
使用 MPLAB® Harmony 配置器 (MHC) 创建 “Hello World” 应用程序

简介

MPLAB® Harmony 是一个软件框架，由多种具有兼容性和互操作性的库组成，这些库中包含外设驱动程序、中间件、系统服务以及第三方库。MPLAB Harmony 配置器 (MPLAB Harmony Configurator, MHC) 是一款基于 GUI 的工具，可简便地启用和配置各种 MPLAB Harmony 库组件。MHC 是 MPLAB X IDE 的插件，包含在 MPLAB Harmony 软件框架安装包中。MHC 提供的 GUI 可用于：

- 启用和配置 MPLAB Harmony 库
- 配置系统时钟
- 将引脚分配给外设，并配置 I/O 引脚上可用的各个选项
- 使用图形设计器套件设计显示 UI
- 使用显示管理器和许多其他功能配置新显示

目录

简介.....	1
1. 使用 MHC 创建 Hello World 应用程序.....	3
2. 参考资料.....	14
Microchip 网站.....	15
变更通知客户服务.....	15
客户支持.....	15
Microchip 器件代码保护功能.....	15
法律声明.....	16
商标.....	16
DNV 认证的质量管理体系.....	17
全球销售及服务网点.....	18

1. 使用 MHC 创建 Hello World 应用程序

本节介绍如何使用 MHC 创建一个简单的 MPLAB Harmony 应用程序。该应用程序可向计算机上运行的控制台发送“Hello World!”字符串。

在开始之前，我们假设您已安装 MPLAB Harmony 和 MHC 插件。请参考 *Volume I: Getting Started With MPLAB Harmony Libraries and Applications > Prerequisites* 以了解要求。如果未安装 MHC 插件，请参考以下网址中提供的步骤：<http://microchipdeveloper.com/harmony:mhc-installation>。

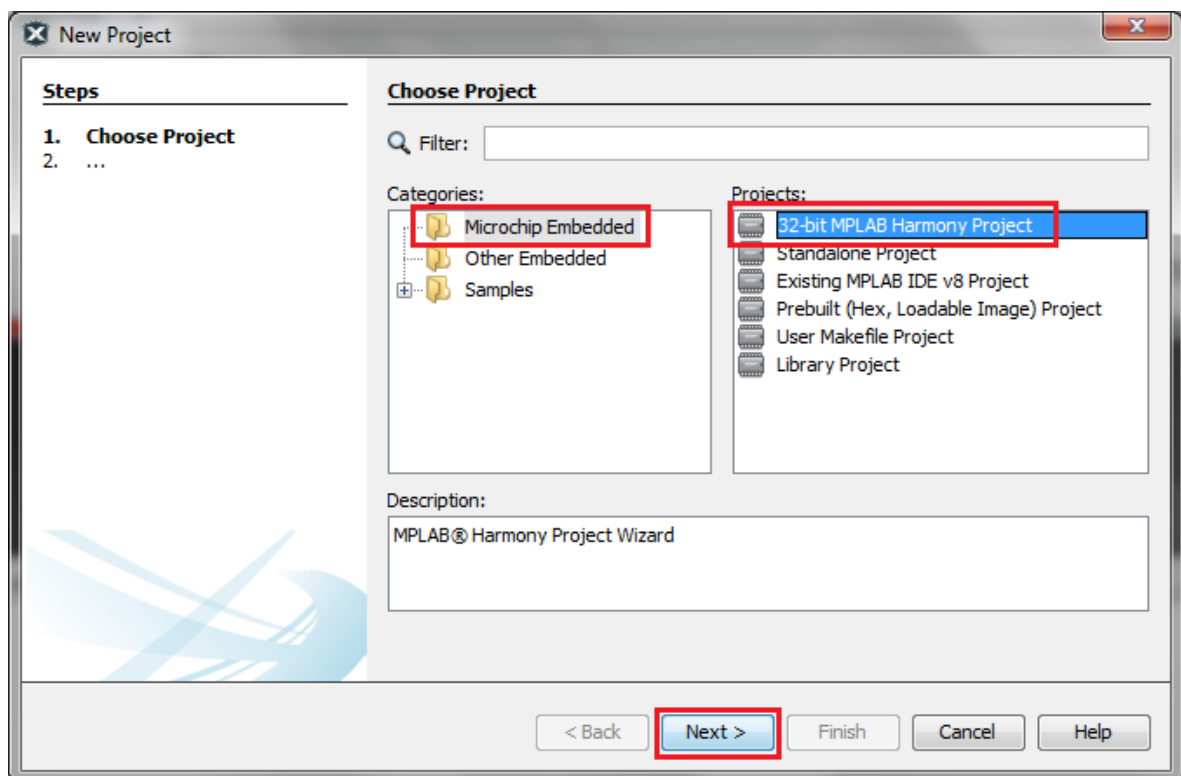
本示例中使用的演示板是具有浮点单元的 PIC32MZ 嵌入式连接（Embedded Connectivity with Floating Point Unit, EF）入门工具包。本示例中使用了 MPLAB X IDE 版本 3.61 和 MHC 插件版本 2.04。

第 1 步：创建基于 MPLAB Harmony 的项目

1. 在 MPLAB X IDE 中，选择 **File (文件) > New Project (新建项目)**（或者单击“New Project”图标）。
2. 在“Categories”（类别）中，选择 **Microchip Embedded**（Microchip 嵌入式），在项目中选择 **32-bit MPLAB Harmony Project**（32 位 MPLAB Harmony 项目），然后单击 **Next**（下一步）。请参见图 1-1。

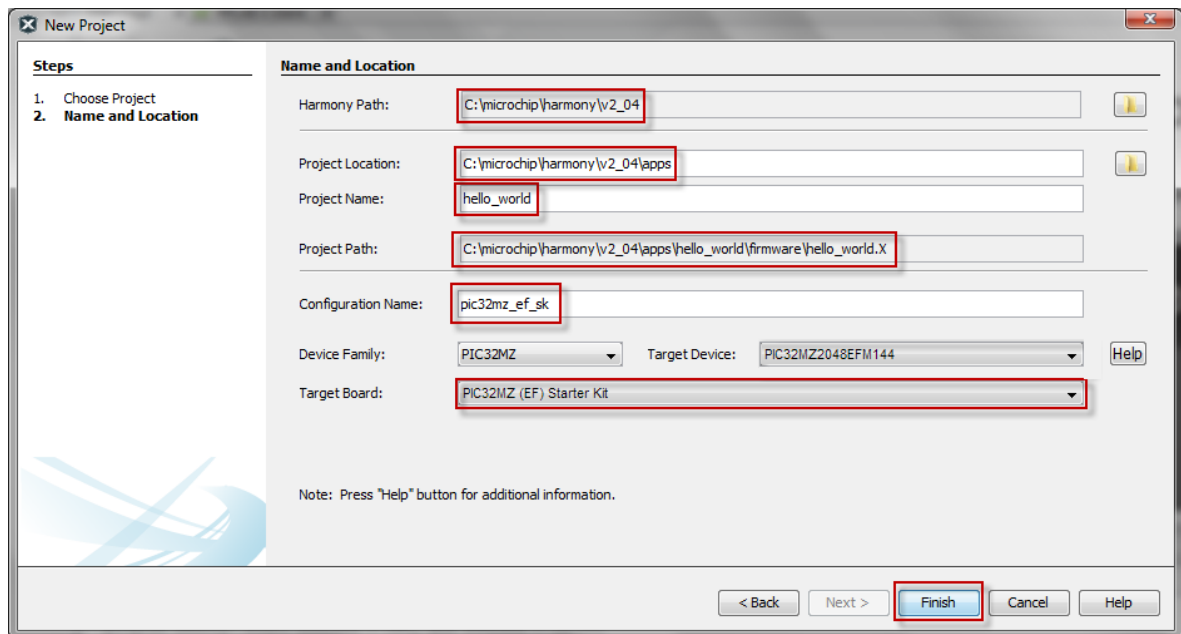
注： 如果没有看到选项 *32-Bit MPLAB Harmony Project*，请下载并安装 MPLAB Harmony 后再继续学习此教程。

图 1-1. 创建基于 MPLAB Harmony 的项目



3. 在“New Project”对话框中指定项目详细信息，如图 1-2 中所示。

图 1-2. 创建基于 MPLAB Harmony 的项目（续）



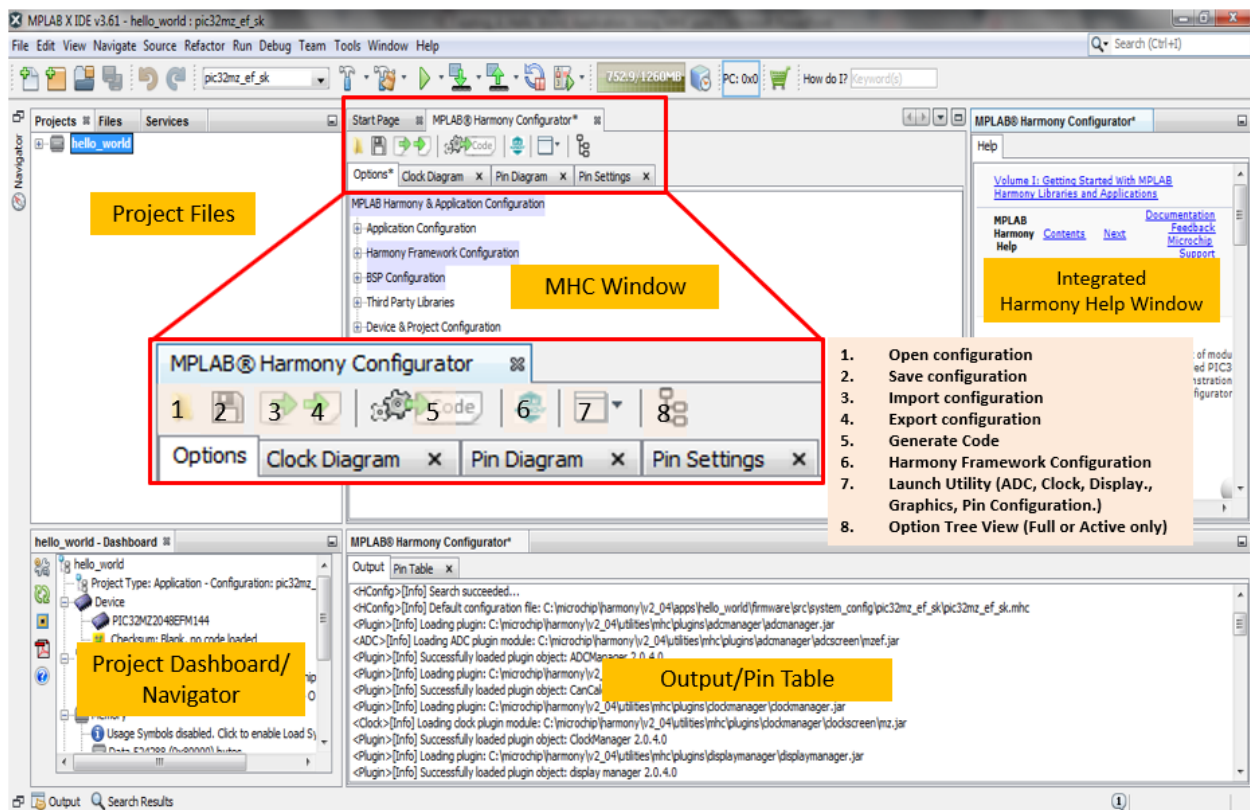
4. 单击“Finish”（完成）。

随后将创建基于 MPLAB Harmony 的项目并启动 MHC，如图 1-3 中所示。通过在 MPLAB X IDE 中导航到 **Tools**（工具）> **Embedded**（嵌入式），可以随时启动 MHC。

注：

1. 如果使用的是其他 MPLAB Harmony 版本或者 MPLAB Harmony 未安装在默认位置，MPLAB Harmony 的路径可能会不同。
2. 系统将根据所选的目标板选择对应的板级支持包（Board Support Package, BSP）。BSP 会将器件引脚分配给各个板功能，并根据板的时钟源设置器件的时钟树。

图 1-3. MHC 用户界面

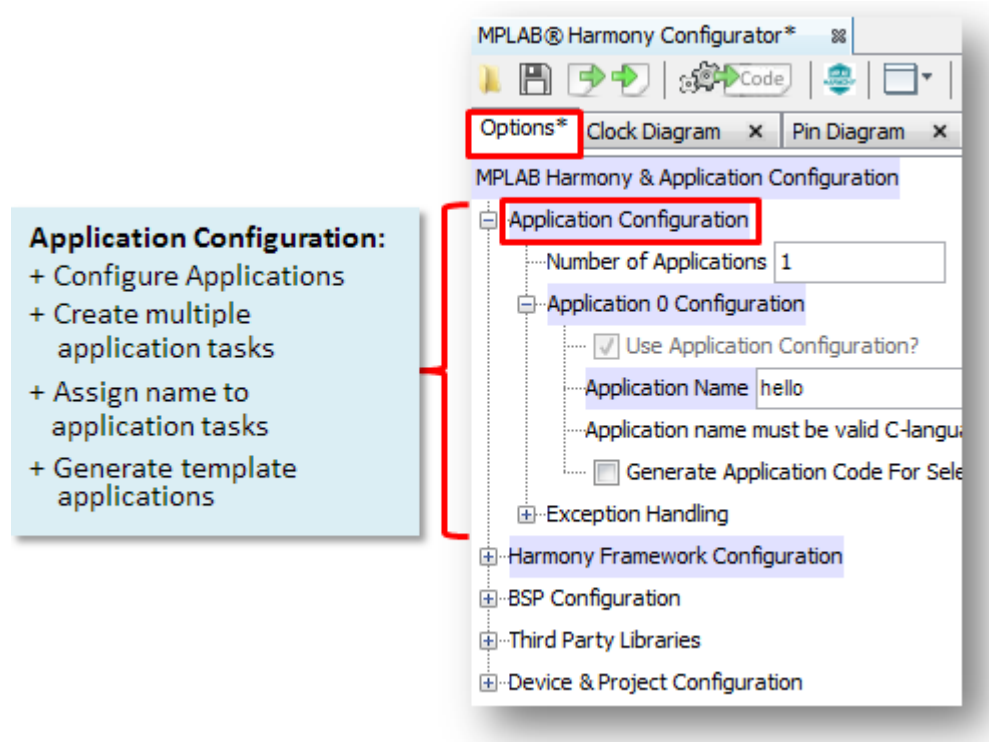


注：有关 MHC 的详细信息，请参考 MPLAB Harmony 帮助中的 *Volume III: MPLAB Harmony Configurator (MHC) > MPLAB Harmony Configurator User's Guide*。

第 2 步：使用 MHC 添加和配置 MPLAB Harmony 库

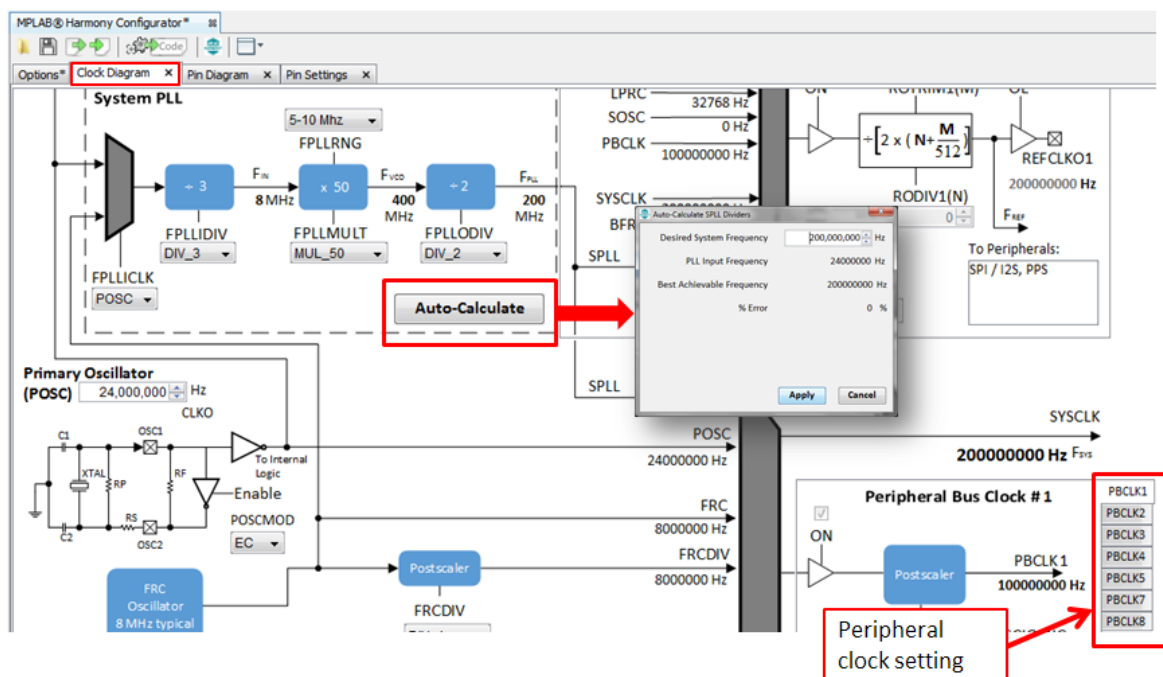
1. 在 MHC 中，展开 **Options (选项) > Application Configuration (应用程序配置) > Application 0 Configuration (应用程序 0 配置)**，并将“Application Name”（应用程序名称）设置为 `hello`，如图 1-4 中所示。这将创建一个 `HELLO_Initialize()` 程序以及一个名为 `HELLO_Tasks()` 的模板状态机。

图 1-4. 应用程序配置



- 在 MHC 中，选择“Clock Diagram”（时钟框图）选项卡，并验证是否已为选定的目标板正确配置时钟。在“Clock Diagram”选项卡中，可以轻松设置系统时钟（请参见图 1-5）。

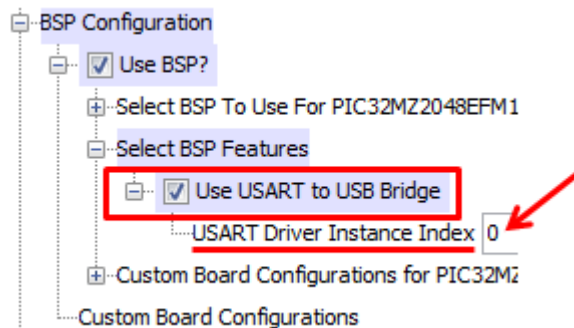
图 1-5. 时钟配置



- 在 MHC 中，返回至“Options”（选项）选项卡，展开 *BSP Configuration*（BSP 配置）> *Select BSP Features*（选择 BSP 功能），并选中“Use USART to USB Bridge”（使用 USART 到 USB

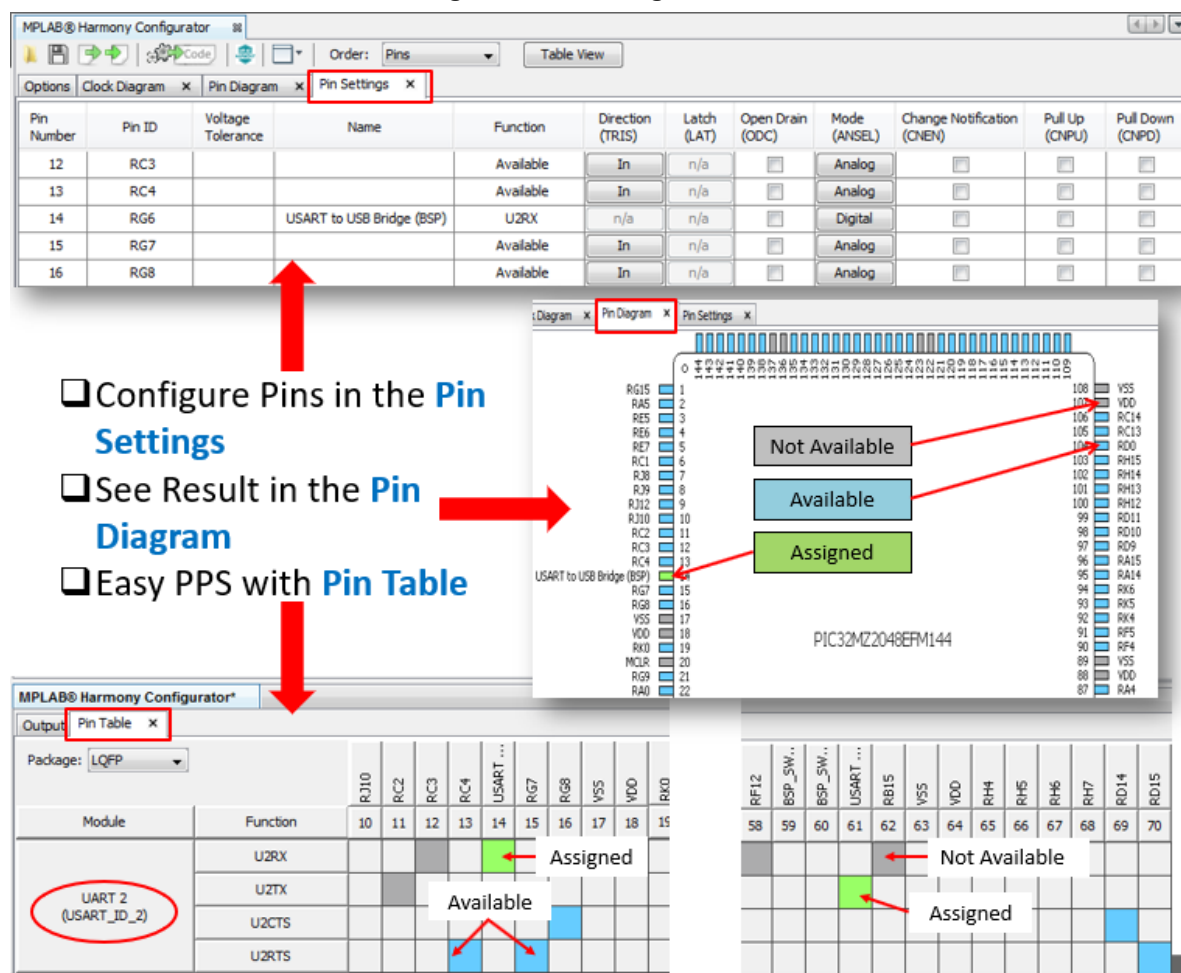
桥接器) 选项, 如图 1-6 中所示。该操作将映射 USART 线——将 U2RX 引脚映射到引脚 14 并将 U2TX 引脚映射到引脚 61。此外还会将 USART 驱动程序实例 0 映射到 USART2。

图 1-6. 启用 BSP 功能



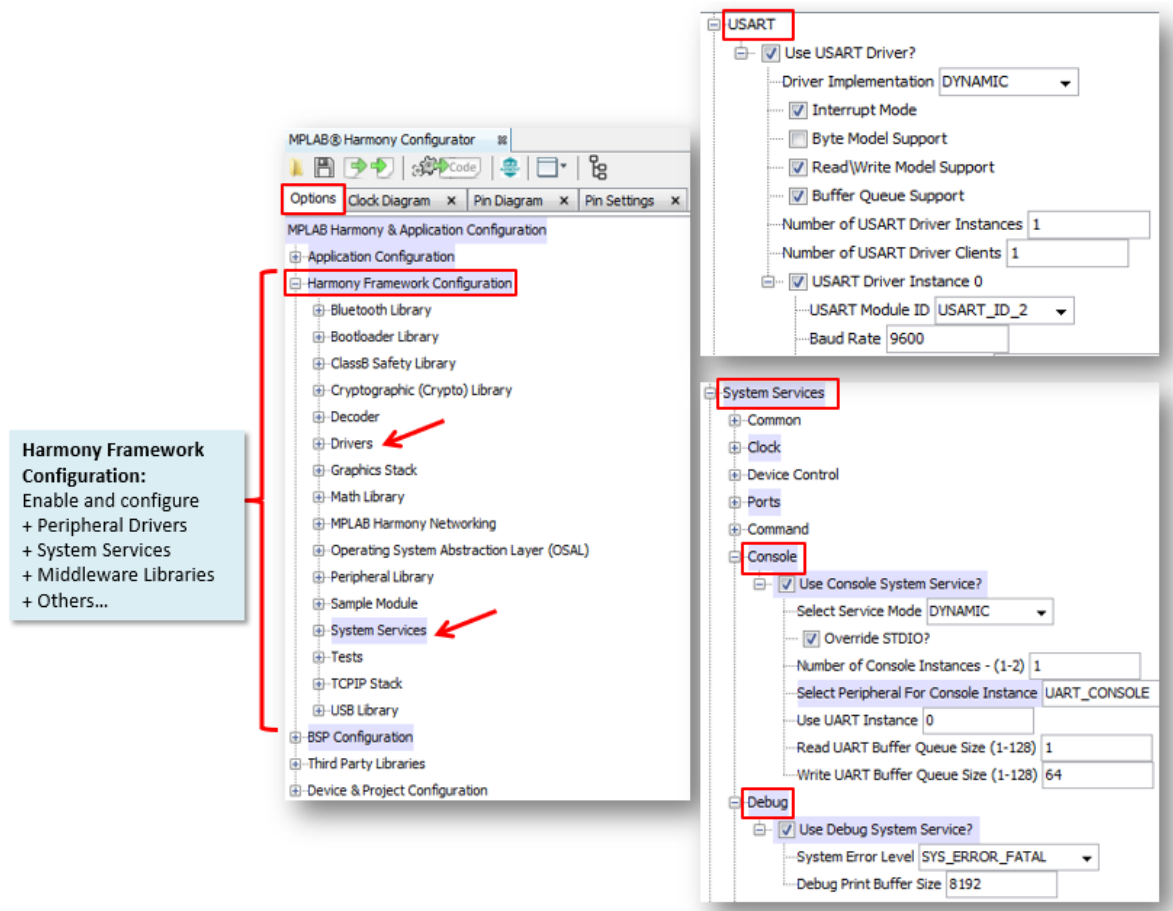
通过打开“Pin Table”（引脚表）选项卡并向下滚动到 UART2 模块，可以验证 UART 线的映射，如图 1-7 中所示。引脚管理器包含“Pin Settings”（引脚设置）、“Pin Diagram”（引脚图）和“Pin Table”（引脚表）选项卡，用户可以在其中进行配置（分配外设功能、设置引脚方向、配置上拉/下拉等）以及映射 I/O 引脚，如图 1-7 中所示。

图 1-7. 引脚管理器——“Pin Settings”、“Pin Diagram”和“Pin Table”选项卡



- 在 MHC 中，展开 **Options (选项) > Harmony Framework Configurator (Harmony 框架配置器)**。可在此树下配置外设驱动程序、系统服务和中间件库。展开 **System Services (系统服务) > Console (控制台)**，并选择 **Use Console System Service? (使用控制台系统服务?)** 选项。展开 “Use Console System Service?” 选项，并将 “Select Peripheral For Console Instance” (为控制台实例选择外设) 设置为 **UART_CONSOLE**，如图 1-8 中所示。控制台系统服务将使用 UART 实例 0。
- 在 MHC 中，展开 **Options > Harmony Framework Configurator > System Services > Debug (调试)**，并选择 **Use Debug System Service? (使用调试系统服务?)** 选项，如图 1-8 中所述。调试系统服务将用于向控制台发送带有格式的消息。

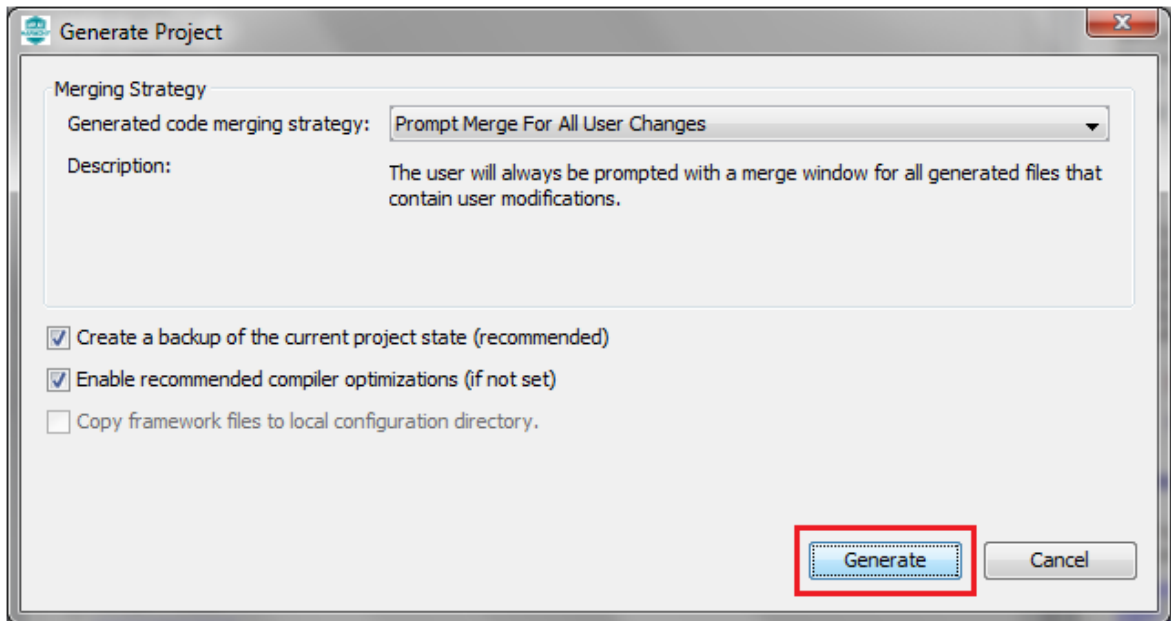
图 1-8. Harmony 框架配置



- 展开 **Options > Harmony Framework Configurator > Drivers (驱动程序) > USART**，并确认 MHC 已自动启用 USART 驱动程序 (因为控制台系统服务已配置为使用 USART)，如图 1-8 中所示。USART 驱动程序实例 0 的 USART 模块 ID 自动设置为 USART_ID_2，因为 BSP 已配置为使用 USART 到 USB 桥接器。此外，请注意 USART 驱动程序已配置为 9600 baud、8 个数据位、无奇偶校验和 1 个停止位。
注： MHC 的 **Options > Third Party Libraries (第三方库)** 下集成了对 RTOS、Graphics (图形)、Cryptography (加密) 等第三方库的支持。可在 **Options > Device & Project Configuration (器件和项目配置)** 下配置项目配置和熔丝设置。

- 保存 MHC 配置 ( )，单击 “Generate Code” (生成代码) ()，然后单击 **Generate (生成)**，如图 1-9 中所示。

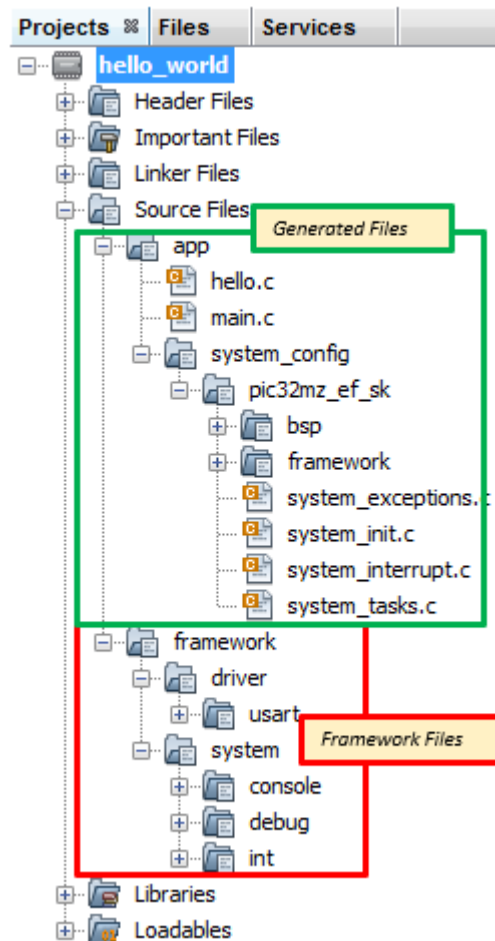
图 1-9. 生成项目



第 3 步：添加应用程序代码并测试演示

单击 **Generate**（生成）后，MHC 将在项目中添加 MHC 中已启用的模块的 MPLAB Harmony 库文件，如图 1-10 中所示。

图 1-10. 项目文件

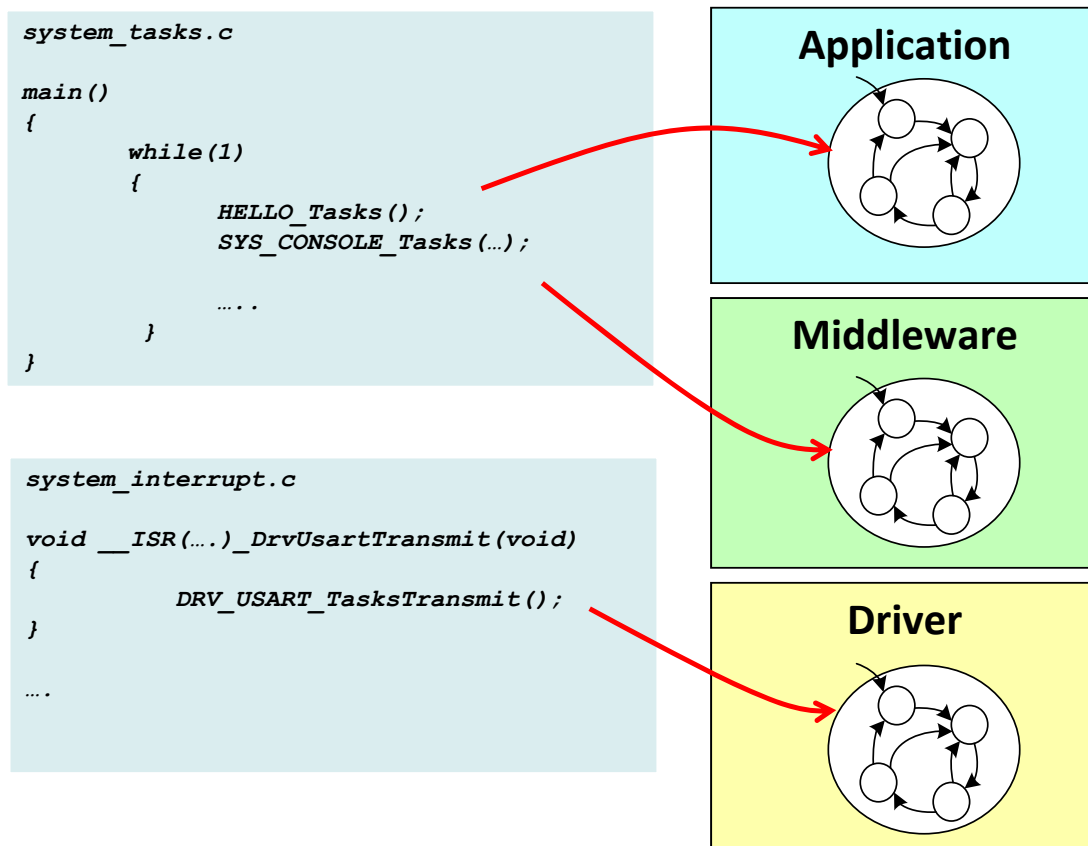


MHC 生成的文件位于 `firmware/src/system_config/pic32mz_ef_sk` 文件夹中，主要包含以下文件：

- `system_config.h` —— 包含基于 MHC 选择的配置定义
- `system_init.c` —— 初始化 Harmony 模块并调用应用程序初始化程序
- `system_tasks.c` —— 在 `while (1)` 循环中运行 Harmony 库任务和应用程序任务程序
- `system_interrupts.c` —— 包含为 MHC 中的中断工作模式配置的外设中断服务程序

除此之外，它还包含模板应用程序文件 `hello.h` 和 `hello.c`。`hello.c` 文件包含应用程序初始化程序，系统将调用该程序来初始化用户应用程序和用于保持应用程序状态的应用程序任务程序。系统将在 `while (1)` 循环中调用应用程序任务程序（请参阅图 1-11）。

图 1-11. MPLAB Harmony 库和应用程序任务执行



用户可以扩展此模板状态机，以添加自己的应用程序特定代码。

1. 对于这个简单的应用程序，在 `hello.c` 文件的 `HELLO_Tasks()` 程序中添加如图 1-12 中突出显示的代码行。随后在按下开关 SW1 后，将会向 PC 上运行的控制台发送“Hello World!”字符串。
2. 使用 mini USB 线缆将演示板上的端口 J3 连接到 PC，这样就能对 PIC32MZ EF 入门工具包进行编译和编程，如图 1-13 中所示。
3. 使用 mini USB 线缆将演示板上的端口 J11 连接到 PC，如图 1-13 中所示。
4. 在 PC 上打开终端应用（如 Tera Term）（配置：9600, 8, N, 1），在按下开关 SWI 时观察控制台上的“Hello World!”字符串，如图 1-14 中所示。

让终端应用程序识别属于 MCP2221A 的 COM 端口（在电路板上或转接模块中）可能是个既艰难又令人沮丧的过程。例如，有时候可能找不到 COM 端口。在这些情况下，您可在 Windows PC 上尝试以下操作：

1. 在“控制面板”中，选择“系统” > “设备管理器”。
2. 在“端口（COM & LPT）”中，找到属于 MCP2221A 的 COM 端口。双击此端口以打开它的“属性”窗口。
3. 选择“驱动程序”选项卡并禁用驱动程序，然后再启用。
4. 关闭窗口。此时您的 HyperTerminal 应可识别此端口。

注：在最坏的情况下，可以使用示波器来确保 USART TX 信号进入 MCP2221A 并且 USB 数据线可正常工作。

图 1-12. 应用程序初始化和状态机

```
void HELLO_Initialize ( void )
{
    /* Place the App state machine in its
    helloData.state = HELLO_STATE_INIT;

    /* TODO: Initialize application's
    * parameters.
    */
}

void HELLO_Tasks ( void )
{
    /* Check the application's current state. */
    switch ( helloData.state )
    {
        /* Application's initial state. */
        case HELLO_STATE_INIT:
        {
            bool appInitialized = true;

        case HELLO_STATE_SERVICE_TASKS:
        {
            if (0 == BSP_SwitchStateGet(BSP_SWITCH_1))
            {
                SYS_PRINT("Hello World! \r\n");
            }
            break;
        }
    }
}
```

Initialize application variables

Application task routine

图 1-13. 硬件设置

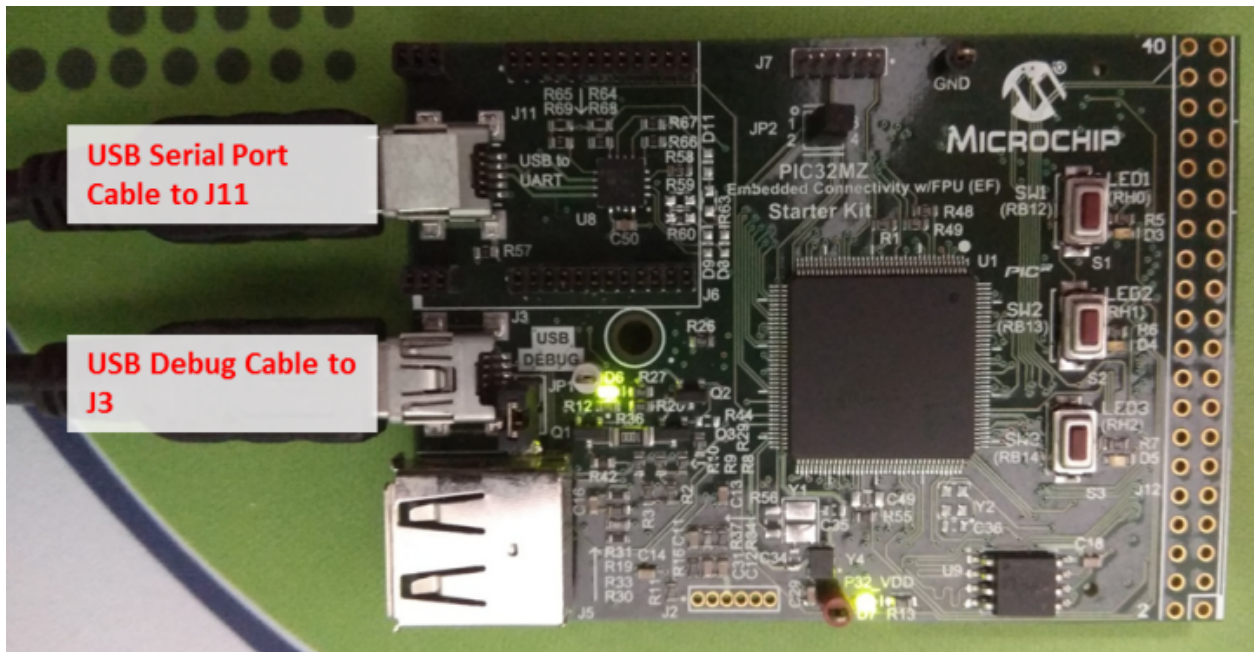
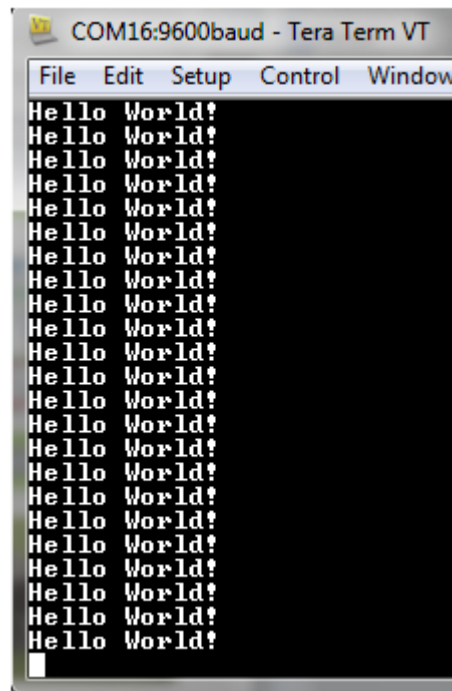


图 1-14. “Hello World!” 字符串输出



提示： MHC 提供了生成独立项目的选项（*Options > Device & Project Configuration > Project Configuration > Generate Standalone Project? (生成独立项目?)*），从而将您的项目引用的所有 MPLAB Harmony 库文件都复制到项目文件夹中。随后，可从系统中的任意路径编译此项目。

2. 参考资料

有关 MHC 和 MPLAB Harmony 的详细信息，请从 Microchip 网站下载 MPLAB Harmony 集成软件框架：
<http://www.microchip.com/mplab/mplab-harmony>。

有关各个 MHC 选项和窗口的详细文档包含在 MPLAB Harmony 安装文件夹的<harmony-install-path>/doc/文件夹中。其中提供 PDF、已编译的 HTML (.CHM) 和 HTML 帮助格式。

其他资源包括：

- Microchip 开发人员帮助 <http://microchipdeveloper.com/harmony:mhc-overview>
- 有关 MHC 的视频教程 <http://microchipdeveloper.com/harmony:mhc-videos>
- PIC32MZ EF 入门工具包 www.microchip.com/PIC32MZEFSStarterKit4233990
- *PIC32MZ Embedded Connectivity with Floating Point Unit (EF) Starter Kit User's Guide* (DS70005230)

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://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。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **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（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **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

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户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，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

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

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）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。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

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 愿意与关心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

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，否则在 **Microchip** 知识产权保护下，不得暗中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、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 **Microchip Technology Incorporated** 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 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、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、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、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 **Microchip Technology Incorporated** 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 是 **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。

© 2018, **Microchip Technology Incorporated** 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3288-3

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

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 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及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。

全球销售及服务中心

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: 1-480-792-7200 传真: 1-480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com 亚特兰大 德卢斯, 乔治亚州 电话: 1-678-957-9614 传真: 1-678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 1-512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 1-774-760-0087 传真: 1-774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 1-630-285-0071 传真: 1-630-285-0075 达拉斯 艾迪生, 德克萨斯州 电话: 1-972-818-7423 传真: 1-972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 1-248-848-4000 休斯敦, 德克萨斯州 电话: 1-281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 1-317-773-8323 传真: 1-317-773-5453 电话: 1-317-536-2380 洛杉矶 米申维耶霍, 加利福尼亚州 电话: 1-949-462-9523 传真: 1-949-462-9608 电话: 1-951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 1-919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 1-631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 1-408-735-9110 电话: 1-408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 1-905-695-1980 传真: 1-905-695-2078	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 - 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 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 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 - 檳榔嶼 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 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: 45-4450-2828 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 - 海布隆 电话: 49-7131-67-3636 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 - 赖阿南纳 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: 47-7289-7561 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