

行政院及所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

## 大潭機組氣渦輪機設計安裝運轉維護訓練

# 實習報告

服務機關：台灣電力公司

出國人：職 稱：機械工程師

姓 名：謝乾明

姓名代號：669109

行政院研考會／省（市）研考會 編 號 欄

出國地區：德國

出國日期：91年07月14日至08月03日

報告日期：91年09月

出國計畫：91年度第83號

G3/009103059

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：大潭機組氣渦輪機設計安裝運轉維護訓練

頁數 30 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話 謝乾明/台灣電力公司/北部施工處

機械工程師/034737767-626

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7月14日至8月3日 出國地區：德國

報告日期：91年9月

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

### 壹、出國實習目的

目前氣渦輪發電機組日新月異，舊的機型也不斷的在改進，許多技術更因須符合越來越嚴格的環保法規標準來修正，尤其大潭天然氣發電計畫發電容量達四百萬瓩，發電機組的特性及效率攸關供電的穩定及運轉、維修的成本。為期能熟悉新的氣渦輪發電機組相關技術，需前往國外廠家研習其設計、安裝、運轉及維護等技術，並蒐集各項相關資料，以作為氣渦輪發電機組規劃、設計、安裝、運轉及維護之參考。

### 貳、出國實習內容與過程

實習內容：大潭機組氣渦輪機設計安裝運轉維護訓練

實習過程：德國西門子公司實習

### 參、報告書提要：

- 一、氣渦輪機概述
- 二、氣渦輪機安裝
- 三、氣渦輪機運轉程序
- 四、氣渦輪機設備保養與維護
- 五、V84.3A型氣渦輪機組的特點
- 六、結論與建議

## 壹、出國實習目的

目前氣渦輪發電機組日新月異，舊的機型也不斷的在改進，許多技術更因須符合越來越嚴格的環保法規標準來修正，尤其大潭天燃氣發電計畫發電容量達四百萬瓩，發電機組的特性及效率攸關供電的穩定及運轉、維修的成本。為期能熟悉新的氣渦輪發電機組相關技術，需前往國外廠家實習其設計、安裝、運轉及維護等技術，並蒐集各項相關資料，以作為氣渦輪發電機組規劃、設計、安裝、運轉及維護之參考。

## 貳、出國實習內容與過程

實習內容：大潭機組氣渦輪機設計安裝運轉維護訓練

實習過程：

91.07.14~91.07.15-----台北 ——▶ 德國(往程)

91.07.16~91.08.01-----德國西門子公司實習

91.08.02~91.08.03-----德國 ——▶ 台北(返程)

# 參、大潭機組氣渦輪機設計安裝運轉維護訓練實習報告

## 目 錄

- 一、氣渦輪機概述
- 二、氣渦輪機安裝
- 三、氣渦輪機運轉程序
- 四、氣渦輪機設備保養與維護
- 五、V84.3A 型氣渦輪機組的特點
- 六、結論與建議

## 一、氣渦輪機概述：

### (一)、氣渦輪機原理

氣渦輪機原理係以熱力學之布雷登循環(BRAYTON CYCLE)的理論為基礎。所謂的布雷登循環包含二個等壓變化及二個等熵變化過程如圖 1-1 實線 (1-2'-3-4') 所示。由於布雷登循環係將空氣視為理想氣體，且不考慮摩擦損失等不可逆因素，但實際上因空氣非理想氣體，壓縮空氣與葉片間之摩擦損失為不可逆性，雖然葉片經過精密之設計，亦無法完全避免摩擦損失，故實際上之循環圖如圖 1-1 中虛線 (1-2-3-4) 所示較為真實。以下以表格化之方式將理想之布雷登循環與實際之氣渦輪機循環之應用表列說明如下：

理想循環過程	理想布雷登循環說明	氣渦輪機循環過程	氣渦輪機之應用說明
1-2'	等熵壓縮過程	1-2	壓縮機壓縮空氣
2-3	等壓加熱過程	2-3	燃料加入燃燒室與壓縮空氣混合燃燒
3-4'	等熵膨脹過程	3-4	渦輪機膨脹作功將熱能轉換為機械能，輸出動力
4-1	等壓冷卻過程	4-1	氣渦輪機作工後的剩餘熱能排放至大氣

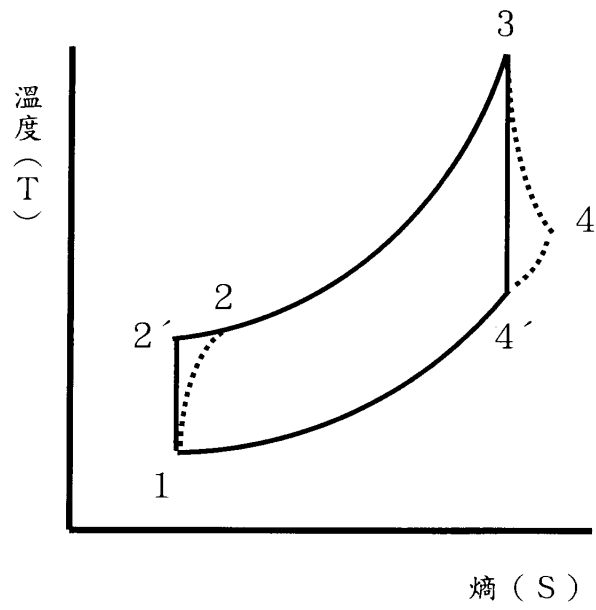


圖 1-1 布雷登循環

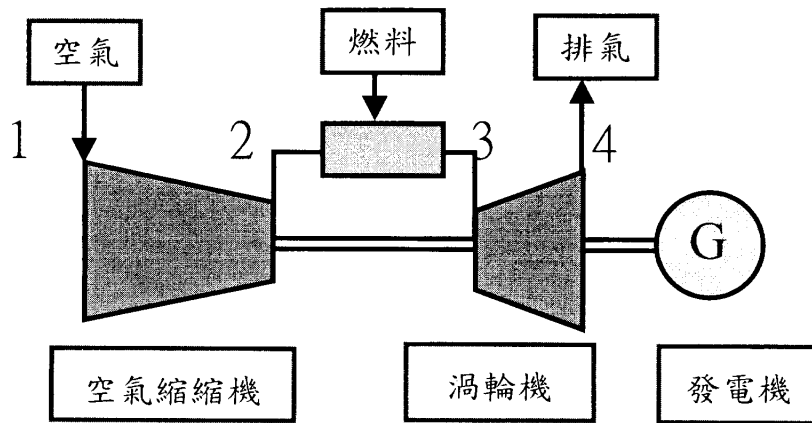


圖 1-2 氣渦輪機示意圖

## (二)、氣渦輪機系統概述：(參考圖 1-3 及 1-4)

氣渦輪機的主要結構包括進氣系統、空氣壓縮機、燃燒室、渦輪機、發電機、排氣系統及其他輔助系統等。

### 1、進氣系統(Inlet System)：

進氣系統裝置於空氣壓縮機入口，猶如人體之呼吸器官，設計不良將影響機組運轉壽命，故在設計上須達到乾淨、安靜、流量足、安全且易於保養之要求，此系統結合過濾及消音的功能將清潔的空氣導入空氣壓縮機。其系統組件包括過濾室、風道、消音器、檢修門等，並設有差壓計 (Pressure Differential Indicator) 及差壓警報器 (Pressure Differential Alarm)。

### 2、空氣壓縮機：(參考圖 1-5)

西門子 V84.3A 型係採用 15 級軸流式壓縮機 (Axial Flow Compressor)，壓縮比為 17.1，葉片全部使用「控制擴散翼形」(CDA)，可有效地抑制氣流之剝離現象。可變式入口導翼 (Inlet Guide Vane IGV)，可控制入口空氣流量，當機組啟動、停機或空載等，以低負載運轉時關小開度，以減少空氣流量，同時配合洩放閥之開啟或關閉，以減少壓縮機葉片之負荷。

### 3、燃燒室 (Combustion Chamber)：(參考圖 1-5)

燃燒室主要的功能是将壓縮機送出的空氣經由燃燒室與燃料充分混合後，加熱至渦輪機入口溫度。原西門子 V84.2 型氣渦輪機係採用雙桶式燃燒室，每只燃燒桶配有 6 只燃燒器。但由於第三代的 V84.3A 型，其壓縮比由 V84.2 型的 10.8 增加至 V84.3 型的 16，再增至 V84.3A 型的 17.1，在空氣流率大增的情況下，原設

計已不敷需求，故改採新型共通環狀 (Ring Combustor) 燃燒室，配置 24 只雙燃料燃燒器 (Burners)，如附圖 1-6。每一燃燒器設一點火器，環式燃燒器配合配合渦輪機第一級入口，形成一碗狀的空間結構。環狀燃燒室大幅減少燃燒室的體積，縮短燃燒滯留時間，使燃燒效率提高，且燃燒產生之氮氧化物 (NOx) 大量減少，可說是一舉兩得，是燃燒室設計上的一大進展。

#### 4、渦輪機(Turbine)：

渦輪機又稱之為氣機其功能係將經燃燒的高壓高溫燃氣經由渦輪機膨脹作功，將熱能轉換為機械能。西門子 V94.3A 型渦輪機共 4 級，採反動式葉片 (參考圖 1-7) 設計，其特性為動葉片前後有壓差，故動靜葉片均作功，在製造上葉片頂端之間隙須非常的小。渦輪機與空氣壓縮機共用一轉子 (Rotor，參考圖 1-8)，以 Central Tie Rod 方式固定，並採用獨立輪盤 (Disk) 設計，本項設計具有下列之優點：

- (1) 重量輕、起動容易，運轉時亦較穩定。
- (2) 轉子為鋼性 (Rigid) 設計，外側以二只軸承定位。
- (3) 以賀式 (Hirth) 鋸齒狀 (Serrstion) 輪盤與葉輪契合，可防止因熱應力引起之不平衡。
- (4) 冷卻空氣橫貫轉子，可達到最佳化之冷卻效果。
- (5) 更換葉輪時，轉子不必抽出或拆解。
- (6) 轉子以鎖緊螺栓固定，更易於更換及組合。

#### 5、發電機(Generator)：(參考圖 1-9)



西門子 V84.3A 型氣渦輪機搭配 TLRI 108/36-36 氣冷式(Air Cooled)發電機，並配備以水為冷媒之 Air Cooler 循環冷卻，冷空氣由轉子上之軸流風扇驅動冷卻發電機產生之熱能。

#### 6、排氣系統(Exhaust System)：

排氣系統主要設備包括排氣煙道、膨脹接頭、煙囪等。其功能是将燃氣在推動氣渦輪機作功後，經排氣系統引導排放至大氣中。如將燃氣經煙道導引至熱回收鍋爐(Heat Recovery Steam Generator)，加熱爐管產生蒸汽對汽機(Steam Turbine)作功發電，則成為複循環機組，大潭發電計畫即屬此類型之複循環發電機組，參考圖 1-10。

#### 7、氣渦輪機輔助系統：

##### (1)起動設備(Starting System)

起動設備係利用扭矩轉換器，將起動器之動力帶動壓縮機及渦輪機。起動器之型式有起動馬達、柴油引擎、壓縮空氣等。西門子 V84.3A 型係以 Static Start System 控制發電機當作起動馬達來加速，並在氣渦輪機轉軸加速至 2500RPM 時 Static Start System 自動跳脫。

##### (2)慢車迴轉系統(Turning Gear System)：

慢車迴轉系統的功能係在氣渦輪機停機後，慢慢推動轉軸，避免因機組內部冷卻造成轉軸彎曲變形。西門子 V84.3A 型慢車迴轉設備包括壓縮機進氣端轉軸上之 Pelton Impeller 及 6 支潤滑油噴嘴。

##### (3)潤滑油系統(Lubrication System)

潤滑油系統包含有主油泵、輔助油泵、緊急油泵、油槽、冷卻器、過濾器、除油霧器等設備,其功用係提供氣渦輪機組各部組件所需之潤滑油。西門子 V84.3A 型係以 2 台 100% AC 油泵為主油泵及輔助油泵,並另設一 AC 頂心油泵(Jacking Oil Pump)提供高壓頂心油供氣渦輪機轉軸於低轉速時頂起轉軸,防止轉軸與軸承之磨損。

#### (6)控制油系統(Control Oil System )

控制油系統係用來控制氣渦輪機之燃氣控制閥之閥位,調整所需燃料流量。其主要設備包括 2 台 100% 油泵、過濾器、蓄壓器、冷卻器、油槽、管路及相關儀控設備等。

#### (7)冷卻系統(Common Cooling Water System)

冷卻系統係採用以水為介質之密閉循環系統(Closed Circuit),其功能為潤滑油、控制油、發電機冷卻空氣、清淨空氣之冷卻,其設備包括 Fin Fan Air Coolers、Circulating Pumps、Valves、Chemical Injection Tank 等。

#### (8)控制系統(Instrumentation And Control System)

控制系統設有儀電設備控制室、Power Logic 控制系統、馬達控制中心、發電機保護盤、消防系統、蓄電池組等,用作中央監控氣渦輪機組暨相關設備等運轉情形。

#### (9)燃料系統(Fuel System)

燃料系統可分為可分為燃氣與燃油系統說明如下：

a. 燃氣系統

燃氣系統主要設備包括控制閥、關斷閥、過濾器、管路、流量計、壓力計及相關控制設備等，其功能係提供氣渦輪機所需燃氣。

b. 燃油系統(Liquid Fuel System)

燃油系統主要設備包括 AC 油泵、控制閥、關斷閥、過濾器、流量計、壓力計、管路及相關控制設備等，其功能係提供氣渦輪機所需燃油。

(10) 氣機壓縮機水洗設備

a. 壓縮機水洗的目的

壓縮機水洗的目的是為了恢復氣渦輪機之效率及避免葉片受腐蝕。由於氣渦輪機運轉時氣流中之灰塵、油氣、水份等物質，非常容易附著於壓縮機前幾級葉片，而形成一層髒沈積物(Fouling Deposits)進而影響壓縮機之氣流，導致效率低落，並進一步導致葉片腐蝕。一般的解決方式係採用除礦水加清潔劑(Detergent)的方式來清洗壓縮機，此種清洗之方式俗稱水洗。

b. 壓縮機水洗時機

壓縮機水洗時機，依運轉環境因素，如空氣狀況等而有所不同，可經由目視檢查或機組效率監測來判定。一般狀況下清洗頻率為運轉中 On-Line (On-Line) 清洗每星期一次，停機(Off-Line)清洗每月一次。

c. 水洗設備—包含有管路、泵、槽、閥等，並設有清洗水加溫器。

(11) 注水系統(Water Injection System for NOx Reduction)

注水系統其設計目的為減少氣渦輪機燃燒系統產生之 Nox，其設備包括 AC 水泵，控制閥，流量計，管路及相關儀控設備等。V84.3A 配備 DLN 燃燒器(Dry Low Nox Combustor )，燃天然氣(不需噴注水)時 Nox 為 27.5ppm(vol.)，燃輕柴油時 Nox 為 47ppm(vol.)。

## 二、氣渦輪機安裝

(一)西門子公司為簡化工地安裝所需之時間，故在設計時即將組件盡可能模組化、標準化及簡單化，並在製造工廠組裝成幾個大組件，除了達到簡化的目的外，又能便利運輸出口。由於主要精密裝配工作均已在工廠裝配完成（參考圖 2-1），可避免在現場組裝時調校精密間隙之困擾，使得現場安裝工作簡化，增加機組的可靠性，降低現場安裝之困難度，縮短安裝工期。

### (二)現場安裝作業項目與工期

現場安裝主要作業項目包括：基礎埋件、氣渦輪機安裝、發電機安裝、潤滑油系統、排氣系統、迴轉機對心、管路系統、儀電系統、運轉前檢查、併聯、運轉檢查及測試、商轉等。上述工作從基礎埋件至商轉所需之安裝工期約六個月內可完成。

### (三)現場安裝人力需求

每部氣渦輪機自基礎埋件開始至商轉所需人力包括工程師、監工、鉗工、冷作工、配管工、電氣工、雜工等約需 2300 人日，詳如下表：

每部氣渦輪機安裝人力需求一覽表			
項次	工別	數量	單位
1	工程師	210	人日
2	監工	100	人日
3	鉗工	510	人日
4	冷作工	235	人日
5	配管工	350	人日
6	電氣工	560	人日
7	雜工	335	人日
每部機所需人力合計		2300	人日

### 三、氣渦輪機運轉程序（參考圖 3-1）

氣渦輪機運轉模式依不同需要及各種狀況均有不同之運轉模式，以下僅就正常運轉程序下，依待機、起動、負載運轉、停機之順序簡要說明如下：

#### （一）待機(Stand-by)

1. 潤滑油系統維持起動運轉中。
2. 電池組保持充(滿)電狀態。
3. 氣渦輪機轉軸慢速迴轉中。

#### （二）起動(Starting)

起動系統轉動氣渦輪機轉軸至點火速度，燃料注入燃燒室燃燒加速至 70% Rate Speed(2500RPM)，起動馬達跳脫並停止，增加燃料噴入燃燒室，氣渦輪機轉軸增速至 Rate Speed (3600RPM)，保持短暫之暖機(Warming)時間後，機組即可加載 ( Loading )，此段時間約 20 分鐘。

#### （三）負載運轉( Load Running )

當氣渦輪機轉速達 Rate Speed，加載(Loading)指示燈亮，機組在自動模式下自動併聯並逐漸增載至設定之負載，亦可以手動併聯、增載或降載，此段時間約 15 分鐘。

#### （四）停機( Shutdown )

當” Stop” 按鈕被操作，負載即自動逐漸降低，最後發電機 Breaker 跳脫，氣機經短暫冷卻(Cool down)後，停止供給燃料，轉速下降，轉軸停止，隨即由 Turning Gear 帶動轉軸轉動，氣渦輪機處於待機(Stand-by)狀態。

## 四、氣渦輪機設備保養維護

### (一) 維修保養的目的：

對於任何機組而言，運轉會導致磨損及裂傷，維修的主要目的就在於檢測磨損與裂痕，找出原因並加以修護。氣渦輪機運轉一段時間後，因高溫燃氣可能對機組產生損傷，尤其是與高溫高壓燃氣直接接觸的熱氣通道部分，更是檢修的重點。

### (二) 維修保養的分類及注意事項：

氣渦輪機組設備保養維護工作，可分為平時、檢修及大修等三方面，一般均按廠家運轉維護手冊規定按時辦理。維護重點如下：

#### 1. 平時維護時須注意下列幾點：

- (1) 過濾網清拭或更換。
- (2) 壓縮機葉片之維護。
- (3) 渦輪機葉片之維護。

#### 2. 檢修時須注意下列幾點：

- (1) 熱氣通道目視檢查（參考圖 4-1、4-2）
  - a. 燃燒器。
  - b. 火焰管。
  - c. 混合室及內罩殼。
  - d. 壓縮機及渦輪機各級組件。
- (2) 必要時須對所有葉片作內視鏡檢查。

#### 3. 大修時須注意下列幾點：



- (1) 壓縮機及渦輪機之動葉片得各別更換。
- (2) 壓縮機及渦輪機軸承得與轉子一起拆除。
- (3) 燃燒室組件(如隔熱片)必要時須更換。
- (4) 氧化物須去除,並重新噴塗防蝕材料。

(三) 維修保養週期：

氣渦輪機組檢修週期是依等效運轉時數(EOH)來計算,採用等效運轉時數(EOH)的原因是因為燃燒室、葉片等直接受熱之部分,其承受的應力非常高,所以採用受熱部分所累積之運轉應力來決定維修的週期是最合理的方式,其計算公式如下：

$$EOH = a_1n_1 + a_2n_2 + \sum_{a_3}^{n_3} + b_1t_1 + b_2t_2$$

符號說明：

- $n_1$ ：啟動次數
- $n_2$ ：快速升載次數
- $n_3$ ：溫度快速變化次數
- $t_1$ ：基載運轉次數
- $t_2$ ：基載至尖載間之運轉時數
- $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2$ ：相關加權因素

一般檢修工作間格 25000 小時等效運轉時數,相當於連續運轉之機組每三年檢修一次的週期。檢修週期如下表：

等效運轉時數 EOH	25,000	50,000	75,000	100,000	125,000	150,000
定檢 (inspection)	每 25000 小時 2 至 5 次(視運轉模式而定)					
中間檢查 (hot-gas-path inspection)	(X)	X	(X)	X	(X)	X
大修 (major inspection)	X		X		X	

(X)：包括在大修內

## 五、V84.3A 型氣渦輪機組的特點

目前大潭發電計畫雖然尚未決標，依西門子現有機組中最符合大潭發電計畫規範且最具競爭力之氣渦輪機組，首推 V84.3A 型，此型係以 V84.2 型為研發基準，經 V84.3 型再加以改良設計，此型主要特點如下：

- (一)採最佳化及模組化設計，使結構簡單化。
- (二)新設計之高效能 15 級軸流式空氣壓縮機，壓縮比高達 17.1。
- (三)最新環狀燃燒室設計，並配備 24 只雙燃料燃燒器，使燃燒更完全，大幅提昇燃燒效率。
- (四)採用陶瓷隔熱保護片，除可保護熱氣通道外，內部冷卻系統之需求亦可降至最低。
- (五)單晶葉片被覆陶瓷絕熱材料，增加葉片壽命。
- (六)葉片內部採高效能之冷卻系統 (Vortex and Convection Cooling)。
- (七)維修簡易方便的燃燒室設計，熱氣通道檢修時不須吊起轉子檢修。
- (八)獨立輪盤(Disk)的轉子設計，採用 Hirth Serration and Central Tie Bolt 的接合方式。上述設計方式使轉子具

有重量輕、強度高、熱應力低及迴轉穩定性高等優點，  
可縮短起動所需時間。

(九)空氣壓縮機採用可變式入口導翼(Inlet Guide Vane IGV)  
設計，當機組啟動、停機或空載以低負載運轉時關小開  
度，可減少空氣流量，同時配合洩放閥之開啟或關閉，  
以減少壓縮機葉片之負荷。

(十)軸向排氣設計，使熱能更易導入熱回收鍋爐。

(十一)發電機採用冷端帶動 (Cold End Drive)，具有較穩定  
之轉軸對心效果。

(十二)模組化設計，縮短現場安裝時間。

(十三)可與汽機發電系統搭配成複循環機組，靜熱效率 (Net  
Efficiency) 可高達 57%。

(十四)V84.3A 氣渦輪機性能資料如下：

氣渦輪機機型	V84.3A 型
頻率(Hz)	60
轉速 (r/min)	3600
總動力輸出 (MW)	182
總效率 (%)	38.3
總熱耗率 (kJ/kWh)	9399
排氣溫度(°C/°F)	582/1080
排氣流率(kg/s)	456
壓縮比	17.1
長 x 寬 x 高 (m)	11x6x7
重量 (t)	235

## 六、結論與建議

### (一) 氣渦輪機組優點

#### 1. 符合環保需求：

因採用天然氣為燃料，廢棄排放污染相對減少且無輻射污染等問題，是目前國內外最廣為接受的發電方式，建廠時抗爭阻力相對最小。

#### 2. 設廠成本較低：

由於機組所需佔地相對較小，用地較易取得。且機組建置成本較燃煤、核能等機組便宜。

#### 3. 裝機時間短：

由於所有設備均以模組化設計，其週邊組件亦較其他機組精簡，且在製造工廠已完成大部分組裝工作，使得現場裝機作業工作量大幅減少，縮短安裝工期。

#### 4. 起動快速調度靈活：

氣渦輪機起動至併聯僅需 15~20 分鐘，相較於燃煤機組熱機時需 60 分鐘以上，如為冷機時更長達 3 小時以上，起動快速，使調度運轉靈活是此種機組最大特色。

### (二) 氣渦輪機的缺點

### 1. 氣渦輪機組發電成本高：

單一氣渦輪機發電發電成本每度高達 6-7 元，即使採用複循環發電，每度成本亦需 1.8 元，相較於核能燃煤水力等發電成本均偏高，以發電成本考量而言，較不具競爭力。

### 2. 天然氣供應不穩定：

大潭複循環發電機組主要採天然氣發電，但天然氣儲存廠由民間企業負責興建，在供應時程上不易掌控，且因天然氣具有儲存不易，安全存量有限等諸多限制，如天然氣進口船期稍有延誤，即可能影響機組發電，在供氣穩定性無法自行掌控下，將是一大隱憂。

### 3. 民營化的衝擊：

由於民間電廠相繼加入發電事業，目前新增機組發電量成長大於市場需求，且在燃料價格不斷提高的雙重衝擊下，使得本公司獲利能力降低，在電價調整困難的前提下，民營化及組織的精簡勢在必行，如何提升競爭力應是當前最重要的課題。

## (三)、結語

職奉派赴西門子公司實習，從氣渦輪機的設計、安裝、運轉及維護等，都有更深一層的認識及體驗，尤其廠家在氣渦輪機安裝階段，其對品管工作的要求特別嚴格且不斷接受客戶運轉的建議，再融入設計理念的改良，使機組不斷求心求變，愈來愈

符合客戶之需求，使競爭力提高，V94.3A 型即是一款極具競爭力的機型，其搭配複循環之靜熱效率高達 57%，遠高於傳統複循環之 42%，可見其性能之優越。

最後特別感謝各級主管的提攜及在這段期間的指導，使順利完成本次大潭發電機組氣渦輪機設計、安裝、運轉及維護訓練的實習任務，除個人獲益良多外，對氣渦輪機更進一步的認識，相信對大潭發電計畫氣渦輪機之裝機、運轉及維修工作，將有很大的助益。

1. Fresh air filter
2. Turbine building with gas turbine
3. Generator
4. Exhaust gas stack
5. Grid transformer

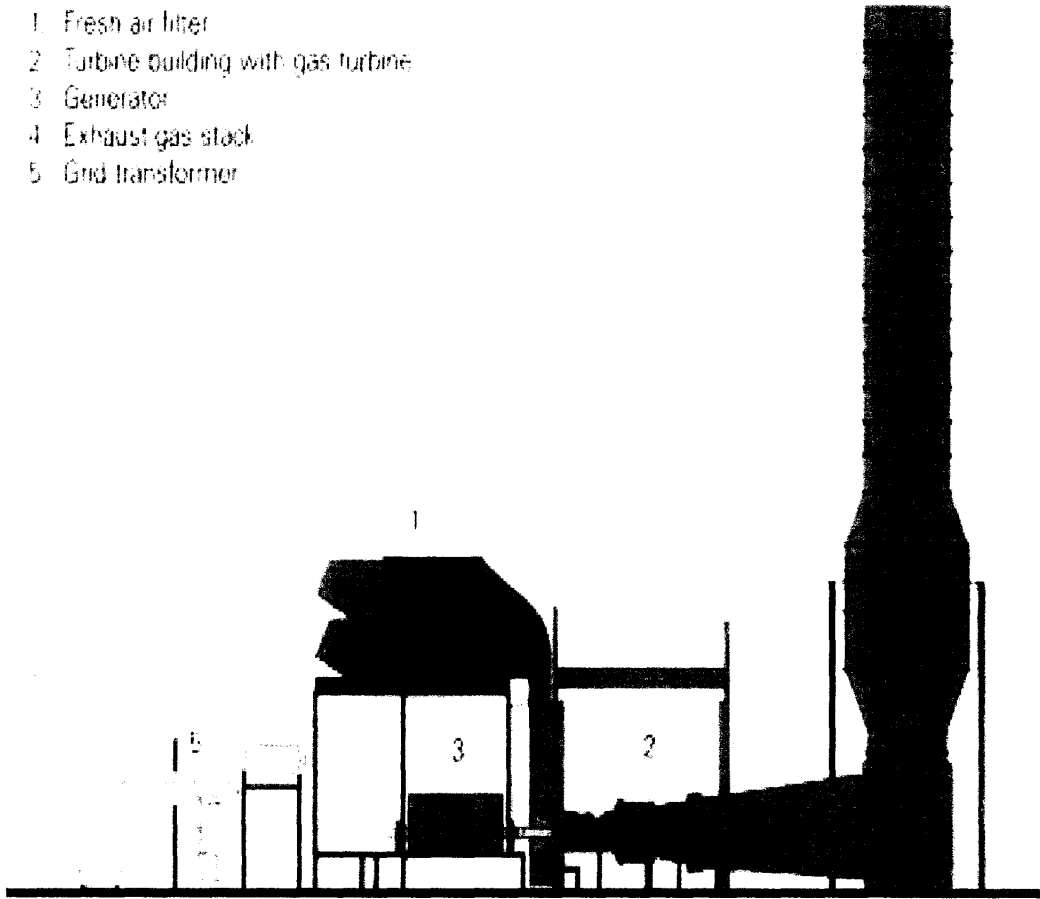


圖 1-3 氣渦輪機組示意圖



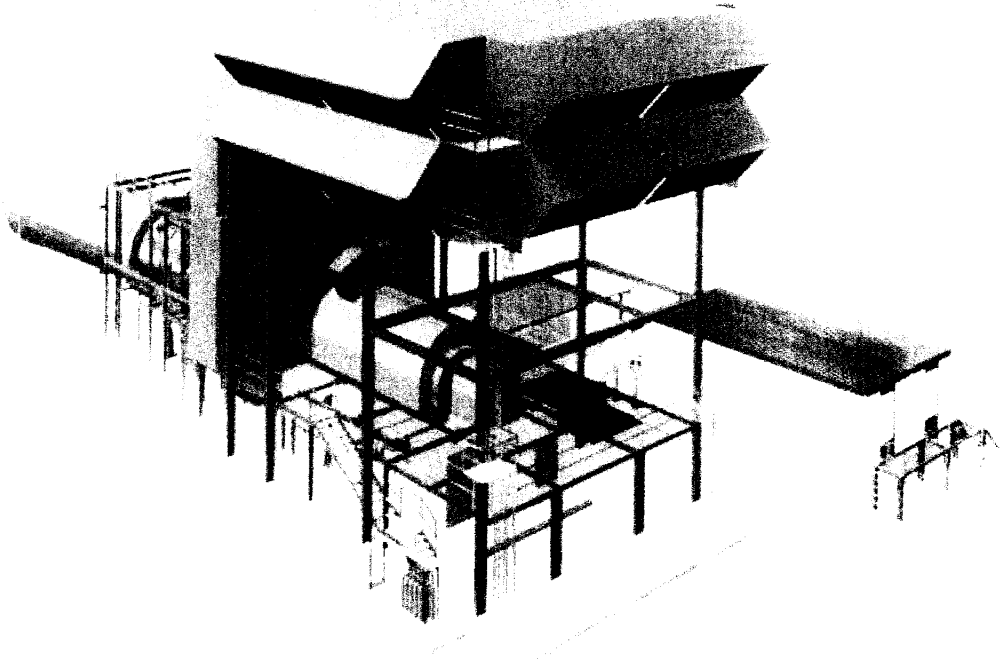


圖 1-4 氣渦輪機組立體圖

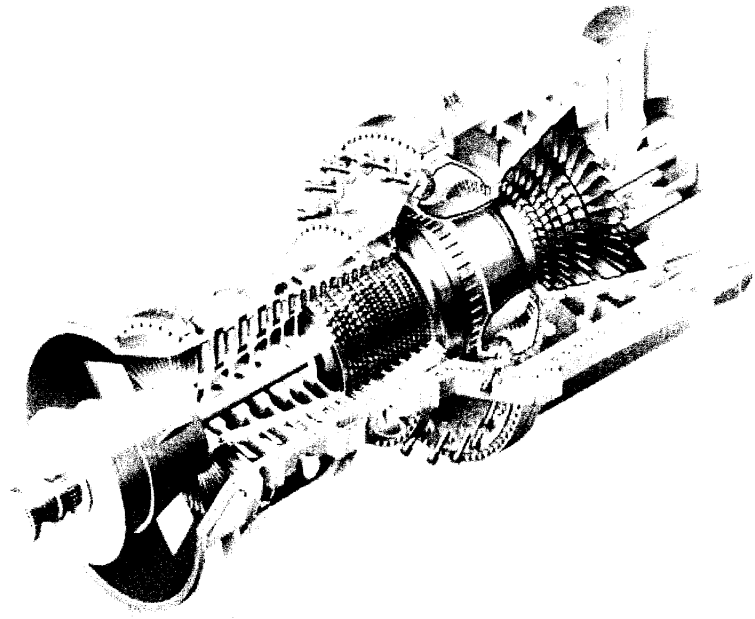


圖 1-5 氣渦輪機剖面圖

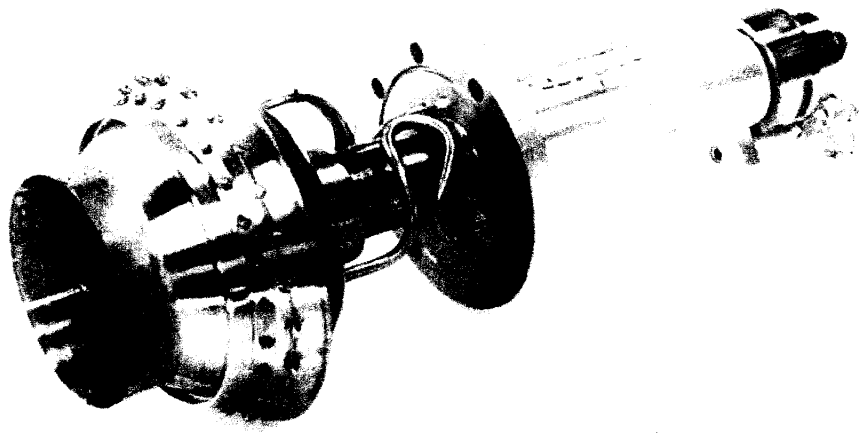


圖 1-6 雙燃料燃燒器

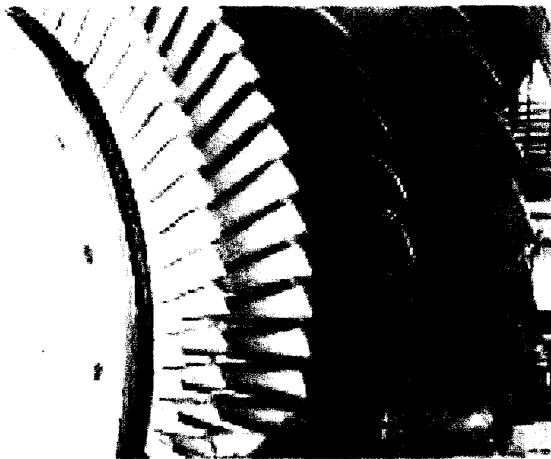


圖 1-7 渦輪機動葉片

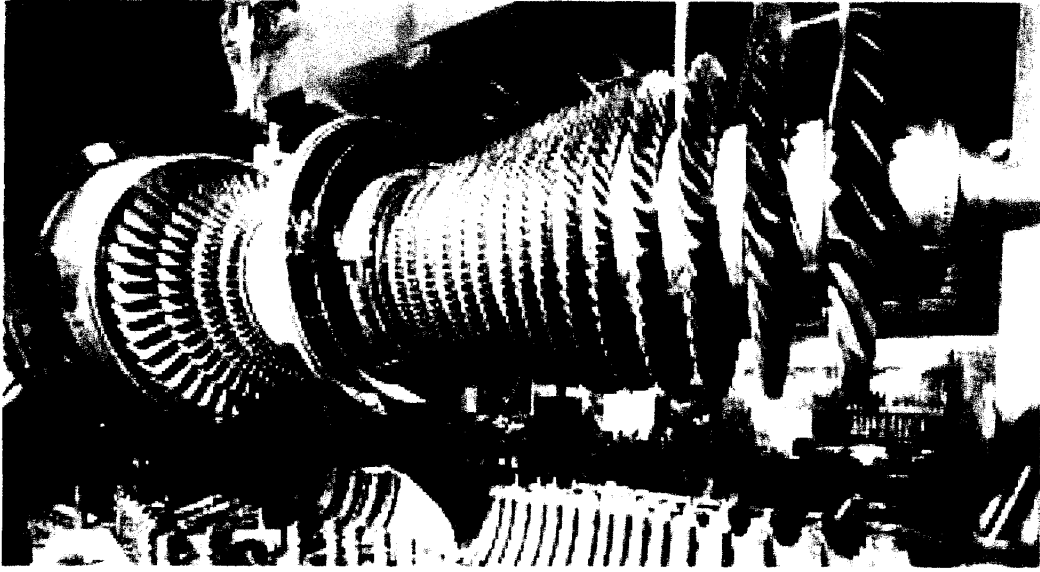


圖 1-8 氣渦輪機轉子(ROTOR)

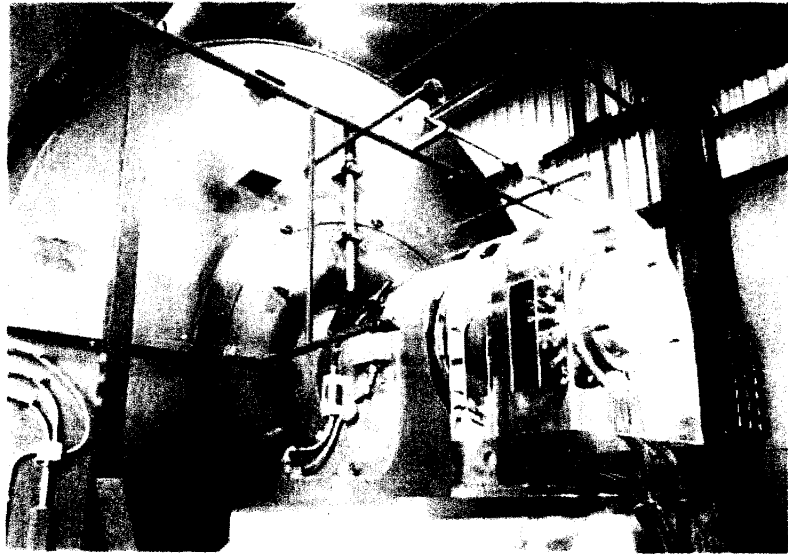


圖 1-9 TLRI 108/36-36 氣冷式發電機

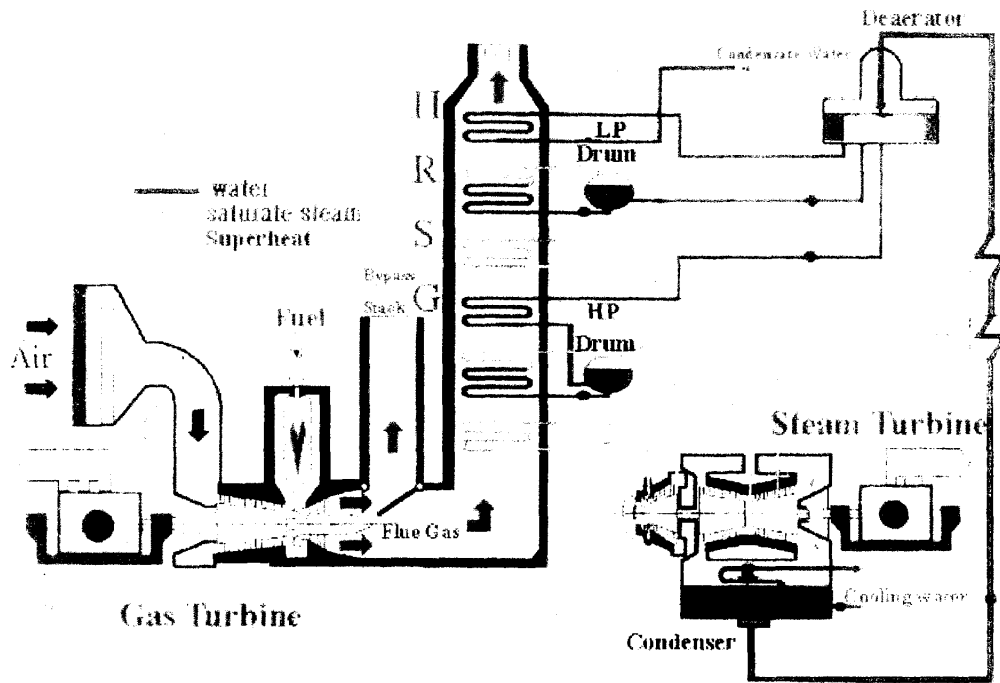


圖 1-10 複循環發電示意圖

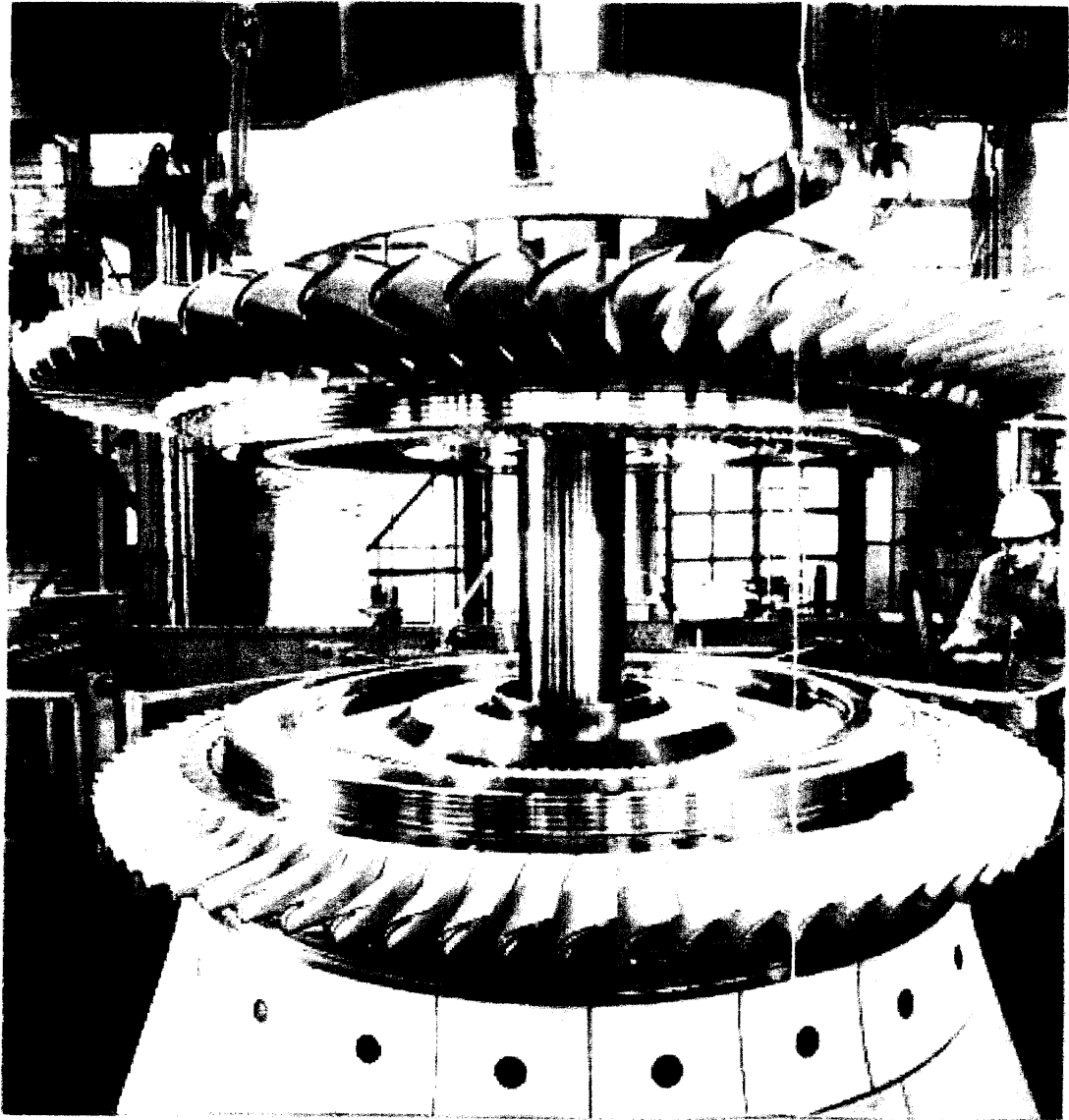


圖 2-1 葉輪組裝圖（立式）

SCHEMATIC DIAGRAM OF START-UP AND SHUT DOWN SEQUENCE.

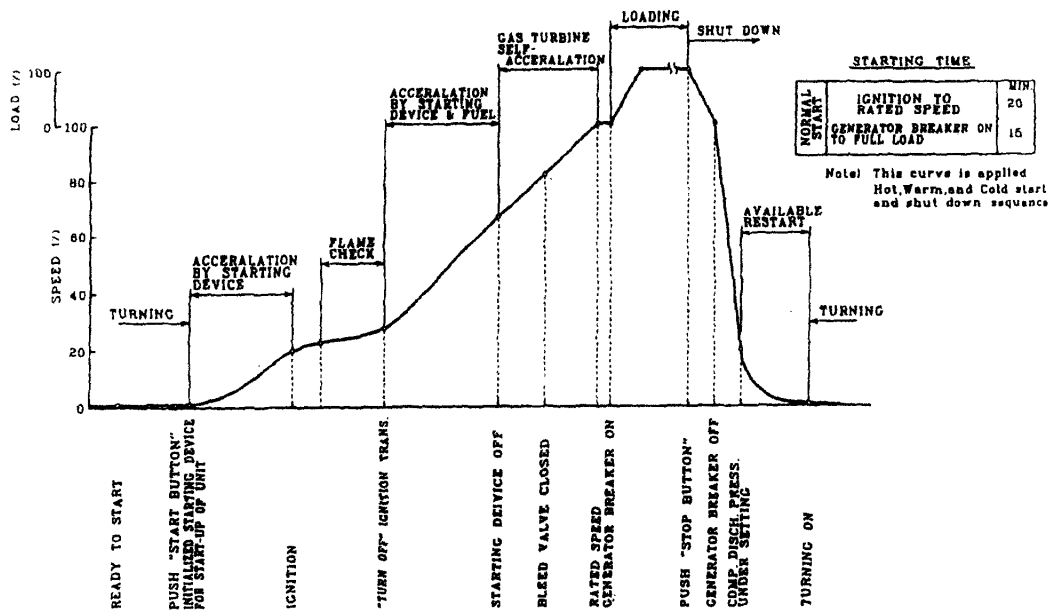


圖 3-1 氣渦輪機運轉程序



圖 4-1 熱氣通道檢修(一)

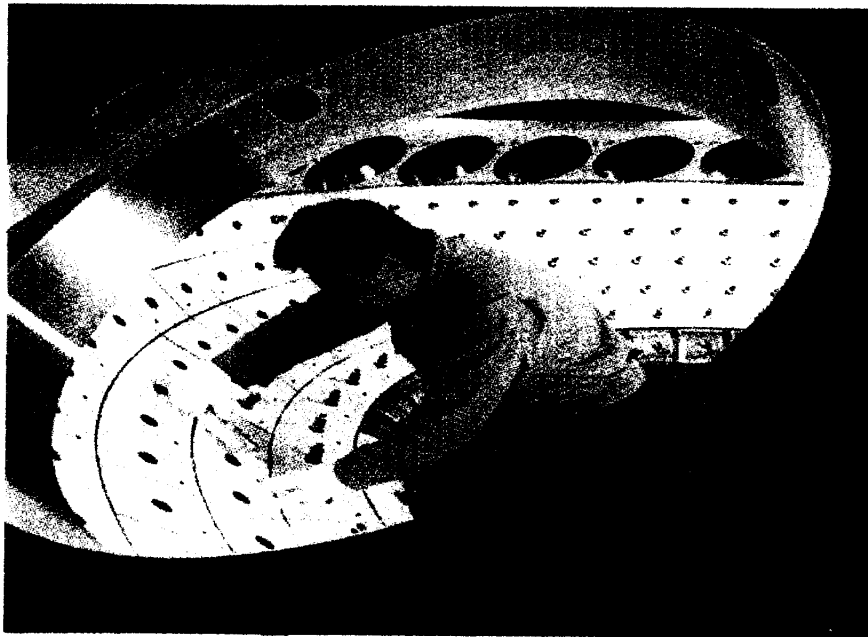


圖 4-2 熱氣通道檢修(二)