

出國報告（出國類別：實習）

研習核四廠分散式儀控暨資訊系統(DCIS) 整合測試平台技術

服務機關：台灣電力公司核能發電處

姓名職稱：吳樹欣/儀電工程師

派赴國家：美國

出國期間：95年9月20日至95年10月3日

報告日期：95年11月22日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

研習核四廠分散式儀控暨資訊系統(DCIS)整合測試平台技術

頁數 20 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

吳樹欣/台灣電力公司/核能發電處/儀電工程師/23667098

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：95年9月20日~10月3日 出國地區：美國

報告日期：95年11月22日

分類號/目

關鍵詞：分散式儀控暨資訊系統

內容摘要：(二百至三百字)

核四廠儀控系統主要建置於 Invensys 之分散式儀控暨資訊系統 (DCIS)，DCIS 負責整合全廠之儀控網路並執行廠用電腦功能及主控制室人機界面功能；由於核四廠分散式儀控暨資訊系統(DCIS)經過規劃、設計、建置及設備製造階段，目前已經進入廠家接收測試(Factory Acceptance Test, FAT)的最後階段；基於各系統在整合上牽涉相當多的專業技術，為使核四廠分散式儀控暨資訊系統於現場接受測試 (SAT)、試運轉階段(PRE-OP)及未來商業運轉時之運轉與維護作業皆能順利進行，有必要派員至 Invensys 設計廠家研習相關專業技術能力；在此次研習過程中藉由參與實際 DCIS 設備的 FAT 各項模擬測試，已充分瞭解核四廠 DCIS 相關軟、硬體之系統架構、維護要領、邏輯規劃與故障排除之方法，希能將來參與核四廠 DCIS 試運轉測試時能貢獻所學。

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

目 錄

	頁次
壹、 出國內容與過程	1
一、 目的	1
二、 行程	1
三、 執行過程與內容	1
甲、參與 DCIS FAT 見證工作	1
乙、核四廠分散式儀控暨資訊系統網路架構簡介	4
丙、核四廠分散式儀控暨資訊系統相關盤面簡介	6
丁、核四廠分散式儀控暨資訊系統整合測試平台簡介	16
貳、 出國心得與感想	19
參、 建議事項	20

壹、出國內容與過程

一、目的

核四廠分散式控制暨資訊系統(DCIS)經過規劃、設計、建置及設備製造階段，目前已經進入廠家接收測試(Factory Acceptance Test, FAT)的最後階段，由於各系統在整合上牽涉相當多的專業技術，為使核四廠分散式儀控暨資訊系統於現場測試(SAT)、試運轉階段(PRE-OP)及未來商業運轉時之運轉與維護作業皆能順利進行；有必要派員至 Invensys 設計廠家研習相關專業技術能力，以協助核四廠建立相關數位儀控系統驗證測試及營運維護技術。

二、行程

本次任務出國期間自中華民國 95 年 9 月 20 日至 95 年 10 月 3 日止，共計 14 天，行程內容如下：

起迄日期	停留機構	所在地點	工作內容
95. 9. 20 - 95. 9. 21		台北→洛杉磯→波士頓	往程
95. 9. 22 - 95.9. 30	Invensys(Foxboro)公司	波士頓	研習核四廠 Invensys I/A 分散式儀控暨資訊系統(DCIS)維護技術
95. 10. 1 - 95. 10. 3		波士頓→洛杉磯→台北	返程

三、執行過程與內容

由於核四廠分散式儀控暨資訊系統(DCIS)已經進入 FAT 的最後階段，職藉由本次出國研習時機參與 DCIS FAT 工作，以深入瞭解 DCIS 相關軟硬體設備、網路架構及測試平台運作；研習過程與內容分述如后：

甲、參與 DCIS FAT 見證工作：

背景說明：核四廠一號機非安全相關儀控系統原採用 92 年 4 月的設計輸入完成初步建置，並於 93 年底在 Invensys 測試工廠執行完成工廠驗收測試(FAT)，測試結果發現的偏差項目(Discrepancy)中與設計輸入有關

者，必須修改設計再更新設計輸入方能解決；因此，核四廠一號機儀控系統在 94 年 9 月 27 日再次設計凍結，接著進行設計基準更新，且預定自 94 年 11 月至 95 年 8 月間完成所有更新後的工廠允收測試項目，以配合 95 年 10 月設備交運至工地之時程。

執行方式：Invensys John Dick(DCIS FAT Test Manager)每天上午與 GE 代表、TPC 見證代表三方共同討論前一日工作狀況、遭遇困難、當天工作內容與分派工作等；目前 TPC 見證代表為核四廠呂學國股長及核研所鄭宗杰及紀煜欽，職在旁見習。

測試範圍：DCIS FAT 主要項目為執行 MPL(Master Parts List)測試，其目的為驗證程式的建置符合設計的要求，總共有 114 個系統，8008 張邏輯圖全部驗證，範圍包括 I/O database、DCT(Data Connection Table)及 LD(Logical Diagram)的驗證；測試在 FSIM 平台的 HPS 8.0 Windows XP 環境下執行。

測試流程：由 Invensys 測試工程師將各系統的設計 Implement 後，程式 download 到 FSIM，Test team leader 再將各個 prerequisites 條件集成一份 Travel Log，包括：Baseline DR、修改後之 I/O database、DCT、Graph 及所有之 LD；並由駐 Invensys 代表檢視各 prerequisites 是否完備，若已完成則通知本公司核技處簽署 Approve，Invensys 據此由測試者執行測試。Invensys 測試工程師為確保作業流程品質，測試過程則以黃色螢光筆 Highlight，若有不符合事項則以黑色筆記錄 DR，再將 DR 登錄於 DR Log 管控。基於 Highlight 之邏輯圖為執行 FAT 的重要依據，也是將來核四廠修改邏輯圖的參考文件；本公司參與 FAT 見證人員前已獲 Invensys 同意將 Highlight 的邏輯圖列為 test report 的一部份，未來將一併提送台電，並另附彩色掃描的電子檔。

測試結果：

- (1) 9/22 Invensys 測試工程師完成修改 Special Display，在運轉員操作環境下應能選取預先輸入的升載或功率-流量圖面選單資料觀看的功能，經其展示功能後確認修改完成。
- (2) 9/22 Invensys 測試工程師執行 TPMD End to End Test，本項測試由 RMU TA 上模擬 RTD 的信號，觀察並確認下游相對應之 Compound:Block.Parameter 輸入及計算輸出結果，經查證 TPMD For Group Point Display 狀態及數值顯示均正常。
- (3) 9/22 Invensys 測試工程師執行 SOE Hard IO End to End Test，本項測試逐一由 RMU TA jump 模擬接點轉態的信號，觀察並確認 SOE 畫面逐

一顯示正確之 IO 點動作情形；本項測試目的在確認 SOE Configuration File 與 GE IO Database 一致性；惟於測試過程中發現當 FCM A 在 Backup 狀態，FCM B 在 Master 狀態時，SOE Server 無法接收到資料；只有 FCM A 在 Master 狀態，FCM B 在 Backup 狀態時，SOE Server 才能接收到資料；Invensys 測試工程師表示應為 IA 8.2 升級所產生的 TRA/SOE 軟體不匹配之問題，Invensys 發展部門正設法努力解決中。

(4) 9/25 Invensys 測試工程師執行 SOE IO from MVD 測試，由於目前只有 ESF MVD 與 IA HPS 系統相連，所以 GE MVD 信號模擬器送出的信號只能查證 ESF 的點可以顯示在 SOE 畫面。

(5) 9/27 Invensys 測試工程師執行 SOE Time Stamp 可以達到 1ms 的功能，測試方法由信號產生器每隔 1ms 送出脈波，並輸入到 Invensys FBM 不同的點上，同時觀察 SOE 的畫面能夠顯示出相對應之

Compound:Block.Parameter 是以 1ms 信號間隔出現，證明 IA Time Stamp 可以達到 1ms 的解析度；測試結果符合要求(詳如后)。

Point ID	Timestamp	Description	Value
TEMP1:CIN5_071113.CIN	9/27/2006 11:03:57.763 AM		ON
TEMP1:CIN6_071113.CIN	9/27/2006 11:03:57.764 AM		ON
E1N22ABV:5043APM.CIN	9/27/2006 11:03:57.765 AM		ON
E1N22ABV:5050APM.CIN	9/27/2006 11:03:57.766 AM		ON
TEMP1:CIN5_071113.CIN	9/27/2006 11:03:59.629 AM		OFF
TEMP1:CIN6_071113.CIN	9/27/2006 11:03:59.630 AM		OFF
E1N22ABV:5043APM.CIN	9/27/2006 11:03:59.631 AM		OFF
E1N22ABV:5050APM.CIN	9/27/2006 11:03:59.632 AM		OFF
TEMP1:CIN5_071113.CIN	9/27/2006 11:04:05.903 AM		ON
TEMP1:CIN6_071113.CIN	9/27/2006 11:04:06.911 AM		ON
E1N22ABV:5043APM.CIN	9/27/2006 11:04:07.918 AM		ON
E1N22ABV:5050APM.CIN	9/27/2006 11:04:08.926 AM		ON
TEMP1:CIN5_071113.CIN	9/27/2006 11:04:11.948 AM		OFF
TEMP1:CIN6_071113.CIN	9/27/2006 11:04:12.955 AM		OFF
E1N22ABV:5043APM.CIN	9/27/2006 11:04:13.963 AM		OFF
E1N22ABV:5050APM.CIN	9/27/2006 11:04:14.970 AM		OFF

執行進度：

- (1) 截至 9/28 為止，目前累計已進行完成 81 個系統(共有 112 個 MPL 系統)，所有 MPL LD Test 皆已經完成(共 8008 張)，其餘 31 個 MPL 系統已在等待最後相關測試文件的確認以及相關 code 2 DR(Discrepancy Report)的解決。
- (2) 截至 9/28 之 DR 總數為 2153 件(其中 1016 件為 Code 5)，累計 1466 件 DR 結案(其中 369 件為 Code 5)，未結案之 DR 共 687 件(40 件 Code 2，647 件 Code 5)。
- (3) 核四廠 #1、#2 機 DCIS 設備預定於 95 年 12 月中旬 SHIPMENT TO TPC。

乙、核四廠分散式儀控暨資訊系統網路架構簡介：

前言：核四廠重要的儀控設備廠家計有 GE NUMAC 的 NMS 及 RTIF 系統、DRS 的 ESF 系統、MHI 的汽機控制系統、Hitachi 公司的 RC&IS (Rod Control & Information System) 系統、GEIS 的三重控制系統、Invensys 的 BOP 控制系統(詳圖 1); 其中 Invensys 之分散式儀控暨資訊系統(DCIS)負責整合全廠之儀控網路並執行廠用電腦功能及主控制室人機界面功能。

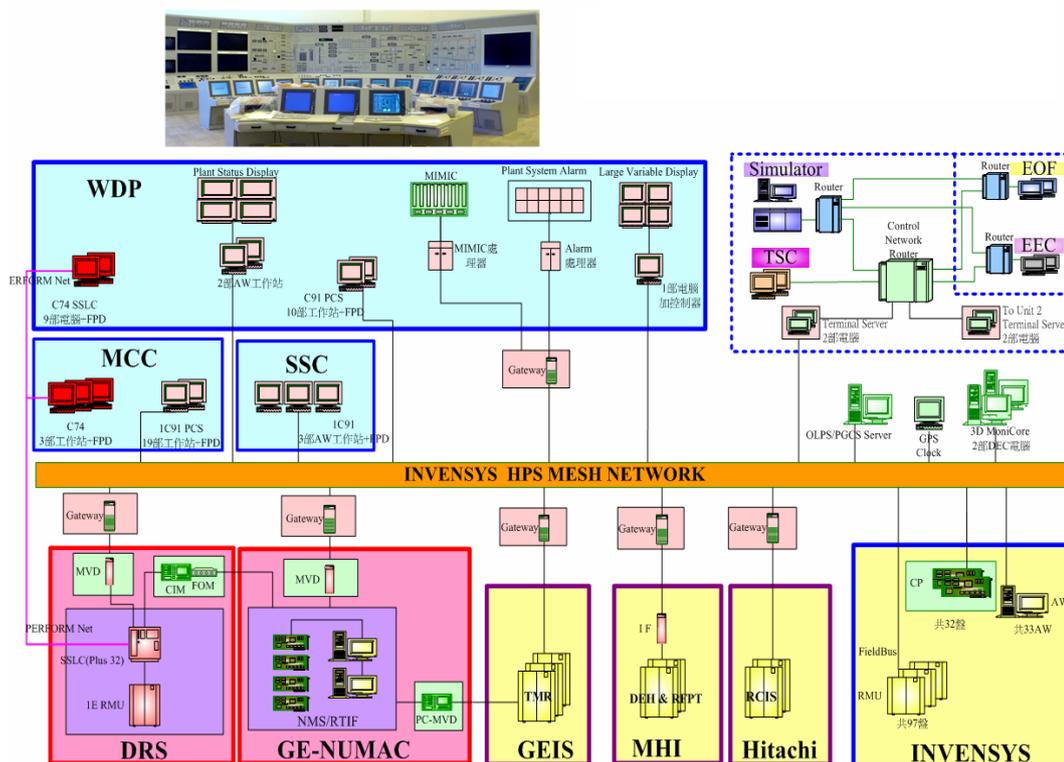


圖 1 核四廠 DCIS 網路架構簡圖

網路架構：核四儀控系統主要建置於 Invensys 之分散式控制和資訊系統(DCIS)上，用來整合全廠之儀控網路(如中子偵測系統、工程安全特殊系統、汽輪發電機數位液壓控制系統…)，並執行廠用電腦功能，並將資訊傳至遠方(如 TSC、EOF、EEC 及模擬器)；核四廠 Invensys 之 DCIS 依網路特性共可分為三種網路架構，分別為控制系統網路，Enterprise 網路及 Time Strobe 網路，各個網路架構分述如下：

1、控制系統網路

(1) 組成：

由應用處理器 (AP)、工作站處理器 (WP)、應用工作站 (AW)、控制處理器 (ZCP270)、FCM (Field Communication Module)、FBM (Field Bus Module)、TA (Terminal Assembly)、Gateway 以及網路交換器 E7 Switch 所組

成的控制系統網路。

(2) 控制系統網路架構：

DCIS 控制系統由 Invensys HPS 網路架構、處理器模組和現場模組所組成；DCIS 控制系統建立於節點(Node)的觀念，各節點獨立執行其自動控制功能，並可藉乙太網路連接其他節點或透過閘道器 (Gateway) 與非 Invensys 之儀控系統相連；另 Invensys 控制系統提供了很多的節點 (Node)，經由這些節點，再藉著搭配各種功能的硬體與軟體組合，即可達成提供各式各樣的程序控制及資訊管理的功能需求。

2、Enterprise 網路

作為 PCS(Plant Computer System)系統的 LVD、OLPS/PGCS 和 3D MoniCore 等次系統的網路連線，主要目的係將運轉人員所需畫面顯示在 LVD 上，以區隔 DCIS I/A 控制網路。

3、Time Strobe 網路

圖(2)為 Invensys DCIS Time Strobe 網路架構，利用 GPS (Global Positioning Satellite) 的時間信號，提供 Invensys 控制網路上 CP 及 FCM 時序的同步對時，精確度可達 0.5 ms，此網路是以串聯的方式 (Daisy Chain) 將一號機/二號機/共同機組的 CP、RMU、GW 盤面串聯成一個獨立的網路。但對於不需要時間精確度要求的設備，例如工作站等，則採用網路 NTP 通訊協定方式對時，精確度只達 50 ms。另 ESF MVD，NMS MVD Network 則使用 IRIG B 格式定時，作為此部分 IO 點的時間戳，以提供 PCS TRA/SOE 的需求；另外 3D Monicore Stations、WDP Clock/Date Display 也使用 IRIG B 時間格式。

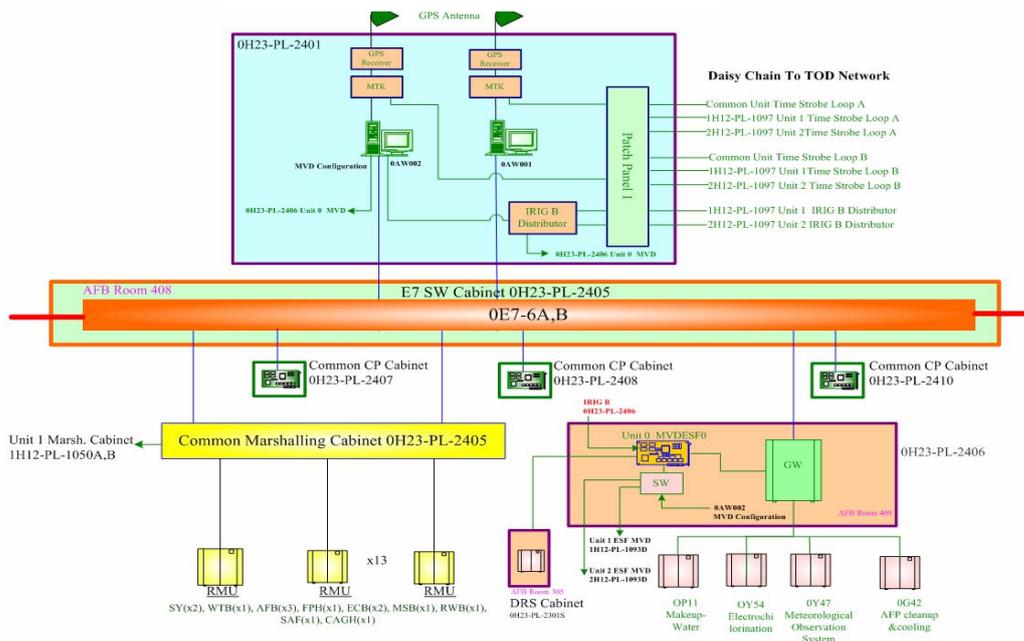


圖 2 核四廠 Invensys DCIS Time Strobe 網路架構圖

丙、核四廠分散式儀控暨資訊系統相關盤面簡介：

核四廠 DCIS 控制系統各種硬體盤面，可分為網路交換器盤(Network SW Cabinet)、遠端多工模組盤 (Remote Multiplexing Unit, RMU Cabinet)、控制模組盤(Control Processor, CP Cabinet)、閘道盤(Gateway, GW Cabinet)、錯線盤(Marshalling Cabinet)、工作站盤(Workstation Cabinet)等 6 種類別盤面，茲分述如下：

1、網路交換器盤 (Network SW Cabinet)：

- Network SW 採用 ENTERASYS MATRIX E7 產品。
- 核四廠的骨幹網路設計採用網狀網路(Mesh)結構，由 E7 Network SW 所構成，分成 A/B Network 作為 Redundant，Unit 1 以及 Unit 2 A/B Network 各有 5 個 SW，每一個 SW 安置在一個 SW Cabinet；Unit 0 A/B Network 則各有 1 個 SW 且共用一個 Cabinet(以 MARSH-N/S 標示)，因此，核四廠共有 22 個 Backbone SW 安裝在 21 個 Network SW Cabinets 內。
- DCIS HPS(High Performance System)骨幹網路以光纖 1Gbps Switch 架構為主，該光纖網路為 1Gbps 雙重主幹的光纖網狀網路(A 和 B 網路)。
- Unit 0 網路可以分別和 Unit 1 網路及 Unit 2 網路連接，但是 Unit 1 網路及 Unit 2 網路則互不相連。
- 主幹網路為 1Gbps，一般 Port 的傳輸速率 100 Mbps；A 網路與 B 網路亦有互連(Interconnection)，因此任二個 Switch 間至少有二個通訊通道，當任一通訊通道故障或 Switch 故障，DCIS HPS 網路仍能正常的工作。
- 6 個 A Cabinet 及 6 個 B Cabinet 各自環狀連結而形成 A、B Network Loop 外，亦有之間的 Crossover 連結(詳圖 3)，root 的作用是處理負載平衡(Load Balance)以決定資料流通路徑(data flow path)；因此無論一個路徑或設備故障皆不會影響 data 的讀取；故 Invensys DCIS 網路設計在單一故障時仍可確保整個電廠的正常運作。
- 每個 Network SW Cabinet 內部含 3 個 Patch Panel，1 個 E7 Rack；E7 Rack，包含 SW Card 及 SW Power，每個 E7 Rack 最多可安裝 7 片 SW Cards；前 6 個 Blade 為 Fast Ethernet Card (100Mbps)，每片 Card 有 48 ports，第 7 個 Blade 為 Uplink Card (1Gbps)，每片 Card 有 6 ports(詳圖 4)。
- Invensys 處理器模組(如 AP、WP、AW、CP)及通訊模組(FCM、Gateway)接至 E7-Switch 一般的 Port；現場的設備則經由 FBM 透過 FCM 接至 E7-Switch 一般的 Port。

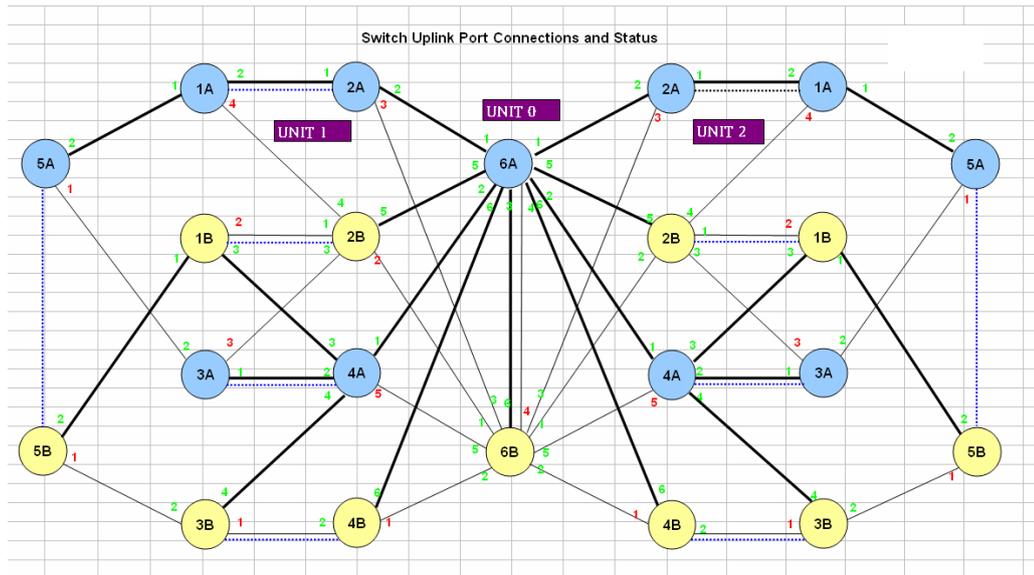


圖 3 各Network SW盤面連接配置示意圖

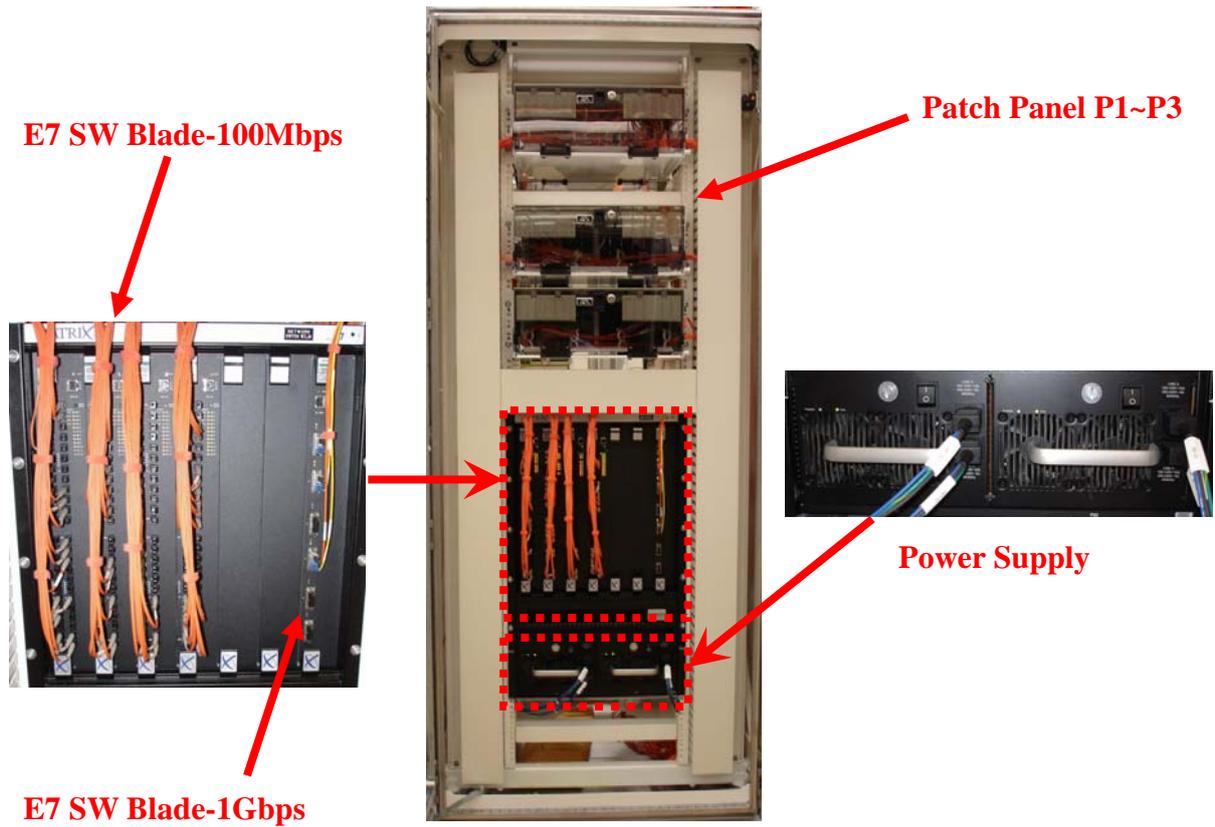


圖 4 Network SW盤面內部組件配置示意圖

2、控制模組盤 (Control Processor, CP Cabinet)：

CP Cabinet 內部主要組件包括 2 個 CP Mounting Racks、Control Bus Splitter/Combiner、Field Bus Splitter/Combiner、Time Strobe Converter、Patch Panel(詳圖 5)，每個 CP Mounting Racks 含有 Redundancy Power 及可插入 4 組 Redundancy CP；因此，1 個 CP Cabinet 最多可有 8 組 Redundancy CP，每個 CP 有 Mesh Control Network 及 Module Fieldbus，CP 之間的通訊及 CP 與 Workstation 的溝通是透過 Mesh Control Network，而 Module Fieldbus 是 CP 與 FCM 通訊橋樑，Mesh Control Network 及 Module Fieldbus 各自透過 Mesh Control Network Splitter/Combiner 及 Module Fieldbus Splitter/Combiner 連上 Network SW(詳圖 6)，Time Strobe Converter 是作 Time Stamp 之用，在 CP 及 FBM 均有 Time Stamp。

核四廠DCIS CP模組採用ZCP270，而ZCP270是 Invensys I/A控制新一代的產品，採用Fault Tolerant pair module，Primary CP和Secondary CP同步接受訊號，而輸出訊號需經兩個CP比對一致後才會送出，以確保資料的正確性；另每個CP都有自我診斷功能，當自我診斷發生故障時，將會出示警報且不會送出資料，只允許由正常的CP送出訊號；茲將ZCP270組件功能/特性說明如下：

- 最多與32個FCM100Ets連線。
- 最多與120個200 Series FBM連線。
- 最多與120個Field Device Systems Integrator (FDSI) modules (FBM230/231/232/233)連線。
- 以100 Mbps Ethernet fiber連接至Mesh control network，100 Mbps Ethernet fiber 連接至Mesh fieldbus。
- 可選擇global positioning system (GPS)做為外接global time synchronization
- Sequence of Events (SOE)在FBM具有time stamped至1 ms的精確度。
- Letterbug Configurator以紅外線傳輸。
- 資料的輸入由網路switch分別送給兩個Redundant CP處理，資料的輸出則經兩個比對一致後才由primary送出。
- Invensys的系統定義軟體會把primary和secondary fault-tolerant CP共用一個 MAC Address，以利訊號同步送到兩個CP。
- third party的PLC亦可透過FDSI(Field Device System Integrator) 和ZCP270連接而不需更改控制軟體。
- ZCP270提供兩種時間同步訊號，一種是從GPS的外接Universal Coordinate Time(UCT)訊號，time interval可以在1ms。另一種是使用專有軟體的internal source訊號，time interval 50ms到1s；核四廠使用從GPS的外接UCT訊號。
- 各種的time stamp在FBM戳記，SOE data是discrete points，準確度是1ms，TDR/TDA data是analog points，準確度是10ms。

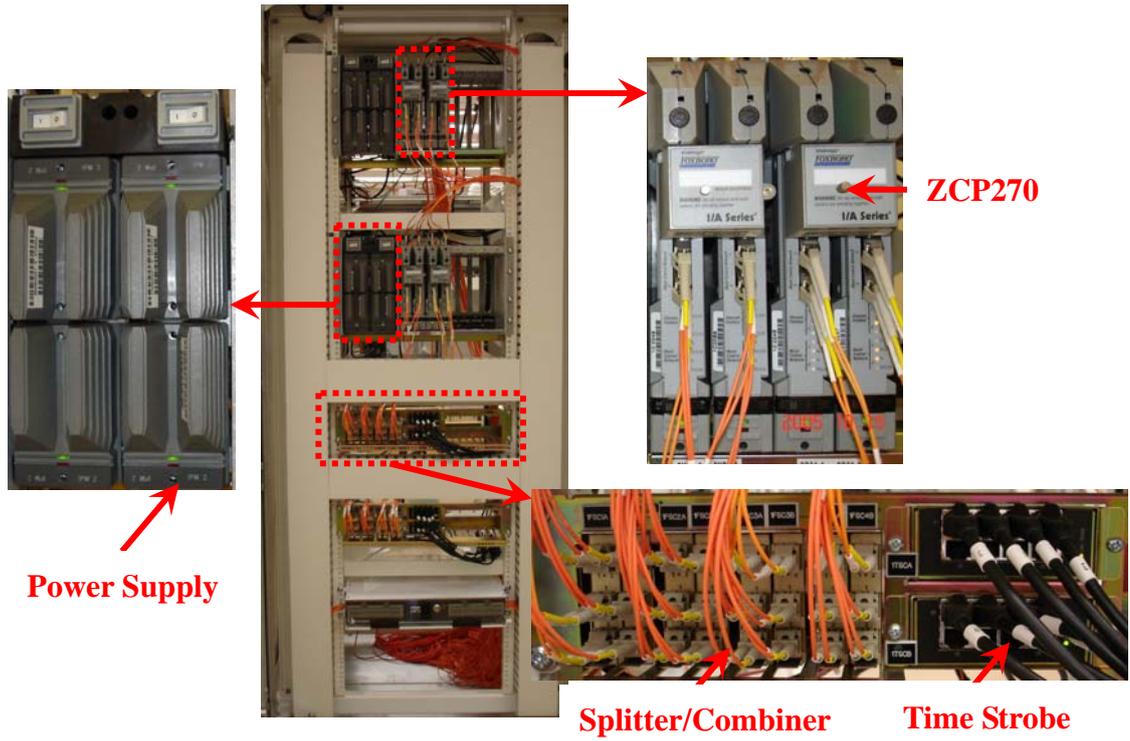


圖 5 CP 盤面內部組件配置示意圖

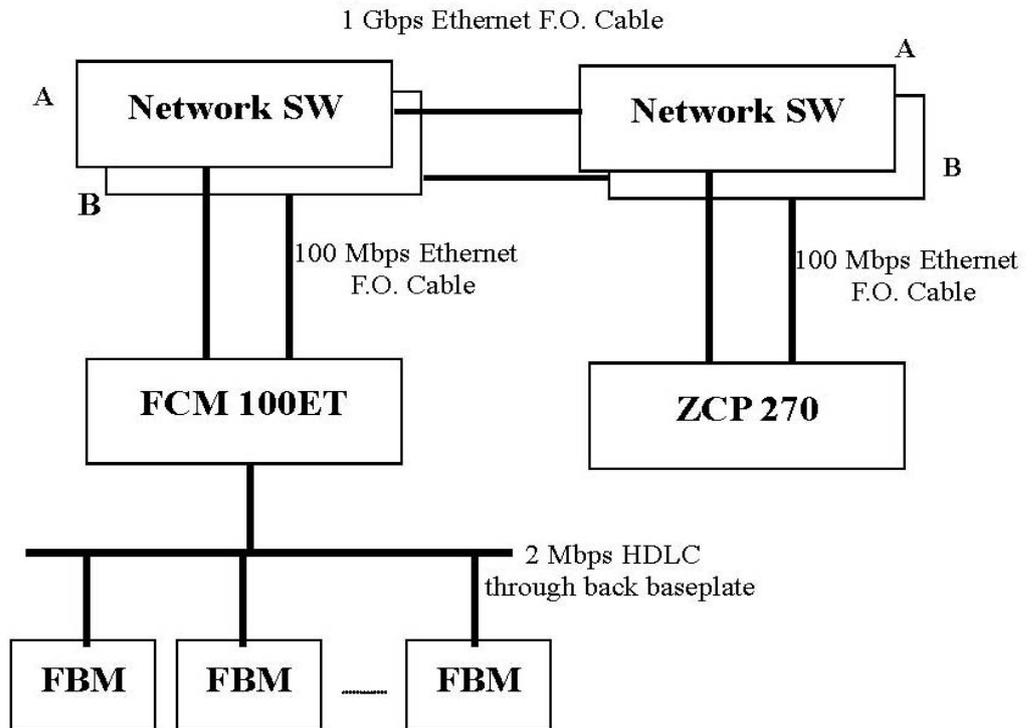


圖 6 ZCP 270 網路架構

3、閘道盤(Gateway, GW Cabinet)：

Gateway 的主要功能係將其他系統的 data format 轉換成 HPS data format；核四廠使用的 Gateway 模組有 FBM 230、231、232、233，其中 FBM 230 及 231 為 Serial communication，FBM 232 及 233 為 Ethernet。FBM 231 及 233 為 redundant 模組，另兩種 FBM 則無，此與 I/O 模組(RMU 盤內部模組)不同，因其透過 Data-Link 方式與 Third-Party 設備通訊，而 I/O 模組是硬接線，與傳送器、熱電藕、RTD 等感測器相連，Gateway 亦是透過 FCM 與 CP 通訊，此點與 I/O 模組相同，Gateway 盤面內部組件詳圖 7。

核四廠共使用四種等級的 Gateway：(1)workstation based (2)standard embedded product (3)custom embedded product (4)custom embedded product with workstation based components；其中 workstation based Gateway 使用 software library

“FOXAPI”，直接在應用工作站(AW)上經由適當軟體做 data format translate；而 standard embedded product 為 Invensys 自行發展，有 FBM230、FBM231、FBM232、FBM233 等通訊模組。

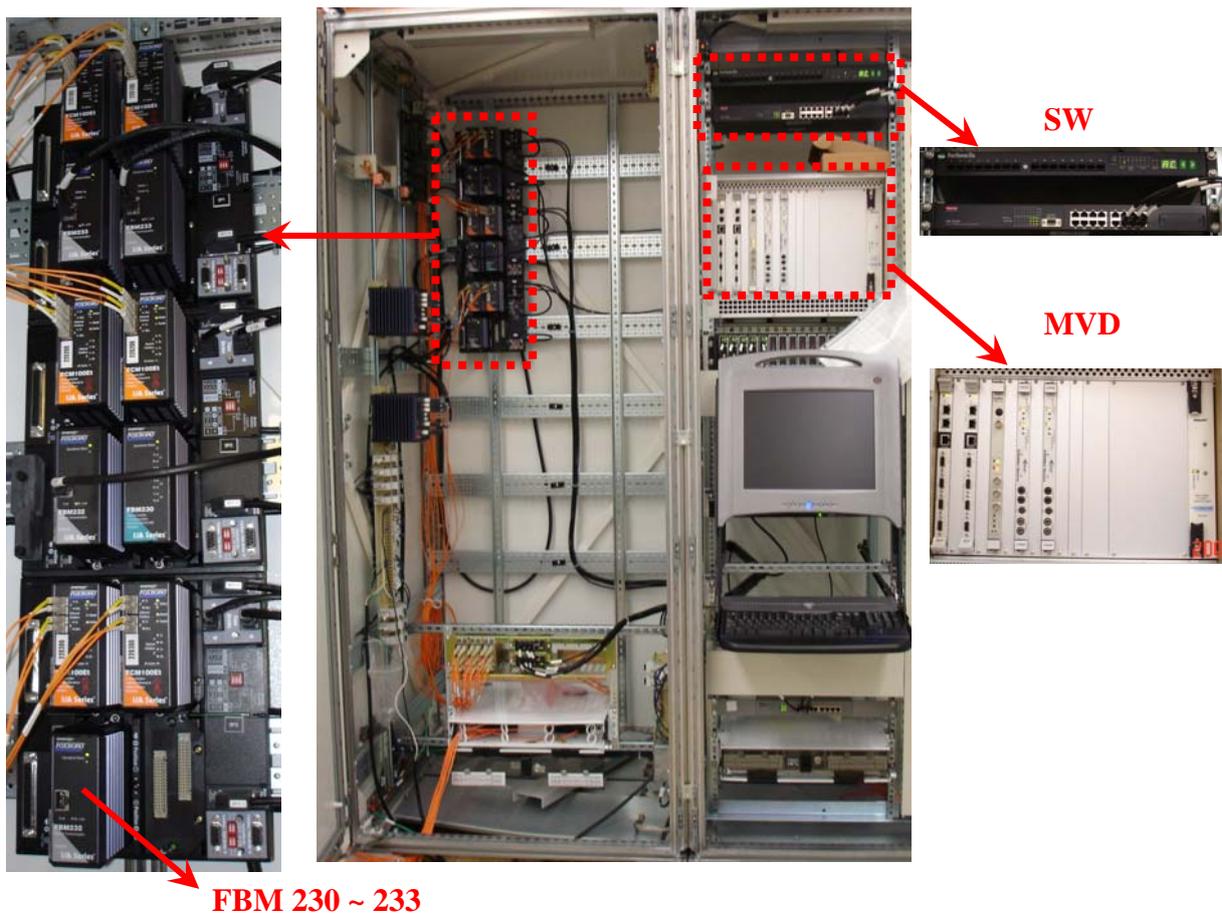


圖 7 GW 盤面內部組件配置示意圖

4、錯線盤 (Marshalling Cabinet)：

Marshalling 盤是 RMU 盤內 FCM 模組接到 Network SW 盤面之中途錯線盤，目的是將來自不同廠房之接線經過 Marshalling 盤後很整齊接到各自的 Network SW 盤。

圖 8 為已組裝光纖之 Marshalling 盤，從 RMU 接線至左邊 Patch Panel，再接到右邊 Patch Panel，最後由右邊 Patch Panel 接到 Network SW 盤之 Patch Panel。

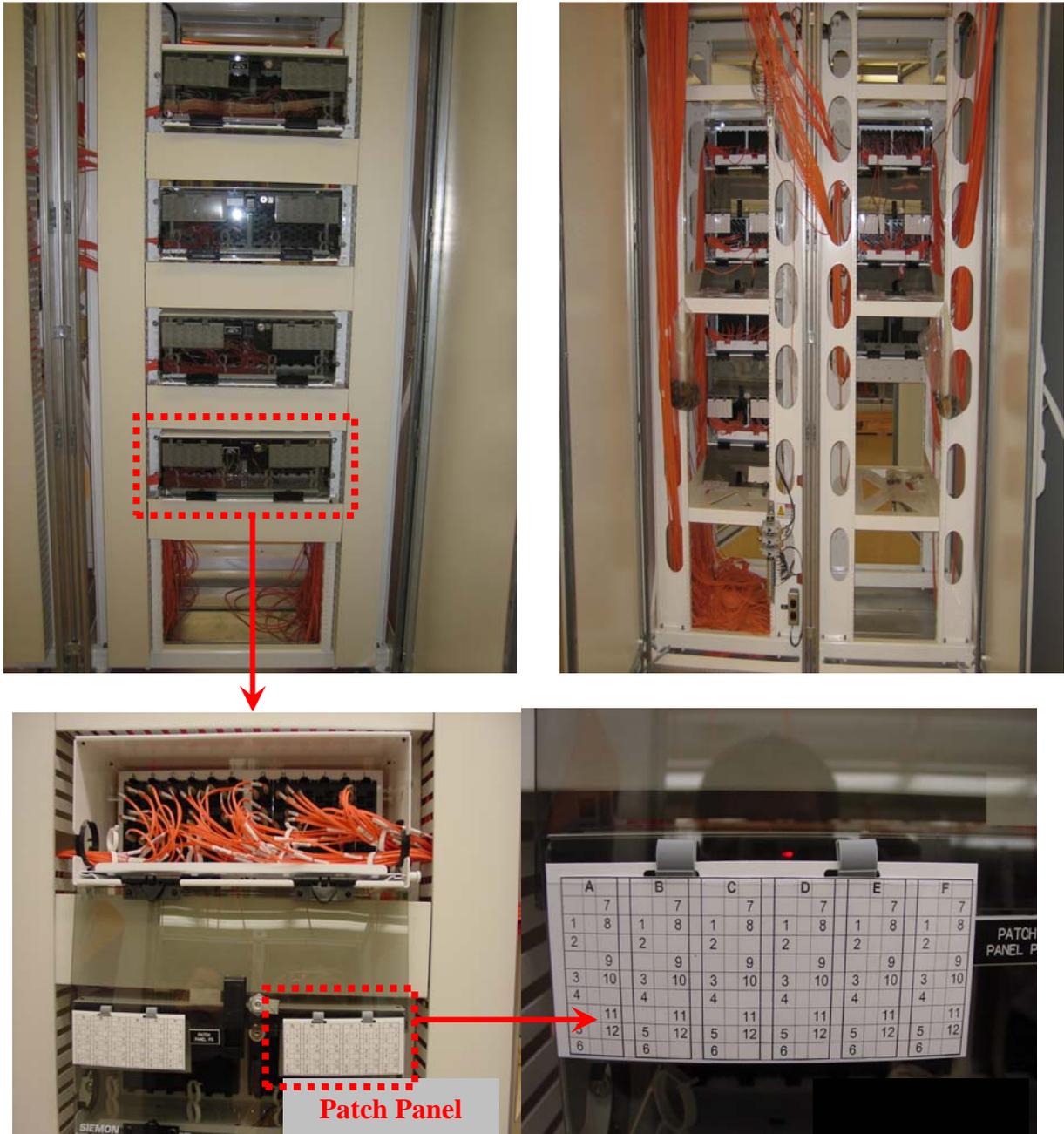


圖8 Marshalling Cabinet 前視與後視實體圖

5、遠端多工模組盤 (Remote Multiplexing Unit, RMU Cabinet)：

RMU Cabinet 內部組件如圖 9，主要包括 Baseplate、FCM 100ET 模組、FBM 模組、Power Supply(PS)、Time Strobe Converter (TSC)、Fiber Splitter/Combiner (FSC)、Terminal Assembly (TA)、Patch Panel、接地棒及相關 Cable 與 Connector。

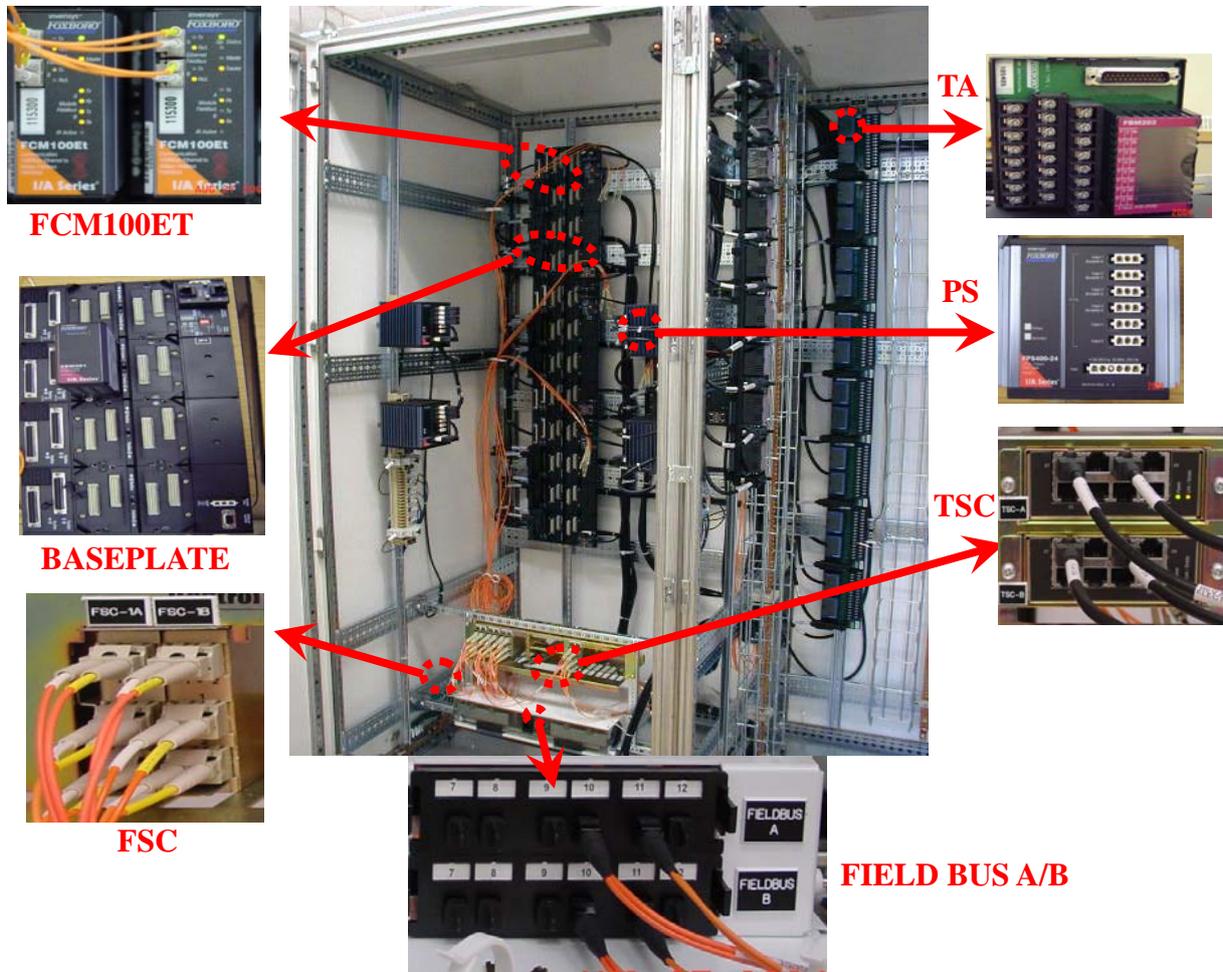


圖9 RMU 實體盤面

茲針對 Baseplate 各組件連接位置及方式(圖 10,圖 11)說明如下：

- 每個 RMU Cabinet 最多可安裝 6 塊 Baseplate，每塊 Baseplate 上共有 8 個位置可以安裝 FBM，Baseplate 與 Baseplate 可以相互串連，最多可以允許 4 塊 Baseplate 相互串連，形成一個 Field Bus，Field Bus 最後一塊 Baseplate 需接上 Terminator。
- 相連之 Baseplate ID SW 必須手動設定至正確位置，第一塊 Baseplate ID SW 設為“0”，第二塊 Baseplate ID SW 需設為“1”，第三塊 Baseplate ID SW 需設為“2”，第四塊 Baseplate ID SW 需設為“3”。
- Field Bus 上的資料須靠著第一塊 Baseplate 上的 2 個 FCM 100ET 傳輸，FCM 必須以紅外線規劃器事先設定 LetterBug，以宣告此 Field Bus 的網路

位址。

- Field Bus 時間戳靠著第一塊 Baseplate 的 A/B Bus Time Strobe Connector，接到 Time Strobe Converter，Time Strobe Converter 接到 Patch Panel 後端，再從 Patch Panel 前端接線至 Master Time Keeper(MTK)網路。
- 每個 FCM 100ET 有二條 Fiber Cable(Data Link Bus)接到 Fiber Splitter/Combiner 之 Splitter，經 Combiner 接到 Patch Panel 後端，再從 Patch Panel 前端接線至 Marshaling Cabinet(MC)左邊 Patch Panel，再錯接至右邊 Patch Panel，由此接至 Network SW Cabinet Patch Panel，再接到 Switch Board。

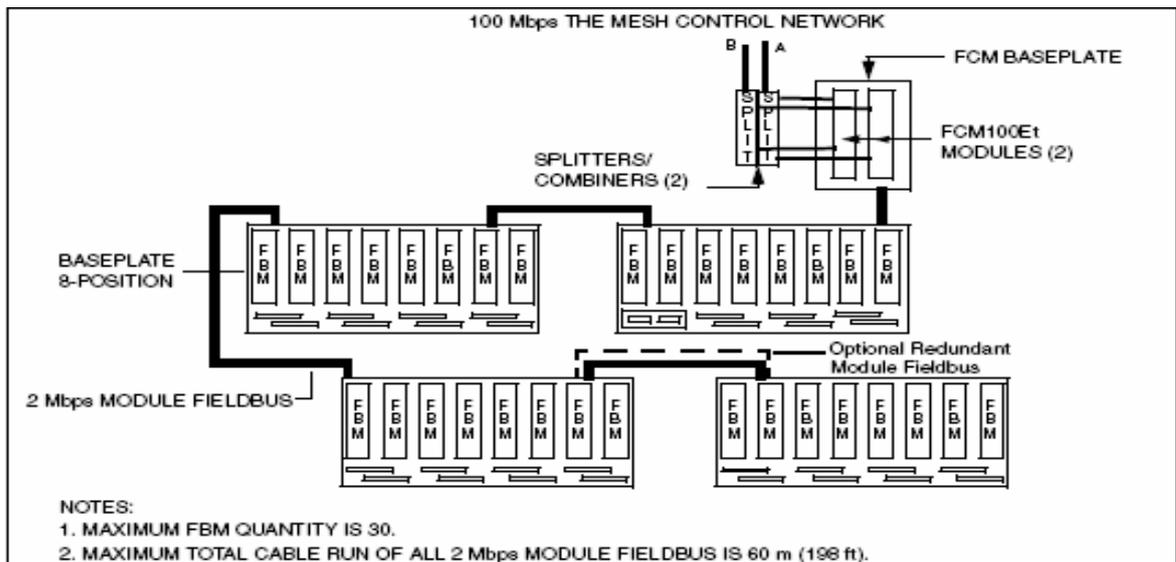


圖 10 多個 Baseplate 延續連接示意圖

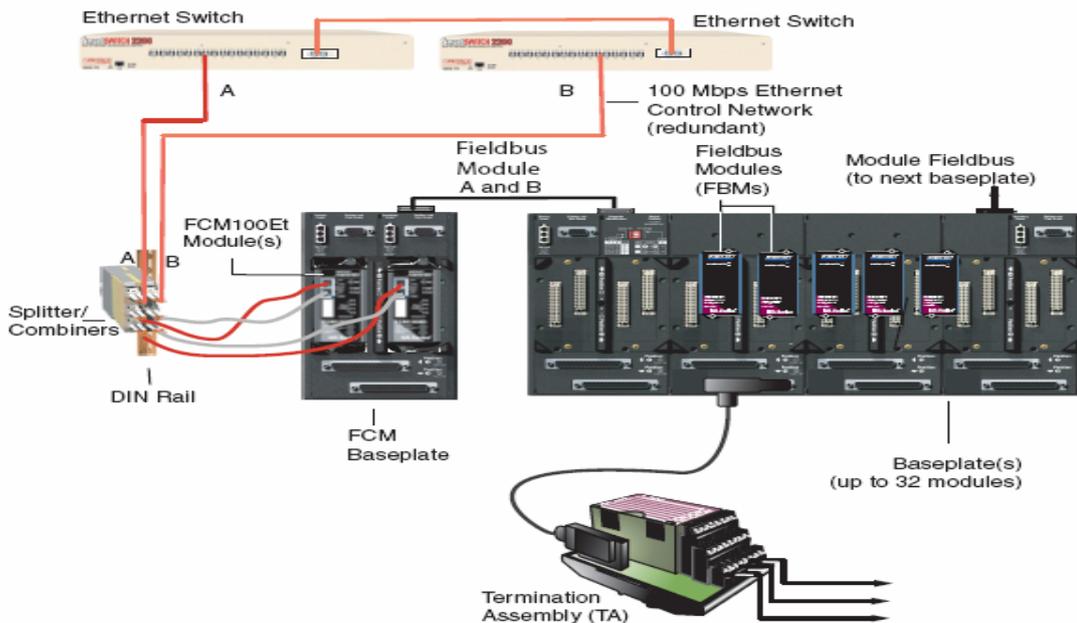


圖 11 FCM、FBM、TA 組件與網路 SW 連接示意圖

6、工作站盤(Workstation Cabinet)

工作站盤主要包括工作站處理器 (WP)、應用工作站(AW)等，其中 WP 的主要功能係作為人機介面，提供使用者操作的介面裝置，這些介面裝置包括：工作站螢幕、文數(字)鍵盤、警報鍵盤及滑鼠等；藉由使用者操作介面可監控整個系統實際的運作情形，包括：程控輸出入變數值、警報訊息及歷史運轉資料等，另亦提供強大的儲存功能來儲存系統圖檔和資料檔案。至於 AW 係由應用處理器(AP)及工作站處理器(WP)所組成；因此，它可執行 AP 功能內的歷史資料蒐集及控制資料庫下載，工作站盤內部組件配置如圖 12。

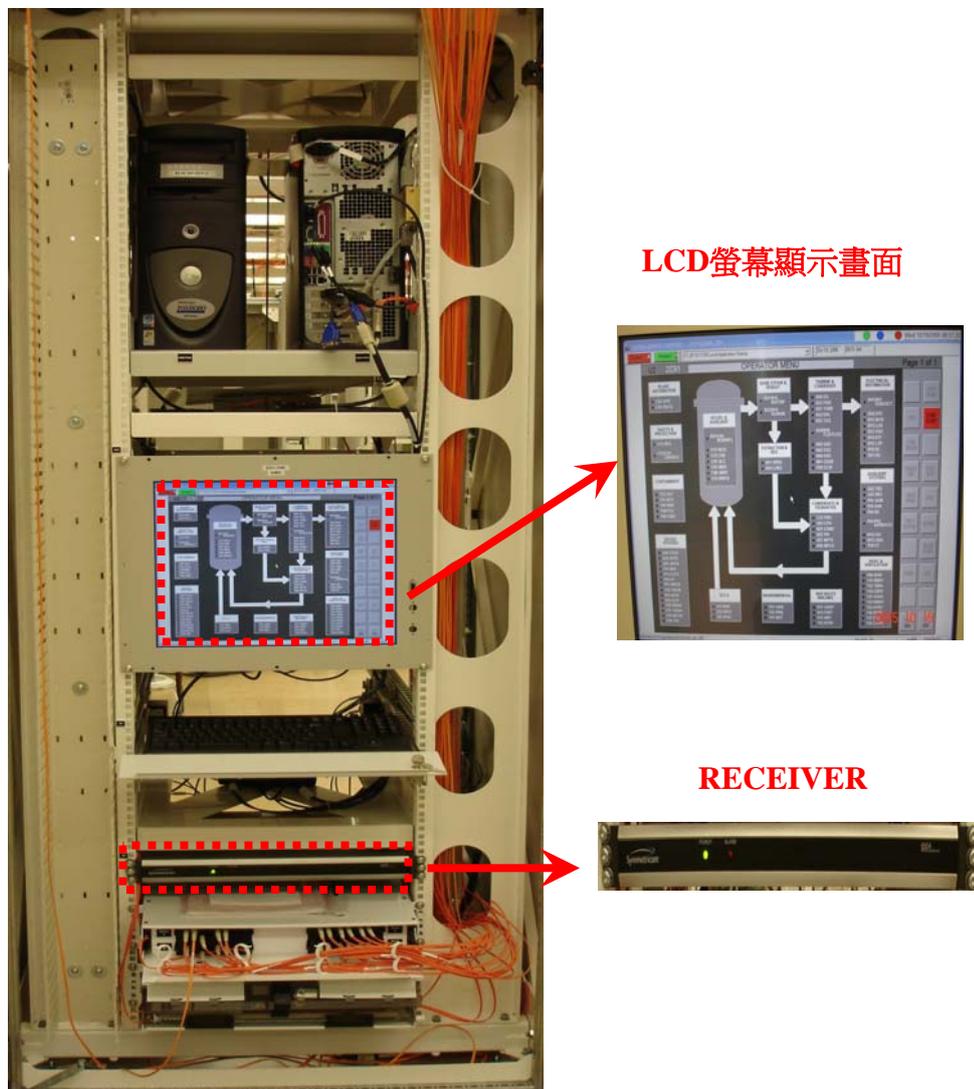


圖 12 Workstation 盤面內部組件配置示意圖

7、GPS 時間同步系統的設計與組成元件

DCIS 控制系統的時間同步(Time Synchronization or Time Stamp)來源有二種方式，一是內部專用的軟體，另一是由外界的 GPS(Global Positioning System)天線接收器接受衛星 Universal Coordinated Time (UTC)時間。GPS 運用在核四廠主要是時間同步(Time Synchronization or Time Stamp)，由 GPS 天線接收器接受衛星時間，送至 Fiber Optic Transmitter，Fiber Optic Receiver 接收 Fiber Optic Transmitter 傳來的時間信號再送到 Master Time Keeper(MTK) modem，MTK 可產生二種信號，一是電子脈衝信號(Time Strobe)，作為時間同步之用，另一是時間信號，前者接至 DCIS Control Network (CP 及 RMU)，後者提供給 DCIS 工作站或非 Invensys I/A 使用(IRIG-B Distribution，例如：ESF MVD、NMSR/TIF MVD、WDP Clock/Date Display、3D Monicore Stations)。

核四廠共有二套 GPS 系統提供給 DCIS 控制系統使用，採用 COTS 的產品，建構於輔助燃料廠房，共有 redundant 的 A、B 兩串，其時間訊號主要以兩種方式傳送給#1、#2 及#0；一為用 Network Time Protocol(NTP)的方式，經 DCIS 網路傳送校時封包給網路上的電腦設備去同步對時，其解析度為 50ms；另一方式為透過 MTK Modem(master Timekeeper Modem)以光纖 Daisy chain 的方式傳送給各 ZCP270、FBM(包括 Gateway)。其 resolution 為 0.5ms。相關的架構詳圖 13。

GPS Configuration

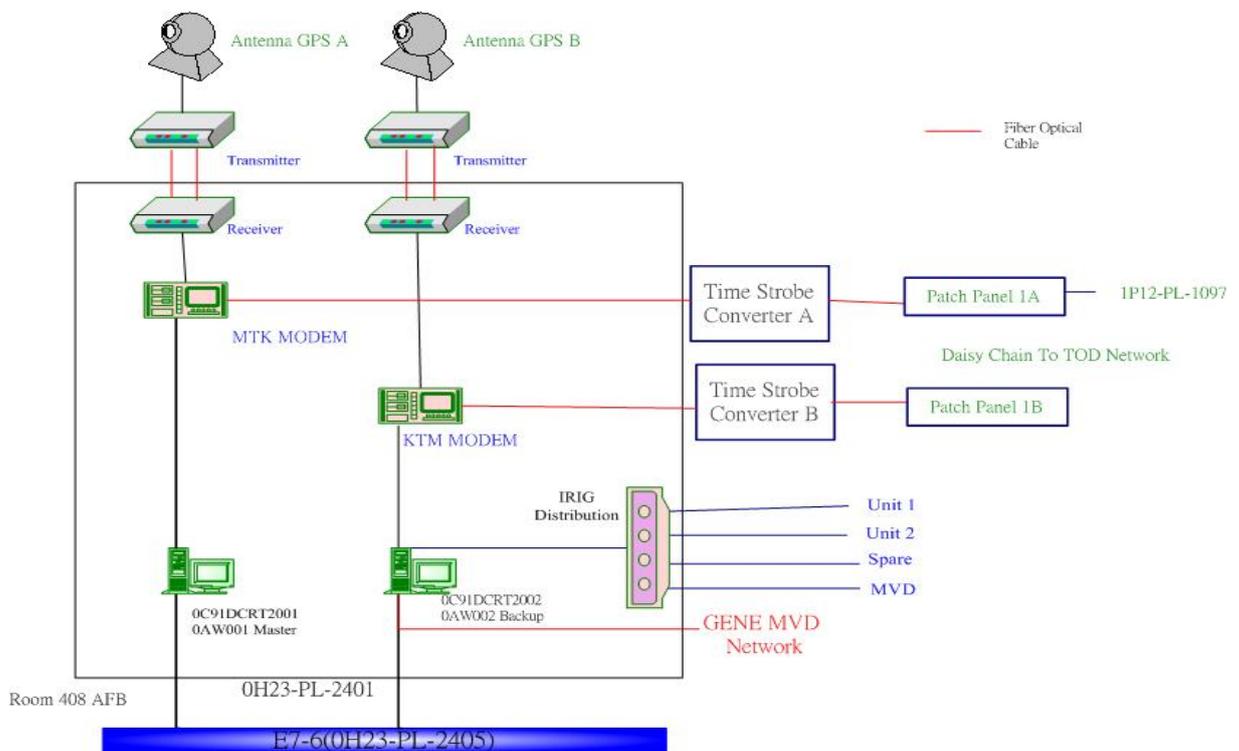


圖 13 GPS 架構圖

丁、核四廠分散式儀控暨資訊系統整合測試平台簡介：

核四廠 DCIS Baseline Update FAT 測試作業係以 FSIM v 8.0 執行 MPL 應用軟體測試，利用 14 台 FSIM 工作站之硬體與軟體，將所有 MPL FSIM Models 和一號機 MPL 測試時的資料檔轉換到 FSIM 平台，以執行 MPL 測試的工作。Unit 1 Baseline Update MPL 測試係執行 100% 的見證測試，所有的邏輯均會再驗證一次，並且驗證 93 年 MPL 測試時發現與設計輸入有關的偏差項目是否均可結案；目前 MPL 測試情況良好。

FSIM Test Bed 共有 10 部工作站的 CP (編號為 3CP001~3CP010) 及 4 部工作站的 CP Host (編號為 3AW001~3AW004)，每部工作站的 CP 可容納 12 個 CP 的 database，自 DCIS 上 128 個 CP 的 database 需要加以調整配置，才能放入 FSIM Test Bed 各別工作站的 CP 中。

FSIM Test Bed 系統只要任一環節有不一致的情況(包括 DR 解決後的建置，新建 Crosse Reference Table 等)，需要重新啟動系統才能恢復正常運作；當啟動 FSIM Test Bed 時，因有大量修改的軟體需要更新到 Test Bed，並啟動各別 Workstation 的 Loading，故須花了半日才得以進行各系統測試工作。

FSIM 測試環境相關設備模式的建立，需要參考 DCT 配置相對應的操作畫面及按鈕文字顯示，再加上邏輯圖上所需要的相關硬體連接點，組合成 FSIM 上的設備組態；接著建立 FSIM 對照表(Crosse Reference Table)定義設備組態與 DCIS 軟體的 CBP 名稱，此部份需要 DCT Database 及 CBP Database 整合檢視；最後將前二項載入 FSIM 工作環境中，檢視是否有警告或錯誤(含有未定義名稱等)發生，當無警告或錯誤發生時才算是完成。

FSIM Plus 工作站係模擬 CP 及 Hardware I/O，MPL database(Compound、Block、ECB 等)下載至 FSIM Plus 工作站，運轉員操作畫面安裝在 WP70，測試時如與溫度、壓力、流量等流程相關硬體點，在 FSIM Plus 工作站操作畫面輸入測試點之數值，在運轉員操作畫面觀察是否顯示正確，若正確即在對應的 Logical Diagram 上 Highlight，代表已測試正確。另如欲測試流程組件 Trip 邏輯功能，可從 FSIM Plus 工作站模擬該組件故障(Malfunction)；欲測試 ALARM 功能，從 F(x)Table 查出設定值，在 FSIM Plus 工作站操作畫面輸入大於/小於此數值，在運轉員操作畫面觀察是否顯示 Alarm 顏色，並進入 Current Alarm Display 觀察是否產生 Alarm，來驗證測試的正確性。

圖 14 ~ 17 為 Invensys 測試工程師利用 FSIM 測試平台執行 T54(AUX FUEL BLDG HVAC)的實際操作環境螢幕畫面。

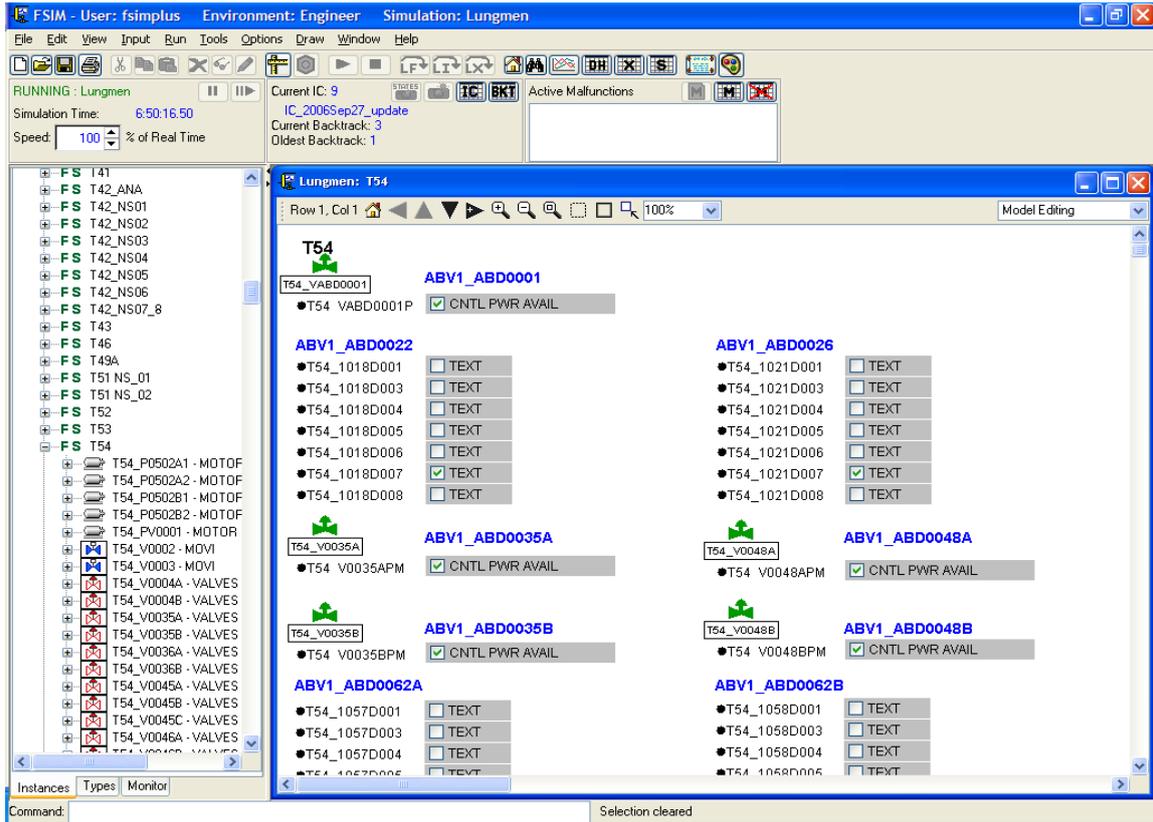


圖 14 FSIM T54 測試環境螢幕畫面

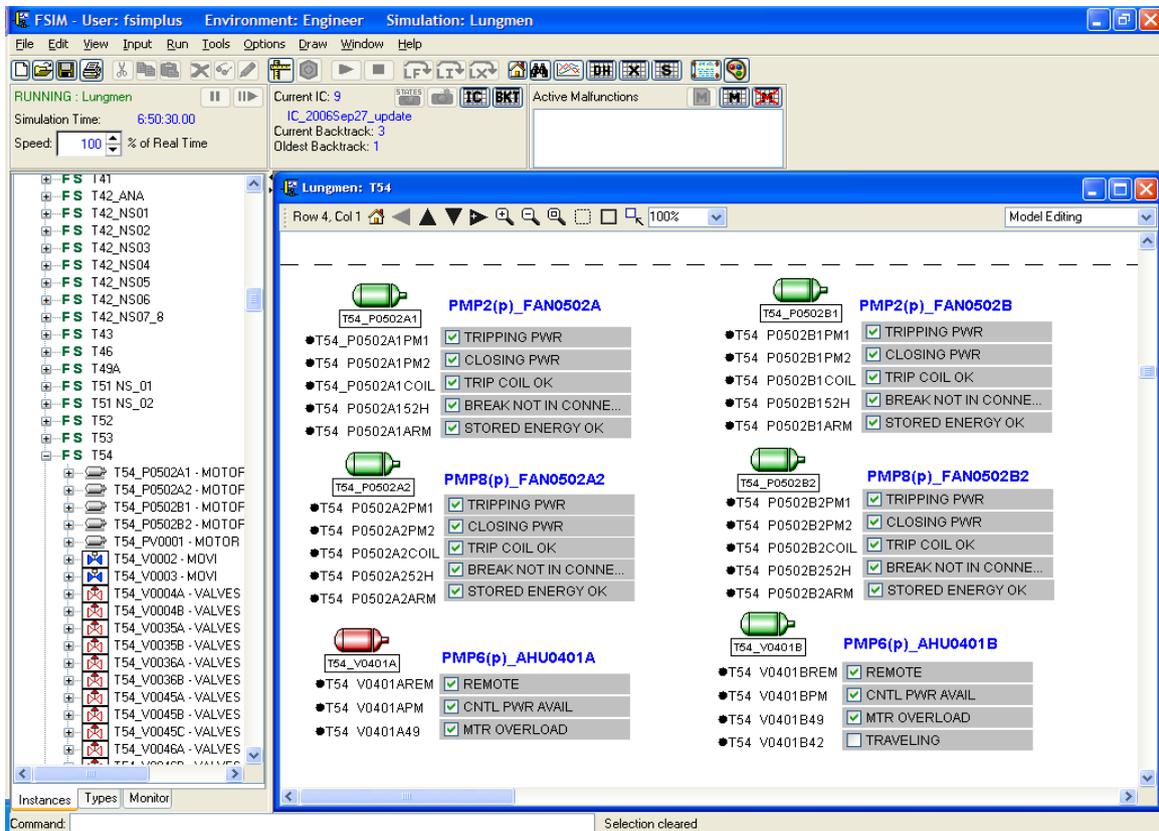


圖 15 模擬 T54 PUMP/FAN 各種運轉(含跳脫)條件的螢幕畫面

貳、出國心得與感想

- 一、從本次研習過程中發現本公司參與 DCIS FAT 見證人員與 Invensys 公司龍門計畫團隊在工作及生活上均維持相當良好的互動關係；今核四廠 DCIS 控制系統 FAT 已接近完成，正顯示核四廠、核技處及核研所人員在這幾年參與 FAT 見證過程所付出的辛苦與努力已獲致預期的成果。
- 二、本次研習了解 DCIS FAT 並非執行百分百測試，且測試過程常因功能不符需求而須進行軟體程式修改作業，雖 Invensys 在軟體版本管控相當嚴謹，但新版軟體是否會造成其他系統 IMPACT，並無法完全執行測試；故將來在 SAT 及 PRE-OP 測試階段可能仍會面臨大量程式修改之非預期的情況；但深信在大家齊心努力下定能如期完成 DCIS 安裝與測試作業。
- 三、本公司參與 DCIS 見證人員主要任務為觀察及監督 Invensys 公司執行 DCIS FAT 工作，見證人員藉由參與廠家接收測試(FAT)所累積的豐富實務經驗及技術能量，深信將有助於未來核四廠 DCIS 控制系統在安裝、測試(SAT)及試運轉(PRE-OP)的順利進行。
- 四、本次赴 INVENSYS DCIS FAT 測試工廠實際看到核四廠 DCIS 控制系統的相關實體盤面設備(SW、GATEWAY、CP、RMU、WORKSTATION)及內部組件，並藉由實際參與 FAT 測試及與廠家測試人員進行面對面的即時詢答及討論後，對 DCIS 各盤面設備、內部組件的安裝配置及整個 DCIS 的網路架構已有深入的認識與瞭解；希望將來有幸參與核四廠 DCIS 現場接受測試(SAT)及試運轉測試(PRE-OP)時能貢獻所學。

參、建議事項

- 一、核四廠 DCIS 依網路特性區分共有控制系統網路，Enterprise 網路及 Time Strobe 網路等三種，且分別採用不同的通訊協定方式來進行資料的傳輸與交換；宜有一套監控整個網路運作狀況的檢測工具，且建立完善網路管理的監控機制，並及早規劃相關網路及交換器等核心技術課程的人員培訓，俾利將來 DCIS 整個網路系統的建置、測試、運轉及維護作業。
- 二、核四廠 DCIS 控制系統主要使用光纖作為網路傳輸及資料交換的媒介；因 DCIS 設備數量龐大且分散各廠房及控制室，預期須進行大量的光纖施工作業，故光纖施工品質的良窳將直接影響到 DCIS SAT 及 PRE-OP 測試；因此，宜訂定一套光纖佈線施工(含光纖辨識與標記、接頭製作、長度預留及繞線方式等)的標準作業程序供現場施工人員遵循或製作光纖佈線及施工測試的教學錄影帶或聘請專業技術人員赴現場進行實地光纖製作及施工講習，以確保將來光纖施工的品質。
- 三、核四廠 DCIS 控制系統係首次應用在整個電廠核能控制系統，且本公司迄今尚未有如此龐大的 DCIS 控制系統使用在整廠控制；因此，核四廠負責 DCIS 施工及測試相關人員所累積的實務經驗及技術恐尚嫌不足；為使將來核四廠 DCIS SAT&PRE-OP 測試作業能如期完成，可考量聘請參與 Invensys DCIS FAT 測試的技術人員來協助 DCIS 相關測試工作並提供技術諮詢。
- 四、核二廠「廢料控制系統數位化更新」/「飼水控制系統數位化更新」、核三廠「7300 控制系統數位化更新」/「BOP 數位化更新」與核四廠分散式儀控暨資訊系統 (DCIS)均使用相同的 Invensys/Foxboro 之 DCIS，故核二及核三廠儀控課相關人員已累積此 DCIS 設計、施工、測試、運轉及維護等實務經驗；將來可優先考量前述人員協助參與核四廠 DCIS 控制系統的測試及試運轉工作。
- 五、派員至設備原製造廠研習儀控系統的設計理念及運作原理，對維護人員是相當難得的學習機會與經驗；因此，未來各核電廠如進行儀控系統數位化更新時，應儘量安排相關運轉/維護人員參與廠家 FAT 測試工作，俾利將來系統的穩定運轉。