第 38 章 高 / 低压检测 （HLVD）

本章包括下列主题：

38.1 简介 38-2
38.2 控制寄存器 38-3
38.3 工作原理 38-6
38.4 应用 38-8
38.5 节能模式下的操作 38-9
38.6 各种复位的影响 38-9
38.7 相关应用笔记 38-10
38.8 版本历史 38-11

注： 本系列参考手册章节旨在用作对器件数据手册的补充。本手册章节可能并不适用于所有 PIC32 器件，具体取决于器件型号。

请参见当前器件数据手册中 **“高 / 低压检测 （High/Low-Voltage Detect， HLVD）”** 章节开头部分的注，以确定本文档是否支持您所使用的器件。

器件数据手册和系列参考手册章节可从 Microchip 网站下载：
http://www.microchip.com。

38.1 简介

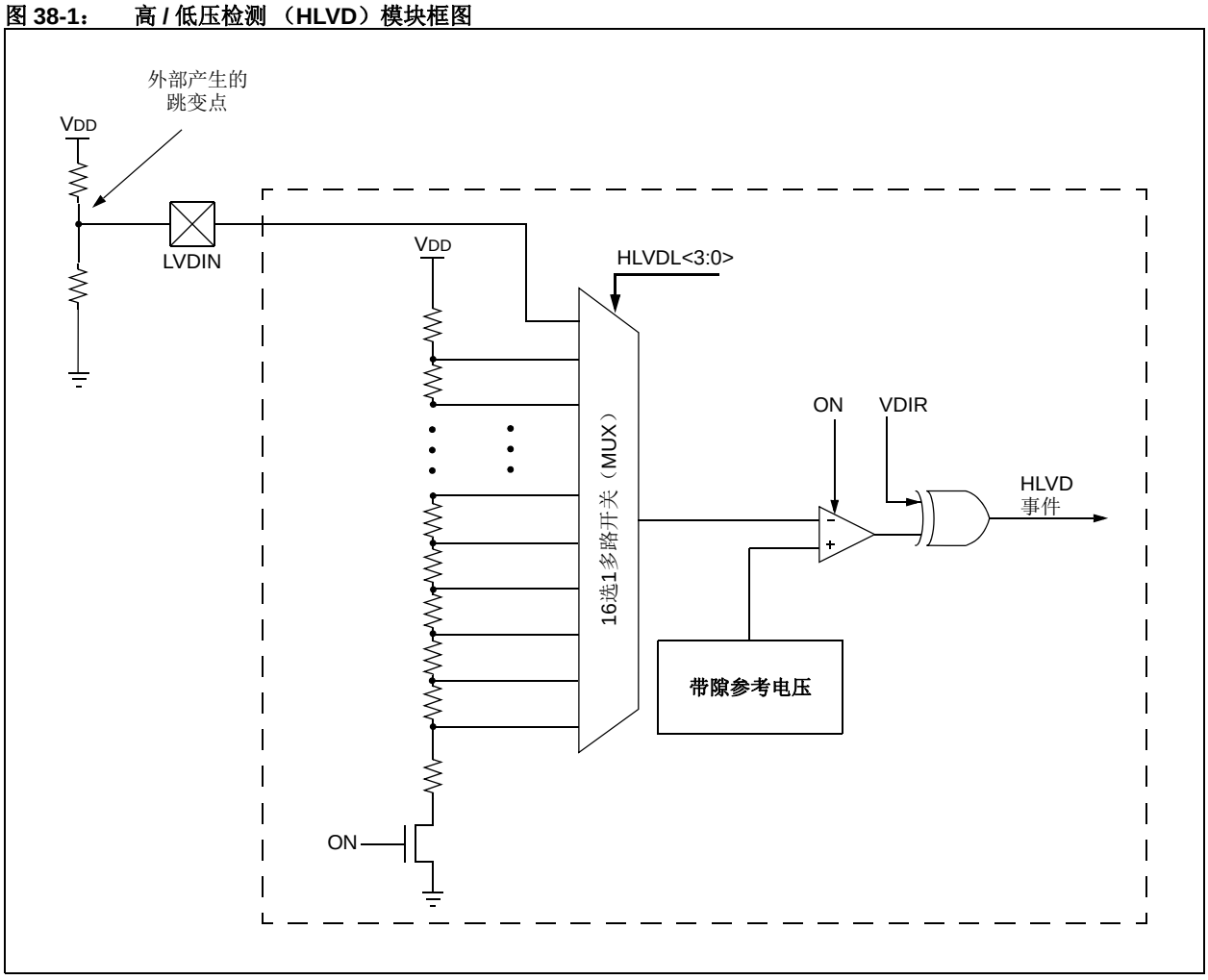
高/低压检测（HLVD）模块是一个可编程的电路，它允许用户指定器件的电压跳变点和变化方向。

HLVD 模块具有以下特性：

- 检测滞后
- 检测低到高或高到低的电压变化
- 产生不可屏蔽中断 （NMI）
- LVDIN 引脚提供外部电压跳变点

图 38-1 给出了 HLVD 模块的典型框图。

图 38-1： 高 / 低压检测 （HLVD）模块框图



 © 2018 Microchip Technology Inc.

38.2 控制寄存器

HLVD 操作使用以下特殊功能寄存器 （Special Function Register， SFR）进行控制：

- **HLVDCON：高 / 低压检测控制寄存器**

  此寄存器用于使能 HLVD 模块并与标志控制一起控制事件的跳变点和方向。

表 38-1 汇总了相关 HLVD 寄存器。汇总之后给出了一个相应的寄存器表，其中附有寄存器的详细说明。

表 38-1： 高 / 低压检测寄存器映射

寄存器名称	位范围	Bit															
		31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
HLVDCON	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	ON	—	SIDL	—	VDIR	BGVST	—	HLEVT	HLEVTOUTEN	—	—	—	HLVDL<3:0>			

寄存器 38-1： HLVDCON：高 / 低压检测控制寄存器

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	R/W-0	U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	r-1	R/W-0
	ON	—	SIDL	—	VDIR	BGVST	—	HLEVT
7:0	R/W-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	HLEVTOUTEN	—	—	—	HLVDL<3:0>(1)			

图注：	HS = 硬件置 1 位	HC = 硬件清零位	r = 保留位
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 31-16 **未实现：**读为 0

bit 15 **ON：**LVD 模块使能位
1 = 使能 LVD 模块
0 = 禁止 LVD 模块

bit 14 **未实现：**读为 0

bit 13 **SIDL：**空闲模式停止位
1 = 当器件进入空闲模式时， LVD 停止工作
0 = LVD 在空闲模式下继续工作

bit 12 **未实现：**读为 0

bit 11 **VDIR：**电压变化方向选择位
1 = 当电压等于或超过跳变点 （HLVDL<3:0>）时，事件发生
0 = 当电压等于或低于跳变点 （HLVDL<3:0>）时，事件发生

bit 10 **BGVST：**带隙参考电压稳定状态位
1 = 指示内部带隙参考电压稳定
0 = 指示内部带隙参考电压不稳定
禁止 HLVD 模块 （ON = 0）时，该位可读。

bit 9 **保留：**读为 1

bit 8 **HLEVT：**低压检测事件状态位
1 = 指示 LVD 事件中断有效
0 = 指示 LVD 事件中断无效

bit 7 **HLEVTOUTEN：**高 / 低压检测事件输出位
1 = 使能 HLVD 事件输出
0 = 禁止 HLVD 事件输出

注： 一旦此位设置为 1，就只能通过 ON （HLVD<15>）位或通过 HLVDMD 位禁止 / 使能 HLVD 模块进行清零。

bit 6-4 **未实现：**读为 0

注 1： 为了避免产生虚假的 LVD 事件，所有 LVD 模块设置更改都只能在该模块被禁止 （ON = 0）时进行。关于实际的跳变点，请参见具体器件数据手册中的 **“电气特性”**章节。

© 2018 Microchip Technology Inc.

寄存器 38-1： HLVDCON：高 / 低压检测控制寄存器 （续）

bit 3-0 **HLVDL<3:0>：**低压检测限制值选择位 **(1)**

1111 = 选择 LVDIN 上的模拟输入
1110 = 选择跳变点 14
1101 = 选择跳变点 13
1100 = 选择跳变点 12
1011 = 选择跳变点 11
1010 = 选择跳变点 10
1001 = 选择跳变点 9
1000 = 选择跳变点 8
0111 = 选择跳变点 7
0110 = 选择跳变点 6
0101 = 选择跳变点 5
0100 = 选择跳变点 4
0011 = 选择跳变点 3
0010 = 选择跳变点 2
0001 = 选择跳变点 1
0000 = 选择跳变点 0

注 1： 为了避免产生虚假的 LVD 事件，所有 LVD 模块设置更改都只能在该模块被禁止 （ON = 0）时进行。关于实际的跳变点，请参见具体器件数据手册中的 **“电气特性”** 章节。

38.3 工作原理

一些 PIC32 系列器件具有一个可编程高 / 低压检测 （High/Low-Voltage Detection， HLVD）电路。电路可以设定为在以所选方向超过 VDD 电压范围时产生中断。

使能 HLVD 模块后，比较器使用内部产生的参考电压作为设置点。将设置点的电压与跳变点电压作比较，其中电阻分压器中的每个节点均代表一个电压跳变点。“跳变点”电压是器件检测到高压或低压事件时的电压，它取决于该模块的配置。当供电电压等于跳变点电压时，电阻阵列的节点电压等于由参考电压模块产生的内部参考电压。然后比较器将产生中断信号。关于产生中断的更多信息，请参见具体器件数据手册中的 **“中断”** 章节。

跳变点电压可用软件编程，而且可以通过对 HLVDL<3:0> 位（HLVDCON<3:0>）编程进行选择。

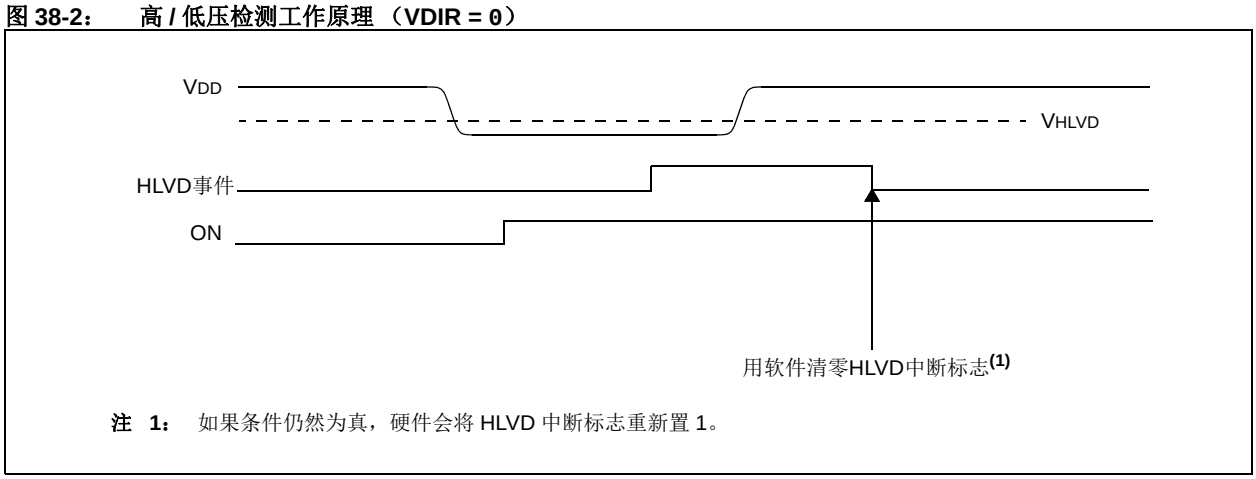
HLVD 模块还有一个额外的功能，允许用户通过外部电源向模块提供跳变电压。当 HLVDL<3:0> 位被设置为 1111 时，会使能该模式。在此状态下，比较器输入与外部输入引脚 LVDIN 复用。因此用户可以灵活地配置 HLVD 中断，使之可以在有效工作电压范围内的任何电压点上产生。

38.3.1 HLVD 设置

要设置 HLVD 模块，请遵循以下步骤：

1. 确保 HLVD 模块被禁止 （ON = 0）。
2. 将值写入 HLVDL<3:0> 位，选择所需的 HLVD 跳变点。
3. 将VDIR位设置为检测高压（VDIR = 1）或低压（VDIR = 0）。示例请参见图38-2和图38-2。
4. 通过将 ON 位置 1，使能 HLVD 模块。
5. 清零中断控制器中的 HLVD 中断标志，该标志可能被上次中断置 1。有关与 HLVD 中断相关的信息，请参见具体器件数据手册中的 **“中断”** 章节。
6. 如果需要中断，则使能 HLVD 中断。直到 BGVST 位（HLVDCON<10>）置 1 时才会发生中断。
7. 将 HLEVTOUTEN 位 （HLVDCON<7>）置 1。

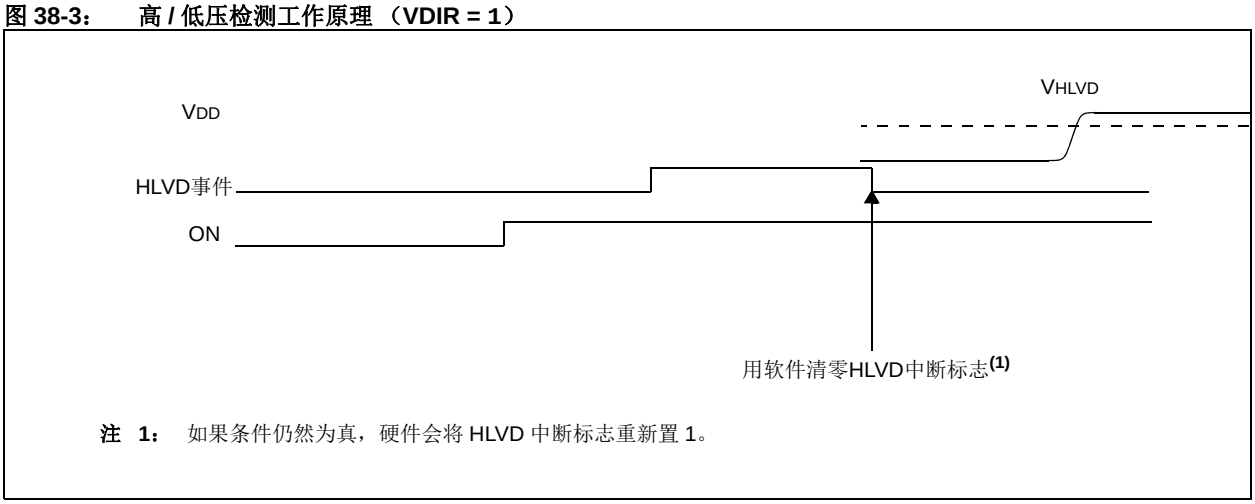
图 38-2： 高 / 低压检测工作原理 （VDIR = 0）



注 1： 如果条件仍然为真，硬件会将 HLVD 中断标志重新置 1。

© 2018 Microchip Technology Inc.

图 38-3： 高 / 低压检测工作原理 （VDIR = 1）

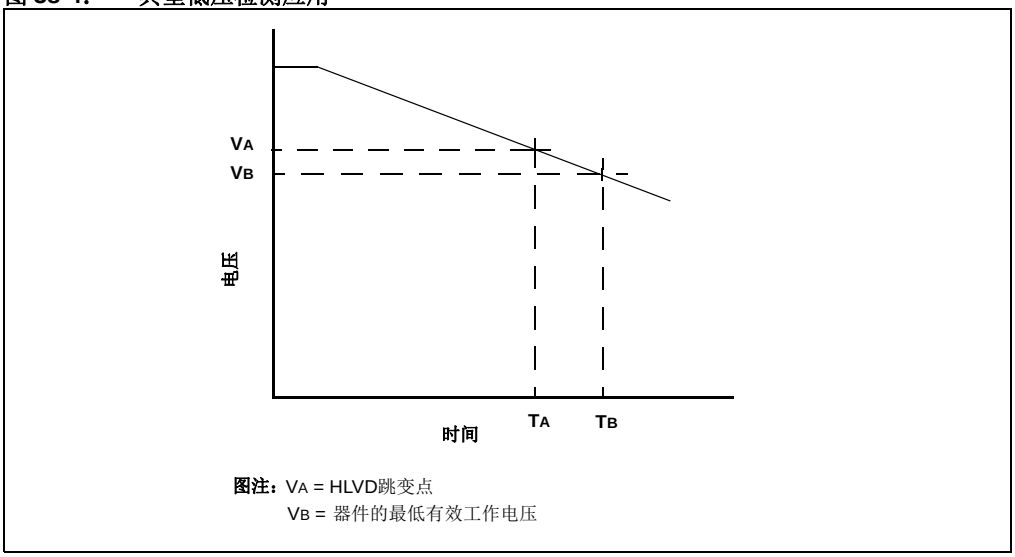


注 1： 如果条件仍然为真，硬件会将 HLVD 中断标志重新置 1。

38.4 应用

在许多应用中，当电压低于或高于某个门限值时，系统希望可以检测到该事件。例如，对于一般的电池应用，图 38-4 给出了一个可能的电压曲线。器件电压会随时间逐渐下降。当器件电压达到电压 VA 时， HLVD 逻辑电路会在时间 TA 产生中断。该中断将导致执行中断服务程序（Interrupt Service Routine， ISR），从而使应用程序能在器件电压退出有效工作范围（对应的时间为 TB）之前执行“日常任务”，并执行受控关闭。因此， HLVD 将会提供一个时间窗（表示为 TA 和 TB 的时间差）使应用程序能安全地退出。

图 38-4： 典型低压检测应用



图注： VA = HLVD跳变点
VB = 器件的最低有效工作电压

© 2018 Microchip Technology Inc.

38.5 节能模式下的操作

38.5.1 休眠模式

如果使能了 HLVD 电路，则其在休眠模式期间将继续工作。如果器件电压越过了跳变点， HLVD 中断标志将会被置 1 并且器件将从休眠模式中被唤醒。如果已经允许了全局中断，程序将跳转到中断向量地址处继续执行。

38.5.2 空闲模式

当器件进入空闲模式时， HLVD 时钟源保持工作，但 CPU 将停止执行代码。 SIDL 位（HLVDCON<13>）用于选择当器件进入空闲模式时 HLVD 模块是停止工作还是继续正常工作。

- 如果 SIDL = 1，则在空闲模式下模块将停止工作。在空闲模式下停止 （SIDL = 1）时，模块将执行与休眠模式相同的过程。
- 如果 SIDL = 0，则模块在空闲模式下继续工作。

38.5.3 调试模式

在调试模式下不会改变 HLVD 模块的行为。

38.6 各种复位的影响

38.6.1 器件复位 （$\overline{\text{MCLR}}$）

器件复位将强制所有寄存器进入复位状态。这会强制关闭 HLVD 模块。

38.6.2 上电复位

在发生上电复位时， HLVD 模块会被强制设为复位状态。这会强制关闭 HLVD 模块。

38.6.3 看门狗定时器复位

在看门狗定时器复位期间，HLVD 模块的行为与器件复位发生时相同，并执行 **38.6.1 “器件复位（MCLR）”** 中所述的相同复位操作。

38.7 相关应用笔记

本章节列出了与 HLVD 模块相关的应用笔记。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。当前与高 / 低压检测（HLVD）相关的应用笔记包括：

标题	应用笔记编号
目前没有相关的应用笔记。	N/A

注： 如需获取更多 PIC32 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）。

© 2018 Microchip Technology Inc.

38.8 版本历史

版本 A （2017 年 1 月）

这是本文档的初始版本。

注：

© 2018 Microchip Technology Inc.

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。

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，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。

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。

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。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-2380-5

全球销售及服务网点

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

初稿
© 2018 Microchip Technology Inc.