

龍門核能電廠第二十九次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十七年一月七日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	2
參、視察結果.....	5
肆、結論與建議.....	32
伍、視察照片.....	34
附件一 龍門計畫第二十九次定期視察計畫	
附件二 核能工程注意改進事項	

壹、前言

依「核子反應器設施管制法」第七條及「核子反應器設施品質保證準則」規定，核子反應器設施經營者應建立符合核子反應器設施品質保證準則要求之品質保證方案，明定從事會影響核能安全有關功能作業之人員、部門及機構之權責，以及作業需達成之品質目標、執行功能及品質保證功能，期確保核能工程品質。依此項要求台電公司乃根據本會「核子反應器設施品質保證準則」編寫「核四工程品質保證方案」經本會核備後，做為核四廠建廠工程中核能安全有關項目及作業之品質保證要求及執行依據。

由於台電公司於 95 年底與開立公司解除工程合約，並於龍門計畫第十八次核管會議臨時動議中，說明將由核四廠接辦相關之核四工程 ASME B&PV Code Sec. III 工作，經會議決議，針對核四廠接辦核四工程 ASME B&PV Code Sec. III 工作，請台電公司依 82 年 5 月 18 日會議紀錄之精神，參照相關 ASME Code 之規定要求，建立各項執行制度之完整替代方案。經本會多次與台電公司進行審查溝通後，本會乃於 96 年 10 月中旬，在附帶相關條件下同意台電公司所提之替代方案。為確保核四廠接辦相關施工工程之工程品質，乃將核四廠執行相關之「汽機廠房管路系統安裝工程現況」列為本次定期視察之視察項目。

另依台電公司規劃之核四工程進度及龍門施工處宣示之施工重點顯示，161kV 開關場加壓作業已於 96 年 7 月 15 日進行，而一號機非安全相關廠內配電系統加壓受電作業將規劃於近期完

成，隨後將繼續執行安全相關廠內配電系統加壓作業，同時將進入系統試運轉測試(Pre-Operational Test, Pre-Op)階段。為確實了解相關工程前置作業之執行現況，以及後續廠內受電後各項管控作業之執行規劃，故將「廠內配電系統加壓受電作業」亦列為本次定期視察之視察項目。

本次定期視察作業由原能會核能管制處賴科長尚煜擔任領隊，率領由原能會核能管制處(7人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(3人)及放射性物料管理局(2人)等共同組成視察團隊，自96年12月11日至20日於核四工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第二十九次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

行政院於95年8月21日核定調整核四廠第1、2號機商轉日期後，台電公司即依此重新檢討修訂現階段核四工程整體與各分項作業工程之進度狀況。依視察前台電公司所提報資料顯示至96年11月底止，計畫實際總進度為73.22%，較計畫預定進度76.51%落後3.29%。各主要分項作業實際進度如下(括弧內為與預定進度差異情形)，設計(權重：19%)：90.87%(-0.01%)，採購(權重：15%)：99.04%(-0.16%)，施工(權重：58%)：68.45%(-5.63%)，試運轉(權重：8%)：17.48%(0%)。

目前核四廠大多數之主要分項工程均已展開實際之施工作業，而有關開立公司原承攬工程中之第一、二號機汽機廠房管路安

裝工程，經過台電公司與本會多次溝通審查後，本會亦已於 96 年 10 月中旬，在附帶條件下同意台電公司所提之替代方案，目前正由核四廠接辦相關工程施工。依施工處提報之資料顯示，預期未來半年之重要或要徑工程目標除持續進行之各廠房土木結構工程、一號機反應器內部組件安裝及 161kV 加壓作業有關工程作業外，一號機汽機安裝與主冷凝器內部組件及相關設備安裝、輔助燃料廠房設備安裝、廢料處理系統機械設備安裝，以及因應未來管路沖洗作業及一號機水壓測試所需之補充水處理系統設備安裝及試運轉，亦是未來數月極重要且關鍵之要徑工程。為確保這些重要要徑工程之施工品質不致因趕工而有所影響，本會已針對前述工程及施工作業，擇定若干重要項目，正依實際施工規劃與作業執行狀況，進行專案及持續性視察及查核作業。

在一號機反應器內部組件安裝作業方面，至視察時一號機反應器內部組件安裝作業已進行至爐心頂鈹安裝部分，爐心儀殼(ICMH)、爐心儀殼導管(ICGT)及反應爐內部再循環泵導軌已完成安裝，而控制棒驅動殼(CRDH)及主蒸汽管延伸管嘴則持續進行安裝中，高壓爐心灌水聯結管、低壓爐心灌水噴嘴及飼水噴嘴亦進行組銲中。至於高壓爐心灌水聯結管路支撐架組立，台電公司於作業前進行模擬驗證時，對相關銲道尺寸有疑慮，進行澄清與設計變更作業過程，因原設計廠家(奇異公司)認為整個程序有偏差，該設計變更可能使其重要安全功能喪失導致實質危害，乃依美國聯邦法規 10CFR Part 21(b)通知台電公司，要求台電公司審查

是否有違反相關作業程序書及品保方案要求，本會已針對本案要求台電公司儘速備文澄清，且相關銲道需執行模擬測試合格，並經本會同意後才得正式施工。在 161kV 加壓作業方面，161kV 加壓之作業已於 96 年 7 月 15 日完成至 161kV 開關廠氣封絕緣開關設備(GIS)加壓，而一號機非安全相關廠內配電系統加壓受電作業將規劃於近期完成，隨後將繼續執行安全相關廠內配電系統加壓作業。在一號機汽輪發電機安裝及主冷凝器組裝定位作業方面，目前 3 組主冷凝器均已完成定位作業，並持續進行內部組件安裝作業中，汽輪發電機則已於 96 年 7 月 15 日開始安裝，由於希望配合整體發電時程，台電公司已協商台船公司將 16 個月之工期縮短為 13 個月，以避免本項工程成為影響其發電時程之要徑工程。在一號機管路沖洗作業方面，原定於 96 年 8 月 15 日開始之管路沖洗作業，目前雖已在日本 Toshiba 顧問之協助下由核四廠人員積極編寫有關作業程度書中，但據工作人員表示現場作業恐會延至 97 年 1 月 15 日才開始進行。至於一號機設備完工後測試(Post Construction Test, PCT)作業方面，由於受台電公司管理階層要求，於 96 年 5 月 24 日才將原為施工處負責之 PCT 作業改為由核四廠主導，施工處予以配合之作業模式，目前除已完成 PCT 測試項目及測試作業流程確立外，相關 PCT 測試程序書正進行編寫中，至視察時，施工處已完成輔助燃料池洩漏測試，而中壓開關箱(含斷路器)、480V 馬達控制中心、480V 定壓定頻系統及直流系統則持續進行 PCT 測試中。由於受到施工處工管組對於後續工程

進度再檢討與規劃作業仍尚未定案之影響，致核四廠負責部門人員於視察時尚無法提出較確切之作業執行期程規劃方案。

參、視察結果

一、工程管理與設計管制

由於台電公司已於 96 年 8 月 15 日向原能會提出核四 FSAR 審查案，擬申請台電公司預估於其後 14 個月時的燃料裝填許可。經參考美國核管會法規指引 RG. 1.68 之說明，新建核電廠的 Pre-Op 測試不應該短於 9 個月、且測試程序書應在測試前 2 個月備妥。據此推算，顯然台電公司應該於 97 年 1 月 15 日開始 Pre-Op 測試，其第一批測試使用之程序書也應於 96 年 11 月 15 日備妥。本次視察重點，乃以抽查 RBSW 系統現場狀況，並以此抽樣案例，評估台電公司所提 FSAR，是否據實反映核四計畫施工現況。視察過程如下：

(一)經與核四廠人員進行訪談，瞭解有關一號機 RBSW 系統

Pre-Op 功能測試之參考時程大約於 97 年 3 月間執行，該部分之參考時程將尊重台電公司營運自主權。

(二)經查訪現場施工現況，由於目前 RBSWPH 的廠房進度，尚未

達到足以安裝天車的高程，RBSW 泵仍無法完成安裝。

(三)96 年 12 月 11 日台電公司簡報資料中，說明 RBSW 系統管路

安裝工作已於 96 年 07 月 05 日開始，預計 200 天完成，但經

現場巡查可以了解，目前仍有部分管路暗渠施工尚未完成。

(四)有關 RBSW 系統相關電源安裝施工部分，經 96 年 12 月 11 日巡查一號機反應器廠房 EL.+4800mm 時，發現相關之安全相關中壓開關箱 1R11-MSWG-0000A4/B4/C4 均尚未安置，電纜/電纜托架等亦未安裝就緒。

經由此次之視察結果，對於台電公司有關核四工程之工程管理可以得到以下之結語：

(一)完備的規格、正確的施工次序是工程品質、施工安全的先備條件，將來審查台電公司所提 FSAR 第 14 章時，需要以抽查工程狀況、測試數據做基礎。工程條件未足夠成熟者，無法以想像未來的方式預審 FSAR。

(二)綜合施工現場的狀況，如所查 RBSW 系統設備、管路、及其電源等，顯示整體工程管理上，施工現場與 FSAR 應具備的條件有相當落差。

二、設備倉儲與維護保養

(一)維護保養

抽查一號機汽機廠房管路系統安裝工程包括 1P22-BV-5012C、1N21-MBV-5001A/B 及 1P27-MBV-5013C/D 等閥之維護保養狀況，該等三條管路系統相關組件現場保養儲存狀況大致良好，維護保養作業均能依 PWP-127「設備安裝期間維護

保養管制作業程序」及 PAP-013「工地器材儲存及搬運作業程序」之保養工作要求，惟部分設備保養紀錄卡，設備名稱 BV 誤植為 MV，已建請相關經辦組處理改善。

(二)倉儲

- 1.抽查中三倉庫 1P27-MBV-5014C 及 1W13-MBV-5003/A/B 等閥之倉儲儲存及維護保養狀況，視察結果發現相關設備均能依 LMP-MTD-007「器材儲存及保養管制作業程序書」進行儲存及維護保養作業。
- 2.巡視中十倉庫旁露天儲存場，除發現大量之 P13 及 P31 系統管節堆疊置放且未墊高外，P26 管節之管端蓋及歧管蓋有不少已脫落及破裂之情形(照片七及照片八)。另部分 P26 管節(為不銹鋼材質)表面亦疑似遭碳鋼材質物件碰撞而有生鏽痕跡，恐有產生電位腐蝕之可能，已建請相關經辦組處理改善。
- 3.抽查汽機廠房管路系統安裝工程設備之儲存現況，相關閥目前大部分儲存於焚化爐邊之露天儲存場，而依 LMP-MTD-007「器材儲存及保養管制作業程序書」規定，閥的儲存條件應屬於 C 級儲存，因此，該露天儲存場並不符合 C 級儲存條件，已請相關經辦組儘速處理改善。
- 4.經查 400Φ 止回閥 1N22-UV-5004/5005/5009/5010 等 4 個閥，據瞭解該設備約於 96 年 8 月驗收，惟現場尚未依

LMP-QLD-007「器材儲存及保養管制作業程序書」建立維護保養機制，且此設備雖有塑膠布罩護，但現場環境係屬露天存放，並不符合 C 級儲存條件，亦請相關經辦組儘速處理改善並建立維護紀錄。

5. 抽查汽機廠房管路系統安裝工程管支架儲存情形，目前大部分管支架均儲存於焚化爐邊之露天儲存場，且大多尚未開箱。惟發現部分已開箱但尚未領用之管支架，塑膠保護罩已損毀且管支架表面有積水或生鏽情形，已建請相關經辦組處理改善。

三、管路與設備安裝及檢驗作業

(一) 鐳材管制抽查

1. 鐳材領用單上之鐳材領用及繳回等均有記錄，鐳尾回收清點管制落實，回收數量清點仔細，回收時間亦有記錄。
2. 目前核四廠鐳材室對發出但未使用而繳回之被覆鐳條，發現均未再烘烤。建議宜比照施工處其他廠商之鐳材室作法，該鐳條仍應再烘烤後才可再使用(惟只可再發出使用一次)，以使核四工地之管制要求一致。
3. 抽查發現一些鐳材之材料測試證明文件(CMTR)上並無核能級材料製造廠家之 QSC 號碼及其效期，與核能級材料測試證

明文件之格式要求不符。嗣後核四計畫專案工程組雖提出符合要求之 CMTR 文件，但仍建請將副本留存銲材室備查。

4.銲材開封後之烘烤作業要求，依品保作業之精神應有紀錄，其除了有利銲條料帳管理外，亦有利其相關之追蹤及查核等作業；而不宜祇以簽字筆將烘烤時間寫在烤箱面板上之權宜方式為之。目前核四計畫專案工程組銲材管理部門雖已依承諾將建立登錄簿管制之，但仍請將有關作業要求反映於相關程序書中，以利遵行。

5.建議銲材領用櫃台之門禁管制，宜再增加適當之實體阻隔設施，俾利銲材管制之落實與精進。

(二)作業實務抽查

- 1.大部分管節領料後均吊至有鐵架屋頂之預製工廠進行初步銲接等工作，該廠房具防雨功能，地面亦稍微提高，且大部分之管節等下面均有木墊，其暫存環境佳。
- 2.汽機廠房管路系統安裝工程之管節等內部表面之鏽蝕檢驗，依據核四計畫專案工程組之「管路安裝檢驗表」，其係於最終現場安裝時，才執行內部異物與清潔之檢查(照片九)，似與台電公司核四計畫規範書編號 874-M0068-C 之第 3.8.1.3 節規定不儘相符。建議宜於領料至預製工廠、安裝現場或其他適當

時點增加執行該內部表面之鏽蝕檢驗及後續之處理，並應有適當之作業紀錄，以符合品保作業精神。

- 3.核四計畫專案工程組使用之銲接程序書(WPS)許多均直接沿用民國 70 年代之台電公司總處文件，而總處 WPS 可能會有進版乃至取消之可能情形，則核四廠之 WPS 即將發生無所附麗缺失，建議核四計畫專案工程組評估改善。
- 4.核四計畫專案工程組執行汽機廠房管路系統安裝工程案，主要係依據石威公司原有規範，而接手開立公司之裝機作業。根據台電公司龍門計畫規範書編號：MCPOOL-C 技術規定第 2.2.1.5.1.2 節之規定：「打底，背剷及不同銲接程序書間的銲接工作須執行 PT 或 MT。」，惟發現核四廠執行本案核能級管路之裝機作業時，其底銲之氬銲(TIG)銲接作業完成後，於後續遮蔽金屬電弧銲(SMAW)進行熔填作業前，並未依該規定執行 PT 或 MT。雖然對於 ASME Class-2&3 組件銲道，此可能並非法規之強性要求，但由於核四計畫專案工程組未於事前完成檢討，並修訂有關之作業文件，因此以現況而言，確不符合品保作業要求。
- 5.根據 ASME B&PV Code Sec.V 第 T-272 小節規定，當以伽馬(γ)射源作為執行管壁厚度在 0.75in(19mm)以下之放射線檢測(RT)

射源時，其必須於現場檢測作業執行前，進行能力驗證作業，以驗證其技術與方法之檢測靈敏度及鑑別率等符合法規要求。惟發現核四計畫專案工程組執行汽機廠房管路系統安裝工程管路安裝作業之 RT 檢測，並未完全依照該規定進行能力驗證作業。本項發現經視察人員提出後，核四計畫專案工程組已進行補正作業。

(三)現場巡視抽查

1.現場查驗 1B21-LSA5002-F23 銲道(即主蒸汽管與集管間之銲道)之熔填施銲作業情形。所用被覆銲條均依規定置於插電之保溫筒內，銲材領用單上均依規定填寫及核章，查驗其領用銲條亦與之相符，銲道下方亦舖有防火布。惟於請銲工示範層間溫度量測作業時，發現該銲工並未隨身帶有測溫筆或測溫儀具。而於工具箱內找尋測溫筆或測溫儀具時，除疑似不知其中有適用之測溫筆外，其最後取出使用之測溫槍亦是置於護套內者。此外查核其施工傳票時，亦發現 ANI 於底道銲接作業之 HP 點查驗作業尚未簽署執行。

2.現場抽驗 RBSW 管路安裝之傳票 1P26LSP5031Y17-6 及現場 Iso.圖，確認該材料，文件及程序均相符。惟引用之程序書版本並未註明，且相關之檢驗表亦未編號，故無法提供其他文

件追蹤，仍不甚符合品保作業之文件可追溯性要求。另傳票與檢驗表間之 H 及 W 點之設定，發現於傳票定為 H 點之製程作業，於對應檢驗表之檢驗點中，卻有定為 W 點之情形，請澄清其間之邏輯性。

3. 抽查部分現場作業已在執行之施工傳票時，發現有 ANI 尚未簽署與選點尚未完成，以及品管分組對整份傳票均未選點或選點極少與未選點仍有執行紀錄之情形。

4. 於一號機汽機廠房管路系統安裝工程現場，發現掛有一些 NCR，其係針對已安裝定位之管路外表面擦傷者，顯示有關檢驗員之工作落實程度佳；惟現場仍發現一 Q 級管節正在吊裝中，而其吊索與管節接觸面之加墊物位置並未落實定位，致該管節表面似已有一些顯明之刮痕。

四、品質稽查(含人員資格及 NCR)

目前核四計畫專案工程組之品保計畫架構除少部分仍須再做釐清以符合替代方案申請基礎及承諾外，其他部分已基本符合，惟後續具體之品保作為制度仍需由專案工程組及第三者獨立監查機構(AIA)與人員(ANIS&ANI)依法規及本會有關審查意見要求共同建立並落實執行。另在視察過程中發現 ANIS&ANI 似有對替代方案相關要求不清楚之情形，是以請專案工程組將替代方案本會審查過程之相關資料提供 ANIS&ANI 參考，以便其了解本會對替

代方案之有關要求，有利後續工作之推行。

本次視察主要針對專案工程組有關品保/品質稽(巡)查作業與人員資格銓定管制情形進行了解，根據視察之了解，雖相關各別之品質管制要求已然基本建立，且相應需求之作業亦在執行中，惟因屬串聯各品質作業使其環節相扣之系統制度仍未架構完善或尚待建立中，致使多項作業仍處於邊做邊改之情形，而有缺乏整體品保機制已在完整運作之狀況，此雖有相關品保/品質人員上線過晚之因素，惟依相關建廠期程顯示，專案工程組之相關品保制度及執行機制仍須於最短時間內建立並運作完善。另專案品保組現行品保作為執行方式是否滿足與其為內部品保部門之品保需求與法規要求；以及其與安管組於品質/品保有關權責，因於品質計畫中並未明確說明因此需再做補充，以上均須專案工程組與第三者獨立監查機構(AIA)與人員(ANIS&ANI)協商後明訂於品質計畫中，以確保施工品質並符合相關法規要求。以下摘述主要之視察發現：

(一)品質稽查

- 1.專案工程品保組係於96年10月29日到位，到位之時共有兩名成員，惟其中之一名人員已於96年12月4日另由他人替換，由於此項工程之工期相對而言可能較為緊湊，為利於工作之進行及經驗之累積，建議應儘量維持人員之穩定。又目前相關程序書雖尚未發行，但品保組至今已執行4次之巡

查作業，而根據巡查之資料顯示，現階段品保組之工作重點在於協助專案工程組建立相關品保程序及制度，由於核四廠之建廠品保機制作為要求係依據 ASME B&PV Sec. III，與台電公司營運中電廠依循之 ASME 相關品保機制在要求及強制性等方面，並不完全相同，因此建議品保組於此階段宜增加與 ANIS&ANI 之互動溝通，以利有關品保程序與制度共識之建立，俾利作業之執行。

2. 目前包括「專案工程內部品保稽核作業程序」在內之相關程序書多仍在編寫尚未發行，雖現階段相關工作執行均已在執行，但仍應儘速完成。而於稽查有關程序書完成後亦請儘早於適當時機執行稽查作業，以符合「核四工程品保方案」對稽查作業宜儘可能於作業初期即進行之要求。
3. 根據視察了解品管分組目前相當偏重現場巡查及檢驗作業之工作，致其他相關品管作業之涵蓋面及深度可能不足，及部分作業之執行情形仍有可再改善之空間(如量測儀具校驗管制作業)。雖然現場有關品質查驗作業確有其重要性，但品管分組之職責究竟與檢驗分組不同，請加以改善。另對於包含 ANI&ANIS 在內之品質文件審查程序要求及權責機制，請專案工程組品保人員儘速與 ANIS 共同建立，其中對於 ANI 審

查權責請明訂於專案品保計畫中。

- 4.視察中於查核 NCR 及 CAR 等文件時，發現從專案工程組有關人員之核章職名內容並無法與品保計畫之組織有所對應，致無法了解相關人員所執行之作業，是否與其職權相符，請加以改善。
- 5.根據資料顯示品保小組至今共對專案工程組所負責 ASME 有關工程執行三次巡查作業，其中發現針對銲接作業之巡查，品保小組已建立有「銲接作業查對表」，其內容已大致可涵蓋一般查證之需要及常見之作業缺失，建議專案工程組參考使用以提升巡查作業之品質。
- 6.核安處雖曾於 96 年 10 月 1 日至 5 日針對專案工程組執行過一次稽查作業，但其所依據之專案品保計畫並非經本會及 ANIS 所同意接受者，建議於專案品保計畫經審查接受後，核安處能於明年儘早執行明年度之稽查作業。
- 7.依本會 96 年 9 月 13 日會核字第 0960024367 函之替代方案審查意見第四項(替代方案品保制度及組織評鑑)之說明，替代方案應經本會認可之核子反應器監查機構評鑑，證明「核四計畫專案工程組」與替代方案，組織與功能足以符合「核子反應器設施品質保證準則」要求，惟經查發現專案工程組之品

保計畫至今仍未為 ANIS 所審查接受並簽署證明文件，其中雖有專案工程組及監查機構人員持續針對品保計畫進行改進修訂之原因，但因專案工程組之品保計畫係為專案組 ANI 之作業執行依據文件，因此就目前現況而言，其除不符合前述審查意見要求外，亦不符合本會 96 年 10 月 19 日同意替代方案暫行之基礎(ANI 到位執行作業之要求，即製程管制(Traveler Card)有關作業規定要求請依 ASME B&PV Sec. III 有關規定要求辦理)。

(二)人員資格

1. 銲工資格

(1)ASME B&PV Sec. IX(89 年版)規定，若銲工連續 3 個月未從事檢定合格之銲法且 6 個月內亦未從事過其他銲法，則該銲接資格失效須重新檢定。又目前專案工程組係依據台電公司之「核能發電銲接管制實施要點」辦理銲工資格審定作業，該要點第五、(三)、5 節規定「銲接人員遇有支援或調動其他單位時，其原單位之專責人員應將其「銲接人員資格檢定紀錄表」晒件及「銲接人員工作紀錄表」原件，密封後交其携往報到單位，由報到單位之專責人員審核前述資料後，據以認定其檢定資格。」，惟查核專案工程組之

銲工資格審定資料文件，發現其中並無上述之「銲接人員工作紀錄表」，審定作業不符前述要求。另請澄清專案組有關工程之銲工資格是否已經 ANI 審查接受。

(2)另於抽查銲接人員資格檢定紀錄文件時，發現缺少兩名銲工之資格檢定紀錄文件，除請予以補齊外，並請再作全面性之清查以確保文件之完整性。

(3)依台電公司「核能發電銲接管制實施要點」第五、(三)、1 節規定「核能發電各有關單位應依據核能發電有關「銲接標準」及「銲接程序」，指派專責人員負責銲接人員訓練、資格檢定、發證、作業登錄及紀錄保存等事宜。」，惟查核發現專案工程組並未依規定辦理銲工資格發證作業，仍沿用其他各核能電之資格證，不符前述要求。

(4)1989 年版 ASME B&PV Sec. IX ARTICLE II QW-200.2(b)規定，當使用多種銲法及銲材時，銲接程序檢定紀錄(PQR)應將各銲法及銲材之各別施銲厚度予以明確註記。惟查核發現專案工程組目前使用之混合銲法之 PQR(即 SMAW+TIG(AT)類銲接程序書)均未依前述要求註明各別銲法及銲材之施銲厚度。由於 PQR 為銲接程序書之基礎，因此，此一情形除導致銲接程序書(WPS)失效外，亦使根據

此類程序書進行人員資格檢定作業之焊工資格有效性受影響。又依據 ARTICLE I QW-100.3 之規定，對於符合 1962 年以後任何版本之 ASME B&PV Sec. IX 要求之 PQR、WPS 及人員資格檢定紀錄，其亦得使用於依 ASME B&PV 及 B31.1 法規執行之建造作業中，是以請澄清前述之 PQR 是否符合 1962 年至 1989 年間，且為美國 NRC 所於接受年版之 Sec. IX，以明確有關焊工資格之有效性。另請澄清 WPS 是否已經 ANI 審查接受。

2.非破壞檢測

對於非破壞檢測之人員資格要求，依本會對替代方案之審查意見及台電公司承諾之條件說明，檢測過程完全使用核四廠發行之檢測程序書，過程中並接受核發處檢測隊人員檢驗及監督，檢測報告(底片)均須經過檢測隊中(高)級檢測師以上人員審核(判片)，及 UT 檢測作業由台電公司自有人員執行。另對於非破壞檢測承包廠家工作人員之資格，得以外部證照審定方式為之。目前雖專案工程組均已完成授證銓定作業，惟有以下發現須請再做檢討改正，以符法規及承諾要求：

- (1)查閱 PAP-005 「非破壞檢測承包廠家工作人員資格審定程序書」之規定，對於非破壞檢測承包廠家工作人員之要求(目視、液滲、磁粒、超音波、渦電流檢測)，除具有國內非

破壞檢測協會有效之初、中級以上檢測員資格證書外，亦需符合美國非破壞檢測協會 SNT-TC-1A 考訓程序之要求。由於相關敘述與台電公司承諾有所出入且有衝突，經向負責人員查詢後，發現是程序書文字編輯有誤，所引起之其誤解，負責人員表示將對該程序書進行修訂。

(2)查閱人員資格審定資料後，發現相關審定人員有不具備該項檢測方法高級檢測師資格，不符合 ASME 引用之 SNT-TC-1A 及台電公司授證程序要求之情形。針對此一情形，負責人員已承諾將進行改正。

(3)抽閱非破壞檢測紀錄(PT/MT)發現，由檢測紀錄上並無法顯示專案工程組人員有依承諾於檢測作業期間在場監督之紀錄，經查詢了解本項承諾實際執行情形確實與承諾有異。經與負責人員討論後，其表示為免日後執行困難，將研議是否辦理考試，惟在此之前將會依承諾執行。

3.防護塗裝及熱處理作業

(1) PWP-107「防護塗裝程序」程序書目前已完成，其內容亦相當完整，惟其中並無人員資格有關之要求，但經了解現場作業實際已在執行(雖然僅為底漆及局部性之補漆)，已請台電公司補充本項作業之人員資格要求及改正現場作業。

(2)熱處理作業人員之資格要求依 PWP-406 「銲後熱處理程序及管制」程序書之規定，為一年以上之熱處理工作經驗或 15 小時有關之課程訓練，專案工程組已依上述程序書完成審查並建檔相關文件，經查作業人員資格紀錄符合程序書要求。

(三)NCR 管制作業

對於 NCR 之管制目前專案工程組已設計軟體採取電腦作業方式執行登錄並已建立有關作業文件，其軟體功能依負責人員之解說應可滿足文件管控之需要。至於相關作業處理之情形除涉及核技處 SEO 及原設計機構部分者，因第 20 次龍門核管會對其相關設計有關作業已另處理意見要求，本次視察不對相關案件進行查證外，其餘作業之抽查結果情形大致符合程序書之程序要求。

五、試驗作業及管制

依照 PAP-017 「量測設備的校驗及管制」程序書 (版次 1 修定日期 2007/12/10)第 6.8.1 節規定：「承包商自備之量測設備，應列舉量測設備使用清單，列明校驗日期、校驗週期、校驗結果及下次校驗日期，並附上校驗報告影本，經甲方量測設備經管人納入本廠量測設備管制清單內備查後，方可使用」。經查廠商已提報測試校驗報告存於專案工程組人員處，而專案工程組經管人目前只針對核四廠的游標卡尺及銲道規建檔列管，但對汽機廠房管路系統安裝工程許多已在現場使用之量測設備，例如銲道測溫器、

經緯儀、電銲條保溫箱、扭力扳手等均尚未建檔列管。是以專案工程組應依照上述程序書第 6.8.1 節至第 6.8.3 節之要求，將量測設備存檔列管及晒送品質組，並貼上校驗合格識別標籤。

六、現場巡視與廠務管理

- (一)96 年 12 月 11 日赴 RBSW 渠道現場巡視管路安裝作業同時，發現其現場環境良好，較以往屢屢積(淹)水情形有很大之差異。
- (二)於赴一號汽機廠房主蒸汽管路及集管銲接作業現場途中，於行經主冷凝器時恰遇主冷凝器 A 內部有大量煙霧排除及燒焦之氣味，經向在旁作業人員探詢後，發現係可能為銲接作業之銲渣引燃主冷凝器 A 內部之塑膠帆布所致，而於主蒸汽管路及集管銲接作業現場亦可不時發現有銲渣四散掉落(下方有許多管材設備及垃圾堆積)，上述情形顯示銲接防火作業仍有加強之空間。
- (三)查核動火管制作業情形，其相關作業紀錄均有依規定執行，惟有關管制人員針對前項屬同一作業區域但為其他廠商人員之不正確作業情形，並未加以勤止，此是否與其管制權責限制有關，請澄清。另現場雖同時有多名具動火人員管制資格之工作人員，惟為明確有關權責，建議是否可以請當值人員配戴臂章或其他識別之方式，以昭顯當時之權責管制人員為

何人。

(四)於一號機主蒸汽管路及集管銲接作業現場，發現有一些工作架與管路間之間隙不足，致有與管路趾觸磨擦之情形出現，請加以改善。

(五)作業現場發現有 N15 及 B21 管節有部分之管端口蓋有已脫落或於作業過程中脫落之情形，此雖經提醒已經立即已膠帶即將掉落地面之管端蓋回而改善，惟仍請提醒作業人員於施工過程中注意，並在許可情形下立即回復，以減少後續處理作業之困擾。

七、中、低壓配電設備安裝與測試作業執行現況

(一)經查中、低壓安全級(Class-1E)電氣盤面，已分別吊至一號機控制廠房 EL.-2900mm 及反應器廠房 EL.-4800mm 設備室進行安裝作業。其中，中壓電氣盤面於 96 年 12 月 14 日展開吊裝作業，而 MCC 盤已完成吊裝，部分盤面正進行安裝作業中，惟部分 MCC 盤面吊運至現場已逾 1 個月以上，並未依 LMP-QLD-022 「設備安裝期間維護保養管制作業程序書」規定，建立維護保養紀錄。

(二)一號機反應器廠房 EL.-4800mm 吊裝之 MCC 盤面，除了在 B4 匯流排設備室有敷設防火布外，其餘並未敷設，請儘速鋪

設，避免現場動火而影響設備之存放。而一號機反應器廠房 EL.-4800mm 西側有一組盤面 1R13-XTMR-0100A4 置於通道上，尚未拆除錫箔包裝，請確認安裝位置及適當防護，避免設備受損。另外，一號機反應器廠房 EL.-4800mm 東側(位於 Remote Shutdown Panel)通道上有積水現象，且電氣盤面置於其旁，以及位於 A4 匯流排設備室安全級照明變壓器盤旁有漏水現象，為確保設備暫存環境，儘量將積水排除。

(三)核四電氣盤管線大多採用由盤面上方引入方式設計，對於纜線佈放較易導致鐵屑或其他雜物掉入盤面內。除了現場施作時進行必要之防護外(如儀控 RMU 盤鋪設硬紙板隔離保護)，亦請確實清潔布拭，降低對日後營運之影響。另外，對於因設計或設備製造導致現場電氣設備安裝作業，遭遇大量的變更設計作業，惟變更設計作業仍應全面性考量，避免衍生新問題。

(四)一號機控制廠房 EL.-2900mm 電氣導線管大量使用 conduit body(即為 LB 接頭)，使用時應確認是否符合「LMP-ELD-008 電纜敷設檢驗作業程序書」第 9.1.2 節之電纜敷設後之最小彎曲度(曲率半徑)要求。另外，對於廠房使用拉線箱，亦必須確認是否滿足電纜敷設後之最小彎曲度。

- (五)依據 LMP-ELD-015 「蓄電池安裝及保養作業程序書」第 6.2.2.19 節規定，施工處每月應定期檢查測試電池之電壓、電解液之比重、溫度及液位等項目。經查閱 3 組電池維護紀錄，均依程序書要求登錄於維護紀錄表，惟僅 11 月份 1R16-BYC-0000C3 組電池維護紀錄表誤用安裝後測試檢驗表，請確實督導承包商維護保養作業(含表格使用之正確性)。
- (六)依據 LMP-ELD-014 「馬達控制中心安裝檢驗作業程序書」第 6.3.5 節規定，過電流保護電驛元件、斷路器、啟動器、控制變壓器等器材，需按照經過核准的檢驗表執行所有相關的測試工作。經查閱 1R12-MCC-5020A1/B1 檢驗表，功能測試係依承包商送審資料進行測試，施工處檢驗表在實際查驗情形係以審查承包商測試結果為主，符合程序書之要求。惟測試結果以紀錄方式審查，請檢討是否足以確保設備安裝品質。
- (七)依據 LMP-ELD-033 「負載中心安裝檢驗作業程序書」第 6.5.5 節規定，過電流保護電驛元件、斷路器、啟動器、控制變壓器等器材，需按照經過核准的檢驗表執行所有相關的測試工作。經查閱 OR12-LSWG-5300A2/B2 檢驗表，施工處檢驗表內容依據承包商測試結果移植檢驗表，測試結果部分有列印測試結果佐證，較為客觀，符合程序書之要求。

八、控制室值班及設備維護保養之規劃

鑑於核四廠興建工程即將於近期內進行一號機廠內配電系統加壓受電作業，本次視察之視察範圍乃就核四廠於進行一號機廠內配電系統加壓受電作業時，核四廠對於進行主控制室值班人員進駐及設備維護保養作業之規劃進行了解，相關視察發現摘述如下：

(一)控制室值班規劃

- 1.有關主控制室之運轉程序書及圖面配置之準備規劃作業狀況情形，經查核四廠於進行一號機廠內配電系統加壓受電作業期間，核四廠除規劃於主控制室配置加壓作業相關之運轉程序書（包括 SOP、ARP 及 AOP）、P&ID、電氣單線圖及邏輯圖面外，但並未規劃配置相關之行政管理程序書，但諸如值班交接作業管控、設備掛卡管制、鑰匙管控、緊急通報作業管制等相關程序書均未規劃配置於主控制室中，建請電廠於本項規劃作業中，重新檢討考量相關行政管理程序書配置之必要性。
- 2.有關主控制室值班人員進駐規劃情形，經查核四廠於進行一號機廠內配電系統加壓受電作業期間，主控制室將於每值配置兩位運轉值班人員進班，其中之一位運轉值班人員乃由電廠資深幹部人員擔任控制室運轉員，將負責盤面操作及一般

行政作業之管控，而另一位運轉值班人員則擔任機電值班員，將負責現場值班巡視及現場設備操作工作，以現階段而言，主控制室並未配置現場機電領班人員，但鑑於重要設備操作步驟應執行指令呼喚及雙重確認，且隨著後續設備陸續併入受電及施工期間相關設備測試需求，將逐漸擴大現場值班巡視範圍及導致控制室與現場介面複雜度的增加，進而增加主控制室行政管控之作業。因此，目前電廠值班人員配置之規劃是否得宜，建請電廠再做考量。

- 3.經查核四廠於進行一號機廠內配電系統加壓受電作業期間，主控制室將建立值班日誌與巡視記錄，但鑑於後續設備將陸續併入受電，掛卡範圍可能擴及至全廠，勢必將增加掛卡管控之複雜度，建議主控制室應建立設備掛卡清單記錄，或將檢控組納入值班編組，以利值班人員進行設備掛卡情形之管控。
- 4.有關值班巡視記錄規劃情形，核四廠初期將先完成 161kV 加壓後開關場、變壓器以及開關廠房之值班巡視表，並將於核四廠進行一號機廠內配電系統加壓受電作業期間，進行一值兩次之現場值班巡視，但經查核四廠初期一號機廠內配電系統加壓受電範圍將涵蓋開關廠房、控制廠房及輔助燃料廠房

Non-Class 1E 設備，因此，核四廠初期所完成之值班巡視表所涵蓋範圍似乎不足，建請電廠再做檢討。至於核四廠進行一值兩次之現場值班巡視規劃，而核四廠目前僅規劃一位值班人員執行現場值班巡視，由於一號機各廠房仍處於工程興建階段，建議電廠應事先規劃現場巡視動線，並且加強防範值班人員於夜間進行現場巡視之安全。

5. 有關運轉值班人員訓練規劃情形，目前核四廠已規劃相關運轉值班人員進行運轉人員基礎訓練，包括 ABWRT 訓練、運轉人員電氣訓練、運轉電氣讀書會、相關 161kV 第一階段 Part B 加壓相關程序書研討會以及消防訓練，而其中控制室運轉員另完成 RO 班課堂訓練及 Update 模擬器操作訓練，惟經查目前電廠全範圍模擬器尚未建置完成，控制室運轉員並未完成相關之差異訓練，對於未來核四廠進行一號機廠內配電系統加壓受電作業期間，控制室運轉員之操作能力，恐有訓練不足之虞，建請電廠於相關設備加壓前，儘速檢討完成相關差異訓練。

(二)設備維護保養規劃

1. 由於核四廠初期一號機廠內配電系統加壓受電範圍將涵蓋開關廠房、控制廠房及輔助燃料廠房 Non-Class 1E 設備，隨著

設備初期受電期間，核四廠除由運轉值班人員定期進行值班現場巡視外，欲將規劃由維護組人員平常進行維護巡視，有關於維護組人員之維護巡視，建議電廠相關維護組於設備受電前，應事先擬妥相關維護巡視計畫，以利維護巡視執行之管控。

2. 鑑於核四廠初期一號機廠內配電系統加壓後，隨著後續設備陸續併入受電，設備維護保養作業將由核四廠進行主導，然經查設備維護所需之維護工具，核四廠目前仍未完全備齊，部分所需之維護工具仍在採購中，建請電廠相關維護組應儘速備齊相關維護工具。
3. 在設備維護保養規劃方面，雖然核四廠初期一號機廠內配電系統加壓後，雖然部分系統設備可能於短期內併入受電運轉，但仍有部分系統設備必須長期併入受電運轉，但經查核四廠 MMCS 設備維護資料目前仍在建置中，建請電廠於相關設備併入受電運轉前，應事先擬定完整之設備維護預防保養計畫。
4. 在加強維護人員訓練方面，經查部分維護組雖已擬妥相關維護人員之訓練計畫，但在執行訓練計畫上並未確實落實，建請電廠對於維護人員之訓練應事先擬妥規劃，並確實落實執

行相關維護人員之訓練。

5.依據台電公司 PSAR Q&A 編號 N-01-009 之承諾，台電公司核四廠將於一號機啟動測試及第一次週期運轉期間進行維護法規計畫評估，並於一號機第一次更換燃料大修後，正式推行維護法規，惟經查核四廠目前為止仍未完成相關維護法規程序書之建置，建請電廠於初期一號機廠內配電系統加壓前，應事先完成相關作業之建置，以利未來維護法規之執行。

九、相關程序書準備及廠內受電後管線與設備安裝情形

(一)包括提供水廠設備、空壓機及準備 161kV 加壓相關儀控盤面、充電器等設備之 480V MCC 配電盤，係以臨時電源加壓使用，這些配電盤並未移交核四廠，雖已掛卡但未執行實質管控與維護，由於這些相關設備已實質運轉，原設備之儲存維護作業程序書已不適用，請檢討改善相關運轉設備之維護保養作業，並建立適當之維護保養作業程序書，以符合品保要求。

(二)161kV 加壓時，控制室即開始值班，相關程序書應完成準備並置於控制室內，包含各相關之 SOP、AOP、ARP 等，請核四廠妥善準備。另，現階段加壓作業與正式運轉作業之程序狀況不同，有必要就加壓過程中可能發生之異常狀況，準備

相關之暫行 AOP 程序書，本項作業核四廠已完成該程序書陳核中。

十、廠內受電後之設備併入系統管控措施

(一)掛卡系統由核四廠檢控組主導，進行各項測試前，施工處及核四廠依據「建廠測試階段設備管控作業」洽檢控組申請掛卡，核四廠應確保各單位執行測試前，均有依要求提出掛卡申請。由於現場仍有工程施作中，應建立機制確保作業人員及工程施作不會影響掛卡的正確性及人為誤操作的發生等。

(二)針對核四廠 161kV Part B 加壓，核四廠業針對加壓前之相關工作建立各類查核表：加壓試驗小組工作分配表、加壓短路試驗前確認檢核表、遞升加壓前確認檢核表等，各項目內容應能滿足硬體檢查所需；惟人員在實際執行時，對於影響人員、設備安全之關鍵查核項目，建議應建立雙重確認的程序。

(三)設備併入系統前，雖然有各項查驗表追蹤查核先備條件是否完成，但在實際執行上，似有些項目(例如消防、通訊、網路、行政事務等)礙於工程現況，而進行暫行措施，惟在考量所提之暫行措施，仍應必須滿足原各項目之基本需求(例如原在自動消防系統保護下之設備、系統，在自動消防系統未完成前即併入時，應確保其所提之暫行措施能提供運轉員適當資

訊，並能及時且有效偵測、撲滅火災；控制室軟硬體尚未完全建立前即需運轉人員進駐，其暫行措施應先滿足運轉人員之基本生活需求：空調、飲水、廁所等)後，方適合進行系統併入作業。

十一、放射性廢棄物處理廠房與廢棄物貯存庫興建工程

(一)放射性廢棄物貯存庫工區大致整潔，請繼續維持。唯先前承攬商與施工處有關續接器之認知差距雖已解決。但仍請施工處避免有類似情形發生。

(二)廢料廠房中有幾個房間之保留開口處(例如：R104、B108)之鋼筋續接器未有套筒保護，部分續接器內部已有生鏽情形發生，請施工處督導承攬商改善。

(三)經查輔機組之「機械設備安裝前基礎台檢驗表」等文件，均有確實依相關規定辦理檢驗查核，請繼續保持。

(四)設備維護保養方面，經查 Room 126 內所放置放射性焚化爐設備中，Charcoal Drum Dumper Control Panel(設備掛卡號碼：OK13-PL-8085)自 96 年 9 月 10 日安裝後，依保養程序每月應進行維護保養，但該控制盤面維護保養紀錄 11 月份未執行保養。請施工處加強督導設備之維護保養工作。

(五)配管方面之焊接與焊材管理，經查「管路安裝自主檢驗表」、

「非 S 級焊道對接焊作業檢驗表」、與焊接人員資格檢定均依相關程序書查驗，且焊材管制與領料均有紀錄留存，請繼續保持。

(六)經查核安處之品保小組之「工程品質巡查報告」，均有針對廢料廠房進行查核，請品保小組明年針對該廠房設備進行查核作業，以確保設備功能完整性。

(七)廢料廠房 Room 126 焚化爐設備之頂樑有滲水滴下，請施工處加強止水防水工程，避免因雨水損及設備。

(八)目前廢料廠房內各區進行天車與鋼架之油漆塗裝作業，但作業環境之油氣味仍重，請施工處加強督導承包商落實抽氣送風設備之運作，以維護工作人員之工作環境。

(九)廢料廠房地下 2 樓通道地板以塑膠布覆蓋保護已塗裝之地面，請繼續維持。但廠房各區粉塵問題仍然存在，且許多房間地面雖已塗裝，但因各項工程進行使該房間地面積存厚重粉塵，且廠房部份區域凌亂，請施工處加強督導。針對地面粉塵部分，建議施工處比照其他廠房設置專責清潔公司，以維護廠房工區之整潔。

肆、結論與建議

依據本次定期視察之了解，在各項視察項目中，雖仍可發現

若干執行缺失或瑕疵，但大體上均能符合相關作業程序書之規定或已有相當程度改善之趨勢。其中核四廠執行原開立公司承攬之一、二號機汽機廠房管路安裝工程部分，雖相關各別之品質管制要求已然基本建立，但串聯各品質作業之系統制度仍未架構完善或尚待建立中，致使多項作業仍處於邊做邊改之情形，缺乏整體品保機制完整運作之狀況，相關品保制度及執行機制仍須於最短時間內建立並運作完善。而有關台電公司將於近期進行一號機廠內配電系統加壓受電作業之各項工程規劃部分，大致上台電公司均已事先擬妥各項作業規劃，但由於各項工程仍持續趕工中，在未來值班人力、設備維護及設備併入系統後續之管控規劃等，仍有相當之改善空間。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，視察人員除均已於視察過程中立即告知會同視察之台電人員外，更於視察後會議中提出說明，並與施工處相關部門人員再進行討論，確認所發現問題確實存在。而為促請台電公司確實考量缺失情形並參酌各項建議，以督促龍門施工處針對視察發現缺失進行改善，本會將依行政作業流程，除放射性廢棄物處理廠房與廢棄物貯存庫興建工程部分，將由本會放射性物料管理局逕行處置外，其餘前述視察發現將以注意改進事項 AN-LM-97-001 及 AN-LM-97-002 正式函送台電公司。而各項缺失改善情形本會亦將持續定期追蹤其執行情形，以督促台電公司及龍門施工處完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升核四建廠施工品質之最終目標。

註：本報告限於篇幅，附件部分並未附上，如有任何疑問，請洽本會賴尚煜科長，Tel：02-2232-2140

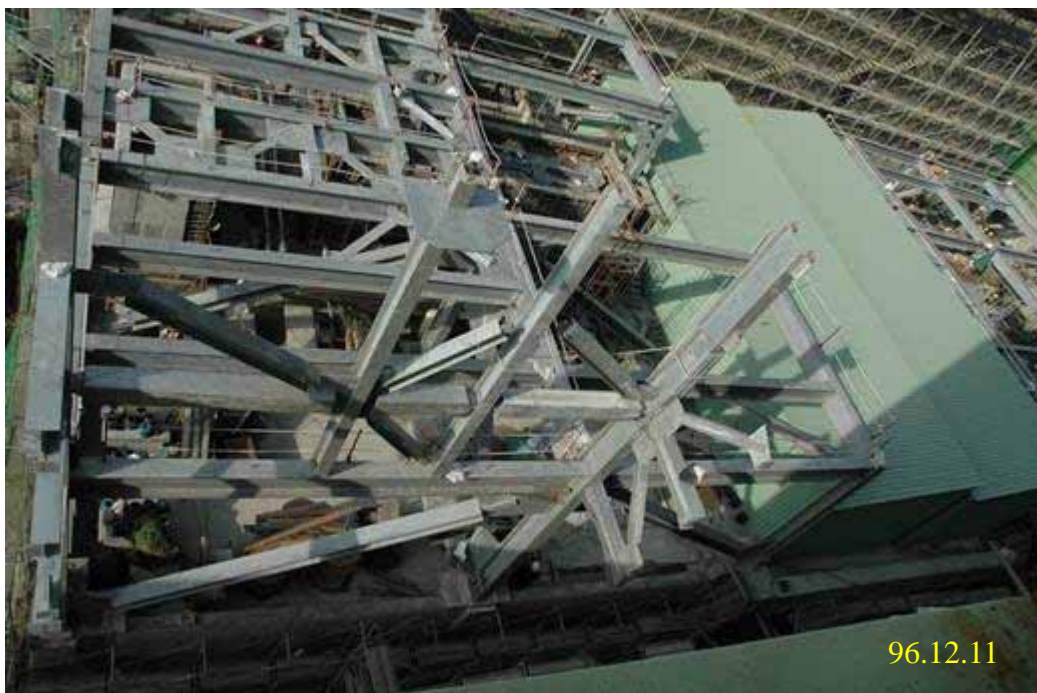
視察照片



照片一：視察前會議



照片二：一號機反應器廠房施工現況



照片三：一號機控制廠房施工現況



照片四：一號機汽機廠房施工現況



照片五：輔助燃料廠房施工現況



照片六：核廢料廠房施工現況



照片七：冷凝水儲存傳送系統管路露天堆疊儲存未墊高情形



照片八：一號機 RBSW 系統管端蓋破裂情形



照片九：一號機汽機廠房管路系統安裝前管節內部表面鏽蝕情形



照片十：視察後會議情形