

Application Brief

使用 MSPM0 的 A2L 制冷剂传感器模块



Diego Abad

制冷剂是空调和冰箱内部温度调节的关键组成部分。这些电器中使用的传统制冷剂往往具有较高的全球变暖潜能值 (GWP)，而当前全球的法规正推动利用其他类型的制冷剂替代它们。例如 A2L，该制冷剂具有低毒性和低 GWP (全球变暖潜能值)。然而，A2L 制冷剂具有轻微易燃性。因此，现代电器必须包含一个传感器，用于持续监测制冷剂浓度，防止潜在的火灾危险。这些传感器模块需要一个 MCU 来控制运行并根据传感器读数计算浓度。TI 的 MSPM0 MCU 凭借其高精度 ADC、灵活的通信模块等低功耗、高性能特性以及具有竞争力的价格，成为集成到此类应用中的绝佳选择。



图 1. 制冷剂应用示例

A2L 传感器模块由哪些部分组成？

业界使用了三种 A2L 传感器：NDIR 传感器、TC (热导率) 传感器和 MOS 传感器 (MOS 传感器由于精度低于其他两种，不符合最新的 UL-60335-2-40 标准要求)。而 NDIR 传感器具有高可靠性和长寿命，因此大多数应用都采用了该传感器。因此，我们将重点介绍使用该传感器的 A2L 传感器模块。传感器周围使用的其他元件如下。

- **A2L 传感器**：检测系统中 A2L 制冷剂的浓度。
- **MCU**：利用集成的数字和模拟模块，接收来自 A2L 传感器的读数，计算制冷剂的允许浓度，控制传感器，与主控制板通信，并检测传感器的性能下降故障。
- **通信收发器**：传感器通过 MCU 与主控制板进行通信。RS-485 是大多数 A2L 传感器模块的常见选择。
- **AFE**：帮助将检测频段调整到目标气体范围。根据成本考虑，用户可以选择专用设计或分立式设计。

有关传感器模块设计注意事项的更多信息，请参阅[采用 A2L 制冷剂：注意事项和要求](#)。

A2L 传感器	MCU	AFE	通信收发器
NDIR	MSPM0Cxxxx Arm Cortex M0+ 24/32MHz	适用于 (NDIR) 传感应用的可配置 AFE LMP9105x	5V RS-485 收发器 THVD1500
	MSPM0Lxxxx Arm Cortex M0+ 32MHz		
TC	MSPM0Hxxxx Arm Cortex M0+ 32MHz MCU	双通道、超高精度、零漂移、低输入偏置电流运算放大器 TLV2387	
MOS	MSPM0Gxxxx Arm Cortex M0+ 80MHz		

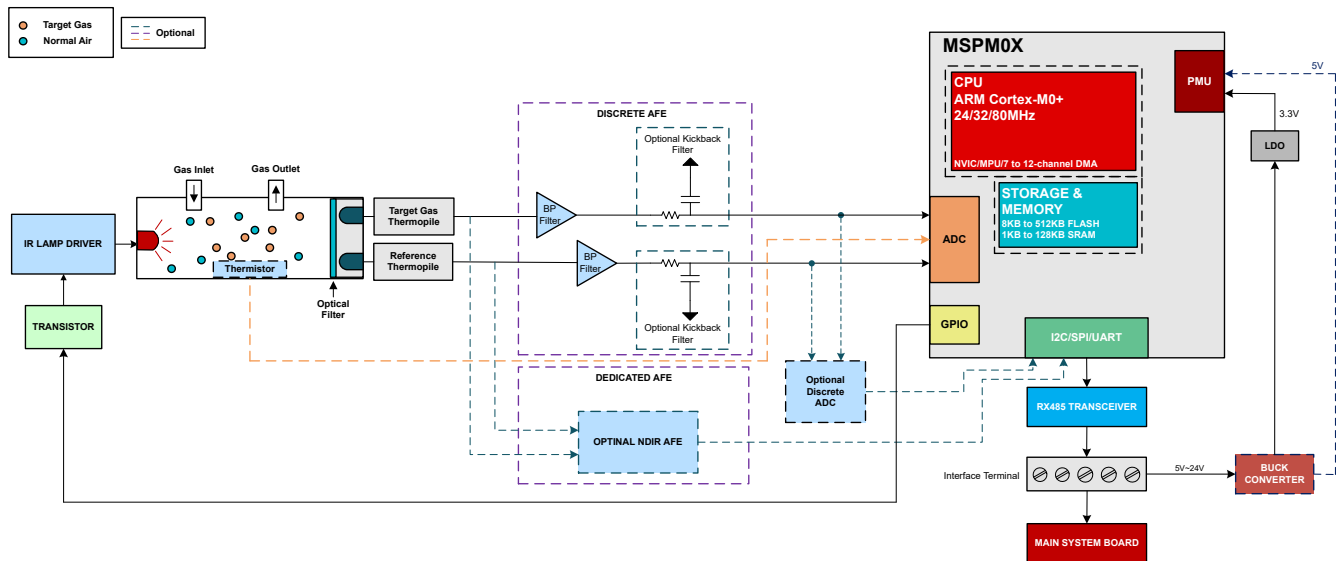


图 2. A2L 传感器模块简要方框图

为什么为 A2L 传感器模块应用选择 MSPM0 ?

德州仪器 (TI) 的可扩展 MSPM0 MCU 产品组合采用 Arm® 32 位 Cortex-M0+ 内核, 最大 CPU 速度为 24MHz、32MHz 或 80MHz, 具体取决于器件。该引脚对引脚兼容的产品组合涵盖 4KB 至 512KB 闪存存储器, 具有可扩展的模拟集成功能。MSPM0 具有广泛的数字、模拟和接口集成功能, 可为 A2L 传感器模块提供高性能的可靠选项。

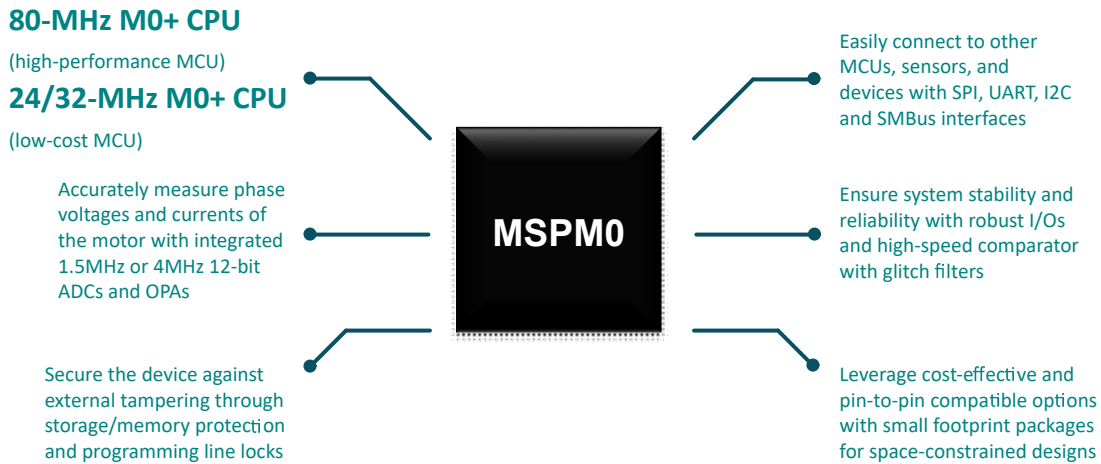


图 3. MSPM0 平台的优势

适用于这些应用的 **MSPM0 MCU** 主要特性：

- 12 位 1.5Msps 至 4Msps 模数转换器 (ADC)
- 通信接口 (UART、I2C、SPI)
- 通用输入和输出 (GPIO)
- 高达 512KB 闪存存储和高达 128KB RAM 存储器
- 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 (对于 32MHz MSPM0, 可升至 64MHz)

在 MCU 上执行的软件功能：

- 控制传感器或主控制板的 GPIO 输出和输入
- 采集热电堆读数, 并对其进行处理以计算系统中 A2L 制冷剂的浓度
- 监测传感器热敏电阻的温度
- 检测传感器性能下降故障
- 通过任何通信端口与主控制板定期通信

哪款 MSPM0 适用于 A2L 传感器模块 ?

传感器模块中的 MCU 需要处理多项任务, 例如: 通过 GPIO (直接或借助晶体管) 控制 A2L 传感器的红外灯, 通过其 ADC 通道或与外部 ADC 通信来采集传感器读数, 处理读数并计算 A2L 制冷剂浓度, 以及将计算结果/报告发送至主控制板。MSPM0 MCU 凭借灵活的通信方式、大量 IO 引脚以及高级模拟模块, 能够满足这些基本要求。此外, 所有 MSPM0 器件均提供了安全特性, 例如禁用编程引脚或使用密码保护存储空间, 以防止外部人员篡改器件。不过, 根据模块的具体需求, 某些系列会更为适合。

面向成本优化型应用

MSPM0C 系列是实现低成本 A2L 传感器模块的最佳 M0 器件系列。该系列 MCU 提供了低存储空间、低成本的设计方案, 同时具备足够的 IO 和模拟功能, 可确保传感器模块可靠运行。该系列器件提供了 8KB 至 64KB 闪存存储、1KB 至 4KB RAM、18 至 45 个 I/O 引脚, 以及一个采样率为 1.5 至 1.6Msps 的 12 位 ADC。

面向功率优化型应用

MSPM0L 系列是实现低功耗 A2L 传感器模块的最佳 M0 器件系列。该系列 MCU 具有 MSPM0 产品组合中最低的电流/功耗，其最低功能模式电流仅为 1 μ A，并具备高能效特性（在低功耗模式下仍可运行大多数模块）。该系列器件提供了 32KB 至 256KB 闪存存储、4KB 至 32KB RAM、28 至 73 个 I/O 引脚，以及一个采样率为 1.68MSPS 的 12 位 ADC。

面向 5V 系统应用

大多数 MSPM0 系列都需要一个 LDO 来将 MCU 的供电电压转换为 MCU 的 3.3V 或更低输入电压。而 MSPM0H 系列可耐受 5V 电压，因此非常适合尺寸限制或成本不允许使用 LDO 且模块中使用了 5V 电压的系统。该系列器件提供了最高 64KB 闪存存储、最高 8KB RAM、最多 45 个 I/O 引脚，以及一个采样率为 1.6MSPS 的 12 位 ADC。

面向高性能应用

MSPM0G 系列是实现快速、高性能 A2L 传感器模块的最佳 M0 器件系列。该系列凭借内部锁相环、匹配加速器硬件模块，以及 MSPM0 MCU 所能提供的最大存储空间和存储器，拥有 M0 系列中最高振荡器频率。该系列器件提供了 32KB 至 512KB 闪存存储、16KB 至 128KB RAM、60 至 94 个 I/O 引脚，以及一个采样率为 4MSPS 的 12 位 ADC。

资源

立即订购任意 MSPM0 LaunchPad™ 开发套件。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](#)
- [MSPM0 概述页面](#)
- [MSPM0 Academy](#)

MSPM0 LaunchPad 开发套件

- [LP-MSPM0C1104](#) LaunchPad 开发套件
- [LP-MSPM0C1106](#) LaunchPad 开发套件
- [LP-MSPM0L1306](#) Launchpad 开发套件
- [LP-MSPM0L1117](#) Launchpad 开发套件
- [LP-MSPM0L2117](#) Launchpad 开发套件
- [LP-MSPM0L2228](#) Launchpad 开发套件
- [LP-MSPM0H3216](#) LaunchPad 开发套件
- [LP-MSPM0G3507](#) Launchpad 开发套件
- [LP-MSPM0G3519](#) Launchpad 开发套件

商标

LaunchPad™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月