

IGAC 使用者手冊

中華民國：108 年 02 月 19 日

目錄

目錄	i
一、 前言	1
二、 IGAC 之主要組件、原理與特色	2
2.1 IGAC 之主要組件與原理	2
2.2 濕式同心圓管溶蝕器(WAD).....	3
2.3 氣溶膠處理器(SCI).....	4
2.4 離子色譜儀(IC).....	5
2.5 IGAC 特色	6
2.5.1 自動進樣柱塞泵	6
2.5.2 模組化設計	6
2.5.3 高度自動化、人性化操作介面	6
2.5.4 全自動品保和品管系統	6
三、 IGAC 前處理器之組裝	7
四、 IC 之組裝	8
五、 IGAC 啟動前注意事項	12
六、 IGAC 啟動、停機與重啟程式	15
6.1 IGAC 啟動程式	15
6.1.1 離子色譜儀啟動程式	15
6.1.2 前處理器啟動程式	19
6.2 IGAC 停機程式	22
6.2.1 前處理器停機程式	22
6.2.2 離子色譜儀停機程式	23
6.3 IGAC 重啟程式	26
6.3.1 前處理器重啟程式	26

一、前言

在 2013 年 10 月世界衛生組織將戶外空氣污染，包含戶外懸浮微粒 (outdoor particulate matter, PM)，列為第一級致癌物質，使得大氣懸浮微粒逐漸受到重視，尤其是粒徑小於 $2.5\ \mu\text{m}$ 的細懸浮微粒(PM_{2.5})不僅僅只是致癌物，更容易沉積於人類呼吸系統，對人體造成危害。除此之外，亦會影響環境氣候、空氣品質與能見度，不論是全球性或區域性的環境問題而言，微粒的污染對於環境變遷具有重要的潛在影響力。

大氣懸浮微粒並非由單一物質所組成，其化學組成之比例會依來源不同而有不同之化學組成，大致上可分為水溶性鹽類、金屬元素及含碳成分，為了掌握其其排放源、生成機制及大氣傳輸現象，我們可藉由監測占比 PM_{2.5} 品質四至五成的水溶性鹽類。除此之外，監測水溶性鹽類能夠建立污染排放管制及追蹤控制策略重要的資訊來源，更可用於污染源貢獻分析、評估污染排放資料庫與空氣品質模式、支援健康相關研究與區域性塵霾(haze)等。

截至目前為止，即使是微粒品質濃度的監測其結果與最先進的空氣品質模式預測結果，仍然存在相當大的歧異，除部分原因可能來自於監測的採樣分析誤差外，單純的微粒品質監測不足以提供模式測試所需的複雜性，如果能進行氣溶膠水溶性離子成分分析，則可提供相較於微粒品質監測更為豐富的資訊，提供模式更多訊息，有助於評估模式的可信度。

傳統氣溶膠水溶性離子分量測方法為使用濾紙採樣，而因為氣溶膠品質小，所需採集之時間較長，且濾紙樣本之前處理與後續之萃取分析需耗費較大量之人力，因此現行多數研究仍停留於批次式(batch)的量測。這種傳統量測方法不但需時較長，且耗費之人力亦較多，而樣本在運送與分析過程又易發生樣本污染。環境中氣溶膠進行的物理與化學反應會在數分鐘至一小時內完成，以傳統方式較無法即時反應當時的污染狀況，所獲得氣溶膠水溶性離子成分因而無法反應在空間與時間快速變異下的實際大氣微粒特性，在此受限下，彰顯出連續線上自動監測儀的重要性。

二、IGAC 之主要組件、原理與特色

2.1 IGAC 之主要組件與原理

線上氣體與氣溶膠成分監測儀(In-situ Gas and Aerosol Compositions monitor, IGAC)，可連續進行全自動分析氣體(Gas)與氣溶膠(Aerosol)水溶性離子成分並提供逐時資料。圖 2.1 為 IGAC 示意圖，由圖所示，IGAC 系統主要由濕式同心圓管溶蝕器(Wet Annular Denuder, WAD；如圖 2.2)、氣溶膠處理器(Scrub and Impactoy aerosol collector, SCI；如圖 2.3)、離子色譜儀(Ion Chromatography, IC；如圖 2.4)所組成，其中，WAD 與 SCI 為採集 Gas 與 Aerosol 之採樣系統。

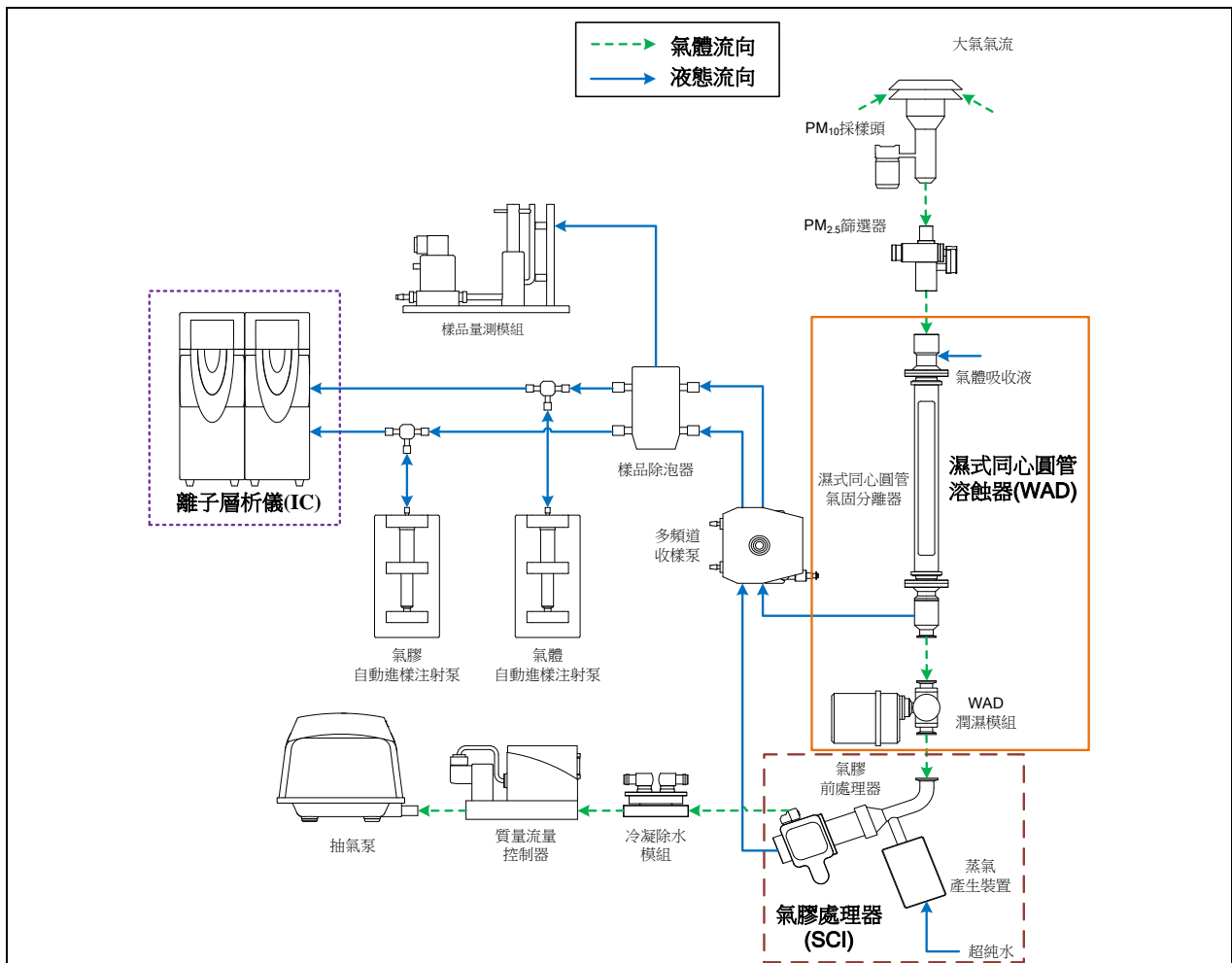


圖 1 IGAC 示意圖

2.2 濕式同心圓管溶蝕器(WAD)

吸收液從上方注入，流過濕式同心圓管氣固分離器之內外管，氣體及氣溶膠以 16.67 L/min 的流量通過濕潤內外管間隙，因擴散原理致使 SO_2 、 HNO_3 、 HNO_2 、 HCl 、 NH_3 等易溶于水的氣體吸收在內外管壁的吸收液中並被沖提攜出，最後將所收集水樣經除泡過濾後再導入 IC 中分析溶于水中的離子成分。

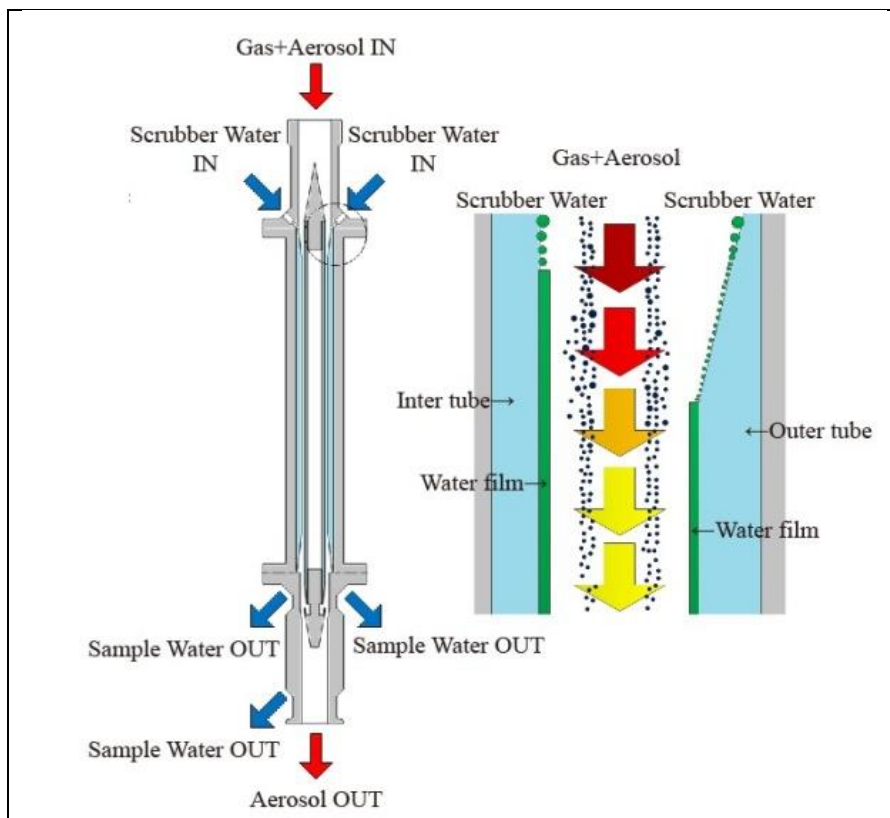


圖 2 濕式同心圓管氣固分離器

2.3 氣溶膠處理器(SCI)

氣溶膠處理器之蒸氣產生裝置將蒸氣噴嘴朝向氣溶膠入口，使收集的氣溶膠和蒸氣產生碰撞，較大粒徑的氣溶膠迅速被捕集，但細小氣溶膠吸收水氣後經過冷凝增大區使品質與體積迅速增大，藉由慣性衝擊的方式將氣溶膠進行第二階段捕集。最後將所收集水樣經除泡過濾後，導入 IC 中分析溶于水中的離子成分，本監測儀 可同時分析的氣溶膠水溶性離子包含 F⁻、Cl⁻、NO₂⁻、Br⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、SO₄²⁻、Li⁺、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺ 等與有機酸及水溶性有機碳。

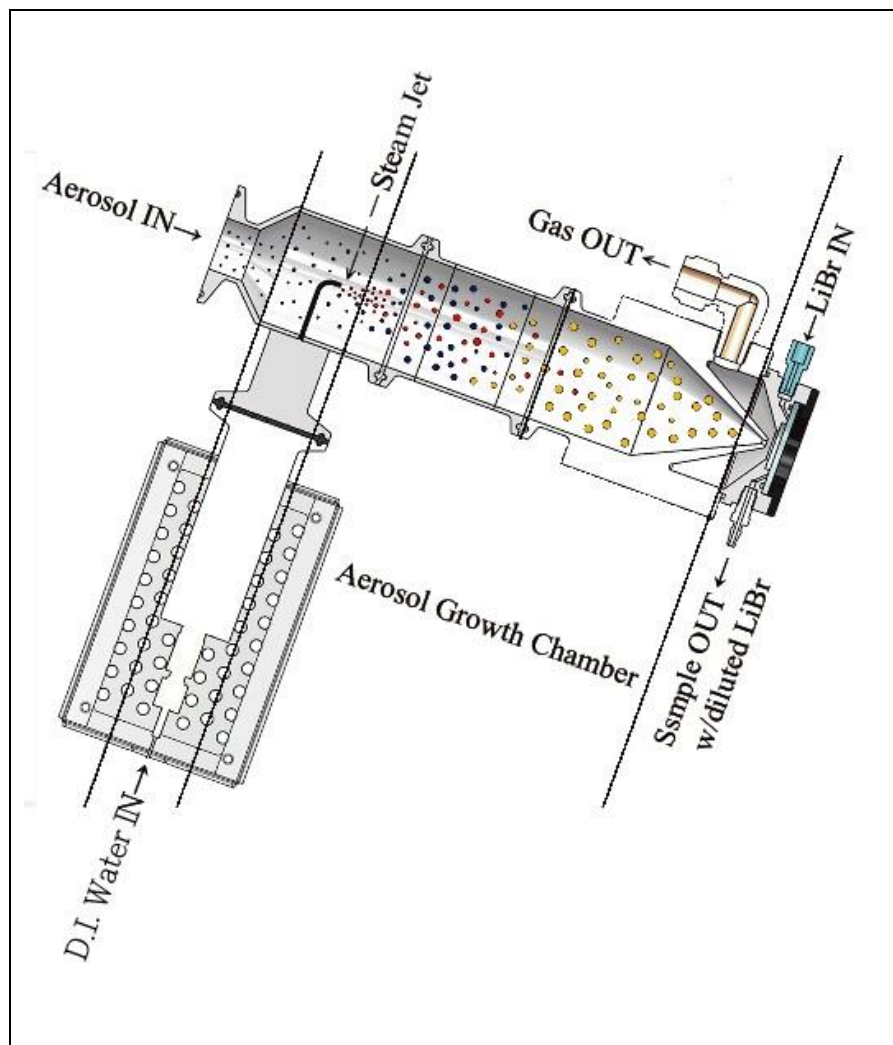


圖 3 氣溶膠處理器

2.4 離子色譜儀(IC)

離子色譜法乃是使待測樣品通過充填樹脂之分離管，離子與樹脂產生交換作用而吸附於樹脂交換基之上，此時加入流洗液沖提使其脫離交換基再度變成自由離子再不斷重複此吸附-沖提迴圈作用。由於溶液中離子電荷數離子半徑及品質等因素，對樹脂之親和力會產生差異親和力越大越容易吸附且越難沖提，因此造成通過分離管所需之時間不同，並且各自形成離子群，此時再測量其總導電值便可做定性與定量分析。

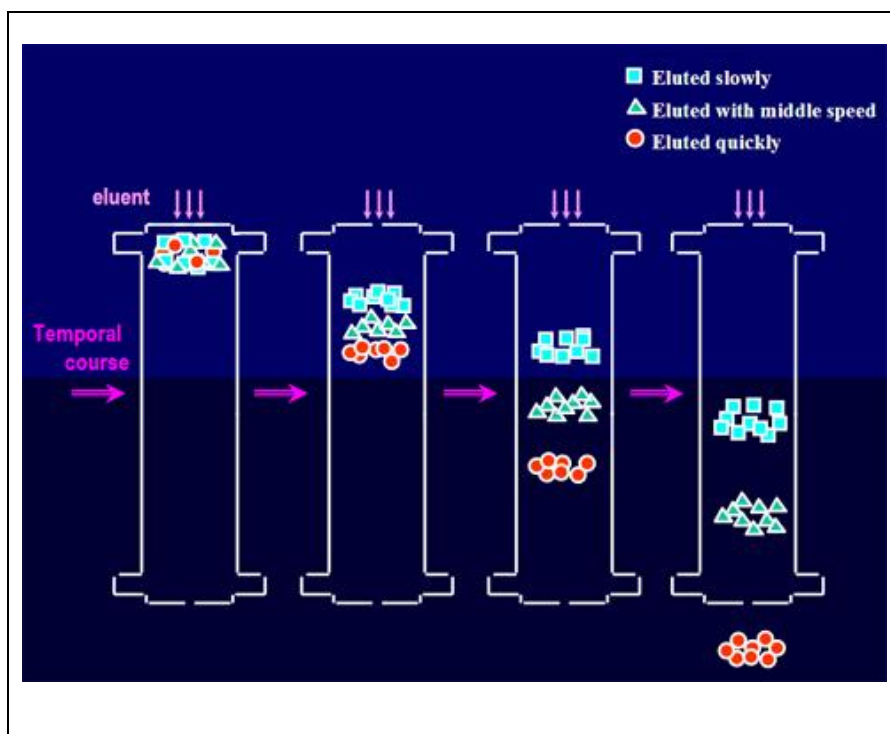


圖 4 離子色譜儀工作原理示意圖

2.5 IGAC 特色

2.5.1 自動進樣柱塞泵

配置兩組注入式液體樣泵可全時收樣氣體及氣溶膠陰陽離子之樣品，不會損失任何分秒的樣品，氣體及氣溶膠採用陰陽離子分流且同時收樣及送樣方式，可避免樣品交叉污染，採用專利設計之除泡裝置能迅速及有效的去除樣品氣泡，避免氣泡進入離子色譜儀造成當機。

2.5.2 模組化設計

可結合各式液相色譜儀如 HPLC、TOC 與分樣收集器等設備達到分析專案的多樣性與研究性之需求。

2.5.3 高度自動化、人性化操作介面

裝置針對採樣流量、溫度與離子色譜儀管線壓力進行 24 小時連續監控當異常狀況發生，系統會主動發佈簡訊通報相關人員。可經由遠端連線進行監看資料及故障排除，提高監測資料的可用率，節省人員往返的時間與費用。在自動操作模式下，僅需點選啟動鍵設備即自行檢查系統並進入連續監測模式運轉，監測資料可選擇單一或多種物種同時顯示歷史資料查詢、污染趨勢曲線一目了然。

2.5.4 全自動品保和品管系統

內標標準品校正每筆樣品均持續定量注入溴化鋰(LiBr)內標標準品，查核內標回收率及精確定量樣品量，以確認離子色譜儀分析狀況之正常及穩定。

三、IGAC 前處理器之組裝

IGAC 前處理器示意圖如圖 3-1 所示，其內之主要元件為 WAD 與 SCI 採樣系統以及樣本收集與注射系統；而圖 3-1 右側(即 IGAC 前處理器左側面)為前處理器之電源插座與電腦插座、樣品出口跟吸收液入口。

IGAC 前處理器之組裝方式為將電源插座與電腦插座之電源線接上並插入電源(電源插座為 220V、電腦插座為 110V)，樣品出口連接上 IC 跟吸收液連接上 IGAC，待電源接通後開啟主電源開關即完成。

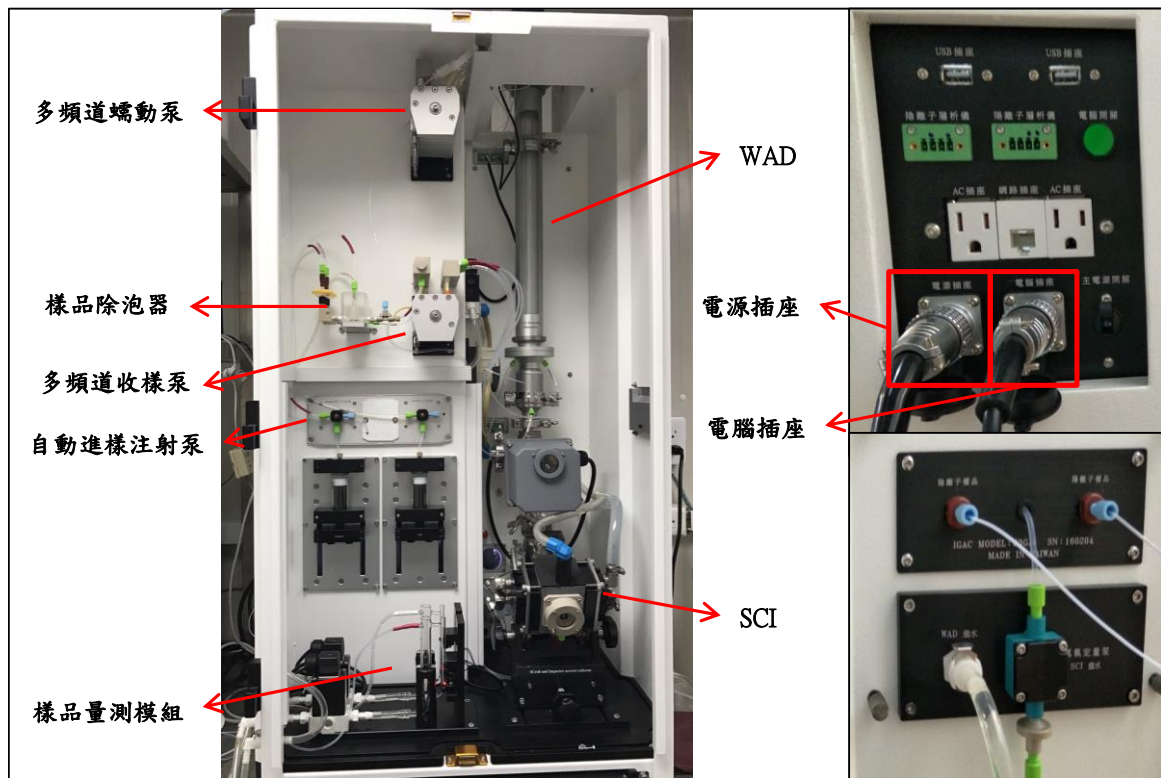


圖 5 離子色譜儀工作原理示意圖

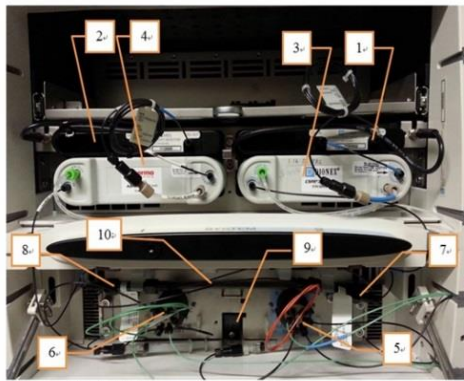
四、IC 之組裝

IC 之組裝依其型號不同，亦有不同之組裝方式，其可搭配型號為：ICS-5000、ICS-3000、IC-2100 與 IC-1100，其各型號之示意圖與介紹如下。

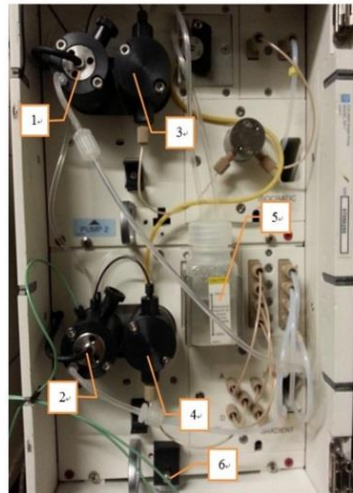
ICS-5000、ICS-3000



圖 6 離子色譜儀 ICS-5000 樣試圖

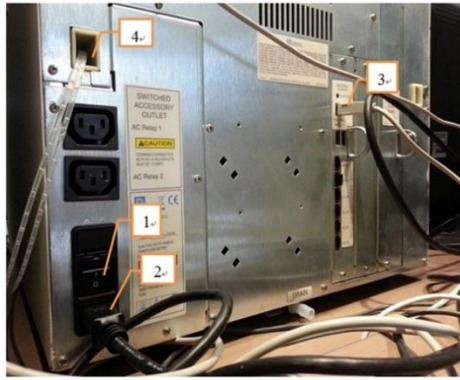


- (1) Cation 導電度偵測器
- (2) Anion 導電度偵測器
- (3) Cation 抑制器
- (4) Anion 抑制器
- (5) Cation 六向閥
- (6) Anion 六向閥
- (7) Anion 保護管柱
- (8) Cation 保護管柱
- (9) 洩漏感應器
- (10) Cation與Anion之分析管柱

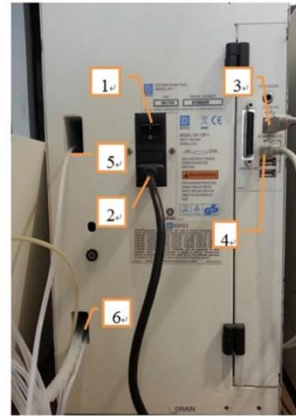


- (1) Cation 壓力感應器
- (2) Anion 壓力感應器
- (3) Cation Pump
- (4) Anion Pump
- (5) 超純水
- (6) 洩漏感應器

圖 7 離子色譜儀 ICS-5000 結構介紹圖(前)



- (1) 電源開關
- (2) 電源線接頭
- (3) USB連接孔
- (4) 廢液管連接通道



- (1) 電源開關
- (2) 電源線接頭
- (3) USB連接孔
- (4) USB連接孔
- (5) Pump2管線通道連接Cation流洗液
- (6) Pump1管線通道連接Anion流洗液

圖 8 離子色譜儀 ICS-5000 結構介紹圖(後)

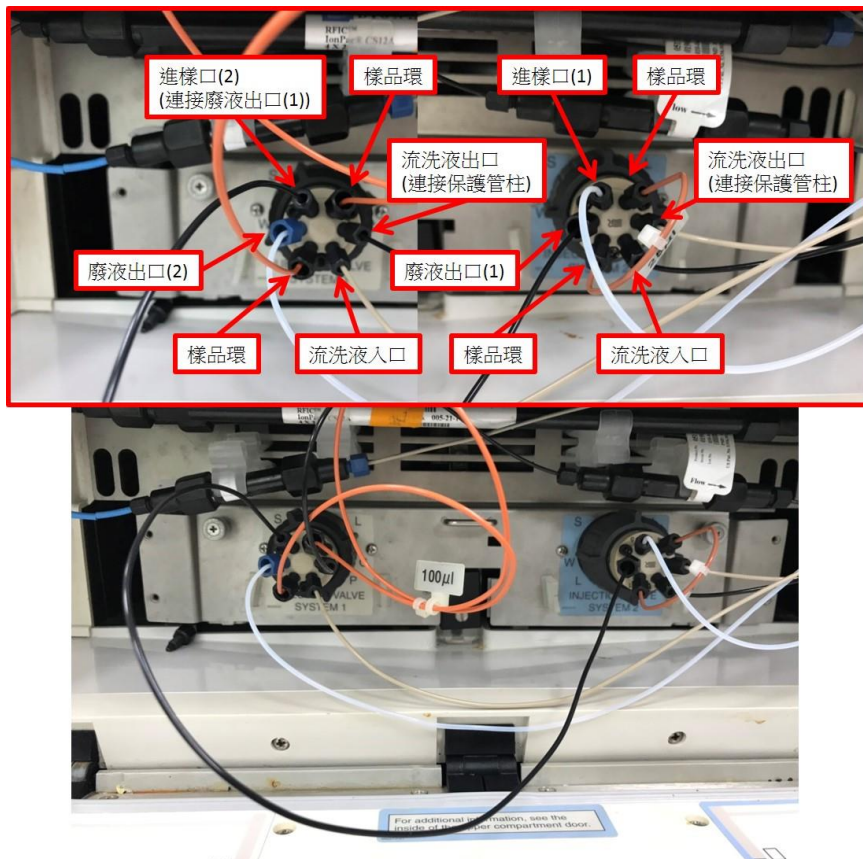
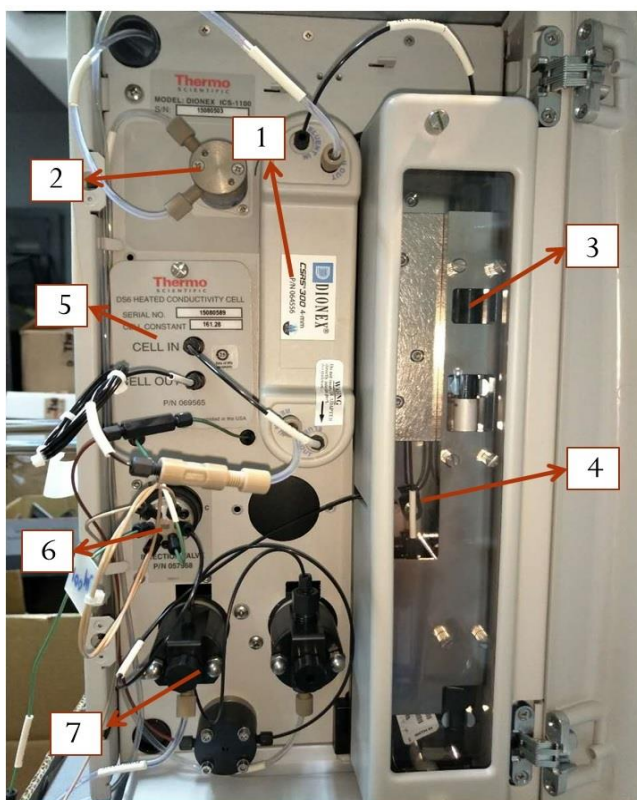


圖 9 離子色譜儀 ICS-5000 進樣接法介紹圖

IC2100&1100

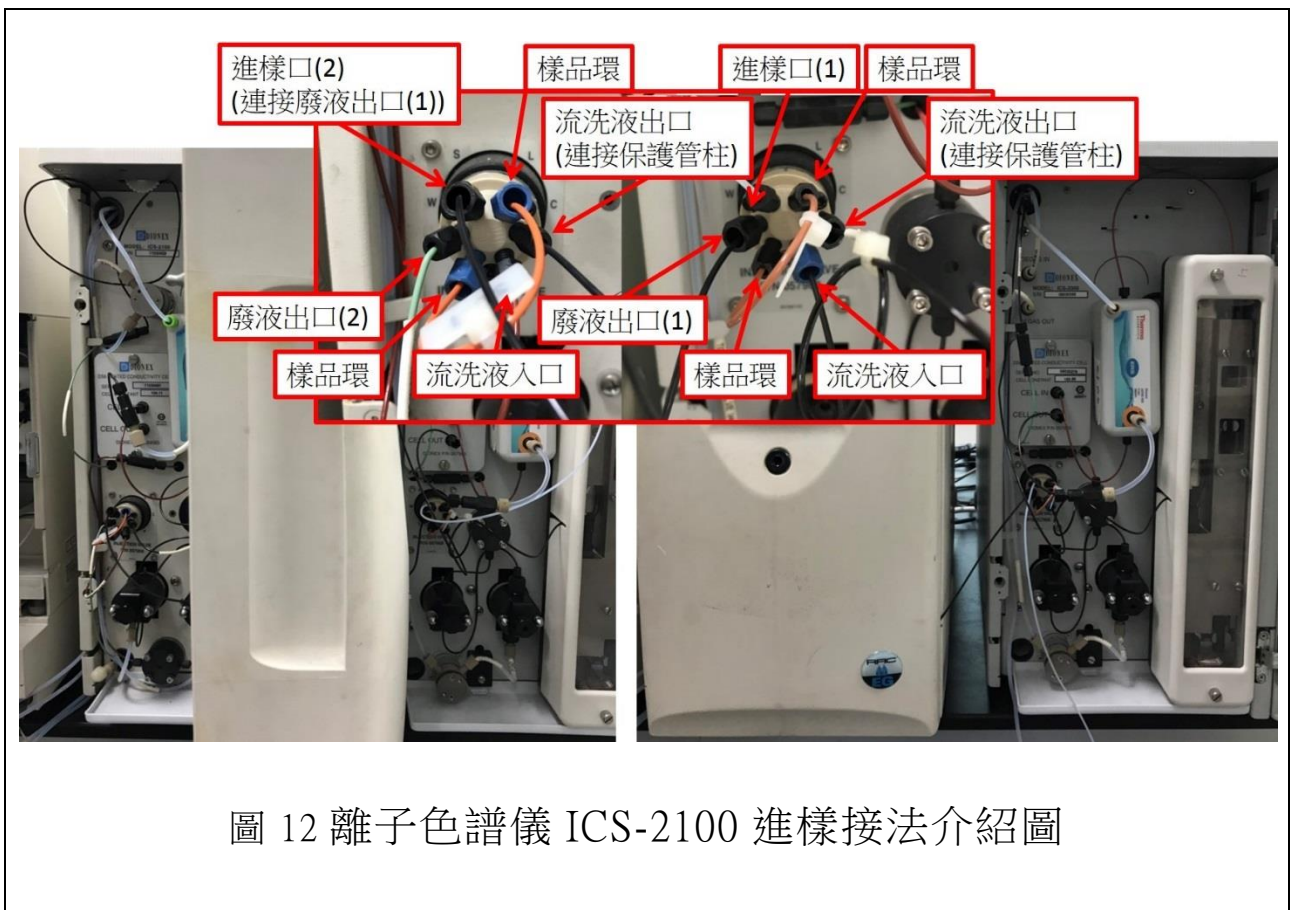


圖 10 離子色譜儀 ICS-2100 樣試圖



- (1) 抑制器
- (2) 流洗液
泵浦
- (3) 管柱
- (4) 保護管
柱
- (5) 偵測器
- (6) 六向閥
- (7) 流洗液
泵浦

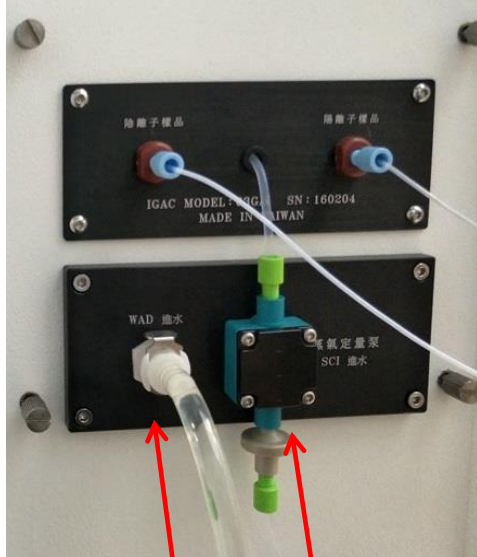
圖 11 離子色譜儀 ICS-5000 結構介紹圖(前)



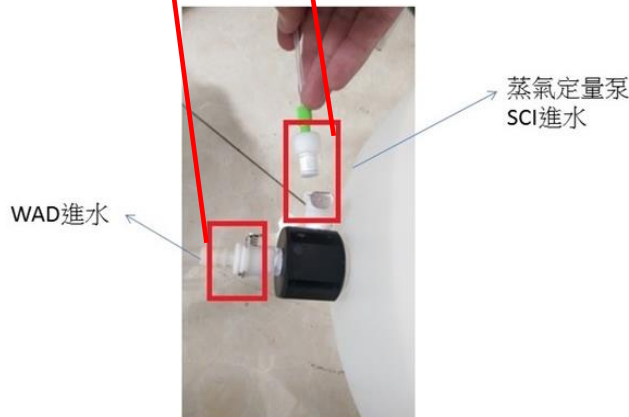
五、IGAC 啟動前注意事項

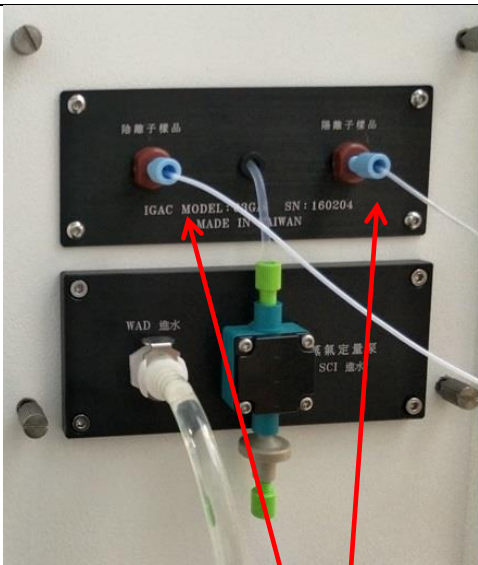
1. 電源電壓部分請確定電壓使用 220V；若有 UPS 不斷電設備建議使用。

2. 前處理器定位妥當，採樣管安裝連接妥當。

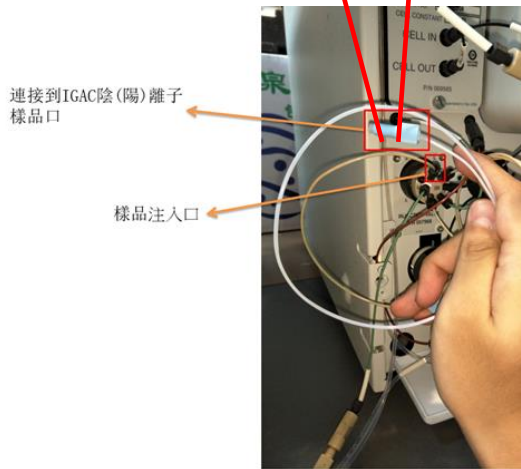


3. 確認 IGAC 前處理器二項進水部分(WAD 進水與 SCI 進水)是否連接妥當。





4.前處理器連接 IC 之進樣管線是否連接妥當



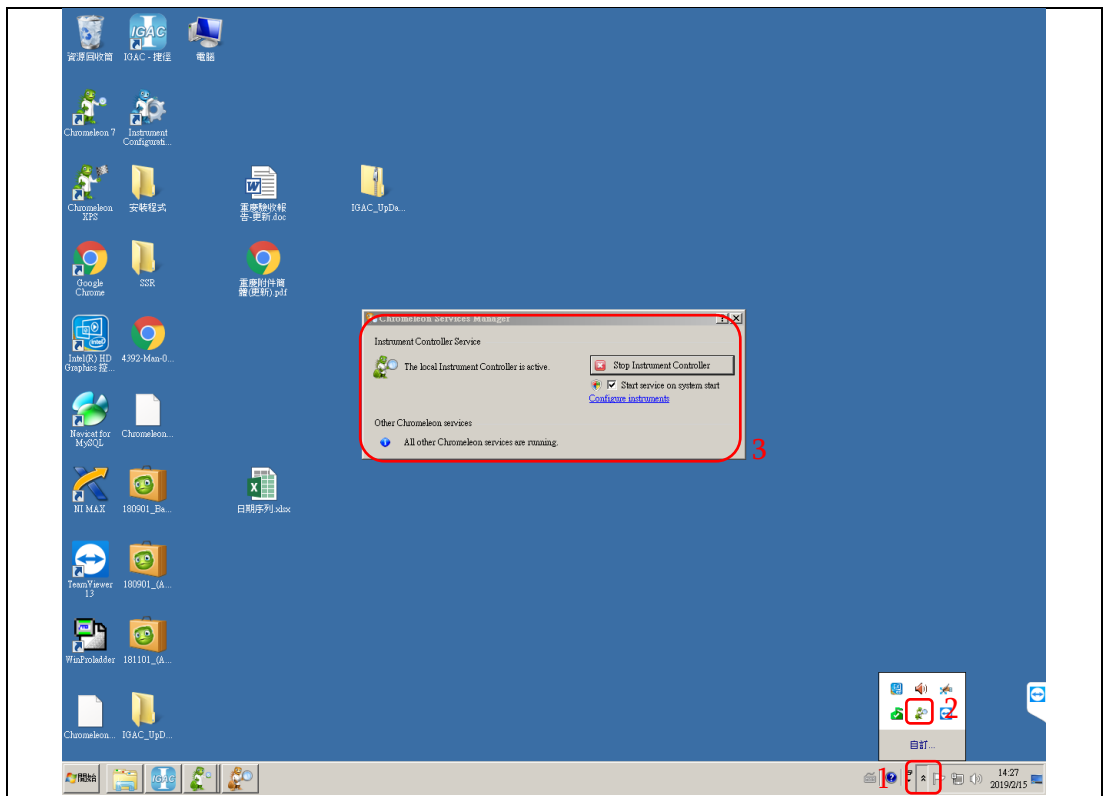
5.陰陽離子訊號線是否連接妥當。

	<p>6. 確認冷卻迴圈水杯達到八分滿(上蓋可逆時鐘旋開)</p>
	<p>7. IC 需配置之陰陽離子流洗液，確認是否連接妥當並開啟(向右開啟向左關閉)</p>
 <p>用 USB 串連方式連接兩台 IC： (1) 將 1 號與 2 號兩 USB 孔串聯 (2) 將 3 號 USB 孔與 PC 串聯</p>	<p>8. IC 通訊線連接妥當</p>
<p>9. 排廢液管線連接妥當(注意:量測杯排水管出口需高於廢液桶液面，不可浸在水中。)</p>	

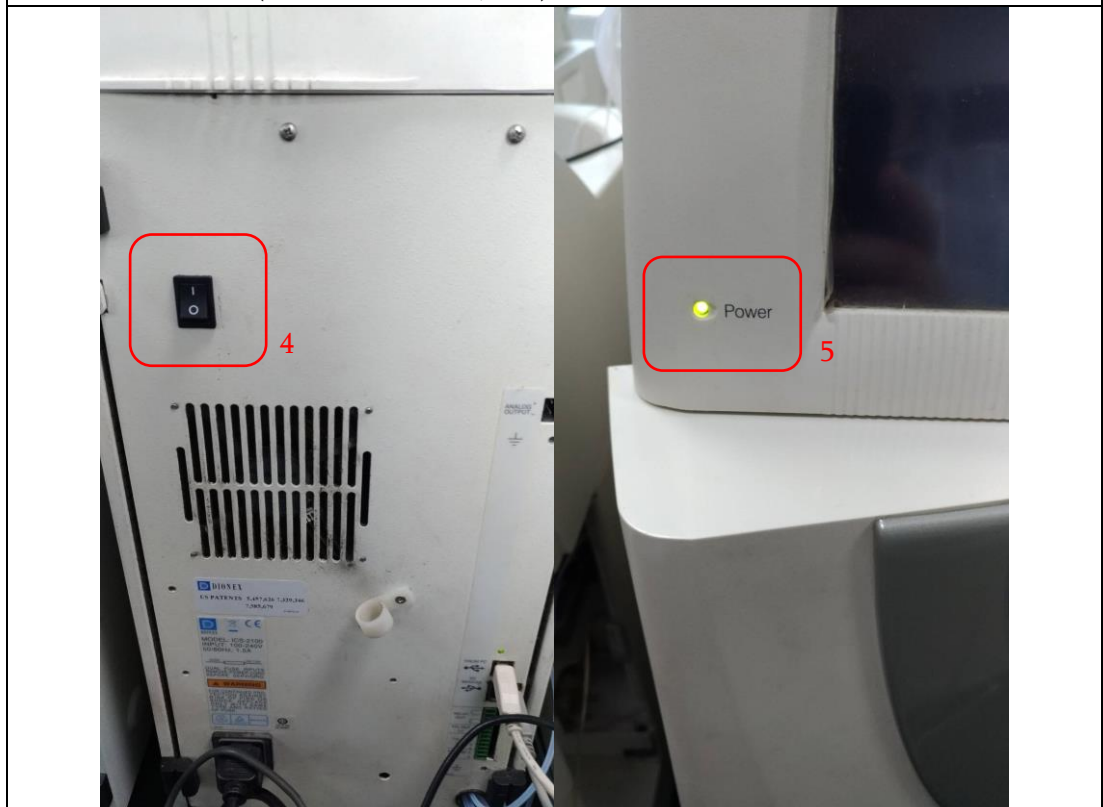
六、IGAC 啟動、停機與重啟程式

6.1 IGAC 啟動程式

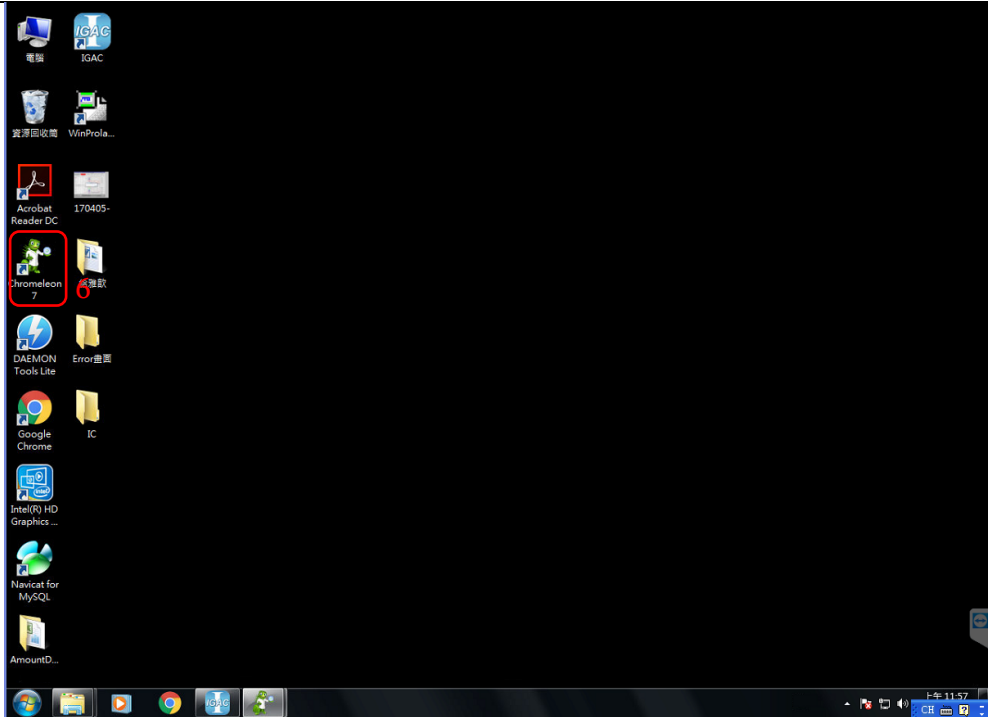
6.1.1 離子色譜儀啟動程式



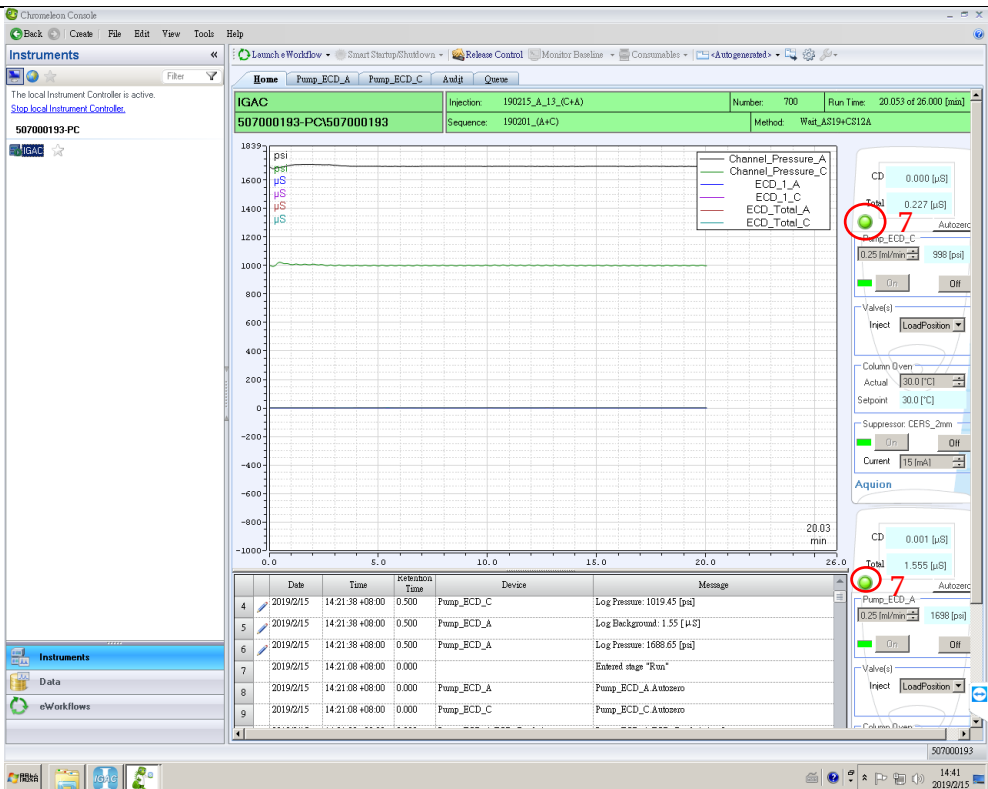
1. 從畫面右下角箭頭處點出快捷欄
2. 點選 Chromeleon Sservices Manager
3. 確認開啟連結(圖中為已連結狀態)



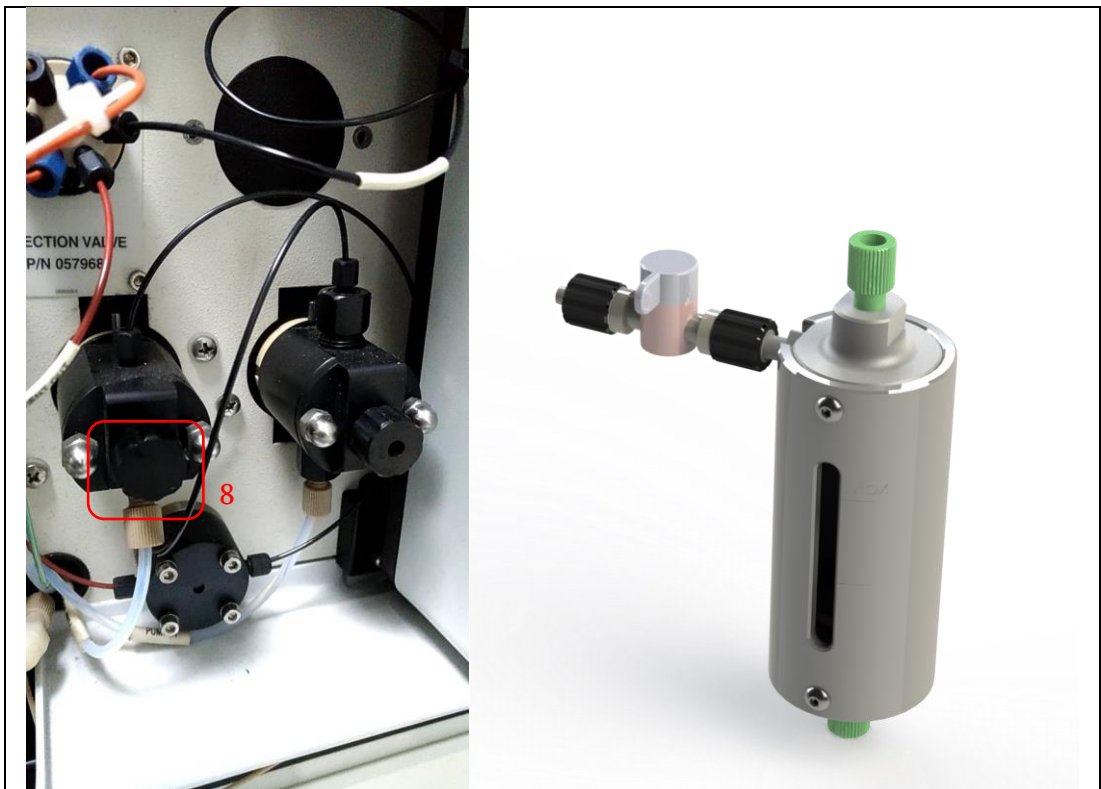
4. 開啟機台電源(各機台位置可能不同，但符號相同)
5. 可從前面電源燈號確認是否開啟(各機台位置可能不同)



6. 點選開啟 Chromeleon7



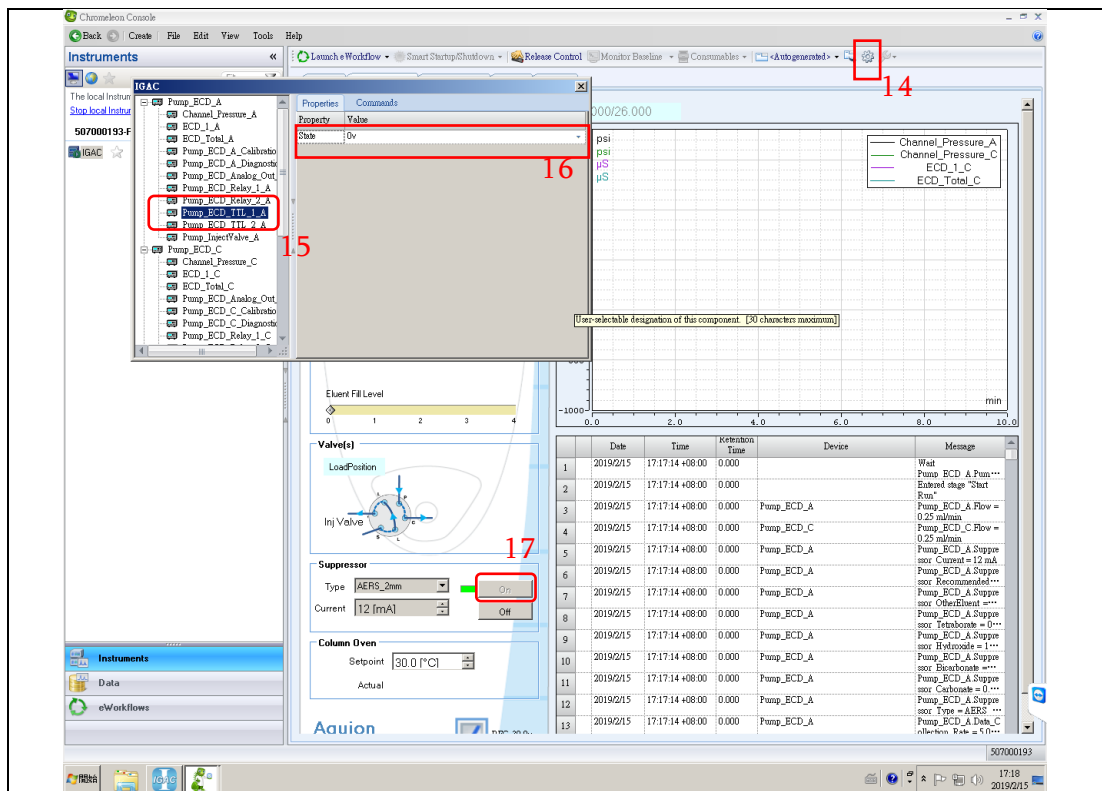
7. 先確認儀器是否有連接(圖中為已啟動狀態)(未連接請查閱常見問題)



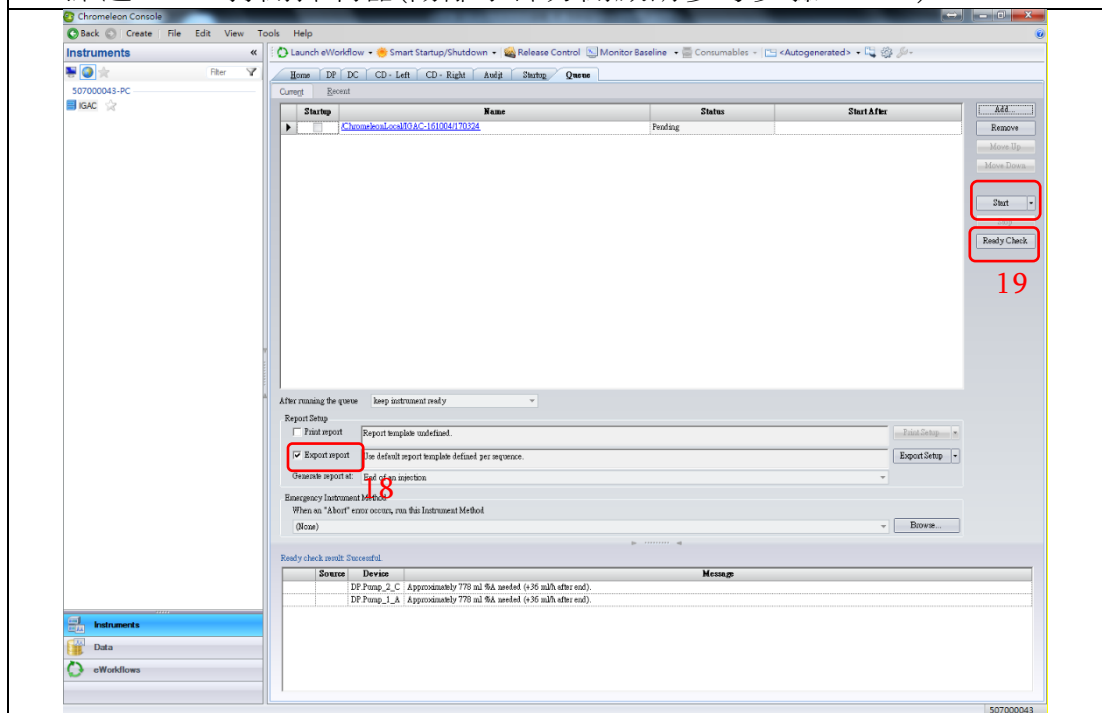
8. 開啟 PUMP 前先把排氣閥旋開(轉松, 不完全轉開), 並調整線上除泡器到正常液位(陰陽離子兩台都要, 圖中只有一台部分為範例)

Date	Time	Retention Time	Device	Message
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000		Wait Pump_ECD_A Pump...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000		Entered stage 'Start Run'
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Flow = 0.25 ml/min
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_C	Pump_ECD_C Flow = 0.25 ml/min
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Current = 12 mA
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Electrode
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Recommended...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Tetaborate = 0...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Bicarbonate = ...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Hydroxide = 1...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Chlorate = 0...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Suppressor Type = AERS...
2019/2/15	15:17:14 +08:00	0.000	Pump_ECD_A	Pump_ECD_A Detb_C retention Time = 5.0...

9. 選擇 Instruments
10. 選擇標籤名 Pump_ECD_A(已陰離子為例, 陽離子為 Pump_ECD_C)
11. 調整 Pump Flow 到 0.25
12. 點擊 ON 開啟 PUMP 排氣 3 分鐘
13. 將排氣閥關閉



14. 點選開啟控制清單視窗(或按下 F8)
15. 尋找並選擇 PUMP_ECD_TTL_1_A(陽離子部分沒有不需要做 14~16)
16. 將其 State 從 5V 改成 0V(原始狀態為 5V，開啟狀態為 0V)
17. 點選 ON，打開抑制器(陽離子部分開啟請參考步驟 10~17)

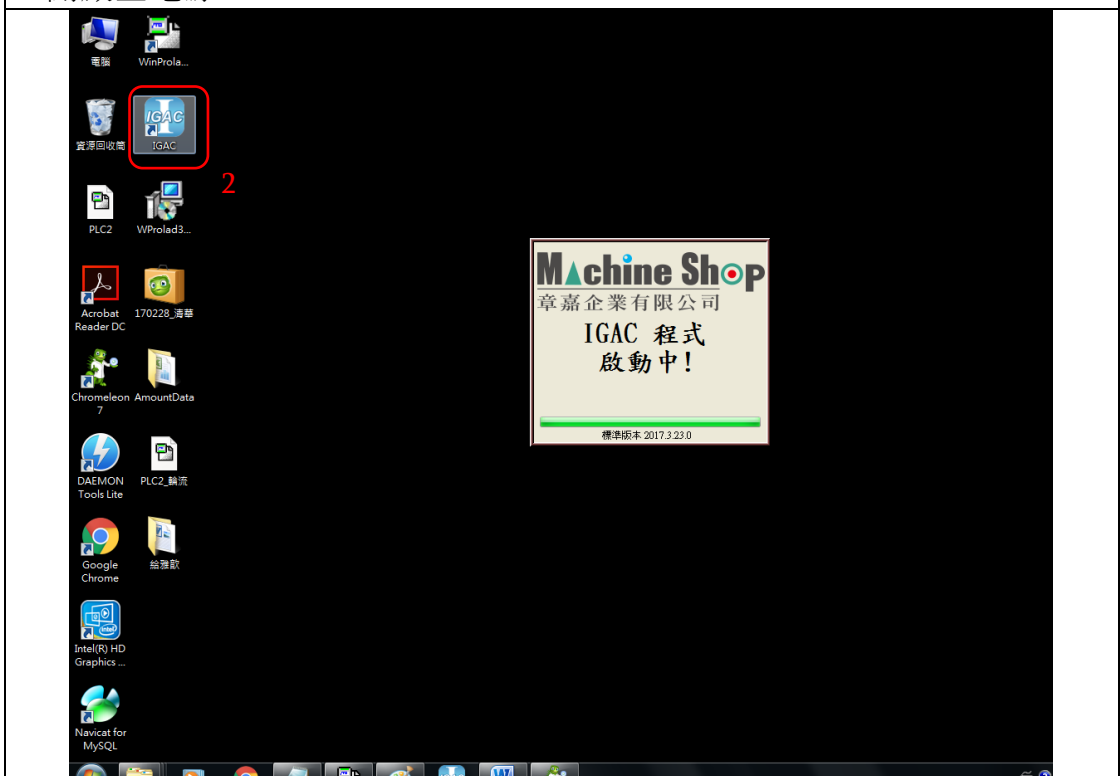


18. 勾選 Export report
19. 接著再點選 Ready Check，最後按 Start 即可啟動分析

6.1.2 前處理器啟動程式



1. 開啟主電源



2. 啟動 igac 軟體

IGAC START

自動採樣停止時間: 2017/03/24 10:00:00

帳號登入

確定 取消

Time	NH3	HF	HCl	HNO2	HNO3	SO2
2017/03/20 03:00	8.4763	N.D.	0.6512	3.5275	N.D.	7.7223
2017/03/20 04:00	9.1198	N.D.	0.6467	3.8289	N.D.	8.3525
2017/03/20 05:00	9.0891	N.D.	0.8796	3.8244	N.D.	8.5272
2017/03/20 06:00	9.2407	N.D.	0.6481	3.8195	N.D.	8.8624
2017/03/20 07:00	9.6538	N.D.	0.6621	4.208	N.D.	10.6872
2017/03/20 08:00	8.5572	N.D.	0.5937	3.1546	N.D.	10.0739
2017/03/20 09:00	8.679	N.D.	0.8153	2.986	N.D.	11.0943
2017/03/20 10:00	8.7387	N.D.	0.6078	1.7474	N.D.	13.4412
2017/03/20 11:00	8.1299	N.D.	0.6227	1.3913	N.D.	15.7595
2017/03/20 12:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 13:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 14:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 15:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 16:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 17:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 18:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 19:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 20:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

3. 登入帳號密碼

IGAC STOP

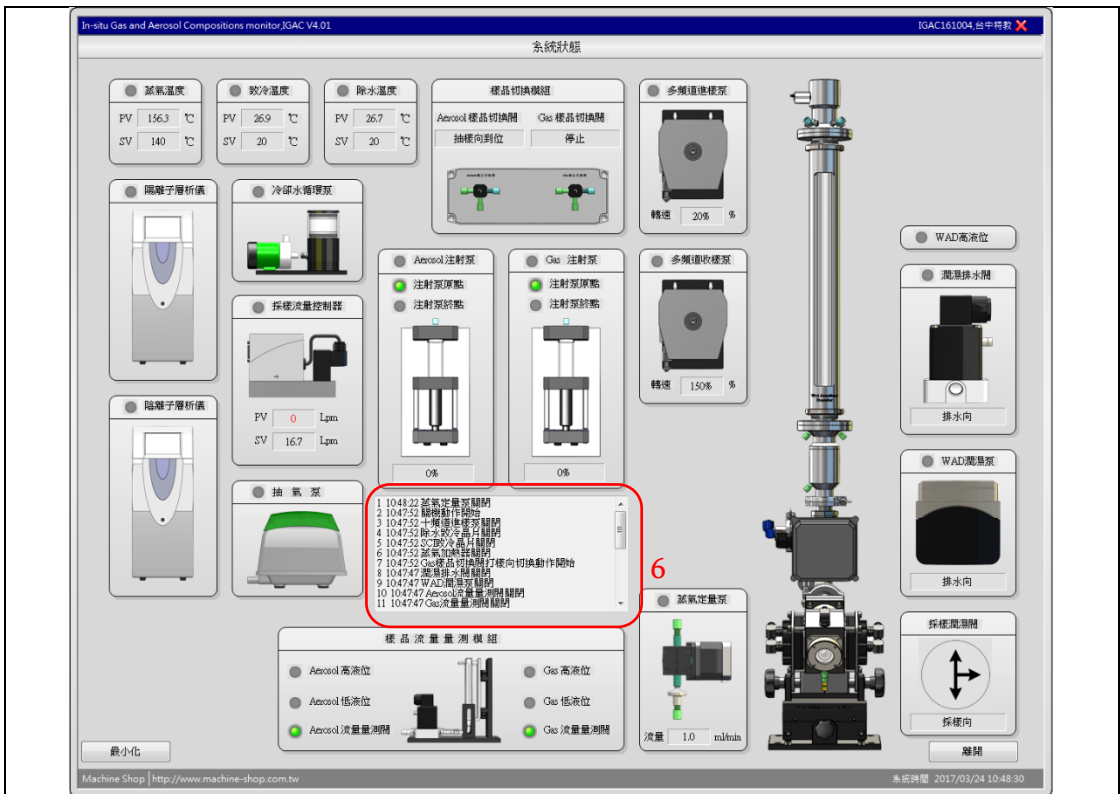
自動採樣停止時間: 2017/03/24 10:00:00

自動採樣監測中

Time	Na	NH4	K	Mg	Ca	F
2017/03/20 09:00	0.4029	15.9963	0.8467	0.0805	0.353	N.D.
2017/03/20 10:00	0.2935	15.1795	1.3056	0.0862	0.3767	N.D.
2017/03/20 11:00	0.2904	14.8801	1.3676	0.0906	0.3731	N.D.
2017/03/20 12:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 13:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 14:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 15:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 16:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 17:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 18:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 19:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2017/03/20 20:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

4. 回到主畫面並點選 IGAC START 後啟動 IGAC(從綠色變為紅色)

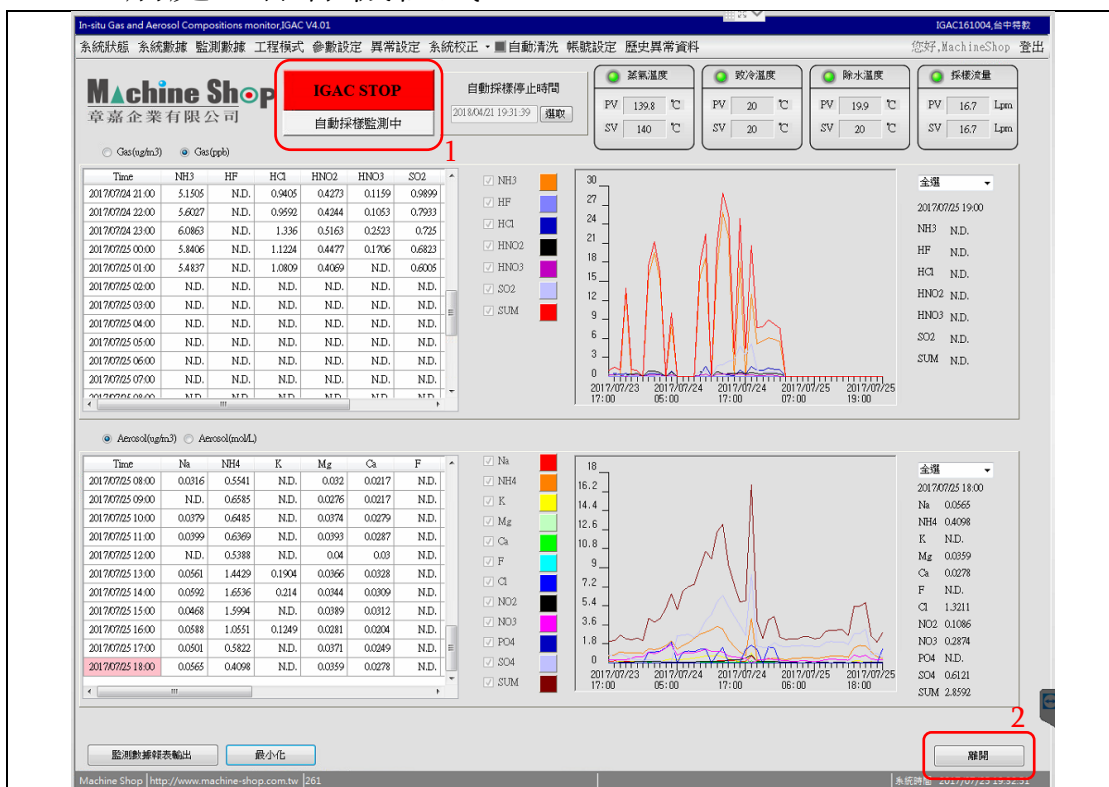
5. 前處理開始進行初始化(需檢查 WAD 否有正常補水)，初始化完成後等待下一個整點採樣



6.可由系統狀態中檢視當前初始化進度與現階段 IGAC 之作動訊息

6.2 IGAC 停機程式

6.2.1 前處理器停機程式

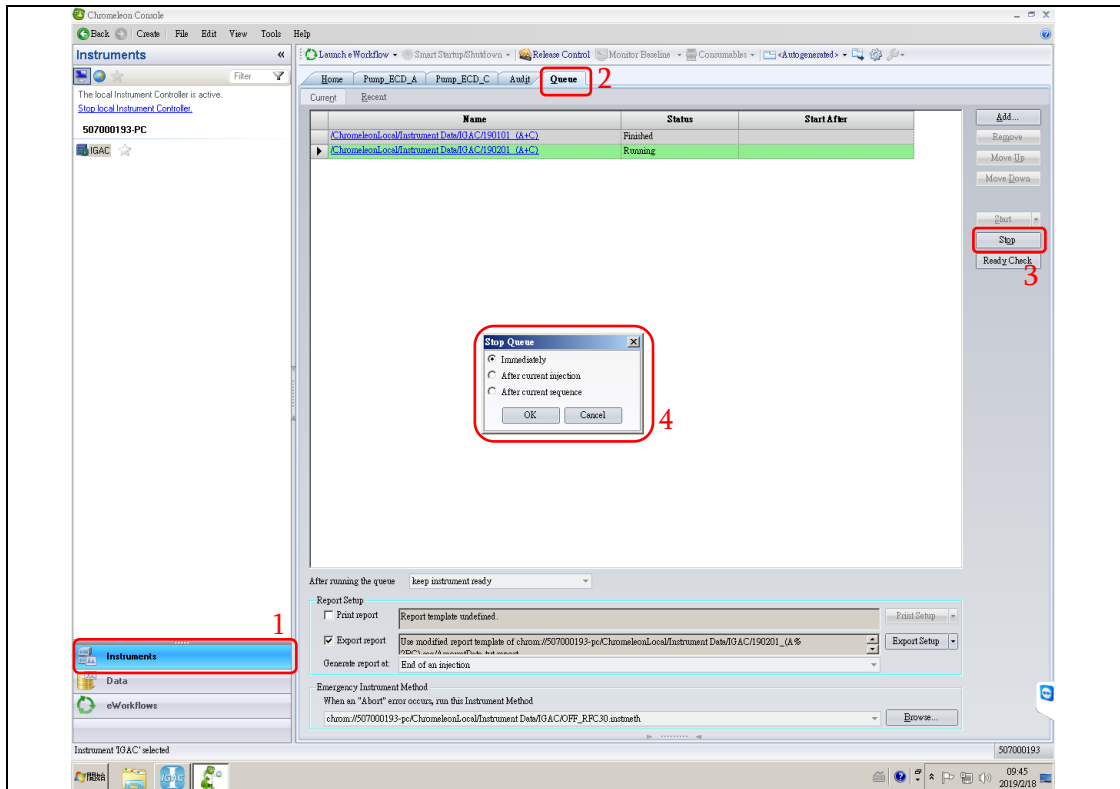


1. 進入前處理器軟體，點選 IGAC STOP 關閉(直到按鍵變成綠色即代表關閉成功)
2. 點選離開關閉程式

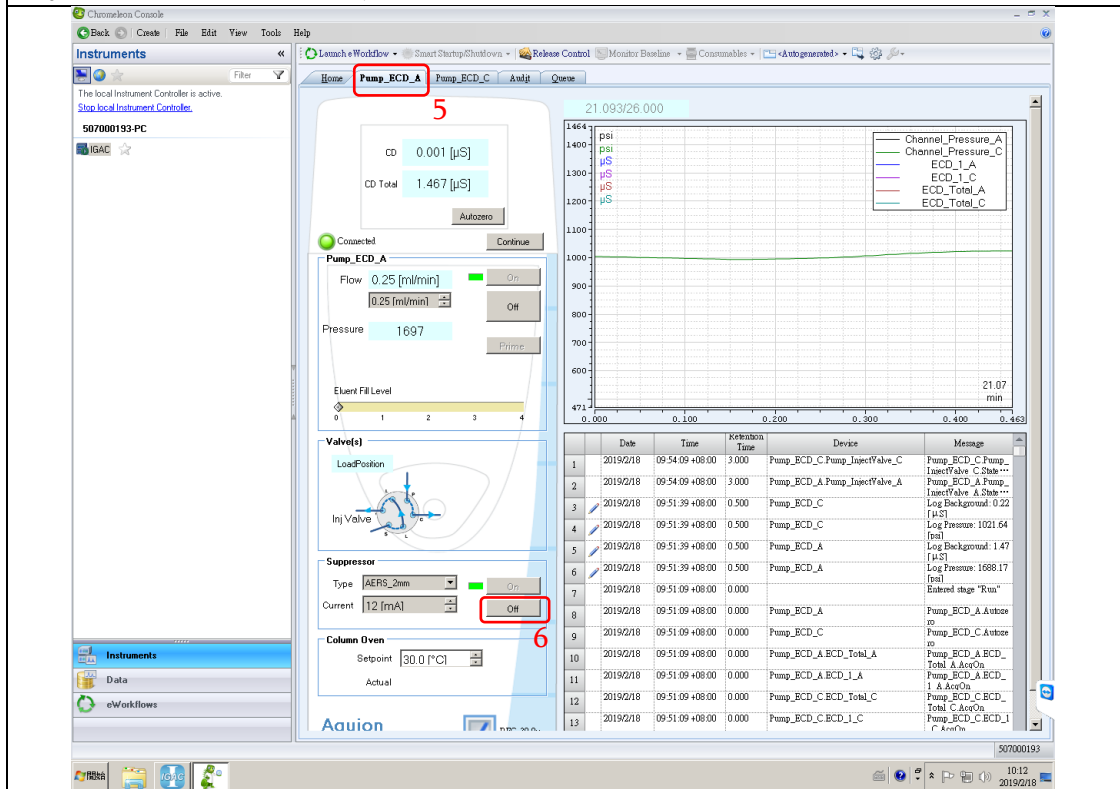


3. 關閉主電源

6.2.2 離子色譜儀停機程式

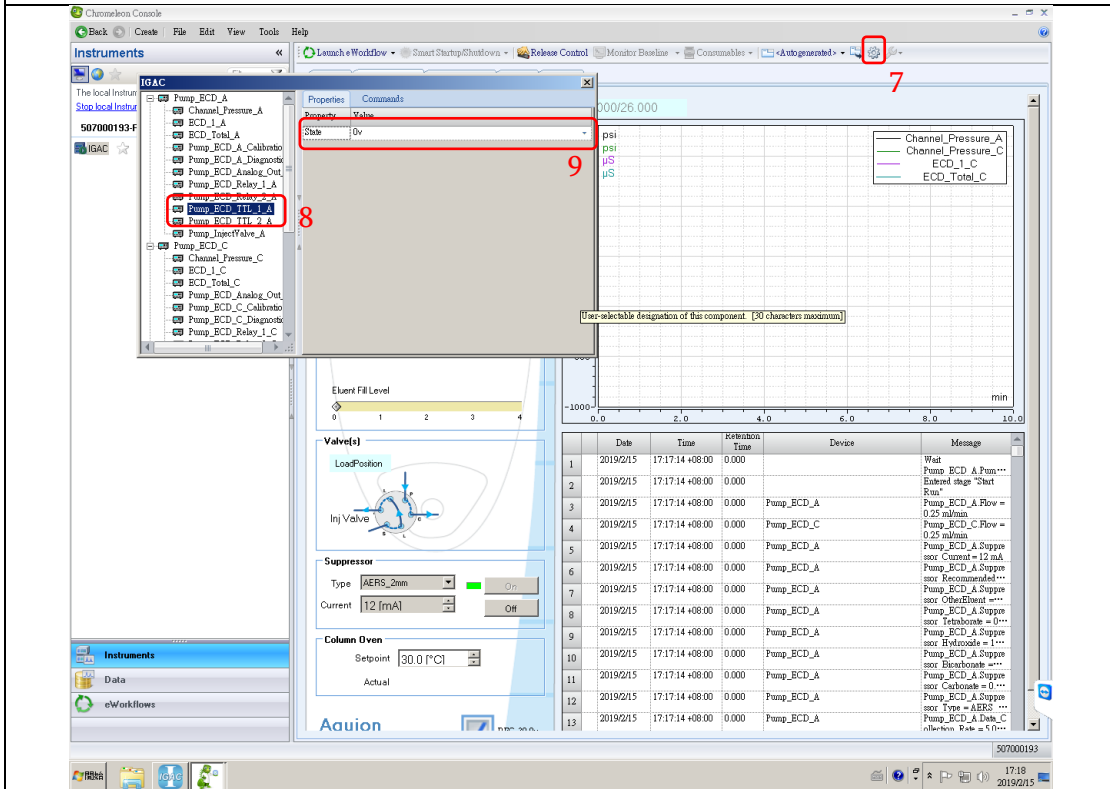


1. 點選 Instruments
2. 儀器標籤列點選 Queue
3. 點擊 Stop
4. 選擇 Immediately，再選擇 ok 關閉序列(也可以選擇 After current injection 等待圖譜跑完)



5. 選擇標籤名 Pump_ECD_A (步驟 5~10 已陰離子為例，陽離子為 Pump_ECD_C)

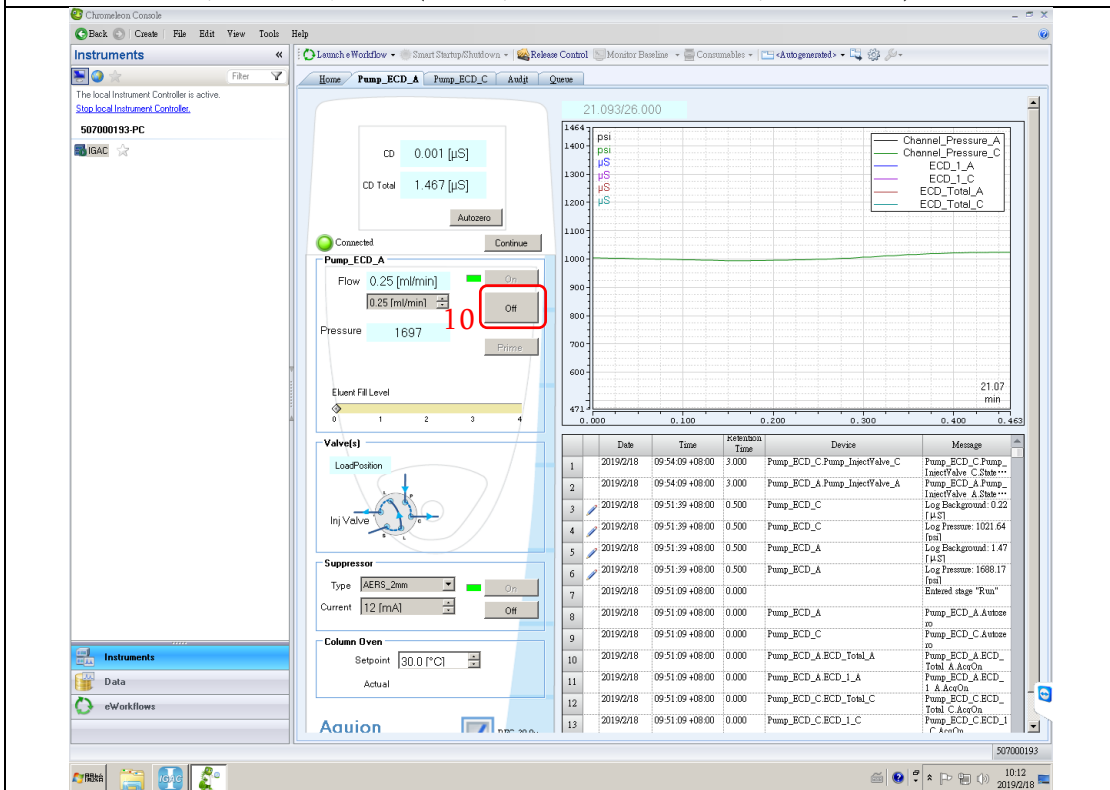
6. 點擊 Off 關閉抑制器靜待 3 分鐘



7. 點選開啟控制清單視窗 (或按下 F8)

8. 尋找並選擇 PUMP_ECD_TTL_1_A (陽離子部分沒有不需要做 7、8、9)

9. 將其 State 從 0V 改成 5V (開啟狀態為 0V，原始狀態為 5V)



10. 點選 Off 關閉 pump (陽離子部分重複步驟 5~10)



11.關閉電源

12 從前面板確認電源燈號熄滅(型號不同可能位置不同)

6.3 IGAC 重啟程式

6.3.1 前處理器重啟程式

The screenshot shows the main interface of the In-situ Gas and Aerosol Compositions monitor (IGAC V4.01). At the top, there's a status bar with 'IGAC161004 台中特勤' and '登入 退出' buttons. Below that, the 'Machine Shop' logo and 'IGAC START' button are visible. The 'IGAC START' button is highlighted in green and labeled '1'. To its right, there's a '自動採樣停止時間' field set to '2017/03/24 10:00:00' with a '選取' button. The interface is divided into several sections: a data table for Gas (ppb) and Aerosol (mol/L) concentrations, two line graphs showing concentration trends over time, and a '帳號登入' (Login) dialog box. The dialog box has fields for '帳號' (Account) and '密碼' (Password), and a '確定' (Confirm) button highlighted in red and labeled '2'. There are also '取消' (Cancel) and 'Machine Shop' buttons in the dialog.

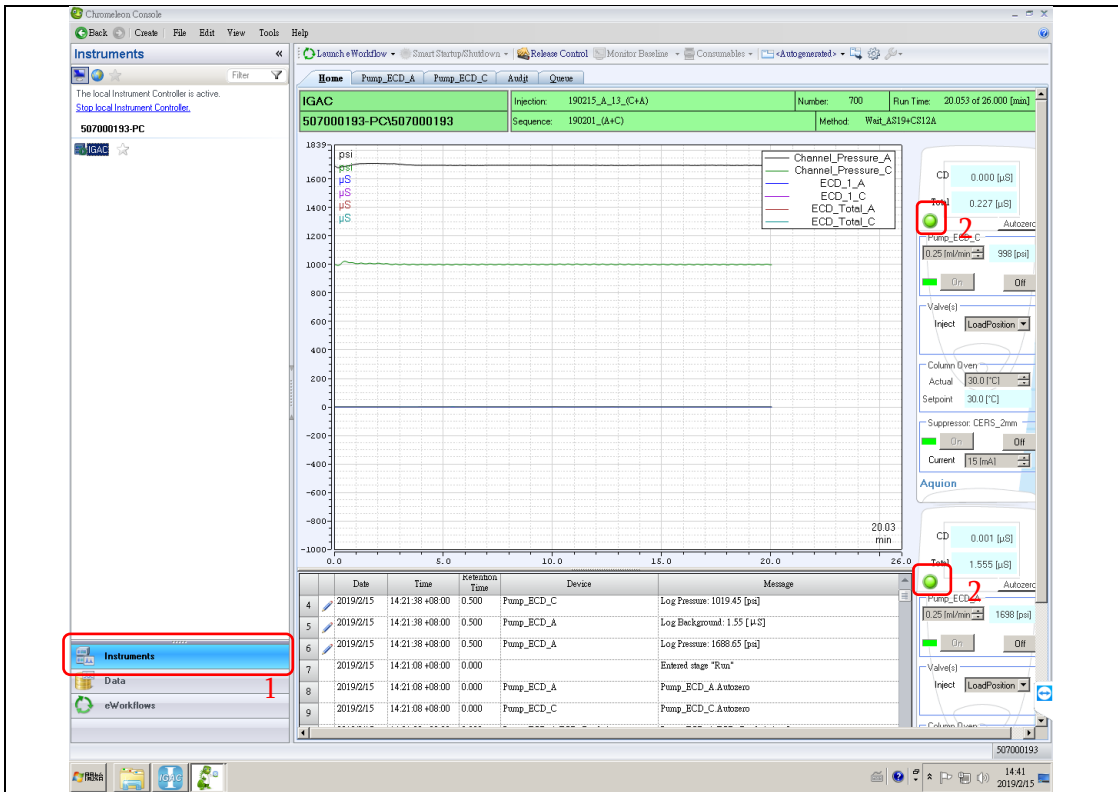
1. 點選登入登入帳號

2. 輸入完帳號與密碼後，點選確定登入

The screenshot shows the '工程模式' (Engineering Mode) of the IGAC V4.01 software. At the top, there's a navigation bar with '系統狀態', '系統數據', '監測數據', '工程模式', '參數設定', '異常設定', '系統校正', '自動清洗', and '歷史異常資料'. The 'Machine Shop' logo and 'IGAC START' button are visible. The 'IGAC START' button is highlighted in green and labeled '3'. The interface is filled with various control panels for different components: '蒸氣溫度' (Vapor Temperature), '乾冷溫度' (Dry Cold Temperature), '除水溫度' (Water Removal Temperature), 'Aerosol 注射泵' (Aerosol Syringe), 'Gas 注射泵' (Gas Syringe), 'Aerosol 流量控制' (Aerosol Flow Control), 'Gas 流量控制' (Gas Flow Control), 'Aerosol 流量測量' (Aerosol Flow Measurement), and 'Gas 流量測量' (Gas Flow Measurement). Two 'Aerosol 注射泵' controls are highlighted with red boxes and labeled '4' and '5'. At the bottom right, there's a '關閉' (Close) button highlighted in red and labeled '6'. The interface also includes a large 3D model of the hardware and various status indicators.

3. 點選工程模式
4. 點選打樣並等待直到 aerosol 原點燈號亮起
5. 點選打樣並等待直到 gas 原點燈號亮起(不可跟步驟 4 一起做)
6. 按下離開回到主畫面

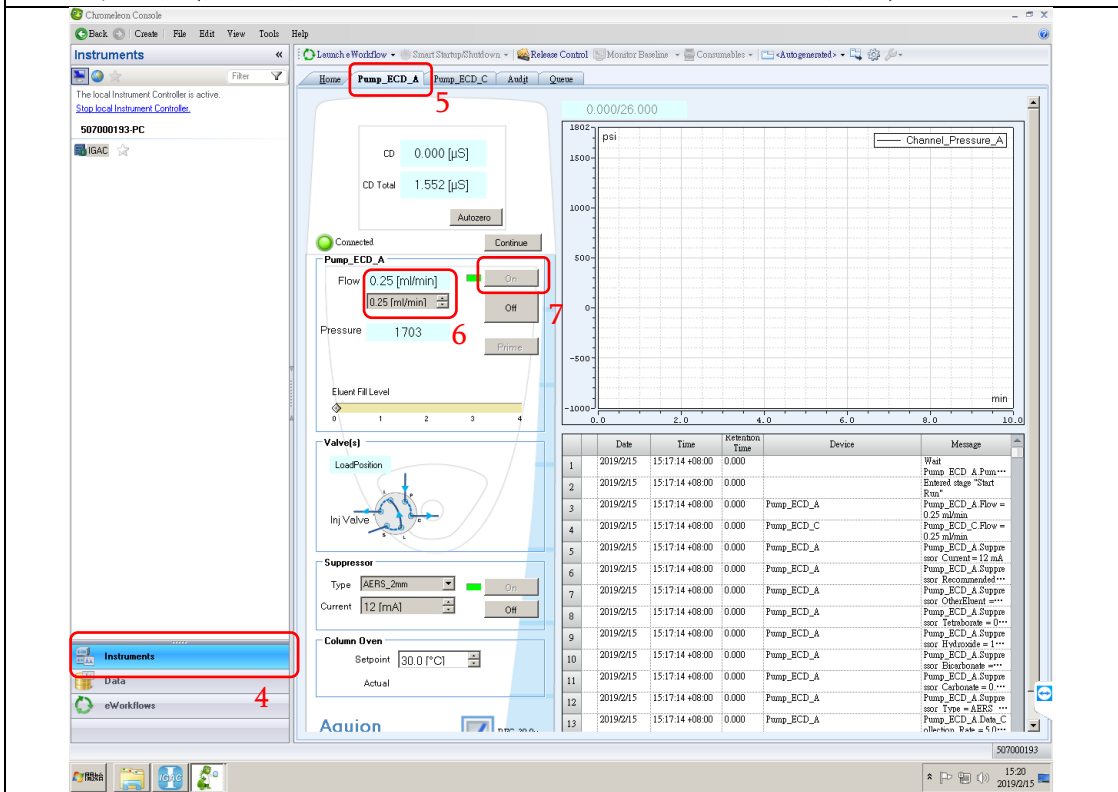
離子色譜儀重啟程式



1. 開啟 chromeleon，選至 Instruments
2. 檢查頁面儀器圖片上燈號是否為亮綠色，如果為暗綠色則點擊，使其連接變為亮綠色(注意陰陽離子兩個儀器都要連接)



3. 開啟 PUMP 前先把排氣閥旋開(轉松, 不完全轉開), 並調整線上除泡器到正常液位(陰陽離子兩台都要, 圖中只有一台部分為範例)



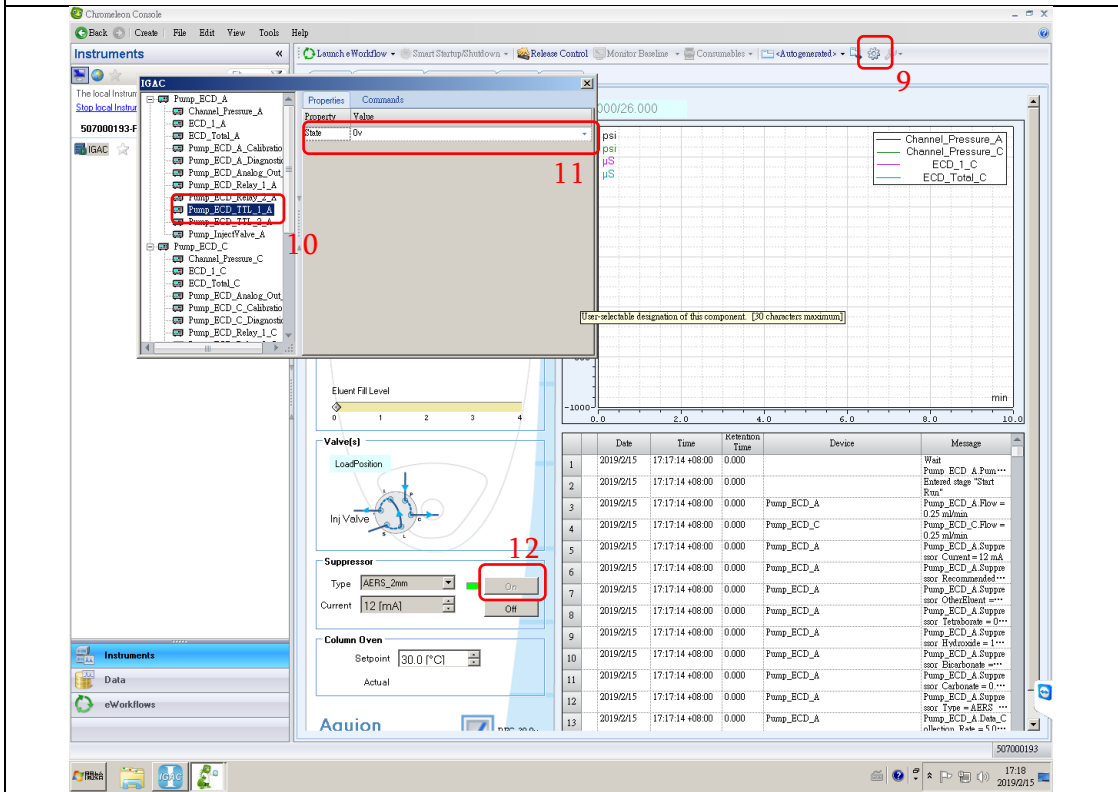
4. 選擇 Instruments

5. 選擇標籤名 Pump_ECD_A(已陰離子為例, 陽離子為 Pump_ECD_C)

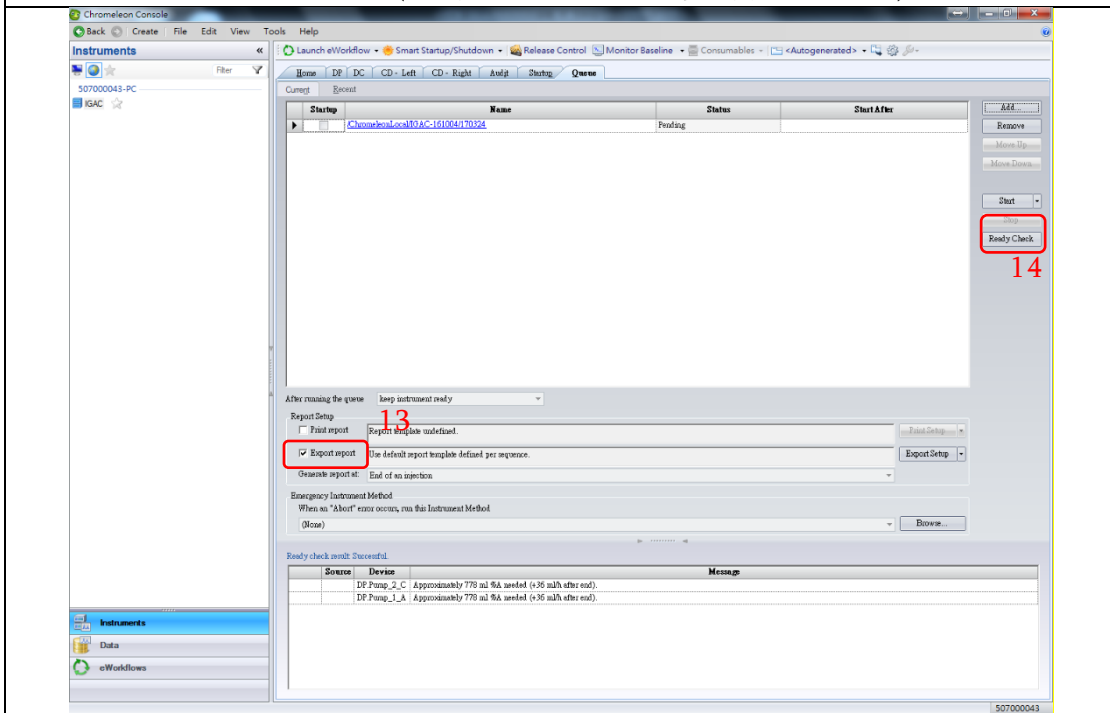
6. 調整 Pump Flow 到 0.25

7. 點擊 ON 開啟 PUMP 排氣 3 分鐘

8. 將排氣閥關閉



- 9.點選開啟控制清單視窗(或按下 F8)
- 10.尋找並選擇 PUMP_ECD_TTL_1_A(陽離子部分沒有不需要做 9~11)
- 11.將其 State 從 5V 改成 0V(原始狀態為 5V，開啟狀態為 0V)
- 12.點選 ON，打開抑制器(陽離子部分開啟請參考步驟 3~12)



- 13.勾選 Export report
- 14.接著再點選 Ready Check，最後按 Start 即可啟動分析