

版本	修訂人	日期	修改項目
Ver. 2	彥呈	20200803	1. (刪)訊號產生器部分 2. (增)觸發訊號盒及觸發訊號 3. (修)SPIK 設定值(時間)
Ver. 3	彥呈	20200824	1. (補)訊號光纖接上梅鳳號 2. (增)UPS 不斷電系統操作(拔除及接上插座) 3. (修)觸發訊號的操作條目 4. (修)「示波器設為 Auto Trigger」的條目位置
Ver. 4	彥呈	20201026	1. (補) 觸發訊號盒接上光纖 2. (補) 電池接上梅鳳號 3. (修) 高壓警示燈開啟時機改至開啟梅鳳號後 4. (補) 放電前戴上阿嬤手套 5. (修) 放電與量測剩餘電量的描述 6. (修) 高壓警示燈關閉時機改至關閉梅鳳號後 7. (補) 關閉氣瓶的描述 8. (修) 電源供應器的按鈕描述(5. 6. 10. 14 條)
Ver. 5	彥呈	20201117	1. (修) 汽車電瓶滿電 12V 2. (補) 分壓閥壓力值 3. (補) 氣閥開關編號及操作描述 4. (補) 梅鳳號開啟方式 5. (補) 檢查地線是否連接 6. (補) 加述如何確認高壓繼電器是否作動 7. (補) 觸發訊號盒接上觸發開關 8. (增) 充電完畢後，紀錄 TPT 電壓與電流
Ver. 6	彥呈	20210826	1. (增) 拔除 turbo 風扇 2. (修) 檢查-第 8 條文字敘述 3. (增) 電流計訊號線接上 4. (修) 調整示波器開啟順序至-高電壓開啟-第 5 條(未避免汽車電池沒電) 5. (修) 調整氣流開關開啟時機至-開啟高壓警示燈後(為減少浪費壓縮氣體) 6. (修) 調整拔除 UPS 不斷電系統插座時機至-開啟高壓警示燈後 7. (修) 示波器設定為 Single 8. (增) 觸發訊號盒 Laser 撥桿撥至 off

			<p>9. (增) 重複實驗-第二條:TPT 電流顯示穩定不動代表充電完成</p> <p>10. (修) 調整關閉氣流開關的時機至-戴上阿嬤手套後(為減少浪費壓縮氣體)</p> <p>11. (修) 調整插上 UPS 不斷電系統插座時機</p> <p>12. (刪) 空壓機洩氣</p>
Ver. 7	名翔	20211222	<p>1. (增) 紀錄真空度與移除真空計</p> <p>2. (增) 連接 Raspberry Pi 電池</p> <p>3. (增) 連接電腦與 Raspberry Pi</p> <p>4. (修) 調整檢查放電棒時機-檢查-第 13 條</p> <p>5. (增) 調整示波器與延遲產生器</p> <p>6. (修) 觸發訊號盒接上電源與光纖時機-檢查-第 15 條</p> <p>7. (增) 測試觸發訊號與雷射同步</p> <p>8. (修) 示波器與延遲產生器電源接上 DC 變壓器-低電壓開啟-第 3 條</p> <p>9. (增) 檢查訊號光纖是否亮起</p> <p>10. (修) 開啟示波器與延遲產生器-高電壓開啟-第 8 條</p> <p>11. (修) 示波器開啟 cursor-高電壓開啟-第 12 條</p> <p>12. (增) 檢查 TPT 5050A 電壓與電流旋鈕是否歸零</p> <p>13. (增) 延遲產生器設定</p> <p>14. (增) 關閉 DC 變壓器</p>
Ver. 8	名翔	20220818	<p>1. (增) 氣流關閉</p> <p>2. (增) 緊急停止</p> <p>3. (修) 關閉檢查單</p> <p>4. (刪) 暫時停止、暫時停止開啟</p>
Ver. 9	奕佐	20230602	<p>系統更新</p> <p>一、觸發訊號盒、延遲訊號產生器以及測試光纖皆架設完成，且經多次實驗，雷射訊號與觸發穩定同步。</p> <p>二、電源供應器 TPT 退役，改為可程式直流電源供應器。</p> <p>三、梅鳳號退役，觸發系統更改為小宇號。</p> <p>四、空壓機與高壓繼電器架設完成。</p>

			<p>五、Shadowgraph、Schlieren 及 Polarimetry 電源 連接於延長線開關。</p> <p>六、Top view、Polarimetry 更改為一顆 12V 電池 供電。</p> <p>七、操作流程更改為步驟確認表。</p>
--	--	--	---

實驗：\_\_\_\_\_ Laser timing：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

☐ 確認 chamber 內的電路是否正確，地線是否確實連接。

《確認完成後開雷射進行熱機》

## PGS 系統操作流程

### 檢查及確認

- ☐ 確認真空度低於  $9 \times 10^{-6}$  Torr，紀錄真空度。
- ☐ 移除真空計。
- ☐ 確認氣路位置是否正確。
- ☐ 確認空壓機是否充氣。
- ☐ 確認乾燥氣體氣流開關(位於高壓電網柵欄門旁)是否關閉。
- ☐ 確認放電棒放置 UPS 不斷電系統旁。

### 開啟氣瓶

- ☐ 開啟高壓繼電器氣閥。
- ☐ 開啟氣瓶，先開主閥，後開分壓閥至氣壓 40psi。
- ☐ 檢查高壓繼電器是否正常運作，扳動 1、2 號氣閥進行充放氣。
- ☐ 確認高壓繼電器處於未送氣狀態，Charging 繼電器(2 號) 左旋(放氣，斷開)，Dumping 繼電器(1 號) 左旋(放氣，接上)。

### 雷射光訊號測試及相機確認

- ☐ 開啟光學桌架上的延長線所有開關。
- ☐ 相機接電。
- ☐ interferometer 接上延長線電源
- ☐ 開啟 Shadowgraph 連接於光學桌架上的延長線開關。
- ☐ 開啟 Schlieren 連接於光學桌架上的延長線開關。
- ☐ 開啟 Polarimetry 連接於光學桌架上的延長線開關。
- ☐ 開啟 VNC Viewer，連線 Raspberry Pi。
- ☐ 開啟 Raspberry Pi 的 rpi\_camera 程式。
- ☐ 拿掉光路上的塑膠袋。
- ☐ 確認雷射為平行光(此步驟需確認雷射已熱機 30 分鐘)。

- ☐ 調整光強度(delay150us)(直接更改，不必停雷射)。
- ☐ 調整相機畫面。
- ☐ 側視可見光相機(Side view camera)放上合適的偏振片。
- ☐ Raspberry Pi 改用 soft trigger 的程式。
- ☐ 將雷射改成 full-external 模式(參照 full-external procedure)。
- ☐ 開啟兩台 photodiode 電源。
- ☐ 將電流量測示波器插電後開啟。
- ☐ 將電壓量測示波器插電後開啟。

## 第一次試拍流程

### 電流量測示波器設定

- ☐ Source: CH1 (Photodiode)。
- ☐ Slope: 上升。
- ☐ trigger level: 4V。
- ☐ Time scale: 2us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電流訊號): 500mV。
- ☐ 示波器設定為 Single。

### 電壓量測示波器設定

- ☐ Source: CH1(Photodiode)。
- ☐ Slope: 上升。
- ☐ trigger level: 4V。
- ☐ Time scale: 2.5us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電壓訊號): 500kV。
- ☐ 示波器設定為 Single。

## 延遲產生器設定

- ☐ 設定延遲產生器的拍攝時間為\_\_\_\_\_ (Channel EF, GH 為\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)。
- ☐ 設定延遲產生器狀態使其顯示為 single shot。
- ☐ 按下延遲產生器的觸發確認雷射訊號正常。
  
- ☐ 確認兩台示波器設定為 Single。
- ☐ 依序按下各控制相機系統 soft trigger 程式的 RUN，待讀秒 (60sec) 結束，按下延遲產生器上的觸發，完成試拍。
- ☐ 確認試拍照片正確。

## 低壓開啟

- ☐ DC 變壓器接上汽車電池，**正接正，負接負**。
- ☐ 開啟 DC 變壓器電源。
- ☐ 兩台示波器電源接上 DC 變壓器並開啟。
- ☐ 關閉 interferometer 的 VNC Viewer
- ☐ 關閉 polarimetry 的 VNC Viewer。  
(備註：Shadowgraph & Schlieren 不用)
- ☐ 將 interferometer 的 Raspberry Pi 換上電池，12V 電池數量為 2 顆。
- ☐ 將 side view 的 Raspberry Pi 換上電池，12V 電池數量為 2 顆。
- ☐ 將 top view 的 Raspberry Pi 換上電池，12V 電池數量為 1 顆。
- ☐ 將 polarimetry 的 Raspberry Pi 換上電池，12V 電池數量為 1 顆。
- ☐ 移除連接 interferometer 的延長線。
- ☐ 開啟所有相機的 VNC Viewer，連線 Raspberry Pi。
- ☐ 開啟所有相機的 VNC Viewer 中的 soft trigger 程式。
- ☐ 拔除 turbo pump 風扇，並拔除延長線電源)。
- ☐ **電流計訊號線接上真空腔上端 Rogowski 輸出端。**

## 高電壓開啟

### 小字號測試

- ☐ 拔除 UPS 不斷電系統插座。
- ☐ 將小字號接上一顆 12V 電池。
- ☐ 開啟小字號(頂部按鈕順時鐘旋轉)。
- ☐ 開啟高電壓警示燈。

《此步之後，測試須特別小心，且別離馬氏機太近》

- ☐ 拔除 Delay generator 上的 Laser 訊號線。
- ☐ 關燈。
- ☐ 拿下護目鏡。
- ☐ 確認小字號沒有因光纖接觸不良而持續觸發(約 20 秒)。
- ☐ 一人按下 delay generator 的觸發，另一人確認馬氏機是否有火花，有火花即為觸發運作正常。
- ☐ 戴上護目鏡。
- ☐ 將 Delay generator 上的 Laser 訊號線接回。
- ☐ 測試雷射是否成功觸發。

《此步之後人員不可進入鐵絲網區域內》

## 第二次試拍流程

### 確認電流量測示波器設定

- ☐ Source: CH1 (Photodiode)。
- ☐ Slope: 上升。
- ☐ trigger level: 4V。
- ☐ Time scale: 2us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電流訊號): 500mV。
- ☐ 示波器設定為 Single。

### 確認電壓量測示波器設定

- ☐ Source: CH1(Photodiode)。
- ☐ Slope: 上升。
- ☐ trigger level: 4V。
- ☐ Time scale: 2.5us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電壓訊號): 5kV。
- ☐ 示波器設定為 Single。
  
- ☐ 確認兩台示波器設定為 Single。
- ☐ 依序按下各控制相機系統 soft trigger 程式的 RUN，待讀秒 (60sec) 結束，按下延遲產生器上的觸發，完成試拍。
- ☐ 確認試拍照片正確。

### 正式放電流程

- ☐ 確認延遲產生器的拍攝時間點。
- ☐ 確認延遲產生器狀態顯示為 single shot。
- ☐ 開啟乾燥氣體開關。

### 確認電流量測示波器設定

- ☐ Source: CH3 (電流訊號)。
- ☐ Slope: 上升。
- ☐ trigger level: 160mV。
- ☐ Time scale: 2us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電流訊號): 500mV。
- ☐ 示波器設定為 Single。

### 確認電壓量測示波器設定

- ☐ Source: CH3(電壓訊號)。
- ☐ Slope: 下降。



- ☐ trigger level: 18kV。
- ☐ Mode: Auto。
- ☐ Time scale: 2.5us。
- ☐ CH1 Voltage scale(Photodiode): 5V。
- ☐ CH3 Voltage scale(電壓訊號): 500kV。
- ☐ 開啟 cursor。
  
- ☐ 開啟 SPIK 2000A 背板電源(機器右後下方，電源線旁邊)。
- ☐ 開啟 SPIK 正面電源(POWER)。
- ☐ 設定 SPIK，設定值如下：  
Ton+: 15uS      Toff+: 35uS      Mode: Bipolar  
Ton-: 15uS      Toff-: 35uS
- ☐ 開啟直流電源供應器電源(黑色翹板開關)。
- ☐ 直流電源供應器設定電流為 0.5A，設定電壓為 155V。

### 觸發流程(此步驟須一氣呵成)

1. 按下直流電源供應器的綠色輸出鈕。
  2. Dumping 繼電器(1 號) 右旋(充氣，斷開)。
  3. 按下 SPIK 輸出鈕(ON/OFF)，將 SPIK 狀態調整為 ON。
  4. Charging 繼電器(2 號) 右旋(充氣，接上)，開始充電。
  5. 電容充電至 5 kV 時，按下相機觸發程式的 RUN。
  
  6. 待 20kV，示波器皆設定為 single。
  7. 紀錄直流電源供應器的電流\_\_\_\_\_。
  8. 相機倒數完成後，將 Charging 繼電器(2 號) 左旋(放氣，斷開)。
  9. 按下延遲產生器的觸發，觸發 Rail gap switch 放電。
- 
- ☐ 按下直流電源供應器的綠色輸出鈕，停止直流電源供應器輸出電流。
  - ☐ 按下 SPIK 輸出鈕(ON/OFF)，將 SPIK 狀態調整為 OFF。
  - ☐ Dumping 繼電器(1 號) 左旋(放氣，接上)，讓電容放電。