

# 龍門核能電廠第 47 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 101 年 8 月 7 日

## 摘要

本次定期視察，自 101 年 6 月 25 日至 29 日於龍門工地進行，由本會與核研所共 13 位同仁分 4 組執行：1) 一號機電氣工程安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失改善現況查證；2) 二號機施工後測試 (PCT) 作業執行現況查證；3) 一號機試運轉產生之現場問題報告 (FPR) 及未符合事項處理 (NCD) 現況查證；4) 核安處駐龍門安全小組稽查作業查證。

一號機電氣工程安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失改善現況查證之視察部分，係延續本會前於 5 月 23 日及 24 日派員執行「龍門核電廠電氣工程-安全級可撓性金屬導線管安裝作業品質初步視察報告」所列須進一步澄清及確認項目，並針對非核島區安全相關設備使用之可撓性金屬導線管的供應商-禾企國際股份有限公司之品保符合性、非核島區可撓性金屬導線管檢驗作業及人員訓練等項目進行視察，發現龍門核電廠一號機電氣安裝工程—安全級電氣管槽 (Raceway) 之具外被覆可撓性金屬導線管審查及安裝作業，未落實核四工程品質保證方案之要求，違反核子反應器設施品質保證準則等規定。二號機施工後測試作業執行現況查證之視察部分，發現其整體 PCT 作業程序管控上仍有瑕疵，如 PCT 測試程序書之編寫及審查程序管控上均有改善空間，另仍有一些 PCT 測試紀錄的有效性問題待澄清確認。一號機試運轉產生之現場問題報告 (FPR) 及未符合事項處理 (NCD) 現況查證之視察部分，發現龍門核電廠對 NCD 與 FPR 之管制機制及程序仍有一些瑕疵待改進，另台電公司核安處駐龍門核電廠安全小組至今尚未正式對電廠 NCD/FPR 作業進行巡察，應儘早規劃與實施。核安處駐龍門安全小組稽查作業查證之視察部分，發現因駐龍門安全小組正式成立相對上還不算久，故台電公司核安處有關程序書仍未將其納入轄下適用範圍，且核安處駐龍門安全小組亦有部分作業未落實程序書規定執行，另發現該小組人員資格及訓練作業仍有一些精進空間。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，本會開立 1 件違規

事項及 4 件注意改進事項，其中注意改進事項部分並已正式函送台電公司要求澄清及改善；至於龍門核電廠一號機電氣安裝工程－安全級電氣管槽（Raceway）之具外被覆可撓性金屬導線管審查及安裝作業，未落實核四工程品質保證方案之要求部分，已針對相關之違反法規部分開出違規事項草稿，將俟本會行政程序完備後，即正式函送台電公司要求改正。

# 目 錄

	<u>頁次</u>
壹、前言 .....	1
貳、視察結果 .....	2
參、結論與建議 .....	23
附錄 視察照片 .....	24
附件一 龍門計畫第四十七次定期視察計畫.....	28
附件二 本次定期視察之視察項目及分工.....	31
附件三 本次定期視察擬發出之核能工程違規事項.....	32
附件四 本次定期視察發出之核能工程注意改進事項.....	36

## 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有關之不定期視察等作業。

本次定期視察作業由原能會核能管制處張欣副處長擔任領隊，率領由原能會核能管制處(10人)及核能研究所核四建廠安全管制支援小組(3人)等共同組成視察團隊，自101年6月25日至6月29日於龍門施工處工地分組進行視察並展開現場查證作業。本次視察作業項目涵括四大主題，故整個視察作業亦配合視察項目主題而概分4組執行：1)一號機電氣工程安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失改善現況查證，2)二號機施工後測試(PCT)作業執行現況查證，3)一號機試運轉產生之現場問題報告(FPR)及未符合事項處理(NCD)現況查證，4)核安處駐龍門安全小組稽查作業查證；並分別於視察開始日之上午及結束日之下午分別舉行視察前(參照片1及2)與視察後會議(參照片3及4)。本次定期視察之實施項目及視察人員等，請參見龍門計畫第四十七次定期視察計畫(詳參附件一)與其視察項目及分工(詳參附件二)。

## 貳、視察結果

### 一、一號機電氣工程安全級可撓性金屬導線管安裝作業缺失改善現況查證

本次定期視察除延續本會前於 5 月 23 日及 24 日派員執行「龍門核電廠電氣工程-安全級可撓性金屬導線管安裝作業品質初步視察報告」所列須進一步澄清及確認項目外，並針對非核島區安全相關設備使用之可撓性金屬導線管的供應商-禾企國際股份有限公司之品保符合性、非核島區可撓性金屬導線管檢驗作業及人員訓練等項目進行視察，抽查結果如下：

#### (一)前次視察待澄清事項

本會前執行「龍門核電廠電氣工程-安全級可撓性金屬導線管安裝作業品質視察」時，尚有核島區及非核島區輻射區域澄清、防水兼抗輻射型（NWC 型）之符合性查證(如使用於核能電廠之情形)及防水型（ZHUA 型）之符合性查證(如品保之符合性)等項目須進一步澄清及確認；本次視察發現則分別說明如下：

#### 1. ANAMET 公司製造-NWC 型(抗輻射型)之符合性查證

台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）係依據核四工程品質保證方案附錄五之程序，經由符合品保要求之承包商-榮電股份有限公司(以下簡稱榮電公司)評鑑(估)ANAMET 公司製造之 NWC 型器材，其報告並有提供 NWC 型之相關製造程序書，又由台電公司提供 Entergy Nuclear Generation 曾於 2001 年 9 月 11 日至 12 日對 ANAMET 公司執行 Survey(Survey Report:SA01-019)，顯示 NWC 型可撓性金屬導線管有使用於核能電廠之情形，以及 ANAMET 公司之型錄表示為 NUPIC 廠家(NUPIC number 2651)，且該公司認為其所提供之 NWC 型可撓性金屬導線管可使用於核能電廠圍阻體內，並符合 IEEE Std 323 (1974 年

版)及 IEEE Std 383 (1974 年版)規定模擬核電廠 LOCA 曝露準則等相關測試報告。

## 2. ANAMET 公司製造-ZHUA 型(防水型)之符合性查證

台電公司依據核四工程品質保證方案附錄五之程序，經由符合品保要求之承包商-榮電公司評鑑 ANAMET 公司製造之 ZHUA 型器材，就榮電公司對 ANAMET 公司執行協力廠商之評估報告，於前次視察時於該評鑑(估)報告查無 ZHUA 型式之相關製造程序書或相關製程紀錄。本次視察經台電公司陳述說明榮電公司提送之評鑑(估)報告中，有 ANAMET 公司品保方案且該公司聲稱涵蓋所有製造之可撓性金屬導線管，台電公司亦請 ANAMET 公司提供 ZHUA 型式之製造程序書及相關測試報告，並於本次視察期間提供 ZHUA 型式之相關製造程序書或相關製程紀錄。惟此部分，於產品製造前未確認相關製程，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。

## 3. 輻射區域 (Radiation Area) 之澄清說明

- (1)前次視察時台電公司陳述認為核島區設計圖說、施工規範及設備規範等，並未明確指出輻射區域之範圍或設備房間，經台電公司向設計公司-奇異公司提出澄清。
- (2) 本次視察期間，台電公司就該公司與設計公司-奇異公司澄清初步結果向本會說明，台電公司陳述說明為奇異公司於本案(電纜管槽部分)規範輻射區域係採用 FSAR 3.11.5.2 節規定，位於 100Gy 以上房間之安全設備需做設備環境驗證，故以 100Gy 以上作為定義輻射區域之基準(低於 100Gy 即屬 mild area)，且依視察前會議簡報資料中僅列出反應廠房 5 間設備室、輔助燃料廠房 5 間設備室及主蒸汽通道(Main Steam Tunnel)等共計 11 間設備室列為輻射區域。

- (3) 根據奇異公司及石威公司 (S&W) 共用之安全級管槽 (Raceway) 規範 (文件編號 874-E0012D1 Rrv. 0) 之 3.4.2 Condition of Service for Nuclear Island Indoor Raceway, 規定其須耐 40 年之運轉環境條件, 以及 3.5.2.2.1 Liquidtight Flexible Conduit 與 3.5.2.2.2 Liquidtight Flexible Metallic Conduit with Radiation Resistant (Nuclear grade) 等, 規範具外被覆可撓性金屬導線管使用場所及製造所需符合之工業標準; 另查美國核管會 (NRC) 網站發現其對「Radiation Area」有明確定義: 「Any area with radiation levels greater than 5 millirems (0.05 millisievert) in one hour at 30 centimeters from the source or from any surface through which the radiation penetrates.」, 而該定義與奇異公司設計文件 31113.023.1000 Project Design Manual(PDM)第 3 章依輻射強度由低至高規劃成 A~F 區 (Radiation Zone), 其中 D 區以上劃分為輻射區域 (Radiation Area)之定義一致。雖此分區亦涉及規範人員劑量, 但應不限於規範人員之劑量, 如龍門計畫中之廠房內穿越孔密封(Penetration Seal)工程等亦使用同定義之輻射區 A~F 等 6 區分類, 且 PDM 係為設計圖說、規範訂定之上階文件, 故無論設計圖說、規範訂定均須符合 PDM 基本設計要求。因此引用 PDM 相同名詞理應須符合 PDM 之精神, 否則應自行訂定 (如廠房區域油漆工程等)。
- (4) 基於前述相關文件所述內容, 本會認為位於輻射區域之設備室, 理應超過 11 間設備室, 並向台電公司表達上述相關文件所述之內容, 台電公司表示經由輻射 D 區之輻射劑量換算範圍為 17.5~350Gy 與 100Gy 以上略有差異 (即 17.5~100Gy 範圍部分)。台電公司並於視察後提出澄清說

明「輻射區域為 FSAR Table 12.5-1 輻射區指定所定義者一致，即 Zone D、E、F 皆為輻射區」，惟此部分並未提供原設計—奇異公司相關文件。

## (二)非核島區安全級器材供應商之品保符合性查證

依核四工程品質保證方案之規定，安全級可撓性金屬導線管須向具有美國 10CFR50 App. B 或 ASME NQA-1 之品保方案廠家採購。查閱非核島區安全級器材供應商-禾企國際股份有限公司（以下簡稱禾企公司）所提送台電公司審查供應商廠家型錄之審查紀錄，其可撓性電氣導線管（包括安全級防水兼抗輻射可撓性金屬導線管及防水可撓性金屬導線管），係採購自 ANAMET 公司製造之 ANACONDA SEALTITE TYPE 系列 NWC 型與同系列 ZHUA 型。而 ANAMET 公司之品質保證方案並非依美國 10CFR50 App. B 或 ASME NQA-1 所建立之品保證方案。

依前述情形，其表示安全級器材係向無核能品保方案之廠家採購，而依循核四工程品質保證方案附錄五「核四工程核能安全有關器材廠商資格及品質證明文件要求原則」規定辦理，若具核能品保方案之承包商無法向具有核能品保方案之廠家採購時，須建立管制辦法或作業程序書，藉由評鑑選擇合格廠商及進料檢驗等各種方式，向無核能品保方案-「器材供應商(C)」管制其所提供材料之品質。而評估、選擇作業亦必須建立辦法或程序書，事先送台電公司審查後據以執行。

依前述說明查閱台電公司就禾企公司提供之具外被覆可撓性金屬導線管相關審查文件，並與相關人員訪談後，其結果如下：

1. 經查閱禾企公司所提送台電公司審查之相關文件中，查無禾企公司依規定建立之品保方案，並提送台電公司審查之相關審查紀錄。

2. 禾企公司送審之供應商廠家型錄與品保手冊審查紀錄中，顯示 ANAMET 公司未具有符合核能品保方案之廠家資格。
3. 禾企公司在可撓性金屬導線管送審製造廠家紀錄中，附有一紙聲明，內容為「一、禾企國際股份有限公司是詹記科技股份有限公司(目前更名為鉍原公司)旗下之子公司。禾企公司之品質管理系統皆依循詹記科技股份有限公司所制定品質手冊(JEMC-QPC-01 Rev. B2)辦理。此品質手冊(JEMC-QPC-01 Rev. B2)符合美國聯邦法規 10CFR 50 Appendix B 相關規定。二、禾企國際股份有限公司之材料供應商 ANAMET 公司所生產之軟管材料，其品質管理標準及製程管理皆依據本公司品質手冊(JEMC-QPC-01 Rev. B2)相關規定辦理。三、綜上說明，軟管材料供應商之品質管理符合台灣電力公司龍門施工處所規定 S 級產品之品保要求。」惟此聲明顯然無法符合台電公司核四工程品質保證方案所規定對安全級產品之品保要求，以及本會曾於 98 年 4 月 10 日開立 EF-LM-98-004 違規案，略以「榮電公司對詹記公司進行 D 型拉線箱製造廠商評鑑之人員，與詹記公司 D 型拉線箱製造品質手冊之編寫者與其品質制度之制定者為同一人(其後並為詹記公司製造工廠之主管人員)，但經龍門施工處與台電公司核安處等之層層審查下，卻均未能察覺，有關廠家品保評鑑獨立性顯然不足，且審查作業落實性亦不足。」故依上所述禾企公司逕自引用詹記科技股份有限公司(詹記公司)之品質手冊，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
4. 禾企公司在 ANAMET 公司提供之可撓性金屬導線管送審資料目錄下方，加註「禾企國際股份有限公司之材料供應商 ANAMET，所生產之器材軟管材料，其品質管理標準及製程管控皆依據本公司品質手冊(JEMC-QPG-01 Rev. B2)相關規定辦理。」之說明，故依前述其 JEMC-QPG-01 Rev. B2 版本品質手冊，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之規定。

5. 經查台電公司審查核准之禾企公司相關審查文件中，發現有部分引用台電公司審查核准之榮電公司送審文件，並列為禾企公司之送審摘錄紀錄文件中，惟此部分與禾企公司之相關審查文件並無關聯性。
6. 另，查閱台電公司提供之審查資料發現 ANAMET 公司於 2007 年 3 月 8 日提供之採購文件中表示：「Type NWC nuclear conduit has also been approved for use by NUPIC (Nuclear Procurement Issue Committee) and listed NUPIC number 2651. Anaconda Sealtite Type ZHUA is manufacture with a non-toxic low smoke TPU(thermoplastic Polyurethane)and does NOT contain any PVC (polyvinylchloride)」，依前述表示 ANAMET 公司為 NUPIC(Nuclear Procurement Issues Committee；NUPIC number 2651)廠家之一，且該公司僅認為其所提供之 NWC 型可撓性金屬導線管可使用於核能電廠，而 ZHUA 型式則無相關之說明。
7. 就前述相關審查文件對照核四工程品質保證方案附錄五所述之流程中，發現附錄五中之承包商(A)-禾企公司並無符合附錄五之核能品保方案，其器材供應商(C)-ANAMET 公司亦未具有符合美國 10CFR50 App. B 或 ASME NQA-1 之核能品保方案廠家，其相關審查紀錄也查無任何對製造供應商（如 ANAMET 公司）之執行評鑑（估）之紀錄或報告及審查等相關資料，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
8. 另，經抽查禾企公司所提供其他安全級器材（如導線管）-製造供應商送審資料中，亦發現存有上述之情形。已要求台電公司全面清查禾企公司所提供各項安全級器材，與核四工程品質保證方案之器材採購相關品保要求之符合性。

### (三)人員訓練查證

抽查施工處電氣組及儀控組 100 年人員訓練資料，如莊君等人訓練時數都能符合 LMP-QLD-029 檢驗人員考訓及資格銓定作業程序書要求之 15 小時規定，但查閱龍門施工處電氣組及儀控組訓練項目大多為經驗回饋案例之宣導。惟經訪查台電公司執行可撓性金屬導線管安裝作業之相關人員，對於核電廠較特殊之輻射區域明顯認知不足，以及台電公司就設備安裝輻射區域之澄清，亦無法於安裝前確認，而衍生目前安裝之可撓性金屬導線管無法符合使用環境之要求。台電公司應強化人員（含承包商作業人員）之相關專業訓練及經驗傳承，以降低重複施工之風險。

#### （四）其他作業查證

1. 經查台電公司核能安全處駐龍門工地品保小組之巡查表 QAI-101-063 及 QAI-101-065，發現核島區除 ANAMET 公司製造 NWC 型及 ZHUA 型可撓性金屬導線管外，安裝於安全相關設備之可撓性金屬導線管還有 Electri-Flex 公司製造之防水型可撓性金屬導線管(ZHLA 型)。經查榮電公司對 Electri-Flex 公司執行之協力廠商評估報告，其報告資料顯示雖有對 Electri-Flex 公司相關品保作業進行了解，但查無針對 ZHLA 型式之相關製造程序書或製程紀錄等相關文件，該部分類似於榮電公司對 ANAMET 公司製造之 ZHUA 型式之評估作業。因除 ZHLA 型式未具抗輻射，不得安裝於輻射區域外，其與 ANAMET 公司製造之 ZHUA 型式評估方式相似，於產品製造前並未確認相關製程，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
2. 抽查一號機反應器廠房海水泵室(RBSW)電氣導線管安裝檢驗表，針對可撓性金屬導線管檢驗項目內容並未登錄安裝型式，無法追溯現場安裝型式之正確性；另抽查核島區 HCU 設備室有關可撓性金屬導線管（參照片 5 及 6）之安裝檢驗表，該表雖對於防水型或抗輻射型有明列對應至合約項目之編號，惟此仍無法有效提供現場檢驗人員正確之安裝型式，應檢討改善。

3. 另一號機汽機廠房之高壓汽機附近連接壓力傳送器 1C71-PT-0301B 等安全相關儀用電纜導線管(1RE2W303)，使用 ZHUA 型可撓性金屬導線管之安裝檢驗部分，台電公司表示該區域導線管尚未驗收，故無法提供相關安裝檢驗表。訪談台電公司相關作業人員表示對於汽機廠房輻射區域之劃分並不清楚，目前仍待設計單位澄清中。此處亦表示與核島區安裝工程共同缺失，未於安裝前確認並釐清輻射區域之範圍。但非核島使用之器材係由台電公司自行採購，並非由承包商連工待料方式施作（核島區可撓式金屬導線管安裝，則採此模式），即表示非核島區於採購時，理應得知位於輻射區之安裝位置及數量，而非此時表示輻射區域待澄清，否則採購具抗輻射之器材，卻不知裝置位置之情形。
4. 抽查一號機反應器廠房海水泵室(RBSW)之 RBSW C 泵設備室及儀用感測器等安全相關設備所使用可撓性金屬導線管安裝情形，發現現場可撓性金屬導線管安裝之接地線有螺旋盤繞現象（參照片 7 及 8），與管槽安裝規範書(ECP002-C)之 5.3.4.2.4 可撓性導線管之安裝說明內容不符，台電公司應改善。

#### (五)核四工程品保方案相關審查作業查證

1. 有關廠家提送之品保方案、供應商評鑑(估)報告及廠商型錄等文件，經由台電公司龍門施工處分送核安處及核技處依權責審查，經台電公司陳述說明品保方案與供應商評鑑(估)報告及廠商型錄大多採分開獨立方式由核安處及核技處等依權責審查。此模式易衍生核安處可能無法得知送審產品型錄之項目；核技處亦可能無法得知供應商評鑑(估)報告所列之產品型式，而龍門施工處經辦組、品質組目前作業似乎也無法有效確認審查結果之正確性，而衍生諸多使用器材符合性不足之情形，且本會多次視察發現供應商評鑑報告並無一致性的模式，台電公司應通盤檢討相關作業。

2. 龍門計畫對於經由承包商依據核四工程品保方案附錄五程序之安全級器材，除本次視察發現缺失(禾企公司)外，並於本會多次視察發現(如空調系統螺栓、FMCRD 密閉式電纜托網、PULL BOX 等)類此情形，為確保核四建廠品質及符合法規要求，台電公司應平行展開全面性清查依據核四工程品保方案附錄五程序之安全級器材其法規之符合性(含廠家資格及產品規範之符合性)，並包含所有承包商(含採購及施工)提送之廠商評鑑報告(含製造程序及技術評估)之完整性，並清查使用不符合原規範之器材或設備及其評估紀錄。

## 二、二號機施工後測試作業執行現況查證

鑑於龍門核電廠二號機主要工項均已陸續竣工，龍門施工處即將開始進行各重要組件的施工後測試作業，並已開始編寫二號機各種組件的施工後測試程序書，因此本次定期視察針對龍門施工處的整體施工後測試品管作業實施一全面性、完整性的評估，確認龍門核電廠二號機的施工後測試作業是否符合台電公司終期安全分析報告的承諾及相關品保要求，並實際抽查部分組件施工後測試程序書的內容及測試結果。視察發現如下：

(一)整體 PCT 作業程序管控缺失：

1. PCT 測試程序書編寫缺失：

(1) 欠缺先備條件的確認紀錄：施工後測試是系統移交前的必要完成事項，每一個組件在實際進行施工後測試之前都應該確認測試的先備條件是否均已符合。對於台電公司有將一號機的經驗回饋至二號機，要求各種施工後測試程序書均應納入先備條件(含注意事項)，但查證發現部份程序書未要求將先備條件(含注意事項)的確認紀錄納為程序書的必要項目之一。台電公司應要求測試人員於實際進行測試前，須先確認先備條件(含注意事項)是否符合並於確認紀錄上逐項勾稽，以避免測試人員

因疏失在先備條件未符合情形下逕行進行施工後測試。相關權責主管、品管及品保人員在審查施工後測試紀錄時亦可重複確認該施工後測試的有效性。龍門施工處應檢討改進。

- (2) 具多種型式的組件的測試接受標準不足：經查「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」程序書所附測試檢驗表，發現並未對於有多種型式、規格的組件予以適當的規範。一種組件如有多種型式，其檢驗項目或許相同，但其接受標準可能互異。因此在編寫特定程序書時，應明確記載該測試檢驗表所適用的特定組件型式，避免誤用的情形發生。另對於具多種型式組件的測試程序書，亦應於編寫時將該組件的所有型式全數列出，再由品管單位建立相關管制措施，以避免遺漏未檢驗的缺失。
- (3) 接受標準未盡明確：接受標準未以量化標準呈現，量化確實有困難的亦應儘量詳細說明，以避免測試人員與程序書撰寫人員、審查人員因接受標準太簡略而產生認知與理解上的誤差。例如在「Under Vessel 維護設備施工後測試程序」(編號：PCT-MCP-053)程序書中，檢查項目「傾斜柱機構(Mast Tilting Mechanism) (4)操作時的檢查：在垂直及水平向移動時，檢查纜線沒有互相干擾」，其接受標準為「纜線沒有互相干擾」。至於纜線互相干擾的定義為何、如何判定均未詳細說明，應檢討改進，必要時應參照相關主管機關制定的法規、施工綱要規範或相關產業制定的安裝規範等編寫。
- (4) 施工後測試檢驗表填寫範例不當示範：「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」所附「施工後測試檢驗表填寫範例」在執行結果欄位僅要求勾選「合格」、「不合格」，並未要求記錄測試結果時應如實記錄觀測到的讀數，可能造成測試人員錯誤認知，以為不須記錄測試數據，應檢討改進並加強審查測試紀錄。
- (5) 「附件」定義不明：「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」僅簡

略說明附件(含經驗回饋)，未詳細敘明應將先備條件、測試方法、測試工具、測試項目及接受標準所依據之設計文件(含組件規格、設計圖說、施工規範等)相關頁次附於程序書內，造成部分程序書於編寫時並未將設計文件附上。例如二號機無動力止迴閥施工後測試檢驗表，管登編號：1F8-000010、1F8-000020，止迴閥檢驗表未附 P & ID 圖。審查人員無從據以審查程序書內容正確性，測試人員亦無法在有疑問時依據所附設計文件再次查證。

## 2. PCT 測試程序書審查缺失：

- (1) 審查不夠落實：台電公司在視察前簡報時說明只對施工後測試程序書進行格式審查，至於實質審查則隻字未提。其具體內容經詢問品質組人員後瞭解目前的審查程序僅審查檢驗紀錄表的空白表格(即格式)，而在審查時因送審的程序書均未將「接受標準」載明，因此並無法就「接受標準」是否正確進行實質審查。惟查台電公司提供的「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」(編號：2PCT-QLP-101)第 4.3 節「程序書內容至少包括如下：…接受標準…」，顯然各單位在撰寫各組件施工後測試程序書時，並未依規定將「接受標準」納入。僅由執行測試人員於測試前自行參閱相關廠商規格、施工規範等文件自行填入，並在無人複核接受標準是否正確的情形下逕自進行施工後測試。接受標準如無法確認是否正確，各項測試即無法確認是否符合標準，測試紀錄的有效性亦將無法確保，應檢討改進。台電公司雖不一定要採取一次性完全審查，但如採取分階段式審查，應就各階段送審項目、內容、審查的程序、項目、權責、會審等各別規範。
- (2) 審查項目不明確：經抽查部分業經審查通過發行的施工後測試程序書，發現有未附接受標準所引用的設計文件，與未載明接受標準、接受標準僅載明「檢驗通過」等不符常理的缺

失，而在台電公司各組會審及品質組審查時均未發現而讓其通過審查，應檢討改進。如無法建立確實有效的審查管控措施，建議台電公司應檢討建立各級審查單位的逐項審查確認表(Check List)，列明應審查的項目及各審查項目應注意事項，逐項審查確認表並應有審查權責人員逐頁簽章，以確保審查通過的程序書不會再有類似的缺失。

- (3)程序書管控機制待加強：程序書進版後，如何確保測試人員使用的是最新版的程序書，台電公司並未提出適當有效的管控措施；例如應由誰來確認被使用的程序書版次是否正確、被使用的程序書內容是否與經發行的最新版程序書一致。

### 3. PCT 測試紀錄的有效性問題：

- (1)對於前述已進行過施工後測試之項目，如其接受標準尚未執行過實質審查，台電公司應檢討並提出有效的事後審查措施以確認該些施工後測試接受標準的正確性及測試紀錄的有效性。如事後審查措施無法確認接受標準的正確性及測試紀錄的有效性，應廢止該份施工後測試紀錄並依正確、完整的程序書重新進行測試。
- (2)目前二號機有部分組件被暫時移到一號機使用，如該組件已經執行過施工後測試，則在移回二號機後測試紀錄的有效性應如何確保或重新進行測試，台電公司應妥為規範。
- (3)對於施工後測試程序書進版後，原依舊版程序書進行測試的紀錄有效性應如何認定，台電公司並未擬定相關規範及判斷準則。建議可建立程序書差異分析的編寫、審查及核定的相關機制，並將上述所提各項缺失納入經驗回饋，以判定舊版測試紀錄的有效性。差異分析應以最新版本與測試時採用的版本為準做比較。

(二)個別施工後測試程序書抽查缺失：

1. 二號機 RB 燃料池等滿水查漏試驗(編號 2PCT-NSS-047)：

(1)無測試先備條件的確認紀錄(Check List)：例如先備條件要求測試前「利用管塞及膠布封閉 overflow channel 內之 4 支 G41 drain pipe」並要求相關設備完成掛卡，但未要求測試人員確認並記錄。

(2)測試所引用的設計文件未附於程序書內：

a、對於測試前應先完成掛卡作業的清單，雖已附於程序書內，但未檢附相關設計文件以供審查人員複核掛卡清單的正確性。

b、施工後測試檢驗表的接受標準記載「詳表 M-086 R6 之接受標準」，但未檢附 M-083 06 文件。

(3)檢驗標準及記錄方式不明確：

a、檢驗項目「持壓時間」的檢驗標準記載為「24 小時以上」，但對於紀錄內容僅模糊以「實際查驗情形」帶過，未要求記載「開始持壓時間」及「結束持壓時間」。

b、檢驗項目「洩漏檢驗」的檢驗標準僅記載「無洩漏」，至於如何判定有無洩漏未詳細說明，判定合格與否易取決於測試人員個人的專業程度、主觀判斷與心證。

c、檢驗項目「管路或設備安裝並檢驗完成」的檢驗標準僅記載「檢驗完成」，不清楚要檢驗那些項目。

(4)先備條件與測試項目混淆：在本件程序書中，掛卡隔離、試壓圖表準備等等應是屬於先備條件確認項目，但因編寫管控作業程序書未規範先備條件的確認紀錄，造成撰寫人員將先備條件(部分)與測試項目混在同一張檢驗表內，但先備條件的欄位部

分有列、部分未列。

- (5)測試方法未盡完整：程序書記載「於持壓 24 小時後觀察「overflow channel 內水位是否下降，並檢視…是否有洩漏」，惟查此種測試方法靈敏度受 overflow channel 內的水平面積影響很大。如水平面積很大，即使水位僅有微幅變動，亦可能表示有大量洩漏；但如水位無明顯變動，卻無法確保並無洩漏。
2. 系統/組件壓力測試流程(編號 PCT-PPD-001)：試壓套件編號 2TP-2P11-0001，台電公司的「壓力試驗檢驗表」持壓時間 10 分(檢查標準)和 中鼎公司的「管線試壓記錄表」持壓時間 11 分(實際持壓時間)不同，兩單位填寫持壓時間不一致，易引起誤會，應澄清修正，並應確實依現場實際狀況記錄。
3. 施工後測試程序書(編號 PCT-ELD-151)：表單編號：PCT-ELD-151-02 中壓斷路器施工後測試品質管理標準表之第 2 頁(2/2)，安裝後斷路器主接頭各相間及相對地絕緣電阻測量 $>1000M\Omega$ 及高壓斷路器 bushing 功率因數  $PF < 10\%$ 之檢查方法應為『量測』，但程序書之檢查方法為『測試』，易引起誤會，應改善。
4. 二號機迴轉機施工後測試程序書(編號 2PCT-RRP-007)：
- (1)設備名稱「除礦水傳送泵馬達(2P11-P-5023A)」的對心記錄檢查表-徑向偏心依照輔機課的測量紀錄，TIR 應為 0.4mm(接受標準為 0.05 mm)，但計算誤填為 0.04 mm，應查明後修正或重新測量。
- (2)聯軸器輪轂間距離 CBCF(測量精度至 0.01mm)，但主辦單位使用捲尺測量，捲尺的最小刻度為 1 mm，精度無法達到要求，建議應使用可測量精度至 0.01mm 以上之儀器。另所有有修正

之處皆應蓋章或簽章。

(3) 章節 B5、K5 徑向游隙原文為「Axial Gap」，建議修正。

5. 溫度元件校正程序書 (編號 LMP-ICD-059, 版次 0): 溫度元件之儀器校正/檢查紀錄表, 紀錄表編號: ICD-2P13-1032, 其現場實際測量值為 29°C, 現場溫度為 31.6°C; 溫度元件校正程序書要求之允許誤差為 2% full scale, 但附件 ICD-022-01 表單並沒有測量標準值及允許誤差值表格可填, 無從判斷此測量值是否合格, 和檢驗辦法作業程序書 (LPM-QLD-003) 5.2.1 經辦課應明定檢驗標準不符, 應修改 ICD-022-01 表單。
6. 二號機迴轉機施工後測試程序書(編號 2PCT-RRP-007): 除礦水傳送泵馬達(2P11-P-5023A/B), 步驟 D2「馬達絕緣量測」的接受標準定為  $\geq kV + 1 M\Omega$ , 但依照龍門施工處程序書 (LMP-ELD-020)第 4.9.1 規定馬達電壓 480V 最小絕緣值應為 100 M $\Omega$ 。雖然龍門核電廠的絕緣電阻試驗工作程序書(編號:1217) 第 4.5 接受標準定為  $IR_m = kV + 1M\Omega$ , 但其係引用 STD IEEE 43-ENGL2000 規定, 應檢討馬達絕緣量測電阻值是要依照龍門核電廠的絕緣電阻試驗工作程序書(編號:1217)還是龍門施工處程序書(LMP-ELD-020)規定。

### 三、一號機試運轉產生之現場問題報告(FPR)及未符合事項處理(NCD)現況查證

此次一號機 NCD、FPR 執行現況查證, 主要查證項目係以一號機已執行試運轉測試之安全系統所產生之 NCD、FPR 案件為主, 查證方式則以 NCD、FPR 文件審查、針對負責執行 NCD 案件處理之人員進行訪談及現場查證 NCD 實際處理結果等為主, 此外並利用龍門核電廠處理 NCD、FPR 文件, 實際核對及驗證電廠起動管理手冊相關章節 (SAM-15 及 SAM-14) 之落實程度, 同時亦查證核安處查證電廠執行 NCD、FPR 案件之品保稽查狀況及第 43 次定期視察針對 NCD、FPR 視察所開立之注意

改進事項與電廠承諾改善事項進行複查，相關查證結果如下：

#### (一)SAM-15 之落實程度查證結果

經利用 NCD 文件實際核對及驗證龍門核電廠執行 NCD 流程，發現雖然大體上而言電廠及龍門施工處均依據 SAM-15 之規定執行，惟仍發現部分 NCD 案件性質並不符合 SAM-15 規定，相關視察結果如下：

1. NCD-IC-036 顯示該案係 T41-ABD-382A 無法正常操作，該閥經潤滑後恢復正常，因此該案經判定並不屬於 NCD 範圍，電廠品質組應加強審核。
2. 經查證 NCD-MS-007 案件係因緊要寒水機水箱清理時，必須切除部分擋到拆除路徑之支撐，但電廠修配組先進行切除後，才開立 NCD 請設計單位進行評估，本案雖經設計單位評估後可依現況使用但與程序不符。

#### (二)NCD 文件查證

此次 NCD 文件查證主要選定一號機已執行試運轉測試之安全系統所產生之 NCD 案件為主進行查證，相關查證結果如下：

1. 經查證電廠現有 NCD 經評估可依現況使用之案件共有 30 件，其中大部份（18 件）屬於管路支架與緩衝器冷機設定值與現場狀況不符，之後因原設計廠家 GE 公司重新修訂接受標準後，相關 NCD 因此依據新的接受標準判定照現狀使用，其餘之案件則多為管路振動過大，經原設計廠家判定仍符合規範判定照現狀使用，少部分則為組件修理後恢復可用，未發現明顯疏失。
2. 經查證 NCD-OP-025 係正常寒水機系統試運轉測試時發現泵出口流量（144 kPa）與 PFD（process flow diagram）要求（> 177kPa）不符，該 NCD 經 GE 公司回覆待試運轉測試結果審查後，再一併修改 PFD 資料，電廠設計部門（SEO）初步計算 144 kPa 可接受，該案因此判定結案，但經查閱該份試運轉測試程

序書 POTP-045 測試接受標準仍為  $>177\text{kPa}$ ，因此本案存有以下缺失：(1) 試運轉測試程序書未將 SEO 計算結果反映至程序書內容作為接受標準，並加以註記。(2) 由於 GE 公司回覆待試運轉測試結果審查後再一併修改 PFD 資料，因 SEO 並不能替代原設計廠家對反應器廠房設備進行判定是否可接受，因此雖然原設計廠家未來將審查相關試運轉測試結果，但電廠仍應針對此類與 PFD 資料不符之測試結果，建立適當之管制機制。

3. 經查證 NCD-OP-008 係餘熱移除系統 (RHR) 泵 RUN OUT 流量不符規定，原設備供應廠家 GE 公司更換限流器後，依常理電廠應再進行測試確認泵 RUN OUT 流量，但經詢問測試負責人 (TD) 表示本案因測試條件已不存在 (必須在無背壓狀態下測試)，因此電廠改以停機冷卻流量送原設計廠家評估代替，但本案 NCD 文件未顯示前述處理程序與內容，品質部門因此亦無法確認相關測試是否已執行與進行審查，本案因原設計廠家尚在評估中，因此 TD 逕行判定結案並不適當。

### (三) 查證核安處巡查 NCD/FPR 結果

本會第 43 次定期視察曾針對核安處駐龍門施工處巡查 NCD/FPR 作業內容進行視察，鑑於核安處駐龍門核電廠安全小組於 100 年 10 月份成立，品保部門巡察 NCD/FPR 職責轉由該小組負責，本會因此針對核安處駐龍門核電廠安全小組進行巡查紀錄查證，查證結果發現核安處駐龍門核電廠安全小組尚未正式規劃對電廠 NCD/FPR 作業進行巡察，由本會兩次執行電廠 NCD/FPR 作業視察顯示電廠執行 NCD/FPR 作業仍存有部分品質與制度上之問題，因此核安處應儘早規劃與實施 NCD/FPR 作業進行巡察，以確保試運轉測試所產生之改正行動能符合三級品保制度之規定。

### (四) 複查第 43 次定期視察 NCD 缺失改善情形

本會第 43 次定期視察時即曾針對電廠執行 1 號機 NCD 狀況進行查

證，並針對視察所發現之缺失開立注意改進事項 AN-LM-100-036 要求台電公司改進，此次視察針對台電公司承諾改善事項例如 SAM-15 的修訂及現場查證所發現之缺失等進行複查，經查證確認相關承諾改善事項已改善完畢。

#### (五)FPR 相關文件查證

1. FPR-12-0175 及 FPR-12-0176 (R21) 依 FPR 專案小組會議決議結案，將待緊要柴油發電機 (EDG/SDG) 完成測試確認原設計廠家 (Alstom) 邏輯圖正確後，於燃料裝填前請 GE 公司更新邏輯圖，並無後續追蹤管制機制。
2. FPR-12-0116 (C71) 判定為複雜性通案問題 (Equiv\_Analog)，待圖面文件 (CM) 移交後，由台電公司自行標註於邏輯圖內。無後續追蹤管制機制。FPR-11-1267 (R21) 亦同。
3. 多項 FPR 之結案理由為「依 FPR 專案會議決議」，但文件中看不到會議紀錄。如 FPR-12-0074 (C74) 即是，該案未做任何軟硬體修改，僅要求於維護程序書加註「謹遵 channel bypass 原則，1 次只執行 1 串就可避免」，但亦未附維護程序書號碼及已修改部分，結案並不完整。
4. FPR-12-0168 (W12) 不同意第 1 次結案 (因已另開 FPR 後續處理表)，但未勾 1A 表格 9.2 審查結果欄位。該 FPR 處理之 W12 為已移交系統，依理不應開立 FCR/UFCR，但 SEO 對於後續處理答覆「請另開立 FCR 以利後續相關 DCN 作業」，簽發人則開立 UFCR 辦理，程序上可在原 FPR 持續辦理，有儘速將 FPR 結案，規避本會審查系統功能試驗報告之嫌。
5. 發現因進行施工後測試 (水壓測試) 出現問題而開立 FCR (如 ME-953、922、858 等)，或對已移交系統開立 FCR (如 ME-0996、0999 等)，或進行試運轉時開立 UFCR (如 ME-0283)，均不符

SAM-14「初始測試期間發現須經由設計修改才能解決之問題開立 FPR」之規定。

6. SAM-14「現場問題報告」5.5.2 節所有「9.1」及「9.2」文字誤植，應改為「11.1」及「11.2」。

#### 四、核安處駐龍門安全小組稽查作業查證

核安處駐龍門安全小組於 100 年 10 月 1 日正式成立，以符合台電公司於 FSAR 中對本會之承諾。為督促核安處駐龍門安全小組能善盡品保職責，確保龍門核電廠試運轉相關作業之品質，特參據龍門工程品質保證方案、NRC IP 35301「Quality Assurance for Preoperational Testing」、原能會核管處程序書 NRD-IP-704「試運轉測試品質保證方案視察程序書」、核能安全處作業程序書（含 LMG-18.3-T「試運轉測試品保查證作業程序」、LMG-16.3-T「工地改正行動處理程序書」、G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」、LMG-16.2-T「停工指令作業程序書」、P-2.1「稽查員考訓及資格審查程序書」）等，規劃本次視察作業，並以「核安處駐龍門安全小組作業程序書之建立及執行查證」及「核安處駐龍門安全小組人員資格及訓練查證」，作為本次查證項目，查證結果及發現則分述如下，至於所發現之問題或缺失並已開立 AN-LM-101-030 要求台電公司進行檢討改善。

##### (一)核安處駐龍門安全小組作業程序書之建立及執行查證

###### 1. 程序書之建立

(1)查核能安全處作業程序書 LMG-16.3-T「工地改正行動處理程序書」、G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」、LMG-16.2-T「停工指令作業程序書」等，並未將核安處駐龍門安全小組納入適用範圍，應針對適用於核安處駐龍門安全小組之程序書，進行全盤檢討。另建議比照 LMG-1.1「駐龍門品保小組組織及其權責程序書」，建立「駐龍門安

全小組組織及其權責程序書」。

- (2) 查核安處駐龍門安全小組執行之一般稽查作業，發現未依 G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」規定，按月建立稽查計畫。
- (3) 查核安處駐龍門安全小組執行之品質改正通知（CAR）開立及後續處理作業，發現核安處駐龍門安全小組目前所使用之 CAR 登錄總表格式為 G-16.1-T「安全小組品質改正通知作業程序書」版次 8 之表格，CAR 之簽發及後續處理所使用之表格格式有使用 G-16.1-T「安全小組品質改正通知作業程序書」版次 8 之表格，例如 CAR 100-01-OP，亦有使用 LMG-16.3-T「工地改正行動處理程序書」版次 2 之表格，例如 CAR 100-170/178/179/180/181、101-001~016。CAR 相關表格引用之程序書，有不一致之情事。

## 2. 程序書之執行

- (1) 抽查「已結案」之 CAR 100-01-OP（100 年 11 月 24 日電廠人員自行暫銷 E11-MBV-11B 紅卡造成 RB EL -8200 Sump 2B 洩水孔溢流事件）、CAR 100-178（電廠人員執行 1P26 系統儀控管路止洩帶更換作業，未依規定申請檢修工作連絡書及掛卡隔離）、CAR 100-180（1R51-EPEN 設備狀況巡查問題）、CAR 101-002（1R21 臨時變更掛卡（粉紅卡）缺失），發現 CAR 100-180 未獲批准同意結案，未依 LMG-16.3-T 之規定訂定預計完成日期，以為後續改正行動查證/追蹤之依循。此外，亦發現已完成結案之 CAR，未依 LMG-16.3-T 之 6.3.5(1) 規定，以簽文/書函通知負責改正單位。
- (2) 抽查「待查證」之 CAR 101-001/004/005/007/009/010，發現未依 LMG-16.3-T 之 6.4 規定，進行改正行動查證、記錄及後續處理。

(3)抽查「待答覆」之 CAR 101-006 (整線後 Cable Tray 纜線與 CARMS 資料庫內容不符)，發現未依 LMG-16.3-T 之 6.2.4/6.2.5 規定，辦理展期，LMG-16.3-T 亦未建立有效之稽催機制。

## (二)核安處駐龍門安全小組人員資格及訓練查證

### 1. 龍門安全小組人員資格查證：

- (1)經查證核安處稽查員考訓及資格審查作業程序書 (DNS-P-2.1)，有詳細規範稽查員及主稽查員之人員資格、學、經歷、訓練及再訓練等審核要點，內容詳實未發現缺失。
- (2)經查證龍門安全小組現有人力除陳高專外，編制內有經理乙員、課長 3 員、課員 3 人、另有總處支援人員 3 員合計 10 員，經查證此 10 員之學經歷，除吳君為今年 3 月初到任，經歷尚不符程序書 6.1.1 節之要求外，餘皆符合程序書之要求未發現缺失。

### 2. 龍門安全小組人員訓練查證：

- (1)經查證現有人力 10 員之訓練資料，發現有吳君、郭君及彭君 3 員不符程序書 6.1.2 節，至少需 30 個小時專業訓練要求。
- (2)經查除上述 3 員外，其餘 7 員 99 年至今之年度再訓練資料，雖符合程序書 6.5 節之再訓練規定，然因這些人的電廠自辦訓練合格資料未反映回總處人事單位，為恐造成總處策劃組依程序書 6.5 節審核人員資格之疏漏，應儘快補送總處登錄，以備查驗。

## 參、結論與建議

根據本次團隊定期視察之發現，在各項視察項目中，仍存有若干缺失，因此期許台電公司能正視相關缺失，確實改善。整體看來雖發現其相對以前之相關視察而言，已有進步，但仍有許多改善空間，台電公司須注意落實其品質作業之每一步驟，才能整體解決類似一號機電氣工程「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失等基本工程品保問題，也應將一號機相關寶貴經驗與教訓，確實回饋至二號機施工管制作業，俾提昇整體核四工程品質。

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，並與龍門施工處及龍門核電廠等有關部門人員再進行討論，確認所發現問題確實存在。而為促使台電公司確實檢討缺失情形並參酌各項建議，以督促龍門施工處與龍門核能發電廠針對視察發現缺失進行改善，本會依行政作業流程，針對本次視察所發現之缺失，已分別開立 AN-LM-101-027、AN-LM-101-028、AN-LM-101-029、及 AN-LM-101-030 等計 4 件注意改進事項（參附件四），並已正式函送台電公司，要求改善及澄清；至於龍門核電廠一號機電氣安裝工程—安全級電氣管槽（Raceway）之具外被覆可撓性金屬導線管審查及安裝作業，未落實核四工程品質保證方案之要求部分，已針對相關之違反法規部分開立違規事項草稿（參附件三）併處以罰鍰，將俟本會行政程序完備後，即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及未來運轉之品質最終目標。

## 附錄 視察照片



照片 1：101 年 6 月 25 日視察前會議（1）



照片 2：101 年 6 月 25 日視察前會議（2）



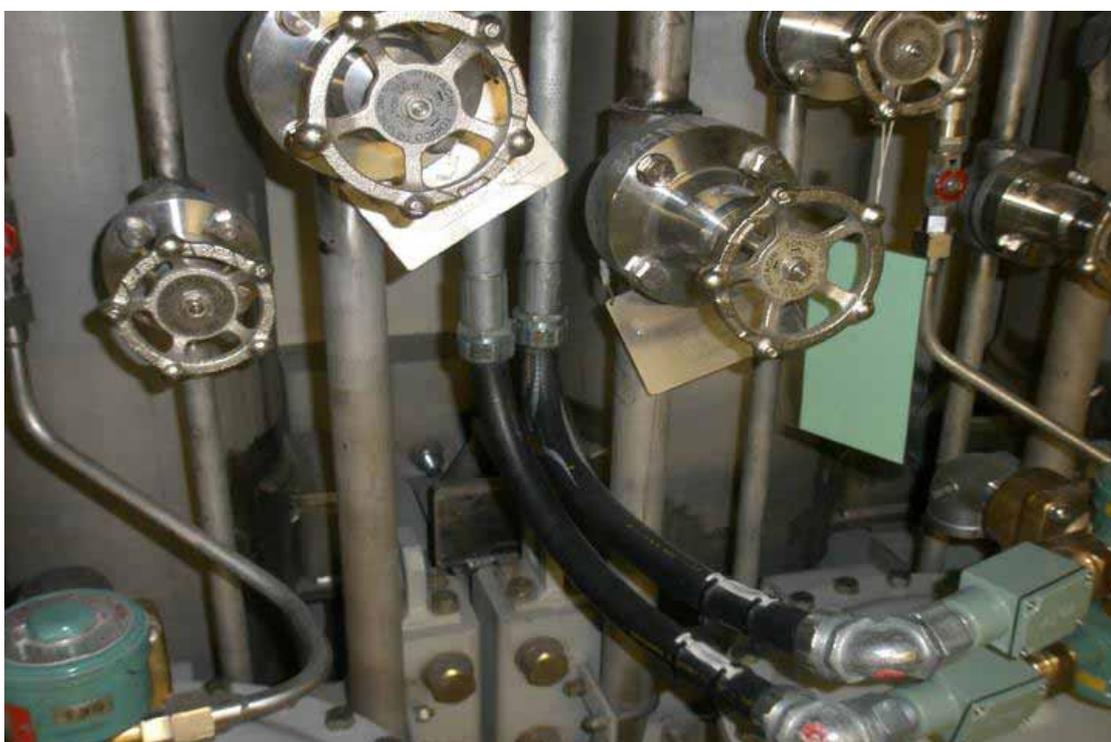
照片 3：101 年 6 月 29 日視察後會議（1）



照片 4：101 年 6 月 29 日視察後會議（2）



照片 5：HCU 設備可撓性金屬導線管安裝情形（1）



照片 6：HCU 設備可撓性金屬導線管安裝情形（2）



照片 7：RBSW 設備可撓性金屬導線管接地線螺旋盤繞現象 (1)



照片 8：RBSW 設備可撓性金屬導線管接地線螺旋盤繞現象 (2)

## 附件一

### 龍門計畫第四十七次定期視察計畫

#### 一、視察人員

(一)領隊：張副處長欣

(二)視察人員

本會人員：李科長綺思、許明童、李建智、張國榮、張世傑、王惠民、宋清泉、洪子傑、郭獻棠、王迪生

核研所專家：廖俐毅、吳毓秀、張瑞金、張宗淵

#### 二、視察時程

(一)時間：101年6月25日至6月29日

(二)視察前會議：101年6月25日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：101年6月29日（星期五）下午13時30分

#### 三、視察項目

(一)一號機電氣工程（含核島區及BOP）安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失改善現況查證

(二)二號機施工後測試作業執行現況查證

(三)一號機試運轉產生之FPR及NCD處理現況查證

(四)核安處駐龍門安全小組稽查作業查證

#### 四、注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1.一號機電氣工程安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業缺失改善現況。內容應含下列項目：

- (1)輻射區域分類及其澄清確認結果。
- (2)各類型式可撓性金屬導線管安裝區域清查情形。
- (3)各類型式可撓性金屬導線管與規範之符合性清查情形。
- (4)各類型式可撓性金屬導線管安裝作業之品質檢驗(含 HCU 設備室與 BOP 使用安全級者)執行缺失情形及改善現況。
- (5)相關之人員訓練執行情形。

2.二號機施工後測試作業執行現況查證。內容應含下列項目：

- (1)二號機施工後測試之組織、整體規劃、施工處與核電廠間界面管制、品質作業及品保制度、目前進度，和可能之問題。
- (2)二號機施工後測試作業程序書內之各項測試細項明確化、允收水準量化及測試紀錄可追溯性管控。

3.一號機試運轉產生之 FPR 及 NCD 處理現況查證。內容應含下列項目：

- (1)一號機現已完成移交之系統(包含未移交設備清單處理現況)、施工後測試(包含系統人機介面測試、系統組件測試)、已完成試運轉測試現況(簡報內容請以系統為單位，系統則以須送本會審查項目為限)。
- (2)一號機現有 Q 及 R1 系統試運轉測試所發現之 NCD 與 FPR 處理現況，以及相關品質、品保單位查核結果。

4.核安處駐龍門安全小組之組織、人力、稽查機制及直至目前之成果。

(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.可撓性金屬導線管材質之品質證明文件、可撓性金屬導線管安裝作業之相關品質文件(含檢驗表等)、可撓性金屬導線管安裝作業缺失改善作業有關文件及可撓性金屬導線管安裝作業相關之人員訓練執行紀錄。
- 2.規範二號機施工後測試各執行單位之權責、分工及介面管理之作業程序書等文件，二號機施工後測試作業程序書與施工處各組可資證明落實上述簡報內容 2 之有關程序書、紀錄及文件。
- 3.一號機試運轉產生之 FPR 及 NCD 清單、一號機試運轉產生之 FPR 及 NCD 管制追蹤摘要或紀錄。
- 4.核安處駐龍門安全小組稽查作業程序書、計畫或工作指引，稽查人員訓練紀錄與近半年稽查紀錄及稽查發現等文件。

(四)本案承辦人：李建智 (TEL：2232-2147)

## 附件二

### 第 47 次定期視察之視察項目及分工

組 別	視 察 項 目	負 責 人
第一組	一號機電氣工程(含核島區及 BOP)安全級「可撓性金屬導線管」安裝作業 缺失改善現況查證	許明童 張國榮 張瑞金
第二組	二號機施工後測試作業執行現況查證	張世傑、吳毓秀、 張宗淵
第三組	一號機試運轉產生之 FPR 及 NCD 處理 現況查證	宋清泉 洪子傑
第四組	核安處駐龍門安全小組稽查作業查證	郭獻棠 王迪生

### 附件三

## 核能電廠違規事項處理表

編號	DF-LM-101-004	廠別	核四廠	日期	101年7月29日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	三	承辦人	許明童 2232-2141
<p>違規事項：龍門電廠一號機電氣安裝工程—安全級電氣管槽（Raceway）之具外被覆可撓性金屬導線管審查及安裝作業，未落實核四工程品質保證方案之要求。</p> <p>法規要求：核子反應器設施管制法第7條及第37條、核子反應器設施管制法施行細則第12條、核子反應器設施品質保證準則第9條、第11條及第14條。</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點第十三點及其附件（違規事項之類級區分）之二、（三）.1。</p>					
<p><b>違規內容：</b></p> <p>龍門核電廠一號機核島區及非核島區之電氣管槽—具外被覆可撓性金屬導線管大多已完成安裝，對於具外被覆可撓性金屬導線管之相關審查及安裝作業，經本會於101年5月23日至24日執行專案視察及101年6月25日至29日執行龍門計畫第47次定期視察，發現有下列缺失：</p> <p>一、審查作業</p> <p>（一）核島區部分：</p> <p>1. 台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）依據核四工程品質保證方案附錄五之程序，經由程序上符合品保要求之承包商—榮電股份有限公司（以下簡稱榮電公司）評鑑 ANAMET 公司製造之具外被覆可撓性金屬導線管。經查榮電公司於95年10月19日對 ANAMET 公司進行訪查並提出廠商評估報告，業經台電公司審查後同意該廠家為其器材供應商。惟該份報告僅附有防水兼抗輻射型（ANAMET 公司產品型號：NCW）之具外被覆可撓性金屬導線管相關製造程序書，而無防水型（ANAMET 公司產品型號：ZHUA）之具外被覆可撓性金屬導線管相關製造程序書或審查紀錄。雖經台電公司陳述說明榮電公司提送之評鑑(估)報告中，附有 ANAMET 公司品保方案且該公司聲稱品保方案涵蓋所有製造之可撓性金屬導線管，台電公司亦請 ANAMET 公司提供 ZHUA 型式之製造程序書及相關測試報告，並於視</p>					

察期間提供 ZHUA 型式之相關製造程序書或相關製程紀錄；惟有關之整體品保程序除應於產品製造前確認品保方案外，並應對相關製程作業等進行確認，而非產品製造完成且現場安裝完畢後再行確認製造程序及檢驗作業，故其審查程序實無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。

2. 另榮電公司評鑑器材供應商—Electri-Flex 公司製造之防水型（型號：ZHUA）之具外被覆可撓性金屬導線管產品，亦查無相關製程之程序書或製程審查紀錄，此類似前述榮電公司評鑑 ANAMET 公司製造 ZHUA 型可撓性金屬導線管之情節。
3. 又此部分，應於產品製造前確認相關製程作業，而非產品製造完成且完成現場安裝後再行確認製造程序及品管檢驗作業等，審查程序並無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求，亦無法完全符合核子反應器設施管制法施行細則第 12 條規定。

（二）非核島區部分：

1. 台電公司依據核四工程品質保證方案附錄五之程序，經由符合品保要求之承包商-禾企國際股份有限公司（以下簡稱禾企公司）評鑑器材供應商（如 ANAMET 公司等）。惟經查閱禾企公司提送台電公司審查之相關文件中，並未發現有禾企公司依規定建立之品保方案，以及台電公司相關審查紀錄。
2. 禾企公司在可撓性金屬導線管送審製造廠家紀錄中，附有一紙聲明，內容為「一、禾企國際股份有限公司是詹記科技股份有限公司（目前更名為鉍原公司）旗下之子公司。禾企公司之品質管理系統皆依循詹記科技股份有限公司所制定品質手冊（JEMC-QPC-01 Rev. B2）辦理。此品質手冊（JEMC-QPC-01 Rev. B2）符合美國聯邦法規 10CFR 50 Appendix B 相關規定。二、禾企國際股份有限公司之材料供應商，ANAMET 公司所生產之軟管材料，其品質管理標準及製程管理皆依據本公司品質手冊（JEMC-QPC-01 Rev. B2）相關規定辦理。三、綜上說明，軟管材料供應商之品質管理符合台灣電力公司龍門施工處所規定 S 級產品之品保要求。」惟此聲明顯然無法完全符合台電公司核四工

程品質保證方案之品保要求。

3. 本會曾於 98 年 4 月 10 日開立 EF-LM-98-004 違規案，略以「榮電公司對詹記公司進行 D 型拉線箱製造廠商評鑑之人員，與詹記公司 D 型拉線箱製造品質手冊之編寫者與其品質制度之制定者為同一人(其後並為詹記公司製造工廠之主管人員)，但經龍門施工處與台電公司核安處等之層層審查下，卻均未能察覺，有關廠家品保評鑑獨立性顯然不足，且審查作業落實性亦不足。」故依上所述，禾企公司逕自引用詹記科技股份有限公司(詹記公司)之品質手冊，實無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
4. 就前述相關審查文件對照核四工程品質保證方案附錄五所述之流程中，發現附錄五內之承包商-禾企公司並無符合附錄五之核能品保方案；其器材供應商-ANAMET 公司亦未具有符合美國 10CFR50 App. B 或 ASME NQA-1 之核能品保方案廠家；其相關審查文件也查無任何對供應商(如 ANAMET 公司)之執行評鑑紀錄及審查等相關資料。實無法滿足核四工程品質保證方案第 7 章(材料採購、設備和服務之管制)及附錄五等要求，亦無法完全符合核子反應器設施管制法施行細則第 12 條規定。

## 二、現場安裝作業

- (一) 對於一號機汽機廠房之高壓汽機附近連接壓力傳送器 1C71-PT-0301B 等安全相關儀用電纜導線管(1RE2W303)，使用防水(ZHUA)型可撓性金屬導線管之安裝檢驗部分，台電公司表示該區域導線管尚未驗收，故無法提供相關安裝檢驗表。惟非核島區使用之器材係由台電公司自行採購，並提供施工承包商依據施工圖說、規範等進行安裝施作；但現場卻僅安裝防水型可撓性金屬導線管，故相關作業並未落實核四工程品質保證方案第 5 章(工作說明書、作業程序書及圖面)與第 10 章(檢驗)等要求。
- (二) 核島區安全相關設備應使用具防水兼抗輻射可撓性金屬導線管(NWC 型)，卻只於控制棒驅動(Control Rod Drive, CRD)系統之 HCU(Hydraulic Control Unit)設備室(Room 117、126)，其餘安全相關設備則僅使用防

水(ZHUA)型可撓性金屬導線管，而此部分與設計圖之圖例 Notes 明確指出輻射區域(Radiation Area)須使用具抗輻射可撓性金屬導線管不一致。惟此部分，台電公司龍門施工處雖表示設計圖說、施工規範及設備規範等，並未明確指出輻射區域之範圍或設備房間，但施工前卻未釐清相關疑義，顯示相關作業並未落核四工程品質保證方案第 5 章(工作說明書、作業程序書及圖面)、第 10 章(檢驗)等要求。

(三) HCU 設備室依 CARMS (Cable and Raceway Management System) 系統規定應裝設具防水兼輻射 NWC 型式可撓性金屬導線管，然現場發現有安裝僅防水(ZHUA)型可撓性金屬導線管(如 1C12-HCU-0022、1C12-HCU-003 等)，不符合品保要求；且抽查一號機 HCU 設備室(Room 117、126)安裝檢驗表，亦無已安裝之 ZHUA 型可撓性金屬導線管之相關安裝檢驗紀錄；另台電公司除無法提供 HCU 設備室內有關 ZHUA 型可撓性金屬導線管之安裝檢驗紀錄外，也無開立 NCR 等管控措施，均不符核四工程品質保證方案第 10 章(檢驗)之要求。

### 違規等級判定：

- 一、綜合上述，台電公司相關作業除未落實核四工程品質保證方案第 7 章材料採購、設備和服務之管制外，並違反核子反應器設施管制法第 7 條與核子反應器設施品質保證準則第 9、11 及 14 條等規定。
- 二、爰依核子設施違規事項處理作業要點之附件「違規事項之類級區分」二【核子反應器建造】、(三)【三級違規】之第 1 項「單項的施工作業活動(如結構、配管、電氣、基礎工程等)發生品保方案之缺失，而造成建造品質無法確保之情形」規定，開立三級違規。

參考文件：

## 附件四

### 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-101-27	日期	101年07月03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47次定期視察建議改善事項-龍門核電廠1號機現場問題報告（FPR）及未符合事項處理（NCD）作業查證。			
內 容：			
一、SAM-15之落實程度查證結果			
1. NCD-IC-036 顯示該案係 T41-ABD-382A 無法正常操作，該閥經潤滑後恢復正常，因此該案經判定並不屬於 NCD 範圍，請品質組加強審核。			
2. 經查證 NCD-MS-007 案件係因緊要寒水機水箱清理時，必須切除部分擋到拆除路徑之支撐，但電廠修配組先進行切除後，才開立 NCD 請設計單位進行評估，本案雖經設計單位評估後可依現況使用但與程序不符，請改進。			
二、NCD文件查證			
1. 經查證 NCD-OP-025 存有以下缺失：(1) 試運轉測試程序書未將 SEO 計算結果反映至程序書內容作為接受標準，並加以註記。(2) 由於 GE 回覆待試運轉測試結果審查後再一併修改 PFD 資料，但電廠未針對此類與 PFD 資料不符之測試結果建立適當之管制機制，請一併改進。			
2. 經查證 NCD-OP-008 係餘熱移除系統（RHR）泵 RUN OUT 流量不符規定，原設備供應廠家 GE 公司更換限流器後，依常理電廠應再進行測試確認泵 RUN OUT 流量，但電廠改以停機冷卻流量送原設計廠家評估代替，本案 NCD 文件並未顯示前述處理程序與內容，同時本案因原設計廠家尚在評估中，因此 TD 逕行判定結案並不適當，請改進。			

編號	AN-LM-101-27	日期	101年07月03日
廠別	龍門核電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125

### 三、查證核安處巡查 NCD/FPR 結果

經查證發現核安處駐龍門核電廠安全小組尚未正式規劃對電廠 NCD/FPR 作業進行巡察，請核安處儘早規劃與實施 NCD/FPR 作業進行巡察，以確保試運轉測試所產生之改正行動能符合三級品保制度之規定。

### 四、FPR 相關文件查證

1. FPR-12-0175 及 FPR-12-0176 (R21) 係依據 FPR 專案小組會議決議辦理結案，將待 EDG/SDG 完成測試確認 Alstom 邏輯圖正確後，於燃料裝填前請 GEH 更新邏輯圖，但結案後並無後續追蹤管制機制，請改進。
2. FPR-12-0116 (C71) 判定為複雜性通案問題，待構型管理 (CM) 自 GEH 移交後，由台電公司自行標註於邏輯圖內。但結案後並無後續追蹤管制機制。FPR-11-1267 (R21) 亦有相同之問題，請改進。
3. 多項 FPR 之結案理由為「依 FPR 專案會議決議辦理」，但文件中看不到會議紀錄。如 FPR-12-0074 (C74) 即是，該案未做任何軟硬體修改，僅要求於維護程序書加註「謹遵 channel bypass 原則，1 次只執行 1 串就可避免」，但亦未附維護程序書號碼及其中已修改部分，結案程序並不完整。
4. FPR-12-0168 (W12) 不同意第 1 次結案 (因已另開 FPR 後續處理表)，但未勾 1A 表格 9.2 審查結果欄位，程序不完整。該 FPR 處理之 W12 為已移交系統，依 SAM-14 規定不應開立 FCR/UFCR，簽發人依據 SEO 對於後續處理答覆以開立 UFCR 辦理，不符程序請改進。
5. 視察發現有因進行 PCT (如水壓測試) 出現設計問題而開立之 FCR (如 ME-953、922、858 等)，或對已移交系統開立之 FCR (如 ME-0996、0999 等)，或進行系統試運轉而開立之 UFCR (如 ME-0283)，均不符 SAM-14 「初始測試期間發現須經由設計修改才能解決之問題開立 FPR」之規定，請改

編號	AN-LM-101-27	日期	101年07月03日
廠別	龍門核電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125

進。

6. 視察發現 SAM-14「現場問題報告」5.5.2 節所有「9.1」及「9.2」文字誤植，應改為「11.1」及「11.2」。

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-101-028	日 期	101 年 07 月 23 日
廠 別	龍門核能電廠	承 辦 人	張世傑 2232-2143

注改事項：龍門計畫第 47 次定期視察建議改善事項—二號機施工後測試作業執行現況查證。

內 容：

壹、整體 PCT 作業程序管控缺失：

一、PCT 測試程序書編寫缺失：

- (1) 欠缺先備條件的確認紀錄：施工後測試是系統移交前的必要完成事項，每一個組件在實際進行施工後測試之前都應該確認測試的先備條件是否均已符合。對於台電公司有將一號機的經驗回饋至二號機，要求各種施工後測試程序書均應納入先備條件(含注意事項)，但查證發現部份程序書未要求將先備條件(含注意事項)的確認紀錄納為程序書的必要項目之一。台電公司應要求測試人員於實際進行測試前，應先確認先備條件(含注意事項)是否符合並於確認紀錄上逐項勾稽，以避免測試人員因疏失在先備條件未符合情形下逕行進行施工後測試。相關權責主管、品管及品保人員在審查施工後測試紀錄時亦可重複確認該施工後測試的有效性。請檢討改進。
- (2) 具多種型式的組件的測試接受標準不足：經查「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」程序書所附測試檢驗表，發現並未對於有多種型式、規格的組件予以適當的規範。一種組件如有多種型式，其檢驗項目或許相同，但其接受標準可能互異。因此在編寫特定程序書時，應明確記載該測試檢驗表所適用的特定組件型式，避免誤用的情形發生。另對於具多種型式組件的測試程序書，亦應於編寫時將該組件的所有型式全數列出，再由品管單位建立相關管制措施，以避免遺漏未檢驗的缺失。
- (3) 接受標準未盡明確：接受標準未以量化標準呈現，量化確實有困難標準的亦應儘量詳細說明，以避免測試人員與程序書撰寫人

編號	AN-LM-101-028	日期	101年07月23日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143

員、審查人員因接受標準太簡略而產生認知與理解上的誤差。例如在「Under Vessel 維護設備施工後測試程序」(編號：PCT-MCP-053)程序書中，檢查項目「傾斜柱機構(Mast Tilting Mechanism) (4)操作時的檢查：在垂直及水平向移動時，檢查纜線沒有互相干擾」，其接受標準為「纜線沒有互相干擾」。至於纜線互相干擾的定義為何、如何判定均未詳細說明，請檢討改進，必要時應參照相關主管機關制定的法規、施工綱要規範或相關產業制定的安裝規範等編寫。

- (4) 施工後測試檢驗表填寫範例不當示範：「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」所附「施工後測試檢驗表填寫範例」在執行結果欄位僅要求勾選「合格」、「不合格」，並未要求記錄測試結果時應如實記錄觀測到的讀數，可能造成測試人員錯誤認知，以為不須記錄測試數據，請檢討改進並加強審查測試紀錄。
- (5) 「附件」定義不明：「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」僅簡略說明附件(含經驗回饋)，未詳細敘明應將先備條件、測試方法、測試工具、測試項目及接受標準所依據之設計文件(含組件規格、設計圖說、施工規範等)相關頁次附於程序書內，造成部分程序書於編寫時並未將設計文件附上。例如二號機無動力止迴閥施工後測試檢驗表，管登編號：1F8-000010、1F8-000020，止迴閥檢驗表未附 P & ID 圖。審查人員無從據以審查程序書內容正確性，測試人員亦無法在有疑問時依據所附設計文件再次查證。

## 二、PCT 測試程序書審查缺失：

- (1) 審查流於形式化：台電公司在視察前簡報時說明只對施工後測試程序書進行格式審查，至於實質審查則隻字未提。其具體內容經詢問品質組人員後瞭解目前的審查程序僅審查檢驗紀錄表的空白表格(即格式)，而在審查時因送審的程序書均未將「接受標準」載明，因此並無法就「接受標準」是否正確進行實質審查。惟查台電公司提供的「二號機 PCT 程序書編寫管控作業」(編號：

編號	AN-LM-101-028	日期	101年07月23日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143

2PCT-QLP-101)第 4.3 節「程序書內容至少包括如下：…接受標準…」，顯然各單位在撰寫各組件施工後測試程序書時，並未依規定將「接受標準」納入。僅由執行測試人員於測試前自行參閱相關廠商規格、施工規範等文件自行填入，並在無人複核接受標準是否正確的情形下逕自進行施工後測試。接受標準如無法確認是否正確，各項測試即無法確認是否符合標準，測試紀錄的有效性亦將無法確保，請檢討改進。雖不堅持台電公司一定要採取一次性完全審查，但如採取分階段式審查，應就各階段送審項目、內容、審查的程序、項目、權責、會審等各別規範。

- (2) 審查項目不明確：經抽查部分業經審查通過發行的施工後測試程序書，發現有未附接受標準所引用的設計文件，與未載明接受標準、接受標準僅載明「檢驗通過」等不符常理的缺失，而在台電公司各組會審及品質組審查時均未發現而讓其通過審查，請檢討改進。如無法建立確實有效的審查管控措施，建議台電公司應檢討建立各級審查單位的逐項審查確認表(Check List)，列明應審查的項目及各審查項目應注意事項，逐項審查確認表並應有審查權責人員逐頁簽章，以確保審查通過的程序書不會再有類似的缺失。
- (3) 程序書管控機制待加強：程序書進版後，如何確保測試人員使用的是最新版的程序書，台電公司並未提出適當有效的管控措施；例如應由誰來確認被使用的程序書版次是否正確、被使用的程序書內容是否與經發行的最新版程序書一致。

### 三、PCT 測試紀錄的有效性問題：

- (1) 對於前述已進行過施工後測試之項目，如其接受標準尚未執行過實質審查，請台電公司檢討並提出有效的事後審查措施以確認該些施工後測試接受標準的正確性及測試紀錄的有效性。如事後審查措施無法確認接受標準的正確性及測試紀錄的有效性，應廢止該份施工後測試紀錄並依正確、完整的程序書重新進行測試。

編號	AN-LM-101-028	日期	101年07月23日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143

(2) 目前二號機有部分組件被暫時移到一號機使用，如該組件已經執行過施工後測試，則在移回二號機後測試紀錄的有效性應如何確保或重新進行測試，請台電公司妥為規範。

(3) 對於施工後測試程序書進版後，原依舊版程序書進行測試的紀錄有效性應如何認定，台電公司並未擬定相關規範及判斷準則。建議可建立程序書差異分析的編寫、審查及核定的相關機制，並將上述所提各項缺失納入經驗回饋，以判定舊版測試紀錄的有效性。差異分析應以最新版本與測試時採用的版本為準做比較。

## 貳、個別施工後測試程序書抽查缺失：

### 一、二號機 RB 燃料池等滿水查漏試驗(編號 2PCT-NSS-047)：

(1) 無測試先備條件的確認紀錄(Check List)：例如先備條件要求測試前「利用管塞及膠布封閉 overflow channel 內之 4 支 G41 drain pipe」並要求相關設備完成掛卡，但未要求測試人員確認並記錄。

(2) 測試所引用的設計文件未附於程序書內：

a、對於測試前應先完成掛卡作業的清單，雖已附於程序書內，但未檢附相關設計文件以供審查人員複核掛卡清單的正確性。

b、施工後測試檢驗表的接受標準記載「詳表 M-086 R6 之接受標準」，但未檢附 M-083 06 文件。

(3) 檢驗標準及記錄方式不明確：

a、檢驗項目「持壓時間」的檢驗標準記載為「24 小時以上」，但對於紀錄內容僅模糊以「實際查驗情形」帶過，未要求記載「開始持壓時間」及「結束持壓時間」。

b、檢驗項目「洩漏檢驗」的檢驗標準僅記載「無洩漏」，至於如何判定有無洩漏未詳細說明，判定合格與否易取決於測試人員個人的專業程度、主觀判斷與心證。

c、檢驗項目「管路或設備安裝並檢驗完成」的檢驗標準僅記載「檢驗完成」，不清楚要檢驗那些項目。

(4) 先備條件與測試項目混淆：在本件程序書中，掛卡隔離、試壓圖

編號	AN-LM-101-028	日期	101年07月23日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143

表準備等等應是屬於先備條件確認項目，但因編寫管控作業程序書未規範先備條件的確認紀錄，造成撰寫人員將先備條件(部分)與測試項目混在同一張檢驗表內，但先備條件的欄位部分有列、部分未列。

(5) 測試方法未盡完整：程序書記載「於持壓 24 小時後觀察「overflow channel 內水位是否下降，並檢視…是否有洩漏」，惟查此種測試方法靈敏度受 overflow channel 內的水平面積影響很大。如水平面積很大，即使水位僅有微幅變動，亦可能表示有大量洩漏；但如水位無明顯變動，卻無法確保並無洩漏。

二、系統/組件壓力測試流程(編號 PCT-PPD-001)：試壓套件編號 2TP-2P11-0001，台電公司的「壓力試驗檢驗表」持壓時間 10 分(檢查標準)和中鼎公司的「管線試壓記錄表」持壓時間 11 分(實際持壓時間)不同，兩單位填寫持壓時間不一致，易引起誤會，請澄清修正，並應確實依現場實際狀況記錄。

三、施工後測試程序書(編號 PCT-ELD-151)：表單編號：PCT-ELD-151-02 中壓斷路器施工後測試品質管理標準表之第 2 頁(2/2)，安裝後斷路器主接頭各相間及相對地絕緣電阻測量  $> 1000M\Omega$  及高壓斷路器 bushing 功率因數  $PF < 10\%$  之檢查方法應為『量測』，但程序書之檢查方法為『測試』，易引起誤會，請改善。

四、二號機迴轉機施工後測試程序書(編號 2PCT-RRP-007)：

(1) 設備名稱「除礦水傳送泵馬達(2P11-P-5023A)」的對心記錄檢查表-徑向偏心依照輔機課的測量紀錄，TIR 應為 0.4mm (接受標準為 0.05 mm)，但計算誤填為 0.04 mm，請查明後修正或重新測量。

(2) 聯軸器輪轂間距離 CBCF (測量精度至 0.01mm)，但主辦單位使用捲尺測量，捲尺的最小刻度為 1 mm，精度無法達到要求，建議應使用可測量精度至 0.01mm 之儀器。另建議所有有修正之處皆應蓋章或簽章。

(3) 章節 B5、K5 徑向游隙原文為「Axial Gap」，建議修正。 章節 G、

編號	AN-LM-101-028	日期	101年07月23日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143
<p>H「沈」水泵浦，建議修正為「沉」水泵浦。</p> <p>五、溫度元件校正程序書(編號 LMP-ICD-059, 版次 0): 溫度元件之儀器校正/檢查紀錄表, 紀錄表編號: ICD-2P13-1032, 其現場實際測量值為 29°C, 現場溫度為 31.6°C; 溫度元件校正程序書要求之允許誤差為 2% full scale, 但附件 ICD-022-01 表單並沒有測量標準值及允許誤差值表格可填, 無從判斷此測量值是否合格, 和檢驗辦法作業程序書(LPM-QLD-003) 5.2.1 經辦課應明定檢驗標準不符, 請修改 ICD-022-01 表單。</p> <p>六、二號機迴轉機施工後測試程序書(編號 2PCT-RRP-007): 除礦水傳送泵馬達(2P11-P-5023A/B), 步驟 D2「馬達絕緣量測」的接受標準定為 <math>\geq kV + 1 M\Omega</math>, 但依照龍門施工處程序書(LMP-ELD-020)第 4.9.1 規定馬達電壓 480V 最小絕緣值應為 100 M<math>\Omega</math>。雖然龍門電廠的絕緣電阻試驗工作程序書(編號: 1217)第 4.5 接受標準定為 <math>IR_m = kV + 1M\Omega</math>, 但其係引用 STD IEEE 43-ENGL2000 規定, 請檢討馬達絕緣量測電阻值是要依照龍門電廠的絕緣電阻試驗工作程序書(編號: 1217)還是龍門施工處程序書(LMP-ELD-020)規定。</p>			
<p>參考文件:</p>			

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-101-029	日期	101 年 07 月 13 日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	許明童 2232-2141

注改事項：龍門計畫第 47 次定期視察建議改善事項——一號機電氣工程安全級具外被覆可撓性金屬導線管安裝作業缺失改善現況查證。

內 容：

### 一、現場安裝情形查證

- (一) HCU 設備室(Room 117、126)目前安裝之具抗輻射 NWC 型式可撓性金屬導線管，現場發現疑似有導線管彎曲半徑不足，造成該導線管有相當高比例之外被覆剝離現象；另於反應器爐心餘熱移除系統(Residual Heat Removal System, RHR) A 泵室發現有疑似施工不當或人為破壞，而造成導線管接頭處有斷裂或脫落之情形，請全面清查並改善。
- (二) 抽查一號機反應器廠房海水泵室(RBSW)電氣導線管安裝檢驗表，針對具外被覆可撓性金屬導線管檢驗項目內容並未登錄安裝型式，無法追溯現場安裝型式之正確性；另抽查核島區 HCU 設備室有關具外被覆可撓性金屬導線管之安裝檢驗表，該表雖對防水型或抗輻射型有明列並對應至合約項目之編號，惟此仍無法有效提供現場檢驗人員正確之安裝型式，請檢討改善。
- (三) 抽查一號機反應器廠房海水泵室(RBSW)之 RBSW C 泵設備室及儀用感測器等安全相關設備所使用具外被覆可撓性金屬導線管安裝情形，發現具外被覆可撓性金屬導線管安裝之接地線有螺旋盤繞現象，與管槽安裝規範書(ECP002-C)第 5.3.4.2.4 節之可撓性導線管安裝說明內容不符，請改善。

### 二、核四工程品保方案附錄五相關審查作業查證

- (一) 有關廠家提送之品保方案、供應商評鑑(估)報告及廠商型錄等文件，係經由龍門施工處分送核安處及核技處依權責審查，經台電公司陳述說明品保方案、供應商評鑑(估)報告及廠商型錄大多採分開獨立方式由核安處或核技處（含設計公司）等依權責審查。

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-101-029	日 期	101 年 07 月 13 日
廠 別	龍門核能電廠	承 辦 人	許明童 2232-2141

此模式易衍生核安處可能無從得知送審產品型錄與廠家評鑑報告是否一致；設計單位（含核技處）亦無法得知供應商評鑑(估)報告所列之產品型式與送審型錄項目之符合性，雖經由龍門施工處彙整，惟就目前龍門施工處經辦組、品質組相關審查作業似乎無法有效確認審查結果之正確性，而衍生諸多使用器材符合性不足之情形，且本會多次視察發現供應商評鑑報告並無一致性的標準，請通盤檢討相關作業並建立審查基準，以確保審查作業之符合性。

### 三、人員訓練查證

- (一) 抽查龍門施工處電氣組及儀控組 100 年度部分人員訓練資料，如莊君等人訓練時數都能符合 LMP-QLD-029 檢驗人員考訓及資格銓定作業程序書要求之 15 小時規定，但查閱龍門施工處電氣組及儀控組訓練項目大多為經驗回饋案例之宣導。惟經訪談台電公司執行可撓性金屬導線管安裝作業之相關人員，對於核電廠較特殊之輻射區明顯認知不足，以及台電公司就設備安裝輻射區域之澄清，亦無法於安裝前確認，而衍生目前安裝之可撓性金屬導線管無法符合使用環境之要求。雖經驗回饋宣導可避免重複發生，但仍應強化相關基本專業訓練。故請加強相關作業人員（含承包商作業人員）之相關專業訓練及經驗傳承，以降低重複施工之風險。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-101-030	日 期	101 年 7 月 16 日
廠 別	龍門核電廠	承辦人	郭獻棠 2232-2129

注改事項：請針對龍門計畫第四十七次定期視察項目「核安處駐龍門安全小組稽查作業查證」發現之問題或缺失，進行檢討改善。

內 容：

一、核安處駐龍門安全小組作業程序書之建立及執行

1. 查核能安全處作業程序書 LMG-16.3-T「工地改正行動處理程序書」、G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」、LMG-16.2-T「停工指令作業程序書」等，未將核安處駐龍門安全小組納入適用範圍，請予以納列，並請針對適用於核安處駐龍門安全小組之程序書，進行全盤檢討。另建議比照 LMG-1.1「駐龍門品保小組組織及其權責程序書」，建立「駐龍門安全小組組織及其權責程序書」。
2. 查核安處駐龍門安全小組執行之一般稽查作業，未依 G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」規定，按月建立稽查計畫。
3. 查核安處駐龍門安全小組目前所使用之品質改正通知（CAR）登錄總表格式及 CAR 100-01-OP 簽發與後續處理所使用之表格，不符 LMG-16.3-T 之規定。
4. 查「未結案」之 CAR 100-180，未依 LMG-16.3-T 之規定，訂定預計完成日期，以為後續改正行動查證/追蹤之依循。
5. 查「已結案」之 CAR，例如 CAR 100-01-OP、CAR 100-178、CAR 101-002 等，未依 LMG-16.3-T 之 6.3.5(1)節規定，以簽文/書函通知負責改正單位。
6. 查「待查證」之 CAR 101-001/004/005/007/009/010，未依 LMG-16.3-T 之 6.4 節規定，進行改正行動查證、記錄及後續處理。
7. 查「待答覆」之 CAR 101-006，未依 LMG-16.3-T 之 6.2.4/6.2.5 節規定，辦理展期，LMG-16.3-T 亦未建立有效之稽催機制。

二、核安處駐龍門安全小組人員資格及訓練

1. 查核安處駐龍門安全小組人員（含總處支援人員 3 員）10 人之資格證明及訓練資料，發現有 1 員經歷不符程序書 P-2.1 之 6.1.1 節要求，3 員訓練不符程序書 P-2.1 之 6.1.2 節，至少需 30 個小時專業訓練要求。請針對現職

但不符合資格規定之人員，儘速補齊相關資料，並取得稽查員資格；在未確認符合資格規定前，該等人員僅可協助稽查任務，不得獨立行使稽查工作，且不得於正式稽查文件或測試查證文件上簽署同意。稽查支援人力並應依據程序書 P-2.1 之 4.4 節相關規定申請，並經審核其資格合格後，始得執行稽查工作。

2. 電廠自辦訓練或再訓練之合格資料，請儘速反映回總處人事單位，以利審核查驗。

參考文件：

1. 龍門工程品質保證方案
2. NRC IP 35301「Quality Assurance for Preoperational Testing」
3. 原能會核管處程序書 NRD-IP-704「試運轉測試品質保證方案視察程序書」
4. 核能安全處作業程序書：LMG-18.3-T「試運轉測試品保查證作業程序」、LMG-16.3-T「工地改正行動處理程序書」、G-18.2-T「駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書」、LMG-16.2-T「停工指令作業程序書」、P-2.1「稽查員考訓及資格審查程序書」