

龍門核能電廠第 44 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 100 年 12 月 14 日

摘要

龍門核能電廠第 44 次定期視察重點，包含 2 號機儀控設備安裝作業品質查證、廠務管理（含設備維護作業）、1 號機人機介面（MMI）施工後測試（PCT）執行狀況查證、初始測試安全掛卡作業品質查證，及 1 號機消防系統 PCT 執行狀況查證等項目。視察作業由本會核能管制處及核研所支援同仁之視察團隊，自 100 年 9 月 26 日至 30 日於龍門核能電廠工地進行。

本次定期視察之結果如報告本文，主要發現重點摘錄如下：

1. 查證儀控系統之 Instrument Index 建置作業，發現非核島區（BOP）部分目前已完成 56 個系統，但仍有 11 個系統尚待建立；核島區（NI）目前由奇異公司建置，建議台電公司應適當規劃接管維護，以確保全廠 Instrument Index 之完整性。
2. 查證 1、2 號機儀控系統品質作業文件，發現包商鉅原公司測試檢驗表格式、內容填寫不符合品保作業要求，且龍門施工處自辦工程未建立相關程序書與紀錄表，應儘速檢討改善。
3. 在廠務管理方面，除發現包封圍阻體內的區域管制等級不符程序書規定外，電廠與施工處間更應建立明確權責區分。
4. 在設備維護方面，發現巡視作業之執行與其紀錄有未盡落實的情形，且電廠品質人員對於移交後的設備維護亦未進行現場查核，另對未移交但長期置入使用的設備，其維護作業亦有未在施工處監督下執行的問題，電廠應加以改進。
5. 巡查部份 MMI PCT 現場測試及紀錄，發現「影像顯示單元（VDU）動態組件狀態/資料查核表」測試紀錄內有甚多「現場資料」、「VDU 資料」與「Historian 資料」等 3 方紀錄數據不完全符合之現象，電廠應澄清其接受標準為何，並清查比對所有

MMI 測試紀錄是否有相同情形。

6. 抽查主控制室 VDU 電腦掛卡 (Tag) 情形與紅卡紙本一致性，發現部分設備如：P21-MBV-0006C1、T41-AHU-0902C 及 P21-MBV-00093B 等有不一致的現象，建議龍門電廠應全面清查主控制室 VDU Tag 與紅卡紙本一致性，以確保主控制室值班人員能確實掌控機組設備狀態。
7. 查證紅卡掛卡作業與主控制室設備運作情形一致性，發現反應器廠房冷卻水系統 (P21) 3 串設備全數申請紅卡掛卡作業，但主控制室寬廣顯示盤 (WDP) 仍顯示機組尚有一串 P21 系統設備運轉中，經查證雖然均為測試主持人因測試需求而暫時銷卡所致，但電廠起動管理手冊 (SAM-12) 並無暫時銷卡之相關規定，電廠應針對暫時銷卡之作為，訂定相關規定及管制機制。
8. 查證龍門電廠 1 號機消防系統 PCT 文件審查及程序書作業規定，發現其作業程序書規定之消防系統管路沖洗作業，及部分水壓測試不符美國防火協會 (NFPA) 相關規範之要求。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，本會已分別開立注意改進事項 AN-LM-100-55、56、57、58、60 等 5 件，正式函送台電公司，要求檢討改善。

目 錄

摘 要.....	i
壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	1
參、視察結果.....	2
肆、結論與建議.....	21
附件一 龍門計畫第四十四次定期視察計畫.....	23
附件二 核能電廠注意改進事項.....	26
附件三 視察照片.....	39

壹、前言

本次定期視察共分 5 個小組分項執行相關之作業查證，其中初始測試安全掛卡作業品質查證，係因龍門電廠未適當執行掛卡相關作業及落實操作時之管控，導致 100 年 8 月 16 日 1 號機反應器廠房底層淹水，故進行掛卡相關作業查證。其次鑒於過往 1 號機電纜線敷設及儀控盤面安裝不良等紀錄，故執行 2 號機儀控設備安裝作業品質查證，以確認台電公司相關工程之品質及作業程序是否依規定執行。

此外，龍門電廠現因施工後測試（PCT）階段已接近尾聲，且 1 號機整線作業亦已告一段落，因此目前正全面展開整線作業完成後之人機介面（MMI）及消防系統 PCT，故將「1 號機 MMI PCT 執行狀況查證」及「1 號機消防系統 PCT 執行狀況查證」列為本次定期視察之查證項目。

另外針對 1 號機同時存在試運轉與施工之狀態，及 2 號機設備施工亦同時進行中，故本會亦將廠務管理及設備維護作業納入本次視察，藉以查證各廠房之環境及清潔情形，以確保測試及施工中之電力、儀控及機械等設備之可靠性。

本次定期視察作業由原能會核能管制處與核研所人員共同組成視察團隊，自 100 年 9 月 26 日至 30 日於龍門核能電廠工地進行，視察會議相關照片詳見附件三（照片一及七）。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第 44 次定期視察計畫（附件一）。

貳、工程現況

依龍門施工處提報之資料顯示，1 號機各主要廠房之廠房結構體、配管工程、機械組件、風管安裝工程、電氣及儀控安裝工程等，已大致完成，並且 1 號機之前進行的廠房電纜托架及遠端多工處理器（RMU）整線作業已完成，90% 以上的纜線檢整後電纜輸入/輸出重測試（I/O Retest）及 MMI 測試也已完成。

在 2 號機施工作業方面，除各廠房結構體已大致完成外，其他進行作業包含：管路及支架、儀控盤體、消防管路、分散式控制與資訊系統（DCIS）網路層安裝、機械設備、電纜托網及電氣導線管、光纖纜線敷設、風管、燃料裝填樓層機械設備等安裝作業。

在 1 號機初始測試方面，因大部分機械及管路水壓 PCT 已完成，龍門施工處已完成移交系統包括：反應爐再循環泵、緊急爐心冷卻水系統、爐水淨化系統、海水電解設備、輔助鍋爐設備及通風、冷凝水傳送系統、廠房冷卻水及海水、高/中壓電力分配系統等總計 53 個系統（統計至 100 年 9 月底）給龍門電廠，並逐步進行各系統之試運轉測試；本季主要進行配電系統、整線後之餘熱移除系統（E11）、反應器廠房冷卻水系統（P21）、控制棒驅動系統（C12）等試運轉測試。

參、視察結果

一、2 號機儀控系統設備安裝工程作業現況查證

本次視察主要針對 2 號機儀電系統安裝現況進行查證，視察項目包含抽查儀控盤面安裝、纜線敷設及測試等相關作業之品質文件，並對儀控盤面於現場安裝環境與維護作業等進行查證；另，亦對建置中之 Instrument Index 與 PCT 進行了解。本次視察結果如下：

（一）儀控系統之 Instrument Index 建置作業查證

1. 目前儀控系統之 Instrument Index 建置分成核島區（NI）及非核島區（BOP）兩部分，NI 部分仍由奇異公司建置維護中，BOP 部分則由台電核技處負責建置。BOP 部分目前已完成 56 個系統，仍有 11 個系統尚待建立，此部分台電核技處規劃將組專案小組進行建置，惟仍應於 1 號機燃料裝填前完成相關建置作業，以供各儀器之後續校正、維護等參考依據；另有關奇異公司建置部分，因涉及日後資料移轉、維護及使用，台電公司應妥為規劃適當移交人力，以確保全廠 Instrument Index 完整性。

2.查閱 BOP Instrument List & Data Sheets 各系統彙整資料，部分儀器有登錄於清冊(List)中，但無 Data Sheets 資料(如 VOL: 8 , Item: 4 , Page: 20 of 23 , Tag No. 1P27-FI5022A 及 1T42-PDS-5314...等約 1 百多項)，為確保文件之完整性，應儘速補齊；另查閱 BOP Instrument List & Data Sheets 各系統彙整資料，此資料建檔為 99 年 11 月 06 日，迄今無論新購置之儀器或涉及變更設計部分均未彙整登錄，為確保 Instrument List & Data Sheets 完整性及正確性，台電公司應定期更新相關資料。

(二) 施工後測試作業查證

因龍門計畫 PCT 作業數量龐大，且 2 號機 PCT 作業將回歸龍門施工處執行，與以前之 1 號機由龍門電廠代為執行方式不同，可能將增加電廠與施工處間的介面，為釐清後續作業權責，故於本次定期視察期間與台電公司就 2 號機執行 PCT 作業模式、程序書修訂方式等進行討論。除過去電廠執行 1 號機 PCT 之經驗回饋應納入並修改相關 PCT 程序書外，針對 2 號機 PCT 程序書修訂/改善作業，於討論會中有下列之建議：

- 1.龍門施工處與龍門電廠值班檢控組之間掛卡作業執行介面（如藍卡係由電廠值班檢控組或施工處經辦組執行掛卡等），應予確切釐清，並明訂於相關程序書內；另對於紅卡掛卡部分，則似不應由施工處執行掛卡，建議仍應由檢控組執行。
- 2.龍門電廠 2 號機電廠值班檢控組人力配置（如單人或雙人輪換或一組人員整個輪換）及資格（如是否須具運轉操作執照等），亦應明確規範；此部分仍宜由龍門核電廠整體慎重考量，以保障 PCT 品質。
- 3.針對相關之測試程序書及測試紀錄表格等正式測試文件部分，原則上現場測試執行者只能填寫測試量測所得之數據、測試日期、簽名及備註欄等，其他欄位則應於事前研查清楚，並經審

查核定無誤打字填入，俾供現場執行人員明確遵循。

- 4.多數 PCT 作業雖訂有一定比率之停留查證點（H）及見證點（W），但由以前龍門施工處執行相關檢驗及測試作業經驗，曾發現普遍上有將查證點及見證點集中在一些較容易執行或較無責任項目，故建議 2 號機執行 PCT 時，宜將查證點及見證點依測試項目特性而作適當分配，以避免可能發生重要項目或關鍵程序未訂 H/W 點之情形。
- 5.龍門電廠 2 號機 PCT 之執行改善措施商定後，應先修訂相關程序書，且於 2 號機 PCT 與 1 號機 PCT 規定不同部分，應在程序書中分別述明清楚。
- 6.龍門電廠 2 號機 PCT 作業之改善措施，有關修訂程序書部分，建議宜於修訂作業程序中加送核安處駐龍門工地品保小組審查。

(三) 儀控系統品質作業文件查證

本次就龍門計畫 1、2 號機儀控系統設備安裝工程電纜敷設檢驗表與 DCIS Invensys 系統之輸入/輸出（I/O）測試紀錄表等進行查證，視察結果如下：

- 1.查閱台電龍門施工處執行電纜導通測試檢驗表，發現無測試者簽署欄位，且測試項次編號不連續，無法確認測試文件品質無虞。此部分施工處儀控組表示已依本會前次針對電纜敷設相關意見，修訂程序書之檢驗表內容。
- 2.抽查鉅原公司儀控電纜導通絕緣測試紀錄表，發現其測試數據與結果欄均以電腦打字「合格」，而未填入實測值，且無登錄測試日期，恐有事先打好測試紀錄或測試不實之虞；為確保品質文件正確性，台電公司應檢討改善並確實登錄測試日期及測試結果。

3. 抽查 2 號機 161kV 加壓有關 DCIS 執行 I/O 測試紀錄文件，此項作業分別由鉸原公司及台電公司自辦。查閱台電公司自辦部分之品質文件中，發現並無該公司執行相關作業之檢驗表，而係逕用 AREA 詹記公司紀錄表，且於該紀錄表測試人員簽署欄位簽署者為台電公司員工等諸多不符合品保作業要求，台電公司應檢討改善。龍門施工處執行所謂自辦工程，仍應建立相關程序書及紀錄表，而非直接使用承包商表格，以符合品保作業要求。
4. 前項台電公司自辦工程採用詹記公司紀錄表之「空白表格」，而由測試者逕予填入表格內容之項次、測試項目（I/O 編號）、設備編號、設定值（接受標準）等內容；且該紀錄表上之執行版戳章係為影印者；另該表格具名之公司為詹記公司，然其亦早已改名為鉸原公司。前述諸多不符品保作業要求之缺失，台電公司應檢討改善；另對於 PCT 作業，原則上現場測試執行者只能填寫測試量測所得之數據、測試日期、簽名及備註欄等，其餘欄位（如設備編號（I/O 編號）、測試項目、設定值（接受標準）等），均應於事前研查清楚並經審查核定無誤打字填入，俾供現場執行人員明確遵循，應於檢討 PCT 程序書時，一併檢討改善。
5. 抽查鉸原公司執行 2 號機 DCIS Invensys 系統 I/O 測試紀錄表，發現該表格均無台電公司自辦 PCT 紀錄表之缺失，如項次、測試項目（I/O 編號）、設備編號、設定值（接受標準）等均已事先訂定電腦打字填入，而非為空白表格；且執行版戳章為直接用印，亦非影印；另詹記公司名稱部分亦另蓋章註明為鉸原公司，本項符合要求。

(四) 2 號機儀電設備安裝環境查證

1. 龍門電廠 2 號機儀控系統部分設備移至 1 號機使用或進行相關

- 測試，龍門施工處以開立 NCR 方式管控相關設備，惟在 2 號機控制廠房及反應器廠房發現儀控機櫃內部分設備已拆除移至 1 號機使用，但現場設備卻未依規定掛卡（NCR）管控，應改善。
2. 龍門電廠 2 號機儀控系統 DRS 盤面已安裝至現場，因現場安裝環境不佳，龍門施工處為避免卡片受損，將盤內卡片拆除移至倉庫存放，但卡片移出或裝回作業（除拍照留檔外）並無相關管控機制；為確保卡片回裝之正確性，以及確實管控卡片之儲存等作業，台電公司應建立並落實執行相關管控機制。
 3. 現場抽查 2 號機反應器廠房之安全級儀控盤面（位於 EL.4800mm），發現其已安裝於現場，由於施工期間仍相當長，為避免儀控系統盤面因不良環境受損，應改善現場環境，以符合運轉或安裝期間需符合之環境要求。
 4. 龍門電廠 2 號機開關設備廠房（SGB）內，為確保儀、電設備運轉或安裝期間之環境，現場雖有部分裝設臨時空調，但其排氣盤及風扇卻未裝置於室外或適當位置，而直接將熱氣排至鄰近之其他設備室，恐影響該設備室之設備，應改善，另台電公司應妥為規劃整體性之臨時空調，以降低對設備之衝擊。
 5. 龍門電廠 2 號機控制室（499 室）2H11-PL-1700/A 設備之機櫃把手已拆除，以及反應器廠房 EL.4800mm DRS DIV.III（2H23-PL-0301C~0305C）亦有把手損壞，惟有關之設備維護保養紀錄表上均無登錄把手損壞或缺把手等相關紀錄，且損壞之設備亦未開立 NCR 或其他之管控機制，應改善。另設備 2H23-PL-0301C~0305C 之水泥安裝基座遭撞裂掉一大塊，應改善。
 6. 查閱 2 號機反應器廠房 EL.4800 安全級設備 2R11-MSGW-0000C4 中壓電氣盤面之維護保養紀錄表，其設備維護保養工作指引要求須執行清潔及加熱（量電壓、電流）2 項

作業，但發現每月設備維護保養表僅登錄執行其中清潔作業一項，與工作指引之規定不符，且其他安全級電氣盤據了解亦未依規定將加熱器（Heater）通電加熱；為避免電氣設備之絕緣劣化，應改善。前述有關維護作業缺失，均顯示龍門工程相關之維護保養作業未依規定落實執行。

- 7.龍門電廠2號機反應器廠房 EL.4800 發現一些鉍原公司製造之安全級電纜架，由於該批設備未完全符合核能品保作業要求，本會要求不得使用於安全級之電纜架，惟現場仍發現打上「S」級電纜架置放於現場，應依規定掛卡（NCR）隔離，以避免誤用。
- 8.龍門電廠2號機控制廠房 491、499 及 591 室，現場均裝置臨時空調，以維持現場安裝環境，該部分雖較 1 號機安裝期間佳，惟於 491 及 591 室現場進行電纜（含光纜）之敷設作業，發現現場預留之電纜似過長許多，恐有造成作業空間不足之虞，請龍門施工處就本事件澄清，並確實督促承包商執行敷設路徑之履勘及妥適評估纜線預留之長度，除可降低電纜線之浪費外，亦可提供敷設路徑正確與否之警訊，以降低電纜敷設錯誤之可能。

(五) 其他

- 1.龍門施工處將原由榮電公司承攬之 2 號機核島區電氣安裝工程部分，重新分割為多個施工標與器/材料標後再進行招標，雖然核四招標及商務問題係台電公司與經濟部權責，本會未便置喙。但由於分包過多承包商，且各承包商介面整合、工程施作與測試之完整性等，均攸關 2 號機電氣及儀控系統之施工品質；又龍門施工處原係以業主監造管理主承包商之組織，若再增加諸多包商之商務與工程介面，龍門施工處人力問題恐將更影響施工品質，台電公司應妥為規劃因應。另台電公司核安處於各承包商現場作業開始前，應對該相關之承包商執行品保稽查，

以確保各承包商之施工品質。

上述視察發現相關缺失已開立注意改進事項 AN-LM-100-057，請台電公司針對發現缺失全面清查並據以改善。

二、廠務管理（含設備維護）

在廠務管理方面，本次視察主要以現場巡視的方式了解實際作業執行狀況。另外由於 1 號機目前正同時進行試運轉與施工作業，因此部分設備與廠區房間門鎖已移交電廠管理及維護，故本次視察亦再從施工處與電廠之分工、權責及界面等進行了解，以檢視現行制度與規定要求是否足敷工地現況之需求。視察結果顯示，在廠務管理方面除有現場巡視發現之缺失與包封圍阻體內區域管制等級不符程序書規定之問題外，電廠與施工處間更有權責不明而有待建立權責明確之作業制度及規定等情形；至於在設備維護方面，除發現巡視作業執行與紀錄有未盡落實之情形外，並發現電廠對於移交後之設備維護亦存在品質人員未進行現場查核，以及對未移交但已長期置入使用之設備，其維護作業亦有未在施工處監督下執行之問題。以下為視察過程中主要之發現：

（一）廠務管理

1. 依龍門施工處作業程序書 LMP-SED-013 第 1、2 號機廠房區廠務管理作業程序書之規定，區域管制級別應視區域清潔程度要求訂定並隨工程進度情況調整，顯示區域清潔管制等級必須隨工程進展與設備保護環境需要適時調整。且第 6.1.7 節並規定包括乾井、溼井、抑壓池、乾燥器及汽水分離器儲存槽在內之包封容器圍阻體內部區域，在 Shield Wall 結構體完成後，進入第二級管制。是以依前述規定，目前 1 號機下乾井在已安裝微調控制棒驅動組件（FMCRD）及儀控等精密設備之情形下，其進入第二級管制區域應無疑慮且必要。然實際上，除 1 號機下乾井有戴鞋套之部分區域實施第二級管制要求外，其他區域並未

依第二級管制之要求進行管制或調整區域管制之等級。施工處應依程序書之規定調整提升有關廠房區域之清潔管制等級，以保護精密、重要之設備。

2. 為防止外界粉塵、溼氣侵入 2 號機反應器壓力槽 (RPV)，於存放現場及進行內部組件安裝期間，分別有以氮封或設置空調等之方式與措施進行保護。目前 2 號機 RPV 為進行水壓試驗已於 100 年 7 月 25 日移除空調並進行頂蓋鎖固 (磅)，因此 RPV 內部係處於無環境保護之狀態。雖然此一狀態短期間可能不致有引起設備劣化之問題，但長期而言應仍有不當，考量 2 號機 RPV 水壓試驗時程仍未確定，RPV 內部可能長期處於無環境保護之狀態，因此施工處應研擬適當之保護措施要求，以備可能之長、中、短儲存時間之需要，並依儲存時間之增加採取相應之保護措施。
3. 依程序書之規定，應由施工處與電廠有關部門，以及品保小組所組成之廠務管理工作查核小組每月至少執行兩次之查核，經調閱存放於施工處之查核紀錄表，除查核頻率合於規定外，對於涉及電廠之事項，負責辦理之施工處工安部門亦會送電廠辦理，並追蹤改善結果。
4. 在廠務分工及權責劃分方面，僅在動火管制方面有較為明確之分工及權責劃分，其餘部分如清潔與工安查核，以及對危險/易燃物進出廠房與儲置等方面則仍待改善。例如：部分廠區房間之門禁及鎖匙雖已交電廠管理，但電廠卻以廠區尚未移交，而未負起辦理相關廠務管理作業之權責，加以施工處與電廠有關部門僅能獲悉各自辦理執行之施工/檢修等之作業、負責門禁鎖匙管理之部門亦僅確認廠區房間門鎖是否上鎖，以及施工處工安、廠務管理部門已無法主動或隨時進入前述廠區房間巡視查核等之影響，對於門禁及鎖匙已交電廠管理之廠區房間，工地工安及廠務管理部門 (施工處及電廠) 顯然已喪失事前或作業

中查核之預防功能，或僅有事後確認與受通知才派員進行現場清潔，甚或失去管理之可能。除請電廠建立門禁鎖匙歸還前之查核機制，以確保廠房區域門禁及該區域之廠務/清潔恢復均獲得確保（認）外，亦請施工處與電廠協調建立統一之廠務管制機制並指定單一之負責部門，以明確作業程序、要求與事權。

5. 龍門電廠 2 號機反應器廠房 EL.-8200 樓層西北側樓梯口走廊及編號 126 之液壓控制單元（HCU）設備室東北側門地板有接地裸銅線橫跨地面（詳見照片二）；編號 132 之餘熱移除系統（RHR）泵 C 室則有接地裸銅線在天花板與地板間旋繞且纏繞在 E11 系統主要管路上，除位置不正確外，安裝後亦未加以固定（詳見照片三）。上述相關施工規範要求及檢驗作業是否已完成，台電公司應澄清說明。
6. 編號 126 之 HCU 設備室夾層隔柵板下方鋼柱端部雖已安裝防撞防護設施，但顯然並不够牢靠且已有歪斜情形。若其為正式防護設施，台電公司須澄清相關施工規範要求與是否完成檢驗作業；若僅為臨時防護設施，則台電公司亦需加強固定以避免脫落。
7. 以編號 126 之 HCU 設備室為例，現場覆蓋設備之防塵套或許因為檢查或測試作業而被掀開（詳見照片四），但相關作業結束後防塵套並未復原至可完全覆蓋設備；此外防塵套破損情形亦有日益嚴重情形，台電公司應加強改善並適時更新，以免造成應防塵設備仍暴露於灰塵汙染的環境中，失去覆蓋防塵套保護之功能。
8. 編號 129 之 Div III 儀器架室內之西南角牆面混凝土已有膨脹破裂現象（詳見照片五），台電公司應現場查證該混凝土牆面膨脹開裂之肇因與澄清對結構之影響為何。
9. 編號 132 之 RHR 泵 C 室之 2P21-M8610 管線為進行管路沖洗

時，為 Bypass 泵而將該管線彎折。台電公司除應改善外，亦應檢討任意將已施工檢驗完成設備進行非正式加工之錯誤行為。

10.於現場巡視時發現，在已無安裝作業進行之區域，仍可見包括電氣管、系統主要管節、支撐架材料（方管、I 型鋼樑）、木架、儀器表、防塵套、軟管及水管等零亂散落各處之情形（詳見照片六），台電公司應加強現場整理與整頓作業之檢（巡）查，並落實對承包商廠務管理之要求。

（二）設備維護

1.對於已移交但未完成試運轉置入 MMCS 系統之設備，其維護作業係依據 ME-07，MS-05，IC-05，EE-04，CP-05 等設備維護指引辦理。上述指引與 LMP-QLD-022 程序書比較，除有維護內容未事前經品質部門審查以確保符合廠商技術文件及法規要求外，其於作業查核方面，品質部門亦僅於事後以文件審閱之方式為之，並未執行現地之查核。考量作業執行人力與熟悉度等之差異（廠商人員及電廠自有人員），台電公司除應增加品質人員參與程度以確保作業內容正確及執行品質外，亦應縮短置入 MMCS 之時間。另針對置入 MMCS 但未納入 PM 之設備，雖然電廠經辦組有採取自我檢查之方式進行巡視檢查，但並無明文之作業執行依據文件，為避免疏漏並確保維護保養作業內容之完整性，以及再發生類似地下電纜管溝內電纜缺少巡視保養之案例，電廠除應參照 LMP-QLD-022 與施工處承包商所作保養項目，檢討龍門電廠現階段維護保養作業項目，並應針對固定設備訂定適當之巡視檢查維護作業規定，以建立對相關設備之維護規定要求。

2.依 LMP-QLD-022 設備安裝期間維護保養管制作業程序書對於設備維護權責轉移時點之定義，對於尚未移交但已長期置入使用之設備顯然仍須於施工處之監督下，依 LMP-QLD-022（第

6.2.8 節) 執行相關之定期拆檢、保養與消耗性零件更新(換)之作業。然由查核/訪談施工處及電廠品質組及部分經辦組(如輔機組)人員,以及欠缺相關作業紀錄等之情形顯示,尚未移交但已長期置入使用之設備,均係在施工處品質組與原設備施工經辦組不知情下,由電廠自行依其維護程序書執行維護作業。此情形除不符前述程序書要求,以及施工處與電廠作業權責外,亦有與原施工/設備廠商之權責問題,台電公司應加以改正與澄清。

3. 據了解目前已有不論是否完工或移交,1號機設備維護工作均將交由電廠執行之構想,此雖有事權統一及責任明確之效果,惟除須注意電廠人力之問題,並檢討修訂相關作業制度與要求,以確保維護作業內容與品質之一致性,以及相關品質紀錄之正確性與完整性外,亦須注意相關廠家之權責。另鑑於此一情形有涉及整體制度與權責變更之狀況,台電公司應於定案實施前向本會提出相關作業執行規劃之說明。
4. 現場發現 P21 系統管路上卻掛著空調箱之設備維護保養紀錄,並有部分其他設備僅有承包商保養/檢查紀錄表,但無施工處保養/檢查見證表之情形,除應針對個案加以改正外,並應加強現場之查核以減少維護紀錄錯置或遺失之情形。
5. 以絕緣電阻值為例,部分設備需量測該絕緣電阻值,但維護保養紀錄無量測值,應針對維護作業需量化以確認設備品質者,加強量測並記錄之實質維護管理(含龍門電廠之維護保養作業)。
6. 查證 2E11-HX-0001C-001B 熱交換器維護保養作業,其中維護指引之填充氮封規定氮氣壓力為 1~8Psi,但實際作業情形除承包商無量測紀錄外,施工處之見證檢查表紀錄則記錄“0”,若因設備與系統管路連接致無法維持氮封壓力,則應檢討修正相關

維護指引要求。

- 7.查閱施工處輔機組冷修配廠系統等設備於倉儲階段之維護保養作業，發現保養檢查紀錄在環境溫度不合理之情形，例如：不同設備儲存區域，在同一日所做室外、室內環境周圍溫度檢查紀錄結果已有 2 度 (°C) 之差異，但每月 (3~6 月) 之室外或室內環境溫度卻均維持與前一月份相同溫度之結果，由於類似情形普遍存在於檢查保養紀錄文件中，須通案加以檢討改正。

上述視察發現相關缺失已開立注意改進事項 AN-LM-100-060，要求台電公司針對發現缺失全面清查並據以改善。

三、1 號機 MMI 等 PCT 執行狀況查證

龍門電廠現因 PCT 階段已接近尾聲，且整線作業亦已告一段落，目前正全面展開整線作業完成後之 MMI PCT，有鑑於此，本會利用本次定期視察，進行 1 號機 MMI PCT 執行狀況查證，並將本視察分為兩大重點進行查證，分別為已完成之 MMI PCT 紀錄審查以及進行中之 MMI PCT 現場查證，茲將查證經過及發現分述如下：

(一) 已完成之 MMI PCT 紀錄審查：抽查已完成測試之 PCT-OPP-125.010.01/010.02/125/049/009/124/027/061.04/093/105.01 等 10 件測試紀錄進行文件審查，審查結果大體而言尚符合規定，然仍發現一些共通性之缺失如下：

- 1.部分測試紀錄內容有誤植、修正日期、更改數據或更改簽名之部分，測試負責人 (TD) 均直接塗改，未註明更正理由及蓋章存證。
- 2.部分已完成的測試紀錄有欄位仍留空白。測試步驟如有不須執行的步驟，須於簽名欄位或記錄欄註記「N/A」或「不適用」並簽署或提 PCN 修改程序書，不應留空白而不處理，易造成混淆。
- 3.「VDU 動態組件狀態/資料查核表」測試紀錄內有甚多「現場資

料」、「VDU 資料」與「Historian 資料」等 3 方紀錄之數據不完全符合之現象，應澄清其接受標準為何。並清查比對所有 MMI 測試紀錄是否有相同情形。

- (二) 進行中 MMI PCT 現場查證：抽查 1 號機控制室之測試執行現況，分別抽查放射性廢料坑道通風系統（0T53，PCT-125-067）、洩漏偵測與隔離系統（1C73，PCT-125-019）及反應器內部再循環水泵（RIP）控制系統（1C81，PCT-125-008.04）等，發現缺失如下：
1. 審查執行版程序書 1C73（PCT-125-019），發現程序書有兩處數字修改未加註理由及簽章。
 2. 經查目前 TD 所受之訓練符合 SAM-04 人員資格之要求，但這些訓練都是課堂課，新接任之 TD 未接受完整之主控制室 VDU 操作訓練。考量 TD 實作訓練之品質與完整性，建議對沒上過反應器運轉員（RO）班的 TD 增設短期模擬器操作訓練，統一教導主控制室人機介面特色及 VDU 操作之共通部分，並納入 SAM-04 TD 訓練及資格要求。而個別負責之系統則請各組經理、主任或課長督導，以確保 TD 對負責系統之熟悉度。
 3. 經查品質組目前已於每年開辦「ABWR 試運轉測試品質檢驗人員訓練」，對 TD 進行相關測試實務之訓練，但值班及測試人力調整後，目前資淺人員已擔任 TD 職務，建議考量訓練需求，增開班次，且目前作法較 SAM-04 的要求完整，台電公司應更新 SAM-04，以符合現況。
 4. 執行測試作業時，應要求測試人員不要將攜帶物品（如程序書、鍵盤等）散置於控制盤面上，因 VDU 雖有保護蓋，但硬開關可能會誤觸而導致設備不當動作。
 5. 審查執行版程序書 1C81（PCT-125-008.04），目前已執行到步驟 7.2，惟仍發現步驟 6.0「預警/注意事項」尚未執行，簽名欄等均為空白。

上述視察發現相關缺失已開立注意改進事項 AN-LM-100-056，要求台電公司針對發現缺失全面清查並據以改善。

四、1 號機初始測試安全掛卡作業品質查證

由於 100 年 8 月 16 日龍門電廠發生 1 號機反應器廠房底層淹水事件，故本次係針對 1 號機系統設備安全掛卡作業情形進行查核，查證方式主要以訪談電廠管理掛卡人員，及赴現場抽查系統設備掛卡情形為主，藉以了解電廠掛卡與銷卡機制流程，及開卡作業與現場設備掛卡狀態是否一致；另外，亦抽查電廠品質組定期稽查掛卡之紀錄，以確保掛卡作業符合品保規定。

龍門電廠實體系統設備安全掛卡作業主要分為紅卡(簡稱禁止操作卡)、黃卡、粉紅卡、藍卡及綠卡等五種，另外龍門電廠控制室為數位化設計，系統設備多以 VDU 操作，與傳統核能電廠不同，因此控制室設備需進行掛卡管制時，必須以電腦輸入掛卡(Tag)作業做為管制機制，故本次視察除分別針對上述五種安全色卡抽查比對紙卡與現場掛卡情形外，亦針對龍門電廠控制室 VDU 掛卡作業情形進行查證。本次視察結果如下：

(一)紅卡掛卡查證

紅卡為電廠掛卡作業中最重要之項目，開立紅卡最主要之目的為禁止任何人操作該設備，以確保工作人員及設備之安全，查證結果如下：

- 1.抽查 P21、反應器廠房廠用海水系統(P26)、爐水淨化系統(G31)之主控制室 VDU Tag 情形與紅卡紙本一致性，發現主控制室 VDU 掛卡情形與紅卡紙本大底一致，但仍有少數未能相符，例如：設備 P21-MBV-0006C1、T41-AHU-0902C 及 P21-MBV-00093B 等，此現象顯示主控制室 VDU 掛卡流程存有缺失。建議龍門電廠應全面清查主控制室 VDU Tag 與紅卡紙本一致性，並定期檢視 VDU 掛卡符合性，以確保主控制室值班人員能確實掌控機組設備狀態。

- 2.經查證發現 P21 系統 3 串設備皆申請紅卡掛卡作業，然與主控制室設備運作情形比對，發現主控制室面板仍顯示機組有一串 P21 系統運轉中，此與紅卡工作聯絡書申請清單相異，顯示部份紅卡之開立未能確實反應系統設備實際掛卡情形，應檢討改善。
- 3.查證高壓爐心灌水系統 (E22)、G31、抑壓池冷卻與淨化系統 (G51) 等三個系統紅卡工作申請聯絡書之掛卡清單與現場設備掛卡情形一致性，查證結果未發現缺失。
- 4.另於現場隨機抄錄設備 E22-MBV-0004C 之 4 張紅卡開立編號並與檢控組掛卡系統相比較，發現電腦掛卡系統只有 3 張紅卡開立紀錄，查證結果發現是因為檢修工作聯絡書已開立，但紅卡電腦管制系統未及時輸入所致，顯示龍門電廠掛卡管制流程存有缺失，另外，龍門電廠檢控組人力是否足夠，亦應一併檢討改進。

(二) 黃卡掛卡查證

黃卡主要目的為警示潛在危險或預防不安全之操作習慣，本項掛卡查證結果如下：

抽查 C81 系統黃卡工作申請聯絡書之掛卡清單與現場設備掛卡情形一致性，查證結果確認現場設備掛卡情形與其申請清單符合，未發現缺失。

(三) 粉紅卡掛卡查證

粉紅卡主要目的為該系統設備存有設定點變更或有臨時拆跨接情形，而進行的管制，查證結果如下：

- 1.抽查正常寒水系統 (P24) 之主控制室 VDU Tag 情形與粉紅卡紙本一致性，發現 VDU 掛卡情形與粉紅卡紙本一致無明顯缺失。
- 2.抽查飼水控制系統 (C31) 設定點變更作業狀況，確認變更作業均有開立粉紅卡管制，其變更作業亦有相對應之 FPR 或 CIR 進

行評估，未發現缺失。

- 3.經現場抽查輔助鍋爐系統（P61）、冷凝水系統（N22）粉紅卡開立狀態（臨時修改標籤清單）與現場是否一致，查證 P61 系統時未發現缺失，但 N22 抽查系統清單時，發現清單註記電力開關箱接點 1R11-MSWG-0000A1-9A-203 初始狀態為拆除，粉紅卡狀態則為未拆除，但現場查證接點 203 狀態卻為拆除狀態。此接點經現場電氣組人員再次查證並確認現場狀態為正確後，推論係因電氣組人員依其自身判定需求進行拆跨接作業，而未依粉紅卡要求執行拆跨接作業，因此未能發現粉紅卡敘述錯誤，開立清單人員推論應是修改標籤清單標示輸入錯誤所致，但電廠電氣組為何未依粉紅卡敘述執行拆跨接，及發現相關錯誤之處，龍門電廠應確實檢討。
- 4.前述清單另有三份粉紅卡，其為遙控停機盤（C61）系統需增加盤內線的項目，但 N22 與 C61 系統明顯無關，經詢問開立清單人員後，仍無法確認此三份粉紅卡來源為何，因此龍門電廠應再查證確認前述三份粉紅卡是否已完成，及此三份粉紅卡之工作聯絡書來源為何。

（四）藍卡掛卡作業查證

藍卡主要目的為標示系統設備已經移交給施工後測試，查證結果如下：

- 1.查閱藍卡申請工作聯絡書與掛卡清單紀錄，發現多數 PCT 工作聯絡單無須開立藍卡（例如：管路支架），部份則需要，例如：油洗作業或管路沖洗，其作業必須申請紅卡者亦可於工作聯絡書上勾選申請紅卡，惟前述工作聯絡書上未註記紅卡開立之編號，事後實難查證其紅卡掛卡情形，建議應註記紅卡開立之編號以方便核對。
- 2.查閱藍卡申請工作聯絡書紀錄時，發現部份藍卡申請工作聯絡

書已開立超過 2 年，建議電廠應有適時檢示藍卡結案情形之機制。另電廠相關掛卡例如：藍卡、綠卡及粉紅卡作業均應於燃料裝填前全面結案，以利後續電廠運轉管制。

- 3.經查證緊急柴油機系統（R21）系統藍卡工作申請聯絡書之掛卡清單與現場設備掛卡情形一致性，發現現場設備掛卡情形與其申請清單相符合，未發現缺失。

(五) 綠卡掛卡作業查證

綠卡主要目的為標示系統設備已經移交給試運轉測試，但因無禁止操作功能，因此只抽查 C81 系統綠卡工作申請聯絡書之掛卡清單與現場設備掛卡情形一致性，查證結果確認現場設備掛卡情形與其工作申請聯絡書之清單內容相符合。

(六) 掛卡作業品保作業查證

依 SAM-12 規定電廠品質組必須定期或不定期進行查核設備掛卡狀態的正確性，經實際查證龍門電廠品質組執行掛卡作業紀錄，顯示龍門電廠品質組已依規定每二個月執行一次，另有關電廠品質組及核安處執行掛卡作業品保作業查證紀錄審查結果如下：

- 1.龍門電廠品質組多次發現現場紅卡掛卡狀態與電腦管制資料不符，經查證雖然均因測試主持人因測試需求而暫時銷卡所致，但經查證龍門電廠 SAM-12 並無暫時銷卡之相關規定，此項作為除造成後續品質查核困擾外，龍門電廠亦應針對暫時銷卡之作為，訂定相關規定及管制機制，並應評估紅卡暫時銷卡之作為是否存有工作人員誤操作之風險。
- 2.早期主控制室 VDU 容許測試主持人可自行將設備 Tag，導致主控制室 VDU 存有大量 Tag，以致品質人員無法落實查核機制，現龍門電廠已加強控制室設備 Tag 管控，因此未來電廠品質組應加強主控制室設備 Tag 管控查核。

3.經查證品質組已針對部分查證所發現較重大，且為共通性之缺失進行數次宣導。

4.經查證核安處駐龍門小組至今尚未執行針對電廠掛卡作業相關品保巡查，建議應及早進行，以符合品保機制，此外，日後若有發現龍門電廠或施工處之作業為重大且為共通性之缺失，應學習電廠品質組作為，針對所發現之缺失，對電廠或施工處作業人員進行宣導、要求提出改善方案及措施或加強人員訓練，而非就所發現之缺失要求改善完成後逕行結案。

上述視察發現相關缺失已開立注意改進事項 AN-LM-100-058，要求台電公司針對發現缺失全面清查並據以改善。

五、1 號機消防系統施工後測試執行狀況查證

龍門電廠1號機消防系統PCT作業已大部分完成，故本次視察將就台電公司已執行完成之消防系統PCT作業（消防系統管路沖洗作業、消防系統管路壓力試驗管理作業程序書）進行查證，視察結果如下：

(一) 文件審查及程序書作業規定查證

1. PCT 作業程序書規定之消防系統管路沖洗作業不符 NFPA 相關規範之要求。

消防系統管路沖洗所用程序書 BOP 部分（程序書 0F-P16-01：輔助燃料廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-02：1 號機廠外管路消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-03：其它廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-04：廢料廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-07：消防泵室管路沖洗程序及程序書 1F-P16-05：1 號機汽機廠房消防系統沖洗程序）及 NI 部分（程序書 0F-P16-01：輔助燃料廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-01：開關箱廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-02：控制廠房消防系統沖洗程序、程序書

1F-P16-03：反應器廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-04：廢料隧道及熱修配廠消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-06：開關廠房密閉式灑水系統沖洗程序）未依管路尺寸規定管路沖洗之流量（4in. 管路應以 400gpm（1514L/min）的流量來沖洗、5in. 管路應以 600gpm（2271L/min）的流量來沖洗、6in. 管路應以 750gpm（2839L/min）的流量來沖洗、8in. 管路應以 1000gpm（3785L/min）的流量來沖洗、10in. 管路應以 1500gpm（5678L/min）的流量來沖洗、12in. 管路應以 2000gpm（7570L/min）的流量來沖洗。），不符 NFPA 相關規範（NFPA 13、14、15、24 等）之要求，且已執行之測試紀錄亦無管路沖洗流量相關之記載。

2. PCT 作業之壓力試驗管理作業程序書（LMP-QLD-030）其內容未列符合 NFPA 相關規範對管路壓力測試之要求。

程序書 LMP-QLD-030 內未規定（NI、BOP、YARD 部分）符合 NFPA 相關規範（如 NFPA 13（灑水系統）、14（室內立管裝設）、15（固定灑水系統）及 24（消防主管）等）要求之管路水壓測試方式、測試壓力、持壓時間及接受標準。

3. 核島區（NI）部分消防管路之水壓測試不符 NFPA 14（室內立管裝設）等規範之要求，需重測。

需重測區域包括反應器廠房（含圍阻體廠房、反應器廠房、主設備入口、柴油發電機燃油儲存槽）、控制廠房、開關廠房（含開關廠房、技術支援中心）、輔助燃料廠房（含輔助燃料廠房、第七台柴油機廠房）、廢料隧道及熱修配廠。目前雖已完成控制廠房及熱修配廠房之重測作業，僅熱修配廠房有測試報告可供確認，其測試結果符合 NFPA 測試規範之要求。

4. 管路水壓測試之品質紀錄不完整，欠缺開關場消防管路之水壓測試紀錄。

5. 終期安全分析報告 (FSAR) 9.5.1.5 對消防管路水壓測試之規定未將持壓時間納入，需修訂。
6. 儀表校正範圍不足：1 號機出入管制大樓 (ACB) 及機組行政大樓於 97 年 12 月 18 日執行消防水壓測試，其所使用之水壓測試壓力錶 (0-30 kg/cm²) 之校正範圍 (SGS 校正僅 0-15 kg/cm²) 未達工作壓力 (0-19 kg/cm²) 所需。
7. 龍門配 005-M-083-005 (第一冊分項次 5) 消防水泵房壓力試驗檢驗表，管路試壓作業程序書 (CAE-002-07) 項次 8，壓力錶校正編號填寫錯誤，編號 208011802 應改為 208011803。

(二) 電廠已裝設消防系統現況與 FSAR 及程序書作業規定要求之符合性查證

1. FSAR 14.2.12.1.45b POTP (運轉前測試程序書) 系統驗證之測試項目，未將潔淨滅火系統 (NFPA 2001) 列入。
2. 潔淨滅火系統 (NFPA 2001) 尚未建立測試程序書做相關測試之要求。

上述視察發現相關缺失已開立注意改進事項 AN-LM-100-055，要求台電公司針對發現缺失能全面清查並據以改善。

肆、結論與建議

龍門核能電廠 1 號機目前的施工進度已逐漸進入最後階段，各項設備已陸續完成 PCT，並且 1 號機之前進行的廠房電纜托架及 RMU 整線作業，及大部分纜線檢整後 I/O Retest 及 MMI 測試也已完成。至於系統試運轉測試工作也從 100 年第 2 季末陸續開始恢復作業，主要進行試運轉測試的有配電系統、整線後之系統餘熱移除系統 (E11)、反應器廠房冷卻水系統 (P21)、控制棒驅動系統 (C12) 等。

綜觀本次視察發現缺失，在 2 號機儀控系統設備安裝工程作業現況查證方面，發現部分儀控系統品質作業文件格式、內容填寫不符合

品保作業要求；在廠務管理方面，發現包封圍阻體內的區域管制等級不符程序書規定；在設備維護方面，發現巡視作業之執行與其記錄有未盡落實之情形；在 MMI PCT 現場測試及紀錄查證方面，發現「VDU 動態組件狀態/資料查核表」測試紀錄內有甚多「現場資料」、「VDU 資料」與「Historian 資料」等 3 方紀錄數據不完全符合之現象；在查證初始測試安全掛卡方面，發現部分主控制室電腦螢幕 VDU Tag 情形與紅卡紙本不一致；在查證龍門電廠 1 號機消防系統 PCT 文件審查及程序書作業規定方面，則發現其作業程序書規定之管路沖洗作業，及部分水壓測試不符 NFPA 相關規範之要求等。

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公司人員外，更於視察後會議中提出說明，並與施工處及龍門電廠相關部門人員再進行討論，以確認、澄清所發現之各項問題。針對本次視察所發現缺失及建議事項，本會已分別開立注意改進事項 AN-LM-100-55、56、57、58、60 等 5 件（附件二），正式函送台電公司要求檢討改善，針對各項缺失之改善情形，本會亦將持續定期追蹤，以督促台電公司完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升龍門計畫建廠施工品質之目標。

龍門計畫第四十四次定期視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：張副處長欣

(二)視察人員

本會人員：莊科長長富、李科長綺思、葉元川、李建智、許明童、曹松楠、張國榮、張世傑、王惠民、宋清泉、洪子傑、王迪生、郭獻棠、張經妙

核研所專家：廖俐毅、陳昱中、吳毓秀、張宗淵

二、視察時程

(一)時間：100年9月26日至9月30日

(二)視察前會議：100年9月26日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：100年9月30日（星期五）下午13時30分

三、視察項目

(一)儀控設備安裝作業品質查證

(二)廠務管理(含設備維護作業)

(三)一號機人機介面(MMI)等施工後測試執行狀況查證

(四)一號機初始測試安全掛卡作業品質查證

(五)一號機消防系統施工後測試執行狀況查證

四、注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 龍門電廠一、二號機儀電設備安裝作業現況（含纜線敷設及一號機經驗回饋）
2. 龍門電廠一、二號機廠務管理現況及權責劃分
3. 龍門電廠一、二號機設備移交前後之維護作業流程與權責劃分
4. 龍門電一號機人機介面(MMI)施工後測試執行狀況
5. 龍門電廠初始測試安全掛卡作業、審核程序及人員之資格要求與訓練。
6. 龍門電一號機消防系統施工後測試執行現況。內容應含下列項目：
 - (1) 消防系統 PCT 之品保作業流程及審核程序。
 - (2) 執行消防系統 PCT 之項目、範圍及所引用之法規、規範或標準。
 - (3) 執行消防系統各項 PCT 程序之說明、及測試之接受標準如何訂定。
 - (4) 執行消防系統各項 PCT 使用之測試程序書。
 - (5) 請說明是否建立消防系統 QA/QC 方案來確保測試人員經過合格訓練。

(二)請針對各視察項目指派連絡人，提供視察作業場所及全程協助視察相關事宜。

(三)視察期間請備妥本次視察相關程序書及下列文件資料送至視察辦公室以供視察：

1. 龍門電廠一、二號機儀電設備安裝作業品質文件（含 PCT 與調校、

安裝檢驗、測試等資料)；儀控系統 instrument index 建置文件；一、二號機儀電設備維護保養品質文件。

2. 消防系統各項 PCT 使用之測試程序書籍測試紀錄。
3. 執行消防系統 PCT 及訂定接受標準所引用之法規、規範或標準。
4. 執行消防系統 PCT 人員之合格訓練紀錄。
5. 龍門電廠紅卡工作許可單與掛卡清單及登錄表。

(四)本案承辦人：張經妙 (TEL：2232-2126)

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-055	日期	100年10月04日
廠別	龍門施工處	承辦人	王惠民 2232-2128
<p>注改事項：本會執行第 44 次團隊視察，有關龍門電廠消防 PCT 部分所發現待改善事項，請檢討改正。</p> <p>內 容：</p> <p>本會執行第 44 次團隊視察，針對龍門電廠消防 PCT 部分，發現有以下缺失：</p> <p>一、消防系統管路沖洗作業不符 NFPA 相關規範之要求。</p> <p>1.消防系統管路沖洗所用程序書 <u>BOP 部分</u>（程序書 0F-P16-01：輔助燃料廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-02：一號機廠外管路消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-03：其它廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-04：廢料廠房消防系統沖洗程序、程序書 0F-P16-07：消防泵室管路沖洗程序及程序書 1F-P16-05：1 號機汽機廠房消防系統沖洗程序）及 <u>NI 部分</u>（程序書 0F-P16-01：輔助燃料廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-01：開關箱廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-02：控制廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-03：反應器廠房消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-04：廢料隧道及熱修配廠消防系統沖洗程序、程序書 1F-P16-06：開關廠房密閉式灑水系統沖洗程序）未依管路尺寸規定管路沖洗之流量（4in.管路應以 400gpm（1514L/min）的流量來沖洗、5in.管路應以 600gpm（2271L/min）的流量來沖洗、6in.管路應以 750gpm（2839L/min）的流量來沖洗、8in.管路應以 1000gpm（3785L/min）的流量來沖洗、10in.管路應以 1500gpm（5678L/min）的流量來沖洗、12in.管路應以 2000gpm（7570L/min）的流量來沖洗。），不符 NFPA 相關</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

規範 (NFPA 13、14、15、24 等) 之要求，且已執行之測試紀錄亦無管路沖洗流量相關之記載。

2. 潔淨滅火系統 (NFPA 2001) 尚未建立測試程序書做相關測試之要求。

二、壓力試驗管理作業程序書 (LMP-QLD-030) 內容未列符合 NFPA 相關規範對管路壓力測試之要求。

程序書 LMP-QLD-030 內未規定 (NI、BOP、YARD 部分) 符合 NFPA 相關規範 (如 NFPA 13、14、15 及 24 等) 要求之管路水壓測試方式、測試壓力、持壓時間及接受標準。

三、NI 部分消防管路之水壓測試不符 NFPA 14 等規範之要求，需重測。

需重測區域包括反應器廠房 (含圍阻體廠房、反應器廠房、主設備入口、柴油發電機燃油儲存槽)、控制廠房、開關廠房 (含開關廠房、技術支援中心)、輔助燃料廠房 (含輔助燃料廠房、第七台柴油機廠房)、廢料隧道及熱修配廠。目前雖已完成控制廠房及熱修配廠房之重測作業，僅熱修配廠房有測試報告可供確認，其測試結果符合 NFPA 測試規範之要求。

四、管路水壓測試之品質紀錄不完整，欠缺開關場消防管路之水壓測試紀錄。

五、FSAR 9.5.1.5 對消防管路水壓測試之規定未將持壓時間納入，需修訂。

六、儀表校正範圍不足。

一號機 ACB#1 B3F 出入管制大樓及機組行政大樓，於 97.12.18 日執行消防水壓測試所使用之水壓測試壓力錶 (0-30 kg/cm²) 其校正範圍 (SGS 校正僅 0-15 kg/cm²) 未達工作壓力 (0-19 kg/cm²) 所需。

七、龍門配 005-M-083-005 (第一冊分項次 5) 消防水泵房壓力試驗檢驗表，管路試壓作業程序書 (CAE-002-07) 項次 8，壓力錶校正編號填寫錯誤，

核能電廠注意改進事項(續頁)

208011802 應改為 208011803。

八、FSAR 14.2.12.1.45b POTP 系統驗證之測試項目，未將潔淨滅火系統(NFPA 2001) 列入。

參考文件：

1. 龍門電廠壓力試驗管理作業程序書 (LMP-QLD-030)。
2. 消防系統管路沖洗作業程序書。
3. FSAR 14.2.12.1.45a、b
4. NFPA 13、14、15 及 24。

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-056	日期	100 年 10 月 04 日
廠別	龍門核電廠	承辦人	王迪生 2232-2123

注改事項：第 44 次定期視察人機介面(MMI)施工後測試執行狀況查證發現。

內 容：

一、 已完成之人機介面(MMI)施工後測試紀錄審查缺失：

1. 部分測試紀錄內容有誤植、修正日期、更改數據或更改簽名之部分，TD 均直接塗改，未註明更正理由及蓋章存證。
2. 部分已完成之測試紀錄有欄位仍留空白。測試步驟如有不須執行的步驟，須於簽名欄位或記錄欄註記「N/A」或「不適用」並簽署或提 PCN 修改程序書，不應留空白而不處理。
3. 「VDU 動態組件狀態/資料查核表」測試紀錄內有甚多「現場資料」、「VDU 資料」與「Historian 資料」等 3 方紀錄之數據不完全符合之現象，請澄清其接受標準為何。並清查比對所有 MMI 測試紀錄是否有相同情形。

二、 進行中人機介面(MMI)施工後測試現場查證缺失：

1. 目前 TD 所受之訓練尚符合 SAM-04 人員資格之要求，然新接任之 TD 未接受完整之主控制室 VDU 操作訓練，考量 TD 實作訓練之品質與完整性，建議對沒上過 RO 班的 TD 增設短期模擬器操作訓練，統一教導主控制室人機介面特色及 VDU 操作之共通部分，並納入 SAM-04 之 TD 訓練及資格要求。而個別負責之系統則請各組經理、主任或課長督導，以確保 TD 對負責系統之熟悉度。
2. 執行測試作業時，應要求測試人員不要將攜帶物品（如程序書、鍵盤等）散置於控制盤面上，因 VDU 雖有保護蓋，但硬開關可能會誤觸而導致設備不當動作。
3. 審查執行版程序書 1C81 (PCT-125-008.04)，目前已執行到步驟 7.2，惟仍發現步驟 6.0「預警/注意事項」尚未執行，簽名欄等均為空白。

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-057	日期	100 年 10 月 20 日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	許明童 2232-2141
<p>注改事項：龍門計畫第 44 次定期視察建議改善事項一一、二號機儀控系統設備安裝工程作業現況查證。</p> <p>內 容：</p> <p>一、儀控系統之 Instrument Index 建置作業查證</p> <p>(一) 儀控系統之 Instrument Index 建置分成核島區 (NI) 及非核島區 (BOP) 兩部分，NI 部分仍由奇異公司建置維護中，BOP 部分則由台電核技處負責建置，目前已完成 56 個系統，仍有 11 個系統尚待建立，請於一號機燃料裝填前完成相關建置作業；另有關奇異公司建置維護部分因涉及日後資料維護及使用，請 貴公司應妥為規劃適當移交人力，以確保全廠 Instrument Index 之完整性。</p> <p>(二) 查閱 BOP Instrument List & Data Sheets 各系統彙整資料，部分儀器有登錄於清單中，但無 Data Sheets 資料 (如 Tag No. 1P27-FI5022A 及 1T42-PDS-5314 等項目)，為確保文件之完整性，應儘速補齊；另，查閱 BOP Instrument List & Data Sheets 各系統彙整資料，其建檔為 99.11.06，迄今無論新購置之儀器或變更設計部分均未彙整登錄，請定期更新相關資料，以確保 Instrument List & Data Sheets 完整性及正確性。</p> <p>二、品質作業文件查證</p> <p>(一) 查閱鉍原公司執行儀控電纜導通絕緣測試紀錄表，發現其測試數據與結果欄均以電腦打字「合格」，而未填入實測值，且無登錄測試日期，恐有事先打好測試紀錄或測試不實之虞，為確保品質文件正確性，應確實登錄測試日期及測試結果。</p> <p>(二) 抽查 161kV 加壓 DCIS 執行 I/O 測試紀錄文件，目前執行 Invensys 系統 I/O 測試分別由鉍原公司及台電公司自辦，查閱台電公司自辦品質文件中，發現台電公司並無該公司之執行相關檢驗表，而係逕用 AREA 詹記公司紀錄表，且於詹記公司紀錄表測試人員簽署欄位簽署者為台電公司員工，施工處執行所謂自辦工程，仍應建立相關程序書及紀錄表，而非直接逕自採用</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

承包商表格，不符合品保作業要求，應改善。

(三) 前項台電公司自辦工程採用詹記公司紀錄表之「空白表格」，而由測試者逕予填入表格內容之項次、測試項目 (I/O 編號)、設備編號、設定值 (接受標準) 等內容；且該紀錄表上之執行版戳章係為影印；以及該表格具名公司，亦早已改名為鉸原公司。前述不符品保作業要求之缺失，應於檢討 PCT 程序書時，一併檢討改善。

三、品質作業文件查證

(一) 二號機儀控系統部分設備移至一號機使用或進行相關測試，施工處以開立 NCR 方式管控相關設備，惟至控制廠房及反應器廠房發現儀控機櫃內部分設備拆除移至一號機使用，但現場設備卻未依規定掛卡管控，應改善。

(二) DRS 盤面已安裝至現場，因現場安裝環境不佳，施工處為避免卡片受損，將盤內卡片拆除移至倉庫存放，但卡片移出或裝回作業 (除拍照留檔外) 並無相關管控機制；為確保卡片回裝正確性，及確實管控卡片之儲存，應建立並落實執行相關管控機制。

(三) 反應器廠房位於 EL.4800mm 之安全儀控盤面已安裝於現場，由於施工期間仍相當長，為避免儀控系統盤面因不良環境受損，應改善現場環境，以符合運轉或安裝期間需符合之環境要求。

(四) 開關設備廠房 (SGB 廠房) 為確保儀、電設備運轉或安裝期間之環境，現場有部分裝設臨時空調 (如 CVCF 設備)，但其排氣盤及風扇卻未裝置於室外或適當之位置，而直接將熱氣排至鄰近之其他設備室，恐影響該設備室之設備，應改善；另，此種未全面性妥適評估之鋸箭改善作業方式，將不利核四建廠之品質，請妥為規劃整體性之臨時空調，以降低對設備之衝擊。

(五) 二號機控制室 (499 室) 2H11-PL-1700/A 設備之機櫃把手已拆除，以及反應器廠房 EL.4800mm DRS DIV3 (2H23-PL-0301C~0305C) 缺把手等紀錄，且損壞之設備亦未開立 NCR 或其他之管控機制，應改善。另 2H23-PL-0301C~0305C 設備之水泥安裝基座遭撞裂一大塊，請改善。

(六) 查閱反應器廠房 EL.4800 安全級 2R11-MSGW-0000C4 中壓電氣盤面之維護保養紀錄表，其設備維護保養工作指引要求須執行清潔及加熱 (量電壓、電流) 2 項作業，但發現每月之設備維護保養表僅登錄執行其中一項清潔作

核能電廠注意改進事項(續頁)

業，與工作指引不符，且其他安全級電氣盤據了解亦未依規定將 Heater 通電加熱，請改善。前述有關維護作業缺失，均顯示核四工程相關之維護保養作業未依規定落實執行。

(七)二號機反應器廠房 EL.4800 發現一些鉸原公司製造安全級電纜架，由於該批設備未完全符合核能品保作業要求，本會要求不得使用於安全級之電纜架，惟現場仍發現打上 S 級電纜架置放於現場，應依規定掛卡 (NCR) 隔離，以避免誤用。

四、其他

(一)二號機控制廠房 491、499 及 591 室，現場裝置臨時空調，以維持現場安裝環境，該部分雖較一號機安裝期間佳，惟於 491 及 591 室現場進行電纜 (含光纜) 之敷設作業，發現現場預留之電纜似過長許多，恐有造成作業空間不足等缺失之虞，建議施工處確實督促承包商執行敷設路徑之履勘及妥適評估纜線預留之長度，除可降低電纜線之浪費外，亦可提供敷設路徑正確與否之警訊，以降低電纜敷設錯誤之路徑。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-058	日期	100 年 10 月 07 日
廠別	龍門電廠	承辦人	張經妙 2232-2126
<p>注改事項：龍門計畫第 44 次定期視察建議改善事項-1 號機初始測試安全掛卡作業查證相關缺失，請 貴公司檢討改善。</p> <p>內 容：</p> <p>龍門計畫第 44 次視察有關 1 號機初始測試安全掛卡作業查證項目，相關查證缺失如下：</p> <p>一、紅卡掛卡查證</p> <p>1. 抽查主控制室電腦螢幕 VDU 電腦掛卡時，發現主控制室 VDU 掛卡仍有少數未能與紅卡紙本相符，例如：P21-MBV-0006C1、T41-AHU-0902C 及 P21-MBV-00093B 等，此現象顯示主控制室 VDU 掛卡流程存有缺失。請 貴廠全面清查主控制室 VDU 掛卡 (Tag) 與紅卡紙本之一致性，並定期檢視及稽查 VDU 掛卡符合性，以確保主控制室值班人員能確實掌控機組設備狀態。</p> <p>2. 於現場查證 E22-MBV-0004C 號閥發現其上有 4 張紅卡，但與檢控組掛卡系統相比較，卻發現電腦掛卡系統只有 3 張紅卡開立之紀錄，經查肇因為其檢修工作聯絡書已開立，但紅卡電腦管制系統未及時輸入所致，顯示電廠掛卡管制流程存有缺失，另外， 貴廠檢控組人力是否足夠？請一併檢討改進。</p> <p>二、粉紅卡掛卡查證</p> <p>1. 抽查 N22 (冷凝水系統) 粉紅卡開立狀態 (臨時修改標籤清單) 時，發現 N22 系統之掛卡清單註記電力開關箱接點 1R11-MSWG-0000A1-9A-203 初始狀態應為拆除，粉紅卡狀態則為未拆除，但現場查證卻發現其接點 203 為拆除狀態，請 貴廠相關單位澄清說明其肇因為何，並檢討改進。</p> <p>2. N22 系統掛卡清單上列有 C61 (遙控停機盤) 系統之三份粉紅卡項目，因 N22 系統與 C61 系統明顯無關，但經詢問開立清單人員並無法確認此三份粉紅卡來源為何，因此請 貴廠澄清說明此三份粉紅卡來源及其作業現況。</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

三、藍卡掛卡作業查證

1. 查閱藍卡申請工作聯絡書與掛卡清單紀錄，其工作聯絡書上未註記紅卡開立之編號，事後實難查證其紅卡之掛卡情形，建議 貴廠於藍卡工作聯絡書上註記紅卡開立之編號以方便核對。
2. 查閱藍卡申請工作聯絡書紀錄時，發現部份藍卡申請工作聯絡書已開立超過 2 年，建議 貴廠應適時檢視藍卡結案情形。

四、掛卡作業品保作業查證

1. 貴廠品質組多次發現現場紅卡掛卡狀態與電腦管制資料不符，經查證雖然均屬測試主持人因測試需求而暫時銷卡所致，但經查證 貴廠並無暫時銷卡之相關規定，請針對暫時銷卡之作為，訂定相關規定及管制機制，並評估紅卡暫時銷卡之作為是否存有工作人員誤操作之風險。
2. 經查 貴公司核安處至今尚未執行針對電廠掛卡作業相關品保巡查，建議應及早進行，若發現重大且共通性缺失，亦應有更強勢之管制作為，以符合品保機制。另外， 貴廠現有藍卡、綠卡及粉紅卡作業均應於燃料裝填前全面結案，以利機組後續運轉管制。

參考文件：

1. 龍門核能電廠起動管理手冊 SAM-12。
2. 龍門核能電廠工作指引文件－建廠測試階段設備管控作業（編號 OP-03）

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-060	日期	100 年 10 月 11 日
廠別	龍門電廠	承辦人	曹松楠 2232-2146

注改事項：龍門電廠廠務管理(含設備維護)作業查證

內 容：

一、廠務管理：

1. 依龍門施工處作業程序書 LMP-SED-013 第一、二號機廠房區廠務管理作業程序書之規定，區域管制級別應視區域清潔程度要求訂定並隨工程進度情況調整，顯示區域清潔管制等級必須隨工程進展與設備保護環境需要適時調整。且第 6.1.7 節並規定包括乾井、溼井、抑壓池、乾燥器及汽水分離器儲存槽在內之包封容器圍阻體內部區域，在 Shield Wall 結構體完成後，進入第二級管制。是以依前述規定，目前一號機下乾井在已安裝微調控制棒驅動組件 (FMCRD) 及儀控等精密設備之情形下，其進入第二級管制區域應無疑慮且必要。然實際上，除一號機下乾井有戴鞋套之部分區域實施第二級管制要求外，其他區域並未依第二級管制之要求進行管制或調整區域管制之等級。請加以改正，依程序書之規定調整提升有關廠房區域之清潔管制等級，以保護精密、重要之設備。
2. 在廠務分工及權責劃分方面，僅在動火管制方面有較為明確之分工及權責劃分，其餘部分如清潔與工安查核，以及對危險/易燃物進出廠房與儲置等方面則仍待改善。例如：部分廠區房間之門禁及鎖匙雖已交電廠管理，但電廠卻以廠區尚未移交，而未負起辦理相關廠務管理作業之權責，加以施工處與電廠有關部門僅能獲悉各自辦理執行之施工/檢修等之作業、負責門禁鎖匙管理之部門亦僅確認廠區房間門鎖是否上鎖，以及施工處工安、廠務管理部門已無法主動或隨時進入前述廠區房間巡視查核等之影響，對於門禁及鎖匙已交電廠管理之廠區房間，工地工安及廠務管理部門(施工處及電廠)顯然已喪失事前或作業中查核之預防功能，或僅有事後確認與受通知才派員進行現場清潔，甚或失去管理之可能。除請電廠建立門禁鎖匙歸還前之查核機制，以確保廠房區域門禁及該區域之廠務/清潔恢復均獲得確保

核能電廠注意改進事項(續頁)

(認)外，亦請施工處與電廠協調建立統一之廠務管制機制並指定單一之負責部門，以明確作業程序、要求與事權。

- 3.二號機反應器廠房 EL.-8200 樓層西北側樓梯口走廊及編號 126 之 HCU 設備室東北側門地板有接地裸銅線橫跨地面；編號 132 之 RHR 泵 C 室則有接地裸銅線在天花板與地板間旋繞且纏繞在 E11 系統主要管路上，除位置不正確外，安裝後亦未加以固定。以上請澄清相關施工規範要求及檢驗作業是否已完成。
- 4.編號 126 之 HCU 設備室夾層隔柵板下方鋼柱端部雖已安裝防撞防護設施，但顯然並不够牢靠且已有歪斜情形。若其為正式防護設施，請澄清相關施工規範要求與是否完成檢驗作業；若僅為臨時防護設施，則亦請加強固定以避免脫落。
- 5.以編號 126 之 HCU 設備室為例，現場覆蓋設備之防塵套或許因為檢查或測試作業而被掀開，但相關作業結束後防塵套並未復原至可完全覆蓋設備；此外防塵套破損情形亦有日益嚴重情形，請加強改善並適時更新，以免造成應防塵設備仍暴露於灰塵汙染的環境中，失去覆蓋防塵套保護之功能。
- 6.編號 129 之 Div III 儀器架室內之西南角牆面混凝土已有膨脹破裂現象，請現場查證該混凝土牆面膨脹開裂之肇因與對結構之影響為何。
- 7.編號 132 之 RHR 泵 C 室之 2P21-M8610 管線為進行管路沖洗時，為 Bypass 泵而將該管線彎折。除請改善外，亦請檢討任意將已施工檢驗完成設備進行非正式加工之錯誤行為。
- 8.另於現場巡視時發現，在已無安裝作業進行之區域，仍可見包括電氣管、系統主要管節、支撐架材料(方管、I 型鋼樑)、木架、儀器表、防塵套、軟管及水管等零亂散落各處之情形，請加強現場整理與整頓作業之檢(巡)查，並落實對承包商廠務管理之要求。

二、設備維護

- 1.對於已移交，但未完成試運轉置入 MMCS 系統之設備，其維護作業係依據 ME-07,MS-05,IC-05,EE-04,CP-05 等之設備維護指引辦理。然上述指引與 LMP-QLD-022 程序書比較，除有維護內容未事前經品質部門審查以確保符合廠商技術文件及法規要求外，其於作業查核方面，品質部門亦僅於事

核能電廠注意改進事項(續頁)

後以文件審閱之方式為之，並未執行現地之查核。考量作業執行人力與熟悉度等之差異(廠商人員及電廠自有人員)，除請增加品質人員參與程度以確保作業內容正確及執行品質外，亦請縮短置入 MMCS 之時間。另針對置入 MMCS 但未納入 PM 之設備，雖然電廠經辦組有採取自我檢查之方式進行巡視檢查，但並無明文之作業執行依據文件，為避免疏漏並確保維護保養作業內容之完整性，以及再發生類似地下電纜管溝內電纜缺少巡視保養之案例，除請電廠參照 LMP-QLD-022 與施工處承包商所作保養項目，檢討龍門電廠現階段維護保養作業項目，並請針對固定設備訂定適當之巡視檢查維護作業規定，以建立對相關設備之維護規定要求。

2. 依 LMP-QLD-022 設備安裝期間維護保養管制作業程序書對於設備維護權責轉移時點之定義，對於尚未移交但已長期置入使用之設備顯然仍須於施工處之監督下，依 LMP-QLD-022(第 6.2.8 節)執行相關之定期拆檢、保養與消耗性零件更新(換)等之作業。然由查核/訪談施工處及電廠品質組及部分經辦組(如輔機組)人員，以及欠缺相關作業紀錄等之情形顯示，尚未移交但已長期置入使用之設備，均係在施工處品質組與原設備施工經辦組不知情下，由電廠自行依其維護程序書執行維護作業。此情形除不符前述程序書要求，以及施工處與電廠作業權責外，亦有與原施工/設備廠商之權責問題，請加以改正與澄清。
3. 依了解目前已有不論是否完工或移交，一號機設備之維護工作均將交由電廠執行之構想，此雖有事權統一及責任明確之效果，惟除請注意電廠人力之問題，並檢討修訂相關作業制度與要求，以確保維護作業內容與品質之一致性，以及相關品質紀錄之正確性與完整外，亦請注意相關廠家之權責。另鑑於此一情形有涉及有整體制度與權責變更之狀況，請於定案實施前向本會提出相關作業執行規劃之說明。
4. 現場發現 P21 系統管路上卻掛著空調箱之設備維護保養紀錄，並有部分其他設備僅有承包商保養/檢查記錄表，但無施工處保養/檢查見證表之情形，除請針對個案加以改正外，並請加強現場之查核以減少維護紀錄錯置或遺失之情形。
5. 以絕緣電阻值為例，部分設備需量測該絕緣電阻值，但維護保養紀錄無量

核能電廠注意改進事項(續頁)

測值，請針對維護作業需量化以確認設備品質者，加強量測並記錄之實質維護管理(含龍門電廠之維護保養作業)。

- 6.查證 2E11-HX-0001C-001B 熱交換器維護保養作業，其中維護指引之填充氮封規定氮氣壓力為 1~8Psi，但實際作業情形除承包商無量測紀錄外，施工處之見證檢查表紀錄則記錄“0”，若因設備與系統管路連接致無法維持氮封壓力，則請檢討修正相關維護指引要求。
- 7.查閱施工處輔機組冷修配廠系統(CMS)等設備於倉儲階段之維護保養作業，發現保養檢查紀錄在環境(周圍)溫度不合理之情形，例如：不同設備儲存區域，在同一日所做室外、室內環境(周圍)溫度檢查紀錄結果已有 2 度(°C)之差異，但每月(3~6 月)之室外或室內環境溫度卻均維持與前一月份相同之溫度之結果，由於類似情形普遍存在於檢查保養紀錄文件中，請通案加以檢討改正。

參考文件：



照片一 視察前會議



照片二 地面接地裸銅線未使用線夾整齊固定



照片三 接地裸銅線不當纏繞



照片四 現場設備未完全被防塵套覆蓋



照片五 混凝土牆面損壞情形



照片六 軟管及水管未固定，且電線裸露處未以絕緣膠帶包覆



照片七 視察後會議