
如何在 Linux® 下使用 SAMA5D2 RTC

简介

本应用笔记介绍如何在内核空间中使能 SAMA5D27 的内部实时时钟（Real Time Clock，RTC）以及如何在用户空间中使用此时钟。

Linux® 系统中使用以下时钟概念：

- 挂钟
 - 挂钟为系统时钟。Linux 系统基于此时钟运行。此时钟采用硬编码，从 1970 年 1 月 1 日开始运行，并由系统时钟驱动。挂钟在系统上电后开始运行，在系统掉电时停止运行。此时钟不能用于存储实时时间。系统引导时，挂钟根据 RTC 的时间进行更新。
- 实时时钟（RTC）
 - 这是一个外部器件或片上器件，专用于存储实时时间。

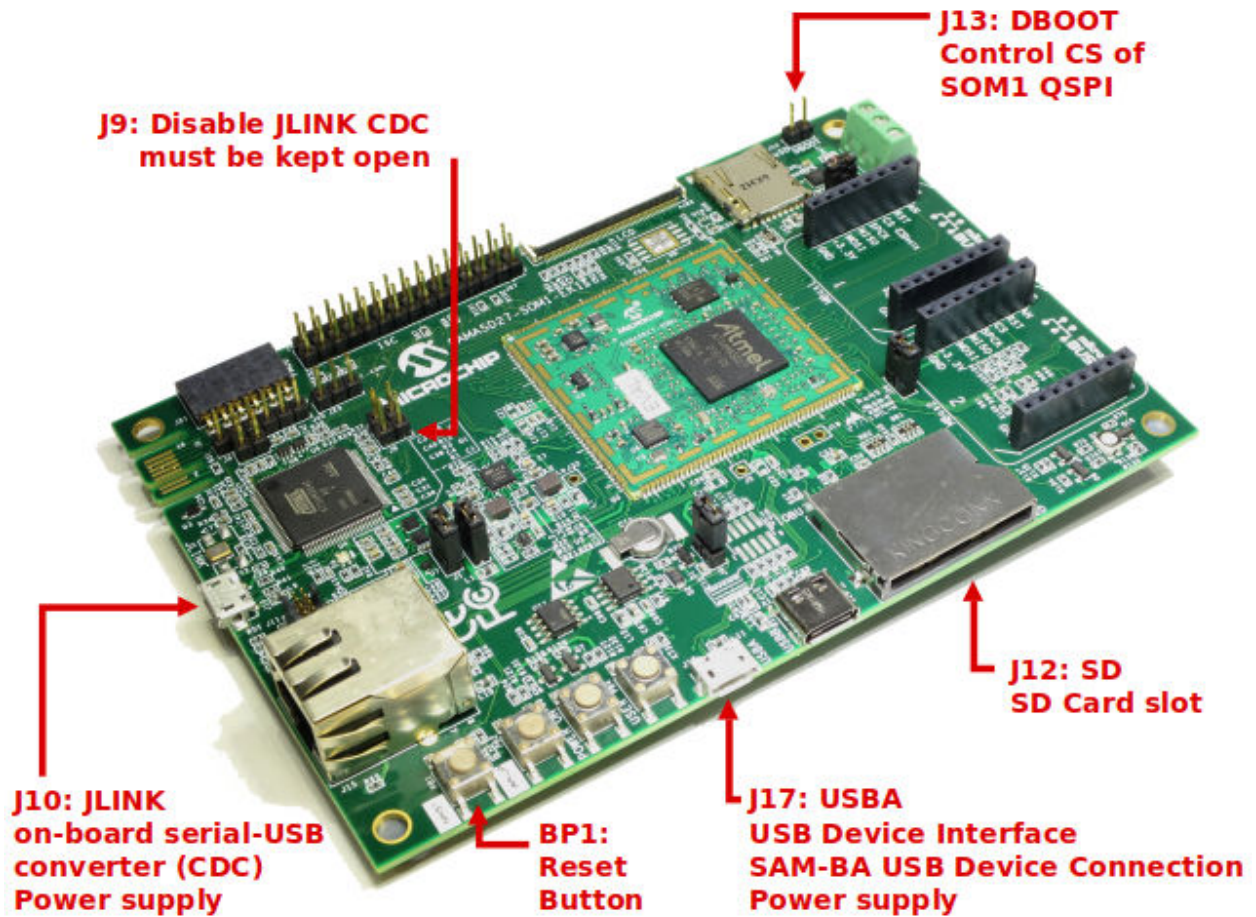
参考文档

标题	编号	下载
SAMA5D2 Series Datasheet	DS60001476	https://www.microchip.com/design-centers/32-bit-mpus
SAMA5D27 SOM1 Kit1 用户指南	DS50002667C_CN	https://www.microchip.com/DevelopmentTools/ProductDetails/PartNO/ATSAMA5D27-SOM1-EK1

前提条件

- 硬件
 - PC
 - SAMA5D27 SOM1 评估工具包（部件编号：ATSAMA5D27-SOM1-EK1）
 - SD 卡
- 软件

本演示在 Buildroot 编译的 AT91 Linux 平台上运行。第一步是建立 AT91 Buildroot 开发环境。请访问以下网站：
<http://www.at91.com/linux4sam/bin/view/Linux4SAM/BuildRoot>



目录

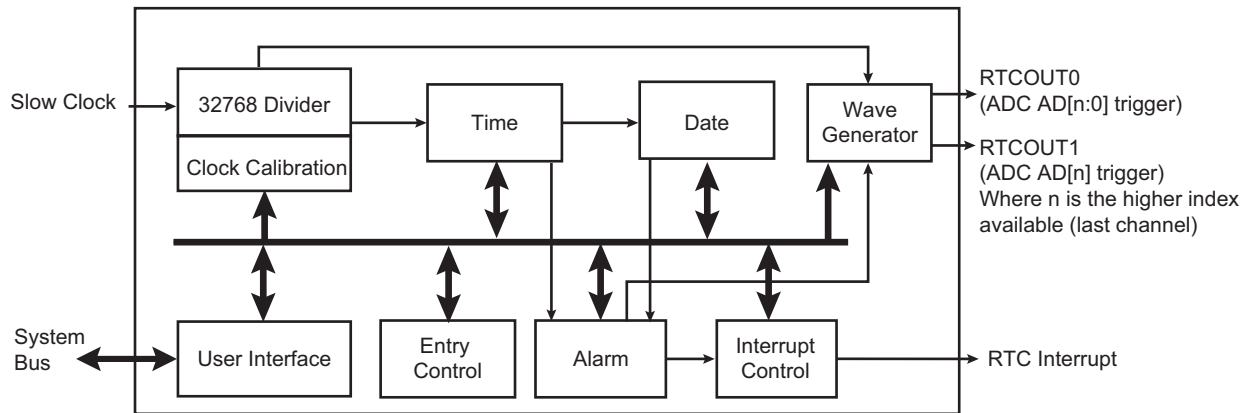
简介.....	1
参考文档.....	1
前提条件.....	1
1. 硬件设计.....	4
2. 软件设计.....	5
2.1. 器件树.....	5
2.2. 内核.....	5
2.3. Rootfs.....	7
3. 动手实验.....	8
3.1. 使用/dev/rtc0 进行访问.....	8
3.2. 使用/sys/class/rtc 进行访问.....	8
3.3. 使用/proc/driver/rtc 进行访问.....	9
4. 时区.....	10
5. 版本历史.....	11
5.1. 版本 A——2019 年 9 月.....	11
Microchip 网站.....	12
产品变更通知服务.....	12
客户支持.....	12
Microchip 器件代码保护功能.....	12
法律声明.....	12
商标.....	13
质量管理体系.....	13
全球销售及服务网点.....	14

1. 硬件设计

SAMA5D2 MPU 集成了具有下列特性的 RTC:

- 采用全异步设计，可实现超低功耗
- 支持 Gregorian、UTC 和 Persian 模式
- 可编程周期性中断
- 安全/保密功能：
 - 有效时间和日期编程检查
 - 动态时间和日期有效性检查
- 计数器校准电路，用于补偿晶振变化
- 针对触发事件生成波形
- 篡改时间戳寄存器
- 寄存器写保护

图 1-1. RTC 框图



2. 软件设计

Microchip Linux 平台是使用 Buildroot 通过以下配置编译的：

atmel_sama5d27_som1_ek_mmc_dev_defconfig

此配置中选择了 RTC 的所有必要特性。

2.1 器件树

- 操作：无需更改
- 位置：buildroot-at91/output/build/linux-linux4sam_6.0/arch/arm/boot/dts
- 来源：sama5d2.dtsi

sama5d2.dtsi 中 RTC 的器件树：

```
rtc@f80480b0 {
    compatible = "atmel,at91rm9200-rtc";
    // 指定哪个驱动程序将用于此 RTC 器件
    reg = <0xf80480b0 0x30>; // RTC 基址为 0xf80480b0，寄存器块的大小为 0x30
    interrupts = <74 IRQ_TYPE_LEVEL_HIGH 7>;
    // RTC 的 PID 为 74，高级触发，优先级为 7
    clocks = <&clk32k>; // RTC 使用了慢时钟
};

clk32k: sckc@f8048050 {
    compatible = "atmel,sama5d4-sckc";
    // 指定哪个驱动程序将用于此慢时钟器件
    reg = <0xf8048050 0x4>;
    // 慢时钟控制器基址为 0xf8048050，寄存器块的大小为 0x4

    clocks = <&slow_xtal>;
    // 慢时钟控制器的两个时钟源，外部 32.768 kHz 晶振或内部 64 kHz
    // 此处使用的是外部 32.768 kHz 晶振。
    #clock-cells = <0>;
};
```

2.2 内核

- 操作：无需更改
- 位置：buildroot-at91/output/build/linux-linux4sam_6.0/
- Defconfig：sama5_defconfig
- 驱动程序文件：drivers/rtc/rtc-at91rm9200.c

检查 RTC 功能的内核配置：

```
user@at91:~/buildroot-at91$ make linux-menuconfig
```

Device Drivers > Real Time Clock > AT91RM9200 or some AT91SAM9 RTC（器件驱动程序 > 实时时钟 > AT91RM9200 或某 AT91SAM9 RTC）

在此默认设置下，已选择 RTC 驱动程序。

```
.config - Linux/arm 4.14.73-linux4sam_6.0 Kernel Configuration
> Device Drivers > Real Time Clock
Real Time Clock
Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> (or empty submenu ----). Highlighted letters are
hotkeys. Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>
for Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < > module capable

< > ST M48T86/Dallas DS12887
< > ST M48T35
< > ST M48T59/M48T08/M48T02
< > Oki MSM6242
< > TI BQ4802
< > Ricoh RP5C01
< > EM Microelectronic V3020
< > Xilinx Zynq Ultrascale+ MPSoC RTC
*** on-CPU RTC drivers ***
[*] AT91RM9200 or some AT91SAM9 RTC
< > AT91SAM9 RTT as RTC
< > Faraday Technology FTRTC010 RTC
< > Freescale SNVS RTC support
< > EPSON TOYOCOM RTC-7301SF/DG
*** HID Sensor RTC drivers ***
< > HID Sensor Time
```

Device Drivers > Real Time Clock > Set system time from RTC on startup and resume（器件驱动程序 > 实时时钟 > 在启动和恢复时从 RTC 设置系统时间）

选择此功能后，系统时间（挂钟）将设置为使用从指定 RTC 器件读取的值。

```
.config - Linux/arm 4.14.73-linux4sam_6.0 Kernel Configuration
> Device Drivers > Real Time Clock
Real Time Clock
Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> (or empty submenu ----). Highlighted letters are
hotkeys. Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>
for Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < > module capable

--- Real Time Clock
[*] Set system time from RTC on startup and resume
(rtc0) RTC used to set the system time
[*] Set the RTC time based on NTP synchronization
(rtc0) RTC used to synchronize NTP adjustment
[ ] RTC debug support
[*] RTC non volatile storage support
*** RTC interfaces ***
[*] /sys/class/rtc/rtcN (sysfs)
[*] /proc/driver/rtc (procfs for rtcN)
[*] /dev/rtcN (character devices)
[ ] RTC UIE emulation on dev interface
< > Test driver/device
*** I2C RTC drivers ***
```

Device Drivers > Real Time Clock > Set the RTC time based on NTP synchronization（器件驱动程序 > 实时时钟 > 基于 NTP 同步设置 RTC 时间）

选择此功能后，如果用户空间报告存在同步 NTP 状态，则系统时间（挂钟）将存储在由 RTC_SYSTOHC_DEVICE 指定的 RTC 中，大约每 11 分钟存储一次。

```
.config - Linux/arm 4.14.73-linux4sam_6.0 Kernel Configuration
> Device Drivers > Real Time Clock
Real Time Clock
Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> (or empty submenu ----). Highlighted letters are
hotkeys. Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>
for Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < > module capable

--- Real Time Clock
[*] Set system time from RTC on startup and resume
(rtc0) RTC used to set the system time
[*] Set the RTC time based on NTP synchronization
(rtc0) RTC used to synchronize NTP adjustment
[ ] RTC debug support
[*] RTC non volatile storage support
*** RTC interfaces ***
[*] /sys/class/rtc/rtcN (sysfs)
[*] /proc/driver/rtc (procfs for rtcN)
[*] /dev/rtcN (character devices)
[ ] RTC UIE emulation on dev interface
< > Test driver/device
*** I2C RTC drivers ***
```


Device Drivers > Real Time Clock > /sys/class/rtc/rtcN (sysfs) (器件驱动程序 > 实时时钟 > /sys/class/rtc/rtcN (sysfs))

选择此功能后，可通过 sysfs 在命令行中轻松访问 RTC 驱动程序。

```
.config - Linux/arm 4.14.73-linux4sam_6.0 Kernel Configuration
> Device Drivers > Real Time Clock
  Real Time Clock
  Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> (or empty submenus ----). Highlighted letters are
  hotkeys. Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>
  for Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < > module capable

  --- Real Time Clock
  [*] Set system time from RTC on startup and resume
  (rtc0) RTC used to set the system time
  [*] Set the RTC time based on NTP synchronization
  (rtc0) RTC used to synchronize NTP adjustment
  [ ] RTC debug support
  [*] RTC non volatile storage support
  *** RTC interfaces ***
  [*] /sys/class/rtc/rtcN (sysfs)
  [*] /proc/driver/rtc (procfs for rtcN)
  [*] /dev/rtcN (character devices)
  [ ] RTC UIE emulation on dev interface
  < > Test driver/device
  *** I2C RTC drivers ***
```

Device Drivers > Real Time Clock > /dev/rtcN (character devices) (器件驱动程序 > 实时时钟 > /dev/rtcN (字符器件))

选择此功能后，可通过 RTC 的器件节点使用标准 Linux C 语言 API 访问 RTC 驱动程序。

```
.config - Linux/arm 4.14.73-linux4sam_6.0 Kernel Configuration
> Device Drivers > Real Time Clock
  Real Time Clock
  Arrow keys navigate the menu. <Enter> selects submenus ---> (or empty submenus ----). Highlighted letters are
  hotkeys. Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> modularizes features. Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </>
  for Search. Legend: [*] built-in [ ] excluded <M> module < > module capable

  --- Real Time Clock
  [*] Set system time from RTC on startup and resume
  (rtc0) RTC used to set the system time
  [*] Set the RTC time based on NTP synchronization
  (rtc0) RTC used to synchronize NTP adjustment
  [ ] RTC debug support
  [*] RTC non volatile storage support
  *** RTC interfaces ***
  [*] /sys/class/rtc/rtcN (sysfs)
  [*] /proc/driver/rtc (procfs for rtcN)
  [*] /dev/rtcN (character devices)
  [ ] RTC UIE emulation on dev interface (NEW)
  < > Test driver/device
  *** I2C RTC drivers ***
```

2.3 Rootfs

- 操作：无需更改
- 位置：buildroot-at91/output/images/rootfs.tar
(这不是运行时根文件系统)

可使用三种方式（文件节点）访问 RTC 驱动程序：

1. /dev/rtc0
由于大多数操作必须通过 ioctl()来完成，因此 dev 节点接口只能通过 C 语言进行访问。
2. /sys/class/rtc
sysfs 接口更易于访问，因为所有必要操作均可通过 read()和 write()来完成。此接口通常用于脚本程序或命令
行。
3. /proc/driver/rtc
proc 接口用于检查 RTC 器件的状态。

3. 动手实验

3.1 使用/dev/rtc0 进行访问

1. hwclock 是一个 Linux 命令，用于通过/dev/rtcX 器件节点访问 RTC:

```
# hwclock --help
BusyBox v1.27.2 (2019-04-26 11:28:56 CST) multi-call binary.

Usage: hwclock [-r|--show] [-s|--hctosys] [-w|--systohc] [-t|--systz] [-l|--localtime] [-u|--utc] [-f|--rtc FILE]

Query and set hardware clock (RTC)

    -r      Show hardware clock time
    -s      Set system time from hardware clock
    -w      Set hardware clock from system time
    -t      Set in-kernel timezone, correct system time
             if hardware clock is in local time
    -u      Assume hardware clock is kept in UTC
    -l      Assume hardware clock is kept in local time
    -f FILE Use specified device (e.g. /dev/rtc2)
```

2. 读取 RTC 时间:

```
# hwclock
Wed Jul 24 13:47:14 2019  0.000000 seconds
```

3. 读取挂钟的时间:

```
# date
Wed Jul 24 13:47:54 UTC 2019
```

4. 从硬件时钟设置系统时间:

```
# hwclock -s
```

5. 从系统时间设置硬件时钟:

```
# hwclock -w
```

3.2 使用/sys/class/rtc 进行访问

1. 读取 RTC 时间和日期:

```
# cat /sys/class/rtc/rtc0/time
14:55:22
# cat /sys/class/rtc/rtc0/date
2019-07-24
```

2. 使用 RTC 闹钟唤醒系统:

- 2.1. 闹钟信号在 20 秒后置为有效:

```
# echo +20 > /sys/class/rtc/rtc0/wakealarm
```

- 2.2. 检查当前时间:

```
# date
Wed Jul 24 23:01:21 CST 2019
```

- 2.3. 将系统设置为待机模式:

```
# echo standby > /sys/power/state
PM: suspend entry (shallow)
PM: Syncing filesystems ... done.
Freezing user space processes ... (elapsed 0.001 seconds) done.
OOM killer disabled.
```



```
Freezing remaining freezable tasks ... (elapsed 0.001 seconds) done.
Suspending console(s) (use no_console_suspend to debug)
atmel usart_serial atmel_usart_serial.0.auto: using dma0chan5 for rx DMA
transfers
atmel usart_serial atmel_usart_serial.0.auto: using dma0chan6 for tx DMA
transfers
OOM killer enabled.
Restarting tasks ... done.
PM: suspend exit
```

2.4. 检查唤醒时间:

```
# date
Wed Jul 24 23:01:42 CST 2019
```

3.3 使用/proc/driver/rtc 进行访问

1. 检查 RTC 器件的状态:

```
user@at91:~$ cat /proc/driver/rtc
rtc_time      : 07:08:08
rtc_date      : 2019-07-24
alarm_time    : 06:24:45
alarm_date    : 2019-07-10
alarm_IRQ     : no
alarm_pending : no
update_IRQ_enabled : no
periodic_IRQ_enabled : no
periodic_IRQ_frequency : 1024
max user_IRQ_frequency : 64
24hr         : yes
periodic_IRQ : no
update_IRQ   : no
HPET_emulated : yes
BCD          : yes
DST_enable   : no
periodic_freq : 1024
batt_status  : okay
```

4. 时区

时区功能受 Buildroot 支持，可使用以下路径进行选择：

user@at91:~/buildroot-at91\$ make menuconfig

以下述各行中的日期和时间为例。

1. 系统配置 >

```
[*] Install timezone info
      (default) timezone list
      (Etc/UTC) default local time
```

2. 重新编译 Buildroot 并用更新后的 sdcard.img 进行烧写： **user@at91:~/buildroot-at91\$ make**

3. 检查目标板上的时区信息。默认设置为 UTC：

```
# ls -l /etc/TZ
lrwxrwxrwx 1 root root 32 Jul 23 18:17 /etc/TZ -> ../usr/share/zoneinfo/uclibc/UTC
```

4. 以下日志给出了目标板上预定义的时区数：

```
# ls /usr/share/zoneinfo/uclibc/
Africa      Chile      GB-Eire    Israel     Navajo     US
America    Cuba      GMT        Jamaica    PRC        UTC
Antarctica EET       GMT+0     Japan     PST8PDT    Universal
Arctic     EST       GMT-0     Kwajalein Pacific     W-SU
Asia       EST5EDT   GMT0      Libya     Poland     WET
Atlantic  Egypt    Greenwich MET      Portugal   Zulu
Australia Eire      HST       MST       ROC
Brazil    Etc       Hongkong  MST7MDT   ROK
CET        Europe   Iceland  Mexico    Singapore
CST6CDT    Factory  Indian   NZ        Turkey
Canada     GB       Iran     NZ-CHAT   UCT
```

5. 默认时区为 UTC，本地时间为 13:52:41：

```
# date
Wed Jul 24 13:52:41 UTC 2019
```

6. 现在将时区更改为亚洲上海。修改后的时区为 CST，本地时间更改为 21:53:46（+8 小时）：

```
# ln -s -f /usr/share/zoneinfo/uclibc/Asia/Shanghai /etc/TZ
# ls -l /etc/TZ
lrwxrwxrwx 1 root root 40 Jul 24 21:53 /etc/TZ -> /usr/share/zoneinfo/uclibc/Asia/Shanghai
# date
Wed Jul 24 21:53:46 CST 2019
```

5. 版本历史

5.1 版本 A——2019 年 9 月

第一版。

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。我们的网站提供以下内容：

- **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**——常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **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

产品变更通知服务

Microchip 的产品变更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，请访问 <http://www.microchip.com/pcn>，然后按照注册说明进行操作。

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 (ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 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://www.microchip.com/support> 获得网上技术支持。

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。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、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、OptoLyzr、PackerTime、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 Incorporated 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、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、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 Incorporated 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 均为 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。

© 2020, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-5893-7

AMBA、Arm、Arm7、Arm7TDMI、Arm9、Arm11、Artisan、big.LITTLE、Cordio、CoreLink、CoreSight、Cortex、DesignStart、DynamIQ、Jazelle、Keil、Mali、Mbed、Mbed Enabled、NEON、POP、RealView、SecurCore、Socrates、Thumb、TrustZone、ULINK、ULINK2、ULINK-ME、ULINK-PLUS、ULINKpro、µVision 和 Versatile 均为 Arm Limited（或其子公司）在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。

质量管理体系

有关 Microchip 的质量管理体系的信息，请访问 <http://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. Chandler, AZ 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: http://www.microchip.com 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 米慎维荷, 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	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 - 檳榔嶼 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: 45-4485-5910 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

02/28/20