
第 28 章 带时间标记的 RTCC

目录

本章包括下列主题：

| | |
|------------------------------|-------|
| 28.1 简介 | 28-2 |
| 28.2 寄存器 | 28-3 |
| 28.3 工作原理 | 28-17 |
| 28.4 闹钟 | 28-24 |
| 28.5 电源控制 | 28-26 |
| 28.6 时间标记 | 28-31 |
| 28.7 中断 | 28-31 |
| 28.8 复位 | 28-32 |
| 28.9 节能模式下的操作 | 28-32 |
| 28.10 外设模块禁止 (PMD) 寄存器 | 28-32 |
| 28.11 相关应用笔记 | 28-33 |
| 28.12 版本历史 | 28-34 |

28.1 简介

实时时钟和日历（Real-Time Clock and Calendar, RTCC）硬件模块是为需要长时间维持精确时间的应用而设计的，无需或很少需要 CPU 干预。该模块为低功耗使用作了优化，以便在跟踪时间时延长电池寿命。

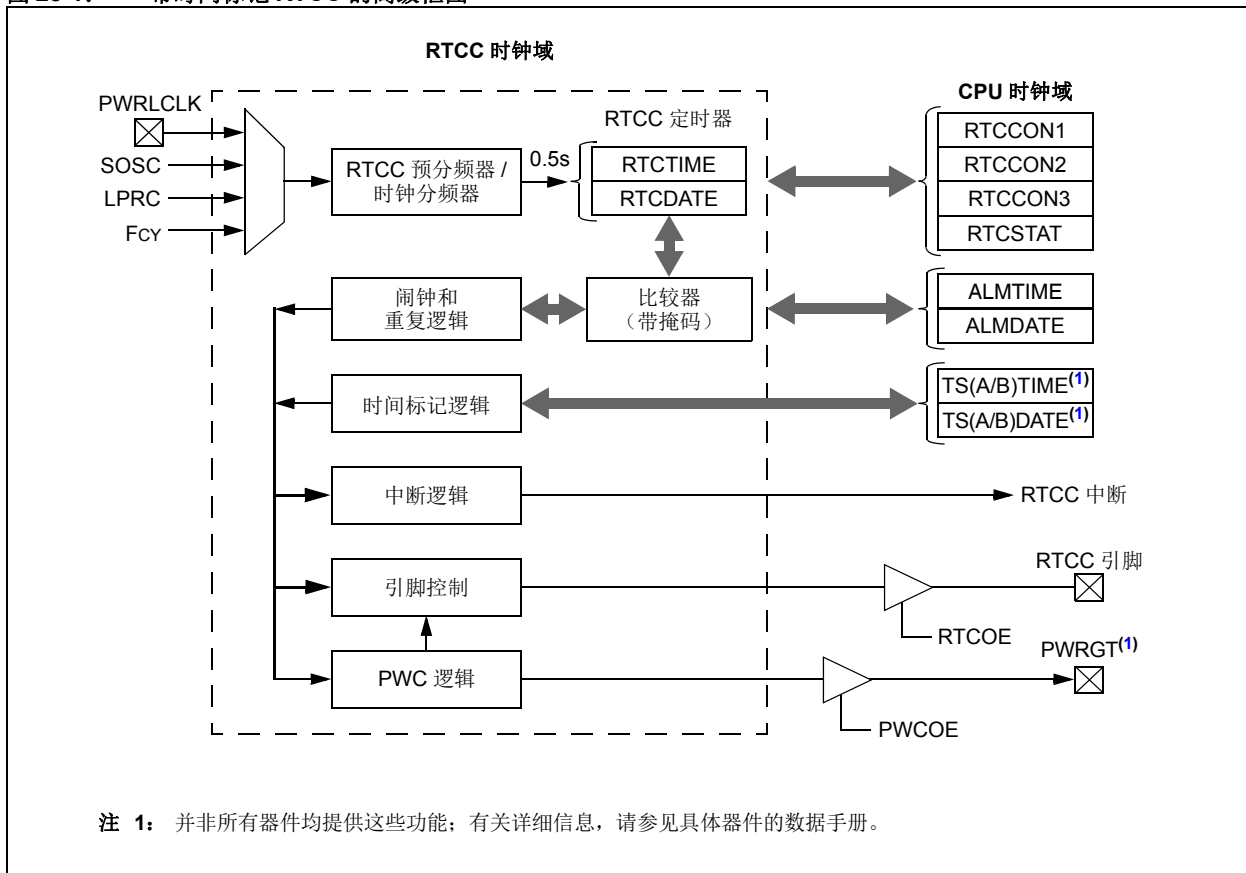
该模块的主要特性包括：

- 时间（时、分和秒），使用 24 小时格式（军用时间）
- 日历（星期、日、月和年）
 - 年份范围从 2000 年到 2099 年，能自动修正闰年
- 具有可配置掩码和重复选项的闹钟
- 用于小型固件的 BCD 格式
- 为低功耗操作作了优化
- 多个时钟输入选项，包括 32.768 kHz 晶振和电力线
- 使用 32 kHz 源时可在 2 ppm 范围内进行用户校准
- 发生闹钟和时间标记事件时中断
- 从多个触发事件捕捉日期和时间的的时间标记功能⁽¹⁾
- 使用专用输出引脚的用户可配置电源控制，可定期唤醒外部器件⁽¹⁾

注 1： 并非所有器件均提供这些功能；有关详细信息，请参见具体器件的数据手册。

RTCC 模块是百年时钟和日历，能自动检测闰年。时钟范围从 2000 年 1 月 1 日 00:00:00（午夜）到 2099 年 12 月 31 日 23:59:59。小时数以 24 小时格式提供。该时钟提供一秒的时间粒度，用户可看到半秒的时间间隔。

图 28-1: 带时间标记 RTCC 的高级框图



28.2 寄存器

RTCC 模块总共使用 12 个寄存器，这些寄存器分为四个类别。

28.2.1 控制和状态寄存器

- RTCCON1（寄存器 28-1）是 RTCC 的主控制寄存器。功耗控制功能、引脚控制和闹钟功能通过此寄存器进行控制。
- RTCCON2（寄存器 28-2）可控制 RTCC 预分频器；它用于配置预分频器，以产生用于驱动定时器的 0.5s 信号。它还可以控制校准功能，且包含 16 位粗粒度时钟分频器 DIV<15:0> 的值；此处存储的值由 RTCC 预分频器用于产生标称 0.5s 定时器信号。
- RTCCON3（寄存器 28-3）可控制功耗控制功能的采样和稳定性窗口。
- RTCSTAT（寄存器 28-4）包含时间标记、校准和定时器同步的事件标志状态位。

28.2.2 时间和日期值寄存器

使用两个寄存器以 BCD 格式存储当前的时间和日期信息：

- RTCTIME（寄存器 28-5）可保存当前时间的时、分和秒值。
- RTCDATE（寄存器 28-6）可保存当前的年、月、日和星期值。

28.2.3 闹钟寄存器

使用两个寄存器存储闹钟的时间值和日期值。它们的格式与 RTCTIME 和 RTCDATE 寄存器的格式完全相同。

- ALMTIME（格式请参见寄存器 28-7）。
- ALMDATE（格式请参见寄存器 28-8）。

28.2.4 时间标记寄存器

每个时间标记（时间标记 A 和时间标记 B）具有一组与其关联的时间和日期寄存器。当时间标记数据存储在这些寄存器中时，它们就会采用与对应 RTCTIME 和 RTCDATE 寄存器关联的数据格式。

- TSATIME 和 TSBTIME（格式请参见寄存器 28-9）。
- TSADATE 和 TSBDATE（格式请参见寄存器 28-10）。

28.2.5 寄存器映射

表 28-1 中提供了与带时间标记模块的 RTCC 相关的寄存器汇总。

表 28-1: 带时间标记 RTCC 的寄存器映射

| 名称 | 位范围 | Bit 31/15 | Bit 30/14 | Bit 29/13 | Bit 28/12 | Bit 27/11 | Bit 26/10 | Bit 25/9 | Bit 24/8 | Bit 23/7 | Bit 22/6 | Bit 21/5 | Bit 20/4 | Bit 19/3 | Bit 18/2 | Bit 17/1 | Bit 16/0 | |
|---------|-------|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|--------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|-----------|----------|----------|--|
| RTCCON1 | 31:16 | ALRMEN | CHIME | — | — | AMASK<3:0> | | | | ALMRPT<7:0> | | | | | | | | |
| | 15:0 | ON | — | — | — | WRLOCK | PWCEN | PWCPOL | PWCOE | RTCOE | OUTSEL<2:0> | | — | — | TSBEN | TSAEN | | |
| RTCCON2 | 31:16 | DIV<15:0> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15:0 | FDIV<4:0> | | | | — | — | — | PWCPS<1:0> | PS<1:0> | | — | — | CLKSEL<1:0> | | | | |
| RTCCON3 | 31:16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 15:0 | PWCSAMP<7:0> | | | | | | | PWCSTAB<7:0> | | | | | | | | | |
| RTCSTAT | 31:16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 15:0 | — | — | — | — | — | — | — | — | CPLCK | — | ALMEVT | TSBEVT | TSAEVT | SYNC | ALMSYNC | HALFSEC | |
| RTCTIME | 31:16 | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | | — | MINTEN<2:0> | | MINONE<3:0> | | | | | |
| | 15:0 | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| RTCDATE | 31:16 | YRTEN<3:0> | | | | YRONE<3:0> | | | | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | | |
| | 15:0 | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | | |
| ALMTIME | 31:16 | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | | — | MINTEN<2:0> | | MINONE<3:0> | | | | | |
| | 15:0 | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| ALMDATE | 31:16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | | |
| | 15:0 | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | | |
| TSATIME | 31:16 | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | | — | MINTEN<2:0> | | MINONE<3:0> | | | | | |
| | 15:0 | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| TSADATE | 31:16 | YRTEN<3:0> | | | | YRONE<3:0> | | | | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | | |
| | 15:0 | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | | |
| TSBTIME | 31:16 | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | | — | MINTEN<2:0> | | MINONE<3:0> | | | | | |
| | 15:0 | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| TSBDATE | 31:16 | YRTEN<3:0> | | | | YRONE<3:0> | | | | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | | |
| | 15:0 | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | | |

28.2.6 RTCC 寄存器写锁定

为防止对 RTCC 控制或 RTCC 时间值寄存器的错误更改，必须先将 WRLOCK 位 (RTCCON1<11>) 清零。默认情况下，任何器件复位时都会将 WRLOCK 清零。建议在正确初始化 RTCDATE 和 RTCTIME 寄存器，并将 ON 位 (RTCCON1<15>) 置 1 后，将 WRLOCK 置 1。

只要 WRLOCK = 1，对 ON 位、RTCCON2 寄存器或者 RTCDATE 或 RTCTIME 寄存器的任何写入尝试都将被忽略。不管 WRLOCK 的状态如何，都可以更改闹钟、电源控制和时间标记功能。

将 WRLOCK 位清零需要一个解锁序列，也就是将两个字连续写入 SYSKEY 寄存器。例 28-1 给出了一个示例序列。如果 WRLOCK 已清零，则可以将其置 1 (= 1)，而无需使用该解锁序列。

例 28-1: WRLOCK 位清零

```
SYSKEY = 0xAA996655;           // write Key1 to SYSKEY
SYSKEY = 0x556699AA;           // write Key2 to SYSKEY

RTCCON1bits.WRLOCK = 0;        // clear the lock bit

SYSKEY = 0;                     // relock SYSKEY
```

注： 为避免意外写入定时器，建议在不写入时间值寄存器时将 WRLOCK 位保持置 1。

28.2.7 RTCC 控制寄存器

寄存器 28-1: RTCCON1: RTCC 控制 1 寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 31:24 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | ALRMEN | CHIME | — | — | AMASK<3:0> | | | |
| 23:16 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | ALMRPT<7:0> ⁽¹⁾ | | | | | | | |
| 15:8 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | ON | — | — | — | WRLOCK | PWCEN ⁽²⁾ | PWCPOL ⁽²⁾ | PWCOE ⁽²⁾ |
| 7:0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | RTCOE | OUTSEL<2:0> | | | — | — | TSBEN ⁽²⁾ | TSAEN ⁽²⁾ |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

- bit 31 **ALRMEN:** 闹钟使能位
 1 = 使能闹钟
 0 = 禁止闹钟
- bit 30 **CHIME:** 响铃使能位
 1 = 使能响铃; ALMRPT<7:0> 位允许从 00 下溢到 FF
 0 = 禁止响铃; ALMRPT<7:0> 一到达 00 就停止
- bit 29-28 **未实现:** 读为 0
- bit 27-24 **AMASK<3:0>:** 闹钟掩码配置位
 11xx = 保留; 不使用
 101x = 保留; 不使用
 1001 = 一年一次 (如果配置为 2 月 29 日, 则每 4 年一次)
 1000 = 一月一次
 0111 = 一周一次
 0110 = 一天一次
 0101 = 每小时
 0100 = 每 10 分钟
 0011 = 每分钟
 0010 = 每 10 秒
 0001 = 每秒
 0000 = 每半秒
- bit 23-16 **ALMRPT<7:0>:** 闹钟重复计数器值位⁽¹⁾
 11111111 = 闹钟将再重复 255 次
 11111110 = 闹钟将再重复 254 次
 ...
 00000010 = 闹钟将再重复 2 次
 00000001 = 闹钟将再重复 1 次
 00000000 = 闹钟将不再重复
- bit 15 **ON:** RTCC 使能位
 1 = 使能 RTCC 并通过选定时钟源进行计数
 0 = 禁止 RTCC 模块
- bit 14-12 **未实现:** 读为 0

注 1: 每当发生闹钟事件时计数器就递减 1。除非 CHIME = 1, 否则计数器不能从 00 返回到 FF。
注 2: 并非所有器件均提供这些功能; 有关详细信息, 请参见具体器件的数据手册。

寄存器 28-1: RTCCON1: RTCC 控制 1 寄存器 (续)

| | |
|---------|---|
| bit 11 | WRLOCK: RTCC 寄存器写锁定位 1 = 锁定与精确计时相关的寄存器 0 = 用户可写入与精确计时相关的寄存器 |
| bit 10 | PWCEN: 电源控制使能位 (2) 1 = 使能电源控制 0 = 禁止电源控制 |
| bit 9 | PWCPOL: 电源控制极性位 (2) 1 = 电源控制输出为高电平有效 0 = 电源控制输出为低电平有效 |
| bit 8 | PWCOE: 电源控制输出使能位 (2) 1 = 使能电源控制输出引脚 0 = 禁止电源控制输出引脚 |
| bit 7 | RTCOE: RTCC 输出使能位 1 = 使能 RTCC 时钟输出; 由 OUTSEL<2:0> 选择的信号送到 RTCC 引脚上 0 = 禁止 RTCC 时钟输出 |
| bit 6-4 | OUTSEL<2:0>: RTCC 信号输出选择位 11x = 未使用 101 = 时间标记 B 事件 (2) 100 = 时间标记 A 事件 (2) 011 = 电源控制输出 (RTCC 引脚上的 PWRGT 函数) (2) 010 = RTCC 输入时钟源 001 = 秒时钟 000 = 闹钟事件 |
| bit 3-2 | 未实现: 读为 0 |
| bit 1 | TSBEN: 时间标记源 B 使能位 (2) 1 = 时间标记源 B 信号产生一个时间标记事件 0 = 禁止时间标记源 B 信号 |
| bit 0 | TSAEN: 时间标记源 A 使能位 (2) 1 = 时间标记源 A 信号产生一个时间标记事件 0 = 禁止时间标记源 A 信号 |

注 1: 每当发生闹钟事件时计数器就递减 1。除非 CHIME = 1, 否则计数器不能从 00 返回到 FF。

2: 并非所有器件均提供这些功能; 有关详细信息, 请参见具体器件的数据手册。

PIC32 系列参考手册

寄存器 28-2: RTCCON2: RTCC 控制 2 寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|---------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| DIV<15:8> | | | | | | | | |
| 23:16 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| DIV<7:0> | | | | | | | | |
| 15:8 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| FDIV<4:0> | | | | | | — | — | — |
| 7:0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| PWCPS<1:0> ⁽¹⁾ | | PS<1:0> ⁽¹⁾ | | | — | — | CLKSEL<1:0> | |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

bit 31-16 **DIV<15:0>**: 时钟分频比位

设置时钟分频比计数器的周期; 其值应导致 1/2 秒 (标称值) 下溢。

bit 15-11 **FDIV<4:0>**: 小数时钟分频比位

11111 = 时钟周期每隔 16 秒增加 31 个 RTCC 输入时钟周期
 11101 = 时钟周期每隔 16 秒增加 30 个 RTCC 输入时钟周期
 ...
 00010 = 时钟周期每隔 16 秒增加 2 个 RTCC 输入时钟周期
 00001 = 时钟周期每隔 16 秒增加 1 个 RTCC 输入时钟周期
 00000 = 无小数时钟分频

bit 10-8 **未实现**: 读为 0

bit 7-6 **PWCPS<1:0>**: 电源控制预分频比选择位 ⁽¹⁾

11 = 1:256
 10 = 1:64
 01 = 1:16
 00 = 1:1

bit 5-4 **PS<1:0>**: 预分频比选择位 ⁽¹⁾

11 = 1:256
 10 = 1:64
 01 = 1:16
 00 = 1:1

bit 3-2 **未实现**: 读为 0

bit 1-0 **CLKSEL<1:0>**: 时钟选择位

11 = 外设时钟 (Fcy)
 10 = PWRLCLK 输入引脚
 01 = LPRC
 00 = SOSC

注 1: 并非所有器件均提供这些功能; 有关详细信息, 请参见具体器件的数据手册。

寄存器 28-3: RTCCON3: RTCC 控制 3 寄存器 ⁽¹⁾

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 23:16 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15:8 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | PWCSAMP<7:0> ⁽¹⁾ | | | | | | | |
| 7:0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | PWCSTAB<7:0> ⁽¹⁾ | | | | | | | |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

bit 31-16 **未实现:** 读为 0

bit 15-8 **PWCSAMP<7:0>:** 电源控制采样时间窗口位 ⁽¹⁾

- 11111111 = 总是允许采样输入 (不受限)
- 11111110 = 采样时间窗口为 254 TPWC
- ...
- 00000010 = 采样时间窗口为 2 TPWC
- 00000001 = 采样时间窗口为 1 TPWC
- 00000000 = 采样输入始终受限

bit 7-0 **PWCSTAB<7:0>:** 电源控制稳定性时间位 ⁽¹⁾

- 11111111 = 稳定性时间窗口为 255 TPWC
- 11111110 = 稳定性时间窗口为 254 TPWC
- ...
- 00000010 = 稳定性时间窗口为 2 TPWC
- 00000001 = 稳定性时间窗口为 1 TPWC
- 00000000 = 无稳定性时间窗口

注 1: 并非所有器件均提供这些功能; 有关详细信息, 请参见具体器件的数据手册。

PIC32 系列参考手册

寄存器 28-4: RTCSTAT: RTCC 状态寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 23:16 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15:8 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7:0 | R-0, HSC | U-0 | R/C-0, HSC | R/W-0, HSC | R/W-0, HSC | R-0, HSC | R-0, HSC | R-0, HSC |
| | CPLCK ⁽²⁾ | — | ALMEVT | TSBEVT ^(1,2) | TSAEVT ^(1,2) | SYNC | ALMSYNC | HALFSEC |

| | | |
|--------------|-----------|------------------|
| 图注: | C = 只可清零位 | HSC = 硬件置 1/ 清零位 |
| R = 可读位 | W = 可写位 | U = 未实现位, 读为 0 |
| -n = POR 时的值 | 1 = 置 1 | 0 = 清零 |
| | | x = 未知 |

bit 31-8 **未实现:** 读为 0

bit 7 **CPLCK:** 校准 PLL 锁定状态位 ⁽²⁾
 1 = 外部校准 PLL 已锁定; 1 秒时钟输出为有效
 0 = 外部校准 PLL 未锁定

bit 6 **未实现:** 读为 0

bit 5 **ALMEVT:** 闹钟事件位
 1 = 发生了闹钟事件
 0 = 未发生闹钟事件

bit 4 **TSBEVT:** 时间标记 B 事件位 ^(1,2)
 1 = 发生了时间标记 B 事件
 0 = 未发生时间标记 B 事件

bit 3 **TSAEVT:** 时间标记 A 事件位 ^(1,2)
 1 = 发生了时间标记 A 事件
 0 = 未发生时间标记 A 事件

bit 2 **SYNC:** 同步状态位
 1 = 时间寄存器可能在软件读取期间更改
 0 = 可以安全地读取时间寄存器

bit 1 **ALMSYNC:** 闹钟同步状态位
 1 = 不应修改闹钟寄存器 (ALMTIME 和 ALMDATE) 及 RTCCON1; ALRMEN 和 ALMRPT<7:0> 位可能在软件读取期间更改
 0 = 可以安全地修改闹钟寄存器和 RTCCON1

bit 0 **HALFSEC:** 半秒状态位
 1 = 1 秒周期的后半秒
 0 = 1 秒周期的前半秒

注 1: 软件可向此位写入 1, 以启动一个时间标记事件; 事件捕捉在该位读为 1 之前保持无效。

2: 并非所有器件均提供这些功能; 有关详细信息, 请参见具体器件的数据手册。

寄存器 28-5: RTCTIME: RTCC 时间值寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | |
| 23:16 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | MINTEN<2:0> | | | MINONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

-n = POR 时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

bit 31-30 **未实现**: 读为 0bit 29-28 **HRTEN<1:0>**: 小时位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 2。bit 27-24 **HRONE<3:0>**: 小时位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 23 **未实现**: 读为 0bit 22-20 **MINTEN<2:0>**: 分钟位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。bit 19-16 **MINONE<3:0>**: 分钟位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 15 **未实现**: 读为 0bit 14-12 **SECTEN<2:0>**: 秒位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。bit 11-8 **SECONE<3:0>**: 秒位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 7-0 **未实现**: 读为 0

PIC32 系列参考手册

寄存器 28-6: RTCDATE: RTCC 日期值寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | YRTEN<3:0> | | | | YRONE<3:0> | | | |
| 23:16 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | MHTEN | MTHONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

bit 31-28 **YRTEN<3:0>**: 年份位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 27-24 **YRONE<3:0>**: 年份位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 23-21 **未实现**: 读为 0

bit 20 **MHTEN**: 月份位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 1。

bit 19-16 **MTHONE<3:0>**: 月份位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 22-20 **MINTEN<2:0>**: 分钟位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 5。

bit 19-16 **MINONE<3:0>**: 分钟位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 15-14 **未实现**: 读为 0

bit 13-12 **DAYTEN<1:0>**: 日位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 3。

bit 11-8 **DAYONE<3:0>**: 日位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 7-3 **未实现**: 读为 0

bit 2-0 **WDAY<2:0>**: 星期位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 6。

寄存器 28-7: ALMTIME: RTCC 闹钟时间寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | |
| 23:16 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | MINTEN<2:0> | | | MINONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

- bit 31-30 **未实现:** 读为 0
- bit 29-28 **HRTEN<1:0>:** 小时位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 2。
- bit 27-24 **HRONE<3:0>:** 小时位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。
- bit 23 **未实现:** 读为 0
- bit 22-20 **MINTEN<2:0>:** 分钟位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。
- bit 19-16 **MINONE<3:0>:** 分钟位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。
- bit 15 **未实现:** 读为 0
- bit 14-12 **SECTEN<2:0>:** 秒位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。
- bit 11-8 **SECONE<3:0>:** 秒位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。
- bit 7-0 **未实现:** 读为 0

PIC32 系列参考手册

寄存器 28-8: ALMDATE: RTCC 闹钟日期寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 23:16 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

- bit 31-21 **未实现:** 读为 0
- bit 20 **MHTTEN:** 月份位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 1。
- bit 19-16 **MTHONE<3:0>:** 月份位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。
- bit 15-14 **未实现:** 读为 0
- bit 13-12 **DAYTEN<1:0>:** 日位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 3。
- bit 11-8 **DAYONE<3:0>:** 日位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。
- bit 7-3 **未实现:** 读为 0
- bit 2-0 **WDAY<2:0>:** 星期位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 6。

寄存器 28-9: TSxTIME: RTCC 时间标记 x 闹钟时间寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | HRTEN<1:0> | | HRONE<3:0> | | | |
| 23:16 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | MINTEN<2:0> | | | MINONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | SECTEN<2:0> | | | SECONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

-n = POR 时的值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

bit 31-30 **未实现**: 读为 0bit 29-28 **HRTEN<1:0>**: 小时位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 2。bit 27-24 **HRONE<3:0>**: 小时位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 23 **未实现**: 读为 0bit 22-20 **MINTEN<2:0>**: 分钟位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。bit 19-16 **MINONE<3:0>**: 分钟位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 15 **未实现**: 读为 0bit 14-12 **SECTEN<2:0>**: 秒位 (十位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 5。bit 11-8 **SECONE<3:0>**: 秒位 (个位数) 的二进制十进数值
值为 0 到 9。bit 7-0 **未实现**: 读为 0

PIC32 系列参考手册

寄存器 28-10: TSxDATE: RTCC 时间标记 x 闹钟日期寄存器

| 位范围 | Bit 31/23/15/7 | Bit 30/22/14/6 | Bit 29/21/13/5 | Bit 28/20/12/4 | Bit 27/19/11/3 | Bit 26/18/10/2 | Bit 25/17/9/1 | Bit 24/16/8/0 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 31:24 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | YRTEN<3:0> | | | | YRONE<3:0> | | | |
| 23:16 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | MHTTEN | MTHONE<3:0> | | | |
| 15:8 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | DAYTEN<1:0> | | DAYONE<3:0> | | | |
| 7:0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| | — | — | — | — | — | WDAY<2:0> | | |

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为 0
 -n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

bit 31-28 **YRTEN<3:0>**: 年份位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 27-24 **YRONE<3:0>**: 年份位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 23-21 **未实现**: 读为 0

bit 20 **MHTTEN**: 月份位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 1。

bit 19-16 **MTHONE<3:0>**: 月份位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 15-14 **未实现**: 读为 0

bit 13-12 **DAYTEN<1:0>**: 日位 (十位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 3。

bit 11-8 **DAYONE<3:0>**: 日位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 9。

bit 7-3 **未实现**: 读为 0

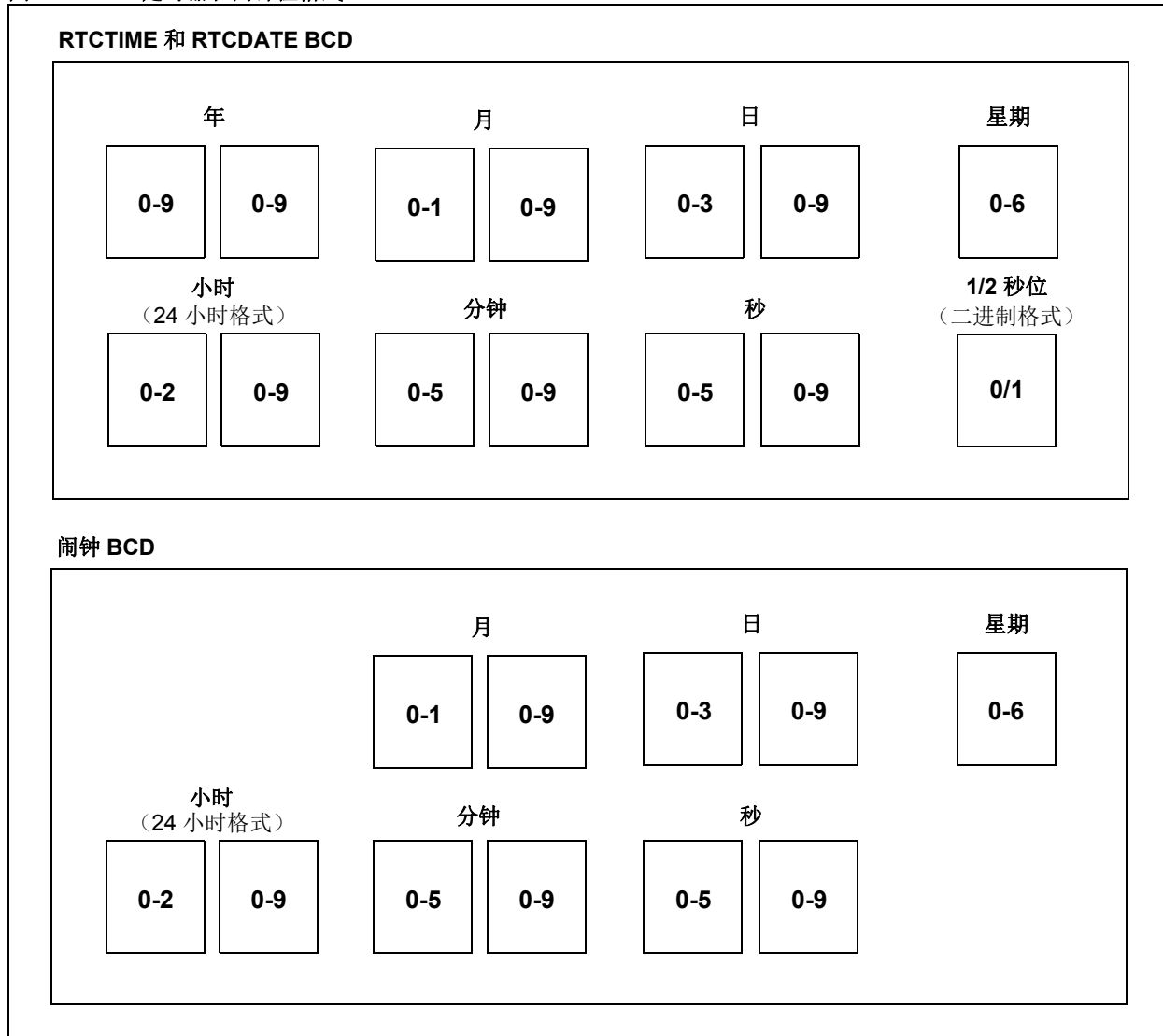
bit 2-0 **WDAY<2:0>**: 星期位 (个位数) 的二进制十进数值
 值为 0 到 6。

28.3 工作原理

28.3.1 寄存器接口

RTCC 和闹钟值的寄存器接口是用自然二进制十进数 (Binary Coded Decimal, BCD) 格式实现的。这就在使用该模块时简化了固件，因为每个位值都包含在它自己的 4 位值中了 (见图 28-2)。

图 28-2: 定时器和闹钟位格式



28.3.2 通用功能

所有包含几秒或更大时间值的定时器寄存器都可写。用户可以通过向 RTCDATE 寄存器写入所需的年、月和日以及向 RTCTIME 寄存器写入小时、分钟和秒配置时间。随后定时器就会用新写入的值从所需起点继续计数。通过将 ON 位 (RTCCON1<15>) 置 1 来使能 RTCC 模块。如果定时器在调节这些寄存器时是使能的，则定时器仍将继续递增。

用户可看到计数器的半秒字段 HALFSEC (RTCSTAT<0>)。该值是只读的，只能通过写入 SECONE<3:0> (RTCTIME<11:8>) 进行复位。

28.3.3 同步

因为 CPU 和 RTCC 在不同的时钟域中运行，所以必须在读取和写入 RTCC 寄存器时特别注意。用户需负责确保 ON = 1 时，更新的寄存器不会同时递增。这可以通过几种方式实现：

- 先检查 SYNC 位 (RTCSTAT<2>) 的状态，再读取或写入 RTCTIME 或 RTCDATE 寄存器。示例代码请参见例 28-2；或者
- 先检查 ALMSYNC 位的状态，再读取或写入 RTCTIME 或 RTCDATE 寄存器或者 AMASK<3:0> 位 (RTCCON1<27:24>)；或者
- 检查前面可能发生进位的位；或者
- 在秒脉冲（或闹钟中断）后立即更新寄存器。

SYNC 位指示可安全读写 RTCC 时钟域寄存器、而无需担心计满返回的时间窗。当 SYNC = 0 时，CPU 可安全访问这些寄存器。无论 SYNC = 1 还是 0，用户都应采用固件方法确保数据读未落在计满返回边界，导致无效或部分读取。该固件方法由读取每个寄存器两遍，然后比较两个值组成。如果两个值匹配，则未发生计满返回。

例 28-2: 执行 RTCTIME 寄存器安全读取的功能

```
unsigned int ReadTime(void)
{
    unsigned int timeCopy1, timeCopy2;

    if (RTCSTATbits.SYNC == 0)
    {
        return (RTCTIME);    // return time
    }
    else
    {
        // read time twice and compare result, retry until a match occurs
        while ( (timeCopy1 = RTCTIME) != (timeCopy2 = RTCTIME) );

        return (timeCopy1);  // return time when both reads matched
    }
}
```

28.3.4 半进位规则

发生计满返回时，会影响某些定时器值：

- 日时间：从 23:59:59 到 00:00:00，会发生向日字段的进位
- 星期几：从 6 到 0 无进位（关于值请参见表 28-2）
- 日（DAYONEx 和 DAYTENx 字段）：从 28、29、30 或 31 起，会发生向月字段进位（关于时间表请参见表 28-3）
- 月（MTHONEx 和 MHTHEN 字段）：从 12/31 到 01/01，会发生向年字段的进位
- 年进位：从 99 到 00；这也胜过使用 RTCC

表 28-2: 星期设定

| 星期 | WDAY<2:0> 值 |
|-----|-------------|
| 星期日 | 0 |
| 星期一 | 1 |
| 星期二 | 2 |
| 星期三 | 3 |
| 星期四 | 4 |
| 星期五 | 5 |
| 星期六 | 6 |

表 28-3: 日到月计满返回设定

| 月 | 最大日字段 | 月 | 最大日字段 |
|--------|------------------------|---------|-------|
| 01（一月） | 31 | 07（七月） | 31 |
| 02（二月） | 28 或 29 ⁽¹⁾ | 08（八月） | 31 |
| 03（三月） | 31 | 09（九月） | 30 |
| 04（四月） | 30 | 10（十月） | 31 |
| 05（五月） | 31 | 11（十一月） | 30 |
| 06（六月） | 30 | 12（十二月） | 31 |

注 1: 详情请参见第 28.3.4.1 节“闰年”。

由于模块使用 BCD 格式，因而对于以下字段，进位到 BCD 的高位将在计数为 10 时发生，而不是在计数为 16 时：

- SEC
- MIN
- HR
- WDAY
- DAY
- MON

28.3.4.1 闰年

由于 RTCC 模块的年份范围是 2000 到 2099，闰年是通过以上范围内的年份能否被 4 整除来确定的。闰年中唯一受影响的月份是二月。二月在闰年有 29 天，其他年份中是 28 天。

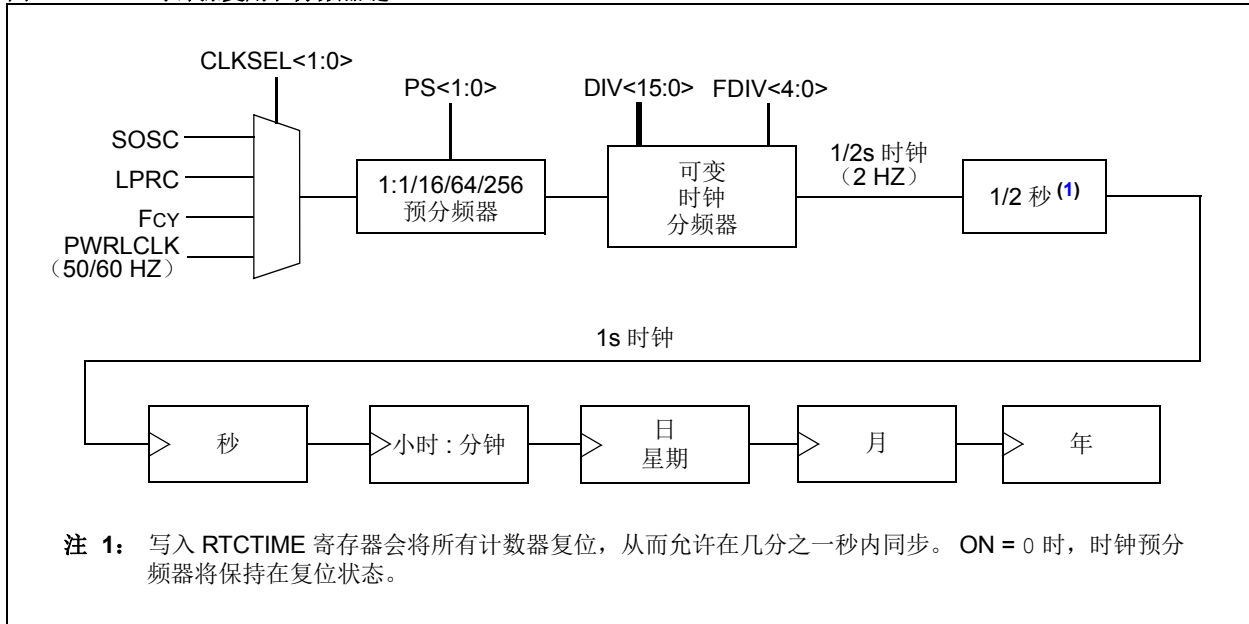
28.3.5 时钟源

RTCC 时钟源通过 CLKSEL<1:0> 位 (RTCCON2<1:0>) 进行选择。旨在使用以下 4 个时钟源中的任何一个工作：

- 晶振控制的 32.768 kHz 辅助振荡器 (Secondary Oscillator, SOSC)
- 内部低功耗 RC (Low-Power RC, LPRC) 31 kHz 振荡器
- 单片机外设时钟，以指令频率 (Fcy) 工作
- PWRLCLK 引脚输入，一般来自本地交流电源频率 (50/60 Hz)

随着时间的推移，每个选项允许用户选择应用组件数和准确性。辅助振荡器 (SOSC) 提供最高准确性和最低功耗选项。用作源时，晶振校准可通过该模块实现，产生的误差为每月 3 秒或更小。更多详细信息，请参见第 28.3.6 节“时钟校准”。

图 28-3: 时钟源复用和分频器链



28.3.5.1 时钟分频器

提供的 RTCC 定时器必须随附 1/2 秒（2 Hz）时钟源。这通过为时钟预分频器和可变时钟分频器选择对应值来完成。

时钟预分频器可按四个固定分频比的其中一个对输入时钟进行分频。它由 PS<1:0> 位（RTCCON2<5:4>）控制。分频比选项有 1:1、1:16、1:64 和 1:256。

可变粗粒度时钟分频器可通过预分频器对时钟输入进一步分频。它提供整个整数分频比范围选项，从 1:1 一直到 1:32,768。它由 DIV<15:0> 位域（RTCCON2<31:16>）控制。

时钟分频器还有一个细粒度分频器，由 FDIV<4:0> 位控制。这允许对定时器输出进行细粒度频率调整。这将在第 28.3.6 节“时钟校准”中讨论。

选择带 CLKSELx 位的特定时钟输入并不会自动选择对应的预分频器或时钟分频器选项。由用户负责正确地配置预分频器和分频比，以便向定时器提供 2 Hz 信号。表 28-4 列出了最常见的典型时钟源组合。公式 28-1 说明了如何计算任意输入频率的预分频比和 DIVx 值。

表 28-4: 时钟分频器与输入频率（标称时钟频率）

| 输入频率 | 预分频器 | DIV<15:0> | FDIV<4:0> |
|------------|-------|-----------|-----------|
| 32,768 kHz | 1:1 | 3FFF | 00000 |
| 60 Hz | 1:1 | 1D | 00000 |
| 50 Hz | 1:1 | 18 | 00000 |
| 16 MHz | 1:256 | 7A11 | 00000 |

公式 28-1: RTCC 时钟频率分频器输出频率

$$F_{OUT} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{F_{IN}}{Prescale \cdot (DIV<15:0> + 1) + \frac{FDIV<4:0>}{32}} \right]$$

其中:

$$DIV<15:0> = \frac{F_{IN}}{2 \cdot Prescale} - 1$$

FDIV<4:0> 是 DIV<15:0> 的小数余数乘以 32

28.3.5.2 辅助振荡器（SOSC）使能

将 RTCC 配置为使用辅助振荡器时，将在使能 RTCC 时自动使能辅助振荡器。SOSCEN 位（OSCCON<1>）不需要置 1。关于辅助振荡器的更多信息，请参见器件数据手册中的“振荡器配置”章节。

28.3.5.3 低功耗 RC 振荡器使能

将 RTCC 配置为由 LPRC 提供时钟源时，将自动使能 LPRC。关于 LPRC 的更多信息，请参见器件数据手册中的“振荡器配置”章节。

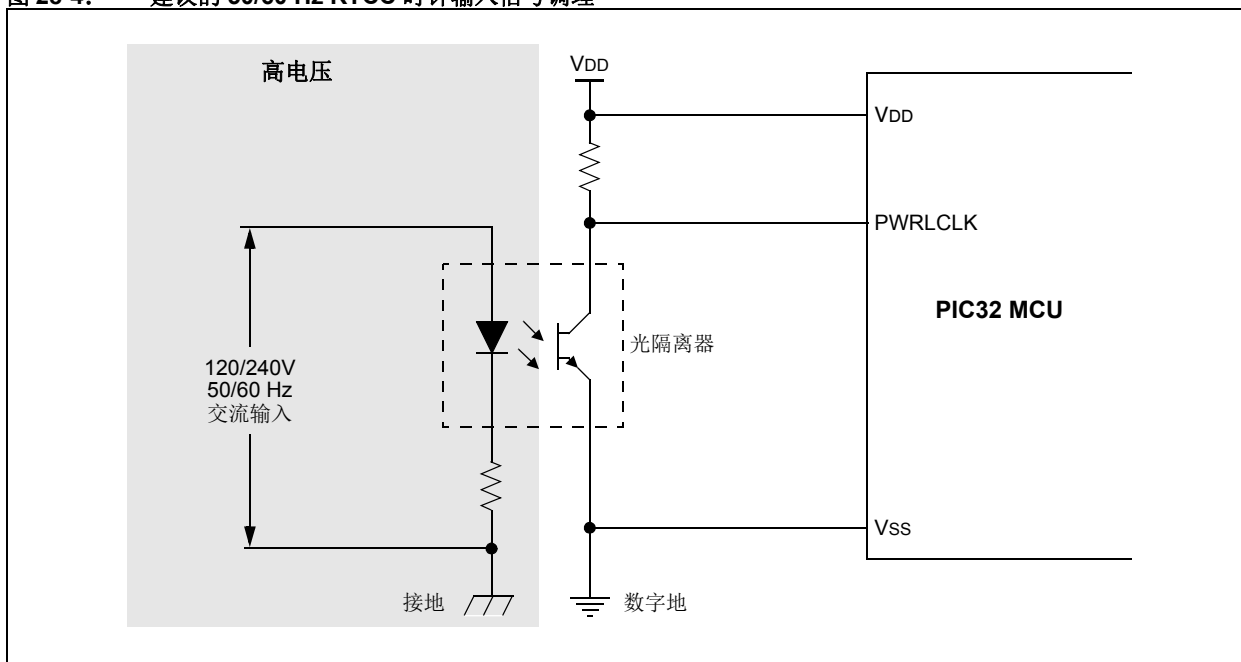
28.3.5.4 来自电力线的时钟源（50/60 Hz 信号）

可以使用交流电源作为 RTCC 的外部时钟源。该模块可使用 50 或 60 Hz 交流电，以适应全世界大多数地方的本地电源。

线路电压不能直接用于提供时钟参考。由于安全原因，线路电压必须与应用的数字部分正确隔离。如果未能正确设计交流电源电压与单片机的接口电路，则可能导致致命电击。图 28-4 说明了建议此类时钟源使用的信号调理电路。

注：并非所有器件均提供此功能；关于更多信息，请参见具体器件的数据手册。

图 28-4： 建议的 50/60 Hz RTCC 时钟输入信号调理



28.3.6 时钟校准

除了 16 位粗粒度分频器（ $DIV<15:0>$ ），可变时钟分频器还会使用一个细粒度时钟频率分频器来对标称 0.5s 定时器信号进行微调。此细粒度分频器 $FDIV<4:0>$ （ $RTCCON2<15:11>$ ）在与 $DIV<15:0>$ 一起使用时，充当 21 位时钟分频比的小数部分。

该细粒度分频器在可变时钟分频器输出时会每隔 1/2 秒运行一次，可选择省略一个时钟周期。这可以有效地将周期计数器设置的周期延长一个时钟周期。在 $FDIV<4:0> = 01h$ ，它需要 16 秒才能移除一个时钟周期并在输出中看到效果。最大效果是在 $FDIV<4:0> = 31$ （十进制）时，这表示在 16 秒内移除了 31 个时钟周期。 $FDIV<4:0> = 0$ 时，时钟周期将不会受到细粒度分频器的影响。

可通过相应更改 $DIVx$ 和 $FDIVx$ 的值（如公式 28-1 所计算），对所需输入频率的偏差进行调整。如果速度超过所需的振荡器，通常需要增大 $FDIVx$ 值使偏差发生微小变化，或减小 $DIVx$ 值使偏差发生较大变化。相反，如果振荡器速度较慢，则需要减小 $FDIVx$ 值或增大 $DIVx$ 值。表 28-5 说明了更改 $DIVx$ 和 $FDIVx$ 的效果；例 28-3 展示了这些情况下 $FDIVx$ 的计算方法。

细粒度时钟分频器经优化，可在从晶振控制的 32.768 kHz 振荡器进行操作时，使调整误差小于 2 ppm。即使如此，也可以有效地微调定时器信号频率，而不会受时钟输入影响。

注： 校准前，用户必须确定晶振的误差。这应该使用器件上的另一个定时器资源或外部时序参考来完成。由用户负责确定是否在误差值中包含晶振初始误差、温度造成的漂移和晶振老化造成的漂移。

表 28-5: 时钟分频器与输入频率（显示微调选项）

| 输入频率 | 预分频器 | DIV<15:0> | FDIV<4:0> |
|-----------------------------|------|-----------|-----------|
| 32,767.9 kHz ⁽¹⁾ | 1:1 | 3FFE | 1E |
| 32,768.0 kHz | 1:1 | 3FFF | 00 |
| 32.768.3 kHz ⁽¹⁾ | 1:1 | 3FFF | 05 |
| 59.9 Hz ⁽¹⁾ | 1:1 | 1C | 1E |
| 60 Hz | 1:1 | 1D | 00 |
| 60.1 Hz ⁽¹⁾ | 1:1 | 1D | 02 |

注 1： 提供这些选择是为了说明比所需输出频率略快或略慢的时钟源的设置。

例 28-3: 时钟分频比计算（使用 FDIV<4:0>）

$F_{IN} = 32767.8 \text{ Hz}$ （振荡器缓慢运行）
 预分频比 = 1:1
 分频比 = $32767.8/2 - 1 = 16382.9$
 因此， $DIV<15:0> = 16382$ 且 $FDIV<4:0> = 32(0.9) = 29$

28.3.7 RTCC 引脚

RTCC 引脚可通过 OUTSEL<2:0> 位（RTCCON1<6:4>）进行配置以呈现多个输出的任何一个：

- 1 秒时钟脉冲
- RTCC 输入时钟源的直通
- 闹钟信号（详情请参见第 28.4 节“闹钟”）
- 电源控制引脚，作为 PWRGT 引脚的附加或备用引脚（详情请参见第 28.5 节“电源控制”。）
- 时间标记事件（详情请参见第 28.6 节“时间标记”）

用作输出时，还必须将 RTCC 输出使能位 RTCOE（RTCCON1<7>）置 1。

28.4 闹钟

RTCC 闹钟具有以下特性：

- 可在半秒到一年的范围内配置
- 有一次性闹钟和重复闹钟选项可用

28.4.1 配置闹钟

通过将 **ALRMEN** 位 (RTCCON1<31>) 置 1 来使能闹钟功能。此位将在闹钟事件发生时被硬件清零，但如果 **CHIME** 位 (RTCCON1<30>) = 1，或如果 **ALMRPT**<7:0> (RTCCON1<23:16>) 位值不为 00h，则不会被清零。

闹钟的间隔时间选择通过 **AMASK**<3:0> 位 (RTCCON1<27:24>) 进行配置。这些位决定哪些闹钟以及闹钟的哪几位必须与时钟值匹配，才能发生闹钟事件。图 28-5 给出了可用闹钟掩码选项。

注： 使能闹钟 (ALRMEN = 1) 时，如更改除 **RTCOE**、**ALMRPT**<7:0> 和 **CHIME** 以外的任何控制位，则可能会导致误闹钟事件，进而导致错误的闹钟中断。为避免误闹钟事件，只有在禁止闹钟 (ALRMEN = 0) 时才更改定时器和闹钟值。建议在 **ALMSYNC** = 0 时更改这些位。

图 28-5: 闹钟掩码设置

| 闹钟掩码设置 AMASK<3:0> | 星期 | 月 | 日 | 小时 | 分钟 | 秒 |
|--------------------------|----------------------------|---|---|---|---|---|
| 0000 – 每半秒 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0001 – 每秒 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0010 – 每 10 秒 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> s |
| 0011 – 每分钟 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 0100 – 每 10 分钟 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 0101 – 每小时 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 0110 – 每天 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> h | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 0111 – 每星期 | <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> h | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 1000 – 每月 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> h | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |
| 1001 – 每年 ⁽¹⁾ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> h | <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> s |

注 1： 每年，除非配置为 2 月 29 日。

28.4.2 闹钟重复和响铃

也可以配置闹钟以预先设定的间隔时间重复。闹钟使能后发生的次数由 $ALMRPT<7:0>$ 位决定。闹钟最多可重复 255 次。当 $ALMRPT<7:0> = 00h$ 且 $CHIME = 0$ 时，重复功能被禁止，只发生单次闹钟。

每个闹钟发出后， $ALMRPT<7:0>$ 位都递减 1。位域达到 00 后，将最后一次发出闹钟，此后 $ALRMEN$ 位将自动清零，闹钟将关闭。

如果 $CHIME$ 位 = 1，可无限次重复闹钟。在 $ALMRPT<7:0>$ 位达到 00h 时，将不会禁止闹钟，而是将位域的值计满返回到 FFh，并继续无限计数。

28.4.3 闹钟中断

发生每个闹钟事件时将产生一个中断。事件发生时， $ALMEVT$ 位 ($RTCSTAT<5>$) 将置 1。这使应用可以将闹钟中断与其他中断事件区分开来（如有必要）。应用应该在 RTCC 中断后将 $ALMEVT$ 清零，以便能够区分其他闹钟事件（或其他使能的中断）。

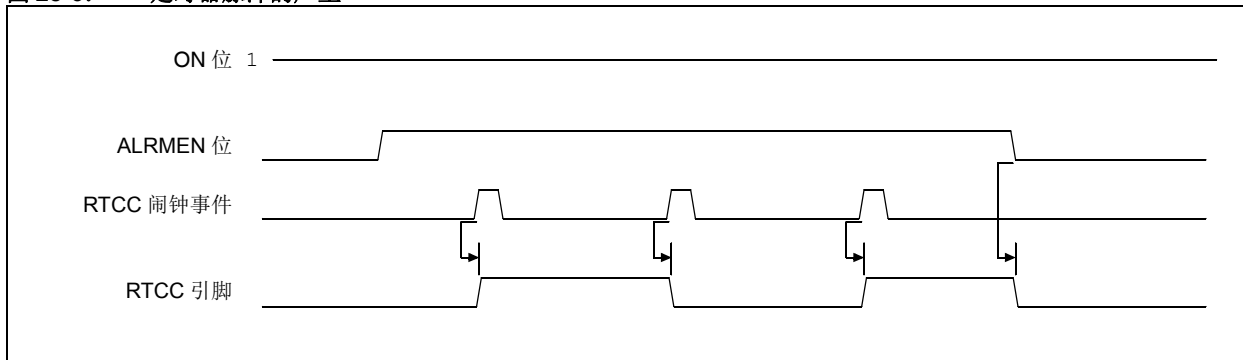
28.4.4 闹钟输出

除了闹钟中断外，还会提供一个闹钟脉冲输出，其频率是闹钟频率的一半。该输出完全和 RTCC 时钟同步，可用作其他外设的触发时钟。可在 RTCC 引脚上输出闹钟脉冲。输出脉冲时钟占空比为 50%，频率为闹钟事件频率的一半（见图 28-6）。

每当 $OUTSEL<2:0>$ 位 ($RTCCON1<6:4>$) = 000，闹钟输出脉冲将传输到 RTCC 引脚上。还必须将 RTCC 输出使能位 $RTCOE$ ($RTCCON1<7>$) 置 1。

注： 定时器值达到闹钟寄存器的值时，将经过一个 RTCC 时钟周期，然后闹钟中断将被置 1。因此，应用将在发生中断之前检测到定时器值达到闹钟值。

图 28-6: 定时器脉冲的产生



28.5 电源控制

注： 并非所有器件均提供此功能；关于更多信息，请参见具体器件的数据手册。

RTCC 具有电源控制功能，它使器件可以定期唤醒一个外部器件，等待器件稳定下来再从器件进行唤醒事件采样，然后关闭外部器件。此操作可完全由 RTCC 自主完成，而无需从当前低功耗模式（休眠和深度休眠等）唤醒。

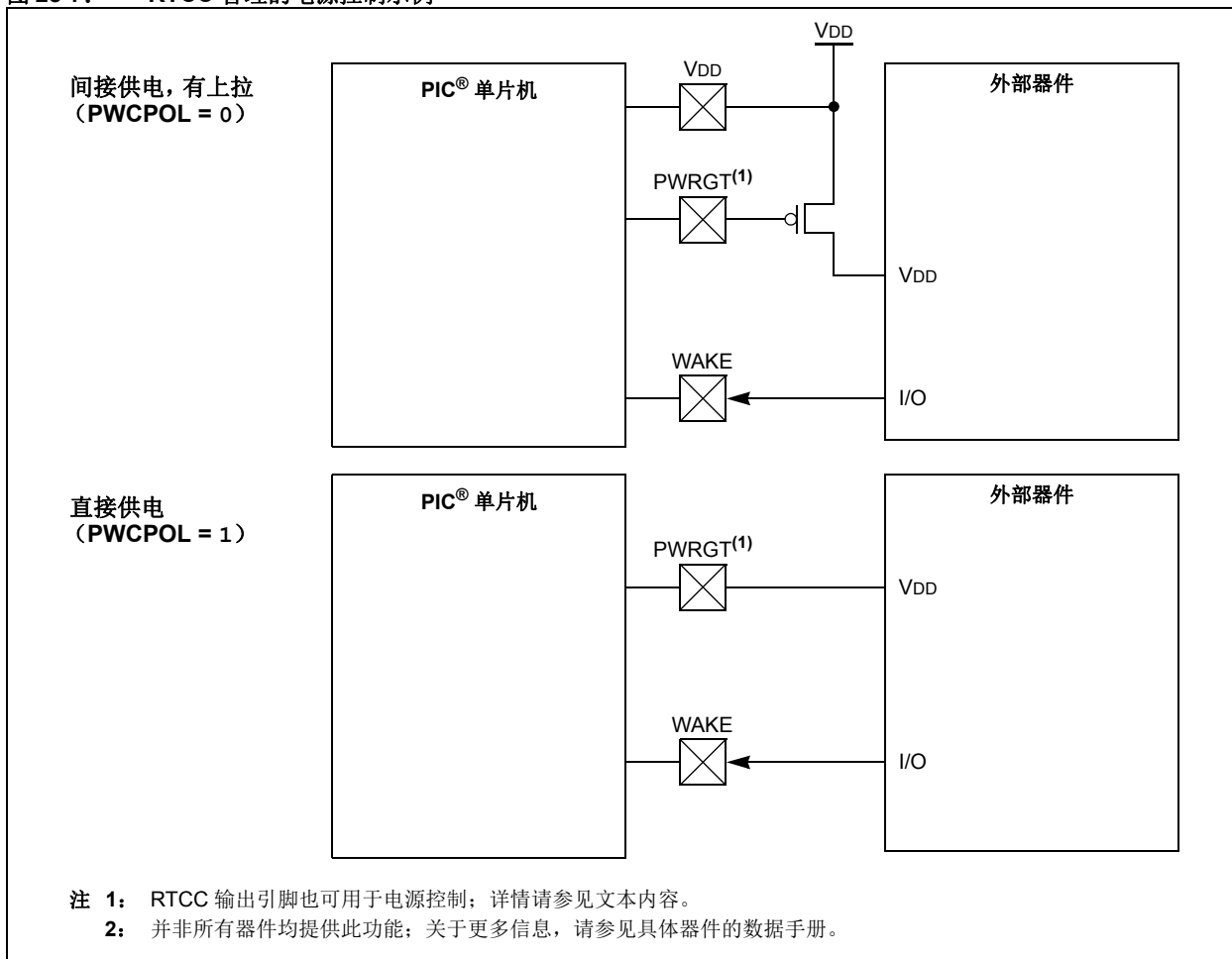
该电源控制功能使用 PWRGT 输出引脚；RTCC 输出引脚也可以与 PWRGT 一起使用，或用作备用引脚。（某些器件只能使用 RTCC 引脚进行电源控制。关于更多信息，请参见器件数据手册。）图 28-7 中给出了此功能的两个可能的控制电路。两个示例中的 WAKE 引脚表示一个将在所需场景（例如，深度休眠中的 INTO 和休眠中任何使能的中断等）中唤醒器件的输入。

图顶部说明了一个情形，在该情形下，外部器件所需电流超过 I/O 引脚可稳定产生的电流。请注意，电源控制极性为低电平有效，以便在正确的时间提供外部器件电源。

图底部给出了一个更加直接的方法。对于电流消耗在 I/O 引脚的电流范围（大约 20 mA）内的外部器件，器件可通过 PWRGT 或 RTCC 引脚直接提供电源。如果器件需要在 VDD 上使用稳定电容，此方法可能导致显著的电流负载。要使用此布局，电容必须非常小（0.01 μ F），或者可能需要能支持在更长的时间内达到工作稳定性（详情请参见第 28.5.2 节“电源控制操作”）。

为了确定任意给定应用的最佳电源控制配置，请参见 Microchip 器件和外部器件的数据手册。

图 28-7: RTCC 管理的电源控制示例 (2)



28.5.1 初始化

要使用电源控制:

- 必须使能 RTCC (ON (RTCCON1<15>) = 1)
- 必须使能电源控制 (PWCEN (RTCCON1<10>) = 1)
- 必须为电源控制使能 PWRGT 和 / 或 RTCC 引脚:
 - 对于 PWRGT, 必须使能引脚 (PWCEN (RTCCON1<10>) = 1)
 - 对于 RTCC, 必须使能引脚 (RTCOE (RTCCON1<7>) = 1) 并进行电源控制配置 (RTCCON1<6:4> = 011)

此外, 请将 CHIME 位 (RTCCON1<30>) 置 1, 以使能电源控制 (PWC) 周期性。

可使用 PWC POL 位 (RTCCON1<9>) 来选择两个引脚上的 PWC 控制信号的极性。低电平有效或高电平有效可与相应的外部开关一起使用, 以打开或关闭一个或多个外部器件的电源。低电平有效设置还可与 PWRGT 或 RTCC 引脚上的漏极开路设置一起使用, 以便直接驱动外部器件的 GND 或 Vss 引脚 (通过相应的外部 VDD 上拉器件), 而无需使用外部开关。

28.5.2 电源控制操作

当 RTCC 和 PWC 已使能并正在运行时, PWC 逻辑会产生一个控制输出和一个采样门控输出。控制输出通过 PWRGT 引脚或 RTCC 引脚驱动, 用于接通或断开外部器件的电源。

控制输出被置为有效后，将会启动稳定性窗口。在此时间间隔内，将会给予外部器件足够时间，以进行上电并提供稳定的输出。输出（在理论上）保持稳定时，将会启动采样窗口。在此时间间隔内，RTCC 会监视来自外部器件的唤醒信号。通常而言，将会使用采样门控来屏蔽来自外部器件的一个或多个唤醒信号。

最后，稳定性和采样窗口都会在采样窗口到期后关闭，并且外部器件的电源将断开。

28.5.2.1 稳定性和采样窗口

稳定性和采样窗口会就 RTCC 时钟源、PWC 预分频器以及 RTCCON3 寄存器中的 PWCSAMPx 和 PWCSTABx 位域（分别为 RTCCON3<15:8> 和 <7:0>）进行定义。

为 RTCC 选择的时钟源也可用于 PWC 时钟源。一个由 PWCPS<1:0> 位（RTCCON2<7:6>）控制的专用预分频器将对 RTCC 时钟输入进行分频。可用的分频比选项有 1:1、1:16、1:64 或 1:256。时钟和预分频器选择决定了 PWC 时钟周期的基值。PWCSTABx 和 PWCSAMPx 的 8 位二进制数的范围支持 0 到 255 个时钟周期的稳定性 / 采样窗口大小。表 28-6 给出了常见 RTCC 时钟和预分频比选项的窗口大小。

PWCSTABx 和 PWCSAMPx 的某些值在确定电源控制操作中具有特定的控制含义。如果其中一个位域为 00h，则对应的窗口将处于非工作状态。此外，如果 PWCSTABx 位域为 FFh，则即使禁止了电源控制，稳定性窗口也将始终保持工作状态。

表 28-6: 常见时钟源的稳定性和采样窗口

| 时钟源 | PWCPS<1:0> | PWCSTAB<7:0> 范围 | PWCSAMP<7:0> 范围 |
|-------------------|------------|-----------------|-----------------|
| SOSC (32.768 kHz) | 11 (1:256) | 0 ms-2s | 0 ms-2s |
| LPRC (31 kHz) | 11 (1:256) | 0 ms-2.1s | 0 ms-2.1s |
| 电力线 (50 Hz) | 00 (1:1) | 0 ms-5.12s | 0 ms-5.12s |
| 电力线 (60 Hz) | | 0 ms-4.25s | 0 ms-4.25s |

28.5.2.2 工作模式

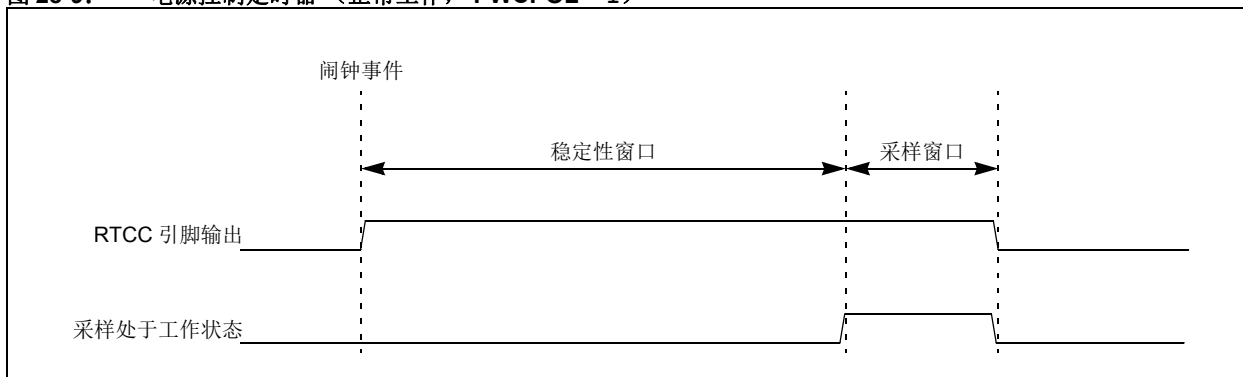
28.5.2.2.1 正常工作（稳定性和采样窗口处于工作状态）

当 PWCSTABx 不为 0 且 PWCSAMPx 为除 0 或 255 之外的任意值时，将针对正常工作模式配置 PWC。在这种模式中，外部唤醒中断应连接到外部器件，由 PWC 电源使能控制。图 28-8 说明了反相（低电平有效）工作模式；图 28-9 说明了正常（高电平有效）工作模式。

图 28-8: 电源控制定时器（正常工作，PWCPOL = 0）



图 28-9: 电源控制定时器（正常工作，PWCPOL = 1）



28.5.2.2.2 正常工作，无稳定性延时（稳定性窗口处于非工作状态）

当 PWCSTABx 为 0 且 PWCSAMPx 为除 0 或 255 之外的任意值时，将针对没有稳定性时间的正常工作模式配置 PWC，如图 28-10 中所示。如果 PWC 电源使能控制的外部器件不要求在加电与外部器件唤醒之间具有时间间隔或中断输出为有效，建议使用此模式。虽然是一个有效选项，但此情况通常不可能发生。

图 28-10: 电源控制定时器（正常工作，无稳定性延时）



28.5.2.2.3 无需采样的电源控制（采样窗口处于非工作状态）

当 $PWCSTABx$ 为 0 之外的任意值且 $PWCSAMPx$ 为 0 时，PWC 才进行电源控制配置。将不会发生任何唤醒或中断采样，如图 28-11 中所示。一般不使用此模式。

图 28-11： 电源控制定时器（采样窗口处于非工作状态的电源控制）



28.5.2.2.4 无需采样的电源控制（采样窗口处于未用状态）

当 $PWCSTABx$ 为 0 之外的任意值且 $PWCSAMPx$ 为 255 时，PWC 才进行电源控制配置。虽然采样窗口始终处于工作状态，但未使用该窗口。如图 28-12 中所示。如果 PWC 电源使能控制的外部器件不直接驱动唤醒或中断输入，应使用此模式。在此情况下，外部中断的采样被禁止，且外部中断可由任何源驱动。

图 28-12： 电源控制定时器（采样窗口处于未用状态的电源控制）



28.5.2.2.5 PWC 禁止

$PWCEN$ 被清零 ($RTCPWC<15> = 0$) 后， $PWCSTABx$ 和 $PWCSAMPx$ 位域无任何作用。在此情况中，外部中断的采样被禁止；外部中断可由任何源驱动。

28.6 时间标记

注：并非所有器件均提供此功能；关于更多信息，请参见具体器件的数据手册。

RTCC 最多提供两组时间标记寄存器，可在收到外部输入信号时用于捕捉 RTCTIME 和 RTCDATE 寄存器值。RTCC 具有分配给每组时间标记寄存器的时间标记事件输入，即时间标记 A 和时间标记 B（TSATIME/TSBTIME 和 TSADATE/TSBDATE 寄存器）。时间标记事件源取决于器件；更多详细信息，请参见器件数据手册。

因为时间标记寄存器其实都是“空白”32 位寄存器（即所有位都将实现且没有特殊复位条件），所以如果为 RTCC 配置了 VBAT 操作，则这些寄存器也可在深度休眠和 VBAT 模式期间用作备份 RAM。

28.6.1 工作原理

每个事件输入都使用 TSBEN 和 TSAEN 位（RTCCON1<1:0>）进行时间标记使能。如果位已清零，对应的一组时间标记寄存器的事件输入将被禁止。然后用户软件就可以使用 TSxTIME 和 TSxDATE 寄存器对进行数据存储。

当 TSxEN = 1 时，将使能时间标记源。检测到时间标记事件时，当前的时间和日期值将存储在对应的 TSxTIME 和 TSxDATE 寄存器中。TSxEVT 状态位将被置 1，而且会发生 RTCC 中断。TSxTIME 和 TSxDATE 寄存器将在 TSxEN = 1 时变为只读。直到 TSxEVT 位在软件中被清零，才会发生新时间标记捕捉事件。时间标记事件的边沿敏感度取决于源；详情请参见器件数据手册。

TSxTIME 和 TSxDATE 寄存器中存储的数据将在所有复位（POR 和 BOR 除外）过程中得到维护。

28.6.2 手动时间标记

通过向 TSxEVT 位写入 1，可在软件中捕捉当前的时间和日期。此操作不会立即将 TSxEVT 位置 1，但会启动时间标记捕捉。完成捕捉后，TSxEVT 位将被置 1。应用必须查询 TSxEVT 位，以确定捕捉何时完成。

读取时间标记寄存器后，请将 TSxEVT 位清零，使硬件或软件时间标记捕捉事件继续。

28.7 中断

RTCC 将生成单个最高级别中断标志 RTCCIF。此中断可由时间标记事件（TSA 或 TSB）或 RTCC 闹钟事件触发。将 RTCCIE 位置 1 可产生器件级别的中断。

如果要求使用中断的源，则应用可以查询 RTCSTAT 寄存器（分别为 TSAEVT、TSBEVT 或 ALMEVT）中的对应位，以查看发生了哪个事件。

28.8 复位

28.8.1 器件复位

器件复位时，除非发生了 POR 或 BOR，否则已使能的 RTCC 将继续工作。

28.8.2 上电复位（Power-on Reset, POR）

RTCCONx 寄存器以及 RTCTIME 和 RTCDATE 寄存器将在发生 POR 或 BOR 时复位。器件退出 POR 状态后，时间将被复位到 2000 年 1 月 1 日星期六午夜 12 点（00:00:00）；需要向这些寄存器写入正确的时间和日期。

定时器预分频器只能通过写入 RTCTIME 寄存器进行复位。器件复位不会影响预分频器。

28.9 节能模式下的操作

28.9.1 空闲模式

空闲模式不影响定时器或闹钟的运行。

28.9.2 休眠模式

定时器和闹钟在休眠模式（包括深度休眠模式）下也继续工作。闹钟的工作不受休眠影响，因为闹钟事件总能唤醒 CPU。

28.9.3 VBAT 模式

在具有 VBAT 节能特性的器件中，RTCC 能够在此模式下持续工作。虽然闹钟仍在工作，但不会唤醒器件。

RTCBAT 配置位控制着此特性。默认情况下（RTCBAT = 1），将使能 VBAT 模式下持续的 RTCC 工作。

在 VBAT 模式下时，由 CLKSEL<1:0> 位选择的 RTCC 时钟源将保持工作状态。在计算 VBAT 操作的能耗限制时，用户不要忘记将时钟源所需的增量电流消耗包括在内。

注： 并非所有器件均提供 VBAT 功能；详情请参见具体器件的数据手册。

28.10 外设模块禁止（PMD）寄存器

外设模块禁止（PMD）寄存器提供了一种方法，可通过停止向其供应的所有时钟源来禁止 RTCC 模块。通过相应的 PMD 控制位禁止某个外设时，外设将处于最低功耗状态。与外设相关的控制和状态寄存器也会被禁止，因此写入那些寄存器不会有影响，且读取值无效。只有 PMDx 寄存器中的 RTCCMD 位清零时，才会使能 RTCC。

28.11 相关应用笔记

本节列出了与手册本章内容相关的应用笔记。这些应用笔记可能并不是专为 PIC32 器件系列而编写的，但其概念是相近的，通过适当修改并受到一定限制即可使用。

当前与使用时间标记模块的 RTCC 相关的应用笔记有：

标题

应用笔记编号

目前没有相关的应用笔记。

28.12 版本历史

版本 A（2015 年 8 月）

这是本文档的初始版本。

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、适用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 and 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。

© 2017, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-2376-8



全球销售及及服务网点

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