
PIC16(L)F19197 系列器件中带备用电池的实时时钟和日历 (RTCC)

简介

作者: Jason Layton, Microchip Technology Inc.

实时时钟和日历 (Real-Time Clock and Calendar, RTCC) 模块旨在允许用户长时间保持准确的跟踪, 而无需 CPU 大量干预。该模块经过优化, 适合电池供电型 LCD 应用, 能够适当延长电池寿命。RTCC 可配置为通过多个时钟源运行, 其中包括使用连接到辅助振荡器 (SOSC) 引脚的外部 32.768 kHz 晶振。它能够在 V_{DD} 电源电压发生故障时通过备用电池运行, 从而确保 RTCC 和 SOSC 模块继续运行, 避免数据丢失。本技术概要将简要介绍 RTCC 模块及其集成的 V_{BAT} 功能。

目录

简介.....	1
1. 实时时钟和日历（RTCC）概述.....	3
1.1. RTCC 模块操作.....	3
1.2. RTCC 模块配置.....	3
1.3. RTCC 模块提供的时钟源.....	4
1.4. RTCC 校准.....	4
1.5. 使用二进制编码的十进制数（BCD）格式读/写 RTCC.....	5
2. RTCC 闹钟概述.....	7
2.1. RTCC 闹钟配置.....	7
3. V _{BAT} 概述.....	9
3.1. V _{BAT} 配置.....	9
4. 结论.....	10
5. 版本历史.....	11
Microchip 网站.....	12
变更通知客户服务.....	12
客户支持.....	12
Microchip 器件代码保护功能.....	12
法律声明.....	13
商标.....	13
质量管理体系.....	14
全球销售及服务网点.....	15

1. 实时时钟和日历 (RTCC) 概述

RTCC 模块是一个集成的 100 年时钟和日历，支持自动闰年检测和修正。此时钟的范围为 2000 年 1 月 1 日 00:00:00（午夜）到 2099 年 12 月 31 日 23:59:59。RTCC 模块使用 24 小时时间格式。用户借助 RTCC 能够准确跟踪时间和日期以及配置带中断事件的闹钟。RTCC 模块具有经过优化的低功耗特性、能够最大限度地减少 CPU 开销，并且可在 V_{DD} 电源发生故障时提供 V_{BAT} 外部电池连接，因此非常适合需要精确计时的应用。RTCC 模块的部分功能如下：

- 时间：小时、分钟和秒
- 24 小时时间格式
- 日历：星期、日、月和年（年份范围：2000 至 2099）
- 闰年修正
- 可配置闹钟
- 半秒同步和可视性
- 可精简固件的 BCD 格式
- 支持自动调整的用户校准
- 多个时钟源
- 低功耗优化

1.1 RTCC 模块操作

RTCC 模块包含三个寄存器组：控制寄存器、时钟值寄存器和闹钟值寄存器。该模块的工作方式为：使用配置的时钟源来递增多个不同的计数器，这些计数器代表正在跟踪的不同时间段。每个时钟值寄存器都代表 RTCC 模块保持的不同时间单位，并且这些寄存器的每个计数器均根据其定义的间隔递增（即，MINUTES 寄存器每分钟计时一次，DAYS 寄存器每天计时一次，MONTH 寄存器每月计时一次，依此类推）。RTCC 的闹钟功能可配置为以每 1/2 秒一次至每年一次的频率触发，并可选择使闹钟重复指定次数。每次发生闹钟事件时都可以产生中断，用于触发器件上的其他外设。最后，模块可以选择 V_{BAT} 操作以在发生断电或故障时保持 RTCC 数据和 SOSC 操作。

1.2 RTCC 模块配置

配置 RTCC 模块时，用户必须先将 RTCCON 寄存器的 RTCWREN 位置 1，以禁止寄存器写锁定功能和允许更新 RTCC 寄存器。将 RTCWREN 位置 1 后，用户应禁止 RTCC 模块，这样可避免 RTCC 在配置时间和日期寄存器时使其递增。如果在配置时使用当前时间和日期信息使 RTCC 模块保持使能状态，则可能发生对一个寄存器同时执行写入和计时的操作。首次配置 RTCC 模块时，下一步是通过写入相关寄存器来设置当前时间和日期信息。这会为 RTCC 模块创建一个已知的启动条件，可以从此条件开始递增日期和时间。初始化当前时间和日期设置时，用户必须将年、月、日、分钟和秒信息分别写入存储器的相关寄存器中。写入到时间值寄存器的这些信息必须使用 1.5 使用二进制编码的十进制数 (BCD) 格式读/写 RTCC 部分中介绍的二进制编码的十进制数 (Binary Coded Decimal, BCD) 格式实现。

当 RTCC 寄存器未更新时，RTCWREN 位应保持清零以使能写锁定功能，并避免在操作期间意外写入 RTCC 寄存器。如前所述，每个时间值计数器将根据其定义的时间间隔递增。此递增在各时钟之间留出足够长的时间，以便安全更新寄存器而无需禁止 RTCC 写锁定。用户还可以轮询 RTCCON 寄存器的 RTCSYNC 和 HALFSEC 位，以观察时序状态并避免寄存器同时更新和递增。

初始化 RTCC 模块和闹钟设置后，用户可将 RTCCON 寄存器的 RTCEN 位置 1。首次使能 RTCC 模块时，建议用户轮询 RTCEN 位，以确保在 RTCWREN 位清零之前达到所需逻辑电平。RTCEN 位与 RTCC

时钟同步，且在外部振荡器可用之前不会置 1，这意味着用户必须考虑到初始化程序中的晶振/振荡器起振时间。下面的例 1-1 演示了初始化 RTCC 模块的第一部分，其中包括禁止 RTCC 写锁定并初始化时间和日期寄存器。2.1 RTCC 闹钟配置部分中的例 2-1 包含 RTCC 初始化程序的后半部分，其中包括配置闹钟功能。

例1-1. RTCC模块初始化（第1部分）

```
RTCCONbits.RTCWREN = 1;      // RTCC Registers can be written;
RTCCONbits.RTCEN = 0;       // RTCC Module is disabled;
RTCCONbits.RTCCLKSEL = 0x00; // RTCC Clock Selection Bits - SOSC;

// Set RTCC Start Time:
YEAR = 0x18;                // year;
MONTH = 0x5;                 // month;
WEEKDAY = 0x2;              // weekday;
DAY = 0x22;                  // day;
HOURS = 0x12;                // hours
MINUTES = 0x30;              // minutes;
SECONDS = 0x0;               // seconds;

RTCCAL = 0x00; // RTCC Calibration;
```

1.3 RTCC 模块提供的时钟源

RTCC 模块为用户提供了几种不同的时钟源选项，可通过设置 RTCCON 寄存器的 RTCCLKSEL<1:0>位进行配置。第一种选项是，使用连接到辅助振荡器 (SOSC) 引脚的外部 32.768 kHz 晶振为 RTCC 提供时钟。使用外部晶振为模块提供时钟具有精度高、元件成本低以及功耗相对较低的优势，而且支持 V_{BAT} 备用电源选项。使用外部晶振的一大主要缺点是，分立元件的性能容易受到外部变化的影响。使用外部晶振作为 RTCC 模块的时钟源时，确保添加所有必要的电路也很重要。有关更多信息，请参见晶振规范。

也可以将中频内部振荡器 (MFINTOSC/16) 配置为以 31.25 kHz 频率为 RTCC 模块提供时钟。与 32.768 kHz 外部晶振相比，尽管使用内部振荡器的一个主要缺点是会降低精度，但这样做将无需其他外部元件。

请注意，V_{BAT} 功能仅在 RTCC 模块通过 SOSC 运行时才可用。V_{BAT} 仅直接向 SOSC 和 RTCC 模块提供备用电源电压，因此只有在时钟源为 SOSC 时才能实现。在提供有交流电源的应用中，用户可使用过零检测 (Zero-Cross Detect, ZCD) 模块创建 50 Hz 或 60 Hz 信号，此信号可配置为向 RTCC 模块提供时钟。这些时钟源选择均具有内置于模块中的固定已知预分频比，用于生成 RTCC 所需的 1/2 时钟信号。器件数据手册的实时时钟和日历 (RTCC) 部分中提供了一个框图，用于说明不同时钟信号的复用过程。表 1-1 总结了不同的时钟源设置：

表 1-1. RTCC 模块时钟源汇总

RTCC 时钟源	理想频率	固定预分频比	RTCCLKSEL<1:0>
SOSC	32.768 kHz (预期)	1:16384	00
MFINTOSC/16	31.25 kHz	1:15625	01
ZCD 电源线时钟 (1)	50 Hz	1:25	10
ZCD 电源线时钟 (2)	60 Hz	1:30	11

1.4 RTCC 校准

RTCC 模块可使用周期性自动调整功能进行校准，并且在正确校准后可以为用户提供每月少于三秒的误差。校准输入时钟源的第一步是，确定输入时钟频率的误差，可利用 PIC® 单片机提供的另一个定时器资源

(如信号测量定时器 (Signal Measurement Timer, SMT) 模块) 来完成此过程。RTCC 模块源时钟中计算出的误差应以带符号的 8 位值形式存储在校准寄存器 (RTCCAL) 中。存储在该寄存器中的值决定了自动调整幅度, 以便将 RTCC 时钟源校准到预期的理想频率。下面的公式 1-1 (来自产品数据手册的 RTCC 部分) 可用于确定理想预期频率与实际测量频率之间的误差。有关校准 RTCC 和 SOSC 的更多信息, 请参见器件数据手册。

公式 1-1. SCK 输出信号的 RTCC 源时钟误差时钟脉冲数的换算

$$\frac{\text{Error Clocks}}{\text{Minute}} = \left(\text{IdealFrequency}(32,768) - \text{MeasuredFrequency} \right) \cdot 60$$

如果测量频率快于理想频率 (公式 1-1 得出负数结果), 存储在 RTCCAL 寄存器中的值必须为负。如果测量频率慢于理想频率 (公式 1-1 得出正数结果), 存储在 RTCCAL 寄存器中的值必须为正。虽然存储在 RTCCAL 中的校准值 (基于公式 1-1) 以每分钟的时钟脉冲来指定, 但实际上会通过每 15 秒应用 $\text{RTCCAL} < 7:0 > / 4$ 个时钟脉冲来执行校准。来自时钟源的任何初始误差都不包括在公式 1-1 的计算范围内, 用户必须在校准 RTCC 模块时考虑这一点。请注意, 对 RTCCAL 寄存器的任何写操作只能在定时器关闭时或在刚出现秒脉冲的上升沿之后进行。SECONDS 值为 00、15、30 或 45 时是唯一的例外情况, 目的是避免频率被发生的自动调整事件控制。

1.5 使用二进制编码的十进制数 (BCD) 格式读/写 RTCC

RTCC 模块时间和闹钟值的寄存器接口必须使用二进制编码的十进制数 (Binary Coded Decimal, BCD) 格式实现。BCD 格式是一种表示数字的系统, 其中分配 4 位宽的二进制代码来表示数字 0 到 9 组成的数值。每个相应的时间和日期值都会表示出来, 并包含在其自身的 4 位值中。有关使用 BCD 格式写入时间值和闹钟值寄存器的更多信息, 请参见器件数据手册的 RTCC 部分。数据手册中的每个寄存器都将包含允许的时间或日期值范围的相关信息。

下面的图 1-1 显示了时间数字和闹钟数字格式, 以及每个数值的可接受范围。使用此格式表示时间和日期值有助于简化固件并减少软件开销。请注意, 由于用于 RTCC 和闹钟功能的时间和日期寄存器以 BCD 格式表示, 因此每到 10 (而非 16) 就会进位到高一位的 BCD 数字。有关此 RTCC 模块进位规则的更多信息, 请参见器件数据手册的 RTCC 章节。

图 1-1. 时间/闹钟寄存器值格式 (BCD)

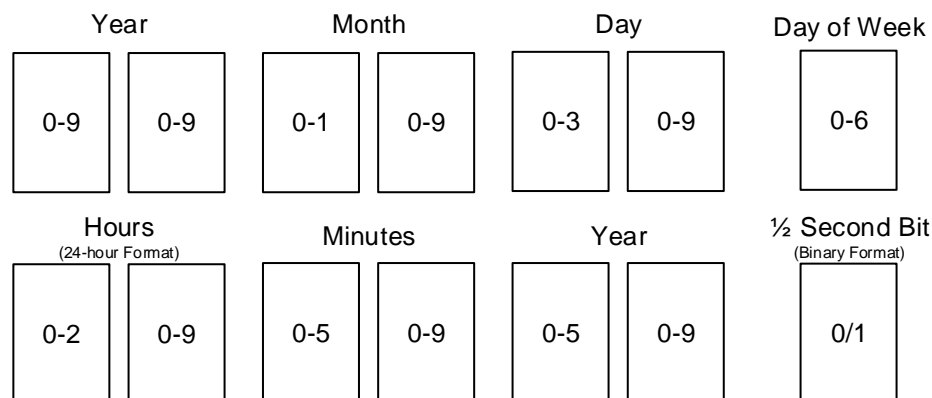
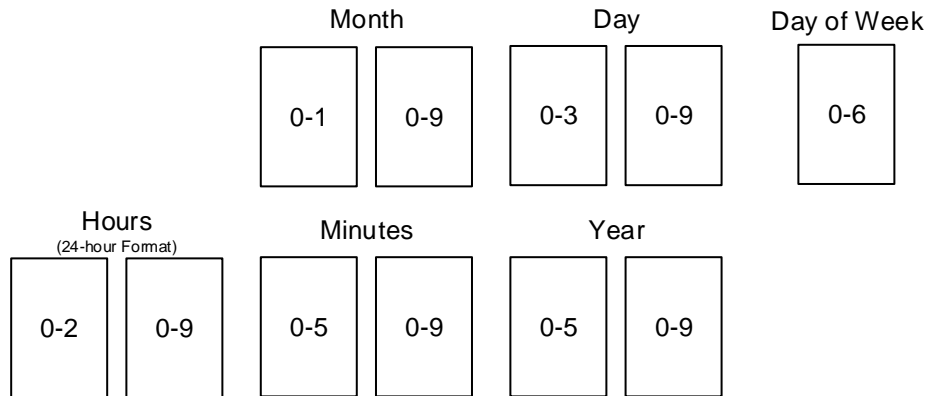


图 1-2. 闹钟值寄存器格式 (BCD)

Rev. 10-000 339A
4/30/2019

提示: 使用 Microchip 代码配置器 (Microchip Code Configurator, MCC) 将 RTCC 模块实现到项目中时, 会自动生成在十六进制 (HEX) 与十进制 (BCD) 之间转换所需的 API。

2. RTCC 闹钟概述

RTCC 模块提供可配置的闹钟功能，可使用不同的选项灵活配置。闹钟可设置为每 $\frac{1}{2}$ 秒至每年触发一次闹钟中断标志，并附带一个闹钟重复计数器寄存器，用于确定在闹钟使能位（ALRMEN）清零之前闹钟重复的次数。当 RTCC 时间/日期与用户配置的闹钟寄存器中存储的时间/日期匹配时，将生成闹钟事件。除了 ALMRPT 和 CHIME 位之外，在使能闹钟时不应更新闹钟寄存器，以避免误触发闹钟。每次触发闹钟警告时，RTCC 模块的这项功能都会生成中断标志（RTCCIF），这可在许多应用中作为其他外设的触发信号或中断服务程序实现。除了随每个闹钟警告出现的中断标志外，RTCC 还可以提供与 RTCC 时钟同步的闹钟脉冲输出，而此输出可用作其他外设的触发信号。要实现 RTCC 中断，外设中断允许（Peripheral Interrupt Enable, PIE）寄存器的 RTCCIE 位必须置 1。

2.1 RTCC 闹钟配置

配置 RTCC 的闹钟功能时，第一步是确保 RTCWREN 位置 1，以允许对 RTCC 寄存器进行写操作。在执行寄存器更新之前，用户还应验证闹钟是否处于禁止状态。如果 ALMRPT 寄存器已递减到零且 CHIME 位配置为不允许计满返回，则每次触发闹钟时 ALRMEN 位都将清零。如果 CHIME 位使能，则允许闹钟重复寄存器（ALMRPT）连续计满返回而非在递减到零后即停止。闹钟的重复频率可使用 ARMCON 寄存器的 AMASK<3:0>位配置，可选择范围为每 $\frac{1}{2}$ 秒一次到每年一次。

ALMRPT 寄存器用于确定配置闹钟重复的次数。用户可将其设置为重复 0 到 255 次，直到禁止 RTCC 闹钟为止。闹钟配置寄存器的 CHIME 位确定闹钟重复计数器是否计满返回以及在达到零时是否重新启动。与初始化 RTCC 模块启动条件的时间和日期设置类似，有几个闹钟特定的寄存器必须进行初始化，以确定第一个闹钟事件的日期和时间。写入到闹钟寄存器的这些信息必须使用 [1.5 使用二进制编码的十进制数（BCD）格式读/写 RTCC](#) 部分中介绍的二进制编码的十进制数（BCD）格式实现。所有闹钟配置寄存器均已更新和初始化后，用户要进行的最后一步是，通过将 ALRMCON 寄存器的 ALRMEN 位置 1 来使能闹钟并清零 RTCC 写锁定位。如果此时 RTCC 模块仍然被禁止，则用户需要通过将 RTCCON 寄存器的 RTCEN 位置 1 来使能 RTCC 模块，然后清零写锁定位以防止意外写入 RTCC 寄存器。示例 2-1 演示了如何配置闹钟，并给出了示例 1-1 中启动的初始化程序的其余部分。请注意，在初始化程序的第一部分中，RTCWREN 位已置 1，RTCC 模块已禁止。

Example

```
ALRMCONbits.ALRMEN = 0;    // Alarm is disabled;
ALMRPT = 0xFF; // Alarm Repeat Register;
```

```
// Set RTCC Alarm Time:05/22/2018 @ 12:30:10
ALRMMTH = 0x5;    // month;
ALRMWD = 0x2;    // weekday;
ALRMDAY = 0x22;  // day;
ALRMHR = 0x12;   // hours;
ALRMMIN = 0x30;  // minutes;
ALRMSEC = 0x10;  // seconds;

ALRMCONbits.ALRMEN = 1;    // Re-enable the alarm
ALRMCON = 0xC8;           // AMASK Every 10 Second; CHIME enabled;
RTCCONbits.RTCEN = 1;     // RTCC Module is enabled
While(!RTCCONbits.RTCEN);
RTCCONbits.RTCWREN = 0;   // RTCC Registers Write Lockout;
PIR8bits.RTCCIF = 0;     // Clear RTCC Interrupt Flag;
PIE8bits.RTCCIE = 1;     // Enable RTCC Interrupt (Alarm);
```


3. V_{BAT} 概述

PIC16(L)F19197 系列器件配备了 V_{BAT} 引脚，便于用户使用外部备用电源来确保 SOSC 和 RTCC 模块在 V_{DD} 电源电压发生故障时继续运行。模块的 V_{BAT} 功能有助于确保在 V_{DD} 掉电时保留计时值，因此对使用 RTCC 模块的应用非常有利。V_{BAT} 硬件确定 RTCC 和 SOSC 模块的 V_{DD} 电源何时供电不足。当电源电压低于所需 V_{DD} 电压值时，RTCC 和 SOSC 模块将自动切换电源电压，通过 V_{BAT} 电源继续运行。

RTCC 和 SOSC 模块在设计时考虑了低功耗性能，有助于延长电池寿命。电源控制寄存器组 (PCONx) 的 VBATBOR 和 BOR 位可用于指示是否发生了欠压复位 (Brown-out Reset, BOR)，并专用于确定是否发生了 V_{BAT} 欠压复位。表 3-1 总结了将 V_{BAT} 用作备用电池时，发生欠压复位的情况下 PIC 单片机将禁止的行为。

表 3-1. V_{DD} 与 V_{BAT} 切换

V _{DD} 状态	V _{BAT} 状态	说明
V _{DD} > V _{BOR}	V _{BAT} > V _{BOR}	所有外设都将通过 V _{DD} 供电。如果 V _{BAT} 大于 V _{DD} ，则 RTCC 和 SOSC 模块将通过 V _{BAT} 供电。VBATBOR 位保持不变。BOR 位保持不变。
V _{DD} > V _{BOR}	V _{BAT} < V _{BOR}	所有外设都将通过 V _{DD} 供电。VBATBOR 位保持不变。BOR 位保持不变。
V _{DD} < V _{BOR}	V _{BAT} > V _{BOR}	RTCC 和 SOSC 将通过 V _{BAT} 供电，而所有其他外设都保持在复位状态，直到 V _{DD} 电源恢复。VBATBOR 位保持不变。BOR 位清零，指示欠压复位
V _{DD} < V _{BOR}	V _{BAT} < V _{BOR}	所有外设（包括 RTCC 和 SOSC）都保持在复位状态，直到检测到 V _{DD} 或 V _{BAT} 电源供电充足。VBATBOR 位清零，指示欠压复位。BOR 位清零，指示欠压复位。

3.1 V_{BAT} 配置

为 PIC16(L)F19197 系列器件配置 V_{BAT} 功能时，第一步是确定连接到 VBAT 引脚的外部源。通常使用 3.0V 纽扣电池实现此功能。但是，该系统具有通用性，可使用处于整个器件 V_{DD} 范围内的任意电池电源，甚至用超级电容来代替某个电池。备用电池电源的正极端子应连接到 PIC 单片机的 VBAT 引脚，负极端子应连接到 PIC 单片机的 V_{SS} 引脚。通过将配置字 1 的 VBATEN 位置 1 (VBATEN = ON) 使能备用电池功能。PIC 单片机的 VBAT 引脚不是常规双向 GPIO，在不用于备用电池时，只能配置为输入引脚。要了解保留的 VBAT 引脚的位置，请参见器件数据手册的引脚排列图。

4. 结论

本技术概要简要介绍了 RTCC 模块及其提供的集成 V_{BAT} 功能。实时时钟和日历 (RTCC) 模块允许用户在中长时间保持准确的时间跟踪，同时降低软件开销。PIC16(L)F19197 系列器件中 RTCC 模块的部分优点包括：低功耗、通用性，以及实现所需的软件要求最低。RTCC 模块具有内置自动调整功能，可校准时钟源，有助于长时间保持准确计时。有关该模块的更多详细信息，请参见器件数据手册的 RTCC 章节、使用 MPLAB X IDE 中提供的 MPLAB®代码配置器插件，或浏览 MPLAB Xpress 示例库。



提示： 可以在 MPLAB Xpress 云端 IDE 平台上找到具有 VBAT 功能的 RTCC 模块的完整工作演示代码。请参见[这里](#)的示例部分。

5. 版本历史

版本	日期	备注
A	2018 年 6 月	本文档的初始版本。

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

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，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、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTrackr、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、PrecisionEdge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 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、BlueSky、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、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.、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 Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 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。

© 2019, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4743-6

质量管理体系

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。

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. 钱德勒, 亚利桑那州 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 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 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 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 - 珠海 电话: 86-756-3210040	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 - 槟榔屿 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 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 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 - 海尔布隆 电话: 49-7131-72400 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 - 若那那市 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: 47-72884388 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
亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米镇维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078			