

目 錄

| | 頁次 |
|---|----|
| 一、前言 | 1 |
| 二、本次大修異常事件概述 | 2 |
| 三、本次大修重要專案項目 | 3 |
| (一)核子反應爐水下目視檢測 | 4 |
| (二)控制棒葉片檢查 | 5 |
| (三)柴油發電機相關維修與測試 | 6 |
| (四)一次圍阻體完整性洩漏測試 | 7 |
| (五)大修計畫排程安全管制 | 8 |
| (六)設計修改案.DCR-2437 RCIC/ASP 部份導線管及 電纜重新繞線查證 | 11 |
| 四、核能一廠二號機 EOC-18 大修廢料營運檢查績效 | 12 |
| (一)乾性廢料抑減管理 | 12 |
| (二)洩水廢液管制 | 13 |
| (三)總結 | 14 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 五、輻射防護管制 | 14 |
| (一)曝露管制 | 15 |
| (二)人員訓練..... | 15 |
| (三)輻射偵監儀器 | 16 |
| (四)合理抑低 (ALARA) 計畫 | 17 |
| (五)排放管制 | 17 |
| (六)放射性物質管制 | 18 |
| (七)廠區環境管制作業 | 19 |
| (八)結論 | 20 |
| 六、廠外環境偵測 | 20 |
| 七、結論與建議 | 21 |
| 附件一 大修視察計劃 | 23 |
| 附件二 視察備忘錄 | 30 |
| 附件三 大修期間異常事件統計表 | 31 |
| 附件四 改善大修期間廢水回收系統總有機碳偏高書函..... | 32 |
| 附註：專有名詞說明 | 33 |

核一廠二號機第十八次大修原能會視察報告

一、前言

核能機組於運轉一段時間後，必須停止運轉，以換裝核子燃料並執行結構、系統及組件之檢查、維修與改善等大修作業，期使再起動後，得以在下一次運轉週期時，維持核能機組的穩定運轉。一般而言，核能機組換裝核子燃料及大修時結構、系統與組件之檢查、維修與改善的作業品質，均會直接或間接地影響到機組的運轉安全及穩定。而作業品質的優劣，則反映出核能電廠管理品質之良窳。

核一廠二號機第十八次大修，於 91 年 2 月 25 日開始降載停機檢修至 91 年 4 月 19 日機組併聯為止，大修工期總計 52 天，核一廠二號機第十八次大修期間較重要的工作項目如下：

- (一)更換新燃料 148 組、控制棒葉片更換 24 支、控制棒驅動機構更換 23 支。
- (二)再循環泵 2A/2B 更換機械軸封。
- (三)此次大修汽機葉片未開蓋檢查，只有進行相關控制閥類與軸承拆檢。
- (四)管路測厚共 182 件，其中編號 CUW0-2S-R1 與 SRV-19-NIP 兩口管件執行換管處理。
- (五)飼水加熱器執行殼壁測厚與執行管側查漏，其中加熱器 2A 因殼壁薄化程度較顯著，因而於此次大修進行更換殼壁的永久性修復工作。

為監督電廠執行核能機組換裝核子燃料及大修作業之品質，確保

機組運轉安全性及穩定性，電廠於每次作業前，提出大修作業計畫陳報本會。本會除嚴加審查其作業計畫外，並訂定視察計畫。大修作業期間，本會針對大修管理、輻防、維護、廢料營運及運轉等各方面進行全面視察。

總計此次核一廠二號機第十八次大修，本會為能督促台電公司做好各項維修工作，投入之視察人力總計 75 人/天，視察計劃如附件一。

二、本次大修異常事件概述

為能適時掌握核能機組狀況，俾便執行相關的安全管制措施，原能會訂定有「異常事件立即通報規範」，責成台電公司當核能機組出現偏離正常作業狀況時，必須在時限內通知原能會，而進入此一通報作業的狀況，簡稱為異常事件。此次核一廠二號機第十八次大修期間，所發生之異常事件統計如下表：

| 編號 | 異常事項內容 | 肇因類別 |
|---------------|--|------|
| RER-91-12-002 | 機組大修中 PCIS Group-4 動作，造成餘熱移除系統 E-11-F008/F009 自動隔離 | 人為疏失 |
| RER-91-12-003 | 外電 69-kV 斷電，造成 4.16-kV Bus 1 與 Bus3 失電，柴油發電機 A 台自動加載 | 設備故障 |

各異常事項處理及分析如下：

- (一) 2 月 28 日電廠值班人員發現 PCIS Group 4 動作，導致餘熱移除系統 E11-F008/F009 自動關閉，電廠追查肇因發現故障的原因可能是附近工作人員不慎撞擊儀器架，造成壓力開關 B31-N018 A/B 誤動作，電廠於是將壓力開關加裝保護罩，並加強宣導以避免誤觸。由於機組大修中該壓力開關不需可

用，電廠遂開立 PCN 修改程序書，於機組大修時期跨接 B31/N018 A/B 的接點，防止誤動作。

(二)3 月 17 日二號機 4.16-kV Bus 1 號與 3 號之外電來源 69-kV，因不明原因而失電，電廠追查肇因時發現空氣斷路器(ABS) ABS-611 及 ABS-761 接地棒上有電弧痕跡，電廠研判事發當時應有故障電流發生，造成 69-kV 保護迴路動作，但電廠工作人員重新檢查相關設備均正常，復電後亦未再發生 86B2 電驛動作而跳脫 69-kV 類似現象，因此肇因並不明確。但本會為避免再次發生類似事件，仍發備忘錄要求電廠務必查出肇因（附件二）。

綜合上述，核一廠此次大修共發生異常事件二件，與以往核一廠機組大修所發生異常事件數相近（附件三），顯示核一廠大修期間之管制工作已上軌道。至於造成 69-kV 失電之異常事件其肇因雖仍未查明，但因 69-kV 係電廠外來電源之一，基於廠外電源對電廠安全的重要性，因此本會已發備忘錄持續追蹤管制。

三、本次大修重要專案項目：

本會為確保核能機組運轉時，各項安全設備均能正常運作，因此本會針對核一廠上次運轉週期期間，曾發生較重大異常之安全有關設備、機組大修期間安全有關設備有重大修改之維護工作，或與機組安全設備相關之重要系統功能測試等工作項目，本會均會擬定視察計畫，並撰寫視察報告，現將本次核一廠二號機第十八次大修，本會各項視察工作中較重要者，摘要報告如后：

(一)核子反應爐水下目視檢測

核子反應爐之爐體內部和其內部組件依規定需做檢測，檢測方式係利用機組大修開蓋灌水後(灌水可減少大修工作人員輻射暴露)進行水下目視檢測



核子反應爐執行水下目視檢測

(In Vessel Visual Inspection 簡稱 IVVI)。核子反應爐屬安全等級第一級，水下目視檢測必須依照美國機械工程師學會規範(ASME CODE)第 11 章之要求執行，機組每次運轉三又三分之一年後需做一次水下目視檢測，亦即十年內必須配合大修工作項目執行完成三次爐體內部重要組件水下目視檢測工作。

依 ASME 規範，核子反應爐之水下目視檢測(VT)共可分為兩種目視檢測(VT-1 和 VT-3)，VT-1 之目視可藉光學器材如水下電視攝影機(能防水和抗輻射照射)來檢測，其檢測能力要在 24 吋距離、大於或等於()30 度角度，能看到 1/32 吋的黑線(此線置於 18% 灰卡上放於防水透明壓克力夾)才算通過驗證，並且全部檢測過程均必須用錄影帶記錄。VT-1 檢測要能檢查細微缺陷如腐蝕、龜裂、磨損，VT-3 檢測則需能分辨組件間隙、零件鬆脫、銹蝕及組件失去完整性等。

目前核一廠、核二廠之核子反應爐之水下目視檢測已依本會要求做到目視檢測能力需能分辨 1mil(0.001 吋)與 0.5mil(0.0005 吋)的黑線的清晰度來進行檢測。

核一廠二號機第 18 次大修，本次水下目視檢測委託美商奇異公司具合格目視證照人員執行檢測，檢測項目共計 23 項

組件，而相關的檢測組件位置、零件、焊道等共計 225 件檢查子項，其中並包括以前次大修所發現異常列入本次大修追蹤檢測，此部分項目共 5 項(乾燥器支撐環有缺陷、0° 導引塊位置不正、乾燥器之 Bank 焊道有缺陷、飼水喉管 135° 變形、側板 H3 外側焊道 65° 有缺陷等)。

本次大修核子反應爐水下目視檢測結果如下：

1. 列入追蹤之 5 項瑕疵，本次未發現成長並經評估後不影響機組安全功能

2. 新發現之異常有下列三項

(1) 第 16 號噴射泵爐側之螺栓有 0.012 吋間隙

(2) 側板 315 度之輔助上支架有間隙

(3) 偵測試片架於 30° 定位不良

本次所發現之 3 件異常，電廠均已分別發出不符合品質報告，並經評估、修理後列入下次大修繼續追蹤檢測，以上各項瑕疵經處理後不影響機組安全。

(二) 控制棒葉片檢查

從八十九年開始至九十年十二月止，台電公司已完成核一、二廠共四部機組全爐心控制棒檢查。基於核能安全的考量，並參考先前檢查經驗，此次核一廠二號機 EOC-18 大修再度執行全爐心九十七支



核一廠二號機大修控制棒葉片現場檢查情形

控制棒葉片檢查，結果發現有裂痕者共計 41 支，台電公司依據控制棒檢查和安全評估之結果，更換 24 支控制棒，並以新品控制棒進行替換，至於 22 支只有把手滾輪外側有裂痕的控制棒，經評估後則仍可繼續使用。目前原能會已完成台電公司、奇異公司的安全分析報告和因應措施報告的審查工作，有關安全方面，台電公司的評估結果可以接受；至於安全管制和後續管制措施，相關說明請參見本會網站之「核一廠二號機控制棒完整性安全管制」。

(三) 柴油發電機相關維修與測試

緊急柴油發電機（EDG）是電廠緊要交流電流的最後一道防線，也是最可靠的後備電力來源，電廠每次大修均會對



本會視察員於緊急柴油發電機大修時執行視察工作

緊急柴油發電機進行必要的維修與測試，以確保機組有充足且可靠的電力供機組達到安全停機。此次核一廠二號機第十八次大修，連同 5 號緊急柴油發電機一共有三台緊急柴油發電機進行維護，維護項目包含一般性的維修，如每次大修均拆檢 2 座汽缸及活塞、發電機軸承拆檢、勵磁機碳刷拆檢...等工作，而由於上次大修時曾發現 EDG-B 台之轉子有變形之異常，雖並未影響正常功能，但核一廠為求慎重已於上次大修時，將 EDG-B 轉子予以更換，並利用此次大修將 EDG-A 轉子更換完畢，且每部緊急柴油發電機均經連轉運轉 24 小時加載測試通過，以確定其符合運轉規範中有關緊急柴油發電機可用性之規定。

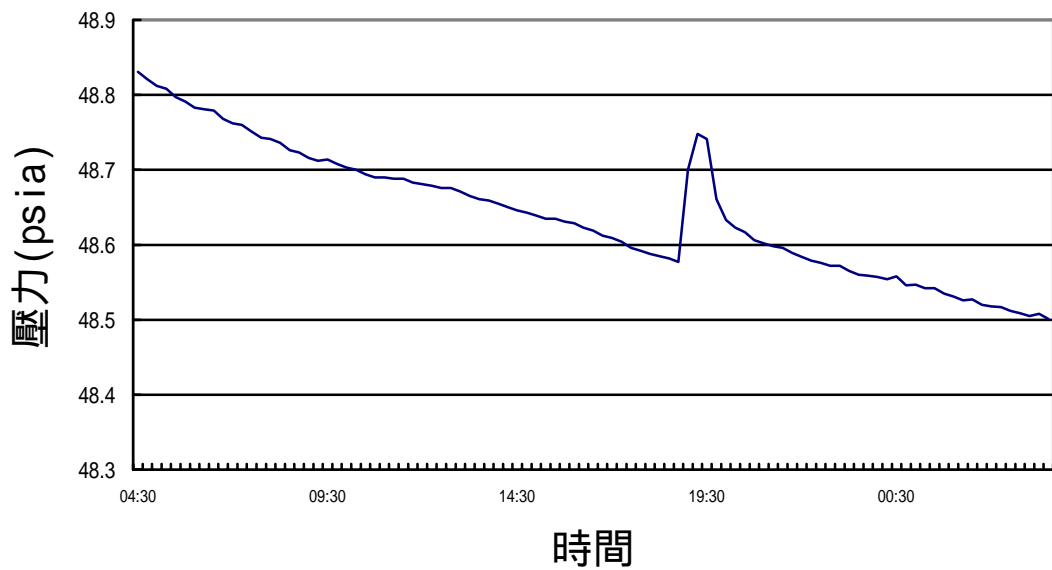
(四) 一次圍阻體完整性洩漏測試

一次圍阻體設計之目的，在於提供反應器爐心與外界之完整屏障，以防止事故時放射性物質，洩漏至外界，確保廠界外民眾所接受之輻射量符合安全規定。



一次圍阻體完整性洩漏測試現場

因此，依據本會頒布之「核能電廠圍阻體洩漏測試技術規範」規定，各核能電廠機組每十年應執行三次一次圍阻體完整性洩漏測試，其間隔期間應約略相等。此次核一廠二號機第十八次大修期間，係依據規定，於4月8日4時30分執行本項測試，經二十四小時洩漏測試結果顯示其洩漏率(L_{am})為 $0.65 L_a$ ，95%信賴度之上限洩漏率(95%UCL)為 $0.66 L_a$ ，均符合小於 $0.75 L_a$ 之規定。機組並於4月10日6時自一次圍阻體引出 $1.0 L_a$ 的測試流量(L_f)，執行輔助驗證測試，經四小時之輔助驗證測試結果，其洩漏率為 $1.45 L_a$ ，符合介於 $1.40 L_a$ ($L_{am} + L_f - 0.25 L_a$)與 $1.90 L_a$ ($L_{am} + L_f + 0.25 L_a$)之規定。(La：峰壓測試最大允許洩漏率)



一次圍阻體完整性洩漏測試壓力趨勢圖

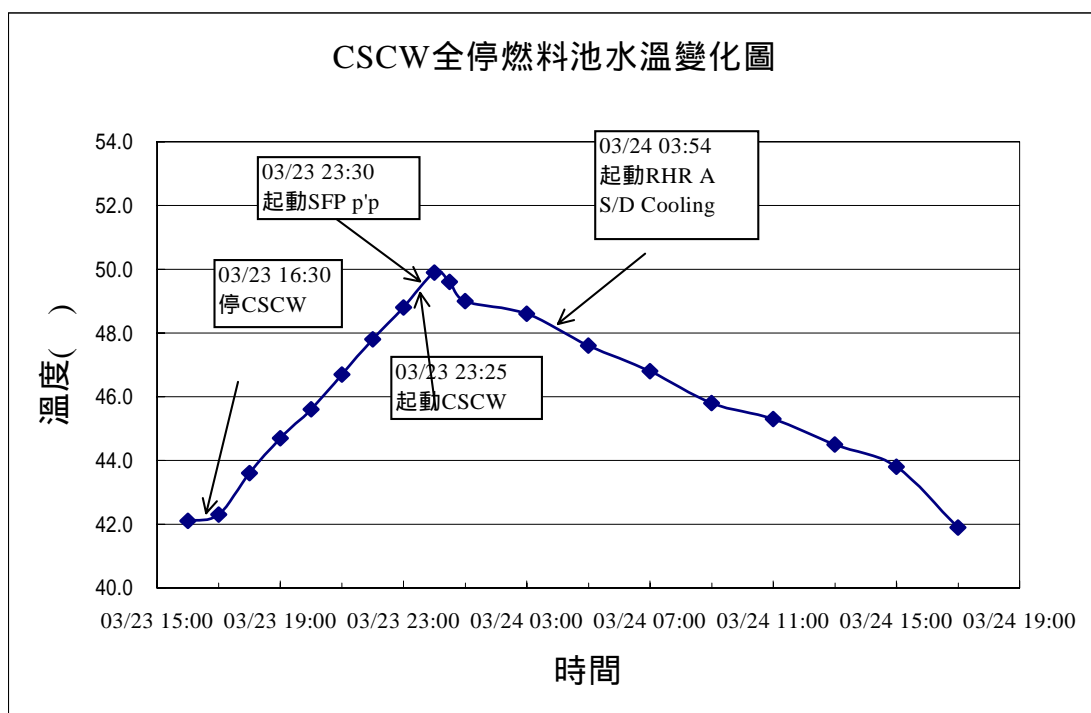
(五) 大修計畫排程安全管制

台電公司核能一廠依原能會核准之大修計畫排程風險評估陳報準則的要求，於大修作業前，陳報大修計畫排程之安全評估及安全管理準則，經本會審核同意後依計畫排程執行大修作業。

核能一廠二號機第十八次大修因考量燃料池水溫問題及配合控制棒葉片檢查更換工作之需求，重新修訂大修時程，大修工作期由 91 年 2 月 22 日至 91 年 4 月 12 日，修正為 91 年 2 月 26 日至 91 年 4 月 21 日，因大修計畫排程有變動，且涉及需通報之運轉組態變動（聯合廠房冷卻水系統全停維修排程），電廠依核能電廠大修計畫排程風險評估之撰寫及陳報準則之規定，於變更大修計畫執行前完成安全評估和安全管理準則，並以備忘錄方式通報本會駐廠小組覆查。

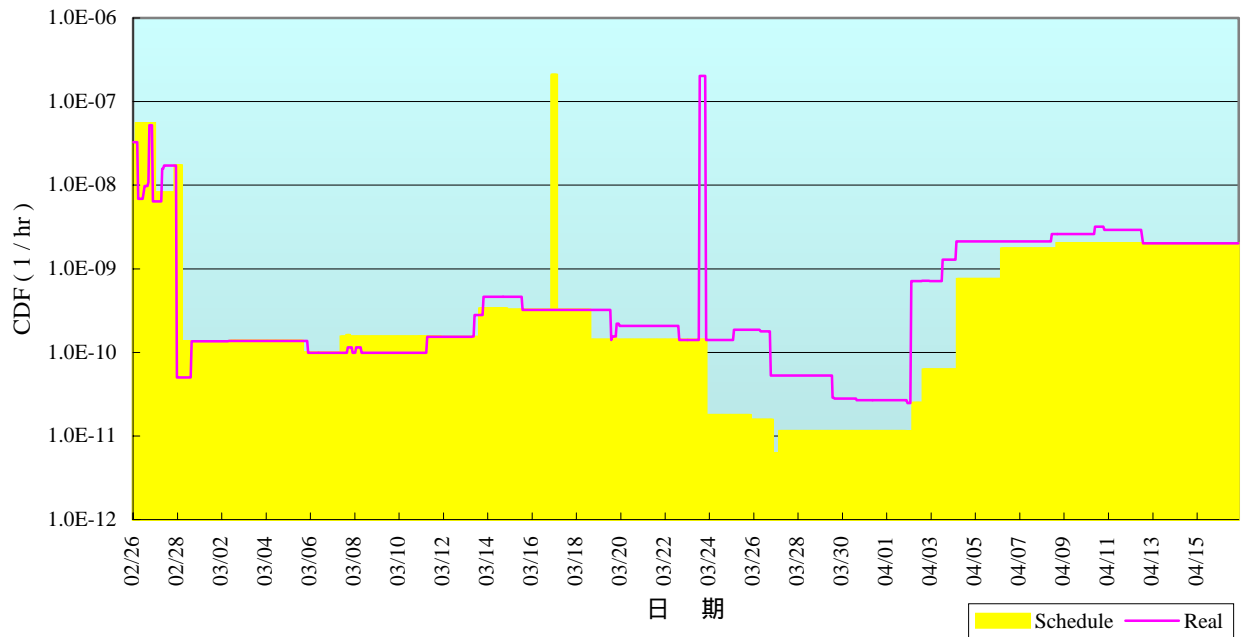
聯合廠房冷卻水系統共管檢修期間是此次大修評估風險值最高之一段時間(計8小時),因將造成用過燃料池冷卻能力喪失,為防止用過燃料池發生高溫現象,此作業安排在爐穴滿水時執行,且避免與其他安全相關設備同時維修,以增加安全相關救援設備之可用性,提升大修作業的安全,期間並執行本會核准之安全管制措施(1.電廠指派一名大修班值班主任專責聯合廠房冷卻水系統全停期間相關工作之聯絡與協調,並負責維修期間所擬因應對策之執行 2.使用用過燃料池冷卻系統或餘熱移除系統進行用過燃料池之冷卻,先行抑低聯合廠房冷卻水系統全停前用過燃料池之初始水溫 3.停用聯合廠房冷卻水系統時,儘可能增加聯合廠房冷卻水系統之排洩量,以縮減洩水時間 4.篩選檢修項目,減少聯合廠房冷卻水系統全停時非必要之檢修量;增加人力,做好先期準備工作;增加預留後備人力,縮短非預期之閘盤車修時間。5.復原灌水時增加排氣點及操作人力,儘快恢復聯合廠房冷卻水系統運轉),以確保用過燃料池不會發生高溫現象。

91年3月23日16:29至23:25是聯合廠房冷卻水系統共管檢修全停期間,根據紀錄此段時間用過燃料池水溫變化如圖一所示,最高溫為49.9 小於本會要求之行政限制值60 ,而整個大修期間用過燃料池水溫變化亦在安全限值之下。



圖一 聯合廠房冷卻水系統全停燃料池水溫度變化圖

核電廠目前大修計畫排程是朝向最佳化之運轉組態作安排，儘量避免產生高風險之作業規劃，對進行必要之檢修，無可避免地導致產生相對高風險狀況時，則事先擬定對應之應變及防範措施，避免意外狀況發生。此次核一、二號機變更大修排程前後之大修風險趨勢分析比較如圖二所示，最高風險值未變動，其大修爐心受損機率最高值為 $2.09\text{E-}7/\text{hr}$ ，停機期間大修風險值在 $6.23\text{E-}12/\text{hr}$ 至 $2.09\text{E-}7/\text{hr}$ 之間。



* 圖示黃色表係規劃排程爐心受損機率, 紅色表係實際排程之爐心受損機率

圖二 核一廠二號機 EOC-18 大修風險趨勢圖

(六) DCR-2437 RCIC/ASP 部份導線管及電纜重新繞線查證

本案係 90 年 3 月間本會視察員進行主題視察時, 依據終期安全分析報告 (FSAR) 第 7 章第 4 節的要求, 查證是否有爐心隔離冷卻/餘熱移除系統



本會視察員於現場視察工作人員進行 RCIC/ASP 盤面部分線路重新繞線工作

(RCIC/RHR) 替代停機盤的電源線與信號控制線, 會繞經主控制室、電纜室、或第二區開關設備室等不該繞經之區域; 為確保在上述區域發生火災時, 值班人員在主控制室無法停留情況下, 至現場 RCIC/ASP 或 RHR/ASP 仍能操作安全停機;

經清查與 RCIC/ASP 與 RHR/ASP 系統有關之電纜管線共計 153 條，查出其中有 5 條 RCIC/ASP 電纜線之路徑經過電纜室(Cable Vault) 東北角；此種情形，將使 RCIC/ASP 無法發揮應有之替代停機功能，且與當初設計要求不符。本會於 90 年 5 月份發出注意改善事項(附件四)要求電廠檢討改善，電廠答覆將提 DCR 在一/二號機大修時，將該 5 條電纜線重新繞線不再經過電纜室，二號機此次大修期間 RCIC/ASP 5 條電纜線進行重繞線時，本會視察員赴現場視察重繞線情形，在繞線完成後執行之絕緣測試、導通試驗、功能及可用性/流量測試，皆符合要求。

四、核能一廠二號機 EOC-18 大修廢料營運檢查績效

核能設施放射性廢料之管理，係為妥善處理放射性廢料，確保設施之正常運轉。為督促各核能設施廢料處理系統正常運轉，減少廢料產量，增進廢料貯存安全，本次核能一廠二號機 EOC-18 大修期間，除加強現場乾性廢料管制、抑減產量，亦加強系統及廢液洩水管制、廢液處理設備之維護品質，俾確保廢料系統之運轉安全以及提升整體營運績效。

核能電廠之乾性廢料量以大修期間所產生之廢料量佔大宗，於是推動核能電廠大修期間乾性廢棄物之減量工作，為本次檢查之重要項目之一。檢查發現如下：

(一) 乾性廢料抑減管理

1. 乾性廢料之管制措施為(a)要求承包商及所屬工作人員於進廠參加訓練課程時，加強宣導廢料分類應確實執行；(b)大修期間每日在工具箱會議中反覆宣導，並由作業人員於翌日會議時說明前日之作業方式，以便檢討改進缺

失；(c)大修期間承包商收集分類可燃及不可燃乾性廢料，廢料課現場人員得隨時抽檢；(d)大修期間所產生之乾性廢料應設置收集點最後集中於 T-11 門作業區統一收集、分類後再將可燃廢料包依廠內運送程序運送至一號代用倉庫暫存，待檢查後破碎裝作業；(e)攜入管制站之物品先行拆除包裝，油漆、溶劑非必要之物品避免攜入，以減少乾性廢料之產量。

2. 本次大修所產生乾性廢料之產量，與前次大修比較，其中高劑量可燃數桶較前次大修降低-67.3%，值得嘉許，但廢金屬及低劑量可燃桶產量仍偏高，乾性廢料減量工作，仍有改善空間。
3. 本次大修大多數相關課室之發包工程均依規定執行填寫「乾性廢料產量控制及防治污染計劃表」，僅少數課室未填寫。

(二) 洩水廢液管制

1. 巡視二號機廢控室，從值班日誌發現 3 月 4 日集水槽 # 13 P'P-AS。(泵 A 台) 進水異常，係因 HTR-2A 南端殼側洩水閥 (Dr-V220i) 遭打開，隨即將閥門關閉後，進水量即恢復正常。
2. 系統廢液之洩水，於大修期間發現廢液取樣槽之 TOC 有偏高現象，要求查明原因。經查係各機件設備管路、泵、閥類、加熱器均積極進行檢修時，使用各類滲透液如除銹液 WD-40、去漬油、潤滑牛油、耐蝕潤滑保護劑、研磨膏等，因於設備內所留殘水洩入集水槽，造成 TOC 升高。經由洩水小組全力協助追查，並針對現場系統檢修

工作及洩水狀況，深入探討分析，始將來源移除。爾後洩水時，應加強要求各施工單位配合，以可避免重蹈覆轍。

3. 應將洩水不良之設備，儘速汰舊更新，使用合適之洩水承接器具，以防止漏水污染地面，降低除污之人力浪費。
4. 洩水孔宜保持暢通，避免影響洩水速度。

(三)總結：

本次核能一廠二號機 EOC-18 大修，乾性廢料抑減及洩水廢液管制較以往進步。檢查期間無發現重大違規及異常事件，乾性廢料之接收管制亦符合程序書規定，但低劑量可燃廢料產量仍然偏高，需繼續努力執行乾性廢料減量工作，洩水廢液管制雖能即時發現問題主動解決，再洩水時，若能加強各施工單位連繫與配合，應可以降低廢液中之 TOC。

五、輻射防護管制

核一廠二號機本次大修自 91 年 2 月 26 日起至 91 年 4 月 19 日，各項輻射作業，均依陳報本會之大修輻防作業計畫書與程序書執行，無發生人員劑量超限、異常排放、環境污染或其他輻安事件。

核一廠依計畫內容設立各廠房臨時管制站，確實執行機組內外之輻防作業，大修期間集體劑量（電子劑量計 EPD 值）為 1.808 人-西弗，與原目標值 1.754 人-西弗，相當接近，管制成效符合要求。

本會依視察計畫包括曝露管制、人員訓練、輻射偵監儀器、合理抑低計畫、排放管制、放射性物質管制與廠區環境管制作業等項目，一一完成各項輻防相關作業之檢查，藉由多重之管制，以確保人員與

環境之輻射安全。本次大修輻防相關視察合計 10 人-天。本次大修視察主要視察項目、內容及結果如下：

(一) 曝露管制：

本項視察重點包括區域管制與人員劑量管制。

1. 赴#2 主管制站及乾井、汽機、燃料更換樓大修臨時管制站瞭解其現場設站及管制情形，包括人員更衣區、區域輻射與污染之度量及標示、圍籬設置、偵監儀器之配置及劑量管制(配戴 TLD 及 EPD，並以電腦即時管制個人之授權劑量。)，均依大修輻防作業計畫書執行，且廠務管理 (House Keeping) 良好。
2. 欲進入核能電廠管制區內工作者，必須申請 TLD 劑量徽章，而申請者應繳交文件包括：本年度歷史曝露紀錄、台電公司從事游離輻射工作人員特殊體格與健康檢查紀錄表、輻射防護訓練及格、個人輻射劑量登記簿、全身計測等資料。本次抽查包商工作人員所繳交的文件，結果均合乎規定，惟有些醫院並未填寫體檢紀錄表第十四項健康管理分類，經本會提出後，核一廠已以備忘錄通告各包商，並承諾審查時將特別注意本項目應確實填寫。
3. 依核一廠呼吸防護計畫規定兩機組主管制站及控制室應分別備有 6 具自攜式面具 (SCBA)，本次檢查時該廠均依規定配置，各面具均依程序書規定定期檢查，並留存紀錄備查。

(二) 人員訓練：

本項視察重點包括電廠與包商之人員輻防訓練。

1. 抽查電廠員工 90 年度輻防訓練（3 小時）紀錄，該廠均依規定管制並留存紀錄備查。
2. 抽查大修包商進廠訓練（含輻防等項目）紀錄，該廠均依規定辦理訓練並留存紀錄備查，教材內容含括一般輻防專業與大修管制實務，能達到訓練之目的。
3. 抽查大修輻射防護包商人員進廠訓練（37 小時）紀錄，該廠均依規定管制並留存紀錄備查。訓練內容包括管制站作業、人員劑量及污染管制、物品管制、廢料處理管制等大修輻防管制事項。
4. 核一廠確實依本會於大修前會議結論，加強游離輻射防護法與輻射安全績效指標評鑑制度之宣導，同時於主管制站電腦動態顯示器（本次大修新設置）上宣導。

(三) 輻射偵監儀器：

本項視察重點包括現場所選用儀器及其校正與維護。

1. 至各管制站抽查現場之空氣監測器、移動式輻射監測器，各儀器均依規定校正，並在有效期限內，且依程序書規定有專人巡察相關儀器，並留有紀錄備查。
2. 抽查管制人員使用之手提輻射偵檢器，亦均依規定校正，並在有效期限內。
3. 大修前會議時請核一廠評估通風濾層組維護週期內之可靠性，該廠經 DOP 測試結果與分析，確認目前測試週期（十八個月）應有相當之可靠性。

(四) 合理抑低 (ALARA) 計畫：

本項視察重點包括輻防作業之規畫與協調，人員講習與模擬訓練及作業後檢討。

1. 核一廠保物課管制站人員針對其工作中可能發生之劑量曝露與污染顧慮，主動召開現場工具箱會議 (Tool Box Meeting)，與工作者達成應配合之行動方案，對劑量抑減與降低異常曝露，有正面助益。
2. 核一廠每日統計追蹤各項 ALARA 管制工作之人員劑量消耗情形，並與原計畫比較，遇特別之狀況則立即討論及處理。
3. 本次大修之各項 ALARA 工作，除在大修輻防計畫均已詳細規劃並提出適當對策及要求，在工作前討論、工作中追蹤及工作後檢討，均依 ALARA 精神執行。對於重要工作，並藉由模擬 (Mock Up) 訓練，提昇工作熟悉度
4. 本次大修 ALARA 管制工作項目計六項，各項人員劑量消耗之目標值與實際值差量如附表。其中第 2 項因實際測量再循環泵 2A 本體後，認為不需整組拆解，僅需進行部份零件更換及調整測試即可，因此本項劑量大幅減少；第 3 項則因為乾井內 9 號閥拆解後發現閥體變形，需要研磨檢修，因此劑量增加約 10 %。整體而言，各 ALARA 管制工作項目均符合預期目標。

(五) 排放管制：

本項視察重點包括排放分析取樣之代表性與正確性，並應

符合法規標準。

1. 本次查核液體之排放單，排放單記有各主要排放核種之參考濃度，其承辦人員並計算確認濃度比總和小於 1，以符合法規規定。查核結果各排放濃度均低於法規規定，各相關課人員均依程序書規定執行相關作業與審核，無異常發現。
2. 查核核一廠執行煙囪隧道洩水槽(OGD T, Off-Gas Drain Tank) 廢液排放程序，包括排放前循環處理、現場取樣程序、計測分析、排放單審核及排放時 PRM 之監看，均符合程序書規定。另外亦查核其廠房煙囪惰性氣體排放之取樣與分析，相關程序均符合程序書規定，計測結果無異常。
3. 該廠排放分析實驗室已依本會要求申請中華民國實驗室認證體系(CNLA) 認證，目前能力試驗與現場評鑑均已完成，待 CNLA 審議後，應能正式取得認證，更加提昇分析資料之公信力。

(六) 放射性物質管制：

本項視察重點包括廠房物品管制與廠區人員、車輛及物品管制。

1. T-11 門為一鐵捲門，位於汽機平面樓，係物件進出機組之主要管制門禁，依規定該門僅供物件進出，平時應維持關閉；且物件進出需先申請核可，並經保健物理課偵測合於規定後方可放行。大修時因物件進出較頻繁管制不易，開啟時間較長，經本會提出意見後，該廠於本次大修開始，更改部分作業方式，即較小型物件利用 T-12

門（小門）放行，縮短 T-11 門開啟時間，以確保廠房之隔離性。

2. 為加強包商貨櫃區工具管制，核一廠於本會第 13 次輻管會議中表示計畫於貨櫃區車輛進出口加設管制站，指派專人偵檢，並於乾華隧道口二端增設偵檢器，本項管制已自 89 年 10 月#2 EOC-17 大修開始。本次檢查時執行狀況良好，車輛亦均能配合接受偵檢。
3. 核一廠保物課均依程序書規定執行車輛、物品及人員離開主警衛室之偵檢與管制，車輛與門框偵檢器除依規定執行校正外，另亦定期每月執行功能測試，並留存紀錄備查。本次檢查時請該廠以射源測試門框偵檢器，功能正常。

(七) 廠區環境管制作業：

本項視察重點包括廠區直接輻射、空氣取樣與環境試樣應依計畫執行。

1. 核一廠廠區設置之主要輻射及空氣監測器（共有小坑警衛室、緊急進水口、主警衛室、開關場及汽渦輪機等五站）功能正常，並依程序書規定定期巡視及更換濾紙，監測紀錄及巡視紀錄亦保存完整。
2. 不預警以射源測試主警衛室之輻射監測器（HPIC），控制室人員亦以電話查詢原因，顯示警報功能正常，且值班室人員反應積極，能迅速對異常訊號加以查證。
3. 審閱並比較核一廠 91 年第一季與 90 年第四季廠區環境樣品（土樣、草樣）例行分析報告，無異常發現。

4. 於廠區環境中取小坑大門前之土樣、草樣進行計測，分析結果均小於最低可測值。

(八) 結論：

核一廠於本次大修期間輻射作業管制良好，並依合理抑低計畫執行，無發生人員劑量超限、環境污染或其他輻安事件。本會依視察計畫一一完成各項輻防相關作業之檢查，藉由多重之管制，以確保人員與環境之輻射安全。

附表：合理抑低（ALARA）管制工作項目之人員劑量目標值與實際值差量

| 項 目 | 工作劑量比較(人-西弗) | | |
|-------------------|--------------|-------|--------------------|
| | 目標值 | 實際值 | 差異比 ^註 % |
| 1.反應器開蓋及回裝工程 | 0.078 | 0.075 | -3.85 |
| 2.再循環泵 2A 高震動檢修工程 | 0.08 | 0.044 | -45 |
| 3.閥類檢修工程 | 0.19 | 0.210 | 10.53 |
| 4.非破壞檢測 | 0.175 | 0.158 | -9.71 |
| 5.反應器爐穴及一級管閥去污工程 | 0.084 | 0.086 | 2.38 |
| 6.輻射防護及屏蔽工程 | 0.10 | 0.089 | -11 |

註：差異比 = (實際值 - 目標值) ÷ 目標值

六、廠外環境偵測

核一廠二號機本次大修自 91 年 2 月 26 日起至 91 年 4 月 19 日，為了解此次大修作業對環境造成影響之情形，原能會環境輻射偵測中心於是在大修期間進行液態排放監測，加強岸沙與海水試樣之取樣分析作業。取樣頻次由每季增為每月，並分別於三月至五月上旬採取石

門、白沙灣、金山海水浴場之岸沙試樣及每週前往出水口採取海水試樣進行加馬能譜分析。本次大修環境偵測合計 10 人 - 天，本次大修期間及事後之環境試樣分析結果如下表，由分析結果顯示，海水試樣僅測得天然核種鉀-40，未測得人造核種；岸沙試樣除天然核種外，僅測得微量銫-137，最高測值為 0.28 貝克/公斤 乾重，低於法規管制預警值。

核能一廠周圍環境試樣加馬能譜分析結果

| 試樣名稱 | 取樣地點 | 取樣日期 | 活 度 | | | | | | 單 位 |
|------|--------|----------|------|-------|-----|------|------|------|---------------|
| | | | 銻7* | 鉀40* | 鈷60 | 銫137 | 鈾系列* | 鈾系列* | |
| 海 水 | 出水口 | 91.02.25 | - | 13400 | - | - | - | - | 毫貝克/升 |
| | | 91.03.04 | - | 12500 | - | - | - | - | |
| | | 91.03.11 | - | 11500 | - | - | - | - | |
| | | 91.03.18 | - | 12100 | - | - | - | - | |
| | | 91.03.25 | - | 10900 | - | - | - | - | |
| | | 91.04.01 | - | 12500 | - | - | - | - | |
| | | 91.04.08 | - | 10600 | - | - | - | - | |
| | | 91.04.15 | - | 9870 | - | - | - | - | |
| | | 91.04.22 | - | 10400 | - | - | - | - | |
| 岸 沙 | 白沙灣 | 91.03.04 | 3.46 | 228 | - | 0.28 | 12 | 7.91 | 貝克/千克 · 乾重 |
| | | 91.04.10 | 4.83 | 173 | - | - | 8.44 | 7.78 | |
| | | 91.05.03 | - | 69 | - | - | 5.78 | 4.22 | |
| | 金山海水浴場 | 91.03.04 | - | 366 | - | - | 14 | 13 | |
| | | 91.04.10 | 6.91 | 441 | - | 0.18 | 17 | 14 | |
| | | 91.05.03 | - | 456 | - | - | 19 | 19 | |
| | 石門 | 91.03.04 | 3.41 | 164 | - | - | 9.45 | 9.48 | |
| | | 91.04.10 | - | 139 | - | - | 8.06 | 7.27 | |
| | | 91.05.03 | - | 148 | - | - | 6.70 | 6.21 | |

備註： " * " 表天然核種。

由分析結果顯示，本次核一廠二號機第十八次大修期間輻射作業管制良好，對周圍環境無輻射影響之疑慮。

七、結論與建議

核一廠二號機此次第十八次大修，業已於 91 年 4 月 19 日順利結

束，大修期間各項機組設備，均如預期依規定進行維護工作，電廠工作人員亦盡責地進行工安與輻射安全防護等工作，因此核一廠一號機此次大修期間零工安與輻安事件，而由核一廠周圍環境試樣結果可知，本次核一廠二號機大修期間輻射作業管制良好對周圍環境無輻射影之疑慮，顯示核一廠大修管制已有一定之績效，有關核一廠大修期間所發生之二項異常事件，本會亦展開追蹤管制要求台電公司改善，關於此次大修本會建議事項如下：

- (一)對於反應爐之控制棒檢查結果，本會審查後認為可在加強監測下繼續使用一個燃料週期，並要求台電公司對於 D-100 型控制棒破損問題，並持續監測爐水中硼含量變化，並作好因應措施，有關本案本會已成立專案管制。
- (二)核一廠應加強大修期間機組設備維護之洩水的管制，以減少廢料系統回收水質的總有機碳值與減少廢料的產生量，本案事項本會已發文台電公司改善(附件五)。

行政院原子能委員會 書函

受文者：本會核能管制處

速別：普通件

密等及解密條件：

發文日期：中華民國九十一年二月二十六日

發文字號：會核字第0910003594號

附件：如主旨

主旨：檢送 貴公司核一廠二號機第十八次大修本會定期視察計劃如附件，請查照。

正本：臺灣電力股份有限公司

副本：臺灣電力股份有限公司第一核能發電廠、本會核能管制處（均含附件）

機關地址：台北市基隆路四段一四四巷六十七號
傳真：（〇二）二三六八三五九一

行政院原子能委員會

核能一廠二號機第十八次大修定期視察計畫

一、視察人員：

領 隊：倪副處長茂盛

第一組：黃偉平、盧延良、莊長富

第二組：賴科長尚煜、李建平、王惠民、鄭再富、臧逸群、
宋清泉。

第三組：牛科長效中、姜文騰、劉雄輝。

第四組：張科長欣、孫儒宗、趙衛武、游章雄、高斌、林繼統。

第五組：蔡科長友頌、廖家群、陳志平、陳志成、侯榮輝。

第六組：李綺思、余元通、蘇軒銳。

二、視察時程：

九十一年二月二十六日至九十一年四月二十一日（約五十四天）

視察前會議：九十一年二月二十二日上午十時

起動前會議：機組預訂起動前提出申請。

三、注意事項：

1. 包商訓練及資格檢定應留存紀錄備查。
2. 維修項目之負責工程師及包商名單應留存備查。
3. 維修紀錄及品管、品保文件應於檢修完畢消卡十天內完成。
4. 機組起動前需送原能會審查之報告，須於起動會議前一週送達原能會。
5. 若電廠臨時變更作業時程，須於前一週通知原能會。

6.申請召開起動會議時間指標：

(1)大修成套文件完成率指標以電廠完成 A 類文件審查達 80%為原則，召開大修起動前會議時 A 類文件預估可完成 90%以上。

(2)機組狀態指標：反應爐爐蓋回裝並完成螺栓鎖緊作業。

7.大修期間 A 類變更項目，請及早陳送本會核備。

8.請品質課及核安處駐廠小組嚴格稽查包商施工狀況。

9.其他注意事項依視察前會議決議事項行之。

10.核研所支援本會執行大修視察之項目及人員名單另行通知。

11.本會大修定期視察承辦人：宋清泉(TEL：23634180-365)、
(FAX：23635377)。

視察分組

第一組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 | 是否需停 留查證 |
|----|--------------|-----|-------------|
| 1 | 奇異 HFA 型電驛檢查 | 黃偉平 | 否 |
| 2 | 奇異 HGA 型電驛檢查 | 黃偉平 | 否 |
| 3 | 汽機檢修查證 | 盧延良 | 否 |
| 4 | RPS 反應時間測試 | 莊長富 | 否 |
| 5 | WRNM 信號雜訊比查驗 | 莊長富 | 否 |

視察分組

第二組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 |
|----|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 主變壓器維護查證 | 賴尚煜 王惠民 鄭再富 臧逸群 宋清泉 |
| 2 | 工業安全制度及現場作業查証（含動火管制） | |
| 3 | 各項廢液處理(含廢水、廢油等之管制) | |
| 4 | IST-閥類、泵類維修與測試 | |
| 5 | 機組停機安全查證 | |
| 6 | ISI 及其他 | |
| 7 | DCR 文件管制與現場施工查証 | |
| 8 | 主控室發電機保護電驛跳脫試驗 | |
| 9 | A、B 台 EDG 超速跳脫試驗 | |
| 10 | 主變壓器、保護電驛跳脫試驗 | |
| 11 | 重複反應度控制系統邏輯測試查證 | |
| 12 | 再循環水跳脫邏輯功能測試查證 | |
| 13 | 緊急爐心冷卻系統邏輯功能測試查證 | |

第三組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 | 是否需停留查證 |
|----|-------------------------------|-----|---------|
| 1 | 廠內消防排煙訓練 | 姜文騰 | 否 |
| 2 | DCR-2438 RCIC/ASP 部分導線及電纜重新鋪設 | 劉雄輝 | 否 |
| 3 | CRHP 控制線路修改 (DCR-2143) | 姜文騰 | |

第四組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 | 是否需停留查證 |
|----|--------------------------|-----|---------|
| 1 | 一次圍阻體結構完整性 IWE 之檢測與測試 | 孫儒宗 | 否 |
| 2 | 燃料挪移作業及水溫控制 | 趙衛武 | 否 |
| 3 | 飼水加熱器殼側壁厚檢測及碳鋼管路厚檢測 | 游章雄 | 否 |
| 4 | 核電廠因應 921 大地震控制室加裝警報系統查證 | 孫儒宗 | |
| 5 | 控制棒葉片檢查計畫 | 高 斌 | 否 |
| 6 | 反應器飼水管及爐心噴灑管嘴疲勞使用因素 | 高 斌 | 否 |
| 7 | 爐心餘裕測試與爐心反應度異常測試 | 林繼統 | 否 |

第五組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 | 是否需停留查證 |
|----|------------------------|-----|---------|
| 1 | 區域管制 | 陳志成 | 否 |
| 2 | 人員之劑量與污染管制(含佩章計讀及劑量品管) | 廖家群 | 否 |
| 3 | 偵(監)測儀器功能抽查 | 陳志平 | 否 |
| 4 | 主警衛室人員、車輛及物品之管制 | 陳志成 | 否 |
| 5 | 氣、液體排放作業及設備 | 陳志平 | 否 |
| 6 | 以往缺失改善情形 | 廖家群 | 否 |
| 7 | 廠區環境偵（監）測作業 | 侯榮輝 | 否 |

第六組

| 項次 | 視 察 項 目 | 負責人 | 是否需停留查證 |
|----|--------------|-------------------|---------|
| 1 | TSC 緊急維護管理查證 | 李綺思 余元通 蘇軒銳 | 否 |

行政院原子能委員會 視察備忘錄

編號 CS - 會核 - 91 - 11 - 0

日期 91年 5月 2日

受文者：核一廠、駐核一廠安全小組

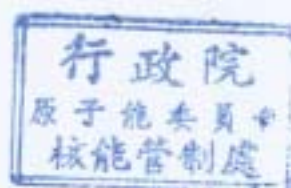
發文者：原能會視察員 姜文騰

副本抄送：核安處

事由：請速查明設備故障肇因並檢討改善。

說明：1. 91年3月17日電廠突發生69KV開關場Bus 2失電事件，經查詢調度室表示興仁紅、白線外線部份正常，顯示發生跳電係由核一廠端而起，雖經電廠積極追查，已發現開關場ABS-611於導弧角處及ABS-761 Bus #1電源側臨時接地與匯流排引線導體有電弧痕跡，請續追查電弧發生肇因並檢討改善。

2. 二號機大修期間，於執行4.16KV Bus #4停電清掃時，駐廠視察員發現4.16KVBKR B.C相接點旁有明顯電弧燒焦痕跡，請電廠審慎處理並澄清原因。



附件三

八十九年核一廠二號機第十七次大修期間異常事件統計表

| 編 號 | 異常事項內容 | 肇 因 類 別 |
|---------------|-------------------------------------|---------|
| RER-89-12-002 | 執行 WRNMG 之阻棒 測試不慎引起反應器 保予系統動作 | 人為疏失 |

九十年核一廠一號機第十八次大修期間異常事件統計表

| 編 號 | 異常事項內容 | 肇 因 類 別 |
|---------------|---------------|---------|
| RER-90-11-001 | 燃料束 CAG037 受損 | 人為疏失 |

核能電廠注意改進事項

| | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|---------------------|----------------|
| 編號 | AN-CS-90-006 | 廠別 | 核一廠 | 日 期 | 90 年 07 月 02 日 |
| 注意改進事項：替代停機系統相關問題改善。 | | | | | |
| 注意改進內容： | | | | | |
| 今年 3 月初對替代停機系統(ASP RCIC/RHR)及人員訓練方面進行視察發現下列缺失請電廠檢討改善。 | | | | | |
| 一、發現 ASP/RCIC 盤面有五條電纜線繞經電纜室(Cable Vault) 與當初設計不符，亦違反 FSAR7.4 之要求。(若 Cable Vault 發生火災時，ASP/RCIC 將無法發揮應有功能)，該五條電纜線其編號及控制之設備整理如下表： | | | | | |
| 編號 | 控制之設備 | 所屬盤面 | Cable 屬性 | | |
| 11378C | B21-F001A (RCIC 進入飼水之 MOV) | RCIC/ASP | 電源線 | | |
| 1740N | LT-108-2A (Torus 水位計) | RCIC/ASP | 信號線 | | |
| 11140D | AH-15(Corespray 及 RCIC ROOM 空調) | RCIC/ASP | 電源線 | | |
| 1722G | E51-F007 (RCIC 蒸汽進口閥) | RCIC/ASP | 電源線 | | |
| 1503P | B211-F013A/B (ADS 之電磁閥) | RCIC/ASP | 電源線 | | |
| 二、經查一、二號機主控制室設置之替代停機系統專用工具箱內應有之配備與程序書 311.1 所列之項目不符。 | | | | | |
| 一號機部份：缺一支十字及二支平口螺絲起子 | | | | | |
| 缺 5th-DG ROOM 鑰匙一支 | | | | | |
| 缺 5th-DG BKR 及 5th-DG SWGR TIE BKR 鑰匙一支 | | | | | |
| 311-1 程序書為第 13 版，不是最新版(14 版) | | | | | |
| 二號機部份：缺一支十字及一支平口螺絲起子 | | | | | |
| 缺 5th-DG ROOM 鑰匙一支 | | | | | |
| 缺 5th-DG BKR 及 5th-DG SWGR TIE BKR 鑰匙一支 | | | | | |
| 三、模中最近三年未安排運轉人員進行 ASP RCIC/RHR 操作訓練，訓練教材亦未建立。 | | | | | |
| 承辦人：劉雄輝 | | | | 電話：2363-4180 分機 342 | |

核能電廠注意改進事項

| | | | | | |
|--|--------------|----|-----|-----|----------------|
| 編號 | AN-CS-90-006 | 廠別 | 核一廠 | 日 期 | 90 年 07 月 02 日 |
| 四、程序書 311.1 中 step 2.4 有關備用保險絲應存放 D/G 1A 控制盤附近，經查保險絲放於 D/G 1A 控制盤電器箱內，不符合要求，請電廠檢討改善。 | | | | | |
| 承辦人：劉雄輝 | | | | | |
| 電話：2363-4180 分機 342 | | | | | |

行政院原子能委員會 書函

機關地址：台北市基隆路四段一四四巷六十七號
傳真：(〇二)二三六八三五九一

受文者：本會核能管制處宋清泉

速別：普通件

密等及解密條件：

發文日期：中華民國九十一年三月二十五日

發文字號：會核字第0910005374號

附件：無

主旨：請 貴公司改善核一廠二號機第十八次大修期間廢水回收系統總有機碳值偏高現象，請 查照。

正本：臺灣電力股份有限公司

副本：臺灣電力股份有限公司第一核能發電廠、本會核能管制處宋清泉

行政院原子能委員會

附註：專有名詞說明

- 一、PCN(Procedure Change Notice)：核電廠各項作業包含維護設備與機組運轉，均有相關程序書供工作人員依循，因此當機組設備修改或發生異常時，核電廠會檢討其程序書是否周全與適當，若有疏漏則核電廠會開立 PCN 修改相關程序書，以求程序書能趨於更完善。
- 二、DCR(Design Change Request)：電廠原有的各項設備若有更改其原始設計時，則電廠均需成立 DCR，並經過電廠運轉安全審查委員會審查後方可進行相關改善工程，若改善工程涉及運轉規範修改或有降低機組安全疑慮時，則需送原能會審查通過後方可進行施工。