

EET电子工程专辑

轻松设计： 传感器终端节点

主办方：



www.microchip.com

目录

3

轻松设计：传感器终端节点

- 带您迈向成功之道
- 什么是轻松设计？
- 轻松设计就是……
- 轻松设计的优势

5

什么是传感器终端节点？

6

Microchip 8位MCU在传感器终端节点应用中的独特优势

- 低功耗——picoPower®和超低功耗 (XLP) 技术
- 逻辑控制——可配置逻辑单元 (CLC) 和可配置定制逻辑 (CCL)
- 带计算功能的模数转换器 (ADC²)

9

聚焦PIC® MCU和AVR® MCU

- PIC18F K42系列单片机
- PIC16F15386系列单片机
- AVR® Tiny-1系列单片机

12

开发工具

- 专用的PIC® MCU和AVR® MCU工具链
- MPLAB®代码配置器
- Atmel START、软件内容和IDE
- 利用Atmel START，您可以……
- Data Visualizer工具

14

传感器原型设计

- 选择基础开发平台
- 借助click boards™节省时间
- 自动生成代码

16

参考资料

- 应用笔记和技术简介

轻松设计： 传感器终端节点

带您迈向成功之道

您是否曾经突发灵感想要开发一款新技术产品，但赫然发现仅仅是将嵌入式设计构想转化为工作原型就要面临无穷无尽的选择而感到举步维艰？或者您有一个原型设计，但希望对其进行优化以实现量产？又或者，您有一个工程师团队正在负责对现有产品添加些新功能，而您希望优化资源并将风险降到最低。无论您面临怎样的设计挑战，轻松设计都可以帮助您提高成功率。

什么是轻松设计？

轻松设计是一种理念，主张稳健、可靠的嵌入式产品开发应该为每个人所用。具体来讲就是消除开发过程中的复杂性，让您的构想能够自由地发挥最大潜能；摆脱进度拖延和永无止境的验证周期。轻松设计是一个扩展性极高的平台，能够让您在几天内构建一个工作原型，并使用相同的经验验证硬件和代码库在几个月内准备好投入生产。凭借轻松设计，您能够获得Microchip丰富的工程师知识库并轻松访问用户社区。

简而言之，轻松设计集芯片、开发环境和行业知识于一体，能够助您最大限度降低风险并加速开发。

轻松设计就是……

芯片——一切都始于可靠的MCU、模拟器件和相关元件。我们的PIC[®] MCU和AVR[®] MCU产品组合设计为能够与我们的开发环境无缝协作，帮助您缩短学习曲线。

环境——Microchip的目标是让任何设计体验都能够透明运用其开发环境。我们屡获殊荣的IDE和编译器均构建为可方便地跨平台访问。

易于使用的工具——不再需要花费数小时或数日的时间即可让嵌入式系统的基本构建模块运行起来。Microchip易于使用的工具提供了一种简单的方法来配置应用的基本参数，无需编写任何代码。

经验证的代码——我们易于使用的工具提供了代码库，可以快速创建通信和触摸传感等复杂功能。这些代码库在出厂前经过验证，能够用于生产就绪型设计。

快速原型设计硬件——免去在初期开发阶段采购定制印刷电路板(PCB)的麻烦。凭借我们广泛的开发板以及附加传感器、执行器和通信模块产品组合，可以轻松构建工作原型，毫不拖延。

培训——可与Microchip最优秀的人才进行交流，直接获取到完成下一个项目所需要的深刻见解。我们丰富的在线和面对面课程可为您提供大量的学习机会，能够显著加快产品的上市速度。

社区——您将能够接触到我们建立的行业贡献者网络，学习最佳实践并获得启发。从设计建议到代码示例，Microchip用户社区均可帮助您节省时间。

轻松设计的优势

更短的设计周期——通过使用可根据生产情况轻松修改的硬件和软件来启动项目，能够



大幅缩短上市时间。组件选择、验证和测试周期也均可以缩短。

更稳健的设计——借助我们的开发生态系统，可以将系统故障的其中一个主要原因(配置错误)降至最低。我们可以负责处理设置和配置代码，以便您能够专注于您的应用，同时可以帮助降低设计风险。

能够满足市场需求——Microchip的原型设计硬件和软件工具非常易于使用。我们的客户纷纷表示能够快速向其应用中添加新功能。现在，您可以通过提供客户要求的系统功能来增加利润。

什么是传感器终端节点？

从家电到楼宇自动化，再到可穿戴设备，物联网 (IoT) 正在触及我们日常生活的方方面面。作为物联网系统的主要组成部分，传感器终端节点正在推动市场快速发展。传感器终端节点是一个硬件子系统，可用于在互联系统中感知“真实世界”。换言之，传感器终端节点可跟踪并响应温度和湿度等环境数据，从而有效管理最终应用。

传感器终端节点是集成有高分辨率模数转换器 (ADC) 的智能设备，可实现复杂的控制和传感器接口。ADC的集成减少了物料清单 (BOM) 并减小了整体设计占用空间 (这对于可穿戴设备等小型化应用至关重要)，从而可简化系统设计。

传感器终端节点通常可在电池供电下运行数年。节点大部分时间都处于低功耗“休眠”模式，根据固定的时间表定期唤醒。节点唤醒后，将收集数据并将其发送出去。然后它将恢复到休眠状态，直到需要进行下一次测量。由于传感器终端节点主要处于休眠状态，因此需要通过多种休眠或低功耗模式来降低功耗。

传感器终端节点是独立的自主型子系统，其中的外设可以提供稳态的闭环嵌入式控制，而无需MCU内核介入。可以将CPU置于空闲或休眠模式以节省系统功耗，从而降低能耗。

传感器终端节点的其中一个应用示例是简易恒温器。在此应用中，传感器用于测量温度并将其报告给MCU。单片机将处理数据并将信号发送到供暖、通风和空调 (HVAC) 系统，以便在必要时采取适当的预定义措施。恒温器大部分时间处于休眠模式。它偶尔唤醒，测量并评估温度，然后回到休眠状态，因此低功耗运行十分重要。

Microchip具有适用于传感器终端节点的PIC® 单片机和AVR®单片机。我们的小尺寸低功耗产品完美组合了模拟和数字外设，可帮助您在下一次设计中轻松实现传感器接口。



Microchip 8位MCU在传感器终端节点应用中的独特优势

在物联网 (IoT) 时代, 我们身边的一切都变得越来越智能。从咖啡机到自动驾驶汽车的各种应用均在其设计中集成了不同类型的传感器, 用于监视、测量以及与周围环境进行通信。这些智能应用往往需要降低功耗 (极端情况下, 它们必须在单节电池供电下运行10年以上), 但执行的任务却有所增加。为了实现这些应用, 最新一代的8位PIC[®]和AVR[®] MCU设计有许多可运行时调整的独特外设和省电功能。凭借灵活的配置能力, 系统能够以最低功耗完成当前任务, 而且通常无需CPU监管。

低功耗——picoPower[®]和超低功耗(XLP)技术

采用picoPower[®]技术的AVR[®] MCU具有三种低功耗模式, 其中包括Sleepwalking模式, 该模式可在CPU处于休眠模式时使外设保持工作状态。例如, 可以将ADC模块置于“窗口模式”, 将每个采样与两个值进行比较。根据配置, 如果采样低于、高于、未超出、超出设置的窗口限值, 则ADC可以将CPU从休眠模式唤醒。如果连接的传感器

8位PIC[®] MCU中的不同功耗模式/功能

模式 / 功能	CPU时钟(CLK _{CPU})	外设时钟 (CLK _{PER})	功耗
深度休眠	关闭	关闭	静态
休眠	关闭	关闭	静态
空闲	关闭	开启	动态
打盹	开启 (CLK _{PER} /n)	开启	动态
运行	开启	开启	动态
外设模块禁止(PMD)	开启或关闭	可选择禁止	动态

保持在一个稳定的范围内, CPU可能很少需要上电 (更多信息, 请参见AN2464), 这样便可为系统节能。

同样, 采用超低功耗 (XLP) 技术的PIC[®] MCU也提供多种功耗模式, 休眠电流低至9 nA。

此外, 片上独立于内核的外设(CIP)设计为在处理任务时无需代码或CPU监管来维持运

行。因而，其简化了复杂控制系统的实现，给予设计人员创新的灵活性。AVR® MCU中提供的事件系统使得外设能够作出明智决策，并将数据直接传送到其他外设。数据通过专用路由网络进行传输，使其能够独立于CPU运行。

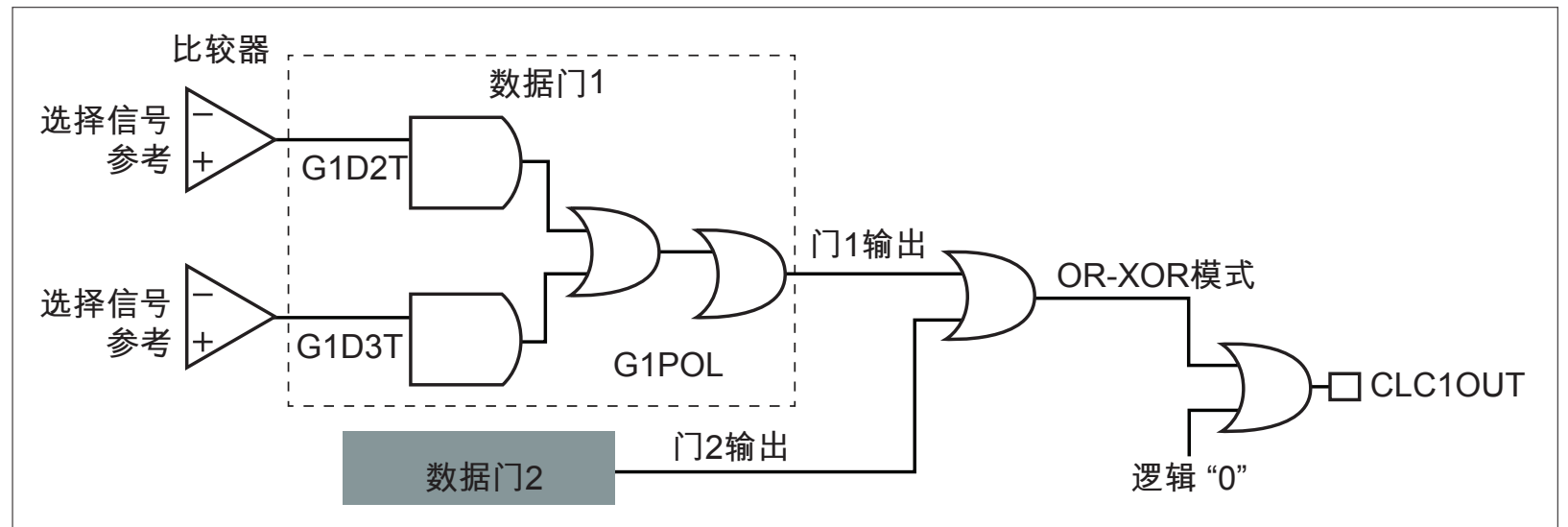
凭借众多PIC® MCU上的外设引脚选择(PPS)功能，可将数字外设的引脚灵活映射到多个I/O引脚。此功能可减轻内核的负荷，可在休眠模式下使用，降低功耗的同时提高系统性能。此外，它具有100%的确定性，非常适合在各种应用中进行实时传感器管理。

逻辑控制——可配置逻辑单元(CLC)和可配置定制逻辑(CCL)

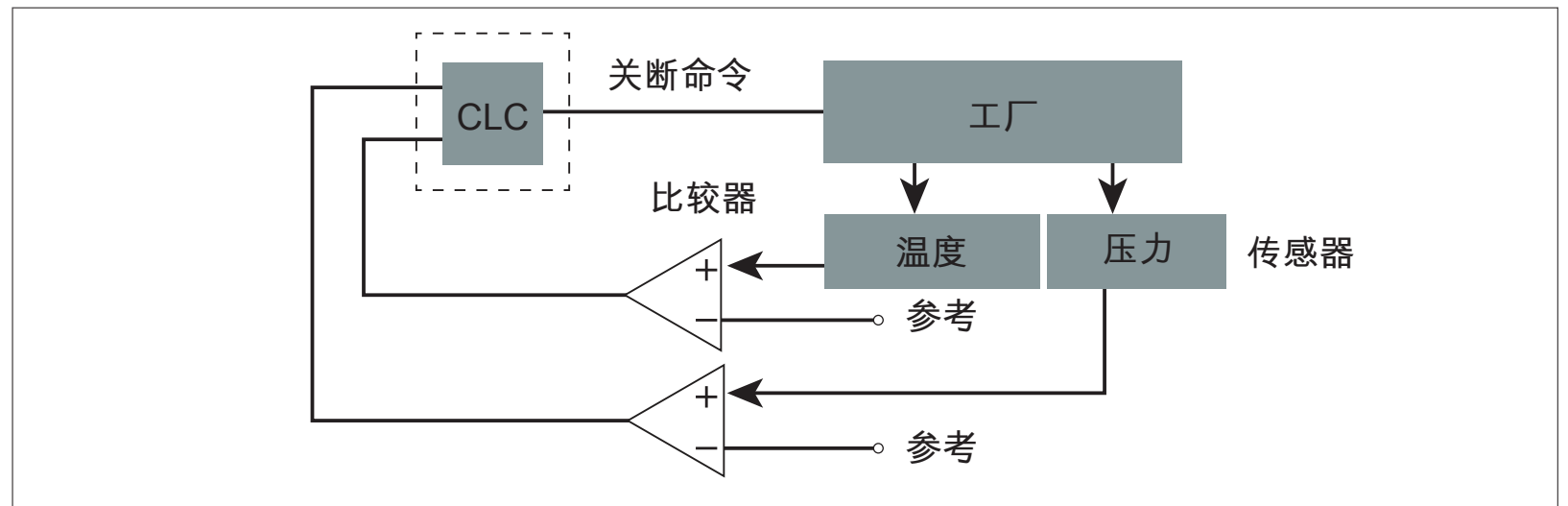
通常，传感器节点应用需要同时监控多个参数，例如温度、压力和湿度。与先到先服务的管理方式有所不同，PIC® MCU内部的可配置逻辑单元 (CLC) 仅允许在满足所有预配置条件时采取必要措施，以此增加灵活性和智能性。这种增强的逻辑功能也可以通过许多AVR® MCU中的可配置定制逻辑(CCL)来实现。

以下是使用CLC模块进行多参数监控的示例(AN2133):

采用CLC对多个参数进行监控



采用CLC对工厂中的温度和压力进行监控

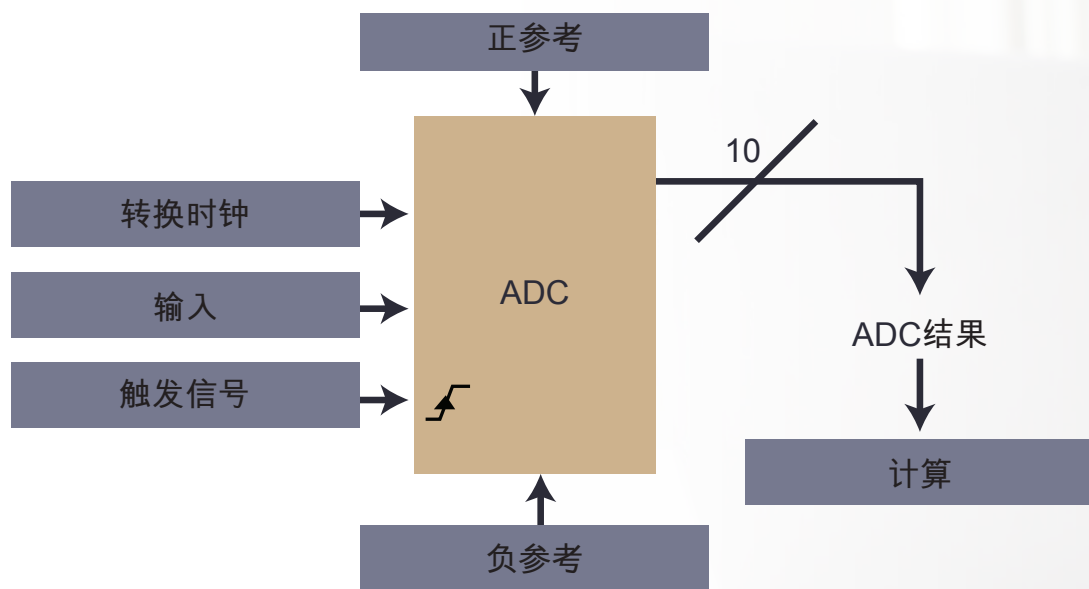


带计算功能的模数转换器(ADC²)

在Microchip最新的8位MCU系列中，带计算功能的10位和12位模数转换器(ADC²)，可提供过采样、平均值计算和低通滤波等后处理功能，这些功能在与模拟传感器接口时频繁使用。

模拟输入通道源通过多路开关连接到一个采样保持电路。采样保持电路的输出连接到模数转换器，转换器生成模拟输入的二进制表示。当ADC在使能计算功能的情况下运行时，转换结果将传送到计算功能模块中进行后处理。之后，将通过误差计算和阈值比较来评估后处理结果。

有关ADC²模块的更详细说明，请访问Microchip的开发人员帮助网站(链接为<http://microchipdeveloper.com/8bit:adcc>)。



聚焦PIC[®] MCU和AVR[®] MCU

PIC18F K42系列单片机

PIC18F “K42” 系列由10款高度集成的产品组成——涵盖16 KB到128 KB的闪存，28到48引脚的封装选项。该系列器件具有丰富、全面的独立于内核的外设 (CIP) 和智能模拟功能，可以通过硬件完成许多功能任务，从而可节省代码、缩短验证时间、减少内核开销和降低功耗。这些MCU配有带计算功能的12位ADC (ADC²)、直接存储器访问 (DMA)、向量中断 (VI) 控制器以及其他用于实现快速处理的系统增强功能。它们广泛适用于各种应用和市场，例如汽车、工业控制、物联网 (IoT)、医疗和白色家电等。

PIC18F "K42"系列

无所不能的MCU



主要特性

最高集成度

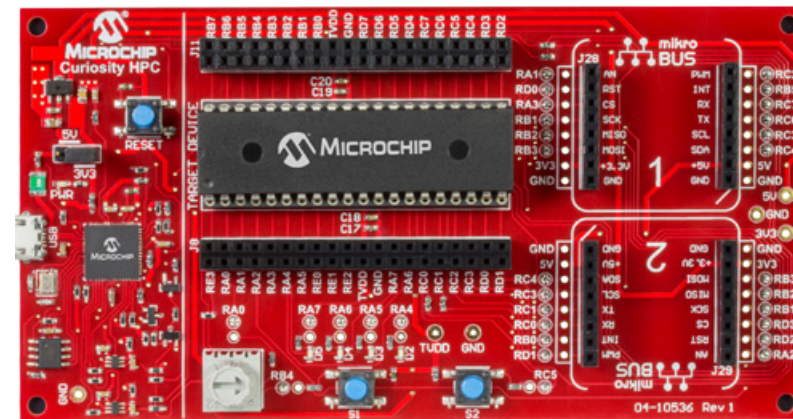
- 最高的CIP集成度——将系统功能转移到硬件中
- 带计算功能的12位ADC (ADC²)——自动信号调理
- 最大的总存储空间——最大128 KB闪存和8 KB RAM

优化的系统性能

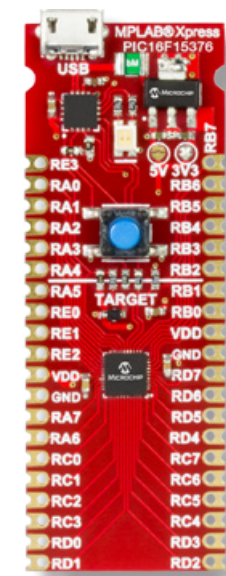
- 通过DMA在CIP和系统存储块之间进行快速数据传输
- 通信协议 (DMX、LIN和DALI) 的硬件支持
- 用于确定性系统响应的向量中断
- 低功耗XLP技术

易于使用的开发工具

- Curiosity高引脚数 (HPC) 开发板 (部件编号: DM164136)
- MPLAB[®] Xpress K42评估板 (部件编号: 待定)



Curiosity高引脚数 (HPC) 开发板(部件编号: DM164136)

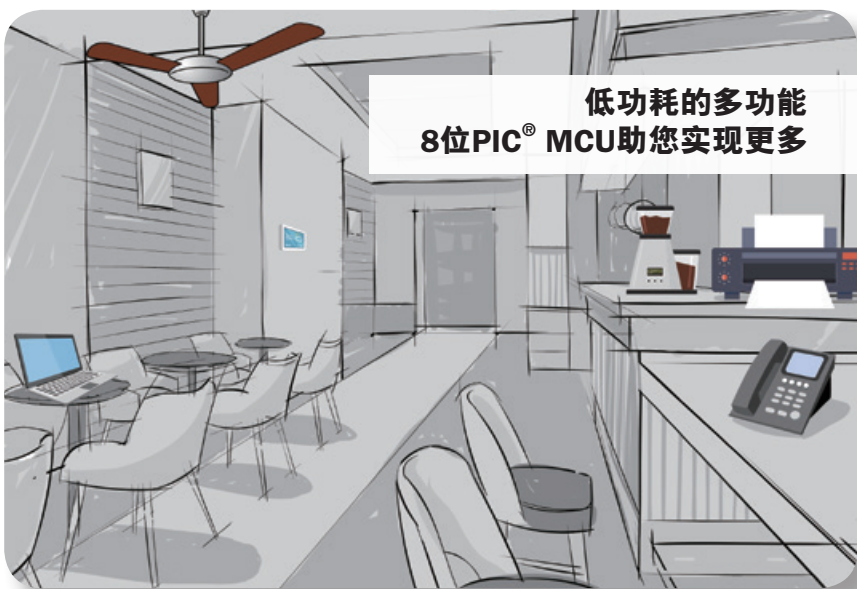


MPLAB[®] Xpress K42评估板
(部件编号: 待定)

PIC16F15386系列单片机

PIC16 (L) F15386 8位产品系列代表着Microchip新一代高性价比PIC®单片机的发展趋势。该系列提供智能模拟模块、独立于内核的外设 (CIP) 和通信模块等基本外设，同时采用超低功耗 (XLP) 技术。这些MCU具有最大28 KB的闪存和2 KB的RAM。该系列具有PWM、多种通信接口、温度传感器以及存储器访问分区 (MAP) 和器件信息区 (DIA) 等存储器功能。这些MCU还兼具节能特性和系统灵活性，如CPU空闲/打盹模式、外设模块禁止 (PMD) 和外设引脚选择 (PPS)。

PIC16 (L) F15386产品提供广泛的引脚数 (8至48引脚) 选择，以支持各种通用的低功耗应用。



低功耗的多功能
8位PIC® MCU助您实现更多

主要特性

设计灵活性

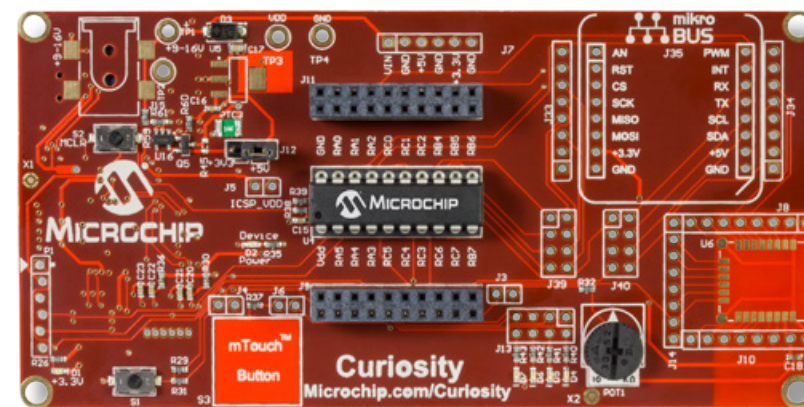
- 大存储器产品 —— 最大28 KB闪存和2 KB RAM
- 广泛的引脚数选择 —— 8至48引脚
- 通过各种CIP支持丰富的应用功能

可配置性高

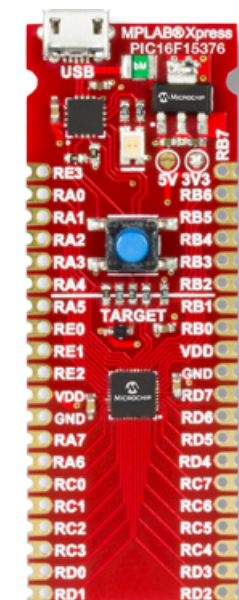
- 存储器存储可配置
- 惟一ID和出厂校准
- 低功耗特性和多种通信接口

易于使用的开发工具

- Curiosity开发板 (部件编号: DM164137)
- MPLAB Xpress PIC16F15376评估板 (部件编号: DM164143)



Curiosity开发板 (部件编号: DM164137)



MPLAB® Xpress PIC16F15376
评估板 (部件编号: DM164143)

利用AVR® MCU构建未来

全新tinyAVR®单片机系列



AVR® Tiny-1系列单片机

Tiny-1系列是AVR® MCU丰富产品线的新进产品。该系列器件结合了多项创新功能，包括独立于内核的外设、外设触摸控制器 (PTC) 和外设事件系统。该系列可在14、20和24引脚封装中提供最大16 KB闪存、256 B EEPROM和2 KB RAM。其他

集成特性包括20 MHz内部振荡器以及USART、SPI和I²C高速串行通信。此外，还包括可配置定制逻辑模块以及具有内部参考电压的10位ADC，采用1.8V至5.5V的工作电压以及可实现低至100 nA的休眠电流的picoPower®技术。这些器件也是Atmel START支持的第一个8位MCU系列，Atmel START是一款用于嵌入式项目的直观型在线图形配置工具，允许您为传感器终端节点配置驱动程序和软件。

主要特性

高度灵活

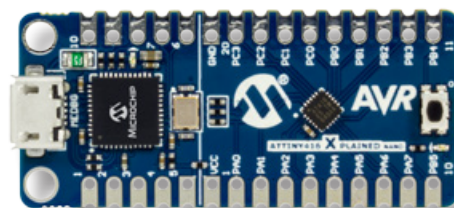
- 大存储容量范围：最大16 KB闪存和2 KB RAM
- 提供14、20和24引脚的封装选项
- 1.8-5.5V的工作电压范围

为传感器节点量身定制

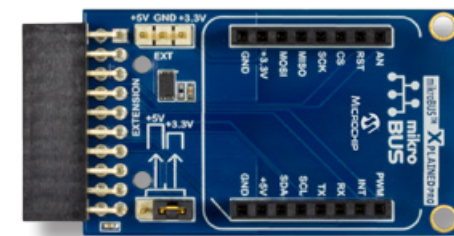
- 事件系统允许连接的外设独立于CPU运行
- 可配置定制逻辑，可为输入信号设置优先顺序
- 低功耗特性和多种通信接口

易于使用的开发工具

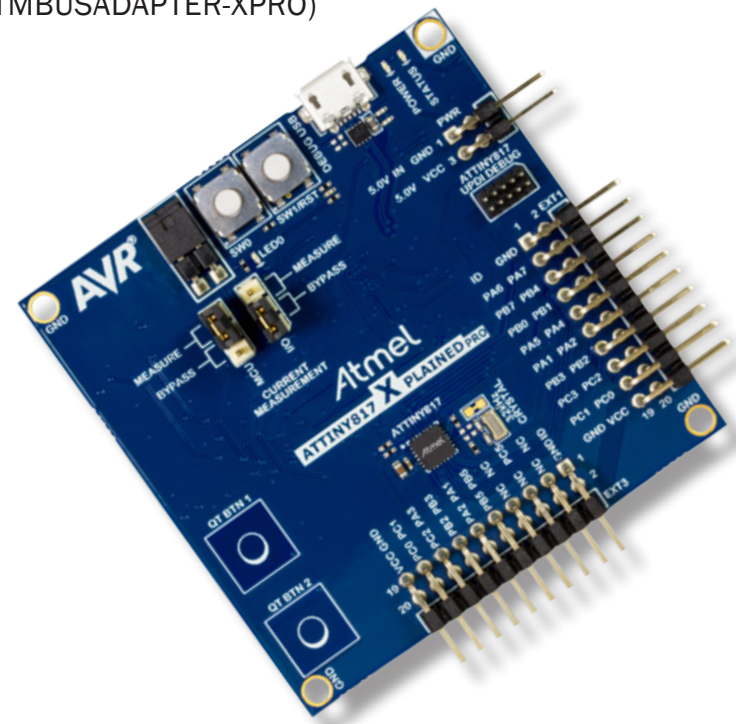
- tiny817 Xplained PRO评估工具包 (部件编号：ATTINY817-XPRO)
- tiny416 Xplained Nano评估工具包 (部件编号：ATTINY416-XNANO)
- mikroBUS™适配器 (部件编号：ATMBUSADAPTER-XPRO)



tiny416 Xplained Nano评估工具包
(部件编号：ATTINY416-XNANO)



mikroBUS™适配器
(部件编号：ATMBUSADAPTER-XPRO)



tiny817 Xplained PRO评估工具包
(部件编号：ATTINY817-XPRO)

开发工具

专用的PIC® MCU和AVR® MCU工具链

Microchip为PIC®和AVR® MCU提供了两款性能优异的工具链。这些独立的专用开发生态系统将帮助您在下一次设计中简化原型设计到生产过程。

Microchip提供易于使用的软件和硬件开发资源，以帮助您加速下一个基于PIC MCU或AVR MCU的设计。

有关8位PIC和AVR MCU开发工具的更多信息，请访问www.microchip.com/8bit。

MPLAB®代码配置器

用于8位、16位和32位PIC®单片机的直观代码开发工具

MPLAB®代码配置器(MCC)是一款免费的图形编程环境，可生成简单易懂的C语言代码，将其无缝插入您的项目中。它采用直观界面，可针对您的应用来使能和配置众多外设及功能。此代码配置器集成于MPLAB X集成开发环境(IDE)中，以提供功能强大且易于使用的开发平台。MCC支持8位、16位和32位PIC® MCU，可以用来快速启动您的下一个设计。凭借此代码配置器，您只需通过几个简单的步骤便可为我们广泛的PIC® MCU产品组合生成易于修改的生产就绪型应用程序代码。

Atmel START、软件内容和IDE

Atmel START是一款基于Web的软件配置工具，适用于各种软件框架，可为您着手进行

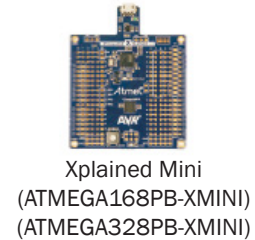


直观的图形化配置工具

免费IDE和编译器

简化的开发环境

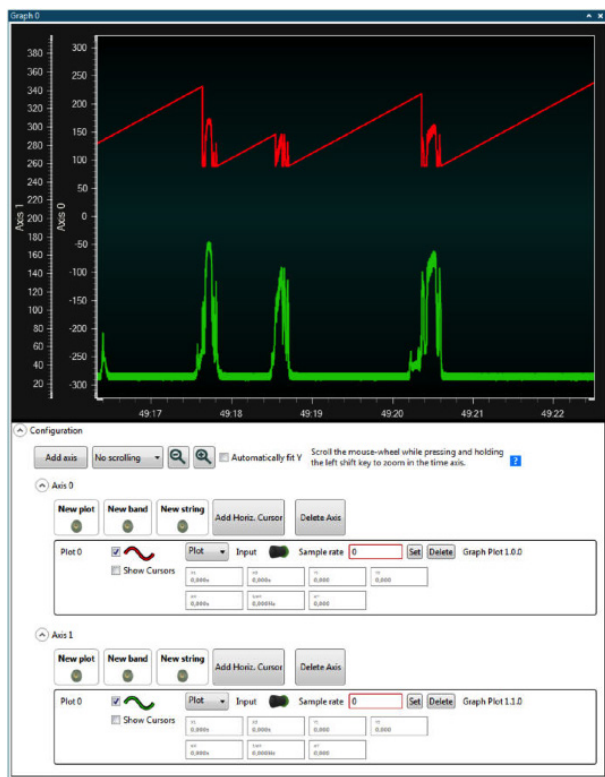
开发板



MCU开发提供帮助。无论是从新项目还是示例项目开始，Atmel START都允许您选择和配置驱动程序和中间件等软件组件(通过ASF4和AVR8代码)，从而以可用和优化的方式定制嵌入式应用程序。完成优化的软件配置后，您便可以下载生成的代码项目并在您选择的IDE(包括Studio 7、IAR Embedded Workbench和Keil uVision)中打开，也仅生成一个make文件。

利用Atmel START，您可以.....

- 在根据软件和硬件要求选择MCU时获得帮助
- 查找和开发适合您电路板的示例



- 配置驱动程序、中间件和示例项目
- 在设置有效PINMUX布局时获得帮助
- 配置系统时钟设置

Data Visualizer工具

Atmel Studio 7中的免费Data Visualizer工具通过USB连接为从单片机板发送的数据提供实时的图形化显示。Data Visualizer工具使用目标系统发送的特殊配置数据来定义多个数据流，每个数据流都采用类似示波器的数据值显示方式。捕捉的数据也可以保存到标准的逗号分隔值文件中，以便导出和随后进行分析。

演示项目用于说明如何将传感器API、库、板支持模块、ASF驱动程序和配置常量集中在一起，以构建独立应用程序。可用项目的完整列表在Atmel Studio中提供。

以下几个示例给出了使用传感器的可用项目：

- **惯性传感器演示 (inertial_demo)** — 从惯性传感器板获取加速度、旋转、磁航向和温度数据。数据通过USB发送到连接的主机PC上，可通过终端程序显示。
- **惯性传感器唤醒演示 (wake_demo)** — 此应用程序演示当传感器事件发生时，使用传感器事件处理机制将系统从低功耗休眠模式中唤醒。
- **指南针传感器校准 (compass_calibration)** — 演示指南针/磁力计设备的手动校准序列。
- **压力传感器演示 (pressure_demo)** — 从压力传感器板获取大气压力和温度数据。数据通过USB连接发送到连接的主机PC上，可通过终端程序显示。
- **传感器Data Visualizer (inertial_visualizer)** — 此应用程序从ATAVRSBIN1一号惯性传感器板或ATAVRSBIN2二号惯性传感器板上的加速计、陀螺仪、指南针和温度传感器获取传感器数据。数据以一定格式装入特殊的数据包，并通过USB连接发送到连接的主机PC上，可使用特殊的Data Visualizer应用程序显示。

视频：

AVR®单片机入门：设置Data Visualizer

<https://www.youtube.com/watch?v=qzcWcA5d5MQ>

链接：

Data Visualizer软件用户指南

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001903B.pdf>

传感器原型设计

将您的下一个传感器原型设计构想付诸实践。Microchip助您使用Microchip的8位PIC®或AVR®单片机轻松设计概念验证型传感器应用。设计过程可简化为以下三步：

1: 选择基础开发平台

Microchip提供各种经济高效且高度集成的开发板，旨在帮助您缩短开发时间。对于PIC® MCU，工程师可以选择一款Xpress评估板，而AVR® MCU用户可以从多款Xplained板中进行选择。

MPLAB® Xpress评估板旨在实现一个目标——帮助您以最快的途径将构想变为现实。每款MPLAB Xpress评估板都具有一片8位PIC®单片机，该单片机兼具低功耗和高性能（可处理几乎任何应用任务），片上外设可帮助您以最少的代码控制系统。

Xplained是一款快速原型设计和评估平台，适用于基于AVR®和ARM®的单片机（MCU）。这些低成本、易于使用的评估工具包非常适合演示MCU和MPU的特性和功能，并且可以通过各种扩展板进行定制。Xplained板有三种不同版本：Mini、Pro和Ultra。

推荐的开发板

原始**MPLAB Xpress评估板**（部件编号：DM164140）配有通用PIC16F18855 MCU，支



持多种嵌入式应用。这款高度集成的开发板还具有板上LED、电位器和mikroBUS™连接器，可连接300多款MikroElektronika click boards™进行扩展。

立即购买Xpress评估板

<http://www.microchipdirect.com/product/search/all/DM164140>

ATmega324PB Xplained Pro评估工具包（部件编号：ATMEGA324PB-XPRO）是评估ATmega324PB单片机的理想硬件平台。它具有板上调试器，并支持20多款扩展板，使用户可以轻松地添加有线和无线连接、加密验证和电容式触摸功能。

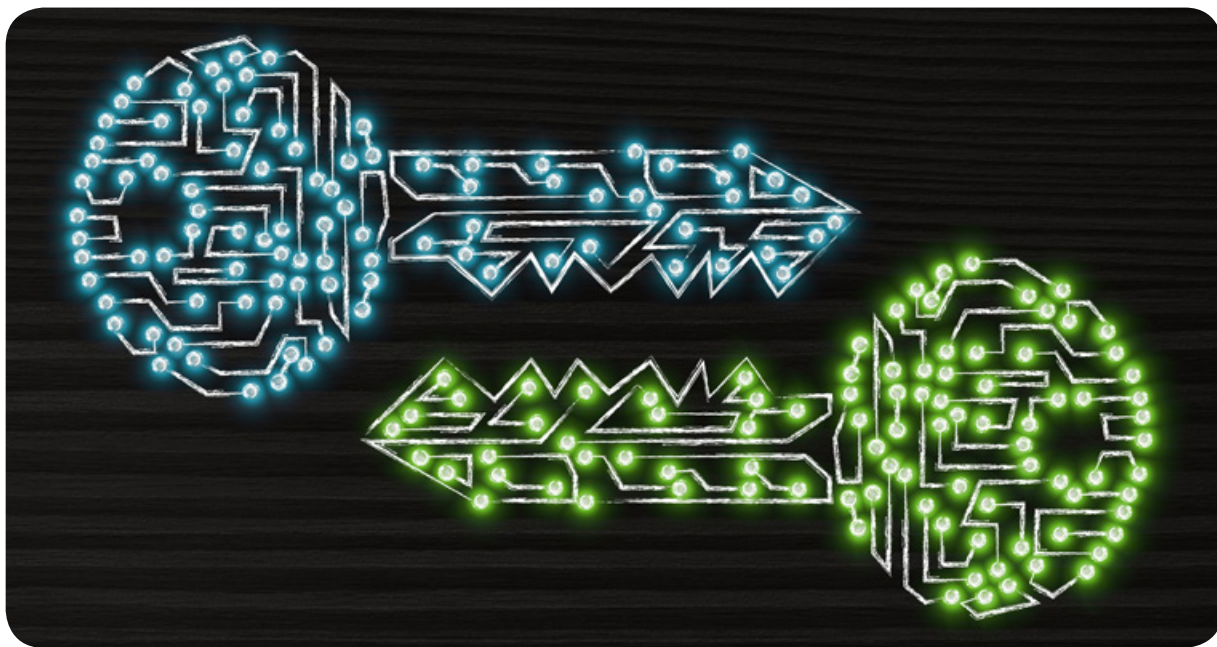
立即购买ATmega324PB Xplained Pro板

<http://www.microchipdirect.com/ProductSearch.aspx?Keywords=ATMEGA324PB-XPRO>

2: 借助click board™节省时间

依据过往的经验，为全新传感器进行原型设计是一项艰巨的任务。工程师需要订购传感器、确定所需的支持电路以及使用新设计的传感器模块构建其项目的一个版本。这种方法有很大的风险，需要花费大量时间来完成上述全部任务。发生任何错误都可能需要重新设计和构建整个传感器模块。

MikroElektronika click boards是具有各种传感器和支持电路的即插即用型附加板。



这些附加板采用标准化的接口设计 (称为mikroBUS™)，可与Microchip的许多不同开发板配合使用，无需进行焊接或硬件修改。click板具有经出厂验证的传感器模块，可帮助用户显著加快硬件原型设计过程。

3: 自动生成代码

确定硬件解决方案后，用户现在必须专注于编写低级配置代码。这一步通常需要花费几天的时间来阅读数据手册，以正确理解和测试正确操作所选MCU和传感器所需的命令结构。Microchip的MPLAB®代码配置器 (MCC) 和Atmel START可以将此步骤所需的时间从几小时缩短到仅仅几分钟。

MCC和Atmel START是基于Web的软件配置工具，适用于PIC®和AVR® MCU。这两款工具都允许使用基于菜单的图形界面来快速配置MCU及其外设。另外，这两款软件工具都包含用于Mikroelektronika click板的快速启动库。现在，只需点击几下鼠标，用户就可以动态生成所选MCU配置 (包括引脚分配、外设使用、时钟速度和传感器配置) 的自定义驱动程序代码。生成的代码提供了一个易于使用的生产就绪型库以及一个如何使用库启动项目的示例。

另外，MCC和Atmel START软件库经过全面验证，可供生产使用。生成的所有代码都通过审阅流程发送，并使用软件工程最佳实践来实现。

参考资料

应用笔记和技术简介:

- **AN1416** — 低功耗设计指南
- **AN1267** — 纳瓦技术和nanoWatt XLP技术: Microchip低功耗器件简介
- **AN879** — Using the Microchip Ultra-Low-Power Wake up Module
- **AVR401** — picoPower® Basics
- **TB3130** — Peripheral Pin Select in 8-Bit Microcontrollers
- **AN2133** — Extending PIC® MCU Capabilities Using CLC
- **AN2434** — Interfacing Quadrature Encoder using CCL with TCA and TCB
- **TB3144** — 8位PIC®单片机的打盹、空闲和PMD功能
- **AN2596_AVR443** — Sensor-based Control of Three Phase Brushless DC Motor
- **AN8366_AVR4017** — Data Visualizer
- **AN2464** — Low-power Techniques with AVR®

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、AVR、MPLAB、PIC及picoPower均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。PICDEM为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。©2018 Microchip Technology Incorporated版权所有。

