

声明

本 PDF 为个人翻译，准确性不能保证，建议参照原版进行学习

本人博文地址：https://me.csdn.net/weixin_44048162

Github 地址：<https://github.com/843862803>

使用的翻译软件为巽二博主所写

博主博文地址：https://me.csdn.net/m0_37868504

在不收取其他人费用的前提下，可以自由传播！

Code Composer Studio™ IDE 7.1+ for SimpleLink™ MSP432™ Microcontrollers

本手册介绍了TI Code Composer Studio™IDE

7.1及更高版本与SimpleLink™MSP432™低功耗微控制器的使用。本手册仅介绍适用于Windows®操作系统的Code Composer Studio IDE。用于Linux®和OSX®操作系统的Code Composer Studio IDE版本类似，因此不再单独描述。

本指南中的大多数描述适用于7.1以下的Code Composer Studio

IDE版本，但SimpleLink软件开发工具包（SDK）需要Code Composer Studio IDE 7.1或更高版本。

Contents

1	Installing Code Composer Studio IDE	5
2	Updating Code Composer Studio IDE	5
3	Creating a Basic SimpleLink MSP432 Project	6
4	Importing SimpleLink Examples From TI Resource Explorer	8
5	Debugging Your Application	9
	5.1 Debugger Settings	10
	5.2 Debugging ROM Driver Library	13
	5.3 Start Debugging Session	14
	5.4 Debugger Messages	15
6	Using Serial Wire Output (SWO) Hardware Trace Analyzer	16
	6.1 Configure the Project for SWO Trace	16
	6.2 Run Serial Wire Trace	17
7	EnergyTrace™ Technology	18
	7.1 Energy Measurement	18
	7.2 Integration With Code Composer Studio IDE	18
	7.3 Enabling EnergyTrace Technology and Selecting the Default Mode	18
	7.4 Controlling EnergyTrace Technology	20
	7.5 EnergyTrace+ Mode	21
	7.6 EnergyTrace Mode	24
	7.7 Comparing Captured Data With Reference Data	26
	7.8 EnergyTrace Technology FAQs	28
8	Device Security (MSP432P4xx Devices Only)	30
	8.1 Factory Reset Without Password	30
	8.2 Factory Reset With Password	34
9	Enable CRC Table Generation in CCS	36
10	Low-Power Debug (MSP432P4xx Devices Only)	37
11	Frequently Asked Questions	39
12	Additional Code Composer Studio IDE Information	40
13	References	41

List of Figures

1	Check for Updates	5
2	Creating a New Code Composer Studio IDE Project	6
3	New Project Wizard	7
4	New Project Files	7
5	New CCS Project, Open Resource Explorer	8

6	Selecting an Example in TI Resource Explorer	9
7	Project Properties	10
8	Choose Debugger Connection	11
9	Debug Settings for GNU Compiler and MSP-FET	12
10	Predefined Symbol for ROM Debugging	13
11	Launch Debug Session.....	14
12	Debug Session	15
13	Target Configuration	16
14	Connection Properties	17
15	Pulse Density and Current Flow.....	18
16	EnergyTrace™ Technology Preferences	19
17	EnergyTrace™ Technology Control Bar	20
18	Debug Session With EnergyTrace+ Graphs.....	21
19	Profile Window.....	21
20	States Window.....	22
21	Power Window.....	22
22	Energy Window.....	23
23	Debug Session With EnergyTrace Graphs	24
24	EnergyTrace Profile Window	25
25	Zoom Into Power Window.....	25
26	Current Profile (Blue) With Recorded Profile (Yellow).....	25
27	Energy Profile of the Same Program in Resume (Yellow Line) and Free Run (Green Line)	26
28	Comparing Profiles in EnergyTrace+ Mode	27
29	Comparing Profiles in EnergyTrace Mode	27
30	Show Target Configuration View	30
31	List of Target Configurations.....	31
32	Launch Selected Target Configuration	31
33	Debug View After Launching Target Configuration	31
34	Show All Cores	32
35	List of All Cores in the MSP432P4xx	32
36	Manually Connecting to the DAP	33
37	DAP is Connected.....	33
38	Executing the Factory Reset Script	33
39	Mass Erase Script Console Output	34
40	Code Composer Studio IDE Tools – GEL File	34
41	Factory Reset With Password GEL File.....	35
42	gen_crc_table Linker Option	36
43	Properties Menu	37
44	Enabling Low Power Run	38
45	CPU Core Status Display Indicating Deep Sleep Mode	38
46	Program Counter Located at WFI Instruction	39
47	Change Debugger Settings to SWD	39

Trademarks

Code Composer Studio, SimpleLink, MSP432, E2E, LaunchPad是德州仪器公司的商标。

OS X是Apple Inc. 的注册商标。

CoreSight是Arm Limited的商标。

Arm是Arm Limited的注册商标。

IAR Embedded Workbench是IAR Systems的注册商标。

Linux是Linus Torvalds的注册商标。

Windows是Microsoft Corporation的注册商标。

所有其他商标均为其各自所有者的财产。

Preface: Read This First

How to Use This Manual

本手册仅介绍特定于SimpleLink MSP432低功耗微控制器的Code Composer Studio IDE功能。它没有完整地描述MSP432微控制器或完整的开发软件和硬件系统。有关这些项目的详细信息，请参阅Web上重要MSP432文档中列出的相应TI文档。

Important Documents on the Web

有关MSP432微控制器的主要信息来源是器件专用数据表和技术参考手册。MSP432网站包含这些文档的最新版本。

可以在www.ti.com/tool/ccstudio上找到描述Code Composer Studio工具（Code Composer Studio IDE，汇编程序，C编译器，链接程序和库管理程序）的文档。可以在processors.wiki.ti.com/index.php/Category:CCS上找到特定于Code Composer Studio IDE的Wiki页面（FAQ），并且TI E2E™社区支持论坛提供其他帮助。

有关第三方工具的文档，例如IAREmbeddedWorkbench®forArm®或Segger J-Link调试探针，可在相应公司的网站上找到。

If You Need Assistance

德州仪器产品信息中心（PIC）提供对MSP432器件和硬件开发工具的支持。有关PIC的联系信息，请访问TI网站。针对MSP432的TI E2E社区支持论坛提供与同行工程师，TI工程师和其他专家的开放式互动。可以在MSP432网站上找到其他特定于设备的信息。

1 安装Code Composer Studio IDE

Code Composer Studio IDE可从TI网站获得。

- Code Composer Studio IDE

6.1及更高版本支持MSP432低功耗微控制器。以前的版本不支持MSP432 MCU。

在安装过程中，选择“SimpleLink™ MSP432™ 低功耗+高性能MCU”。

- 要从SimpleLink生态系统中受益，需要Code Composer Studio IDE 7.1或更高版本。

2 更新Code Composer Studio IDE

在开始使用MSP432低功耗微控制器之前，请使用Code Composer Studio IDE更新功能更新安装。要检查更新，请单击“帮助”→“检查更新”。

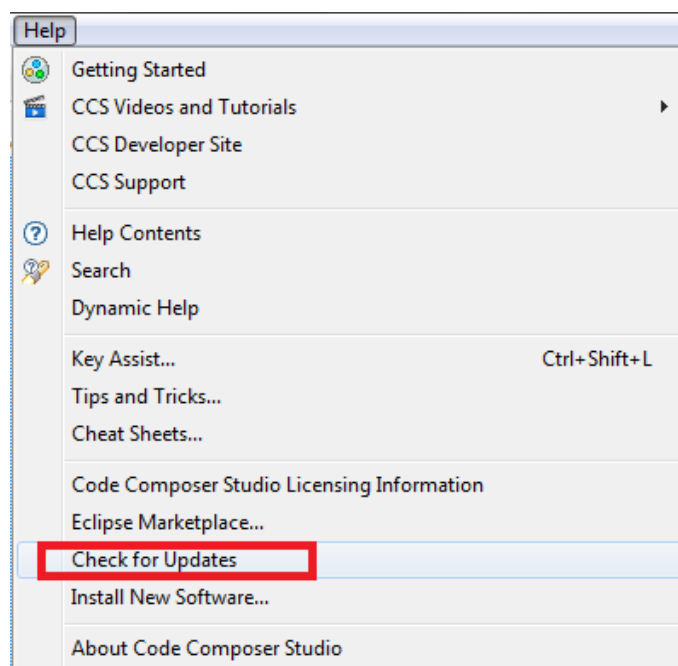


Figure 1. Check for Updates

Code Composer Studio

IDE连接到TI更新服务器，并检索有关系统相关更新的信息。您仍然可以选择要安装的更新，但最好安装所有更新。

3 创建基本SimpleLink MSP432项目

Code Composer Studio IDE在工作区中组织其项目。第一次启动Code Composer Studio IDE时会自动生成一个新工作区。此工作空间为空白。

您可以从头开始创建新项目，也可以从第4节中描述的SimpleLink MSP432 SDK示例开始。TI建议从其中一个示例开始。

要在当前工作空间中创建新项目：

1. 单击文件→新建→CCS项目。

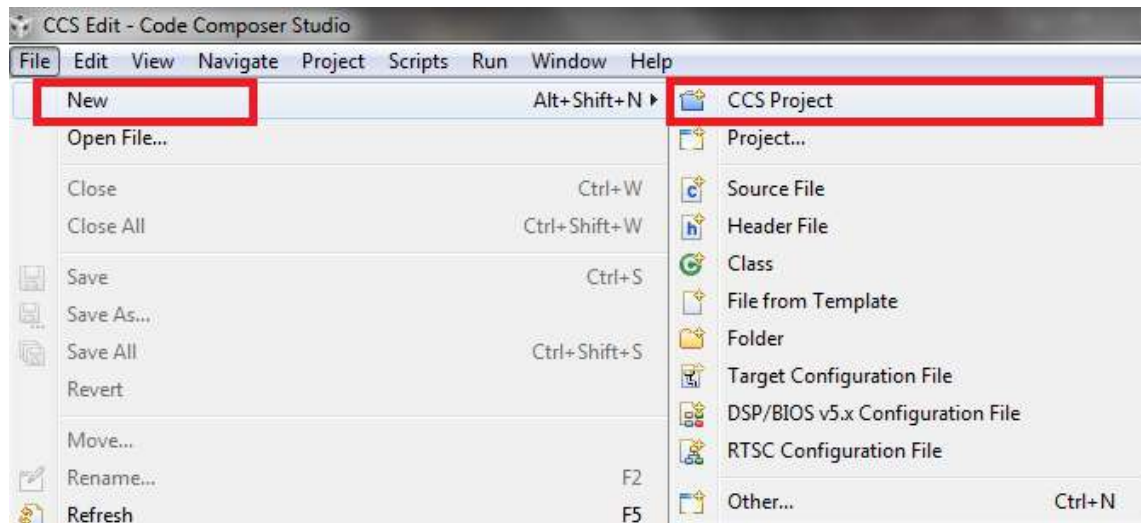


图2. 创建新的Code Composer Studio IDE项目

2. 选择MSP432或MSP432E4作为目标系列（参见图3），它限制了设备列表。设备下拉列表。
3. 选择正在使用的设备：例如，MSP432P401R。
4. 选择要使用的调试连接。在以下示例中，这是一个XDS110调试探针。这些稍后可以在“项目属性”中修改设置。
5. 键入唯一的项目名称。
6. 单击“完成”。创建一个新项目，并将其中的一些文件复制到该项目中工作区。

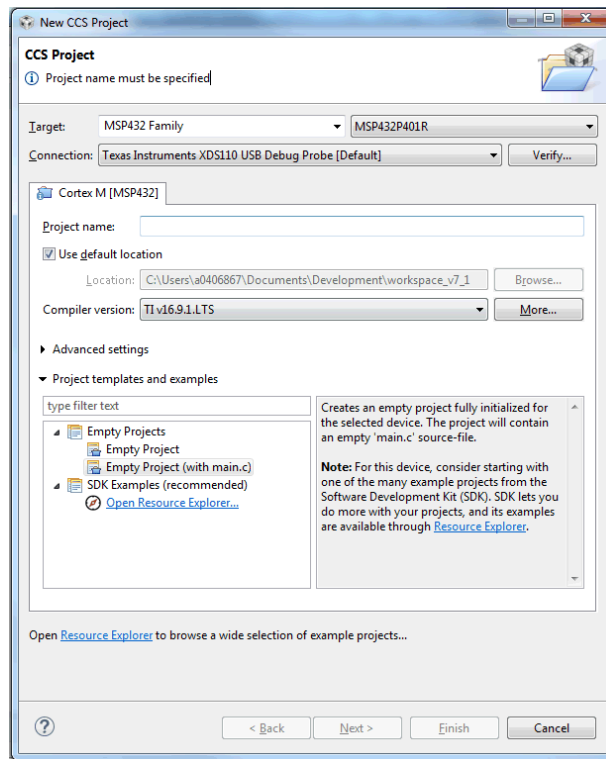


Figure 3. New Project Wizard

工作区现在包含一个新创建的项目，包括：

- A basic main.c file (if you have chosen that in the New CCS Project dialog)
- The interrupt vector file **startup_msp432p401r_ccs.c** where all interrupt handlers are predefined
- The linker command file **msp432p401r.cmd**
- In the target configuration folder, a file **MSP432P401R.ccxml** including a link to the XDS-110 debug probe

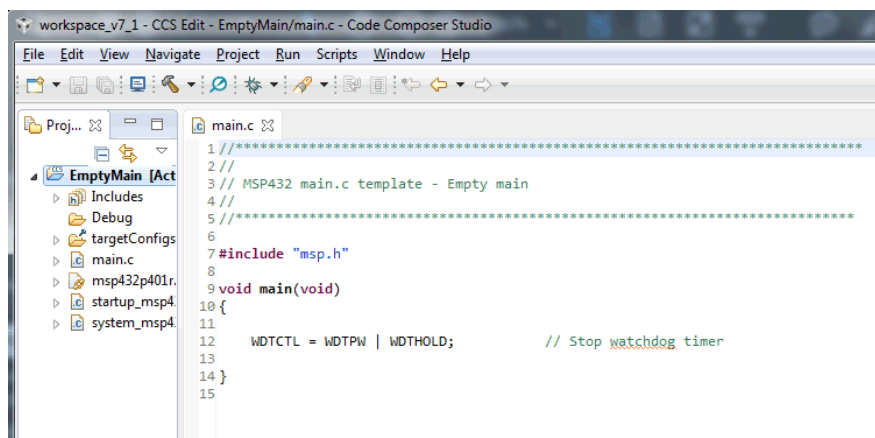


Figure 4. New Project Files

现在您可以开始开发代码了。

从TI资源浏览器www.ti.com导入SimpleLink示例

4从TI Resource Explorer导入SimpleLink示例

在Code Composer Studio

IDE中启动新项目的推荐方法是使用TI资源浏览器中的相应示例并对其进行调整。 TI Resource Explorer使用Code Composer Studio IDE中的SimpleLink MSP432

SDK提供所有示例和文档。这包括驱动程序，RTOS以及从裸机到高级API的示例。

TI资源浏览器可从<http://dev.ti.com/tirex/>在线获取，也包含在Code Composer Studio IDE 7.0及更高版本中。在Code Composer Studio IDE 7.1+中，选择View→Resource Explorer或创建一个新项目，然后选择SDK Examples→Open Resource Explorer（参见图5）。

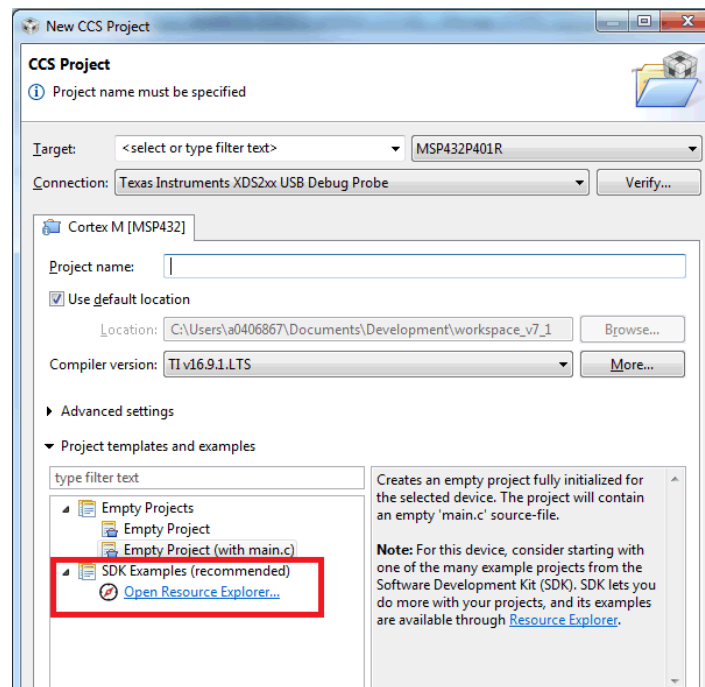


图5. 新的CCS项目，Open Resource Explorer

在TI资源管理器中，在搜索字段中选择您的MSP432设备，仅列出适用于该设备的示例，以便您可以更轻松地找到适合您的示例。例如，基本的ADC示例可以在层次结构中找到（参见图6）。

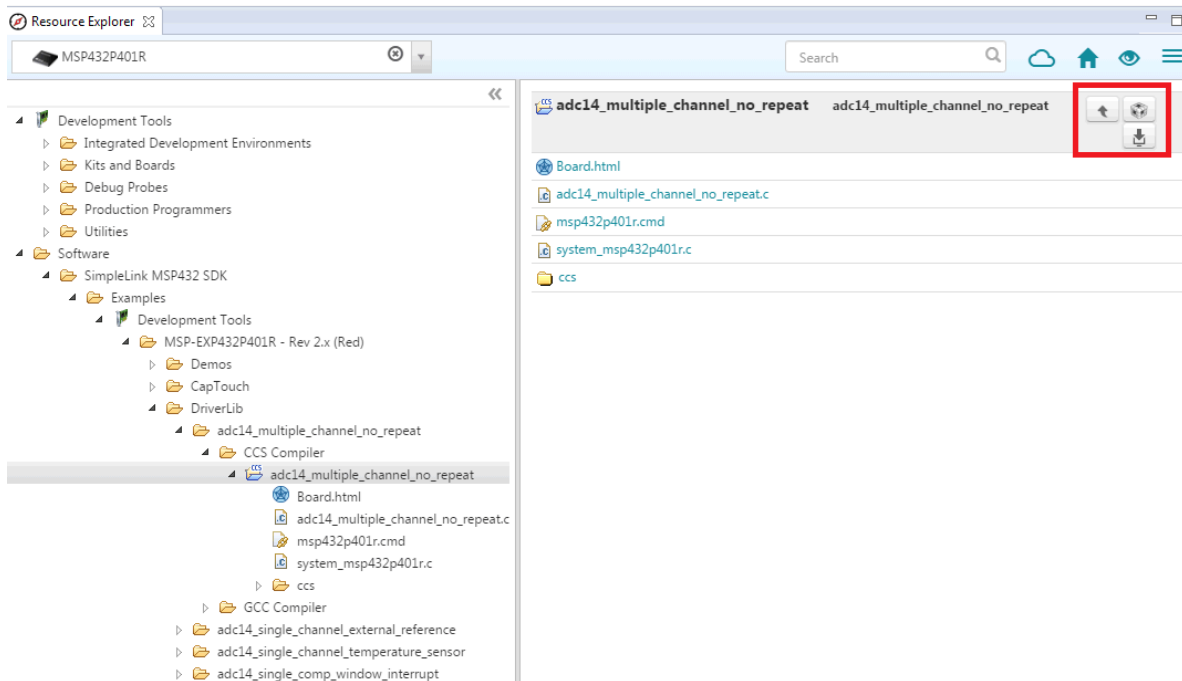


图6. 在TI Resource Explorer中选择示例

单击右上角的其中一个按钮（参见图6）以下载SDK并将示例导入Code Composer Studio IDE。当SDK已在本地安装在默认位置时，所有示例都直接从已安装的SDK中获取。

注意： SimpleLink MSP432 SDK支持MSP432P4xx器件，SimpleLink MSP432E4 SDK支持MSP432E4器件。

或者，您可以使用项目资源管理器中的导入对话框直接从SDK安装路径导入示例。导入后，您可以继续编译或展开示例。

可以在docs文件夹中的SDK安装路径中找到SDK的所有文档。从该文件夹中打开Documentation_Overview.html，然后导航到IDE的“快速入门指南”。

通过SimpleLink平台的一次性集成，您可以将产品组合中的任意设备组合添加到设计中。SimpleLink平台的最终目标是在您的设计要求发生变化时实现100%的代码重用。有关更多信息，请访问www.ti.com/simplelink。

5 调试您的应用程序

已使用Code Composer Studio IDE成功测试了以下调试探针。

- TI XDS100v2, XDS100v3, XDS200, XDS110 (including the [XDS110 stand-alone probe](#))
- TI MSP-FET (for more information visit the [MSP-FET page](#))

注意： MSP-FET调试探针仅限于MSP432P4xx器件。

在MSP-FET, MSP-FET430UIF或LaunchPad™开发套件上执行固件更新时，请勿通过USB集线器连接。

- Segger J-Link (for more information, visit the [TI J-Link Support Emulator wiki page](#))

在Code Composer Studio IDE 6.1.3.x中，Segger安装说明直接链接在Code Composer Studio IDE应用程序中心中。

对于某些调试探针，必须在设备外部提供电源。有关详细信息，请参阅用户

你的探针指南。有关TI XDS110独立探针的信息，请参阅“XDS110调试探针用户指南”。

5.1 调试器设置

创建项目后，可以更改用于调试应用程序的调试器。要更改调试器，请右键单击工作区中的项目，然后选择Properties（参见图7）。

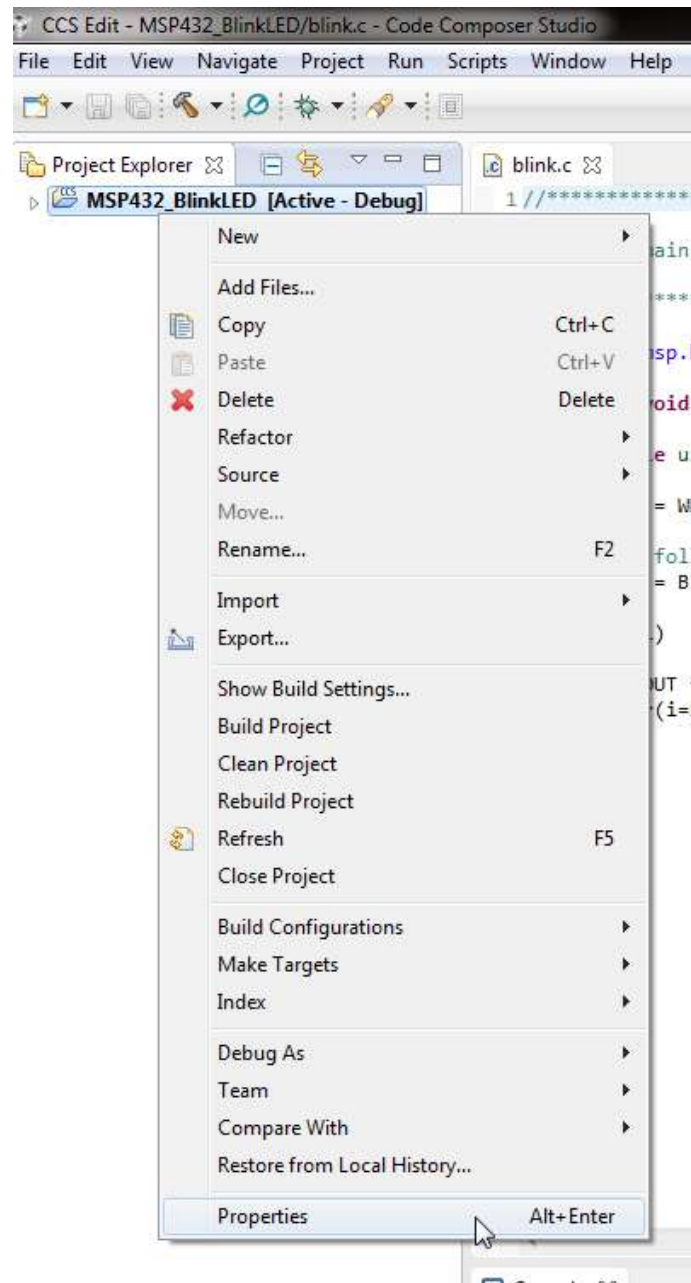


Figure 7. Project Properties

在项目属性窗口中，确保您位于“常规”选项窗格中。在那里，您可以看到目标连接的下拉列表。从此列表中选择调试器，然后单击“确定”。

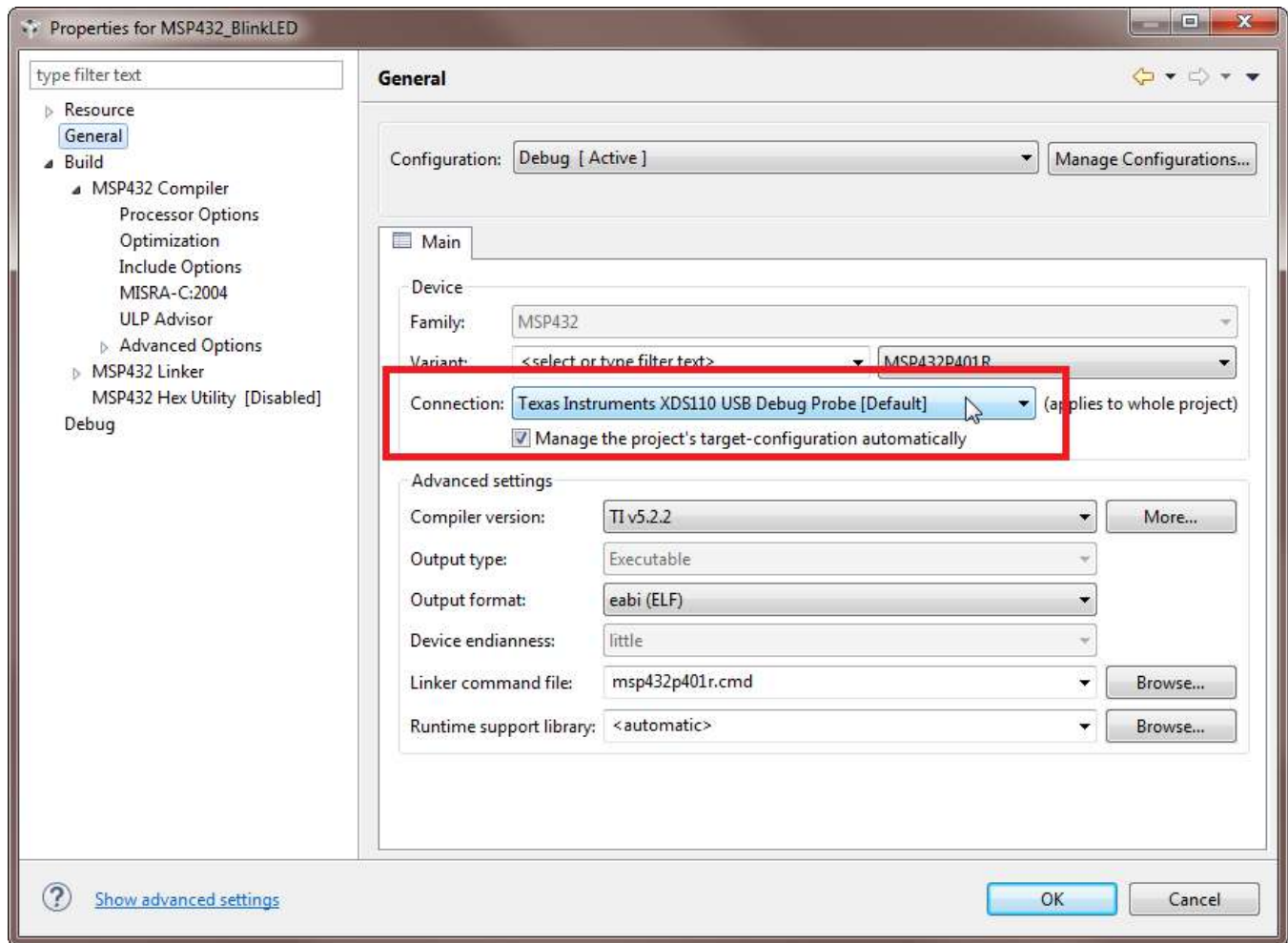


Figure 8. Choose Debugger Connection

可以在目标配置设置中进行更多调试器特定的设置。为此，双击项目资源管理器“targetConfigs”文件夹中的*.ccxml文件。例如，从串行线调试（SWD）切换到JTAG。有关这些设置的详细信息，请参阅第6节

注意：图9显示了使用MSP-FET和GNU Linaro编译器时调试所需的其他设置（转到项目属性→调试→程序/内存加载选项）。

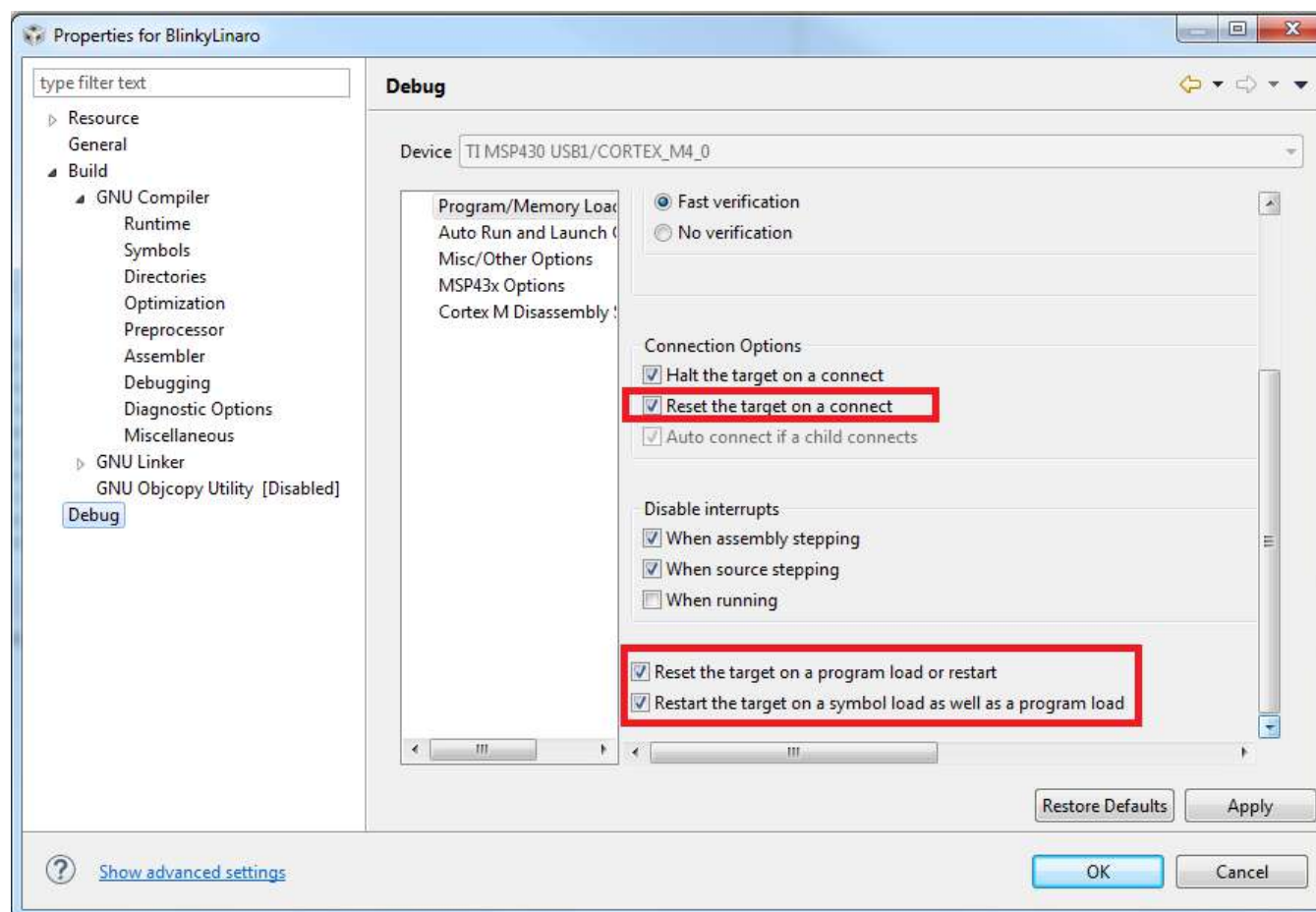


图9. GNU编译器和MSP-FET的调试设置

5. 2调试ROM驱动程序库

MSP432P4xx系列包括完全集成在ROM存储器中的完整外设驱动程序库 (DriverLib)。开发人员可以利用ROM DriverLib获得多种好处, 包括访问高度可靠和经过测试的API, 以更低的功耗实现单周期ROM执行速度, 以及为额外的应用程序代码释放内存空间。通过将DriverLib头文件添加到项目并链接到预构建的库, 开发人员可以访问ROM API。

驱动程序库源代码现在是SimpleLink MSP432

SDK的一部分。驱动程序库是TI驱动程序下面的低级软件层, 也是SDK的一部分。在SDK中, DriverLib源代码可以在<SDK_InstallationPath> \ source \ ti \ devices \ msp432p4xx \ driverlib中找到。

有关MSP432P4xx驱动程序库以及ROM

DriverLib中提供的内容的更多信息, 请参阅SimpleLink MSP432 SDK中的文档。

要调试ROM驱动程序库, 请确保在高级选项→预定义符号中列出了TARGET_IS_MSP432P4XX (参见图10)。

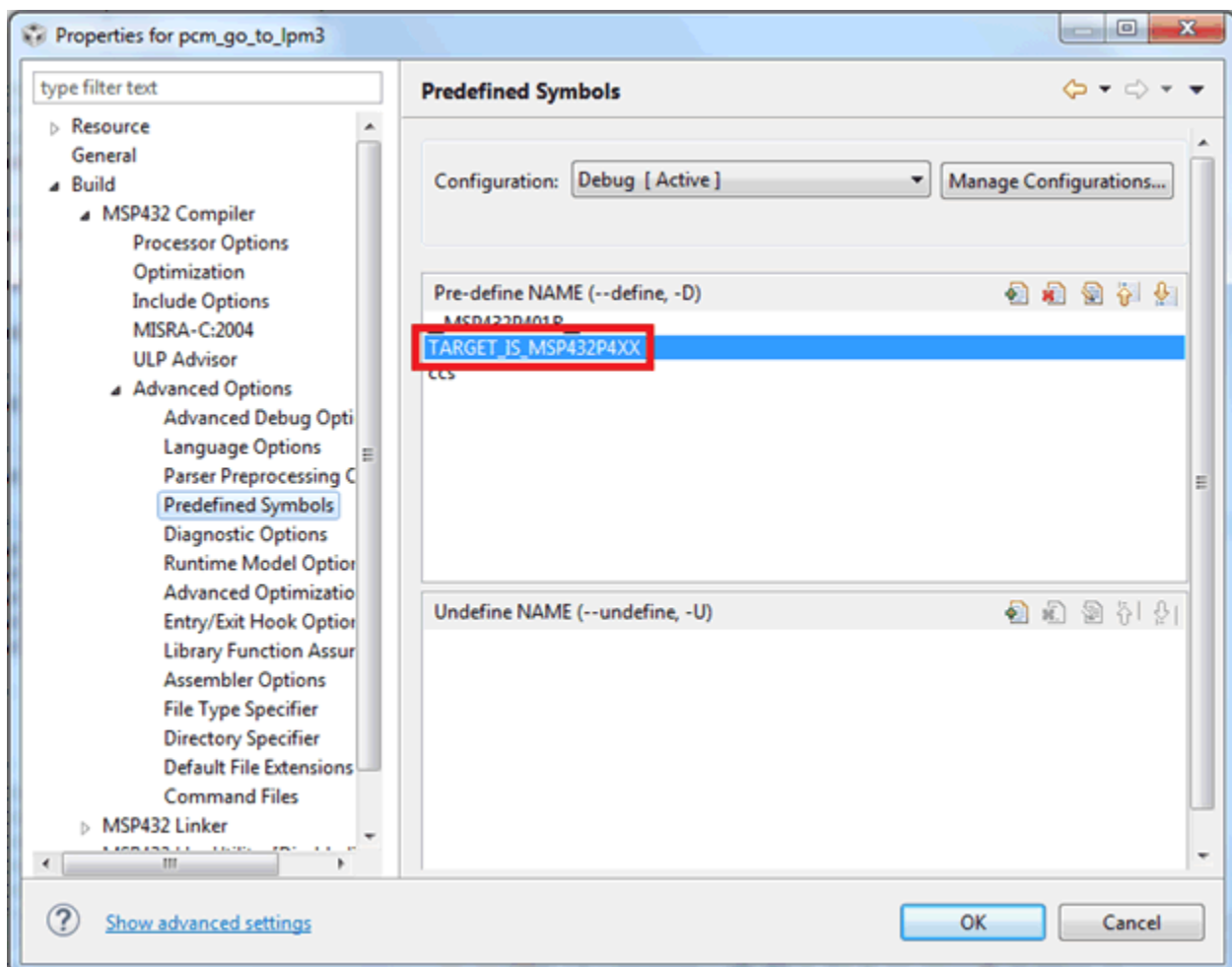


图10. ROM调试的预定义符号

5.3 开始调试会话

将项目设置为正确的调试器后，您可以开始调试应用程序。推出在调试会话中，单击IDE顶部工具栏中的图标（参见图11）。

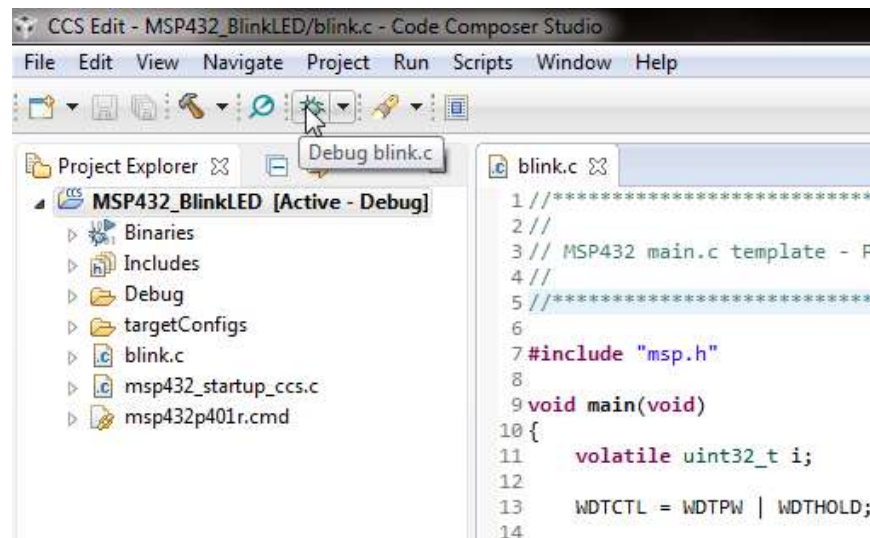


Figure 11. Launch Debug Session

IDE完成编译，链接和下载代码到设备后，调试会话启动，您可以开始调试应用程序。

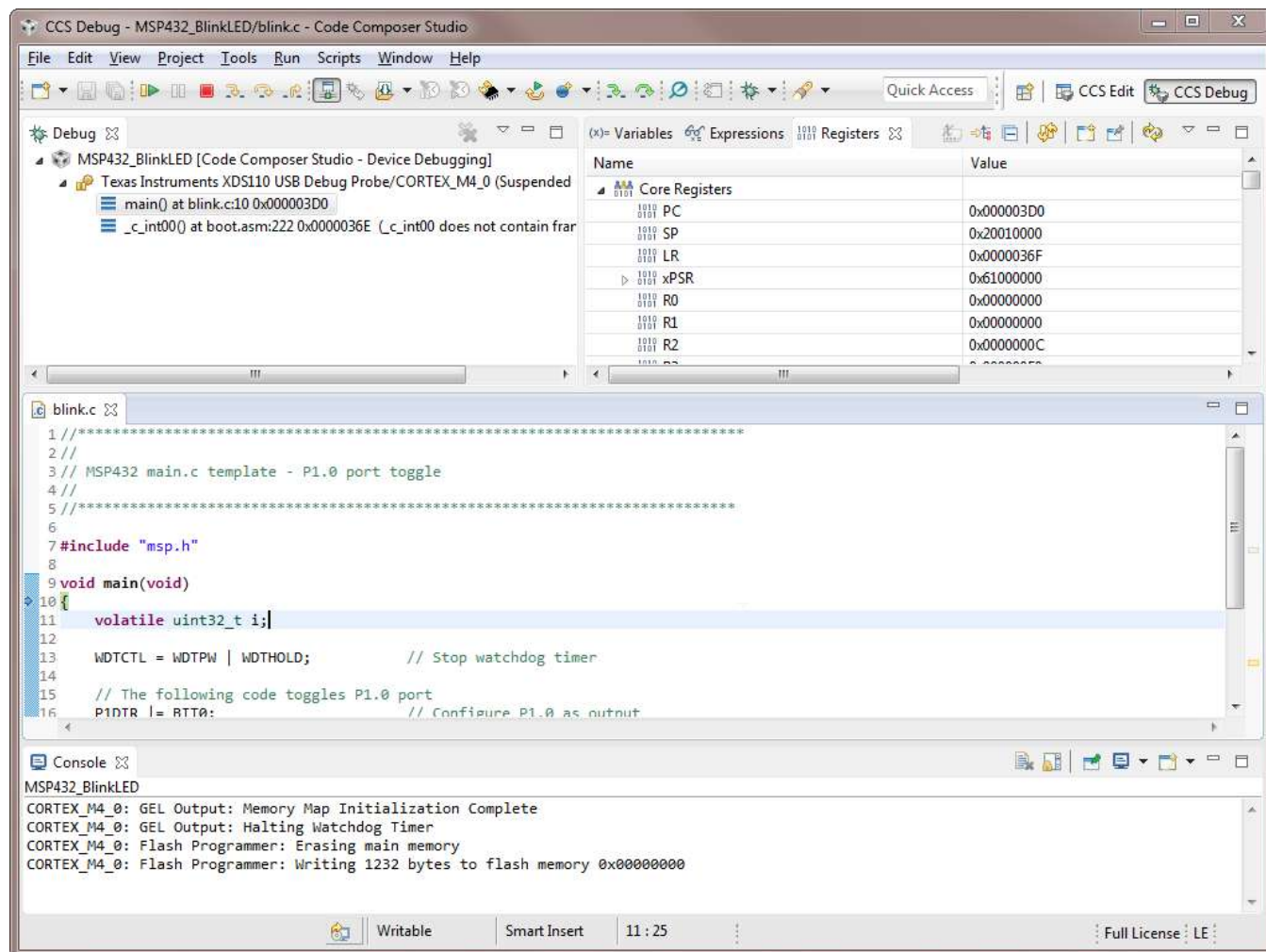


Figure 12. Debug Session

5. 4调试器消息

MSP-FET

- 如果启用了MSP432P4xx器件上的器件IP保护并使用了MSP-FET，则在器件连接期间控制台中将显示以下消息：

"IP protection is enabled on the device. Not all flash memory locations may be readable or writable."

有关处理设备安全性的详细信息和工具，请参阅www.ti.com/msp432上的在线文档。

- 如果在尝试擦除或写入闪存时VCC电压不够高，控制台中将显示以下消息：

"Target device supply voltage is too low for Flash erase/programming."

提高电源电压以纠正此错误。

XDS

- 如果无法访问MSP432P4xx器件，可能是因为已启用器件保护。在这种情况下，XDS调试器会显示一个弹出窗口，提供执行恢复出厂设置的窗口。
- 对于可能被锁定的MSP432E4器件，XDS探针显示一个菜单，提供擦除器件的质量，或者提供如何使用命令行工具解锁器件的说明。

有关恢复锁定的微控制器的更多详细信息，请参见器件专用数据表。

6 使用串行线输出（SWO）硬件跟踪分析器

在Code Composer Studio IDE中，MSP432 MCU的SWO Trace工具使用Arm CoreSight™组件的功能实现，尤其是仪器跟踪宏单元（ITM）和数据观察点和跟踪单元（DWT）（MSP432P4xx MCU中不存在ETM）。

注意： CCS工具链中当前不支持MSP432E4设备上可用的ETM跟踪。

本用户指南仅介绍如何在Code Composer Studio IDE中启用SWO跟踪。有关跟踪硬件和示例用例的详细信息，请参见参考资料[3]。

6.1 为SWO跟踪配置项目

要启用SWO跟踪：

1. 在Project Explorer中展开项目，然后在targetConfigs文件夹中打开项目*.ccxml文件。
选择正确的调试探针（参见图13）。

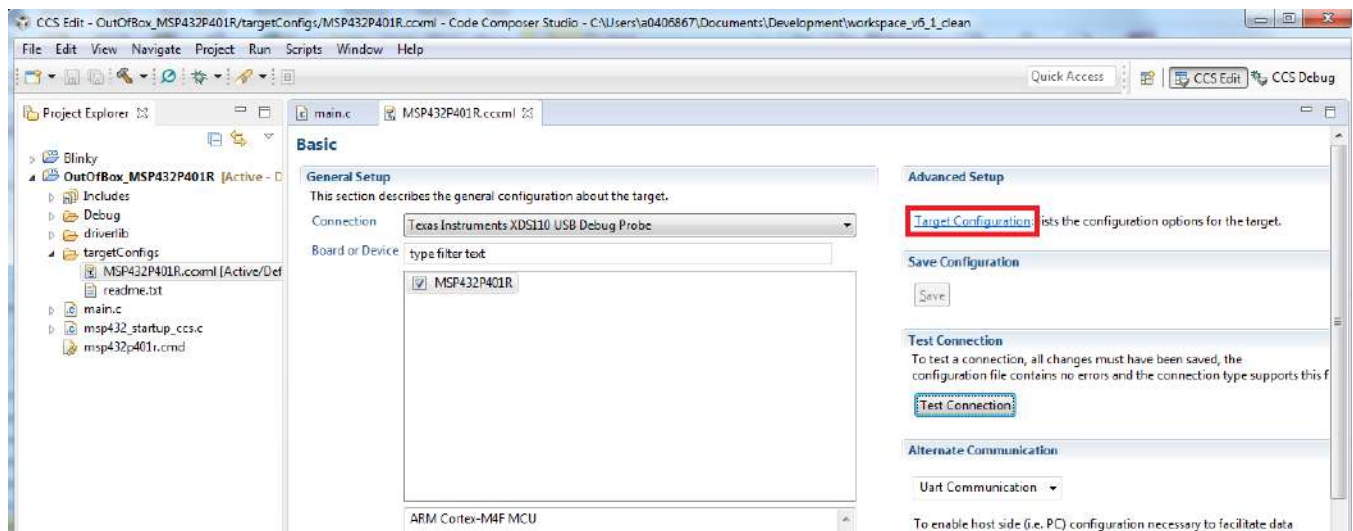


Figure 13. Target Configuration

2. 单击“高级设置”部分中的“目标配置”，然后单击所选的调试探针。
3. 图14显示了连接属性。在JTAG / SWD模式下，选择SWD模式 - 辅助COM端口是目标TDO引脚。

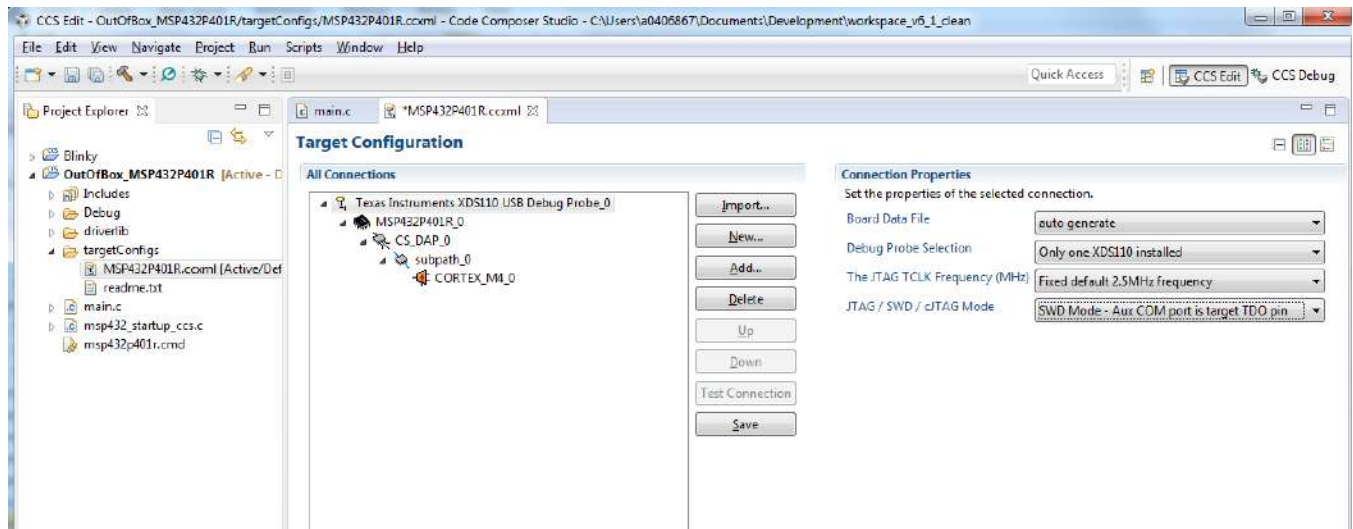


Figure 14. Connection Properties

6.2 运行串行线跟踪

完成SWO配置后，启动调试会话以开始跟踪：

1. 通过从项目的上下文菜单中选择Build Project或选择。来构建项目锤子图标。
2. 输入调试会话。右键单击项目名称。选择Debug As→Code Composer Studio调试会话。或者，单击错误图标。
3. 在调试模式下，转到工具→硬件跟踪分析器，然后选择以下选项之一：
 - Statistical Function Profiling for analyzing how often each function is called and what percentage of CPU cycles is consumed
 - Data Variable Tracing for obtaining a graph on the value of the variable using the ITM
 - 中断分析，用于获取中断发生时的数据以及这些中断如何相互中断。
 - Custom Core Trace for tracing user defined strings at specified code locations

有关详细信息，请参阅MSP432™调试工具：使用串行线路输出和CCS跟踪分析器。

7 EnergyTrace™ Technology

EnergyTrace™技术是一种基于能量的代码分析工具，可测量和显示应用的能量曲线，并有助于优化它以实现超低功耗。

内置EnergyTrace + [CPU State]（或简称EnergyTrace +）技术的MSP432器件允许在执行用户程序代码时实时监控许多内部器件状态。所选MSP432器件和调试器（例如，MSP432P4xx器件）支持EnergyTrace +技术。

EnergyTrace模式（不带“+”）是EnergyTrace技术的基础，它使模拟能量测量能够确定应用的能耗，但不会将能耗与内部设备信息相关联。EnergyTrace模式适用于所有带有选定调试器的MSP432器件，包括Code Composer Studio IDE。

支持EnergyTrace技术的设备也受益于XDS110 EnergyTrace™高动态范围（ETHDR）调试探头附件。

7.1 能量测量

具有EnergyTrace技术支持的调试器包括一种新的独特方式，可以连续测量提供给目标微控制器的能量，这与众所周知的在离散时间放大和采样分流电阻上的压降的方法有很大不同。软件控制的dc-dc转换器用于生成目标电源。

dc-dc转换器充电脉冲的时间密度等于目标微控制器的能量消耗。内置的动态校准电路定义了单个DC-DC充电脉冲的能量等效值。

图15显示了能量测量原理。每时间单位具有少量充电脉冲的周期表示低能耗并因此导致低电流。每时间单位具有大量充电脉冲的周期表示高能量消耗以及高电流消耗。每个充电脉冲都会导致输出电压VOUT上升，从而导致所有DC-DC转换器共同出现不可避免的电压纹波。

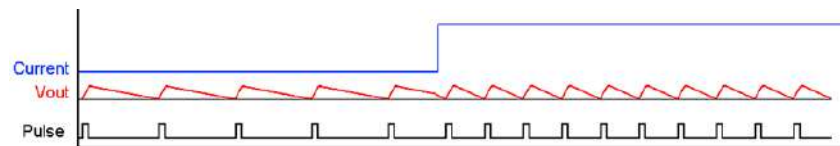


图15. 脉冲密度和电流

连续采样的好处是显而易见的：即使是消耗能量的最短设备活动也会影响整体记录的能量。没有基于分流的测量系统可以实现这一点。

7.2 与Code Composer Studio IDE集成

EnergyTrace技术是Texas Instrument用于MSP432微控制器的Code Composer Studio IDE的一部分。在调试应用程序期间，如果硬件支持EnergyTrace技术，则可以使用其他窗口。

7.3 启用EnergyTrace技术并选择默认模式

默认情况下，Code Composer

Studio首选项中禁用EnergyTrace技术功能。要启用它，请转到窗口→首选项→Code Composer Studio→高级工具→EnergyTrace™技术（参见图16）。

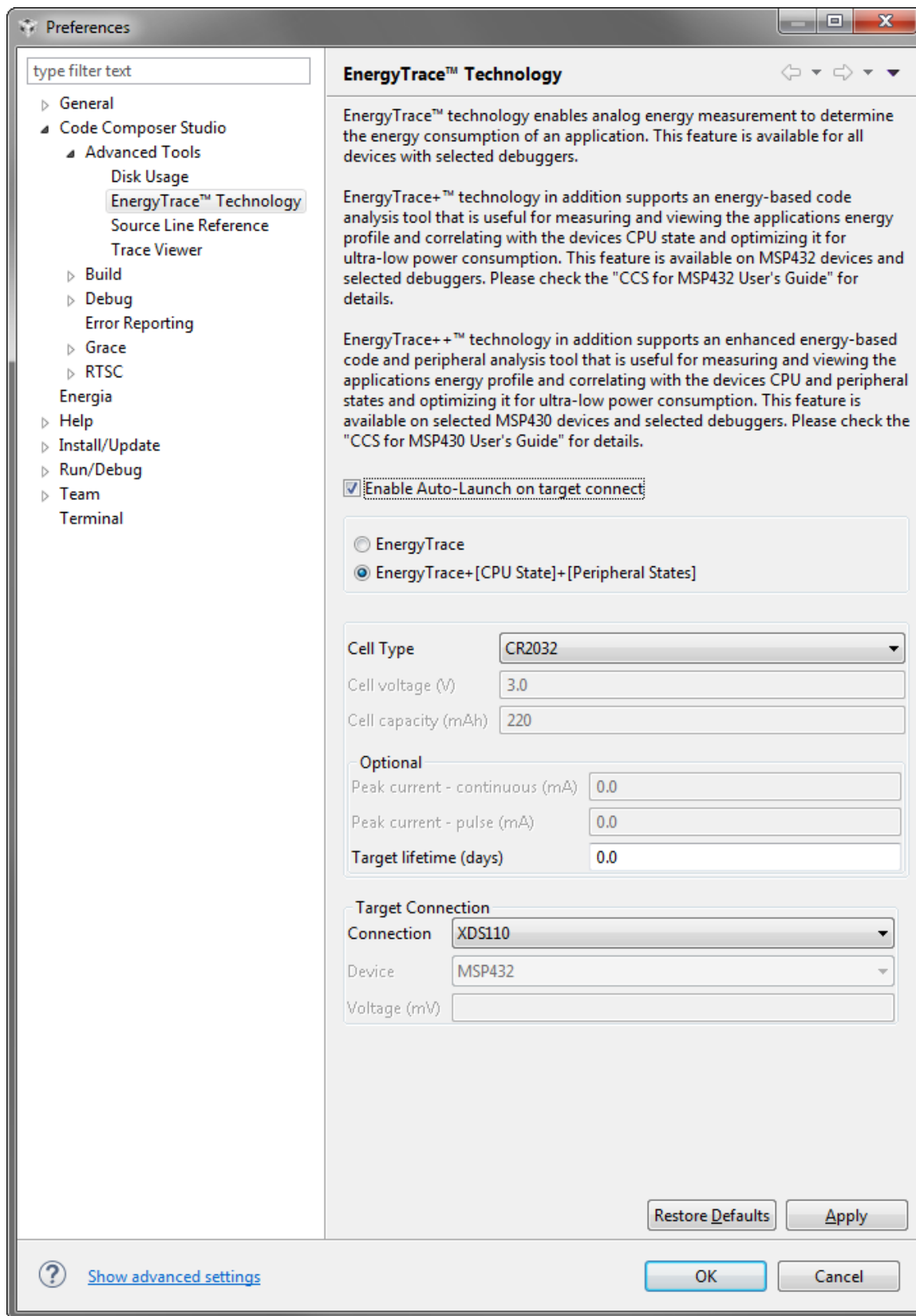


图16. EnergyTrace™技术首选项

对于目标连接，请选择XDS110，或者，如果使用支持EnergyTrace技术的MSP-FET，请选择其中一个USB连接。

支持两种捕获模式。

- The full-featured **EnergyTrace+[CPU State]** mode that delivers real-time device state information together with energy measurement data
- The **EnergyTrace** mode that delivers only energy measurement data

使用单选按钮选择启动调试会话时要启用的模式。如果MSP432设备不支持设备状态捕获，则忽略选择并且Code Composer Studio以EnergyTrace模式启动。

调试会话处于活动状态时，单击“配置文件”窗口中的图标可在模式之间切换。

注意：如果在调试会话启动时未打开EnergyTrace技术窗口，请验证以下各项：

- 硬件（调试器和设备）是否支持EnergyTrace技术？要确定所选设备是否支持EnergyTrace技术，请参阅设备特定数据表或评估板随附的用户指南。
- Is EnergyTrace technology globally enabled in Window → Preferences → Code Composer Studio → Advanced Tools → EnergyTrace™ Technology?

7.4控制EnergyTrace技术

可以使用“配置文件”窗口中的控制栏图标控制EnergyTrace技术（参见图17）。表1描述了每个按钮的功能。

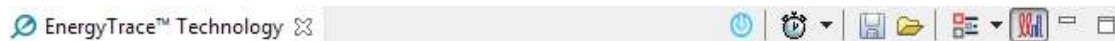








图17. EnergyTrace™技术控制栏

表1. EnergyTrace™技术控制栏图标

	启用或禁用EnergyTrace技术。禁用时，图标变为灰色。
	设置捕获时间：5秒，10秒，30秒，1分钟或5分钟。数据收集在经过一段时间后停止。但是，程序将继续执行，直到单击调试控制窗口中的“暂停”按钮。
	将配置文件保存到项目目录保存EnergyTrace +配置文件时，默认文件名以“EnergyTrace_D”开头，后跟时间戳。保存EnergyTrace配置文件时，默认文件名以“EnergyTrace”开头，后跟时间戳。
	加载先前保存的配置文件以进
	恢复图形或打开“首选项”窗口
	在EnergyTrace +模式和EnergyTrace模式之间切换

7.5 EnergyTrace + 模式

在调试具有内置EnergyTrace + 支持的设备时，EnergyTrace + 模式提供有关能耗和目标微控制器内部状态的信息。在调试会话启动期间打开以下窗口：

- Profile
- States
- Power
- Energy

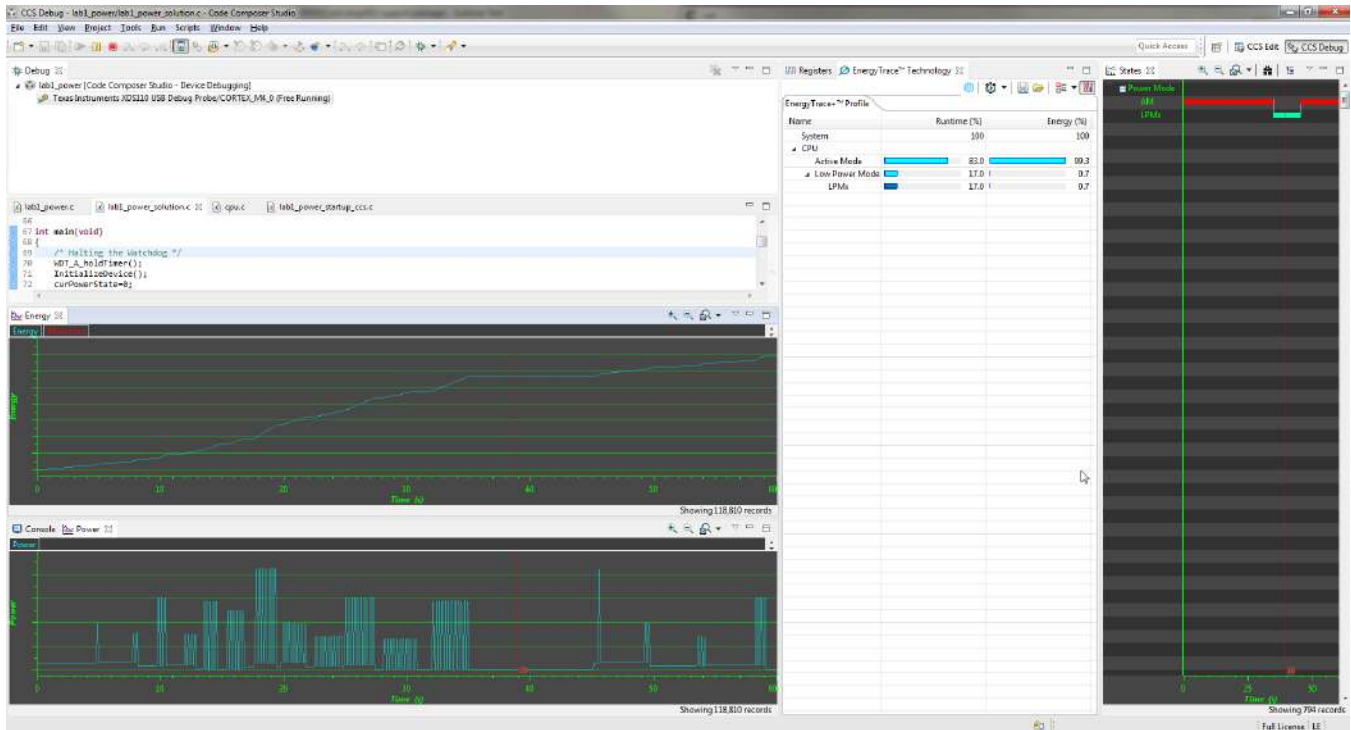


图18. 使用EnergyTrace + Graphs的调试会话

Profile窗口（参见图19）是EnergyTrace + 的控制界面。它可用于设置捕获时间或保存捕获的数据以供以后参考。
“配置文件”窗口还显示捕获数据的压缩视图，并允许与以前的数据进行比较。

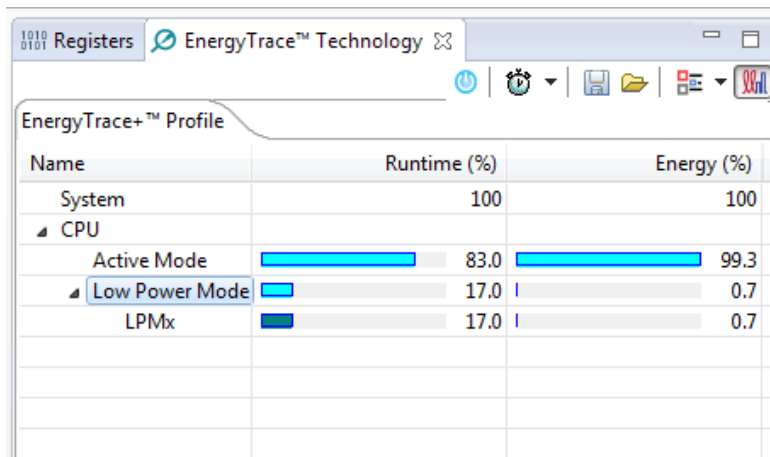


Figure 19. Profile Window

“配置文件”窗口可以快速概览配置文件应用程序的资源使用情况。

- CPU: Shows information about program execution
 - 低功耗模式：显示低功耗模式使用的摘要。
 -

活动模式：显示在活动模式下已执行的功能。运行时库中的函数在_RTS_子类别下单独列出。

如果设备支持IP封装，则会显示标记为<Protected>的行，以指示执行IP封装内存的时间。

States窗口（参见图20）显示了捕获会话期间目标微控制器内部状态的实时跟踪。状态信息包括电源模式，外围模块的开启和关闭状态以及系统时钟的状态。

图20显示了器件进入低功耗模式然后返回活动模式。状态窗口允许直接验证应用程序是否表现出预期的行为；例如，在某个活动之后禁用外围设备。



Figure 20. States Window

电源窗口（参见图21）显示了目标随时间的动态功耗。当前轮廓以浅蓝色绘制，而先前记录的已重新加载以进行比较的轮廓以黄色绘制。

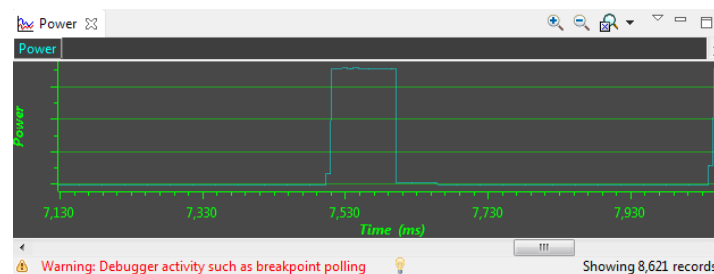


Figure 21. Power Window

能量窗口（参见图22）显示了目标随时间的累积能量消耗。当前轮廓以浅蓝色绘制，而先前记录的已重新加载以进行比较的轮廓以黄色绘制。

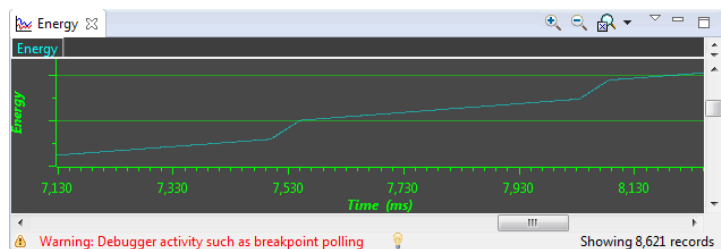


Figure 22. Energy Window

注意：在捕获内部状态期间，JTAG或Spy-Bi-Wire调试逻辑会不断访问目标微控制器。这些调试访问消耗能量；因此，功率和能量图垂直轴上不显示绝对功率数。要查看应用程序的绝对功率数，建议将EnergyTrace模式与“自由运行”选项结合使用。在此模式下，在测量能耗时不会访问目标微控制器的调试逻辑。

自由运行模式对设备是非侵入性的，但仍然使用调试端口，这会影响能量测量。为获得最高精度，请运行EnergyTrace而无需调试或自由运行。另请注意，当无法进行准确测量时，能量和功率图表将以蓝色而非绿色打印。

7.6 EnergyTrace模式

此模式允许独立使用能量测量功能，而MSP432微控制器没有内置的EnergyTrace+支持。它还可用于在没有调试器活动的情况下验证应用程序的能耗。如果在“首选项”窗口中选择了EnergyTrace模式，则在调试会话启动时会打开以下窗口（参见图23）：

- Profile
- Power
- Energy

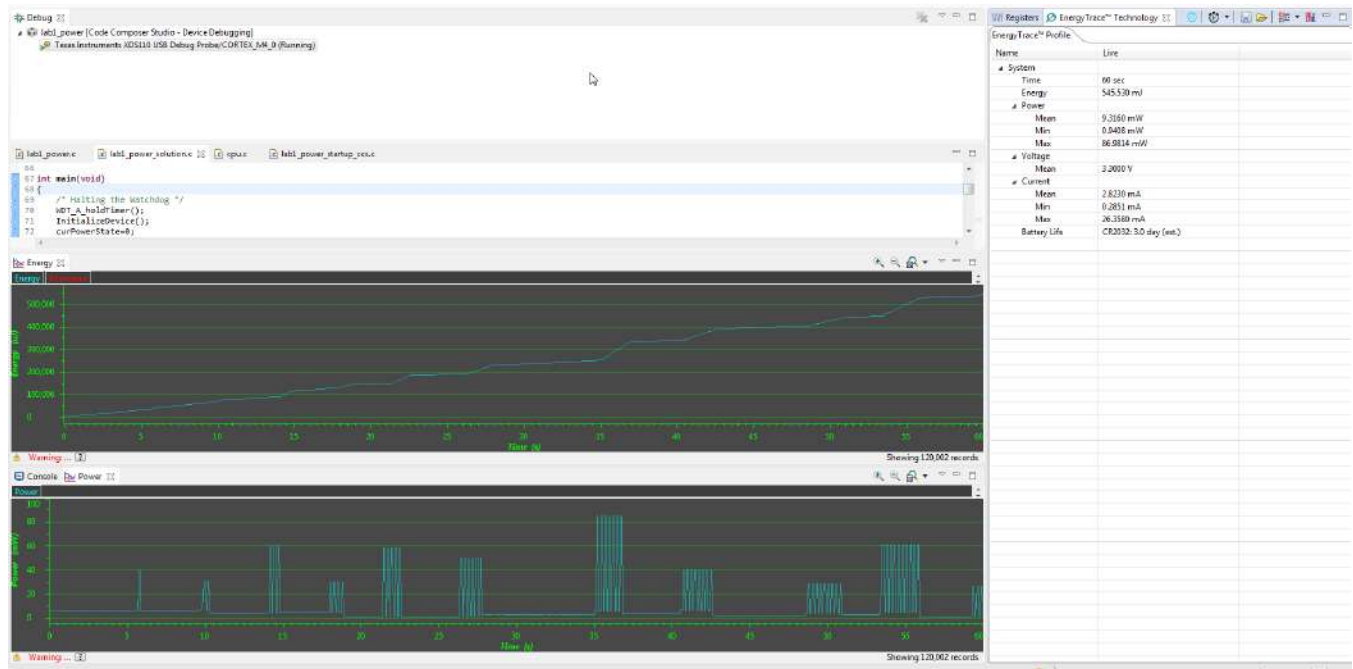


图23. 使用EnergyTrace图的调试会话

在EnergyTrace模式下，Profile窗口显示有关已分析的应用程序的统计数据（参见图24）。显示以下参数：

- Captured time
- Total energy consumed by the application (in mJ)
- Minimum, mean, and maximum power (in mW)
- Mean voltage (in V)
- Minimum, mean, and maximum current (in mA)
- Estimated life time of a CR2032 battery (in days) for the captured energy profile

注意：计算电池寿命时间的公式假定为理想的3

V电池，并未考虑温度，老化，峰值电流以及可能对电池容量产生负面影响的其它因素。改变目标电压（例如，从3.6V到3V）可能导致模拟电路表现不同并且在或多或少的效率状态下操作，因此减少或增加能量消耗。

“配置文件”窗口中显示的值不能替代实际硬件上的测量值。

EnergyTrace™ Profile	
Name	Live
System	
Time	10 sec
Energy	14.61 mJ
Power	
Mean	1.75 mW
Min	1.068 mW
Max	7.943 mW
Voltage	
Mean	3.59 V
Current	
Mean	0.49 mA
Min	0.298 mA
Max	2.213 mA
Battery Life CR2032: 18.8 day (est.)	

Figure 24. EnergyTrace Profile Window

电源窗口（参见图25）显示了目标随时间的动态功耗。当前轮廓以浅蓝色绘制，而先前记录的已重新加载以进行比较的轮廓以黄色绘制。

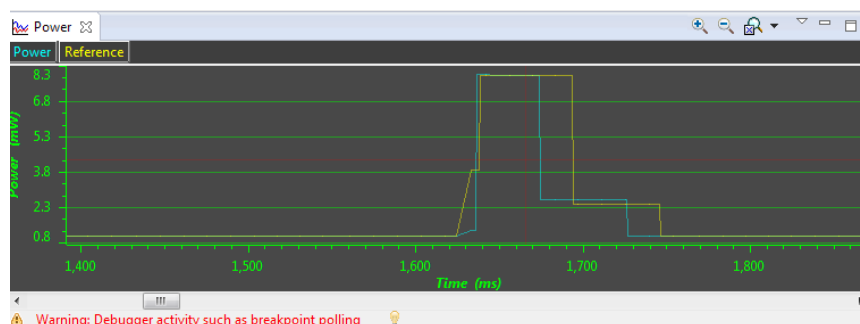


Figure 25. Zoom Into Power Window

能量窗口（参见图26）显示了目标随时间的累积能量消耗。当前轮廓以浅蓝色绘制，而先前记录的已重新加载以进行比较的轮廓以黄色绘制。

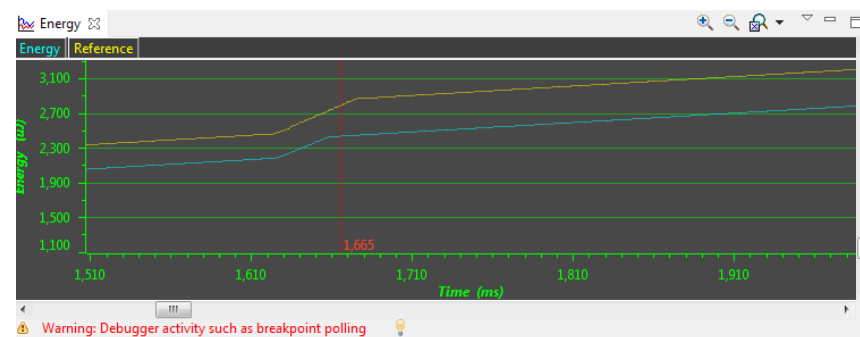


图26. 具有记录轮廓的当前轮廓（蓝色）（黄色）

注意：在程序执行期间，通过调试器的视图Resume按钮，JTAG或Spy-Bi-Wire协议不断访问目标微控制器，以检测何时遇到断点。这些调试访问不可避免地消耗了目标域中的能量，并改变了能量和功率图中显示的结果。要查看应用的绝对功耗，TI建议使用自由运行模式。在自由运行模式下，不访问目标微控制器的调试逻辑。有关调试访问产生的能耗影响的示例，请参见图27。黄色配置文件以“恢复”模式记录，绿色配置文件以“自由运行”模式记录。

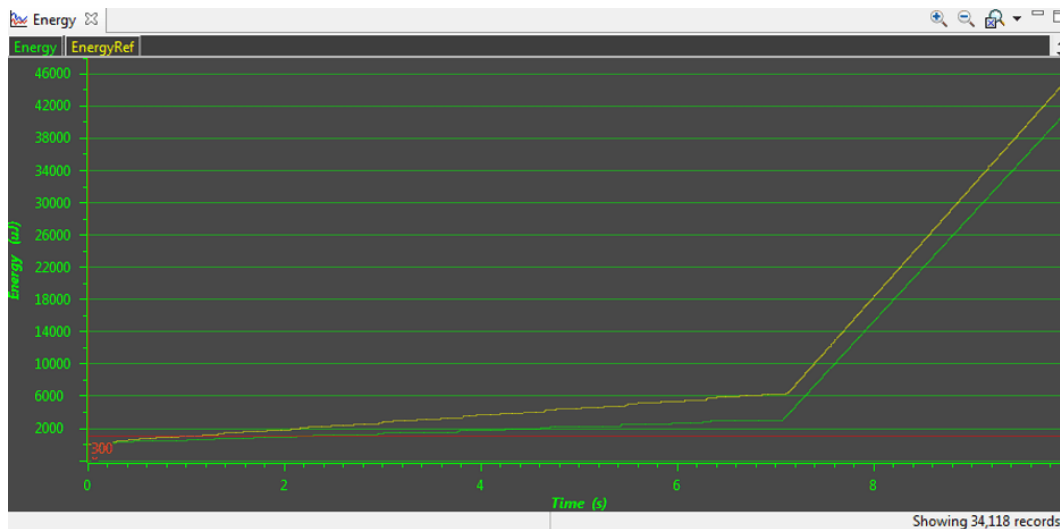


图27. 恢复（黄线）和自由运行（绿线）中相同程序的能源配置文件

7.7 将捕获的数据与参考数据进行比较

EnergyTrace技术可以以各种方式使用。一种是随着时间的推移检查设备的内部状态是否符合预期的行为并纠正任何不当行为；例如，由于周期性使用后外围设备未被禁用。另一种方法是将捕获的数据与先前捕获的数据进行比较。先前捕获的数据在以下讨论中称为参考数据。

加载参考数据后，在功率和能量窗口中绘制黄色参考图。电源窗口显示两个数据集的电源配置文件，可用于确定静态功耗的任何变化；例如，由于使用更深的低功耗模式或禁用未使用的外设。它还显示了动态功耗从一次测量到另一次测量的变化情况；例如，由于ULP Advisor提示正在实施。能量窗口显示随时间累积的能量消耗，并指示哪种配置文件更节能。

在EnergyTrace

+模式中，捕获数据和参考数据的压缩视图显示在“配置文件”窗口中（参见图28）。您可以快速了解两个捕获会话之间的整体能耗和功耗模式，外设和时钟的使用情况。通常，变得更好的参数用绿色条显示，而变得更差的参数用红色条显示。例如，在活动模式下花费的时间通常被视为负面。因此，如果代码更改使应用程序在活动模式下花费的时间更少，则负增量显示为绿色条，并且在低功耗模式下花费的额外时间显示为绿色条。

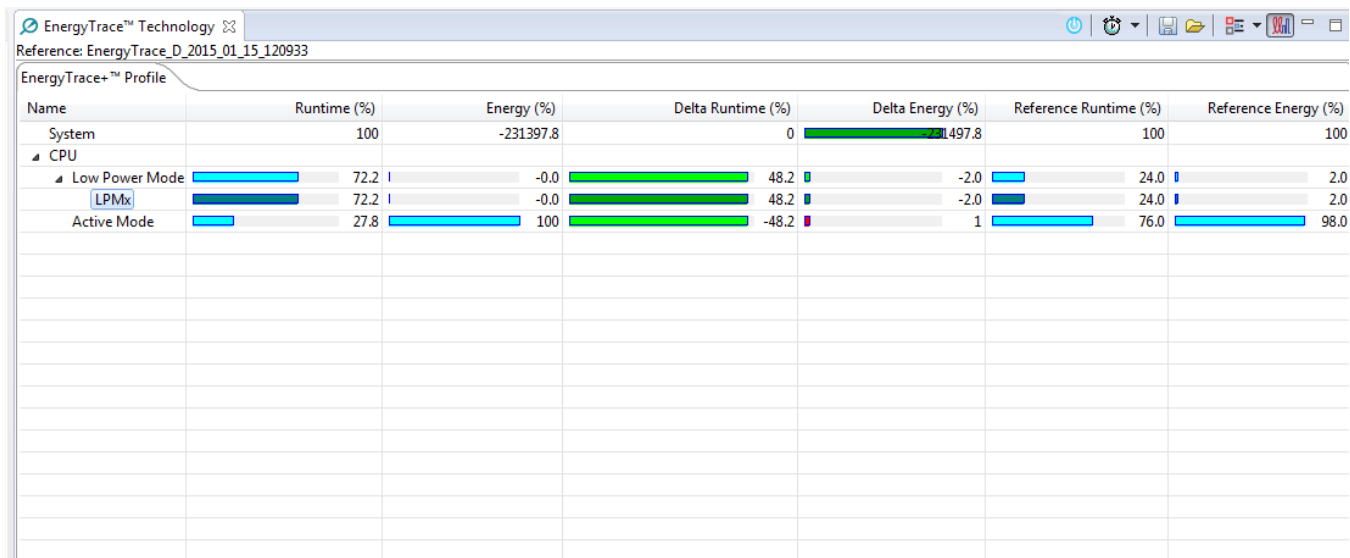


图28. 比较EnergyTrace +模式中的配置文件

在EnergyTrace模式中，没有可用于生成详尽报告的国家信息。然而，比较测量期间消耗的总能量，并与其一起比较功率和电流的最小值，平均值和最大值。变得更好的参数用绿色条显示，变得更差的参数用红色条显示（参见图29）。

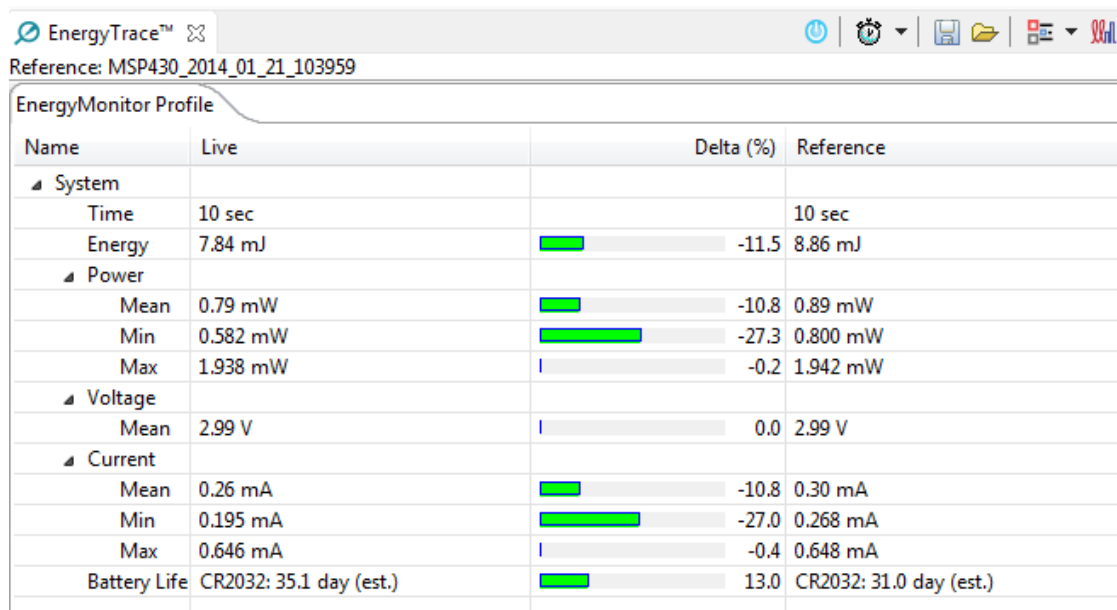


图29. 在EnergyTrace模式下比较配置文件

三角棒从0%到50%线性绘制。大于50%的三角洲不会产生更大的三角洲。

7.8 EnergyTrace技术常见问题解答

问：EnergyTrace +技术的采样频率是多少？

答：采样频率取决于调试器和所选的调试协议及其速度设置。它的范围通常为1 kHz（例如，当使用Spy-Bi-Wire接口设置为SLOW时）至3.2 kHz（例如，当使用设置为FAST的JTAG接口时）。调试器从设备状态信息中轮询EnergyTrace +的状态信息。根据采样频率，可能无法在状态图上捕获短或快速占空比有效外设状态。此外，较高的采样频率会影响EnergyTrace下的器件能耗。

问：EnergyTrace技术的采样频率是多少？

答：测量能耗的采样频率与调试协议或速度无关，在自由运行模式下约为4.2 kHz。

问：我的Power图表似乎包含了噪音。我的电路板有缺陷吗？

答：功率图中显示的功率值是根据测量系统计算的累计能量导出的（即计算得出的）。当目标消耗很少的能量时，随着时间的推移将少量能量包提供给目标，并且软件需要随时间累积dc-dc充电脉冲，然后才能计算出新的电流值。对于低于1 μ A的电流，这可能需要一秒钟，而对于毫安范围内的电流，可以每毫秒计算一次电流。不应用附加过滤，以便不丢失详细信息。影响目标消耗的能量（以及它，当前）的另一个因素是在正常代码执行期间的周期性后台调试访问，通过捕获状态信息或通过断点轮询。尝试在自由运行模式下录制，以查看更平滑的电源图。

问：我有一个重复调用大小相同的函数的代码。我希望功能配置文件显示运行时的相等分布。实际上，我看到一些函数的运行时间比预期的要多一些，而且有些函数的运行时间略少。

答：在程序计数器跟踪期间，各种因素会影响分析器随时间检测到功能的次数。微控制器代码可以从内部缓存中受益，从而比其他代码更快地执行某些功能。另一个影响因素是内存等待状态和CPU流水线停顿，这会增加代码执行的时间差异。外部因素是调试器本身的采样频率，它通常与微控制器的代码执行速度异步运行，但在某些情况下显示重叠行为，这也导致不相等的函数运行时分布。

问：我的配置文件有时包含<未确定>低功耗模式，状态图功率模式部分中存在间隙。

<未确定>低功耗模式源自何处？

答：在从活动模式转换到低功耗模式期间，内部设备时钟关闭，有时状态信息不会完全更新。此状态在“配置文件”窗口中显示为<未确定>，状态图显示<未确定>低功耗模式持续存在期间的间隙。

<未确定>状态表示应用程序已进入低功耗模式，但无法准确确定哪种模式。如果应用程序经常进入低功耗模式，则<Undetermined>状态可能会比应用程序很少使用低功耗模式更频繁地显示。

问：在EnergyTrace模式下捕捉时，功率和电流的最小值和最大值显示偏差，即使我的程序相同。我期望绝对相同的价值观。

答：硬件上使用的能量测量方法会随着时间的推移计算DC-DC电荷脉冲。能量和功率是根据能量随时间计算的。由于输出电压缓冲电容器的统计采样效应和充电和放电效应，即使程序相同，最小和最大电流值也可能变化百分之几。然而，捕获的能量应该几乎相等（在给定的精度范围内）。

问：能量测量精度的影响因素有哪些？

答：能量测量电路直接由USB总线电压供电，因此对USB总线电压变化很敏感。在校准期间，定义了单个dc-dc充电脉冲的能量当量，并且该等效能量取决于USB电压电平。为确保良好的可重复性和准确性，请直接从活动USB端口为调试器供电，并避免使用可能导致电压下降的总线供电集线器和长USB电缆，尤其是当其他消费者连接到USB集线器时。此外，用于参考电压产生的LDO和电阻器以及校准电路中的电阻器具有一定的容差和温度下的ppm速率，这也影响能量测量的精度。

问：我尝试使用外部供电的MSP432设备捕获EnergyTrace

+模式或EnergyTrace模式，但是Profile, Energy, Power和States窗口中没有显示数据。

答：EnergyTrace +模式和EnergyTrace模式都需要从调试器提供目标。

当目标微控制器由外部供电时，无法捕获数据。

问：当我在EnergyTrace

+模式下捕捉时，我无法测量LPM电流。我期待一些微安，但测量超过150 μ A。

答：从目标微控制器读取数字数据会消耗微控制器JTAG域中的能量。因此，当将安培表连接到器件电源引脚时，测量的平均电流约为150 μ A。如果要通过调试通信消除能耗，请切换到EnergyTrace模式，让目标微控制器在自由运行模式下执行。

问：我的LPM电流似乎是错误的。我期待一些微安，但是测量更多，即使在自由运行模式下，或者让设备在没有独立电源的调试控制的情况下执行。

答：这种额外电流的最可能原因是GPIO端接不正确，因为浮动引脚会导致额外的电流。还要再次检查JTAG引脚，尤其是当调试器仍然连接（但空闲）时，因为处于空闲状态的调试器输出信号电平可能与应用程序代码配置JTAG引脚的方式不匹配。这也可能导致额外的电流。

问：当我在启动调试会话之前通过View→Other→EnergyTrace启动EnergyTrace

+窗口时，数据捕获有时无法启动。

答：通过Window→首选项→Code Composer

Studio→高级工具→EnergyTrace™技术启用EnergyTrace。启动调试会话时，EnergyTrace

+窗口会自动打开，并在设备执行时开始数据捕获。如果您在调试会话期间意外关闭所有EnergyTrace

+窗口，可以通过View→Other→EnergyTrace重新打开它们。

8 设备安全（仅限MSP432P4xx器件）

在MSP432P4xx器件型号上，可以使用密码保护出厂重置命令。如果您已完成此操作，请跳过第8.1节并继续第8.2节。

8.1 无密码恢复出厂设置

如果您已禁用设备上的JTAG访问权限或正在处理需要解锁安全IP区域的应用程序，则只能通过调试器调用的重新启动周期擦除所有闪存（包括USER和INFO内存）来删除锁定。要解锁设备，需要执行以下步骤

- Select a Target Configuration that matches the current debugger type
- Execute a script that triggers a reboot erase

接下来将详细说明这些步骤。

转到View→Target Configurations以查看可用的调试器配置。

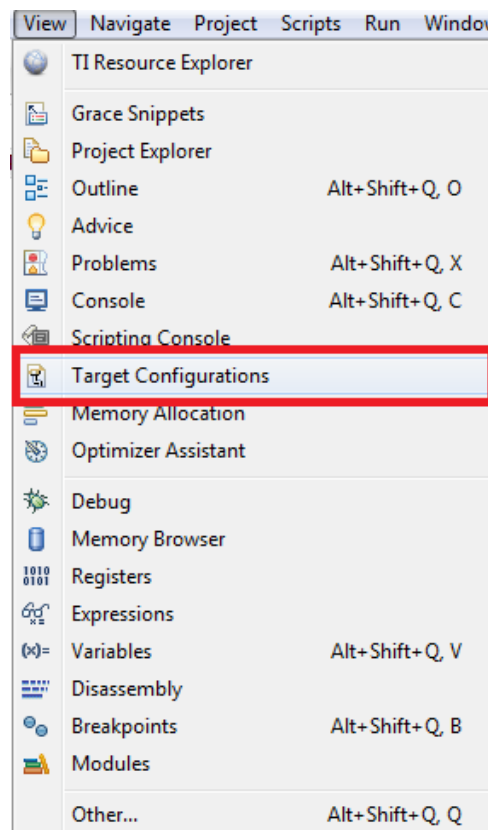


图30. 显示目标配置视图

Code Composer Studio

IDE将打开一个视图，显示它可以在当前工作空间中识别的目标配置。选择适用于设备和调试器的那个。此示例使用XDS100v2调试器的配置文件。

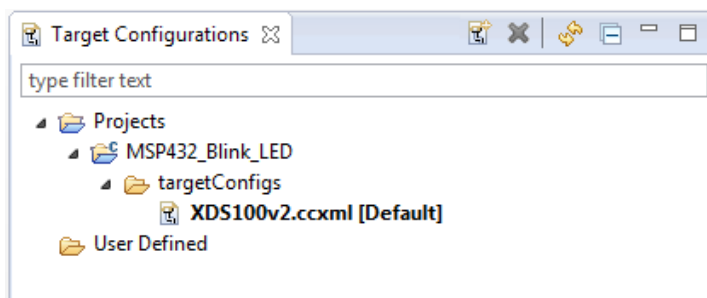


Figure 31. List of Target Configurations

现在，右键单击目标配置，然后选择Launch Selected Configuration。

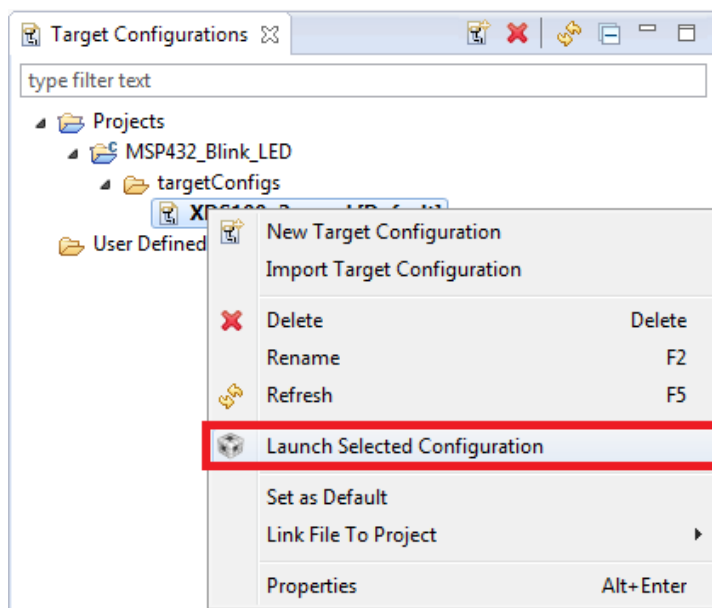


图32. 启动所选目标配置

调试器现在连接到设备（仍然可以），但不会尝试暂停CPU，写入寄存器，甚至下载代码（这是不可能的）。 Debug视图显示CPU核心，但将其标记为已断开连接。

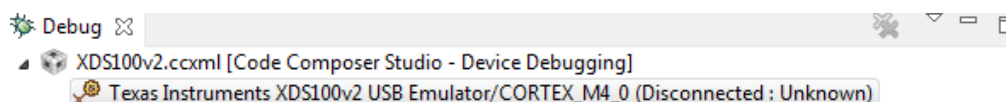


图33. 启动目标配置后的调试视图

要访问调试器访问端口或DAP，请右键单击显示CPU内核的突出显示行，然后从下拉菜单中选择“显示所有内核”。

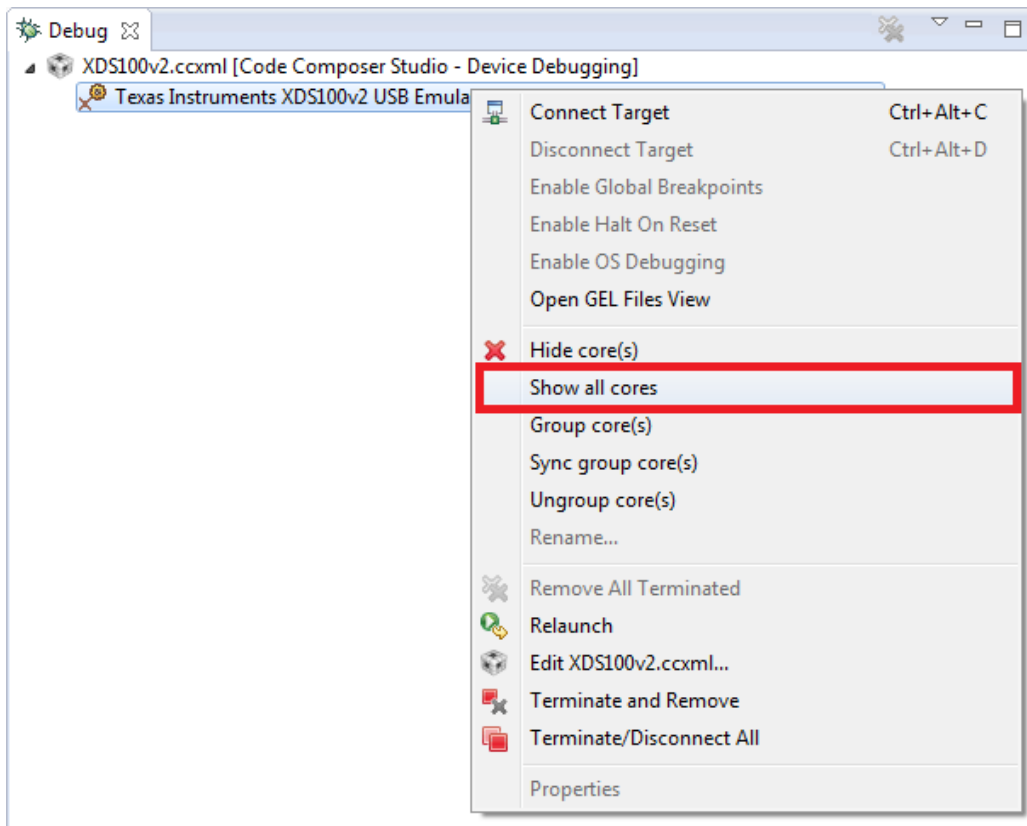


Figure 34. Show All Cores

MSP432P4xx调试访问端口（DAP）现在列在不可调试设备下。

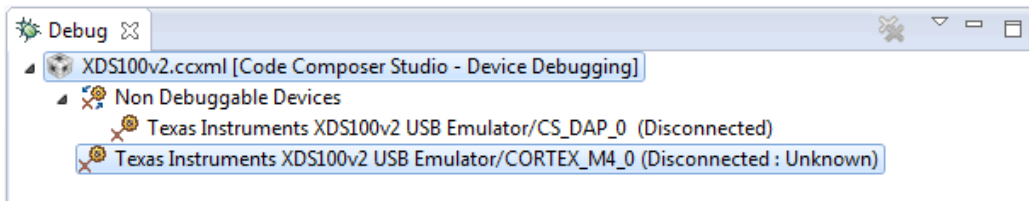


图35. MSP432P4xx中所有内核的列表

现在右键单击DAP并选择Connect Target。

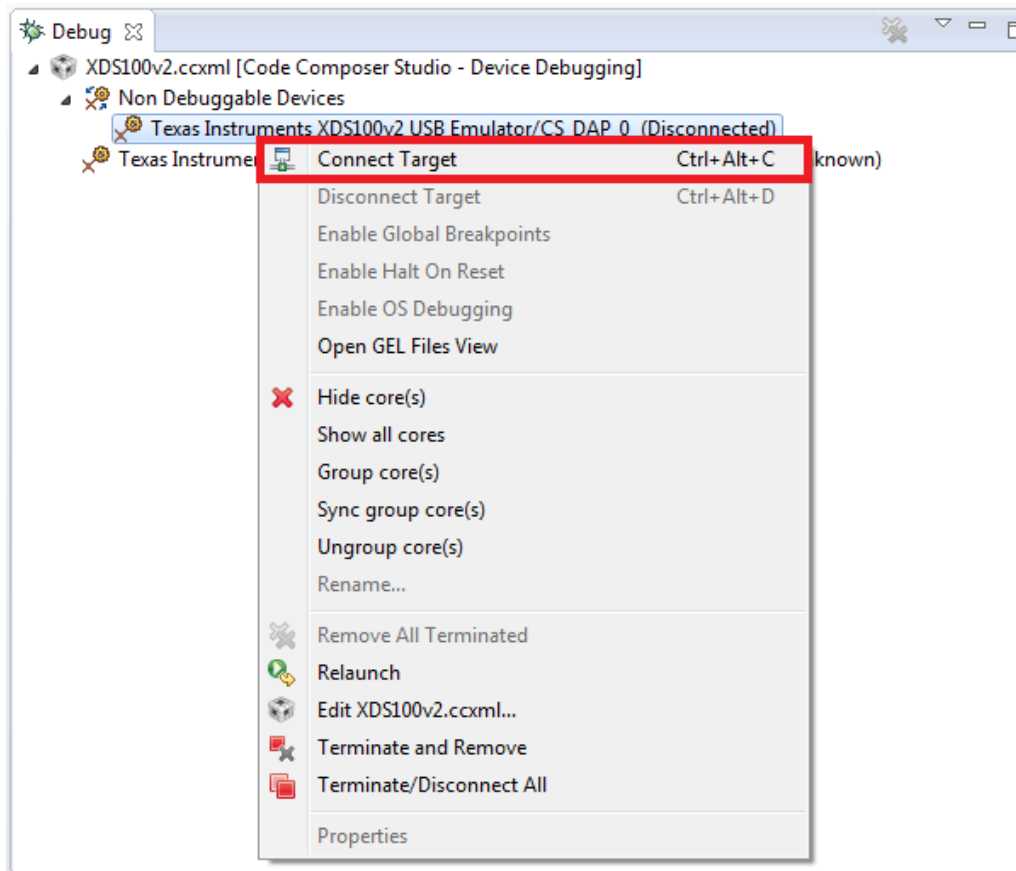


图36. 手动连接到DAP

当调试器连接到DAP时，“调试”视图窗口会更改，表示已成功连接的DAP。

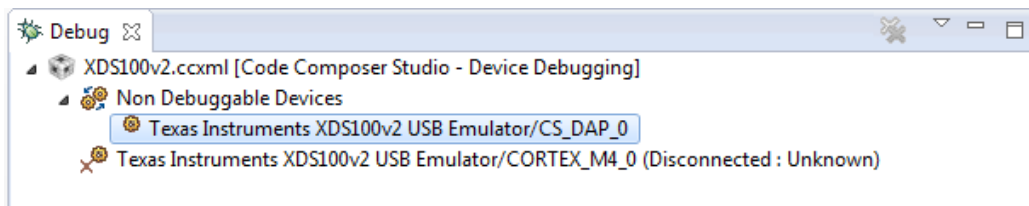


Figure 37. DAP is Connected

现在，您需要执行Code Composer Studio IDE脚本，该脚本通过DAP执行触发重启重置。单击脚本→默认→MSP432_Factory_Reset。

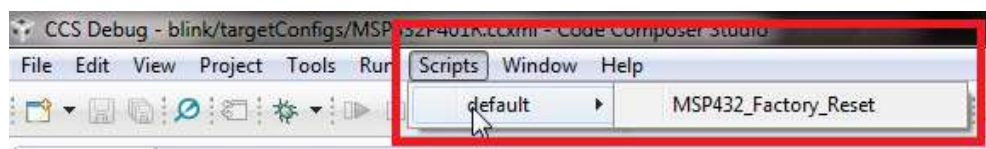


图38. 执行Factory Reset脚本

执行脚本时，“控制台”窗口显示已执行批量擦除。现在您可以终止调试连接。关闭设备电源后，可以再次以正常方式访问设备。

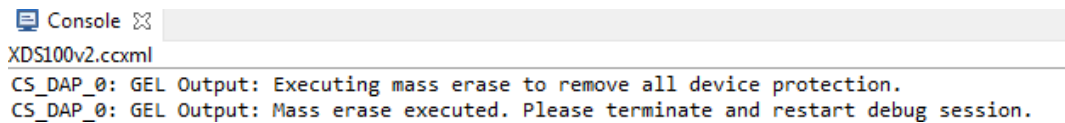


图39. 批量擦除脚本控制台输出

8.2 使用密码恢复出厂设置

如果您已为设备重置启用了密码保护并禁用了设备上的JTAG访问权限，或者正在处理需要解锁安全IP区域的应用程序，则只能通过擦除所有闪存来删除锁定，包括USER和INFO内存，通过调试器调用的重启循环。

前提条件：必须使用安全和更新工具（请参阅参考资料[6]）或使用应用程序操作闪存邮箱，使用闪存邮箱配置密码恢复出厂设置。

要解锁受密码保护的设备，需要执行以下步骤：

1. 打开 `ccs_base / emulation / gel / msp432_factory_reset_password.gel` 并在用户中输入密码部分。
2. 启动Code Composer Studio IDE调试会话或目标配置并连接到设备。
3. 打开工具→GEL文件。

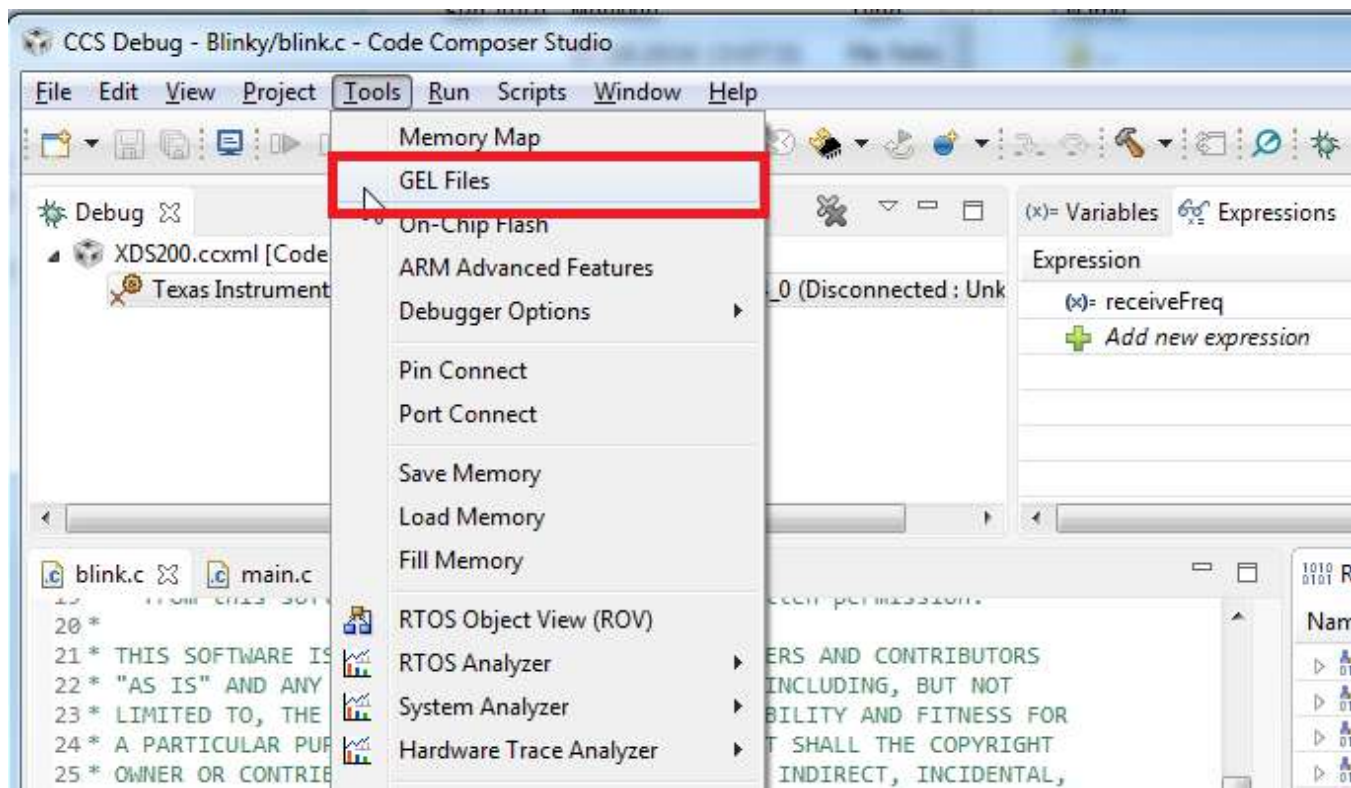


图40. Code Composer Studio IDE工具 - GEL文件

4. 右键单击新窗口，然后选择“加载GEL ...”。
5. 浏览 `msp432_factory_reset_password.gel` 并单击“打开”。
6. 要使用密码运行恢复出厂设置，请选择脚本→默认→`MSP432_FACTORY_RESET_PASSWORD`

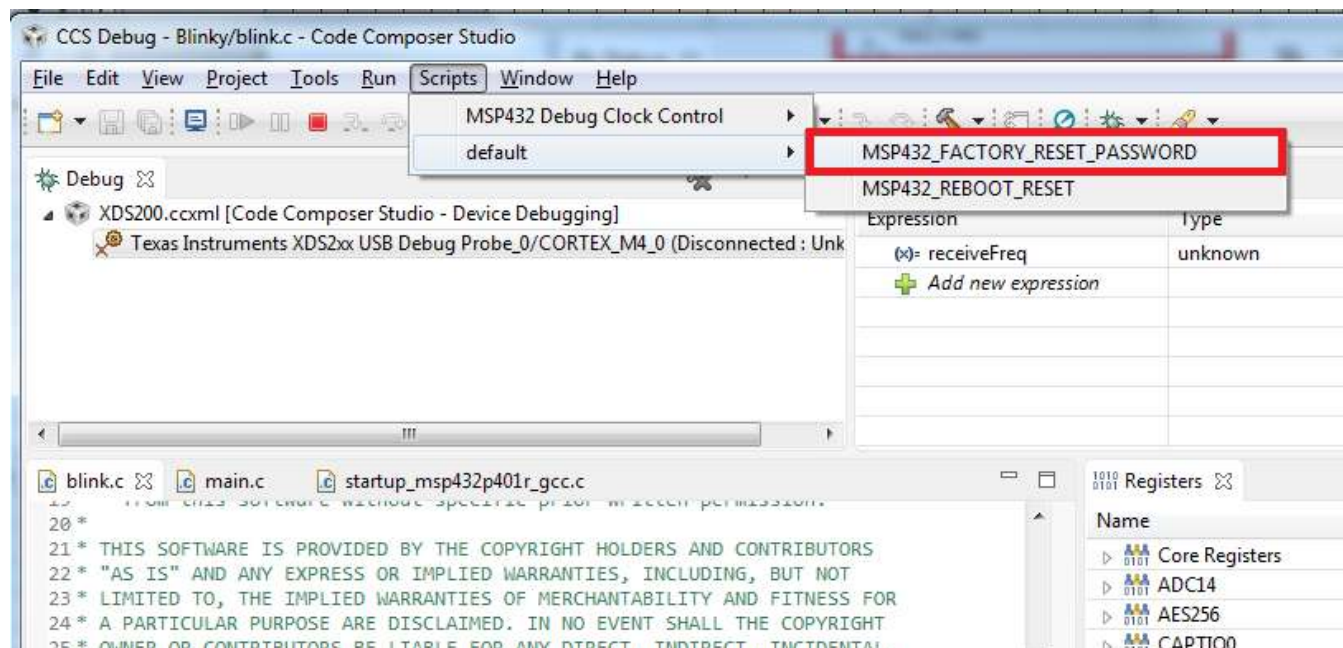


图41. 使用密码GEL文件的出厂重置

执行脚本时，控制台窗口显示正在执行批量擦除。擦除完成后，终止调试连接。将电源循环到设备以重新启用它。

注意：出厂重置密码命令是一次性密码。正确发送密码后，将进行恢复出厂设置，重置每个安全设置，包括使用密码设置恢复出厂设置。

GEL文件适用于MSP432设备支持文件6.3.1.x及更高版本。

9在CCS中启用CRC表生成

要为代码段生成CRC表，可以使用特殊开关准备SimpleLink设备的链接器命令文件。将定义“gen_crc_table”添加到链接器选项（参见图42）以生成这些表作为映像文件的一部分。

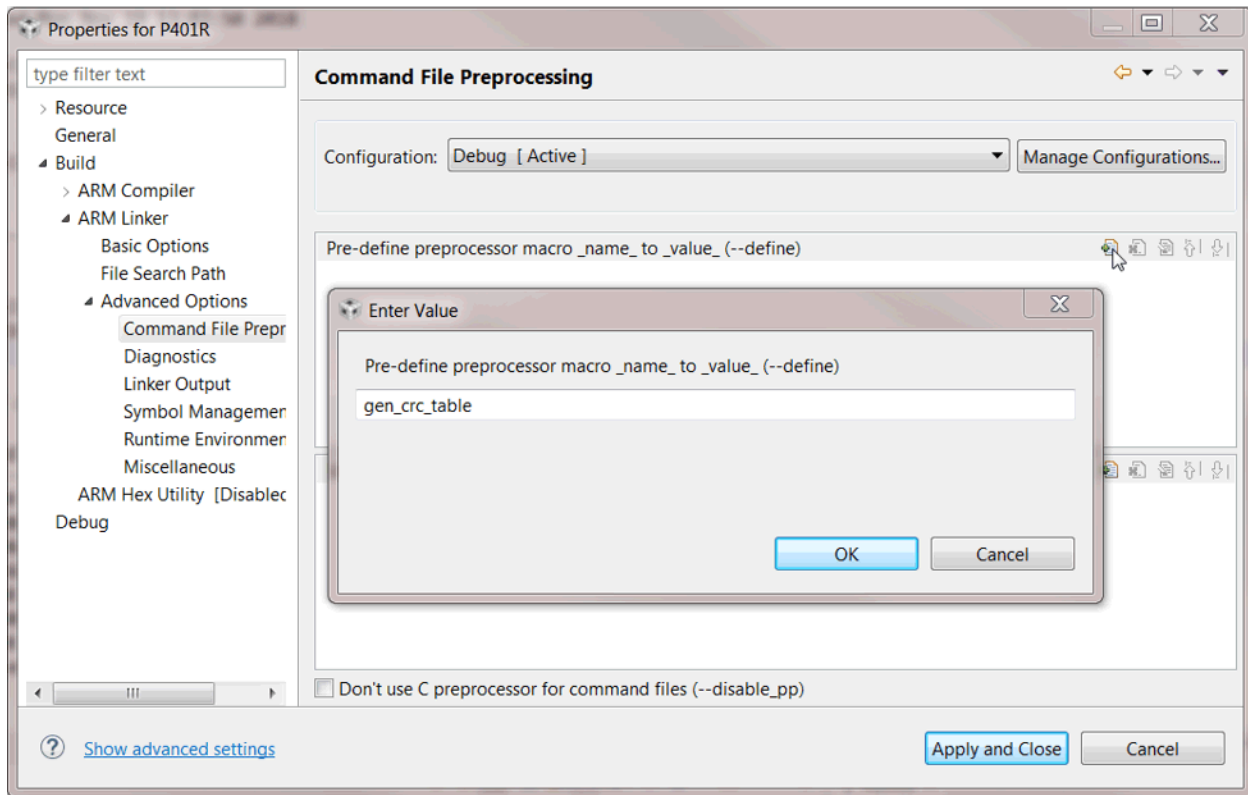


Figure 42. gen_crc_table Linker Option

10低功耗调试（仅限MSP432P4xx器件）

在正常的调试控制下，MSP432P4xx微控制器不会转换到比LPM0模式更深的低功耗模式；也就是说，进入LPM0_VCORE0或LPM0_VCORE1模式。此行为是标准化Cortex-M调试体系结构的结果。因此，电流消耗和IRQ唤醒时序与自由运行应用不同。

为了在基本调试控制下验证应用的电流消耗和时序，MSP432提供低功耗运行功能。启用后，MCU将完全转换为应用程序指定的低功耗模式，禁用内部时钟，电源管理模块关闭内部电源域。这有一些影响：

- 已达到先前设置的断点，但IDE不会自动指示设备已暂停。用户必须单击暂停图标以使IDE重新连接并显示程序停止的位置。

- 加载程序后自动运行不起作用：已达到IDE自动设置的断点[例如，在main（）]，但IDE不会自动切换到停止状态。当用户在程序加载后手动停止时，程序计数器处于main（）的开头。

- SWO trace does not work when transitioning into power modes lower than AM0_SL or AM1_SL mode

要在Code Composer Studio IDE中启用该功能，请在Project Explorer中右键单击活动项目，然后单击“属性”。

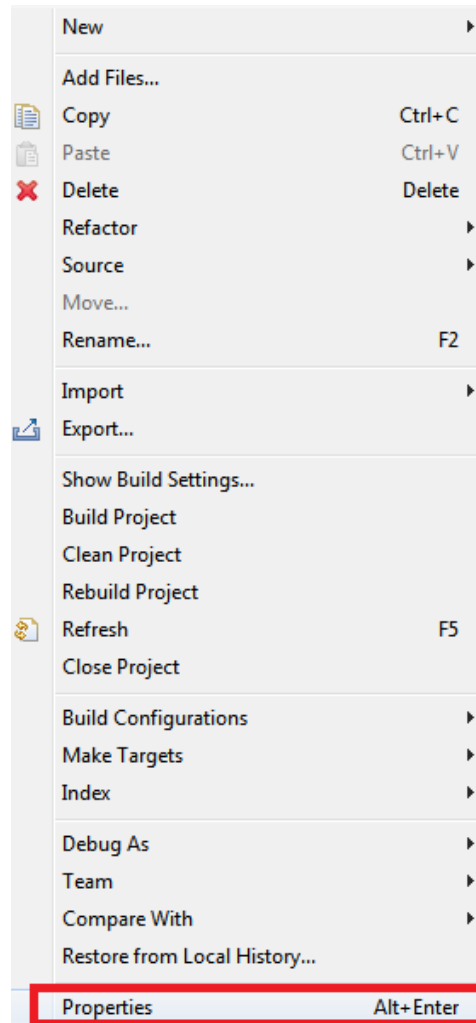


Figure 43. Properties Menu

低功耗调试（仅适用于MSP432P4xx器件）www.ti.com.cn

在“属性”窗口中，选择“调试”，然后转到“其他/其他选项”，并在运行时启用“允许电源转换”（如果支持（低功率运行）选项）。

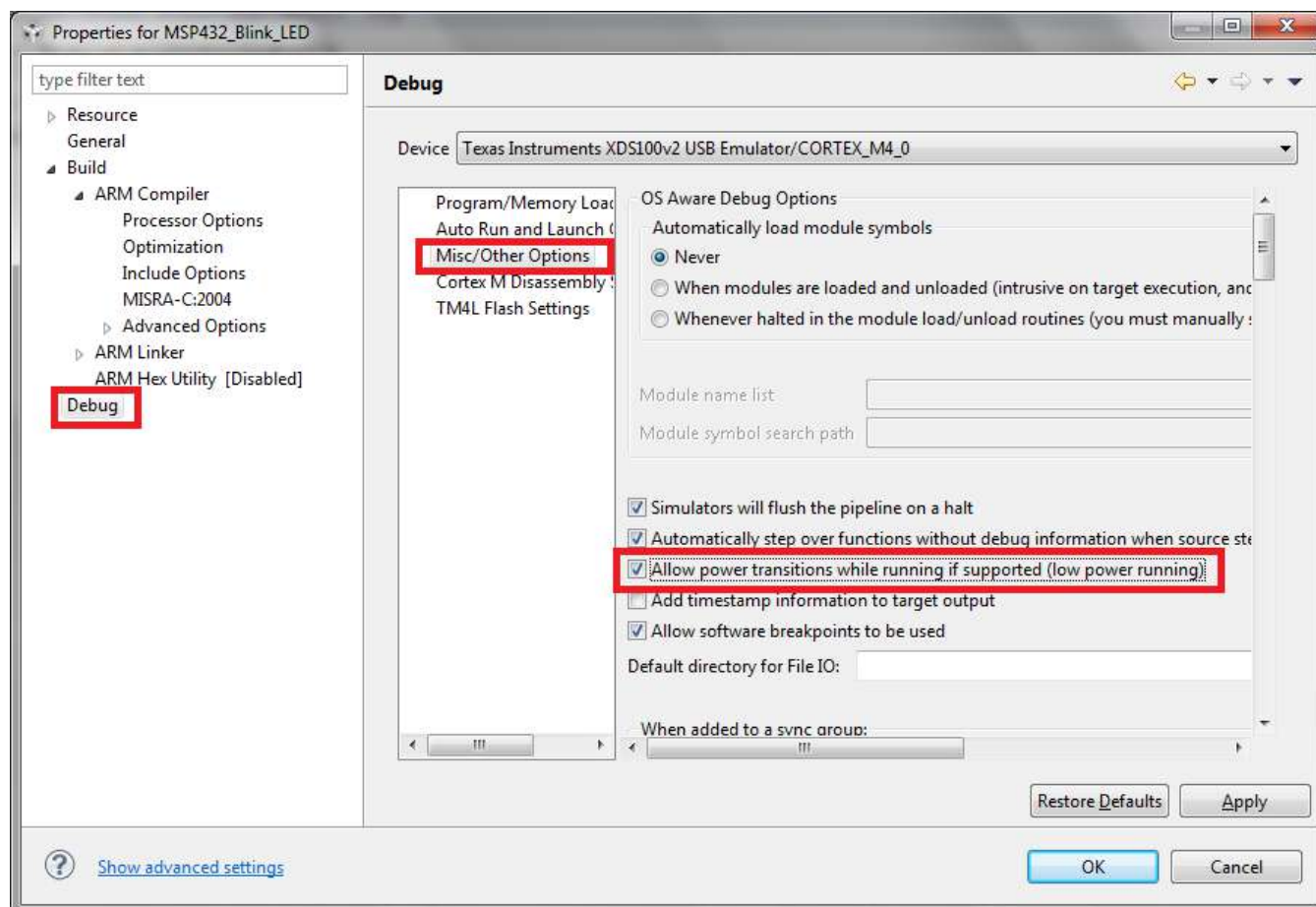


Figure 44. Enabling Low Power Run

启用低功耗运行后，MCU将进入指定的任何低功耗模式。您可以通过在调试会话期间查看CPU核心状态来验证效果。当MCU进入等于或低于DSL的低功耗模式时，调试器将报告连接丢失，因为MSP432时钟全部被禁用，包括操作调试访问端口（DAP）的时钟。

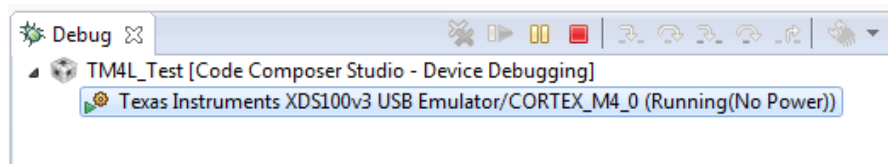


图45. CPU核心状态显示指示深度睡眠模式

暂停设备时，调试器将重新连接，IDE将显示当前程序计数器位置，在这种情况下，它将是发送MSP432进入休眠状态的WFI汇编指令。

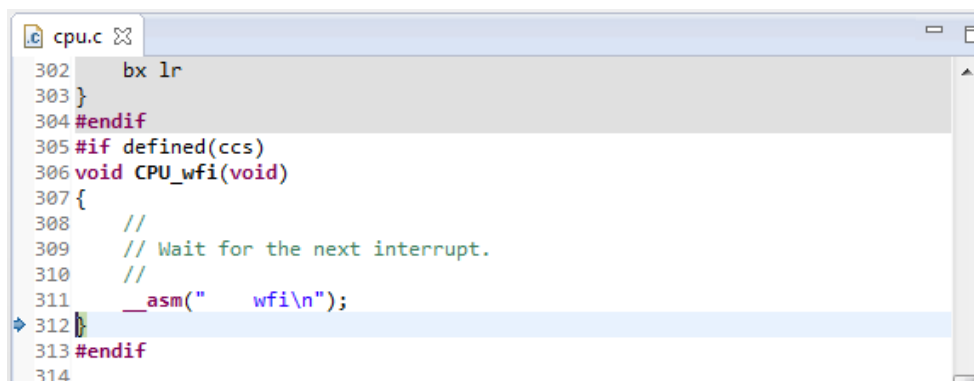


图46. 位于WFI指令的程序计数器

11常见问题

问：我无法编程我的LaunchPad™套件；IDE无法连接到目标。怎么了？

答：检查以下内容：

- Is the JTAG switch (S101) in the correct orientation?

切换到左侧，用于XDS110-ET板载调试器

切换到右侧以进行外部调试器连接

- 检查调试器设置：更改为SWD模式 -

辅助COM端口是目标TDO引脚。当端口J（PJSEL0和PJSEL1位）的设置发生变化时，这些引脚上的JTAG访问将被完全阻止。更改为使用SWD仅允许通过专用调试引脚进行访问。

图47显示了如何通过修改MSP432P401R. ccxml文件来配置调试器以使用SWD而不是JTAG。

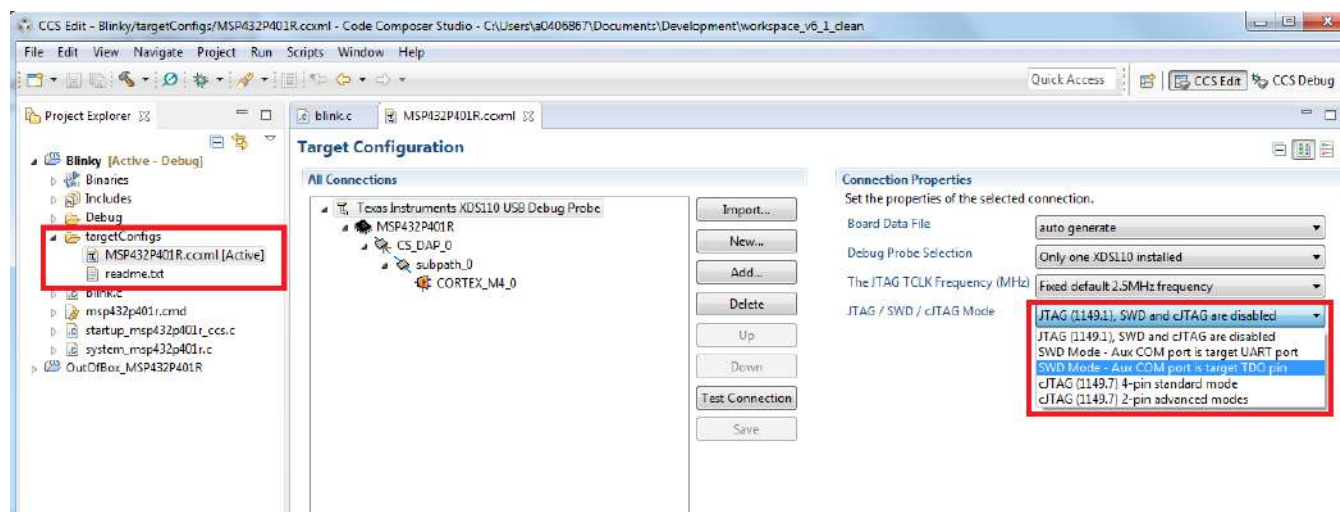


图47. 将调试器设置更改为SWD

- 如果即使无法连接，请将设备重置为出厂设置。有关如何在设备上执行恢复出厂设置的信息，请查看第8节。

问：为什么MSP432

LaunchPad上的反向通道UART不能以高于56000波特的速度使用我的串行终端程序？

答：某些串行终端程序（如HTerm或Code Composer Studio

IDE内置终端）可能无法以特定的波特率使用MSP432

LaunchPad，导致软件无法打开虚拟COM端口或波特率获取配置不正确。已确定LaunchPad的仿真器固件存在问题，将在下一版本中修复。在更新可用之前，请改用TeraTerm，ClearConnex或HyperTerminal，或将波特率降低到38400波特或更低。

问：将MSP432 LaunchPad插入USB3.0端口时出现问题

答：据观察，当MSP432

LaunchPad连接到由USB3.0主机控制器硬件和相关设备驱动程序的某种组合提供的USB3.0端口时，IDE无法与LaunchPad建立调试会话，从而导致像“CS_DAP_0: 错误连接到目标:”错误消息:(错误-260 @ 0x0)在Code Composer Studio的情况下，尝试连接到XDS110失败。在这种情况下，Code Composer Studio IDE提供的低级命令行实用程序“xdsdfu”也无法与LaunchPad建立连接。

具体而言，在运行Windows 7的PC上观察到此问题，该PC在设备管理器中显示“Renesas Electronics USB 3.0主机控制器”和相关的“Renesas Electronics USB 3.0 Root Hub”。

将关联的Windows

USB驱动程序更新为从硬件供应商处获得的最新版本后，问题就消失了。可能存在其他USB3.0硬件和设备驱动程序组合，这将导致相同的问题。如果您认为自己可能受到影响，请与PC供应商联系，或找到并安装更新版本的USB3.0设备驱动程序。或者，将LaunchPad连接到PC上的USB2.0端口（如果有）。

问：我无法连接反向通道UART。怎么了？

答：检查以下内容：

- Do the baud rate in the host's terminal application and the eUSCI settings match?
- Are the appropriate jumpers in place on the isolation jumper block?
- 探测RXD并从主机发送数据。如果您没有看到数据，则可能是主机端的问题。
- 从MSP432发送数据时探测TXD。如果您没有看到数据，则可能是eUSCI模块的配置问题。
- 考虑使用硬件流控制线（尤其是更高的波特率）。

问：如何轻松解锁MSP432P4xx器件上的SYS_CTL寄存器模块？

答：对于TI Arm编译器，可以使用宏定义。请参阅相应设备标题中的#define UNLOCK_DEVICE。

问：我的MSP432P4xx或MSP432E设备已被锁定，我该怎么办？

答：MSP432P4xx和MSP432E设备在锁定时表现不同，解锁过程也不同。请参见设备特定技术参考手册或数据表中的相应章节。如果您使用的是XDS调试探针，请参见第5.4节，了解调试器检测到锁定设备时的预期行为。

12其他Code Composer Studio IDE信息

有关Code Composer Studio IDE的更多信息，请参阅以下链接：

- [Code Composer Studio Information](#)
- [Code Composer Studio v7 Training](#)
- [Code Composer Studio v7 Wiki](#)

13参考文献

1. SimpleLink MSP432 SDK
2. SimpleLink MSP432E4 SDK
3. J-Link仿真器支持
4. MSP432™调试工具：使用带CCS跟踪分析器的串行线输出
5. 用于MSP432微控制器的MSP-FET
6. SimpleLink MSP432安全和更新工具
7. XDS110 JTAG调试探针
8. MSP432微控制器的调试器
9. SimpleLink MSP432 SDK的迁移指南
10. XDS110 EnergyTrace™高动态范围（ETHDR）调试探针附件

Revision History

注意：以前版本的页码可能与当前版本中的页码不同。

2018年2月14日至2018年11月26日的变更.....	
• Added Section 9 , <i>Enable CRC Table Generation in CCS</i>	36

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

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），应用程序或其他设计建议，Web工具，安全信息和其他资源，并且不提供任何缺陷，并且不提供任何明示和保证隐含的，包括但不限于对适销性，特定用途的适用性或不侵犯第三方知识产权的任何暗示保证。

这些资源适用于使用TI产品进行设计的熟练开发人员。您自行负责（1）为您的应用选择合适的TI产品，（2）设计，验证和测试您的应用，以及（3）确保您的应用符合适用标准，以及任何其他安全，安全或其他要求。这些资源如有变更，恕不另行通知。TI授予您使用这些资源的权限，仅用于开发使用资源中描述的TI产品的应用程序。禁止其他复制和展示这些资源。未获得任何其他TI知识产权或任何第三方知识产权的许可。

TI不承担责任，并且您将完全赔偿TI及其代表因您使用这些资源而产生的任何索赔，损害，成本，损失和责任。

TI的产品受TI

TI销售条款（www.ti.com/legal/termsofsale.html）或ti.com上提供的其他适用条款的约束，或与此类TI产品一起提供。

TI提供的这些资源不会扩展或以其他方式改变TI对TI产品的适用保证或保证免责声明。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有©2018, Texas Instruments Incorporated