

AI 数据中心散热新挑战: 48V 风扇驱动器解决方案

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



随着 AI 应用蓬勃发展，从大型语言模型推论、影像处理到智慧驾驶辅助，资料中心内部服务器的运算密度与功耗大幅提升。高效能晶片的热设计功耗不断攀升，使传统散热方案面临前所未有的挑战。为确保系统稳定运行，服务器散热系统必须朝向更高风量、更高效率与更高可靠性的方向升级。

在这波转型中，数据中心服务器的电源架构也从传统 12V 全面升级至 48V，以降低线路损耗并提升能源效率。对应的风扇散热模组也正式迈入 48V 风扇时代。面对风扇转速、风压、空间限制与控制复杂度等多重挑战，立锜 [RT7084](#) 应运而生，成为新世代服务器风扇冷却的理想驱动解决方案。

目录

1	48V 风扇驱动器的挑战与应对方法	2
1.1	增加运转稳定性，改善震动与噪音	2
1.2	强化启动可靠性，提升逆风启动能力	2
1.3	提升整合能力，小尺寸成核心关键	3
1.4	简化开发流程，加速导入时间	4
2	结论	5

1 48V 风扇驱动器的挑战与应对方法

随着服务器电源架构迈向 48V 成为主流，服务器风扇的设计不仅要兼顾高转速、高风压，更需克服空间受限、启动可靠性及加速开发时程等多重难题。以下将针对 48V 风扇驱动器在实际应用中所面临的主要挑战，并说明 [RT7084](#) 如何以创新技术与高度整合设计，为新世代服务器的风扇冷却提供最佳解决方案。

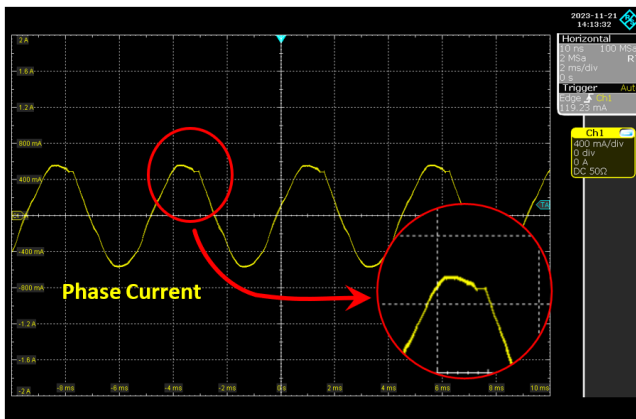
1.1 增加运转稳定性，改善震动与噪音

当今系统对散热效能的要求日益提升，风扇转速已突破 50,000 RPM。然而，如此高速运转容易导致转速不稳、震动加剧与噪音上升，进而影响系统的可靠性与用户体验。针对这些挑战，[RT7084](#) 采用 Sensorless FOC（Field-Oriented Control）无感测向量控制技术，透过精密演算法即时估算转子位置，确保马达在高转速下始终维持最佳驱动角度，实现精准动态控制。这不仅有效抑制震动与转矩脉动，显著提升风扇运转的稳定性，更大幅降低扇叶震动所产生的噪音。

如图 1 所示，与传统 12V 风扇方案相比，[RT7084](#) 展现出更平顺的电流波形，代表其在高速运转期间依然能维持低震动与低噪音的优异表现，为高效散热系统带来全新升级体验。

Traditional 12V Solution

Sensorless Sinusoidal (Zero-Crossing Detection)



Richtek 48V Solution

Sensorless FOC

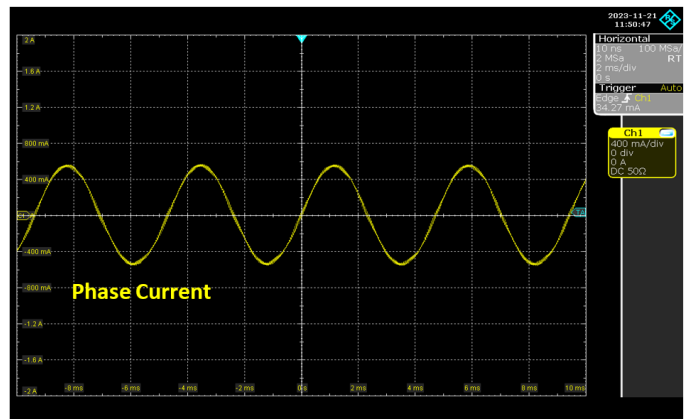


图1. [RT7084](#) 电机控制演算法的运转波形

1.2 强化启动可靠性，提升逆风启动能力

服务器系统会配置多颗风扇以确保优异的散热效能。然而，由于控制讯号传递的时间差，部分风扇在启动时可能会因较晚接收到讯号而出现逆风状况。传统 12V 风扇因转速较低风压较小，逆风现象较不严重。但随着新一代 48V 风扇的导入，其高转速与强大风压使逆风现象更加严重。因此，抗逆风启动能力已成为 48V 服务器风扇方案评估的关键规格。若未针对逆风状况设计完善的启动策略，将严重影响整体冷却系统的可靠性。

[RT7084](#) 开发独特的逆风启动策略，能有效克服逆风带来的挑战，展现出卓越的抗逆风启动能力，进一步提升系统稳定性。其逆风启动波形如图 2 所示，在逆风状态做启转时，会先进行煞车控制，当转速接近静止时，再以增强的起转矩抵抗逆风，使风扇顺利进入正常运转。这项创新技术，为新世代服务器系统带来更高的可靠性与稳定性。

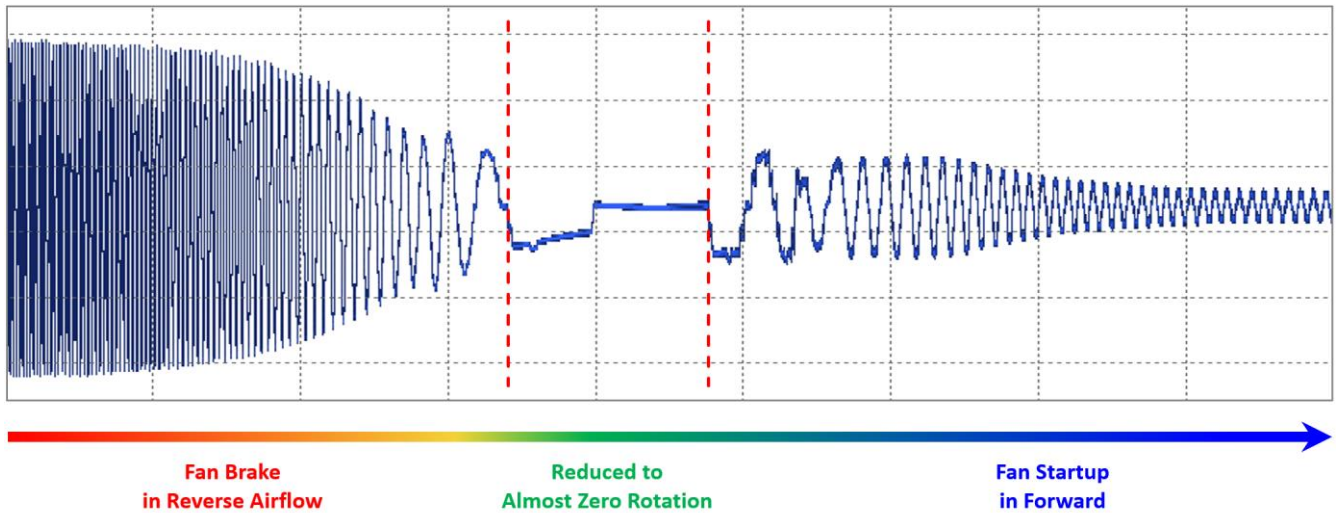


图2. [RT7084](#) 逆风启动波形

1.3 提升整合能力，小尺寸成核心关键

服务器系统因空间高度紧凑的产品特性，使得服务器风扇的尺寸最小仅有 4cm (长) x 4cm (宽)，对元件整合度与布局有着极高要求。随着电源架构从传统 12V 升级至 48V，线路设计必须额外加入前级降压模组，为控制晶片提供适当的工作电压，进一步提升了开发复杂度。因此，如何让 48V 风扇方案顺利融入既有空间限制与产品开发，成为 [RT7084](#) 必须克服的关键挑战。

[RT7084](#) 采用 4mm x 4mm QFN 封装设计，将 MCU、Gate Driver 与 Buck 转换器高度整合于单一晶片，无需额外加入降压模组，即可为晶片提供稳定可靠的电源。内建 buck 转换器采用立锜专利 ACOT[®] 控制技术，只需搭配 0806 封装电感即可运作。同时，[RT7084](#) 将多数外部元件高度整合于晶片内部，有效简化 PCB 布局并降低 BOM 成本。如[图3](#)所示，于实际应用中，[RT7084](#) 可轻易实现 4cm 服务器风扇的 PCB Layout 设计。

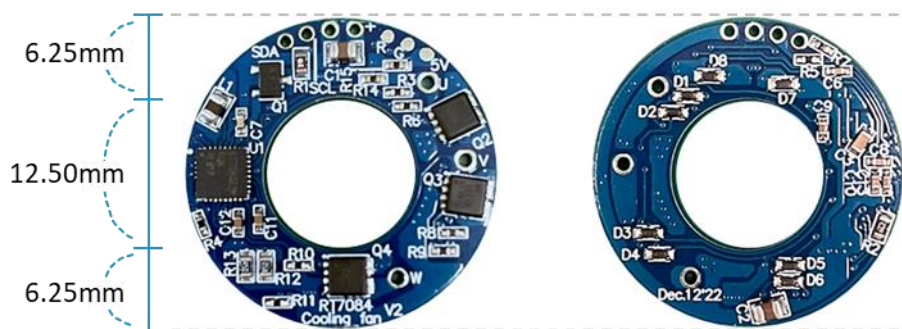


图 3. [RT7084](#) 在 4cm 服务器风扇的 PCB Layout

1.4 简化开发流程，加速导入时间

[RT7084](#) 创新推出 Code-Free 开发架构，无需撰写任何程式码，客户只需透过直觉化的视窗介面，即可轻松调整控制参数。如图 4 的 Tuning GUI 与 ADA（Application Development Assistant）GUI 即为本次 Code-Free 架构专用的操作介面，透过 GUI 可快速完成功能设定与应用开发，大幅降低技术门槛。此外，立锜亦提供完整的技术文件，协助客户快速上手并完成各项设定。对于 GUI 软体与技术文件的取得方式，欢迎洽询立锜业务或[技术团队](#)取得协助。

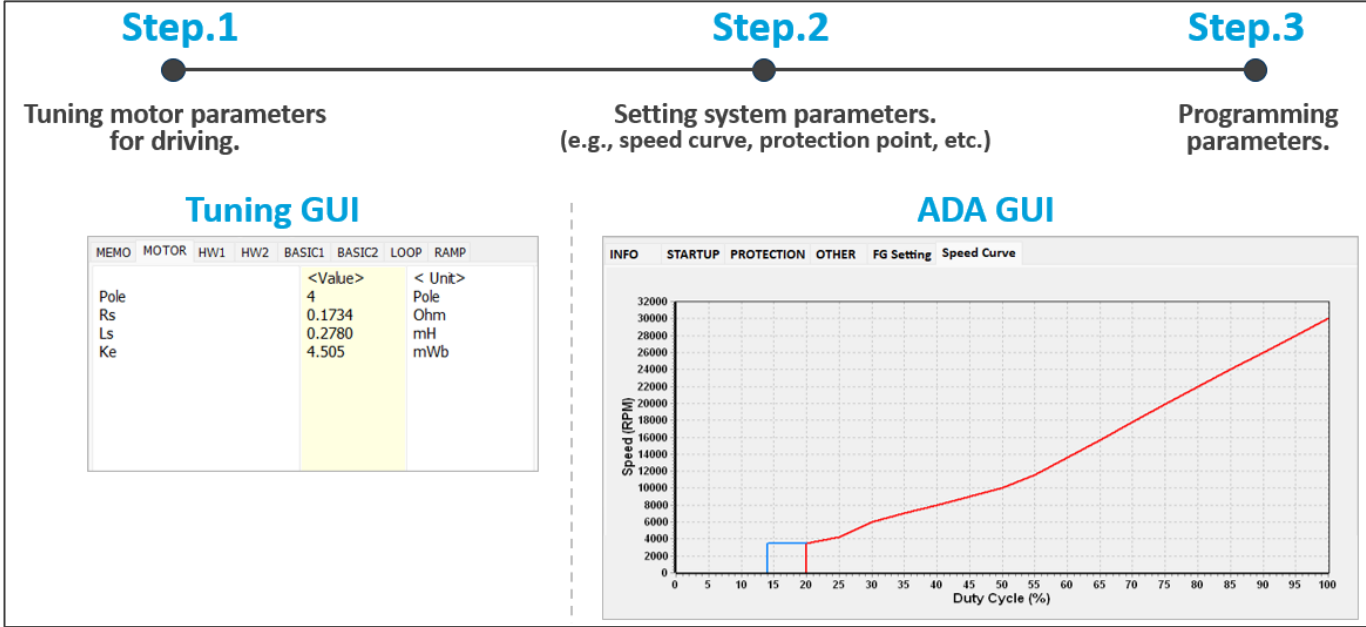


图 4. [RT7084](#) 专用 GUI

2 结论

随着服务器运算能力大幅提升，冷却散热性能已成为系统可靠性的关键。[RT7084](#) 以先进的无感测向量控制演算法，结合强韧的逆风启动能力，有效解决 48V 风扇驱动器在高效能应用中的核心挑战。此外，[RT7084](#) 具备高度整合设计与 Code-Free 架构，大幅简化设计流程并降低开发门槛，为新世代服务器的风扇冷却提供最理想的解决方案。

若要获得更多产品的产品信息，请[订阅我们的电子报](#)。

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.