

龍門核能電廠初始測試視察報告
(103 年第 3 季季報)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 103 年 12 月

目 錄

壹、龍門核能電廠本季初始測試狀況簡述.....	1
貳、本季實施之定期視察與專案視察	2
參、初始測試項目查證	3
一、管路沖洗	3
二、施工後測試	4
三、系統移交	4
四、試運轉測試	4
五、起動測試	5
肆、機組運轉前整備作業查證	5
伍、其他視察項目	6
陸、綜合結論與建議	6

壹、龍門核能電廠本季初始測試狀況簡述

依據龍門核能電廠終期安全分析報告（FSAR）及起動管理手冊（SAM）規定，初始測試分為：施工後測試（Post-Construction Test, PCT）、試運轉測試（Pre-Operational Test）及起動測試（Startup Test）等三階段。此外，管路沖洗及系統移交作業亦為整個初始測試階段重要工作項目，故龍門核能電廠聯合試運轉小組（JTG）即涵蓋上述五項重要工作之管控，亦納入本會視察重點項目。

103 年第 3 季（7 至 9 月份）龍門電廠初始測試進度如下，1 號機管路沖洗作業，除通往輔助燃料池之管路未沖洗外，其餘部分均已完成。2 號機則除須以系統本身動力沖洗（如 CRD 管路）外，也大致完成沖洗作業。

系統移交方面，統計至 103 年 9 月底，龍門電廠已完成 1 號機 126 個完整系統移交作業；1、2 號機共用系統共移交 10 個系統（0F31、0K12、0K13、0P16、0P18、0P51、0R12、0S21、0T57、0Y47），2 號機則部分移交 3 個系統（2R10-1/-3、2R11-1、2R41）。

本季龍門電廠 1 號機持續進行各系統人機介面（MMI）測試，統計至 103 年 9 月底，龍門電廠 1 號機 MMI 測試率已達 100%。至於燃料裝填前應完成 308 份試運轉測試的程序書，因台電公司處理現場施工問題或缺失、測試所產生之問題，以及設備維護保養作業（含停電作業）等，致使少部分試運轉測試至 103 年 9 月底完成，截至目前 1 號機試運轉測試均已全部完成，總完成比率為 100%。

有鑒於龍門電廠系統設備於初次試運轉測試後已放置過久，經濟部為降低民眾對龍門電廠試運轉測試有效性之疑慮，要求台電公司於龍門電廠 1 號機於系統初次試運轉測試完成後，再次進行再驗證測試，並於 102 年 4 月成立再驗證相關安檢小組，其屬經營單位之自行強化作為。原能會則本於核安管制之權責，依「核子反應器設施管制法」及「核子反

應器設施運轉執照申請審核辦法」規定，要求龍門電廠 1 號機於初次裝填核子燃料前，依品保制度完成各項相關測試，並將 187 份系統功能試驗報告送本會審核，本會於 102 年 3 月 22 日「龍門電廠 102 年第 1 次核安議題討論會」決議：將再驗證系統功能試驗報告列為評估系統功能符合性之正式文件（少數系統不須進行再驗證測試），而初次試運轉測試之系統功能試驗報告則列為審查時之參考文件。截至 103 年 9 月底，台電公司龍門電廠 1 號機燃料裝填前須提送本會 187 份系統功能試驗報告，正式提送 112 份，審查同意 68 份。

依據 103 年 4 月 28 日行政院國際記者會宣佈「核四 1 號機不施工、只安檢、安檢後封存；核四 2 號機全部停工」後，龍門電廠即全面準備進入停工/封存的狀態，台電公司並於 9 月初提送龍門電廠停工/封存計畫，本會就其品保方案及維護計畫等進行審查，目前仍在審查中；惟龍門電廠停工/封並非停建，且不排除未來啓封的可能，因此為確保台電公司確實依承諾辦理相關作業，本會仍持續進行相關之核能安全管制作業。

貳、本季實施之定期視察與專案視察

103 年 9 月 22 日至 26 日本會執行龍門計畫第 56 次定期視察，由本會核能管制處視察員與核能研究所共 11 位同仁分 2 組執行，主要視察項目為設備維護、廠務管理、品質文件接收及管制作業查證；龍門計畫未結案管制案件(含核管案件、違規事項、注意改進事項、備忘錄、會議決議事項等)處理作業查證，並於視察開始日之上午及結束日之下午分別舉行視察前與視察後會議。本次視察結果簡述如下：

1. 「設備維護、廠務管理、品質文件接收及管制作業」部分，主要視察發現為：(1)現行擺放於 2 號機現場之維護保養/檢查作業表單，無法清楚辨識該設備是否已進入停工/封存狀態或已由龍門施工處自辦維護作業；(2)現場巡視反應器廠房外圍安全匯流排室，發現用以祛除濕氣之鎢絲燈泡已有數只燒毀；(3)現場巡視反應器廠房內之電氣穿越器，仍有部分穿越器之壓力錶頭顯示其內部仍蓄積壓力或未安裝壓

力錶；(4)消防管閥設備維護保養承包商，掛置於現場之維護保養表單與程序書內表格不一致，且未懸掛工作指引表格；(5)現行承包商或各經辦組欲從 2 號機攜出入工具時，所填報之「2 號機進出廠房門禁管制作業申請單」，表單上各欄位資料常有缺漏或不足。

2. 「龍門計畫未結案管制案件（含核管案件、違規、注改、備忘錄、會議決議事項等）處理作業」部分，主要視察發現為：(1)對於部分未結案管制案件，電廠未能有效管控處理時效，應檢討改善；(2)龍門施工處針對未結案件之追蹤管制未建立相關管制作業程序書加以控管；(3)99 年 8 月 7 日 345 kV 外電喪失事件發現之 RBSW Pump 1A1 及 RBCW Pump 1C1 動作異常原因，建議電廠應調閱相關接線檢驗紀錄，以確認是否係接線錯誤所致。

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 1 件注意改進事項及 2 件視察備忘錄，要求台電公司澄清及改善，至於詳細視察結果，請參閱本會「龍門電廠第 56 次定期視察報告」。

參、初始測試項目查證

一、管路沖洗

管路沖洗作業的主要部分，包括氣壓洩漏測試、水壓測試、管路沖洗、鹼洗及沖淨等作業項目，並於前述項目執行完成後，隨即進行乾燥封存。依據系統需求及沖洗時程共規劃成 19 階段（phases），自 96 年 11 月份正式展開 1 號機管路沖洗作業後，至今進度已完成約 98.58%，未完成管路沖洗的系統只剩輔助燃料池冷卻與淨化系統（G42），現因輔助燃料廠房燃料池目前儲存有 2 號機新燃料，其連接至溢流口（skimmer）之管路暫不予進水沖洗外，1 號機其餘之管路沖洗作業目前已實質完成，因此短期內 1 號機不會有所進度與更新。

關於 2 號機沖洗狀況如下：2 號機除須以系統本身動力沖洗（如 CRD 管路）外，也大致已完成管路沖洗作業，因台電公司目前已進行 2 號機

停工/封存準備作業，相關管路沖洗進度暫時不會更新。

二、施工後測試

龍門電廠 1 號機須執行試運轉之系統共有 126 個，其中包含各類別之多項施工後測試項目。截至 103 年 9 月底，須執行 MMI-PCT 之程序書 244 份，已完成測試的有 244 份，佔須執行程序書總數比率為 100%。

三、系統移交

截至 103 年 9 月底，1 號機燃料裝填前須移交 126 個系統，已完成全系統移交共有 126 個。

1 及 2 號機共用系統部分，本季無進展，仍只有 10 個共用系統(0F31、0K12、0K13、0P16、0P18、0P51、0R12、0S21、0T57、0Y47) 完成移交作業。至於 2 號機部分，已移交系統仍維持配電系統 (R10)、中壓配電系統 (R11) 及廠區接地系統 (R41) 等 3 個系統部分設備。

四、試運轉測試

龍門電廠 1 號機須執行試運轉的系統共有 126 個，燃料裝填前應完成的試運轉測試程序書則有 308 份，截至 103 年 9 月底，已完成初步試運轉測試的程序書計有 308 份，總完成比率為 100%。龍門電廠 1 號機系統試運轉測試數據及相關品質文件經台電公司整理並通過內部審核後，總計正式提送本會 112 份系統功能試驗報告，其中已審查同意 68 份，分別為「棒控制及資訊系統」、「再循環流量控制系統/反應爐再循環水系統-可調速驅動裝置(ASD)測試」、「功率階中子偵測系統」、「自動核心探針系統」、「流程輻射監測系統-01 廢氣處理系統處理後排氣」、「流程輻射監測系統-02 廢棄物處理廠房排氣」、「流程輻射監測系統-03 汽機廠房排氣」、「流程輻射監測系統-04 輔助燃料廠房排氣」、「流程輻射監測系統-05 主汽機氣封冷凝器排氣」、「流程輻射監測系統-06 汽機廠房一般區排氣」、「流程輻射監測系統-07 汽機廠房設備區排氣」、「流程輻射監測系統-08 汽機

廠房廢氣處理系統活性炭床室排氣」、「流程輻射監測系統-09 人員進出管制大樓通風系統」、「流程輻射監測系統-10 技術支援中心通風系統」、「流程輻射監測系統-12 放射性廢液排放監測系統」、「流程輻射監測系統-13 廢氣處理系統處理前取樣系統」、「流程輻射監測系統-15 備用廢氣處理系統」、「流程輻射監測系統-16RBCW 跨系統洩漏輻射監測系統」、「流程輻射監測系統-17 圍阻體過壓保護系統輻射監測系統」、「流程輻射監測系統-18 主蒸汽隧道區域」、「流程輻射監測系統-21 控制廠房通風進氣」、「流程輻射監測系統-23 輔助用過燃料廠房主要區域排氣」、「起動階中子偵測系統」、「控制廠房通風與空調系統(SREA Div A/B/C)」、「反應爐廠房海水泵室通風系統 (RBPV) NS」、「低純度廢液處理系統」、「一次圍阻體穿越器及隔離閥相關洩漏率測試」等系統功能試驗報告。

本季進行消防系統(ODSF、ABB、CO₂/H₂、CPSS、RWB)試運轉測試，本會視察員均適時到現場查證測試先備條件及測試步驟，以有效管制龍門電廠試運轉測試品質。

五、起動測試

起動測試包括在各種爐心功率條件下的測試階段，從初次裝填核子燃料開始，直到電廠達到滿載執照功率為止。龍門核能電廠現今尚未進入起動測試階段，目前工作重點為起動測試程序書之編寫、審查及發行，統計至 103 年 9 月底止，各工程主要承包商及台電公司規劃完成之起動測試程序書共計 201 份，已編寫完成並審核通過者有 150 份，其餘仍持續進行編寫中。本會將持續收集起動測試程序書，供視察員先行研閱，以利未來起動測試之視察作業。

肆、機組運轉前整備作業查證

機組運轉前之整備，主要包含人員訓練（含運轉及維護人員）、電廠運轉、火災防護、電廠水化學管制、品質保證方案及營運程序書之編寫與發行等多項項目必須完成，到 103 年第 2 季電廠已全數發行完畢，

另外電廠例行性巡查及運轉維護等工作項目亦已納入 MMCS 管理系統定時追蹤管理。龍門電廠目前正進行 1 號機之封存規劃，相關整備作業暫緩，但本會仍會持續關注電廠整備作業進度，並將視龍門電廠準備狀況進行相關視察。

伍、其他視察項目

一、龍門電廠 1 號機 DCIS 動態整合測試

103 年 9 月 3 日現場視察龍門電廠 1 號機 DCIS 動態整合測試時，本會視察員發現 SP-2014-POTP-009 STEP 3.5 「先備條件」並未包含反應爐壓力/水位訊號產生器儀器校正查對，對此電廠人員有於測試前查對過核研所提供之儀器校正報告，惟未留下查對紀錄，且校正所使用之儀器是否符合 IEEE Std 498 要求 4 倍精確度之規定，亦未見相關佐證紀錄，故要求台電公司提報「DCIS 動態整合測試」結果報告時，應一併附上相關佐證紀錄，以確保測試有效性。

二、R14 儀用電力系統試驗報告

本會審查龍門電廠委託台電公司綜合研究所於 102 年 7 月 1 日至 4 日執行之「R14 儀用電力系統試驗報告」，針對安全/非安全相關電壓調壓器之 3 次諧波量測結果，開立視察備忘錄，要求與原諧波計算分析值及出廠前測試值進行差異分析評估，並附相關佐證資料，以適當管控 3 次諧波量。

陸、綜合結論與建議

本會自 97 年起針對龍門核能電廠初始測試階段，執行定期團隊視察、專案視察、駐廠視察等視察管制措施。本季除駐廠視察外，並執行龍門計畫第 56 次定期視察及試運轉測試作業之查證。此外，亦持續針對試運轉測試程序書進行審查，以確保試運轉測試程序書品質。而初始測試相關審查、視察發現缺失或需進一步澄清者，均開立注意改進事項或視察備忘錄，要求台電公司檢討改善或澄清，進而提升試運轉測試之嚴謹性及完整性。

