

96 年核能四廠數位儀控系統 專案視察報告

行政院原子能委員會核能管制處
中華民國 96 年 7 月

目 錄

壹、前言-----	1
貳、視察計畫說明-----	3
參、視察過程與結果-----	5
一、DCIS 軟體作業查證-----	5
二、全功能模擬器計畫執行現況查證-----	8
三、DCIS 儀控設備倉貯與安裝查證-----	11
四、EMC 方案執行現況查證-----	13
五、人因作業驗證與確認作業執行現況查證-----	15
六、DCIS FAT 測試結果暨現場整合測試規劃現況查證---	18
肆、綜合結論與建議-----	24

附件目錄

附件 1：台電公司配合各查證項目指派連絡人員之資料

附件 2：視察前會議簡報資料

附件 3：DCIS 軟體功能查核表及查證結果

附件 4：DCIS 軟體作業程序品質查核表及查證結果

附件 5：電磁相容法規測試標準

附件 6：實地查證照片

附件 7：縮寫字對照表

壹、前言

核能四廠數位儀控系統（DCIS）為核四廠重要之控制系統，與核能一、二、三廠所採用的類比式系統全然不同，為國內核能電廠首次採用之設計（註：國外如日本、韓國、法國等已採用該類設計），原子能委員會（以下簡稱本會）對 DCIS 相關之設計、發展與執行等作業，向都極為重視，核能四廠初期安全分析報告(PSAR)審查作業期間，本會即針對 DCIS 部分除邀請國內專家參與審查外，另並委託國外顧問公司進行審查；核能四廠開工興建後，本會亦一直將 DCIS 列為重點視察/審查工作。

近來本會核能管制處（以下簡稱本處）為有效運用視察資源，並期全面兼顧安全重點工作，於著手規劃擬定「95~97 年視察計畫」時，即衡酌 DCIS 執行進度與重要性，而將其列入 96 年推動工作項目之一，本次為期 4 天之視察即依據前述既定計畫執行。

DCIS 涵蓋專業領域範圍甚廣，其軟、硬體設備以及設計/製造作業涉及核工、機械、電機、電腦資訊等專業，整個系統又多達一百餘個，故本次視察除本處人員外，另並邀請核能研究所與清雲大學相關專長之 5 位專家、學者加入，以期加強查證之深度與品質。

本次視察主要目的之一為查證 DCIS 作業品質以及瞭解台電公司即將自行負責執行之 DCIS 整合測試作業(SAT)，查證項目包括 DCIS 軟體作業、全功能模擬器計畫執行現況、儀控設備倉貯與安裝、電磁相容（EMC）方案執行現況，人因作業驗證與確認（V&V）作業執行現況，以及廠家出廠測試（FAT）結果暨現場整合測試（SAT）規劃現況等 6 項。

現場視察自 96 年 5 月 28 日展開，全部行程共計四天，第一天上午為視察簡報會議(附件 6 照片之圖 1、圖 2)，會後緊接著進行上述 6 個項目之文件查證、人員訪談以及設備倉貯與現場安裝之查看，第四天下午舉行視察後會議(附件 6 照片之圖 21~24)，由各視察項目負責人員將視察期間之發現提出報告，並與台電公司人員進行討論。

貳、視察計畫說明

一、緣起與目的

依據原子能委員會核能管制處「95~97 年視察計畫」執行本次為期 4 天之視察，其目的主要為查證核能四廠數位儀控系統（DCIS）作業之品質，另並瞭解 DCIS 即將展開之整合測試作業，以配合規劃後續相關視察活動。視察範疇將 DCIS 執行現況與未來規劃均納入考量，查證項目包括 DCIS 軟體作業、全功能模擬器計畫執行現況、儀控設備倉貯與安裝、電磁相容方案執行現況、人因作業驗證與確認作業執行現況，以及廠家出廠測試結果暨現場整合測試規劃現況等 6 項。

二、視察人員

(一)領隊：莊長富科長

(二)成員：(敬稱略)

原能會：黃偉平、陳正煌、許明童、蕭 華

核研所：廖俐毅、曾訓華、晏子中、葛復光

清雲科技大學：易俗

(三)視察時間

96 年 5 月 28 至 31 日(星期一~四)共 4 天。

(四)視察地點

核四龍門工地。

三、視察項目

(一)DCIS 軟體作業查證（易俗、蕭 華）

(二)全功能模擬器計畫執行現況查證（許明童、葛復光、陳正煌）

(三)DCIS 儀控設備倉貯與安裝查證（蕭 華、黃偉平、陳正煌）

(四)EMC 方案執行現況查證（黃偉平、曾訓華）

(五)人因作業驗證與確認作業（V&V）執行現況查證（晏子中、
許明童）

(六)DCIS FAT 測試結果暨現場整合測試(SAT)規劃現況查證(廖
俐毅、葛復光、蕭 華)

台電公司針對上述各視察項目指派之承辦人/聯絡人資料如
附件 1，視察前會議簡報如附件 2。

叁、視察過程與結果

以下就視察項目分別敘述其查證經過與結果。

一、DCIS 軟體作業查證

(一)視察過程

本次查證工作重點為「DCIS 軟體作業程序查證」及「DCIS 軟體安全功能查證」兩項。有關軟體作業程序查證事項可分為：

- (1) 軟體規劃作業之品質管理
- (2) 軟體開發作業之品質管理
- (3) 軟體輸出文件之品質管理
- (4) 軟體安全分析作業之品質管理

查證方式為查閱各項軟體生命週期計畫、執行、設計文件、內部審查紀錄及量化指標等。

軟體安全功能查證方式則為自初期安全分析報告(PSAR)事故分析章節中選取兩項事件，再依據事件劇情演進過程，列出安全儀控系統各項預期動作，針對這些動作追蹤各項軟體文件中對應的章節及內容，以查證儀控安全系統是否在面對預期事故時具備實質上應有的安全功能。

此一項目之查證邀請任教於清雲科技大學的易俗博士(原任職核能研究所，曾多次參與核四廠 DCIS 視察作業)參與，台電公司核能技術處負責 DCIS 軟體部分業務之人員為林錦銘股長。雙方針對 DCIS 軟體相關計畫、執行、設計文件(詳見附件 3 與附件 4 查核表所列文件清單)，就查核表所列項目逐項討論，查證結果為可接受台電公司提列之答

復說明，未來 FSAR 審查時將再進一步確認之。

另依據美國核管會(NRC)之 BTP 14 文件，安全系統軟體發展生命週期內之文件可以分為兩類，分別是程序執行(Process Implementation)文件與設計產出(Design Output)文件，前者包括安全分析報告、驗證與確認報告及構型管理報告等 3 種，後者則有需求規格(Requirements Specification)、設計規格(Design Specification)、軟、硬體架構(Hardware and Software Architecture)、程式碼列表(Code Listings)、系統建置文件(System Build Documents)等；視察期間亦針對程序執行文件、設計產出文件以及其他相關文件進行抽樣查證(附件 6 照片之圖 9、圖 10)，結果如下：

1. 程序執行文件查證

安全分析報告查證方面，查證台電公司針對 GE 提送 RTIF HA & DID SSA Report (G 核技 0506-8265 GETP-2005-1997)、RTIF Phase 2 ACE SSA Report (G 核技 0506-8445 GETP-2005-2016) 兩案之審查、追蹤結案作業，結果並未發現不良情形。

驗證與確認分析與測試報告查證方面，查證現場並未提供紙本文件，係以電腦系統操作方式確認文件之存在。

構型管理報告查證方面，由於此部分資料係保存於製造廠家，台電透過業主獨立驗證與確認小組(OIVVT)稽核作業查證廠家執行構型管理情形。現場台電公司未

能及時提出相關 OIVVT 稽核之文件，林錦銘股長承諾視察後補提相關佐證資料。

2. 設計產出文件查證

查證發現需求階段及設計階段之設計產出文件，廠家均有提供台電公司，至於編碼、整合、確認等階段相關產出文件，廠家均自行留存，不提供予台電公司。

經抽樣 NUMAC RTIF 系統查證，完成確認文件資料包括 RMU(Remote Mutiplexing Unit) 需求規格(GE 稱 SDS)，RMU 設計規格(GE 稱 IPS); DTM(Digital Trip Module) 需求規格、DTM 設計規格; TLU(Trip Logic Unit) 需求規格、TLU 設計規格。

編碼、整合、確認等階段相關產出文件，台電公司係透過 OIVVT 執行查證，現場未提供 OIVVT 相關查證資料，林錦銘股長承諾視察後補送相關文件資料供確認。

3. 其他文件查證

- 查證 91 年 1 月 8 日 Software Test Plan - EATON(ER7348/07)文件案，發現歸檔文件不完整，未能確認該文件審查結案情形。(註：本部分已於 6 月 5 日至台電總公司核技處補行審閱相關文件，確認完成處理程序)
- 文件查證過程中發現部分審查案為加速處理時效，先行採用由審查單位承辦人簽名提送之審查意見，事後亦未將補送之正式單位主管簽名/用印審查意見資料歸檔抽換。

(二)視察結論與建議

1. 台電公司人員配合本次視察提供所需文件與相關問題說明答復情形良好，惟部分應審文件(例如程式碼及測試報告等)項目，則因受商業合約限制(廠商依約不須交付)，未能提供審查。
2. 針對本次未能提供審查之文件如程式碼及測試報告，請台電公司加強 V&V 稽查工作，並將相關稽查報告文件函送本會。
3. 對 OIVVT 稽查軟體構型管理、以及編碼、整合、確認等階段相關產出文件之佐證資料，請台電公司補送，以便進一步加以確認。

二、全功能模擬器計畫執行現況查證

(一)視察過程

核四廠模擬器建置歷經了 Baseline 模擬器、Update 模擬器及目前仍尚在建置中的全功能模擬器 (Full Scope Simulator, FSS) 等各階段，本會為了解模擬器建置現況及人員訓練之準備，曾於去年執行 Update 模擬器之專案視察。由於 Update 模擬器並未完全比照一號機設計，故為符合運轉人員訓練之需求，台電遂進行 Update 模擬器修改提升為全功能模擬器(視察時，修改作業正進行中)，以落實模擬器建置之完整性及正確性，並確保運轉人員訓練之成效。本次主要視察重點為 Update 模擬器產生差異報告(DR)之處理、模擬器控制室照明系統之改善、與一號機設計資料一致性及模擬器之構型管理系統等項目進行了解，本次視察除了查閱

全功能模擬器計畫執行現況與問題檢討及構型管理系統

外，同時訪談核技處祝天喜股長與核四廠張清士股長。

(二)視察結論與建議

1. FSS 模擬器已經完成電腦硬體之更換、Module Test 及 Integration Test 等作業，目前正進行 Dry Run Test 階段。上述各階段均屬於廠家開發期間，台電公司主要進行核對畫面和資料之比對及配合 DR 之處理。至於 Update 模擬器期間產生之 115 件 DR(含警報系統及反應時間太慢等問題)及欠缺 41 個系統(目前為 42 個系統；增 Y86)與 40 個系統 VDU 畫面等，目前 115 件 DR 僅結案 7 件、23 件待確認及 85 件處理中，而 VDU 畫面已陸續完成。由於 DR 處理速度較為緩慢，建議加速 DR 處理時效，避免影響 SAT 之執行及確保 FSS 模擬器功能之完整性。

2. 全功能模擬器之構型管理系統，目前將 DR 控管及測試報告(Module 及 Integration 測試報告)等均納入。在 FSS 執行期間及 Update 模擬器產生之 DR，均可由該系統有效快速搜尋、查閱執行狀態及歷次處理情形等；且 Module 及 Integration 測試報告，均利用該系統進行管控。整體上，構型管理系統較前次(95 年 5 月 9 日~12 日)模擬器專案視察時，資料之完整性及連線反應時間等，均有明顯改善。惟對於軟體之移植(porting)及修改部分，目前以 Hardcopy 及 WSC(註：公司名稱)平台方式管控，建議納入構型管理系統管控。

3. 全功能模擬器執行 SAT 所需之 ATP01~ATP09 程序書，目前

審查中。FSS 階段所更新之軟、硬體部分，SAT 應會全面性執行測試，惟對於 Update 模擬器未更換繼續使用之軟、硬體設備，Update 模擬器階段曾執行之相關測試部分，建議台電公司盡可能再執行乙次。

4. 模擬器 RTP-G2 備品短缺部分，雖然模擬器保固期間由奇異公司提供設備備品，由於模擬器硬體之保固，將至一號機商轉。依目前時程，至一號機商轉仍有段期間，為避免影響模擬器之運轉人員訓練，建議台電公司應及早要求奇異公司提供備品或其他替代方案。
5. 全功能模擬器與一號機設計資料不一致部分，由於一號機 DCIS 在執行 FAT 時所衍生的 117 件 DR，其中部分 DR 將影響 FSS 模擬器建置之時程，且未來在 DRS 執行 FAT 時，亦有可能產生 DR 影響 FSS 模擬器之正確性，建議台電盡可能於 FSS 模擬器訓練前完成更新，以降低對運轉人員訓練之影響。
6. 部分系統（Y54、P11 及 P61）尚未取得設計之最後版本資料，建議儘速取得相關資料，以確保模擬器之完整性與正確性；另有關於 PGCS 部分，由於 PGCS 涉及諸多系統，且 Invensys 於進行設計時，因無法完全取得相關廠家資料，導致未能取得部分必須由該公司自行模擬，故除了解決 PGCS 在模擬器執行所衍生之問題外，建議同時回饋給一號機。
7. 模擬器照明部分，雖台電公司進行更換燈具、增設調光器及更換燈具之格板等進行改善，惟對於照明之光源散射及

反射等，仍未能有效的改善(參見附件 6 照片之圖 6、7、8)，建議台電公司研擬更有效的解決方案，以降低對運轉人員訓練之影響；至於一號機控制室之照明是否會產生相同的問題，請台電公司及早因應，以降低對運轉人員之影響。

8. 目前奇異公司至電廠執行 PCS 系統訓練，該系統之 Operator Aid (如 VDU 畫面坐標設定、VDU 螢幕 freeze 等) 可提升運轉人員使用效能，模擬器建置應含上述系統，以提供運轉人員更有效率的輔助工具。

三、DCIS 儀控設備倉貯與安裝查證

(一)視察過程

本項視察重點為：

1. 查證儲存儀控設備之 A 級倉庫，其儲存情形是否符合要求，維護週期是否妥當；
2. 查證控制廠房控制室及背盤室相關儀控盤面安裝情形及現場環境。

視察團隊於 5 月 28 日下午，由台電核技處劉錦亮股長、祝天喜股長及施工處陳傳宗股長等人陪同至 A 級倉庫（空調一）查看儀控設備儲存情形(附件 6 照片之圖 3、圖 4)，查證結果貯存維護之執行情況大致良好。5 月 30 日上午至一號機控制廠房查看控制室及背盤室現場設備安裝情形及現場環境(附件 6 照片之圖 13~16)，發現控制室現場因土木工程尚未完工，且有其他工作並行進行，現場顯得較為凌亂，管制作業有待改善。

(二)視察結論與建議

- 1.DCIS 儀控設備儲存於空調一、空調三及小十倉庫，儀控設備儲存於 A 級倉庫，對於溫度及濕度管制均符合要求，維護週期為 6 個月乙次，主要以檢查設備之外觀，執行情況良好。
- 2.為配合 161KV 系統加壓，控制廠房 EL +7600 樓層之背盤室（Room 491、Room 492）及控制室（Room 499）內的相關儀控盤面均已定位安裝，雖然上述各室均裝設臨時空調系統，以及盤面採用密封方式加以包裝，以降低環境對盤面之影響，惟現場仍持續進行施工（如焊接、管路安裝等），造成地板粉塵不易清除等問題仍待解決。為確保設備運轉之可靠度，建議施工處在盤面加壓前必須先加強盤面內部清潔作業。
- 3.對於控制廠房 EL +7600 樓層之背盤室（Room 491、Room 492）及控制室（Room 499），相關儀控盤面大部分已安裝定位，但仍有 DRS 系統及 NUMAC 之 RTIF 盤面尚未安裝，建議施工處及早規劃，避免影響日後設備之安裝。
- 4.依目前控制室現場情況而言，其空調係臨時系統，現場亦有其他工作並行進行，且有凌亂現象，恐會影響 DCIS 設備，此時是否適宜繼續進行盤面安裝工程，實有疑慮。若此時因相關工程施工程序非得施工，則建議台電公司加強空調、防塵、人員進出管制、設備保護、設備維護等相關措施，避免影響日後設備功能。

5.控制室及背盤室將來會有大量的光纜及電纜進行鋪設，在電纜槽空間有限及施工環境狹窄情況下，將造成纜線施工不易。由於纜線鋪設之品質，將影響日後控制室運轉之良窳，建議施工處應妥善規劃控制室之纜線鋪設及施工環境管控，避免人員踐踏，確保施工品質。

6.控制室及背盤室之設備及儀器接地線，係不同之兩個系統，未來安裝時，應特別謹慎，避免誤裝。(附件 6 照片之圖 17)

四、EMC 方案執行現況查證

(一)視察過程

本項視察目的為查證核能四廠採購之設備是否能夠在法規限值內之電磁環境下正常運作。依據核四廠招標規範，其系統或設備須符合 EPRI TR-102323R1(1996)之 EMC 標準，由於美國核管會於 2003 年發行 R.G. 1.180R1 “電磁相容法規指引修正第一版”，本會於 95 年 7 月 11 日召開會議，根據會議結論台電公司新裝系統或設備必須依循 R.G.

1.180R1 執行電磁相容評估作業，並提出適當之補強措施。

本次視察 EMC 方案執行現況之重點如下：

1.核四廠 EMC 之相關措施及測試要求是否符合初期安全分析報告 (PSAR) 承諾。

2.TR-102323R1 與 R.G. 1.180R1 規範之異同是否已評估，核四廠將依循何種規範之要求。

3.DCIS 設備中，對於電磁干擾耐受度較弱之低電位信號纜

線，未來現場安裝時，有無防範措施。

4. DCIS 設備之設計、採購及驗收是否均有完整之 EMC 管制程序。

5. DCIS 設備執行 SAT 時，有無 EMC 項目測試計畫。

本次視察計訪談吳永相課長、涂元卿股長、范陽錦股長、林錦銘股長、吳東明主辦、陳俊宇先生（施工處）。查閱資料包括 EQDP、EMC 測試報告、PSAR、GE EMC COMPLIANCE PLAN 等。

（二）視察結論與建議

1. DCIS 相關設備之設計與驗收作業均能依據 PSAR 之承諾，執行 EMC 相關之措施及測試。

2. 台電已進行電磁相容標準 TR-102323R1 及 R.G. 1.180R1 規範之比較（如附件 5），評估比較結果兩者差異不大，台電承諾於機組試運轉期間，依據 R.G. 1.180R1 建置 EMC 方案，並落實執行。

3. DCIS 設備中，微弱信號如中子偵測系統之信號線採用具三重屏蔽之電纜，導管採用厚導線並使用 Tag-A-Long 方式在導管外以連續裸銅線連接，以增強抗 EMI 之能力。

4.96.2.13 台電核技處召開電磁相容（EMC）相關會議，會議中決議針對各相關儀控設備與合約所訂 EMC 規範之符合性，組成專案團隊，全面進行 EQDP 有關 EMC 測試數據之稽查。但目前為止，該團隊成員仍尚未定案，將督促台電應儘速成立該專案團隊，以利 EMC 相關文件之稽查。

- 5.一號機 NUMAC 相關設備之 EMC 測試報告已完成，其設備並已陸續進行交運，經查證，報告中有部分項目測試結果仍有疑義，已要求電廠重新整理結果，並提供其測試報告之摘要。
- 6.一號機 DRS 設備之 EMC 測試，RMU Cabinet 無法通過 TR-102323R1 之規定，須重新進行試驗，目前此部分測試結果尚未完成，已要求台電繼續追蹤。
- 7.Invensys 設備之 EMC 測試報告已於 2004 年 11 月 9 日完成，測試範圍包括 IEC61000-4-2-Electrostatic Discharge Immunity Test 等 7 種測試項目，測試結果均符合要求。
- 8.根據 GE 2003 年 10 月 1 日所提供之“Summary of EMC Compliance Evaluations”文件顯示，有兩項 Equipment Package（RIP M-G Set 及 Meteorological Observation System）評估結果為“Unacceptable”，其結果並未清楚說明是否已包括 2002 年 9 月之前所採購之設備，將要求台電整理採購資料後列表說明。
- 9.GE 所提供之 EMC 測試結果係以 Equipment Package 之方式呈現，不易清楚了解 Package 內組件符合 EMC 測試之情形，建議台電參考 Instrument Index 之方式，以 Package 內會受電磁干擾的組件列表說明測試結果。

五、人因作業驗證與確認作業執行現況查證

（一）視察過程

本項人因工程(HFE)視察重點，是以 HFE 驗證與確認作業(V&V)執行現況為主。訪談對象主要為台電公司核技處吳東明主辦。

查閱資料：

1. HFE V&V Implementation Plan
2. HFE V&V-1 Report
3. HFE V&V-2 Test Procedures (共 5 份)
4. HFE V&V-2 Test Report
5. Integrated HFE V&V-2.5 Work plan and Procedure
6. HFE V&V-2.5 Test Report
7. HFE V&V-3 Report for Operator Graphics Displays of 40 Systems
8. Digital Systems Maintainability Checklist Summary Report (共 15 份)

訪談內容：

1. DRS 運轉畫面之人因評估與驗證作業：

GE 已於 4 月下旬進行 25 個 DRS 運轉畫面的人因驗證 (verification)，7-8 月間將於 DRS VDU Screens Acceptance Test 期間執行 DRS 畫面人因工程確認 (validation) 作業，屆時台電將派運轉員參與，這將是運轉人員第一次看到真正的安全相關運轉畫面，主要目的在確認安全與非安全人機介面之人因工程設計具備一致性。

2. 第三階段人因工程驗證與確認作業：

HFE V&V-3 主要包括利用 FSS 執行之最終整合驗證以及

現場人因工程最終確認，預估第 4 季起漸次執行，其測試結果恐將無法及時納入 FSAR 送本會審查。

3. 儀控盤櫃可維護性人因工程查核作業：

為確保運轉後之設備維護作業便利性，儀控盤櫃於設計時均須加入可維護性之人因考量。查證訪談了解 GE 預定於 96 年 9 月完成 DCIS 盤櫃在廠家之查核作業；需於現場查核之項目屆時將連同 BOP 盤櫃之查核作業，在安裝測試完成後辦理。

(二)視察結論與建議

1. PSAR 第 18 章承諾核四 HFE 事項，以及 HFE V&V 執行情況的對應表，請台電公司補充更新，使有助於 FSAR 之審查。

2. 為準備進行 HFE V&V-3 的審查作業，台電宜提送下列相關書面資料供本會參考：

-HFE V&V 在 NUREG-0711 規範中多項前段作業的報告，目前仍未有著落，例如 Task Support Verification、HFE Design Verification、Integrated System Validation 等，請台電公司於 HFE V&V-3 執行前補足及更新；

-執行 HFE V&V 過程未結案的 finding 及討論的議題(特別是與 V&V-3 執行有關聯的項目)；

-在 HFE V&V 2.5 運轉劇情演練時，彙整的運轉員關切議題。現今完成模擬器初始訓練，請原參與的運轉員再行審查(OER)後，列入 HFE V&V-3 的驗證項目。

3. 下列項目是近期 HFE 關注的重點工作，台電必須落實執行：

-為確保 HFE V&V-3 的落實執行，核四運轉及訓練部門須確

實互相配合並訂出執行規劃。

- AAS、PGCS 及 41 個系統畫面在 HFE V&V-3 相關的整合系統驗證 (Integrated System Validation)，包括運轉員團隊的效能等。
- DRS VDU 的 Screens Acceptance Test，及 DRS 畫面 HFE 確認(validation)作業。

六、DCIS FAT 測試結果暨現場整合測試規劃現況查證

(一)視察過程

本項目查證過程參與訪談的台電公司人員計有李精一、李家光、張清士、簡致煥與劉錦亮等先生(附件 6 照片之圖 11、圖 12)，查證重點包括瞭解 DCIS FAT 測試報告、DCIS 現場測試規劃、Segment FAT 是否足夠代表完整之 FAT 結果、核四廠如果要在工地重做部分 FAT 時, 需要哪些軟硬體、Segment FAT 在 Interface 方面採用了哪些軟硬體、Dynamic Test 之 Scope、規劃完成之 SAT 程序書是否足夠等問題。

在 Segment FAT 是否足夠代表完整之 FAT 結果一問題上，視察人員與台電公司人員討論甚久，台電人員說明工業界經常因測試條件之限制而採分段測試，最後再加成以取代整合測試，美國 NRC 對此種分段測試也持可接受之立場，故台電公司同意 GE 採用之封閉迴路(Closed Loop) Segment FAT 測試做法(由 NUMAC、DRS、INVENSYS 廠家相互提供 MVD 介面及資料庫進行 PC 模擬測試)。視察人員對此原則並不反對，惟關心 Segment FAT 測試中之 PC 模擬是否有足夠代表

性，希望台電施工處於進行整合性之工地接收測試(SAT)時，再就 Segment FAT 重要項目盡可能重複驗證之。

查閱資料包括：

- NMS System FAT (including Interface Testing)
- RCIS Test (including Interface Testing)
- 3D MONICORE Test (including Interface Testing)
- APR Test (including Interface Testing)
- NUMAC RCIS with Interface Test
- SSLC/RTIF Test (including Interface Testing)
- 96F-67164-1A51-BUPCD-TR “Unit 1 Baseline Update Changes Datalink Test Procedure”
- 31113-1C82-4501 Rev 0 “Test Report for Closed-Loop Testing of APR Control Functions Using APR Simulator Equipment”
- DCIS 現場測試規劃簡報

針對安全系統與非安全系統之介面，由訪談得知，MVD 為從安全系統到非安全系統之介面，進行 Segment FAT，均包含 MVD 一起測試。以 APR(Automatic Power Regulator) test 為例，由 31113-1C82-4501 page 11 (如下圖) 可知，進行 APR test 時，在 NUMAC 部分是將輸出送至 MVD，下游非安全系統廠商則以 MVD 為其輸入。如果要在核四廠工地進行跨廠商之測試，MVD 部分應該可以省略，只需要擁有最上游(安全系統部分)之軟、硬體，就可以同時完成安全系統與非安全系統之跨廠商測試。

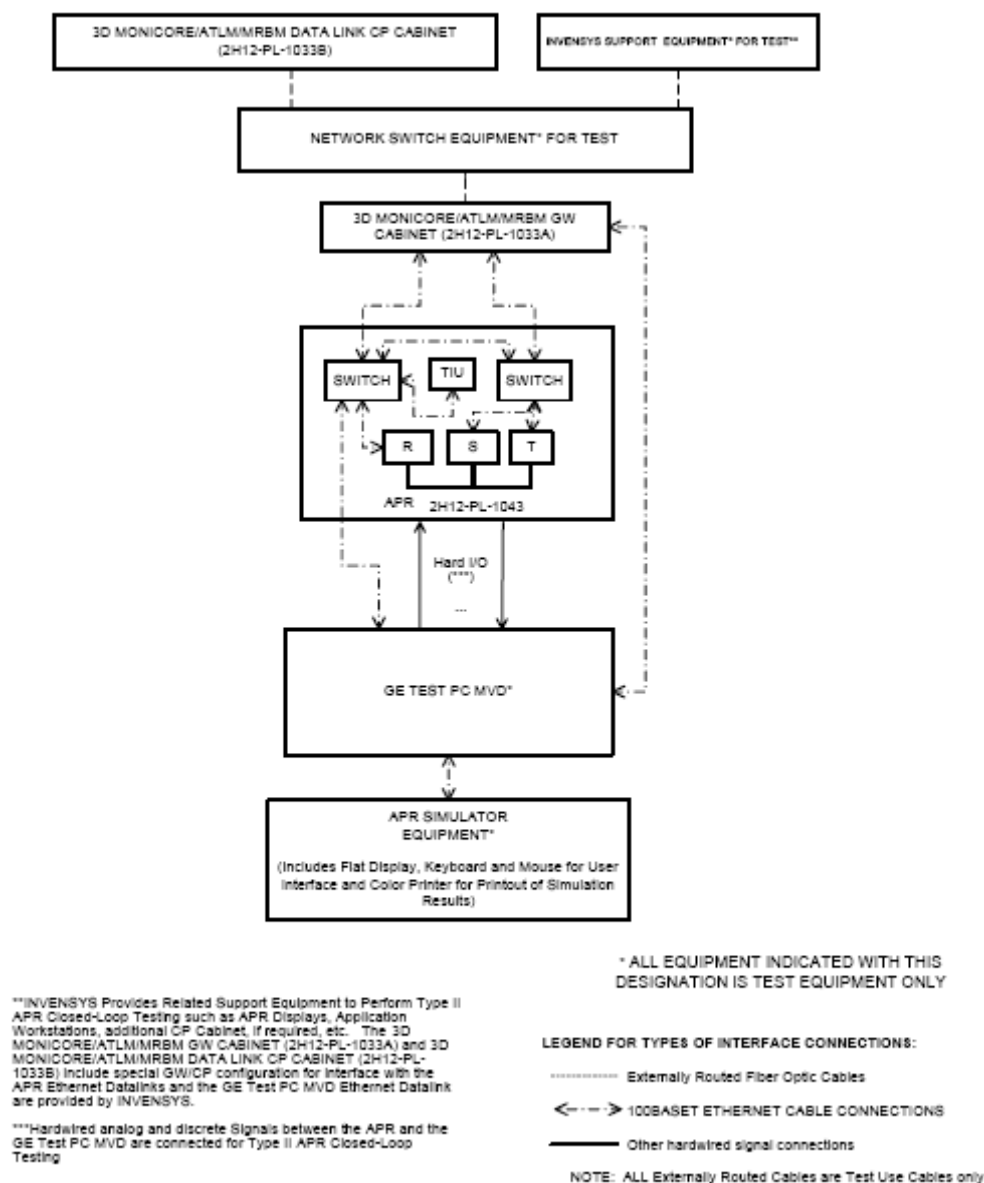


FIGURE 2: Type II APR Closed-Loop TEST CONFIGURATION for San Jose Scope Testing

圖一：APR封閉式迴路FAT架構

在瞭解 Dynamic Test 之 Scope 部分，訪查得知台電只對 Closed Loop Control System 才準備做 Dynamic Test，因此，只有 APR、RCIS、Feedwater Control System、Steam Bypass and Pressure Control System 以及 Recirculation Flow Control System 才作 Dynamic Test。NUMAC 部分沒有

Closed Loop Control 因此不必作 Dynamic Test。

(二)視察結論與建議

1. Preoperational test specification 更新後 preoperational test procedure 尚未隨之更新。以 feedwater control system 為例，preoperational test specification 中有若干 acceptance criteria 在 preoperational test procedure 並未列出。範例如下：

- Leakage for the LFCV shall be less than….
- The opening time of the MDRFP FCV… shall be ≥ 60 seconds
- Adjacent equipment or …operated in the vicinity of control and instrument cabinets should not cause equipment to change state or generate spurious alarms.

2. FAT 以區塊的方式執行，區塊間透過 gateway 傳遞數據。以區塊的方式執行 FAT 時，固然也執行了 data link 之測試，然而，這樣的測試條件畢竟不等同於實際設備全部連結所做的測試。建議在可能的範圍內，盡可能及早執行跨區塊之測試。目前跨區塊之界面訊號傳遞測試程序書尚未開始撰寫，建議參考 FAT 測試之目的、範圍、方式及結果，以集思廣益之方式，撰寫周密、適當、完善合理而可執行之程序書。另外，原廠家是否能迅速回應跨區塊測試期間所發現的問題，也是未來測試能否順利推展之關鍵，建議及早取得各原廠家支援工地整合測試之承諾。

3. DCIS 之測試環境之設定與未來工作環境實際狀況是否一致，請澄清並於視察後提供詳細書面資料。
5. R. G. 1.171(Software Unit Testing for Digital Computer Software Used in Safety Systems of Nuclear Power Plants) 之討論提到 NUREG/CR-6101(Software Reliability and Safety in Nuclear Reactor Protection System)及 NUREG/CR-6263(High Integrity Software for Nuclear Power Plants: Candidate Guidelines, Technical Basis and Research Needs) 之三等級 (three-level)測試為一般之測試方法，即測試分為單元等級、整合等級及系統等級(系統驗證或驗收測試)；SRP 亦提到驗收(安裝)測試屬系統等級，請台電公司現場整合測試 (SAT) 朝系統等級規劃。SAT 規劃哪些系統為取樣測試？取樣標準及理由為何？請台電公司說明。
6. 依台電提供之資料，將於 Post Construction Test 時執行下列測試
- (1)Visual Inspection Procedure
 - (2)Insulation Resistance Test Procedure
 - (3)Ground wire Inspection Procedure
 - (4)Power Up Procedure
 - (5)Software Loaded Check Procedure
 - (6)Self-Diagnostic Test and Fault Tolerance Test Procedure
 - (7)Fiber Optic Cable/Traditional Cable Test Procedure

(8)Input and Output Signal Test Procedure For Invensys
System

惟這些測試大部分尚僅為測試概念而已，還未落實成為真正的程序書，另 PCT 執行這 8 項測試是否就能夠補強原先區塊 FAT 在介面上不足的部分？請台電澄清說明。

肆、綜合結論與建議

根據上述視察 6 個項目之查證發現與建議，綜合整理本次視察之結論與建議如下，相關建議事項將透過分別開立 6 件注意改進事項作業方式，請台電公司檢討改善。

一、DCIS 軟體設計發展作業部分

- 1.國外廠家因商務合約而不提供台電公司保存之軟體生命週期文件如程式碼及測試報告等部分，請台電公司加強 V&V 稽查工作，並將相關稽查報告文件函送本會參考。
- 2.OIIVT 針對軟體構型管理、以及編碼、整合、確認等階段相關產出文件執行稽查之佐證資料，請台電公司補送本會。

二、全功能模擬器計畫執行現況部分

- 1.為避免影響 SAT 之執行及確保 FSS 模擬器功能之完整性，並降低對運轉人員訓練之可能影響，建議加速模擬器相關 DR 之處理。
- 2.全功能模擬器更新中有關軟體之移植及修改部分之作業，建議將相關文件納入構型管理系統管控。
- 3.針對全功能模擬器中未更換且繼續使用之軟、體設備，建議盡可能於 FSS 完成時再執行一次測試。
- 4.模擬器 RTP-G2 備品短缺部分，為避免影響模擬器之運轉人員訓練，建議台電公司應及早要求奇異公司提供備品或其他替代方案。
- 5.部分模擬器系統如 Y54、P11 及 P61 尚未取得設計之最後版本資料，建議儘速取得相關資料，以確保模擬器之完整性與正確性。

6.PGCS 系統與諸多其他系統相關，但廠商 Invensys 於設計時，針對無法取得相關廠家資料部分係採用自行模擬方式，故台電公司除應解決 PGCS 在模擬器執行所衍生之問題外，亦應將結果回饋給 1 號機。

7.模擬器照明之光源散射及反射等問題，仍未能有效的改善，請台電公司研擬解決方案，以降低對運轉人員訓練之影響。至於 1 號機控制室之照明是否會產生相同問題，亦請台電公司及早因應。

三、DCIS 儀控設備倉貯與安裝部分

1.控制廠房 Room 491、492、499 現場於盤面安裝後仍陸續有施工（如焊接、管路安裝等）作業在進行，造成粉塵等問題仍待解決。為確保設備運轉之可靠度，建議施工處加強盤面內部清潔作業。另背盤室內 DRS 系統及 NUMAC 之 RTIF 盤面尚未安裝，建議施工處及早規劃，避免影響日後設備之安裝。

2.控制室現場目前空調係臨時系統，現場亦有其他工作並行進行，且有凌亂現象，恐會影響精密 DCIS 設備，若因相關工程施工程序非得施工，建議台電公司加強空調、防塵、人員進出管制、設備保護、設備維護等相關措施，避免影響日後設備功能。並於盤面加壓前徹底做好盤面清理粉塵工作。

3.在控制室及背盤室電纜槽空間有限及施工環境狹窄情況下，未來大量光纜及電纜鋪設作業進行時，易造成施工不易的困擾。建議施工處應妥善規劃控制室纜線鋪設及施工環境之管控，避免人員踐踏，確保施工品質。

4.控制室及背盤室之設備接地線與儀器接地線係不同之兩個系

統，未來安裝時應特別謹慎，避免誤裝。

四、EMC 方案執行現況部分

1. 台電核技處於 96 年 2 月 13 日召開電磁相容 (EMC) 相關會議，會議中決議針對各相關儀控設備與合約所訂 EMC 規範之符合性，組成專案團隊並全面進行 EQDP 有關 EMC 測試數據之稽查。但截至視察之日為止，該團隊成員仍尚未定案，請台電公司儘速成立該專案團隊，以利 EMC 相關文件之稽查。
- 2.1 號機 DRS 設備之 EMC 測試，RMU Cabinet 無法通過 TR-102323R1 之規定，須重新進行試驗，目前此部分測試結果尚未完成，請台電公司繼續追蹤。
3. 根據 GE 2003 年 10 月 1 日所提供之 “Summary of EMC Compliance Evaluations” 文件顯示，有兩項 Equipment Package (RIP M-G Set 及 Meteorological Observation System) 評估結果為 “Unacceptable”，其結果並未清楚說明是否已包括 2002 年 9 月之前所採購之設備，請台電公司整理採購資料後列表說明。
4. GE 所提供之 EMC 測試結果係以 Equipment Package 之方式呈現，不易清楚了解、查證 Package 內組件符合 EMC 測試之情形，建議台電參考 Instrument Index 之方式，以 Package 內會受電磁干擾的組件列表說明測試結果。

五、人因作業驗證與確認作業 (V&V) 執行現況部分

1. PSAR 第 18 章承諾核四 HFE 事項以及 HFE V&V 執行情況的對應表，請台電公司補充更新。
2. 請於 HFE V&V-3 驗證前提送相關書面資料(如下)予本會：

- NUREG-0711 規範中多項前段作業的報告如 Task Support Verification、HFE Design Verification、Integrated System Validation 等；
- HFE V&V 1、2 以及 2.5 未結案的 finding 及討論的議題之執行結果，特別是與 V&V 3 執行時會有相關的項目；
- 在 HFE V&V 2.5 運轉劇情演練時所彙整的運轉員關切議題。目前模擬器初始訓練已完成，請原參與的運轉員再行審查後，列入 HFE V&V-3 的驗證項目。

六、DCIS FAT 測試結果暨現場整合測試規劃現況部分

- 1.FAT 以區塊的方式執行，區塊間透過 gateway 傳遞數據。以區塊的方式執行 FAT 時，固然也執行了 data link 之測試，然而，這樣的測試畢竟不等同於實際設備全部連結後所做的測試。建議未來在可能的範圍內，盡可能及早執行跨區塊之測試。
- 2.目前跨區塊之界面訊號傳遞測試程序書尚未開始撰寫，建議參考 FAT 測試之目的、範圍、方式及結果，以集思廣益之方式，撰寫周密、適當、完善合理而可執行之程序書。
- 3.原廠家是否能迅速回應跨區塊測試期間所發現的問題，是未來測試能否順利推展之關鍵，建議台電公司及早取得各原廠家支援工地進行整合測試之承諾。
- 4.DCIS 之測試環境之設定與未來工作環境實際狀況是否一致，請澄清並於會後提供詳細書面資料。
- 5.依據 R.G. 1.171、NUREG/CR-6101 及 SRP，驗收(安裝)測試屬系統等級，請台電公司於規劃現場整合測試(SAT)作業時，

應朝系統等級方向加以執行。SAT 規劃哪些系統為取樣測試？

取樣標準及理由為何？請台電公司說明。

6.Post Construction Test 執行之 8 項測試是否能夠補強原先

區塊 FAT 在介面上不足的部分？請台電澄清說明。

附 件

原能會視察龍門工地-聯絡人員及相關文件資料目錄

附件 1

編號	視 察 項 目	連絡人 (分機)	文 件 與 資 料 目 錄
一、	DCIS 軟體作業查證	林錦銘 (2072)	1. Software Plan Document (1) Software Management Plan (2) Software project plan (3) Software Verification and Validation Plan (4) Independent Software Verification and Validation Plan (5) Software Safety Plan (6) Software Configuration Plan 2. Software Design Output (1) Software Requirement Specification (2) Software design Specification (3) Software Test Plan 3. Software Review Report (1) Software Verification and Validation report (2) Software Safety analysis report (3) IVVT/IRT review report
二、	全功能模擬器計畫執行現況查證	張清士 (2978) 祝天喜 (2053)	1. 全功能模擬器系統設計規範 2. 全功能模擬器建構管理 3. 全功能模擬器 Module Test Report 4. 全功能模擬器 Integration Test Report 5. 全功能模擬器 DRY RUN Test 偏差報告 6. 全功能模擬器 ATP 文件

編號	視 察 項 目	連絡人 (分機)	文 件 與 資 料 目 錄
三、	DCIS 儀控設備倉貯與安裝查證	陳傳宗 (2361)	1. 倉儲期維護保養計劃表 2. DCIS 施工現況
四、	EMC 方案執行現況	涂元卿 (2051)	EMC 檔案資料
五、	人因作業驗證與確認作業 (V&V) 作業執行現況	吳東明 (2056)	1. HFE V&V Implementation Plan 2. HFE V&V-1 Report 3. HFE V&V-2 Test Procedures (共 5 份) 4. HFE V&V-2 Test Report 5. Integrated HFE V&V-2.5 Work plan and Procedure 6. HFE V&V-2.5 Test Report 7. HFE V&V-3 Report for Operator Graphics Displays of 40 Systems 8. Digital Systems Maintainability Checklist Summary Report(共 15 份)

編號	視 察 項 目	連絡人 (分機)	文 件 與 資 料 目 錄
六、	DCIS FAT 測試結果暨現場整合測試 (SAT) 規劃現況查證	簡致煥 (7161) 吳東明 (2056) 范陽錦 (2054) 呂 學 國 (2941)	DCIS FAT 測試結果部分： 詳附件一、附件二 現場測試部分： 1. DCIS現場測試規畫簡報 2. INVENSYS PCT LIST及程序書 3. 核四廠PRE-OP LIST 4. GE PRE-OP SPEC 5. 核四廠H23-PRE-OP程序書 6. GE START UP SPEC. 7. 核四廠START UP程序書(控制系統部分) 8. 核四廠START UP討論會簡報檔(控制系統部分)

- 視察前會議 (5/28 上午 10 時) 地點：第四會議室 (分機：2670)
- 視察期間作業場所：第一會議室 (分機：2653)
- 視察前會議 (5/31 下午 14 時) 地點：第四會議室 (分機：2670)
- 一般事項聯絡人：劉錦亮 (分機：2056)

附 件 2

視察前會議簡報資料

原能會96年核四廠數位儀 控系統專案視察簡報

台灣電力公司

96 年 5 月 28 日



報告內容

0、配合原能會執行96年視察作業事項

1、DCIS軟體作業（林錦銘）

2、全功能模擬器計畫執行現況（張清士）

3、DCIS儀控設備倉貯與安裝（陳傳宗）

4、EMC方案執行現況（涂元卿）

5、人因作業驗證與確認作業(V&V)作業執行現況（吳東明）

6、DCIS FAT測試結果（簡致煥）暨現場整合測試（SAT）
規劃現況（李家光）



0、配合原能會執行96年視察作業事項

- 各視察項目聯絡人
- 檔案文件資料目錄
- 現場視察

各視察項目聯絡人

項次	視察項目	聯絡人(分機)
1	DCIS軟體作業查證	<u>林錦銘</u> (2072)
2	全功能模擬器計畫執行現況查證	<u>張清士</u> (2978)
3	DCIS儀控設備倉貯與安裝查證	<u>陳傳宗</u> (2361)
4	EMC方案執行現況	<u>涂元卿</u> (2051)
5	人因作業驗證與確認作業(V&V)作業執行現況	<u>吳東明</u> (2056)
6	DCIS FAT測試結果暨現場整合測試(SAT)規劃現況查證	<u>簡致煥</u> (2053) 吳東明 (2056) 范陽錦 (2054) 呂學國 (2941)
7	一般事項聯繫	劉錦亮 (2056)

檔案文件資料目錄

請參閱附件檔案文件資料目錄



現場視察

- 時間：5/28 下午 1.20 ~ 4.20
- 儀控設備儲存
- 一號機主控制室設備安裝
- 訓練中心模擬器

1、DCIS 軟體作業

1.1 軟體發展文件執行現況

1.2 遭遇問題



1.1 軟體發展文件執行現況

1、軟體發展文件(Attachment)

- (1) 軟體計畫文件
- (2) 軟體設計輸出文件
- (3) 軟體審查文件

2、執行現況

- (1) 所有軟體發展文件除**DRS** 軟體安全分析報告
(**SSA**)部份尚未完成及審查外，其它皆已完成審查。
。

1.1、軟體發展文件執行現況 (續)

(2) 其它尚未完成之工作

- A. OIVVT 最後一次稽查
- B. AEC 對RTIF SSA 第二回合審查意見
- C. AEC 對PLus 32 系統第三回合審查意見
- D. HPCF 與SRV/ADS 系統之SSA報告尚未送審
- E. SSA 注意改進事項 (AN-LM-90-30)

1.2 遭遇問題

1. BTP-19 數位儀控系統多樣化與深度防禦議題

(1) IEEE 379-2000 ， SRP Chapter 7 ， BTP-19

(2) 台電正內部討論處理中

2、全功能模擬器計畫執行現況



2. 全功能模擬器執行現況及問題檢討

第四核能發電廠

中華民國96年5月28日



報告內容

- 一、模擬器執行現況
- 二、FSS Dry Run DR現況
- 三、模擬器週邊環境進度
- 四、問題檢討



一、模擬器執行現況 1/3

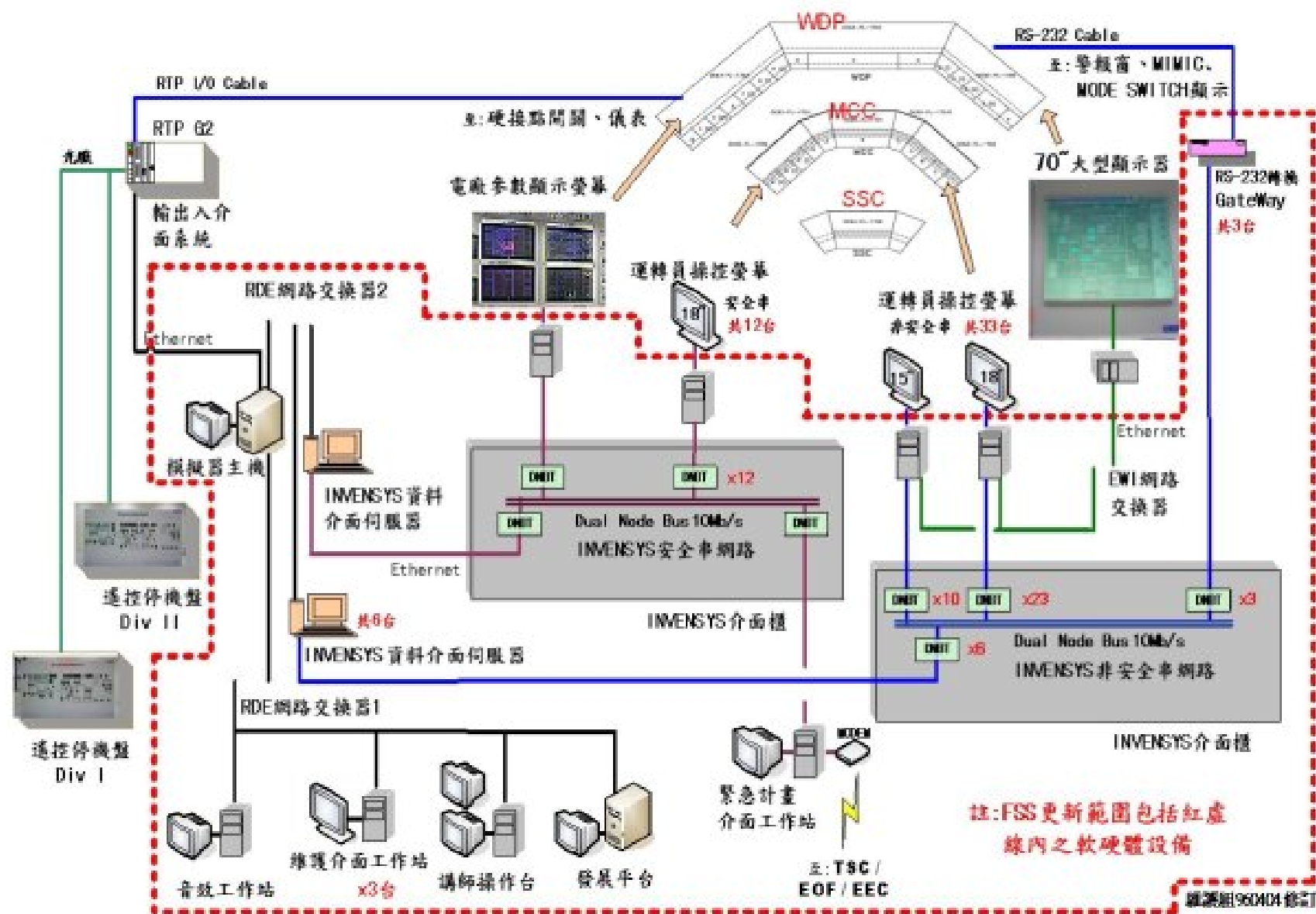
- Update模擬器電廠接收測試 (SAT) 95.5.19完成
- Update模擬器可靠性測試 (AVT)
95.8.8完成
- 第一期運轉員模擬操作訓練(GE-I)
95.8.21~10.27
- 第二期運轉員模擬操作訓練 (GE-II)
95.11.27~96.2.16

一、模擬器執行現況 2/3

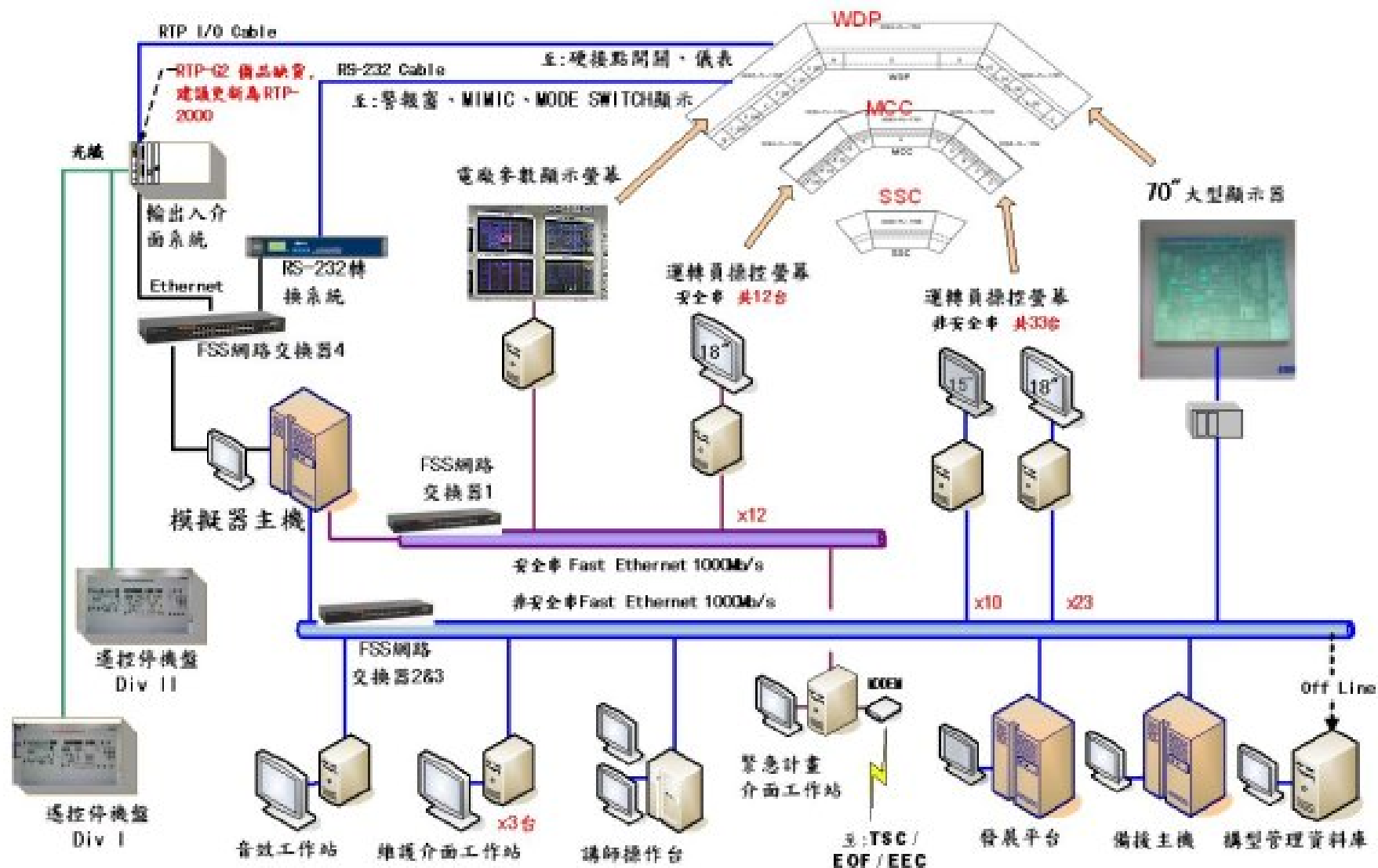
- 95.11.27起Update/FSS模擬器Switch Plan
- FSS模擬器硬體全面替換 96.2.23 完成，結束Switch Plan
- FSS Module Test 96.3.30 完成
- FSS Integration Test 96.3.12 完成
- FSS Dry Run Test 96.3.1 開始



核四廠 Update 模擬器架構圖



核四廠 FSS 模擬器架構圖



維護組 960404 修訂

一、模擬器執行現況 3/3

- Dry Run 測試完成ATP 01~05
- ATP 06~07進行中
- Dry Run 測試結束，本廠將確認相關條件為可接受後，才同意開始FSS現場接收測試(SAT)

二、FSS Dry Run DR現況

- Long Term DR Issued 115 件, Closed 5, RFR 11, IP 99 ~96.5.23
- Dry Run DR Issued 587件, Closed 270, RFR 86, IP 231 ~96.5.23,
- 所有DR皆由ICMS之DR Tracking System 列表管控追蹤，每一DR修改後，經逐一測試驗證後才予以結案



二、FSS Dry Run DR現況



二、FSS Dry Run DR現況

ICMS Rev 0 - Microsoft Internet Explorer

Search DR Previous Page | Home | Next Page

DR Title Has:
 Author:
 RE:
 Applicable To Unit 1: ☒ Yes ☒ No
 PreTest Eng:
 ReTest Eng:
 Resolution Has:
 ReTest Statement Has:
 Error Description Has:

DR No: From To
 DR Date:
 Closed Date:
 Priority:
 Category:
 System:
 Test No & Name:
 Plant Cond:
 Ref. or ATP Step:

DR Types: ☐ ATP-TPC ☐ ITP-TPC ☐ ITP ☐ FOX
☐ RDE ☐ CONNECT ☐ INTEGRATION ☐ FAT2 GE
☐ FAT2 TPC ☐ ATP DRY RUN ☐ TPC Pre-FAT2 ☐ VOID
☐ UNCLASSIFIED ☐ SAT ☐ AVT ☒ FSS

DR Status: ☐ In Process ☐ Waiting Pre-Test ☒ Ready For Retest ☐ Closed
☐ Requires Clarification ☐ Long Term DR ☐ Waiting for Integration ☐ Under TPC Review

Sort Order:

4 records found

DR No	DR Date	DR Title	RE	Status	Modified On
7205 (FSS-0252)	2007/3/8	N21N5-03,ACV-S068 control overlay 上之control power available 顯示 No	Tom,Pang	Ready For Retest	2007/5/8
7254 (FSS-0301)	2007/3/9	N21N5-04,CBP Standing Lube Oil Pump P-5011 C/D無法由VDU手動啓動	Tom,Pang	Ready For Retest	2007/5/8
7258 (FSS-0305)	2007/3/9	N21N5-06	Tom,Pang	Ready For Retest	2007/5/8
7470 (FSS-0516)	2007/4/27	MBV 機組行程中 VDU 顯示不正確	Tom,Pang	Ready For Retest	2007/5/15

完成 近端內部測試

Microsoft Access ICMS Rev 0 - Microsoft I... 1000 4/26/2007 上午 08:51



三、模擬器週邊環境進度 1/3

- 95.11.10訓練中心控制盤電源更換為UPS，以改善模擬器之供給電源品質問題，並建立模擬器忍受室外電源短暫停電之因應能力



三、模擬器週邊環境進度 2/3

- 95.11.13控制室更換燈具、增設調光器，可均勻分布光源、細微調整照度



台

三、模擬器週邊環境進度 3/3

- 大樓95.4.25竣工，準備辦理驗收作業



四、問題檢討 1/3

1.RTP問題：

- 模擬器資料介面處理器RTP-G2型老舊，廠商停產沒有庫存；95.7.FDDI network卡片故障，GE無法找到備品，而改由乙太網路卡取代
- 避免RTP-G2控制卡沒有備品，故障致模擬器停擺，協議GE升級為RTP-2000型，因尚在保固期未獲高層核准
- 未來將以更換為商業級產品或尋求廠商研發替代卡片因應

四、問題檢討 2/3

2.設計資料不完整問題：

A.設計資料延宕

- 一號機部分系統設計及設備採購延宕
- FSS軟體製作工作困難

B.GE提供資料不一致或錯誤

- GE提供U1 DCIS FAT前之檔案資料給FSS
- 依據96年1月新版DCT有22個系統不一致，另邏輯圖、設定值、I/O等皆須一併更新，但少數新增DPDS之資料尚未取得

四、問題檢討 3/3

C.設計資料尚未定案

- 部分系統設計尚未取得最後版本，如：
P11(冷凝水傳送),Y54(海水電解),P61(輔助鍋爐)、PGCS邏輯
- FSS計畫完工前若有U1之設計未放入模擬器，將伺機再修改

3、DCIS儀控設備倉貯與安裝查證

3.1 倉儲期維護保養計畫表

3.2 DCIS 施工現況 (同5/25第10項簡報)



4、EMC方案執行現況



EMC方案執行現況

- (1) 核四廠電磁相容(EMC)執行方案已草擬完成，將待更嚴謹修正後陳報大會。又為配合本公司研究發展計畫之執行，另已準備簽請上級以限制性招標方式，希望能依原訂計畫與核能研究所合作進行。預訂計畫時程為96年1月~98年12月，將可配合龍門計畫整體工程進度執行至一號機商轉之後。
- (2) 96.2.13已召開會議決議成立EMC工作專案小組，各單位成員待各相關單位指派組成後，隨即可依照執行方案安排訓練、講習，並進行所有儀控設備EMC測試驗證之全面清查工作。

EMC方案執行現況 (續)

- (3)有關大會關切之已採購儀器設備之EMC處理，前已蒐集NSSS,T/G及BOP等相關廠家設備資料陳列於檔案中，初步查證大部分設備已可符合EMC測試規範要求，未符合部分有兩項已洽相關廠家擬訂計畫進行補救措施。另，經調查DG控制盤係採傳統式繼電器元件組合之控制邏輯控制，且該設備生產國為法國，EMC測試係採用IEC之規範，目前該廠商與台電有合約糾紛，故暫時無法取得EMC測試報告。又，計畫進行期間仍將持續全面清查PQC及EQDP，以證實所有設備均能符合規範需求。

EMC方案執行現況 (續)

- (4) 一號機INVENSYS及NUMAC之設備均已通過EMC測試，現正陸續進行交運中。
- (5) 一號機DRS大部分設備之EMC測試雖亦可符合需求，惟獨RMU盤其耐受度在某些頻率下仍無法符合規範要求，TPC/GE/DRS正努力尋求解決辦法中。

5、人因作業驗證與確認 (V&V)作業 執行現況 (同5/25第3項簡報)



5.1 現況說明

本年度預定執行之人因工程作業項目現況說明如下：

- (1) **DRS 運轉畫面之人因評估與驗證作業**：GE已於4月下旬進行25個DRS運轉畫面的人因驗證(verification)，7-8月間將於DRS VDU Screens Acceptance Test期間執行DRS畫面人因工程確認(validation)作業，屆時台電擬派運轉員參與。
- (2) **第三階段人因工程驗證與確認作業**：HFE V&V-3主要包括利用FSS執行之最終整合驗證以及現場人因工程最終確認，預估第4季起漸次執行。GE近期提出相關工作計畫。
- (3) **儀控盤櫃可維護性人因工程查核作業**：GE預定在今年9月完成DCIS盤櫃在廠家之查核作業；需於現場查核之項目屆時將連同BOP盤櫃之查核作業，在安裝測試完成後辦理。

5.2 問題檢討

- (1) 利用**DRS VDU Screens Acceptance Test**之時機，由台電運轉人員參與**DRS**畫面之人因評估與驗證作業將是台電運轉人員第一次看到真正的安全相關運轉畫面，主要目的在確認安全與非安全人機介面之人因工程設計具備一致性。台電早已數度催促**GE**提出本項作業之工作計畫，目前**GE**已同意提出。
- (2) 第三階段人因工程驗證與確認作業預計在今年第4季開始，不論利用**FSS**執行最終整合驗證，或是現場人因工程最終確認，均須與施工、測試作業密切協調、配合。相關的工作計畫、程序書持續與**GE**接洽儘早送審，以便規劃配合作業。未及於**FSAR 18**章陳報大會前完成之部份，將於**FSAR 18**章承諾完成時程。

6、DCIS FAT測試結果暨現場整合測試 (SAT) 規劃現況查證

6.1 DCIS FAT測試結果現況

6.2 DCIS現場測試規劃 (同5/25第11項簡報)



6.1 DCIS FAT 測試結果現況



一、DCIS FAT測試概述

1. DCIS FAT採區塊(Segments)測試加界面重疊測試

- (1). Non-Class 1E Segment tested by Invensys**
- (2). DRS segment for the Engineered Safety Functions tested by DRS**
- (3). San Jose Segment tested by GENE San Jose.**
- (4). Data Link Interface Overlap Test**

2. 採MPL Systems Tests, Interface Tests,及 Integration Tests逐層測試。

3. Invensys Unit 1 FAT包括:

- (1) 2003年5月之Baseline FAT及**
- (2) 2005年9月之Baseline Update Change FAT**

一、DCIS FAT測試概述(續)

4. Invensys Unit 1 FAT測試項目包括:

(1). Hardware Tests:

- **System Hardware Configuration Tests**
- **DCIS I/O Tests (RMU)**
- **Network Stress Tests**

(2). Integration Tests:

- **Interactive MPL Tests**
- **Interactive PCS Tests**
- **DCT Flag Test**
- **DCIS Performance Test**
- **Gateway Tests**

(3). TMR at GEIS FAT Tests

一、DCIS FAT測試概述(續)

5. Invensys Unit 2 FAT測試項目包括:

- (1). Hardware Tests
- (2). Replication Test
- (3). Re-Replication Test
- (4). TMR at GEIS FAT Tests

一、DCIS FAT測試概述(續)

6. NUMAC 測試項目包括:

- (1). NMS Test**
- (2). NUMAC RCIS Test**
- (3). RTIF Test**
- (4). PRM/CMS Test**
- (5). RCIS Test (Hitachi Equipment)**
- (6). 3D MONICORE Test**
- (7). APR Closed-Loop Test**

一、DCIS FAT測試概述(續)

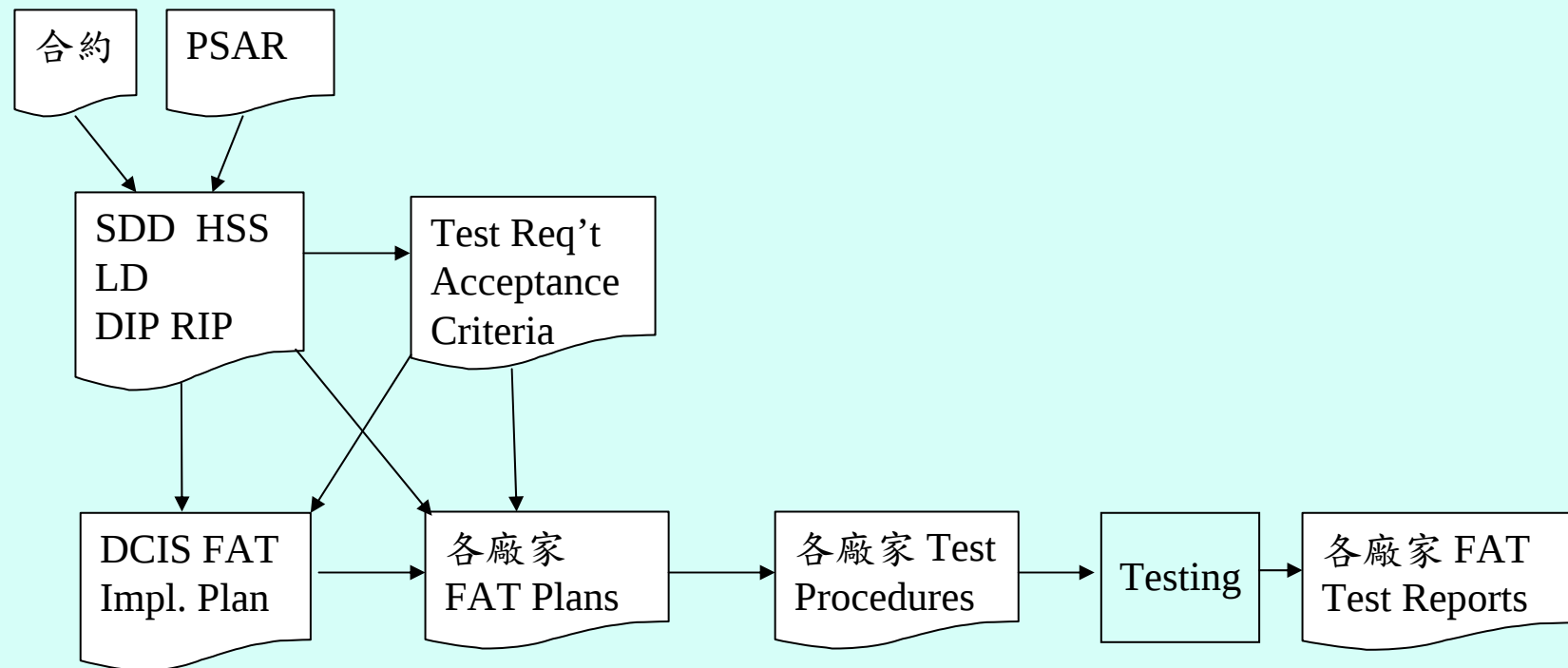
7. DRS 測試項目包括:

- (1). VDU Screen Tests
- (2). Division FAT
- (3). NUMAC/DRS Interface test
- (4). DRS/Invensys interface Test



二、DCIS FAT測試文件

1. DCIS FAT測試文件關係示意圖



2. DCIS FAT測試報告文件詳如附表(Invensys 及NUMAC)

三、DCIS FAT測試執行管控

1. Pre-requisite Check List需送本公司核准

- ✓ Hardware/Software Ready for Test?
- ✓ EQ Test Complete?
- ✓ TR&AC Reviewed and Approved?
- ✓ Test Plan/Procedure Reviewed and Approved?
- ✓ All Required Personal Assigned?
- ✓ Preliminary HFE Evaluations Incorporated?

2. 派員赴廠家監督測試執行

派遣本公司(包括核技處及核四廠)及核研所人員進駐廠家監督測試執行。

四、DCIS FAT測試結果現況

1. NUMAC Unit 1 & 2 FAT 都已完成，目前僅剩2項異常項目(屬RTIF)正處理中。
2. Invensys Unit 1 FAT & Baseline Update Retest都已完成，約有117個DR尚未結案。Unit 2 Re-Replication Test 正進行中。
- 3 DRS FAT尚未開始進行。

測試結果相關報告文件[詳附表](#)。

Checklist for Thread Audit of DCIS Software Functions Based on核子反應器設施安全設計準則

(以Feedwater Max. Demand/RTIF及LOCA/HPCF 為例)

法令依據			需求規格	設計規格	程式碼	測試報告	分析報告
核子反應器設施安全設計準則	第十八條	保護系統之設計，應具有下列功能：	一. RTIF	一. RTIF			
		下列功能：	1. RMU IPS	1. RMU SDS			
		一、自動啟動相關安全系統，確保於可預見運轉事件下，符合核子燃料設計限值。	26A5262 Rev. 6	26A6057 Rev. 3			
		二、偵測意外事故狀況與啟動對安全重要之系統及組件。	Sec. 4. 3. 2、4. 3. 2. 1	Sec. 4. 3. 4. 4			
			2. DTM IPS	2. DTM SDS			
			26A5233 Rev. 7	26A6055 Rev. 3			
			Sec. 4. 3. 2. 4	Sec. 4. 3. 2. 1. 1			
			4. 3. 3. 2	4. 3. 2. 2. 1			
			4. 3. 4. 2				
			3. TLU IPS	3. TLU SDS			
	26A5260 Rev. 4	26A6062 Rev. 2					
	Sec. 4. 3. 2	Sec. 4. 3. 2. 12. 1					
	4. 3. 4. 1	4. 3. 2. 12. 2					
	4. 3. 4. 2	4. 3. 2. 12. 5					
		4. 3. 2. 12. 7					

核 子			二. LOCA/HPCF 1. HPCF SDD Sec. 3. 2, 3. 3. 2 & 3 2. SSLC/ESF HSS Sec. 3. 5. 2, 4. 1. 2. 2. 3 3. SSLC/RTIF HSS Sec. 3. 2. 16, 4. 3. 18 4. LD 31113-1E22-K1000 系列	二. LOCA/HPCF 1. 相對應於 LD 之 FID list 如附件			
--------	--	--	--	--	--	--	--

反應器設施安全設計準則	第十九條	保護系統之設計，應具有高度可靠性，且於運轉中能執行其安全功能測試。	Surveillance Test(self-test) 一. RTIF 1. SSLC/RTIF HSS Sec. 4. 1. 10 2. RMU IPS 26A5262 Rev. 6 Sec. 4. 3. 6. 1、4. 4. 3 3. DTM IPS 26A5233 Rev. 7 Sec. 4. 3. 6. 1 4. 4. 3 4. TLU IPS 26A5260 Rev. 4 Sec. 4. 3. 6. 1 4. 4. 2 二. LOCF/HPCF 1. SSLC/ESF HSS Appendix 30 2. STC SRS ER2729/25 Rev. F	一. RTIF 1. RMU SDS 26A6057 Rev. 3 Sec. 4. 2. 10 5. 2. 6 2. DTM SDS 26A6055 Rev. 3 Sec. 4. 2. 10 4. 3. 9 3. TLU SDS 26A6062 Rev. 2 Sec. 4. 2. 7 4. 3. 8 二. LOCF/HPCF 1. STC SDD ER2729/25 Rev. F			1. 相關設計之文件皆需要V&V，而使其具有高度可靠性。
核							

子 反 應 器 設 施 安 全 設 計 準 則		保護系統應有足夠之多重性及獨立性，確保下列事項： 一、不致因單一失效而喪失其保護功能。 二、停用任何組件或控道仍能符合多重性之最低需求。	二. 1. RTIF 2/4 Vote→ 2/3 Vote (1) RTIF SPS 26A6119 Rev. 2 Sec. 4. 2. 1. 1 (2)LD IC74-K1000 系列 (3)TLU IPS 26A5260 Rev. 4 Sec. 3. 3. 3 4. 3. 3 2. LOCA/HPCF HPCF B 串失效可透過 HPCF C 串之Diversity 來 Back up	TLU SDS 26A6062 Rev. 2 Sec. 4. 3. 2			一. 對於單一失效可透過多樣化來做後備保護，例如 ARI、SLC initiation、FMCRD RUN-IN 及 FWC RUN BACK 等。
--	--	---	--	--	--	--	---

		保護系統應能於反應器運轉中執行定期功能測試，並應能執行獨立之個別控道測試，確認系統多重性及功能正常。	Surveillance Test(self-test) 一. RTIF 1. SSLC/RTIF HSS Sec. 4. 1. 10 2. RMU IPS 26A5262 Rev. 6 Sec. 4. 3. 6. 1、4. 4. 3 3. DTM IPS 26A5233 Rev. 7 Sec. 4. 3. 6. 1 4. 4. 3 4. TLU IPS 26A5260 Rev. 4 Sec. 4. 3. 6. 1 4. 4. 2 二. LOCF/HPCF 1. SSLC/ESF HSS Appendix 30 2. STC SRS ER2729/25 Rev. F	一. RTIF 1. RMU SDS 26A6057 Rev. 3 Sec. 4. 2. 10 5. 2. 6 2. DTM SDS 26A6055 Rev. 3 Sec. 4. 2. 10 4. 3. 9 3. TLU SDS 26A6062 Rev. 2 Sec. 4. 2. 7 4. 3. 8 二. LOCF/HPCF 1. STC SDD ER2729/25 Rev. F			
--	--	---	---	---	--	--	--

第二十條	保護系統應儘可能採用功能多樣性或組件設計及工作原理多樣性等方式設計，防範保護功能喪失。	保護系統其採用功能多樣性或組件設計包括 ARI、SLC initiation、FMCRD RUN-IN 及 RWC RUN BACK 及多樣化之手動控制與顯示。				
第二十一條	保護系統之設計，應能確保系統發生中斷、喪失動力（例如電力、儀用空氣）及遭遇惡劣環境（例如極熱或極冷、壓力、蒸汽、水及輻射）而造成系統失效時，具有失效趨向安全之特性，或失效狀態經驗證可被接受。	1. 採用 Fail safe 設計 2. SSLC/RI IF HSS Sec. 4. 1. 6. 1 3. SSLC/RTIF SPS Sec. 3. 1. 2 4. RMU IPS Sec. 4. 5. 5. 2 5. DTM IPS Sec. 4. 5. 52 6. TLU IPS Sec. 4. 6. 5. 3				

	第二十二條	保護系統之設計，應與控制系統適當分離，確保於下列狀況仍符合可靠性、多重性及獨立性之要求： 一、任一控制系統之組件或控道失效。 二、保護系統及控制系統共用之任一組件或控道失效或停用。	1. 無共用訊號 2. 單向傳送 (安全→非安全)				
		保護系統及控制系統之相互連結應予限制，確保安全功能不受影響。	用程序書或其他方式來管控，針對 NMS CIM →MVD 之介面				
	第二十七條	保護系統及反應度控制系統之設計，應確保於發生 可預見運轉事件 時，發揮其安全功能。	已舉上述 Feedwater Max. Demand/RTIF 及 LOCA/HPCF 為例說明				

Checklist for Thread Audit of DCIS Software QA Process Based on核子反應器設施品質保證準則

法令依據			審查指引	核四廠文件/紀錄
核子反應器設施品質保證準則	第五條	執行品質保證功能之人員、部門及機構，應獲充分之授權及組織體系之自主。成本及進度與安全之考量相左時，仍應有向管理階層報告之必要授權及充分之獨立性。	RG 1.168 BTP 14	1. GE:IVVT/IRT 2. TPC:OIVVT • MPR • INER • TPC 3. 上述獨立組織之審查紀錄均可查證
	第六條	品質保證方案應注意是否需要特殊之管制方法、製程、測試設備、工具及技術，以達到所要求之品質，及是否需用檢查或測試之方式以證實品質。	RG 1.152 RG 1.173 RG 1.171 BTP 14	依 BTP-14 之軟體發展生命週期執行，共分三大類。 1. 軟體計畫文件 2. 設計輸出文件 3. 設計輸出文件審查
	第七條	經營者應建立措施以確保適用之法規規定及執照申請文件上所列之設計基準，均確實納入本準則所適用之結構、系統及組件之規範、程序書、工作說明書與圖說內。	RG 1.173 RG 1.152	HSS/IPS/SDS 等相關軟體設計文件皆納入相關法規規定。
		設計管制措施應能確認或核對設計之適當性，此項確認或核對作業可採用設計審查、簡化之替代計算或適當之測試方案等。	RG 1.173 RG 1.171 BTP 14	所有軟體設計文件可透過審查與稽查。如 IVVT 及 OIVVT 之審查與稽查。
		下列事項應使用設計管制 四、檢查及測試可接受標準之訂定。	RG 1.171 BTP 14	

		經營者應建立措施以確保相關法規規定、 設計基準 及為確保品質之其他規定，均納入或引用於材料、設備及服務之採購文件。	RG 1.171 BTP 14	在廠家之採購規範書皆會納入相關法規規定、設計基準及為確保品質之其他規定
第八條		對品質有影響之作業應有程序書、工作說明書或圖說，以規定合適之作業規定，並據以執行。	BTP 14	各軟體發展廠家皆有其遵循之工作程序書據以執行如 NUMAC 之 EOP。
第九條		前項程序書、工作說明書或圖說，應包括定量或定性之 可接受標準 ，以作為判定重要作業是否圓滿完成。	BTP 14	大部分之軟體發展皆有定性之要求。如對審查之 open time 透過追蹤直到結案為止。有部分亦採定量之評量如 IVVT 之審查追蹤。
工作程序書		對品質有影響之作業文件，包括程序書、工作說明書、圖說或測試軟體等，應建立措施以 控制其發行及修訂 ，並確保上述文件均經權責人員審查及核定，且應分送各有關工作場所據以使用。	RG 1.169	1. GE 對左述文件之管控均有建立 CM，以控制其存取、發行及修訂。如 SCMP。 2. 將來商轉後台電將自行執行 CM 作業
第十條		前項文件之修訂應經由該文件原審查及核定機構重新審查及核定。		台電 OIVVT 定期赴 GE 稽查其 CM 執行。
		經營者應建立 測試方案 並明列所有測試項目，以確保結構、系統及組件於使用期間均能正確發揮其應有功能。	RG 1.168	1. Test case 在 NUMAC test plan 及 DRS test plan 均有明確要求。 2. 在各測試報告皆會詳列其 test case
第十五條		各項測試均應依照測試程序書執行，測試程序書應納入相關設計文件之規定及可接受標準。		1. NUMAC test plan 2. DRS test plan

	測 試 控 制	測試方案應包括結構、系統及組件 安裝前之驗證測試 、試運轉測試、運轉測試及其他應執行之各項測試。		此項不適用應列在 FAT
		測試程序應包括測試前之準備事項、應備齊之儀器及進行測試之工作環境條件等。。		此皆在測試計畫及程序書說明
		測試結果應有記錄並經適當評估，以確保其符合測試規定		此皆會列出在測試報告並經審查或稽查。

電磁相容法規測試標準

表一、EMC 法規要求

法規標準	年份	引用 EMC 標準
NRC SER or TR102323R1	1996	461D/462D
RG 1.180	2000	461D/462D
RG 1.180R1	2003	461E-1999
		IEC61000

表二、RG 1.180R1 與引用之 EMC 標準比較表

耐受性(Susceptibility)測試			
	RG 1.180 R1	MIL-STD-461E	Commercial Standard
1	低頻傳導性 30Hz~150kHz	CS 101 30Hz~150kHz	IEC EN 61000-4-13, 16Hz~2.4kHz IEC EN 61000-4-16, 15Hz~150kHz
2	高頻傳導性 10kHz~30MHz	CS 114 10kHz~200MHz	IEC EN 61000-4-6, 9kHz~80MHz
3	低頻輻射性 30Hz~100kHz	RS 101 30Hz~100kHz	IEC EN 61000-4-8, 50 & 60Hz IEC EN 61000-4-9, 50/60Hz~50kHz IEC EN 61000-4-10, 100kHz~1MHz
4	高頻輻射性 30MHz~1GHz	RS 103 2MHz~40GHz	IEC EN 61000-4-3, 26MHz~1GHz
5	突波(Surge) combined wave, 100k Ring wave	CS 116 10kHz~100MHz	IEEE C62.41-1991 or IEC EN 61000-4-5, combined wave IEC EN 61000-4-12, 100kHz Ring
6	電氣快速暫態 (EFT)	CS 115 30Hz pulse for 1min	IEEE C62.41-1991 or IEC EN 61000-4-4
發射性測試			
7	低頻傳導性 30Hz~10kHz	CE 101 30Hz~10kHz	None
8	高頻傳導性 10kHz~2MHz	CE 102 10kHz~10MHz	IEC EN 61000-6-4, 150kHz~30MHz, or FCC 47 CFR Part 15
9	低頻輻射性 30Hz~100kHz	RE 101 30Hz~100kHz	None
10	高頻輻射性 2MHz~1GHz	RE 102 10kHz~18GHz	IEC EN 61000-6-4, 30MHz~1GHz, or FCC 47 CFR Part 15

表三 Comparison of Lungmen Requirements to Mil-Std 461D and Mil-Std-461E

EMC Standard	Lungmen Requirements 31113-0A24-1252	Mil-Std 461D	Mil-Std 461E	Comments	Page Number
Power Leads CE101	122dB μ A (30Hz to 1kHz) to 78dB μ A (50kHz)	110dB μ A (30Hz to 1kHz) to 90dB μ A (10kHz)	Same as 461D	Lungmen allows higher emissions.	1
Power Leads CE102	112dB μ V (50kHz) to 94dB μ V (100kHz) to 74dB μ V (10-400MHz)	100dB μ V (10kHz) to 66dB μ V (500kHz to 10MHz)	Same as 461D	Lungmen allows higher emissions. High end frequency is limited to 30MHz instead of 400MHz.	2
Magnetic Fields RE101	160dBpT (30Hz to 60Hz) to 96dBpT (100kHz)	180dBpT (30Hz) to 110dBpT (100kHz)	Same as 461D	Lungmen has tighter emission limits.	3
Electric Fields RE102	80dB μ V (10kHz to 1MHz) to 60dB μ V (1GHz to 18GHz)	44dB μ V (2MHz to 100MHz) to 89dB μ V (18GHz)	Same as 461D	Lungmen allows higher emissions up to 600MHz, after which is tighter than 461D.	4
Power Leads CS101	136dB μ V (30Hz to 50kHz)	136dB μ V (30Hz to 5kHz) to 116dB μ V (50kHz)	Same as 461D except curve has been extended to 150kHz.	Lungmen is the same as 461D up to 5kHz, after which has a tighter requirement.	5
Electric Fields CS114	103dB μ A (10kHz to 400MHz) Pulse Modulated (5kHz)	49dB μ A (10kHz) to 97dB μ A (2MHz to 30MHz) to 85dB μ A (400MHz)	Same as 461D except curve has been reduced by 200MHz.	Lungmen has tighter susceptibility limits. IEC61000-4-6 10V (150k-80MHz) 80%AM (1kHz)	6
Magnetic Fields RS101	180dBpT (30Hz to 60Hz) to 116dBpT (100kHz)	Same as Lungmen requirements	Same as Lungmen requirements	Same limits	7
Electric Fields RS103	10kHz to 18GHz, 10V/m Pulse Modulated (5kHz)	10kHz to 2MHz, 20V/m 2MHz to 18GHz, 50V/m	Same as 461d except the 10kHz to 2MHz have been eliminated	Lungmen has lower susceptibility limits. IEC61000-4-3 10V/m (80M-1GHz) 80%AM (1kHz)	8
Impulse Excitation CS115	No requirement	461D same as 461E	461D same as 461E	Not applicable	9
Damped Transient CS116	No requirement	461D same as 461E	461D same as 461E	Not applicable	10
ESD IEC 801-2	15kV air, 8kV contact	Not applicable	Not applicable	Same as IEC61000-4-2, Industrial level is 8kV air, 4kV contact	
EFT IEC 801-4	3kV power lines, 3kV other lines	Not applicable	Not applicable	Same as IEC61000-4-4, Industrial level is 2kV power lines, 1kV other lines	
Surge IEC801-5	3kV power lines	Not applicable	Not applicable	Same as IEC61000-4-5, Industrial level is 2kV L-G, 1kV L-L.	

核四儀控系統電磁相容標準與 NRC RG-1.180R1 比較

核四儀控系統電磁干擾 EMI 採用規範 MIL-STD-461D		NRC RG-1.180R1 電磁干擾 EMI 採用規範 MIL-STD-461E	
測試項目	允收位準	測試項目	允收位準
Power Leads CE101:	(30Hz to 1KHz) 122dBuA to (50KHz) 78dBuA	Power Leads CE101:	(30Hz to 1KHz) 120dBuA; (1KHz to 10KHz) 88dBuA
Power Leads CE102:	(50KHz) 112dBuA to (100KHz) 94dBuA to (10MHz to 400MHz) 74dBuA.	Power Leads CE102:	(10KHz) 100dBuA; (1.2KHz to 500KHz) 79dBuA; (500KHz to 2MHz) 73dBuA.
Magnetic Fields RE101:	(30Hz to 60Hz) 160dBpT to (100KHz) 96dBpT. AT 7m.	Magnetic Fields RE101:	(30Hz to 60Hz) 160dBpT to (100KHz) 96dBpT. AT 7m..
Electric Fields RE102:	(10KHz to 1MHz) 80dBuV/m to (1GHz) 60dBuV/m	Electric Fields RE102:	(2MHz to 25MHz) 59dBuV/m, (1GHz) 72dBuV/m

核四儀控系统電磁耐受度 EMS MIL-STD-461D		NRC RG-1.180R1 電磁耐受度 EMS MIL-STD-461E	
測試項目	允收位準	測試項目	允收位準
Power Leads CS101:	(30Hz to 50 KHz) 136dBuV.	Power Leads CS101:	(30Hz to 5 KHz) 136dBuV to (150KHZ) 108dBuV.
Electric Fields CS114:	(50KHz to 400MHz) 107dBuA.	Electric Fields CS114:	(10KHz to 200KHz) 100dBuA; (200KHz to 30MHz) 97dBuA.
Magnetic Fields RS101:	(30Hz to 60Hz) 180dBpT, (100KHz) 116dBpT	Magnetic Fields RS101:	(30Hz to 60Hz) 180dBpT; (100KHz) 116dBpT
Electric Fields RS103:	(10KHz to 1GHz) 140dBuV/m	Electric Fields RS103:	(30MHz to 1GHz) 140dBuV/m
	無要求	Impulse Excitation CS115:	5A Power Line 2A Signal Line
	無要求	Damped Transients CS116:	(10KHz to 100MHz) 10A Power Line (10KHz to 100MHz) 5A Signal Line

核四儀控系统電磁耐受度 EMS IEC 801(=IEC 61000-4)		NRC RG-1.180R1 電磁耐受度 EMS IEC 61000-4	
測試項目	允收位準	測試項目	允收位準
ESD IEC 801-2	±15kV air, ±8kV contact	ESD IEC 61000-4-2	無要求
EFT IEC 801-4	±3kV Power lines, ±1kV Signal lines	EFT IEC 61000-4-4	±2kV power lines, ±1kV Signal lines
SURGE IEC 801-5	±3kV Power lines, ±1kV Signal lines	SURGE IEC 61000-4-5	±2kV power lines, ±1kV Signal lines
	RS103	RS IEC 61000-4-3	10V/m (80M-1000MHz)
	CS114	CS IEC 61000-4-6	140dBuV(150K-80MHz)

附 件 6

實地查證照片



圖1：視察前會議(一)



圖2：視察前會議(二)



圖3：數位儀控設備倉貯視察(一)

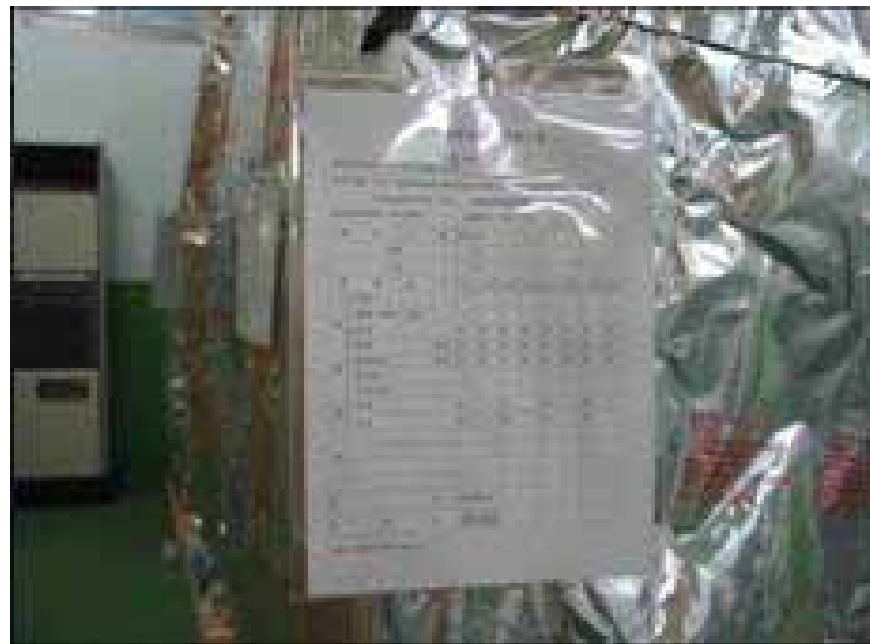


圖4：數位儀控設備倉貯視察(二)



圖5：模擬器視察(一)



圖6：模擬器視察(二)



圖7：模擬器視察(三)



圖8：模擬器視察(四)



圖9：DCIS文件查證(一)

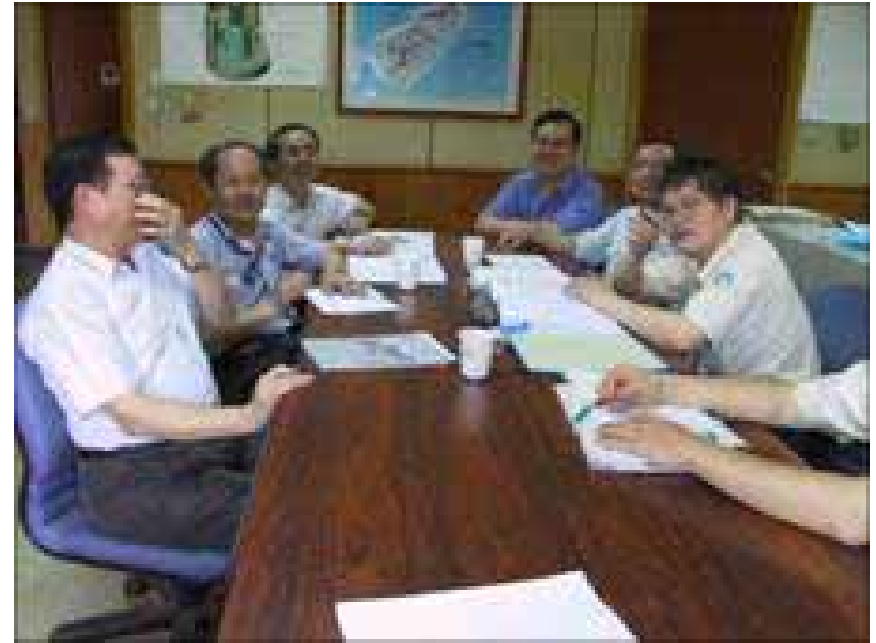


圖10：DCIS文件查證(二)



圖11：DCIS 相關FAT與SAT問題討論(一)



圖12：DCIS 相關FAT與SAT問題討論(二)



圖13：一號機控制室設備視察(一)



圖14：一號機控制室設備視察(二)



圖15：一號機控制室設備視察(三)



圖16：一號機控制室設備視察(四)



圖17：一號機控制室設備視察(五)



圖18：一號機控制室設備視察(六)



圖19：查證後小組簡報(一)



圖20：查證後小組簡報(二)



圖21：視察後會議(一)



圖22：視察後會議(二)



圖23：視察後會議(三)



圖24：視察後會議(四)

縮寫字對照表

附件 7

AAS	Alarm Alarming System
BTP	Branch Technical Position
ACE	Abnormal Conditions and Events
APR	Automatic Power Regulator
DCIS	Distributed Control and Information system
DID	Defense-in-Depth
DR	Discrepancy Report
DTM	Digital Trip Module
EL	Elevation
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
EPRI	Electric Power Research Institute
EQDP	Environmental Qualification Document Package
FAT	Factory Acceptance Test
FSAR	Final Safety Analysis Report
FSS	Full Scope Simulator
HA	Hazard Analysis
HFE	Human Factor Engineering
MVD	Multiple Vendor Device
NMS	Neutron Monitoring System
OIVVT	Owner Independent Verification and Validation Team
PCS	Plant Computer System, Process Control System, Power Conversion System
PGCS	Power Generation and Control System
PSAR	Preliminary Safety Analysis Report
RCIS	Reactor Control Information System
RIP	Reactor Internal Pump
R. G.	Regulatory Guide
RMU	Remote Multiplexing Unit
RTIF	Reactor Trip and Isolation Functions
SAT	Site Acceptance Test
SSA	Software Safety Analysis
TLU	Trip Logic Unit
V&V	Verification and Validation
VDU	Video Display Unit
WSC	(廠家名稱)