
32 位单片机晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP）

简介

晶圆级芯片尺寸封装（Wafer-Level Chip-Scale Package, WLCSP）的尺寸几乎与硅芯片相同，是业界最小的封装类型。在整个制造过程中，凸块加工、落球和测试均在晶圆级完成。完成上述各项工艺后，即可切割晶圆并直接包装出售（通常采用卷带式包装）。相比之下，基于引线框架的传统封装（如 QFP 和 QFN）则需要先切割晶圆，然后将芯片贴在引线框架上（先焊线，再封装到模塑化合物中，形成封装芯片）。接下来在封装硅芯片上进行测试，最终采用托盘式、管式或卷带式包装出售。

注：

1. 凸块加工是一种在硅芯片与焊球之间建立电气连接的高级工艺。
2. 落球是一种将焊球贴到带凸块硅芯片上的工艺。

WLCSP 的制造工艺本身不使用引线框架和模塑化合物，与基于引线框架的封装相比更容易损坏。因此，WLCSP 封装并不适合典型汽车和工业应用，但其小巧的尺寸备受智能手机、可穿戴设备、耳机和平板电脑配件（如触控笔）等空间受限型应用的青睐。Microchip 32 位 SAM 产品组合内的最小 WLCSP 封装是 SAMD11 Cortex® M0+ MCU，其引脚数为 20，尺寸为 1.9 mm x 2.4 mm。此外，高性能的 Cortex M4F 系列（包括 SAM D5x/E5x 和 SAMG5x 系列）也提供 WLCSP 封装。除了 WLCSP 封装之外，Microchip 还为其 32 位 PIC®和 SAM MCU 产品组合提供了基于引线框架的小型封装，这种封装十分稳健，可轻松装配在 PCB 上。其中包括 24 引脚 4 mm x 4 mm VQFN 封装和 32 引脚 5 mm x 5 mm VQFN 封装。在不同的空间受限型应用中，可能需要考虑高温、机械应力、处理和装配等问题，此时 VQFN 封装更为常用，是 WLCSP 封装的理想替代方案。为了帮助客户完成 WLCSP 封装的装配和表面贴装，本文档的后面章节提供了相关准则。

目录

简介.....	1
1. 自举程序.....	3
2. 编程.....	5
3. 订购指南.....	6
4. 包装、交付和表面贴装工艺（SMT）期间的 WLCSP 处理步骤.....	7
5. 返修.....	8
6. 表面贴装工艺（SMT）准则和 PCB 最佳实践.....	9
7. 参考资料.....	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. 自举程序

本章介绍包含预编程自举程序的 Microchip WLCSP 系列器件及其使用的协议和引脚分配详细信息，并提供支持自举程序的非 WLCSP 系列器件的详细信息。

自举程序库可用于升级目标器件上的固件，无需外部编程器或调试器。

自举程序是触发器件开始运行的小型应用程序。自举程序无法完全运行器件，但可在启动主应用程序前执行以下功能：

- 固件升级
- 应用程序完整性
- 启动应用程序

下表列出了包含出厂编程自举程序的 WLCSP 系列器件。

表 1-1. WLCSP 系列器件列表

系列	应用笔记	协议	备注
SAMD1x	—	UART	—
SAMD20	AT09002	I ² C/SPI	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序
SAMD21	AT09002	I ² C/SPI	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序
SAMC2x	AT09002	UART/I ² C	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序
SAML1x	—	UART	—
SAML21	AT09002	I ² C/SPI	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序
SAML22	AT09002	I ² C/SPI	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序
SAMD5x/E5x	—	UART	—
SAMG5x	AT09002	I ² C	AT09002 SAM I ² C——SPI 自举程序

注：WLCSP 器件包含出厂编程的自举程序。欲了解更多信息，请联系当地的 Microchip 销售办事处。

硬件引脚配置

下表列出了 WLCSP 自举程序的 I²C 和 SPI 引脚配置。

表 1-2. I²C 和 SPI 引脚配置

引脚说明	SAML21	SAML22	SAMD1x	SAMD20	SAMD21	SAMC2x	SAMG5x
复位	RESETN	RESETN	RESETN	PB12	RESETN	RESETN	RESETN
SDA	PA08	PA12	PA06	PA08	PA08	PA22	PA03
SCL	PA11	PA13	PA05	PA09	PA11	PA23	PA04
MISO	PA08	PA12	PA06	PA08	PA08	-	PA12
MOSI	PA11	PA15	PA05	PA18	PA11	-	PA13
SCK	PA09	PA13	PA07	PA09	PA09	-	PA14

..... (续)							
引脚说明	SAML21	SAML22	SAMD1x	SAMD20	SAMD21	SAMC2x	SAMG5x
握手引脚	PA27	PA16	PA14	PB13	PA14	-	PA01
CS	PA10	PA14	PA04	PA17	PA10	-	PA11

下表列出了 WLCSP 自举程序的 UART 引脚配置。

表 1-3. UART 引脚配置

器件	UART TX	UART RX	进入
SAMC2x	PA22	PA23	PA19
SAML1x	PA22	PA12	PA19
SAMD5x	PB12	PB13	PA27

注：

1. 自举程序进入引脚低电平有效，其值在自举程序开始执行时进行采样。尽管内部上拉电阻在采样引脚前已使能，仍建议从外部上拉自举程序进入引脚以提高抗噪声能力。
2. 该自举程序使用的 UART 设置为 115200 8N1。
3. 该自举程序支持 UART 波特率自动调节。当主机无法设置确切的波特率值时，该功能特别实用。可在运行过程中的任一时刻启动自动调节。要执行自动调节，主机必须发送中断信号（至少 11 位低电平），后跟字符 0x55。该请求将没有响应。

下表列出了包含出厂编程自举程序的非 WLCSP 系列器件。

表 1-4. 包含出厂编程自举程序的非 WLCSP 系列器件

系列	协议	备注
SAM4S/ SAM4E/ SAM4C/ SAM3x	UART/USB	16 kB ROM 包含嵌入式自举程序（UART 和 USB）以及 IAP 程序。
SAM E70/S70/V70/V71	UART/USB	16 kB ROM 包含嵌入式自举程序（UART 和 USB）以及 IAP 程序。

可选择以下方式编程自举程序：

- Microchip 晶圆级预编程（快速编程）
- Microchip 板外编程（Microchip DIRECT 编程服务）
- 客户板上编程
- 客户板外编程

自举程序使用方法：

- 欲了解自举程序库的工作模式，请访问 <https://github.com/Microchip-MPLAB-Harmony/bootloader>。

2. 编程

Microchip WLCSP 器件支持在晶圆级或封装级预编程客户代码。当订购这款器件的客户要求在晶圆级进行快速编程（Quick Time Programming, QTP）时，可以使器件采用客户定制的引脚布局。若要在封装级进行编程，客户可通过上传十六进制代码到 Microchip DIRECT 编程服务来使用该服务。

3. 订购指南

Microchip 32 位 SAM MCU 提供的 WLCSP 封装有 -40°C 至 85°C 和 -40°C 至 105°C 两种温度版本。这两种版本均不支持取消订单和退货。客户要求供货日期 (Customer Requested Date, CRD) 不能延后, 但可以提前。出于生产目的而订购 WLCSP 时必须达到最小起订量 (Minimum Orderable Quantity, MoQ), MoQ 取决于产品系列 (10,000 件至 85,000 件不等)。如果是出于试生产或评估目的, 则需获得批准才能订购低于 MoQ 的数量。如需订购低于 MoQ 的数量, 请联系当地的 Microchip 销售办事处了解相关信息。

4. 包装、交付和表面贴装工艺（SMT）期间的 WLCSP 处理步骤

以下信息详细介绍了从防潮袋（Moisture Barrier Bag, MBB）中取出用于表面贴装应用的 WLCSP 产品时必须遵循的处理步骤。遵循这些处理准则将确保元件保持交付前的干燥状态，从而减少封装破损以及与潮湿有关的应力引起的其他问题（可能与表面贴装工艺有关）。避免用镊子夹取器件，否则可能会造成芯片破损。

1. 收货检查：

收货时应检查 MBB 是否完好无损。不得有任何会暴露内容物或 MBB 内层的孔洞、凿痕、撕裂或穿孔。

2. 储存条件/保存期限：

按照 JEDEC 规范 J-STD-033 储存 MSL-1 器件时，无保存期限。

3. 打开 MBB：

打开 MBB 时，应从顶部剪开，注意不要损坏内容物。打开 MBB 后，应遵循下面部分中的环境暴露时间准则，以确保器件保持在临界湿度以下。

4. 制造条件/车间寿命

Microchip 的表面贴装元件分为多个潮湿敏感度等级，MBB 上的标签会列出潮湿敏感度等级和允许的车间寿命。Microchip 建议，在打开 MBB 后，应尽快在 MBB 标签上标出的车间寿命内对袋中的元件进行表面贴装和回流焊。车间寿命基于制造环境，即不超过 30°C/60% RH 且回流焊期间的元件主体最高温度为 260°C。如果无法在车间寿命内安装元件，应立即将其置于储存环境下（根据 J-STD-033 规范），或尽快放回 MBB 中密封起来。

5. 重新密封 MBB：

如果用户需要重新密封 MBB（无论出于何种原因），Microchip 建议遵循以下准则，以确保 MBB 在密封后可阻止水分进入。当处于 JEDEC J-STD-033 规范中规定的负载和温度条件时，密封区域不得存在任何缝隙。务必确保密封完好，这对于器件的保存期限至关重要。

5. 返修

对于 PCB 返修期间拆下的 WLCSP 器件，除非在后续故障分析（Failure Analysis, FA）工作需要使用，否则不得在最终装配中重复使用。

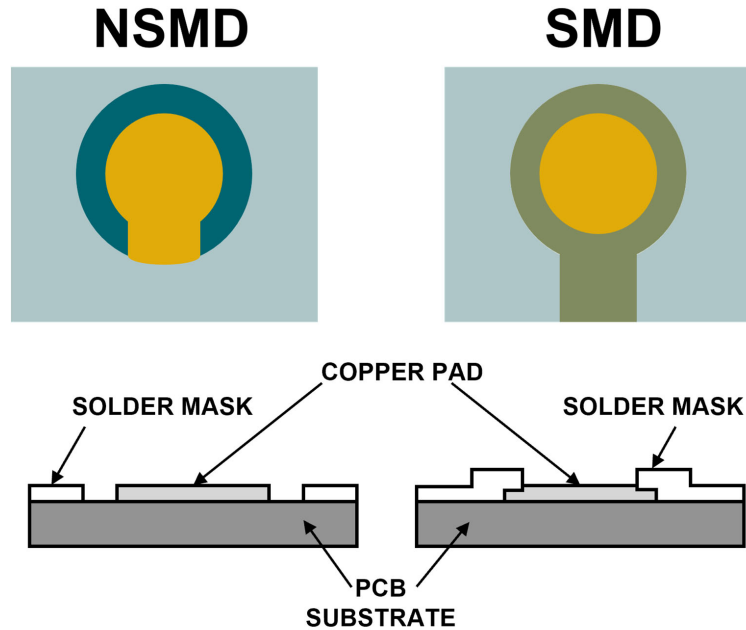
WLCSP 的返修过程与 BGA 类型封装的返修过程类似。返修过程应遵循以下步骤：

- **拆除器件：**应从电路板上拆下故障器件，具体方法是在元件顶部喷热空气，在元件底部加热 PCB。如果 FA 工作无需使用拆下的故障器件，则将其丢弃。
- **清洁 PCB：**PCB 焊盘区域必须清洁干净，以便贴装新元件。可使用脱焊系统或搭配使用烙铁和吸锡线有效去除残余焊料，而不会损坏阻焊材料和焊盘。注意温度不得超过 245°C，否则 PCB 上的铜焊盘可能剥落。
- **沉积焊膏：**应使用厚度与孔径开口与生产钢网相同的迷你钢网沉积焊膏。必须检查印刷焊膏以确保放置器件前沉积的焊膏均匀、充足。
- **放置器件：**应使用具有真空吸嘴和视觉系统的 WLCSP 返修工作站来挑选新的 WLCSP 器件，然后将其准确对准并置于相应位置。
- **返修回流焊：**之后，使用与生产回流焊曲线类似的温度曲线将更换的 WLCSP 元件焊接到 PCB 上。WLCSP 返修工作站通常具有可编程的回流焊曲线，可供指定器件选择。

6. 表面贴装工艺（SMT）准则和 PCB 最佳实践

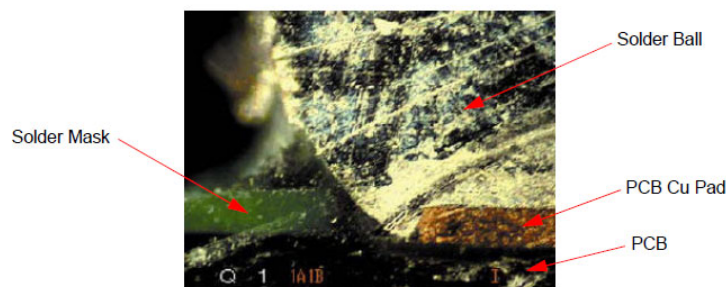
WLCSP 属于表面贴装，通过底部焊球进行外部连接。所有 WLCSP 的焊盘布局设计均基于 IPC-7351 和 IPC-7095 标准。建议所有电路板焊盘均采用非阻焊定义（Non Solder Mask Defined, NSMD）焊盘设计，如下图所示。

图 6-1. NSMD 和 SMD 电路板焊盘定义



NSMD 电路板焊盘配置的焊接点比 SMD 电路板焊盘配置更稳健，因为 NSMD 配置中的焊料可润湿铜焊盘的两面，从而提高 WLCSP 封装与 PCB 焊盘之间的焊接点的强度。在 SMD 焊盘中，阻焊层的边缘可在焊球底部产生应力，进而可能导致焊接点破裂。NSMD 需要通过定义的铜区域（而非通过阻焊层）确定焊盘上的焊料润湿区域。这是一项优势，因为铜蚀刻工艺相比阻焊层涂覆工艺具有更严格的控制。此外，NSMD 设计中较小的焊盘尺寸还可为 PCB 上的紧密间距布线提供更多空间。

图 6-2. NSMD 焊接点横截面



为实现最佳的可靠性、处理过程和性能，PCB 设计过程中需要注意 WLCSP 器件的尺寸。典型焊盘布局信息示例如下图所示。此外，用户在设计 PCB 电路板时必须考虑以下规则：

- 最佳可靠性结果在 PCB 层压玻璃转换温度高于目标应用工作范围时获得。
- 建议无铅焊接设备不要进行镍/金表面抛光。有机助焊保护剂（Organic Solderability Preservative, OSP）表面抛光将实现卓越的可靠性。
- 在 NSMD 焊盘阻焊层开口内的外露区域，远离 PCB 焊盘布设的铜走线的宽度应小于 100 μm （最好为 75 μm ）。如果走线宽度大于 100 μm ，将导致器件失衡，进而影响焊接点的可靠性。
- 远离 WLCSP 器件布设的走线应在“X”和“Y”方向上保持平衡，以避免因焊料润湿力不平衡而导致元件意外移动。

- 免清洗焊膏。

图 6-3. 典型 WLCSP PCB 焊盘布局

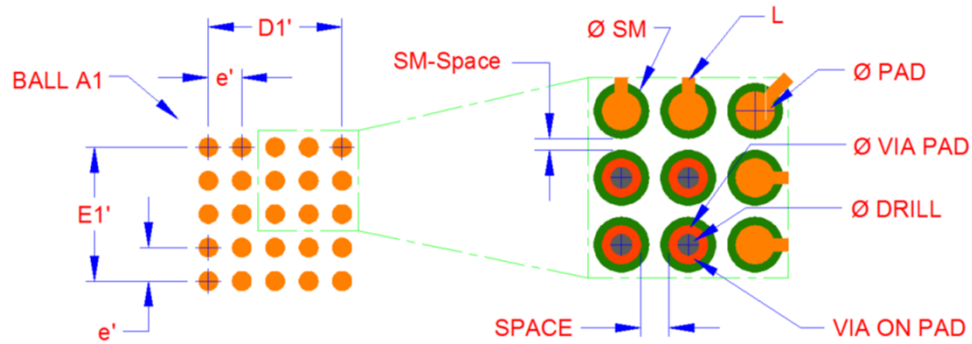


表 6-1. 焊盘布局符号和尺寸

符号	最小值	标称值	最大值
D1' / E1'		1.600	
e'		0.400	
ØPAD	0.200	0.230	—
ØSM	0.300	0.330	—
走线宽度 (L)	—	0.075	—
SPACE (铜到铜)	—	0.170	—
SM-Space	—	0.070	—
ØVIA PAD	0.200	0.230	—
ØDRILL	0.100	0.125	—

注:

1. 要获取每个 WLCSP 的 PCB 焊盘布局准则和尺寸信息，请访问 www.microchip.com/Packaging。
2. 该 PCB 焊盘布局中的信息仅供参考。要优化元件安装过程，在定义最终 PCB 焊盘布局时必须考虑最终用户布局和设计、产品特定应用以及实际经验等其他因素。

回流焊和温度曲线

对于所有 SMT 元件而言，务必在所有全新电路板设计中监视炉温度曲线。此外，如果电路板上有多于一个封装类型，必须在多个位置测量温度曲线。元件温度可能因周围元件、器件在电路板上的位置以及封装密度而异。为了最大程度地提高 WLCSP 元件的自对准能力，建议不要超过针对焊膏指定的最大回流焊温度。

Microchip 建议用户遵循行业规范 IPC-7095 和 J-STD-020 的准则，针对给定电路板上的无铅 WLCSP 元件绘制最优回流焊曲线。

7. 参考资料

以下文档仅供参考。有关更多信息，请访问 [Microchip 网站](#)或联系当地的 Microchip 销售代表。

- 有关 Microchip 封装的更多信息，请访问：
www.microchip.com/packaging
- 有关 QTP 过程的更多信息，请访问：
www.microchip.com/QTP
- 有关 Microchip DIRECT 编程服务的更多信息，请访问：
www.microchipdirect.com/programming
- WLCSP 封装应用笔记：
ww1.microchip.com/downloads/cn/AppNotes/cn584848.pdf
- Atmel AVR211: 晶圆级芯片尺寸封装：
ww1.microchip.com/downloads/en/Appnotes/doc42007.pdf
- Microchip 统一自举程序：
www.microchip.com/promo/unified-bootloaders
- 封装图：
www.microchip.com/en-us/support/package-drawings
- MPLAB® Harmony v3 自举程序：
github.com/Microchip-MPLAB-Harmony/bootloader

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 产品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：在正常使用且符合工作规范的情况下，Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为，这种行为可能会违反《数字千年版权法案》(Digital Millennium Copyright Act)。
- 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。

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。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品，包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为为您提供便利，将来可能会发生更新。如需额外的支持，请联系当地的 Microchip 销售办事处，或访问 <https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-supportservices>。

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、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、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、Liberio、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime 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、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、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、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、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。

© 2022, Microchip Technology Incorporated 及其子公司版权所有。

ISBN: 978-1-6683-0572-0

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	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 - 海尔布隆 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
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 诺布尔斯特维尔, 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			