

User's Guide

MSPM0 MCU 开发指南



摘要

本文档是查找有关 MSPM0™ 微控制器 (MCU) 的重要信息的有用资源。本应用手册可以用作参考、入门指南、自学工具或应用开发指南。

内容

1 概述.....	4
2 MSPM0 在线选择.....	5
3 软件开发说明.....	7
3.1 LaunchPad 设置.....	7
3.2 MSPM0-SDK 设置.....	9
3.3 SysConfig 设置.....	14
3.4 IDE 快速入门.....	20
4 硬件设计说明.....	43
4.1 获取 MSPM0 包.....	43
4.2 通过 SysConfig 修复引脚功能.....	46
4.3 原理图和 PCB 注意事项.....	46
5 大规模生产说明.....	48
5.1 生成生产映像.....	48
5.2 编程软件工具快速入门.....	49
5.3 编程硬件快速入门.....	57
6 质量和可靠性说明.....	59
6.1 质量和可靠性材料入口.....	59
6.2 失效信息收集和分析指南.....	59
7 常见开发问题.....	60
7.1 解锁 MCU.....	60
7.2 MSPM0 编程故障.....	63
7.3 在禁用 SWD 的情况下重新编程.....	63
7.4 MCU 在调试和自由运行时的表现不同.....	64
7.5 设置 SWD 密码.....	64
7.6 BSL 相关问题.....	66
7.7 在 LPM 模式下达到预期电流.....	66
7.8 CCS 常见问题.....	66
7.9 Keil 常见问题.....	68
8 总结.....	69
9 技术文档资源.....	69
9.1 技术参考手册.....	69
9.2 子系统.....	69
9.3 参考设计.....	70
9.4 硬件 EVM 用户指南.....	70
9.5 应用手册和其他资料.....	70
10 修订历史记录.....	73

插图清单

图 1-1. MSPM0 生态系统.....	4
图 2-1. MSPM0 器件列表.....	5
图 2-2. MSPM0 重要文档列表.....	5

图 2-3. 器件比较表.....	6
图 2-4. 器件订购和质量视图.....	6
图 3-1. MSPM0G3507 LaunchPad.....	8
图 3-2. LaunchPad 设置视图.....	8
图 3-3. MSPM0-SDK 下载.....	9
图 3-4. MSPM0-SDK 分步安装.....	9
图 3-5. MSPM0-SDK 结构.....	10
图 3-6. RTOS 和 Nortos 代码示例.....	11
图 3-7. SysConfig 安装.....	14
图 3-8. MSPM0 SysConfig.....	15
图 3-9. SysConfig 视图.....	15
图 3-10. 基本操作.....	16
图 3-11. 工程配置.....	16
图 3-12. 电路板视图.....	17
图 3-13. NONMAIN 视图.....	17
图 3-14. SYSCTL 视图.....	18
图 3-15. 外设视图.....	19
图 3-16. CCS 密钥安装步骤.....	21
图 3-17. 导入 CCS 工程.....	22
图 3-18. CCS 工程概述.....	23
图 3-19. 更改调试器选择.....	23
图 3-20. 编译、调试和运行代码.....	24
图 3-21. 常用调试功能.....	24
图 3-22. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移.....	25
图 3-23. 生成十六进制文件.....	26
图 3-24. 对 NONMAIN 编程.....	26
图 3-25. 将 MSPM0 SDK 添加到 IAR.....	27
图 3-26. 为 MSPM0 安装 SysConfig.....	28
图 3-27. 导入 SDK 示例.....	29
图 3-28. 将 SysConfig 与 IAR 配合使用.....	29
图 3-29. 下载和调试.....	30
图 3-30. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移.....	31
图 3-31. 生成十六进制文件.....	32
图 3-32. 对 NONMAIN 编程.....	32
图 3-33. 打开 Pack Installer.....	33
图 3-34. 搜索器件.....	33
图 3-35. 安装器件包.....	34
图 3-36. 批准许可证.....	34
图 3-37. 编辑 syscfg.bat.....	35
图 3-38. 编辑 MSPM0_SDK_syscfg_menu_import.cfg.....	35
图 3-39. Keil 自定义工具.....	35
图 3-40. 导入 MSPM0_SDK_syscfg_menu_import.cfg 文件.....	36
图 3-41. 完成 SysConfig 设置.....	36
图 3-42. 打开工程.....	36
图 3-43. 选择 Keil 工程.....	37
图 3-44. 打开 .syscfg 文件.....	38
图 3-45. 打开目标的选项.....	38
图 3-46. 选择调试窗格.....	39
图 3-47. 检查 XDS110 探针的设置.....	39
图 3-48. 检查 J-Link 探针的设置.....	40
图 3-49. Flash 下载设置.....	40
图 3-50. 下载工程.....	41
图 3-51. Keil 下的构建 RTOS 示例.....	41
图 3-52. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移.....	42
图 3-53. 生成十六进制文件.....	42
图 3-54. 对 NONMAIN 编程.....	43
图 4-1. Ultra Librarian 工具开始页面.....	43
图 4-2. Ultra Librarian 工具器件选择.....	44

图 4-3. Ultra Librarian 工具 CAD 下载.....	44
图 4-4. 运行 Altium Designer 脚本.....	44
图 4-5. 生成库.....	45
图 4-6. 选择封装.....	45
图 4-7. 导入库.....	45
图 4-8. 生成外设和引脚分配文件.....	46
图 4-9. MSPM0 最小系统.....	46
图 4-10. MSPM0 原理图.....	47
图 5-1. 编程软件和工具.....	48
图 5-2. 通过 SWD 编程.....	49
图 5-3. 通过引导加载程序编程.....	50
图 5-4. J-Flash 快速入门.....	51
图 5-5. GangPro-ARM 安装.....	52
图 5-6. C-Gang 引脚分配.....	53
图 5-7. 在线编程.....	54
图 5-8. 启用非主编程.....	55
图 5-9. 保存镜像.....	55
图 5-10. Go 按钮设置.....	56
图 5-11. 离线下载.....	56
图 5-12. TMDSEMU110-U 的引脚连接.....	57
图 5-13. XDS110 板载元件.....	57
图 5-14. LP-XDS110ET.....	58
图 7-1. E2E 在线论坛.....	60
图 7-2. CCS 误差.....	60
图 7-3. 通过 GUI 解锁.....	61
图 7-4. 通过 Uniflash 解锁.....	62
图 7-5. 通过 CCS 解锁.....	62
图 7-6. 设备管理器视图.....	63
图 7-7. 禁用 BSL.....	64
图 7-8. 启用 SWD 密码.....	65
图 7-9. 清除 SWD 密码.....	66
图 7-10. 更改优化级别.....	67
图 7-11. 从 SDK 复制 Keil 示例.....	68

表格清单

表 3-1. MSPM0 开发链.....	7
表 3-2. MSPM0 调试器比较.....	7
表 3-3. MSPM0 示例覆盖范围.....	11
表 3-4. MSPM0 支持的 IDE 概览.....	20
表 5-1. IDE 生成的产品文件.....	48
表 5-2. XDS110 调试器摘要.....	57
表 7-1. 建议的工具版本.....	60
表 7-2. 解锁命令.....	61
表 7-3. 解锁方法选择.....	61

商标

MSPM0™, LaunchPad™, Code Composer Studio™, SimpleLink™, C2000™, and TIVA™ are trademarks of Texas Instruments.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 概述

MSPM0 微控制器系列采用增强型 Arm® Cortex®-M0+ 32 位处理器，运行频率高达 80MHz，支持工业和汽车应用（符合 AEC-Q100 FS-QM 和 ASIL-B 标准）。设计人员可以在品类丰富的产品系列中轻松找到经济实惠的 MCU，它们可采用各种存储器和封装尺寸实现引脚对引脚兼容性。凭借 TI 在集成精密模拟领域的领先地位，该器件系列可提供高精度和速度 ADC、零漂移斩波 OPA、DAC 和 COMP 等。

MSPM0 MCU 由广泛的硬件和软件生态系统提供支持。该生态系统包括易于使用的开发工具、经济实惠的评估板以及各种嵌入式软件套件、驱动程序和示例。本文档将这些因素分为四个主题：[MSPM0 在线选择](#)、[软件开发说明](#)、[硬件设计说明](#)和[大规模生产说明](#)。

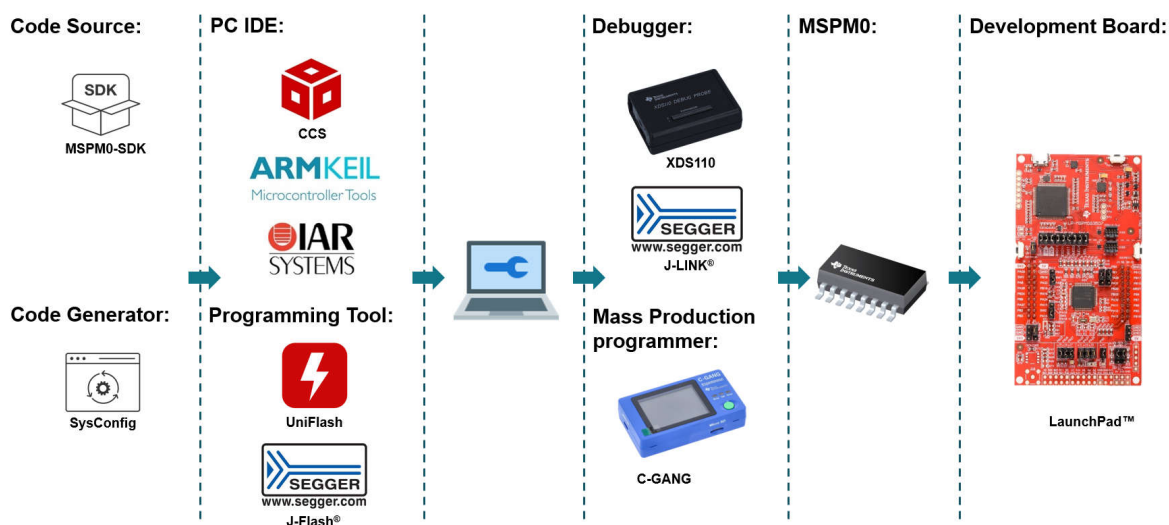


图 1-1. MSPM0 生态系统

除了常见开发主题，我们还列出了所有[技术文档资源](#)、[质量和可靠性资源](#)以及[常见开发问题](#)。请参阅目录，选择感兴趣的主题以供参考。

2 MSPM0 在线选择

此步骤说明如何查找 MSPM0 可订购编号。

访问 [Arm Cortex-M0+ MCU 产品页](#)，查看 MSPM0 器件列表。导航到此页面后，使用左侧的筛选器根据 MCU 外设要求执行初始筛选，或者使用页面左侧的搜索框直接导航到器件页面。

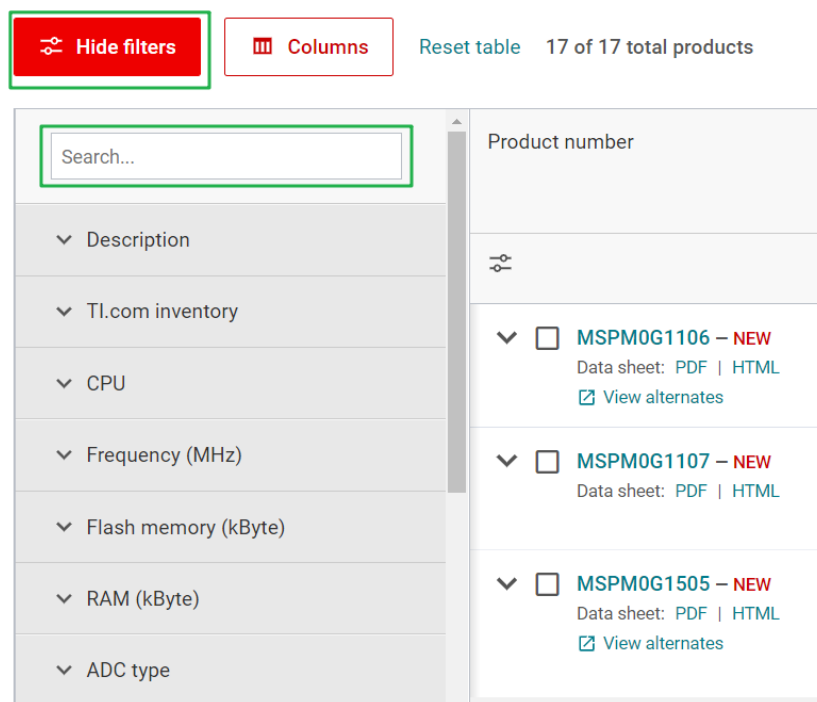


图 2-1. MSPM0 器件列表

导航至器件页面后，可以找到特定产品的更多规格或功能详细信息。主要文档包括数据表、技术参考手册 (TRM) 和勘误表。器件特定数据表介绍了 MSPM0 的参数和功能数据信息。器件特定 TRM 介绍了 MSPM0 器件的应用方法和特性。器件特定勘误表显示了 MSPM0 相关系列或版本的更正说明。

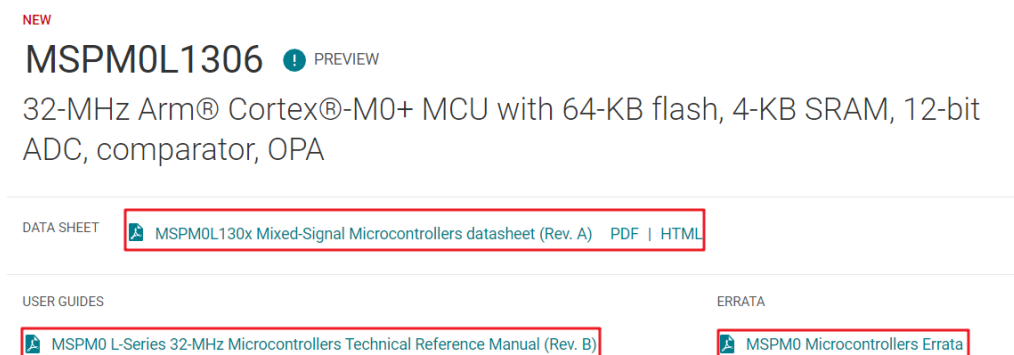


图 2-2. MSPM0 重要文档列表

图 2-3 展示了器件特定数据表中的 *器件比较表*。用户可使用此表比较不同的器件型号。

5 Device Comparison

Table 5-1. Device Comparison											
DEVICE NAME ^{(1) (2)}	FLASH / SRAM (KB)	QUAL ⁽³⁾	ADC CH.	COMP	OPA	GPAMP	UART/I2C/SPI	TIMG	GPIOs	5-V TOL. IO	PACKAGE [BODY SIZE] ⁽⁴⁾
MSPM0L1306xRHB	64 / 4	T/S	10	1	2	1	2 / 2 / 1	4	28	2	32 VQFN [5 mm × 5 mm] ⁽⁵⁾
MSM0L1305xRHB	32 / 4										
MSM0L1304xRHB	16 / 2										
MSPM0L1306xDGS28	64 / 4	T/S	10	1	2	1	2 / 2 / 1	4	24	2	28 VSSOP [7.1 mm × 3 mm]
MSPM0L1305xDGS28	32 / 4										
MSPM0L1304xDGS28	16 / 2										
MSPM0L1346xDGS28	64 / 4	T	9						22		
MSPM0L1345xDGS28	32 / 4										

图 2-3. 器件比较表

请参阅器件页面上的 *订购和质量* 页面，以查看可订购器件型号和参考价格。

MSPM0L1306 PREVIEW

Data sheet

Order now

Product details

Technical documentation

Design & development

Ordering & quality

Support & training

Ordering & quality

Part number ↓↑	Buy	TI.com inventory ↓↑	Qty Price (USD) ↓↑	Package qty Carrier ↓↑
XMSM0L1306SDGS20R	Enter quantity ACTIVE Add to cart Limit: 5	93	1ku	1 LARGE T&R
XMSM0L1306SDGS28R	Enter quantity ACTIVE Add to cart Limit: 10	170	1ku	5,000 LARGE T&R

图 2-4. 器件订购和质量视图

3 软件开发说明

表 3-1 汇总了 MSPM0 开发链中所有必需组件。后续章节单独说明了各个器件。在 MSPM0 开发中遇到问题时，用户也可以参阅 节 7。

表 3-1. MSPM0 开发链

IDE	SysConfig (代码生成器 GUI)	SDK	调试器	硬件
集成了 SysConfig 的 CCS		MSPM0 SDK	具有板载 XDS110 的 LaunchPad	
Keil	独立 SysConfig		XDS110	定制板
IAR			J-Link	

3.1 LaunchPad 设置

3.1.1 调试器选择

本节总结了支持 MSPM0 器件的不同调试器。XDS110 调试器归 TI 所有，与通用调试器相比，这些调试器支持更多功能。有关 XDS110 调试器的更多详细信息，请参阅 节 5.3。

表 3-2. MSPM0 调试器比较

特性	XDS110 (TMDSEMU110-U)	XDS110 板载元件	J-Link
cJTAG (SBW)	√	√	√
BSL 工具	√	√	
反向通道 UART	√	√	
电源	1.8V 至 3.6V	3.3V 至 5V	5V
IDE	CCS、IAR、Keil	CCS、IAR、Keil	CCS、IAR、Keil

3.1.2 LaunchPad 简介

TI 建议使用 LaunchPad™ 开始 MSPM0 开发。图 3-1 展示了 LaunchPad 的概况。LaunchPad 包含 MCU 和 XDS110 调试器。用户可以在移除跳线后使用 J-Link 等调试器来调试 MCU。

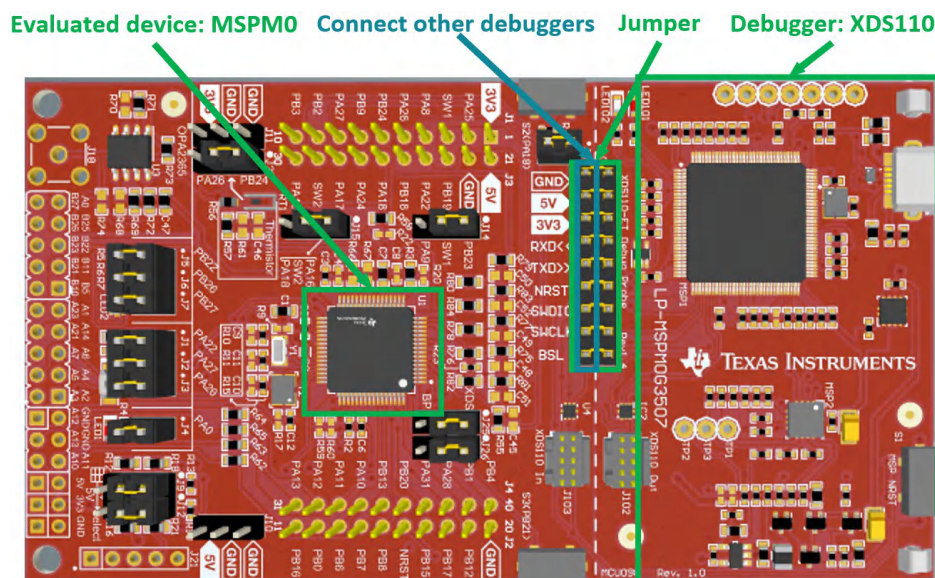


图 3-1. MSPM0G3507 LaunchPad

实际的 LaunchPad 设置条件如图 3-1 所示，可以通过 USB 端口对其进行调试和供电。

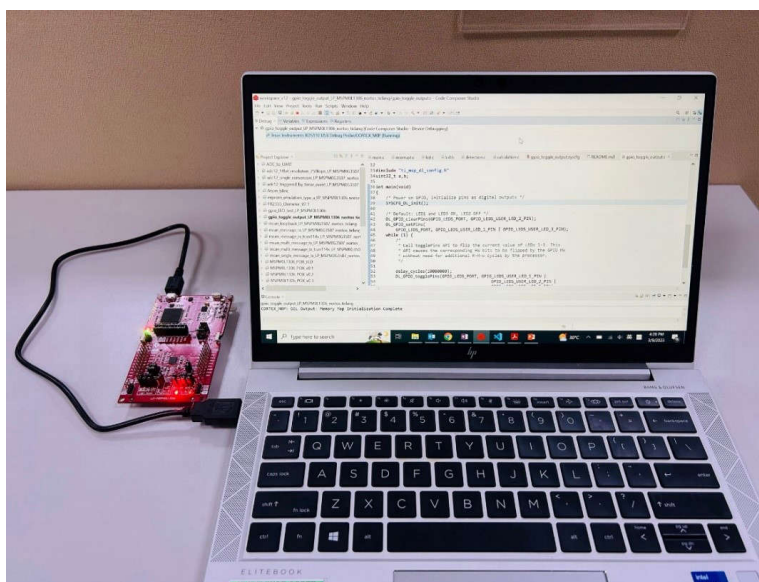


图 3-2. LaunchPad 设置视图

有关所有可订购 LaunchPad 的信息，请参阅 [Arm® Cortex®-M0+ MCU 设计和开发网页](#)。节 9.4 中还列出了所有 LaunchPad 用户指南。

3.2 MSPM0-SDK 设置

MSPM0-SDK 提供了软件、工具和文档的精选集合，可以加快 MSPM0 MCU 平台应用程序的开发。MSPM0-SDK 在一个软件包中提供了多种驱动程序、库和示例，为用户带来一致、连贯的体验。

3.2.1 MSPM0-SDK 安装

本节详细介绍了安装 MSPM0-SDK 的步骤。安装后，默认 SDK 目录路径为：C:\ti\mspm0_sdk_x_xx_xx_xx。

1. 下载之前，并且准备好 myTI 帐户。在[此处](#)注册 myTI 帐户。
2. 从[产品页](#)下载最新的 MSPM0-SDK。点击 **Download options**，选择操作系统，然后点击文件名开始下载。

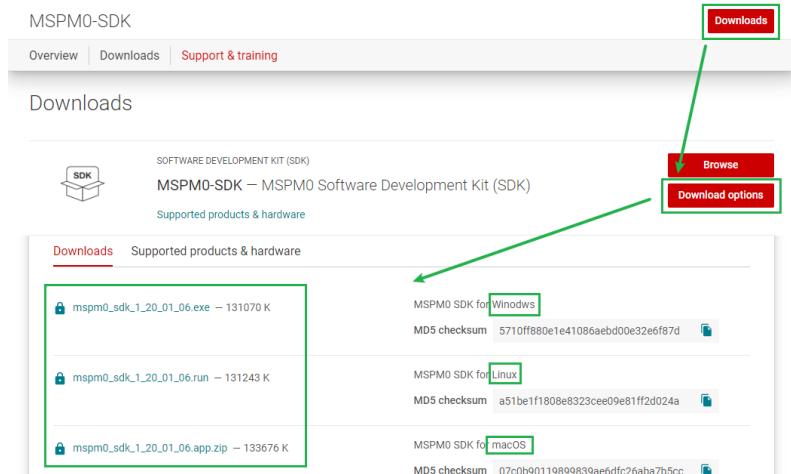


图 3-3. MSPM0-SDK 下载

3. 下载完成后，按照图 3-4 中的步骤完成安装。

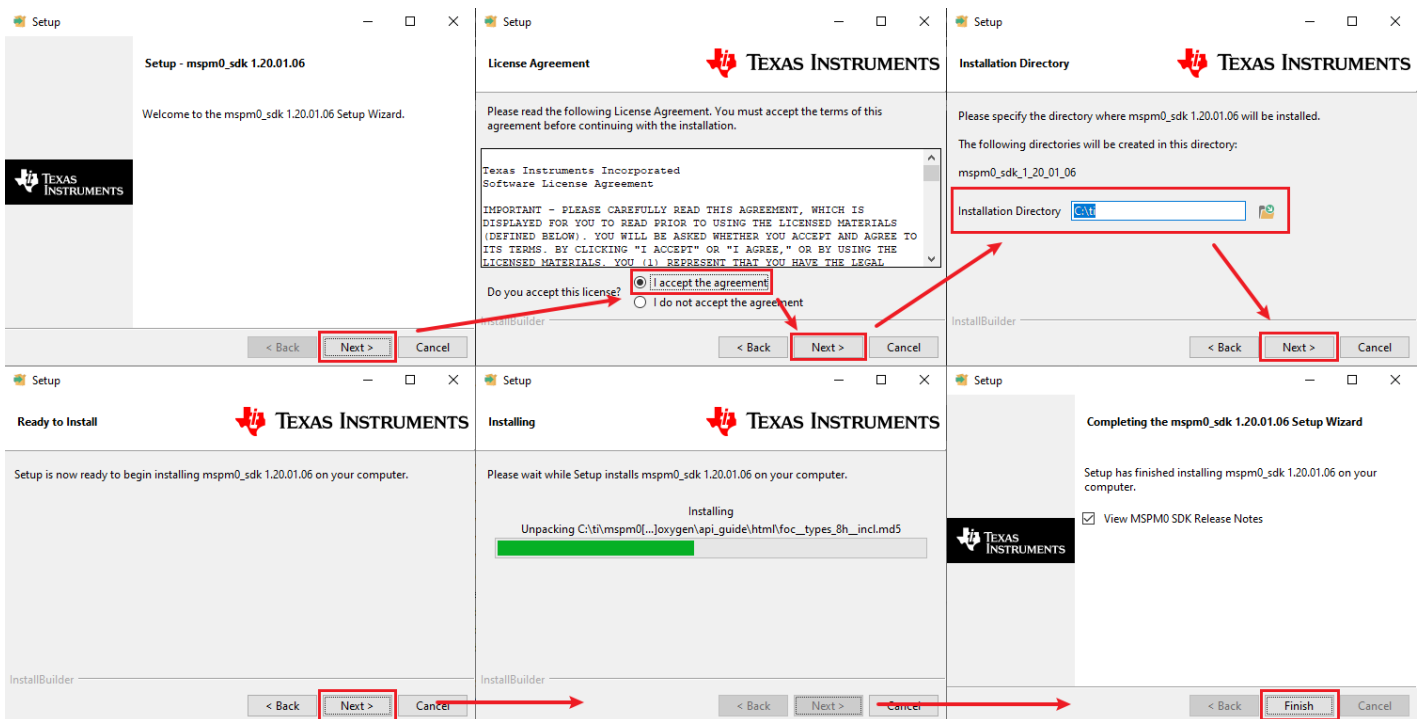


图 3-4. MSPM0-SDK 分步安装

3.2.2 MSPM0-SDK 简介

SDK 安装目录包含五个文件夹 (图 3-5)。本部分简要介绍每个文件夹。

- **Docs** 文件夹：包含 SDK 的所有文档。
- **Examples** 文件夹：包含所有示例以供参考，这些示例可用于提供参考，还可以作为起点来加快应用程序开发。有关更多详细信息，请参阅 [MSPM0-SDK 示例指南](#)。
- **Kernel** 文件夹：RTOS 和 nortos 的构建文件，包括在示例工程中，可加快工程构建速度。
- **Source** 文件夹：包含 TI 和第三方库的所有源代码。
- **Tool** 文件夹：包含与 SDK 相关的所有工具，例如 SysConfig 支持文件、BSL GUI 和计量 GUI。

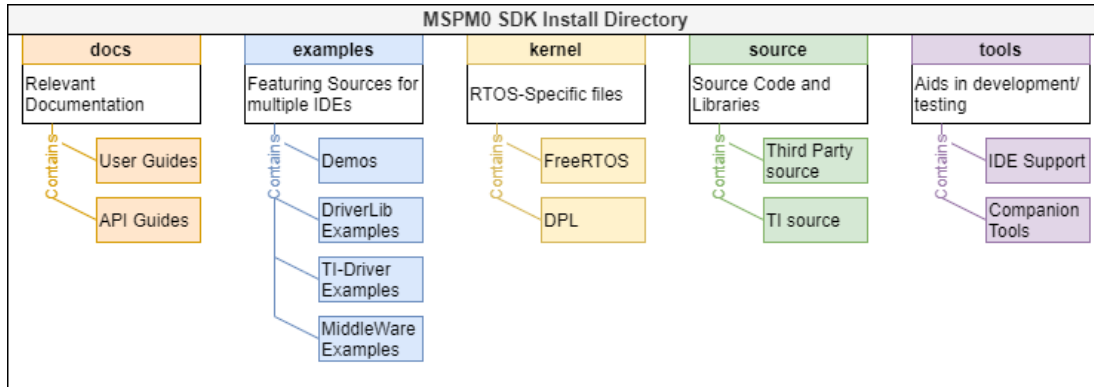


图 3-5. MSPM0-SDK 结构

最重要的文件夹是示例文件夹和文档文件夹，将在以下各节中介绍。

3.2.2.1 示例文件夹简介

TI 为一个 MSPM0 子系列制造了一个 LaunchPad，其上搭载了包含该子系列的超集 MSPM0。同样的示例代码可在此 MSPM0 子系列中重复使用。nortos 示例位于地址 `mspm0_sdk_x_x_x_x \ examples \ nortos \ LP_MSPM0xxxx` 下，RTOS 示例位于地址 `mspm0_sdk_x_x_x_x \ examples \ RTOS \ LP_MSPM0xxxx` 下。本节简要介绍了一些关键示例类型。

- **RTOS 文件夹：**
 - 驱动程序：示例使用内核功能并提供基于 TI 驱动程序的更高级别硬件操作。对于驱动程序移植层 (DPL)，DPL 将驱动程序分离出来，从而可在不同 RTOS 内核或非 RTOS 内核之间进行迁移。对于 POSIX 层，该层将 RTOS 功能分离出来，从而可以迁移至新内核。
- **Nortos 文件夹：**
 - **DriverLib**：简单模块化示例，显示了 MSPM0 功能，包含进行了高级优化的低级驱动程序。
 - 中间件：针对不同应用（包括汽车、电器、楼宇自动化等）进行设计，提供库和协议栈。如需了解受支持的中间件列表，请参阅 [MSPM0-SDK 文档概述](#)。
 - 演示：集成的即用型演示，例如可与 TI 模拟器件配合使用的驱动程序代码示例。

在 RTOS 示例级别，最重要的文件夹是 **Drivers** 文件夹，其中演示了基于 TI 驱动程序的外设控制。在 Nortos 示例级别，最重要的文件夹是 **DriverLib** 文件夹，其中包含基于 DriverLib 的外设示例代码。地址和内容示如 图 3-6 所示。

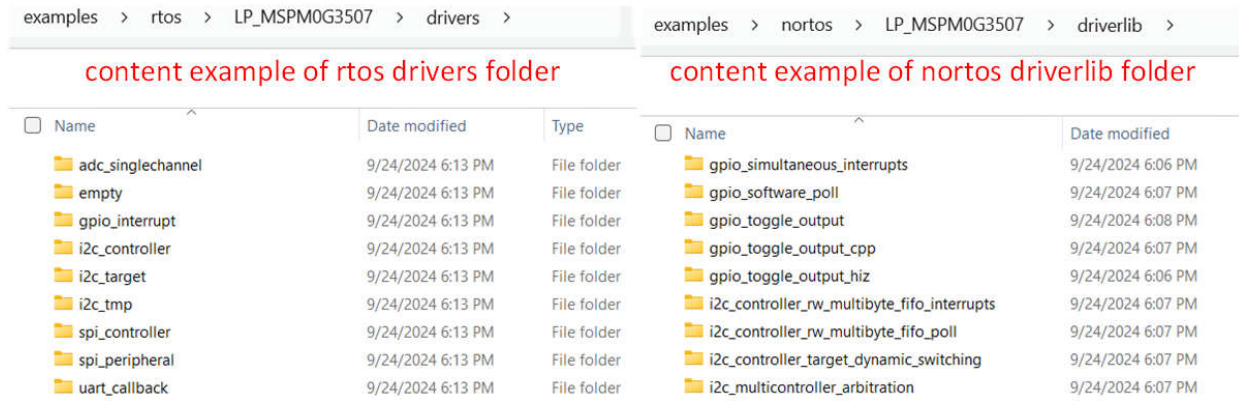


图 3-6. RTOS 和 Nertos 代码示例

作为参考，*Drivers* 和 *DriverLib* 下的示例支持表 3-3 中列出的所有平台。其他文件夹中的示例至少支持 CCS 平台。

表 3-3. MSPM0 示例覆盖范围

受 SDK 支持	平台 1		平台 2	平台 3
IDE	CCS		Keil	IAR
编译器	TI Arm-Clang	GNU Arm (GCC)	Arm 和 Keil 编译器	IAR Arm 编译器
RTOS	FreeRTOS			
代码示例	DriverLib 和 TI 驱动程序			

有关 MSPM0 外设快速入门，请参阅 [MSPM0 Academy](#)。Tthis 针对 MSP MCU 产品系列中的各种主题提供了培训模块。

3.2.2.2 文档文件夹简介

本节列出 MSPM0-SDK 中的所有文档。这里的内容基于版本 1_20_01_06。

MSPM0 SDK 文档：

- [发布说明](#)：列出了 MSPM0-SDK 的所有内容和发布说明。
- [快速入门指南](#)：提供了分步说明，以便快速开始使用 MSPM0 和 Code Composer Studio™ (CCS) Theia、CCS、IAR 或 Keil。
- [MSPM0 SDK 用户指南](#)：MSPM0-SDK 的主页。提供 MSPM0-SDK 示例指南和 SDK 概述的导航。
- [清单](#)：列出了 SDK 中的所有内容以及每个组件的每个安装文件路径。
- [早期样片迁移指南](#)：介绍了支持量产样片的建议工具版本，并为使用 DriverLib 和 SysConfig 配置文件的应用程序提供迁移指南。

DriverLib 文档：

- [DriverLib 指南](#)：为程序员提供了一个软件层，相比直接寄存器访问，这样可以更方便地进行高级编程。

TI 驱动程序文档：

- [TI 驱动程序概述](#)：TI 驱动程序是 TI MSPM0 产品系列的外设驱动程序集合。这些驱动程序围绕着便携式应用程序编程接口 (API) 来构建，从而可以在 MSPM0-SDK 产品系列之间实现无缝迁移。除非另有特别说明，否则 TI 驱动程序在设计上考虑了线程安全性，可以在实时操作系统 (RTOS) 应用程序内无缝运行。

中间件文档（不同应用程序的库和协议栈）：

- [中间件主文件夹](#)
- [安全引导和更新](#)
- [有刷电机控制库](#)
- [DALI 库](#)
- [诊断库](#)

- [EEPROM 仿真库](#)
- [能量计量库](#)
- [GUI Composer 库](#)
- [有霍尔传感器的梯形电机控制库](#)
- [IQMath 库](#)
- [LIN 库](#)
- [无传感器 FOC 电机控制库](#)
- [SENT 库](#)
- [SMBus 库](#)
- [步进电机控制库](#)
- [PMBus 库](#)

第三方文档：

- [CMSIS DSP](#)：德州仪器 (TI) 支持 Arm® Cortex® 微控制器软件接口标准 (CMSIS)，这是 Cortex-M 处理器系列的标准化硬件抽象层。
- [IO-Link](#)：除了提供无缝通信和改进的互操作性之外，在需要维护和维修时，传感器和执行器级上的数字接口（例如，IO-Link）也具有优势。
- [Zephyr](#)：德州仪器 (TI) 已开始开发工作，以便支持 [Zephyr](#) 作为 MSPM0 器件的实时操作选项。

MSPM0 工具文档：

- IDE 和编译器：MSPM0 支持以下 IDE：Code Compose Studio (CCS)、IAR Embedded Workbench for Arm、Arm Keil MDK。对于工具链，MSPM0 支持 TI Arm Clang 编译器和 Arm GCC 工具链。
- 代码生成：MSPM0 支持 SysConfig。

调试和编程工具：

- XDS-110：德州仪器 (TI) 的 XDS110 是一款适用于 TI 嵌入式处理器的新型调试探针（仿真器）。
- MSP-GANG：MSP Gang 编程器 (MSP-GANG) 是一款支持 MSPM0 以及 MSP430 和 MSP432 所有变体的器件编程器。
- UniFlash：UniFlash 是一个独立工具，用于为 TI MCU 的片上闪存存储器和 Sitara 处理器的板载闪存存储器编程。要访问快速入门指南，请点击[此处](#)。
- BSL 主机：MSPM0 器件随附安装了基于 ROM 且高度可定制的引导加载程序，该引导加载程序默认情况下支持通用异步接收器/发送器 (UART) 和内部集成电路 (I2C) 通信。有关更多信息，请参阅 [MSPM0 引导加载程序 \(BSL\) 实现](#)。
- MSPM0 恢复出厂设置 GUI 工具：调试子系统邮箱 (DSSM) 可用于执行器件批量擦除、执行恢复出厂设置和发送密码来解锁 SWD 接口。
- Elprotronic：除了德州仪器 (TI) 的 MSP430 和 MSP432、SimpleLink™ (CC)、C2000™ 和 TIVA™-C MCU 之外，Elprotronic 还提供多种支持 MSPM0 的硬件和软件编程工具。Elprotronic 支持 MSPM0，包括 MSP-GANG、FlashPro-ARM 和 GangPro-ARM。
- Segger：SEGGER J-Link 调试探针是当今使用非常广泛的调试探针系列。有关更多详细信息，请参阅[将 Segger 编程器与 MSPM0 结合使用](#)。
- PEmicro：PEmicro Multilink 和 Multilink FX 调试探针为 TI MSPM0 开发提供了一种经济实惠的紧凑型方法，可轻松高效地完成调试和编程。
- Lauterbach：所有 Arm 调试工具都支持 MSPM0。一般用于 Cortex-M 控制器，首选工具是 [μTrace for Cortex-M](#)。

3.3 SysConfig 设置

SysConfig 包含了用于配置引脚、外设和其他系统组件的各种图形实用工具。SysConfig 有助于直观地管理、发现和解决冲突，以便用户有更多时间创建差异化应用。该工具的输出包括 C 头文件和代码文件，这些文件可与 MSPM0-SDK 示例配合使用，或用于配置定制软件。

3.3.1 SysConfig 安装

如果用户选择 CCS 作为 IDE 平台，因为已经集成 SysConfig，所以可以忽略本节内容。

如果用户选择 Keil 或 IAR 作为 IDE 平台，请下载独立的 SysConfig 配置工具并按照步骤完成安装，如图 3-7 所示。

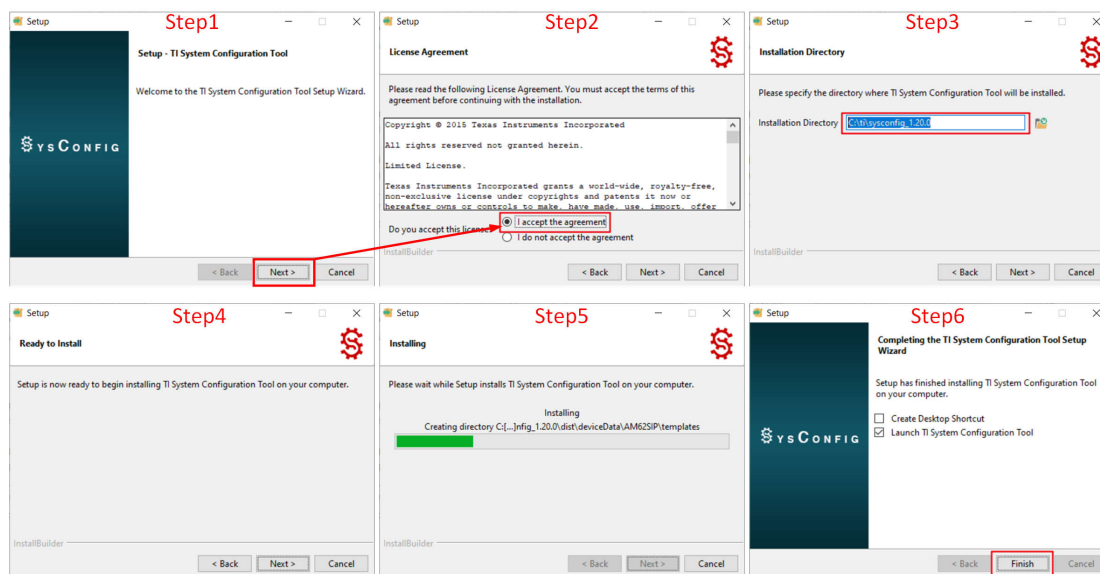


图 3-7. SysConfig 安装

3.3.2 SysConfig 介绍

本节简要介绍了如何使用 SysConfig。节 3.4 中的其他章节进一步介绍了如何将 SysConfig 与 IDE 一起使用。

- 在 *Peripheral Usage* 中添加所需的外设。
- 根据器件特定的技术参考手册，在 *Peripheral setting* 中设置参数。
- 调试后，外设可以直接生成 C 代码。

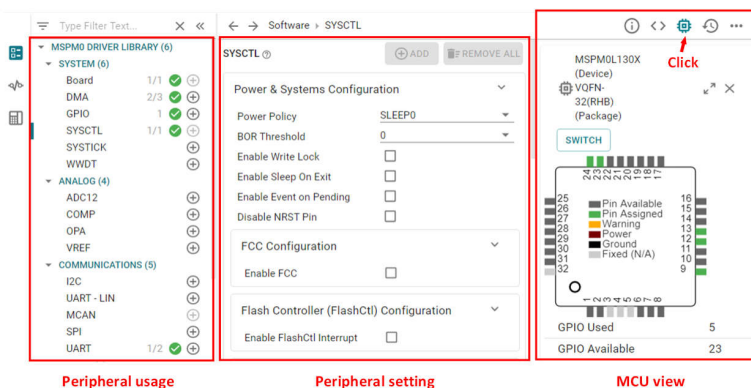


图 3-8. MSPM0 SysConfig

下一节介绍 SysConfig 中的组件，其内容摘自将 SysConfig 与 MSPM0 配合使用。

3.3.2.1 基本概念

本节介绍 SysConfig 功能块和基本操作。

如图 3-9 所示，在打开 SysConfig 后会显示基本视图。SysConfig 有两个功能块：外设使用块，用于显示添加的外设和外设设置菜单入口。第二个功能块是外设设置，用于配置 MCU 外设。

点击屏幕右侧的按钮后，用户可以打开更多窗口。在工程构建后会显示生成的文件。用户可以单独点击文件，以了解在 SysConfig 上执行新设置后所做的更改。MCU 视图用于查看引脚分配和引脚资源，这也是 MSPM0 迁移的入口。

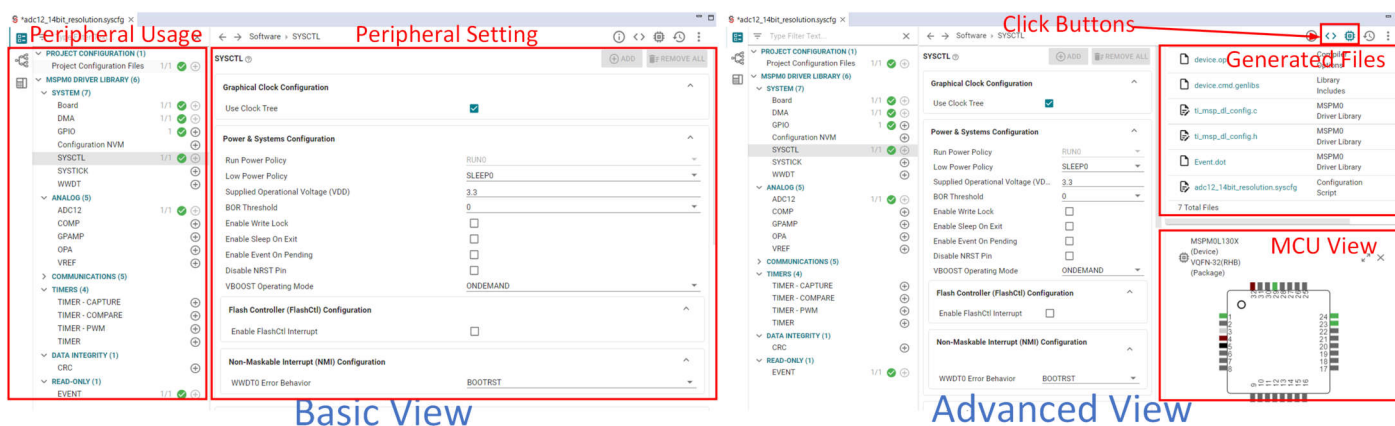


图 3-9. SysConfig 视图

SysConfig 的基本操作包括添加外设、删除外设以及查阅外设或功能描述。由于 SysConfig 是一个低级 MSPM0 外设设置 GUI，因此请参阅技术参考手册或外设示例，以便更好地理解。

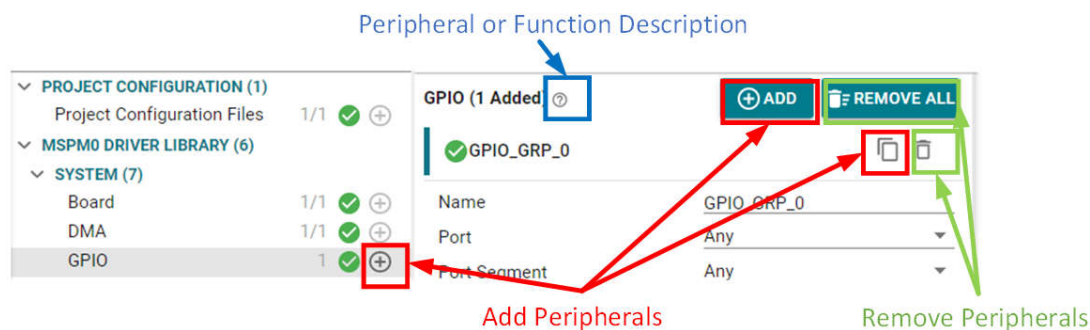


图 3-10. 基本操作

3.3.2.2 工程配置视图

这里是工程配置。该配置会影响总体 MCU 工程设置。本节介绍了一些重要特性。

- **File Generation**：启用所有选择框后，SysConfig 会自动生成工程相关文件。我们建议您选择所有框。
- **Include Libraries**：这里显示 SDK 中包括的所有库。启用选择框后，相关库会自动包括在工程中。
- **Select Device**：由于该 SDK 示例适用于 LP，因此在迁移 MCU 后，可以更改此设置。

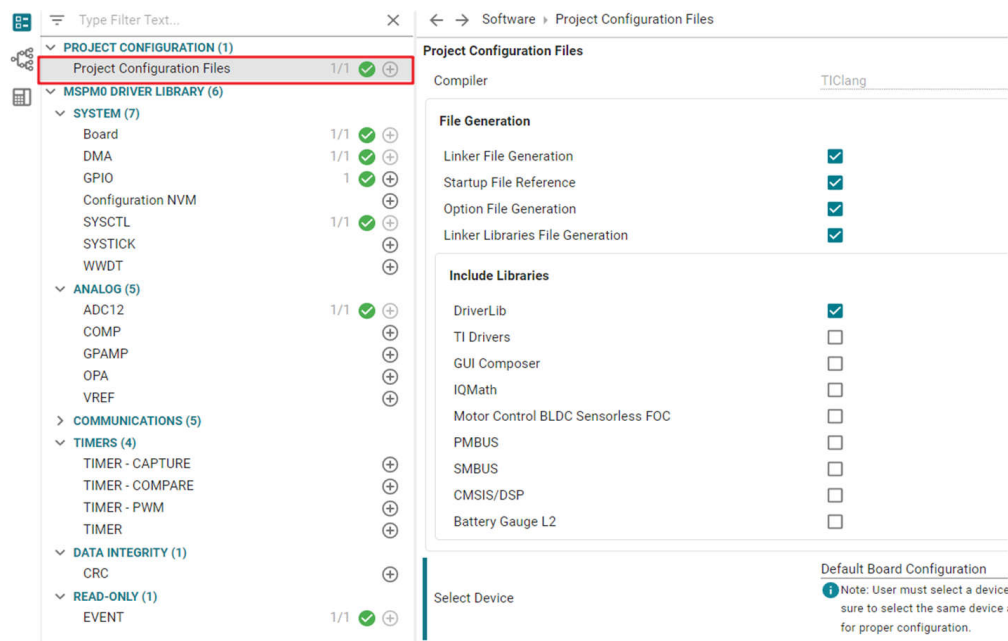


图 3-11. 工程配置

3.3.2.3 电路板视图

电路板视图用于配置总体 MCU 配置。

- **Debug Configuration** : 对于某些 MSPM0，其配置将调试端口重新使用为外设功能。这是 SWD 已禁用的入口。
- **Global Pin Configuration** :
 - **Enable Global Fast-Wake** : 这减少了从任何 GPIO 端口唤醒的时间。
 - **Generate Peripherals and Pin Assignments File** : 如图 3-12 所示，启用后，在 **Debug** 文件夹中生成外设和引脚分配文件。

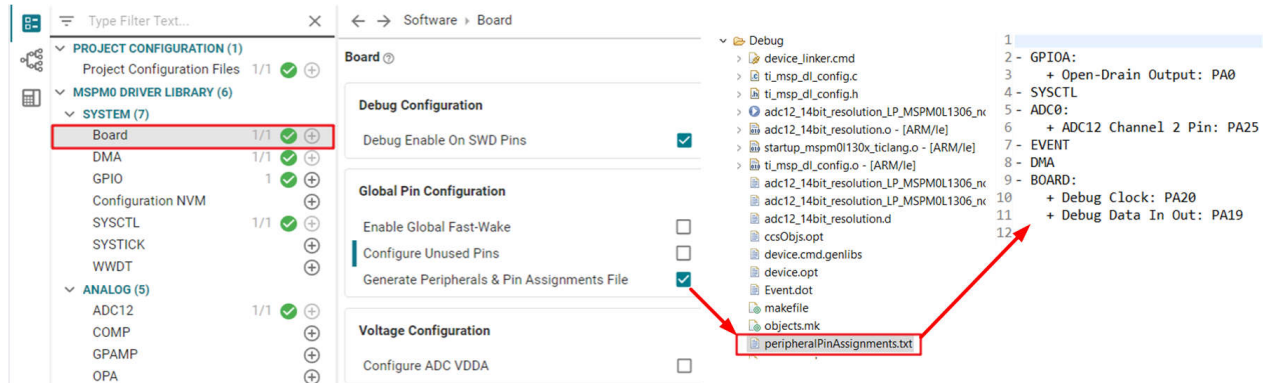


图 3-12. 电路板视图

3.3.2.4 NONMAIN 视图

NVM (NONMAIN) 用于配置与引导配置、安全性和引导加载程序相关的 MSPM0 保护区域。在 NONMAIN 中错误编程时，MSPM0 会中断。所以在进行配置之前，必须接受配置风险。由于此功能适用于高级用户，有关详细信息，请参阅 [MSPM0 NONMAIN 闪存操作指南](#)。

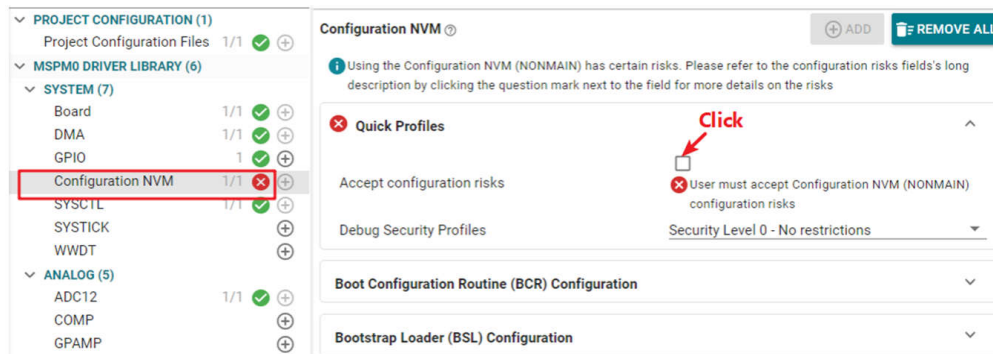


图 3-13. NONMAIN 视图

3.3.2.5 SYSCTL 视图

SYSCTL 用于配置 MCU 电源、时钟和复位模块。基本视图为菜单视图。本节介绍主要配置。

- Power and Systems Configuration :
 - Low Power Policy : 设置 MSPM0 的低功耗级别。
 - Disable NRST Pin : 对于某些 MSPM0 器件，NRST 引脚可重新用于外设功能。这是 NRST 引脚禁用的入口。

第二个视图是时钟树视图。用户可以使用时钟树功能，以图形方式配置器件的时钟，而不是使用 SYSCTL 菜单来配置，通过点击 SysConfig 左上角附近的信号图标可以找到这些菜单。在时钟树视图的左下方，用户可找到所有使用的时钟。有关每个时钟源的详细配置，请点击如图 3-14 所示的图标。

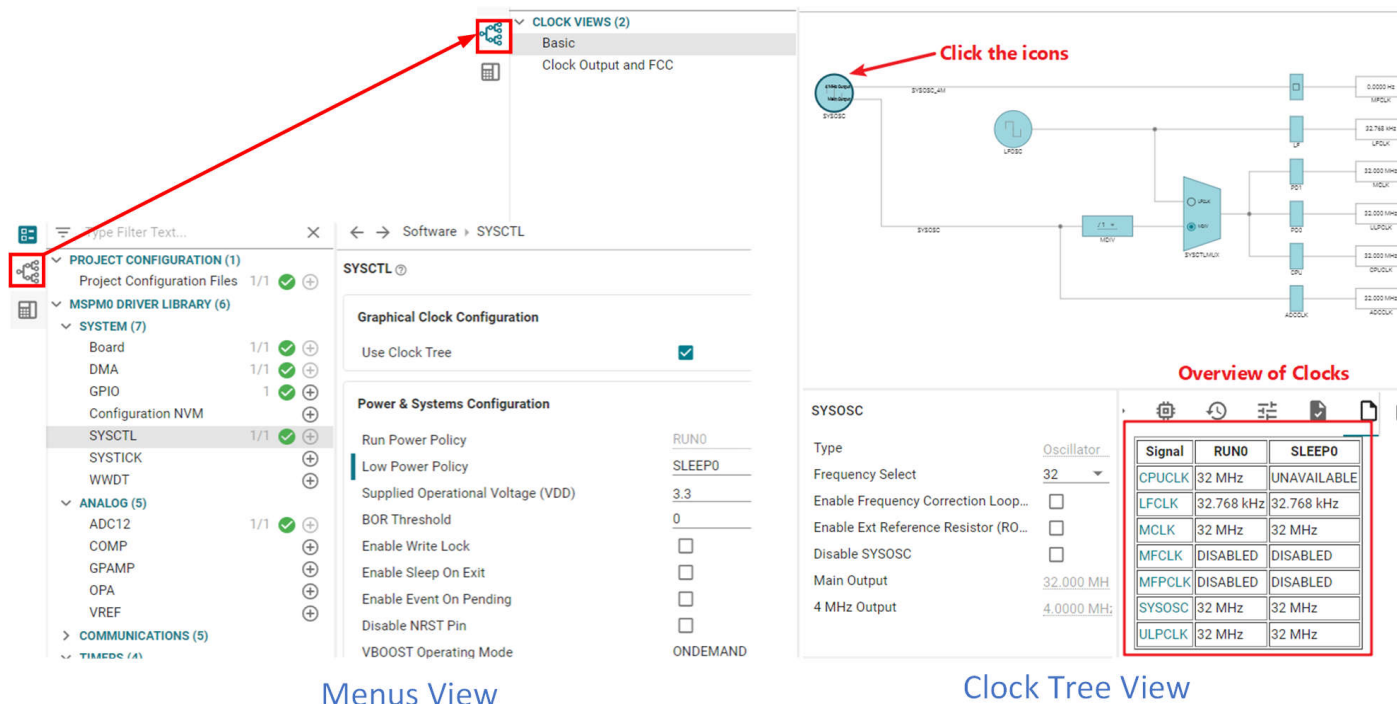


图 3-14. SYSCTL 视图

3.3.2.6 外设设置

本节介绍了外设设置，如图 3-15 所示。在添加说明之前先选择模块，即可打开软件模块说明。此说明包括模块功能的概述。如需更多信息，请参阅器件数据表或技术参考手册。

外设配置是以下配置的组合：

- Basic Configuration：基本外设配置
- Advanced Configuration：高级外设配置
- Interrupts Configuration：启用或禁用 MCU 中断
- Event Configuration：外设到外设触发配置
- Pin Configuration：启用上拉或下拉电阻器
- PinMux：为所选功能选择引脚输入或输出

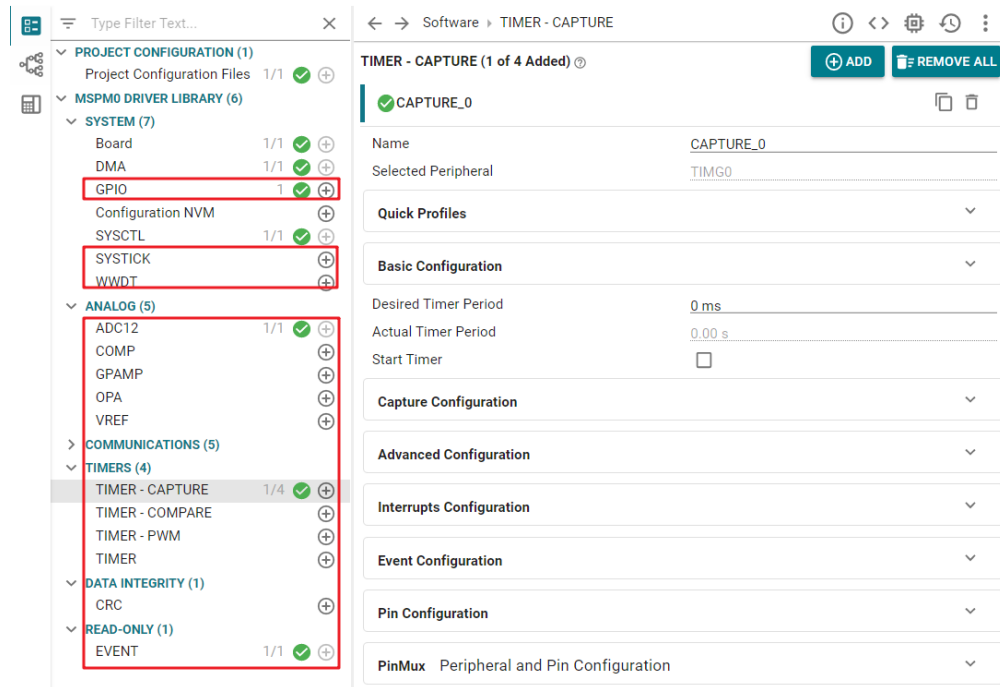


图 3-15. 外设视图

3.4 IDE 快速入门

MSPM0 系列支持使用三个 IDE 进行开发。建议将 CCS 作为首选选项，因为这是 TI 的 IDE，可与 MSPM0 兼容。表 3-4 列出并比较了三种不同类型的 IDE。

表 3-4. MSPM0 支持的 IDE 概览

IDE	CCS	IAR	Keil
许可	免费	付费	付费
编译器	TI Arm Clang GCC	IAR C/C++ Compiler™ for Arm	Arm 编译器版本 6
磁盘大小	4.60G(ccs2001)	6.33G (Arm 8.50.4)	2.5G (µVision V5.37.0)
XDS110	支持	支持	支持
J-Link	支持	支持	支持
EnergyTrace	支持	否	否
MISRA-C	否	支持	否
安全性	否	支持	否
ULINKplus	否	否	支持
功能安全	否	支持	支持

以下链接提供了不同 IDE 的相关指南。本节中的所有内容均摘自这些指南，尤其适合新手。

- [适用于 CCS 的 MSPM0 SDK 快速入门指南](#)
- [适用于 IAR 的 MSPM0 SDK 快速入门指南](#)
- [适用于 Keil 的 MSPM0 SDK 快速入门指南](#)
- [适用于 MSPM0 的 CCS IDE 指南](#)
- [适用于 MSPM0 的 IAR IDE 指南](#)
- [适用于 MSPM0 的 Keil IDE 指南](#)

3.4.1 CCS 快速入门

请注意，在 2024 年，CCS 平台从 CCS 12.x 更改为 CCS 20.x。CCS 20.x 基于 Theia IDE 框架构建，这款新产品采用现代界面，功能优于 CCS 12.x (基于 Eclipse)。下面是选择建议：

- 何时选择 CCS 20.x：如果用户使用最新的 TI 器件启动新项目并且希望获得最新的功能，或者优先选择更加现代化和更友好的 IDE 体验。
- 何时选择 CCS 12.x：如果用户在 CCS 12.x 中开发了现有项目并且希望在迁移过程中避免重大代码更改。

本节详细介绍了基于 CCS 20.x 的内容。如果用户要使用 CCS 12.x，下面提供了最新版本入口：[CCS12.8.1](#)。有关文档，请参阅[适用于 CCS v12 \(Eclipse\) 的 MSPM0 SDK 快速入门指南](#)和[适用于 MSPM0 的 CCS V12 Eclipse IDE](#)。

3.4.1.1 CCS 安装

本节详细说明 CCS 安装的步骤和提示。务必将 CCS 保存在建议的地址和默认安装位置。

1. 下载 [CCS](#) (20.0 版本或更高版本)，开始安装，然后一直按 Next。
2. 选择 *I accept the agreement*。
3. 建议将安装地址保留为默认地址。
4. 选择 MSPM0 支持元件。

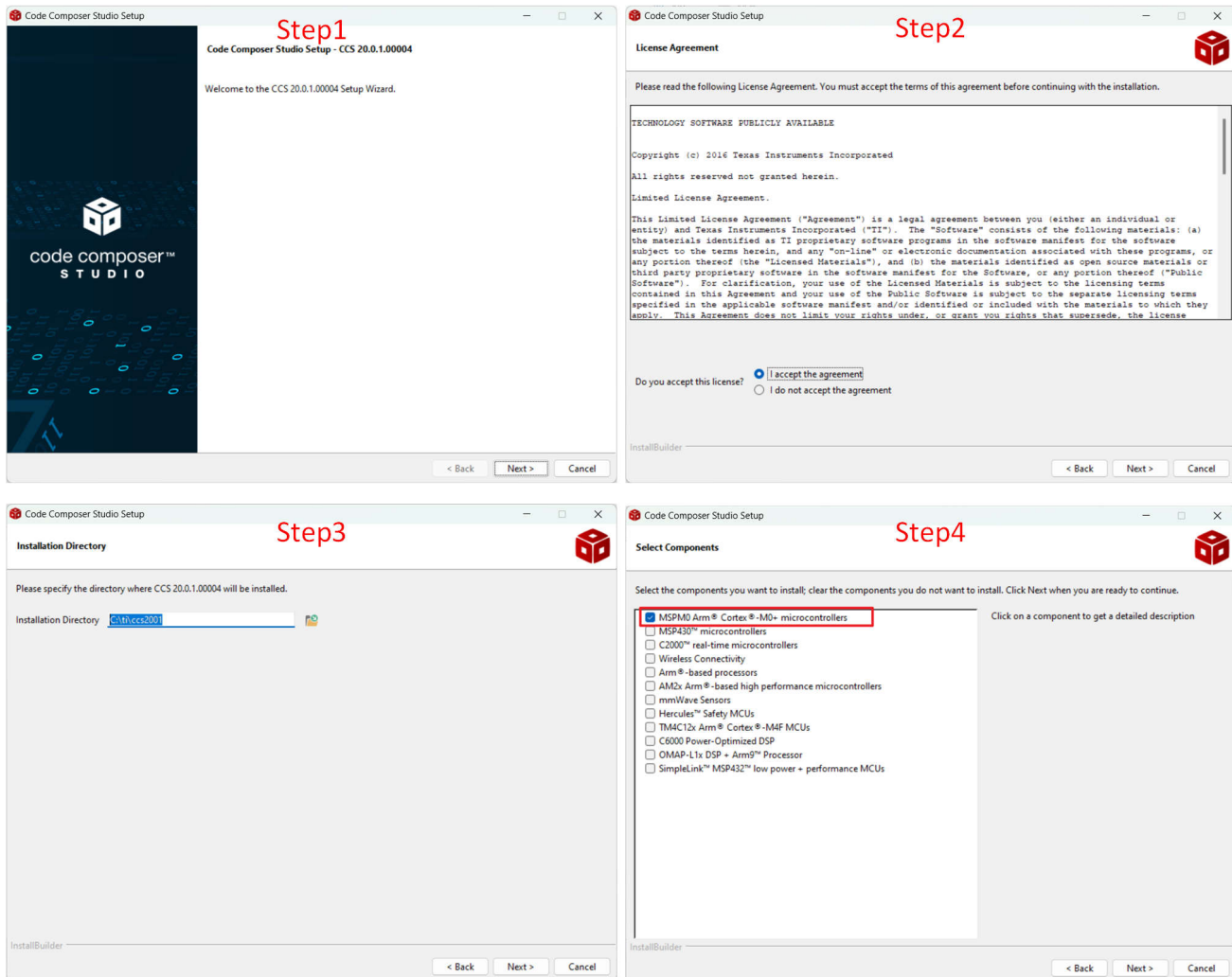


图 3-16. CCS 密钥安装步骤

3.4.1.2 导入 SDK 示例

从已安装的 SDK 导入使用 TI-Clang 编译器的示例。下面是操作步骤：

1. 选择 File → Import Projects。
2. 浏览到 SDK 安装地址。
3. 选择代码示例文件夹。
4. 选择包含所需编译器的代码示例。建议使用 ticlang 编译器。

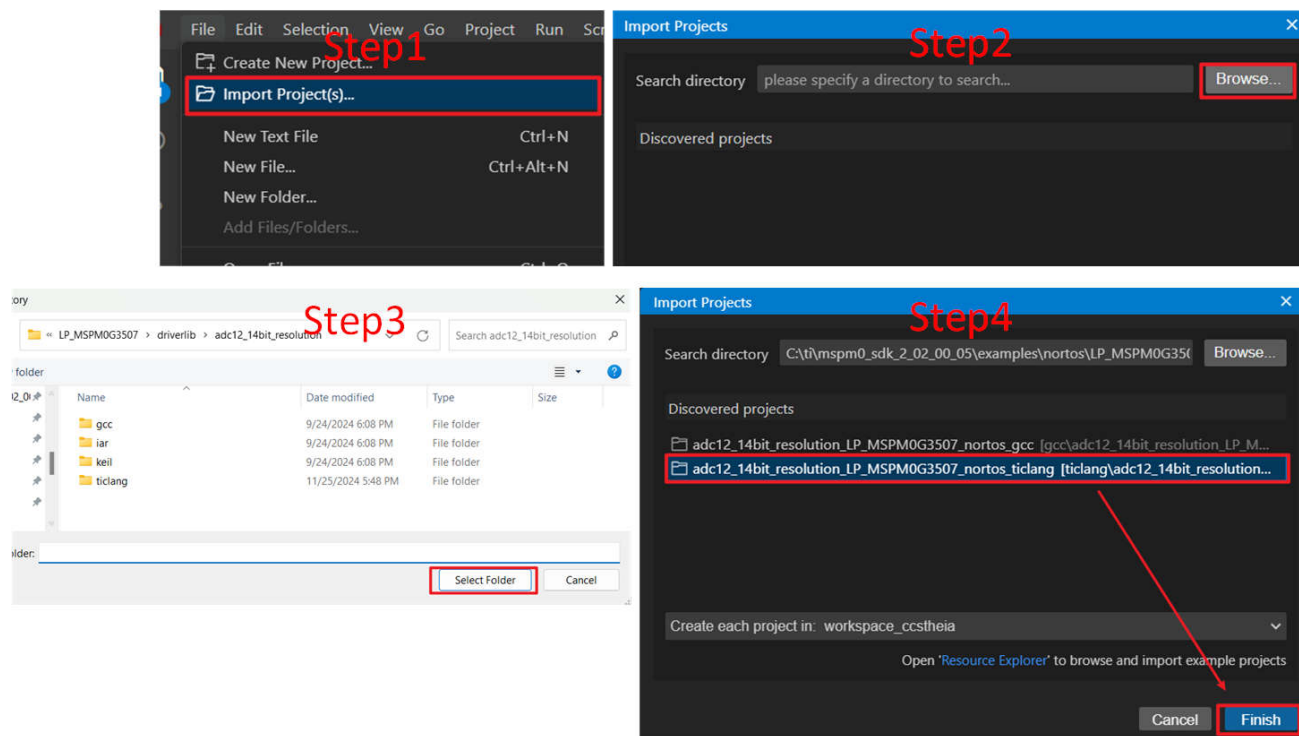


图 3-17. 导入 CCS 工程

这是导入工程的视图。最重要的文件以红色标记。本节进行了简短的介绍。

- SysConfig 生成的代码：点击 **Build** 按钮，SysConfig 会在 *Debug\syscfg* 文件夹下或直接在 *Debug* 文件夹下生成代码。
- .map 文件：在 *Debug* 文件夹中，请参阅 .map 文件以了解有关存储器使用情况的更多信息。
- Main 函数 .c 文件：在文件中包括 main 函数。
- .cmd 文件：定义 MCU 存储器分配。在最新的 CCS 中，SysConfig 使用工程配置文件中的设置自动生成分配文件。
- SysConfig：用于生成外设设置代码的 GUI 工具。

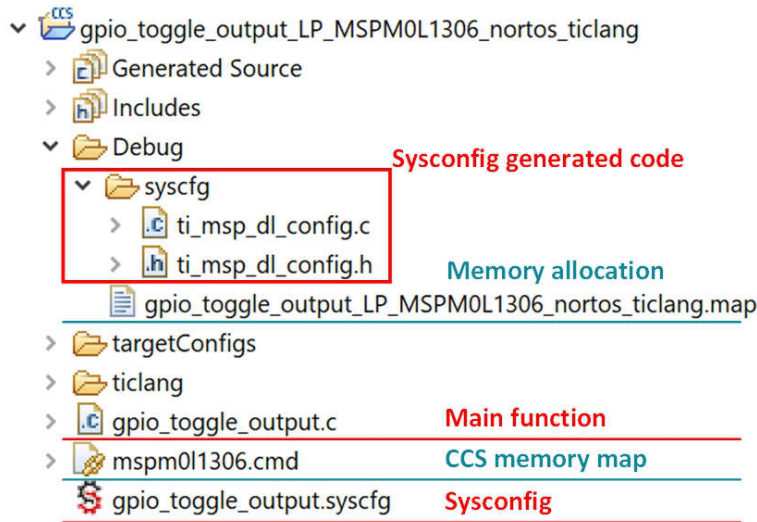


图 3-18. CCS 工程概述

3.4.1.3 示例下载和调试

默认调试器选择为 XDS110。如果用户使用的是 Launchpad，则保留默认值。要选择 J-Link，请使用右键单击工程名称，依次选择 **Project -> Properties -> General**，然后按照下面的说明选择 J-Link。

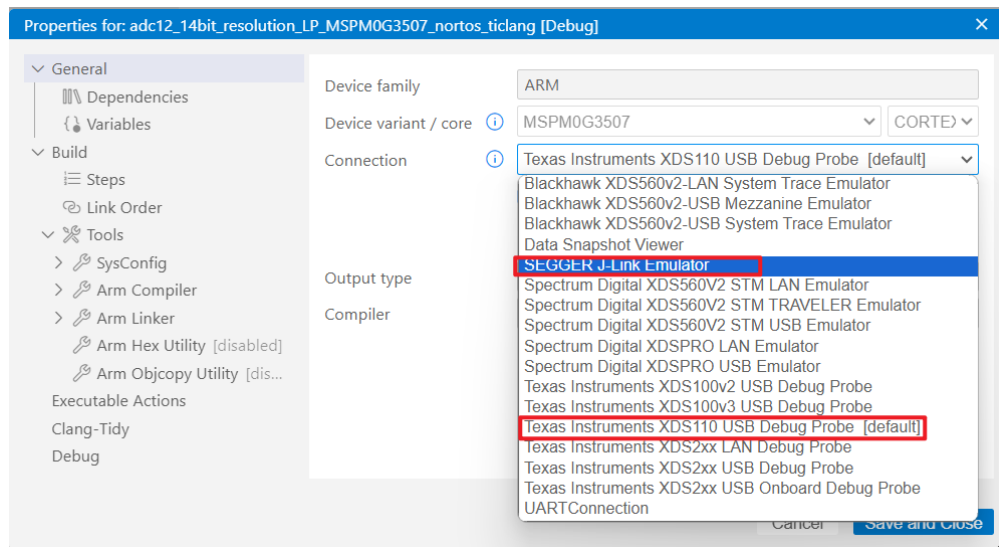


图 3-19. 更改调试器选择

导入工程并设置硬件后，用户可以按照设置在 MCU 上运行代码。

1. 右键单击工程名称开始调试。首先点击 **Build Projects**，然后点击 **Debug Project**。用户也可以使用 **Ctrl+B** 和 **F5**。
2. 之后，窗口会自动从 CCS 编辑视图切换至 CCS 调试视图。MCU 进入调试模式后，点击 **Run** 按钮以启用代码运行。

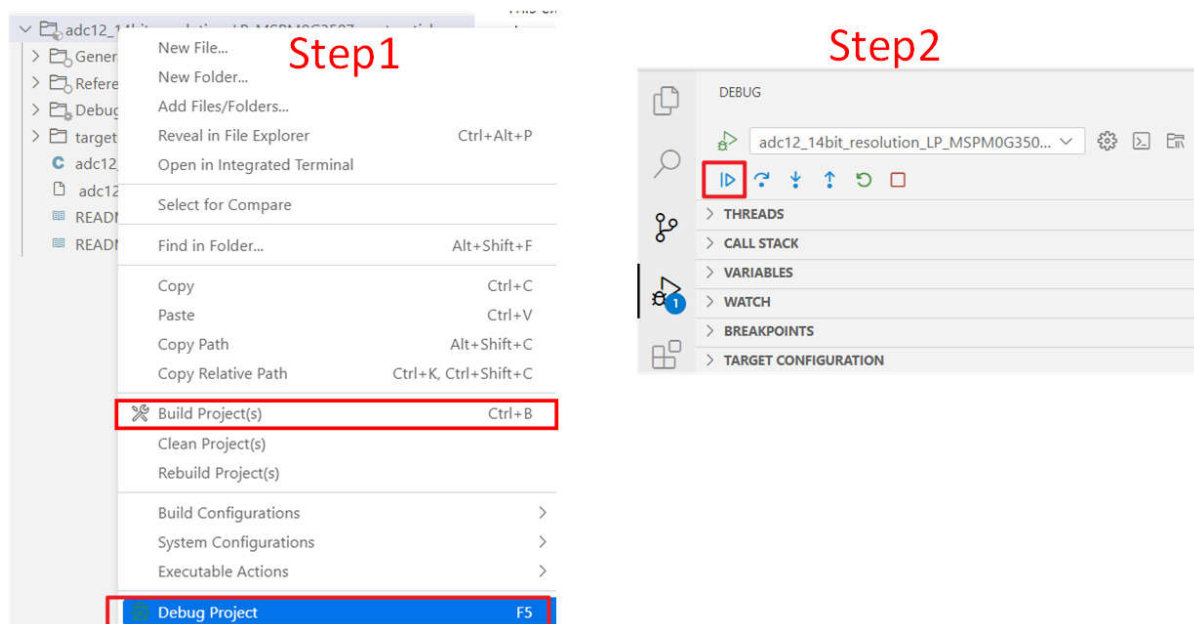


图 3-20. 编译、调试和运行代码

本节简要介绍了 CCS 功能。常用功能和含义如图 3-21 所示。要查看寄存器，用户需要点击 *View -> Registers*，并打开寄存器视图窗口。

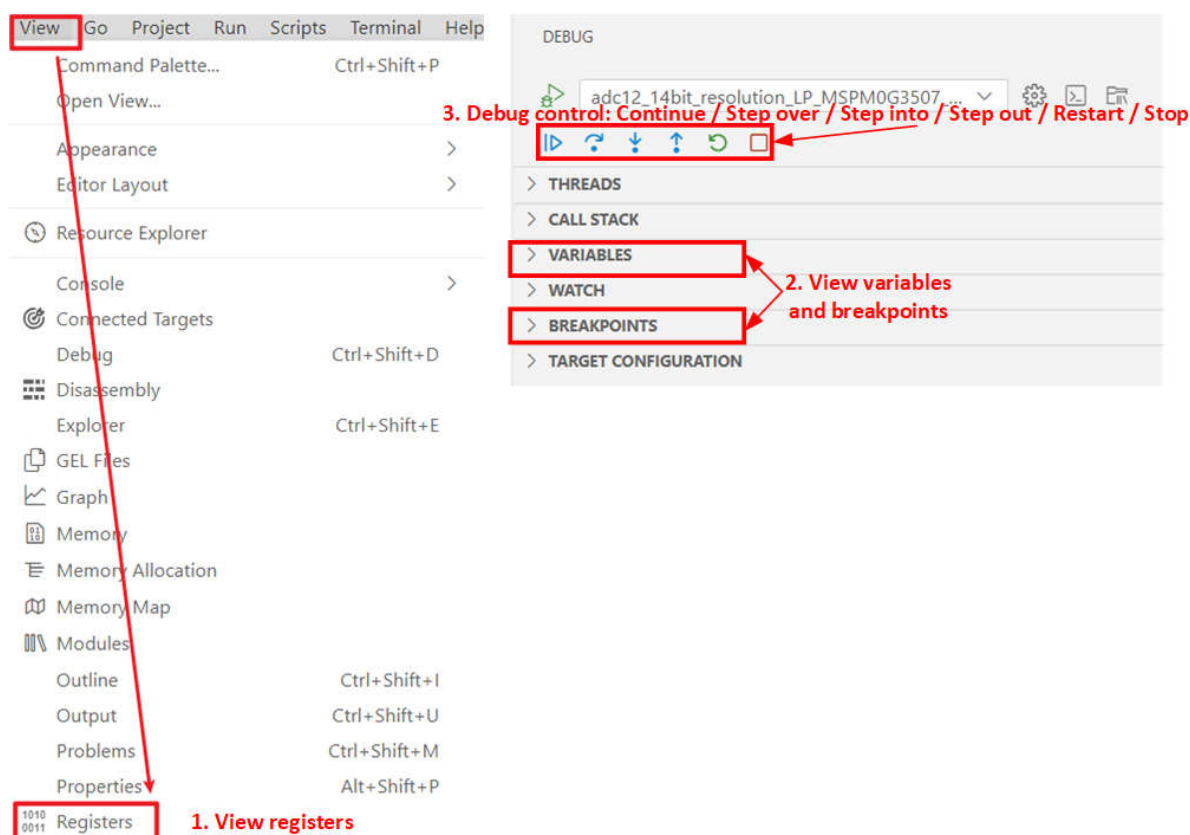


图 3-21. 常用调试功能

3.4.1.4 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

此范围内的工程迁移需要更新特定于衍生产品的相关工程配置文件和设置，包括链接器文件、启动文件和包含的库。为了方便工程迁移，SysConfig 默认会生成工程配置文件，可通过工程配置模块来控制这些文件。

以下是基于 CCS 的迁移步骤：

1. 在 SysConfig 中，启用器件视图并点击 **SWITCH**。
2. 为 **Device**、**Package** 和 **CCS Launch Device** 选择 **New Values**，以便将工程配置迁移到新器件，然后点击 **CONFIRM**。
3. 确认新器件值后，SysConfig 会在工程配置模块中突出显示一个错误。用户必须在 **Select Device** 选项中选择新器件。确保器件选择与上一步中为 **CCS Launch Device** 选择的器件匹配。
4. 请注意，SysConfig 会突出显示迁移的任何冲突，例如不可用的引脚和外设。根据需要修复任何冲突，并将所有更改保存到 SysConfig 配置脚本。迁移现已完成，用户可以为新目标器件构建工程。

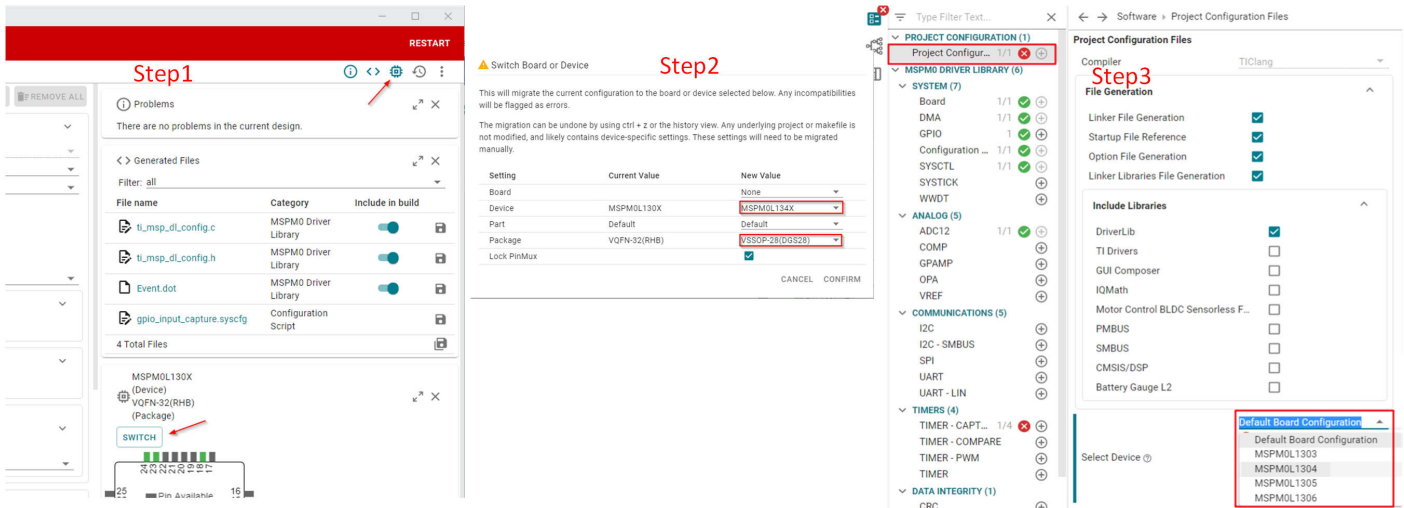


图 3-22. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

3.4.1.5 生成十六进制文件

CCS 包括的实用程序可用于生成多种格式的输出对象，以便与编程工具配合使用。以下步骤说明了如何使用集成到 CCS 中的十六进制实用程序来支持十六进制文件。

1. 右键点击工程并选择 **Properties**。选择 **Build** → **Tools** → **Arm Hex Utility**，然后选择 **Enable Arm Hex Utility**。
2. 选择 **Output Format Options**。常用选项为 **Bin**、**Hex** 和 **TI_TXT** 格式。选择所需的输出格式选项。
3. 如果选择了 **Intel HEX** 格式，则需要执行一个额外步骤来将存储器和 ROM 宽度指定为参数。在 **Properties** → **Arm Hex Utility** → **General Options** 中为存储器和 ROM 宽度选择 **8**。
4. 右键点击工程名称，然后选择 **Build Projects**。这样会在调试文件夹中生成十六进制文件。

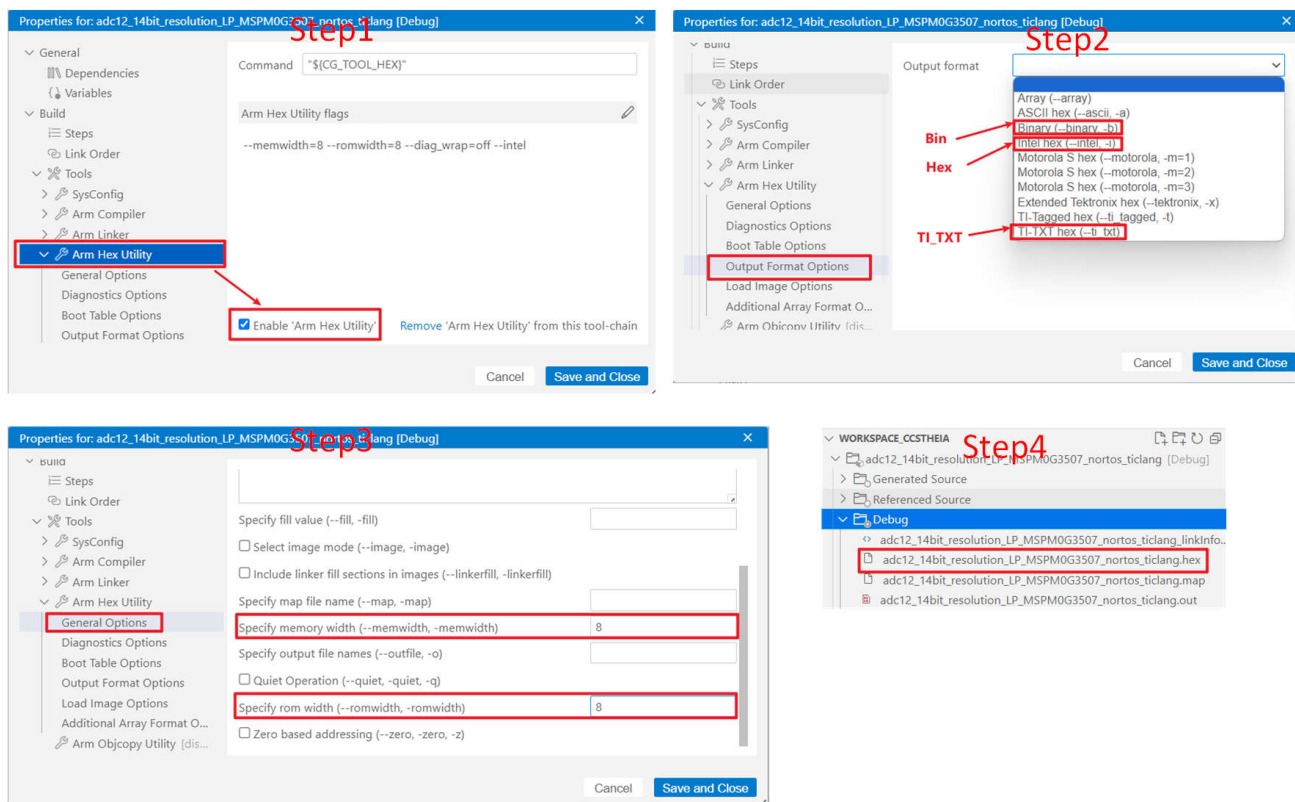


图 3-23. 生成十六进制文件

3.4.1.6 对 NONMAIN 编程

如果通过配置 NONMAIN 来更改引导加载程序或 MCU 安全设置，如节 3.3.2.4 所示，也要在 CCS 设置中启用 NONMAIN 擦除，如图 3-24 所示。否则，请保留默认设置。

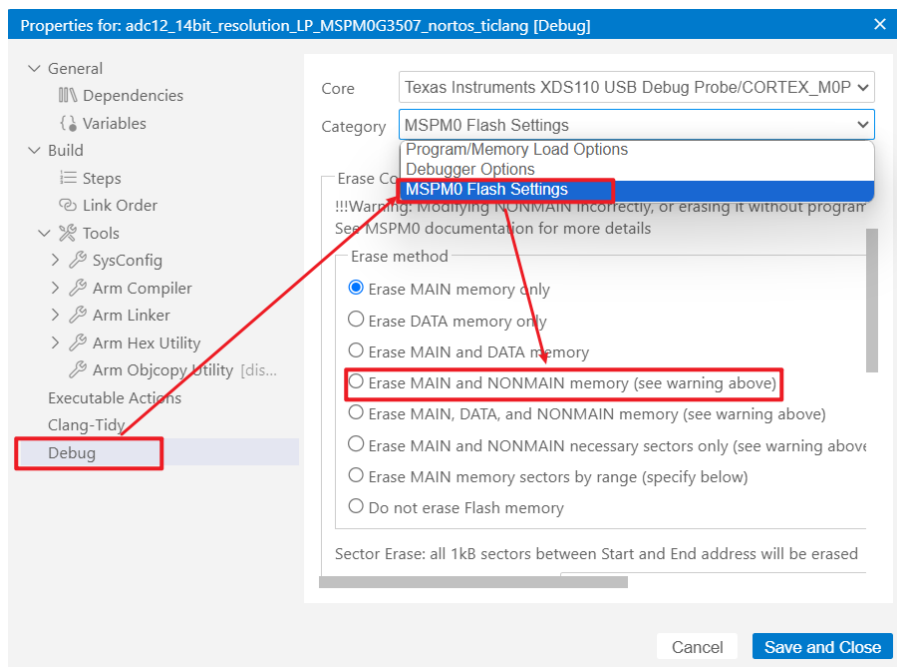


图 3-24. 对 NONMAIN 编程

备注

在擦除和对 NONMAIN 编程时必须特别小心。如果操作不正确，例如在 NONMAIN 编程时断开连接，器件会锁定在永久不可恢复状态。

3.4.2 IAR 快速入门

TI 建议使用比 Arm 9.32.x 更高的 IAR Embedded Workbench 版本。较旧的版本不支持 MSPM0。

3.4.2.1 环境设置

3.4.2.1.1 SDK 支持设置

在 IAR 中，用户必须添加最新 MSPM0 SDK 版本。此步骤只需执行一次，或在更新 SDK 时执行。此步骤只需执行一次，或在更新 SDK 时执行。

- 第 1 步：在 IAR 中，依次点击 **Tools** → **Configure Custom Argument Variables**。
- 第 2 步：点击 **Global** 选项卡，然后点击 **Import**。
- 第 3 步：导航至 SDK 文件夹中的 **<MSPM0_SDK_INSTALL_DIR>/tools/iar/**，然后打开 **MSPM0_SDK.custom_args**。
- 第 4 步：SDK 变量现在已安装在 IAR 中。点击 **OK** 关闭该窗口。

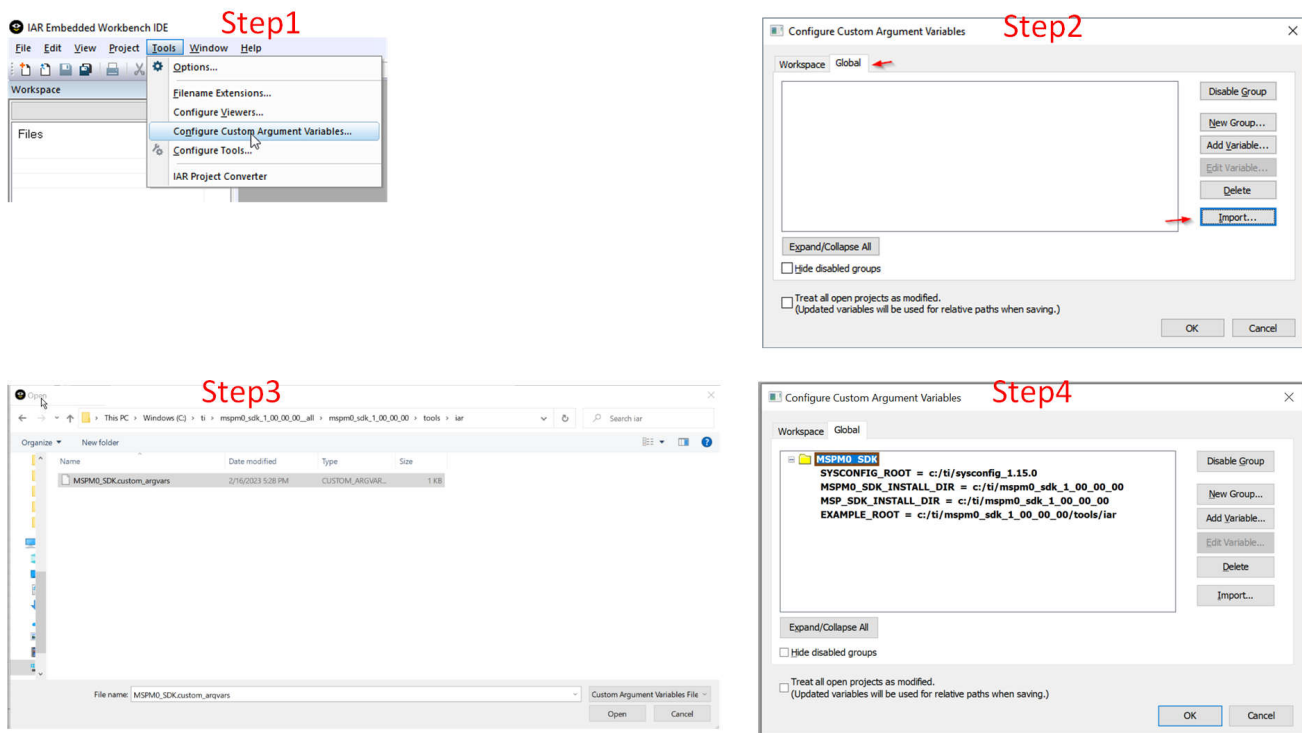


图 3-25. 将 MSPM0 SDK 添加到 IAR

备注

请确保 MSPM0 SDK 路径和 SysConfig 路径与此 SDK 版本所需的位置和版本相匹配。如果安装了较早版本的 SDK，则确保将路径更新为当前版本。如果安装的 SysConfig 路径不正确或指向早期版本，请修改版本。

3.4.2.1.2 SysConfig 支持设置

此 SDK 包括 SysConfig 元数据的初始版本，可用于评估 MSPM0 SDK 的用户体验。

1. 在 IAR 中，从菜单中依次选择 *Tools* → *Configure Viewers*。
2. 点击 *Import*。
3. 导航至 SDK 文件夹中的 *<MSPM0_SDK_INSTALL_DIR>/tools/iar/*，然后打开 *sysconfig_iar_setup.xml*。
4. 独立版 SysConfig 与 *.syscfg* 文件关联。点击 *OK* 关闭窗口。
5. 仔细检查 *SYSCONFIG_ROOT* 自定义参数变量，确认是否正确指向 SysConfig 文件夹。

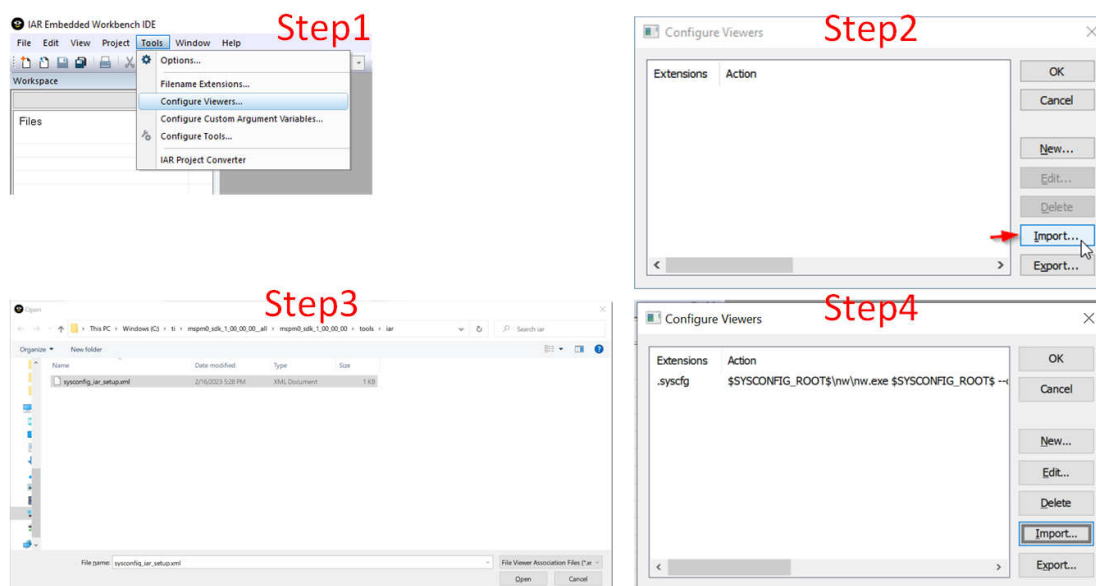


图 3-26. 为 MSPM0 安装 SysConfig

3.4.2.2 导入 SDK 示例

以下是从 SDK 导入 IAR 代码示例的步骤：

1. 在 IAR 中，从菜单中依次选择 *File* → *Open Workspace*。
2. 在位于 *<MSPM0_SDK_INSTALL_DIR>/examples/* 的 SDK 示例中导航至 IAR 文件夹，并打开 *.eww* 工作区文件。
3. 点击消息上的 *OK*。
4. 选择一个文件夹以安装示例。

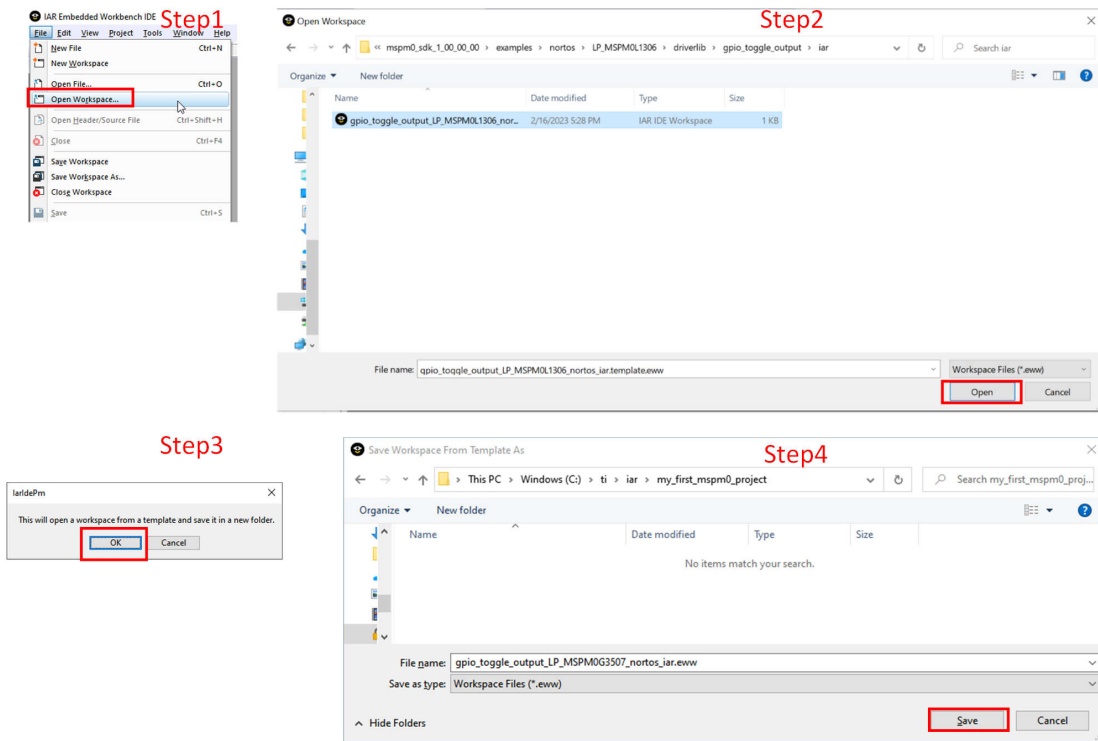


图 3-27. 导入 SDK 示例

以下是将 SysConfig 与 IAR 结合使用的简单说明。

1. 双击工程中的 .syscfg 文件。
2. 随即打开 SysConfig，用户可以在这里配置外设、IO 引脚和其他设置。
3. 保存更改，并切换回 IAR EWARM。编译代码示例。此时会更新 SysConfig Generate Files 文件夹中的文件。

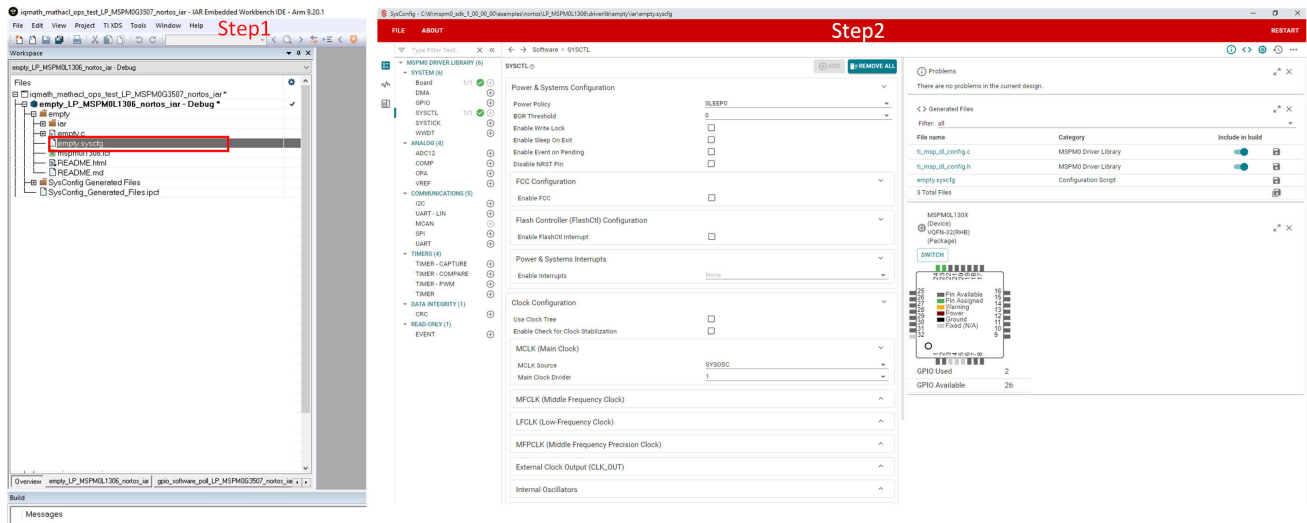


图 3-28. 将 SysConfig 与 IAR 配合使用

3.4.2.3 示例下载和调试

按照以下步骤在 IAR 下编译示例：

1. 要编译示例，在工程中右键点击并选择 **Make**。请注意，SysConfig 工程会在 **SysConfig Generated Files** 文件夹中自动生成文件。
2. 点击 **Download and Debug** 按钮下载代码。
3. 现在，开始调试代码。

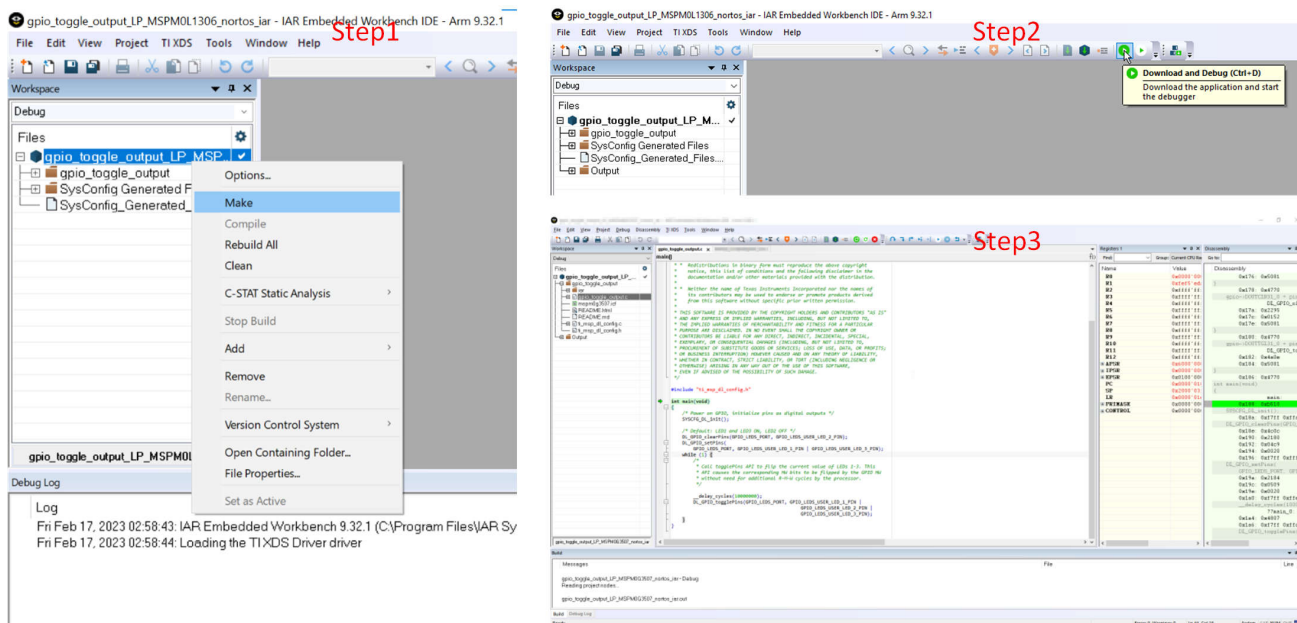
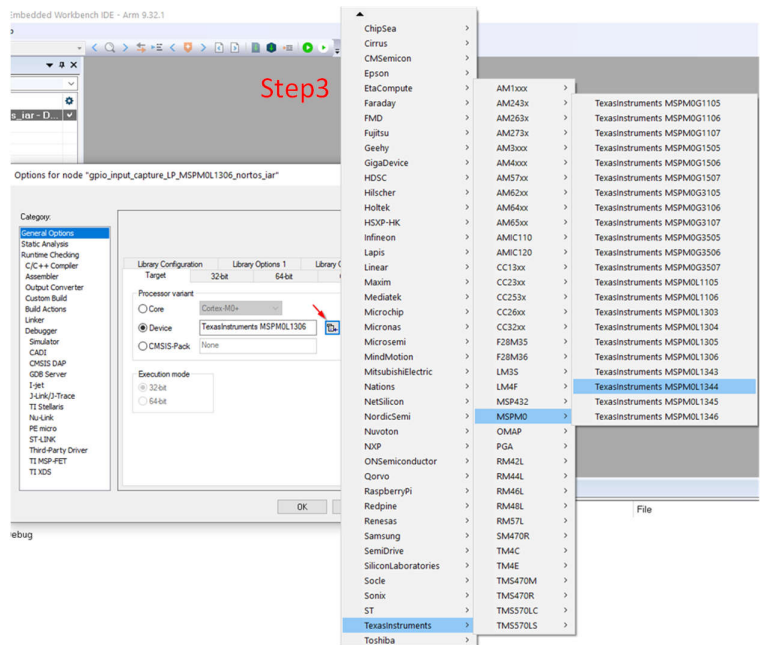
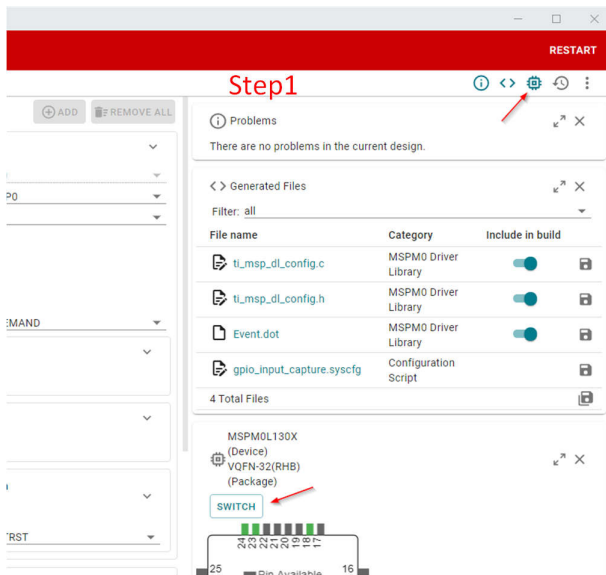


图 3-29. 下载和调试

3.4.2.4 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

SysConfig 支持在 MSPM0 衍生产品之间更轻松地进行迁移。但在 IAR 上需要进行一些手动修改。以下是相关说明：

1. 在 SysConfig 中，启用器件视图并点击 **SWITCH**。
2. 选择新 MSPM0 器件的相应选项，然后点击 **CONFIRM**。请注意，SysConfig 会突出显示迁移的任何冲突，例如不可用的引脚和外设。根据需要修复任何冲突。
3. 在工程选项中，依次选择 **General Options** → **Target** → **Device**。选择 MSPM0 器件。
4. 在工程选项中，依次选择 **C/C++ Compiler** → **Preprocessor** → **Defined symbols**。根据所选器件添加器件定义。



Switch Board or Device

Step 2

This will migrate the current configuration to the board or device selected below. Any incompatibilities will be flagged as errors.

The migration can be undone by using ctrl + z or the history view. Any underlying project or makefile is not modified, and likely contains device-specific settings. These settings will need to be migrated manually.

Setting	Current Value	New Value
Board	None	None
Device	MSPM0L130X	MSPM0L134X
Part	Default	Default
Package	VQFN-32(RHB)	VSSOP-28(DGS28)
Lock PinMux		☒

CANCEL CONFIRM

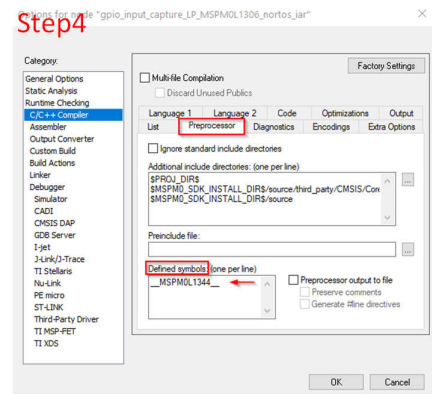


图 3-30. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

3.4.2.5 生成十六进制文件

以下是在 IAR 中生成十六进制文件的说明。依次点击 **Project** → **Options** → **Output Converter** → **Generate additional output** → **Output format** → **Texas Instruments TI-TXT**。也可以选择 Intel Hex 或其他格式。

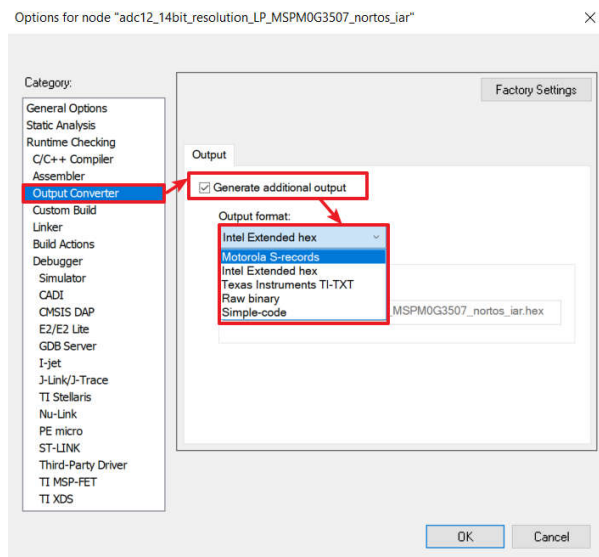


图 3-31. 生成十六进制文件

3.4.2.6 对 NONMAIN 编程

如果用户通过配置 NONMAIN 来更改引导加载程序或 MCU 安全设置，则用户还需要在 IAR 设置中启用 NONMAIN 擦除，如节 3.3.2.4 所示。请按照以下步骤操作，否则请保留默认值：

- 依次点击 **Options** → **Debugger** → **Download** → **Override default .board file** → **Edit**。选择第二个元素，然后点击 **Okay**：
- 添加 **--non_main_erase** 作为额外参数。

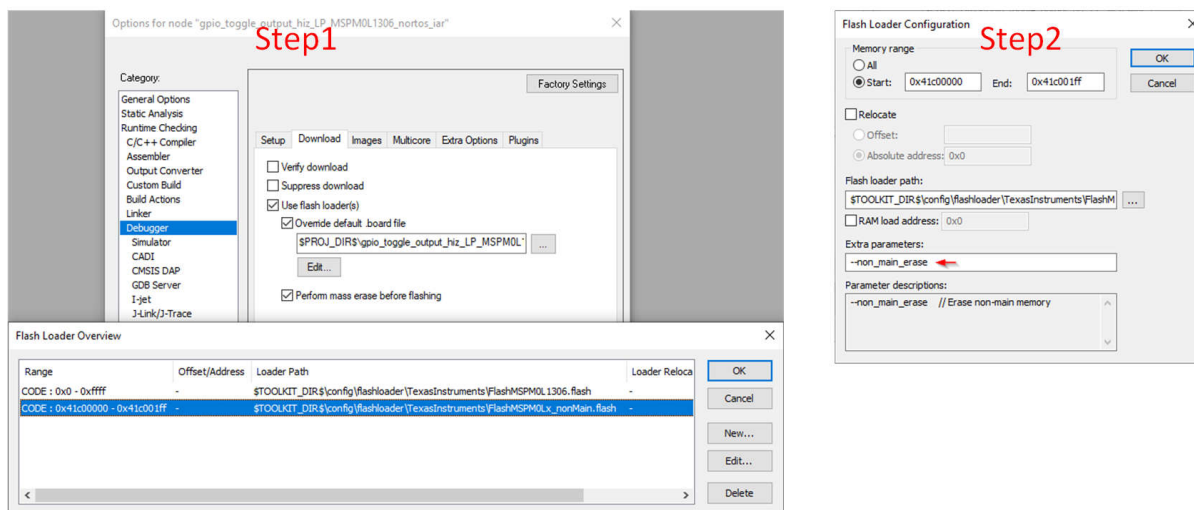


图 3-32. 对 NONMAIN 编程

备注

在擦除和对 NONMAIN 编程时应特别小心。如果操作不正确，例如在 NONMAIN 编程时断开连接，则器件会锁定在永久不可恢复状态。

3.4.3 Keil 快速入门

3.4.3.1 环境设置

与 IAR 不同，可以使用旧版本的 Keil，但要记得更新 MSPM0 CMSIS-Pack。

3.4.3.1.1 MSPM0 CMSIS-Pack 设置

在开发 MSPM0 之前，需要先安装 Pack Installer。以下是更新 MSPM0 CMSIS-Pack 的步骤：

1. 在 μ Vision 中，通过快速指南打开 *Pack Installer*，或者选择 *Project* $\rightarrow$ *Manage* $\rightarrow$ *Pack Installer*。

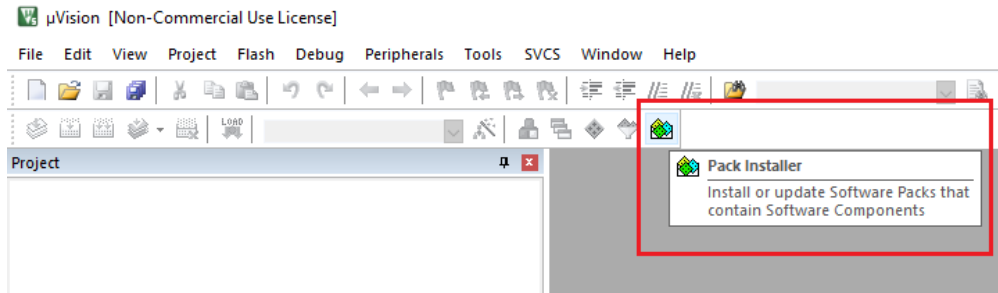


图 3-33. 打开 Pack Installer

2. 在 Pack Installer 中，在搜索文本框的左侧搜索 MSPM0。然后，屏幕上会显示相应的 MSPM0 系列。

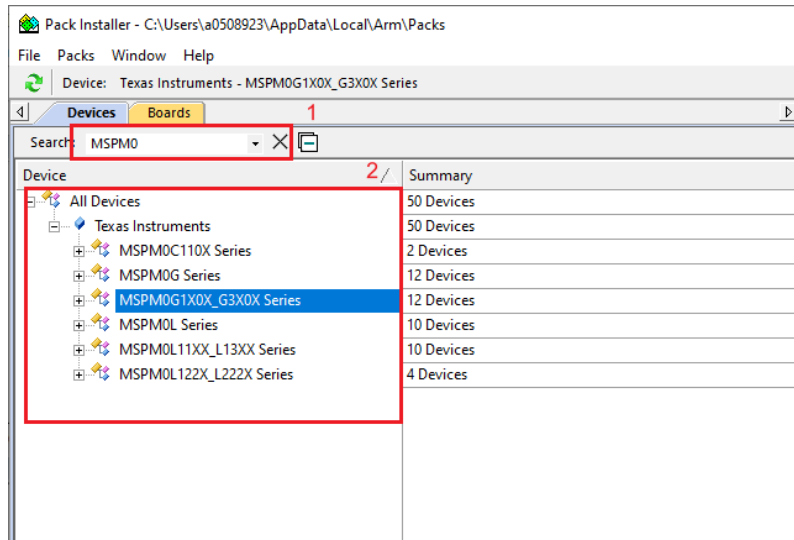


图 3-34. 搜索器件

3. 选择要安装包的器件。然后在右侧，安装特定于器件的包。

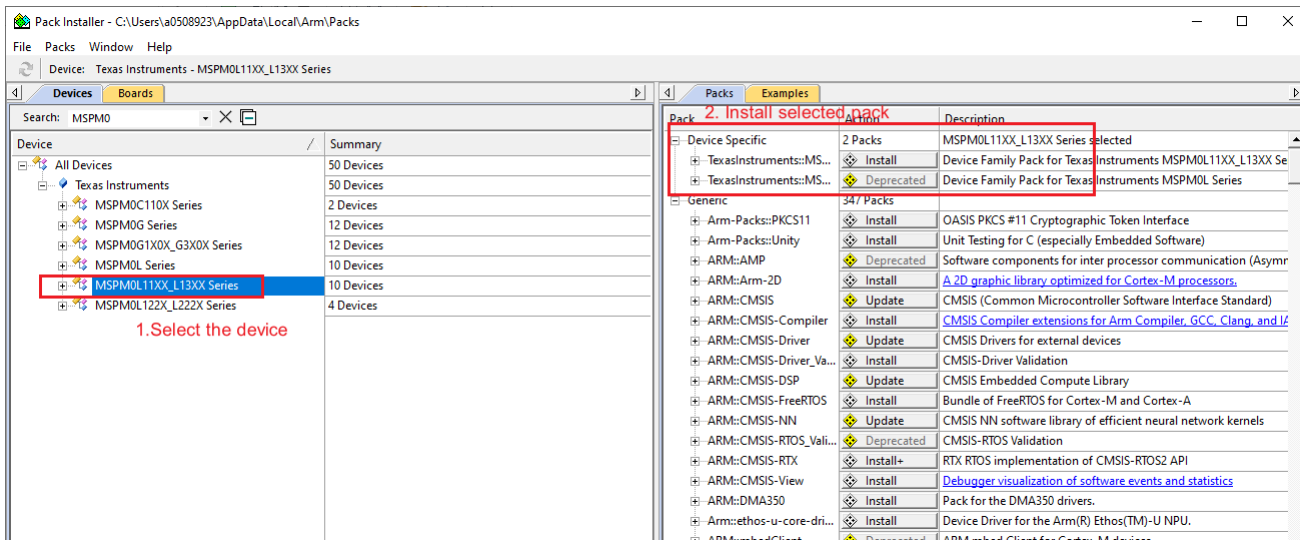


图 3-35. 安装器件包

4. 批准许可条款后，包即成功安装。

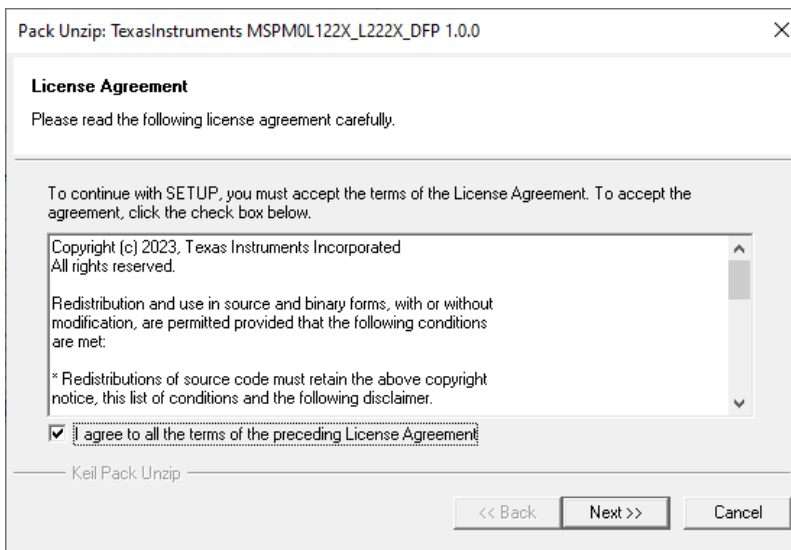


图 3-36. 批准许可证

3.4.3.1.2 Sysconfig 支持设置

如果需要 SysConfig，请按照以下步骤来启用。确保已提前安装 SysConfig 和 SDK。在这里，我们以 SDK v1.30 和 SysConfig v1.19 为例。

1. 导航到 SDK 文件夹 (...\\ti\\mspm0_sdk_x_xx_xx_xl\\tools\\keil)。编辑 `syscfg.bat` 中的 SysConfig 路径，以使其匹配下载的独立版 SysConfig 地址。

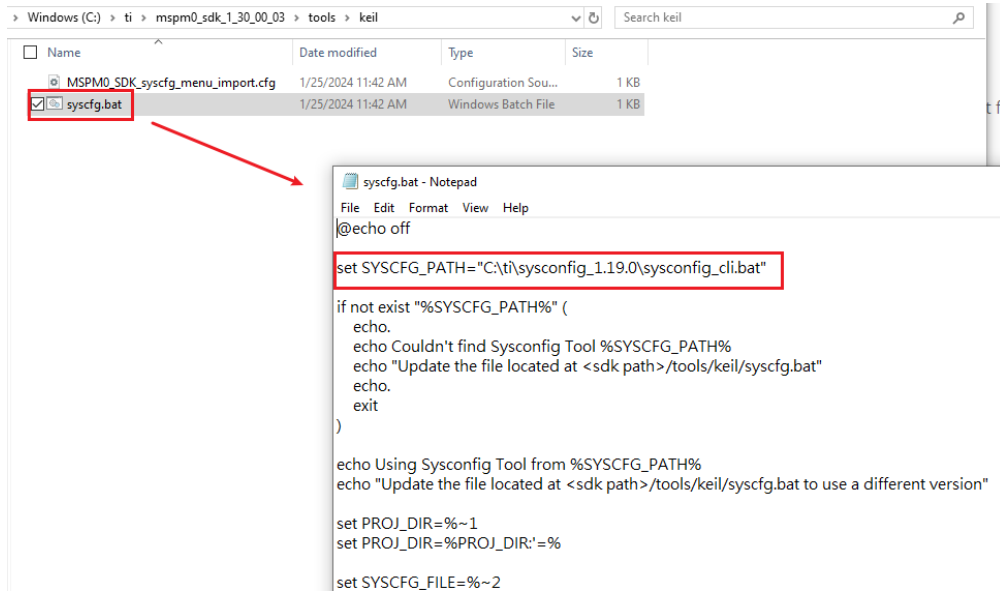


图 3-37. 编辑 syscfg.bat

2. 在同一文件夹中，打开另一个文件进行编辑。修改 SysConfig 和 SDK 版本与路径。

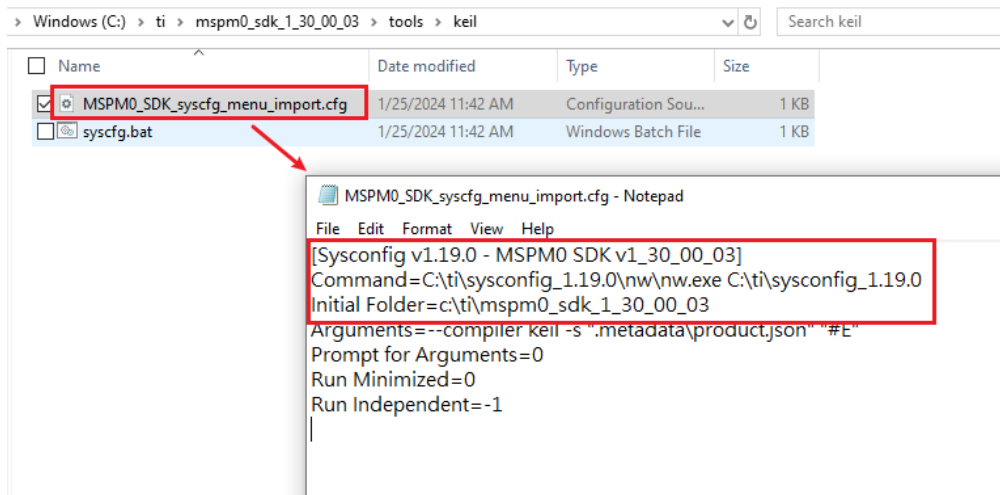


图 3-38. 编辑 MSPM0_SDK_syscfg_menu_import.cfg

3. 在 Keil 中，从菜单中依次选择 *Tools* → *Customize Tools Menu*。

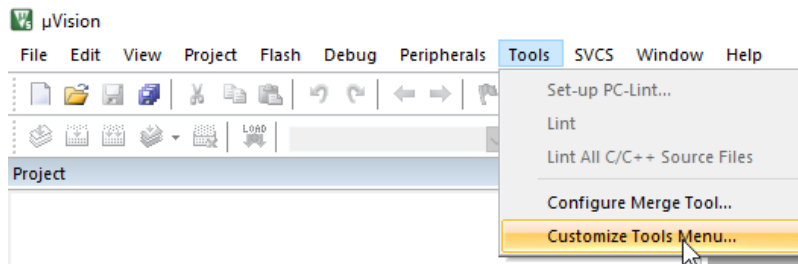


图 3-39. Keil 自定义工具

4. 将 MSPM0_SDK_syscfg_menu_import.cfg 文件导入自定义工具菜单。

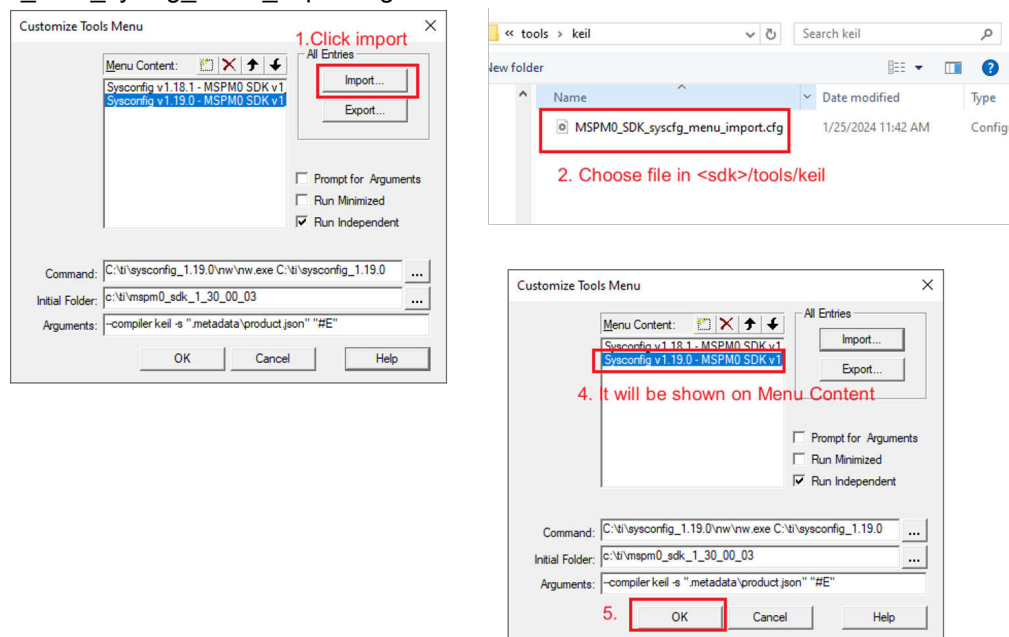


图 3-40. 导入 MSPM0_SDK_syscfg_menu_import.cfg 文件

5. 菜单上现在会显示 SysConfig 入口。您可以使用 SysConfig 在 Keil 上进行 MSPM0 开发。

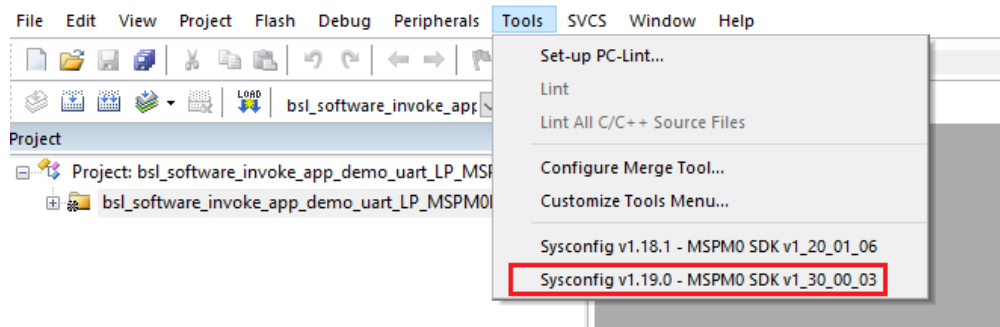


图 3-41. 完成 SysConfig 设置

3.4.3.2 导入 SDK 示例

以下指南说明了如何将 MSPM0 SDK 示例导入 Keil：

1. 在 Keil 中，依次选择 **Project** → **Open Project**。

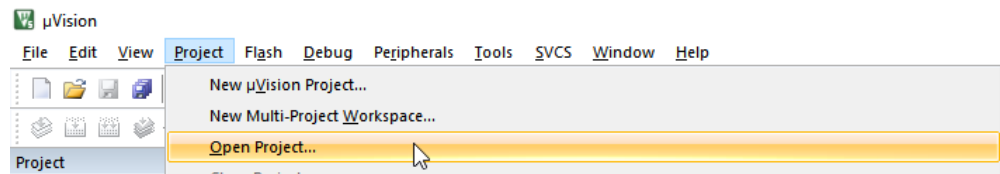


图 3-42. 打开工程

- 从 SDK 中选择一个演示工程。对于 nortos 示例，请使用 .uvprojx 工程文件。对于 RTOS 示例，请使用 .uvmppw 工作区文件。图 3-43 展示了一个示例。

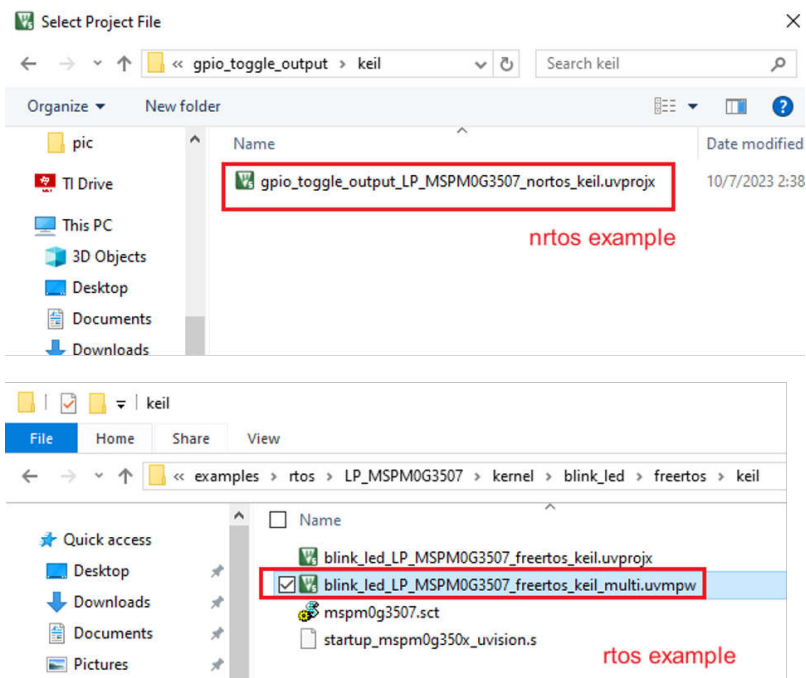


图 3-43. 选择 Keil 工程

- 要打开 .syscfg 文件，请双击 .syscfg 文件。然后选择 **Tools** → **Sysconfig v1.19.0 - MSPM0 SDK v1_30_00_03**。 .syscfg 文件在单独的窗口中打开。

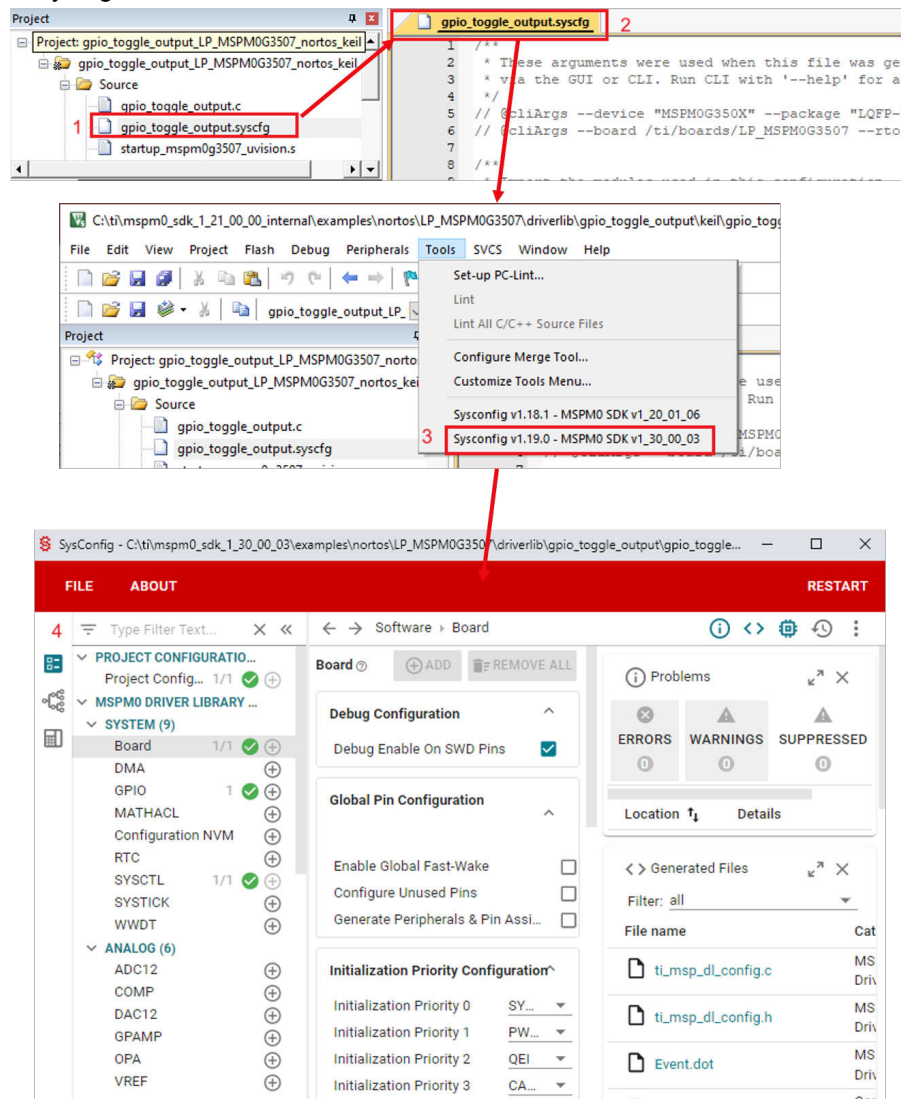


图 3-44. 打开 .syscfg 文件

3.4.3.3 示例下载和调试

以下指南说明了如何使用 Keil 将代码下载到 MSPM0：

- 右键单击工程文件，然后选择 **open options for target**

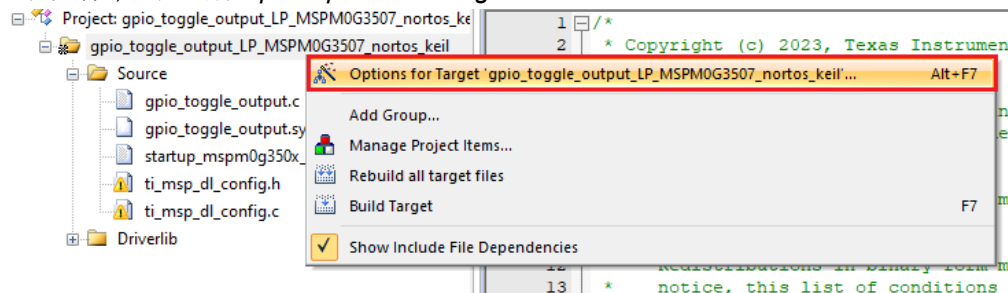


图 3-45. 打开目标的选项

- 从 **Target Options** 窗口中选择一个调试器。要使用 XDS-110，请选择 **CMSIS-DAP Debugger**。如果需要 J-Link，请选择 **J-LINK/J-TRACE Cortex**。

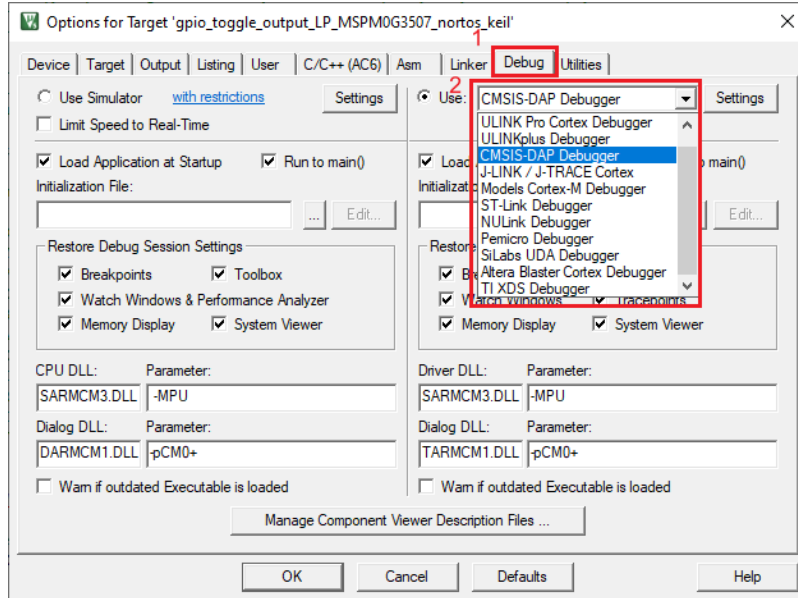


图 3-46. 选择调试窗格

- 点击 **Settings** 按钮。在 **Debug** 选项卡上，确保设置与图 3-47 和图 3-48 匹配。

XDS110

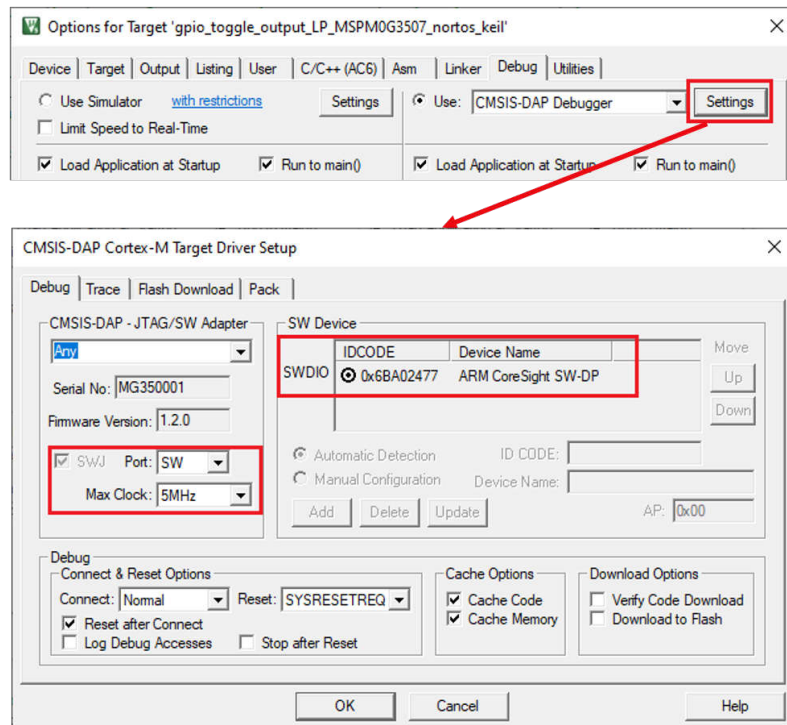


图 3-47. 检查 XDS110 探针的设置

J-Link

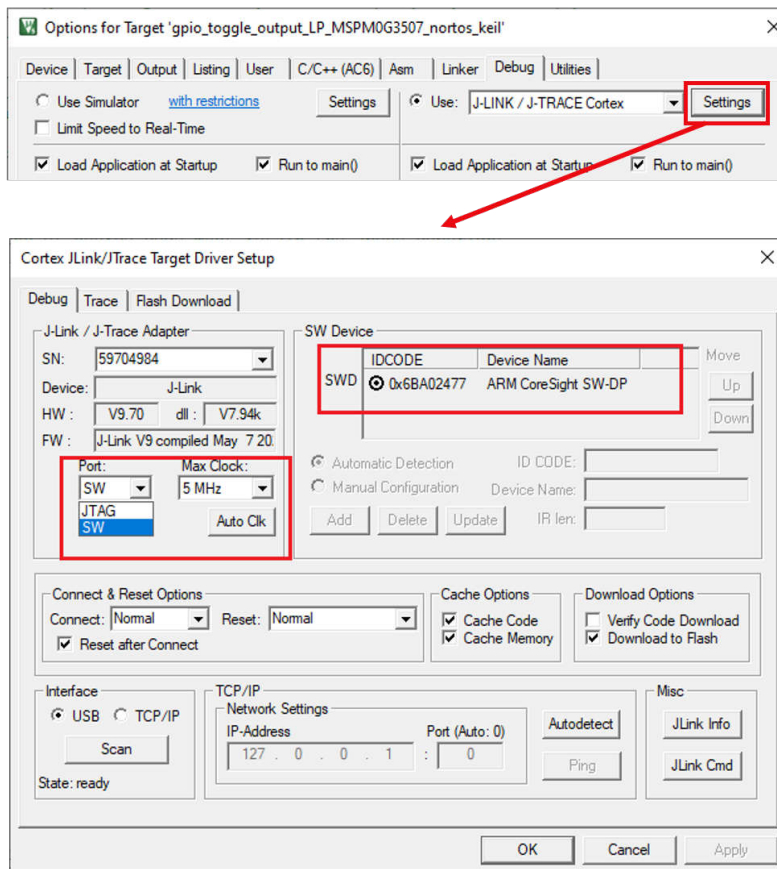


图 3-48. 检查 J-Link 探针的设置

4. 点击 **Flash Download** 选项卡，检查说明是否与图 3-49 匹配。如果不匹配，请点击 **Add** 按钮，然后选择相应的 MSPM0 MAIN 选项。器件类型为 **On-chip Flash**。最后选择 **Reset and Run**。

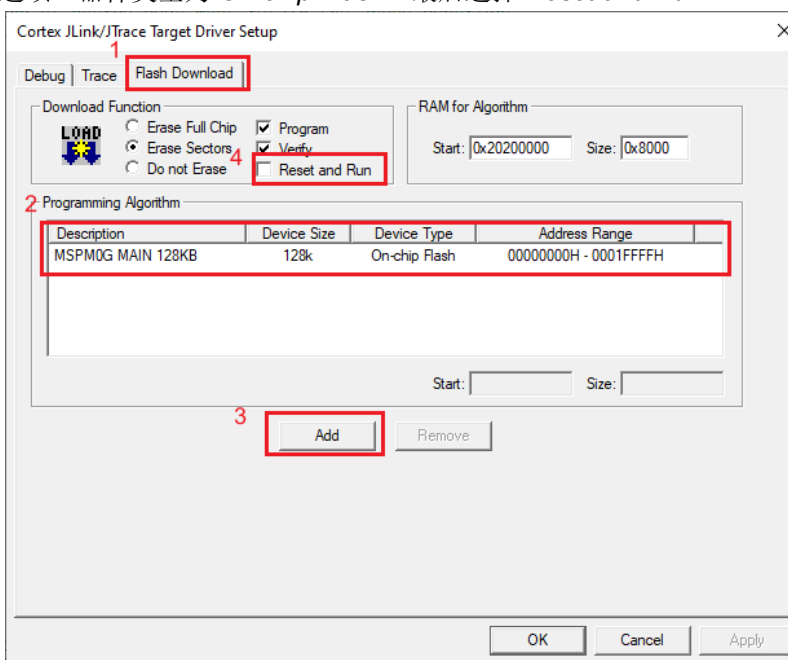


图 3-49. Flash 下载设置

5. 点击 **Build** 按钮来构建工程，然后点击 **Load** 按钮。

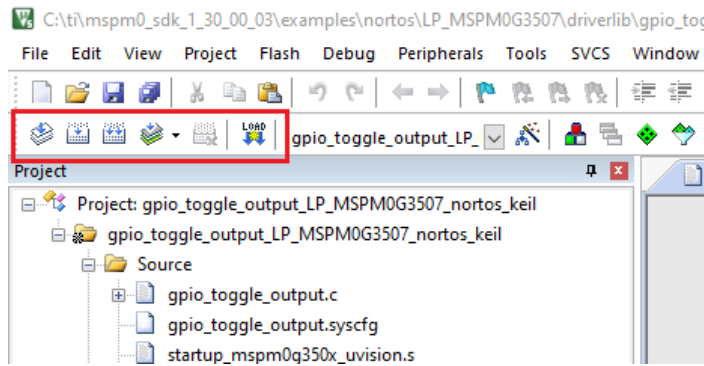


图 3-50. 下载工程

6. 要构建支持 FreeRTOS 的示例，请选择 **Project** → **Batch Setup**，然后选择该构建的所有工程目标。接下来，选择 **Batch Build** 以在工作区中构建所有工程。

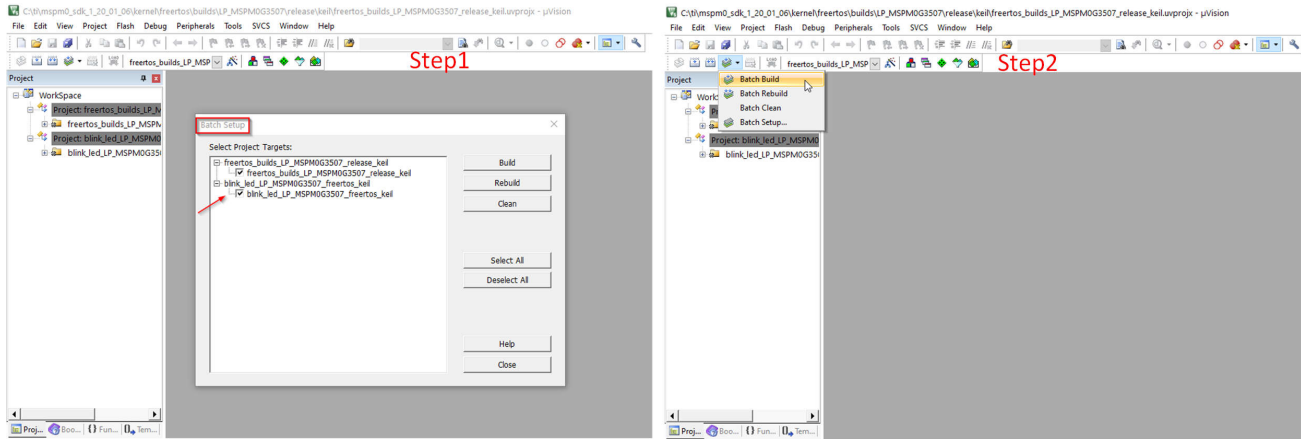


图 3-51. Keil 下的构建 RTOS 示例

3.4.3.4 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

SysConfig 支持在 MSPM0 衍生产品之间更轻松地进行迁移。但需要在 Keil 上进行一些手动修改。请按照以下步骤操作：

1. 在 SysConfig 中，启用器件视图并点击 **SWITCH**。
2. 选择新 MSPM0 器件的相应选项，然后点击 **CONFIRM**。请注意，SysConfig 会突出显示迁移的任何冲突，例如不可用的引脚和外设。根据需要修复任何冲突。
3. 在 Keil IDE 中，在工程选项中打开 **Device** 选项卡，然后选择新的 MSPM0 衍生产品。
4. 依次选择 **C/C++ (AC6)** → **Preprocessor Symbols** → **Define**，更新器件定义。根据所选器件添加器件定义。
5. 在 **Linker** → **Scatter File** 中更新链接器文件。MSPM0 SDK 在 `<sdk>\source\ti\devices\mspm0p\linker_files\keil` 包含所有 MSPM0 衍生产品的默认文件。
6. 将新衍生产品的启动文件添加到工程，并删除现有启动文件。MSPM0 SDK 在 `<sdk>\source\ti\devices\mspm0p\startup_system_files\keil` 包含所有 MSPM0 衍生产品的默认文件。

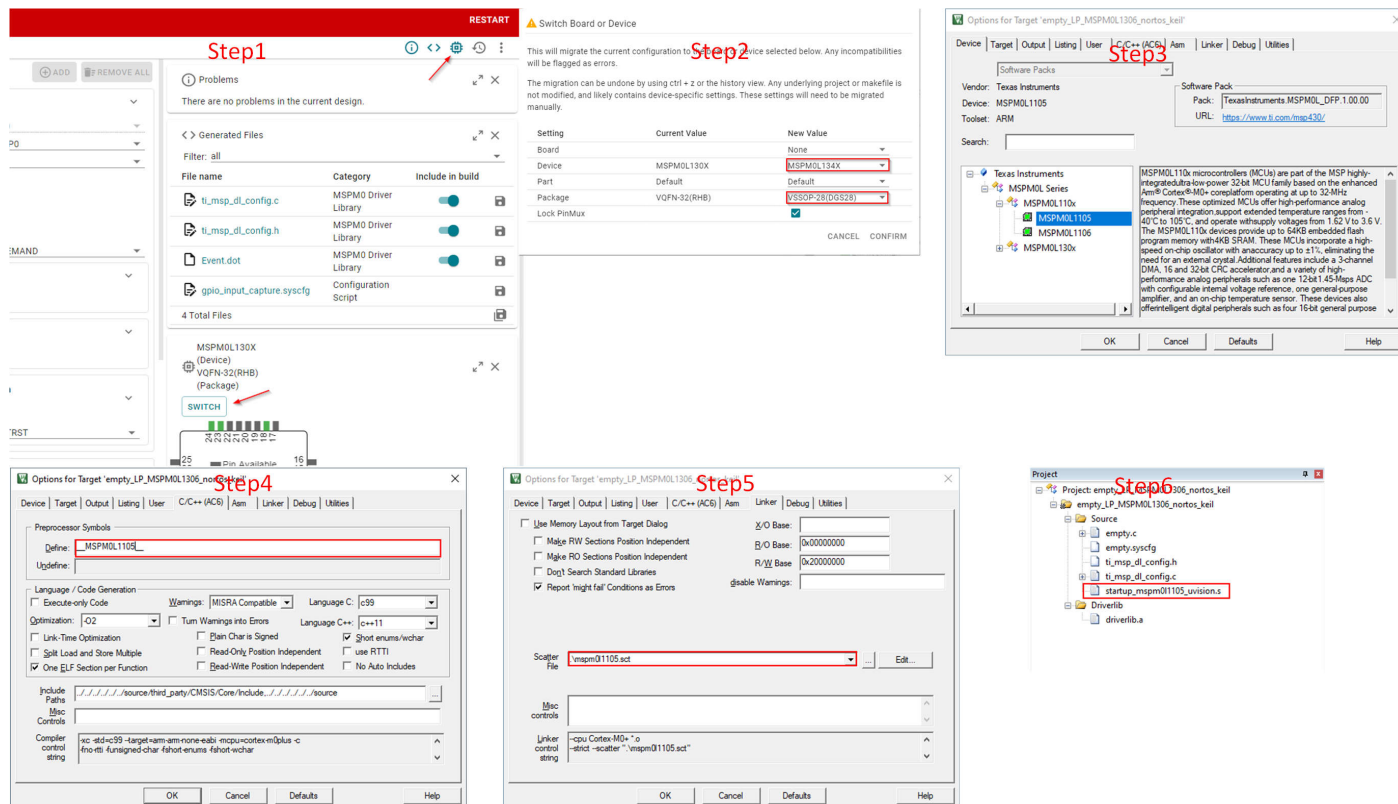


图 3-52. 在 MSPM0 衍生产品之间进行迁移

3.4.3.5 生成十六进制文件

以下是在 Keil 中生成十六进制文件的说明。依次点击 **Project** → **Options** → **Output** → **Create Hex File** → **OK**。您可以通过点击 **Select Folder for Objects** 来选择路径，从而找到十六进制文件。默认路径是工程文件下的目标文件夾。

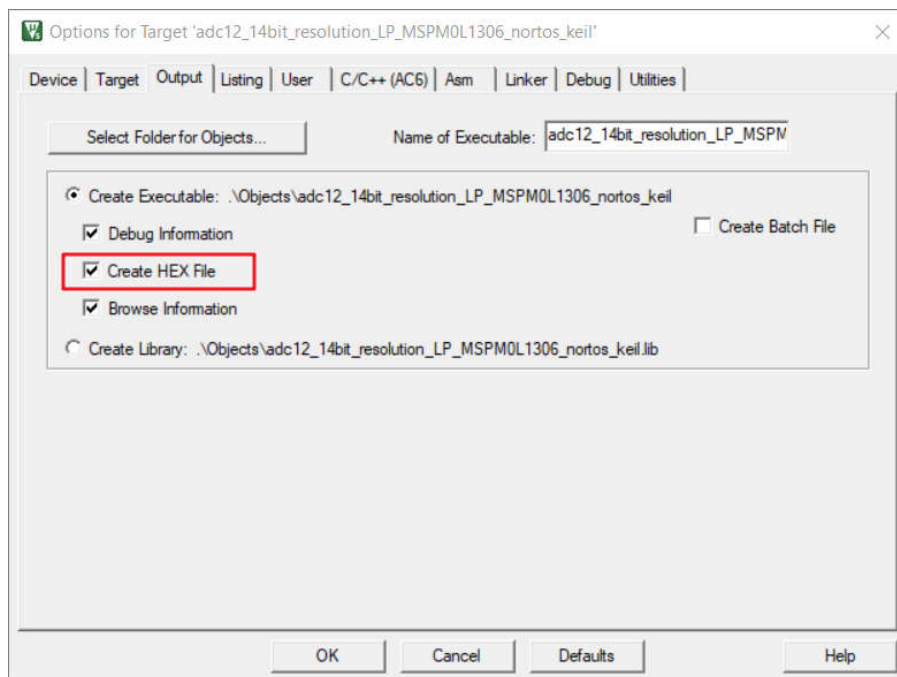


图 3-53. 生成十六进制文件

3.4.3.6 对 NONMAIN 编程

如果用户通过配置 NONMAIN 来更改引导加载程序或 MCU 安全设置，如节 3.3.2.4 所示，则还需要在 IAR 设置中启用 NONMAIN 擦除。请按照以下步骤操作，否则请将其保留为默认值：

- 依次点击 **Options** → **Debug** → **Settings** → **Flash Download**。
- 添加 NONMAIN 编程算法，然后点击 **OK**。

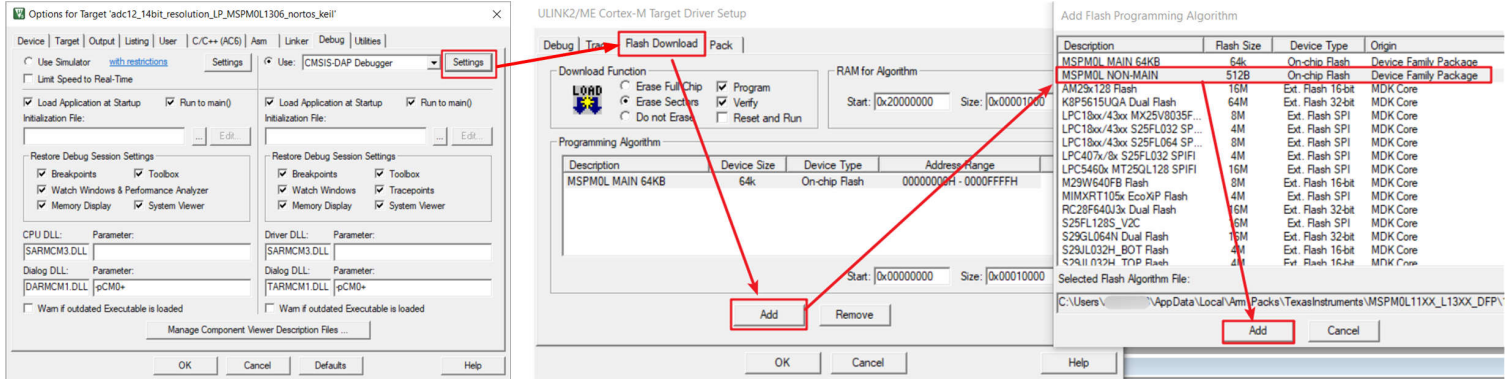


图 3-54. 对 NONMAIN 编程

4 硬件设计说明

4.1 获取 MSPM0 包

要获取 MSPM0 包，请使用 TI.com 上的 Ultra Librarian 工具。详细说明如下所示。

- 使用这些步骤转到 MSPM0 器件页面下 Ultra Librarian 工具的开始页面。

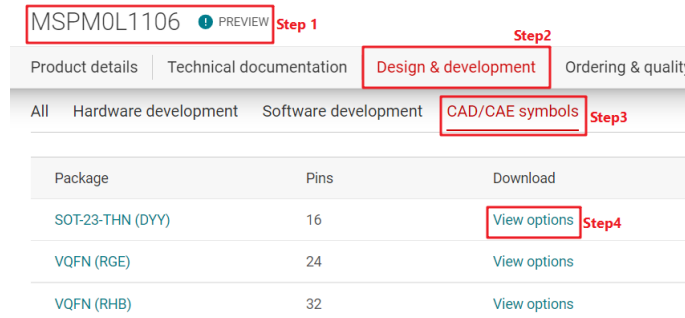


图 4-1. Ultra Librarian 工具开始页面

- 选择所需的 CAD 格式和引脚顺序，以便获取 Altium 设计库文件。

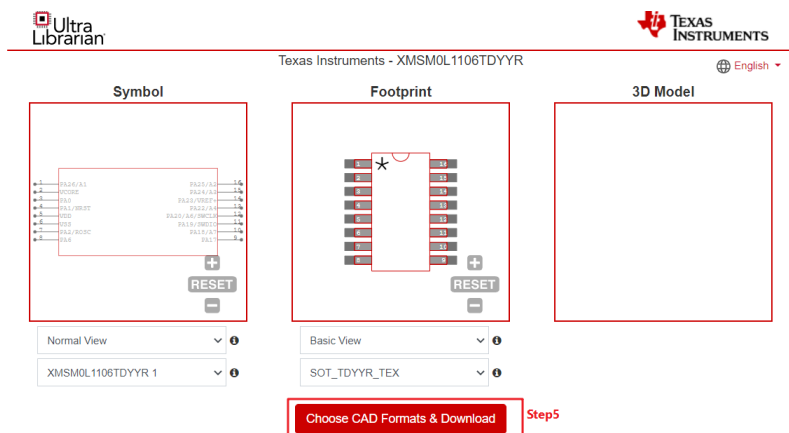


图 4-2. Ultra Librarian 工具器件选择

3. 这里以 Altium Designer 库文件为例。

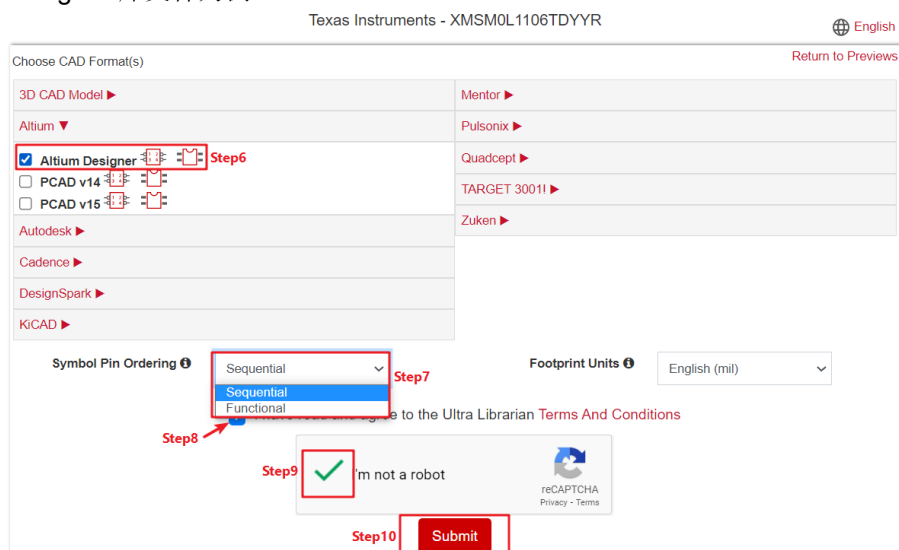


图 4-3. Ultra Librarian 工具 CAD 下载

4. 运行 Altium Designer 脚本。

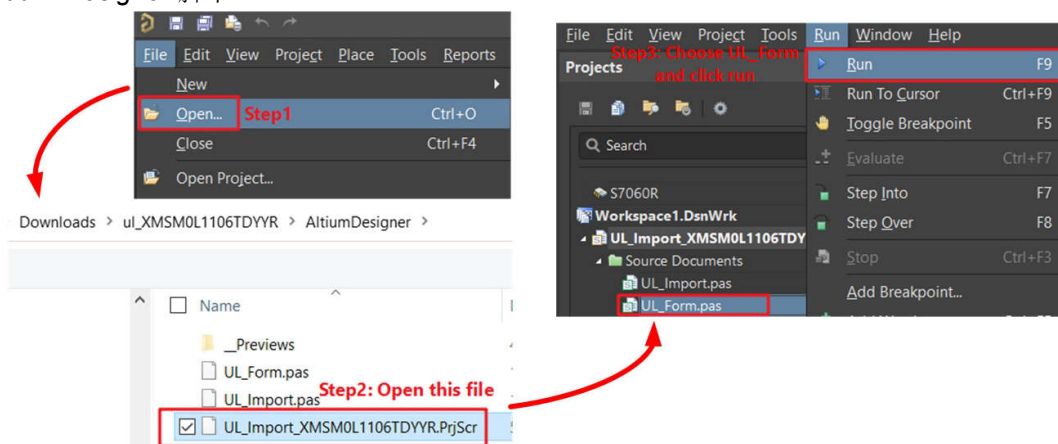


图 4-4. 运行 Altium Designer 脚本

5. 生成 PCB 库和原理图库，如图 4-5 所示。

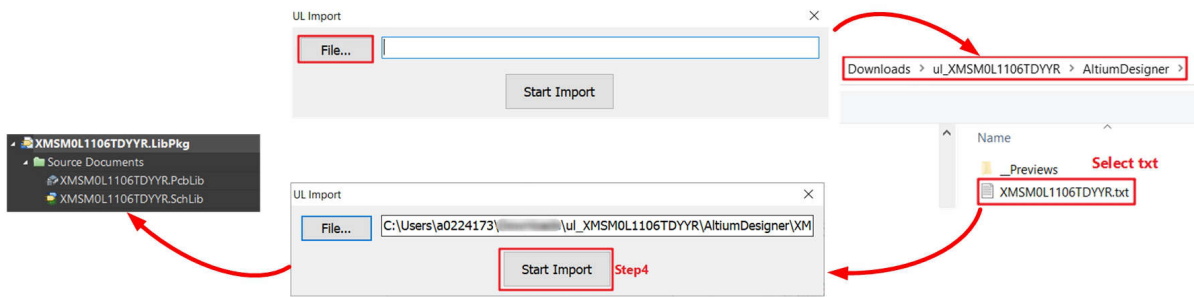


图 4-5. 生成库

6. 在 PCB Library 下面选择正确的封装。

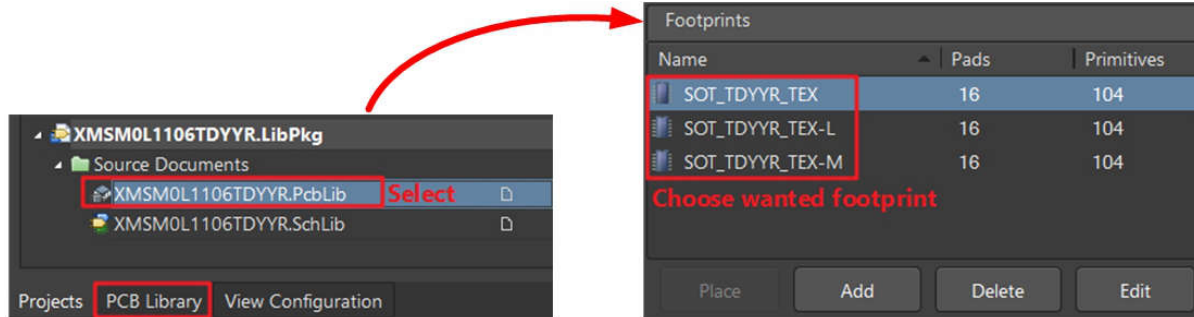


图 4-6. 选择封装

7. 导入 PCB 库和原理图库。

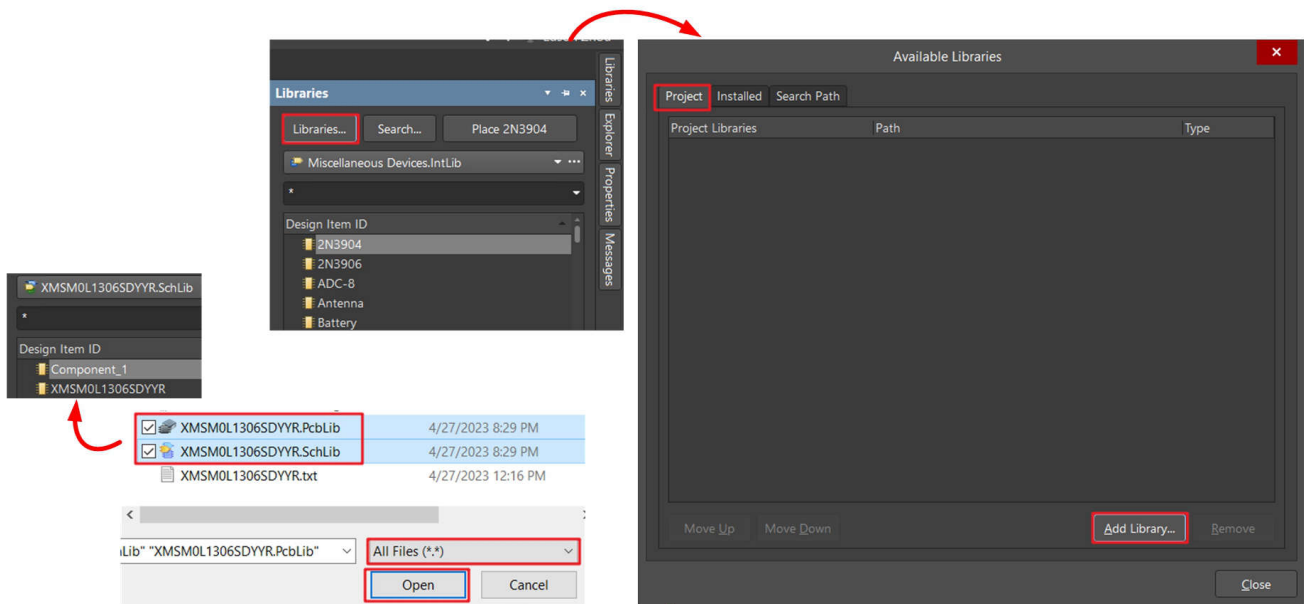


图 4-7. 导入库

4.2 通过 SysConfig 修复引脚功能

TI 建议硬件工程师按照图 4-8 中的说明，在软件工程师的协助下使用外设和引脚分配文件来修复引脚功能。

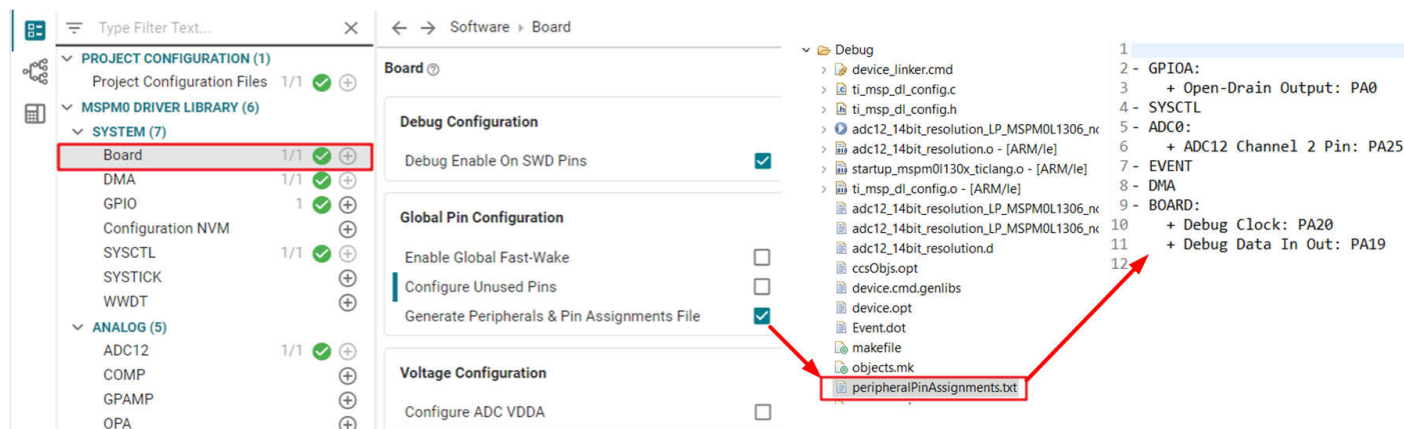


图 4-8. 生成外设和引脚分配文件

4.3 原理图和 PCB 注意事项

图 4-9 展示了 MSPM0 硬件设置的最低要求（电源、复位和 Vcore）和建议值。

- **电源引脚**：TI 建议添加 10uF 和 0.1uF 电容器，用于消除电源轨上的交流噪声。
- **复位引脚**：TI 建议添加一个 47kR 上拉电阻器和一个 10nF 下拉电容器。这可确保在电源轨稳定后，MSPM0 可解除复位状态。
- **Vcore 引脚**：此引脚用于使 CPU 电压保持稳定。某些 MSPM0 器件不包含此引脚。如果包含该引脚，则将该引脚连接到 0.47uF 电容器。

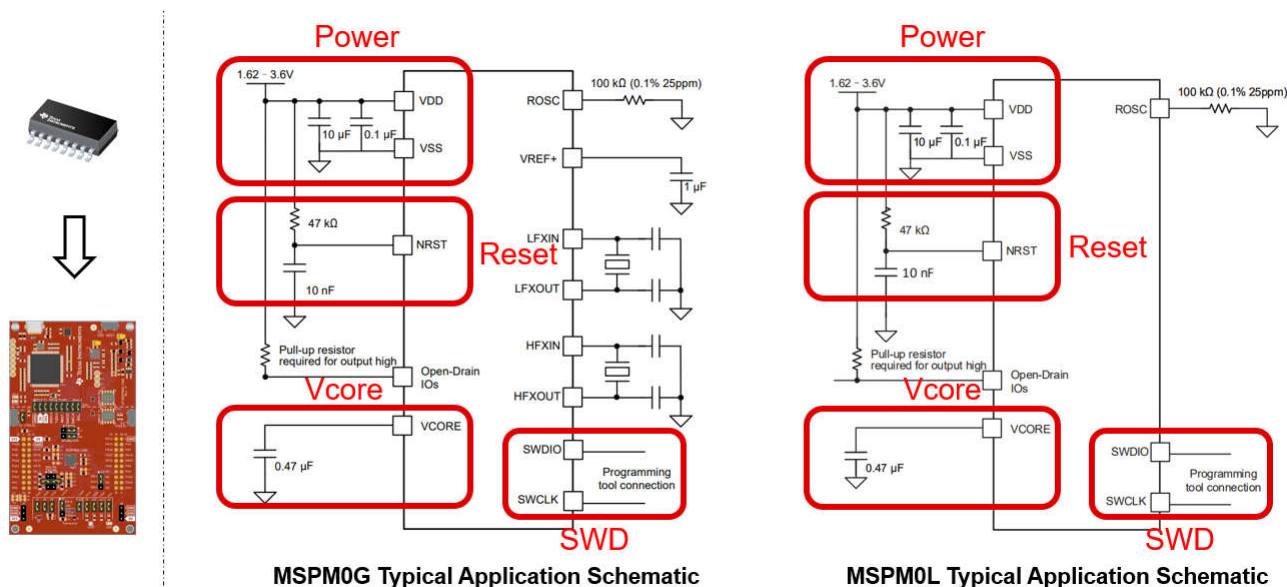


图 4-9. MSPM0 最小系统

图 4-10 中列出了绘制原理图文件时的其他注意事项。

- **ROSC 引脚**：如果用户希望使用内部 SYSOSC 实现精确的高频时钟，则建议使用 0.1% 电阻器。一些低成本器件无法提供此功能。
- **VREF+/VREF- 引脚**：
 - 如果使用内部基准，则 G 系列需要在 VREF+ 和 VREF- 之间连接一个 1uF 电容器，以便支持 4MSPS ADC。对于 L 或 C 系列，则不需要电容器，因为 ADC 速度仅支持 200KSPS 且使用内部 Vref。

- 如果使用外部基准，则所有 MSPM0 器件都需要在 VREF+ 和 VREF- 之间连接一个 1uF 的电容器。
- **开漏 IO**：开漏 IO 无法从 MCU 侧输出高压，因此需要外部上拉电阻器，例如 4.7kR 电阻器。
- **复位引脚**：如果将复位引脚重新用作 GPIO、I2C 或 UART，则仍需要上拉电阻器和下拉电容器。这可确保在电源稳定后 MCU 解除复位状态。TI 建议减小电阻器和电容器，例如使用 2.2kR 上拉电阻器和 10pF 下拉电容器。
- **PA18**：PA18 是进入引导加载程序的调用引脚。确保在该引脚悬空时，该引脚未处于上拉状态或者受噪声或模拟信号影响。否则，器件会进入引导加载程序而非应用程序代码。节 7.4 显示了在 sysconfig 中更改和禁用调用引脚的更多细节和软件选项。

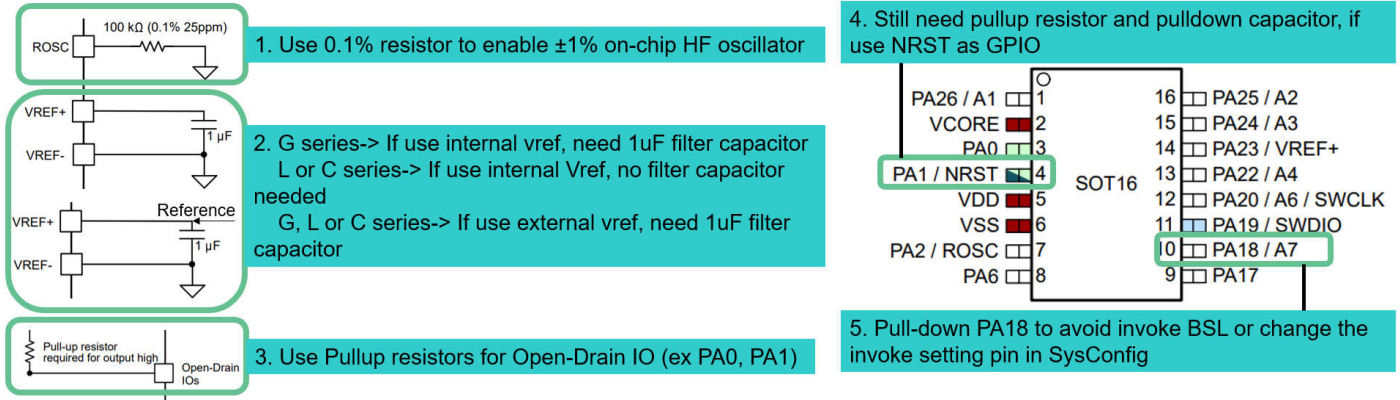


图 4-10. MSPM0 原理图

有关原理图或 PCB 设计参考的详细信息，请参阅以下链接。

- [MSPM0 L 系列 MCU 硬件开发指南](#)
- [MSPM0 G 系列 MCU 硬件开发指南](#)
- 器件特定 MSPM0 LaunchPad EVM 用户指南
- 器件特定 MSPM0 数据表

5 大规模生产说明

图 5-1 概述了编程软件和工具。可用的接口为 JTAG (SWD) 和引导加载程序 (BSL)。J-Link 和 C-GANG 仅支持 SWD。XDS110 支持 SWD 和通过 UART 的引导加载程序。

J-Link 和 XDS110 每次只能对一个 MSPM0 进行编程。C-GANG 每次可对六个 MSPM0 进行编程。

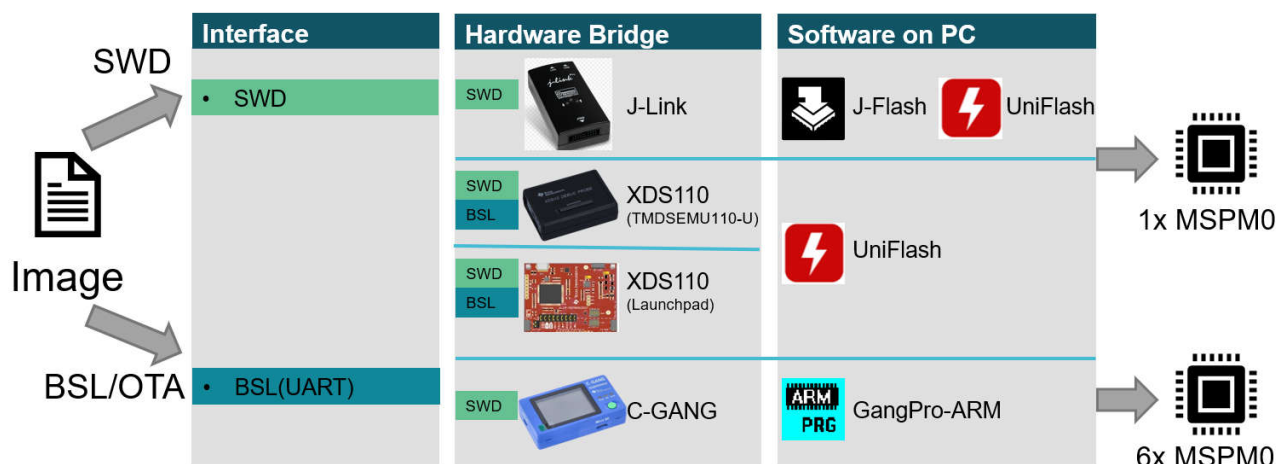


图 5-1. 编程软件和工具

有关引导加载程序的更多实现，请参阅 [MSPM0 引导加载程序 \(BSL\) 实现](#)。有关更多生产编程工具的信息，请参阅 [E2E 页面](#)。

5.1 生成生产映像

表 5-1 列出了由不同 IDE 生成的不同类型的映像。有关分步生成指南，请参阅 [节 3.4](#)。

表 5-1. IDE 生成的产品文件

IDE	TI_TXT (.txt)	Intel hex (.hex)	二进制 (.bin)	分步指导
CCS	Y	Y	Y	链接
IAR	Y	Y	Y	链接
Keil	N	Y	N	链接

5.2 编程软件工具快速入门

5.2.1 Uniflash 快速入门

本节介绍了如何在 TI 的 MSPM0 器件上安装 UniFlash 工具。有关更多信息，请参阅 [UniFlash 快速入门指南](#)。

5.2.1.1 通过 SWD 编程

UniFlash 可使用调试接口 (如 XDS110) 来编程器件。所需的硬件引脚为 SWDIO、SWCLK、3V3 和 GND。请按照以下步骤操作：

1. 按照步骤选择调试器 (XDS110 或 J-Link)。然后单击 **Start** 以开始编程。
2. 如果 NONMAIN 必须更改，请在编程之前更改擦除设置。如果不需要更改，请保留默认选项。
3. 选择映像并单击 **Load Image** 开始编程。
4. 在 **Memory** 选项卡中，只需选择 **Read Target Device**，UniFlash 还可检测器件闪存。

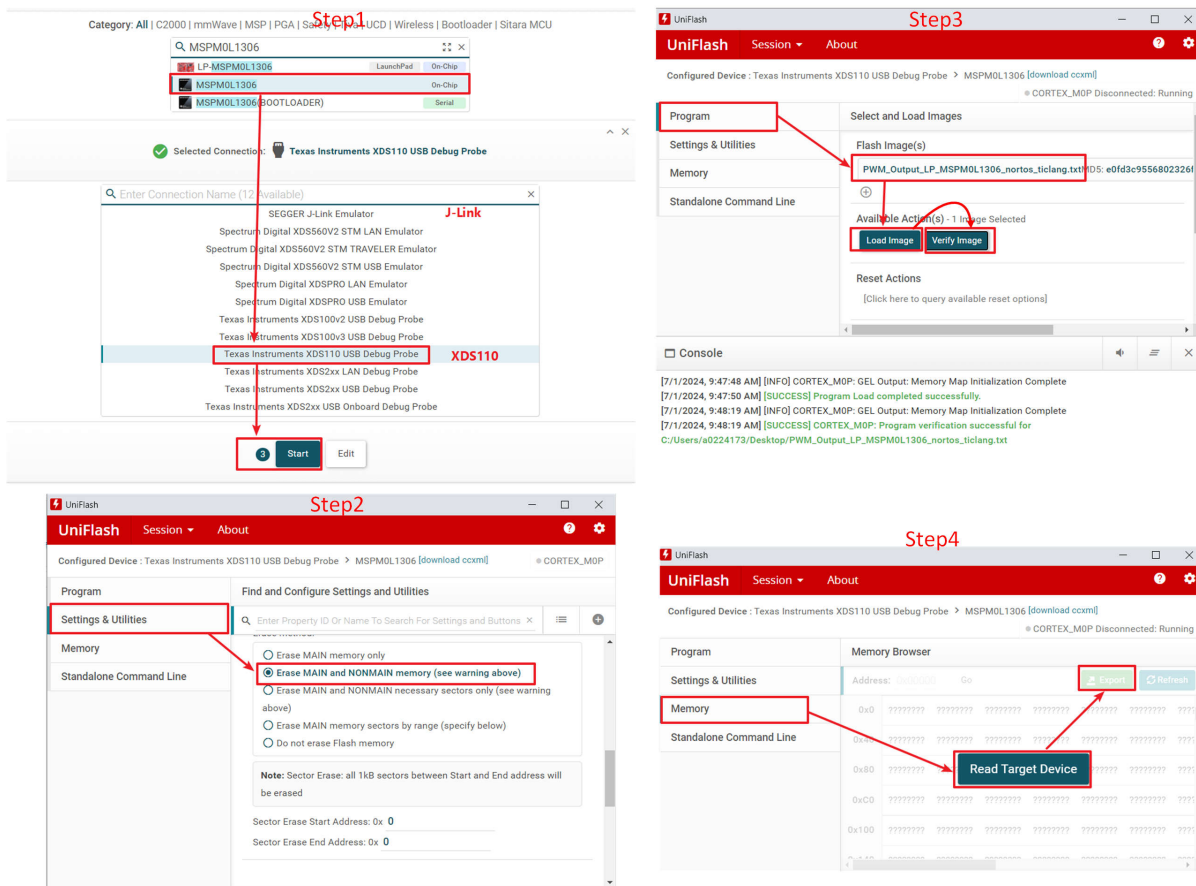


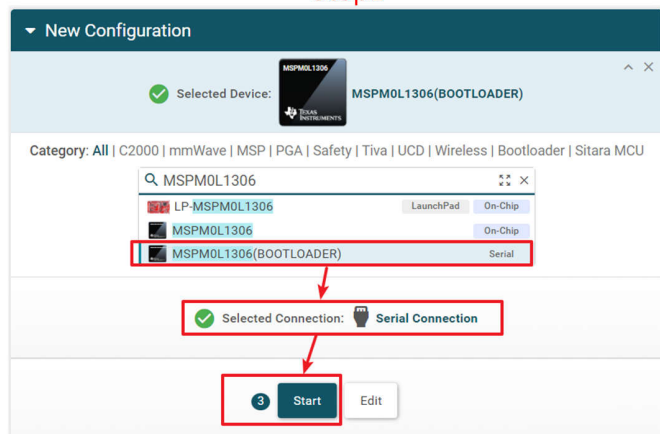
图 5-2. 通过 SWD 编程

5.2.1.2 通过引导加载程序编程

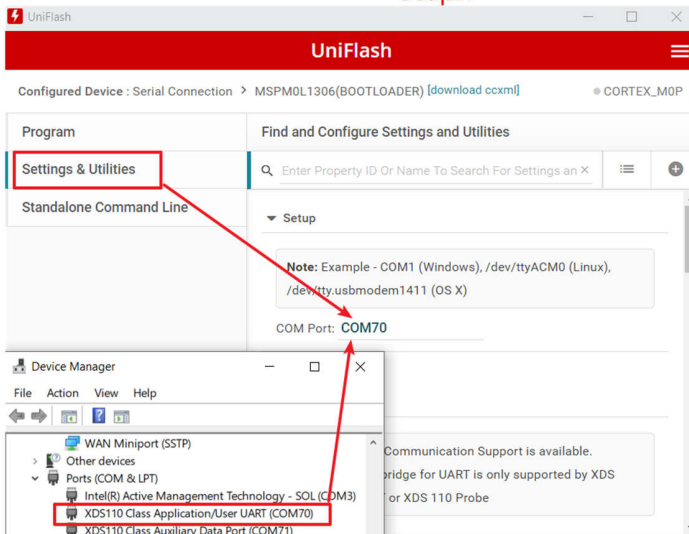
以下是使用 Uniflash 通过引导加载程序对 MSPM0 编程的步骤。所需的硬件引脚为 TX、RX、3V3、GND 和调用引脚。

1. 搜索器件名称并选择器件的引导加载程序选项。
2. 通过查看设备管理器来检查 COM 端口。
3. 通过查阅数据表来检查 UART 引导加载程序端口。
4. 完成硬件连接 (RX、TX、3V3、GND、调用) 并开始编程。

Step1



Step2



Step3

PIN Mx	PIN NAME	PIN FUNCTION	
		ANALOG	DIGITAL ⁽¹⁾
24	PA23	VREF+ / COMP0_IN1-	UART0_TX [2] / SPI0_CS3 [3] / TIMG0_C0 [4] / UART0_CTS [5] / UART1_TX [6] (Default BSL UART_TX)
23	PA22	A4 / GPAMP_OUT / OPA0_OUT	UART0_RX [2] / TIMG2_C1 [3] / UART0_RTS [4] / CLK_OUT [5] / UART1_RX [6] (Default BSL UART_RX)

Step4

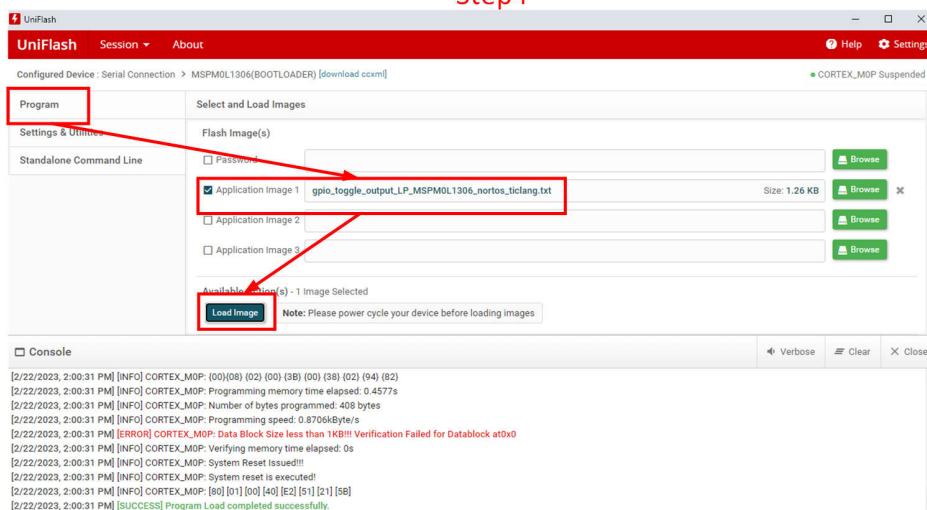


图 5-3. 通过引导加载程序编程

5.2.1.3 通过 CMD 线路接口编程

对于此要求，请参阅此 [E2E](#) 主题。

5.2.2 JFlash 快速入门

此说明根据 J-Flash V7.92n 编写而成。TI 建议使用支持所有最新版本 MSPM0 的最新 J-Flash 版本。按照以下步骤，使用 J-Flash 对 MSPM0 编程：

1. 点击 **New project**。
2. 选择相关的 MSPM0 器件型号。
3. 选择所需的编程存储器。如果 NONMAIN 不需要更改，请取消选择 **NONMAIN Memory**。
4. 点击 **Connect device**，然后点击 **Production Programming**。
5. 此时会出现确认屏幕。

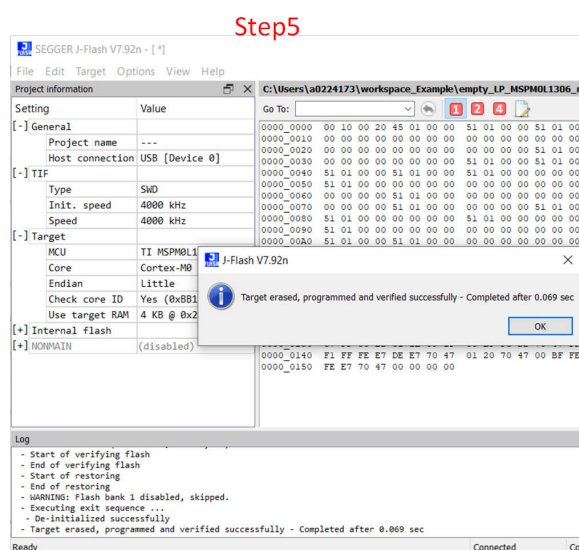
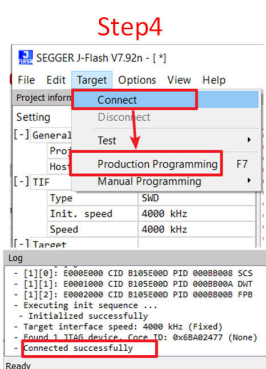
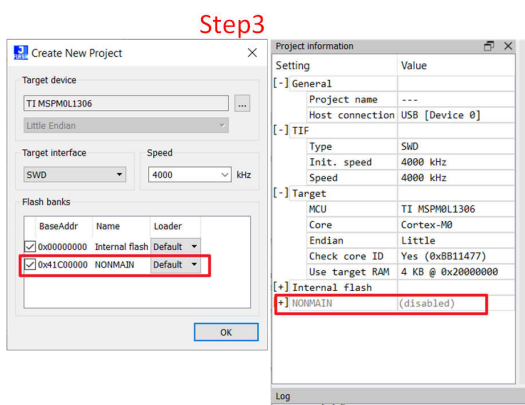
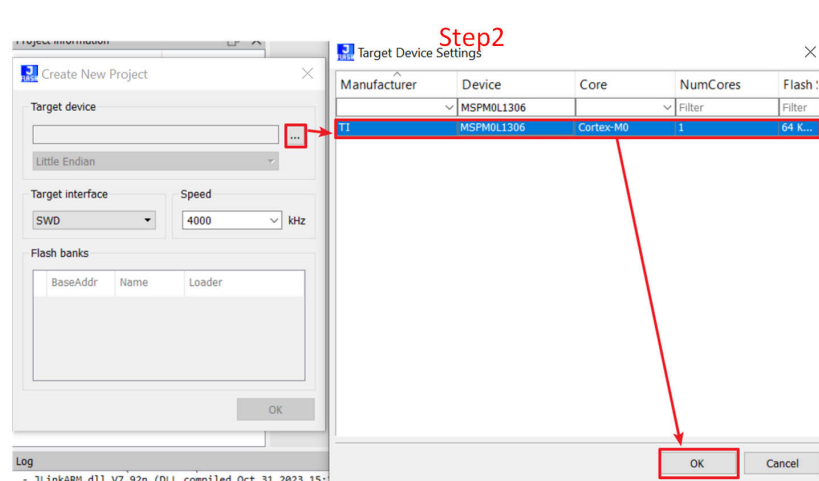
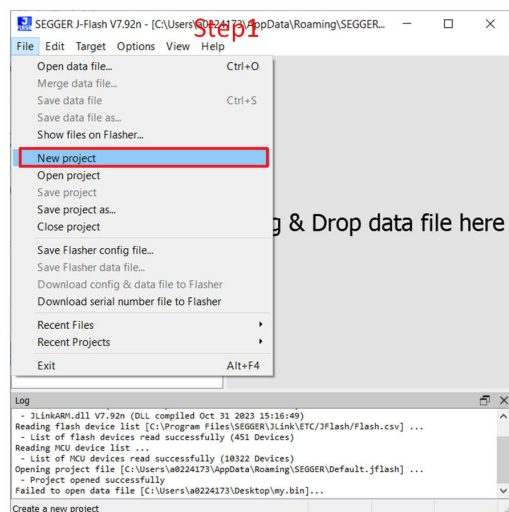


图 5-4. J-Flash 快速入门

5.2.3 C-GANG 快速入门

本节说明了如何使用 C-GANG 对 MSPM0 进行在线和离线编程。有关更高级用法的信息，如设置密码或恢复出厂设置，请参阅 C-GANG 产品页面中的用户指南和 TI-CGANG-MSPM0 视频。

1. 请按照以下步骤完成 GangPro-ARM GUI 安装和 USB 驱动程序安装。

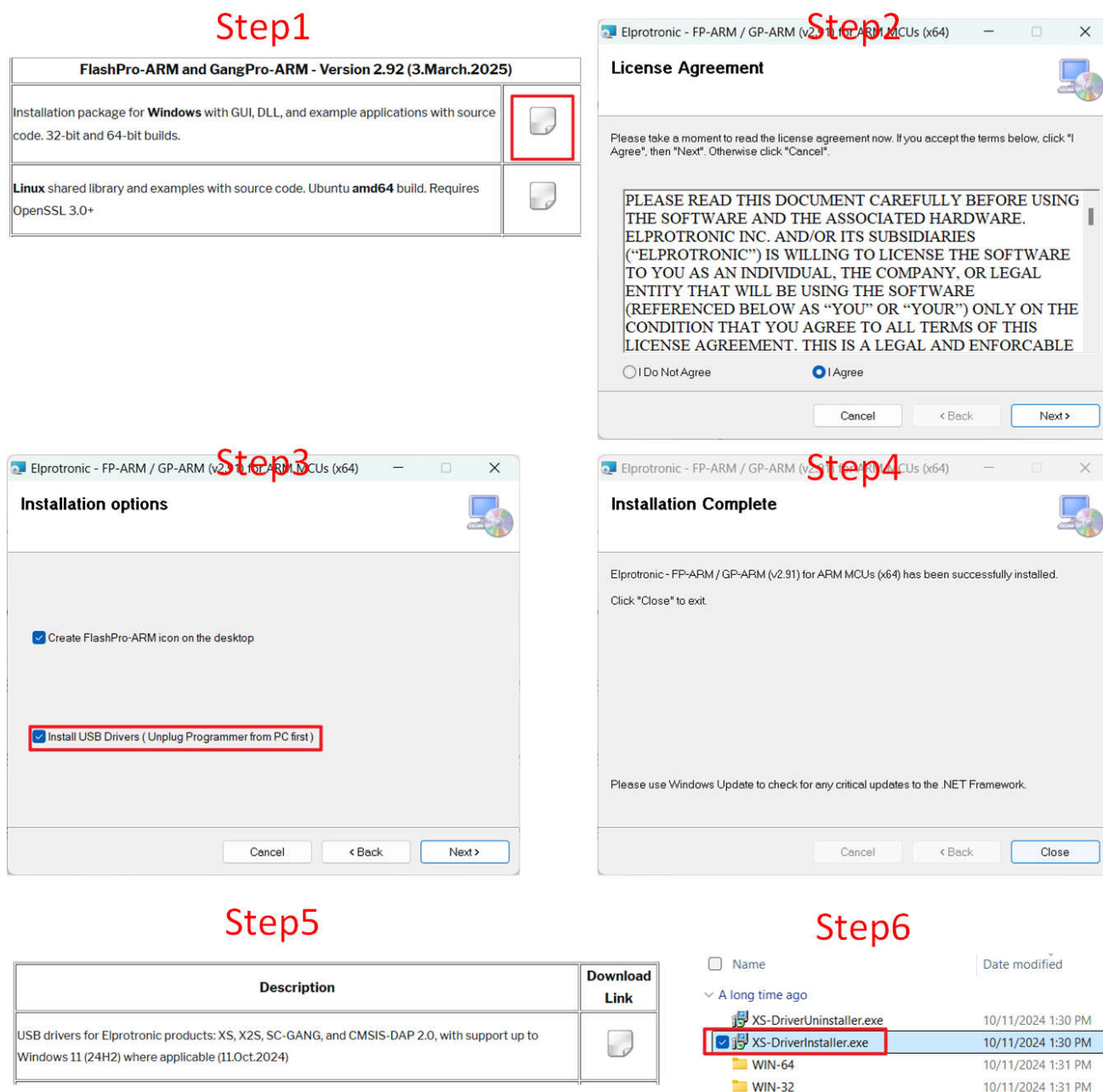


图 5-5. GangPro-ARM 安装

2. 完成 C-GANG 和连接器板之间的连接，如 图 5-6 所示。完成 MSPM0 和 C-GANG 之间的引脚连接。使用最少的引脚为 VCC、GND、SWDIO、SWCLK。如果用户希望使用“清除锁定的器件”功能，还需要 RESET 引脚。

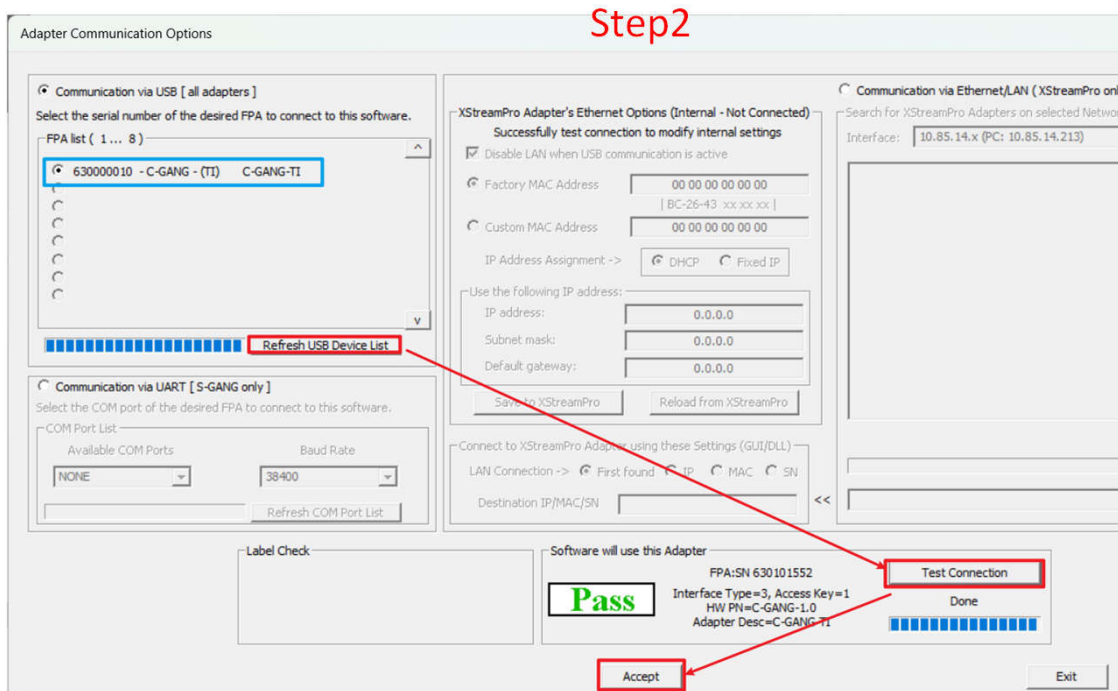
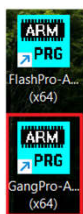
VCC	1	2	TMS / SWDIO
GND	3	4	TCK / SWCLK
RX	5	6	TDO
TX	7	8	TDI
TST	9	10	RST



图 5-6. C-Gang 引脚分配

- 硬件设置完成后，按照编程步骤操作。如果用户打开 GUI，则用户可以执行步骤 2 以扫描 C-GANG。在步骤 3 中，请参阅节 5.1 来生成代码文件。请记住，启用的目标与使用的硬件端口相关，在端口旁边以数字方式来标记端口。

Step1



Step3

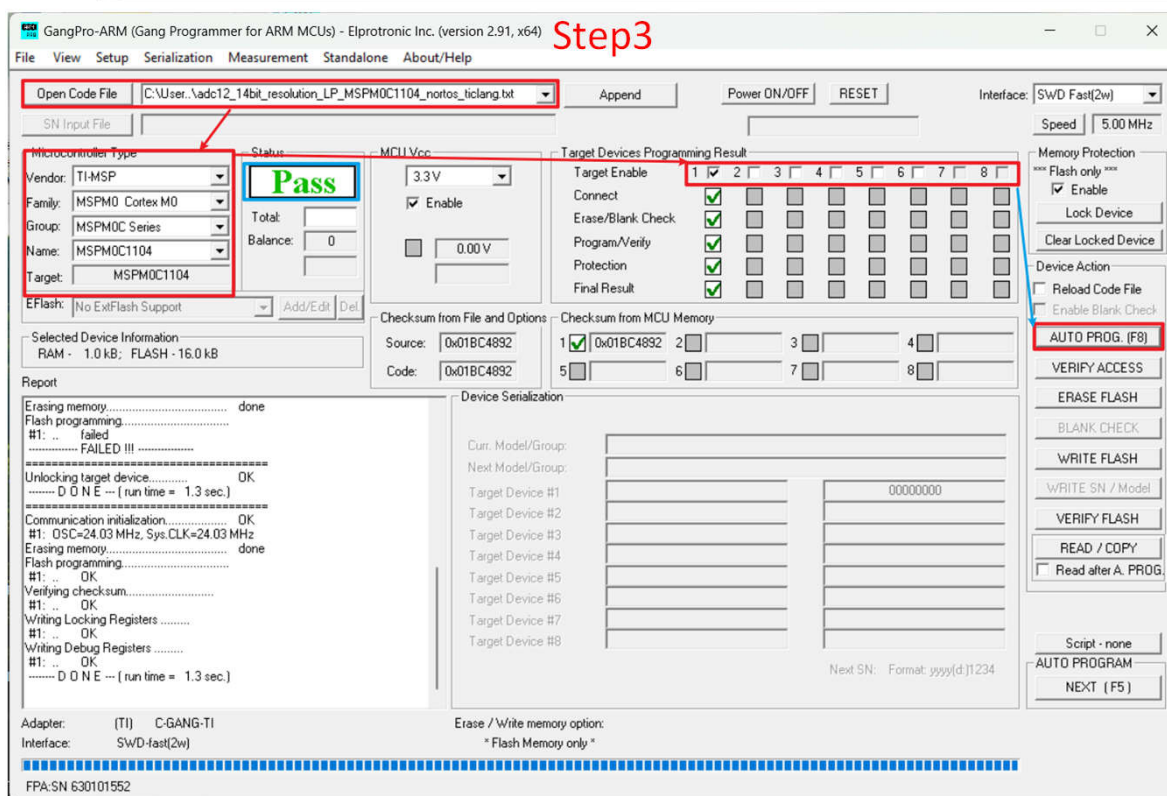


图 5-7. 在线编程

- 要更改非主 (SWD 和 BSL 配置闪存区域) 中的代码文件, 请点击存储器保护区域中的启用按钮。如果不需要, 请将其保持禁用。

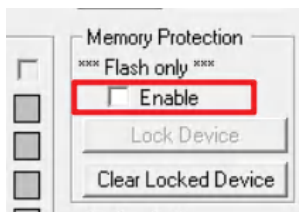


图 5-8. 启用非主编程

5. 将代码文件和设置（镜像）保存到 C-GANG。

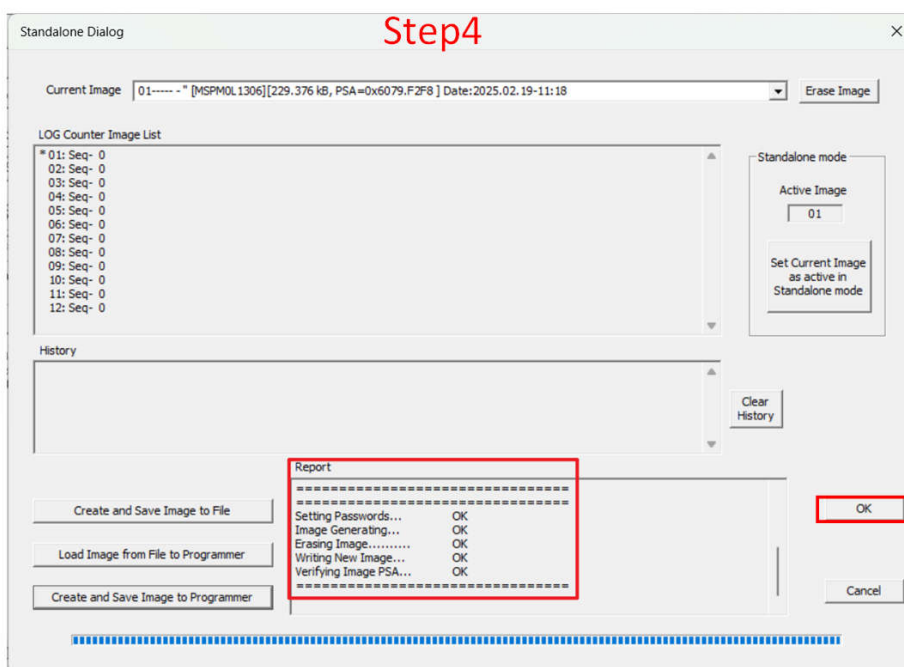
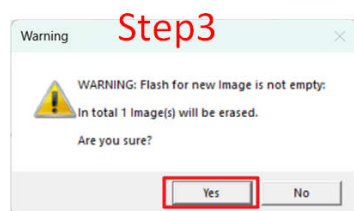
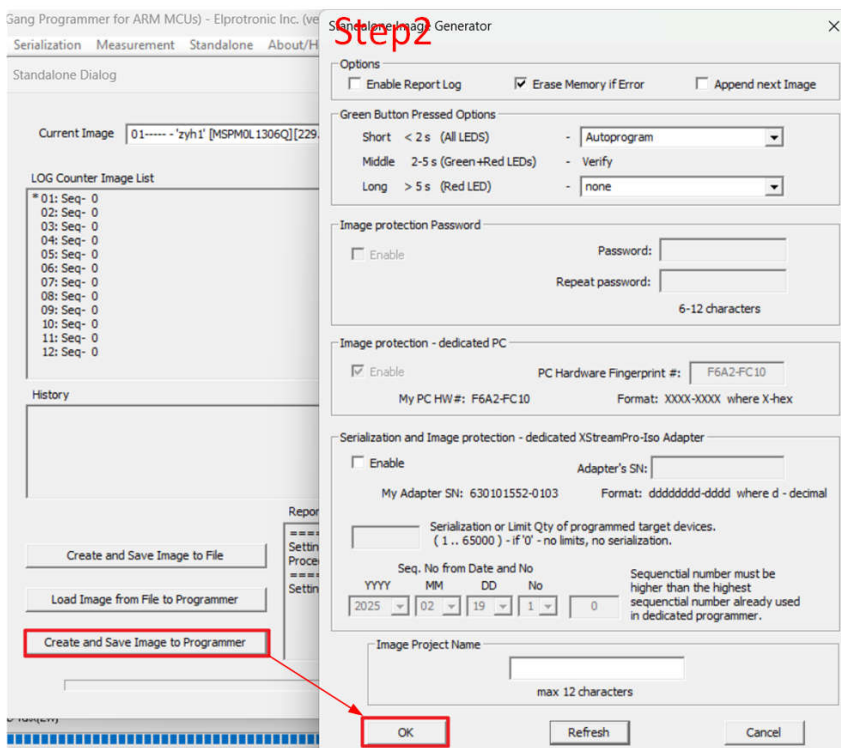


图 5-9. 保存镜像

6. 设置 GO 按钮的功能。

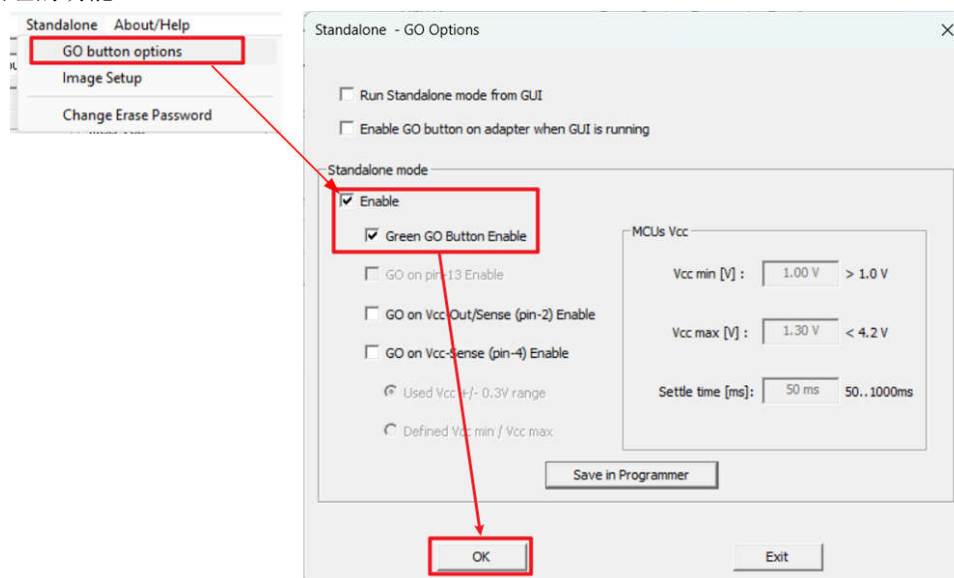


图 5-10. Go 按钮设置

7. 现在，镜像已下载到 C-GANG 中。用户可以按下绿色按钮以关闭 GUI 并进行编程。

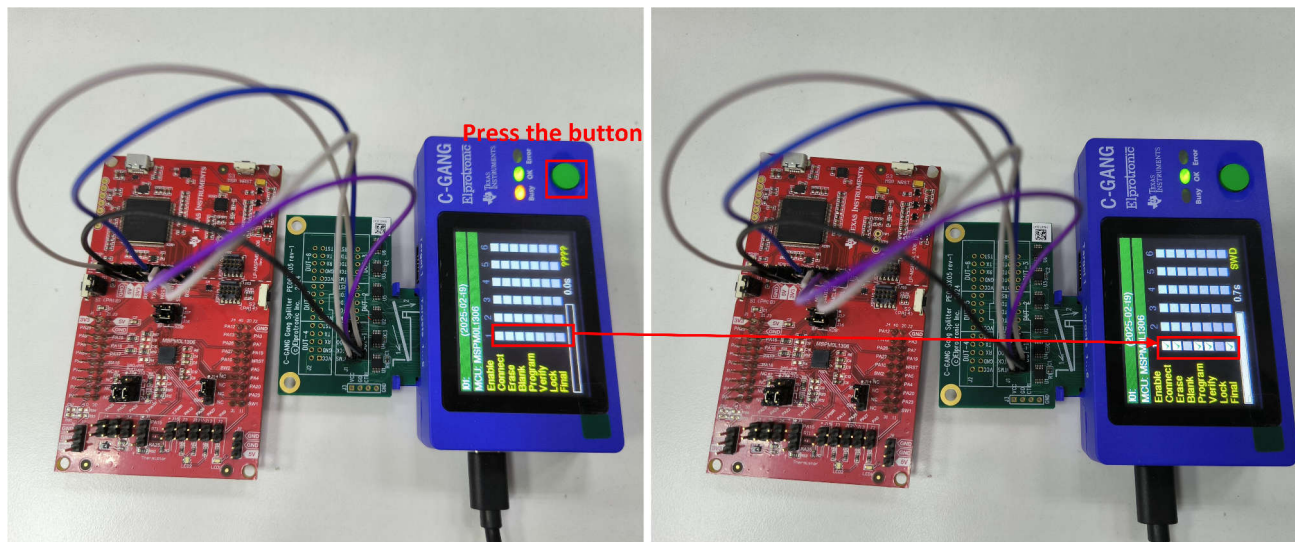


图 5-11. 离线下载

5.3 编程硬件快速入门

由于 J-Link 很常用并且 C-GANG 硬件已在 节 5.2.3 中介绍过，因此本节重点介绍 XDS110 调试器。有关更多生产编程工具的信息，请参阅 E2E 页面。

共有四种不同类型的 XDS110 调试器。表 5-2 列出了摘要表。

表 5-2. XDS110 调试器摘要

支持的功能	XDS110	XDS110 板载元件		
	TMDSEMU110-U	MSPM0 LaunchPad	LP-XDS110	LP-XDS110ET
JTAG	是	否	是	是
SBW	是	是	是	是
EnergyTrace	是	依赖类型	否	是
MSPM0 引导加载程序	是	依赖类型	否	否
注释	最高性能	最便宜	易于使用	易于使用

对于 TMDSEMU110-U 器件，使用的引脚如 图 5-12 所示。用于引导加载程序时，GPIOOUT0 必须连接到 MCU 复位引脚。GPIOOUT1 必须连接到 MCU 调用引脚 (PA18)。

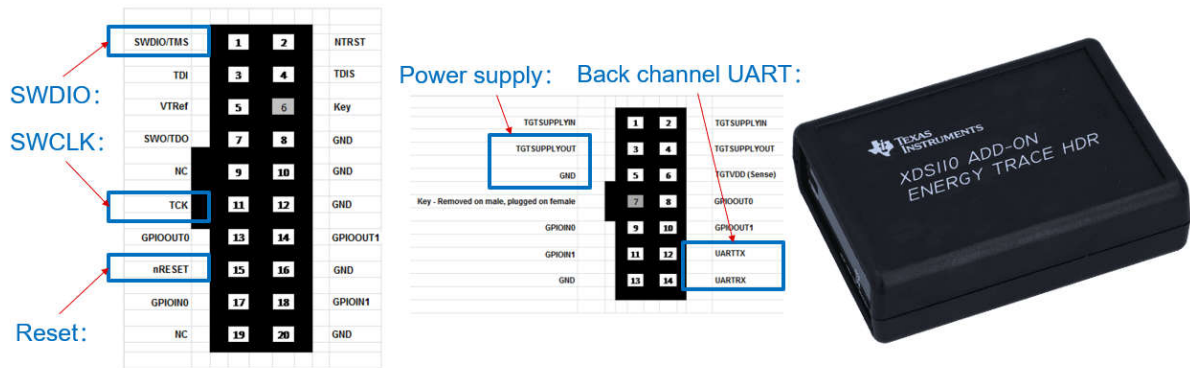


图 5-12. TMDSEMU110-U 的引脚连接

对于 LaunchPad 上的 XDS110，与 TMDSEMU110-U 相比，基本编程功能不变。图 5-13 展示了该电路板。LaunchPad 上最便宜的 XDS110 是 LP-MSPM0C1104。但是，LP-MSPM0C1104 仅支持 SBW，并且没有 EnergyTrace 或引导加载程序功能。

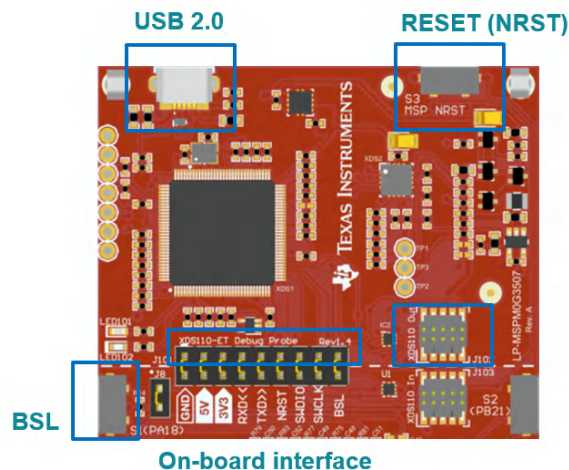


图 5-13. XDS110 板载元件

LP-XDS110 和 LP-XDS110ET 与 LaunchPad 上的 XDS110 类似。区别在于，其中一个具有 EnergyTrace 功能，而另一个没有 EnergyTrace 功能。图 5-14 展示了引脚分配。

对于 LP-XDS110 和 LP-XDS110ET，通过更改电路板左下角的跳线来启用电平转换功能。支持的电压范围为 1.2V 至 3.6V。

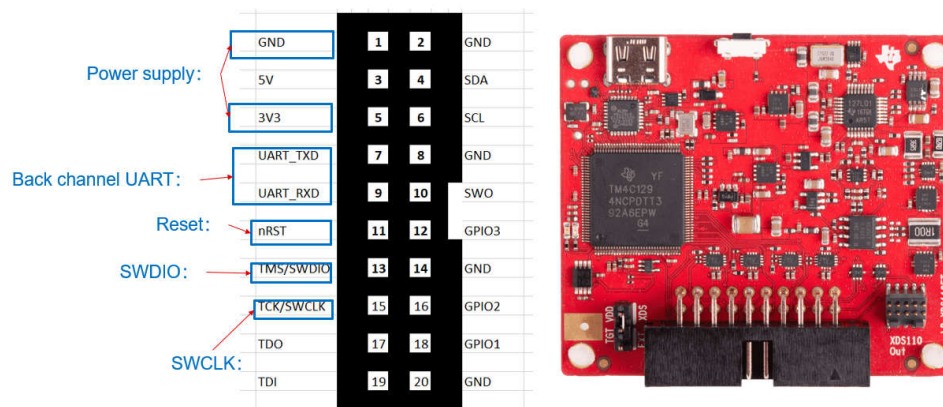


图 5-14. LP-XDS110ET

6 质量和可靠性说明

TI 致力于提供可满足客户需求的高品质和可靠半导体设计。我们的整体质量方法渗透到公司供应链的各个层面，包括从工艺技术和设计一直到制造、封装、测试和交付。

6.1 质量和可靠性材料入口

这是[质量和可靠性](#)的登录页面。以下是该页面下的常用工具和链接：

- **认证摘要★**：用于搜索相关器件的可靠性数据。器件系列所使用的材料组合、工艺和制造基地的代表性数据摘要。
- **可靠性测试**：列出 TI 对产品进行的各种可靠性测试。
- **客户故障分析**：客户故障分析页面详细说明了如何将故障器件退回 TI。
- **DPPM/FIT/MTBF 估算器**：DPPM/FIT/MTBF 估算器搜索工具可基于技术分组查找通用数据，从而估算这些典型问题，并显示得出这些比率的条件。
- **持续可靠性监测**：持续可靠性监测 (ORM) 项目的搜索工具将按晶圆制造工艺或器件封装系列提供季度 ORM 报告。
- **封装**：用户可以通过此网站了解封装注意事项，包括封装尺寸、SMT 建议、可靠性和性能预期。

6.2 失效信息收集和分析指南

失效分析需要收集尽可能多的技术背景信息，以便缩小分析范围并加快分析速度。如果用户在 MSPM0 上遇到任何器件故障，则收集以下信息，并通过[客户故障分析](#)页面联系 TI 或为您的产品或业务提供支持的区域 CQE 和销售人員。

器件名称 (TI 器件型号，包括封装标识符)：

- 示例：MSPM0L1306SRGER

故障率 (已购器件与客户故障器件的比率)：

- 示例：故障率：5% (总测试数量：2000，故障数量：100)

检测位置 (现场故障、生产、传入等)：

- 示例：电路板级功能测试

应用的原理图：

- 示例：MCU 器件的原理图，每个输入和输出信号都有详细说明

详细的器件级故障说明

- 示例：MCU PA1 无法输出高电压

本节介绍了收集失效信息的常用方法。

- **方法 1：ABA 交换测试**用于判断问题是由器件引起，还是器件与整个系统之间的关系所引起。以下是执行 ABA 交换测试的步骤：从原故障电路板上拆下疑似出现故障的元件 (A)。使用已知正常的元件 (B) 替换疑似出现故障的元件 (A)，查看原故障电路板现在是否正常工作。将疑似出现故障的元件 (A) 安装到已知良好的电路板上，查看正常电路板上是否出现同样的故障。
- **方法 2：在待机模式下比较 MCU 的电流消耗与数据表**。某些器件故障由 EOS (静电过载) 引起，会导致额外的漏电流。这可通过电流消耗测试发现。
- **方法 3：引脚阻抗检查**。一些 EOS (静电过应力) 完全在 I/O 上发生，使用引脚阻抗检查可以轻松捕获此故障，从而向 TI 提供更多信息。用户可以选择在为器件供电或不供电的情况下检测 IO 电阻。处于高阻抗状态的 GPIO 的电阻需要达到 MΩ 级。
- **方法 4：查找最小的系统或代码示例**。典型应用和典型代码工程会发生一些失效情形。通过比较方法，逐步消除不相关的硬件设置和软件代码可以逐渐缩小分析范围。最好的结果是该问题仅与器件相关，并且是一个最简单的代码示例。因此，TI 可以更快地进行进一步的失效分析。

7 常见开发问题

本节列出了一些可供用户搜索的常见问题。如有进一步的问题，请搜索器件特定的数据表、技术参考手册或 [E2E](#)。TI 工程师将于 24 小时内在此在线支持平台上给予回复。

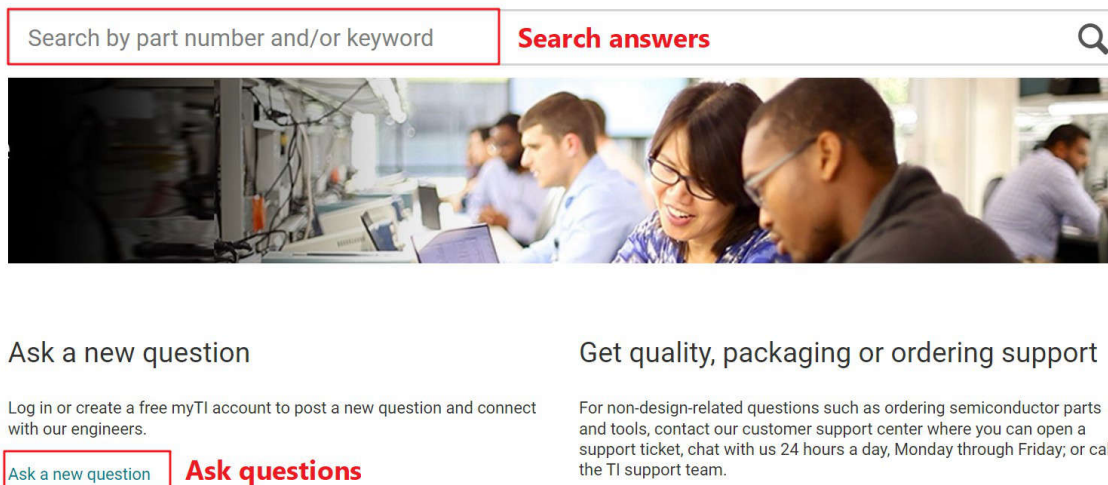


图 7-1. E2E 在线论坛

7.1 解锁 MCU

MSPM0 在进入 STOP、STANDBY 或 SHUTDOWN 模式时会遇到 SWD 连接问题。这种限制的影响取决于 IDE 和调试器的实现。请使用最新版本的工具，如表 7-1 中所示。有关更多详细信息，请参阅 [MSPM0 SDK 已知问题](#) 和 [常见问题解答](#) 中的“在低功耗模式下载入”一章。

表 7-1. 建议的工具版本

Keil CMSIS 软件包	IAR IDE	CCS IDE	J_Link
MSPM0L11XX_L13XX_DFP : 1.3.1+ MSPM0G1X0X_G3X0X_DFP : 1.3.1+ MSPM0C110X_DFP : 1.1.1+ MSPS003FX_DFP:1.1.0+ MSPM0L122X_L222X_DFP:1.1.0+	9.60.1+	12.80+	V 8.10+

下载错误代码后 MSPM0 也会断开连接，并且 CCS 会在编写新代码时报告错误。图 7-2 展示了一个示例。

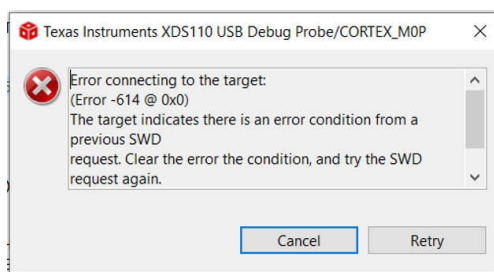


图 7-2. CCS 误差

借助调试子系统邮箱 (DSSM)，调试探针能够通过 SWD 接口将消息传递到 MSPM0 器件的引导 ROM。在工具中有四条解锁命令可供选择。表 7-2 简要说明了这些命令。建议使用 **DSSM 恢复出厂设置**，其复位级别高于 DSSM 批量擦除。

表 7-2. 解锁命令

解锁命令	与调试器的硬件连接	复位引脚控制	命令影响
手动 DSSM 恢复出厂设置	3v3、GND、SWDIO、SWCLK、Reset	最终用户	擦除主闪存并复位 NONMAIN 闪存
自动 DSSM 恢复出厂设置		调试器	
手动批量擦除 DSSM		最终用户	擦除主闪存
自动批量擦除 DSSM		调试器	

有关提供的三种解锁方法的建议，请参阅表 7-3。需要注意的是，解锁方法仅支持 XDS110，当前不支持 J-Link。

表 7-3. 解锁方法选择

解锁方法	支持的调试器	何时选择
恢复出厂设置 GUI 工具	XDS110	互联网连接可用
Uniflash	XDS110	互联网连接不可用
CCS	XDS110	使用 CCS 作为开发 IDE

7.1.1 通过引导加载程序解锁

如果用户未接触 NONMAIN 存储器时出现此问题，最简单的方法是在器件加电时让器件进入引导加载程序模式。然后，对闪存重新编程。请按照以下步骤操作：

1. 在为 MSPM0 上电之前，将 PA18 拉至高电平并保持该状态。
2. 使用正确的代码对闪存进行编程。然后发布 PA18。

7.1.2 通过恢复出厂设置 GUI 工具解锁

MSPM0 恢复出厂设置 GUI 工具是一个独立的工具，用于通过该界面访问调试功能或恢复 MSPM0 器件。此工具免费提供。按照步骤复位 MSPM0。

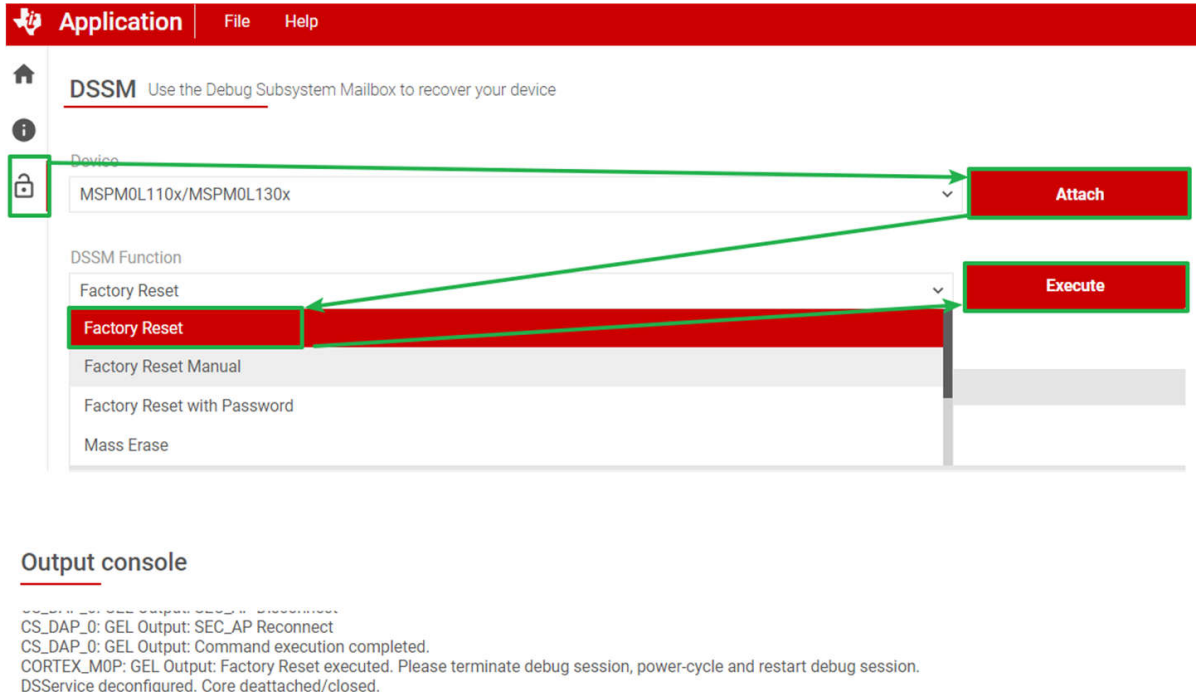


图 7-3. 通过 GUI 解锁

7.1.3 通过 Uniflash 解锁

8.7.0.4818 版本以上的 Uniflash 还支持解锁 MSPM0。首先，按照步骤连接 MSPM0 与 Uniflash，如节 5.2.1.1 所示。然后，按照图 7-4 中的说明解锁 MSPM0。

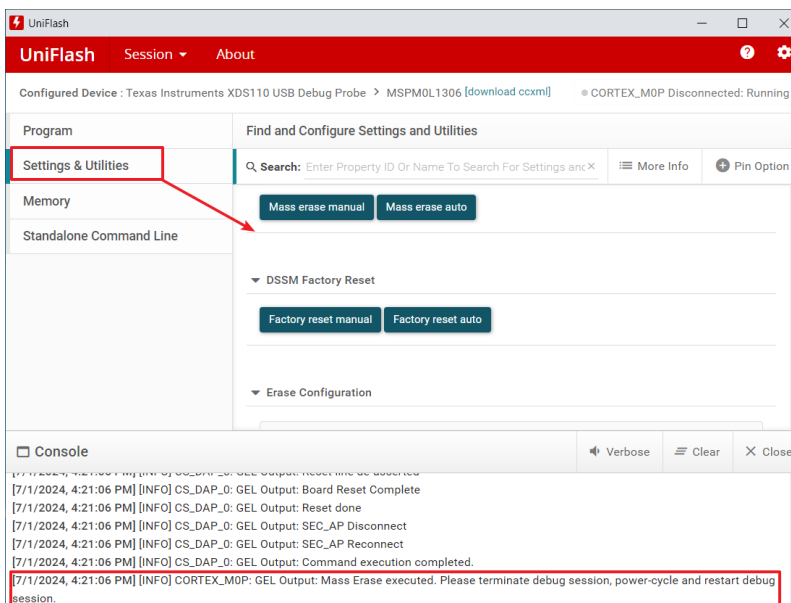


图 7-4. 通过 Uniflash 解锁

7.1.4 通过 CCS 解锁

以下是通过 CCS 解锁 MSPM0 的步骤：

1. 在 CCS 工程中，选择 **targetConfigs** → **MSPM0xxxx.ccxml**。右键单击 .ccxml 并选择启动无工程调试。
2. 选择脚本 → **MSPM0xxxx_Commands**。
3. 如果用户选择手动命令，则用户需要根据控制台中的命令手动复位器件。之后，用户可对器件重新供电。如果用户选择自动命令，则调试程序会复位器件。

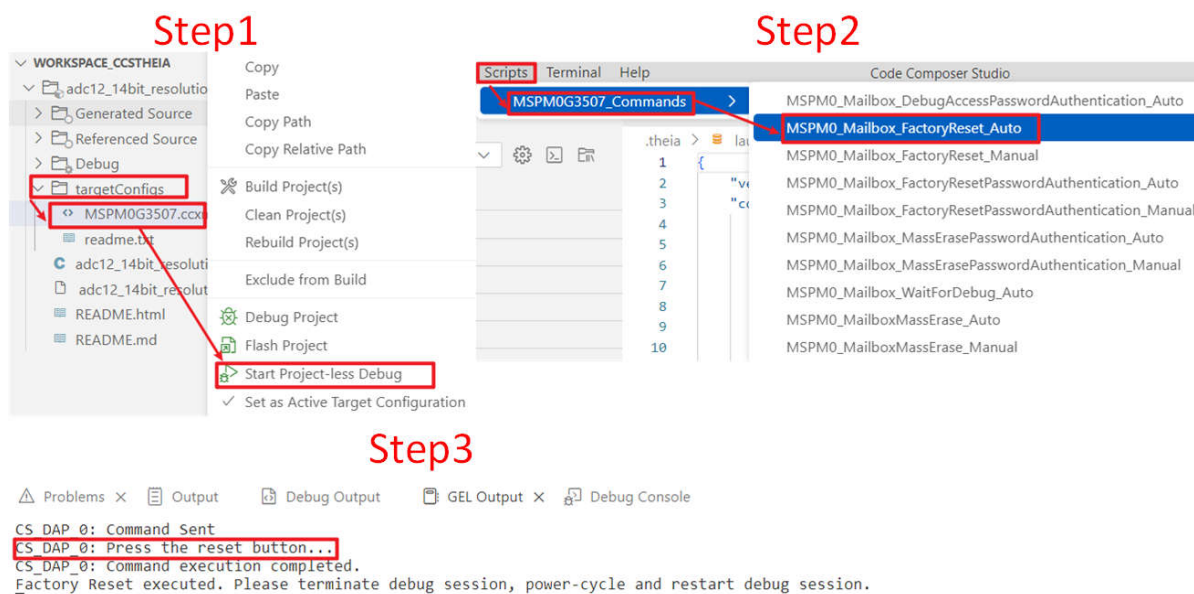


图 7-5. 通过 CCS 解锁

7.2 MSPM0 编程故障

如果首次出现编程故障，请逐一检查以下各项：

1. 在英文路径中安装最新的 IDE 或编程软件工具。建议使用默认安装路径。有关安装说明，请参阅本说明中的相关章节。
2. 插入调试器，并检查计算机是否找到调试器。如果调试器未如图 7-6 所示，请检查计算机限制。

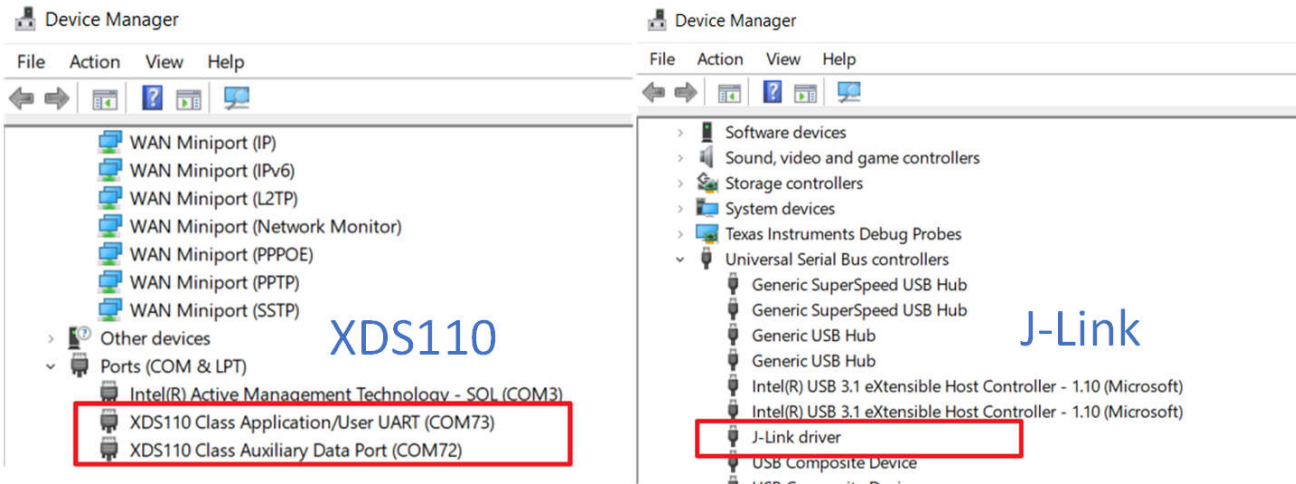


图 7-6. 设备管理器视图

3. 尝试使用 MSPM0 Launchpad 进行编程，以检查 PC 环境设置是否正常。
4. 对于您的定制板，请参考节 4.3 检查原理图。请注意 Vcc、Vcore 和 RESET 引脚设置。
5. 检查调试器和 MSPM0 之间的连接。用户可以参考节 5.3，使用万用表直接检查调试器侧的信号路径，并参考相关数据表，检查 MCU 引脚侧的信号路径。
6. 检查电路板上的电源。请记住，调试器的功率输出存在限制，输出电压只能是 3V3。需要额外的电源。
7. 使用示波器检查 SWDIO 和 SWCLK 上的信号波形，尤其是当导线非常长时。请确保信号建立时间足够。

如果第二次出现编程故障，并且之前可以对器件编程，请参阅节 7.1。

7.3 在禁用 SWD 的情况下重新编程

在 MSPM0 上，SWD 功能仅在复位后启用，无法在自由运行模式下通过软件重新启用。下面是在这种情况下对 MSPM0 进行重新编程的常用方法。

1. 在 SYSCFG_DL_init() 之前添加一个延迟，例如 5 秒。然后，用户在执行禁用 SWD 之前就会有时间来连接 MSPM0。
2. 使用 ROM 引导加载程序。在为 MSPM0 上电之前，将 PA18 拉至高电平并保持该状态。使用正确的代码对闪存进行编程。然后发布 PA18。
3. 使用恢复出厂设置功能。接通电源之前，按住复位按钮。根据节 7.1 执行恢复出厂设置。当系统提示复位芯片时，松开复位按钮。然后，芯片变为空白。

7.4 MCU 在调试和自由运行时的表现不同

MSPM0 在调试和自由运行时的表现不同。检查 PA18 上的设置。当 PA18 输入拉至高电平或受此引脚悬空的噪声影响时，在 MSPM0 复位或重新上电后，该器件会在自由运行模式下进入引导加载程序。如果遇到此问题，并且 PA18 无法使用外部电阻器拉至低电平，则可以按照图 7-7 中的步骤来禁用 BSL 或更改调用引脚分配。由于这些设置需要更改 NOMAIN，请参阅节 3.4 中相关 IDE 的“对 NONMAIN 编程”一章。

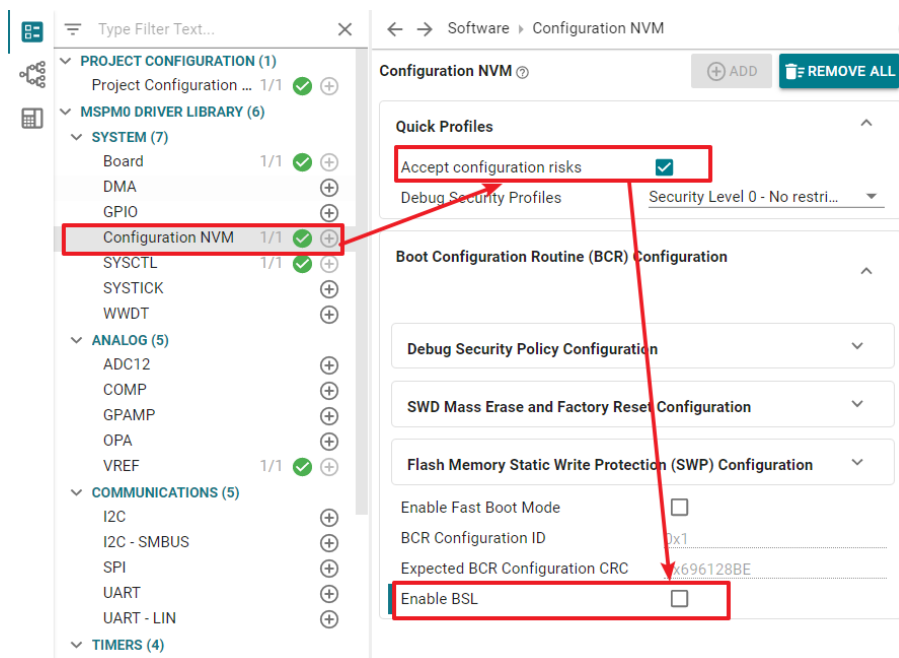


图 7-7. 禁用 BSL

7.5 设置 SWD 密码

通过写入 NONMAIN 中的 BOOTCFG0 和 SWDPW 寄存器，可以将 SWD 接口配置为禁用、启用或使用 128 位密码启用。有关 NONMAIN 和 SWD 密码的详细信息，请参阅器件的技术参考手册和 [MSPM0 MCU 中的网络安全机制](#)。用户可以按照以下步骤在 SWD 上添加密码。

1. 通过 sysconfig 启用并输入 SWD 密码。
2. 启用 Nonmain 配置。
3. 重新加电后，器件被锁定。

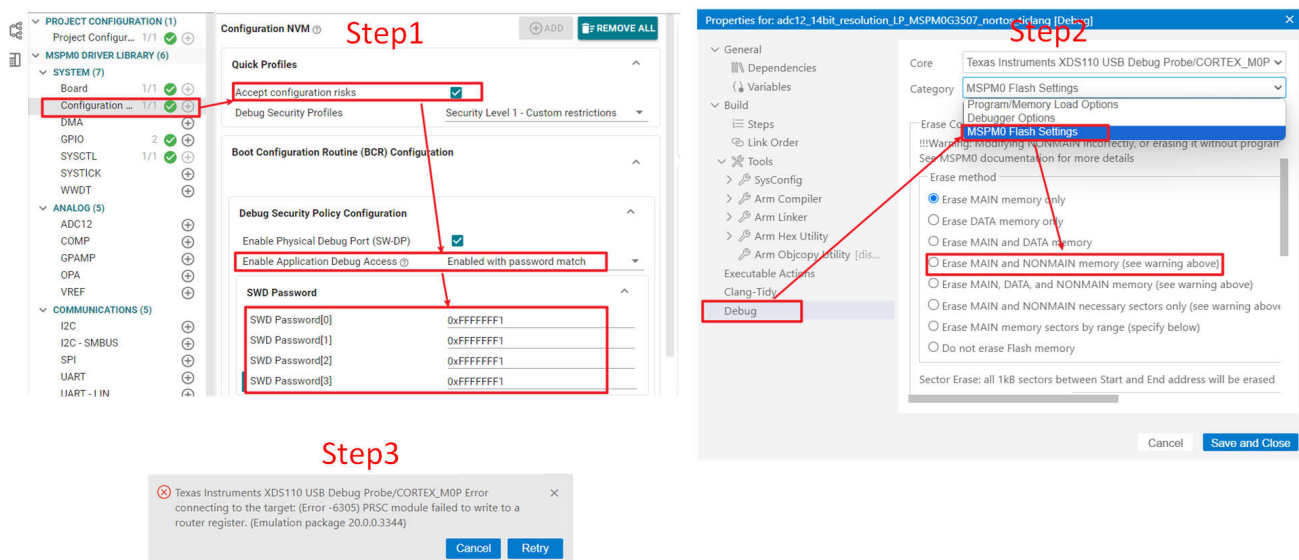


图 7-8. 启用 SWD 密码

备注

SBW 安全性仅在重新加电后有效。

以下使用密码对 MSPM0 重新编程的步骤。此操作不会擦除 NONMAIN，因此除非修改了 NONMAIN，否则密码会保持有效。

1. 在 CCS 工程中，选择 **targetConfigs** → **MSPM0xxx.ccxml**。在 .ccxml 文件中输入密码。按 Ctrl+S 保存 .ccxml 文件。
2. 右键单击 .ccxml 并选择 **启动无工程调试**。首先选择 **DebugAccessPasswordAuthentication**。在 GEL 输出显示 **命令执行完成后**，选择 **FactoryReset**。有关恢复出厂设置的更多信息，请参阅 [节 7.1](#)。
3. 现在，器件将恢复空状态，并准备好对新固件进行重新编程。

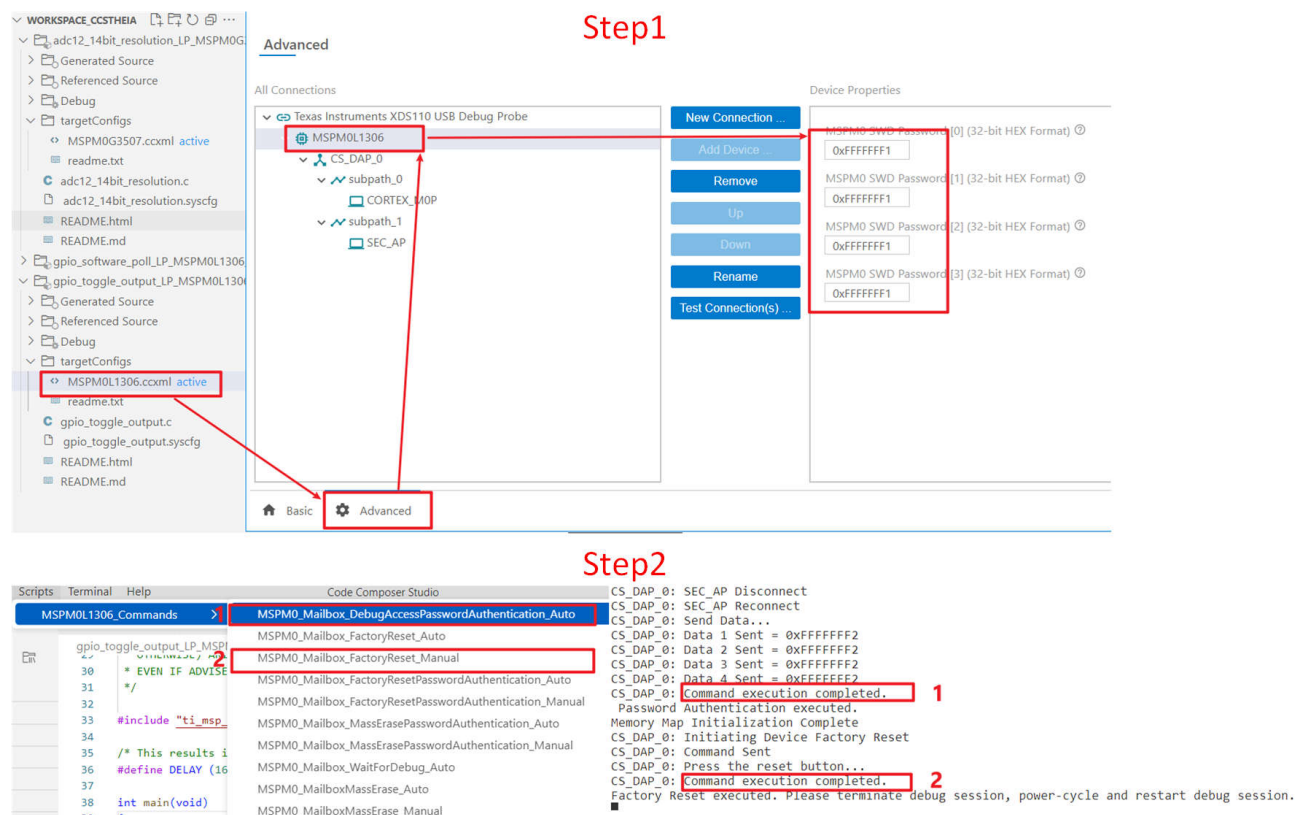


图 7-9. 清除 SWD 密码

备注

启用密码功能可用于 CCS、IAR 和 Keil。清除密码功能只能用于 CCS。

7.6 BSL 相关问题

有关如何使用引导加载程序的问题，请参阅 [MSPM0 引导加载程序 \(BSL\) 实现](#)。这篇文章概述了引导加载程序的实现并提供了分步说明。

有关引导加载程序协议及规范的问题，请参阅 [MSPM0 引导加载程序用户指南](#)。

7.7 在 LPM 模式下达到预期电流

在 MSPM0 上，如果有外设需要高于稳定 LPM 模式的高速时钟，数据表中会列出高于规格的电流消耗。最佳解决方案是在进入 LPM 模式之前复位所有外设。退出 LPM 模式后，再次重新配置外设。

更多详细说明，请参阅 [MSPM0G3507 低功耗测试和指导](#)。

7.8 CCS 常见问题

本部分介绍在 CCS 中遇到的一些常见问题。下面是一些附加文档，如果在使用 TI 的编译器、链接器或 IDE 时遇到问题，可以参考这些文档：

- 德州仪器 (TI)，适用于 CCS 的 MSPM0 SDK 快速入门指南，网页
- 德州仪器 (TI)，适用于 MSPM0 的 CCS IDE 指南，网页
- 德州仪器 (TI)，Code Composer Studio 用户指南，网页
- 德州仪器 (TI)，ARM 汇编语言工具用户指南，用户指南
- 德州仪器 (TI)，ARM 优化 C/C++ 编译器用户指南，用户指南
- 德州仪器 (TI)，TI Arm Clang 编译器工具用户指南，用户指南

7.8.1 更改优化级别

默认 SDK 示例采用优化级别 2。减小了代码大小。但这会导致 C 代码不匹配，并且无法在特定 C 代码行添加汇编代码和断点。要解决此问题，请将优化级别 2 改为优化级别 0。

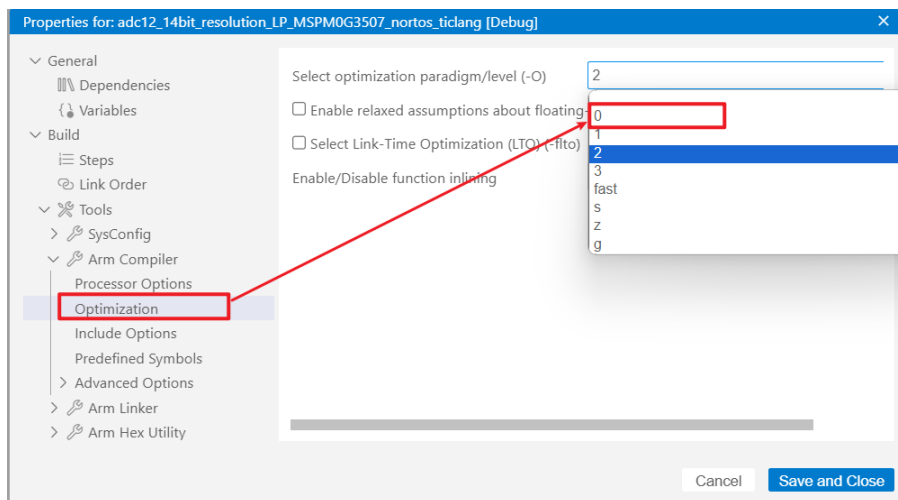


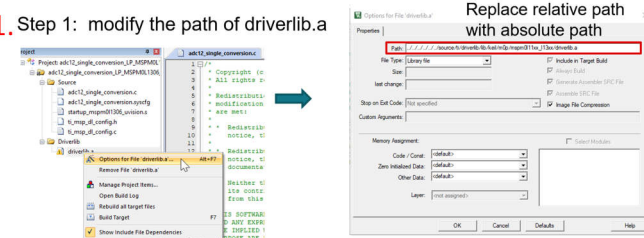
图 7-10. 更改优化级别

7.9 Keil 常见问题

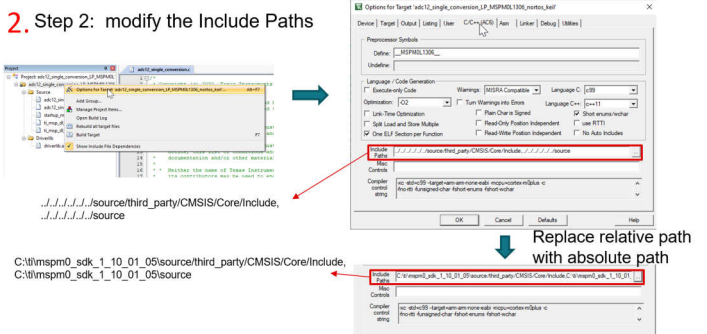
7.9.1 从 SDK 复制 Keil 示例

如果从 SDK 复制示例代码并直接编译，则会出现错误。根本原因在于代码示例中的 SDK 和 SysConfig 地址设置。要解决此问题，请参阅图 7-11。

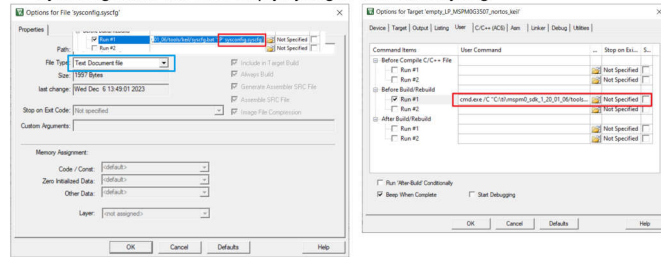
1. Step 1: modify the path of driverlib.a



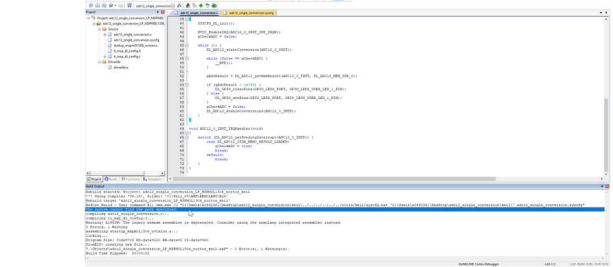
2. Step 2: modify the Include Paths



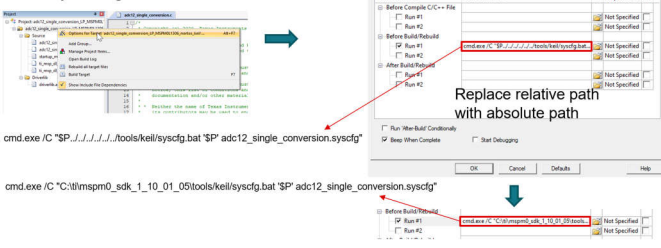
3. If you copy the sysconfig, change the file type to text and may need change the sysconfig name like from empty.syscfg to username.syscfg



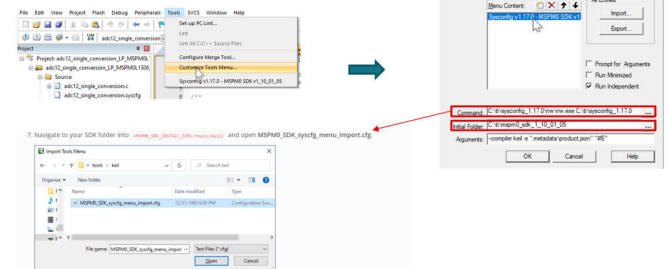
4. Now you can compile normally, but SysConfig still cannot be used



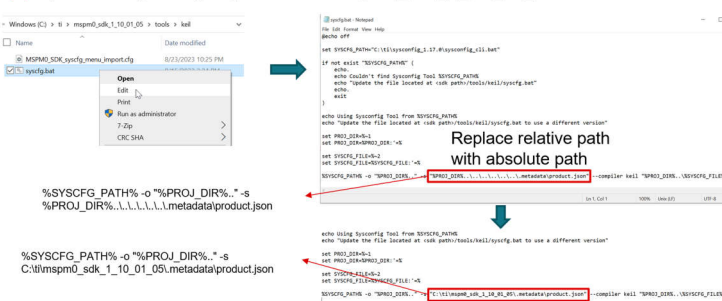
5 Step 3: modify the User command paths for sysconfig



6 Step 4: modify the tools configuration for sysconfig, import from SDK<MSPM0_SDK_INSTALL_DIR>/tools/keil/



7 Step 5: modify the syscfg.bat in C:\ti\mspm0_sdk_1_10_01_05\tools\keil



8. Now you can use SysConfig normally. Don't put the Keil project under an address name with ". For example, use "My_path" instead of "My path".

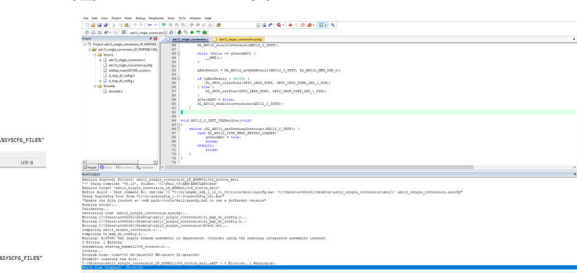


图 7-11. 从 SDK 复制 Keil 示例

8 总结

刚开始进行 MSPM0 开发时请参考本文档，该文档提供了 MSPM0 生态系统概述和分步说明，还为用户提供了清晰的流程和图像说明。除了基本知识之外，该文档还列出了参考资料和进一步阅读材料，供用户进一步参考。TI 建议用户参照本文档快速进行 MSPM0 开发并克服常见障碍。

9 技术文档资源

9.1 技术参考手册

技术参考手册介绍了 MSPM0 MCU 的应用方法和特性，包括但不限于 CPU 和外设的抽象模型、工作模式以及相应的寄存器配置方法。

- 德州仪器 (TI)，[MSPM0 C 系列 24MHz 微控制器](#)，技术参考手册
- 德州仪器 (TI)，[MSPM0 G 系列 80MHz 微控制器](#)，技术参考手册
- 德州仪器 (TI)，[MSPM0 L 系列 32MHz 微控制器](#)技术参考手册

9.2 子系统

本节列出了所有基于 MSPM0 MCU 的子系统示例。随着 MSPM0 变得越来越小且成本极具竞争力，MSPM0 开始取代长期以来由固定功能模拟器件执行的系统。更多相关信息，用户也可以参考[模拟工程师电路设计指导手册：M0+ MCU](#) 电子书和 [Arm® Cortex®-M0+ MCUs 子系统](#) 产品页面。

- 德州仪器 (TI)，[5V 接口](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[ADC 转 I2C](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[ADC 转 SPI](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[ADC 转 UART](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[CAN 转 I2C 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[CAN 转 SPI 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[CAN 转 UART 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[常见放大器拓扑：PGA](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[连接二极管矩阵](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[用于 ADC 的 DMA 乒乓](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[数据传感器聚合器子系统](#)设计，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[数字 FIR 滤波器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[数字 IIR 滤波器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[仿真数字多路复用器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[频率计数器：音调检测](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[使用 DAC8 的函数发生器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[通过 UART 桥接器实现 I2C 扩展器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[I2C 转 UART 子系统](#)设计，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[具有 SPI、I2C 和 UART 的 IO 扩展器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[具有 PWM 的 LED 驱动器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[低成本 MSPM0C MCU 作为 I/O 扩展器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[MCU 设计技术：ADC 至 PWM](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[PWM DAC](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[并联 IO 转 UART 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[电源序列发生器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[扫描比较器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[任务调度器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[热敏电阻温度检测](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[跨阻放大器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[具有 M0 器件的两级 OPA 仪表放大器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[UART 转 I2C 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[UART 转 SPI 桥接器](#)，子系统设计
- 德州仪器 (TI)，[带闪存的仿真 EEPROM \(B 型\)](#)，子系统设计

- 德州仪器 (TI), [带闪存仿真 EEPROM \(A 型\)](#), 子系统设计

9.3 参考设计

本节列出了所有基于 MSPM0 MCU 的参考设计。这些参考中包含丰富的设计资源, 其中大多数资源为开发终端设备提供参考。

- 德州仪器 (TI), [具有 85V 至 265V 交流电压、0.92 功率因数和单级 PFC 的 24V、35W 无传感器 FOC BLDC 参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [采用 GaN IPM DRV7308 的 250W 电机逆变器参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [采用独立式 ADC 且具有成本效益的三相 CT 电表参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [适用于传感器和执行器的 IO-Link 器件实现参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [低成本血压和心率监护仪参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [耐辐射航天电池管理系统 \(BMS\) 参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [具有 90dB 动态范围、实现较低灌注指数的单芯片脉搏血氧仪参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [具有环境光消除功能、用于烟雾探测的智能模拟传感器接口参考设计](#), 设计指南
- 德州仪器 (TI), [基于三相分流的电能计量参考设计](#), 设计指南

9.4 硬件 EVM 用户指南

硬件 EVM 用户指南包含与 MSPM0 相关的 Launchpad 和 EVM 的所有文档。

- 德州仪器 (TI), [LP-MSPM0C1104 评估模块用户指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [LP-MSPM0G3519 评估模块用户指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [LP-MSPM0L1117 Launchpad 开发套件](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [LP-MSPM0L2228 评估模块用户指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSP-DRV-ADAPT-EVM 评估模块用户指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSP-LITO-L1306 评估模块用户指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSPM0G3507 LaunchPad 开发套件用户指南 \(LP-MSPM0G3507\)](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSPM0L1306 LaunchPad 开发套件](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [XDS110-ETP 评估模块用户指南](#), 用户指南

9.5 应用手册和其他资料

本节列出了所有基于 MSPM0 MCU 和外设的应用手册、应用简报、产品概述、子系统设计 and 功能安全信息。本应用手册是关于器件、器件外设或应用的技术文档, 这是 ti.com 上最常见的技术文档类型。

- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 的自校准电流检测解决方案](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [A2L 制冷剂标准概述和面向设计人员的 TI 缓解控制板设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 的汽车座椅舒适模块](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 MCU 实现采用无传感器 FOC 算法的 BLDC 和 PMSM 控制](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 通过 I2C 的 BQ769x2 控制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 通过 UART 转 CAN 对 BQ79616 进行控制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用低成本 MSPM0 MCU 在无线电动工具和园艺工具中实现可扩展性](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [闭环恒定功率驱动, 可简化加热器元件控制并延长电池寿命](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 MCU 中的网络安全机制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 设计单轴和三轴自拍杆](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [使用 NTC 和 RTD 设计温度监测系统](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 和段式 LCD 进行设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 TPS8802 和 MSPM0 MCU 的双射线烟雾探测器](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [EEPROM 仿真 A 型解决方案](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [EEPROM 仿真 B 型设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 系列中的闪存多组功能](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [全功能汽车侧后视镜](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [MSPM0G 功能安全手册](#), 功能安全信息
- 德州仪器 (TI), [如何使用 MCU 转换 SMBus/I2C 信号来为智能电池充电](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用低成本 MSPM0 MCU 提高电池管理设计的灵活性](#), 应用简报

- 德州仪器 (TI), [使用低成本 MSPM0 MCU 提高电子温度计设计的灵活性](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [隔离型环路供电 4-20mA 现场变送器设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0L222X 中的低频子系统和 VBAT 特性](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 - 高级控制计时器有助于实现更好的控制和更好的数字输出](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 ADC 噪声分析和应用](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 引导加载程序 \(BSL\) 实现](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 引导加载程序](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 C 系列 MCU 硬件开发指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 设计流程指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 实现具有成本效益的现场变送器应用](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 G 系列 MCU 硬件开发指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 G 系列 MCU 功耗优化指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L1 测量仪表解决方案指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L2 测量仪表解决方案指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L 系列 MCU 硬件开发指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L 系列功耗优化指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 实时固件更新 \(LFU\) 引导加载程序实现](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 MCU 快速参考指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 MCU：更多选择，潜力无穷](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 电机控制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 带传感器 FOC 调优](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 无传感器 FOC 调优指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 通用 FOC 调优](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 的低成本单芯片脉搏血氧仪参考设计](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 的医用警报设计](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [MSPM0：通过易于使用的工具、软件和 Academy 将创意变为产品](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [MSPM0C：适用于 8 位和 16 位 MCU 应用的新款标准 32 位 MCU](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [MSPM0Cx - 牙刷和剃须刀](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [MSPM0G3507 低功耗测试和指导](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0L 或 MSPM0G：如何为您的应用选择合适的 MSP 微控制器](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [MSPM0L130x-Q1 功能安全手册](#), 功能安全信息
- 德州仪器 (TI), [MSPM0Lx22x 微控制器实现低功耗显示和安全设计](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [借助 MSPM0 精密模拟，轻松进行系统设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [从 Microchip 到 MSPM0 的迁移指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [从 NXP 迁移到 MSPM0 的指南](#), 用户指南
- 德州仪器 (TI), [从 Renesas RL78 到基于 Arm 的 MSPM0 的迁移指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [STM8 到 MSPM0 迁移指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [由电容器供电的 MSPM0 的工作时间](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 AEC-Q100 MSPM0 MCU 优化汽车车身电子装置设计](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 为步进电机和 BDC 电机实现优化的 H 桥驱动器控制](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 优化现场传感器和发送器应用](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [利用基于 MSPM0 的 PGA460 控制实现距离检测](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 进行 PIR 运动检测](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [利用 MSPM0 MCU 实现 HVAC 风扇控制设计](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 实现低功耗和高可扩展性 OBC 唤醒设计](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [采用 MSPM0 MCU 实现 UWB 无钥匙进入和启动 \(PEPS\) 设计](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [具有可调节输出的可扩展电池备用子系统](#), 产品概述
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 的有传感器有刷直流电机控制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用低成本 MSPM0 MCU 简化真无线立体声控制中的设计](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [使用高度集成的低成本 MSPM0 MCU 简化脉搏血氧仪设计](#), 应用简报
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0 MCU 的软件定义玻璃 LCD 解决方案](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用高度集成的 MSPM0 MCU 简化烟雾探测器设计](#), 应用简报

- 德州仪器 (TI), [TI 超小型 M0+ MCU 封装](#)为您的设计提供更多可能性, 应用简报
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 通过 UART Over CAN 实现 TPS929xxx LED 驱动器控制](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [基于 MSPM0L1105 的真无线立体声 \(TWS\) 充电盒设计](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [了解 MSPM0 调试子系统](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用 MSPM0 MCU 设计基于梯形的 BLDC 电机控制器](#), 应用简报

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision D (October 2024) to Revision E (March 2025)	Page
• 更新了概述部分，以包含 MSPM0 器件概述和生态系统简介.....	4
• 在软件开发说明部分中添加了 节 7 的链接.....	7
• 在 LaunchPad 简介部分添加了 LaunchPad 产品页面的链接.....	8
• 在 MSPM0-SDK 设置部分中添加了 MSPSDK 说明。.....	9
• 删除了 MSPM0-SDK 示例图.....	10
• 在示例文件夹简介部分添加了代码示例图。.....	10
• 更新了 CCS 快速入门一节以包含不同的 CCS 版本说明。.....	21
• 由于 CCS 安装部分中的 CCS 版本更新，更新了 CCS 安装图片.....	21
• 由于 CCS 版本更新，更新了 导入 SDK 示例部分的 CCS 示例导入图片.....	22
• 由于 CCS 版本更新，更新了 示例下载和调试部分的调试器选择图片.....	23
• 由于生成十六进制文件部分中的 CCS 版本更新，更新了调试器选择图片.....	25
• 由于对 NONMAIN 编程部分中的 CCS 版本更新，更新了 Nonmain 编程图片.....	26
• 更新了获取 MSPM0 包部分，以提供有关 MSPM0 封装生成的更详细说明。.....	43
• 向大规模生产说明部分添加了 C-GANG 信息。.....	48
• 在 节 5.2.3 部分中更改了 C-GANG 的产品简介.....	52
• 在编程硬件快速入门一节中添加了更详细的说明和图像。.....	57
• 在通过 CCS 解锁部分中由于 CCS 版本变更而更改解锁图片.....	62
• 在 CCS 常见问题部分中添加了更多 CCS 参考链接.....	66
• 由于更改优化级别部分中的 CCS 版本更新，更改了图片.....	67
• 添加了技术文档资源部分.....	69

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、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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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。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](#) 或 [ti.com](#) 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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司