

# 核四廠系統移交作業視察報告

行政院原子能委員會 核能管制處

日期：98年3月16日

## 目 錄

一、前言 .....	1
二、視察說明 .....	1
三、視察發現 .....	2
四、結論與建議 .....	12
五、參考資料 .....	13
附件	
視察現場照片 .....	14
附件一 核四廠系統移交作業視察計畫 .....	17
附件二 注意改進事項 AN-LM-98-005 .....	19
附件三 注意改進事項 AN-LM-98-006 .....	25

## 一、前言

核四廠 1 號機建造工程進度隨著大型硬體設備安裝完成而陸續展開施工後測試作業，由於核四廠係國內第一部進步型沸水式機組，台電公司於初期安全分析報告（PSAR）內承諾將發展一套起動管理手冊（SAM），用以規範初始測試計畫期間之作業原則與管理程序，該套文件核四廠已於 96 年 2 月送會核備。在機組興建安裝過程，台電公司負責建造之施工單位-龍門施工處會將已完成安裝、檢驗與施工後測試（PCT）之系統設備移交給核四廠，此即稱為系統移交，而台電公司負責電廠營運之單位-核四廠則審核文件確認符合標準並接受成套文件後，即可開始準備執行移交系統之試運轉測試。

由於核四廠 1 號機自民國 97 年起已有部分系統施工文件由龍門施工處移交給核四廠，並規劃於 98 年起陸續進行試運轉測試，本會為確保未來核四廠執行試運轉及起動測試能順利進行並符合規定，因此在核四廠開始執行系統移交初期時即規劃團隊視察，以查證核四廠執行系統接收流程與對應 SAM 手冊上之規定是否適當。

本次移交作業專案視察之團隊，係由核管處視察員及核研所專家共同組成，視察時間為 98 年 2 月 9 日至 12 日，視察計畫如附件一。

## 二、視察說明

本次團隊視察範圍係以核四廠已接收之三個系統文件（補充水系統之水廠、161kV 電氣設備、非緊要多工器 H23-1）為對象，分別針對核四廠系統移交作業管制流程作業及實施現況查證（包含未移交文件、軟硬

體清單管制、施工圖面最新版確認)、已部分移交系統現場勘驗 (walk down) 之查證 (包含未移交設備管制狀況查證)、台電公司核安處針對系統移交成套文件品保查證計畫及審查現況、移交會議執行現況、系統移交改正措施、系統移交期間相關設備維護作業與權責及參與系統移交作業人員訓練等共七項視察主題進行查證，視察方式則以文件審查、現場查證與工作人員訪談方式進行。

本次視察選擇此三項系統進行查證的原因，在於這些系統雖已進行移交作業，但本會視察員於駐廠期間抽查時，發現仍存有問題待解決，例如核四廠補充水系統之水廠雖然是第一個移交之系統設備，但該系統移交已近一年仍未完成試運轉；161 kV 電力系統只部分移交設備但相關設備已使用超過一年時間；非緊要多工器 1H23-1 則為第一個移交之數位式儀控系統，但文件完整性不足，因此有必要在核四廠移交作業展開之際，即實施視察作業。另外，核四廠為簡化系統移交文件數量與複雜度，將部分欲執行之試運轉系統，分成 123 個並切割成子系統共 142 份文件，以便能更清楚及有系統地執行已完工並移交系統與設備之試運轉，故藉由抽查三個系統來瞭解核四廠切割子系統測試之範圍是否適當，也是此次視察重點之一。

### 三、視察發現

依本會「核四廠系統移交作業視察計畫」內容，此次視察工作係利用三份已移交之系統文件，分成七項視察項目主題，而視察人員則依據專長及移交系統類別分成三組執行視察工作。本會於視察結束後，在 98 年 2 月 12 日視察後會議中提出詳細之視察發現，並將這些視察結果整理

成兩份後續待核四廠處理之注意改進事項(如附件二、三)。

本次移交作業專案團隊重要視察發現之歸類整理如下：

(一)核四廠系統移交作業管制流程作業及實施現況查證

核四廠系統移交作業管制流程作業主要係依據起動管理手冊 SAM-13 及工作指引 QC-10 來執行，本會視察員利用已移交之三份文件，驗證核四廠與龍門施工處移交施工文件流程之合適性，並查證移交成套文件內容之完整性，由於此項視察主題為本次視察最主要查證之重點，因此耗費較多心力執行查證，所發現之缺失亦較多，相關視察結果重點整理如下：

1. 系統移交作業流程之缺失

- (1) SAM-13 英文原版內容及 Appendix E 之流程圖中，在成套文件移交到核四廠前，應由「施工後測試協調人 (PCTC)」召開移交會議及並執行現場勘驗，然現行中文修訂新版中，卻將移交會議及現場勘驗改為「視需要舉行」。依 IAEA 安全導則 NS-G-2.9 的內容，移交作業中，移交會議(handover meeting)及現場勘驗(plant walk down)均是必須執行的項目。為釐清移交時之設備狀態與責任歸屬，仍應由施工單位與核四廠兩造共同進行設備勘驗與確認，並以專用之制式表格留下書面紀錄。
- (2) SAM-13 及 QC-10 對於移交作業的規定不一致，例如：QC-10 作業流程表顯示由試運轉測試主持人 (TD) 召集勘驗，與 SAM-13 敘述的施工後測試協調人召開不同，且執行現場勘驗

時機也不一致，SAM-13 為移交前，QC-10 則為移交後。由於 SAM 是用以規範整個核四廠初始測試作業，又為 PSAR 承諾文件，管制位階應較高，QC-10 為核四廠細部之工作指引，不應與較上位之 SAM-13 相衝突，前項差異也造成 1H23-1 系統移交完成後，再補執行的移交會議之紀錄以及現場會勘之紀錄，未能納入移交成套文件內。

(3) 依 SAM-13 的分工說明，施工後測試協調人為聯合移交小組 (JTOG) 主持人，負責推動移交作業與召集協調移交會議及現場勘驗，但從目前已移交系統之作業方式及文件中，未見其發揮功能。反而從 1H23-1 的案例中，試運轉測試主持人原本是參與移交前現場勘驗的工作，變成移交後主辦現場勘驗，職務層級與責任均不符 SAM-13 原來的規劃。

(4) 依 SAM-13 規定，當試運轉測試主持人提出移交範圍資料後，龍門施工處應準備移交範圍內之施工資料，本會視察員利用 1H23 系統移交作業，初步確認核四廠將其切割成 1H23-1~5 共 5 項子系統之作法是可以接受的，但經查證 1H23-1 系統相關移交範圍資料，龍門施工處並未將移交範圍之界定資料置於移交成套文件中。此外在未移交設備清單中之優先等級與類別方面，龍門施工處應在移交系統的同時一併提交，但經查證發現，在龍門施工處移交後才補正，流程次序與 SAM 的要求不符。

(5) 依核四廠 SAM-14 規定，已移交之系統設備若因需要必須執

行現場問題報告 (FPR)，其涉及之設備設計修改如何納入最新版圖面，以及是否需修改測試程序書與核四廠如何管控 FPR 進度，相關權責於現行 SAM 管理手冊內均未明確規定。

## 2.系統移交文件完整性之缺失

(1)經抽查已移交之成套文件，其內容未附龍門施工處設計修改相關資料(ECN)，且未包含系統設備之使用手冊、計算書、儀器設定點、設備說明書等資料。另外，移交圖面目錄均未標示所附之圖面版次，應補足此類資料，以便於核對所附之圖面是否為最新版與正確性。

(2)核四廠已接收之成套文件，因核四廠多次提出審查意見，以致龍門施工處必須多次增加未移交設備清單數目，但龍門施工處品質組各課針對未移交設備清單並未訂立制式目錄，其編碼邏輯亦未統一且未接續編號，因此不易正確查知移交文件內所有未移交設備清單件數及加以管控。

(3)1H23-1 移交成套文件中，核四廠初審提出之審查意見未能併同置入成套文件內，而龍門施工處答覆說明資料之附件亦未被併同置入，部分核四廠複審意見為不接受龍門施工處答覆說明，但複審意見亦未列入文件內。

(4)核四廠 R11 及 R12 系統電氣設備（高低壓裝甲開關箱）及電氣設備（480V MCC system）之移交文件，均有檢驗表待（後）補文件，惟目前作業係以開立未移交清單（Exception List）方

式管制，遲未補足其檢驗結果是否符合要求，但這些設備均已加壓使用中，建議應建立適當的管控機制。

(5)核四廠 R12 系統 (1R12-3) 480V MCC 盤移交之成套文件，因均以分批部分移交的方式來進行，龍門施工處應建立各分批移交清冊，以增加可讀性及確保移交文件完整性。另發現部分測試未加以執行，應補正相關資料。

(6) 查閱核四廠水廠移交成套文件，其中「儀控」類設備沒有建立「移交明細表」，各設備項目表格亦無明顯標籤標示，查閱不易，與 QC-10 規定之格式亦不符，應予以改正，且移交成套文件內容與類別應有一致性之規定。

## (二)已移交系統現場勘驗查證

本會為了解核四廠已移交系統之現場環境狀況及其所處環境是否符合廠家規範，針對已移交系統執行現場查證，相關查證結果如下：

### 1. 補充水系統之水廠

(1)水廠設備大體已移交核四廠運轉與管理，但視察員於現場仍可發現現場留有雜物，補充水除氣槽槽體周圍有積水以致槽體有鏽蝕現象，及水廠置於外圍之設備(如:廢水排放泵及傳送泵等)，因露天儲置運轉已有生鏽情形(如照片附圖)等缺失，前述缺失顯示水廠廠務管理仍有改善空間。

(2)水廠周圍仍有工程進行，難免塵土飛揚，目前水廠入口鐵門常

保持開啟，導致廠內設備沙塵堆積明顯，核四廠應加強水廠門禁管制情形，以避免廠外環境影響到設備之運作。

(3)水廠電氣設備採部份移交且加壓送電中，目前除由核四廠檢控組進行管制外，現場中壓電氣盤面均上鎖管控，以防止誤觸或誤操作而感電。惟多數盤面電纜線並未完成敷設，且未來測試工作量與介面增加時，對現場施工管制將更加困難。為確保人員與設備之安全，除了妥善規劃測試流程與用電設施外，仍應持續對施工人員加強宣導作業流程。

2.針對 1H23-1 所在之反應器廠房主控室、背盤房間 491 室、背盤房間 492 室、背盤房間 591 室移交系統的掛卡以及廠務管理進行現場勘驗，發現以下缺失，核四廠應立即檢討改善：

(1)掛卡卡片登載日期有誤(核准日期早於申請日期)，管制上有缺失。

(2)現場設備盤櫃內電子零件環境之清潔不佳灰塵嚴重（如照片附圖）及通風/溫度(冷度)不均問題，對儀控設備將造成不良的影響。

(3)部分盤櫃電纜及光纖整理或理線不良(如照片附圖)，對於日後測試及維護均會造成潛在的衝擊。

(4)盤櫃內留置非屬系統之物品(紙袋)。

(三)核安處針對系統移交成套文件品保查證計畫及審查現況

由於台電公司核安處品保小組在核四廠工程所扮演之角色，係屬台電公司自主品保制度第三層級，本會為了解核安處對於系統移交過程及移交文件執行品保查證之結果，因此經由審查核安處之查證品質報告及其改正要求現況，來確認核安處駐龍門施工處品保小組之品保功能是否落實，相關查證結果如下：

1. 經查證核安處駐龍門施工處品保小組已針對核四廠水廠及 4.16KV、480V MCC 盤已移交之成套文件進行審查，惟早期品保小組利用線上審查機制完成之審查意見表，未能有適當整理，因此無法確認均已結案，建議應重新整理相關文件並確認審查意見管制機制。
2. 由核安處駐龍門施工處品保小組執行之審查意見可知，品保小組只負責審查龍門施工處移交文件之完整性，並未針對核四廠及龍門施工處移交作業機制與流程之適切性進行查證，建議台電公司核安處應針對前述事項進行查證及評估。
3. 1H23-1 系統移交成套文件中將核四廠審查過程相關文件資料納入，但卻未將核安處品保單位審查過程文件資料納入，建議考量將核安處品保單位審查意見相關資料納入成套文件中。

#### (四)移交會議執行現況查證

龍門施工處移交施工完成之系統給核四廠，準備執行試運轉測試，依核四廠 SAM-13 原本規定必須執行系統移交會議，以討論移交系統之細節、內容與範圍，但核四廠改版之 SAM-13，卻將系統

移交會議召開時機改為視需要召開。從水廠移交後到試運轉期間，已發生諸多運轉困擾，但核四廠迄未正式召開系統移交會議，而 1H23-1 系統移交會議則是移交核准後才補實施，也造成會議決議及改正事項無法及時反映到成套文件中，因此核四廠系統移交會議召開時機，實有再檢討之必要，應回歸 SAM-13 原始之要求。另外，1H23-1 系統移交會議決議事項共六項，其中多項重點在通盤檢討 SAM-13 作業流程，而非專注於 1H23-1 系統移交內容的討論，因此核四廠應正視移交會議的重要性並檢討移交會議的內容，相關之會議資料亦應納入成套文件中。

#### (五)系統改正措施查證

依核四廠 SAM-13 規定，系統移交文件已移交，若發現設備必須更換，則核四廠應開立系統改正通知單 (SCN) 給龍門施工處改正。經查證現有移交系統只有 R11 系統文件曾開立系統改正通知單，該案係電力 4.16kV 中壓系統 (R11) 移交測試時，因控制設備製造廠家 (Invensys) 之遠端多工器 (RMU) 無法提供純乾接點，而造成斷路器無法持續完成閉合與切離，必須更換設備或變更設計，經查核四廠依據 SAM-14 開立現場問題報告 FPR-08-0001 要求設計單位改善，後續移交設備並以開立 SCN 方式要求補改善，符合相關之要求。

#### (六)系統移交期間相關設備維護作業與權責查證

依 SAM-13 規定，系統移交後核四廠必須接手執行移交設備之維護與保養，但因核四廠執行系統試運轉不順利，依 SAM-16 必須再開立「工作需求單(SWR)」回歸龍門施工處加以處置，也因此造成系統移交時間

被迫拉長，而此段期間之設備維護責任歸屬並不明確，本會為了解此段期間之設備維護情形，因此將此項工作列為查證項目之一，相關查證結果如下：

1. 查證移交使用中電池組（R16）維護保養作業情形，目前該設備雖已部份移交核四廠，但例行性維護仍由龍門施工處依據相關程序書執行保養作業，大致上應可滿足移交期間之維護作業，依規劃核四廠將於今年3月份開始執行例行性維護巡查，此部分建議核四廠應儘早規劃執行相關維護作業（含程序書及人員）。
2. 查證移交使用中之中壓電氣盤 Incoming 斷路器維護保養作業及 POWER CENTER 及 MCC 盤，核四廠雖已依發行之營運程序書進行相關維護作業，但核四廠尚未建立對個別設備之初始測試紀錄，為確保日後維護作業之參考，建議應儘速建立。
3. 由於核四工程的特殊性，對於電氣設備尚未移交前，已長期加壓使用中或已完成施工後測試(PCT)而無法移交(如馬達等)之設備，其維護作業大多仍依循施工期間之維護作業模式，對於維護項目及週期是否仍符合製造廠家之要求，核四廠或龍門施工處應全面性對個別設備之維護作業進行檢討。
4. 經查證水廠已移交核四廠部份設備，依規定應由核四廠負責維護，但經查證核四廠迄今並未對水廠設備進行日常運轉維護（PM）作業，因此核四廠應以水廠為範例，針對未來作為試運轉先備條件之系統，雖尚未正式移交但必須運轉支援其他系統測試之設備，仍應建立適當之 PM 維護作業機制。

5.水廠儀控設備下次之校正日期均設定為核四廠第一次大修，但機組第一次大修可能在數年以後才會執行，而現許多儀控設備已在使用中，因此核四廠應針對水廠儀控設備規劃適當之校正與維護週期。

#### (七)參與系統移交作業人員訓練查證

由於核四廠現行所有移交作業均係依照 SAM 之內容與規定執行，而核四廠現有已發行之起動管理手冊已有 29 份，因此核四廠所有參與系統移交之工作人員，均必須接受與 SAM 相關之訓練，本會為了解核四廠執行此項訓練情形，因此將此項工作列為查證項目之一，相關查證結果如下：

- 1.查閱核四廠電氣組參與試運轉測試之測試主持人 (TD) 接受 SAM 受訓情形，依據 SAM-04 規定至少須接受 3 小時訓練，依據訓練組提供資料仍有部份人員尚未符合要求，因此訓練組已規劃將於本年度優先對未符合要求者接受起動管理手冊訓練，由於 TD 係攸關該系統測試之良窳，且對 SAM 運作有深入瞭解將有助於後續系統測試之執行，核四廠應盡速完成相關之訓練。
- 2.由於核四廠與龍門施工處去年度 (97) 招募新進人員，對於即將展開之測試及移交作業有相當大的助力，該批人員對於 SAM 運作與架構，理應相當陌生，若仍以 3 小時訓練規劃，似乎略嫌不足，建議考量人員參加初始作業之範圍及屬性，強化相關訓練。
- 3.為考量人員訓練是否足夠，核四廠可參考友廠 (核一、二、三廠)

過去建廠期間，實際執行 SAM 訓練時數之情形，以確保移交品質。另針對本次查證發現未依規定完成訓練之 TD 人員，應儘速辦理補訓。

#### 四、結論與建議

綜觀此次核四廠 1 號機移交作業視察結果，本會視察員利用 1H23-1 系統移交文件資料，初步確認核四廠切割系統移交文件成為多個子系統之做法應是可接受的。此外，核四廠移交作業雖已建立起動管理手冊 SAM-13 作為規範並大致依循相關規定，但由於部分 SAM 內容經過修訂後，造成移交作業流程上的缺失，甚至不符工程及實務上之慣例，例如未舉行現場勘驗及移交會議。且此次視察結果顯示核四廠針對移交作業之流程管制、文件管控、人員訓練、現場環境管理及設備維護等方面，均有改進的空間，本會將針對此次視察所發現之缺失，開立注意改進事項編號：AN-LM-98-005 及 AN-LM-98-006（如附件二、三），要求台電公司及核四廠加以改進，而本會將持續追蹤台電公司後續改正措施，期能讓核四廠建立完備而有條理之系統移交制度及文件。

隨著核四廠工程進度持續進行，1 號機各項系統亦將陸續完工移交，並準備進入試運轉階段，尤其是先備系統及安全救援系統大多已安裝完成，待其儀控設備安裝完成後，即可大量展開測試工作。由於安全救援系統係提供核四廠之安全屏障，因此本會已將這些系統規劃列為視察重點，並將持續抽查成套文件之移交作業，以確保未來核四廠在符合規定的條件下進行試運轉測試，至終能保障機組運轉安全。

註：本報告限於篇幅因此部分附件未附上，如有任何疑問，請電本會趙衛武科長，電話（02）2232-2121

## 伍、參考資料

- (一) 原能會核管處 NRD-IP-703「核能核四廠試運轉計畫實施視察程序書」
- (二) 原能會核管處 NRD-IP-702「核能核四廠試運轉計畫視察程序書」
- (三) 核四廠起動測試管理手冊 SAM-02「初始測試品質計畫」
- (四) 核四廠起動測試管理手冊 SAM-08「文件管控」
- (五) 核四廠起動測試管理手冊 SAM-13「系統移交」
- (六) 核四廠起動測試管理手冊 SAM-14「現場問題報告」
- (七) 核四廠工作指引 QC-10「系統移交文件作業」



核四廠與本會視察人員召開視察前會議情形



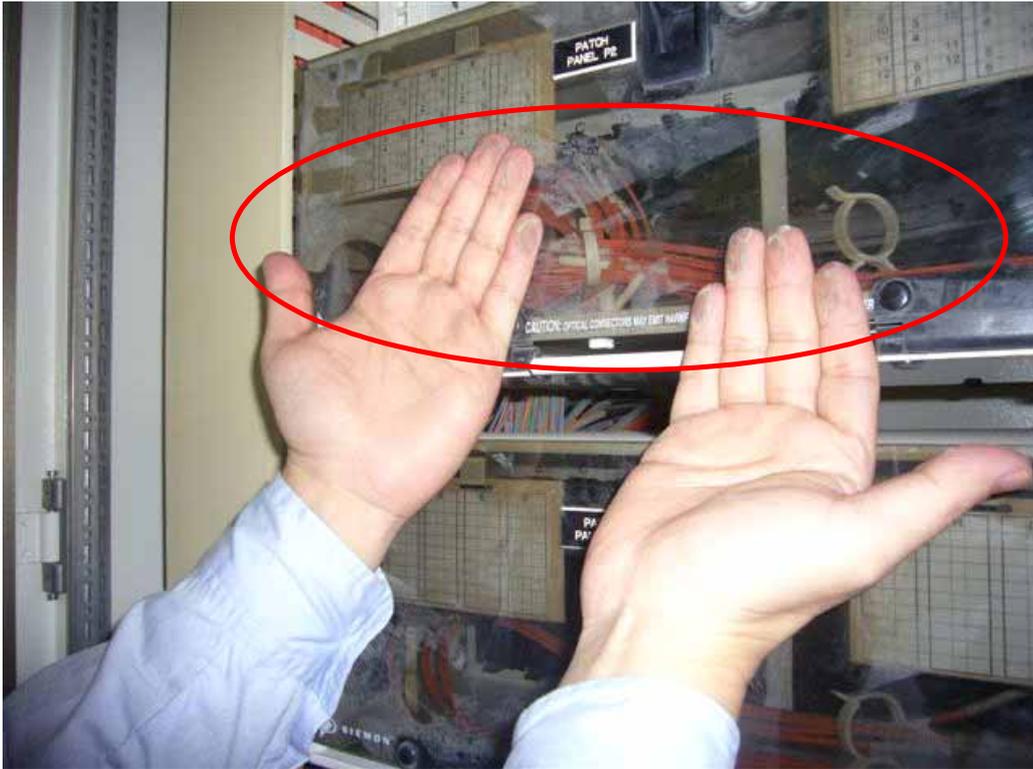
本會視察員於現場查證核四廠設備情形



本會視察員於現場詢問核四廠設備電氣設備運轉情形



核四廠水廠露天儲置設備鏽蝕情形



盤櫃內電子設備清潔度情形



一般盤櫃內光纖未理線凌亂情形

## 核四廠系統移交作業視察計畫

### 一、視察人員

(一)領隊：莊科長長富、趙科長衛武

(二)視察人員

本會人員：許明童、洪子傑、宋清泉、蕭華、趙得勝、鄭武岳

### 二、視察時程

(一)時間：98年2月9日至12日

(二)視察前會議：98年2月9日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：98年2月12日（星期四）下午13時30分

### 三、視察項目

(一)核四廠系統移交作業管制流程作業及實施現況查證（包含未移交文件含軟硬體清單管制、施工圖面最新版確認）

(二)已部分移交系統現場勘驗（walk down）之查證（包含未移交設備管制狀況查證）

(三)核安處針對系統移交成套文件品保查證計畫及審查現況

(四)移交會議執行現況查證

(五)系統移交改正措施查證

(六) 系統移交期間相關設備維護作業與權責查證

(七) 參與系統移交作業人員訓練查證

(八) 注意事項

1.視察前會議時，請提出下列簡報：

(1) 核四廠系統移交作業現況及管制流程（含品質管制作業）

(2) 核安處針對系統移交作業之品保查證計畫

(3) 核四廠儀控系統移交（含施工後測試文件）現況

2.請核四廠準備視察辦公室 1 間及與核四廠網路相連之電腦 1 部。

3.請針對各視察項目指派連絡人，全程協助視察相關事宜。

(九) 本案承辦人：宋清泉（TEL：2232-2125）