持續執行運轉人員再訓練，確保運轉知能及機組警覺性。核二廠亦安排由主管親自授課參與溝通聯繫，除了提升核能安全文化的重視外，也宣導電廠未來經營的方向，了解運轉人員想法，並加以激勵士氣，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-02-29，針對台電公司說明將透過團隊操作模擬器演練及經驗研討方式辦理參與起動再轉操作之運轉員訓練，然因模擬器演練與實質正常運轉還是有所差異，且 2 號機的運轉人員已長期間運轉於反應爐冷停機狀態下，電廠是否於 2 號機機組於再起動前，安排 2 號機的運轉人員值勤於 1 號機，使 2 號機的運轉人員提前再次熟悉機組於正常運轉狀態，喚起以往實質操作正常機組的感覺，要求台電公司提出說明。台電公司答覆說明，核二廠控制室之設計為 2 部機同在一個控制室，1 號機的起停操作或異常處理，2 號機運轉員均能了解及掌握，加上經驗回饋的傳閱研讀，所以 2 號機運轉員也熟悉 1 號機之運轉狀態，1 號機及 2 號機之運轉員(含值班主任)均適時

會因班別輪調或人員執照取得或見習等而有人員調動，1 號機運轉員會輪調至 2 號機，此外機組起動前會再檢視 2 號機整體機組人力組成，再適時輪調確認 2 號機運轉員有實質操作運轉機組的感覺，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-04-02 及 A-Ⅲ-04-04，要求台電公司於發生地震時，確實依地震因應與檢查程序書規定，作好之人員演練及分工，並要求思考可能產生的不確定情境與加強人員的平時演練。台電公司答覆說明，針對發生地震時之因應及檢查，電廠已建立程序書 575 及 575.1 據以依循執行，程序書中已依各職責明確分工。對於地震應變之訓練，核二廠模擬中心因應地震可能造成的危害，有完整之系列課程，包含課堂、模擬器訓練、資料傳閱等，使運轉員有充足知識與應變能力處理機組因地震造成之異常狀況，此外每年緊急計畫演習，也會有模擬地震情境或複合式災害造成機組受影響後之演練操作，確實做好地震因應之訓練及演練。經查證結果，地震因應作為已納入 107 年 2 月 27 日~3 月 2 日之加強訓練內容，答覆內容經審查可以接受。

4. 品質查核作業與稽查計劃

審查提問 A-Ⅲ-02-24，針對部分之迴轉設備或其他重要設備長期處於備用為運轉狀態，台電公司說明已分別建立程序書 390 「迴轉機正常及維修換台或每月定期換台方法程序書」及程序書 205「機組長時間停機未啟動設備定期試運轉程序」進行管控，以確保系統功能正常，而該等程序書之執行，是否具備相關品質文件落實執行，電廠品質人員及總處人員是否執行品質查證及稽查，要求台電公司提出說明。台電公司答覆說明，由於該等程序書定期執行換台或測試項目皆係一般發電設備，故此二份程序書步驟中雖未明訂停留查證點(Hold Point)，但每次執行完成的文件紀錄皆需經品質人員審查，確認文件齊全且執行結果符合接受標準，品質人員並需於文件上核章，以完

整留存審查紀錄；另執行時若有發生設備異常，亦皆依廠內程序開立請修單並註記於審核封面頁，請修單同時依廠內請修單管控流程追蹤，送相關部門進行處理、改善及審查、結案，核安處駐廠小組亦配合專案稽查工作，執行該等程序書相關文件紀錄稽查，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-05-01~A-Ⅲ-05-05，針對報告第貳.四章「品質與品保領域整體評估」報告內容，要求就電廠品質查證及總處品保稽查發現與處理情形、電廠承諾事項稽查結果一覽表及三.1 節「核二廠 2 號機主發電機避雷器故障事件設備復原」僅列出承諾事項辦理情形、起動運轉後品質查證與品保稽察內容不夠具體、結語內容非從品質與品保單位觀點就已執行結果及將執行內容進行闡述，以及報告內容英文縮寫無對應中文與部分打字錯誤者，要求補充說明與修訂。台電公司已就提問分別提出答覆說明，其中品質查證與品保稽察發現的處理情形，品質查證若發現有不符或疑義之處，皆立即要求作業人員改正或再澄清直到合格，最後品質人員才於文件上簽證，完成查證工作，並於文件上簽證；台電公司總處品保稽察發現，包括汽機廠房吊運作業、柴油發電機測試與現場廠務管理問題等，均已開立大修再起動改正通知 RCAR-KS2CY25-01，並追蹤確認電廠已改善完成。各承諾事項部分，電廠已補充辦理情形；起動運轉後品質查證與品保稽察內容部分，電廠已就查證內容提出具體查證項目，並配合審查提問 A-Ⅲ-05-06 內容，提出對應查證方案；結語內容部分已從品質與品保單位觀點進行闡述；報告內容英文縮寫已增加對應中文，並更正打字錯誤者。台電公司並就答覆內容修訂報告對應內容。以上各項審查提問，有關品保稽察部分之審查結果詳參審查提問 A-Ⅲ-05-06 所載，其他答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅲ-05-06，要求台電公司總處提出起動前及起動升載期間之

對應稽查計劃。台電公司答覆說明配合核二廠新編特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」,新增此份特殊程序書審查與相關訓練稽查,並於起動前及起動期間,針對各階段操作與檢查作業執行稽查,答覆內容經審查可以接受,其辦理情形將會列入後續查證事項。

(三)結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果,有關台電公司針對機組起動前檢查與起動期間之關鍵步驟規劃、人員訓練與品保作業等項,經審查已就起動前與啟動期間之檢查與運轉因應程序提出適當之規劃,並對相關人員執行加強訓練,及提出品質查證與品保稽查計畫,若能確實執行,將有助於機組再起動後系統設備運轉穩定及可靠性,審查結果可以接受。

八、 廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基查核

(一)概述

為了督促台電公司善盡管理責任,有效執行廠務管理,本會針對核二廠廠務管理作業情形進行查核,以確認廠房設備維持在良好狀況,並有適當之清潔管理。

此外,基於 106 年 6 月 2 日核一廠因超大豪雨土石崩塌造成核一廠 2 號機主變壓器到開關場一座鐵塔傾倒的經驗,當時已將其經驗回饋到核二廠,要求核二廠執行塔基穩固性之檢查,並訂定定期與特定天候,如豪大雨或強震時之加強檢查措施,經台電公司委請專業技師檢視確認塔基為穩固。雖然廠內輸配電鐵塔並非攸關核能安全的重要安全相關設備,但考量若機組運轉中發生問題,將影響機組運轉穩定性,故亦將核二廠廠內輸配電鐵塔塔基與所在邊坡之穩定性列為本次審查及現場查核重點,以確認輸配電鐵塔安全可

靠性。

在台電公司提報之「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」報告第貳.一.8 節，其中有關高壓鐵塔邊坡穩定之監控方面，說明核二廠於 106 年 6 月 2 日豪大雨當日下午，曾經巡視連接 1、2 號機主變壓器至開關場的兩座鐵塔，確認鐵塔之塔基穩固無虞，並於次日再對於廠區邊坡及土石流可能發生區域執行特別檢查，檢查結果無異常。台電公司台北供電區營運處亦於豪大雨過後，另聘請大地工程技師對兩座主鐵塔進行安全評估，評估結果屬於免辦理後續追蹤的 A 級。核二廠並說明已於程序書明訂於每年 3 月至 5 月底配合每年防汛前或颱風季節前由電廠執行定期檢查，評估氣候及地質方面的變化，以避免暴雨、地震、土石流、山崩等天然災害可能造成之危害。另若中央氣象局公佈基隆或萬里地區地震震度達 6 級或萬里地區萬里國小雨量站實際累計降雨量達大豪雨時，亦會委託專業技師進行相關檢視，以確保邊坡安全。

（二）審查及現場查核情形

在廠務管理方面，本次針對核二廠 2 號機的反應器廠房、控制廠房、汽機廠房、燃料廠房、緊急海水泵室等之廠務管理進行現場巡查，視察重點除了廠房環境整潔、廠房設備走道是否有未經申請核可的雜物堆置外，尚包括防火區隔的防火門或水密門是否均確實關閉、管路設備或閥體是否有洩漏，以及運轉中設備是否有異音等。經抽查結果，反應器廠房、控制廠房及緊急海水泵室等廠房環境整潔且無雜物堆置，抽查控制廠房防火區隔的防火門均確實關閉，緊急海水泵室水密門亦為關閉狀態，現場無其他異常發現；在汽機廠房現場巡查時，於汽機廠房一樓主冷凝器水箱 C 及水箱 D 下方地面發現有些微水漬與油漬，已要求電廠立即改善，電廠已進行處理並完成改善。在

燃料廠房現場巡查時，發現燃料廠房北側外牆與廢料廠房外牆之間間隙所設置的緩衝橡膠材料有一小段脫接，且燃料廠房外牆高處有一段鋼筋裸露鏽蝕，核二廠已完成修補改善。

在廠內輸配電鐵塔塔基與邊坡穩定性方面，審查小組先就台電報告第貳.一.8 章節有關高壓鐵塔塔基及邊坡穩定評估內容進行審查，提出審查提問 A-III-04-03、A-III-04-09 及 A-Ⅳ-04-01 等 3 項，並實際至核二廠高壓鐵塔塔基及邊坡處執行現場查核，分別說明如下。

審查提問 A-III-04-03 及 A-III-04-09，要求台電公司確認報告中所述輸電鐵塔塔基 GPS 座標量測系統精度、靈敏度及與異常監測間之關聯性。台電公司答覆說明兩者並無關聯，已將其刪除。台電公司並說明 106 年 6 月曾依核一廠輸電鐵塔傾倒之經驗回饋，委請大地工程技師對兩部機主輸電鐵塔進行安全評估，評估結果皆屬於免辦理後續追蹤的 A 級。另依核二廠程序書 577.3，未來倘若有達到發生強震或大豪雨之情況時，會再委請大地工程技師進行安全評估。台電公司亦說明核二廠將規劃於兩座鐵塔增設邊坡監測儀器，以強化對邊坡穩定性之監控。審查小組審查後認為除在大豪雨或地震過後，重新檢視邊坡的穩定性，亦應增列強陣風行動基準，由專業技師針對鐵塔進行結構分析，以評估其安全性。台電公司答覆說明將修改程序書，當廠區發生大豪雨(日累積雨量 350mm)、4 級強震或廠區最大陣風風速達 61.2 公尺/秒(小於設計風速 65.8 公尺/秒)即啟動聘請專業技師進行鐵塔結構安全評估，確保高壓鐵塔結構安全，答覆內容經審查可以接受。

審查提問 A-Ⅳ-04-01，基於 106 年 6 月豪大雨造成核一廠輸電鐵塔倒塌經驗，要求核二廠就輸電鐵塔之安定性(如邊坡穩定及基座錨定牢固、支架未鏽蝕等)，提出相關檢查結果之佐證資料。台電公司答覆說明核二廠 1、2 號

機主變壓器至開關場間的兩座鐵塔及鄰近區域,並無山崩與地滑地質敏感區。在 99~100 年期間完成二座鐵塔支架更新，另每三年執行鐵塔油漆工作，目前鐵塔支架狀況良好。核二廠依程序書 759.8(開關場架空線設備維護保養程序書)定期進行鐵塔維護工作，亦於每年 3~5 月依程序書 577.3(廠區周圍活動斷層、雨量、土石流、順向坡之監視、預警、防災、減災程序書)進行廠區邊坡檢查工作，106 年 5 月中旬檢查結果正常。於 106 年 6 月曾委請大地工程技師到廠執行鐵塔基礎環境因素安全評估，評估結果鐵塔之變型級別及環境級別皆屬免辦理後續追蹤的 A 級。另核二廠已修改程序書 759.5(開關場設備耐颱風檢查)，加註颱風來襲期間，若陣風超過 61.2 公尺/秒，核二廠會請專業技師進行鐵塔安全評估工作，確保鐵塔無受損，答覆內容經審查可以接受。

審查小組亦至高壓電塔塔基及邊坡現場實地視察，包括 2 號機主鐵塔至開關場間所設之中繼站 A 塔。視察結果於 1、2 號機主鐵塔塔基與周圍邊坡及中繼站 A 塔塔基本體均無異常情形，然在附近的漿砌卵石牆上有一小堆土石與植生覆蓋，兩側漿砌卵石牆體有裂紋。針對此部份，雖然主鐵塔與 A 塔等塔基本體及電塔結構體初步並無異常情形，惟為求謹慎，本會亦要求台電公司核二廠應由專業技師評估塔基所在邊坡之穩定性。經台電公司聘請大地工程技師到廠現地勘查後，提出邊坡穩定評估報告，說明依據現場勘查土石突出範圍檢視、鄰近既有擋土牆及設計圖收邊檢視、東側擋土牆與土石突出範圍界面檢視、植物成長狀況檢視、山崩地形特徵判釋，評估漿砌卵石牆上土石與植生覆蓋之土石突出範圍應為東側擋土牆上方小山脊之延伸，原先東側擋土牆構築時即分為東側北段擋土牆及東側南段擋土牆，而土石突出範圍處無擋土牆，土石突出範圍及擋土牆上方小山脊均無山崩地形特徵，研判顯示現況仍屬穩定，經審查可以接受。

另外,本會視察亦發現核二廠程序書 577.3 附件之土石流警戒基準值表、土石流潛勢溪流圖等，未依照行政院農委會水土保持局網站發佈資料更新，經告知核二廠後，核二廠已完成該程序書之修訂。

（三）結論

綜合以上文件審查及現場實地查證結果，在廠務管理部份，查證結果大致良好,對於視察發現已完成改善。在廠內輸配電鐵塔塔基及邊坡穩定方面，核二廠已建立相關程序書進行檢查，並依審查意見修訂強化檢查作業；另依電廠及專業技師現場檢查與評估結果，亦顯示邊坡與塔基維持穩定，經審查可以接受。

九、 本章審查結果

綜合上述，核安視察團隊分別針對儀電設備、機械管路、核燃料、重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置、地震監測、起動規劃及品保作業與人員訓練、廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基等項進行文件審查及現場查核，其審查及現場查核結果，台電公司除針對各項審查意見提出澄清說明外，並完成機組起動時各階段作業及查證規劃，也完成人員相關訓練。整體上，核二廠 2 號機於長時間未起動運轉，各類型設備之維護、檢測及機組再起動規劃與人員訓練等，可符合機組再起動需求。綜合本章各節審查及現場查核結果，對於「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」,經審查可以接受。

肆、 輻射防護領域整體評估

一、 概述

台電公司依本會對「第二核能發電廠 2 號機週期 25 設備維修測試大修後機組初次臨界(A 類)申請」審查意見(編號:A-I-01-01)，提出辦理情形說明，

並隨文檢附「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」乙份。其中章節貳、三為輻射防護領域整體評估，係針對核二廠 2 號機待機期間現場工作人員及電廠附近環境安全防護作業說明，內容涵蓋(1)廠內的：廠房輻射偵測作業、工作人員輻安管制作業、人員污染防範管制作業、輻射偵測儀器品質、監測區環境輻射監測、廢氣及廢水排放管制、機組大修之輻安管制作業及(2)廠外的環境輻射監測。

本會審查小組對本章審查重點為確認台電公司核二廠 2 號機待機期間，輻射防護作業、輻射監測及對廠界輻射劑量皆可符合法規標準。對於台電公司核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估報告之審查情形分別討論於下。

二、 審查及視察情形

（一）廠房輻射監測作業

核二廠依輻射工作場所設施、輻射作業特性及輻射曝露程度，劃分輻射工作場所為管制區及監測區，並採取相關管制措施與必要之輻射監測，在核二廠 2 號機待機期間持續依電廠程序書要求，執行廠房各項輻射偵測與管制作業包含：區域例行輻射偵測、特定工作之輻射監測、高輻射點監測、輻安揭露的輻安資訊系統等。本會審查小組認為上述各項措施可充分掌握輻射工作場所輻射特性，以採取適當之輻射管制措施。

（二）工作人員之輻安管制作業

工作人員進入管制區內執行各項維修作業時，須依照核二廠程序書 907「輻射工作許可證作業程序」規定，事先申請輻射工作許可證(RWP)，經核准後才能進入管制區工作，對於輻射工作人員之輻安相關管制措施包含：(1)輻射的風險管理，在 RWP 申請階段即進行審查，並用工具箱會議時進行風

險溝通，當觀察現場輻射作業出現差異時即時導正與訓練或採行應變措施等。對於 RWP 依輻安風險分為 3 類：AAA(風險高)、AA(風險次之)、A(風險低)，按 RWP 分類等級評估是否存在潛在危險並預估劑量及使用適當之輻射防護衣物等。為確保工作期間工作人員接受之劑量符合法規限值及達到個人劑量合理抑低之目的，核二廠採取較法規嚴謹之劑量管制措施，如年累積劑量行政管制值：當工作人員年累積劑量達 15 毫西弗者禁止進入高輻射區域，達 18 毫西弗者禁止進入管制區，對於高劑量人員進行管制 (游離輻射防護標準對於輻射工作人員劑量限值為 5 年劑量不得超過 100 毫西弗，年劑量不得超過 50 毫西弗)。並訂定日劑量行政管制值 0.5 毫西弗(非大修期間)，1.0 毫西弗(大修期間)。並於工作人員每次工作前由全廠連線之電腦劑量管制系統，依個人各項劑量餘額作設定點，當劑量達警報設定值時，電子式劑量警報計即提供警報提醒工作人員離開輻射工作場所。本會審查小組認為上述各項措施可充分管制輻射工作人員所接受之輻射劑量，並已採取適當之輻射管制措施，同時本會針對核二廠每季輻射安全報告進行審核，已可確認人員劑量符合規範。

（三）人員污染防範管制作業

核二廠 2 號機待機期間相關的污染防範管制措施如：(1)斷源措施：在檢修工作期間，做好環境整理、對於管閥開口作業備妥除污紙作簡易除污，降低污染程度、系統洩水導引至地面洩水孔，對於殘餘水準備盛接裝置以防止污染擴散。(2)掌握廠房內之污染情況以作污染防護措施，例如：例行的表面污染偵測、場所與設備去污後進行污染偵測、各項特定工作完成後進行污染偵測、針對管制區內可能發生放射性污染地面均定期實施污染偵測，當區域達污染區或高污染區標準時，即進行區域隔離及進一步除污處理。(3)廠房內

的空氣濃度管制，例如廠房內適當位置裝置連續空氣濃度監測器，於正常上班日每日進行巡視記錄，並於適當位置裝置含有濾紙及活性碳匣之低流量空氣取樣器，每週進行碘核種分析，並按空氣取樣分析結果提供工作人員適當防護。(4)對於工作人員離開輻射管制區時，進行污染偵測，確認無污染才可離開管制區。本會審查小組認為上述各項措施可充分管制輻射工作人員污染防範，並採取適當之輻射管制措施。

（四）輻射監測儀器品管

為確保各項輻射偵測品質，輻射儀器在使用前均已依據核二廠程序書909「輻射偵測儀器使用程序」及程序書916「計測室設備作業管理程序」規定，執行校正計測儀器作業管理，例如：依程序書訂定之輻防儀器校正週期定期送實驗室校正合格後才可使用，並依程序書909對各項輻射偵測儀器實行儲存保管及例行保養，並在使用前確認儀器是否在校正有效期限內，儀器電力及機械指針是否歸零，開機後背景值是否正常等。本會審查小組認為上述各項措施可充分確保各項輻射監測儀器之監測品質，但仍要求核二廠應制定儀器功能測試程序書，以精進品管作業。

（五）監測區輻射監測

核二廠監測區由於是1號機與2號機共同區域，故無法獨立各自監測，因此2號機待機期間有關監測區之輻射監測係比照機組正常運轉期間，並已按照本會核准之「核二廠輻射防護計畫」中第5編之附件「核二廠廠區監測區監測計畫」內容執行，其監測項目包含直接輻射偵測、連續輻射偵測(ERM)、空氣活度監測、草試樣分析、土壤試樣分析、雨水下水道及排水溝之水試樣分析、以及熱發光劑量計之累積直接輻射劑量度量。各項監測區環境輻射監測項目自2號機待機期間之偵測結果，均低於「核能電廠監測區試樣放射性

分析行動基準與因應行動」之調查基準。本會審查小組認為上述各項措施核二廠 2 號機於機組待機期間已充分進行監測區輻射監測，本會並已於核二廠每季輻射安全報告進行審核，確認監測區輻射符合規範。

（六）廢氣及廢水排放管制

核二廠 2 號機設計的放射性廢氣來源包含發電過程產生的系統廢氣及廠房通風系統的排氣兩部分，系統廢氣主要為冷凝器中的不凝結氣體經活性炭床吸附、滯留及高效率過濾器處理後，自廢料廠房屋頂排放口排放至大氣。另廠房通風系統包含反應器廠房、輔助廠房、汽機廠房密封區、蒸汽再熱室、廢料廠房，其各自具有獨立通風排氣系統。核二廠廢水來源主要為處理發電過程及減容、洗衣過程產生的廢水，處理系統則為兩部機組共用之放射性廢液儲存處理系統、一般及含油廢液系統(雜項廢液處理系統)以及清潔劑廢液系統。為確保排放至環境的廢氣、廢水放射性核種濃度符合游離輻射防護安全標準，核二廠對於排放之放射性廢氣、廢水均予以取樣分析並作成紀錄，並且在排放口設置具有警報功能之流程輻射監測器，以確實掌握放射性廢氣、廢水的實際排放濃度，並依排放實績利用模式進行場外民眾輻射劑量評估，以證明放射性廢氣、廢水排放造成廠外民眾之劑量符合法規限值。本會審查小組認為上述各項措施已充分進行廢氣、廢水排放管制作業，本會並已於核二廠每季放射性物質排放報告進行審核，確認排放作業符合法規規範。

（七）環境輻射監測

核二廠待機期間對於廠外環境監測作業係依照本會核准之「台灣電力公司第二核能發電廠 105、106 年環境輻射監測計畫」執行各項環境輻射監測，監測項目包含：環境直接輻射、空氣樣、落塵樣、水樣、農漁牧產物及沉積物式樣。各項環境輻射監測項目自 2 號機待機期間之偵測結果，均低於「環境

試樣」放射性分析之預警措施基準」之調查基準。本會審查小組認為上述各項措施核二廠 2 號機於機組待機期間已充分進行環境輻射監測，本會並已於核二廠每季環境輻射監測報告報告進行審核，確認環境輻射符合規範。至於 107 年 2 月 12 日於廠界附近 IP201 處發現 I-131(值為 0.519Bq/kg)，又於 2 月 14 日派員於同地點取樣複測測得 I-131(值為 0.244Bq/kg)及 I-133(值為 0.774Bq/kg)，本會立即要求台電啟動加強監測計畫及提出來源分析與因應方案報本會審核俾確保核二廠排放皆符合法規。截至 107 年 3 月 3 日，加強監測結果於核二廠廠界周遭相思樹樣及草樣測得微量放射性碘核種，結果均低於本會環境監測規範提報值（草樣 4 貝克/公斤；相思樹樣易吸附微粒且無攝入途徑，故無須訂提報值）。

（八）機組大修之輻安管制作業

核二廠 2 號機自 106 年 10 月 2 日至同年 12 月 10 日完成大修工作，大修期間輻射劑量合理抑低管制措施包含：(1)移除射源，對於需要進行大規模檢修的爐水淨化系統，事先將接收槽、洩水管及其隔離閥進行沖洗，以降低接觸輻射劑量率，(2)輻安遙控監控系統，在乾井、燃料填換樓、爐水淨化系統熱交換器室等三站建立輻安遙控監視系統，以減少工作人員於高輻射區域巡視、查看所接受之劑量，(3)設立候工區，於輻射劑量率較低區域設立候工區，供工作人員進行待命、討論及簡易維修工作，以降低工作人員輻射劑量，(4)鋪設臨時及永久鉛毯及架設鉛屏蔽，降低空間劑量率(5)模擬演練事先規劃的模擬操作，提高工作效率並縮短於輻射區域停留時間(6)水質管理，透過水化學之水質管控，抑低再循環管路之放射性核種濃度等方法抑低現場工作之輻射劑量率。本會審查小組認為核二廠 2 號機於機組大修期間已充分進行輻安管制作業，本會並已於 2 號機大修期間派員進行大修輻射作業視察，確認

大修期間輻射防護作業符合規範。

三、 本章審查結果

綜合審查小組對本章審查結果，台電公司輻射防護領域整體評估報告已針對輻射安全內容予以完整敘述，並對廠房輻射偵測作業、工作人員輻安管制作業、人員污染防範管制作業、輻射偵測儀器品質、監測區環境輻射監測、廢氣及廢水排放管制、機組大修之輻安管制作業及廠外的環境輻射監測作適當說明，各項輻射作業內容均符合相關規範要求，經審查可以接受。而輻射防護專案檢查結果與再運轉申請文件審查之發現，台電公司均已完成答復說明並承諾改善，因此輻射防護專案檢查結果與再運轉申請文件審查之發現與核二廠2號再起動無關。

伍、 廢棄物管理領域整體評估

一、 概述

本章內容包括待機期間廢棄物管理可靠性之作為、待機期間放射性廢棄物處理實績及機組起動再轉因應作為。本章審查重點為確認台電公司核二廠 2 號機待機期間，放射性廢棄物產生、處理、回收、減容與安全貯存皆符合法規標準，對於台電公司核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估報告之審查要項分述如下。

二、 審查及視察情形

（一）待機期間廢棄物管理可靠性之作為

核二廠廢料處理系統為 1 號機及 2 號機共用系統，2 號機機組大修及待機期間均持續正常運轉，廢料處理系統運轉期間，本會放射性物料管理局（以下稱物管局）定期派員執行稽查，並無發現影響運轉安全缺失情形。另核二廠已強化自主管理，對於各項檢查缺失，均能立即加以改善以提升安全，有

助於核二廠 2 號機再起動後的安全穩定運轉。

核二廠廢料處理系統依據廠內程序書 110 作業管制程序定期進行大修，就廢液處理系統、固化系統之處理設備、貯存槽、管閥及儀錶等進行維護保養，物管局於維修期間派員執行嚴格檢查，經查證所有維護作業均依檢修計畫及相關程序書執行,符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」中對放射性廢棄物處理貯存設施之安全管制規定。

放射性廢棄物之管理除確保營運安全，廢棄物產量抑減亦為重要之營運目標，核二廠減廢作業在物管局督導下已有顯著成效。核二廠放射性廢棄物營運工作目標如下，並據此規劃減廢、減容作業：(1)放射性廢液抑減；(2)放射性固體廢棄物減量與減容；(3)精進廠務管理。

放射性廢液抑減方面，於系統洩水源頭管理上避免高低導電率廢液、清潔與含油廢液交互污染等措施，以提升廢液處理效率。執行洩水作業時核二廠依程序書 266 及 266.1 成立大修洩水管制小組進行系統洩水來源管制，並致力於系統設備之改善及維護。

放射性固體廢棄物減量與減容方面，核二廠自 95 年 6 月中旬正式啟用濕性廢棄物高減容固化系統後，從 96 年起每年固化廢棄物產量皆管控在 70 桶以內。此外，為有效抑減乾性廢棄物產量，核二廠之管制措施包括避免清潔物料進入管制區、塑膠袋等盛裝物件之重覆使用、現場人員走動管理巡查及污染設備器材除污等。

精進廠務管理方面，核二廠加強防止異物入侵(FME)管制，並嚴格執行化學品進廠管制以抑低回收廢水之總有機碳(TOC)，核二廠回收廢水近十年來平均為 125.7 ppb，均符合美國電力研究協會(EPRI)-2000 所建議，回收廢水中總有機碳之水質規範 160 ppb 以下。

本會審查小組認為核二廠廢料處理系統於 2 號機機組大修及待機期間均持續正常運轉並定期執行檢修，物管局並派員執行檢查，經查證系統各項單元符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」之安全管制有關規定，可確保放射性廢棄物營運安全。

（二）待機期間放射性廢棄物處理實績

核二廠廢料處理系統於 2 號機機組大修及待機期間均持續正常運轉並定期執行檢修，廢液處理系統於 106 年執行過濾器吊修及效能測試，過濾效能測試結果平均達 95%，符合大於 90%之規定。另物管局查核 106 年放射性廢液經處理後之取樣數據，平均為導電率 0.71 μS/cm，濁度 0.32 NTU，SiO_2 10 ppb，總有機碳 115 ppb（標準：導電率≦1 μS/cm，濁度≦1 NTU，SiO_2≦50 ppb，總有機碳≦400 ppb），皆符合標準。

本會審查小組認為廢棄物處理系統於待機期間仍能持續正常運轉並定期執行檢修，可確保放射性廢棄物營運安全，有助於核二廠 2 號機再起動後的安全穩定運轉。另依據核二廠統計之 100 至 104 年廢液平均飼入量為 42,085 加侖/日(GPD)（2 號機於 105 年 4 月停機），僅約為運轉技術規範限值 76,520 GPD 一半左右，確認廢液系統可因應未來 2 部機組皆運轉時之處理量需求。

（三）機組起動再轉因應作為

廢料處理系統各項單元核二廠均定期執行檢修，針對各貯存槽、管件、閥等設備進行保養維護，各儀器設備亦進行校正。人員訓練方面，值班人員均持有「放射性廢棄物處理設施運轉人員認可證書」並定期回訓，符合「放射性廢棄物處理設施運轉人員資格管理辦法」規定。

廢棄物營運三級品保作業方面，2 號機組大修期間及大修後，台電公司核安處駐廠安全小組已多次進行稽查並提出稽查報告。物管局查驗相關稽查

結果，查核結果符合安全要求，部分缺失並不直接影響安全，但均已要求立即改善；物管局並複查確認，全數缺失均已完成改善與結案。

廠務管理方面，待機期間廠方劃分各工作責任區，除每日定時巡視清潔外，接到任何人通報廠房地面有污染情形，立即處理清潔，並主動在現場設置廢棄物及廢油收集站，減少工作中產生因廢棄物而污染地面情形。在精進廠務管理措施上，待機期間由廠內各組人員組成查證小組執行查證，並以走管動管理持續追蹤，直到改善完成。

本會審查小組認為廢料處理系統於 2 號機機組大修及待機期間均持續正常運轉並定期執行檢修，廠務管理方面執行完善，可確保放射性廢棄物營運安全。

三、 本章審查結果

台電公司廢棄物管理領域整體評估報告已針對待機期間廢棄物管理可靠性之作為、待機期間放射性廢棄物處理實績及機組起動再轉因應作為予以完整敘述說明，各項廢棄物營運管理作業內容均符合相關規範要求，可確保放射性廢棄物營運安全，本章內容經審查可以接受。

本會審查小組認為核二廠廢料處理系統於 2 號機機組大修及待機期間均持續正常運轉並定期執行檢修，物管局並派員執行檢查，經查證廢棄物營運三級品保作業、廢料處理系統、廠房廠務管理等工作，確認符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」之安全管制規定，可確保放射性廢棄物營運安全；另核二廠已強化自主管理，對於各項檢查缺失，均能立即加以改善以提升安全，有助於核二廠 2 號機再起動後的安全穩定運轉。

陸、 審查總結

本會對於本申請案，除針對申請文件與法規符合性進行查核外，並分別就核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等三個面向進行審查及現場查核。其中有關申請文件與法規符合性部分，依上所述經本會審查結果，台電公司所提送申請文件之機組大修作業品質報告及稽查報告，符合「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」第 9 條規定。

對於機組長時間未起動運轉，本會再審慎檢視機組整體性維護成效，其中有關核能安全部分，核安視察團隊分別查核儀電設備、機械管路、核燃料、重要安全設備測試(偵測)試驗及現場設備配置、地震監測、起動規劃及品保作業與人員訓練、廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基等，並審查台電公司提送「核二廠 2 號機待機期間設備可靠性整體評估」，確認核二廠 2 號機於長時間未起動運轉期間，各類型設備之維護、檢測等作業，均依程序書要求執行，可確保各類型設備之可靠性。另外，台電公司已完成機組再起動前與起動期間各項因應檢查措施及人員訓練，應可符合機組再起動要求，以確保機組運轉安全。

輻射安全部分，台電公司對於廠房輻射偵測作業、工作人員輻安管制作業、人員污染防範管制作業、輻射偵測儀器品質、監測區環境輻射監測、廢氣及廢水排放管制、機組大修之輻安管制作業及廠外的環境輻射監測等，各項輻射作業內容，經審查後符合相關規範要求。

廢棄物營運管理部分，因廢料處理系統於核二廠 2 號機長時間未起動期間均持續正常運轉並定期執行檢修，經本會查核廢棄物營運三級品保作業、廢料處理系統、廠房廠務管理等工作，確認符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」之規定。

本申請案經本會審查後，除確認核二廠 2 號機機組現場狀態可符合起動運轉要求外，為確保後續機組再起動運轉之安全性，將台電公司所承諾之事項列入後續追蹤管制事項(附件一)，本會亦將持續追蹤確認台電公司依承諾辦理相關事項。

綜合上述，台電公司所提送「第二核能發電廠 2 號機週期 25 設備維修測試大修後機組初次臨界(A 類)申請」之申請文件，符合「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法」第 9 條規定，另在依本會針對核能安全、輻射安全及廢棄物營運管理等面向進行審查及現場查核結果，目前核二廠 2 號機機組現場狀態可符合起動運轉之要求。

原子能 AEC

附件一

核二廠 2 號機第 25 次大修後機組初次臨界申請專案
台電公司承諾事項

承諾事項章節	內容
參、二、儀電設備可靠度查核	1. 儀控組人員及包商「2 號機機組再啟動維護人員相關訓練」。【A-III-05-06 承諾事項】 2. 利用輔助鍋爐提供汽封蒸汽時，檢查汽封系統相關儀器設備偵測管路及汽封壓力控制相關儀控功能良好。【A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 3. 反應爐壓力達 20 kg/cm^2 以上時，加強監控汽封蒸發器及洩水槽的壓力及水位指示，以及觀察氣動控制閥閥位指示，以確保汽封系統儀器設備運作功能良好。【A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 4. 執行反應器廠房相關儀器、管路查漏及相關儀器組件運作正常(30 kg/cm^2 查漏)。【A-Ⅱ-01-04 承諾事項】 5. 執行反應器廠房相關儀器、管路查漏及相關儀器組件運作正常(60 kg/cm^2 查漏)。【A-Ⅱ-01-04 承諾事項】 6. 4.16kV 斷路器 2A101、2A201 與 13.8kV 斷路器 2F105 檢查及絕緣測試。【A-Ⅱ-01-02、A-Ⅱ-01-03、A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 7. 定子線圈、隔相匯流排(IPB)與附屬設備絕緣測試。【A-Ⅱ-01-02、A-Ⅱ-01-03、A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 8. 主變壓器、輔助變壓器絕緣測試。【A-Ⅱ-01-02、A-Ⅱ-01-03、A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 9. GCB-3670、GCB-3680 絕緣測試。【A-Ⅱ-01-02、A-Ⅱ-01-03、A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 10. 輔助變壓器二次測 13.8kV 及 4.16kV 匯流排絕緣測試。【A-Ⅱ-01-02、A-Ⅱ-01-03、A-Ⅳ-01-01 承諾事項】 11. 電氣組人員及包商「2 號機機組再啟動維護人員相關訓練」。【A-III-05-06 承諾事項】 12. 配合值班完成 60 kg/cm2 查漏作業。【A-Ⅱ-01-04

	承諾事項】 13. 主發電機部分放電量分析(756.2)。【A-Ⅳ-01-01、A-Ⅲ-01-02、A-Ⅳ-01-05 承諾事項】 14. AVR 及 PSS 低載測試與調校(SP-2017-01)。【A-Ⅳ-01-02 承諾事項】 15. 57% CTP AVR 及 PSS 半載測試與調校(SP-2017-01)。【A-Ⅳ-01-02 承諾事項】 16. 85% CTP AVR 及 PSS 3/4 載測試與調校(SP-2017-01)【A-Ⅳ-01-02 承諾事項】 17. 100% CTP AVR 及 PSS 滿載測試與調校(SP-2017-01)。【A-Ⅳ-01-02 承諾事項】
參、三 機械管路設備可靠度查核	1. 機械組人員及包商「2 號機機組再啟動維護人員相關訓練」。【A-III-05-06 承諾事項】 2. 在第四個十年運轉期間，於未來大修中增加每次大修ⅣVI 檢測數量，以維持原 10 年檢測計畫之檢測總數量不變。【A-II-02-01 承諾事項】 3. 下一次大修依運轉性能執行一台 RHR 泵的分解檢查。【A-II-02-04 承諾事項】 4. 2CY25 輪替拆卸下來 16 只 SRV 於下次使用前均執行分解檢查。【A-II-02-04 承諾事項】 5. 修配組人員及包商「2 號機機組再啟動維護人員相關訓練」。【A-III-05-06 承諾事項】 6. 為確保 AG-73S-R1、AG-73U-R1、EJ-56N-E15 等這 3 口管測件在未來 12.5 個月的運轉期間管壁厚度仍有足夠餘裕，核二廠已修改程序書 720.3 增加相關檢測機制，對此 3 口測件進行定期量測以確認該等管路可安全運轉到本燃料週期末。【A-Ⅳ-02-04 承諾事項】 7. 核二廠會依照 RAI 建議，針對檢測用之探頭，建立同一探頭(註明序號)對不同管徑不同材料的量測誤差表，註明探頭方向性，並將此表列入「核二廠 DMS2 超音波測厚儀操作及報表製作手冊」內，供估測壁厚真值之用。【A-Ⅳ-02-04 承諾事項】
參、四 核燃料可靠度監測	1. POWERPLEX 資料庫更新及驗證，確認爐心狀況未變動【A-II-03-02 承諾事項】

	2. 完成控制棒抽棒序列製作並備妥燃料廠家提供之起動運轉報告(Startup and Operations Report) 【A-II-03-02 承諾事項】 3. 停機餘裕查核 【A-II-03-02 承諾事項】 甲、B 棒序停機餘裕查核 乙、A 棒序停機餘裕查核 4. 引動執行每 8 小時監視 4 組主蒸汽輻射偵測器(D17-K610 A /B /C /D，即 AA-RITS-451/ 453/ 450/ 452)讀值之變化趨勢【A-Ⅱ-03-03 承諾事項】 5. 引動執行每 8 小時監視廢氣處理前之輻射偵測器(HF-RITS-147，即 2T-17)之變化趨勢【A-II-03-03 承諾事項】 6. 引動執行 2W10(與 2T-17 同一廢氣來源)之六種放射性廢氣總排釋率讀值之每半時變化趨勢【A-II-03-03 承諾事項】 7. 引動執行升載時記錄各相關燃料節點功率提升率(行政限值：不大於 0.10 kW/ft/hr) 【A-III-03-05 承諾事項】 8. 以等待氙毒 (Xenon-Wait)方式，逐一將淺棒(控制棒位為 32 至 48 之控制棒)緩緩抽至目標棒位。【A-III-03-05 承諾事項】 9. 穩定功率(85%以上)運轉連續三天以上 (熱功率變動幅度不超過 5%)，依每天取樣分析之六種放射性廢氣總排釋率資訊計算燃料可靠度指標(FRI)。【A-III-03-04 承諾事項】 10. 蒸汽抽氣器(SJAE)與廢氣系統(Offgas System)置入使用後，引動執行每天取樣分析六種放射性廢氣總排釋率趨勢。【A-II-03-03 承諾事項】 11. 穩定功率(85%以上)運轉連續三天以上 (熱功率變動幅度不超過 5%)，依(2)資訊計算燃料可靠度指標。【A-III-03-04 承諾事項】
參、七 起動規劃及品保作業與人員訓練查核	1. 運轉人員相關訓練項目完成 i. 含「起動前檢查方案」、特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」【A-Ⅲ-05-06 承諾事項】

	ii. 異常警報之處置加強人員訓練【A-Ⅱ-02-19 承諾事項】 iii. 地震應變【A-Ⅲ-04-04 承諾事項】 2. 特殊程序書「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」引動執行管制。 i. 特殊程序書 SP-2018-01「2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」【A-Ⅲ-05-06 承諾事項】 3. 配合機組再轉過程，進行運轉操作的現場查證，查證內容除包含機組起動例行的程序書 241、242、243 及 244 等執行步驟外，另重點查證項目亦納入特殊程序書之重要步驟。【A-Ⅲ-05-04 承諾事項】 4. 專案稽查範圍與時間自 107 年 2 月 2 日至機組滿載，分為三階段進行：反應爐臨界前、發電機併聯前及機組滿載前。【A-Ⅲ-05-06 承諾事項】
參、八 廠務管理及廠內輸配電鐵塔塔基查核	1. 針對鐵塔邊坡評估，大地工程技師建議事項與精進措施執行時程，核二廠已規劃於 107 年 8 月底前完成設置規劃。【A-Ⅲ-04-03 承諾事項】