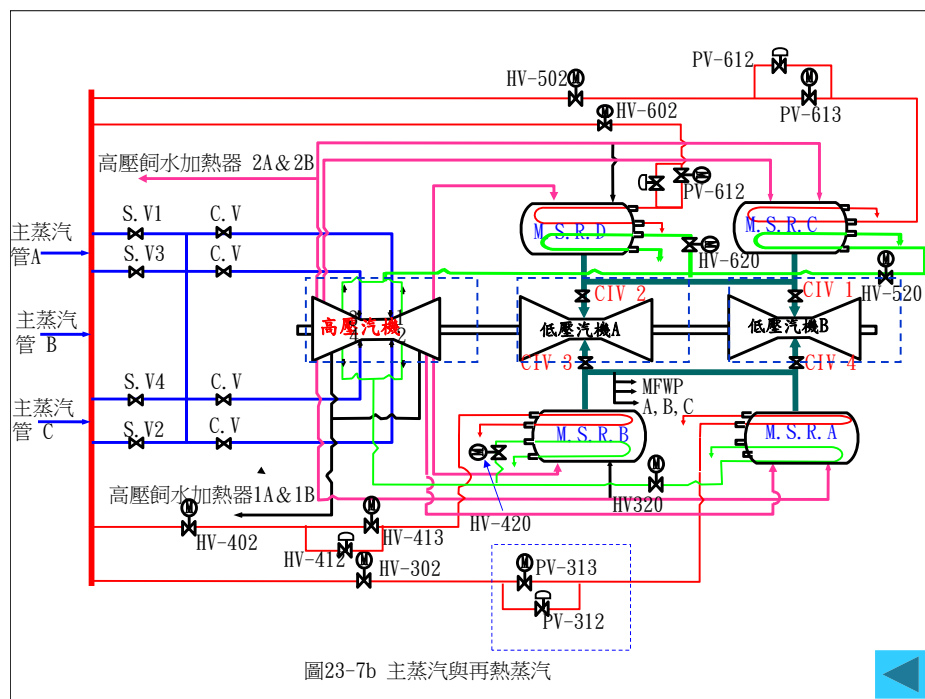
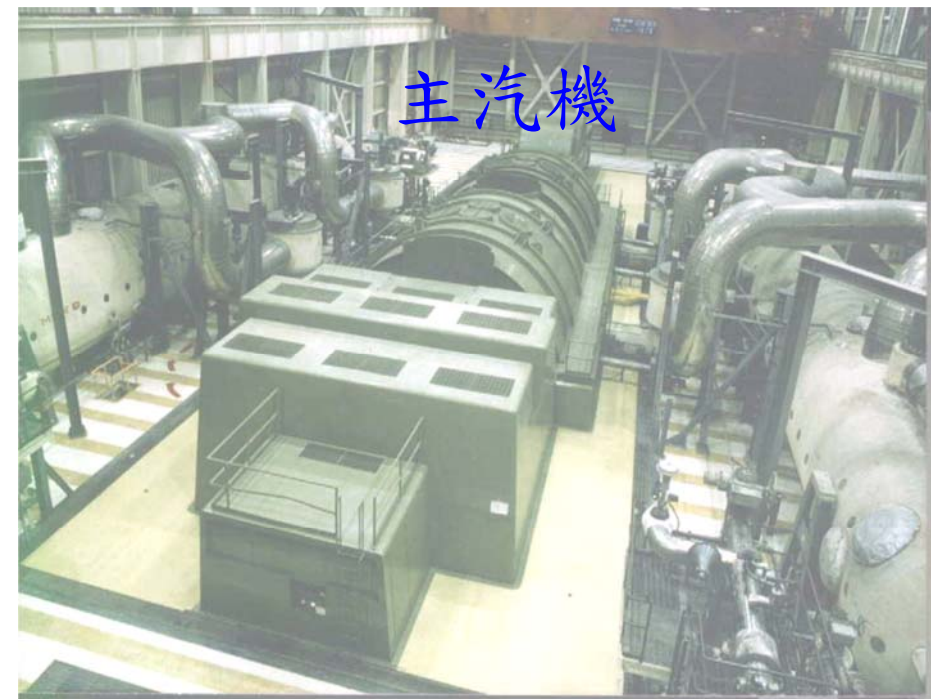


主汽機及其附屬設備

PWRT班

1



主汽機



Turbine-Generator

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

Moisture Separator Reheater (MSR)

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

Main Condenser

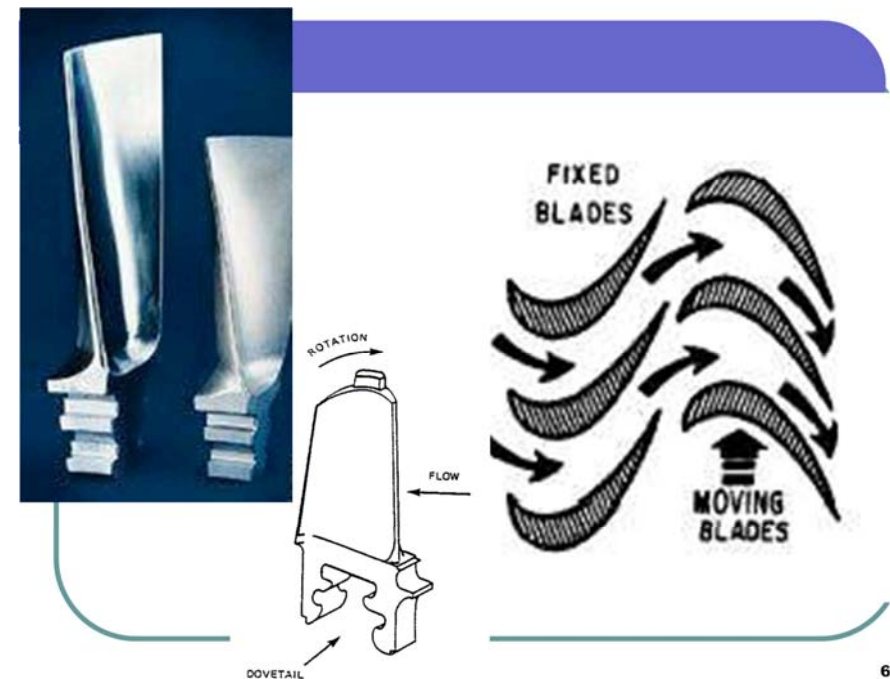
Type	Single pressure, two-shell
Quantity, per unit	16.267 × 10 ⁹
Condensing capacity, BTU/h (a)	684,000
Circulating water flow rate, gal/min	18.4 °F (10.22 °C)
Circulating water temperature rise, °F	

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 \rightarrow KE (nozzles)
 - Step 2: KE \rightarrow 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

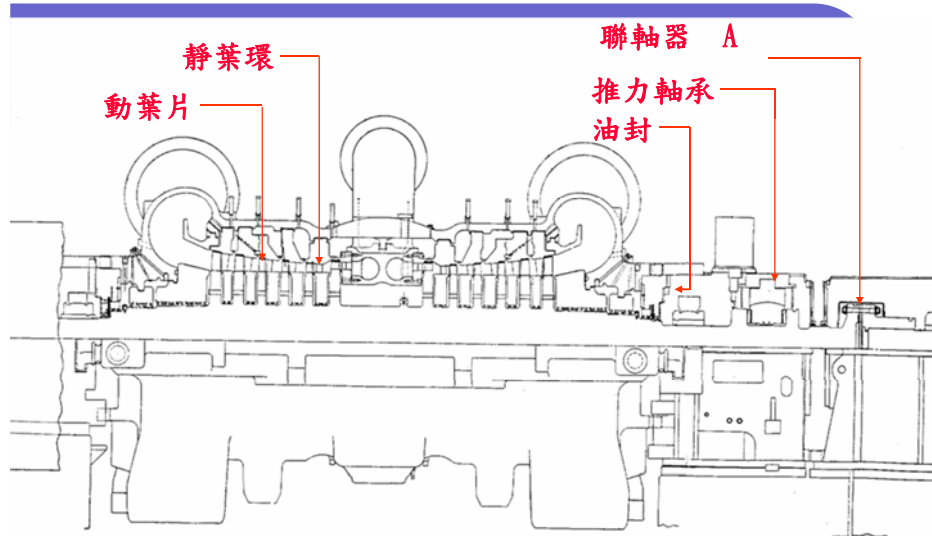
- **主汽機**包括三部份：一個高壓汽機和兩個低壓汽機。
- 由蒸汽產生器(SG)送出的乾燥飽和蒸汽，經個別主蒸汽管路會合於主蒸汽集管，再由四條蒸汽管路分別送經主蒸汽斷止閥(SV)，再流經主蒸汽控制閥(CV)後，進入高壓汽機中央環形進汽區。

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。

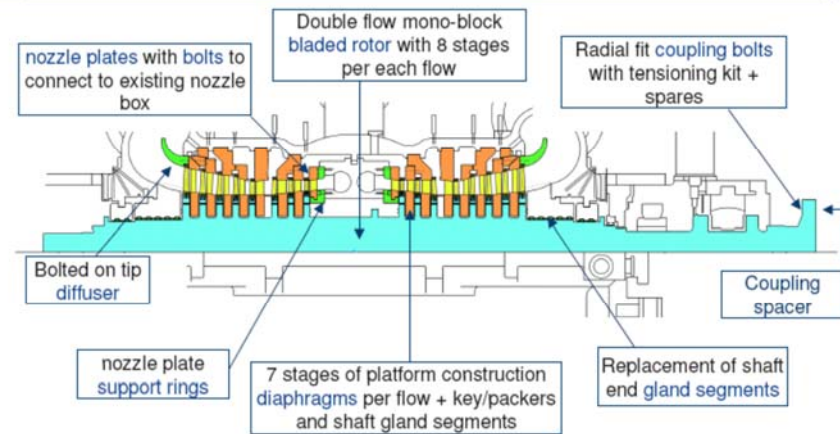
8



TE 舊有高壓汽機設備 GE

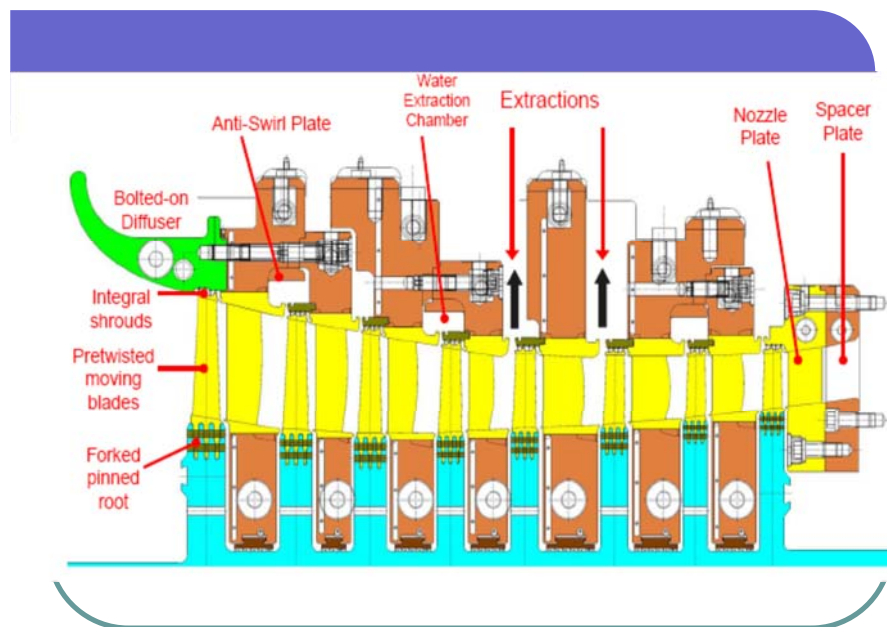
9

9



新高壓汽機轉子

10



11

高壓外缸



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

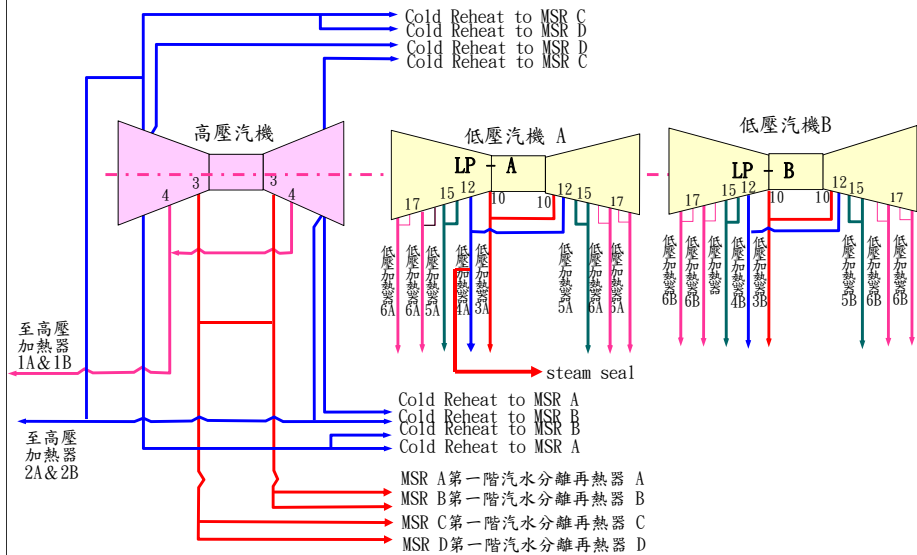


圖23-16 抽汽系統

4

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。



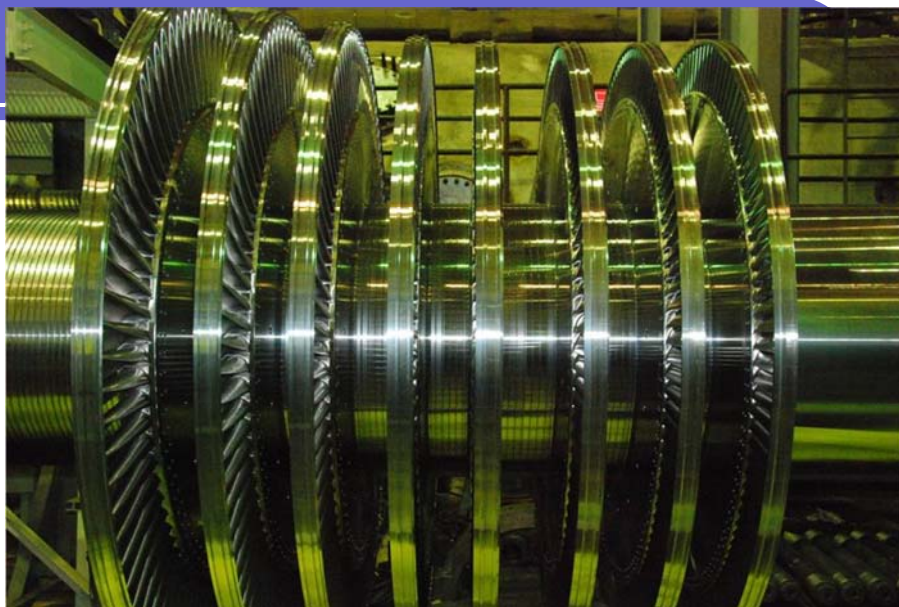
18
18



19



20



21

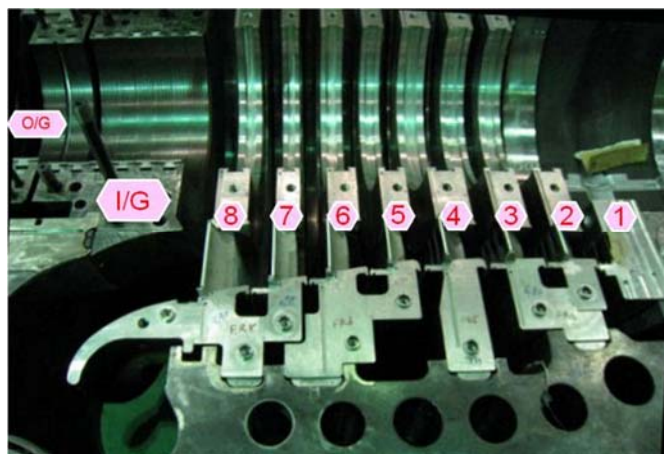


2-8級動葉片

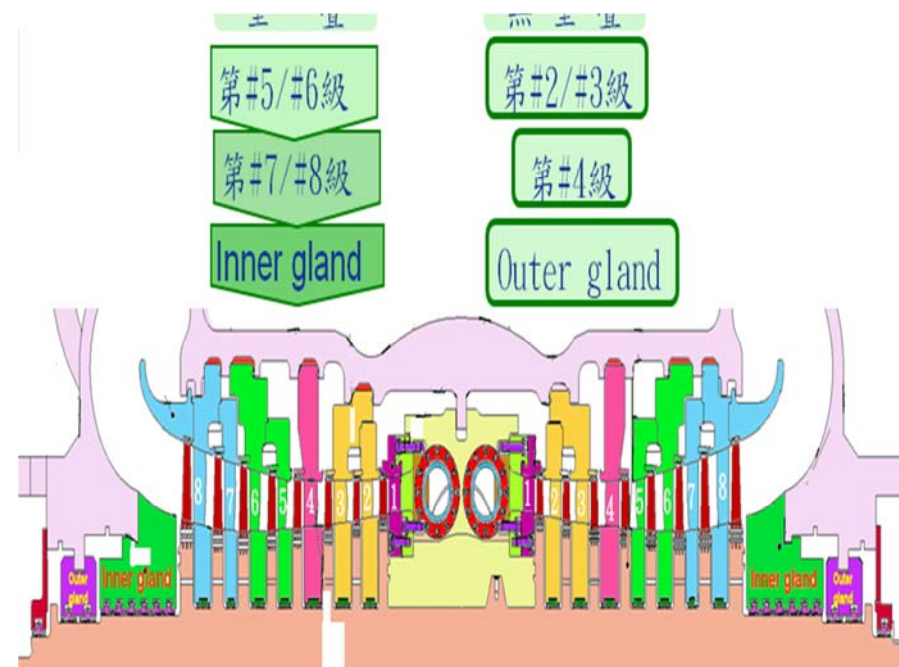
第一級動葉片

22

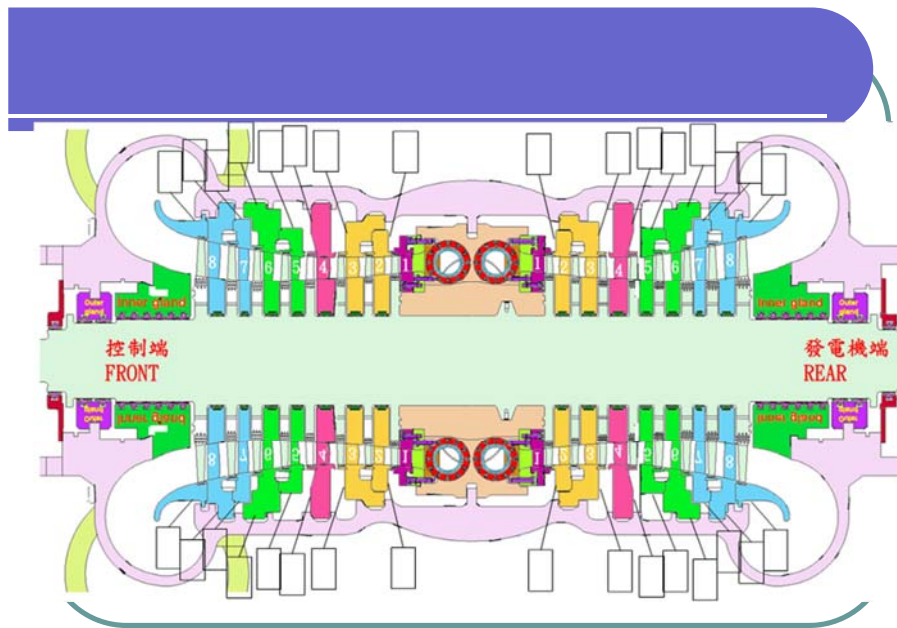
HP 靜葉環



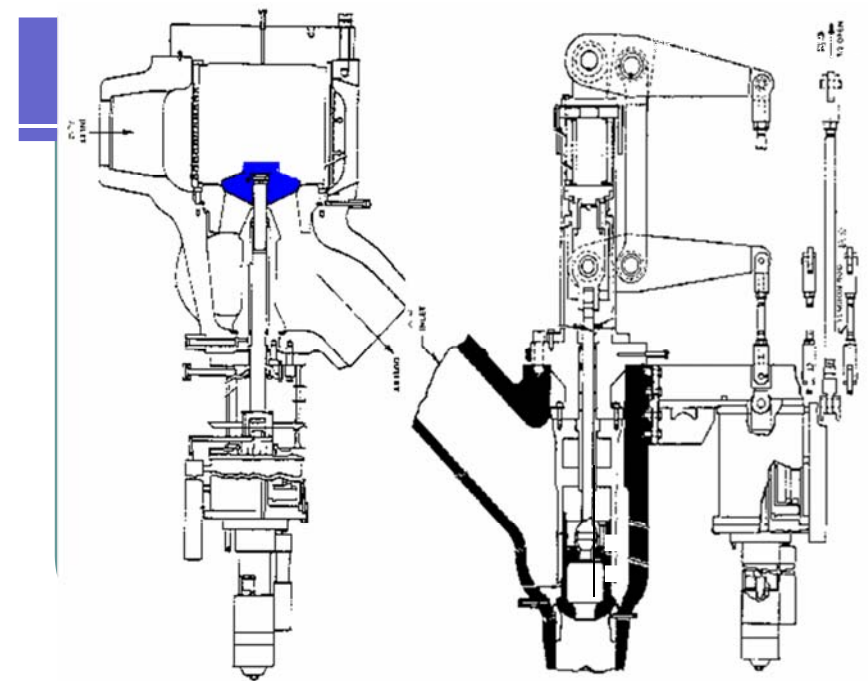
23



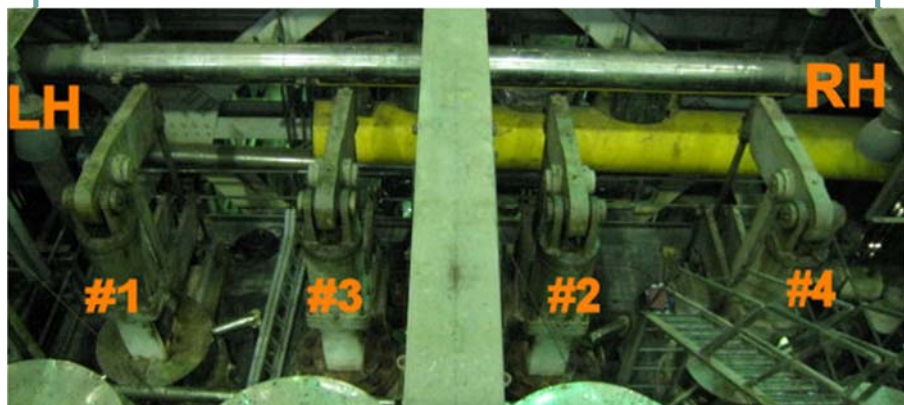
24



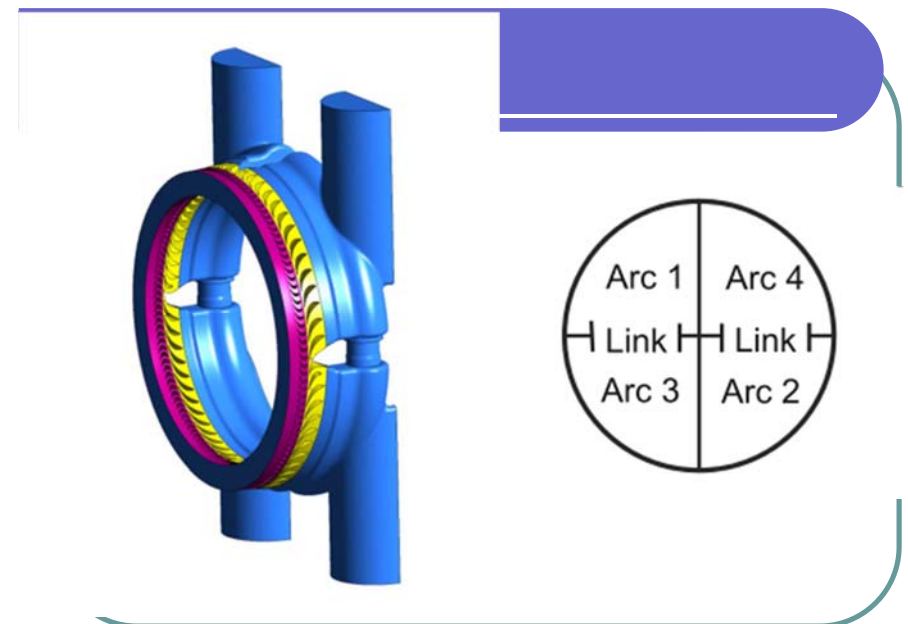
25



CV #1~#4

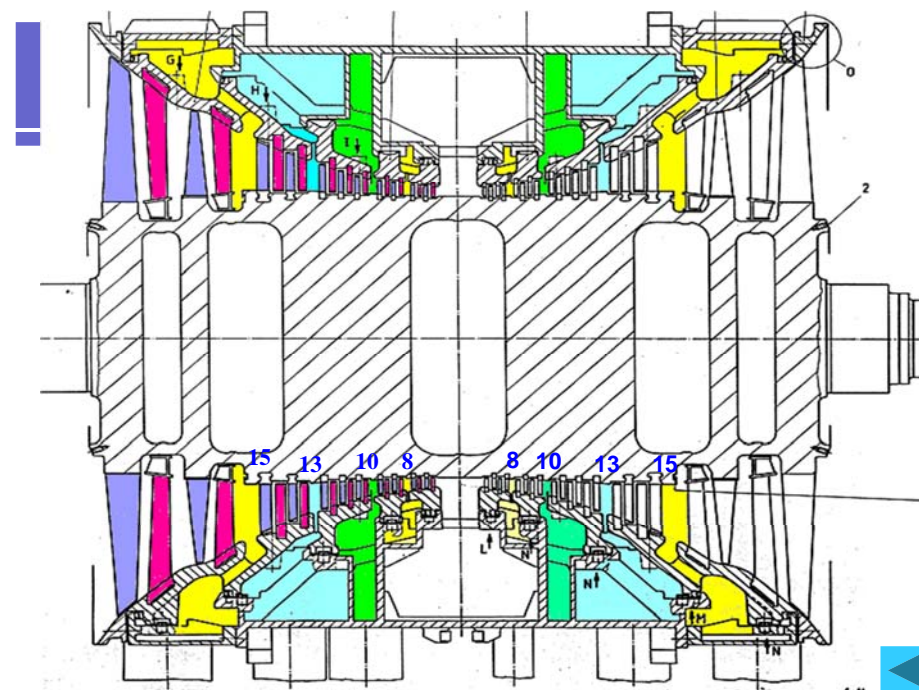
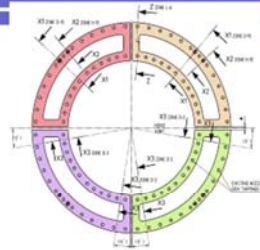


27

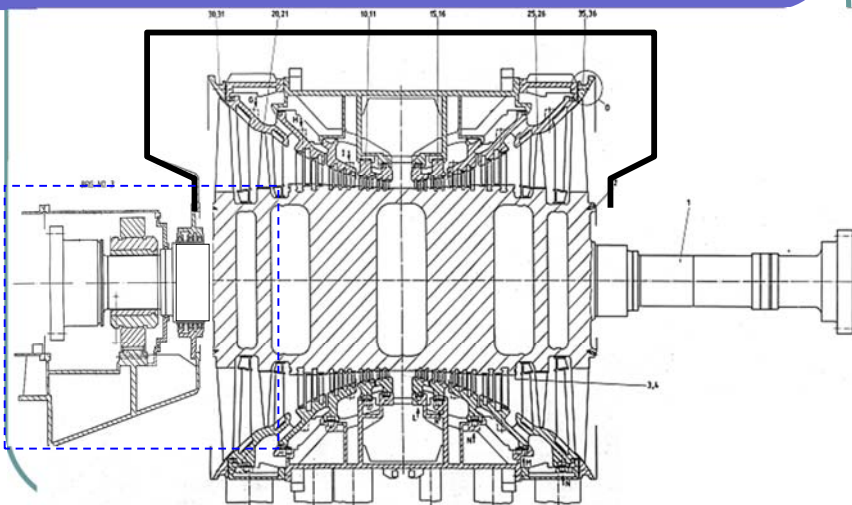


28

1st級噴嘴

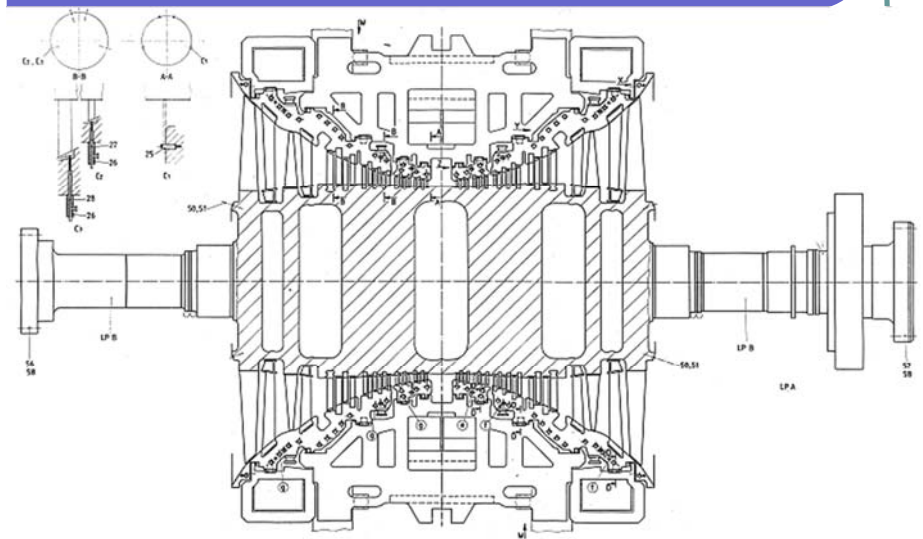


LP-A



33
33

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

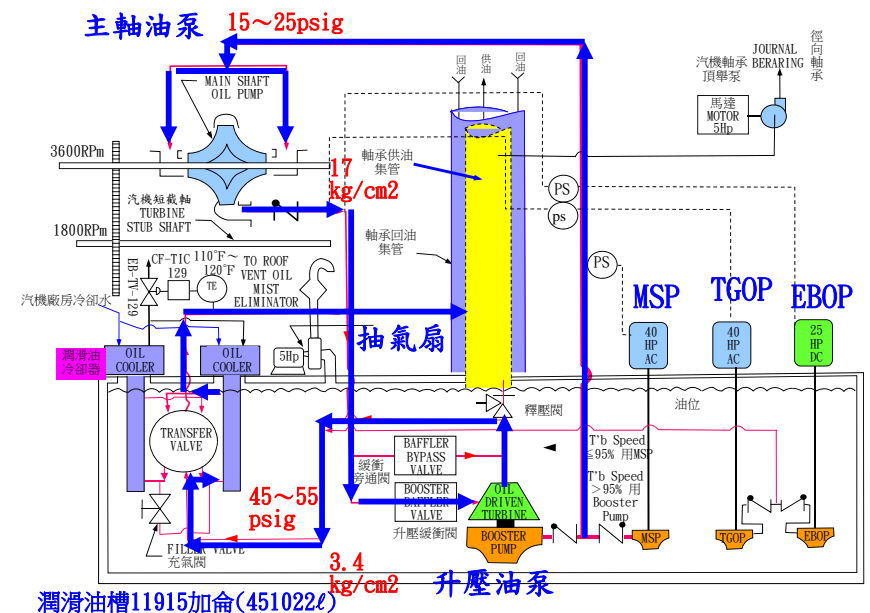
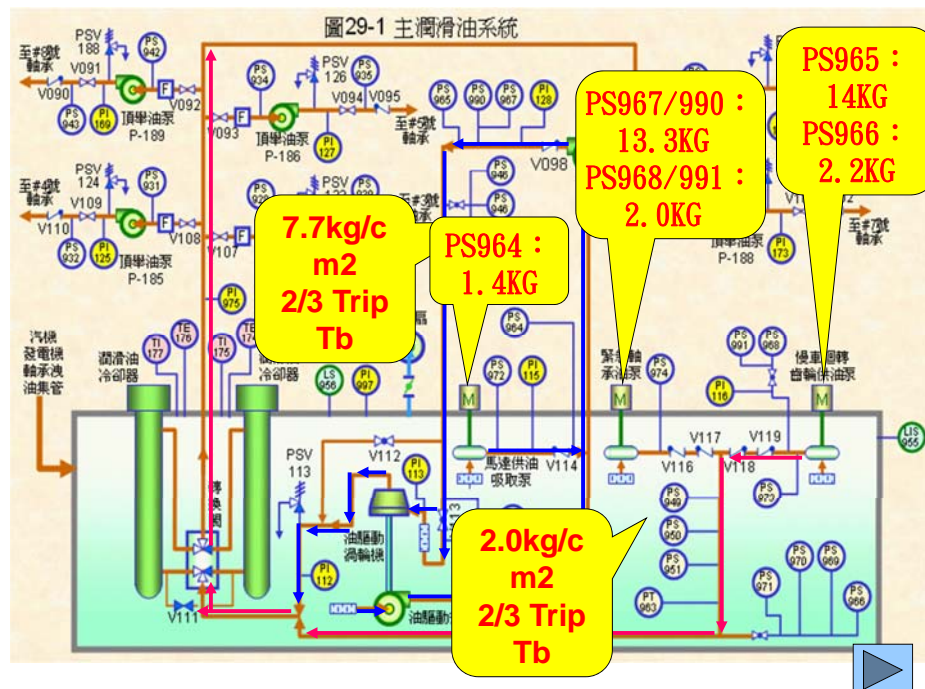
一.主汽機潤滑油系統

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 $1.05 \sim 1.76 \text{ kg/cm}^2$ ，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 $8.8 \sim 14 \text{ kg/cm}^2$ (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 5.3 kg/cm^2 (75PSIG)。
- 當主軸油泵進口壓力(CF-PS964)降低至 1.4 kg/cm^2 (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 2.2kg/cm^2 (30psig) 或主軸油泵出口壓力 (CF-PS965) 降至 14kg/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 2kg/cm^2 且主軸油泵出口壓力 (CF-PS967) 降至 13.3kg/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 2.0kg/cm^2 (2/3邏輯) 或主軸油泵出口壓力 (CF-PS946/947/948) 降至 7.7kg/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，電動吸取供油泵、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，電動吸取供油泵 **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，即可以停用電動吸取供油泵 **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。

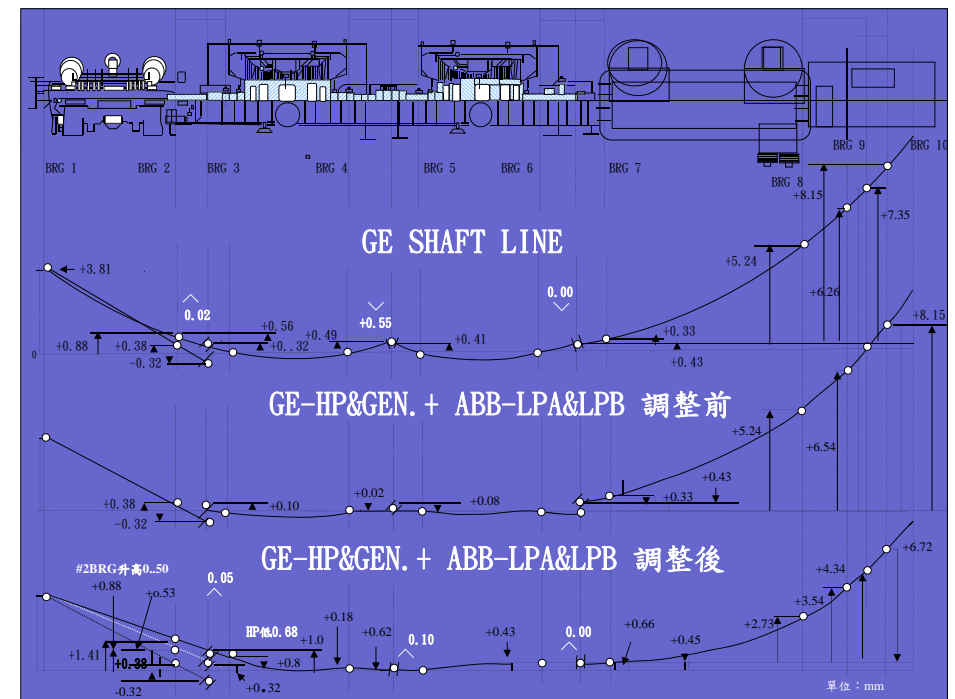
- 頂舉油泵系統的操作原理是利用高壓油經過軸承的下半部，再進入位於軸承巴氏合金 (BABBITTED 銅錫鎢合金) 表面的凹入空腔內，當在此空腔及其周圍附近建立起足夠的壓力時，主軸將可被頂起約 $0.0051 \sim 0.013\text{cm}$ (2到5MILS)。

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10 μ 匣式過濾器上游裝置有40 μ 邊緣型 (EDGE TYPE) **自動清潔式** 過濾器。40 μ 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10 μ 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 μm
- 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 μm ，(線徑是10 μm)
- 所以孔寬為 $20-10=10\mu\text{m}$
也就是說 " 500-10 mesh " 代表著可容許 10x10 μm 大小的粒子通過

54

● 泓明石墨粉

- 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 μm (微米) = 0.001 mm(毫米)
1mil = 0.001 in (英吋) = 25.4 μm (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

56

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。

57

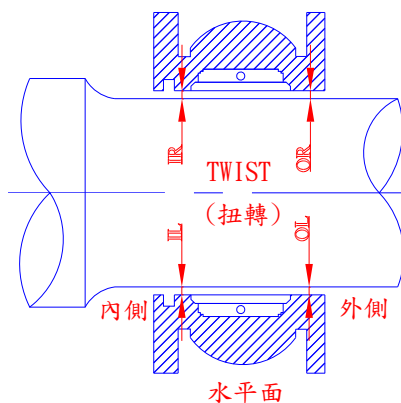
三、慢車迴轉齒輪 (Turning Gear)

- 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。



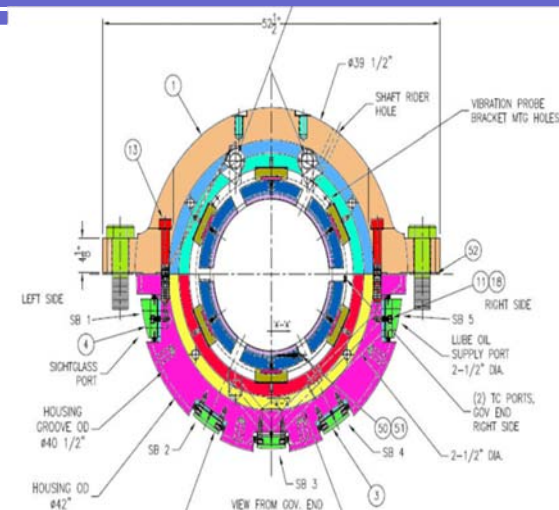
58

T3~T6



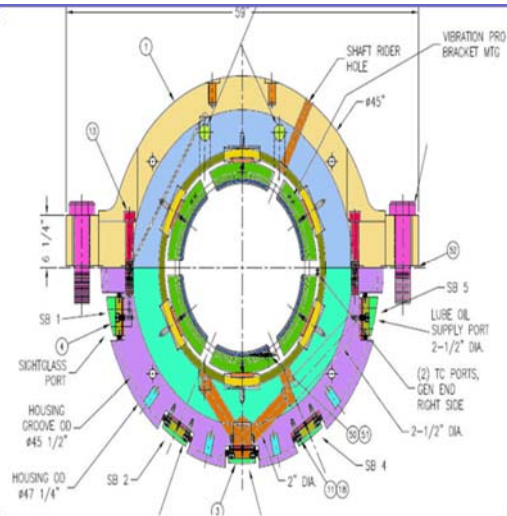
59

一號軸承示意圖



60

二號軸承示意圖



61

修改後 TILTING PAD BEARING



62

修改後 TILTING PAD BEARING



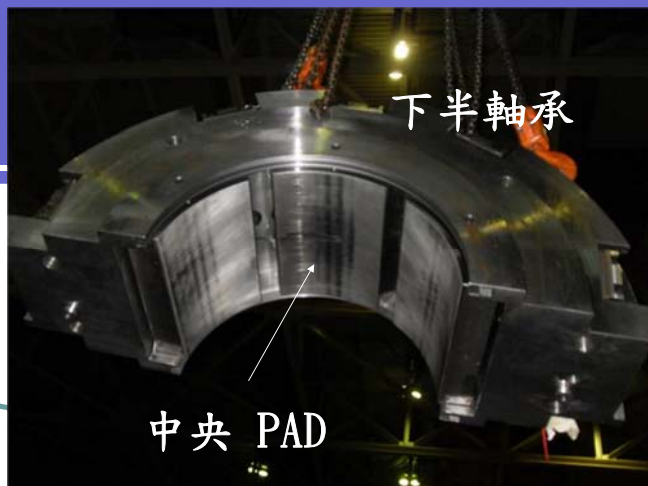
63

修改後 TILTING PAD BEARING



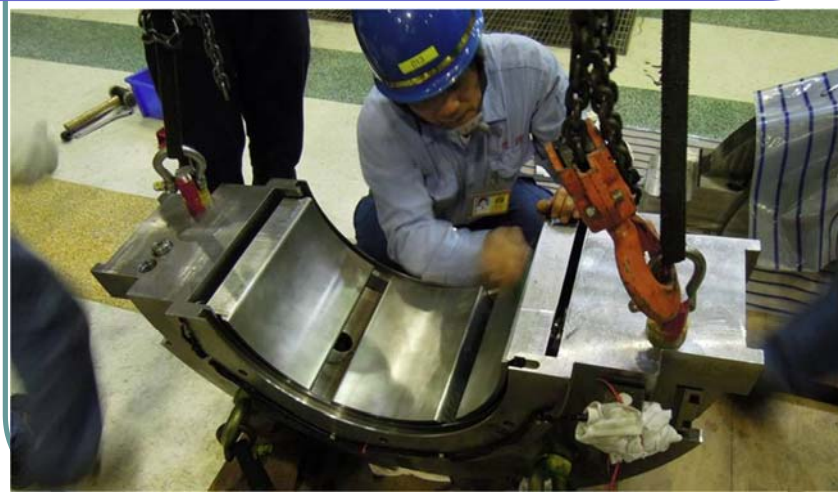
64

修改後 TILTING PAD BEARING



65

修改後 TILTING PAD BEARING

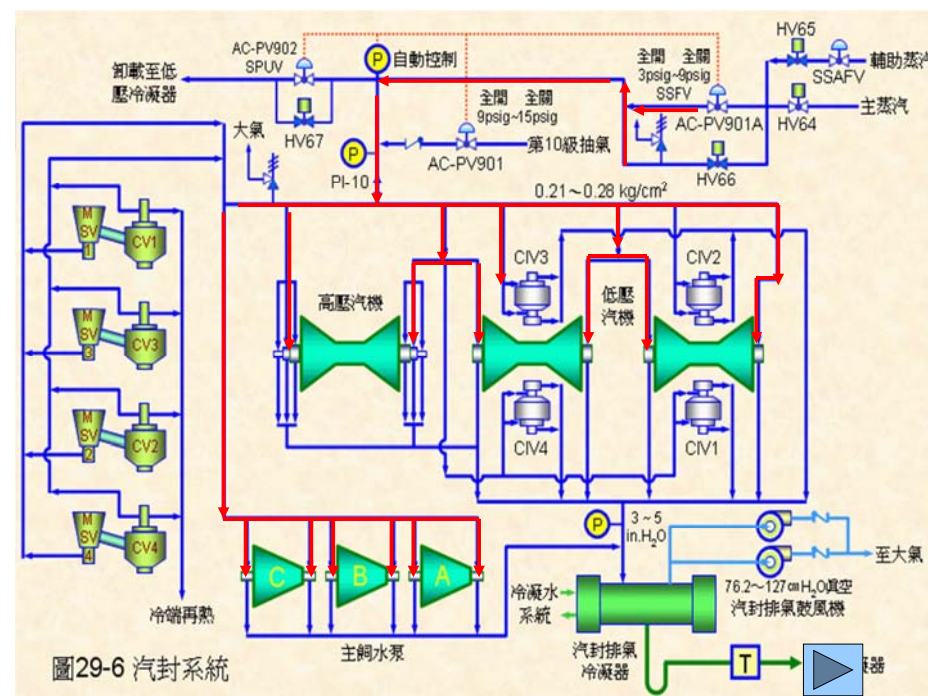


66

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。
 - 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）
 - 此系統用來防止空氣進入和蒸汽流出主汽機及飼水泵汽機，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 $0.21 \sim 0.35 \text{ kg/cm}^2$ 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 $25 \sim 35 \text{ cmH}_2\text{O}$ 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

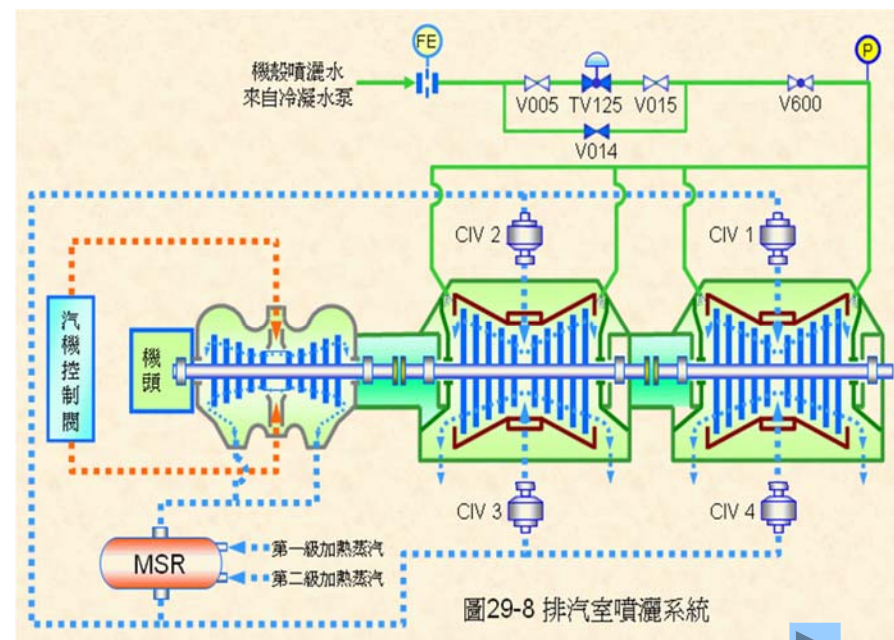


圖29-8 排汽室噴灑系統



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

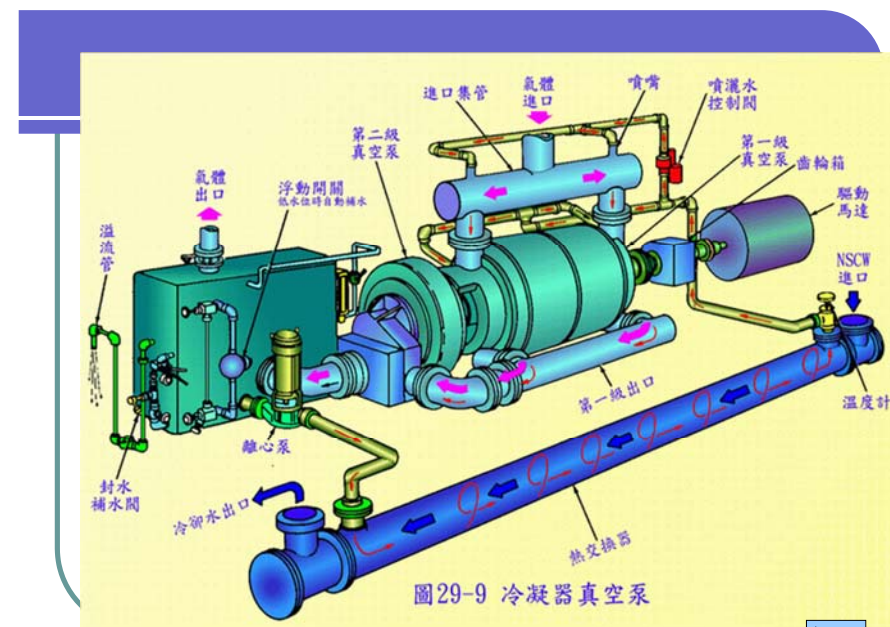
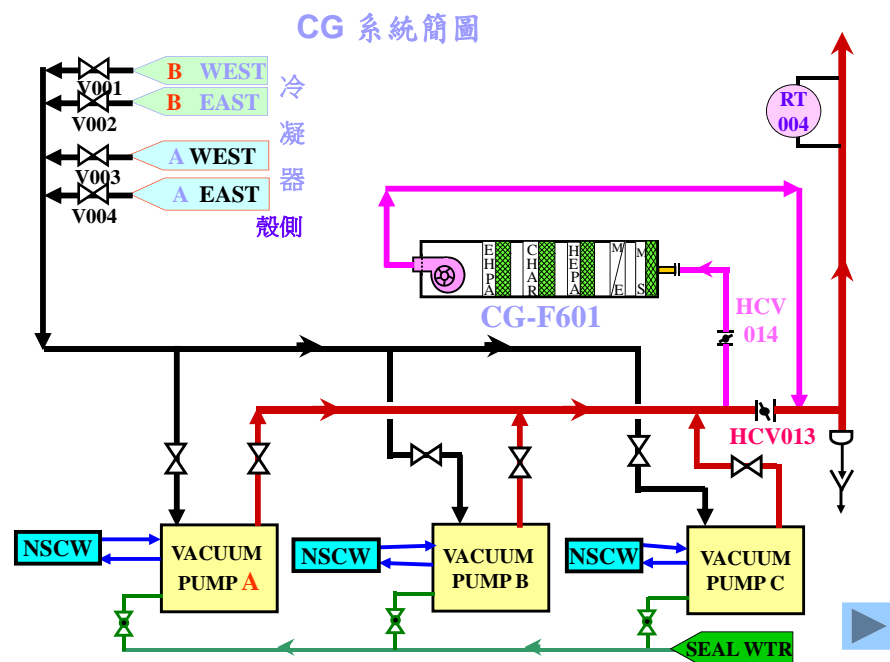


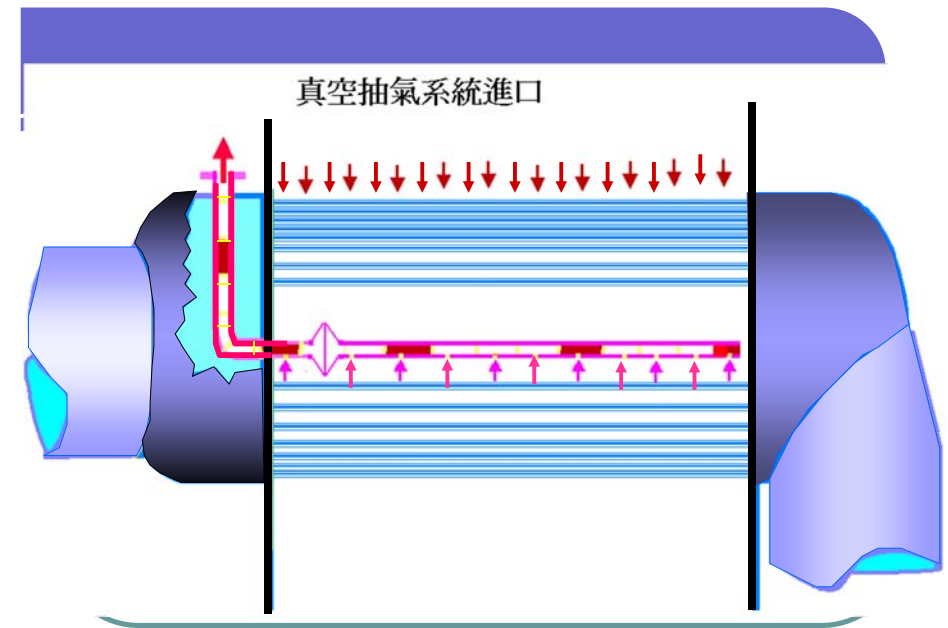
圖29-9 冷凝器真空泵

76

六、冷凝器空氣移除系統 (CG)

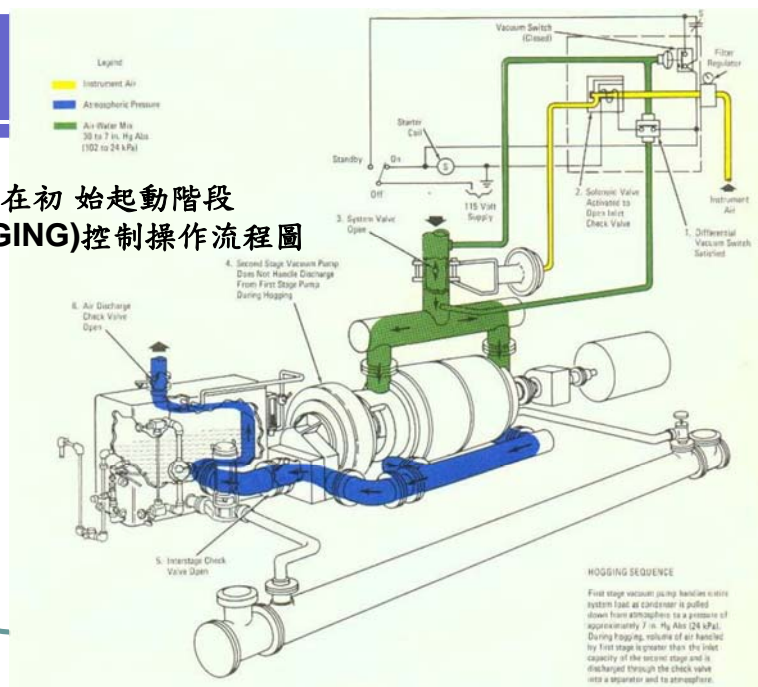
2. 本系統係利用機械真空泵建立和維持冷凝器所需的真空度。
- 本系統共有3台真空泵和對應的3個封水冷卻器。正常運轉中，各離心式真空泵的容量在25.4cm (1") HgA時可移除0.99m³/min (35 scfm) 的氣體。
 - 這些泵的水封來自冷凝水系統(from CST)，封水流經封水冷卻器的殼側，管側則以廠用海水 (NSCW) 冷卻。

77

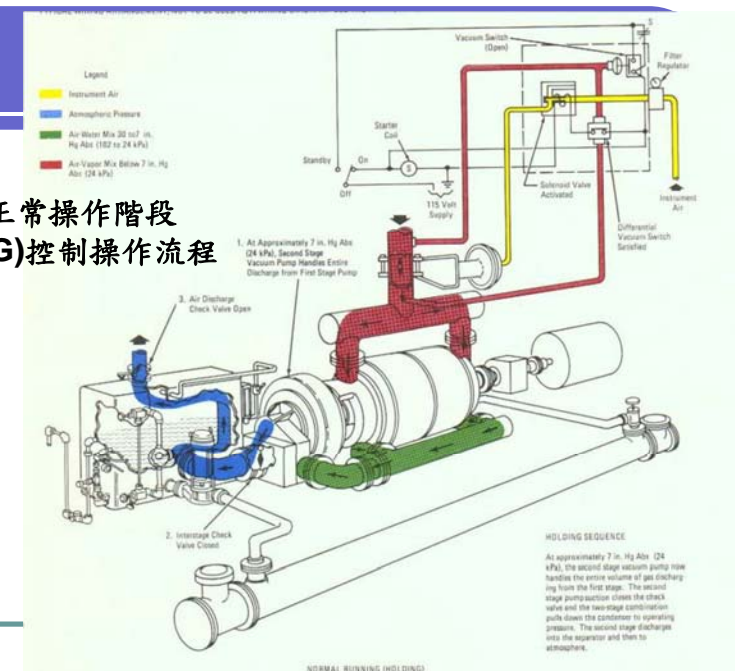


78

真空泵在初始起動階段
(HOGGING)控制操作流程圖



真空泵在正常操作階段
(HOLDING)控制操作流程



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

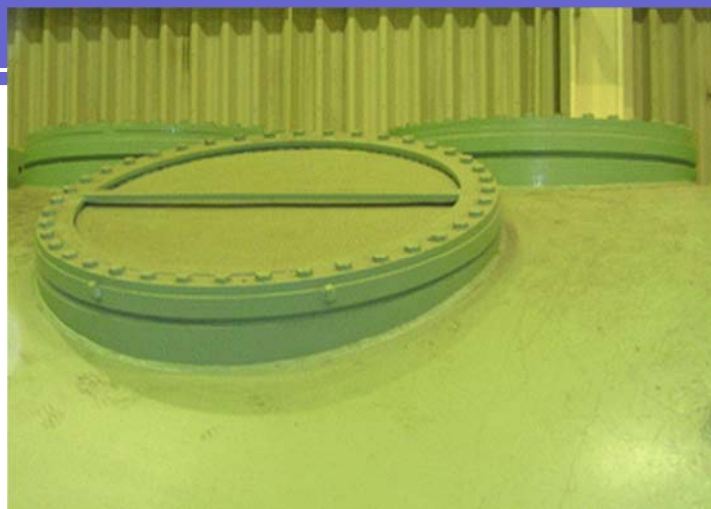
- GOP-204:起動前需全開，當反應器功率上升至20%(100MWe)時關閉:
 - AB-LV403, LV405, LV407, LV409 (主蒸汽管洩水閥)
 - AC-HS017及AC-HS031 (SV及CV洩水閥)
 - AC-HS023, HS025 (汽機蒸汽管路洩水閥)
 - AC-HS308, HS408, HS508, HS608 (MSR第一級再熱器洩水閥)
 - AC-HS338, HS339/ HS438, HS439/ HS538, HS539/ HS638, HS639 (MSR殼側洩水閥)
- GOP-210:在停機過程降載至反應器功率10%時，應開啟所有洩水閥，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，易生電容性耦合電壓；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：當蒸汽進入汽機做功後，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

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

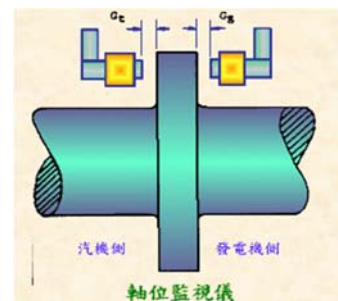
94

十一、汽機監視儀器

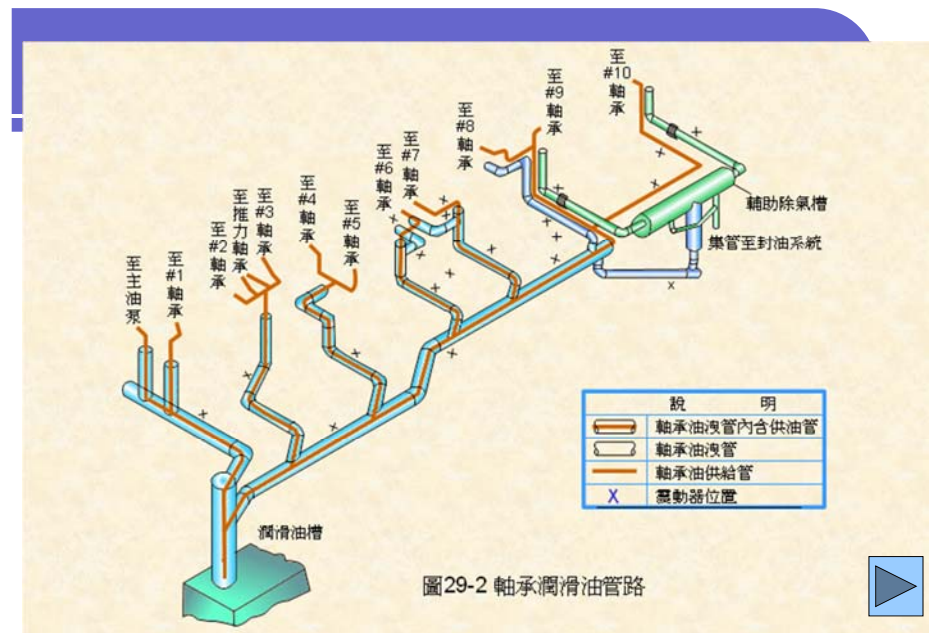
5. 軸位監視儀 (Rotor Position Monitor)

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



96

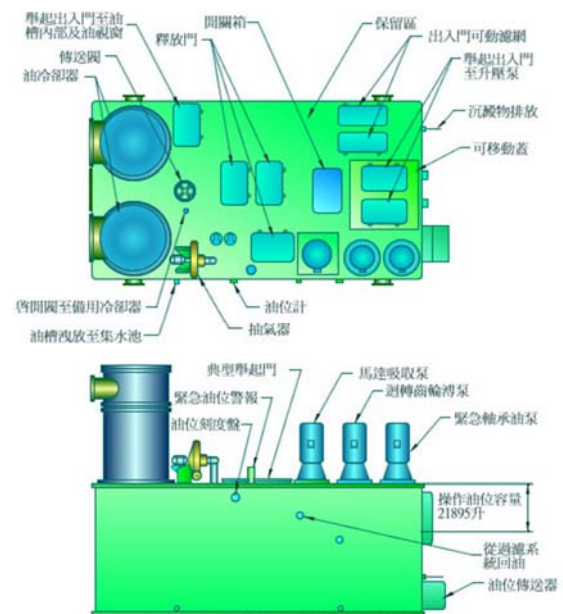
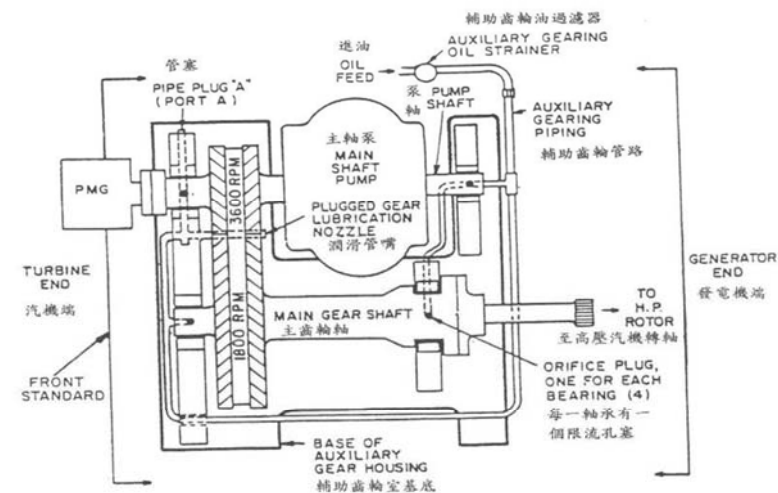


圖29-3 主潤滑油槽設備配置圖



MAIN LUBE OIL PUMP

圖 29-5 主潤滑油泵

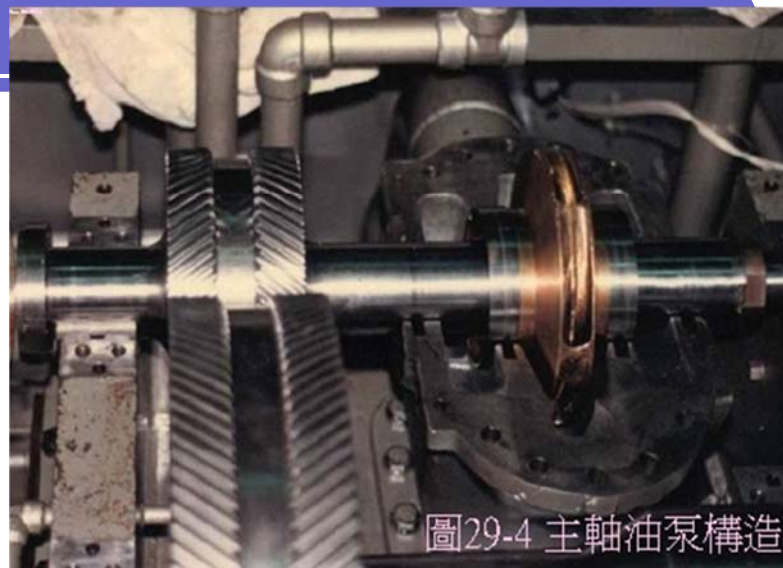
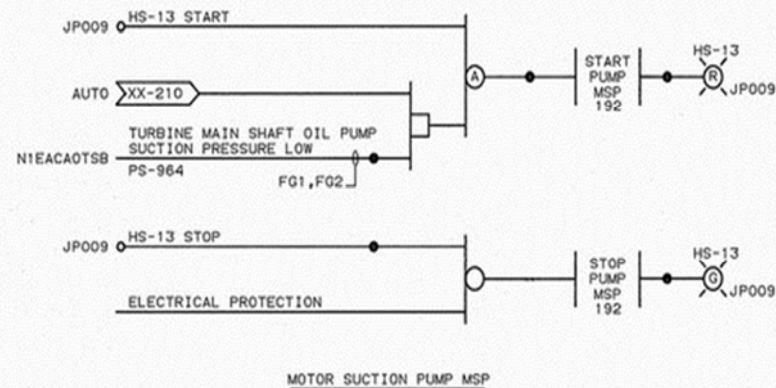
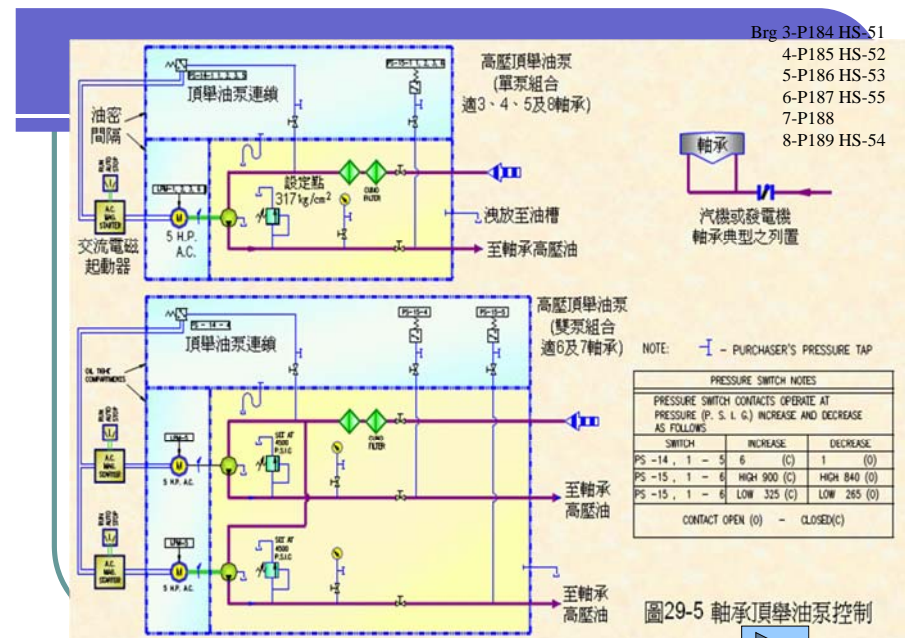
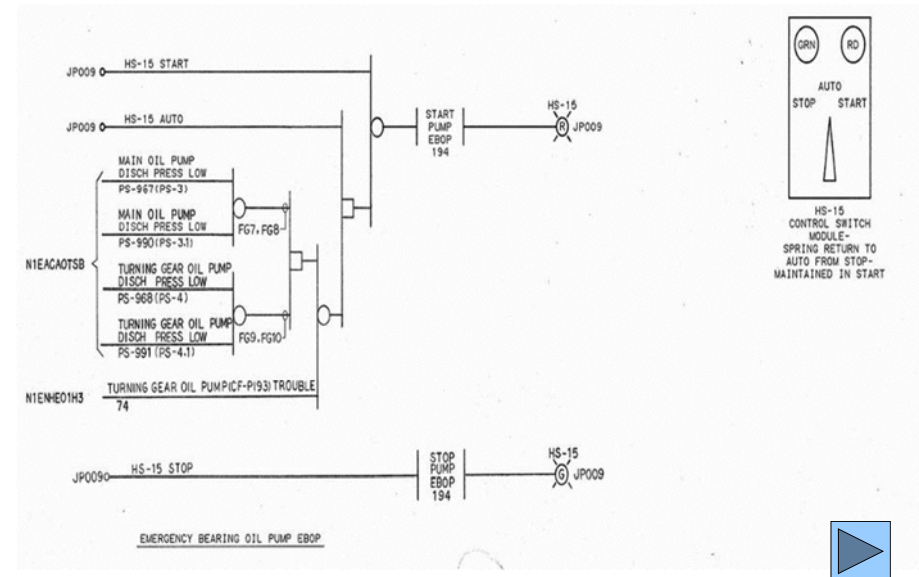
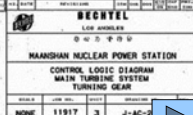


圖29-4 主軸油泵構造



MOTOR SUCTION PUMP MSP





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

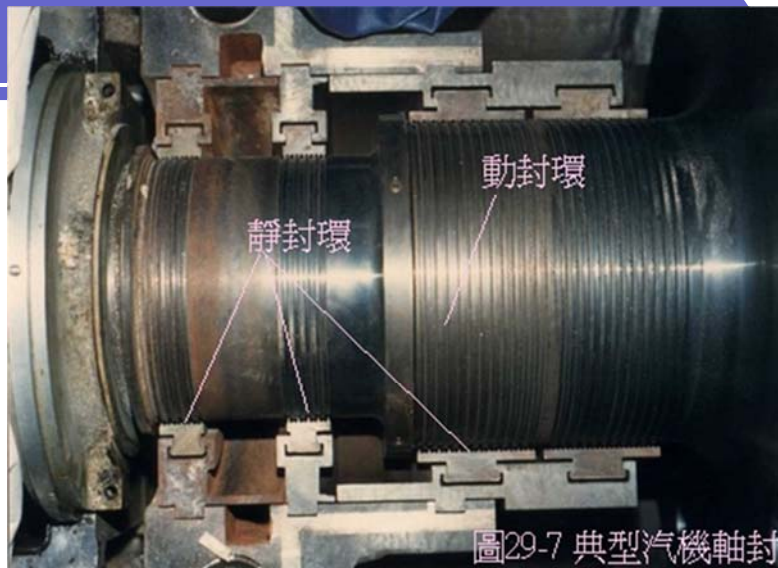


圖29-7 典型汽機軸封

109

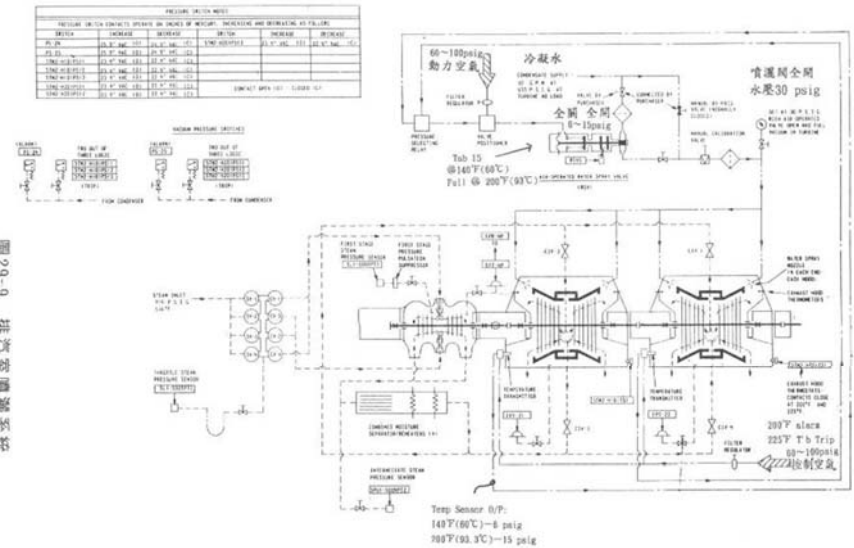


圖 29-9 排汽室潤滑系統

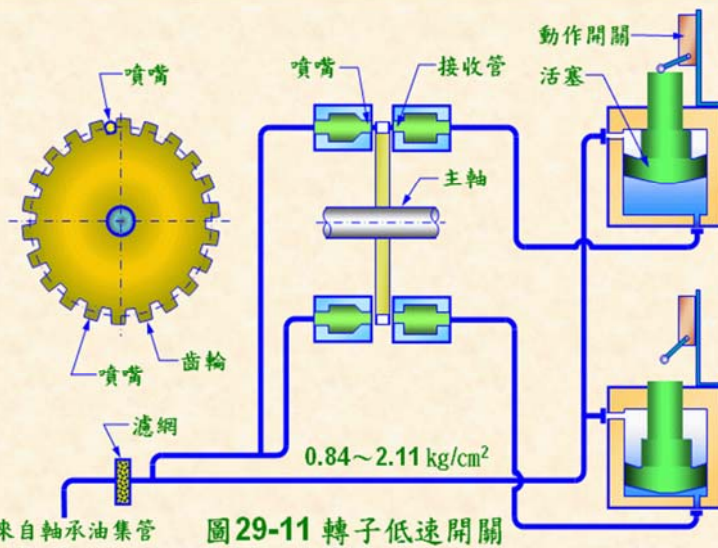
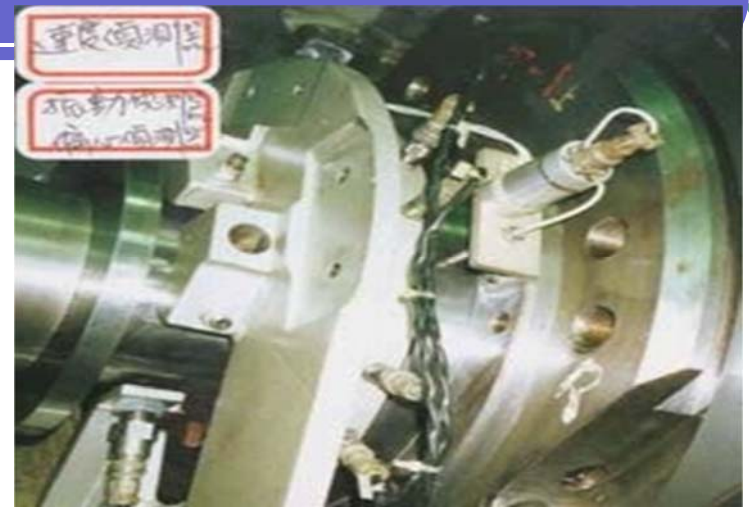


圖29-11 轉子低速開關

111

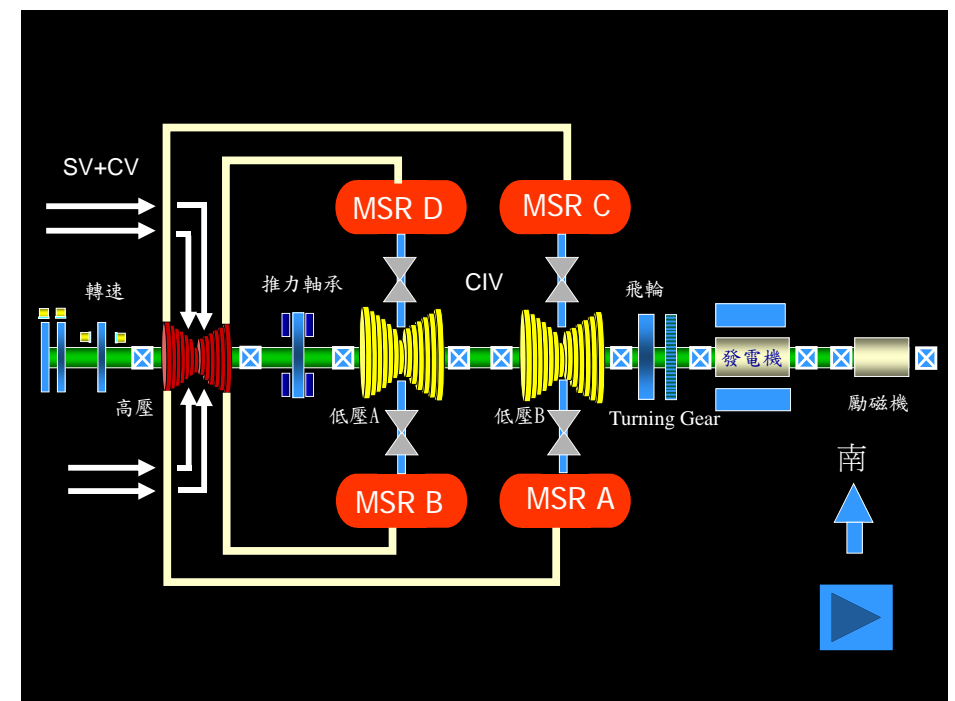




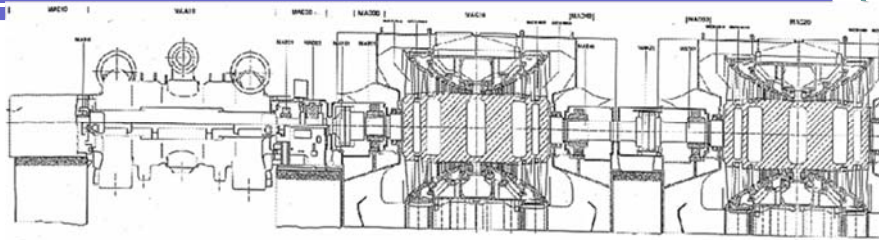
速度偵測器



振動偵測器

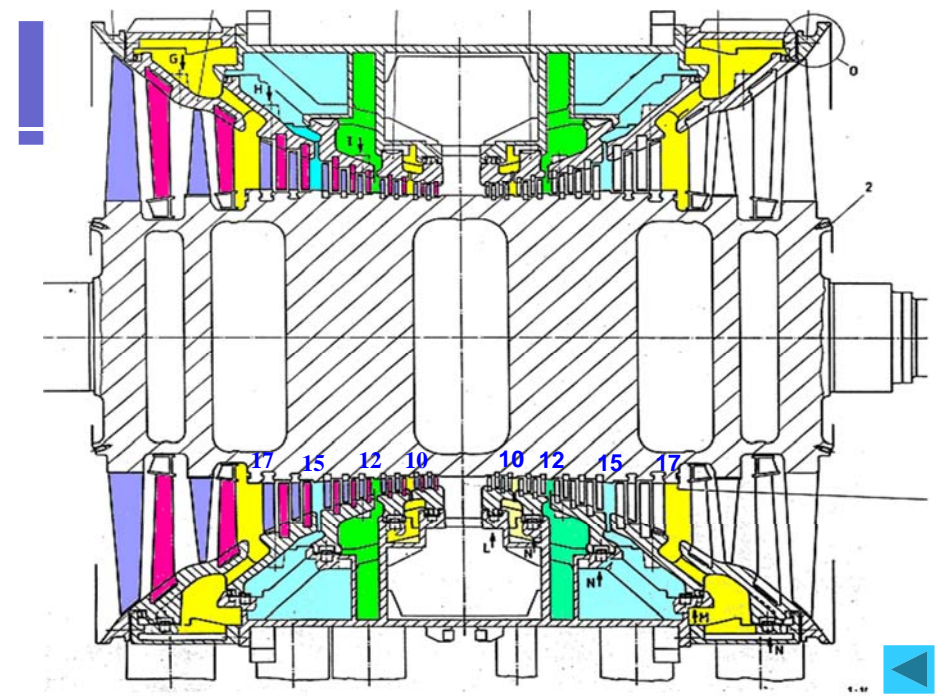
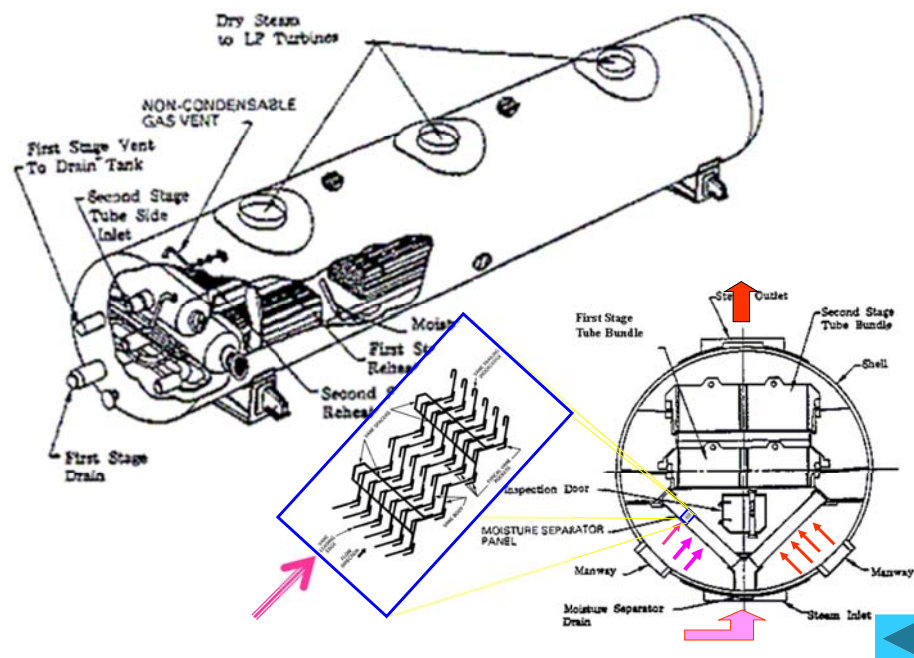
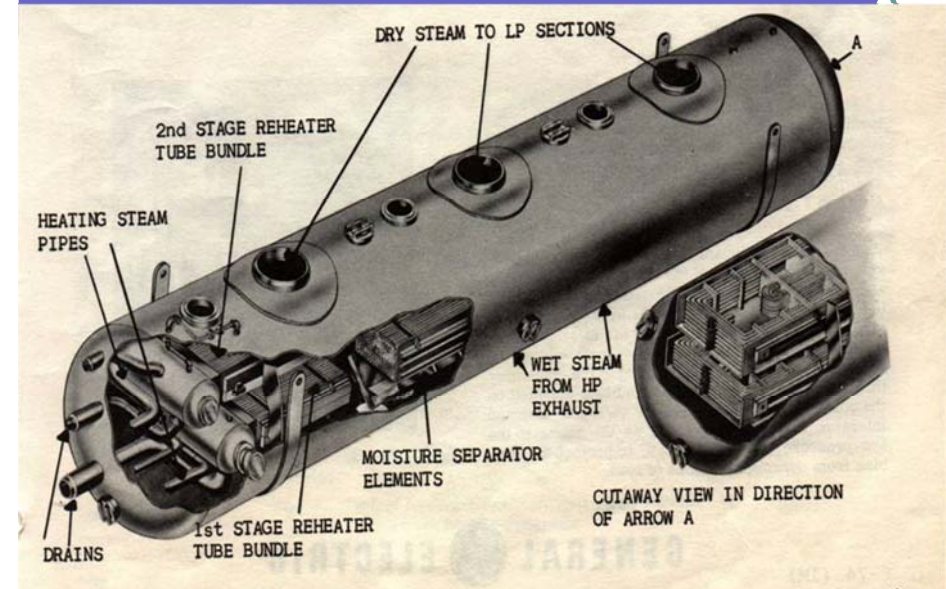


結構簡圖

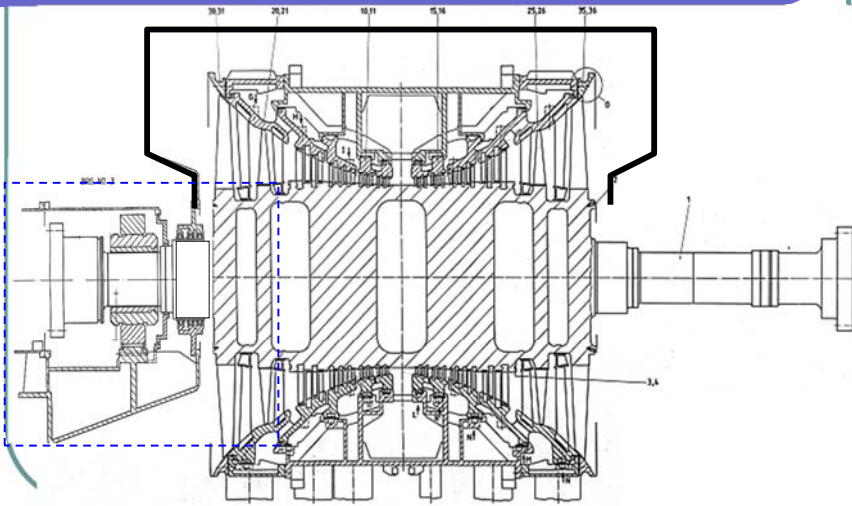


117

汽水分離再熱器

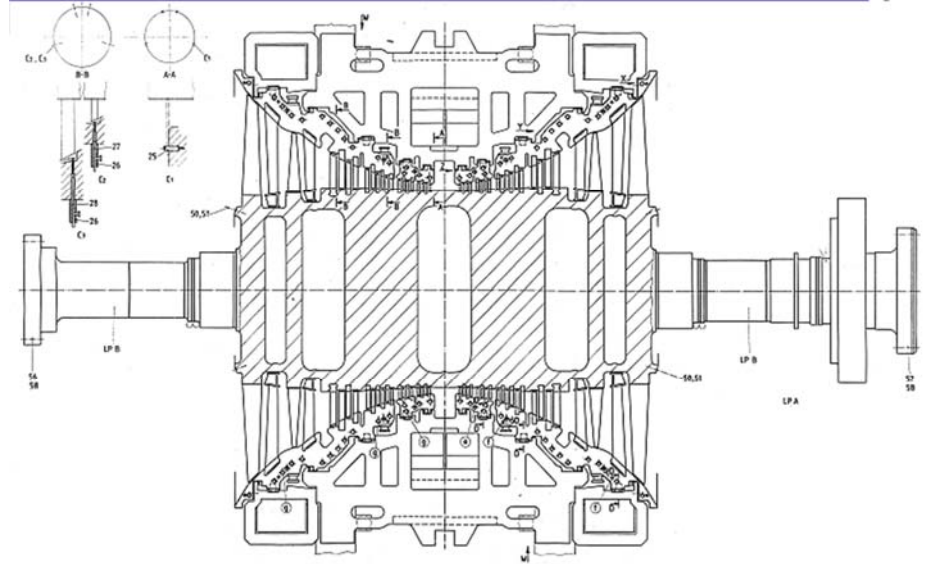


LP-A

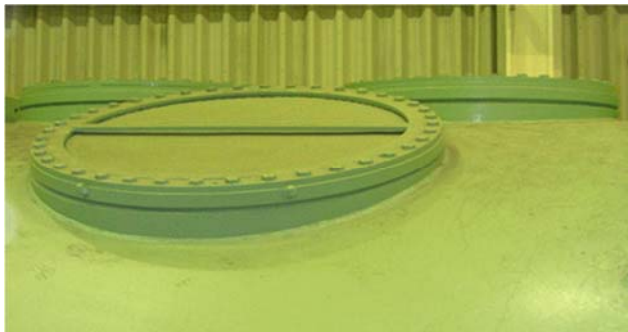


121

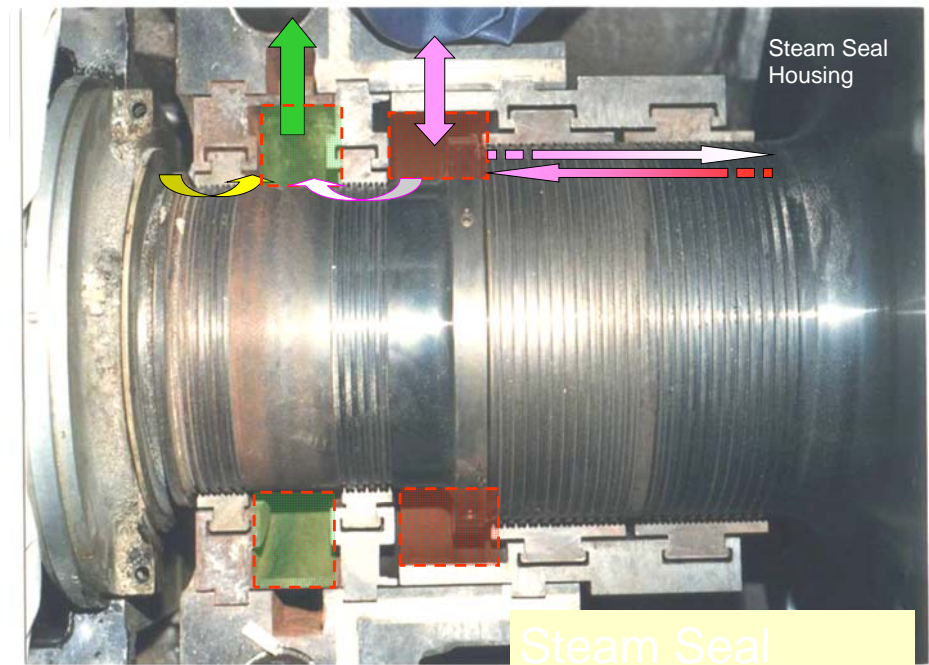
LP-B



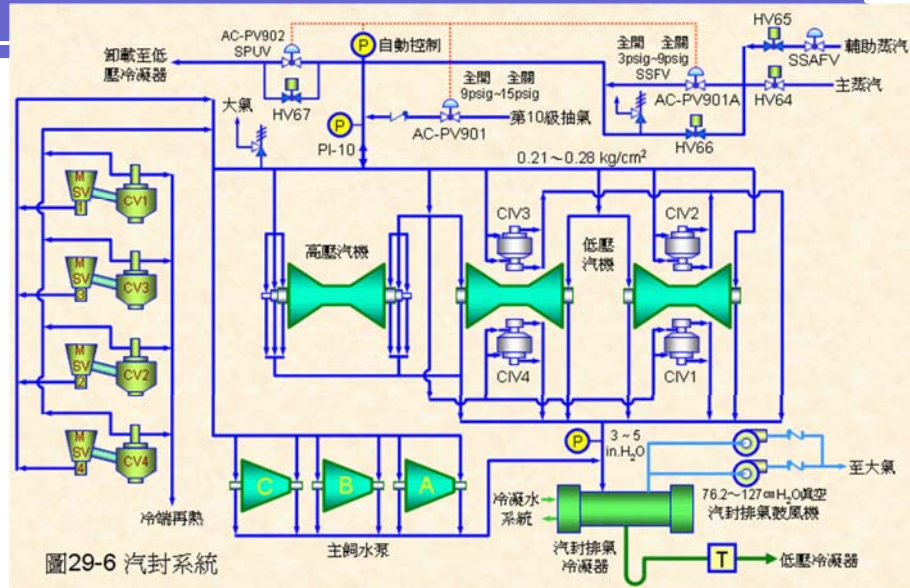
Housing



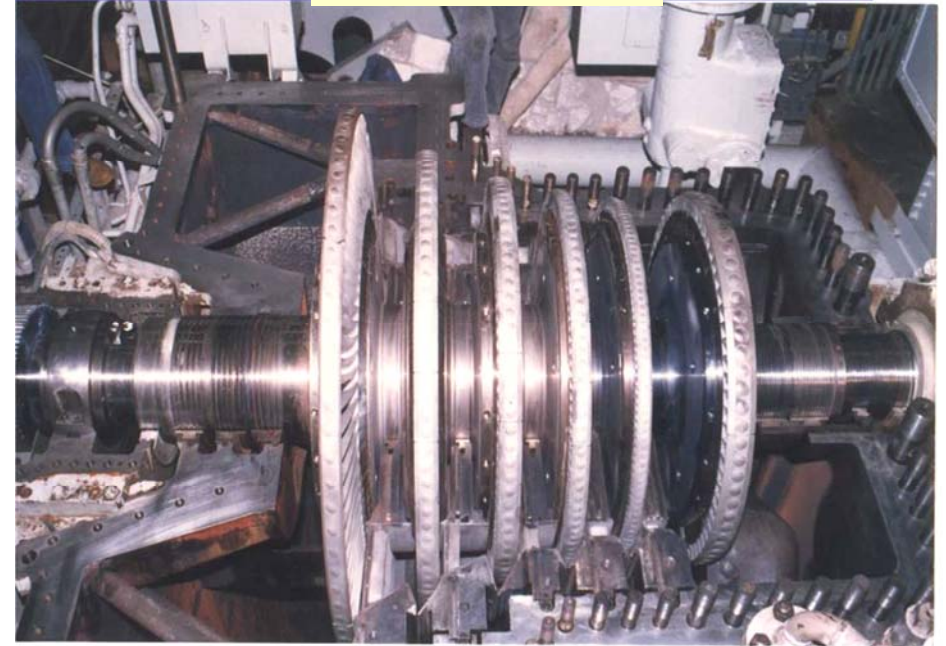
123



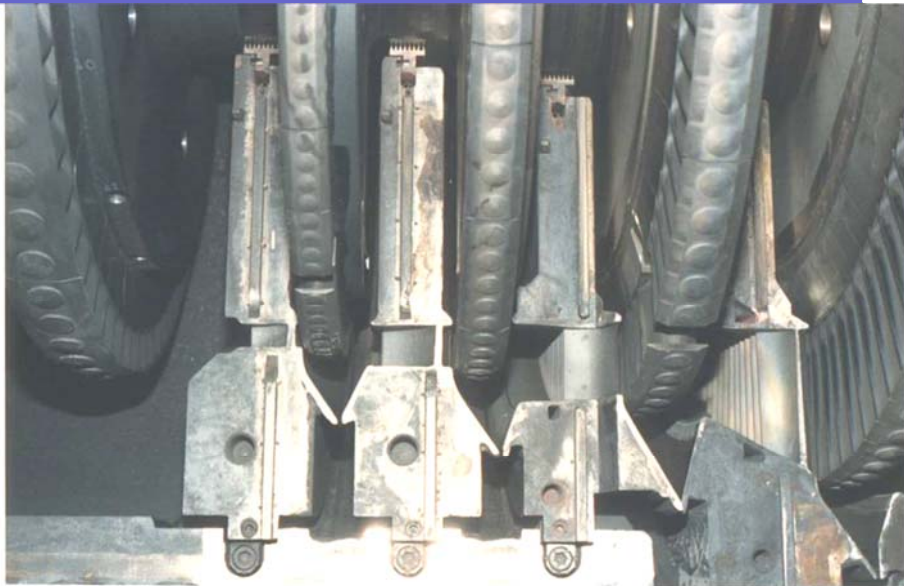
Steam Seal



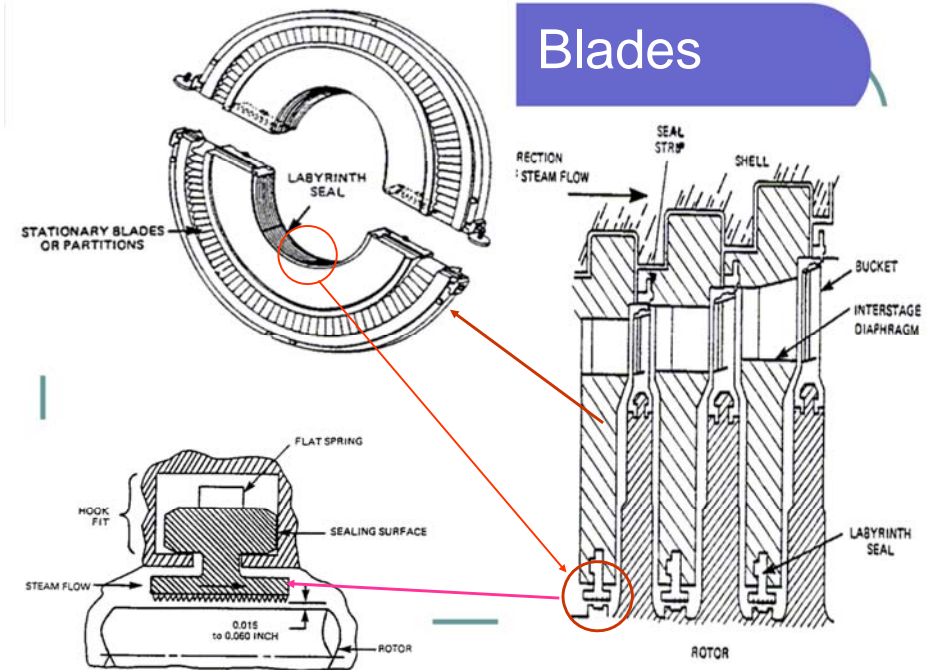
Rotor & Wheel



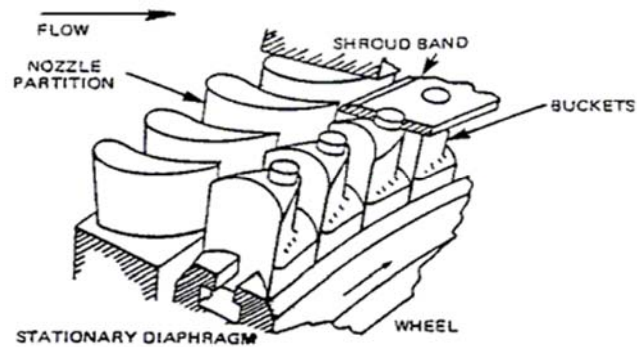
Wheel



Blades



Blades



129

自我評量

130

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

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？

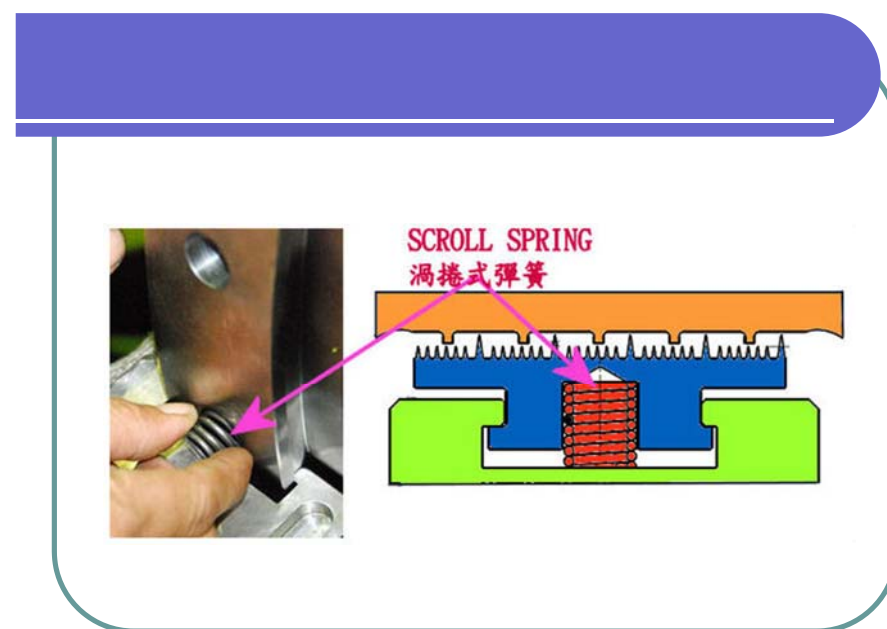
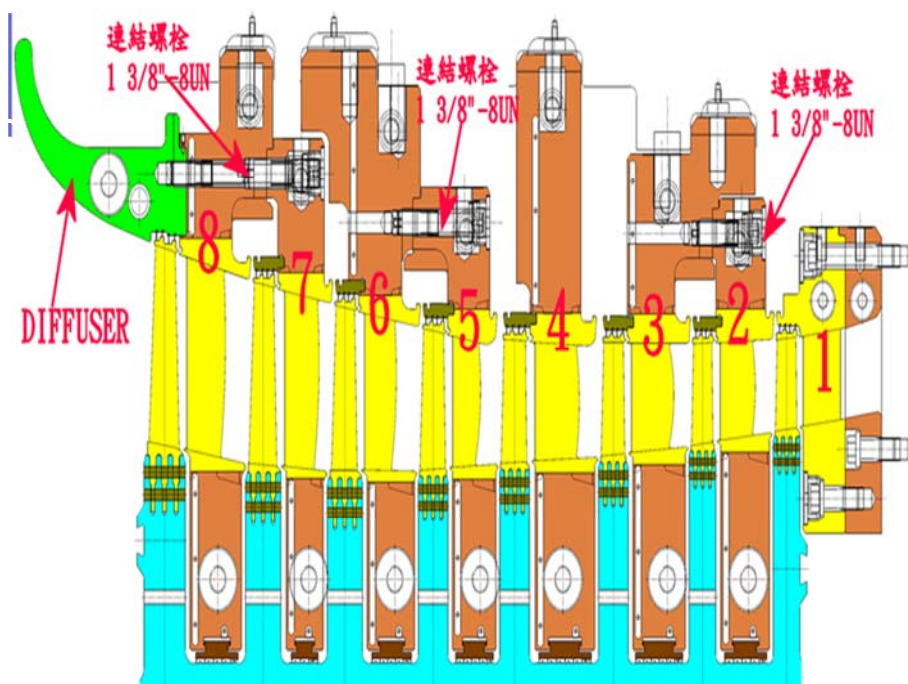
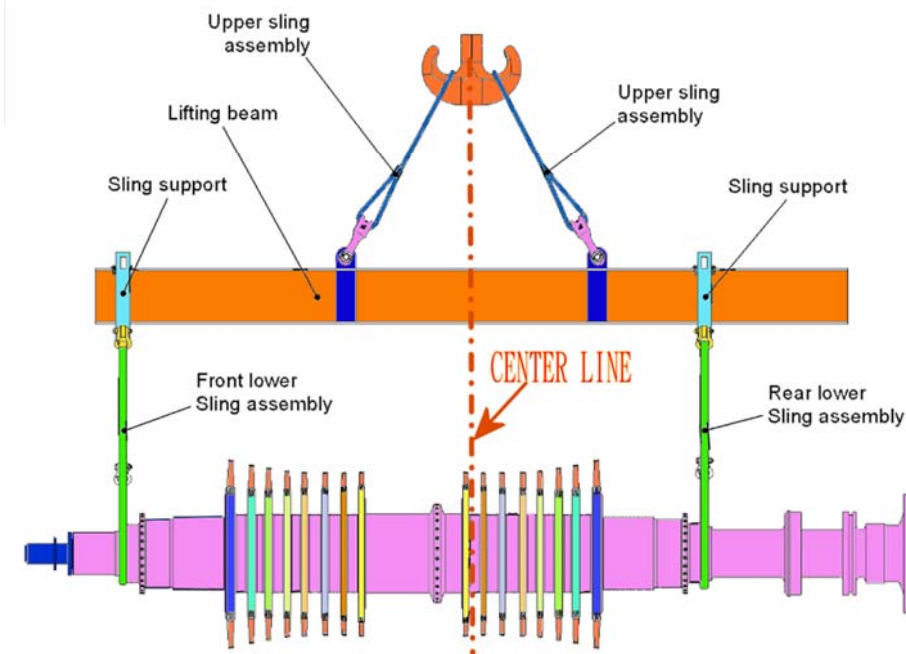
b. 溫度幾度時會警報出現？

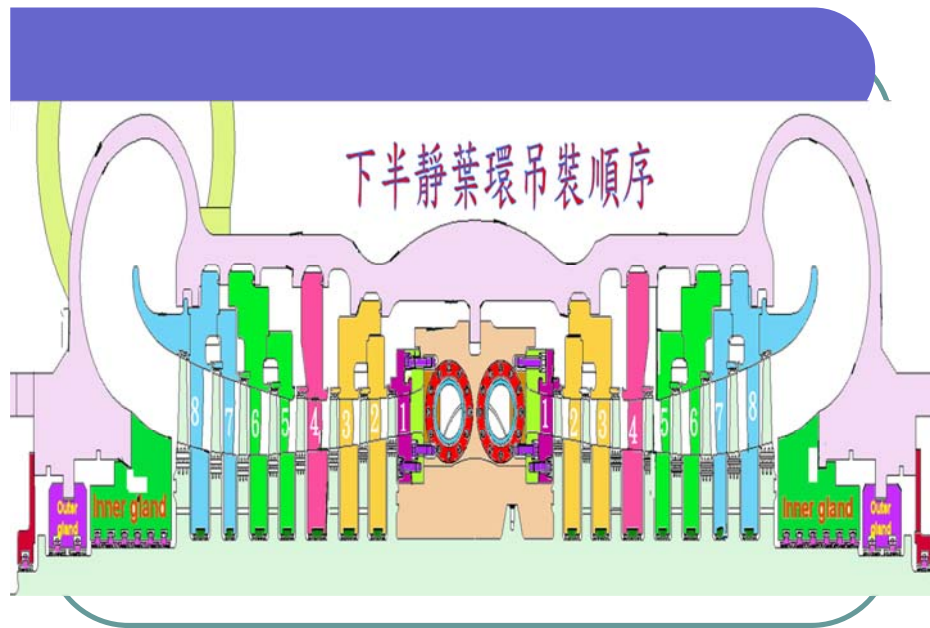
c. 溫度幾度時會跳脫汽機？

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。

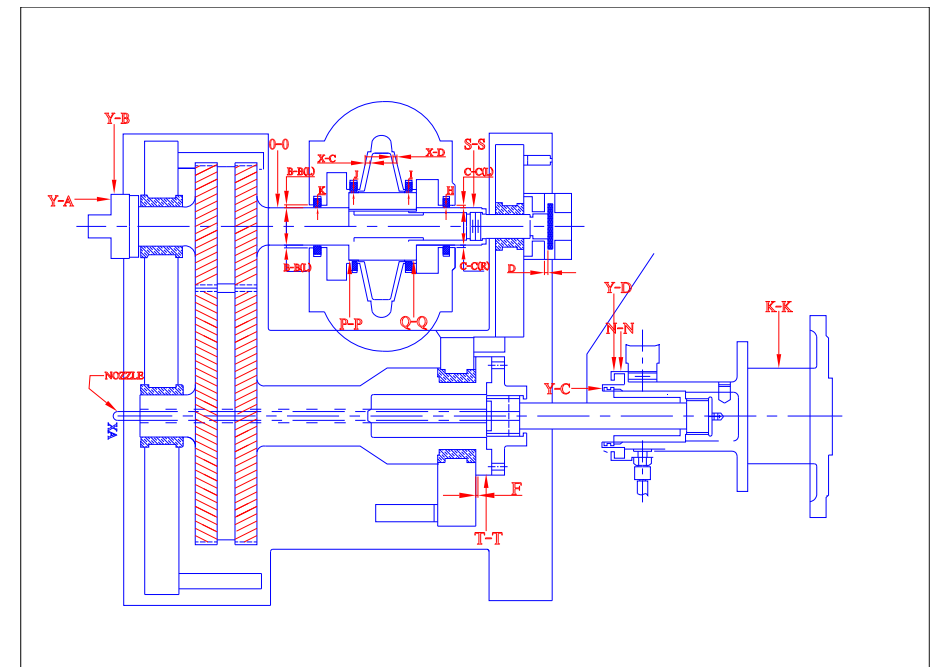
b. 低壓汽機最後一級汽斗溫度 93.3°C 時，警報出現，應採適當措施以降低溫度。

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。

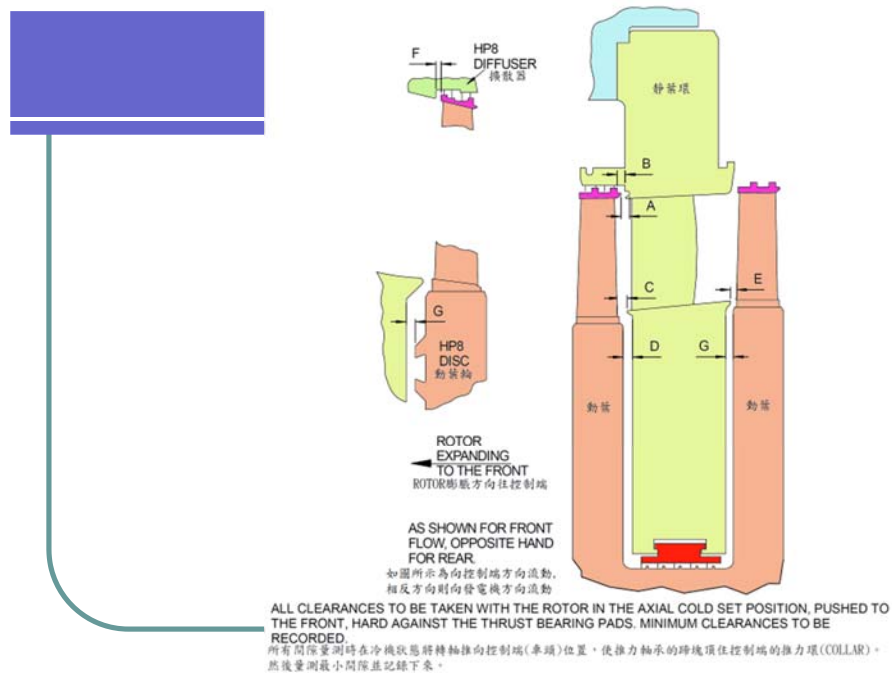




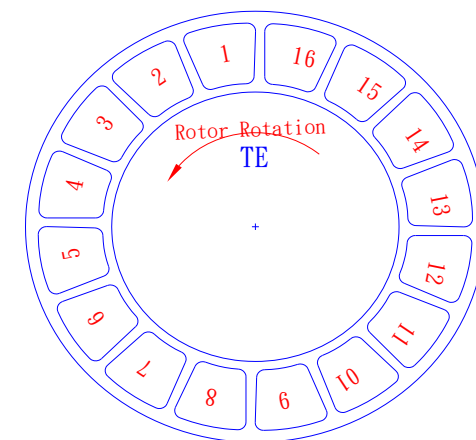
141



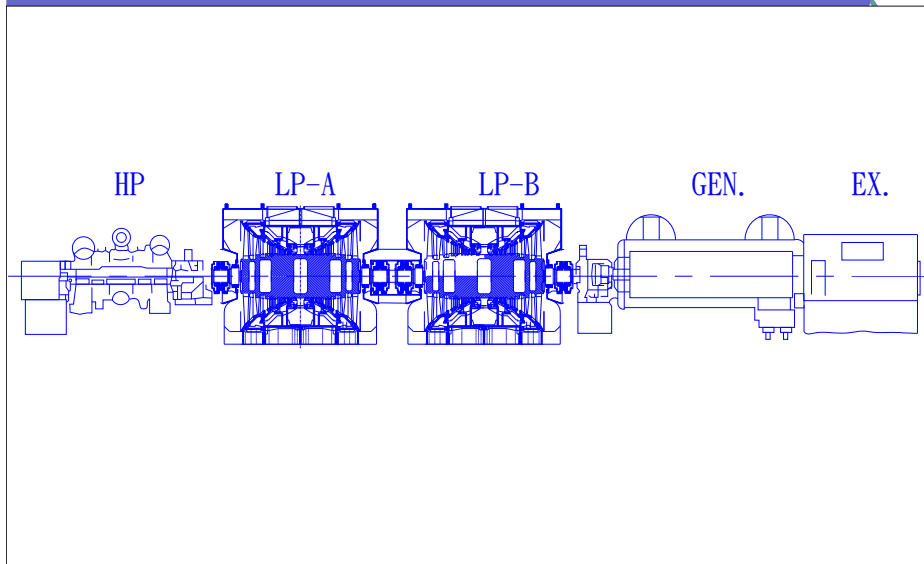
142



推力軸承



144



145

事件經過(一)

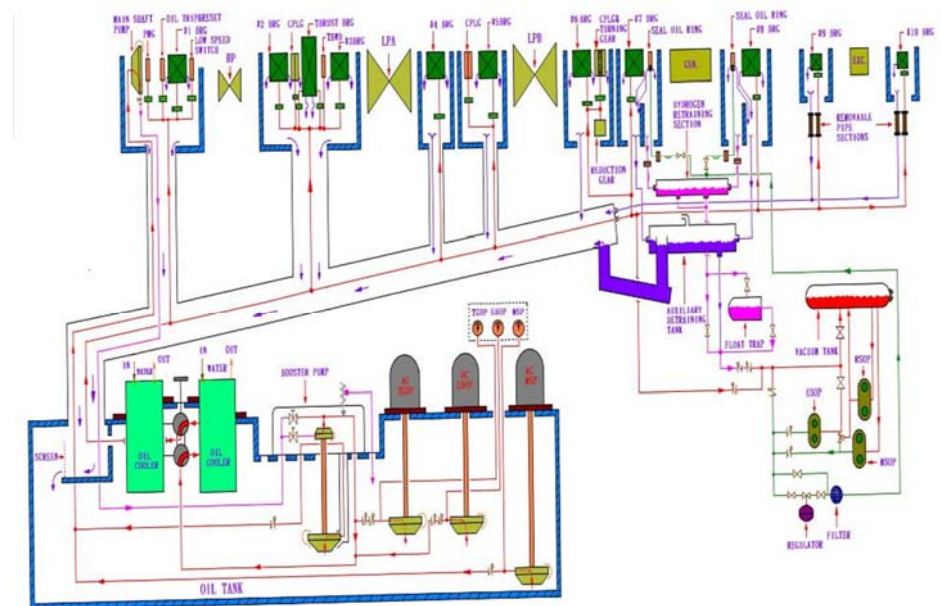
- 完成一號機第15次大修，民國93年12月11日23時06分主汽機FSNL(Full Speed No Load)執行主汽機保護之機械超速跳脫測試，於復歸過程中，發生汽機實際跳脫情形。
- 民國93年12月12日8時16分再度執行汽機保護測試
 - 機械超速跳脫測試成功
 - 機械活塞跳脫測試於復歸過程中主汽機跳脫
- 同日9時51分執行機械超速跳脫測試於復歸過程中，主汽機又再跳脫。

146

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。

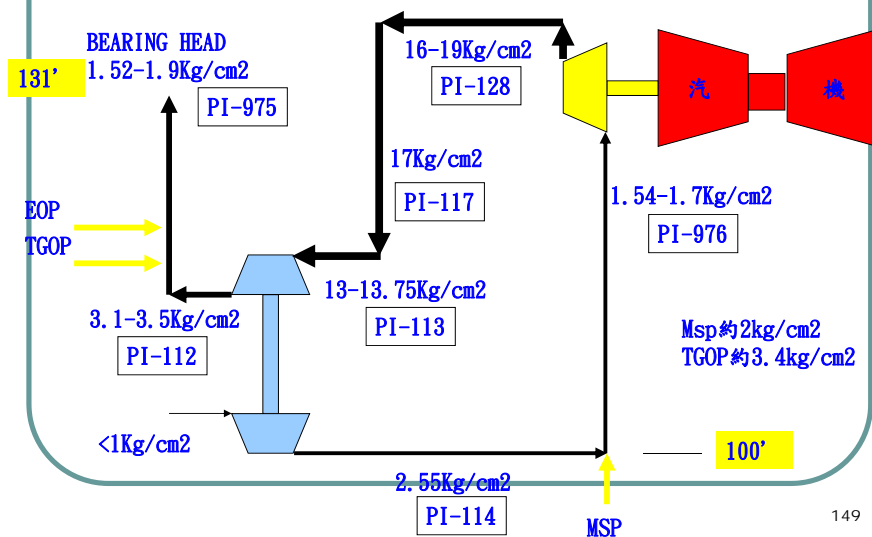
147



汽輪發電機潤滑油及封油系統圖

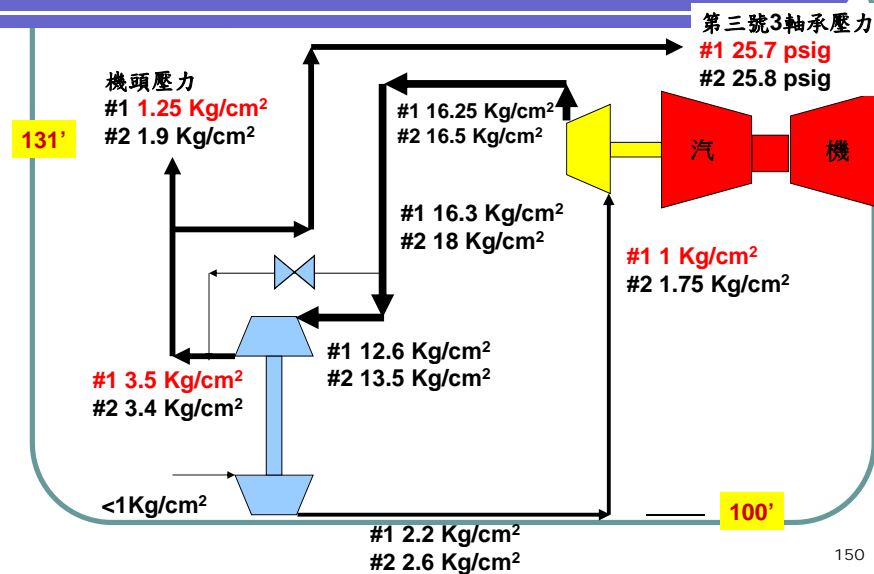
148

主汽機潤滑油路系統



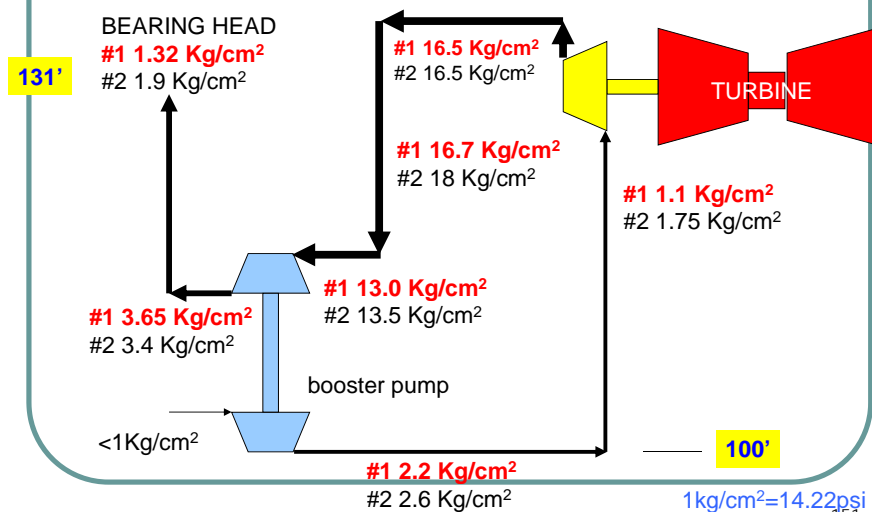
149

主汽機潤滑油路系統壓力比較圖



150

Comparison of Unit 1 & 2(12/18)



151

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。

152

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。

