

# 借助 Sitara™ AM2x MCU 革新实时控制、网络和分析性能

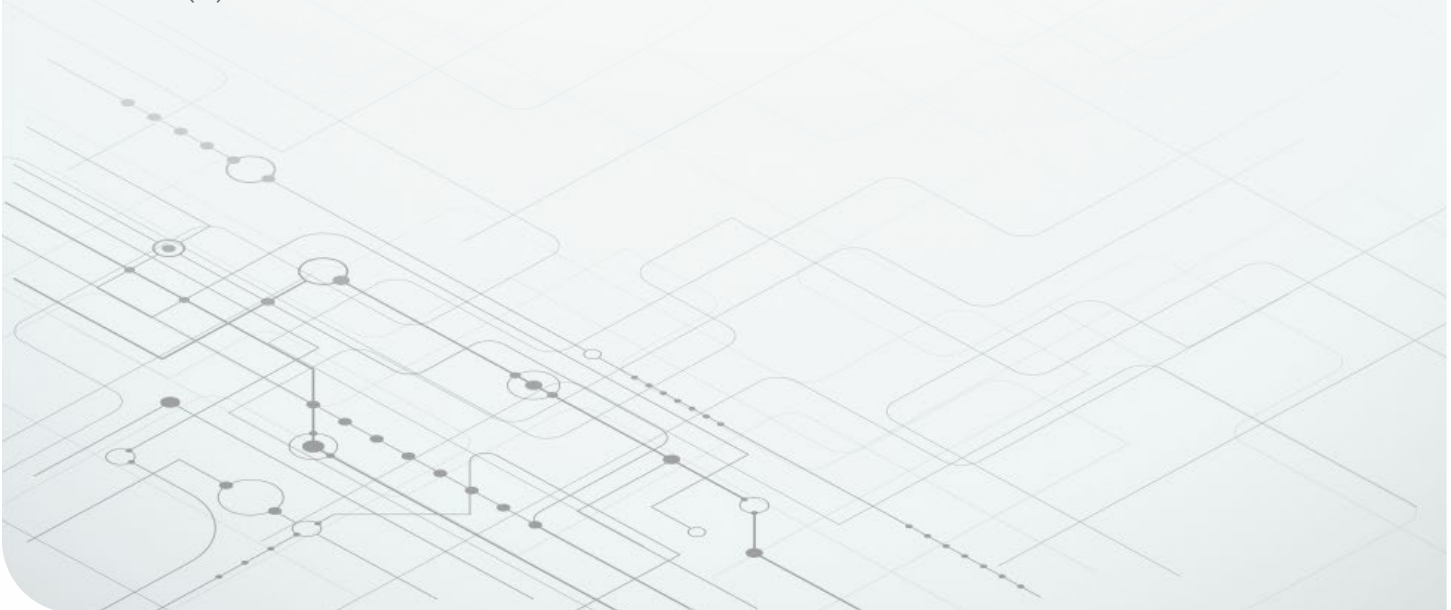


## Sahin Okur

应用工程师  
德州仪器 (TI)

## Arnon Friedmann

系统工程经理  
德州仪器 (TI)



# 众所周知,无论是自动化工厂还是自动驾驶车辆领域,人们对自动化的需求已经在全球产生了深远的影响。

鉴于工业 4.0 和工业自动化的大规模发展,现代智能工厂已经呈现出更快的分布式计算、更快的灵活联网以及边缘更加智能等特征。制造机器人、机械辅助和互联工厂的设计人员通过整合先进的实时计算、泛在网络和边缘分析功能,可添加工业通信、功能安全和预测性维护等特性。实现上述发展需要在实际设备和云之间建立无缝连接,因此推动了技术在多个领域的同时应用。图 1 表明在自动化工厂中,实时控制、工业联网和边缘分析可有效提高效率 and 生产力。

下面介绍了用于实现工业自动化的三大关键技术支柱。



图 1. 机器人需要更强的性能控制、通信和分析功能。

## 内容概览

本文介绍了德州仪器 (TI) 的 Sitara™ AM2x 微控制器 (MCU) 如何解决传统 MCU 的性能问题,从而满足实时控制、联网和分析需求。

### 1 工业自动化的技术支柱

随着人们对实时计算、灵活快速联网和边缘分析的需求越来越高,他们比以往更加需要提高性能。

### 2 高性能 MCU 在现代工厂中的作用

传统 MCU 的功能已经无法满足工厂对更高性能的需求。现代工厂需要提高性能水平来满足日益增长的自动化和智能需求。

### 3 Sitara AM2x 产品系列基础知识

借助各种片上功能,Sitara AM2x MCU 可帮助实时控制和边缘系统的设计人员在不断增加复杂性的情况下打破性能界限。

## 实时控制

由于系统对时间的要求很严格,因此在进行实时控制时,系统需具有原始数据处理能力,并能在要求的精确时间内控制信号。对模拟信号进行精确控制非常关键,该过程可利用改进的控制算法来提高电机驱动器的可靠性和电动汽车的效率。因此,上述改进算法的处理需求已经超出了传统 MCU 的功能范畴。

## 工业联网

工厂需要进行不同类型的数据交换,因此必须快速采用多种工业以太网标准,从而支持在各机器之间进行实时通信。只有实现这种连接,才能提高系统性能、安全性和可靠性。系统设计人员正在寻求这样的集成网络解决方案:不仅兼容多种不同的协议标准,而且工作速率高达 1Gbps。

## 边缘分析

正如系统级连接可实现实时通信一样,机器学习算法的改进可促进局部优化,即每个机器或节点无需等待集中式决策即可执行操作。边缘处理可显著缩短响应时间,从而实现更好、更安全的人机协作。

## 高性能 MCU 在现代工厂中的作用

正如一个链条的坚固程度取决于其最薄弱的环节，模数转换的可靠性也不例外，但在这一链条中，MCU 是经常被忽视的元素。在电机控制和机器人等许多工厂系统中，这种名不见经传的处理器监督着模数转换和数模转换过程，但是，人们的高性能计算和控制需求对处理器的功能提出了更多要求。

TI 的 Sitara AM2x MCU 提高了 MCU 的性能水平，可满足工厂日益增长的自动化需求。该产品系列将处理器级计算与 MCU 典型的高能效简易封装和高集成度集为一体，适用于需要精确实时控制的应用，还进一步实现了边缘分析和实时多协议联网等新功能，这些功能是提升工厂效率和智能水平的核心所在。图 2 展示了 Sitara AM2x MCU 的核心构建块：处理内核、网络、模拟集成、信息安全和功能安全特性以及定制加速模块。

Sitara AM2x MCU 系列的第一款器件是 AM2434，如图 3 所示。该器件包含多种基础特性，具有四核 R5F 处理子系统、灵活的工业网络引擎（工业通信子系统 [ICSS]）、紧密耦合的模拟外设和支持最新加密标准的安全引擎。

## Sitara AM2x MCU 产品系列基础知识

将 Sitara AM2x MCU 的功能块归为几个不同的类别，有助于说明这些器件如何为三大关键技术支柱实现更高的性能。组合使用上述功能块而实现的片上系统可提供突破性的性能和超低功耗。

### 高能效处理

第一个功能块开启了新的可能性，即多达四个低功耗 Arm® MCU 内核均可达到 800MHz 的工作频率。高能效处理通过启用改进算法，可提高实时控制系统的性能。例如，电机控制系统可通过测量振动帮助防止磨损和减少能耗，还可通过添加异常检测功能来检测即将发生的灾难性故障。这些新特性需要大幅提高计算能力，而传统 MCU 由于其时钟速率较低而无法满足要求。

高性能多核处理是 Sitara AM2x MCU 架构的核心功能，可提供性能、效率和灵活性的优势组合。利用从单核直到四核的灵活扩展以及从 400MHz 至 1GHz 的速率提升，您可在不降低延迟性能的情况下向应用添加功能。当四个 R5F 内核均在 800MHz 频率下运行时，AM2434 MCU 可提供高达每秒 6,400 个实时

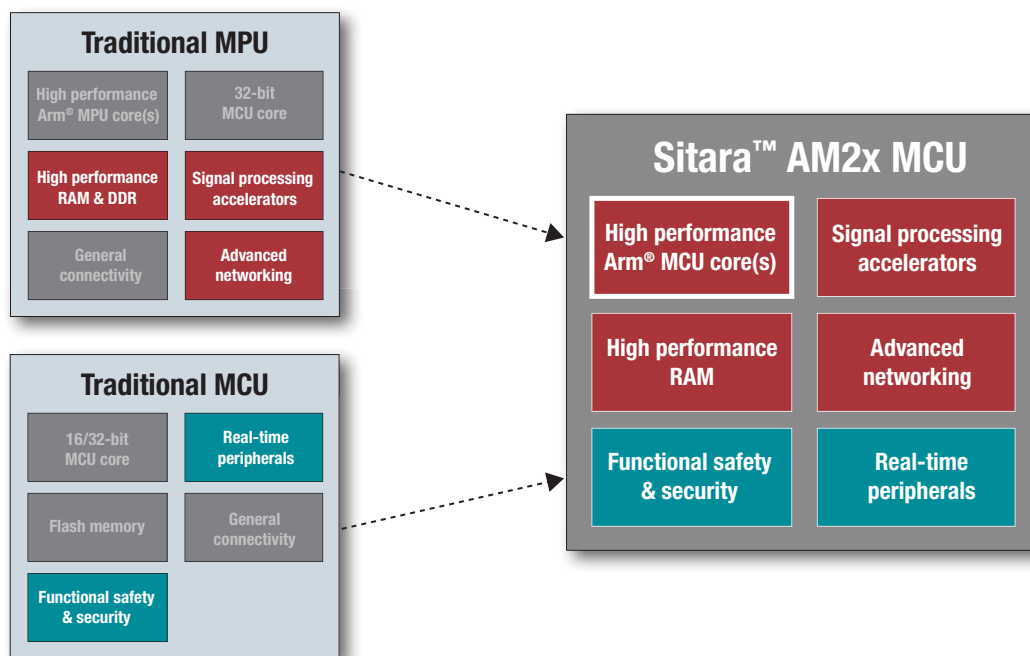


图 2. Sitara AM2x MCU 结合了传统 MCU 和微处理器的基础构建块。

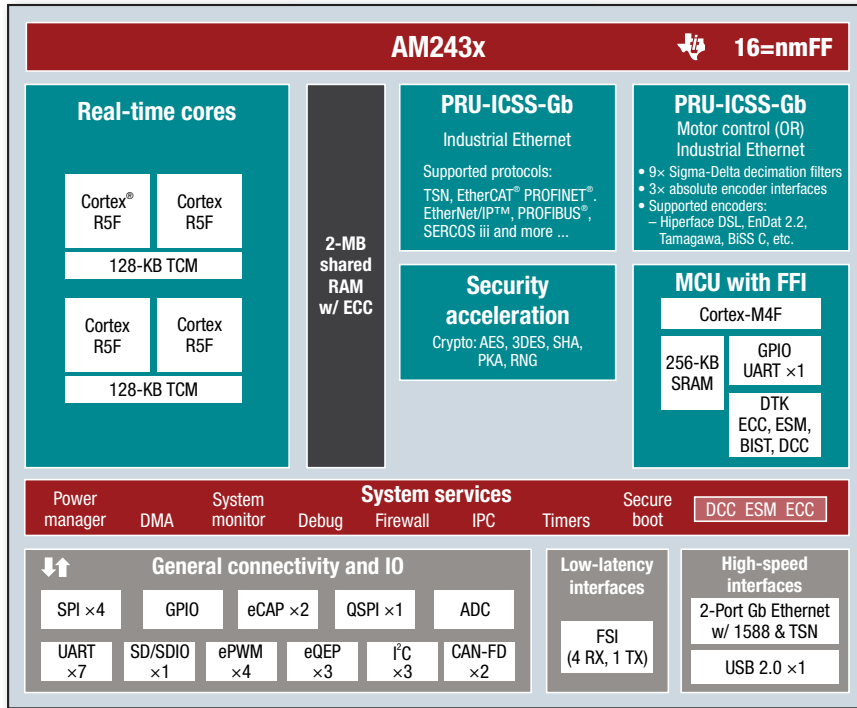


图 3. Sitara AM2434 MCU 方框图。

Dhrystone 百万条指令的计算能力,从而实现实时控制。该器件的多核架构还支持在多个不同的内核之间扩展运算,从而简化不同功能以不同时间间隔运行的软件调度。例如,将实时控制与网络分离可降低给定内核的中断次数,还可更轻松地对所有操作进行精密控制。

### 多协议网络

网络已成为下一代智能工厂的关键要素,但随着当前使用多种标准以及 1Gbps 网络的推进而变得复杂化。集成的可编程网络加速模块可以帮助实现支持多协议的广泛工业网络方案。传统 MCU 不能与上述多种协议进行互操作,因此设计人员必须使用外部通信设备,这使得设计的成本和功耗增加。

Sitara AM2x MCU 集成了 TI 的 ICSS,后者是一款可编程的灵活、千兆位网络引擎。除了工业工具套件软件外,ICSS 可实现对以下工业协议的开箱即用型连接:PROFINET® IRT、以太网/Internet Protocol™、EtherCAT® 和 IO-Link。上述集成无需使用额外器件,即可轻松实现工厂连接。

### 高级模拟集成

高级模拟集成是 Sitara AM2x MCU 架构的另一个重要方面,可提供高分辨率脉宽调制器 (PWM) 和模数转换器 (ADC) 等专用的模拟和控制外设。这些外设对于实现性能提升(如提高电机稳定性或能效)至关重要。与 TI 其他采用单个集成解决方案的产品相比,全新的产品系列采用了先进的模拟设计。集成上述特性可简化系统设计,减少对其他元件的需求,降低成本并加速产品上市时间。集成的 ADC 和 PWM 可提高整体控制精度并降低延迟,从而实现低至 3μs 的控制周期时间。

### 处理加速器

许多应用具有非常专业的计算要求,可通过集成定制加速模块满足这些要求。例如,用于驾驶辅助的雷达处理系统需要每微秒计算多个快速傅里叶变换,这无疑可成为可编程内核的艰巨挑战。旨在支持雷达处理的器件需要专用加速器来缓解计算压力。另一个例子是机器学习,其中推理引擎的每秒计算量特别大,可能也

需要加速模块支持。添加定制加速模块可提供超越标准微处理器内核性能的专用处理块,从而无需大幅增加成本或功率,即可将上述应用的系统性能提高 10 至 100 倍。

## 集成的安全特性

随着越来越多的系统实现互联,增强安全性的必要性也与日俱增。在系统范围内,器件必须包含保护功能,以降低出现安全漏洞的可能性,并符合最新的加密标准。在设计之初,Sitara AM2434 MCU 在可编程安全密钥和灵活的防火墙配置方面,就特别关注可提高系统安全性的系统级片上系统设计。随着安全标准的发展,Sitara AM2x MCU 架构趋于灵活,可通过适当调整持续符合最新标准。

片上系统设计还需符合工业和汽车行业要求的安全标准,如汽车安全完整性等级 (ASIL)-D 和 SIL-3。而且片上系统设计支持系统级安全解决方案,开发人员不仅能将集成的 M4F 内核用作系统看门狗,还能在不间断运行的情况下对器件的其余部分进行预设。网络外设还可独立于主 Arm Cortex®-R5F 处理器运行,实现无缝的重新启动。

## 电源效率

许多要求实时控制的系统在很高的环境温度下运行,无冷却气流用于降温。在许多电机驱动系统和电动汽车中,环境温度可高达 85°C,电子器件几乎无法散热。因此,应特别注意上述环境中处理器的功率和能效。

Sitara AM2x MCU 产品系列借助功耗小于 1W 的 AM2434 MCU 等器件,可显著提高功效,同时仍提供所有集成和计算性能。因此,该器件可在非常高的温度下可靠运行,无需冷却风扇或成本高昂的散热器。

## 结束语

很明显,更高的灵活性和性能趋势正在突破当前 MCU 的限制。对于设计实时控制和边缘系统的设计人员而言,在不增加复杂性的情况下打破性能界限是一项挑战。Sitara AM2x MCU 系列打破了上述性能界限,将引发第四次工业革命。该系列器件旨在优化当前系统,足以灵活满足未来系统的未知需求。

## 资源

- 下载 [Sitara AM2434 MCU 数据表](#)。
- 了解我们的[高性能 MCU](#)。
- 使用 [AM2434 评估模块](#)和[软件开发套件](#)开始评估。
- 访问 [MCU+ Academy](#) 观看演示和培训。

**重要声明:** 本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅全面的全新产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。有关任何其他公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的批准、担保或认可。

Sitara 是德州仪器 (TI) 的商标。所有商标均为其各自所有者所有。

## 重要声明和免责声明

TI 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、某特定用途方面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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com.cn](https://www.ti.com.cn) 上其他适用条款/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。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2021 德州仪器半导体技术（上海）有限公司