

# AI 數據中心散熱新挑戰: 48V 風扇驅動器解決方案

Fish Yeh, Ken Lin, Mika Huang, Sophia Tong | AN090 September 2025



隨著 AI 應用蓬勃發展，從大型語言模型推論、影像處理到智慧駕駛輔助，資料中心內部伺服器的運算密度與功耗大幅提升。高效能晶片的熱設計功耗不斷攀升，使傳統散熱方案面臨前所未有的挑戰。為確保系統穩定運行，伺服器散熱系統必須朝向更高風量、更高效率與更高可靠性的方向升級。

在這波轉型中，數據中心伺服器的電源架構也從傳統 12V 全面升級至 48V，以降低線路損耗並提升能源效率。對應的風扇散熱模組也正式邁入 48V 風扇時代。面對風扇轉速、風壓、空間限制與控制複雜度等多重挑戰，立錡 [RT7084](#) 應運而生，成為新世代伺服器風扇冷卻的理想驅動解決方案。

## 目錄

1	48V 風扇驅動器的挑戰與應對方法 .....	2
1.1	增加運轉穩定性，改善震動與噪音 .....	2
1.2	強化啟動可靠性，提升逆風啟動能力 .....	2
1.3	提升整合能力，小尺寸成核心關鍵 .....	3
1.4	簡化開發流程，加速導入時間 .....	4
2	結論 .....	5

# 1 48V 風扇驅動器的挑戰與應對方法

隨著伺服器電源架構邁向 48V 成為主流，伺服器風扇的設計不僅要兼顧高轉速、高風壓，更需克服空間受限、啟動可靠性及加速開發時程等多重難題。以下將針對 48V 風扇驅動器在實際應用中所面臨的主要挑戰，並說明 [RT7084](#) 如何以創新技術與高度整合設計，為新世代伺服器的風扇冷卻提供最佳解決方案。

## 1.1 增加運轉穩定性，改善震動與噪音

當今系統對散熱效能的要求日益提升，風扇轉速已突破 50,000 RPM。然而，如此高速運轉容易導致轉速不穩、震動加劇與噪音上升，進而影響系統的可靠性與用戶體驗。針對這些挑戰，[RT7084](#) 採用 Sensorless FOC (Field-Oriented Control) 無感測向量控制技術，透過精密演算法即時估算轉子位置，確保馬達在高轉速下始終維持最佳驅動角度，實現精準動態控制。這不僅有效抑制震動與轉矩脈動，顯著提升風扇運轉的穩定性，更大幅降低扇葉震動所產生的噪音。

如圖 1 所示，與傳統 12V 風扇方案相比，[RT7084](#) 展現出更平順的電流波形，代表其在高速運轉期間依然能維持低震動與低噪音的優異表現，為高效散熱系統帶來全新升級體驗。

Traditional 12V Solution  
Sensorless Sinusoidal (Zero-Crossing Detection)

Richtek 48V Solution  
Sensorless FOC

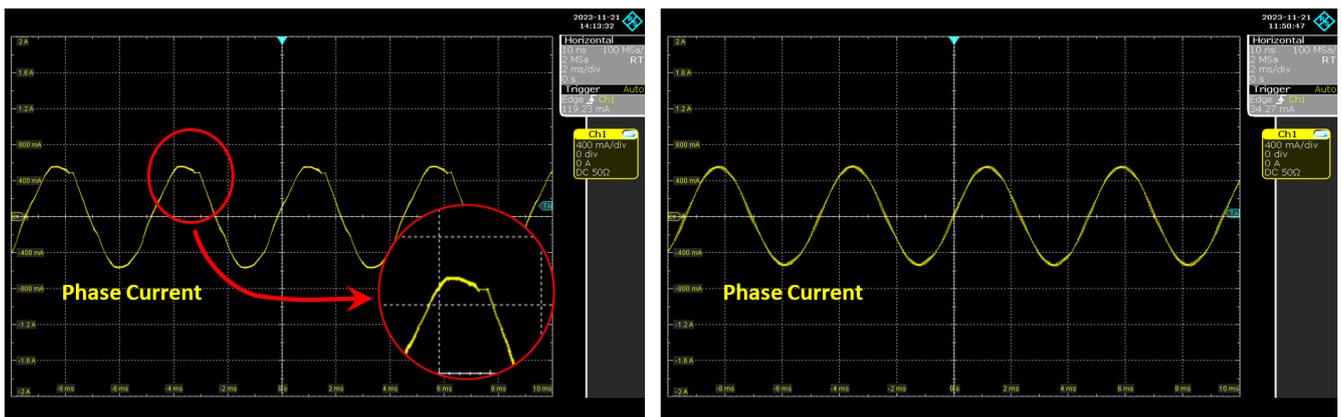


圖 1. [RT7084](#) 電機控制演算法的運轉波形

## 1.2 強化啟動可靠性，提升逆風啟動能力

伺服器系統會配置多顆風扇以確保優異的散熱效能。然而，由於控制訊號傳遞的時間差，部分風扇在啟動時可能會因較晚接收到訊號而出現逆風狀況。傳統 12V 風扇因轉速較低風壓較小，逆風現象較不嚴重。但隨著新一代 48V 風扇的導入，其高轉速與強大風壓使逆風現象更加嚴重。因此，抗逆風啟動能力已成為 48V 伺服器風扇方案評估的關鍵規格。若未針對逆風狀況設計完善的啟動策略，將嚴重影響整體冷卻系統的可靠性。

[RT7084](#) 開發獨特的逆風啟動策略，能有效克服逆風帶來的挑戰，展現出卓越的抗逆風啟動能力，進一步提升系統穩定性。其逆風啟動波形如圖 2 所示，在逆風狀態做啟轉時，會先進行煞車控制，當轉速接近靜止時，再以增強的起轉扭矩抵抗逆風，使風扇順利進入正常運轉。這項創新技術，為新世代伺服器系統帶來更高的可靠性與穩定性。

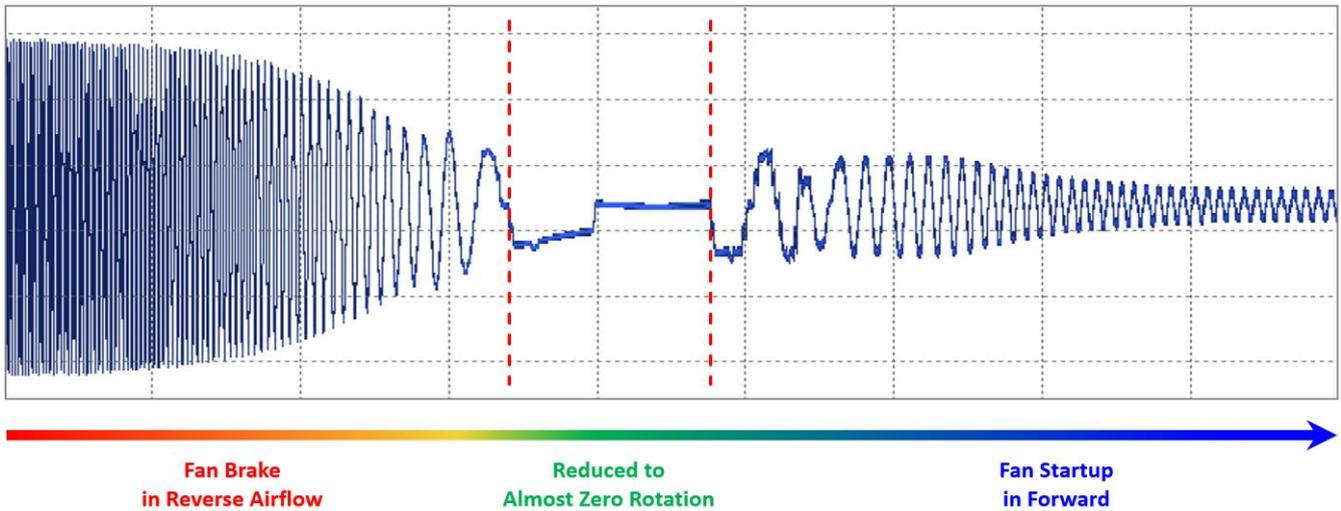


圖2. [RT7084](#) 逆風啟動波形

### 1.3 提升整合能力，小尺寸成核心關鍵

伺服器系統因空間高度緊湊的產品特性，使得伺服器風扇的尺寸最小僅有 4cm (長) x 4cm (寬)，對元件整合度與佈局有著極高要求。隨著電源架構從傳統 12V 升級至 48V，線路設計必須額外加入前級降壓模組，為控制晶片提供適當的工作電壓，進一步提升了開發複雜度。因此，如何讓 48V 風扇方案順利融入既有空間限制與產品開發，成為 [RT7084](#) 必須克服的關鍵挑戰。

[RT7084](#) 採用 4mm x 4mm QFN 封裝設計，將 MCU、Gate Driver 與 Buck 轉換器高度整合於單一晶片，無需額外加入降壓模組，即可為晶片提供穩定可靠的電源。內建 Buck 轉換器採用立錡專利 ACOT<sup>®</sup> 控制技術，只需搭配 0806 封裝電感即可運作。同時，[RT7084](#) 將多數外部元件高度整合於晶片內部，有效簡化 PCB 佈局並降低 BOM 成本。如圖 3 所示，於實際應用中，[RT7084](#) 可輕易實現 4cm 伺服器風扇的 PCB Layout 設計。

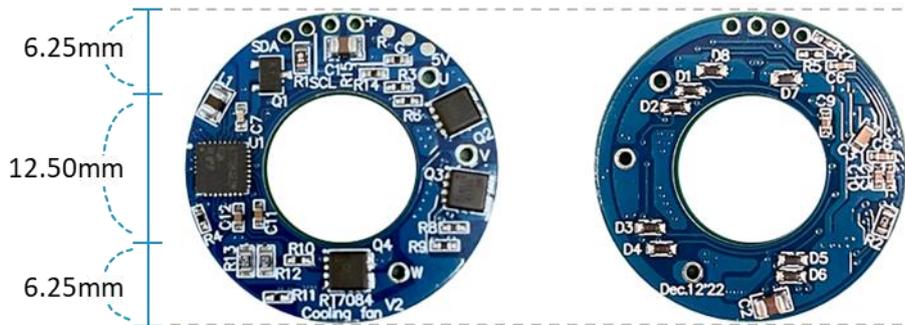


圖 3. [RT7084](#) 在 4cm 伺服器風扇的 PCB Layout

1.4 簡化開發流程，加速導入時間

RT7084 創新推出 Code-Free 開發架構，無需撰寫任何程式碼，客戶只需透過直覺化的視窗介面，即可輕鬆調整控制參數。如圖 4 的 Tuning GUI 與 ADA (Application Development Assistant) GUI 即為本次 Code-Free 架構專用的操作介面，透過 GUI 可快速完成功能設定與應用開發，大幅降低技術門檻。此外，立錡亦提供完整的技術文件，協助客戶快速上手並完成各項設定。對於 GUI 軟體與技術文件的取得方式，歡迎洽詢立錡業務或技術團隊取得協助。

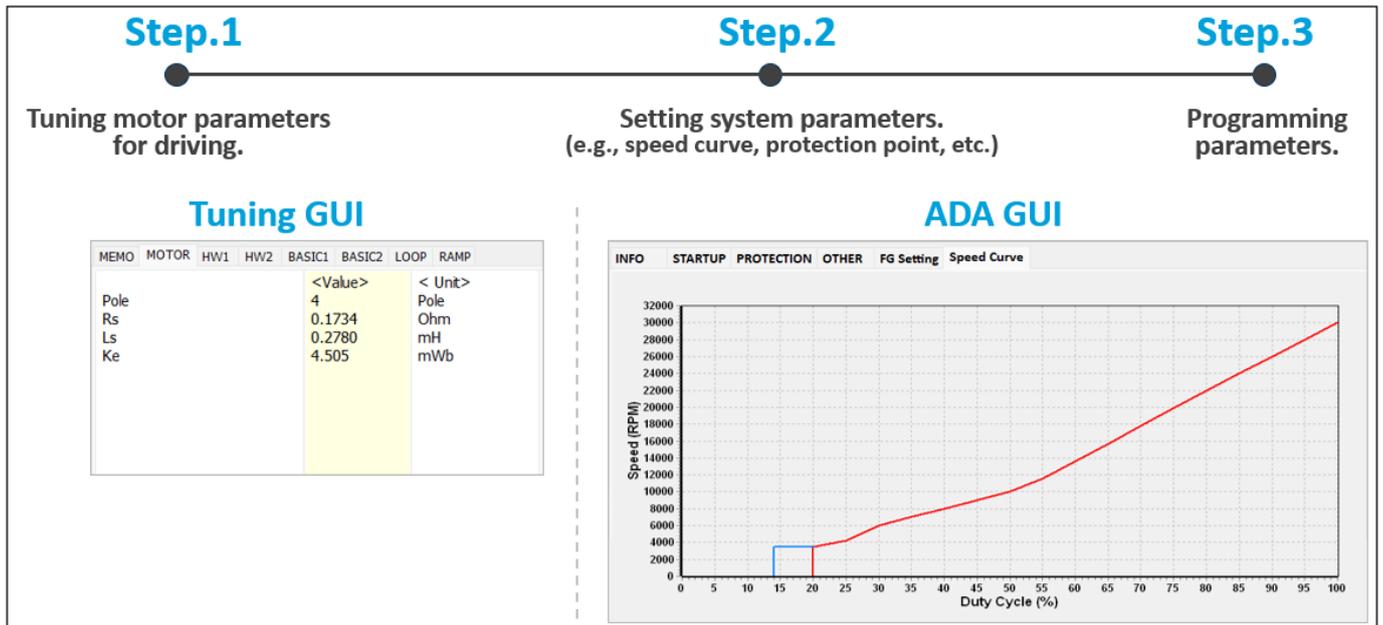


圖 4. RT7084 專用 GUI

## 2 結論

隨著伺服器運算能力大幅提升，冷卻散熱性能已成為系統可靠性的關鍵。[RT7084](#) 以先進的無感測向量控制演算法，結合強韌的逆風啟動能力，有效解決 48V 風扇驅動器在高效能應用中的核心挑戰。此外，[RT7084](#) 具備高度整合設計與 Code-Free 架構，大幅簡化設計流程並降低開發門檻，為新世代伺服器的風扇冷卻提供最理想的解決方案。

若要獲得更多產品的產品資訊，請[訂閱我們的電子報](#)。

### **Richtek Technology Corporation**

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.

---

Copyright © 2025 Richtek Technology Corporation. All rights reserved. **RICHTEK** is a registered trademark of Richtek Technology Corporation.