AN2605

从 ATmega48PA/88PA/168PA 移植到 ATmega48PB/88PB/168PB

功能

ATmega48PB/88PB/168PB 增加了几种新功能：

- 新增四个 GPIO 引脚
  - 移除一对 GND 和 VCC，并用两个额外的 GPIO 引脚替换
  - 此前只有 ADC 输入通道的两个引脚现与 GPIO 复用
- USART 起始帧检测在所有休眠模式中均可用
- 新增模拟比较器输出至引脚
- 新增序列号（唯一器件 ID）

简介

本应用笔记可作为帮助用户从 ATmega48PA/88PA/168PA 迁移到新版本 ATmega48PB/88PB/168PB 的指南。

ATmega48PB/88PB/168PB 功能上与 ATmega48PA/88PA/168PA 兼容。本文档将介绍如何更新工具链、开发工具和 IDE。

请务必查看相应数据手册的最新版本，了解最新和正确的特性及器件详细信息。建议查看勘误表。

有关最新的数据手册，请参见：

- ATmega48PA/88PA/168PA - http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega168pa
- ATmega48PB/88PB/168PB - http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega168pb

© 2018 Microchip Technology Inc.

目录

功能 1

简介 1

1. 硬件设计兼容性 4
   - 1.1. 封装类型 4
   - 1.2. 新增/修改的引脚功能 4
   - 1.3. 备用引脚配置 6

2. 代码兼容性 7
   - 2.1. 写入保留的寄存器 7
   - 2.2. 器件包 7

3. 生态系统 8
   - 3.1. 集成开发环境 8
   - 3.2. 开发工具 8

4. 新增功能 9
   - 4.1. USART 9
   - 4.2. 模拟比较器 10
   - 4.3. 序列号 10

5. 更新功能 12
   - 5.1. 签名字节 12
   - 5.2. 全摆幅振荡器 12
   - 5.3. 特性 12

6. 附加阅读和相关文档 14

7. 版本历史 15

Microchip 网站 16

变更通知客户服务 16

客户支持 16

Microchip 器件代码保护功能 16

法律声明 17

商标 17

DNV 认证的质量管理体系 18

全球销售及服务网点..... 19

1. 硬件设计兼容性

1.1 封装类型

从 ATmega48PA/88PA/168PA 移植到 ATmega48PB/88PB/168PB 时，32 引脚 TQFP 封装可直接替代，用 32 引脚 VFQFN 封装替代 32 引脚 MLF 封装，但是要遵循一些条件。相关内容，请参见 1.2 新增/修改的引脚功能章节。对于其他封装类型，从 ATmega48PA/88PA/168PA 迁移至 ATmega48PB/88PB/168PB 时需更改 PCB 布线。数据手册的“封装信息”中包含每个器件的封装尺寸和物理布图。下列是不同器件适用的不同封装类型比较。

ATmega48PA/88PA/168PA 适用于下列封装类型：

- 32 引脚 TQFP
- 32 引脚 MLF
- 32 引脚 UFBGA
- 28 引脚 VQFN
- 28 引脚 PDIP

ATmega48PB/88PB/168PB 适用于两种封装类型：

- 32 引脚 TQFP
- 32 引脚 VFQFN

1.2 新增/修改的引脚功能

ATmega48PA/88PA/168PA 与 ATmega48PB/88PB/168PB 之间有两种兼容的封装类型。本节将比较 TQFP 封装类型的引脚排列。有关其他兼容封装类型 （如 MLF/VFQFN），请参见数据手册的“订购信息”和“封装信息”章节。

ATmega48PB/88PB/168PB 引入了四个额外的 GPIO 引脚：PORTE [3:0]。不同的引脚如表 1-1 所示，每款器件的引脚排列如图 1-1 和图 1-2 所示。

有关 32 引脚 MLF/VQFN 引脚排列，请参见 ATmega48PB/88PB/168PB 数据手册中的“引脚配置”部分。

图 1-1. ATmega48PA/88PA/168PA ——32 引脚 TQFP

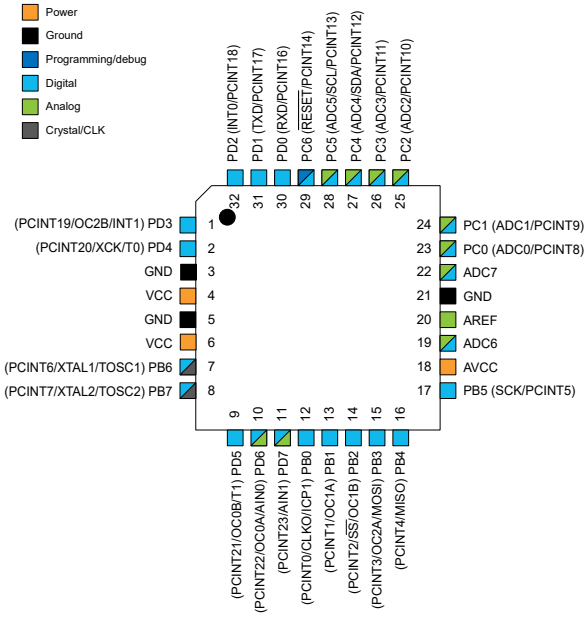
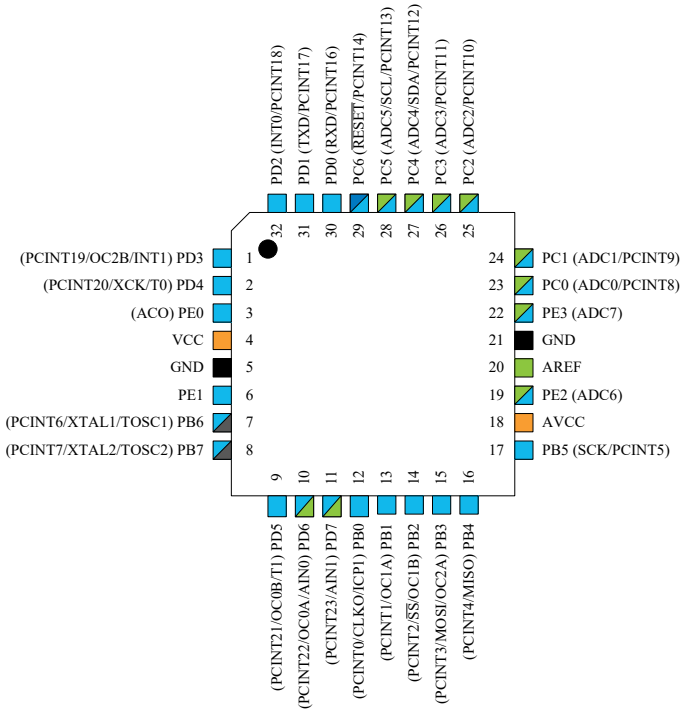


图 1-2. ATmega48PB/88PB/168PB ——32 引脚 TQFP



GPIO 引脚 PE2 和 PE3 被添加到 Pin19 和 Pin22。PE2 和 PE3 与 ADC6 和 ADC7 复用。

Pin3（GND）和 Pin6（VCC）分别被 PE0 和 PE1 替代。PE0 与 ACO 复用。

表 1-1. 引脚功能差异

32 引脚 TQFP 封装	ATmega48PA/88PA/168PA	ATmega48PB/88PB/168PB
Pin3	GND	PE0/ACO

..... （续）		
32 引脚 TQFP 封装	**ATmega48PA/88PA/168PA**	**ATmega48PB/88PB/168PB**
Pin6	VCC	PE1
Pin19	ADC6	ADC6/PE2
Pin22	ADC7	ADC7/PE3

⚠ CAUTION 要使用 ATmega48PB/88PB/168PB 器件作为 ATmega48PA/88PA/168PA 的直接替代，必须遵循下列条件：

- Pin 3——如果连接到 GND，则不得有效驱动引脚或不得使能 ACO。
- Pin 6——如果连接到 VCC，则不得有效驱动引脚。

1.3 备用引脚配置

备用引脚配置为：

- **ADC7——端口 E，Bit 3**
  PE3 也可以用作 ADC 输入通道 7。ADC 输入通道 7 使用模拟电源 AVCC。
- **ADC6——端口 E，Bit 2**
  PE2 也可以用作 ADC 输入通道 6。ADC 输入通道 6 使用模拟电源 AVCC。
- **无——端口 E，Bit 1**
  无备用功能。
- **ACO——端口 E，Bit 0**
  ACO 模拟比较输出引脚与 PE0 复用。

2. 代码兼容性

ATmega48PA/88PA/168PA 代码与 ATmega48PB/88PB/168PB 兼容。

为确保针对 ATmega48PA/88PA/168PA 设计的代码在 ATmega48PB/88PB/168PB 上执行，用户必须记得更改器件并重新编译代码。

一般经验是，如果访问保留位，应将其写入零。切勿写入保留的 I/O 存储器地址。

2.1 写入保留的寄存器

如果代码意外写入保留的寄存器，Microchip 将无法保证应用程序的行为。

本章介绍了在 ATmega48PB/88PB/168PB 上使用为 ATmega48PA/88PA/168PA 设计的代码时应注意的事项。如果代码错误地访问了保留的寄存器或位位置，对于移植前的器件可能仍按预期运行。在新器件上，这些寄存器或位可能具有特定功能，因此可能会观察到意外行为。

在 ATmega48PA/88PA/168PA 上，保留的寄存器位置 0x4F 如图 2-1 所示。

图 2-1. 来自 ATmega48PA/88PA/168PA 数据手册

0x4E	SPDR0	7:0	SPID[7:0]							
0x4F	Reserved									
0x50	ACSR	7:0	ACD	ACBG	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0

在 ATmega48PB/88PB/168PB 上，寄存器位置 0x4F 为 ACSR0 寄存器。该寄存器包含一个用来控制模拟比较器输出至引脚 3 的位，即 ACOE——模拟比较器输出使能，如图 2-2 所示。

图 2-2. 来自 ATmega48PB/88PB/168PB 数据手册

0x4E	SPDR	7:0	SPID[7:0]							
0x4F	ACSR0	7:0								ACOE
0x50	ACSR	7:0	ACD	ACBG	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS [1:0]	

如果意外使能 ACO，并将 ATmega48PB/88PB/168PB 用作 ATmega48PA/88PA/168PA 的直接替代，ACO 可能会尝试驱动连接到 GND 的引脚，从而产生意外行为。

2.2 器件包

为确保对 ATmega48PB/88PB/168PB 提供完整的器件支持，必须安装最新的器件包。最新版本的 Atmel Studio 7.0 中包含最新的器件包，或者必要时可手动下载器件包：

- 在 Atmel Studio 7.0 工具栏中，单击 *Tools（工具）->Device Pack Manager（器件包管理器）*。在 Device Pack Manager 窗口中，在 *ATmega_DFP* 下选择最新版本，然后单击“Install”（安装）->Install Selected Packs（安装选定包）。
- [替代方法]访问 http://packs.download.atmel.com/，下载最新的 *Atmel ATmega Series Device Support（Atmel ATmega 系列器件支持）*。安装下载的文件。

3. 生态系统

AVR®产品的生态系统包括 Atmel Studio 7 集成开发环境、AVR 工具链、编程器、调试器和入门工具包。

3.1 集成开发环境

3.1.1 Atmel Studio 7

ATmega48PB/88PB/168PB 得到最新版本的 Atmel Studio 7 支持——用于为 Microchip 单片机开发 C/C++和汇编代码的免费 IDE。

Studio 4 不支持 ATmega48PB/88PB/168PB。

访问 http://www.microchip.com/development-tools/atmel-studio-7，获取最新的安装程序和用户指南及其他相关信息。

3.1.2 IAR

ATmega48PB/88PB/168PB 得到 Microchip AVR®的 IAR Embedded Workbench®支持——适用于 8 位 AVR 的商业 C/C++编译器。IAR 用户必须确保当前安装的版本支持 ATmega48PB/88PB/168PB。

可从以下网站获取 30 天的评估版本以及 4 KB 代码大小限制的入门版本： https://www.iar.com/iar-embedded-workbench/partners/atmel/

3.2 开发工具

建议对 ATmega48PB/88PB/168PB 使用以下开发工具：

- Atmel-ICE

其他传统工具也支持 ATmega48PB/88PB/168PB：

- AVR Dragon
- AVR One!
- AVRISP mkII
- JTAGICE mkII
- JTAGICE3
- Power Debugger
- QT600
- STK500
- STK600
- 模拟器
- mEDBG

要在 Atmel Studio 7 中更新所需的工具：在 Atmel Studio 7 工具栏中，单击“Tools”（工具）→“Device Programming”（器件编程）。打开器件编程后，选择所需的工具、器件和接口，然后单击“Apply”（应用）。如果该工具的固件版本较低，Atmel Studio 会提示您更新工具固件版本。

另一方法：在 Atmel Studio 工具栏中，单击“View”（查看）→“Available Atmel Tools”（可用的 Atmel 工具）。在“Available Atmel Tools”窗口中，右键单击“Tool”，然后在下拉菜单中选择“Upgrade...”（升级...）。

4. 新增功能

本章总结了与 ATmega48PA/88PA/168PA 相比，ATmega48PB/88PB/168PB 的增强功能或新增功能。

- USART 起始帧检测在所有休眠模式中均可用
- 模拟比较器输出在引脚上可用。（此引脚将被 PE0 复用。）
- 序列号（唯一器件 ID）
- picoPower

4.1 USART

当检测到起始位时，USART 起始帧检测器可从所有休眠模式下唤醒 ATmega48PB/88PB/168PB。

在 RxDn 上检测到电平从高至低的跳变时，内部 8 MHz 振荡器将上电，并使能 USART 时钟。启动后，只要波特率相对于内部 8 MHz 振荡器启动时间来说足够慢，就可以接收其余的数据帧。内部 8 MHz 振荡器的启动时间因电源电压和温度而异。

USART 起始帧检测可在异步和同步模式下工作。通过写入起始帧检测使能位（SFDE）进行使能。如果 USART 启动中断允许（RXSIE）位置 1，则在检测到启动时立即生成 USART 接收启动中断。

当使用无启动中断的功能时，启动检测逻辑仅在接收帧时激活内部 8 MHz 振荡器和 USART 时钟。其他时钟保持停止状态，直至接收完成中断唤醒 MCU。

同步模式下的最大波特率取决于唤醒器件时所处的休眠模式：

- 空闲休眠模式：系统时钟频率 4 分频
- 待机或掉电：500 kbps

异步模式下的最大波特率取决于唤醒器件时所处的休眠模式：

- 空闲休眠模式：与工作模式相同

表 4-1. 正常速度模式下的最大总波特率误差

波特率	帧大小					
	5	6	7	8	9	10
0 - 28.8 kbps	+6.67 -5.88	+5.79 -5.08	+5.11 -4.48	+4.58 -4.00	+4.14 -3.61	+3.78 -3.30
38.4 kbps	+6.63 -5.88	+5.75 -5.08	+5.08 -4.48	+4.55 -4.00	+4.12 -3.61	+3.76 -3.30
57.6 kbps	+6.10 -5.88	+5.30 -5.08	+4.69 -4.48	+4.20 -4.00	+3.80 -3.61	+3.47 -3.30
76.8 kbps	+5.59 -5.88	+4.85 -5.08	+4.29 -4.48	+3.85 -4.00	+3.48 -3.61	+3.18 -3.30
115.2 kbps	+4.57 -5.88	+3.97 -5.08	+3.51 -4.48	+3.15 -4.00	+2.86 -3.61	+2.61 -3.30

表 4-2. 双倍速度模式下的最大总波特率误差

波特率	帧大小					
	5	6	7	8	9	10
0 - 57.6 kbps	+5.66 -4.00	+4.92 -3.45	+4.35 -3.03	+3.90 -2.70	+3.53 -2.44	+3.23 -2.22
76.8 kbps	+5.59 -4.00	+4.85 -3.45	+4.29 -3.03	+3.85 -2.70	+3.48 -2.44	+3.18 -2.22
115.2 kbps	+4.57 -4.00	+3.97 -3.45	+3.51 -3.03	+3.15 -2.70	+2.86 -2.44	+2.61 -2.22

4.2 模拟比较器

如果在模拟比较器控制和状态寄存器 C（ACSR0）中的模拟比较器输出使能（ACOE）位写入“1”，则模拟比较器输出（ACO）可连接到 PE0。

4.3 序列号

每个 ATmega48PB/88PB/168PB 都有一个集成的序列号（也称为唯一器件 ID），可用作每个器件的唯一标识。

获取序列号信息的方法有两种。

一种是从软件中读取签名行。有关详细信息，请参见最新数据手册中的“从软件中读取签名行”部分。

表 4-3. 签名行寻址

签名字节	Z 指针地址
器件签名字节 1	0x0000
器件签名字节 2	0x0002
器件签名字节 3	0x0004
RC 振荡器校准字节	0x0001
序列号字节 1	0x000E
序列号字节 0	0x000F
序列号字节 3	0x0010
序列号字节 2	0x0011
序列号字节 5	0x0012
序列号字节 4	0x0013
序列号字节 6	0x0015
序列号字节 7	0x0016
序列号字节 8	0x0017

注：
如果跨多个器件系列使用序列号功能，则序列号中也应包含器件签名字节。将序列号扩展为 12 字节编号。

另一方法是读取 I/O 地址 0xF0-0xF8，因为可通过 I/O 寄存器 SNOBRx 访问 ATmega48PB/88PB/168PB 序列号。序列号由这些只读寄存器中读出的 9 个字节组成。有关详细信息，请参见 SNOBRx——序列号字节 8 至 0 子章节。

有关如何读出序列号的示例，如下所示：

C 代码示例

```
uint8_t serial_num[9] = {0};

for(uint8_t i = 0; i < 9; i++){
    serial_num[i] = *((uint8_t *) &DEVID0+i);
}
```

4.3.1 SNOBRx——序列号字节 8 至 0

	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0xF8)	Serial Number Byte 5								SNOBR5
(0xF7)	Serial Number Byte 4								SNOBR4
(0xF6)	Serial Number Byte 3								SNOBR3
(0xF5)	Serial Number Byte 2								SNOBR2
(0xF4)	Serial Number Byte 1								SNOBR1
(0xF3)	Serial Number Byte 0								SNOBR0
(0xF2)	Serial Number Byte 6								SNOBR6
(0xF1)	Serial Number Byte 7								SNOBR7
(0xF0)	Serial Number Byte 8								SNOBR8
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	Serial Number Byte Value								

5. 更新功能

5.1 签名字节

所有 AVR 单片机都带有一个三字节的签名代码，用于器件识别。在串行和并行模式下可读取此代码，当器件锁定时也可以读取。这三个字节位于独立的地址空间中。对于器件签名字节，ATmega48PA/88PA/168PA 和 ATmega48PB/88PB/168PB 有所差异，请参见下表获取详情。

表 5-1. 器件 ID

器件	签名字节地址		
	0x000	**0x001**	**0x002**
ATmega48PA	0x1E	0x92	0x0A
ATmega48PB	0x1E	0x92	0x10
ATmega88PA	0x1E	0x93	0x0F
ATmega88PB	0x1E	0x93	0x16
ATmega168PA	0x1E	0x94	0x0B
ATmega168PB	0x1E	0x94	0x15

5.2 全摆幅振荡器

ATmega48PA/88PA/168PA 器件包含一个全摆幅晶振作为时钟源选项，可通过配置闪存熔丝来选择该选项。在新版 ATmega48PB/88PB/168PB 中，已删除全摆幅晶振。请参见器件数据手册的“时钟源”一章。

表 5-2. 全摆幅振荡器已从 ATmega48PB/88PB/168PB 中删除

器件功能	ATmega48PA/88PA/168PA	ATmega48PB/88PB/168PB
全摆幅晶振	有	无

5.3 特性

本章将比较电气和典型特性的最大变化。有关最新数据和其他数据，请参见器件的最新数据手册。

有关最新的数据手册，请参见：

- ATmega48PB/88PB/168PB - http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega168pb
- ATmega48PA/88PA/168PA - http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega168pa

表 5-3. 写入下一闪存或 EEPROM 存储单元前的等待延迟（典型值）

符号	ATmega48PA/88PA/168PA	ATmega48PB/88PB/168PB	单位
t_{WD_FLASH}	4.5	2.6	ms
t_{WD_EEPROM}	3.6	3.6	ms
t_{WD_ERASE}	9.0	10.5	ms

..... （续）			
符号	ATmega48PA/88PA/168PA	ATmega48PB/88PB/168PB	单位
t_{WD_FUSE}	-	4.5	ms

6. 附加阅读和相关文档

- AVR095: Migrating between ATmega48, ATmega88 and ATmega168
- AVR512: Migration from ATmega48/88/168 to ATmega48P/88P/168P
- AVR528: Migrating from ATmega48P/88P/168P to ATmega48PA/88P/168PA
- AVR532: Migrating from ATmega48/88/168 to ATmega48A/88A/168A
- AN2519: AVR Microcontroller Hardware Design Considerations
- AT12615: Getting Started with ATmega48PB/88PB/ 168PB
- AVR040: EMC Design Considerations
- AVR053: Calibration of the internal RC oscillator
- AVR140: ATmega48/88/168 family run-time calibration of the Internal RC oscillator for LIN applications
- AVR910: In-System Programming
- AVR4013: picoPower Basics
- AVR4100: Selecting and testing 32kHz crystal oscillators for AVR microcontrollers
- AVR42787: AVR Software User Guide

查看相关附加文档，请参见： http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega168pb

或浏览我们的网页 www.microchip.com。

7. 版本历史

文档版本	日期	备注
A	2017 年 12 月	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、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、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、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、motorBench、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 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： 978-1-5224-3726-0

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、非易失性存储器及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。

全球销售及服务网点

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：1-480-792-7200 传真：1-480-792-7277 技术支持： http://www.microchip.com/support 网址： www.microchip.com **亚特兰大** 德卢斯，乔治亚州 电话：1-678-957-9614 传真：1-678-957-1455 **奥斯汀，德克萨斯州** 电话：1-512-257-3370 **波士顿** 韦斯特伯鲁，马萨诸塞州 电话：1-774-760-0087 传真：1-774-760-0088 **芝加哥** 艾塔斯卡，伊利诺伊州 电话：1-630-285-0071 传真：1-630-285-0075 **达拉斯** 艾迪生，德克萨斯州 电话：1-972-818-7423 传真：1-972-818-2924 **底特律** 诺维，密歇根州 电话：1-248-848-4000 **休斯敦，德克萨斯州** 电话：1-281-894-5983 **印第安纳波利斯** 诺布尔斯维尔，印第安纳州 电话：1-317-773-8323 传真：1-317-773-5453 电话：1-317-536-2380 **洛杉矶** 米申维耶霍，加利福尼亚州 电话：1-949-462-9523 传真：1-949-462-9608 电话：1-951-273-7800 **罗利，北卡罗来纳州** 电话：1-919-844-7510 **纽约，纽约州** 电话：1-631-435-6000 **圣何塞，加利福尼亚州** 电话：1-408-735-9110 电话：1-408-436-4270 **加拿大 - 多伦多** 电话：1-905-695-1980 传真：1-905-695-2078	**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 - 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 - 香港特别行政区** 电话：852-2943-5100 **中国 - 珠海** 电话：86-756-3210040 **台湾地区 - 高雄** 电话：886-7-213-7830 **台湾地区 - 台北** 电话：886-2-2508-8600 **台湾地区 - 新竹** 电话：886-3-577-8366	**澳大利亚 - 悉尼** 电话：61-2-9868-6733 **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 **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：49-7131-67-3636 **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 - 赖阿南纳** 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：47-7288-4388 **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