

*Application Brief*

# 采用 5V MSPM0H MCU 优化室内空调机组



Diego Abad Sajamin

如今，空调机组作为多功能器件，可为各类场所提供制冷。其功能涵盖温度检测与控制、风速调节及物联网连接。所有这些功能均需微控制器 (MCU) 来实现——收集系统内部传感器信息，与系统中其他 MCU 通信，并控制不同工作模式、LED 及其他必要外设。TI 的 MSPM0H MCU 凭借以下优势成为此类应用的理想选择：兼容 5V 的电源管理系统、低功耗、高性能功能（例如高级计时器、计时器倍频器、计量功能、功能安全库）、与业界通用 MCU 的引脚对引脚兼容性，以及具有竞争力的定价。



## 室内空调机组有哪些常见组成部分？

与室内空调机组相关的应用由多个模块组成，这些模块负责特定的任务。最常见的模块如下：

1. 显示和/或音频模块
2. 主系统控制
3. 风扇 V/F ( 变频驱动 ) 或电机驱动模块

在许多设计中，主系统控制与电机驱动模块会整合为单一解决方案。相比之下，显示和/或音频模块通常由专用接口 MCU 处理。此外，某些应用需要隔离系统的特定部分（例如显示模块），以防止用户接触室内空调机组的大功率区域。对于这些设计，一些主要组成部分包括：

- **无刷直流电机**：将电能转换为机械能（扭矩）。
- **电机控制**：基于实时电机位置、温度和电流反馈的 PWM 逻辑控制信号，这些信号转换为驱动器信号，以开关 MOSFET、为电机绕组通电并提供电流以使电机换向。电机驱动器和 MCU 解决方案在大多数应用中很常见。氮化镓 (GaN) 智能电源模块特别适合此类应用，既能承受控制空调风扇所需的高压，又可精简电机控制元件数量与布局空间，其高效能特性在 250W 及以下应用中无需散热片即可稳定运行。您可以使用 [DRV7308EVM](#) 测试其功能和特性，也可以借鉴 [TIDA-010273](#) 参考设计。
- **输入用户接口**：选择空调工作模式，例如制冷和制热、风扇转速和气流方向以及系统开/关。
- **输出用户接口**：使用 LED、LCD 提供视觉反馈，或使用扬声器提供声音反馈。
- **MCU**：利用集成的数字和模拟模块，根据输入用户接口对电机进行换向，与系统中的其他器件进行通信，并为系统状态提供输出用户接口。

TI 提供了丰富的器件，供室内空调机组应用的各个组成部分使用，下面将重点介绍其中一些器件。

电机	MCU	电机 驱动器 (GaN IPM)	电机电压 (交流和直流)	传感器 梯形波控制/FOC 和无传感 器 FOC
无刷直流	<b>MSPM0Hxxxx Arm Cortex M0+ 32MHz MCU</b>	<b>GaN IPM ( DRV73xx 系 列 )</b>	120V 至 265V 和 150V 至 450V	<b>霍尔传感器 ( DRV5xxx 系 列 )</b>

基于这些主要组成部分，我们可以将此应用分为两种架构类型：

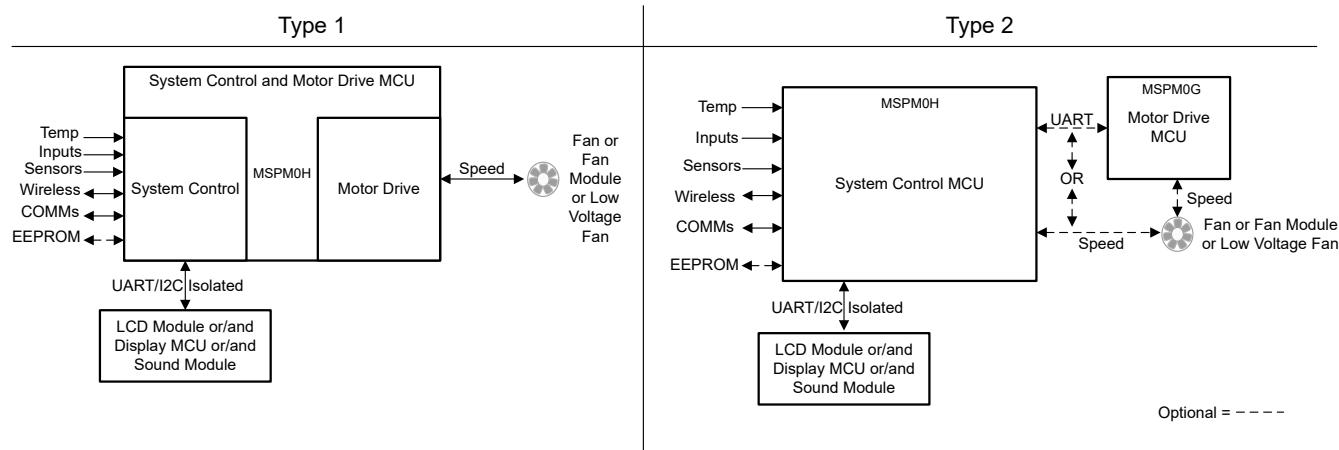


图 1. 室内空调机组系统模块架构类型

### 类型 1 — 主系统控制与电机控制 MCU 解决方案

在该架构中，MCU 负责统筹系统信号（包括温度、来自多个模块的输入、GPIO、电容式传感器及其他传感器数据），与室外空调机组、无线收发器、显示屏、外部 EEPROM 或音频 MCU/模块进行通信，并通过电机驱动器或 GaN IPM 控制低速和常规转速风扇电机。隔离区域将主要由输入和输出/显示模块组成。

### 类型 2 — 主系统控制 MCU 加风扇模块/MCU 驱动解决方案

在该架构中，主系统控制 MCU 负责类型 1 中提到的任务。它可以通过电机驱动器/模块或电机控制 MCU 进行简单的电机控制（配合半桥和 MOSFET），从而直接控制电机转速。电机控制 MCU 有时不需要 5V 支持，这使得 **MSPM0G MCU 系列** 非常适合该模块，这得益于其用于监测电机状态的多个模拟外设、用于控制电机的高级计时器以及高速处理能力 (80MHz)。通常，两个器件都通过 UART 进行通信，相互更新器件（来自系统控制 MCU）和电机（来自电机控制 MCU）的最新状态。

### 为什么考虑将 MSPM0H 用于室内空调机组应用？

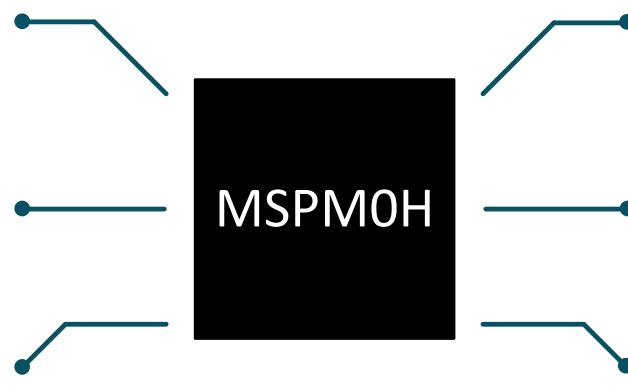
德州仪器 (TI) 的可扩展 MSPM0H MCU 采用 Arm® 32 位 Cortex-M0+ 内核，CPU 最高运行频率可达 32MHz。该器件能够支持最高 5.5V 的工作电压。这款引脚对引脚兼容的 MCU 配备高达 64KB 的闪存存储器，具有可扩展的模拟集成和电机控制模块。**MSPM0H** 具有广泛的数字、模拟和接口集成，可为电机控制设计和模拟信号监测提供高性能的可靠选项。此外，**MSPM0H** 系列还提供了一个**电机驱动器库**，用于控制各类电机驱动器，并提供了用于监测器件电源电压的代码示例，可实现简单的计量监测。

## 32-MHz M0+ CPU

(low cost 5V MCU)

Accurate analog signal  
measurements with 1.6-  
MHz 12-bit ADCs

Advanced motor control  
timers with flexible PWM  
control and cross triggers



Easily connect to other MCUs,  
sensors, and devices with SPI,  
UART, I2C and SMBus  
interfaces

Ensure system stability and  
reliability with robust I/Os and  
high-speed comparator with  
glitch filters

Leverage cost-effective and  
pin-to-pin compatible options  
with small footprint packages  
for space-constrained designs

适用于这些应用的 [MSPM0H MCU](#) 主要特性：

- 具有互补 PWM 输出的通用和高级计时器
- 高级计时器倍频器，能够将计时器源的基底器件频率加倍（升至 64MHz）
- 12 位 1.6Msps 模数转换器 (ADC)
- 通信接口 (UART, I2C, SPI)
- 通用输入和输出 (GPIO)
- 高达 64KB 的闪存

在 MCU 上执行的软件功能：

- 基于触发位置生成脉宽调制信号 (PWM) (得益于霍尔传感器反馈) 来控制电机转速/支持无传感器 FOC 解决方案 (得益于电流检测功能)
- 持续测量并处理各类系统反馈信号，如电压与电流 (检测/处理)
- 监测系统不同器件的温度，或通过其内部 ADC 执行基本计量功能
- 定期与室外空调机组、WiFi 发送器、显示和音频模块、外部 EEPROM (如果需要) 和泄漏检测模块进行通信
- 控制 GPIO 输出和输入以及 LED 驱动器
- [安全库](#)，可减少 EC60730 B 类认证所需的开发工作量

您可以订购 [LP-MSPM0H3216](#) 来测试 MSPM0H 的功能和特性。

### MSPM0H 在室内空调机组应用中有什么作用？

大多数现代室内空调机组仅使用单个 MCU 来处理空调功能的大部分关键控制环节。从控制风扇到监测系统温度，主系统控制要求 MCU 不仅能够执行检测和控制，还能够与相邻模块进行通信。

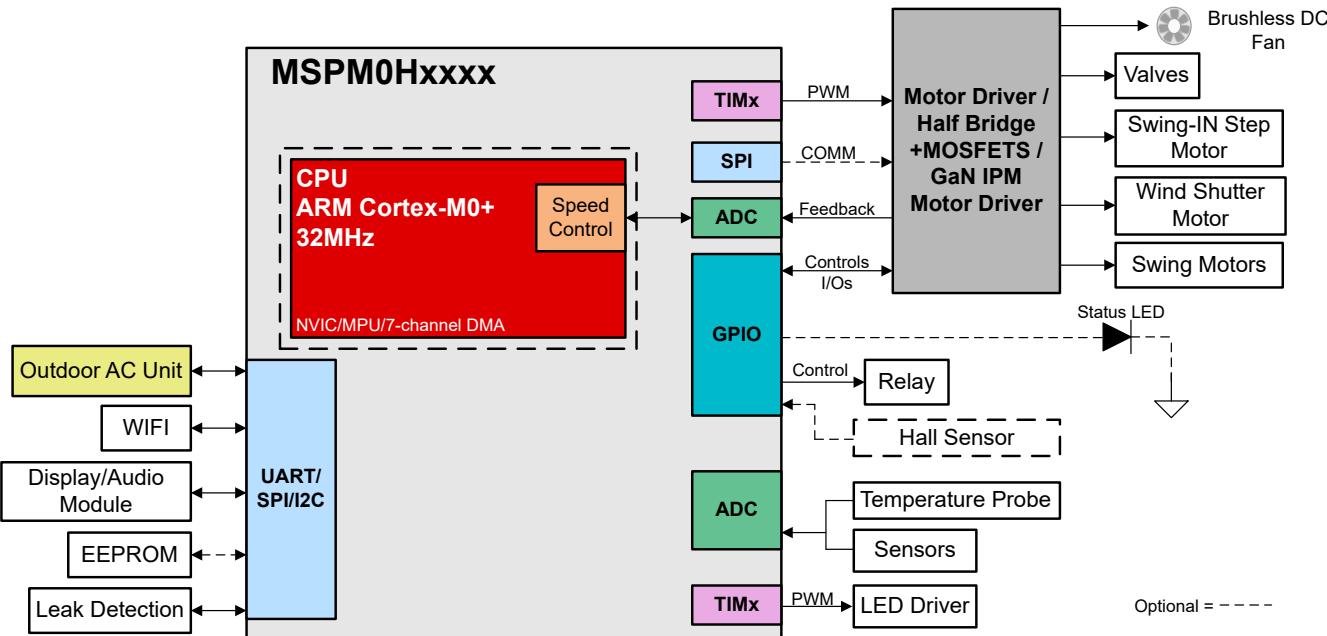


图 2. 室内空调机组中主系统控制和电机驱动模块的 MSPM0Hxxxx 方框图

### 用于主系统控制和电机驱动模块

在这类系统中，MCU 必须能够承受这些应用所需的最低电压，通常约为 5V。MCU 执行电机控制算法来调节电机转速和（有时）方向，同时监测温度和其他影响电机行为的传感器。某些应用可能使用传感器梯形波控制/FOC（利用霍尔传感器）或无传感器 FOC（测量电机电流）。MSPM0H 凭借内部模拟器件可轻松应对任一情况。MCU 通常还充当系统中的主处理器，控制状态 LED、继电器等其他电气元件，并与 Wi-Fi 器件/发送器、显示和音频 MCU、外部 EEPROM、泄漏检测模块及室外空调机组等其他器件通信。德州仪器 (TI) 的 32MHz MSPM0H MCU 为这些模块提供了廉价、可靠且功耗相对较低的选择。

### 仅用于主系统控制

在这类系统中，MCU 将负责前述任务，但电机控制除外。MSPM0H 具有多个 COM 端口、可靠的模拟信号跟踪和快速处理能力，因此非常适合使用。此外，MSPM0 系列提供了一个 [诊断库](#)，应有助于减少最高至 IEC60730 B 类应用的开发工作量。最后，可利用 MSPM0H 内部 ADC 及其计算能力实现基本的计量功能。（通常情况下，这通过  $\Sigma - \Delta$  ADC 完成。M0H ADC 属于 SAR）

### 仅用于电机驱动控制

在这种类型的系统中，MCU 通过以下方法执行高级电机控制方案：根据电机的反电动势 (BEMF) 电压反馈以正确顺序生成多个可配置 PWM。专用电机驱动 MCU 为这类应用带来的好处包括：减轻主系统控制装置的处理负担、简化 MCU 和电机驱动器之间的通信，以及提升系统的模块化水平。一些应用可能选择使用非连续 PWM/两相 PWM（用于最大限度减少开关损耗并提高效率），而不是传统的连续 PWM。可更大限度地减少与非连续 PWM 相关的开关损耗，因为在任何给定的时间点只有两个相位，而不是传统的三个相位。这意味着只有四个 GaN FET 进行开关、而不是六个。MSPM0H 具有高级计时器，因此可轻松处理该问题。

## 资源

立即订购 [MSPM0 LaunchPad™ 开发套件](#) 和 [DRV7308EVM](#)，开始评估用于室内空调机组设计的 **MSPM0**。借助 **MSPM0** 代码示例和交互式在线培训快速开始您的设计。以下链接显示了其他可用资源：

- [MSPM0-SDK](#)
  - 适用于 [MSPM0 电机控制](#) 的设计
- [MSPM0 概述页面](#)
- [MSPM0 LaunchPad 开发套件](#)
  - [LP-MSPM0H3216 LaunchPad 开发套件](#)
- [MSPM0 Academy](#)
- [DRV7308EVM](#)
- [DRV7308 250W 电机逆变器参考设计](#)
- [MSPM0 H 桥控制应用手册](#)
- [MSPM0 梯形控制应用手册](#)
- [TI 精密实验室 - 电机驱动器：无刷直流基础知识](#)

## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月