

目錄

1 MSPM0 概覽	2
1.1 代表產品.....	2
1.2 生態系統.....	3
2 MSPM0 設計資源	4
2.1 訓練資源.....	4
2.2 開發工具.....	4
2.3 嵌入式軟體資源.....	9
2.4 硬體工具與 EVM.....	9
3 MSPM0 應用資源	11
3.1 應用說明.....	11
3.2 特定應用資源.....	11
4 縮略字和定義	12
5 修訂記錄	12

商標

TI E2E™, LaunchPad™, Code Composer Studio™, and EnergyTrace™ are trademarks of Texas Instruments.
Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.
所有商標均為其各自所有者的財產。

1 MSPM0 概覽

1.1 代表產品

TI 的 MSPM0 MCU 擴充產品組合是以高達 80 MHz 速度運作的強化型 Arm® Cortex®-M0+ 32 位元處理器為基礎。Cortex-M0+ 處理器是內嵌式應用中最具能源效率的 Arm 處理器。這些成本最佳化的 MCU 可跨各種記憶體和封裝尺寸提供針腳對針腳相容性，如 图 1-1 所示。軟體開發可在整個 MSPM0 產品組合中重複使用。MSPM0 MCU 的概述和主要功能如 表 1-1 所示。請參閱裝置專屬產品規格表，以進一步了解其他裝置特有功能。

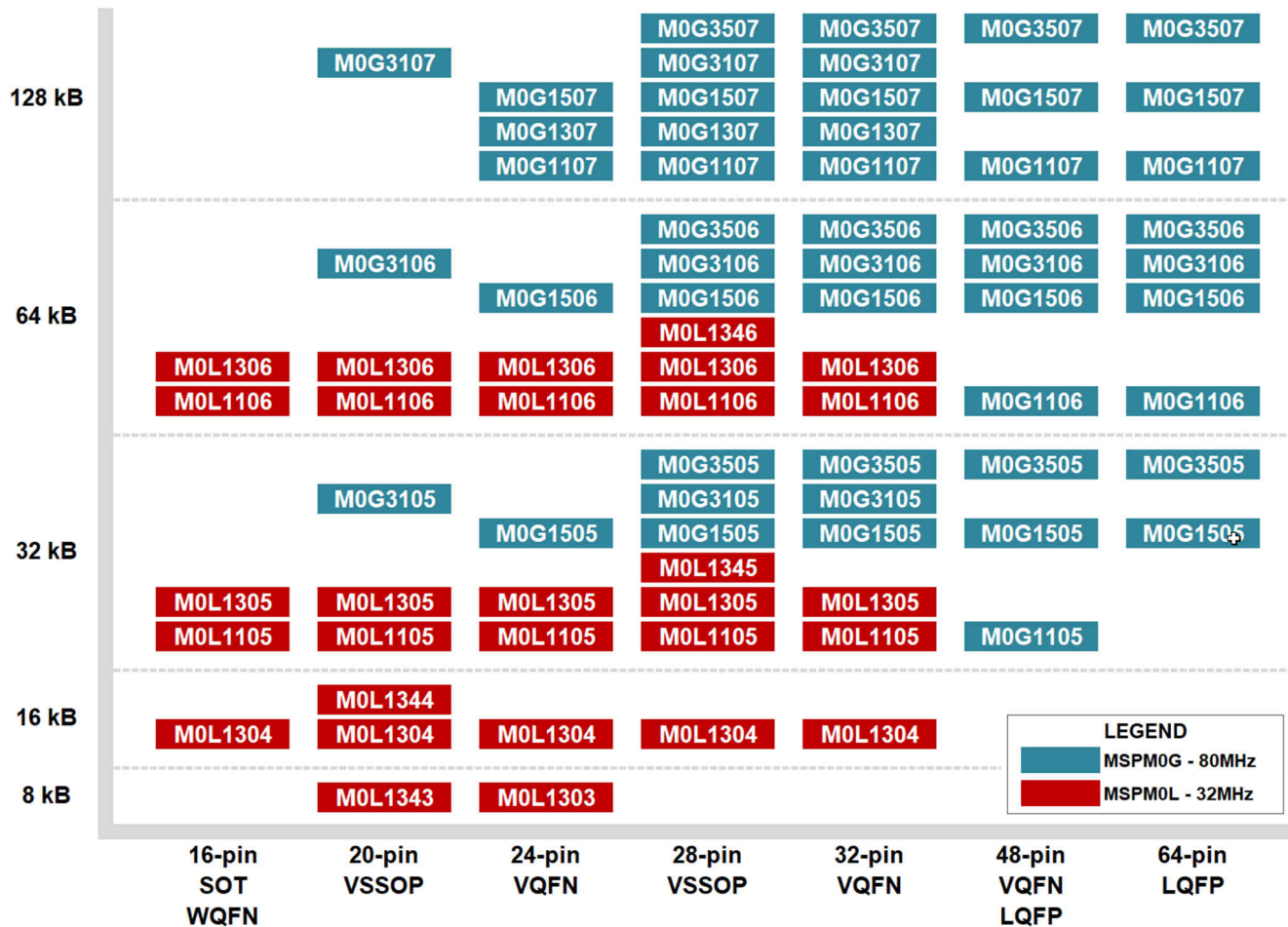


图 1-1. MSPM0 產品組合

表 1-1. 主要功能

特點	MSPM0Gx 系列	MSPM0Lx 系列
核心/頻率	CM0+ / 80 MHz	CM0+ / 32 MHz
電源電壓	1.62 V 至 3.6 V	1.62 V 至 3.6 V
溫度	-40°C 至 125°C	-40°C 至 125°C
記憶體	128KB 至 32KB	64KB 至 8KB
RAM	最高 32KB	最高 4KB
GPIO (最大值)	60	28
類比	2x 4-Msps 12 位元 ADC	1x 1-Msps 12 位元 ADC
	3x 高速比較器	1x 高速比較器
	2x 運算放大器	2x 運算放大器
	1x 12 位元 DAC	

表 1-1. 主要功能 (continued)

特點	MSPM0Gx 系列	MSPM0Lx 系列
通訊 (最大值)	2x SPI	1x SPI
	2x I2C Fast+	2x I2C Fast+
	4x UART (LIN)	2x UART (LIN)
	1x CAN-FD	
計時器	7	4
進階計時器[HJ2]	是 (2x)	否
硬體加速器	選擇性	不適用
安全性	CRC、TRNG、AES256	CRC
低功耗	主動式：85 μ A/MHz	主動式：85 μ A/MHz
	待機 (RTC)：1.5 μ A	待機：1.5 μ A

1.2 生態系統

MSPM0 MCU 受廣泛的硬體與軟體生態系統支援。生態系統包含易於使用的開發工具、平價的評估電路板，以及各種嵌入式軟體套件、驅動程式和範例。此外，MSP Academy 中包含的交互式訓練教材提供了引導式學習途徑，並可透過 [TI E2E™ 支援論壇](#) 直接提供線上支援。

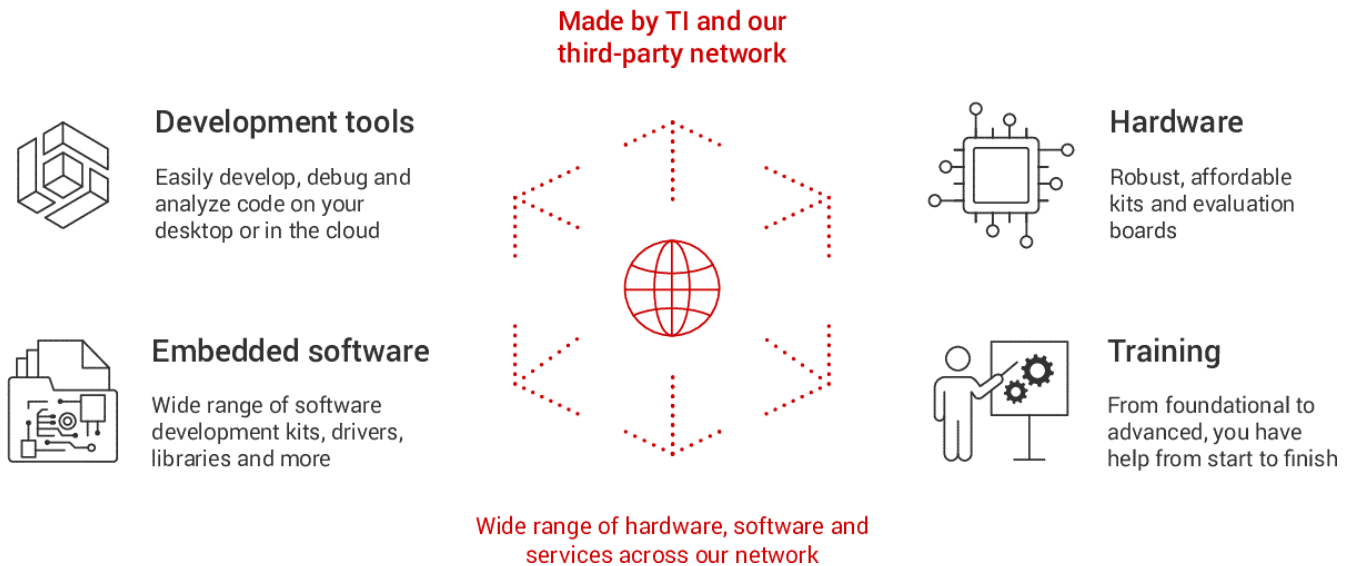


图 1-2. MSPM0 生態系統

若要開始使用 MSPM0 MCU 進行開發，請購買 [MSPM0 LaunchPad™ 開發套件](#)。下載 [Code Composer Studio](#) 及 [MSPM0 SDK](#) 以取得範例程式碼和示範。請完成 [MSPM0 Academy](#) 中的訓練課程和實驗室。這些實驗室示範了 MSPM0 周邊設備的主要功能，並包括幾個交互式練習。

2 MSPM0 設計資源

2.1 訓練資源

2.1.1 MSP Academy

MSPM0 Academy 提供簡單易用的訓練模組，內容廣含 MSPM0 SDK 中的各種主題和 Launchpad。這些互動式訓練課程是所有開發人員學習 MSPM0 的絕佳起點。訓練課程會逐一說明各種周邊設備和系統層級主題。學院提供英文和中文兩種版本。

- [英文版 MSPM0 Academy](#)
- [中文版 MSPM0 Academy](#)

2.1.2 精密實驗室 (Precision Labs)

[Precision Labs - 微控制器 \(TIPL\)](#) 是適用於類比訊號鏈和嵌入式處理設計工具之最完善的線上教室。從基礎知識到進階概念，我們的邏輯、順序化且全方位的教學方式既直覺化又實用。訓練課程系列包含影片和可供下載的參考教材，有助於加強經驗豐富之工程師的技術專業知識，並能加速新進工程師的職涯發展。加入我們的業界專家，隨其引導並完成我們豐富的教學資料庫，以及特定主題的實作實驗，讓您自己成為專家！

2.2 開發工具

2.2.1 整合式開發環境 (IDE)

有三個主要 IDE 支援 MSPM0。

IDE	說明
Code Composer Studio : Theia	TI 的新 Theia 架構 IDE 與 Visual Studio Code 擴充功能相容
Code Composer Studio	TI 的 Eclipse 架構 IDE 提供一套開發及偵錯嵌入式應用程式的工具。
適用於 Arm 的 IAR Embedded Workbench	IAR 系統的第三方 IDE。
Keil µVision	Arm Keil 的第三方 IDE

特色	CCS	IAR	Keil
編輯程式碼	✓	✓	✓
編譯和偵錯程式碼	✓	✓	✓
SWD 編程	✓	✓	✓
Windows OS	✓	✓	✓
Mac OS	✓		
Linux OS	✓		

Code Composer Studio (CCS) 是 TI 喜好的 IDE。CCS 是免費的，並且整合 TI Resource Explorer，是存取 MSPM0 SDK 提供之程式碼範例及訓練課程的最簡單方式。

以下是與 CCS 搭配使用的其他資源：

- [CCS 互動式學院訓練](#)
- [CCS v12.1.0 新手入門指南](#)
- [影片：Code Composer Studio v9.3 新手入門](#)
- CCS 整合式工具：
 - [SysConfig](#)：系統配置和軟體產生工具
 - [TI Resource Explorer](#)：包含用於評估和開發的 MSPM0 軟體資源。
 - [EnergyTrace](#)：執行以能量為基礎的程式碼分析，可測量和顯示任何應用領域中 MSPM0 MCU 的能量分布曲線。
 - [ULP \(超低功耗\) Advisor](#)：提供您的程式碼中的超低功耗改善建議。

2.2.2 SysConfig 程式碼產生工具

系統組態 (SysConfig) GUI 是一款強大的互動式及直覺式圖形工具，可為 MSPM0 MCU 啟用、配置及產生初始化程式碼。此工具可協助您以視覺化方式管理及解決資源衝突，並提供 Pin Mux Utility。SysConfig 可用作搭配 IAR、Keil 和其他 IDE 的獨立程式，但已整合為 CCSv12.0+ 和 CCS Theia 的外掛程式。

- [MSPM0 的 SysConfig 指南](#)

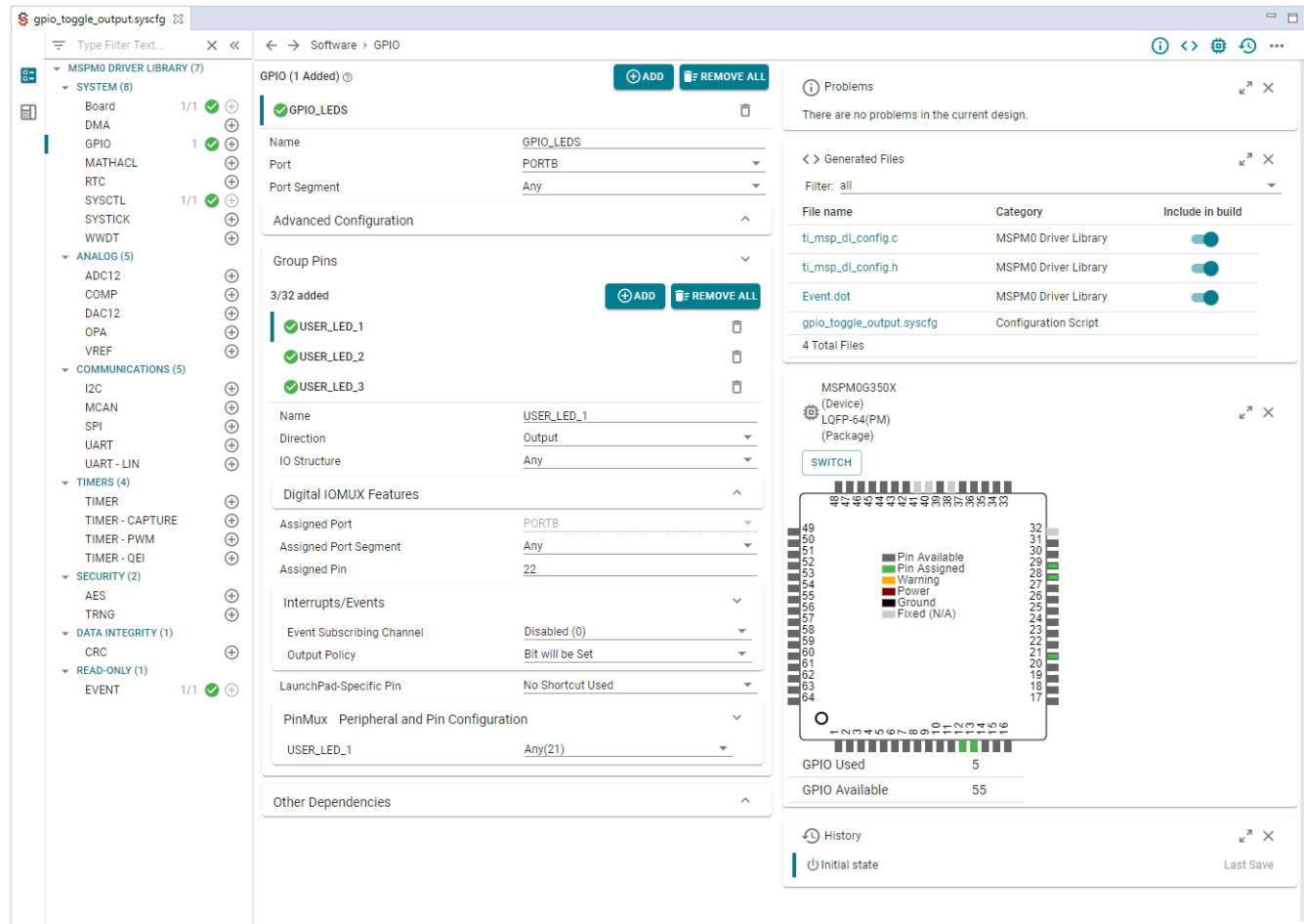


图 2-1. MSPM0 SysConfig 範例

2.2.3 類比配置工具

類比配置是一款 GUI 型工具，使用 SysConfig 和視覺化方塊圖在零程式碼環境中快速開發 MSPM0 專案。只要按幾下滑鼠，使用者就能視覺化其類比訊號鏈、進行修改，並且檢視即時資料以進行評估。專案可匯出至 CCS 以進行進一步客製化及評估，或者使用者可直接從類比配置器更新裝置。

- [MSPM0 類比配置器](#)
- [類比配置器 GUI](#)

2.2.4 編譯器

TI Arm Clang 衍生自開放原始碼 clang 編譯器，是 TI 為 MSPM0 首選的編譯器。支援 TI Arm 架構的平台，特別是搭載 TI Arm Cortex-M 與 Cortex-R 系列裝置的平台。

- 使用指南：[TI Arm Clang 編譯器工具使用指南](#)
- 相關軟體開發使用指南：
 - [ARM 組譯語言工具使用指南](#)
 - [ARM 最佳化 C/C++ 編譯器使用指南](#)

第三方編譯器：

- GCC ARM : [GCC 開放原始碼編譯器](#)
- Keil ARM Clang : [ARM 編譯器第 6 版](#)
- IAR EWARM : [ARM Cortex-M 版本](#)

2.2.5 偵錯和編程工具

表 2-1 比較 TI 推薦的不同 MSPM0 偵錯和程式設計工具的功能，並表 2-2 比較這些介面。

表 2-1. 偵錯和程式設計工具

特點	XDS110	MSP-GANG
類型	偵錯器	程式設計工具
2 線 SWD	有	有
BSL 模式	有	有
MTB 軌跡	是	否
由 CCS、IAR 和 Keil 提供支援	是	否
EnergyTrace 技術 (ET)	是	否
同時編程目標數	1	8
獨立編程或以指令碼為基礎的編程	否	是
階段	開發	生產

表 2-2. 偵錯和程式設計功能

特點	SWD	ROM 開機載入程式 (BSL)	主要記憶體開機載入外掛程式
除錯	是	否	否
程式	有	是	有
必要針腳	2	2	可自訂
協定	2 線	UART 或 I2C	可自訂
競爭優勢	比 JTAG 更少的針腳和軌跡記錄	最簡單的編程介面	支援自訂的 BSL

2.2.5.1 偵錯器/程式設計工具

模擬支援所有 MSPM0 的開發工具。本節介紹的工具包括偵錯器和沒有偵錯功能的生產程式設計工具。

2.2.5.1.1 XDS110

TI XDS110 是 MSPM0 MCU 的偏好偵錯工具。XDS110 會在支援的 MSPM0 裝置上啟用微追蹤緩衝器 (MTB)。XDS110 使用 TI 20 針腳連接器 (具有用於 TI 14 針腳和 Arm 10 針腳和 Arm 20 針腳的多重轉接器) 連接到目標電路板，並透過 USB 2.0 高速 (480Mbps) 連接到主機 PC。XDS110 亦具備兩種額外連接：啟用 [EnergyTrace](#) 技術的輔助 14 針腳連接埠接頭、完整的全雙工 UART 埠和四個通用型 I/O 及擴充 30 針腳連接器，可用於連接 XDS110 EnergyTrace HDR 附加元件。MSPM0 LaunchPad 套件也包括板載嵌入式 XDS-110 電路，可視需要當作程式設計工具來使用。

- [XDS110 使用指南](#)



图 2-2. XDS110 偵錯探針

2.2.5.1.2 MSP-GANG - TI 生產程式設計工具

MSP-GANG 是生產程式設計工具。它一次最多可對八個相同的 MSP 裝置進行編程，但無法針對程式碼執行即時偵錯。它可以在連接或不連接 PC 的情況下運作。MSP Gang 程式設計工具不是傳統意義上的群組程式設計工具，因為沒有八個通訊端可編程目標裝置。MSP Gang 程式設計工具反而會連接安裝在最終電路或系統中的目標裝置。



图 2-3. MSP-GANG 程式設計工具

2.2.5.1.3 Segger J-Link 和其他第三方 Arm 偵錯器

MSPM0 MCU 不限於先前列出的 TI 工具，可善用廣泛的 Arm 生態系統。MSPM0 MCU 使用 Arm Cortex-M0+ 核心與標準 SWD 編程介面，因此也可選用第三方 Arm 相容工具。可用工具包括 IAR I-jet、Keil ULINK、P&E Micro Cyclone、Lauterbach uTrace 及其他更多工具。

SEGGER J-Link 偵錯探針可能是目前最廣泛使用的偵錯探針系列，可為他們將這種經驗導入對 MSPM0 MCU 產品組合的支援。J-Link 偵錯探針具備高達 3MB/s 的至 RAM 下載速度、破紀錄的快閃載入程式，以及在 MCU 快閃記憶體中設定無限數量斷點的能力，可最佳化偵錯與快閃記憶體編程體驗。

- 使用具有 MSPM0 MCU 的 Segger 程式設計工具
- J-Link/J-Trace 使用指南

2.2.5.2 軟體程式設計工具

2.2.5.2.1 Uniflash

UniFlash 是獨立型工具，可用於在 TI MCU 上對快閃記憶體進行編程。Uniflash 具有 GUI、命令行和指令碼介面。CCS Uniflash 免費提供。

- [MSPM0 的 UniFlash 指南](#)
- [UniFlash 快速入門指南](#)

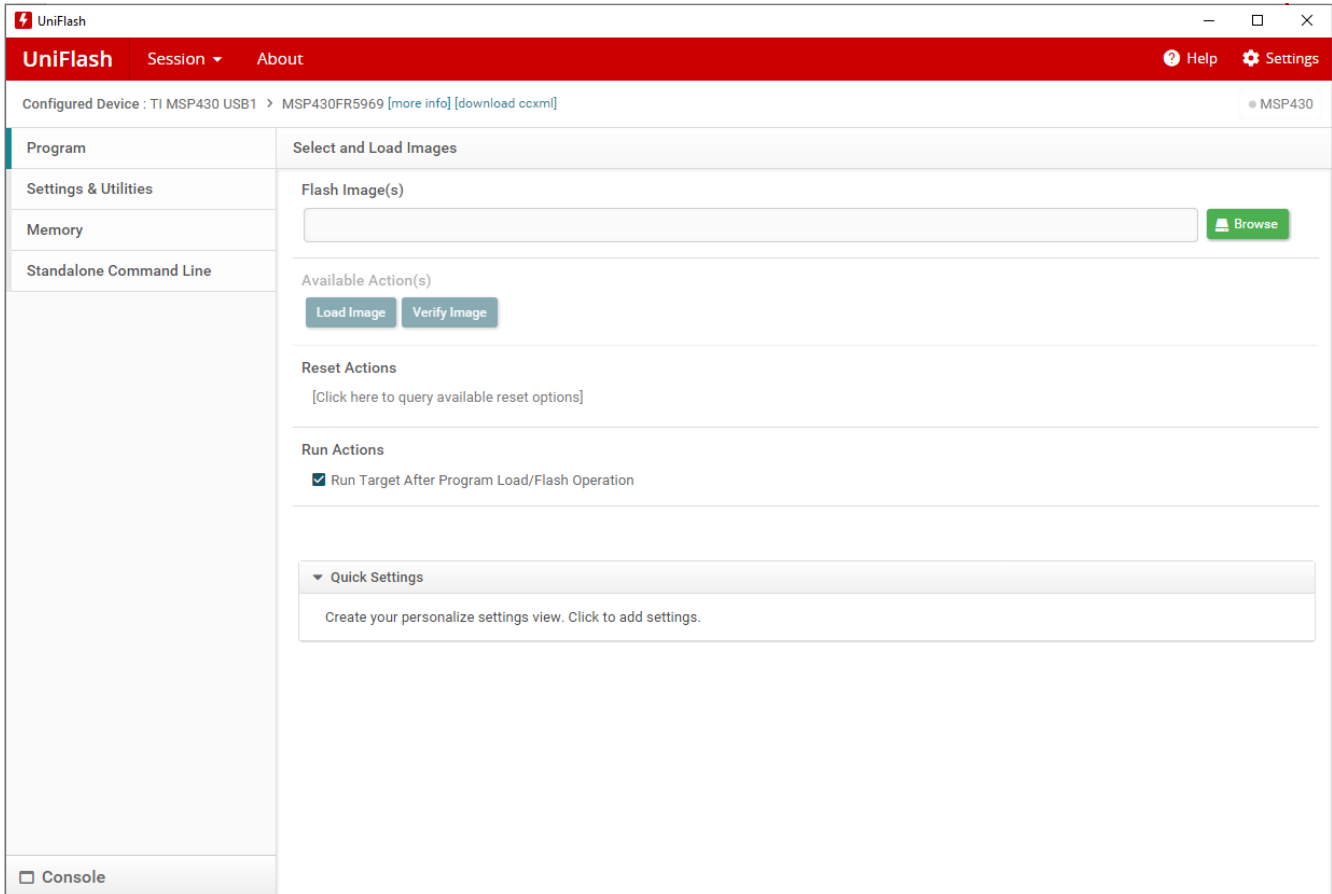


图 2-4. UniFlash

2.2.5.2.2 Bootstrap 載入程式 (BSL)

BSL 是在工廠中儲存於 MSPM0 快閃記憶體或 ROM 中的一種程式。BSL 用於針對儲存在主記憶體、資訊記憶體或 RAM 中的程式碼進行編程、抹除和讀取。使用 BSL 更新程式代碼時，使用 BSL 通訊介面和重設 PIN。如需 BSL 及其通訊介面的詳細資訊，請參閱裝置特定產品規格表中的 Bootstrap 載入程式 (BSL) 一節。

- [MSPM0 BSL 應用說明](#)
- [MSPM0 SDK 中的 MSPM0 BSL 範例](#)

2.3 嵌入式軟體資源

2.3.1 MSPM0 軟體開發套件 (SDK)

MSPM0 SDK 是一組如程式碼範例和驅動程式庫之類的軟體資源，可協助您有效率且有效地建立和建構 MSPM0 程式碼。SDK 也包含可加快開發速度的詳細且完整的文件。MSPM0 SDK 已整合到 CCS 的 TI Resource Explorer 中，或在線上 [雲端版本](#) 中。

- MSPM0 SDK 文件：
 - [SDK 使用指南](#)
- 目錄：
 - 可在 MSPM0 MCU 上進行開發的周邊設備驅動程式
 - 中介軟體程式庫可提供立即上手的軟體，以及各種應用程式和應用實例的範例
 - FreeRTOS M0+ 核心可啟用 RTOS 應用程式
 - 從最基本到高度整合的示範，有數百個範例可加速應用程式開發
 - SysConfig 中繼資料可搭配 MSPM0 MCU 使用 SysConfig
 - 說明文件和程式碼範例可展示裝置和軟體的功能

2.3.1.1 程式碼範例

MSPM0 SDK 隨附多種程式碼範例，可讓工程師快速開發應用程式。範例資料夾分為 RTOS 和非 RTOS。這些資料夾內含各 LaunchPad 套件的範例，並根據函數與低階 DriverLib 範例、高階 TI 驅動程式範例和中介軟體範例 (如 GUI Composer、LIN、IQMath 等) 進行整理。多數範例支援 SysConfig，可簡化裝置配置，並加速軟體開發。

- MSPM0 SDK 程式碼範例：
 - [MSPM0Gxx 程式碼範例](#)
 - [MSPM0Lxx 程式碼範例](#)

2.3.1.2 驅動程式庫 (DriverLib)

DriverLib 層由低階驅動程式組成，可支援所有裝置功能，並提供最高效能最佳化與低記憶體用量。DriverLib 包含可萃取設備硬體暫存器詳細資訊的軟體 API。SDK 包含數十個範例，說明 DriverLib API 的使用方式。DriverLib 支援 CCS、IAR 和 Keil IDE。

- [MSP 驅動程式庫](#)
- [DriverLib API 指南](#)

2.3.2 即時作業系統 (RTOS)

MSPM0 可以支援各種開放原始碼 RTOS 系統，但 MSPM0 SDK 包括對 [FreeRTOS](#) 的支援。FreeRTOS 是市場上具領先地位的 RTOS。在 MIT 開放原始碼授權下隨意分發，包括一個核心和一組用於跨多個不同應用領域之不斷增長的程式庫。

關於其它開放原始碼 RTOS 系統，請瀏覽 [OSRTOS 網頁](#)。

2.3.3 子系統範例

MSPM0 子系統是旨在幫助常見 MCU 設計難題的設計資源。每個子系統都包含軟體套件和文件，說明子系統中所做的設計選擇。雖然 MSPM0 程式碼範例的目的在於顯示特定功能的運作方式，但 MSPM0 子系統會顯示如何搭配不同的周邊設備來執行工作。隨附的說明文件說明設計用意和內部運作方式，協助工程師進行修改以符合系統需求。MSPM0 子系統的目標是為典型的微控制器應用實例提供高品質參考，協助工程師加快原型設計和設計階段。

- MSPM0 子系統應用程式簡介可在 [節 3.1](#) 中找到
- [MSPM0Gxx 子系統軟體範例](#)
- [MSPM0Lxx 子系統軟體範例](#)

2.4 硬體工具與 EVM

2.4.1 開發板

MSPM0 具有簡單的開發板生態系統，如 [表 2-3](#) 所示。LaunchPad 套件可用於多個設計階段。

表 2-3. 開發板

特點	LaunchPad 套件	BoosterPack 模組
TI.com 有提供	有	有
板載偵錯器	是	否
針腳配置	基本	基本
競爭優勢	價格低廉、易於使用	與大多數 LaunchPad 套件相容的外掛程式模組
階段	評估、開發	利用數位或類比感測器快速進行原型設計

TI LaunchPad 套件是由 TI 開發的低成本開發電路板，內含內建板載偵錯器。相較於其他開發電路板，LaunchPad 套件支援多元的外掛程式模組生態系統，稱為 BoosterPack 模組。不同的 LaunchPad 套件和 BoosterPack 模組可互相連接，共同建立更大的系統。LaunchPad 套件通常是評估或開發 MSP 架構應用的首選。

- MSPM0Gxx LaunchPad 套件
- MSPM0Lxx LaunchPad 套件

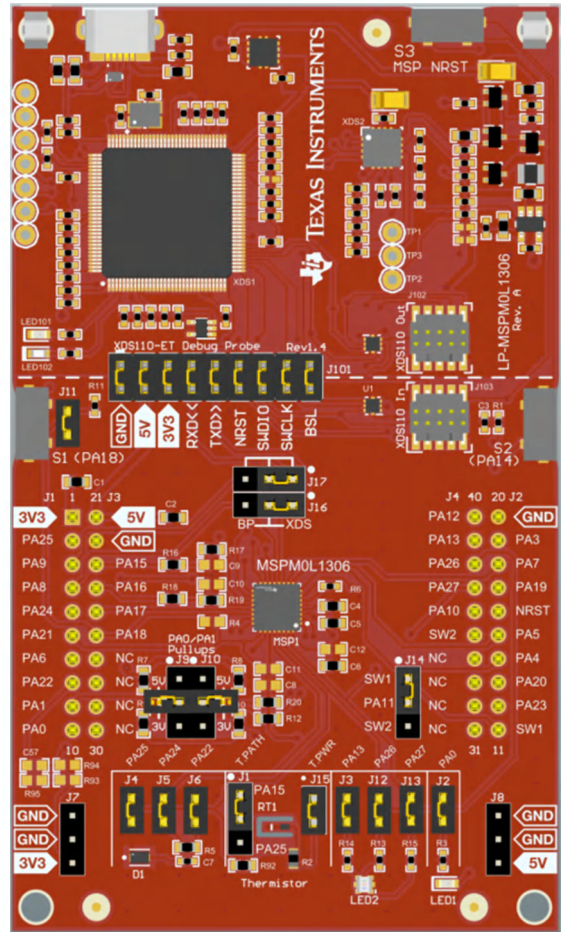
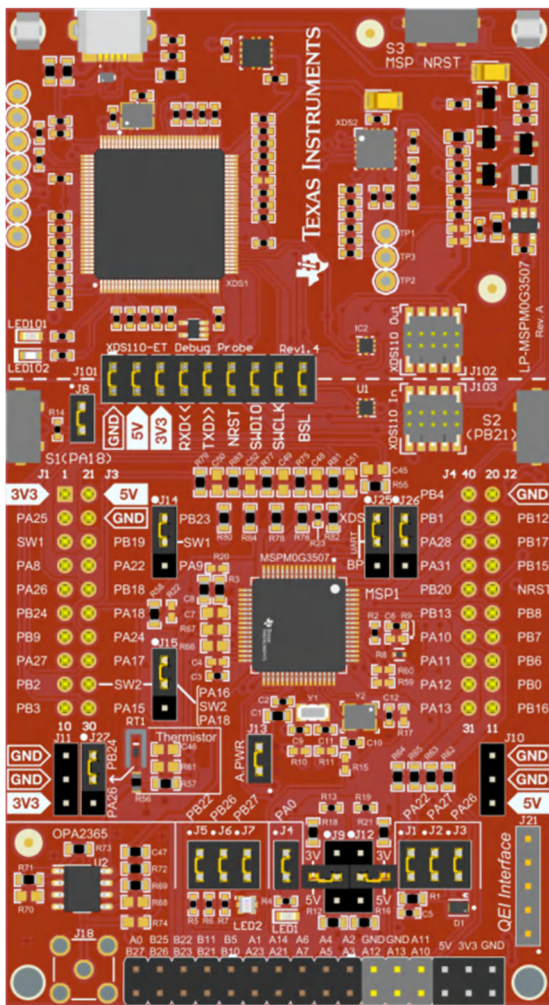


图 2-5. MSPM0Gxx 和 MSPM0Lxx LaunchPad 套件

3 MSPM0 應用資源

3.1 應用說明

以下應用說明描述 MSPM0 MCU 和周邊設備，可在開發設計時當作參考。

- 移轉指南
 - [STM32 到 MSPM0 移轉指南](#)
 - [MSP430 到 MSPM0 移轉指南](#)
- MSPM0 子系統
 - [PWM LED 驅動器](#)
 - [可編程增益放大器](#)
 - [轉阻放大器](#)
 - [5-V 介面](#)
 - [在 ping pong 模式下使用 DMA 的 ADC](#)
 - [熱敏電阻溫度感測器](#)
- 硬體
 - [MSP 裝置故障排除準則](#)
 - [MSP 32-kHz 晶體振盪器](#)
 - [MSPM0Gx MCU 硬體開發指南](#)
 - [MSPM0Lx MCU 硬體開發指南](#)
- 類比
 - [以 MSPM0 精密類比讓系統設計變得更簡單](#)
 - [數位類比規格及效能特性的詞彙](#)
 - [一般超取樣 MSP ADC 以獲得較高解析度](#)
 - [高速類比轉數位轉換器基本知識](#)
 - [使用 ADC12_A 實作熱電偶介面](#)
- 通訊
 - [了解 I2C 匯流排](#)
- 電源
 - [適用 MSPM0 G 系列 MCU 的低功耗最佳化指南](#)
 - [適用 MSPM0 L 系列 MCU 的低功耗最佳化指南](#)
- ESD
 - [靜電放電 \(ESD\)](#)
 - [MSP 系統級 ESD 考量](#)

3.2 特定應用資源

本節包含以特定應用為目標的 MSPM0 資源，這些應用也可在開發設計時當作參考。

部門	應用
電源傳輸	<ul style="list-style-type: none"> • 電池管理
建築自動化	<ul style="list-style-type: none"> • 煙霧偵測器
工廠自動化	<ul style="list-style-type: none"> • 現場感測器
醫療	<ul style="list-style-type: none"> • 溫度計 • 血氧濃度
馬達控制	<ul style="list-style-type: none"> • 電動與園藝工具 • 馬達控制：陷波器 • 馬達控制：FOC • 馬達控制：全橋
個人電子產品	<ul style="list-style-type: none"> • 萬向節 • TWS 充電器

4 縮略字和定義

縮略字	定義
ADC	類比轉數位轉換器
AES	先進加密標準
Arm	Arm Limited
BSL	Bootstrap 載入程式
CCS	Code Composer Studio™ IDE
CPU	中央處理單元
DSP	數位訊號處理
ECDSA	橢圓曲線數位簽章演算法
ESD	靜電放電
ET	EnergyTrace™ 技術
EVM	評估模組
常見問題解答	常見問題解答
GUI	圖形使用者介面
IDE	整合式開發環境
JTAG	聯合測試工作群組
KB	KB
MCU	微控制器
MSP	混合訊號處理器
NVM	非揮發性記憶體
OPA	運算放大器
作業系統	作業系統
電腦	個人電腦
RAM	隨機存取記憶體
ROM	唯讀記憶體
RTOS	即時作業系統
SDK	軟體開發套件
SMT	表面黏著
SWD	序列線偵錯
TIA	轉阻放大器
TS	目標插槽
TRM	技術參考手冊
TRNG	真隨機數字產生器

5 修訂記錄

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修訂	備註
2023 年 2 月	A	初始公開版本

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), 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, regulatory 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](#) 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.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated