

龍門核能電廠第 40 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 11 月

摘要

龍門核能電廠第 40 次定期視察之重點，分別為電氣設備作業查證、GL 89-10 動力閥 (MOV) 測試計畫查證、龍門工程構型管理作業查證及系統移交及試運轉測試查證，主要係針對電氣、管路與設備安裝及檢驗測試作業、龍門電廠已移交之安全系統成套文件管制作業、起動管理手冊 SAM-03 文件管制、SAM-13 系統移交作業等項目進行視察。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(13 人)視察團隊，自 99 年 9 月 15 日至 21 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. 電纜托架上仍發現有不同色帶標示之電纜混雜，龍門電廠應查明是否違反分區隔離之要求。1 號機緊急柴油發電機 (EDG)B 台房間，發現仍有電纜跨越未按規定路徑鋪設，且有 EDG 電纜與臨時設備電纜交互參雜情形。
2. 直流蓄電池之測試紀錄欠缺環境溫度之接受標準，另有蓄電池接觸片發生腐蝕的現象，應加以改善。
3. 目前龍門電廠 1、2 號機主接地網之測量電阻約為 0.2 歐姆，未能達到設計值之 0.063 歐姆；台電公司已在主接地網外圍鑽鑿兩口接地井，並在兩口接地井內安裝兩支 3 米長電極棒及兩條 500MCM 銅線，但總接地電阻值仍高於 0.063 歐姆。對此，本會已請台電公司擬定其他可行的對策。
4. 核安處已針對反應廠房(RB)、控制廠房(CB)及輔助燃料廠房 (AFB)等廠房之儀控接地系統進行查證，並發現現場接地主幹線之電纜線徑及導線管材質與電腦化管理系統(CARMS)資料不符、主幹線電纜未連接至地網等缺失。然本會查證上述接地主幹線電纜所對應之龍門施工處接地系統檢驗表，各項檢驗結果均顯示為符合，可見龍門電廠接地系統之安裝有檢驗

不確實之情形。

5. 整個構型管理 (CM) 考量範圍有欠周延，例如：龍門施工處所產出之系統文件、龍門電廠專案工程組施工及相關測試作業或檢查文件等，並未在 NSSS、BOP、RWS、T/G 四個 CM 項目中，且未納入相關管理。
6. 依 SAM-19 規定電廠應建立「維護管理電腦化系統」(MMCS)，本次查證發現電廠仍未建立 MMCS 系統資料，電廠品質組無法據以查證各維護組實施狀況。此外，電廠系統移交後大多只建立設備清單 (EQ)，但未建立設備維護週期 (PM) 及相關設備測試週期，龍門電廠應依據系統移交時程，規劃建立 MMCS 系統資料，並據以實施維護作業。
7. 經抽查工作需求單 SWR-1-10-1394 係更換損壞之主汽機潤滑油循環淨油泵進口壓力錶，SWR-1-10-1269 則是檢修漏氣之 1N42-ACV-5203 附近管路，但龍門施工處均未開立品質不符報告 NCR，而逕行利用 SWR 執行相關修理更換工作，由於施工處並無處理 SWR 之相關作業程序書，因此 SWR 整個作業流程並無施工處品質人員參與執行品保作業，品保程序不夠完整。
8. 龍門電廠電氣組測試主持人(TD)於執行 POTP-058.01 (緊急柴油發電機 A 台) 試運轉測試程序書時，因 FAT(Field Acceptance Test)測試同時執行，且已發出 63 件 SWR 及 16 件 FPR，其中甚多涉及接線電路及圖面之修改，使得試運轉測試之先備條件改變或不符規範要求，日後需重新執行測試。

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-99-35、36、40、41、42 等 5 件，正式函送台電公司，要求檢討改善。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論與建議.....	15
附件一 龍門計畫第 40 次定期視察計畫	17
附件二 核能工程注意改進事項	19
附件三 視察照片	28

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」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。另，台電公司於龍門計畫初期安全分析報告審查期間承諾將發展一套起動管理手冊(SAM)，用以規範龍門電廠初始測試期間之作業原則與管理程序，手冊內容共有 29 章，包含：初始測試階段之電廠組織、移交介面、未符合事項處理、測試程序書的管控及相關品質計畫等。為確認龍門電廠是否依起動管理手冊規定，實施初始測試期間各項作業的管理，因此自 98 年期間起，利用每季定期視察的時機，逐步執行起動管理手冊各章節施行狀況的相關查證。

本次定期視察共分 4 個小組分項執行相關之作業查證，其中電氣設備作業查證(含接地系統)之視察部分，主要係針對 1 號機緊急柴油發電機(EDG)及直流系統(DC)安裝記錄文件及龍門電廠所執行之儀用接地及接地網電阻值專案查證進行視察。此外對於龍門工程構型管理(Configuration Management, CM)本次視察亦深入執行查證；藉以確認台電公司確保原規劃龍門工程構型管理系統設計有關資料之完整性。

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，本次定期視察即持續將「龍門計畫系統移交及試運轉測試現況」列為本次定期視察之查證項目。

本次定期視察作業由原能會核能管制處徐副處長明德擔任領隊，率領由原能會核能管制處(13人)組成視察團隊，自99年9月15日至21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40次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

目前龍門核能電廠大多數之主要分項工程均已展開實際之施工作業，依龍門施工處提報之資料顯示，於1號機施工作業部分，除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，目前剩餘反應器內部部分組件仍持續安裝作業，同時主控制室高架地板整理電纜線及相關電氣管路配管等作業，為現階段重點工作。

在2號機施工作業，除各廠房結構體已大致完成外，刻正進行包含：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，反應爐內部組件的安裝，則包含：導管(Guide Rod)安裝、反應爐內部再循環水泵(RIP)、側板蓋(Shroud Head)、分離器(Separator)及蒸汽乾燥器(Steam Dryer)安裝。

在1號機初始測試方面，因大部分機械及管路水壓之施工後

測試已完成，龍門施工處已完成系統移交：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 34 個系統（統計至 99 年 10 月底）給龍門電廠，並逐步進行各系統之試運轉測試。唯因前述主控制室整線期間因無法操作人機介面顯示器(VDU)，試運轉測試作業也因此暫停約兩個月。2 號機則開始部分系統之管路沖洗作業。

參、視察結果

一、電氣設備作業查證(含接地系統)

本次查證系統主要包含緊急柴油發電機(EDG)、直流電力系統(DC)及接地系統之安裝記錄文件及現場查證進行視察。安裝記錄文件視察項目包含：設備接收、安裝檢驗、設備維護、不符品質(NCR)文件；現場查證項目則選定 EDG 及 DC 系統設備接地與電纜敷設進行查證，此外也針對龍門電廠所執行之儀用接地及接地網電阻值專案進行查證。

(一) EDG 系統安裝及維護記錄文件查證：

經查 EDG-A/B/C 台機械設備接收檢驗項目，其對所接收之設備均依據規定進行適當之辨識，並註記其尺寸、數量及接收方式(目視或測量方式)。零組件之品質文件(材料、環境及地震驗證，及 ASME 認證工程規範)則多為待原廠後補狀態，此部分汽源組課長表示將另行由材料組及施工處品質組持續追蹤管控中。

經查大型機械設備、泵及管路安裝檢驗或量測紀錄(包含測量儀器校正、螺栓、銲接、設備水平、馬達對心及出口高度等紀錄)，發現部分設備(例如：泵出口高度及 EDG-C 台水平測量)及支架安

裝不符原始設計並判定不可接受，雖皆有開立品質不符 (NCR)文件並經施工處品質組和核技處評估審查，然而幾乎評估為不影響設備功能並照現況使用，而未見詳細評估文件說明，品保系統並未能有效地發揮功能。

另外，調閱汽源及電氣組設備安裝期間維護保養/檢查紀錄時，發現 EDG- B/C 台現場機械安裝期間維護保養/檢查紀錄，依規定應每月作業 1 次，然而部分紀錄卡於 99 年 6 月後即未依規定記錄，且電氣相關之紀錄卡則未掛於現場。上述維護保養/檢查紀錄雖皆有依據廠家規範執行設備之覆蓋、辨識、外觀損壞、清潔、開孔密封、置放乾燥劑、線圈加熱及量測絕緣組值等值，惟電氣方面雖有紀錄，卻皆無明確數值，例如：量測絕緣組值之接受標準為大於 100MΩ，測量值則皆記錄為 100+ MΩ，施工處此種做法明顯存有瑕疵有待改善。又抽查 A 台儀控盤體之維護檢查作業時，雖有記錄其溫度及溼度，但其溼度量測數據落差頗大，且未有管控標準及作業要求，此部分將請台電公司澄清。

於抽查現場 1 號機 EDG-B 台設備時，發現編號 1R21-ADV-0034B 低溫循環水空氣致動閥，其壓力錶外殼損壞，已建議台電公司更換並落實巡察及維護制度。至於施工圖面管控方面，經訪談施工處汽源組施作人員，其表示圖面變更皆依規定程序送至核技處評估及審查，施作時也都由工管組取得最新管控版圖面至現場對照作業實況，並無另行執行 As-Built 驗收程序。

視察 1 號機緊急柴油發電機(EDG)施工後測試(PCT)現況，發現 1 號機 EDG-A 台雖已完成安裝及所有機械測試及檢查，並已進入原廠現場接收測試 (Field Acceptance Test, FAT)，但仍未進行完整正式之 PCT 測試，經訪談電廠執行 PCT 人員表示此部分將於 FAT 進行完後方能執行完整之 PCT 測試。EDG-C 台狀態則為安裝

完成，並開始進行 PCT 測試中；至於 EDG-B 台雖已完成安裝，但仍未進行檢查與測試。由於 EDG-B/C 台處於初始測試或未測試狀態，又 EDG-A 台 PCT 測試將延後執行，故僅針對 EDG-A 台查證試車前之機械檢查與測試文件，經查證其原廠規範與檢查測試項目文件，並無發現明顯缺失。

(二) DC 系統安裝及維護記錄文件查證：

查閱 1 號機 DC 系統之蓄電池安裝檢驗、充放電、儲存測試紀錄表，及電氣盤(power panel)安裝檢驗時，發現相關文件顯示蓄電池組安裝時皆有進行適當且定期的充放電項目，並監測電壓、電解液及其比重和溫度。

另抽查已移交之蓄電池維護紀錄及非安全相關 (NON-1E) 蓄電池維護程序書，其程序書與維護紀錄作業良好，詳實記錄各蓄電池地點、電壓、比重、溫度及測量值之接受標準，惟未移交之鉛酸溼式蓄電池測試紀錄則發現有部分未記錄地點、環境溫度及測量值之接受標準；此外會同施工處電氣課承辦人抽查 1 號機 CB 2900 Room 332 及 342 蓄電池時，發現 342 房間編號 40 之蓄電池接觸片有腐蝕現象，已請台電公司改善。

(三) EDG 及 DC 電氣設備之接地與電纜敷設項目進行視察，發現以下缺失：

1. 於 1 號機反應器廠房 4800 PPL(power panel) Div. A 前方處，發現編號 1TEX00 電纜托架(cable tray)轉彎處纜線雜亂，另外 tray 中混雜不同標籤之電纜(計有紅、白及黃三色標籤)，疑似違反 Division 分離之要求，此項缺失已開立注意改進事項 LM-99-041 請台電公司澄清檢討。
2. 抽查 1 號機 EDG-B 台發現仍有電纜跨越未按規定路徑鋪設，且尚有 EDG 電纜與臨時設備電纜交互參雜情形。

3. 致於設備接地查證則發現多處設備接地線過長橫跨走道，或未妥善固定，例如：1 號機 反應器廠房 4800 Room337、CB 2900 Room 342 蓄電池室及 EDG-C 台，此項缺失已開立注意改進事項 LM-99-040，請台電公司澄清並檢討改進。

(四) 接地系統查證－龍門電廠所執行之儀用接地及接地網電阻值專案查證：

1. 目前測得之龍門電廠 1、2 號機主接地網電阻約 0.2 歐姆，未能達到設計值；台電公司預計先在主接地網外圍鑽鑿兩口接地井，並在兩口接地井內安裝兩支 3 米長電極棒及兩條 500MCM 銅線，以達到總接地電阻值小於 0.063 歐姆。對此，請台電公司預先擬定若鑽鑿接地井之後，總接地電阻仍無法小於 0.063 歐姆之其他可行對策。
2. 核安處已依據本會 99 年 8 月 13 日核安議題討論會之決議事項，針對 RB/CB/AFB 等廠房之儀控接地系統進行查證，並發現現場接地主幹線之電纜線徑及導線管材質與 CARMS 系統資料不符、主幹線電纜未連接至地網等缺失。然本會查證上述接地主幹線電纜所對應之龍門施工處接地系統檢驗表，所列之各項檢驗結果均顯示為符合，由此顯示龍門電廠接地系統安裝仍有檢驗不確實之情。再者，目前龍門施工處係採用單一張接地系統安裝檢驗表來涵蓋大範圍的接地電纜線檢驗作業，此作法並無法詳實記載個別接地電纜線的敷設品質且易流於形式。為能有效落實接地系統安裝檢驗作業，台電公司應合理縮小接地系統安裝檢驗表之接地電纜線檢驗範圍，並徹底檢討目前檢驗作業之機制。
3. 針對龍門電廠所執行之儀用接地專案查證，發現以下情事：
 - (1) 儀用接地專案查證係依循龍門施工處之儀用控制盤安裝檢

驗作業程序書 (LCO-ICD-006)，此意謂該項儀控盤或儀器架之接地測試檢驗理應由龍門施工處負責，然目前該項工作卻由龍門電廠執行，台電公司應說明該案之程序與權責是否妥適。

- (2) 儀用接地專案查證第一輪已發現有問題之接地線數量龐大，將近 1400 條。然本會抽查盤號為 1H23-PL-0306A 與 1H23-PL-3019 之龍門施工處儀控盤或儀器架接地測試檢驗表 E-061 R2，發現檢驗結果均判定為符合，且檢驗項目僅涵蓋盤體、裸銅線、E-bus 及 I-bus 之間的導通電阻量測，並未針對盤內儀控線進行逐條檢驗。此顯示龍門施工處對接地測試相關檢驗並不確實且未能反映實情，龍門施工處應檢討目前儀用接地測試檢驗之作法與相關檢驗程序書之內容，未來並能具體落實於 2 號機之檢驗。
- (3) 儀用接地專案查證若發現有問題且未能於現場立即改善之接地線，須要求龍門施工處重新檢驗並處理 (共有 432 條，僅 10 條已排除)。目前儀用接地專案查證小組為考量處理效率，係採由 e-mail 或公文方式通知龍門施工處協助處理，然此作法並無法有效地針對有問題的接地線進行管控追蹤，且相關程序恐已悖離 QC/QA 品保規範，因此台電公司應針對此專案制定有效的管控機制。

二、GL 89-10 MOV 測試計畫查證

龍門計畫電動閥 GL 89-10 測試計畫(含動力閥 POV)依龍門計畫 PSAR/FSAR 之規定與承諾，應於初次燃料裝填(或 FSAR 核定)前提出。此一測試計畫(方案)，除未來運轉期間之測試週期、檢查與維護措施等之計畫及對策方案部分外，尚包含做為前述計畫規

劃及對策制定基礎而應於建廠及系統試運測試階段即須完成之資料收集、測試及分析評估等部分。99年5月間本會發現台電公司尚未建立完整之電動閥測試計畫後，除將其納入1號機初次燃料裝填前應完成事項清單內外，亦於99年6、7月間兩次召開討論會，促請台電公司建置專責小組以有效統合有關單位之資源，期加速計畫之規劃建立及執行。由於在視察前台電公司方提出電動閥(MOV)部分之測試計畫書，因此本次視察即以電動閥部分為主，並以人員訪談為主要之視察方式。以下為視察之主要發現：

- (一) 查閱台電公司之電動閥測試計畫書，雖然已粗具GL 89-10之架構，但細讀其內容，發現其仍以龍門施工處之權責範圍較為完整，至於應是屬於龍門電廠或台電公司核技處之電動閥測試需求、動態測試群組(Grouping)與篩選評估分析，以及風險評估準則、維護對策等，或仍未提出具體之準則與結果，或僅說明將商轉前再提出。雖然經訪談相關主辦人員發現前述情形應與台電公司未成立專責小組有關，惟所幸在訪談台電公司主管階層時，發現台電公司主管階層已了解此一問題，並且由龍門施工處及電廠各自負責電動閥(MOV)與動力閥(POV)測試計畫之規畫與執行之構想，目前已極積物色各專責小組負責人及有關人員。
- (二) 雖然電動閥測試計畫目前仍欠缺完整具體之內容，但其結構已然粗具，且已執行完成部分作業，因此較之尚無具體結構方向與共識之動力閥(POV)測試計畫，電動閥測試計畫顯然較有可能於短期內完成並付諸執行。由於動力閥之測試計畫原則上將參照電動閥測試計畫進行規劃，故宜先集中資源完成電動閥測試計畫之規劃並先行執行，爾後再依動力閥之技術差異、需求及電動閥測試計畫執行之情形，逐步修正動力閥測試計畫，如此或能有效縮減動力閥測試計畫之規劃及執行

時程。

(三) GL-89-10 所提之靜態測試，龍門施工處目前亦僅完成安全級海水攔污柵(ISS)、反應器廠房冷卻水系統(RBCW)、及反應器廠房海水系統(RBSW)等三個系統之靜態測試成套品質文件之整理，至於動態測試則僅執行完成少數幾個。本次視察中，曾抽樣了解動態測試之執行情形。以餘熱移除系統(RHR)之低壓注水(LPFL)模式為例，依測試人員之說明，目前的測試結果顯示 RHR 系統之啟動訊號，可以將注水閥 1E11-MBV-0005 A/B/C 打開，且注水閥開啟的時間能符合測試計畫(唯，該等數據及其測試前置條件等因測試計畫仍未完成並經審查，測試結果是否正確尚未有定論)。

三、龍門工程構型管理作業查證

龍門工程構型管理(Configuration Management) 為本會目前關切之重點，本次定期視察之項目包括：

- (一)台電公司核技處應確保原規劃龍門工程構型管理系統設計有關資料之完整性。(包括：NI-GEH/BOP-S&W/TG-MHI/Radwaste-Hitachi 等 4 部份)。
- (二)台電公司於 96 年 6 月與 S&W 解約後，核技處對電廠一般系統(BOP)設計有關資料之維持與更新工作應更積極管理。
- (三)台電公司於 99 年 2 月與 GEH 合約談判確定前有關工地設計修改之再確認與構型管理系統之更新工作，核技處應協調 GEH 儘速辦理。
- (四)系統移交硬體與設計圖面一致性之落實情形，包含：
 - 1. 設計/施工圖面之管控
 - 2. 檢驗接受標準與規範/圖面要求一致性之達成

3. 檢驗紀錄與系統移交成套文件完整性之查對(若竣工圖未完成，應收集所有設計變更文件併入系統移交成套文件，並須進行全面完整性與符合性查對。)
4. 系統移交前現場勘驗
5. 完工設計驗證係參酌法規、設計準則、工業標準(如：ASME Code、EPRI 導則...等)所揭示之原則(含：Sampling---抽樣查證方式之採行)由具工程設計經驗之機構與人員辦理，並對發現現象進行工程評估，必要時並進行原設計之再考量/評估與提出硬體改善設計修正案，交施工單位執行；完工設計驗證為重要硬體構型之再確認作為，必須落實執行。例如目前由電纜重拉案顯示抽樣查證方式似顯不足，宜再適度擴大執行。

(五) 構型管理之電腦化作業---IMS 資料庫完整性與正確性之維持應持續辦理(含未來 GEH 負責 NI 部份設計文件移交作業)，以因應龍門電廠營運需要。並應加強其使用性，使同仁都方便使用，並隨時檢視自己份內業務資料是否現場與電腦資料庫資料一致，具體發揮構型管理之功能。

視察發現：龍門工程構型管理現場查證及其他相關視察發現如下：

1. 台電公司雖有 LPP 3.1-1 Configuration Management Program 程序書提供有關構型管理相關廠家須遵循之要求，但並未建構公司之完整構型管理計畫，以致台電公司未能提出整體構型管理架構中，應建構之所有文件系統項目？何時應納入之文件，並進行相關查核？
2. 目前台電公司以 LPP 3.1-1 作為執行 CM 之最高指引程序書，由於內容並未將整體構型管理之範圍做出界定，且最終需建構一個包含 NSSS、BOP、RWS、T/G 四部份之 Overall Lungmen Configuration Management Program，應說明辦理情形。

3. 整個 CM 考量範圍亦有欠周延，例如龍門施工處所產出之系統文件、龍門電廠專案工程組施工及相關測試作業或檢查文件等，並未在 NSSS、BOP、RWS、T/G 四個 CM 項目中，也未見有納入 CM 之相關管理，應澄清說明。
4. LPP 3.1-1 程序書內容為指引類程序書，仍欠缺建立適當之執行程序書，包括：提供核技處進行相關管理或審查、廠家 CM 計畫建構情形的稽查、如何辦理接收之 CM 完整性查證、如何進行接收後 CM 系統維護與人員訓練，以及如何辦理 CM 系統移交等作業，台電公司應加以澄清。
5. 台電公司並未配置妥適之人力，以進行各廠家之 CM 系統管理與檢討，應檢討改善。
6. 台電公司在建構整體構型管理系統時，應在 CM 系統 Fig.3.2.6.2.5-1 內涵蓋所有文件，並考量各階段如何驗證構型管理與現場一致。另台電公司內部執行查證時應一併就各系統介面、管理系統間介面是否一致，說明查證結果。
7. 目前現場與圖面一致性(As-built)查證作業，除核島區管路系統係依據 31113-0A51-2014 Rev.2 程序書執行外，台電公司應補充說明其他 As-built 查證作業依據執行之程序書為何？同時在執行時所依據執行現場查證之 As-built 圖，如何確認與最終版設計圖一致，是否含蓋所有變更內容。請台電公司澄清時提出相關佐證資料，確認執行依據及 As-built 正確性。
8. 目前辦理系統移交已進行試運轉測試作業，其移交文件是否已將相關設計變更納入？若有未納入情形，請台電公司提出檢討。

就以上視察發現，本會已開立注意改進事項 AN-LM-99-042，請台電公司提出澄清及進行改善。

四、系統移交及試運轉測試查證

本查證項目主要包括：系統移交後之設備維護、本會查證試運轉測試程序書所發現之缺失後續改進落實狀況、電廠工作需求單（SWR）實施現況等、緊急柴油發電機 A 台試運轉測試作業查證等，相關查證結果如下：

(一)系統移交後之設備維護作業查證，經查電廠係依據 SAM-19 執行設備維護控管，經查證後有以下缺失：

1. 依 SAM-19 規定電廠應建立「維護管理電腦化系統」（MMCS），本會前次查證 SAM-19 內容時，即要求電廠應盡速建立 MMCS 系統資料以方便品質人員進行品保作業，惟此次查證發現電廠仍未建立 MMCS 系統資料，因此系統移交後之設備維護作業，電廠品保人員係利用人工控管方式要求，但只侷限在第一次維護作業之實施，日後之系統維護作業因 MMCS 系統資料未建立，造成 MMCS 系統無法發揮功能，因此電廠品質組無法據以查證各維護組實施狀況，不符品保要求。此外，電廠系統移交後大多只建立設備清單（EQ），設備維護週期（PM）及相關設備測試週期均未建立，因此建議電廠應規劃依據系統移交時程建立 MMCS 系統資料，並據以實施維護作業。
2. 經查證電廠部分系統移交後，因屬支援系統因此必須長時間運轉，例如反應器廠房海水系統（RBSW）、反應器廠房冷卻水系統（RBCW）及廠房通風系統等，經實際抽查 RBCW-C 串設備維護狀況，發現 RBCW-C 串於 98.11.27 即已移交並運轉，迄今只執行目視檢查，未來若龍門電廠燃料裝填後至第一次大修，RBCW 系統連續運轉時間應已超過維護計畫所要求之維護週期，因此電廠應針對此類需長

期運轉提供支援測試之系統，應優先建立 MMCS 系統資料，並仿照運轉中電廠實施維護保養，另抽查安全級海水攔污柵及汽機廠房冷卻水系統 (TBSW) 系統維護紀錄未發現明顯缺失，電廠維護組均每月執行相關維護作業並留存紀錄，惟因電廠 MMCS 系統資料未建立因此無法得知其維護項目是否足夠。

(二)依據 SAM-15 規定電廠發現不符合品質案件時，得開立工作需求單 (SWR) 進行設備檢修，此次抽查電廠 SWR 紀錄發現以下缺失：

1. 經查 SWR-1-10-1394/1269 係由施工處執行之檢修工作，其中 SWR-1-10-1394 係更換損壞之主汽機潤滑油循環淨油泵進口壓力錶，SWR-1-10-1269 則是檢修漏氣之 1N-42-ACV-5203 附近管路，但施工處均未開立 NCR，而逕行利用 SWR 執行相關修理更換工作，由於施工處並無處理 SWR 之相關作業程序書，因此 SWR 整個作業流程並無施工處品質人員參與執行品保作業，品保程序不夠完備。
2. 經查 SWR-1-10-1331 係運轉人員要求檢修 E51-AV-112/113 以解決該二閥 cycling 做動造成空浮問題，該案係由電廠機械組負責，機械組回覆 E51-AV-112/113 未故障而結案，運轉組亦同意結案，但該二閥 cycling 做動造成空浮問題並未解決，該案係設計上之問題，電廠應另行開立 FPR 或 NCD 進行處理，電廠評估處理本案之做法明顯存有瑕疵。
3. 經查 SAM-16 第 4.0 節有關電廠品質組部分，其內容只要求品質組將 SWR 登錄建檔，有關品質組應執行查證之權責部分則未述明，請電廠補充說明。

(三)經抽查緊急柴油發電機 A 台移交成套文件及試運轉測試，查

證發現缺失如下：

1. 電氣組測試主持人 (TD) 於執行 POTP-058.01 (緊急柴油發電機 A 台) 試運轉測試程序書時, 因 FAT 測試同時執行, 且已發出 63 件 SWR 及 16 件 FPR, 其中甚多涉及接線電路及圖面之修改, 使得試運轉測試之先備條件改變, 影響試運轉測試之正確性及完整性, 故本次查證之前所實施之緊急柴油發電機 A 台試運轉測試項目, 本會不予承認; 龍門電廠須待設備廠商執行 FAT 測試完成後, 並完成修改試運轉測試程序書相關內容後, 方得執行試運轉測試。
2. 緊急柴油發電機 A 台移交成套文件內電氣組將 PCT-RPP-059.01 施工後測試之項目 1.23 (柴油發電機之電氣盤面檢查) 及項目 1.12 (柴油發電機之溫度、壓力、流量、振動等監測元件及其電氣接線檢查) 列入未移交清冊第二類優先, 龍門電廠應澄清是否得宜。

(四)本會於今年 2 月份發文台電公司, 要求電廠針對本會視察試運轉測試所發現之缺失進行改進, 此次團隊視察係依據台電公司之承諾改善方案進行視察, 視察後發現有以下缺失仍有待加強：

1. 電廠現行將 fail safe 之評估, 係在閘行程測試中執行, 但程序書中未標明氣動閘喪失氣體時之開關方向接受標準, 此外電廠未針對全系統喪失驅動空氣下之, 進行整體評估其開關方向是否會影響機組安全。
2. 本會要求試運轉測試應為逐步確認類之程序書, 但經查證仍有部分程序書未建立逐步確認及簽署欄位, 電廠應全面清查並做改正。
3. 有關程序書步驟 9.2 系統恢復, 部分程序書未明訂詳細之

閥位配置。

(五)抽查備用硼液系統(SLC)及油發電機 A 台(EDG-A)系統試運轉程序書，審視後發現之缺失如下：

1. 備用硼液系統(SLC)-POTP-003.01

- (1) 步驟 5.14 測試環境狀況：應刪除「若不符合則須經評估不會影響測試」之字句。
- (2) 步驟 6.15 應刪除「測試負責人可依當時電廠狀況與測試時之環境或條件，得隨時調整本程序書步驟」之字句。

2. 緊急柴油發電機 A 台(EDG-A)-POTP-058.01

- (1) 步驟 5.9 測試環境狀況：應刪除「若不符合則須經評估不會影響測試」之字句。
- (2) 7.4 注意事項中 1.2.4.項應改列執行步驟，而不應列在注意事項中。
- (3) 表 11.3-.7 之參數紀錄表應增列簽名欄位確認。

以上視察發現之缺失已開立兩件注意改進事項 AN-LM-99-035 及 AN-LM-99-036 請台電公司澄清改善。

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尾聲，各項設備陸續完成施工後測試，已執行部分系統之移交作業並邁入試運轉測試階段，原本預計 99 年第 3 季將有許多系統同時在執行測試，唯自本會前次(第 39 次)定期視察發現主控制室高架地板電纜線凌亂之後，電廠於 9 月份展開整線作業，造成試運轉測試暫停的情形，此實為首次施工及品質管制不良，導致二次的施工作業，

也直接衝擊了整個計畫的進展，台電公司實應痛定思痛，澈底檢討改善作業品質。綜觀本次視察發現缺失，在電氣設備及接地方面，發現電廠主要接地網之電阻值尚未達設計標準，廠房內設備接地亦存在狀況不佳的情形；在構型管理方面，亦發現資料不完整及相關程序書不完備之缺失；系統移交及試運轉測試查證結果，則顯示系統移交後維護作業之電腦管制系統尚未建置妥當、工作需求單處理之品保作業流程不夠完備、試運轉測試程序書內容需再加強改進等。

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，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，以督促龍門施工處與龍門核能電廠針對視察發現缺失進行改善。針對本次視察所發現缺失，本會亦已以注意改進事項 AN-LM-99-35、36、40、41、42 等 5 件（附件二），正式函送台電公司，要求改善。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。

註：本報告限於篇幅，如對文內敘述有任何疑問，請洽本會趙衛武科長，
Tel：02-2232-2121

龍門計畫第四十次定期視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：徐副處長明德

(二)視察人員

本會人員：莊長富、趙衛武、葉元川、曹松楠、張國榮、
趙得勝、廖建勳、宋清泉、洪子傑、王迪生、
張經妙

二、視察時程

(一)時間：99年9月15日至21日

(二)視察前會議：99年9月15日（星期三）上午10時

(三)視察後會議：99年9月21日（星期二）下午13時30分

三、視察項目

(一)電氣設備作業查證(含接地系統)

(二)GL 89-10 MOV 測試計畫查證

(三)龍門工程構型管理作業查證

(四)系統移交及試運轉測試查證

四、注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 核四工程現況及問題檢討 (含未來半年重要工程目標之要徑工程、時程及準備作業現況與進度情形)
2. 1 號機電氣設備(含接地系統)安裝及測試現況
3. GL 89-10 MOV 測試計畫及實施狀況
4. 龍門工程構型管理執行現況
5. 1 號機已系統移交及試運轉測試進度說明(含：FPR、SWR、NCD/NCR、移交除外清單辦理及結案情形)

(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)本案承辦人：王迪生 (TEL：2232-2123)

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-035	日期	99年09月28日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125
<p>注改事項：龍門計畫第40次定期視察建議改善事項-試運轉測試程序書內容查證。</p> <p>內容：</p> <p>本會曾於今年二月份函送 貴公司，要求龍門電廠針對本會視察試運轉測試所發現之缺失進行改進，此次視察係依據 貴公司之承諾改善方案進行查證，發現仍有以下缺失待改進：</p> <p>一、 電廠現行有關失效安全(fail safe)之評估，係在閘行程測試中執行，但程序書中未標明氣動閘喪失氣體時之開關方向及接受標準，此外電廠未針對全系統喪失驅動空氣下，進行整體評估其開關方向是否會影響機組安全。</p> <p>二、 本會要求試運轉測試應為逐步確認類之程序書，但經查證仍有部分程序書未建立逐步確認及簽署欄位，電廠應全面清查並改正。</p> <p>三、 程序書步驟 9.2 之系統恢復，部分程序書未明訂詳細之閘位配置。</p> <p>本會視察員另執行 1C41(備用硼液系統) POTP-003.01 及 1R21-A(緊急柴油發電機 A 台)系統 POTP-058.01 兩份程序書內容審查，發現之缺失如下：</p> <p>一、1C41 系統 (POTP-003.01)</p> <p>(一) 步驟 5.14 測試環境狀況：應刪除「若不符合則須經評估不會影響測試」) 字句。</p> <p>(二) 步驟 6.15 應刪除「測試負責人可依當時電廠狀況與測試時之環境或條件，得隨時調整本程序書步驟」字句。</p>			

編號	AN-LM-99-035	日期	99年09月28日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125

二、1R21-A 系統 (POTP-058.01)

- (一) 步驟 5.9 測試環境狀況：應刪除「若不符合則須經評估不會影響測試字句」。
- (二) 7.4 注意事項第 1、2、4 點內容，實際上為執行步驟，而不是注意事項，故應改列為執行步驟。
- (三) 表 11.3 至表 11.7 之參數紀錄表中，請增列簽名欄位確認。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-036	日期	99年09月29日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125

注改事項：龍門計畫第40次定期視察建議改善事項-系統移交作業查證。

內 容：

此次系統移交作業查證項目，主要選定系統移交後之設備維護作業及工作需求單 (SAM-16) 兩個項目進行視察，此外並選定緊急柴油發電機 A 台 (1R21-A) 系統移交作業進行查證，視察發現如下：

一、經查電廠執行 SAM-19 系統移交後設備維護控管作業，發現以下缺失：

(一) 依 SAM-19 規定電廠應建立「維護管理電腦化系統」(MMCS)，本會前次查證 SAM-19 內容時，即要求電廠應盡速建立 MMCS 系統資料以方便品質人員進行品保作業。此次查證發現電廠仍未建立 MMCS 系統資料，因此系統移交後之設備維護作業，電廠品保人員係利用人工控管方式要求，但只侷限在第一次維護作業之實施，日後之系統維護作業因 MMCS 系統資料未建立，造成 MMCS 系統無法發揮功能，因此電廠品質組無據以執行品質查證維護組實施狀況，不符品保要求。此外，電廠系統移交後大多只建立設備清單(EQ)，但設備維護週期(PM)及相關設備測試週期均未建立。電廠應依據系統移交時程建立 MMCS 系統資料，並據以實施維護作業。

(二) 經查證電廠部分系統移交後，因屬支援系統必須長時間運轉，例如 P26(RBSW)、P21(RBCW) 及廠房通風系統等，經實際抽查 RBCW-C 串設備維護狀況，發現 RBCW-C 串於 98 年 11 月 27 日即已移交並運轉，迄今只執行目視檢查，未來若龍門電廠燃料裝填後至第一次大修，RBCW 系統連續運轉時間應已超過維護計畫所要求之維護週期，因此電廠應針對此類需長期運轉提供支援測試之系統，優先建立 MMCS 系統資料，並仿照運轉中電廠實施維護保養。另抽查 W-12(ISS) 及 P22(TBSW) 系統維護紀錄未發現明顯缺失，電廠維護組每月執行相關維護作業並留存紀錄，惟因電廠 MMCS 系統資料尚未建立，故無法得知其維護項目是否足夠。

編號	AN-LM-99-036	日期	99年09月29日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125

二、依據 SAM-15 規定，抽查電廠工作需求單(SWR)記錄，發現以下缺失：

- (一)經查 SWR-1-10-1394/1269 係由施工處執行之檢修工作，其中 SWR-1-10-1394 係更換損壞之主汽機潤滑油循環淨油泵進口壓力錶，SWR-1-10-1269 則是檢修漏氣之 1N-42-ACV-5203 附近管路，但施工處均未開立不符品質通知(NCR)，而逕行利用 SWR 執行相關修理更換工作，但由於施工處並無處理 SWR 之相關作業程序書，其執行 SWR 作業流程並無施工處品質人員參與，只有提出 SWR 單位負責驗收，其品保程序不夠完備。
- (二)經查 SAM-16 第 4.0 節有關電廠品質組部分，其內容只要求品質組將 SWR 登錄建檔，有關品質組應執行查證之權責部分則未述明，請電廠補充說明。

三、經抽查緊急柴油發電機 A 台(1R21-A)移交成套文件及試運轉測試，發現缺失如下：

- (一)龍門電廠電氣組測試主持人(TD)於執行 POTP-058.01 (緊急柴油發電機 A 台)試運轉測試程序書時，因 FAT(Field Acceptance Test)測試同時執行，且已發出 63 件 SWR 及 16 件 FPR，其中甚多涉及接線電路及圖面之修改，使得試運轉測試之先備條件改變，影響試運轉測試之正確性及完整性，故應待設備廠商執行 FAT 測試完成後，並完成修改試運轉測試程序書相關內容後，方得繼續執行試運轉測試。不符合先備條件下的測試，本會概不承認。
- (二)1R21 緊急柴油發電機 A 台移交成套文件內，電氣組將 PCT-RPP-059.01 施工後測試之項目 1.23 (柴油發電機之電氣盤面檢查)及項目 1.12 (柴油發電機之溫度、壓力、流量、振動等監測元件及其電氣接線檢查)列入未移交清冊之第二類優先，請澄清是否得宜。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-040	日期	99 年 10 月 11 日
廠別	龍門電廠	承辦人	趙得勝 2232-2141

注改事項：龍門計畫第 40 次定期視察-接地系統查證

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. 龍門電廠 1 號機多處電氣設備接地線過長且橫跨走道，或未妥善固定，請貴公司澄清並檢討改進 (例如：1 號機 RB 4800 337 室、CB 2900 342 蓄電池室及 EDG C 台處)。
2. 目前測得之龍門電廠一、二號機主接地網電阻約 0.2 歐姆，未能達到設計值；台電公司預計先在主接地網外圍鑽鑿兩口接地井，並在兩口接地井內安裝兩支 3 米長電極棒及兩條 500MCM 銅線，以達到總接地電阻值小於 0.063 歐姆。對此，請台電公司預先擬定若鑽鑿接地井之後，總接地電阻仍無法小於 0.063 歐姆之其他可行對策。
3. 核安處已依據本會 99 年 8 月 13 日核安議題討論會之決議事項，針對 RB/CB/AFB 等廠房之儀控接地系統進行查證，並發現現場接地主幹線之電纜線徑及導線管材質與 CARMS 系統資料不符、主幹線電纜未連接至地網等缺失。然本會查證上述接地主幹線電纜所對應之龍門施工處接地系統檢驗表，所列之各項檢驗結果均顯示為符合，由此顯示龍門電廠接地系統安裝仍有檢驗不確實之情事。再者，目前龍門施工處係採用單一張接地系統安裝檢驗表來涵蓋大範圍的接地電纜線檢驗作業，此作法並無法詳實記載個別接地電纜線的敷設品質且易流於形式。為能有效落實接地系統安裝檢驗作業，請合理縮小接地系統安裝檢驗表之接地電纜線檢驗範圍，並徹底檢討目前檢驗作業之機制。
4. 針對龍門電廠所執行之儀用接地專案查證進行瞭解，發現以下情事：

核能電廠注意改進事項(續頁)

- (1)此儀用接地專案查證係依循龍門施工處之儀用控制盤安裝檢驗作業程序書 (LCO-ICD-006)，此意謂該項儀控盤或儀器架之接地測試檢驗理應由龍門施工處負責，然目前該項工作卻由龍門電廠執行，請說明該案之程序與權責是否妥適。
- (2)儀用接地專案查證第一輪已發現有問題之接地線數量龐大，將近 1400 條。然本會抽查盤號為 1H23-PL-0306A 與 1H23-PL-3019 之龍門施工處儀控盤或儀器架接地測試檢驗表 E-061 R2，發現檢驗結果均判定為符合，且檢驗項目僅涵蓋盤體、裸銅線、E-bus 及 I-bus 之間的導通電阻量測，並未針對盤內儀控線進行逐條檢驗。此顯示龍門施工處對接地測試相關檢驗並不確實且未能反映實情，請龍門施工處檢討目前儀用接地測試檢驗之作法與相關檢驗程序書之內容，未來並能具體落實於二號機之檢驗。
- (3)儀用接地專案查證若發現有問題且未能於現場立即改善之接地線，須要求龍門施工處重新檢驗並處理 (共有 432 條，僅 10 條已排除)。目前儀用接地專案查證小組為考量處理效率，係採由 e-mail 或公文方式通知龍門施工處協助處理，然此作法並無法有效地針對有問題的接地線進行管控追蹤，且相關程序恐已悖離 QC/QA 品保規範，因此請針對此專案制定有效的管控機制。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-041	日 期	99 年 10 月 08 日
廠 別	龍門電廠	承 辦 人	張經妙 2232-2126

注改事項：龍門計畫第 40 次定期視察建議改進事項－電氣設備安裝及測試查證。

內 容：

一、抽查電氣設備之電纜敷設，發現以下缺失：

1. 1 號機 RB 4800 PPL(power panel) DIV A 正前方編號 1TEX00 cable tray 轉彎處纜線雜亂，另外 tray 中發現混雜不同標籤之電纜(計有紅、白及黃三色標籤)，違反 Division 分離之要求，請 貴公司檢討改善。
2. 1 號機 EDG B 台處仍有電纜跨越，未按規定路徑鋪設，且尚有 EDG 電纜與臨時設備電纜交互參雜，請檢討改善。

二、直流電力系統(R16)維護與文件管理查證：

1. 抽查未移交之 R16 鉛酸溼式蓄電池測試紀錄，發現有部分未記錄地點、環境溫度及測量值之接受標準；另外抽查 1 號機 CB 2900 342 蓄電池室亦發現編號 40 之蓄電池接觸片有腐蝕現象，請檢討改善。

三、EDG A/B/C 台維護與文件管理查證：

1. 抽查 EDG B/C 台現場機械與電氣安裝期間維護保養/檢查紀錄，依規定應每月作業一次，然而部分紀錄卡於六月後即未依規定記錄。另外抽查 A 台儀控盤體之維護檢查作業，雖有記錄其溫度及溼度，但其溼度量測數據落差頗大，其接受標準及作業要求為何，請 貴公司澄清。
2. B 台 編號 1R21-ADV-0034B 低溫循環水空氣致動閥，其壓力錶外殼損壞，請 貴公司更換並落實巡察及維護制度。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-042	日 期	99 年 10 月 21 日
廠 別	龍門電廠	承 辦 人	張國榮 2232-2142

注改事項：第 40 次定期視察之龍門工程構型管理(Configuration Management) 現場查證及其他相關視察發現如下，請澄清說明。

內 容：

- 一、台電公司雖有 LPP 3.1-1 Configuration Management Program 程序書提供有關構型管理相關廠家需遵循之要求，但並未建構公司之完整構型管理計畫，以致台電公司未能提出整體構型管理架構中，應建構之所有文件系統項目？何時應納入之文件，並進行相關查核？
- 二、目前台電公司以 LPP 3.1-1 作為執行 CM 之最高指引程序書，由於內容並未將整體構型管理之範圍做出界定，且最終需建構一個包含 NSSS、BOP、RWS、T/G 四部份之 OVERALL LUNG MEN CONFIGURATION MANAGEMENT PROGRAM,請說明辦理情形。
- 三、另，整個 CM 考量範圍亦有欠周延，例如龍門施工處所產出之系統文件、龍門電廠專案工程組施工及相關測試作業或檢查文件等，並未在 NSSS、BOP、RWS、T/G 四 CM 中，也未見有納入 CM 之相關管理，請澄清說明。
- 四、LPP 3.1-1 程序書內容為指引類程序書，仍欠缺建立適當之執行程序書，包括：提供核技處進行相關管理或審查、廠家 CM 計畫建構情形的稽查、如何辦理接收之 CM 完整性查證、如何進行接收後 CM 系統維護與人員訓練，以及如何辦理 CM 系統移交等作業。
- 五、台電公司並無妥適之人力配置，以進行各廠家之 CM 系統管理與檢討。
- 六、台電公司在建構整體構型管理系統時，應依 Fig.3.2.6.2.5-1 內涵蓋所有文件。並考量各階段如何驗證構型管理與現場一致。查證時請一併就各系統介面、管理系統間介面是否一致，說明查證結果。

編號	AN-LM-99-042	日期	99年10月21日
廠別	龍門電廠	承辦人	張國榮 2232-2142
<p>七、目前 As-built 查證作業除核島區管路系統係依據 31113-0A51-2014 Rev.2 程序書執行外，請說明其他 As-built 查證作業依據執行之程序書為何？同時在執行時所依據執行現場查證之 As-built 圖，如何確認與最終版設計圖一致，是否含蓋所有變更內容。請台電公司澄清時提出相關佐證資料，確認執行依據及 As-built 正確性。</p> <p>八、目前辦理系統移交已進行系統測試之 Turnover 作業，是否已將相關設計變更納入，若有未納入情形，請提出檢討。</p>			
<p>參考文件：</p>			



照片一 徐副處長主持視察前會議



照片二 1號機反應器廠房 cable tray 轉彎處纜線雜亂



照片三 緊急柴油發電機設備接地線過長橫跨走道有安全疑慮問題



照片四 視察後會議現場



照片五 視察後會議電廠提報事項