

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

赴奇異公司協調加速解決龍門電廠一號機儀控 設計變更及查核變更文件之構型管理

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：102年12月3日至102年12月12日

報告日期：103年2月11日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴奇異公司協調加速解決龍門電廠一號機儀控設計變更及查核變更文件之構型管理

頁數：61 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：102.12.3~ 101.12.12 出國地區：美國

報告日期：103. 2. 11

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：訪問奇異公司龍門計畫聖荷西辦公室報告：

除說明赴聖荷西辦公室檢討投入龍門計畫之人力及作業現況外，另討論目前辦理中案件現況及困難問題研商等。

第二部分：訪問奇異公司威明頓總部報告：

除說明赴威明頓總部檢討投入龍門計畫之人力及作業現況外，另討論目前辦理中案件現況、MPR獨立驗證與確認關切事項、軟體發展程序、軟體變更構型管理及困難問題研商等。

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	1
參、過程紀要	2
肆、心得與建議	9
伍、附錄	11

壹、目的

一、出國任務

本出國計畫之任務是赴奇異公司協調加速解決龍門電廠一號機儀控設計變更及查核變更文件之構型管理。

二、緣起及目標

鑒於龍門計畫工期緊迫，測試階段發現之問題須能及時解決，以免影響測試進度。本次出國任務係前往GEH公司龍門計畫辦公室及總部協調加速辦理設計變更及軟體建置變更作業，分述如下：

1. 赴美國奇異公司聖荷西龍門計畫辦公室協調加速解決龍門電廠一號機測試問題衍生之設計變更，並查核數位儀控設計及建置變更相關文件之構型管理。
2. 赴美國奇異公司總部及NUMAC部門協商獨立驗證與確認小組開立問題之解決措施，並查核軟體建置變更作業流程。

貳、出國行程

起迄日期	工作項目
102.12.3 ~ 102.12.3	往程 台北→舊金山→聖荷西
102.12.4 ~ 102.12.7	訪問奇異公司龍門計畫聖荷西辦公室，協調加速解決龍門電廠一號機儀控設計變更及查核相關文件之構型管理。
102.12.8 ~ 102.12.9	訪問奇異公司威明頓總部，協商獨立驗證與確認小組稽查發現問題之解決方案及查核 NUMAC 軟體建置變更作業流程。
102.12.10~ 102.12.12	返程 威明頓 →舊金山→台北

參、過程紀要

以下即按參訪順序包括：一、訪問奇異公司龍門計畫聖荷西辦公室；二、訪問奇異公司威明頓總部，兩個部份分別提出報告如下：

一. 訪問奇異公司龍門計畫聖荷西辦公室報告

龍門計畫專案技術經理率相關儀控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

該辦公室除專案技術經理外，儀控人力含TMR系統主管、廠用電腦系統主管、廠用電腦工程師、人因工程師、一般儀控工程師等約8人。其他如機械、管路、商務、採購、安全分析、運轉等，總共約20餘人。

(2) 處理中案件檢討

- CIR-2012-ICR-0029/C51 ATIP Running Indicating Light 案

GE提供之指示燈接線盒與燈具之接合不易施作，經討論GE將提供指引供現場據以施作，返國後查證確認已解決施作問題。

- Suppression Pool Level 設定點案

本案因運轉餘裕太小，TPC要求加大運轉範圍，GE以涉安全分析為由，建議不做變更。返國後與核能分析部門協商後，再要求GE考量加大運轉範圍，GE提報HOS俟TPC核准後始願進行必要之評估分析作業，本案續追蹤。

- FPR-13-0069/C74選擇開關指示燈過亮案

本案GE建議提供以商業級電阻檢證後使用，TPC不同意此建

議。經協商後，GE同意提供安全等級之電阻，預計2014年1月中交運。返國後查證未如期交運，GE變更交貨期為2/10，續追蹤。

- NCR-ICD-6834/0G42-ABV Failure Mode案

本案交運之ABV其Failure Mode不正確，經討論GE擬變更解決方案，以縮小現場變更幅度。返國後查證新解決方案未能完全解決問題，已提供修改建議供GE參考，本案續追蹤。

- NCD-CS-003/SPDS測試問題案

本案現場軟體改正作業已完成，俟GE提供測試案例及測試報告，供驗證無誤後再結案。

- NCD-CS-148/C81Logic反應時間問題

本案需重新檢視安全分析條件是否可放寬，GE將以Project Letter提供說明，本案續追蹤。

- NCD-IC-094/增設雙重警報喇叭案

GE承諾於2014年1月中交運設備，返國後查證未如期交運，GE變更交貨期為2/17，續追蹤。

- NCD-IC-130/氣象系統雨量量測問題

GE承諾於2/17提供解決方案，本案續追蹤。

- NCD-IC-132/C12傳送器反應時間問題

本案GE建議將傳送器運回原廠測試，以確認肇因，本案續追蹤。

- NCD-IC-152/TCV傳送器反應時間問題

本案解決方案同上一案，本案續追蹤。

- 人因可維護性現場查核報告

GE於2013年初成立專案小組，執行NI盤面之可維護性查核，查核後總結報告於2013年2月21日以GETP-2013-0364送審，經審查後GE一直未依 TPC 審查意見修訂報告。經討論GE承諾將於2014年2月份提供修訂版之總結報告。經查證修訂版報告尚未送達，本案續追蹤。

- 最終人因設計驗證報告

GE成立人因設計驗證專案小組，於2013年6月27日~7月23日間至現場執行最終驗證與確認之查核。GE於同年10月2日以GETP-2013-2176發行查核報告，共羅列27項缺失及5項需重新驗證之項目。經會同龍門電廠審查後，回覆GE要求依TPC意見修改查核報告。經討論GE承諾將於2014年1月底提供改版報告。經查證GE已於1月31日以GETP-2014-0236提送R1版查核報告，本案可於近期內簽結。

2. 問題討論

(1)儀器設備技術資料之更新及管控

設備交運後，為解決各階段測試發現之問題，儀器設備技術資料已有若干數量之變更。為確保變更後之資訊納入儀器技術資料庫，GE需建立必要之CM 管控機制。經討論 GE 將要求各設計變更負責工程師，依據設計變更作業程序書 GLP-03.1，確實執行設計變更影響文件之查核；此外，GE 已於 2011 年 9 月開立 CAR-56460(Correction Action Request，詳附錄一)，執行 DCIS 輸出/入點資料庫及儀器技術資料庫(J48)之查核，以確保之前設計變更案件均已完成必要之資料庫變更。GE 所執行之改善方案符合品質管控需求，本案將要求 TPC/AE 審查 GE 設計變更文件時，應包含確認資料庫更新之查核。

(2)儀控設備環境驗證文件更新現況討論

部分安全有關儀器設備未能符合設計需求而進行更換或修改,如 FPR-10-0511 電源供應裝置有接地電流問題、FPR-10-1182 SCU Scram Test Switch 接點組態變更等,此類變更涉及 EQ 文件相關資料需配合更新。經討論 GE 針對此類變更均已提供必要之 QRP(Quality Record Package),後續需針對個別 EQDP 進版更新。本案仍須續追蹤,確保個別 EQDP 作必要之更新。

(3)新增技術規範偵測畫面

GE 建議 TPC 核准 HOS-2012-0091,以利 GE/Invensys 增設 PTLR Curve 畫面。本案屬運轉技術範疇,承諾轉達 GE 建議供電廠運轉部門考量。經查證 GE 於 2013 年 12 月 11 日以 GETP-2013-2364 正式提送建議案,本案提報 12/26 DCIS 與 FPR 系統討論會議,討論決議如下:

- a. 不同意 GEH 所提新增 TSM-3、TSM-4、TSM Mode 顯示等之規劃。
- b. TSM 子系統維持現況,請 GEH 依合約修復系統測試發現問題。

二. 訪問奇異公司威明頓總部報告

由龍門計畫專案技術經理率 NUMAC 技術 PE 及 NUMAC 團隊參與簡報及討論,內容摘述如下:

1. 工作現況檢討

(1) 人力配置

除隸屬 GENE 之技術 PE 外,NUMAC 團隊包括軟體工程師及各子系統負責工程師等據稱約 20 人,惟參觀其辦公室及實驗室發覺大部分座位均屬空位。經瞭解目前因案件大幅減少,技術人力已作彈性運用。

(2) 處理中案件檢討

- ATLM (C11)。

FDI LT1-31113-1213 已完成 Conditional Release 建置，惟顯示畫面之顏色由建置前之綠色變更為藍色。電廠認為應回歸為綠色，GE 認為設計文件無顯示顏色之規定，建議就現況使用。經比較，藍色顯示不會對操作造成困擾，為避免影響試運轉進度及增加建置費用，擬與電廠溝通就現況使用。

- HPCF (E22)

LT1-31113-1492/LT1-31113-1557 已完成 Conditional Release 建置，GE 要求增加 HOS 人時，目前雙方協商中。

- TLU Broadcaster Card Stutter (C73)

FDI LT1-31113-1741 俟 HOS 爭議解決後始能進行改正作業。

- RTIF-RPV NR and WR Invalid Low Level Trip- FPR-11-0757/
FPR-12-0495

FDI LT1-31113-0933 Conditional Release 建置已完成，待 2014 年 2 月 20 日完成 Final Release 品質作業後，可結案。

- PCMVD Issue (FPR-12-0400)-Communication issue with TMR (C91)

FDI LT1-31113-1258 已完成 Conditional Release 建置，尚待 HOS 協商定案後，始能進行 Final Release 作業。

- SLC Software Issue (C41)

FDI LT1-31113-1048 已完成 Conditional Release 建置，尚待 Final Release 完成後始能辦理結案。

- MRBM (C51) (FPR-12-0494 & FPR-12-0547)-Multichannel rod block monitor

FDI LT1-31113-1342 已完成 Conditional Release 建置，尚待 HOS 協商定案後，始能進行 Final Release 作業。

- Time Stamp Issue-Local time vs. GMT; modifying the time stamp

(NMS & RTIF) via MVD

FDI 已完成 Conditional Release 建置，尚待 HOS 協商定案後，始能進行 Final Release 作業。

- Sample Plan B-007

MVD Sample Plan Batch-7 預計 2014 年 2 月 17 日送抵工地安裝，持續追蹤。

- ESF MVD New Alarms

本案預計 2014 年 2 月 28 日發行 FDDR 提供解決方案

- U0 ESF MVD Diagnostic Temp. Mod. (CIR-2013-CPE-005)

本案預計 2014 年 2 月 28 日發行 FDDR 提供解決方案

- OPRM Data Report

新增收集 OPRM 資料之軟體功能，本案俟 HOS 爭議解決後始能進行 FDI 作業。

2. 問題討論

(1) MPR獨立驗證與確認小組關切議題討論

- FDDR LT1-08218 Rev. 4

GE 認為 FDDR 增設之 Turbine Trip/Load Rejection SCRAM Bypass 功能，符合 IEEE-603-1991/IEEE-379-1977 要求，且已涵蓋於 FSAR Chapter 15 之安全分析假設條件。因此，GE 認為 MPR 顧慮之問題不存在，詳細說明如 附錄二。

(2) 軟體發展過程討論

- NUMAC 安全軟體係以瀑布模式發展 (Waterfall Model)，亦及依照 BTP-14 以 6 個階段之軟體發展生命週期，依序執行，上游輸出文件為下游之輸入文件。

- 除上述6個發展階段外，目前龍門進行之建置變更，可視為第7個軟體作業階段-Change Control Phase。
- 各軟體發展之詳細說明如附錄三

(3) 軟體構型管理討論

- 以NUMAC專屬CM管控平台JIRA進行軟體變更CM管控
- 除上述平台外，另配合其他如Crucible，SVN，PLM等軟體工具進行變更及管控作業。
- 詳細說明如附錄四

肆、心得與建議

- 一、聖荷西龍門辦公室原主掌大部分系統設計工作，如今只剩少數設計人力及商務人員，預期一號機試運轉測試完成後，該辦公室人力恐將進一步裁減。
- 二、除為龍門計畫之管理中心外，威明頓總部亦管轄負責爐心儀控系統設計之 NUMAC 公司。由於 NUMAC 產品為非標準化之專屬設計，其專業人力是以子系統分工；現場測試發現之問題，往往需要各子系統負責人員組成團隊，利用既有測試平台，共同尋找肇因及研擬對策。由於建構之測試平台很難與現場實體完全一致，經常需要撰寫測試軟體，置入龍門現場之設備進行測試後，方能確認肇因，提出確切之解決方案，甚或需經過來回數次之測試診斷，才能徹底解決問題，此為爐心相關儀控系統之問題需要較長解決時間之主因。此外，根據法規要求安全軟體建置需執行冗長之驗證與確認程序，亦屬解決耗時之因素。
- 三、2010 年起，現場施工或測試發現之各類問題共約 8804 件，送請奇異公司協助處理；至 2014 年 1 月 15 日迄，結案件數約 7523 件，處理中案件尚有 1081 件，結案率約 85%。未結案件以 CIR 之 737 件為大宗，分析其原因為 2012 年起執行安全有關電氣管路支撐履勘所衍生之案件居多，該類案件預期在 103 年 4 月底可告一段落。涉數位儀控軟體修改之案件以 FPR 居多，目前尚有 47 件 FPR 處理中，結案率約 97%（詳下表）。

文件類別	GE 處理件數(統計至 2014 年 1 月 15 日)						軟硬體修 改(有 FDI)	純文件修改或 澄清(無 FDI)	Complete	Open in Process
	2010	2011	2012	2013	2014	統計				
FPR	360	677	255	133	1	1426	942	484	1379	47
FCR/UFCR	88	2332	616	146	2	3184	25	3159	3071	113
NCR	0	703	220	101	2	1026	15	1011	918	108
NCD	0	21	43	152	5	221	41	180	145	76
CIR	0	438	1503	989	17	2947	163	2784	2010	737
總計	448	4171	2637	1521	27	8804	1186	7618	7523	1081

- 四、雖然 GEH 管理階層充分認知本公司加速完成一號機之決心，惟商業利益仍為其優先考量。無論在聖荷西龍門辦公室或在威明頓總部，均能感受到因工作

量減少而有人力裁撤之趨勢。討論過程中 GEH 亦一再提出應考量保留一定程度專業團隊之建議，以利機組起動後能及時獲得必要之技術支援，尤其如 NUMAC 所屬爐心相關系統及 TMR/RCIS 等重要控制系統，均屬廠家專屬設計，若無專業人員及時支援，恐影響起動測試時程。