
如何利用 MPLAB® Harmony v3 在 Cortex®-M7 (SAM S70/ E70/ V70/ V71) MCU 上创建不可高速缓存的存储区

简介

对于使用直接存储器访问 (Direct Memory Access, DMA) 进行数据传输操作的应用程序，当其运行在具有可高速缓存存储区的单片机 (MCU) 上时，难以避免地会出现高速缓存一致性问题。这是因为当 DMA 在外设与物理存储器之间传输数据时，CPU 会通过高速缓存执行读/写操作。

解决高速缓存一致性问题的一种方法是创建一个一致或不可高速缓存的存储区，然后将出现争用的数据变量置于其中。数据一致后，CPU 将始终从主存储器 (SRAM) 访问数据。

本文档介绍了如何使用 MPLAB Harmony v3 创建不可高速缓存的存储区并在该不可高速缓存区中分配出现争用的数据变量。

注： 本文档中讨论的概念对于所有 Arm® Cortex®-M7 MCU 通用，并以 SAM E70 MCU 为例来讨论这些概念。

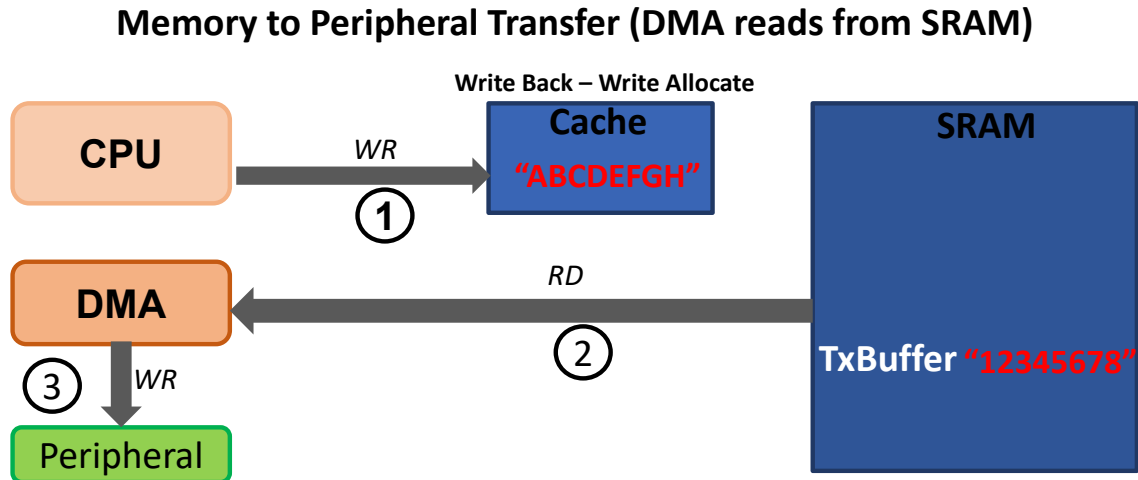
目录

简介.....	1
1. 说明.....	3
2. 参考资料.....	8
Microchip 网站.....	9
产品变更通知服务.....	9
客户支持.....	9
Microchip 器件代码保护功能.....	9
法律声明.....	9
商标.....	10
质量管理体系.....	11
全球销售及服务网点.....	12

1. 说明

下图给出了在 SAME70 MCU 上观察到的一种形式的高速缓存一致性问题。

图 1-1. 高速缓存一致性 (DMA 从 SRAM 读取)

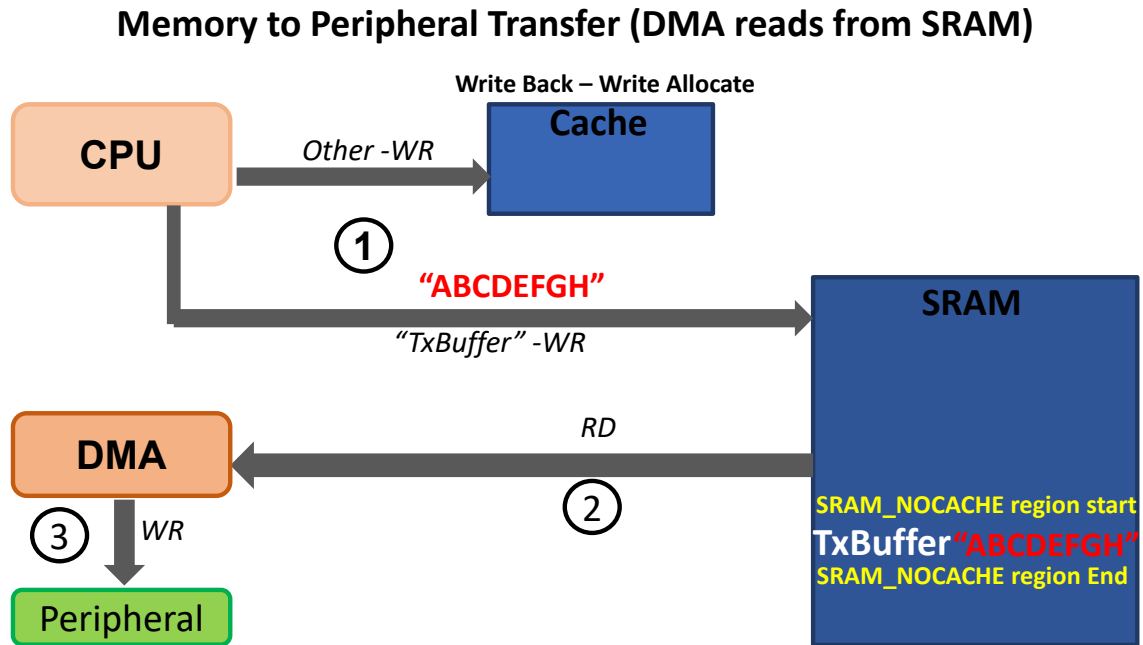


应用程序提交向外设传输数据缓冲区 TxBuffer (值 ABCDEFGH) 的请求。CPU 以要写入外设的数据 (值 ABCDEFGH) 填充 DMA 写缓冲区 (TxBuffer)。但是, 由于设置了高速缓存策略 *回写式* 和 *写分配*, DMA 写缓冲区 (TxBuffer) 在数据高速缓存中可用, 因此, 它不会更新到主存储器。主存储器中的 DMA 写缓冲区 (TxBuffer) 仍保留旧值 (12345678)。

当触发 DMA 以发起存储器到外设的传输时, DMA 从主存储器读取缓冲区 (TxBuffer) 中的旧值 (12345678)。结果是, DMA 最后将过期数据传输到了外设。

要解决 SAME70 MCU 中的上述高速缓存一致性问题, 其中一种方法是创建一个不可高速缓存的区域, 并将出现争用的数据分配到该不可高速缓存的区域。下图说明了如何通过创建不可高速缓存的区域来解决上图中观察到的高速缓存一致性问题。

图 1-2. 高速缓存一致性解决方案（不可高速缓存区域）



用户将 SAME70 中的存储器保护单元（Memory Protection Unit, MPU）配置为不对 SRAM 存储器的一部分进行高速缓存，然后在不可高速缓存的存储区中分配 DMA 写缓冲区（TxBuffer）。

填充 DMA 写缓冲区（TxBuffer）的 CPU 访问将转至主存储器，因为该缓冲区已配置为在数据高速缓存中不可用。但是，由于设置了高速缓存策略“回写式”和“写分配”，因此应用程序访问的其他数据将继续被高速缓存。

当触发 DMA 以发起存储器到外设的传输时，DMA 从主存储器读取缓冲区（TxBuffer）中的值（ABCDEFGH）。结果是，DMA 将正确的数据传输到了外设。

按以下步骤操作以在地址 0x2045F000 处创建一个大小为 4 Kb 的不可高速缓存区域。将在该区域中分配 DMA 写缓冲区（TxBuffer）。

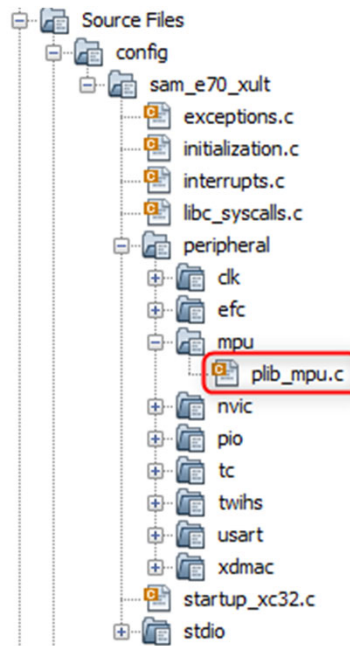
1. 要使用 MPU 配置器来配置不可高速缓存区域，请按以下步骤操作：
 - 1.1. 打开 MPLAB Harmony v3 项目并启动 MPLAB Harmony 3 配置器。
 - 1.2. 转到下拉菜单 **MHC > Tools > MPU Configuration**（MHC > 工具 > MPU 配置）以启动 MPU Configurator（MPU 配置器）窗口。
 - 1.3. 将不可高速缓存区域配置为 SRAM_NOCACHE，如下图所示：

图 1-3. MPU 设置——SRAM_NOCACHE 区域

Start Page x Kit Window x ATSAME70Q21B.Id x main_e70.c x Project Graph* x MPU Settings x									
☒ Enable MPU ☐ HFNMIENA (Enable MPU during HARDFAULT, NMI or FAULTMASK is set) ☒ PRIVDEFENA (Enable privileged software access to the default memory map) ☐ Use Recommended Settings									
Region	Enable	Memory Space	Region Name	Start Address (hex)	Region Size	Memory Type	Data Access	In Fe	
0	☒	SRAM_NOCACHE	SRAM_NOCACHE	0x2045F000	4 KB	Normal memory, Non-cacheable	User: Read/Write, Privileged: Read/Write		
1	☐			0x0	32 Bytes	Strongly-Ordered Memory	User: No Access, Privileged: No Access		
2	☐			0x0	32 Bytes	Strongly-Ordered Memory	User: No Access, Privileged: No Access		

- 1.4. 重新生成 MPLAB Harmony v3 项目。
- 1.5. 如果不存在，则将 MPU 的外设库（Peripheral Library, PLIB）添加到项目中：

图 1-4. MPU PLIB



- 1.6. 在 PLIB 文件 (plib_mpu.c) 中, MPU_Initialize 函数中添加了以下代码, 以配置不可高速缓存区域:

```

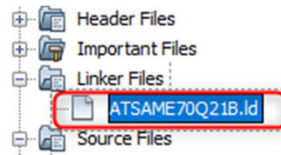
    /*** Configure MPU Regions ***/

    /* Region 0 Name: SRAM_NOCACHE, Base Address: 0x2045f000, Size: 4KB */
    MPU->RBAR = MPU_REGION(0, 0x2045f000);
    MPU->RASR = MPU_REGION_SIZE(11) | MPU_RASR_AP(MPU_RASR_AP_READWRITE_Val) |
    MPU_ATTR_NORMAL \
    | MPU_ATTR_ENABLE | MPU_ATTR_EXECUTE_NEVER ;

```

- 1.7. 从源文件 startup_xc32.c 调用函数 MPU_Initialize。
2. 要在链接描述文件中创建不可高速缓存的 SRAM 段, 请按以下步骤操作。
要创建不可高速缓存的 SRAM 段, 必须自定义 MPLAB Harmony v3 项目使用的默认链接描述文件。
- 2.1. 根据在 MPLAB Harmony v3 项目中选择的 MCU 器件, MPLAB X IDE 将使用 XC32 工具链 (编译器) 路径下的默认链接描述文件, 此文件通常位于 C:\Program Files (x86)\Microchip\xc32\v2.30\pic32c\lib\proc 下。
 - 2.2. 对于 SAME70 MCU, 以 ATSAME70Q21B 作为 MCU 的 MPLAB Harmony v3 项目会使用链接描述文件 C:\Program Files (x86)\Microchip\xc32\v2.30\pic32c\lib\proc\ATSAME70Q21B\ATSAME70Q21B.ld。
 - 2.3. 复制默认链接描述文件 ATSAME70Q21B.ld 并将其粘贴到 MPLAB Harmony v3 项目的 src 文件夹中。
 - 2.4. 在 MPLAB X IDE 中的 Linker Files (链接器文件) 部分下, 将 src 文件夹中的链接描述文件添加到 MPLAB Harmony v3 项目。

图 1-5. 添加链接描述文件



2.5. 在链接描述文件中添加以下部分：

- 在 Memory-Region Macro Definitions（存储区宏定义）下，添加突出显示的代码：

```
#ifndef RAM_ORIGIN
# define RAM_ORIGIN 0x20400000
#endif
#ifndef RAM_LENGTH
# define RAM_LENGTH 0x60000
#elif (RAM_LENGTH > 0x60000)
# error RAM_LENGTH is greater than the max size of 0x60000
#endif

#ifndef SRAM_NOCACHE
# define SRAM_NOCACHE 0x2045F000
#endif
#ifndef SRAM_NOCACHE_LENGTH
# define SRAM_NOCACHE_LENGTH 0x1000
#elif (SRAM_NOCACHE_LENGTH > 0x60000)
# error SRAM_NOCACHE_LENGTH is greater than the max size of 0x60000
#endif
```

- 在 Memory-Region Definitions（存储区定义）下，添加突出显示的代码：

```
MEMORY
{
    rom (LRX) : ORIGIN = ROM_ORIGIN, LENGTH = ROM_LENGTH
    ram (WX!R) : ORIGIN = RAM_ORIGIN, LENGTH = RAM_LENGTH - __XC32_ITCM_LENGTH -
    __XC32_DTCM_LENGTH
    ram_nocache (RWX) : ORIGIN = SRAM_NOCACHE, LENGTH = SRAM_NOCACHE_LENGTH
    itcm (WX) : ORIGIN = ITCM_ORIGIN, LENGTH = __XC32_ITCM_LENGTH
    dtcm (WX!R) : ORIGIN = DTCM_ORIGIN, LENGTH = __XC32_DTCM_LENGTH
    config_D0000000 : ORIGIN = 0xD0000000, LENGTH = 0x4
    config_D0000004 : ORIGIN = 0xD0000004, LENGTH = 0x4
    config_D0000008 : ORIGIN = 0xD0000008, LENGTH = 0x4
    config_D000000C : ORIGIN = 0xD000000C, LENGTH = 0x4
    config_D0000010 : ORIGIN = 0xD0000010, LENGTH = 0x4
}
```

- 在 Section Definitions（段定义）下，添加突出显示的代码：

```
.vectors :
{
    . = ALIGN(4);
    _sfixed = .;
    KEEP(*(.vectors.vectors.*.vectors_default.vectors_default.*))
    KEEP(*(.isr_vector))
    KEEP(*(.reset*))
    KEEP(*(.after_vectors))
} > VECTOR_REGION

.ram_nocache (NOLOAD):
{
    . = ALIGN(4);
    _s_ram_nocache = .;
    *(.ram_nocache)
    . = ALIGN(4);
    _e_ram_nocache = .;
} > ram_nocache
```

- 保存自定义链接描述文件 ATSAME70Q21B.ld。

3. 在不可缓存区域中分配 DMA 写缓冲区 TxBuffer:

在应用程序代码中，声明 DMA 写缓冲区（TxBuffer）的同时，使用如下所示的属性将其分配到不可高速缓存区域：

```
uint8_t __attribute__((section(".ram_nocache")))TxBuffer[100] = {0};
```

应用程序在 DMA 传输 API 中使用 DMA 写缓冲区（TxBuffer）：

```
XDMAC_ChannelTransfer(XDMAC_CHANNEL_0, TxBuffer,  
                      (const void *)&(USART1_REGS->US_THR), strlen((const char*)TxBuffer));
```

不可高速缓存区域的方法可以解决高速缓存一致性问题：

- 保持应用程序简单化
- 不需要明确的高速缓存管理
- 对缓冲区对齐和缓冲区大小没有要求

尽管不可高速缓存区域方法具有上述优势，但由于只能从主存储器访问一致或未高速缓存的数据，因此会造成一定程度的性能下降。

2. 参考资料

1. 管理基于 Cortex-M7 的 MCU 上的高速缓存一致性：
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Managing-Cache-Coherency-on-Cortex-M7-Based-MCUs-DS90003195A.pdf>
2. Arm Cortex-M7 处理器技术参考手册：
<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.ddi0489d/Chdcghid.html>
3. 在 SAM S/SAM E/SAM V 上使用 XDMAC：
<http://www.microchip.com/wwwappnotes/appnotes.aspx?appnote=en592128>

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。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 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 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规范。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- 目前, 仍存在着用恶意、甚至是非法的方法来试图破坏代码保护功能的行为。我们确信, 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。这种试图破坏代码保护功能的行为极可能侵犯 Microchip 的知识产权。
- 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。

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。

本出版物中提供的信息仅仅是为方便您使用 **Microchip** 产品或使用这些产品来进行设计。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 “按原样”提供这些信息。**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，包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保，或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下，对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，**Microchip** 概不承担任何责任，即使 **Microchip** 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内，对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔，**Microchip** 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 **Microchip** 直接支付的金额（如有）。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损害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 **Microchip** 免于承担法律责任。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。

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**、**PackTime**、**PIC**、**picoPower**、**PICSTART**、**PIC32** 徽标、**PolarFire**、**Prochip Designer**、**QTouch**、**SAM-BA**、**SenGenuity**、**SpyNIC**、**SST**、**SST** 徽标、**SuperFlash**、**Symmetricon**、**SyncServer**、**Tachyon**、**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。

AgileSwitch、**APT**、**ClockWorks**、**The Embedded Control Solutions Company**、**EtherSynch**、**FlashTec**、**Hyper Speed Control**、**HyperLight Load**、**IntelliMOS**、**Liberio**、**motorBench**、**mTouch**、**Powermite 3**、**Precision Edge**、**ProASIC**、**ProASIC Plus**、**ProASIC Plus** 徽标、**Quiet-Wire**、**SmartFusion**、**SyncWorld**、**Temux**、**TimeCesium**、**TimeHub**、**TimePictra**、**TimeProvider**、**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**、**Augmented Switching**、**BlueSky**、**BodyCom**、**CodeGuard**、**CryptoAuthentication**、**CryptoAutomotive**、**CryptoCompanion**、**CryptoController**、**dsPICDEM**、**dsPICDEM.net**、**Dynamic Average Matching**、**DAM**、**ECAN**、**Espresso T1S**、**EtherGREEN**、**IdealBridge**、**In-Circuit Serial Programming**、**ICSP**、**INICnet**、**Intelligent Paralleling**、**Inter-Chip Connectivity**、**JitterBlocker**、**maxCrypto**、**maxView**、**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**、**RTAX**、**RTG4**、**SAM-ICE**、**Serial Quad I/O**、**simpleMAP**、**SimpliPHY**、**SmartBuffer**、**SMART-I.S.**、**storClad**、**SQI**、**SuperSwitcher**、**SuperSwitcher II**、**Switchtec**、**SynchroPHY**、**Total Endurance**、**TSHARC**、**USBCheck**、**VariSense**、**VectorBlox**、**VeriPHY**、**ViewSpan**、**WiperLock**、**XpressConnect** 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。

© 2021, **Microchip Technology Incorporated** 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-7885-0

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 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: www.microchip.com/support 网址: 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 - 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: 45-4485-5910 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