

水封式真空泵浦

國立台北科技大學 能源與冷凍空調系所 鄭鴻斌 副教授

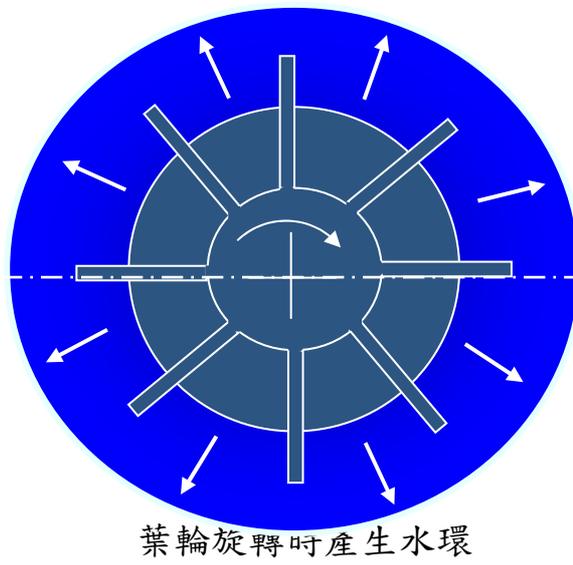
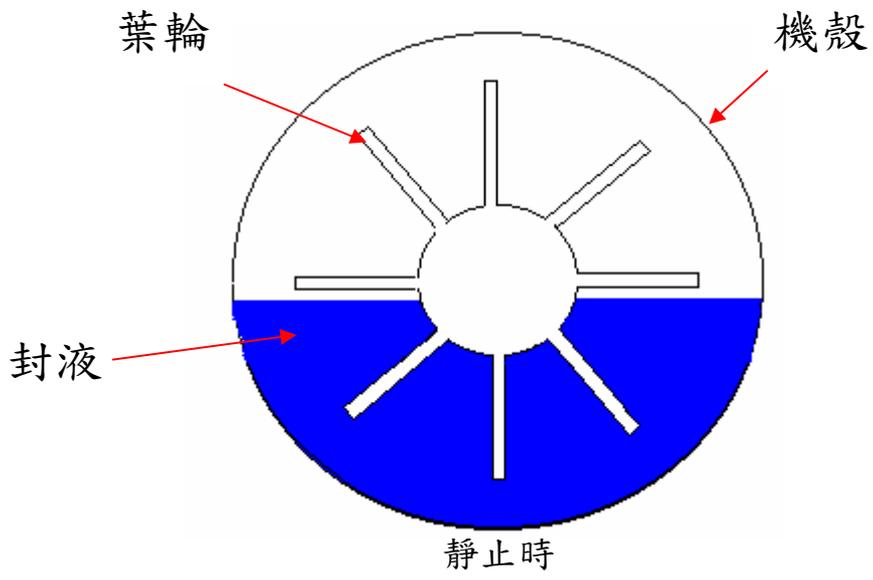
真空及超低溫技術應用研究室，電話：02-27712171 轉 3519，傳真：
02-27711686，行動電話：0937422889，電子郵件：hpcheng@ntut.edu.tw

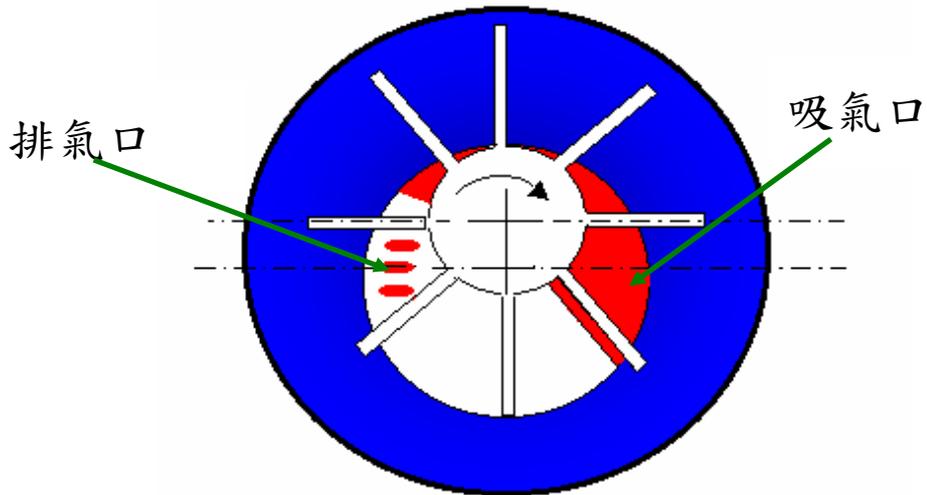
本講義僅供上課使用，並不作其他用途，請勿翻印複製。



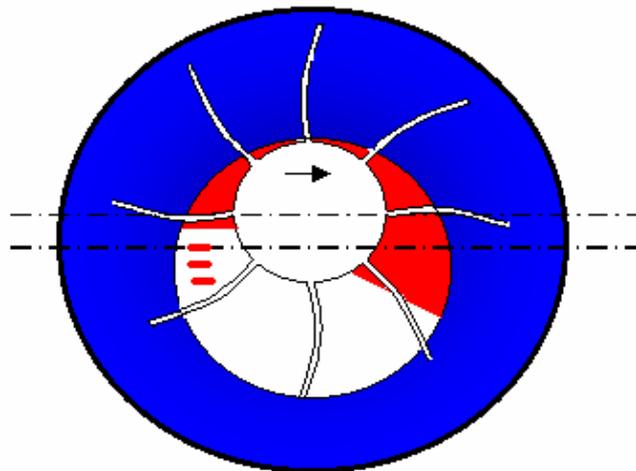
運轉原理及內部設計

水封式真空泵浦屬於液封型，其用途為將吸氣側端的容器抽真空至一大氣壓以下。幫浦內部的葉輪以偏心的方式置於機殼內，藉由葉輪在機殼內的旋轉所產生的離心力而使液體在機殼內形成環狀的水封，同時由於葉輪設計成偏心，因此水封會在葉輪的氣室內造成如活塞般的前後運動從而達到吸氣及排氣。在吸氣側，由於葉輪氣室會逐漸增大，因此形成吸氣效果，而在排氣側，由於氣室逐漸變小，所以氣室內的氣體將會被壓縮而由排氣口排出，如下圖所示。操作原理如下圖所示：





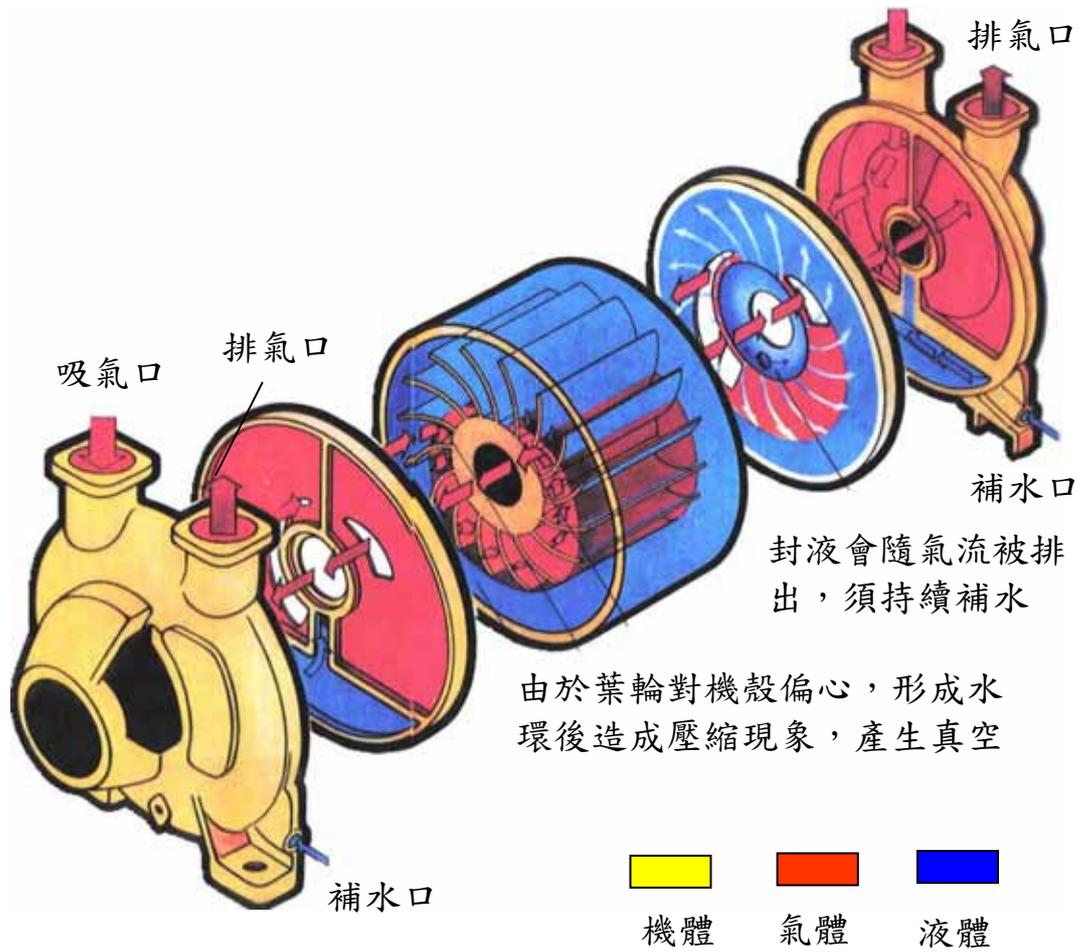
葉輪偏心形



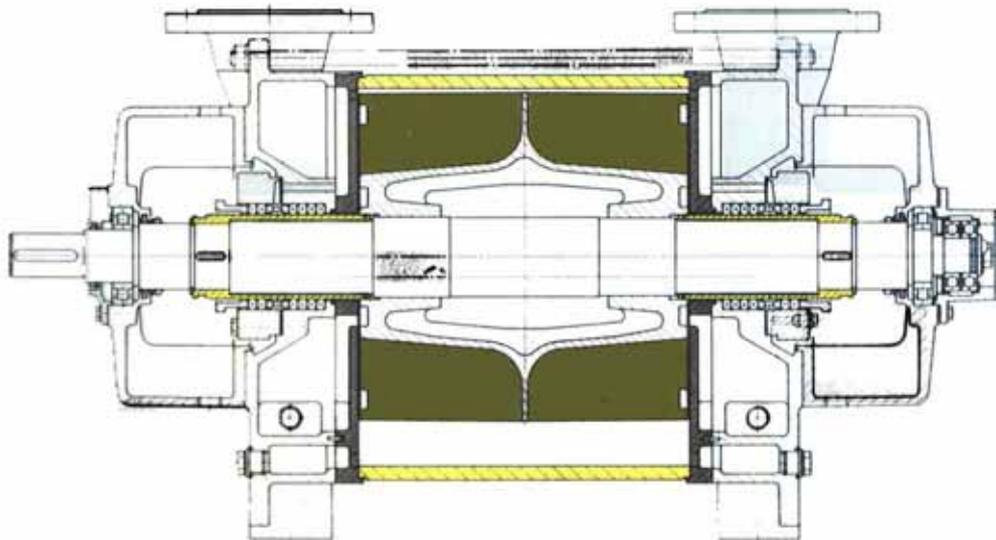
實際設計

標準型水封式真空泵浦適用於各種不具危險性、腐蝕性、爆炸性及毒性的乾式或濕式氣體及液封液體。如有特殊應用，備有各種特殊規格，可處理任何特殊氣體。傳動軸之前後兩側裝有滾柱軸承以支持徑向推力，在真空泵浦的非傳動側另裝有二只施以預力的深溝滾珠軸

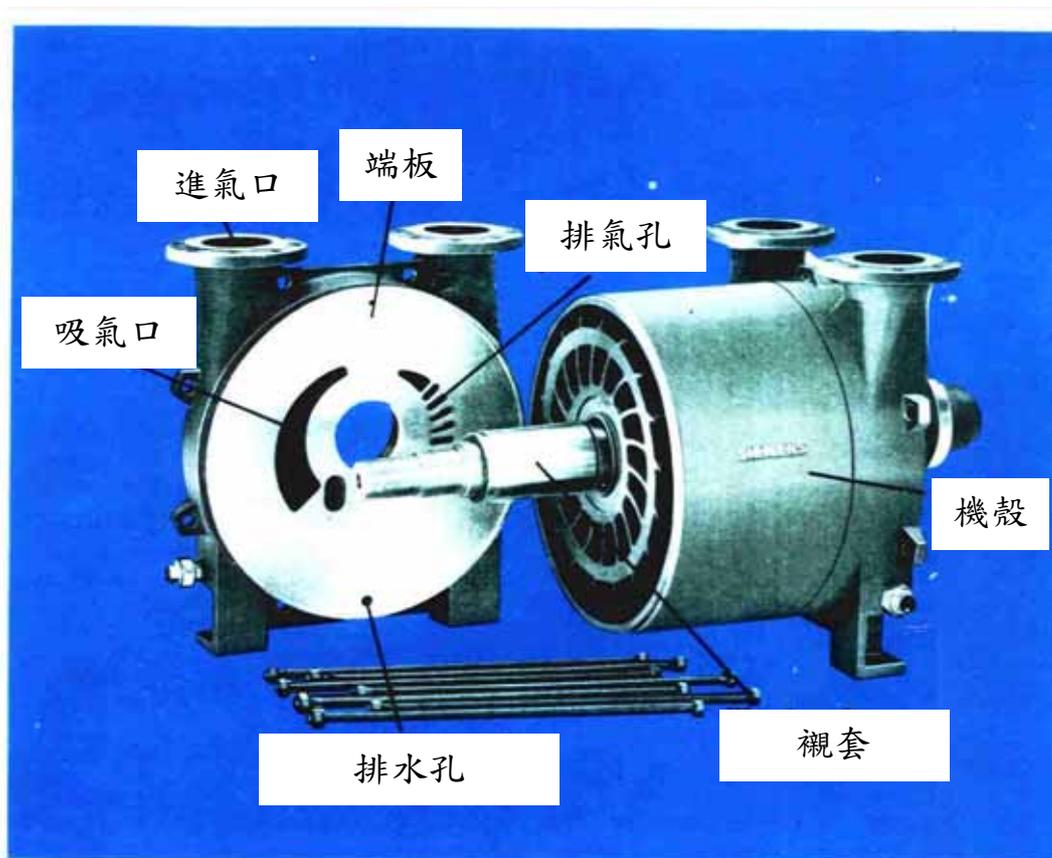
承以抵消軸向推力。



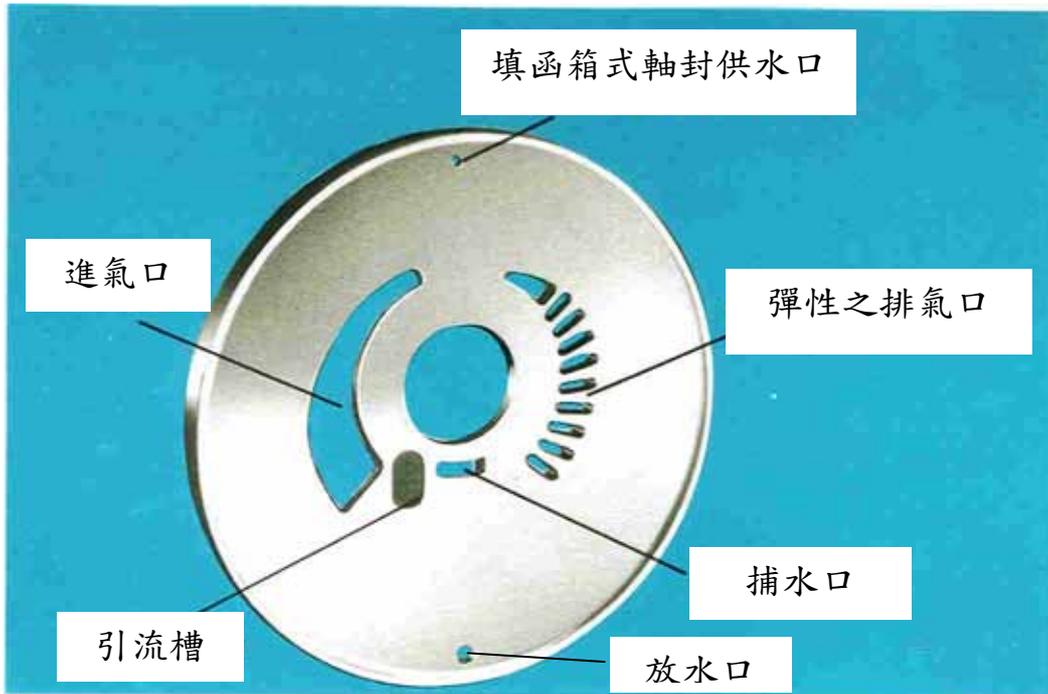
水封真空泵操作示意圖



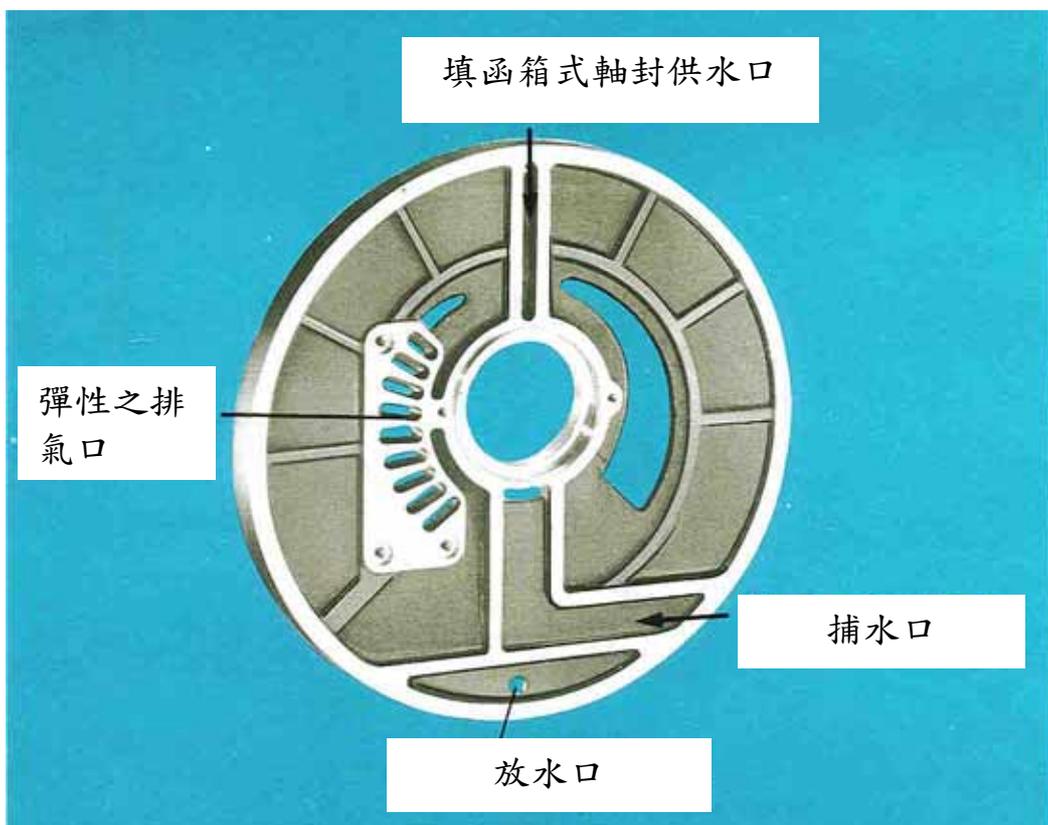
結構圖



解剖圖



端板之內側結構



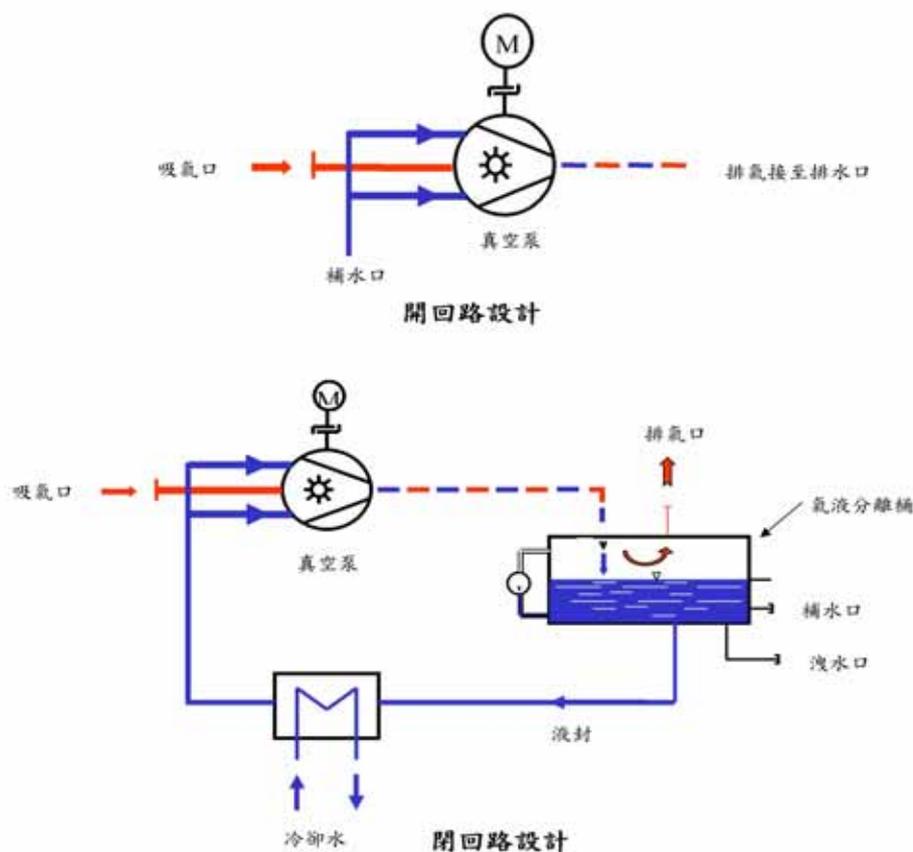
端板之外側結構

液封液體

水或各種液體，只要性質適合，均可做為液封液體。由於液封液體會隨氣體於排氣側排出，因此必須在運轉中做連續式的補充。液封液體除了形成水環做液封外，同時也必需帶走壓縮室內因壓縮所產生的熱量，做為葉輪與閥板間の間隙防漏液，以及冷卻軸封，因此液封液體必須維持在一定溫度以下，建議 20 以下。液封液體必須儘可能清潔以防造成壓縮室內之磨損，如有需要，請在管路上加裝過濾器。

管路配置

管路配置隨不同之需求、條件而決定。大體上分為開回路及閉回路設計兩種。如下圖所示：



止回閥

止回閥的壓損越小越好，其功能在防止氣體逆流至吸氣管路及真空系統中。為確保機器穩定運轉，請勿在真空泵浦至分離器之間裝設任何隔離閥或止回閥。

液封水補給管路

液封水需能隨時連續補充使真空泵浦正常運轉，且液封水溫度不可太高，建議 20 以下。如有需要可在管路上裝設流量計及壓力錶以監測液封水之流量及壓力。如果真空泵浦為全自動控制，可在管路上安裝與真空泵浦同步動作的電磁閥，限流閥可用以調節液封液流量。

液封液體排洩閥

液封液體排洩閥及其管路除可排洩真空泵浦底部積存之雜物外，亦可在啟動前洩除真空泵浦內過多之水分。洩水管路之出水口需目視可及或裝流量視窗以確認是否有液封液流出。

氣水分離桶

由真空泵出口所排放出來的空氣及水分在水分離桶內分離之後，空氣排放入大氣，而沈澱下來的水則保存在氣水分離桶。分離桶上裝有液位開關，當水位在高水位時，補水電磁閥關閉，停止補水。當水位在低水位時，補水電磁閥開啟，將外部所供應的清水注入分離筒內。如因電磁閥故障或外部失水而使分離桶內的水位低至低/低水位時，液位開關將會使機組發出警告。分離筒側之溢流閥為常開，可洩除分離桶內多餘的循環液封水。由於真空系統中常會吸入各種雜物及化學品等，因此請每天定期洩除一次以上的循環水以便補充清水。洩除量及次數請視分離桶內循環水之清淨度而定。

增加液封液流量

在正常運轉狀態下，真空泵浦利用內部分流的方式以達到標準流量。如果我們在操作上需要增加液封液的流量，則可使用專用的塞頭將內部流道封閉而達到雙倍液封液流量的功能。

填函箱迫緊

填函箱迫緊使用液體冷卻及密封。填函箱迫緊鬆緊度調整適當的情況下，液體會有一部分流入壓縮室內，同時亦會有一部分液體沿傳動軸流出真空泵浦外面而在填函箱處形成滴水現象。填函箱迫緊之材質如使用棉花，則其耐酸鹼度約介於 PH 6 到 8 之間。在軸承座下方有一接頭可連接管路排除由填函箱所洩出之液體。填函箱迫緊使用的液體可依需求由外部供給或壓縮室內的液封液供應。由外部供應液體時，多餘的液體除滲出填函箱外，亦有部分會流入壓縮室，因此外部供應的液體需與壓縮室內的液封液具有同質性。欲更換或增加填函箱迫緊時，只有打開填函箱外蓋即可。

空蝕防止

吸氣壓力太低而致接近液封液的蒸發壓力時，將會產生空蝕甚至損壞閥片、閥板及葉輪等。欲避免空蝕現象，可加裝防空蝕配備。空蝕現象發生時，真空泵浦內會產生敲擊及振動式的連續噪音。防空蝕裝置是由一附有牙口的徑向流道所構成，詳細構造則依真空泵浦型號而不同。防空蝕接頭在機器運轉或停止時，均可能會漏出少量液體及氣體，如果氣體或液體具危險性，則必需將其連接至密閉回收系統。

安裝上之安全注意事項

傳動方式：真空泵浦依其各種轉速不同而可選擇直結傳動、皮帶傳

動、齒輪傳動或經由變頻器驅動。

固定方式：真空泵浦只可水平安裝。

軸向軸承負荷：真空泵浦由撓性連軸器所產生的軸向負荷由非傳動端的深溝滾珠軸承所吸收。

徑向軸承負荷：使用皮帶傳動時，皮帶輪請儘可能靠近軸承處以減少皮帶拉力對軸承所產生的徑向應力。

傳動機構：傳動的皮帶輪、連軸器等均需做平衡校正並在安裝時予以適當的對心及校正。對心不良將會損壞軸承甚至使機器損毀。

葉輪卡住：如果葉輪因內部生鏽而有卡住的現象，請依如下步驟處理

- 拆開非傳動側深溝滾珠軸承座之外蓋。
- 使用鉛槌前後輕敲傳動軸並同時以手動方式設法讓傳動軸旋轉。
- 傳動軸可旋轉自如之後，再將拆下的零件組裝回去。

底座：安裝真空泵浦時請確保底座之水平並加以固定，連軸器之對心必須特別注意，以免導致機器損壞。真空泵浦如果存放在乾燥而清潔的環境下，軸承可以維持四年不必更換潤滑油，如果是存放在一般的庫房內，則必須二年更換一次潤滑油。

運轉噪音

真空泵浦的運轉噪音一般介於 70 到 80dB(A)之間，如果負荷很高，噪音值可能會加大。安裝的方式及運轉狀態均會對噪音有很大的影響。(例如底座基礎為剛性或加防震墊、直結傳動或其他傳動方式、安裝地點、管路及壓縮比和轉速等。)機器的正常噪音值如果高於容許值，則需加裝消音器或隔音罩等。

配管

真空泵浦所使用的氣體或液體如果有危險性或是其運轉溫度會超過 60 的情況下時，所有的洩放閥及洩水閥等開放部分均需接至密閉系統中。管路需儘可能縮短並配合流量及機器尺寸選擇適合的管徑，管路如果太長，則必須把管徑加大。如有需要，請加裝防震軟管或管架，以免管路應力傳至機器上。基礎如使用防震墊，則機器之相關連結配管均需使用撓性軟管。如果管路中有可能挾帶雜質或異物，則需在適當位置安裝過濾器。

試車前檢查

安裝配管完成後，所有管路，尤其是吸氣側管路均需確實清除乾淨，以免雜物、鐵屑或焊渣等異物掉入真空泵浦內。試車前所需檢查事項如下：

- 軸承是否潤滑良好。
- 機組(馬達及真空泵浦)安裝平整並且正確對心。
- 所有螺絲及接頭均已鎖緊。
- 葉輪可自由旋轉。
- 轉動元件均予適當防護(如連軸器蓋)。
- 馬達結線、轉向及機組轉速是否正確。

注意：測試真空泵浦轉向時，壓縮室內需有足夠的液體，以提供水環及軸封之用。

- 所有管路均依施工規範施工並經試壓及試漏，管路內不可有應力存在。
- 所有熱交換器均有冷卻水，如有增壓泵浦需運轉正常。
- 氣水分離桶安裝高度適當且有適當支架。

警告：以上所述為基本檢查事項，請配合現場實際安裝情況，確實檢

查所有相關配備在機械及電氣方面的規格。

試車

真空泵浦機組交貨時，如無特殊需求均不附接頭及閥類等。

試車前準備事項

本節所述是針對真空泵浦安裝完成後第一次試車所需注意的事項。機器在長時間停機或是保養組裝完成後之試車亦適用於本章節。

- 週邊配件檢查真空泵浦吸排氣管路、液封液管路其相關氣液體管路閥件均正確連結。所有閥件均在關閉狀態、排氣管路不得有閘閥或止回閥等閥類。
- 打開壓縮室給水閥約十秒鐘。
- 調整軸封冷卻液之流量（真空泵浦測試運轉時才能調整）
 - # 如軸封冷卻液是內部供給式，液封液會自動補充給填函箱，迫緊調整螺絲不可太緊，建議先放鬆再慢慢調緊，以控制填函箱滲水量。
 - # 軸封冷卻液如為外部供給式，則先將打開以溼潤填函箱迫緊，軸封冷卻液的供給壓力約需大於排氣壓力 0.1 至 0.3bar。
- 使用機械軸封時，請打開一下子滋潤軸封。

啟動

啟動前請再次確認機器起動不會對廠內各系統設備造成故障或傷害，請與相關人員確認無誤。

建議啟動程序如下：

- 打開吸氣管路之閘閥。
- 啟動馬達並即刻打開液封補水閥。
- 調緊填函箱迫緊之滲水量，填函箱迫緊一定要有水滲出，

否則會將迫燒毀，請參考 4.4 節之調整方式。

運轉一小段時間之後將機器停機

檢查是否有不正常現象，然後再將機器重新起動。

記錄運轉數據，如壓力、流量、溫度、電壓、電流等。

檢查軸承運轉溫度及振動值。

正常運轉之後，請每日至少兩次記錄運轉數據以確保機器正常運轉。

注意是否有空蝕現象發生。（此現象約在-700mmHg 會發生）

停機

請依以下程序停機：

- 關閉液封液停止閥（閉回路系統不需做此動作），停止馬達，關閉軸封冷卻水停止閥（軸封外部給水機型才需要），然後關閉吸氣入口閘閥。

安全建議事項

為確保安全，機器必須由指定人員操作。（見注意事項一文）

啟動、停止

機器運轉中所產生的各種異常狀況(電流、溫度、振動太高、噪音不正常、有異味)，均可能導致機組故障損壞，因此如有異常發生，請即刻通知保養人員。如機器有異常情形發生，請即停機。

長時間停機

真空泵浦運轉之後，如需停機超過二個星期已上，請將壓縮室內部水放乾並將其內部吹乾噴入防銹劑，如果真空泵浦內部無法弄乾，則至少每二週要將其旋轉數圈，以免葉輪與機殼銹住。長時間停機之

後，如欲再啟動真空泵浦，請依 3.4 及 3.5 節所述進行。

安全須知

進行保養工作之前，請先確認以下事項：

- 確認所進行的保養工作不會造成系統故障。
- 切斷馬達電源總開關。
- 管路內沒有任何壓力。
- 所處理的液體或氣體不會對人員造成傷害，如有需要請施以安全防護。

檢查

定期保養及檢查對機器的正常運轉是非常重要的。保養週期需依使用情況而定，如發現任何異常或故障情況，請即停機做檢查。

第一次檢查

如果真空泵浦使用皮帶傳動，運轉前先檢查皮帶張力。初次試車運轉五小時後，再檢查皮帶張力一次。正式運轉之後，則必需每隔固定時間作調整。真空泵浦運轉之後，建議運轉 150 小時做第一次檢查，檢查項目如下：

- 氣體及液體側是否有異物污染。
- 耗電量、溫度及壓力等性能是否改變。
- 是否發生不正常洩漏。
- 機組及軸承之運轉噪音及振動等是否改變。
- 基礎狀況是否良好。
- 閥件或過濾器中如有異物堆積，請定時清理。

注意：真空泵浦所需檢查的項目因機型及使用情況而不同，上述檢

查項目僅為基本事項，請因地制宜。

定期檢查

在良好的運轉條件下，壓縮室及過濾器並不需做特別清理，其保養週期即可與軸承加油或換油時間配合。除以上檢查項目外，下述項目亦建議做檢查：

- 葉輪的裝配位置在規定公差內。（需拆開機器）
- 所有固定螺絲均確實鎖緊(填函箱迫緊鎖緊螺絲除外)。

在做一般性檢查時並不需拆卸機器。

清潔

真空泵浦每隔固定時間請打開底部洩水閥或洩水塞頭，以短暫排放底部所積聚的雜質或異物等。如果壓縮室內有水垢積聚，請施以適當溶劑或水垢清除劑，然後再以清水清理。下次清理壓縮室或過濾器的時間，即可依第一次檢查時其積垢情況做判斷。

填函箱

填函箱迫緊之調整螺絲需調節至適當緊度，以使迫緊冷卻水恰能自軸端流出，每秒鐘約 2~3 滴的水滴出來。

更換填函箱迫緊

經過長時間使用之後，如果迫緊調整螺絲已鎖到底，則需更換或補充迫緊。軸封迫緊內所含浸的物質會因使用日久及 PH 值的問題而漸漸流失，而苧麻材質的軸封則比棉材質的使用時數較久一些。因此如有必要請定期更換軸封及軸套。更換軸封時，請依序拆卸外蓋並做適當標記以利組裝。內部迫緊殘餘物需完全清除乾淨後，才可再將

新的迫緊放入，迫緊缺口處請以相差 90°之位置配置。

機械軸封

請參閱機械軸封說明書。

軸承潤滑

軸承潤滑油建議使用 SHELL ALVANIA G3。在環境溫度不超過 40 的正常情況下，油脂壽命約可使用 20,000 小時，不論機器是否運轉，油脂均會因時效而劣化，因此至少每三年需更換一次。不同潤滑油脂請勿混用。

拆卸及組裝

軸承裡的潤滑油脂不可填充太多，因此軸承蓋不必充滿油脂，軸承本身則需以油脂將空間充滿。油封與傳動軸接觸面需有一些潤滑油脂以供潤滑。

-- 油封加裝在內側，則在軸上會有配合油封的凹槽。

單位換算：

$$1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mbar} = 0.02953" \text{ 水銀柱}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{h} = 4.4 \text{ US gpm} = 3.66 \text{ Imp.gpm}$$

$$1 \text{ dm}^3/\text{min} = 0.265 \text{ US gpm} = 0.22 \text{ Imp.gpm}$$

使用氣體

-- 型式：符合型錄所要求的氣體

-- 吸氣溫度 0 至 80 。

使用液體

- 型式：清水
- 溫度：正常 15 （使用範圍 0 至 65 ）
- 如使用增加液封液流量時，其流量為表值之兩倍。

軸封冷卻水

- 型式：清水
- 溫度：正常 15 （使用範圍 0 至 65 ）
- 壓力：高於排氣壓力 0.1 至 0.3 bar
- 流量：依填函

設備外觀圖：

