

IONFRESHER® 三合一空氣清淨機技術白皮書 v2.7

製造商
創昇科技股份有限公司 (Altrason Inc., Taiwan)

發行單位
尚碩科技有限公司 (Chisir Electronics Corp., Taiwan)
IONFRESHER® 台灣總代理

著作權聲明
© 2026 IONFRESHER® 版權所有

0. 二十年核心架構

IONFRESHER® 的核心架構最早於 2003 年成形，其設計並未遵循傳統「風扇推動濾網」的空氣清淨模式。
系統中不存在 HEPA 濾材、多段風機，亦未嘗試以高風量迫使空氣通過高密度濾芯。

取而代之的是一項安靜而克制的工程原則：
透過電漿電離與電離集塵，輔以負離子沉降效應，在緊湊的固態結構中實現連續、低維護的空氣淨化機制。

二十餘年間，IONFRESHER® 的核心架構始終維持高度一致。
這並非抗拒改進，而是其底層物理機制已達到一種罕見的平衡狀態：
結構足夠簡單以確保可靠性，同時又足夠精準以維持實際效能。

近年的改版並未推翻這項基礎，而是進行現代化調整：
包含電源介面轉換為 USB 5 V、強化安全裕度，並重新定位為**「個人空氣淨化罩 (Personal Air Purification Shield)」**，以符合當代工作型態與生活場景。

本文件旨在提供一份正式的技術說明，說明 IONFRESHER® 系統的運作方式，
以及其設計目標與設計邊界，供工程人員、經銷夥伴與機構用戶參考。

0.1 USB 5 V 電源轉換的工程挑戰與設計理由

IONFRESHER® 採用 USB 5 V 作為輸入電源，並非僅是接頭或供電電壓的替換。
實際上，不同 USB 電源來源（筆電、螢幕、充電器、行動電源）在紋波、瞬態響應與雜訊頻譜上的差異，往往遠高於傳統 12 V 穩壓電源。

然而，電漿電離系統對電源品質極為敏感。

為了維持穩定的電暈放電，高壓子系統必須能夠提供：

- 低紋波、低雜訊的高壓輸出
- 在環境與負載變化下仍能維持穩定的電場強度
- 不受 USB 電源品質差異影響的放電行為
- 適合長期室內連續使用的電流與波形控制

因此，USB 5 V 的導入伴隨的是整套內部電源架構的重新設計。

系統並非直接使用 USB 電源，而是先對 5 V 輸入進行調理，再透過多階段轉換產生乾淨、穩定的高壓輸出，以支援長時間電漿生成。

這正是 IONFRESHER® 能在不同 USB 電源條件下維持一致效能的關鍵原因，也是多數簡化設計或仿製方案難以複製的核心。

1. 歷史背景與工程哲學

IONFRESHER® 最初被設計為小型、安靜、適合近距離使用的空氣淨化系統。

在 USB 行動電源與筆電充電尚未普及的年代，其架構已採用：

- 電漿電離
- 接地金屬板的電離集塵
- 極少的機械部件與低機構複雜度

多年來，產品在亞洲及其他市場累積超過兩百萬台的安裝基礎。

這樣的成長並非來自大量宣傳，而是源於一個事實：

內部架構穩定、行為可預期，且易於長期維護。

其工程設計遵循三項核心原則：

1. 盡可能以電場作用取代大量氣流
2. 避免耗材與複雜機械子系統
3. 以長期低關注運作為目標，而非短期新奇功能

當前版本的 IONFRESHER® 持續遵循上述原則，演進重點放在安全性、使用便利性與現代電源相容性，而非改變既有核心機制。

2. 系統架構概覽

IONFRESHER® 為一套**無風扇（fan-less）**空氣淨化系統，其核心由三個相互作用的電氣模組構成：

1. 電漿電離電極
2. 接地不鏽鋼集塵板

3. 負離子發射節點

這些模組由高壓生成單元驅動，將 5V 直流輸入轉換為電離所需的高電位。

簡化的運作流程如下：

1. 電漿電離使針尖附近微粒帶電
2. 電離集塵吸附部分帶電微粒
3. 負離子輔助剩餘微粒聚集沉降

此架構與下列系統不同：

- 依賴風扇與高靜壓的濾網式清淨機
- 處理整棟空氣流量的 HVAC 系統
- 以臭氧作為主要清潔手段的設備

IONFRESHER® 專注於改善使用者呼吸區域的空氣品質，透過電氣現象而非大風量作為主要工具。

2.1 USB 5V → 高壓電源架構

USB 5V 必須經過多階段電源處理才能驅動電漿放電：

1. 輸入調校 (Input Conditioning)

去除 USB 來源雜訊、抑制紋波、補償不同電源特性。

2. 高效率升壓 (Step-Up Conversion)

將 5V 提升到數千伏的高壓需求，並保持低電流、安全可控。

3. 放電穩定控制 (Discharge Stabilization)

在微小負載變化情況下，保持電場強度穩定，不漂移、不跳動。

4. 保護與絕緣 (Protection Architecture)

包含過流、過壓、溫度補償，以及針對 USB 特性重新設計的保護環節。

由於電漿電離本質對電源潔淨度敏感，這套升壓與穩壓架構的成功，意味著 IONFRESHER® 能在世界各地使用不同 USB 電源而維持一致表現。

3. 電漿電離系統

針尖電極由可控高壓低電流驅動器供電。

3.1 運作原理

當針尖電場超過閾值，形成電暈放電區：

- 空氣分子被電離
- 正負離子生成

- 自由電子與短暫反應性物種出現

目標明確：

- 使微粒帶電，便於下游電離集塵
- 提供穩定電離，支援電離集塵與負離子功能

設計不依賴高濃度反應性物種作化學分解，而追求長期穩定電離，適合有人室內使用。

3.2 設計考量

- 針尖幾何與材料
- 高壓波形控制
- 保持穩定放電、最小噪音、避免多餘臭氧

4. 電離集塵系統（接地不鏽鋼板）

4.1 電離集塵路徑

- 高壓針尖電極電離空氣微粒
- 接地不鏽鋼集塵板吸附部分帶電微粒
- 剩餘微粒由負離子輔助沉降

4.2 材質優勢

- 電氣穩定
- 機械耐用
- 抗腐蝕
- 可清洗（高壓區保持乾燥）

4.3 無濾網、低阻力

- 空氣流阻低
- 無風扇，依靠自然對流
- 無濾網阻塞或變形風險

5. 負離子輔助沉降

5.1 功能

- 增加微粒聚集
- 促進沉降
- 支援自然清潔循環

5.2 安全與舒適

- 負離子濃度適中
- 適合長期有人使用

6. 安全設計與臭氧控制

- 微量臭氧是電離副產品
- $O_3 < 0.02 \text{ ppm}$
- 不以臭氧作主要淨化手段
- 控制方式：針尖幾何、波形、自然對流

7. USB 5V 電源與個人淨化罩定位

7.1 現代電源整合

支援筆電 USB、充電器、行動電源

7.2 個人空氣淨化罩

- 聚焦使用者呼吸區
- 放置桌面、床邊
- 受空調、風扇、窗戶影響

8. 維護與長期可靠性

8.1 集塵板清理

- 斷電並拔掉 USB
- 拆除集塵模組
- 用刷子清理灰塵
- 必要時用乾布擦
- 高壓區保持乾燥後裝回

8.2 長期穩定性

- 無風扇、齒輪、旋轉濾網、皮帶或消費級馬達
- 注意：高壓發生器穩定性、絕緣完整性、集塵板潔淨

9. 適用對象、限制與環境考量

9.1 適用對象

- 長時間桌面工作者
- 固定位置學習/工作者
- 重視安靜、無風扇操作
- 已使用掃地機或日常清潔

9.2 限制

- 非全屋空氣淨化
- 無法處理大量煙霧
- 不提供 PM2.5 數值
- 性能受環境、通風、活動影響

10. 工程結論與未來展望

- 核心架構成熟穩定
- 電漿 + 電離集塵 + 負離子輔助沉降
- USB 5V 電源，安靜、連續運作
- 可與其他淨化/通風系統協作
- 未來可加入感測器、顯示或替代外型，但核心設計保持一致

出版與屬名

出版單位： 尚碩科技有限公司

製作／編撰： IONFRESHER® 台灣總代理 — 尚碩科技有限公司

官方網站 | www.ionfresher.com