

G3/
C09005136

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱： 氣渦輪機組設計、安裝、維護、測試及運轉	
出國計畫主辦機關名稱： 台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位： 周存焜/十一等氣渦輪機股長/北部施工處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略容 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

總經理

副總經理

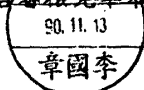
主管處

主管

單位

主管

報告人：



行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱： 氣渦輪機組設計、安裝、維護、測試及運轉

頁數 26 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 周存焜/台灣電力公司/北部施工處

氣渦輪機股長/034737767-605

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：90年9月11日至10月1日 出國地區：日本、德國

報告日期：90年11月

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

壹、出國研習目的

大潭氣渦輪機組為國外進步型，採用最新高度工業技術設備以達高效率、低噪音低排放、運轉容易、維護低廉。而其材料使用、設計理念及安裝、運轉、維護等技術實需赴國外廠家研習並蒐集相關資料以作為機組規劃、安裝、運轉、維護之參考。

貳、出國研習內容與過程

研習內容：氣渦輪機組設計、安裝、維護、測試及運轉

研習過程：日本三菱公司及德國西門子公司實習

參、報告書提要：

一、氣渦輪機概述

二、氣渦輪機運轉

三、氣渦輪機安裝所需人力與工期

四、氣渦輪機之特點

五、結論與建議

壹、出國研習目的

大潭氣渦輪機組為國外進步型，採用最新高度工業技術設備以達高效率、低噪音、低排放、運轉容易、維護低廉。而其材料使用、設計理念及安裝、運轉、維護等技術實需赴國外廠家研習並蒐集相關資料以作為機組規劃、安裝、運轉、維護之參考。

貳、出國研習內容與過程

研習內容：氣渦輪機組設計、安裝、維護、測試及運轉

研習過程：

90.09.11~90.09.11-----台北 ——▶ 日本(往程)

90.09.12~90.09.18-----三菱公司研習

90.09.19~90.09.20-----日本 ——▶ 德國(路程)

90.09.21~90.09.29-----西門子公司研習

90.09.30~90.10.01-----德國 ——▶ 台北(返程)

參· 氣渦輪機組設計、安裝、維護、測試及運轉實習報告

目 錄

- 一、氣渦輪機概述
- 二、氣渦輪機運轉
- 三、氣渦輪機安裝所需人力與工期
- 四、氣渦輪機之特點
- 五、結論與建議

一、氣渦輪機概述：

(一)、氣渦輪機設備(Combustion Turbine Assembly)

1. 三菱公司之 M501F 型氣機：

(1). 主結構：

壓縮機為 16 級軸流式(Axial Flow Compressor)，壓縮機末端配置 16 只雙燃燒料(Dual fuel)燃燒室(Combustion Chambers)，相鄰兩燃燒室間有通火管(Cross Flame tube)連接以傳導火焰，整組燃燒系統設兩只火星塞(Spark Plugs)點火器(Ignitor)，兩只火焰偵測器(Flame Scanner)，而氣渦輪機(Turbine)則為 4 級其剖面圖如附圖一，M501F 型氣機轉軸壓縮機段及氣機段 Disk 各由 12 支 Spindle Bolts 固定，壓縮機 Disk 間有 Torque Pins 以傳導動力，而氣機段 Disks 間以 Curvic Coupling 互相齒合傳導動力如附圖二。

(2)氣機冷却空氣：

第一級靜葉片(Ith Row Vane)直接以壓縮機出口端高壓空氣冷却，第二、三、四級靜葉片分別從壓縮機之第 13、10、6 級抽取壓縮空氣導入氣機冷却，氣機動葉片(Blades)及 Disks 則抽

取壓縮機出口端高壓空氣經冷却過濾後導入氣機冷却。如附圖三。

2. 西門子 V84. 3A 型氣機：

(1). 主結構：

壓縮機為 15 級軸流式，壓縮機末端配置 24 只雙燃料燃燒器(Burners)，每一燃燒器設一點火器，燃燒室為共通環狀(Ring Combustor)，氣機為 4 級，其剖面圖如附圖四，V84. 3A 氣機轉軸由單一 Central Tie Rod 固定壓縮機及氣機 DISKS，各 Disk 以 Hirth Facial Serration 齒合，除了提供自動對準(Alignment)外並有傳導動力及自由徑向膨脹之功能。如附圖五。

(2). 氣機冷却空氣：

第一級動靜葉片均由壓縮機出口端之高壓空氣冷却，第二、三、四級靜葉片分別抽取壓縮機第 13. 9. 4 級之壓縮空氣冷却，第二、三、四級動葉片則抽取壓縮機第 12 及 10 級壓縮空氣冷却。

(二)、發電機設備(Generator)

三菱公司及西門子公司均提供氣冷式(Air Cooled)發電機，並配備以水為冷媒之 Air Cooler，冷空氣由轉子上之軸流風扇驅動冷却發電機。

(三)、氣渦輪機輔助系統：

1. 起動設備(Starting System)

三菱公司之起動設備係於發電機之一端設一 1850KW 之起動馬達，經由液壓自動扭矩轉換器(Torque Converter)，變速齒輪(Auxiliary Gear)來加速氣機，在氣機轉軸加速至 2520RPM 時自動跳脫，西門子公司則以 Static Start System 控制發電機當作起動馬達來加速氣機，亦在氣機轉軸加速至 2500RPM 時 Static Start System 自動跳脫。

2. 慢車迴轉設備(Turning Gear System)：

M501F 氣機轉軸系以 AC 馬達經齒輪組(Gear Train)及叉頭離合器(Jaw Clutch)來轉動，使機組在待機狀態或熱停機冷卻防止轉軸變形。V84.3A 壓縮機進氣端之轉軸上裝置 Pelton Impeller 以 6 支潤滑油噴嘴衝動來轉動轉軸。

3. 進氣系統(Inlet Air System)

空氣經過濾器(Filter)過濾後經導管進入氣機，本系統設備有進氣室、空氣導管、消音器、膨脹接頭、肘管、結構鋼料等並設有壓差指示計 (Pressure Differential Indicator)及壓差警報器 (Pressure Differential Alarm)，以空氣清潔過濾器之自動清潔設備(Self-cleaning Pulse System)為選購配備。

4. 排氣系統(Exhaust System)

於氣機內膨脹作功後之熱排氣經排氣歧管

(Exhaust Manifold)，膨脹接頭(Expansion Joint)、排氣道(Duct)、煙囪(Stack)排至大氣，而於複循環機組則由導管進入蒸氣產生器(Heat Recovery Steam Generator)。

潤滑油系統(Lubrication System)

5. M501F 潤滑油系統提供氣機及發電機軸承，慢連迴轉齒輪，輔助輪齒，扭矩轉換器等所需潤滑油，其設備含有由氣機軸經變速齒輪傳動之主油泵，AC 輔助油泵、DC 緊急油泵、油槽、冷卻器、過濾器、油位開關、油壓調節器、溫度控制器、除霧器、管路、閥、相關儀控設備等。V84.3A 系統則以 2X100%AC 油泵替代主油泵及輔助油泵，而該油系統另設一 AC 頂心油泵(Jacking Oil Pump)提供高壓頂心油供氣機轉軸於低轉速時頂起轉軸防止轉軸與軸承之摩損。

6. 控制油系統(Contra Oil System)

控制油系統提供燃料壓力與流量控制、關斷閥所需控制油，含有 2X100%油泵，一台為 Stand-by 、過濾器、蓄壓器、冷卻器、油槽、管路、相關儀控設備等。

7. 冷卻系統(Common Colling Water System)

系一密閉循環系統(Closed Circuit)，以水為冷媒作為潤滑油、控制油、發電機冷卻空氣、清淨空氣之冷卻，

含有 Fin Fan Air Coolers、 Circulating Pumps、 Valves、
Chemical Injection Tank。

8. 控制系統(Instrumentation And Control System)

- (1). 速度/溫度控制—根據 Load 狀況控制。
- (2). 保護系統—根據設定值控制。
- (3). Sequential System—根據設定程式由監測系統
所得數據來執行 Logic Sequence

9. 燃料系統(Fuel System)

(1). 燃氣系統

本系統一般含有控制閥、關斷閥、過濾器、管路、
流量計、壓力計、相關控制設備等、以供應氣機所
需燃氣。

(2). 燃油系統(Liquid Fuel System)

本系統含有 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以提供氣
機所需燃油。

- (3). 三菱公司設計系以 Control Oil 經伺服閥操控壓力
控制閥(Pressure Control Valve)及流量 / 關斷
閥 (Flow / Isolation Valve)，其他輔助閥則以
Control Air 操控，而西門子公司則以 Solenoid
或 Limitorque 操控輔助閥。

10. 氣機壓縮機水洗設備

氣機運轉時氣流中之灰塵，油氣、水份等易附著於壓縮機前幾級葉片形成一層髒沈積物(Fouling Deposits)，而影響壓縮機之氣流，導致效率低落，亦有腐蝕葉片之可能，故以除礦水加清潔劑(Detergent)來清洗壓縮機，假如以重油為燃料可能產生飛灰(Ash)則氣機葉片亦應清洗。清洗壓縮機除了可恢復氣機之效率又可避免葉片受腐蝕而延壽命。

壓縮機水洗可於運轉中(On-Line)進行。通常為額定轉速部份負載(Full Speed & Some Percentage of Load)，其效果不及停機(Off-Line)清洗，停機清洗通常在 Cranking Speed(約 25% Rated Speed)可徹底清洗壓縮機。

壓縮機清洗頻率隨廠址空氣狀況而定，在一些空氣較污染地區，連續運轉一個月後因葉片沈積物可能使效率降低 4%，當然使用高效率之進氣過濾器可減低壓縮機之沈積物。一般清洗頻率為 On-Line 清洗每星期一次，Off-Line 清洗每月一次。是否清洗可以目視檢查或氣機效率監測來判定。一般目視檢查可由壓縮機空氣進口喇叭口(Bell Mouth)，進口導翼(Inlet Guide Vane)之表面是否積塵或油膜沈積物(Filmy Deposits)來判定是否要清洗，若有由污則以清潔劑水清洗，如僅灰塵則以水洗(不加清潔劑)即

可。而氣機效率監測係在 Base Load 下每日之效率監測值與機組 Base Line 值來比較亦可判定是否需清洗壓縮機。

水洗設備乃一 Off-Base 之 Skid 為手動操作，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)

為抑制氣渦輪機燃燒系統生成 Nox 可以下列方法達到效果：

- (1). 使用 DLN 燃燒器(Dry Low Nox Combustor)，於燃天然氣時不需噴注水或蒸汽而達到低氮氧化物之排放。
- (2). 使用一般燃燒器(Conventional Combustor)以噴注水或蒸汽來抑制氮氧化物生成。一般之複循環機組使用蒸汽以得較高之效率。
- (3). M5001F 配備 DLN 燃燒器燃輕柴油(Diesel Oil)時 Nox 之量，可達到 40PPM(Vol.)at 15% O₂，燃天然氣 (Natural Gas) 時不噴注水 Nox 量為 25PPM(Vol.)at 15%O₂。V84.3A 氣機亦配備 DLN 燃燒器，燃天然氣時 Nox 為 27.5PPM(Vol.)，燃輕柴油時 Nox 為 47PPM(Vol.)。
- (4). 本系統設備含有 AC 水泵，控制閥，流量計、管路及相關儀控設備。

12. 機組包封(Package Enclosure)

氣機包封均由廠家於工廠內完成，其為室外設計 (Weather Proof)，主要為鋼板內襯以隔音(熱)材料及穿孔板(Perforated Liner)以隔絕噪音及熱。其室頂 (Roof)則為可拆式，於機組大修時拆除以利工作。包封設有進出門以利日常之巡視及維修。並設自動通風機系統以維持機組之一定溫度，並於消防系統起動時自動關閉。

二、氣渦輪機運轉：

(一)、待機(Stand-by)：

1. 潤滑油系統運轉中。
2. 電池組保持充(滿)電狀態。
3. 氣機轉軸慢速迴轉中。

(二)、起動：(Starting)

起動系統轉動氣機轉軸至點火速度(20% Rate Speed -720RPM, V84.3A 為 450RPM)燃料注入燃燒室燃燒加速氣機至 70% Rate Speed(2500RPM)，起動馬達脫離並停止，較多燃料噴入燃燒室氣機轉軸增速至 Rate Speed (3600RPM)，保持短暫之暖機(Warming)時間，此時機組即可加載(Loading)，此段時間約 20 分鐘。

(三)、負載運轉(Load Running)：

當氣機轉速達 Rate Speed，加載(Loading)指示燈亮，機組在自動模式下即自動併聯並逐漸增載至設定之負載，亦可以手動併聯、增載或減載。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 運轉於待機(Stand-by)狀態。

(五)、以上氣渦輪機運轉模式如附圖六。

三、氣渦輪機安裝所需人力與工期

(一). 壹部氣渦輪機自基礎埋件開始至商轉所需人力約 2250 人日，其中含工程師 210 人日、監工員 90 人日、鉗工 500 人日、冷作工 225 人日、配管工 340 人日、雜工 325 人日、電氣工 560 人日。

(二). 相關作業項目與工期如附圖七所示。

四、氣渦輪機之特點：

- (一). 可彈性應用：運轉之啟、停快速，可使用於尖峰或連續運轉，而其軸向排氣(Axial Exhaust)有利於廢氣回收利用。
- (二). 較低之花費：設廠前之預備費用較低，而燃料更可彈性使用油或天然氣。
- (三). 設置容易：因排氣之控制良好不污染，廠地佔地較少，並不需大量用水可較易取得用地。
- (四). 安裝快速：所有設備均以模組式設計，可於製造工廠內儘可能完全組裝，減少現場施工縮短安裝工期。
- (五). 運轉特性佳：準確有效率之微電腦程式數位控制系統可依需要迅速調整負載，且運轉時操作容易、安全。
- (六). 良好之運轉可靠性：重責型設計(Heavy Duty Design)耐用可靠、冷端傳動發電機(Cold End Drive)可有較穩定之轉軸對心效果。
- (七). 維修容易：葉片含氣機及壓縮機均可個別地拆下做檢查或更換而不需吊起 Rotor、燃燒器、噴嘴等人員接近容易，而氣缸水平連接(Horizontal Cylinder Joints)設計均使維修工作容易進行且有適當空間供巡視人員進出。

五、結論與建議：

(一)、三菱公司製造之 M501F 與西門子公司製造之 V84.3A 氣渦輪機組之比較：

1. 基本結構

(1).M501F 轉子由 12 支 Spindle Bolts 固定 Disks，壓縮機 Disks 間有 Torque Pins 傳導動力而氣機 Disks 間有類似 Hirth Serration 之 Curvic Coupling 互相齒合並傳導動力。V84.3A 之轉子由單支中心軸鎖固壓縮機及氣機 Disks，各 Disk 間有 Hirth Serrations 互相齒合，可自動對心並傳導動力及徑向膨脹。如附圖五。

(2).M501F 之燃燒室為 16 支燃燒器連接燃燒筒 Combustor Basket 經連接管(Transition Piece) 導入氣機第一級靜葉片如附圖八、九，V84.3A 則為壹共通環形燃燒室(Ring Combustion Chamber) 配備 24 支燃燒器(Burners)如附圖十、十一。

1. 輔助設備：

(1).M501F 以 1850KW AC 馬達經 Hydraulic Torque Converter、輔助齒輪起動氣機，V84.3A 則以 SFC/SEE 轉控主發電機為 MOTOR 來起動(Cranking) 氣機。

(2).M501F 以 AC 馬達經 Gear Train、JAW Clutch 來

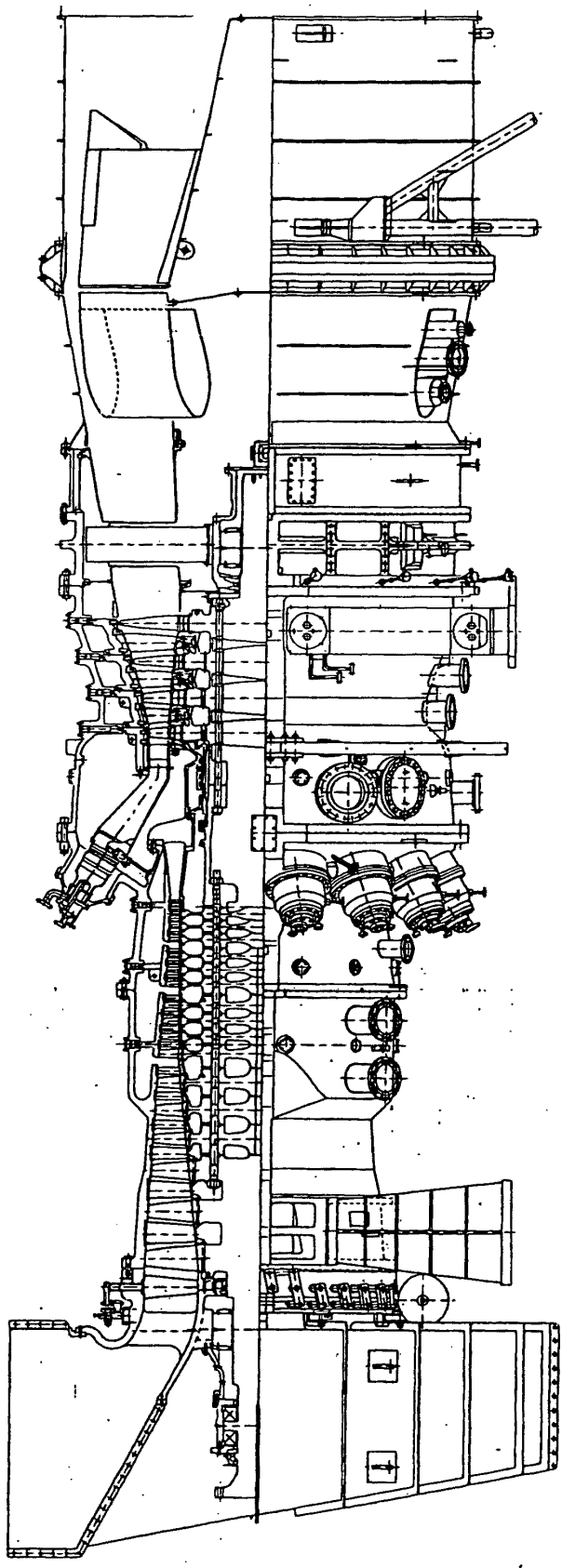
慢速迴轉氣機轉軸(Rotor)，V84.3A 則於氣機轉軸上裝 Pelton Impeller 經 6 支油噴嘴衝動迴轉。

2. 主要技術數值：

M501F 在 ISO Condition 下 Rating 為 159MW，效率為 36%，壓縮機出口空氣壓縮比為 16，排氣溫度 620℃；V84.3A 在 ISO Condition 下 Rating 為 182MW，效率為 38%，壓縮機出口空氣壓縮比為 17，排氣溫度 582℃。

- (二)、綜上所述 M501F 及 V854.3A 機組在機械觀點上以 V84.3A 結構較簡單，維護檢修較容易。
- (三)、因氣渦輪機有安裝快速，設置容易、成本低，運轉彈性大，可靠性佳，維修容易等優點，故目前市場熱絡，供應廠商三菱公司及西門子公司均有大量訂單，對本公司大潭計劃之緊迫工期恐有供貨不及造成工期延遲影響整體計畫之顧慮，如能將工期稍加放寬，廠商參與意願較高機組設備能依期交運，工期較易把握。
- (四)、職奉派赴三菱及西門子公司實習並參觀製造廠對氣渦輪機有更深之認識，獲益良多，期能對大潭計畫氣機之裝機有所助益，並感謝各級主管之提攜與指導順利完成實習任務。

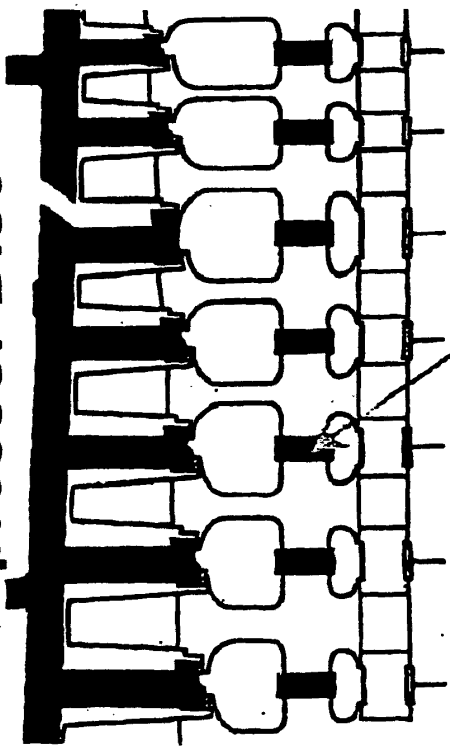
PLAN NUMBER HI



COMBUSTION TURBINE FACTORY	M501F GAS TURBINE
DESIGN NO.	LONGITUDINAL SECTION
DATE	ASSEMBLY
199081E	E03-00067
0	0

附圖一

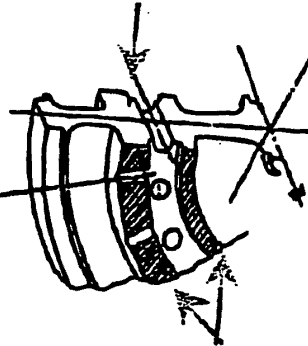
Torque Pin in Compressor Disc



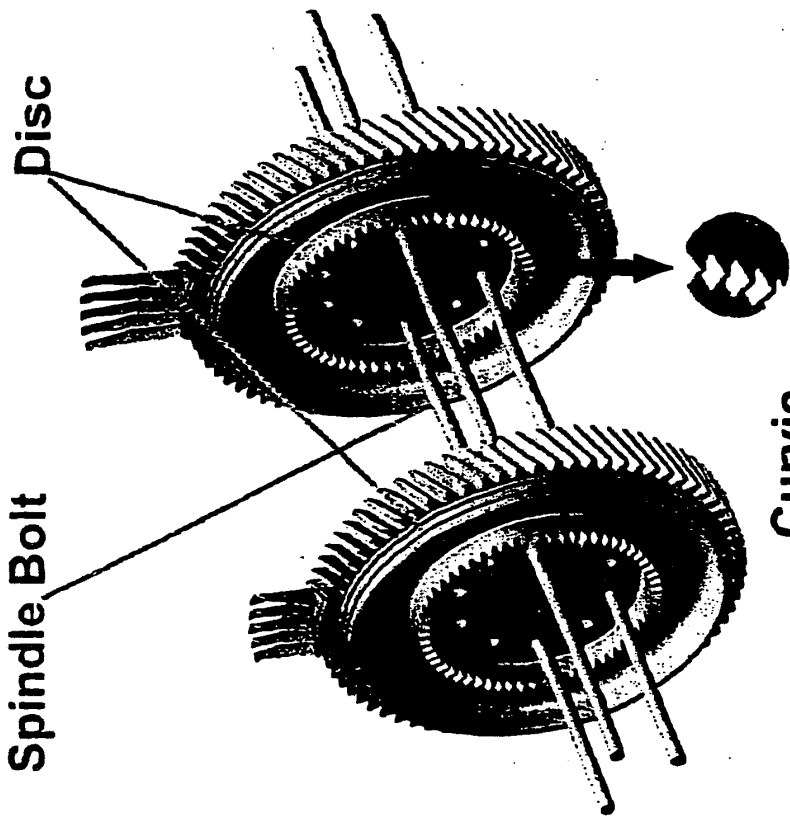
Torque Pin

Spindle Bolt

Disc Contact Surface



Turbine Curvic Coupling



Spindle Bolt

Disc

Curvic Coupling

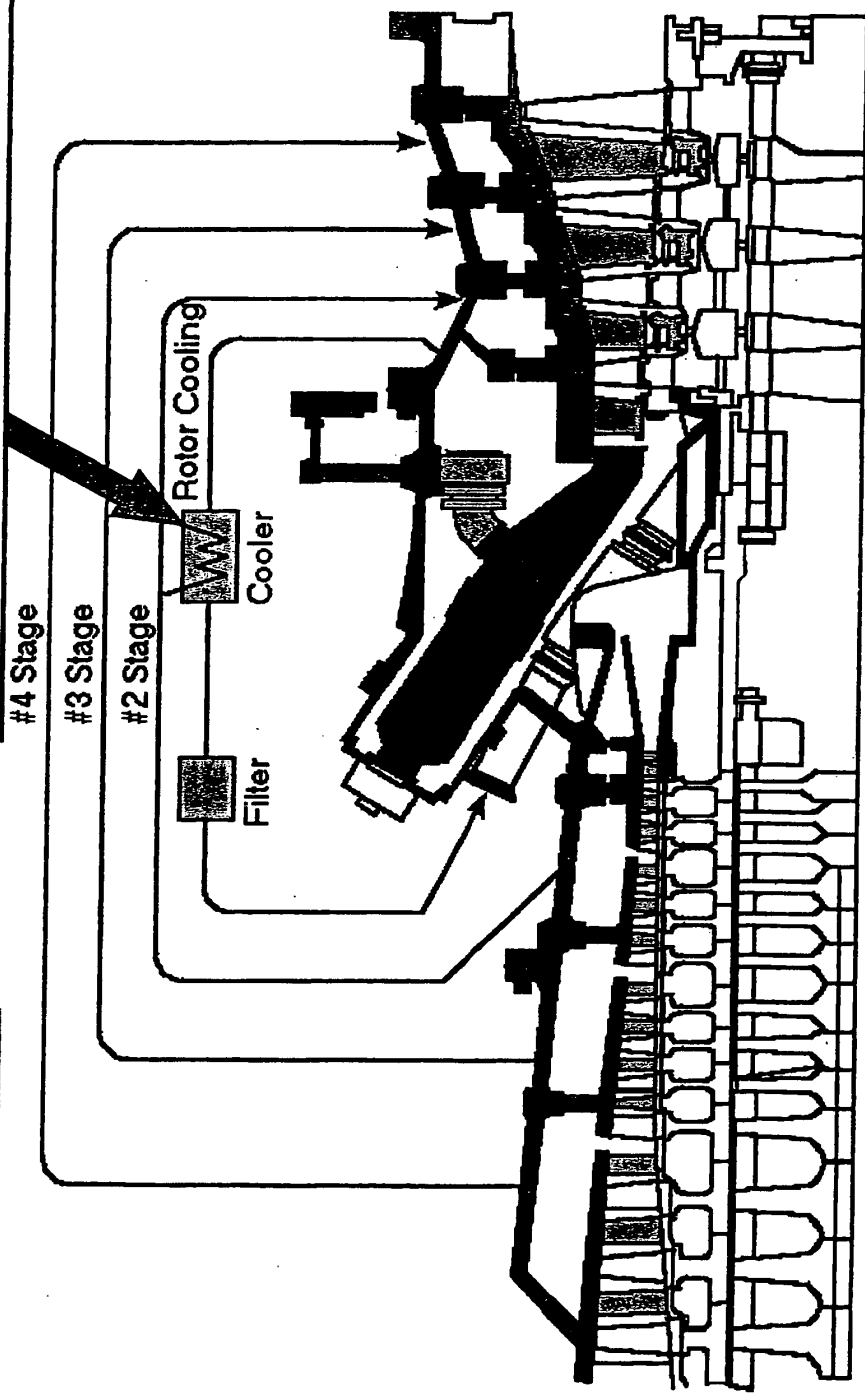
Design Feature of MHI Gas Turbine (3/3)

2-4

PROVEN FEATURES

⑤ ROTOR COOLING

Exchanged Heat can be effectively utilized for "Fuel Heating" and etc.



附圖三



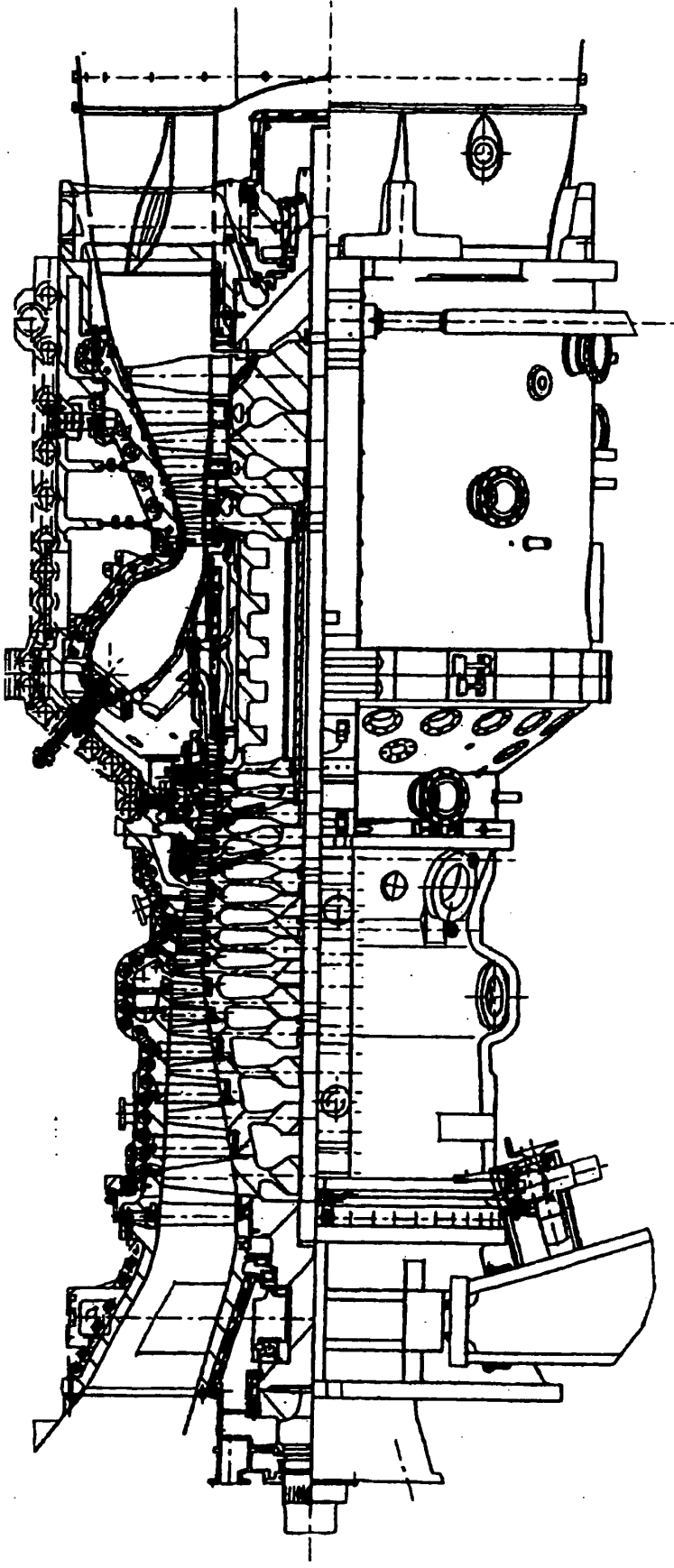
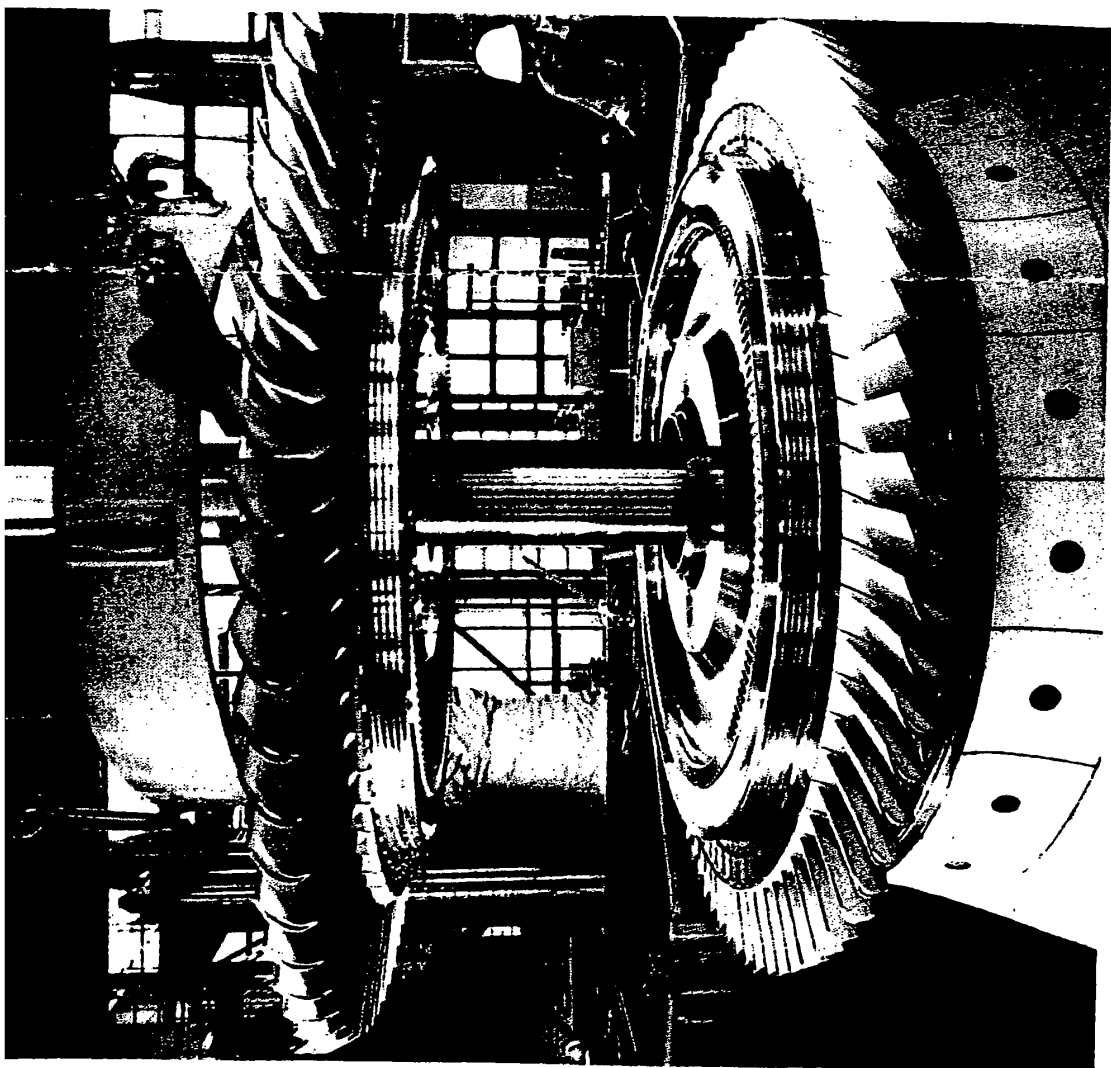
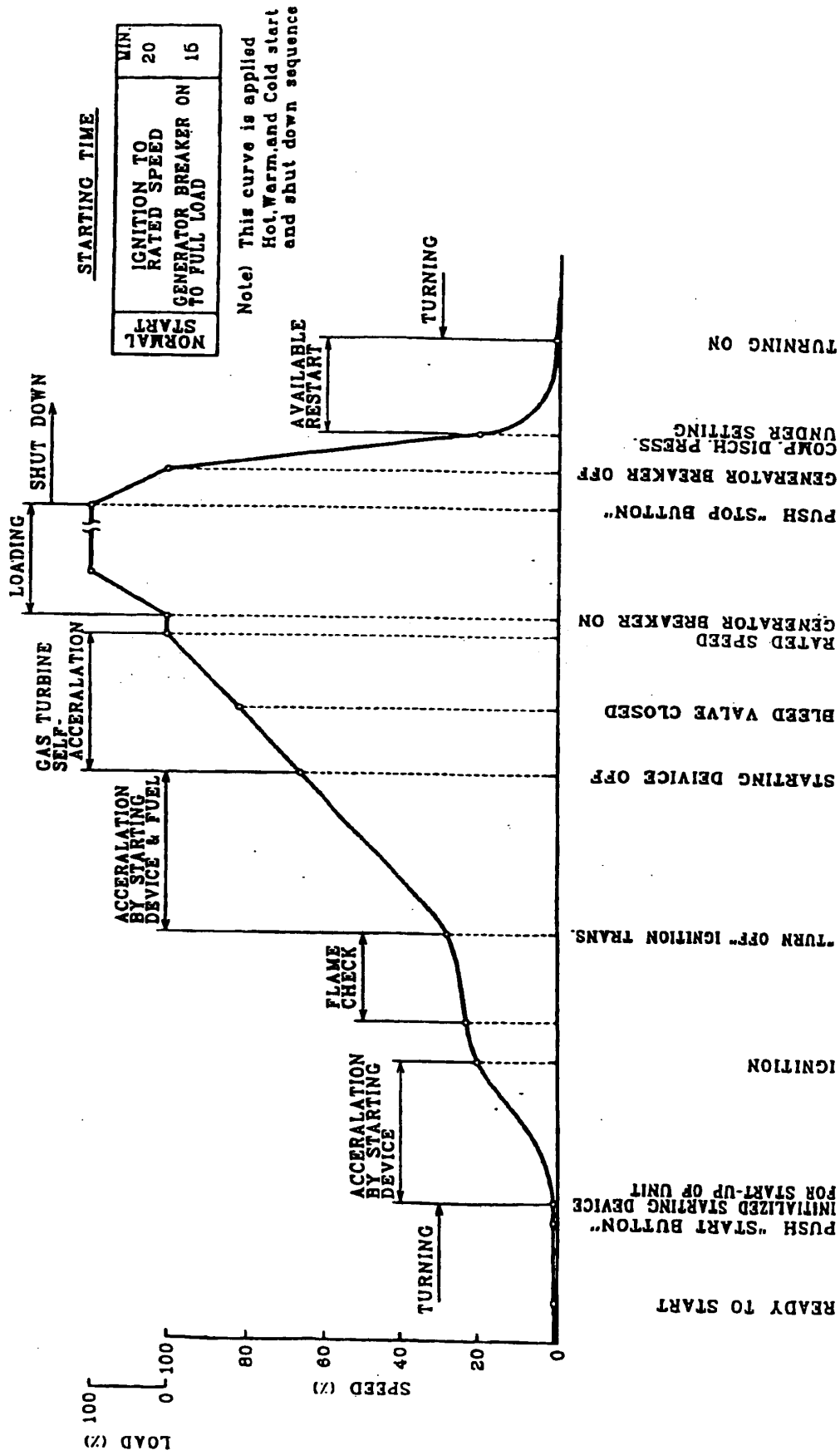


Figure MB 1 Longitudinal Section of the V84.3A Gas Turbine
(Not binding for execution)

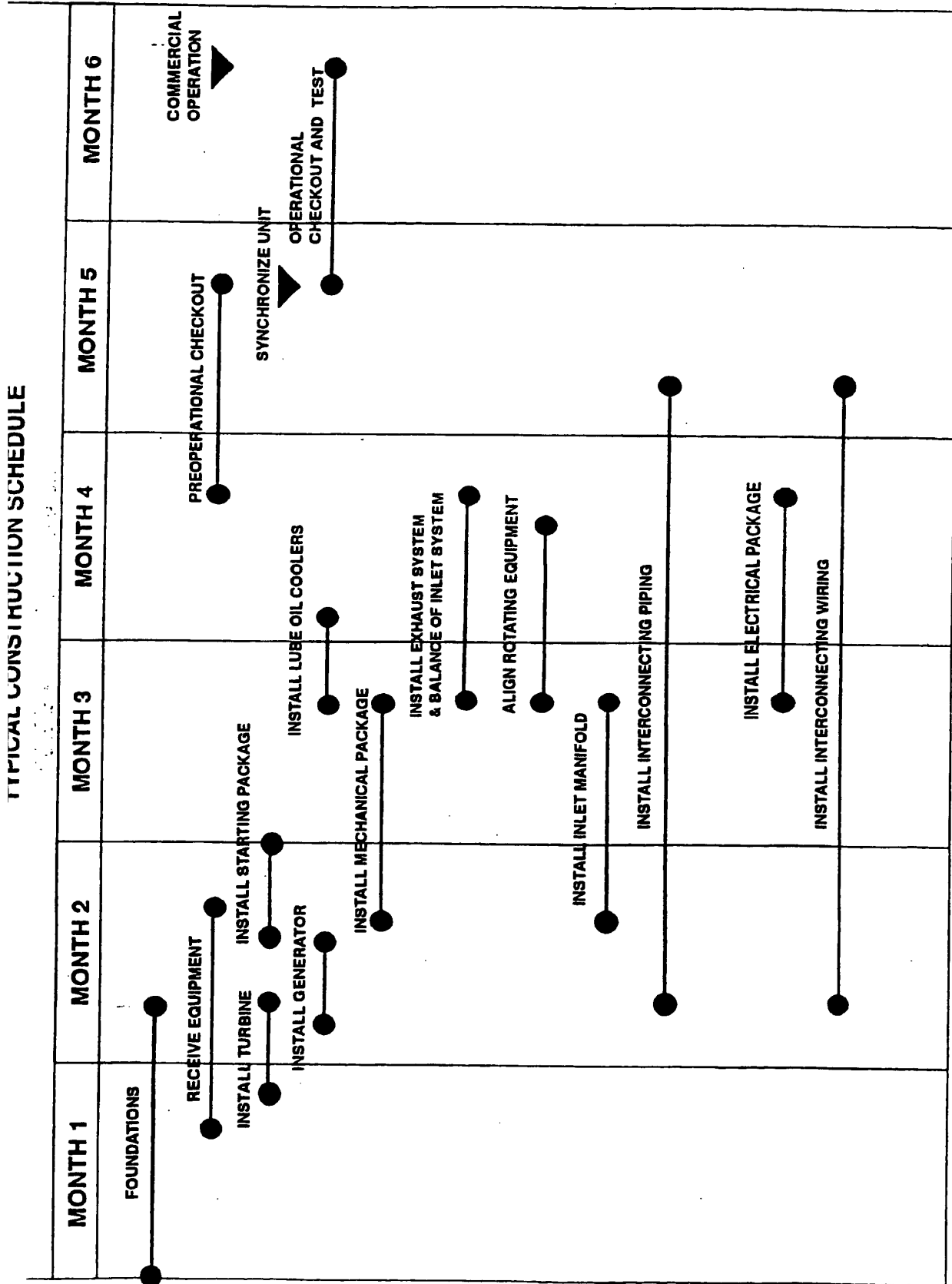


附圖五



附圖六

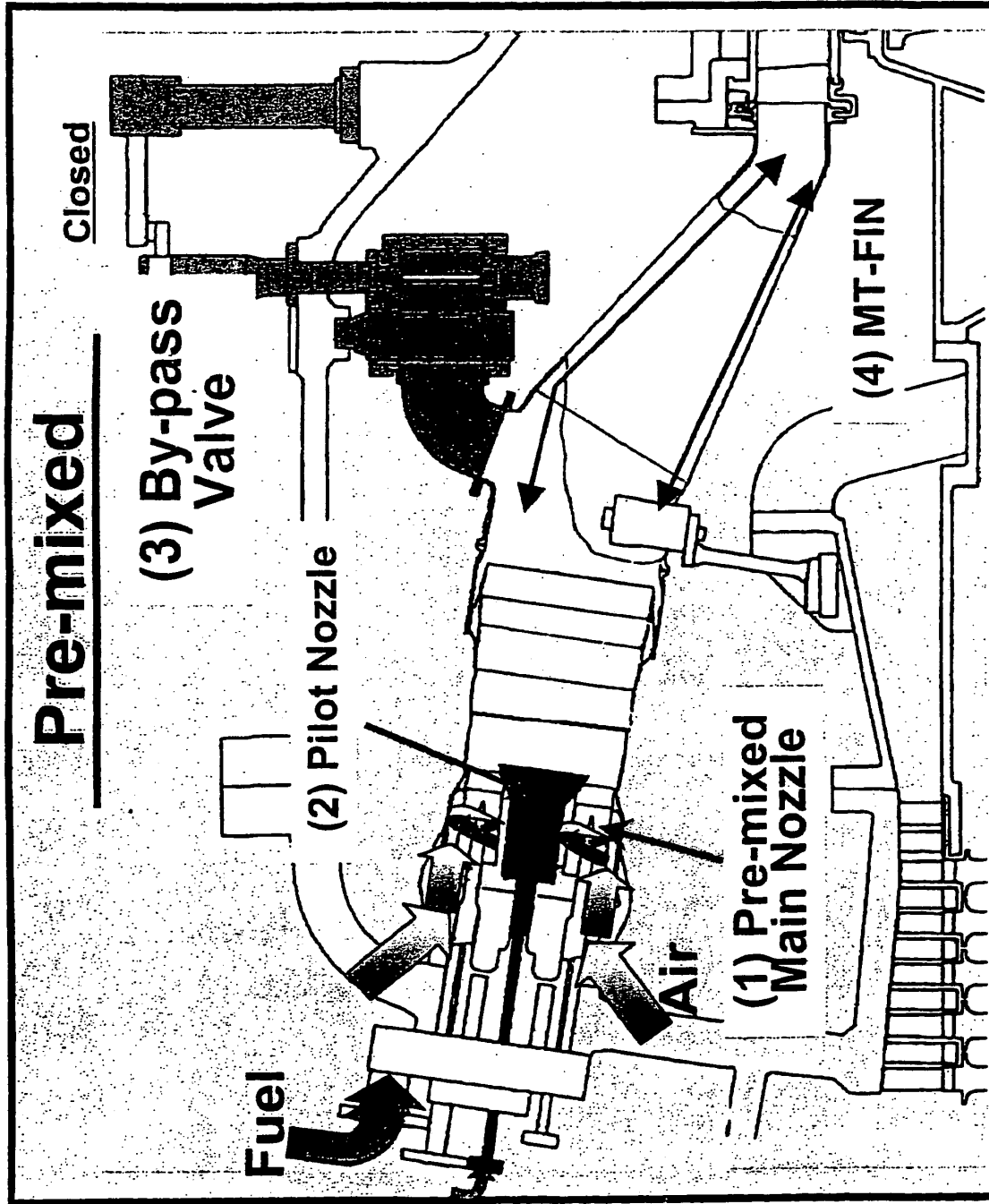
TYPICAL CONSTRUCTION SCHEDULE



Proprietary Information (492140)

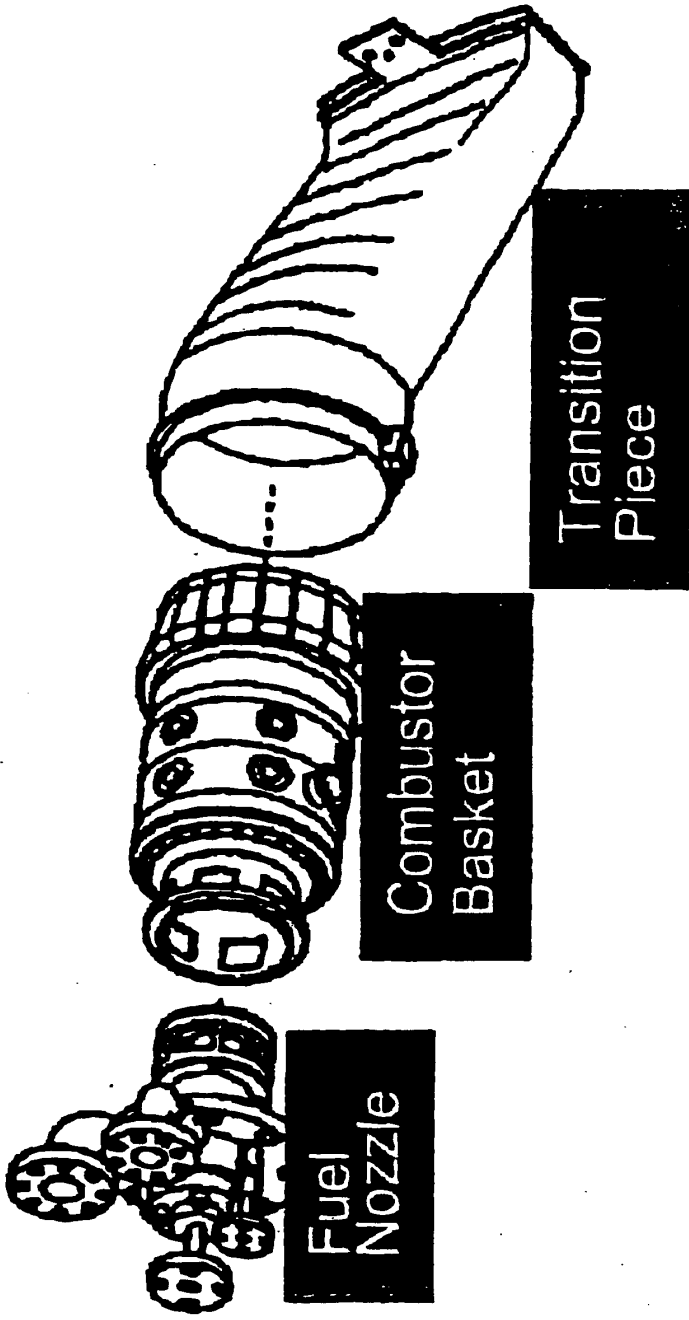
附圖七

INSTASCH.PRE



附圖八

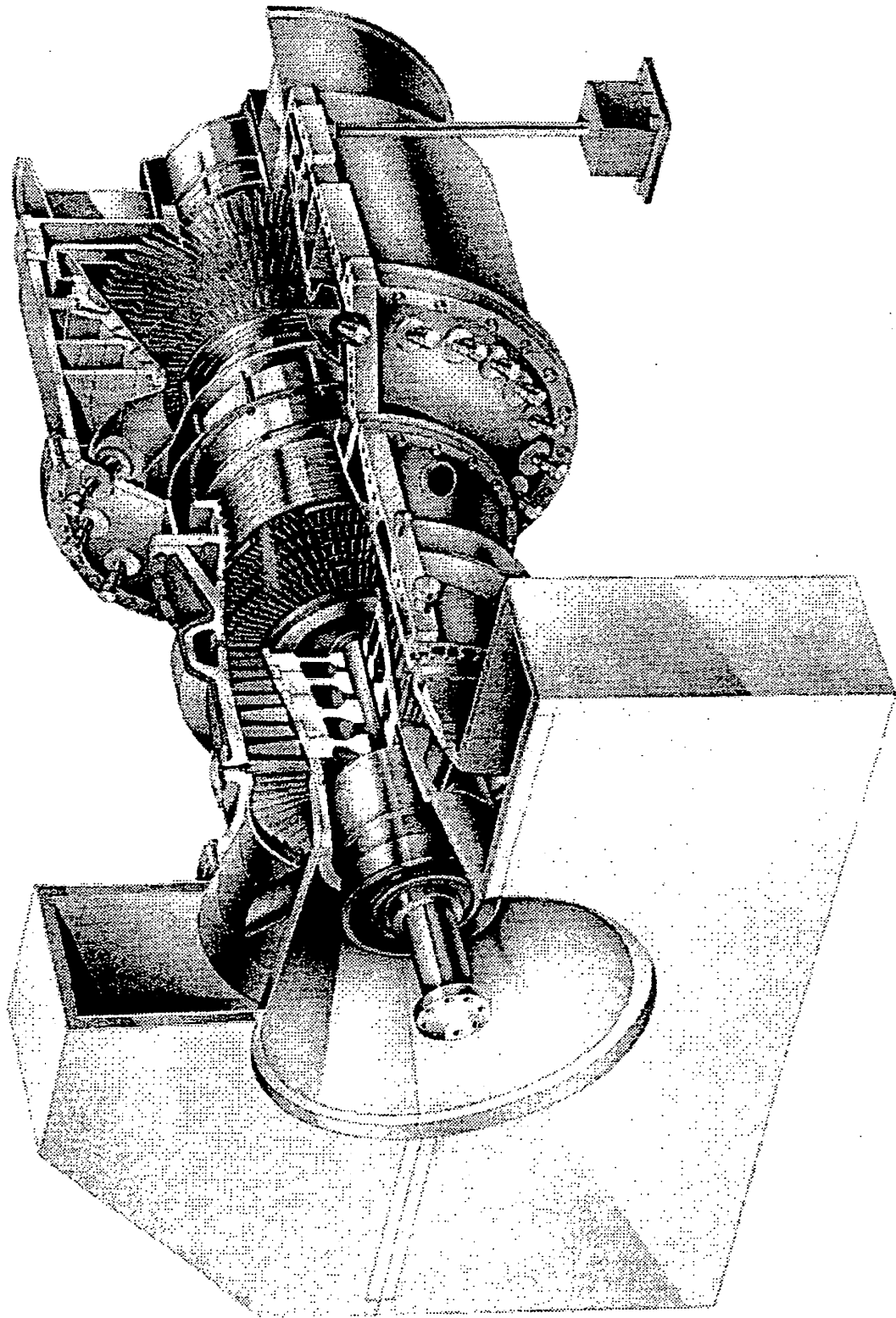
② Cannular Type Combustor



附圖九



附圖十



附圖十一