



用于 PIC24H 单片机的 MPLAB[®] 入门工具包 用户指南

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。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、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PIC³² 徽标、REAL ICE、rLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2009, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

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-16949:2002 认证。公司在 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方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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。

目录

前言	1
第 1 章 简介	
1.1 概述	7
1.2 操作要求	8
1.3 电路板设置	8
第 2 章 入门工具包演示	
2.1 运行演示程序	9
2.2 了解演示程序	14
2.3 其他演示代码示例	15
第 3 章 开发应用程序	
3.1 安装硬件和软件	17
3.2 设置示例应用程序以进行调试	18
3.3 运行示例应用程序	19
3.4 调试示例应用程序	19
3.5 烧写已调试应用	22
3.6 创建其他 PIC24H MCU 应用	22
3.7 确定器件支持和保留资源	22
3.8 故障诊断	23
3.9 Settings 对话框， Info（信息）选项卡	23
第 4 章 硬件	
4.1 应用功能概述	25
4.2 调试功能概述	28
4.3 电路板元件	29
附录 A 原理图	
A.1 应用原理图	34
A.2 调试原理图	37
索引	39
全球销售及服务网点	40

注：

前言

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。此编号位于每页底部的页码之前。DS 编号的命名约定为 “DSXXXXXA”，其中 “XXXXX” 为文档编号，“A” 为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参阅 MPLAB® IDE 在线帮助。在 Help（帮助）菜单中选择 Topics（主题），打开提供的在线帮助文件列表。

简介

本章包含使用用于 PIC24H 单片机（MCU）的 MPLAB® 入门工具包前需要了解的一般信息。本章讨论的内容包括：

- 文档编排
- 本指南中使用的约定
- 保修登记
- 推荐读物
- Microchip 网站
- 开发系统客户变更通知服务
- 客户支持
- 文档版本历史

文档编排

本文档说明了如何使用该入门工具包作为开发和演示工具来实现 PIC24H MCU 器件的处理功能。本手册内容编排如下：

- **第 1 章 简介**——本章介绍了该入门工具包并概述了其功能。
- **第 2 章 入门工具包演示**——本章描述了如何使用入门工具包演示软件。
- **第 3 章 开发应用程序**——本章描述了如何使用 MPLAB® IDE 用入门工具包调试应用软件。
- **第 4 章 硬件**——本章提供了入门工具包的功能概述并列出了主要的硬件元件。
- **附录 A 原理图**——此附录提供了入门工具包的详细原理图。

本指南中使用的约定

本手册采用下列文档约定：

文档约定

说明	涵义	示例
Arial 字体：		
斜体字	参考书目	<i>MPLAB® IDE User's Guide</i>
	需强调的文字	<i>... 仅有的编译器 ...</i>
首字母大写	窗口	Output 窗口
	对话框	Settings 对话框
	菜单选项	选择 Enable Programmer
引用	窗口或对话框中的字段名	“Save project before build”
带右尖括号前有下划线的斜体文字	菜单路径	<i>File>Save</i>
粗体字	对话框按钮	点击 OK
	选项卡	点击 Power 选项卡
N'Rnnnn	verilog 格式的数字，其中 N 是总位数，R 是基数，n 是一个数字。	4 'b0010, 2 'hF1
尖括号 < > 括起的文字	键盘上的按键	按 <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-
	位值	0, 1
	常数	0xFF, 'A'
斜体 Courier New	可变参数	<i>file.o</i> , 其中 <i>file</i> 可以是任一有效文件名
方括号 []	可选参数	mcc18 [options] <i>file</i> [options]
花括号和竖线: {}	选择互斥参数；“或”选择	errorlevel {0 1}
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) { ... }

保修登记

请填写随附的保修登记卡（Warranty Registration Card）并尽快寄出。寄出保修登记卡的客户将可收到新产品更新信息。临时发布的软件在 Microchip 网站上提供。

推荐读物

本用户指南描述了如何使用用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包。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材料。

自述文件

如需关于 Microchip 工具的最新信息，请阅读随软件提供的相关自述文件（HTML 文件）。

PIC24H MCU 文档

如需有关 PIC24H MCU 器件的最新信息（数据手册、勘误表和系列参考手册等），请访问 Microchip 网站：<http://www.microchip.com>。

MPLAB® C30 C 编译器用户指南（DS51284H_CN）

此文档帮助您使用 Microchip 的 16 位 C 编译器开发应用程序。编译器包括用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB C 编译器、用于 dsPIC DSC 的 MPLAB C 编译器以及用于 PIC24 MCU 的 MPLAB C 编译器（后两个编译器是第一个编译器的子集）。这些编译器都是基于 GNU 的语言工具，它们以自由软件基金会（Free Software Foundation, FSF）的源代码为基础。更多关于 FSF 的信息，请访问 www.fsf.org。

MPLAB® ASM30、MPLAB® LINK30 和实用程序用户指南（DS51317F_CN）

此文档有助于您使用 Microchip 基于 GNU 技术的 16 位语言工具。讨论的语言工具包括用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 汇编器、用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 目标链接器、用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 归档器 / 库管理器以及其他 16 位器件实用程序。

MPLAB® IDE 用户指南（DS51519A_CN）

此文档描述了如何使用 MPLAB IDE 集成开发环境以及 MPLAB 项目管理器、MPLAB 编辑器和 MPLAB SIM 软件模拟器。可使用这些开发工具帮助您开发和调试应用代码。

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。只要使用常用的因特网浏览器即可访问，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、最新的软件版本和存档软件
- **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 顾问计划成员列表
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会与活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

开发系统客户变更通知服务

Microchip 的客户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，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com，点击“变更通知客户” (Customer Change Notification) 服务并按照注册说明完成注册。

开发系统产品的分类如下：

- **编译器**——Microchip C 编译器及其他语言工具的最新信息。包括 16 位语言工具：
 - 用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB C 编译器（及其子集）
 - 用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 汇编器
 - 用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 目标链接器
 - 用于 dsPIC DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB 归档器 / 库管理器和 8 位语言工具：
 - 用于 PIC18 MCU 的 MPLAB C 编译器
 - MPASM™ 汇编器
 - MPLINK™ 目标链接器
 - MPLIB™ 目标库管理器
- **在线仿真器**——Microchip 在线仿真器的最新信息。包括 MPLAB REAL ICE 和 MPLAB ICE 2000 在线仿真器。
- **在线调试器**——Microchip 在线调试器的最新信息。包括 MPLAB ICD 2、MPLAB ICD 3 和 PICKit™ 2。
- **MPLAB IDE**——关于支持开发系统工具的 Windows® 集成开发环境 Microchip MPLAB IDE 的最新信息。主要针对 MPLAB IDE、MPLAB IDE 项目管理器、MPLAB 编辑器和 MPLAB SIM 软件模拟器以及一般的编辑和调试功能。
- **编程器**——Microchip 编程器的最新信息。包括 MPLAB PM3 器件编程器和 PICSTART® Plus 以及 PICKit 1 和 PICKit 2 开发编程器。

客户支持

Microchip 产品的用户可以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 <http://support.microchip.com> 网站获得技术支持。

文档版本历史

版本 A（2008 年 11 月）

本文档的初始版本。

注:

第 1 章 简介

欢迎购买 Microchip 用于 PIC24H 单片机（MCU）的 MPLAB® 入门工具包。此工具包旨在介绍和演示 PIC24H MCU 器件的功能及其强大处理能力。

该入门工具包演示了用于处理传感器信号和与音频和视频显示接口的低成本软硬件解决方案。入门工具包的电路板还包含信号调理电路，该电路有助于用户通过处理来自外部传感器的信号，来执行对 PIC24H MCU 功能的快速评估。此外，该入门工具包还具有板上调试电路，您可以用它来开发和调试自己的应用程序，而无需使用其他调试工具（如在线仿真器和调试器）。

本章介绍了该入门工具包并概述了其功能。包括的主题有：

- 概述
- 操作要求
- 电路板设置

1.1 概述

用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包直接连接到个人计算机（personal computer，PC）上的 USB 端口。通过该 PC USB 连接与电路板进行通信并为其供电。

该入门工具包包含调试电路和编程器电路，允许将应用程序烧写到电路板的 PIC24H MCU 器件中然后对其进行调试，所有这些操作都是通过 MPLAB IDE 来完成的。

来自板上三轴模拟加速计的传感器信号被送到 PIC24H MCU 中的片上快速 ADC 模块，用软件对其进行处理。此功能允许该入门工具包在倾斜的情况下运行。基于检测到的、由于电路板倾斜而产生的加速，将在并行主端口（Parallel Master Port，PMP）模块控制的板上 OLED 显示屏上产生视频输出。此外，在板上扬声器上输出（语音形式）语音段的方法为：首先由输出比较模块生成脉宽调制（Pulse-Width Modulated，PWM）数字波形信号，然后由入门工具包电路板上的低通滤波器将此 PWM 信号转换为模拟语音信号；或者，应用也可以使用调理电路来配合使用各种模拟传感器、通过 ADC 捕获传感器信号并对其进行处理。

除了前言中列出的推荐读物之外，以下生产商的数据手册也可以作为推荐参考读物：

- Bosch Sensortec Data Sheet, *BMA140 Triaxial Analog Acceleration Sensor*
- National Semiconductor Corporation Data Sheet, *LM4853 Boomer® Audio Power Amplifier Series Mono 1.5W/ Stereo 300mW Power Amplifier* (DS200334)

1.2 操作要求

为了采用用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包进行编程并与其进行通信，必须满足以下软硬件要求：

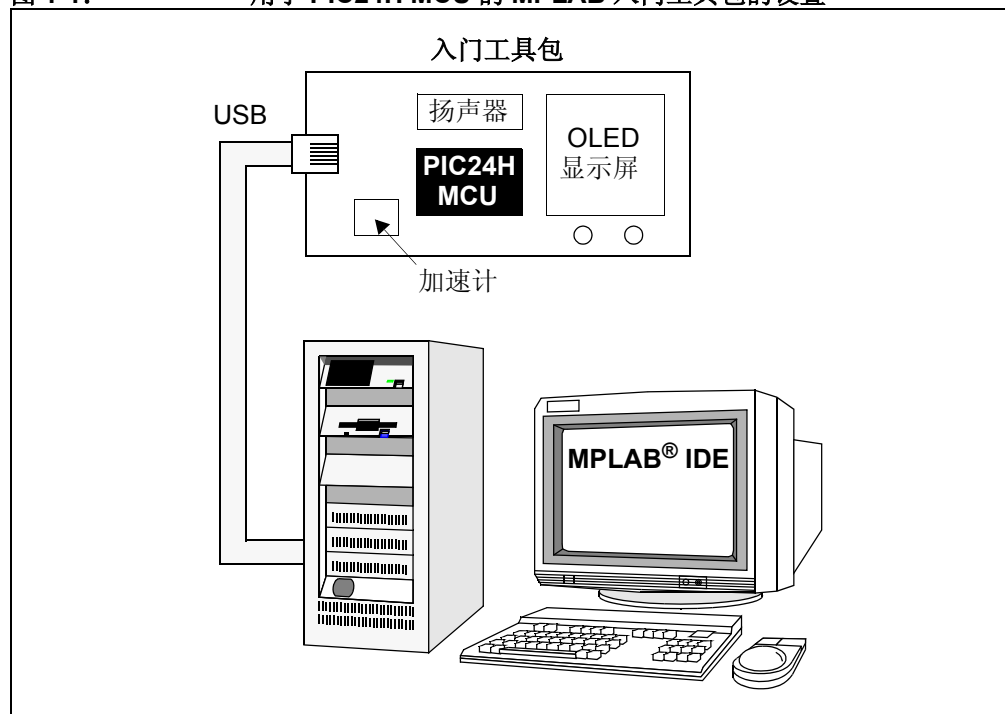
- PC 兼容系统
- PC 或供电 USB 集线器上有可用的 USB 端口
- 光盘
- Windows® 2000 SP4、Windows XP SP2 或 Windows Vista（32 位）⁽¹⁾ 操作系统。

注 1: 对于此版本，仅在 32 位的 Windows Vista 操作系统中进行了初步测试。目前尚不支持 64 位的 Windows Vista 操作系统。

1.3 电路板设置

图 1-1 是用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包的设置图。通过 USB 连接与电路板进行通信并为其供电。通过 USB 电缆为入门工具包供电后，就将启动预装载的演示程序。

图 1-1: 用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包的设置



第 2 章 入门工具包演示

本章描述了 PIC24H MCU 器件上预装载的、用于 PIC24H 单片机的 MPLAB® 入门工具包的演示程序，用于演示加速计信号检测、OLED 显示屏、语音回放和开关按键监视的多任务处理。此软件应用程序演示了如何使用用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包捕捉信号、处理传感器信号、对语音进行解码和回放以及控制 OLED 显示屏。

第 4 章“硬件”详细说明了入门工具包硬件。

包括的主题有：

- 运行演示程序
- 了解演示程序
- 其他演示代码示例

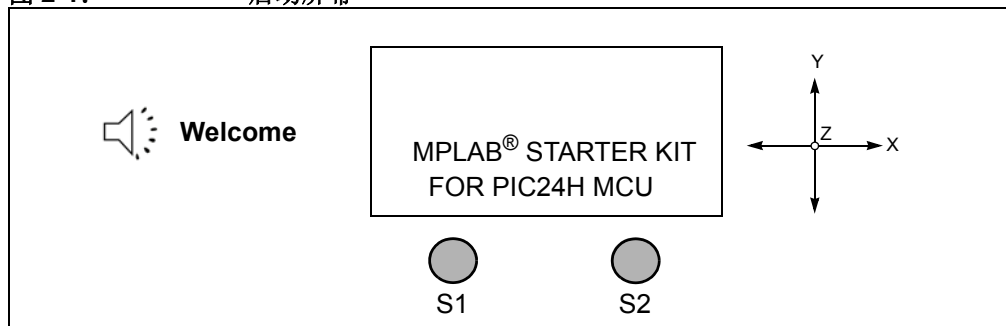
2.1 运行演示程序

要运行演示程序，请遵循以下步骤：

1. 将电路板连接到计算机的 USB 端口，为入门工具包供电。您应该短暂看到在系统托盘中弹出一条消息，它提示 (1) 发现新硬件，(2) 正在安装驱动程序和 (3) 新硬件现在可以使用了。如果未看到这些消息，表示入门工具包不能工作，尝试重新连接 USB 电缆。如果重新连接到 USB 电缆仍然不工作，请参阅第 3.8 节“故障诊断”。

上电时，将播放一条语音欢迎消息，同时将在 OLED 显示屏上显示启动屏幕（见图 2-1）。

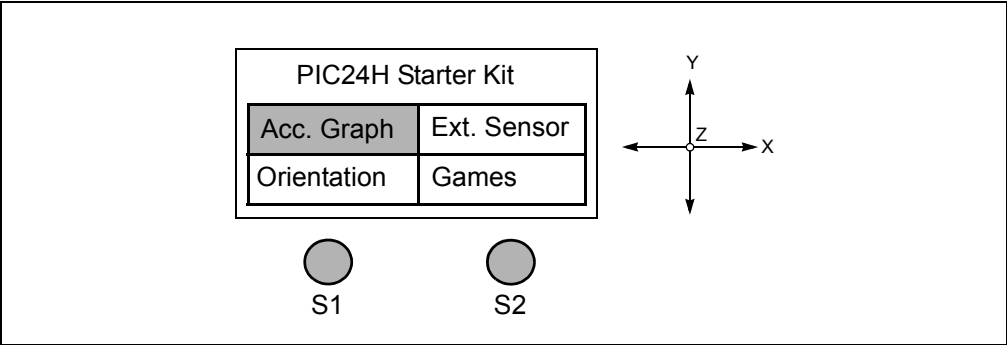
图 2-1: 启动屏幕



启动完成后，将在 OLED 显示屏上显示主屏幕，如图 2-2 所示。

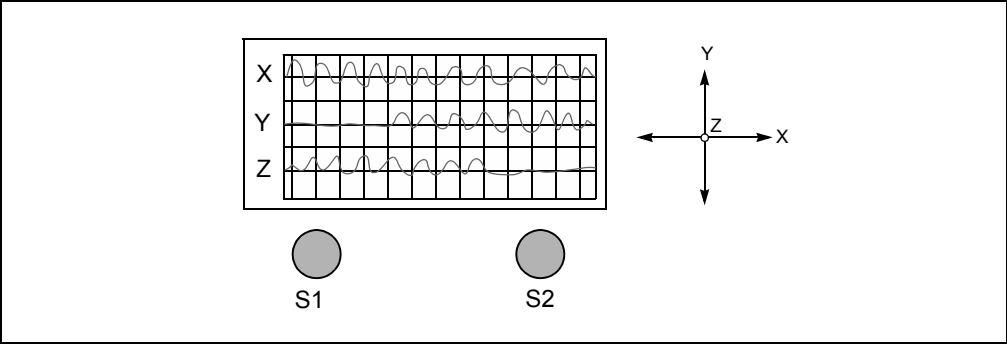
主屏幕包括四个供选择的单元：**Accelerometer (Acc.) Graph**（加速计图）、**External (Ext.) Sensor**（外部传感器）、**Orientation**（方向）和 **Games**（游戏）。入门工具包在 X 轴和 Y 轴倾斜的情况下可以运行。根据倾斜方向的不同，四个单元中的一个将突出显示，表示选中。可以按下开关 S1 或 S2 选择突出显示的单元。

图 2-2: 入门工具包主屏幕



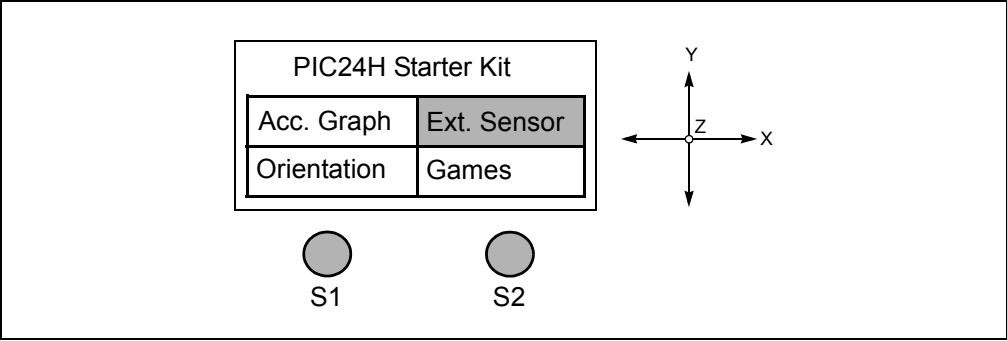
2. 选择 **Acc. Graph** 单元将启动用于捕捉加速计的三维输出并将输出以图形的形式在 OLED 显示屏上显示的应用程序，如图 2-3 所示。任何时候按下开关 S1 或 S2 都可以返回到主屏幕。

图 2-3: 加速计图



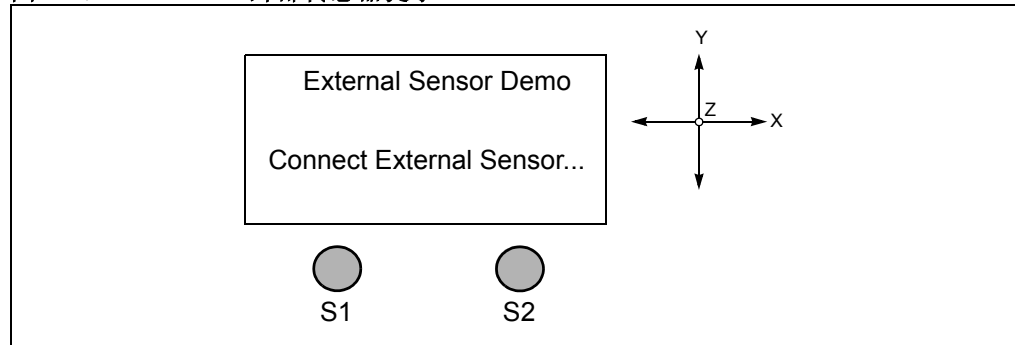
3. 选择 **Ext. Sensor** 单元（见图 2-4）将启动用于捕捉连接到 TP12 和 TP11 点的外部传感器的输出的应用程序。

图 2-4: 选择外部传感器选项



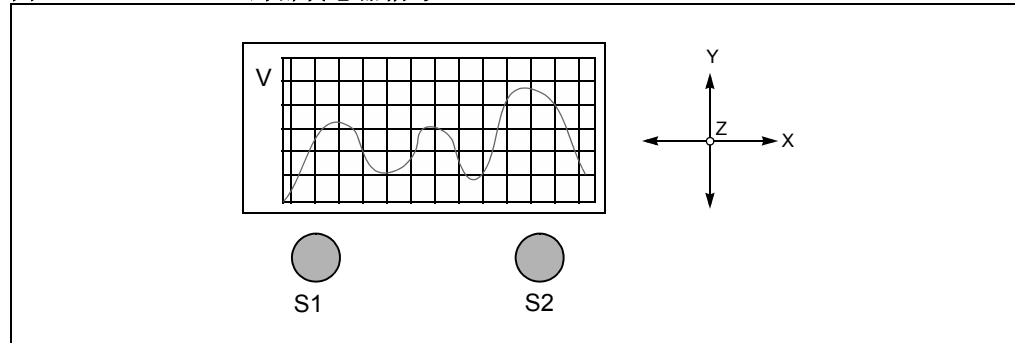
在显示外部传感器信号之前，将显示一个信息屏，提示用户连接外部传感器，如图 2-5 所示。

图 2-5: 外部传感器提示



在显示信号过快或过慢的情况下可按下开关 S1 以加快或减缓显示速度（见图 2-6）。

图 2-6: 外部传感器信号



任何时候按下开关 S2 都可以返回到主屏幕。

4. 选择 **Orientation** 单元（见图 2-7）可启动用于指示入门工具包方向的应用程序。

将在 OLED 显示屏上显示模式，并通过扬声器播放消息，指示 *Portrait*、*Landscape* 和 *Plane* 方向（见图 2-8）。每个轴的加速度将以地球重力加速度常量的倍数形式显示在屏幕左侧， $1g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。

图 2-7: 选择方向选项

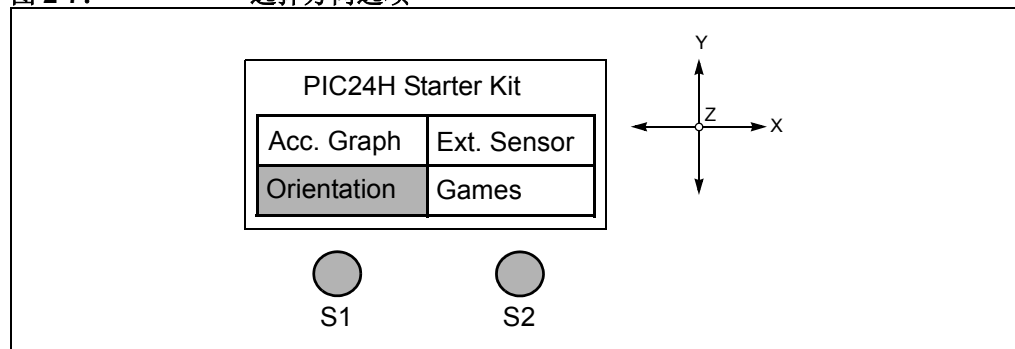
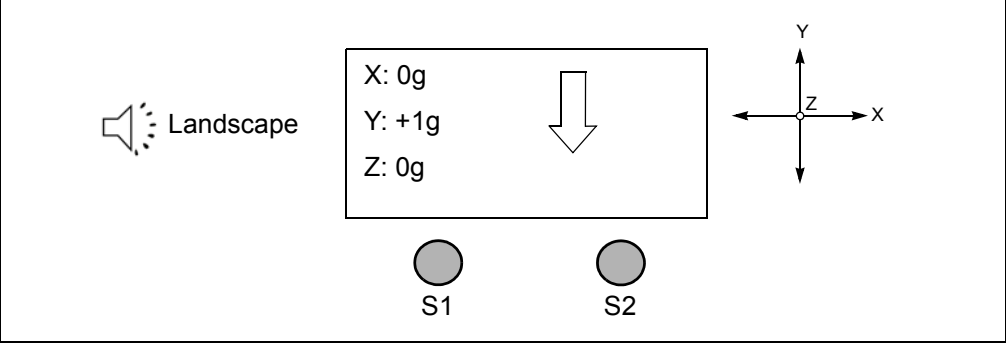
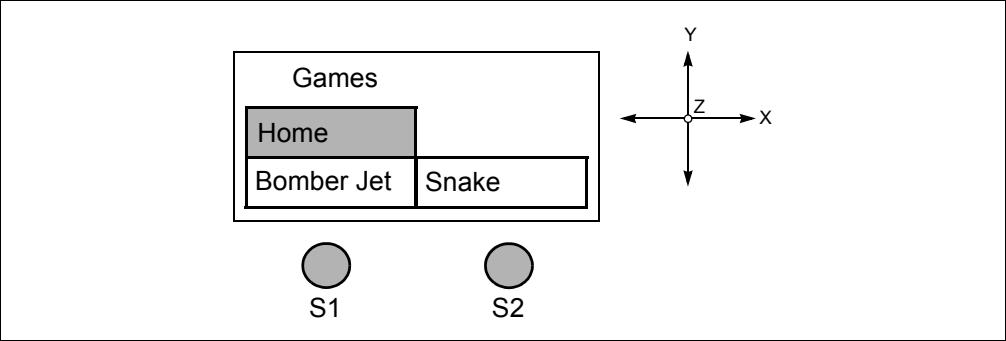


图 2-8: 方向模式



5. 选择 **Games** 单元将显示包括以下三个单元的新屏幕：**Home**（主屏幕）、**Bomber Jet**（炸弹喷气机）和 **Snake**（贪吃蛇），如图 2-9 所示。

图 2-9: 游戏屏幕

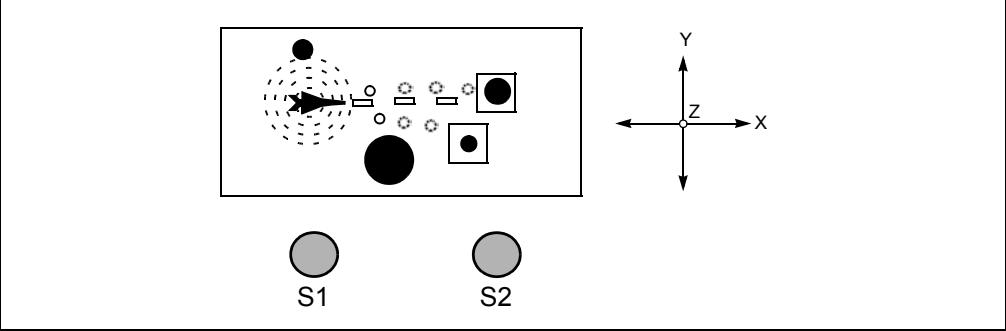


选择 **Home** 单元将返回到主屏幕。

6. 选择 **Bomber Jet** 单元将启动 **Bomber Jet** 游戏。

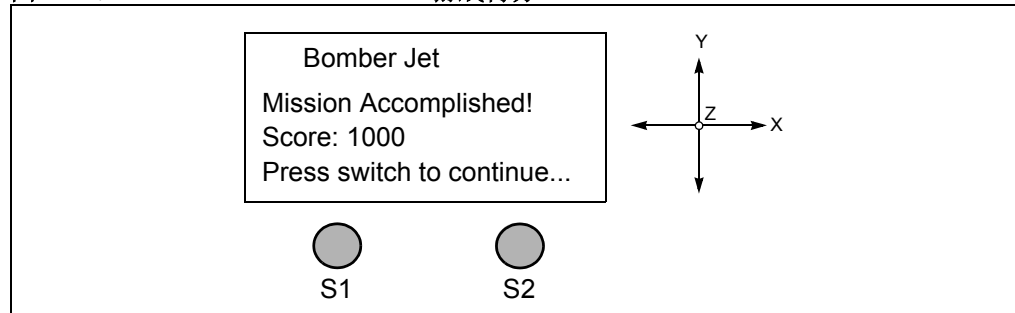
通过绕 X 轴和 Y 轴倾斜入门工具包，沿显示屏的 X 和 Y 轴操纵喷气式轰炸机。喷气机在游戏中会遇到小行星和外星战舰。应该操纵好喷气机，以使它不会与小行星和外星战舰相撞，也不会被外星战舰发射的导弹击中。按开关 **S1** 可即刻打开防护罩。防护罩将摧毁沿途的小行星和外星战舰导弹。按 **S2** 会使喷气式轰炸机发射导弹。如果喷气式轰炸机发射的导弹击中了外星战舰和小行星，就会摧毁它们。图 2-10 给出了游戏演示过程中的一个显示画面。

图 2-10: BOMBER JET 游戏



喷气式轰炸机发射的导弹击中外星战舰或小行星时，得分会增加。使用防护罩会扣分。在达到 **1000** 分、被外星导弹击中或撞到外星战舰或小行星时，自动退出游戏，进入分数屏幕（见图 2-11）。

图 2-11: BOMBER JET 游戏得分

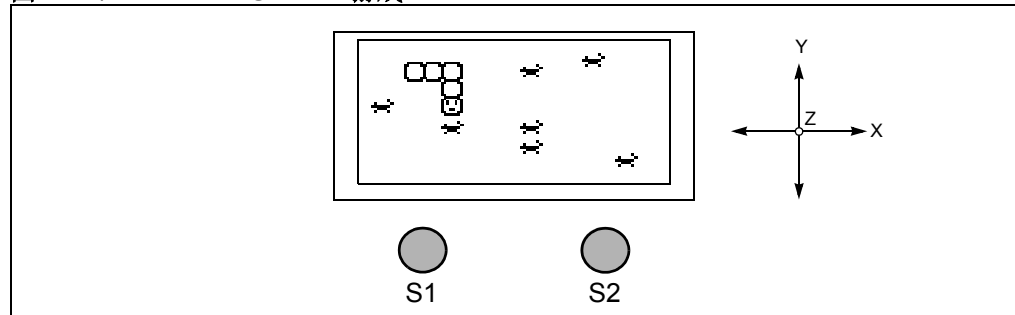


显示分数屏幕后，任何时候按下开关 **S1** 或 **S2** 都将返回到游戏屏幕。

7. 选择 **Snake** 单元将启动 **Snake** 游戏。

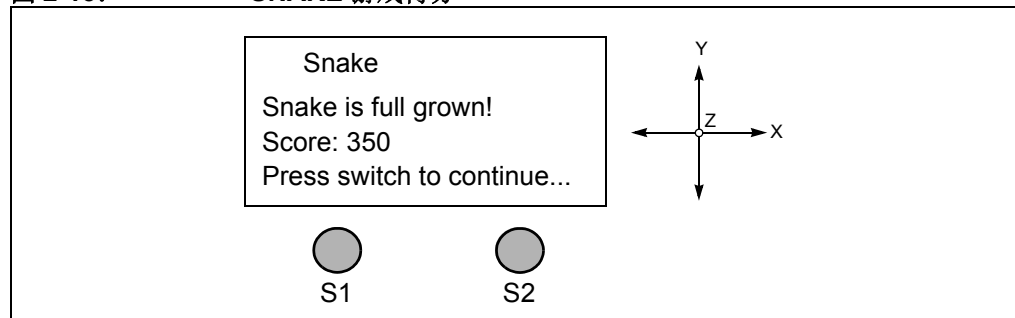
通过绕 **X** 和 **Y** 轴倾斜入门工具包，沿显示屏的 **X** 和 **Y** 轴操纵贪吃蛇。会出现贪吃蛇必须吃掉的多个蛇食。吃掉蛇食后蛇会长大。应该操纵贪吃蛇吞食蛇食，且不会撞到四周的墙壁。图 2-12 给出了游戏演示过程中的一个显示画面。

图 2-12: SNAKE 游戏



贪吃蛇吃掉蛇食时，得分会增加。贪吃蛇的尾巴长度增大到 **25** 环或撞到四周的墙壁时，游戏自动退出，进入分数屏幕（见图 2-13）。

图 2-13: SNAKE 游戏得分



显示分数屏幕后，任何时候按下开关 **S1** 或 **S2** 都将返回到 **Games** 屏幕。

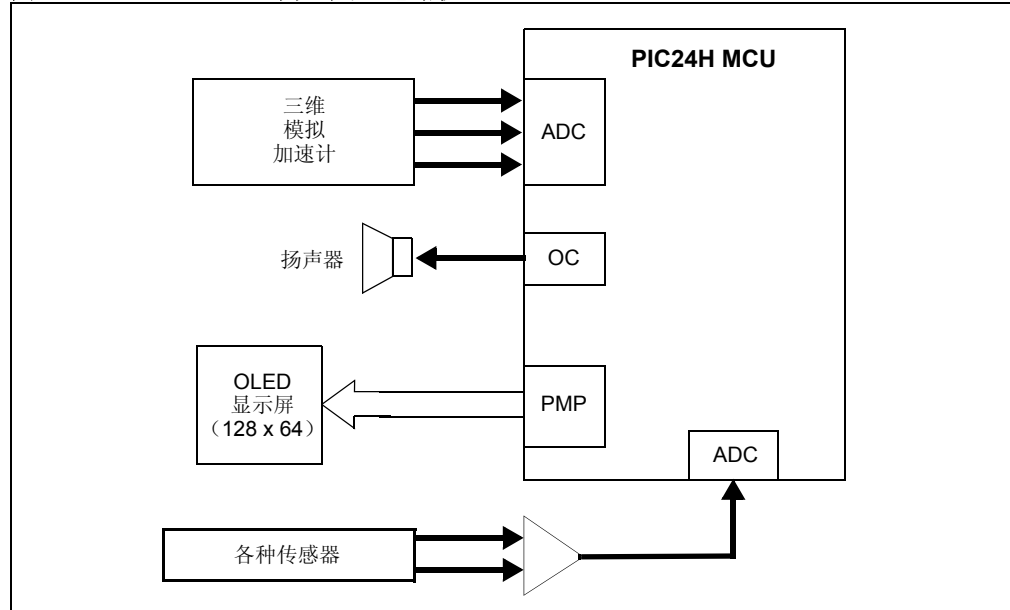
2.2 了解演示程序

已对入门工具包中的 PIC24H MCU 器件预编程了主演示应用程序。入门工具包随附的光盘包含了主应用程序代码。如图 2-14 所示，此示例应用程序使用电路板捕捉加速计的三维加速度信号，并通过扬声器播放语音消息，同时在 OLED 显示屏上进行视频显示。

电路板还包含调理电路，使用户能够灵活地使用各种传感器，以及对捕捉的传感器信号进行信号处理。

第 4 章“硬件”中提供了基本模块的详细说明。以下各节提供了对这些模块功能的简短说明。

图 2-14: 入门工具包电路板



2.2.1 加速计接口

入门工具包具有三维模拟加速计。使用 PIC24H MCU 器件上的 ADC 模块捕捉三个加速度输出（X、Y 和 Z）。根据所选游戏的不同，PIC24H MCU 对 ADC 捕捉的加速计样本的处理方式也不同。

2.2.2 OLED 显示屏接口

入门工具包具有一个 128 x 64 OLED 显示屏。用户可以选择显示不同的屏幕。根据从加速计和开关所获得的激励不同，显示的屏幕、绘制的信号图以及对游戏的控制也各不相同。

2.2.3 扬声器接口

扬声器播放消息。语音消息使用 G.711 A-law 压缩，并存储在 PIC24H 的程序存储器中。PIC24H 对压缩的数据进行解码，生成解调的 PWM 信号，然后通过扬声器输出此 PWM 信号。

2.2.4 外部传感器接口

入门工具包包含模拟调理电路，用户可使用它来与各种外部传感器配合使用。传感器的差分输出信号经由差分放大器和抗混叠滤波器，然后由片上 ADC 进行采样。

2.3 其他演示代码示例

入门工具包软件光盘还包含另一个演示代码示例 `External_Sensor_Demo`。

`External_Sensor_Demo` 代码示例演示低成本传感器信号的捕捉和处理。传感器连接到模拟调理电路时，此代码示例会通过 ADC 通道捕捉传感器信号。捕捉的离散时间传感器信号可以在代码示例内处理。在源文件中提供了指示信息，说明需要在何处添加用户需要的信号处理程序来处理 ADC 捕捉的传感器信号。

第 4.1.4 节“模拟调理电路”中提供了可以使用的外部模拟传感器的各种特性。

注:

第 3 章 开发应用程序

用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包可与 Microchip 网站上提供的免费集成开发环境 MPLAB® IDE 结合使用。MPLAB IDE 允许入门工具包用作所采用器件的在线调试器以及编程器。

在线调试功能允许您运行、检查和修改为入门工具包硬件中所嵌入器件编写的程序。这为一起调试固件和硬件提供了极大的帮助。

入门工具包的特殊软件可与 MPLAB IDE 应用程序交互以运行、停止和单步执行程序。可设置断点和复位处理器。处理器停止后，可检查和修改寄存器的内容。

更多关于如何使用 MPLAB IDE 的信息，请参阅以下文档：

- MPLAB® IDE 用户指南 (DS51519A_CN)
- MPLAB® IDE 快速入门指南 (DS51281G_CN)
- MPLAB® IDE 在线帮助

本章包含以下内容：

- 安装硬件和软件
- 设置示例应用程序以进行调试
- 运行示例应用程序
- 调试示例应用程序
- 烧写已调试应用程序
- 创建其他 PIC24H MCU 应用
- 确定器件支持和保留资源
- 故障诊断
- Settings 对话框，Info（信息）选项卡

3.1 安装硬件和软件

要安装硬件，需执行以下步骤：

如果还未安装硬件以运行演示程序，请遵循以下这些步骤：

1. 将电路板连接到计算机的 USB 端口，为入门工具包供电。

您应该短暂看到在系统托盘中弹出一个气球状消息框，它提示 (1) 发现新硬件，(2) 正在安装驱动程序和 (3) 新硬件现在可以使用了。如果未看到这些消息，表示入门工具包不能工作，尝试重新连接 USB 电缆。如果重新连接 USB 电缆仍然不工作，请参阅第 3.8 节“故障诊断”。

2. 上电后，应用程序启动并运行，如第 2.1 节所示。

要安装软件，需执行以下步骤：

运行入门工具包中包含的光盘，并按照指示安装软件。

3.2 设置示例应用程序以进行调试

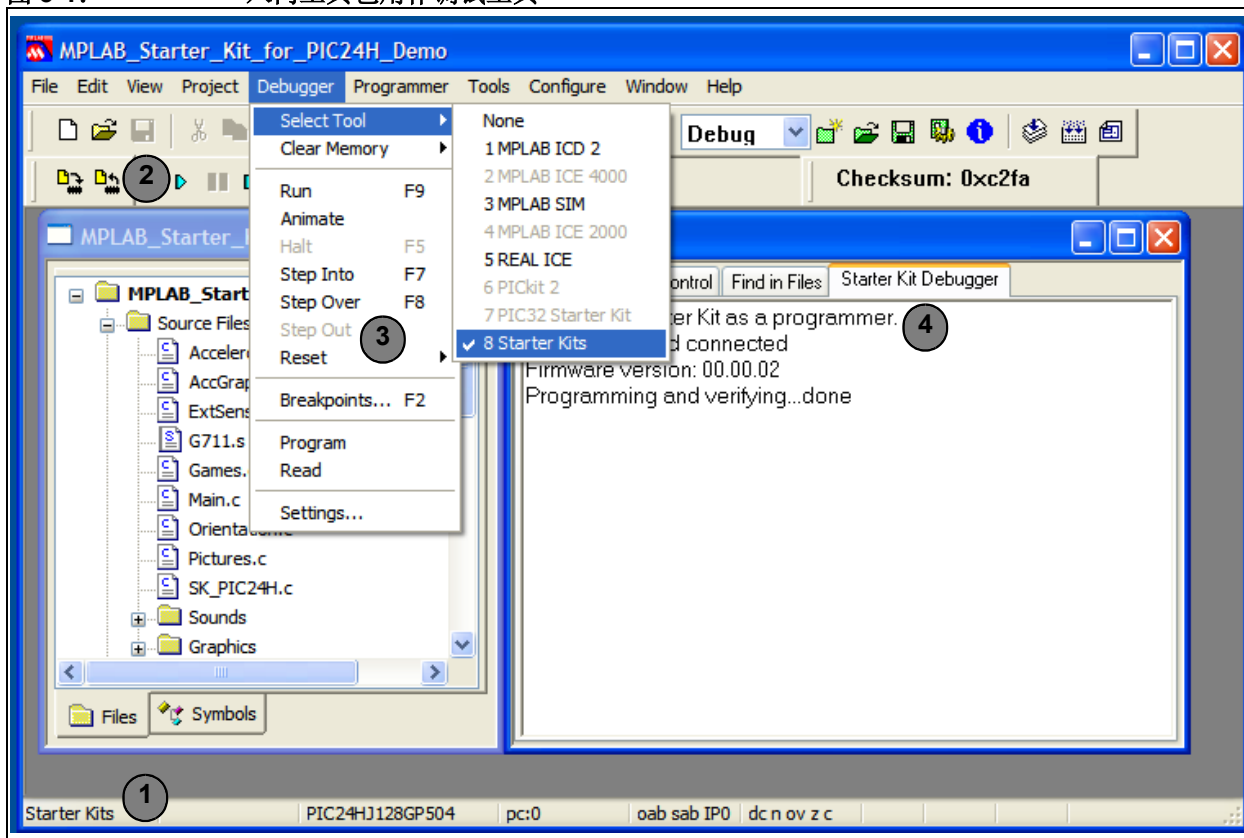
通过入门工具包光盘安装在 PC 上的 MPLAB IDE 软件将自动打开一个示例应用程序，您可以用它来查看入门工具包的调试功能。

要准备应用程序以进行调试，需执行以下步骤：

1. 启动 MPLAB IDE。将打开示例应用程序项目及相关的工作区。关于项目和工作区的信息，请参见本章开头部分提到的 MPLAB IDE 文档。
2. 选择 **Project>Build All**（项目 > 编译全部）编译应用程序代码。将在 Output（输出）窗口的 Build（编译）选项卡中看到编译的进度。
3. 选择 **Debugger>Select Tool>Starter Kits**（调试器 > 选择工具 > 入门工具包）。MPLAB IDE 将发生变化，添加入门工具包调试功能（图 3-1）：(1) 状态栏将显示入门工具包作为调试工具；(2) 将添加入门工具包调试工具栏；(3) Debugger（调试器）菜单将发生变化，添加入门工具包调试功能且 (4) 将在 Output 窗口的 **Starter Kit Debugger**（入门工具包调试器）选项卡上显示 MPLAB IDE 和入门工具包之间的通信状态。

而且，有多个器件资源用于调试。详细信息请参见第 3.7 节“确定器件支持和保留资源”。

图 3-1: 入门工具包用作调试工具



4. 选择 **Debugger>Program**（调试器 > 编程）将应用程序代码烧写到入门工具包的 PIC24H MCU 器件中。将在 Output 窗口的 **Starter Kit**（入门工具包）选项卡中看到调试编程的进度。

注： 当入门工具包选择为调试器时，将自动把调试执行程序代码编程到入门工具包器件的程序存储器高地址单元中。必须将调试代码烧写到目标器件才能使用入门工具包的在线调试功能。

3.3 运行示例应用程序

入门工具包以实时（Run（运行））或单步（Step Into（单步执行）、Step Over（单步跳过）和 Animate（连续单步执行））的方式执行。在 MPLAB IDE 中选择 **Run** 时实时执行。在器件代码通过选择 **Halt**（暂停）或者由于断点暂停执行后，可以单步执行。

表 3-1 中显示的工具栏按钮用于快速访问常用的调试操作：

表 3-1: 工具栏按钮

调试器菜单	调试工具栏	调试器菜单	DSK 工具栏
Run		Program（编程）	
Halt		Read（读）	
Animate			
Step Into			
Step Over			
Reset（复位）			
Breakpoints（断点）			

要查看这些选项是如何工作的，请执行以下步骤：

1. 选择 Debugger>Reset>Processor Reset（调试器 > 复位 > 处理器复位）或单击 **Reset** 按钮复位程序。
2. 选择 Debugger>Run（调试器 > 运行）或单击 **Run** 按钮。观察应用程序的工作。
3. 选择 Debugger>Halt（调试器 > 暂停）或单击 **Halt** 按钮停止程序执行。在文件窗口中，会用一个绿色的实心箭头标出程序暂停时所在的代码行。
4. 选择 Debugger>Step Into（调试器 > 单步执行）或单击 **Step Into** 按钮单步执行程序一次。文件窗口中的绿色实心箭头会向下移动一行代码。单击该按钮多次以单步执行一些代码。
5. 选择 Debugger>Reset>Processor Reset 或单击 **Reset** 按钮再次复位程序。箭头将消失，表示器件已复位。

3.4 调试示例应用程序

对于给定的示例代码，所有操作都可以正常执行。但是，在开发代码时，可能不会一次成功，而需要调试。MPLAB IDE 提供了编辑器和一些调试功能（例如断点和 Watch（观察）窗口）来帮助调试应用代码。

此节包含以下内容：

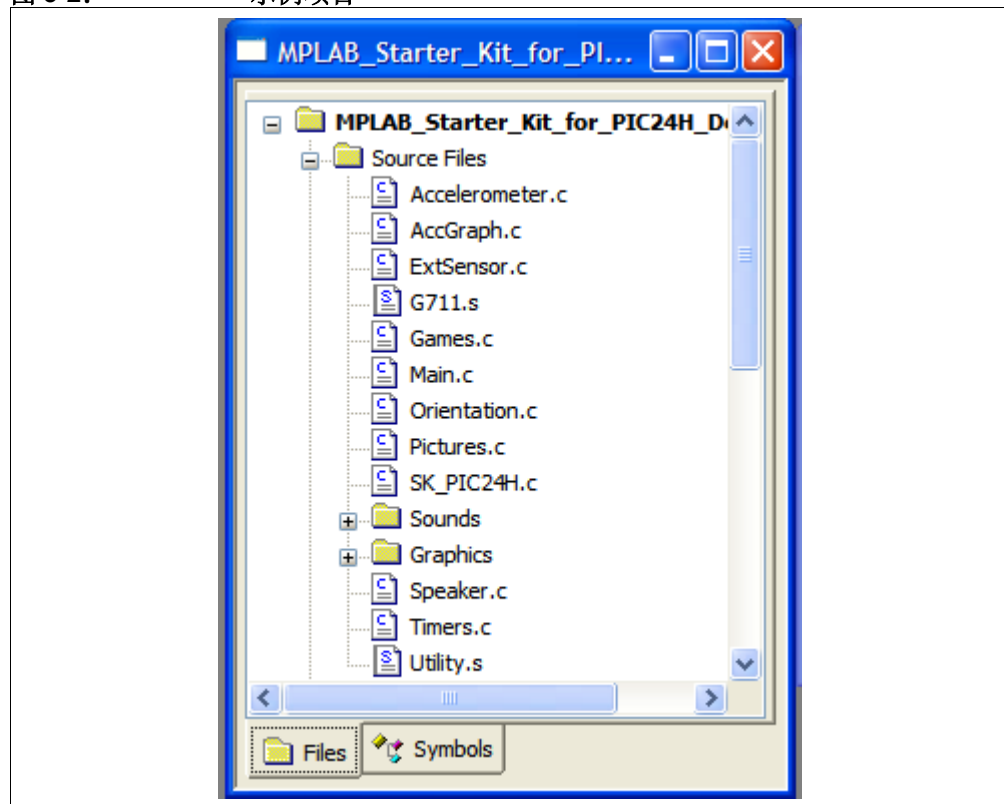
- 编辑应用代码
- 使用断点和鼠标悬停
- 使用 Watch 窗口

3.4.1 编辑应用代码

要查看应用代码以进行编辑，请执行下列一项操作：

1. 选择 **Edit>New**（编辑 > 新建）创建新代码，或选择 **Edit>Open**（编辑 > 打开）搜索并打开现有的代码文件。
2. 在项目窗口中双击某个文件以打开现有的代码文件。请参见图 3-2 中的示例项目窗口。

图 3-2: 示例项目



更多关于使用编辑器创建和编辑代码的信息，请参见 MPLAB 编辑器帮助。

3.4.2 使用断点和鼠标悬停

要在代码中设置断点：

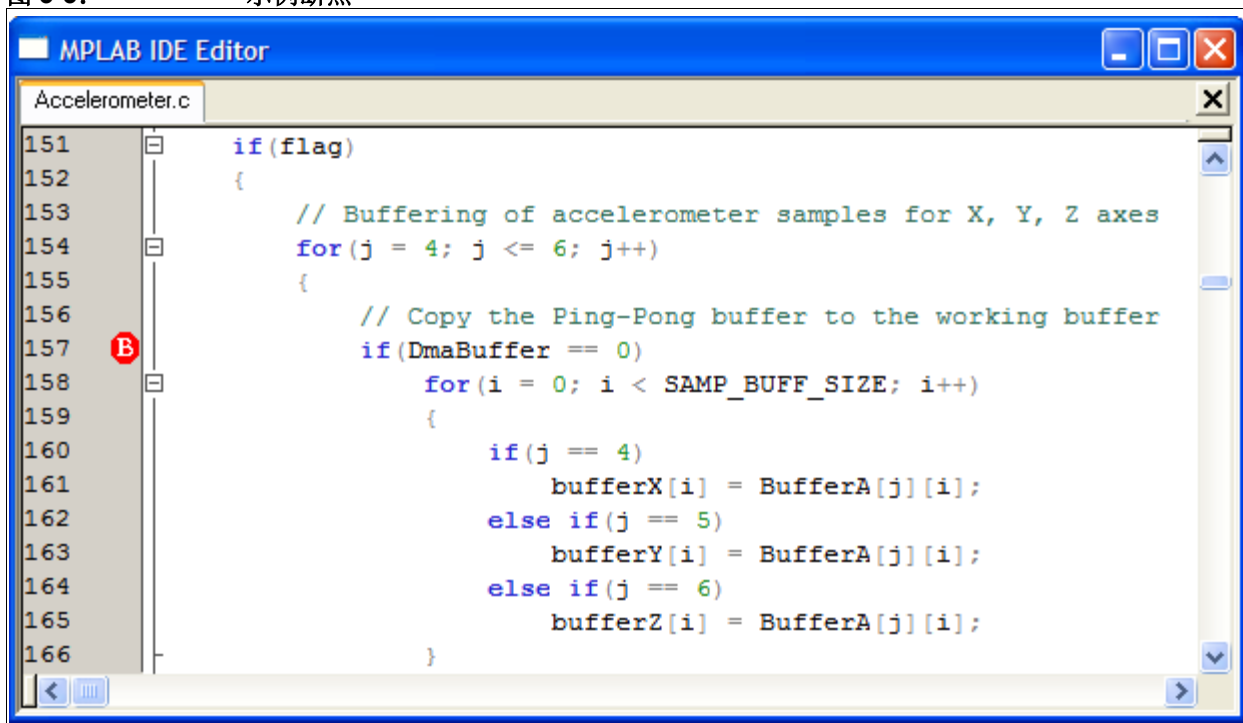
1. **在左边空白处双击**——在想要设置断点的代码行旁边的窗口左边空白处双击。再次双击可去除断点。

注： 必须为断点设置双击功能。请依次选择 **Edit>Properties**（编辑 > 属性）、**ASM/C/BAS File Type**（ASM/C/BAS 文件类型）选项卡，然后选中“Double-click Toggles Breakpoint”（双击触发断点）复选框。

2. **弹出菜单**——将光标置于想要设置断点的代码行。然后，右键单击以弹出一个菜单并选择“Set Breakpoint”（设置断点）。设置断点后，“Set Breakpoint”选项将变为“Remove Breakpoint”（去除断点）和“Disable breakpoint”（禁用断点）选项。弹出菜单中 Breakpoints（断点）下的其他选项分别用于删除、启用或禁用所有断点。
3. **Breakpoint 对话框**——打开 Breakpoint 对话框（**Debugger>Breakpoints**（调试器 > 断点））以设置、删除、启用或禁用断点。更多关于此对话框的信息可参见 MPLAB IDE 帮助。

代码中设置的断点以标有字符“B”的红色八边形表示，如图 3-3 所示。

图 3-3: 示例断点



暂停代码后，将鼠标悬停于变量上会弹出这些变量的当前值（见图 3-3）。

注： 必须设置此功能。请依次选择 **Edit>Properties**、**Tooltips**（工具提示）选项卡，然后选中“Enable Variable Mouseover Values”（启用鼠标悬停时显示变量值）复选框。

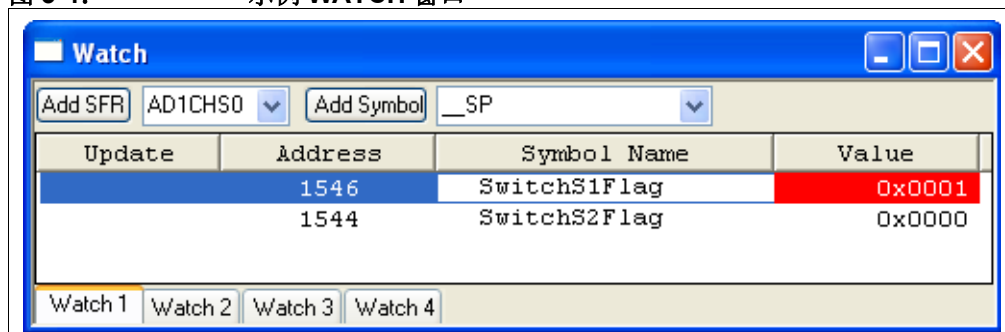
3.4.3 使用 Watch 窗口

要使用 Watch 窗口：

1. 选择 **View>Watch**（视图 > 观察），可在桌面上看到 Watch 窗口。它包含 4 个可选的 Watch 视图（通过选项卡），在这些视图中可查看变量（SFR、符号和绝对地址）。
2. 可从列表中选择某个 SFR 或符号并单击相关的 **Add**（添加）按钮将其添加到 Watch 窗口。或在“Address”（地址）列中单击并输入绝对地址。

填充了 SFR 和符号的 Watch 窗口应如图 3-4 所示。更多关于使用 Watch 窗口的信息，请参见 MPLAB IDE 帮助。

图 3-4: 示例 WATCH 窗口



3.5 烧写已调试应用程序

程序成功调试并运行后，下一步是对器件进行编程，以使其在最终设计中独立工作。进行这一步时，为调试保留的资源会被释放，以供应用程序使用。

请使用以下步骤烧写应用程序：

1. 选择 Debugger>Select Tool>None（调试器 > 选择工具 > 无），禁止入门工具包作为调试工具。
2. 在 Programmer>Select Programmer（编程器 > 选择编程器）菜单中选择入门工具包作为编程器。
3. 选择 Programmer>Program（编程器 > 编程）。

现在，入门工具包将独立运行。

3.6 创建其他 PIC24H MCU 应用

该入门工具包只是在应用中使用 Microchip PIC24H MCU 的一种途径。还有其他工具和资源支持这些器件。

- PIC MCU 开发电路板——许多电路板都可用于开发应用。这些演示板可在我公司网站（<http://www.microchip.com/>）上的“设计 > 开发工具 > 演示板 > PIC MCU”下找到。
- 用于 dsPIC® DSC 和 PIC24 MCU 的 MPLAB C 编译器（完全版）——为进行全面开发提供了比学生版更多优化选项。请访问 <http://www.microchip.com/c30>。
- 应用笔记——为使用 PIC24H MCU 功能提供的带代码的示例应用。这些应用笔记可在我公司网站（<http://www.microchip.com/>）上的“设计 > 应用笔记及源代码 > 16 位 PIC MCU 和 dsPIC DSC”下找到。

3.7 确定器件支持和保留资源

由于 ICD 器件的内置在线调试功能和调试器提供的 ICSP™ 功能，入门工具包在调试时可使用部分片上资源。在调试期间，它还可以使用目标器件中的程序存储器和文件寄存器地址单元。用户代码无法使用这些地址单元。在 MPLAB IDE 中，寄存器显示中标记了“R”的寄存器表示保留寄存器。

关于在线调试所需的器件资源的信息，请参阅 MPLAB IDE 中 Help>Topics（帮助 > 主题）下的 MPLAB ICD 2 Help（MPLAB ICD 2 帮助）。在“Resources Used By MPLAB ICD 2”（MPLAB ICD 2 使用的资源）下找到的器件保留资源信息也同样适用于该入门工具包。

3.8 故障诊断

3.8.1 调试连接问题

使用入门工具包作为调试器时，在对器件进行编程时可能会遇到错误 “Unable to Enter Debug Mode”（无法进入调试模式）。原因可能是入门工具包和 MPLAB IDE 之间的通信丢失了。要解决此问题：

1. 从入门工具包拔出 USB 电缆。
2. 将 USB 电缆插回入门工具包。

MPLAB IDE 应自动重新连接到入门工具包。如果这不能解决问题，请执行以下操作：

1. 检查 PC 和入门工具包两端的 USB 连接。
2. 如果使用了 USB 集线器，请确保它已上电。
3. 确保该 USB 端口没有被其他设备使用。

3.8.2 编程问题

如果在开发您自己的应用程序期间无法对入门工具包中的器件进行编程，那么您可能将器件的配置位设置为了阻止编程的代码保护状态或某些其他状态。要查看配置位的设置，请选择 **Configure>Configuration Bits**（配置 > 配置位）。

3.8.3 编译问题

使用入门工具包作为调试器时，请确保 “Build Configuration”（编译配置）（工具栏中的下拉列表或 **Debugger** 菜单上的项）设置为 “Debug”（调试），否则您的代码将无法正确编译以进行调试。使用入门工具包作为编程器时，请确保 “Build Configuration” 设置为 “Release”（发布），否则您的代码将无法正确编译以进行编程。

3.9 SETTINGS 对话框，INFO（信息）选项卡

选择 **Debugger>Settings**（调试器 > 设置）或 **Programmer>Settings**（编程器 > 设置）时，将打开 **Starter Kit Settings**（入门工具包设置）对话框。

目前在此对话框中只有一个（**Info**）选项卡，显示以下信息：

- **Firmware Version**（固件版本）：入门工具包电路板上的固件版本。
- **Debug Exec Version**（调试执行程序版本）：装载到器件程序存储器中用以使能调试操作的调试执行程序版本。

注:

第 4 章 硬件

本章提供了用于 PIC24H MCU 的 MPLAB 入门工具包中使用的硬件的功能概述，并说明了主要的硬件元件。

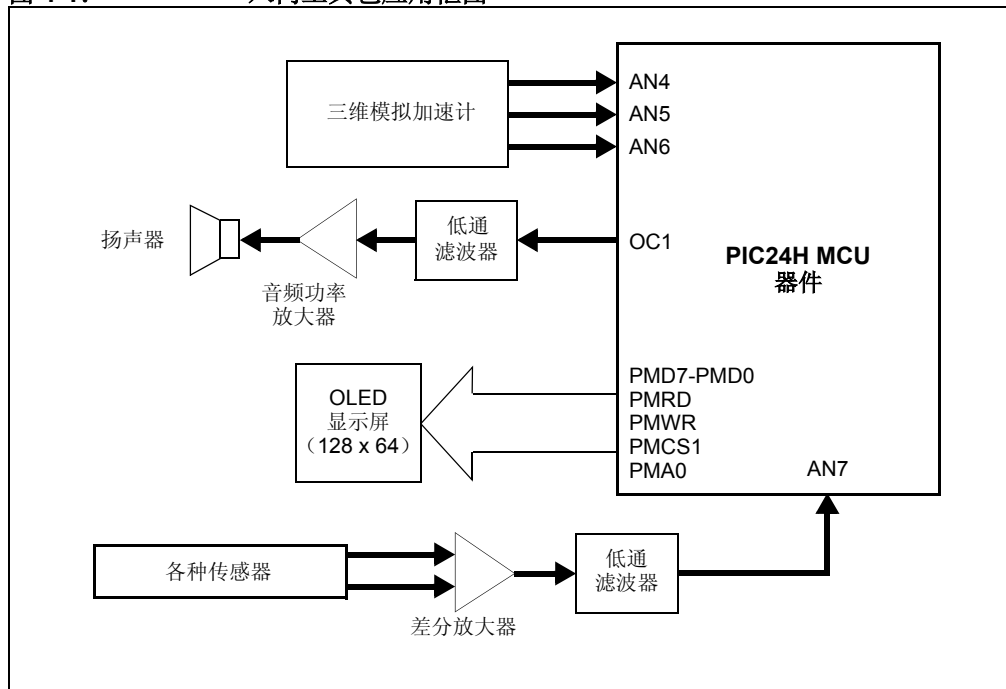
包括的主题有：

- 应用功能概述
- 调试功能概述
- 电路板元件

4.1 应用功能概述

图 4-1 所示的框图说明了入门工具包的主音频流操作。

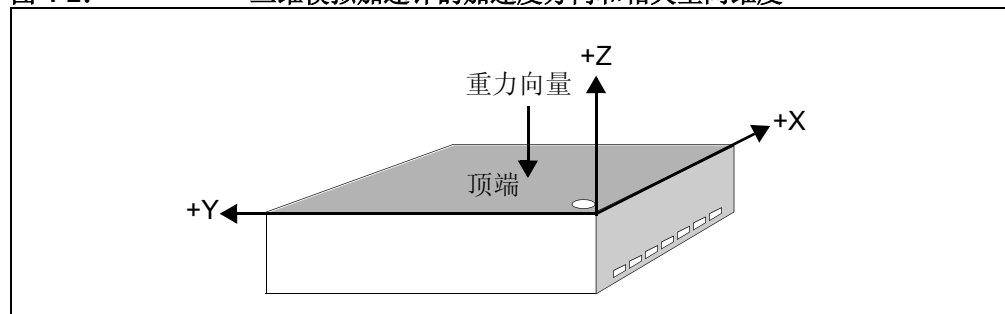
图 4-1: 入门工具包应用框图



4.1.1 加速计接口

入门工具包具有一个三维模拟加速计（见图 A.1 中的原理图）。该加速计有三个模拟输出，分别对应于三个空间维度（3D——X、Y 和 Z）。使用 PIC24H MCU 器件的 ADC 输入通道 AN4、AN5 和 AN6 分别捕捉这三个加速度输出信号。将 ADC 设置为执行同步采样。图 4-2 中可以观察到加速度的方向和相关空间维度。

图 4-2: 三维模拟加速计的加速度方向和相关空间维度



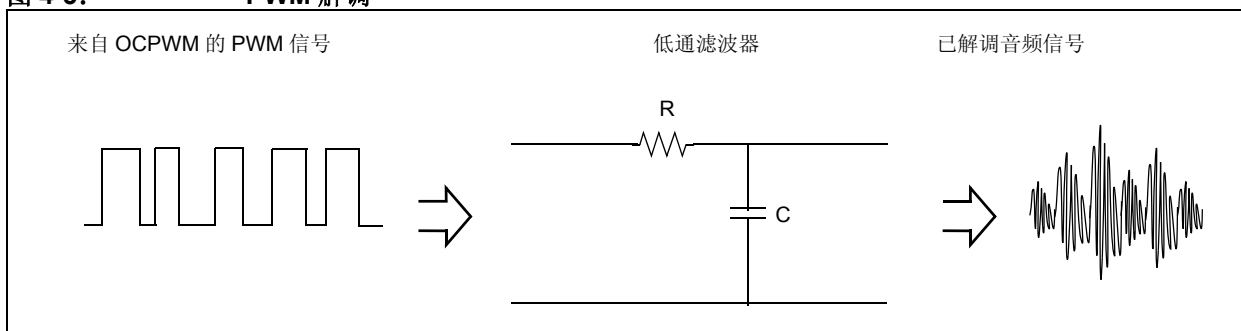
4.1.2 OLED 显示屏接口

入门工具包具有 128 x 64 像素、单色有机 LED 阵列，可提供各种各样的图形和数字字母显示选项。它通过并行主端口（PMP）模块与 PIC24H MCU 接口。该应用使用 Microchip 图形库与 OLED 显示屏进行通信。

4.1.3 扬声器接口

语音消息使用 G.711 A-law 压缩，并存储在 PIC24H MCU 的程序存储器中。使用光盘上提供（也在 Microchip 网站上提供）、用于 G.711 的 dsPIC33F 语音编码器实用程序对波形文件进行 G.711 压缩。演示应用程序运行时，将从程序存储器装入压缩的语音消息，使用 G.711 A-law 解码算法解压缩，并使用 PIC24H 上的输出比较模块以脉宽调制（PWM）信号的形式进行播放。此信号将通过 4 阶低通滤波器。4 阶低通滤波器的行为与积分器相似，其输出信号的幅值和频率取决于输入 PWM 波形的占空比。PWM 频率应是音频采样速率的整数倍。此低通滤波器的输出馈送给音频放大器。扬声器由音频功率放大器（LM4853 Boomer）驱动。扬声器的频率范围为 600 Hz 到 22 kHz，阻抗为 8 欧姆，额定功率为 1W。请参见图 A-3 中的原理图。

图 4-3: PWM 解调



4.1.4 模拟调理电路

该入门工具包包含模拟调理电路（见图 A-4 中的原理图），用户可使用它来与各种外部模拟传感器配合使用。模拟调理电路包含一个差分放大器，后跟一个抗混叠低通滤波器。差分放大器的增益与所用的电阻以及在输入点 TP11 和 TP22 处的输入压差的关系可用公式 4-1 表示。增益值固定为 100。可以使用差分补偿输出电压小于 33 mV 的任何传感器。

公式 4-1: 差分放大器增益

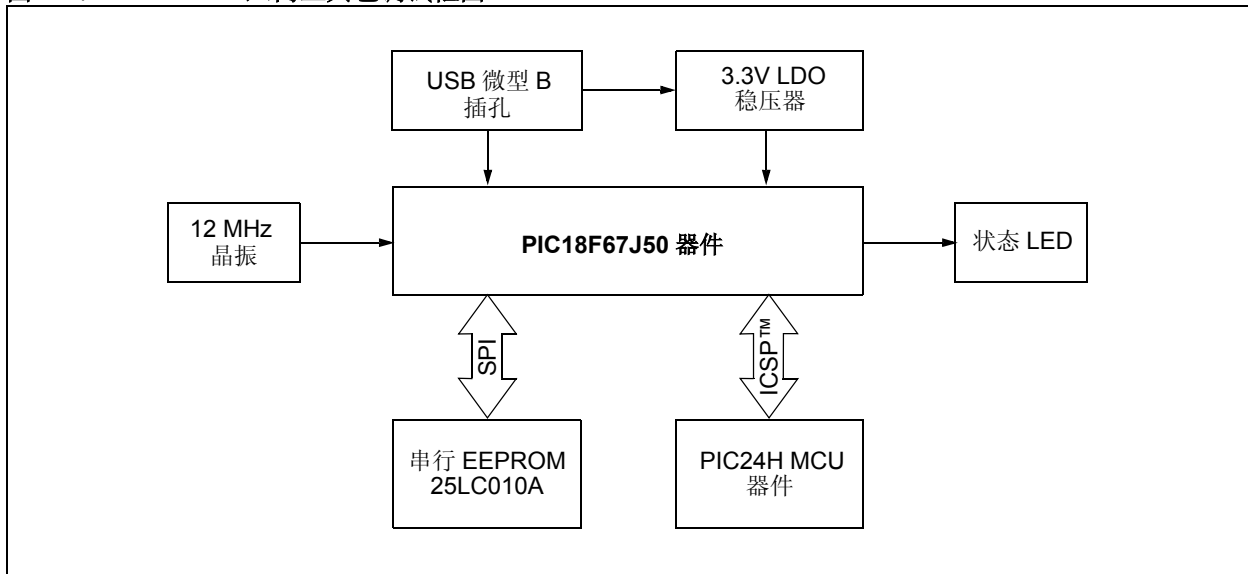
$$\begin{aligned}\text{增益} &= \frac{R_f}{R_i} (V_{TP11} - V_{TP12}) \\ R_f &= R57 = R58 \\ R_i &= R51 = R53\end{aligned}$$

抗混叠滤波器是 2 阶低通滤波器，截止频率为 ~500 Hz（483.78 Hz）。使用此抗混叠滤波器的前提是基带传感器信号的最高频率小于 500 Hz。低通滤波器的输出连接到 PIC24H MCU 器件上的 ADC 输入 AN7。

4.2 调试功能概述

图 4-4 所示框图说明了入门工具包的调试 / 编程操作。

图 4-4: 入门工具包调试框图



入门工具包通过其内置的调试器 / 编程器为使用 MPLAB IDE 调试和烧写应用程序提供了一个综合解决方案。而且无需额外的外部电源，因为它通过主 PC 的 USB 端口供电。请参见图 A-7 和图 A-8 中的原理图。

入门工具包的调试 / 编程操作由以 48 MHz 频率运行的 PIC18F67J50 MCU 控制。

PIC18F67J50 的内置 USB 引擎提供了入门工具包和主 PC 之间的通信接口。

通过 USB 为入门工具包供电，Microchip MC1727 3.3V 低压差（low-dropout, LDO）线性稳压器可对标称值为 5V 的不稳定电源进行稳压。用绿色 LED D1 指示入门工具包主系统电源正常。

PIC18F67J50 MCU 通过控制目标器件 PIC24HJ128GP504 的 PGC1/EMUC1 和 PGD1/EMUD1 信号来完成其调试或编程操作。目标电源的开 / 关通过配置为高端开关的低 VCE 饱和 PNP 晶体管进行控制。目标时钟也由 PIC18F67J50 MCU 提供。

Microchip 25LC010A 串行 EEPROM 用于存储入门工具包的序列号和调试控制信息。

4.3 电路板元件

图 4-5 标出了入门工具包的主要硬件元件。表 4-1 说明了硬件元件。

图 4-5: 入门工具包

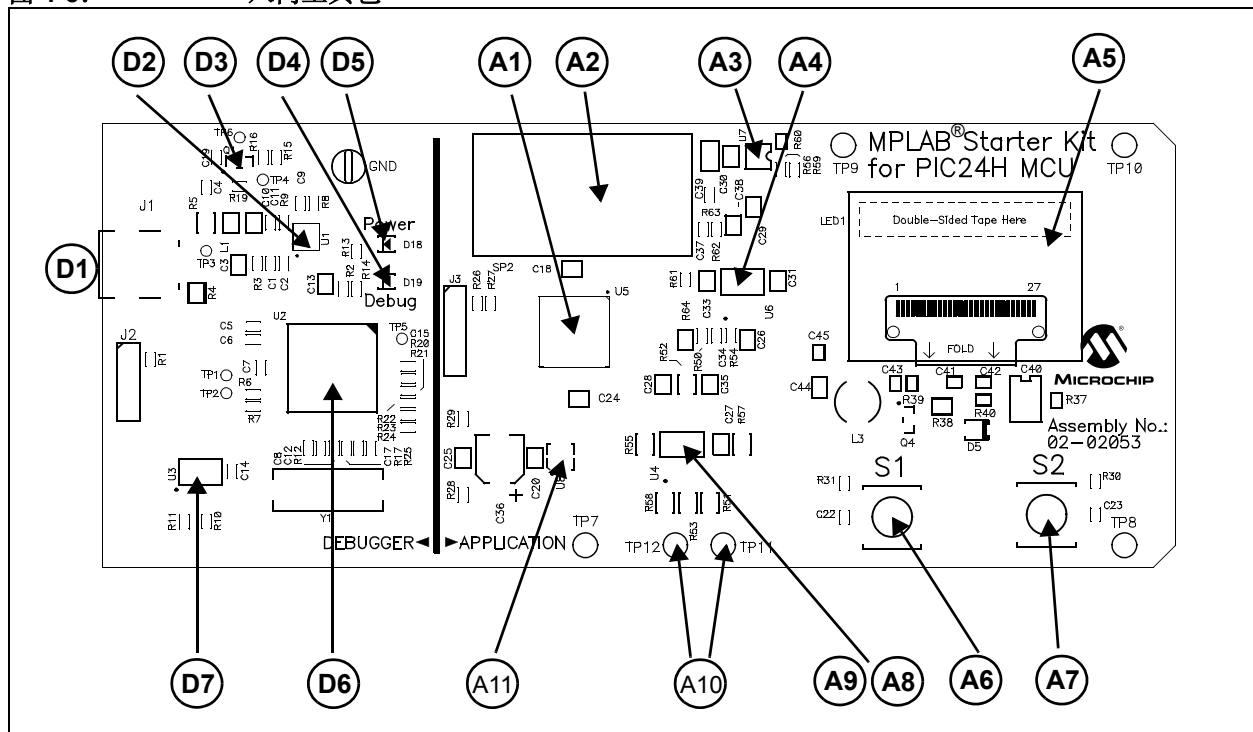


表 4-1: 入门工具包硬件元件说明

编号	元件	编号	元件
D1	微型 B USB 连接器 (J1)	A3	音频功率放大器 (U7)
D2	MCP1727 (U1)	A4	抗混叠低通滤波器 (语音) (U6: A 和 U6: B)
D3	低 VCE 饱和 PNP 晶体管开关 (Q1)	A5	OLED 显示屏 (LED)
D4	调试状态 LED (D18)	A6	开关 S1
D5	系统电源状态 LED (D19)	A7	开关 S2
D6	PIC18F67J50 MCU (U2)	A8	差分放大器 (外部传感器) (U4: A)
D7	25LC010A 串行 EEPROM (U3)	A9	抗混叠低通滤波器 (外部传感器) (U4: B)
A1	PIC24HJ128GP504 (MCU) (U5)	A10	传感器差分输入 (外部传感器) (TP11 和 TP12)
A2	扬声器 (SP2)	A11	三维模拟加速计 (U8)

图注:

D# = 调试元件

A# = 音频元件

4.3.1 调试元件

以下元件支持入门工具包的调试功能。请参见附录 A “原理图” 中的调试原理图。

4.3.1.1 微型 B USB 连接器 (J1)

提供系统电源以及主机 PC 和入门工具包之间的双向通信。

4.3.1.2 MCP1727 (U1)

3.3V 的线性稳压器。可将 USB 的不稳定电压转换为 3.3 伏（相对于 Vss）的稳定电压并为入门工具包提供系统电源。

4.3.1.3 低 Vce 饱和 PNP 晶体管开关 (Q1)

通过 PIC18F67J50 编程 / 调试 MCU 的控制为 PIC24HJ128GP504（及辅助电路）提供目标电源（通过高端开关）。

4.3.1.4 调试状态 LED (D18)

点亮时表示已成功建立入门工具包和 MPLAB IDE 之间的通信。

4.3.1.5 系统电源状态 LED (D19)

点亮时表示已通过 USB 为入门工具包供电。

4.3.1.6 PIC18F67J50 MCU (U2)

控制目标器件 PIC24HJ128GP504 的编程 / 调试操作。

4.3.1.7 25LC010A 串行 EEPROM (U3)

为 PIC18F67J50 MCU 提供非易失性参数存储。

4.3.2 应用元件

以下元件支持入门工具包应用部分的操作。请参见附录 A “原理图” 中的应用原理图。

4.3.2.1 PIC24HJ128GP504 (MCU) (U5)

PIC24HJ128GP504 单片机 (MCU) 为采用入门工具包开发应用程序提供了运算资源和处理资源。此 MCU 具有 128 KB 的程序闪存和 4 KB 的 RAM。应用可使用片内 FRC 或外部 12 MHz 信号作为时钟源。

4.3.2.2 扬声器 (SP2)

扬声器连接到输出比较 (Output Compare, OC) 模块。OC 模块生成经过 PWM 调制的语音信号，该信号在滤波后通过扬声器播放。

4.3.2.3 音频功率放大器 (U7)

音频功率放大器是 National Semiconductor 的 LM4853 Mono 1.5W/Stereo 300 mW 放大器。已使用电阻 R56 和 R59 将增益设置为 3.3，如公式 4-2 中所示。

公式 4-2: 音频功率放大器增益

$$\text{增益} = 2 \times \left(\frac{R56}{R59} \right)$$

4.3.2.4 抗混叠低通滤波器 (语音) (U6: A 和 U6: B)

由 PWM 低通滤波器对电路板上 PIC24H MCU 器件输出比较模块生成的 PWM 信号进行解调。此 4 阶滤波使用 MCP617 双运放 IC 上的两个运算放大器 (U6: A 和 U6: B)。滤波器的截止频率为 ~4 kHz。

4.3.2.5 OLED 显示屏 (LED)

入门工具包具有一个 128 x 64 像素的单色有机 LED 阵列，可提供各种图形和数字字母显示选项。

4.3.2.6 开关 S1 和开关 S2

入门工具包有两个与 PIC24H MCU 器件上的 I/O 端口连接的按键开关 S1 和 S2。这两个开关的功能由应用定义。

4.3.2.7 差分放大器 (外部传感器) (U4: A)

U4 元件 MCP617 的第一个运算放大器用来构造差分放大器电路，该电路用在外部传感器的模拟信号调理电路中。

4.3.2.8 抗混叠低通滤波器 (外部传感器) (U4: B)

U4 元件 MCP617 的第二个运算放大器用来构造抗混叠低通滤波器电路，该电路在用于外部传感器的模拟信号调理电路中跟在差分放大器电路之后。

4.3.2.9 传感器差分输入 (外部传感器) (TP11 和 TP12)

接口孔 TP11 和 TP12 用于连接外部传感器的差分输出。TP11 是正节点，TP12 是负节点。

4.3.2.10 三维模拟加速计 (U8)

入门工具包具有一个 Bosch Sensortec 的三维模拟加速计 BMA140。

注：

附录 A 原理图

本附录提供了用于 PIC24H 单片机的 MPLAB 入门工具包的以下原理图：

第 A.1 节 “应用原理图”：

- 图 A-1: 处理器原理图
- 图 A-2: 加速计原理图
- 图 A-3: 扬声器原理图
- 图 A-4: 差分放大器和低通滤波器原理图
- 图 A-5: 有机 LED（OLED）显示屏原理图
- 图 A-6: 用户开关和测试点原理图

第 A.2 节 “调试原理图”：

- 图 A-7: USB 接口 / 目标电源切换以及调试输入和控制原理图（第 1 张，共 2 张）
- 图 A-8: USB 接口 / 目标电源切换以及调试输入和控制原理图（第 2 张，共 2 张）



--



图 A-5: 有机 LED（OLED）显示屏原理图

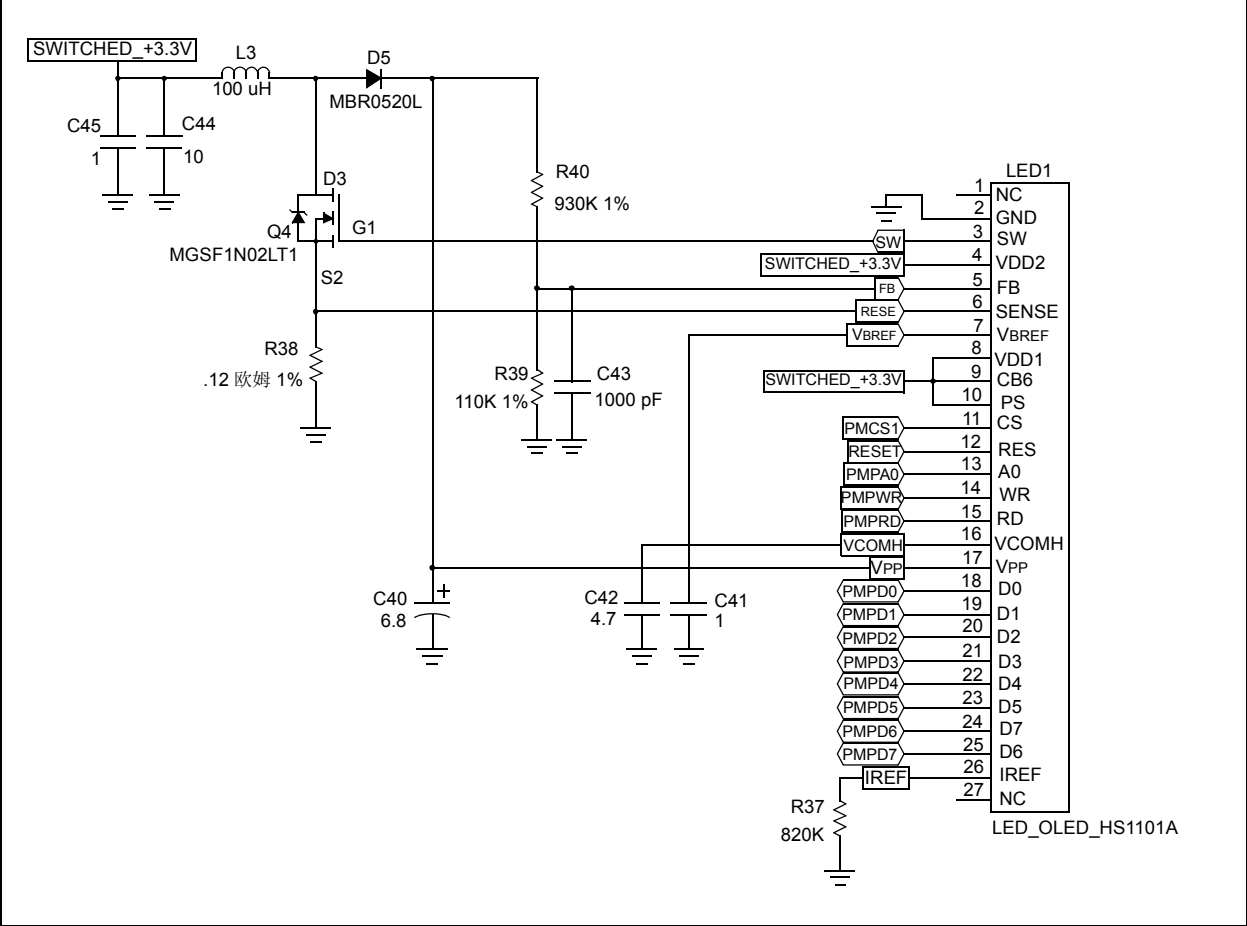
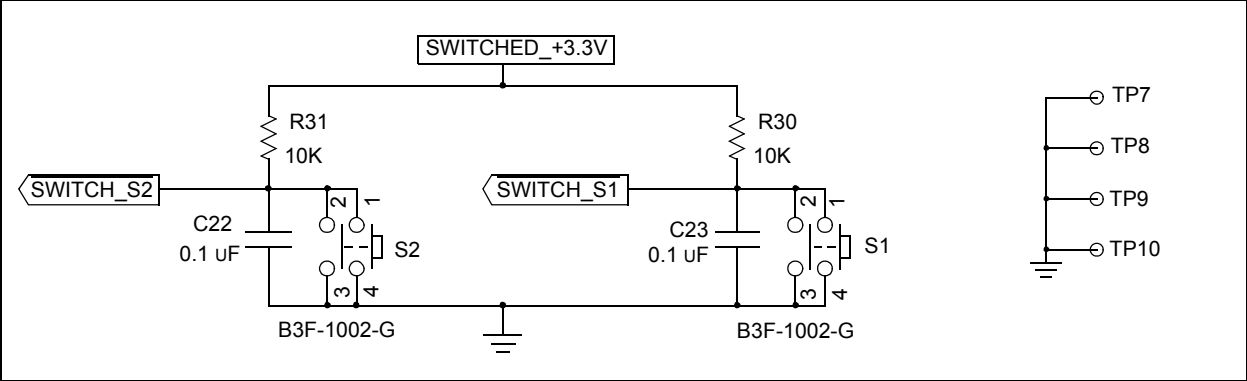


图 A-6: 用户开关和测试点原理图



A.2 调试原理图

图 A-7: USB 接口 / 目标电源切换以及调试输入和控制原理图 (第 1 张, 共 2 张)

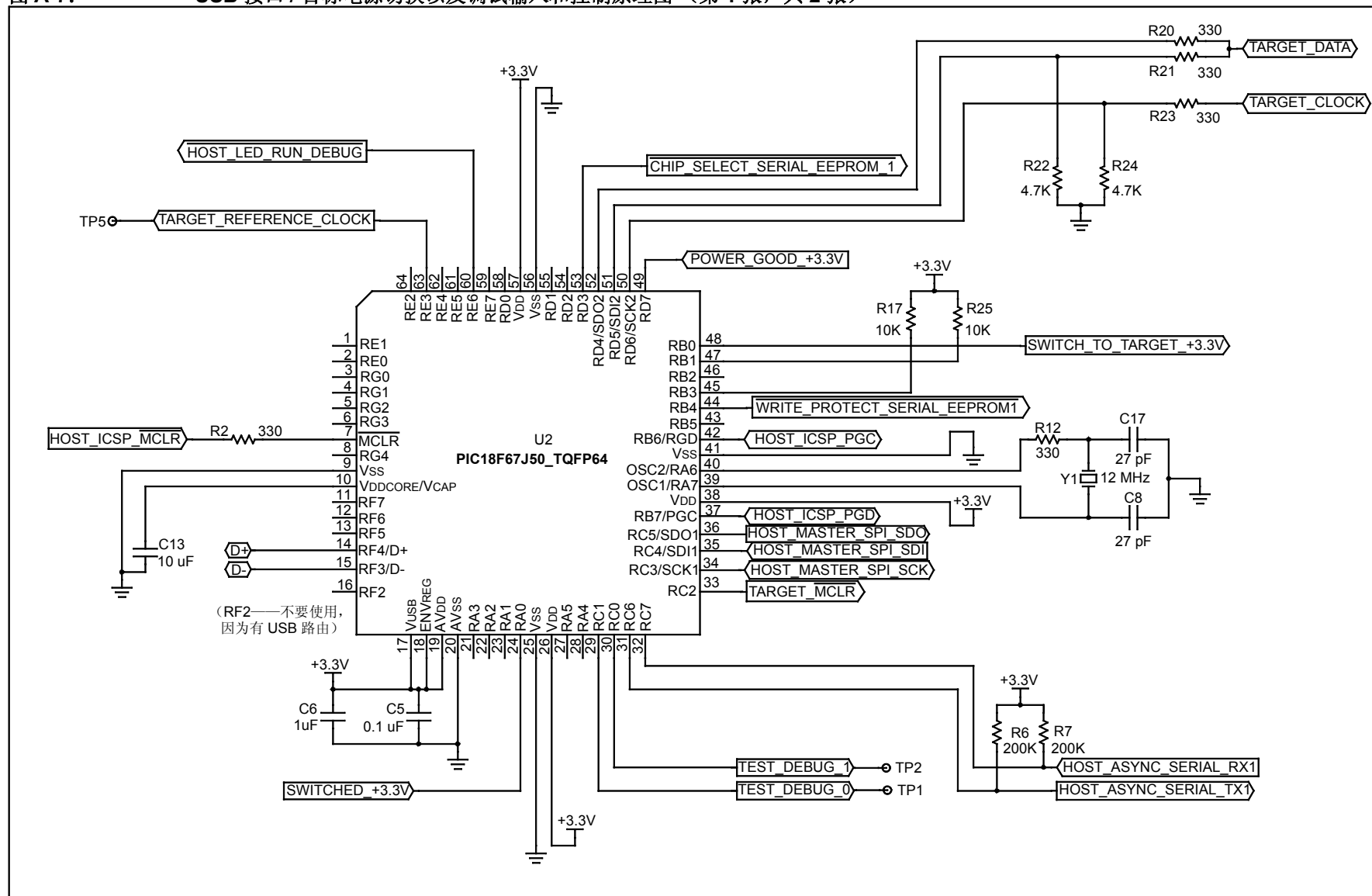
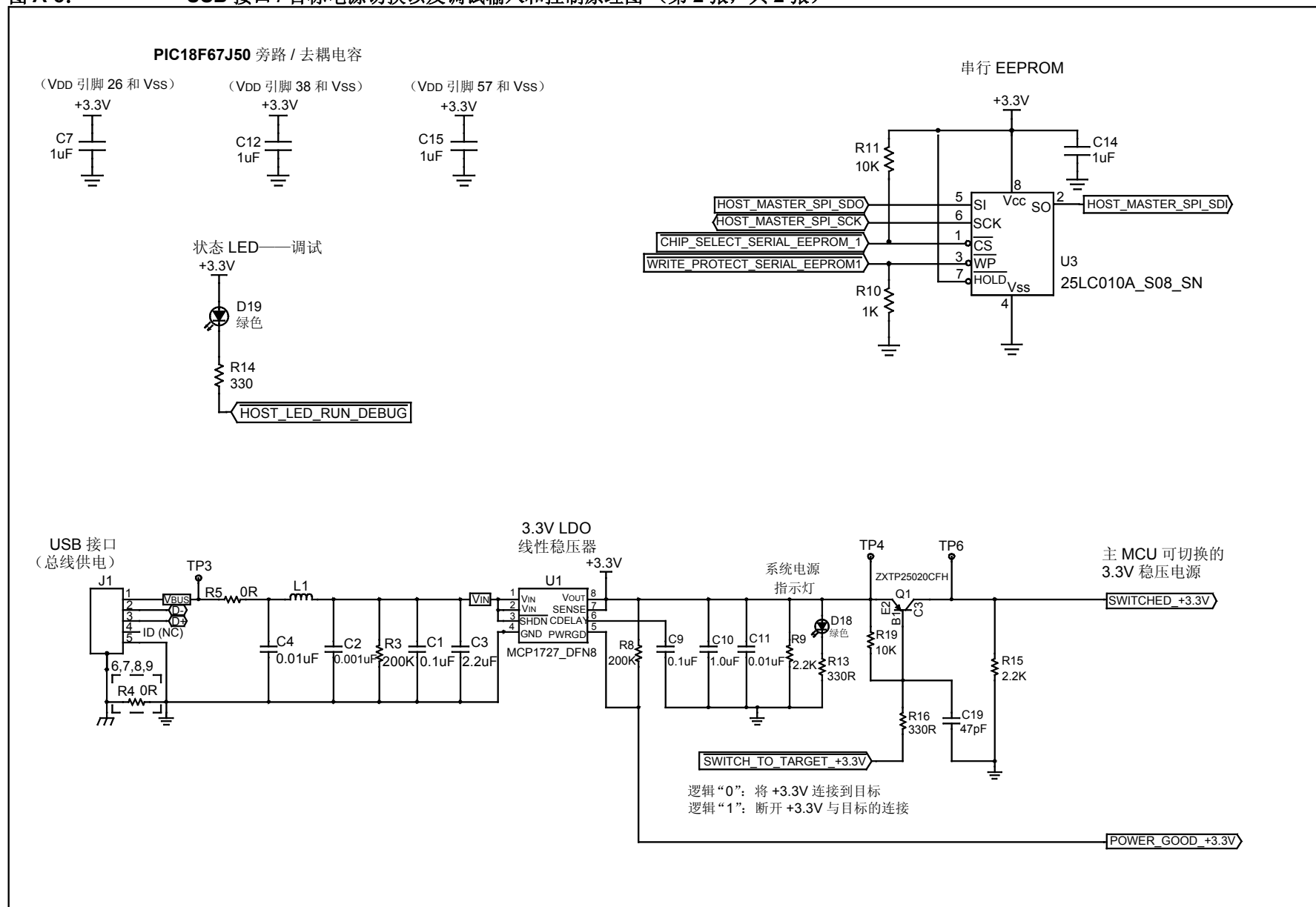


图 A-8: USB 接口 / 目标电源切换以及调试输入和控制原理图 (第 2 张, 共 2 张)



索引

A

安装 17

B

保留资源 22
保修登记 3
编程器 22
编译配置 23

C

操作要求 8

D

Demo2 15
单步执行 19
电路板设置 8
电路板元件 29
读物, 推荐 3
断点 19

F

放大器增益 27, 31

G

概述 7
故障诊断 23

H

Halt 19

J

加速计接口 14, 26

K

开发系统变更通知客户服务 4
客户支持 5

M

Microchip 因特网网站 4
MPLAB IDE 17
模拟调理电路 27

O

OLED 显示屏接口 14, 26

P

配置位 23

R

Reset 19
Run 19
软件安装 17

S

设置 8

T

调试 28
 保留资源 22
 设置 18
 执行程序 18
调试 / 发布 23

W

Watch 窗口 19
WWW 地址 4
外部传感器接口 15
文档

 编排 1
 约定 2

无法进入调试模式 23

Y

演示应用程序 9
扬声器接口 14, 26
因特网地址 4
硬件安装 17
语音采样接口原理图 38
原理图

调试

 USB 接口原理图 / 目标电源切换
 原理图 37, 38

应用

 差分放大器和低通滤波器 35
 处理器 34
 加速计 34
 扬声器 35
 用户开关和测试点 36

Z

主计算机要求 8

全球销售及服务中心

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://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

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: 216-447-0464

Fax: 216-447-0643

达拉斯 Dallas

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

底特律 Detroit

Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo

Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles

Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,
Canada
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: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京

Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

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

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200
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: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉

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

中国 - 厦门

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

中国 - 西安

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

中国 - 珠海

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

台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-300
Fax: 886-3-6578-370

亚太地区

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: 91-80-3090-4080

印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

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 - 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

荷兰 Netherlands - Druenen

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820