AN1035

采用 HV 单片机进行设计

作者： *Keith Curtis*
Microchip Technology Inc.

简介

设计嵌入式单片机应用时所遇到的最大挑战之一就是设计单片机的电源。尤其是当仅有的电源电压显著高于单片机的最大 VDD 时。

为了简化嵌入式设计， Microchip 在特定的一组新型单片机产品中引入了一种新功能，即 5V 并联稳压器。这种片内稳压器允许单片机在很宽的电源电压范围下工作。此外，这种并联稳压器结构还允许单片机的 VDD 引脚给片外连接的其他电路供电。

本应用笔记将讨论使用新型并联稳压器的电源电路设计，并阐述关于扩展稳压器功能的一些技巧和诀窍。

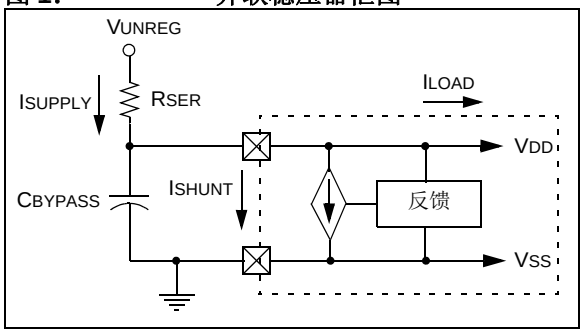
工作原理

并联稳压器通过在传输电阻 RSER 两端形成压降来产生特定的电源电压。监视单片机 VDD 引脚上的电压，并将其与内部参考电压比较。然后根据比较结果调整流经该电阻的电流，以产生等于电源电压 VUNREG 与单片机 VDD 差值的压降。

并联稳压器的优势在于电源电压 VUNREG 仅受到外部电阻 RSER 的功耗和击穿电压限制，而并非稳压器本身的功耗和击穿特性。设计并联稳压器电路的难度在于选择合适的电阻值，使得稳压器控制的电流范围能够产生 5.0 VDC 电源所需的合适压降。

因此，设计并联稳压器我们真正需要了解的就是欧姆定律。问题是电源电压 VUNREG 和负载电流都不是常量。此外，稳压器控制的电流范围也有限。综合考量，选择 RSER 时必须权衡利弊，尝试找到一款符合所有三个要求的电阻。

图 1： 并联稳压器框图



设计

在着手设计之前，最好先对电源电压和负载电流可能出现的变化分类。我们将使用以下定义：

- VU_MIN 是系统的最小电源电压。
- VU_MAX 是系统的最大电源电压。
- ILOAD_MIN 是最小负载电流 （不包含稳压器）。
- ILOAD_MAX 是最大负载电流 （不包含稳压器）。

给定这些值，就可以确定电路中传输电阻的最小值和最大值。公式 1 和公式 2 用于计算这些值。

注：	常数 5.0 表示稳压器的 VDD 电压， 常数 4 mA 表示稳压器的最小稳定电流，常数 50 mA 表示稳压器的最大稳定电流。

© 2014 Microchip Technology Inc.

公式 1：

$$R_{MAX} = \frac{(V_{U_MIN} - 5.0)}{1.05 \cdot (I_{LOAD_MAX} + 4\ mA)}$$

公式 2：

$$R_{MIN} = \frac{(V_{U_MAX} - 5.0)}{0.95 \cdot (I_{LOAD_MIN} + 50\ mA)}$$

RMIN 和 RMAX 表示传输电阻阻值的上下限。

> **注：** 若最小电阻值大于最大值，意味着单个电阻无法满足电源电压和负载电流的要求。要解决这个问题，可采取以下措施：
>
> 1. 必须减少电路汲取电流的变化。
> 2. 需要一个可改变传输电阻的系统。
> 3. 必须减少 VUNREG 的变化。
>
> 本文的 **“ 技巧和诀窍 ”** 章节将阐述如何实现这三种选择的方法。

若最小值小于最大值，则可选择介于这两个值之间的传输电阻值作为最终值。随后再检查稳压器的最小和最大电流是一种好的设计习惯。公式 3 和公式 4 给出了这些值的计算方法。

公式 3：

$$I_{REG_MAX} = \frac{(V_{U_MAX} - 5.0)}{R_{SER}} - I_{LOAD_MIN}$$

公式 4：

$$I_{REG_MIN} = \frac{(V_{U_MIN} - 5.0)}{R_{SER}} - I_{LOAD_MAX}$$

稳压器的最小电流必须小于负载最大电流，且差值必须小于稳压器最大电流 （50 mA）。不然，请检查传输电阻值的计算过程。

现在，可使用公式 5 计算传输电阻的最小功率额定值。在决定最终功率额定值时，要考虑足够的散热并预留一些余量。

公式 5：

$$功率 = \frac{(V_{U_MAX} - 5.0)^2}{R_{SER}}$$

下一步是确定设计中旁路电容的大小。虽然对于大多数单片机应用来说，可根据经验选择旁路电容，但并联稳压器的特质增加了选择的难度。

首先，传输电阻和旁路电容构成了非期望的 RC 时间常数，该常数会限制单片机 VDD 的上升时间。因此，有必要限制旁路电容的大小，使得 VDD 电源上升时间短于所规定的单片机 VDD 的最小上升时间。 Microchip 单片机 VDD 的最小上升速率为 0.5V/ms，直至电源电压超过 2.1V （上电复位跳变点）。因此，电源电压必须在 42 ms （2.1V/0.5V/ms）内超过 2.1V。使用此信息和公式 6，即可确定最大电容值。

公式 6：

$$C_{MAX} = -\frac{42\ ms}{R_{SER} \cdot \ln\left(\frac{2.1}{5.0}\right)}$$

因此，为了满足上电复位的上电要求以及噪声抑制的需要，旁路电容的值必须小于公式 6 指定的值，且大于 0.1 µF/.047 µF。通常，为方便起见，选择接近 0.1 µF 的值。

> **注：** **“ 技巧和诀窍 ”** 章节将讨论为了应对严重的瞬态电流要求，需要较大旁路电容值的示例。

技巧和诀窍

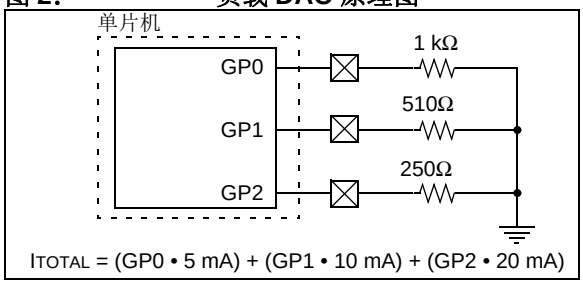
正如前面章节所提到的，有必要创建可变的传输电阻，降低负载电流或 VUNREG 的变化，以期找到一个适应所有负载和电源条件的传输电阻值。本章节将给出所有三种情况的示例。

技巧 1　负载电阻

降低负载电流变化的一种方法是在单片机的未用输出引脚上连接负载电阻 （见图 2）。这些输出引脚在电路的其他部分仅消耗极小电流的情况下置为高电平以增加负载电流，而在电路的其他部分需要较多工作电流时拉为低电平以释放负载电流。这允许单片机管理负载，降低负载电流的变化。

© 2014 Microchip Technology Inc.

图 2： 负载 DAC 原理图

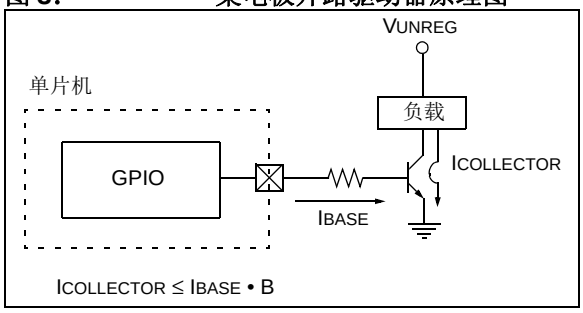


技巧 2 集电极开路驱动

降低负载电流变化的另一种方法是采用集电极开路低端驱动电路来驱动较高的负载电流（见图 3）。这消除了 VDD 电源的驱动电流要求，将其推至较高电源电压，减少负载电流的变化。

注：	偏置晶体管所需的基极电流仍然由 VDD 电源提供。然而，晶体管的电流增益使得所需的基极电流仅为实际负载电流的 1/10 – 1/100。

图 3： 集电极开路驱动器原理图

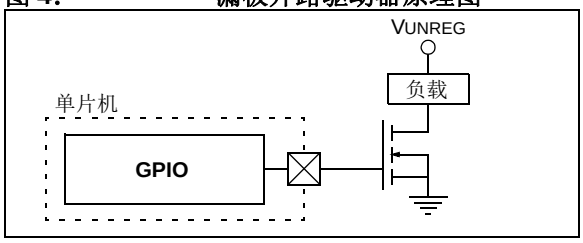


技巧 3 漏极开路驱动

降低最大负载电流的方法基本上与技巧 2 相同，不同之处在于MOSFET的栅极驱动不需要连续的偏置电流（见图 4）。此外， MOSFET 两端的导通电压降显著低于 BJT。避免连续的基极偏置电流进一步降低了系统的负载电流，降低驱动电路的导通电压意味着实际会输出更多的能量。

然而，使用 MOSFET 晶体管有一个缺点。每当晶体管导通或关断时，就需要对栅极电容进行充放电的电流。取决于所需的开关速度，给栅极电容充放电所需的电流可高至几安培。这需要采用 MOSFET 驱动器，从而进一步增加电路的电流需求。因此，采用 BJT 还是 MOSFET 就需要在偏置电流 / 导通电压以及开关 MOSFET 的额外电流需求之间进行权衡。

图 4： 漏极开路驱动器原理图



关于驱动 MOSFET 晶体管的更多信息，请参见应用笔记 AN786，《*Considerations for Driving Power MOSFET in High-Current, Switch Mode Regulators*》（DS00786）以及 AN898，《根据电机控制应用需求选择合适的 MOSFET 驱动器》（DS00898A_CN）。

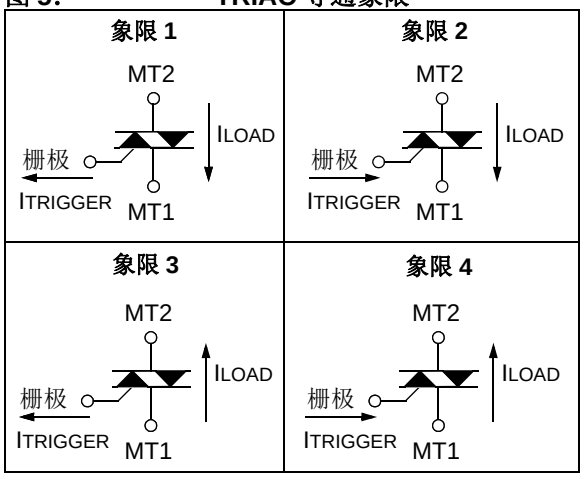
技巧 4 TRIAC 驱动

在控制交流供电的负载的系统中，通常采用TRIAC作为输出驱动器（见图 4）。虽然， TRIAC 已问世很多年，部分工程师仍然不熟悉其工作原理，无法在设计中充分利用近期对它的一些改进。

TRIAC 设计的重大改进之一是引入了“敏感门”TRIAC。相比传统器件，以一个小很多的栅极驱动电流即可触发这些器件导通。降低驱动电流还意味着这些新型 TRIAC 不仅能在第 1、3 象限工作良好，也能在第 2、4 象限工作良好，扩展了可供设计人员选择的驱动方案（见图 5）。

另一项改进是降低了器件的保持电流规范。保持电流是 TRIAC 锁存的最小负载电流，消除了连续栅极电流的需求。

图 5： TRIAC 导通象限



对于并联稳压器供电的系统，敏感门技术意味着 TRIAC 驱动的平均电流驱动要求将显著降低。

- 降低栅极驱动电流会减少导通 TRIAC 时，单片机所需的灌或拉电流。
- 降低保持电流会缩短在每个 AC 周期内单片机必须保持栅极驱动的时间。
- 能在所有四个象限工作意味着单片机采用正或负栅极驱动电流均可触发 TRIAC。

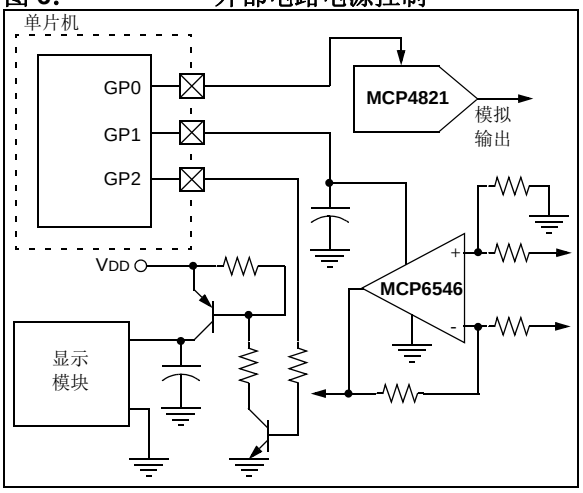
技巧 5　利用 GPIO 提供 VDD

在具有外部电路的系统中，通常关断不使用的电路是有好处的，这样做可以降低电流消耗。如果给定电路的电流需求小于 GPIO 的驱动上限（通常为 20 mA），那么就可通过 GPIO 引脚提供电路的电源（见图 6）。这样一来，就可以通过软件控制电路的电源，仅在需要时才给电路供电，而在电路空闲时使其断电。

如果给定电路的驱动电流大于 GPIO 的驱动能力，那么可使用简单的外部开关晶体管来管理更高的电流。

另一种选择是使用 GPIO 控制电路中有源器件（运放、ADC、滤波器或 DAC 等）的关断或使能输入。

图 6：　外部电路电源控制



以这种方式管理设计的多个部分允许软件在不同时间给不同部分供电，通过避免同时给不同电路供电的情形降低系统的电流消耗。

技巧 6　瞬态电流需求

通过暂时过载 VDD 电源可应对某些瞬态电流要求。在这样的情形下，允许输出驱动临时超出系统电源的电流输出能力。电源的旁路电容也会提供额外的输出电流，从而导致电源电压瞬时骤跌。一旦禁止输出，它就不再消耗电流，旁路电容将再次充电至 5V。

通过增加系统中旁路电容的值即可将VDD的下跌将至最少。

> **注：**　但这会延长系统从过载状态恢复所需要的时间。要解决的难题是如何在下跌和恢复时间上取得平衡。公式 7 用于确定系统中电压下降的程度，公式 8 用于确定系统从电源电压下降恢复所需要的时间。

公式 7：

$$V_{U_MIN} = 5.0 - \frac{I_{SURGE} \cdot T_{SURGE}}{C_{BY_PASS}}$$

公式 8：

$$T_{RECOVER} = \frac{(5.0V - V_{SS_MIN}) \cdot C_{BY_PASS}}{(I_{MAX} - I_{NOMINAL})}$$

技巧 7　可变传输电阻

另一种应对电源电压和负载电流宽范围变化的方法是改变电源设计中所用传输电阻的阻值（见图 7）。

在本例中，传输电阻在软件控制下由一个阻值较低的电阻旁路。当 GPIO 设置为高电平时，集电极开路驱动器（Q1）将 Q2 的基极拉为低电平，这会使 Q2 导通，从而使较低阻值的电阻 R2 旁路传输电阻 R1。

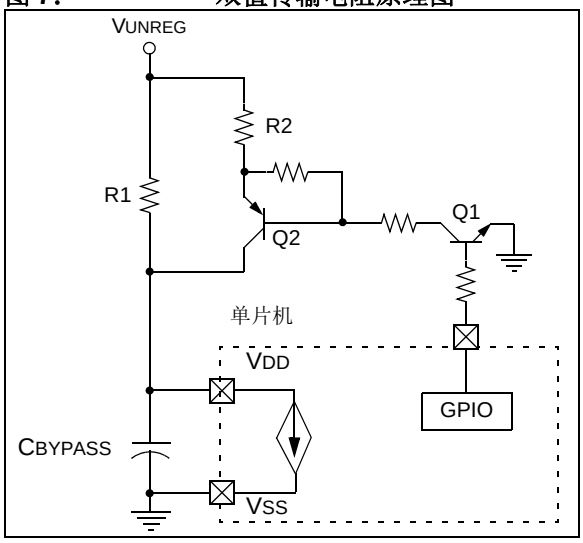
这样就会使更多电流提供给单片机，并由 VDD 给电路供电。当电路恢复为低功耗工作时，GPIO 被拉为低电平，两个晶体管均关断，传输电阻就是 R1，从而减小系统电流。

系统被设计为两种独立的电源，一种使用低电流模式下的最小和最大电流。另一种使用高电流模式下的最小和最大电流。选择用于低电流模式的电阻值即为 R1 的阻值。对于高电流模式，必须选择这样的 R2，使得其与 R1 并联后的总电阻值等于选定的传输电阻值。

© 2014 Microchip Technology Inc.

这种系统能够很好地解决采用单个传输电阻时，最小电阻值高于最大理想值的情况。

图 7： 双值传输电阻原理图

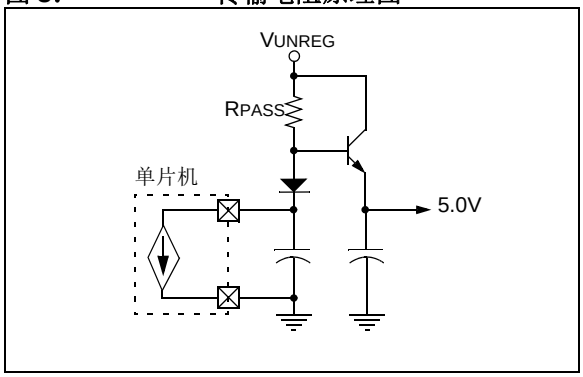


注：	Q1 和 Q2 的击穿电压必须大于 VUNREG。

技巧 8 通过串联传输晶体管增加电流

由单片机并联稳压器驱动的外部传输晶体管能够产生更高电流作为电源提供给外部电路（见图 8）。在本例中，传输晶体管作为一个以单片机VDD为参考电压的串联稳压器，其压降加上二极管的正向电压，得到 4.9-5.2V 的电源。对于传输晶体管的唯一要求是器件必须具有足够的击穿电压规范来处理电源电压，同时具有足够的功率处理能力来应对电源产生全输出控制时的功耗。

图 8： 传输电阻原理图

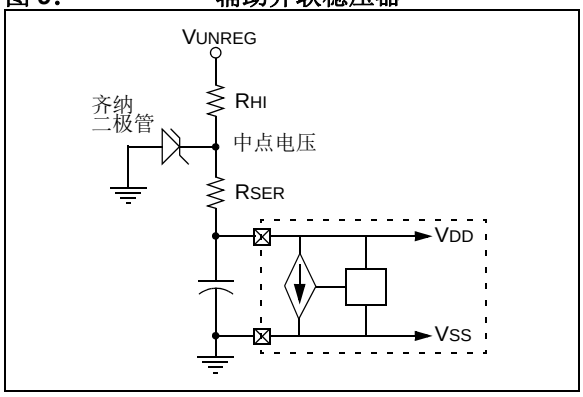


技巧 9 采用分立式辅助并联稳压器降低 VUNREG 的变化

我们已在前面的技巧中探究了降低负载电流变化的方法，以及改变传输电阻值的方法。设计公式中仅有的其他变量为电源电压 VUNREG 的变化。最后一个技巧将演示限制 VU_MIN 和 VU_MAX 之间变化的方法。

可通过采用另一个并联稳压器（以齐纳二极管的形式）调节 VSER 的高电压端达到上述目的。图 9 给出了示例电路。 RHI 和 RSER 这两个电阻形成了一个分压器，其中点电压被二极管的齐纳电压钳位。若 VUNREG 增加，齐纳二极管会将更多电流引导到地，导致 RHI 两端的压降增加，同时保持中点电压相对恒定。这将降低 RSER 和单片机内另一个并联稳压器的变化，简化 RSER 电阻的选择。

图 9： 辅助并联稳压器



高电压并联稳压器的设计步骤与之前单片机内的稳压器相同。 VUNREG 的高值和低值被定义为负载（单片机、并联稳压器和其他负载）所需的高和低负载电流。根据约等于 VUNREG_MIN 和 VDD 中点的齐纳电压来选择齐纳二极管。

注：	齐纳二极管的电流范围应足够大，使得齐纳二极管的电流超出二极管伏安特性曲线的拐点（见图 10），但仍保证功率在器件最大功率额定值范围内。还应该确定并记录二极管的最大电流。

收集了这些信息之后，即可计算 RHI 的最小和最大值。公式 8 和公式 9 只是公式 1 和公式 2 的另一种形式，采用齐纳电压代替了 VDD。

公式 9：

$$R_{HI_MAX} = \frac{(V_{U_MIN} - V_{ZENER})}{1.05 \cdot (I_{LOAD_MAX} + I_{ZENER_MIN})}$$

公式 10：

$$R_{HI_MIN} = \frac{(V_{U_MAX} - V_{ZENER})}{0.95 \cdot (I_{LOAD_MIN} + I_{ZENER_MAX})}$$

若无法找到介于上限和下限之间的值，则应选择功率更高的齐纳二极管，这将增加 IZENER_MAX，或将齐纳电压降低至接近 VDD 的值。若无法找到合适的值或者齐纳二极管或 RHI 的功耗太大，且本应用笔记中的其他技巧均无法缓解该问题，则可能需要开关稳压器以最终解决该问题。

若找到 RHI 和齐纳二极管的合适值，则下一步是根据 VUNREG 和 RHI 确定 IZENER 的变化。公式 11 和公式 12 用于确定齐纳二极管的高 / 低电流。

公式 11：

$$I_{ZENER_MAX} = \frac{(V_{U_MAX} - V_{ZENER})}{R_{HI} \cdot 0.95} - I_{LOAD_MIN}$$

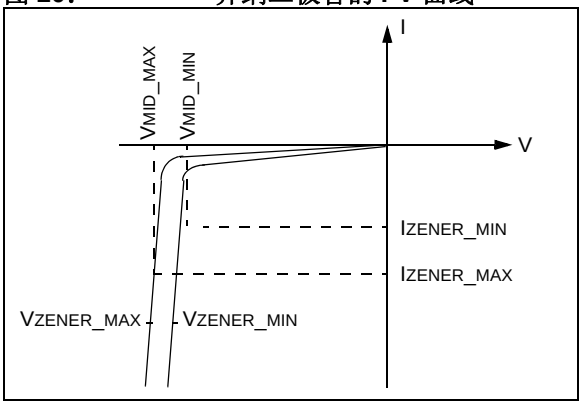
公式 12：

$$I_{ZENER_MIN} = \frac{(V_{U_MIN} - V_{ZENER})}{R_{HI} \cdot 1.05} - I_{LOAD_MAX}$$

给定齐纳二极管电流的最小和最大值，就可根据齐纳二极管的 I-V 关系图得到最小和最大中点电压。请参见图 10 查看 I-V 关系图示例。要获取最小值，调整曲线使得齐纳电压等于规定的二极管的最小齐纳电压值，并且根据最小齐纳电流的估算值选取电压值。要获取最大电压，调整曲线使得齐纳电压等于规定的最大齐纳电压，并且根据最大电流选取相应的电压值。

在原始设计公式 1 和公式 2 中将采用最大和最小中点电压替代 VU_MIN 和 VU_MAX 来计算 RSER。接下来的设计步骤可遵循本文开头的原始步骤。

图 10：齐纳二极管的 I-V 曲线



注： 齐纳二极管功率额定值将限制二极管在钳位中点电压时的最大灌电流。但是，大多数齐纳二极管还指定了最大浪涌功率，它扩大了器件的功率额定值范围，以支持瞬态功耗。若根据由于其他系统的噪声或开关出现的电压瞬时跃变来确定 VUNREG 最大值，只要电压的瞬态变化未超出二极管的最大浪涌功率，就可使用较小的齐纳二极管。

结论

对于工作电压必定会高于单片机电源电压正常范围的控制电路，采用并联稳压器可简化设计。并联稳压器甚至可用作电路中其他有源器件的电源。所需的仅仅是小心的设计和元件的选择。

存储器使用

不适用

参考文档

- AN786，《*Considerations for Driving MOSFETs in High-Current, Switch Mode Regulators*》（DS00786）。
- AN898，《根据电机控制应用需求选择合适的 MOSFET 驱动器》（DS00898A_CN)。

© 2014 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。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。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

═ ISO/TS 16949 ═

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 dsPIC、 FlashFlex、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 MPLAB、 PIC、 PICmicro、 PICSTART、 PIC32 徽标、 rfPIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、 Hampshire、 HI-TECH C、 Linear Active Thermistor、 MTP、 SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、 Application Maestro、 BodyCom、 chipKIT、 chipKIT 徽标、 CodeGuard、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 dsPICworks、 dsSPEAK、 ECAN、 ECONOMONITOR、 FanSense、 HI-TIDE、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Mindi、 MiWi、 MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、 mTouch、 Omniscient Code Generation、 PICC、 PICC-18、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、 REAL ICE、 rfLAB、 Select Mode、 SQI、 Serial Quad I/O、 Total Endurance、 TSHARC、 UniWinDriver、 WiperLock、 ZENA 和 Z-Scale 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

GestIC 和 ULPP 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。

© 2014, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-62077-806-7

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。

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

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

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

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 杭州
Tel: 86-571-2819-3187
Fax: 86-571-2819-3189

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

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

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Pforzheim
Tel: 49-7231-424750

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

10/28/13

© 2014 Microchip Technology Inc.