

---

---

## 如何使用 **MPLAB<sup>®</sup> Harmony** 配置器 (**MHC**) 添加 **USB** 大容量存储设备 (**MSD**) 功能

---

---

### 简介

---

通用串行总线 (USB) 协议广泛用于将存储设备与 USB 主机计算机相连。任何允许使用大容量存储类协议访问其内部存储的设备都可以使用 USB 接口以大容量存储设备 (MSD) 的方式连接到主机计算机。此文档简要讨论 MPLAB<sup>®</sup> Harmony USB 大容量存储设备 (MSD) 协议栈的各种不同组件。之后还将举例说明如何将 USB MSD 功能添加到现有 MPLAB Harmony 项目。

---

## 目录

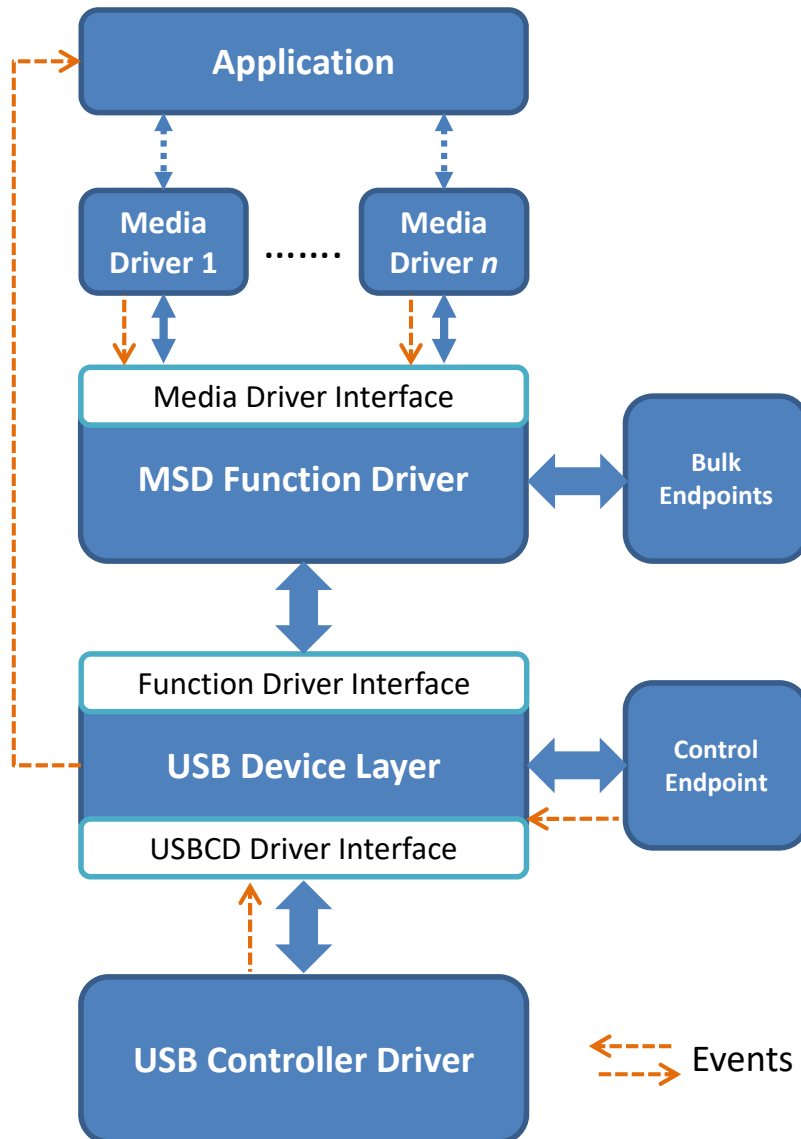
---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 简介.....                      | 1  |
| 1. USB MSD 库组件.....          | 3  |
| 2. 使用 MHC 添加 USB MSD 功能..... | 5  |
| 3. 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. USB MSD 库组件

USB 设备库包含以下三个主要组件，如图 1-1 中所示。

图 1-1. USB 大容量存储设备库组件



- USB 控制器驱动程序 (USB CD)
- USB 设备层
- 功能驱动程序

### USB 控制器驱动程序 (USB CD)

- 管理 USB 外设
- 通过实现 USB CD 驱动程序接口，为 USB 设备层提供对 USB 外设的访问
- 向设备层提供 USB 事件

## **USB 设备层**

- 打开 USB 控制器驱动程序。
- 通过 USBCD 注册事件处理程序，以从 USBCD 接收事件
- 注册事件处理程序以处理传输，并从控制端点接收完整事件
- 响应由 USB 主机发出的枚举请求
- 处理标准设备和端点请求
- 调用应用程序注册的事件处理程序以发出 USB 设备层事件通知，比如，  
USB\_DEVICE\_EVENT\_CONFIGURED、USB\_DEVICE\_EVENT\_POWER\_DETECTED、  
USB\_DEVICE\_EVENT\_POWER\_REMOVED
- 初始化和运行 MSD 功能驱动程序的状态机

## **MSD 功能驱动程序**

- 实现 USB 设备大容量存储类功能
- 通过实现功能驱动程序接口，向 USB 设备层公开其功能
- 处理特定于标准和类的接口请求
- 通过介质驱动程序接口与介质交互，以处理从 USB 主机接收的数据读写请求。还负责处理介质驱动程序事件。

## **应用程序**

- 应用程序无需与 MSD 功能驱动程序交互，MSD 功能驱动程序也不提供任何应用程序可调用的功能。
- 应用程序必须打开 USB 设备层并处理设备层事件，才能连接/断开 USB 设备。
- 在 MSD 功能驱动程序已打开介质驱动程序时，应用程序也可以打开介质驱动程序。如果应用程序和 MSD 功能驱动程序尝试写入相同的介质，结果可能无法预测。建议在 USB 设备插入到主机期间，应用程序限制对介质的写访问。

## 2. 使用 MHC 添加 USB MSD 功能

使用 MHC 将 USB MSD 功能添加到现有 MPLAB Harmony 项目中。以下示例使用具有浮点单元和嵌入式连接（Embedded Connectivity with Floating Point Unit, EF）的 PIC32MZ 入门工具包和带有 SD 卡的多媒体扩展板 II（Multimedia Expansion Board II, MEB II）作为介质。此示例中使用了 MPLAB X IDE v3.61 和 MPLAB Harmony v2.04。

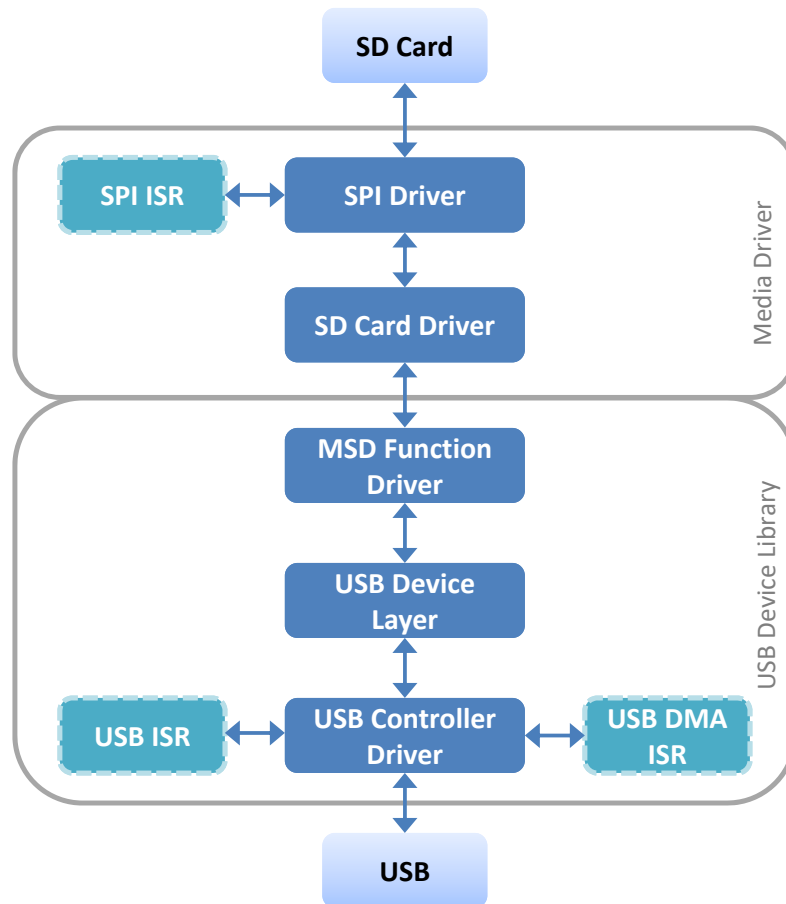
SD 卡驱动程序使用 SPI 驱动程序来与 SD 卡进行通信。图 2-1 显示了各种驱动程序之间的交互。

**注：**MHC 中还支持其他介质，比如 NVM（内部闪存）和 SPI 闪存。用户也可以开发自己的介质驱动程序，并通过实现 MSD 功能驱动程序指定的介质驱动程序接口将其插入 USB MSD 功能驱动程序。

向现有 MPLAB Harmony 应用程序添加 USB MSD 功能主要包含以下步骤：

1. 使用 MHC 为 MSD 功能配置 USB 协议栈。
2. 使用 MHC 配置介质。
  - 2.1. 配置 SD 卡驱动程序。
  - 2.2. 配置 SPI 驱动程序。
  - 2.3. 配置 SPI 驱动程序所使用的 I/O 引脚。
3. 生成代码。
4. 添加应用程序代码。

图 2-1. 各种驱动程序之间的交互



第 1 步：使用 MHC 为 MSD 功能配置 USB 协议栈（参见图 2-2 和图 2-3）。

1. 通过选择 *Tools (工具) > Embedded (已安装工具)*，在现有项目中打开 MHC。
2. 转到 *Options (选项) > Harmony Framework Configuration (Harmony 框架配置) > USB Library (USB 库)*，然后选择 *Use USB Stack? (使用 USB 协议栈?)* 选项。
3. 默认已选择 *Interrupt Mode (中断模式)*。将在中断上下文中运行 USB 驱动程序状态机。
4. 展开 *Select Host or Device Stack (选择主机或设备协议栈)*。默认已选择 *USB Device (USB 设备)* 协议栈。
5. 将 *Number of Endpoints Used (使用的端点数)* 设置为 2。USB MSD 使用仅批量传输 (Bulk-Only Transport, BOT) 协议。其中一个端点是用于控制请求的控制端点 (EP0)，另一个则是用于 USB 主机和设备之间的数据传输的批量端点 (批量传入和批量传出)。
6. 将 *Endpoint 0 Buffer Size (端点 0 缓冲区大小)* 保留为 64。对于高速设备，EP0 大小将固定为 64。对于全速设备，EP0 大小可以为 8、16、32 或 64 字节。
7. 展开 *USB Device Instance 0 (USB 设备实例 0)*，这是默认选择。
8. 将设备速度保留为默认值——*USB\_SPEED\_HIGH*。PIC32MZ 器件同时支持全速和高速工作模式。通过选择高速模式，器件将能够以全速和高速两种方式工作。
9. 将 *Number of Functions Registered to this Device Instance (注册到此设备实例的功能数)* 保留为默认值 1，因为只有 MSD 功能驱动程序注册到此 USB 设备实例。
10. 展开已选择的 *Function 1 (功能 1)*。为 USB MSD 操作配置 *Function 1*。

11. 将 *Device Class* (设备类) 设置为 MSD。
12. 将 *Configuration Value* (配置值) 保留为 1。MSD 功能驱动程序将绑定到配置值 1。USB 设备任务在从 USB 主机收到配置值设置为 1 的 SET 配置控制命令时，将运行 MSD 功能驱动程序的状态机。
13. 将 *Start Interface Number* (起始接口编号) 的值保留为 0。这表示接口 0 由 MSD 功能驱动程序托管。这样就能将与标准和类有关的接口 0 的请求转发到 MSD 功能驱动程序。
14. *Speed* (速度) 成员可指定应针对哪一种设备速度初始化此功能驱动程序。可设置为 USB\_SPEED\_FULL、USB\_SPEED\_HIGH 或两者的逻辑 OR 组合。如果设备的连接速度与此条目的速度成员中提及的速度相匹配，则设备层将初始化该功能。要同时允许高速和全速工作模式，应将其设置为 USB\_SPEED\_HIGH|USB\_SPEED\_FULL。
15. 将 *Bulk Endpoint Number* (批量端点编号) 的值保留为 1。这表示将使用端点 1 来进行批量传入和批量传出传输。
16. 将 *Max number of sectors to buffer* (要缓冲的最大扇区数) 的值保留为 1。这将留出 512 x 1 字节的缓冲区。此值可进行更改，以便能够对从介质读取的数据进行缓冲，这样有助于提高总体吞吐量，但同时会占用更多的 RAM。
17. 将 *Number of Logical Units* (逻辑单元数) 的值保留为 1。
18. 默认已选择 LUN0 (逻辑单元 0)。将其展开并将 *Media Type* (介质类型) 设置为 SDCARD。
19. 将 *Product ID Selection* (产品 ID 选择) 设置为 msd\_basic\_sdcard\_demo。这会将产品 ID (PID) 设置为 0x0009。
20. 保留 *Enter Vendor ID* (输入供应商 ID)、*Enter Product ID* (输入产品 ID)、*Manufacturer String* (制造商字符串) 和 *Product String* (产品字符串) 的默认值。
21. 保留 USB 中断和 USB DMA 中断的默认优先级。

图 2-2. USB 协议栈配置

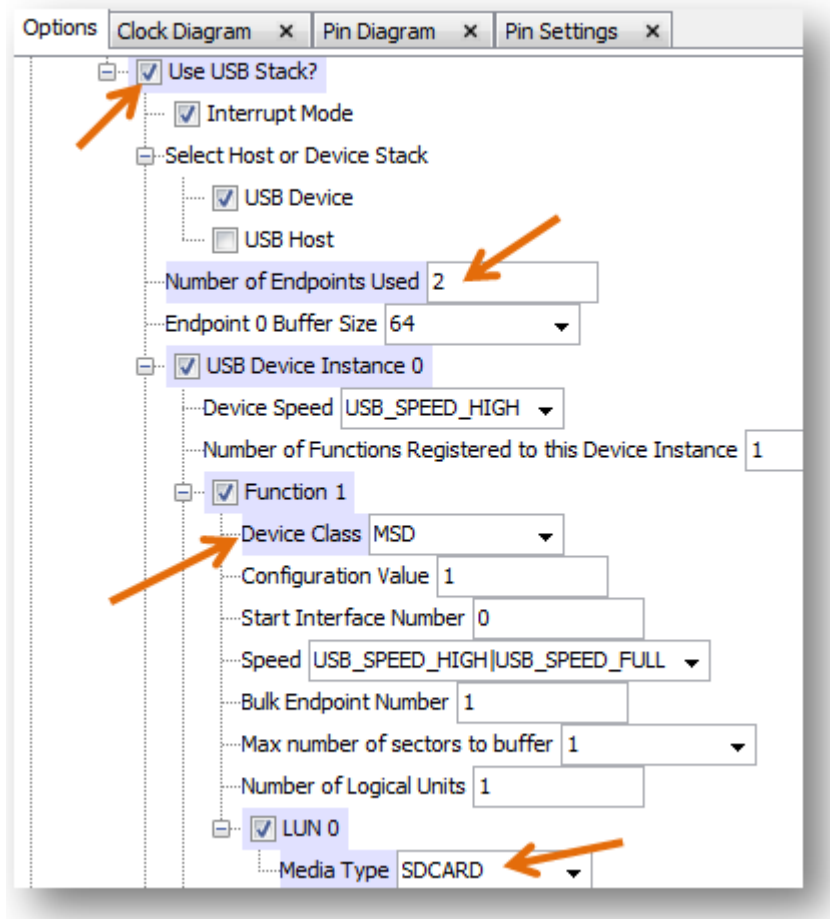
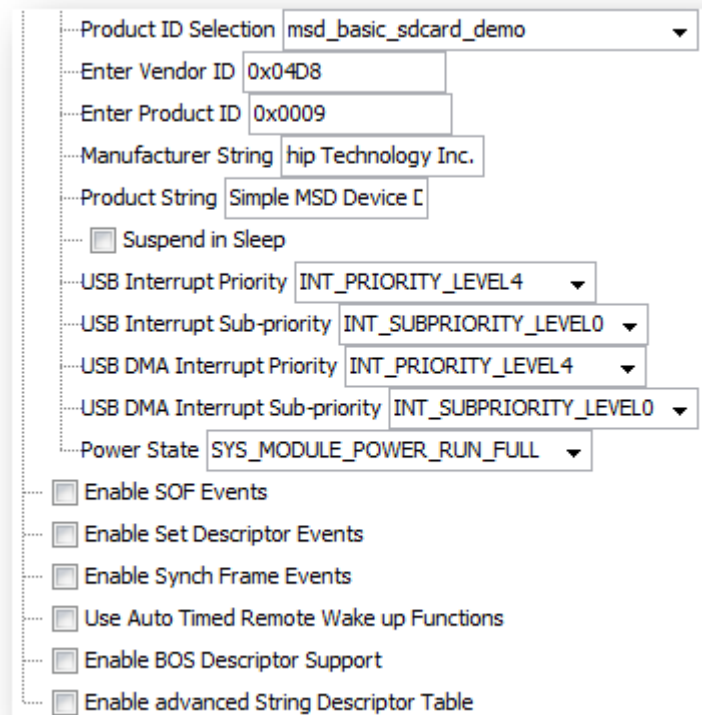




图 2-3. USB 协议栈配置 (续)



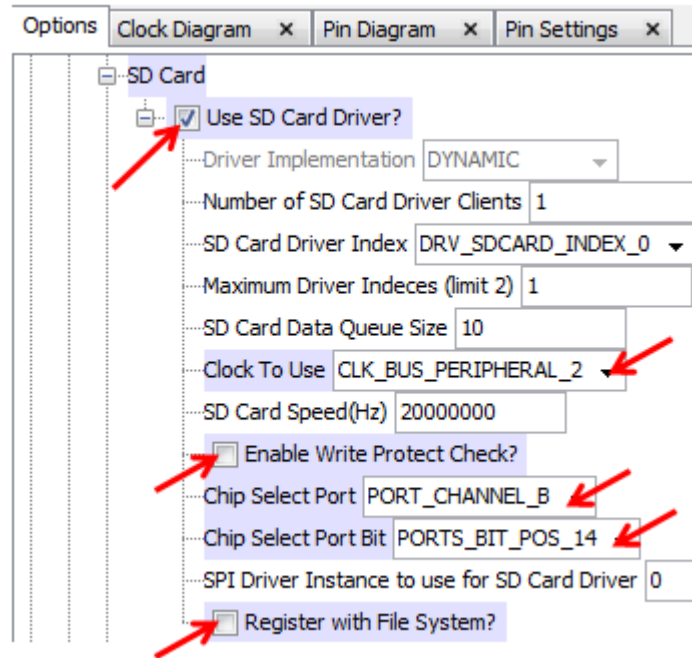
## 第 2 步: 使用 MHC 配置介质

### 1. 配置 SD 卡驱动程序, 请参见图 2-4。

- 1.1. 展开 *Options > Harmony Framework Configuration > Drivers (驱动程序) > SD Card (SD 卡)*。由于已将 USB 设备协议栈中的 LUN0 配置为使用 SD 卡介质, 因此默认已选择 *Use SD Card Driver? (使用 SD 卡驱动程序?)*。
- 1.2. 由于只有 USB 功能驱动程序使用 SD 卡驱动程序, 因此将 *Number of SD Card Driver Clients (SD 卡驱动程序客户端数)* 的值保留为 1。
- 1.3. 保留值 *DRV\_SDCARD\_INDEX\_0*, 以索引到 (唯一的) SD 卡驱动程序实例中。
- 1.4. 由于只需要一个 SD 卡驱动程序实例, 因此将 *Maximum Driver Indexes (limit 2) (最大驱动程序索引数 (限值 2))* 的值保留为 1。
- 1.5. 将 *SD Card Data Queue Size (SD 卡数据队列大小)* 的值保留为 10。
- 1.6. *Clock To Use (要使用的时钟)* 指定 SD 卡使用的 SPI 外设的时钟源。将其设置为 *CLK\_BUS\_PERIPHERAL\_2*。
- 1.7. *SD Card Speed (Hz) (SD 卡速度 (Hz))* 指定 SD 卡的通信速度。保留默认值 20 MHz。此值必须小于最大 SPI 频率, 并且必须受所用的 SD 卡支持。
- 1.8. Micro SD 卡没有写保护电路。清除 *Enable Write Protect Check? (启用写保护检查?)* 选项。
- 1.9. SD 卡的片选线 (DAT[3]/CD) 连接到 PIC32 器件的 RB14 端口引脚。分别将 *Chip Select Port (片选端口)* 和 *Chip Select Port Bit (片选端口位)* 设置为 *PORT\_CHANNEL\_B* 和 *PORT\_BIT\_POS\_14*。
- 1.10. 清除 *Register with File System? (通过文件系统注册?)* 选项。USB MSD 功能驱动程序将直接访问 SD 卡, 而不使用文件系统。SD 卡中的数据将组织为一个文件系统, 其中前几个

数据块提供有关文件系统类型和数据组织方式的信息。USB 主机将读取这些数据块以识别 SD 卡上的文件系统，并挂载合适的文件系统以访问（读/写）SD 卡。

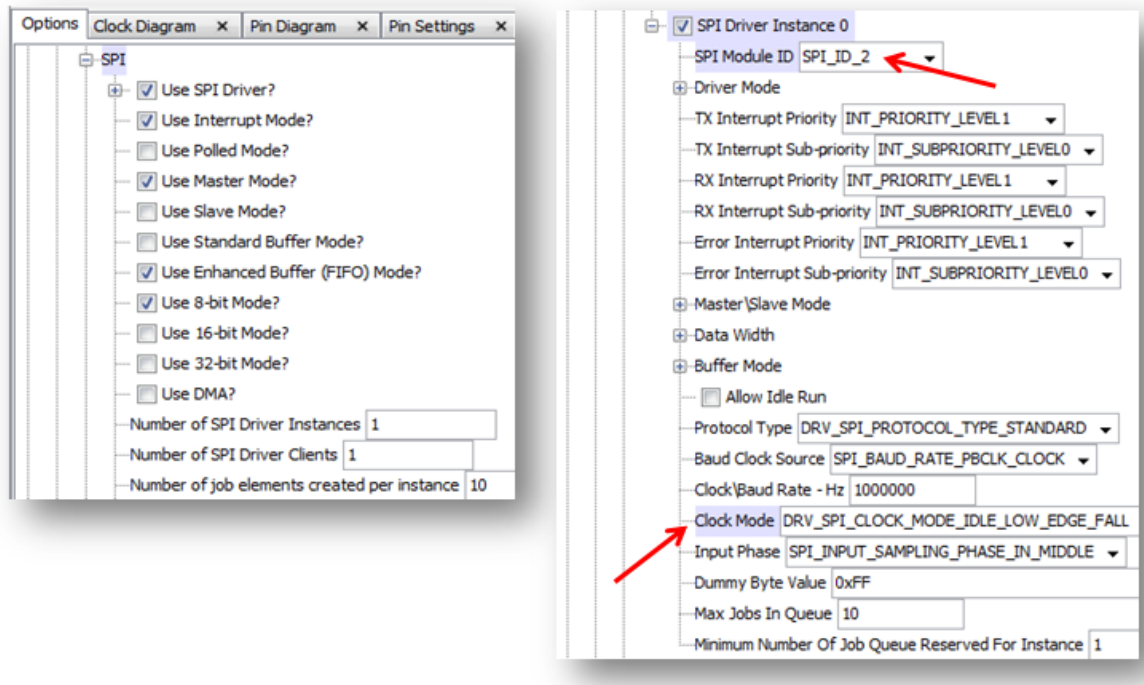
图 2-4. SD 卡驱动程序配置



2. 配置 SPI 驱动程序，请参见图 2-5。

- 2.1. 展开 *Options > Harmony Framework Configuration > Drivers > SPI*。由于已将 SD 卡配置为使用 SPI 驱动程序，因此默认已选择 *Use SPI Driver?*（使用 SPI 驱动程序？）。SPI 驱动程序配置为在中断模式中以动态方式实现驱动程序。
- 2.2. 由于 SD 卡与 SPI2 相连，因此展开 *SPI Driver Instance 0*（SPI 驱动程序实例 0）并将 SPI 模块 ID 更改为 *SPI\_ID\_2*。*SPI Driver Instance 0* 已配置为 SPI 主器件，并用于中断模式工作。
- 2.3. SD 卡支持 SPI 模式 0（即，时钟极性 = 0，时钟相位 = 0）。将 *Clock Mode*（时钟模式）设置为 *DRV\_SPI\_CLOCK\_MODE\_IDLE\_LOW\_EDGE\_FALL*。
- 2.4. SPI 驱动程序的所有其他配置均保留默认值。

图 2-5. SPI 驱动程序配置



## 3. 配置 SPI 驱动程序所使用的 I/O 引脚。

单击引脚表并配置 SPI\_ID\_2 使用的 I/O 引脚，如图 2-6 中所示。请参考 *PIC32MZ Embedded Connectivity with Floating Point Unit (EF) Starter Kit User's Guide* (DS70005230)，了解有关引脚映射的详细信息。此文档可通过访问 Microchip 网站下载：[www.microchip.com](http://www.microchip.com)。

表 2-1. SPI 驱动程序引脚配置

| SD 卡引脚 | SPI 模式功能 | 引脚映射         |
|--------|----------|--------------|
| CLK    | SCK2     | RG6 (引脚 14)  |
| CMD    | SDI2     | RD7 (引脚 121) |
| DATA0  | SDO2     | RG8 (引脚 16)  |

图 2-6. SPI I/O 引脚映射

| Search Results          |           | MPLAB® Harmony Configurator* |      |
|-------------------------|-----------|------------------------------|------|
| Output                  |           | Pin Table                    |      |
| Package: LQFP           |           | RC4                          | SCK2 |
| Module                  | Function  | 13                           | 14   |
| SPI/I2S 2<br>(SPI_ID_2) | SCK2      |                              | 14   |
|                         | SDI2      |                              | 121  |
|                         | SDO2      |                              | 16   |
|                         | SS2 (in)  |                              |      |
|                         | SS2 (out) |                              |      |

| BSP_IC... | RD4 | RD5 | RD6 | SDI2 | VDD | V55 | RF0 | RF1 | RK7 | RG1 | RG0 |
|-----------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 117       | 118 | 119 | 120 | 121  | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 |
|           |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |

## 第 3 步: 生成代码

保存配置并单击 **Generate Code** (生成代码) (  )。

MHC 生成代码时，会将 USB 框架文件添加到项目中，如图 2-7 中所示。图 2-8 显示了 SYS\_Tasks() 程序，该程序运行 SD 卡驱动程序任务、USB 驱动程序任务以及 USB 设备任务程序。

system\_interrupts.c 文件包含 SPI、USB 和 USB DMA 的中断处理程序。

图 2-7. 项目文件和文件夹结构

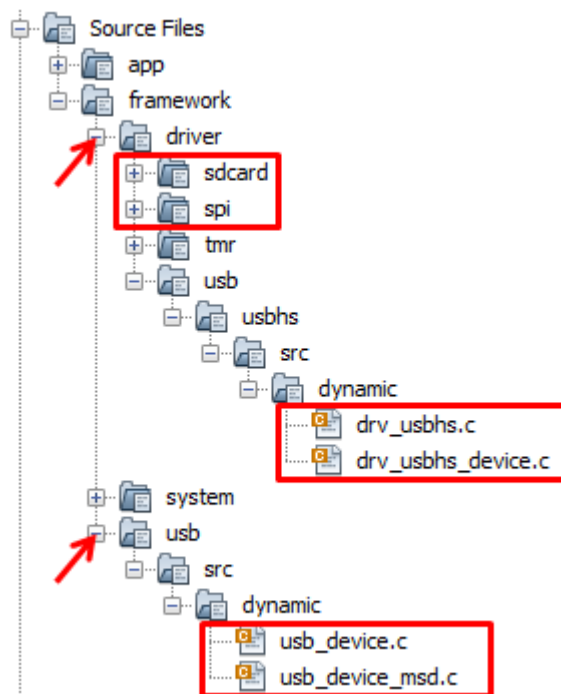


图 2-8. System\_tasks.c 和 system\_interrupts.c 文件中生成的代码

```
void SYS_Tasks ( void )
{
    /* Maintain system services */
    /* SYS_TMR Device layer tasks routine */
    SYS_TMR_Tasks(sysObj.sysTmr);

    /* Maintain Device Drivers */
    DRV_SDCARD_Tasks(sysObj.drivSDCard);

    /* Maintain Middleware & Other Libraries */

    /* USB HS Driver Task Routine */
    DRV_USBHS_Tasks(sysObj.drivUSBObject);

    /* USB Device layer tasks routine */
    USB_DEVICE_Tasks(sysObj.usbDevObject0);

    /* Maintain the application's state machine. */
    APP_Tasks();
}
system_tasks.c
```

```
void __ISR(_SPI2_RX_VECTOR, ip11AUTO) _IntHandlerSPIRxInstance0(void)
{
    DRV_SPI_Tasks(sysObj.spiObjectIdx0);
}

void __ISR(_SPI2_TX_VECTOR, ip11AUTO) _IntHandlerSPITxInstance0(void)
{
    DRV_SPI_Tasks(sysObj.spiObjectIdx0);
}

void __ISR(_SPI2_FAULT_VECTOR, ip11AUTO) _IntHandlerSPIFaultInstance0(void)
{
    DRV_SPI_Tasks(sysObj.spiObjectIdx0);
}

void __ISR(_USB_VECTOR, ip14AUTO) _IntHandlerUSBInstance0(void)
{
    DRV_USBHS_Tasks_ISR(sysObj.drivUSBObject);
}

void __ISR (_USB_DMA_VECTOR, ip14AUTO) _IntHandlerUSBInstance0_USBDMA ( void )
{
    DRV_USBHS_Tasks_ISR_USBDMA(sysObj.drivUSBObject);
}
system_interrupts.c
```

#### 第 4 步：添加应用程序代码

应用程序必须首先打开 USB 设备层，然后通过 USB 设备层注册事件处理程序才能处理 USB 设备层事件。

1. 打开 USB 设备层。获得 USB 设备层的有效句柄后，即可注册事件处理程序以接收 USB 设备层事件，如图 2-9 中所示。
2. 处理 USB 设备层事件，并在 USB\_DEVICE\_EVENT\_POWER\_DETECTED 和 USB\_DEVICE\_EVENT\_POWER\_REMOVED 事件中连接和断开 USB 设备，如图 2-9 中所示。

图 2-9. 应用程序代码——打开和处理 USB 设备层

```

appData.usbDevHandle = USB_DEVICE_Open(USB_DEVICE_INDEX_0, DRV_IO_INTENT_READWRITE);

if(appData.usbDevHandle != USB_DEVICE_HANDLE_INVALID)
{
    /* Set the Event Handler. We will start receiving events after
    * the handler is set */
    USB_DEVICE_EventHandlerSet(appData.usbDevHandle, APP_USBDeviceEventHandler, (uintptr_t)&appData);
}

void APP_USBDeviceEventHandler(USB_DEVICE_EVENT event, void * pEventData, uintptr_t context )
{
    /* This is an example of how the context parameter
    in the event handler can be used.*/

    APP_DATA* appData = (APP_DATA*)context;

    switch( event )
    {
        case USB_DEVICE_EVENT_RESET:
        case USB_DEVICE_EVENT_DECONFIGURED:

            /* Device was reset or deconfigured. Update LED status */
            BSP_LEDOn ( BSP_LED_1 );
            BSP_LEDOn ( BSP_LED_2 );
            BSP_LEDOn ( BSP_LED_3 );
            break;

        case USB_DEVICE_EVENT_POWER_DETECTED:

            /* VBUS is detected. Attach the device. */
            USB_DEVICE_Attach(appData->usbDevHandle);
            break;

        case USB_DEVICE_EVENT_POWER_REMOVED:

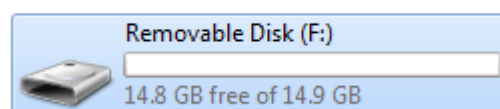
            /* VBUS is not detected. Detach the device */
            USB_DEVICE_Detach(appData->usbDevHandle);
            break;
    }
}

```

对连接到 MEB II 的 PIC32MZ EF 入门工具包进行编译和编程。在 MEB II 上的 SD 卡插槽 J8 中插入 Micro SD 卡。使用 Micro-B USB 线缆将 PIC32MZ EF 入门工具包上的 USB 端口 J4 连接到 PC。

枚举后，设备就会在 PC（USB 主机）上显示为大容量存储设备。

#### Devices with Removable Storage (1)



---

---

### 3. 参考资料

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

MPLAB Harmony 的安装文件夹中随附有关 USB 大容量存储设备的详细文档，文件夹位置如下：  
<harmony-install-path>/doc/。其中提供了 PDF、编译的帮助文件（CHM）和 HTML 帮助文件格式。

还可在以下 MPLAB Harmony 安装文件夹中找到有关 USB 大容量存储设备的演示：<harmony-install-path>/apps/usb/device。

---

## 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。这样做的人极有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、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: 978-1-5224-3325-5



---

## 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<sup>®</sup> MCU 和 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup>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  |
|--|--|---|---|
| <b>公司总部</b><br>2355 West Chandler Blvd.<br>Chandler, AZ 85224-6199<br>电话: 1-480-792-7200<br>传真: 1-480-792-7277<br>技术支持:<br><a href="http://www.microchip.com/support">http://www.microchip.com/support</a><br>网址:<br><a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a>  | <b>中国 - 北京</b><br>电话: 86-10-8569-7000<br><b>中国 - 成都</b><br>电话: 86-28-8665-5511<br><b>中国 - 重庆</b><br>电话: 86-23-8980-9588<br><b>中国 - 东莞</b><br>电话: 86-769-8702-9880<br><b>中国 - 广州</b><br>电话: 86-20-8755-8029<br><b>中国 - 杭州</b><br>电话: 86-571-8792-8115<br><b>中国 - 南京</b><br>电话: 86-25-8473-2460<br><b>中国 - 青岛</b><br>电话: 86-532-8502-7355<br><b>中国 - 上海</b><br>电话: 86-21-3326-8000<br><b>中国 - 沈阳</b><br>电话: 86-24-2334-2829<br><b>中国 - 深圳</b><br>电话: 86-755-8864-2200<br><b>中国 - 苏州</b><br>电话: 86-186-6233-1526<br><b>中国 - 武汉</b><br>电话: 86-27-5980-5300<br><b>中国 - 西安</b><br>电话: 86-29-8833-7252<br><b>中国 - 厦门</b><br>电话: 86-592-2388138<br><b>中国 - 香港特别行政区</b><br>电话: 852-2943-5100<br><b>中国 - 珠海</b><br>电话: 86-756-3210040<br><b>台湾地区 - 高雄</b><br>电话: 886-7-213-7830<br><b>台湾地区 - 台北</b><br>电话: 886-2-2508-8600<br><b>台湾地区 - 新竹</b><br>电话: 886-3-577-8366 | <b>澳大利亚 - 悉尼</b><br>电话: 61-2-9868-6733<br><b>印度 - 班加罗尔</b><br>电话: 91-80-3090-4444<br><b>印度 - 新德里</b><br>电话: 91-11-4160-8631<br><b>印度 - 浦那</b><br>电话: 91-20-4121-0141<br><b>日本 - 大阪</b><br>电话: 81-6-6152-7160<br><b>日本 - 东京</b><br>电话: 81-3-6880-3770<br><b>韩国 - 大邱</b><br>电话: 82-53-744-4301<br><b>韩国 - 首尔</b><br>电话: 82-2-554-7200<br><b>马来西亚 - 吉隆坡</b><br>电话: 60-3-7651-7906<br><b>马来西亚 - 檳榔嶼</b><br>电话: 60-4-227-8870<br><b>菲律宾 - 马尼拉</b><br>电话: 63-2-634-9065<br><b>新加坡</b><br>电话: 65-6334-8870<br><b>泰国 - 曼谷</b><br>电话: 66-2-694-1351<br><b>越南 - 胡志明市</b><br>电话: 84-28-5448-2100 | <b>奥地利 - 韦尔斯</b><br>电话: 43-7242-2244-39<br>传真: 43-7242-2244-393<br><b>丹麦 - 哥本哈根</b><br>电话: 45-4450-2828<br>传真: 45-4485-2829<br><b>芬兰 - 埃斯波</b><br>电话: 358-9-4520-820<br><b>法国 - 巴黎</b><br>电话: 33-1-69-53-63-20<br>传真: 33-1-69-30-90-79<br><b>德国 - 加兴</b><br>电话: 49-8931-9700<br><b>德国 - 哈恩</b><br>电话: 49-2129-3766400<br><b>德国 - 海尔布隆</b><br>电话: 49-7131-67-3636<br><b>德国 - 卡尔斯鲁厄</b><br>电话: 49-721-625370<br><b>德国 - 慕尼黑</b><br>电话: 49-89-627-144-0<br>传真: 49-89-627-144-44<br><b>德国 - 罗森海姆</b><br>电话: 49-8031-354-560<br><b>以色列 - 赖阿南纳</b><br>电话: 972-9-744-7705<br><b>意大利 - 米兰</b><br>电话: 39-0331-742611<br>传真: 39-0331-466781<br><b>意大利 - 帕多瓦</b><br>电话: 39-049-7625286<br><b>荷兰 - 德卢内市</b><br>电话: 31-416-690399<br>传真: 31-416-690340<br><b>挪威 - 特隆赫姆</b><br>电话: 47-7289-7561<br><b>波兰 - 华沙</b><br>电话: 48-22-3325737<br><b>罗马尼亚 - 布加勒斯特</b><br>电话: 40-21-407-87-50<br><b>西班牙 - 马德里</b><br>电话: 34-91-708-08-90<br>传真: 34-91-708-08-91<br><b>瑞典 - 哥德堡</b><br>电话: 46-31-704-60-40<br><b>瑞典 - 斯德哥尔摩</b><br>电话: 46-8-5090-4654<br><b>英国 - 沃金厄姆</b><br>电话: 44-118-921-5800<br>传真: 44-118-921-5820 |
| <b>亚特兰大</b><br>德卢斯, 乔治亚州<br>电话: 1-678-957-9614<br>传真: 1-678-957-1455<br><b>奥斯汀, 德克萨斯州</b><br>电话: 1-512-257-3370<br><b>波士顿</b><br>韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州<br>电话: 1-774-760-0087<br>传真: 1-774-760-0088<br><b>芝加哥</b><br>艾塔斯卡, 伊利诺伊州<br>电话: 1-630-285-0071<br>传真: 1-630-285-0075<br><b>达拉斯</b><br>艾迪生, 德克萨斯州<br>电话: 1-972-818-7423<br>传真: 1-972-818-2924<br><b>底特律</b><br>诺维, 密歇根州<br>电话: 1-248-848-4000<br><b>休斯敦, 德克萨斯州</b><br>电话: 1-281-894-5983<br><b>印第安纳波利斯</b><br>诺布尔斯维尔, 印第安纳州<br>电话: 1-317-773-8323<br>传真: 1-317-773-5453<br>电话: 1-317-536-2380<br><b>洛杉矶</b><br>米申维耶霍, 加利福尼亚州<br>电话: 1-949-462-9523<br>传真: 1-949-462-9608<br>电话: 1-951-273-7800<br><b>罗利, 北卡罗来纳州</b><br>电话: 1-919-844-7510<br><b>纽约, 纽约州</b><br>电话: 1-631-435-6000<br><b>圣何塞, 加利福尼亚州</b><br>电话: 1-408-735-9110<br>电话: 1-408-436-4270<br><b>加拿大 - 多伦多</b><br>电话: 1-905-695-1980<br>传真: 1-905-695-2078 |  |   |   |