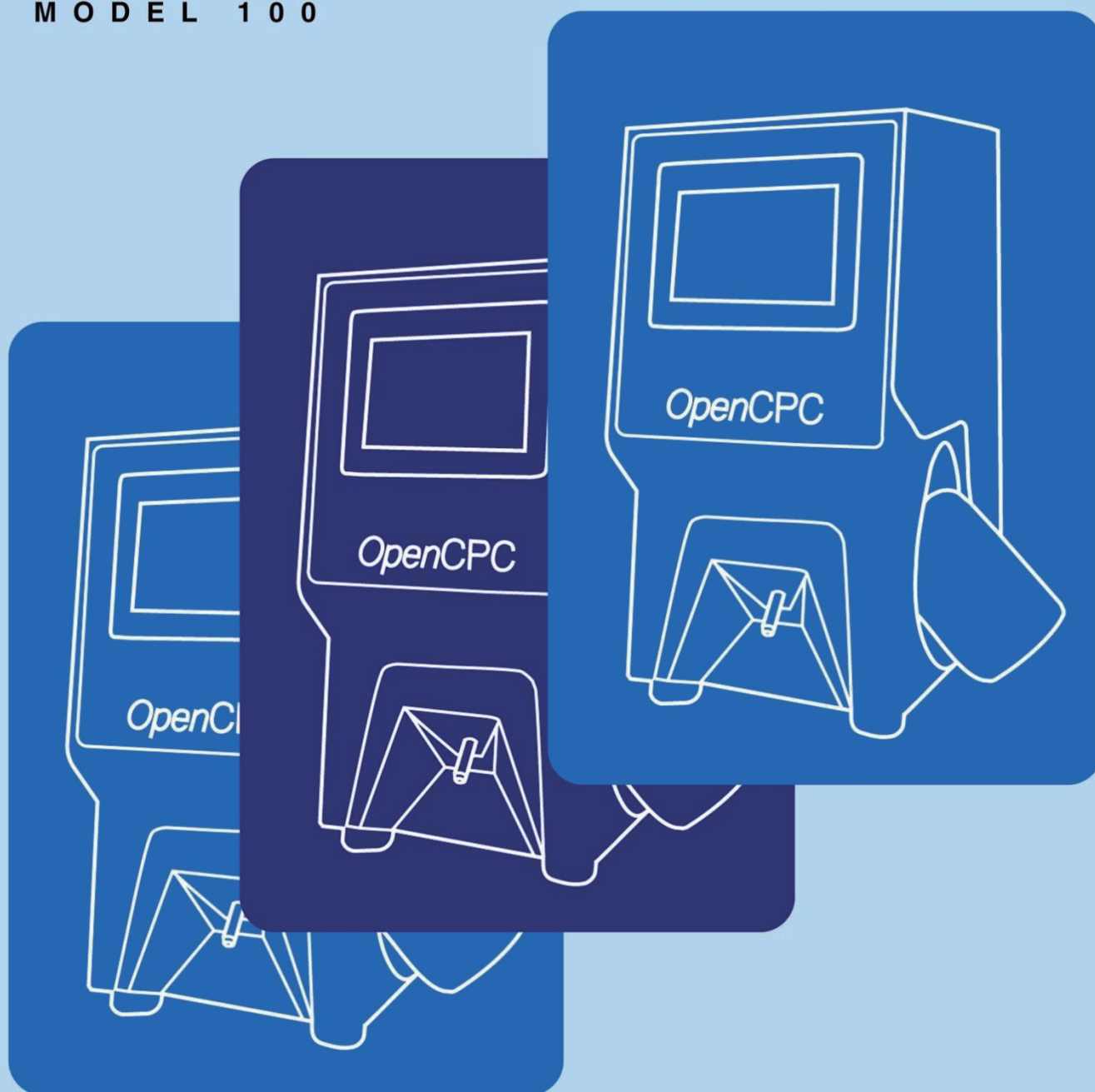


# USER MANUAL

## *OpenCPC*<sup>TM</sup>

M O D E L 1 0 0





# 目錄

## 目录

目錄.....	2
OpenCPC用戶手冊.....	4
版本.....	4
保修和責任限制.....	5
保修和責任限制.....	5
商標.....	6
引言.....	7
安全.....	8
雷射安全.....	8
化學品安全.....	9
安全標籤說明.....	9
標籤.....	10
目錄.....	12
系統設置.....	13
硬體概述.....	18
行動.....	19
主面板顯示器.....	19
設定螢幕.....	21
圖形螢幕.....	22
數據記錄螢幕.....	23
狀態螢幕.....	24
配寔螢幕.....	27
溫度設定螢幕.....	28
時間日期.....	29
數據和通信.....	30
將數據記錄到內部存儲.....	30
記錄的數據檢索.....	30
基本命令.....	33
高級命令.....	34
準備OpenCPC進行傳輸.....	35



手動移動裝置 .....	35
乾燥OpenCPC用於運輸 .....	35
包裝 .....	36
維護和服務 .....	37
清潔 .....	37
附錄 .....	38
附錄A——設備規格 .....	38
附錄B——操作理論 .....	40
OpenCPC的校準 .....	42
濕度控制模式、環境控制和固定溫度模式 .....	44
附錄C-軟件警告和錯誤 .....	46



# OpenCPC用戶手冊

©2025 OpenAeros有限責任公司。

除非另有說明，否則本手冊根據知識共享署名-相同管道共享4.0國際授權合約獲得許可。

OpenAeros LLC保留對OpenCPC®名稱、徽標和產品設計的所有權利。本許可證不授予在未明確說明的情況下使用OpenAeros LLC的任何商標、商號或其他品牌的權利許可。此外，本手冊中包含的任何協力廠商內容都可能受到單獨的版權或許可條款的約束。

## 版本

版本號。	日期	變化
1.0	25年4月30日	原創
1.1	25年9月11日	2A版軟體更新，已糾正拼寫錯誤和更新的硬體圖片。
1.2	25年10月23日	更正拼寫錯誤，更新數位，完善規格





# 保修和責任限制

## 保修和責任限制

OpenAeros LLC 為其硬體產品提供 12 個月的有限保修，不包括軟件和消耗品。本保修涵蓋因設計或

製造缺陷。如果在此期間任何此類產品被證明有缺陷，OpenAeros LLC 將自行決定免費維修有缺陷的產品，或提供替換品以換取有缺陷產品。此保修僅適用於退回工廠，客戶負責與退回產品相關的所有運費。OpenAeros LLC 將承擔維修或更換後的運輸費用將物品返還給客戶。任何維修或更換的物品都在原始保修期的剩餘時間內。

本保修不包括因誤用、操作不當或事故造成的損壞，

包括但不限於跌落、暴露於極端環境條件或不遵守操作指南。此外，OpenAeros LLC 對資料丟失、收入損失或任何其他間接、附帶或後果性損害不承擔任何責任。

要獲得本保修期內的服務，客戶必須在保修期屆滿前通知 OpenAeros LLC，並遵循

OpenAeros 有限責任公司的退貨程式。這

客戶負責正確包裝有缺陷的產品，並預付運費將其運送到 OpenAeros LLC 指定的服務中心。

## 保修除外條款

本保修不適用於以下原因造成的任何缺陷、故障或損壞：

- a) 以本用戶手冊中未明確描述或准予的任何管道操作儀器，包括但不限於暴露於非惰性或危險氣體，用於爆炸或易燃環境，或在指定環境和電力條件之外的操作。
- b) 維護和保養不當或不足。
- c) OpenAeros LLC 代表以外的人員未經授權的維修嘗試。
- d) 使用帶有不相容附件或外部設備的產品。
- e) 以新增維修或診斷故障難度的管道修改或與其他產品集成。

## 與其他產品和系統的集成

OpenAeros LLC 不對因與協力廠商產品、系統或軟件集成而導致的故障、損壞或效能問題負責。客戶在將儀器與其他硬體、軟件或網路集成時承擔所有風險和責任。

客戶或協力廠商進行的任何修改、連接或安裝

影響儀器運行可能會使保修無效。OpenAeros LLC 不保證與外部產品的相容性，除非在官方檔案中明確說明。



## 責任限制

本保證由OPENAEROS LLC提供，以代替所有其他明示或暗示的保證。OPENAEROS LLC及其供應商否認對適銷性或特定用途適用性的任何暗示保證。OPENAEROS LLC在本保修下的唯一義務僅限於維修或更換有缺陷的產品。

在任何情況下，OPENAEROS LLC或其供應商均不對以下事項承擔責任：

- 間接、特殊、附帶或後果性損害（包括但不限於利潤損失、資料丟失或業務中斷），即使被告知此類損害的可能性。
- 因將產品與OPENAEROS LLC未指定的其他系統、軟件或硬體結合使用而造成的任何損壞。
- 與移除、重新安裝或將儀器集成到更大的系統或網絡中相關的成本。
- 以本手冊中未規定的管道使用產品造成的任何損壞，包括在規定的環境條件之外使用、使用有害氣體或使用不相容的系統，均明確排除在保修範圍之外。用戶承擔與此類操作相關的所有風險。

## 商標

OpenCPC®是OpenAeros LLC的註冊商標。提及的所有其他產品或品牌名稱可能是其各自所有者的商標或註冊商標。



## 引言

OpenCPC®凝滯顆粒計數器是由OpenAeros LLC開發的用於量測超細氣溶膠的精密儀器。

OpenAeros LLC是一家開源硬體和軟體公司，致力於通過為清潔空氣市場開發易於使用、價格合理和直觀的儀器來推進氣溶膠科學。

OpenCPC於2025年推出，使用2-丙醇（異丙醇）作為其工作流體。CPC是氣溶膠科學中必不可少的工具，可以檢測到太小而無法光學量測的顆粒。通過將蒸汽凝滯到超細顆粒上，CPC將顆粒生長到光散射可檢測的尺寸，從而將量測能力擴展到納米級。這些儀器對於以下應用至關重要

如超細顆粒研究、流動性測定、過濾效率測試和呼吸器口罩適配性測試。



OpenCPC利用先進的製造技術，結合簡化的低成本光學檢測系統。這種設計方法產生了一種高度可擴展、經濟高效的解決方案，能夠檢測尺寸為範圍為0.010 $\mu$ m至1 $\mu$ m，濃度範圍為0.1-100000 cm<sup>-3</sup>，具有市場領先的商用CPC的效能和質量。



## 安全

該儀器內沒有用戶可維修的零件。請將所有維修和維護工作交給合格的科技人員。所有維修和維護  
本手冊中的資訊僅供合格的科技人員使用。


### 雷射安全

OpenCPC被歸類為I類雷射設備，這意味著它在正常操作條件下具有固有安全性，不會對用戶造成危險的雷射照射風險。這種分類表明，在典型使用過程中，雷射的發射包含在設備內，消除了直接暴露於雷射輻射的風險。然而，  
拆卸和接近某些內部零件可能會使您暴露在強烈、聚焦的雷射輻射中，這可能會導致嚴重的眼部損傷，包括失明。

為確保安全使用並避免接觸危險的雷射，請遵守以下注意事項：

- 除非本手冊中另有訓示，否則不要從儀器上拆下任何組件。
- 儀器通電時，請勿打開或取下蓋子或任何內部組件。
- 如果以製造商未規定的管道使用儀器，儀器提供的保護可能會受到損害。

這些措施有助於防止意外暴露於儀器內的雷射輻射。

	<p><b>小心</b></p> <p>使用本手冊中規定以外的控制、調整或程式可能會導致暴露於危險的光輻射。</p>
---	--





## 化學品安全


OpenCPC使用2-丙醇（異丙醇）作為工作流體

在櫃檯內。2-丙醇是一種危險物質。不要攝入或讓酒精接觸眼睛或皮膚。請參閱安全資料表

（SDS）用於處理這些資料的預防措施和急救程式。始終立即重新收集酒精填充膠囊和其他容器，以防止吸收水分和酒精蒸氣逸出。處理任何可見污染的酒精。


**化學名稱：2-丙醇**


**CAS:67-63-0**

	小心
	<p>2-丙醇是易燃的。遠離熱源/火花/明火/高溫表面。採取防靜電措施放電。</p> <p>吸入2-丙醇有潛在危險。僅在通風良好的區域使用2-丙醇。</p>

## 安全標籤說明

本節提供了本手冊中以及儀器上的諮詢和警告標籤的資訊。

	小心
	<p>小心表明需要小心。不遵守本手冊中概述的程式可能會導致設備損壞或需要返工。它還強調了與該儀器的操作和維護相關的重要資訊。</p>

	警告
	<p>警告表示使用不當 儀器可能導致嚴重的人身傷害或對設備造成永久性損壞。始終遵循本手冊中概述的程式，以確保安全操作。</p>




## 標籤

OpenCPC標籤及其位置如下表所示。

描述	位置	標籤圖片
序號標籤	儀器的背面	
雷射安全標籤	外殼內部，光學單元頂部	
雷射安全認證和ID標籤	儀器的背面	
歐洲的符合性（CE）標籤	儀器的背面	
廢棄電子電氣設備（WEEE）指令標籤	儀器的背面	
易燃標籤	工作液瓶	



表示應先閱讀操作手冊或卡片繼續操作	工作液瓶	
-------------------	------	---



設定

目錄



圖1-識別內容

物品	描述	数量
1	OpenCPC	1
2	OpenCPC的12V電源	1
3	USB通信電纜	1
4	裝運入口塞	1
5	OpenCPC運輸保險	1
6	展示運輸封面	1



## 系統設置

要準備使用OpenCPC系統，請按照以下步驟操作：

1. 從運輸箱和包裝袋中取出OpenCPC。

備註
請保留所有包裝材料和運輸箱，以防退回OpenAeros進行維修或校準。

2. 將裝運顯示器蓋從顯示器上拔下，然後將裝運入口插頭從入口斷開。



圖2-拆卸運輸保護裝置

3. 如果儀器處於極端高溫或低溫條件下，請讓它靜置在室內放置1-2小時，直到達到室溫，以防止可能的電力或冷凝問題。



圖3-拆卸瓶子保護器

4. 拆下固定裝運和運輸保護支架的兩個指旋螺釘。請注意，第二個螺釘位於設備的下側。
5. 將OpenCPC放在桌子邊緣，或傾斜OpenCPC，然後取出儲液瓶。



圖4-拆卸儲液罐瓶



- c. 用試劑級（99.5%或更高）異丙醇（2-丙醇）。注：加注量約為70ml液體



圖5-填充瓶最高液位



圖6-安裝儲液瓶

7. 重新安裝儲液瓶，注意引導燈芯穿過儲液瓶開口的中心。避免過度  
芯的位移或拉動，因為這可能會導致減少



- 工作流體輸送系統的效能。用手擰緊瓶子，確保無洩漏運行。
- 將OpenCPC連接到提供的電源，並使用儀器左側的開關打開電源。



圖7-直流電源連接器

備註
僅使用儀器提供的電源或完全相同的替換。使用不相容的電源可能會損壞儀器或造成傷害。使用不相容的電源將使保修無效。

備註
在操作過程中，始終使用開關關閉系統電源，不要拔下直流電源連接或拔下設備插頭，以防止對儀器造成電力損壞。

備註
啟動前，確保系統未連接到任何管道或加壓管線。在加電期間，儀器執行一系列內部流量偏移量測和內部自檢。





在此期間，與儀器連接的加壓或真空可能會導致內部檢查失敗和流量錯誤。

備註

如果系統與裝運時一樣完全乾燥，請在使用系統之前至少等待45分鐘，以使工作流體吸入飽和器組件。

9. 啟動後，OpenCPC軟件將調整飽和器  
將冷凝器冷卻至必要的工作溫度，啟動樣品流泵並開始計數顆粒。系統將需要3-5  
達到設定溫度的分鐘數，在此期間，它將通過在文字指示器上顯示“開始”來訓示狀態  
顯示橙色邊框。當系統準備就緒時，邊框顏色將關閉，狀態通知將顯示“就緒”。

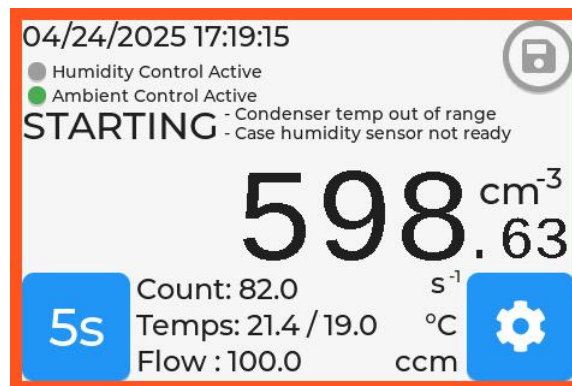


圖8。狀態指示燈

10. 有關顯示器上指示燈的完整說明，請參閱以下說明。



## 硬體概述

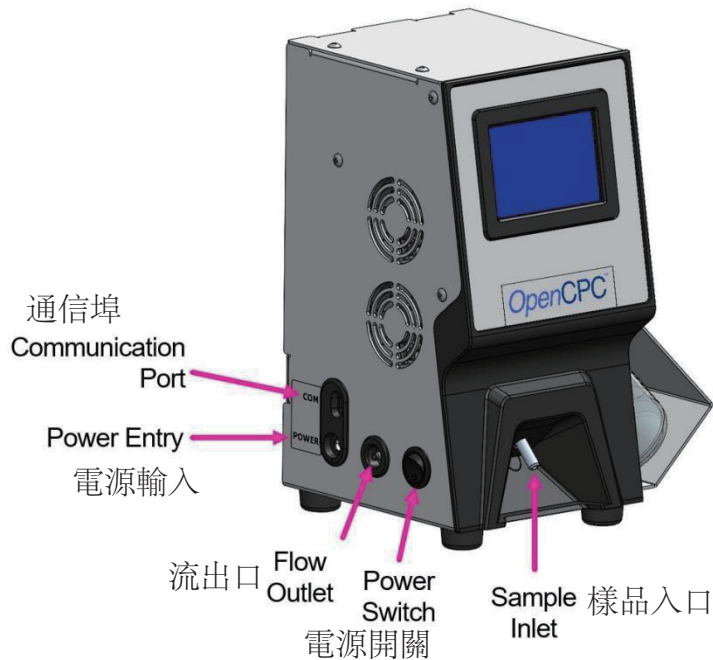


圖 9。硬體連接

指示器	描述
樣品入口	氣溶膠樣品入口由1/4英寸的管連接組成。建議使用靜電消散軟管或金屬導電管筦道。（注意：如果使用金屬鍛造連接，應使用塑膠套圈，以防止損壞入口。）
電源開關	電源開關，在通電後打開設備電源已應用於該設備。
流出口	裝置的出口流量，由1/8英寸軟管的帶刺連接組成。管子可用於將廢氣流引導到通風口或碳篩檢程式，以確保安全。
電源輸入	桶形插頭，供工廠使用提供電源。
通信埠	USB-C連接，用於連接設備到PC。



## 行動

### 主面板顯示器

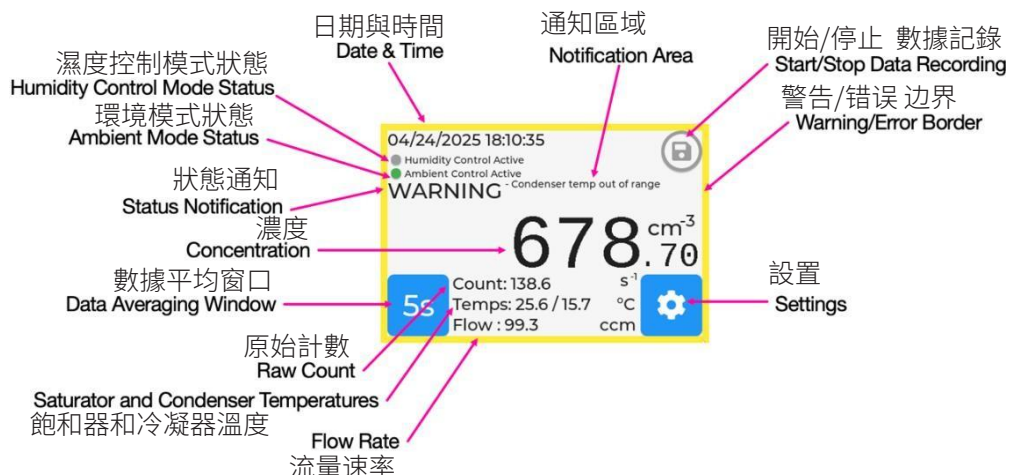


圖10。主螢幕佈局

指示器	描述
濃度	實測濃度與數據的平均值 平均視窗。
狀態通知	通知可能的軟件警告、錯誤和嚴重錯誤。見 附錄C-軟件 警告和錯誤以獲取更多資訊。
數據平均視窗按 鈕	按下可更改平均濃度的移動時間視窗長度。值 可以選擇為1、2、5、10、30和60秒。 <i>注意：如果使用USB通信介面設定此值，則使 用顯示器更改值將覆蓋任何USB設定值。</i>
通知區域	最多表示兩個當前軟件警告、錯誤或嚴重錯 誤，其他錯誤將以“(…)”表示，可以在 狀態面板。有關以下內容的詳細說明，請參 閱附錄C-軟件警告和錯誤 錯誤。
原始計數	之前通過光學量測的原始計數率 閾值計數校正。
設定按鈕	訪問“設定”面板。
流量	現時通過光學量測的流速 計數器，組織為cm <sup>3</sup> /min (ccm)。
溫度	當前量測的飽和器和冷凝器 溫度 (°C)



濕度控制模式狀態	訓示系統當前是否正在運行 在濕度控制模式下。更多資訊請參見附錄B——操作理論
環境模式狀態	訓示系統當前是否在環境模式下運行。見附錄B——理論 操作以獲取更多資訊
開始/停止數據記錄	用於啟動或停止內部數據記錄。注意，數據平均顯示的當前值為 用於記錄值。
日期時間	以DD/MM/YYYY格式顯示當前日期 HH:MM:SS格式的24小時時間
警告/錯誤邊界	如果發生警告、錯誤或嚴重錯誤，邊框將更改顏色以通知用戶。橙色邊框表示警告處於活動狀態，紅色邊框表示錯誤或嚴重錯誤 發生。有關更多資訊，請參閱附錄警告和錯誤。



## 設定荧幕

設定荧幕允許選擇CPC上可用的其他六個荧幕。每個的詳細資訊如下。

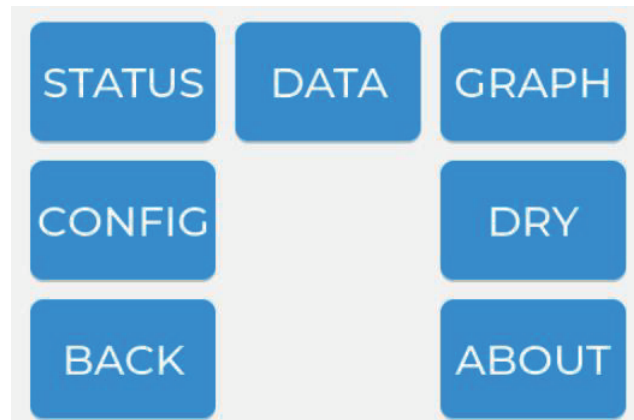
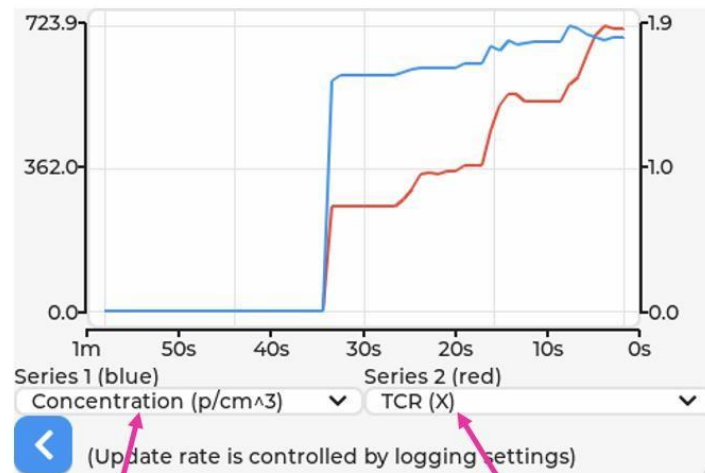


圖11。設定荧幕

指示器	描述
狀態	所有內容的詳細只讀狀態資訊 儀器參數。
數據	設定記錄頻率和記錄/傳輸模式。
圖	在實時圖表上繪製最多兩個參數 荧幕。
配寔	濕度控制、環境控制、泵的設定 開/關、溫度控制和時間/日期。
乾燥	啟用乾燥模式以快速乾燥儀器 裝運前。
<返回	返回主荧幕
關於	設備序號、固件版本/更新和 其他工廠資訊。



## 圖形螢幕



Primary Axis  
Selection  
主軸選擇

Secondary  
Axis  
Selection  
次軸選擇

圖12。圖形螢幕佈局

指示器	描述
數據圖選擇-主軸	選擇變數，在測井確定的最後60個數據點上繪製主垂直軸 間隔（例如，1秒記錄顯示1分鐘的數據，而10秒記錄顯示10分鐘的數據）。
數據圖選擇-次軸	選擇要在次垂直軸上繪製的變數 最後60個數據點。



## 螢幕數據記錄

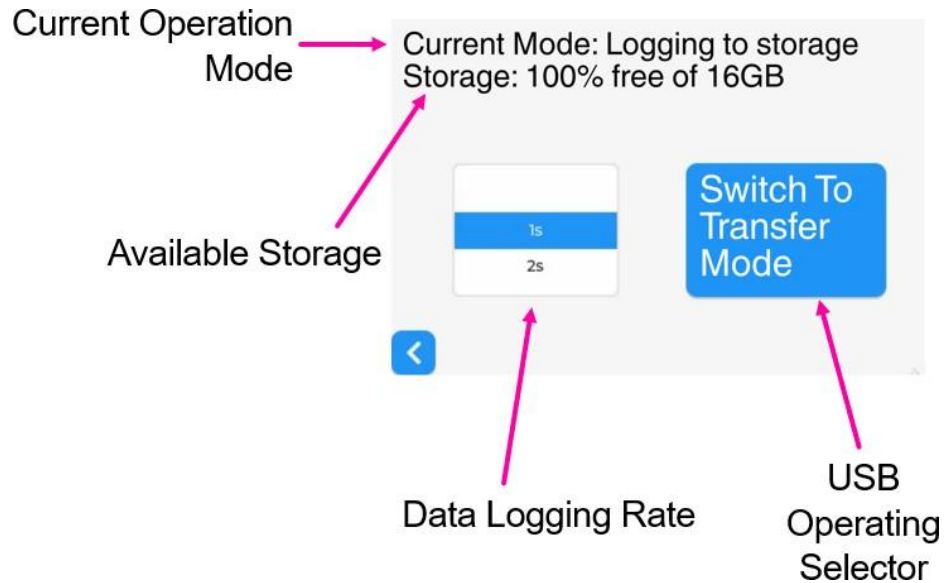


圖13。數據記錄螢幕佈局

指示器	描述
數據記錄速率	內部記錄數據的頻率如圖所示。
USB操作狀態	選擇USB連接傳輸模式的操作狀態-啟用USB資料傳輸作為可移動存儲。注意：在嘗試將檔案作為已裝載的驅動器訪問之前，電腦最多需要10秒才能在新模式下識別設備。 <b>通信模式-啟用串列設備</b> 通過USB作為COM埠進行通信。
可用存儲	當前存儲數據的總大小和總存儲量可用的



## 螢幕狀態

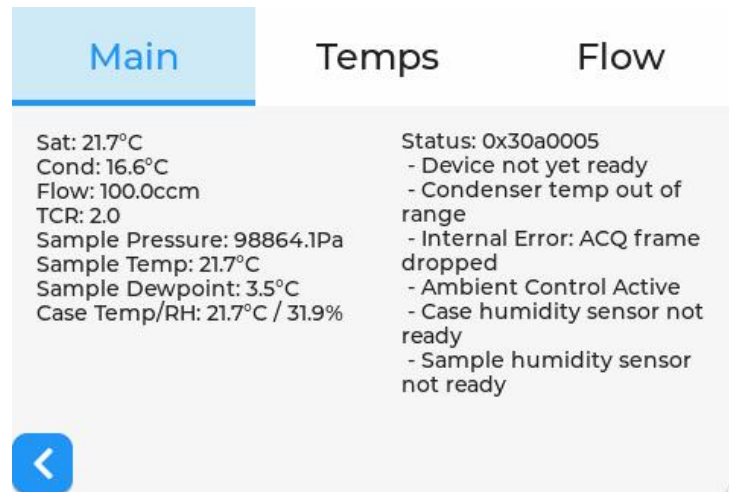


圖14-狀態選項卡：主界面

指示器	描述
飽和溫度	當前飽和器溫度。
冷凝溫度	當前冷凝器溫度。
流速	光學元件的當前流速。
熱電偶電阻	當前閾值計數比率，見附錄B-操作理論以獲取更多資訊。
樣品壓力	樣品入口的絕對壓力。
樣品露點	樣品流的露點。
外殼溫度/RH	當前案例溫度和相對濕度。
狀態	訓示狀態比特寄存器（供內部和支持使用）以及當前活動的警告和錯誤標籤。



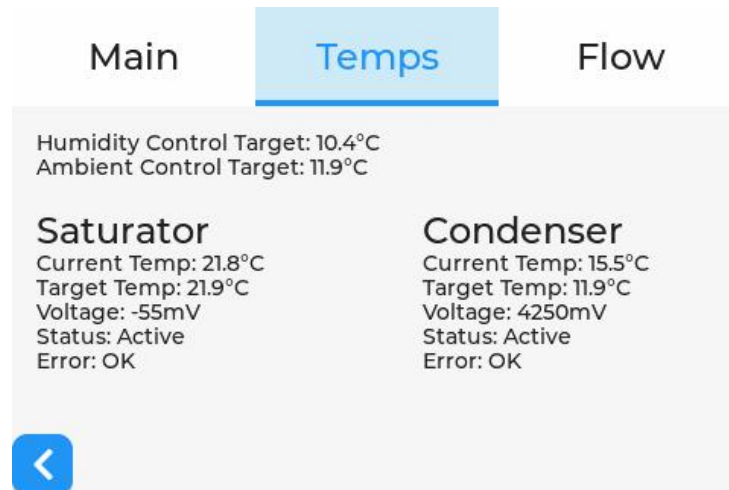


圖15-狀態選項卡：溫度

指示器	描述
濕度控制目標	冷凝器濕度目標溫度控制。
環境控制目標	環境溫度下冷凝器的目標溫度控制。
當前溫度	部件的當前溫度。
目標溫度	組件的目標溫度。
電壓	TEC（珀爾帖）的當前驅動電壓。
狀態	TEC驅動器的當前狀態。
錯誤	溫度驅動器的錯誤狀態。

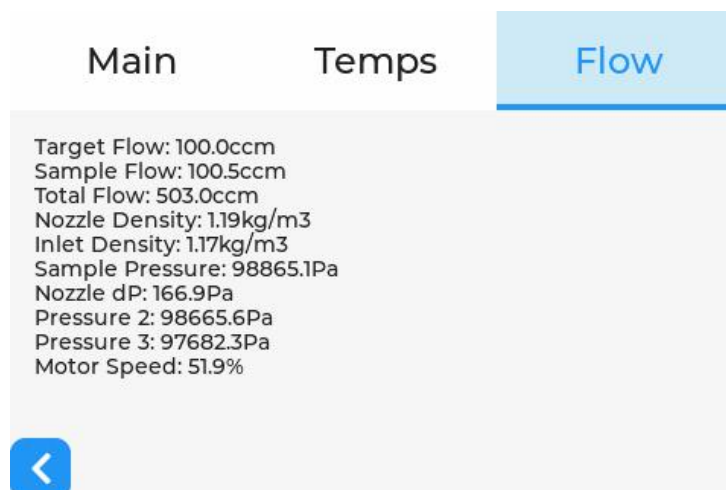


圖16-狀態選項卡：流量

指示器	描述
目標流量	主光流的電流目標。
樣品流量	光學元件的當前流速。
總流量	預計總入口流量
噴嘴密度	計算光學噴嘴入口處的氣體密度。
入口密度	入口噴嘴處的計算氣體密度（注：系統現時使用外殼溫度作為假設樣品入口溫度）。
樣品壓力	入口樣品流的絕對壓力。
噴嘴dP	光學噴嘴兩側的壓差。
壓力2	PID位置2處的絕對壓力（參見附錄B——操作理論）。
壓力3	PID位置3處的絕對壓力（參見附錄B——操作理論）。
發動機轉速	泵電機驅動速度



## 配寔荧幕

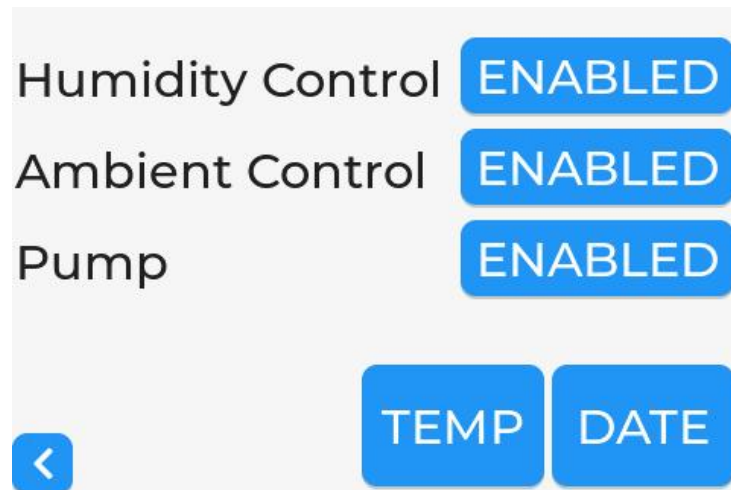


圖17。配寔荧幕

指示器	描述
濕度控制	允許使用內部量測的樣品露點進行操作。 見附錄B——操作理論部分瞭解更多資訊。
環境控制	啟用環境控制操作。 見附錄B- <b>操作理論部分瞭解更多資訊。</b>
泵	啟用或禁用內部樣品泵。
溫度	進入溫度配寔荧幕。
日期	訪問日期和時間配寔。



## 溫度設定螢幕

Saturator Temp 22.2 °C

Condenser Temp 12.2 °C

Minimum Temp 5.0 °C

Status: Ambient Control Active

圖18。溫度配寔螢幕

指示器	描述
飽和器溫度	表示飽和器溫度的當前設定點，如果在濕度控制或環境模式下運行，該裝置將重置。如果在固定模式下使用，飽和器溫度的值可以是改進的。
冷凝器溫度	顯示冷凝器溫度的目標溫度。請注意，它將被預設值抵消 溫差為10°C。
狀態	訓示哪些溫度控制模式活躍。



## 時間日期

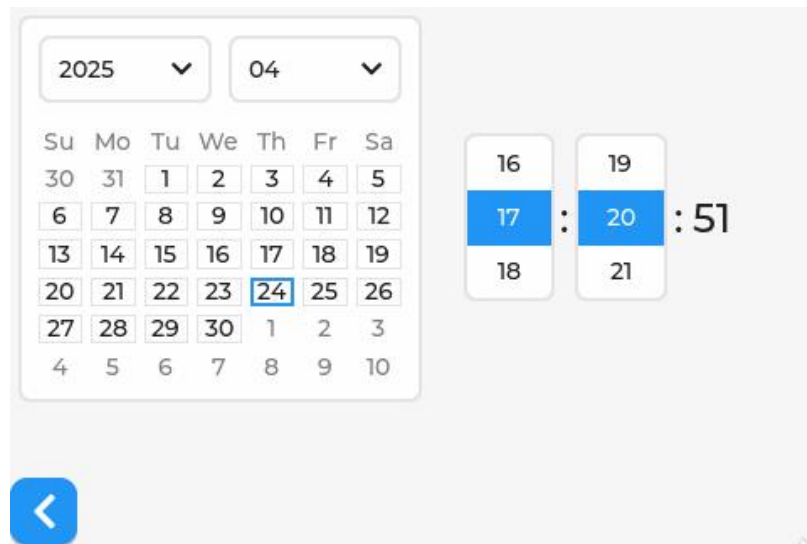


圖19。行事曆配寔荧幕

指示器	描述
日曆	使用行事曆設定選擇月份、日期和年份。
H/M/S	選擇當前小時、分鐘。請注意，調整分鐘值會將秒重置為00。



## 數據和通信

### 將數據記錄到內部存儲

在設備運行狀態為“READY”時，在主面板上按下開始/停止數據記錄圖標，如下圖所示。當日誌記錄處於活動狀態時，日誌記錄圖標周圍的圓圈將緩慢閃爍。請注意，記錄的數據將在數據平均視窗中顯示的平均時間。檔案創建是自動的，檔案名將是日期和日誌檔開始時的時間。在長時間日誌記錄期間，新檔案在第二天開始時（即00:00:00）自動生成，這樣每個檔案代表一個行事曆日。

要停止記錄，請按數據記錄圖標。

### 記錄的數據檢索

要檢索記錄的數據，請導航到數據面板並將設備設定為資料傳輸模式，以確保系統處於資料傳輸模式。

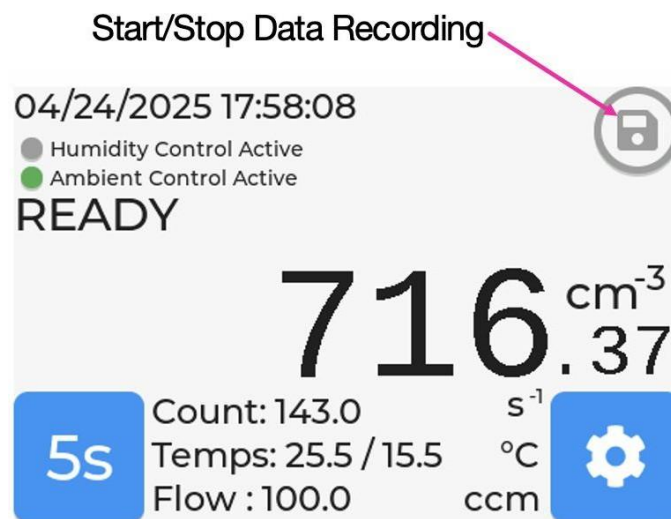


圖20: 登入到內部; 存儲



備註
系統在資料傳輸模式下無法登入數據。切換到資料傳輸模式將停止任何活動的日誌記錄。

備註
請嘗試使用本機作業系統介面格式化內部驅動器。如果Windows或其他作業系統請求修復驅動器，請忽略該請求。

使用隨附的USB-A至USB-C電纜將電腦連接到OpenCPC。OpenCPC將顯示為可移動存放裝置（通常不到10秒）。使用本機檔案資料總管將檔案複製到

電腦和刪除檔。完成後，使用本機作業系統功能安全卸載/彈出硬體。完成後，將資料傳輸模式設定回串列通信，以重新啟用串列埠的日誌記錄或通信。

### 日誌檔資料結構

記錄的檔案將包含YYYYMMDD的檔名結構--

檔案創建時為HHMMSS.csv。日誌記錄將以DATA視窗中設定的速率進行，標題位於第一行。記錄數據包括：

- 時間和日期
- 濃度
- TCR
- 流量
- 飽和器溫度
- 冷凝器溫度
- 外殼溫度
- 樣品壓力
- 樣品露點
- 活動錯誤[在版本2A及更高版本中]



## 串列資料通信概述

OpenCPC具有集成的USB串列通信功能

與PC/Linux和Mac系統的簡單通信。要連接，請使用以下步驟：

1. 通過導航到數據面板並確保顯示的當前模式為“登入到存儲。”
2. 使用隨附的USB-A至USB-C電纜將電腦連接到OpenCPC

備註
需要使用USB-a到USB-C連接器。USB-C到USB-C的使用不可靠，也不受支持。USB-C到USB-A的使用也可能成功。

3. 使用串列終端用戶端（如RealTerm、TerraTerm、Hyperterminal或Python等程式設計語言），使用以下設定打開串列埠：

參數	設定
串列傳輸速率	115200
數據比特	8
平價	無
停止比特	1
DTR/CTS	開

4. 使用下麵的命令錶請求數據，包括命令後面的回車符（CR，ASCII 13）：





## 基本命令

請注意，如果命令成功，默認情況下命令會與數據一起回顯。要抑制命令回聲，請使用

命令：“OA ECHO OFF”。

命令	示例 命令和響應	評論
R.BINDEX	R.BINDEX 32744	讀取單調遞增的計數幀索引（可用於防止重複響應）
R.CONC	R.CONC 3853.454 p/cm <sup>3</sup>	讀取當前濃度 時間平均
R.TCR	R.TCR 1.035 X	讀取時間平均TCR值 當前時間平均
R.FLOW	R.FLOW 55.754立方釐米	讀取當前時間平均流量（如果可用或可以使用暫態）
R.SAT	R.SAT 2c710 mC	讀取飽和器溫度，組織為mC （示例轉換為26.710攝氏度）
R.COND	R.COND 1立方釐米	讀取冷凝器溫度，組織為mC （示例轉換為16.732攝氏度）
R.SDP	R.SDP 13.723 C	讀取入口樣品露點，組織為°C
R.STATUS	R.STATUS -飽和器溫度超出範圍 -水分 可能積累	讀取的狀態 儀器，見附錄C- 有關詳細資訊，請參閱軟件警告和錯誤。
R.FRAVG	R.FRAVG 5.0秒	讀取當前時間平均值
R.HEADER	R.HEADER 緩衝指數 （幀）、粒子濃度。。	提供R.ALL變數清單的標頭資訊
R.ALL	R.ALL 17c8,5c3S, 834,3.4 0c...	為緩衝區索引提供逗號分隔的響應， 濃度、流速、TCR、飽和器溫度、 冷凝器溫度， 外殼溫度和樣品露點。



命令	示例 命令和響應	評論
OA流 [秒]	OA流1 流速設定為1.0 44355734.4cS, 3.3 不銹 鋼...4440,5cc0.877, 3.4 24... 4445535c.8cS, 3.4 24...	以指定的間隔為緩衝液指數、濃度、流速、TCR、飽和器溫度、冷凝器溫度、外殼溫度和樣品露點提供逗號分隔的響應。
OA流關閉	OA流關閉 流已禁用	停止OA流[秒] 函數
S.FRAVG[秒]	S.FRAVG 1 寫OK	設定當前時間平均值（秒）。最小值為0.2，最大值為120秒。
OA回聲 [開/關]	OA回聲打開 回聲現在打開	配寔回聲（終端 字元讀回）。默認為
OA響應[開 /關]	OA響應 響應現已打開	配寔命令是否應報告成功（默認 啟用）

## 高級命令

聯系OpenAeros獲取有關需要高速數據記錄的應用程序的高級命令的檔案，或用於記錄自定義變數的檔案。請參閱第4頁的聯系資訊。



## 準備OpenCPC進行傳輸

### 手動移動裝置

建議在手動運輸系統（在實驗室或建築物內）時，注意不要倒置儀器或將其側放。當儲液瓶中有酒精時，系統必須保持垂直。

如果運輸距離更遠，建議清空填充瓶所有酒精中的一種，有助於降低儀器意外倒置或傾倒的可能性。如果發生這種情況，請聯系OpenAeros乾燥系統的技巧。還建議安裝OpenCPC裝運和運輸蓋，以限制對荧幕可能造成的衝擊損壞。

### 乾燥OpenCPC用於運輸

CPC在裝運前必須內部完全乾燥。這對於避免液體積聚在系統的任何部分或洩漏到包裝中至關重要。要乾燥系統，應執行以下步驟。

1. 斷電系統
2. 將OpenCPC移到桌子邊緣，取出儲酒瓶。系統也可以稍微傾斜以取出瓶子。處理所有未使用的异丙醇。
3. 重新安裝空的儲液瓶，注意引導燈芯穿過儲液瓶開口的中心。
4. 打開OpenCPC模塊的電源，然後從設定面板中選擇DRY。讓系統運行8-10小時。任何剩餘异丙醇將蒸發，系統內部將在這段時間內乾燥。
5. 一旦完成，系統可以關閉電源，現在可以裝運了。



## 包裝

OpenCPC的包裝應可重複用於任何退貨或其他裝運。要準備設備裝運，請使用  
接下來的步驟。

1. 按照上述要求確保OpenCPC乾燥。
2. 關閉所有系統的電源。
3. 將所有電源和USB電纜裝入提供的透明袋中。
4. 安裝裝運和運輸蓋、入口塞和顯示器裝運蓋。
5. 將OpenCPC模塊放入提供的第二個透明塑膠袋中。
6. 將所有配件放入提供的箱子中，用膠帶封住，並放置在裝運箱的一端



## 維護和服務

維護和維修應由具備電子和機械系統專業知識的合格人員進行。有關科技問題或應用程序支持的問題，請聯系OpenAeros。

## 清潔

出於美觀原因或裝運準備，可能需要清潔外表面。

### 外表面清潔

1. 清潔前關閉電源並拔下儀器插頭。
2. 使用蘸有水的無絨布輕輕擦拭所有外表面（外殼、顯示幕邊框、按鈕）。
3. 不要將液體直接塗在儀器上。始終先弄濕布，然後徹底擰幹，以避免滴水。
4. 避免使用砂布或清潔劑，因為它們會劃傷或損壞外殼表面。

備註
注意防止液體進入，注意保持水分遠離儀器上的所有入口和接縫。切勿將液體噴灑或傾倒在儀器上。如果在開口（如樣品入口、排氣口）附近進行清潔，請用乾淨、乾燥的蓋子或塞子暫時蓋住它們。



## 附錄

### 附錄A——設備規格

#### 力量

OpenCPC單元：最大12.0V 5A。

典型功耗：穩態<8W

#### 電源

100–250伏交流電，50至60赫茲，1.3-0.6安

#### 環境操作條件

室內使用

溫度：5-35°C（41-95°F）

環境濕度：0-90%RH非冷凝氣溶膠樣品露點：

<30°C（86°F）

海拔高度可達2500米（6500英尺）

入口壓力：75至105千帕絕對壓力（0.75至1.05大氣壓）

污染程度2

#### 氣溶膠介質

與空氣、氮氣、氫氣和其他惰性氣體相容。系統不得與危險氣溶膠或氫氣或氧氣等氣體一起使用。

#### 工作流體

99.5%或更高的試劑級異丙醇（2-丙醇）

#### 計數精度

<1 x 10<sup>4</sup>個顆粒/cm<sup>3</sup>時為±20%

#### 粒子巧合

1 x 10<sup>5</sup>個顆粒/cm<sup>3</sup>時<10%

#### 粒徑範圍

最小可檢測顆粒（D<sub>50</sub>）：10 nm\*

\*-氧化鎢氣溶膠，異丙醇工作流體，飽和器=25°C，冷凝器：15°C。

最大可檢測粒徑：>1μm（估計）

#### 回應時間

濃度階躍變化響應<3秒至95%

#### 運行時間

>使用異丙醇在23°C（73°F）下最大填充120小時



### **流量**

樣品流速：約500 cm<sup>3</sup>/min (±6%)

*注：該系統有一個內部旁路，用於縮短樣品管中的傳輸時間。流量可能因組織而異，約為30 cm<sup>3</sup>/min。*

標稱氣溶膠流速：100 cm<sup>3</sup>/min

### **維度**

60毫米x210毫米x265毫米 (6.3 x 8.3 x 10.4英寸)

### **重量**

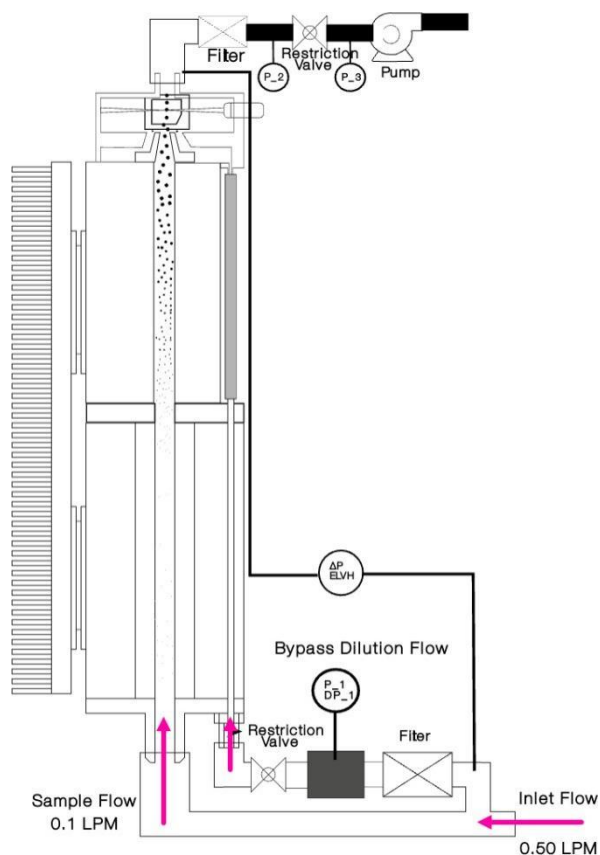
2.43公斤 (5.3磅)



## 附錄B——操作理論

### 流系統

OpenCPC使用一種獨特的流配實，其中一部分入口流被重新引導通過篩檢程式、相對濕度和溫度測量部分，然後作為稀釋流重新引入光學元件。這種稀釋可以防止工作流體在光學空間內發生冷凝，因為OpenCPC中的光學外殼沒有被加熱。這種旁通稀釋流還具有減少連接到儀器的樣品管線中的傳輸時間的優點。



流量控制使用OpenCPC入口和噴嘴出口之間的差分流量測量，使用小直徑噴嘴產生的壓降來計算流量。

此外，通過壓力監測總流量

P\_2和P\_3絕對壓力感測器記錄的壓差。這使得監測流量以檢測噴嘴堵塞的情況或系統內流速發生較大變化的情況。





## 光學設計

OpenCPC採用聚焦雷射設計，其中雷射束直徑小於噴嘴直徑。這導致只有一小部分粒子離開噴嘴與雷射相交，因此OpenCPC只對生長的粒子總體積進行了一小部分採樣。另外，由於雷射束具有高斯強度分佈，因此並非所有穿過雷射束的粒子都會產生均勻的散射強度，就像雷射束比雷射束大得多的傳統設計一樣噴嘴。這導致脈衝振幅的分佈取決於顆粒尺寸以及顆粒穿過雷射束的強度分佈。

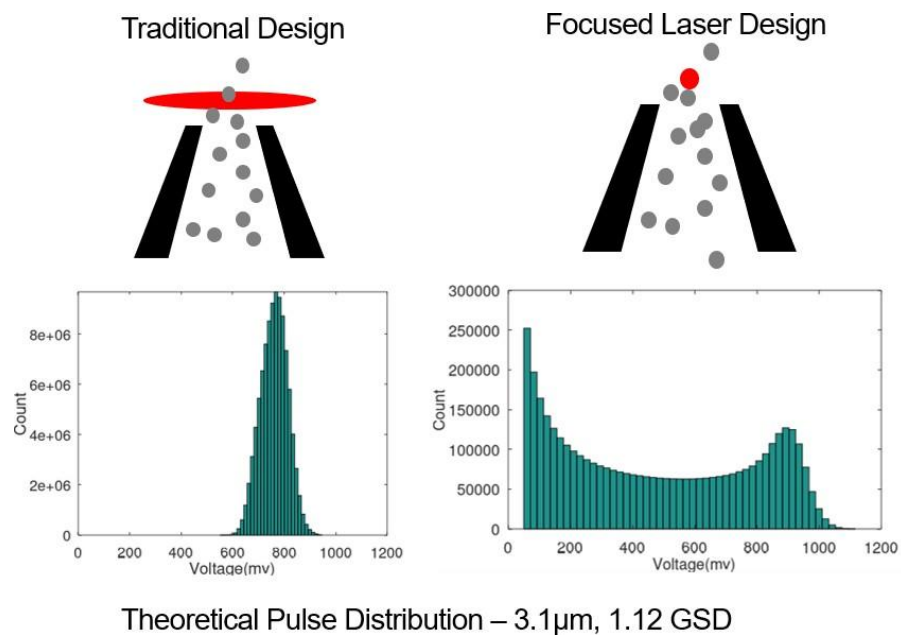


圖 22。傳統和聚焦雷射設計的脈衝高度分佈

聚焦雷射設計檢測到的脈衝幅度範圍導致一些脈衝非常小，許多粒子沒有穿過雷射照射的區域。為了克服這個問題，一種校正方法是其中校正每個粒子的脈衝高度。如方程式1所示，通過計算高於設定電壓閾值的計數數量與低於該閾值但高於較低雜訊基底閾值的計數的數量的比率，為脈衝高度的這種分佈創建了一個匯總統計資料，即閾值計數比（TCR）。



$$= \frac{\text{Counts Above Threshold}}{\text{Counts Below Threshold}} \quad \text{方程式1}$$

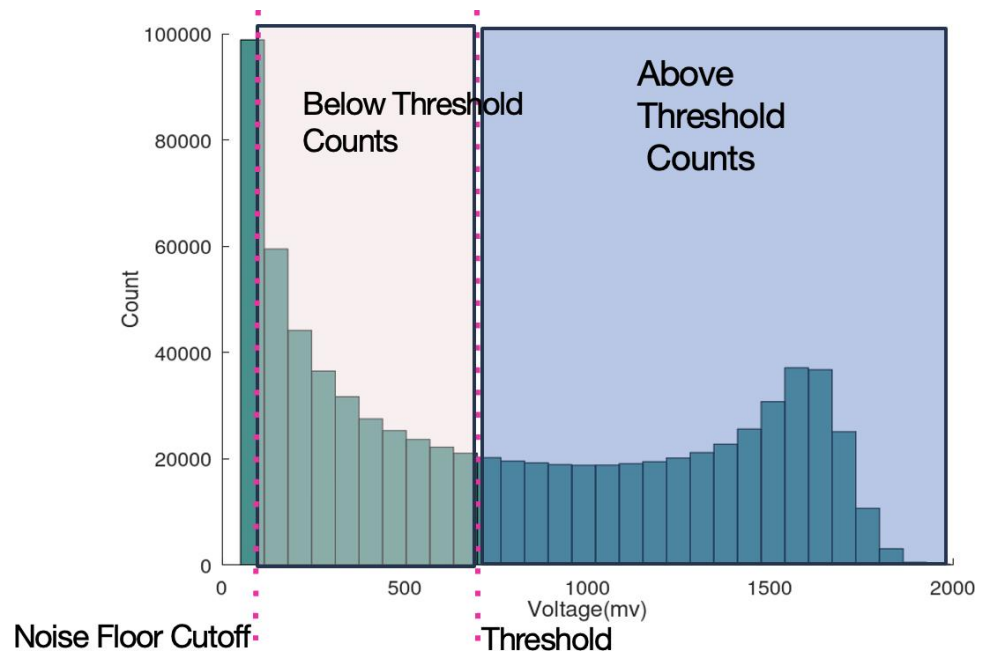


圖 23。閾值切割

## OpenCPC的校準

由於OpenCPC聚焦雷射設計的性質，其中只計算了氣溶膠的一小部分（通常為15%），OpenCPC遵循三步校準過程：

**步驟1-OpenCPC的光學計數器部分在正常運行期間會自我引用。調整雷射功率以產生寬範圍的TCR值，並且計數的分數相對於最大記錄TCR處的計數分數。**

**步驟2-使用碘化鈉（NaI）測試氣溶膠1，OpenCPC對參攷計數器進行計數參攷校準，以確定計數的顆粒分數以及此時發生的TCR。**



步驟3——使用光學計數分數和參攷校準生成縮放計數分數曲線，其中應用了線性曲線擬合。通過量測顆粒計數和TCR，然後應用線性校正曲線，可以估計真實計數分數。

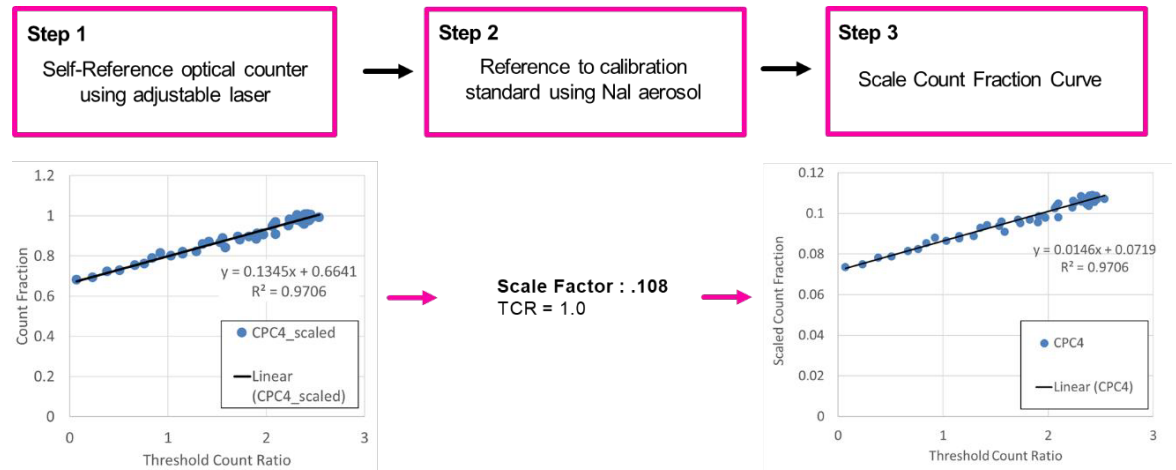


圖24。校準步驟

1-Krasa, H.等人（2023）“使用霧化無機鹽顆粒實現23nm汽車顆粒計數器的簡化校準方法”，《氣溶膠科學與技術》，57（4），第329-341頁。doi: 10.1080/02786826.2023.2174410.



## 濕度控制模式、環境控制和固定溫度模式

OpenCPC系統中使用的工作流體異丙醇（2-丙醇）具有吸濕性，在高濕度環境下持續運行會導致系統內積水。為了克服這一挑戰，在以下情況下使用濕度控制系統

飽和器和冷凝器的溫度實時自動調節，以儘量減少異丙醇吸濕行為的影響。

### 環境模式操作（默認）

由於飽和器和

冷凝器，該系統可以在一系列環境溫度下運行。在環境模式操作中，飽和器的溫度保持在由內部外殼熱敏電阻量測的接近環境條件的溫度，除非在濕度較高的情況下，系統會自動切換到濕度控制模式。實際上，該系統

操作時，它將選擇環境溫度、濕度控制模式溫度或最低工作溫度中的最高溫度，如以下方程式所述。

$$T_s = \max \{T_{\text{ambient}}, \text{Dewpoint} + 6.5^\circ\text{C} + \Delta T, T_{\text{min}} + \Delta T\}$$

$$T_c = T_s - \Delta T$$

**默認情況下啟用環境模式，這是OpenCPC的推薦操作模式，因為它是最安全的故障保護方法，無論在何種操作條件下都能確保設備的穩定性。此外，這**

防止噴嘴冷凝，如果冷凝器在高於環境溫度3.5°C以上的溫度下運行，則可能會發生噴嘴冷凝。如果設備可能在各種環境條件下運行，並且要儘量減少工作流體的消耗，則此模式最有用。

### 濕度控制模式

在這種操作模式下，量測進入樣品的露點，並調整飽和器和冷凝器的溫度，以便

冷凝器溫度保持在露點以上6.5°C，或保持在最低工作溫度，以較高者為準。為確保顆粒被正確啟動和生長，冷凝器始終在



相對於飽和器的溫差，標稱比不同的飽和器溫度低10°C。這由以下方程式描述。

$$T_s = \max \{Dewpoint + 6.5^{\circ}C + \Delta T, T_{min} + \Delta T\}$$
$$T_c = T_s - \Delta T$$

哪裡：

$T_s$ 是飽和器溫度，組織為°C

露點是量測的樣品露點，組織為°C

$\Delta T$ 是飽和器和冷凝器溫差

$T_c$ 是冷凝器溫度，組織為°C

此模式對於經常使用乾燥空氣作為氣溶膠介質的操作員非常有用，但如果採樣線暫時與OpenCPC斷開連接，或者使用的氣溶膠不夠乾燥，他們希望確保系統不會積水。

## 固定模式操作

此模式允許手動操作飽和器和冷凝器溫度。必須注意確保進入的氣溶膠露點始終比設定的冷凝器溫度低6.5°C，否則可能會發生積水。其症狀是計數率低，或

長時間內顆粒計數持續減少。如果在發生這種情況的環境中操作，建議將系統乾燥過夜，以確保系統正常運行，以備將來使用。乾燥方法見下文“運輸乾燥系統”一節。

此外，冷凝器在高於環境條件3.5°C以上的溫度下運行可能會導致噴嘴內發生冷凝，從而導致噴嘴堵塞，導致無法量測濃度。這可以通過確保冷凝器的溫度低於環境條件來糾正。



## 附錄C-軟件警告和錯誤

### 定義

**警告-OpenCPC**檢測到一個超出允許範圍的過程參數。測量精度可能會受到損害。軟件將嘗試糾正問題。

**誤差——數據收集和測量精度將顯著降低**

應丟棄受影響的測量數據。系統無法更正此錯誤。

**故障-系統檢測到故障，系統和組件已禁用，以確保系統不受損壞。**

這份清單並不詳盡。有關此清單中未顯示的任何錯誤，請聯系OpenAeros以獲取更多資訊。

指示器	描述	錯誤ID
設備尚未就緒	系統目前處於預熱階段 系統電源打開。	0
準備	設備已完全運行。	
SAT溫度超出設定值。	飽和器溫度現時超出允許的工藝公差，超過 1分鐘	1
冷凝溫度超出設定值。	冷凝器溫度現時超出允許的工藝公差，超過 1分鐘。	2
SAT嚴重故障	發生了嚴重故障，飽和器溫度電路 殘疾人。	3
COND嚴重故障	發生嚴重故障，冷凝器溫度電路 殘疾人。	4
出油口流速。	通過光學噴嘴測得的流量已流出 允許的公差範圍。	5
泵電機上限	泵速已超過上限 殘疾，以減少對壽命的影響。	6
泵低限	泵速低於規定的下限。	20
未檢測到ADC偏置	脈衝數位化電路不工作，系統因無計數而禁 用 可能的。	7



混凝土。超量程	已超過濃度上限，可能會出現過量計數錯誤並減少濃度精度。	9
TCR低	當前閾值計數比低於指定限值，計數精度可能為減少。	10
SAT風扇檔	檢測到飽和器散熱器風扇失速。可能存在阻礙旋轉或故障的碎屑發生	11
冷凝風扇失速	檢測到冷凝器散熱器風扇失速。防止旋轉或故障的碎屑可能已經發生	12
故障安全停機	系統檢測到嚴重故障，並已禁用系統控制。	15
ELVH零點未完成	壓差感測器沒有在儀器啟動時執行零點偏移。	21
ELVH零點故障	儀錶啟動時出現的壓差零點偏移已超過公差限制	22
箱子濕度未就緒	濕度感測器監測箱濕度為仍處於啟動階段	24
樣品濕度不準備	濕度感測器監測入口樣品濕度仍處於啟動階段	25
可能積聚水分	樣品入口露點超過系統的允許限值，水稀釋可能出現飽和器。	27
總流量超出邊界	系統監測的總流量超出規定的公差系統。總流量低可能表示噴嘴堵塞。	30