MPLAB® Snap 在线调试器用户指南

客户须知

重要：
本文档如同所有其他文档一样具有时效性。Microchip 将不断改进工具和文档以满足客户的需求，因此实际使用中有些对话框和/或工具说明可能与本文档所述之内容有所不同。请访问我们的网站（www.microchip.com）获取最新文档。

文档均标记有“DS”编号。该编号出现在每页底部的页码之前。DS 编号的命名约定为“DSXXXXXXXXN_CN”，其中“XXXXXXXX”为文档编号，“N”为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参见 MPLAB® X IDE 在线帮助。从 Help（帮助）菜单选择 Topics（主题），打开现有在线帮助文件列表。

目录

客户须知.....1

1. 简介.....4
   1.1. 本指南使用的约定.....4
   1.2. 推荐读物.....5

2. 关于调试器.....6
   2.1. MPLAB Snap 在线调试器说明.....6
   2.2. MPLAB Snap 在线调试器优势.....6
   2.3. MPLAB Snap 在线调试器组件.....7
   2.4. MPLAB Snap 框图.....8

3. 工作.....9
   3.1. 调试器与目标板之间的通信.....9
   3.2. 目标板通信连接.....11
   3.3. 调试.....12
   3.4. 调试要求.....13
   3.5. 编程.....14
   3.6. 调试器使用的资源.....15

4. 调试器使用.....16
   4.1. 安装和设置.....16
   4.2. 调试教程.....16
   4.3. 调试/编程快速参考.....16
   4.4. 调试器限制.....17
   4.5. 常用调试功能.....17
   4.6. 连接目标板.....17
   4.7. 设置目标板.....18
   4.8. 设置 MPLAB X IDE.....18
   4.9. 启动和停止调试.....18
   4.10. 查看处理器存储器和文件.....19
   4.11. 断点和跑表的使用.....19

5. 疑难解答.....20
   5.1. 要首先回答的一些问题.....21
   5.2. 无法调试的首要原因.....21
   5.3. 需要考虑的其他事项.....22

6. 常见问题解答.....24
   6.1. 工作原理.....24
   6.2. 出现的问题.....24

7. 错误消息.....26
   7.1. 错误消息类型.....26
   7.2. 常规纠正措施.....27

8. 工程技术说明（ETN）..... 29

9. 调试器功能汇总..... 30

9.1. 调试器选择与切换..... 30

9.2. 调试器选项选择..... 30

10. 硬件规范..... 35

10.1. USB 连接器..... 35

10.2. MPLAB Snap 在线调试器..... 36

10.3. 通信硬件..... 37

10.4. 目标板注意事项..... 40

11. 版本历史..... 41

11.1. 版本 A（2018 年 7 月）..... 41

11.2. 版本 B（2019 年 10 月）..... 41

11.3. 版本 C（2020 年 7 月）..... 41

12. 支持..... 42

12.1. 保修登记..... 42

12.2. myMICROCHIP 个性化通知服务..... 42

13. 术语表..... 43

Microchip 网站..... 60

产品变更通知服务..... 60

客户支持..... 60

Microchip 器件代码保护功能..... 60

法律声明..... 60

商标..... 61

质量管理体系..... 61

全球销售及服务网点..... 62

1. 简介

MPLAB® Snap 在线调试器（PG164100）是一种超低价的调试解决方案，适用于不需要高压编程或高级调试功能的项目。因此，该调试器支持 Microchip 的诸多新款 MCU 产品，但不支持一些早期产品。该调试器提供一些基本的调试/编程功能，适用于不需要高级功能的开发人员。***不适用于生产编程。***

注： 有关这些应用的信息，请参见 MPLAB® X IDE/MPLAB IPE 用户指南或在线帮助。

1.1 本指南使用的约定

本手册采用以下文档约定：

表 1-1. 文档约定

说明	表示	示例
Arial 字体：		
斜体字	参考书目	*MPLAB® IDE 用户指南*
	需强调的文字	...*仅有*的编译器...
首字母大写	窗口	Output 窗口
	对话框	Settings 对话框
	菜单选择	选择 Enable Programmer
引用	窗口或对话框中的字段名	“Save project before build”
带右尖括号有下划线的斜体文字	菜单路径	*File>Save*
粗体字	对话框按钮	单击 **OK**
	选项卡	单击 **Power** 选项卡
N'Rnnnn	verilog 格式的数字，其中 N 为总位数，R 为基数，n 为其中一位。	4'b0010，2'hF1
尖括号< >括起的文字	键盘上的按键	按下<Enter>，<F1>
Courier New 字体：		
常规 Courier New	源代码示例	`#define START`
	文件名	`autoexec.bat`
	文件路径	`c:\mcc18\h`
	关键字	`_asm`，`_endasm`，`static`
	命令行选项	`-Opa+`，`-Opa-`
	二进制位值	`0` 和 `1`
	常量	`0xFF`，`‘A’`
斜体 Courier New	可变参数	*`file.o`*，其中 *`file`* 可以是任何有效的文件名
方括号[ ]	可选参数	`mcc18 [options] file [options]`
花括号和竖线：{ | }	选择互斥参数；“或”选择	`errorlevel {0|1}`

.....（续）

说明	表示	示例
省略号...	代替重复文字	`var_name [, var_name...]`

	表示由用户提供的代码	`void main (void)`
		`{ ...`
		`}`

1.2 推荐读物

本用户指南介绍了如何使用 MPLAB Snap 在线调试器。下面列出了其他有用的文档。以下 Microchip 文档均已提供，并建议读者作为补充参考资料。

多工具设计忠告（DS51764C_CN）

请先阅读本文档！本文档包含有关在使用 MPLAB Snap 在线调试器进行目标设计时应考虑的操作问题的重要信息。

MPLAB X IDE 在线帮助

这是在使用任何 Microchip 硬件工具时的必备文档。

这是 MPLAB X IDE 的全面帮助文件。它包括嵌入式系统的概述、安装要求、教程以及创建新项目、设置编译属性、调试代码、设置配置位、设置断点以及编程器件等方面的详细信息。此帮助文件通常比可以从 www.microchip.com/mplabx/免费下载的用户指南（DS50002027）的 PDF 内容更新。

MPLAB Snap 4 在线调试器的发行说明

有关使用 MPLAB Snap 在线调试器的最新信息，请阅读 MPLAB X IDE Start Page（起始页）上“Release Notes and Support Documentation”（发行说明和支持文档）下的说明。发行说明包含本用户指南中可能未提供的更新信息和已知问题。

处理器扩展包（PEP）和调试头规范（DS50001292W_CN）

本小册子介绍了如何安装和使用调试头。调试头可用来更好地调试所选器件，无需占用额外的引脚和资源。另请参见 PEP 和调试头在线帮助文件。

2. 关于调试器

本章提供了 MPLAB Snap 在线调试器系统的概述。

2.1 MPLAB Snap 在线调试器说明

MPLAB Snap 在线调试器允许利用 MPLAB X 集成开发环境（Integrated Development Environment，IDE）或 MPLAB 集成编程环境（Integrated Programming Environment，IPE）功能强大的图形用户界面进行快速轻松的调试和编程，而且经济实惠。该调试器可与 Microchip PIC®、AVR®和 SAM 闪存单片机（MCU）以及 dsPIC®数字信号控制器（Digital Signal Controller，DSC）配合使用。此外，它也可与 32 位单片机（例如 CEC 和 PIC32 器件）配合使用。

MPLAB Snap 通过高速 2.0 USB 接口连接到计算机，并通过 Microchip 8 引脚单列直插（Single In-Line，SIL）调试连接器连接到目标板。SIL 连接器使用两个器件 I/O 引脚和复位线来实现在线调试和在线串行编程（In-Circuit Serial Programming™，ICSP™）。MPLAB Snap 提供了快速调试原型所需的全部速度和入门级功能。

MPLAB Snap 具有较快的编程速度。它配有基于 32 位 300 MHz SAM E70 Arm® Cortex®-M7 的功能强大 MCU，可加快调试速度。除了支持宽广的目标电压范围之外，MPLAB Snap 还支持高级接口，例如 4 线 JTAG 接口和串行线调试接口。此外，MPLAB Snap 还向后兼容使用 2 线 JTAG 和在线串行编程的演示板、调试头和目标系统。

由于该调试器系统使用目标器件的内置仿真电路（而非特殊调试器芯片），因此代码的执行与实际器件相似。通过该调试器系统可以交互方式访问给定器件的所有可用功能，且可通过 MPLAB X IDE 界面设置和修改这些功能。

MPLAB Snap 兼容 Microsoft Windows® 7 或更高版本、Linux®和 macOS™平台。

2.2 MPLAB Snap 在线调试器优势

MPLAB Snap 在线调试器具有以下优势：

特性/功能：

- 通过高速 USB 2.0（480 Mbps）线缆（需另购）连接到计算机
- 8 引脚 SIL 编程连接器，可选择使用各种接口
- 使用 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 编程器件
- 可与许多 Microchip PIC、dsPIC、AVR 或 DSC 器件配合使用，包括 32 位单片机，例如 SAM、CEC 和 PIC32 器件（见 PC 上的器件支持列表，例如 C:\Program Files (X86)\Microchip\ MPLABX\vx.xx\docs\Device Support.htm，其中 vx.xx 是 MPLAB X IDE 的版本）
- 支持 4 线 JTAG、串行线调试、UPDI、PDI、SPI 编程、debugWIRE 和 TPI 编程
- 向后兼容使用 2 线 JTAG 和 ICSP（在线串行编程）的演示板、调试头和目标系统
- 支持多个硬件和软件断点、跑表以及源代码文件调试
- 在您自己的硬件上实时调试应用程序
- 基于内部事件设置断点
- 以目标 MCU 的全速进行调试
- 配置引脚驱动器
- 通过安装最新版本的 MPLAB X IDE（可从 http://www.microchip.com/mplabx/免费下载）添加新的器件支持和功能
- 通过活动和状态 LED 指示调试器状态

性能/速度：

- 更换器件时不会发生固件下载延迟
- 使用 Arm® Cortex®-M7 内核（以 300 MHz 频率运行）的 32 位单片机

安全性：

- 符合 RoHS、CE 和中国 E 标准
- 支持 1.2V 至 5.0V（+/-10%）的目标电源电压

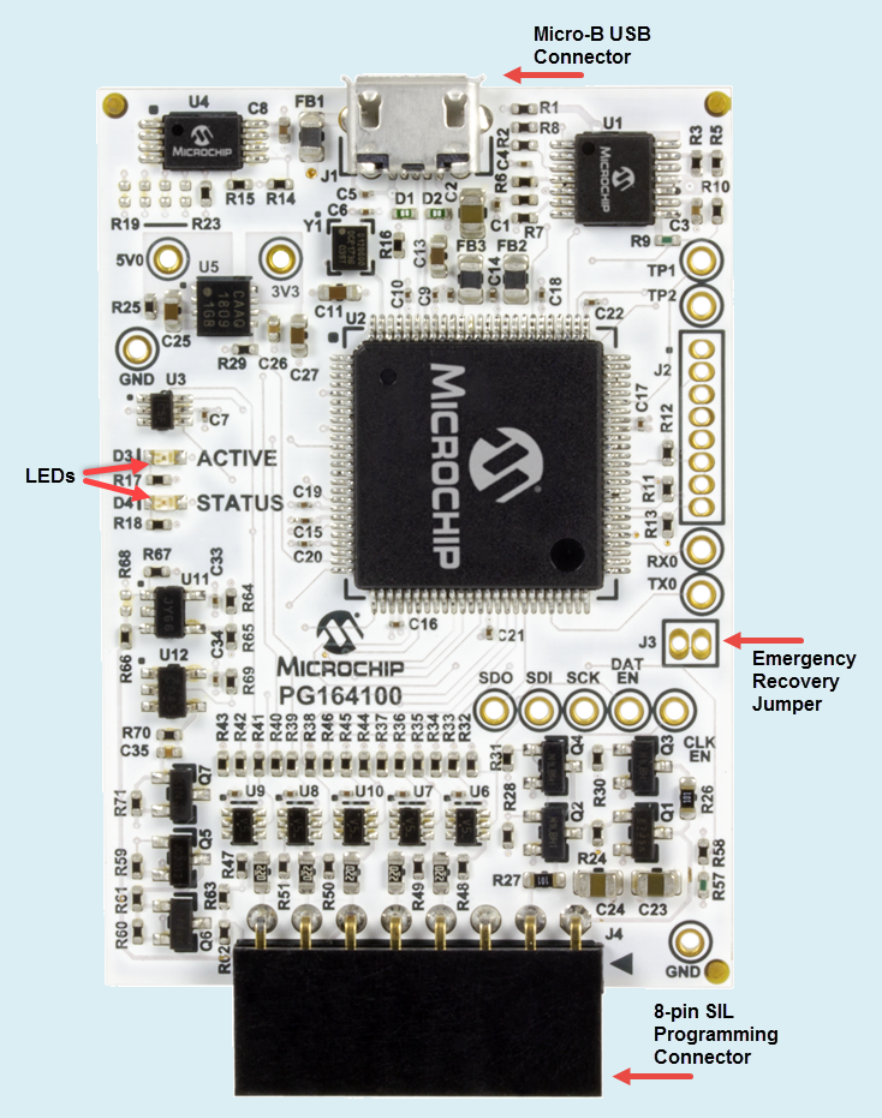
注： MPLAB Snap 在线调试器通过其 Micro-B USB 连接器供电。目标板必须由自身电源供电。

2.3 MPLAB Snap 在线调试器组件

MPLAB Snap 在线调试器系统的组件包括：

- 一个 8 引脚 SIL 连接器
- 一个 Micro-B USB 连接器
- 两个 LED
- 紧急恢复跳线（未安装）

图 2-1. MPLAB® SNAP 在线调试器



要使用 MPLAB Snap 在线调试器，需要提供：

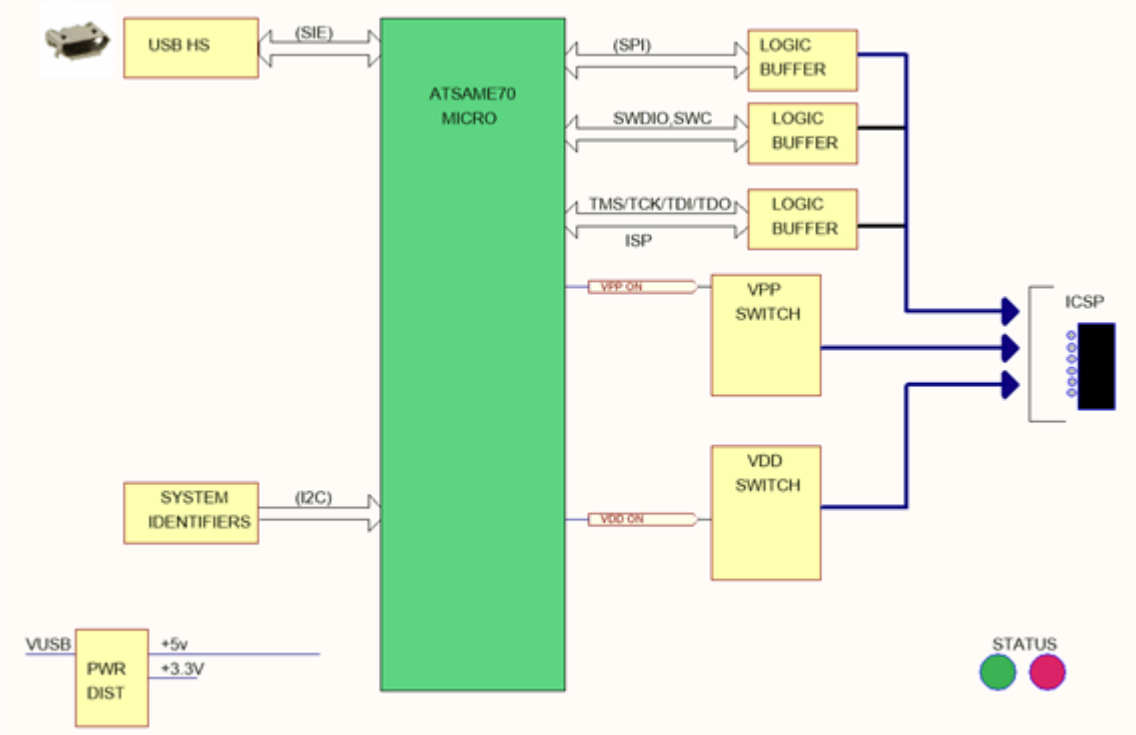
- 一根用于连接计算机的全功能 Micro-B USB 线缆（用于传输数据和供电），长度不超过 1.5 米（例如，Microchip 部件编号 ATUSBMICROCABLE-XPRO）。
- 目标板。
- 给目标板供电的电源。
- 应用所需的任何接线接口或线缆，一些可用的适配器和线缆包括：
  ——AC164110 RJ-11 至 ICSP 转换适配器。

  ——AC002021 PM3 ICSP 线缆。
- 跳线、接线或镊子，用于紧急恢复（如果需要）。

其他硬件和附件可以从 Microchip 直销网站（www.microchipdirect.com）单独订购。

- 调试器适配器板（部件编号 AC002015）——一款支持 JTAG、SWD 和 ICSP 协议的连接板，适用于使用 MPLAB Snap（www.microchipdirect.com/product/search/all/AC102015）调试 AVR®单片机。
- 转换插座。
- ICD 调试头。
- MPLAB 处理器扩展包。

2.4 MPLAB Snap 框图



3. 工作

本章简要概述了 MPLAB Snap 在线调试器系统的工作原理。旨在提供足够的信息，帮助用户设计与调试器兼容的目标板，以进行调试和编程操作。本章还讨论了在线调试和编程的基本原理，以便用户能够快速地解决遇到的问题。

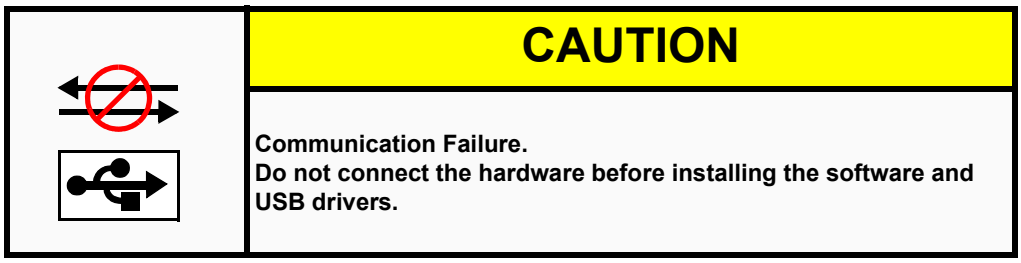
3.1 调试器与目标板之间的通信

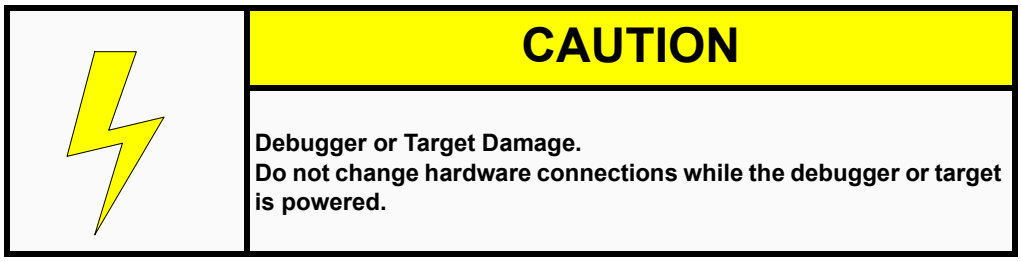
重要： 在连接 MPLAB Snap 在线调试器之前，必须先安装 MPLAB X IDE 软件。

调试器通过 USB 线缆连接到计算机，以进行通信和为调试器供电。

调试器连接到目标应用以进行通信和数据收集，也可选择通过目标应用为调试器供电。

以下小节介绍了调试器系统配置。





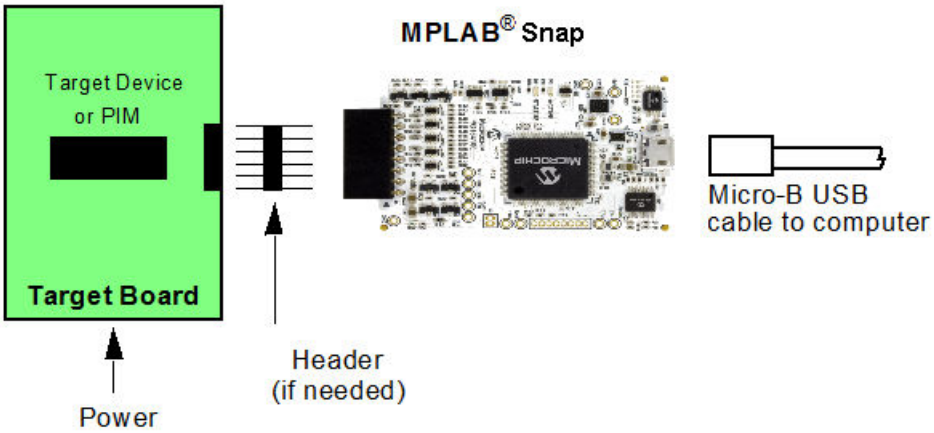
3.1.1 标准 ICSP 器件通信

可将调试器系统配置为使用标准 ICSP 通信连接来执行编程和调试功能。

确保将调试器上的引脚 1 与目标板上的引脚 1 对齐。编程连接器可以插入到：

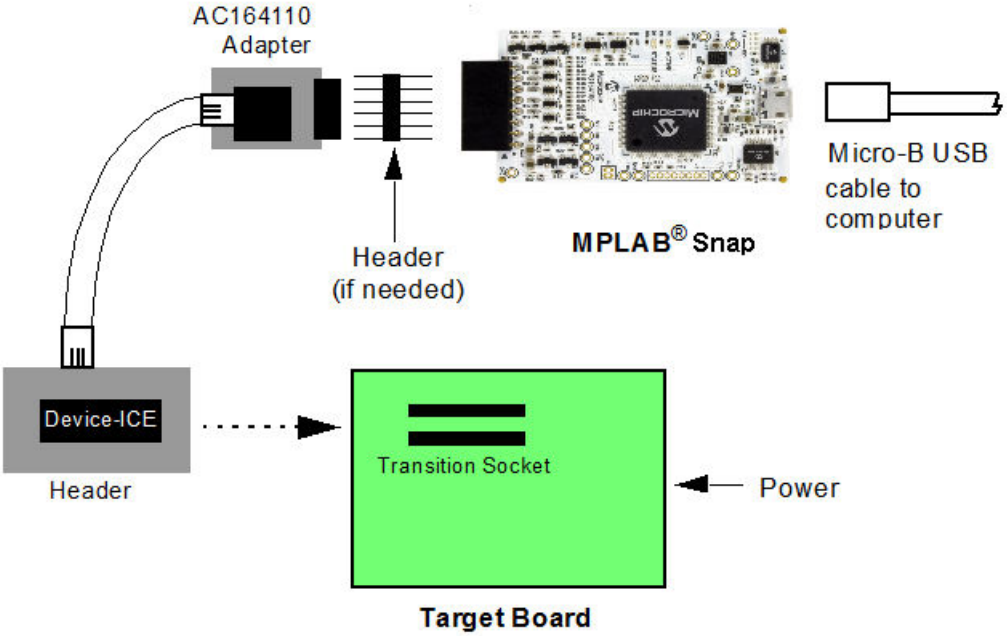
- 目标板上的配套连接器，即目标器件在目标板上的位置。

图 3-1. 标准调试器系统——具有片上 ICE 电路的器件



- 标准适配器/调试头板组合（以处理器扩展包形式提供），随后插入目标板。

图 3-2. 标准调试器系统——ICE 器件



有关标准通信的更多信息，请参见 10.3.1 标准通信。

3.2 目标板通信连接

重要： 有关更多信息和图，请参见所用器件的数据手册以及特定接口的应用笔记。

3.2.1 标准通信目标板连接

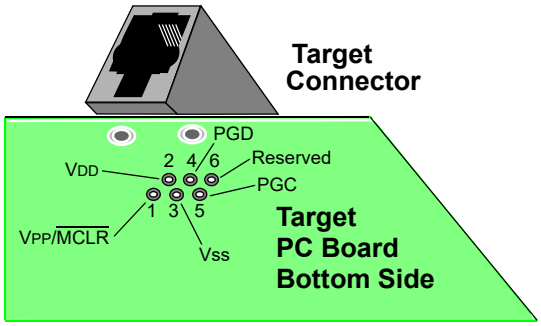
使用单列直插式连接器

在 MPLAB Snap 在线调试器和目标板连接器之间使用单列直插式连接器（见图 3-1 和标准调试器系统——具有片上 ICE 电路的器件）。

使用适配器

使用 AC164110 适配器，通过模块化接口（6 芯）线缆将 MPLAB Snap 在线调试器连接到目标器件。连接器的引脚编号显示在目标 PCB 的底部，如下图所示。

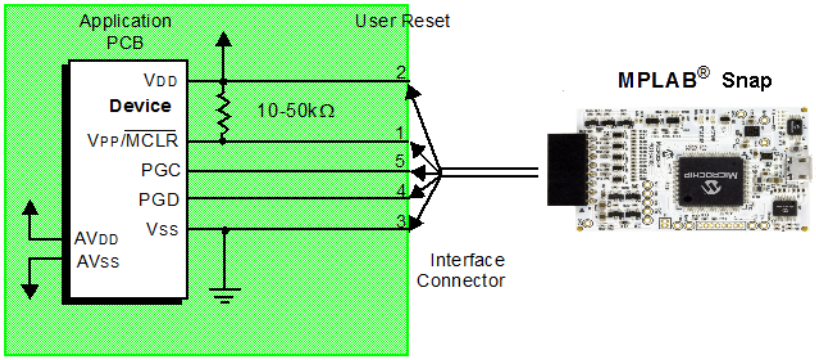
图 3-3. 目标板上的标准 RJ-11 连接



3.2.2 目标板连接电路

下图显示了 MPLAB Snap 在线调试器与目标板上连接器的互连。该图还显示了从连接器到目标 PCB 上器件的连线。建议在 $V_{PP}/\overline{MCLR}$ 线和 V_{DD} 之间连接一个上拉电阻（通常约为 10-50 kΩ），以便将该线选通为低电平以复位器件。

图 3-4. 与目标电路的标准连接

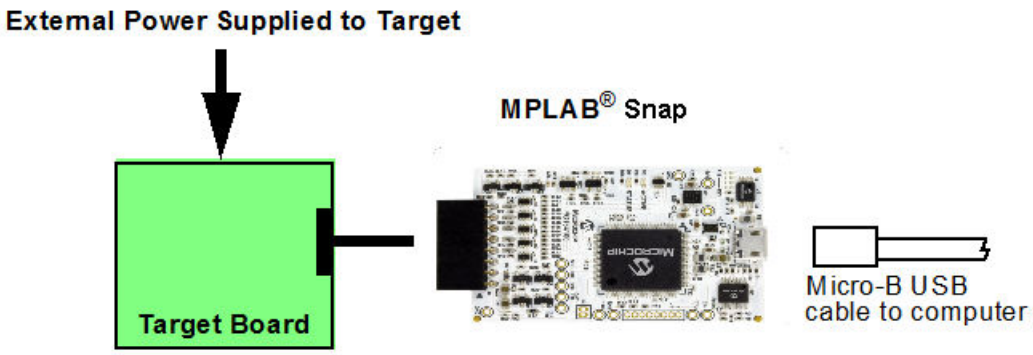


3.2.3 目标板供电

在下面的说明中，将只谈到与关键调试器操作相关的三根有效线：引脚 1（$V_{PP}/\overline{MCLR}$）、引脚 5（PGC）和引脚 4（PGD）。图 3-4 中显示了引脚 2（V_{DD}）和引脚 3（V_{SS}）是出于完整性考虑。

推荐使用来自目标应用的外部电源（见下图）。在该配置中，调试器检测目标 V_{DD} 以进行电压转换来实现目标低电压操作。如果调试器在其 V_{DD} 线（接口连接器的引脚 2）上未检测到电压，则它将无法工作。

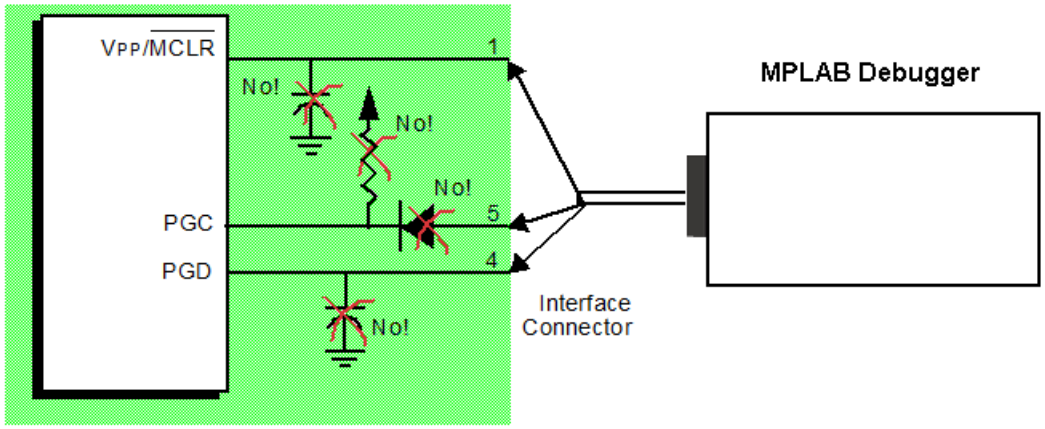
图 3-5. 通过外部电源为目标板供电



3.2.4 阻止调试器正常工作的电路

下图给出了调试器的三根有效线上会阻止 MPLAB Snap 在线调试器系统正常工作的一些元件。

图 3-6. 不正确的电路元件



确切地说，必须遵循以下准则：

- 请勿在 PGC/PGD 上使用上拉——它们会破坏电压，因为这些线在调试器中有可编程下拉电阻。
- 请勿在 PGC/PGD 上使用电容——它们将阻止数据线和时钟线在编程和调试通信期间快速变化并且会延长编程时间。
- 请勿在 $\overline{MCLR}$ 上使用电容——它们将阻止 V_{PP} 快速变化。通常一个简单的上拉电阻就已足够。
- 请勿在 PGC/PGD 上使用二极管——它们将阻止调试器和目标器件之间进行双向通信。

3.3 调试

使用 MPLAB Snap 在线调试器系统作为调试器有两个步骤。第一步要求将应用程序编程到目标器件中（通常使用 MPLAB Snap 本身）。第二步是使用目标闪存器件的内部在线调试硬件来运行和测试应用程序。这两步与 MPLAB X IDE 操作直接相关：

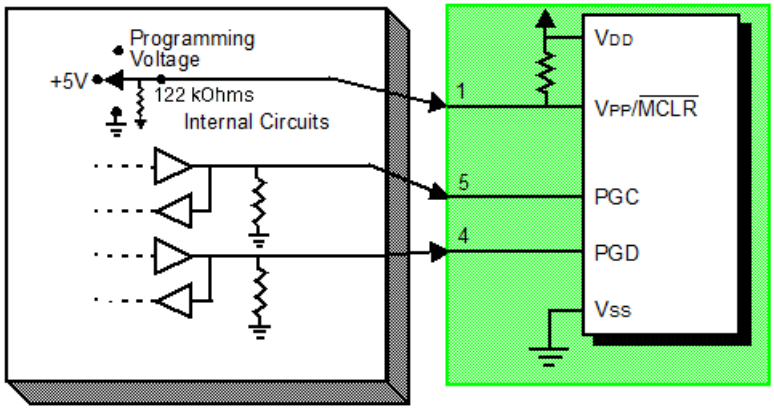
1. 将代码烧写到目标器件并激活具体的调试功能。
2. 使用断点等功能调试代码。

注： 有关更多信息，请参见 MPLAB X IDE 在线帮助。

如果目标器件不能被正确编程，MPLAB Snap 在线调试器将无法进行调试。

下面给出了 MPLAB Snap 在线调试器的部分内部接口电路的简化图。

图 3-7. 正确的编程连接



编程时，目标器件不需要时钟，但必须为其提供电源。编程时，调试器在 $V_{PP}/\overline{MCLR}$ 上施加编程电压，通过 PGC 发送时钟脉冲，通过 PGD 发送串行数据。要校验器件是否已被正确编程，可以向 PGC 发送时钟，并通过 PGD 读回数据。此操作可确认调试器和器件是否正确通信。

3.4 调试要求

要使用 MPLAB Snap 在线调试器系统进行调试（设置断点和查看寄存器等），以下关键因素必须正确：

- 调试器必须连接到计算机。它必须由计算机通过 USB 线缆供电，并且必须通过 Micro-B USB 线缆与 MPLAB X IDE 软件通信。请参见标题为“Getting Started with MPLAB X IDE”的 MPLAB X IDE 帮助文件，并在“Tutorial”（教程）中导航到“Running and Debugging Code”（运行和调试代码）部分。
- 调试器必须通过模块化接口线缆（或等效线缆）连接到目标器件的 V_{PP}、PGC 和 PGD 引脚（如 3.3 调试中的图所示）。
- 目标器件必须通电且具有正常运行的振荡器。如果目标器件因任何原因无法运行，MPLAB Snap 在线调试器将无法进行调试。
- 目标器件必须正确编程其配置字。这些配置字使用 MPLAB X IDE 来设置。
  - 振荡器配置位应对应于 RC 和 XT 等，具体取决于目标设计。
  - 对于某些器件，看门狗定时器默认使能，需要禁止。
  - 不要使能目标器件的代码保护功能。
  - 不要使能目标器件的表读保护功能。
  - 对于具有多个 PGC/PGD 引脚对的某些器件，需要在器件的配置字设置中选择正确的引脚对。这一点仅针对调试，因为编程可通过任何 PGC/PGD 引脚对工作。

满足了以上条件后，即可接着进行以下部分的操作。

3.4.1 进入调试模式的操作序列

假定满足 3.4 调试要求，将 MPLAB Snap 在线调试器设置为 MPLAB X IDE 中的当前工具。转到 *File > Project Properties*（文件>项目属性），打开对话框，然后在“Hardware Tool”（硬件工具）下单击 **Snap**。现在可以执行以下操作。

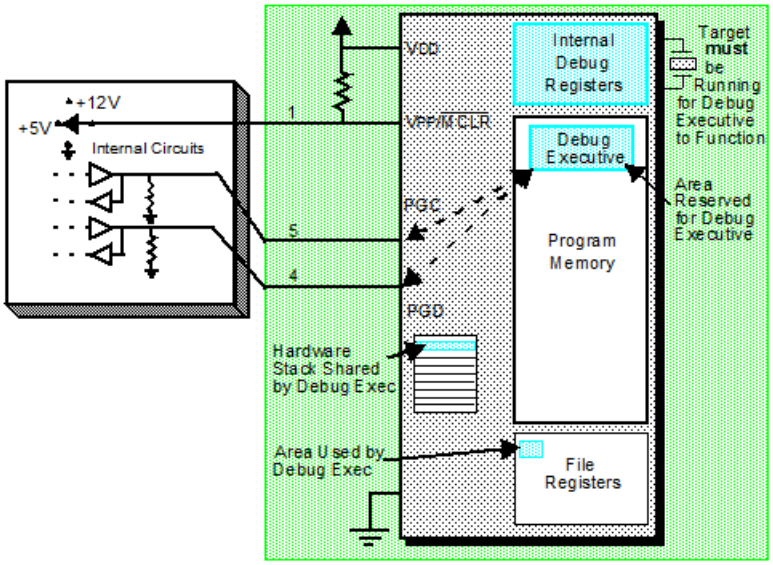
- 选择 *Debug > Debug Main Project*（调试 > 调试主项目）时，应用程序代码将通过 ICSP 协议编程到器件的存储器中，如本章开头所述。
- 一个小的“调试执行程序”将加载到目标器件的程序存储器的高地址区域中。由于调试执行程序必须驻留在程序存储器中，因此应用程序不能使用此保留的空间。有些器件为调试执行程序提供了专门的存储区。有关详细信息，请参见器件数据手册。
- 目标器件中的特殊“在线调试”寄存器通过 MPLAB X IDE 使能。这些寄存器允许调试器激活调试执行程序。有关器件保留资源的更多信息，请参见 3.6 调试器使用的资源。

- 目标器件在调试模式下运行。

3.4.2 调试详细信息

下图显示了准备好开始调试的 MPLAB Snap 在线调试器系统。

图 3-8. 准备好开始调试的 MPLAB® Snap 在线调试器



为判断应用程序能否正确运行，通常可在程序代码中预先设置断点。当通过 MPLAB X IDE 的用户界面设置断点时，断点的地址存储在目标器件的特殊内部调试寄存器中。PGC 和 PGD 上的命令直接传送到这些寄存器来设置断点地址。

接下来，通常在 MPLAB X IDE 中选择 *Debug > Debug Main Project* 功能。然后，调试器通知调试执行程序运行。目标器件将从复位向量开始执行，直到程序计数器到达先前存储在内部调试寄存器中的断点地址。

执行断点地址处的指令后，目标器件的在线调试机制会“启动”，并将器件的程序计数器传递给调试执行程序（类似于中断），用户的应用程序将暂停执行。调试器通过 PGC 和 PGD 与调试执行程序通信，获取断点状态信息，并将这些信息发送回 MPLAB X IDE。随后，MPLAB X IDE 向调试器发送一系列查询，以获取关于目标器件的信息，例如文件寄存器内容和 CPU 状态。这些查询由调试执行程序执行。

调试执行程序像程序存储器中的应用程序一样运行。它使用堆栈中的某些地址单元存储临时变量。如果器件没有运行，无论出于何种原因（没有振荡器、电源连接故障和目标板短路等），调试执行程序都将无法与 MPLAB Snap 在线调试器通信，并且 MPLAB X IDE 将发出一条错误消息。

设置断点的另一种方法是选择 *Debug > Pause*（调试 > 暂停）。这会翻转 PGC 和 PGD 线，从而使目标器件的在线调试机制将程序计数器从程序存储器中的用户代码切换到调试执行程序。同样，目标应用程序暂停，MPLAB X IDE 通过调试器与调试执行程序的通信来查询目标器件的状态。

3.5 编程

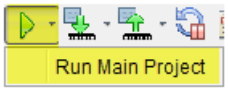
注： 有关编程的信息，请参见 MPLAB X IDE 在线帮助。

：MPLAB Snap 不支持用于高压器件的调试头。

在 MPLAB X IDE 中，使用 MPLAB Snap 作为编程器来编程非-ICE/-ICD 器件，即不在调试头板上的器件。将 MPLAB Snap 在线调试器设置为当前工具（单击导航窗口中的 Debug Tool Snap（调试工具 Snap），接着选择 *File > Project Properties*，然后在“Hardware Tool”下单击 **Snap**）以执行这些操作：

- 选择 Run Main Project（运行主项目）图标（见下图）后，应用程序代码将通过 ICSP 协议编程到器件的存储器中。编程时不需要时钟，可以编程所有的处理器模式，包括代码保护、使能看门狗定时器和表读保护。

图 3-9. Run Main Project 图标



- 对于某些目标器件，可以将一个小的“编程执行程序”载入程序存储器的高地址区域中。
- 目标器件中的特殊“在线调试”寄存器以及所有调试功能均通过 MPLAB X IDE 禁止。这意味着不能设置断点，不能查看或更改寄存器内容。
- 目标器件运行在发布模式下。作为编程器，调试器只能通过翻转 $\overline{\text{MCLR}}$ 线来复位和启动目标器件。

MPLAB Snap 在线调试器系统通过 ICSP 编程目标器件。V_{PP}、PGC 和 PGD 线应如前所述连接。编程时不需要时钟，可以编程所有的处理器模式，包括代码保护、看门狗定时器和表读保护。

3.6 调试器使用的资源

有关器件中调试器所用资源的完整列表，请参见 MPLAB X IDE 中用于 MPLAB Snap 在线调试器的在线帮助文件。在 MPLAB X IDE 的“Learn & Discover”（学习和发现）页面中，单击 **Users Guide & Release Notes**（用户指南和发行说明），然后单击“Reserved Resources for MPLAB Snap”（为 MPLAB Snap 保留的资源）链接。

4. 调试器使用

本章将讨论如何安装和设置 MPLAB Snap 在线调试器系统。有关将 MPLAB X IDE 与调试器配合使用的说明，请参见可从 MPLAB X IDE 主菜单栏 *Help > Tool Help Contents > MPLAB X IDE Help*（帮助>工具帮助内容>MPLAB X IDE 帮助）访问的在线帮助。

4.1 安装和设置

在 MPLAB X IDE 中，有关安装 IDE 并设置调试器以与 IDE 配合使用的详细信息，请参见“Getting Started with MPLAB X IDE”在线帮助文件。

概述：

1. 安装 MPLAB X IDE。

> **提示：** MPLAB X IDE 在线帮助中提供了教程主题，可从主菜单栏 *Help > Tool Help Contents > MPLAB X IDE Help >Tutorial*（帮助>工具帮助内容> MPLAB X IDE 帮助>教程）中访问这些主题。

2. 将 MPLAB Snap 连接到计算机并允许安装默认 USB 驱动程序。有关目标板连接的更多信息，请参见工作。

> **重要：** 调试器无法为目标板供电。

3. 选择开发时要使用的语言工具套件/编译器，并将其安装在计算机上。
4. 启动 MPLAB X IDE 并打开在线帮助（*Help > Tool Help Contents > MPLAB X IDE Help*），以获取有关创建和设置新项目以及运行和调试代码的详细说明。

注意事项：

1. 每个调试器都包含一个惟一标识符，首次安装时，无论使用哪个计算机 USB 端口都会由操作系统识别。
2. MPLAB X IDE 在运行（运行或调试运行）时连接至硬件工具。要始终连接到硬件工具，请转至 *Tools > Options*（工具>选项）中的 **Embedded**（已安装工具）按钮，然后在 **Generic Settings**（通用设置）选项卡中选中“Maintain active connection to hardware tool”（保持与硬件工具的有效连接）复选框。
3. 配置位只能在 Configuration Bits（配置位）窗口中查看。要在代码中设置配置位，选择 *Window > Target Memory Views*（窗口>目标存储器视图），然后从 Memory（存储器）下拉列表中选择“Configuration Bits”，从 Format（格式）下拉列表中选择“Read/Write”（读/写）使能对设置的访问。

4.2 调试教程

请参见标题为“Getting Started with MPLAB X IDE”的 MPLAB X IDE 帮助文件，并在“Tutorial”中导航到“Running and Debugging Code”部分。

4.3 调试/编程快速参考

下表给出了将 MPLAB Snap 在线调试器用作调试或编程工具时的快速参考。

> ： 有关调试头支持，请参见 MPLAB X IDE v5.25 或更高版本中 MPLAB Snap 的发行说明。

表 4-1. 调试与编程操作

项目	调试	编程
所需硬件	计算机和目标应用（Microchip 演示板或您自己设计的电路板）。	
	调试器、USB 线缆和电源（如果需要）。	
	带片上调试电路的器件或带特殊-ICE 器件的调试头。	器件（带或不带片上调试电路）。
MPLAB X IDE 选择	Project Properties，Hardware Tool 选择 Snap。	
	Debug Main Project 图标。	Make and Program Device（编译并编程器件）图标。
编程操作	将应用程序代码烧写到器件中。这可以是程序存储器的任何范围，具体取决于 Project Properties 对话框上的选择。此外，还有一个小的调试执行程序位于程序存储器中，其他调试资源保留。	将应用程序代码烧写到器件中。这可以是程序存储器的任何范体取决于 Project Properties 对话框上的选择。
可用的调试功能	适用于器件的所有调试功能——断点等	N/A
序列号快速编程（Serial Quick-Time Programming，SQTP）	N/A	使用 MPLAB IPE 生成 SQTP 文件。
命令行操作	使用 MDB 命令行实用程序，默认路径为：`C:\Program Files\Microchip\MPLABX\vx.xx\mplab_platform\bin\mdb.bat`	使用 IPECMD，默认路径为：`C:\Program Files\Microc MPLABX\<vx.xx\mplab_platform\mplab_ipe\ipecmd`

4.4 调试器限制

有关器件的调试器限制的完整列表，请参见 MPLAB X IDE 中的在线帮助文件（*Help > Tool Help Contents > Hardware Tool Reference Help > Limitations - Emulators and Debuggers*（帮助>工具帮助内容>硬件工具参考帮助>限制——仿真器和调试器）。

4.5 常用调试功能

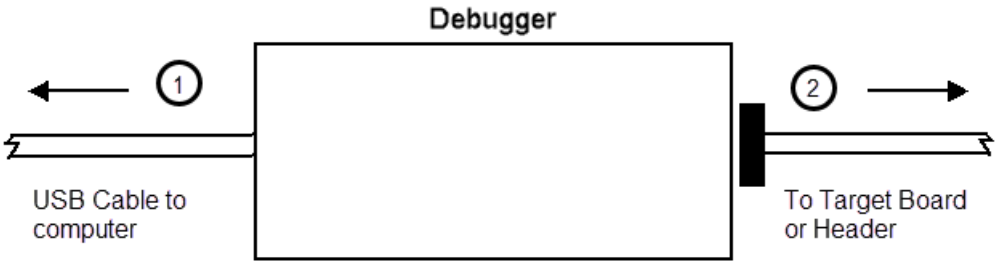
有关调试功能的详细信息，请参阅在线帮助文件“Getting Started with MPLAB X IDE”的“Running and Debugging Code”部分。此部分的内容包括：

1. 通过 *Debug > Debug Main Project* 调试运行项目（编译、编程并运行）。
2. 使用断点。
3. 单步执行代码。
4. 使用 Watches（观察）窗口。
5. 查看存储器、变量和调用堆栈。
6. 使用调用图。

4.6 连接目标板

1. 如果尚未连接，请使用 Micro-B USB 线缆将调试器与计算机相连。
2. 使用适当的线缆将调试器连接到目标板。
3. 如果需要，将电源连接到目标板。

图 4-1. 插入通信和 USB 线缆



有关更多详细信息和图，请参见调试器与目标板之间的通信。

4.7 设置目标板

必须为要使用的目标器件类型设置目标板。

4.8 设置 MPLAB X IDE

硬件连接好并通电后，可以设置 MPLAB X IDE 以便与 MPLAB Snap 在线调试器配合使用。

在某些器件上，必须在配置位中选择通信通道，例如 PGC1/EMUC1 和 PGD1/EMUD1。确保此处选择的引脚与物理连接到器件的引脚相同。

有关安装软件并设置调试器以与 MPLAB X IDE 配合使用的详细信息，请参见 MPLAB X IDE 帮助。

4.9 启动和停止调试

注： 有关菜单选项图标的信息，请参见 MPLAB X IDE 在线帮助。

要在 MPLAB X IDE 中调试应用程序，必须创建一个包含源代码的项目，以便按照如下所述编译代码、将代码烧写到器件中并执行：

- 选择 *Debug > Debug Main Project* 或从 Run（运行）工具栏选择 以运行代码。
- 选择 *Debug > Pause* 或从 Debug（调试）工具栏中选择 以暂停代码。
- 选择 *Debug > Continue*（调试>继续）或从 Debug 工具栏中选择 以再次运行代码。
- 选择 *Debug > Step Into*（调试>单步进入）或从 Debug 工具栏中选择 以单步执行代码。注意不要单步进入 Sleep 指令，否则必须执行处理器复位以恢复调试。
- 选择 *Debug > Step Over*（调试>单步跳过）或从 Debug 工具栏中选择 以单步跳过某一行代码。
- 选择 *Debug > Finish Debugger Session*（调试>完成调试器会话）或从 Debug 工具栏中选择 以结束代码执行。
- 选择 *Debug > Reset*（调试>复位）或从 Debug 工具栏中选择 以对代码执行处理器复位。

根据器件的不同，可能有其他复位（如 POR/BOR、 $\overline{\text{MCLR}}$ 和系统复位）。有关更多信息，请参见产品数据手册。

4.10 查看处理器存储器和文件

MPLAB X IDE 提供了多个窗口来查看调试信息和存储器信息，可在 Window（窗口）菜单中进行选择。有关使用这些窗口的更多信息，请参见 MPLAB X IDE 在线帮助。

- *Window > Target Memory Views*——查看器件存储器中的数据（数据存储器）和代码（执行存储器）。其他存储器也可以按器件的定义进行查看，包括外设、配置位、CPU 寄存器、外部 EBI 存储器、外部 SQI 存储器和用户 ID 存储器等。
- *Window > Debugging*（窗口>调试）——查看调试信息。从变量、观察、调用堆栈、断点和跑表等中进行选择。

要查看源代码，在 Projects（项目）窗口中找到要查看的源代码文件并双击以在 Files（文件）窗口中打开。该窗口中的代码根据所选处理器和编译工具采用不同颜色标识。要更改颜色标识的样式，在 *Tools > Options* 的 **Fonts & Colors**（字体和颜色）中，选择 **Syntax**（语法）选项卡。

4.11 断点和跑表的使用

断点用于暂停代码的执行。要确定两个断点之间的时间，请使用跑表。

有关如何设置及使用断点和跑表的信息，请参见 MPLAB X IDE 在线帮助。

5. 疑难解答

如果 MPLAB Snap 在线调试器在工作过程中出现问题，请从此处开始故障诊断。

如果在编程和调试使用 UPDI/PDI/TPI 接口的 AVR 单片机器件时出现问题，MPLAB Snap 可能需要外部上拉电阻。请参见 MPLAB Snap 网页（www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails/PartNO/PG164100）上的“ETN36_MPLAB Snap AVR Interface Modification PDF”。

硬件工具紧急引导固件恢复实用程序

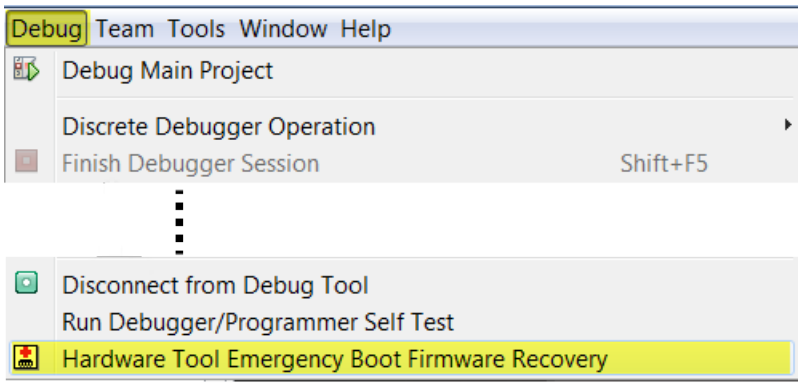
WARNING **仅使用此实用程序将硬件工具引导固件恢复为出厂状态。仅在硬件工具不能在任何计算机上运行时使用。**

在极少数情况下，可能需要强制调试器进入恢复引导模式（重新编程）。例如，如果在调试器连接到计算机时没有任何 LED 点亮。

必须使用 MPLAB X IDE v5.05 或更高版本才能使用紧急恢复实用程序。

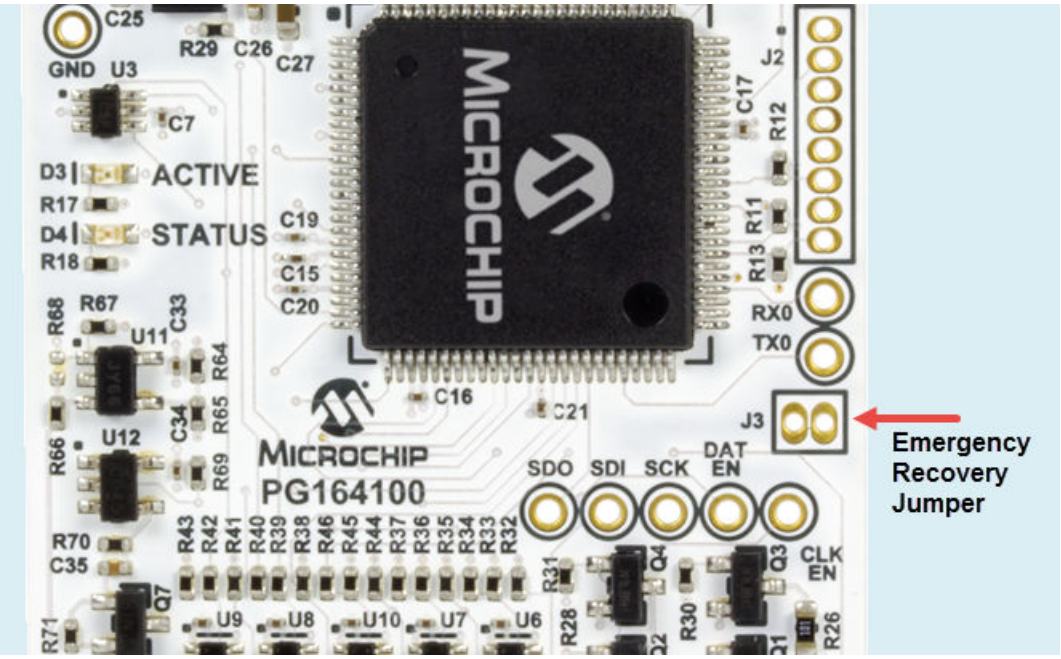
请严格遵循 MPLAB X IDE 中主菜单选项 *Debug > Hardware Tool Emergency Boot Firmware Recovery*（调试>硬件工具紧急引导固件恢复）下的说明进行操作。

图 5-1. 选择紧急实用程序



下图给出了紧急恢复跳线在电路板上的位置。

图 5-2. 紧急恢复跳线



如果该过程成功，则恢复向导将显示成功画面。MPLAB Snap 现在可以运行，并且能够与 MPLAB X IDE 通信。

如果该过程失败，请再次尝试。如果第二次仍然失败，请通过 http://support.microchip.com 与 Microchip 技术支持联系。

5.1 要首先回答的一些问题

1. **使用的是哪款器件？**要支持新的器件，通常需要将 MPLAB X IDE 升级到较新的版本。
2. **您使用的是 Microchip 的演示板还是您自己设计的电路板？以及您是否遵循了用于通信连接的电阻/电容的准则？**请参见 3. 工作。
3. **您是否已为目标板供电？**调试器无法为目标板供电。使用外部电源为目标板供电。
4. **您是否在设置中使用了 USB 集线器？它是否已上电？**如果仍有问题，请尝试不使用集线器来连接调试器（将调试器直接插入计算机）。
5. **您是否使用了随调试器一起提供的 USB 线缆？**其他 USB 线缆可能质量差、过长或不支持 USB 通信。

5.2 无法调试的首要原因

1. **振荡器不工作**。检查与振荡器有关的配置位设置。如果使用的是外部振荡器，请尝试使用内部振荡器。如果使用的是内部 PLL，请确保 PLL 的设置正确。
2. **目标板未上电**。检查电源线缆连接。
3. **V_{DD} 电压不正确**。V_{DD} 电压超出该器件规范。更多详细信息，请参见器件编程规范。
4. **断开物理连接**。调试器已断开与计算机和/或目标板的物理连接。检查通信线缆的连接。
5. **通信中断**。调试器与 PC 的通信已中断。在 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 中重新连接调试器。
6. **器件未安装到位**。器件未正确安装在目标板上。如果调试器连接正确并且目标板已通电，但器件未安装或未完全插入，则可能会收到以下消息：`Target Device ID (0x0) does not match expected Device ID (0x%x)`（目标器件 ID（0x0）与预期器件 ID（0x%x）不匹配），其中`%x`为预期器件 ID。
7. **器件受到代码保护**。检查配置位设置，确认是否使能了代码保护。
8. **无器件调试电路**。生产器件可能没有调试功能。请使用调试头代替。（请参见 1.2 推荐读物中的《处理器扩展包（PEP）和调试头规范》（DS50001292W_CN）。）

9. **应用程序代码损坏**。目标应用程序损坏或包含错误。尝试重新编译和重新编程目标应用程序。然后对目标板进行上电复位。
10. **引脚编程不正确**。没有在配置位中正确编程 PGC/PGD 引脚对（对于带多个 PGC/PGD 引脚对的器件）。
11. **需要额外的设置**。其他配置设置干扰调试。任何阻止目标器件执行代码的配置设置同样会阻止调试器将代码置于调试模式。
12. **欠压电压不正确**。欠压检测电压大于工作电压 V_{DD}。这意味着器件处于复位状态，不能调试。
13. **连接不正确**。请参见 3. 工作中的准则了解正确的通信连接。
14. **请求无效**。调试器无法始终执行请求的操作。例如，如果目标应用程序正在运行，则调试器无法设置断点。

5.3 需要考虑的其他事项

5.3.1 一般信息

1. 错误可能只发生一次。重试操作。
2. 通常，编程可能会出现问题。作为测试，使用 图标切换为运行模式，然后向目标器件烧写一个尽可能简单的应用程序（例如，使 LED 闪烁的程序）。如果程序没有运行，则说明目标设置存在错误。
3. 目标器件可能因某种原因（如过流）遭到损坏。开发环境明显对元器件不利。请考虑尝试使用另一个目标板。Microchip 提供了各种演示板来支持大部分单片机。考虑使用已知可以正常工作的一个应用程序来验证 MPLAB® Snap 在线调试器的功能是否正确。
4. 查看调试器设置以确保应用设置正确。有关更多信息，请参见 3. 工作。
5. 可能为您的电路设置了过高的编程速度。在 MPLAB X IDE 中，转至 *File > Project Properties*，在 *Categories*（类别）中选择 **Snap**，然后选择 *Program Options*（编程选项）及 *Program Speed*（编程速度），从相应下拉菜单中选择一个较慢的速度。默认为 Normal（正常）。在 MPLAB IPE 中，可以在 Advanced Mode（高级模式）的 Settings（设置）选项卡中找到 **Program Speed** 选项。
6. 在某些情况下，调试器可能无法正常运行，可能需要使用较新的工具包或需要重新编程调试器。请参见以下部分以确定其他操作。

5.3.2 如何使用硬件工具紧急引导固件恢复实用程序

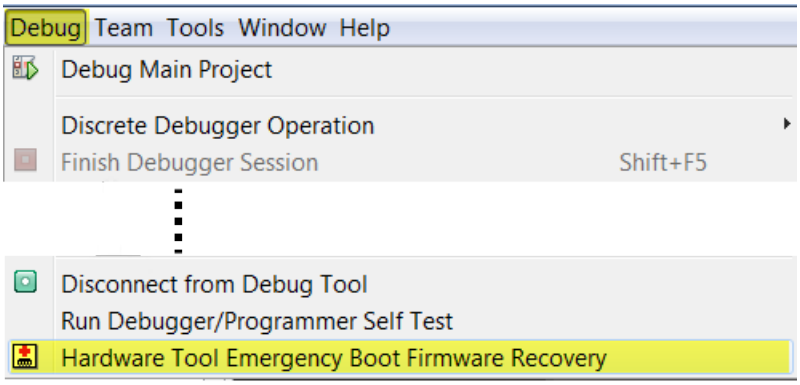
⚠WARNING **仅使用此实用程序将硬件工具引导固件恢复为出厂状态。仅在硬件工具不能在任何计算机上运行时使用。**

在极少数情况下，可能需要强制调试器进入恢复引导模式（重新编程）；例如，调试器的任何 LED 都未点亮的情况。

必须使用 MPLAB X IDE V5.05 或更高版本才能使用紧急恢复实用程序。

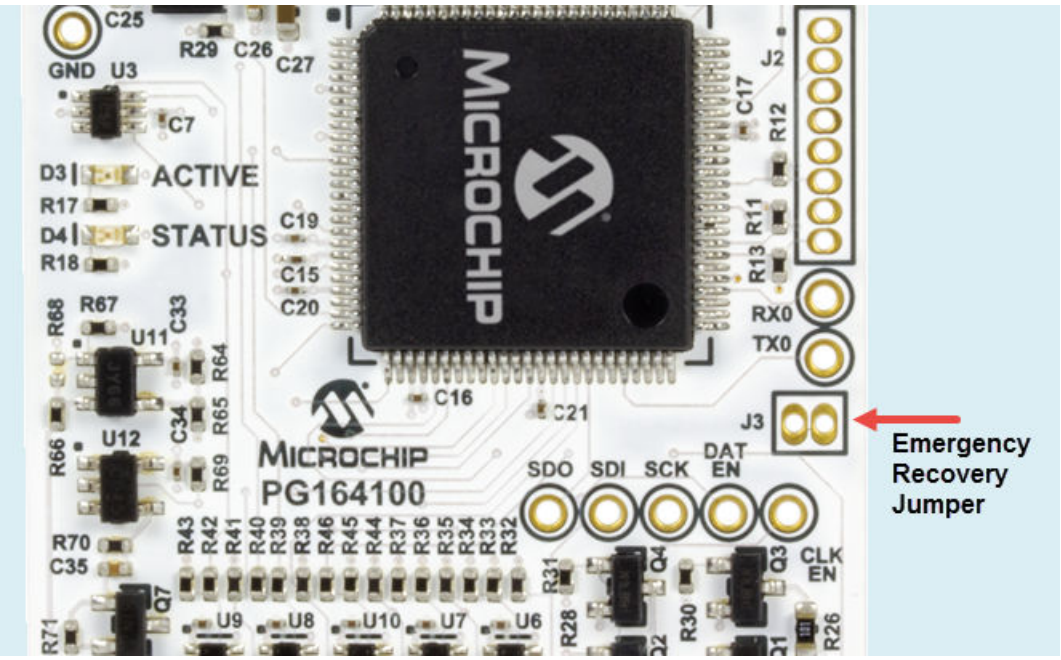
请严格遵循 MPLAB X IDE 中主菜单选项 *Debug > Hardware Tool Emergency Boot Firmware Recovery* 下的说明进行操作。

图 5-3. 选择紧急实用程序



下图给出了紧急恢复跳线在 MPLAB Snap 板上的位置。

图 5-4. 紧急恢复跳线



如果该过程成功，则恢复向导将显示成功画面。MPLAB Snap 现在可以运行，并且能够与 MPLAB X IDE 通信。

如果该过程失败，请再次尝试。如果第二次仍然失败，请通过 support.microchip.com 与 Microchip 技术支持联系。

6. 常见问题解答

本章提供有关 MPLAB Snap 在线调试器系统的常见问题的解答。

6.1 工作原理

芯片中的什么组件允许其与 MPLAB Snap 在线调试器通信？

MPLAB Snap 在线调试器可通过 ICSP 接口与闪存芯片通信。它使用下载到程序存储器或测试存储器中的调试执行程序。

必须运行调试执行程序对处理器吞吐量会有什么影响？

运行模式下，调试执行程序并不运行，因此在运行代码时不会降低吞吐量，即调试器不会占用目标器件的任何周期。

MPLAB Snap 在线调试器是否具有与其他在线仿真器/调试器一样的复杂断点？

没有。但您可以根据数据存储单元或程序地址中的值来暂停程序执行。

MPLAB Snap 在线调试器是否具有复杂断点？

有。您可以根据数据存储单元中的值来暂停程序执行。如果在暂停程序执行前有多个事件发生，还可以设置顺序断点序列。但只能设置两个序列。此外，还可以设置 AND 条件以及执行 PASS 计数。

MPLAB Snap 在线调试器是否采用光隔离或电隔离？

未采用。您不能对当前系统施加悬浮电压或高压（120V）。

MPLAB Snap 在线调试器是否会降低程序的运行速度？

不会。器件将以数据手册中指定的任何器件速度运行。

可以调试以任何速度运行的 dsPIC DSC 器件吗？

MPLAB Snap 在线调试器能够以器件数据手册中指定的任何器件速度进行调试。

6.2 出现的问题

考虑以下方面：

编程器件后，执行校验失败。这是编程问题吗？

如果选中 **Run Main Project** 图标（ ），则器件将在编程后立即自动运行。因此，如果代码对闪存存储器进行了更改，校验可能会失败。要阻止代码在编程后立即运行，请选择 **Hold in Reset**（保持复位）。

我的计算机进入掉电/休眠模式，并且现在调试器无法工作。这是怎么回事？

长时间使用调试器时（尤其是用作调试器时），请确保在计算机操作系统的“电源选项”对话框窗口中禁止休眠模式。转到**休眠**选项卡，并取消选中“启用休眠”复选框。这可确保保持所有 USB 子系统组件之间的所有通信。

我已将外设设置为暂停时不冻结，但它却突然发生冻结。这是怎么回事？

对于 dsPIC30F/33F 和 PIC24F/H 器件，外设控制寄存器中的一个保留位（通常为 bit 14 或 bit 5）由调试器用作冻结位。如果您对整个寄存器执行过写操作，那么您可能改写了此位（在调试模式下，用户可访问此位）。

为避免上述问题，请只在应用程序中对想要更改的位执行写操作（通过 `BTS` 和 `BTC`），而不是对整个寄存器执行写操作（通过 `MOV`）。

使用 16 位器件时，发生了意外复位。如何确定复位的原因？

考虑以下几个方面：

- 要确定复位源，请检查 RCON 寄存器。

- 在中断服务程序（Interrupt Service Routine，ISR）中处理陷阱/中断。应包括 `trap.c` 样式的代码，例如

```
void __attribute__((__interrupt__)) _OscillatorFail(void); : void
__attribute__((__interrupt__)) _AltOscillatorFail(void); : void
__attribute__((__interrupt__)) _OscillatorFail(void) { INTCON1bits.OSCFAIL = 0; //Clear
the trap flag while (1); } : void __attribute__((__interrupt__)) _AltOscillatorFail(void)
{ INTCON1bits.OSCFAIL = 0; while (1); } :
```

- 使用 ASSERT。例如：`ASSERT (IPL==7)`

7. 错误消息

MPLAB Snap 在线调试器会产生各种不同的错误消息；其中一些错误消息比较特殊，而其他的都可以用常规纠正措施解决。通常，请阅读错误消息下面的所有指示信息。如果无法解决问题或者无指示信息，请参见以下章节。

7.1 错误消息类型

7.1.1 调试器到目标器件的通信错误

Failed to send database（无法发送数据库）

如果收到这个错误：

- 尝试重新下载。该错误可能只发生一次。
- 尝试手动下载编号最高的.jam 文件。

如果无法解决问题或者无指示信息，请参见 7.2.3 调试器与计算机的通信错误纠正措施。

7.1.2 损坏/过时安装错误

Failed to download firmware（无法下载固件）

如果存在 hex 文件：

- 重新连接并重试。
- 如果无法解决问题，则表明该文件可能已损坏。重新安装 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE。

如果不存在 hex 文件：

- 重新安装 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE。

Unable to download debug executive（无法下载调试执行程序）

如果尝试调试时收到此错误：

1. 取消将调试器选作调试工具。
2. 关闭项目，然后关闭 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE。
3. 重新启动 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE，然后重新打开项目。
4. 重新选择调试器作为调试工具并再次尝试编程目标器件。

Unable to download program executive（无法下载编程执行程序）

如果尝试编程时收到此错误：

1. 取消将调试器选作编程器。
2. 关闭项目，然后关闭 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE。
3. 重新启动 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE，然后重新打开项目。
4. 重新选择调试器作为编程器并再次尝试编程目标器件。

如果无法解决问题或者无指示信息，请参见 7.2.4 安装损坏纠正措施。

7.1.3 调试失败错误

The target device is not ready for debugging.Please check your Configuration bit settings and program the device before proceeding.（目标器件未准备好调试。请检查配置位设置并编程器件，然后继续。）

如果您在对器件进行初次编程之前便尝试运行，将收到此消息。如果在这种情况下收到此消息，或者在编程器件后立即收到此消息，请参见调试失败纠正措施。

器件受到代码保护。

您尝试进行操作（读、编程、空白检查或校验）的器件受到代码保护，即，无法读或修改代码。检查配置位设置，看是否使能了代码保护（*Windows > Target Memory Views > Configuration Bits*（窗口>目标存储器视图>配置位））。

要禁止代码保护，请根据器件数据手册，在代码或 Configuration Bits 窗口中置 1 或清零相应的配置位。然后擦除并重新编程整个器件。

如果这些操作无法解决问题，请参见调试器到目标器件的通信错误纠正措施和 7.2.6 调试失败纠正措施。

7.1.4 其他错误

MPLAB Snap is busy.Please wait for the current operation to finish.（MPLAB Snap 忙。请等待当前操作完成。）

如果在尝试取消将调试器选作调试器或编程器时收到此错误：

1. 等待。使调试器有时间完成任何应用程序任务。然后重新尝试取消选择调试器。
2. 选择 （结束调试器会话）来停止所有运行中的应用程序。然后重新尝试取消选择调试器。
3. 将调试器从计算机上拔下。然后重新尝试取消选择调试器。
4. 关闭 MPLAB X IDE。

7.2 常规纠正措施

7.2.1 读/写错误纠正措施

如果收到读或写错误：

1. 是否单击了 *Debug > Reset*？此操作可能产生读/写错误。
2. 重试操作。该错误可能只发生一次。
3. 确保目标板已上电并且器件的电压正确。有关所需器件电压，请参见器件数据手册。
4. 确保调试器到目标器件的连接正确（PGC 和 PGD 已连接）。
5. 对于写失败，确保在调试器的 Program Options 上选中“Erase all before Program”（编程之前全部擦除）（见 9.2.2 Debug）。
6. 确保所使用的线缆的长度正确。

7.2.2 调试器与目标器件的通信错误纠正措施

如果 MPLAB Snap 在线调试器与目标器件之间不能通信：

1. 选择 *Debug > Reset*，然后重试操作。
2. 确保所使用的线缆的长度正确。

7.2.3 调试器与计算机的通信错误纠正措施

如果 MPLAB Snap 在线调试器与 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 之间不能通信：

1. 从计算机上拔下调试器，然后重新插入。
2. 重新连接调试器。
3. 重试操作。该错误可能只发生一次。
4. 所安装的 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 版本可能与 MPLAB Snap 在线调试器上加载的固件版本不一致。按 7.2.4 安装损坏纠正措施中概述的步骤操作。
5. 计算机 USB 端口可能存在问题。请参见 7.2.5 USB 端口通信错误纠正措施部分。

7.2.4 安装损坏纠正措施

该问题很可能是由于 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 的安装不完整或者损坏引起的。

1. 卸载计算机上所有的 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 版本。
2. 重新安装所需的 MPLAB X IDE 或 MPLAB IPE 版本。
3. 如果问题依然存在，请联系 Microchip 支持部门。

7.2.5 USB 端口通信错误纠正措施

该问题很可能是由于通信端口故障或者不存在引起的。

1. 重新连接 MPLAB Snap 在线调试器。
2. 确保调试器已物理连接到计算机上适当的 USB 端口。
3. 确保在调试器选项中选择了适当的 USB 端口（见 9.2 调试器选项选择）。
4. 确保 USB 端口未被其他设备使用。
5. 如果使用 USB 集线器，请确保已将其上电。
6. 确保已加载 USB 驱动程序。

7.2.6 调试失败纠正措施

MPLAB Snap 在线调试器无法执行调试操作。引发此错误的可能原因很多。请参见 5.2 无法调试的首要原因和 5.3 需要考虑的其他事项。

7.2.7 内部错误纠正措施

内部错误难以预料并且不应该发生。它们用于 Microchip 内部开发。

最可能的原因是安装损坏（7.2.4 安装损坏纠正措施）。

另一个可能的原因是系统资源不足。

1. 尝试重新启动系统以释放存储空间。
2. 确保硬盘上有足够的可用空间（而且没有过多的磁盘碎片）。

如果问题依然存在，请联系 Microchip 支持部门。

8. 工程技术说明（ETN）

以下 ETN 与 MPLAB® Snap 在线调试器相关。有关详细信息，请参见产品网页。

ETN36：有关 MPLAB Snap AVR 接口修改的信息，可访问 MPLAB Snap 产品网页：www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails/PartNO/PG164100。

9. 调试器功能汇总

下面列出了调试器功能的汇总。

9.1 调试器选择与切换

使用 Project Properties 对话框可为项目选择或切换调试器。要进行切换，必须有多个调试器与计算机相连。MPLAB X IDE 将通过显示不同序列号来区分各个调试器。

要选择或更改项目使用的调试器：

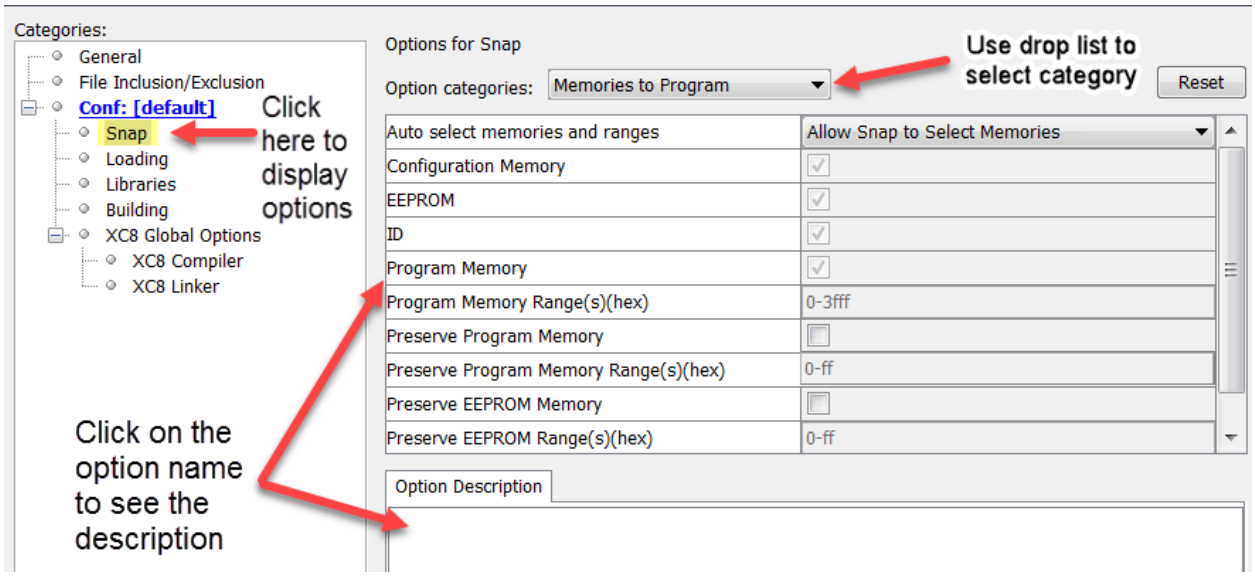
1. 通过执行下列一项操作打开 Project Properties 对话框：
   1.1. 单击 Projects 窗口中的项目名称，然后选择 *File > Project Properties*。
   或
   1.2. 右键单击 Projects 窗口中的项目名称并选择 **Properties**（属性）。
2. 在左侧的 **Categories** 下，展开“Conf:[default]”以显示调试器，例如 PICkit™ 4 或 Snap 等。
3. 在 **Hardware Tools** 下，找到调试器并单击序列号（Serial Number，SN）来选择项目中使用的调试器，然后单击 **Apply**（应用）。

9.2 调试器选项选择

在 MPLAB X IDE 的 Project Properties 对话框中设置调试器选项。在“Categories”下单击 Snap，显示“Options for Snap”（Snap 的选项）（见图 1-3）。使用“Options categories”（选项类别）下拉列表选择不同的选项。单击某个选项的名称可在下面的 Option Description（选项说明）框中查看其说明。单击选项名称的右侧可对其进行选择或更改。

注： 可用的选项类别以及这些类别中的选项取决于您选择的器件。

图 9-1. MPLAB® Snap 的 MPLAB X IDE 选项



设置选项后，单击 **Apply** 或 **OK**。还需单击 MPLAB X IDE 仪表板显示中的 Refresh Debug Tool（刷新调试工具）图标，更新所做的任何更改。

对于 MPLAB IPE，MPLAB Snap 的选项位于 *Settings>Advance Mode>Settings*（设置>高级模式>设置）中。有关更多信息，请参见 MPLAB IPE 在线帮助。

可能的选项类别可能包括：

- Memories to Program（要编程的存储器）
- Debug Options（调试选项）
- Program Options（编程选项）
- Freeze Peripherals（冻结外设）
- Power（电源）
- Tool pack selection（工具包选择）
- Firmware（固件）

9.2.1 Memories to Program

选择目标器件中要编程的存储器。下表显示了所有可能的选项，但只有可用于您所选器件的选项将显示在 MPLAB X IDE 中。

注： 如果选择 9.2.3 Program 中所述的 **Erase All Before Program**，则编程前将擦除所有器件存储器。

表 9-1. Memories to Program 选项类别

Auto select memories and ranges（自动选择存储器和范围）	**Allow Snap to Select Memories**（允许 Snap 选择存储器）——调试器根据选择的器件和默认设置确定要编程的存储器和范围。**Manually select memories and ranges**（手动选择存储器和范围）——选择要编程的存储器的类型和范围（见下文）。
Configuration Memory（配置存储器）	选中时可将*配置存储器*包含在要编程的区域中。始终在调试模式下编程该存储器。
Boot Flash（引导闪存）	选中时可将*引导闪存*存储器包含在要编程的区域中。始终在调试模式下编程该存储器。
EEPROM	选中时可将 *EEPROM* 存储器包含在要编程的区域中。
ID	选中时可编程用户 ID。
Program Memory（程序存储器）	选中时可编程下面指定的目标程序存储器范围。
Program Memory Range(s) (hex)（程序存储器范围（十六进制））	要编程的程序存储器的范围。具体来说，是程序存储器中要编程、读取或校验的起始和结束十六进制地址范围。每个范围必须是两个十六进制数（范围的起始地址和结束地址），这两个数用短划线隔开。多个范围之间必须用逗号隔开（例如 0-ff, 200-2ff）。范围必须对齐到 0x800 地址边界。 **注：** 地址范围不适用于擦除功能。擦除功能将擦除器件上的所有数据。
Preserve Program Memory（保留程序存储器）	使能该选项将使器件上的当前程序存储器读入 MPLAB X IDE 的存储区，然后在编程完成后重新编程回目标器件。将保留的程序存储器的范围由下面的 Preserve Program Memory Range(s)（保留程序存储器范围）选项确定。确保代码不受代码保护。
Preserve Program Memory Range(s) (hex)（保留程序存储器范围（十六进制））	要保留的程序存储器的范围。每个范围必须是两个十六进制数（表示范围的起始地址和结束地址），这两个数用短划线隔开。多个范围之间必须用逗号隔开（例如 0-ff, 200-2ff）。要保留区域的保留方式是将其读入 MPLAB X IDE，然后在进行编程操作时将其编程回原来的区域。因此，保留区域必须位于将被编程的存储器范围内。
Preserve (Type of) Memory（保留存储器（类型））	使能该选项将使器件上的当前存储器类型读入 MPLAB X IDE 的存储区，然后在编程完成后重新编程回目标器件。选中时会保留 *Memory* 以对其进行重新编程，其中 *Memory* 为存储器类型。类型包括：EEPROM 存储器、ID 存储器、引导闪存和辅助存储器。确保代码不受代码保护。

Preserve Program Memory Range(s) (hex)（保留存储器（类型）范围（十六进制））*	要保留的存储器类型的范围。每个范围必须是两个十六进制数（表示范围的起始地址和结束地址），这两个数用短划线隔开。多个范围之间必须用逗号隔开（例如 0-ff, 200-2ff）。要保留区域的保留方式是将其读入 MPLAB X IDE，然后在进行编程操作时将其编程回原来的区域。因此，保留区域必须位于将被编程的存储器范围内。*Memory* 为存储器类型，包括 EEPROM 存储器、ID 存储器、引导闪存和辅助存储器。确保代码不受代码保护。
*如果您收到因不正确范围引起的编程错误，确保范围未超过可用/剩余器件存储器的范围。	

9.2.2 Debug

您可以选择使用软件断点（如果此选项可用于项目所使用器件）。

表 9-2. Debug 选项类别

Use Software Breakpoints（使用软件断点）	选中时可使用软件断点。取消选中则使用硬件断点。请参见下表，以确定哪种断点类型适合您的应用。

表 9-3. 软件断点与硬件断点

特性	软件断点	硬件断点
断点数	无限	有限
断点写入到	程序存储器	调试寄存器
设置断点的时间	取决于振荡器速度——可能需要数分钟	极短
断点滑移（Skidding）	无	有
注： 使用软件断点进行调试会影响器件的耐用性。因此，建议不要将以这种方式使用过的器件用作生产器件。		

9.2.3 Program

选择在编程前擦除整个存储器还是合并代码。

表 9-4. Program 选项类别

Erase All Before Program	使能该选项将导致在从 MPLAB X IDE 编程数据之前擦除整个器件。编程器件时，任何指定为保留的存储区都将在器件被擦除前读取并重新编程到器件。除非编程新器件或已擦除的器件，否则都必须选中此复选框。若未选中此复选框，将不对器件执行擦除操作并且程序代码将与器件中已存在的代码合并。
Program Speed	选择调试器编程目标器件时所使用的速度，即 Low（低速）、Normal（正常速度）或 High（高速）。默认为 Normal。如果编程失败，则使用低速可能会解决问题。

9.2.4 Freeze Peripherals

从外设列表中选择程序暂停时冻结或不冻结的外设。可用外设取决于器件。

PIC12/16/18 MCU 器件

要在暂停时冻结/取消冻结所有器件外设，请选中/取消选中“Freeze on Halt”（暂停时冻结）复选框。如果这并未使所需外设暂停，请注意，某些外设没有暂停时冻结功能，因而无法受调试器控制。

dsPIC、PIC24 和 PIC32 器件

选中“Peripherals to Freeze on Halt”（暂停时冻结的外设）列表中某外设的复选框，可在暂停时将其冻结。取消选中外设可使其在程序暂停时运行。如果未在列表中看到某个外设，则选中“All Other Peripherals”（所有其他外设）。如果这并未使所需外设暂停，请注意，某些外设没有暂停时冻结功能，因而无法受调试器控制。

要选择包括“All Other Peripherals”在内的所有外设，则单击 **Check All**（全部选中）。要取消选择包括“All Other Peripherals”在内的所有外设，则单击 **Uncheck All**（全部取消选中）。

9.2.5 Secure Segment（安全段）

选择和加载调试器固件。

表 9-5. Secure Segment 选项类别

Segments to be Programmed（要编程的段）	选择以下其中一个选项： 1. Full Chip Programming（全片编程）（默认）。 2. Boot, Secure and General Segments（引导段、安全段和通用段）。 3. Secure and General Segments（安全段和通用段）。 4. General Segment Only（仅通用段）。

9.2.6 Tool Pack Selection

选择和加载调试器固件。

表 9-6. Tool Pack Selection 类别

Tool pack update options（工具包更新选项）	选择 Use latest installed tool pack（使用最新安装的工具包）（推荐）或 Use specific tool pack（使用特定工具包）。
Specifically selected version（选择特定版本）	按下后可选择要使用的工具包。按下后，将打开 Select Tool pack（选择工具包）对话框，可从中选择所需的版本。

9.2.7 Clock（时钟）

设置此选项可为所选器件使用内部快速 RC（Fast RC，FRC）时钟。

表 9-7. Clock 选项类别

Use FRC in Debug mode (dsPIC33F and PIC24F/H devices only)（在调试模式下使用 FRC（仅限 dsPIC33F 和 PIC24F/H 器件））	调试时，使用器件内部快速 RC（FRC）而不是为应用指定的振荡器来提供时钟。这在应用时钟较慢时十分有用。 选中此复选框将使应用以低速运行，但以更快的 FRC 速度进行调试。 更改此设置后重新编程。 **注：** 在调试时，未冻结的外设将以 FRC 速度运行。

9.2.8 Communication（通信）

设置适用于您的器件和目标通信类型的选项。

表 9-8. Communication 选项类别

Interface（接口）	从可用选项中选择接口。
Speed (MHz)（速度（MHz））	根据接口适用的速度范围输入速度。

GPIO 与 UPDI 操作的区别：

当使用高压脉冲重新激活 UPDI 接口时，重新激活只是暂时的，但是它将保持 UPDI 功能直到下一次复位。下一次复位之后，引脚将返回到 RSTPINCFG 配置位指定的配置。要在复位后将引脚配置为 UPDI，用户必须将 RSTPINCFG 配置位更改回 UPDI。

将 RSTPINCFG 配置为 GPIO 时，可以执行调试会话，但引脚将临时配置为 UPDI，并且不能用作 GPIO 引脚。

表 9-9. SYSCFG0 RSTPINCFG[1:0]配置位

值	功能
0x0	GPIO
0x1	UPDI
0x2	RESET
0x3	保留

10. 硬件规范

本章详述了 MPLAB Snap 在线调试器系统的硬件规范和电气规范。

10.1 USB 连接器

MPLAB Snap 在线调试器通过符合 USB 2.0 版本的 Micro-B USB 连接器与主机计算机连接。Micro-B USB 连接器位于调试器的顶部。

系统能够通过 USB 接口重载固件。

通过 USB 接口为系统供电。根据 USB 规范，此调试器被归类为大功率系统。
注： MPLAB Snap 在线调试器通过其 Micro-B USB 连接器供电。目标板则由自身电源供电。MPLAB Snap 无法为目标板供电。

线缆长度——在调试器工具包里随附了正常工作所需长度的计算机-调试器连接线缆。

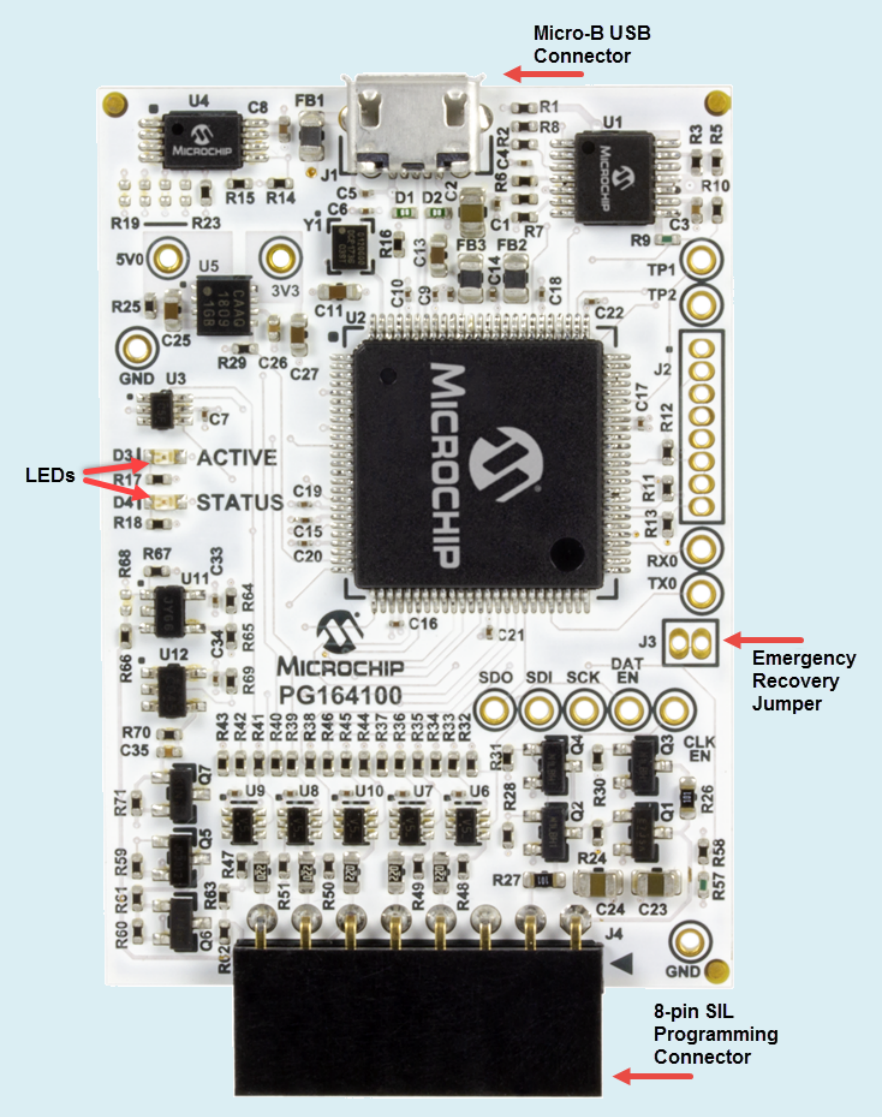
供电的集线器——如果您想使用 USB 集线器，请确保它是自供电的。此外，计算机键盘上的 USB 端口不能为调试器正常工作提供足够的功率。

计算机休眠/掉电模式——禁止计算机上的休眠或其他节能模式，以确保与调试器的正常 USB 通信。

10.2 MPLAB Snap 在线调试器

调试器包含一个内部主电路板、一个外部 Micro-B USB 连接器和一个 8 引脚 SIL 连接器。调试器板的正面有两个 LED 和一个跳线。

图 10-1. MPLAB® SNAP 在线调试器



1. Micro-B USB 连接器——用于使用随附的 USB 线缆将调试器连接到计算机。
2. LED——显示调试器的工作模式。
3. 引脚 1 标记——指示引脚 1 的位置，以便正确对齐连接器。
4. 编程连接器——该连接器是一个 8 引脚 SIL 连接器（0.100"间距），用于连接目标器件（见 10.3.2 接口的引脚分配）。
5. 紧急恢复跳线——仅与紧急引导固件恢复实用程序配合使用。

10.2.1 LED

MPLAB Snap 有两个固定颜色的 LED。活动 LED 为绿色，状态 LED 为黄色。MPLAB Snap 调试器启动时的预期 LED 序列为绿灯稳定点亮，黄灯熄灭。下表介绍了正常和错误 LED 模式。

表 10-1. 正常模式 LED 说明

LED	颜色	说明
活动，点亮	绿色	电源已连接；调试器处于待机状态。
状态，点亮（或脉冲活动）	黄色	调试器繁忙；操作期间的活动。

表 10-2. 调试器操作出现错误 LED 指示说明

错误	说明
状态，点亮 3s	访问串行 EEPROM 时发生自举程序问题。
状态，点亮 10s	自举程序无法处理 API 命令。
活动和状态，快速闪烁（交替）	工具固件出现运行时异常。
活动和状态，快速闪烁（同时）	自举程序出现运行时异常。

10.3 通信硬件

对于调试器与目标板的标准通信（见 3.1 调试器与目标板之间的通信和 3.1.1 标准 ICSP 器件通信），可以直接将调试器连接到目标器件，也可以根据需要使用调试头。调试器有一个 8 引脚 SIL 连接器。如果目标板具有 6 引脚连接器，请确保正确对齐引脚 1。

10.3.1 标准通信

调试器与目标处理器的主接口采用标准通信方式。它包含与 V_{DD} 复位的连接，以及编程和连接目标器件所需的时钟和数据连接。

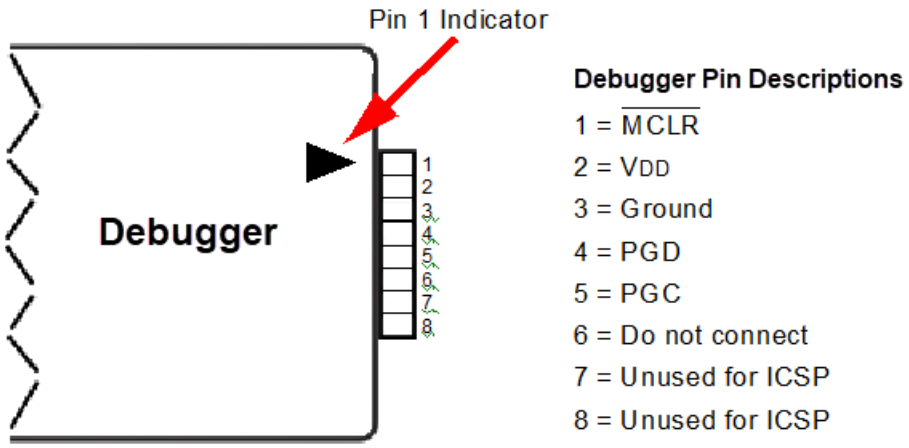
时钟和数据连接是具有以下特性的接口：

- 时钟和数据信号为高阻模式（即使在未向 MPLAB Snap 在线调试器系统供电时也是如此）。

表 10-3. 电气逻辑表

逻辑输入	$V_{IH} = V_{DD} \times 0.7V$（最小值）			
	$V_{IL} = V_{DD} \times 0.3V$（最大值）			
逻辑输出	$V_{DD} = 5V$	$V_{DD} = 3V$	$V_{DD} = 2.3V$	$V_{DD} = 1.4V$
	$V_{OH} = 3.8V$（最小值）	$V_{OH} = 2.4V$（最小值）	$V_{OH} = 1.9V$（最小值）	$V_{OH} = 1.0V$（最小值）
	$V_{OL} = 0.55V$（最大值）	$V_{OL} = 0.55V$（最大值）	$V_{OL} = 0.3V$（最大值）	$V_{OL} = 0.1V$（最大值）

图 10-2. 调试器连接器引脚分配



10.3.2 接口的引脚分配

对于不同的器件和接口，编程连接器引脚功能有所不同。有关调试和数据流接口，请参见以下引脚分配表。

注： 有关更多信息和图，请参见所用器件的数据手册以及特定接口的应用笔记。

表 10-4. 调试接口的引脚分配

MPLAB Snap			调试								
连接器	引脚编号	引脚名称	ICSP（MCHP）	MIPS EJTAG	Cortex® SWD	AVR® JTAG	AVR ISP（&DW）	UPDI	PDI	debugWIRE	TPI
	1	TVPP	$\overline{\text{MCLR}}$	$\overline{\text{MCLR}}$	$\overline{\text{MCLR}}$						
	2	TVDD	VDD	VIO_REF	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG	VTG
	3	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
	4	PGD	DAT	TDO	SWO	TDO	MISO	DAT	DAT		DAT
	5	PGC	CLK	TCK	SWCLK	TCK	SCK				CLK
	6	TAUX	AUX			$\overline{\text{RESET}}$	$\overline{\text{RESET}}$		CLK	dW	RST
	7	TTDI		TDI		TDI	MOSI				
	8	TTMS		TMS	SWDIO	TMS					

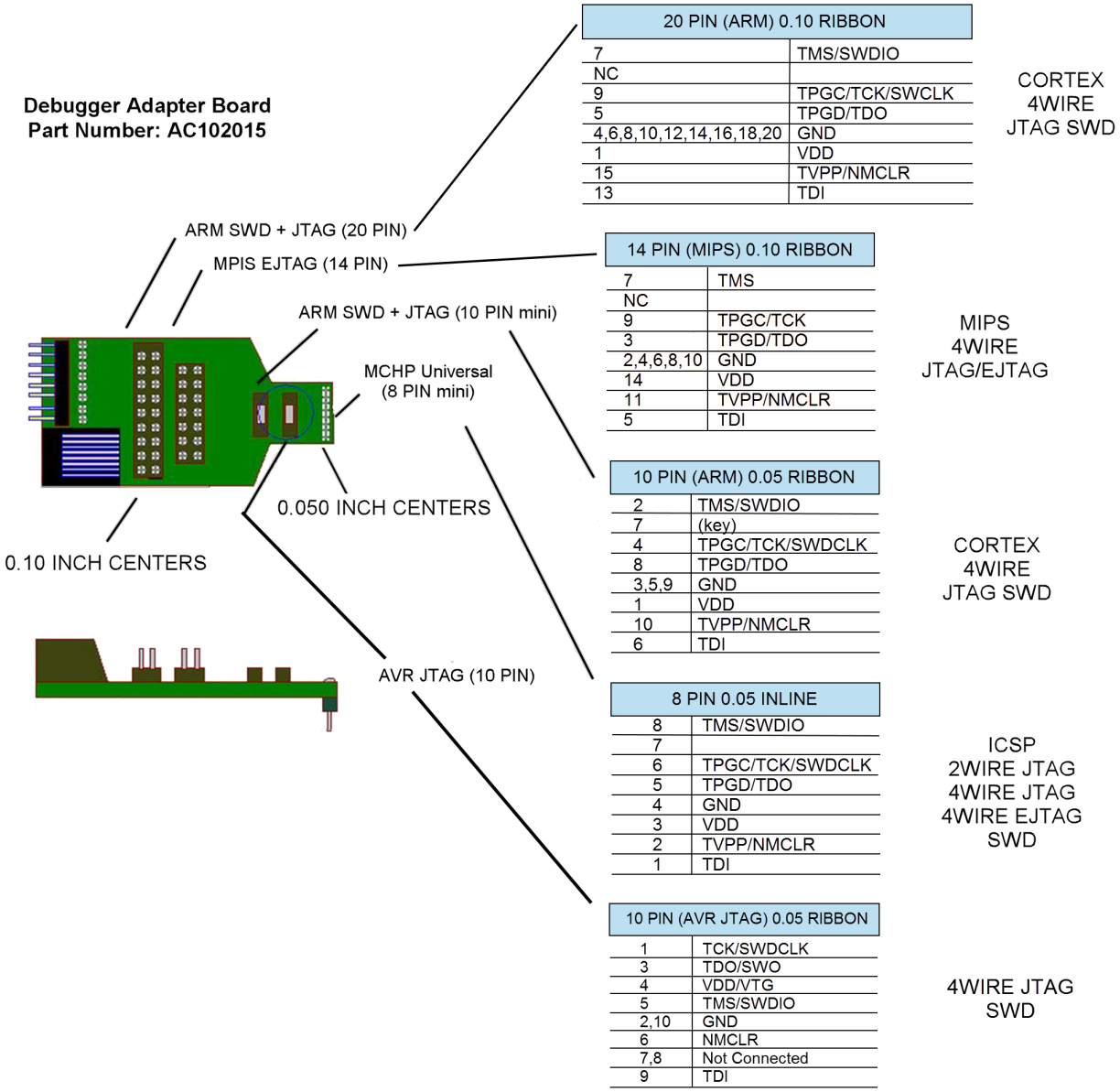
表 10-5. 数据流接口的引脚分配

MPLAB Snap	数据流
引脚编号	CDC
1	
2	VTG
3	GND
4	
5	

.....（续）	
MPLAB Snap	**数据流**
引脚编号	**CDC**
6	
7	TX（目标）
8	RX（目标）

图 10-3. 调试器适配器板（AC102015）引脚分配

此连接板支持 JTAG、SWD、ICSP 和 AVR 协议。



10.4 目标板注意事项

应根据所选器件和应用的要求向目标板供电。

注： 如果器件的工作条件超过器件数据手册“电气特性”一章中的“绝对最大值”，可能对器件造成永久性损坏。上述值仅代表本规范规定的极限工作条件，不代表器件在上述极限值或超出极限值的情况下仍可正常工作。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

调试器检测目标电压。

根据调试器与目标板之间使用的通信类型，目标板电路有以下注意事项：

- 3.2.2 目标板连接电路
- 3.2.4 阻止调试器正常工作的电路

11. 版本历史

11.1 版本 A（2018 年 7 月）

本文档的初始版本。

11.2 版本 B（2019 年 10 月）

•

11.3 版本 C（2020 年 7 月）

- 将文档名称从“MPLAB Snap 在线调试器信息手册”更改为“MPLAB Snap 在线调试器用户指南”。
- 修订了格式并对整个文档进行了重新编号。
- 添加了之前版本中引用的大量信息。
- 删除了固件项目属性选项，并将其替换为工具包选择选项。

12. 支持

12.1 保修登记

如果您的开发工具包中包含保修登记卡，请填写该登记卡并尽快寄出。寄出保修登记卡的用户可收到新产品更新信息。可在 Microchip 网站上获得临时软件版本。

12.2 myMICROCHIP 个性化通知服务

Microchip 的个性化通知服务有助于客户了解关于所关注 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在指定产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

如需注册并选择接收个性化通知的首选项，请转至：

www.microchip.com/pcn

点击如上链接后，打开的页面中将提供 FAQ 和注册详细信息。

在选择首选项时，选择“Development Systems”（开发系统）将会在列表中填入可用的开发工具。下面列出了主要的工具类别：

- **编译器**——Microchip C 编译器、汇编器、链接器及其他语言工具的最新信息。包括所有 MPLAB C 编译器、所有 MPLAB 汇编器（包括 MPASM™汇编器）、所有 MPLAB 链接器（包括 MPLINK™目标链接器），以及所有 MPLAB 库管理器（包括 MPLIB™目标库管理器）。
- **仿真器**——MPLAB REAL ICE™仿真器的最新信息。
- **在线调试器**——Microchip 在线调试器的最新信息。其中包括 MPLAB ICD 3 和 MPLAB ICD 4 在线调试器以及 PICkit™ 3 和 MPLAB PICkit 4 在线调试器。
- **MPLAB® X IDE**——关于开发系统工具的多平台（Windows®、Mac OS®和 Linux®）集成开发环境 Microchip MPLAB X IDE 的最新信息。
- **编程器**——Microchip 编程器的最新信息。其中包括器件（生产）编程器 MPLAB REAL ICE 在线仿真器、MPLAB ICD 4 在线调试器、MPLAB PICkit 4 在线调试器和 MPLAB PM3 以及开发（非生产）编程器 PICkit 3 在线调试器。
- **入门/演示板**——包括 MPLAB 入门工具包电路板、PICDEM™演示板以及各种其他评估板。

13. 术语表

Absolute Section（绝对段）
具有链接器不能改变的固定（绝对）地址的 GCC 编译器段。

Absolute Variable/Function（绝对变量/函数）
使用 OCG 编译器的@ address 语法放置在绝对地址的变量或函数。

Access Memory（快速存取存储区）
仅限 PIC18——PIC18 器件中的一些特殊寄存器，对这些寄存器的访问与存储区选择寄存器（Bank Select Register，BSR）的设置无关。

Access Entry Point（访问入口点）
访问入口点提供了一种方法，可跨段将控制转移到某个可能未在链接时定义的函数。它们支持独立链接引导段和安全应用程序段。

Address（地址）
标识存储器中位置的值。

Alphabetic Character（字母字符）
字母字符指属于拉丁字母表（a,b,…,z,A,B, …,Z）中字母的字符。

Alphanumeric（字母数字字符）
字母数字字符由字母字符和十进制数字（0,1, …,9）组成。

ANDed Breakpoint（逻辑与断点）
为程序暂停设置“逻辑与”条件，即只有断点 1 和断点 2 同时出现时，才会暂停程序。这只有在数据断点和程序存储器断点同时发生时才能实现。

Anonymous Structure（匿名结构体）
16 位 C 编译器——未命名的结构体。

PIC18 C 编译器——属于 C 联合体的成员的未命名结构体。匿名结构体成员可以像包含结构体的联合体的成员一样进行访问。例如，在以下代码中，hi 和 lo 是联合体 caster 中的匿名结构体的成员。

```
union castaway int intval; struct { char lo; //accessible as caster.lo char hi; //accessible
as caster.hi }; } caster;
```

ANSI
美国国家标准学会，是美国负责制订和批准标准的组织。

Application（应用）
可由 PIC®单片机控制的一组软硬件。

Archive/Archiver（归档/归档器）
归档/库是可重定位目标模块的集合。由将多个源文件编译/汇编为目标文件，然后使用归档器/库管理器将目标文件组合为一个归档/库文件生成。可将归档/库与目标模块和其他归档/库链接，生成可执行代码。

ASCII
美国信息交换标准码是使用 7 个二进制位来表示每个字符的字符集编码。它包括大写和小写字母、数字、符号以及控制字符。

Assembly/Assembler（汇编语言/汇编器）
汇编语言是以符号形式描述二进制机器码的编程语言。汇编器是将汇编源代码翻译成机器码的语言工具。

Assigned Section（已分配段）
在链接器命令文件中已分配到目标存储区的 GCC 编译器段。

Asynchronously（异步）
不同时发生的多个事件。通常用来指可能在处理器执行过程中的任意时刻发生的中断。

Asynchronous Stimulus（异步激励）
为模拟传递到软件模拟器件的外部输入而生成的数据。

Attribute（属性）
C 语言程序中变量或函数的 GCC 特性，用于描述特定于机器的性质。

Attribute, Section（属性，段）
段的 GCC 特性，如“可执行”、“只读”或“数据”，它们可在汇编器`.section`伪指令中指定为标志。

Binary（二进制）
使用数字 0 和 1，以 2 为基数的计数体制。最右边的位表示 1 的倍数，右边第二位表示 2 的倍数，右边第三位表示 $2^2 = 4$ 的倍数，以此类推。

Bookmarks（书签）
使用书签可轻松地查找文件中的指定行。

在 Editor（编辑器）工具栏中选择 Toggle Bookmarks（开关书签）可添加/删除书签。单击该工具栏上的其他图标可移动到下一个或上一个书签。

C/C++
C 语言是一种通用编程语言，具有简练的表达式、现代控制流和数据结构，以及丰富的操作符。C++是 C 语言的面向对象版本。

Calibration Memory（校准存储区）
用于保存 PIC 单片机内 RC 振荡器或其他外设校准值的特殊功能寄存器或通用寄存器。

Central Processing Unit（中央处理单元）
器件的一部分，负责取出要执行的正确指令，对指令进行译码，然后执行指令。如果有必要，它和算术逻辑单元（Arithmetic Logic Unit，ALU）一起工作来完成指令的执行。它控制程序存储器的地址总线、数据存储器的地址总线和对堆栈的访问。

Clean（清除）
清除会删除活动项目的所有中间项目文件，例如目标文件、hex 文件和调试文件。编译项目时，将基于其他文件重新创建这些文件。

COFF
公共目标文件格式。这种格式的目标文件包含机器码、调试及其他信息。

Command Line Interface（命令行接口）
仅基于文本输入和输出，在程序和其用户之间进行通信的一种方式。

Compiled Stack（编译堆栈）
编译器管理的存储区，用于静态分配变量的空间。当在目标器件上无法高效实现软件或硬件堆栈时，编译堆栈将替代它们。

Compiler（编译器）
将用高级语言编写的源文件翻译成机器码的程序。

Conditional Assembly（条件汇编）
基于指定表达式在编译时的值包含或忽略的汇编语言代码。

Conditional Compilation（条件编译）
只有当预处理器伪指令指定的某个常量表达式为真时才编译程序段的操作。

Configuration Bits（配置位）
可对其编程来设置 PIC MCU 或 dsPIC DSC 工作模式的专用位。配置位可或不可再编程。

Control Directive（控制伪指令）
汇编语言代码中根据汇编时指定表达式的值包含或忽略代码的伪指令。

CPU
请参见*中央处理单元*。

Cross Reference File（交叉引用文件）
引用符号表的一个文件及引用符号的文件的列表。如果定义了符号，列出的第一个文件是定义的位置。其他文件包含对符号的引用。

Data Directive（数据伪指令）
数据伪指令是那些控制汇编器对程序存储器或数据存储器进行分配的指示性语句，它提供了用符号（即有意义的名称）引用数据项的方法。

Data Memory（数据存储器）
在 Microchip MCU 和 DSC 器件中，数据存储器（RAM）由通用寄存器（GPR）和特殊功能寄存器（SFR）组成。某些器件还有 EEPROM 数据存储器。

Data Monitor and Control Interface，DMCI（数据监视与控制界面）
数据监视与控制界面（DMCI）是 MPLAB X IDE 中的一个工具。该界面可以对项目中的应用程序变量提供动态输入控制。应用程序生成的数据可以使用 4 个可动态分配图形窗口中的任意一个以图形方式进行查看。

Debug/Debugger（调试/调试器）
请参见 *ICE/ICD*。

Debugging Information（调试信息）
编译器和汇编器选项，在选中时，它们将提供不同程度的信息来用于调试应用程序代码。关于选择调试选项的详细信息，请参见编译器或汇编器文档。

Deprecated Feature（弃用功能）
由于历史原因仍然支持但最终将逐步淘汰且不再使用的功能。

Device Programmer（器件编程器）
用于对电可编程半导体器件（如单片机）进行编程的工具。

Digital Signal Controller（数字信号控制器）
数字信号控制器（DSC）是具有数字信号处理能力的单片机（即 Microchip 的 dsPIC DSC 器件）。

Digital Signal Processing/Digital Signal Processor（数字信号处理/数字信号处理器）
数字信号处理（DSP）指数字信号以及已转换为数字形式（经过采样的）的一般模拟信号（声音或图像）的计算机处理。数字信号处理器是设计为用于数字信号处理的微处理器。

Directive（伪指令）
源代码中提供对语言工具的操作进行控制的语句。

Download（下载）
下载是将数据从主机发送到其他设备（如仿真器、编程器或目标板）的过程。

DWARF
使用任意记录格式调试。DWARF 是用于 ELF 文件的调试信息格式。

EEPROM
电可擦除的可编程只读存储器。一种可电擦除的特殊 PROM。一次写或擦除一个字节数据。EEPROM 即使电源关闭时也能保留内容。

ELF
可执行链接格式。这种格式的目标文件包含机器码。调试和其他信息使用 DWARF 指定。ELF/DWARF 可提供优于 COFF 的优化代码调试。

Emulation/Emulator（仿真/仿真器）
请参见 *ICE/ICD*。

Endianness（尾数法）
多字节对象中的字节存储顺序。

Environment（环境）
MPLAB PM3——包含关于如何对器件编程的文件的文件夹。该文件夹可以转移到 SD/MMC 卡。

Epilogue
编译器生成代码的一部分，负责释放堆栈空间、恢复寄存器，以及执行运行时模型中指定的任何其他特定于机器的要求。此代码在给定函数的任何用户代码之后、紧接在函数返回之前执行。

EPROM
可擦除的可编程只读存储器。通常通过紫外线照射来擦除的可编程只读存储器。

Error/Error File（错误/错误文件）
错误报告使程序不能继续处理的问题。而且，当问题比较明显时，错误还尽可能标识出源文件名和行号。错误文件包含由语言工具生成的错误消息和诊断信息。

Event（事件）
对可能包含地址、数据、次数计数、外部输入、周期类型（取指和读/写）及时间戳的总线周期的描述。事件用于描述触发、断点和中断。

Executable Code（可执行代码）
可装入来执行的软件。

Export（导出）
以标准化的格式将数据从 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 发送出。

Expression（表达式）
用算术或逻辑运算符分隔开的常量和/或符号的组合。

Extended Microcontroller Mode（扩展单片机模式）
在扩展单片机模式下，既可使用片内程序存储器，也可使用外部存储器。如果程序存储器地址大于 PIC18 器件的内部存储空间，执行自动切换到外部存储器。

Extended Mode（扩展模式）（PIC18 MCU）
在扩展模式下，编译器将使用扩展指令（即 ADDFSR、ADDULNK、CALLW、MOVSF、MOVSS、PUSHL、SUBFSR 和 SUBULNK）以及立即数变址寻址。

External Label（外部标号）
具有外部链接的标号。

External Linkage（外部链接）
如果可以在定义函数或变量的模块外部对函数或变量进行引用，则函数或变量具有外部链接。

External Symbol（外部符号）
具有外部链接的标识符符号。这可能是一个引用或一个定义。

External Symbol Resolution（外部符号解析）
链接器收集所有输入模块的外部符号定义来解析所有外部符号引用的过程。没有相应定义的任何外部符号引用都会导致报告链接器错误。

External Input Line（外部输入线）
用于根据外部信号设置事件的外部输入信号逻辑探针线（TRIGIN）。

External RAM（外部 RAM）
芯片外部的读/写存储器。

Fatal Error（致命错误）
引起编译立即停止的错误。不产生其他消息。

File Register（文件寄存器）
片内数据存储器，包括通用寄存器（GPR）和特殊功能寄存器（SFR）。

Filter（筛选器）
通过选择确定在跟踪显示或数据文件中包含/排除哪些数据。

Fixup（修正）
在链接器重定位之后，使用绝对地址替换目标文件符号引用的过程。

Flash（闪存）
按块（而不是按字节）写或擦除数据的一种 EEPROM。

FNOP
强制空操作。强制 NOP 周期是双周期指令的第二个周期。由于 PIC 单片机的架构是流水线型，在执行当前指令的同时预取物理地址空间中的下一条指令。但是，如果当前指令改变了程序计数器，那么这条预取的指令就被忽略了，导致一个强制 NOP 周期。

Frame Pointer（帧指针）
引用堆栈中地址，并将基于堆栈的参数和基于堆栈的局部变量分隔开的指针。为访问当前函数的局部变量和其他值提供了方便。

Free-Standing（独立）
一种接受任何不使用复杂类型的严格符合程序的实现，而且在这种实现中，对库条款（ANSI 89 标准条款第 7 条）中规定的特性的使用，仅限于标准头文件`<float.h>`、`<iso646.h>`、`<limits.h>`、`<stdarg.h>`、`<stdbool.h>`、`<stddef.h>`和`<stdint.h>`的内容。

GPR
通用寄存器。器件数据存储器（RAM）的一部分，作为一般用途。

Halt（暂停）
停止程序执行。执行 Halt 与在断点处停止相同。

Heap（堆）
用于动态存储器分配的存储区，其中的存储器块按运行时确定的任意顺序进行分配和释放。

Hex Code/Hex File（Hex 代码/Hex 文件）
hex 代码是以十六进制格式代码存储的可执行指令。hex 代码包含在 hex 文件中。

Hexadecimal（十六进制）
使用数字 0-9 以及字母 A-F（或 a-f），以 16 为基数的计数体制。字母 A-F 表示值为 10-15（十进制）的十六进制数字。最右边的位表示 1 的倍数，右边第二位表示 16 的倍数，右边第三位表示 16^2 = 256 的倍数，以此类推。

High Level Language（高级语言）
编写程序的语言，与汇编语言相比，它不依赖于具体的处理器。

ICE/ICD
*在线仿真器/在线调试器：*用于对目标器件进行调试和编程的硬件工具。仿真器具有比调试器更多的功能，例如跟踪。

*在线仿真/在线调试：*使用在线仿真器或调试器进行仿真或调试的行为。

*-ICE/-ICD：*带有在线仿真或调试电路的器件（MCU 或 DSC）。该器件总是安装在仿真/调试头板上，并用于通过在线仿真器或调试器进行调试。

ICSP
在线串行编程。使用串行通信和最少数量的器件引脚对 Microchip 嵌入式器件进行编程的方法。

IDE
集成开发环境，如 MPLAB IDE/MPLAB X IDE。

Identifier（标识符）
函数名或变量名。

IEEE
电气电子工程师协会。

Import（导入）
将数据从外部源（例如，hex 文件）传送到 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 中。

Initialized Data（已初始化数据）
用初始值定义的数据。在 C 中，

```
int myVar=5;
```

定义了将存放到已初始化数据段中的一个变量。

Instruction Set（指令集）
特定处理器理解的机器语言指令的集合。

Instruction（指令）
告知中央处理单元执行特定操作，并包含操作中要使用的数据的位序列。

Internal Linkage（内部链接）
如果不能从定义函数或变量的模块外部访问它们，则这样的函数或变量具有内部链接。

International Organization for Standardization（国际标准化组织）
制订许多行业和技术（包括计算和通信）方面的标准的一个组织。也称为 ISO。

Interrupt（中断）
传递到 CPU 的信号，它使 CPU 暂停执行正在运行的应用程序，将控制权转交给中断服务程序（ISR），以处理事件。在完成 ISR 时，将恢复应用程序的正常执行。

Interrupt Handler（中断处理程序）
发生中断时处理特殊代码的子程序。

Interrupt Service Request，IRQ（中断服务请求）
使处理器暂停正常的指令执行并开始执行中断处理程序的事件。某些处理器有几种中断请求事件，允许具有不同优先级的中断。

Interrupt Service Routine，ISR（中断服务程序）
*语言工具：*处理中断的函数。

*MPLAB IDE/MPLAB X IDE：*当产生中断时进入的用户生成代码。代码在程序存储器中的位置通常取决于所产生中断的类型。

Interrupt Vector（中断向量）
中断服务程序或中断处理程序的地址。

L-value（左值）
引用可被检查和/或修改的对象的表达式。左值表达式用在赋值的左侧。

Latency（响应延时）
事件与其得到响应之间的延迟时间。

Library/Librarian（库/库管理器）
请参见*归档/归档器*。

Linker（链接器）
将目标文件和库文件组合起来生成可执行代码并解析一个模块对另外一个模块引用的语言工具。

Linker Script File（链接描述文件）
链接描述文件是链接器的命令文件。它们定义链接选项并描述目标平台上的可用存储器。

Listing Directive（列表伪指令）
列表伪指令是控制汇编器列表文件格式的伪指令。它们允许指定标题、分页及其他列表控制。

Listing File（列表文件）
列表文件是列出为每条 C 源语句生成的机器码、源文件中遇到的汇编指令、汇编器伪指令或宏的 ASCII 文本文件。

Little Endian（小尾数法）
多字节数据的数据存储顺序机制，在这种机制中，低字节存储在较低的地址中。

Local Label（局部标号）
局部标号是用 LOCAL 伪指令在一个宏内部定义的标号。这些标号特定于宏实例化的一个给定实例。也就是说，声明为 local 的符号和标号在遇到 ENDM 宏后不再可访问。

Logic Probe（逻辑探针）
Microchip 的某些仿真器最多可连接 14 个逻辑探针。逻辑探针提供外部跟踪输入、触发输出信号、+5V 和公共接地端。

Loop-Back Test Board（环回测试板）
用于测试 MPLAB REAL ICE 在线仿真器的功能。

LVDS
低电压差分信号传输。一种通过铜线进行高速（每秒千兆位）数据传输的低噪声、低功耗、低幅值方法。

对于标准 I/O 信号传输，数据存储依赖于实际电压大小。电压值会受线路长度影响（线路越长，电阻就越高，这会使电压下降）。但对于 LVDS，存储数据仅通过正负电压值判断，而不是实际电压大小。因此，数据可以传输更长的线路距离，同时保持干净、一致的数据流。

来源：http://www.webopedia.com/TERM/L/LVDS.html

Machine Code（机器码）
处理器实际读和解释的计算机程序的表示。二进制机器码程序由一系列机器指令（可能还包含数据）组成。某个特定处理器的所有可用指令的集合称为它的“指令集”。

Machine Language（机器语言）
特定中央处理单元的指令集，不需翻译即可供处理器使用。

Macro（宏）
宏指令。以缩写形式表示指令序列的指令。

Macro Directive（宏伪指令）
控制宏定义体中执行和数据分配的伪指令。

Makefile
将用于 Make 项目的指令导出到一个文件中。可使用该文件通过 make 指令在 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 外 Make 项目。

Make Project（Make 项目）
重新编译应用程序的命令，仅编译自上次编译完成后更改了的源文件。

MCU
单片机。microcontroller 的缩写形式。也写作 uC。

Memory Model（存储器模型）
对于 C 编译器，指应用程序可使用的存储区的表示。对于 PIC18 C 编译器，指一种描述，它指定指向程序存储器的指针的位数。

Message（消息）
显示出来的文本，警告在语言工具的操作中可能存在的问题。消息不会停止操作。

Microcontroller（单片机）
高度集成的芯片，它包括 CPU、RAM、程序存储器、I/O 端口和定时器。

Microcontroller Mode（单片机模式）
PIC18 单片机的一种程序存储器配置。在单片机模式下，仅允许内部执行。因此，在单片机模式下仅可使用片内程序存储器。

Microprocessor Mode（微处理器模式）
PIC18 单片机的一种程序存储器配置。在微处理器模式下，不使用片内程序存储器。整个程序存储器映射到外部。

Mnemonic（助记符）
可直接翻译成机器码的文本指令。也称为操作码。

Module（模块）
源文件在执行预处理器伪指令之后的预处理输出。也称为翻译单元。

MPASM™ Assembler（MPASM™汇编器）
Microchip Technology 用于 PIC 单片机、KeeLoq®器件和 Microchip 存储器器件的可重定位宏汇编器。

MPLAB Language Tool for Device（用于器件的 MPLAB 语言工具）
用于指定器件的 Microchip 的 C 编译器、汇编器和链接器。根据应用中所使用的器件来选择语言工具类型。例如，如果为 PIC18 MCU 编写 C 代码，就选择用于 PIC18 MCU 的 MPLAB C 编译器。

MPLAB ICD
Microchip 的在线调试器，与 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 配合使用。请参见 ICE/ICD。

MPLAB IDE/MPLAB X IDE
Microchip 的集成开发环境。MPLAB IDE/MPLAB X IDE 随附编辑器、项目管理器和软件模拟器。

MPLAB PM3
Microchip 的器件编程器。用于对 PIC18 单片机和 dsPIC®数字信号控制器进行编程。可与 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 配合使用，也可单独使用。代替 PRO MATE II。

MPLAB REAL ICE™ In-Circuit Emulator（MPLAB REAL ICE™在线仿真器）
Microchip 的新一代在线仿真器，与 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 配合使用。请参见 ICE/ICD。

MPLAB SIM
Microchip 的软件模拟器，与 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 配合使用，支持 PIC MCU 和 dsPIC® DSC 器件。

MPLAB Starter Kit for Device（用于器件的 MPLAB 入门工具包）
Microchip 的入门工具包中包含着手研究指定器件所需的全部内容。查看有效工作的应用程序，然后调试和编程您自己的更改。

MPLIB™ Object Librarian（MPLIB™目标库管理器）
Microchip 的库管理器，与 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 配合使用。MPLIB 库管理器是用于将由 MPASM 汇编器（mpasm 或 mpasmwin v2.0）或 MPLAB C18 C 编译器生成的 COFF 目标模块组合成库文件的目标库管理器。

MPLINK™ Object Linker（MPLINK™目标链接器）
MPLINK 链接器是 Microchip MPASM 汇编器和 Microchip C18 C 编译器的目标链接器。也可将 MPLINK 链接器与 Microchip MPLIB 库管理器配合使用。MPLINK 链接器设计为在 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 中使用，尽管它也可独立于 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 使用。

MRU
最近使用的。指可从 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 主下拉菜单中选择的文件和窗口。

Native Data Size（本机数据大小）
对于本地跟踪，Watches（观察）窗口中使用的变量长度必须与所选器件的数据存储器长度相同：对于 PIC18 器件，为字节长度；对于 16 位器件，为字长度。

Nesting Depth（嵌套深度）
宏可包含其他宏的最大深度。

Node（节点）
MPLAB IDE/MPLAB X IDE 项目组件。

Non-Extended Mode（非扩展模式）（PIC18 MCU）
在非扩展模式下，编译器不会使用扩展指令和立即数变址寻址。

Non Real Time（非实时）
指处理器处于断点或正在单步执行指令或者 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 正运行在软件模拟器模式下。

Non-Volatile Storage（非易失性存储器）
电源关闭时保存其内容的存储器件。

NOP
空操作。执行该指令时，除了程序计数器加 1 外没有任何其他影响。

Object Code/Object File（目标代码/目标文件）
目标代码是由汇编器或编译器生成的机器码。目标文件是包含机器码，也可能包含调试信息的文件。它可以直接执行；或为可重定位的，需要与其他目标文件（如库文件）链接来生成完全可执行的程序。

Object File Directive（目标文件伪指令）
仅当生成目标文件时使用的伪指令。

Octal（八进制）
使用数字 0-7，以 8 为基数的计数体制。最右边的位表示 1 的倍数，右边第二位表示 8 的倍数，右边第三位表示 8^2 = 64 的倍数，以此类推。

Off-Chip Memory（片外存储器）
片外存储器指 PIC18 器件的一种存储器选择，这种情况下存储器可位于目标板上，或所有程序存储器都由仿真器提供。从 Options>Development Mode（选项>开发模式）访问 Memory 选项卡可打开 Off-Chip Memory Selection（片外存储器选择）对话框。

Opcode（操作码）
操作码。请参见*助记符*。

Operator（运算符）
加号“+”和减号“-”之类的符号，它们在构成定义明确的表达式时使用。每个运算符都具有指定的优先级，用于确定求值的顺序。

OTP
可一次编程。非窗口封装的 EPROM 器件。由于 EPROM 需要紫外线照射来擦除其存储内容，因此只有窗口片是可擦除的。

Pass Counter（次数计数器）
每次一个事件（如执行特定地址处的一条指令）发生时都会递减 1 的计数器。当次数计数器的值为零时，事件满足。可将次数计数器分配给断点和跟踪逻辑，以及在 complex trigger（复杂触发）对话框中的任何顺序执行事件。

PC
个人计算机或程序计数器。

PC Host（PC 主机）
运行支持的 Windows 操作系统的任何 PC。

Persistent Data（持久性数据）
永不清除或初始化的数据。其作用是使应用程序可以在器件复位时保存数据。

Phantom Byte（虚拟字节）
dsPIC 架构中的未实现字节，在将 24 位指令字视为 32 位指令字时使用。虚拟字节出现在 dsPIC hex 文件中。

PIC MCU
PIC 单片机（MCU）指 Microchip 的所有单片机系列。

Plug-in（插件）
MPLAB IDE/MPLAB X IDE 使用内置组件和插件模块来为各种软件和硬件工具配置系统。可在 Tools（工具）菜单下找到几个插件工具。

Pod（主机）
在线仿真器或调试器的机身。其他名称还有 *Puck*（如果外壳是圆的）和 *Probe*（不要与逻辑探针混淆）。

Power-on-Reset Emulation（上电复位仿真）
在应用开始上电时，将随机值写到数据 RAM 区中来模拟 RAM 中的未初始化值的软件随机过程。

Pragma（Pragma 伪指令）
对特定编译器有意义的伪指令。通常一条 pragma 伪指令用于向编译器传达实现定义的信息。

Precedence（优先顺序）
定义表达式中求值顺序的规则。

Production Programmer（生产编程器）
生产编程器是一种编程工具，其中设计了可对器件进行快速编程的资源。它具有在各种电压下进行编程的能力并完全符合编程规范。在生产环境中，应用电路需要在组装线上传送，时间是极其重要的，所以尽可能快地对器件编程至关重要。

Profile（配置文件）
对于 MPLAB SIM 软件模拟器，寄存器已执行激励的汇总列表。

Program Counter（程序计数器）
包含正在执行的指令的地址的存储单元。

Program Counter Unit（程序计数器单元）
16 位汇编器——程序存储器布局的概念化表示。对于每个指令字，程序计数器将递增 2。在可执行段中，2 个程序计数器单元相当于 3 个字节。在只读段中，2 个程序计数器单元相当于 2 个字节。

Program Memory（程序存储器）
*MPLAB IDE/MPLAB X IDE：*器件中存储指令的存储区。亦指仿真器或软件模拟器中包含下载的目标应用固件的存储器。

*16 位汇编器/编译器：*器件中存储指令的存储区。

Project（项目）
项目包含编译应用程序所需的文件（源代码和链接描述文件等），以及它们与各种编译工具和编译选项的关联。

Prologue
编译器生成代码的一部分，负责分配堆栈空间、保存寄存器，以及执行运行时模型中指定的任何其他特定于机器的要求。此代码在给定函数的任何用户代码之前执行。

Prototype System（样机系统）
指用户的目标应用或目标板的术语。

Psect
GCC 段的 OCG 等效形式，program section（程序段）的缩写。被链接器视为一个整体的代码块或数据块。

PWM Signal（PWM 信号）
脉宽调制信号。某些 PIC MCU 包含 PWM 外设。

Qualifier（限定符）
次数计数器使用的地址或地址范围，或用作复杂触发中另一个操作之前的事件。

Radix（基数）
数基，十六进制或十进制，用于指定一个地址。

RAM
随机访问存储器（数据存储器）。可以以任意顺序访问这种存储器中的信息。

Raw Data（原始数据）
与一个段有关的代码或数据的二进制表示。

Read Only Memory（只读存储器）
存储器硬件，它允许快速访问其中永久存储的数据，但不允许添加或修改数据。

Real Time（实时）
当在线仿真器或调试器从暂停状态释放时，处理器以实时模式运行且与芯片的正常操作相同。在实时模式下，使能仿真器的实时跟踪缓冲区，并持续捕捉所有选择的周期，使能所有断点逻辑。在在线仿真器或调试器模式下，处理器实时运行，直到有效断点导致暂停，或者直到用户暂停执行。

在软件模拟器模式下，实时仅意味着单片机指令的执行速度与主机 CPU 可模拟的指令速度一样快。

Recursive Call（递归调用）
一个直接或间接调用自身的函数。

Recursion（递归）
已定义的函数或宏可调用自己的概念。当编写递归宏时要特别小心；当递归没有出口时容易陷入无限循环。

Re-entrant（可重入函数）
可以有多个同时运行的实例的函数。在下面两种情况下可能发生函数重入：直接或间接递归调用函数；或者在由函数转入的中断处理过程中又执行此函数。

Relaxation（精简）
将某一指令转换为功能相同但大小较小的指令的过程。这对于缩短代码长度非常有用。MPLAB XC16 当前知道如何将 CALL 指令精简为 RCALL 指令。当被调用的符号处于当前指令的+/- 32k 指令字范围内时，将会执行该操作。

Relocatable（可重定位）
一个对象，它的地址没有分配到存储器中的固定地址。

Relocatable Section（可重定位段）
16 位汇编器——地址不固定（绝对）的段。链接器通过一个称为重定位的过程来为可重定位段分配地址。

Relocation（重定位）
链接器执行的一个过程，在这个过程中，为可重定位段分配绝对地址，且可重定位段中的所有符号都更新为其新地址。

ROM
只读存储器（程序存储器）。不能修改的存储器。

Run（运行）
将仿真器从暂停状态释放，允许仿真器实时运行应用代码、实时改变 I/O 状态或实时响应 I/O 的命令。

Run-time Model（运行时模型）
描述目标架构资源的使用。

Run-time Watch（运行时观察）
Watches 窗口，其中的变量会在应用程序运行时更改。要确定如何设置运行时观察，请参见相应的工具文档。并不是所有工具都支持运行时观察。

Scenario（场景）
MPLAB SIM 软件模拟器用于激励控制的一种特定设置。

Section（段）
OCG psect 的 GCC 等效形式。被链接器视为一个整体的代码块或数据块。

Section Attribute（段属性）
赋予段的 GCC 特性（例如，access 段）。

Sequenced Breakpoint（顺序断点）
按在序列中的顺序发生的断点。序列中断点的执行顺序为从下到上；序列中的最后一个断点最先执行。

Serialized Quick Turn Programming（序列号快速批量编程）
序列化使您可以将序列号编程到器件编程器进行编程的每个单片机中。该编号可用作记录代码、密码或 ID 号。

Shell
MPASM 汇编器 shell 是宏汇编器的提示输入接口。有两个 MPASM 汇编器 shell：一个针对 DOS 版本，一个针对 Windows 操作系统版本。

Simulator（软件模拟器）
模仿器件操作的软件程序。

Single Step（单步执行）
这一命令单步执行代码，一次执行一条指令。执行每条指令后，MPLAB IDE/MPLAB X IDE 更新寄存器窗口、观察变量及状态显示，使您可分析和调试指令。也可单步执行 C 编译器源代码，但不是每次执行一条指令，MPLAB IDE/MPLAB X IDE 将执行一行高级 C 语句生成的所有汇编指令。

Skew
不同时间出现在处理器总线上与指令执行有关的信息。例如，执行前一条指令的过程中取指时，被执行的操作码出现在总线上；当实际执行该操作码时，源数据地址、值以及目标数据地址出现在总线上。当执行下一条指令时，目标数据值出现在总线上。跟踪缓冲区一次捕捉总线上的这些信息。因此，跟踪缓冲区的一条记录将包含三条指令的执行信息。执行一条指令时，从一条信息到另一条信息的捕捉周期数称为 skew。

Skid
当使用硬件断点来暂停处理器时，在处理器暂停前可能再执行一条或多条指令。断点后执行的指令条数称为 skid。

Source Code（源代码）
编程人员编写计算机程序的形式。采用某种正式的编程语言编写源代码，可翻译成机器码或被解释程序执行。

Source File（源文件）
包含源代码的 ASCII 文本文件。

Special Function Register，SFR（特殊功能寄存器）
数据存储器（RAM）的一部分，专用于控制 I/O 处理器功能、I/O 状态、定时器或其他模式及外设的寄存器。

SQTP
请参见*序列号快速批量编程*。

Stack, Hardware（堆栈，硬件）
PIC 单片机中调用函数时存储返回地址的存储区。

Stack, Software（堆栈，软件）
用来存储返回地址、函数参数和局部变量的存储区。此存储器由程序中的指令在运行时动态分配。它支持可重入函数调用。

Stack, Compiled（堆栈，已编译）
编译器管理和分配的存储区域，用于静态分配变量的空间。当在目标器件上无法高效实现软件堆栈时，编译堆栈将替代软件堆栈。它会阻止重入。

Static RAM or SRAM（静态 RAM 或 SRAM）
静态随机访问存储器。目标板上可读/写且不需要经常刷新的程序存储器。

Status Bar（状态栏）
状态栏位于 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 窗口的底部，指示诸如光标位置、开发模式、器件和有效工具栏之类的当前信息。

Step Into（单步进入）
这一命令与 Single Step 相同。Step Into（与 Step Over 相对）在 CALL 指令后，单步执行子程序。

Step Over（单步跳过）
Step Over 允许调试代码时不单步执行子程序。当 step over 一条 `CALL` 指令时，下一个断点将设置在 `CALL` 指令后的下一条指令处。如果由于某种原因，子程序陷入无限循环或不正确返回，下一个断点将永远执行不到。除了对 `CALL` 指令的处理外，Step Over 命令与 Single Step 相同。

Step Out（单步跳出）
Step Out 使您可以跳出当前正在单步执行的子程序。该命令会执行该子程序中的剩余代码，然后在该子程序的返回地址处停止执行。

Stimulus（激励）
软件模拟器的输入（即为模拟对外部信号的响应而生成的数据）。通常数据采用文本文件中一系列动作的形式。激励可以是异步的，同步的（引脚），时钟激励和寄存器激励。

Stopwatch（跑表）
测量执行周期的计数器。

Storage Class（存储类别）
确定与指定对象相关联存储区的存在时间。

Storage Qualifier（存储限定符）
指明所声明对象的特殊属性（如 const）。

Symbol（符号）
符号是描述组成程序的不同部分的一种通用机制。这些部分包括函数名、变量名、段名、文件名以及结构/枚举类/联合标记名等。MPLAB IDE/MPLAB X IDE 中的符号主要指变量名、函数名和汇编标号。链接后符号的值就是其在存储器中的值。

Symbol, Absolute（符号，绝对）
表示一个立即数的值，例如通过汇编.equ 伪指令指定的定义。

System Window Control（系统窗口控件）
系统窗口控件位于窗口和某些对话框的左上角。单击该控件时通常会弹出包含“Minimize”（最小化）、“Maximize”（最大化）和“Close”（关闭）项的菜单。

Target（目标）
指用户硬件。

Target Application（目标应用程序）
目标板上的软件。

Target Board（目标板）
构成目标应用的电路和可编程器件。

Target Processor（目标处理器）
目标应用板上的单片机。

Template（模板）
为以后插入自己的文件中使用而创建的文本行。MPLAB 编辑器将模板存储到模板文件中。

术语
表示一个立即数的值，例如通过汇编.equ 伪指令指定的定义。

Toolbar（工具栏）
一行或一列图标，单击这些图标时将执行 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 功能。

Trace（跟踪）
记录程序执行的仿真器或软件模拟器功能。仿真器将程序执行记录到其跟踪缓冲区中，该缓冲区的内容将被上传到 MPLAB IDE/MPLAB X IDE 的 trace（跟踪）窗口。

Trace Memory（跟踪存储区）
跟踪存储区包含在仿真器内部。跟踪存储区有时称为跟踪缓冲区。

Trace Macro（跟踪宏）
一个通过仿真器数据来提供跟踪信息的宏。由于该宏属于软件跟踪，所以必须将它添加到代码中、必须重新编译或重新汇编代码，并且必须使用该代码对目标器件进行编程，之后跟踪才会工作。

Trigger Output（触发输出）
触发输出指可在任意地址或地址范围产生的仿真器输出信号，与跟踪和断点的设置无关。可设置任意个触发输出点。

Trigraph（三字母词）
三字符序列，都以??开头，由 ISO C 定义用于替代单个字符。

Unassigned Section（未分配段）
在链接器命令文件中未分配到特定目标存储区的段。链接器必须找到用于分配未分配段的目标存储区。

Uninitialized Data（未初始化数据）
定义时未指定初始值的数据。在 C 中，

```
int myVar;
```

定义了将存放到未初始化数据段的一个变量。

Upload（上传）
上传功能将数据从一个工具（如仿真器或编程器）传送到主机计算机，或将数据从目标板传送到仿真器。

USB
通用串行总线。一种外部外设接口标准，用于通过线缆使用双向串行传输在计算机和外部外设之间进行通信。USB 1.0/1.1 支持 12 Mbps 的数据传输速率。USB 2.0（也称为高速 USB）支持最高 480 Mbps 的数据传输速率。

Vector（向量）
复位或中断发生时应用程序跳转到的存储地址。

Volatile
一个变量限定符，它可以防止编译器应用会影响变量在存储器中的访问方式的优化。

Warning（警告）
*MPLAB IDE/MPLAB X IDE：*提醒出现了可能导致器件、软件文件或设备物理损坏的通知。

*16 位汇编器/编译器：*警告报告可能存在问题的条件，但并不暂停处理。

Watch Variable（观察变量）
调试会话期间可在 Watches 窗口中监控的变量。

Watches Window（Watches 窗口）
Watches 窗口包含一系列观察变量，这些变量在每次执行到断点时更新。

Watchdog Timer，WDT（看门狗定时器）
PIC 单片机中在一段可选择长度的时间后复位处理器的定时器。使用配置位来使能、禁止和设置 WDT。

Workbook（工作簿）
对于 MPLAB SIM 模拟器，是一种用于产生 SCL 激励的设置。

Microchip 网站

Microchip 网站（www.microchip.com/）为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。我们的网站提供以下内容：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题解答（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

产品变更通知服务

Microchip 的产品变更通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请访问 www.microchip.com/pcn，然后按照注册说明进行操作。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（ESE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 www.microchip.com/support 获得网上技术支持。

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品非常安全。
- 目前，仍存在着用恶意、甚至是非法的方法来试图破坏代码保护功能的行为。我们确信，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这种试图破坏代码保护功能的行为极可能侵犯 Microchip 的知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

法律声明

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc.及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc.的英文原版文档。

本出版物中提供的信息仅仅是为方便您使用 Microchip 产品或使用这些产品来进行设计。本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。

Microchip“按原样”提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保，或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下，对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，Microchip 概不承担任何责任，即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内，对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔，Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额（如有）。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 Microchip Technology Inc.在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc.的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2019-2020, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN： 978-1-5224-6935-3

质量管理体系

有关 Microchip 的质量管理体系的信息，请访问 www.microchip.com/quality。

全球销售及服务网点

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 电话：480-792-7200 传真：480-792-7277 技术支持： www.microchip.com/support 网址： www.microchip.com **亚特兰大** 德卢斯，佐治亚州 电话：678-957-9614 传真：678-957-1455 **奥斯汀，德克萨斯州** 电话：512-257-3370 **波士顿** 韦斯特伯鲁，马萨诸塞州 电话：774-760-0087 传真：774-760-0088 **芝加哥** 艾塔斯卡，伊利诺伊州 电话：630-285-0071 传真：630-285-0075 **达拉斯** 阿迪森，德克萨斯州 电话：972-818-7423 传真：972-818-2924 **底特律** 诺维，密歇根州 电话：248-848-4000 **休斯顿，德克萨斯州** 电话：281-894-5983 **印第安纳波利斯** 诺布尔斯维尔，印第安纳州 电话：317-773-8323 传真：317-773-5453 电话：317-536-2380 **洛杉矶** 米慎维荷，加利福尼亚州 电话：949-462-9523 传真：949-462-9608 电话：951-273-7800 **罗利，北卡罗来纳州** 电话：919-844-7510 **纽约，纽约州** 电话：631-435-6000 **圣何塞，加利福尼亚州** 电话：408-735-9110 电话：408-436-4270 **加拿大 - 多伦多** 电话：905-695-1980 传真：905-695-2078	**澳大利亚 - 悉尼** 电话：61-2-9868-6733 **中国 - 北京** 电话：86-10-8569-7000 **中国 - 成都** 电话：86-28-8665-5511 **中国 - 重庆** 电话：86-23-8980-9588 **中国 - 东莞** 电话：86-769-8702-9880 **中国 - 广州** 电话：86-20-8755-8029 **中国 - 杭州** 电话：86-571-8792-8115 **中国 - 香港特别行政区** 电话：852-2943-5100 **中国 - 南京** 电话：86-25-8473-2460 **中国 - 青岛** 电话：86-532-8502-7355 **中国 - 上海** 电话：86-21-3326-8000 **中国 - 沈阳** 电话：86-24-2334-2829 **中国 - 深圳** 电话：86-755-8864-2200 **中国 - 苏州** 电话：86-186-6233-1526 **中国 - 武汉** 电话：86-27-5980-5300 **中国 - 西安** 电话：86-29-8833-7252 **中国 - 厦门** 电话：86-592-2388138 **中国 - 珠海** 电话：86-756-3210040	**印度 - 班加罗尔** 电话：91-80-3090-4444 **印度 - 新德里** 电话：91-11-4160-8631 **印度 - 浦那** 电话：91-20-4121-0141 **日本 - 大阪** 电话：81-6-6152-7160 **日本 - 东京** 电话：81-3-6880-3770 **韩国 - 大邱** 电话：82-53-744-4301 **韩国 - 首尔** 电话：82-2-554-7200 **马来西亚 - 吉隆坡** 电话：60-3-7651-7906 **马来西亚 - 槟榔屿** 电话：60-4-227-8870 **菲律宾 - 马尼拉** 电话：63-2-634-9065 **新加坡** 电话：65-6334-8870 **台湾地区 - 新竹** 电话：886-3-577-8366 **台湾地区 - 高雄** 电话：886-7-213-7830 **台湾地区 - 台北** 电话：886-2-2508-8600 **泰国 - 曼谷** 电话：66-2-694-1351 **越南 - 胡志明市** 电话：84-28-5448-2100	**奥地利 - 韦尔斯** 电话：43-7242-2244-39 传真：43-7242-2244-393 **丹麦 - 哥本哈根** 电话：45-4485-5910 传真：45-4485-2829 **芬兰 - 埃斯波** 电话：358-9-4520-820 **法国 - 巴黎** 电话：33-1-69-53-63-20 传真：33-1-69-30-90-79 **德国 - 加兴** 电话：49-8931-9700 **德国 - 哈恩** 电话：49-2129-3766400 **德国 - 海尔布隆** 电话：49-7131-72400 **德国 - 卡尔斯鲁厄** 电话：49-721-625370 **德国 - 慕尼黑** 电话：49-89-627-144-0 传真：49-89-627-144-44 **德国 - 罗森海姆** 电话：49-8031-354-560 **以色列 - 若那那市** 电话：972-9-744-7705 **意大利 - 米兰** 电话：39-0331-742611 传真：39-0331-466781 **意大利 - 帕多瓦** 电话：39-049-7625286 **荷兰 - 德卢内市** 电话：31-416-690399 传真：31-416-690340 **挪威 - 特隆赫姆** 电话：47-72884388 **波兰 - 华沙** 电话：48-22-3325737 **罗马尼亚 - 布加勒斯特** 电话：40-21-407-87-50 **西班牙 - 马德里** 电话：34-91-708-08-90 传真：34-91-708-08-91 **瑞典 - 哥德堡** 电话：46-31-704-60-40 **瑞典 - 斯德哥尔摩** 电话：46-8-5090-4654 **英国 - 沃金厄姆** 电话：44-118-921-5800 传真：44-118-921-5820