

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

赴GEH公司協力廠商協調加速解決龍門電廠一號 機儀控設計變更及二號機軟體複製事宜

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

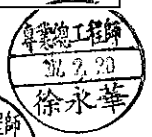
出國地區：美國


出國期間：101年12月8日至101年12月17日


報告日期：102年2月18日

出國報告審核表


出國報告名稱：赴 GEH 公司協力廠商協調加速解決龍門電廠一號機儀控設計變更及二號機軟體複製事宜。		
出國人姓名	職稱	服務單位
范陽錦	儀電工程監	核能技術處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>洽公</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：101年12月8日至101年12月17日	報告繳交日期：102年2月18日	
出國人員 自我審核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」) 3.無抄襲相關資料 4.內容充實完備. 5.建議具參考價值 6.送本機關參考或研辦 7.送上級機關參考 8.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) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4) 抄襲相關資料之全部或部分內容 (5) 引用相關資料未註明資料來源 (6) 電子檔案未依格式辦理 (7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： (1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同人進行知識分享。 (2) 於本機關業務會報提出報告 (3) 其他:向單位正副主管報告 10.其他處理意見及方式：


總經理： 


徐專業總工程師永華： 

黃專業總工程師樹培 

單位 主管處 主管

 102.2.18 姚俊全

報告人：  102.2.18 范陽錦

主管：  102.2.18 吳永相

說明：

一、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。

二、審核作業應於報告提出後二個月內完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務報告資訊網為原則」。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴 GEH 公司協力廠商協調加速解決龍門電廠一號機儀控設計變更及二號機軟體複製事宜

頁數：39 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/核能技術處/儀電工程監/(02)2490-2401 轉 2027

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：101.12.8~ 101.12.17 出國地區：美國

報告日期：102. 2. 18

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：查核 GEH 公司協力廠商 DRS 公司人機介面設計變更作業進度，並協調加速支援數位儀控現場測試作業報告：

本報告章節參.一 除說明赴 DRS 公司檢討投入龍門計畫之人力及作業現況外，另討論如何配合龍門計畫現場測試進度，加速解決龍門電廠一號機測試問題衍生之安全相關系統設計變更及軟體建置，希能盡速排除系統移交及試運轉測試之障礙。

第二部分：查核 GEH 公司協力廠商 Invensys 公司龍門計畫一號機非安全有關軟體變更作業現況，並討論二號機軟體複製作業方案及時程：

本報告章節參.二 除說明赴 Invensys 公司檢討投入龍門計畫之人力及一號機軟體建置變更作業現況外，另討論龍門電廠二號機軟體複製計畫，期能將一號機測試問題衍生之軟體變更，妥善的複製至二號機，以利於二號機施工後測試及人機介面測試之執行

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

目 錄

壹、目的	1
貳、出國行程	3
參、過程紀要	3
肆、心得與建議	10
伍、附錄	12

壹、目的

一、出國任務

本出國計畫之主要目的是赴 GEH 公司負責分散式控制暨資訊系統 (Distributed Control and Information System, DCIS) 製造之協力廠商 DRS 公司及 Invensys 公司，查核人機介面建置變更作業進度，並協調加速解決龍門電廠一號機安全軟體建置變更作業、品質驗證作業及二號機非安全有關軟體複製事宜等。

二、緣起及目標

1. 龍門計畫核蒸汽供應系統(Nuclear Steam Supply System, NSSS) 由美國奇異公司(General Electric + Hitachi, GEH)負責設計，全廠運轉、監測及控制系統亦由GEH公司負責整合設計。龍門計畫之運轉、監測及控制採用全廠整合式數位儀控系統，考量系統龐大及專業分工，GEH公司將該系統分割為安全特設裝置(Engineering Safety Feature)、非安全系統及爐心監測/保護等三大DCIS系統，分別下包給美國DRS公司、Invensys公司及NUMAC公司承造。
2. 三大DCIS系統均已安裝完成，目前正配合流程系統，進行密集之試運轉測試作業中。試運轉測試主要目的在驗證流程系統之功能符合設計需求；包括主控制室之控制、監測、警報等功能驗證、設備運轉功能如幫浦、控制閥等設備功能驗證、連鎖控制功能驗證等。雖然DCIS設備在交運前已執行完整之出廠測試(Factory Acceptance Test, FAT)，由於實務上無法將受控對象如幫浦、控制閥等流程設備與DCIS設備組裝起來一起執行出廠測試，在工地安裝後執行之安裝後測試及試運轉測試時，仍需配合各類流程參數、設備特性、運轉需求等，修改DCIS控制軟體之建置。
3. 基於安全考量，安全系統軟體發展過程需執行慎密壅長之品質驗證作業。執行安裝後測試及試運轉測試時，發現需配合流程特性或運

轉需求所修改之軟體，亦須執行嚴謹之品質驗證作業，以致部分安全軟體建置修改作業，未能充分配合現場測試時程，造成部分系統移交或試運轉測試未能如期完成。此次造訪DRS公司，除查核其軟體建置修改流程及時程外，另討論協商如何在維持作業品質之前提下，加速軟體建置修改作業，期能降低對現場測試作業進度之影響程度。

4. 交運之非安全DCIS設備，其一、二號機軟體建置均相同。經過一連串之現場測試，一號機已配合需求修改部分軟體建置。二號機規劃之安裝時程，有一年以上之時程落差，以致未能與一號機同步進行軟體修改。為節省作業時間及成本，目前規劃俟一號機試運轉接近完成時，複製修改完成之一號機軟體至二號機。此次造訪Invensys公司，與其龍門計畫專案團隊討論二號機軟體複製作業之流程、時程及人力需求等規劃，期能將一號機測試問題衍生之軟體變更，妥善的複製至二號機，以利於二號機施工後測試及人機介面測試之執行。

貳、出國行程

起迄日期	工作項目
101.12.8 ~ 101.12.9	往程 臺北→紐約→Danbury, CT
101.12.10~ 101.12.10	訪問 DRS 公司，協商加速解決龍門電廠一號機安全軟體建置變更作業
101.12.11 ~ 101.12.14	訪問 Invensys 公司，協商龍門電廠二號機軟體複製作業規畫
101.12.15~ 101.12.17	返程 Foxboro, MA →紐約→臺北

參、過程紀要

以下即按參訪順序包括：一、訪問 DRS 公司；二、訪問 Invensys 公司，兩個部份分別提出報告如下：

一. 訪問DRS公司報告

DRS公司由龍門計畫專案經理率技術經理、軟體工程師共同參予簡報及討論，內容摘述如下：

1. 工作現況檢討

(1) 人力配置

共投入專職人力共 9.5 人，含 VDU/V&V (Video Display Unit/Verification & Validation) 2.5 人及 FID (Functional Interconnection Diagram) 7 人。VDU 軟體建置作業由 DRS 工程部門之人員執行，邏輯軟體變更則由其協力公司 Zachary Engineering 負責。

(2) 軟體建置變更類別

- FID(Functional Interconnection Diagram)建置變更

- FID 係由控制邏輯圖轉換成之軟體建置圖檔(.sch file)，該圖檔可藉由編輯程式轉換為可執行檔，燒錄於可程式記憶裝置 (EPROM)內，即可執行控制功能。
- FID 依據現場測試需求修改之系統控制邏輯圖更新，測試無誤後，轉換成可執行檔儲存於專屬工作站，經網路下載檔案後，在龍門工地進行 EPROM 燒錄及安裝作業。

- VDU (Video Display Unit)軟體建置變更

- 結合 FID 檔、顯示畫面程式檔、資料庫轉換程式檔及編碼器、警報清單產生器應、期望模組產生器等應用程式經執行編輯及連結程式後，產生 VDU 顯示畫面影像檔。
- 在 DRS 母公司完成之 VDU 影像檔燒錄於光碟後，以快遞送至工地安裝。

- DCT(Display Connection Table) 變更

現場測試發現畫面顯示錯誤之問題，有可能是 DCT 信號 連結至錯誤之輸/出入點識別碼(I/O Point ID)，此問題必須依據變更之 DCT 文件，修改 DRS 管控之 DCT 資料庫，更新 VDU 軟體供現場安裝。

- Datalink IO 資料庫變更

現場測試發現安全與非安全畫面顯示不一致時，有可能是通信 I/O 點資料庫建置錯誤，或是 mapping address 建置錯誤，此問題必須依據變更之 I/O 資料庫，更新 DRS 管控之資料庫。

- 警報清單變更

增減警報信號或修改警報敘述，必須依據變更之 I/O 資料庫，更

新 DRS 管控之警報清單資料庫。

- 顯示畫面圖檔變更

修改畫面顯示物件必須依據變更之 DCT 及 DPDS，更新 DRS 管控之顯示畫面程式檔。

- 其他變更

網路通信異常可能是以下各類通信模組故障或韌體建置錯誤：

- NIM(Network Interface Module)網內通信模組
- CIM(Communication Interface Module)安全網路介面通信模組
- BTM(Bridge Transfer Module)非安全網路介面通信模組

(3) 目前遭遇之問題

- 未能盡早提供核定版設計變更文件-FDDR，使得縮短前期評估作業之成效不如預期。
- 工作量不穩定，無法長期投入大量專職人力。

2. 問題討論

在出訪前即先提供討論議題，經討論後，獲結論如下(會議記錄詳附錄一)：

(1)Expedited batch process(流程圖詳附錄二)

DRS 同意配合處理影響試運轉測試 POTP 或 Start-up Test 之緊急案件，但無法承諾完成期限。DRS 認為處理時間從 48 小時~超過 72 小時均有可能，視案件複雜度有別。作業方式簡述如下：

- 此類案件由 DRS Home Office 完成軟體修改，工地下載後須由 TPC 以臨時修改方式修改

- TPC 必須依 SAM-17 訂定管控機制
- 臨時修改後仍需回歸現有 Batch Process 機制，與其他 FDI 一起完成 Conditional Release FDI
- 執行 Conditional Release FDI 安裝時，若確認 Checksum 無誤，則 EPROM 不需重新燒製

(2)Quick-fix mechanism - Technical support on VDU and FID change at site during startup test period

DRS 不同意現有 HOS Technical Team 移至工地，理由如下：

- 建置及測試設備無法遷移
- Home Office 視需要可配合提供 24 小時技術支援
- DRS 協力廠商 Zachary 恐難派員至工地
- 整體而言，效益不大

(3)Extra technical engineer to site for the acceleration of Conditional Release implementation and FPR solution

DRS 同意多派一名 TA，TPC 建議農曆年後成行。

(4)GEH/DRS to improve the Final Release process time

DRS 認為 Final Release 作業時程很難再縮短，TPC 要求 GE 與 DRS 商議設法縮短時程。

(5)Accessibility of .SCH file and their revision control document (PFD) at site

DRS 勉強同意提供 .Sch File 供 TPC 配合測式進行臨時修改。

(6)GEH/DRS to provide hard copy and electronic file of updated O&M Manual TM9N188(including attachments)

DRS 同意於適當時機提供更新版 O&M Manual 紙本與電子檔。

(7)GEH/DRS to provide a complete Diagnostic Messages and Troubleshooting Table. Refer to Operation & Maintenance Manual (TM9N188) “Chapter 10.3 System Error Messages and Troubleshooting”

DRS 同意將完整 Diagnostic Messages and Troubleshooting Table 納入更新版 O&M Manual。

二. 訪問 Invensys 公司

1. 工作現況檢討

(1) 投入專職人力共 12 人。

(2) 目前一號機 FDI 作業流程順暢，Invensys 收到核定之 FDDR 後，改以 Invensys 偏差報告 (Deviation Report, DR) 編號納入品質管控，依據 FDDR 撰寫建置變更指引 (Field Disposition Instruction, FDI)，經測試平台驗證無誤後，送工地進行軟體建置變更。

(3) 二號機複製計畫第一階段期程為 6 個月，執行內容如下：

- Pre-Replication

主要為系統軟體複製

- Replicate the Environment

主要為 System-Wide Configuration 複製

- Replicate the System MPLs

- 依 TPC 要求之優先順序，進行各系統軟體複製

- Replicate the Plant Computer System Functions

已上完成後，TPC 建議 System MPLs 之複製，以一季為 base，每一季複製之系統由 TPC 依據現場測試排程，訂定優先順

序。

2. 問題討論

在出訪前即先提供討論議題，經討論後，獲結論如下(詳會議記錄-附錄四)：

(1) U2 replication process討論(流程圖詳附錄五)

- 由Invensys負責撰寫複製計畫書，內容包括複製範圍、複製流程、作業項目、各階段作業之工作內容、驗證與確認、分工等。(複製計畫書詳附錄六)
- 由TPC確認系統分工責任，原則上BOP系統仍由TPC負責二號機之建置變更。
- Invensys於2013年3月1日前完成第一個系統之複製作業。

(2) FDI preparation process討論

- 一號機仍依目前機制，由Invensys母公司負責撰寫軟體建置變更之作業指引(FDI)，Invensys駐工地TA依據FDI進行軟體變更，FDI作業時程依複雜程度約為1~2周完成現場修改。
- 緊急案件可於申請掛卡後，由駐廠TA依據FDDR進行臨時修改，FDI發行後，執行現場核對及驗證無誤後消卡。

(3) GE/Invensys to provide the substitution for BARCO workstation (1C91-CPU-1036) and monitor (1C91-TVM-1035)討論

- Invensys確認BARCO工作站已修復。
- 請Invensys確認修復工作站之交運時程。

(4) Review status of action items on FPR-10-0732/NCD-CS-003. Refer to attached minutes of meeting held on March 16

- FPR-10-0732/ NCD-CS-003 主述為廠用電腦系統 (C91-Plant Computer System, PCS)子系統-安全參數顯示系統(Safety Parameter Display System, SPDS)之出廠測試報告與現場實測結果不一致，解決辦法為再依出廠測試程序書進行測試，以驗證原出廠測試報告之正確性。
- 重測已接近完成，目前進行測試報告整理撰寫中，俟 TPC對作業人時數之意見澄清完畢後，測試報告即可正式送交TPC，以作為現場測試之允收依據。

(5) GEH/Invensys to provide the revised PCS source code. Refer to DNE-GE-0711-3505-D30, 2007/11/26.

- Invensys澄清全部軟體程式碼均已提供，惟更新部分仍需補送。
- 決議請Invensys將更新之程式碼上傳至GE Lungmen資料庫系統 DOCUMENTUM，以確保納入構型管理(Configuration Management, CM)。

肆、心得與建議

- 一、DRS 公司屬品保制度完善之安全儀控設備製造廠家，由龍門電廠一號機陸續執行現場測試迄今觀察，該公司提供之設備穩定性甚高，故障率亦低。雖有上述優點，但其軟體建置變更之程序較複雜，魚與熊掌實難取捨。
- 二、為確保機組安全運轉，配合測試時程採行之任何加速作業機制，仍應以不影響軟體建置品質與構型管理為最高指導原則。
- 三、設備廠家以商業利益為優先考量實難避免，要求對方配合測試進度，加速解決問題，往往涉及人力資源問題。尤其是專屬軟體之問題，因涉及耗時之肇因分析，所需工時難以量化，處理此類技術與商務糾葛之問題，造成工作階層很大之困擾。
- 四、目前一號機試運轉測試完成率已逾 70%，迄今 DCIS 尚未發現有無法解決之重大問題。完成試運轉測試後，大部分設計或設備問題應已解決，後續起動測試階段雖不預期會有重大系統性問題，但發現一些系統介面問題，恐難避免。
- 五、目前有一名 DRS 技術人員(TA)派駐工地，其主要任務為撰寫建置變更文件-FDDR 及現場軟體燒錄/安裝等作業。為能配合盡速完成系統試運轉之努力目標，預期今(102)年 4 月開始將執行大量之試運轉測試，屆時發現之安全 DCIS 問題宜快速確認肇因，縮短 FDDR 之作業時間。**建議 4 月以後增派 1 名 DRS TA，以符需求。(建議事項二之一)**
- 六、核島區(NI)與其他區(BOP)之 DCIS 相關資料庫，分別由 GEH 與 TPC 管控。目前規畫一號機資料庫於完成試運轉後，將 NI/BOP DCIS 相關資料庫整合後，移交龍門電廠管控。由一號機之運作經驗得知，盡早進行資料庫整合，可減少管控作業之困難度。龍門施工處刻正進行二號機七個 BOP 先備系統之輸出入點(I/O)及人機介面(MMI)測試，**建議配合二號機測試進度，於今(102)年三月底前，先將七個 BOP 先備系統之 DCIS 相關**

資料庫及輸入文件(邏輯圖) 更新檔，送交 GEH 進行整合。(建議事項二之二)

附 錄

附錄一、12/10 DRS討論會會議記錄

附錄二、DRS FDI批次處理流程圖

附錄三、DRS VDU軟體變更作業流程

附錄四、12/12 Invensys討論會會議記錄

附錄五、二號機DCIS軟體復製作業流程圖

附錄六、二號機DCIS軟體複製範圍

附錄七、二號機DCIS軟體複製計畫