

简介

作者：Jim Boomer 和 Randy Yach——Microchip Technology Inc.

Microchip CryptoAuthentication™ 器件通常用于各类市场中的产品附件或产品生态系统管理。其中包括电池身份验证、一次性药盒身份验证或类似应用。在这些应用中，通常只需要在药盒上安装唯一的电子器件，即身份验证器件。为此，Microchip 针对 CryptoAuthentication 器件开发出了一种 3 引脚触点式封装，不再需要使用 PCB 板。这种封装的安装方式是将自身背面粘到需要进行身份验证的产品上，让外露焊盘朝外。之后，通过对压缩连接器或弹簧针施加机械压力与身份验证器件的电气触点相连接（即，非焊接式连接）。

将一个电子器件引入先前没有电子器件的制造环境，很可能会带来新的挑战。更具体地说，制造流程中将需要采取适当的静电放电（Electrostatic Discharge, ESD）控制措施。本应用笔记的第二部分侧重于了解 ESD 和 ESD 控制措施的基础知识。必须将本应用笔记视为 ESD 控制的入门指南。对于不太精通 ESD 控制的客户，建议与专家一同协作开发稳健的解决方案，以最大程度降低损害电子器件的可能性。

本应用笔记给出了关于对称和非对称 CryptoAuthentication 产品所提供的 3 引脚触点式封装选项的通用指南。¹

表 1. CryptoAuthentication 产品的 3 引脚触点式封装

器件名称	说明	状态
ATSHA204A	支持安全密钥存储和加密加速的通用对称密钥加密器件	生产中
ATECC608B	支持安全密钥存储和加密加速的通用非对称密钥加密器件	生产中

CAUTION

注：如需了解可采用 3 引脚触点式封装的其他产品，请联系 Microchip。

¹ ATECC108A 和 ATECC508A 器件也提供 3 引脚触点式封装，但不再推荐在新设计中使用这两款器件。

目录

简介.....	1
1. 3 引脚触点式封装.....	3
1.1. 封装基板支撑.....	3
1.2. 将封装粘到基板上.....	4
1.3. 连接器.....	5
2. 制造期间的 ESD 控制.....	7
2.1. ESD 基础知识.....	7
2.2. ESD 模型.....	7
2.3. 制造期间的 ESD 缓解.....	8
2.4. ESD 系统设计注意事项.....	8
3. 总结.....	10
4. 附录 A——封装图.....	11
5. 附录 B——粘合剂.....	13
6. 附录 C——压缩连接器示例.....	14
7. 附录 D——弹簧针连接器示例.....	16
Microchip 网站.....	18
产品变更通知服务.....	18
客户支持.....	18
Microchip 器件代码保护功能.....	18
法律声明.....	18
商标.....	19
质量管理体系.....	20
全球销售及服务网点.....	21

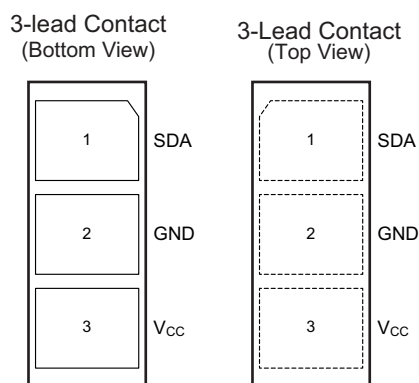
1. 3 引脚触点式封装

3 引脚触点式封装是一种相对独特的集成电路封装概念。封装触点通常焊接到 PCB 板上，但 3 引脚触点式封装并非如此。该封装的触点悬空，通过压缩连接器或弹簧针连接器来进行连接，背面则粘到组件上。有关该封装尺寸的详细信息，请参见 4. 附录 A——封装图。

标准用途

- 专用于可拆卸或一次性附件、模块或组件。
- 通过机械压力触点实现 IC 与主机系统之间的电气接触，从而对附件进行拆卸和更换。
- 与普通压缩连接器或弹簧针连接器配合使用（2 mm 间距）。

图 1-1. 触点式封装引脚分配



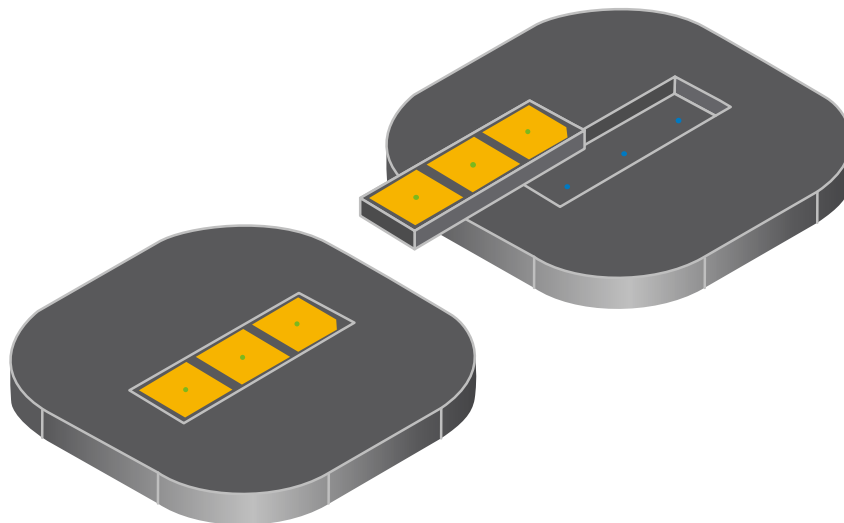
重要：图中所示的引脚分配适用于现有采用 3 引脚触点式封装的全部 CryptoAuthentication 器件。建议始终参照器件数据手册来验证封装引脚分配。

1.1 封装基板支撑

3 引脚触点式封装旨在永久粘到基板（电路板、框架和系统外壳等）上，以便为 IC 提供机械支撑，因为需要通过施加压力来进行电接触。

图 1-2 所示的贴装/嵌入（Embossed/Recessed）IC 插座仅用于举例，并非必需配置，但说明了 IC 需要适当的机械支撑才能确保在重复压力连接周期下长期可靠运行。

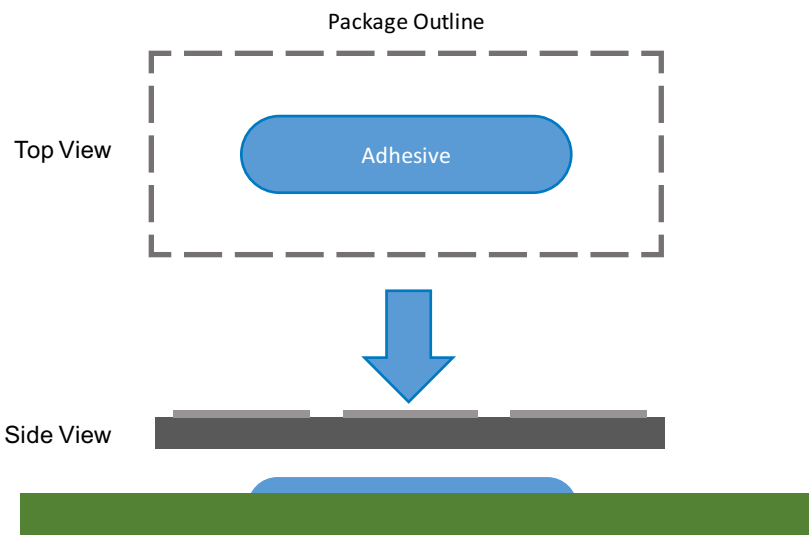
图 1-2. 贴装/嵌入（Embossed/Recessed）IC 插座示例



1.2 将封装粘到基板上

将 IC 粘到基板上时，需要根据目标系统中的机械和环境要求来选用合适的环氧树脂或粘合剂，不过大多数标准的环氧树脂或粘合剂都可以。粘合剂必须均匀涂抹到封装表面上，不要留出大片的空隙。下图给出了一个大概的示例。

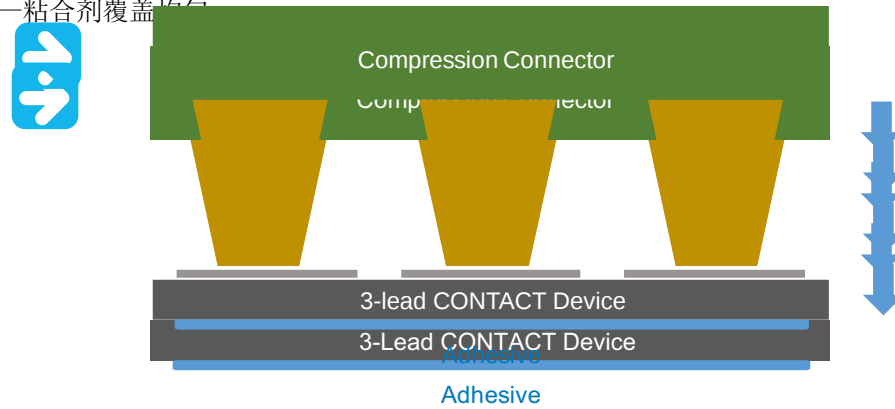
图 1-3. 粘合剂粘贴



涂抹多少粘合剂取决于粘合剂的属性，必须参考粘合剂供应商给出的相关应用笔记。为了在封装背面均匀覆盖 0.2 mm 的厚度，需要涂抹 3 mm³ 左右的粘合剂。均匀涂抹粘合剂可确保封装下面不会出现空隙，如下图所示：

Figure 2-2. CORRECT – Even Adhesive Coverage

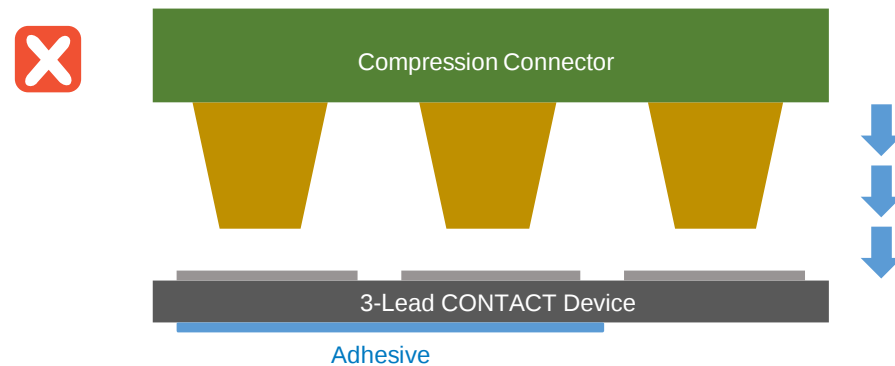
图 1-4. 正确——粘合剂覆盖均匀



If the deposition profile/pattern does not produce an even spread of adhesive, voids in the adhesive can result in stress on the package when under pressure with the compression connector. The below figure illustrates an example:

Figure 2-3. INCORRECT – Uneven Adhesive Coverage Causing Voids

图 1-5. 不正确——粘合剂覆盖不均匀，产生空隙



挑选粘合剂

挑选粘合剂时需要考虑许多因素，其中包括要粘合的材料、组件的存储和工作环境条件、环境法规以及粘合剂的性能。无法给出一般性的建议。有关本应用可接受的粘合剂的示例，请参见 5. 附录 B——粘合剂。

The 3-lead CONTACT package is intended to be used with 2mm pitch compression connectors. The connectors

3 Compression Connectors

1.3 连接器

- Molex 47615-020
- Molex 105040-001
- Molex 47275-001

压缩连接器

3 引脚触点式封装旨在与 2 mm 间距的压缩连接器配合使用。既可以使用现成的标准连接器，也可以针对给定应用定制连接器。该封装可以使用下列标准连接器或者具有相似尺寸和机械特性的连接器。

- AVX Corporation 9155-800
- Molex® 1050400001

有关这些压缩连接器的更多详细信息，请参见附录 C。

弹簧针连接器

除了压缩连接器之外，也可以使用弹簧针连接器来代替。弹簧针连接器是带有弹簧的连接器。弹簧针可以有不同的长度和宽度，以及不同的行程长度。在设计中，既可以采用单独的弹簧针，也可以采用三针连接器。弹簧针必须放置在 2 mm 中心处，这是最佳位置。

- Mill-Max Mfg. Corporation 3 引脚通孔连接器： 836-22-003-10-001101

- Preci-Dip 3 引脚表面贴装连接器：821-S1-003-30-015101

有关这些弹簧针连接器的更多详细信息，请参见[附录 D](#)。

弹簧针（取决于连接器）有时可以轻松更换，因此在制造环境中，可能会优先采用这种解决方案。弹簧针连接器各个针的长度可以不同，因此能够在制造环境中提供额外的灵活性，从而最大程度地减少 ESD 损害（见 [2.4. ESD 系统设计注意事项](#)）。

2. 制造期间的 ESD 控制

使用触点式封装时将面临独特的 ESD 挑战，因为它们未安装到 PCB 板上，从制造阶段开始一直到交付客户使用，所有阶段都可能暴露于一些充满挑战的 ESD 应力之下。以下各小节提供了关于可能面临的各种挑战以及潜在缓解方法的一些指导。

2.1 ESD 基础知识

ESD 事件是电荷在器件上积聚，然后通过某种导电路径放电的结果。ESD 缓解程序的目标是设法最大程度地减少电荷积聚，以及控制和引导放电路径。

在任何环境下正常处理和移动器件时，都可能导致电荷积聚到绝缘体或隔离导体上。电荷积聚方式有以下两种：摩擦生电或静电感应。

摩擦生电

当两种亲电性不同的材料紧密接触时，会导致电子从一种材料转移到另一种材料，这种现象称为摩擦生电。这两种材料相互接触时会形成弱键，随后彼此分开时会导致电子从一种材料转移到另一种材料上，最终一种材料带正电，另一种材料带负电。其中，因保留电子而带负电的材料具有更强的亲电性。有关不同材料的亲电性排名，请参见摩擦生电系列表格（[AlphaLab Inc. 摩擦生电系列表格](#)）

物体上储存的总电荷量取决于物体的尺寸及其相对于另一物体的亲电性强弱。

静电感应

当带电物体靠近导体时，将通过静电感应转移电荷。带电物体附近产生的电场将导致导体中的电荷不平衡。

如果金属物体接触处于上述状态的导体，将发生静电放电。如果随后将带电物体移开，将再次导致导体中的电荷不平衡，使其以相反的极性状态充电并易受其他静电放电的损害。

静电放电

以不同电位充电的两个物体接触时，将发生静电放电。ESD 事件的时间很短，大约不到 500 ns。超过该时长的瞬变通常归类为过度电性应力（Electrical Overstress, EOS）。带电物体可能不需要直接接触，只需要离得足够近，便可产生电弧。例如，穿过房间触摸门把手时会感到触电甚至看到电火花。

2.2 ESD 模型

指定集成电路的 ESD 保护级别时，通常会引用几个模型。其中最常用的两个是人体模型（Human Body Model, HBM）和充电器件模型（Charged Device Model, CDM）。这两个模型的目标是对用于量化器件易受 ESD 事件损害程度的测试方法进行标准化。提供的额定值通常为±电压值。电压幅值是指在一组表征样品上未观测到损坏而通过测试时的电压。对于任何给定器件，电压幅值越高，易损程度就越低。

人体模型（HBM）

HBM 是最常用于表征 IC 易受 ESD 损害程度的模型。该模型旨在仿真带电人体接触 IC 电子触点时将发生的放电。

HBM 模型和测试程序由 ESDA² 协会和 JEDEC³ 监管。控制标准为 [JS-001-2017](#)：“用于静电放电敏感度测试的 ESDA/JEDEC 联合标准——人体模型（HBM）——元件级”。

充电器件模型（CDM）

CDM 是 HBM 的替代方案，更适合电子器件与生产设备（例如，处理机和测试仪）之间极有可能发生接触的制造环境。CDM 事件在金属间可能发生接触的制造环境中很常见。CDM 测试程序和模型（例如 HBM）

² ESD 协会——致力于促进了解 EOS 以及 ESD 规避理论和实践的专业志愿者协会。

³ 联合电子设备工程委员会（Joint Electron Device Engineering Council, JEDEC）是负责制定很多电子设备标准的世界级组织

由 JEDEC 监管。控制标准为 JS-002-2018: “用于静电放电敏感度测试的 ESDA/JEDEC 联合标准——充电器件模型 (CDM) ——器件级。”

2.3 制造期间的 ESD 缓解

在制造和处理期间减少 ESD 事件的两种主要方法是减少充电和防止放电。电荷积聚通常是通过在制造流程中的关键点使用离子发生器和静电耗散工作表面进行控制。对于意外放电事件，可戴上手套使用 ESD 安全工具进行控制。

在不关注 ESD 预防措施的环境中，采用触点式封装的电子器件可以轻松安装到一次性产品上。将先前不关注 ESD 控制的制造环境调整为必须支持 ESD 控制的制造环境看似是一项艰巨任务，但将增加制造成本与保护生态系统以防伪造和克隆相权衡时，很容易就能确定额外措施的价值。

消除或最大程度减少电荷的工具和技术

设备接地	任何可能与器件非常靠近或发生接触的制造设备都必须通过适当的静电耗散方法将其表面正确接地。
人员接地	处理设备或器件的工作人员必须通过 ESD 接地母线接地。此外，工作人员必须确保自己在触摸一次性产品前完成接地和放电。接地母线通常佩戴在手腕上。
湿度控制	建议湿度保持在 40% 与 60% 之间。当空气很干、湿度很低时，更容易发生电荷积聚。低湿度会导致强 ESD 放电，可能损坏器件。如果湿度较高，可能必须要考虑制造环境中的冷凝问题。
离子发生器	离子发生器是消除绝缘表面电荷积聚的惟一方法。离子发生器将强制包含正负离子的电离空气越过表面，中和积聚的电荷。务必定期监视、校准和维护离子发生器。
	必须确保正确放置离子发生器，以使其发挥可靠优势。

测量工具

如同任何制造环境一样，对于确保 ESD 控制所采取的措施，必须使用适当的工具来测量其有效性。建议在最初阶段部署这些工具来测量现有制造环境特性。在实现适当的 ESD 控制后，可使用这些工具来监视和帮助缓解环境中的问题。

ESD 事件检测器	ESD 事件检测器用于量化和定位制造环境中的 ESD 事件。ESD 事件检测器实际上是无线电接收器，对发生 ESD 事件时发射的特征射频能量敏感。
------------------	---



提示：如果在雷雨天或在高压电线下经过时收听收音机，收音机可能会遭到静电干扰。这就是射频能量干扰主要信号的示例。ESD 事件检测器基本上检测的就是这类现象。

ESD 电压表	ESD 电压表和电场强度计用于测量表面电荷积聚所产生的静电电压或电场强度。
表面电阻率和电阻检查器	这些仪表测量的是表面电阻以及表面与地之间的电阻。既可用于检查表面电阻以确保其保持在静电耗散范围，也可用于检查接地母线是否正常工作。
湿度计	由于整个制造车间必须维持给定的湿度，因此务必对湿度进行监测。对于不同的制造环境，可能需要部署一个或多个湿度计。

2.4 ESD 系统设计注意事项

以下概念相对于特定的环境而言：即触点式封装作为单独的电子器件安装到一次性产品的环境。由于没有 PCB 可以帮助提供 ESD 保护，因此必须考虑采用单独的触点式封装。

IC 中的 ESD 保护电路

绝大多数集成电路都内置 ESD 电路。该电路提供从信号引脚到地或到电源的某种钳位机制。通常还有从电源到地的钳位机制。该电路通常设计用于实现至少 2 kV HBM ESD 保护，但也可用于实现 4 kV 或 8 kV HBM 直接接触保护。该电路旨在安全消除高电压放电事件，以防止损坏器件。ESD 电路放置在裸片上的适当位置，以便在高电压到达并损坏更敏感的内部电路之前将其直接分流到地。

CAUTION

注：高电压值既可能是较大的负电压值，也可能是较大的正电压值。ESD 电路旨在防止对两极造成损害。

系统设计注意事项

ESD 保护的目標是始终设法在电荷对器件造成任何损害之前将其耗散到地。此外，防止器件引脚发生意外的金属间接接触将减少可能的 ESD 事件。器件引脚安装到一次性产品上之后可能会得到理想的保护，从而免于意外接触。接触可能发生在操作员处理器件或机器（例如，处理机和测试仪）期间。实际接触器件引脚时，必须对接触放电加以控制。



重要： 这些建议超出了已经提供的制造建议，不得视为替代保护方法。

必须考虑可能发生引脚接触的所有实例。其中包括：

- 器件安装到一次性产品上之前可能处于测试或编程状态的初始制造期间。
- 器件安装到一次性产品上之后的测试或编程期间。
- 一次性产品连接到主机系统之后的最终使用期间。

嵌入安装的器件 通过在器件外围提供小型护罩，可以防止意外接触。具体实现方法是，挖空塑料外壳中的一个区域来安装器件，使器件稍微埋入外壳中。或者，也可以在器件周围增加少量塑料，以提供小型护罩。

受控引脚接触顺序 目标是始终将电荷耗散到地；因此，从逻辑上讲，接地引脚首先连接到系统是比较合理的。这可以通过使用不同长度的弹簧针来实现。理想情况下，接地信号最先发生接触，接着是电源引脚，最后是信号引脚。如果仅使用两种引脚长度，接地引脚必须最先发生接触，接着是电源引脚和信号引脚。

产品封装注意事项

ESD 问题一直延续到与器件连接的一次性模块的实际包装和运送阶段。可能涉及多个运送阶段。第一个阶段可能包括将给定包装中的很多模块运送到最终包装车间，将这些模块分为单个或较小的多件包装，以便最终运送给用户。其中每个阶段都需要考虑在内。必须考虑以下建议：

ESD 袋 保护模块上的器件的理想方法是将整个模块装入 ESD 耗散袋中运送。这种方法可能性价比不高，还可能不适用于给定模块。

覆盖安装的器件 如果实际器件采用嵌入安装，可行的方法可以是在外壳上放置一小块塑料来保护接触引脚。该方法可以在整个运送过程中保护器件，这块塑料只能由最终客户拆除。

导电包装材料 为了帮助消除任何电荷积聚，可以使用导电包装材料来减少模块附近的电荷。这种材料可以是某种 ESD 耗散泡沫或某种经处理可减少电荷积聚的材料。

ESD 涂料和喷雾 导电包装材料的替代方案是使用更多经过特殊 ESD 涂料和喷雾处理的标准包装材料。这些涂料用于减少电荷积聚。

3. 总结

3 引脚触点式封装是安全器件的一种独特封装，适合通常不包含电子元件的应用。安装这种安全器件的一次性和消耗性产品可从原始设备制造商处进行身份验证和识别。这可以帮助企业保护生态系统，以防克隆和伪造产品。

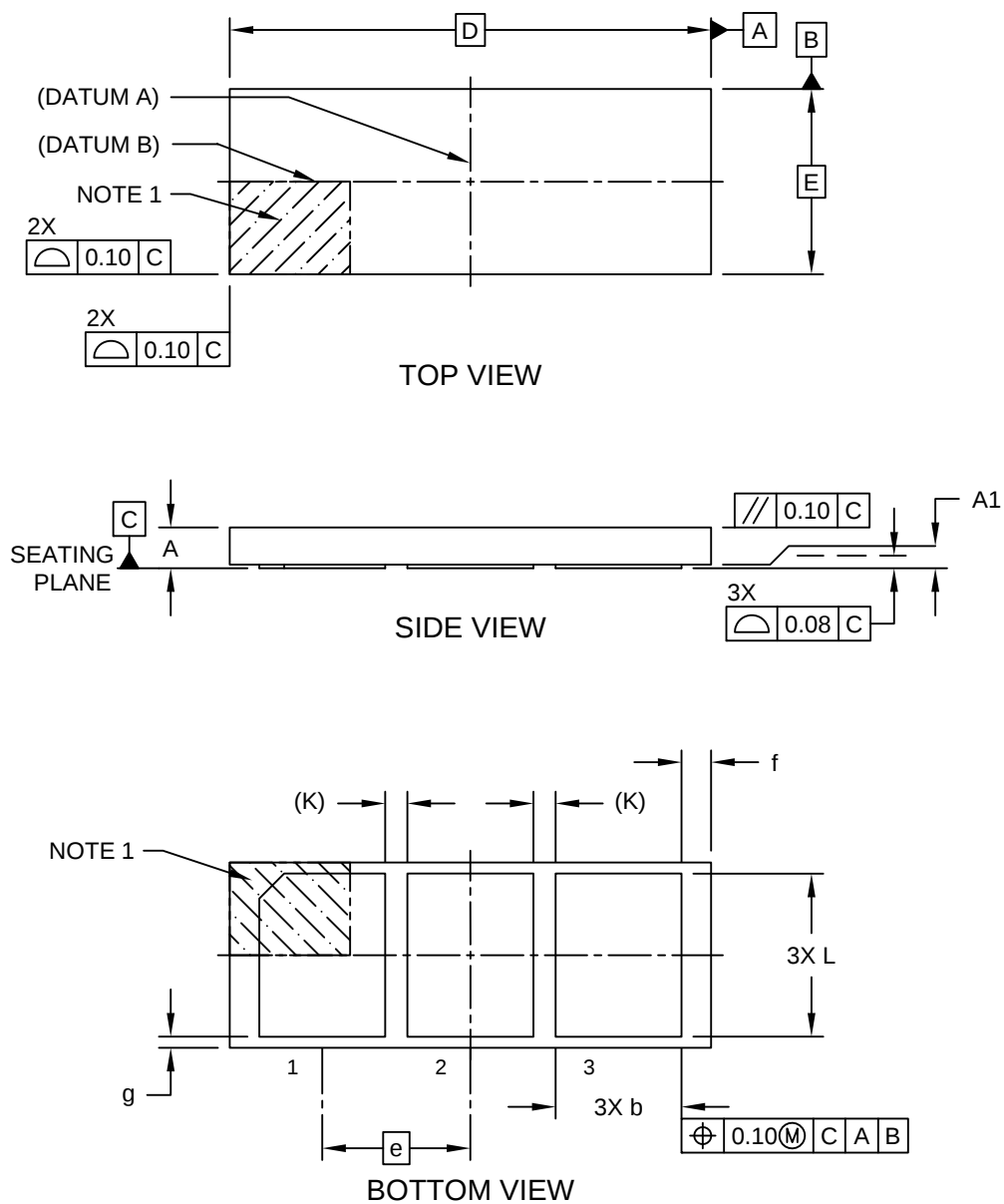
在通常没有敏感电子元件的制造流程中引入这种功能会在处理 ESD 事件时带来一些新的制造挑战。本文档简要介绍了制造流程中可能出现这些挑战的环节，并给出了如何克服的相关建议。

4. 附录 A——封装图

图 4-1. 3 引脚触点式封装

3-Lead Contact Package (LAB) - 6.54x2.5 mm Body [Contact] Atmel Legacy Global Package Code RHB

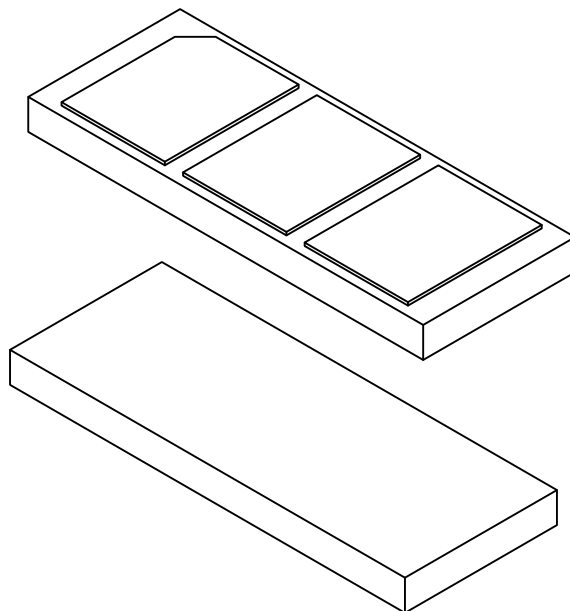
Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Microchip Technology Drawing C04-21303 Rev A Sheet 1 of 2

3-Lead Contact Package (LAB) - 6.54x2.5 mm Body [Contact] Atmel Legacy Global Package Code RHB

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Terminals	N	3		
Pitch	e	2.00 BSC		
Overall Height	A	0.45	0.50	0.55
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Overall Length	D	6.50 BSC		
Overall Width	E	2.50 BSC		
Terminal Width	b	1.60	1.70	1.80
Terminal Length	L	2.10	2.20	2.30
Terminal-to-Terminal Spacing	K	0.30 REF		
Package Edge to Terminal Edge	f	0.30	0.40	0.50
Package Edge to Terminal Edge	g	0.05	0.15	0.25

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-21303 Rev A Sheet 2 of 2

5. 附录 B——粘合剂

下面给出了可能适合本应用的粘合剂类型示例。更多信息，请访问产品网站：[3M Scotch Weld™ 结构塑料粘合剂 DP8005](#)。



重要： 在使用任何一款粘合剂之前，建议联系粘合剂制造商来讨论其适用性。

图 5-1. 3M Scotch Weld DP8005 粘合剂

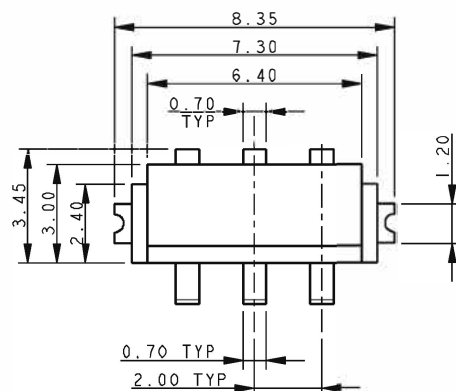
- 3M**
Scotch-Weld™
Structural Plastic Adhesive
DP8005 Off-White • DP8005 Black
- Creates strong bond on low surface energy plastics (LSE) such as polyolefin with minimal or no surface prep required
 - Resists many chemicals, water, humidity and corrosion
 - Formulated to bond multi-material assemblies such as LSE plastics, thermoplastics composites and metals
 - Medium viscosity allows controlled dispensing



6. 附录 C——压缩连接器示例

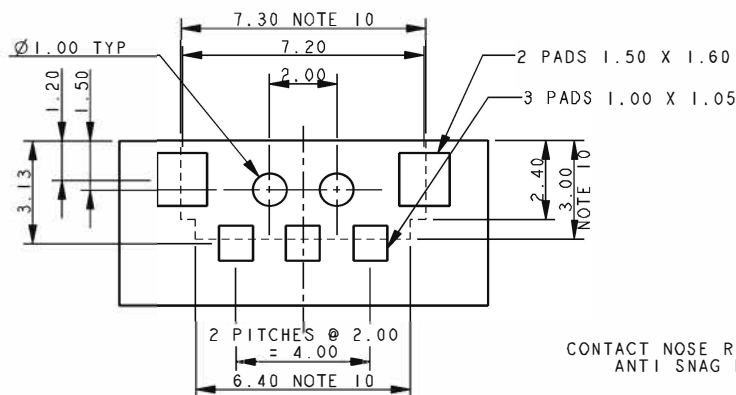
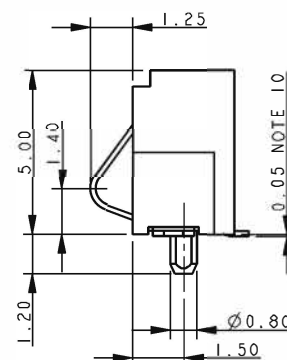
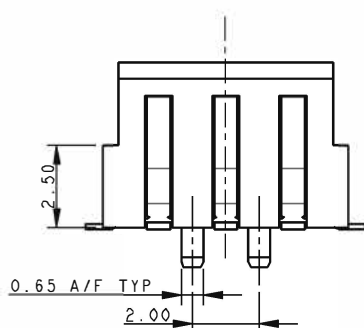
图 6-1. AVX Corporation 9155-800

3-WAY BATTERY CONNECTOR – RIGHT ANGLE 2 MM PITCH – WITH BOSS



0.05-0.55
OPERATING NOSE HEIGHT
SEE ALSO SHEET 14

DEFLECTED CONTACT



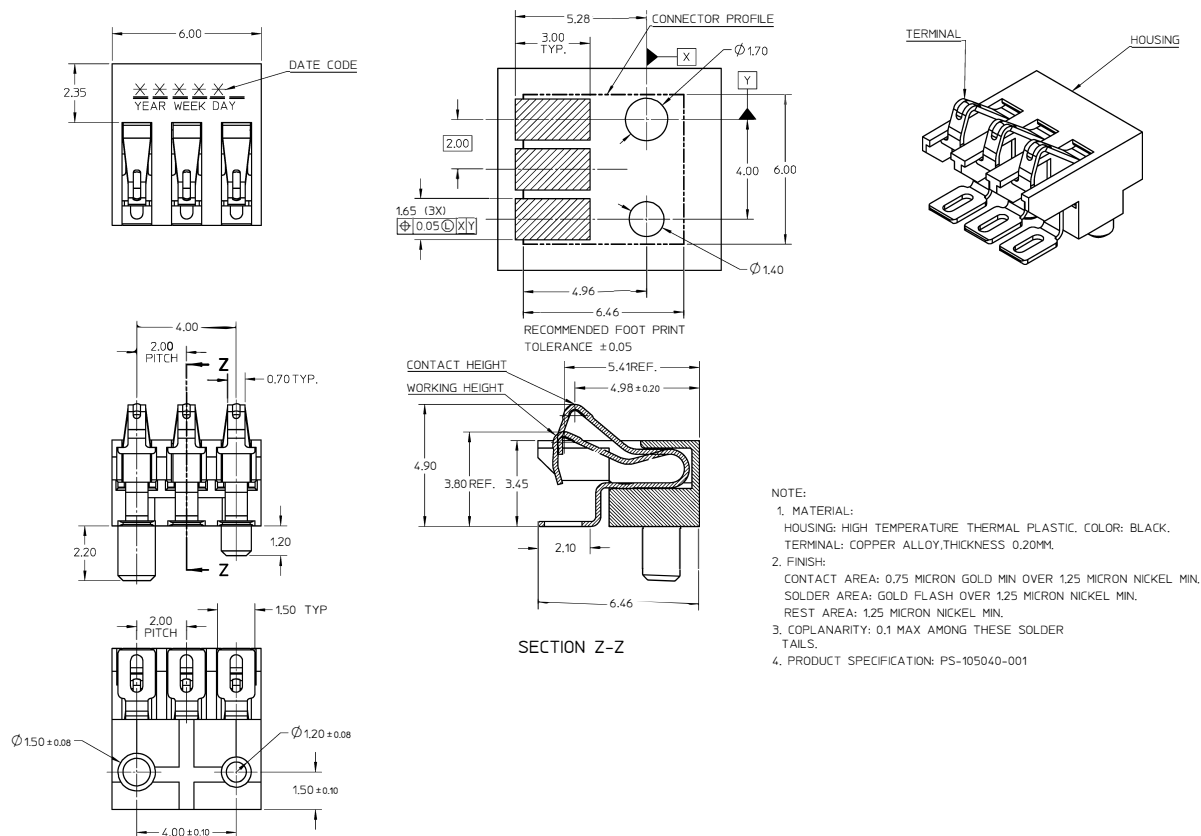
CONTACT NOSE RETAINED
ANTI SNAG FEATURE

SUGGESTED PCB LAYOUT

NOTES:

1. GENERAL TOLERANCE ± 0.20 UNLESS STATED.
2. FOR FULL PRODUCT DETAILS REFER TO SPECIFICATION 201-01-2014.
3. FOR APPLICATION DATA REFER TO SPECIFICATION 201-01-205.
4. FOR MATING PAD DETAILS REFER TO PAGE 44.
5. FOR PACKING DETAILS REFER TO PAGE 43.
6. INSULATION MATERIAL: GLASS FILLED NYLON 46, UL94 V-0, COLOR BLACK.
7. CONTACT MATERIAL: BERYLLIUM COPPER.
8. CONTACT PLATING: SELECTIVE GOLD OVER NICKEL, PURE TIN ON TAILS.
9. BRACKET MATERIAL: TIN PLATED PHOSPHOR BRONZE.
10. CONNECTOR OUTLINE.
11. COPLANARITY ON ALL CONTACT TAILS AND PADS 0.12 MM MAXIMUM.

图 6-2. Molex® 1050400001



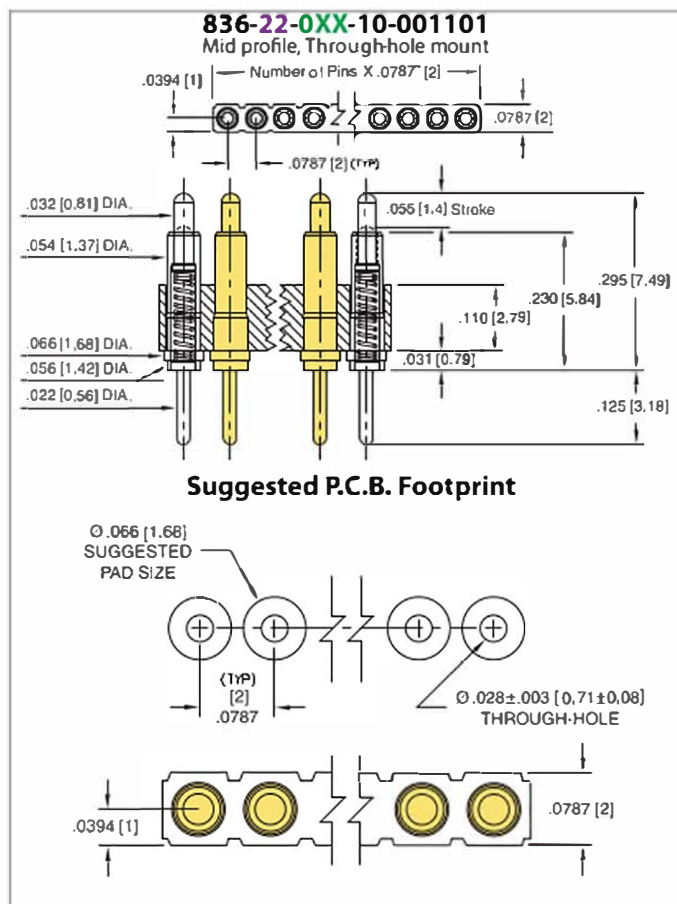
7. 附录 D——弹簧针连接器示例

3 引脚通孔弹簧针连接器

完整数据手册: www.mill-max.com/products/datasheet/sockets/836-22-003-10-001101

图 7-1. Mill-Max Mfg. Corporation 36-22-003-10-001101

PRODUCT NUMBER: 836-22-003-10-001101



DESCRIPTION

Spring-Loaded Pogo Pin Header Strip
PCB Mount Spring-Loaded Header Vertical
Mount Through-Hole
Rows: Single Row (1)
Pitch: .079" (2.007 mm)
Stroke: .055" (1.397 mm)
Clip Grid: 10
Pin Window Pattern 001
Plating Code: 22
Shell: 20μ' Gold over 100μ' Nickel
Inner Contact: (Spring) 10μ' Gold
Insulator Pin Clip Type: 101
Initial Height: .295" (7.493 mm) Mounting
Type: Through Hole Solder Mount Insulator
Information:
Nylon 46 High Temperature

3 引脚表面贴装弹簧针连接器

图 7-2. Preci-Dip 821-S1-003-30-015101

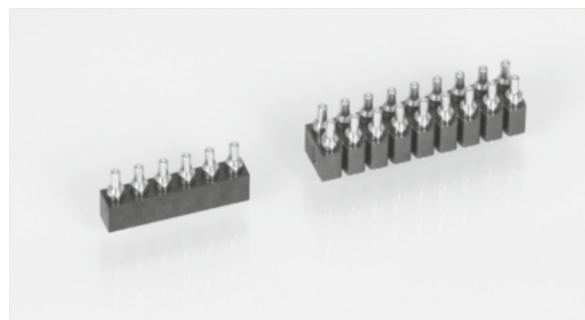
Basic modular connectors with spring-loaded contacts (SLC), surface mount. Contacts with hollow piston design for low profile.

TECHNICAL SPECIFICATIONS (FOR GENERAL SPECS, SEE PAGE 31)

INSULATOR	Black glass filled polyester PCT-GF30-FR	
FLAMMABILITY	UL 94V-0	
PISTON AND BARREL	Brass CuZn36Pb3 (C36000)	
SPRING	Stainless steel X12 CrNi177, DIN 17224	
MAX. STROKE	1.4 mm	
FORCES	0.3 N initial	0.85 N at 1/2 stroke
MECHANICAL LIFE	50'000 cycles	
OPERATING CURRENT	Max. 3.5 A	
CONTACT RESISTANCE	10 mΩ (static measurement, halfway position)	
COPLANARITY	Max. 0.1 mm (measured on 25 mm long connectors)	
SMD TERMINATIONS		

ORDERING INFORMATION ROHS COMPLIANT PARTS

PLATING CODE	BARREL	PISTON
S1	0.25 μm gold	0.5 μm gold



See page 178 for plating specs.

NNN number of poles. Replace **NNN** with the requested number of poles, e.g. 821-SS-**NNN**-30-012101 for a single row version with 16 pins becomes 821-SS-016-30-012101.

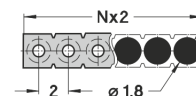
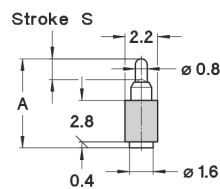
821-SS-**NNN**-30-**XXX**101

Surface mount SLC connector, low profile, single row

AVAILABILITY FROM 2 to 10 contacts
(standard number of contacts: 10)



T & R Packaging



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。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、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider 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、EyeOpen、GridTime、IdealBridge、IGaT、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、MarginLink、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mSiC、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、Power MOS IV、Power MOS 7、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、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。

© 2023, Microchip Technology Incorporated 及其子公司版权所有。

ISBN: 978-1-6683-2693-0

质量管理体系

有关 Microchip 质量管理体系的信息，请访问 www.microchip.com/quality。

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: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com 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	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