

# Space Plasma Operation Chamber (SPOC)



# SPOC 系統簡介

---



- **SPOC**
  - 主腔體、小腔體、儲氣與混合腔體
- **真空系統**
  - 真空管線、閘門、乾式幫浦、分子幫浦與控制器、冷凝幫浦、冷凝壓縮機、真空計、殘留氣體分析儀、氣體流量計
- **冷卻水系統**
  - 冷卻水壓縮機、冷卻水管路、冷卻水流量計
- **空壓系統**
  - 空壓機、空壓管路、氣壓計
- **雙軸移動系統**
  - 移動軌道、馬達、轉動feedthrough

# SPOC 系統簡介

---



- 電控系統

- 真空度監控、水流量監控、氣壓源監控、閘門控制、幫浦控制、氣體流量控制、移動系統控制

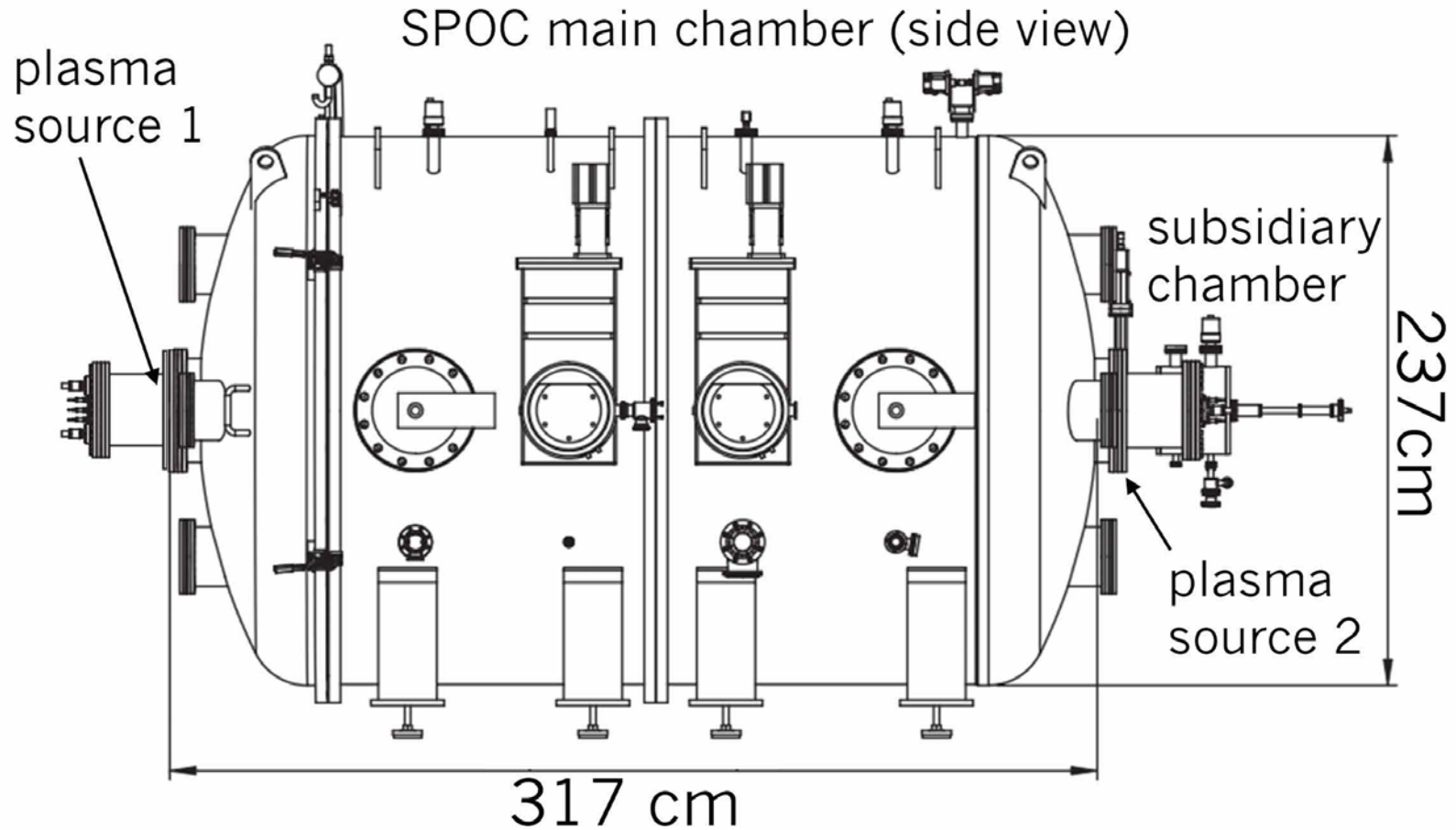
- 實驗相關

- 訊號與電源feedthrough、石英玻璃窗口、電源供應器、示波器、訊號產生器、資料擷取卡、腔體內加熱燈、極紫外光燈、旋轉平台

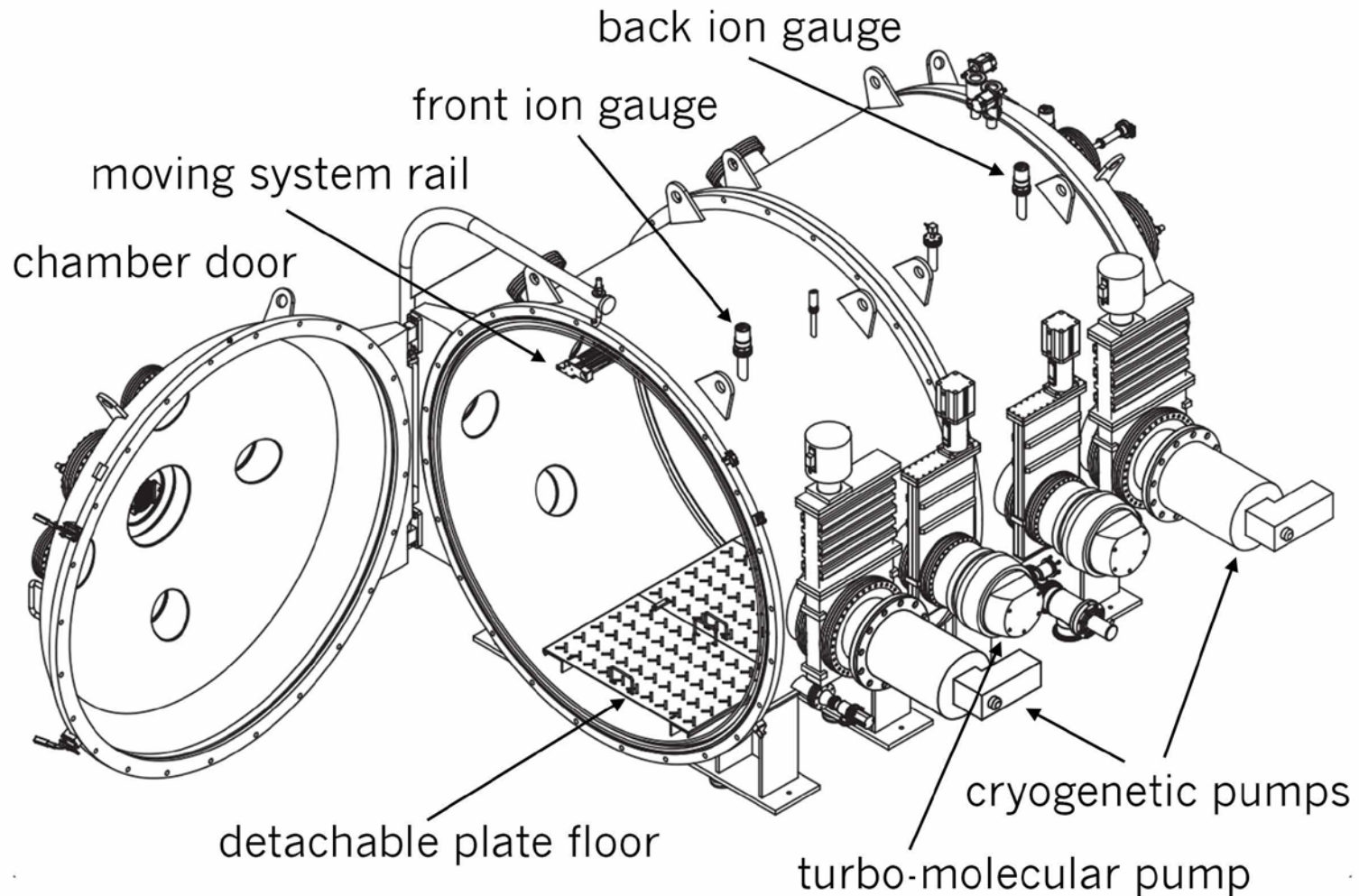
- 電漿產生系統

- 逆擴散電漿源、電源供應器、高壓、高電流feedthrough

# SPOC main chamber

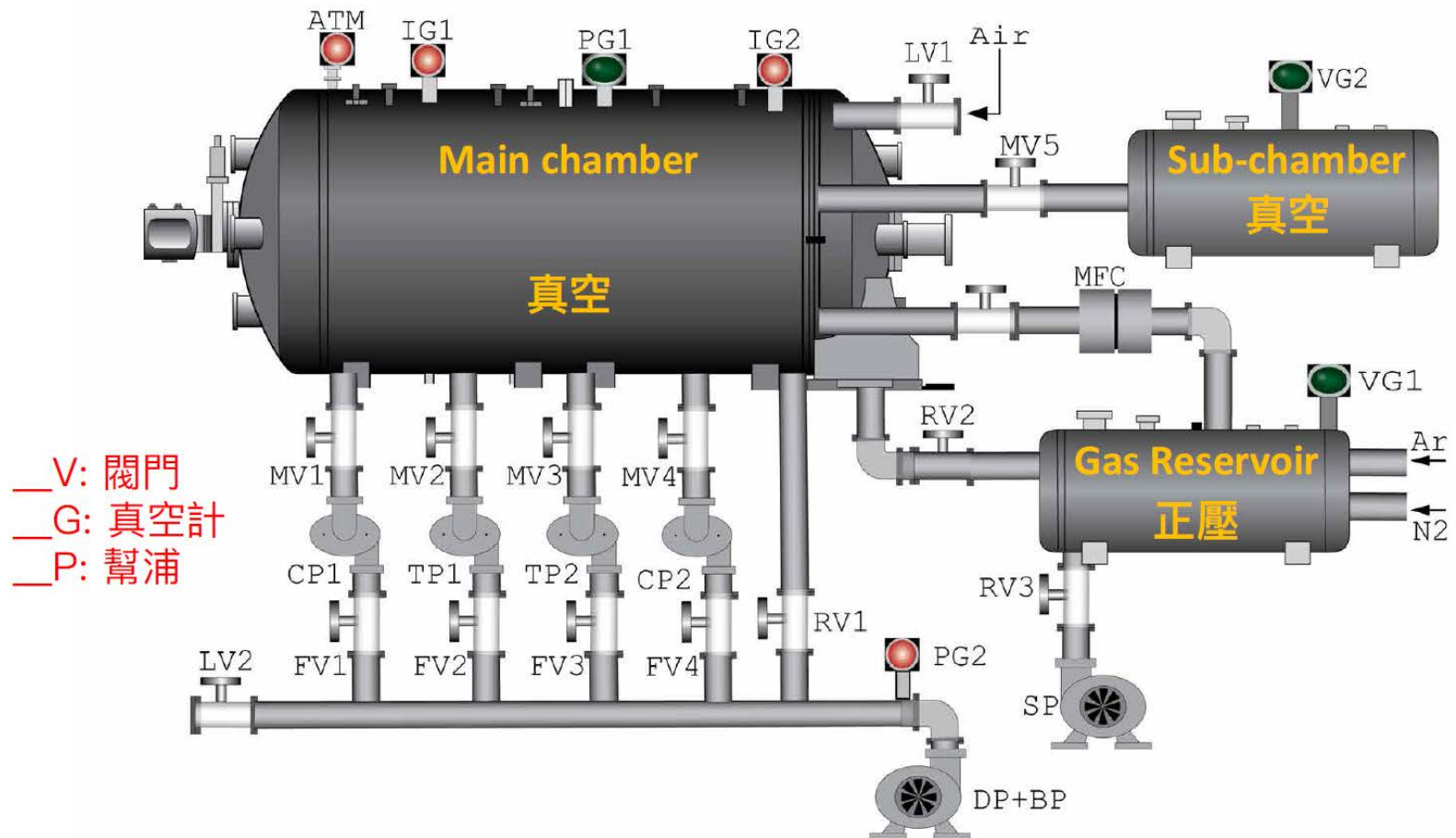


# SPOC main chamber



• SPOC門上的O-ring和對應平面請勿觸摸。(搬東西進出時請勿碰撞)

# SPOC system



# 電控系統操作前置作業

---



1. 啟動實驗室冷氣（預防冷卻水管路水氣凝結）。
2. 啟動冷卻水壓縮機、確認3個冷卻水流量計都在運轉。
3. 啟動空壓機、等待加壓完成。
4. 啟動電控系統（剛開啟時會有正常警報聲響）。
5. 鍵入密碼進入電控系統。
6. 點選“警報清除”。
7. 點選“手動畫面”。
8. 在沒有警報聲響的情況下，即可開始進行手動操作（觸控）。



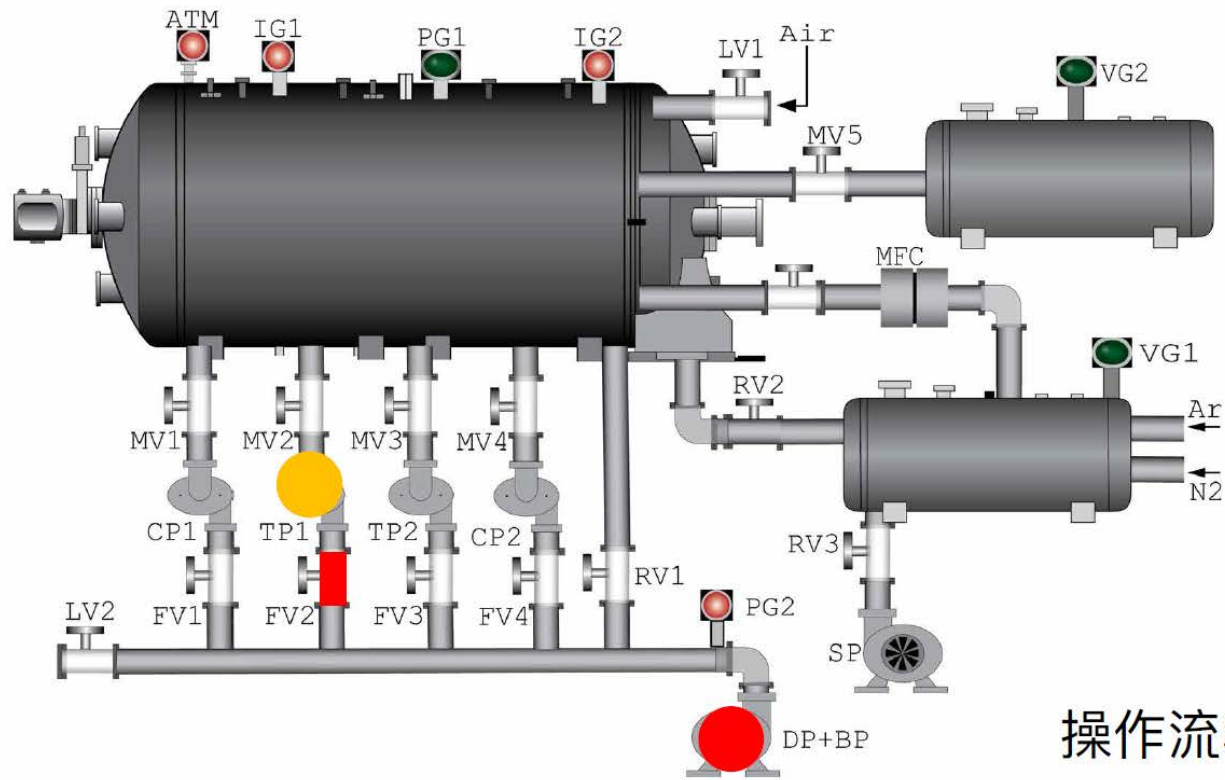
# 使用TP進行高真空實驗操作流程 (大氣→高真空操作流程)



# 注意事項！！！！

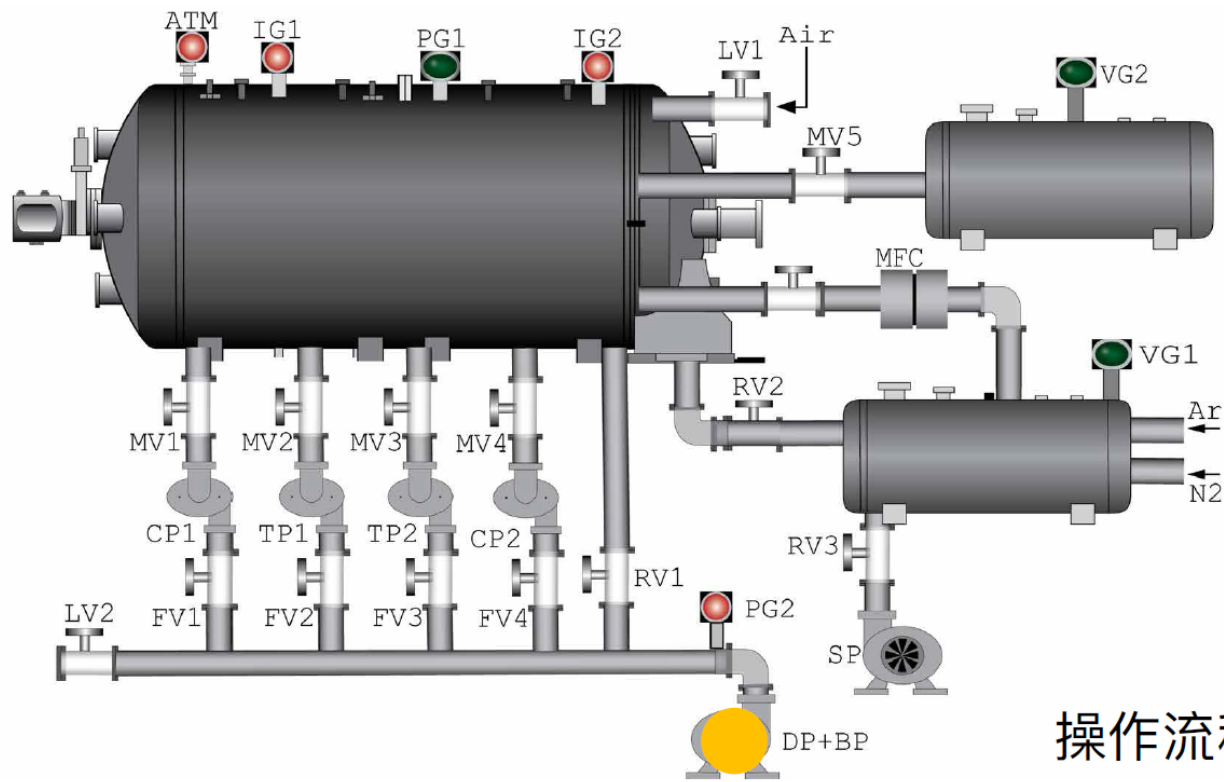


注意事項：TP1開啟前，一定要先開啟DP+BP和FV2



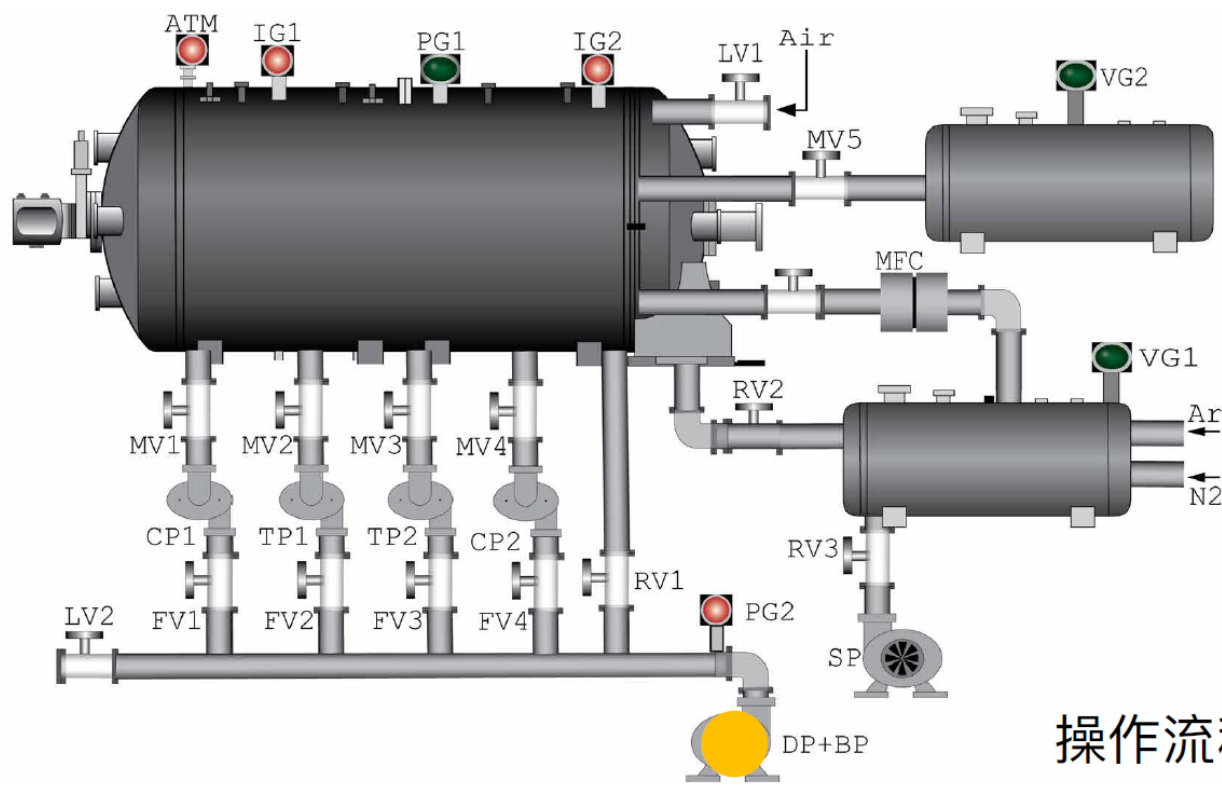
操作流程A p.1

# 1. 啟動DP+BP



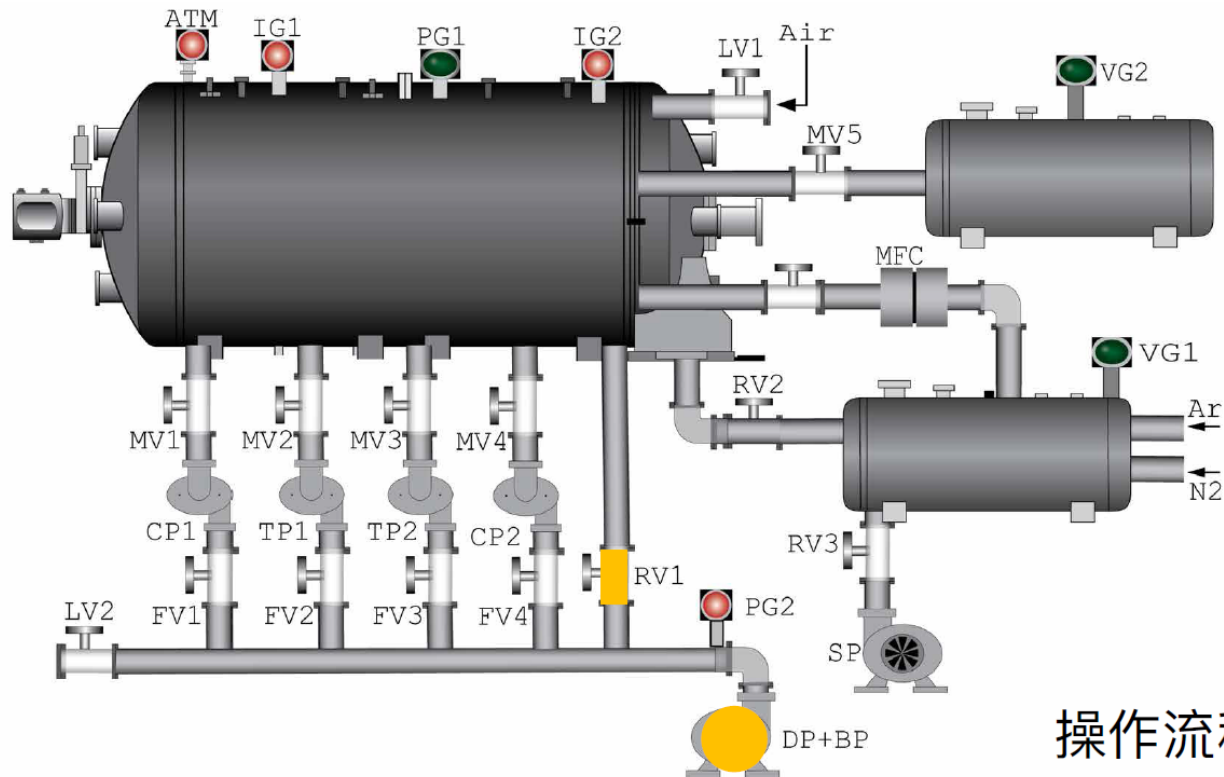
操作流程A p.2

## 2. 等待PG2顯示真空管內壓力低於 $5E-2$ Torr。 ( 約2分鐘，可聽到DP+BP抽氣聲音穩定 )



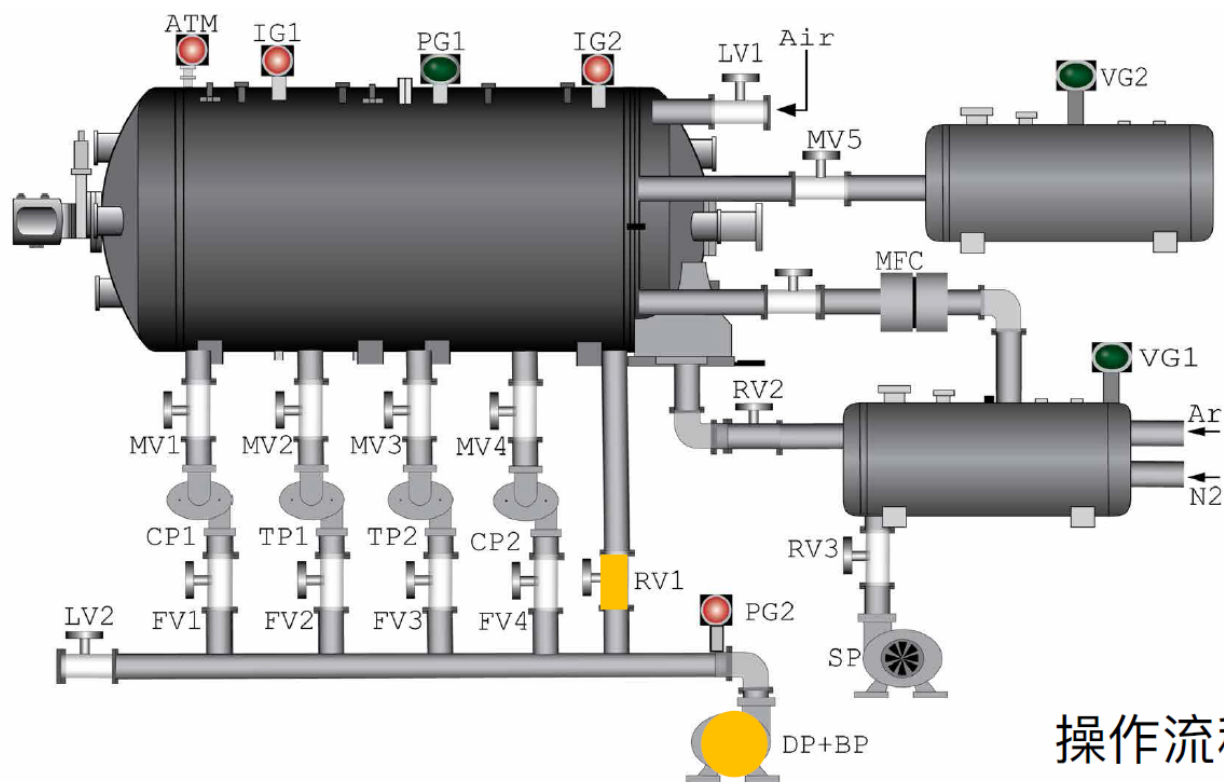
操作流程A p.2

### 3. 開啟RV1，連結真空管路與主腔體。



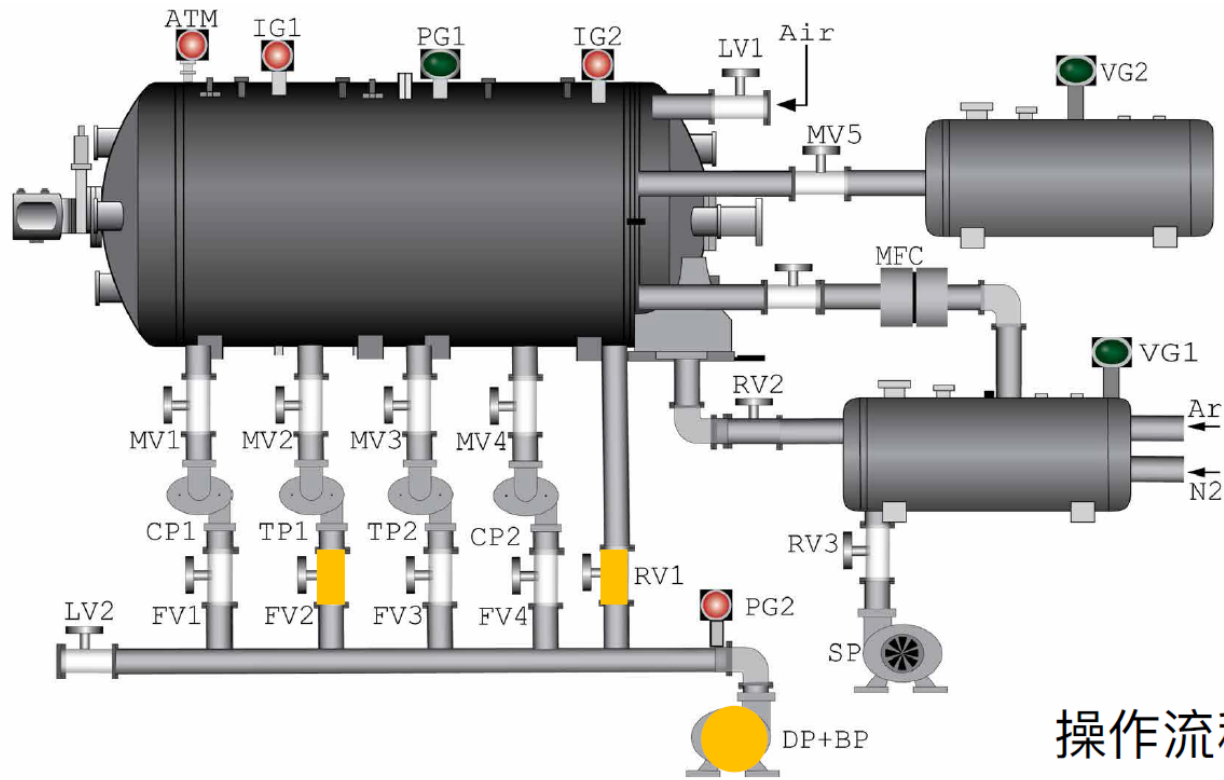
操作流程A p.3

## 4. 等待PG1顯示主腔體壓力低於1E-2 Torr。 (約30-40分鐘)



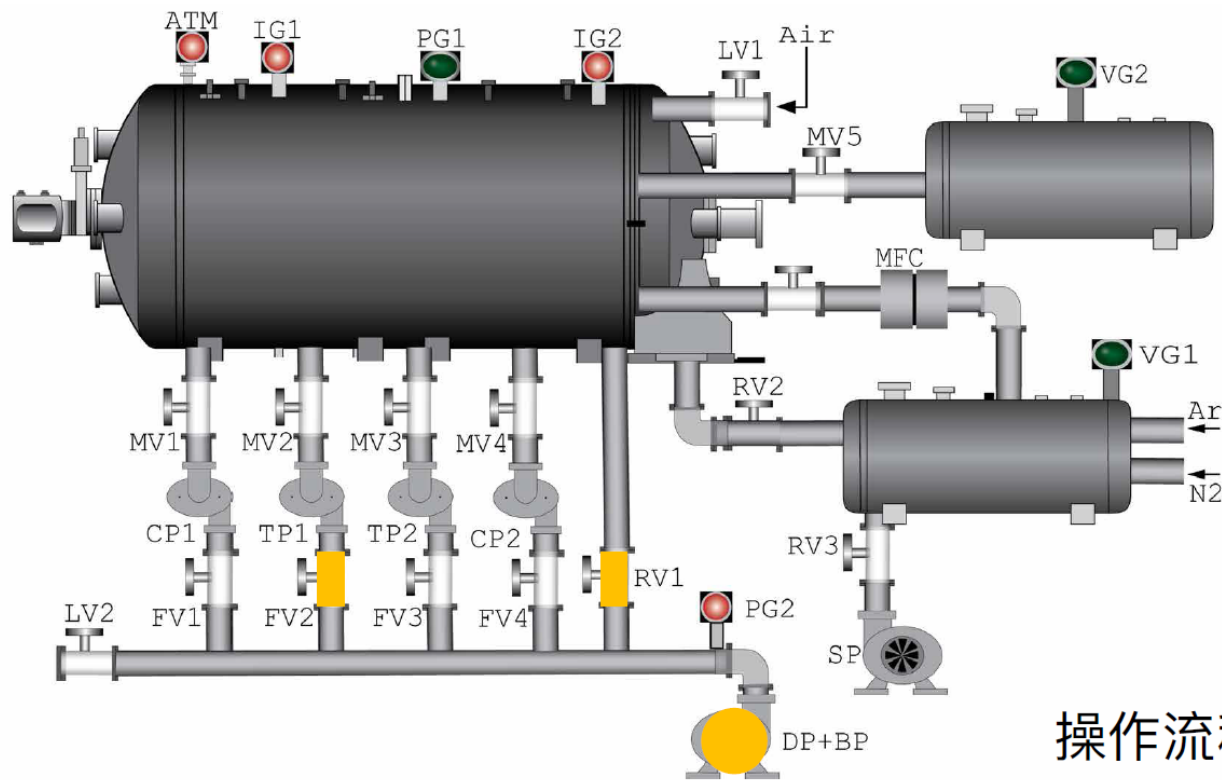
操作流程A p.3

## 5. 開啟FV2，連結真空管路與TP1。



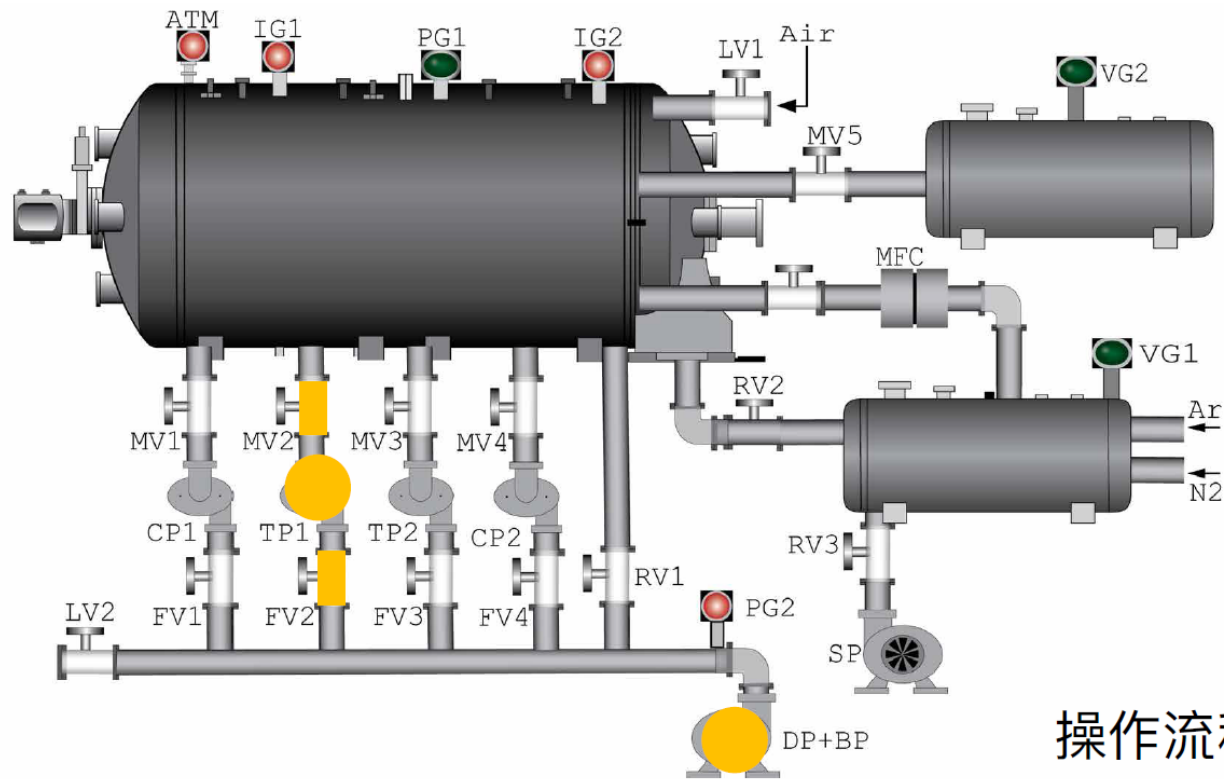
操作流程A p.4

## 6. 啟動TP1控制器電源，等待PG1顯示主腔體壓力低於1E-2 Torr。



操作流程A p.4

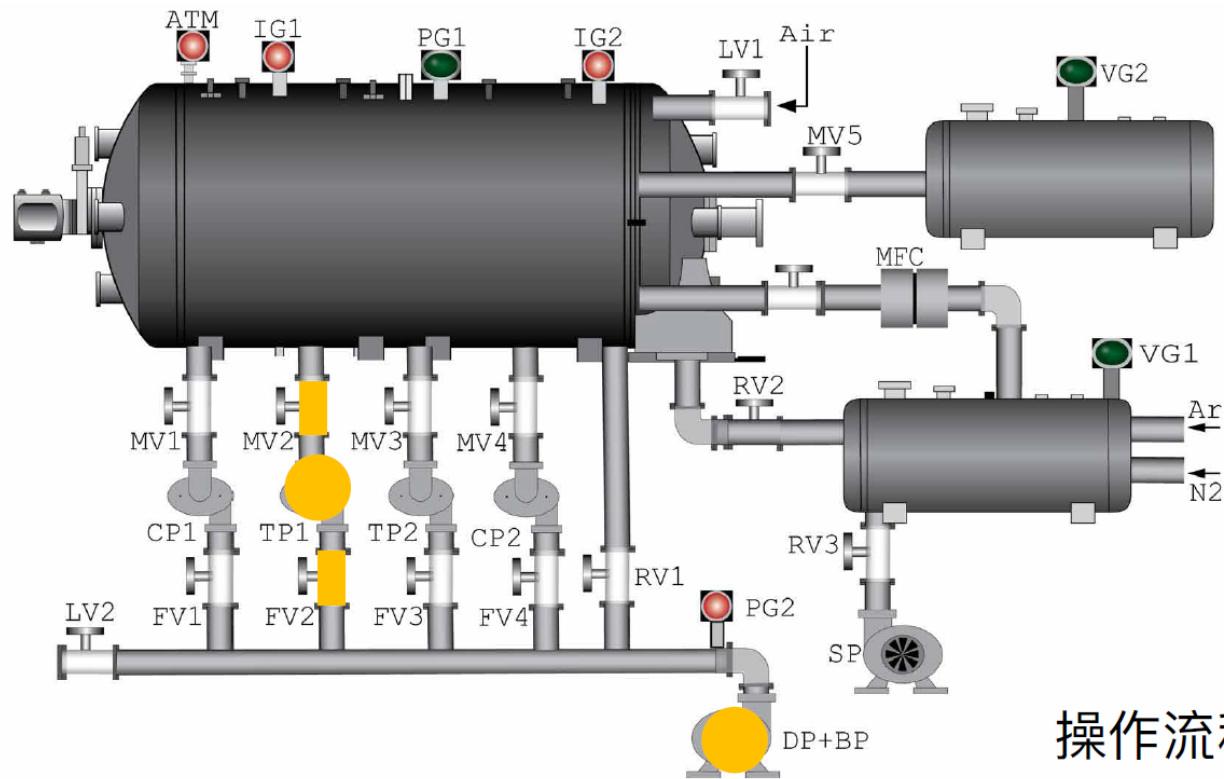
# 7. 開啟MV2 ( 開啟時RV1會自動關閉 ) , 連結TP1與主腔體。



操作流程A p.5

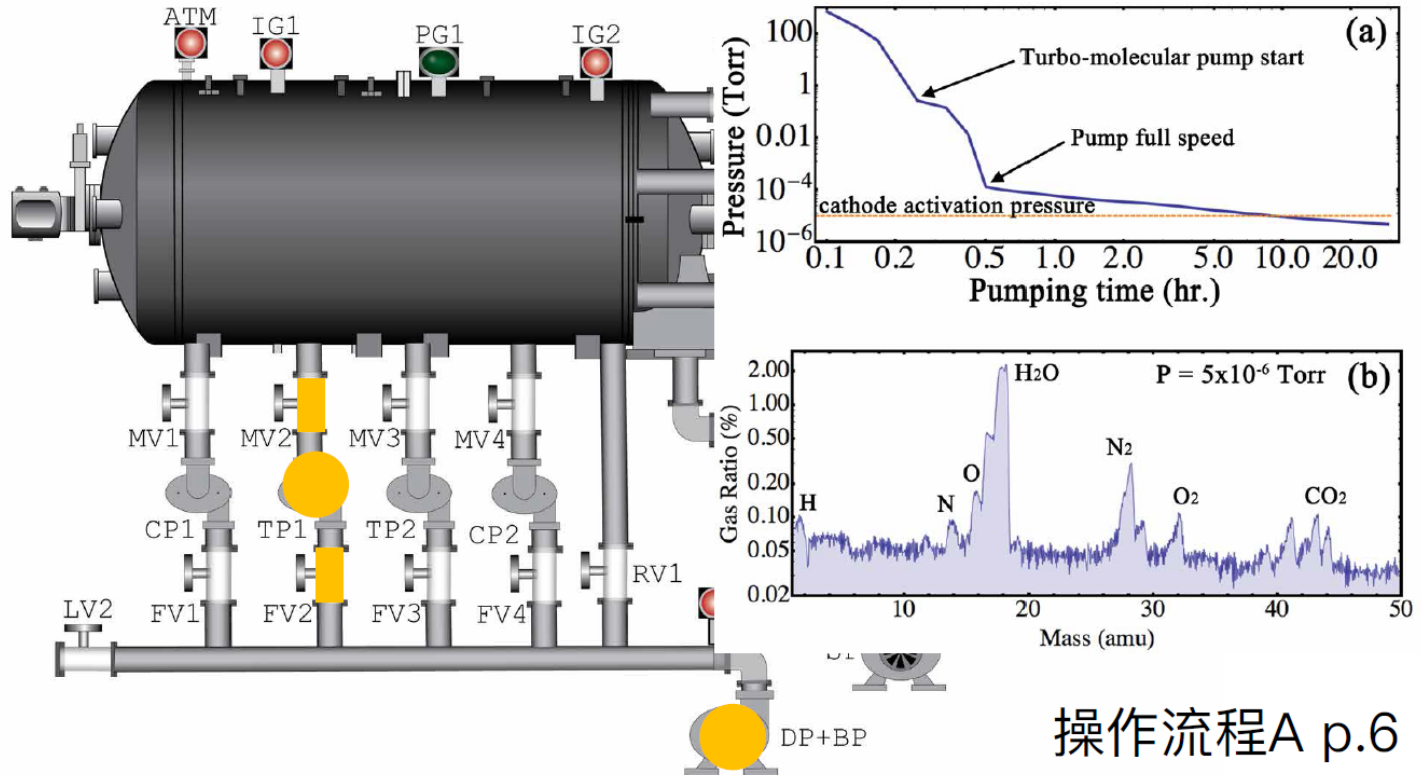


## 8. 確認TP1控制器上顯示”Levitation”，按”Start”啟動TP1。



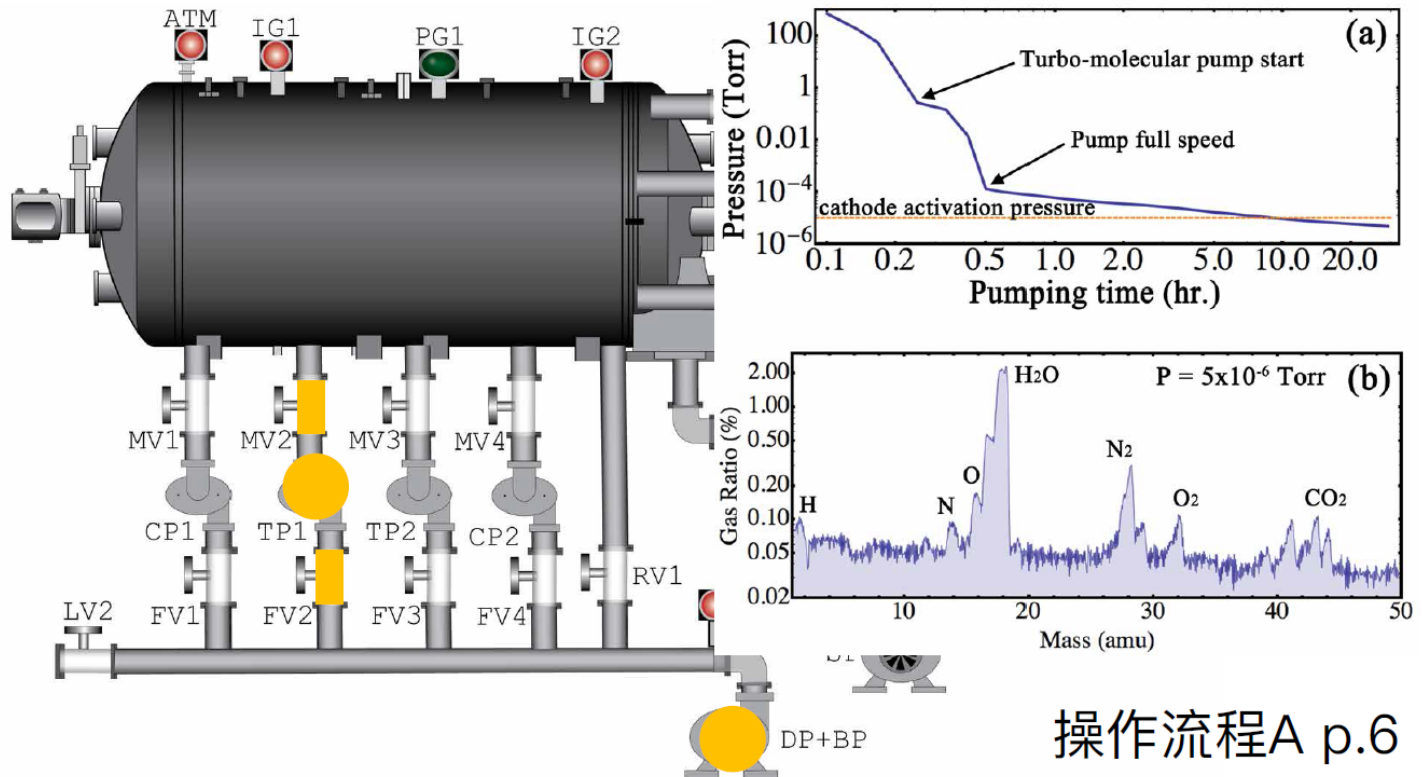
操作流程A p.5

# 9. 確認TP1控制系統顯示轉速為27000 rpm。 (等待約20分鐘)



操作流程A p.6

# 10. 當主腔體壓力低於 $1E-4$ Torr時，IG1及IG2會自動啟動。





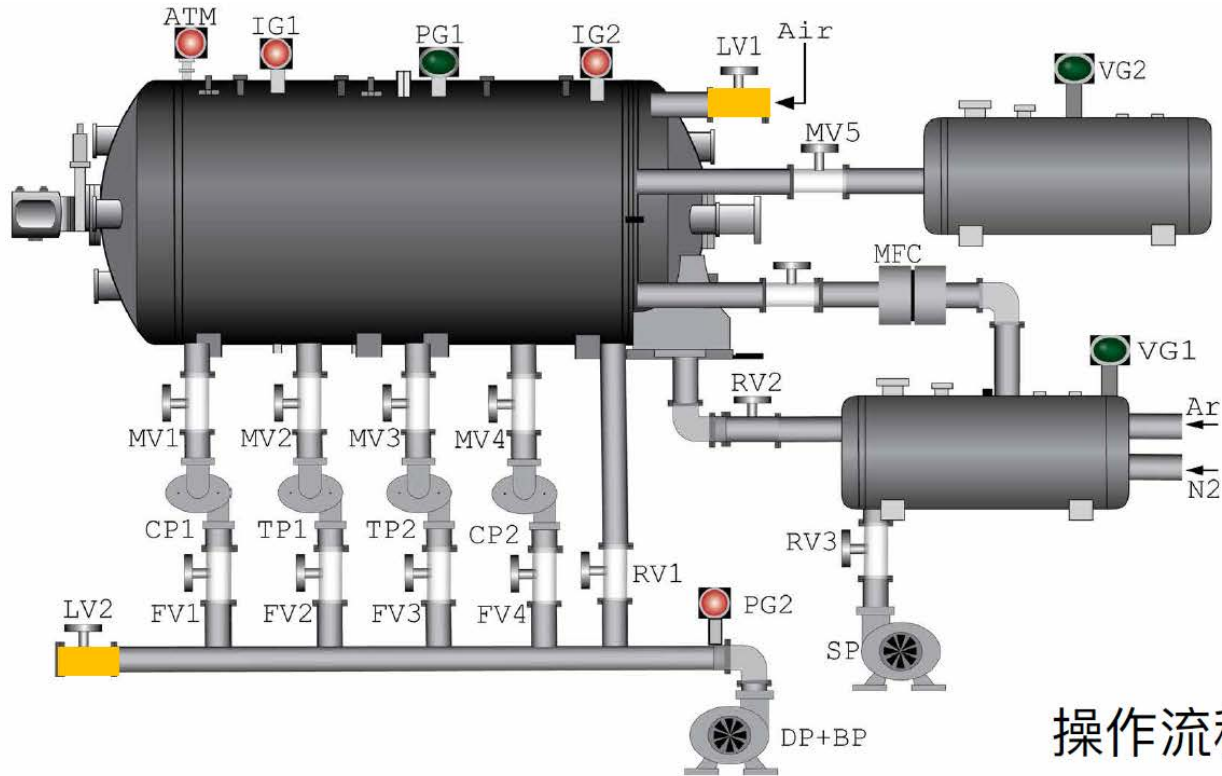
## 關機流程（破真空）

# 關機流程（破真空）



1. 關閉MV1與MV4，中斷CP1、CP2與主腔體。
2. 停止CP1與CP2。
3. 停止CP壓縮機。
4. 關閉FV1與FV4，中斷CP1、CP2與真空管路路。（FV2不能關）
5. 關閉MV2，中斷TP1與主腔體。
6. 停止止TP1（在控制系統按Stop），等待TP1降速（約30分）。
7. 確認TP1控制器上顯示”Levitation”，關閉TP1控制器電源。
8. 關閉FV2，中斷TP1與真空管路路。
9. 停止止DP+BP。
10. 開啟LV2，將真空管路破真空。（約2分鐘）
11. 關閉LV2。
12. 開啟LV1，將真空管路破真空。（約20分鐘，回到常壓後LV1會自自動關閉）
13. 回到常壓後可開啟SPOC艙門門。

# 關機流程 ( 破真空 )



操作流程D p.2

# 電控系統操作結束作業

---



1. 關閉電控系統。
2. 關閉空壓機。
3. 將空壓機洩壓至2kgw。
4. 將空壓機放水。
5. 關閉冷卻水壓縮機。
8. 關閉實驗室冷氣。



## 關機流程（持壓）

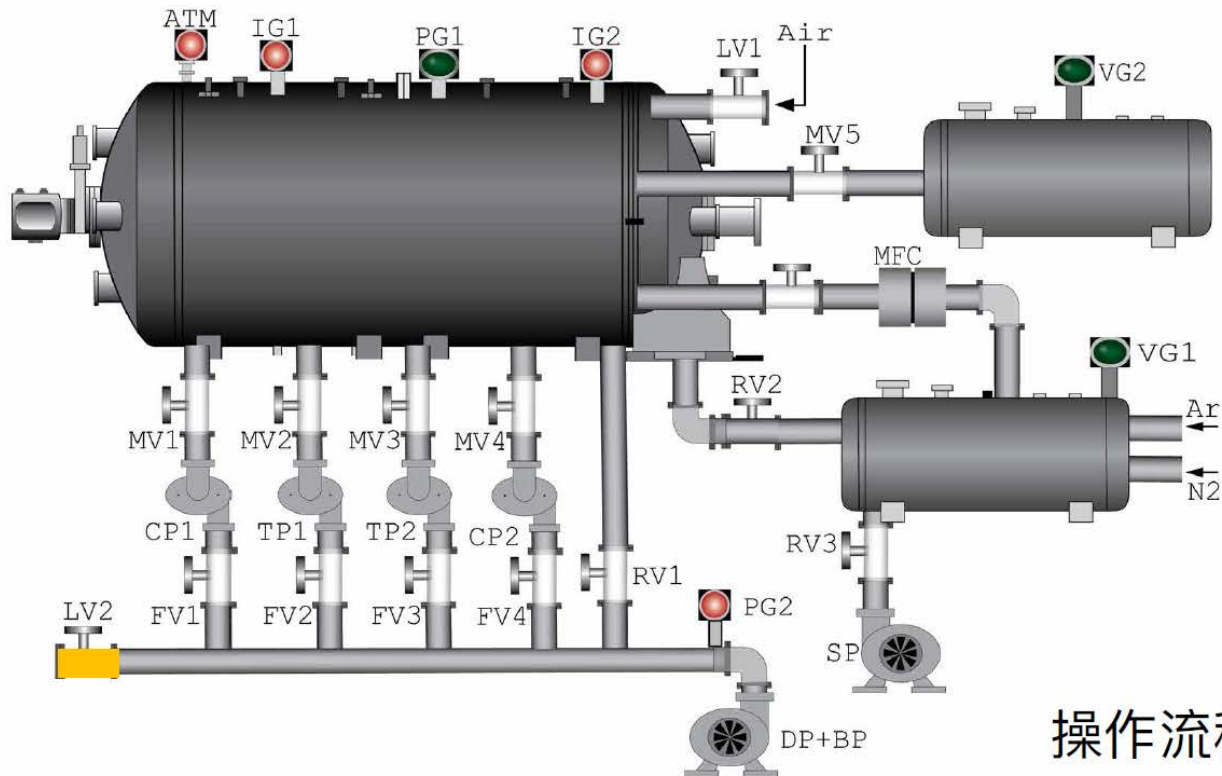


# 關機流程 ( 持壓 )



1. 關閉MV1與MV4，中斷CP1、CP2與主腔體。
2. 停止CP1與CP2。
3. 停止CP壓縮機。
4. 關閉FV1與FV4，中斷CP1、CP2與真空管路路。( FV2不能關)
5. 關閉MV2，中斷TP1與主腔體。
6. 停止TP1 ( 在控制系統按Stop )，等待TP1降速 ( 約30分 )。
7. 確認TP1控制器上顯示”Levitation”，關閉TP1控制器電源。
8. 關閉FV2，中斷TP1與真空管路。
9. 停止DP+BP。
10. 開啟LV2，將真空管路路破真空。( 約2分鐘 )
11. 關閉LV2。
12. 腔體持壓，可讀取PG1壓力 ( 及腔內壓力 )。

# 關機流程 ( 持壓 )



操作流程C p.2

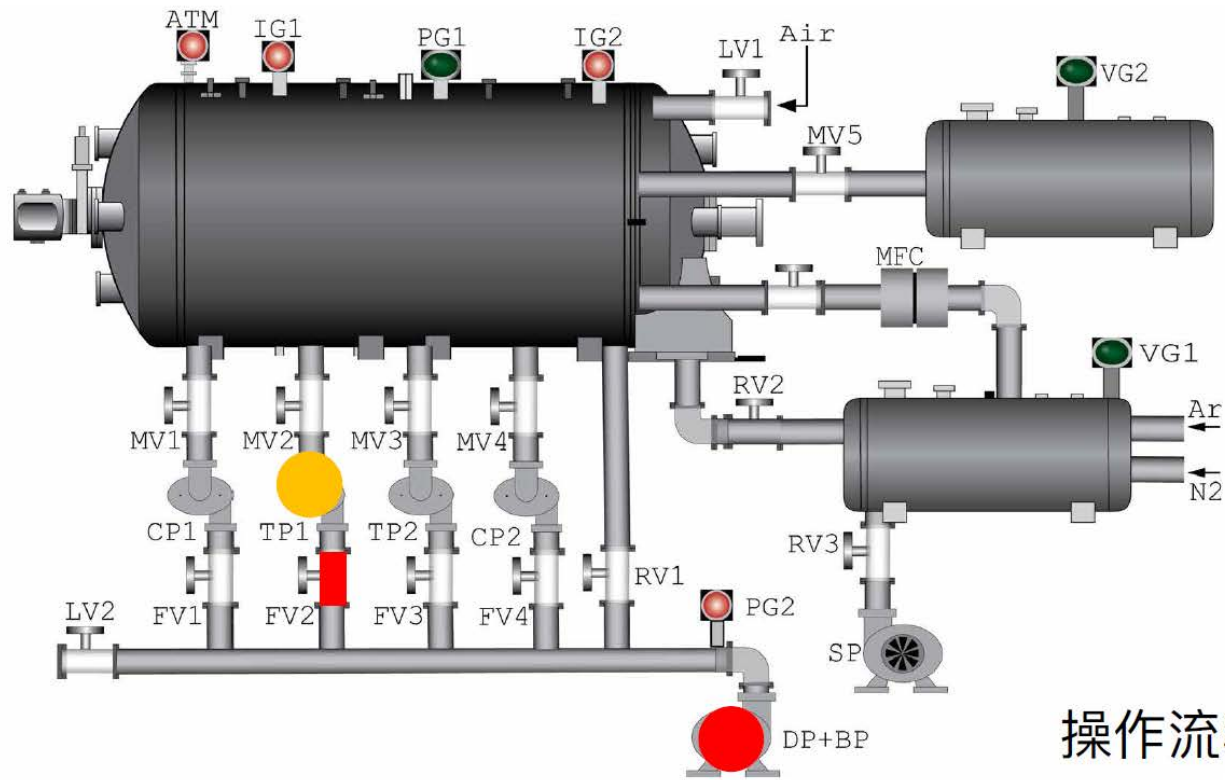


# 使用TP進行高真空實驗操作流程 (持壓→高真空操作流程)

# 注意事項！！！！



注意事項：TP1開啟前，一定要先開啟DP+BP和FV2



操作流程A p.1

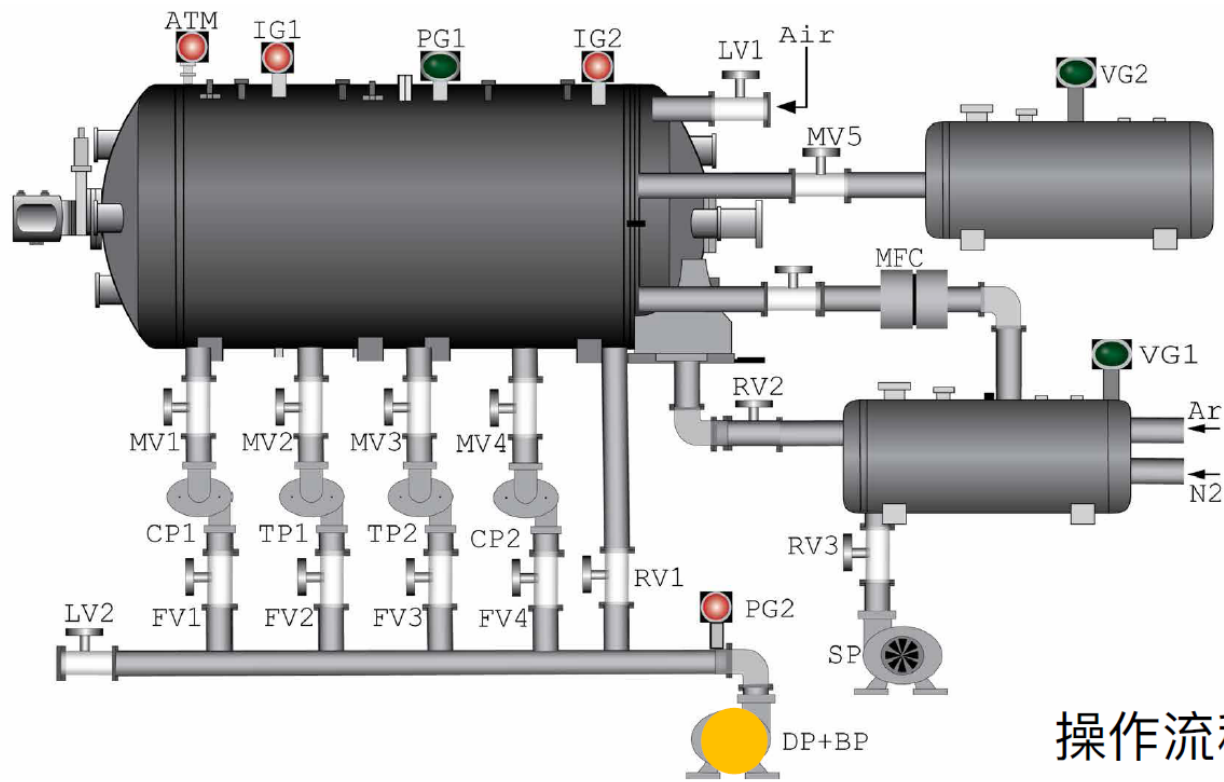
# 1. 確認持壓狀況

---



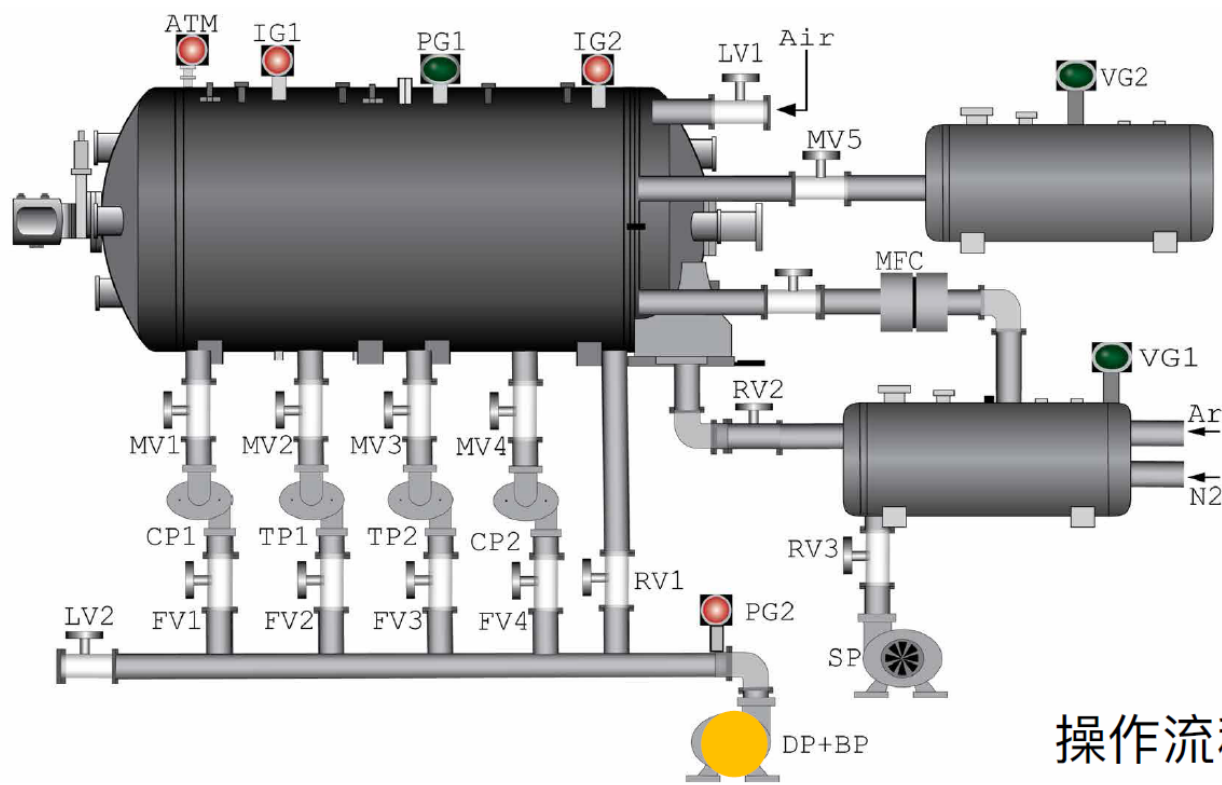
- (a) 若PG1顯示腔內氣壓低於 $1\text{E-}3$  Torr，則繼續本操作流程。
- (b) 若PG1顯示腔內氣壓高於 $1\text{E-}3$  Torr，則使用TP進行高真空實驗操作流程 (大氣→高真空操作流程)。

## 2. 啟動DP+BP



操作流程A p.2

### 3. 等待PG2顯示真空管內壓力力低於 $5E-2$ Torr。 (約2分鐘，可聽到DP+BP抽氣聲音穩定)



操作流程A p.2

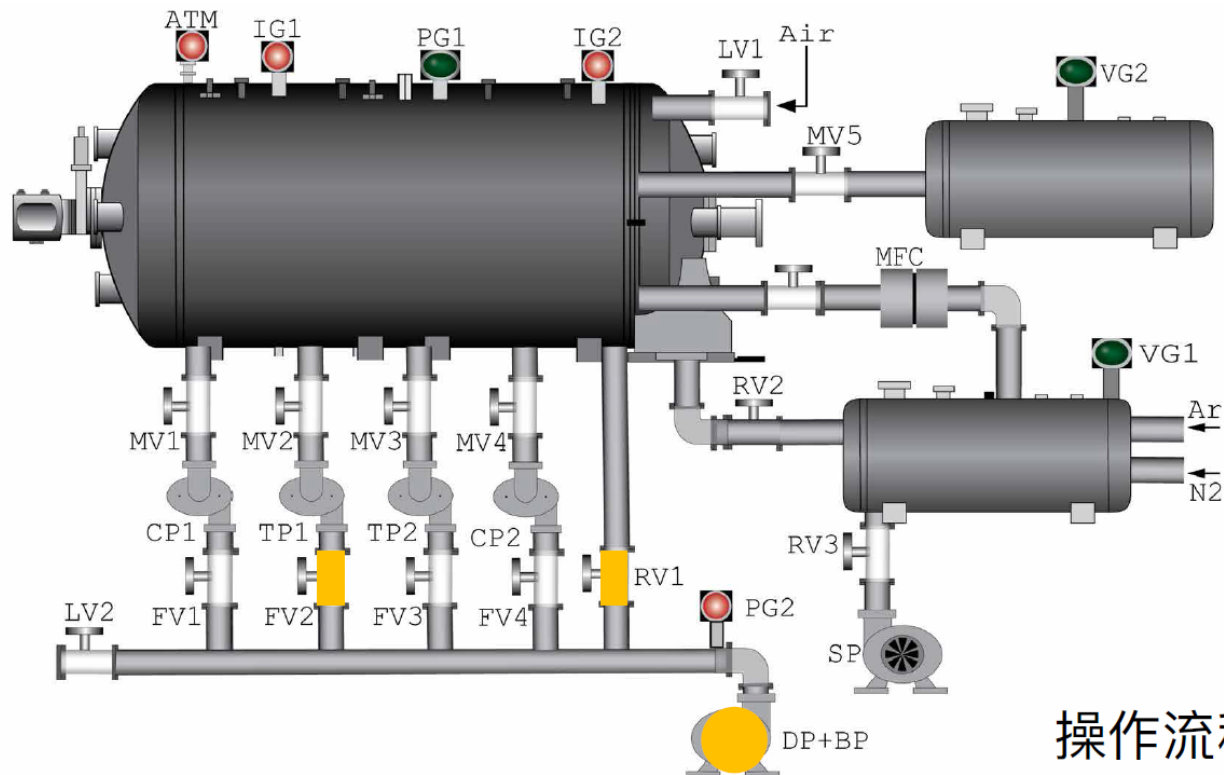




## 5. 確認PG1顯示主腔體壓力低於 $1E-2$ Torr，則啟動TP1控制器電源。

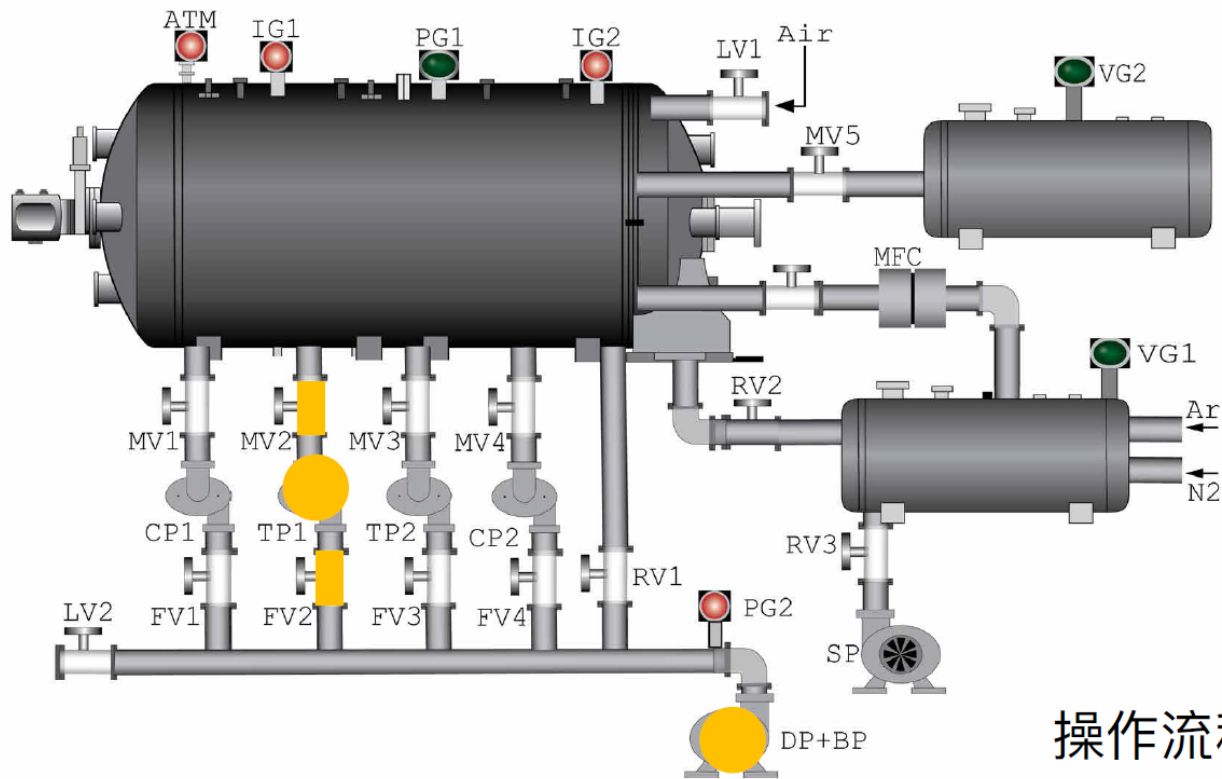


- 若PG1顯示腔內氣壓高於 $1E-2$  Torr，則回到TP進行高真空實驗操作流程(大氣→高真空操作流程)步驟3：開啟RV1，連結真空管路與主腔體。



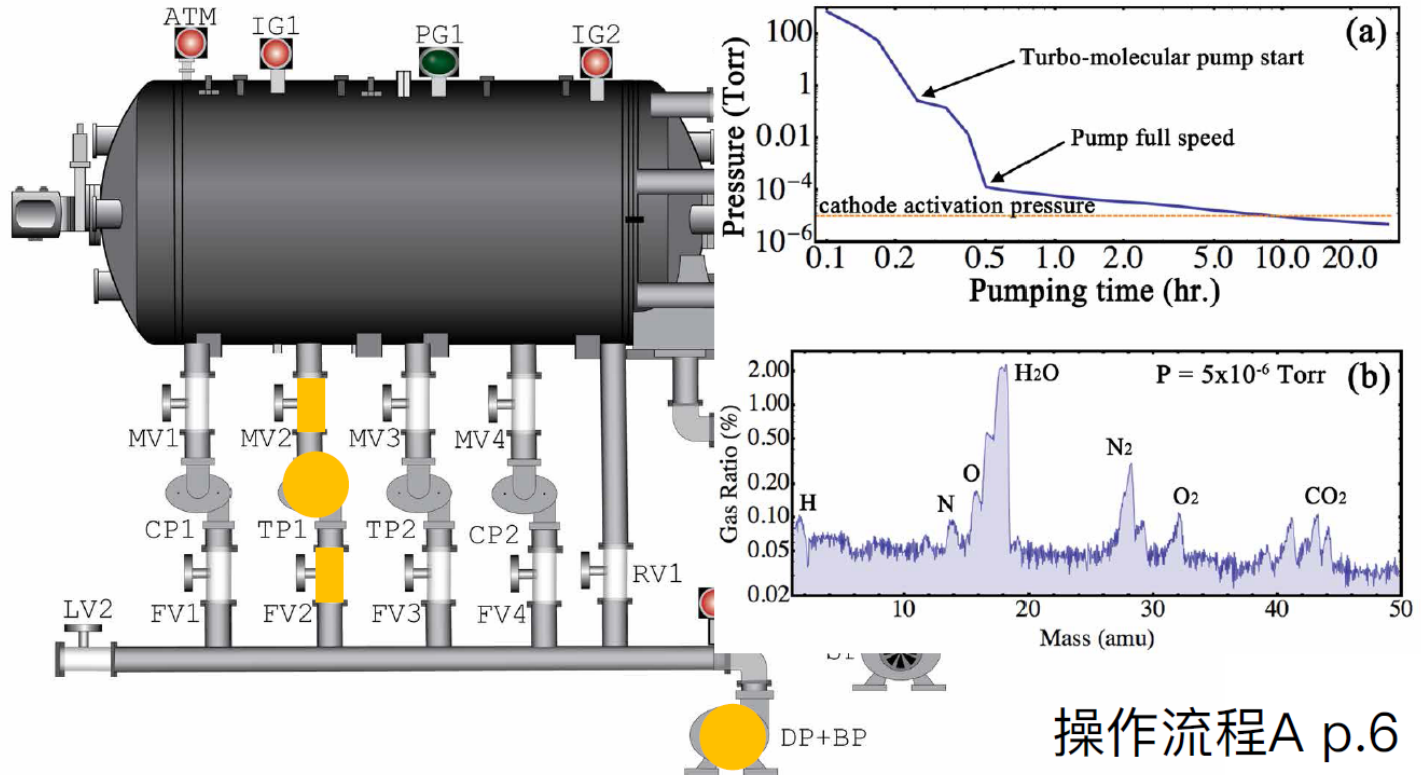
操作流程A p.4

## 8. 確認TP1控制器上顯示”Levitation”，按”Start”啟動TP1。

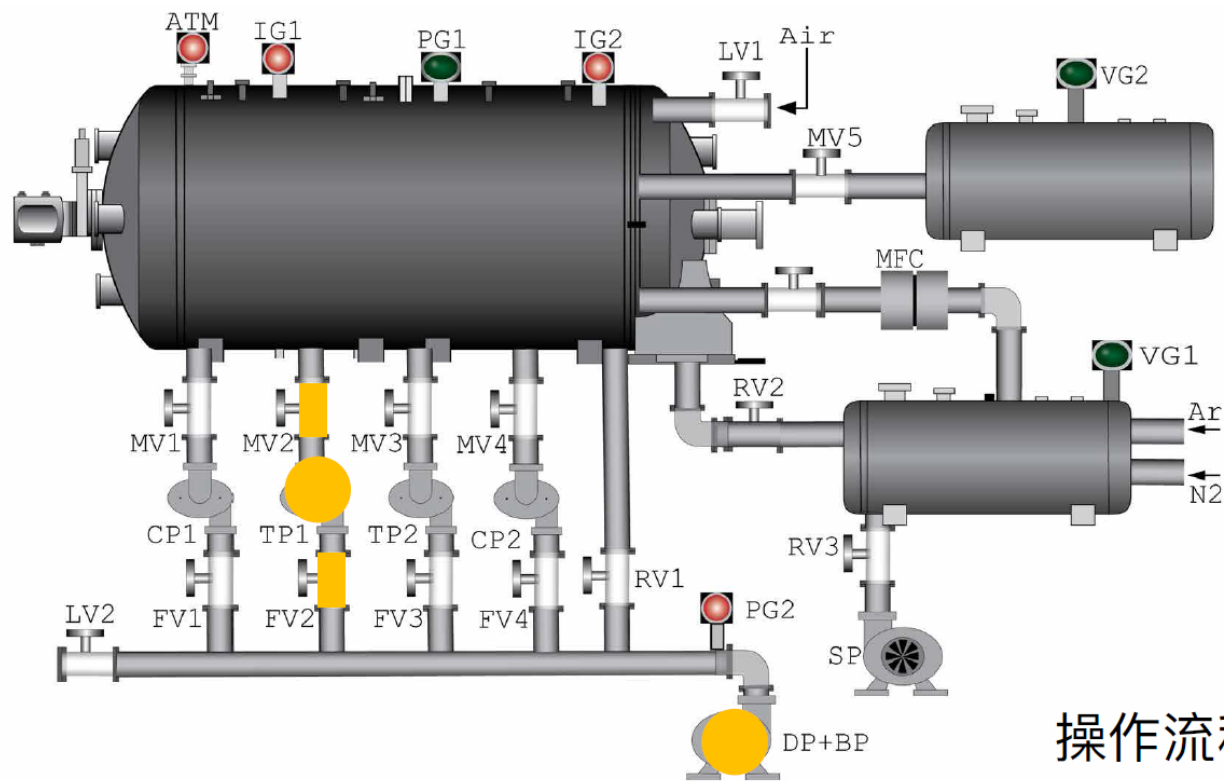


操作流程A p.5

# 9. 確認TP1控制系統顯示轉速為27000 rpm。 (等待約20分鐘)

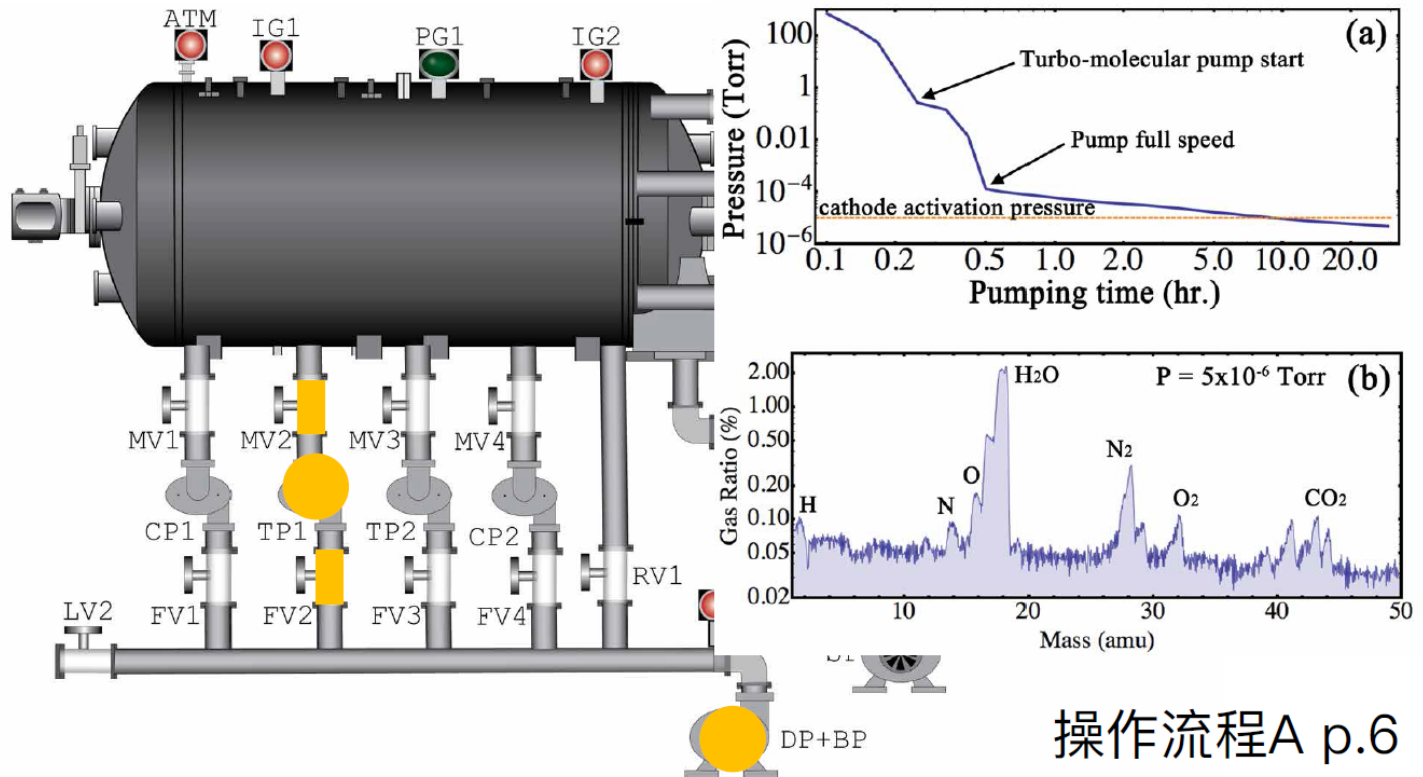


# 7. 開啟MV2 ( 開啟時RV1會自動關閉 ) , 連結TP1與主腔體。



操作流程A p.5

# 10. 當主腔體壓力低於 $1E-4$ Torr時，IG1及IG2會自動啟動。



# 警報與異常排除



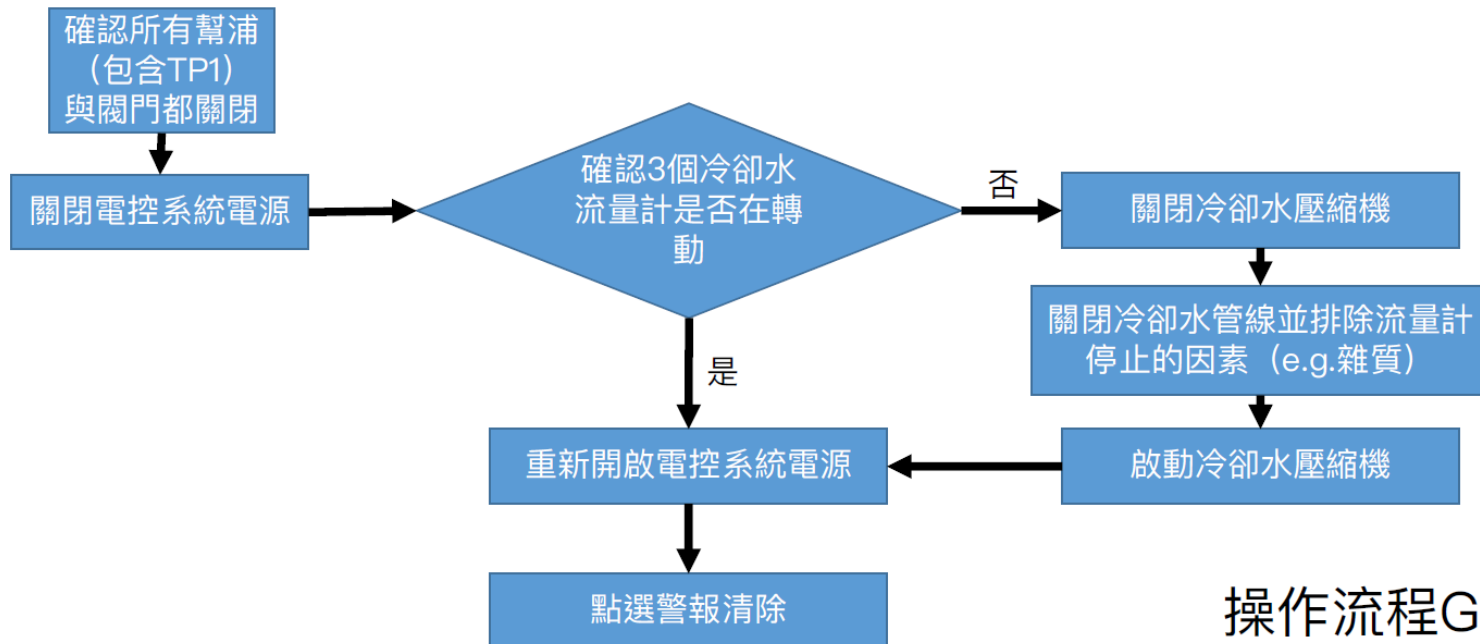
- **注意事項：如在使用中發生異常（警報聲響），請詳細記錄警報類類型、發生（發現）時間、發生警報時進行的實驗內容、幫浦與閘門門運作狀狀況、記錄人。**

# 警報與異常排除 – 冷卻水流量異常



- 注意事項：當警報響時，電控系統會自動關閉所有閥門和幫浦，但TP1控制器與電控系統並未連線，因此當TP1後方閥門關閉時，須盡快按TP1控制系統的“Stop”，將TP1降速。

- 冷卻水流量異常（第一步先點點看警報清除）。



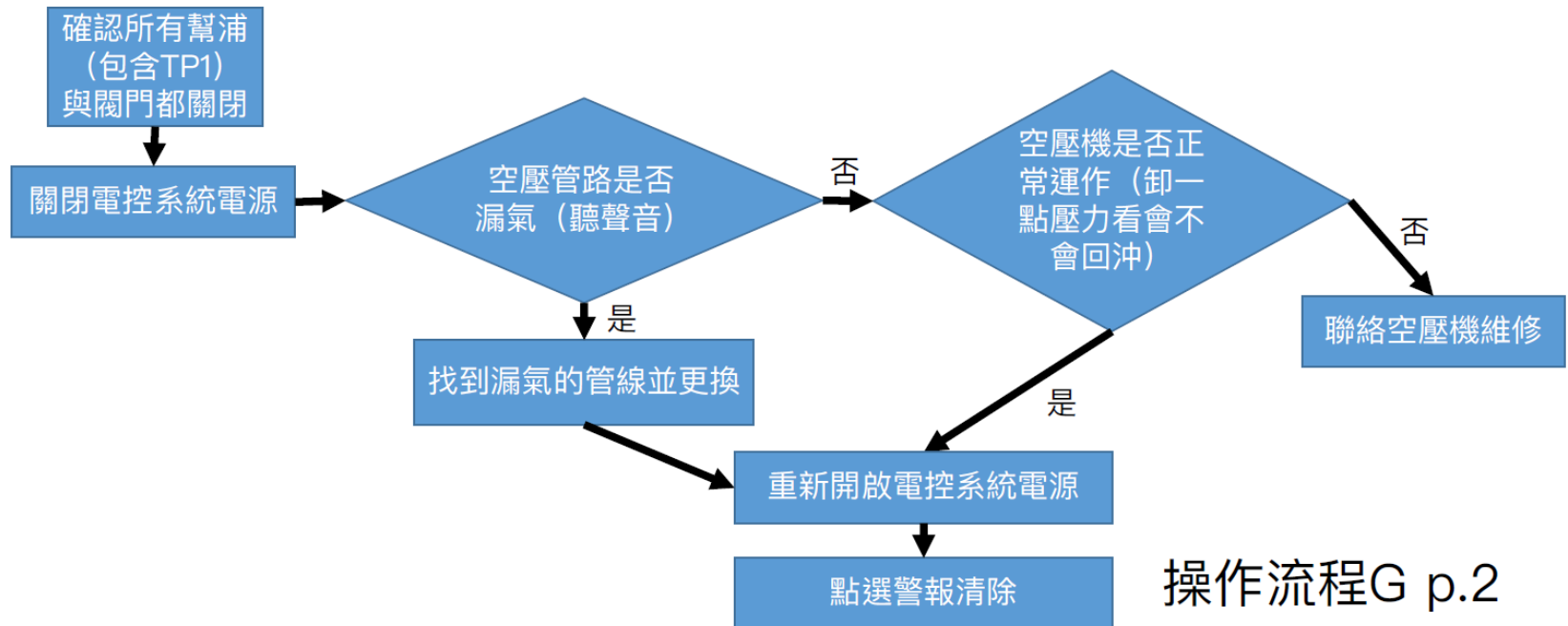
操作流程G p.1

# 警報與異常排除 – 氣壓源異常



- 注意事項：當警報響時，電控系統會自動關閉所有閘門和幫浦，但TP1控制器與電控系統並未連線，因此當TP1後方閘門關閉時，須盡快按TP1控制系統的“Stop”，將TP1降速。

- 氣壓源異常（第一步先點點看警報清除）。





# 警報與異常排除 – 氣壓源異常



- 注意事項：當警報響時，電控系統會自動關閉所有閥門和幫浦，但TP1控制器與電控系統並未連線，因此當TP1後方閥門關閉時，須盡快按TP1控制系統的“Stop”，將TP1降速。
- 閥門開啟/關閉逾時（第一步先點點看警報清除）。
- 聯聯絡負責人/廠商。

# SPOC可使用的feedthrough



## Port 1 (CF200)

D-sub 9 pin (male) x 1 (<600V, 3A)  
D-sub 15 pin (male) x 1 (<600V, 3A)  
D-sub 25 pin (male) x 1 (<600V, 3A)

## Port 2 (CF200)

D-sub 9 pin (male) x 1 (<600V, 3A)  
D-sub 15 pin (male) x 1 (<600V, 3A)  
D-sub 25 pin (male) x 1 (<600V, 3A)

## Port 3 (CF200)

BNC (female) x 5 (<600V, 3A)  
MHV (female) x 5 (<5kV, 3A)  
銅柱 x 3 (<1kV, 30A)

## Port 4 (CF35)

手動直推直線導入器

## Blank Flanges (main chamber)

CF200 x 10  
CF35 x 2

## Windows (main chamber) x 3

Large door (main chamber) x 1

Small door (sub-chamber) x 1

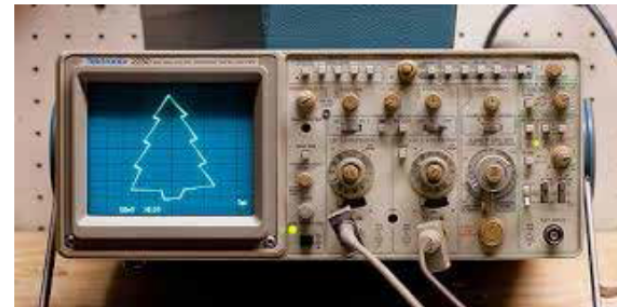
## Blank Flanges (sub-chamber)

CF35 x 2  
CF16 x 1

# Chamber實驗相關設備



- 資料擷取卡 NI usb6251 x 1
- 示波器 (<math>\pm 200\text{V}</math>, 200MHz) x 3
- 訊號產生器 (<math>\pm 10\text{V}</math>, 10MHz) x 2
- 電源供應器 (<math>\pm 35\text{V}</math>, 5A) x 4
- 電源供應器 (<math>1\text{kV}</math>, 0.5A) x 3
- 電源供應器 (<math>18\text{V}</math>, 50A) x 2
- 電源供應器 (<math>\pm 35\text{V}</math>, 5A) x 4
- 電源供應器 (<math>200\text{V}</math>, 100A) x 4



# SPOC實驗室規範與注意事項



- 在設計實驗時：
  - 詳細列出“所有”會進腔體的清單（包含電路路、機械結構、線束），如可以連機械結構也要檢查，沒有可能儲氣的結構。
    - 可以進的：金屬、鐵氟龍、PEEK、Kapton膠帶...等。
    - 不能進的：大部分的塑膠、膠、木材、電解電容...等（會釋氣的材質）。
- 詳細列出所有傳輸介面（訊號、電壓、電源...）並確認SPOC上有對應的接頭且符合規範。
- 確認做實驗的操作步驟和要改變的參數。
- 估計做實驗需要的時間（包含安裝實驗設備、抽真空、實驗結束後拆除設備、清潔腔體的時間）

# Example



1. 實驗裝置於SPOC內配置示意圖
2. 艙內零件清單 ( 材料、是否已清潔 )
3. 艙內線束清單 ( 線徑、線長、接頭、電壓電流範圍、是否已清潔 )
4. 艙外線束清單 ( 線徑、線長、接頭、電壓電流範圍 )
5. 艙外儀器清單
6. 接線配置示意圖
7. 實驗流程
  - (1) Phase A : 安裝與測試。
  - (2) Phase B : 抽真空。
  - (3) Phase C : 實驗 ( 須改變的實驗參數? )
  - (4) Phase D : 停機與破真空。
  - (5) Phase E : 拆裝與腔體清潔。
8. 估計實驗日程

# 在準備實驗時



- 實驗準備區（木板區）：
  - 請勿飲食。
  - 請穿著拖鞋（保持實驗區域乾淨）。
  - 焊接桌面與附近地板使用後清理乾淨。
- **SPOC**內：
  - 請勿飲食。
  - ”務必“穿著**SPOC**內拖鞋，進入前踩黏塵腳踏墊。
  - 工作時戴橡膠手套。
- 所有要進**SPOC**內的東西都需經過酒精擦拭清潔，小型零件如螺絲..等丟進酒精用超音波洗過，組裝時配戴橡膠手套。

• **SPOC**門上的O-ring和對應平面請勿觸摸。（搬東西進出時請勿碰撞）

# 在進行實驗時

---



- 至少要兩人同時在實驗室，才能進行高壓(>100V)、高電流(>5A)相關的實驗內容。
- 至少要兩人同時在實驗室，才能進行SPOC的操作。
- SPOC於非上班時間運作時（例如放著抽真空），人員請勿離開實驗室。
- 其他規範與一般實驗室安全規範相同。

# 實驗結束後

---



- 確認所有儀器（包含冷氣）關閉後，人員才能離開實驗室。
- 如進行可能污染腔體的實驗（如電離層化學反應模擬、電漿推進器測試...等），在實驗完成後，須完成**SPOC**內部腔壁的清潔（使用酒精與無塵紙擦拭）。
- 留一份簡單操作記錄（實驗內容、實驗時間，使用設備）  
(做**Experiment Log**的習慣)