仿真扩展包（EEP）和仿真头用户指南

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

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指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，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。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- 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。

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 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，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。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伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。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。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。 Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
═ ISO/TS 16949 ═

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 AnyRate、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoq 徽标、 Kleer、 LANCheck、 LINK MD、 MediaLB、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、PICSTART、PIC32 徽标、 RightTouch、 SpyNIC、 SST、 SST 徽标、SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、 The Embedded Control Solutions Company、ETHERSYNCH、 Hyper Speed Control、 HyperLight Load、IntelliMOS、 mTouch、 Precision Edge 和 QUIET-WIRE 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 JitterBlocker、 KleerNet、 KleerNet 徽标、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、PureSilicon、 RightTouch 徽标、 REAL ICE、 Ripple Blocker、Serial Quad I/O、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Silicon Storage Technology 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。

© 2015-2016, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-0223-7

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

目录

第1章 EEP和仿真头概述

1.1 什么是仿真扩展包？ 5
1.2 什么是仿真头？ 5
1.3 为什么要使用仿真头？ 6
1.4 比较仿真头、调试头和器件的功能（将来推出） 6
1.5 支持信息 8
1.6 仿真头硬件设置 9
1.7 MPLAB X IDE的仿真头设置 11
1.8 附加信息 11

第2章 仿真头功能

2.1 简介 13
2.2 断点、运行时观察和跟踪资源 14
2.3 运行时观察 14
2.4 实时硬件指令跟踪 15
2.5 硬件地址/数据断点 19
2.6 增强型事件断点 22
2.7 事件组合器 23
2.8 跑表周期计数器 25
2.9 触发输入/输出 25
2.10 暂停时查看硬件堆栈 27
2.11 上一个程序计数器 28
2.12 后台调试 28

第3章 仿真头列表

3.1 简介 29
3.2 AC244055 31
3.3 AC244063 33
3.4 AC244064 35
3.5 AC244065 37
3.6 AC244066 39

附录A -ME2芯片勘误

A.1 简介 41
A.2 CCP3捕捉 41
A.3 硬件断点问题 41
A.4 多周期指令处理期间的触发输入/暂停 42

附录B 仿真头目标封装
B.1 简介 43
B.2 DIP器件封装 43
B.3 TQFP/PLCC器件封装 43
附录C 仿真头连接
C.1 简介 45
C.2 6引脚模块化连接器 45
C.3 6引脚SIL连接器 46
C.4 模块化到SIL适配器 47
C.5 订购信息 47
附录D 版本历史
索引 51
全球销售及服务网点 53

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

第1章 EEP和仿真头概述

客户须知

所有文档均会过时，本文档也不例外。 Microchip 的工具和文档将不断演变以满足客户的需求，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 “DSXXXXXXXXA_CN”，其中 “XXXXXXXX”为文档编号，“A”为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参考 MPLAB® IDE 在线帮助 （Help （帮助）菜单）。

本章包含以下主题：

- 什么是仿真扩展包？
- 什么是仿真头？
- 为什么要使用仿真头？
- 比较仿真头、调试头和器件的功能（将来推出）
- 支持信息
- 仿真头硬件设置
- MPLAB X IDE的仿真头设置
- 附加信息

1.1 什么是仿真扩展包？

仿真扩展包（Emulation Extension Pak，EEP）包含一个仿真头、金色单列直插式引脚、一条跟踪电缆和一块跟踪适配器板。当您需要仿真头时需要购买仿真扩展包。

1.2 什么是仿真头？

仿真头是允许调试工具为特定器件调试代码的电路板。仿真头上有一个带片内仿真电路的特殊版本器件（-ME2）。通过仿真头侧面的连接器，可直接或通过适配器将其连接到仿真器。通过仿真头底部的连接器，可直接或通过转接插座将其连接到目标板。

1.3 为什么要使用仿真头？

虽然有些器件具有片内调试电路，允许您进行代码调试，但是进行调试通常需要消耗器件资源，即调试需要使用两条I/O线以及VDD、VSS和VPP来与器件进行通信。使用仿真头可以为您的应用节省这些资源，您可获得调试头上没有的新的更强大的调试功能。

有关仿真头功能的详细信息，请参见**第2章“仿真头功能”**。

有关调试头功能的详细信息，请参见所支持调试工具的用户指南或在线帮助文件（在**第1.5节“支持信息”**中列出）。另请参见“*Processor Extension Pak and Debug Header Specification*”（DS51292）。Microchip网站（http://www.microchip.com）上提供所有文档。

有关仿真功能与调试功能的比较信息，请参见**第1.4节“比较仿真头、调试头和器件的功能（将来推出）”**。

1.4 比较仿真头、调试头和器件的功能（将来推出）

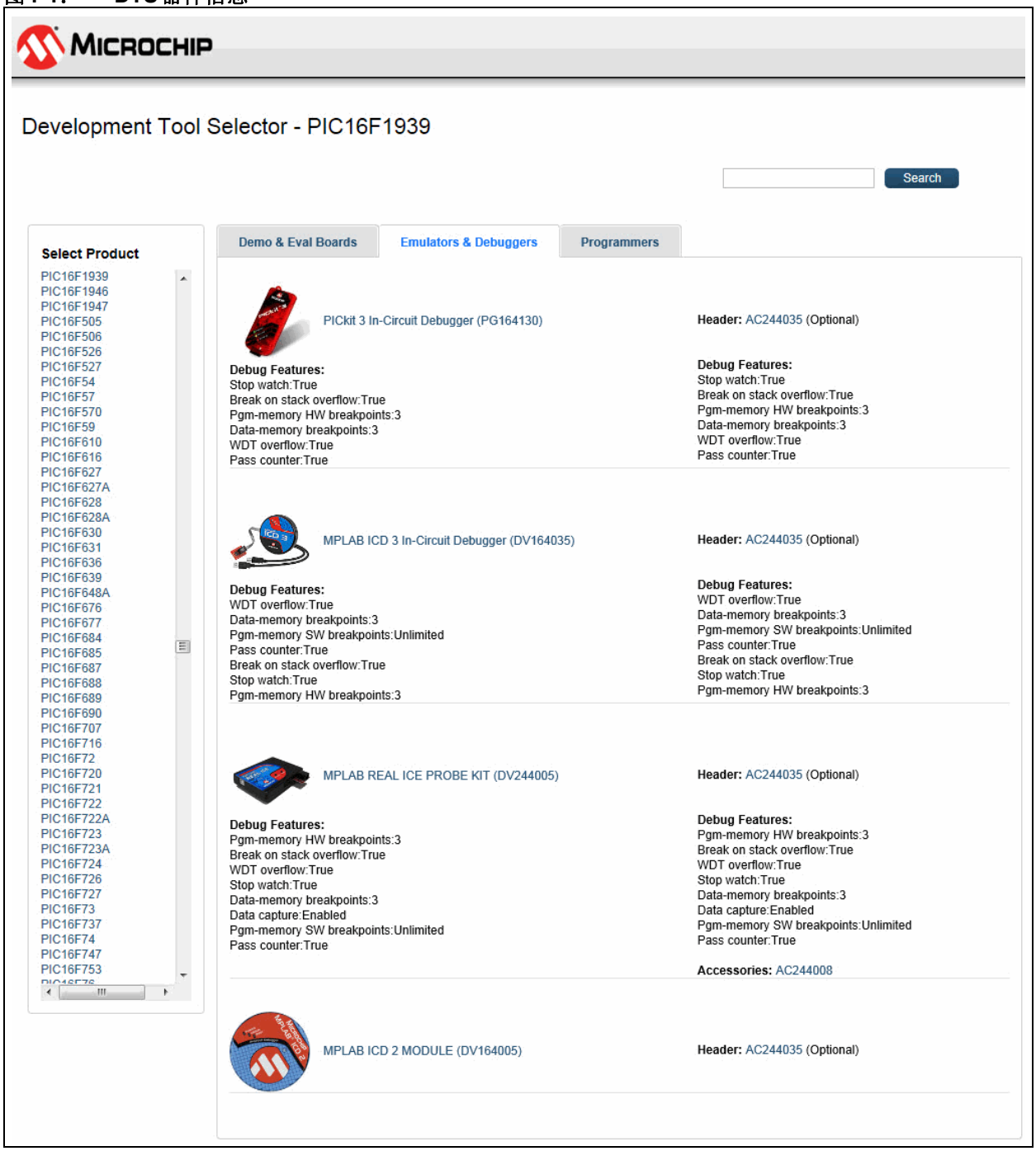
使用开发工具选择器（Development Tool Selector，DTS）来了解仿真头与所支持器件（带片内调试电路）及所支持调试头相比的额外调试功能。

要按器件查找功能：

1. 在网络浏览器中，转至：http://www.microchip.com/dtsapp/
2. 在“Select Product”（选择产品）列表中选择您的器件。或在“Search”（搜索）框中输入器件的名称进行搜索，器件名称将出现在“Select Product”列表的顶部。单击器件名称进行选择。
3. 单击“Emulators & Debuggers”（仿真器和调试器）选项卡查看调试功能。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

图1-1： DTS器件信息


MICROCHIP
Development Tool Selector - PIC16F1939
Search
Select Product
PIC16F1939
PIC16F1946
PIC16F1947
PIC16F505
PIC16F506
PIC16F526
PIC16F527
PIC16F54
PIC16F57
PIC16F570
PIC16F59
PIC16F610
PIC16F616
PIC16F627
PIC16F627A
PIC16F628
PIC16F628A
PIC16F630
PIC16F631
PIC16F636
PIC16F639
PIC16F648A
PIC16F676
PIC16F677
PIC16F684
PIC16F685
PIC16F687
PIC16F688
PIC16F689
PIC16F690
PIC16F707
PIC16F716
PIC16F72
PIC16F720
PIC16F721
PIC16F722
PIC16F722A
PIC16F723
PIC16F723A
PIC16F724
PIC16F726
PIC16F727
PIC16F73
PIC16F737
PIC16F74
PIC16F747
PIC16F753
Demo & Eval Boards
Emulators & Debuggers
Programmers
PICkit 3 In-Circuit Debugger (PG164130)
Header: AC244035 (Optional)
Debug Features:
Stop watch:True
Break on stack overflow:True
Pgm-memory HW breakpoints:3
Data-memory breakpoints:3
WDT overflow:True
Pass counter:True
Debug Features:
Stop watch:True
Break on stack overflow:True
Pgm-memory HW breakpoints:3
Data-memory breakpoints:3
WDT overflow:True
Pass counter:True
MPLAB ICD 3 In-Circuit Debugger (DV164035)
Header: AC244035 (Optional)
Debug Features:
WDT overflow:True
Data-memory breakpoints:3
Pgm-memory SW breakpoints:Unlimited
Pass counter:True
Break on stack overflow:True
Stop watch:True
Pgm-memory HW breakpoints:3
Debug Features:
WDT overflow:True
Data-memory breakpoints:3
Pgm-memory SW breakpoints:Unlimited
Pass counter:True
Break on stack overflow:True
Stop watch:True
Pgm-memory HW breakpoints:3
MPLAB REAL ICE PROBE KIT (DV244005)
Header: AC244035 (Optional)
Debug Features:
Pgm-memory HW breakpoints:3
Break on stack overflow:True
WDT overflow:True
Stop watch:True
Data-memory breakpoints:3
Data capture:Enabled
Pgm-memory SW breakpoints:Unlimited
Pass counter:True
Debug Features:
Pgm-memory HW breakpoints:3
Break on stack overflow:True
WDT overflow:True
Stop watch:True
Data-memory breakpoints:3
Data capture:Enabled
Pgm-memory SW breakpoints:Unlimited
Pass counter:True
Accessories: AC244008
MPLAB ICD 2 MODULE (DV164005)
Header: AC244035 (Optional)

1.5 支持信息

仿真头需要特定的MPLAB X IDE版本和调试工具才能工作。请在购买仿真头（包含在仿真扩展包（EEP）中）之前，获取特定的MPLAB X IDE版本和调试工具。**第3章“仿真头列表”**列出了可用的EEP。

要继续设置仿真头硬件，请参见**第1.6节“仿真头硬件设置”**。

有关仿真头的问题，请联系客户支持。

1.5.1 软件支持

MPLAB X IDE v1.90及更高版本支持仿真头。

1.5.2 工具支持

以下工具支持仿真头：

- PICkit™ 3在线调试器
- MPLAB® ICD 3在线调试器
- MPLAB® REAL ICE™在线仿真器

注： 并非所有工具都支持全部功能。

1.5.3 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（FAE）
- 技术支持

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

如果您发现本文档有任何错误或者对本文档有任何建议，请通过电子邮件联系我公司TRC经理，电子邮件地址为：CTRC@microchip.com。

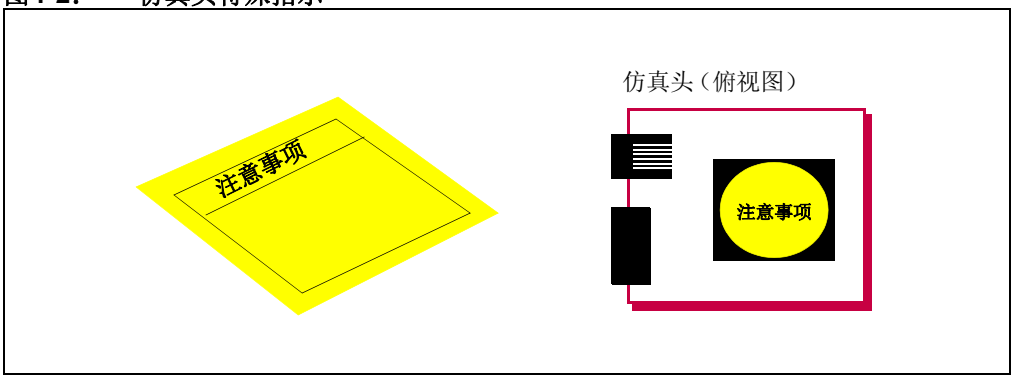
© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

1.6 仿真头硬件设置

在进行任何其他操作之前，请按照下列指示设置仿真头：

1. 检查仿真头包装盒中是否有指定特殊操作指示的纸张以及仿真头上是否有贴纸（图1-2）。

图1-2： 仿真头特殊指示



2. 根据针对仿真头指定的信息，设置仿真头上的跳线或开关来确定器件功能或选择。有关如何设置各个仿真头的信息，请参见“仿真头列表”部分。
3. 通过查阅工具文档了解连接选项，将仿真头连接到所需的调试工具。示例连接如图1-3、图1-4和图1-5所示。

图1-3： PICkit™ 3在线调试器连接

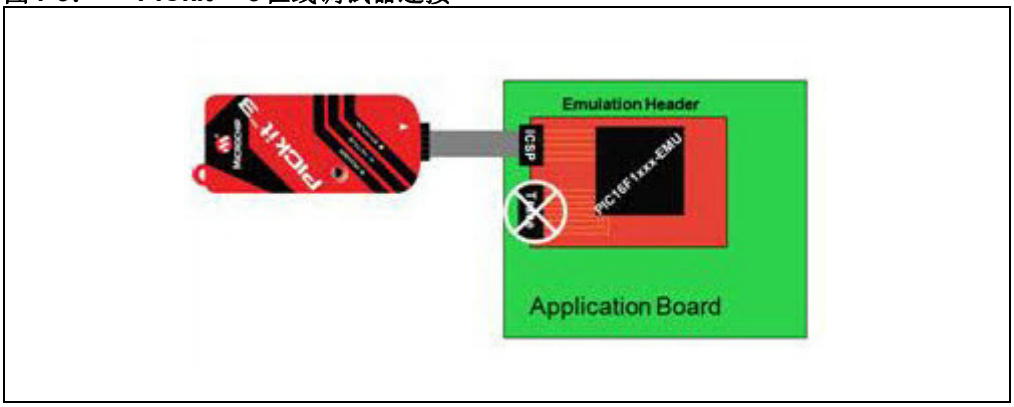


图1-4： MPLAB® ICD 3在线调试器连接

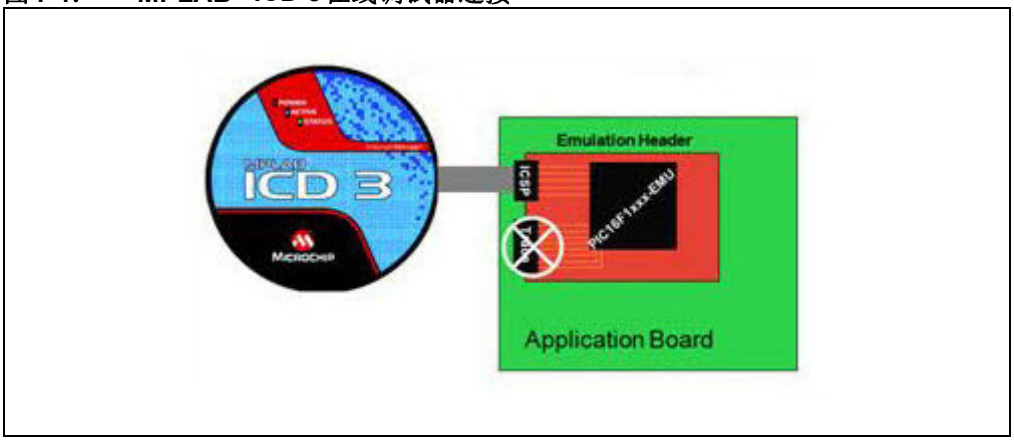
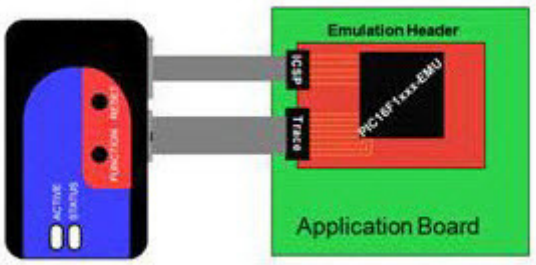


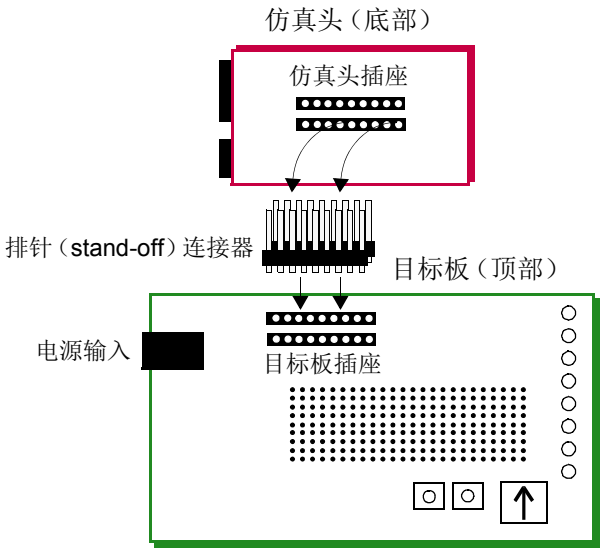
图1-5： MPLAB® REAL ICE™在线仿真器连接



4. 将仿真头连接到目标板。仿真头的底部是用于连接到目标板的插座。仿真头可按以下方式连接到目标板：
   a) 使用支架（stand-off）（公对公）连接器或单列直插式引脚将PDIP仿真头插座连接到PDIP目标板插座。图1-6给出了一个示例。
   b) 将仿真头插座连接到目标板上的插座。
   c) 使用转接插座将仿真头插座连接到目标板插座（见“*Transition Socket Specification*”（DS51194））。

   仿真头插座与所选器件具有相同的引脚数。仿真头顶部的-ME2器件通常具有较多的引脚数，因为它具有专门用于调试的其他引脚。

图1-6： 将仿真头连接到目标板



5. 如果使用可为目标板供电的调试工具，现在为该工具供电。
6. 为目标板供电（如果需要的话）。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

1.7 MPLAB X IDE的仿真头设置

MPLAB X IDE 1.90或更高版本支持仿真头功能，但MPLAB IDE v8不支持。如果您仍在使用MPLAB IDE v8，请使用调试头。

要在MPLAB X IDE中使用仿真头，需要执行以下操作：

1. 按**第1.6节“仿真头硬件设置”**中指定的信息设置仿真头。
2. 使用项目向导（*File>New Project*（文件>新建项目））为仿真头所支持的器件创建一个新项目。有关项目的更多信息，请参见MPLAB X IDE文档。
3. 在向导的一个步骤中，您将可以指定仿真头产品编号（AC######）。
4. 在另一个步骤中，指定仿真头连接到的硬件（调试）工具。
5. 向导完成后，就可以为项目编写代码。
6. 选择*Debug>Debug Project*（调试>调试项目）来运行和调试代码。

注： 仿真头只能用于调试（Debug（调试）菜单），而不能用于编程（Run（运行）菜单）。请参见“**第1.8.1节“编程注意事项”**”。

1.8 附加信息

使用仿真扩展包中的仿真头时，以下附加信息非常有用。

1.8.1 编程注意事项

仿真头设计为与调试器模式（而非编程器模式）下的在线仿真器配合使用，在MPLAB X IDE中选择*Debug>Debug Project*可进入调试器模式，选择*Run>Run Project*（运行>运行项目）可进入编程器模式。对仿真头上的特殊-ME2器件进行的任何编程均用于调试目的。

要使用调试工具编程生产（非特殊）器件，请使用*通用编程模块*（AC162049）或在目标板上设计一个模块化接口连接器。请参见相应的规范了解连接信息。有关最新的器件编程规范，请访问Microchip网站：http://www.microchip.com。

另外，可使用以下工具对生产器件编程：

- MPLAB PM3器件编程器
- PICkit 3开发编程器
- MPLAB ICD 3在线调试器（选为编程器）
- MPLAB REAL ICE在线仿真器（选为编程器）

1.8.2 校准位

带隙和内部振荡器的校准位始终保存为出厂设置。

1.8.3 性能问题

有关可能会影响性能的特定器件限制的信息，请参见与调试工具相关的MPLAB X IDE帮助文件。

注：

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

第2章 仿真头功能

2.1 简介

仿真头功能取决于使用的调试工具。下表列出了所有可用的仿真头功能，以及每个工具支持的功能。

表2-1： 硬件工具支持的仿真功能

功能	RI	ICD3	PK3
第2.3节“运行时观察”——请参见注	✓	✗	✗
第2.4节“实时硬件指令跟踪”——请参见注	✓	✗	✗
第2.5节“硬件地址/数据断点”——请参见注 第2.5.2节“范围断点” 第2.5.3节“数据值比较” 第2.5.4节“数据值掩码” 第2.5.6节“触发输出操作” 第2.5.7节“中断现场检测”	✓	✓	✓
第2.6节“增强型事件断点”——请参见注 第2.6.1节“执行超出范围检测” 第2.6.2节“根据触发输入中断/发出触发输出”	✓	✓	✓
第2.7节“事件组合器”	✓	✓	✓
第2.8节“跑表周期计数器”	✓	✓	✓
第2.9节“触发输入/输出”	✓	✓	✓
第2.10节“暂停时查看硬件堆栈”	✓	✓	✓
第2.11节“上一个程序计数器”	✓	✓	✓
第2.12节“后台调试”	✓	✓	✓

图注：
RI = MPLAB® REAL ICE™在线仿真
ICD3 = MPLAB® ICD 3在线调试器
PK3 = PICkit™ 3在线调试器

注：另请参见**第2.2节“断点、运行时观察和跟踪资源”**。

2.2 断点、运行时观察和跟踪资源

仿真头共有32个可用于断点和运行时观察的数据捕捉资源。例如，如果将一个数据捕捉资源用于某个断点，则可用于其他断点或运行时观察的数据捕捉资源便减少一个。

运行时观察和跟踪是互斥的。来自仿真头的数据流可用于运行时观察或跟踪。例如，如果您想要使用跟踪，便无法使用运行时观察。

在Project Properties（项目属性）中进行的跟踪选择优先于其他选择，例如在Watches（观察）窗口或任何插件中进行的选择。

2.3 运行时观察

在MPLAB X IDE Watches窗口（*Window>Debugging>Watches*（窗口>调试>观察））中，可为值在运行时变化的符号创建观察。

在向Watches窗口添加运行时观察之前，需要设置时钟。要设置时钟，请执行以下步骤：

1. 右键单击项目名称，选择“Properties”（属性）。
2. 单击调试工具名称（例如，Real ICE），选择选项类别“Clock”（时钟）。
3. 设置运行时指令速度。

要添加全局符号或SFR作为运行时观察，请执行以下操作之一：

- 在Watches窗口中单击右键并选择“New Runtime Watch”（新建运行时观察），或者选择*Debug>New Runtime Watch*（调试>新建运行时观察）。单击选择按钮可查看Global Symbols（全局符号）或SFR。在列表中单击某个名称，然后单击**OK**（确定）。
- 在Editor（编辑器）窗口中选择符号或SFR名称，然后从右键单击菜单中选择“New Runtime Watch”。该名称将装入Watches窗口中。单击**OK**。

调试运行并在程序执行时观察值的变化。有关Watches 窗口的更多信息，请参见MPLAB X IDE文档。

2.3.1 符号/SFR大小

对于除PIC32 MCU外的所有器件，在运行时观察中使用的符号的大小必须与器件存储器匹配。即，使用8位器件时需要8位符号。

2.3.2 SFR注意事项

除非通过代码明确读或写SFR，否则值的变化不会显示在Watches窗口中。由于运行时观察使用跟踪机制，因此代码必须读取或引起变化，才能输出跟踪数据包。故此，如果代码未明确读取、也未引起SFR值的变化，则无法将SFR值的变化作为运行时观察直接监视。

例如，对模数转换器（Analog-to-Digital Converter，ADC）转换结果SFR `ADRESH`和`ADRESL`设置运行时观察将不会显示任何运行时变化，即使ADC的输入电压正在变化也是如此。一种变通方法是使用特定代码，此代码可在ADC转换完成后将`ADRESH`和`ADRESL`寄存器的值复制到RAM变量（例如`ADRESH_copy`和`ADRESL_copy`）。然后将这些变量添加到Watches窗口作为运行时观察，即可反映ADC值的变化。

另一个示例是监视一个输入引脚或配置为输入的整个端口。输入引脚上的外部变化不会触发跟踪观察数据包；因此，不会显示该端口的运行时更新。运行时观察显示仅在代码读取输入引脚或输入端口时更新。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.4 实时硬件指令跟踪

注： 仅MPLAB REAL ICE在线仿真器支持该功能。

实时硬件指令跟踪是指可进行捕捉和分析的程序执行流的实时转储。提供的功能包括：

- 最高32 MHz的完整指令执行信息
- 通过复位条件进行跟踪
- 具有可选暂停的跟踪缓冲区

仿真头跟踪与PIC32指令跟踪类似，是一种非侵入式硬件指令跟踪。可以使用跟踪来捕捉器件执行的每一条指令。跟踪数据从器件（使用引脚TRCLK、TRDAT[6:0]和TRSTALL）输出到仿真器。仿真器将该数据放入跟踪缓冲区，该缓冲区如同PC上的滚动式先进先出（First-In/First-Out，FIFO）缓冲区。

跟踪数据量仅受跟踪缓冲区大小的限制。即使将该缓冲区设置为最大大小，也会很快被填满，因此，明智的做法是准确确定需要捕捉的内容。

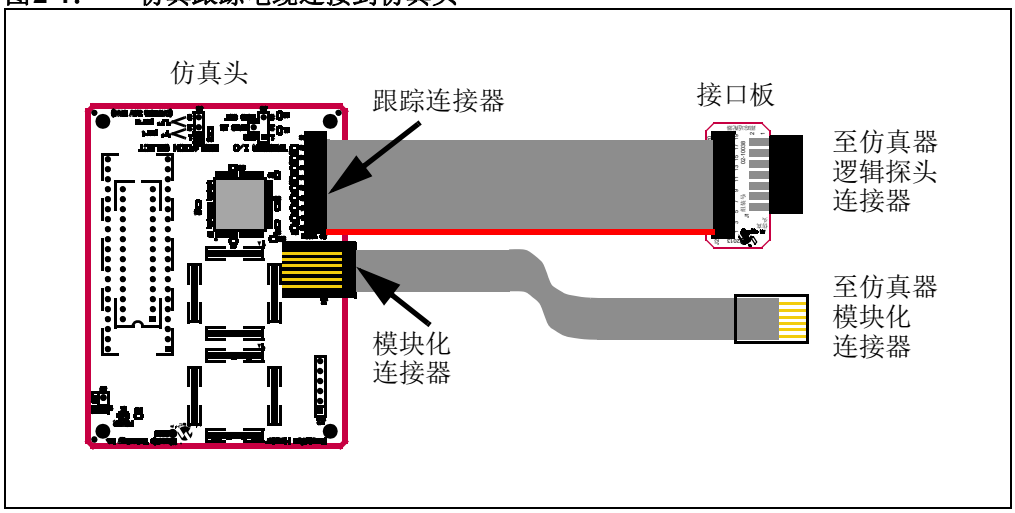
注： 在该外部缓冲区已满时，代码执行不会暂停。但是，当跟踪缓冲区发生溢出时，MPLAB X IDE会发出通知。

要想在窗口中查看跟踪数据，首先要为跟踪进行硬件和软件设置。

2.4.1 跟踪硬件设置

要使用跟踪，需要带状电缆和仿真器接口板（仿真头自带）。将电缆的一端连接到仿真头（图2-1）。将另一端连接到仿真器。关于完整硬件设置和连接的更多信息，请参见**第1.6节“仿真头硬件设置”**。关于跟踪连接器的详细信息，请参见**第2.4.4节“跟踪硬件”**。

图2-1： 仿真跟踪电缆连接到仿真头

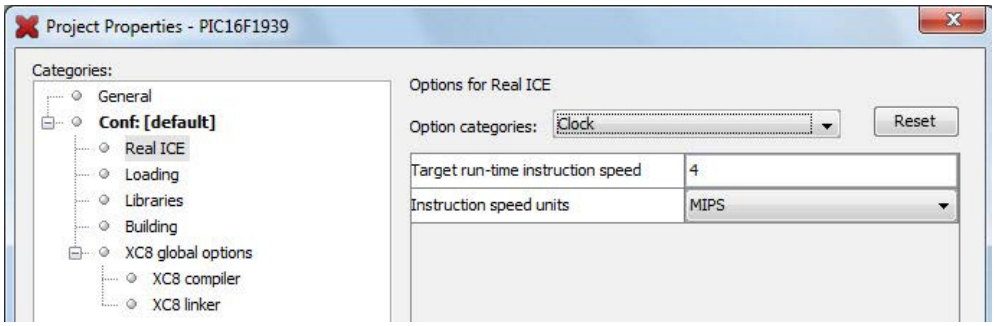


2.4.2 为MPLAB X IDE设置跟踪

要设置MPLAB X IDE以将跟踪用于MPLAB REAL ICE在线仿真器，请执行以下步骤：

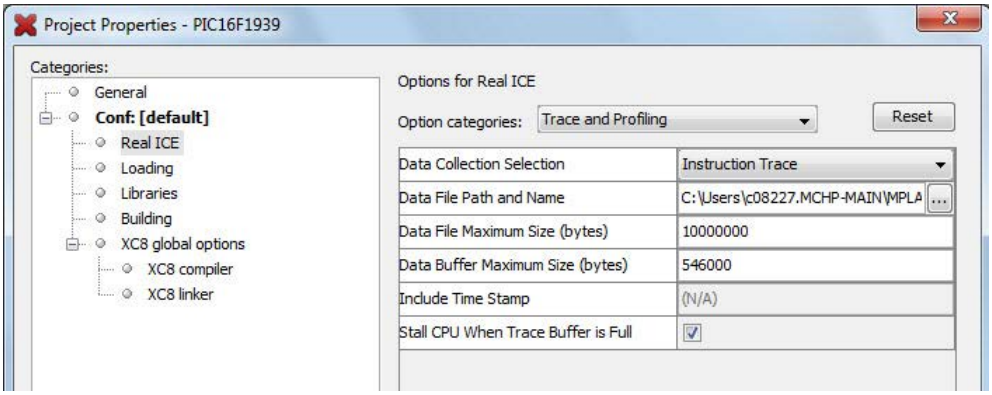
1. 右键单击项目名称并选择“Properties”以打开Project Properties窗口。
2. 在“Categories”（类别）下，单击“Real ICE”。
3. 在“Option Categories”（选项类别）下，选择“Clock”。指定目标运行时指令速度和速度单位。

图2-2： CLOCK选项类别



4. 在“Option Categories”下，选择“Trace and Profiling”（跟踪和性能分析）。
5. 在“Data Collection Selection”（数据收集选择）下，选择“Instruction Trace/Profiling”（指令跟踪/性能分析）。
6. 设置任何其他跟踪相关选项。

图2-3： TRACE AND PROFILING选项类别



7. 单击**OK**。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.4.3 使用跟踪

跟踪硬件和MPLAB X IDE设置好后，可以开始使用跟踪。在调试运行时，跟踪将继续向跟踪缓冲区填充数据，当缓冲区已满时发生溢出，直至程序暂停。有关跟踪缓冲区的更多信息，请参见**第2.4节“实时硬件指令跟踪”**。

2.4.3.1 查看跟踪数据

在使能跟踪且代码正在运行时，由仿真器收集跟踪数据。器件暂停后，则解码跟踪数据并将其显示在Trace（跟踪）窗口（*Window>Debugging>Trace*（窗口 > 调试 > 跟踪））中。

图2-4： TRACE窗口

Line	Address	Op	Label	Instruction
1	000	0x3180		MOVLP 0x0
2	001	0x2802		GOTO 0x2
3	002	0x0064	MainProgram	CLRWDT
4	003	0x30FE	Loop_202	MOVLW 0xFE
5	004	0x0023		MOVLB 0x3
6	005	0x008E		MOVWF PORTC
7	006	0x0022		MOVLB 0x2
8	007	0x100E		BCF PORTC, 0x0
9	008	0x0021		MOVLB 0x1
10	009	0x100E		BCF PORTC, 0x0
11	00A	0x0022		MOVLB 0x2
12	00B	0x140E		BSF PORTC, 0x0
13	000	0x3180		MOVLP 0x0
14	001	0x2802		GOTO 0x2

2.4.3.2 BANK选择和跟踪

对于PIC12F/16F1xxx器件和相关仿真头，跟踪可以译码对bank（存储区）进行设置的指令。确定bank后，指令译码将继续使用相应bank，直到另一条指令切换bank。因此，在窗口中向上滚动将导致bank处于不确定状态，而向下滚动则会对bank进行设置。

2.4.3.3 改善跟踪体验

从PC的USB端口尽可能多地除去USB设备。这会提高跟踪吞吐量。

2.4.4 跟踪硬件

硬件详细信息如下图所示。

图2-5： 仿真头上的跟踪连接器

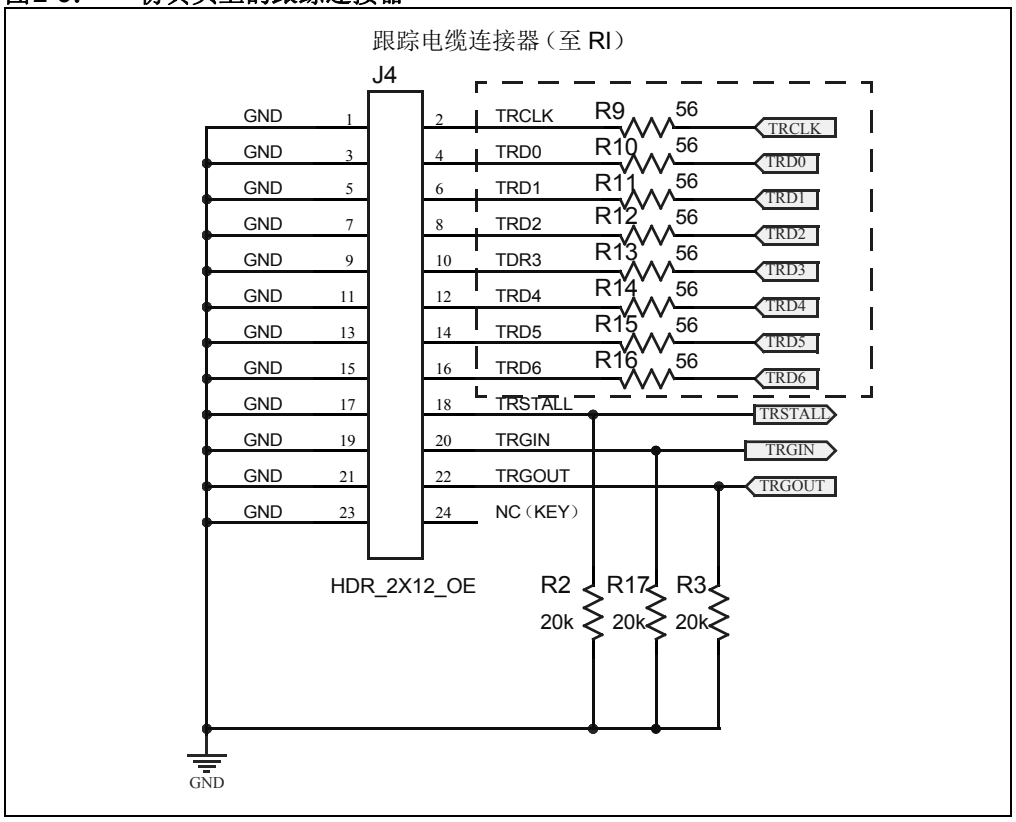
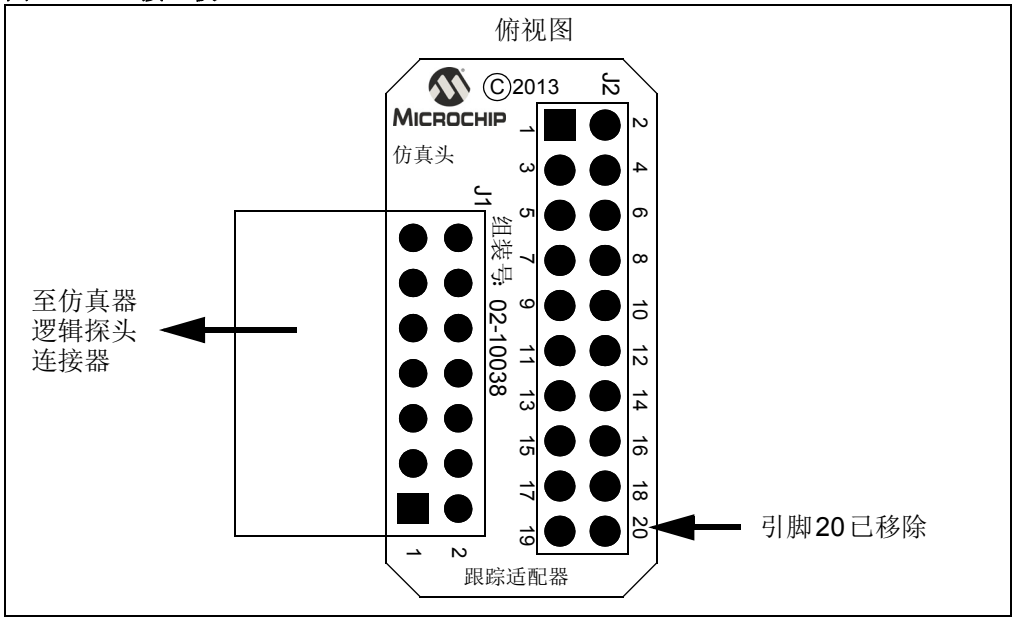


图2-6： 接口板



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.5 硬件地址/数据断点

可在仿真头上使用最多32个硬件地址/数据断点（有关详细信息，见**第2.2节“断点、运行时观察和跟踪资源”**）。虽然软件断点很有用，但是当需要自由控制断点/事件条件（除了简单的地址匹配）的限定时，实际的硬件断点的作用则是无与伦比的。可考虑添加特殊中断现场限定符，并且这些硬件断点提供高度可配置性。

仿真头硬件断点可在不暂停执行的情况下触发并且可用作其他功能的触发事件。

2.5.1 断点设置

可在New Breakpoint（新建断点）对话框（*Debug>New Breakpoint*（调试>新建断点））中通过选择“Address”（地址）或“Data”（数据）作为“Breakpoint Type”（断点类型）来查找和设置地址/数据断点。创建断点后，可通过右键单击并选择“Customize”（自定义）进行编辑。有关详细信息，请参见MPLAB X IDE文档。

2.5.2 范围断点

断点可指定为在程序存储器或数据存储器的某个范围内发生。需要为断点指定起始地址和结束地址，然后选择中断条件。

下面介绍了用于设置范围断点的对话框项。

表2-2： 地址/数据断点——设置

项	说明
Enable Range Address（使能范围地址）	选中时可设置范围断点
Address (Start)（地址（起始））	输入存储器起始地址（以十六进制表示）
Address (End)（地址（结束））	输入存储器结束地址（以十六进制表示）
Breaks on（中断条件）	指定中断的条件 地址存储器和数据存储器的条件不同。

2.5.3 数据值比较

数据存储器断点可设置为在中断发生前比较“Break on”下的值和另一个值。

下面介绍了用于设置数据值比较的对话框项。

表2-3： 数据断点——设置

项	说明
Breaks on	指定中断的条件
Value（值）	“Breaks on”可从以下几项中选择： • Read Specific Value（读特定值） • Write Specific Value（写特定值） • Read or Write Specific Value（读或写特定值） 在此处输入一个十六进制值。
Value Comparison（值比较）	与指定的“Value”进行比较： **= Value**：等于指定的值 **!= Value**：不等于指定的值 **> Value**：大于指定的值 **< Value**：小于指定的值

2.5.4 数据值掩码

数据存储器断点可设置为在中断发生前比较“Break on”下经掩码的值和另一个值。

要设置值比较，请参见第2.5.3节“数据值比较”。

下面介绍了用于设置数据值掩码的对话框项。

表2-4： 数据断点——设置

项	说明
Data Value Mask （数据值掩码）	与“Value”进行比较时使用掩码 输入0x00到0xhh范围内的值，其中： 0x00：不比较任何位 0xhh：比较所有位

2.5.5 次数计数操作

使用次数计数可将中断延迟到指定计数后发生。

事件必须发生计数次

计数是在停止前通过断点的次数。

- 0表示执行将立即停止
- 1表示执行将通过断点一次，并在下一次到达断点时停止（在第二次到达断点时停止）
- 10表示执行将通过断点十次，并在下一次到达断点时停止（在第十一次到达断点时停止）

用于设置次数计数操作的对话框项位于对话框的“Pass count”（次数计数）部分，如下所述。

表2-5： 地址/数据断点——次数计数

项	说明
Condition （条件）	确定“Breaks on”下指定的中断何时发生： **Always Break**（始终中断）：始终在满足“Breaks on”条件时中断。 **Event must occur Count times**（事件必须发生计数次）：在实际发生中断之前，事件（“Breaks on”条件）必须发生计数次。
Count* （计数*）	根据指定的条件，输入事件数

2.5.6 触发输出操作

当到达地址或数据断点时，可生成触发输出脉冲。有关触发的更多信息，请参见第2.9节“触发输入/输出”。

下面介绍了用于设置触发输出操作的对话框项。

表2-6： 地址/数据断点——触发输出选项

项	说明
Trigger Options（触发选项）	选择何时触发： • 命中断点时不发出触发输出脉冲 • 命中断点时发出触发输出脉冲

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.5.7 中断现场检测

可基于中断现场设置地址或数据断点。可以设置断点，使其在以下情况下中断：仅在代码的中断部分（ISR）中时、仅在主代码中时或者在ISR或主代码中时。这可在试图将代码段中的问题缩小范围时有所帮助。

可在New Breakpoint对话框（*Debug>New Breakpoint*）中通过选择“Address”或“Data”作为“Breakpoint Type”来查找和设置地址/数据断点。创建断点后，可通过右键单击并选择“Customize”进行编辑。

下面介绍了用于设置中断现场的对话框项。

表2-7： 地址/数据断点——中断现场

项	说明
Interrupt Context（中断现场）	用于地址/数据断点的中断现场限定符 可选择： • 始终中断（同时在ISR和主代码中中断） • 仅在主干代码（非中断）现场中中断——仅在主代码中中断 • 仅在中断现场中中断——仅在ISR代码中中断

2.6 增强型事件断点

关于事件断点的定义，请参见MPLAB X IDE Help（MPLAB X IDE帮助）中的“New Breakpoint”对话框。仿真头的额外事件有：

- MCLR复位时中断
- 执行超出范围中断
- 根据触发输入信号中断

使用仿真头创建新断点或自定义现有断点时，额外的操作可用于事件断点：

操作	说明
中断	根据指定选项中断（暂停）执行
触发输出	根据指定选项发出触发输出脉冲
中断和触发输出	根据指定选项中断（暂停）执行并发出触发输出脉冲

可在New Breakpoint对话框（*Debug>New Breakpoint*）中通过选择“Event”（事件）作为“Breakpoint Type”来查找和设置事件断点。创建断点后，可通过右键单击并选择“Customize”进行编辑。

2.6.1 执行超出范围检测

仿真头可用于检测代码执行是否超出范围。通过事件断点观察程序计数器（Program Counter，PC）值是否超出被仿真MCU的可用程序存储器范围来检测超出范围代码执行。超出范围代码执行条件通常是由错误计算索引值（地址偏移量）的计算GOTO或CALL或向PCLATH装入不正确值引起。一旦代码由于执行超出范围事件断点而暂停执行，“上一个PC”功能可用于识别违规指令。

可在New Breakpoint对话框（*Debug>New Breakpoint*）中通过选择“Event”作为“Breakpoint Type”并选中“Break on execution out of bounds”（执行超出范围时中断）来查找和设置超出范围中断选项。创建断点后，可通过右键单击并选择“Customize”进行编辑。

2.6.2 根据触发输入中断/发出触发输出

仿真头可设置为根据触发输入中断。有关此类型触发的详细信息，请参见**第2.9.2节“触发输入操作”**。

此外，仿真头可设置为在增强型事件断点命中时触发输出，或者中断并触发输出。有关此类型触发的详细信息，请参见**第2.9.3节“触发输出操作”**。

另请参见：**第2.9.1节“触发输入/输出硬件”**。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.7 事件组合器

事件组合器监视多个事件输入（目前仅限断点）并可基于这些输入的组合和序列产生暂停或触发输出。

仿真头具有四（4）个事件组合器，而每个组合器将八（8）个组合或顺序事件组合为单个事件触发。各个断点可以分组为序列、逻辑“与”列表或它们的嵌套组合以实现更复杂控制。事件组合器仿照旧的MPLAB® ICE 2000复杂触发。

通过 Breakpoint（断点）窗口（*Window>Debugging>Breakpoints*（窗口 > 调试 > 断点））中的选择设置以下复杂断点。

2.7.1 复杂断点序列

断点序列是一个断点列表，执行断点列表中的断点而不暂停直至执行完最后一个断点。当存在到某条指令的多个执行路径而仅想要执行某个特定路径时，断点排序很有用。

要创建断点序列：

1. 右键单击一个现有断点或按住 shift 键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”（复杂断点）并选择“Add to New Sequence”（添加到新序列）。
3. 在对话框中为序列输入名称，并单击**OK**。
4. 断点将显示在新序列下。

要向序列中添加现有断点：

1. 右键单击一个现有断点或按住 shift 键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Move to *Name*”（移至 *Name*），其中 *Name* 是序列的名称。

要向序列中添加新的断点：

右键单击该序列并选择“New Breakpoint”。

有关设置新断点的更多信息，请参见**第 2.5 节“硬件地址/数据断点”**和**第 2.6 节“增强型事件断点”**。

要选择序列顺序：

1. 展开序列以查看所有项。
2. 右键单击一项并选择*Complex Breakpoints>Move Up*（复杂断点>上移）或*Complex Breakpoints>Move Down*（复杂断点>下移）。断点执行顺序是从下到上的；首先执行序列中的最后一个断点。

要从序列中移除断点：

1. 右键单击一个现有断点或按住 shift 键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Remove from *Name*”（从 *Name* 移除），其中 *Name* 是序列的名称。

2.7.2 复杂断点锁定逻辑与

除了断点序列，锁定逻辑与（硬件逻辑与）可用于对断点列表设置逻辑与条件。当一个变量在多个位置修改而您仅需要该变量在某个特定位置被修改时进行中断时，断点逻辑与很有用。

要创建断点锁定逻辑与：

1. 右键单击一个现有断点或按住 shift 键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Add a New Latched-And”（添加一个新的锁定逻辑与）。
3. 在对话框中为锁定逻辑与输入名称，并单击**OK**。
4. 断点将显示在该新的锁定逻辑与下。

要向锁定逻辑与中添加现有断点：

1. 右键单击一个现有断点或按住 shift 键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Move to *Name*”，其中*Name*是锁定逻辑与的名称。

要向锁定逻辑与中添加新的断点：

右键单击该锁定逻辑与并选择“New Breakpoint”。

要从锁定逻辑与中移除断点：

1. 右键单击一个现有断点或按住shift键的同时单击选择一组现有断点并右键单击该组。
2. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Remove from *Name*”，其中*Name*是锁定逻辑与的名称。

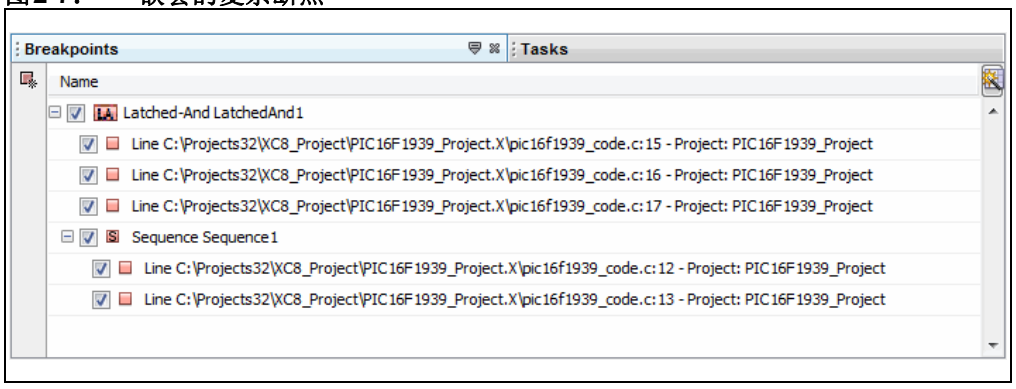
2.7.3 复杂断点嵌套

可以嵌套复杂断点来创建更复杂的中断组合。

要将一组复杂断点嵌套到另一组中：

1. 创建两组复杂断点（排序、锁定逻辑与或各一组）。
2. 右键单击要嵌套的复杂断点组。
3. 从弹出菜单中，转至“Complex Breakpoint”并选择“Move to *Name*”，其中*Name*是另一个复杂断点组的名称。
4. 第一组将显示在第二组下，从而创建一个组合。

图2-7： 嵌套的复杂断点



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.8 跑表周期计数器

跑表周期计数器（32位宽指令周期计数器）能够执行标准增强型中档器件上存在的基本指令周期计数（所有指令周期均计数在内）。

注： 计数单位为指令周期，而非指令（因为并不是所有指令均在单个周期内执行）。

跑表在*Window>Debugging>Stopwatch*（窗口>调试>跑表）下。

跑表使用两（2）个断点资源。

2.9 触发输入/输出

仿真头能够为外部触发产生输出脉冲并检测来自内部触发的输入脉冲。

- 触发输入/输出硬件
- 触发输入操作
- 触发输出操作

2.9.1 触发输入/输出硬件

仿真头上的引脚可用于触发输入/输出。引脚功能在电路板丝印层标出，即：

- GND——地
- TRIG IN——用于触发输入
- TRIG OUT——用于触发输出

2.9.2 触发输入操作

触发输入（TRIG IN）引脚上的脉冲可用于生成触发条件、暂停和/或触发输出信号。可通过选择*Window>Debugging>Triggers*（窗口>调试>触发）设置触发输入。

选择	说明
极性	触发输入引脚脉冲极性： **正：** 正向脉冲 **负：** 负向脉冲
噪声抑制滤波器	使用滤波器来降低触发输入引脚上的噪声，这可减少来自暂停代码的假触发。 使能或禁止该功能
触发跟踪	当在触发输入引脚上接收到脉冲时，触发跟踪。 使能或禁止该功能

可设置事件断点，使其在检测到触发输入脉冲时中断。请参见**第2.6节“增强型事件断点”**。

2.9.3 触发输出操作

根据断点类型的设置，可在触发输出（TRIG OUT）引脚上输出脉冲：

- 行
- 数据或地址（见**第2.5节“硬件地址/数据断点”**）
- 事件（见**第2.6节“增强型事件断点”**）

可设置断点，使发出脉冲的同时不暂停器件执行。

可通过选择*Window>Debugging>Triggers*设置触发输出。

选择	说明
极性	触发输出引脚脉冲极性： **正**：正向脉冲 **负**：负向脉冲
压摆率限制	限制触发输出脉冲的压摆率。 **使能**：压摆率慢且受到限制 **禁止**：压摆率尽可能快
单次触发	触发输出脉冲持续时间为： **使能**：固定宽度，与MCU工作频率无关 **禁止**：事件本身的长度，具体取决于MCU频率
强制触发输出	单击此按钮以强制产生触发输出脉冲。

触发输出信号的一个方便特性是它可以与发生事件持续一样长的时间。例如，对于客户需要计时看门狗定时器（其超时周期是用户可编程的）的持续时间的情况，以下代码，结合触发输出和SLEEP事件断点功能，使事件计时变得非常简单，而无需采用传统方法：编写一行（特殊的、非生产）代码来控制I/O引脚。

下面为代码示例：

```
    ; ------------------------------------------------------
    ;   T R I G G E R   O U T   T E S T :
    ;   T I M I N G   T H E   W A T C H D O G   T I M E R
    ; ------------------------------------------------------

    ; 1) Ensure the watchdog timer configuration bit is enabled.
    ; 2) Set an Event Breakpoint (Break on SLEEP) to initiate a
    :    'Trigger out' action only.
    ; 3) Connect your oscilloscope probe to the TRIGGER OUT pin and
    ;    set up your oscilloscope to trigger on the rising edge.
    ; 4) Run the following code:

    CLRWDT
    NOP
    NOP
    SLEEP

    ; The expiration of the watchdog timer will wake up the MCU from
    : sleep after ~2 seconds.The trigger out pulse high-time
    ; duration is the duration of the watchdog timer:___---___
    ; Since the default watchdog timer period value is 2 seconds
    : typical, the trigger out pulse measured on the oscilloscope
    ; should be approximately 2 seconds.
    NOP
    NOP
    NOP
Loop_101:
    BRA         Loop_101
    ; ------------------------------------------------------
```


© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

2.10 暂停时查看硬件堆栈

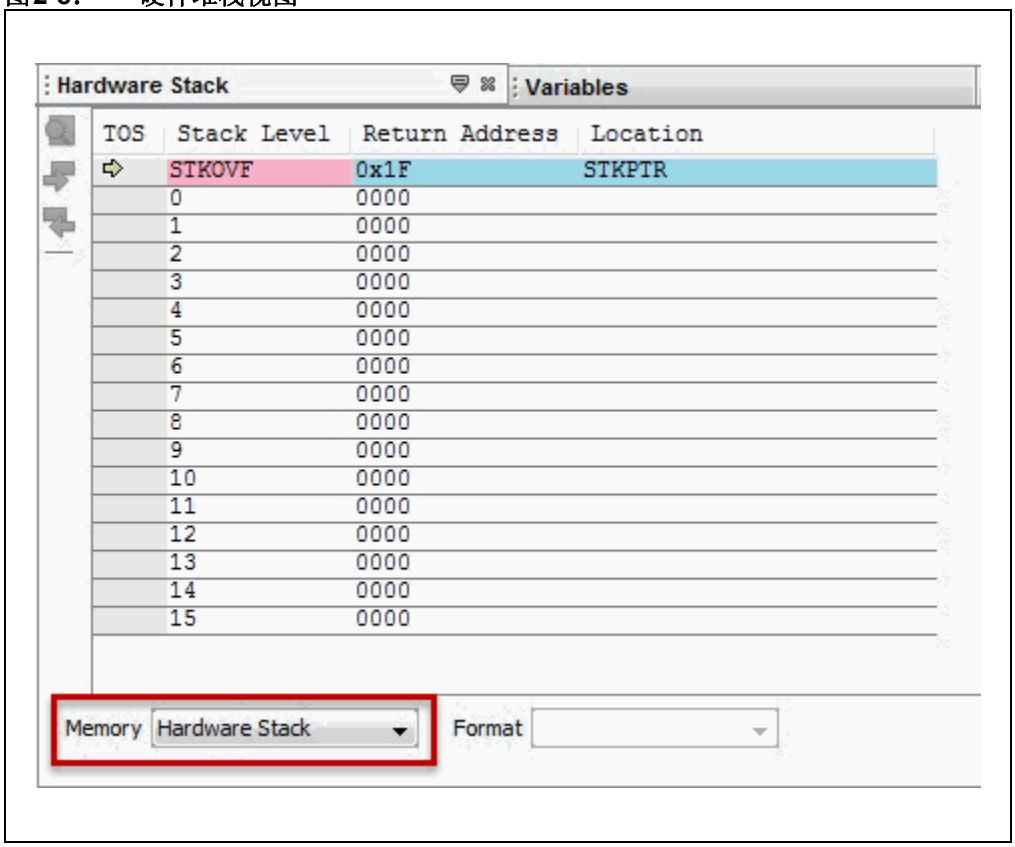
暂停时查看硬件堆栈的内容。

要打开硬件堆栈窗口，请执行以下操作：

1. 选择*Window>PIC Memory Views*（窗口>PIC存储器视图），选择任一存储器窗口类型（例如程序存储器）。
2. 在存储器窗口的“Memory”（存储器）下拉列表中，选择“Hardware Stack”（硬件堆栈）。

第一级堆栈表示为“0”。

图2-8： 硬件堆栈视图



2.11 上一个程序计数器

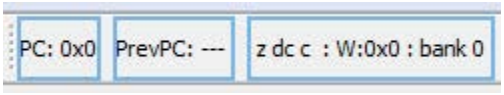
MPLAB X IDE具有上一个程序计数器（PrevPC）显示画面，可按如下所述使用其值。

如果在目标程序（或子程序）的第一条指令上设置了断点，则可通过PrevPC值识别子程序的调用程序或转移。器件在调试会话中暂停时，MPLAB X IDE中的PrevPC显示画面将指示调用或转移指令的地址。

同样，如果在BTFSC对后的指令（不是跳过的指令，而是下一条指令）上设置了断点，PrevPC将识别是否发生了跳过。

此外，发生“执行超出范围”暂停异常时，PrevPC功能可用于识别导致“执行超出范围”暂停异常的异常转移指令。

图2-9： 上一个PC视图



2.12 后台调试

仿真头的片内-ME2器件包含一个后台调试控制接口，您可以在程序正在运行时，甚至是休眠时，使用该接口对RAM存储器、SFR和仿真寄存器进行读/写访问。

注： MPLAB X IDE目前不支持在程序运行/休眠时对RAM存储器和SFR进行写访问，但计划在未来版本中支持该功能。

后台调试功能具有以下优势：

- 允许运行时更改断点（即，运行时地址/数据/复杂/事件断点）。
- 相比调试头（带-ICE或-ICD器件），在较低的MCU工作频率下可实现快很多的单步执行速度。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

第3章 仿真头列表

3.1 简介

目前可用的仿真头及其相关-ME2器件如下表所示，按支持的器件来排列。

表1： 可选仿真头——PIC12/16器件

仿真头支持的器件	引脚数	EEP*部件编号	仿真头上的-ME2器件	VDD最大值
PIC12F1612 PIC16F1613 PIC16F1614 PIC16F1615 PIC16F1618 PIC16F1619	8 14 14 14 20 20	AC244066	PIC16F1619-ME2	5.5V
PIC12LF1612 PIC16LF1613 PIC16LF1614 PIC16LF1615 PIC16LF1618 PIC16LF1619	8 14 14 14 20 20			3.6V
PIC16F1703 PIC16F1704 PIC16F1705 PIC16F1707 PIC16F1708 PIC16F1709 PIC16F1713 PIC16F1716 PIC16F1717 PIC16F1718 PIC16F1719	14 14 14 20 20 20 28 28 40/44 28 40/44	AC244065	PIC16F1719-ME2	5.5V
PIC16LF1703 PIC16LF1704 PIC16LF1705 PIC16LF1707 PIC16LF1708 PIC16LF1709 PIC16LF1713 PIC16LF1716 PIC16LF1717 PIC16LF1718 PIC16LF1719	14 14 14 20 20 20 28 28 40/44 28 40/44			3.6V

*请参见**第1.1节“什么是仿真扩展包？”**。

表1： 可选仿真头——PIC12/16器件（续）

仿真头支持的器件	引脚数	EEP*部件编号	仿真头上的-ME2器件	VDD最大值
PIC16F1782 PIC16F1783 PIC16F1784 PIC16F1786 PIC16F1787 PIC16F1788 PIC16F1789	28 28 40/44 28 40/44 28 40/44	AC244064	PIC16F1789-ME2	5.5V
PIC16LF1782 PIC16LF1783 PIC16LF1784 PIC16LF1786 PIC16LF1787 PIC16LF1788 PIC16LF1789	28 28 40/44 28 40/44 28 40/44			3.6V
PIC12F1822 PIC12F1840 PIC16F1823 PIC16F1824 PIC16F1825 PIC16F1826 PIC16F1827 PIC16F1828 PIC16F1829 PIC16F1847	8 8 14 14 14 18 18 20 20 18	AC244063	PIC16F1829-ME2	5.5V
PIC12LF1822 PIC12LF1840 PIC16LF1823 PIC16LF1824 PIC16LF1825 PIC16LF1826 PIC16LF1827 PIC16LF1828 PIC16LF1829 PIC16LF1847	8 8 14 14 14 18 18 20 20 18			3.6V
PIC16F1933 PIC16F1934 PIC16F1936 PIC16F1937 PIC16F1938 PIC16F1939	28 40/44 28 40/44 28 40/44	AC244055	PIC16F1939-ME2	5.5V
PIC16LF1933 PIC16LF1934 PIC16LF1936 PIC16LF1937 PIC16LF1938 PIC16LF1939	28 40/44 28 40/44 28 40/44			3.6V

*请参见**第1.1节“什么是仿真扩展包？”**。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

3.2 AC244055

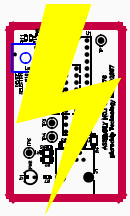
3.2.1 仿真头标识

AC编号用于订购包含仿真头的仿真扩展包。但是，该编号未标识在仿真头上，原因是插入不同的-ME2器件可将该电路板用于多款仿真头。可使用以下信息来识别此种仿真头。

AC编号	-ME2器件	电路板组装号
AC244055	PIC16F1939-ME2	02-10039

3.2.2 仿真头设置和工作原理

使用此种仿真头时，需要使用J5来选择器件类型。



注意事项

仿真头损坏。
选择错误的器件类型可能导致器件损坏，特别是在VDD（相对于Vss）大于3.6V时。

另外，可使用J3使能电源LED。J6不是跳线，而是一组引脚，可用于触发输入和/或触发输出信号。

跳线	名称	设置	功能	注
J3	LED使能	开路	禁止电源LED指示灯	
		短路	使能电源LED指示灯	
J5	仿真选择	引脚1-2	仿真F器件（最大值为5.5V）	注1
		引脚2-3	仿真LF器件（最大值为3.6V！）	
J6	触发I/O	引脚1	接地	注2
		引脚2	用于触发输入	
			用于触发输出	

注1： 不要在仿真头通电时更改该设置。请先关掉电源。

注2： 请参见**第2.9节“触发输入/输出”**。

3.2.3 仿真头限制和勘误

请参见调试工具在线帮助文件中的“限制”章节了解详细信息。

有关芯片勘误，请参见：

第A.3节“硬件断点问题”

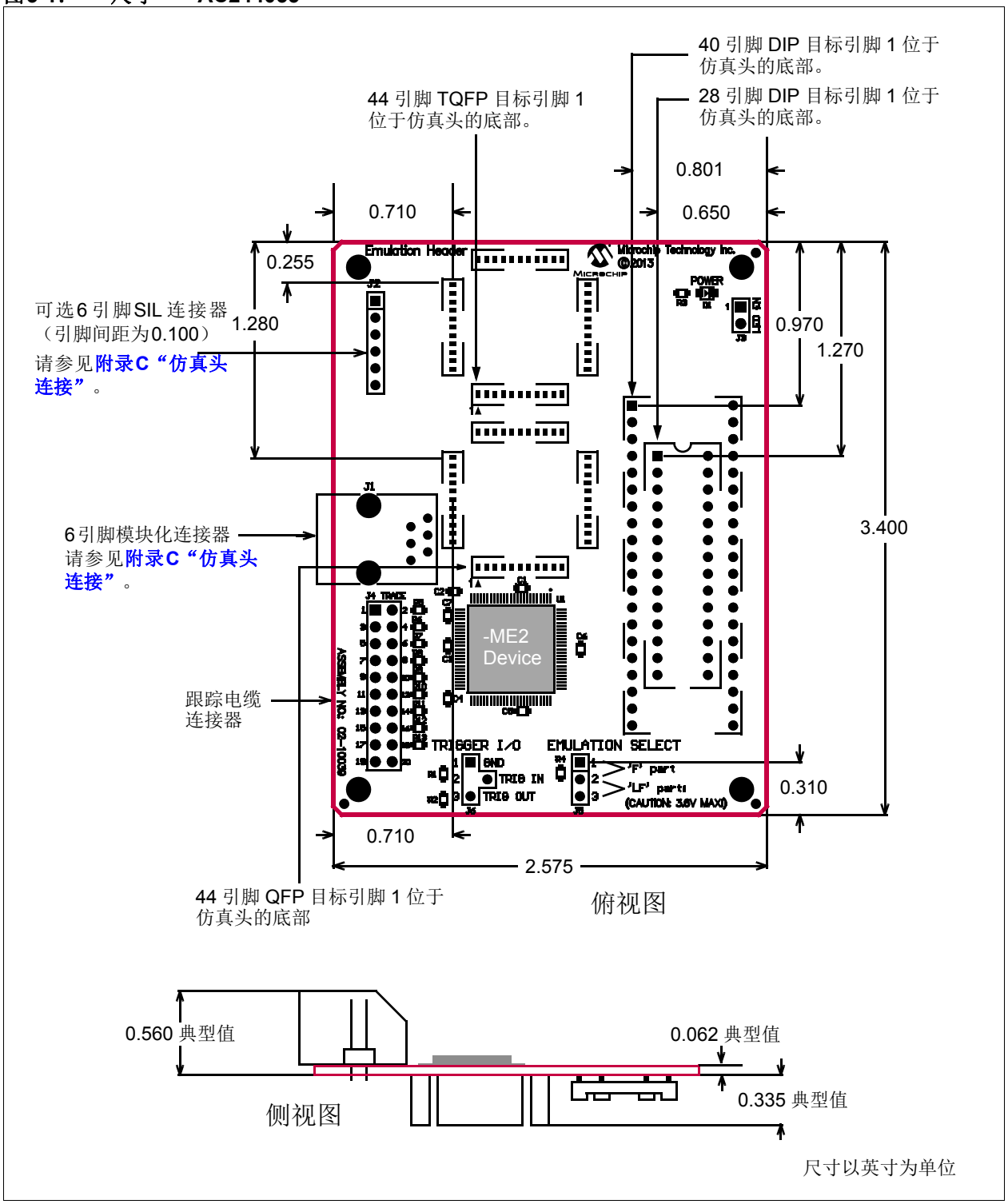
第A.4节“多周期指令处理期间的触发输入/暂停”

3.2.4 仿真头尺寸

下图列出了此种仿真头的尺寸。尺寸是设计值，以英寸为单位。

如果仿真头的长度和/或宽度过大而无法放置在目标板上，可考虑在仿真头连接插座中使用排针、单列直插式引脚、转接插座或其他扩展器，将仿真头托高在目标板上方。

图3-1： 尺寸——AC244055



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

3.3 AC244063

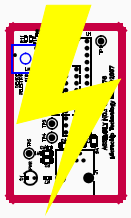
3.3.1 仿真头标识

AC编号用于订购包含仿真头的仿真扩展包。但是，该编号未标识在仿真头上，原因是插入不同的-ME2器件可将该电路板用于多款仿真头。可使用以下信息来识别此种仿真头。

AC编号	-ME2器件	电路板组装号
AC244063	PIC16F1829-ME2	02-10212

3.3.2 仿真头设置和工作原理

使用此种仿真头时，需要使用J5来选择器件类型。



注意事项

仿真头损坏。
选择错误的器件类型可能导致器件损坏，特别是在Vdd（相对于Vss）大于3.6V时。

另外，可使用J3使能电源LED。
J7、J8和J9是一组引脚，可用于触发输入/触发输出信号。

跳线	名称	设置	功能	注
J3	LED使能	开路	禁止电源LED指示灯	
		短路	使能电源LED指示灯	
J5	仿真选择	引脚1-2	仿真F器件（最大值为5.5V）	注1
		引脚2-3	仿真LF器件（最大值为3.6V！）	
J6	器件封装	引脚1-2	18引脚器件	注1
		引脚2-3	8/14/20引脚器件	
J7	触发I/O	引脚1	接地	注2
J8		引脚2	用于触发输入	
J9		引脚3	用于触发输出	

注1： 不要在仿真头通电时更改该设置。请先关掉电源。
注2： 请参见**第2.9节“触发输入/输出”**。

3.3.3 仿真头限制

请参见调试工具在线帮助文件中的“限制”章节了解详细信息。

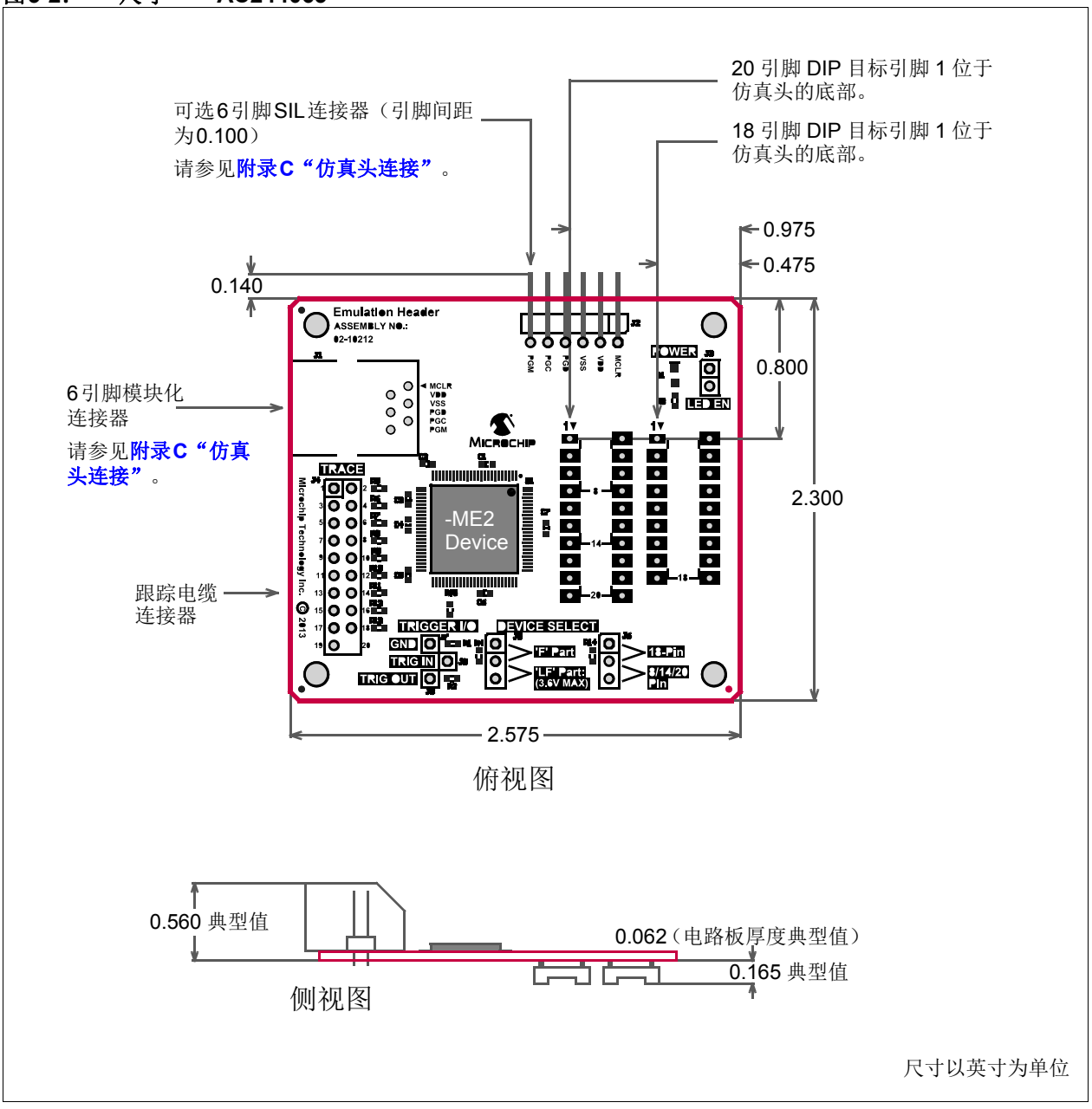
有关芯片勘误，请参见：
第A.4节“多周期指令处理期间的触发输入/暂停”。

3.3.4 仿真头尺寸

下图列出了此种仿真头的尺寸。尺寸是设计值，以英寸为单位。

如果仿真头的长度和/或宽度过大而无法放置在目标板上，可考虑在仿真头连接插座中使用排针、单列直插式引脚、转接插座或其他扩展器，将仿真头托高在目标板上方。

图3-2： 尺寸——AC244063



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

3.4 AC244064

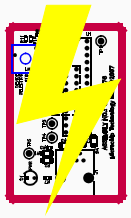
3.4.1 仿真头标识

AC编号用于订购包含仿真头的仿真扩展包。但是，该编号未标识在仿真头上，原因是插入不同的-ME2器件可将该电路板用于多款仿真头。可使用以下信息来识别此种仿真头。

AC编号	-ME2器件	电路板组装号
AC244064	PIC16F1789-ME2	02-10039

3.4.2 仿真头设置和工作原理

使用此种仿真头时，需要使用J5来选择器件类型。



注意事项

仿真头损坏。
选择错误的器件类型可能导致器件损坏，特别是在VDD（相对于Vss）大于3.6V时。

另外，可使用J3使能电源LED。
J6不是跳线，而是一组引脚，可用于触发输入/触发输出信号。

跳线	名称	设置	功能	注
J3	LED使能	开路	禁止电源LED指示灯	
		短路	使能电源LED指示灯	
J5	仿真选择	引脚1-2	仿真F器件（最大值为5.5V）	注1
		引脚2-3	仿真LF器件（最大值为3.6V！）	
J6	触发I/O	引脚1	接地	注2
		引脚2	用于触发输入	
		引脚3	用于触发输出	

注1： 不要在仿真头通电时更改该设置。请先关掉电源。
注2： 请参见**第2.9节“触发输入/输出”**。

3.4.3 仿真头限制和勘误

请参见调试工具在线帮助文件中的“限制”章节了解详细信息。

有关芯片勘误，请参见：

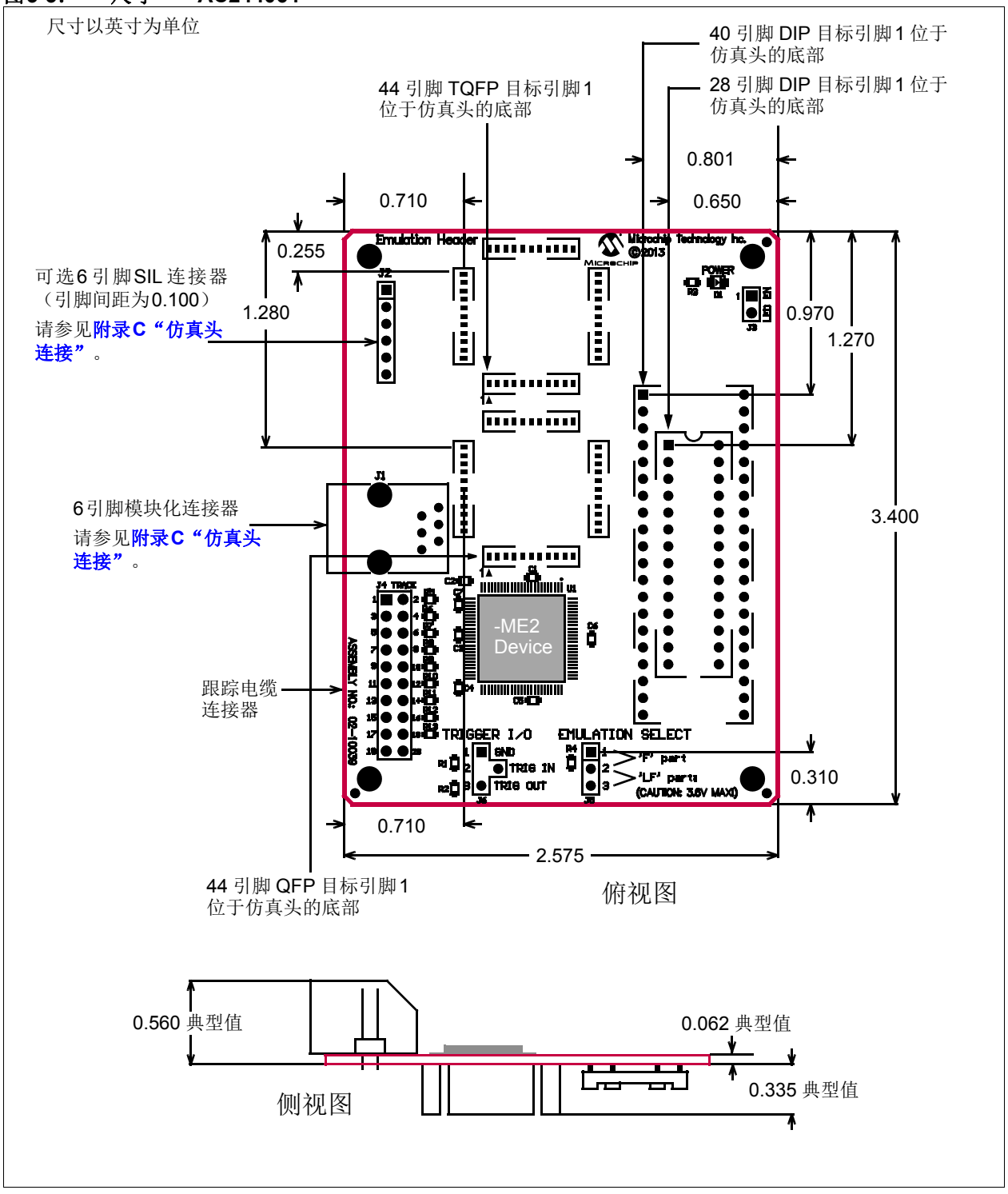
第A.2节“CCP3捕捉”。
第A.4节“多周期指令处理期间的触发输入/暂停”。

3.4.4 仿真头尺寸

下图列出了此种仿真头的尺寸。尺寸是设计值，以英寸为单位。

如果仿真头的长度和/或宽度过大而无法放置在目标板上，可考虑在仿真头连接插座中使用排针、单列直插式引脚、转接插座或其他扩展器，将仿真头托高在目标板上方。

图3-3： 尺寸——AC244064



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

3.5 AC244065

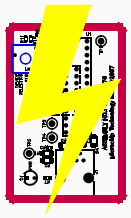
3.5.1 仿真头标识

AC编号用于订购包含仿真头的仿真扩展包。但是，该编号未标识在仿真头上，原因是插入不同的-ME2器件可将该电路板用于多款仿真头。可使用以下信息来识别此种仿真头。

AC编号	-ME2器件	电路板组装号
AC244065	PIC16F1719-ME2	02-10315

3.5.2 仿真头设置和工作原理

使用此种仿真头时，需要使用JP2来选择器件类型。



注意事项

仿真头损坏。
选择错误的器件类型可能导致器件损坏，特别是在V_{DD}（相对于V_{SS}）大于3.6V时。

另外，可使用JP1使能电源LED。TP1-3不是跳线，而是一组测试点，可用于触发输入/触发输出信号。

跳线	名称	设置	功能	注
JP1	LED使能	开路	禁止电源LED指示灯	
		短路	使能电源LED指示灯	
JP2	仿真选择	引脚1-2	仿真F器件（最大值为5.5V）	注1
		引脚2-3	仿真LF器件（最大值为3.6V！）	
JP3	器件封装	引脚1-2	28/40/44引脚器件	注1
		引脚2-3	14/20引脚器件	
TP1	触发I/O		接地	注2
TP2			用于触发输入	
TP3			用于触发输出	

注1： 不要在仿真头通电时更改该设置。请先关掉电源。
注2： 请参见**第2.9节“触发输入/输出”**。

3.5.3 仿真头限制和勘误

请参见调试工具在线帮助文件中的“限制”章节了解详细信息。

有关芯片勘误，请参见：

第A.2节“CCP3捕捉”。

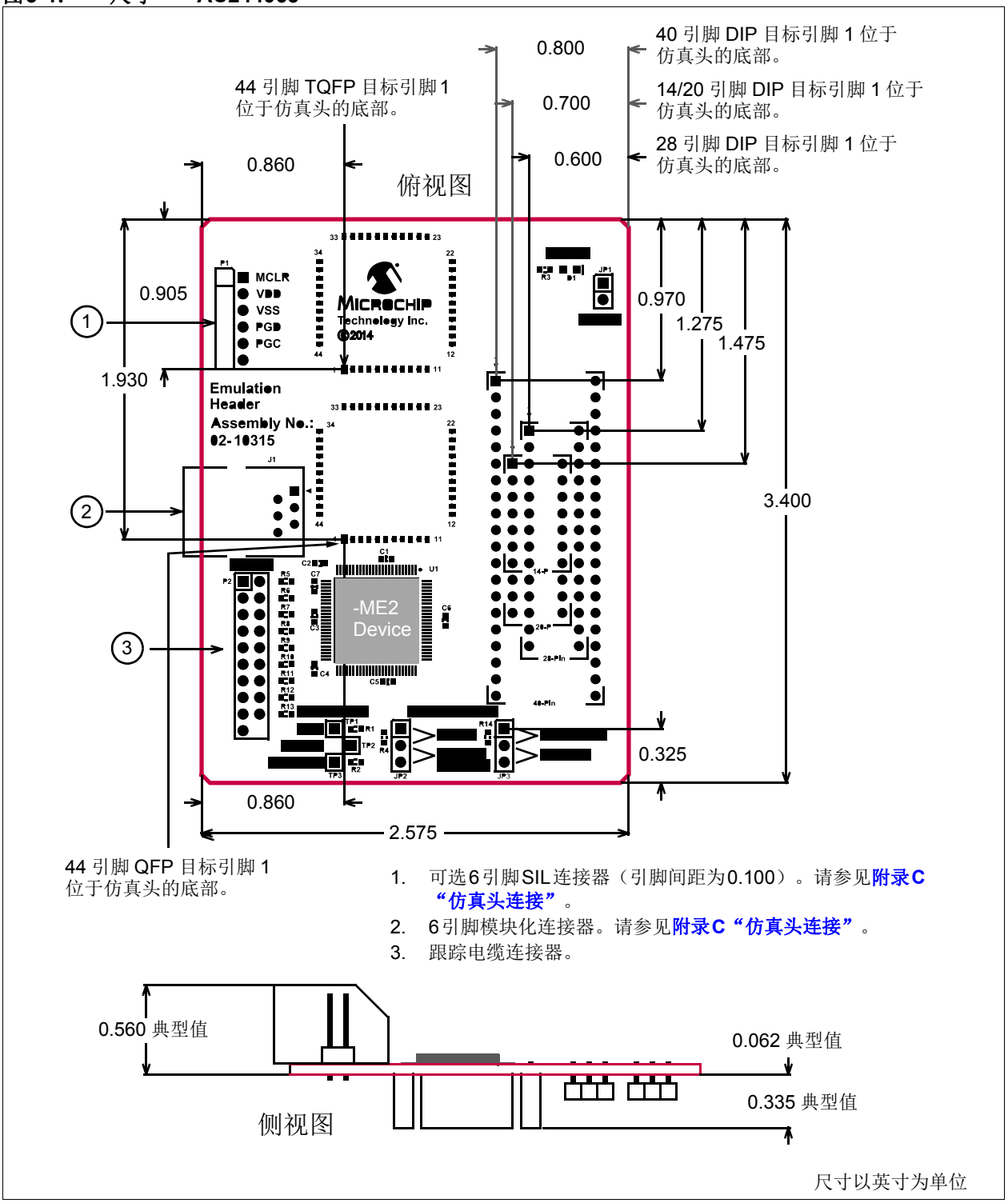
第A.4节“多周期指令处理期间的触发输入/暂停”。

3.5.4 仿真头尺寸

下图列出了此种仿真头的尺寸。尺寸是设计值，以英寸为单位。

如果仿真头的长度和/或宽度过大而无法放置在目标板上，可考虑在仿真头连接插座中使用排针、单列直插式引脚、转接插座或其他扩展器，将仿真头托高在目标板上方。

图3-4： 尺寸——AC244065



© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

3.6 AC244066

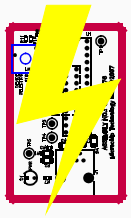
3.6.1 仿真头标识

AC编号用于订购包含仿真头的仿真扩展包。但是，该编号未标识在仿真头上，原因是插入不同的-ME2器件可将该电路板用于多款仿真头。可使用以下信息来识别此种仿真头。

AC编号	-ME2器件	电路板组装号
AC244066	PIC16F1619-ME2	02-10384

3.6.2 仿真头设置和工作原理

使用此种仿真头时，需要使用JP2来选择器件类型。



注意事项

仿真头损坏。
选择错误的器件类型可能导致器件损坏，特别是在V_{DD}（相对于V_{SS}）大于3.6V时。

另外，可使用JP1使能电源LED。
J7-J9不是跳线，而是一组测试点，可用于触发输入/触发输出信号。

跳线	名称	设置	功能	注
JP1	LED使能	开路	禁止电源LED指示灯	
		短路	使能电源LED指示灯	
JP2	仿真选择	引脚1-2	仿真F器件（最大值为5.5V）	注1
		引脚2-3	仿真LF器件（最大值为3.6V！）	
J7	触发I/O		接地	注2
J8			用于触发输入	
J9			用于触发输出	

注1： 不要在仿真头通电时更改该设置。请先关掉电源。
注2： 请参见**第2.9节“触发输入/输出”**。

3.6.3 仿真头限制和勘误

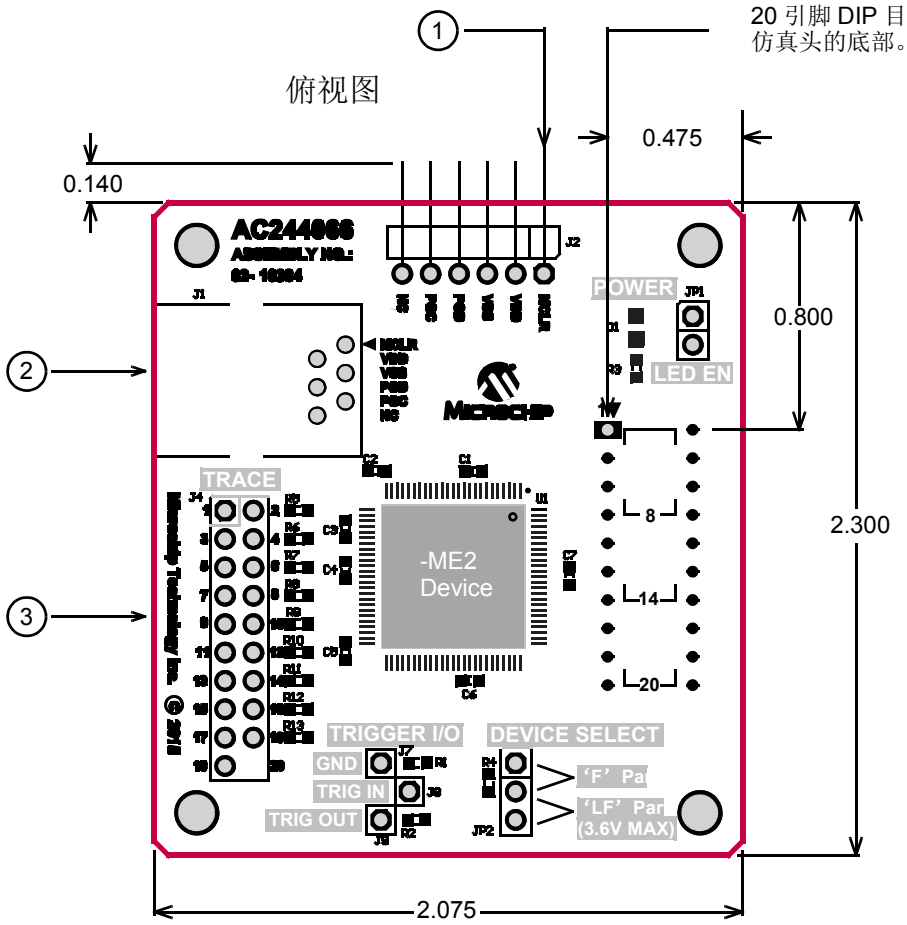
请参见调试工具在线帮助文件中的“限制”章节了解详细信息。

3.6.4 仿真头尺寸

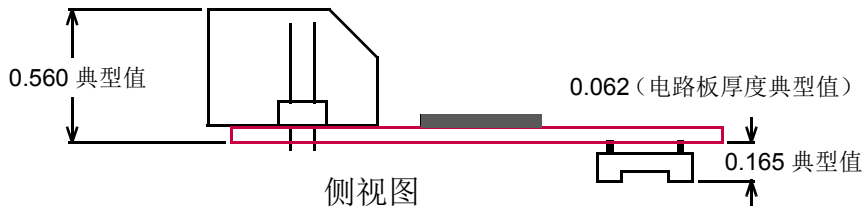
下图列出了此种仿真头的尺寸。尺寸是设计值，以英寸为单位。

如果仿真头的长度和/或宽度过大而无法放置在目标板上，可考虑在仿真头连接插座中使用排针、单列直插式引脚、转接插座或其他扩展器，将仿真头托高在目标板上方。

图3-5： 尺寸——AC244066



1. 可选6引脚SIL连接器（引脚间距为0.100）。请参见**附录C“仿真头连接”**。
2. 6引脚模块化连接器。请参见**附录C“仿真头连接”**。
3. 跟踪电缆连接器。



尺寸以英寸为单位

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

附录A -ME2芯片勘误

A.1 简介

所有仿真头电路板都安装有一个特殊的-ME2器件。在某些情况下，-ME2芯片有勘误，即器件因芯片问题而未按预期工作。

已知勘误包括：

- CCP3捕捉
- 硬件断点问题
- 多周期指令处理期间的触发输入/暂停

A.2 CCP3捕捉

当RE0的输入阈值控制配置为TTL时，会忽略CCP3捕捉输入。这适用于以下器件的芯片版本C0。

PIC16F1789-ME2（AC244064）：

- PIC16(L)F1784
- PIC16(L)F1787

变通方法：使用ST阈值。

A.3 硬件断点问题

使用该仿真头调试C语言或汇编语言代码时，硬件断点在以下被仿真器件的0x3FF存储单元之后不起作用。

PIC16F1939-ME2（AC244055）：

- PIC16(L)F1936
- PIC16(L)F1937

变通方法：

1. 可对这四个器件使用软件断点（警告：软件断点无法提供硬件断点的高级功能）。
2. 需要使用硬件断点进行调试的任何函数可明确（和暂时）存放到低于0x400的程序存储区域，直至正确调试该函数。

   在MPLAB XC8 C编译器的C语言中，这可通过使用如下所示的`@ address`构造来实现，该构造将`function_1`定位到程序存储器基地址`0x200`。

```
void function_1(void) @ 0x200
{
    asm("NOP");
    asm("NOP");
    asm("NOP");
}
```

在MPASM汇编器的汇编语言中，这可通过使用如下所示的CODE伪指令来实现，该伪指令将function_1定位到程序存储器基地址0x200。

```
HW_BRKPT CODE 0x0200

function_1:

    NOP
    NOP
    NOP

    RETURN
```

A.4 多周期指令处理期间的触发输入/暂停

对于某些-ME2器件，如果在多周期指令处理期间出现触发输入/暂停事件，则可能导致仿真器无法在进入暂停状态之前正确执行/完成指令。这适用于以下-ME2产品：

PIC16(L)F1939-ME2（AC244055）

PIC16(L)F1829-ME2（AC244063）

PIC16(L)F1789-ME2（AC244064）

PIC16(L)F1719-ME2（AC244065）

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

附录B 仿真头目标封装

B.1 简介

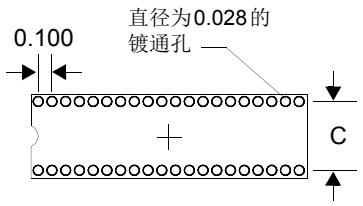
要将仿真头直接连接到目标板而不使用转接插座，以下信息将有所帮助。

- DIP器件封装
- TQFP/PLCC器件封装

B.2 DIP器件封装

所示的DIP器件适配器封装可插入类似Samtec系列APA插座的适配器插座。这些插座可在开发/仿真期间直接焊接到封装所在位置，而无需其他插座。

图B-1： DIP封装



除非另外声明，否则尺寸均以英寸为单位。

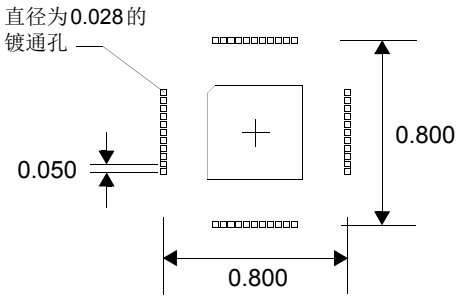
DIP绘图为40引脚。

DIP	C
8引脚	0.300
14引脚	0.300
18引脚	0.300
20引脚	0.300
28引脚	0.300
40引脚	0.600

B.3 TQFP/PLCC器件封装

所示的TQFP/PLCC器件适配器封装可插入类似Samtec系列DWM 0.050间距堆叠连接器的电路板堆叠连接器。这些堆叠连接器可在开发/仿真期间直接焊接到封装所在位置，而无需其他插座。

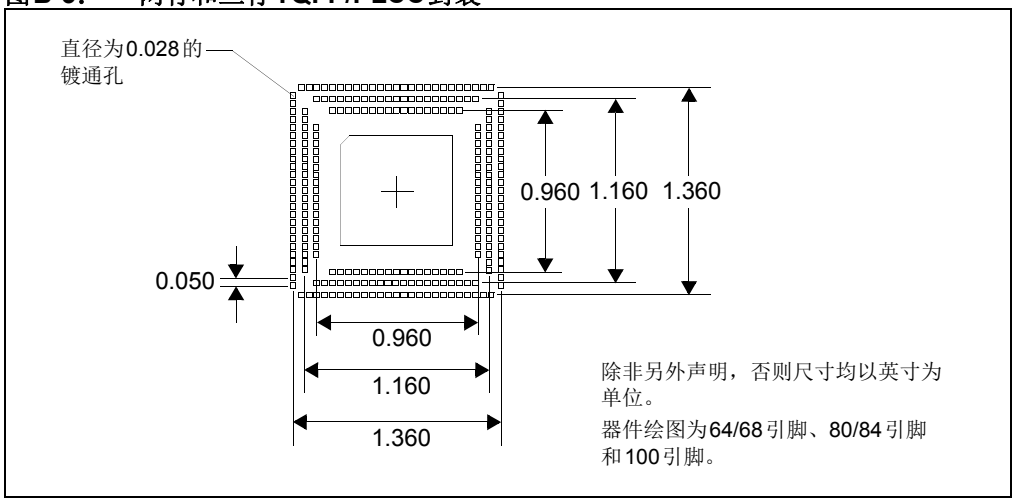
图B-2： 单行TQFP/PLCC封装



除非另外声明，否则尺寸均以英寸为单位。

器件绘图为44引脚TQFP/PLCC封装。

图B-3： 两行和三行TQFP/PLCC封装



仿真头引脚排列与PLCC封装匹配。PLCC将按如下所述映射到TQFP：

仿真头到44引脚TQFP——一对一映射。

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

附录C 仿真头连接

C.1 简介

本章介绍了以下类型的仿真头连接器，并提供了将开发工具连接到仿真头的相关信息。此处讨论的主题包括：

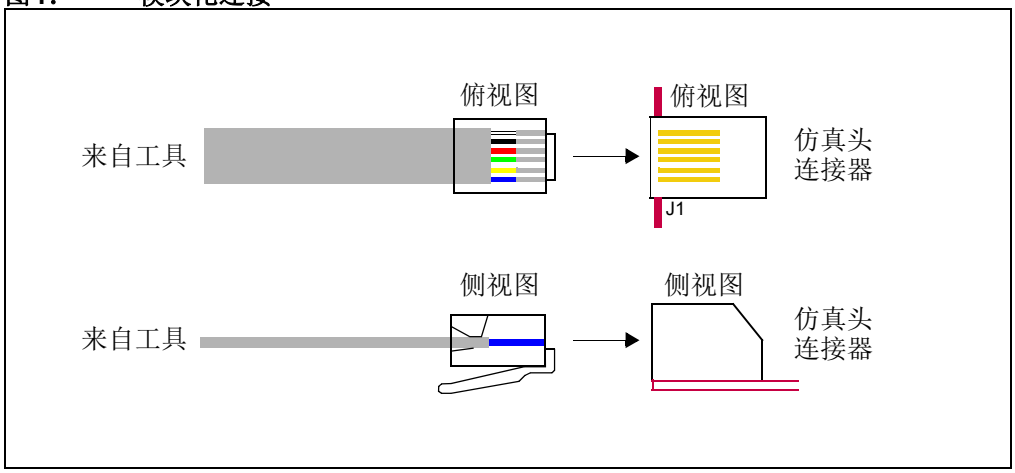
- 6引脚模块化连接器
- 6引脚SIL连接器
- 模块化到SIL适配器
- 订购信息

C.2 6引脚模块化连接器

使用6引脚模块化（RJ-11/ICSP）连接器的仿真头可直接连接到以下工具：

- MPLAB REAL ICE在线仿真器（标准驱动板）
- MPLAB ICD 2/3

图1： 模块化连接



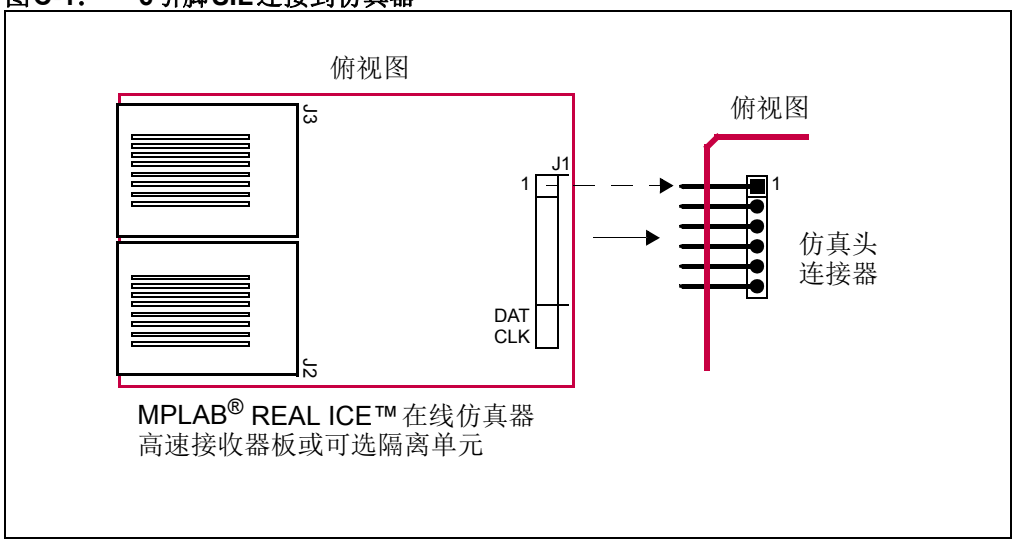
C.3 6引脚SIL连接器

使用6引脚SIL（单列直插式）连接器的仿真头与PICkit 3兼容，也可与MPLAB REAL ICE在线仿真器配合使用。

连接到标准驱动板的6引脚模块化电缆可通过模块化到SIL适配器连接到仿真头的6个引脚上。

高速驱动板或可选隔离单元的8引脚插座可直接连接到仿真头的6个引脚上。请确保该电路板上的引脚1与仿真头上的引脚1对齐。

图C-1： 6引脚SIL连接到仿真器

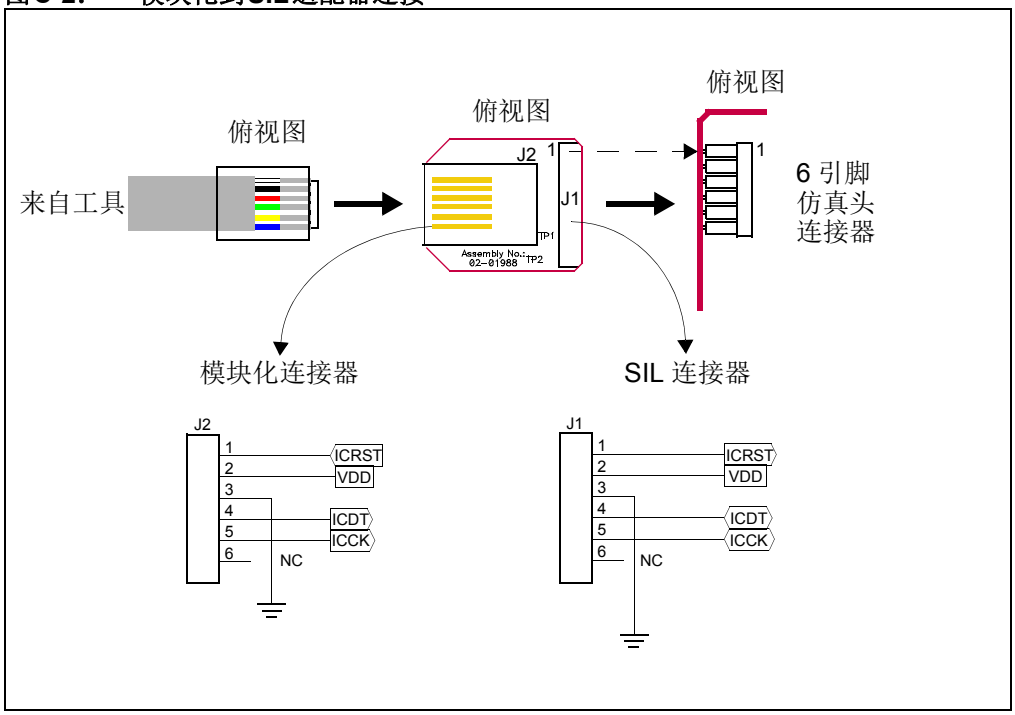


© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

C.4 模块化到SIL适配器

可使用该适配器来将6引脚模块化连接器连接到6引脚SIL连接器。请确保将J1的引脚1与6引脚仿真头连接器的引脚1对齐。

图C-2： 模块化到SIL适配器连接



C.5 订购信息

要订购本章所述的开发工具和其他硬件，请参见下表。

表C-1： MICROCHIP硬件订购编号

硬件	订购编号
MPLAB® REAL ICE™在线仿真器（标准通信）	DV244005
MPLAB REAL ICE在线仿真器（高速通信）——高性能包	AC244002
MPLAB REAL ICE隔离单元（使用高速通信）	AC244005
模块化到SIL适配器	AC164110

注：

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

附录D 版本历史

D.1 版本A（2014年）

本文档的初始版本。

D.2 版本B（2015年10月）

- 第1章“EEP和仿真头概述”——经过重新编排以实现更规范的信息流。
- 第2章“仿真头功能”——经过重新编排以实现更规范的信息流。在工具支持表中增加了新内容：“断点、运行时观察和跟踪资源”、“运行时观察”、“暂停时查看硬件堆栈”和“上一个程序计数器”。在“硬件地址/数据断点”和“增强型事件断点”中增加了内容。
- 第3章“仿真头列表”——增加了AC244065和AC244066。
- 附录A“-ME2芯片勘误”——增加了这一章。有些内容来自上一章。

注：

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

索引

数字

6引脚模块化连接器 45
6引脚SIL连接器 46

A

AC244055 31
AC244063 33
AC244064 35
AC244065 37
AC244066 39

B

编程非-ICD器件 11

C

触发输入/输出 25

D

DTS 6
订购硬件 47
断点
    锁定逻辑与 24
    序列 23

F

复杂断点 23, 24

H

后台调试 28

J

校准位 11

M

-ME2器件 10
MPLAB X IDE 11
模块化到SIL适配器 47
模块化连接器 45

P

PIC12F1822 30
PIC12F1840 30
PIC12LF1822 30
PIC12LF1840 30
PIC16F1703 29
PIC16F1704 29
PIC16F1705 29
PIC16F1707 29
PIC16F1708 29
PIC16F1709 29
PIC16F1713 29
PIC16F1716 29
PIC16F1717 29
PIC16F1718 29
PIC16F1719 29
PIC16F1782 30
PIC16F1783 30
PIC16F1784 30
PIC16F1786 30
PIC16F1787 30
PIC16F1788 30
PIC16F1789 30
PIC16F1823 30
PIC16F1824 30
PIC16F1825 30
PIC16F1826 30
PIC16F1827 30
PIC16F1828 30
PIC16F1829 30
PIC16F1847 30
PIC16F1933 30
PIC16F1934 30
PIC16F1936 30
PIC16F1937 30
PIC16F1938 30
PIC16F1939 30
PIC16LF1703 29
PIC16LF1704 29
PIC16LF1705 29
PIC16LF1707 29
PIC16LF1708 29
PIC16LF1709 29
PIC16LF1713 29
PIC16LF1716 29
PIC16LF1717 29
PIC16LF1718 29
PIC16LF1719 29
PIC16LF1782 30
PIC16LF1783 30
PIC16LF1784 30
PIC16LF1786 30
PIC16LF1787 30
PIC16LF1788 30
PIC16LF1789 30
PIC16LF1823 30
PIC16LF1824 30
PIC16LF1825 30
PIC16LF1826 30
PIC16LF1827 30
PIC16LF1828 30
PIC16LF1829 30
PIC16LF1847 30
PIC16LF1933 30
PIC16LF1934 30

PIC16LF1936 30
PIC16LF1937 30
PIC16LF1938 30
PIC16LF1939 30

S

实时跟踪 15
时钟速度 16
锁定逻辑与 24

T

跳线设置 31, 33, 35, 37, 39

W

Vddcore最大值 29
Vdd最大值 29

X

性能 11

Y

引脚数 29

Z

转接插座 10

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

07/14/15

© 2015-2016 Microchip Technology Inc.