

# 以 Sitara™ AM2x MCU 顛覆即時控制、網路與分析效能

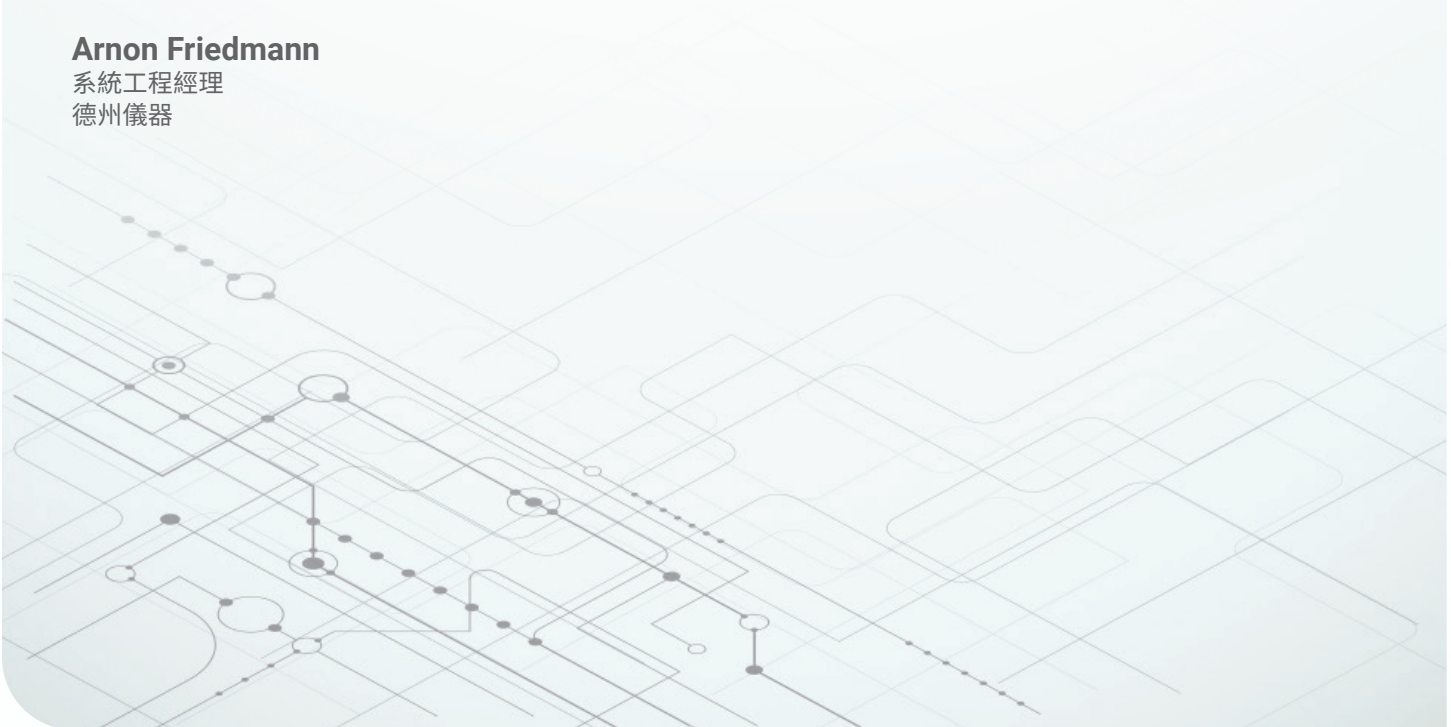


**Sahin Okur**

應用工程師  
德州儀器

**Arnon Friedmann**

系統工程經理  
德州儀器



# 從自動化工廠到自動車輛駕駛，自動化需求對世界所造成的深厚影響已非秘密。

由於工業 4.0 趨勢與工業自動化大幅增加，現今智慧型工廠的特性為擁有更快速的分散式運算、更快且靈活的網路及提升邊緣的智慧化程度。製造機器人、機械助手與聯網工廠的設計人員透過即時運算的進步與整合、網路普及與邊緣分析技術，增加了工業通訊、功能安全與預測性維護等功能。為實現這些進階功能，實際世界與雲端間必須順暢連結，並需同時推動多面向技術。圖 1 說明即時控制、工業網路與邊緣分析如何提升自動化工廠的效率與生產力。

## 摘要

本文探討德州儀器 Sitara™ AM2x 微控制器 (MCU) 如何解決傳統 MCU 的效能挑戰，以滿足即時控制、網路與分析需求。

### 1 工業自動化的技術基礎

對即時運算、靈活且快速網路及邊緣分析需求增加，造成前所未有的效能提升需求。

### 2 高效能 MCU 在現代化工廠中扮演的角色

工廠的高效能需求已超過傳統 MCU 的能力。現代化工廠需要將效能提升到全新境界，才能滿足日益增長的自動化與智慧化需求。

### 3 Sitara AM2x 產品組合的基礎

Sitara AM2x MCU 具備各種晶片功能，可幫助即時邊緣系統的設計人員克服效能阻礙，而不增加複雜性。



圖 1: 機器人需要更高的效能控制、通訊與分析。

我們來看看工業自動化的三個重要技術基礎。

## 即時控制

由於每奈秒都非常重要，需要即時控制的系統必須具備原始處理能力和功能，精確地在所需時間控制訊號。為將進階控制演算法的效益轉為提升馬達驅動可靠性及電動車效率，精確的類比訊號控制便成為關鍵。進階演算法的處理需求已超過傳統 MCU 的能力。

## 企業網路

在工廠中進行不同數據交換的需求促進數種工業乙太網路標準的快速採用，以在機器間進行即時通訊。這樣的連線性成為實現系統效能、安全與可靠性目標效益的必要項目。系統設計人員正努力尋找與各種協定標準相容，並可以高達 1 Gbps 運作的整合網路。

## 在邊緣進行分析

如同系統連线性可實現即時通訊，機器學習演算法的進步也可促進區域最佳化，各機器或節點無需等待集中決策即可採取行動。在邊緣進行處理可大幅縮短反應時間，進而在人機之間實現更優異且更安全的合作。

## 高效能 MCU 在現代化工廠中扮演的角色

正如鏈路強度受限於其最脆弱的連接處，類比與數位世界間的連結也受其最脆弱連接處限制。MCU 便是常在鏈路中被忽略的一個元素。在馬達控制與機器人等許多工廠系統中，都由此不起眼的處理器負責監督類比與數位間的來回轉換，但系統對高效能運算與控制的需求卻對其帶來高度功能要求。

TI 的 Sitara AM2x MCU 將 MCU 效能提升到全新境界，以滿足日益增長的工廠自動化需求。本產品組合

結合處理器級運算、簡單且具電源效率的封裝，以及 MCU 典型的高度整合，適合需精確即時控制的應用。此外，也可實現對工廠效率與智慧化有核心影響的邊緣分析與即時多協定網路等新功能。圖 2 說明 Sitara AM2x MCU 的核心建構基礎：處理核心、網路、類比整合、安全與保全功能，以及加快自訂功能。

Sitara AM2x MCU 系列的第一款裝置為 AM2434，如下頁圖 3 所示。此裝置包含許多基礎功能，配備四 R5F 處理子系統、靈活的工業網路引擎（工業通訊子系統 [ICSS]）、緊密耦合的類比週邊設備，以及支援最新密碼編譯標準的安全引擎。

## Sitara AM2x MCU 產品組合的基礎

我們將 Sitara AM2x MCU 的建構基礎分為幾個類別，說明這些裝置如何提升三個重要技術基礎的效能。透過這些建構基礎的整合，可產生能夠提供突破性效能與超低功耗的晶片系統。

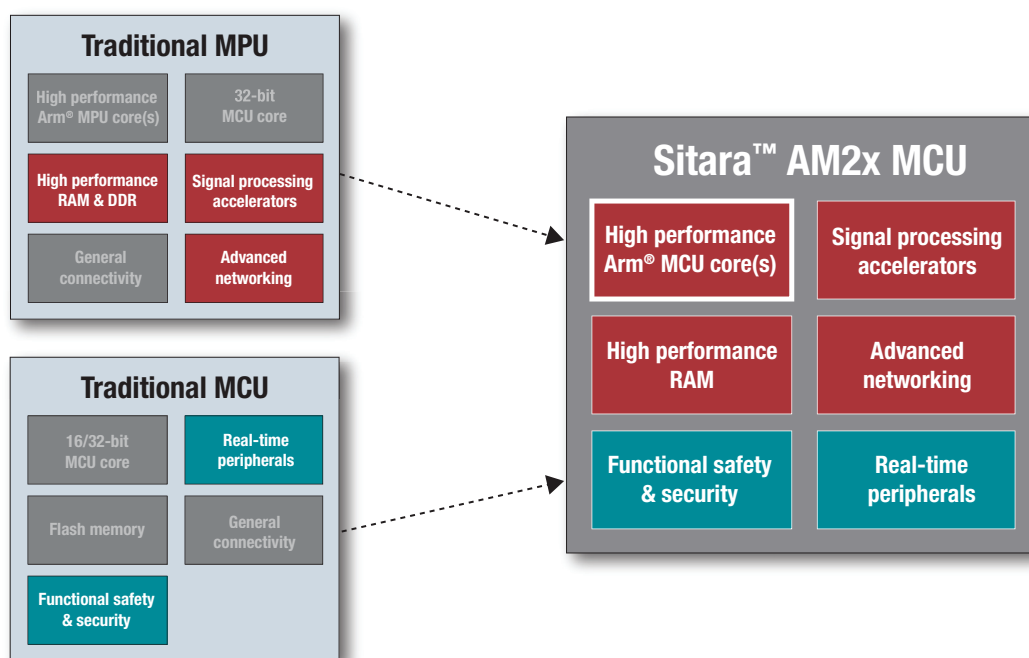


圖 2. Sitara AM2x MCU 結合傳統 MCU 與微處理器的基本建構基礎。

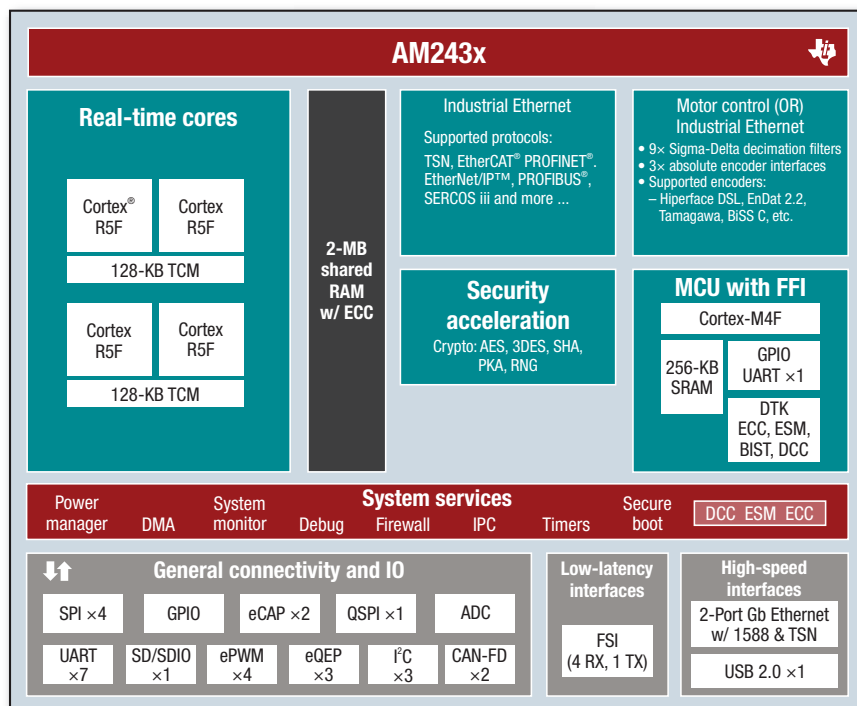


圖 3. Sitara AM2434 MCU 方塊圖。

## 具電源效率的處理能力

第一個建構基礎可帶來全新可能，最多可達四個以 800 MHz 運作的低功耗 Arm® MCU 核心。具電源效率的處理能力可實現進階演算法的使用，進而提升即時控制效能。例如馬達控制系統可測量振動以幫助避免磨損與能源損耗，或可提升異常偵測，以察覺即將發生的災難性故障。這些新功能需要運算能力大幅提升，傳統 MCU 的時脈速度較低，因此無法滿足此需求。

高效能多核心處理是 Sitara AM2x MCU 架構的核心，可提供效能、效率與靈活性的結合效果。擁有從單核心擴充至四核心的靈活性，加上 400 MHz 至 1 GHz 的速度，您無需延遲方面進行妥協，即可為應用增加功能。AM2434 MCU 擁有四個以 800 MHz 運作的 R5F 核心，可提供最高 6,400 即時 Dhrystone 每秒百萬指令數的即時控制運作能力。裝置的多核心架構也讓您可在不同核心間進行運作，簡化以不同時間間隔執行不同功能的軟體排程。舉例來說，將即時控制與網路分開可降低給定核心的干擾數，讓維持所有運作的精確控制變得更加簡單。

## 多協定網路

網路已成為下一代智慧工廠的關鍵要求，但依目前使用標準及朝 1-Gbps 網路發展的趨勢，網路變得十分複雜。多協定網路可實現最多元的工業網路標準，並加快整合式可編程網路發展。傳統 MCU 無法與各種協定相互運作，迫使設計人員採用外部通訊裝置，因而增加設計成本與功耗。

Sitara AM2x MCU 整合 TI 的 ICSS，一款可編程且具靈活性的 GB 網路引擎。ICSS 搭配工業工具套件軟體可為 PROFINET® IRT、乙太網路/網路 Protocol™、EtherCAT® 及 IO-Link 等工業協定提供現成連線。此整合可省去對額外裝置的需求，使工廠連線使用更加方便。

## 先進類比整合

先進類比整合功能是 Sitara AM2x MCU 架構的另一個重要面向，可提供專用類比與控制週邊設備，例如高解析度脈衝寬度調變 (PWM) 與類比數位轉換器 (ADC)。為獲得更高馬達穩定性或能源效率等效能增益，這些週邊設備扮演了非常重要的角色。全新產品



組合運用其他 TI 產品的類比設計進化，以單一整合解決方案方式提供。透過這些功能整合，可簡化系統設計、減少對額外元件的需求、降低成本並加快上市速度。整合式 ADC 與 PWM 可提升整體控制準確度並減少延遲，將控制週期時間縮短至 3  $\mu$ s。

## 處理加速器

許多應用有非常特殊的運算需求，可透過自訂加速模組達成並與其整合。例如駕駛輔助的雷達處理系統每幾微秒就需進行許多快速傅立葉轉換運算，任何可編程核心都無法應付。為支援雷達處理而設計的裝置需要專用加速器，才能減輕運算負擔。另一個範例是機器學習，推論引擎每秒運算負擔十分龐大，可能需透過加速進行支援。增加自訂加速可提供超出標準微處理器核心功能的專用處理區塊，將應用的系統效能提升 10 到 100 倍，且無需大幅增加成本或功耗。

## 整合式安全與保全功能

隨著連線系統數量增加，對強化安全性的需求也隨之提升。裝置必須擁有系統層級的保護功能，才能降低安全漏洞機率並支援最新加密標準。Sitara AM2434 MCU 從零開始打造，特別注重可提升系統安全與保全的系統級晶片系統設計，包含可編程安全金鑰與靈活的防火牆配置。Sitara AM2x MCU 架構可隨安全標準演進而靈活調整與修正，以持續支援最新標準。

晶片系統設計也需符合工業與汽車產業的安全標準，例如汽車安全完整性等級 (ASIL) D 與 SIL-3。其支援系統級安全解決方案，讓開發人員能夠將整合式 M4F 核心做為系統監控裝置使用，並能在持續運作下重設裝置其他部分。網路週邊設備也可與主要

Arm Cortex® R5F 處理器分開運作，讓重新開機更加流暢。

## 電源效率

許多需要即時控制的系統必須在週遭溫度非常高且無冷卻氣流的環境下運作。許多馬達驅動系統與電動車的週遭溫度可高達 85°C，電子裝置的散熱空間十分有限。基於以上原因，處理器在此類環境下必須非常注重功耗且需具備高度效率。

Sitara AM2x MCU 產品組合可提供絕佳的電源效率，AM2434 MCU 等裝置僅需消耗 <1 W，即可提供所有整合與運算效能。因此在非常高溫的情況下，無需冷卻風扇或昂貴的散熱片仍能可靠地運作。

## 結論

提升靈活性與效能的趨勢顯然在挑戰目前 MCU 的限制。在設計即時控制與邊緣系統時，要能克服效能阻礙但又不增加複雜性，將是一大難題。Sitara AM2x MCU 系列能夠突破這些效能阻礙並讓第四次工業革命成為可能，其提供專為目前系統最佳化而設計的裝置產品組合，且可靈活支援未來系統的未知需求。

## 資源

- 下載 [Sitara AM2434 MCU 產品說明書](#)。
- 進一步了解我們的 [高效能 MCU](#)。
- 運用 [AM2434 評估模組](#) 與 [軟體開發套件](#) 開始進行評估。
- 造訪 [MCU+ Academy](#) 觀看示範與訓練。

**重要聲明：**本文所述德州儀器及其子公司相關產品與服務經根據 TI 標準銷售條款及條件。建議客戶在開出訂單前先取得 TI 產品及服務的最新完整資訊。TI 不負責應用協助、客戶的應用或產品設計、軟體效能或侵害專利等問題。其他任何公司產品或服務的相關發佈資訊不構成 TI 認可、保證或同意等表示。

Sitara 為德州儀器的商標。所有商標皆屬於其各自所有者之財產。

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated