

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

赴奇異等公司執行龍門二號機儀控及人機 介面系統查核及介面協調並順道參加 台美核管技術交流會議

服 務 機 關 ： 台灣電力公司

出國人 職稱 ： 儀電工程監

姓 名 ： 范陽錦

出 國 地 區 ： 美國

出 國 期 間 ： 96 年 6 月 19 日至 96 年 7 月 2 日

報 告 日 期 ： 96 年 8 月 21 日

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：赴奇異等公司執行龍門二號機儀控及人機介面系統查核及介面協調並順道參加台美核管技術交流會議	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位： 范陽錦/儀電工程監/核技處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	☐ 1.依限繳交出國報告 ☐ 2.格式完整 ☐ 3.內容充實完備 ☐ 4.建議具參考價值 ☐ 5.送本機關參考或研辦 ☐ 6.送上級機關參考 ☐ 7.退回補正，原因： ☐ ①不符原核定出國計畫 ☐ ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ ③內容空洞簡略 ☐ ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 ☐ ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8.其他處理意見：
層轉機關 審核意見	☐ 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分 _____ (填寫審核意見編號) ☐ 退回補正，原因：_____ (填寫審核意見編號) ☐ 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

	單位	主管處	總經理
報告人：	主管：	主管：	副總經理：
			施專業總工程師：

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴奇異等公司執行龍門二號機儀控及人機介面系統查核及介面協調並順道參加台美核管技術交流會議

頁數：41 含附件：☒ 是 ☐ 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：台灣電力公司/陳德隆(02)23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話

范陽錦/台灣電力公司/核技處/儀電工程師/(02)2490-2401 轉 2054

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☐4 實習 ☒5 其他

出國期間：96.6.19～96.7.2

出國地區：美國

報告日期：96.8.21

分類號／目 儀控工程、ABWR

關鍵詞：核四廠、儀控、測試

內容摘要：

本報告主要內容分為二大部分：

第一部分：參加台美核管技術交流會議報告

行政院原子能委員會與美國核能管制委員會(NRC)年度核管交流會議由台美雙方輪流主辦，今年輪由美方主辦，原能會依往例要求本公司配合派員與會並提供簡報。本次會議於96.6.21~96.6.22在美國華盛頓特區召開，雙方除提出核能管制有關議題討論外，另由本公司簡報龍門計畫數位儀控現況說明「Updated Status of Lungmen Digital I&C」。本報告章節參.一說明與會過程及討論議題。

第二部分：赴龍門計畫 DCIS 廠家 Invensys 公司執行儀控系統建置及測試作業之查核並協調解決設計介面問題報告

本報告章節參.二說明龍門計畫 DCIS 目前在 Invensys 公司執行之各項建置、測試作業，除瞭解作業現況外，並查核設備暫存環境之管控情形、測試發現不符項目(Discrepancy Report)之解決現況等。此外，設備安裝後本公司可能遭遇之技術問題等亦乘此機會提出討論。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目 錄

壹、 目的	3
貳、 出國行程	4
參、 過程紀要	4
肆、 心得與建議	17
伍、 附錄	19

壹、目的

一、出國任務

赴奇異等公司執行龍門二號機儀控及人機介面系統查核及介面協調並順道參加台美核管技術交流會議。

二、緣起及目標

1. 依規劃龍門計畫二號機儀控及人機介面系統將於今(96)年7月間在GE協力廠商Invensys公司陸續完成複製及納入一號機測試時發現之偏差改正等作業，本出國計畫依規劃赴Invensys公司進行相關測試作業之查核並協調解決設計介面問題。藉由本次出國計畫之執行，督促廠商確實依據規劃及協議執行各項測試作業，以確保龍門計畫二號機儀控及人機介面系統之建置能符合需求。
2. 另依行政院原子能委員會要求，順道配合參加96.6.21~96.6.22在美國核管會(NRC)召開之96度台美核管技術交流會議。NRC制定之核能電廠標準審查計畫(Standard Review Plan, NUREG-0800)為核能管制單位審查核能電廠設計及核發運轉許可執照之重要依據文件，而本公司龍門計畫為首座依據新版SRP第7節設計之核能電廠，其設計及建置現況受到高度關切，因此受邀簡報龍門計畫數位儀控設計及建置現況。

貳、出國行程

起迄日期	工作項目
96.6.19 ~ 96.6.20	往程 臺北→舊金山→華盛頓特區
96.6.21 ~ 96.6.22	參加台美核管交流會議
96.6.23 ~ 96.6.24	假日及行程 華盛頓特區→波斯頓
96.6.25 ~ 96.6.29	龍門儀控系統建置及測試作業之查核 並協調解決設計介面問題
96.6.30 ~ 96.7.02	返程 波斯頓→紐約→臺北

參、過程紀要

以下即按參與作業之順序包括：一、參加台美核管技術交流會議；二、赴龍門計畫 DCIS 廠家 Invensys 公司執行儀控系統建置及測試作業之查核並協調解決設計介面問題，兩個部份分別提出報告如下：

一、參加台美核管技術交流會議報告

1. 台方代表團成員

參加單位包括行政院原子能委員會、核能研究所及台灣電力公司，成員共6人如下：

原能會核管處 副處長徐明德(代表團領隊)、高斌

核能研究所 廖俐毅、徐獻星

台電核安處 王輔勳

台電核技處 范陽錦

2. 議程

6/21 首日議程由台美雙方分別就擬訂之議題提出簡報，議題詳附錄一。我方原能會報告題目包括“台灣最近發生之核能電廠重大事件”、“材質劣化問題”、“12/26/2006 地震對馬鞍山核電廠之影響”，核研所報告題目包括“台電核能電廠申請換照審查情形及評估”及“BWR MUR (Measurement

Uncertainty Recapture) Uprate 審查心得”，台電則由職報告“龍門計畫數位儀控建置現況”。美國NRC除提供對應議題簡報外，另簡報“Current Status of NFPA 805 Implementation”及“Status of SRP Update”，此兩項議題係針對核能電廠消防標準之應用現況及請照審查作業標準依實務經驗修訂之現況報告。

6/22 由 NRC 安排參訪美國國家標準及技術研究所轄下之中子研究中心(NCNR, National Institute of Standard and Technology Center for Neutron Research)。

3. 會議討論要點

本次會議期間，雙方共提出12篇論文，其中我方提出6篇論文，主題如下：

- (1) 台灣核能電廠近期重大事件報告 (Recent Significant Event in Taiwan) (原能會徐明德)
- (2) 近期電廠材料老化相關事件 (Recent material Aging Degradation Related Issues) (原能會高斌)
- (3) 台電公司電廠執照更新作業現況說明 (The Status of License Renewal Application and Evaluation at Taipower) (核研所徐獻星)
- (4) 沸水式核能電廠小幅度功率提升審查案經驗回饋 (Technical Insight and Lessons Learned from the BWR MUR Uprate Review) (核研所廖俐毅)
- (5) 2006年12月26日核三廠地震報告 (Report on Dec 26, 2006 Earthquake at Maanshan NPP) (原能會徐明德)
- (6) 核能四廠數位儀控現況 (Status of the ABWR digital I&C) (台電范陽錦)

美方同時亦相對提出 6 篇論文報告供我方參考，內容涵概

美國新訂之法規現況及近期較重大之異常事件與我方簡報議題相對應之論文，相關論文主題如下：

- (1) 美國核能電廠近期重大事件報告(Recent Significant Event in the US)
- (2) 近期電廠材料老化相關事件 (Recent material Aging Degradation Related Issues)
- (3) 電廠執照更新申請案審查作業現況及經驗回饋 (Status and Lessons Learned from License Renewal Application Review)
- (4) 新核能電廠執照申請案地震管制及評估方法之趨勢 (New Trend of Earthquake Regulations and Evaluation Methods for New reactor Licensing Application)
- (5) 核能電廠遵循美國消防法規 NFPA 805 之施行現況 (Current Status of NFPA 805 Implementation)
- (6) 新核能機組數位儀控 (Digital I&C in New Reactors)

針對我方所作之簡報內容，美國核能管制委員會均派遣相關主管與同仁與會，雙方並就簡報內容題出問題進行討論與交換管制經驗，其中較重要之結論如下：

- (1) 我國在審查核二廠小幅度功率提升時，發現 Caldon 公司所提供超音波流量計之 ER-80P Rev.0 和 ER-157P Rev.5 兩份工程報告，有部分數據繕寫錯誤、符號標示不清、計算結果不正確，以及引用數據保守度不夠等問題，雖此工程報告已獲美國核管會審查核可，但美方對我方審查所發現內容極為重視，美方主管該事務人員 Warren Lyon 表示，將要求 Caldon 公司未來提出工程報告修訂版時，須對我方提出疑慮部分反應在報告內容中，並加以詳細說明和澄清。

- (2) 針對我方所簡報 2006 年 12 月 26 日核三廠地震報告，核三廠地震發生期間主控制室天花板通風系統出口及附近格板有大量粉塵掉落，造成運轉人員困惑與操作不便乙案，要求電廠定期對通風系統及天花板上空空間進行清潔工作。對此美方核管會核能管制署甚感關注，此經驗可供美方電廠運轉管制之參考，避免類似事件發生。另針對此次重大地震經驗，尤其是對 cumulative absolute velocity (CAV) 門檻值 (threshold value) 之訂定，我方提出不同的看法，美方核管會核能管制研究署資深研究員 Dr. Andrew J. Murphy (地震專家) 因此表示，此 CAV 門檻值分析等經驗對爾後地震法規之修訂將有所幫助，建議我方能於國際會議或專業科技期刊中發表，以享大眾。我方此次會議地震專業代表 (核研所周鼎副研究員) 表示，將蒐集完整資訊後撰寫相關論文分享國際。
- (3) 有關台電公司電廠執照更新作業現況說明，我方人員就台電公司目前執行情形和時程規畫提出詳細說明，美國核能管制委員會初步瞭解到台電公司作業方式和進展狀況，並對我國電廠執照更新作業頗為肯定。
- (4) 近年台電公司核一、二廠大修視察發現反應爐再循環水系統出口管嘴相異材質焊道龜裂問題，台電公司採取覆焊方式加以修理，但對於 R.G. 1.147 要求相同或相異材質焊道採用回火焊珠技術，須採用美國機械工程師協會規範第三部接受標準執行超音波檢測，惟美國核管會發行電廠申請豁免案之安全評估報告中，則同意電廠採用美國機械工程師協會規範第十一部接受標準執行超音波檢測，對此美國核管會口頭加以說明，焊道覆焊作業明列於美國機械工程師協會規範第十一部內容中，且品質管制和檢測標準均有明確的規

範要求，採用美國機械工程師協會規範第十一部並無不妥，可供原能會參考。

- (5) 台電簡報核能四廠數位儀控現況(詳附錄二)，內容包括重要里程碑、工程進度、DCIS主要作業總結、DCIS安裝現況及重要關切事項。美方除提出龍門計畫DCIS有關Post Accident Monitoring設計之議題討論外，另表示希望能持續獲得龍門計畫DCIS建置經驗，俾供NRC將來審查新建核能電DCIS設計之參考。

有關美方簡報議題，其所提供之新知俱為最新的管能管制動態，例如電廠執照更新、相異材質焊道龜裂、防火及地震管制與評估等，對於我國未來執行核能安全管理有相當之助益，其中較重要之結論如下：

- (1) 去年美國核電廠發生重大事件中，至少有三件與穿越建築物通道密封失效有關，導致廠外地下水侵入到安全相關廠房內，造成設備的不可用。由於這些密封處於不易檢查位置或長期疏於檢查，劣化的情形較製造廠家所預期來得快，當大雨時，即由該處進入廠房內，造成廠房地板淹水，探討密封失效的原因可能有剝落、劣化或採用非防水性材質等。因此從這些事件中，對位於地面下建築物牆壁或地板之穿越通道，應定期執行密封檢查和維護，以維持原設計靜水壓密封能力，美國核管會於今年初就密封劣化問題，發行一份運轉經驗 Information Notice 2007-1 文件通告各核能電廠，適時採取必要的措施，以避免與安全相關的設備因淹水而受到不良的影響。此項經驗可作為原能會爾後視察的重點項目之一。
- (2) 有關相異材質焊道龜裂事件，為近期美國核能管制委員會相當關注的重要項目之一，於今年年初 Duane

Arnold 核電廠發現兩口反應爐再循環水系統進口管嘴相異材質焊道有龜裂問題，因龜裂的程度超過預期，美國核能管制委員會認為該事件偏向檢測技術問題，且認為採用敏感材料且未執行過應力消除的焊道，應儘速加強檢測；另外，對於 Wolf Creek 核電廠發現調壓槽管嘴相異材質焊道龜裂問題，以執行覆焊或預覆焊進行修理，美國核能管制委員會認為該事件偏向材料本身問題，並建議其他電廠應加速執行檢測或應力消除，並且強化爐心冷卻水洩漏監測；原能會已針對此兩項議題密切注意其後續發展，並要求台電公司加強檢測品質和爐心冷卻水洩漏監測。

- (3) 執照更新申請案文件中，有關電廠整體性評估（Integrated Plant Assessment, IPA）和時效性老化分析（Time-limited aging analyses, TLAA）原由美國核管會核能管制署轄下的兩個部門分工執行審查作業，但目前經過工作調整後，全改由執照更新處負責，審查過程中發現目前電廠潛在議題有塗漆（Coating）、爐心頂板（Top Guide）、疲勞週期（Cycle reduction）等，對於 TLAA 著重在設計基準疲勞分析、疲勞監測計畫、環境對疲勞的衝擊、電腦計算程式和驗證等，尤其疲勞分析和驗證上，美國核管會所提供的訊息，可作為未來原能會管制的參考。另美方亦表示，受限於公部門之人力與資源，每一執照更新案件所需之審查期間長達 22-24 個月，核電廠業者申請執照更新案件所提送之資料必須充足並符合一定之標準，美國核管會承辦部門有 45 天之審查期以確認資料是否齊全與完備，否則將予以退件處分，以節省資源。
- (4) 美國新核能電廠執照申請案地震管制及評估方法之趨勢，將以 cumulative absolute velocity (CAV) 為新

參數，作為地表風險分析時決定耐震最小規模之方法。此項法規數值尚在討論階段，相關數據尚待補強。另由我國核三廠 2006 年 12 月的地震 CAV 值之計算經驗，認為目前美國法規 CAV 門檻值太過保守，經雙方討論後美方邀請我方能夠儘速提出相關論文論述，以供各國參考和引用。

4. 綜合討論

- (1) 除了依照會議議程進行專業的討論外，利用休息與午餐的時間，我方並與美方相關負責台美雙邊核能安全管理技術交流會議的人員討論，如何使年度會議更務實有效，雙方達成一致的共識，為務實分享各項管制經驗，平時可透過原能會派駐美國華府人員（擔任 TECRO 科學組副組長）與美國核管會人員（包括核能管制署 NRR 與國際處 IP 主管業務人員）定期會面討論，溝通訊息，以確保雙方有效之合作。此外，在綜合討論時，我方提出技術人員赴美國核管會在職訓練事項，美方表示此類訓練已持續多年，因近幾年核能在美國有復甦現象，核管會業務持續成長，每年經費與人力均逐年成長，淨增加工作人數每年均達百餘人，辦公空間日趨擁擠，因此美方亦希望參與在職訓練的專業人力亦能對美方有所幫助，所以希望在職訓練之目的要明確，時間能最少半年，最好達 9-12 個月。當然短期之訓練課程只要核管會技術訓練中心有空位仍會接受，但短期之實務在職見習因辦公室日趨擁擠而可能無法有效執行。
- (2) 美方針對次日參訪機構與規劃先做說明，讓我們有初步了解，對實際的參訪頗有助益。會議最後，雙方均認同本次會議分享雙方核能電廠重要管制及運轉經

驗，對會議的過程與結果頗為滿意。美方亦請教我方明年在台舉行第 6 屆台美雙邊核能安全管制技術交流會議可能之時程，結論為由美方提出建議日期，經雙方書信討論後定案，我方將熱忱接待。

5. 參訪活動

本次會議第 2 天安排參訪位於 NRC 附近之美國國家標準及技術研究所轄下之中子研究中心(NCNR, National Institute of Standard and Technology Center for Neutron Research)。該中心開放供工業界、學術界及政府機構利用研究用反應器 (National Bureau of Standards Reactor, NBSR) 產生之中子研究量測特殊型態之物理量，其研究範圍涵蓋工程應用，材料科學，生物學，聚合物，化學，物理學等。以下就參訪所瞭解 NBSR 設計特色和其各種研發應用等，概述如下：

(1) NBSR 之設計特色及核安考慮

- NBSR 為 20MW 之研究用反應器，在設計方面可分反應器與控制棒之設計、冷卻水系統之設計、特殊安全裝置、事故分析等。反應器放置於一個 7 英尺直徑、高 16 英尺鋁槽中，爐心含 30 個燃料元件，燃料元件由高濃縮鈾(93%)MTR 型式之片狀燃料所組成。燃料在軸向不是連續的，爐心分為上下兩部分，中間間隔 7 英尺之軸向位置是沒有燃料的，而水平中子導管就是對準無燃料之間隔區。燃料週期為 38 至 39 天，週期間停爐約 10 天，執行燃料更換及必要之維護工作，一年運轉約 7 至 8 週期。
- NBSR 填換燃料方式特殊，在爐心上方隔著爐心頂部屏蔽塞，利用燃料挪移裝置以結合、鬆脫、旋轉之方式移動燃料元件。進行填換燃料時，爐心頂部屏

蔽塞並不移除，其優點為屏蔽塞提供良好的屏蔽，減少工作人員之輻射劑量，其缺點為操作時看不到燃料元件，也較不方便。

- NBSR 以重水為冷卻劑、緩和劑及反射體。NBSR 為低壓力水池式反應器，其主冷卻系統為一封閉之重水系統，二次冷卻系統則為輕水系統。除了一、二次冷卻系統外，還有重水純化系統、實驗冷卻系統、熱屏蔽冷卻系統、儲存池冷卻系統以及緊急爐心冷卻系統。反應爐槽與大部分之主冷卻水系統均以鋁作為材質。
- 特殊安全裝置是用來緩和假想事故後果之系統。NBSR 之特殊安全裝置包括緊急爐心冷卻系統、反應器廠房包封系統(confinement system)、緊急通風系統、內部清潔系統、爐心頂部反射體傾洩系統(top-reflector dump system)以及緊急電力系統。
- 事故分析的目的是檢驗系統之設計與安全系統之設定值以確保假想事故演變過程中不會超過反應器之安全限值(safety limits)。NBSR 所考慮之暫態事故包括啟爐事故、誤加入最大反應度、喪失冷卻水流、喪失冷卻水、填換燃料事故、用過燃料池燃料吊運事故、燃料桶(fuel cask)掉落事故、一個燃料元件損壞等，其中一個燃料元件損壞事故之後果最為嚴重，被視為 NBSR 之設計基準事故。

(2) NBSR 各種研發應用

- NBSR 提供熱中子束與冷中子束，從事廣泛中子相關之應用研究發展，包括利用中子散射進行材料研究、中子活化分析、小角度中子散射、中子照相、輻射效應及同位素生產等。

- 參訪中較為深刻的應用項目為中子照相在燃料電池之應用，因水是由氫和氧所組成，而中子與氫之散射截面很大，中子照相可作為瞭解水在燃料電池中分佈情形的利器。質子交換膜燃料電池(PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell)為氫能源經濟中重要的一環，PEMFC 發展之成功關鍵技術之一為水的掌控，在運轉時膜電極組(MEA, Membrane Electrode Assembly)需要適當的水，而陽極與陰極氣體擴散介質(GDM, Gas Diffusion Medium)則需避免沾到水，以便提供充分之氣體到 MEA，利用中子照相技術可在燃料電池運轉時，同步獲取水的分佈及流動的資訊，以影像的方式呈現，對 PEMFC 之研發可以提供良好的助益。

二. 赴龍門計畫DCIS廠家Invensys公司執行儀控系統建置及測試作業之查核並協調解決設計介面問題

1. 人力配置

目前 Invensys 尚保留包括 Project Manager、Engineering Manager、Engineer及Document Control等共8人，Invensys表示若GE未能儘速就後續工作訂約，人力將被迫陸續縮減。

2. 作業現況

- (1) FSIM等測試環境仍保留供持續執行一號機出廠測試發現之不符事項之改正作業
- (2) 測試時發現趨勢圖畫面無法切換之問題仍持續進行研究分析
- (3) 持續進行建置文件之更新作業
- (4) 持續進行作業紀錄之整理與保全
- (5) GE雖尚未將三重控制系統(TMR)設計變更作業交

予Invensys公司辦理，但測試用硬體建構之前期作業已進行中

(6) 二號機設備目前存放在離龍門專案辦公位置不遠之倉庫，定期派員執行保全及檢視儲存環境等作業

3. 作業紀錄查察

(1) Travel Book

- 各類設計輸入文件及建置過程文件包括I/O DB、Fx Table、Mark-up LD、System Application Specification (SAS)、Gateway Application Specification (GAS)等均按系統彙集成冊。此外，測試階段之澄清文件包括問題說明、來往信件等亦包括在內。經抽閱數冊Travel Book發覺建置紀錄相當完整，閱讀該文件可瞭解個別系統之建置內容。
- 查閱T62-Containment Monitoring System之Travel Book時，發覺該檔案有Datalink測試紀錄但缺相關之GAS。經討論後研判可能是與T61/T63共用GAS文件，Engineering Manager承諾俟T62系統承辦工程師公出回來後，再以email告知確認結果。
- 上述T62系統缺GAS文件事宜，經返國後詳細研究相關設計文件，發覺T62係Single Datalink與T61/T63之Redundant Datalink不同，兩者應使用不同之Gateway，亦即T62應該要有個別之Gateway Application Specification始能正確記載硬體架構及通訊協定。經數度以email與Invensys Engineering Manager溝通後，確認T62須有個別之GAS，Invensys隨即完

成T62 GAS之撰寫。Invensys表示該文件已正式Issue交GE納入管控，同時亦提供給TPC先行參考。

(2) DR Record

- 出廠測試發現之偏差事項報告(Discrepancy Report, DR)共彙整成11冊，
- 經核對發覺現有DR數量(2409)比測試結束(2006年底)時統計之數量(2374)增加，經瞭解原因是GE在完成測試後，仍有少量設計更新及DR結案後發覺改正不全者另以新增DR管控。

4. 問題討論

(1) 一號機測試偏差事項解決現況

- 6/27與Engineering Manager討論一號機Test DR解決現況，目前尚有113個DR尚未結案，其中有57個DR屬GE Scope，56個DR屬BOP Scope。據Invensys表示，GE對Open DR解決方案之回覆緩慢，可能是GE與Black & Veatch間之工作合約尚待解決所致。
- DR2152與DR2145有關TRA/SOE趨勢圖畫面無法切換問題，因涉及Common View Workstation程式須作修改，目前正研擬改正方案中。

(2) 二號機複製現況

二號機複製作業已全部完成，設備已裝箱置於儲存區，只要TPC要求即可交運。

(3) 一號機測試偏差回饋至二號機之現況

2007年一月中前結案之一號機測試DR已回饋至二號機之建置，一月中以後結案之DR須在工地進行複製作業。

(4) U0/U1/U2通信介面問題

兩部機共用系統之邏輯設計與0C74 (Safety System Logic & Control)之設計理念不一致，共用系統須修改Tag/PTL邏輯，以使一號機、二號機及輔助燃料廠房控制室均能執行Tag/PTL功能。俟GE完成邏輯圖修訂後，Invensys始能進行改正作業。

(5) 現場測試偏差事項之解決流程

- Invensys建議沿用在工廠執行測試DR改正作業之流程，亦即修訂包括P&ID、Logic Diagram、I/O DB、Fx Table、DCT等設計輸入文件，進行軟體/畫面修改後，以FSIM執行Module Test無誤後再由系統所屬Workstation下載至Control Processor。
- Invensys提醒I/O DB是DCIS建置之重要文件，後續設計變更等作業應有嚴謹之構型管理，以避免因I/O DB失真而衍生難以進行建置變更作業之窘境。

肆、心得與建議

- 一、台美雙邊核安管制技術交流會議，藉由雙方之實務互動，對於雙方核管單位在執行核能電廠安全管制業務上，具有相當正面之助益。原子能委原會對國內核能電廠之管制，除引用美國核能法規外，亦藉由交流機會參酌美方實務經驗制定管制策略。本公司若能充分參與各類國際核能交流會議，除可擴大國際觀外，亦可加強瞭解核能管制重點，進而在核能電廠之設計、運轉、維護等面向做好妥善規劃，以符合安全運轉之管制需求。
- 二、藉由此次參與台美核管交流會議之討論，瞭解到核能發電的重要性再度受到重視，加上美國政府政策的指導，美國核能工業界已有復甦的現象。近期美國境內已有新增設核能電廠之計畫方案向美國核管會提出申請，而美國核管會在組織上亦作了相當大的變動，部份部門另組成增設之新反應器單位，以滿足未來幾年即將面臨的大量新反應器設計審查工作。由於環保意識抬頭，本公司電源開發計畫面臨更嚴峻之挑戰，目前雖無新建核能電廠之計畫，持續宣導核能電廠之安全性、低污染性等優點，應可與國際核能工業復甦相互呼應，期能降低民眾對現有核能電廠之疑慮，甚或對核電廠延壽計畫有所助益。
- 三、GE 下包廠家在後續工作量無法確定之情況下，被迫必須逐步裁減人力。為確保能適時獲得必要之技術支援，以順利完成安裝後各階段之測試，本公司宜及時要求 GE 公司保留 DCIS 關鍵技術人力。
- 四、龍門計畫分散式控制與資訊系統(DCIS)約有 70%設備由 GE 下包廠家 Invensys 公司建置提供，一號機全部設備雖已交運至工地安裝中，然仍有部分出廠測試時發現之不符事項來不及在交運前改正。目前處理方式是由設計單位審查不符事項報告後提出解決辦法，涉及需變更建置者，由 Invensys 公司

進行軟體改正，改正之軟體經測試無誤後，攜至工地下載入系統所屬工作站。由於龍門計畫各階段測試時程緊迫，DCIS 安裝後之各項改正作業計畫宜作妥善規劃，以避免測試與改正作業相互衝突而延誤工期。

五、龍門計畫 DCIS 安裝後之測試及發現問題之因應辦法，將會是下一階段之挑戰。除須各單位相互配合外，事權統一亦屬重要條件之一。

伍、附錄

- 附錄一 Nuclear Regulatory Commission (NRC)-Taiwan Atomic
Energy Council (AEC) Annual Bilateral Technical Meeting
(BTM) Agenda, June 21, 2007
- 附錄二 Updated Status of Lungmen Digital I&C

附 錄 —

Nuclear Regulatory Commission (NRC) - Taiwan Atomic Energy Council (AEC)
Annual Bilateral Technical Meeting (BTM)

Agenda

June 21, 2007

Room: O-3B6

Taiwan Delegation:

AEC

Mr. M.T. HSU Deputy Director, Department of Nuclear Regulation

Dr. B. KAO Senior Technical Specialist, Department of Nuclear Regulation

Institute of Nuclear Energy Regulation (INER)

Dr. L. Y. LIAO Deputy Executive Secretary of Nuclear Safety Committee

Dr. S. S. SHYU, Head, Nuclear Instrumentation and Measurement Branch/ Senior Associate Researcher

Mr. T. Chow, Head, Seismic Research Laboratory/Senior Associate Researcher

Taiwan Power Company (TPC)

Mr. Y.C. FAN, I&C Subsection Head

Ms. Fu-Hsun Wang, Section Chief, Nuclear Regulatory Affairs, Nuclear Safety Department

Taipei Economic and Cultural Representative Office (TECRO)

Dr. Der-Jyr Shieh, Deputy Director, Science Division

8:00 - 8:05	Opening Remarks	J. Wiggins, NRR M. Hsu, AEC
8:05 - 8:35	Recent Significant Event in the US	(M.J Ross-Lee, NRR)
8:35 - 9:05	Recent Significant Event in Taiwan	(M. T Hsu, AEC)
9:05 - 9:50	Recent Material Aging Degradation Related Issues	(T. Sullivan, A. Csontos, J. Honcharik, NRR/RES)
9:50 - 10:35	Recent Material Aging Degradation Related Issues	(B. Kao, AEC)
10:35 - 10:45	Break	
10:45 - 11:15	Status and Lessons Learned from License Renewal Application Review	(P.T. Kuo, NRR)
11:15 - 11:45	The Status of License Renewal Application and Evaluation at Taipower	(V. Shyu, INER)
11:45 - 12:15	Technical Insight and Lessons Learned from the BWR MUR Uprate Review	(L. Liao, INER)
12:15 - 1:30	Lunch	
1:30 - 2:00	New Trend of earthquake regulations and evaluation methods for new reactor licensing application	(Y. Li, NRO)
2:00 - 2:30	Report on Dec 26, 2006 Earthquake at Maanshan NPP	(M. T Hsu, AEC)
2:30 - 3:00	Current Status of NFPA 805 Implementation	(P. Lain, NRR, M. Salley, RES)
3:00 - 3:15	Status of SRP update	(G. Bagchi, B. Clayton, NRO)
3:15 - 3:45	Digital I&C in New Reactors	(I. Jung, K. Corp, NRO)
3:45 - 4:15	Status of the ABWR digital I&C	(Y. C Fan, INER)
4:15	NIST Preparatory Presentation	(J. Tobin, FSME)
4:30	Meeting Conclusion	

附 錄 二

Updated Status of Lungmen Digital I&C

Y. C. Fan, Taiwan Power Company

The Fifth NRC-AEC Bilateral Technical Meeting

Washington D. C., June 21/22, 2007



台灣電力公司

Outline

- *Key Milestones*
- *Project Status*
- *Summary of Major Digital I&C (DCIS) Activities*
 - Introduction
 - Man-Machine Interface System (M-MIS) Design
 - Independent Review
 - Human Factors Engineering (HFE)
 - Software Safety Analysis (SSA)
 - Factory Acceptance Testing (FAT)
 - Site Testing Planned
- *DCIS Installation Status*
- *Major Concerns*

2



台灣電力公司

Key Milestones

•Project Notice to Proceed (NTP)	10/16/1996
•PSAR Submittal	10/16/1997
•First Rebar	02/01/1999
•Construction Permit (C.P.)	03/17/1999
•First Concrete Pouring	03/31/1999
•Date of Suspension	10/27/2000
•Date to Restart	02/14/2001
•Unit 1 RPV Setting	03/20/2005
•Unit 1 Target Date of Fuel Loading	10/15/2008
•Target Unit 1 COD	07/15/2009

3



台灣電力公司

Project Status

	<i>Weight</i>	<i>Progress</i>
Overall (Units 1 & 2)	100%	64.90
Design	19%	89.41
Procurement	15%	98.57
Construction	58%	54.88
Pre-operation	8%	16.15

as of May 31, 2007

4



台灣電力公司

Project Status



May 31, 2007

5



Project Status



May 31, 2007

6



Summary of Major DCIS Activities

Introduction

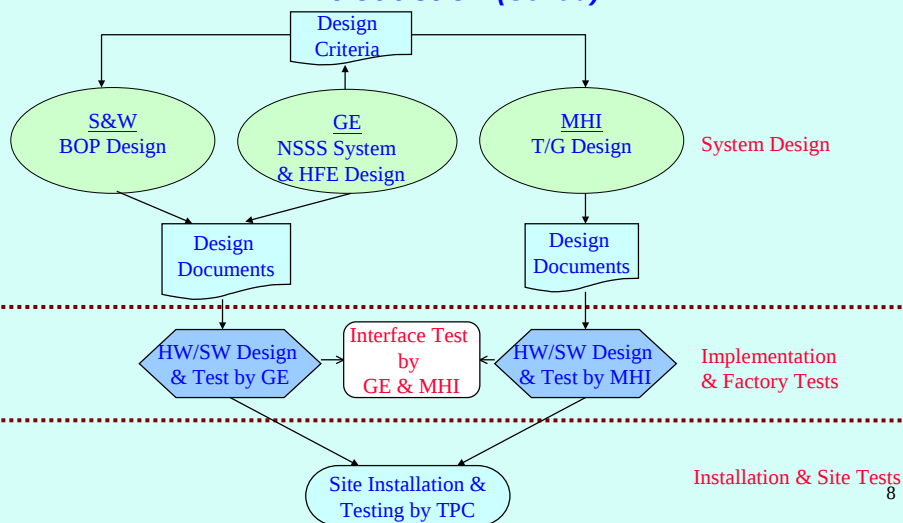
- **GENE is responsible for the integration of the distributed control and information systems (DCIS), and the interface coordination of the design and implementation by various vendors.**
- **GE provides design criteria and interface requirements as guidance for design implementation performed by all involved design parties.**
- **BOP systems designed by Stone & Webster but implemented and tested by GENE.**
- **Turbine control system designed, implemented and tested by Mitsubishi Heavy Industry, but further tested for interface with DCIS.**

7



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Introduction (Cont'd)



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

M-MIS Design

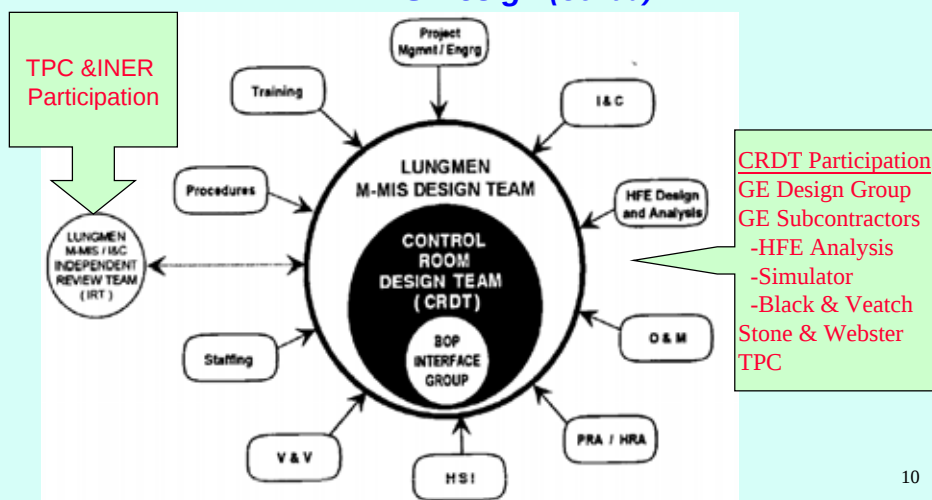
- *M-MIS(Man-Machine Interface System) includes all instrumentation and control systems provided as part of the ABWR which perform the monitoring, control, and protection functions .*
- *GE is responsible for defining the M-MIS philosophy to be followed by others to assure the overall consistency of the M-MIS*
- *The M-MIS implementation activities begin with the establishment of the M-MIS Design Team including Control Room Design Team (CRDT).*

9



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

MMIS Design (Cont'd)

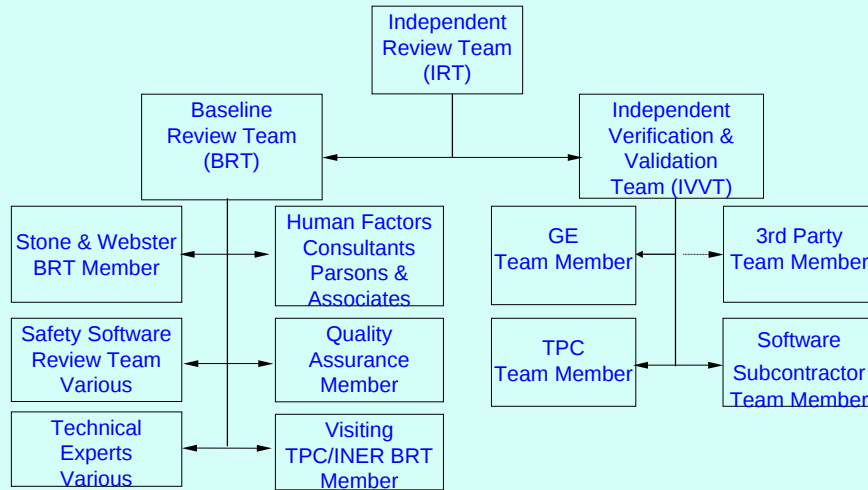


10



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Independent Review



11

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Independent Review (Cont'd)

Baseline Review Scope

- **HFE Design Description and Commitments**
- **I&C Software Development Processes and Commitments**
- **I&C Hardware Qualification Processes and Commitments**
- **I&C System Design Commitments**

Independent Verification & Validation Scope

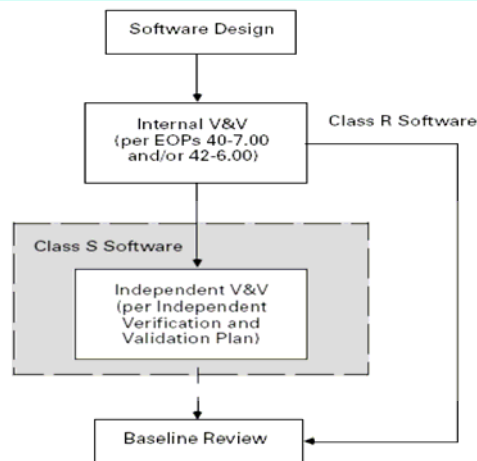
- **I&C Software Development Processes and Commitments**
 - **Software development plans**
 - **Software development process outputs (safety related)**

12

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Independent Review (Cont'd)

Scope of Software Review by IRT



13



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Independent Review (Cont'd)

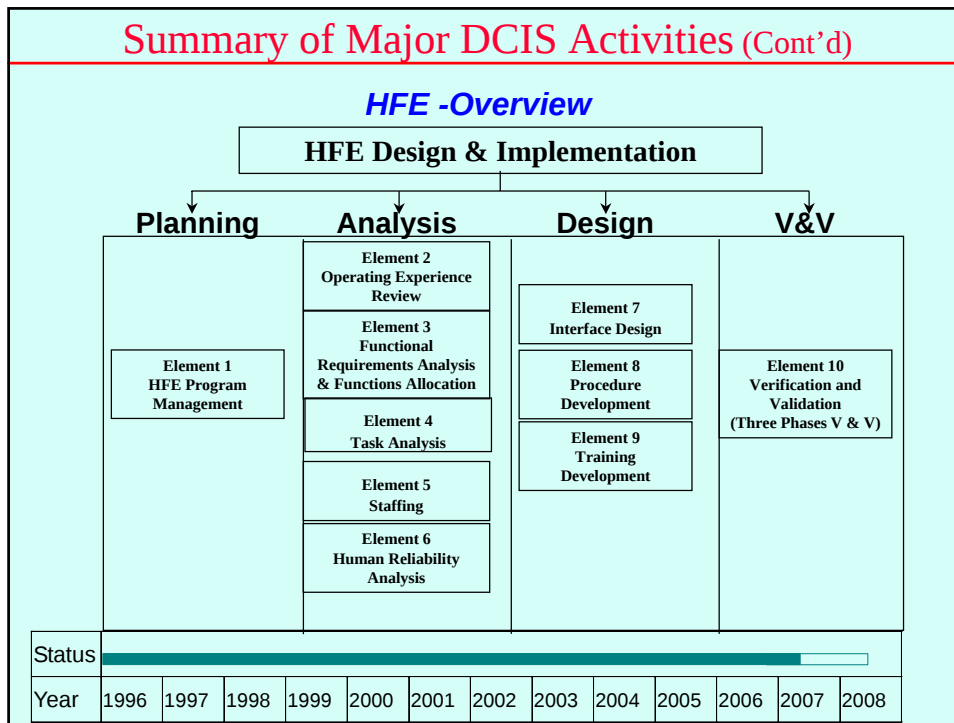
13 Important Systems Design Commitment Review Status

Table 2F Number	System	Description	Review Status	
			Items Completed	Items to be Reviewed at Site
1	C11	Rod Control and Information System	11	1
2	C31	Feedwater Control System	7	2
3	C51	Neutron Monitoring System	11	2
4	C61	Remote Shutdown System	0	5
5	C71	Reactor Protection System	9	4
6	C74	Safety System Logic and Control	5	1
7	C81	Recirculation Flow Control System	6	3
8	C82	Automatic Power Regulator System	1	1
9	C85	Steam Bypass and Pressure Control	2	3
10	C91	Process Computer System	2	1
11	H11	Main Control Room	0	3
12	H21	Miscellaneous Local Panels and Racks	0	3
13	H23	Multiplexing System	5	3

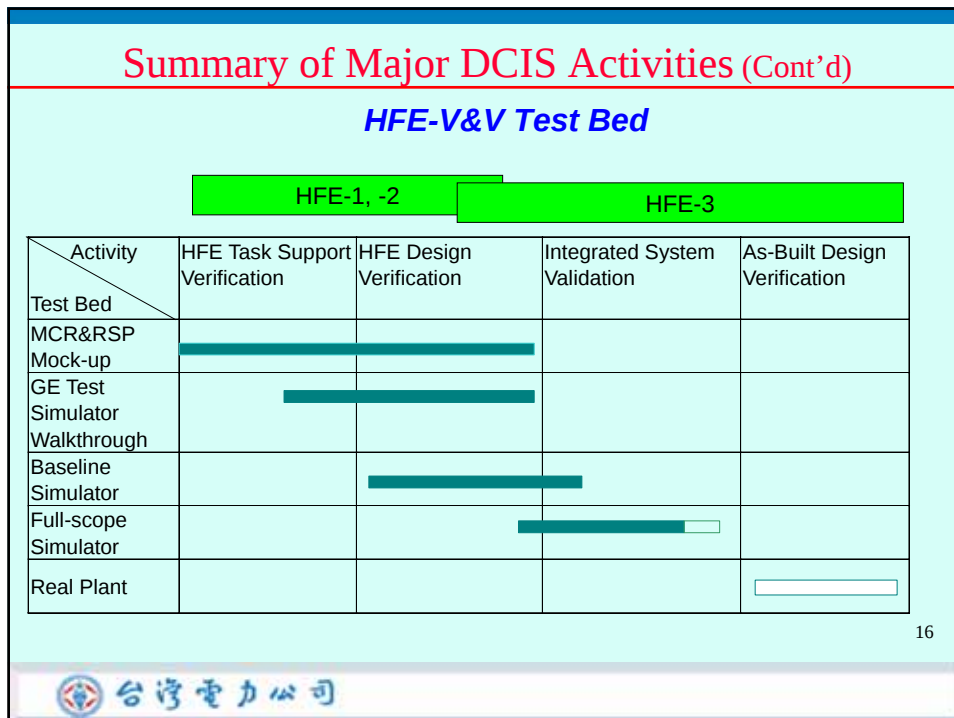
14



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

HFE- V&V Phase Scope and Status

Phase	Scope	Static Mock-up	GE Test Simulator	Baseline Simulator	Full Scope Simulator	Main Control Room	Remote Shutdown Panel	MCR Back Panel	Technical Support Center
HFE-1	Displays Covering 56 Systems		•	•					
	MCR and RSD Panel Design	•		•					
HFE-2	Alarm System (static prioritization)/SPDS			•					
	MCR and RSD Panel Design			•					
	Displays Covering 56 Systems			•					
HFE-3	Displays Covering 40 Additional Systems		•	•	•				
	Alarm System (dynamic prioritization)				o				
	PGCS(Automation)/ OLPS(electronic procedures)				o				
	Hardcopy Procedures			•	o	o	o	o	
	Cart and Utility Board for Procedures			•	o	o			
	MCR Facility Layout/Arrangement					o			
	RSD Facility Layout/Arrangement						o		
	MCRBP Facility Layout/Arrangement							o	
	Tagout Facility					o			
	Communication Equipment					o	o	o	o
	Lighting (Normal and Emergency)			•	o	o	o	o	
	Habitability/Floor Design/Peripherals					o	o	o	
	Training Manuals			•	o				
	Staffing and Room Occupancy			•	o	o	o	o	
	Shift Rotation			•	o	o			
	Interfaces with TSC and EOF					o			

NOTE: •-Completed o-Not Completed

17



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Software Safety Analysis

SSA Status

Life Cycle Phase	Software Safety Analysis Activities	NUMAC	DRS
Planning (Concept Definition)	SSP Development Analysis Preparation	OK	OK
Design Definition	Requirements Analysis	OK	OK
Software Design	Design Analysis	OK	OK
Software Coding	Code Evaluation Test Analysis	OK	Under Review
Integration Test	Test Analysis	OK	Under Review
Validation Test	Test Analysis	OK	Under Review
Change Control	Change Analysis	OK	

18



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test

Introduction

• Three Major Segments FAT for the safety and non-safety, with overlapped testing for the interface devices.

- Invensys Segment (completed)
- San Jose Segment (completed)
- DRS Segment (test start schedule for July, 2007)

• Dynamic closed loop test performed on important control systems (APR , RFC, FWC, RCIS).

• Time is consuming for FAT

Approximately 2 years for Invensys Segment FAT (including 1st FAT and baseline update change FAT) ,
Approximately 1 year for San Jose FAT and estimate 6 months for DRS FAT.

19



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

Introduction (Cont'd)

• A larger number of discrepancies were reported from the testing in the Invensys Segment, of which a small number of hardware/software defects; and approximately one half were categorized as the implementation errors by the supplier; and the remaining were design inputs issue detected through the comprehensive functional testing.

• Test sequence errors and a small number of minor defects on the hardware and software were found from the testing in San Jose Segment.

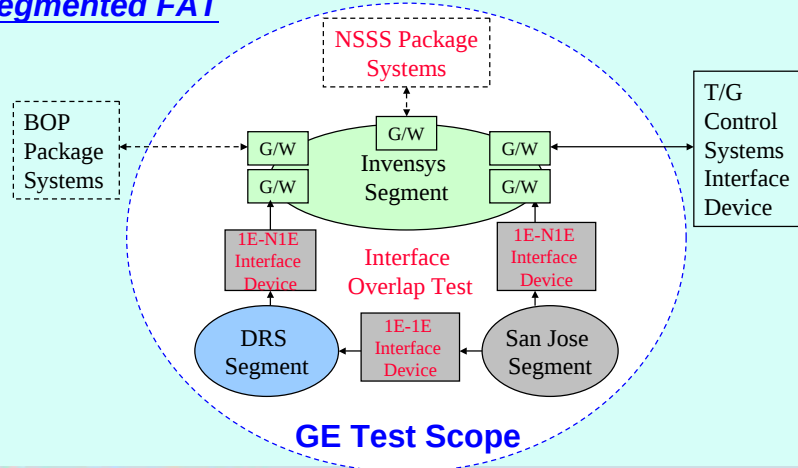
20



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

Segmented FAT



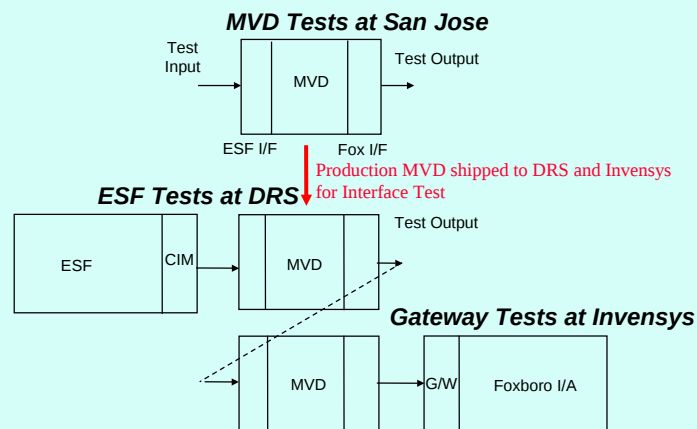
21



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

Overlapping Test Examples



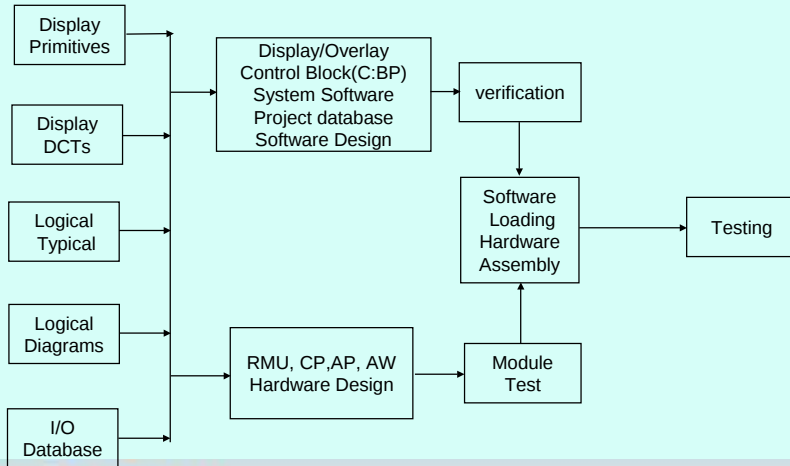
22



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

Invensys Implementation and Test Process

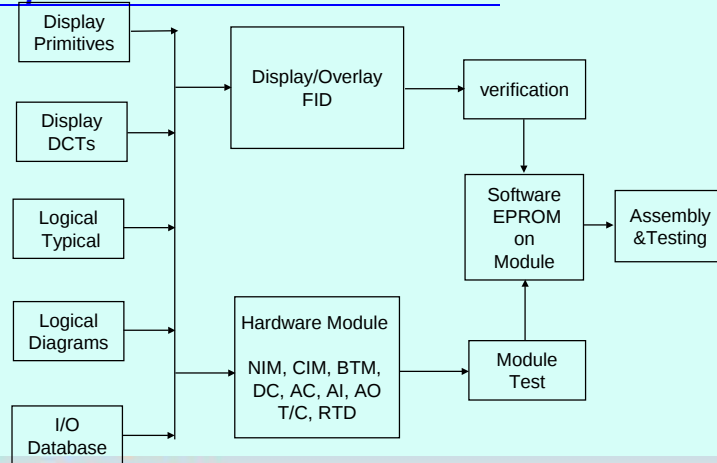


23

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

DRS Implementation and Test Process

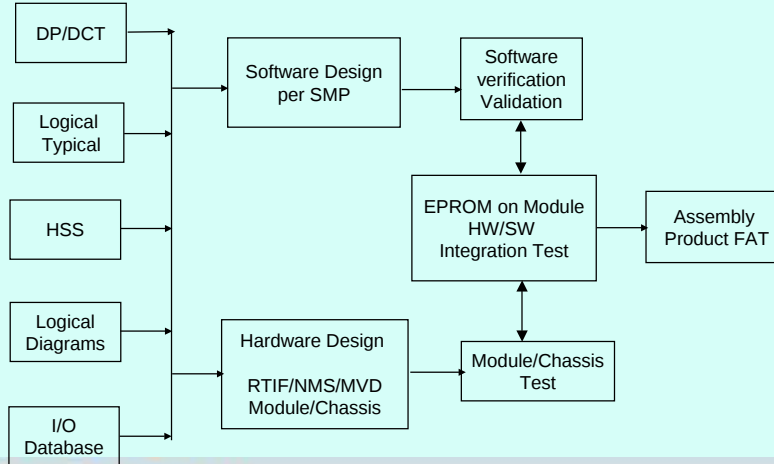


24

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Factory Acceptance Test (Cont'd)

NUMAC Implementation and Test Process



25

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Site Testing Planned

- **Three Phases Tests**
 - Post Construction Test;
 - Pre-operation Test; and
 - Startup Test
- **An integration test will be performed during Pre-operation and/or Startup test to verify the response time and communication between DCIS segments**
- **Tests to be performed by TPC with technical support from equipment supplier.**

26

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Site Testing Planned (Cont'd)

Post Construction Test

- *Cabinet outlook examination*
- *Cabinet insulation test*
- *Grounding circuit check*
- *Initial power up check,*
- *Built-in diagnostic function check,*
- *Installed software check*
- *Cable tests*
 - OTDR test
 - conductivity test, insulation test
- *End to end input/output test,*

27



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Site Testing Planned (Cont'd)

Pre-operation Test

- *Fault tolerance tests*
redundant function test , e.g. power supply ,network, controller, network switch, gateway, etc.
- *MCR function tests*
fixed mimic, alarm, large video display, flat display, etc.
- *System operation tests*
control logic function test, interlock/trip test, auto/manual function test, bypass function test, etc.
- *DCIS integration test*
multi-system communication test, response time sampling test
- *EMC test*

28



Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Site Testing Planned (Cont'd)

Startup Test

- **Plant-wide automation test**
Automatic Power Regulation (APR) test, Power Generation Control System (PGCS) test, etc.
- **Control system tuning and dynamic test**
feed water control, recirculation flow control, steam bypass and pressure control, etc.
- **DCIS integration test**
multi-network communication test, response time sampling test

29



台灣電力公司

Summary of Major DCIS Activities (Cont'd)

Site Testing Planned (Cont'd)

Check Point of Response Time Test

From	TO	N-1E Display	1E Display	Fixed Mimic	Alarm	N-1E RMU	1E RMU
NMS Field Sensor		X	X	X	X		
RTIF RMU		X	X	X	X		
DRS RMU		X	X	X	X		
Invensys RMU		X		X	X		
Touch Screen Soft Switch (N-1E)		X		X	X	X	
Touch Screen Soft Switch (1E)			X	X	X		X

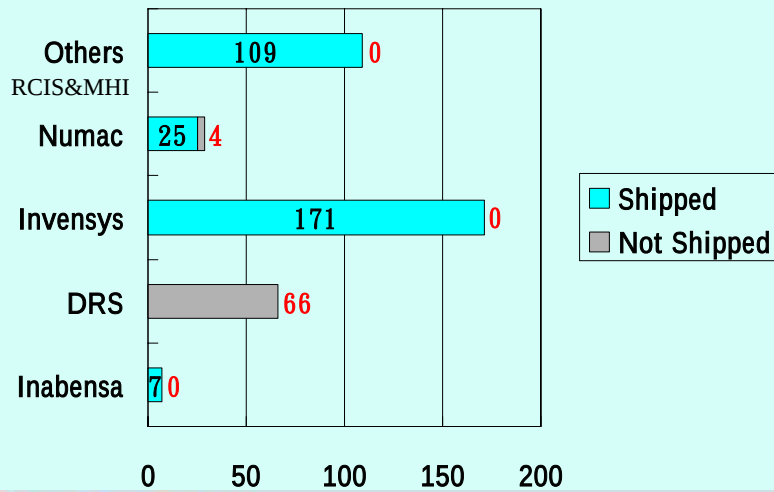
30



台灣電力公司

DCIS Installation Status

Cabinets Shipping Status (as of 5/31/07)

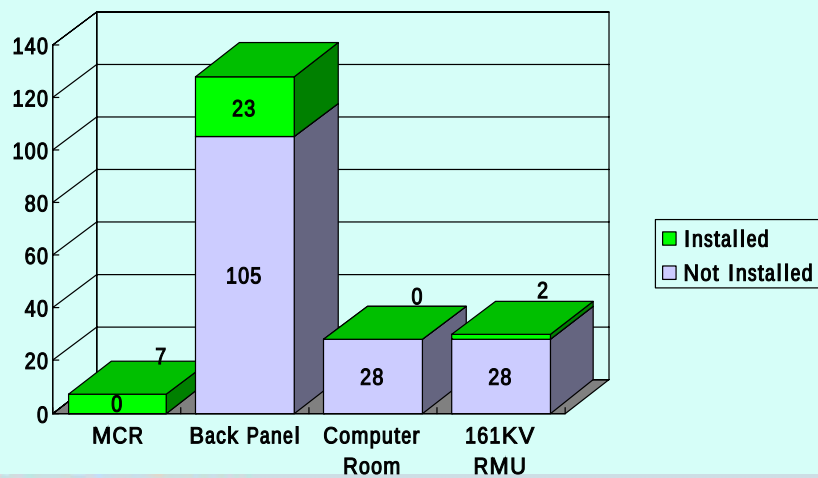


31



DCIS Installation Status (Cont'd)

Cabinets Installation Status (as of 5/31/07)



32



DCIS Installation Status (Cont'd)



MCR-1
May 31, 2007

33



台灣電力公司

DCIS Installation Status (Cont'd)



MCR-2
May 31, 2007

34



台灣電力公司

DCIS Installation Status (Cont'd)



35



台灣電力公司

DCIS Installation Status (Cont'd)



36



台灣電力公司

Major Concerns

- *Some systems were not able to be fully integrated with the other systems until installed at site*
- *Some FAT test discrepancies have to be fixed during site testing*
- *Some design changes were not able to be incorporated into the implementation in time prior to installation*
- *Timing for DCIS available is a key factor of project schedule*

37



台灣電力公司