

## 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	MSPM0Hxxxx Arm Cortex M0+ 32MHz MCU	GaN IPM ( DRV73xx 系列 )	120V 至 265V 和 150V 至 450V	霍尔传感器 ( DRV5xxx 系列 )

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：

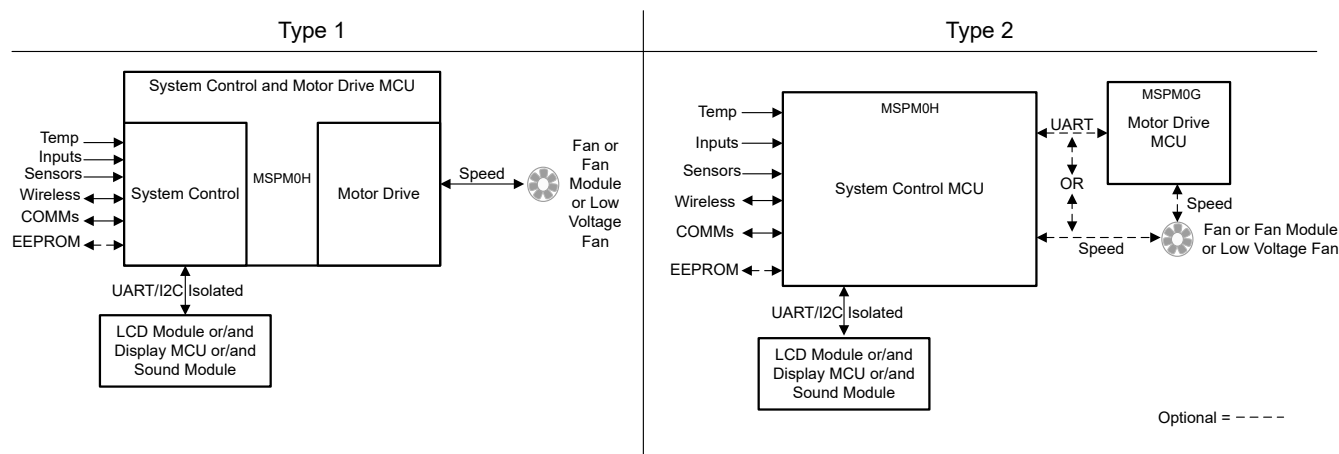


图 1. 室内空调机组系统模块架构类型

## 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（来自主系统控制 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

**MSPM0H**

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 1.6Mps 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。

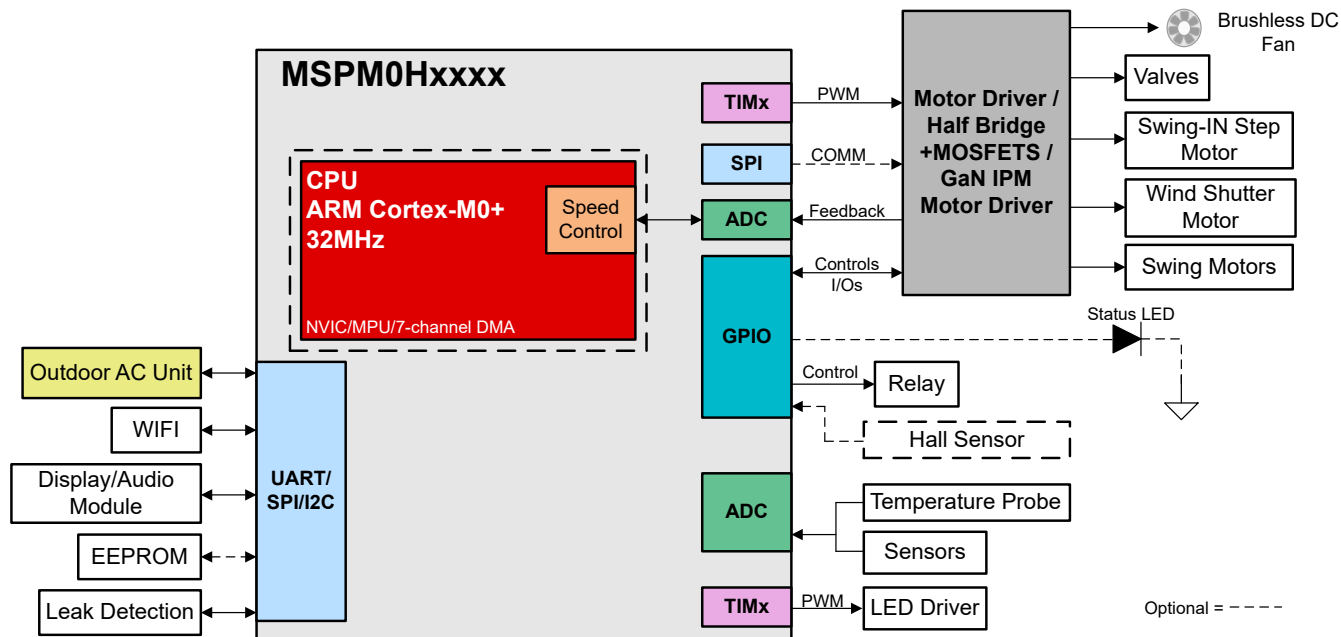


图 2. 室内空调机组中主系统控制和电机驱动模块的 MSPM0Hxxxx 方框图

### 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。可更大幅度地减少与非连续 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