
tinyAVR[®] 1系列的ADC基础

特性

- ADC自由运行模式
- ADC单次转换模式
- ADC窗口比较器模式
- ADC采样累加器模式
- Atmel | START示例代码

简介

Microchip tinyAVR[®] 1系列器件具有10位逐次逼近寄存器（Successive Approximation Register, SAR）模数转换器（Analog-to-Digital Converter, ADC），转换速率最高115 ksp/s。该ADC配有一个灵活的多路开关，因此可测量多个单端输入引脚的电压。单端输入通道以地为参考。ADC输入信号通过一个采样保持电路馈送，可确保ADC的输入电压在采样期间保持在恒定水平。此外，该ADC还具有多个介于0.55V和VDD之间的内部参考电压。

ADC转换可以通过软件启动，也可以通过事件系统（EVSYS）启动，该系统用于发送来自其他外设的事件。窗口比较功能可用于监视输入信号，并可配置为在窗口之上、之下、之内或之外时基于用户定义的阈值触发中断，所需的软件干预最少。

本应用笔记介绍了Microchip tinyAVR[®] 1系列器件的ADC在单端模式下的基本功能。其中包含Microchip器件的入门代码示例。

目录

特性	1
简介	1
1. 相关器件	3
1.1 tinyAVR 1系列	3
2. 模块概述	4
2.1 模拟输入电路	4
2.2 ADC操作	5
2.2.1 启动转换	5
2.2.2 ADC转换结果	5
2.3 ADC时钟和转换时序	5
2.4 更改通道	6
2.5 参考电压选择	6
3. 源代码概述	7
3.1 宏配置	7
3.2 ADC自由运行	8
3.3 ADC单次转换	8
3.4 ADC窗口比较	9
3.5 ADC采样累加器	9
4. 从Atmel START获取源代码	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
DNV认证的质量管理体系	14
全球销售及服务网点	15

1. 相关器件

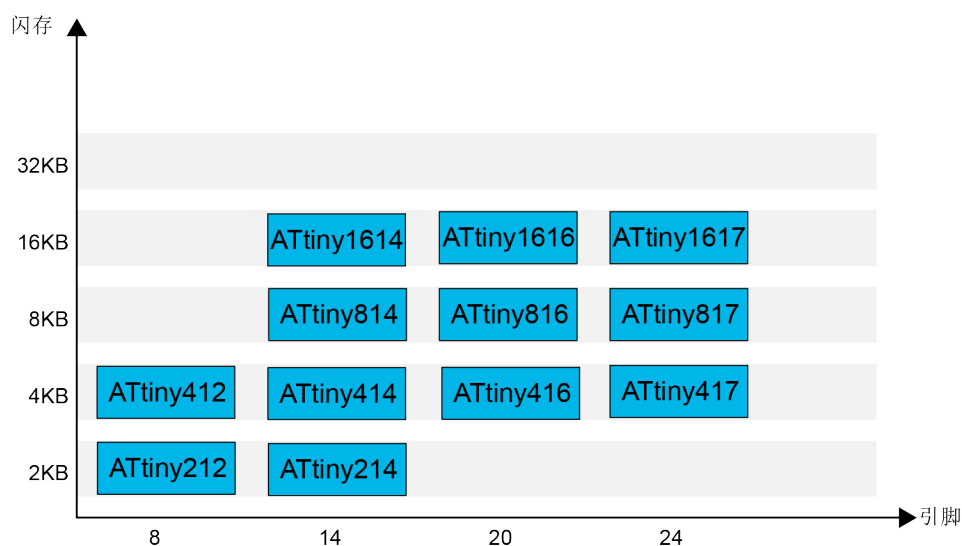
本章列出了本文档的相关器件。

1.1 tinyAVR 1系列

下图给出了tinyAVR 1系列器件，说明了不同引脚数型号与存储器大小的关系。

- 垂直向上移植无需修改代码，因为这些器件的引脚彼此兼容，可提供相同甚至更多的功能。而向下移植可能需要修改代码，因为某些外设的可用引脚数较少。
- 水平向左移植会减少引脚数，进而减少可用的功能。

图1-1. tinyAVR® 1系列器件概览

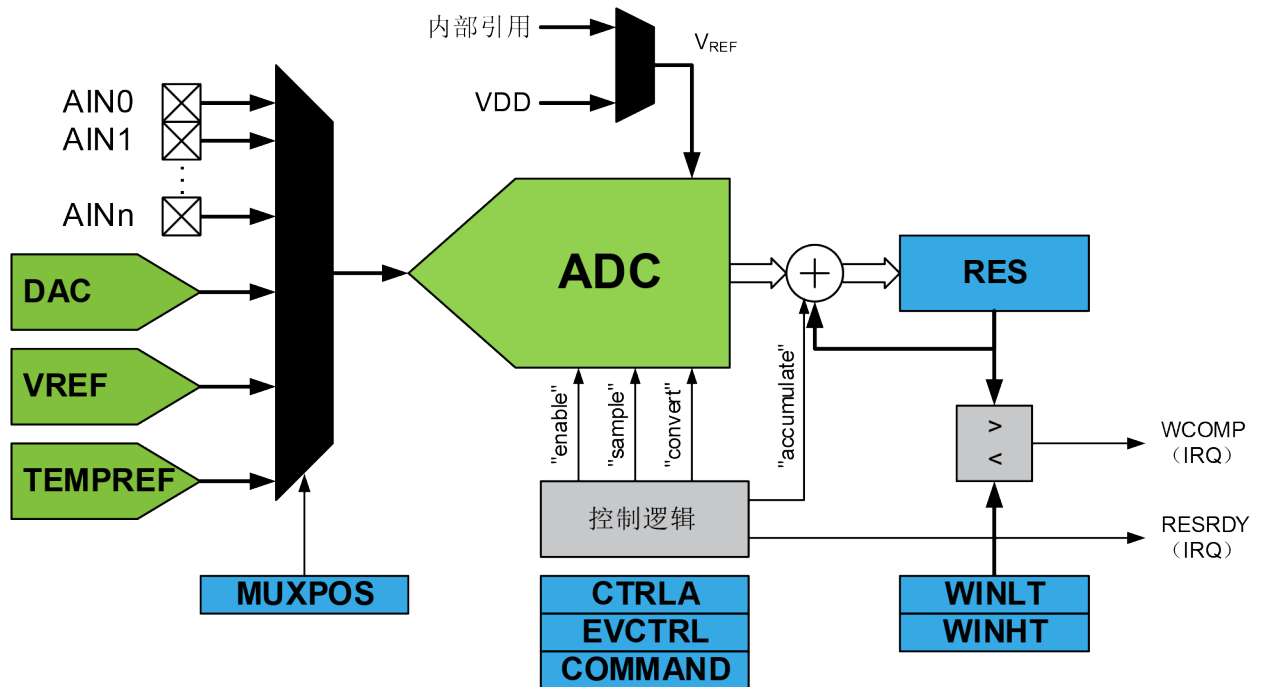


具有不同闪存大小的器件通常也具有不同的SRAM和EEPROM。

2. 模块概述

本章概述了ADC的功能和基本配置选项。

图2-1. 框图

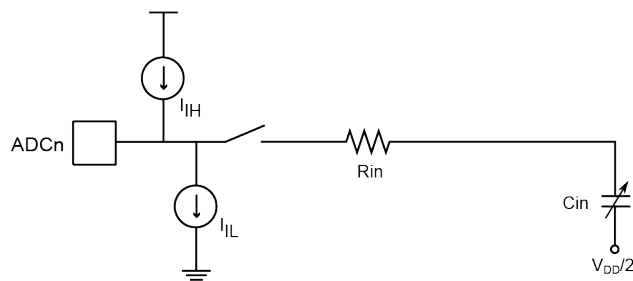


2.1 模拟输入电路

模拟输入电路如图2-2所示。施加到ADCn的模拟源受引脚电容及该引脚的输入泄漏电流（用 I_H 和 I_L 表示）影响，而与相应通道是否选作ADC的输入无关。选择通道时，模拟源必须通过串联电阻（输入路径中的组合电阻）驱动采样保持电容。

ADC通过一个约为10 k Ω 或更低的输出阻抗针对模拟信号进行了优化。如果使用此类模拟源，采样时间将可以忽略不计。如果使用阻抗较高的模拟源，采样时间将取决于模拟源需要为采样保持电容充电多长时间，因此会存在较大差异。

图2-2. 模拟输入原理图



2.2 ADC操作

通过写入MUXPOS寄存器（ADC.MUXPOS）中的MUXPOS位来选择模拟输入通道。ADC的任何输入引脚、GND、内部参考电压（VREF）或温度传感器都可以被选作ADC的单端输入。通过向控制A寄存器（ADC.CTRLA）中的ADC_ENABLE位写入“1”来使能ADC。在使能ADC之前，参考电压和输入通道选择不会生效。当ADC.CTRLA中的ENABLE位为0时，ADC不产生功耗。ADC.CTRLA寄存器中的RESSEL位用于将ADC的分辨率选择为8位或10位。

2.2.1 启动转换

在单次转换模式下，通过向命令寄存器（ADC.COMMAND）中的ADC启动转换位（STCONV）写入“1”来触发转换。只要转换正在进行，此位便将保持为“1”，当转换完成时，此位将清零。如果在转换过程中选择了另一输入通道，则ADC会在完成当前转换之后再切换通道。

在自由运行模式下，通过向ADC.COMMAND中的STCONV位写入“1”来启动第一次转换。前一个转换周期结束后，立即开始新的转换周期。中断标志寄存器（ADC.INTFLAG）中的结果就绪标志（RESRDY）将置1。

如果中断控制寄存器（ADC.INTCTRL）中的结果就绪中断允许位（RESRDY）和CPU状态寄存器（CPU_SREG.I）中的全局中断允许位均为“1”，则将执行结果就绪中断向量。

即使禁止特定中断，ADC.INTFLAG中的RESRDY中断标志也将置1，随后软件可通过轮询该标志检查转换是否完成。因此可以在不引起中断的情况下触发转换。

或者，也可通过事件触发转换。通过向事件控制寄存器（ADC.EVCTRL）中的启动事件输入位（STARTEI）写入“1”来使能该功能。通过事件系统（EVSYS）发送到ADC的任何传入事件都将触发ADC转换。这提供了一种以可预测的时间间隔或特定条件启动转换的方法。事件触发输入是边沿敏感的。

发生事件时，ADC.COMMAND中的STCONV将置1。转换完成后，STCONV将清零。

2.2.2 ADC转换结果

转换完成后（RESRDY为1），转换结果RES将在ADC结果寄存器（ADC.RES）中提供。10位转换的结果如下所示：

$$RES = \frac{1023 \times V_{IN}}{V_{REF}}$$

其中， V_{IN} 是所选输入引脚上的电压， V_{REF} 是所选参考电压（见ADC.CTRLA和ADC.MUXPOS中REFSEL的说明）。

2.2.2.1 10位或8位分辨率的ADC结果

采用完整的10位分辨率时，10位ADC结果存储到ADC结果寄存器（ADC.RES）中。采用8位分辨率时，转换结果在存储到ADC结果寄存器（ADC.RES）之前会被截短为8位（MSB）。低2位将被丢弃。

2.3 ADC时钟和转换时序

ADC使用CLK_PER外设时钟，并具有一个内部预分频器，可产生频率介于50 kHz和1.5 MHz之间的ADC时钟源CLK_ADC，以实现最高分辨率。如果选择的分辨率低于10位，ADC的输入时钟频率可能高于1.5 MHz，此时可获得更高的采样率。通过写入控制C寄存器（ADC.CTRLA）中的预分频器位（PRESC）来选择预分频。

触发转换后，会从CLK_ADC时钟周期的下一个上升沿开始转换。只要未在进行转换，预分频器就保持在复位状态。这样可确保从触发转换到实际开始转换有StartDelay个CLK_PER周期的固定延时（ $\text{StartDelay} = \frac{\text{PRESCfactor}}{2} + 2$ ）。

正常转换需要13个CLK_ADC周期。实际采样保持在开始转换的两个CLK_ADC周期后发生。

通过使用控制D（ADC.CTRLD）中的采样延时位域和采样控制寄存器（ADC.SAMPCTRL）中的采样长度位域，可以调整采样时间和采样长度。这两个位域控制ADC的采样时间（用CLK_ADC周期数表示）。总采样时间的计算公式如下：

$$\text{采样时间} = \frac{(2 + \text{SAMPDLY} + \text{SAMPLEN})}{f_{\text{CLK_ADC}}}$$

在自由运行模式下，采样率R_S的计算公式如下：

$$\text{采样率} = \frac{f_{\text{CLK_ADC}}}{(13 + \text{SAMPDLY} + \text{SAMPLEN})}$$

2.4 更改通道

MUXPOS位、ADC.MUXPOS寄存器以及ADC.CTRLA寄存器中的REFSEL位均通过CPU随机访问的临时寄存器缓冲。这样可确保通道和参考电压选择仅在转换期间的安全点进行。

一旦转换开始，通道和参考电压选择即锁定，以确保ADC有足够的采样时间。

在单次转换模式下，应在开始转换之前选择通道。向STCONV位写入1的1个ADC时钟后，即可更改通道选择。

在自由运行模式下，应在开始第一次转换之前选择通道。向STCONV位写入1的1个ADC时钟后，即可更改通道选择。由于下一次转换已经自动开始，下一个结果将反映之前的通道选择。

2.5 参考电压选择

此ADC具有多个介于0.55V和VDD之间的内部ADC参考电压以及外部参考输入V_{REFA}。内部参考电压包括0.55V、1.1V、1.5V、2.5V和4.3V。

ADC的参考电压控制ADC的转换范围。超过所选参考电压的输入电压将被转换为ADC的最大结果值。对于理想的10位ADC，最大结果值为0x3FF。可通过写入控制C寄存器（ADC.CTRLA）中的参考选择位（REFSEL）将V_{REF}选作VDD、外部参考V_{REFA}或内部参考电压。VDD通过无源开关连接到ADC。内部参考电压由内部带隙参考电压通过内部放大器生成，由参考电压（VREF）外设控制。

3. 源代码概述

一个包含四个用例的应用程序已针对ATtiny817 Xplained Pro板进行了开发和测试。以下是全部四个用例的通用系统配置：

- CPU时钟：3.33 MHz
- 使用的外设：
 - ADC、VREF和USART
- 外设配置的详细信息：
 - ADC
 - 10位分辨率
 - 输入通道为AIN 6：引脚PA6
 - VREF设置为2.5V
 - USART
 - TXEN：传输使能置1
 - 波特率：9600
 - GPIO输出引脚PB4：LED0

Atmel START中的项目会生成外设驱动程序函数和文件，以及初始化所有驱动程序的主函数。

- 驱动程序的头文件和源文件分别位于`src`和`include`文件夹中。
- 在`atmel_start.c`文件中，`atmel_start_init()`初始化项目中的MCU、驱动程序和中间件。下节中将介绍`main.c`文件中使用的宏配置以及包含四个用例的应用程序中的源代码。

3.1 宏配置

下面是`main.c`文件中的宏配置。

- 应用程序的四个用例选项如下：

```
#define FREE_RUNNING           1
#define SINGLE_CONVERSION     2
#define                       3
WINDOW_COMPARATOR_MODE      4
```

本文档中有四个用例，分别用值1到4进行了定义，如上所示。

- 可通过更改宏`EXAMPLE_CODE`的值选择要运行的用例：

```
#define EXAMPLE_CODE SAMPLE_ACCUMULATOR
```

- 也可以使用如下宏，方便后续更改。最大输入电压：

```
#define MAX_VOL 2.5 //VREF=2.5V
```

最大输入参考电压配置为2.5V，用以计算测得的ADC读数的电压。

注：ADC参考电压（VREF）已配置为2.5V。

- ADC结果的分辨率:

```
#define RES_10BIT    0x3FF
```

ADC分辨率已配置为10位，最大结果值为0x3FF。

- ADC输入通道:

```
#define ADC_CHANNEL  5
```

ADC输入信号已连接到通道5: AIN5（引脚PA5）。

3.2 ADC自由运行

在这一用例中，ADC以自由运行模式运行。它通过将`main.c`中的`EXAMPLE_CODE`定义配置为`FREE_RUNNING`来运行，具体如下：

```
#define EXAMPLE_CODE  FREE_RUNNING
```

当执行自由运行模式的初始配置时，将开始第一次转换。转换周期结束时，ADC结果可从ADC0.res寄存器中读取。ADC0.res的计算公式在[ADC转换结果](#)中进行了介绍。结果随后将在下一行代码中转换为电压格式，这是与计算ADC0.res相反的过程。转换后的电压随后通过USART打印到终端。可以选择使用Atmel Studio的Data Visualizer中嵌入的终端，也可以使用任何其他外部终端。前一个转换周期结束后，将立即开始新的转换周期。

注：`ADC_0_is_conversion_done()`函数在`adc_basics.c`中定义。可以打开`src/adc_basics.c`文件进行检查。当使用ADC窗口比较模式时，它将在`adc_windows.c`文件中重新定义，所有相关驱动程序将包含在相应的驱动程序文件中。

3.3 ADC单次转换

在这一用例中，ADC以单次转换模式运行。它通过将`main.c`中的`EXAMPLE_CODE`定义配置为`SINGLE_CONVERSION`来运行，具体如下：

```
#define EXAMPLE_CODE  SINGLE_CONVERSION
```

调用`read_adc_single_conversion()`函数后，将开始转换。随后调用`ADC_0_get_conversion()`函数，其中的`ADC_COMMAND.STCONV`写入1。转换周期完成后，ADC数据将转换为电压格式，然后通过USART打印到终端。可以选择使用Atmel Studio的Data Visualizer中嵌入的终端。

由于`main()`函数的`while(1)`循环中不断调用`read_adc_single_conversion()`函数，需手动将单次转换配置为在前一次转换完成后开始。这就是可以观察到计算得到的电压连续打印到终端（与自由运行模式下的行为相同）的原因。不同的是，在自由运行模式下，当在`while(1)`循环开始之前调用`ADC_0_start_conversion()`函数时，仅向`ADC_COMMAND.STCONV`写入一次1。

注：`ADC_0_get_conversion(ADC_CHANNEL)`函数用于读取ADC数据，在`adc_basics.c`中进行定义。当使用ADC窗口比较模式时，它将在`adc_windows.c`文件中重新定义，所有相关驱动程序将在相应驱动程序文件`adc_windows.c`（而非`adc_basics.c`）中进行更新。

3.4 ADC窗口比较

在这一用例中，ADC以窗口比较模式运行。当转换结果高于和/或低于特定阈值时，ADC可将标志（ADC_INTFLAG.WCOMP）置1，并请求中断（WCOMP）。共有四种阈值模式选项：

- 结果低于阈值
- 结果高于阈值
- 结果在窗口内
- 结果在窗口外

在本用例中，选择结果低于窗口的选项。本用例通过将`main.c`中的`EXAMPLE_CODE`定义配置为`WINDOW_COMPARATOR_MODE`来运行，具体如下：

```
#define EXAMPLE_CODE WINDOW_COMPARATOR_MODE
```

ADC设置为自由运行模式。当函数`ADC_0_get_window_result()`返回“真”时，LED0点亮，表示ADC结果低于窗口阈值，窗口比较模式的中断标志位置1。否则，LED0保持熄灭。转换完成后，计算得到的电压随后通过USART打印到终端。

3.5 ADC采样累加器

在这一用例中，ADC以采样累加模式运行。它配置为在一次转换中自动累加64次采样，以对噪声进行平均值计算或得到平均ADC结果。

因此，转换完成标志仅在获得累加的最后一次采样后置1一次。ADC结果是通过对所配置次数的采样求平均值得到的。该结果随后转换为电压格式，并通过USART打印到终端。

本用例通过将`main.c`中的`EXAMPLE_CODE`定义配置为`SAMPLE_ACCUMULATOR`来运行，具体如下：

```
#define EXAMPLE_CODE SAMPLe_ACCUMULATOR
```

4. 从Atmel | START获取源代码

示例代码可通过Atmel | START获得，Atmel | START是一种基于Web的工具，可通过图形用户界面（Graphical User Interface, GUI）配置应用程序代码。可以通过下面提供的直接示例代码链接或Atmel | START起始页上的**BROWSE EXAMPLES**（浏览示例）按钮，下载Atmel Studio 7和IAR Embedded Workbench[®]对应的代码。

Atmel | START Web页面：<http://start.atmel.com/>

示例代码

- tinyAVR[®] 1系列的ADC基础：
 - <http://start.atmel.com/#examples/tinyAVR/>

有关详细信息和示例代码的相关信息，请按下Atmel | START中的**User guide**（用户指南）按钮。**User guide**按钮可以在示例浏览器中找到，然后在Atmel | START项目配置器中的仪表盘视图中单击项目名称。

Atmel Studio

在Atmel | START的示例浏览器中单击**DOWNLOAD SELECTED EXAMPLE**（下载所选示例），下载Atmel Studio对应的代码并保存为.atzip文件。要从Atmel | START下载文件，请单击**EXPORT PROJECT**（导出项目），然后单击**DOWNLOAD PACK**（下载数据包）。

双击下载的.atzip文件，项目将导入到Atmel Studio 7。

IAR嵌入式工作台

有关如何在IAR Embedded Workbench中导入项目的信息，请打开Atmel | START用户指南，选择**Using Atmel Start Output in External Tools**（使用外部工具中的Atmel Start输出），然后选择**IAR Embedded Workbench**。单击Atmel | START起始页右上角的**About**（关于）或项目配置器中右上角的**Help And Support**（帮助和支持），均可找到Atmel | START用户指南的链接。

5. 版本历史

文档版本	日期	备注
A	11/2017	初始文档版本

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

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、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和XMEGA是Microchip Technology Incorporated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、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.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA和ZENA为Microchip Technology Incorporated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是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 Incorporated, 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-2289-1

DNV认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

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和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。



全球销售及服务中心

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