AN2477

面向汽车应用的 Microchip MEMS振荡器和时钟产品

作者： *Graham Mostyn*
Microchip Technology Inc.

简介

数十年来，振荡器和时钟始终依靠石英晶体来产生稳定的参考频率。晶体在许多应用中表现出十分优异的性能。但十年前，使用MEMS谐振器代替石英晶振的微机电系统（Microelectromechanical System，MEMS）技术进入了市场，并迅速受到广泛的关注。

基于MEMS的时序器件兼具高可靠性、扩展工作温度、小体积和低功耗特性。

在2015年，Microchip通过收购Micrel获得了MEMS时序技术，而Micrel在此之前已收购Discera。Discera在2008年交付了第一批振荡器成品，迄今为止已制造并销售了近1亿个器件。

本文将介绍基于MEMS的振荡器和时钟的汽车应用以及MEMS解决方案的优势，并提供Microchip白皮书《采用微机电系统（MEMS）技术的Microchip振荡器和时钟》作为参考。

汽车应用

基于MEMS的振荡器和时钟有三种主要应用。如图1所示，这三种应用分别是高级驾驶员辅助系统（Advanced Driver Assistance System，ADAS）、用户界面（包括信息娱乐和连接系统）以及处理变速箱和发动机控制的智能执行器。

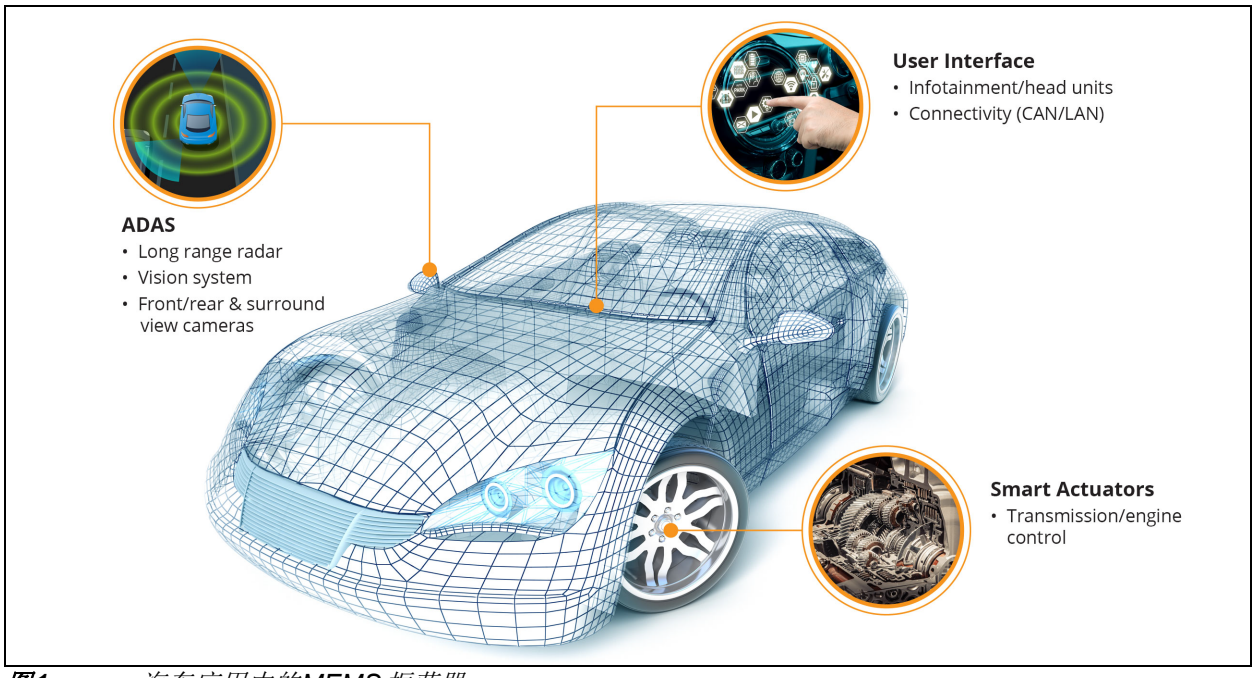

图1： *汽车应用中的MEMS振荡器*

© 2019 Microchip Technology Inc.

高级驾驶员辅助系统

高级驾驶员辅助系统（ADAS）能够提供先进的碰撞风险警报、提醒驾驶员并可在某些情况下控制车辆，从而达到提高安全性的目的。该系统将采用包括物体识别和跟踪在内的计算机视觉技术，并在车身上配备摄像头、LiDAR 系统和雷达等多种传感器。此外，还可通过无线电从其他车辆和连接互联网的数据源接收数据。

图2所示为ADAS LiDAR模块。FPGA提供信号生成和系统控制功能。由FPGA产生的脉冲将被放大并发送到激光器。Microchip高速ADC随后将检测接收到的反射光并将其数字化，然后数据将被发送到第二个FPGA图像处理器。处理器将进行检测并向车载网络发送碰撞警报。

DSA400 MEMS时钟可驱动高速ADC和FPGA处理器。DSA400是一款符合AEC-100标准并具有低相位噪声的四输出时钟，非常适合高速FPGA。

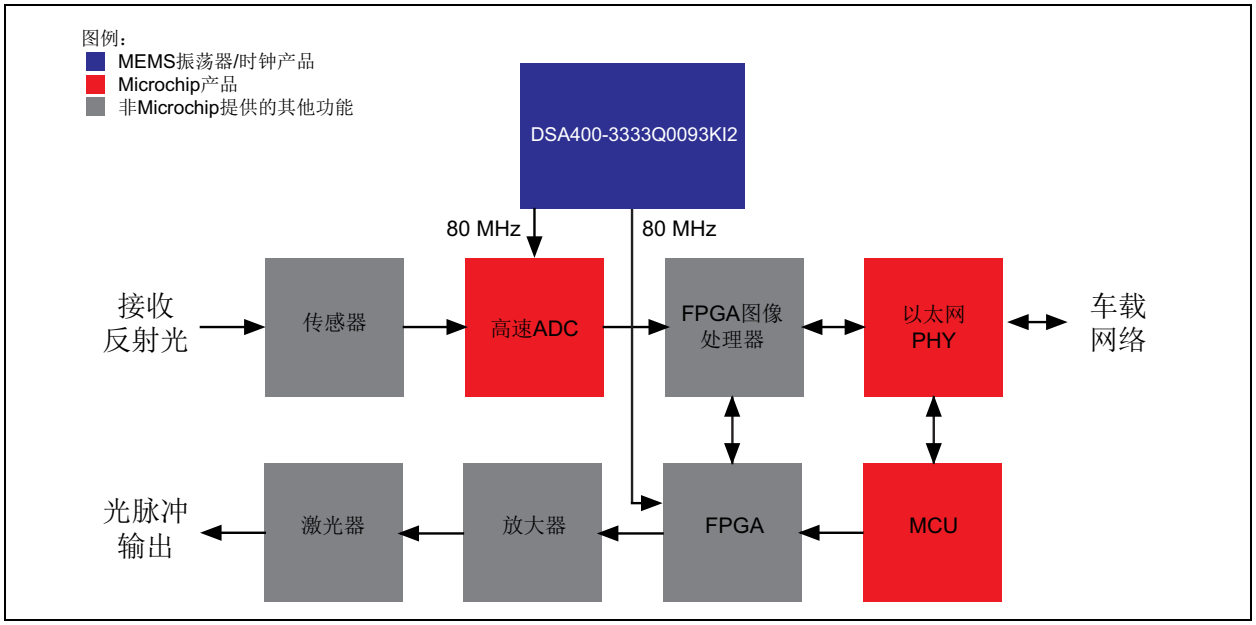

图2：　ADAS LiDAR 模块

图3展示了ADAS长距离雷达系统。DSP产生的脉冲波形在射频基带单元中被转换为调制信号，以驱动77 GHz发射器（RF TX）。反之，基带单元将解调77 GHz接收器（RF RX）接收到的脉冲并交由DSP处理。具有CAN接口的Microchip 32位MCU负责提供全面的系统控制，Microchip电源管理IC负责调节车内电气系统的电源。

DSA2311是一款双输出MEMS时钟，具有与DSA400相似的低相位噪声，已通过AEC-Q100认证。

© 2019 Microchip Technology Inc.

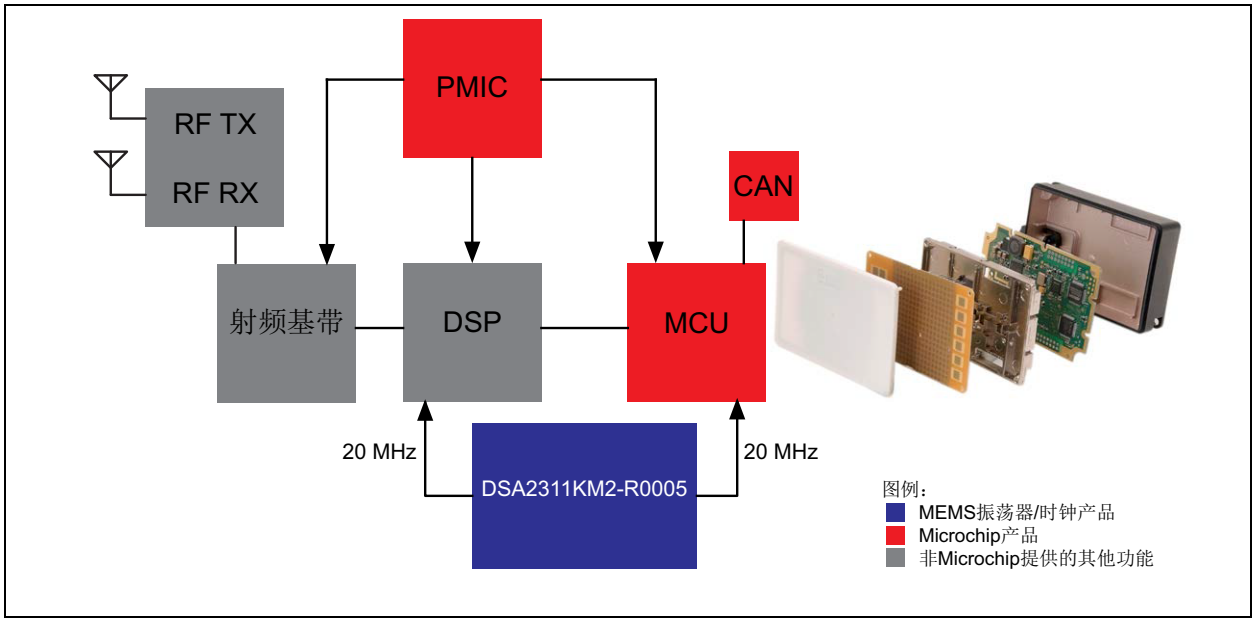

图3： *ADAS 长距离雷达系统*

用户界面

用户界面类别包括车载娱乐（In-Car Entertainment，ICE）系统和车载信息娱乐（In-Vehicle Infotainment，IVI）系统。这两个系统提供音频和视频娱乐及驾驶员信息，例如导航。

图4展示了如何从后视摄像头、车载WiFi®和蓝牙、AM/FM无线电和CD/DVD驱动器接收数据流，然后传输到汽车应用处理器。处理器将解码输入流并将其转换为音频和视频。用户通过触摸面板选择信息娱乐菜单上的选项以进行通信，随后所请求的媒体将呈现在音频系统和显示器上。

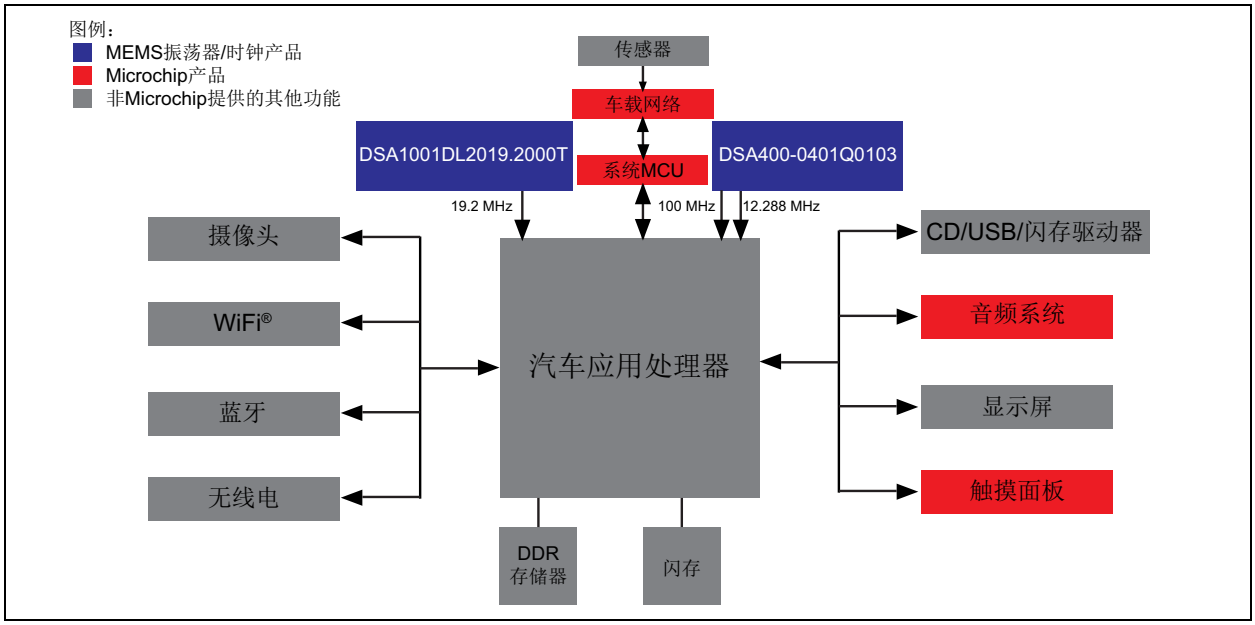

图4： *信息娱乐主机*

DSA1001是符合AEC-Q100标准的低功耗振荡器，非常适合为单片机和微处理器提供时钟。在该系统中，DSA400的两路输出用于音频处理（12.288 MHz）以及与闪存之间的PCIe通信（100 MHz）。另外两路输出可用于其他外设。

© 2019 Microchip Technology Inc.

变速箱控制单元

变速箱控制单元（Transmission Control Unit，TCU）是一种控制车辆自动变速箱的系统，通过处理来自多个传感器的输入来优化换档，从而改善发动机排放、燃油消耗、操控稳定性以及换档系统的可靠性。

图4给出了变速箱控制单元通过一个32位MCU处理多个传感器输入（例如轮速和节气门位置）的图示。输出数据通过放大器驱动电路发送到电磁阀，这些电磁阀用于控制变速箱，特别是换档和变矩器锁定。数据还通过车载网络进行交换，从而与其他传感器和驾驶员显示屏进行通信。

DSA1104是一款基于MEMS的单输出HCSL时钟，非常适合从处理器到存储器的各种PCIe事务。它符合PCIe Gen1、Gen2、Gen3和Gen4标准。

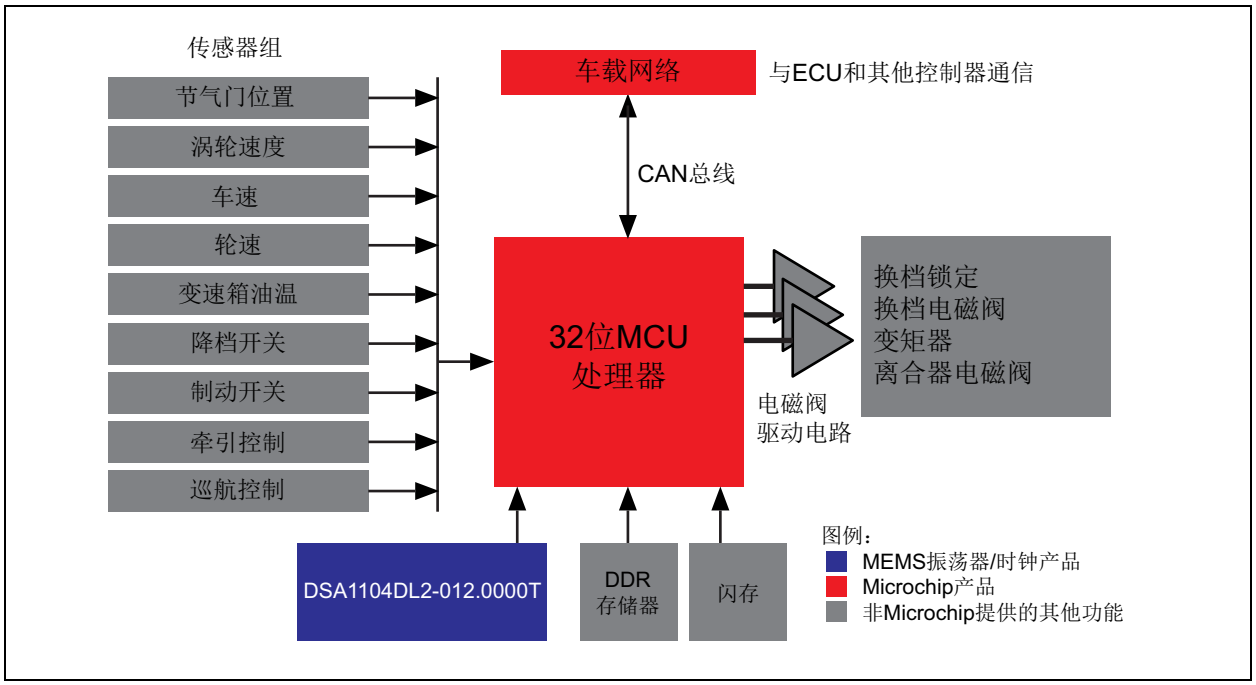

图5： *变速器控制单元*

© 2019 Microchip Technology Inc.

MEMS解决方案的优势

Microchip基于MEMS的振荡器和时钟与传统石英解决方案相比具有诸多优势，其中包括稳定的频率、小尺寸、高可靠性、灵活性、多项可编程特性、快速有保障的启动功能以及高集成度。所有基于MEMS的振荡器和时钟均通过AEC-Q100认证或符合AEC-Q100标准。

表1： MICROCHIP基于MEMS的振荡器和时钟的优势

因素	传统晶振	Microchip基于MEMS的振荡器	特性
随温度变化的频率稳定性	一般	最佳	• MEMS在宽温度范围内实现±10 ppm的偏差。 • Microchip石英具有卓越的抗老化性能。
尺寸	良好	最佳	• MEMS提供超小尺寸（1.6 mm x 1.2 mm）。 • 引领行业的小型化趋势。
可靠性	一般	最佳	• MEMS晶圆级超清洁气密封。 • Microchip石英可分隔晶体和ASIC封装。
抖动近距离相位噪声	良好	一般	• Microchip石英在降低近距离相位噪声方面表现出色。 • MEMS在高频偏移下可与石英媲美。
特性	最差	最佳	• 可选择每路输出的频率。 • OTP可以随时以任何频率进行编程。
启动	一般	最佳	• MEMS可实现快速启动（<2 ms）。 • 可消除基于晶体的设计的启动问题。
集成	最差	最佳	• 一个器件可提供多路输出。 • 使用高度集成的ASIC。

注：最佳 > 良好 > 一般 > 最差。

基于MEMS的振荡器和时钟性能

我们在MEMS白皮书中全面介绍了Microchip的MEMS技术和性能，请参见本节的结尾部分以了解详细信息。本应用笔记将探讨温度极限条件（1级，-40°C至+125°C）下频率稳定性随时间的变化（抗老化性能）。

频率稳定性

基于MEMS的振荡器和时钟测量芯片温度，并以数字方式补偿MEMS谐振器的温度系数导致的任何频率变化，这样便可保证频率的稳定性，与传统石英XO的S曲线形成了鲜明的对比。图6显示了小于10 ppm的频率偏差。

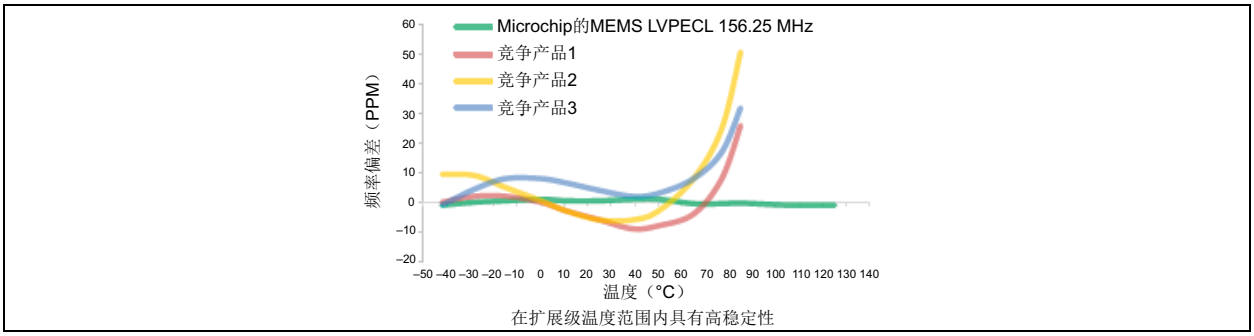

***图6：** MEMS振荡器与其他石英产品的频率稳定性对比*

振荡器和时钟老化

图7给出了16个DSA60xx器件样片在经过1000小时加速老化（+85°C）后的情况。频率偏差最大为2.5 ppm；在+85°C下老化1000小时与在室温（+25°C）下运行大约12年的结果相当。

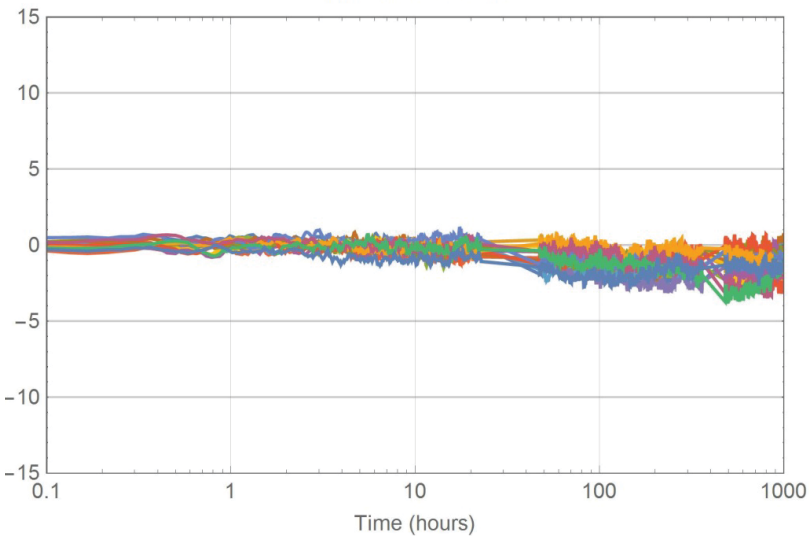

***图7：** 16个DSA60xx器件在+85°C下的老化情况*

MEMS白皮书

有关MEMS振荡器和时钟技术与性能的完整详细信息，请访问Microchip的MEMS时序页面，地址为http://www.microchip.com/design-centers/clock-and-timing/mems-timing。

该页面上还提供MEMS白皮书。

结论

Microchip基于MEMS的振荡器和时钟凭借高可靠性、频率稳定性和更大的工作温度范围而成为汽车应用的理想选择。这些产品均经过AEC-Q100认证或符合AEC-Q100标准。

可通过ClockWorks工具获取我们的MEMS 振荡器和时钟样片：http://clockworks.microchip.com/Timing/。

此外，还可在客户的工厂使用我们的TimeFlash编程器创建基于MEMS的产品样片：http://www.microchip.com/promo/timeflash。

© 2019 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、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 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、 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 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。

© 2019, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-4296-7

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: 47-7288-4388

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

© 2019 Microchip Technology Inc.