



KA — 壓縮空氣系統
Compressed Air System

含空壓機、廠用空氣、
儀用空氣

KH — 廠用氣體
Service Gases

壓縮空氣系統功能

- 提供非安全相關之廠用空氣，供全廠各處及氣動工具使用。
- 提供非安全相關之過濾、乾燥、無油性的儀用空氣，供氣動儀器及控制使用。
- 提供安全相關之儀用空氣，並有氮氣供給系統作為後備氣源，以使反應器能安全停機。

2

壓縮空氣系統安全設計準則

1. 氮氣儲存量能提供足夠之氮氣到安全有關之氣動閥及控制器，使反應器能在36小時內，由滿載降到冷停機狀態。
2. 安全有關之儀用空氣管路，包含空氣集管及到各氣動操作閥之支管，其設計符合ASME B&PV Code，第三節，第3級之要求。
3. 穿越圍阻體之管路及管閥之設計，均符合ASME B&PV Code，第三節，第2級之要求。

3

壓縮空氣系統安全設計準則

4. 每一安全串之儀用空氣系統，均可提供100%容量之儀用空氣。
5. 安全有關之儀用空氣管路設計壓力為150 psig.
6. 安全有關之儀用空氣管路在安全停機地震時，亦能發揮其功能。

4

壓縮空氣系統安全設計準則

7. 當非安全有關之儀用空氣破管時，氮氣系統仍能使安全有關的儀用空氣集管壓力維持在90~125 psig.
8. 安全有關之儀用空氣管路，如遇管路破裂而洩漏過大時，可以單獨隔離而不致影響系統其他部份之功能。

5

壓縮空氣系統出力設計準則

1. 四台空壓機配有四個儲氣槽，每一台空壓機及其附屬設備均可提供個別儀用空氣正常使用量100%之容量，其正常空氣使用量包含下列各項：
 - 1 最大儀用空氣量之需求。
 - 2 空氣乾燥器清淨用之空氣量。
 - 3 因磨損洩漏之空氣量。
 - 4 供廠用空氣使用量。

6

壓縮空氣系統出力設計準則

2. 當運轉中空壓機因故跳脫後，在備用空壓機尚未正常運轉前，任一儲氣槽之容量足以滿足儀用空氣之需要量。
3. 非安全有關之空壓管路及管閥之設計係依ANSI B31.1而定。
4. 非安全有關之空壓系統之設計壓力為150 psig。

7

壓縮空氣系統出力設計準則

5. 非安全有關之空壓系統在後置過濾器出口處提供90~125 psig露點為-40°F之儀用空氣。
6. 前置過濾器過濾5 micron微粒之效率為99.5%
7. 後置過濾器過濾0.9 micron微粒之效率為99.0%
8. 如果儀用空氣集管壓力降至90 psig以下，則廠用空氣管路上之控制閥PV-423將會關閉，以減少空氣使用量。

8

壓縮空氣系統出力設計準則

9. 在正常運轉時，非安全有關之儀用空壓系統供氣到安全有關之儀用空壓系統。
10. 當失去廠外電源供應時，三台空壓機可手動改由柴油機供電(NG-S01, S08)，而其冷卻水源可改由冷凝水儲水槽供應。
11. 圍阻體廠用空氣之使用量由FO-432限制在每分鐘400立方呎，儀用空氣之使用量由FO-433限制在每分鐘200立方呎，以限制圍阻體內之管路破裂所造成之壓降率。

P&ID

9

壓縮空氣系統說明

壓縮空氣系統分為二部份

1. 非安全有關之廠用及儀用空氣系統。
2. 安全有關之儀用空氣系統。

10

本廠空壓機配置

廠牌	型式	數量	設備編號
英格索蘭 (Ingersoll-Rand)	往復式 150 HP 650 CFM	3台*2	KA-C001(A台) KA-C002(B台) KA-C003(C台)
日立 (Hitachi)	乾式螺旋式 150 HP 538 CFM	1台*2	KA-C044(D台)
復盛	濕式螺旋式 400 HP 1500 CFM	4台 #1,#2共用	KA-C046,C047, KA-C048,C049

11

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

1. 本系統包含四台空氣壓縮機（簡稱空壓機，N-C001, C002, C003和C044）及其相關後段冷卻器和四個空氣儲存槽，這些設備皆位於汽機廠房73'。
2. 四個空氣儲存槽（壓力約為125 psig即8.5 kg/cm²）連接至一條共通集管，再分成儀用空氣集管及廠用空氣集管。各空氣集管下游再分多支管路，輸送壓縮空氣至廠房各層當做儀用空氣或廠用空氣用。

圖

12

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

- 儀用空氣在輸送至各儀器管路之前，須先經過濾及乾燥處理。過濾及乾燥支系統包含兩組前過濾器，兩組乾燥器（每組皆有二個乾燥室）和兩組後過濾器及相關警報、控制盤面。
- 前過濾器可以防止乾燥器內之乾燥劑受污染，後過濾器可以過濾空氣中所含之乾燥劑微粒。前過濾器兩組是並聯設計，可藉著轉換空氣流量經另一過濾器組，同時進行淨化及更換過濾器組之操作。

圖

13

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

- 乾燥器也有二組，並聯使用，其中一組在使用，另一組經再生後置於備用中。每一再生循環均係自動控制，再生時不需加熱，時間為10分鐘。再生時，是利用使用中那一組出口之乾燥空氣，經過再生組之乾燥劑而排到大氣。每組乾燥器之兩個空氣乾燥室置於自動模式運轉，其中一個用於空氣乾燥，另一個則在還原，每10分鐘輪流使用一次（即乾燥5分鐘後，還原5分鐘）。

流程圖

14

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

- 空壓機為馬達帶動，氣缸不須潤滑，因此可提供不含油性之儀用空氣。其中間冷卻器是用來移除空氣中所含之水分並可增加壓縮機之效率，後冷卻器則進一步移除壓縮機出口空氣中所含之水分。
- 在正常運轉時，空壓機及後段冷卻器由汽機廠房冷卻水系統提供冷卻，當失去廠外電源時，可改由冷凝水儲水槽供水。

圖

15

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

- 四台空壓機有一共用之運轉次序控制器，控制四台運轉次序（如D-A-B-C或D-B-C-A或D-C-A-B，或依選擇開關置於1或2或3而定），以便應付負載需求變化時，能維持一定之集管壓力。當D台亦即基本負載空壓機無法供應足夠之壓縮空氣時，第二台將自動起動，第二台也無法供應足夠壓縮空氣時，第三台將自動起動，若還不足時，第四台自動起動。次序控制器之控制信號，由儲存槽後之空氣集管提供（PT-459, 460）。

圖

16

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

當選擇開關置於1或2或3時，D台因只有一個設定點，只能全載輸出，做為基載運用。A, B, C台可以半載或全載運轉。選擇開關置於4時，D台即被旁通，不會起動，由A, B, C台順序起動運轉。四台空壓機順序控制之設定點，如附表。

9. 當負載需求突然增加，或運轉中之空壓機突然跳脫，儲氣槽之容量可以減少集管壓力之變化。

附表

17

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

10. 在儀用空氣集管設有一壓力傳送器PT-423，當集管壓力降到90 psig 以下時，將自動關閉廠用空氣隔離閥PV-423，目的是在防止因廠用空氣過份使用而影響到儀用空氣之集管壓力。
11. 在廠用空氣隔離閥PV-423之下游，有一6吋連接管，在機組大修期間可從ILRT的空壓機供應較多之空氣。

圖

18

非安全有關之廠用及儀用空氣系統

12. 壓縮空氣管路在圍阻體外有三個自動隔離閥HV-425(圍阻體儀用空氣)，[HV441](#)(額外引水管閥)，[HV-434](#) (圍阻體廠用空氣)。其下游各有一個止回閥位於圍阻體內，並有三個測試接頭位於各穿越室內。

圖

19

非安全有關之廠用及儀用空氣系統 組件

1. 三台空壓機(N-C001, N-C002, N-C003)均為馬達直接帶動，二級往復壓縮式，並附有中間冷卻器，此壓縮機之氣缸不須潤滑，每一台空壓機配以150馬力之感應電動馬達，在125 psig時，其額定輸出為每分鐘560立方呎。空壓機轉速為每分鐘600轉，附有一潤滑系統以供軸承及十字頭之潤滑，氣缸及中間冷卻器需要每分鐘20加侖之冷卻水，進口濾網為乾式，能夠過濾98%之5 micro 以上之微粒。

圖

20

非安全有關之廠用及儀用空氣系統 組件

2. 三台後冷卻器 (N-X029, N-X030及N-X031) 為水冷管式熱交換器，空氣流經管內。外殼是由碳鋼組成，而管子則為愛德蒙金屬，此管能承受165 psig之壓力及370°F之溫度，每一台後冷卻器之移熱能力為212,000 BTU/hr，每分鐘需要20加侖之冷卻水。

圖

21

非安全有關之廠用及儀用空氣系統 組件

3. 三只空氣儲氣槽 (N-T041, N-T042, N-T043)，每一只容量為160立方呎，正常運轉壓力在110~125 psig，此槽為直立圓柱型，附有人孔、進氣、排氣、洩水及儀器接頭等。

圖

22

非安全有關之廠用及儀用空氣系統 組件

4. 每台空壓機均有一控制盤及順序啟動控制器，以自動控制並調整各空壓機之運轉及輸出，順序控制器設有一手動選擇開關，可以輪流選定最先啟動之空壓機，使各台空壓機之運轉時間平均。每一控制盤面上附有自動/手動選擇開關，啟動/停止按鈕，自動控制線路，保護警報及停機線路。

23

非安全有關之廠用及儀用空氣系統 組件

5. 二只前置過濾器 (N-Z012, N-Z013) 對於直徑大於5 micron之微粒，有99.5%的過濾能力，每一只過濾器在120 psig 壓力下，每分鐘可通過560立方呎之空氣。
6. 兩組雙筒式空氣乾燥器 (N-Z008, N-Z009) 為再生式，使用活性鋁為乾燥劑，每一組乾燥器在125 psig之額定容量為每分鐘560立方呎 (露點為 -40°F)，現場有一控制盤面提供自動/手動模式，乾燥器還原過程之指示及不正常之警報。

圖

24

活性氧化鋁基本性質

(一)化學成分：

Al ₂ O ₃	<u>93 %</u>
Na ₂ O	<u>0.35%</u>
SiO ₂	<u>0.016%</u>
灰份	<u>6%</u>

(二)性質簡介：

活性氧化鋁(Activated alumina)為高孔性及粒狀之氧化鋁，有吸收氣體、蒸氣及若干液體之水份的能力。其粒子之大小由粉狀至1 1/2 吋，用為乾燥氣體之脫水劑。

25

非安全有關之廠用及儀用空氣系統組件

7. 二只後置過濾器 (N-Z014, N-Z015) 對於直徑大於0.9 micron之微粒有99%的過濾能力，每一只過濾器在120 psig壓力下，每分鐘可通過540立方呎之空氣。
8. 所有廠用空氣管路及管閥均為碳鋼製造，為了維護方便，因此除了部份管路使用法蘭接頭外，餘皆用焊接。
9. 所有儀用空氣管路及管閥除了空氣乾燥器外，均為銅製造。

圖

26

安全有關之儀用空氣系統

- 安全有關之空壓系統，包含二組獨立，容量為100%儀用空氣集管，每一集管可由48瓶氮氣補充。
1. 儀用空氣氮氣瓶供應系統，每部機有A、B兩串，每串有4組（每組12瓶）皆連接在安全有關儀用空氣集管上，做為備用，隔離閥正常關閉，並在A、B兩串間另增設一組共用組（12瓶），正常運轉中由共用組供應安全有關儀用空氣集管，以維持管壓。

圖

P&ID

27

安全有關之儀用空氣系統

2. 由柴油發電機空氣儲存槽A-T111及B-T113分別供應到安全相關250 psig儀用空氣儲存槽A-T086, T087, T088及B-T089, T090, T091，當儀用空氣失去時，可提供20小時供氣能力。
3. 每一組氮氣集管均有壓力指示 (PI-317, PI-327) 控制室亦有警報 (PA-315, PA-325) 以偵測氮氣在可用狀態。

P&ID

28

安全有關之儀用空氣系統

4. 壓力調整器 (PC-318及PC-328) 及釋壓閥 (PSV-316及PSV-326) 用來維持儀用空氣集管之壓力於125 psig. P&ID
5. 氮氣純度如下：
氮 (最少) 99.9%
氧 (最大) 0.1% (1000 ppm)
水分 0.0011%
6. 在正常運轉時，安全有關之儀用空壓系統是利用非安全有關之儀用空壓系統來供氣的。

圖

29

安全有關之儀用空氣系統

7. 每一集管在控制室均有壓力指示 (PI-321, PI-322) 及警報 (PA-321, PA-322) 以監視集管壓力。
8. 正常運轉中利用非安全有關之空壓系統管路，供氣至二串安全有關儀用空氣集管，但中間各用止回閥 (V135, V136, V156, V157) 使二串保持隔離，且手動關閉V-171, V-125使與氮氣瓶隔離。
9. 二串安全有關的儀用空氣管路可經隔離閥 V132, V153連通。

P&ID

30

安全有關之儀用空氣系統

10. 每一只輔助飼水控制閥之儀用空氣均有三處來源，其一是從安全串A，其二是從安全串B，其三是從非安全有關之儀用空氣系統。當發生事故時，由安全有關來的儀用空氣是屬於開／關型，而在正常運轉時，非安全有關之儀用空氣是屬於可調整型。

P&ID

31

安全有關之儀用空氣系統

11. 每一只蒸汽產生器動力釋壓閥及餘熱移除熱交換器流量控制閥，有二個儀用空氣來源，其一為安全有關，其二為非安全有關。在非安全有關的管路上設有二只止回閥，以防止管路破裂時影響安全有關之空氣。同時其根閥 (V165, V166, V167, V144, V145, V146, V128, V129, V174, V175) 均為閉鎖在關閉位置，以防非安全有關之管路破裂時，可以維持安全有關之空氣壓力。

KA

AB

BC

32

安全有關之儀用空氣系統

12. 非安全有關之額外引水關斷閥 (BG-HV-41, 42)，流量控制閥 (BG-HV-137)及流量轉向閥 (BG-HV-43)均位於圍阻體內，除了可由非安全有關之儀用空氣系統供應外，尚可由任一串之安全有關儀用系統供應，在隔離閥V115之下游有一法蘭接頭，係供冷機時，需要用到額外引水管路，而上述三個空氣來源均無法供應時，可用氮氣瓶連接以使用之。

P&ID

33

使用安全相關儀用空氣控制閥

Service	Valve	Mode of Operation
AFW Control Valves	AL-HV113, HV114, HV115 AL-HV213, HV214, HV215	註
S/G PORVs	AB-PV501, PV502, PV503 AB-PV504, PV505, PV506	On/Off
AFWP T'b STM Stop Valves	AB-HV211, HV311	On/Off
CTMT Isolation Valves	GT-HV402, HV404, HV302 GT-HV304, HV210, HV305 KA-HV441	On/Off
RHR Hx Flow Control Valves	BC-HV603A, HV603B BC-HV605A, HV605B	Modulating
Excess Letdown Valves	BG-HV41, HV42, HV43	On/Off
Excess Letdown Control Valve	BG-HV137	On/Off

註：On/Off when using safety related instrument air
Modulating when using non-related air

34

安全有關之儀用空氣系統組件

1. 每一氮氣瓶之容量為211.9立方呎，壓力為1850 psig，每瓶均設有關斷閥，同時有一可釋壓盤，以防止壓力超過3360 psig，氮氣瓶屬於非安全有關設備。
2. 安全有關之儀用空氣管路及管閥均為不銹鋼製。
3. 氮氣瓶集管，控制儀器及供應到安全有關之儀用空氣集管之管路均根據ANSI B31.1而設計。

35

安全有關之儀用空氣系統組件

4. 安全有關之儀用空氣管路及連接到各氣動操作閥之管路，除了圍阻體穿越管路是根據ASME B & PV Code第三節，第2級設計外，其餘均根據ASME B & PV Code第三節，第3級設計。

36

廠用空氣系統

- 每一廠用空氣幹管均連接數個分支，提供連續性的壓縮空氣到全廠各個角落。
- 廠用空氣系統也提供到輔助鍋爐廠房，供給輔助鍋爐起動及運轉所需的燃油霧化空氣。
- 廠用空氣經由圍阻體外面的隔離閥HV-434提供圍阻體內各使用站的廠用空氣，經過限流孔(FO-432)限制最大空氣流量，不會超過 400 scfm。

P&ID

37

ILRT 空壓機空氣系統

- ILRT 空壓機空氣系統供應 #1，#2 機組圍阻體 ILRT 試驗時足夠空氣。亦可供應主機組空氣系統，廠用空氣及儀用空氣之用。

圖

38

壓縮空氣系統運轉

- 正常運轉
平時運轉以KA-C044為基載，KA-C001~003為輔助，其運轉模式有(1)DABC (2)DBCA (3)DCAB (4)ABCD 四種
- 機組大修期間
儀用空氣由另一部機組供給，廠用空氣或CTMT ILRT測試所需氣源由ILRT空壓機(400HP)供給。

圖

39

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

1. 檢查空壓機之潤滑油位在高油位之記號上。
2. 建立冷卻水系統，充分逸氣 (vent)，確定空壓機及後段冷卻器有冷卻水流過，水套冷卻水壓力在50~70 psi之間。
3. 測量馬達絕緣，須在1.5MΩ以上。
4. 置現場盤面“HAND-AUTO”選擇開關於“HAND”位置，避免當搖進斷路器時，由於集管低壓力而起動三台空壓機。

40

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

5. 搖進三台空壓機之斷路器，紅燈亮，電源供電至乾燥器及控制線路。
6. 以空壓機A台C001為例，由現場控制盤按下“START”按鈕，現場盤面TP-022“RUN”綠燈亮。
7. TP-022，LT-9, LT-10“STARTUP BYPASS ON”紅燈亮，15秒後LT-9消失，2分鐘後LT-10消失。

41

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

8. 查證電磁閥HV-101賦能開啟，TBCCW冷卻水流經空壓機及後段冷卻器。
9. 在主控制室JP-004盤面，查證紅色狀態指示燈XL-101亮。
10. 確認高壓段出口之水溫上升不得超過50~60°C。

42

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

11. 當儲存槽及其集管之壓力 (PI-111, PI-211, PI-311) 達125 psig時，正在運轉中之空壓機自動卸載，當壓力降至120 psig時，空壓機第一段自動加載，壓力再降至117 psig時，空壓機第二段自動加載。
12. 將4個空氣乾燥器中之一組兩個置於自動模式運轉，其中一個用於空氣乾燥，另一個則在還原，每10分鐘輪流使用一次（即乾燥5鐘後，還原5分鐘）。

43

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

13. 在主控制盤上，“自動/手動”選擇開關置於“自動”位置。
14. 重覆步驟2至11以起動第二台及第三台空壓機。
15. 將運轉時序旋轉至需要的模式。
16. 正常運轉中之空壓機，依附表自動負載或卸載。

44

空壓機 (C001, C002, C003)之起動

17. 當備用空壓機全部卸載運轉30分鐘後停止運轉，冷卻水進口電磁閥自動關閉。
18. 將各空壓機置於"自動運轉"模式，當壓力降至設定點時自動起動加載。

45

空壓機 (C001, C002, C003)之停止

- 1). 正常運轉中之空壓機可令其停止運轉。以A台N-C001為例：
- 2). 將運轉時序開關選至D-B-C-A，將控制盤面TP022之選擇開關置於“手動”位置。
- 3). 在盤面TP-022上按下“停止 (STOP)”按鈕。
- 4). 在斷路器盤面NG-S01-13上亮起綠燈。
- 5). 在盤面TP-022上“RUN”綠燈熄滅。

46

空壓機 (C001, C002, C003)之停止

- 6). 主控制室紅色狀態燈XL-101“ON”熄滅，“OFF”綠燈亮。
- 7). 電磁閥HV-101失能，停止TBCCW冷卻水經過。
- 8). 在現場盤面TP-022有警報聲出現。
 - a). 按下“警報靜音按鈕 (Audible-Alarm silence pushbutton)”。
 - b). 按下“復歸-測試 (Reset-Test)”。

47

空壓機 (C001, C002, C003)之停止

- 9). 盤面TP-022低油壓紅色燈亮。
- 10). 若其它空壓機亦需停止運轉，則適當選擇次序控制，而後將欲停止之空壓機其控制開關選至“HAND”位置，再按下“STOP”按鈕。

48

空壓機KA-C044之運轉

- KA-C044空壓機起動或停機時，需配合KA-C001, C002及C003三台空壓機，確定壓力正常。
- KA-C044空壓機正常時使用EB系統冷卻，緊急時可使用AN系統冷卻，並增加一生水系統 (AM) 管路至AN水管附近，並留一備用法蘭接頭，當AN水量不足時做為後備冷卻水源，使用時應注意EB, AN, AM三系統之冷卻水勿相通。

49

空壓機KA-C044之起動

- (1) 確認空壓機油箱油位在“L”標示以上。
- (2) 確認供給空壓機之冷卻水正常暢通，冷卻水管路洩水閥關閉，進口水溫在32°C以下。
- (3) 確認空氣儲存槽N-T045進出口閥V-933, V-934開啟。
- (4) 送上空壓機馬達電源，油泵及控制電源，現場控制盤上白色燈亮。
- (5) 確認油溫低於55°C。

50

空壓機KA-C044之起動

- (6) 選擇開關HAND/AUTO置於AUTO位置。
- (7) 按下START按鈕，油泵先起動，建立油壓1.5 kg/cm²以上約10秒後，空壓機自動起動，主控制室JP-004盤紅色狀態指示燈XL-501亮，控制盤面“Oil pump running”及“Comp running”紅色燈亮。監視空壓機加載 (Load) 壓力在8.4 kg/cm² (119 psi)，卸載 (Unloading) 壓力在8.9 kg/cm² (126 psi) 為正常。

51

空壓機KA-C044之停機

- 在控制盤上按“STOP”按鈕，空壓機停止，主控制室JP004盤紅色狀態指示燈XL-501“ON”熄滅，“OFF”綠燈亮，油泵繼續運轉3分鐘停止。

52

ILRT 空壓機運轉

a. 操作前準備及注意事項

- (1) TBCCW冷卻水足夠供應。
- (2) 檢查油桶的油位，油位應於指標中心位置勿過高或過低。
- (3) 首次運轉或更換新油時，冷卻器內應先灌滿潤滑油。
- (4) 打開氣桶下的洩水閥，排出桶內積水。
- (5) 檢查各指示儀錶應正常。
- (6) 氣水分離器之洩水閥打開洩出積水。

53

ILRT 空壓機運轉

b. 控制限制

- (1) 進入壓縮室之油溫保持在 $50^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 排氣溫度於 $75^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之間 (一般為 $80 \sim 85^{\circ}\text{C}$)。
- (3) 油壓 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。
- (4) 安全閥設定 $7.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 。

54

ILRT 空壓機運轉

c. 空壓機起動 (A. B. C. D)

註: 顧及電源容量，勿四台空壓機同時起動，先起動三台空壓機，待其全部Unloading時，再起動第四台空壓機，防止電源過載跳脫 (欲 Unloading可關閉出口閥)。

55

ILRT 空壓機運轉

c. 空壓機起動 (A. B. C. D)

- (1) 總主電源盤切入電源，綠燈亮，按 "START" 按鈕，紅色指示燈亮，各空壓機分電盤電壓指示在 3.3 KV 。
- (2) 各空壓機分電盤上白色燈亮，表示馬達 (400 HP) 加熱中。
- (3) 開啟空氣冷卻器冷卻水進出口閥。

56

ILRT 空壓機運轉

- c. 空壓機起動 (A. B. C. D)
- (4) 在各空壓機分電盤上按下"允許遙控按鈕"在"ON"位置，紅燈亮。
 - (5) 各分電盤上電鎖開關用鑰匙插入，由"OFF"轉至"ON"位置。
 - (6) 在空壓機操作盤電鎖開關用鑰匙插入，由"OFF"位置轉至"ON"位置。

57

ILRT 空壓機停車

- (1) 在空壓機操作盤上按" STOP " 按鈕，綠色燈亮，空壓機停車(unloading約30~45秒後再停止)。
- (2) 緊急時可在空壓機操作盤上按 "緊急停止" 按鈕，紅燈亮空壓機停止或在分電盤上按 " STOP " 按鈕，綠燈亮。
- (3) 停車後關閉冷卻水進出口閥以免影響汽機間冷卻水系統。

58

壓縮空氣系統異常運轉

- 下列任一情況跳脫空壓機 (N-C001, N-C002, N-C003) 同時使JP004A盤警示窗 41 "INSTR AIR COMPRESSOR A/B/C TROUBLE/PWR FL" 燈亮：
 - a) 低潤滑油壓 (起動12秒後) < 12 psig(0.84kg/cm²)
 - b) 第一級壓縮出口高溫 > 335 ±5°F (168 ±2.8°C)
 - c) 第二級壓縮出口高溫 > 385 ±5°F (196 ±2.8°C)
 - d) 高潤滑油溫 > 190 ±5°F (88 ±2.8°C)
 - e) 高出口壓力 > 130 ±2 psig (9 ±0.14kg/cm²)
 - f) 高振動 > 0.5g。 CLD KA-204

59

壓縮空氣系統異常運轉

- 空氣壓縮機KA-C044控制盤面各項保護設定值如下，若超過設定值時 "TROUBLE"燈亮。
 - (1) 第二級入口空氣高溫54°C
 - (2) 第二級出口空氣高溫220°C
 - (3) 潤滑油高溫55°C
 - (4) 空壓機主馬達故障
 - (5) 潤滑油低壓力0.9 kg/cm²
 - (6) 第一級空氣出口壓力高2.5 kg/cm²
 - (7) 沖放集管高壓力0.4 kg/cm²
 - (8) 油泵故障 CLD KA-205

60

壓縮空氣系統異常運轉

1. 當儀用空氣集管壓力降到90 psig 以下，將引起控制室JP004A-31儀用空氣低壓力警報，PT-423將自動關閉廠用空氣隔離閥PV-423。
2. 水分分析器 (MS-429, MS-431) 用來偵測空氣乾燥器出口之儀用空氣中所含水分，如偵測到高水分時，空氣乾燥器之控制盤面將會發出警報。

P&ID

61

壓縮空氣系統異常運轉

3. 當現場乾燥器控制盤任一警報存在時：
 - (1) 任一前置過濾器堵塞，高差壓。
 - (2) 乾燥劑由藍色變粉紅色，濕度高。
 - (3) 乾燥器排氣還原與正常乾燥之任一電磁閥自動切換(開關)失敗。
- 主控制室JP004A-51“儀用空氣乾燥器故障 (INSTRUMENT AIR DRYER TROUBLE)”警報出現。

62

壓縮空氣系統警報窗

- JP004A-31 儀用空氣低壓力 (< 6 kg/cm², 90 psig)
- JP004A-41 儀用空壓機A/B/C故障
- JP004C-37 儀用空壓機D故障
- JP004A-43 儀用空壓機冷卻水壓力低 (< 4.4 kg/cm², 62 psig)
- JP004A-51 儀用空氣乾燥器故障
- JP004A-52 空氣接收槽出口集管低壓力 (< 7 kg/cm², 100 psig)

63

壓縮空氣系統警報窗

- JP004D-32 KA系統不專屬某串之設備故障/失能
- JP004D-33 KA系統B串設備故障/失能
- JP018A-05 壓縮空氣集管A串低壓力 (< 6 kg/cm², 90 psig)
- JP018A-13 氮氣瓶A串低壓力 (< 14 kg/cm²)

64

壓縮空氣系統警報窗

- JP018A-32 A串空氣儲存槽出口低-低壓力 (< 16 kg/cm²)
- JP017A-05 壓縮空氣集管B串低壓力 (< 6 kg/cm², 90 psig)
- JP017A-15 氮氣瓶B串低壓力 (< 14 kg/cm²)
- JP017A-32 B串空氣儲存槽出口低-低壓力 (< 16 kg/cm²)

65

壓縮空氣系統事故運轉

1. 在發生圍阻體A階段隔離信號後，將會關閉圍阻體內部三支空氣管路上的隔離閥 (HV-425, HV-434, HV-441)，而隔離閥HV-441(供應到額外引水閥BG-HV-41, 42, 43, 137)可在控制室重新開啟。HV-441開啟後空氣可由非安全有關之廠用空氣供應，或由任一串之安全有關儀用集管供給 (打開V147或V169)，但當圍阻體內部之空氣管路破裂時，隔離閥HV-441應即關閉。

P&ID

66

壓縮空氣系統事故運轉

2. 當非安全有關之壓縮空氣系統不能供氣給迫切需要操作之氣動閥時，即須手動改由安全有關之儀用空氣系統供給。
3. 二串安全有關之儀用空氣由氮氣瓶集管供氣 (手動開啟V125, V171)。在控制室有氮氣壓力指示 (JP018之PI-321及JP017之PI-322)，當氮氣壓力降到150 psig，低壓力警報 (PA-321, PA-322) 動作，可隔離將用完之氮氣瓶，然後開啟備用之氮氣瓶。

P&ID

67

壓縮空氣系統事故運轉

4. 二串安全有關之儀用空氣，可藉開啟V132及V153而互相連通。
5. 安全有關之儀用空氣送到各個不同之設備，在個別設備之管路上設有隔離閥，這些隔離閥均位於圍阻體外面，必要時 (如管路破裂)，均可以關閉。
6. 在圍阻體內部之額外引水管閥之儀用空氣如有破漏，則安全有關之儀用空氣集管隔離閥V147，V169必須關閉。

P&ID

68

壓縮空氣系統事故運轉

7. 如果圍阻體內非安全有關之儀用空氣管路發生破管時，則由一限流孔 (orifice) FO-433來加以限制，使其洩漏量在每分鐘200立方呎以下。

P&ID

69

空壓機及附屬設備

- 一、IR無油往復式空壓機及附屬設備
- 二、日立無油螺旋式空壓機
- 三、400HP空壓機及附屬設備

70

英格索蘭 (I.R.) 空壓機介紹

(一)基本資料簡介：

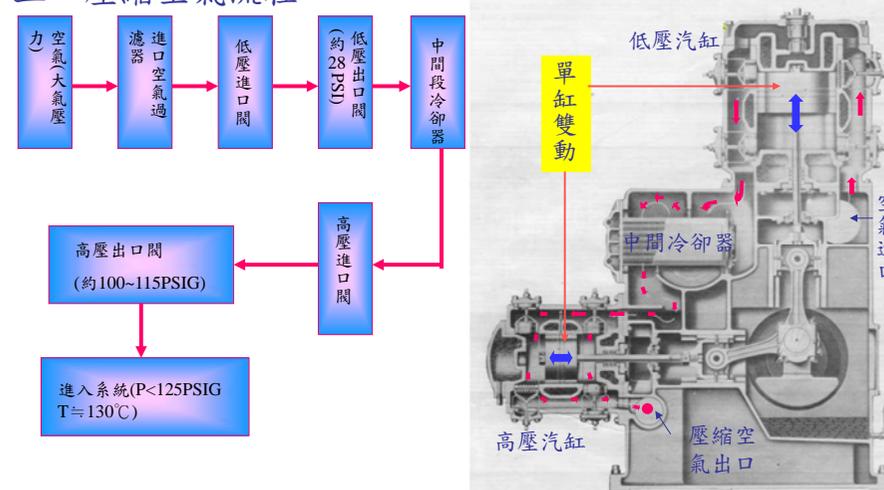
項次	項目	內容	項次	項目	內容
1	空氣加壓方式	無油往復式	10	油箱容積	6.75GAL
2	氣缸配置	L 型	11	油 壓	30PSI(2.7bar)
3	氣缸潤滑	乾 式	12	潤滑油溫	<190°F
4	低壓缸直徑	14-1/2"(直立)	13	中間段PSV動作點	37PSI (2.6kg/cm ²)
5	高壓缸直徑	9"	14	運轉壓力	100~115PSIG (7~8.1 kg/cm ²)
6	活塞衝程	7"	15	系統PSV設定點	125PSIG (8.6kg/cm ²)
7	冷卻水壓力	氣缸水套內<3.5 kg/cm ² 中間段冷卻器內<4.2 kg/cm ²	16	馬達轉速	585 RPM.
8	冷卻水出口溫度	43.3°C < Tout<54.4°C	17	馬達馬力	150 HP
9	潤滑油	R68	18	排氣量	650 CFM

71

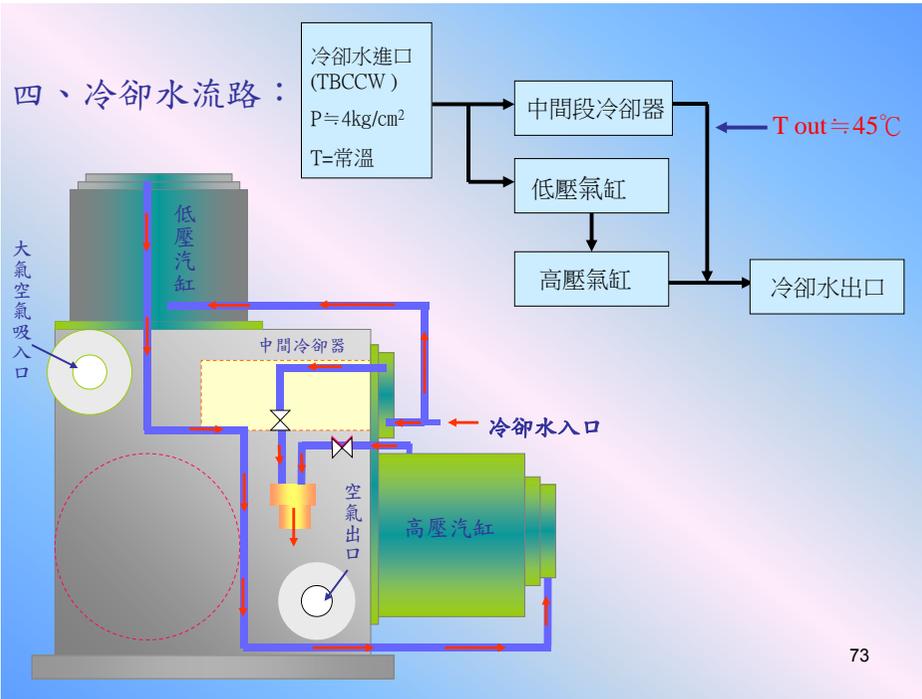
二、IR 空壓機運轉原理：

IR 空壓機為往復式空壓機馬達驅動曲柄，使高低壓活塞於氣缸前後運動來壓縮空氣。

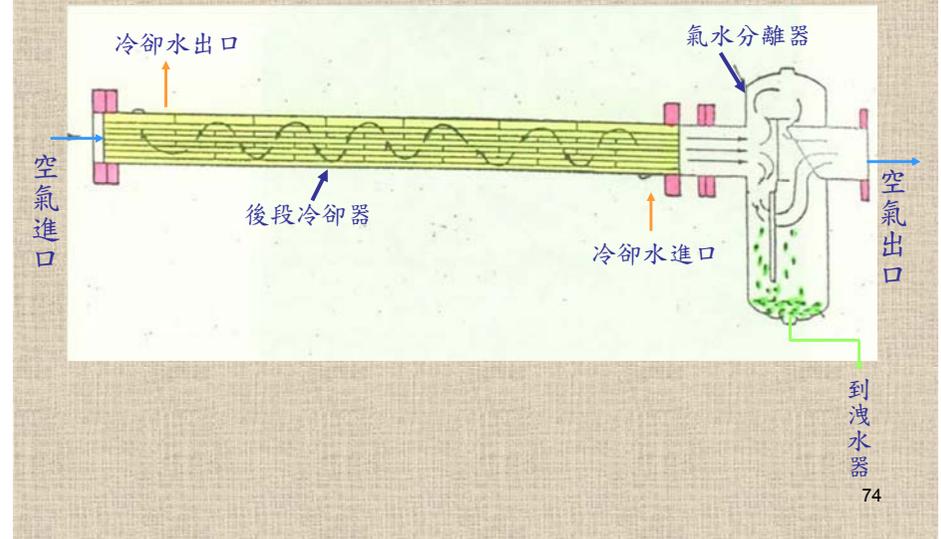
三、壓縮空氣流程：



四、冷卻水流路：



後段冷卻器及氣水分離器



※日立空壓機的介紹：

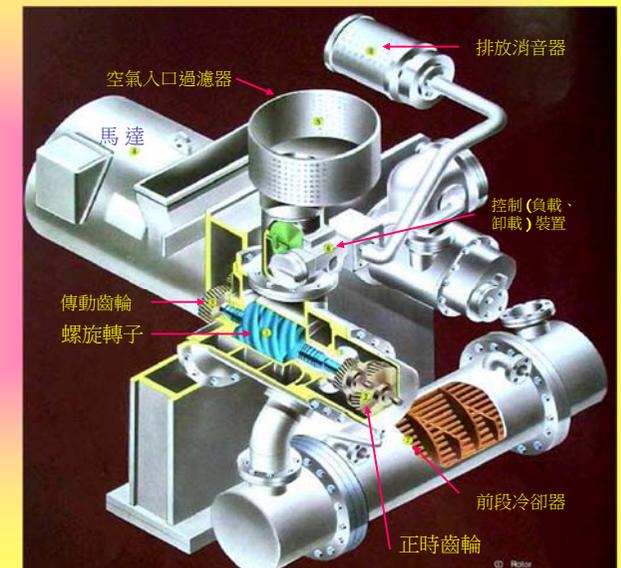
(一) 基本資料：

項次	項目	內容
1	空氣加壓方式	無油螺旋式
2	冷卻水流量	$\approx 80 \text{ GPM}$
3	冷卻水溫度	$\approx 32^\circ\text{C}$
4	第一段進口壓力	大氣壓力
5	第一段出口壓力 (第二段進口)	$< 2.5 \text{ kg/cm}^2$
6	第二段出口壓力	$< 8.8 \text{ kg/cm}^2$
7	第一段進口溫度	$0 \sim 40^\circ\text{C}$
8	第一段出口溫度 (第二段進口)	$< 54^\circ\text{C}$
9	第二段出口溫度	$< 220^\circ\text{C}$
10	油壓	$> 0.9 \text{ kg/cm}^2$
11	油溫	$< 55^\circ\text{C}$
12	馬達轉速	3600 RPM
13	馬達馬力	150 HP
14	排氣量	538 CFM

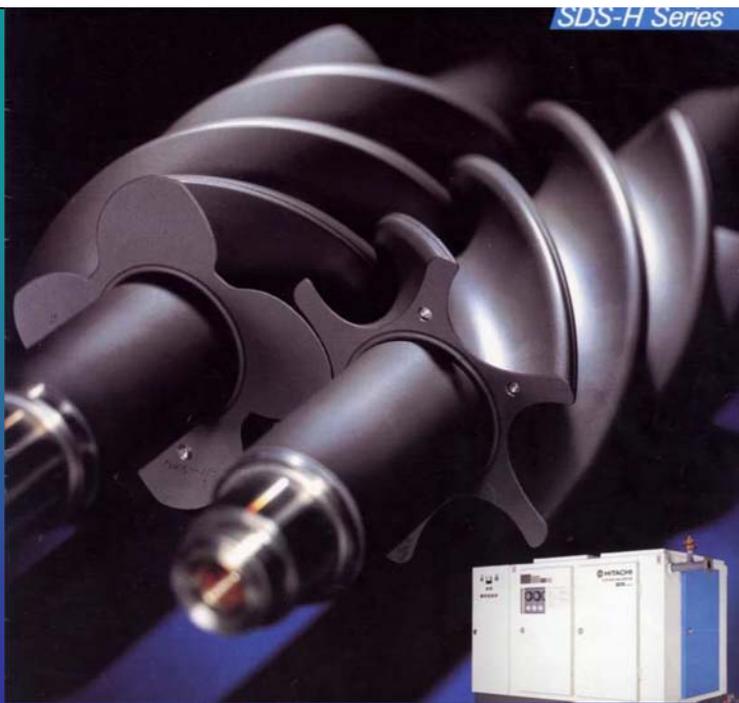
75

日立螺旋式空壓機各部名稱及壓縮空氣流程

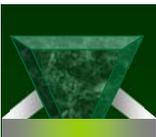
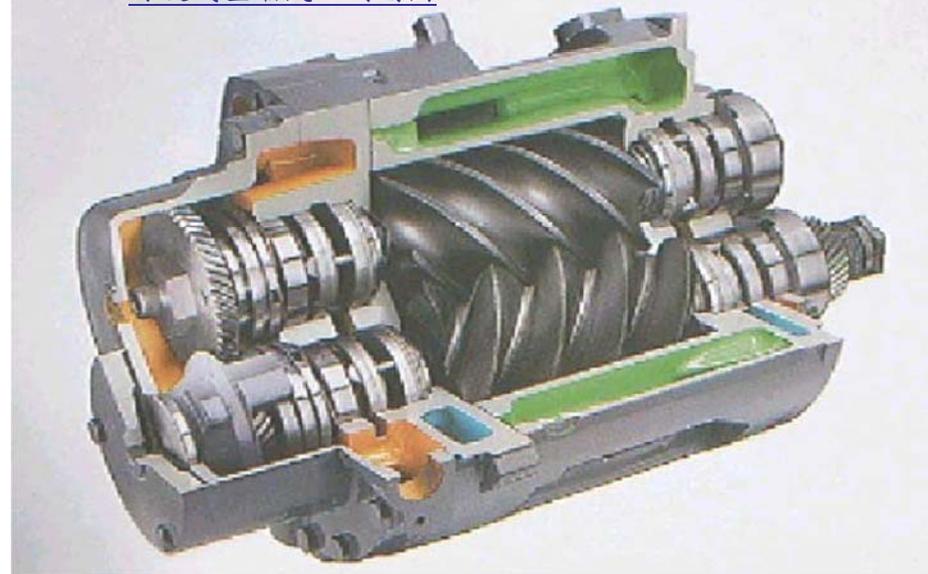
壓縮空氣流程：



日立空壓機螺旋轉子



螺旋式壓縮汽缸剖開圖

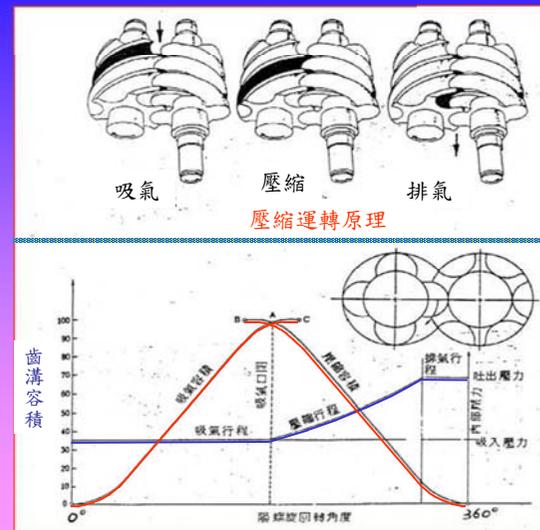


無油螺旋式空壓機運轉原理簡介：

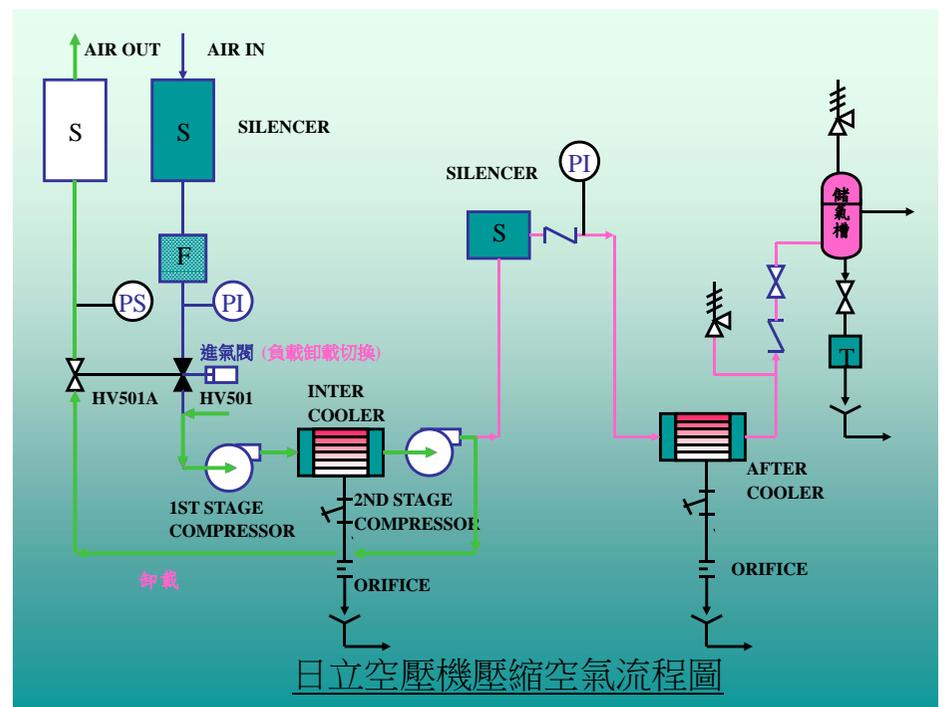
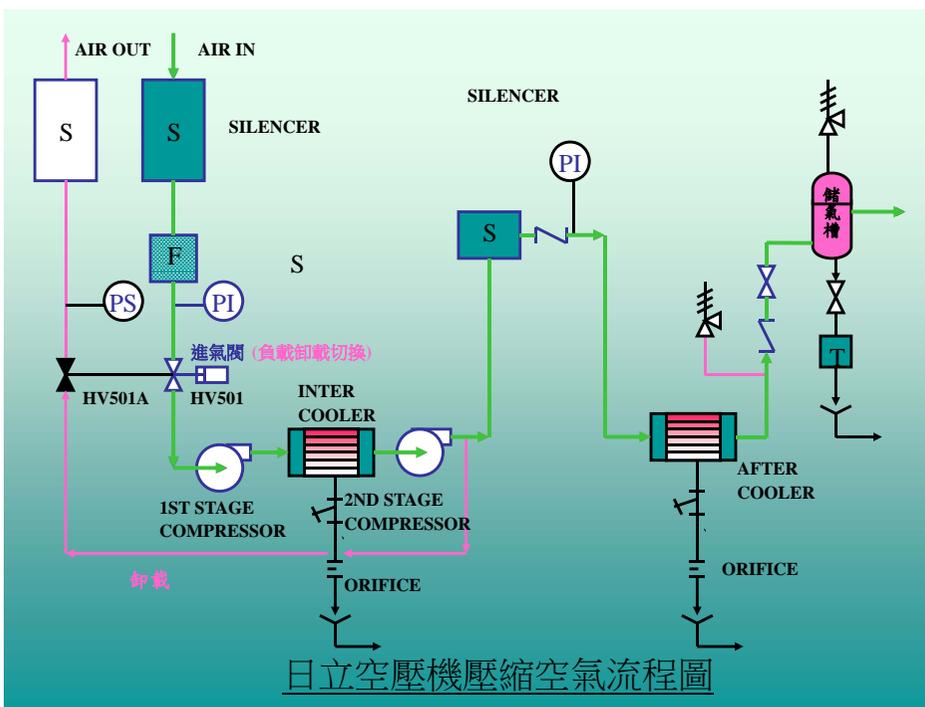
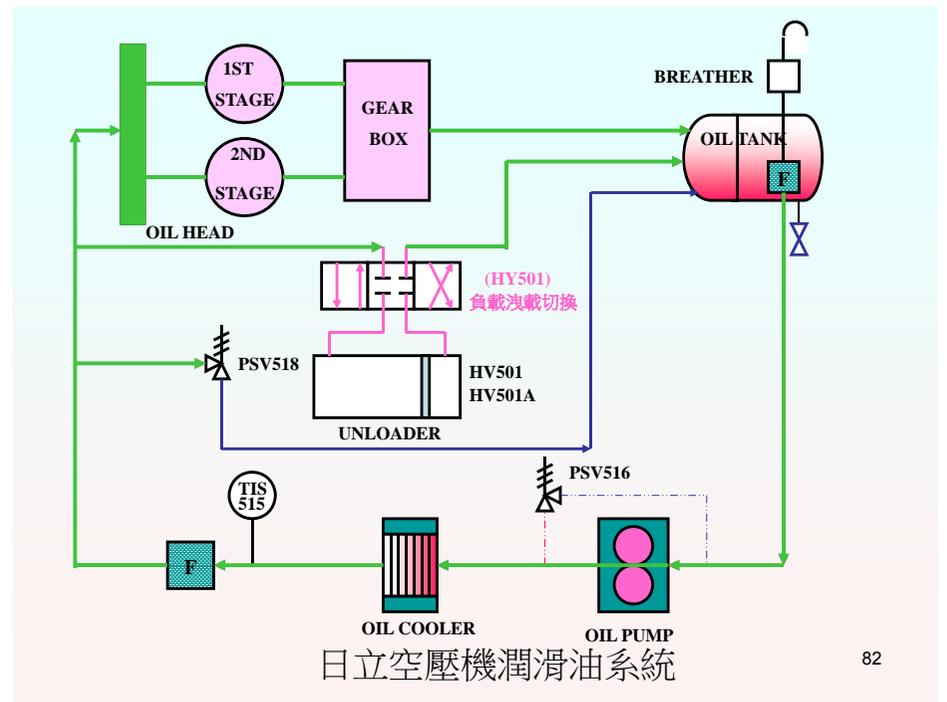
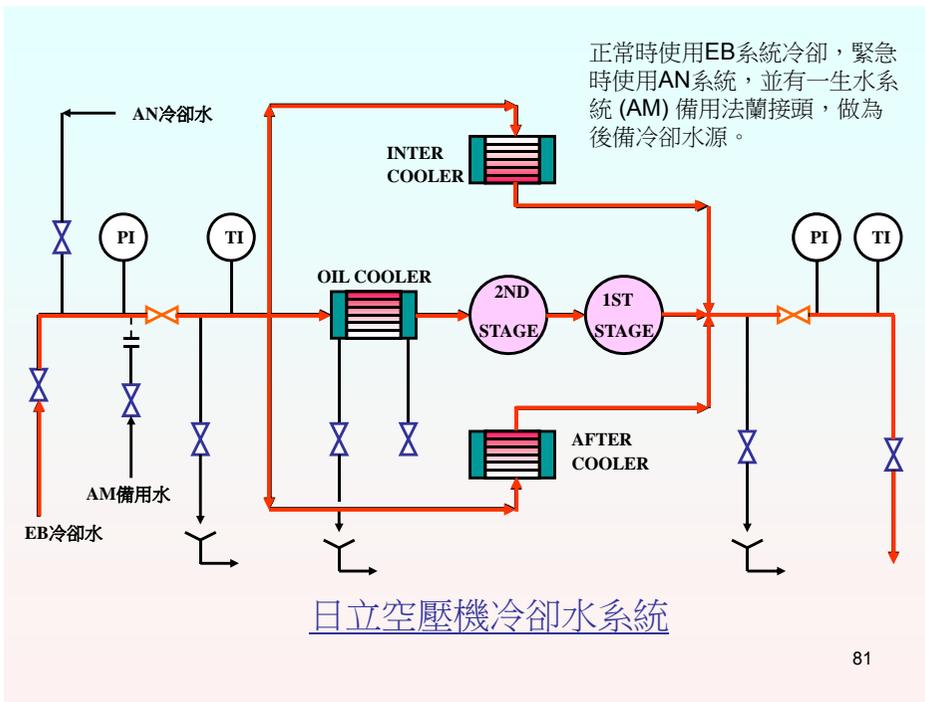
- 一、無油螺旋式空壓機與傳統往復式空壓機最大的差別在組件運轉時的接觸，它靠齒輪傳動使兩支螺旋滾軸在極微小的間隙(0.002" ~0.005")下高速(15000RPM)運轉，潤滑油除供給齒輪及軸承外，在空氣壓縮過程中，沒有油氣，故稱無油式，其製造出的空氣可供給儀器使用。
- 二、馬達轉動經變速齒輪傳動，使壓縮機轉速由3600 RPM 增速至15000 RPM。
- 三、因為螺旋轉子沒有摩擦接觸，且齒輪為滾動接觸，摩擦係數小，故機組可以長期連續運轉。

螺旋式壓縮運轉原理

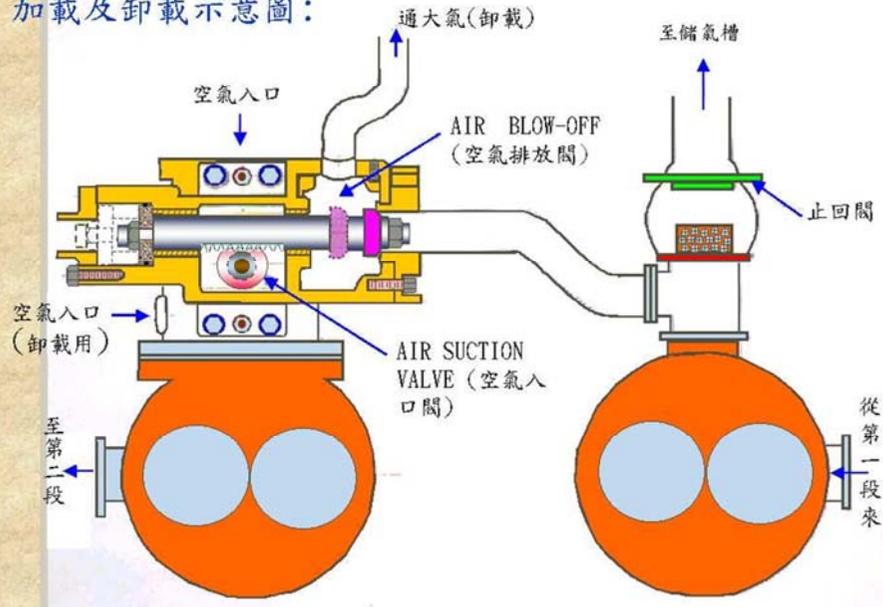
壓縮運轉原理：
螺旋式壓縮機係容積式壓縮之一類，藉旋轉之轉子按圖中三步驟直接降低容積達到壓縮之目的。



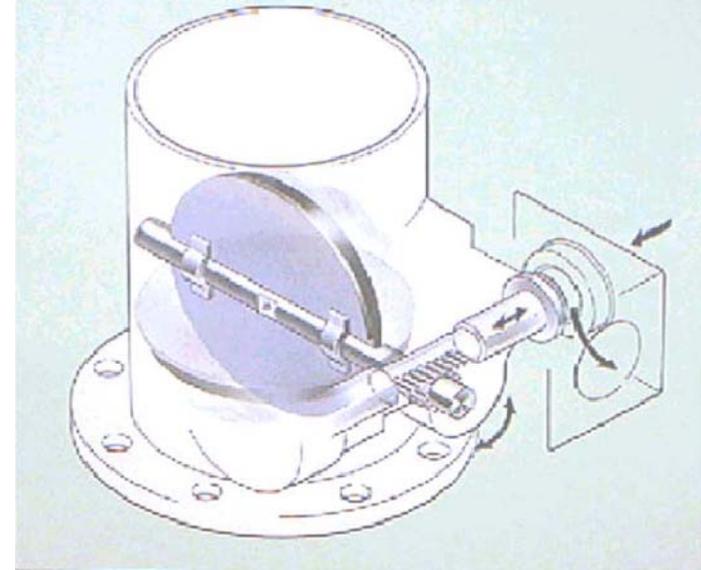
螺旋式壓縮機回轉角度與齒溝容積及內部壓力之變化 80



加載及卸載示意圖：



加載卸載裝置



復盛噴油螺旋壓縮機介紹

(一) 基本資料：

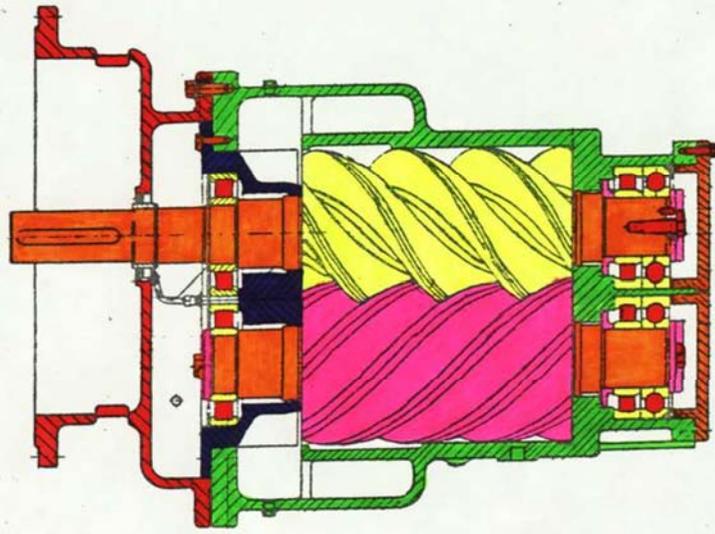
項次	項目	內容
1	空氣加壓方式	單段噴油螺旋式
2	排氣量	1500 CFM
3	進氣壓力	大氣壓力
4	排氣壓力	約 7 kg/cm ²
4	進氣溫度	約 30°C
6	排氣溫度	< 103°C
7	冷卻系統	強制噴油冷卻系統
8	潤滑系統	強制潤滑
9	冷卻油量	228 Liter / min
10	冷卻水量	28 m ³ / h
11	冷卻水進口溫度	< 30°C
12	冷卻水出口溫度	< 40°C
13	控制油壓	< 6 kg/cm ²
14	PSV 動作點	7.5 kg/cm ²
15	油桶容積	290 liter



復盛噴油螺旋壓縮機介紹



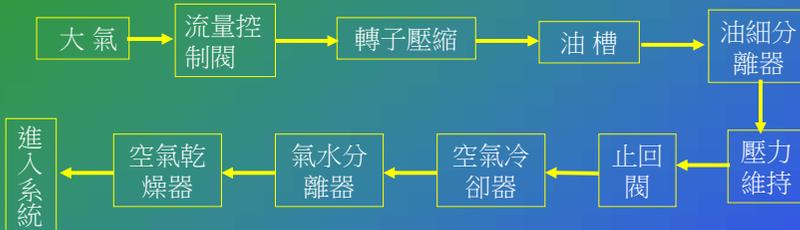
螺旋轉子圖示



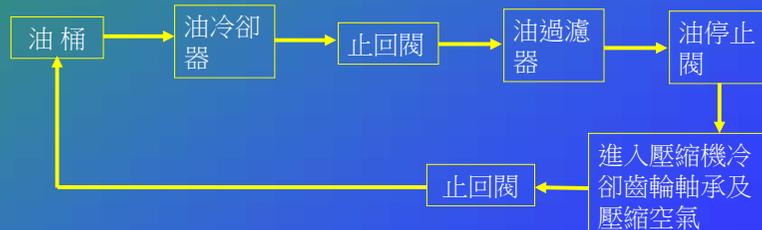
(二) 復盛空壓機運轉原理：

本廠所使用復盛空壓機為單段噴油螺旋式空壓機，馬達轉動經傳動齒輪帶動轉子轉動，空氣因轉子轉動而被吸入壓縮機，經過進氣、油、氣混合壓縮以及排氣等步驟完成壓縮空氣。空氣在壓縮過程與冷卻用的潤滑油混合，因此壓縮空氣中含有油氣，若無經過進一步濾油處理，此壓縮空氣不可供給儀器使用。

3、空氣壓縮流程：



4、潤滑油流路：



5、壓縮原理及步驟：

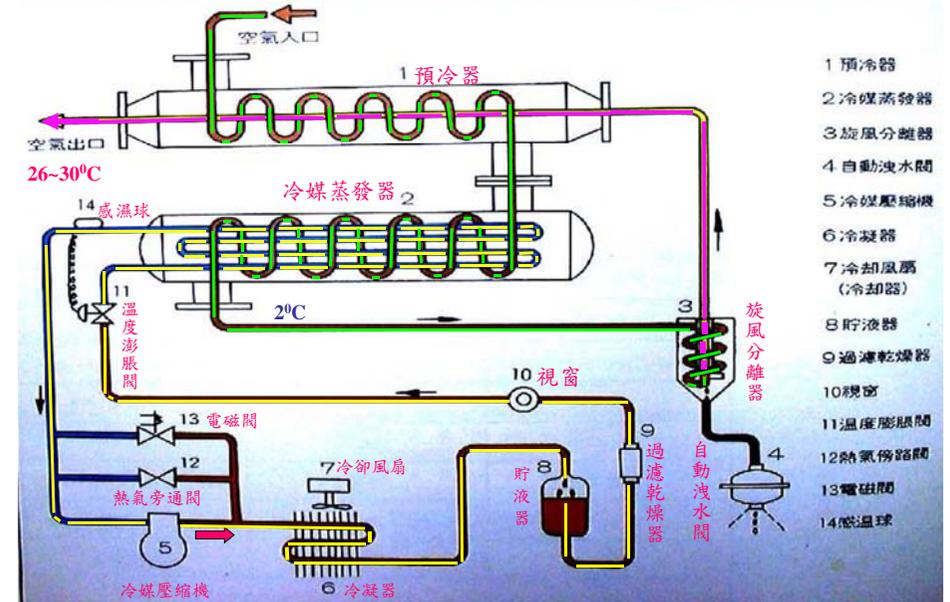
- (1) 進氣：
當兩轉子相同旋轉，副轉子齒溝進氣端與機殼之進氣口相同時，空氣即進入副轉子齒溝內，而填滿之，此為進氣過程。
- (2) 進氣終了：
當空氣充滿整個齒溝時，副轉子進氣端通過了機殼之進氣口而封閉，此為進氣終了。
- (3) 壓縮與噴油：
兩轉子繼續旋轉，主轉子形齒齒峰與相對之副轉子形齒齒溝在進氣端嚙合時，即開始壓縮，嚙合而漸向排氣端移動，齒溝長度漸漸縮短，齒溝內之空氣即漸漸被壓縮，此為壓縮過程。
- (4) 排氣：
當齒溝排氣端與機殼排氣口相通時，空氣即開始排出，轉子繼續轉動，齒峰與齒溝的嚙合面移至排氣端面，此時齒溝空間（即長度）為零，空氣全部被排出，此為排氣。

6、壓縮機空氣之冷卻：

(1) ILRT
空壓機壓縮空氣之冷卻是使用DR-400 冷凍壓縮空氣乾燥機，係由空氣循環系統和冷媒循環系統所組成。

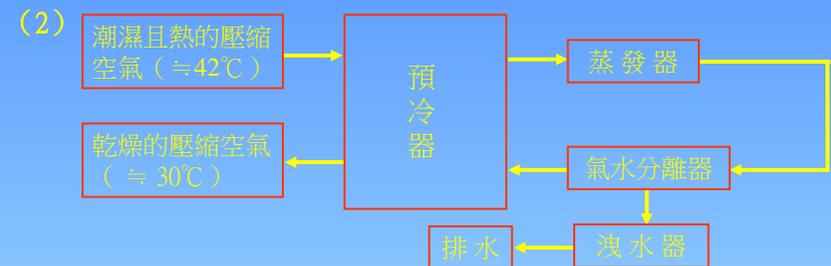


冷凍式壓縮空氣乾燥機運轉原理

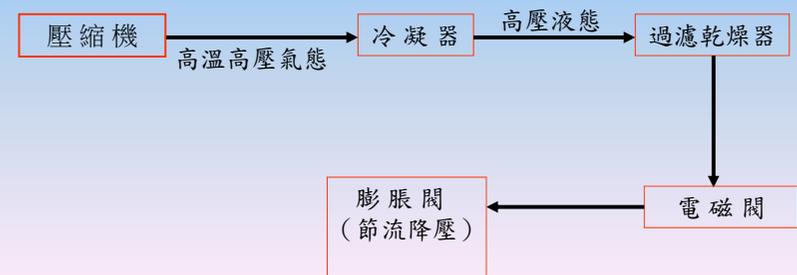


乾燥機技術資料如下：

潮濕且熱的壓縮空氣先經過預冷器的管外與管內較冷且乾燥的壓縮空氣進行熱交換降低溫度後，再流入蒸發器，降低溫度至約 $2 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，此時空氣中的凝結水、雜質油污等，隨著空氣被導入氣水分離器內，利用高速離心分離的方式，將這些水及雜質分離出，經自動洩水閥排出，而經過分離之後的乾燥空氣則返回預冷器內管，吸收管外潮濕且熱的壓縮空氣至適切的使用溫度。



(3) 乾燥機冷媒 (R-22) 系統流程：



廠用氣體

- 氫氣儲藏補給系統
- 氮氣儲存與供應系統
- 二氧化碳儲存與供給系統

97

氫氣儲藏補給系統

- 廠用氫氣系統供給氫氣到化學容積控制槽 (VCT)，以沖放移除槽內氧氣。且作為主發電機內氫氣初始填充加壓，及發電機正常運轉期間氫氣漏失的補充。
- 氫氣系統共同擔負兩部機組使用量。
- 氫氣最小儲存量足夠供給 15 天兩部機組正常運轉加上壹部主發電機兩次事故和另一部發電機正常運轉。所謂"事故"是指發電機故障，打開外殼做檢修工作而言。

98

氫氣儲藏補給系統

- 位於氫氣瓶集中場共兩串72瓶氫氣儲存瓶，供兩部機組使用，一串使用中，另一串在備用狀態，使用串3組每組12瓶，備用串3組每組12瓶。
- 為了預防因小漏而漏光所有氫氣，將每組區分許多小群(每小群12瓶)，每小群管路上裝有一逆止閥、隔離閥和一壓力指示計於集管上游，可確判各小群氫氣洩漏與否。

P&ID

99

氫氣儲藏補給系統

- 針對發電機氫氣系統需要，每座汽機廠房外，西北方氫氣室內放置，共有二組，一組為使用串，一組為備用串，每一組共12瓶。
- 每一氫氣瓶含183.5 ft³標準容量和1850 psig壓力。
- 每部機組輻射化學實驗室配一瓶(183.5 ft³, 1850 psig)廠用氫氣瓶，供化學課執行化工作業。

P&ID

100

氫氣儲藏補給系統

- 當使用組壓力低於 3.0 kg/cm^2 (42.6 psig)時，打開V-046閥，改由備用組供給氫氣，並確認低壓力警報已消失。
- 流量指示計及開關FIS-34和FIS-35裝置在隔離閥下游，當管路破裂事故氫氣流量達到 $65 \text{ m}^3/\text{hr}$ ($38.5 \text{ ft}^3/\text{min}$)自動關閉FV-34和FV-35。
- PSV-27和PSV-22壓力釋放閥裝於各組，設定點 $143.3 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.4 \text{ kg/cm}^2$ 。

P&ID

101

氫氣儲存與供應系統

- 供給氫氣到不同的元件與系統，作為正常運轉時的壓力控制，也作為設備在儲存(lay-up)時，排氣(purging)與氮封(blanketing)之用。
- 氫氣系統是由各擁有許多高壓(1850 psig or 130 kg/cm^2)氣瓶供給到100 psig集管的兩組所組成，正常情況下，一組在使用中，而另一組在備用中。加壓安全注水蓄壓器的氫氣，需要較高的壓力，所以另外分開。

P&ID

102

氫氣儲存與供應系統

- 兩部機共有420支氫氣瓶，每瓶在壓力1850psig時容量為183.5 SCF，其純度達99.9%，而氧含量不可以超過1000ppm。
- 每部機輔助鍋爐廠房東北角各置放12瓶氫氣瓶，供給MSIV及FWIV氫氣充填用。
- 廢料廠房外面南側放置12瓶氫氣瓶供給HA系統專用。

P&ID

103

氫氣儲存與供應系統

- 氫氣供給到下列的系統與元件：
 - a) 主蒸汽管及蒸汽產生器的二次側
 - b) 飼水加熱器殼側
 - c) 調壓槽釋放槽(PRT)
 - d) 容積控制槽(VCT)
 - e) CVCS混合床，陽離子和硼熱再生離子交換器。
 - f) 安全注水蓄壓器

104

氮氣儲存與供應系統

- g) 噴灑添加槽
- h) TBCCW緩衝槽
- i) CCW緩衝槽
- j) 輔助鍋爐
- k) 中央寒水加壓槽
- l) 緊要寒水加壓槽
- m) 廢料廠房樹脂流體化集管
- n) 氣體廢料系統(GRS)

105

氮氣儲存與供應系統

- o) 反應爐冷卻水洩水槽(RCDT)
- p) 設備洩水槽(EDT)
- q) 汽機化學實驗室
- r) 放射性取樣系統
- s) GRS集管洩水槽
- t) 通道控制廠房寒水加壓槽
- u) 液體廢料系統蒸發器
- v) 到MSIV及FWIV充氣室
- w) AFW調節槽

106

二氧化碳儲存與供給系統

- 提供二氧化碳去清除發電機的冷卻氫氣，或在氫氣灌氣操作之前用以清除空氣。
- 由二串高壓(850 psig或60kg/cm²) 鋼瓶組成，這些鋼瓶儲放在靠近各發電機旁。
- 鋼瓶全連管在一起，每半數鋼瓶連結到個別的進氣歧管以確保隨時均有連續不斷的CO₂供應，正常狀況下，一串在使用中，而另一串是在備用狀態。

107

二氧化碳儲存與供給系統

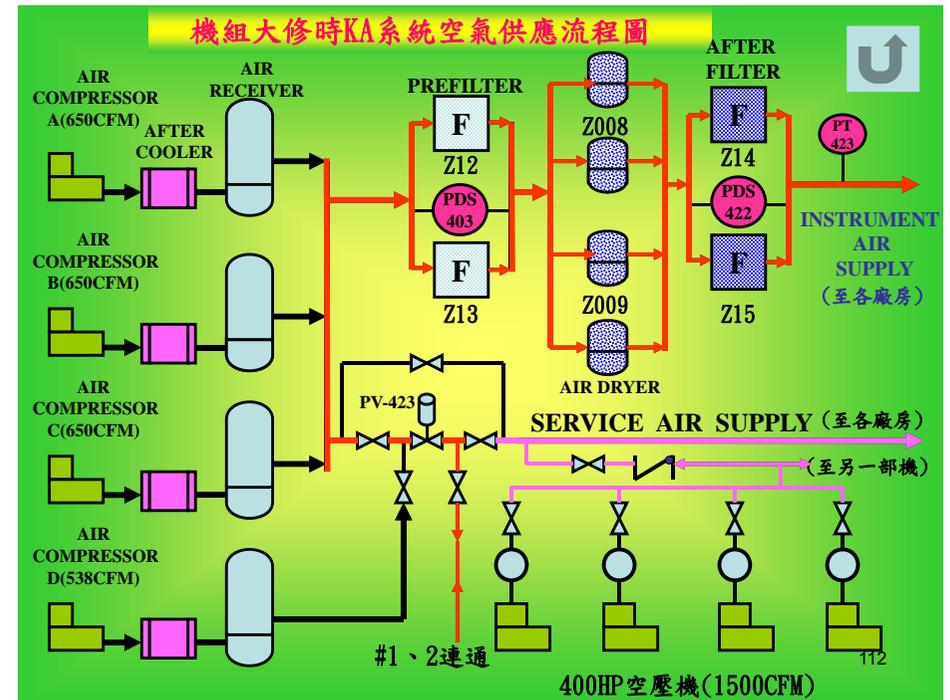
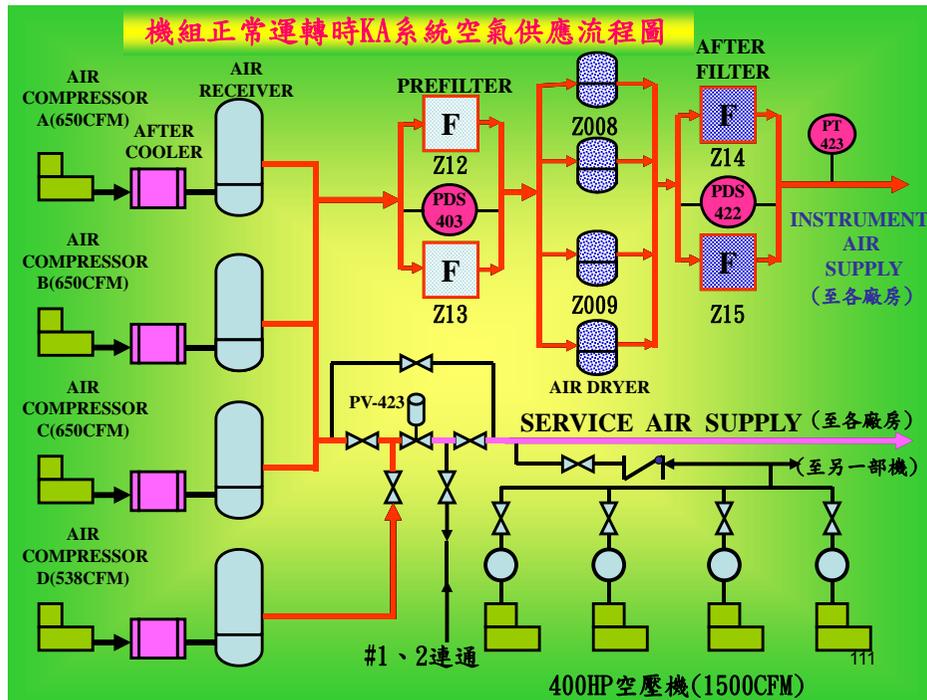
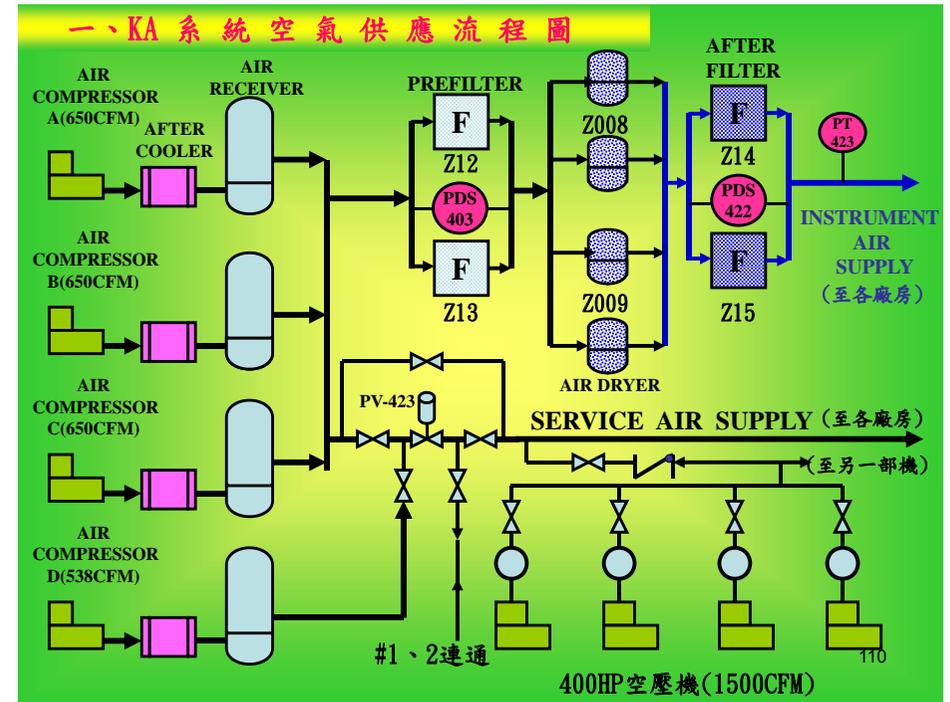
- 每一部機組有168個CO₂鋼瓶，每一瓶含有850 psig的50lbs CO₂。
- 無論是使用串或是備用串都各有81瓶鋼瓶，均位於各汽機廠房的裡面，其餘6瓶是連結到主發電機氣體控制支系統的CO₂分配集管上。

P&ID

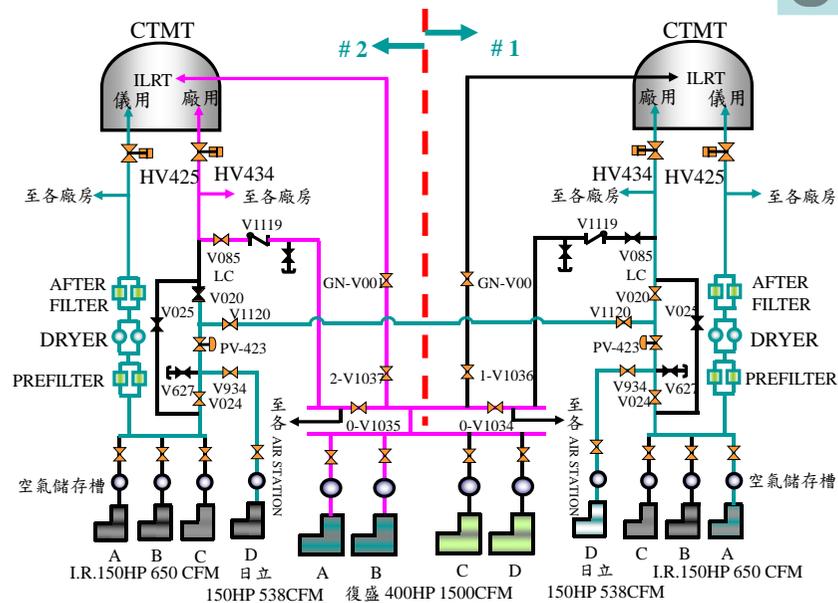
108

警報窗

- JP004A-62 氫氣使用組或備用組
集管低壓力 (< 3 kg/cm²)
- JP004A-72 氮氣使用組或備用組
集管低壓力 (< 3 kg/cm²)



COMPRESSED AIR SYSTEM P&ID

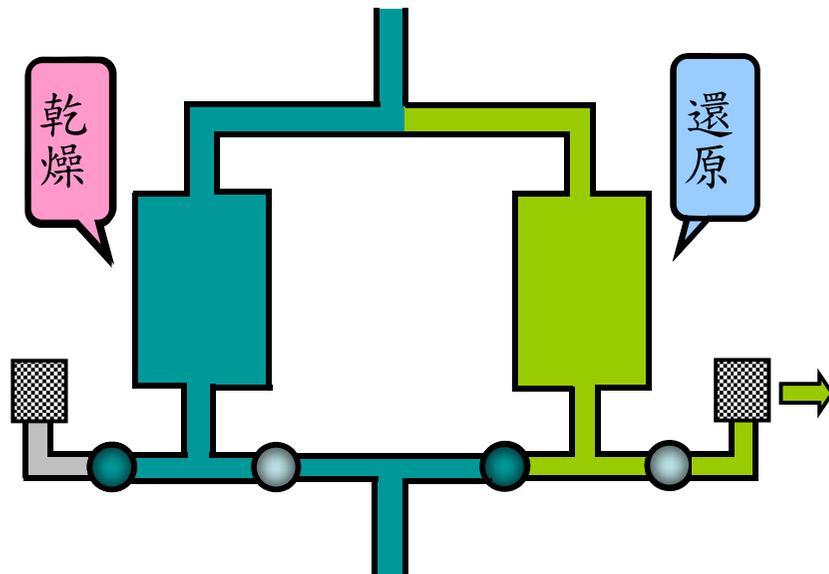


儀用空氣乾燥器運作流程

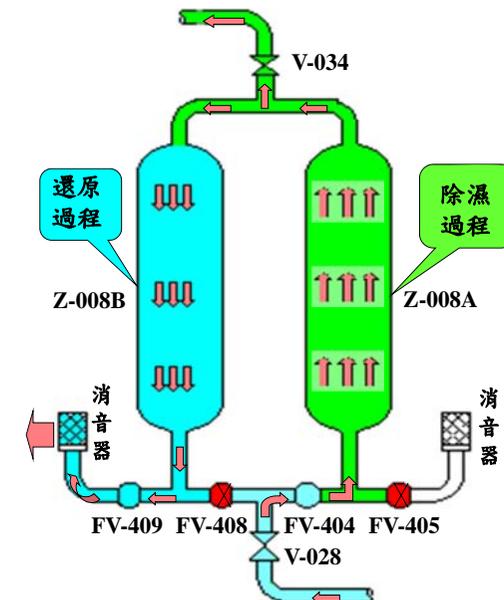
- KA系統儀用空氣乾燥器共有Z008A/B、Z009A/B兩串
- 每串乾燥器可將儀用空氣除濕乾燥同時還原活性氧化鋁
- Z008A(Z009A)每次除濕乾燥工作時間為5分鐘
- Z008B(Z009B)每次還原4分15秒，充氣之時間為45秒

114

KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介



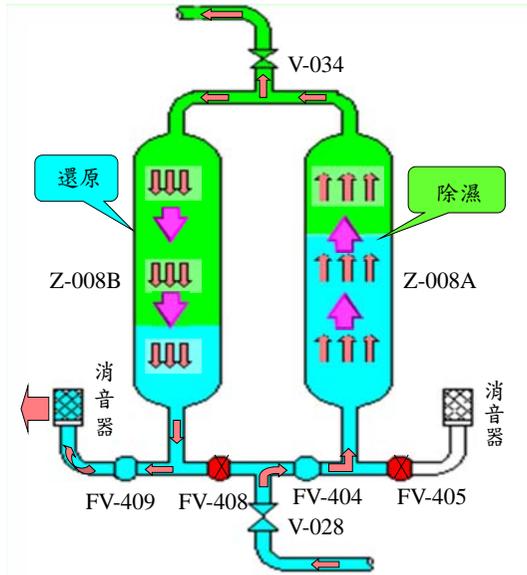
KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介



116

KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介

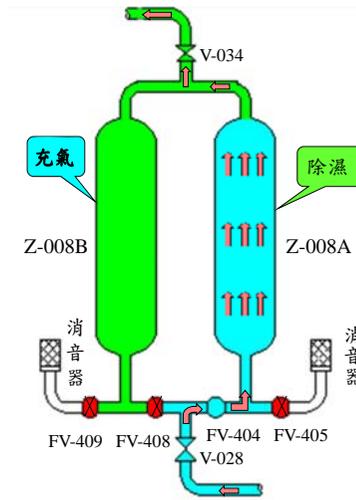
乾燥劑還原時間：4分15秒



空氣除濕時間：5分鐘

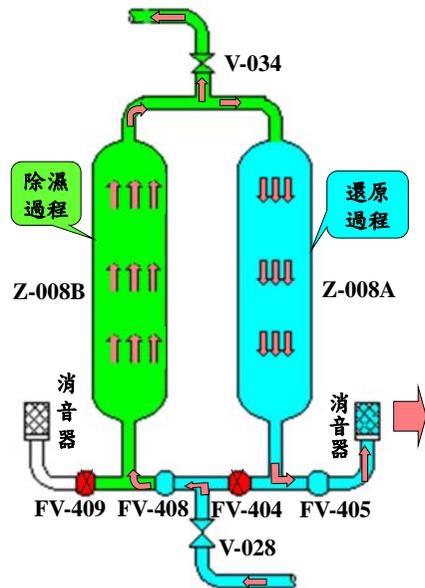
KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介

充氣時間：45秒鐘



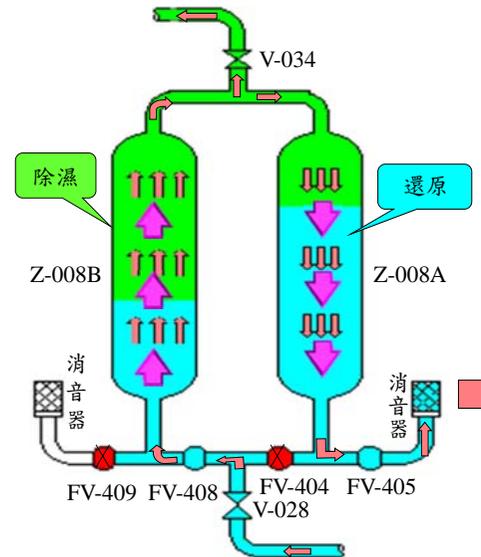
註：
Z008B充氣至與Z008A壓力相同，再進行除濕工作，以減輕系統之暫態變化。

KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介



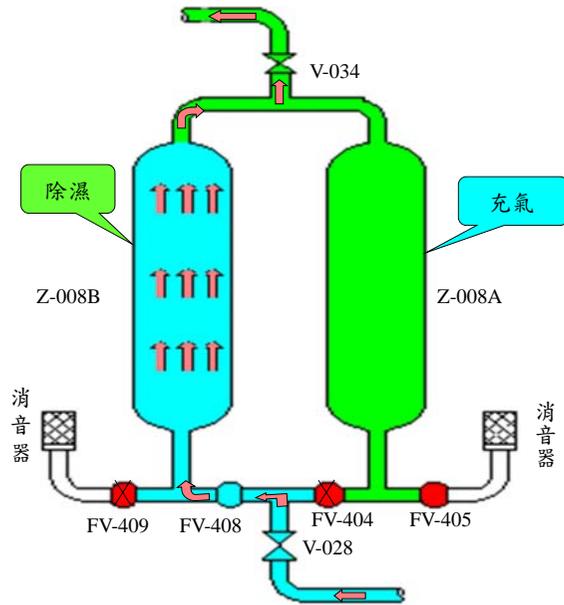
KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介

空氣除濕時間：5分鐘



乾燥劑還原時間：4分15秒

KA系統儀用空氣乾燥器運作流程簡介

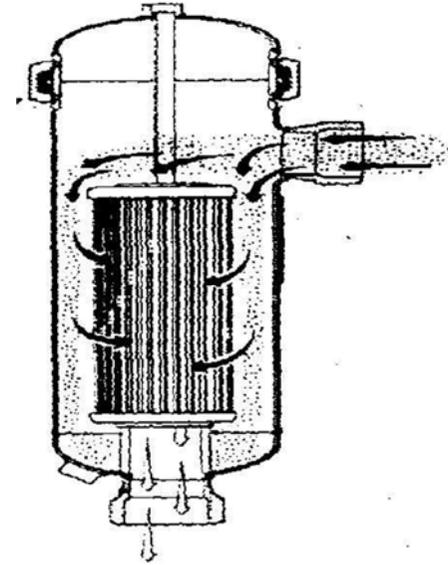


充氣時間：
45 秒鐘



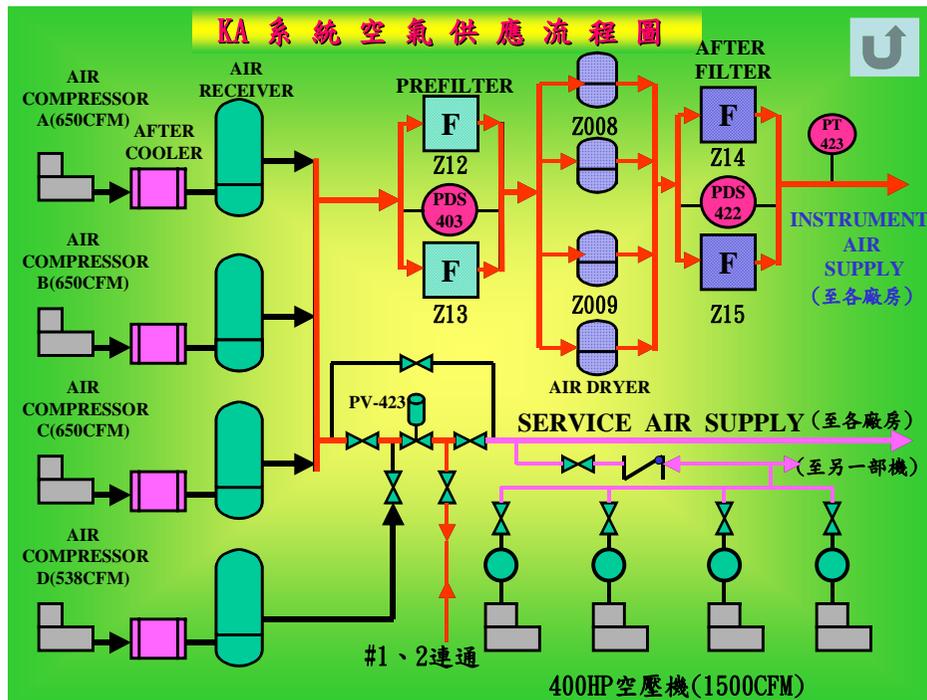
121

後置過濾器

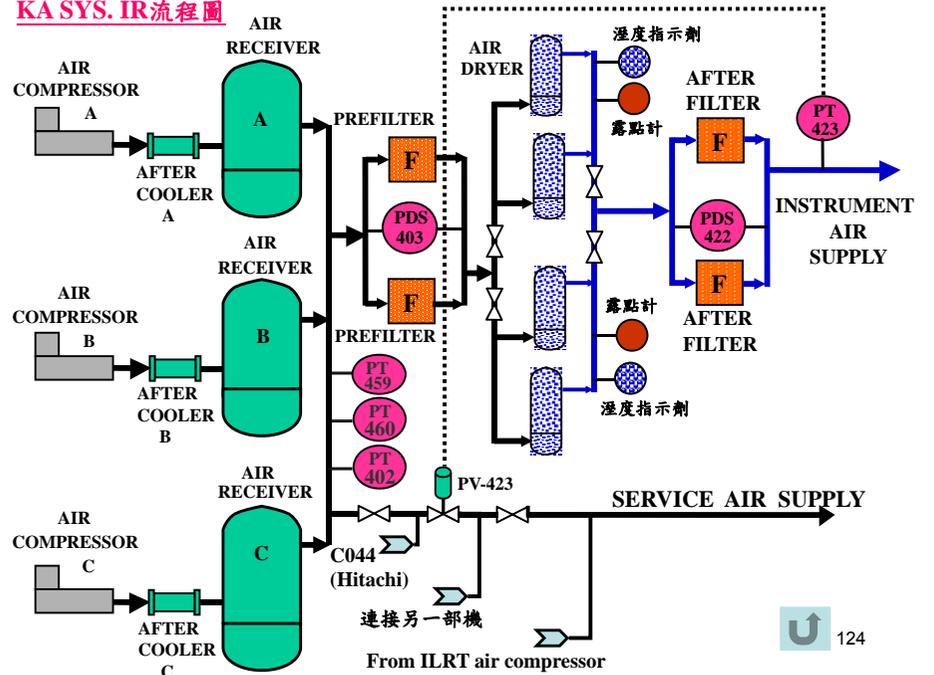


122

KA系統空氣供應流程圖

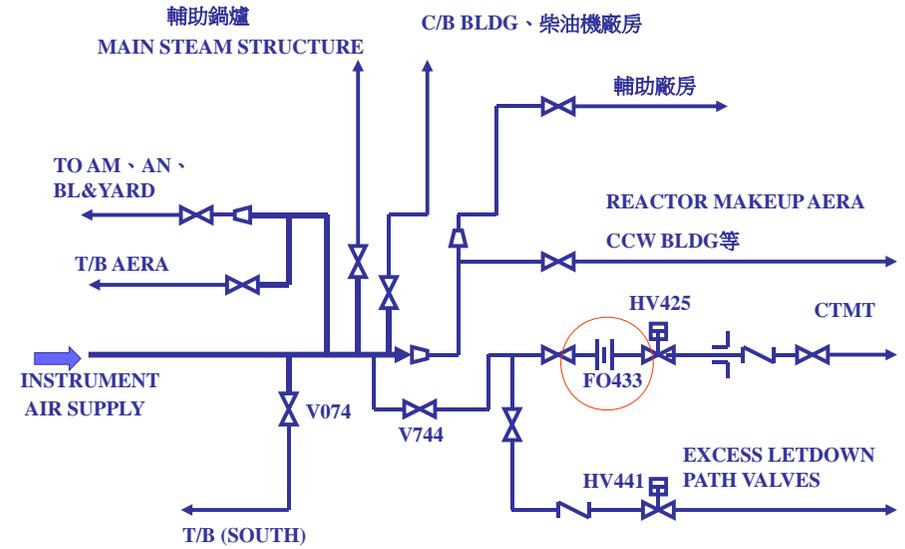
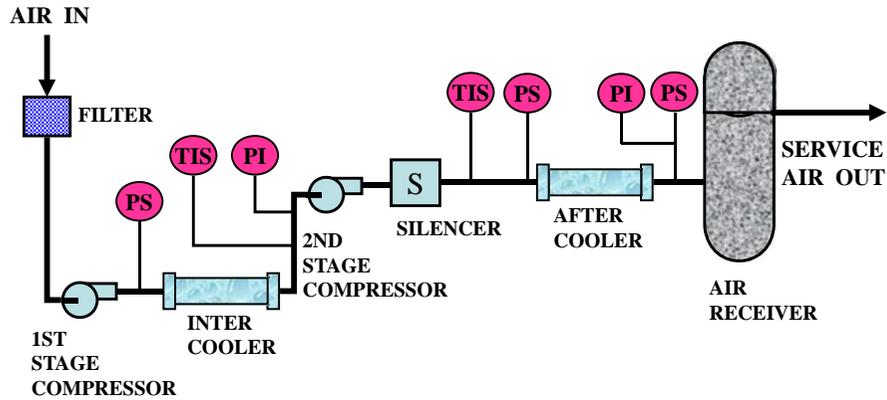


KA SYS. IR 流程圖



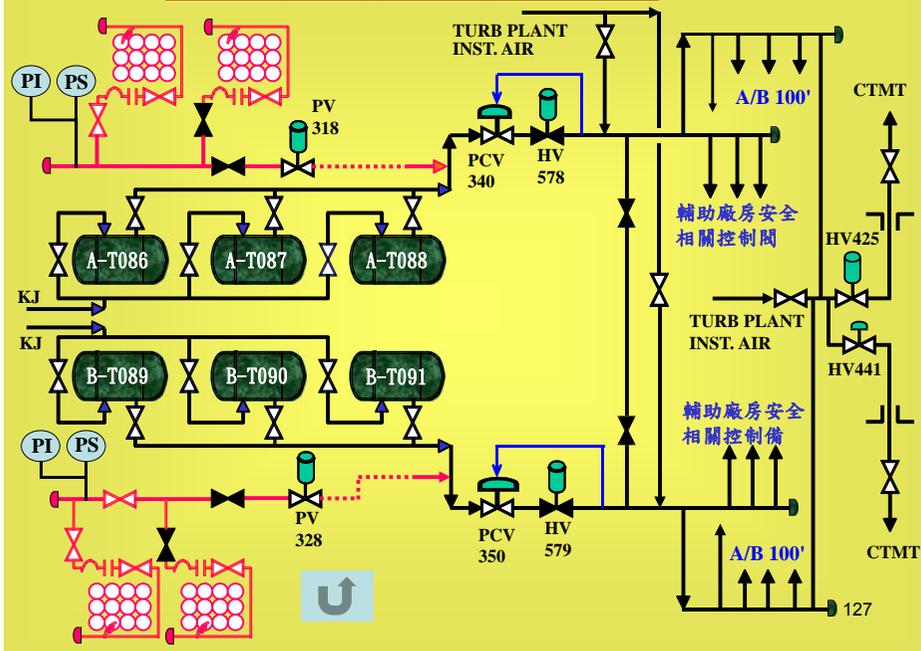
124

KA-C044 AIR COMPRESSOR



儀用空氣供應流程圖

安全相關設備儀用空氣來源及流程圖



四台空壓機順序控制之設定點

		D	A	B	C
半載轉	TRIP	註	120	114	108
	RESET	註	115	109	103
全載轉	TRIP	125	117	111	105
	RESET	120	112	106	100

註：D台(KA-C044)因只有一個設定點，只能全載輸出，做為基載運用。

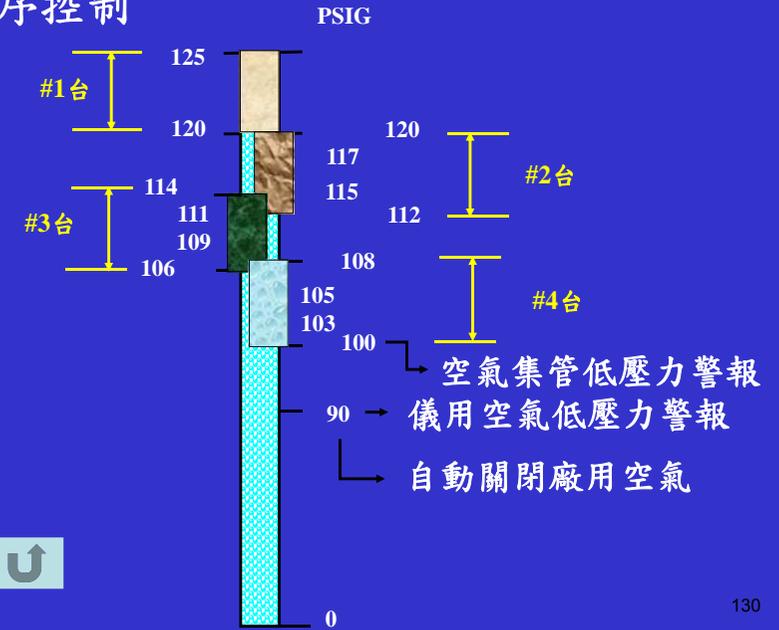
四台空壓機順序控制之設定點

		A	B	C	D	
半運轉	載轉	TRIP	125	120	114	註
	RESET		122	115	109	註
全運轉	載轉	TRIP	125	117	111	註
	RESET		120	112	106	註

註：選擇開關置於4時，D台即被旁通，不會起動，由A, B, C台順序起動運轉。

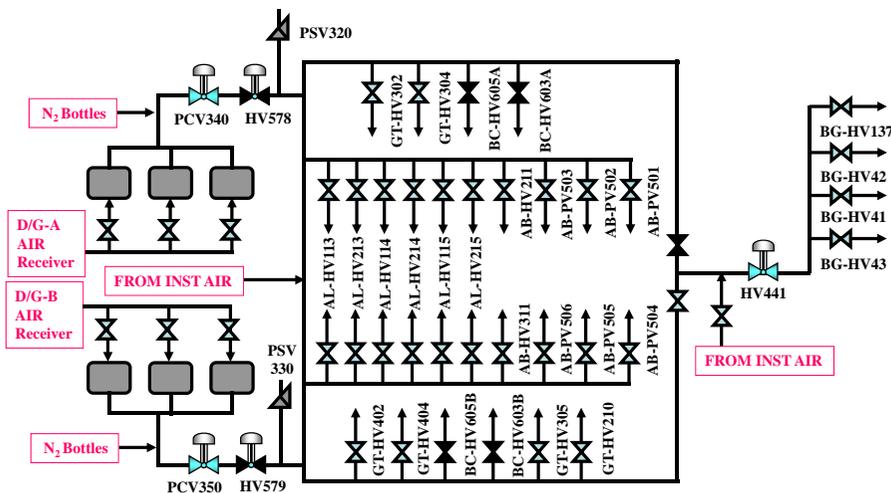
129

順序控制



130

使用安全相關儀用空氣控制閥



131

自我評估

- 空壓機KA-C001, C002, C003自動跳脫信號？
- 空壓機KA-C001, C002, C003之冷卻水來源？
- 空壓機KA-C044之冷卻水來源？
- 空壓機KA-C001, C002, C003之空氣乾燥器使用何種乾燥劑？
- 空壓機順序選在D-A-B-C自動控制，某天，空氣壓縮系統因破管，壓力持續滑落到75 psig後，方才修復，使壓力逐漸回復正常，其間，空氣壓縮系統之運轉情況如何？

132

自我評估

- 機組大修停機期間，儀用空氣和廠用空氣之來源為何？
- 發生圍阻體A階段隔離信號時，KA系統有那些閥會自動隔離？
- 安全有關儀用空氣有那幾種來源？
- 使用安全有關儀用空氣之氣動閥有那些？
- 廠用氮氣系統供給那些設備使用？