

## PIC®单片机中的集成电平转换器

了解 PIC18-Q24 系列单片机内部集成的电平转换器，也称为多电压输入/输出 (MVIO) 端口

Microchip Technology Inc.  
应用工程师  
Robert Perkel

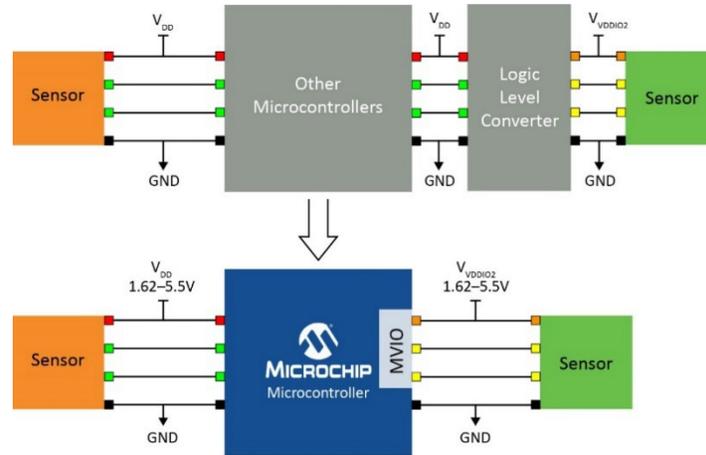


在嵌入式设计中，一个常见的挑战是电压等级不匹配，即传感器或外设的工作电压域与单片机不同。如果直接连接这些器件，可能会出现两种情况：

- 低电压器件的输入电压超过其额定值；
- 高电压器件可能无法识别来自低电压器件的“1”和“0”。

解决这一问题的常用方法是使用电平转换器，将一种电压域的信号转换为另一种电压域。虽然电平转换器是标准器件，但它会增加物料清单 (BOM) 成本，并占用额外的 PCB 空间。此外，电平转换器的配置和功能集会根据信号方向及其他特性有所不同。

另一种解决方案是使用集成电平转换输入/输出端口，即 PIC®和 AVR®单片机中的[多电压 I/O \(MVIO\) 端口](#)。MVIO 端口是在与单片机其他部分不同的电压域下运行的 I/O 端口。这是真正双向电平转换，而不仅仅是能耐受高电压的引脚。



MVIO 电压域可以高于或低于单片机的内核电压，只要 I/O 端口的电压高于最低工作电压且低于器件的绝对最大额定值（在大多数情况下为 1.62V 至 5.5V）。虽然 MVIO I/O 端口是单独供电的，但对于单片机及其硬件外设来说，该 I/O 端口的工作方式与普通数字 I/O 端口相同。引脚可以分配 I/O 方向、输出值和/或其他参数（如开漏、弱上拉等）。在 PIC 单片机上，MVIO 可与外设引脚选择（PPS）功能配合使用；而在 AVR 单片机上，则可通过 PORTMUX 像往常一样路由由外设信号。

MVIO 端口的供电与主单片机是独立的。换句话说，不需要电源时序管理。MVIO 端口可以在单片机断电时单独供电，或者在单片机运行时端口不供电。无论哪种情况，都不会对单片机造成损坏。

除了标准的数字 I/O 功能外，MVIO 还具备额外的硬件，可用于检测 MVIO 端口上的电源事件并测量当前电源电压。具体行为会因器件和架构（PIC 或 AVR）不同而有所差异，因此本文仅讨论 PIC18-Q24 系列单片机上实现的 MVIO 功能。技术简介 [Using the Multi-Voltage I/O Module on 8-bit PIC and AVR Microcontrollers \(TB3351\)](#) 对两种架构下 MVIO 的配置进行了更详细的说明。

[PIC18-Q24 系列](#) 具备两个中断和一个用于 MVIO 电压的内部模数转换器（ADC）通道，可在运行时测量 MVIO 的供电电压。ADC 通过内部 10 倍分压器测量当前 MVIO 供电电压，以确保 MVIO 电压处于 ADC 可测量范围内，因为其电压可能高于核心电压。中断来自专用于 MVIO 模块的内部电压监测器，并可关闭以节省功耗。

电压监测器会产生  $VDDIOxLVDIF$  和  $nVDDIOxnRDYIF$  这两个中断。这些中断为电平敏感型，而非边沿敏感型，即只要条件存在，中断就会持续有效。相关的状态标志也可以通过软件轮询获取。



当 MVIO 端口低于所需的最小工作电压时，nRDYIF 中断会被触发，此时 MVIO 端口会被禁用。如果 MVIO 端口电压低于可配置的阈值，则会触发 LVDIF 中断，这使开发者能够在电源电压下降但尚未完全失效时及时检测到。

通过将这些功能与 MVIO 外设结合使用，可以解决不同电压域接口中的许多挑战。MVIO 对单片机几乎是透明的，这大大简化了相关应用的开发。如需了解更多关于 MVIO 实现的信息，请参阅 [TB3351](#) 和器件数据手册。关于 PIC18-Q24 系列单片机的更多信息可在[此处](#)获取，所有带 MVIO 功能器件的预排序表格可在[此处](#)查阅。