

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

機組相關電氣、儀控設備安裝
技術測試及運轉實習報告書

服務機關：台灣電力公司核火工處

出國人職稱：主辦配電設計員

姓名：葉雲光

出國地區：日本

出國日期：91年9月4日至9月18日

報告日期：91年10月29日

47/
C09104704

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：機組相關電氣、儀控設備安裝技術測試及運轉實習報告書

頁數 21 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

葉雲光/台灣電力公司核火工處/電氣課/主辦配電設計員/(02)23229554

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：91 年 9 月 4 日至 91 年 9 月 18 日

出國地區：日本

報告日期：91 年 10 月 29 日

分類號/目：G3/ 電力工程

關鍵詞：複循環發電機組、氣渦輪機

內容摘要：(二百至三百字)

◎ 大潭火力發電計畫採用複循環發電機組，係由氣渦輪機、廢熱鍋爐、汽輪機及發電機等主要設備組成，其操作原理為將空氣導入氣渦輪機的壓縮機加壓成高壓空氣後，進入燃燒室與噴入的燃料混合燃燒，變成高溫高壓的氣體推動氣渦輪機作功發電，氣渦輪機排出之廢熱則由廢熱鍋爐回收，產生蒸汽導入汽輪機再次發電，故機組熱效率為各種火力發電方式中最高者，並且有啟動快及升載快的特性，本次前往製造廠家研習複循環機組相關電氣、儀控設備安裝技術、測試及運轉，接受廠家專業指導及訓練，除進一步瞭解各設備、系統之功能和相關之安裝、測試及運轉程序外，將來亦可協助現場機組安裝過程正確，機組測試及試運轉順利。

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

- 一、國外公務之內容與過程：
 - (一)、公務任務
 - (二)、內容與過程
- 二、國外公務之心得與感想：
 - (一)、大潭燃氣火力發電計畫及三菱氣渦輪機簡介
 - (二)、數位式自動電壓調整器
 - (三)、氣渦輪機起動系統
 - (四)、控制系統簡介
 - (五)、氣渦輪機組保護協調
- 三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項
- 四、對本公司之具體建議

一、國外公務之內容與過程：

(一)、公務任務：

機組相關電氣、儀控設備安裝技術測試及運轉實習。

(二)、內容與過程：

1.前言：

大潭火力發電計畫採用複循環發電機組，係由氣渦輪機、廢熱鍋爐、汽輪機及發電機等主要設備組成，其操作原理為將空氣導入氣渦輪機的壓縮機加壓成高壓空氣後，進入燃燒室與噴入的燃料混合燃燒，變成高溫高壓的氣體推動氣渦輪機作功發電，氣渦輪機排出之廢熱則由廢熱鍋爐回收，產生蒸汽導入汽輪機再次發電，故機組熱效率為各種火力發電方式中最高者，並且有啟動快及升載快的特性，考量複循環機組製造技術發展迅速，設計日新月異，相關電氣、儀控設備更新進步亦日益快速，故需派員前往製造廠家研習，接受廠家專業指導及訓練，以進一步瞭解各設備、系統之功能和相關之安裝、測試及運轉程序，俾便將來協助現場機組安裝過程正確，機組測試及試運轉順利。

2.實習日期及前往機構：

起 訖 日	機 構 名 稱
91年9月4日	赴日本橫濱
91年9月5日至 91年9月17日	橫濱三菱重工實習機組相關電氣、儀控設備安裝技術測試及運轉
91年9月18日	返國

二、國外公務之心得與感想：

(一)、大潭燃氣火力發電計畫及三菱氣渦輪機簡介：

1.大潭燃氣火力發電計畫：

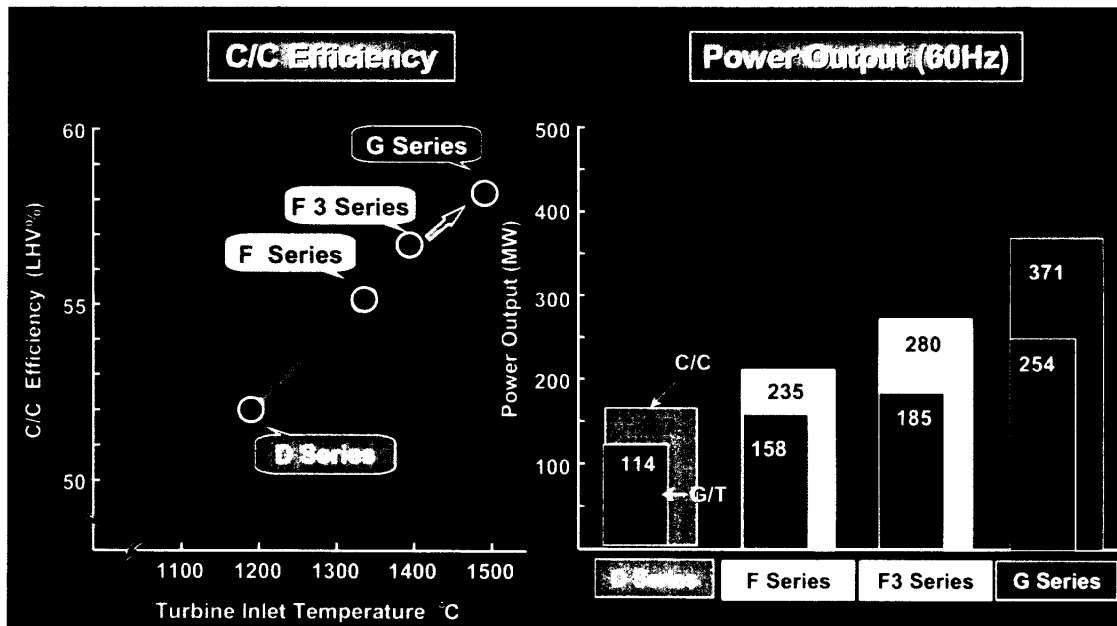
大潭火力發電建廠工程預定分為二個階段，第一階段安裝二部複循環發電機組，其淨出力為900MW至1440MW之間，由161KV開關場輸出電力；第

二階段淨出力則為 2700MW 至 2960MW 之間，由 345KV 開關場輸出電力；電廠終期總裝置容量約為 4000± 400MW（在 32°C，1 大氣壓，90% 相對溼度運轉條件下之淨出力），機組將以燃用天然氣為主。每部機組由二台（或三台）氣渦輪機及一台汽輪機所組成，其中每台氣渦輪機均配置一座廢熱鍋爐及輔助附屬設備。

2. 三菱氣渦輪機：

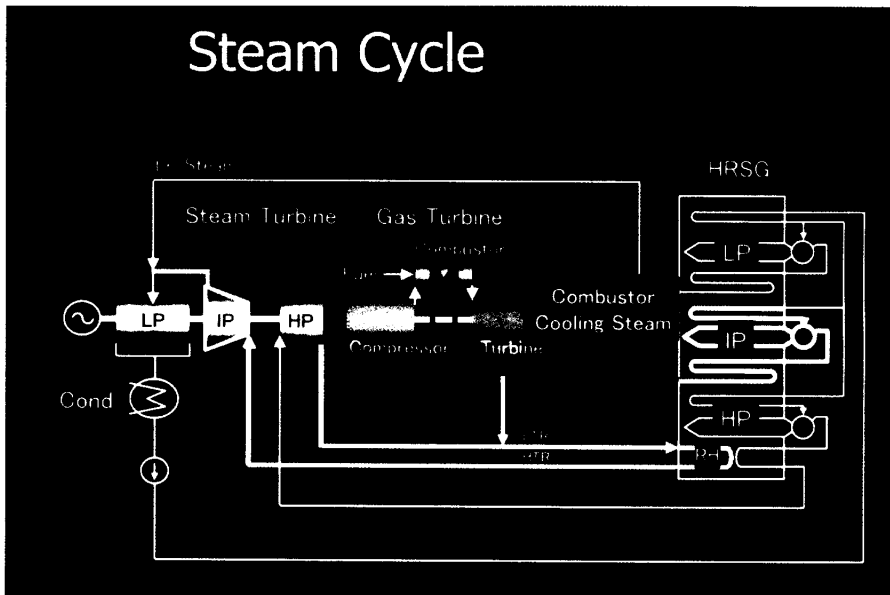
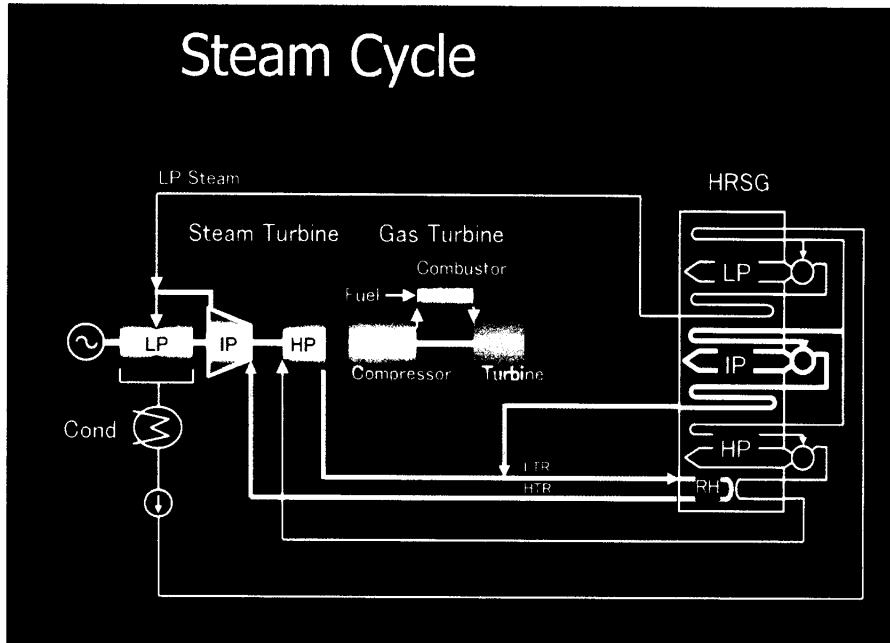
南部複循環四號機採用三菱 F 系列氣渦輪機（M501F3），其渦輪機進氣溫度為 1400°C 級，燃燒器（COMBUSTOR）屬於空氣冷卻方式；目前三菱公司已成功商業運轉的最新機型則為 G 系列（如 M501G），其渦輪機進氣溫度提昇至 1500°C 級，燃燒器則採用蒸汽（STEAM）冷卻方式，由於燃氣溫度提高，相對地其機組熱效率及出力也提高。

圖（一）為三菱各系列氣渦輪機組熱效率及出力趨勢圖，可看出其單機出力由 F3 系列之 185MW 提昇到 G 系列之 254MW，其複循環機組熱效率也由約 56.5%（LHV）提高至 58%（LHV）。



圖（一） 三菱氣渦輪機組熱效率及出力趨勢圖

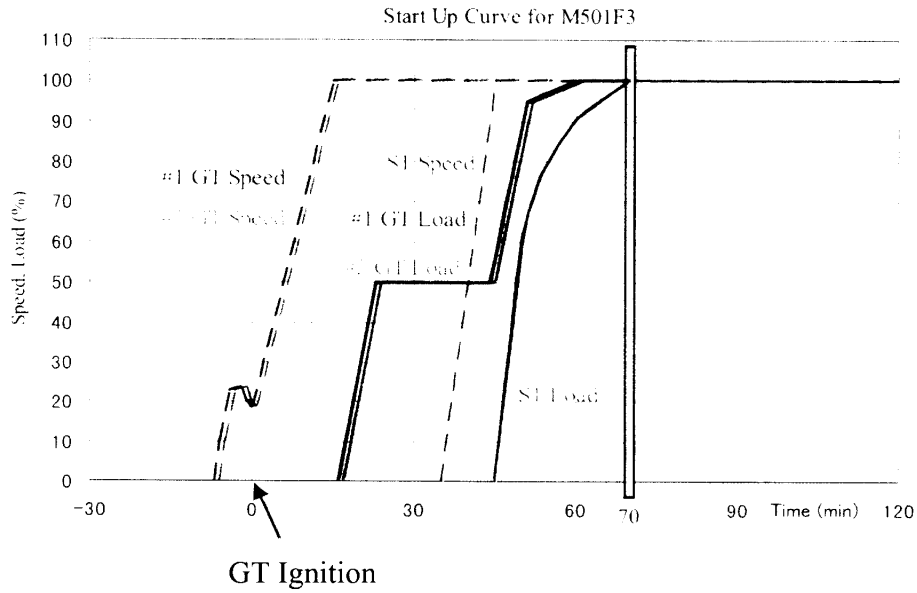
另由下列 M501F3 及 M501G 之蒸汽循環圖比較，可看出兩者主要差別在於 M501G 須額外提供輔助蒸汽供燃燒器冷卻用，以降低熱應力及避免熱流徑組件燒損。



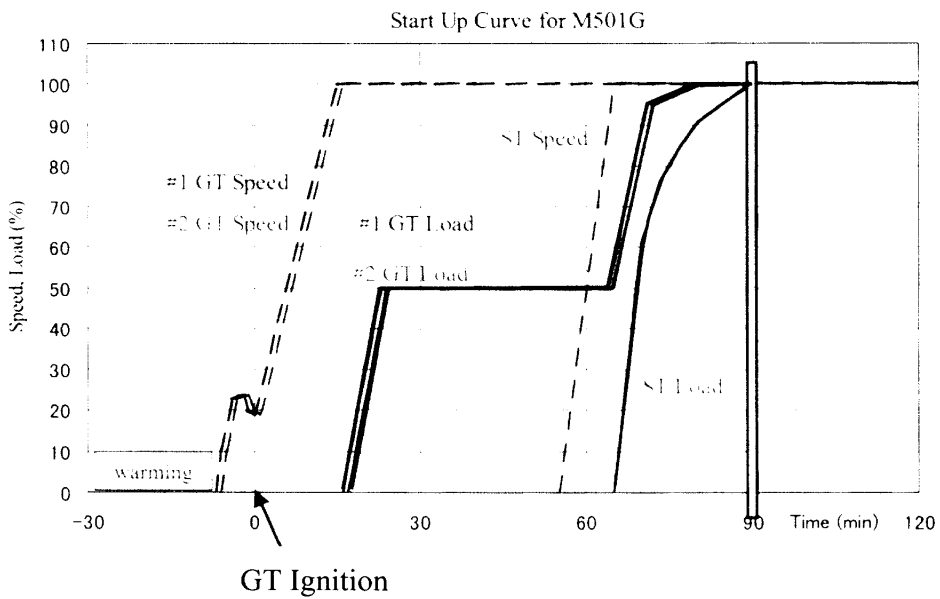
圖（二） M501F3 及 M501G 蒸汽循環圖

圖（三）則為 M501F3 及 M501G 之起動加載曲線（2GT+1ST）比較，由於 M501G 需自 HRSG 取用蒸汽，所以 ST 部分起動時間較長：

M501F3 熱機起動（HOT START）：起動至滿載約 70 分鐘



M501G 熱機起動（HOT START）：起動至滿載約 90 分鐘



圖（三） 起動加載曲線圖

(二)、數位式自動電壓調整器：

三菱數位式自動電壓調整器 (D-AVR) 主要由高速中央處理器 (CPU)、輸入/輸出處理單元、補償器、限制器、脈衝產生器等組成，具有控制準確、穩定性良好、電壓設定範圍廣、可靠度高及維護容易等優點。

1. 數位式自動電壓調整器主要功能：

(1) 最低激磁限制 (MEL) 功能：

防止發電機脫離進相運轉的安全範圍。

(2) 過激磁限制 (OEL) 功能：

抑制發電機磁場繞組溫升低於容許值。

(3) 線路阻抗補償功能：

補償因主變壓器、輸電線路等本身之阻抗成分所導致的電壓降。

(4) 電壓/頻率比限制功能：

限制電壓對頻率的比值低於一定值，以防止發電機、主變壓器等過激磁。

(5) 無效電力調整功能：

藉由調整電壓設定器可使發電機輸出之無效電力保持於一定值。

(6) 功率因數調整功能：

可藉由調整電壓設定器而使功率因數保持於一定值。

2. D-AVR 系統架構如圖 (四) 所示：

3. 控制模式：

(1) 發電機端電壓控制模式：

此一模式和傳統的 AVR 自動運轉模式具有相同的功能，即藉由控制發電機磁場電流來使端電壓達到並維持由電壓設定器 (90R) 所設定之數值。其操作原理為發電機端電壓和電流經由三相 PT 及 CT、輔助 PT 及 CT、類比濾波器擷取後進入 A/D 轉換器轉換為數位信號，同時分別計算出有效功率 (P)、無效功率 (Q)、端電壓 (Vt) 及電流 (Ia) 等數值供運用，當系統比較出端電壓數值與電壓設定器 (90R) 設定值之差異後，此差異信號即經由增益/相位補償器及限制器等調整元件送到觸發脈衝產生單元，並依據此差異信號大小送出所需的相位控制脈衝信號以控制閘流

體之輸出。

(2)場電壓（電流）控制模式：

此種控制模式和傳統 AVR 的手動運轉模式相同，若發電機採用閘流體勵磁系統，則以發電機磁場電壓回授信號來控制發電機場電壓保持定值；若發電機採用無刷式勵磁系統，則以勵磁機場電流回授信號來控制勵磁機場電流保持定值。其操作原理為場電壓 (Vf) 或場電流 (If) 經由 A/D 轉換器轉換為數位信號，並與手動電壓設定器 (70E) 設定值比較後，把差異信號送至觸發脈衝產生器，藉由觸發脈衝產生器依據此差異信號大小送出的相位控制脈衝信號以控制閘流體之輸出。

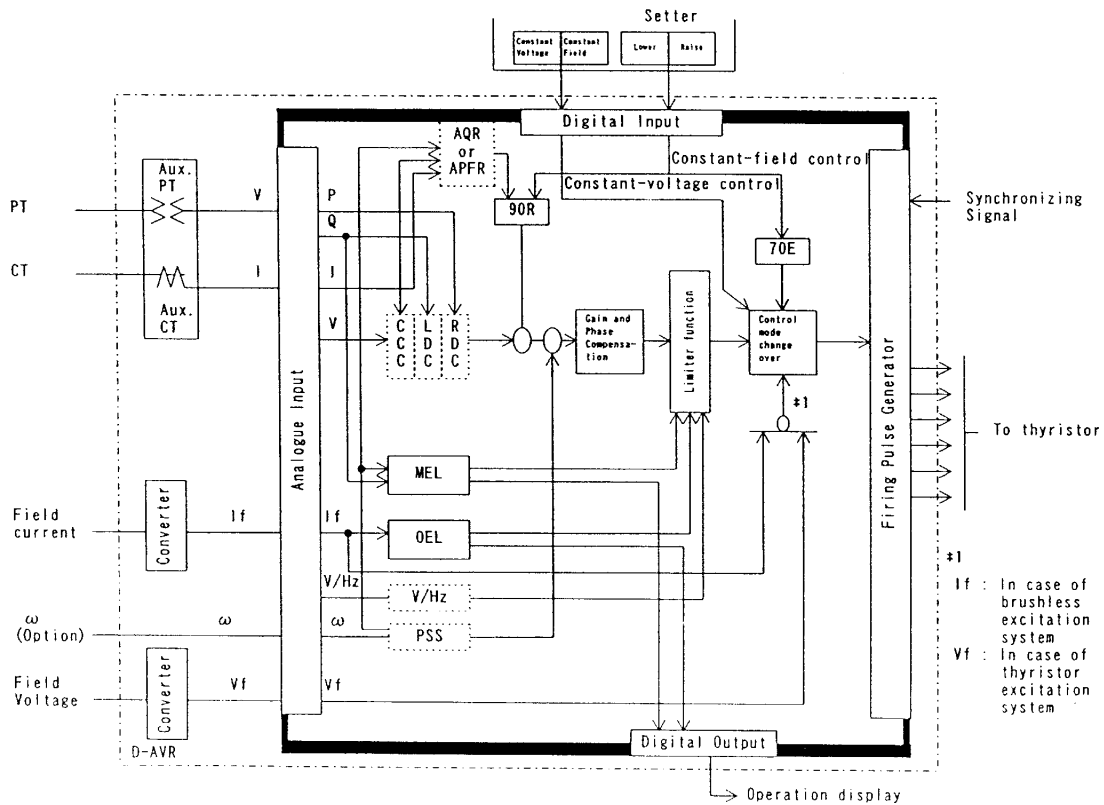


圖 (四) D-AVR 系統架構圖

(3)控制模式運用原則：

由於數位式自動電壓調整器之電壓調整範圍相當寬廣，因此在正常運轉情形下採用發電機端電壓控制模式即可滿足需求，至於場電壓（電流）控制模式一般只在下列狀況下運用：

I.比壓器熔絲熔斷。

II.調整控制常數用的測試運轉。

(三)、氣渦輪機起動系統：

1.起動馬達系統：

本系統主要由感應式馬達、液壓式轉矩轉換器及輔助齒輪等組成。當運轉人員下達起動氣渦輪機指令後，起動馬達即依據邏輯控制程序開始起動，在起動馬達運轉至額定轉速後，液壓式轉矩轉換器立即充油推動輔助齒輪耦合到氣渦輪機，而將起動馬達之輸出轉矩傳遞到氣渦輪機轉軸以帶動點火運轉之氣渦輪機組，待氣渦輪機到達自我維持的速度後，液壓式轉矩轉換器隨之洩油脫離氣渦輪機，起動馬達亦隨後停止運轉。

2.靜態頻率轉換器（SFC）：

(1)靜態頻率轉換器主要由電源變壓器、整流器（CONVERTER）、直流電抗器（DC REACTOR）、換流器（INVERTER）等組成。當氣渦輪機起動時，SFC系統自輔助電力系統受電，將固定電壓、頻率之電源轉換為可變電壓、頻率之電力送至氣渦輪機發電機定子線圈，產生旋轉磁場，同時發電機轉子亦由勵磁系統產生磁場，轉子因定子產生之旋轉磁場而受力，使發電機以類似同步電動機方式起動來帶動氣渦輪機轉子並逐漸加速至氣渦輪機可自我維持的速度。

(2)靜態頻率轉換器系統主要架構如圖（五）所示：

(3)整流器（CONVERTER）：係由閘流體組成三相全波橋式整流電路並以相位自動控制方式將交流電源整流為所需直流電源。直流電壓大小可依閘流體觸發延遲角度變化而任意調整，觸發延遲角度則利用電流之回授

控制自動調整。

(4)換流器 (INVERTER)：同樣是由閘流體所組成之三相全波橋式電路，其作用恰好相反，係將整流器產生之直流電源參考發電機轉速並經由相位控制轉換為所需電壓及頻率的三相電源，使發電機平滑加速至額定轉速。

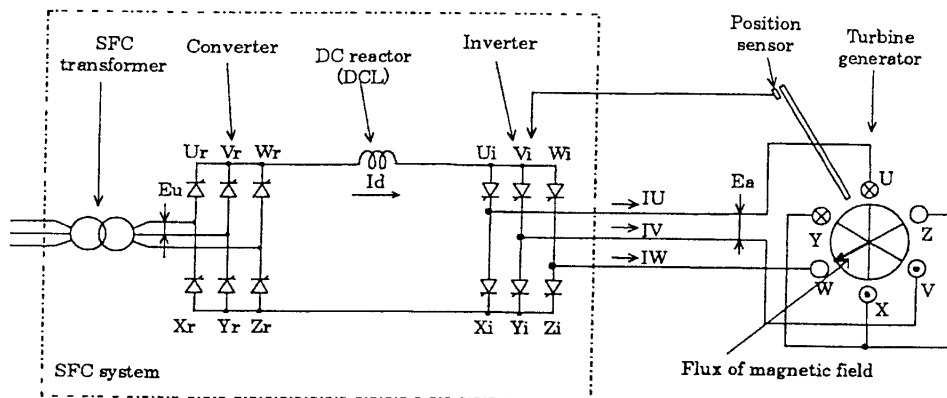


圖 (五) SFC 架構圖

(四)、控制系統簡介：

三菱公司用來作為全廠控制及資料擷取的控制系統稱為 DIASYS。DIASYS 採用 IEEE 標準的乙太網路系統 (Ethernet)，乙太網路系統為目前世界上最普遍使用的區域網路系統，具有快速資料傳送功能，配合本系統專屬的通訊軟體，提供各種即時控制功能。DIASYS 可將全廠控制系統整合為一體，提供機組起動、加載操作、停機之自動控制及監視，就功能上來說包含全廠控制、監視及資料蒐集等功能。為使運轉人員更容易操作，硬體接線及開關大幅減少，除機組手動緊急安全停機採硬體開關外，操作者介面所提供的各種控制功能全部可以在 CRT 上操作，此種設計方式可滿足各種狀況下的操作需求。在 CRT 上可

以追蹤操作過程之歷史紀錄及運轉人員所下達之指令，使系統操作更簡便。為了提高系統可靠度，所有整合控制系統之匯流排均採雙重備份結構。資料蒐集及運算、處理功能全部在分散式控制工作站（PCS）執行，因此 PCS 採用雙微處理器並行運算，以減少誤動作情況發生。經 PCS 處理的各項資訊則經由匯流排傳至全廠控制工作站。操作者介面用以下載機組運轉下的各種資料，因操作者介面與維護用工作站均經由資料匯流排連接到所有的控制工作站，因此操作者介面與維護用工作站可經由匯流排共享各種運轉資料。資料匯流排採用雙重備份結構，因此其中一個通道為作用狀態，另一個通道為備用狀態，使系統具有熱備份功能，當作用中通訊線路故障時，可以立即切換至備用線路。廠內運轉的各種即時資料在各工作站內分別儲存於不同記憶體區段，同時經由不同通訊埠進行傳送及接收。為了使全廠控制系統時間同步，可經由操作者介面上的時間設定功能或接收計時系統信號，即時的調整各控制系統之時間，以使各系統時間一致。本控制系統應用於複循環機組之架構如圖(六)。

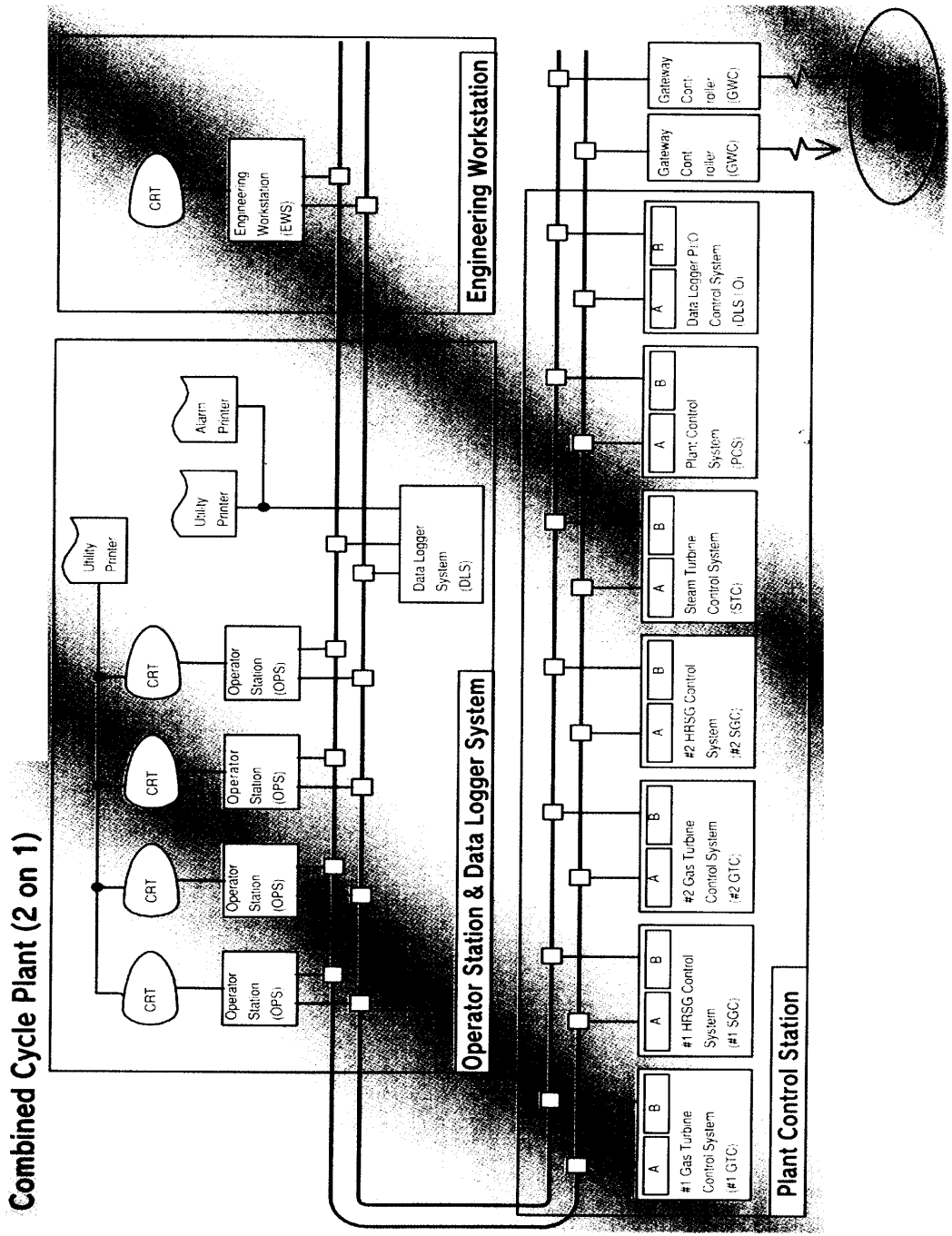


圖 (六) 控制系統架構圖

1. 運轉員工作站 (OPS):

運轉員工作站為一集中式人機介面，可執行廠內各項控制及監視功能，廠內各設備之狀態、警報、及控制指令如啟動/停止輔機設備、設定點/閥位操作及列印報告/資料等。基本上每一個控制畫面會在螢幕上停留二秒以上，與程序控制有關之圖像在銀幕上之顯示值將依系統之實際狀況約每一秒鐘更新一次。在螢幕上所有畫面之開啟、選取、捲動等功能均能在觸控式螢幕上或鍵盤上完成，為避免運轉人員之誤操作，各控制指令在送出 OPS 以前，均會要求運轉人員確認。在鍵盤上有八個特殊功能鍵，可供運轉人員依其需要定義出各種控制迴路之控制功能。此外運轉人員可以在螢幕上開啟多個視窗，同時監控系統流程圖、控制畫面、趨勢圖、警報信號、系統狀態及所下達之指令等，同一時間在螢幕上最多可開啟四個視窗。

(1) 總覽：

在分散式控制及資料系統的 OPS 上顯示的各項訊息及畫面為樹狀結構，廠內設備依其功能可分為數個群組，運轉人員可依需要將數個群組同時顯示在螢幕上。整個全覽畫面共可包括十六個群組，整廠流程圖放置於樹狀結構畫面的最上層，它提供全廠監控及呼叫各設備群組功能。當群組中有異常警報產生時，在螢幕上代表該群組之方塊將由綠色轉為紅色以提醒運轉人員，運轉人員僅需碰觸觸控式螢幕上該方塊位置，即可呼叫該群組之流程圖、趨勢圖等相關監視畫面。除了依序呼叫所需畫面外，亦可從鍵盤上設定快速鍵以便直接呼叫預設之畫面。

(2) 控制畫面：

在控制畫面中可執行類比式自動/手動控制功能及各類馬達控制功能。在類比式控制功能中，運轉人員可以經由觸控式螢幕或鍵盤執行控制模式選擇、設定值之增減、及末端控制元件之操作。在本畫面中同時提供控制流程名稱、標籤名稱、控制變數、設定值、所需信號及控制模式等訊息。馬達控制功能可以執行廠內各輔助系統馬達之起/停控制、各電動閥之開/閉控制等。各受控設備之狀態均可在本畫面中顯示，運轉人員在下達各項控制、操作指令後，在該指令由本工作站送達各控制模組前均會要求運轉人員再次確認，如此可避免不適當操作及運轉人員誤操作。在

控制畫面中最多可開啟八個控制功能，亦可開啟一整體監控畫面，監控各控制功能運作狀況。

(3) 圖像顯示畫面：

圖像顯示畫面用以顯示各設備狀態及程序控制執行情況。可顯示用幾何圖形、設備符號及文字等產生之各種運轉流程圖、電氣單線圖、邏輯圖、長條圖、趨勢圖等。運轉人員僅需點選控制畫面中選定之設備，即可開啟該設備控制功能視窗。在 OPS 中最多可提供 800 個圖像顯示畫面，每一個圖像顯示畫面最多可包含 400 點之控制變數或狀態。程序控制變數可以數字或長條圖方式顯示，廠內設備狀態可用顏色或閃爍符號表示。在畫面上所有處理資料約每秒鐘更新一次。

(4) 趨勢畫面：

在趨勢畫面中可顯示各控制變數之歷史資料，在每一個畫面中可以同時顯示八條資料曲線及相關訊息，如：編號、信號範圍、目前數值等。在畫面中每一條曲線各有不同的顏色，各變數數值均定義為直軸方向，時間為橫軸方向。時間模式可依需要選擇正常展開模式、標準展開模式或細部展開模式。各控制變數之顯示範圍可依需要調整，最大可放大 10 倍。此外運轉人員可用峰值搜尋功能，找出所選曲線中最大值及最小值，或利用畫面資料凍結功能，使畫面暫停更新資料，以協助分析系統狀態。在 OPS 中最多可以指定 128 個趨勢畫面。

(5) 警報視窗：

當警報發生時，警報視窗將顯示警報位置及其時間、預設限制值、目前數值及重要性。警報信號包含類比警報及數位警報。類比警報為將輸入類比信號與預設之警報值相比，當超過預設值時警報動作。類比警報可分為四級：過高 (High High)、高 (High)、低 (Low)、過低 (Low Low)。數位警報則將依預設之數值決定。每一頁螢幕可以顯示 20 個警報信號，整個警報系統最多可以儲存 2,000 個警報。

(6) 事件追蹤畫面：

事件追蹤功能可以在事件發生時紀錄下該事件及發生時間。被紀錄的事件將依其發生先後依序排列，紀錄內容包含警報、設備的起停控制、運

轉動作如自動/手動模式切換。每一頁畫面可以顯示 20 個事件，在事件追蹤系統中共可以儲存 16,000 個事件。

(7)系統狀態畫面：

系統狀態畫面用以顯示分散式控制及資料系統 (DCS) 目前狀態，在系統特定設備故障時，系統的自我診斷系統將故障設備的位置及故障原因送到 OPS，以協助排除故障。

2.分散式控制工作站 (PCS)：

分散式控制工作站將執行資料輸入/輸出處理及控制功能，最後並將相關資料送到資料匯流排。各控制邏輯由系統內控制模組之軟體來執行，由控制模組將需求信號輸出至末端控制元件，各項控制功能依其複雜程度執行時間約由 50 毫秒至 30 秒不等。在控制邏輯執行時自我診斷功能隨同被執行，因此當模組故障時可以立即偵測出系統不正常情況。由控制邏輯產生之廠內各項控制信號被送到相對的通信埠緩衝區中，通信控制模組獨立執行相關通訊功能如週期性將資料送到資料匯流排等。在 PCS 中的各項控制功能均由兩個模組獨立運算，因此當有模組故障時不會影響控制功能之執行，同時自我診斷系統可立即在 OPS 上顯示故障模組名稱。

3.資料蒐集系統 (DLS)：

資料蒐集系統為工業級系統且具有大量資料儲存能力，廠內相關計算機程式，如歷史資料的儲存及恢復、電廠效率及性能線上即時計算、報告的產生等均由 DLS 完成，因此 DLS 可提供下列功能：

(1)資料蒐集及儲存功能：

將各控制工作站所蒐集之處理資料經由資料匯流排傳送到 DLS。

(2)紀錄功能：

可作週期性之紀錄，如日報表、月表報，此外如跳機事件分析結果之儲存、事件發生及順序之紀錄、警報信號之紀錄、設備操作紀錄、輪值紀錄等功能均包含在本系統中。

(3)線上機組性能監控功能：

利用計算機程式即時計算機組效率及性能。

4.維護用工作站 (EWS)：

維護用工作站所提供之功能足夠供維護工程師建構及維護 DCS 系統，由於採用問題導向式程式語言 DIASYS-IDOL，使得維護工程師毋須具備特殊的程式語言知識，即可從事控制邏輯函數之維護工作。本系統共有約 80 個標準控制元件可供使用，因此控制邏輯的建立非常簡單。標準元件包含所有電廠控制所需之控制功能，因此維護工程師毋須再建立其他非標準控制元件。此外本系統提供一監視功能用以即時監視控制邏輯函數執行之狀態及其邏輯數值，因此電廠控制系統的調校工作更快速。維護用工作站提供下列功能：

(1)控制邏輯之維護：

維護工程師可以增加或修正控制邏輯、建立控制用執行碼、建立控制邏輯清單及線上即時調校和監視控制邏輯。

(2)監視控制邏輯狀態：

提供控制參數線上即時調校及系統即時趨勢顯示。

5.自動控制操作：

當機組運轉在固定負載運轉情況下，機組的控制及監視均由控制室中運轉人員工作站提供。機組之起動及停機，則由各分散式控制站控制功能相互協調後自動執行。氣渦輪機的自動控制操作約可分為四個階段：

(1)預備：當所有機組起動準備動作均已完成，亦即維護工作已完成、跳脫功能已重置、所有電氣及氣動系統迴路均正常、燃料、輔助蒸氣及廠用水已就緒情況下，機組自動起動操作程序方可以執行。

(2)起動：當所有準備動作就緒後，只需按下起動按鈕即可執行順序控制程序，在起動程序中有數個中斷點，用以等待確認上一個程序已完成並繼續執行下一個起動程序。氣機起動設備帶動氣機到達點火速度（約 20% 額定轉速），燃料開始噴入燃燒室燃燒，氣機則逐漸加速至自我維持轉速（約 70% 額定轉速），此時氣機控制器控制注入更多燃料以加速氣機至額定轉速附近並自動脫離起動設備，在短暫暖機期間後，機組即可加載。

(3)運轉：機組將由自動同步裝置自動進行同步併入系統並加載至預定之設

定點。機組亦可經由調速閥上升/下降按鈕手動進行同步及加載。

- (4)停機：當機組接受正常停機信號後，負載逐漸降至最低，然後發電機斷路器開啟以脫離系統；在氣機短暫冷卻後，機組自動切斷燃料供應，開始減速、停止並回到預備狀態。當機組接受由保護裝置或手動緊急跳機按鈕發出之緊急跳機信號，氣渦輪機組立刻開啟發電機斷路器並切斷燃料、減速、停止及回到預備狀態。

6.氣渦輪機控制系統：

氣渦輪機控制包含自動負載調整，速度控制，負載控制，溫度控制，燃料限制控制（包括加速控制），燃料流量控制，入口導翼控制，燃燒器旁通控制等。

(1)自動負載調整（ALR）

當負載調整信號係由自動電力調整（APR）控制系統送出時，可以選擇調速閥控制或負載控制模式。氣機控制器則依據所選擇之操作模式（調速閥控制或負載控制）改變調速閥參考值或負載參考值。

I.在調速閥控制模式下，氣渦輪機控制器由 APR 控制系統接收 ALR 調整信號，並據以調整調速閥參考值，使氣渦輪發電機組之輸出值與自動負載調整（ALR）指示值相同。同時氣機控制器亦會調整負載控制的負載參考值與氣渦輪發電機組之輸出值相符，如此，一方面可執行調速閥控制，另一方面則可在電力系統頻率突降狀況發生時，限制氣渦輪發電機組之輸出快速增加。

II.在負載控制模式下，氣渦輪機控制器由 APR 控制系統接收 ALR 調整信號，並據以調整負載參考值，使氣渦輪發電機組之輸出值與自動負載調整（ALR）指示值相同。同時氣機控制器亦會調整調速閥參考值，使調速閥控制信號輸出值（GVCSO）與燃料控制信號輸出值（CSO）相符。

(2)速度控制：

- I. 在氣渦輪機組運轉至額定速度且無載的情況下，調速閥參考值可以由自動同步系統（ASS）發出信號或由手動命令（調速閥上升/下降）調整，以進行同步併入系統。
- II. 當在加載情況下選擇調速閥控制模式時，速度控制功能依據汽機加載後速度下降之特性來調整汽機之速度，而此下降特性之取得，係將氣渦輪機實際速度與調速閥參考值比較，經比例控制運算產生速度控制信號輸出值（GVCSO）。如果在加載情況下，選擇自動負載調整（ALR）操作模式，調速閥參考值將依據 APR 控制系統送出之 ALR 調整信號變動。當自動負載調整操作模式設定為手動控制，且在加載情況下選擇調速閥控制模式，則調速閥的參考值將依據手動命令（調速閥上升/下降）調整。

(3) 負載控制：

負載控制係在加載情形下，使機組出力依負載需求調整。若在加載情形下選擇自動負載調整（ALR）模式，負載參考值將依據自動電力調整（APR）控制系統送出之 ALR 調整信號變動。當自動負載調整操作模式設定為手動控制，且在加載情況下選擇負載控制模式，則負載參考值將依手動命令（調速閥上升/下降）變動。負載控制功能將氣渦輪發電機組的實際輸出值與負載參考值做比較，二信號之差值經比例積分控制運算後產生負載控制信號輸出值（LDCSO）。此外，當選擇調速閥控制模式時，則負載控制信號輸出值（LDCSO）將限制不超出預設上限值，以防止不合理的負載增加需求。

(4) 溫度控制：

溫度控制功能係在氣渦輪機入口溫度發生異常現象時，用來保護氣渦輪機。排氣溫度參考值由燃燒室外殼壓力之函數決定，葉片路徑溫度參考值則由排氣溫度參考值加上偏壓值得到。排氣溫度參考值將與實際量測所得之平均排氣溫度作比較，葉片路徑溫度參考值則與實際量測所得之平均葉片路徑溫度作比較。當這兩項數值的差值均為正時，比例積分控

制器的輸出信號被限制為燃料控制信號輸出值加上特定偏壓值，以抵消過積分或積分回捲現象。若上述二差值為負時，比例積分控制器的輸出信號將抵減燃料控制信號輸出值，直到出現正偏差。

(5)燃料限制控制：

啟動控制需求信號經由燃燒器外殼壓力及氣渦輪機速度（在加速限制範圍）之函數計算，此控制函數的輸出則用以限制燃料流量。

(6)最低選擇控制：

最低選擇控制用以選擇最低燃料限制控制信號及限制送到燃料控制閥之有效控制信號輸出值以防止氣機過載。本控制功能亦限制控制信號輸出值（CSO）之最低值，以防止負載急速變動時燃燒器火焰熄滅。但在機組加速時，因為在額定速度下最低燃料流量大於在低速時加速氣渦輪機所需之燃料流量，本項功能將被關閉。

(7)燃料流量控制：

送到氣渦輪機的燃料由主燃料控制閥及燃料控制前導閥控制，此二閥係依控制信號輸出值動作，將此二閥位置依控制信號改變即可改變燃料流量。

(8)入口導翼控制：

複循環機組在部分負載時，氣渦輪機空氣壓縮機的入口導翼（IGV）被控制在最小開度以得到較高的排氣溫度及效率。

(9)燃燒器旁通控制：

為了符合 NO_x 排放標準，燃燒器旁通閥開啟位置控制須依實際氣渦輪機速度及發電機輸出值變動。

(五)、氣渦輪機組保護協調：

為提高可靠度，氣渦輪機組保護系統由硬體邏輯接線組成，所有偵測器均為雙重備份。在下列情況發生時機組將執行跳機動作：

- 1.火災。
- 2.緊急跳機按鈕被按下。
- 3.起動裝置跳脫。

- 4.氣渦輪機組超速達 111%。
 - 5.軸承震動值過高。
 - 6.潤滑油壓力過低。
 - 7.潤滑油溫度過高。
 - 8.軸承金屬溫度過高。
 - 9.液壓系統油壓過低。
 - 10.燃燒器火焰熄滅。
 - 11.Bleed Valve 控制不正常。
 - 12.氣機排氣溫度過高。
 - 13.葉片路徑溫度過高。
 - 14.氣機排氣壓力過高。
 - 15.天然氣供應壓力過低。
 - 16.燃料控制不正常。
 - 17.天然氣洩漏。
 - 18.電氣保護設備動作。
 - 19.控制系統故障。
 - 20.HRSG 高壓汽鼓水位過低。
 - 21.HRSG 中壓汽鼓水位過低。
 - 22.HRSG 低壓汽鼓水位過低。
- 本機組保護邏輯詳如圖（七）。

三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項：

複循環機組的進步相當快速，幾乎每過數年就會有一些更新、更進步的機型開發出來，本次能夠赴製造廠家日本三菱重工實習為個人最大榮幸，感謝上級長官給予學習成長機會。經由赴製造廠家實地學習相關電氣、儀控設備安裝技術、測試及運轉後，對個人專業知識及技術之提升有莫大助益，也對個人目前擔任之複循環發電機組、傳統火力發電機組等技術規範審查工作極有幫助。惟在日本等非英語系國家研習期間，熟悉第二外國語言的重要性似乎更為明顯，除英語外，若具備日語能力，則與廠家技術人員溝通上更有效率，學習上更能發揮事半功倍效果。

四、對本公司之具體建議：

- (一)、為提升本公司員工對發電機組相關設備安裝、測試及運轉能力，辦理相關研習課程並派員赴製造廠家學習、吸收相關知識確有必要，尤其現代科技發展日新月異，今日的新機組很快就變成明日的舊機組，為使未來機組採購規範制定能更加嚴謹並符合現代電廠規劃、設計潮流，將來新機組裝機、試運轉能迅速、順利，類似研習課程應持續辦理。
- (二)、三菱公司為日本大型企業，除了製造相關發電機組設備外，亦擁有自己的發電廠，新設計研發的機組可在自設發電廠先行安裝、試運轉，以蒐集實際運轉數據，使設計理論與實際相結合，如此對於新機型的開發極有助益。本公司目前雖不具有類似開發、製造發電機組相關設備能力，但可考慮尋求具有潛力之技術合作廠家共同研發，並提供特定發電廠供設備試運轉用，以求具備自給自足之能力。