

简介

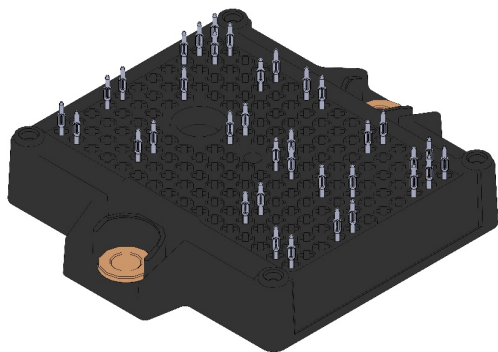
本应用笔记针对如何正确将 BZPACK 压接功率模块连接到印制电路板（Printed Circuit Board, PCB）以及如何正确将这些无基板功率模块安装到散热器上提供相关建议。请遵循这些安装说明进行操作，以确保正确实现电气连接并限制热应力和机械应力。

BZPACK 压接引脚技术是一种无焊接连接方法，可提供可靠的机械和电气连接，支持将模块安装在 PCB 的两侧。本应用笔记仅涵盖典型应用的一般安装和装配说明。用户须根据自身的工作条件来详细验证是否满足安装要求。

图 1. BZ1 功率模块



图 2. BZ2 功率模块



目录

简介.....	1
1. PCB 要求.....	3
2. 在模块引脚附近安装元件.....	4
3. 将 BZPACK 模块的压接引脚压入 PCB.....	5
4. 自攻螺钉.....	7
5. 散热器指南.....	8
5.1. 热界面材料 (TIM) 的涂敷.....	8
5.2. 将功率模块安装到散热器上.....	8
6. 从 PCB 中拔出压接引脚.....	9
7. 结论.....	10
8. 版本历史.....	11
Microchip 信息.....	12
商标.....	12
法律声明.....	12
Microchip 器件代码保护功能.....	12

1. PCB 要求

压接技术已按照 IEC60352-5 标准，并结合表 1-1 中所列的 PCB 要求完成测试与认证。该技术适用于采用化学镀锡层的 FR4 PCB 材料。如果使用其他 PCB 材料、制造工艺或电路板厚度，则由最终用户负责评估、审核和认证这些变更，以确保兼容性和性能。

图 1-1. 推荐 PCB 和压接引脚孔结构示意图

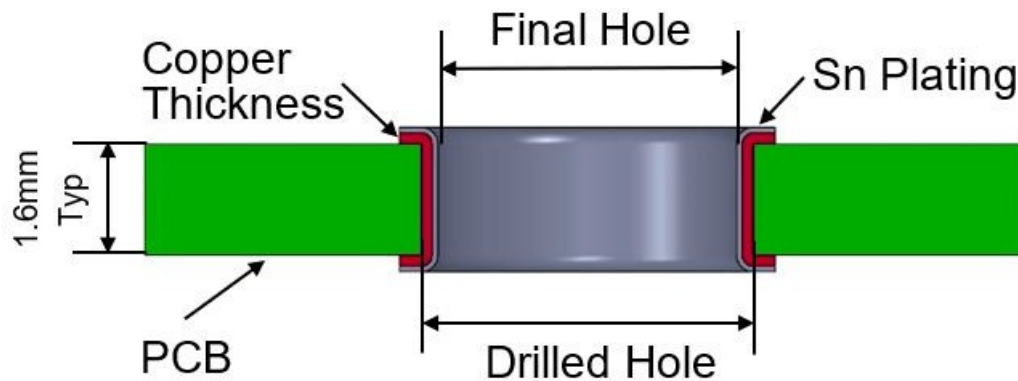


表 1-1. PCB 要求

参数	最小值	典型值	最大值	单位
钻孔直径	1.12	1.15	—	mm
最终孔径	1	—	1.09	mm
孔内铜厚度	25	—	50	μm
孔内镀锡层	—	—	15	μm
电路板铜走线厚度	35	70-105	400	μm
PCB 厚度	—	1.6	—	mm
环形圈厚度	200	—	—	μm

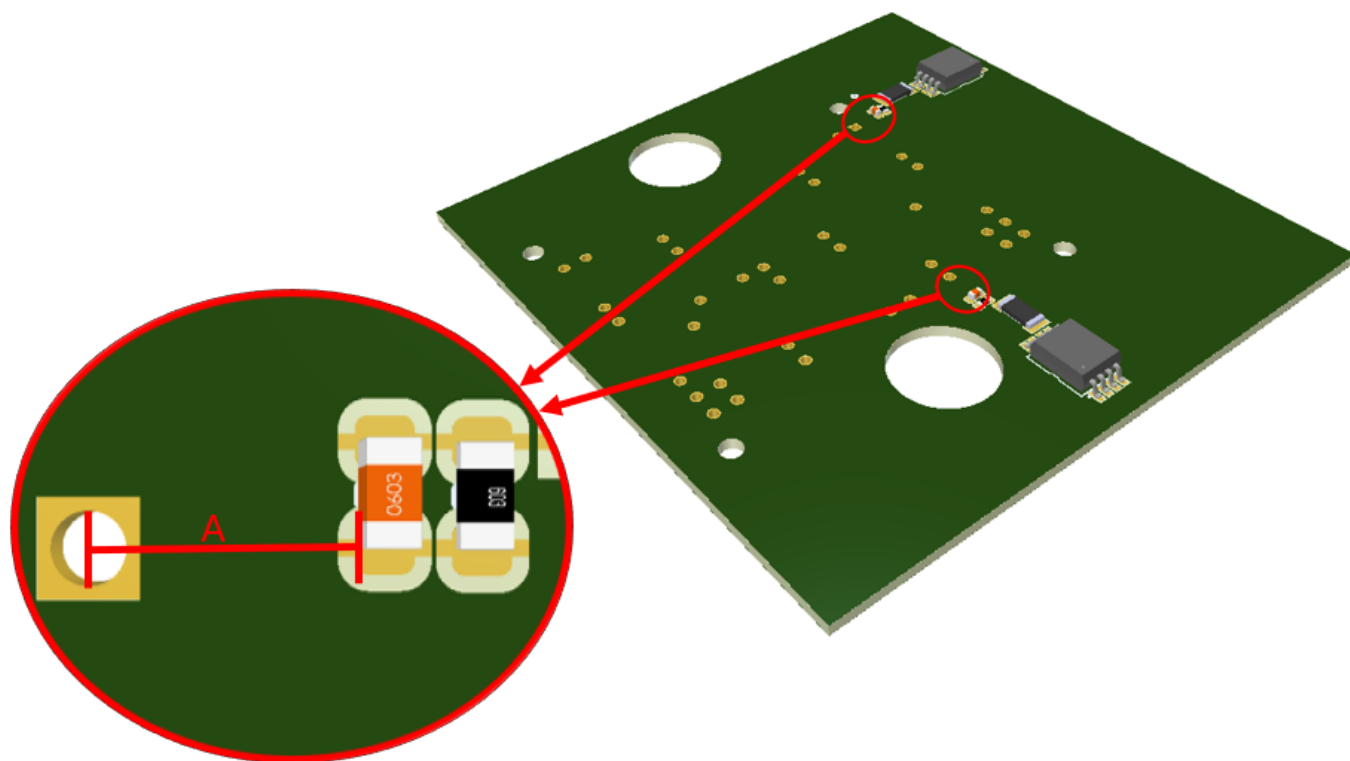
2. 在模块引脚附近安装元件

在压接引脚附近摆放表面贴装元件时，必须遵循特定的设计准则，以保证生产顺利并防止引脚压入过程中可能造成的损坏。SMD 电容对机械应力尤为敏感，设计阶段务必为这些元件预留足够的间隙。

Microchip 建议，压接引脚中心与 PCB 顶层或底层上邻近元件的边缘之间至少留出 4 mm（即参数 A）的间隙。这 4 mm 的间隙能让压接工具在压入或拔出压接引脚时有足够的操作空间，从而避免损坏邻近元件。此外，该间隙也足以保证压入或拔出过程中 PCB 所受的机械应力不会使邻近的焊点开裂。

由于需要使用安装螺钉将功率模块固定到散热器上，因此必须在 PCB 上开设相应的孔。这两个孔必须在 PCB 孔径的标准容差范围内，大小足以让螺钉头和垫圈顺利穿过。

图 2-1. 元件与引脚中心之间的距离



3. 将 BZPACK 模块的压接引脚压入 PCB

正确安装后，压接引脚通过冷焊连接在 PCB 与模块之间形成机械和电气连接。必须对压入过程进行管控，确保其具有可重复性。市面上有多种压接设备能够满足压接 PCB 安装的要求。无论压接设备是手动、半自动还是全自动，用户都必须自行确保 PCB 安装过程完善、可靠且可重复。建议选用能监测压入力与压入距离的压接设备。此外，建议为压接工具配备螺柱，以精确保持 PCB 与模块之间的安装距离。在 PCB 与模块顶部之间保持适当的距离可确保压接引脚与 PCB 完全啮合，从而实现最牢固的连接。

表 3-1. 压入要求

参数	最小值	典型值	最大值	单位
单引脚压入力	60	—	119	N
压入速度	25	100	450	mm/min
PCB 与模块之间的间隙	—	350	—	μm

图 3-1 给出了将模块插入 PCB 的一般安装示意图。

- PCB 放置在下压接工具上。借助下压接工具上的四个定位销以及上压接工具上的定位柱精确定位 PCB
- 根据模块的引脚分配和定位销将模块安装到 PCB 上
- 确保 PCB、BZPACK 模块以及工具在两个水平轴上平行对齐
- 设备随后施加向下的力，将压接引脚压入 PCB。当模块引脚宽段居中卡住 PCB 时，即表示模块已正确插入，请参见图 3-2。
- 图 3-3 给出了压接引脚在压入过程中力与距离的典型关系曲线。实际曲线可能因 PCB 规范、封装布局和压入速度等多种因素而有所不同。
- PCB 与模块之间应保持约 350 μm 的间隙。应确保压入过程完成后，两者不会直接接触。请参见图 3-2。

建议使用自动化压入设备，保证压入力与速度保持在可接受范围内，并确保这套安装流程能够重复用于每个模块。

图 3-1. 压接工具示意图及合适间距

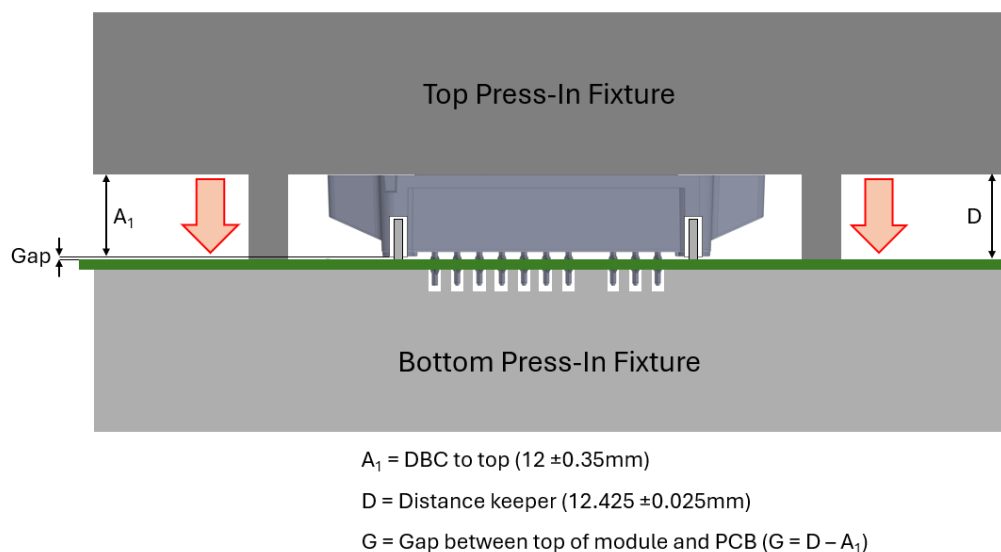


图 3-2. 垂直间距和层叠结构的详细视图

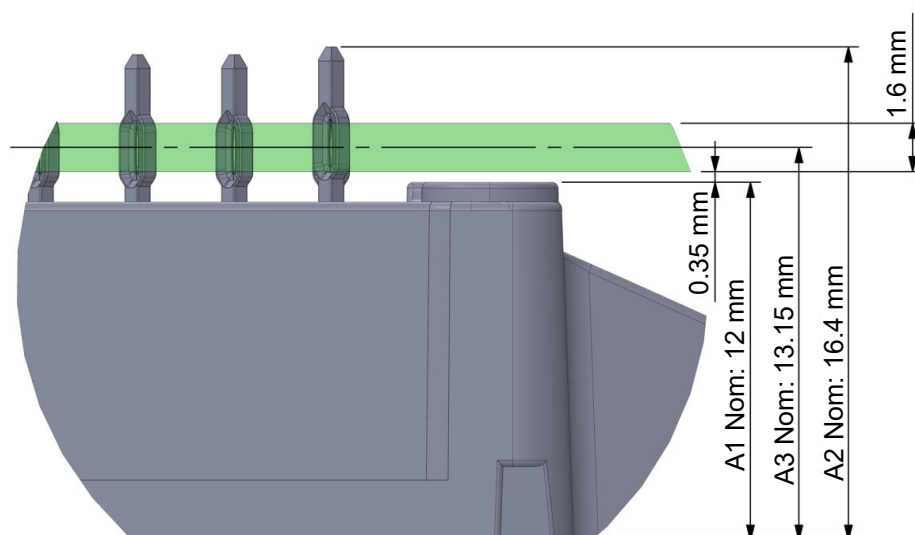
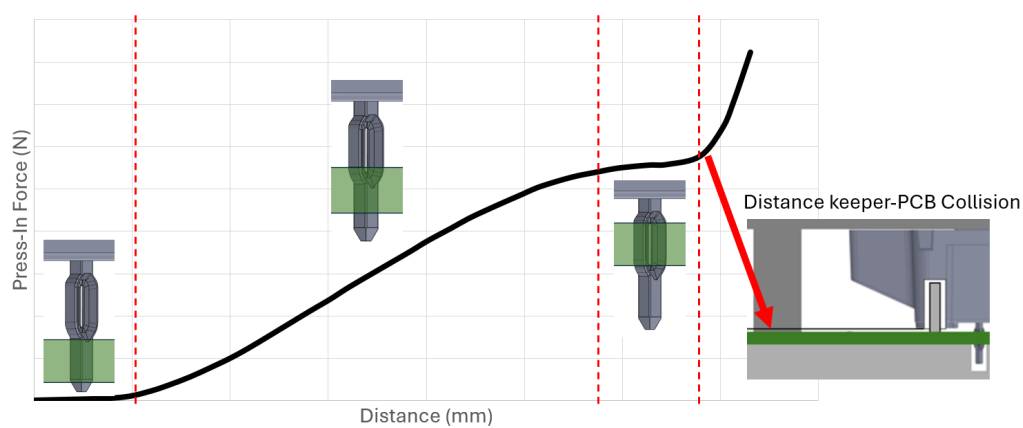


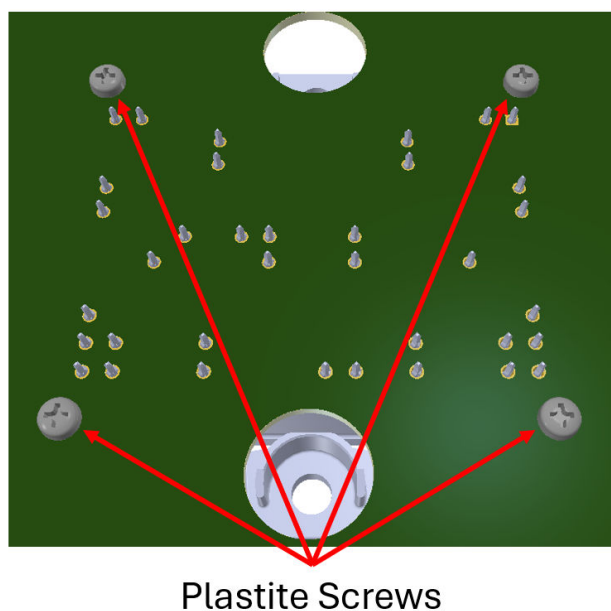
图 3-3. 压入曲线：力与距离



4. 自攻螺钉

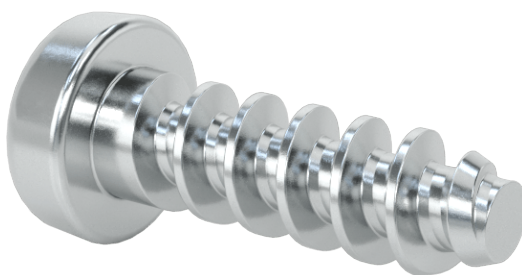
压入过程完成后，可在模块的四个角使用紧固件进行机械加固，以增强 PCB 与模块之间的压接连接。这在强振动环境中尤为实用。

图 4-1. 位于螺柱上的自攻螺钉



为进行机械加固，Microchip 推荐使用标称直径 2.5 mm 的自攻螺钉，这类螺钉专为塑料及其他低密度材料设计。螺钉的最终长度应根据 PCB 厚度来确定，需保证螺钉旋入模块的深度至少 4 mm，但不超过 8 mm。因此，对于大多数应用，建议使用长度为 8 mm（0.32 英寸）的 M2.5 螺钉。推荐的最大安装扭矩为 0.6 N·m（5.3 lb-in）。紧固螺钉后，请再次确认塑料螺柱是否完好无损。在自攻过程中，应保持垂直插入角度，缓慢而精确地旋转，防止出现横向偏移。

图 4-2. 适用于塑料的 M2.5 自攻螺钉示例



5. 散热器指南

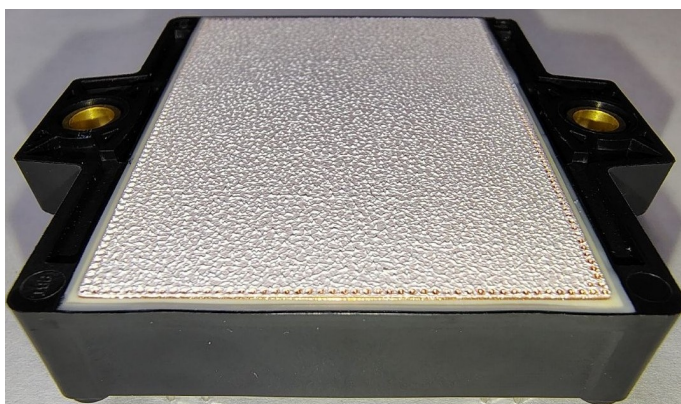
将功率模块基板正确安装到散热器才能确保良好的散热性。散热器与功率模块的接触表面必须平整、无污垢、无腐蚀或损伤，这样既能避免安装过程中产生机械应力，也能最大程度地降低热阻。

注：建议平面度在连续 100 mm 范围内小于 50 μm ，表面粗糙度（Rz）小于 10 μm 。

5.1. 热界面材料（TIM）的涂敷

必须在功率模块与散热器之间涂覆一层薄而均匀的热界面材料（Thermal Interface Material, TIM），以最大程度地降低 DBC 与散热器之间的热阻。Microchip 建议采用可重复的丝网印刷工艺来涂敷 TIM，以确保沉积均匀，并使散热器上的 TIM 厚度至少达到所需的最小值。对于 Al_2O_3 基板，建议最小值为 80 μm ；对于 AlN 基板，建议最小值为 40 μm 。

图 5-1. 装配前涂敷在散热器上的 TIM



此外，Microchip 还提供已预先涂敷好 TIM 的 BZPACK 压接功率模块型号，所采用的样式既能优化 TIM 分布，又能简化装配过程。

5.2. 将功率模块安装到散热器上

将功率模块放在散热器上方并对齐安装孔。轻轻施加一点压力，让模块与散热器贴合。将带有锁紧垫圈和平垫圈的 M4 螺钉拧入每个安装孔中。或者，也可以使用 #8 螺钉代替 M4 螺钉。

首先，旋入安装螺钉，直到与散热器上的螺纹啮合为止，但此时不要拧紧第一颗螺钉。两颗螺钉都插入并啮合后，交替拧紧，每颗螺钉来回各拧 2 到 4 次，直至达到所需的最终扭矩值（关于允许的最大扭矩，请参见 *产品数据手册*）。通过交替拧紧两侧，可以避免模块下方的 TIM 分布不均。Microchip 建议使用扭矩螺丝刀来完成此操作。如有必要，可在三小时后（待 TIM 完全稳定）再次检查螺钉扭矩并重新拧紧。

拧紧紧固件后，应在散热器上功率模块的四周看到一圈均匀且轻微溢出的 TIM。这表明 TIM 涂敷量合适，紧固件松紧适中。如果这圈 TIM 太厚、太薄或分布不均，则说明 TIM 涂敷或安装过程可能不正确。完成安装后，模块底面必须被 TIM 完全覆盖。

6. 从 PCB 中拔出压接引脚

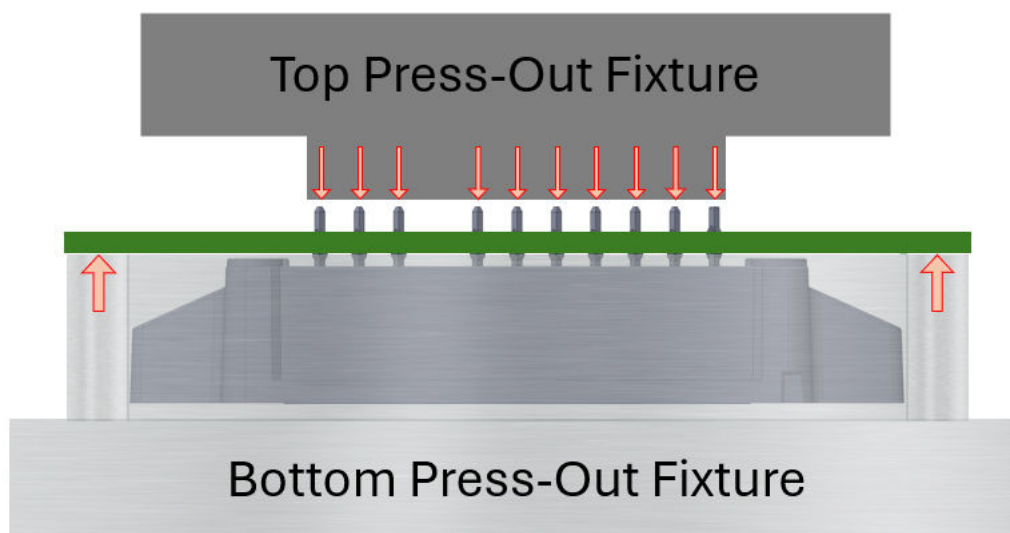
以下是从 PCB 上拆除模块的一般步骤。

1. 拧下并拆掉模块与 PCB 上的自攻螺钉
2. 将模块和 PCB 放在下拔出工具上，该工具会在模块周围施加均匀的压力，同时避免扰动 PCB 上的邻近元件
3. 设备向压接引脚施力，使模块与 PCB 分离

拔出过程可使用自动化设备完成。单引脚最小拔出力为 40N，推荐拔出速度为每分钟 12 次。

从 PCB 上拆下 BZPACK 模块后，如果需要重复使用 BZPACK 模块或 PCB，则必须采用直接焊接的方式将压接引脚焊接到 PCB 孔。

图 6-1. 拔出工具



7. 结论

本应用笔记针对 BZPACK 压接安装和拆卸过程提供了相关建议。按这些说明操作可确保实现最佳电气连接，并减轻 PCB 和功率模块所承受的机械应力，从而保障系统长期稳定运行。此外，为使功率芯片到散热部分的热阻降至最低，还必须遵循模块与散热器的安装要求。这些操作是确保系统具备最高可靠性的关键。

8. 版本历史

版本历史部分汇总了文档中所做的更改，并按照出版物版本从新到旧的顺序列出。

版本	日期	说明
A	2026 年 3 月	初始版本

Microchip 信息

商标

“Microchip”的名称和徽标组合、“M”徽标及其他名称、徽标和品牌均为 Microchip Technology Incorporated 或其关联公司和/或子公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标（“Microchip 商标”）。有关 Microchip 商标的信息，可访问 <https://www.microchip.com/en-us/about/legal-information/microchip-trademarks>。

ISBN: 979-8-3371-3362-1

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。以其他任何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您提供便利，将来可能会发生更新。您须自行确保应用符合您的规范。如需额外的支持，请联系当地的 Microchip 销售办事处，或访问 www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services。

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、偶然的或附带的损失、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。

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。