

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

# 鍋爐飼水泵驅動汽輪機 機械、電氣 設計安裝運轉維護實習報告書

服務機關：台灣電力公司核火工處

出國人職稱：主辦電控設計員

姓名：柯建隆

出國地區：日本

出國日期：92年03月27日至4月3日

報告日期：92年5月15日

G3/  
C09202008

## 行政院及所屬各機關出國報告提要 (09202008)

出國報告名稱：鍋爐飼水泵驅動汽輪機機械、電氣設計安裝運轉維護實習

頁數 28 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

柯建隆 / 台灣電力公司 / 核能火力發電工程處 / 電機工程師 / (02)23229556

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：92年03月27日至92年04月03日

出國地區：日本

報告日期：92年05月15日

分類號/目：G3/電力工程

關鍵詞：BFPT

內容摘要：(二百至三百字)

在大型火力發電機組中，通常單機容量500MW以上之機組，為了節省廠內用電、提高效率，加上減少馬達帶動之鍋爐飼水泵，因此都採用設計一台電動及兩台汽輪機帶動之鍋爐飼水泵，即鍋爐飼水汽輪機泵(BFPT, Boiler Feed Pump Turbine)，鍋爐飼水汽輪機泵主要部份為汽輪機及泵浦，其汽輪機之設備與主汽輪機相仿，在全廠發電設備中扮演重要角色。台中九十號機所採用之鍋爐飼水汽輪機泵 BFPT，係日本三菱重工株式會社設計及製造，依據合約規定應派工程師前往設計製造廠家接受相關機械、電氣設計安裝運轉維護等訓練，又為配合台中九十號機工程建廠需求，必須派員赴日本三菱重工株式會社接受前述之專業訓練，研習相關機械、電氣設備之製造、安裝、測試、運轉等先進技術，吸收經驗，以進一步瞭解各設備及系統之功能，俾便日後協助機組設備安裝測試及運轉，並協調解決裝機、試運轉所可能衍生之問題，使機組如期完工加入系統運轉。

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

## 報 告 內 容

### 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) 鍋爐飼水泵驅動汽輪機(BFPT)簡介

(二) 蒸氣系統

(三) 油系統

(四) 緊急跳脫及警報系統

(五) BFPT 所使用之電動馬達

(六) BFPT 調速控制系統 Woodward DCS505

(七) BFPT 慢車設備(Turning Gear)

(八) BFPT 的運轉

(九) BFPT 定期保養及維護

### 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：

鍋爐飼水泵驅動汽輪機機械電氣設計安裝運轉維護實習。

(二)、內容與過程：

1. 前言：

在大型火力發電機組中，通常單機容量 500MW 以上之機組，為了節省廠內用電、提高效率，加上減少馬達帶動之鍋爐飼水泵，因此都採用設計一台電動及兩台汽輪機帶動之鍋爐飼水泵，即鍋爐飼水汽輪機泵 (BFPT, Boiler Feed Pump Turbine)，鍋爐飼水汽輪機泵主要部份為汽輪機及泵浦，其汽輪機之設備與主汽輪機相仿，在全廠發電設備中扮演重要角色。

台中九十號機所採用之鍋爐飼水汽輪機泵 BFPT，係日本三菱重工株式會社設計及製造，依據合約規定應派工程師前往設計製造廠家接受相關機械、電氣設計安裝運轉維護等訓練，又為配合台中九十號機工程建廠需求，必須派員赴日本三菱重工株式會社接受前述之專業訓練，研習相關機械、電氣設備之製造、安裝、測試、運轉等先進技術，吸收經驗，以進一步瞭解各設備及系統之功能，俾便日後協助機組設備安裝測試及運轉，並協調解決裝機、試運轉所可能衍生之問題，使機組如期完工加入系統運轉。

2. 實習日期及前往機構：

起 訖 日	機 構 名 稱
92 年 3 月 27 日	赴日本東京
92 年 3 月 28 日至 92 年 4 月 2 日	三菱重工實習鍋爐飼水泵驅動汽輪機機械 電氣設計安裝運轉維護
92 年 4 月 3 日	返國

## 二、國外公務之心得與感想：

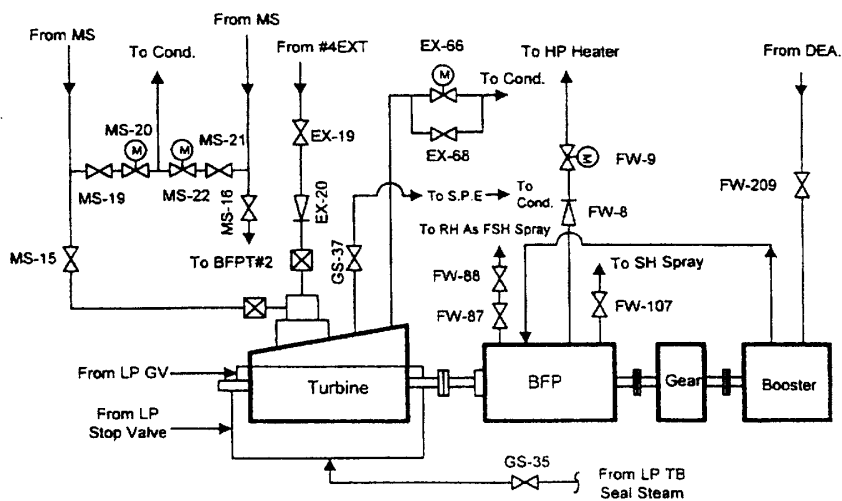
### (一) 鍋爐飼水泵驅動汽輪機(BFPT)簡介

台中九十號機鍋爐飼水泵驅動汽輪機(BFPT)其主要規格如下表所示：

製造廠家	三菱重工株式會社
型式/型號	冷凝式/ L-12
標稱輸出功率	8,472 KW
正常輸出功率	6,470 KW
標稱轉速	5,850 rpm
正常轉速	5,500 rpm
最高連續轉速	6,050 rpm
跳脫轉速	6,050 rpm (110% 額定轉速) 以上
速度範圍	0 - 6,050 rpm
低壓控制閥數量	6 只
高壓控制閥數量	1 只
轉向(從調速器側看去)	逆時鐘方向
高壓蒸氣進氣口壓力及溫度	16,65Mpa / 537,8°C
低壓蒸氣進氣口壓力及溫度	0,8221Mpa / 313,1°C
級(Stage)數	6
第一個臨界轉速	3,200rpm

BFPT汽輪機運轉所需蒸氣有2種來源，一者為低壓蒸氣另一者為高壓蒸氣，低壓蒸氣經低壓蒸汽關斷閥、低壓蒸汽噴嘴閥供給低壓蒸汽(其壓力為0.8211MPa);主蒸汽則從主蒸汽管之旁支管，經高壓插入閥(內含高壓關斷閥及控制閥)供給高壓蒸汽(其壓力為16.55MPa)，詳附圖一所示，BFPT之主要設備涵蓋下列系統：

- 1、蒸汽推動系統(Steam System)。
- 2、飼水系統(Feed Water System)。
- 3、水封系統(Water Sealing System)。
- 4、汽封系統(Steam Sealing System)。
- 5、洩水系統(Drain Water System)。
- 6、潤滑油系統(Lubrication Oil System)。
- 7、控制系統(Control System)。



附圖一

## (二) 蒸氣系統：

### 1、主蒸氣系統(Main Steam System)

BFPT 汽輪機雖不像主汽輪機那麼複雜，不過蒸汽來源有高壓及低壓蒸汽兩部份，可任選一種蒸汽來源起動及運轉。其中高壓蒸汽經一只關斷閥及調節閥至高壓噴嘴；低壓蒸汽經關斷閥及六只調節閥至低壓噴嘴，然後進入汽機做功。

蒸氣經由主關斷閥、過濾器及調節閥而進入汽渦輪機之汽櫃(Steam Chest)，該蒸氣經過了噴嘴及葉片作完功之後彙集至排氣室(Steam exhaust chamber)最後回到冷凝器。主關斷閥可在現場控制盤做手動操作亦可透過 DCDAS 作自動操控。低壓調節閥係由 No. 1 至 No. 6 六只調節閥所組成並分別連接至 No. 1 至 No. 6 噴嘴中(詳附圖二)，但高壓調節閥則僅有一只，調節閥根據負載大小來調節蒸氣流量的大小，換言之調節裝置會依鍋爐飼水泵實際負載大小自動控制調節閥的開度。

### 2、汽封系統(Steam Sealing System)

汽封控制系統之汽封蒸氣來自主汽渦輪機所控制的汽封蒸氣頭(Seal Steam Header)，所以補充蒸氣是由汽封蒸氣頭所提供。當負載增加時，溢出的蒸氣流入該蒸氣頭。其動作原理如下：當汽渦輪機內部在待機或輕載而呈現真空狀態時，Gland packing 的補充蒸氣會從汽封蒸氣頭經汽封閥來作





汽封的動作，當負載增加時，汽渦輪機內部第一級壓力會增加，來自汽渦輪機高壓 Gland 漏汽量也會變大，所以溢流蒸氣會進到低壓 Gland，同時補充蒸氣也隨之增大，隨著負載再增加，溢出的蒸汽亦隨之增加並且會流進汽封蒸汽頭。

### (三) 油系統 (供給汽機軸承、推力軸承、慢速齒輪等設備)

#### 1、 潤滑油系統 (Lube Oil System)

在 BFPT 要啟動前或停機之後，油槽內的潤滑油會由 AC 馬達所帶動之潤滑油泵經過濾油器(Oil Strainer)送到軸承內來作潤滑。經過壓力調節閥的控制，該油壓被調整在 1.4MPa，經過油冷卻器及溫度控制閥，最後潤滑油溫度被調整在 45°C 左右，再送到軸承內作潤滑，最後回到油槽內。BFPT 之潤滑油系統來自個別之油槽(Oil Reservoir)，唯 BFPT 潤滑油系統與主汽機之潤滑油系統均有管路相連通，以便做補油、濾油之工作。BFPT 之潤滑油系統，包含主/輔兩台主油泵，其中一台運轉，另一台備用，此兩台主/輔油泵均不能運轉時，有一 DC 緊急油泵可自動起動，潤滑油系統中仍有兩組油冷卻器及兩組過濾器，可供切換使用。

#### 2、控制油系統(Control Oil System)

提供電動油壓制動器、低壓噴嘴閥及高壓控制閥之伺服馬達所需用油。

BFPT之控制油系統來自前述之潤滑油系統，由主油泵出口之油流，經過冷卻器及過濾器後，提供一1MPa油壓，做為控制油系統。

### 3、主/輔助油泵(Main/Auxiliary Oil Pump)

主/輔助油泵採深水離心式設計，該油泵由 AC 馬達驅動並固定於油槽內，該離心泵的組成包含有葉片、球式軸承、軸、外殼及相關配件。當油泵啟動，運轉者為主油泵，另一台待命備用為輔助油泵。油泵在 Auto Mode 之下，當主油泵因故無法運轉時，則輔助油泵將自動啟動，主/輔兩油泵所使用馬達為 30Kw，其同步轉速為 3,600rpm，額定電壓為 460V/3 $\Phi$ /60Hz。

### 4、油冷卻器(Oil Cooler)

油系統共有 2 套冷卻器，每部均有足夠的能力來冷卻內部所有的循環油量，該冷卻器為水平表面冷卻式，內含 286 支冷卻管(Cooling Tube)，表面冷卻面積有 34m<sup>2</sup>，冷卻器本身為水冷式，所需冷卻水量為 20m<sup>3</sup>/h，油泵先將油送到冷卻器冷卻再送至雙層式的油過濾器作過濾。

### 5、油過濾器(Oil Strainer)

潤滑油系統與控制油系統各有一套雙層式(Duplex)油過濾器，潤滑油過濾器安裝於汽輪機之 Common Bed 上，該濾網為不銹鋼材質，該網目大小

為 150 mesh，潤滑油經過該過濾器過濾掉雜質之後注入各軸承內及慢車系統齒輪(Turning Gear)。而控制油過濾器之濾網材質為紙質，其濾網較密僅 20  $\mu$ m，控制油經過濾器過濾之後將油注入制動器 (Actuator) 及伺服馬達 (Servomotor) 作推動。

#### 6、壓力調節閥(Pressure regulating Valve)

潤滑油及控制油經過壓力調節閥分別將其油壓調整在 0, 14MPa 及 1MPa，第一級閥彈簧會將制動器進油處油壓調節在 1MPa，而第二級閥彈簧將各軸承之進油處油壓調節在 0, 14MPa，然後剩餘油料將會回到主油槽，每只調節閥可經由調整閥上彈簧來作油壓調整。壓力調節閥的組成包含有閥、外殼及彈簧等元件所構成。

### (四) 緊急跳脫及警報系統

#### 1、超速跳脫及超速跳脫試驗

當 BFPT 轉速高達 112% 額定轉速時，則緊急跳脫裝置將自動啟動來關閉主關斷閥及調速閥，並且使 BFPT 停機以免發生意外。當 BFPT 達到上述轉速時，超速跳脫栓會立即動作，並使復歸桿(Reset lever)往下押，此時極限開關動作，主關斷閥的電磁閥會打開來使伺服馬達內油壓釋放，在極限開關動作時，調速器 Woodward 505 將使制動器動作讓調節閥立即關閉。當 BFPT

轉速下降，透過復歸桿往上拉可將緊急跳脫齒輪 Reset，若此時要重新啟動 BFPT，首先汽輪機跳脫狀況必需先經由現場控制盤或 DCDAS 作 Reset。

超速跳脫有 2 種方式，上述為機械式超速跳脫。我們也可透過現場轉速計 (Local Speed Tachometer) 來作電氣式緊急超速跳脫，當 BFPT 轉速到達 110% 額定轉速，現場轉速計的接點會接上，該 BFPT 將如上述機械式超速跳脫一樣來停機。

當 BFPT 在維修之後或有一段時間未使用要重新開始運轉時，則應對緊急跳脫裝置加以測試。即使 BFPT 在經常運轉的情況下，MHI 都建議儘可能時常來測試該裝置以確保本系統良好功效。透過操作調速器 Woodward 505 控制面板來逐漸加速 BFPT 轉速一直到 110% 額定轉速，我們可以來確認電氣式超速跳脫裝置是否可以如期動作，接下來則是確認機械式超速跳脫裝置，必需先將電氣式超速跳脫接點 (SR2, SR4) 予以 Bypass 以避免在 110% 額定轉速產生跳脫，再透過調速器 Woodward 505 控制面板的操作，逐漸加速 BFPT 轉速直到 112% 額定轉速以上，來確認機械式超速跳脫裝置是否如期動作。

如發現有任何誤動作發生則應停車重新作調校。如要調校超速跳脫之轉速，先打開超速齒輪盖板，每順時針方向調整彈簧螺絲一格 (1/16 轉)，則 BFPT 跳脫轉速會增加約 140 rpm。

## 2、 跳脫及警報之保護裝置

在此以潤滑油低油壓保護裝置為例來作說明，當軸承油壓降至 0,08Mpa 以下，則軸承低油壓警報將啟動，當潤滑油油壓繼續下降至 0,04Mpa 以下時，則軸承低油壓跳脫開關會 ON 上，電磁閥會自動打開且外部緊急跳脫接點會 ON 上，當主關斷閥 Oil Cylinder 油壓下降，則主關斷閥將關閉，此時調速控制器 Woodward 505 外部緊急接點會 ON 上使調速閥關閉。

BFPT 除潤滑油低油壓保護裝置外，尚有其他保護裝置，動作原理相似，其警報與跳脫動作設定如下表所示：

BFPT 保護裝置名稱	警報動作設定值	跳脫動作設定值
潤滑油低油壓保護裝置	0,08MPa 以下	0,04MPa 以下
控制油低油壓保護裝置	0,8MPa 以下	0,5MPa 以下
排氣壓力過高保護裝置	-66,7KPa 以上	-53.3Kpa 以上
轉子振動過高保護裝置	75 $\mu$ m p-p 以上	125 $\mu$ m p-p 以上
轉軸移位監測系統	$\pm$ 0,55mm 以上	$\pm$ 0,7mm 以上
轉子偏心偵測	50 $\mu$ m 以上	75 $\mu$ m 以上
油槽油位 LL/L/H 警報	H+100mm/L-100mm/LL-170mm	
潤滑油冷卻器出口/軸承油出口溫度過高	潤滑油冷卻器出口：50°C 以上 軸承油出口：75°C 以上	

BFPT 保護裝置名稱	警報動作設定值	跳脫動作設定值
排氣口外殼溫度過高	120°C 以上	
控制油/潤滑油過濾器壓力差過高警報	控制油：0,04Mpa 以上 潤滑油：0,1Mpa 以上	

#### (五) BFPT 所使用之電動馬達

本系統所使用馬達數量並不多，其電源來自 480V MCC 及 125VDC 馬達啟

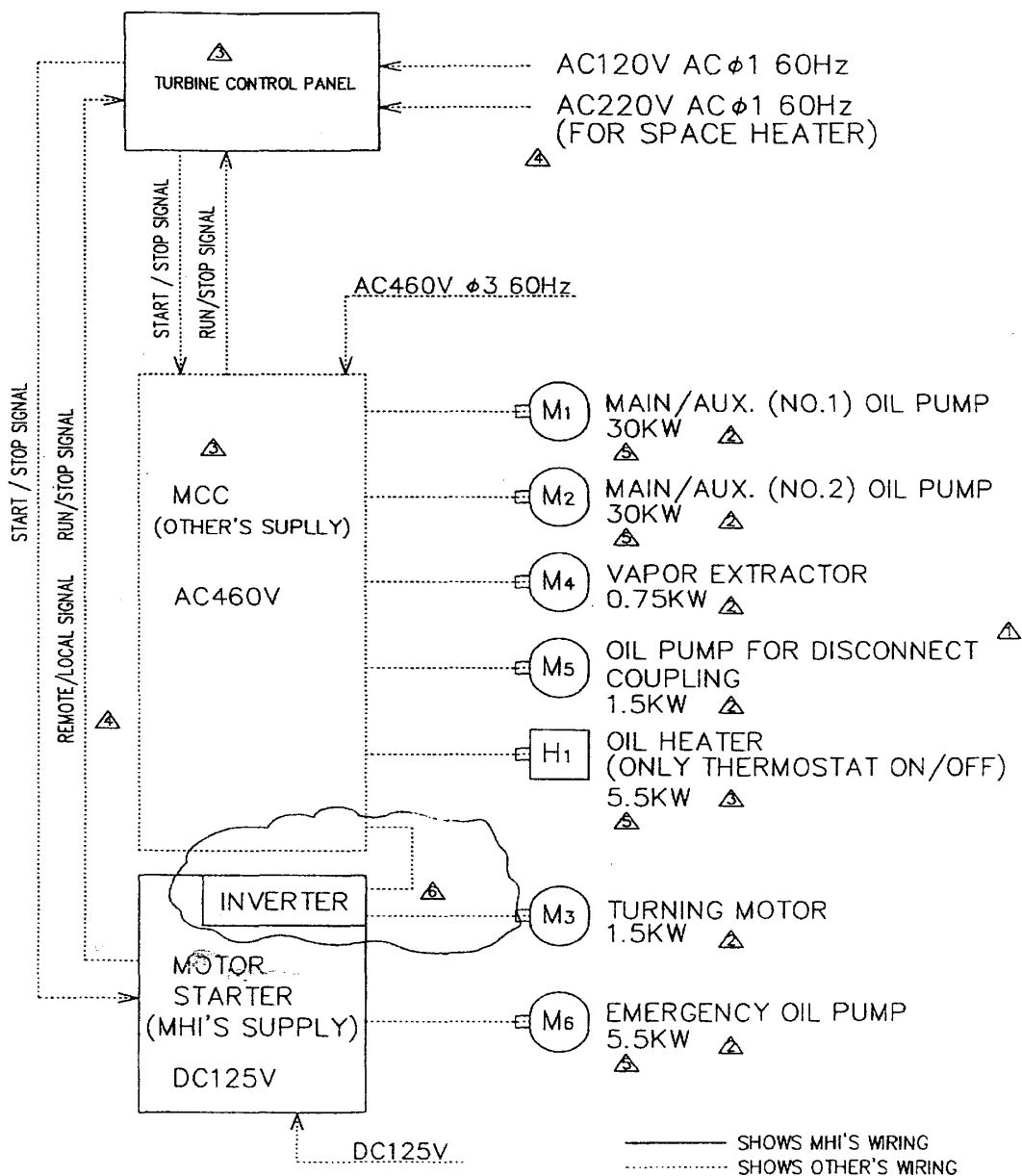
動盤。馬達用途及其相關規格如下表所示：

	馬達名稱	數量	額定電壓	輸出功率
1	主/輔助油泵馬達	2 台	460V/3Φ/60Hz	30 KW
2	緊急油泵馬達	1 台	125VDC	5,5 KW
3	油氣蒸發風扇馬達	1 台	460V/3Φ/60Hz	0,75 KW
4	慢車齒輪馬達	1 台	460V/3Φ/60Hz	1,5 KW
5	聯軸器分離用油泵馬達	1 台	460V/3Φ/60Hz	1,5 KW

主油泵馬達與輔助油泵馬達兩者輸出功率皆相同，當啟動 BFPT 時油泵馬達設定在自動模式時，若因某種原因造成軸承油壓降低，一旦偵測到油壓低於 0,07MPa 時則輔助油泵馬達將自動啟動。同理緊急油泵在自動模式之下，若遇軸承油壓低於 0,03MPa 時，緊急油泵馬達就會自動啟動。慢車齒輪馬達是由一

變頻器所驅動，因為它需帶動 BFPT 轉軸作低速之慢車迴轉 (10 rpm)。有關馬達線路圖詳附圖三所示。

### MOTOR WIRING DIAGRAM



附圖三 BFPT 之馬達線路圖

## (六) BFPT 調速控制系統 Woodward DCS505

BFPT 汽輪機調速系統基本上包含下列元件：

- 1、速度偵測器(Speed pick-up's)
- 2、Woodward 數位式控制系統(Woodward Digital Control System 505)
- 3、電動油壓制動器(Electro-hydraulic actuator)
- 4、主關斷閥專用油壓伺服馬達(Hydraulic servomotor)
- 5、汽輪機控制閥(Turbine control valve)

2 只磁感式速度偵測器對準汽輪機軸並檢出頻率信號，該頻率信號與汽輪機轉速成正比，並連接至 DCS505 調速器做回授控制。DCS 505 Woodward 調速器採微電腦可程式控制設計，其控制程式可以執行以下功能：

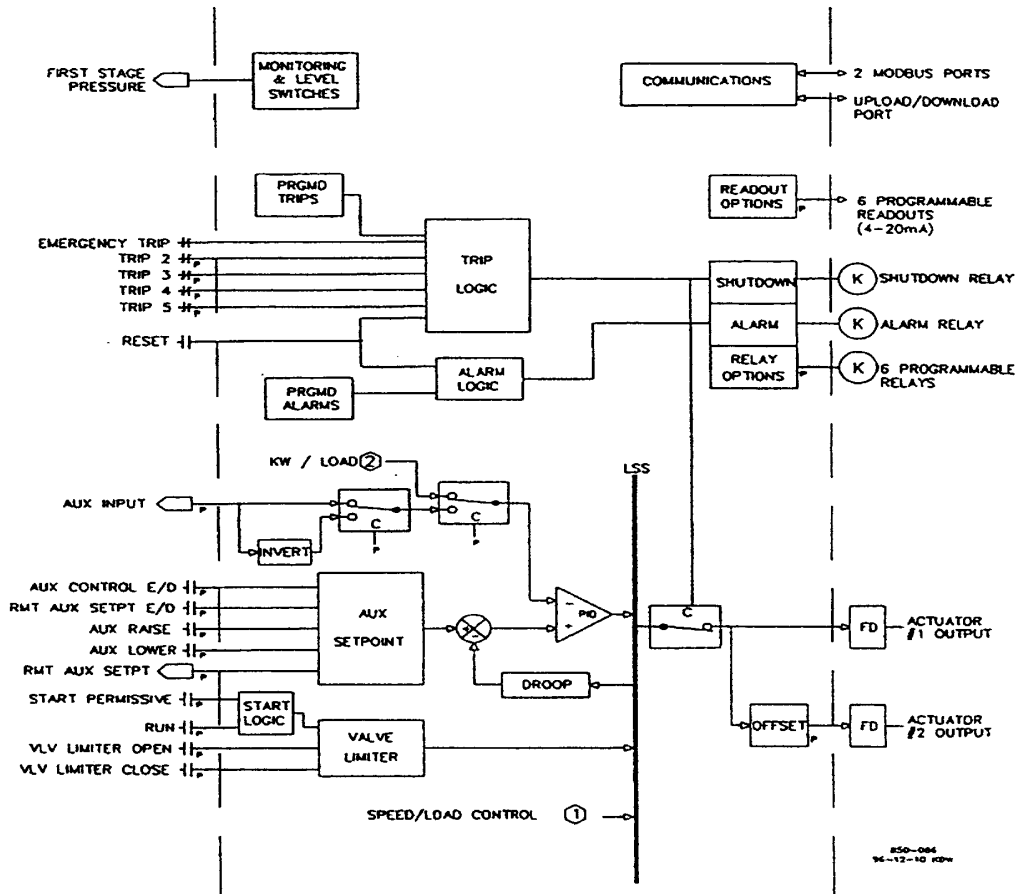
- 1、速度控制(Speed control)
- 2、速度設定(Speed setting)
- 3、輔助控制(Auxiliary control)
- 4、閥位控制(Valve ramp control)
- 5、串接控制(Cascade control)

即使電源供應器故障亦不會影響程式的操作，透過一整體式按鍵面板及 LCD 顯示來設定程式並選擇我們所要執行功能區塊，如此我們不但可使調速器做單純的手動/遙控速度設定來控制速度，亦可包括其他控制功能如進氣、排

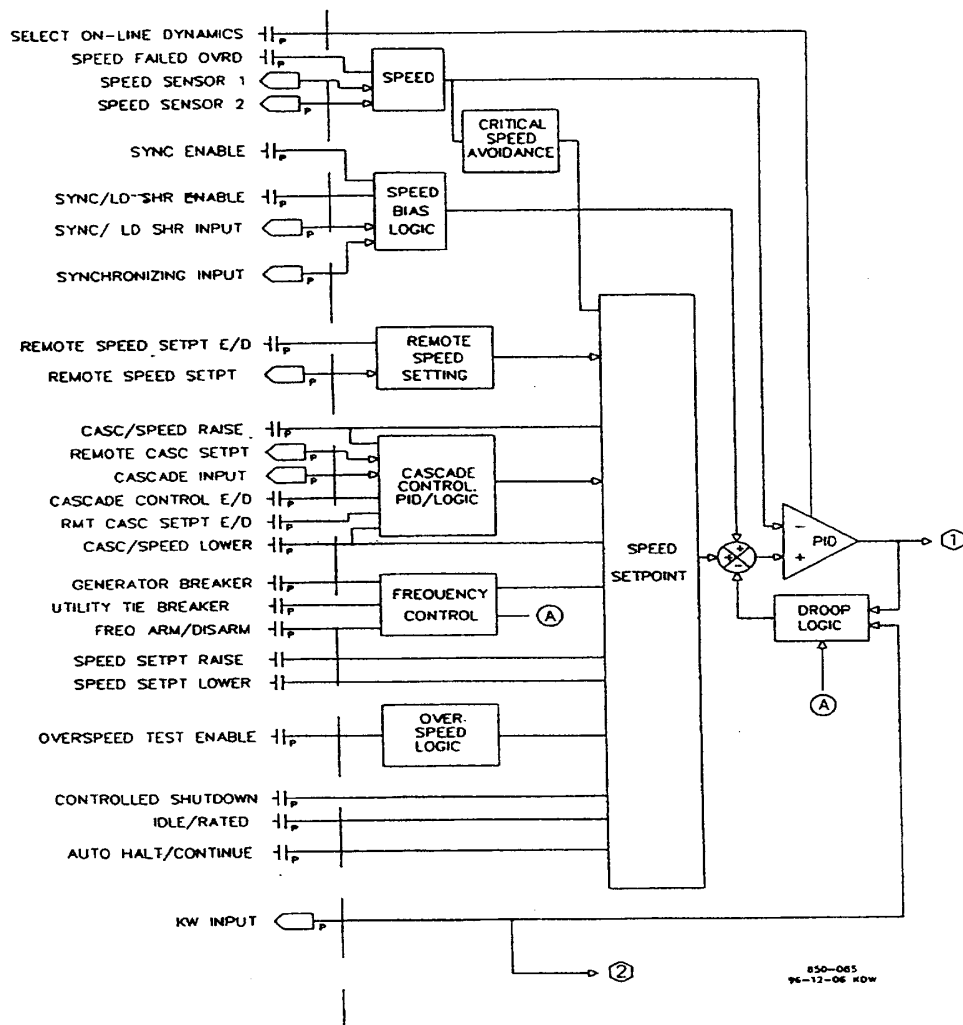


氣之壓力控制。我們也可以利用整體式按鍵面板及 LCD 來作參數設定如最高/最低速度設定及接點的輸出等，當指定之功能設定完成之後，所有程式及資料都被記憶在 EEPROM 內，並依順序來執行，這些資料並不會因電源供應器斷電而受到影響，透過 RS-232 介面之連接可與其他微處理器來作通訊。本調速控制系統利用 2 只速度偵測器來作速度量測，當其中一只速度偵測器故障本調速系統仍可照常執行其功能，並且 Alarm 接點會指出故障信號。

電動油壓制動器(Electro Hydraulic Actuator)接收來自調速器的輸出信號，並且將該信號轉制動器的機械位置，油壓伺服馬達(Hydraulic Servomotor)會將這個機械輸出信號予以放大來帶動汽渦輪機控制閥(Turbine Control Valves)，以控制進入汽渦輪機的蒸氣量。有關本系統之控制功能詳附圖四。



附圖四 (1/2) 控制系統功能圖



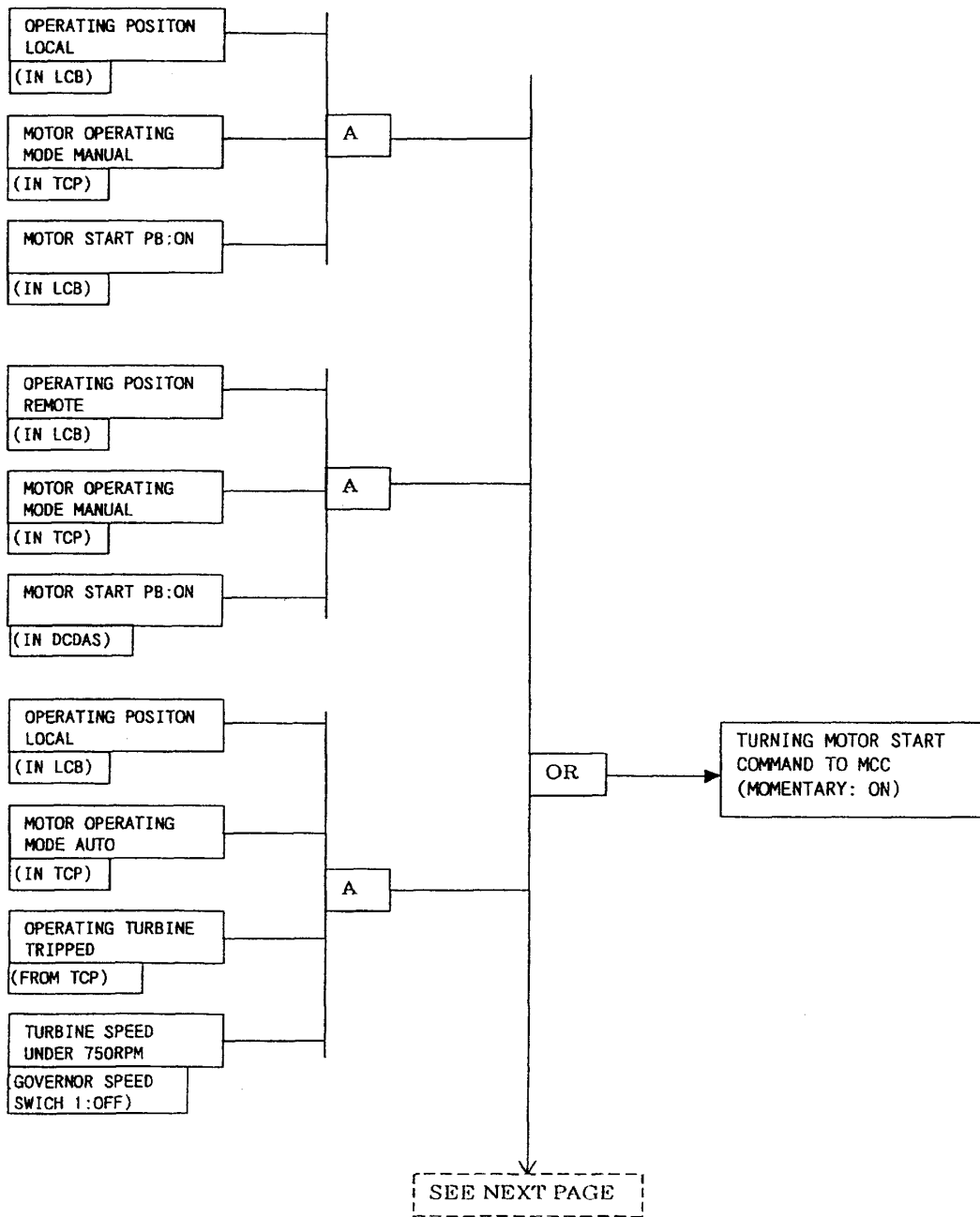
附圖四 (2/2) 控制系統功能圖

(七) BFPT 慢車設備(Turning Gear)

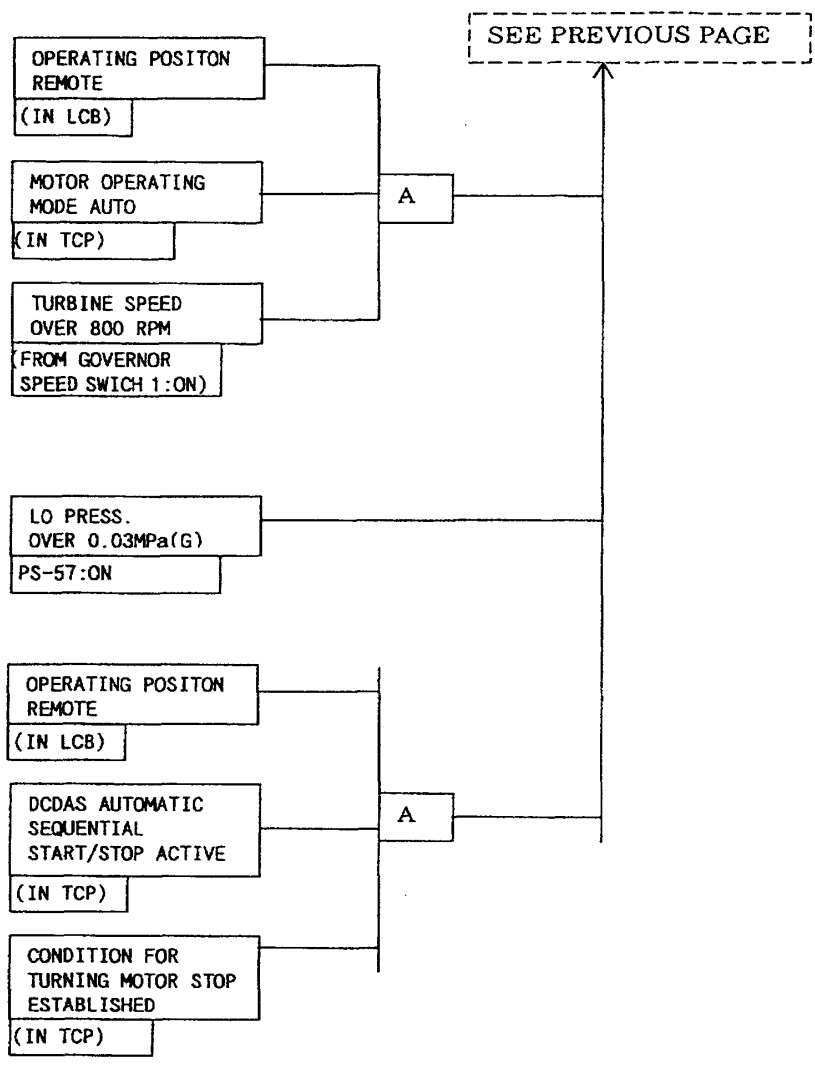
汽輪機於停機之後，汽缸內溫度仍很高，而且上半部溫度較下半部溫度高，若此時轉軸靜止不動，則轉軸上半部溫度高於下半部，即上半部熱膨脹較大，轉軸即受熱彎曲。故為避免轉軸彎曲必需裝置慢車設備，在汽機啟動前或停機後，連續

慢車運轉一段時間，使轉軸之熱膨漲均勻才可升速或停機，同時亦可縮短起動時間。當汽輪機轉速降至 750 rpm 時，慢車馬達將自動啟動，汽輪機停機後則應以 10 rpm 轉速慢車運轉 3 小時以上停止慢車迴轉；而起動升速前，汽輪機則應以 10 rpm 轉速慢車運轉 35 分鐘以上方可逐漸加速。一直到汽輪機轉速超過 800 rpm 則慢車馬達才告停止。有關慢車馬達之啟動及停車之邏輯圖如附圖五及附圖六所示。

# TURNING MOTOR START LOGIC DIAGRAM

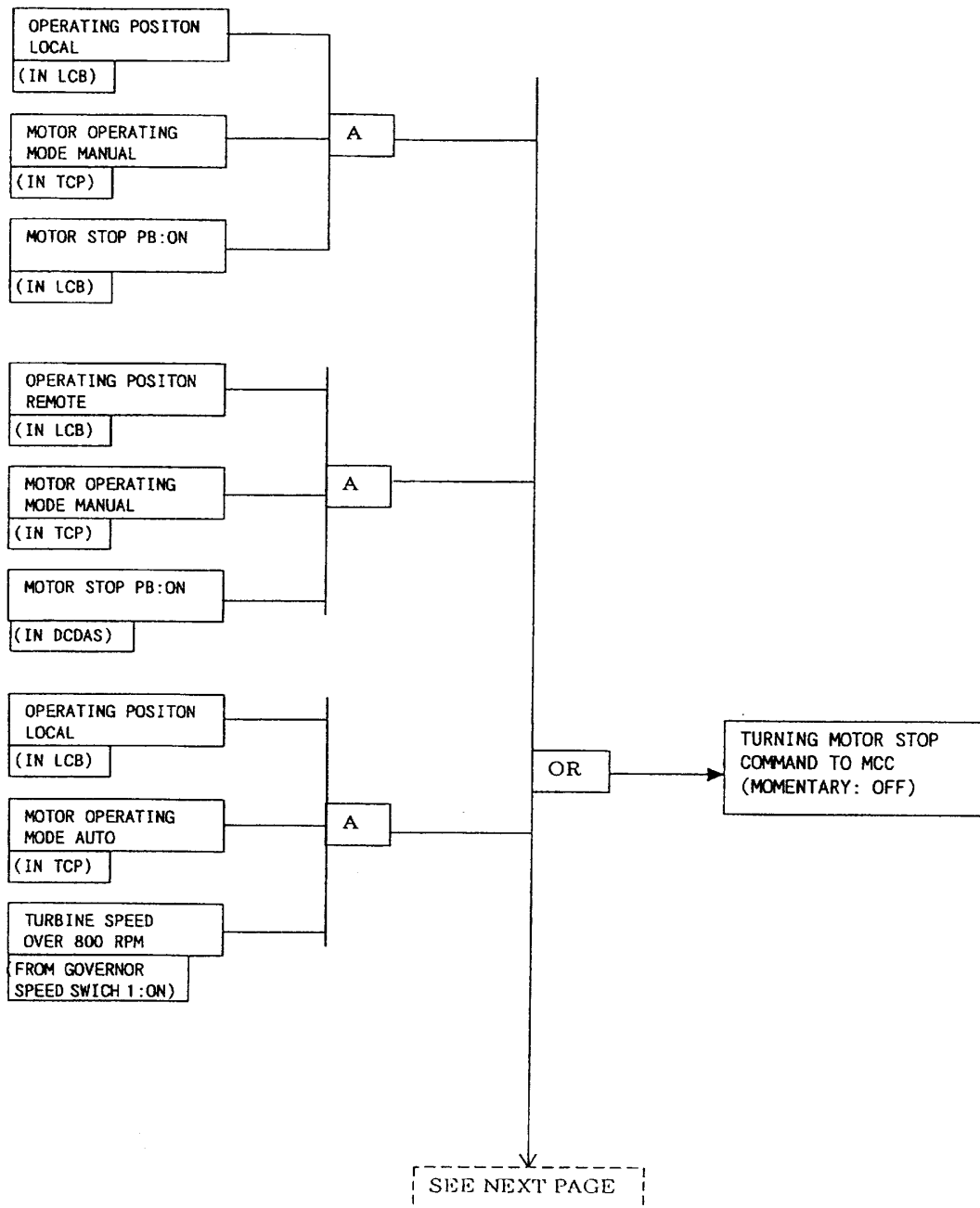


附圖五 (1/2) 慢車馬達啟動邏輯圖

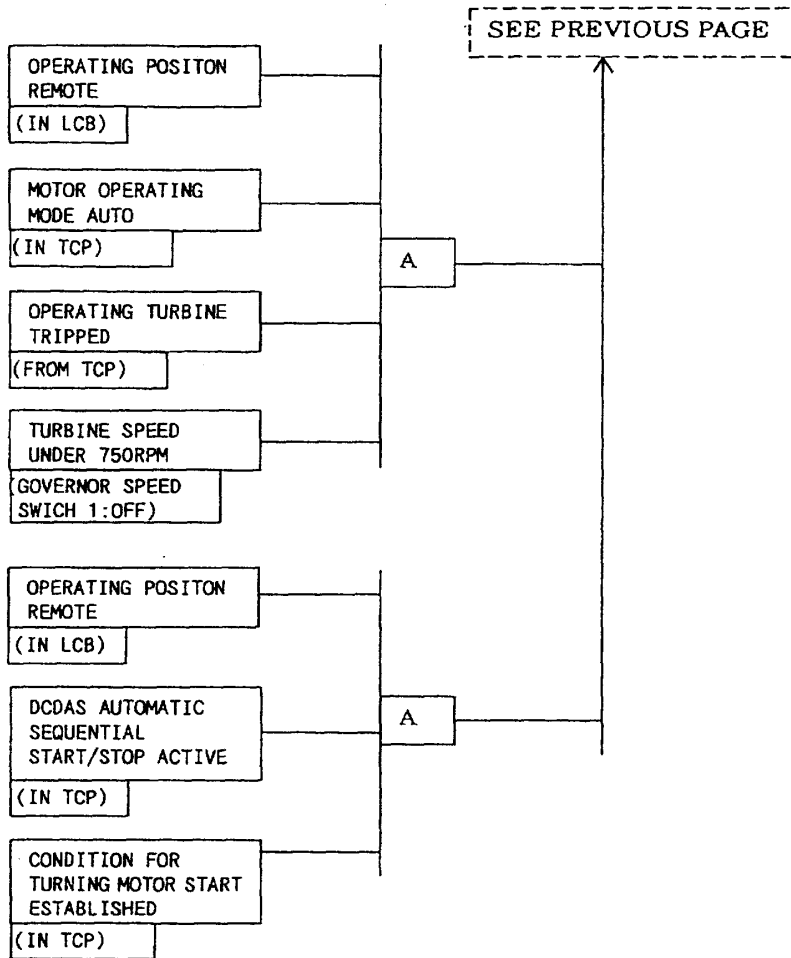


附圖五 (2/2) 慢車馬達啟動邏輯圖

# TURNING MOTOR STOP LOGIC DIAGRAM



附圖六 (1/2) 慢車馬達停止邏輯圖



附圖六 (2/2) 慢車馬達停止邏輯圖

(八) BFPT 的運轉

1、BFPT 運轉前的準備工作：

(1)、確認各控制電源是否 Ready

檢查汽輪機控制盤 (TCP)、相關 MCC、DC 馬達啟動盤及現場控制盤是否已送電。



(2)、確認控制氣體 (Control Gas) 是否 Ready

確認控制氣體(5-7kg/cm<sup>2</sup>g)已送至汽封閥(Gland seal steam valve)及高壓主關斷閥。

(3)、檢查油槽油位

確認油槽油位是否為高油位，因為一旦油泵開始啟動運轉油位將會降低，此項應特別注意，並檢查聯軸器油單元之油位。

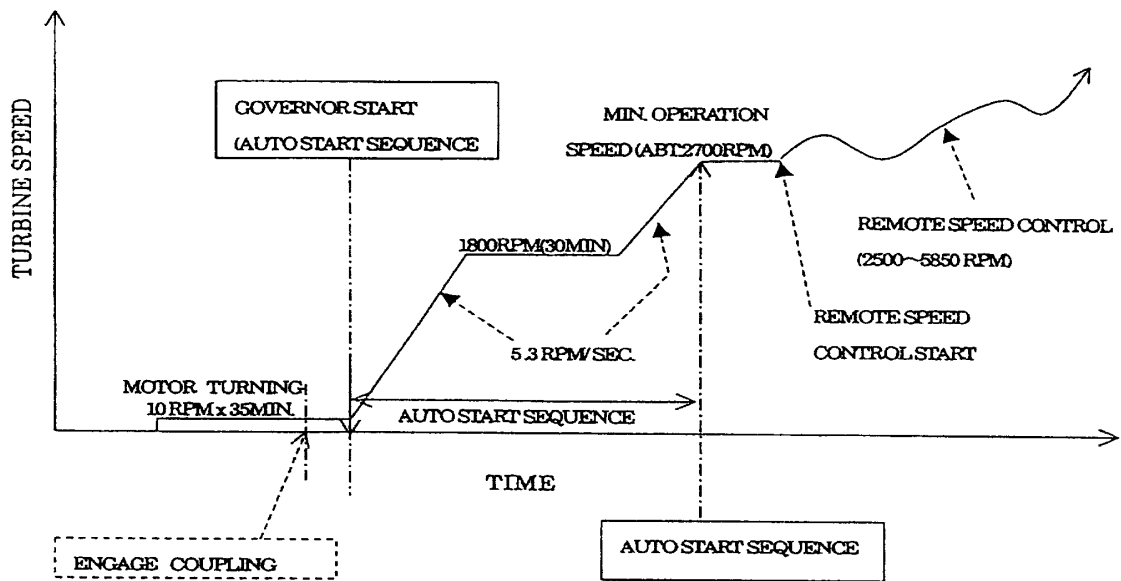
(4)、檢查油是否受污染

檢查油是否受污染而使油質產生變化或油中含水氣，若發現油中含水務必將水份除去。

(5)、確認主關斷閥及調節閥是否全都關閉

2、暖機並啟動 BFPT 之程序：

BFPT 從“啟動輔助設備 (Start Auxiliary Equipment)”到“提昇汽輪機轉速至額定轉速 (Raise up the Turbine to rated speed)”所有操作皆可透過 DCDAS 上的按鈕來操作。但以下我們要將重點放在現場手動的操作程序，因為它亦包含 DCDAS 上自動程序操作，並可對系統運轉更加瞭解，有關 BFPT 暖機及加速運轉的 Time chart 請參閱附圖七。無論是在 LCB 或 DCDAS 操作，都必需先將 DC 馬達啟動盤上選擇開關切至 Remote，並確認 MCC 是否能接受來自 TCP 的 Command，再依下列步驟操作。



附圖七 BFPT 暖機及加速運轉之時序圖

- Step 1、選擇現場操作
- Step 2、手動程序啟動
- Step 3、確認 BFP 是否 Ready
- Step 4、啟動排油氣扇
- Step 5、啟動油泵
- Step 6、確認油槽油位
- Step 7、確認軸承油及控制油之油壓
- Step 8、確認聯軸器位置是否分離
- Step 9、確認 M/T 格蘭冷凝風扇是否運轉
- Step 10、打開汽封蒸氣閥

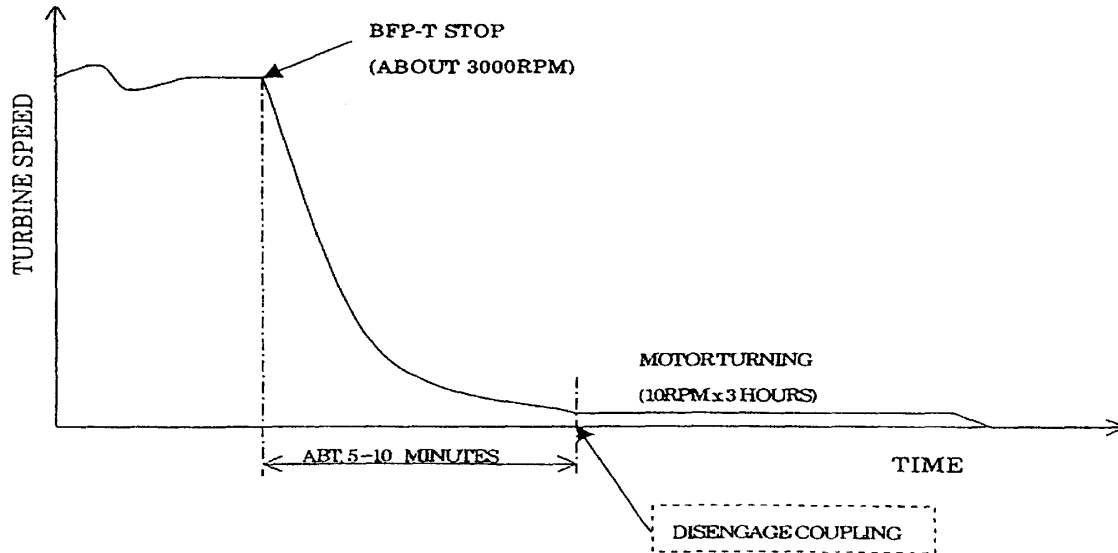
- Step11、打開 HV MSV 之洩氣閥
- Step12、確認排氣壓力是否正常
- Step13、打開排氣閥
- Step14、確認慢車運轉完成
- Step15、確認主關斷閥及調速閥完全關閉
- Step16、將調速器 Reset
- Step17、打開主關斷閥
- Step18、聯軸器耦合
- Step19、啟動調速器
- Step20、當 BFPT 轉速高於 800 rpm，則慢車馬達自動停止
- Step21、當 BFPT 轉速高於 2,700 rpm 則完成手動啟動程序
- Step22、BFPT 可開始進行遙控速度設定

**【注意】**

- (1)、當 BFPT 轉速到達 2,700 rpm 應儘速將負載加到 BFPT 上，因為長時間無載運轉之下，則蒸氣排放溫度及排放處機殼溫度會升高。
- (2)、如 BFPT 與 BFPM 同時運轉，應儘可能將較大的負載加到 BFPT 側。  
若兩台 BFPT 同時運轉（如台中九十號機滿載運轉情況），則 2 台 BFPT 負載應平均分配，即 BFPT-A：50% ，BFPT-B：50% 。

### 3、BFPT 之停機程序：

以下將介紹 BFPT 之停機程序，有關停機的 Time chart 請考附圖八。



附圖八 BFPT 停機之時序圖

- Step 1、降低負載（調降 BFPT 轉速至 2,700 – 3,000 rpm）
- Step 2、按下觸控板上“Sequential Stop”
- Step 3、確認主關斷閥及調速閥關閉
- Step 4、當 BFPT 轉速低於 800 rpm，系統會自動啟動慢車馬達
- Step 5、確認慢車馬達是否啟動
- Step 6、聯軸器分離
- Step 7、關閉排氣閥
- Step 8、注意排氣壓力是否過高
- Step 9、關閉 HV MSV 洩氣閥

Step10、關閉格蘭汽封閥

Step11、經過 3 小時以上的 10 rpm 慢車運轉之後停止慢車馬達

Step12、停上油泵

Step13、停止排油氣扇

Step14、完成順序停機

#### (九) BFPT 定期保養及維護

廠商一般都特別強調待命備用之 BFPT 在緊急情況下需立即快速啟動是很重要的，為了達成此目標，待命備用之 BFPT 應視同運轉中的 BFPT 一樣來作維護與保養。雖然如此，要讓待命備用之 BFPT 和運轉中的 BFPT 保持相同狀況是很困難的；而台中九十號機的運轉設計在滿載正常情況下兩台 BFPT 是同時運轉的，因此只要參照下列準則來作維護與保養即可。

週 期	檢視項目	檢視標準	維修要點
每次啟動/停機	BFPT 一般性檢查	排放閥及其他閥之操作	檢查其運轉狀況
每 3 個月	緊急跳脫裝置與調速裝置	操作該裝置並檢查其狀況	依維修手冊來作重新調整
首次使用：2 年 之後：4 年	Casing 內部及所有 Packing	檢查 Casing 內部狀況，如葉片、覆環等並檢視 Packing 的磨損狀況	1、清潔 Casing 內部及水平接頭。 2、清潔葉片、噴嘴及覆環。 3、更換 Packing fin 如有發現磨損。
首次使用：2 年 之後：4 年	主關斷閥 調速閥	檢查閥及閥座情況，及其相關零件檢查是否有裂縫及其閉合情形	操作閥的打開及關閉，如發現太鬆或有洩漏等毛病，應予以更換
首次使用：2 年 之後：4 年	螺栓、螺帽及 Split pin	檢視 BFPT 外殼，減速齒輪外殼及基座之相接部份	1、任何螺栓/螺帽發現有鬆動情形，弱務必上緊。

週 期	檢 視 項 目	檢 視 標 準	維 修 要 點
			2、確認 Split pin 是否上緊。 3、發現螺栓、螺帽及 Split pin 有生鏽則更換。
每 2 年	Journal Bearings Thrust Bearings	檢視軸承之 White mental 是否有磨損及其接觸情形	調校軸承接觸點並調整軸間隙
每 4 年	油泵	1、檢查齒輪與軸承是否磨損。 2、檢查其他附屬裝置。	1、檢查齒輪是否運轉順暢。 2、檢修所有連接部份及磨損部份並確認 Split pin 及螺絲是否上緊。
每 8 年(每 6 個月：冷卻水部份)	潤滑油冷卻器	檢查冷卻器情況，作 Hydraulic test 來檢查是否有洩漏情形	清潔油冷卻器並更換鋅(或鐵)部份如發現嚴重鏽蝕
2 年	油槽	檢視油槽內層 Coating 並清潔乾淨	
首次：6 個月 之後：每年	雙層式油過濾器	檢修並清理乾淨	

### 三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項：

科技的進步日新月異，若沒有適時的配合進修來充實自己的專業知識，往往跟不上時代的腳步，本次能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的機會。尤其是本人負責火力電廠各項電氣設備的採購、規範及圖面的審核及審標等作業，能有機會出國受訓去瞭解最新式設備的設計安裝運轉與維護等技術，對個人專業技術提昇及工作上有莫大助益。惟在日本非英語系國家研習期間，更能體會書到用時方恨少。雖在學生時代曾選修日文課，並

年前在總公司受過日文課訓練，距今多年未再繼續進修，如當時能持續加強日文的聽力、會話的能力，則與廠家技術人員溝通將更有效率，學習上更能發揮事半功倍的效果。

#### 四、對本公司之具體建議：

(一)、為提昇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。尤其現在科技發展日新月異，今年的新機組很快就成明年的舊機組。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。此外，本次研習時間實在太短，若能延長為兩週較為適當，有助於整體系統更深入地瞭解。

(二)、三菱公司在日本算是排行前幾名的大企業，而三菱重工在日本重工業界亦佔有舉足輕重的地位，其製造領域涉及航太、能源、化工、船舶及運輸機具等領域，而發電機組相關設備的生產製造只是其中的一部份，其企業本身亦擁有自己所屬的發電廠，新設計研發的新機組可在自己的電廠先行安裝並試運轉，透過實際運轉可深入研究如何改良來提昇效能，使其研發部門可以將設計理論與實際相結合，更能提昇其 R&D 的能力。台電公司雖不俱如此龐大的企業規模及自行研發的能力，但可考慮尋求具有潛力之技術合作廠家共同研發，並提供部份電廠供設備試運轉使用，從基本設備開始從頭建立自行研發的能力。