

# 龍門核能電廠第三十九次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 99 年 8 月 12 日

# 摘要

本次定期視察自 99 年 6 月 21 日至 25 日於龍門核能電廠工地進行，於設備與組件安裝作業查證部分，發現 FMCRD 有關之組件安裝與驗證作業之執行程序、記錄、運轉前檢查/檢測 (PSI/PST)、再校正期限、安裝人員資格及對核能監查人員 (ANI) 檢驗之配合作業等有一些發現必須澄清與一些缺失必須改善；另對有關光纖纜線安裝與測試作業，亦有一些發現尚待澄清或改善；於系統移交及試運轉測試現況查證部分，發現龍門核電廠有部分測試結果並不完全符合接受標準，但測試主持人卻判定可接受，且對於未結案之現場問題報告 (FPR) 及未移交設備是否會影響試運轉測試結果並未有適當之評估，對為完成試運轉測試而採用臨時修改因應措施之管控機制並未完備、部分儀器校正標示不符現況實務、維護保養/檢查記錄作業未落實、移交成套文件有相關缺失，以及一些廠務管理方面等之缺失；於主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜之不同串別隔離性查證部分，發現一號機主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜不同串別隔離性不合法規規定、纜線佈設混亂、電纜敷設有關於檢驗紀錄與現場實際狀況不符，以及相關之監工驗收等品質把關機制未發生應有之功效等缺失；於反應器保護系統安裝、調校與測試現況查證部

分，則發現強震儀訊號導線管接線盒未加蓋與 RPS 系統有關之電纜及光纜敷設、安裝、檢驗等作業方面之瑕疵。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，其中一號機 FMCRD 安裝及儀控特殊接頭製作未落實人員訓練與銓定作業及承諾；一號機 FMCRD 安裝檢驗作業未依相關規定完整記錄原始檢驗結果，且未建立原始檢驗紀錄及轉登錄之作業要求與管制機制；與一號機 FMCRD 業主安裝檢驗文件未提送核能監查人員(ANI)選訂檢驗點，且相關之 ANI 檢驗點亦有被略過情形等三項缺失，皆因有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之情形，本會已先分別開立三項違規。至於一號機主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜不同串別隔離性不合法規規定與纜線佈設混亂等有關缺失，本會除召開相關會議要求台電公司應儘速檢討改善外，另針對該項有關之缺失，本會將處予三級違規及罰鍰，要求台電公司改善。其餘之前述視察發現，本會亦以四件注意改進事項，正式函送台電公司要求澄清及改善。

# 目 錄

摘 要.....	i
壹、前言.....	1
貳、視察結果.....	3
參、結論與建議.....	27
肆、視察照片.....	34
附件一 龍門計畫第三十九次定期視察計畫.....	35
附件二 第三十九次定期視察項目分工表.....	37
附件三 核能電廠違規事項.....	38
附件四 核能工程注意改進事項.....	44

## 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。台電公司乃根據「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」，並經本會核備後，做為龍門核能電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。而為確保龍門核電廠興建品質，保障日後之運轉安全，本會乃依據「核子反應器設施管制法」第十四條規定，派員執行工地駐廠視察、每三個月一次之團隊定期視察及不定期視察等作業。

本次定期視察共分 4 個小組分項執行相關之作業查證，其中設備與組件安裝及施工後測試 (PCT) 查證之視察部分，主要係針對一號機微調控制棒驅動系統 (FMCRD) 之安裝及檢驗作業、一號機安裝後測試 (PCT) 執行作業，與電纜施工之整體作業等視察項目進行視察；系統移交 (turn-over) 及試運轉測試 (pre-operational test) 現況查證之視察部分，則主要係針對龍門施工處將已施工完成系統轉給龍門核電廠之移交作業與相關試運轉測試作業之執行情形進行視察，其中並特別對本會開出之未結案注意改進事項及備忘錄執行狀況進行整體查證；而儀電施工作業方面，則特別就主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜之不同串別 (division) 隔離性 (separation) 作一整體性之

查證；並特別選取反應器保護系統（RPS）之安裝、調校與測試現況，對其整體裝機作業作一深入之查證。

在龍門核能電廠一號機設備安裝施工部分，由於一號機系統設備多已陸續完成安裝，而不久前一號機 FMCRD 剛完成相關之安裝工作，因其係屬目前一號機較重大之機械設備安裝工作，故選其作為設備與組件安裝及施工後測試查證之重點項目。

由於台電公司內部分工作業之規劃，龍門核能電廠由原本於興建作業所扮演之支援角色，已逐漸取代龍門施工處原先所扮演之主導角色而陸續在執行相關之測試作業，且隨著設備之施工後測試陸續完成，龍門施工處已開始將一些系統及其品質文件等移交龍門核能電廠，而電廠並已逐漸在進行以系統為主之試運轉測試階段。為督促台電公司落實相關設備及系統測試作業之執行，本次定期視察即將「龍門計畫系統移交（turn-over）及試運轉測試現況」列為本次定期視察之查證項目。

龍門核能電廠一號機之施工工程，現階段係以電氣及儀控系統裝機作業為主，各系統電纜線剛敷設及測試完成，並已陸續進行系統移交及試運轉測試。由於電纜線之敷設係為電氣與儀控安裝工程的基礎工程，其攸關日後電廠運轉之可靠度，為確保電纜線敷設品質，遂配合本次定期視察時程而針對目前進行之電纜敷設作業現況進行視察，並特別針對一號機主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜之不同串別（division）隔離性（separation）作一整體性之查證；反應器保護系統（RPS）則因攸關反應器之急停控制及執行功能，其重要性不言可喻，故亦特

別就儀控有關係統中選取反應器保護系統之安裝、調校與測試現況，對其整體裝機作業來作一深入之查證。

本次視察作業由本會核能管制處徐副處長明德擔任領隊，率領由本會核能管制處（16人）與核研所核四建廠安全管制支援小組（4人）等共同組成視察團隊，自99年6月21日至25日於龍門核能電廠工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第三十九次定期視察計畫及視察項目分工表(參附件一及二)。

## 貳、視察結果

### 一、FMCRD 安裝作業

FMCRD 目前已完成控制棒導引套管(Control Rod Guide Tube, CRGT)、控制棒(Control Rod)、燃料墊塊(Orificed fuel support)、上部組件(Upper Component)及 192 只之下部組件(Lower Component 或 Spool Piece)之安裝作業。本次視察原規劃針對 FMCRD 機械組件部分之安裝作業進行了解，惟因發生#177 Lower Component(Spool Piece)法蘭 M8 螺絲(Mounting Bolt)”無法鎖至正確位置且亦無法退出(卡死)”，暫停後續安裝作業之影響，致視察作業僅能針對已完成安裝部分之檢驗文件進行查核，而未能就實際安裝與檢驗作業執行之情形進行了解。另在視察過程中，除曾赴現場了解#177 FMCRD Lower Component(Spool

Piece)螺栓”卡死”之狀況與處理情形外，亦針對有關安裝與儀控接頭製作人員之訓練及資格銓定情形進行查證及了解。以下摘述視察之發現：

- (一) 控制棒及燃料墊塊分別各有 2 種與 11 種不同的型式，在安裝時必須依據圖面(程序書)所指定之位置及型式進行安裝。分別抽查控制棒及燃料墊塊之安裝檢驗紀錄(龍門源 004-G-005-CR-1-016/龍門源 004-G-005-OFS-1-158)，並與圖面相同位置所指定之型式進行比對，結果均符合。
- (二) 依品保小組提供之巡查紀錄顯示，FMCRD 自 5 月 13 日開始安裝作業後，品保小組曾持續對相關安裝作業進行密集之巡查，惟自 5 月 24 日後品保小組即未再進行巡查，由於 FMCRD 為現階段進行安裝設備中較重要者，為避免有巡查頻次落差過大之結果，品保小組仍應維持一定之巡查頻次。
- (三) 查閱中鼎公司之檢驗文件，發現其檢驗結果均為電腦打字印出，並非手寫之紀錄，因此請中鼎公司提供檢驗結果紀錄之原始手寫資料(Raw Data)，結果除發現部分未見於 Raw Data 之檢驗紀錄，卻可見於電腦報表之紀錄(如控制棒之 A 值【A Value】)，以及相關 Raw Data 均無相關檢驗記錄人員之署(簽)名外，部分亦有未註明日期及以鉛筆記錄等之情形。而於訪



談中鼎公司品保經理後，又再發現對於作業過程中產生之 Raw Data，中鼎公司並未建立管制規定及作業要求。由於 Raw Data 不僅是品質紀錄，更為作業紀錄之根源，因此如中鼎公司仍要採用現行電腦報表紀錄之作業方式，則施工處應要求中鼎公司對 Raw Data 及檢驗記錄轉登(錄)作業建立作業程序及管制規定要求。另施工處之 FMCRD 上部/下部組件 Mounting Bolt 之扭力會驗紀錄，除有無法提出其 Raw Data 資料之問題外，其所使用之文件表格亦有非屬有關程序書之情形，是以除請施工處針對文件上之缺失情形進行改善外，台電公司有關部門亦應調查並確認 A Value 及 Mounting Bolt 扭力會驗紀錄數據之來源及有效性。

(四) FMCRD 下部組件之 Mounting Bolt 係利用 UVSE 進行固鎖，其固鎖扭力依程序書之規定為 440~510 N-m，因 UVSE 並無確認螺栓之固鎖扭力，且亦無法以扭力扳手對鎖固後之螺栓進行查驗，故施工處採取以扭力扳手對 UVSE 之固鎖力進行驗證之方式，對 Mounting Bolt 之固鎖扭力僅能間接性獲得。

經了解驗證作業及查核有關文件有以下發現：

1. 本項驗證作業性質上應屬於設備之校驗，然查閱有關程序書 (2902-71P-2027) 除未見有相關校驗之執执行程序外，亦未留存

任何之校驗紀錄，此應不符合品保作業之要求。

2. 由於本項驗證作業並非對 Mounting Bolt 之固鎖扭力進行直接之量測，所以 Mounting Bolt 之實際扭力值與驗證作業所測得之扭力值出現差異應屬可能，此外由於 UVSE 並無法監控作為鎖固動力之壓縮空氣壓力，而 UVSE 之輸出扭力應會受壓縮空氣壓力變化之影響，亦更增添其不確定性。所以目前僅於每日開工時進行一次校驗，未於作業進行過程中與收工時執行再確認校驗，以及仍以 440~510Nm 作為校驗目標值，而未預留餘裕等之作法是否適當，台電公司應再加以檢討。

3. 比對 6 月 13 與 17 日之 Mounting Bolt 扭力值檢驗資料，發現其最小之扭力值分別為 450/460Nm，此與本會人員於此兩日在現場發現之最小扭力值 440Nm 不符，此顯示相關檢驗紀錄與實際作業結果有出入。此一情形，除須確實調查與確認 Mounting Bolt 數據之來源及其正確性外，亦應查核有類似安裝作業方式之上部組件 Middle Flange Bolt 之相關檢驗紀錄之來源及其正確性。

(五) 針對#177 FMCRD 之 Mounting Bolt 於鎖固過程中發生”咬死”之狀況，汽源組已於 6 月 19 日開立 NCR 案(NSS-NCR-3137) 並請奇異公司提供處理方案，然根據汽源組提供之 NCR 文

件，以及再查證施工處網頁之 NCR 存檔資料，發現雖然奇異公司至今尚未回復處理方案，但汽源組及品質組卻已完成 NCR 處理方式之審查；此外現場除未依規定進行掛卡外，更已在進行螺栓退出之處理作業。上述情形顯然均不符合 NCR 處理程序書(LM-QLD-001)之相關程序要求，特別是未於完成處理方案之前即進行修理作業，台電公司應加以改進。

(六) 為確保 FMCRD 安裝環境之清潔，下乾井區域曾進行多次之清潔，是以目前下乾井區域之清潔程度雖仍有相當之改善空間，但較以往已有進步。此外在 FMCRD 開始安裝後，進入下乾井區域前，須使用鞋套以防止帶入塵土，減少 FMCRD 相關組件遭污染之可能，以保護設備；另根據了解螺牙不潔淨亦為#177 FMCRD Mounting Bolt 發生卡死情形之可能原因之一，故確保 FMCRD 安裝環境之清潔，應有其必要性。然於現場了解#177 FMCRD Mounting Bolt 之現況時，發現儀控組依汽源組之通知，趁 FMCRD 安裝作業暫停之空檔，於下乾井區域內以氧乙炔進行支架移除及以 SMAW 銲接方法進行儀控儀表之安裝銲接工作。由於所使用之施工方法將會產生大量之煙塵，污染 FMCRD 與下乾井內之設備，且已安裝之 FMCRD 組件並未進行任何防塵保護，而儀控組之作業人員亦僅進行防火

保護措施，並未設置任何阻隔或排除煙塵之措施。雖然在提醒煙塵有污染設備損及 FMCRD 與安裝品質之可能情形後，支架移除與儀表安裝銲接作業並未執行，然相關情形顯示，對於在 FMCRD 安裝期間，必須同時在下乾井區域進行之施工作業，如現場確有施工需要，施工處應建立管制及防塵保護要求。

(七) 為避免類似 RIP 刮傷之事件重演，並確保 FMCRD 安裝作業與相關儀控特殊接頭之製作品質，本會曾以 AN-LM-98-001 注意改進事項，要求台電公司應對相關作業執行人員進行能力驗證。針對此一要求，台電公司答覆將對特殊接頭之製作人員進行銓定，以及說明已經將曾經參加過日本廠家訓練之人員建檔，組成施工團隊，且只有這些人員才可執行 FMCRD 之安裝作業。然查閱儀控特殊接頭製作人員之銓定紀錄文件，以及 FMCRD 施工團隊之訓練文件後，發現施工處不僅未訂定銓定之程序與標準，明確規範測試之項目、內容與合格標準等外，亦未留下任何記錄銓定結果之文件；至於 FMCRD 之安裝人員部分，除未如注改之答覆所述，已完成整個 FMCRD 施工團隊訓練資料之建檔作業外，更發現有未經日本廠商技術顧問 (TA) 訓練，卻參與執行 FMCRD 安裝作業之人員。上述情

形除顯示施工處並未依承諾辦理，以及相關作業有未符合品保作業要求之情形外，核安處方面亦有未能落實注改答覆審查及改善結果查證之缺失。

(八)查核 FMCRD 安裝作業所使用量具之校驗紀錄，結果有以下之發現：

1. 依據控制棒與燃料墊塊之安裝程序書(2902-71P-2077, rev. 1) 附件 6/6 所述，控制棒之 A Value 應使用分釐規(micrometer gauge) 進行量測，惟根據施工處所提供之量具校驗報告，以及向有關作業人員確認後發現，控制棒之 A Value 實際上是使用一長度約 4774mm 之鋁管與鋼尺進行量測，且量測之方式與步驟亦與程序書之說明不符。
2. 實際量測 A Value 之鋁管之校正報告顯示，其上次校正之日期為 2009 年 2 月 13 日，雖然校驗報告並未指明再校正之時間，但因其已超過通常應重新校正之一年期限，應再重新校正方為合理。台電公司應針對此一情形進行改正，或補充說明可使用此一逾期未校正量具之依據。
3. FMCRD 相關組件之安裝其應屬 ASME 之作業，依規定應由具 NA 資格之中鼎公司負責，然由現場安裝作業，主要均由施工處人員負責 UVSE 之操作，中鼎公司人員僅為受施工處人員指揮

之作業配合人員，以及同時有使用中鼎公司與台電公司量具等之情形顯示，FMCRD 相關組件之安裝作業，應已非由中鼎公司負責，是以現況除有不符 ASME 規定之情形外，更有檢驗獨立性與品保權責及界面不明之問題(如 NCR-3137)，台電公司應針對相關缺失情形加以檢討，並訂定適當改正補強措施。

(九) 台電公司之 ANI(TPC ANI)為依核管法執行確認核四廠相關建廠作業法規符合性之人員，台電公司亦有配合以利其執行相關監查作業之責任，而鑑於以往曾一再發生 TPC ANI 所選訂之檢驗點被越過(Bypass)，甚至不將檢驗文件送其進行檢驗點選點等之情事，龍門施工處已依要求修訂「LMP-QLD-056 核能四廠建造期間執行核能監查作業程序書」將原僅於廠商工作傳票選訂檢驗點之規定，修改為同時於廠商工作傳票及台電公司檢驗表選訂檢驗點之作業要求。故於相關施工作業開始進行前，廠商之工作傳票及台電公司之檢驗表，均應先準備完成並送 TPC ANI 完成檢驗點之選訂作業。此一作業程序之修訂早已於 98 年 2 月間完成，且依 TPC ANI 之週報顯示此一作業程序及要求，亦於程序書改版後立即開始執行。惟查核 FMCRD 之廠商(即中鼎公司 CTCI)工作傳票除發現 CTCI ANI 原先選訂之檢驗點有大量被變更之現象外，TPC ANI 亦有

類似變更，甚至被越過之情形。針對此一現象於查核台電公司檢驗表發現並無 TPC ANI 選訂之檢驗點，以及訪談 TPC ANI 後，確認截至目前為止，所有台電公司之 FMCRD 檢驗表，均未曾提送 TPC ANI 進行檢驗點之選訂。此一不提送檢驗表之作為，除已不符程序書之規定，並有違反監查作業，業主有配合執行義務要求之可能外，由其一再發生之情事，亦顯示現行作業機制及執行程序有再檢討改善之空間。台電公司應針對龍門施工處有關檢驗表於尚未經 TPC ANI 選訂檢驗點，卻能開始執行施工作業之缺失加以檢討改正。

(十) 巡查#1 號機核反應器設備及其在安裝中的 FMCRD 等組件，其廠務清潔情形顯然仍難符合 GE-26A5271 文件規格。因而，向汽源組查詢安裝前置條件及爐內組件數據，是否經過 NSSS 廠家之認可，其答覆為「安裝 FMCRD 之前置條件有經過 GE 認可」。與本項目有關之核管處備忘錄 LM-會核-98-03、LM-會核-98-08 等，台電既未能澄清規格，視察者也仍在追蹤中；然而，台電公司品保單位卻已經自行結案。核四工程若仍持續目前之作業方式，將衝擊文件之正確性，致後續使用者無法確認設備品質。

(十一) 有關現場巡查中，施作人員告知的 NCR-NSS-3137；經查

PSAR/FSAR 圖 4.6-1 及其相關之敘述，FMCRD spool piece 為組成反應器壓力邊界之一部分。謹再度提醒台電公司：核子反應器設備之安裝/PCT 測試不容許分割，應遵循所承諾 PSAR 14.1.1.2 「…GE is the Nuclear Island designer and the Nuclear Steam Supplier System (NSSS) supplier…」 相關之品保要求，特別是 PCT 部分需遵守 NQA-1 附錄 11S1 之要求。施工現場切勿因為反應器整體設備分段施作，時間拖太長而模糊規格。

(十二) 巡查#1 號機反應器廠房 3 樓的儀器櫃，發現亦有「設備整體施作時間拖太長」之疑慮。以 1H21-IRK-0302A 儀器櫃為例，其顯示電纜接線端子箱蓋的螺絲已經被拆開很久，再加上施作環境常無法避免揚塵；如此施作方式如何善盡設備保護。類似之設備儲存/施作時間過長，再舉一個案例，如控制棒儲存木箱上印有” 5 years max. storage” 字樣，而從元件附屬文件中可以看到有廠家QA簽署時間早已超過5年(研判實際應在 09/21/00 左右)。核四計畫由於工序未臻理想，現場把施工暫態當成常態；其是否已經超越正常 PCT 之規格範圍，業者應該向原廠家求證，以確保沒有其他對工程品質不利之因素。



(十三)查證龍門施工處有關光纖纜線安裝與測試作業，摘述視察之發現如下：

1. 龍門施工處對光纖損耗值量測均只執行 OTDR 或光功率計測試兩者其中之一，似與學界及外界實務有所出入。又，因 OTDR 主要功能是在作接續點及斷點等界面位置偵測，而其 dB 值只是參考用，故似不宜以 OTDR 之 dB 值代替光功率計作為光纖損耗值之驗證。
2. 龍門施工處對光纖 OTDR 損耗值量測多只作一端，而一般外界實務則二端都作（早期龍門施工處對光纖 OTDR 損耗值量測二端都作，現雖只作一端光纖 OTDR 損耗值量測，卻前後均有加 launch cords）；前述只作一端之作法是否足夠且為原廠家所接受，台電公司應儘速向原廠家澄清確認。
3. 龍門施工處光纖系統大量且正式使用快速接頭，惟快速接頭一般多僅於臨時或緊急場合才使用，且數量通常亦不致太多；再者，快速接頭內有耦合液。針對光纖快速接頭是否適合大量作為一般性使用，且其內耦合液是否有老化或壽命之限制，台電公司應向相關廠家查詢清楚，並評估是否配合建立適當之 PM/更換機制，俾確保未來數位儀控系統之運作品質。
4. 龍門電廠之光纖/纜有分 S 級及非 S 級，且其接線箱、托架及

導線管等亦有區分 S 級與非 S 級，但光纖所大量使用之快速接頭等卻未分級，台電公司應澄清其整體是否仍符合 S 級光纖（纜）系統認定標準。

5. 一號機使用相當多的光纖接線盤體，當初因未裝設整線輪，致其盤內整體之拉、接線非常雜亂，不利日後查修等工作，且光纖最小彎曲半徑等規定亦可能無法確保，後經台電公司費力整線多已完成改善；然二號機目前大部分相關之光纖接線盤體則仍未裝設整線輪，故建議一號機之該寶貴經驗應落實於二號機，以免日後再亡羊補牢，事倍功半。
6. 抽查一號機 RBSW 地下渠道 Div III 電纜敷設情形，發現其位在最下層拖架內之光纜於垂直長度逾約 20 呎部份均無任何綑綁固定，不符規定且恐影響光纖品質。

## 二、系統移交及試運轉測試現況（含未結案注意改進事項及備忘錄）查證

目前龍門電廠已有 25 個系統完成系統移交程序，進行試運轉測試，其中有 5 個系統完成試運轉測試，並已整理成測試結果成套文件送審查。本會依法要求台電公司於燃料裝填前提送之系統功能試驗報告，包含此 5 個系統中的反應器廠房海水迴轉攔污柵

系統 (W12)，乃利用本次定期視察期間查證成套文件完整性。本會統計進行試運轉測試系統，發現其中幾項系統之測試進度停滯不前，故亦於此次定期視察期間深入檢視數項進行之試運轉測試 (包含移交文件)，以查證影響試運轉進行之原因及測試進行狀況。此外，本會所開立而未結案之違規、注意改進事項及備忘錄亦一併查證，並與核安處進行檢討與稽催事宜。以下摘述視察之發現：

(一) 已完成試運轉系統 1W12 視察

1. 經查證反應器廠房海水迴轉攔污柵系統 (W12) 之試運轉測試程序書成套文件，發現 W12 測試程序書部分測試結果並不符合接受標準，但測試主持人 (TD) 均判定可接受及符合測試標準，例如：迴轉攔污柵系統 C 串沖洗泵 1W12-P-5001C1 之噪音值超過規定值、沖洗泵流量接受值為  $46.2\text{m}^3/\text{hr}$ ，測試結果為  $45.7\text{m}^3/\text{hr}$  (TD 表示測試標準應加計 $\pm 10\%$ ) 及程序書 11.5.3 項 1-10 之電源顯示實際與要求並不一致 (TD 表示已開立 FPR)，測試檢驗員 (TI) 並未能指出缺失並接受前述測試結果，顯示測試主持人及測試檢驗員之品保概念應再加強。
2. 依電廠測試時程顯示反應器廠房海水迴轉攔污柵系統已完

成試運轉測試，但經查證發現該成套文件內所附之 FPR 尚有六件未結案，此外視察員查證系統移交時所列之未移交設備清單，亦尚有六件未結案，但電廠卻已完成此系統試運轉測試，可見電廠對於未結案之 FPR 及未移交設備是否會影響試運轉測試結果並未有適當之評估。

3. 經查證 W12 系統未結案之 FPR 其原因多為原設計公司

(GE) 延誤評估或未修改出圖所致，電廠為完成試運轉測試因此採用臨時修改方式因應，台電公司應針對此部分有適當之管控。

4. 電廠系統功能試驗（試運轉測試）報告之彙整及審查，係依據工作指引 QC-17 執行，經查證該份指引存有以下缺失：

(1)QC-17 內容未有針對已完成試運轉測試，但系統尚有未結案之 FPR、未移交設備清單、NCR 之後續處理原則，應加以說明或規範。

(2)依 QC-17 規定 TD 必須填寫測試結果與原設計值之比較分析表供 SORC 委員審查參考，但 QC-17 未有明確規定哪些測試項目應納入比較分析表，以 W12 系統為例：負責該份測試之 TD 只分析比較系統邏輯測試項目，並未分析迴轉攔污柵沖洗泵能力是否符合原設計值，並不適當，

建議電廠 QC-17 應增加填寫比較分析表之要求。

(二) 試運轉系統 1P26 (反應爐廠房廠用海水系統, RBSW) 視察

1. 1P26 已執行過組件測試 (7.1 至 7.3 節), 但最近至少 5 個月來無試運轉進度。經查目前有 20 項 FPR 未結案, 影響試運轉進行的至少有 7 項, 都與儀控相關, 如邏輯錯誤、警報設定偏差、顯示不一致等。簽發日期早至 98 年 10 月, 至今尚未解決, 有的經過十數次展延, 顯然浮濫。P26 長期運轉支援冷卻功能, 上述儀控偏差須由主控制室運轉員定期檢查, 並非正常現象。未移交設備也沒有確實稽催, 紀錄顯示均展延到今年 3 月 31 日移交, 已逾期甚久, 因有會影響試運轉項目, 應檢討改善。
2. 1P26 管路充水逸氣裝置設計不良, 現場加裝臨時引水裝置, 為塑膠管或軟管。此問題早在 PCT 測試時就已發現並裝置, 至今尚未完成設計修改。若未使用正式設備, 即不符合先備條件, 本會不承認試運轉測試結果。
3. 1P26 部分系統儀器校正標籤上「有效期限」仍標示「至機組第一次大修止」, 建議應改為明確日期。
4. 廠房 MCC 盤位於走道旁, 已經通電加壓, 但無通風散熱又

潮濕，也無保護裝置，一般工人都可以碰觸，容易發生意外事故。

5. 反應爐廠房廠用海水泵室之廠務管理缺失：

(1)電纜凌亂，隨處放置任人踐踏，或以麻繩吊掛，有礙觀瞻也易發生危險。

(2)環境普遍髒亂、潮濕、悶熱。視察當天又發生施工挖斷臨時電纜，無臨時空調通風。1W12 部分更明顯。儀電設備沒有通風散熱對於設備之影響大。建議加強廠務管理清理，並增加巡查次數。

6. 檢查 1W12 的 6 台攔污柵 BV-5007（攔污柵清洗供給主閥）

維護保養/檢查記錄表，應每季檢查一次，但僅有的一次紀錄為 98 年 6 月 2 日，已有一年未維護保養檢查。

(三) 試運轉系統 1G51（抑壓池冷卻與淨化系統，SPCU）視察

1. 1G51 試運轉已達 90% 以上，僅剩少部分涉及其他專案測試計畫尚未完成，剩餘 FPR 解決與確認，建議台電公司儘速辦理。

2. 現場視察，完全沒有施工活動，廠務管理良好，但仍有小缺失：248 室(EL. 1500)發現現場遺留食物。217 室(EL. 1500)仍使用臨時照明，電線凌亂。部分儀用管線缺少支架。

(四) 抽查 1P25-C (緊要寒水系統 C 串, ECW-C) 移交成套文件

1. 儀控管路類移交目錄內有部分管路安裝檢驗表紀錄列為後補狀態, 台電公司應儘速補齊檢驗表。
2. 成套移交文件內總目錄內未置入未移交設備清單, 與 SAM-13 規定內容不符。
3. 台電公司應針對上述兩項缺失, 平行展開查證已移交系統之移交成套文件, 儘速補齊各類設備檢驗表及未移交設備清單。

(五) 本會所開立而未結案之違規、注意改進事項及備忘錄查證

有鑑於本會所開立而未結案之違規、注意改進事項及備忘錄等案件, 應於燃料裝填前完成提報處理的情形, 故利用本次視察查證與測試相關且至今尚未結案案件, 並與核安處檢討追蹤是否有窒礙難行或遺漏之處。

針對龍門計畫測試相關管制案件未結案件, 經統計共有: 違規案件 2 件、注意改進事項 13 件及備忘錄 8 件。除持續辦理中的案件外, 超過一個月期限者共有 10 件, 而超過 4 個月且未予答覆者, 更高達 5 件之多。其中注改案 AN-LM-98-027 (施工處品質組針對移交文件之「未移交設

備清單」管制狀況，未建立作業程序書及相關稽催機制) 於 98 年 10 月 1 日立案後，本會曾於 98 年 12 月回函要求建立程序書送會核備，然至今未回覆。另備忘錄 LM-會核-98-32 (ECW 試運轉程序書審查發現缺失) 於 98 年 11 月 19 日立案，本會 99 年 2 月回函要求核安處依據閥位配置表閥之位置缺失，針對所有試運轉程序書全面檢討改善，至今亦未回覆，建議台電公司核安處應強力督導龍門計畫相關單位，儘快提出結案答覆。

### 三、主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號電纜之不同串別隔離性查證

#### (一) 不同串別隔離性查證

1. 現場查證一號機主控制室高架地板下纜線之敷設狀況，發現其內軟管直接跨越 cable path 之金屬隔版，且軟管與纜線間並未依規定適當隔離。
2. 於主控制室 1703 盤後方高架地板下，發現有一屬於 Div 3 (黃色標識) 之纜線錯誤拉至於 Div 2 之區域內，違反不同串別分離性之要求。
3. 現場查證反應器廠房於 EL. 2900 相關安全級纜線進入控制室



廠房之狀況，發現 Div 1 之 tray (1TC10010) 上有 Div. 2 之纜線，違反不同串別分離性之要求。

4. 發現 1TC10010 tray 內同一條纜線上有不同串列之標識 (紅色、綠色)，顯見纜線識別標示有所疏漏。
5. 於 1TC10010 tray 附近區域發現二條 Div 1 之纜線 (紅色標示)，自非安全級之 Conduit (黑色標識) 拉出。
6. 查核一號機控制廠房 492 室高架地板下纜線之佈設情形，其除有與主控制室相同之狀況外，另發現各不同串之纜線進入同一盤面後，彼此混雜，亦無有效隔離。
7. 有關高架地板下 cable path 之隔板高度僅約 10 公分左右，其是否符合能滿足分離之意旨，台電公司應儘速澄清確認。

## (二) 纜線敷設普遍性問題之相關發現

1. 一號機控制廠房 501 室高架地板下之纜線佈設混亂擁擠。
2. 高架地板下之支撐組件，邊緣十分銳利，可能割傷纜線保護外皮。抽查一號機 501 室之纜線，即發現一條纜線之外皮完全被割開，已破損至可以清楚看見其內之內線。
3. 纜線進入盤內，直接於盤體上方開孔，而該開孔未能適當保護，形成尖銳面，恐有刮傷纜線之虞。
4. 纜線未依規定於適當距離予以固定。

5. 纜線直接跨越二層 cable tray 間，未能置於 conduit 或 cable tray 內。
6. 纜線彎曲半徑不足，恐造成應力集中，影響纜線之可靠度。
7. 全段纜線未能依規定間隔標示，亦未能每條皆清楚標示。
8. 查證控制廠房電氣線路敷設時，發現電纜托架編號 1TD34223 及 1TE3-4225 有電纜外溢之現象，但經查證核技處 CARMS 資料顯示 1TD34223 托架鋪設比例為 14.86%，1TE3-4225 托架鋪設比例為 21.48%，其中 1TE3-4225 托架因不易靠近，1TD34223 電纜托架經實地勘查發現外溢，係因包商拉線時未將多餘之線路剪除，而是將多餘之電纜纏繞後至於原托架內，造成後續拉線之電纜因無多餘空間而外溢。

### (三) RMU 盤內 (盤號) 查驗之相關發現

1. RMU 盤內部份之軟管接頭未連接定位。
2. 部分訊號線直接置於其他纜線上，並未適當固定。
3. 由於相當多纜線(糾結交錯)進入盤內，盤體上方直接開孔，此開孔作為是否經相關程序驗證，台電公司應予澄清。
4. 盤內一綠色地線被切開裸露。

### (四) 檢驗文件查核之相關發現

1. 施工處 LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書已將電纜敷設施工

中需檢查路徑異物、路徑變更、DIV 區分顏色及電纜固定等有明確要求，但相關檢驗表均無相關檢驗標準，由實際現場不符合狀況而檢驗表卻符合，顯示電纜敷設之檢驗作業不符合作業程序書相關要求。

2. 檢驗表有關導通與電阻量測之檢驗表均以預製符合之檢驗表之 E045/E032 附件(電腦製表) 完成檢驗作業，僅填上檢驗日期與檢驗表編號，無法顯示檢驗實際情形，且廠商自主檢驗亦相同，甚至連檢驗日期也無記錄，建議施工處仍應將實測結果顯示於檢驗表相關附件中，並忠實將相關檢驗紀錄確實記錄，以符合檢驗品管要求。
3. 依據施工處 LMP-ICD-008 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書，查核詹記之自主測試紀錄表，發現僅登載“功率計量測損失值”乙項，實難以清楚驗證光纖電纜佈設前、中、後之各項測試結果，是否符合相關要求，此部分之程序書檢驗紀錄等應重新通盤考量、修正。

#### (五) 其他關切及建議事項

1. 龍門電廠是 ABWR 標準設計，日本 K6/K7 也是 ABWR 標準設計，目前龍門電廠遭遇了高架地板下整線之議題，此議題在 K6/K7 是如何處理，值得詢問日方，吸取其經驗。

2. 此次視察發現纜線外皮有破皮之現象，據了解破皮之影響是長期性的，破皮之電纜與光纜其功能將隨時間逐漸劣化。因此，在初期無法藉功能測試得知缺陷之存在。在高架地板下，有些地方之電纜與光纜不只一層，此外，在 cable tray 之電纜與光纜也有 overfilled 之議題，因此，如果破皮之電纜與光纜位於下層或內層，缺陷將十分困難發現。第一次鋪設時應該設立全面檢查機制確保電纜與光纜之完整性。另外，未來是否需要檢查與維護也應有完整規劃，如果未來需要檢查與維護，應該規劃如何做。如果未來不需要檢查與維護，也應有機制可以確保未來電纜與光纜之完整性可以持續維持。
3. 如何確保火災發生時至少有一串安全系統可以執行安全停機，是進行高架地板下之整線時，應特別注意之議題，不但要對設計有清楚之認知，也要在現場施作時，嚴加落實，請台電公司應針對此點提出書面報告。
4. 進行高架地板下之整線，應瞭解各項規定背後之理由。例如，高架地板下，利用約 10 公分高之隔板來進行不同電纜與光纜之區隔，設置隔板之目的應加以瞭解並澄清是否與火災發生時安全停機直接相關，以進一步判斷隔板高度是否恰當。
5. 訪談電纜敷設相關人員得知，目前纜線敷設承包商因更迭頻

繁，導致電纜施作品質難以掌控。為確保纜線敷設品質不因承包商更迭而受影響，台電公司應針對目前纜線敷設承包商之訓練、專業技能及交接機制進行檢討。

6. 目前龍門施工處係採用單一張電纜敷設檢驗表來涵蓋數以百計的電纜線敷設作業檢驗，此作法並無法詳實記載個別纜線的敷設品質且易流於形式。為能有效落實電纜敷設檢驗作業，建議台電公司應縮小電纜敷設檢驗表之檢驗範圍，並徹底檢討目前檢驗作業之機制。

#### 四、反應器保護系統安裝、調校與測試現況查證

- (一) 至 RB 廠房 EL+23500 樓層現場查證反應器保護系統之強震儀，發現強震儀外表面有粉塵沾染，且強震儀訊號線導線管接線盒未加蓋。
- (二) 至 RB 廠房 EL+4800 樓層現場查證 GE NUMAC 盤櫃 (RMU DIV III 1H23-PL-0307C) 發現施作完成之電纜線 (1TG2K2025028) 懸空並未加以固定，且盤櫃類之導線管接頭並未旋上。
- (三) 查證反應器保護系統相關之光纖纜線安裝檢驗作業，發現以下缺失：

1. 台電公司採用之光纖損耗值標準 ( $\text{loss} < 1.5(\text{dB}/\text{km}) + 1.5\text{dB}$ ) 與詹記公司光纜敷設自主檢查表中所列 ( $\text{loss} < \text{km} * 1\text{dB}/\text{km}$ ) 不一致。
2. 經辦組與品質組多項檢驗項目之實際查驗情形皆以 NA 表示，然經辦人員並無法解釋為何以 NA 表示。
3. 光纖 skew test 目前不在光纜安裝階段執行，但檢驗表仍有光纜 skew test 測試項目。
4. 由於光纜過於彎曲可能導致訊號衰減，建議檢驗表中應增加光纜曲率半徑之檢驗項目。
5. 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書 (LMP-ICD-008) 中有規範光纖接頭安裝完成後，應使用目視顯微鏡檢查光纖接頭的端面是否有刮痕、清潔及光纖是否有裂痕，然光纜敷設人員實際施作時並未執行該項檢查。
6. 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書 (LMP-ICD-008) 中有規範每種形式之光纖接頭需取樣進行迴流損失量測，然查驗相關測試紀錄並未發現該項測試結果。
7. 光纖終端接續全區間測試目前僅採光功率計來量測光纖

損耗值，建議也應增加執行兩端點之 OTDR 量測，以確認所測得的損耗值之正確性。

### 參、結論與建議

1. 於設備與組件安裝作業查證部分，發現 FMCRD 有關之組件安裝、驗證及校驗作業之執行程序、記錄、PSI/ISI、再校正期限、安裝人員資格及 ANI 檢驗配合作業等有疑慮與缺失必須澄清與改善。
2. 一號機 FMCRD 安裝及儀控特殊接頭製作未落實人員訓練與銓定作業及承諾，因有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之虞，本會已開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-07 予以處置。
3. 一號機 FMCRD 安裝檢驗作業未依相關規定完整記錄原始檢驗結果，且未建立原始檢驗紀錄及轉登錄之作業要求與管制機制之缺失，有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之虞，本會業已開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-08 予以處置。
4. 一號機 FMCRD 業主安裝檢驗文件未提送核能監查人員 (ANI) 選訂檢驗點，且相關之 ANI 檢驗點亦有被略過情

形之缺失，亦有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之虞，本會已開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-09 予以處置。

5. 有關 FMCRD 下部組件之 Mounting Bolts，依 PSAR Table 5.2-8 其 ISI 檢測類別為 B-G-2(即須執行 VT-1 檢測)，惟發現其並未列入龍門電廠 PSI/ISI 計畫書之檢測組件項目，致尚未執行 PSI 檢測作業。除須補列入 PSI/ISI 計畫書外，亦應於使用前(反應爐達到運轉工作壓力)完成 PSI 檢測作業之執行。
6. 針對 FMCRD 之 Mounting Bolts 於鎖固過程中，發現現場除未依規定進行掛卡外，亦有不符合 NCR 處理程序書 (LM-QLD-001)相關要求之情形。
7. 許多纜線未依規定於適當距離予以固定。
8. 龍門施工處對光纖損耗值量測只執行 OTDR 或光功率計測試兩者其中之一，且於光纖 OTDR 損耗值量測亦多只作一端，均似與學界及外界實務有所出入，台電公司應儘速向原廠家澄清確認。
9. 龍門施工處於光纖系統大量且正式使用快速接頭，而該快速接頭內使用到耦合液，其是否有老化或壽命之限制，台



電公司應向相關廠家查詢清楚。

10. 由於光纜過於彎曲可能導致訊號衰減，建議龍門施工處等之檢驗表中應增加光纜曲率半徑之檢驗項目。
11. 光纖 skew test 目前不在光纜安裝階段執行，但檢驗表仍有光纜 skew test 測試項目。
12. 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書 (LMP-ICD-008) 中有規範每種形式之光纖接頭需取樣進行迴流損失量測，然查驗相關測試紀錄並未發現該項測試結果。
13. 一號機光纖接線盤體之整線寶貴經驗應落實於二號機，以免日後再亡羊補牢，事倍功半。
14. 於系統移交及試運轉測試現況查證項目，發現龍門核電廠有部分測試結果並不完全符合接受標準，但測試主持人卻判定可接受，且對於未結案之現場問題報告 (FPR) 及未移交設備是否會影響試運轉測試結果並未有適當之評估，對為完成試運轉測試而採用臨時修改因應措施之管控機制並未完備、部分儀器校正標示不符現況實務、維護保養/檢查記錄作業未落實、移交成套文件有相關缺失，以及一些廠務管理方面等之缺失。

15. 一號機主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號不同串別隔離性有不符合法規規定與纜線佈設混亂等相關缺失。
16. 電纜敷設有關於檢驗紀錄與現場實際狀況有不符之情形，且相關之監工與驗收等品質把關機制並未落實執行。
17. 一號機控制廠房高架地板下之支撐組件，邊緣十分銳利，可能割傷纜線保護外皮，更發現有一條纜線之外皮完全被割開，已破損至可以清楚看見其內之內線。另，發現有直接於盤體上方開孔，而該開孔未能適當保護，形成尖銳面，致纜線進入盤內時恐有刮傷纜線之虞。
18. 纜線彎曲半徑不足，恐造成應力集中，影響纜線之可靠度。
19. 全段纜線未能依規定間隔標示，亦未能每條皆清楚標示；且發現同一條纜線上有不同串列之標識（紅色、綠色）情形，顯見纜線識別標示有所疏漏。
20. 查證控制廠房電氣線路敷設時，發現電纜托架編號 1TD34223 及 1TE3-4225 等有電纜外溢之現象。
21. 龍門施工處 LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書已將電纜敷設施工中需檢查路徑異物、路徑變更、DIV 區分顏色及電纜固定等有明確要求，但相關檢驗表均無相關檢驗標

準，由實際現場不符合狀況而檢驗表卻符合，顯示電纜敷設作業檢驗作業不合作業程序書相關要求。

22. 訪談電纜敷設相關人員得知，目前纜線敷設承包商因更迭頻繁，導致電纜施作品質難以掌控。為確保纜線敷設品質不因承包商更迭而受影響，建議台電公司應針對目前纜線敷設承包商之訓練、專業技能及交接機制進行檢討。

23. 目前龍門施工處係採用單一張電纜敷設檢驗表來涵蓋數以百計的電纜線敷設作業檢驗，此作法並無法詳實記載個別纜線的敷設品質且易流於形式。為能有效落實電纜敷設檢驗作業，建議施工處應縮小電纜敷設檢驗表之檢驗範圍，並澈底檢討目前檢驗作業之機制

24. 一號機施工發現之缺失，二號機應引以為鑑。

根據本次團隊定期視察之了解，在各項視察項目中，仍可發現若干執行缺失或瑕疵，本會亦發現隨著工程進度的推進，相關測試作業陸續展開，但視察發現顯示施工處與龍門核能電廠對於有關測試作業之規劃與管控，仍有很大的改善空間，因此期許台電公司能正視缺失，並確實改善。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，並與龍門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；由

相關視察發現顯示，相關龍門工程之品管與品保作業，仍舊有很大改善空間。針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，其中一號機 FMCRD 安裝及儀控特殊接頭製作未落實人員訓練與銓定作業及承諾，因有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失，本會已先開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-07 予以處置（參附件三）；一號機 FMCRD 安裝檢驗作業未依相關規定完整記錄原始檢驗結果，且未建立原始檢驗紀錄及轉登錄之作業要求與管制機制之缺失，有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失，本會本已先開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-08 予以處置（亦參附件三）；一號機 FMCRD 業主安裝檢驗文件未提送核能監查人員（ANI）選訂檢驗點，且相關之 ANI 檢驗點亦有被略過情形之缺失，亦有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失，本會則已先開立核能電廠違規事項稿 DF-LM-99-09 予以處置（亦參附件三）。至於一號機主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號不同串別隔離性不合法規規定與纜線佈設混亂等有關缺失，本會除於本次定期視察後會議（99 年 6 月 25 日）要求台電公司應儘速檢討改善外，並於 7 月 2 日再邀集台電公司召開「龍門電廠核定議題討論會」，會中針對前述電纜線敷設缺失之成因及未來處理方式進行檢討，並要求台電公司應全面清查龍門核電廠所有電纜線之敷設狀況，以確保電纜線之敷設品質；另針對該項有關之缺失，本會將處予三級違規及罰鍰，要求台電公司改善（因涉及本會對罰鍰處分之審議程序，目前刻正進行作業中）。其餘之前述視察發現，本會亦已分別以 AN-LM-99-23、AN-LM-99-024、AN-LM-99-027

及 AN-LM-99-029 等計四件注意改正事項（參附件四），正式函送台電公司要求澄清及改善。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最終目標。

## 肆、視察照片



視察前會議照片



視察後會議照片

## 附件一

# 龍門計畫第三十九次定期視察計畫

### 一、 視察人員

(一)領隊：徐副處長明德

(二)視察人員

本會人員：牛效中、莊長富、趙衛武、葉元川、李建智、曹松楠、  
李綺思、張國榮、陳建智、宋清泉、洪子傑、王迪生、  
郭獻棠、張經妙、趙得勝、廖建勛

核研所專家：廖俐毅、高家揚、史美嘉、張宗淵

### 二、 視察時程

(一)時間：99年6月21日至25日

(二)視察前會議：99年6月21日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：99年6月25日（星期五）下午13時30分

### 三、 視察項目

(一) 設備與組件安裝及施工後測試查證

(二) 品質管制作業與品保稽查作業查證

(三) 系統移交及試運轉測試現況（含未結案注意改進事項及備忘錄）

查證

(四) 主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號之不同串別 (division) 隔離性 (separation) 查證

(五) 反應器保護系統安裝、調校與測試現況查證

#### 四、 注意事項

(一) 視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 龍門工程施工後測試現況及問題檢討(含未來半年重要工程目標現況及準備作業情形)
2. 龍門電廠一號機系統試運轉測試現況(含電力及儀控網路系統)及問題檢討
3. 一號機 FMCRD 安裝現況 (含儀控部分)
4. 「主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號之不同串別 (division) 隔離性 (separation) 現況」及「反應器保護系統安裝、調校與測試現況」。請負責單位於視察期間進行簡報說明及安排現場查證事宜。

(二) 請針對各視察項目指派連絡人，全程協助視察相關事宜。

(三) 視察前請將本次視察相關程序書送至視察辦公室

(四) 本案承辦人：李建智 (TEL：2232-2147)



## 附件二

### 第 39 次定期視察項目分工表

項目	負責人員	INER 支援人員
1. 設備與組件安裝及施工後 測試查證 (1. FMCRD 安裝 作業 2. 電纜施工作業)	1. 曹松楠、葉元川 2. 李建智、廖建勛、郭 獻棠	高家揚
2. 品質管制作業與品保稽查 作業查證	(因視察項目調整，相 關查證不另成立分 組，併入其他四項作業 查證)	
3. 系統移交及試運轉測試 現況 (含未結案注意改進 事項及備忘錄) 查證	宋清泉、洪子傑、王迪 生、張經妙	史美嘉
4. 主控制室安全系統電氣 電纜及儀控信號之不同串 別 (division) 隔離性 (separation) 查證	張國榮、趙得勝、陳建 智、李綺思	張宗淵
5. 反應器保護系統安裝、調 校與測試現況查證	張國榮、趙得勝、陳建 智、李綺思	張宗淵

### 附件三

## 核能電廠違規事項處理表

編號	DF-LM-99-07	廠別	台電公司	日期	99年07月28日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	四級	承辦人	曹松楠 2232-2146
<p>違規事項：龍門(核四)工程一號機反應爐微調控制棒驅動機構(FMCRD)安裝及儀控特殊接頭製作未落實人員訓練與銓定作業及承諾。</p> <p>法規要求：核子反應器設施管制法第 7 條；核子反應器設施品質保證準則第 6 條第 5 項、第 9 條、第 13 條及第 21 條；核四工程品質保證方案 2.2.3&amp;2.2.5 節、5.2.1&amp;5.2.2 節、9.1.2&amp;9.2.1 節及 17.2.1 節等。</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點第十點(二)、(三)、(四)及其附件(違規事項之類級區分)二、(五).1。</p>					
<p>違規內容：</p> <p>為避免類似龍門(核四)工程一號機反應爐內泵(RIP)刮傷之事件重演，並確保 FMCRD 安裝作業與相關儀控特殊接頭之製作品質，本會曾以 AN-LM-98-001 注意改進事項，要求相關作業執行人員應進行能力驗證。而龍門施工處亦答覆承諾，將對儀控特殊接頭之製作人員進行銓定，以及僅有曾經參加過日本廠家訓練之人員，方可參與執行 FMCRD 之安裝作業，且說明已將曾經參加過日本廠家訓練之人員訓練紀錄建檔，並組成施工團隊；此一答覆承諾並經核安處審查，以及說明龍門施工處已依承諾辦理有關人員之銓定與訓練後，提報本會辦理本項注改之結案。</p> <p>然查閱儀控特殊接頭製作人員之銓定紀錄文件，以及 FMCRD 施工團隊之訓練文件，發現對於儀控特殊接頭製作人員之銓定作業，龍門施工處不僅未訂定銓定之程序與要求標準，明確規範銓定之項目、內容與合格標準等外，亦未留下任何銓定結果之文件；至於 FMCRD 之安裝人員部分，除未如注改答覆所述，完成整個 FMCRD 施工團隊訓練資料之建檔作業外，由僅有之訓練紀錄，亦顯示有關安裝作業人員並未完成所訂之訓練課程；參酌相關作業紀錄與本會視察人員之發現，更有未經日本廠商技術顧問(TA)訓練之人員，卻參與 FMCRD 安裝作業之執行。有關情狀，顯示龍門施工處除有關人員資格銓定作業未能符合品保作業要求外，其訓練作業並有未完整執行之缺失，與未符合承諾要求之問題。此外，由相關銓定作業未能符合品保作業要求與進行驗證測試試驗(如：導通絕緣量測及金屬壓接點拉力測試)；以及訓練作業執行與紀錄，與所提注改答覆亦有未盡相符之情形，但卻均能通過台電公司核安部門之查證與審核，顯示相關注改答覆審查及改善結果之查證作業亦有未能落實之問題。</p>					

## 核能電廠違規事項處理表(續頁)

違規等級判定：

以上事實，違反核子反應器設施管制法第 7 條、核子反應器設施品質保證準則第 6 條第 5 項、第 9 條、第 13 條、第 21 條，以及核四工程品質保證方案 2.2.3&2.2.5 節、5.2.1&5.2.2 節、9.1.2&9.2.1 節及 17.2.1 節等之規定。

由於 FMCRD 安裝人員，除了需有充份瞭解 FMCRD 組件之安裝順序與要領外，亦需熟悉安裝機具(UVSE)之操作方式，方能確保 FMCRD 組件，不致因安裝操作不當而損傷之可能；以及儀控特殊接頭之製作，具有特殊製程之性質，必須確認製作人員之技能能力，方能確保儀控特殊接頭之品質。是以有關人員銓定與訓練缺失之情形，除已使 FMCRD 安裝及儀控特殊接頭製作之品質有無法確認(保)之疑慮外，亦增加 FMCRD 組件於安裝過程受損之可能風險，依本會核子設施違規事項處理作業要點附件（違規事項之類級區分）二、(五).1 款，應開立五級違規。

惟考量除本案前曾開立注意改進事項要求改善，相關注改答覆承諾與龍門施工處實際辦理執行顯有差異或不符品保規定要求，但卻未能審查查證發現；以及龍門施工處於實際未能完全符合有關承諾訓練內容，卻仍說明已完成承諾訓練，且於本會要求須「建立相關安裝人員訓練及銓定紀錄」後，亦仍未發現有關缺失及採取必須之改善補正措施等作為，爰依核子設施違規事項處理作業要點第十點第(二)、(三)、(四)款，提升為四級違規。

參考文件：

## 核能電廠違規事項處理表

編號	DF-LM-99-08	廠別	台電公司	日期	99年07月28日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	五級	承辦人	曹松楠 2232-2146
<p>違規事項：龍門(核四)工程一號機反應爐微調控制棒驅動機構(FMCRD)安裝檢驗作業，未依據核准之檢驗(計畫/程序書)文件完整/正確紀錄原始檢驗結果；未建立原始檢驗紀錄及轉錄(登)之作業要求與管制機制。</p> <p>法規要求：核子反應器設施管制法第 7 條；核子反應器設施品質保證準則第 9 條、第 14 條第 1、2 項及第 21 條；核四工程品質保證方案 10.2.12 節第(5)款及 10.2.2 節第(2)款。</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點及其附件（違規事項之類級區分）二、(五).1。</p>					
<p>違規內容：</p> <p>龍門電廠一號機反應爐微調控制棒驅動機構(FMCRD)之安裝作業，經查閱已經安裝並完成檢驗之控制棒導引套管(CRGT)、控制棒(Control Rod)、燃料墊塊(Orificed Fuel Support)、上部組件(Upper Component)及下部組件(Lower Component 或 Spool Piece)之檢驗紀錄，發現有下列不符合規定，須再確認有關檢驗紀錄來源及有效性之缺失：</p> <p>一、龍門施工處及施工承包商之檢驗紀錄，大多均為電腦打字列印之文件，並非手寫紀錄，其中除發現龍門施工處有使用非屬有關程序書之檢驗紀錄表格，以及完全無法提出原始(手寫)檢驗記錄文件(Raw Data)(如：下部組件 Mounting Bolt 之扭力會驗紀錄)等之情形外，在施工承包商所提出之部分原始檢驗紀錄，除同樣亦有使用非屬程序書之檢驗紀錄表格之現象外，更有以鉛筆記錄，且無檢驗人員署(簽)名與註明日期之情形。此外經抽查核對 Raw Data 與電腦列印之檢驗紀錄後，又再發現有部分未見於 Raw Data 之檢驗紀錄，卻可於電腦列印之紀錄中發現之情形(如控制棒之 A 值【A Value】)。除上述情狀外，經訪談施工處品質組及施工承包商品保人員，亦再證實龍門施工處及施工承包商對於原始檢驗紀錄，以及後續之轉錄(登)與保存作業，亦均未建立作業規定與管制機制要求。</p>					

## 核能電廠違規事項處理表(續頁)

二、依 99 年 6 月 13 與 17 日本會視察人員視察 FMCRD 下部組件 Mounting Bolt 固鎖作業，並現場抄錄作業人員之紀錄顯示，該兩日最小之 Mounting Bolt 扭力值均為 440N-m(程序書要求之固鎖扭力為 440~510 N-m)。惟抽查這兩日之 Mounting Bolt 扭力值檢驗資料，卻發現其最小之扭力值分別為 450/460Nm 而非 440N-m，顯示檢驗紀錄有未能正確反映實際作業與結果之情形。

違規等級判定：

以上事實，違反核子反應器設施管制法第 7 條；核子反應器設施品質保證準則第 9 條、第 14 條第 1、2 項及第 21 條；核四工程品質保證方案 10.2.1 節第(5)款及 10.2.2 節第(2)款等之規定。由於前述相關作業及紀錄等之缺失，使品質紀錄未能忠實反映 FMCRD 實際安裝作業之結果(品質)，致降低品質紀錄之可信度及有效性，以及增加有關作業或設備品質之追溯與再確認之困難。是以有關違規情事，依本會核子設施違規事項處理作業要點及其附件(違規事項之類級區分)二、(五).1 款，開立五級違規。

參考文件：

## 核能電廠違規事項處理表

編號	DF-LM-99-09	廠別	台電公司	日期	99年07月28日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	五級	承辦人	曹松楠 2232-2146
<p>違規事項：龍門(核四)工程一號機反應爐微調控制棒驅動機構(FMCRD)業主安裝檢驗文件，未提送給台電公司核能監查人員(TPC ANI)選訂檢驗點；安裝廠家之 TPC ANI 檢驗點亦有被越過(Bypass)之情形。</p> <p>法規要求：核子反應器設施管制法第 7 條與第 15 條；核子反應器設施品質保證準則第 14 條第 3 項；核四工程品質保證方案 10.2.1 節(4)。</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點第十點第(四)~(六)款。</p> <p>違規內容：</p> <p>針對安裝檢驗文件未於安裝作業開始前，提送給台電公司核能監查人員(TPC ANI)訂定檢驗見(查)證點，以及未適時通知 TPC ANI 致檢驗點被越過(Bypass)等之缺失，本會除曾對於一號機反應器內部組件安裝檢驗文件，未於安裝作業開始前，提送 TPC ANI 訂定檢驗見(查)證點，以 AN-HQ-96-03 注改事項要求改正外，對於檢驗點一再被越過之情形，更曾多次開立注改事項，要求檢討有關監查作業執行方式，以確保有關資料能適時提送給監查人員並通知監查人員進行檢驗作業，俾使監查作業之執行，符合核管法之有關要求與規定。</p> <p>雖然龍門施工處已陸續依要求檢討有關作業執行方式及管制機制，除將檢驗通知改為書面通知外，更於 98 年 2 月間，修訂「LMP-QLD-056 核能四廠建造期間執行核能監查作業程序書」，將原僅於廠商工作傳票選訂檢驗點之規定，修改為須同時於施工廠商工作傳票及台電公司檢驗表選訂檢驗點。而根據 98 年 3 月 2 日至 6 日 TPC ANI 之工作週報顯示，TPC ANI 亦已於程序書改版發行後，要求龍門施工處依此一修改後之作業程序及規定，提送檢驗表及選訂檢驗點。</p>					

## 核能電廠違規事項處理表(續頁)

惟查閱一號機於99年5月間方開始進行安裝作業之FMCRD安裝檢驗文件(工作傳票)時，發現施工廠商ANI及TPCANI之檢驗點，有大量被變更或於事後才補執行檢驗之現象，TPCANI之檢驗點甚至被越過之情形；此外更於訪談TPCANI後，發現台電公司之FMCRD安裝檢驗表，截至99年6月22日視察發現止，仍未提送給TPCANI進行檢驗點之選訂。

違規等級判定：

以上事實，違反核子反應器設施管制法第7條，不符核子反應器設施品質保證準則第14條第3項，以及核四工程品質保證方案10.2.1節(4)之規定精神，且不符合有關程序書之規定；考量一號機反應器內部組件安裝施工作業，一再重覆類似缺失，且未落實遵循改善措施之規定要求執行，爰依本會核子設施違規事項處理作業要點第十點第(四)~(六)款，對於有關不符合程序書之不作為行為，開立五級違規。

參考文件：

## 附件四

### 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-023	日期	99年6月28日
廠別	龍門核電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125
注改事項：龍門計畫第 39 次定期視察建議改善事項-系統移交試運轉現況查證。			
內 容：			
<p>請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起二個月內提出處理改善答覆及澄清說明。爾後於2、5、8及11月份，依第17次龍門核管會議結論，併每季注改事項現況表，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。有關系統移交試運轉現況查證部分，其缺失如下：</p>			
一、系統已完成試運轉測試之文件及電廠相關作業指引QC-17查證：			
(一) 經查證反應器廠房海水迴轉攔污柵系統(W12)之試運轉測試程序書成套文件，發現 W12 測試程序書部分測試結果並不符合接受標準，但測試主持人(TD)均判定可接受及符合測試標準，例如：迴轉攔污柵系統 C 串沖洗泵 1W12-P-5001C1 之噪音值超過規定值、沖洗泵流量接受值為 46.2 m <sup>3</sup> /hr，測試結果為 45.7 m <sup>3</sup> /hr 及程序書 11.5.3 項 1-10 之電源顯示實際與要求並不一致，測試檢驗員(TI)並未能指出缺失並接受前述測試結果，顯示測試主持人及測試檢驗員之品保概念應再加強。			
(二) 依電廠測試時程顯示反應器廠房海水迴轉攔污柵系統已完成試運轉測試，但經查證發現該成套文件內所附之現場問題報告(FPR)尚有 6 件未結案，此外視察員查證系統移交時所列之未移交設備清單，亦尚有 6 件未結案，但電廠卻已完成此系統試運轉測試，可見電廠對於未結案之 FPR 及未移交設備是否會影響試運轉測試結果並未有適當之評估。			
(三) 經查證 W12 系統未結案之 FPR 其原因多為原設計公司(GE)延誤評估或未修改出圖所致，電廠為完成試運轉測試因此採用臨時修改方式因應，台電公司應針對此部分有適當之管控。			



## 核能電廠注意改進事項(續頁)

(四) 電廠系統功能試驗(試運轉測試)報告之彙整及審查,係依據工作指引 QC-17 執行,經查證該份指引存有如下缺失:

1. QC-17 內容未有針對已完成試運轉測試,但系統尚有未結案之 FPR、未移交設備清單、NCR 之後續處理原則,應加以說明或規範。
2. 依 QC-17 規定 TD 必須填寫測試結果與原設計值之比較分析表供 SORC 委員審查參考,但 QC-17 未有明確規定哪些測試項目應納入比較分析表,以 W12 系統為例:負責該份測試之 TD 只分析比較系統邏輯測試項目,並未分析迴轉攔污柵沖洗泵能力是否符合原設計值,並不適當,建議電廠 QC-17 應增加填寫比較分析表之要求。

### 二、系統移交成套文件及試運轉狀況查證

(一) 1P26 (RBSW) 已執行過組件測試(原 7.1 至 7.3 節),經查目前有 20 項 FPR 未結案,影響試運轉進行的至少有 7 項,都與儀控相關,至今尚未解決,但該系統長期運轉支援冷卻功能,這些儀控偏差須由主控制室運轉員定期檢查,並非正常現象。未移交設備也沒有確實稽催,紀錄顯示均展延到今年 3 月 31 日移交,已逾期甚久,因其中有會影響試運轉項目,請檢討改善。

(二) 1P26 管路充水逸氣裝置設計不良,現場加裝臨時引水裝置,為塑膠管或軟管。此問題發現甚早,至今尚未完成設計修改。若未使用正式設備,即不符合先備條件,本會不承認試運轉測試結果。

(三) 1P26 部分系統儀器校正標籤上「有效期限」仍標示「至機組第一次大修止」,請改為明確日期。

(四) 廠房 MCC 盤位於走道旁,已經通電加壓,但無通風散熱又潮濕,也無保護裝置,一般工人都可以碰觸,容易發生意外事故。請檢討改善。

(五) 反應爐廠房廠用海水泵室之廠務管理諸多缺失:

1. 電纜凌亂,隨處放置任人踐踏,或以麻繩吊掛,有礙觀瞻也易發生

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

危險。

2.環境普遍髒亂、潮濕、悶熱。視察當天發生施工挖斷臨時電纜，無臨時空調通風，在沒有通風散熱狀況下，對於儀電設備將造成影響。請加強廠務管理清理，並增加巡查次數。

(六) 檢查 1W12 的 6 台攔污柵 BV-5007 (攔污柵清洗供給主閥) 維護保養/檢查記錄表，應每季檢查一次，但僅有的一次紀錄為 98 年 6 月 2 日，已有一年未執行維護保養檢查，請檢討改善。

(七) 抽查 1P25 (ECW-C) 移交成套文件發現以下缺失：

- 1.儀控管路類移交目錄內有部分管路安裝檢驗表紀錄列為後補狀態，請澄清是否已結案，若未結案，請儘速補齊檢驗表。
- 2.成套移交文件內總目錄內未置入未移交設備清單，與 SAM-13 規定內容不符，請改善。
- 3.請台電公司針對上述兩項缺失，平行展開查證已移交系統之移交成套文件，儘速補齊各類設備檢驗表及未移交設備清單。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-024	日期	99 年 7 月 5 日	
廠別	龍門核電廠	承辦人	趙得勝	2232-2119

注改事項：龍門計畫第 39 次定期視察-光纖纜線安裝與測試作業

內 容：

請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起一個月內，以全案方式提出第一次處理改善答覆及澄清說明。爾後於二、五、八及十一月份，依第十七次龍門核管會議結論，以全案方式併每季注改事項現況表及統一提送處理改善答覆表審查要求，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。

1. 龍門施工處對光纖損耗值量測均只執行 OTDR 或光功率計測試兩者其中之一，似與學界及外界實務有所出入，請澄清。因 OTDR 主要功能是在作接續點及斷點等界面位置偵測，而其 dB 值只是參考用，故似不宜以 OTDR 之 dB 值代替光功率計作為光纖損耗值之驗證。
2. 龍門施工處對光纖 OTDR 損耗值量測多只作一端，而一般外界實務則二端都作（早期龍門施工處對光纖 OTDR 損耗值量測二端都作，現雖只作一端光纖 OTDR 損耗值量測，卻前後均有加 launch cords)；請澄清前述只作一端之作法是否足夠且為原廠家所接受。
3. 龍門施工處光纖系統大量且正式使用快速接頭，惟快速接頭一般多僅於臨時或緊急場合才使用，且數量通常亦不致太多；再者，快速接頭內有耦合液。針對光纖快速接頭是否適合大量作為一般性使用，且其內耦合液是否有老化或壽命之限制，請台電公司向相關廠家查詢清楚，並評估是否配合建立適當之 PM/更換機制，俾確保未來數位儀控系統之運作品質。
4. 龍門電廠之光纖/纜有分 S 級及非 S 級，且其接線箱、托架及導線管等亦有區分 S 級與非 S 級，但光纖所大量使用之快速接頭等卻未分級，請澄清其整體是否仍符合 S 級光纖/纜系統認定標準。
5. 一號機使用相當多的光纖接線盤體，當初因未裝設整線輪，致其盤內整體之拉、接線常雜亂，不利日後查修等工作，且光纖最小彎曲半徑等規定亦

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

可能無法確保，後經台電公司費力整線多已完成改善；然二號機目前大部分相關之光纖接線盤體則仍未裝設整線輪，故建議一號機之該寶貴經驗應落實於二號機，以免日後再亡羊補牢，事倍功半。

6. 抽查一號機 RBSW 地下渠道 Div III 電纜敷設情形，發現其位在最下層拖架內之光纖於垂直長度逾約 20 呎部份均無任何網綁固定，不符規定且恐影響光纖品質，請改善。
7. 查證反應器保護系統相關之光纖纜線安裝檢驗作業，發現以下缺失：
  - (2) 台電公司採用之光纖損耗值標準 ( $\text{loss} < 1.5(\text{dB}/\text{km}) + 1.5\text{dB}$ ) 與詹記公司光纜敷設自主檢查表中所列 ( $\text{loss} < \text{km} * 1\text{dB}/\text{km}$ ) 不一致，請澄清。
  - (3) 部分檢驗表中經辦組與品質組多項檢驗項目之實際查驗情形皆以 NA 表示，然經辦人員並無法解釋為何以 NA 表示，請澄清。
  - (4) 光纖 skew test 目前不在光纜安裝階段執行，但檢驗表仍有光纜 skew test 測試項目，請修正。
  - (5) 由於光纜過於彎曲可能導致訊號衰減，建議檢驗表中應增加光纜曲率半徑之檢驗項目。
  - (6) 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書 (LMP-ICD-008) 中有規範光纖接頭安裝完成後，應使用目視顯微鏡檢查光纖接頭的端面是否有刮痕、清潔及光纖是否有裂痕，然光纜敷設人員實際施作時並未執行該項檢查，請澄清。
  - (7) 光纖電纜佈放及接頭施工檢驗作業程序書 (LMP-ICD-008) 中有規範每種形式之光纖接頭需取樣進行迴流損失量測，然查驗相關測試記錄並未發現該項測試結果，請澄清。
  - (8) 查核詹記之自主測試紀錄表，發現僅登載“功率計量測損失值”乙項，實難以清楚驗證光纖電纜佈設前後之各項測試結果，是否符合相關要求，建議此部分之程序書檢驗紀錄等應重新通盤考量、修正。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-027	日期	99 年 7 月 16 日
廠別	龍門核電廠	承辦人	趙得勝 2232-2119
<p>注改事項：龍門計畫第 39 次定期視察-主控制室安全系統電氣電纜及儀控信號之不同串別隔離性查證</p> <p>內 容：</p> <p>請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起一個月內，以全案方式提出第一次處理改善答覆及澄清說明。爾後於二、五、八及十一月份，依第十七次龍門核管會議結論，以全案方式併每季注改事項現況表及統一提送處理改善答覆表審查要求，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。</p> <p><b>一、 電纜敷設作業</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 查證一號機主控制室高架地板下纜線之敷設狀況，發現其內軟管直接跨越 cable path 之金屬隔板，且軟管與纜線間並未依規定適當隔離，請改善。</li> <li>2. 目前高架地板下僅利用約 10 公分高之金屬隔板來進行不同電纜與光纜之區隔，請澄清設置此金屬隔板之目的，並說明 10 公分高之金屬隔板設計是否符合電纜隔離性之意旨。</li> <li>3. 查證控制廠房電氣線路敷設時，發現電纜托架編號 1TD34223 及 1TE3-4225 有電纜外溢之之現象，但經查證核技處 CARMS 資料顯示 1TD34223 托架鋪設比例為 14.86%，1TE3-4225 托架鋪設比例為 21.48%。實地勘查 1TD34223 電纜托架，發現外溢係因包商拉線時未將多餘之線路剪除，而是將多餘之電纜纏繞後置於原托架內，造成後續拉線之電纜因無多餘空間而外溢。對此，請全面清查各電纜托架是否有類似情形並加以改善。</li> <li>4. 纜線敷設檢驗時每條纜線是否皆是自起點、路徑確認、終點逐一檢驗？若是，請澄清 1 號機高架地板下之纜線如何通過檢驗；若否，應重新清查、確認全廠纜線敷設之正確性。</li> </ol>			

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

5. 有關高架地板纜線敷設檢驗重點，除 EMI 防範考量外，亦應將獨立性 (Independence) 符合性，例如間隔距離 (Separation Distance) 是否符合 IEEE Std 384 之規範納入檢驗重點項目之一。
6. 有關高架地板纜線敷設問題之檢討改善，除檢討施工後之檢驗機制外，亦應針對施工期間監工機制進行檢討，提出具體改善措施，以確保工程品質。
7. 由於電纜問題到此時才被發掘出來，顯示之前監工、驗收等一系列的品質與品保把關機制均失效，故請台電公司徹底檢討龍門施工處及電廠核安文化，使工作同仁在發現問題時，能勇於提出質疑並謀求解決。
8. 訪談電纜敷設相關人員得知，目前纜線敷設承包商因更迭頻繁，導致電纜施作品質難以掌控。為確保纜線敷設品質不因承包商更迭而受影響，請台電公司針對目前纜線敷設承包商之訓練、專業技能及交接機制進行檢討。

### 二、 RMU 盤體查證

1. 控制室部分盤體上方因纜線進入數量過多，直接於盤體上方開孔以供纜線進入盤內，然該開口具有尖銳面且並未適當保護，恐有刮傷纜線之虞。請澄清此開孔是否經相關程序驗證，並全面針對開口尖銳面之問題進行改善。
2. 至 RB 廠房 EL+4800 樓層現場查證 GE NUMAC 盤櫃 (RMU DIV III 1H23-PL-0307C) 發現施作完成之電纜線 (1TG2K2025028) 懸空並未加以固定，且盤櫃類之導線管接頭並未旋上。對此，請全面清查各電纜托架是否有類似情形並加以改善。

### 三、 檢驗文件查核

1. 施工處 LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書已將電纜敷設施工中需檢查路徑異物、路徑變更、DIV 區分顏色及電纜固定等訂定明確要求，但相關檢驗表均無相關檢驗標準，由實際現場不符合狀況而檢驗表卻符合，顯示電纜敷設檢驗作業不符合電纜敷設作業程序書相關要求。
2. 有關導通與電阻量測之檢驗表均以電腦預製符合之檢驗表 E045/E032 為

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

之，並僅填上檢驗日期與檢驗表編號用以表示完成檢驗作業，且廠商自主檢驗亦相同，甚至連檢驗日期也無紀錄。此作法並無法顯示實際檢驗情形，請將實測結果顯示於檢驗表相關附件中，並忠實將相關檢驗確實記錄，以符合檢驗品管要求。

3. 目前龍門施工處係採用單一張電纜敷設檢驗表來涵蓋數以百計的電纜線敷設檢驗作業，此作法並無法詳實記載個別纜線的敷設品質且易流於形式。為能有效落實電纜敷設檢驗作業，請合理縮小電纜敷設檢驗表之檢驗範圍，並徹底檢討目前檢驗作業之機制。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-029	日期	99年7月28日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 2232-2146

注意改進事項：第 39 次定期視察 - 設備與組件安裝

內容：

- 一、FMCRD 下部組件之 Mounting Bolt 係利用 UVSE 進行鎖固，其鎖固扭力依程序書之規定為 440~510 N-m，但因 UVSE 並無確認螺栓之鎖固扭力，且亦無法以扭力扳手對鎖固後之螺栓進行查驗，故施工處採取以扭力扳手對 UVSE 之固鎖力進行驗證之方式，間接地獲得 Mounting Bolt 之鎖固扭力。經了解驗證作業及查核有關文件有以下疑慮：
  - (一) 本項驗證作業性質上應屬於設備之校驗，然查閱有關程序書 (2902-71P-2027)，除未見有相關校驗之執行程序外，亦未留存任何之校驗紀錄，此不符合品保作業之要求。
  - (二) 由於本項驗證作業並非對 Mounting Bolt 之固鎖扭力進行直接之量測，所以 Mounting Bolt 之實際扭力值與驗證作業所測得之扭力值出現差異應屬可能，此外由於 UVSE 並無法監控作為鎖固動力之壓縮空氣壓力，而 UVSE 之輸出扭力應會受壓縮空氣壓力變化之影響，亦更增添其不確定性。所以目前僅於每日開工時進行一次校驗，未於作業進行過程中與收工時執行再確認校驗，以及仍以 440~510Nm 作為校驗目標值，而未預留餘裕等之作法是否適當，請再加以檢討。
- 二、前項 FMCRD 下部組件之 Mounting Bolt，依 PSAR Table 5.2-8 其 ISI 檢測類別為 B-G-2(即須執行 VT-1 檢測)，惟發現其並未列入龍門電廠 PSI/ISI 計畫書之檢測組件項目，致尚未執行 PSI 檢測作業。除請補列入 PSI/ISI 計畫書外，並請於使用前(反應爐達到運轉工作壓力)完成 PSI 檢測作業之執行。
- 三、針對#177 FMCRD 之 Mounting Bolt 於鎖固過程中發生”咬死”之狀況，汽源組雖已於 6 月 19 日開立 NCR 案(NSS-NCR-3137)並請廠家奇異公司提供處理方案。然根據汽源組提供之 NCR 文件，以及再查證施工處網頁之 NCR 存檔資料，發現奇異公司雖然尚未回復處理方案，但汽源組及品質組卻已完成 NCR 處理方式之審查；此外現場除未依規定進行掛卡外，更發現已在進行螺絲退出之處理作業。針對上述顯然均不符合 NCR 處理程序書(LM-QLD-001)相關要求之情形，請檢討改進。



編號	AN-LM-99-029	日期	99年7月28日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 2232-2146

四、查核 FMCRD 安裝作業所使用量具之校驗紀錄，結果有以下之發現：

- (一)依據控制棒與燃料墊塊之安裝程序書(2902-71P-2077, rev. 1)附件 6/6 所述，控制棒之 A Value 應使用分釐規(micrometer gauge) 進行量測，惟根據施工處所提供之量具校驗報告，以及向有關作業人員確認後發現，控制棒之 A Value 實際上是使用一長度約 4774mm 之鋁管與鋼尺進行量測，且量測之方式與步驟亦與程序書之說明不符。
- (二)實際量測 A Value 之鋁管之校正報告顯示，其上次校正之日期為 2009 年 2 月 13 日，雖然校驗報告並未指明再校正之時間，但因其已超過通常應重新校正之一年期限，應再重新校正方為合理。請針對此一情形進行改正，或補充說明可使用此一逾期未校正量具之依據。
- (三)FMCRD 相關組件之安裝其應屬 ASME 之作業，依規定應由具 NA 資格之中鼎公司負責，然由現場安裝作業雖然使用中鼎公司程序書，但主要之安裝作業均由施工處人員執行，並負責操作 UVSE，中鼎公司人員僅為受施工處人員指揮之作業配合人員，此外亦有同時使用中鼎公司與台電公司量具等之情形。根據前述之作業執行情形顯示，FMCRD 相關組件之安裝作業，應已非由中鼎公司負責，是以有關施工安裝作業情形除有不符 ASME 規定之情形外，更有檢驗獨立性與品保權責及界面不明之問題(如 NCR-3137)，請針對相關缺失情形加以檢討，並訂定適當改正補強措施。

參考文件：