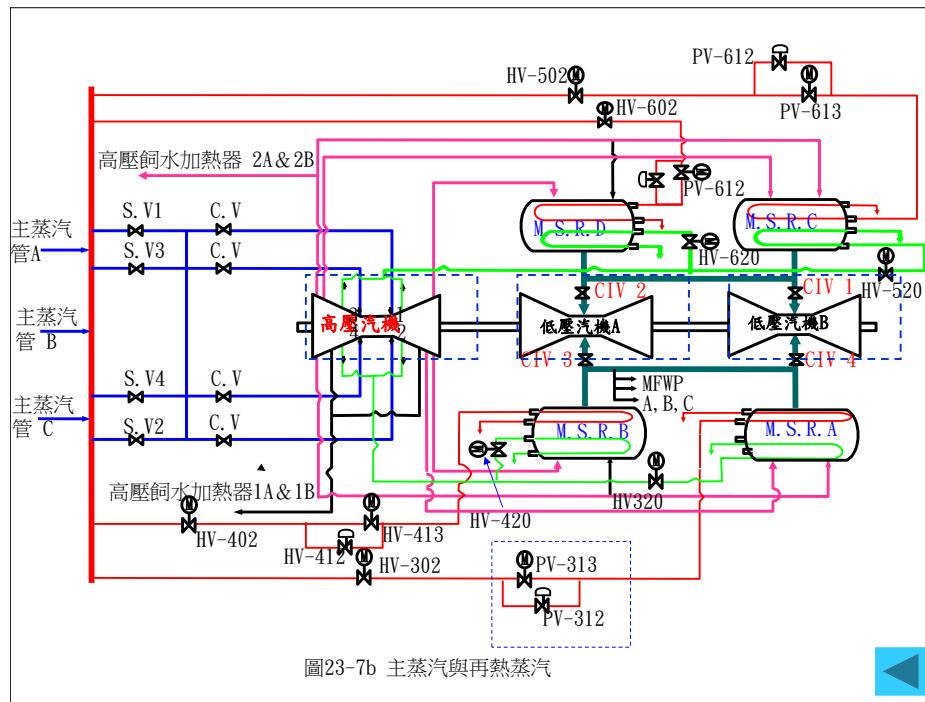
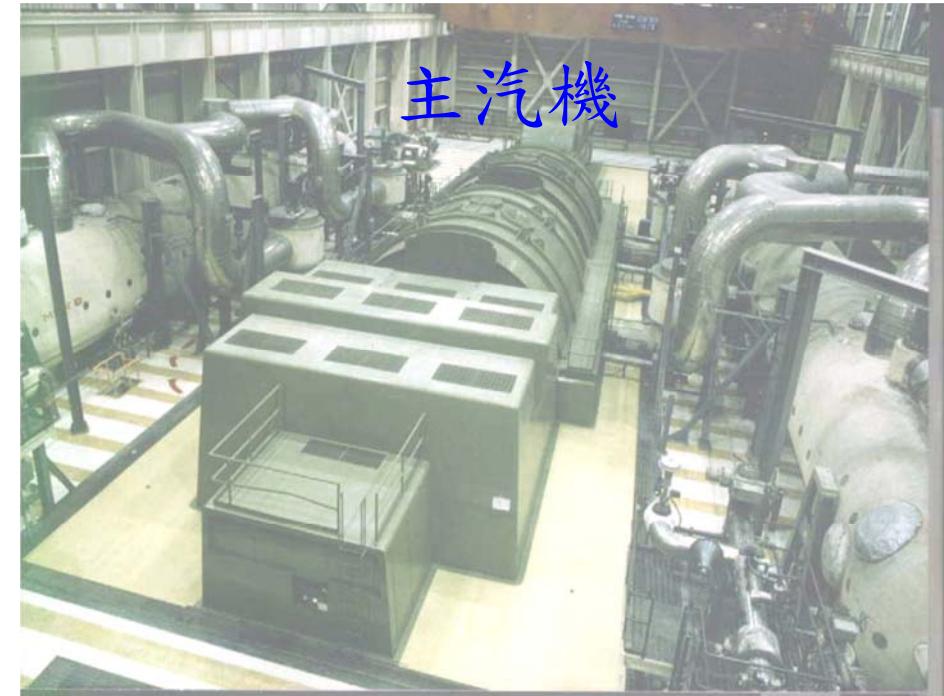


主汽機及其附屬設備

PWRT班

1



主汽機

Turbine-Generator

Rating, kW	951,754(b)
Turbine type	Tandem compound, four flow
Quantity of turbine elements per unit	1 high-pressure 2 low-pressure
Operating speed, r/min	1,800

Moisture Separator Reheater (MSR)

Stages of reheat	2
Stages of moisture separation	1
Quantity of MSRs per unit	4

Main Condenser

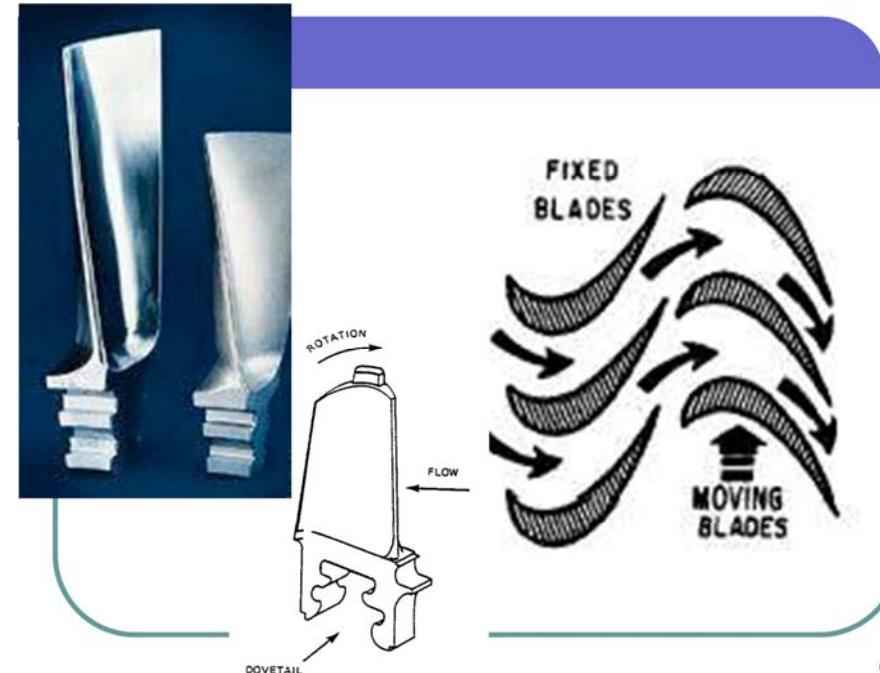
Type	Single pressure, two-shell
Quantity, per unit	16.267×10^9
Condensing capacity, BTU/h (a)	684,000
Circulating water flow rate, gal/min	18.4 °F (10.22 °C)
Circulating water temperature rise, °F	

4

主汽機

- 汽機將主蒸汽之熱能(thermal energy) 轉換為機械能，帶動發電機以產生並輸出電力。
- 其能量之轉換可分成二階段：
 - Step 1: Thermal E → KE (nozzles)
 - Step 2: KE → Work (blading)
- Nozzles 之功能：
 - 利用流道截面積之縮減，將熱能轉換為動能，即提升蒸汽流速。
 - 引導蒸汽流以適當的角度進入葉片。
- BLADES：將動能轉換為機械能。

5



6

主汽機

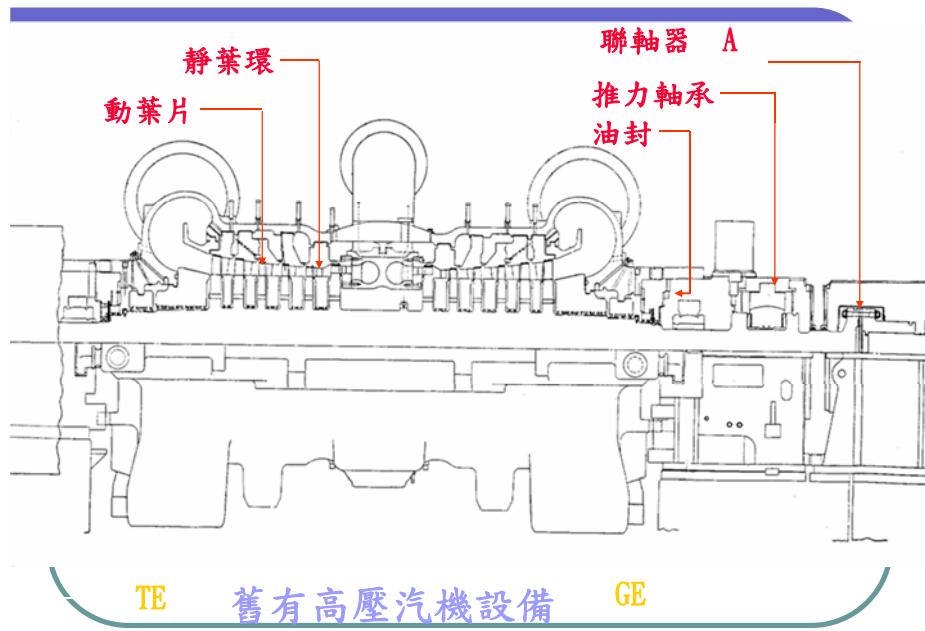
- 主汽機包括三部份：一個高壓汽機和兩個低壓汽機。
- 由蒸汽產生器(SG)送出的乾燥飽和蒸汽，經個別主蒸汽管路會合於主蒸汽集管，再由四條蒸汽管路分別送經主蒸汽斷止閥(SV)，再流經主蒸汽控制閥(CV)後，進入高壓汽機中央環形進汽區。

7

高壓汽機段：

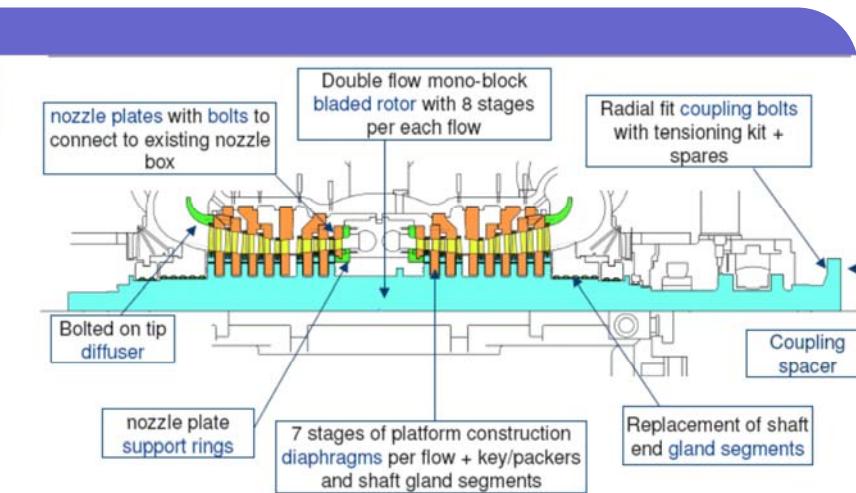
- 本廠於第20次大修時，將高壓汽機更新為ALSTOM製造，更新後的高壓汽機轉子為無軸孔式，蒸汽進入高壓汽機噴嘴以衝動式(Impulse)進行能量轉換
- 進入高壓汽機中心後，分兩流路兩端流動，每一流路計有8級，第4級抽汽供給至#1高壓飼水加熱器，一與二號軸承為傾斜式軸承墊(Tilting Pad)軸承(參閱附圖)，高壓汽機的第一個臨界轉速為1040 rpm，第二個臨界轉速是1500 rpm。

8

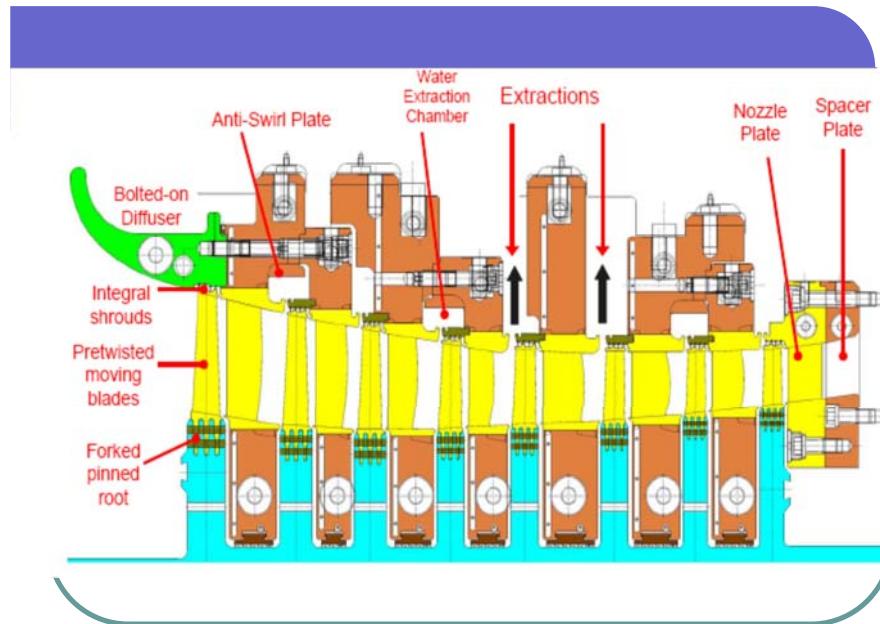


9

9



10



11



12

主汽機

- ▶ 共有四條蒸汽管路，其中二條蒸汽管路由高壓段機殼上半部進入，另外二條蒸汽管路由機殼下半部進入，如此安排可使機殼得到更均勻的加熱且降低扭曲應力。
- ▶ 蒸汽進入高壓汽機後分成兩部份，其中一半蒸汽流經汽機側各段葉片，另一半蒸汽流經發電機側各段葉片。



13

主汽機

- ▶ 高壓汽機排汽再經汽水分離再熱器(MSR)，**MSR**利用機械原理將水份移除，然後此乾燥的蒸汽再經過第一級再熱器（從高壓汽機第二級抽汽來當加熱蒸汽）和第二級再熱器（從主蒸汽管線上抽汽來當加熱蒸汽），以增加機組的效率並延長低壓汽機的壽命。

14

主汽機

- ▶ 經MSR乾燥和再熱後之過熱蒸汽流經複合中間閥(CIV)，均分為半的蒸汽分別進入A和B低壓汽機。
- 高壓汽機排汽再經MSR加熱以移除排汽中所含的水份且加熱排汽提高蒸汽的過熱度達 25°F 。
- 低壓汽機轉子於1991年更新為ABB製造之焊接結合式轉子，低壓汽機包括兩個相同的雙流汽機。



15

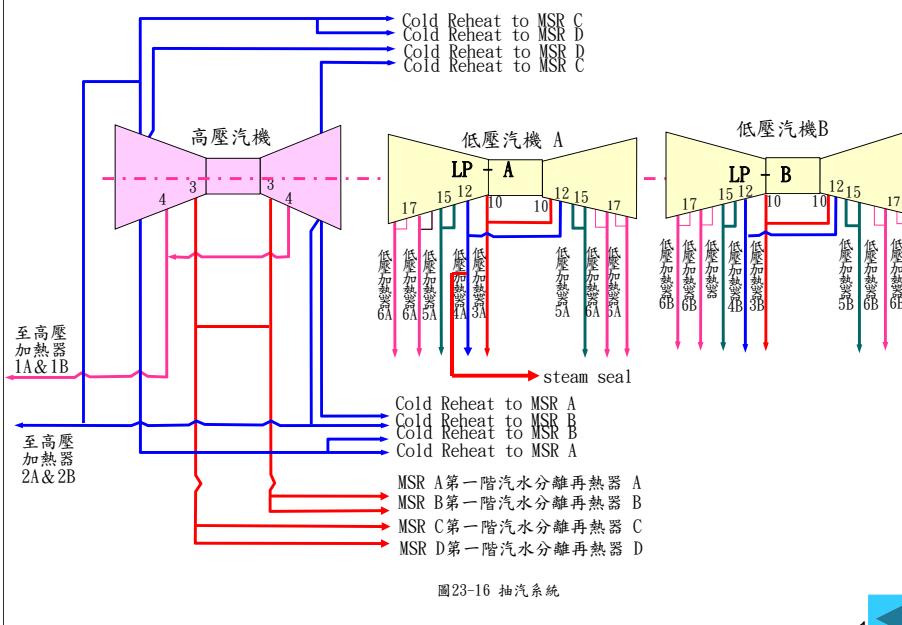
主汽機

- ▶ 蒸汽進入低壓汽機後分成兩流路，各有一半蒸汽分別流經汽機側和發電機側各段葉片。
- ▶ 低壓汽機在各段靜葉片間裝設有水份分離擋板，蒸汽在做功的過程中，水份即利用這些擋板和徑向溝槽予以分離釋出，釋出的水份藉離心力拋向外圍，並藉洩水管排放到飼水加熱器或冷凝器。



16

抽汽系統



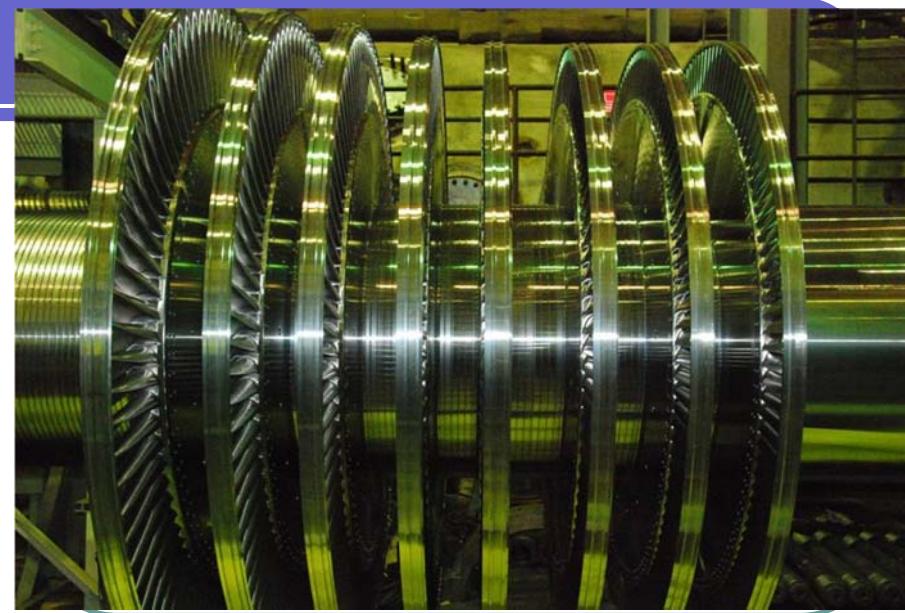
低壓汽機段:

- 低壓汽機A與B的每一流向計有11級，第10、12、15和17級抽汽則分別供給至#3、4、5和6號低壓飼水加熱器。推力軸承安裝於高壓汽機和第一個低壓汽機之間。
- 低壓汽機的第一個臨界轉速是1220~1420 rpm，第二個臨界轉速是高於額定轉速，發電機轉子臨界轉速為1420~1520 rpm。

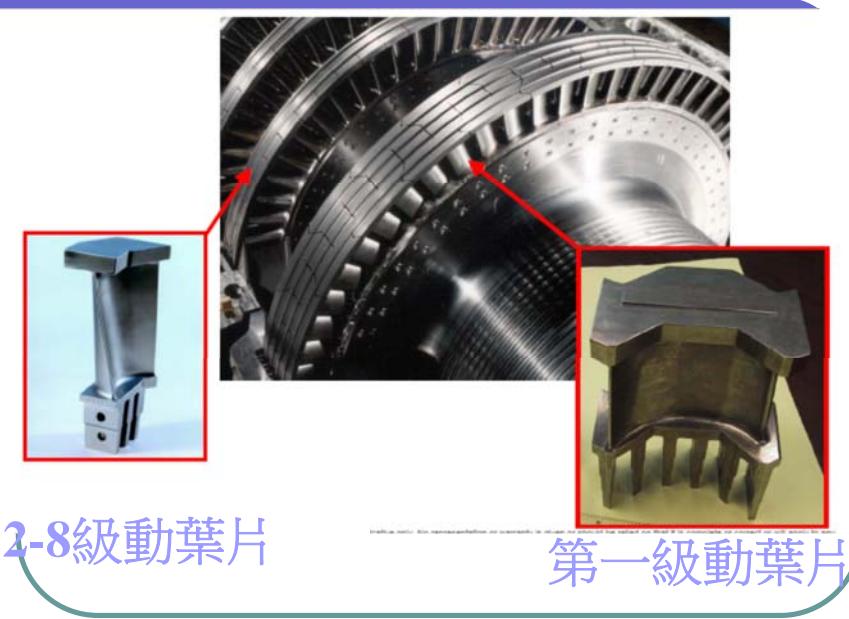


18
18



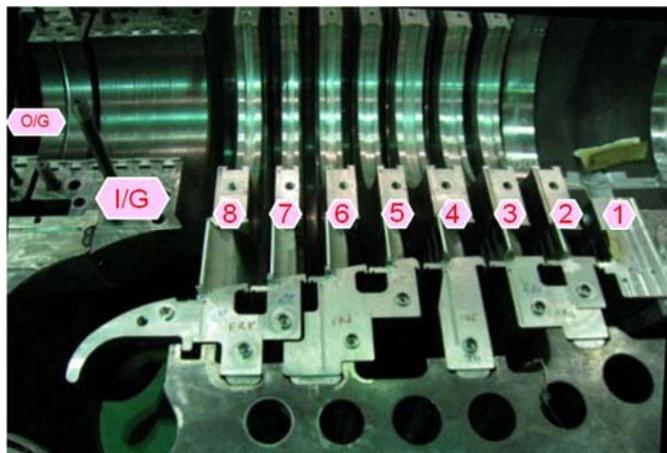


21

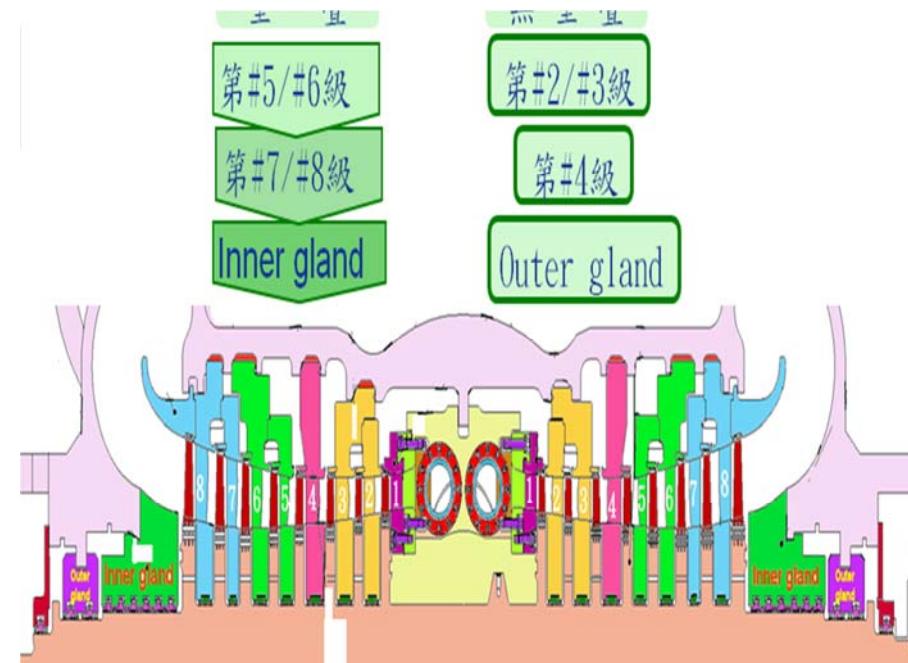


22

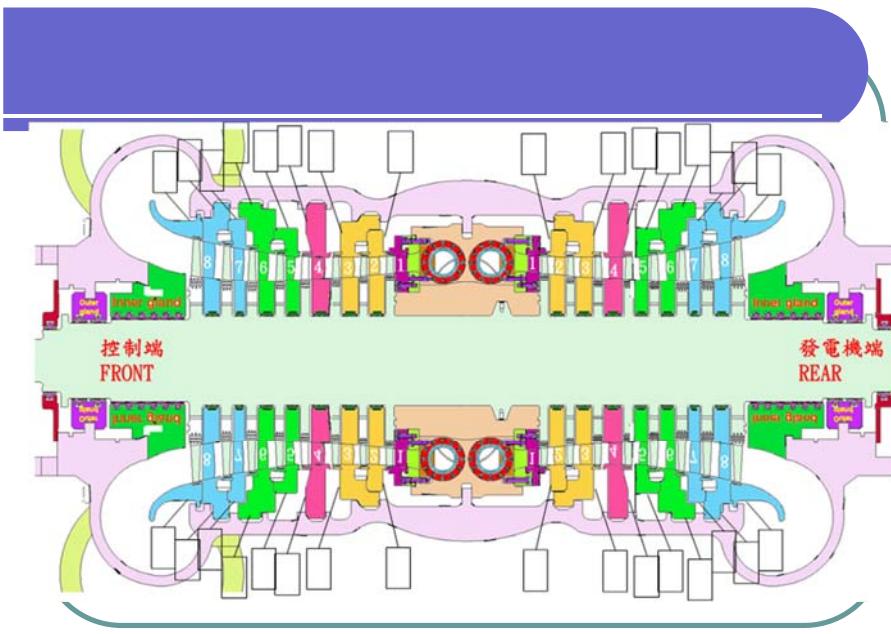
HP 靜葉環



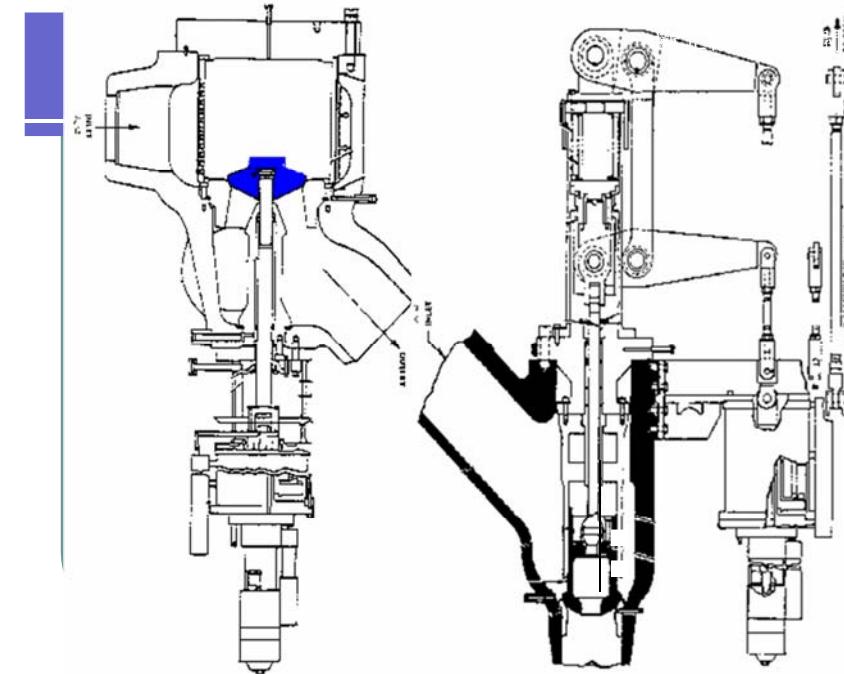
23



24



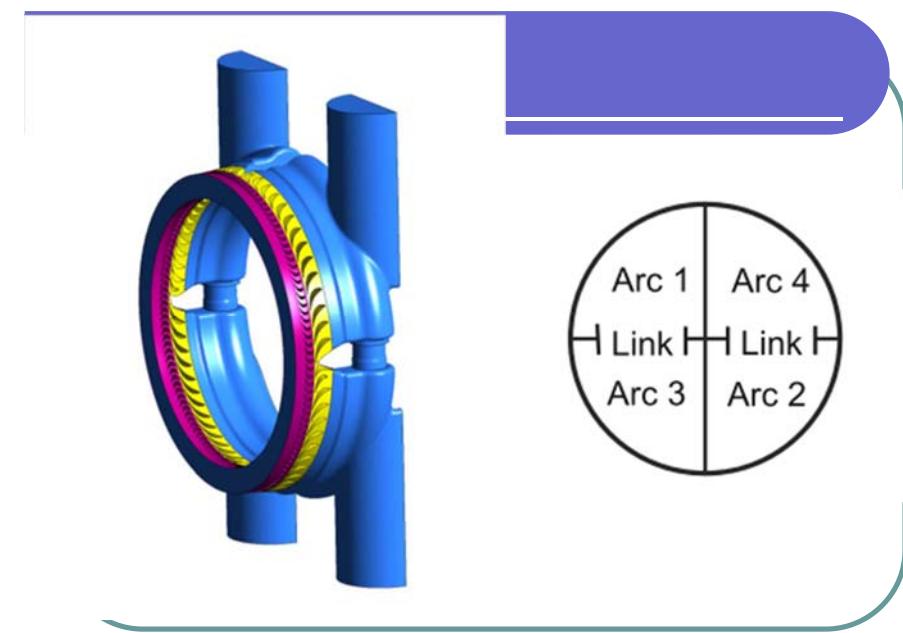
25



CV #1～#4

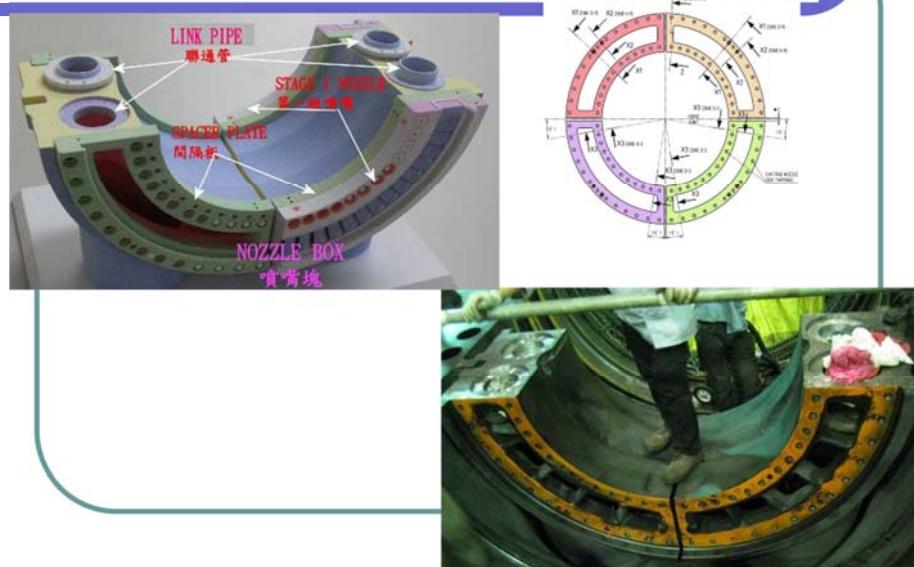


27



28

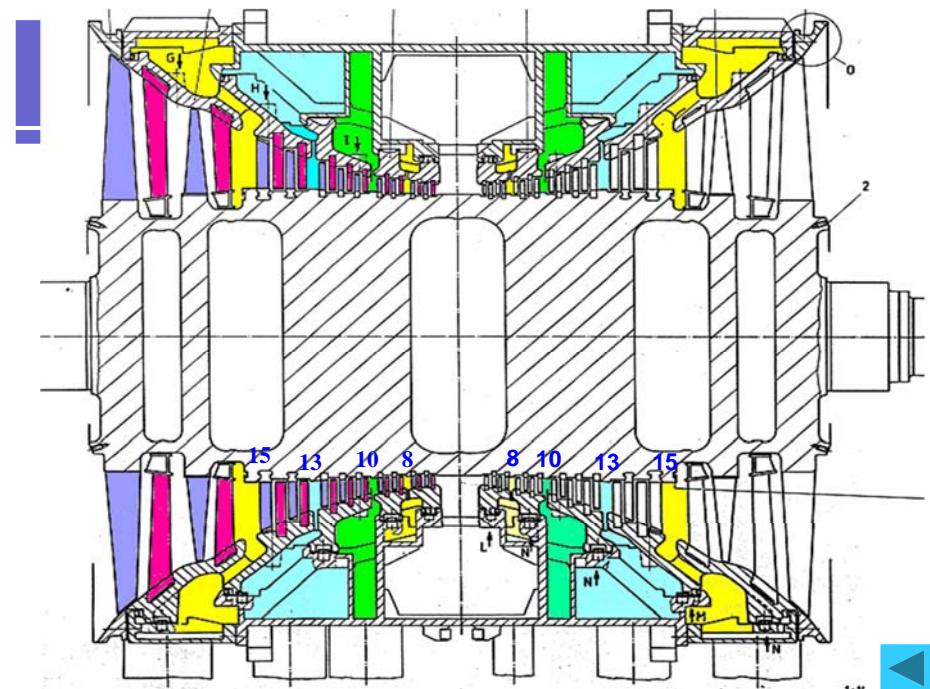
1st 級噴嘴



30

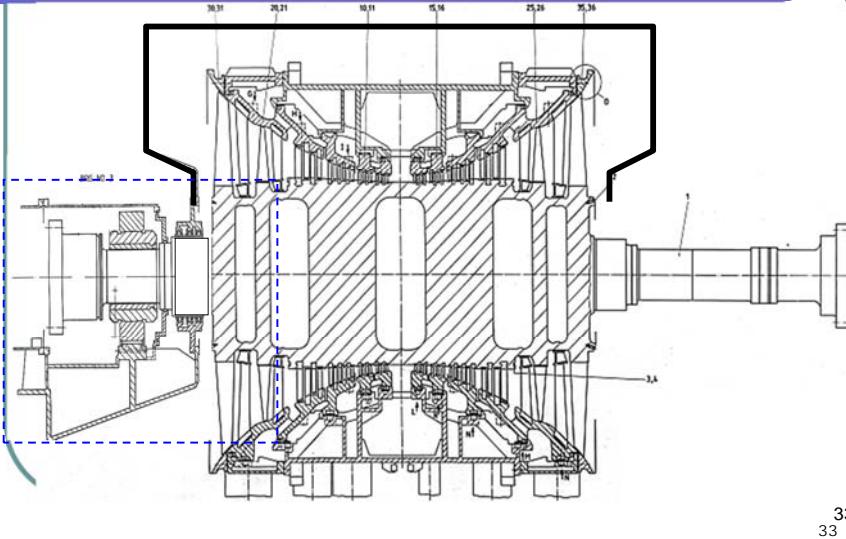


31

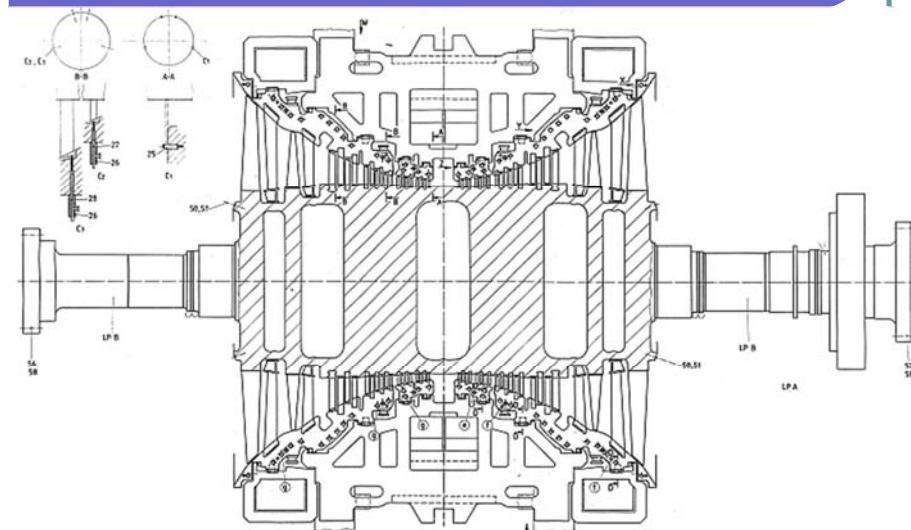


32

LP-A



LP-B



核三速度最快一次的解聯停機

- RER-85-32-008-高壓汽機第三級抽汽管路破漏，機組緊急降載解聯.doc



35

第二十九章 汽機輔助設備

36

汽機附屬設備

- 一、主汽機潤滑油系統
- 二、軸承頂舉油泵
- 三、慢車迴轉齒輪
- 四、汽封系統
- 五、排汽室噴灑
- 六、冷凝器空氣移除系統
- 七、汽機洩水閥
- 八、釋壓膜片
- 九、轉軸接地裝置
- 十、轉子低速開關
- 十一、汽機監視儀器

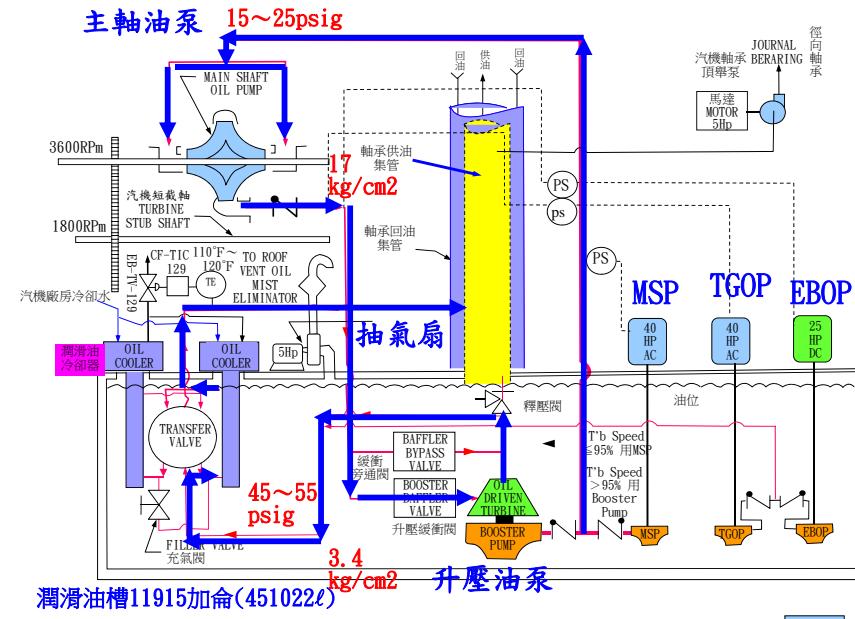
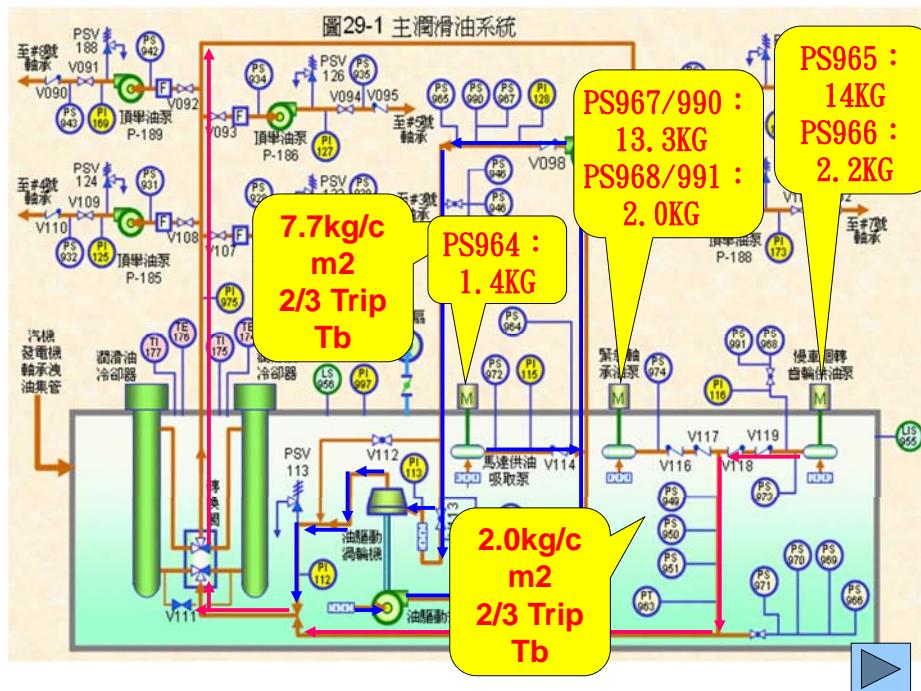
37

一. 主汽機潤滑油系統

一. 主汽機潤滑油系統(圖29-1、29-2)

1. 本系統提供油路至：
- A. 汽機、發電機和勵磁機軸承及慢車迴轉齒輪，做為潤滑和冷卻。
- B. 止推軸承磨損偵檢器。
- C. 汽機緊急跳脫和復歸裝置。
- D. 發電機封油系統。
- E. 軸承頂舉油泵。
- F. 零速偵檢器。

38



TURBINE LUBE OIL SYSTEM
圖29-1 主潤滑油系統

一. 主汽機潤滑油系統

2. 本系統由

- 主軸油泵(Main Shaft Oil Pump)、
- 電動吸取供油泵(Motor Suction Pump)、
- 油壓驅動渦輪機及升壓油泵(Oil-driven Turbine & Booster Pump)、
- 慢車迴轉齒輪油泵(TG Oil Pump)、
- 緊急軸承油泵(EB Oil Pump)、
- 油儲存槽、
- 油冷卻器和
- 抽氣器(Vapor Extractor)組成。

41

一. 主汽機潤滑油系統

- 本系統須具防火安全功能，所有在熱蒸汽管或汽機熱機體附近的壓力管，都裝在洩放管或支持機構內以做為保護。
- 油泵、冷卻器、轉換閥、抽氣器都裝在油儲存槽上方，油管路接頭則都在槽內部。

42

一. 主汽機潤滑油系統

3. 主軸油泵位於汽機頭前座，由汽機軸藉升速齒輪帶動，正常進口油壓(PI-976)維持在1.05~1.76kg/cm²，在汽機起動時其進油來自電動吸取供油泵，在正常運轉中來自升壓油泵。
(圖29-1)

➤ 主軸油泵出口油壓經升壓緩衝閥(Booster Baffler Valve)後約在8.8~14kg/cm² (CF-PI113)，送至升壓油泵之油壓驅動渦輪機(Oil Driven Turbine)再送至油冷卻器到各軸承。

43

一. 主汽機潤滑油系統

4. 在升壓油泵的油壓驅動渦輪機進口端有一個升壓緩衝閥(Booster Baffler Valve)，一個緩衝旁通閥(Baffler Bypass Valve)出口端有一個釋放閥(CF-PSV113)，做為該油系統壓力調整，此釋放閥設定開啟壓力為5.3kg/cm²(75PSIG)。
- 當主軸油泵進口壓力(CF-PS964)降低至1.4kg/cm²(20psig)時，自動由電動吸取供油泵供給油至主軸油泵進口，它主要目的是代替升壓油泵，直到汽機轉速達額定之95%。

44

一. 主汽機潤滑油系統

5. 當汽機在慢車迴轉時，由迴轉齒輪油泵供油至各軸承。它由交流AC馬達帶動，當軸承油壓(CF-PS966)降至 $2.2\text{kg}/\text{cm}^2$ (30psig)或主軸油泵出口壓力(CF-PS965)降至 $14\text{kg}/\text{cm}^2$ (200psig)時自動起動。

➤ 在失去AC電源時，由直流緊急軸承油泵供油至各軸承，它在慢車齒輪油泵出口壓力(CF-PS968)降至 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 且主軸油泵出口壓力(CF-PS967)降至 $13.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 時自動起動。

45

一. 主汽機潤滑油系統

6. 各軸承油在進入軸承油集管前，先經潤滑油冷卻器冷卻。此冷卻器共有兩個，容量各為100%，由TBCCW(汽機廠房閉路冷卻水)冷卻。維持各軸承的進口油溫在 $43.3^\circ\text{C} \sim 48.9^\circ\text{C}$ ($110^\circ\text{F} \sim 120^\circ\text{F}$)。在運轉中，冷卻器可以切換使用。

➤ 油儲存槽容量為451022公升(11915gal)，座落在汽機樓面以下，使得各軸承的洩油能藉重力回收，本槽設有高低油位警報。

➤ 另有一組抽氣風扇CF-F176位於油槽之上方，用來移去油槽和洩油管的水汽。

46

一. 主汽機潤滑油系統

7. 本系統軸承油亦具有超速跳脫之復歸和止推軸承磨損的偵檢功能，且完全和汽機高壓控制油分開。

➤ 當軸承油壓(CF-PS949/950/951)降至 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ (2/3邏輯)或主軸油泵出口壓力(CF-PS946/947/948)降至 $7.7\text{kg}/\text{cm}^2$ (2/3邏輯)時跳脫汽機。

47

一. 主汽機潤滑油系統

8. 機組正常運轉時主軸油泵和升壓油泵皆運轉中供給軸承油。

➤ 升壓油泵供給主軸油泵所須的進口壓力，主軸油泵供油至各軸承、發電機封油、超速跳脫機構及止推軸承磨損偵檢器。

➤ 正常運轉時，電動吸油泵、慢車迴轉齒輪油泵、緊急軸承油泵都置於自動備用，一旦軸承潤滑油壓低落或主軸油泵進出口油壓降低，這些泵會依次自動起動。

48

一. 主汽機潤滑油系統

- 汽機升速過程中，電動吸油泵 **MSP** 和慢車迴轉齒輪油泵 **TGOP** 共同供油至各軸承。
- 當汽機轉速達額定之 **90%** 時，主軸油泵和升壓油泵可建立足夠油壓以取代前兩者。
- 當達 **額定轉速 (1800rpm)** 時，即可以停用電動吸油泵 **MSP** 及慢車迴轉齒輪油泵 **TGOP** 且置於自動備用位置。
- 潤滑油淨化系統在機組正常運轉中或汽機慢速迴轉時均連續使用。

49

二、軸承頂舉油泵 (Bearing Lift Oil Pump)

為了減低慢車迴轉齒輪在起動時承受之轉矩，使得齒輪應力保持在安全限值內，本廠對汽機各軸承裝設有頂舉油泵。

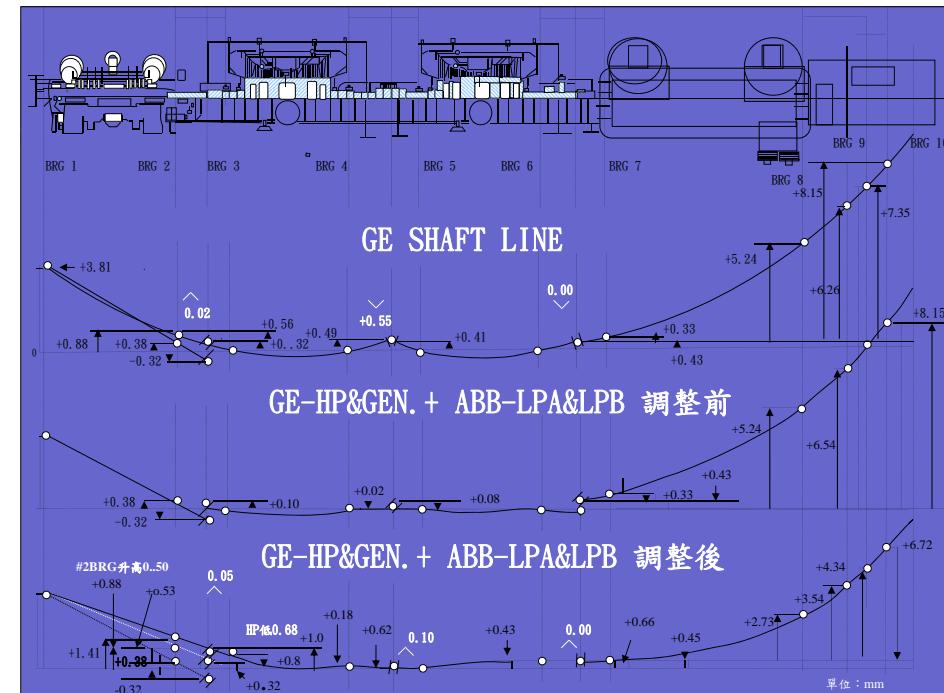
- 頂舉油泵系統的操作原理是利用高壓油經過軸承的下半部，再進入位於軸承巴氏合金 (BABBITTED銅錫鎘合金) 表面的凹入空腔內，當在此空腔及其周圍附近建立起足夠的壓力時，主軸將可被頂起約 $0.0051\sim0.013\text{cm}$ (2到 5MILS)。

50

二、軸承頂舉油泵 (Bearing Lift Oil Pump)

- 除 #1、#2、#9 及 #10 軸承外每個軸承都有各別的頂舉油泵和馬達。
- 為了減少孔蝕 (Cavitation) 增長油泵壽命，頂舉油泵進口須具相當 **正壓力** ($>2\text{kg/cm}^2$) 才能起動。當進口壓力降低至 0.07kg/cm^2 (set: **1psig, reset: 6psig**) 時頂舉油泵自動跳脫。
- **GOP204**: 汽機啟動升速過程中，當轉速在 **1620rpm** 以下時，所有軸承頂舉油泵均需運轉。

51



二、軸承頂舉油泵(Bearing Lift Oil Pump)

- 頂舉油泵的進口管路上裝置有串列的過濾器，在 10μ 匣式過濾器上游裝置有 40μ 邊緣型(EDGE TYPE)自動清潔式過濾器。 40μ 邊緣型過濾器，其握把可自由地轉動，當頂舉油泵運轉時，應經常轉動其握把，確保清潔。
- 較接近泵的入口為 10μ 過濾器，利用壓差來驅動過濾器上的指針。指針指示有“清潔”，“需要清潔”或“旁通狀態”，當此過濾器已處於旁通模式時，則需抽換此過濾器匣。

53

- mesh 是表示單位長度內孔洞的數目，
- 表示方法為 孔數-線徑
- (孔數是每 cm 內的孔數，線徑單位是 μm)
- 舉例來說，例如：500-10 代表 1cm 中有 500 個孔，線徑是 $10\mu\text{m}$
- 這樣可計算容許通過的粒子大小
- $1\text{cm}/500=10000\mu\text{m}/500=20\mu\text{m}/\text{孔}$
其代表著 孔寬+線徑= $20\mu\text{m}$ ，(線徑是 $10\mu\text{m}$)
- 所以孔寬為 $20-10=10\mu\text{m}$
也就是說 "500-10 mesh" 代表著可容許 $10\times10\mu\text{m}$ 大小的粒子通過

54

● 泌明石墨粉

- 目數(mesh)與粒徑微米對照表
- 看法就是直接看左邊的目數(每英吋內多少方格)，然後對照右邊的粒徑，單位微米(μm)即可，
- 因為各個目數的網孔大小還會受線徑影響，所以沒有辦法直接換算，只能查表

55

$$1\mu\text{m}(\text{微米}) = 0.001 \text{ mm}(\text{毫米})$$
$$1\text{mil} = 0.001 \text{ in}(\text{英吋}) = 25.4 \mu\text{m}(\text{微米})$$

目數 (mesh)	粒徑 (μm)	英制粒徑 (mil)
2	8000	314.96
3	6700	263.78
4	4750	187.01
5	4000	157.48
6	3350	131.89
7	2800	110.24
8	2360	92.91
10	1700	66.93
12	1400	55.12
14	1180	46.46
16	1000	39.37

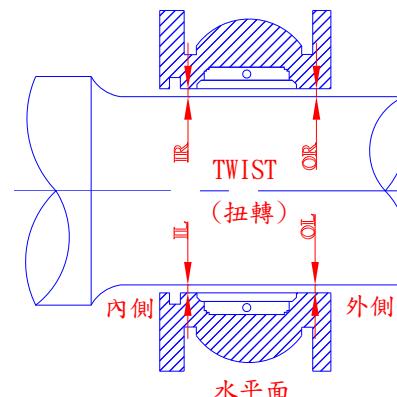
三、慢車迴轉齒輪 (Turning Gear)

在汽機和發電機耦合部份，裝有慢車迴轉齒輪，它的主要作用是在停機期間帶動汽機—發電機轉子以慢速連續迴轉，防止冷機時轉軸因轉子溫度變化、重力影響而彎曲。

- 此慢車迴轉齒輪由交流馬達帶動，經減速齒輪驅動主軸。
 - 此迴轉齒輪的潤滑油來自主汽機潤滑油系統，但為了避免使用這些大容量油泵及長期使用，另備有慢車迴轉齒輪油泵(TGOP)，只供油至迴轉齒輪組和慢車迴轉時的各軸承潤滑。

5

T3~T6



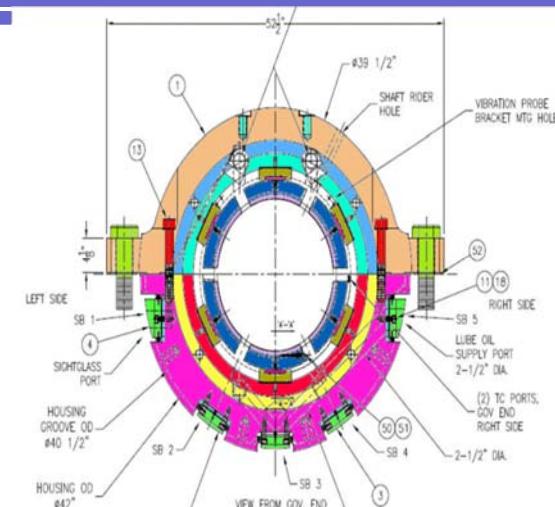
51

三、慢車迴轉齒輪 (Turning Gear)

- 迴轉齒輪可由低速開關自動起動、控制開關手動起動或寸動，亦可以手動搖桿使之齒合後以空氣馬達帶動。
 - 起動慢車迴轉馬達前，軸承油壓必須大於 2.2kg/cm^2 (CF-PS970) 且至少有一軸承頂舉油泵運轉中，發電機輸出斷路器也必須打開。

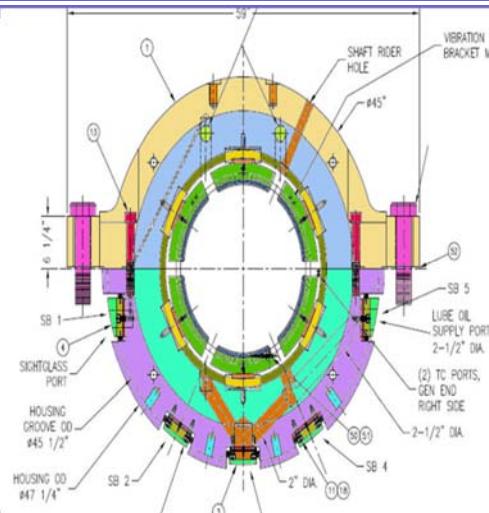
58

一號軸承示意圖



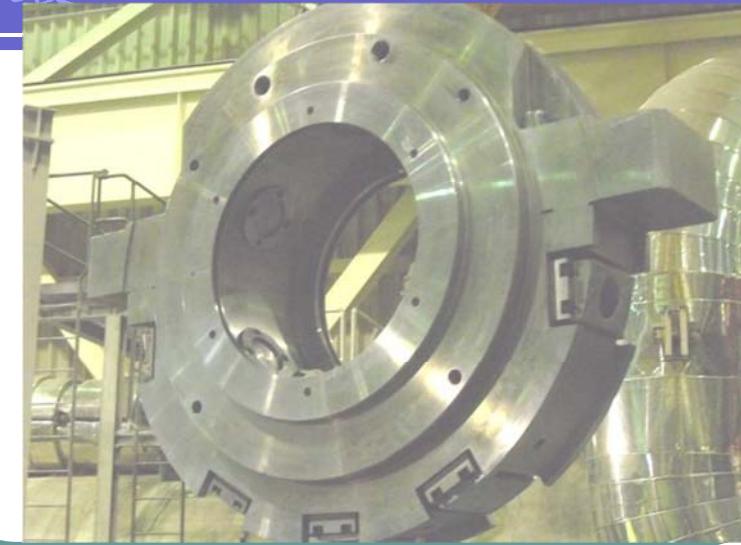
60

二號軸承示意圖



6

修改後 TILTING PAD BEARING



62

修改後 TILTING PAD BEARING



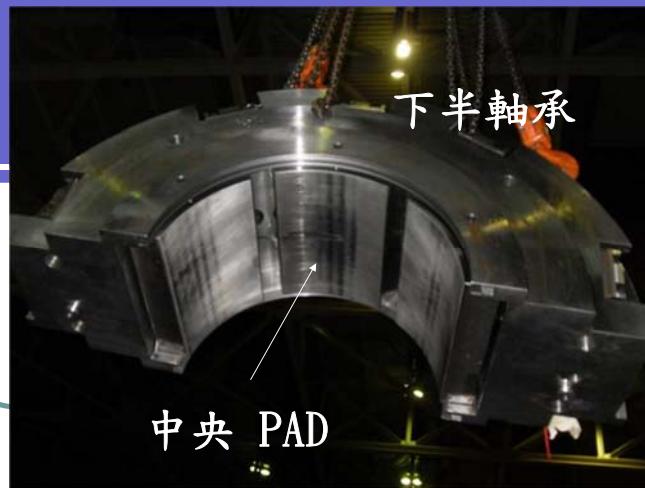
6

修改後 TILTING PAD BEARING



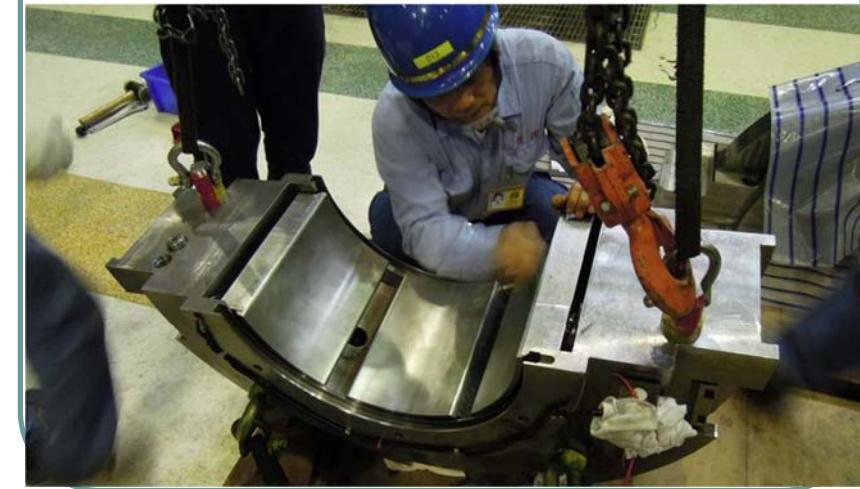
64

修改後 TILTING PAD BEARING



65

修改後 TILTING PAD BEARING

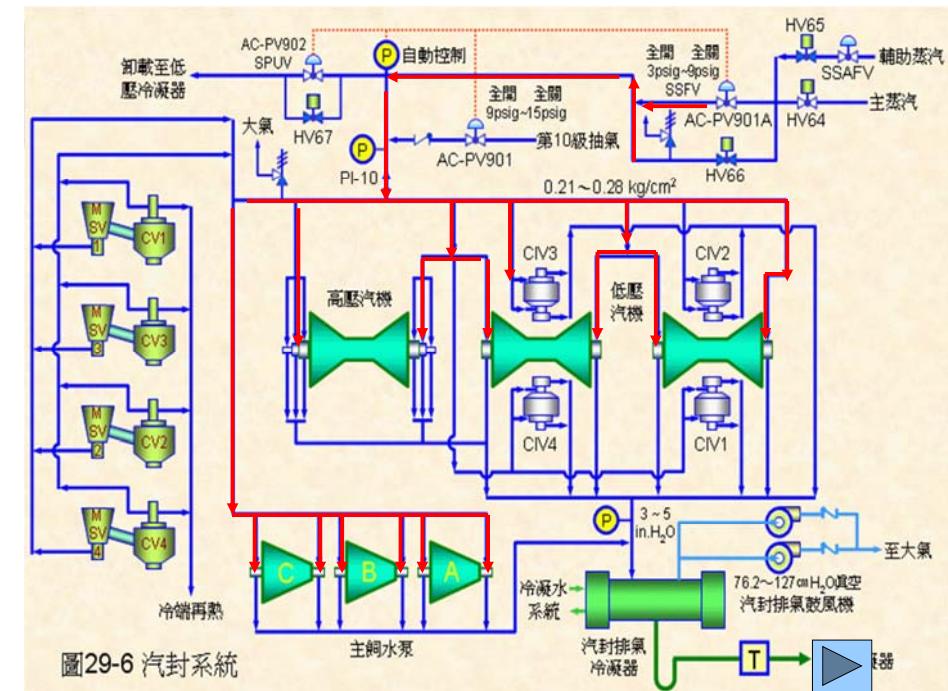


66

四、汽封系統

1. 本系統討論汽機軸封，軸封函 (Shaft Seal Packing) 是座落在轉軸將穿過汽機殼端的部份。
 - 主要目的是限制蒸汽流經軸與機殼之間隙而洩漏出來，同時限制空氣進入汽機。
2. 此種封函是蒸汽節流的裝置，它是由旋轉軸環和固定薄環片形成密接的同心排列，而對蒸汽之軸向流動產生一高阻力。
3. 旋轉部份是以紋狀凹形環條套於汽機轉子上，而固定部份是匯集的齒環。(圖29-7)
4. 此系統用來防止空氣進入和蒸汽流出生汽機及飼水水泵汽機，並將空氣與蒸汽的混合物回收，冷凝，將不凝結部份排至大氣。

67



四、汽封系統

3. 汽機汽封系統由汽封壓力調整閥，飼汽閥(Feed Valve)，卸載閥(Unloading Valve)，汽封進汽和排汽集管、蒸汽封函排氣器(Steam Packing Exhauster)和兩個排氣扇(Blower)組成。

- 飼汽閥、旁通閥和卸載閥，可維持汽封進汽集管在 $0.21\sim0.35\text{kg}/\text{cm}^2$ 正壓。過壓時由卸載閥排至冷凝器。
- 蒸汽封函排氣管和排氣扇則維持在 $25\sim35\text{cmH}_2\text{O}$ 真空度。

69

四、汽封系統

4. 汽封蒸汽來自主蒸汽集管、輔助蒸汽系統、高壓汽機汽封排汽、低壓汽機第12級抽汽或汽機斷止閥和控制閥的洩漏蒸汽。

- 在低載時來自主蒸汽(或輔助蒸汽)及斷止閥(SV)和控制閥(CV)的洩漏蒸汽，在趨近50%負載時來自第12級抽汽，在50%負載以上時則來自高壓汽機汽封排汽。

5. 由主汽機汽封和飼水泵汽機汽封來的排氣經蒸汽封函排氣器，用冷凝水冷卻後排放至主冷凝器，其中不凝結氣體由排氣扇排放至大氣。

70

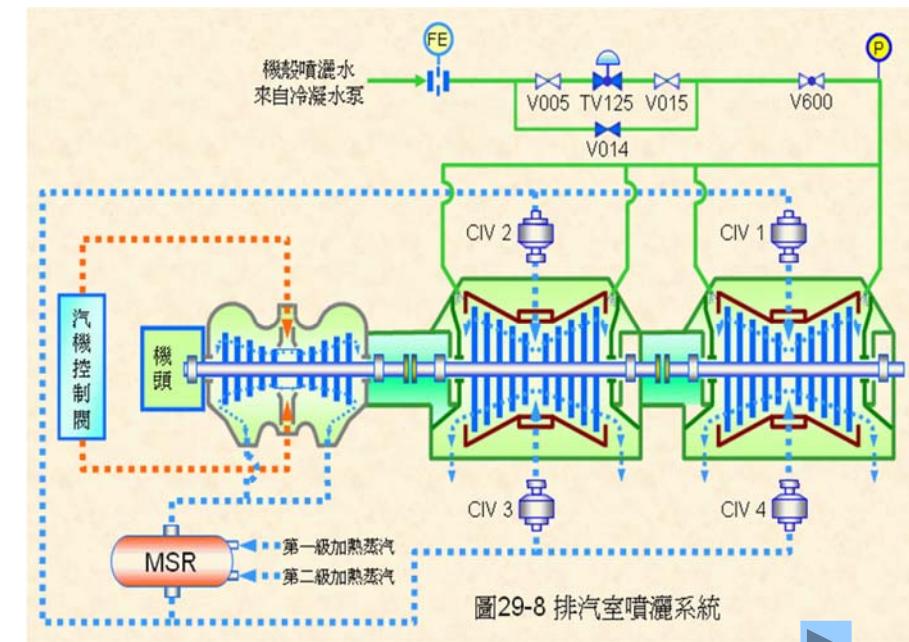
五、排汽室噴灑(Exhaust Hood Spray)

(圖29-8)

1. 當汽機升速過程和低載時，汽機只從推動蒸汽中移去小部份能量，使得排汽室達到相當高溫，在此高溫下，汽機最後一級的葉片(Bucket)，汽機內殼和排汽室的機械特性都受影響，為能適當控制這種溫度，在最後一級葉片的下游，裝有噴灑系統。

- 此噴灑水來自冷凝水除礦器下游的冷凝水系統。

71



五、排汽室噴灑(Exhaust Hood Spray)

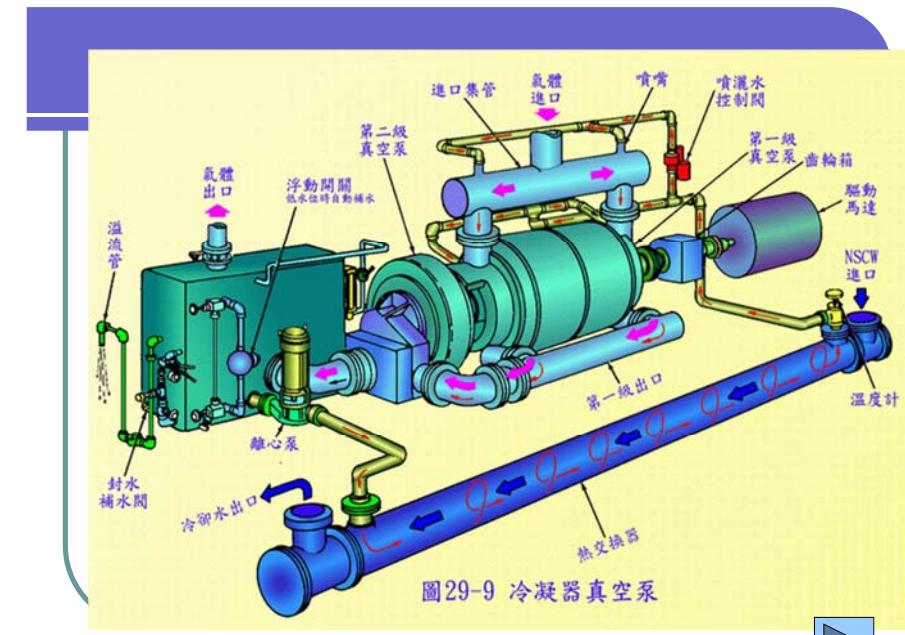
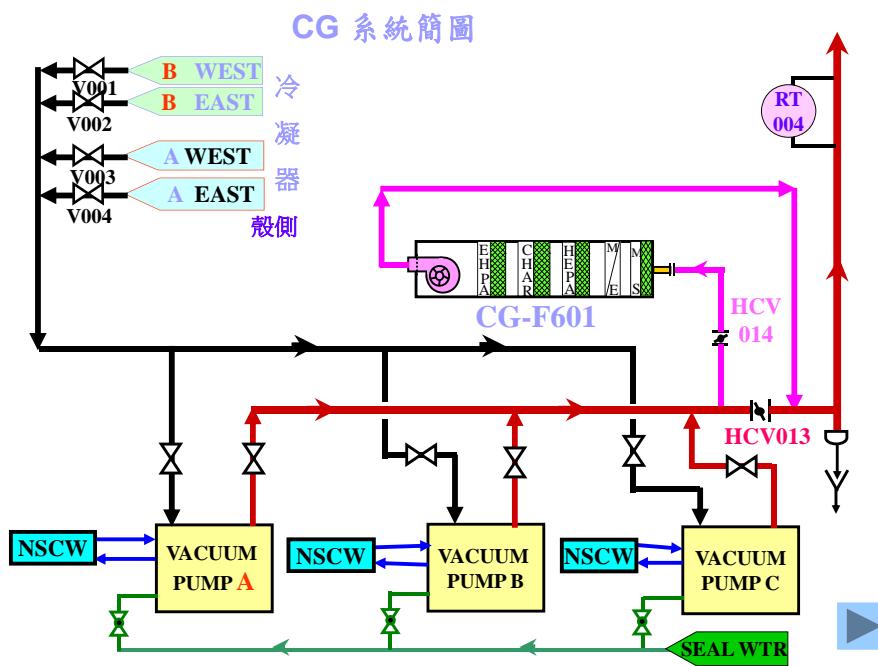
2. 在每個低壓汽機最後一級排汽室，裝有一氣動溫度傳送器，傳送信號自動控制噴灑閥，在 60°C (140°F)時，自動噴灑，以降低溫度。
- 此閥有一旁通閥以便在自動噴灑閥失效時使用。
3. 當排汽室的溫度上升至 93.3°C (200°F)時，警報出現，應採適當措施：
如果在低載運轉，設法提升負載或以手動噴灑。
如果溫度再繼續上升至 107°C (225°F)，汽機緊急跳脫系統自動動作跳脫汽機(低壓汽機A：AC- TS455/456/457，低壓汽機B：AC- TS458/459/460，2/3耦合邏輯)。

73

六、冷凝器空氣移除系統 (CG)

- 本系統在電廠運轉中，將不凝結氣體和空氣從主冷凝器中移除。
- 當蒸汽產生器U-型管束破裂時，這些氣體在被排放至大氣之前先經廠房通風系統的活性炭過濾器(CG-F601)處理。在排放出口設有輻射偵檢器 CG-RT004，以偵測蒸汽產生器中一次至二次系統的洩漏情況。

74



76

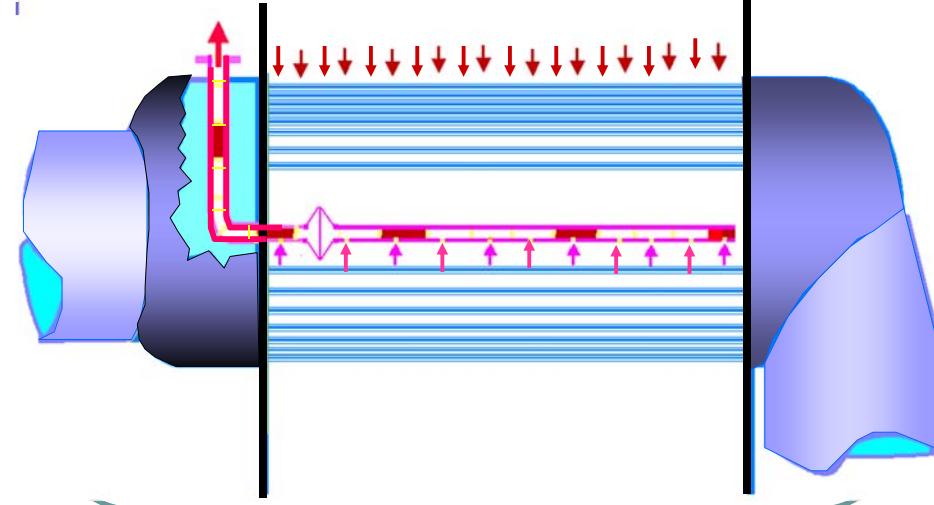
六、冷凝器空氣移除系統 (CG)

2. 本系統係利用機械真空泵建立和維持冷凝器所需的真空度。

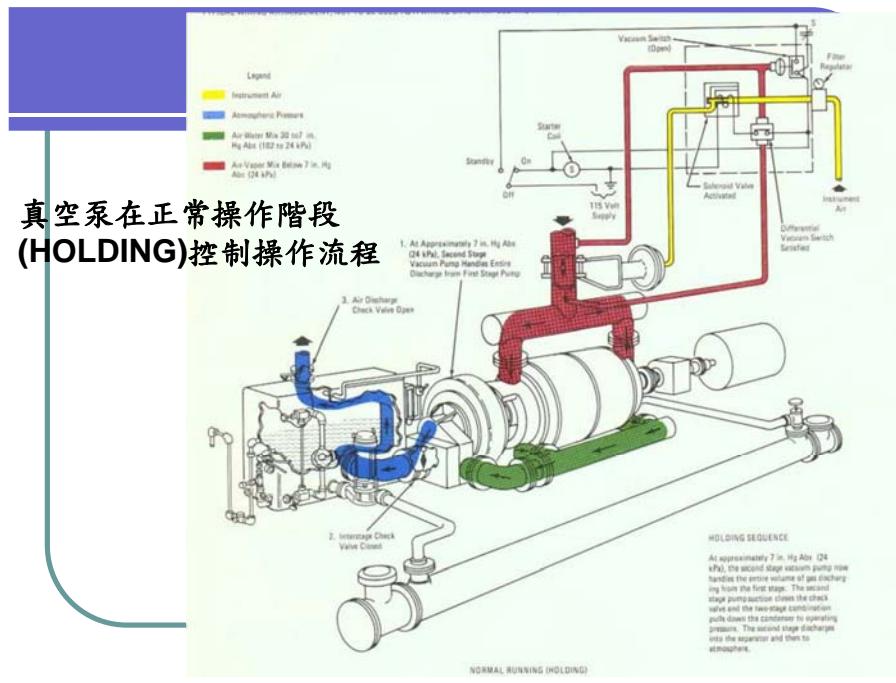
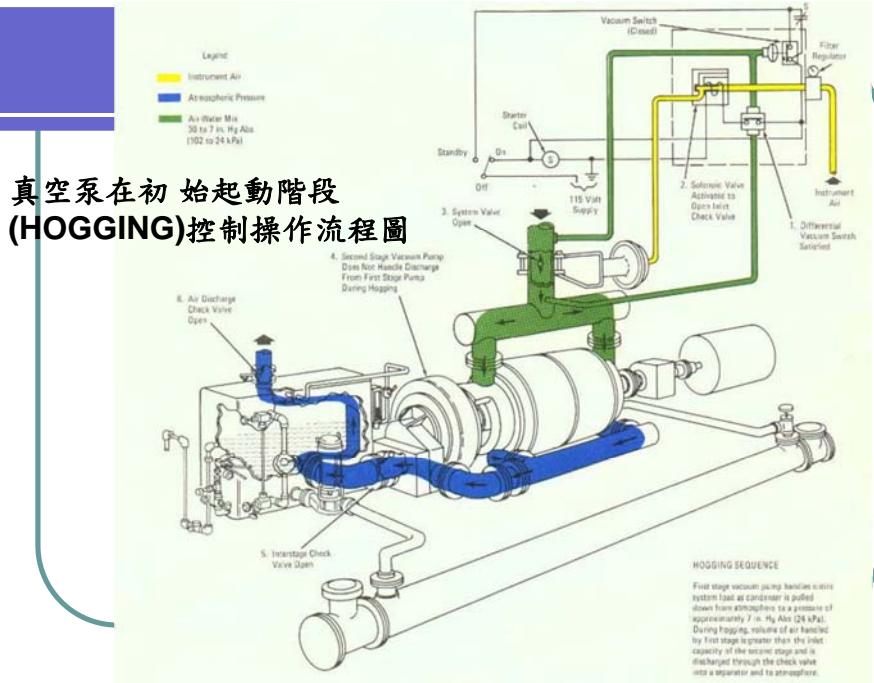
- 本系統共有3台真空泵和對應的3個封水冷卻器。正常運轉中，各離心式真空泵的容量在25.4cm (1")HgA時可移除0.99m³/min (35 scfm) 的氣體。
- 這些泵的水封來自冷凝水系統(from CST)，封水流經封水冷卻器的殼側，管側則以廠用海水(NSCW)冷卻。

77

真空抽氣系統進口



78



六、冷凝器空氣移除系統 (CG)

- 如果過高的空氣洩漏引起冷凝器壓力增至 101.6mm (4.0") HgA 時，三台真空泵都自動起動 (7/23 #1/#2 : 74/70mmhgA)
- 在冷凝器壓力達 127mm (5") HgA 時，警報出現，如果續增，汽機效率減低。
- 當冷凝器壓力大於 190.5 mm HgA (7.5") 時仍未自動跳脫，則應以手動跳脫；或運轉於 1620RPM 至 475 MW 之間，且冷凝器壓力達 152 mm HgA (6.0") 時應以手動跳脫汽機。

81

七、汽機洩水閥

- 在進汽管、衝擊室、機殼以及再熱蒸汽的進汽管處都裝有洩水閥，做為冷機或低負載時排洩管路、機殼和膨脹室內的積水洩放，以保護葉片。
- 這些閥均為電動操作或電磁閥氣動操作，當自動失效時允許改用手動操作。
- 停機時各洩水閥需保持全開。

82

七、汽機洩水閥

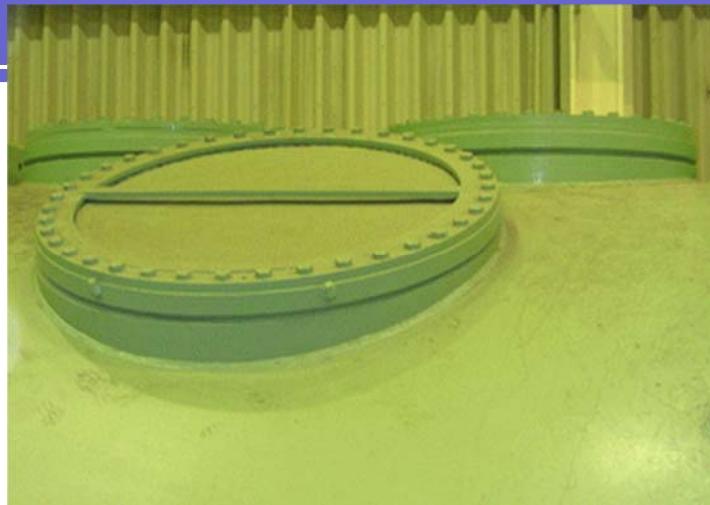
- GOP-204: 起動前需全開，當反應器功率上升至 20% (100MWe) 時關閉：
 - AB-LV403, LV405, LV407, LV409 (主蒸汽管洩水閥)
 - AC-HS017 及 AC-HS031 (SV 及 CV 洩水閥)
 - AC-HS023, HS025 (汽機蒸汽管路洩水閥)
 - AC-HS308, HS408, HS508, HS608 (MSR 第一級再熱器洩水閥)
 - AC-HS338, HS339 / HS438, HS439 / HS538, HS539 / HS638, HS639 (MSR 殼側洩水閥)
- GOP-210: 在停機過程降載至反應器功率 10% 時，應開啟所有洩水閥，在跳機時亦應開啟所有洩水閥。

83

八、釋壓膜片 (Breakable Diaphragm) (圖 29-10)

- 釋壓膜片裝在低壓汽機機殼上，各汽機每邊有兩片。這是一種安全設施，當排汽壓力過高時做為冷凝器和排汽室的保護。
- 當排汽壓力超過設計值時，膜片壓力盤就受向外壓力，致使膜片沿固定圈向外而破裂，汽機排汽壓力得以釋放，引導蒸汽向上湧出，有一引導棒可阻止壓力盤向外飛出。
- 通常釋壓膜片和低真空跳脫機構並用，當排汽壓力升至 0.35kg/cm² (5psig) 時，釋壓膜片破裂。

84



低壓汽機釋壓膜片



85

歷史經驗

- 報告編號 ROE-101-32-20-15
- 發生日期 101.12.28
- 事件名稱 低壓汽機A南側釋壓膜片裂縫



86

九、轉軸接地裝置

- 在發電機轉軸部份由於磁場不對稱，感應產生交流環電壓；在低壓汽機動葉片和固定輪葉相對高速旋轉時，也產生靜電感應；在發電機勵磁系統整流時，易生電容性偶合電壓；此種現象使得轉軸相對於地有相當的電壓存在。
- 為了減少它對軸頸和軸承所造成的損壞，在慢車迴轉齒輪與第七軸承間設有接地裝置，防止轉軸聚積電荷。
- 運轉中每個月最少要測量電壓一次，其電壓值低於1VAC及6VDC。

87

十、轉子低速開關（圖29-11）

- 本裝置為一附在PMG軸上的旋轉圓盤，其周圍外緣鑽有等距離的圓孔，圓盤介於兩組噴油噴嘴之間，來自軸承油集管的油經噴油噴嘴，經圓盤孔進入接收噴嘴，又分別接至兩個由活塞驅動低速裝置的汽缸。
- 當汽機轉速下降，噴油經圓盤孔至接收噴嘴的油壓升高，當轉速近於零時，利用接收噴嘴的油壓頂起活塞，動作低速開關，表示汽機已近停止，經時間延遲後，自動起動慢車迴轉齒輪。
- 為了避免汽機在高速時誤動作，汽機轉速降至100rpm以下時，轉子低速開關才自動啟用，指示汽機是否停止，以便和慢車迴轉齒輪吻合。



88

十一、汽機監視儀器

為了運轉上的分析和故障的診斷，備有監視設備，以偵測且記錄下列各項：

1. 機殼和差額膨脹監視儀 (Casing & Differential Expansion Supervisory Instrument)

(1) 機殼膨脹：用來測定汽機機殼對固定端的位移，指示蒸汽溫度變化時機殼的膨脹情形。

機殼膨脹監視器裝置在機頭旁的地面。

當機殼膨脹時自由滑動的一端受到阻礙，監視儀即有不正常指示，此時應加檢查。

89

十一、汽機監視儀器

(2) 差額膨脹：當蒸汽進入汽機作功後，轉子和機殼均將膨脹，但因汽機轉子質量小比機殼熱得快，膨脹亦較快，在轉子葉片和固定葉片間只有適當軸向間隙以容納差額膨脹，如果差額膨脹超過軸向間隙限制時，則定轉子間將發生磨擦。

- 此監視儀就用來記錄定、轉部間的相對位移，汽機運轉時連續指示軸向間隙，超出限制即發生警報。
- 差額膨脹裝置在機頭處。

90

十一、汽機監視儀器

2. 速度和控制閥開度監視儀

在汽機起動期間或失去負載後，需有轉子速度記錄。

➤ 在同步轉速時，機組控制閥開度隨負載而變化，因此須有控制閥開度指示記錄。

91

十一、汽機監視儀器

3. 振動監視儀(Vibration Monitor)附相角指示

用來測定和記錄轉子在高轉速時的振動情形，振動探測棒裝在各主軸承附近的轉軸上，振動太大表示汽機異常，危險情況存在。

➤ 振動記錄器備有警報(也會跳汽機)，任一軸承所測得的振動超過設定值時發出警報，另外此監視儀附有相角指示表，指示軸承振動的高點和平衡孔間角度關係。

92

十一、汽機監視儀器

4. 偏心監視儀 (Eccentricity Monitor)

汽機停止後，如機殼上半部溫度高於下半部，由於冷卻不均勻轉子會有彎曲的傾向，利用慢車迴轉齒輪帶動轉子，使轉子溫度均勻避免轉軸彎曲。

- 在汽機起動加速前，低轉速時，為防汽機轉軸有偏心現象，此偏心監視儀連續記錄轉子自慢車迴轉至600rpm以下的彎曲情形，且裝有警報，附有偏心相角指示偏心高點的角度。

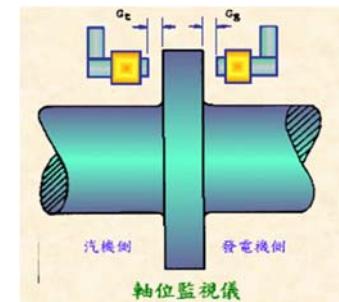
93

十一、汽機監視儀器

5. 軸位監視儀 (Rotor Position Monitor)

用以測定止推軸承環對止推軸承架的軸向相對位置，提供軸位警報。

- 當負載變化時，將使轉軸產生軸向位移，引起止推軸承磨損，當磨損過高時，由緊急跳脫系統跳脫汽機。
- 軸位監視儀裝在6、7號軸承之間。



95

汽機振動限制

軸承編號	警報設定	如果軸承超過下列振動限值立刻跳脫汽機
No. 1到No.8	7 MILS	12 MILS
No. 9到No.10	7 MILS	10 MILS

註：1 MILS意指千分之一吋，亦即俗稱1條

94

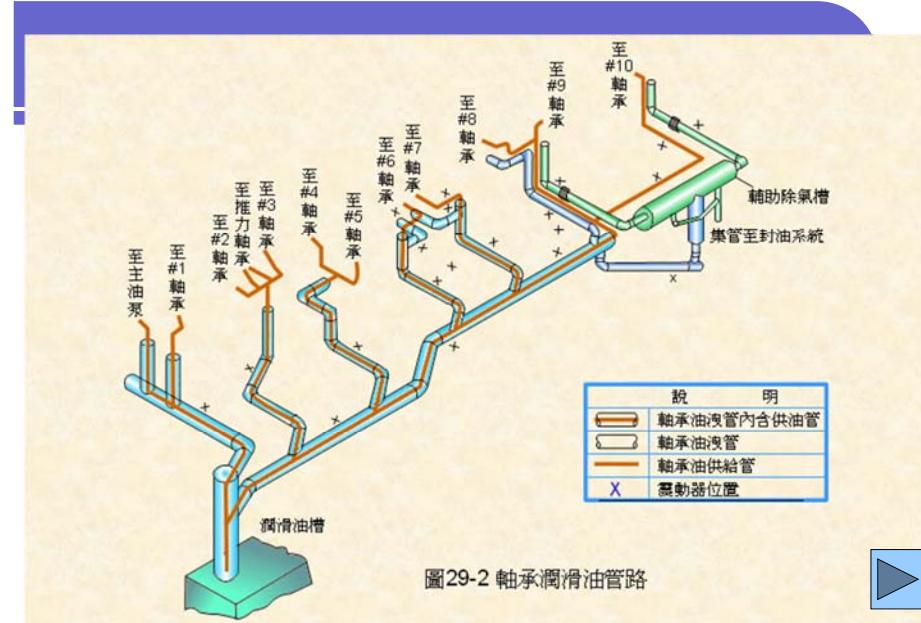


圖29-2 軸承潤滑油管路

96

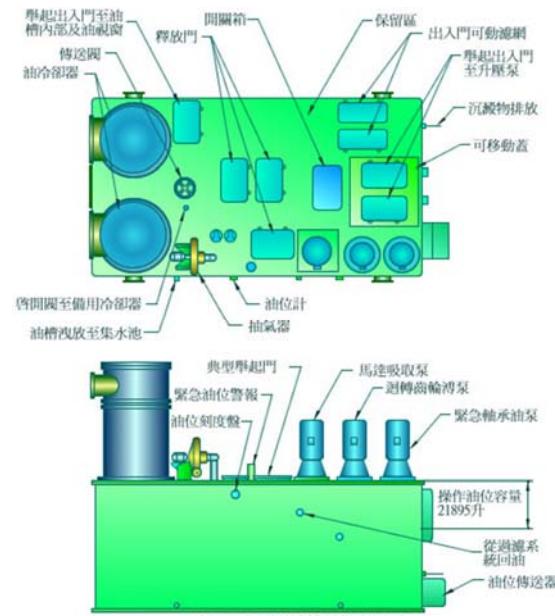
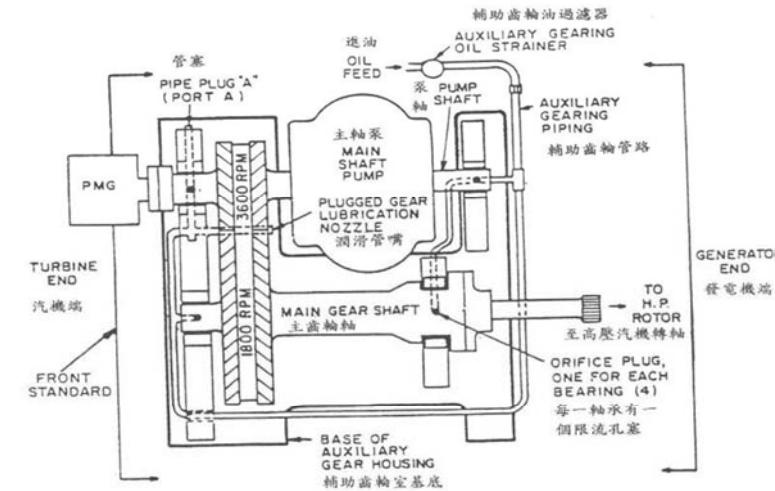


圖29-3 主潤滑油槽設備配置圖

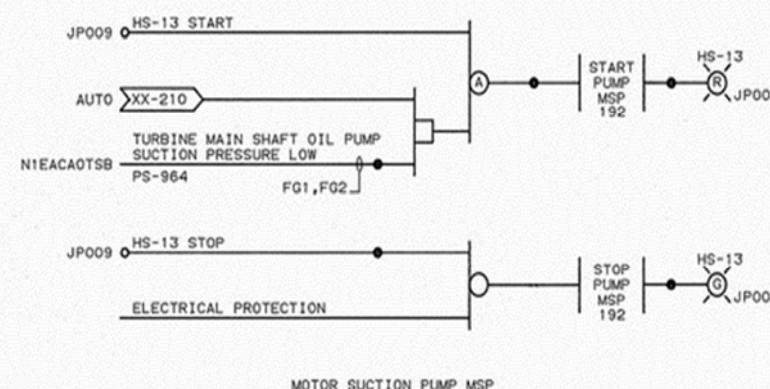


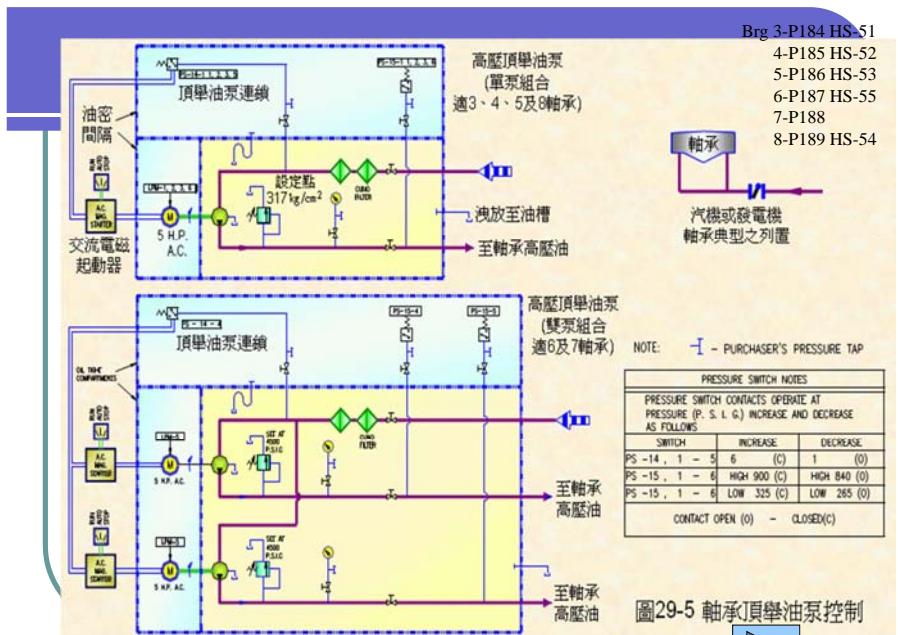
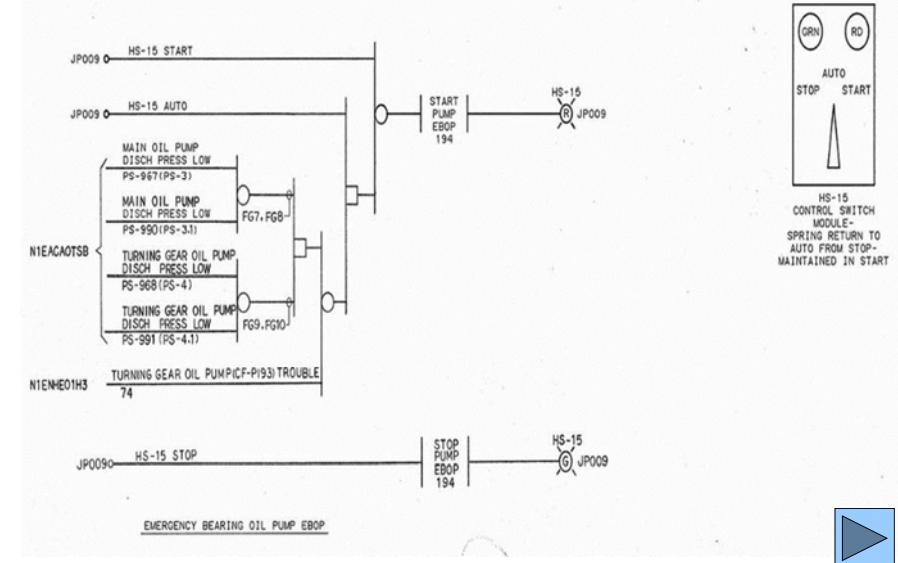
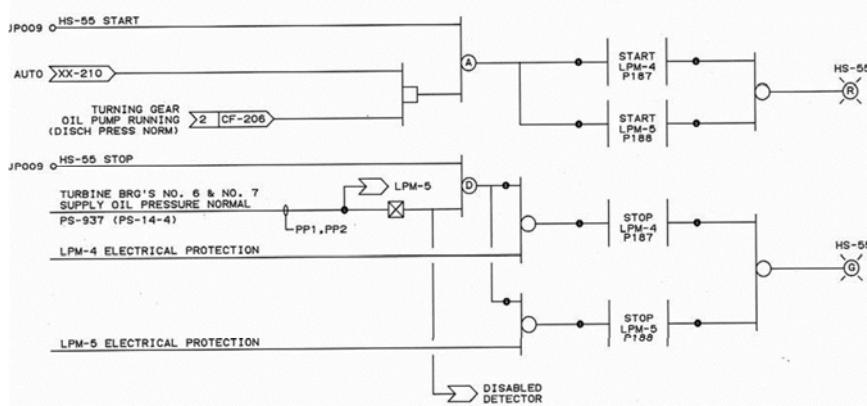
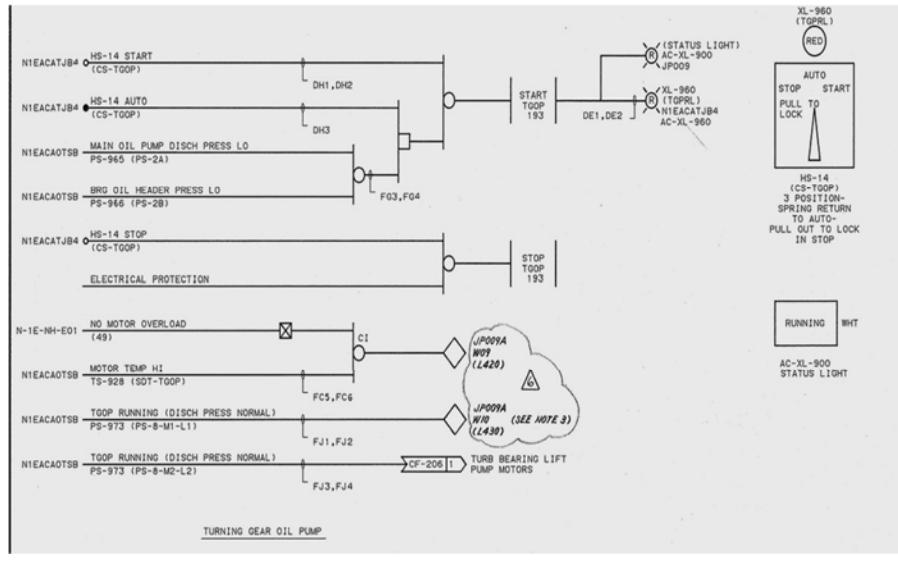
MAIN LUBE OIL PUMP

圖 29-5 主潤滑油泵



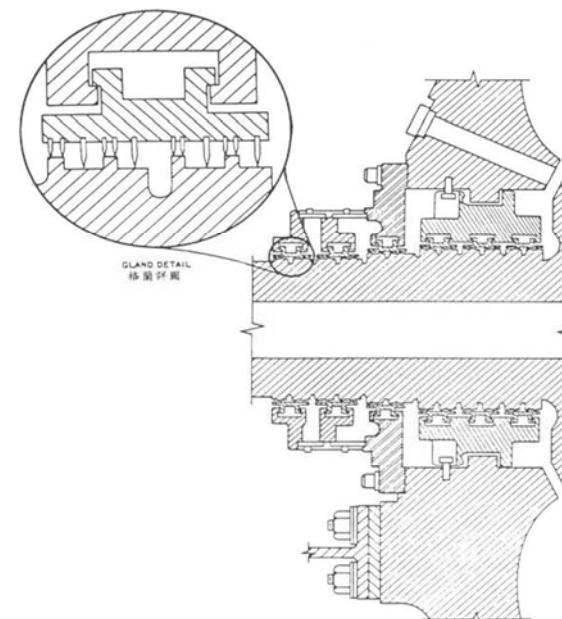
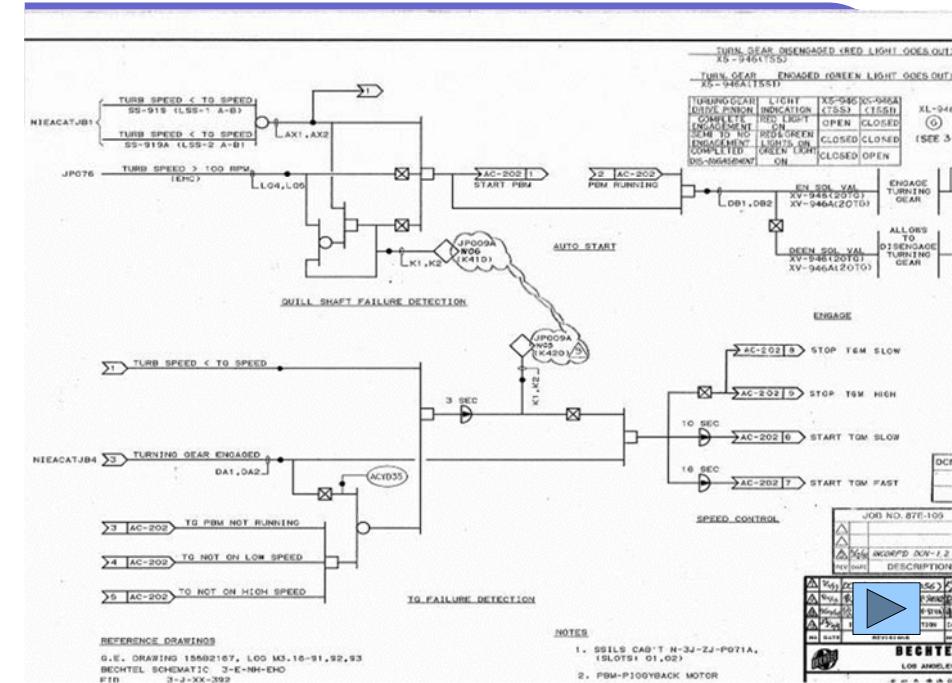
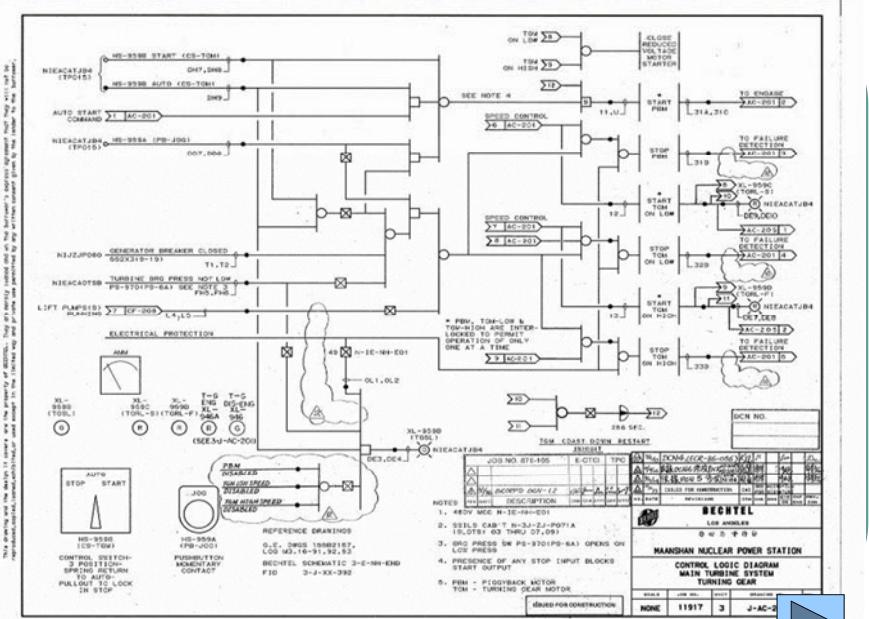
圖29-4 主軸油泵構造







105



SHAFT SEAL PACKING (TYPICAL, CROSS SECTION)
图 29-8 典型蒸汽封

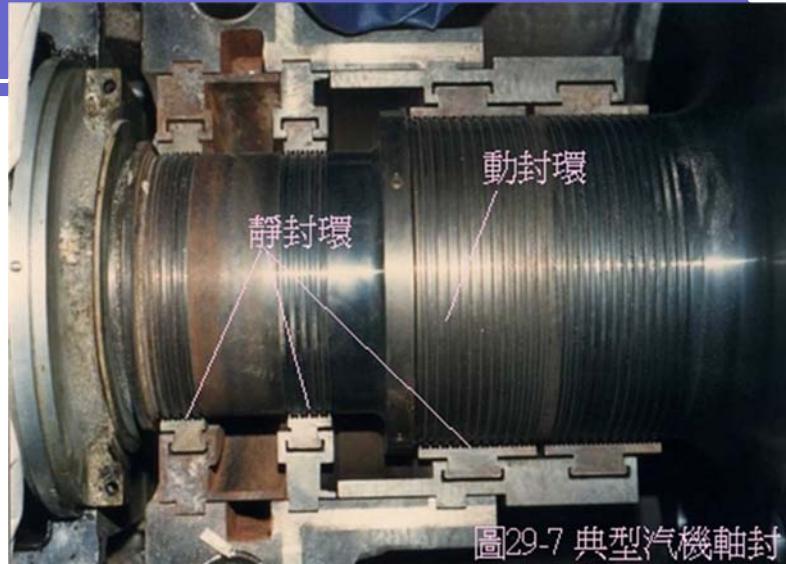


圖29-7 典型汽機軸封

109

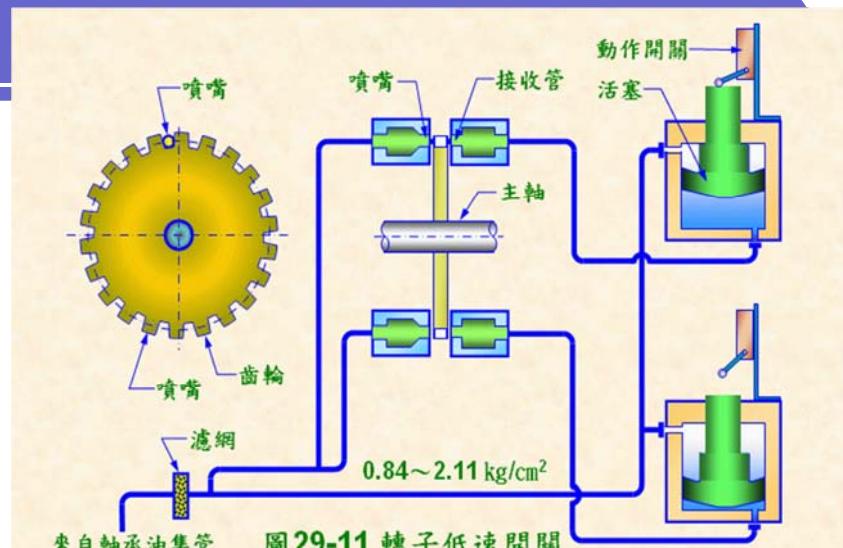


圖 29-11 轉子低速開關

111

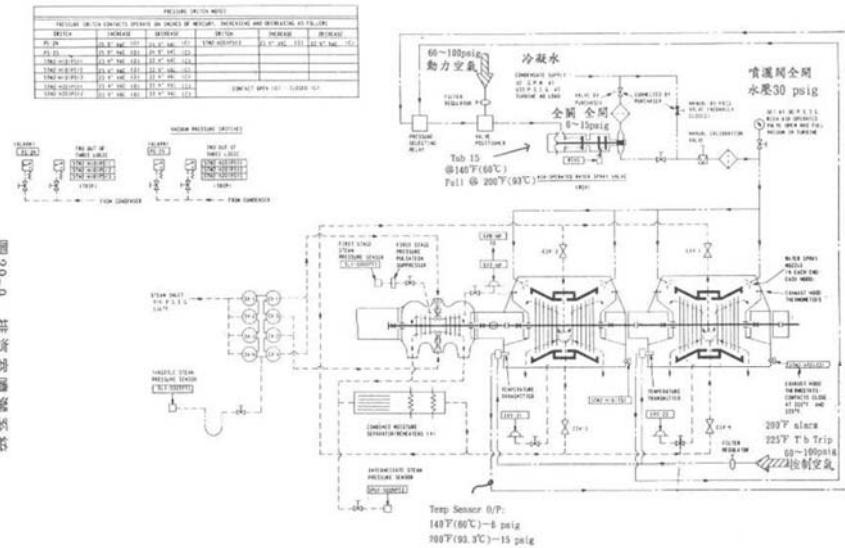
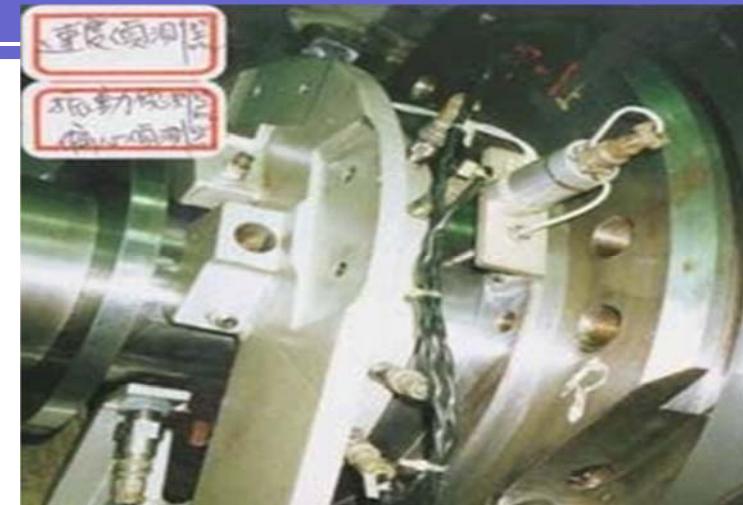


圖 29-9 排氣空調系統





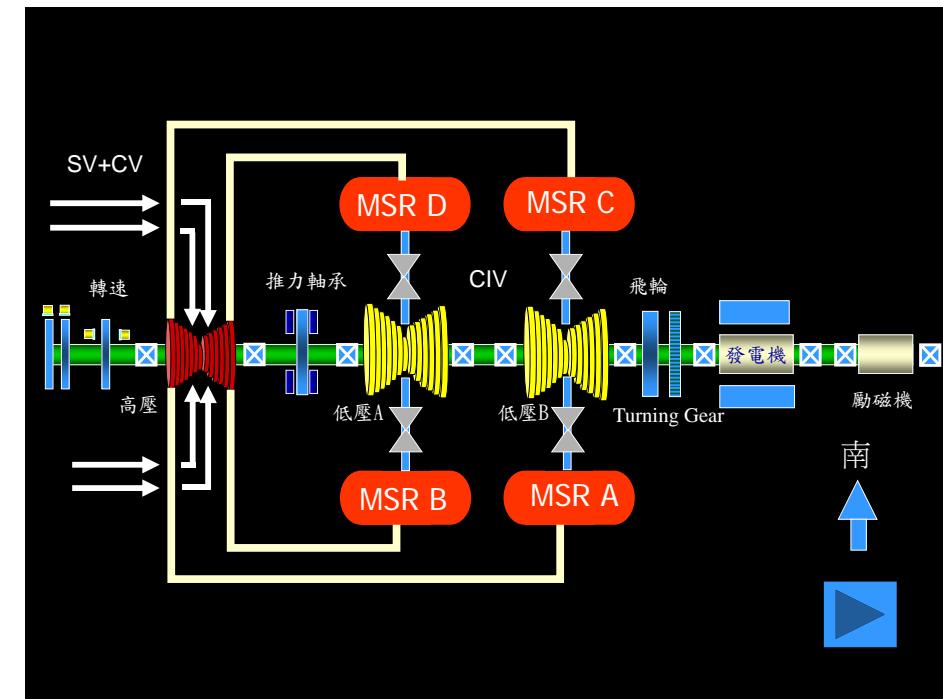
113



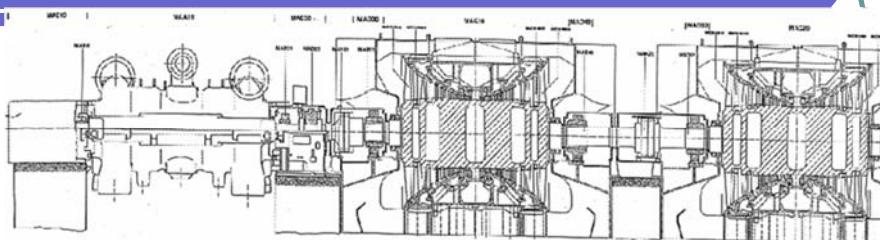
114



15

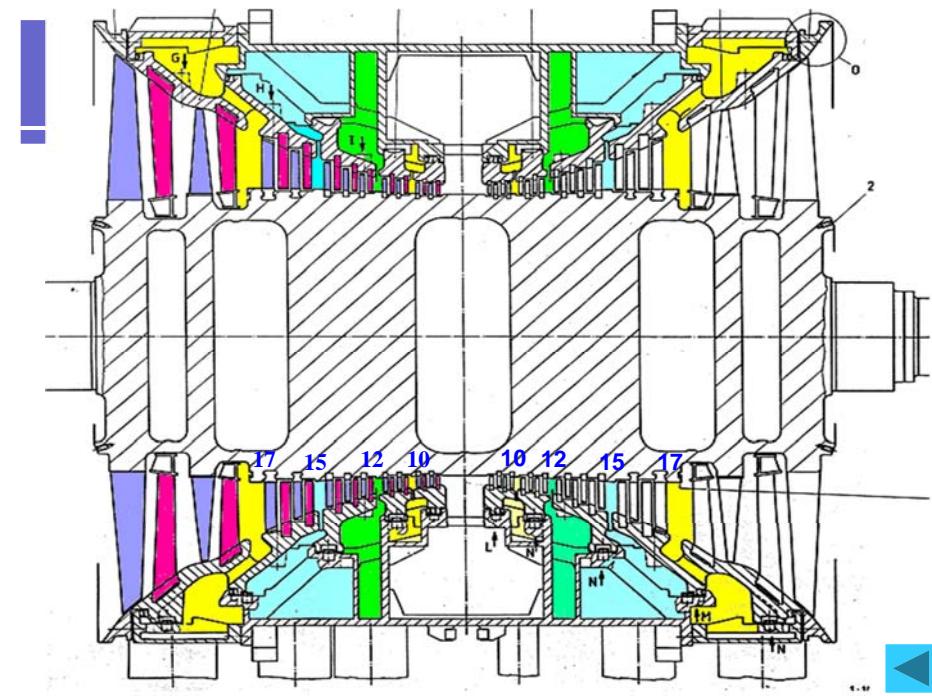
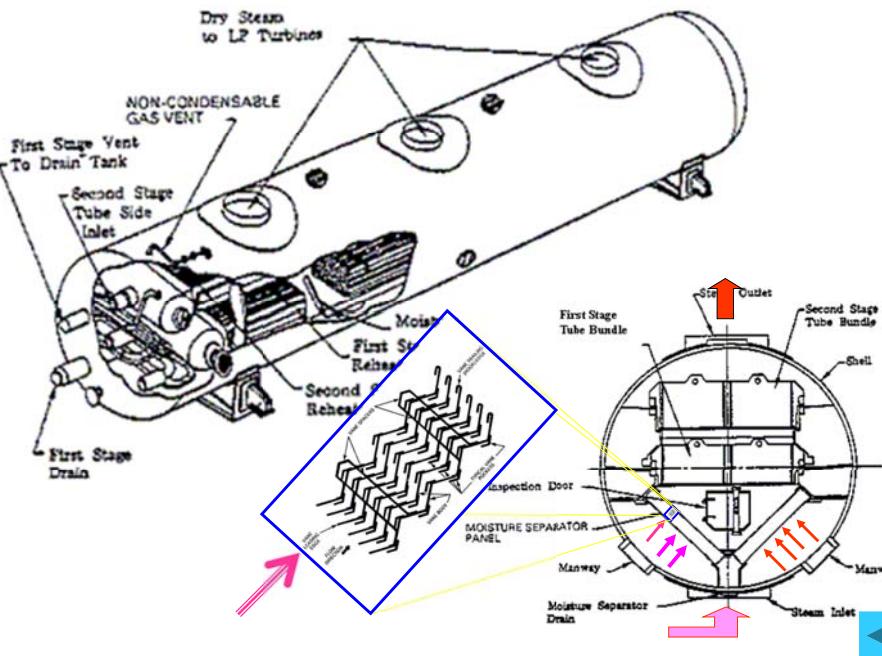
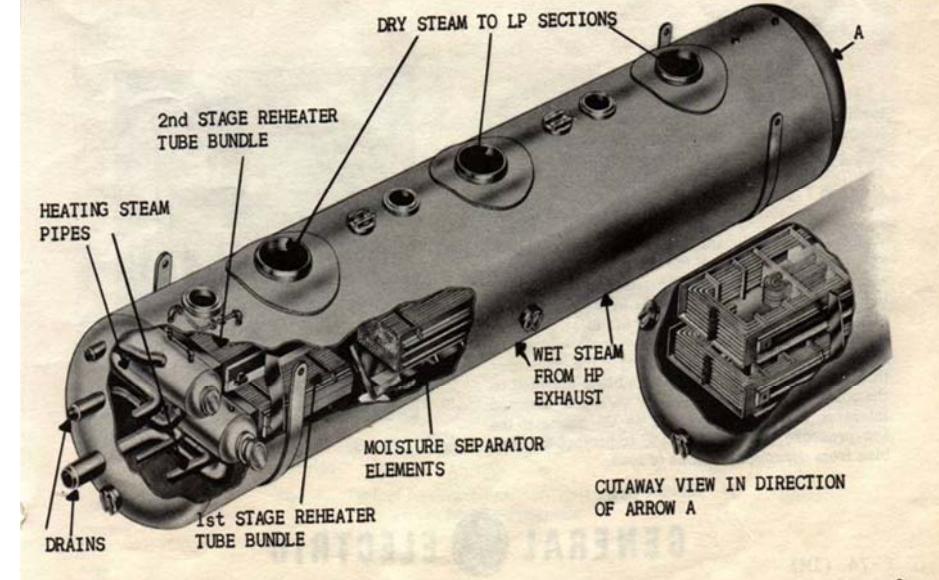


結構簡圖

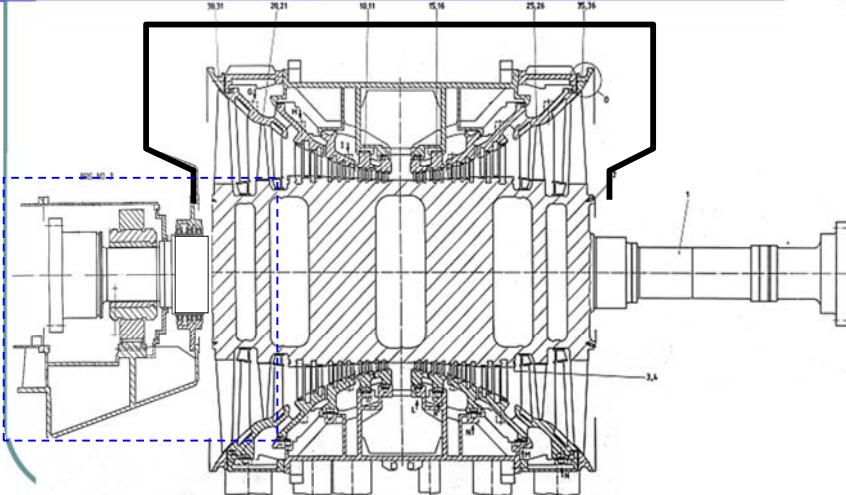


117

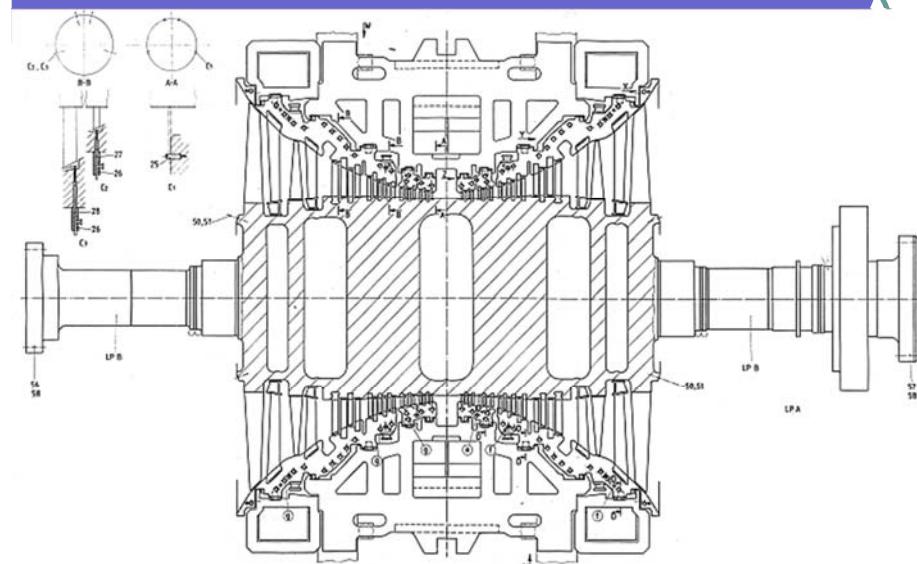
汽水分離再熱器



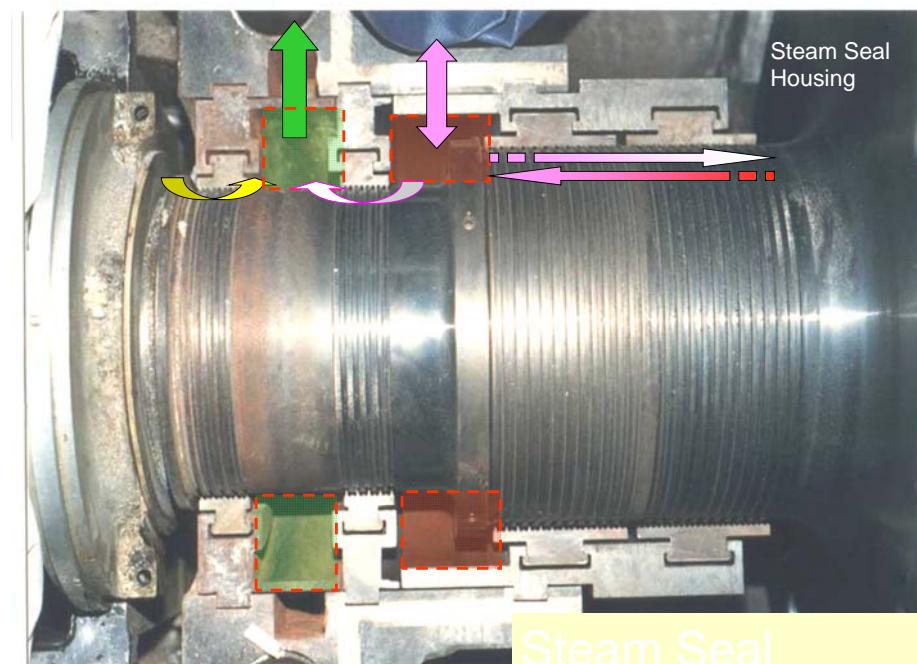
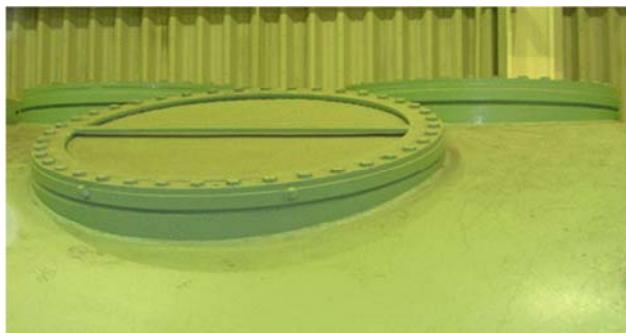
LP-A



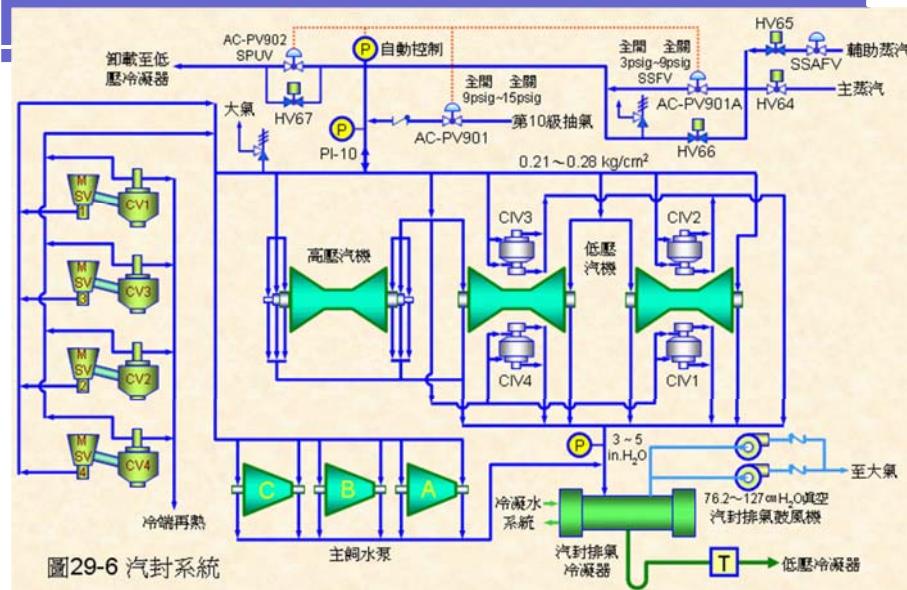
LP-B



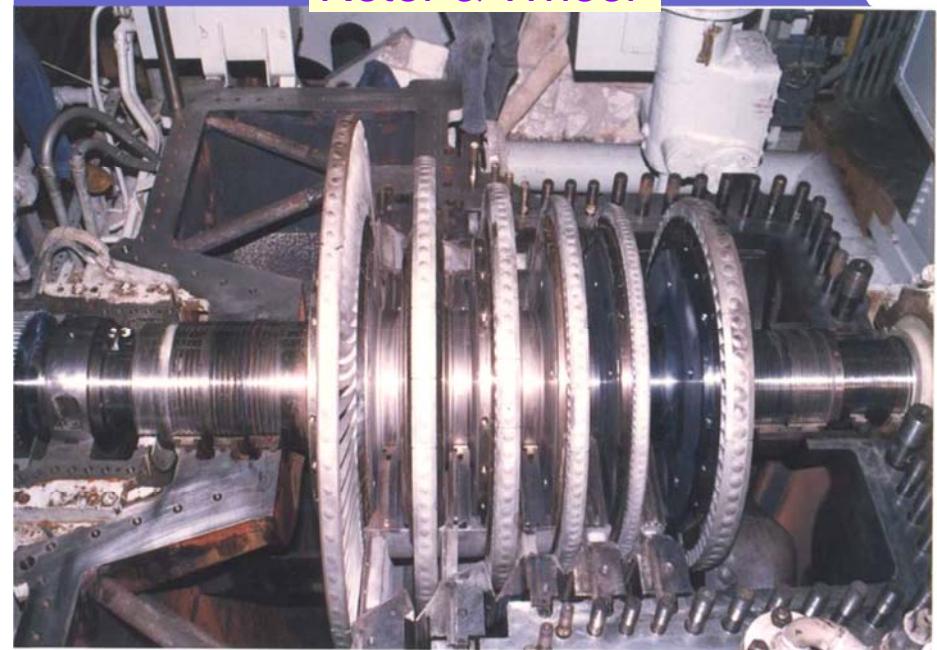
Housing



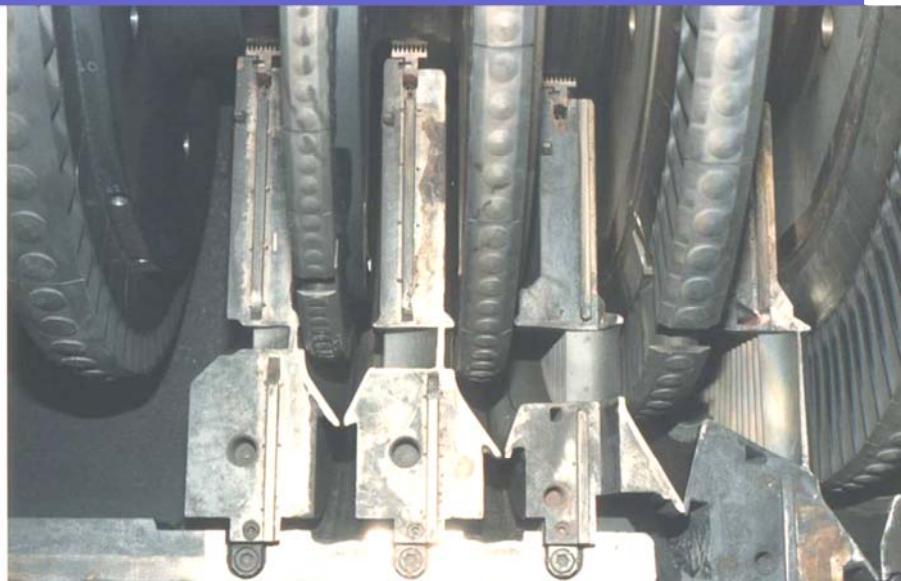
Steam Seal



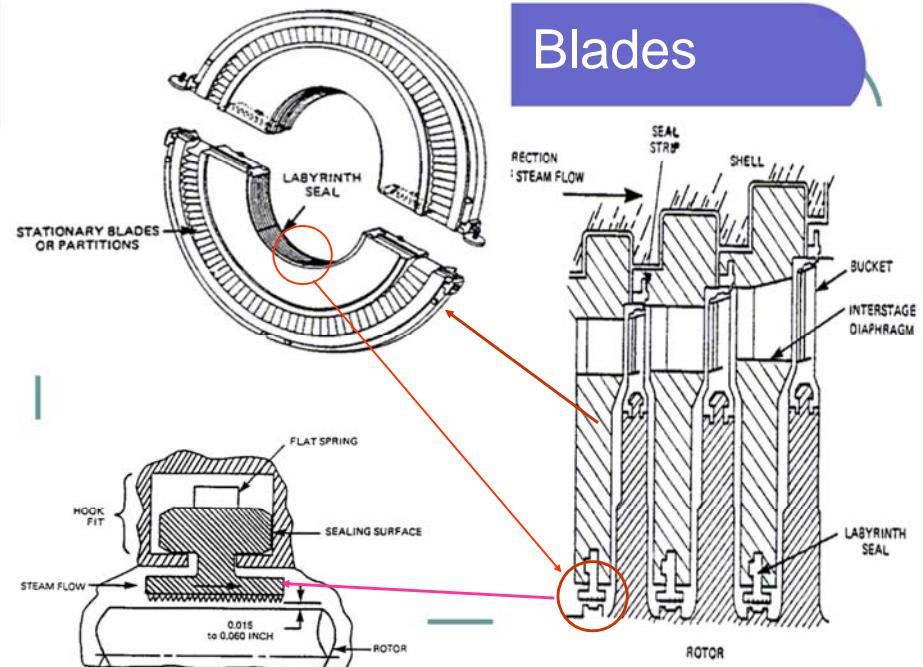
Rotor & Wheel



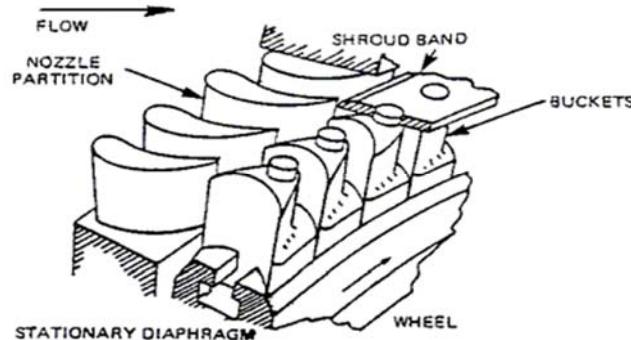
Wheel



Blades



Blades



129

自我評量

1. 由蒸汽產生器(SG)送出的乾燥飽和蒸汽，會合於主蒸汽集管，經主蒸汽斷止閥(SV)、控制閥(CV)後，進入 a。高壓汽機排汽再經 b，乾燥和再熱後之過熱蒸汽流經複合中間閥(CIV)，分別進入A和B c。

答: a. 高壓汽機
b. 汽水分離再熱器(MSR)
c. 低壓汽機

2. 主汽機潤滑油系統有那幾種泵？各泵功能為何？
答：1· 電動吸取油泵：汽機升速時，供油至主軸油泵之進口
2· 慢車迴轉齒輪油泵：汽機慢車迴轉時，供油至各頂舉油泵及各軸承
3· 緊急油泵：喪失交流電或其他油泵故障時，供油至汽機軸承
4· 軸承頂舉油泵：汽機慢車迴轉或轉速低於1620rpm時，使主軸提升2~5mils，減少摩擦力
5· 主軸油泵：汽機額定轉速時，以潤滑油推動升壓油泵之Turbine，之後再供油至各軸承
6· 升壓油泵(Booster)：供油至主軸油泵之進口，以確保主軸油泵進口足夠之NPSH

130

3. 請列出主汽機潤滑油系統提供油壓(PI-975讀值
1.88Kg/cm²)供給那些負載或設備使用？當機組
正常運轉及停機期間潤滑油壓力供給來源為何？

答：1)汽輪發電機各軸承、頂起油泵、ETS復歸、推
力軸承磨耗偵測、主汽機低速開關偵測、發電機
封油系統。

2)機組正常運轉時由主軸油泵(3600 RPM)供
油，停機期間由慢車迴轉齒輪油泵供油。

4. 請列出主汽機之軸封(Gland Seal)汽封蒸汽來
源及軸封裝置目的？蒸汽封函排氣器(STM
Packing Exhauster)裝置目的？

答：1)主蒸汽、輔助蒸汽、MSV及CV閥座洩漏蒸汽、
HP汽機軸封洩漏蒸汽、LP汽機第十級抽汽。

2)軸封裝置目的係防止汽機內蒸汽沿轉軸與汽
缸間隙洩出，或外面空氣進入汽機內。

3)自主汽機汽封和主飼水泵汽機汽封之排汽經
蒸汽封函排氣器，以冷凝水冷卻後排至冷凝器，
不凝結氣體由排氣扇排至大氣。

5. 請列出主汽機之軸封(Gland Seal)汽封
蒸汽來源及使用時機？

答：在低載時來自主蒸汽(或輔助蒸汽)及進
汽閥(SV)和控制閥(CV)的洩漏蒸汽，在趨
近50%負載時來自第12抽汽，在50%負載
以上時則來自高壓汽機汽封排汽。

6. 請說明主汽機監視儀器中汽缸(機殼)膨脹，轉軸
膨脹與差膨脹裝置監視目的及其裝置位置？

答：1)當汽缸自冷機狀態至加熱升載因溫度變化造
成熱膨脹之量測判斷是否正常，裝置位置在機頭
旁之地面。

2)用以量測汽機轉軸軸向位置及其前後移動量
判斷是否正常，裝置位置在#6、7軸承間。

3)用以量測汽機轉子與汽缸機殼間相對軸向差
額膨脹是否正常，裝置位置在機頭處。

7. a. 低壓汽機最後一級汽斗溫度幾度時自動噴灑閥會自動開啟？

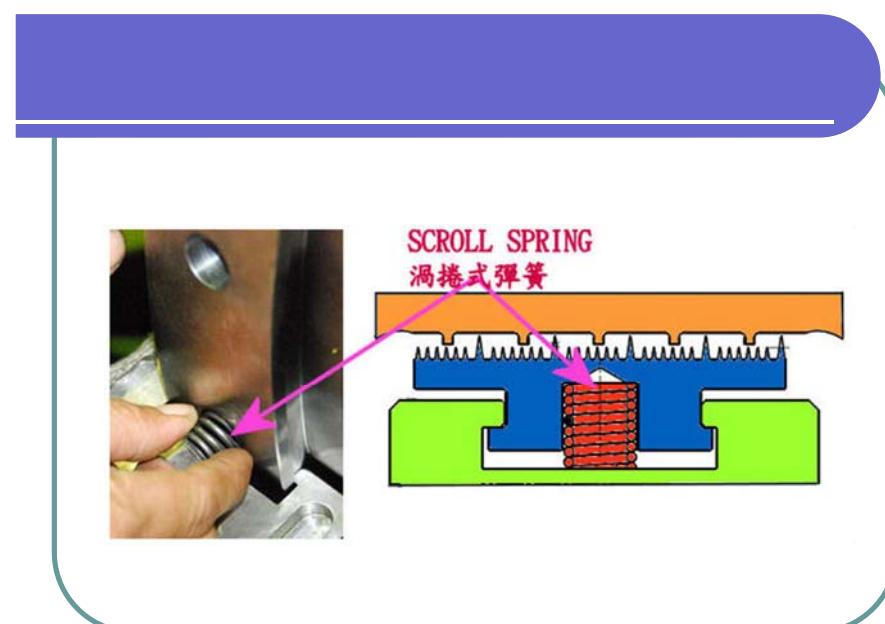
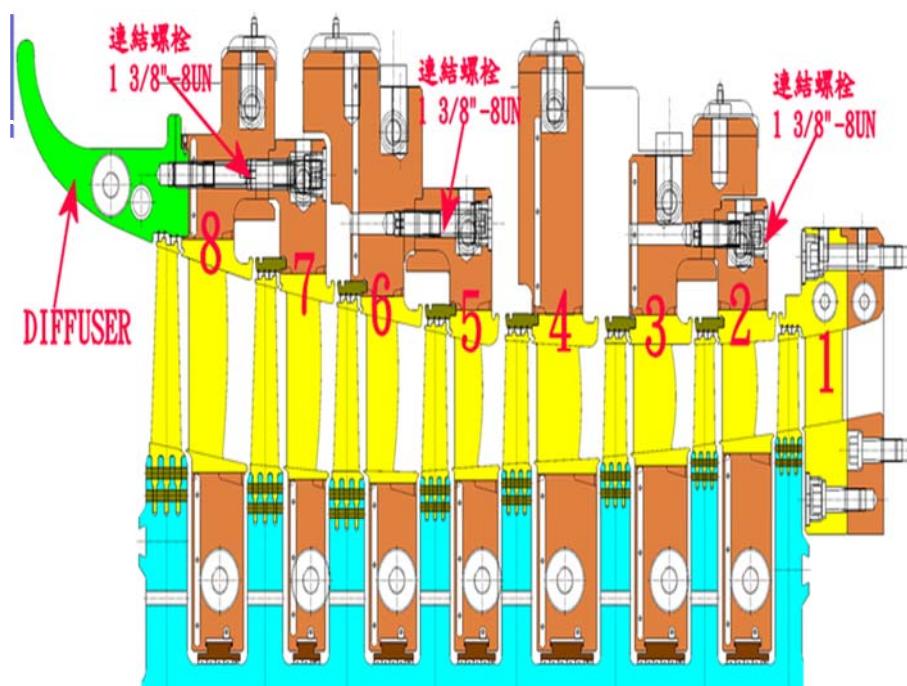
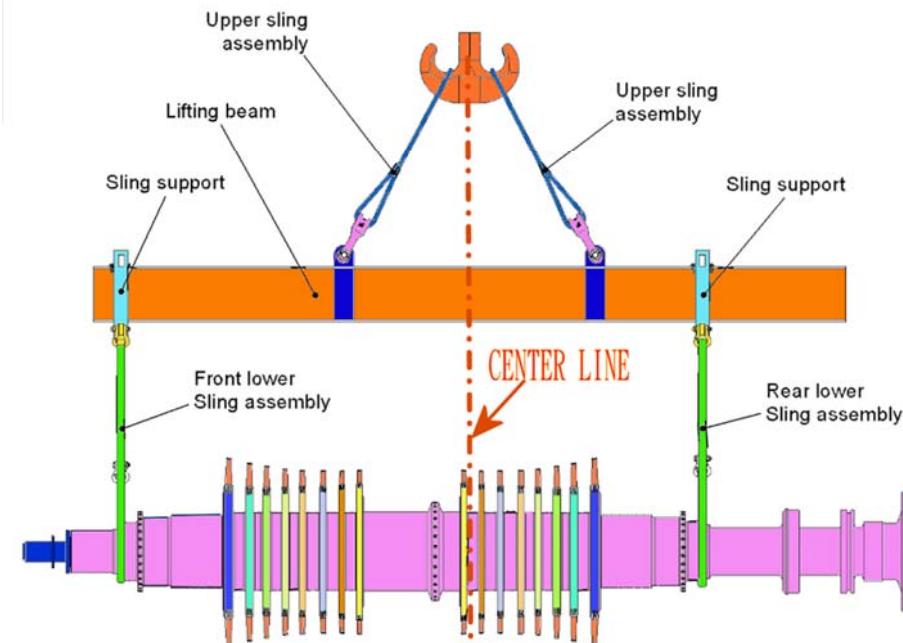
b. 溫度幾度時會警報出現？

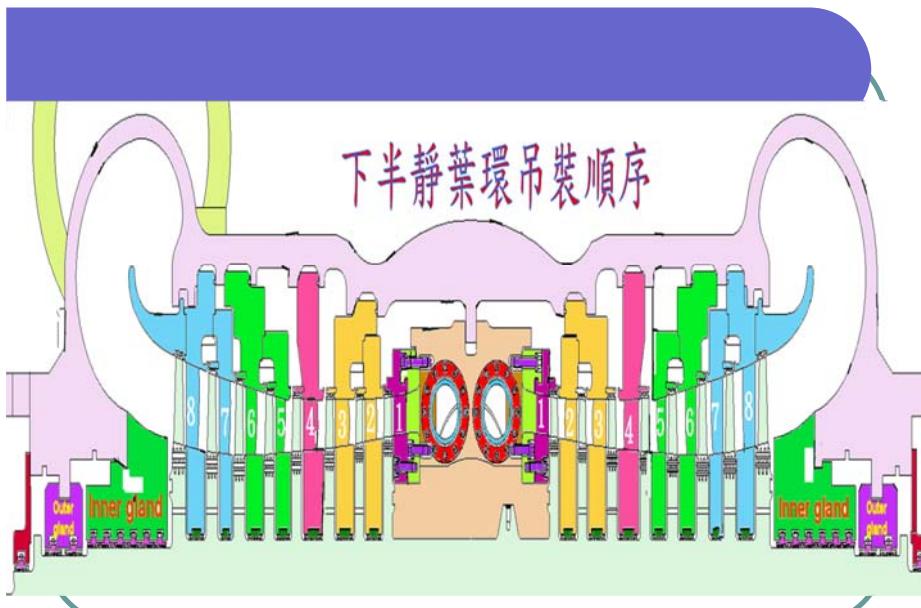
c. 溫度幾度時會跳脫汽機？

答:a. 低壓汽機最後一級汽斗溫度在60°C時，自動噴灑，以降低溫度。

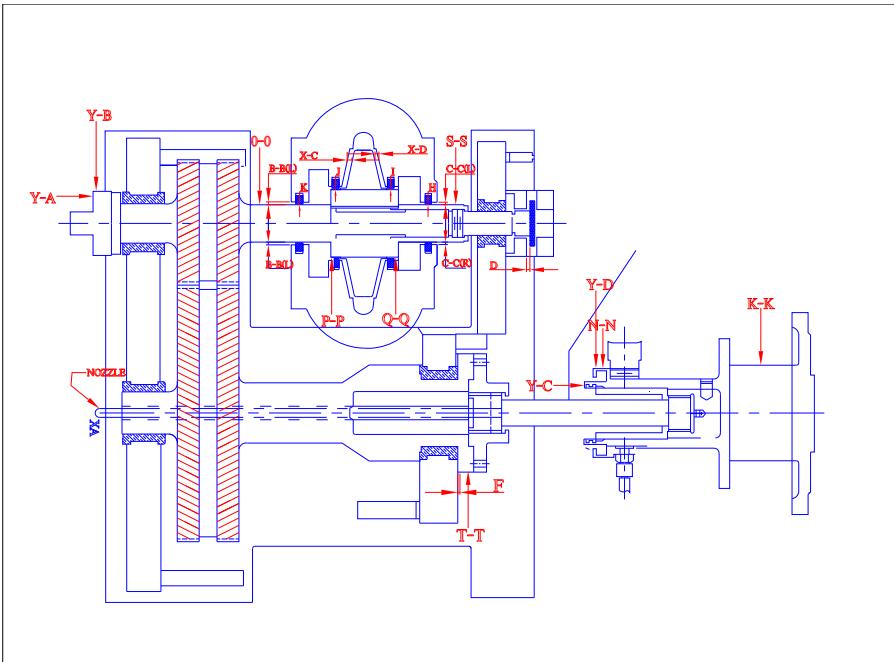
b. 低壓汽機最後一級汽斗溫度93.3°C時，警報出現，應採適當措施以降低溫度。

c. 溫度再繼續上升至107.2°C，汽機緊急跳脫系統動作跳脫汽機。

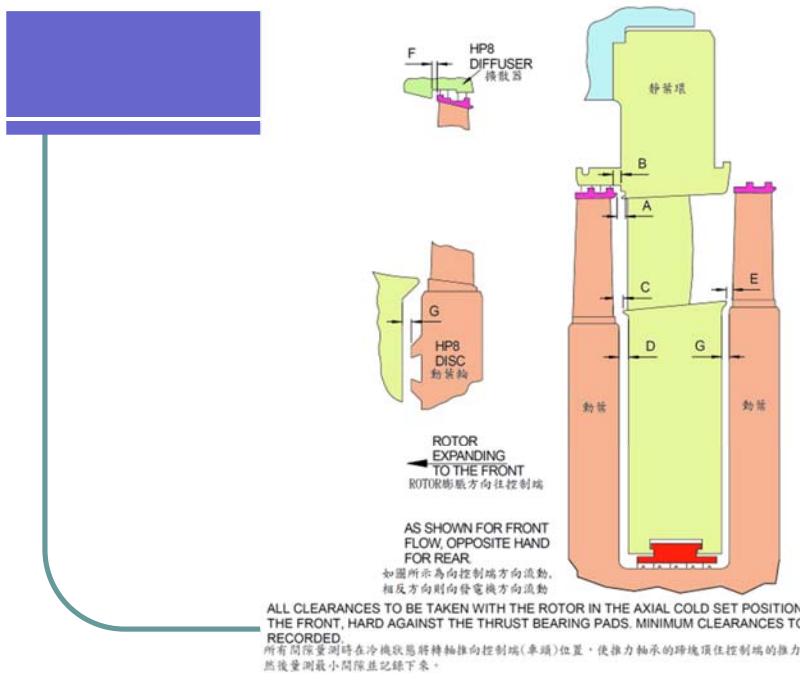




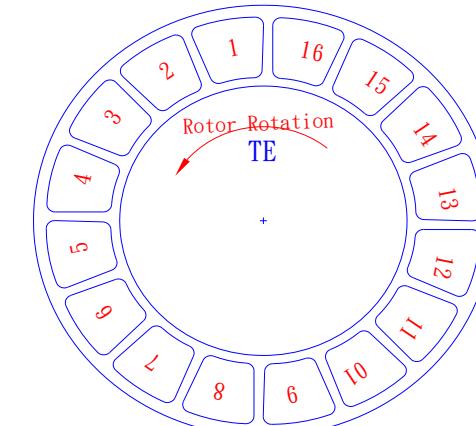
141



142



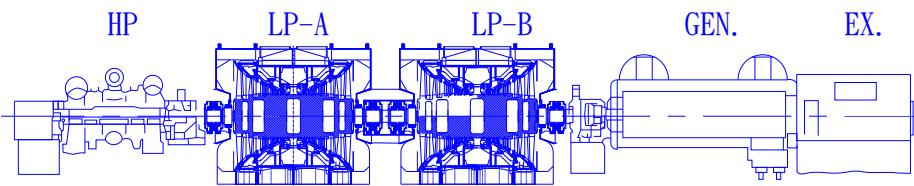
推力軸承



144

事件經過(一)

- 完成一號機第15次大修，民國93年12月11日23時06分主汽機FSNL(Full Speed No Load) 執行主汽機保護之機械超速跳脫測試，於復歸過程中，發生汽機實際跳脫情形。
- 民國93年12月12日8時16分再度執行汽機保護測試
 - 機械超速跳脫測試成功
 - 機械活塞跳脫測試於復歸過程中主汽機跳脫
- 同日9時51分執行機械超速跳脫測試於復歸過程中，主汽機又再跳脫。

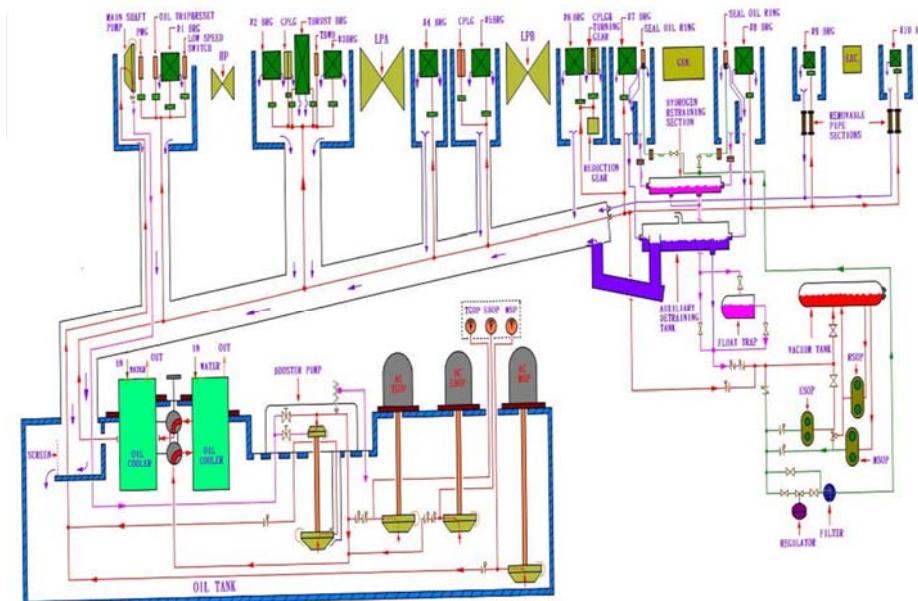


145

事件經過(二)

- 經肇因研判乃潤滑油壓力太低無法復歸機械跳脫活塞所致，經檢查機頭壓力表發現壓力約只有 0.9 kg/cm^2 ，經調升到 1.25 kg/cm^2 之後，進行機械超速及機械活塞跳脫測試各五次均成功。民國93年12月12日14時40分30秒機組重新併聯。
- 雖機組已併聯運轉，然潤滑油集管壓力仍屬偏低，繼續追查低壓力的可能。
- 民國94年3月25日發現潤滑油節流孔濾網裝反。

147

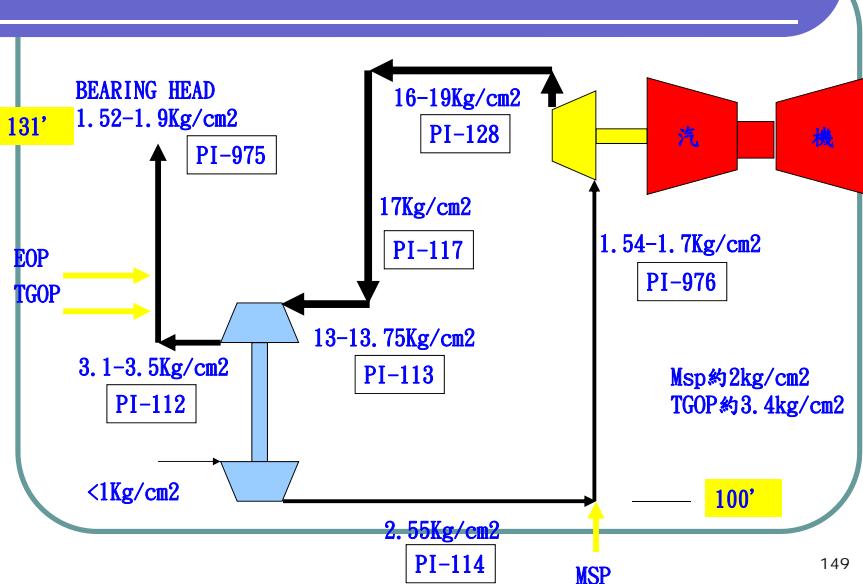


汽輪發電機潤滑油及封油系統圖

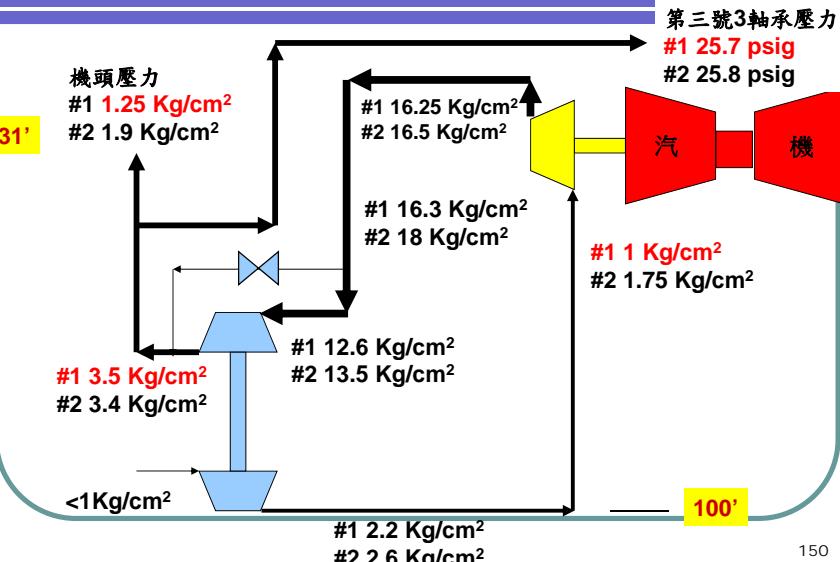
146

148

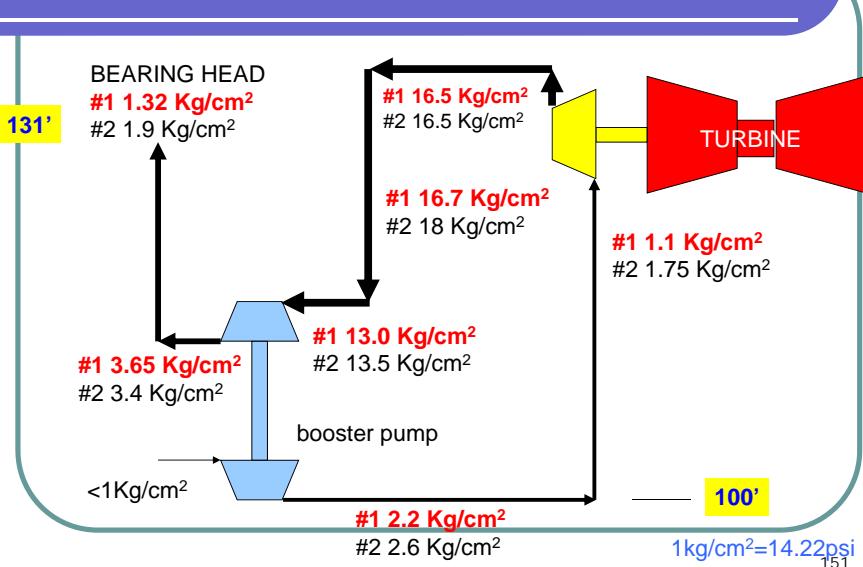
主汽機潤滑油路系統



主汽機潤滑油路系統壓力比較圖



Comparison of Unit 1 & 2(12/18)



流體力學的評估

- 為何機頭潤滑油壓力尚無法調升？無法達到大修前水準
 - 汽機軸心線壓力目前應相同(3號軸承確認)
 - 可能原因為增壓泵調設不當或機頭有不當的阻塞或洩漏，這其中以任何一支管子洩漏大最有可能。

檢修結果

- 民國94年03月25日一號機因蒸汽產生器C低水位造成反應器跳脫，核三廠一號機處於停機狀態。隔日利用停機時間檢查機頭油管之濾網/節流孔位置，發現**進入一號軸承之濾網/節流孔(3/8")**與**進入零速開關與shaft gear之濾網/節流孔(1-1/4")**裝反，因此造成壓力表所量測的數值偏低。



17.12.2004

