
dsPICDEM™ 电机控制入门指南

1.0 概述

现在，用户也许手头上拥有了一整套可用来开发自己 dsPIC® 电机控制应用的设备装置，但却为不知如何将其进行正确连接以使电机运行而烦恼。事实上，有许多技术资料可帮助用户实现上述目标，但用户可将本文档视作使用 dsPIC30F 运动控制开发硬件实现电机控制的入门指南。

特别指出的是，本文档将对以下内容进行介绍：

- 如何设置电机控制硬件、连接电机和使电机运行
- 何处寻找电机控制文档和电机控制软件例程

注： 请参阅本文档的**第 2.0 节“快速入门演示指导”**。

1.1 所需硬件装置

首先，用户将需要以下硬件装置：

- 工具套件随附的 dsPICDEM™ MC1 电机控制开发板（Motor Control Development Board，MCDB）。此控制板为带 37 引脚连接器的 5" x 7" PCB 板。
- 供电机控制开发板使用的 9 伏稳压电源。该电源与 Microchip ICD、器件编程器和大多数演示板产品所使用的 9 伏电源是相同的。
- 一个 dsPICDEM 三相（低压或高压）功率模块。
- 根据应用的实际情况，用户还需要供功率模块使用的电源线或电源。如果使用的是高电压功率模块，用户需使用与所在国家工频交流电源兼容的电源线。此线缆在其中一端有 AC 插头而在另一端为剥裂且镀锡的导线。对于低压功率模块，用户则需使用一个可调或固定输出电压的直流电源且其输出电压不应超过功率模块的输入电压限定值。
- 一台可与用户功率模块配套使用的电机。有关电机选择的内容将在本文档后续章节中进行介绍。
- 一只用来将电机和电源连接至功率模块的一字形螺丝刀，该工具包含在用户的工具套件中。

1.2 文档资源

此文档主要作为用户入门指南，并不包含有关硬件、软件或 Microchip 开发工具的完整信息。用户在使用本文档时应同时参阅相关相应的用户手册。

用户可从工具套件随附的 dsPICDEM™ 电机控制软件和文档 CD-ROM 或 Microchip 网站获得相关硬件用户手册、电机控制示例代码和 dsPIC 文献。Microchip 网站包含最新的信息。

以下文档包含有关 dsPICDEM 电机控制硬件组件的特定信息：

- dsPICDEM™ MC1 Motor Control Development Board User's Guide (DS70098)
- dsPICDEM™ MC1L 3-Phase Low Voltage Power Module User's Guide (DS70097)
- dsPICDEM™ MC1H 3-Phase High Voltage Power Module User's Guide (DS70096)

以下文档提供有关 dsPIC 器件的信息：

- dsPIC30F 系列参考手册 (DS70046D_CN)
- dsPIC30F 程序员参考手册 (DS70157B_CN)
- dsPIC30F Data Sheet Motor and Power Conversion Family (DS70082)

2.0 快速入门演示指导

1. 通过 37 引脚 D 型连接器将 dsPIC30F 电机控制开发板 (MCDB) 直接插到三相功率模块。我们不建议在两者之间使用连接电缆。
2. 确保 MCDB 上已安装 dsPIC 器件。如果未安装，将提供的一个器件插到开发板上，要注意位于 PCB 左上角的引脚#1 的方向。器件安装在适配器电路板上，该板将被插入仿真器器件适配器接头引脚。
3. 将电机连接到功率模块。如果用户现在不能确定如何进行正确连接，可参阅此文档后续章节中提供的详细信息。
4. 连接功率模块的电源。可使用交流电源线或直流电源，这取决于用户使用的功率模块。如果用户不能确定使用哪种电源，可参阅此文档后续章节中提供的详细信息。
5. 将 9V 电源连接到 MCDB。此时，应能看到 MCDB 上的 LED 短暂闪烁而功率模块上点亮的 LED 将被熄灭。LCD 显示屏应显示信息 “dsPIC30F MC Demo no mode selected”。
6. 此时，用户可根据要驱动电机的类型，选择 4 种软件模式中的一种。

2.1 软件模式选择

dsPIC 器件中预编程的演示软件支持 4 种工作模式，因此可用于驱动不同类型的电机。在按下器件复位按钮的同时，按住 MCDB 上的 4 个按钮之一，可选择不同的工作模式。复位按钮位于 MCDB 的右上角。当对器件进行复位时，所有 4 个 LED 都将短暂点亮，随后其中一个 LED 将保持点亮表明选择的模式。指示选择模式的 LED 将保持点亮状态直至按钮被释放。选择的模式也将显示在 LCD 显示屏上。

4 个按钮分别被标明为 S4 至 S7。S4 选择模式 1，S5 选择模式 2，其他以此类推。

如果在器件复位期间 4 个按钮中没有任何一个按钮被按下，将不会使能任何模式。4 个 LED 仍将短暂点亮以表明应用程序正在正常运行。代码的时序功能仍将处于有效状态，但 PWM 输出未被使能。

在器件复位之后，按钮 S4-S7 具有其他的应用功能，有关内容可参见第 2.2 节 “按钮和电位器功能”。

工作模式介绍如下：

模式 1：交流感应电机模式

LCD 显示屏将显示 “ACIM Mode 1” 以指示此工作模式。该模式用来以开环控制方式驱动三相交流感应电机 (AC induction motor, ACIM)。如文档后续章节所介绍，在此模式中使用压 / 频 (V/Hz) 控制策略。

注： 模式 1 和模式 2 也可用来驱动分相 (split-phase) 感应电机和隐极感应电机。有关这些电机连接的细节将在后续章节中给出。

模式 2：交流感应电机测试模式

此模式除作为交流感应电机的专用测试模式外，其他方面与模式 1 相同。MCDB 上的电位器 VR1 用于控制压 / 频曲线的斜率，因此对于不同类型的电机可实时调节代码中的参数设定。

模式 3：无刷直流电机模式

模式 3 用于驱动带霍尔效应传感器的 BLDC 电机。本文档的后续章节对 BLDC 的基本工作原理进行了介绍。

模式 4：有刷直流电机模式

模式 4 用于驱动 BDC 电机。

2.2 按钮和电位器功能

- 对于所有演示模式，MCDB 上的电位器 VR2 (右侧的电位器) 用于控制电机转速。
- 在模式 2 中，电位器 VR1 用于调节交流感应电机控制中的压 / 频斜率参数。
- “Trip” 按钮工作于所有演示模式且直接连接到 PWM 故障引脚。在该按钮按下时将导致产生一个故障中断并禁止 PWM 输出。
- 按钮 S4 工作于所有演示模式且可对由功率模块或 “Trip” 按钮产生的任何有效故障条件进行复位。
- 按钮 S5 用于模式 1 和模式 2 (ACIM)，用于使能高压功率模块中的升压电路。该电路将使电压提高大约 50%。
- 按钮 S6 仅用于点亮 MCDB 上的一个 LED。
- 在所有演示模式中，S7 为电机反向控制按钮。

3.0 电机类型

根据用户应用的不同需求，电机控制演示工具套件可驱动不同种类的电机。用户可向 **Microchip** 订购电机或自行提供。本节将提供有关适用于开发硬件的电机的信息。

3.1 适用于高压功率模块的电机

如果用户手头有高压功率模块，则极有可能希望使用三相交流感应电机（ACIM）。用户可从大多数工业产品的销售商处购买该类型电机。用户需要获得额定工作电压为 110-230 VAC 和额定输出功率为 1 HP 或以下的三相交流感应电机。

可提供 ACIM 的知名厂商包括 Dayton、Baldor、G.E.、A.O. Smith 和 Leeson。目前，典型的分数马力三相 ACIM 的售价不超过 \$120。

如果需要，用户可向 **Microchip** 订购 1/3 HP 三相 ACIM。（**Microchip** P/N AC300021）。

高压功率模块也可用来驱动分相或隐极 ACIM。

3.2 适用于低压功率模块的电机

如果用户在使用低压功率模块，则极有可能希望驱动有刷直流电机或无刷直流（BLDC）电机。低压功率模块设计为用来驱动额定功率 400W 或以下功率等级的电机。低压功率模块可支持驱动电压最高为 48V。

Microchip 可提供小型三相 BLDC 电机。这种电机设计为工作电压为 24 伏，可与低压功率模块（**Microchip** P/N AC300020）配合使用。

用户也可使用功率模块驱动有刷直流（BDC）电机。该类型电机可从许多经销商处方便地获得。

4.0 硬件设置

4.1 如何进行三相交流感应电机和功率模块的连接

大多数三相电机在出售时都是不附带电源线的。在将电机连接至功率模块时，用户需提供 4 根等长的 12-16 AWG 软线缆和 4 个接线旋钮。线缆长度最好小于 3 英尺。大多数三相 ACIM 的绕组可采用两种接线方式接线为 208V 或 460V 工作。电机背部或侧面通常放置有铭牌。为方便进行电机接线，可将其移除。可按照电机面板上的接线图进行电机三相电源线 and 外壳接地的连接。参照电机面板的接线图进行 208V 工作的接线。应将连接至功率模块的线缆末端剥开并镀锡。

注： 应对电机机壳进行接地处理以避免发生电击事故。

按照第 1.2 节“文档资源”中列出的功率模块用户指南中的说明进行电源线的连接。电机的 3 根电源线应分别接至功率模块右侧的 R、Y 和 B 接线端。除非用户对电机旋转方向有具体要求，否则对电源线接至哪个接线端没有具体限制。用户应确保将电机机壳接地线连接至功率模块右侧的接地端。

4.2 如何进行分相式（Split-Phase）交流感应电机和功率模块的连接

分相式 ACIM 设计为具有主绕组和副绕组。小型分相式 ACIM 通常都安装有电源线。分相式 ACIM 通常有 3 根电源线；主绕组、副绕组和同时连接至这两个绕组另一端的公共线。通过使用欧姆表即可判断出每一根电源线的功能。副绕组比主绕组的阻抗高。将欧姆表跨接在主绕组和副绕组线之间，则可测量出两个绕组的阻抗之和。当用户判断出各条线的功能时，应分别将其标注为“主绕组”、“副绕组”和“公共线”。

如图 1 所示，通过在副绕组中串联一个电容可实现分相式电机的驱动。电容将在副绕组电流中插入一个相移，这样采用单相电压源即可在电机中产生一个旋转的磁场。电机制造商提供该电容的规格。如果使用这种电容，可如图 2 中所示将电机连接至功率模块。注意，这里仅使用了逆变器的两个输出端。

如果需要，也可在不使用副绕组电容的条件下对分相式 ACIM 进行驱动。此时应将公共线接至功率模块上的 R 接线端，主绕组接至 Y 接线端而副绕组接至 B 接线端。图 3 中给出了此方案的接线细节。

图 1: 典型分相式电机的连接

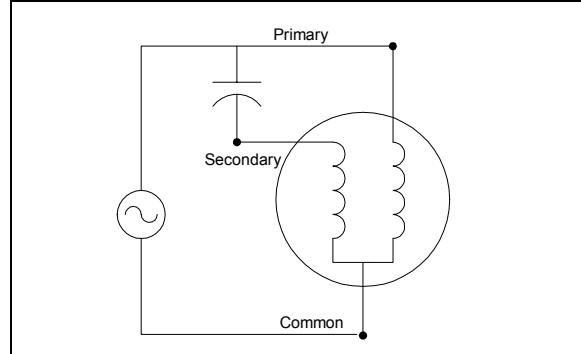


图 2: 分相式电机与功率模块的连接（有电容）

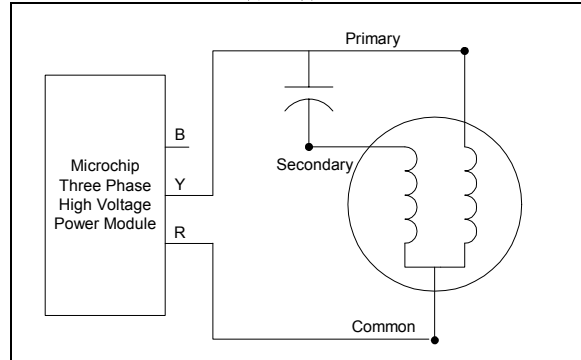
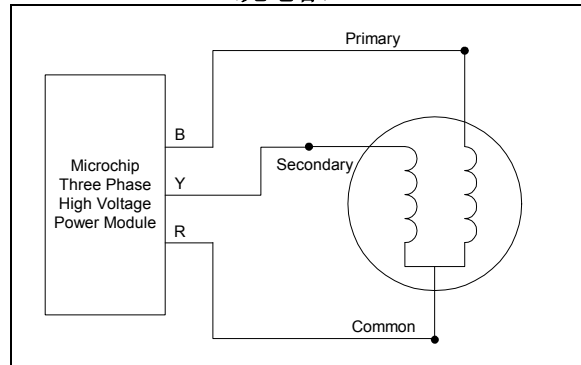


图 3: 分相式电机与功率模块的连接（无电容）



4.3 如何进行无刷直流（BLDC）电机和功率模块的连接

三相 BLDC 电机与功率模块的连接方法与三相 ACIM 类似。（参见第 4.1 节“如何进行三相交流感应电机和功率模块的连接”）。大多数小型 BLDC 电机都附带电源线或电源排线。将三相电源线分别接至功率模块上的 R、Y 和 B 接线端子。为使软件换相控制算法能够正常工作，接线的次序是非常重要的。用户可能需要对不同接线次序进行试验后才能找到正确的组合以使电机正常运行。错误的接线次序不会造成设备损坏。如果电源线连接到错误的电源端子，电机仅是在两个转子位置之间振荡。如果发生这种情况，用户应将其中两根电源线的次序交换直至电机能够正确旋转。

如果使用霍尔效应传感器实现 BLDC 电机换相，用户需将霍尔信号线连接至电机控制开发板。除用于 3 个霍尔信号的 3 根线之外，霍尔效应传感器通常还需要 5V 电源。参见电机数据手册。

用户可能需要对霍尔传感器信号线连接次序进行试验以使软件换相控制算法正确运行。

4.3.1 HURST BLDC 电机的电源线和霍尔传感器接线

如果用户使用 Microchip 提供的 Hurst 电机和排线，应按照以下给出的电源和霍尔传感器接线方法进行接线。

通过使用正方形 4 引脚 Molex 连接器将电源排线连接至电机。

- 绿色电源线接至功率模块上的接地端子
- 红色电源线接至 R 接线端
- 黑色电源线接至 Y 接线端
- 白色电源线接至 B 接线端

以下给出了 Hurst BLDC 电机霍尔效应传感器的正确接线方法。将霍尔效应传感器排线插入 Hurst 电机后部的 8 引脚连接器。将另一端剥开的线分别连接至电机控制开发板右侧的霍尔信号端子排。

- 将红色线接至“霍尔 +5”接线端
- 将黑色线接至“霍尔 G”接线端
- 将白色线接至“霍尔 A”接线端
- 将棕色线接至“霍尔 B”接线端
- 将绿色线接至“霍尔 C”接线端

4.4 如何进行有刷直流（BDC）电机和功率模块的连接

使用功率模块 3 个输出端中的 2 个即可实现对 BDC 电机的驱动。如果用户使用的是 BDC 电机，可将电机电源线中的一根接至功率模块的 R 输出端子而将另一根接至 Y 接线端。

4.5 功率模块的电源

dsPIC30F 电机控制开发板上的 5V 直流稳压电压通过 37 引脚接口连接器接至功率模块。5V 直流电压经过功率模块内部升压以给功率晶体管门极驱动 IC 和故障保护电路供电。这将使得用户在电机加电之前可使用功率模块状态指示 LED 对软件操作进行测试。

用户将需要另一个电源用于为功率模块提供直流母线电压。以下介绍了两种可能的选择方案。

4.5.1 通过交流电源线给高压功率模块供电

高压功率模块可直接由交流电源线供电。用户可能需要准备一根具有所在国家使用的标准交流电源连接器的电缆。应将电缆的另一端剥开并镀锡。这些电源线将接至位于功率模块左侧的 L、N 和接地端子。用户需按照 *dsPICDEM™ MC1H 3-Phase High Voltage Power Module User's Guide* (DS70096) 中所介绍的方法对这些电源线进行连接。

如果用户手头有交流调压器，则可将其与高压功率模块配合使用。在对应用源代码进行测试时，通过调压器可方便进行直流母线电压的调节。

4.5.2 通过直流电源给功率模块供电

用户也可通过可调直流电源向功率模块供电。*低压功率模块必须由直流电源供电。*按照第 1.2 节“文档资源”中列出的功率模块用户指南中所介绍的方法将电源线接至功率模块左侧的接线端子。应确保供电电压不应超过功率模块的最大输入电压值。

高压功率模块设计为采用交流输入电压供电，但如果需要的话，也可采用直流电源进行供电。HVPM 的直流母线可在 400V 以下的任何电压下工作。用户应牢记由于器件的电流限制，当在较低电压下工作时 HVPM 的功率输出将受到限制。而且，功率模块输入端的桥式整流电路也将受到额外的电流限制，因为 4 个二极管中只有 2 个二极管导通。

5.0 电机控制软件

根据要对何种类型电机进行控制，CDROM 中提供了几种不同的代码示例。本节将对每一个代码示例进行简要说明。

注： 用户获得的 dsPIC 样片中预先烧写的固件将本节中所介绍的所有源代码示例组合为一个据有多种可选模式的一个应用程序。

5.1 ACIM 压一频电机控制演示

此源代码示例说明了如何使用 dsPIC® 器件控制感应电机。用户可使用此代码控制三相和分相式 ACIM。

ACIM 设计为工作在恒定输入电压和频率条件下。如果电机输入电流的频率是可变的，则可在开环变速应用中对 ACIM 进行高效控制。如果未出现电机机械过载，则电机的运行速度将大致与输入频率成正比。当减小驱动电流频率时，也需将电流幅值按比例减小。否则，电机在较低速度和输入频率条件下将消耗过大的电流。这就是压频比控制的基本概念。在实际应用中，采用定制的压频比曲线以确保电机可正确运行于任何转速设定点上。此曲线可采用查表的形式加以实现或通过实时计算的方法获得。在应用中通常使用斜率变量，该变量定义在任何工作点驱动频率和电压的关系。

ACIM 演示软件从电位器输入获得速度给定并以此值来确定相应的驱动频率和幅值。在每一 PWM 中断产生后将调用子程序 SVM() 并确定相应的 PWM 占空比以产生正弦波电机电流。(PWM 模块基本上是用作一个 D/A 转换器以产生电机所需的正弦驱动电流。)

SVM() 函数有两个输入变量，即幅值和相位，确定三相正弦驱动电流的瞬时幅值和相位。在产生每一个 PWM 中断时都将一个与速度设定值成正比的值加到相位变量以产生正确的驱动频率。该与速度设定值成正比的参数值用来对幅值变量进行换算。因此，电机驱动电流的频率和幅值是速度设定值的线性函数。

5.2 BLDC 电机控制演示

FTP 站点提供的 BLDC 演示软件设计为用来驱动带霍尔效应传感器的三相 BLDC 电机。

大多数三相 BLDC 电机的绕组采用星型连接方式。星型连接的中点位于电机内部，通常情况下用户无法对该节点进行操作。

在 BLDC 运行的任何时刻，电机三相中有 2 相通以直流电流以产生电机转矩，因此总共存在 6 种不同的绕组通电组合。BLDC 电机控制的基本概念是通过这 6 种绕组通电方式的切换对电机各相通电以产生最大输出转矩。本质上，这与普通直流电机通过电刷进行换向的工作原理是相同的。为实现此目的，必须知道任意时刻转子所处的位置。

电机上的 3 个霍尔效应传感器用于提供所需转子位置信息。霍尔效应传感器在机械上与转子对齐以提供一个 3 位数字值。每当需要对电机进行换相控制时，该值将发生改变。

dsPIC PWM 模块中的 OVDCON 寄存器用来对电机各相的通电进行导通和关断控制。每当霍尔效应传感器输出发生变化时，OVDCON 将写入新的值。软件必须以相对较高的频率对霍尔效应传感器输出的状态进行查询，因为电机可能运行于高速。用户也可采用中断方法来查询霍尔效应传感器的变化。

通过读入电位器上的电压作为电机速度给定。PWM 占空比与电位器设定成正比关系。占空比并不需要经常发生变化，因为它仅影响电机转速。因此，在代码示例中每隔几个毫秒才对电位器电压进行读入操作并对占空比进行更新。

从技术上来讲，实现 BLDC 控制只需一个 PWM 发生器，该发生器由电机各相所共用。dsPIC PWM 模块设计为用来控制多种不同类型的电机，因此对于电机每一相都有对应的专用 PWM 发生器。这也是为什么当 PWM 发生器被更新时，新的占空比设定值将被拷贝至所有 PWM 发生器的原因。

5.3 有刷直流（BDC）电机控制演示

用户可从网站获得 BDC 电机控制软件，因此用户使用一个普通的电机即可对系统操作进行校验。用户可从销售商和商店等方便地获得廉价的 BDC 电机。

BDC 控制软件使用功率模块的其中 2 相作为“H 桥”以实现电机的双向控制。MCDB 上的一个电位器用作速度给定。当速度给定为 0 时，与这 2 相对应的占空比设定值分别设置为 50%。此时在电机电枢两端产生的电压为 0。当正向旋转时，速度给定将被加入相 #1 的 50% 占空比设定值且从相 #2 的 50% 占空比设定值中减去。这将在电机电枢两端产生一个正电压。在反向旋转时，速度给定将从相 #1 的 50% 占空比设定值减去且加入相 #2 的 50% 占空比设定值。这将在电机电枢两端产生一个负电压。

注:

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。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、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、Mindi、MiWi、MPASM、MPLIB、MPLINK、PICKIT、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICKITail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock 和 ZENA 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。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2006, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe、位于俄勒冈州 Gresham 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、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方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

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
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

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

圣何塞 San Jose
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 - 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

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: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

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

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7250
Fax: 86-29-8833-7256

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Gumi
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

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

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

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: 43-7242-2244-399
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 - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

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

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

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

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820