

壓縮空氣系統及廠用氣體

壹、壓縮空氣系統(KA)

貳、廠用氣體(KH)

壹、壓縮空氣系統(KA)

A. 系統功能：

壓縮空氣系統具有下列各項功能：

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

B. 設計準則：

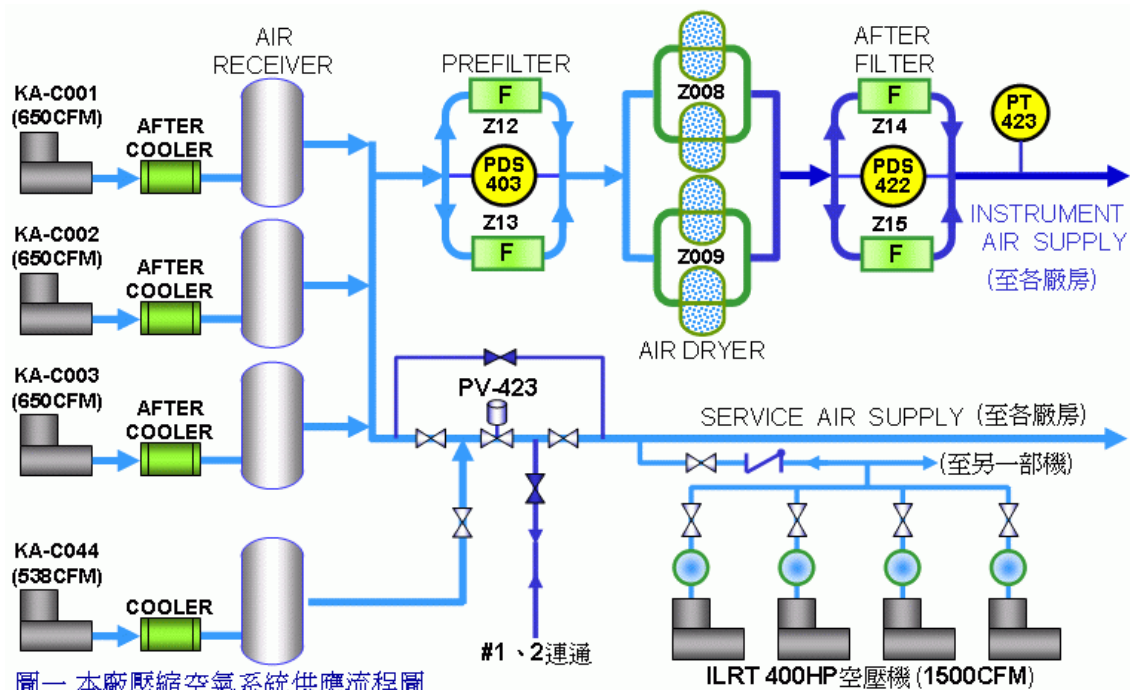
I. 安全設計準則：

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。
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150psig.
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。
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90~125psig.
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。

II. 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：
 - a. 最大儀用空氣量之需求。
 - b. 空氣乾燥器清淨用之空氣量。
 - c. 因磨損洩漏之空氣量。
 - d. 供廠用空氣使用量。
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150psig.
5. 非安全有關之空壓系統在後置過濾器出口處，提供90~125psig、露點為 -40°F之儀用空氣。
6. 前置過濾器過濾5micron微粒之效率為99.5%
7. 後置過濾器過濾0.9micron微粒之效率為99.0%
8. 如果儀用空氣集管壓力降至90psig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。
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, NG-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。

C. 系統介紹：



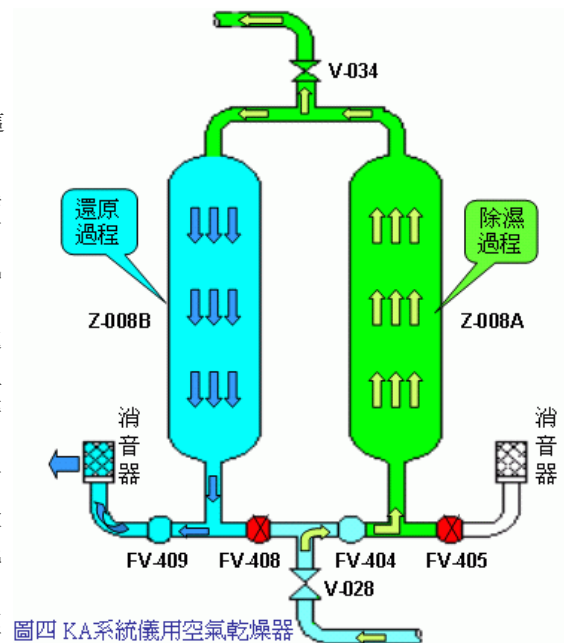
圖一 本廠壓縮空氣系統供應流程圖

壓縮空氣系統分為二部份

- 0. 非安全有關之廠用及儀用空氣系統。
- I. 安全有關之儀用空氣系統。
- II. 非安全有關之廠用及儀用空氣系統

1. 系統

- a. 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74'。
- b. 四個空氣儲存槽（壓力約為8.5kg/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。
- c. 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。儀用空氣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。
- d. 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。前過濾器兩串是並聯設計，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。



圖四 KA系統儀用空氣乾燥器

- e. 乾燥器也有二組，併聯使用，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）。
- f. 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。
- g. 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。
- h. 四台空壓機有一共用之運轉時序控制器，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。
- i. 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。
- j. 在儀用空氣集管設有一壓力傳送器PT-423，當集管壓力降到90psig 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。
- k. 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。

1. 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。
- m. 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。

2. 組件：

0. 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125psig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5micro以上之微粒。
 - a. 三台後冷卻器 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165psig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。
 - b. 三只空氣儲氣槽，每一只容量為160ft³，正常運轉壓力在110~125psig，此槽為直立圓柱型，附有人孔、進氣、排氣、洩水及儀器接頭等。
 - c. 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。
 - d. 二只前置過濾器 均為可處理元件型，對於直徑大於5micron之微粒，有99.5%的過濾能力，每一只過濾器在120psig 壓力下，每分鐘可通過560立方呎之空氣。
 - e. 兩組雙筒式空氣乾燥器為再生式，使用活性鋁為乾燥劑，每一組乾燥器在125psig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。
 - f. 二只後置過濾器均為可處理筒型，對於直徑大於0.9micron之微粒有99%的過濾能力，每一只過濾器在120psig壓力下，每分鐘可通過540立方呎之空氣。
 - g. 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。
 - h. 所有儀用空氣管路及管閥除了空氣乾燥器外，均為銅製造。

III. 安全有關之儀用空氣系統

0. 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。

0. 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。
 - a. 由柴油發電機空氣儲存槽分別供應到安全相關250psig儀用空氣儲存槽，當儀用空氣失去時，可提供20小時供氣能力。
 - b. 每一組氮氣集管均有壓力指示控制室亦有警報以偵測氮氣在可用狀態。
 - c. 壓力調整器及釋壓閥用來維持儀用空氣集管之壓力於125psig。
 - d. 氮氣純度如左：氮(最少) 99.9% 氧(最大) 0.1% (1000 ppm) 水分 0.0011%。
 - e. 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。
 - f. 每一集管在控制室均有壓力指示及警報以監視集管壓力。
 - g. 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。
 - h. 二串安全有關的儀用空氣管路可經隔離閥 V132, V153連通。
 - i. 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。
 - j. 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，其二為與安全無關。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。
 - k. 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V-115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。

1. 組件：

0. 每一氬氣瓶之容量為211.9立方呎，壓力為1850psig. 每瓶均設有斷閘，同時有一可釋壓盤，以防止壓力超過3360psig，氬氣瓶屬於非安全有關設備。
- a. 安全有關之儀用空氣管路及管閘均為不銹鋼製。
- b. 氬氣瓶集管，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。

D. 系統運轉：

- 正常運轉
平時運轉以 KA-C044為基載，KA-C001~C003為輔助，其運轉模式有 (1)DABC (2)DBCA (3)DCAB (4)ABC 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。

2. 起動空壓機

0. 先量空壓機馬達之絕緣。
1. 起動空壓機前，水套冷卻器，中央段冷卻器及後段冷卻器之殼側需有 TBCCW 冷卻水通過。
2. 將各空壓機置於手動運轉模式，同時將過濾器進口隔離閘 (V-016,V-017) 手動關閉。
3. 選擇一台空壓機，確認現場控制盤面之選擇開關置於“手動 (HAND)”位置，而後壓下起動按鈕，起動該台空壓機，將空氣注滿三個空氣儲存槽及出口集管，此時控制盤 JP-004A 之紅燈亮，盤面 TP-22 運轉，綠燈亮。
4. 最後將空壓機及乾燥器置於自動運轉模式。
5. 將前過濾器進口隔離閘V016,V017手動慢慢開啟，此時壓縮空氣允許充入儀用空氣集管。
6. 將廠用空氣隔離閘打開，此時廠用空氣處於可用狀態。
7. 當儲存槽之壓力低於外界需求時，可再起動一台或二台空壓機，以維持槽內壓力。
8. 正常狀況下，只要一台空壓機運轉即足夠供給所需。當空氣需求量超過正常預期負載時，第二台空壓機起動可以提供預期之最大空氣需求量。
9. 位於現場控制盤面之自動/手動選擇開關允許選擇自動或手動運轉。次序選擇開關有四個選擇(第一段為D-A-B-C，第二段為D-B-C-A，第三及第四段均為D-C-A-B)，只要將開關旋轉至其它位置，即改變了空壓機運轉順序，亦即“換台”運轉。此控制選擇之改變，是由氣動電驛之輸出改變控制每空壓機起動-停止之開關而完成。
10. 正常狀況下，兩組乾燥器四個乾燥室只使用其中一組的兩個，打開進出口閘，並將其電路失能。
11. 運轉時，現場盤面會亮起“RUN”綠色燈。

3. 停止空壓機運轉

0. 正運轉中之空壓機可依需要停用。
1. 將該台欲停用之空壓機其選擇開關“自動/手動”旋轉至“手動”位置。
2. 壓下該台空壓機之“停止”按鈕。
3. 在電源供給斷路器盤面亮起綠燈。
4. 現場盤面“RUN”綠色燈熄滅。
5. 在主控制室盤面：JP-004A “ON”紅燈熄滅，“OFF”綠燈亮。
6. 現場盤面“低油壓 (LOW OIL PRESSURE)”紅燈亮。

4. 正常運轉：

正常運轉時，本系統完全在自動模式，每一台空壓機加載，卸載之設定值如附表。每一台空壓機在無載狀態時，是使其進口閘保持在開啟位置，而將內部空氣經進口濾網排到大氣，以達無載狀態。如在無載狀態下運轉30分鐘後，空壓機將自動停止。

貳、廠用氣體(KH)

- 氬氣儲藏補給系統
- 氬氣儲存與供應系統
- 二氧化碳儲存與供給系統

A. 氬氣儲藏補給系統：

I. 一般說明：

1. 廠用氬氣系統供給氬氣到化學容積控制槽(VCT)，以沖放移除槽內氧氣。且作為主發電機內氬氣初始填充加壓，及發電機正常運轉期間氬氣漏失的補充。
2. 氬氣系統共同擔負兩部機組使用量。
3. 氬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。
4. 位於氬氣瓶集中場共兩串72瓶氬氣儲存瓶，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，更進一步，將每組區分許多小群，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與否。
- 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183.5ft³ 標準容量和1850psig壓力。
- 每部機組輻射化學實驗室配一瓶(183.5ft³ , 1850psig)廠用氫氣瓶，供化學課執行化工作業。

II. 系統運轉

- 當使用組壓力低於3.0kg/cm² (42.6psig)時，打開V-046閥，改由備用組供給氫氣，並確證低壓力警報已消失。
- 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65m³/hr (38.5ft³/min)動作FV-34和FV-35 ,隔離氫氣流經隔離閥。
- PSV-27和PSV-22壓力釋放閥裝於各組，設定點 143.3kg/cm²±1.4kg/cm²泄。

B. 氫氣儲存與供應系統：

I. 一般說明

- 本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，也作為設備在儲存時，排氣與氫封之用。
- 氫氣是儲存在廠房外的共用設備
- 氫氣供給到下列的系統與元件：

氫氣供給的元件	目的
a. 主蒸汽管及蒸汽產生器的二次側	氫封
b. 飼水加熱器殼側	氫封
c. 調壓槽釋放槽(PRT)	氫封
d. 容積控制槽(VCT)	除氣(Degasing)與氫封
e. CVCS混合床，陽離子床和硼熱再生離子交換器。	樹脂混合和沖洗 (Scrubbing)
f. 安全注水蓄壓器	加壓
g. 噴灑添加槽	氫封
h. TBCCW緩衝槽	加壓
i. CCW 緩衝槽	加壓
j. 輔助鍋爐	氫封
k. 中央寒水加壓槽	加壓
l. 緊要寒水加壓槽	加壓
m. 廢料廠房流體化集管	樹脂流體化(fluidizing header)
n. 氣體廢料系統(GRS)	系統除氣(purge)
o. 反應爐冷卻水洩水槽(RCDT)	氫封
p. 設備洩水槽(EDT)	氫封
q. 汽機化學實驗室	作氣體
r. 放射性取樣系統	事故後取樣系統除氣
s. GRS集管洩水槽	氫封
t. 通道控制廠房寒水加壓槽	加壓
u. 液體廢料系統蒸發器	除氣與氫封
v. 到主蒸汽隔離閥(MSIV)及飼水 隔離閥(FWIV)充氣室	氫氣充填

- 氫氣系統是由各擁有多高壓130kg/cm² 氣瓶供給到 100psig 集管的兩組所組成，用作安全注水蓄壓器的系統，由於其需要較高壓力的要求，所以另外分開。
- 在這系統裏，氣瓶是接連到集管上，氣瓶中的每一半連接到一個別的集管，以保證氫氣供給可連續不斷，正常情況下，一組在使用中，而另一組在備用中。
- 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。
- 每部機輔助廠房東北角各置放 21 瓶氫氣瓶供給MSIV及FWIV 氫氣充填用。
- 廢料廠房外面南側放置 21 瓶氫氣瓶供給HA系統專用。

C. 二氧化碳儲存與供給系統：

一般說明：

- 依維修之需要，本系統提供二氧化碳去清除發電機的冷卻氫氣，或者是在氫氣灌氣與排氣操作之前用以清除空氣。
- 本系統由二串高壓60kg/cm²鋼瓶組成，這些鋼瓶儲放在靠近各發電機旁近。
- 這系統鋼瓶全連管在一起，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CO 供應，正常狀況下，一串在

使用中，而另一串是在備用狀態。

4. 每一部機組有168個CO₂鋼瓶，每一瓶含有850psig的50磅 CO₂。
5. 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。