TB3169

借助MPLAB® Harmony实现多种RTOS支持

简介

在嵌入式应用程序中，应用程序在某些情况下需要停止当前活动并开始另一任务或对外部事件做出响应。在没有操作系统的环境中，只能使用中断来实现这一目的。通过中断功能，可实现应用程序代码抢占。

在使用MPLAB® Harmony软件框架开发的应用程序中，通过将每个任务划分为较小的执行单元，使得应用程序、中间件和驱动程序等多个层实现协同工作。但是，仅当程序有机会运行任务时，才能处理事件。因此，处理事件的周期时间可能不确定，会随着功能的增加、移除或更改而发生变化。

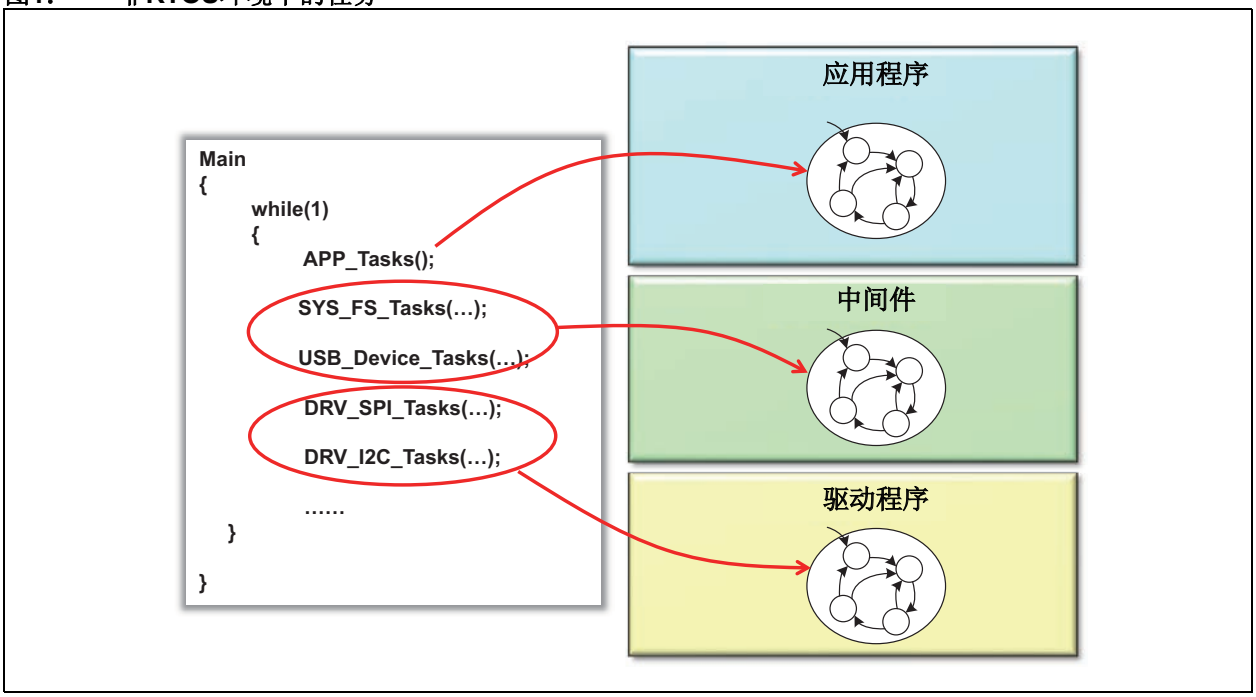
实时操作系统（Real-Time Operating System，RTOS）可抢占任务，然后允许执行其他高优先级任务。此外，RTOS 调度器可确保等待资源或事件的任务不会浪费CPU时间。此类任务会进入被阻塞状态，然后准备运行的任务会获得CPU时间。这样可以更有效地利用CPU带宽。

概念

在RTOS环境中，不再需要通过大型超级循环运行所有任务，每个任务都可在专用的循环中运行。这样可为单个任务分配优先级，因此如果将高优先级分配给对时间有严格要求（硬实时）的任务，就能实现更快的响应速度。图1展示了基于MPLAB Harmony的应用程序中的任务在非RTOS环境中通过超级循环运行的方式。

图2 展示了当MPLAB Harmony 应用程序被配置为在RTOS 环境中运行时每个任务在独立线程中的运行方式。通常，驱动程序任务程序可能仍在中断上下文中运行。中断通常支持最佳实时响应延时，而硬件通常提供用于设置中断优先级的机制。

图1：　非RTOS环境中的任务



© 2018 Microchip Technology Inc.

MPLAB HARMONY中的RTOS支持

Microchip提供由业界领先的专业RTOS服务商打造的解决方案。这些解决方案与MPLAB Harmony框架兼容并与MPLAB Harmony配置器 （MPLAB Harmony Configurator， MHC）集成。

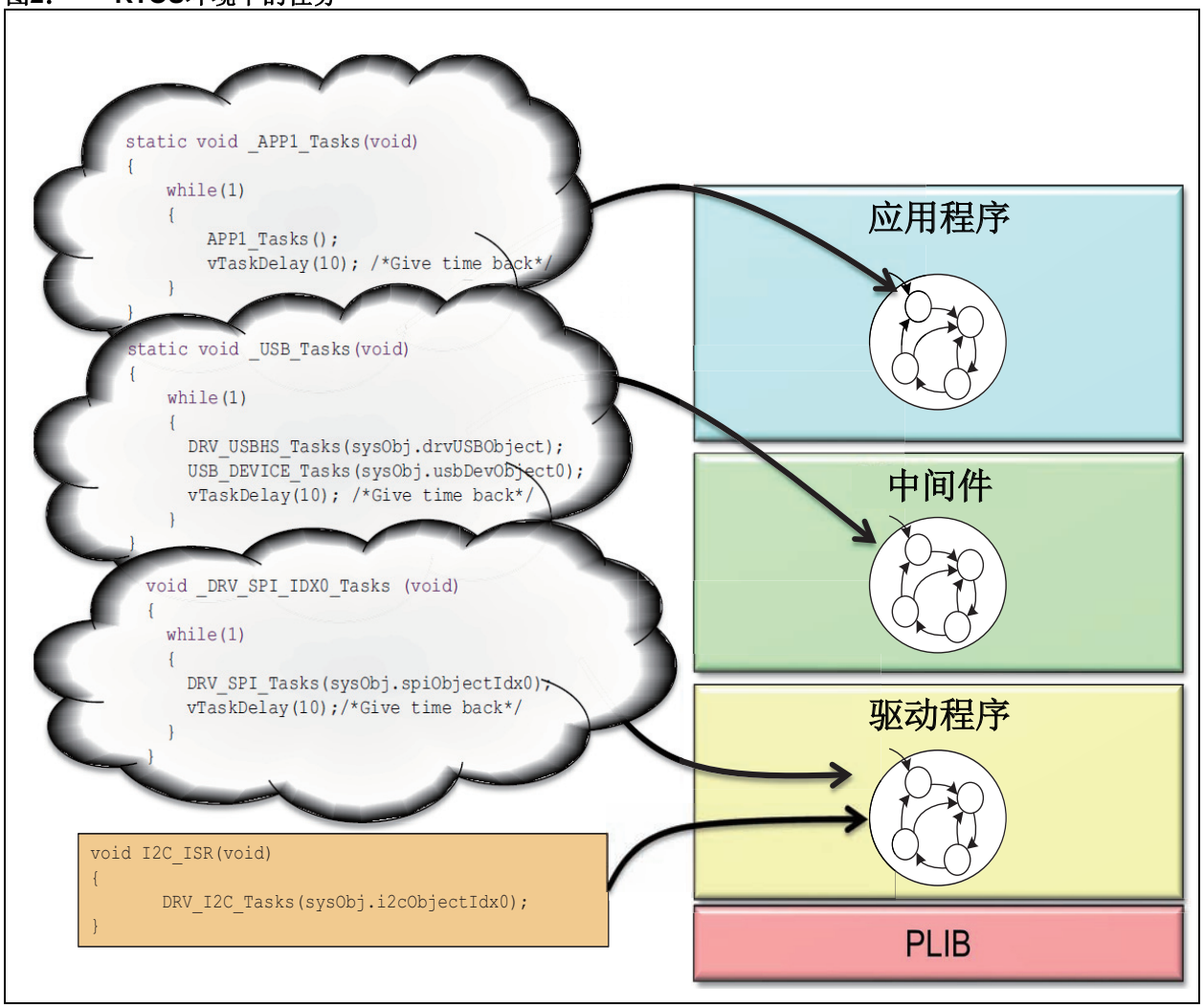
MPLAB Harmony支持以下RTOS选项。此外，还可轻松添加对其他RTOS （甚至定制开发的RTOS）的支持。

- FreeRTOS™
- OPENRTOS®
- SEGGER embOS®
- Micriμm® μC/OS-II™
- Micriμm® μC/OS-III™
- Express Logic ThreadX

MHC支持启用和配置每个单独的RTOS。图3展示了如何在MHC中选择RTOS以及配置所选RTOS的各种参数。在选择并配置RTOS后，MHC将会自动配置应用程序任务、在轮询模式下运行的驱动程序任务、中间件库和系统任务，以配合所选的RTOS运行。这些配置参数包括每个线程的堆栈大小、线程优先级以及任务延时，如图4所示。设置任务延时可使某个线程进入被阻塞状态，从而允许系统中的其他线程运行。用户可以使用MHC修改这些参数。

注： 对于FreeRTOS，可访问以下网址了解RTOS配置选项的详细信息：
http://www.freertos.org/a00110.html
同样，有关其他RTOS的配置选项的详细信息，请参考各自的RTOS文档。

图2： RTOS环境中的任务



© 2018 Microchip Technology Inc.

图3：　在MHC中启用并配置RTOS

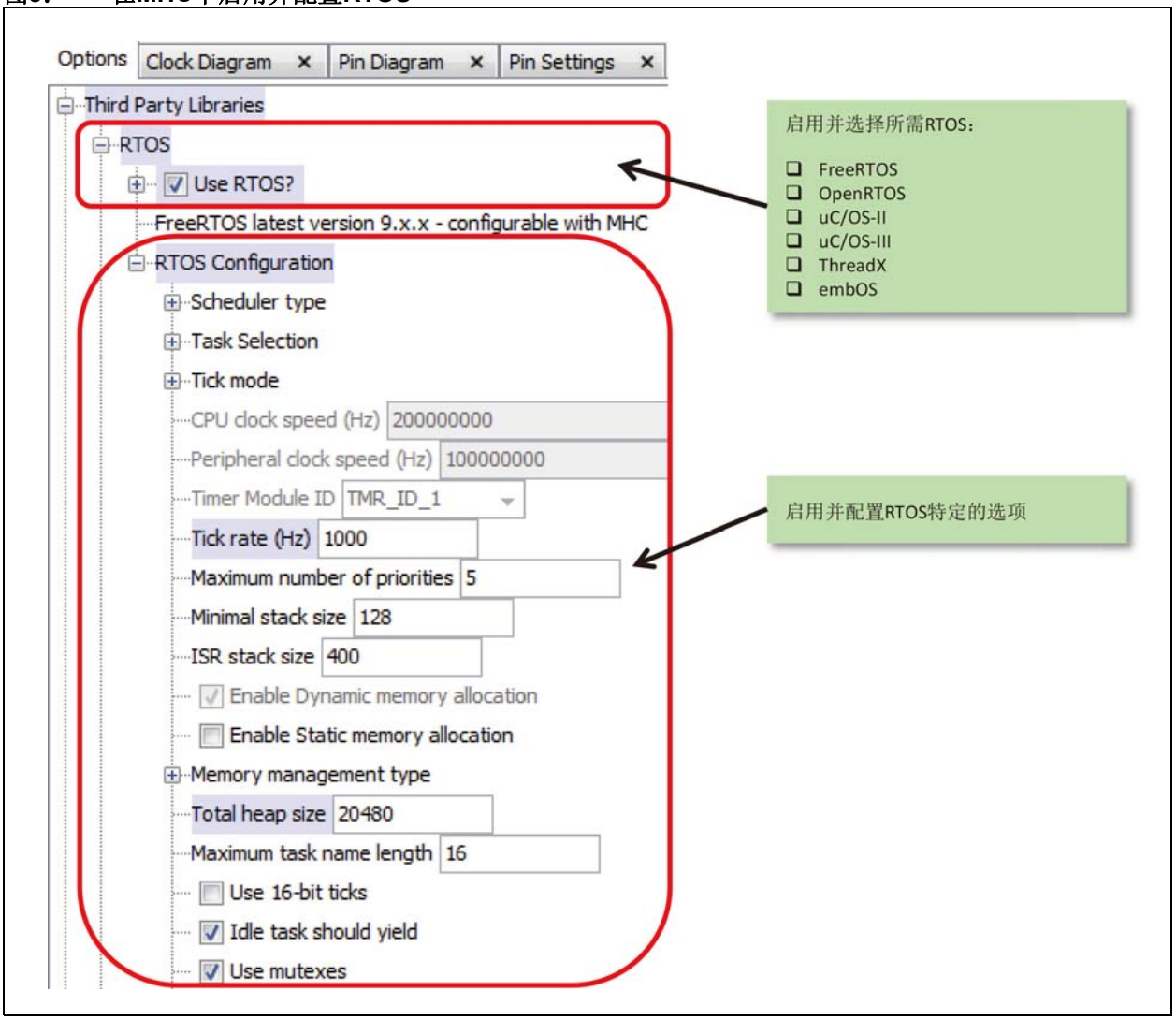
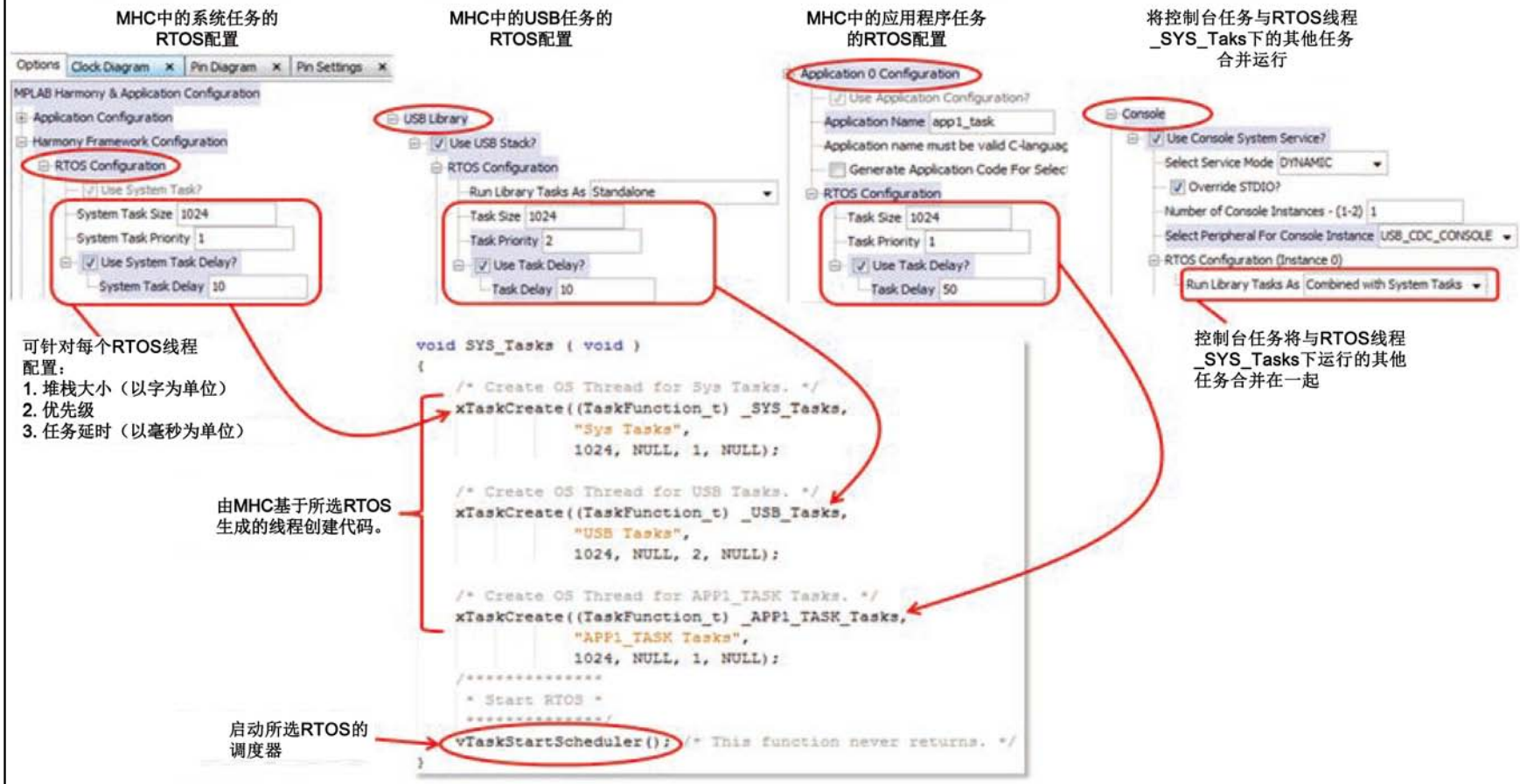


图4： MPLAB® HARMONY库和应用程序任务的FreeRTOS配置示例



© 2018 Microchip Technology Inc.

MHC 支持在运行MPLAB Harmony 系统模块的共用RTOS线程（_SYS_Tasks）下合并MPLAB Harmony库任务。图4 展示了如何在共用RTOS 线程下合并运行MPLAB Harmony控制台系统服务任务。当MHC生成代码时，MPLAB Harmony系统任务（SYS_Tasks）程序中将会包含RTOS特定的线程创建代码。然后，系统任务程序调用RTOS调度器，之后所有RTOS线程都将由该调度器管理，SYS_Tasks函数将不会返回。MHC还会生成单独的守护线程，这些线程将运行MPLAB Harmony库和应用程序任务，如图5所示。

无论将MPLAB Harmony 库配置为使用还是不使用RTOS，应用程序都不会发生变化。MPLAB Harmony库的模块化设计确保这些库提供的接口不会因库模块的运行环境是 RTOS 还是非 RTOS 而发生变化。此外，MPLAB Harmony库还具备线程安全性，可防止多个竞用线程或中断异步访问共享资源。

图5： 由MHC创建的用于运行MPLAB® HARMONY库和应用程序任务的独立RTOS线程

线程 1—— 系统任务

```
static void _SYS_Tasks ( void)
{
    while(1)
    {
        /* Maintain system services */
        SYS_CONSOLE_Tasks(sysObj.sysConsole0);

        /* Task Delay */
        vTaskDelay(10 / portTICK_PERIOD_MS);
    }
}
```

线程 2——USB 任务

```
void _USB_Tasks(void)
{
    while(1)
    {
        /* USBHS Driver Task Routine */
        DRV_USBHS_Tasks(sysObj.drvUSBObject);

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

        vTaskDelay(10 / portTICK_PERIOD_MS);
    }
}
```

线程 3—— 应用程序 1 任务

```
static void _APP1_TASK_Tasks(void)
{
    while(1)
    {
        APP1_TASK_Tasks();
        vTaskDelay(50 / portTICK_PERIOD_MS);
    }
}
```

© 2018 Microchip Technology Inc.

技巧1：FreeRTOS

对于FreeRTOS， Timer1外设用于生成内核节拍。如果Timer1已被其他MPLAB Harmony模块占用，MHC将在RTOS启用时提示发生错误。要解决此错误，用户必须将MPLAB Harmony模块配置为使用Timer1以外的定时器外设。

技巧2：在共用RTOS线程下合并库任务

通过在独立线程中运行每个库，用户可更合理地为不同库的任务设置优先级。但是，每个线程都会占用资源并且产生任务切换开销，会占用CPU带宽。因此，通常的做法是将若干个简单的库合并到共用线程中，而将USB、 TCP/IP等主要的库留在它们各自的线程中。

技巧3：任务延时

用户可以选择性地配置RTOS线程的任务延时参数。任务延时仅在要让出CPU供另一线程使用时才需要。如果将RTOS线程设定为无需等待资源或事件，而是始终使用RTOS提供的资源共享和任务间通信方式（例如信号量、Mutex和队列等），则在资源或事件可用之前，线程将处于被阻塞状态。这样调度器就能运行其他已准备就绪的线程，从而无需通过任务延时以显式方式将CPU让给系统中的其他线程。

技巧4：堆栈大小

确定RTOS线程所需的堆栈大小对确保系统稳定性而言至关重要。但是，确定RTOS线程的堆栈需求却并非易事。这取决于多个因素，例如使用的局部变量数、嵌套函数调用数、保存线程上下文所需的空间以及没有使用专用中断堆栈时嵌套中断所需的堆栈大小。

某些特定于RTOS的工具提供若干种方式，用于检测运行时的堆栈溢出或确定单个线程在最坏情况下使用的堆栈大小。因此，较好的做法是，首先为每个线程分配较大的堆栈，然后根据堆栈使用量分析调整堆栈大小。

其他相关资源

有关RTOS和MPLAB Harmony集成软件框架的更多信息，请从Microchip网站下载MPLAB Harmony框架：

http://www.microchip.com/mplab/mplab-harmony

示例

如需示例，请参见MPLAB Harmony安装目录的以下位置：

```
<install-dir>/apps/rtos
```

RTOS支持

MPLAB HARMONY安装目录：

```
<install-dir>/doc/help_harmony
```

MICROCHIP WIKI：

http://microchipdeveloper.com/harmony:overview-rtos

© 2018 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、 AVR、AVR徽标、 AVR Freaks、 BeaconThings、 BitCloud、CryptoMemory、 CryptoRF、 dsPIC、 FlashFlex、 flexPWR、Heldo、 JukeBlox、 KEELOQ、 KEELOQ徽标、 Kleer、LANCheck、 LINK MD、 maXStylus、 maXTouch、 MediaLB、megaAVR、 MOST、 MOST徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PIC、picoPower、 PICSTART、 PIC32徽标、 Prochip Designer、QTouch、 RightTouch、 SAM-BA、 SpyNIC、 SST、 SST徽标、SuperFlash、 tinyAVR、 UNI/O及XMEGA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。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT徽标、CodeGuard、 CryptoAuthentication、 CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、 DAM、 ECAN、 EtherGREEN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 JitterBlocker、KleerNet、KleerNet徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、NetDetach、 Omniscient Code Generation、 PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、 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。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-2571-7

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

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
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国-北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国-成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国-重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国-东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国-广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国-杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国-南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国-青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国-上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国-沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国-深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国-苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国-武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国-西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国-厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国-香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国-珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区-高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区-台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区-新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

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

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

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

印度India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚
Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

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

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

新加坡Singapore
Tel: 65-6334-8870

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

越南Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

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

芬兰Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

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

德国Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-67-3636

德国Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

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

德国Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

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

意大利Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

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

挪威Norway - Trondheim
Tel: 47-7289-7561

波兰Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚
Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

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

瑞典Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40

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

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

© 2018 Microchip Technology Inc.