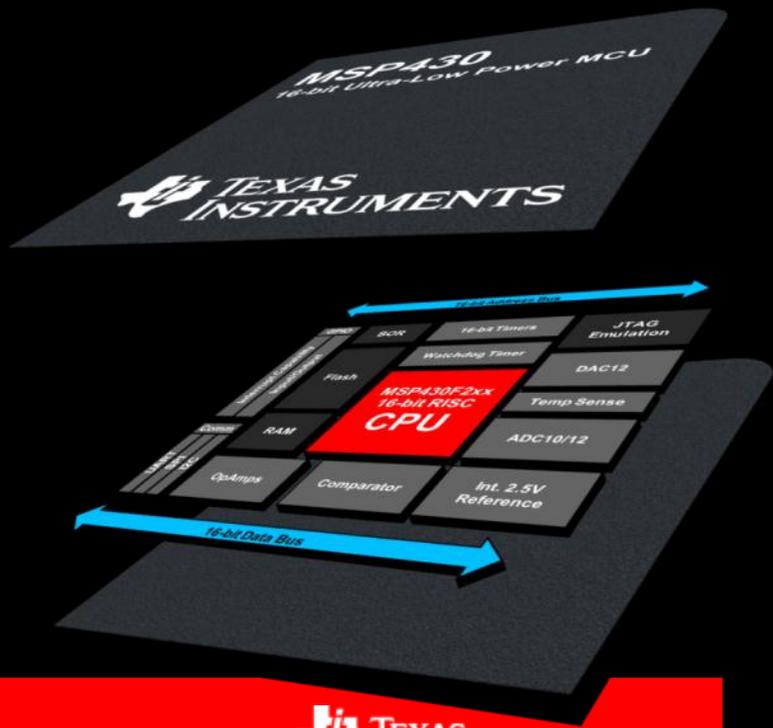


MSP430 技术日

超低功耗 | 高集成度 | 简单易用



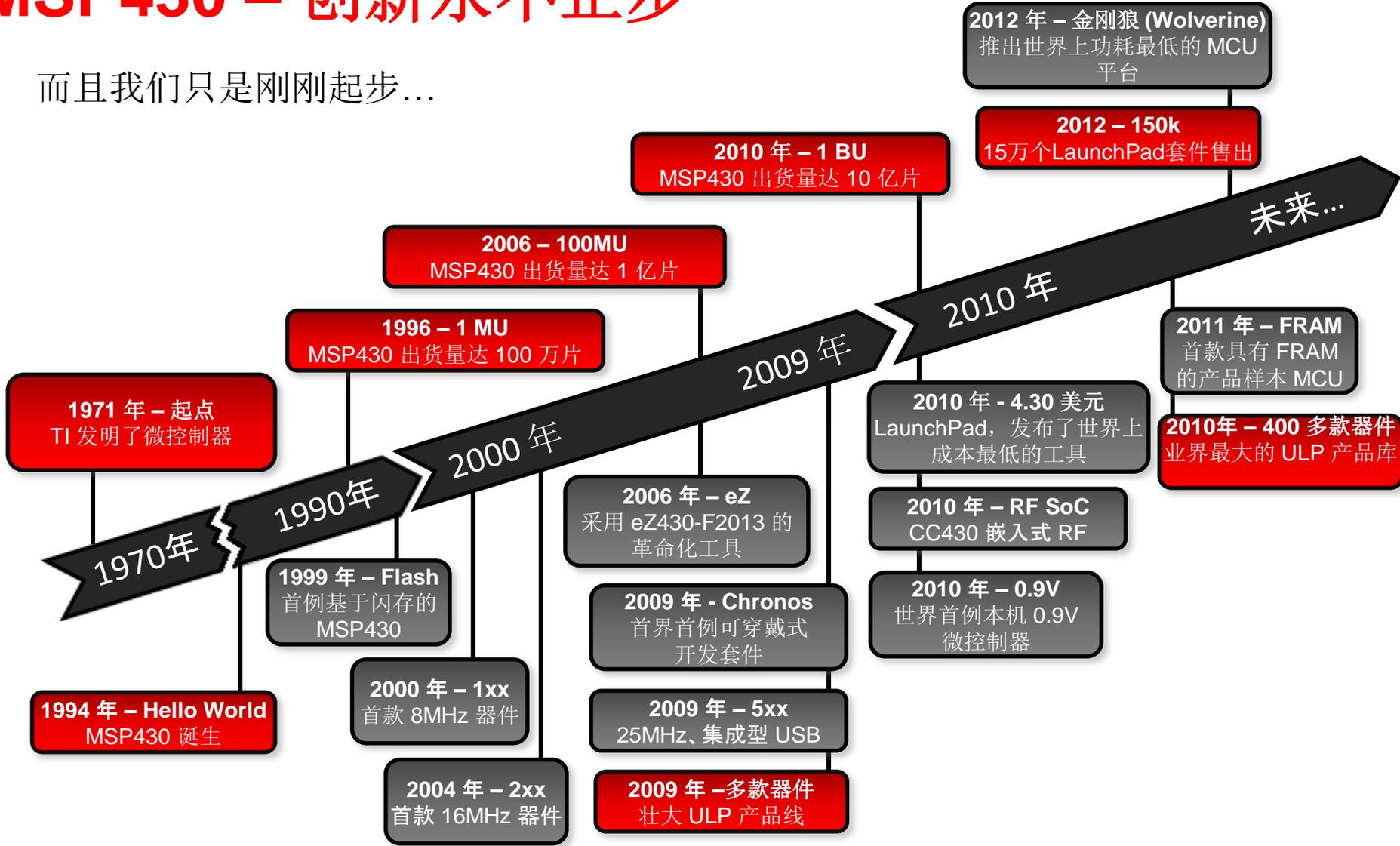
嵌入式产品系列 2013

议程

- 介绍 MSP430 和发展路线图
- 粗略了解 MSP430 及其支持的应用
- MSP430 价值命题
 - MSP430，超低功耗技术的业界领先者
 - 实验一：利用 MSP430 启动开发工作并借助 ULP Advisor 轻松开启 ULP 设计
 - 深入研究：模拟与数字外设的高集成度
 - 实验二：基于具内置 FRAM 的创新型 MSP430 系列的独特 FRAM 体验
 - 如何启动开发工作：MSP430 硬件和软件开发生态系统
- MSP430 新型解决方案介绍
- 支持
- TI 连通性解决方案

MSP430 – 创新永不止步

而且我们只是刚刚起步...



MSP430 的荣誉和获奖情况



2012 年世界嵌入式系统大会最佳表现奖
金刚狼 (Wolverine)



《Design News》金捕鼠器 (Golden Mousetrap) 奖
2011 年度最佳新产品



《ECN》2010 年度读者选择奖
电路板、模块和嵌入式系统



《EDN》2010 年度百大热门产品奖
开发套件 – MSP430 LaunchPad



《EDN》第 20 届年度创新奖
软件/嵌入式工具 – 2010 年度

MSP430 正在为超低功耗与易用型开发铺平道路。

2011 年度 《Wired》杂志十大快乐父亲节礼物

MSP430 LaunchPad 开发套件

2007 年度最佳制造商奖

全球设计链精英 (Global Design Chain Excellence)

2007 年度 《EDN》创新奖

开发套件

2006 年度嵌入式系统设计

AdPower 奖

2005 年度 《Electronic Products》杂志

年度最佳产品奖

2005 年度 《EE Times》杂志

最佳产品奖

持续创新...



MSP430 的价值

超低功耗

世界上功耗最低的 MCU

- 电池寿命 > 20 年
- 可在不牺牲电池寿命的情况下获得更多性能



集成

智能外设

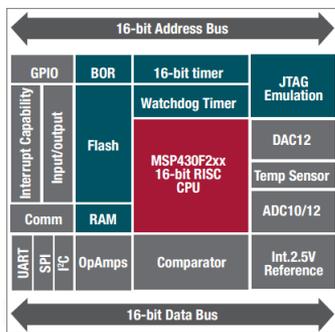
- 运行于低功耗模式
- 最大限度地缩减实际占板面积和材料清单成本



易用性

短短几分钟即可启动开发工作！

- 套件起价 9.99 美元
- 可提供针对所有技能水平的解决方案



随 MSP 一同成长

找到适合您需要的正确 MCU

- 利用 450 多款器件对应用进行调整
- 充分挖掘 TI 的潜能



MSP430 产品系列一览

超低功耗



8MHz
1-60kB 闪存
高达 10kB RAM
多达 48 个 GPIO
ADC10/12
比较器, DAC12, 定时器, DMA, MPY, USART



16MHz
1-120kB 闪存
高达 8kB RAM
多达 64 个 GPIO
ADC10/12
SD16, 比较器, DAC12, 定时器, DMA, MPY, 运算放大器, USCI, USI



8/16MHz
4-120kB 闪存
高达 8kB RAM
多达 80 个 GPIO
ADC10/12
SD16, 比较器, DAC12, 定时器, DMA, MPY, 运算放大器, USCI, USART, ESP430, ScanIF



25MHz
8-512kB 闪存
高达 64kB RAM
多达 87 个 GPIO
ADC12, 比较器, DAC12, PMM, 定时器, DMA, MPY, USCI, USB, 5V I/O, 高分辨率 PWM



25MHz
8-512kB 闪存
高达 64kB RAM
多达 74 个 GPIO
ADC10/12, SD24, 比较器, 定时器, DAC12, PMM, DMA, MPY, USCI, USB, LCD



24MHz
4-16kB FRAM
高达 1kB RAM
多达 33 个 GPIO
ADC12, 比较器, 定时器, DMA, MPY, USCI, FRAM, MPU



16MHz
32-64kB FRAM
高达 1kB RAM
多达 40 个 GPIO
ADC12, 比较器, 定时器, CRC16, AES256, 电容式触摸 (CapTouch) I/O, DMA, MPY, USCI, FRAM, MPU
即将推出...

超低能耗

超值系列



16MHz
0.5-16 kB 闪存
128-512 B RAM
多达 24 个 GPIO
ADC10, 比较器, 定时器, USI, 电容式触摸 (CapTouch) I/O



16MHz
32kB 闪存
1 kB RAM
多达 24 个 GPIO
UART



16MHz
56 kB 闪存
4 kB RAM
多达 32 个 GPIO
UART, 电容式触摸 (CapTouch) I/O

嵌入式 RF



20MHz
8-32kB 闪存
高达 4kB RAM
多达 44 个 GPIO
ADC12, PMM, 比较器, MPY, DMA, USCI, 嵌入式 RF, LCD

低电压



4MHz
高达 2kB RAM 或 ROM
多达 11 个 GPIO
模拟功能池 (ADC8, DAC8, 比较器, SVS), 定时器, 本机 0.9V 工作

MSP430

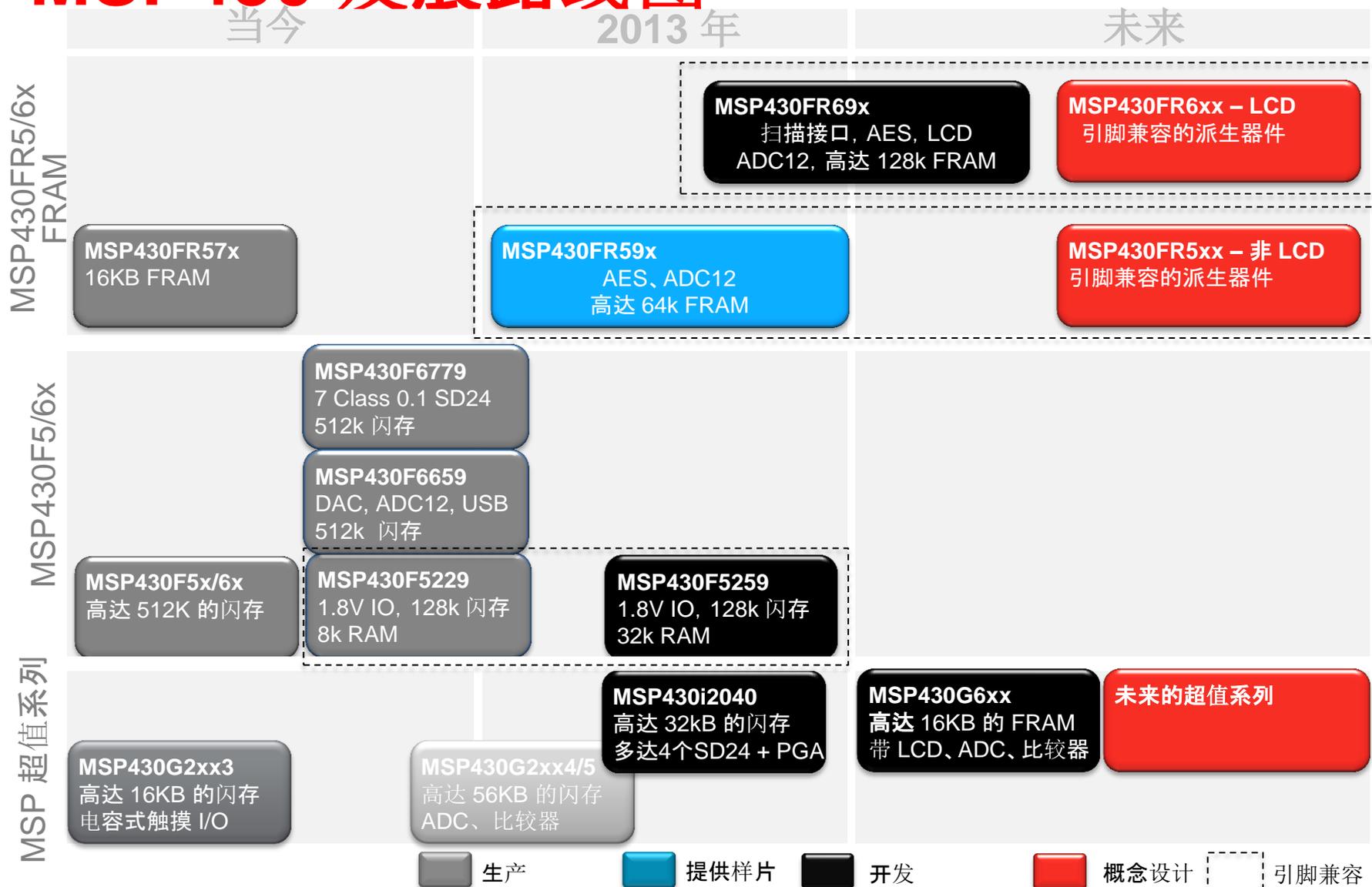
世界上功耗最低的
MCU 系列

高集成度

易用型工具

ti.com/msp430

MSP430 发展路线图



MSP430 支持的应用

公用事业计量

电能表
燃气表
流量表
智能仪表



MSP430 MCU 可支持 数以千计的应用

利用 MSP430 MCU 的超低功耗性能、高的模块与数字外设集成度以及简单易用的工具链，可实现最终产品的差异化。

便携式医疗

血糖仪
体温计
心率监测仪
可移植式设备



无线应用

远程传感器
通信控制器
RFID



传感器和安全

烟雾探测器
运动探测器
振动探测器
智能传感器



消费电子

便携式电子产品
遥控器
个人护理
PC 外设



能量收集

可再生能源
无电池设备
太阳能、热、
振动等



个人健康与健身

运动手表
计步器
运动消耗卡路里计
潜水手表



MSP430 支持的应用

公用事业计量

电能表
燃气表
流量计
智能仪表



MSP430 在计量中的应用

•独特的集成

- 集成型运算放大器、24 位 $\Sigma\Delta$ 转换器
- 用于分担电子计量算法的嵌入式信号处理器 (ESP)
- 依靠后备电池电源运行的实时时钟
- 专用于电子计量、流量计和医疗设备的集成型器件
- 具有用于实现低功耗性能的集成型 FRAM 的新型平台

•主要的器件系列:

- MSP430AFE2xx – 具有集成型模拟前端 (AFE) 的 MSP430
- MSP430FG4xx – 专为医疗设备而集成的 MSP430
- MSP430FE4xx – 专为电子计量设备而集成的 MSP430
- MSP430FW4xx – 专为流量计量设备而集成的 MSP430
- MSP430F67xx – 具有 512 kB 闪存和集成型 24 位 $\Sigma\Delta$ ADC 的 MSP430
- 新型超低功耗 (ULP) 金刚狼 (Wolverine) 平台 – 非常适合超低功耗计量应用

Portable Medical

Blood Glucose Meters
Thermometers
Monitors
Implantable Devices



Wireless Applications

Remote Sensors
Communication
Controllers
RFID



Consumer Electronics

Portable Electronics
Remote Controls
Personal Care
PC peripherals



Sensors & Security

Energy Harvesting

Battery-less devices
Solar, thermal,
vibration, etc



Personal Health & Fitness

Sports Watches
Pedometers
Calorimeters
Dive watches



MSP430支持的应用

Utility Metering

Electricity Meters
Gas Meters
Flow Meters
Smart Meters



无线应用

远程传感器
通信控制器
RFID



Consumer Electronics

Portable Electronics
Remote Controls
Personal Care
PC peripherals



MSP430 在无线领域中的应用

•超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这使得所有 MSP430 器件在与一个无线协议处理器或无线收发器配合使用时，均非常适合无线应用

•集成型器件

- 集成型外设（如 ADC、定时器和串行通信）使 MSP430 成为适合无线传感器网络的理想 MCU
- 运用独特的集成型 FRAM 存储器技术的新型器件可实现几乎不受限制的重写次数，非常适合数据记录应用
- CC430 微控制器是一款具有集成型 RF 收发器的独特 MSP430 MCU

•完整的 RF 生态系统

- MSP430 得到了一个用于创建无线应用的完整软硬件 工具库的支持
- 当与独特的 TI 及第三方无线模块配合使用时，可支持多种协议：RFID & NFC、低于 1 GHz、2.4GHz、蓝牙、BLE、Wi-Fi, 等等
- MSP430FR57xx 和 金刚狼 (Wolverine) 平台提供集成型 FRAM

Portable Medical

Heart Rate Monitors
Implantable Devices

Sensors & Security

Stroke Detector
Vibration Detector
Smart Sensors

Personal Health & Fitness

Calorimeters
Dive watches

MSP430 支持的应用

Utility Metering

Electricity Meters
Gas Meters
Flow Meters
Smart Meters



Wireless Applications

Remote Sensors
Communication
Controllers
RFID



消费电子

便携式电子产品
遥控器
个人护理
PC 外设



MSP430 在消费电子产品中的应用

•超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这意味着 MSP430 可为消费类电子产品提供更长的电池使用寿命。

•集成型器件

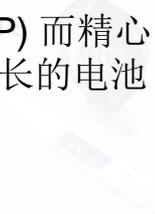
- MSP430 提供了独特的电容式触摸感测 I/O 端口，可在无需使用外部组件的情况下直接连接至触摸按钮、滑块和滚轮
- 可提供独特的触感（振动反馈）解决方案
- 还可实现近距离和手势感测
- 器件还具有集成型全速 USB2.0
- 还可提供集成型 LCD 驱动器
- MSP430 能通过 I2C 或 SPI 以及模拟输入与许多传感器实现集成，可读取加速计、陀螺仪等的数据

•特色器件：

- MSP430G2xx: 具有电容式感测 I/O 的 Value Line 系列
- MSP430F552x: 具有集成型 USB 驱动器
- MSP430F6xx: 具有集成型 LCD 驱动器
- MSP430L092: 具有用于单节电池操作的本机 0.9V 电压

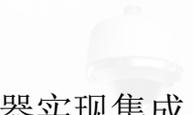
Portable Medical

Heart-Rate Monitors
Implantable Devices



Security

Smoke Detector
Motion Detector
Vibration Detector



Personal Health & Fitness

Smart Watches
Pedometers
Calorimeters



MSP430 支持的应用

MSP430 在便携式医疗设备中的应用

•超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这意味着 MSP430 可为便携式医疗设备提供更长的电池使用寿命。

•集成型器件

- MSP430 提供了高性能、高分辨率的模拟与数字外设，非常适合血糖仪、心率监测仪、体温计等等

•特色器件:

- MSP430FG4xx: 非常适合医疗测量设备，具有高分辨率的模拟与集成型 LCD 驱动器
- MSP430F6xx: 具有用于支持 RTOS 的较大容量存储器、集成型 USB 和 LCD 驱动器、25MHz CPU 速度和集成型外设
- 由 TI 和第三方合作伙伴（如 Micrium 等）提供的 RTOS 解决方案还提供了稳健的软件解决方案

便携式医疗

- 血糖仪
- 体温计
- 心率监测仪
- 可移植设备



Sensors & Security

- Smoke Detector
- Motion Detector
- Vibration Detector
- Smart Sensors



Personal Health & Fitness

- Sports Watches
- Pedometers
- Calorimeters
- Dive watches



MSP430 支持的应用

MSP430 在工业、安全和传感器中的应用

•超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这意味着 MSP430 可为设备提供更长的电池使用寿命。
- 可中断的低功耗模式意味着能够在节省电池电量的同时周期性地检查传感器以获取新的数据

•集成型器件

- 集成型定时器、串行通信接口 (I2C、UART 和 SPI) 使其非常适合与传感器、10 位和 12 位 ADC 以及 24 位 $\Sigma\Delta$ 转换器进行通信
- 某些器件具有 5V I/O 端口
- 某些器件具有 128 位 AES 加密功能

•特色器件:

- MSP430G2xx: 面向低功耗应用 (如玻璃破碎探测器、运动探测等) 的 Value Line 系列
- MSP430AFE2xx: 具有多达 3 个 24 位 ADC
- MSP430F51x2: 具有 5V I/O 和高分辨率 4ns PWM
- CC430 MCU 和新型金刚狼 (Wolverine) 平台集成了 AES 加密功能

Portable Medical

- Blood Glucose Meters
- Thermometers
- Heart-Rate Monitors
- Implantable Devices



传感器和安全

- 烟雾探测器
- 运动探测器
- 振动探测器
- 智能传感器



Personal Health & Fitness

- Sports Watches
- Pedometers
- Calorimeters
- Dive watches



MSP430 支持的应用

MSP430 在个人保健与健身中的应用

•超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这意味着 MSP430 可为设备提供更长的电池使用寿命。
- 可实现能量收集人体局域网

•集成型器件

- MSP430 提供了高性能、高分辨率的模拟与数字外设，非常适合诸如加速计和陀螺仪等传感器
- MSP430FR57xx 和新型金刚狼 (Wolverine) 平台具有集成型 FRAM，此类存储器可提供前所未有的重写次数，是数据记录的理想选择

•无线集成

- 具有集成型 RF 的 CC430 (或将一个 MSP430 MCU 与一个 RF 收发器配合使用) 可提供超低功耗人体局域网
- 收集数据直到与基站实现无线同步为止

Portable Medical

- Blood Glucose Meters
- Thermometers
- Heart-Rate Monitors
- Implantable Devices



Sensors & Security

- Smoke Detector
- Motion Detector
- Vibration Detector
- Smart Sensors



个人保健与健身

- 运动手表
- 计步器
- 运动消耗卡路里计
- 潜水手表



MSP430 支持的应用

MSP430 在能量收集中的应用

• 超低功耗性能

- 所有的 MSP430 器件从一开始就都是针对超低功耗 (ULP) 而精心设计的。这意味着 MSP430 能够实现 **无电池** 操作
- 下一代 FRAM 存储器技术可实现速度更快和功耗更低的存储器访问

• 下一代金刚狼 (Wolverine) 平台

- 打造业界功耗最低的微控制器平台

• 新型软件工具可帮助您编写更加高效的代码！

- ULP Advisor™ 软件可根据超低功耗检查清单查验您的代码
- 可提供设计小贴士、技巧、代码范例等等，以帮助您的应用达到超低功耗 (ULP) 的标准

Portable Medical

Blood Glucose Meters
Heart-Rate Monitors
Implantable Devices



Sensors & Security

Smoke Detector
Motion Detector
Smart Sensors



Personal Health & Fitness

Sports Watches
Pedometers
Calorimeters
Dive watches



能量收集

可再生能源
无电池设备
太阳能、热、
振动等



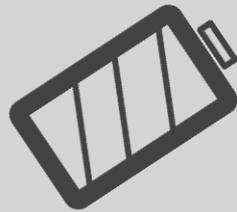
Consumer Electronics

Portable Electronics
Remote Controls
Personal Care
PC peripherals



MSP430 的主要价值

MSP430
Ultra-Low Power MCUs



超低功耗

利用 **MSP430 MCU** 可延长电池使用寿命

- 超低功耗运行模式
- 7 种灵活的低功耗模式
- 即时唤醒
- 智能与自主型外设

ULP Advisor

- 帮助开发人员编写面向 ULP 性能的代码

代号: **金刚狼 (Wolverine)**

- 推出 **最低功耗的 MCU 平台**

功耗：不仅仅是一个数字

最低的待机功耗

360nA(带 RTC, BOR)

- 待机功耗:大多数电池供电型应用其 80% 以上的时间都处于待机电源模式, 只是间歇性地被唤醒(执行低占空比运作)

最低的外设功耗

75uA 12 位 ADC

- 模拟功耗:微控制器应用要求测量实际的模拟信号

最低的存储器功耗

锐减 250 倍(采用 FRAM)

- 数据写入功耗:微控制器经常把数据记录于非易失性存储器之中以供应用之用

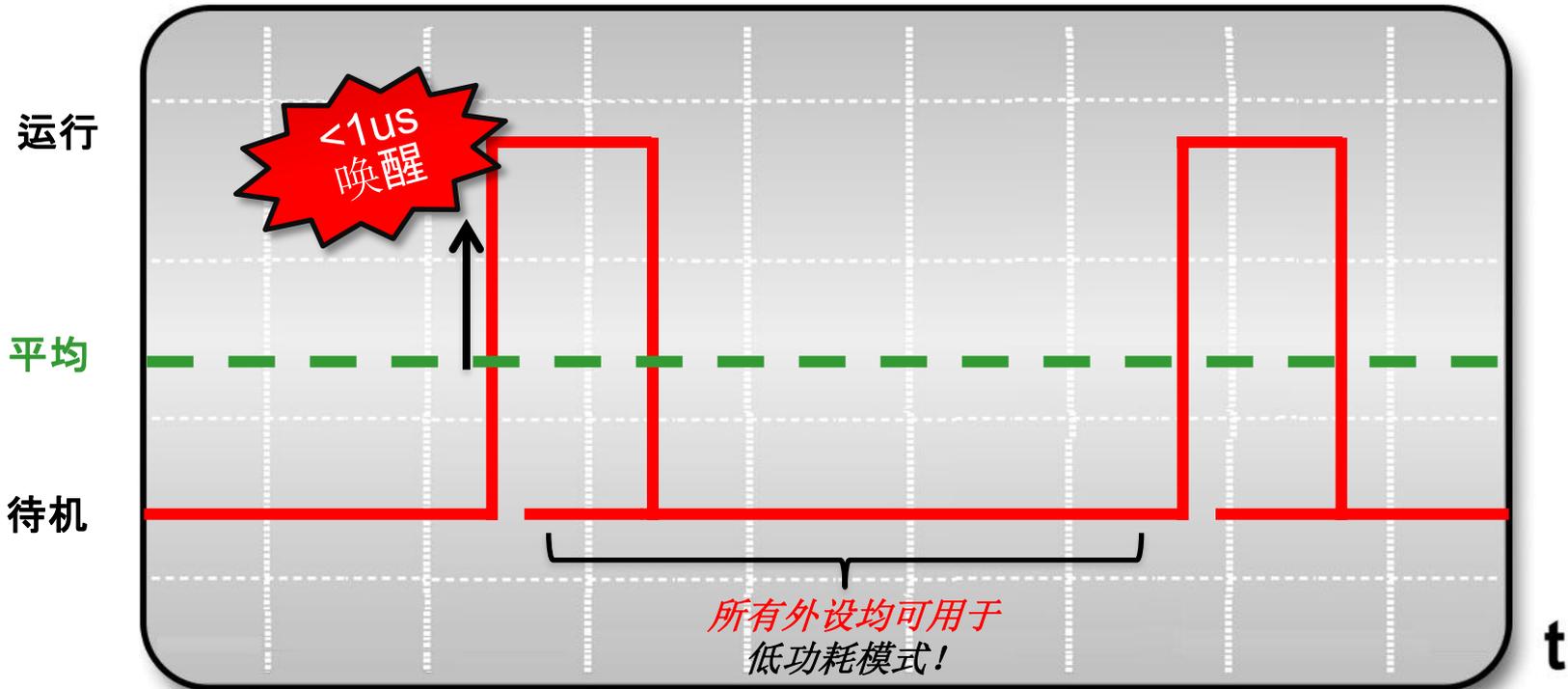
最低的运行功耗

带存储器访问

- 运行处理功耗:电池供电型应用通常采用 CPU 来实现决策以及基本的算术运算和控制



超低功耗模式



- ✓ 低功耗运行模式
- ✓ 7 种灵活的低功耗模式
- ✓ $<1\mu\text{s}$ 唤醒时间
- ✓ 自主的集成型外设

MSP430 从一开始就是针对超低功耗 (ULP) 性能而精心设计的

超低功耗

超低功耗运行模式

在 2.2V、1MHz、闪存操作

F2xx (通用, 最大运行频率 16MHz)

- 220uA

F4xx (带 LCD, 最大运行频率 16MHz)

- 200uA

F5xx (通用 + USB, 最大运行频率 25MHz)

- 160uA

具有 **FRAM** 的 **MSP430** 器件

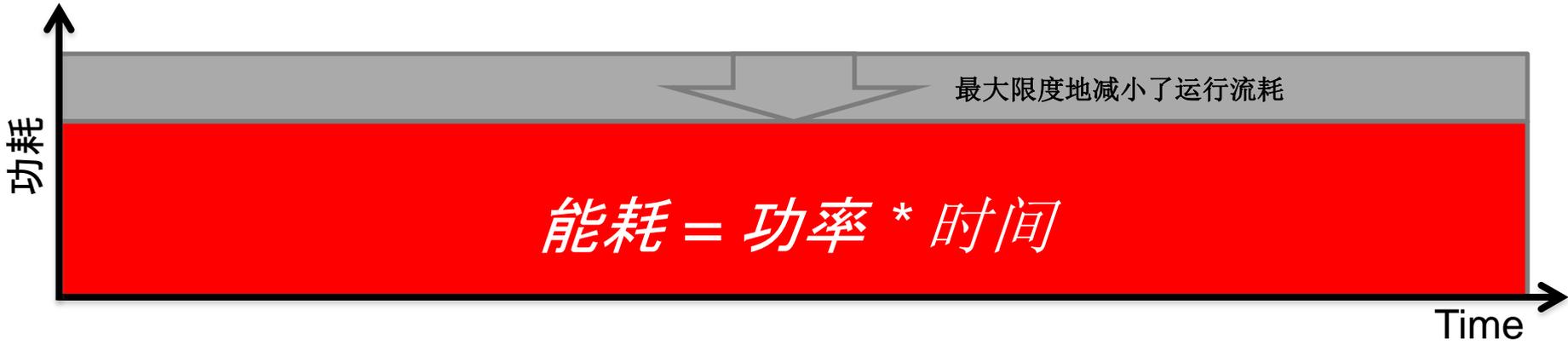
- <100uA

毫无隐瞒! 基线电流包括:

- 零功耗欠压复位
- 所有外设均可定时和访问
- 所有外设均可用于低功耗模式
- 端口被启用
- 定时器、看门狗定时器 (WDT)
- 所有的中断信号源

uA/MHz 性能随着 CPU 速度的提升而有所改善

低功耗运行模式技术的领先者



7 种可配置低功耗模式

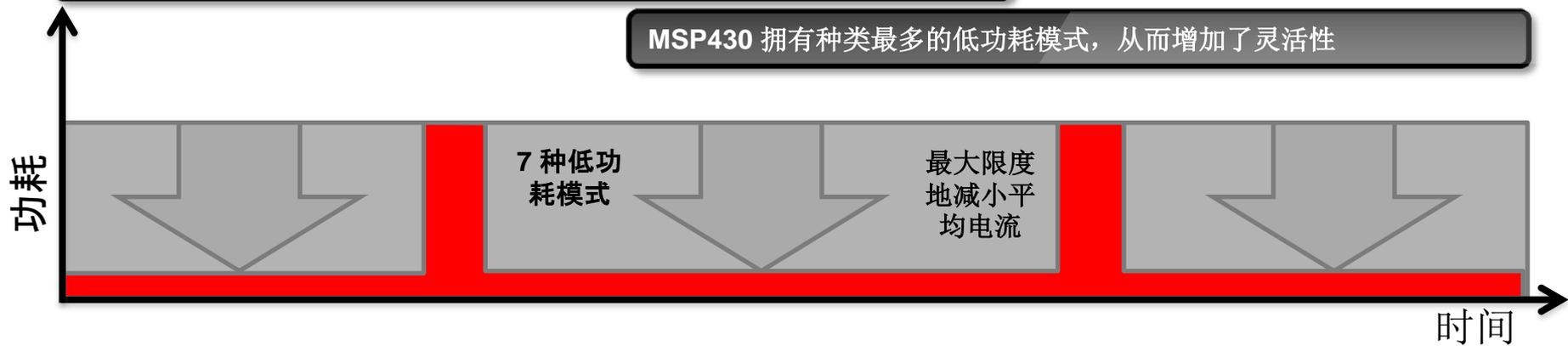
优化功耗模式并最大限度地减小平均流耗

MSP430	运行	LPM0	LPM1	LPM2	LPM3	LPM3.5	LPM4	LPM4.5
CPU	✓	-	-	-	-	-	-	-
SMCLK (高频外设时钟)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
ACLK (低频外设时钟)	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
自主型外设	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
RAM 保持	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
欠压复位	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
实时时钟	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-

零功耗 BOR

大多数应用处于低功耗模式的时间均占到了 99% 至 99.9%

MSP430 拥有种类最多的低功耗模式，从而增加了灵活性



同类最佳的唤醒时间

可从 MSP430 的任意低功耗模式快速唤醒

F2xx (通用, 最大运行频率 16MHz)

- $<1\mu\text{s}$ @ $1\mu\text{A}$

F4xx (带 LCD, 最大运行频率 16MHz)

- $<5\mu\text{s}$ @ $1\mu\text{A}$

F5xx (通用 + USB, 最大运行频率 25MHz)

- $<6\mu\text{s}$ @ $2\mu\text{A}$

FR5xx (通用 + FRAM, 最大运行频率 24MHz)

- $<7\mu\text{s}$ @ 360 nA



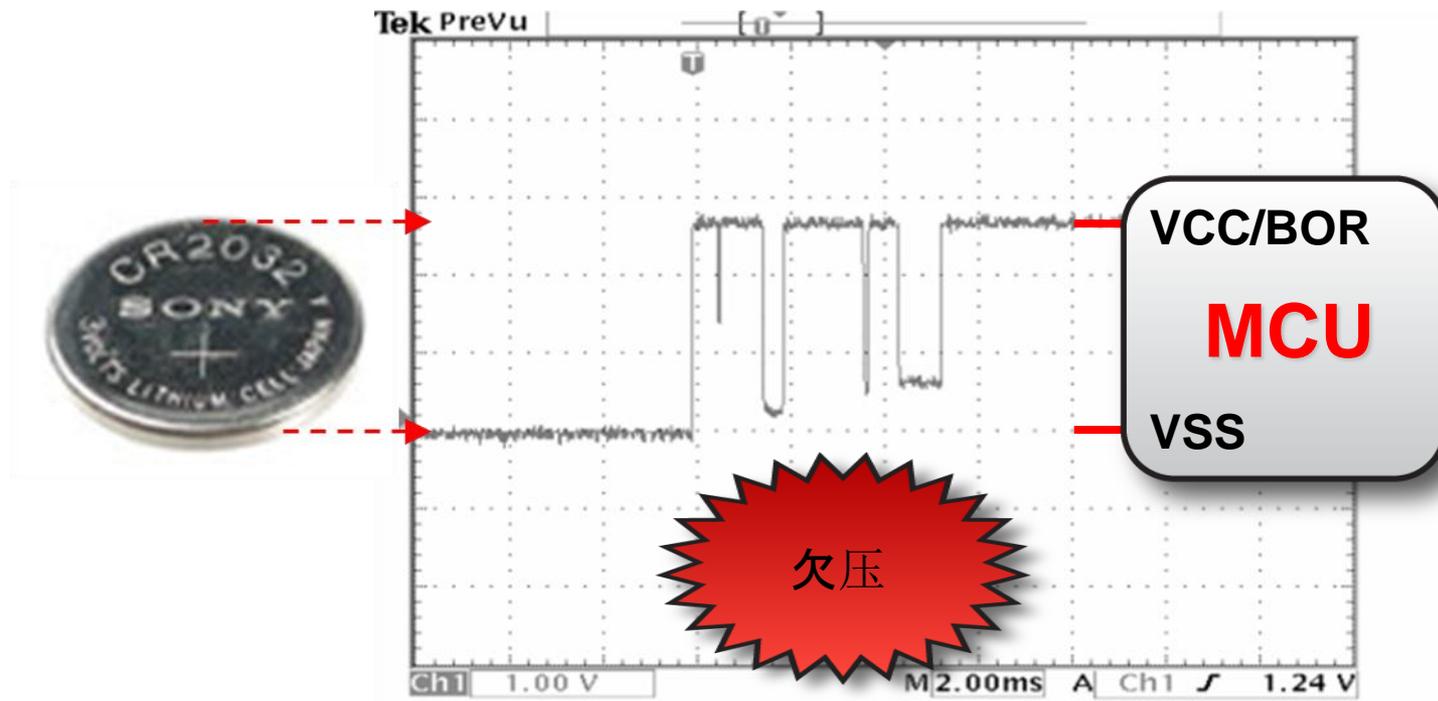
利用 MSP430 的即时唤醒功能可以更快地返回低功耗模式!



始终保持接通的欠压复位功能电路

BOR 在所有的操作模式中均保持接通和运行状态，以实现稳健的解决方案。

- 在上电和断电时，欠压复位 (BOR) 均可强制 MCU 复位
 - 当 V_{CC} 上升和 V_{CC} 降至正常操作范围以下时，POR 被触发。这可实现稳健的解决方案，并确保器件在执行代码之前具有稳定的电源。
- **零功耗欠压复位**



ULP可轻松实现!

只需编写一行代码即可进入低功耗模式!

- 我们的低功耗模式简单易用

```
void main(void)
{
    WDT_init(); // initialize Watchdog Timer
    while(1)
    {
        __bis_SR_register(LPM3_bits + GIE); // 进入 LPM3, 启用中断
        activeMode();                       // 处于运行模式。进行填充!
    }
}

#pragma vector=WDT_VECTOR
__interrupt void watchdog_timer (void)
{
    __bic_SR_register_on_exit(LPM3_bits); // 唤醒所需的时间! 从 0(SR) 清除 LPM3 位, 退出 LPM3
    // 进入运行模式
}
```

演示间歇 | “葡萄”演示

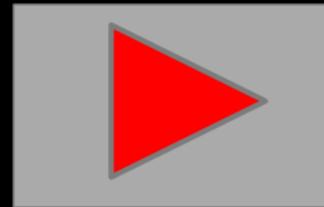
葡萄能为微控制器供电吗？

能！利用 MSP430 就可以

MSP430 是世界上功耗最低的 MCU 系列，从一开始就是专为实现超低功耗 (ULP) 而设计的。

- 超低功耗运行模式
- 7 种灵活的低功耗模式
- 即时唤醒
- 集成型智能外设

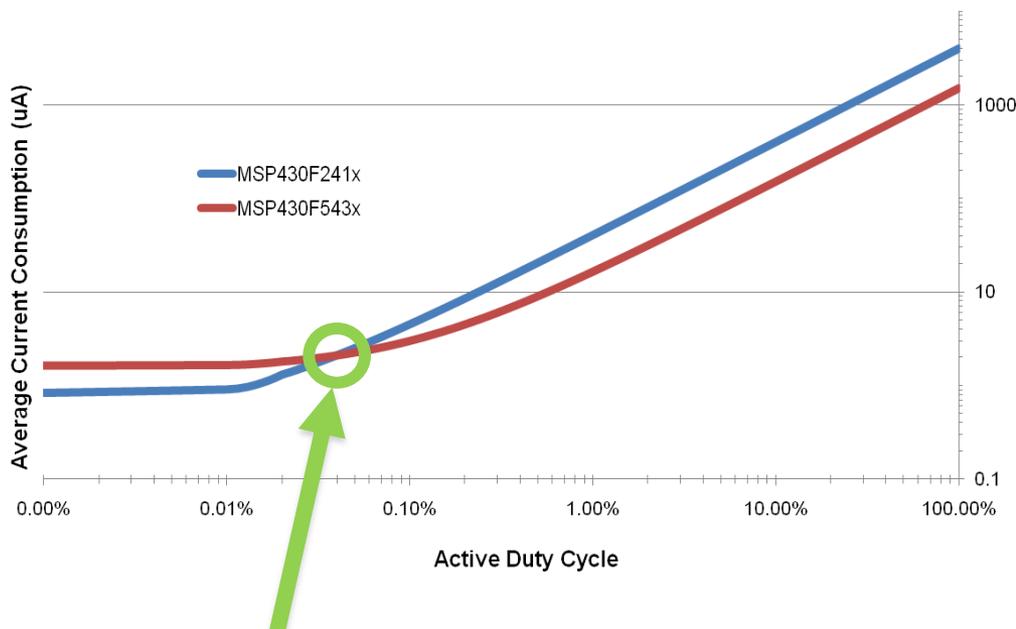
MSP430 能够依靠几颗葡萄提供的能量来运行一个实时时钟和驱动一个 7 段 LCD！



通过以下网址了解更多详情：
www.ti.com/ulp

哪个更重要 – 待机功耗还是运行功耗？

这取决于您的应用！



	F241x	F543x
运行于 8MHz	4.25 mA	1.32 mA
LPM3	0.8 uA	1.1 uA

- MSP430x2xx 具有较低的 LPM3 功耗
- MSP430F5xx 具有较低的运行功耗

交叉点位于约 0.04% 的运行占空比

即：每天大约 35 秒的运行时间

这意味着：假如 CPU 处于运行时间所占的比例 $>0.04\%$ （即每天的运行时间超过 35 秒），那么 F5xx 较低的运行模式功耗将胜过 F2xx 器件所拥有的较低 LPM3 流耗优势。

运行时间达到总时间 1% 时的电池寿命

相比于性能最接近的同类竞争产品，MSP430 可使电池寿命延长 2 年！

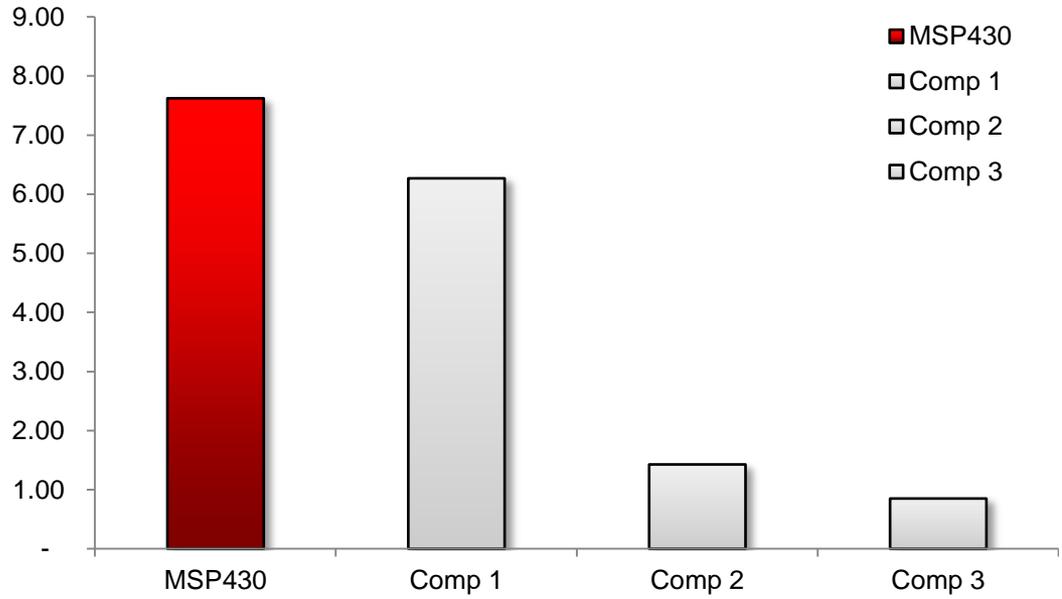
在把平均流耗保持于最低水平方面，MSP430 的超低功耗运行模式起到了重要的作用。

- 1% 的运行时间大约相当于每天 14.4 分钟
- 应用实例：便携式医疗、血糖仪、体温计等

MSP430 的超低功耗运行模式可最大限度地延长客户的电池寿命！



电池寿命（年）



0.1% 运行占空比时的电池寿命

相比于性能最接近的同类竞争产品，MSP430 可使电池寿命延长 33%!

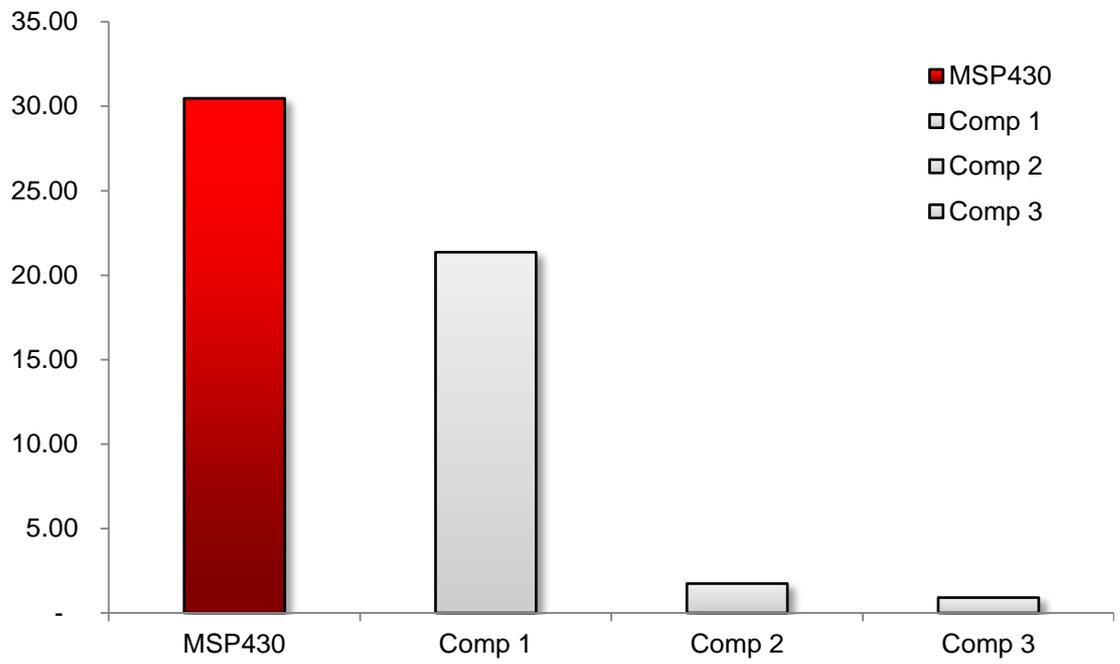
低功耗模式在抑制平均电流方面起着重要的作用。

- 0.1% 运行时间大约相当于每天 1.4 分钟
- 应用实例：无线传感器网络、烟雾探测器
- 比电池自然漏电持续的时间**更长!**

MSP430 灵活的低功耗模式可最大限度地延长客户的电池寿命!



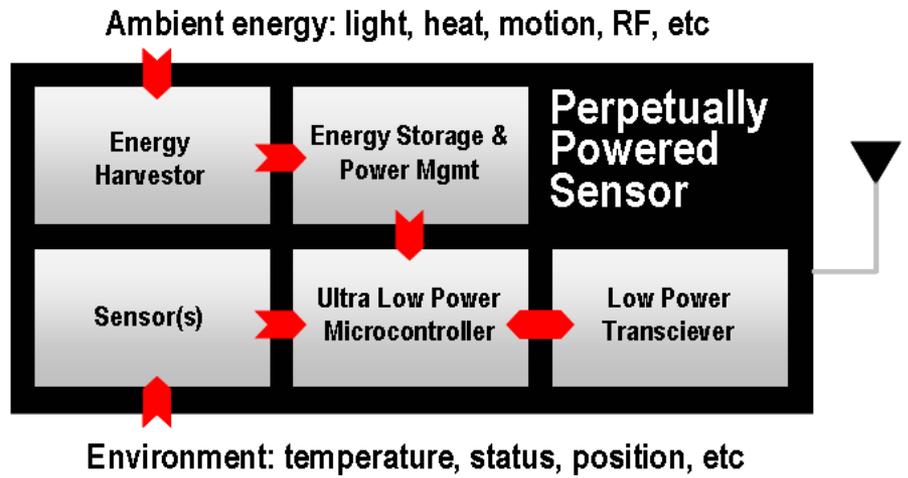
电池寿命 (年)



MSP430 用于能量收集

“自供电或永久供电”应用

- 能量收集是一个藉以捕获和存储能量的过程
- 可替代维护成本昂贵的电池并能延长系统正常运行时间
- 只有采用超低功耗组件方可实现
- 可使用太阳能、动能、热量、RF、盐度梯度、酸碱度差和其他环境能源



能量收集变得容易 – 借助 MSP430 解决方案



由体热、运动供电的体佩监测装置



监视农场、酿酒厂等环境的状况



用于环境监测（例如：森林火情检测）的网状网



汽车监测（例如：由振动供电的轮胎压力表）



不过，您的应用的 **ULP** 如何呢？



芯片

硬件
设计

软件



功耗
由诸多因素构成。

硬件只是等式的一半。我们还需要优化的软件。

ULP Advisor™ 软件可助您一路实现最终目标

ULP “核对表”

由专家们精心选择

- 结合了 10 多年的 MSP430 经验
- 设计小贴士与技巧可确保超低功耗性能
- 在功耗指标方面实现了高达 100 倍的改进
- 成为您未来项目的超低功耗专家!
- 在线 wiki 可促进 ULP 专家与初学者之间的合作交流!
- **可立即供货!** 对于 CCS、IAR 及其他集成型开发环境 (IDE)!



ULP
Advisor

MSP430™
Ultra-Low Power MCUs

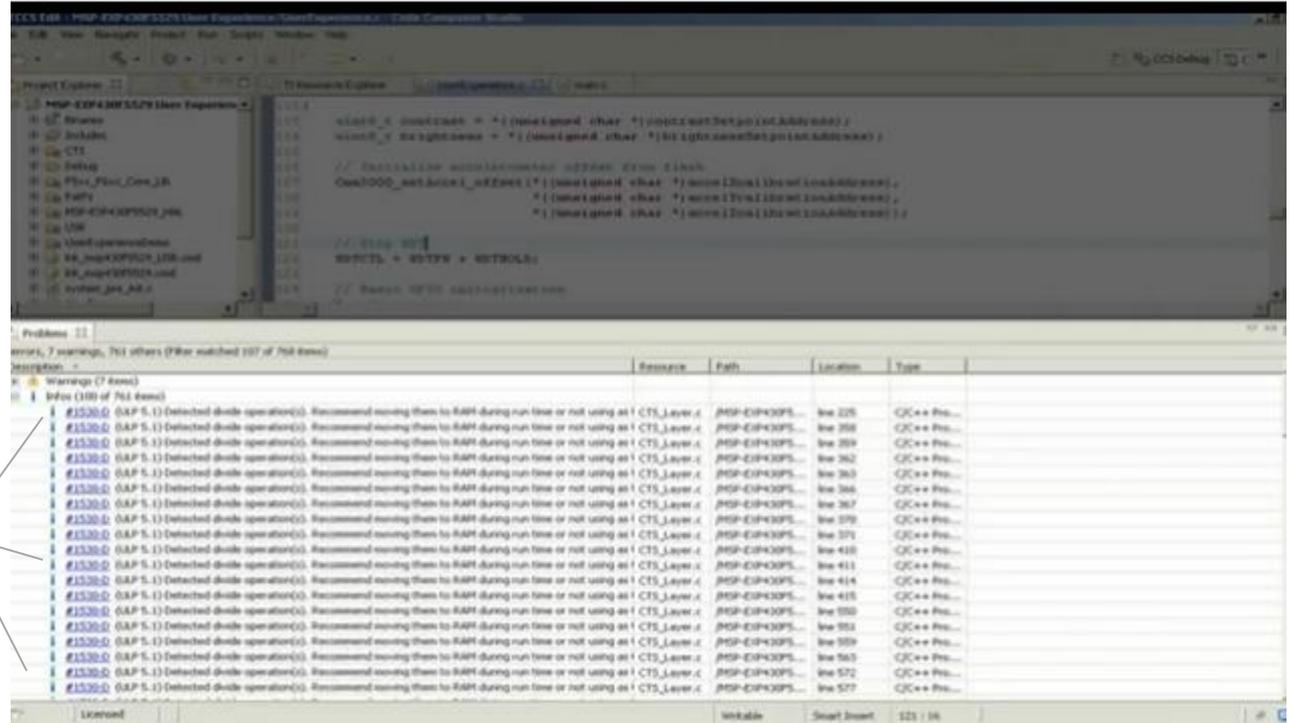
ULP Advisor - Rule Table

[\[edit\]](#)

- ULP 1.1 Ensure LPM usage
- ULP 2.1 Leverage timer module for delay loops
- ULP 3.1 Use ISRs instead of flag polling
- ULP 4.1 Terminate unused GPIOs
- ULP 5.1 Avoid processing-intensive operations: modulo, divide.
- ULP 5.2 Avoid processing-intensive operations: floating point
- ULP 5.3 Avoid processing-intensive operations: (s)printf()
- ULP 6.1 Avoid multiplication on devices without hardware multiplier
- ULP 7.1 Use local instead of global variables where possible
- ULP 8.1 Use 'static' & 'const' modifiers for local variables
- ULP 9.1 Use pass by reference for large variables
- ULP 10.1 Minimize function calls from within ISRs
- ULP 11.1 Use lower bits for loop program control flow
- ULP 11.2 Use lower bits for port bit-banging
- ULP 12.1 Use DMA for large memcpy() calls
- ULP 12.1b Use DMA for potentially large memcpy() calls
- ULP 12.2 Use DMA for repetitive transfer
- ULP 13.1 Count down in loops
- ULP 14.1 Use unsigned variables for indexing
- ULP 15.1 Use bit-masks instead of bit-fields

ULP Advisor 的工作原理是怎样的？

- 在编译一个项目时启动
- 根据一个 ULP 核对表扫描项目的代码文件
- 突出显示 ULP 违例情况并在“问题视图 (Problem View)”中报告



ULP 附注

ULP (超低功耗) Advisor wiki

- 指导开发人员编写更高效的代码以充分利用 MSP430 独特的 ULP 特性。
- 业界首例真正基于软件的教学工具，可使客户在编写代码时始终顾及超低功耗。
- 提供了独特且轻易发现不了的 ULP 设计小贴士和技巧。
- 该 wiki 提供了每条 ULP 规则的说明。
- 提供了文档、代码范例、视频短片及其他资源，可帮助您的应用达到 ULP 标准！
- 任何人都可以投稿！



www.ti.com/ulpadvisor

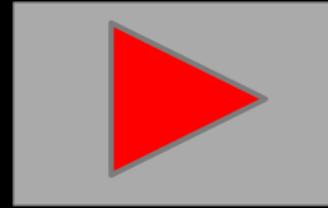
演示间歇 | ULP Advisor™ 软件

ULP Advisor 根据一个详尽的 ULP 核对表检查代码！

突出显示改进的方面

提供了至一个包含各种资源、代码范例和视频短片等丰富信息的 wiki 的连接

了解如何在顾及 ULP 的情况下编写代码！



通过以下网址了解更多信息：
www.ti.com/ulpadvisor

实验一：利用 MSP430 启动开发工作并借助 ULP Advisor 轻松开启 ULP 设计！

超低功耗的未来：金刚狼 (Wolverine)



前所未有的超低功耗“金刚狼”(Wolverine) MCU 可助力打造更智能和更环保世界



取消电池...



能量采集



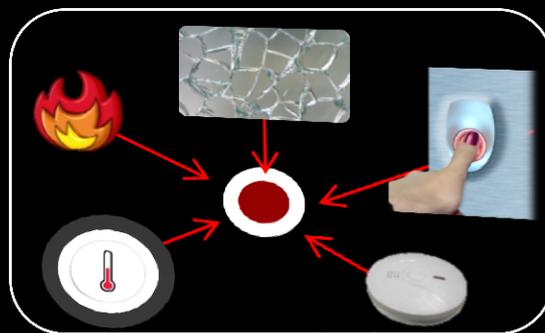
迈向无线...



直观的界面与控制



增添功能...



无限的集成

MSP430™
Ultra-Low Power MCUs



“金刚狼 (Wolverine)”：业界功耗最低的 MCU 平台

超低漏电流工艺技术

- 独特的混合信号超低漏电流工艺技术
- 可实现众多的新型低功耗外设
- 在任何温度下均始终如一地保持低功耗特性

采用统一 FRAM 实现了无与伦比的性能

- 世界上功耗最低的存储器类型，其每位能耗下降了 250 倍
- 不失传统 RAM 的速度与灵活性
- 几乎不受限制的可擦写次数及 100% 非易失

发展了 MSP430™ 的原生优势

- 继续引领低功耗技术的未来发展
- 在整个系统架构上具有领先的功率效率
- 业界领先的模拟集成
- 完整的软件库可最大限度地简化开发工作

最低的
存储器
功耗

最低的
待机
功耗

最低的
运行
功耗

最低的
外设
功耗

TI 展现其在工艺技术创新方面的优势



- TI 重新设计了 130nm 工艺节点
 - 在 180 nm 工艺节点以下，物理性质阻碍了在设计中根据性能高低来调整低功耗优化漏电流
- 开发了一种混合信号工艺，它具有：
 - 10 倍以上的漏电流指标改善幅度
 - 15% 的运行功耗降幅
- 在任何温度下均始终如一地保持低功耗特性
 - 最差的设计也能使基于“金刚狼”（Wolverine）的器件的功耗较之同类竞争产品降低 5 倍以上

FRAM：世界上功耗最低的存储器

例如：写入 13kB 数据时

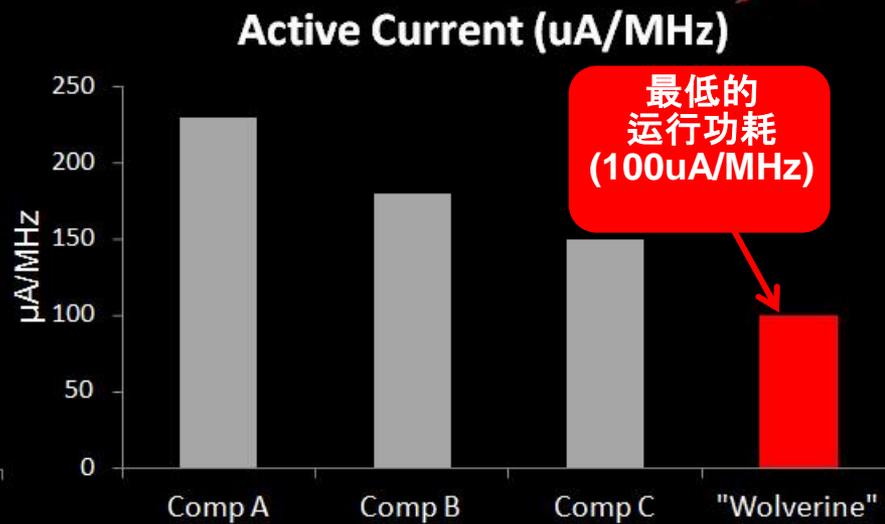
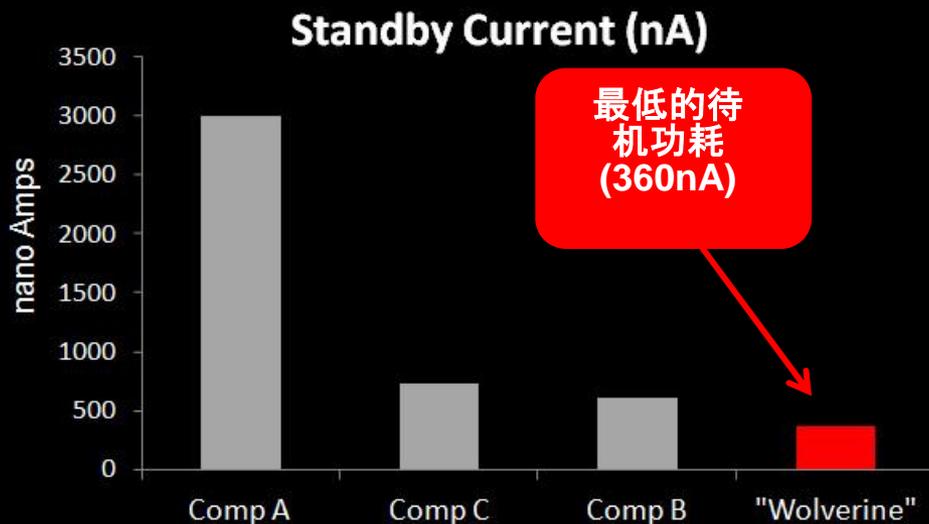
闪存需要消耗
6600 μ W



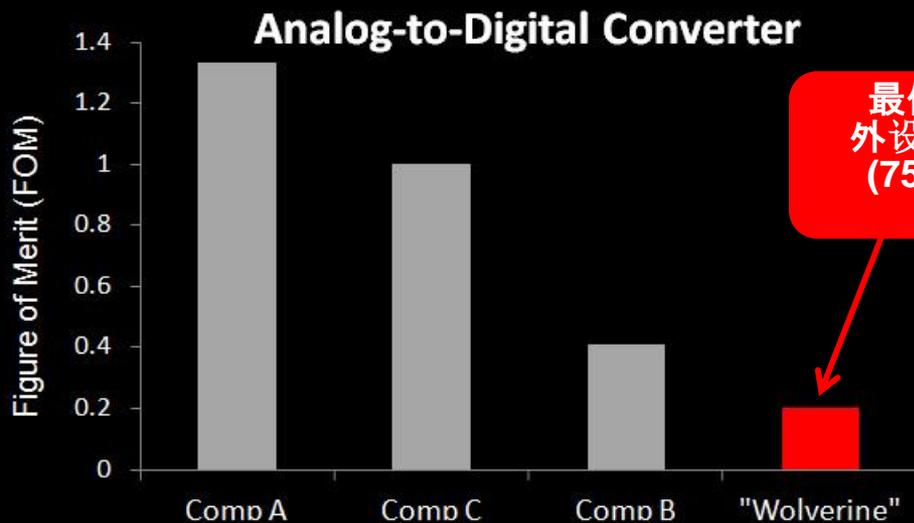
FRAM 仅消耗
27 μ W

功耗锐减
250 倍

TI “金刚狼” (Wolverine) 可提供最低的功耗 — 无人能及



快速唤醒 (6.5 μs)



资料来源: TI 公布的数据及各家公司的网站

FRAM 可解决实际难题

传感器数据记录

难题

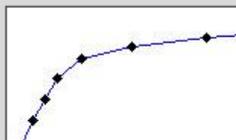
功耗限制了传感器的安放地点, 增加了维护工作量

FRAM 解决方案

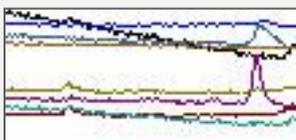
能量收集技术可将更多的传感器安放在更多的地点

有限的更新/写入速度

可提供连续和可靠的监测、存储和 RF 发送



选择性监测



连续监测



资产跟踪



地震监测

流量计



运动与健身

难题

消耗长达 1 个月的电池寿命

FRAM 解决方案

耗用的电池寿命不足 6 小时

块级擦除和烧写

位级访问

需要冗余(镜像)存储区

可在电源缺失的情况下提供写操作保证



家庭自动化



安保



计量

演示间歇 | 金刚狼 (Wolverine) 在行动

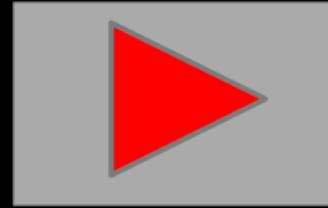
了解超低功耗的未来

<100uA 的运行模式

360nA 待机模式 (具有 RTC 和 BOR)

几乎不受限制的可擦写次数

无电池型操作



通过以下网址了解更多详情:

www.ti.com/wolverine

MSP430 的主要价值



Ultra-Low Power

$\int 430(x) dx$ | 高的模拟与数字集成度

- 规模最大、最具可扩展性的 ULP 产品库
- 400 多款器件
 - 各种不同的集成度
 - 事半功倍 – 低成本 Value Line 系列
 - 成熟和创新的产品系列

高的模拟与数字集成度

400 多种器件配置

- 闪存: 高达 256kB 闪存, 512kB 正在开发中
- **RAM**: 高达 18kB RAM
- 封装/引脚数量: 封装型式超过 25 种, 引脚数最多可达 113 个
- 经济划算: MSP430 Value Line 系列 MCU (价格: 0.25 美元)

创新型集成

- **FRAM** – 嵌入式存储器的未来
- 电容式触摸 I/O – 可与焊垫直接连接
- 高分辨率定时器 – 4ns 分辨率
- 模拟功能池 (**A-POOL**) – 可配置模拟功能块
- **USB** – 高速 2.0
- **RF** – 低于 1GHz (433、868、915MHz)
- **ESP430** – 用于执行电能计量算法的第二内核

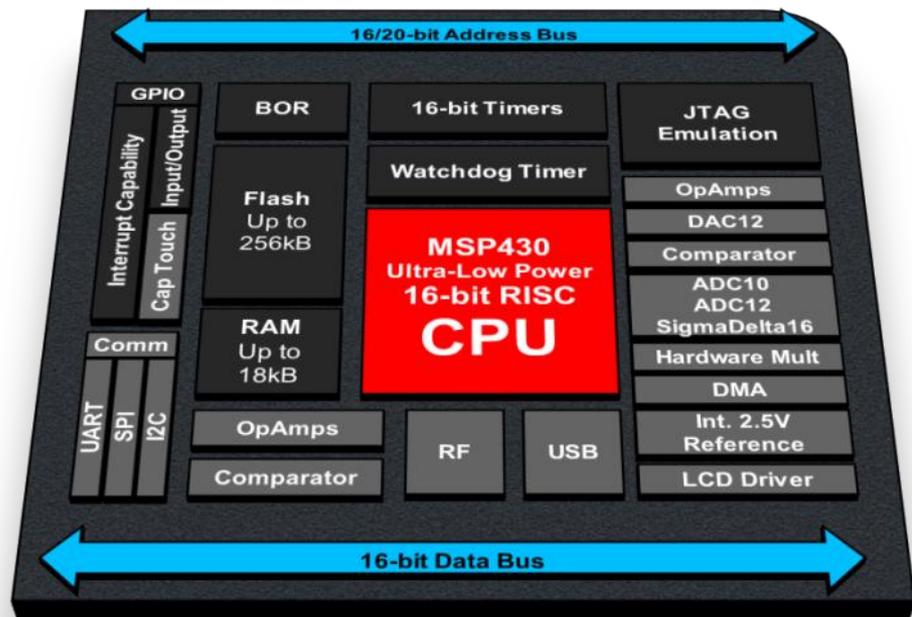
完整的外设集

集成了下列组件的器件:

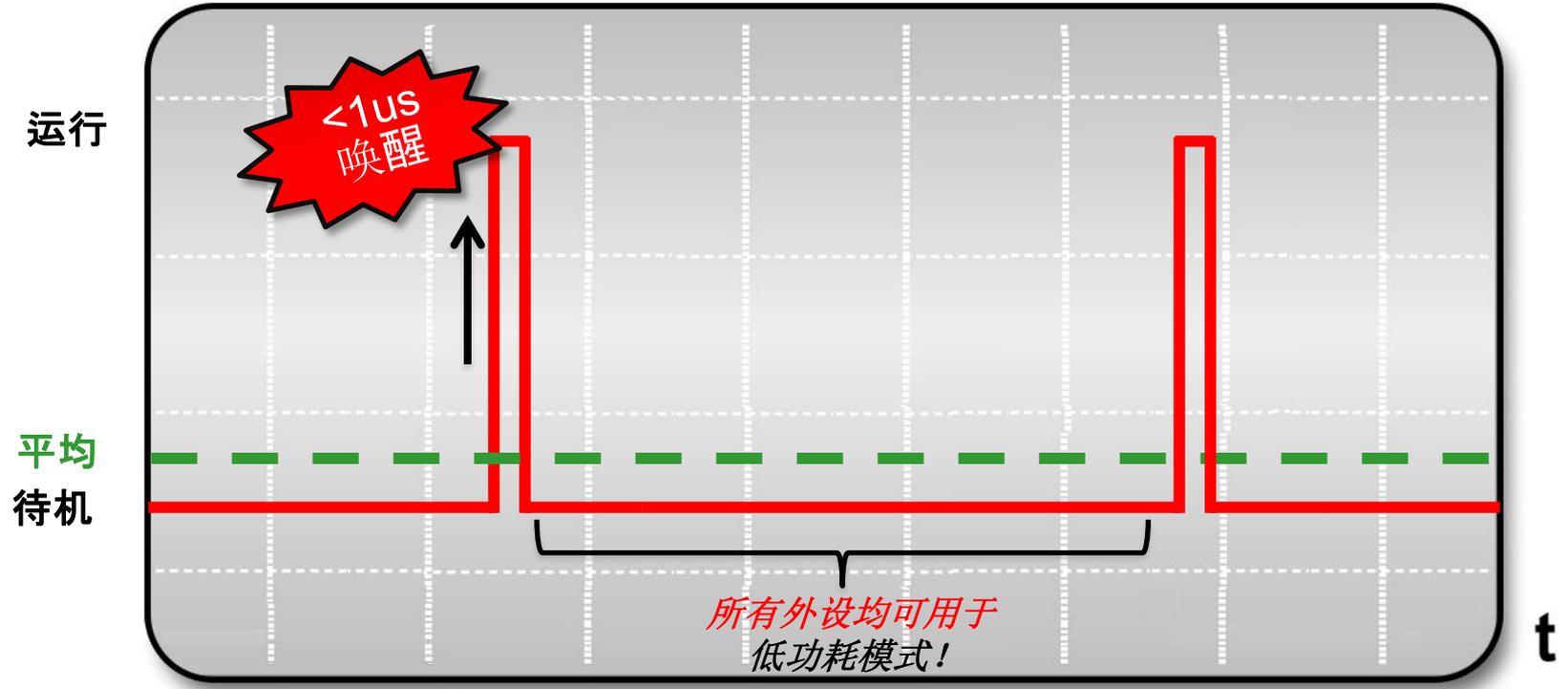
- 10、12 位 ADC
- 16 位 $\Sigma\Delta$ 转换器
- 12 位 DAC
- 16 位定时器
- I2C、SPI、UART
- LCD 驱动器
- **USB**
- 集成型 RF
- 比较器
- 运算放大器
- 直接存储器存取模块
- 硬件乘法器
 - AES128 加密/解密模块

- 看门狗定时器
- 欠压复位
- 电容式触摸 I/O 端口
- 实时时钟
- 电源管理模块

更多...



在低功耗模式中做更多事情



- 富有成效的低功耗模式可执行以下操作：
- 获取 ADC 样本
 - 在整个存储区内传输数据
 - 输出 PWM 信号
 - 更新 LCD
 - 发送和接收串行通信

*智能型的自主外设*使开发人员无需借助 CPU 就能完成所有这些工作乃至更多。

在低功耗模式中停留更长的时间！

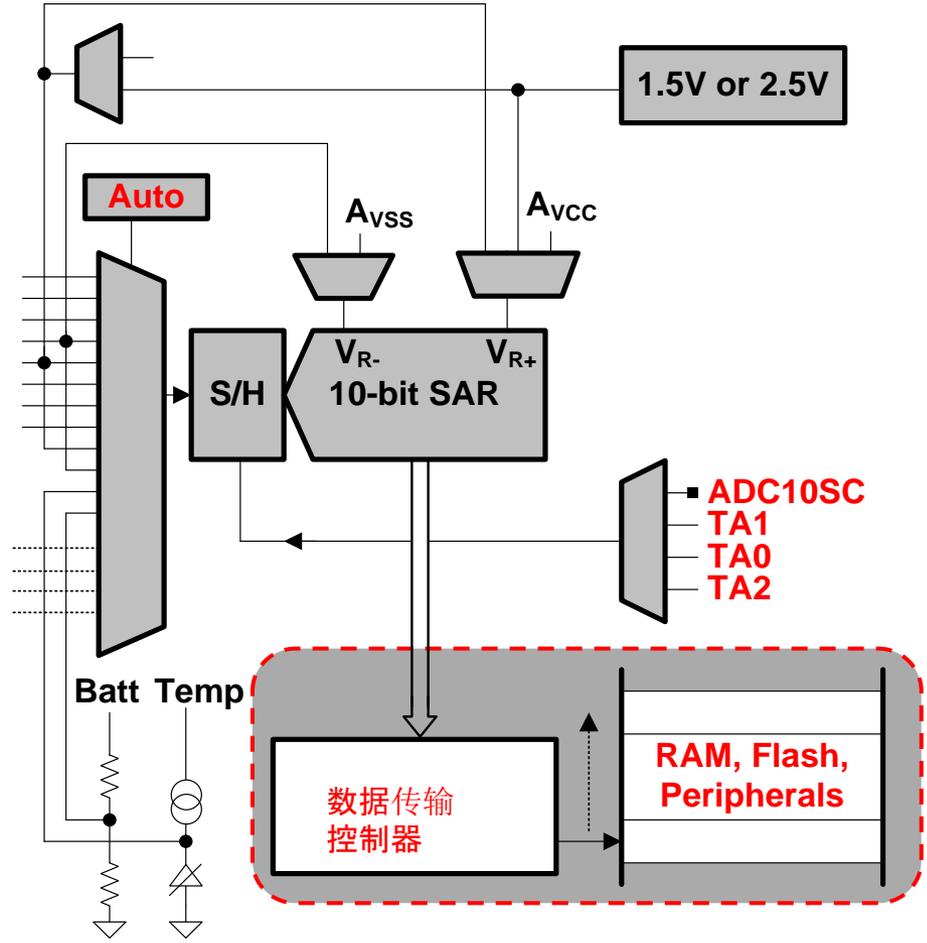
快速灵活的 10 位和 12 位 ADC

特性

- 采样速率达 200ksps 的 10 位和 12 位 ADC
- 自动扫描
- 单通道、序列、重复单通道、重复序列
- 定时器触发器
- 数据传输控制器 (DTC)
- DMA 被启用

优势

- 快速采样/转换以提高准确度
- 超低功耗操作：
 - 在低功耗模式中自主进行数据采样 – 无需 CPU!
 - 可采用 DTC 和 DMA 将样本传输至存储器中的任意位置 – 全部在低功耗模式中进行!



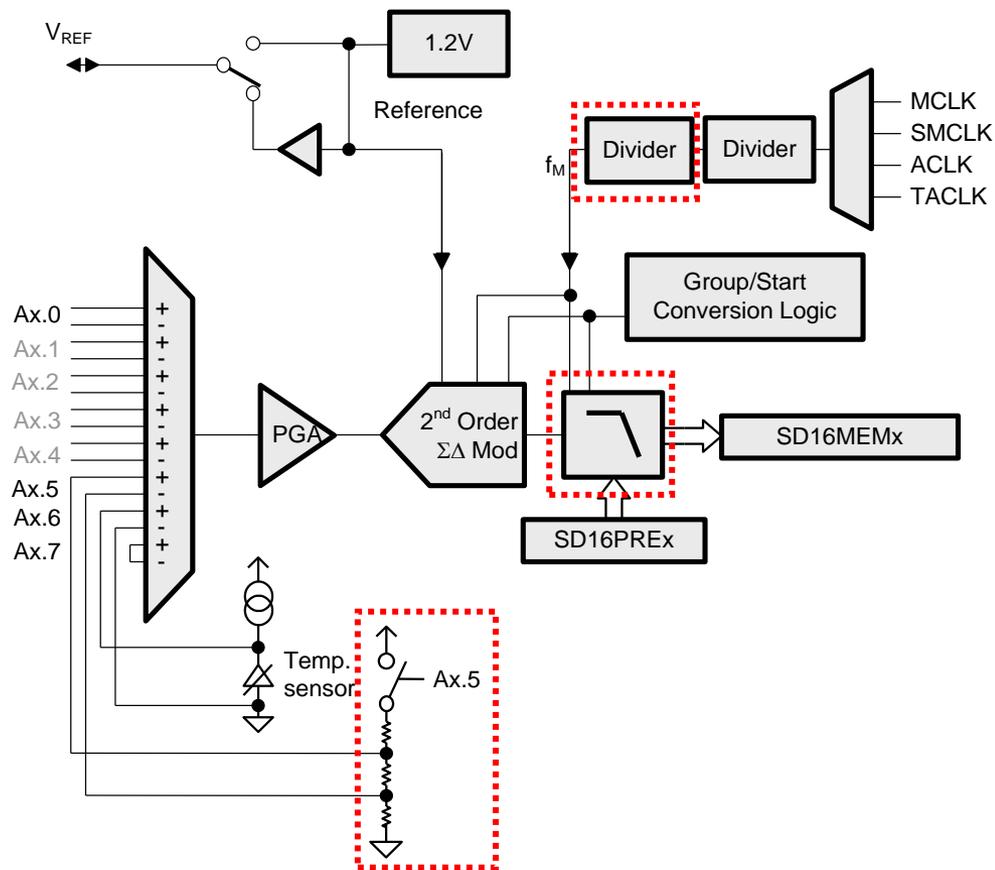
16 位 $\Sigma\Delta$

特性

- 二阶 16 位 $\Sigma\Delta$ 架构
- 多通道
- 30kHz 至 1.1MHz 调制频率
- 调制分频器
- 高达 1024 OSR
- 温度传感器
- AVCC 测量
- 采样速率高达 4096sps
- 增益放大器用于支持多种电流测量
- 可利用软件 (SW) 选择内部/外部基准

优势

- 高准确度和分辨率！
- 能够在诸如公用事业计量等应用中实现防篡改需求。
- 拥有与 **ADC10** 和 **ADC12** 相同的低功耗性能



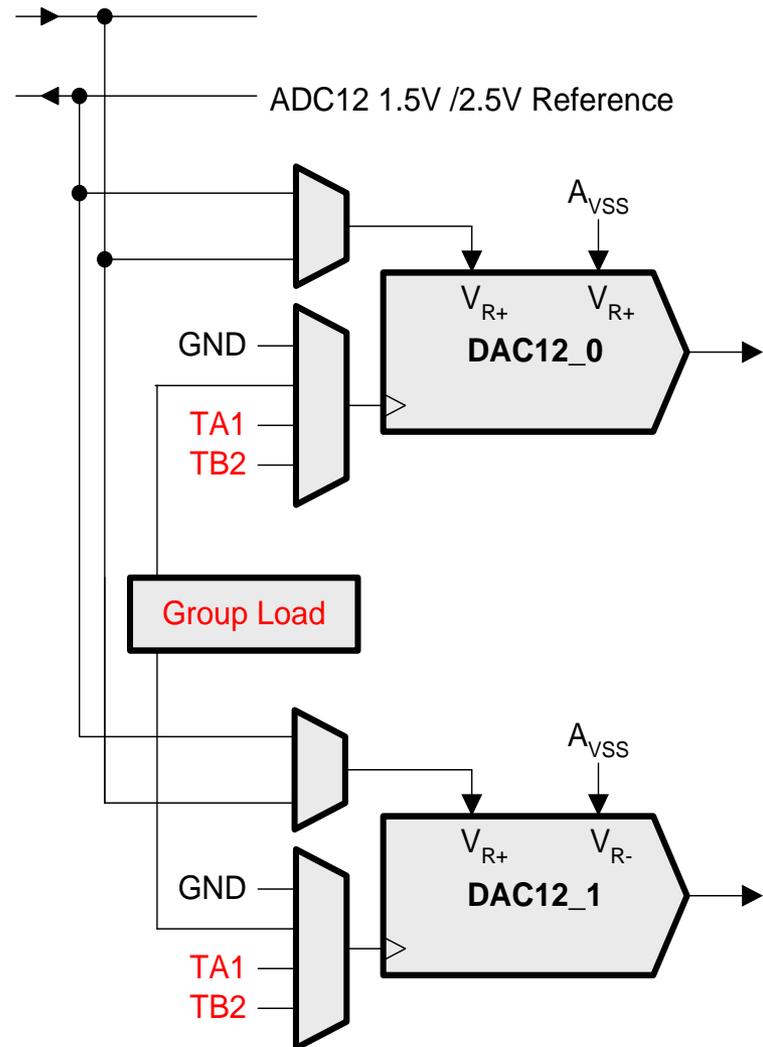
DAC12

特性

- 12 位单调
- 8/12 位电压输出
- 可根据功耗设置稳定时间
- 内部/外部基准
- 二进制或 2 的补码
- 自校准
- 群同步负载
- DMA 被启用

优势

- 性能与功耗之间的可配置平衡
- 当有多个模块可用时允许执行同步更新操作
- 当处于低功耗待机模式时可输出信号脉冲以最大限度地降低流耗!



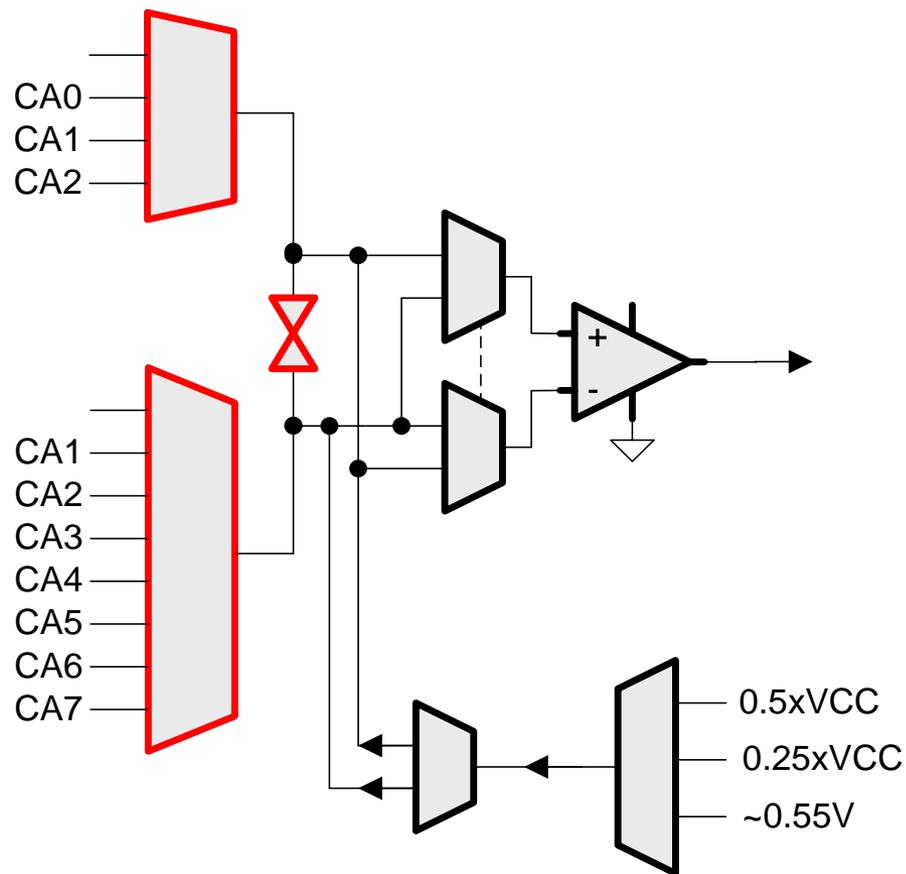
模拟比较器

特性

- 约100nA 工作电流 (Comp_B)
- 迟滞发生器 (B)
- 输入多路复用器
- 基准发生器
- 低通滤波器
- 电池检测
- 中断信号源
- Timer_A 捕获
- 用于采样及保持的多路复用器短路

优势

- 超低功耗操作可延长电池寿命
- 可实现外部模拟信号的监视
- 支持高精度斜率模数转换



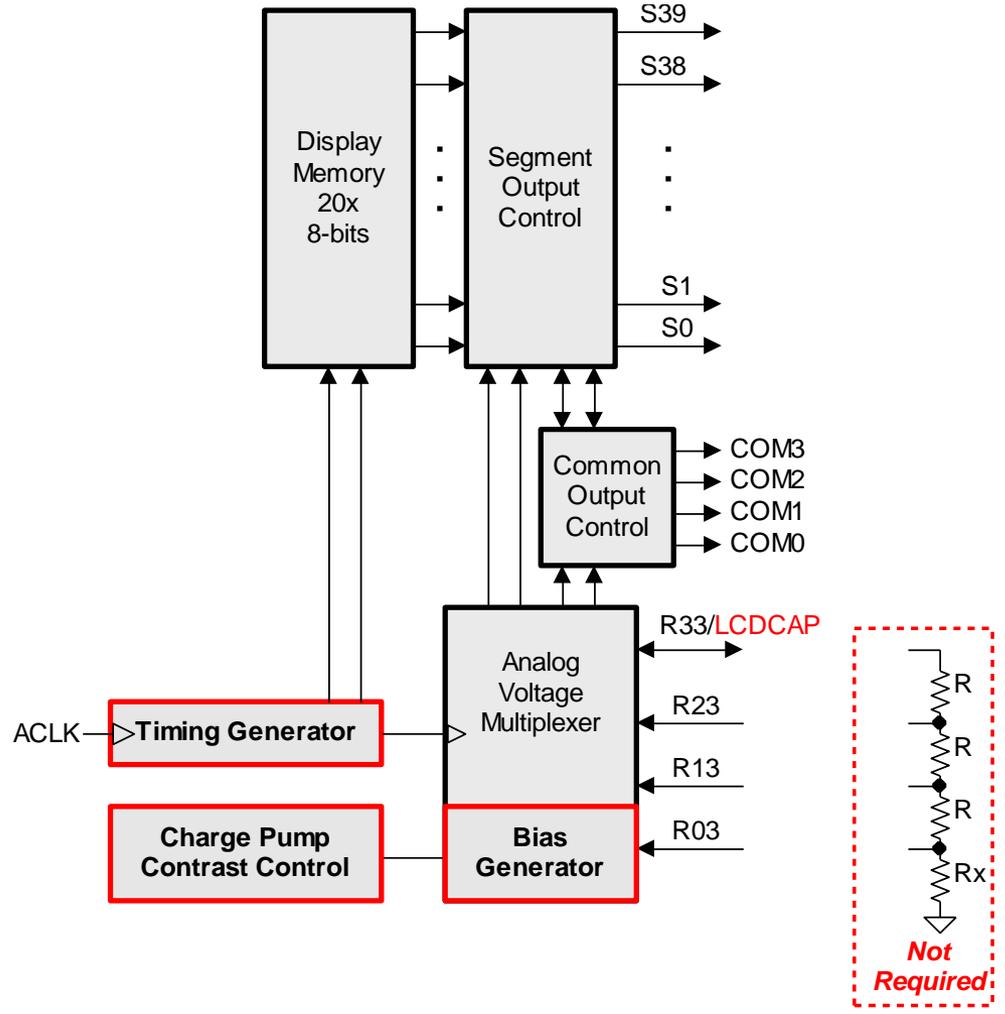
LCD 控制器

特性

- 全自动
- 4/3/2/1 多路复用
- 高达 160 位显示
- 内部稳定电压发生器
- 内部或外部偏压发生
- 对比度控制
- 用于 3 或 4 路复用的 1/2 偏置
- 内部时钟发生
- 自动段闪烁

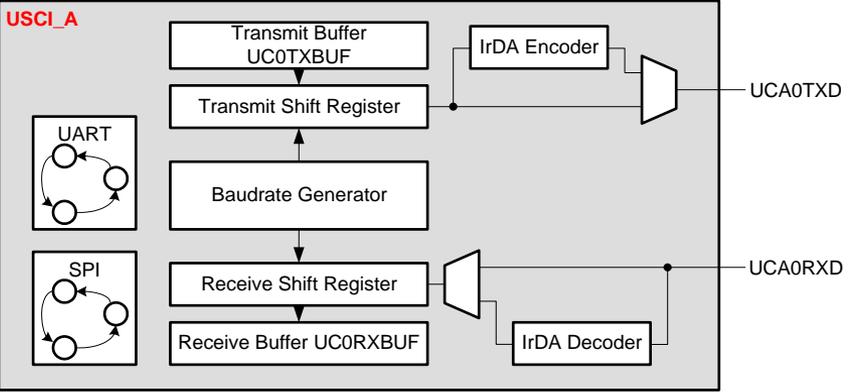
优势

- 超低功耗功能性
- 简易集成
- 灵活的 LCD 支持



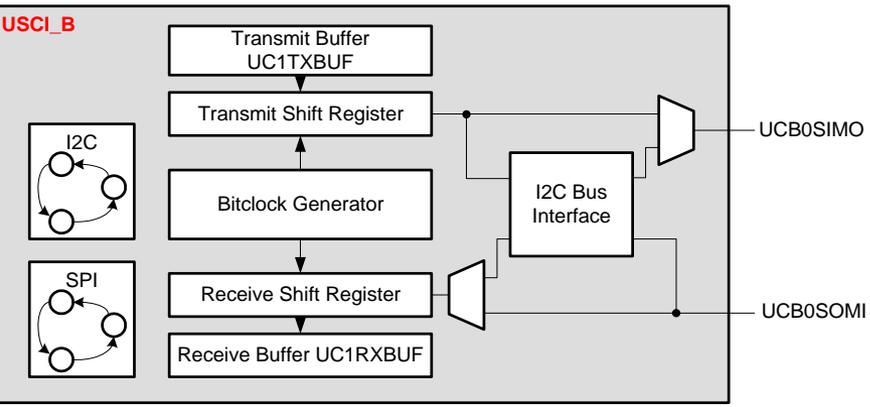
USCI : 串行通信接口 (I/F)

USCI_A



- 支持：
 - 可支持 IrDA/LIN 的 UART
 - SPI
- 具有自动波特率检测功能的波特率发生器
- 双缓冲发送/接收 (TX/RX)

USCI_B



- 支持：
 - I2C 主控器/受控器 (高达 400kHz)
 - SPI
- 位时钟发生器
- 双缓冲 TX/RX

MSP430 产品库一览

400 多款超低功耗器件 (起售价 0.25 美元)

具有: 高达 512kB 闪存、64kB RAM、24 种封装选项、最多 113 个引脚、高集成度

Series	Low Voltage	Value Line	1 Series	2 Series	4 Series	5 Series	6 Series	FRAM Series	RF SoC
Part Number	L092	G2xxx	F1xx	F2xx	F4xx	F5xx	F6xx	FR5xxx	CC430
Speed (max MHz)	4	16	8	16	16	25	25	24	20
NVM (max kB)	0	16	60	120	120	512	512	64	32
SRAM (max kB)	2	0.5	10	8	8	64	64	2	4
GPIO	11	4-24	14-48	10-64	14-80	29-87	72-90	17-64	30-44
Comparator	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Timer	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ADC	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DAC	●		●	●	●	●	●		
UART		●	●	●	●	●	●	●	●
I2C		●	●	●	●	●	●	●	●
SPI		●	●	●	●	●	●	●	●
Capacitive Touch		●						●	
Multiplier			●	●	●	●	●	●	●
DMA			●	●	●	●	●	●	●
Op Amps				●	●				
LCD					●		●		●
RTC					●	●	●	●	●
PMM						●	●	●	●
1.8 V I/O						●			
CRC						●	●	●	●
High Resolution Timer						●			
USB						●	●		
HW Encryption (AES)							●	●	●
FRAM								●	
RF									●

MSP430G2xx超值系列 (Value Line)

16MHz 超低功耗 MCU

主要特性:

- 高达 16MHz 的 CPU 速度
- 1.8V 至 3.6V 工作电压
- 高达 56kB 闪存 (更大容量的闪存即将推出)
- 高达 4kB RAM
- 模拟与数字外设的广泛性能
- 推出电容式触摸感测 I/O 端口

超低功耗:

- 5 种低功耗模式
- 运行模式: 220uA/MHz
- RAM 保持: <100nA
- 待机模式: 0.3uA
- RTC 模式: 0.7uA
- 快速唤醒时间 <1us

以低成本的方式开展 16 位开发!

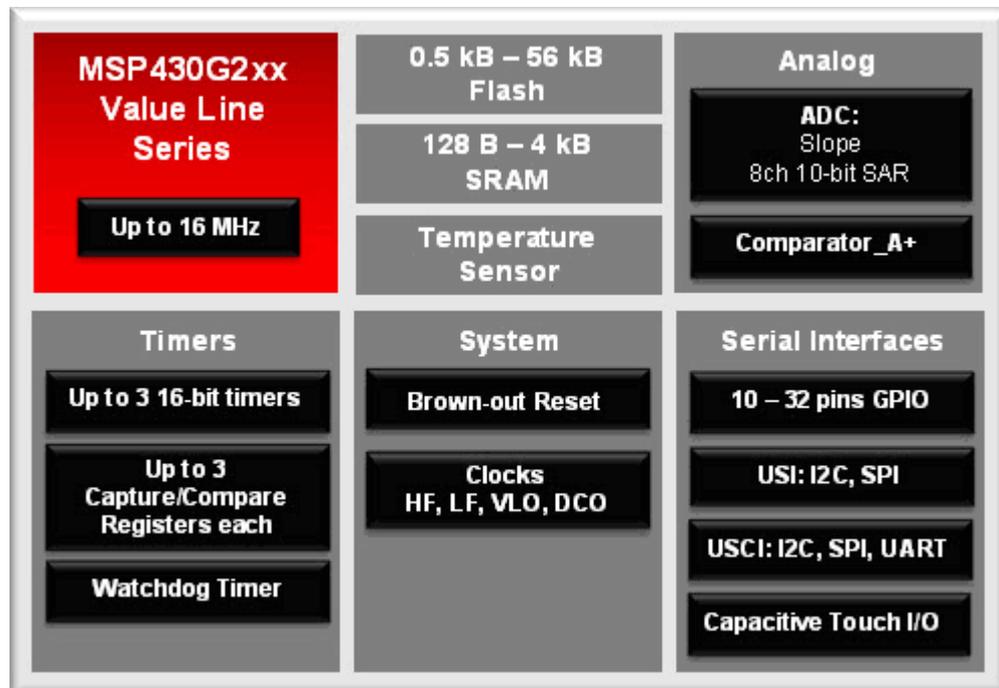
MSP430 Value Line 系列以 8 位 MCU 的价位提

供了超低功耗、16 位开发!

开发套件起售价仅为 4.30 美元!

The MSP430G2xx 微控制器 Value Line 系列以低成本 8 位 MCU 的价格带来了 16 位性能、高达 16MHz 的工作频率、集成型智能外设与超低功耗, 适合那些对成本敏感的应用。更多详情敬请访问

www.ti.com/430value



MSP430™ | Value Line G2xx4/5 – “32/56k Value Line”

性能

- 16 位 RISC 微控制器
- 16 MHz CPU
- 超低功耗、集成型智能外设和易用性

特性

电源

- 宽电源电压范围: 1.8 V 至 3.6 V
- 超低功耗
 - 运行模式: 250uA/MHz
 - 待机模式 (LPM3 RTC 模式): 0.7uA
 - 关断模式 (LPM4 RAM 保持): 0.1uA
- 可实现从待机模式的超快唤醒: <1 μs

存储器

- 8-16-32-48-56KB 闪存
- 512B-1K-4K KB SRAM

封装

- 38 引脚 TSSOP (DA)
- 40 引脚 QFN (RHA)
- 49 引脚 DSBGA* (YFF)

优势

- 首款采用高频晶体的 Value Line 系列器件
- 利用集成型电容式触摸 I/O 减少了 HMI 应用的组件数量**
- 延长电池寿命以适合对成本敏感的嵌入式应用
- 引出脚可兼容 G2xx4 和 F2272 (DA 和 RHA)

开发板和编程器

- MSP-FET430U38 (目标板 + USB 编程器) 149 美元
- MSP-TS430DA38 (目标板) 75 美元

• * 2014 年推出 G2xx5。G2xx4 可提供 RTM 版
• ** 仅限 G2xx5

MSP430G2xx4/5 Value Line 系列 16 位 MCU

16MHz



存储器

- 8-16-32-48-56 KB 闪存
- 512B - 1KB - 4 KB SRAM

- 实时 JTAG
- 嵌入式仿真
- 启动加载程序

串行接口

- USCI_A (UART/Lin/IrDA/SPI)
- USCI_B (SPI,I2C)

外设

- 32 个电容触摸 I/O**
- 8 通道比较器**

转换器

- 8 通道、10 位 A/D 转换器

连通性

- GPIO, 串行端口

定时器

- 16 位看门狗定时器
- 具有 3xCC 寄存器的 16 位 B3
- 2x 16 位 A3 (具有 3xCC 寄存器)

电源和定时

时钟系统:

- 高频晶体振荡
- 数字控制式振荡器 (DCO)
- VLO

电源:

- 上电复位
- 欠压复位
- 电源电压监控器

更深入地了解 MSP430G2xx Value Line 系列



	PIC10F202	MSP430G2001
价格	0.25 美元	0.25 美元
闪存	512B 外接 12V	512B 系统内
RAM	25B	128B
定时器	8 位计数器	16 位多功能
仿真	0	2 引脚 系统内
GPIO/ 中断	6 0	10 22
MIPS	1x 8 位	16x 16 位
电源模式	2 种	5 种

灵活

机敏

功能更多

开发速度更快

无折衷

高性能

MSP430 在所有操作模式中均具有较低的功耗

172 new devices

Available today @
www.ti.com/430value

MSP430G2xx1

27 devices, 2kB
Flash, 10 GPIO, 128B RAM

MSP430G2xx2

60+ devices, 8kB Flash, 16
GPIO, 512B RAM, CapTouch
I/O

MSP430G2xx3

60+ devices, 16kB Flash, 24
GPIO, 1kB RAM, Cap Touch
I/O, UART

MSP430G2xx4

9 devices, 32kB Flash, 32
GPIO, 1kB RAM, I/O, UART

MSP430G2xx5

6 devices, 56kB Flash, 32
GPIO, 4kB RAM, Cap Touch
I/O, UART

MSP430 电容式触摸感测 I/O 端口

世界上功耗最低的电容式触摸解决方案

优势与特性

- 缩减了系统尺寸和成本
 - 不需要采用外部组件与电容式触摸垫进行连接
 - 振荡电路被集成到 MCU 中
- 易于启动开发工作
 - 可提供完整的硬件与软件参考设计。
 - 由具有直观 API 调用功能的完整软件库提供支持
 - 可立即实现差异化！任意物理按钮皆可用电容式触摸按钮、滑块、滚轮等取代！



用于 LaunchPad 的电容式触摸
BoosterPack

可立即获得器件、工具和软件！

MSP430 LaunchPad 开发套件 = 4.30 美元
电容式触摸 BoosterPack 插入式模块 = 10 美元
电容式触摸感测软件库 = 免费

立即启动开发！

www.ti.com/capacitivetouch

演示间歇 | 电容式触摸

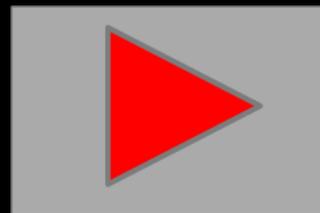
功耗最低的电容式触摸解决方案

完整的硬件与软件解决方案

MSP430G2xx2/2xx3 系列器件率先内置了一个集成型电容式触摸感测 I/O 端口。

- 功耗与成本最低的解决方案
- 无需外部组件
- 由电容式触摸感测库提供全面支持

利用售价仅 **14.30 美元** 的电容式触摸感测器件可立即增添最终产品的差异化特性



通过以下网址了解更多详情：
www.ti.com/ulp

MSP430F4xx

高达 16MHz 的超低功耗 MCU

主要特性:

- 高达 16MHz 的 CPU 速度
- 1.8V 至 3.6V 工作电压
- 高达 120kB 闪存 / 高达 8kB RAM
- 集成型 LCD 驱动器
- MSP430FE 器件提供了用于分担电能计量算法的第二内核
- 高集成度: 内置集成型运算放大器、12 位 DAC、16 位 $\Sigma\Delta$ 转换器等

超低功耗:

- 5 种低功耗模式
- 运行模式: 200uA/MHz
- RAM 保持: <100nA
- 待机模式: 0.3uA
- RTC 模式: 0.7uA
- 快速唤醒时间 <6us

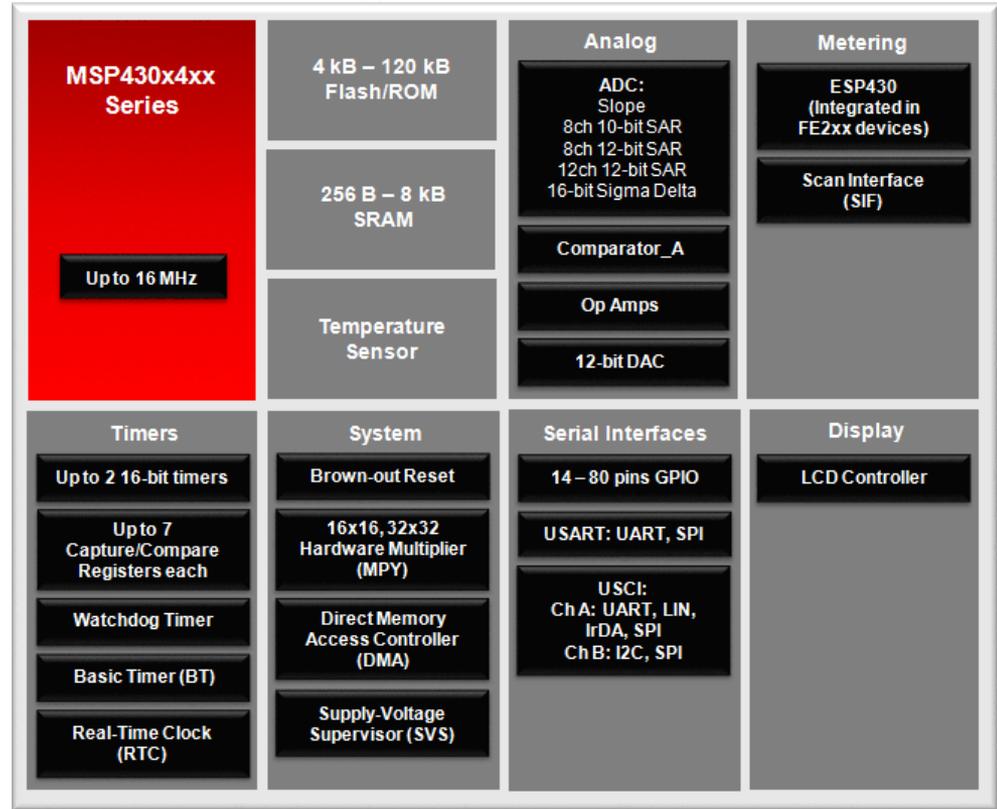
高集成度 MCU 非常适合计量和医疗设备。

面向特定计量应用的独特器件:

MSP430FE = 电子计量, MSP430FG = 血糖计,

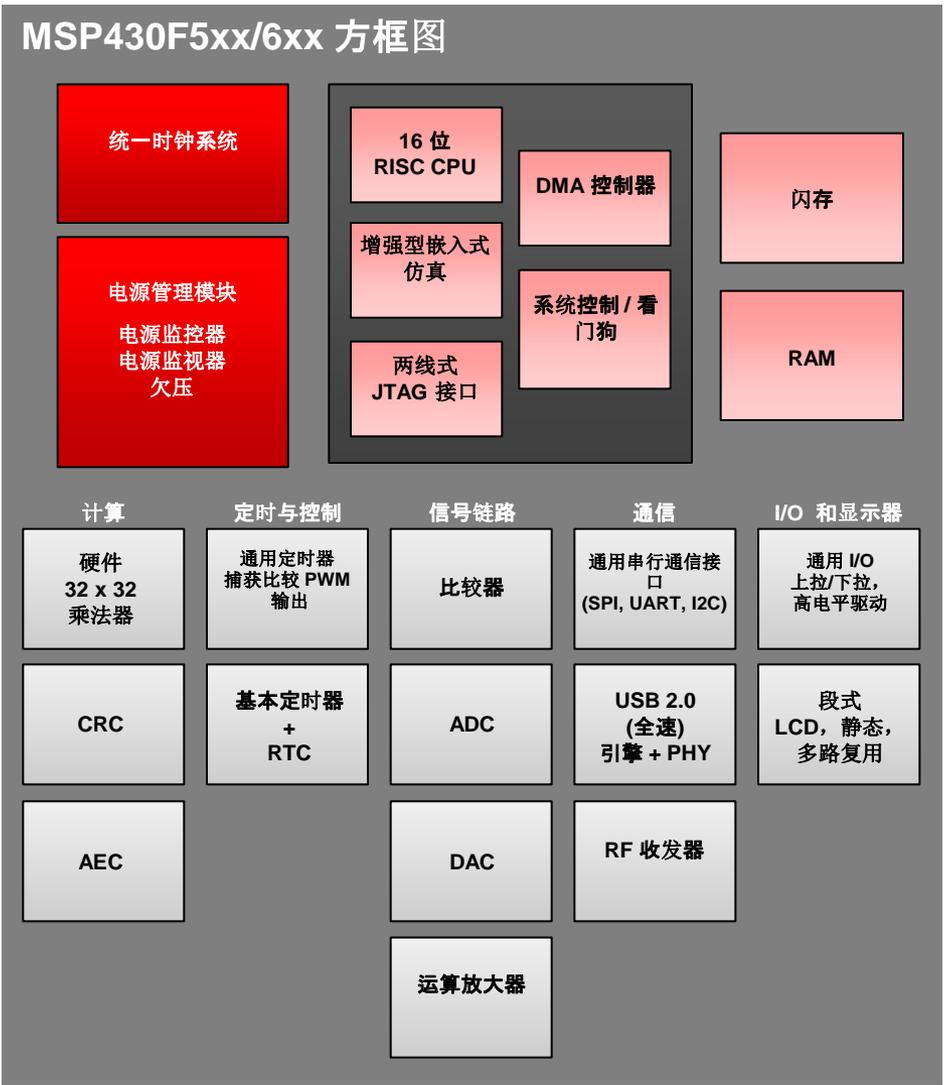
MSP430FW = 水表

MSP430x4xx 系列是基于 LCD 闪存或 ROM 的 16 位微控制器件, 其具有集成型 LCD 控制器和 16 位 $\Sigma\Delta$ A/D、运算放大器、乘法器、DAM 及其他外设, 是低功耗计量和医疗应用的理想选择。



5xx/6xx系列的主要特性

- 超低功耗
 - <200 μ A/MIPS
 - 1.2 μ A 待机模式
 - 具集成型 LDO、BOR、WDT+、RTC
 - 12 MHz (在 1.8V 电压下)
 - 可在不到 5 μ s 的时间内从待机模式唤醒
- 性能提升
 - 高达 25 MHz
 - 1.8V ISP 闪存擦除与写入
 - 故障保险、灵活的定时系统
 - 用户定义的启动加载程序
 - 高达 1MB 的线性存储器寻址
- 创新特性
 - 多通道 DMA 支持在待机模式中进行数据迁移
 - 业界领先的代码密度
 - 可提供更多的设计选项, 包括 USB、RF、加密、LCD 接口
 - 独特的电源管理模块
 - USB 选项



MSP430F5xx

带 USB、高达 25MHz 的超低功耗 MCU

主要特性:

- 高达 25MHz 的 CPU 速度
- 1.8V 至 3.6V 工作电压
- 高达 256kB 闪存 / 高达 18kB RAM
- 集成型全速 USB 2.0
- 用于支持 HID、CDC 和 MSC 的独特 USB 开发软件包

超低功耗:

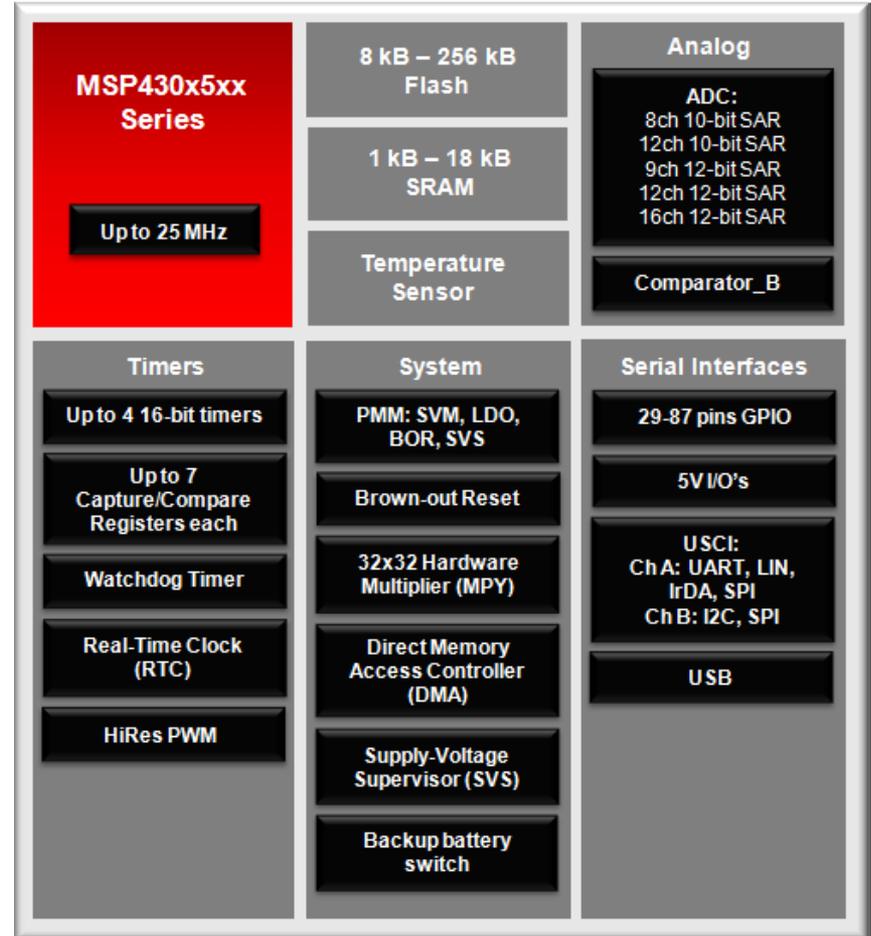
- 运行模式: 160uA/MHz
- RAM 保持: <100nA
- RTC 模式: 2.5uA
- 快速唤醒时 <5us

高度集成的 MCU 提供了高性能速度与集成型 USB

MSP430F51x2 子系列引入了 5V I/O 端口及具有高分辨率 PWM 功能的独特 Timer_D

闪存容量达 512kB 的产品不久即将推出。

MSP430F5xx 系列提供了集成型 USB 连接能力。TI 最新的 MSP430F5xx 超低功耗微控制器系列可为设计人员提供增强的性能与具有新的创新型外设的更多设计选项，同时减少功率耗用量。



更仔细地了解 F5229

首款具有 1.8 V I/O 的 MSP430

性能

- 16 位 RISC 微控制器
- 25 MHz CPU
- 超低功耗、集成型智能外设和易用性

电源

- 宽电源电压范围, VCC = 1.8 V 至 3.6 V
- 分离的 IO 电压轨, DVIO = 1.62 → 1.98V
- 超低功耗
 - 运行模式: 290 μ A / MHz (闪存)
 - 运行模式: 150 μ A / MHz (RAM)
 - 待机模式 (LPM3 RTC 模式): 1.9 μ A
 - 关断模式 (LPM4 RAM 保持): 1.1 μ A
 - 停机模式 (LPM5): 0.1 μ A TBD
- 可实现从待机模式的超快唤醒: <5 μ s

封装

- 48 引脚 RGC (QFN): 7.1 x 7.1 mm
- 64 引脚 RGC (QFN): 9.1 x 9.1 mm
- 64 焊球 YFF (DSBGA) 3.4 x 3.5 mm
- 80 焊球 ZQE (BGA) 5.1 x 5.1 mm

优势

- 可直接连接至 1.8v \pm 10% I/O 逻辑和传感器
- 双 USCI 端口可实现至应用处理器的桥接
- 免除了电平转换电路, 从而降低了 BOM 成本
- 减少了手机中的系统功耗(作为传感器集线器)

开发板和编程器

- MSP-FET430UIF (仿真器) 99 美元
- MSP-TS430RGC64C (目标板) 99 美元

计划表:

- 目前可提供 48 和 64-QFN 封装
- DSBGA RTM 版本计划于 2013 年第一季度推出

MSP430F522x/521x

超低功耗

16 位 MCU

25MHz

存储器

64/128 KB 闪存

8 KB RAM

实时 JTAG,
嵌入式仿真
启动加载程序

外设

- 32x32 乘法器
- 3 通道内部 DMA
- CRC16 数据检查模块

定时器

- 15-16 位看门狗定时器
- 1x 16 位 A5, 具有 5 个 CC 寄存器
- 2x 16 位 A3, 具有 3 个 CC 寄存器
- 1x 16 位定时器 B7, 具有 7 个 CC/7 个阴影寄存器
- 实时时钟 A

串行接口

- 2x USCI_A (UART/Lin/IrDA/SPI)
- 2x USCI_B (SPI,I2C)

连通性

- 31 → 1.8V \pm 10% GPIO
- 22 → 2.2-3.6 V GPIO
- 灵活的外设端口映射

转换器

8 通道、10 位 A/D 转换器
比较器 B

电源与定时

统一时钟系统:

FLL VLO REFO DCO

LFXT1 XT2

PMM:

POR, BOR, SVS,SVM, LDO

MSP430F6xx

带 **USB** 和 **LCD**、运行频率高达 **25MHz** 的超低功耗 **MCU**

主要特性:

- 高达 **25MHz** 的 CPU 速度
- **1.8V** 至 **3.6V** 工作电压
- 高达 **256kB** 闪存 / 高达 **18kB** RAM
- **集成型全速 USB 2.0**
- 用于支持 **HID**、**CDC** 和 **MSC** 的独特 **USB** 开发软件包
- **集成型 LCD 驱动器**

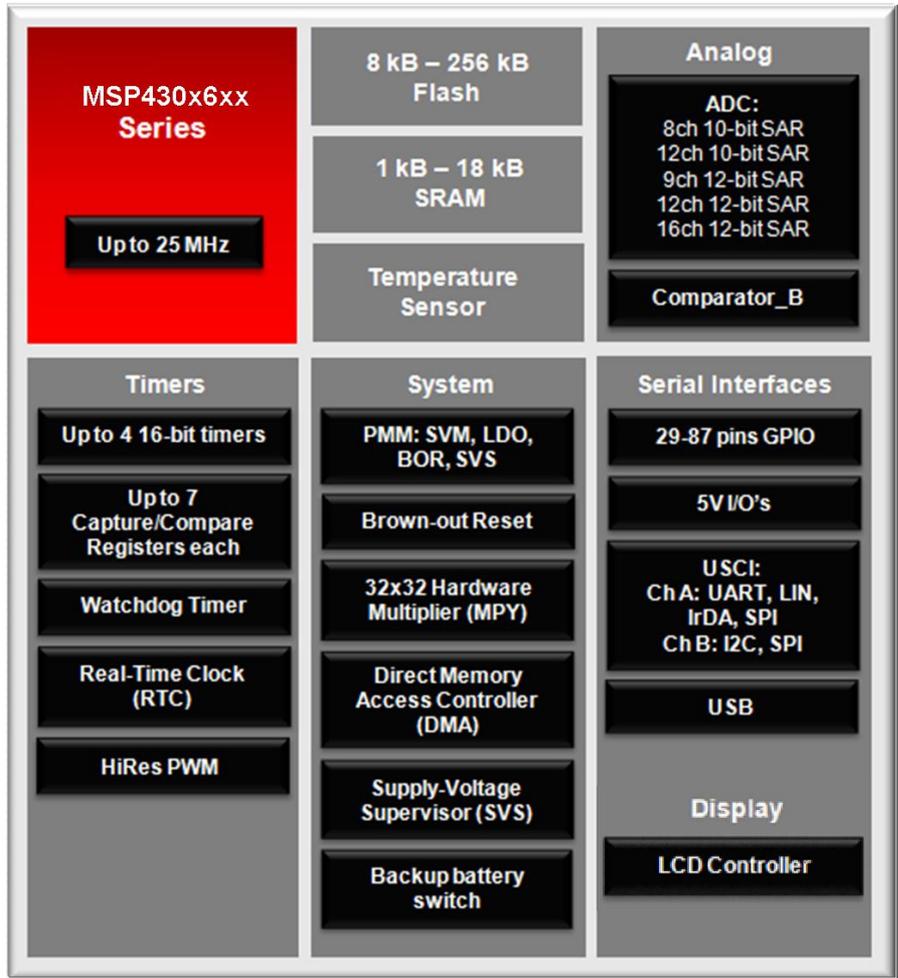
超低功耗:

- 运行模式: **160uA/MHz**
- RAM 保持: **<100nA**
- RTC 模式: **2.5uA**
- 快速唤醒时间 **<5us**

高度集成的 **MCU** 提供了高性能速度与集成型 **USB** 和 **LCD**

闪存容量达 **512kB** 的产品不久即将推出。

MSP430F6xx 系列具有集成型 **USB** 连接能力和集成型 **LCD** 驱动器。该系列可提供最大存储器容量的 **MSP430** 器件并包括高集成度选项。



MSP430™ | F665x/565x

性能

- 16 位 RISC 微控制器
- 高达 20 MHz 系统时钟

特性

电源

- 宽电源电压范围: 1.8 V 至 3.6 V
- 1.8V 闪存擦除和写入
- 超低功耗
- 运行模式: 290 μA / MHz
- 待机模式 (LPM3 RTC 模式): 2.5 μA
- 关断模式 (LPM4 RAM 保持): 1.0 μA
- 仅 RTC 运作 (LPM3.5): 1.0 μA
- 停机模式 (LPM4.5): 0.1 μA
- 可实现从待机模式的超快唤醒: < 5 μs

封装

- 100 引脚 (TQFP): 14mm x 14mm
- 113 引脚 ZQW (BGA): 7.1mm x 7.1mm

优势

- 超低功耗、集成型智能外设和易用性
- 大型存储器可支持多个无线堆栈
- 板载 LCD 驱动器通过减少所需的外部组件节省了成本
- RTC 后备电池开关可避免记时过程中的损耗
- 引脚可兼容其他采用相同封装的 MSP430 器件

开发板和编程器

- MSP-FET430UIF (仿真器) 99 美元
- MSP-TS430PZ100USB (目标板) 75 美元
- MSP430F6659iPZT (100 引脚样片)

MSP430F665x/565x

超低功耗

16 位 MCU

25MHz

存储器

256/384/512 kB 闪存
64/23 +2kB RAM

调试

实时 JTAG / SBW
嵌入式仿真
启动加载程序

外设

- 带 PHY、PLL 和 LDO 的 USB 接口
- 带对比度控制功能的 160 段 LCD 驱动器
- 3 通道内部 DMA
- CRC 16 DCM

串行接口

- 3xUSCI (UART,IrDA,SPI,I2C)

连通性

74 个 I/O (端口映射特性)

转换器

- 16 通道、12 位 A/D 转换器
- 2 x 12 位 D/A 转换器
- 比较器

定时器

- 具有 5 个 CC 寄存器的 16 位定时器 A5
- 具有 7 个 CC / 阴影寄存器的 16 位定时器 B7
- 2 x 16 位定时器 A3, 具有 3 个 CC 寄存器
- 看门狗定时器
- 具有后备电池的实时 counter_A

电源与定时

统一时钟系统:

FLL	VLO	REFO	DCO
LFXT1	XT2		

PMM:

POR	BOR	SVS	SVM
LDO			

集成型全速 USB 2.0



40 多款具有集成型 USB 的 MSP430 器件 – 由相关的工具与软件提供支撑

超低功耗 MCU + USB (用于实现更智能的连接能力)

- 嵌入式全速 USB 2.0 (12 Mbps)
- 高灵活性 (具有可用作 RAM 的可配置 2K 数据缓冲器)
- 未用的 USB 接口引脚可充当高电流 I/O 引脚 (具有 5V 耐压)

模拟与外设集成可降低系统成本

- 多种模拟选项 (带 12 位 ADC、DAC、比较器)
- 集成型 3.3V LDO 可与 5V USB 总线电源配合使用
- 利用灵活的集成型 PLL 可将低成本晶体用于 USB 时钟

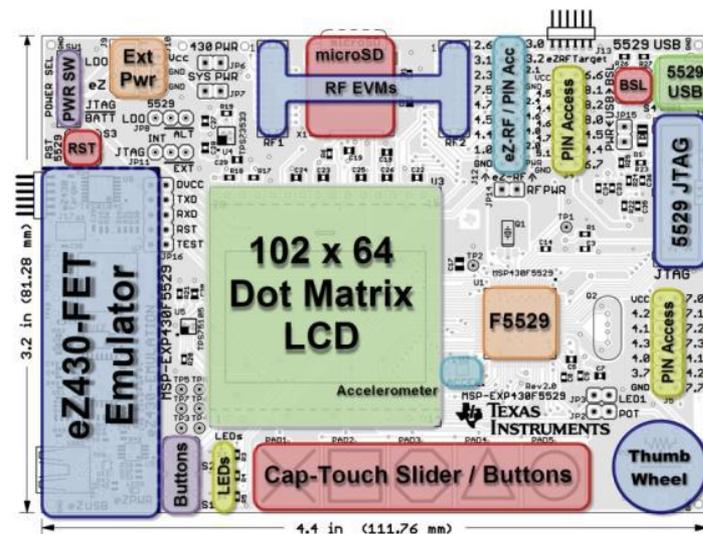
MSPF663x / F563x 器件内部的附加特性

- 集成型 160 段 LCD 驱动器
- 较高容量闪存选项 (最高可达 256KB)
- 后备电池开关及增强型数据完整性 (EDI) 特性可提高可靠性

MSP-EXP430F5529 USB 实验板

- 面向 USB 应用的开发平台。
- 102x64 点矩阵 LCD
- microSD 卡插槽
- 3 轴加速度计
- 5 个电容式触摸垫
- 用于低功耗无线 RF 模块的内置接口 (CCxxxEMK)
- 9 个 LED
- 模拟指轮
- 备用引脚使用方便
- 标准 JTAG 访问
- 集成型 eZ-FET 两线制 JTAG 调试接口（编程和调试不需要 USB FET）

现在售价: \$149 75 美元



www.ti.com/usbexp

USB 软件工具

MSP430 软件工具简化了 USB 开发

USB 开发软件包

包括 SW 工具、文档和范例

- **MSP430 API 代码堆栈** 启动 USB 开发所需的全部 API 和范例
- **USB 现场固件更新器** 用于构建一个 GUI 型工具的项目模板，可采用 MSP430 的片上 USB BSL 在现场更新 MSP430 固件。
- **Windows HID API** 用于实现 PC 与 MSP430 MCU 之间的 USB 通信的 API
- **USB 描述符工具** 用于针对各种不同的接口配置 USB API 堆栈的代码生成工具。

通过以下网址了解更多详情：www.ti.com/430usb



MSP430FR57xx

MSP430 MCU + 集成型 FRAM 存储器

主要特性:

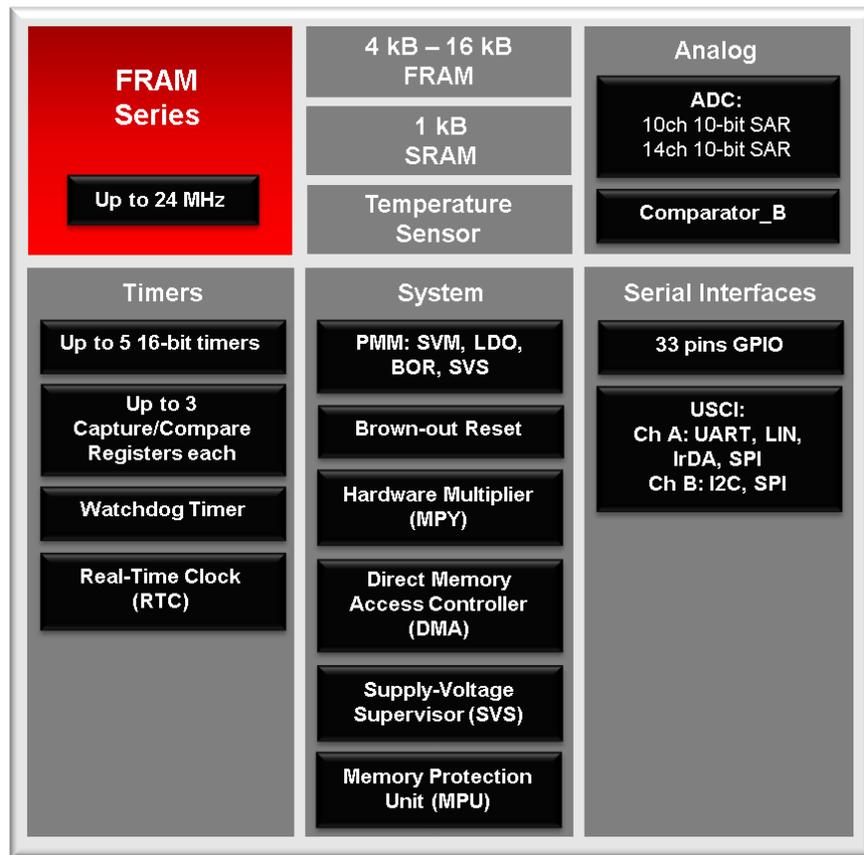
- 高达 24MHz 的 CPU 速度
- 1.8V 至 3.6V 工作电压
- 高达 16kB FRAM
- 独特的 **FRAM** 非易失性存储器
 - 可提供超低功耗读/写及更高的吞吐量
 - 统一存储器能同时存储程序和数据
 - 几乎不受限制的可擦写次数 (100 万亿次)

超低功耗:

- 运行模式: 100uA/MHz
- 待机 (具有 RTC 和 BOR): 1.5uA

独特的 **FRAM** 存储器拥有非常适合数据记录与无线传感器网络的特性。

德州仪器的 **FRAM** 提供了具有动态内存分区功能的统一存储器, 其存储器存取速度是闪存的 100 倍。FRAM 还能在所有的电源模式中提供零功耗状态保持, 这意味着即使在电源缺失的情况下也可保证写入操作。而且, 由于可擦写次数达到 100 万亿次以上, 因此不再需要 EEPROM。所有这些都可在运行功耗低于 100µA/MHz 的情况下实现 – 这在半导体行业属首创。通过以下网址了解更多详情: www.ti.com/fram



一体化：FRAM MCU 可提供最大的优势

	FRAM	SRAM	EEPROM	闪存
非易失 无需电源即可保存数据	是	否	是	是
写入速度 (13 KB)	10ms	<10ms	2secs	1 sec
平均运行功耗 [μ A/MHz]	100	<60	50mA+	260
可擦写次数	100 万亿次 (10^{15})	无限制	100,000	10,000
动态 可按位编程	是	是	否	否
统一存储器 灵活的代码与数据内存分区功能	有	无	无	无

**当写入 13kB 数据时

统一存储器:无与伦比的灵活性与更低的系统成本

之前

可能需要多个器件变种



为了获得更多的 SRAM, 您可能不得不购买 5 倍于实际所需的闪存 ROM

采用 FRAM 之后

一款器件即可支持多种选项
“根据需要滑动滚动条”

16kB 通用 FRAM

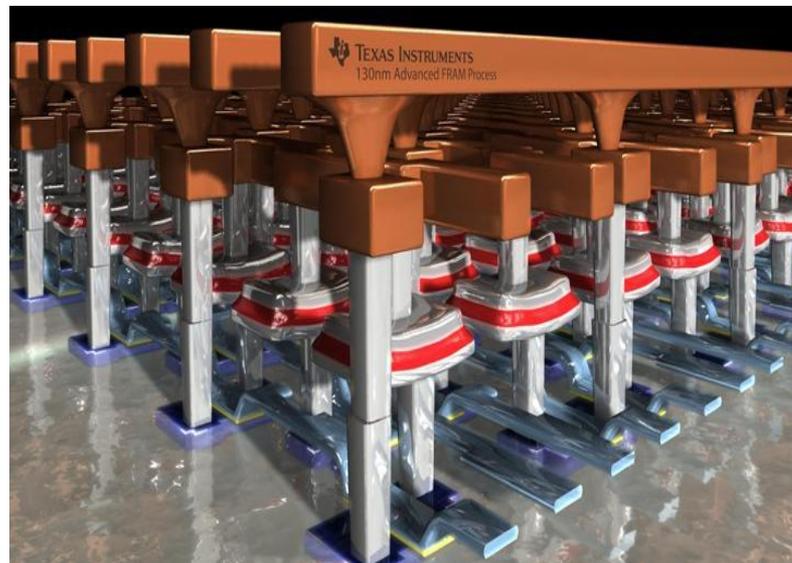
可按照需要进行数据内存与程序内存的分区

- 库存管理更加简单方便
- 更低的发行/拥有成本
- 由于可修改存储器, 因而加快了产品上市进程

TI Confidential - Internal Only

FRAM: 经过验证、可靠、安全

- 耐用
 - 经证实: 数据保存期限可达 10 年 (在 85°C 温度条件下)
- 对于冲击的耐受性较强
 - 快速存取/写入时间
 - 读取诸如闪存等的存储器内容时决不会干扰电压电平
- 抗辐射
 - 地面软差错率 (SER) 低于检测限值
- 磁场抗扰度强
 - FRAM 不含铁!
- 有保证的写完成
 - 可保证 4 字指令的完成 (与电源的状况无关)



www.ti.com/fram

可通过上方的网址了解有关
TI FRAM 技术的更多详情

FRAM 发展路线图



集成度

128 KB

- 128 KB 超低功耗 (ULP) FRAM
- 320 段 LCD
- 电子扫描 (eScan) 接口 (流量表)
- CRC32

FRAM

MSP430FR68/69xx ●

≤128KB FRAM, 多达 5 个定时器, ADC12, DMA, Comp_E, eUSCI, LCD, AES256, 扫描接口 (IF)

样片: 将于 2013 年第四季度供应

FRAM

- ULP FRAM (400 nA 待机功耗)
- 在存储器中提供了 IP 保护
- 真正的随机数种子
- 多达 40 个电容式触摸 IO

MSP430FR58/59xx ●

≤64KB FRAM, 真正的随机数 (RN) 种子, ADC12, DMA, CompE, eUSCI, AES256

样片: 现已供应

- 开发中
- 供应样片
- 生产中

16 KB

FRAM

MSP430FR57xx ●

≤16KB FRAM, 多达5 个定时器, ADC10, DMA, CompD, eUSCI

样片: 现已供应
RTP 版本: 2012 年 3 月

- 首款 FRAM MSP430!
- 具有内存分区和保护功能的高耐用性存储器
- 多达 31 个 IO (具有中断唤醒功能)
- 5 个通用 (GP) 定时器

24QFN

28TSSOP

38TSSOP

40QFN

48 QFN

64QFN

80QFP

100QFP

FRAM (铁电随机存取存储器)

欢迎使用属于未来的嵌入式存储器...

通用型存储器

- 存储区可配置用作高速缓存 (RAM)、程序或数据存储
- 可为开发人员提供无可比拟的灵活性
- 可提高库存管理效率

100 万亿个读/写周期

- 同类最佳的可擦写性能
- 无折衷的数据记录
- 可擦写次数比闪存多 1000 亿次
- 同类最佳的数据可靠性与抗辐射能力



超低功耗 (ULP) 的新领域

- 写入操作功耗比闪存低 250 倍
- 无充电泵！1.5V 低电压写入操作
- 可实现业界最佳的 82uA/MHz 运行模式流耗
- 具有自唤醒功能的 ULP 待机模式：0.5uA

超快的读/写速度

- 写入速度最高可比闪存快 1000 倍
- 能以低得多的功耗实现数据吞吐量的增加
- 最大限度地缩小了遭遇数据黑客袭击的风险

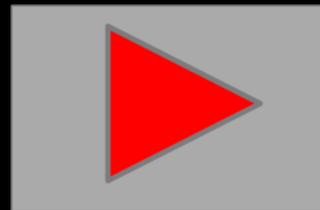
演示间歇 | 认识并了解 FRAM

一种旨在满足当今及未来需求的全新存储器技术...

利用 **FRAM** 改进现有的解决方案并实现新
型应用

- 可实现功耗最低的运行模式
- 最多可降低功耗达 250 倍
- 最多可提高写入速度达 1000 倍
- 可反复擦写 10 万亿次

欢迎使用属于未来的嵌入式处理器



通过以下网址了解更多详情:

www.ti.com/fram

实验二：基于具内置 FRAM 的创新型 MSP430 系列的独特
FRAM 体验！

CC430

单芯片 MCU+RF 单片式解决方案

主要特性:

- 高达 20MHz 的 CPU 速度
- 1.8V 至 3.6V 工作电压
- 高达 32kB 闪存 / 高达 4kB RAM
- 集成型 RF 1GHz 以下 RF 收发器
 - 433, 868 和 915MHz
- 可提供集成型 LCD 驱动器

超低功耗:

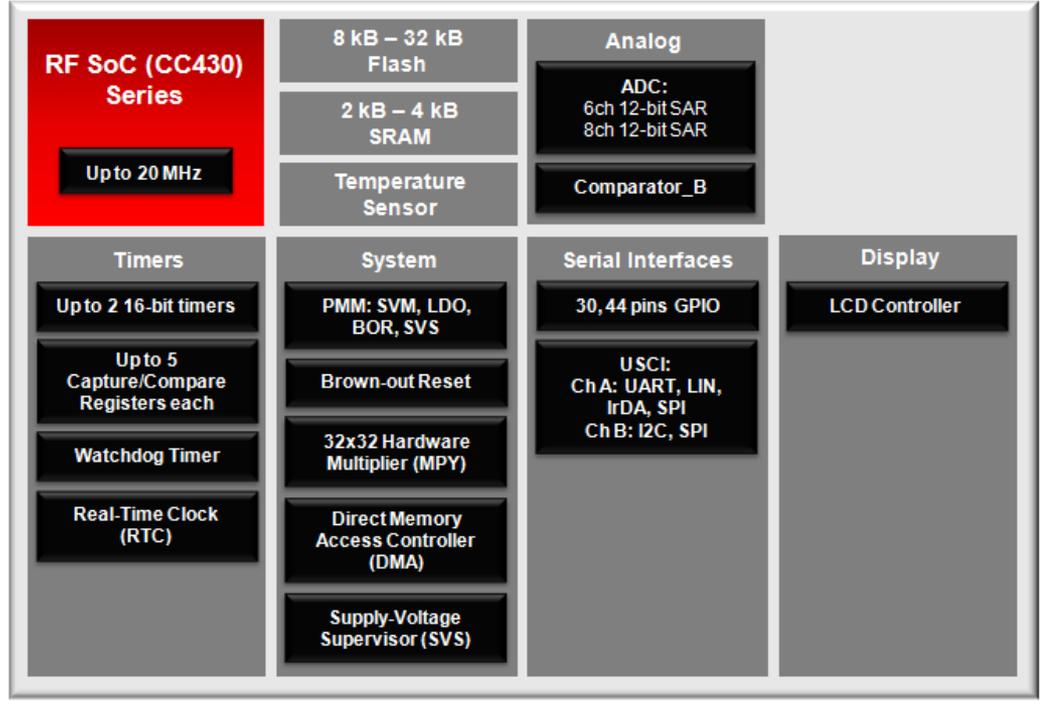
- 运行模式: 180uA/MHz
- RAM 保持: 1uA
- RTC 模式: 1.7uA
- 快速唤醒时间 <5us

完整的 MCU + RF 片上系统

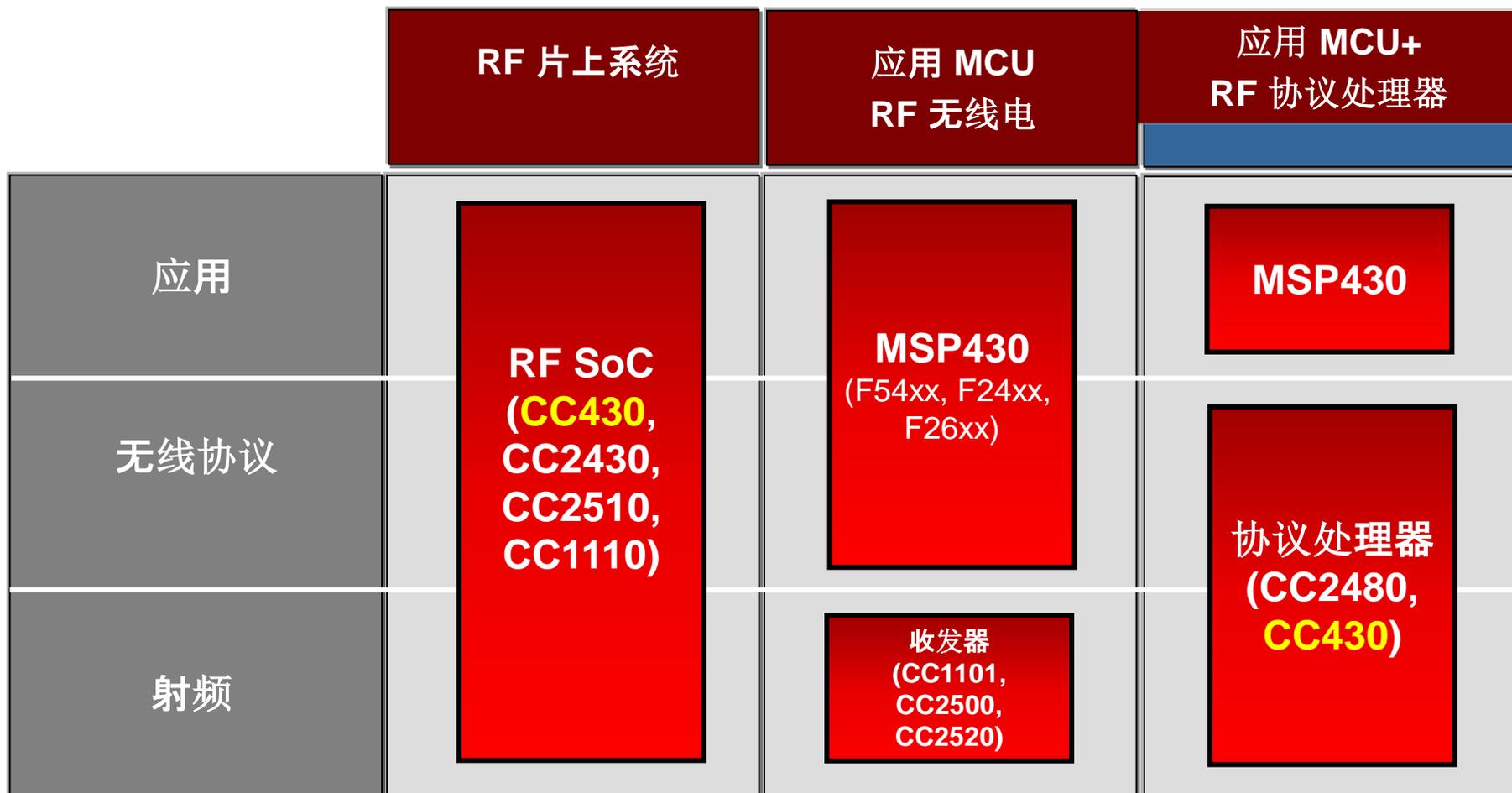
独特的 RF Studio 软件可轻松配置 RF 外设。

CC430 16 位 RF 微控制器系列可在微控制器内核、外设、软件和 RF 收发器之间实现严密集成，从而造就出简单易用的真正片上系统解决方案。通过以下网址了解更多详情：

www.ti.com/embeddedrf

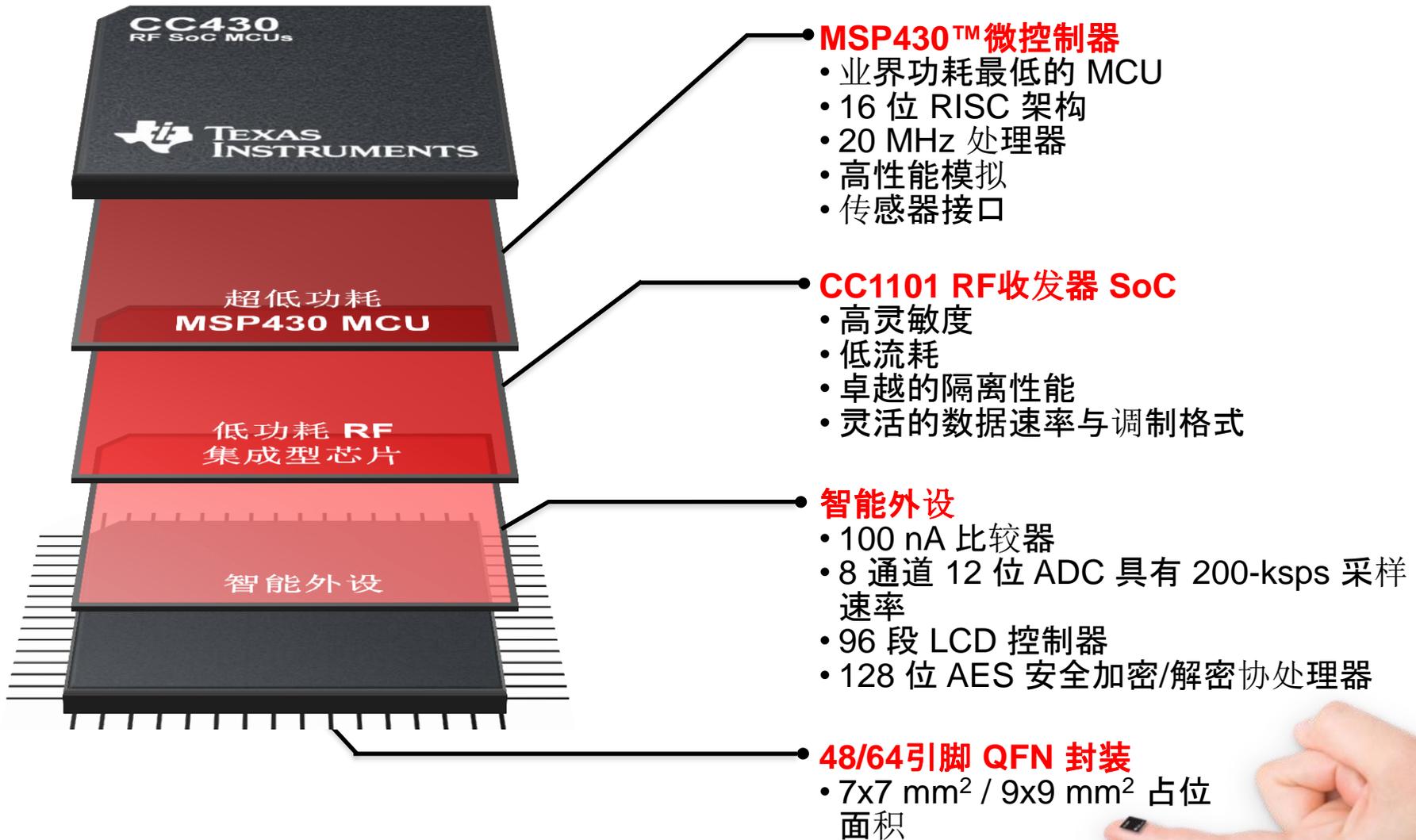


更加细致地了解 MSP430 和 RF 实现方案。



http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=171&DCMP=TIHeaderTracking&HQS=Other+OT+hdr_a_wireless

CC430 | 具有集成型 RF 的 MCU (SoC)



CC430 派生产品

带 LCD 模块

- **CC430F6137**
(LCD、ADC、比较器 B、64 引脚)
 - 32KB+512B 闪存
 - 4KB RAM
- **CC430F6135**
(LCD、ADC、比较器 B、64 引脚)
 - 16KB+512B 闪存
 - 2KB RAM
- **CC430F6127**
(LCD、比较器 B、64 引脚)
 - 32KB+512B 闪存
 - 4KB RAM
- **CC430F6125**
(LCD、比较器 B、64 引脚)
 - 16KB+512B 闪存
 - 2KB RAM

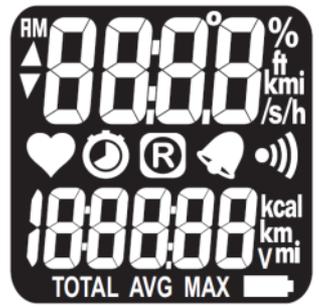
不带 LCD 模块

- **CC430F5137**
(ADC、比较器 B、48 引脚)
 - 32KB+512B 闪存
 - 4KB RAM
- **CC430F5135**
(ADC、比较器 B、48 引脚)
 - 16KB+512B 闪存
 - 2KB RAM
- **CC430F5133**
(ADC、比较器 B、48 引脚)
 - 8KB+512B 闪存
 - 2KB RAM

CC430 提供了独特的外设

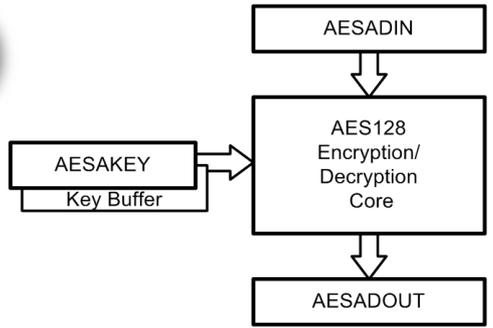
LCD_B

- 个别段的闪烁、可编程帧频率、软件驱动型对比度控制
- 稳压充电泵
- 集成型驱动器



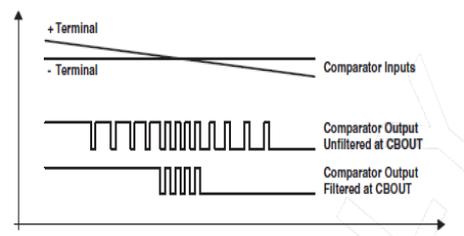
AEC 128

- 按照具有 128 位密钥的 AES FIPS PUB 197 标准进行加密和解密
- 用于加密和解密的密钥扩展
- 用于解密的离线式密钥生成



Comparator_B

- 灵活 – 可选的基准电压和电压迟滞发生器
- 高速、标准和**超低功耗 100nA** 模式
- 至 Timer A 捕获寄存器的内部输出
- 用于比较器输出的可选 RC 滤波器



众多的应用均可得益于低功耗网络

消费者 / 个人网络



- 手表/运动鞋相结合以监视运动的里程和消耗的卡路里
- 可为无线网络提供足够的处理并实现 10 年以上的电池寿命

工业远程监测



- 面向创新应用（比如：应力裂缝的远程监测）的低功耗传感器网络
- 从运动、振动和发热中收集能量

装运监测



- 通过加密对以无线方式传送的信息提供保护，从而实现更加安全的系统
- 位置、篡改检测和温度监测

RF 软件工具

MSP430 软件工具可简化 USB 开发

SmartRF Studio

SmartRF Studio 7

- 用于评估 TI 低功耗 RF IC 和 SoC 的直观型工具
- 可生成设备寄存器值
- 测试 RF 性能并调整客户专用的硬件解决方案

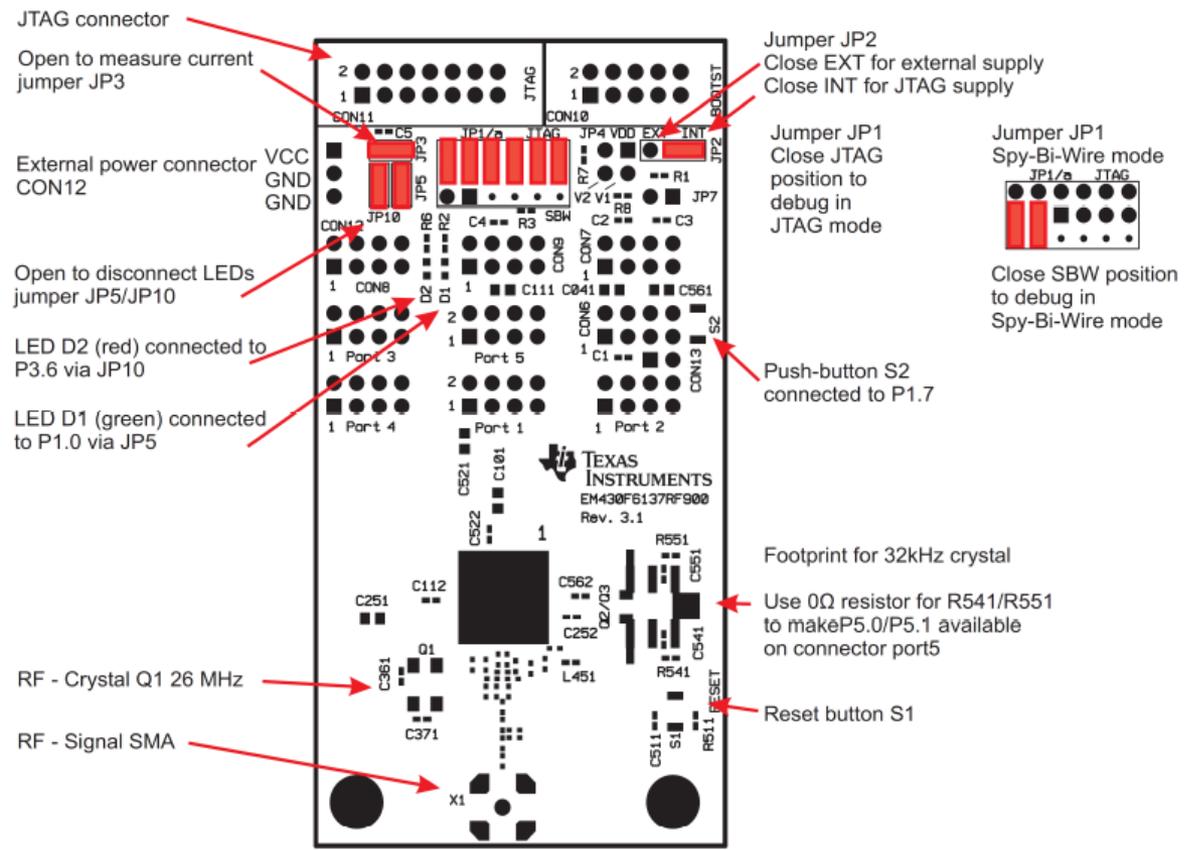
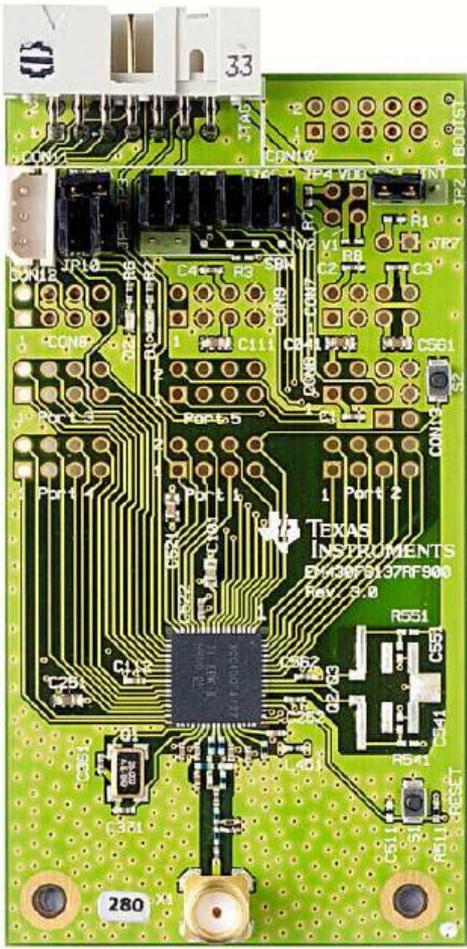
包嗅探器

- 实时分析 RF 数据包，以极大地简化 RF 调试
- 显示和存储利用一部监听 RF 设备捕获的 RF 数据包
- 对数据包进行过滤和解码并以一种便利的方法进行显示！

频谱分析仪（低于 1GHz） – 即将推出



EM430F6137RF900 样本套件



CC430 实验套件

CC430F6137 基础板:

- 带定制 LCD
- 具有反向通道的 eZ430 仿真器
- 所有的 CC430 I/O 均可使用
- 4 个 LED 和 4 个按钮，小的焊接面积
- 光传感器 + 小型 F5137 基础板

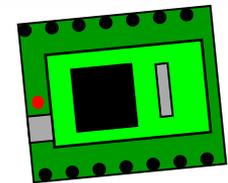
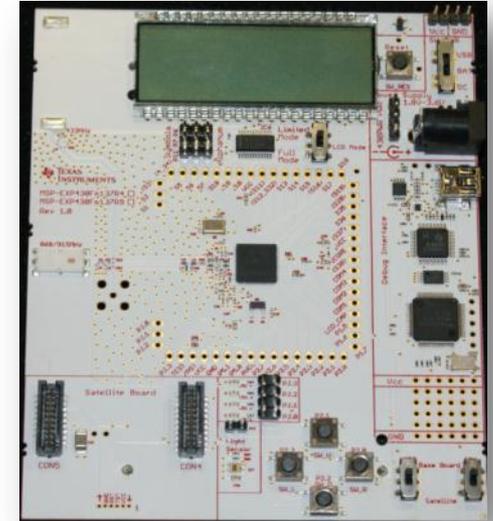
CC430F5137 卫星板

- 现成有售的小型 Amber-Wireless 载体上模块 PCB
- 可利用基础板对其进行调试/编程
- 基于现成有售的 Amber-Wireless 模块的卫星板

该套件内含

- 1 个带电池的基板
- 1 个带电池的卫星板
- 1 根 USB 线缆
- 除了片式天线之外还配有导线天线 + 负责选择天线的备用电容器（必须焊接）

价格：149 美元 即将推出！



Chronos | 世界上首款可穿戴式开发套件



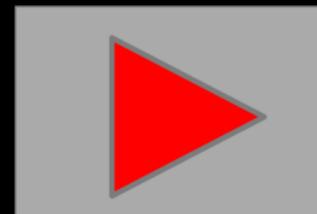
演示间歇 | Chronos

世界上首款可穿戴式开发工具

启动 RF 开发

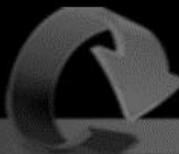
集成了 CC430 MCU + RF SoC

- 低于 1GHz RF
- 集成了 LCD、三轴加速度计、压力和温度传感器
- 具有 USB 编程器和 RF 软件狗



集成、创新、独特的开发套件，售价 49 美元

通过以下网址了解更多详情：
www.ti.com/chronoswiki



L092 -- 世界上首款本机 0.9V MCU

非常适合依靠单节电池供电的操作

主要特性:

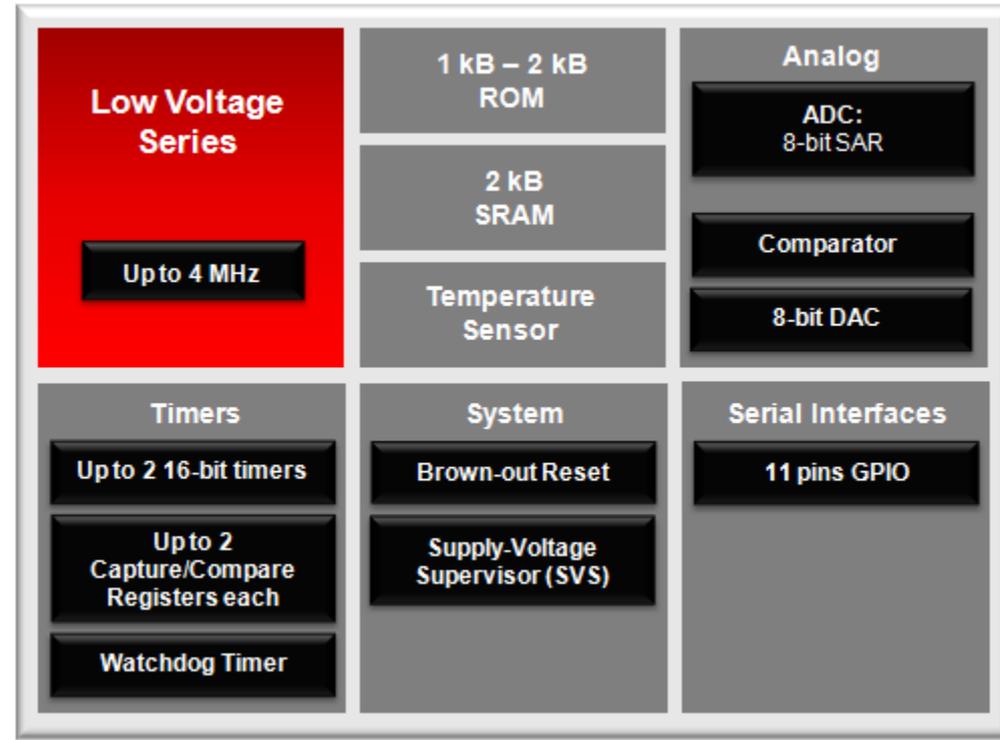
- 高达 4MHz 的 CPU 速度
- 首款真正的本机 0.9V MCU!
 - 0.9V 至 1.65V
- 容量高达 2kB 的可编程存储器
- 独特的模拟功能池外设
 - 可配置模拟模块，具有 256mV 电压基准、比较器和 8 位 ADC

超低功耗:

- 运行模式: 45uA/MHz (1.3V 工作电压)
- 6uA 待机模式
- 3uA 停机模式

独特的工作电压使得能够依靠单节 1.5V 电池 (AA、AAA 等) 运作

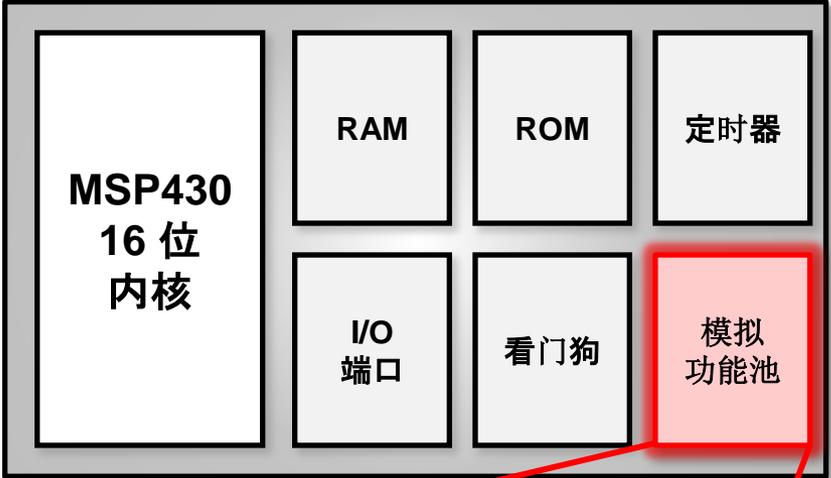
MSP430C09x 和 MSP430L092 是世界上首款真正的 0.9V 工作电压微控制器。该系列能够在 0.9V 电压条件下运行所有的模拟与数字逻辑电路，而无需将逻辑电路部分提升至一个更高的电压。通过以下网址了解更多详情: <http://ti.com/lowvoltagewiki>.



更加仔细地了解模拟功能池 (A-POOL)

MSP430L092:

利用模拟功能池可实现最大的灵活性

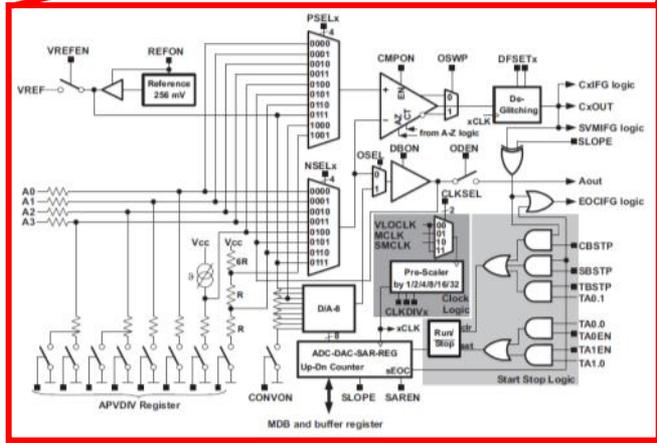


特性

- 一种可利用软件进行配置的外设，能实现完整的信号链路
 - 比较器
 - 8位基本型 DAC
 - 8位 ADC
 - 电源电压监视器
 - 温度传感器
 - 超低电压 (256 mV) 基准

优势

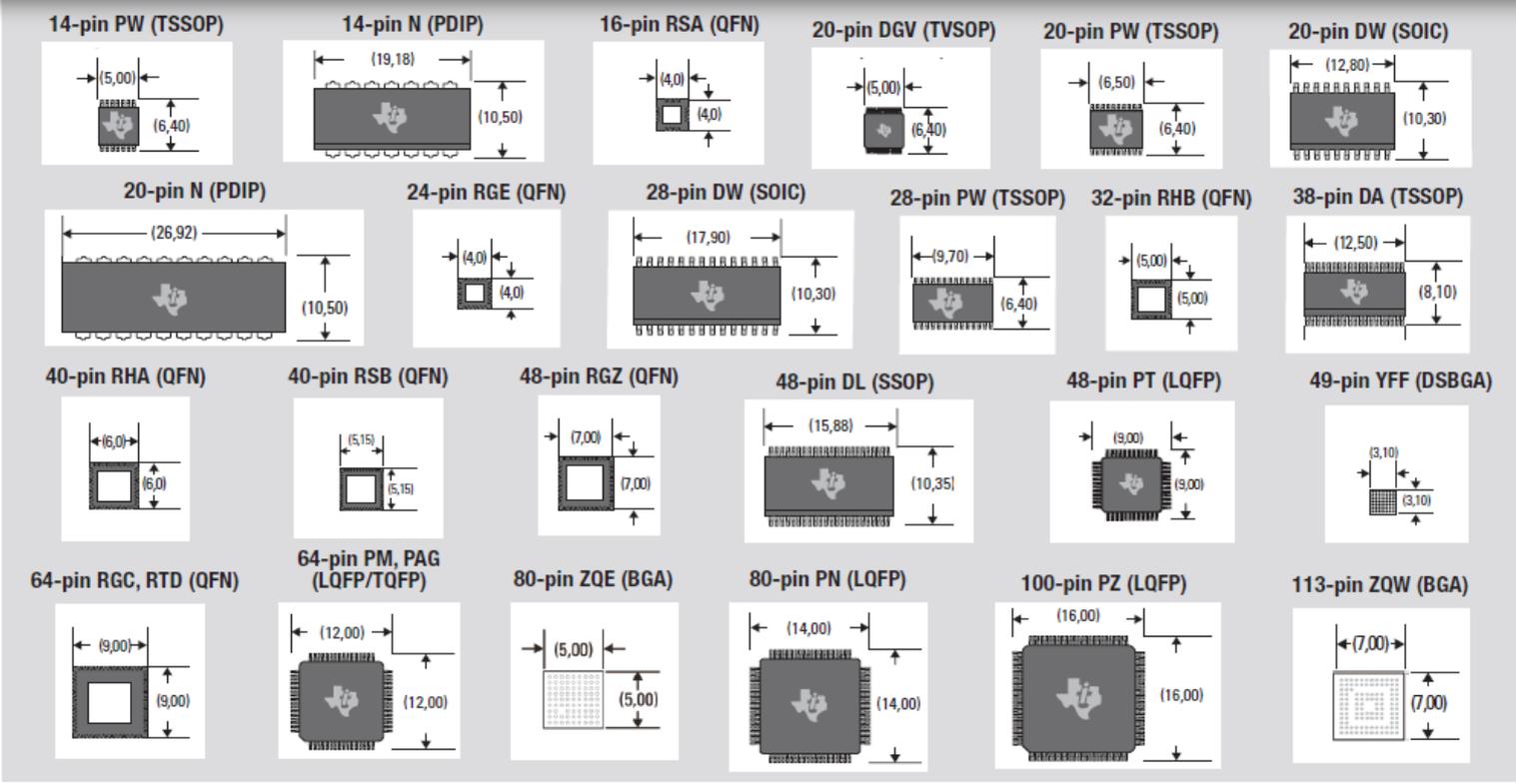
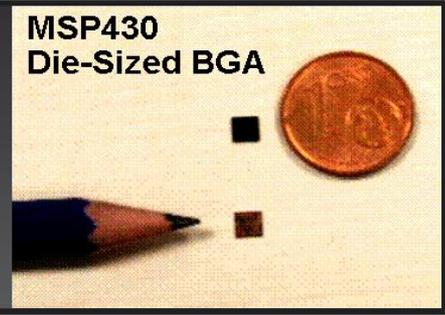
- 可实现灵活多样的设计
- 可缩减电路板尺寸
- 采用一种外设形成一个完整的信号链路



MSP430 封装选项

- 引脚数从 14~113 个
- 现可提供芯片大小的 BGA 封装！
 - F2370: 3.232x3.232mm (49 引脚)
 - F22xx: 3.33x3.49mm (49 引脚)

封装型式
超过25种!



MSP430 的主要价值



MSP430 简单易用。立即启动开发。

- 易于使用的开发工具
- 直观的软件工具
- 完整的代码库
- 只需 4.30 美元即可启动开发工作!



使用简单的低成本工具链

MSP430 Hardware Tools

LaunchPad 和 BoosterPack 生态系统



完整的开发套件售价 **9.99 美元**

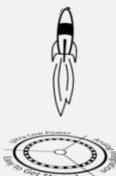
•MSP-EXP430G2 LaunchPad 可提供启动开发工作所需的全部硬件与软件!

•支持 MSP430G2xx Value Line 系列 MCU

•特性:

- 板载仿真
- 20 针 DIP 插座
- 板载 LED 和开关
- 包括 2 个 MCU

- MSP430G2553
- MSP430G2452



通过下面的网址了解其发展动态:

ti.com/launchpad

不断成长的 **BoosterPacks** 生态系统

- 可提供许多插入式模块, 更多模块即将推出!
- 运用了电容式触摸、无线及其他技术!

实验板

用于评估 **MSP430** 器件的高集成度开发套件

该实验板具有部分 MSP430 器件和附加的硬件组件, 旨在实现简易的系统评估与原型设计!

非常适合了解某种新型架构或测试某个器件系列的功能。



F5529 USB实验板

- 基于 MSP430F5529
- 完整的 USB 开发套件
- 板载仿真
- SD 读卡器、电容式触摸等等!
- 149 美元

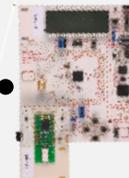


FRAM实验板

- 基于 MSP430FR5739
- 具有独特的 FRAM 存储器
- 板载仿真
- 板载传感器
- 49 美元

CC430 实验板

- 基于 CC430 MCU+RF SoC
- 包括一个基础板和子板
- 板载仿真
- 完整的 RF 开发套件
- 149 美元



通过下面的网址了解所有相关信息:

ti.com/msp430tools

eZ430 启动套件

具有板载仿真功能与独特的外形。

•嵌入式仿真意味着较小的外形, 使得该套件与 USB 记忆棒的尺寸相同, 而且仅需通过两个引脚便可完成编程/调试。



eZ430-Chronos

- 基于 CC430
- 低于 1GHz RF
- 集成型传感器
- 可编程
- 49 美元

eZ430-RF2500

- 基于 MSP430F2274
- 加上 CC2500 2.4GHz RF
- 板载开关和 LED
- 49 美元

eZ430-F2013

- 基于 MSP430F2013
- 可拆卸式目标板
- 板载开关和 LED
- 20 美元



通过下面的网址了解所有相关信息:

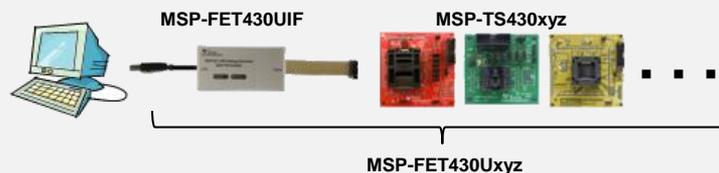
ti.com/ez430

目标板和仿真工具

一款工具即可实现全面的控制。MSP430 闪存仿真工具

当与合适的目标板配合使用时, MSP-FET430UIF 可对所有的 MSP430 器件进行编程和调试。为所有的 MSP430 器件都提供了目标板, 并在其上安装了 ZIF 目标插座以连接各种不同的引出脚与封装。

另外, 还提供了诸如 MSP-GANG 等生产编程器。这些套件可加快产品的上市进程并能同时针对多达 8 个目标编程!



MSP430 Software Tools

MSP430 IDE



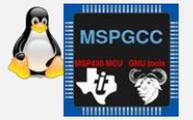
无与伦比的集成(整合在 CCS 中)

- 具有 MSP430Ware
- Grace
- ULP Advisor
- 更多...



与 IAR 持续合作

- 将 MSP430Ware 内容整合至 IAR 中
- 最新的器件支持



增加对 MSPGCC 的支持

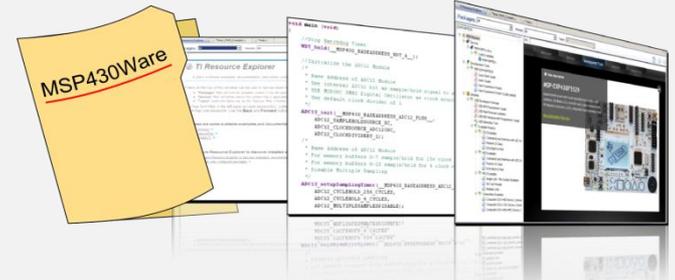
- 提供免费、开源和技术社区支持
- 最新的器件支持
- 很快即将推出 - 代码范例、项目及其他资源

MSP430Ware – MSP430 资源集合

通过一个直观且时尚的图形用户界面 (GUI) 提供了可帮助您成为一名 MSP430 专家所需的全部资源。

简便快捷地找到所需的文档和软件资源:

- 具有全新的驱动程序库
- C 代码范例
- Grace 模板
- 数据表
- 用户指南
- 硬件设计文件



现可提供!!!

面向超低功耗 (ULP) 技术的软件工具

ULP Advisor™

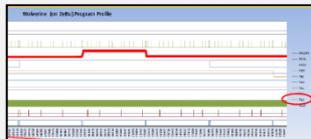
- 对照“ULP 检查表”查验代码
- 目前有 15 条 ULP 规则,并储备了不断增加的新规则
- 突出显示了改进区域以及至有用资源的要点,例如:代码范例、文档等



-现可提供 BETA 版本! RTM 版本于 2012 年 4 月提供

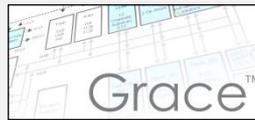
能耗监测软件

- 在调试期间,EnergyTrace 负责报告 CPU、外设和定时器的反向电流状态。
- 允许开发人员使功耗相关信息与 MCU 程序代码相互关联。

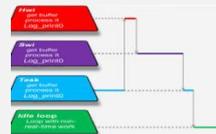


-即将推出...

其他 MSP430 软件工具



Grace™ 代码生成工具,用于实现和配置 GPIO 及外设



实时操作系统 (RTOS)

其他软件包包括:

- 电容式触摸库
- 能源库【Energy Library】(AFE2xx)
- USB 开发软件包
- RF 软件资源

与 MSP 共同成长

- 检查 TI 提供的其他重要产品，以释放您的应用的全部潜能：
- 收集数据 – www.ti.com/sensors
- 处理数据 – www.ti.com/analog
- 传送数据 – www.ti.com/wireless
- 给系统供电 – www.ti.com/power

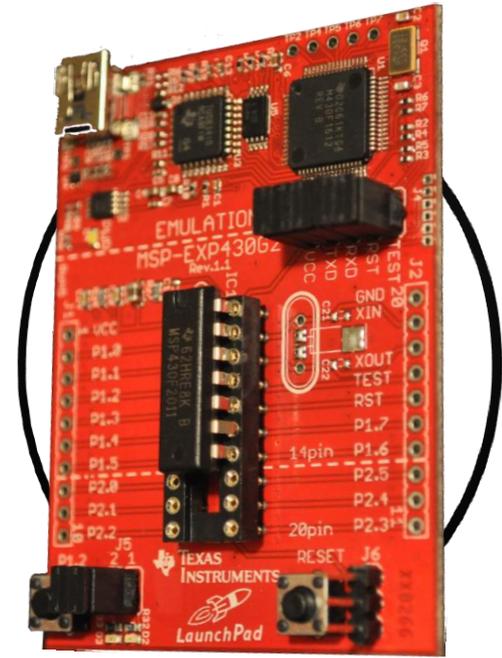
LaunchPad 和 BoosterPack 生态系统

与 MSP430 一道成长。

认识并了解 LaunchPad (MSP-EXP430G2)

可提供您的应用开发所需的一切资源！

- + **嵌入式仿真** 包含用于编程与调试的迷你型 USB 线缆
- + **14 和 20 针 DIP 插座**
支持所有的 MSP430 Value Line 系列器件
- + **包括 2 个 MSP430 器件**
MSP430G2553 和 MSP430G2452
- + **2 个按钮和 2 个 LED**
- + **不断成长的 BoosterPack 生态系统**
- + **免费的软件编译器/调试器**
Code Composer Studio Ver 5,
IAR Embedded Workbench 和 GCC




MSP430 LaunchPad

9.99 美元

& 免费装运！



通过下面的网址了解其发展动态：
ti.com/launchpad

不断成长的 BoosterPack 生态系统

许多可用于 MSP430 LaunchPad 的插入式模块

BoosterPacks = 面向 LaunchPad 的插入式模块，采用独特的 TI 产品或实现完整应用。

BoosterPacks 可从 TI、第三方及在线社区获得!!

可提供许多 **BoosterPacks**:

- 电容式触摸 (430BOOST-SENSE1)
- 低于 1GHz RF (430BOOST-CC110L)
- 基于 C5000 的电容式触摸 + 音频(430BOOST-AUDIO1)
- I2C 数字电位计 (TPL401EVM)
- SPI 数字电位计 (TPL501EVM)
- 8x8 LED 矩阵 (Olimex)

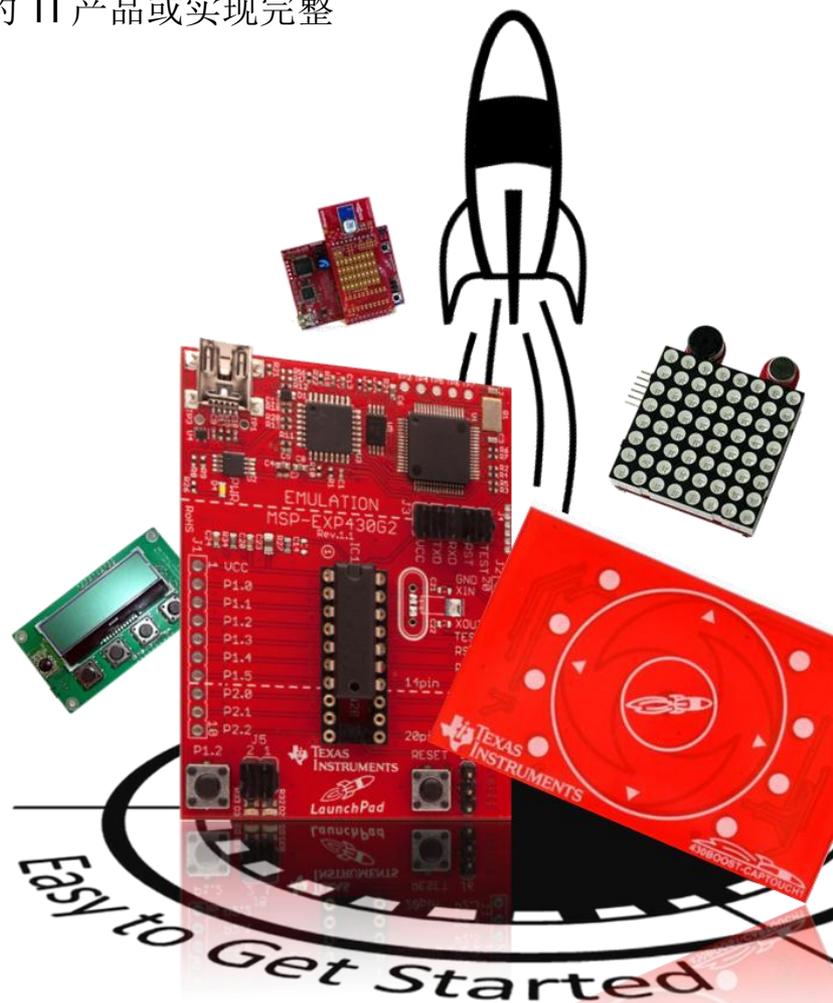
BoosterPack **标准** 如今被 C2000 和 Stellaris 所采纳!

具有近场通信 (NFC)、独特 LCD 显示器等特性的更多 BoosterPacks 即将推出



通过以下网址查看所有的
BoosterPacks:

www.ti.com/boosterpacks !



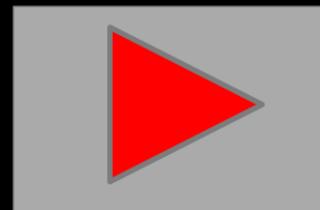
与 LaunchPad (MSP-EXP430G2) 一道成长

花不到 5 美元就能在 5 分钟内启动开发工作，这可能吗？

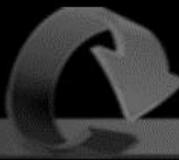
**绝对没问题，不过只有采用
LaunchPad 开发套件才行！**

采用业界成本最低的微控制器开发套件，立即启动开发工作。

- 花 9.99 美元就能获得所需的一切资源！
- 包括 2 个 MSP430G2xx 器件
- 用于编程 / 调试的集成型闪存仿真工具
- 可支持 150 多款 MSP430G2xx Value Line 系列微控制器器件



通过以下网址了解更多详情：
www.ti.com/launchpadwiki



MSP430 实验板

对 MSP430 进行**深入**评估。

MSP-EXP430FG4618/F2013

基于 MSP430FG4618 和 MSP430F2013 MCU 的完整开发套件

基于 MSP430FG4618 和 MSP430F2013 MCU

集成型外设包括:

- 12 位 DAC、12 位 ADC、16 位 $\Sigma\Delta$ 、比较器、运算放大器、DMA、乘法器、LCD 控制器、串行通信、GPIO

板载特性:

- 2 个板载 MSP430 器件允许访问大多数 MSP430 外设!
- 2 个 JTAG 端口实现了每个 MSP 器件的简易型编程
 - 需要单独的 MSP-FET430UIF
- 段式 LCD 显示器
- 适用于许多 TI 无线模块的接头
- 至 ADC 的传声器
- 至蜂鸣器的 DAC
- 电容式触摸垫
- 通用 LED 和开关
- RS-232 连接器

The image cannot be displayed. Your computer may not have enough memory to open the image, or the image may have been deleted. Restart your computer and open the file again. If the red x still appears, you may have to delete the image and then insert it again.



Learn more about this kit
@ www.ti.com/fg4618exp

MSP-EXP430F5438

基于 MSP430F5438 MCU 的完整开发套件

基于 MSP430F5438 MCU

- 256kB 闪存 / 16kB RAM
- 25MHz 16 位 RISC CPU
- 独特的电源管理模块、定时器、12 位 ADC、串行通信、乘法器、DMA、RTC、GPIO

板载特性:

- 用于 MSP430F5438 的 100 针 ZIF 插座
- 电源选项包括 USB、JTAG、电池和外接电源
- 用于实现简易型编程与调试的 JTAG 端口
 - 需要单独的 MSP-FET430UIF
- 138x110 点矩阵 LCD 显示器
- 3 轴加速度计
- 3.5mm 耳机插孔
- 适用于许多 TI 无线模块的接头
- 至 ADC 的传声器
- 至蜂鸣器的 DAC
- 5 档位游戏杆
- 通用 LED 和开关



Learn more about this kit
@ www.ti.com/fg4618exp

MSP-EXP430FR5739

基于具有嵌入式 FRAM 的 MSP430FR5739 MCU 的完整开发套件

基于 MSP430FR5739 MCU

- 首款具有嵌入式 FRAM 的超低功耗 MCU
- 16kB FRAM
- 8MHz 16 位 RISC CPU
- 定时器、串行通信、12 位 ADC、比较器、GPIO

板载特性:

- 板载 MSP430FR5739 MCU
- 用于编程与调试的板载仿真
- 端口引脚扇出以方便使用
- 温度传感器
- 3 轴加速度计
- 适用于许多 TI 无线模块的接头
- 通用 LED 和开关

了解 FRAM 极富创新的独特特性!

- 下一代的非易失性存储器技术
- 几乎不受限制的可擦写次数 (100 万亿次)
- 写入操作时的能耗比闪存低 250 倍
- 写入速度比闪存快 100 倍
- 更多详情敬请访问: www.ti.com/fram

首款具有嵌入式 FRAM 的 ULP MCU



通过下面的网址了解该套件的更多详情: www.ti.com/fram

MSP-EXP430FR5869

基于 MSP430FR5869 的完整 FRAM 开发套件 – 首款基于“金刚狼” (Wolverine) 平台的 MCU

基于 MSP430FR5869 MCU

- 64kB FRAM
- 16MHz、16 位 RISC CPU
- 乘法器、DMA、定时器、CRC、ADC、比较器、串行通信、GPIO

板载特性:

- 用于编程 / 调试的下一代板载仿真
- BoosterPack 引出脚/接头可支持各种不同的模块
 - 将配有一个 96x96 Sharp ULP 显示器 BoosterPack
- 通用型开关
- 多种电源选项: USB、电池、外接电源或超级电容器
- 可再充电的超级电容器可实现超低功耗运作

演示全新的金刚狼 (Wolverine) 平台!

- 了解嵌入式 FRAM 的超低功耗、快速写入速度和几乎不受限制的可擦写次数
 - 100uA/MHz // 0.7uA LPM3 // 0.5uA LPM3.5 (RTC)
- 可依靠超级电容器连续工作 24 小时以上
- 最新的 eZFET (板载仿真) 将实现新的节能型调试功能。可在调试期间提供能耗曲线和电流测量数据



*将于 2013 年 第三季度推出

MSP-EXP430F6137RFx

基于具有嵌入式 1GHz 以下 RF 收发器的 CC430 MCU 的完整无线开发套件

基于 CC430F6137 MCU 的基础板

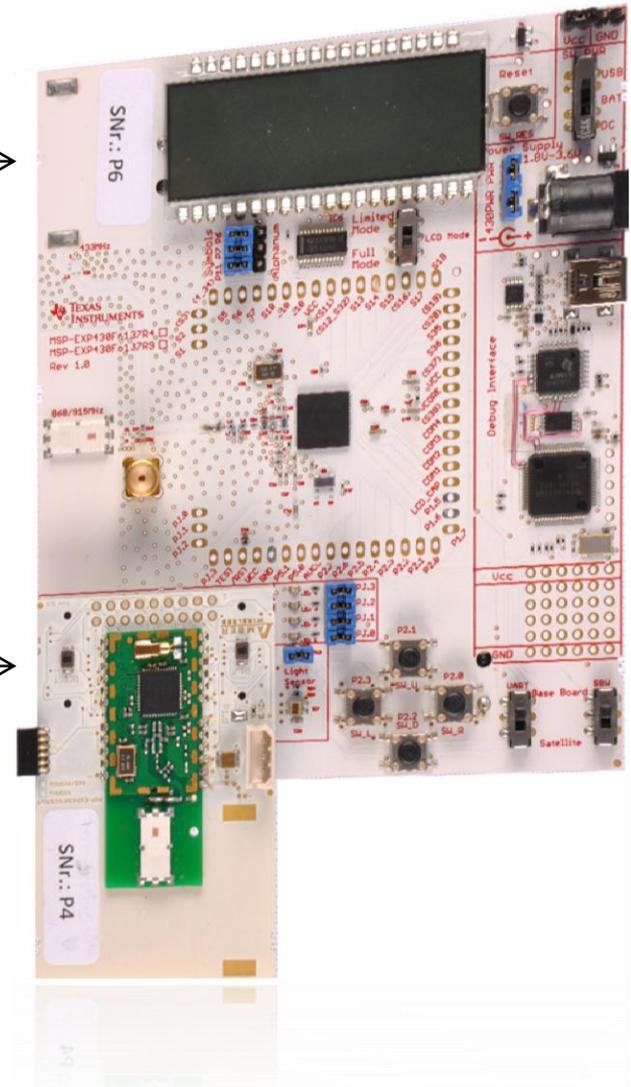
- 具有嵌入式 RF 收发器的板载 CC430F6137 MCU
 - 可提供 433、868 和 915MHz 频段
 - 32kB 闪存 / 4kB RAM
 - 96 段 LCD 驱动器
 - 定时器、串行通信、12 位 ADC、GPIO、DMA、乘法器、比较器、电源管理模块
- 板载段式 LCD
- 用于编程和调试的板载仿真
- 通用开关和 LED
- 可采用各种电源：电池、USB、外接电源

基于 CC430F5137 的子板

- 具有嵌入式 RF 收发器的板载 CC430F5137 MCU
 - 可提供 433、868 和 915MHz 频段
 - 32kB 闪存 / 4kB RAM
 - 定时器、串行通信、12 位 ADC、GPIO、DMA、乘法器、比较器、电源管理模块
- 可利用基础板上的仿真进行编程与调试
- 通用开关和 LED
- 光传感器

了解 CC430 极富创新的独特特性！

• 更多详情敬请访问：www.ti.com/cc430



MSP-EXP430F6137RFx

基于 MSP430F5659 MCU 的完整开发套件 – 首款具有 512kB 闪存 MSP430

基于 MSP430F5659 MCU

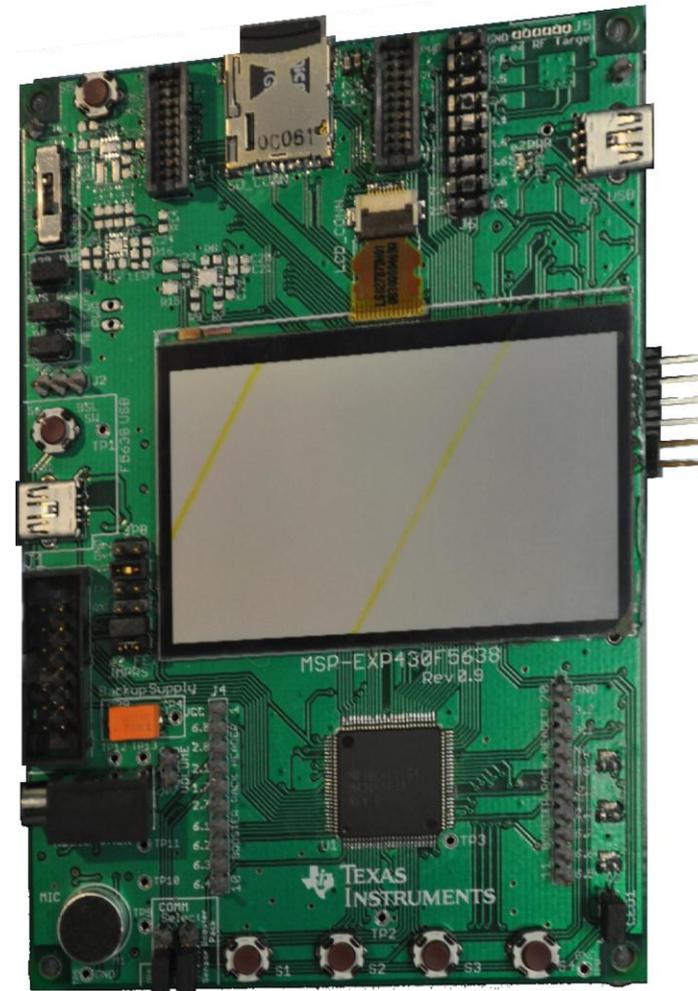
- 512kB 闪存 / 32kB RAM
- 全速 USB 2.0
- 25MHz、16 位 RISC CPU
- 定时器、串行通信、120 位 ADC、比较器、GPIO

板载特性:

- 完整的 USB 开发平台
- 用于编程 / 调试的板载仿真
- SD 读卡器
- 400x240 ULP Sharp 显示器
- BoosterPack 引出脚/接头可支持各种模块
- 适用于许多 TI 无线模块的接头
- 通用 LED 和开关
- 滚轮/分压器
- 多种电源选项: USB、JTAG、电池或外接电源
- 锂聚合物电池充电电路
- 传声器和 3.5mm 耳机插孔

演示新型 MSP430 软件!

- “开箱即用”型体验将利用 SYS/BIOS RTOS
- 演示即将推出的 MSP430 图形库



eZ430 入门套件 (Starter Kits)

利用独特的外形进行开发

eZ430 入门套件

完整的开发套件可提供板载仿真与小巧的独特外形。



通过以下网址了解所有 eZ430 套件

www.ti.com/ez430

包括:

- **Zigbee** CC2530ZDK-ZNP-MINI
- **Bluetooth** eZ430-RF256x
- **SubGHz RF** MSP430-3P-AWGH-AMB8423-DEVBD
- **更多...**



eZ430 仿真器

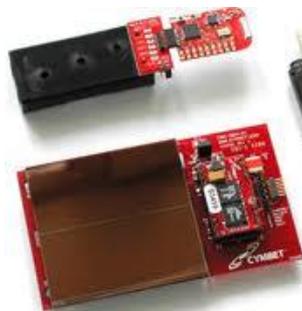
- 所有的 eZ430 入门套件均包括一个 eZ430 仿真器
- 提供一种被称为“Spy-bi-wire”的两线制 JTAG 协议
- 允许开发人员对目标 MCU 进行编程和调试
- 还允许用户通过 UART 与 PC 进行串行数据的往来传输



eZ430-Chronos

手表大小的 1GHz 以下 RF 开发套件

- 集成型传感器: 压力、温度和三轴加速度计
- 由 CC430F6137 MCU + RF 收发器 (433/868/915MHz) 提供支持
- 包含 RF 和 eZ430 仿真软件狗
- 低成本开发 (49 美元)



eZ430-RF2500

短短几分钟即可构建无线传感器网络!

- 由 MSP430F2274 和 CC2500 (2.4GHz RF) 提供支持
- 采用 TI SimpliciTI 堆栈
- 配有 2 个可拆卸式目标板
- 还包含 eZ430 仿真软件狗和电池组
- 低成本开发 (49 美元)
- 支付 20 美元即可获得附加的目标板 + 电池组 (eZ430-RF2500T)

能量收集:

- **eZ430-RF2500-SHE:** 利用太阳能板 + Cymbet 薄膜电池取代电池组。149 美元



eZ430-F2013

USB 外形的小巧、易用型 MSP430 开发工具

- 由 MSP430F2013 MCU 提供支持
- 配有一个带 LCD、开关和 GPIO 访问功能的可拆卸式目标板
- 还包含 eZ430 仿真软件狗
- 低成本开发 (20 美元)
- 支付 10 美元即可获得附加的目标板 (eZ430-T2012)



eZ430-TMS37157

RFID 评估套件

- 由 MSP430F2274 MCU 和 TMS37157 PaLFI 提供支持
- 配有一个可拆卸式目标板, 其可插入配套提供的电池板以执行主动操作
- 还包括 eZ430 仿真软件狗和 RFID 基站读写器
- 低成本开发 (199 美元)

闪存仿真工具和目标插座板

面向原型设计、评估及生产的全面开发

闪存仿真工具 (MSP-FET430UIF)

一款工具便可实现全面的控制。

MSP-FET430UIF - 当与合适的目标插座板配合使用时，闪存仿真工具 (FET) 允许开发人员对基于任意闪存或 FRAM 的 MSP430 器件进行编程与调试。

该套件包括一个 USB 调试接口，可通过一个完整的 JTAG 接口或节省引脚的 Spy Bi-Wire（双线制 JTAG）协议对 MSP430 器件进行系统内编程。

特性：

- 软件可配置电源电压：1.8V 至 3.6V（在 100mA 电流下）
- 支持 JTAG 安全熔丝烧断功能以保护代码
- 支持所有带 JTAG 接头的 MSP430 开发套件
- 支持 JTAG 和双线制 JTAG 调试协议



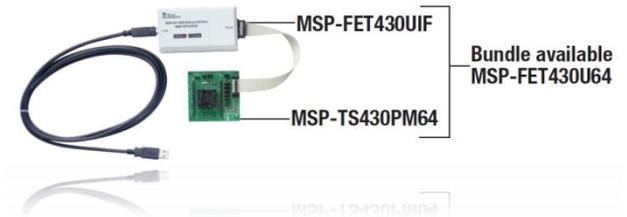
立即通过以下网址订购：

www.ti.com/MSP-FET430UIF

目标插座板 (MSP-TS430XYZ)

可用于各种不同的引出脚配置和封装型式, 以支持所有的 MSP430 器件。

- 每款目标板支持一种特定的 MSP430 封装型式及引出脚配置
- 独立型套件 (MSP-TS430XYZ) = 75 美元
- 需要 MSP-FET430UIF 以将目标板连接至 PC。可以把目标板与闪存仿真工具 (FET) 捆绑销售 (MSP-FET430XYZ) = 149 美元



Socket Pin Count	Package Supported	FET + TS Bundle	Target Board Only	Supported Devices																
8	D (SOIC)	MSP-FET430U8	MSP-TS430D8	G2xx0																
14	PW (TSSOP)	MSP-FET430U14	MSP-TS430PW14	F20xx	G2xx1															
	PW (TSSOP)	MSP-FET430U092	MSP-TS430L092	L092																
24	PW (TSSOP)	MSP-FET430U24	MSP-TS430PW24	AFE2xx																
	DW (TSSOP)	--	MSP-TS430DW28	F12x	F12x2															
28	PW (TSSOP)	MSP-FET430U28	MSP-TS430PW28	F11x1	F11x2	F12x	F12x2	F21xx												
	PW (TSSOP)	MSP-FET430U28A	MSP-TS430PW28A	F20xx	G2xx1	G2xx2	G2xx3													
38	DA (TSSOP)	MSP-FET430U38	MSP-TS430DA38	F22x2	F22x4															
	RHA (QFN)	MSP-FET430U40A	MSP-TS430RHA40A	FR572x	FR573x															
40	RHA (QFN)	MSP-FET430U23x0	MSP-TS430QFN23x0	F23x0																
	RSB (QFN)	MSP-FET430U40	MSP-TS430RSB40	F51x1	F51x2															
	DL (SSOP)	MSP-FET430U48	MSP-TS430DL48	F42x0	FG42x0															
48	RGZ (QFN)	MSP-FET430U48B	MSP-TS430RGZ48B	F534x																
	PM (QFP)	MSP-FET430U64	MSP-TS430PM64	F13x	F13x1	F14x	F14x1	F15x	F16x	F23x	F24x	F2410								
64	PM (QFP)	MSP-FET430U64A	MSP-TS430PM64A	F24x1	F241x	F261x	F41x	F42x	FE42x	FE42x2	FW42x									
	RGZ (QFN)	MSP-FET430U64B	MSP-TS430PM64B	F41x2																
	RGZ (QFN)	MSP-FET430U64C	MSP-TS430PM64C	F530x	F5310															
	RGZ (QFN)	FET430F6137RF900	EM430F6137RF900	F522x	F5310															
	RGZ (QFN)	MSP-FET430U64USB	MSP-TS430RGC64USB	F522x	F522x	F552x	F551x	F55x0												
80	PN (QFP)	MSP-FET430U80	MSP-TS430PN80	F241x	F261x	F43x	F43x1	FG43x	F47x	FG47x										
	PN (LQFP)	MSP-FET430U80A	MSP-TS430PN80A	F524x																
	PN (LQFP)	MSP-FET430U80USB	MSP-TS430PN80USB	F552X	F551x															
100	PZ (QFP)	MSP-FET430U100	MSP-TS430PZ100	F43x	F43x1	F44x	FG461x	F47xx	F461x											
	PZ (QFP)	MSP-FET430U100A	MSP-TS430PZ100A	F471xx																
	PZ (QFP)	MSP-FET430U100B	MSP-TS430PZ100B	F673x																
	PZ (QFP)	MSP-FET430U100C	MSP-TS430PZ100C	F643x	F533x															
	PZ (QFP)	MSP-FET430U5x100	MSP-TS430PZ5x100	F54xx																
	PZ (QFP)	MSP-FET430U100USB	MSP-TS430PZ100USB	F56xx	F663x															

群组生产编程器 (MSP-GANG)

可同时对多达 8 个目标进行编程。

MSP-GANG - 该工具可同时对多达 8 个相同的 MSP430 闪存或 FRAM 器件进行编程。MSP 群组编程器可使用标准的 RS-232 或 USB 连接与主机 PC 相连，并提供灵活的编程选项。

MSP 群组编程器配有一个被称为“群组分离器”的扩展板，用于实现 MSP 群组编程器与多个目标板之间的连接。还提供 8 根电缆，用于将扩展板连接至 8 个目标器件（通过 JTAG 或 Spy-Bi-Wire 连接器）。

特性：

- 速度比先前的群组编程器 (MSP-GANG430) 快 3 倍
- 可同时对多达 8 个 MSP430 器件进行编程
- 至 PC 的 USB 和 RS-232 接口连接
- 可与所有的 MSP430 目标插座板相连并支持所有的 MSP430 器件
- 支持 JTAG 和 Spy-Bi-Wire 调试协议
- 包含用于存储图像的 SD 卡插槽
- 配有 LCD 屏，以在无需 PC 的情况下实现轻松编程
- 在 PC 上提供了直观的 GUI，以实现最大的灵活性



Order now

@ www.ti.com/MSP-GANG

完整的 MSP430 软件套件

- 各种不同的集成型开发环境 (IDE) 选项
- ULP Advisor
- Grace
- USB 和 RF 软件工具
- 实时操作系统 (RTOS)
- 命令行编程器
- BSL 配置

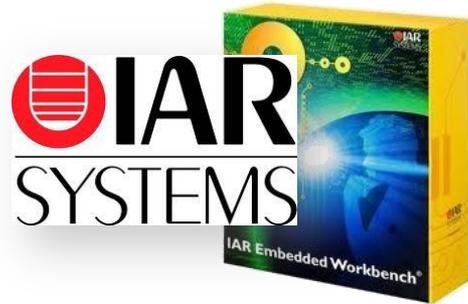
各种不同的 IDE 选项

可提供免费的集成型开发环境 (IDE)



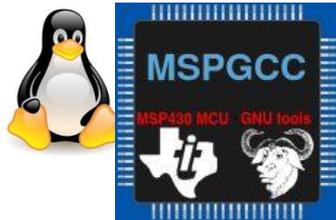
Code Composer Studio version 5

- 基于 Eclipse 的 IDE（编译器、调试器、链接器等），适用于所有的 TI 嵌入式处理器
- 售价 495 美元。还可提供免费的代码限制或时间限制版本。
- MSP430 专用工具：
 - MSP430Ware、Grace 和 ULP Advisor
 - Linux 如今也可支持 MSP430！



IAR Embedded Workbench

- 功能强大的第三方 IDE 产品，具有项目管理工具和编辑器。包括用于所有 MSP430 器件的配置文件。
- 可提供免费版本！
 - 可免费下载 4/8/16kB 代码空间限制启动 (Kickstart) 版本
 - 可提供免费、全功能、30 天试用期限版本



MSPGCC

- 用于 MSP430 的免费、开源、GCC 工具链。目前最高可支持 64kB。
- 包括 GNU C 编译器 (GCC)、汇编器、链接器 (binutils) 及调试器 (GDB)
- 工具可在 Windows、Linux、BSD 及其他大多数 Unix 版本的操作系统上使用
- 更多详情敬请访问：<http://mspgcc.sourceforge.net/>

可提供其他的 MSP430 IDE 选项！更多详情敬请访问：www.ti.com/msp430tools



认识并了解 MSP430Ware 及 MSP430 软件生态系统的其余软件工具



囊括了使您成为 MSP430 专家所需的一切资源！

我们今天聊些什么呢？

MSP430Ware – 囊括了使您成为一名 MSP430 专家所需的一切资源！

- 时尚而直观的 GUI
- 完整的软件包内含文档、范例和**外设驱动程序库**！
- 集成到了您最喜欢的 IDE 中！

Grace – 基于 GUI 的代码生成（用于外设配置）

- 采用直观的 GUI 启用和配置 F2xx 和 G2xx 外设
- 检查外设冲突和矛盾配置
- 生成经全面注释的易读型 C 代码

ULP Advisor 及其他 MSP430 软件工具

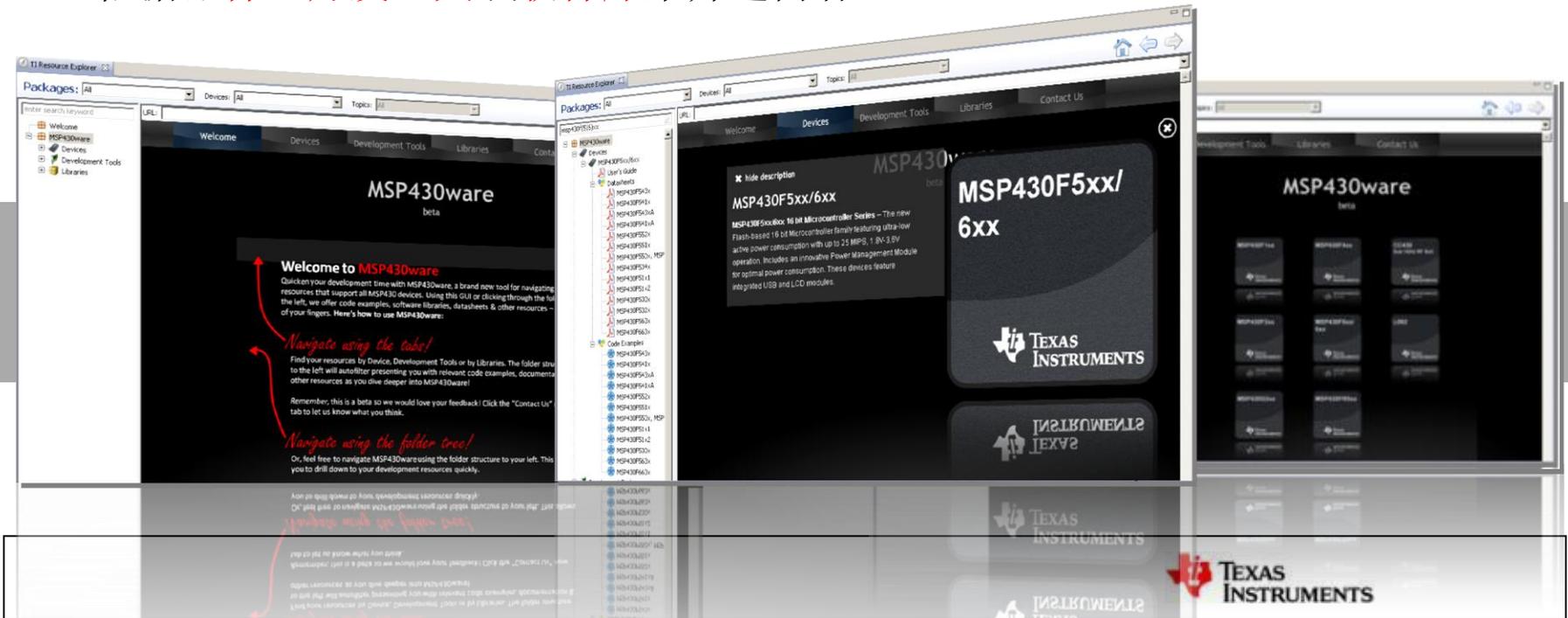
- ULP Advisor 依据一个详尽的 ULP 核对表检查代码
- 其他软件工具包括 RTOS、RF 堆栈、USB 开发程序包等等。

MSP430Ware，具有驱动程序库

- 在 TI 集成型浏览器 (Resource Explorer) 之内，MSP430Ware 程序包包含：
 - 传统的 C 代码范例
 - Grace 代码范例
 - 数据表和用户指南
 - 勘误表
 - 开发套件开箱即用体验代码
 - 驱动程序库 API**
 - 驱动程序库代码范例
 - 还有更多...



- 提供了一款可补充 StellarisWare 及 ControlSuite 的 **MSP430 解决方案**
- 可通过网络自动升级至最新版本
- 依据 **器件、开发工具或软件库** 来筛选内容

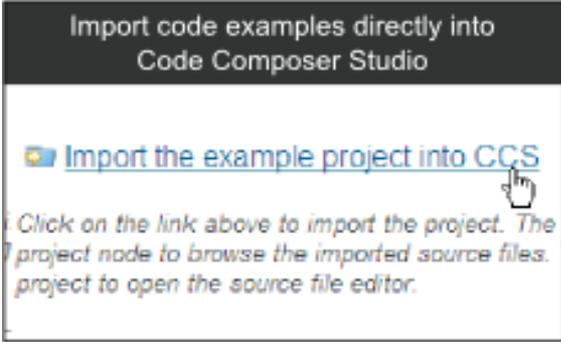
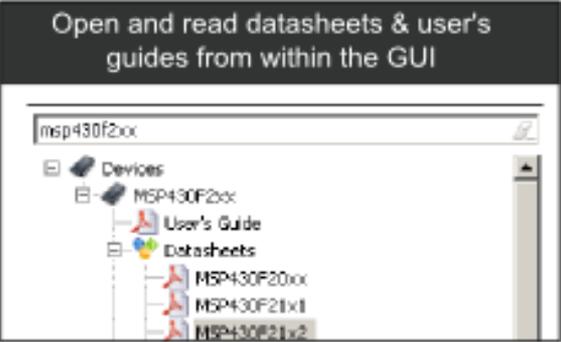


MSP430Ware , 通过 TI 集成型浏览器 (Resource Explorer) 提供

LEFT PANE
Content immediately filters within the left pane.
Content includes:
- Datasheets & Errata
- Code Examples
- Driver Libraries & APIs
- Hardware Design Files
Everything you need to become an MCU Expert!



RIGHT PANE
Browse through all available design resources using a sleek & intuitive GUI.
Browse content by Device, Development Tool or Software Library.
Keyword search is also available



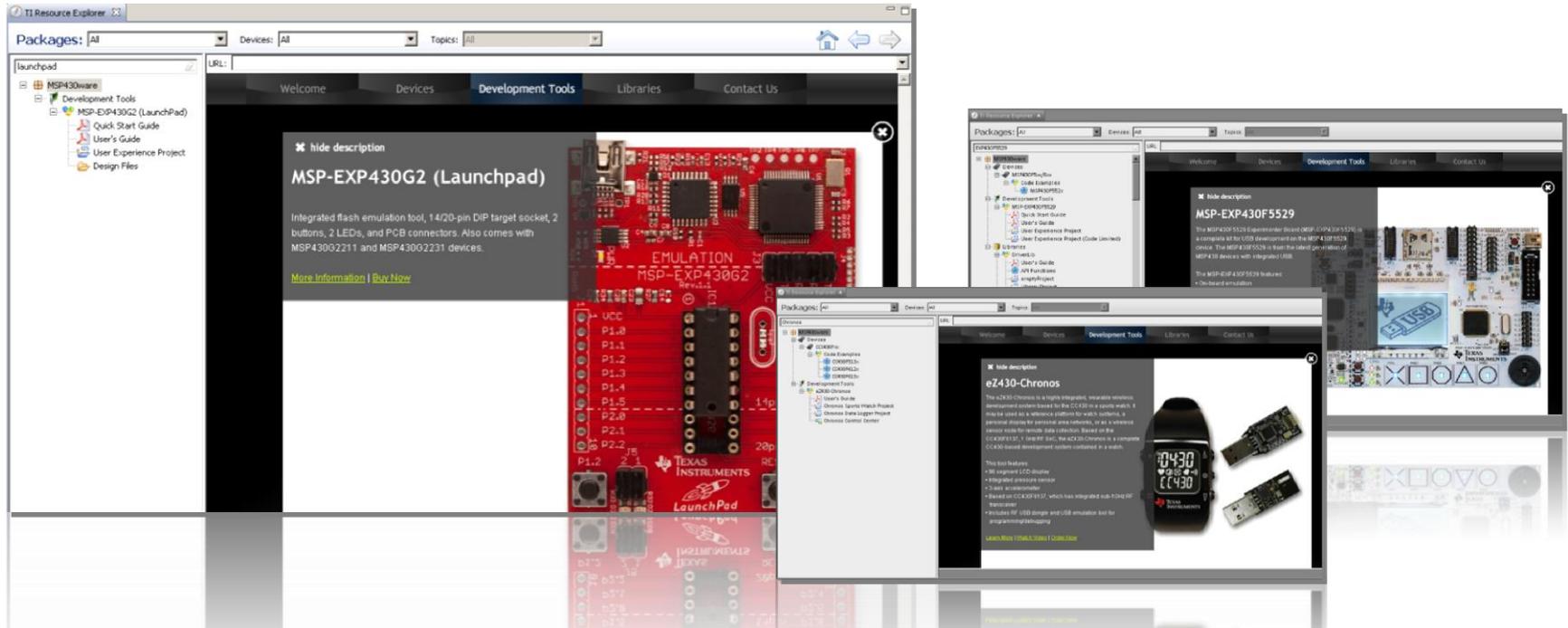
筛选出针对每款 MSP430 MCU 器件的内容

- 用户指南和数据表
- 传统的 C 代码范例
- Grace 代码范例 (仅限 F2xx/G2xx 器件)
- 驱动程序库 API 和代码范例 (仅限 F5xx/F6xx 器件)
- 针对相关开发套件的内容

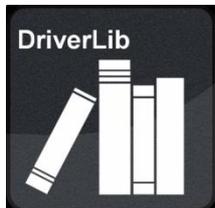


筛选出针对每款 MSP430 开发工具的内容！

- 用户指南和快速启动指南
- “开箱即用”型演示代码
- 任何适用的软件库（*USB、驱动程序库等*）
- 硬件设计文件



筛选出针对每个 MSP430 软件库的内容



MSP430 外设驱动程序库

- 用于配置、启用和使用集成型 MSP430 外设的完整 API。
- 在用户指南、API 指南和代码范例中全面提供了有关易用型功能的文档。
- 支持 F5xx、F6xx 和 FR5xx 系列器件



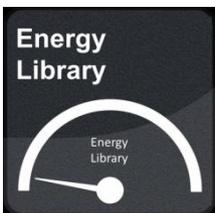
USB 开发程序包

- 包含了为您的应用增添 USB 功能所需的一切资源。
- 包括所有必要的文档以及用于 CDC、HID 和 MSC 接口的 API
- 支持所有具备集成型 USB 的 MSP430 器件



电容式触摸感测库

- 用于在您的应用中实现电容式触摸按钮、滑块或滚轮的软件库
- 支持所有的 MSP430 器件（无需电容式感测 I/O）



能源库 (Energy Library)

- 用于快速提升计量、智能电网、能源监测应用和家庭/楼宇自动化之测量精度的软件套件。
- （目前仅限 IAR，CCS 端口很快即将推出！）

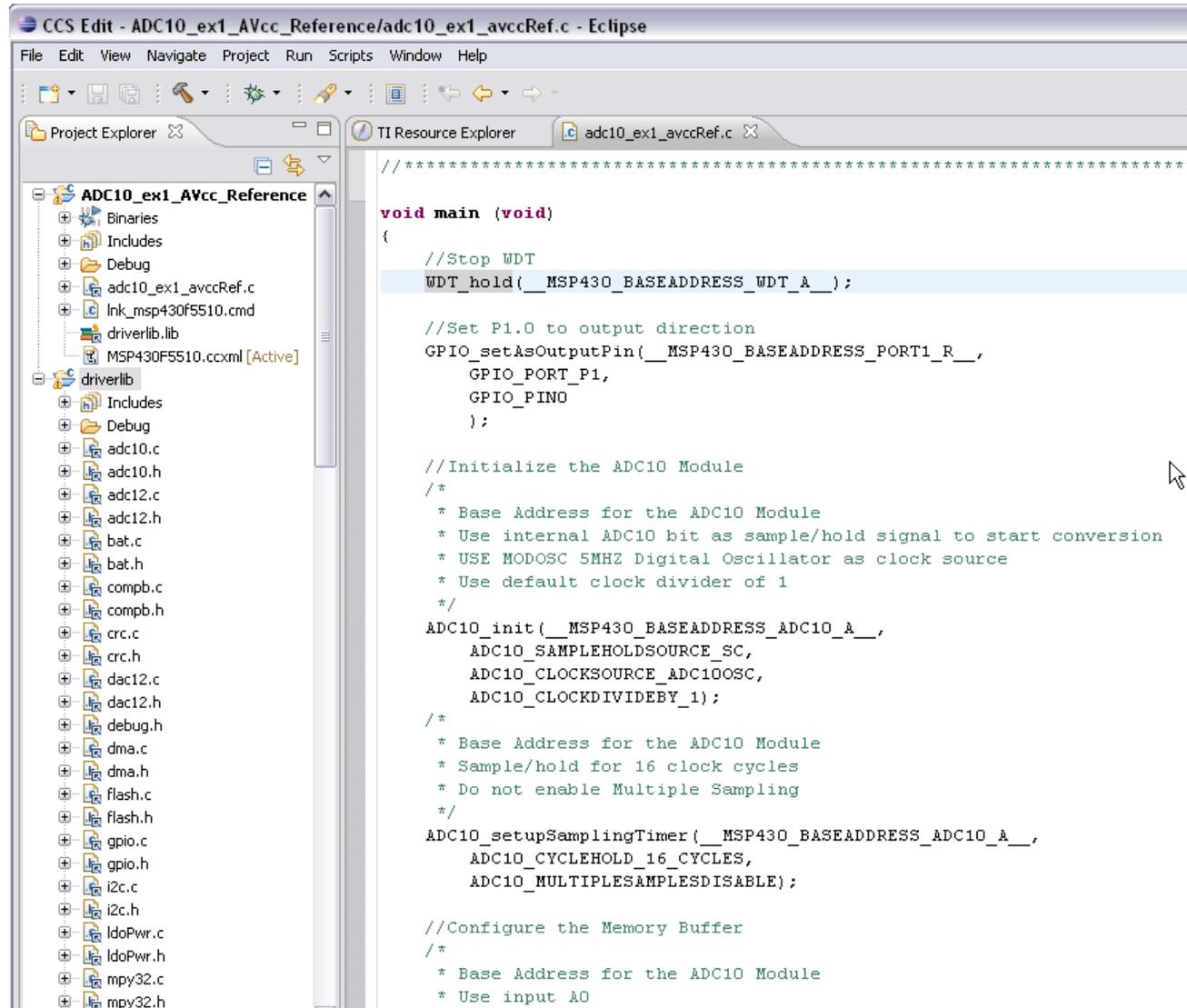


MSP430 图形库

- 用于在任何 LCD 与 MSP430 配合使用的情况下实现快速开发的易用型 API。
- 高度灵活的软件库，可支持所有类型的 LCD！

MSP430 驱动程序库

- 外设的功能编码（而不是按位编程）
- 直观的功能调用和参数意味着可减少阅读产品数据表的时间
- 采用驱动程序库编写全部应用程序！
- 用于所有 MSP430F5xx/6xx 系列器件的代码范例
- 极少的开销



```
CCS Edit - ADC10_ex1_AVcc_Reference/adc10_ex1_avccRef.c - Eclipse
File Edit View Navigate Project Run Scripts Window Help

Project Explorer
ADC10_ex1_AVcc_Reference
  Binaries
  Includes
  Debug
  adc10_ex1_avccRef.c
  lnk_msp430f5510.cmd
  driverlib.lib
  MSP430F5510.ccxml [Active]
driverlib
  Includes
  Debug
  adc10.c
  adc10.h
  adc12.c
  adc12.h
  bat.c
  bat.h
  compb.c
  compb.h
  crc.c
  crc.h
  dac12.c
  dac12.h
  debug.h
  dma.c
  dma.h
  flash.c
  flash.h
  gpio.c
  gpio.h
  i2c.c
  i2c.h
  ldoPwr.c
  ldoPwr.h
  mpy32.c
  mpy32.h

TI Resource Explorer
adc10_ex1_avccRef.c

//*****
void main (void)
{
    //Stop WDT
    WDT_hold( __MSP430_BASEADDRESS_WDT_A );

    //Set P1.0 to output direction
    GPIO_setAsOutputPin( __MSP430_BASEADDRESS_PORT1_R_,
        GPIO_PORT_P1,
        GPIO_PIN0
    );

    //Initialize the ADC10 Module
    /*
     * Base Address for the ADC10 Module
     * Use internal ADC10 bit as sample/hold signal to start conversion
     * USE MODOSC 5MHZ Digital Oscillator as clock source
     * Use default clock divider of 1
     */
    ADC10_init( __MSP430_BASEADDRESS_ADC10_A_,
        ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_SC,
        ADC10_CLOCKSOURCE_ADC10OSC,
        ADC10_CLOCKDIVIDEBY_1 );
    /*
     * Base Address for the ADC10 Module
     * Sample/hold for 16 clock cycles
     * Do not enable Multiple Sampling
     */
    ADC10_setupSamplingTimer( __MSP430_BASEADDRESS_ADC10_A_,
        ADC10_CYCLEHOLD_16_CYCLES,
        ADC10_MULTIPLESAMPLESDISABLE );

    //Configure the Memory Buffer
    /*
     * Base Address for the ADC10 Module
     * Use input A0
    */
}
```

采用驱动程序库的 PWM 与采用传统 C 代码的 PWM

驱动程序库

```
GPIO_setAsPeripheralModuleFunctionOutputPin(PARAMETERS);  
Timer_generatePWM(PARAMETERS)
```

传统的 C 代码

```
P2DIR |= 0x04;  
TA1CCTL1 = OUTMOD_7;  
P2SEL |= 0x04;  
TA1CCR1 = 384;  
TA1CCR0 = 511;  
TA1CTL = TASSEL_1 + MC_1 + TACLK;
```

- 驱动程序库提供了易于理解的功能
- 不再需要配置使用密码的寄存器
- 高级 API 使得能够轻松地在所有 MSP430F5 系列与 6 系列器件之间移植代码

低级
编程

```
00101010  
10010010  
01010100  
10010010  
11001010
```



更加细致地了解驱动程序库功能调用

典型的驱动程序库格式

```
Function_name(Peripheral_Base_Address, Param1, Param2, ...);
```

基址 = __MSP430_BASEADDRESS_PORT1_R__

1. 使用 CTRL+SPACE 以执行自动完成...

器件中的每个外设都具有一个唯一的基址

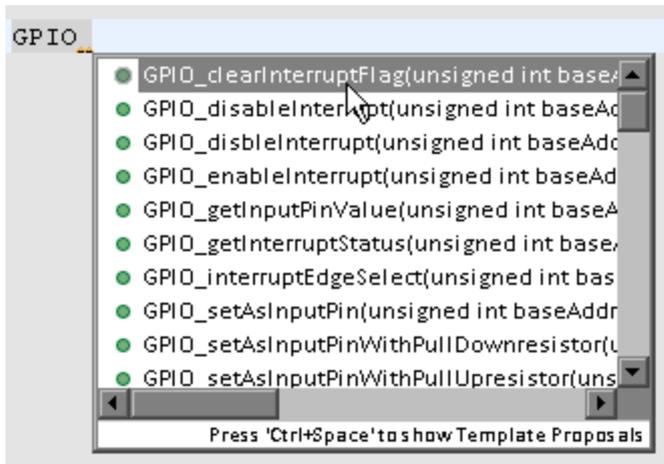
示例:

```
GPIO_setAsOutputPin (  
    __MSP430_BASEADDRESS_PORT1_R__,  
    GPIO_PORT_P1, GPIO_PIN1 + GPIO_PIN2  
);
```

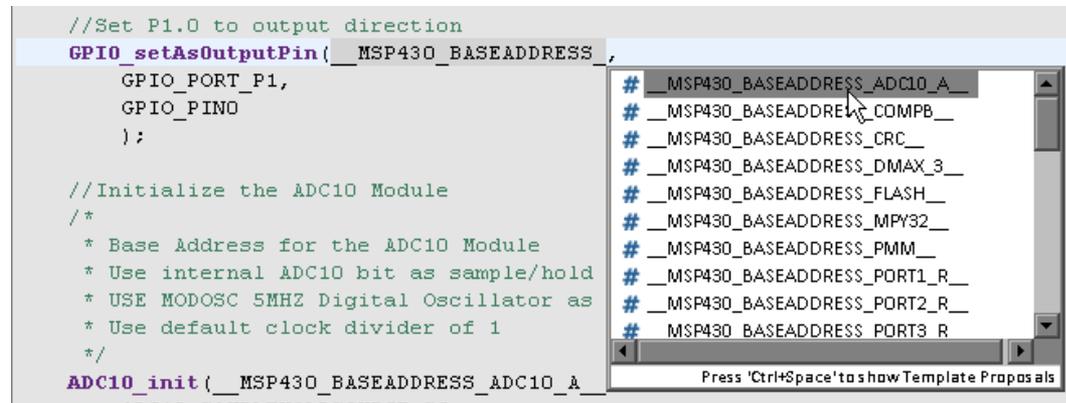
采用 Eclipse 的“CTRL+Space”自动完成快捷方式和驱动程序库

- CCS (Eclipse) 为自动完成功能提供了一种有效的快捷方式
- 由于驱动程序库项目利用了每个 MSP430 外设的标头文件，因此定义了每种功能调用
- 只需按下“CTRL+Space”，就能提供若干“建议”，包括：

推荐功能...



推荐参数...



MSP430 驱动程序库资源一览

- 资源：
 - 用户指南
 - 支持器件/外设概要
 - API 功能调用清单
 - API 指南
 - 每种 API 功能调用的详细指南，包括认可参数的相关信息
 - 自动完成功能
 - 每个外设的代码范例
 - 可提供动手实验研习班
(联系 Adrian-Fernandez@ti.com)

2 10-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC10)

Introduction	7
API Functions	7
Programming Example	8

2.1 Introduction

The 10-Bit Analog-to-Digital (ADC10) API provides a set of functions for using the MSP430Ware ADC10 modules. Functions are provided to initialize the ADC10 modules, setup signal sources and reference voltages, and manage interrupts for the ADC10 modules.

2.2 API Functions

The ADC10 API is broken into three groups of functions: those that deal with initialization and conversions, those that handle interrupts, and those that handle auxiliary features of the ADC10.

The ADC10 Initialization and conversion functions are

- ADC10_init
- ADC10_memoryConfigure
- ADC10_setupSamplingTimer
- ADC10_disableSamplingTimer
- ADC10_setWindowComp
- ADC10_startConversion
- ADC10_disableConversions
- ADC10_readResults
- ADC10_readResults

```
The ADC10
■ ADC
■ ADC
■ ADC
■ ADC

Auxiliary fe
■ ADC
```

```
ADC10_startConversion( MSP430_BASEADDRESS_ )
# MSP430_BASEADDRESS_ADC10_A
# _MSP430_BASEADDRESS_COMPB_
# _MSP430_BASEADDRESS_CRC_
# _MSP430_BASEADDRESS_DMAX_3_
# _MSP430_BASEADDRESS_FLASH_
# _MSP430_BASEADDRESS_MPY32_
# _MSP430_BASEADDRESS_PMM_
# _MSP430_BASEADDRESS_PORT1_R_
# _MSP430_BASEADDRESS_PORT2_R_

Press 'Ctrl+Space' to show Template Proposals
```

MSP430 驱动程序库 API 指南

- MSP430 驱动程序库 API 指南提供了针对每种 API 功能的详细文档，包括每个支持参数的说明
- API 指南通过 MSP430Ware 和网站提供

The screenshot displays the MSP430Ware website interface. At the top, the Texas Instruments logo and tagline "Technology for Innovators" are visible. Below the navigation bar, the "File List" section provides a comprehensive list of files with brief descriptions, organized into two columns. The "ADC10.c File Reference" section includes preprocessor directives for headers and a list of functions. The "Function Documentation" section details the `ADC10_init` function, including its signature, parameters, and return value.

File List

Here is a list of all files with brief descriptions:

adc10.c	pmap.c
adc10.h [code]	pmap.h [code]
adc12.c	pmm.c
adc12.h [code]	pmm.h [code]
bat.c	ramcontroller.c
bat.h [code]	ramcontroller.h [code]
compb.c	ref.c
compb.h [code]	ref.h [code]
crc.c	rtc.c
crc.h [code]	rtc.h [code]
dac12.c	sfr_sys.c
dac12.h [code]	sfr_sys.h [code]
debug.h [code]	sfr_sys_baseAddress.h [code]
dma.c	spi.c
dma.h [code]	spi.h [code]
flash.c	timer.c
flash.h [code]	timer.h [code]
gpio.c	uart.c
gpio.h [code]	uart.h [code]
hw_memmap.h [code]	uart_baudrate.c
hw_types.h [code]	uart_baudrate.h [code]
i2c.c	ucs.c
i2c.h [code]	ucs.h [code]
ldoPwr.c	wdt.c
ldoPwr.h [code]	wdt.h [code]
mainpage.h [code]	
mpy32.c	
mpy32.h [code]	

ADC10.c File Reference

```
#include "driverlib/5xx_6xx/adc10.h"
#include "inc/hw_types.h"
#include "msp430generic.h"
#include "driverlib/5xx_6xx/debug.h"
```

Functions

unsigned short	ADC10_init (unsigned int baseAddress, unsigned int clockSourceSelect, unsigned int sampleHoldSignalSourceSelect, unsigned int clockSourceDivider)
void	ADC10_setupSamplingTimer (unsigned int baseAddress, unsigned int multipleSamplesEnabled)
void	ADC10_disableSamplingTimer (unsigned int baseAddress)
void	ADC10_memoryConfigure (unsigned int baseAddress, unsigned int positiveReferenceVoltageSourceSelect, unsigned char negativeReferenceVoltageSourceSelect)
void	ADC10_enableInterrupt (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
void	ADC10_disableInterrupt (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
void	ADC10_clearInterrupt (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
unsigned char	ADC10_getInterruptStatus (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
void	ADC10_startConversion (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
void	ADC10_disableConversions (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
int	ADC10_getResults (unsigned int baseAddress, unsigned int interruptSource)
void	ADC10_setResolution (unsigned int baseAddress, unsigned int resolution)

Function Documentation

unsigned short ADC10_init (unsigned int baseAddress, unsigned int sampleHoldSignalSourceSelect, unsigned char clockSourceSelect, unsigned int clockSourceDivider)

Initializes the ADC10 Module.

Parameters:

- baseAddress** is the base address of the ADC10 module.
- sampleHoldSignalSourceSelect** is the signal that will trigger a sample-and-hold for an input signal to be converted. Valid values are ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_SC ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_1 ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_2 ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_3 This parameter is device specific and sources should be found in the device's datasheet. Modified bits are ADC10SHSx of ADC10CTL1 register.
- clockSourceSelect** selects the clock that will be used by the ADC10 core and the sampling timer if a sampling pulse mode is enabled. Valid values are ADC10_CLOCKSOURCE_ADC10OSC - MODO5C 5 MHz oscillator from the UCS [Default] ADC10_CLOCKSOURCE_ACLK - The Auxiliary Clock ADC10_CLOCKSOURCE_MCLK - The Master Clock ADC10_CLOCKSOURCE_SMCLK - The Sub-Master Clock Modified bits are ADC10SELx of ADC10CTL1 register.
- clockSourceDivider** selects the amount that the clock will be divided. Valid values are ADC10_CLOCKDIVIDEBY_1 [Default] ADC10_CLOCKDIVIDEBY_2 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_3 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_4 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_5 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_6 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_7 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_8 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_12 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_16 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_20 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_24 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_28 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_32 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_64 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_128 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_192 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_256 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_320 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_384 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_448 ADC10_CLOCKDIVIDEBY_512 Modified bits are ADC10DIVx of ADC10CTL1 register and ADC10PDIVx of ADC10CTL2 register.

This function initializes the ADC module to allow for analog-to-digital conversions. Specifically this function sets up the sample-and-hold signal and clock sources for the ADC core to use for conversions. Upon successful completion of the initialization all of the ADC control registers will be reset, excluding the memory controls and reference module bits, the given parameters will be set, and the ADC core will be turned on (Note, that the ADC core only draws power during conversions and remains off when not converting). Note that sample/hold signal sources are device dependent. Note that if re-initializing the ADC after starting a conversion with the startConversion() function, the disableConversion() must be called BEFORE this function can be called.

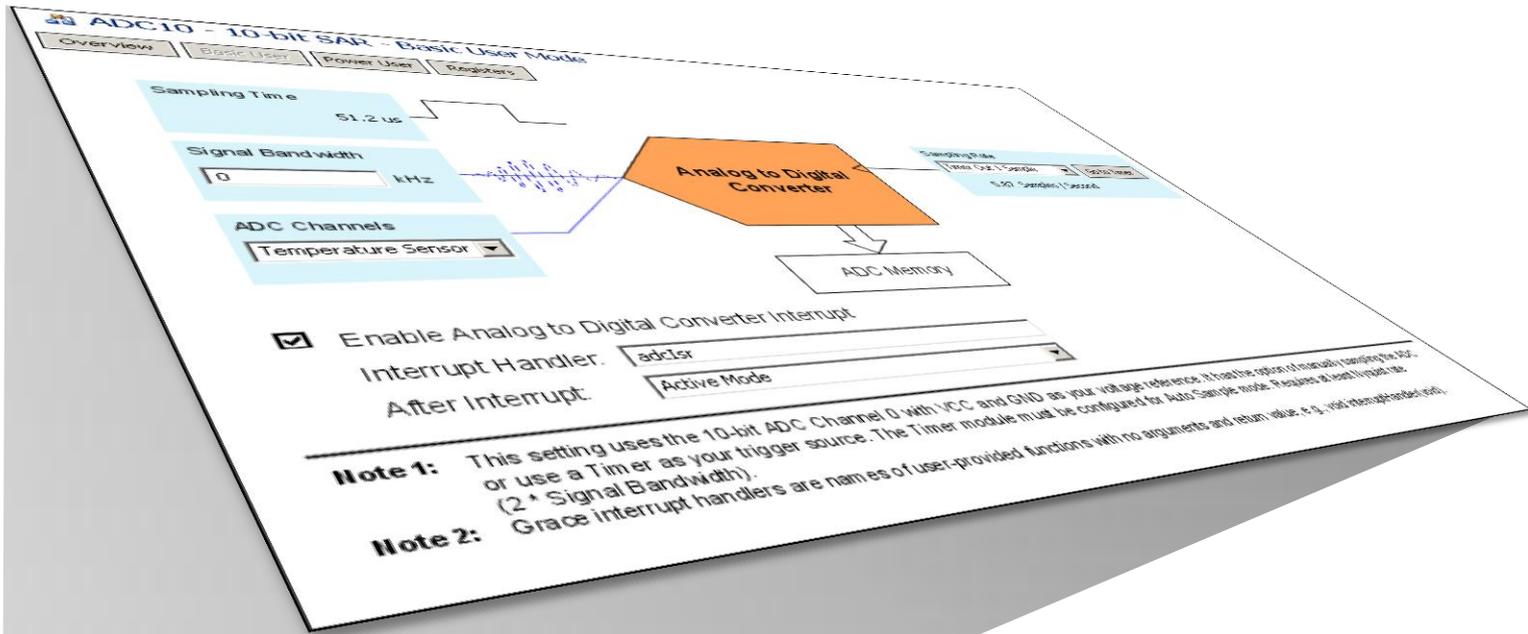
Returns:
STATUS_SUCCESS or STATUS_FAILURE of the initialization process.

References ADC10_CLOCKSOURCE_SMCLK, ADC10_SAMPLEHOLDSOURCE_3, ASSERT, HWREG, and STATUS_SUCCESS.

支持外设清单

可用功能调用清单

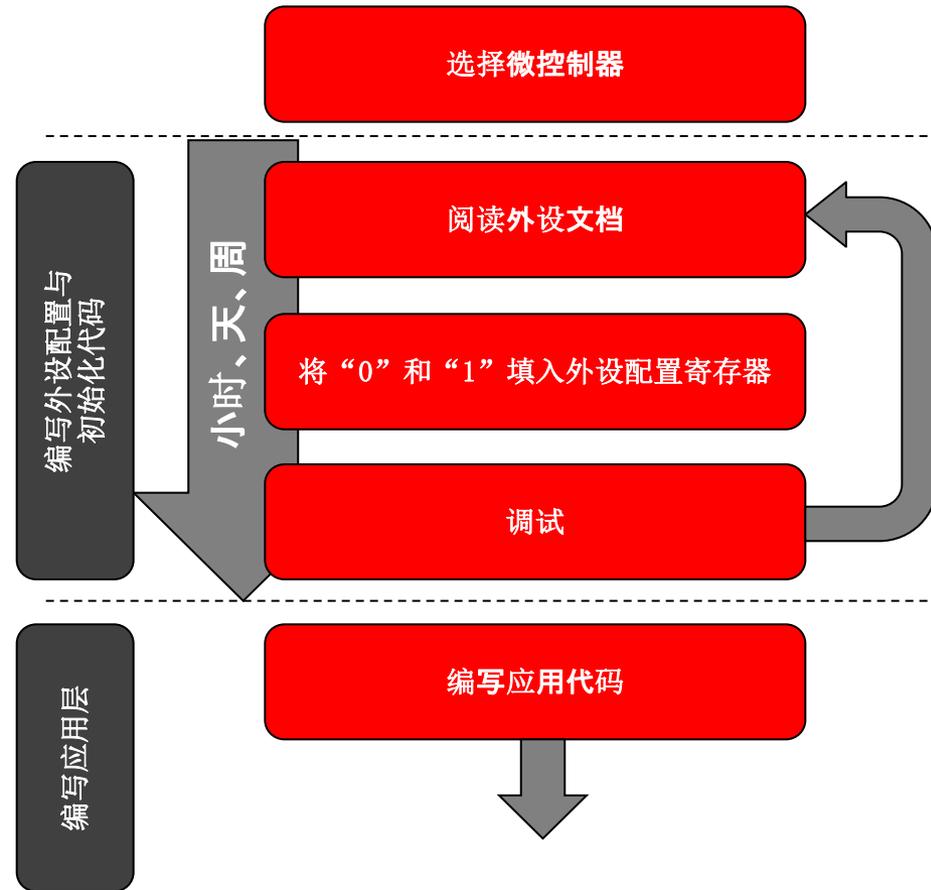
每种功能的详情，包括参数说明



用于德州仪器 MSP430F2xx 和 G2xx 的
Grace™ 软件

客户通常是如何进行微控制器编程的呢？

传统的开发周期



如果采用这种开发周期，预计客户将阅读几百页的文档，以一点一滴地了解所有必需的外设。

他们还必须确保资源在外设之间“精确地”共享。

在着手进行“实际的”应用开发之前必须完成以上全部工作！

Grace 如何能为客户提供帮助?

Grace 可帮助客户减少在外设配置与初始化上耗费的时间!

Traditional Development Cycle

Choose Microcontroller

Read peripheral documentation

Populate peripheral configuration registers with 0's and 1's

Debug

Write application code

采用 Grace 的开发周期

选择 MSP430

利用图形用户界面进行外设的配置与初始化

Grace 生成经全面注释的易读型 C 代码

编写应用代码

Hours, Days, Weeks

短短几分钟

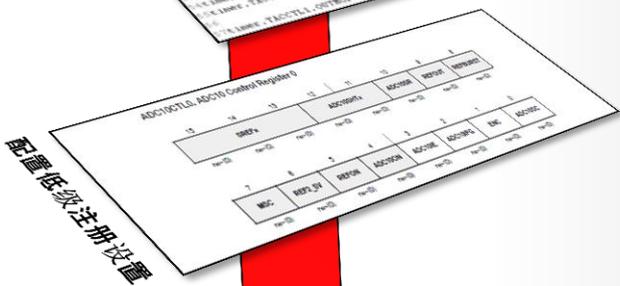
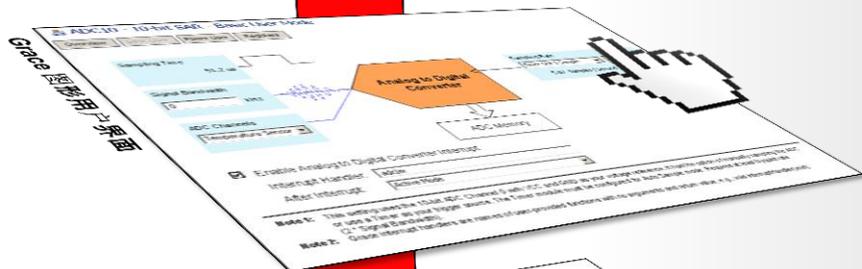
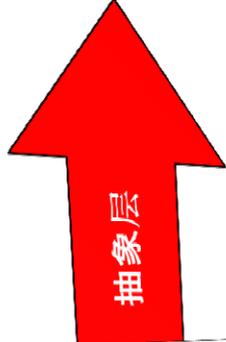
编写外设配置与初始化代码

编写应用层

凭借其基于简易型 GUI 的代码生成能力, Grace 可加快我们客户的产品上市进程!

认识并了解 Grace

启用和配置 MSP430 外设的图形用户界面。



➤ 以直观可视的方式配置 **MSP430** 外设。通过按钮、下拉菜单和文本框启用和配置 ADC、DAC、定时器、时钟、串行通信模块等。

➤ 生成直接插入 **Code Composer Studio** 项目中的代码。

可对此代码进行调试并将其下载至 MSP430 器件，这一点与采用传统方法生成的代码完全一样！
现可提供支持 **IAR** 的独立型版本！

➤ 实用的弹出窗口和提示框基于 **MSP430** 文档。

减少翻阅数据表和用户指南的时间，边做边学！

➤ **Grace** 被无缝集成至为人所熟知的 **MSP430** 开发环境中

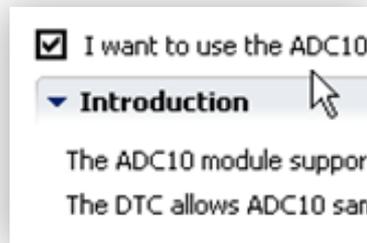
Grace 支持所有的 F2xx 和 G2xx Value Line 系列微控制器，以及 MSP430 最常用的硬件套件，包括 4.30 美元的 LaunchPad、eZ430-F2013 和 eZ430-RF2500。

认识并了解 Grace

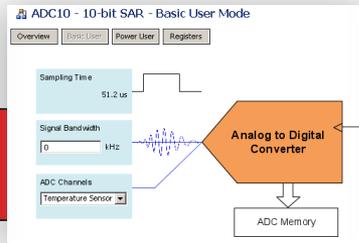
利用代码生成工具加快产品上市进程

Grace是一款图形用户界面 (GUI)，用于启用和配置 MSP430F2xx 和 G2xx 外设。

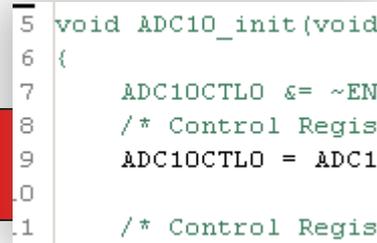
- 使用按钮、下拉菜单和文本框生成用于启用和配置应用外设的 C 代码。
- 各种不同的抽象层 – 基本视图、高级用户视图和注册级视图
- 实用的提示与鼠标划入 (hover overs) 可在整个配置过程中为开发人员提供指导
- 可用作一款针对 Code Composer Studio 的免费插件，或用作支持其他 IDE 的独立型可执行程序。



单击以启用外设

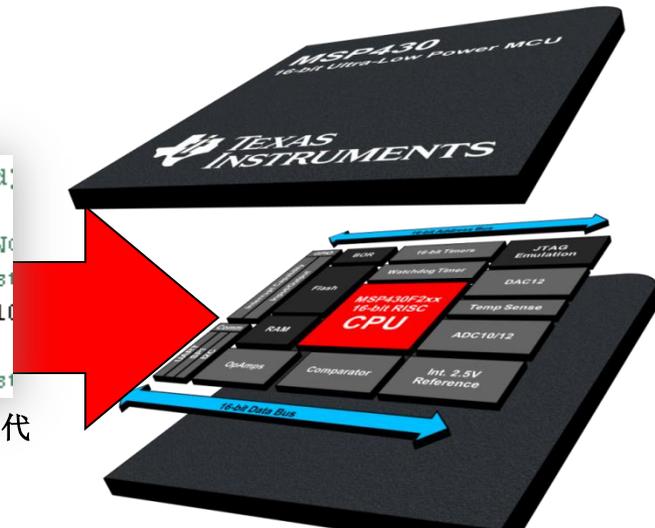


用于外设配置的互动要素



```
5 void ADC10_init(void)
6 {
7     ADC10CTL0 &= ~ENC
8     /* Control Register
9     ADC10CTL0 = ADC10
10
11     /* Control Register
```

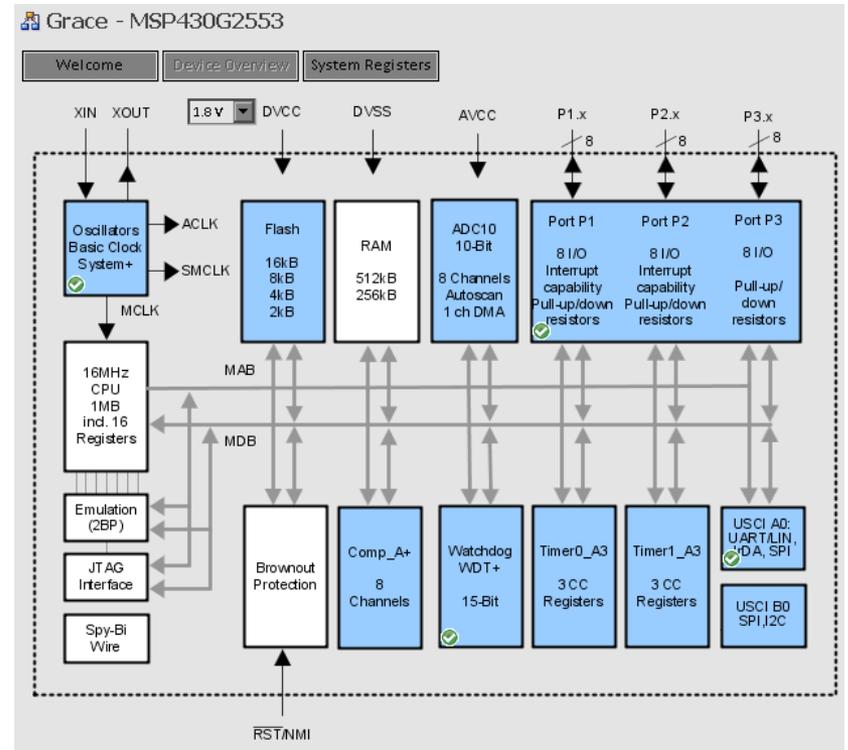
生成经全面注释的易读型 C 代码



www.ti.com/grace

更加细致地了解 Grace

- Grace 范例包含于 MSP430Ware 软件包内，并可直接移植到 CCS 中
- 如今可提供独立型 Grace 以支持其他的 IDE 选项，如 IAR Embedded Workbench
- 互动式方框图
- 通过 GUI 启用和配置外设
- 生成经全面注释的 C 代码
- 确保外设之间没有资源冲突



TI Confidential - NDA Restrictions

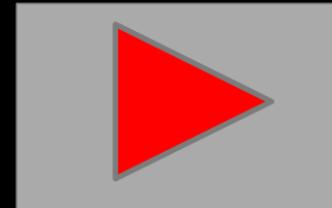
采用 **Grace** 进行基于 GUI 的编程

有没有一种基于 GUI 的 C 代码生成工具？

有！Grace 图形用户界面可生成经全面注释的 C 代码。

加快产品上市进程并有助于将更多精力投入到应用层开发！

- 采用一种直观的用户界面启用和配置 MSP430F2xx 和 G2xx 外设
- 使用导航按钮、下拉菜单和文本框以生成经全面注释的 C 代码
- 用于 CCS 的免费插件



通过以下网址了解更多详情：
www.ti.com/grace

ULP (超低功耗) Advisor

节省点滴电能 - β 版于 2011 年 12 月推出, 2012 年第一季度交付制造

- 对照一份 MSP430 ULP 检查清单查验您的代码。
- 相关规则已由业界的低功耗技术专家制定并验证。
- ULP Advisor wiki 包括了对于每条规则的说明、补救提案、代码范例以及至相关 e2e 网上论坛发帖的链接。
- ULP Advisor 是**免费的**, 可作为 CCS 的插件提供或作为支持其他 IDE 的独立命令行工具提供。
- 通过以下网址了解更多详情: www.ti.com/ulpadvisor



ULP Advisor - Rule Table

- ULP 1.1 Ensure LPM usage
- ULP 2.1 Leverage timer module for delay loops
- ULP 3.1 Use ISRs instead of flag polling
- ULP 4.1 Terminate unused GPIOs
- ULP 5.1 Avoid processing-intensive operations: modulo, divide.
- ULP 5.2 Avoid processing-intensive operations: floating point
- ULP 5.3 Avoid processing-intensive operations: (s)printf()
- ULP 6.1 Avoid multiplication on devices without hardware multiplier
- ULP 7.1 Use local instead of global variables where possible
- ULP 8.1 Use 'static' & 'const' modifiers for local variables
- ULP 9.1 Use pass by reference for large variables
- ULP 10.1 Minimize function callings from within ISRs
- ULP 11.1 Use lower bits for loop program control flow
- ULP 11.2 Use lower bits for port bit-banging
- ULP 12.1 Use DMA for large memcpy() calls
- ULP 12.1b Use DMA for potentially large memcpy() calls
- ULP 12.2 Use DMA for repetitive transfer
- ULP 13.1 Count down in loops
- ULP 14.1 Use unsigned int for indexing variables
- ULP 15.1 Use bit-masks instead of bit-fields

编写代码...

The screenshot shows the TI Resource Explorer interface with a C source file 'UserExperience.c' open. The code includes a main function with various hardware initialization and control logic. A 'Problems' window is overlaid, displaying a list of warnings generated by the ULP Advisor. The warnings include:

- #1529-D (ULP 4.1) Detected uninitialized Port A during compilation of .../FR_EXP.c. Recommend setting PxDIR
- #1529-D (ULP 4.1) Detected uninitialized Port B during compilation of .../main.c. Recommend setting PxDIR
- #1527-D (ULP 2.1) Detected SW delay loop using __delay_cycles. Recommend using a timer module instead
- #1527-D (ULP 2.1) Detected SW delay loop using __delay_cycles. Recommend using a timer module instead
- #1527-D (ULP 2.1) Detected SW delay loop using empty loop. Recommend using a timer module instead
- #1527-D (ULP 2.1) Detected SW delay loop using empty loop. Recommend using a timer module instead
- #1528-D (ULP 3.1) Detected flag polling using UCA0IFG. Recommend using an interrupt combined with enable/disable

ULP Advisor 可找到实施 ULP 改善的区域。

The screenshot shows the ULP Advisor Rule 1.1 'Ensure LPM Usage' page. It provides detailed information about the rule, including its meaning, risks, and why it is happening. A code example is provided to illustrate the correct implementation of LPM usage.

ULP Advisor > Rule 1.1 Ensure LPM Usage

What it means
The MSP430 microcontroller achieves low power consumption by minimizing the time staying in active mode and maximizing the time staying in [sleep] low power modes. Peripherals can be configured to operate without CPU intervention and CPU only needs to wake up to process critical task and quickly return to low power mode. Low power mode usage is highly recommended.

Risks, Severity
Keeping the application in active constantly will greatly increase power consumption and reduce battery lifetime.

Why it is happening
This remark is issued when no LPM-entering instruction can be found in any code file in the project.

Remedy
Use low power modes in your application when applicable, i.e. while waiting for certain peripheral tasks to complete, waiting for an interrupt, spinning in a while (1) loop, etc. LPM-entering instructions in the code where applicable such as:

```
__asm("LPM0;");  
P1_register(LPM0_bits);  
__asm("LPM0;");
```

Code Example

```
.....  
// MSP430G2xx3 Demo - Basic Clock, LPM3 Using WDT ISR, 32KHz ACLK  
//  
// Description: This program operates MSP430 normally in LPM3, pulsing P1.0  
// at 4 second intervals. WDT ISR used to wake-up system. All I/O configured  
// as low outputs to eliminate floating inputs. Current consumption does  
// increase when LED is powered on P1.0. Demo for measuring LPM3 current.  
// ACLK = LFXT1/A + 32768/A, BCLK = BRCLK = default DCO = 800kHz  
// ** External watch crystal installed on XIN XOUT is required for ACLK **  
//  
//-----  
// | | | XCLK |  
// | | |-----| 32KHz |  
// |---|RST | XOUT1 |  
// | | | | | P1.01-->LED |  
//  
D. Dang  
Texas Instruments Inc.  
December 2010  
// Built with CCS Version 4.2.0 and IAR Embedded Workbench Version: 5.10  
.....
```

内容详实的 wiki 提供了细节信息、补救方案及其他资源。

ULP Advisor 演示！

- 每条规则均有详细的指导：
 - 倘若未给予关注将产生什么影响
 - 补救措施（如果需要）
 - 代码范例
 - 文档/相关资源
 - 视频短片
 - E2E 在线社区论坛，等等
- Wiki 是互动的
 - 世界各地的 ULP 技术专家均可奉献其设计心得与技巧
 - 参与活泼有趣的 E2E 在线社区讨论
 - 在 wiki 内，有关 ULP 的知识不断增加且编排井然有序



ULP
Advisor

MSP430™
Ultra-Low Power MCUs

ULP Advisor - Rule Table

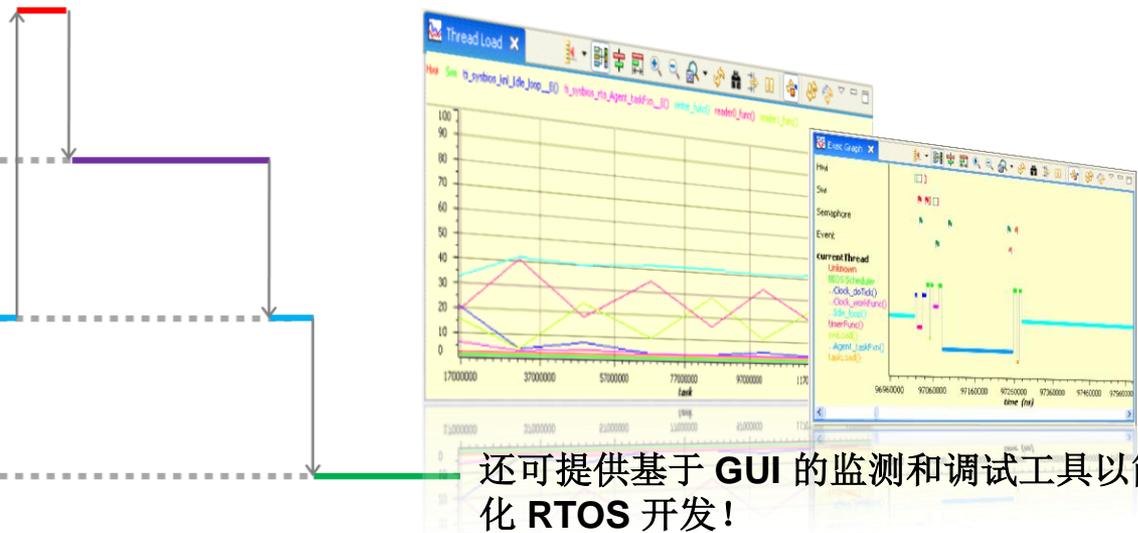
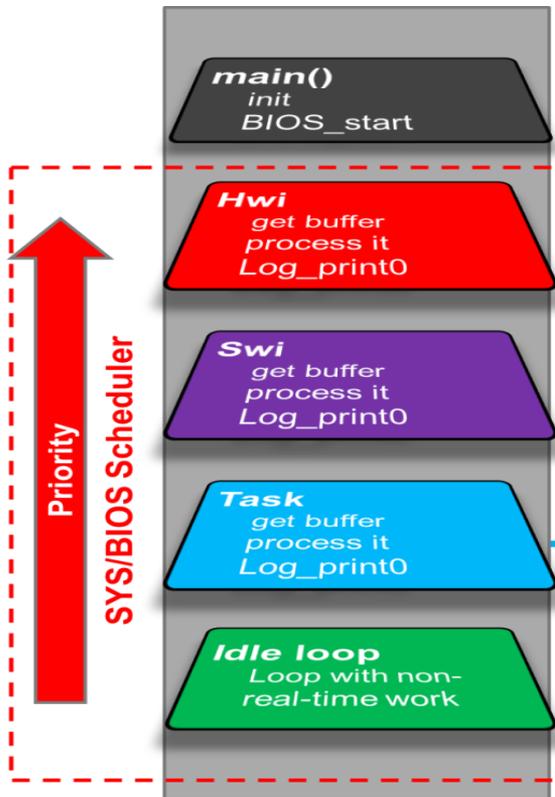
- ULP 1.1 Ensure LPM usage
- ULP 2.1 Leverage timer module for delay loops
- ULP 3.1 Use ISRs instead of flag polling
- ULP 4.1 Terminate unused GPIOs
- ULP 5.1 Avoid processing-intensive operations: modulo, divide.
- ULP 5.2 Avoid processing-intensive operations: floating point
- ULP 5.3 Avoid processing-intensive operations: (s)printf()
- ULP 6.1 Avoid multiplication on devices without hardware multiplier
- ULP 7.1 Use local instead of global variables where possible
- ULP 8.1 Use 'static' & 'const' modifiers for local variables
- ULP 9.1 Use pass by reference for large variables
- ULP 10.1 Minimize function callings from within ISRs
- ULP 11.1 Use lower bits for loop program control flow
- ULP 11.2 Use lower bits for port bit-banging
- ULP 12.1 Use DMA for large memcpy() calls
- ULP 12.1b Use DMA for potentially large memcpy() calls
- ULP 12.2 Use DMA for repetitive transfer
- ULP 13.1 Count down in loops
- ULP 14.1 Use unsigned int for indexing variables
- ULP 15.1 Use bit-masks instead of bit-fields

实时操作系统 (RTOS)

随着 MSP430 器件扩展至较大的内存占用量及高集成度，RTOS 可为您的应用提供确定性定时并确保执行优先级最高的线程。

许多 RTOS 选项可用于 MSP430

- SYS/BIOS
- FreeRTOS
- Micrium uC/OS-II
- embOS
- TinyOS
- 还有更多!



还可提供基于 GUI 的监测和调试工具以简化 RTOS 开发!

MSP430 Flasher – 命令行编程器

MSP430 Flasher是一款基于外壳程序的开源界面，用于在没有 IDE 的情况下通过一个 **FET 编程器** 对 MSP430 器件进行编程，或通过 JTAG 或 Spy Bi-Wire (SBW) 对 eZ430 进行编程。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\MSP430 Flasher\1.0.0\MSP430Flasher.exe -n MSP430F2132 -w "Firmware.txt" -u -g -z [UCC]
  -z [UCC]
Evaluating additional triggers...done
Initializing interface on TIUSB port...done
Checking firmware compatibility...done
Reading HU version...done
Reading HU version...done
Powering up...done
Configuring...done
Accessing device...done
Reading device information...done
Checking content of flash...done
Resetting device...done
Refreshing registers...

-----
* UseCase      : MSP430Flasher.exe
* Arguments    : -n MSP430F2132 -w Firmware.txt -u -g -z [UCC]
* ATTENTION:   Default options used due to invalid argument list.
-----
* Driver       : loaded
* Dll Version  : 20406001
* Firmware    : 20406001
* Interface    : TIUSB
* HUVersion    : U 1.3
* Mode        : AUTO
* Device      : MSP430F2132
* EEM         : Level 1, ClockCtrl 1
* Prog.File   : Firmware.txt (ERASE_ALL, verified = TRUE)
* BSL Unlock  : FALSE
* UCC ON      : TRUE
* UseCase specific tasks:
* Powering up...done
* Disconnecting from device...
* Driver      : closed (No error)
-----
```

特性:

- MSP430 Flasher 可用于在没有 IDE（如 CCS 或 IAR）将二进制文件 (.txt/.hex 文件) 直接下载至 MSP430 器件。
- 能直接从一个器件抽取固件
- 可烧断 JTAG 熔丝
- 为器件提供上电
- 提供 JTAG 密码（如果适用）
- 设定硬件断点
- 能够从任意目录位置运行且不需要安装。

更多详情敬请访问: www.ti.com/msp430flasher

MSP430 启动加载程序

- 启动加载程序（即 **BSL**）是一种内置于 **MSP430** 器件的程序，专为与器件进行通信（主要是用于存储器的读写操作）而设计。
- 这常常是利用通过一个串行链路 (**UART**) 发送的命令来完成的，但也可通过其他的协议（如 **USB** 或 **RF**）来实现。
- 提供了一个完整的 **MSP430 BSL** 用户指南 (**slau319**)，其全面记录了所有 **TI** 器件搭载的 **BSL** 的相关文件，从而使开发人员能够将 **BSL** 充分地应用于生产编程或其他目的。
- 对于那些有兴趣开发其特有的定制 **BSL** 的客户，还提供了一本应用手册 (**slaa450**)

**TEXAS INSTRUMENTS**

Application Report
SLAA450A–April 2010–Revised July 2011

Creating a Custom Flash-Based Bootstrap Loader (BSL)

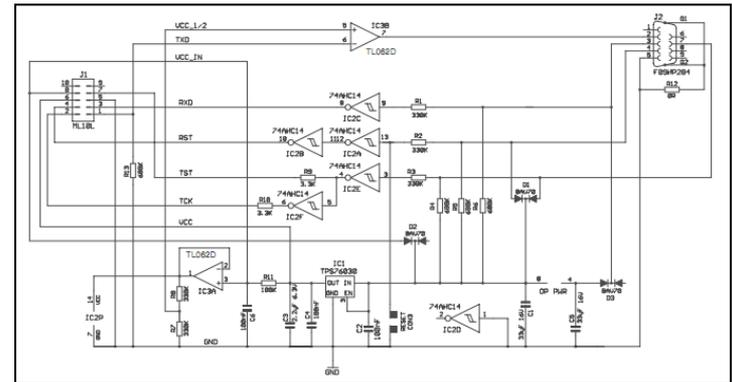
Lane Westlund MSP430 Tools

ABSTRACT

MSP430 Programming Via the Bootstrap Loader

User's Guide





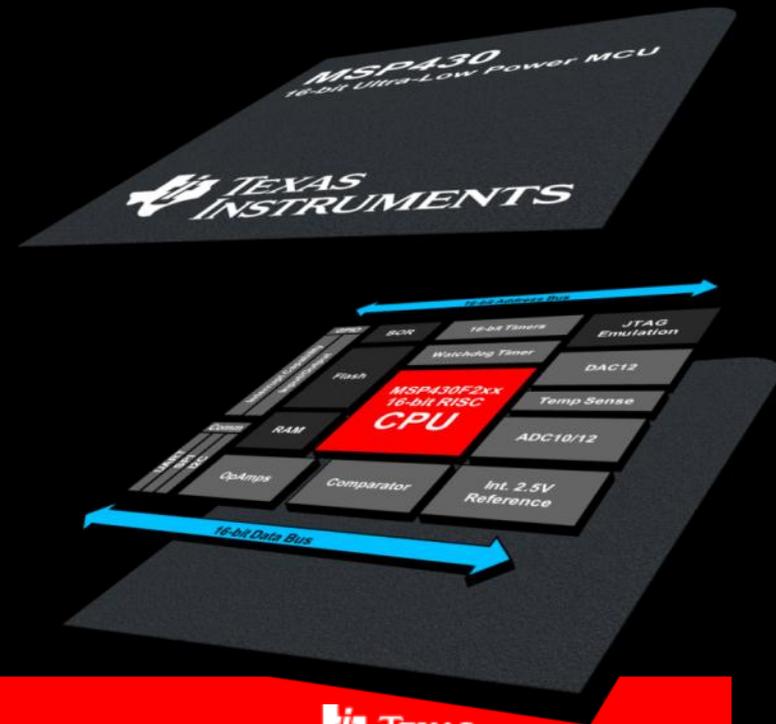
提供了软件与硬件电路示意图，可设计这些电路以直接与 **MSP430 BSL** 接口。

[了解有关 MSP430 BSL 的更多详情](#)

www.ti.com/msp430software

- 用于提供所有 MSP430 软件资源的门户网站
- 包括 TI 及第三方的产品

立即 启动开发工作



@ www.ti.com/msp430

新型解决方案 – 物联网

利用一部位于您家庭局域网中的
移动设备来监视和控制
MSP430+CC3000 支持的产品



新型解决方案 – 蓝牙和蓝牙低功耗 (BLE)

低功耗传感器



CC2540/1



- 可依靠硬币电池工作一年以上
- 无苹果公司 MFi 版税
- <100Kbps 数据速率

数据



CC2560/4



MSP430



- 支持新式和老式电话 (BT 和 BLE)
- 无苹果公司 MFi 版税
- 数据速率高达 3Mbps

TI HealthTech Hub 健康应用管理方案



身体组成
(AFE4300 + MSP430F5x + CC2541)



家用脉搏血氧计
(AFE4400 + MSP430F5x + CC2541)



基于 PPG 的心率监测仪 (HRM)
(AFE4400 + MSP430F5x + CC2541)



数据聚集器 iPad3

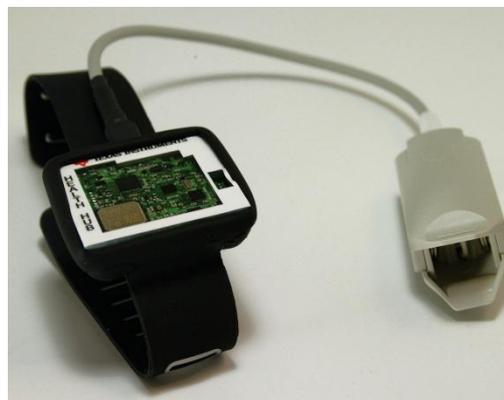


腕表式计步器
(加速度计 + MSP430F5x + CC2541)

新型解决方案 – 无线指夹式脉搏血氧计

脉搏血氧计通过感应去氧 (deoxygenated) 及氧化 (oxygenated) 血红蛋白对红外线及红光的吸收比例来测定血氧含量。脉搏血氧计包含了感应探针，其附于患者的耳垂、脚尖或指尖并连接至数据采集系统以实现计算，并显示血氧饱和度、心率及血流量。可对现成有售的脉搏血氧计线缆进行改装以插入 TI 电路板。

- MSP430F5528 MCU 用于计算 SpO₂ 和心率
- AFE4490 用于 LED 发送和接收路径
- BLE 模块连接采用 TI CC2541
- iPad 用作数据聚集器



新型解决方案 – 计步器

- 将市售的加速度计集成到手表的电路板中
 - MSP430F5528 MCU
 - BLE 模块连接采用 TI CC2541
 - iPad 用作数据聚集器



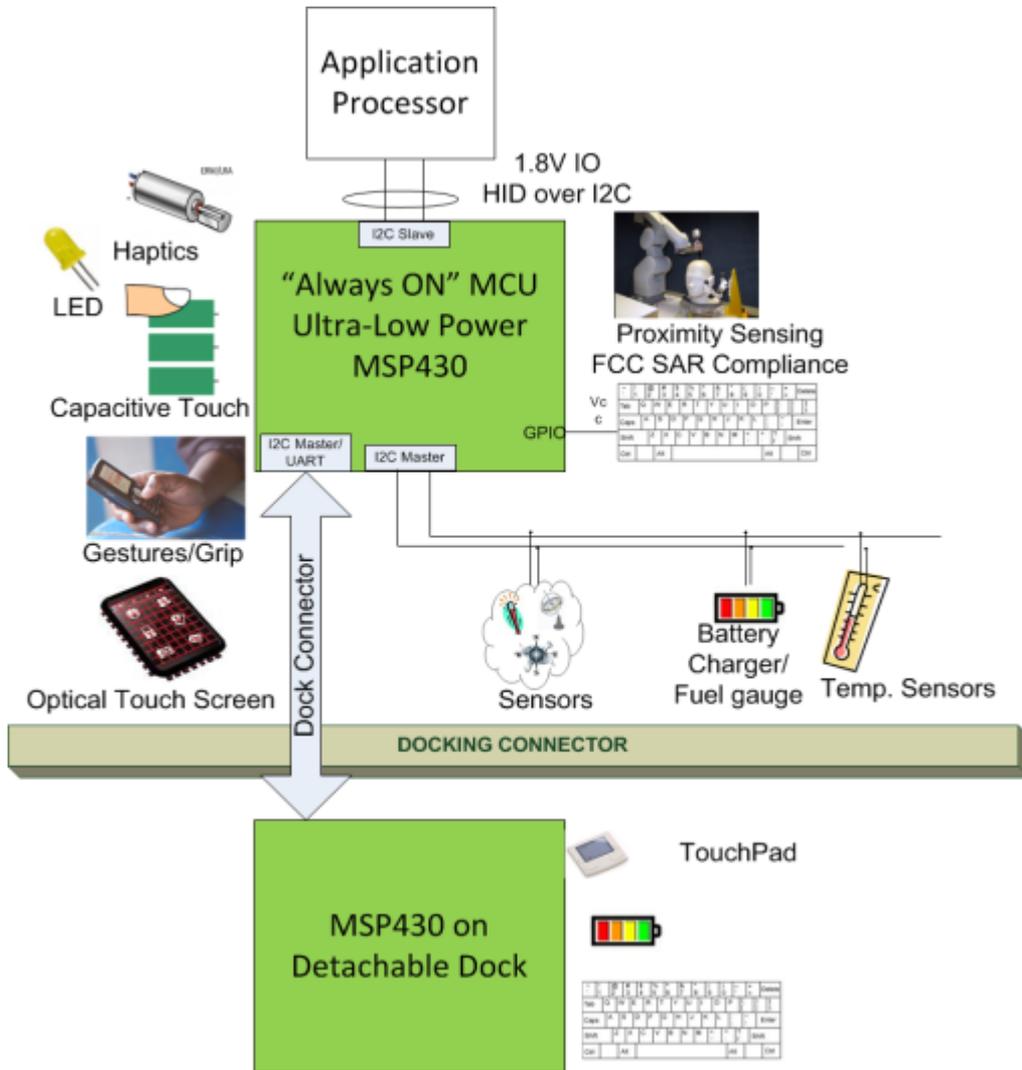
新型解决方案 – 身体成分测量计

双手式身体成分测量计

- 现成有售的身体成分测量计 – 内部则完全都换成了 TI 的组件
 - AFE4300 用于身体阻抗测量
 - MSP430F5528 MCU 用于计算身体成分
 - iPad 用作数据聚集器
- 现可供货



用于移动计算的常开应用管理中心方案

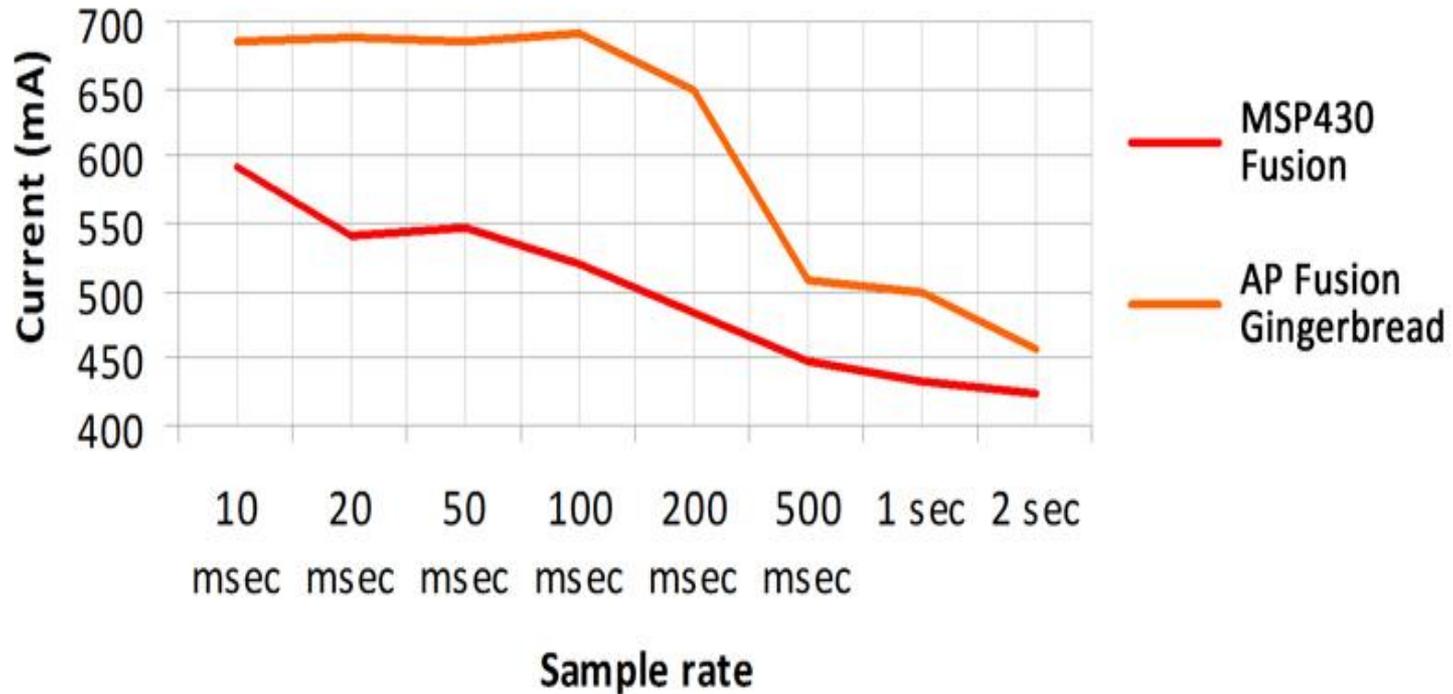


为什么采用 **MSP430** ?
 360nA 待机电流
 100 uA/MHz 运行电流
 3.5 usec 唤醒时间

“始终接通型”集线器

- 可在应用处理器处于睡眠状态时正常工作
- 可缩减
 - 功耗
 - 占位面积
 - 系统 BOM
- 可简化系统设计

用于移动计算的常开应用管理中心方案



在 AP 与 ULP MCU 上运行 Sensor Fusion 的系统功耗对比

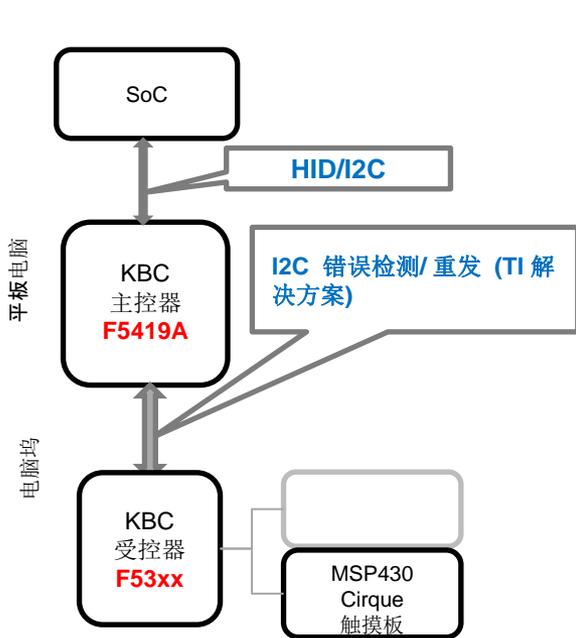
Win 8 平板电脑键盘/触摸板解决方案



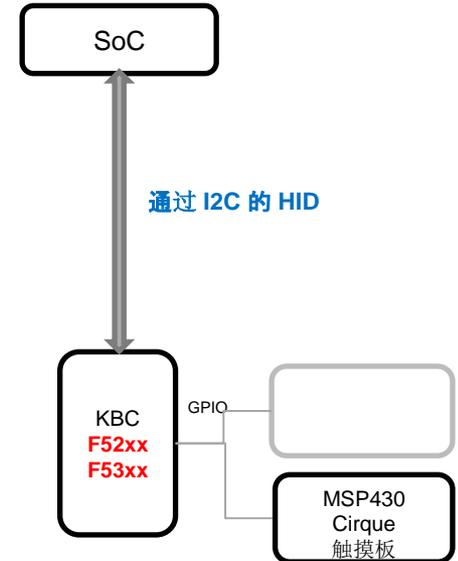
分离的键盘- 电脑坞对接解决方案



连接的键盘- 翻盖/可交换

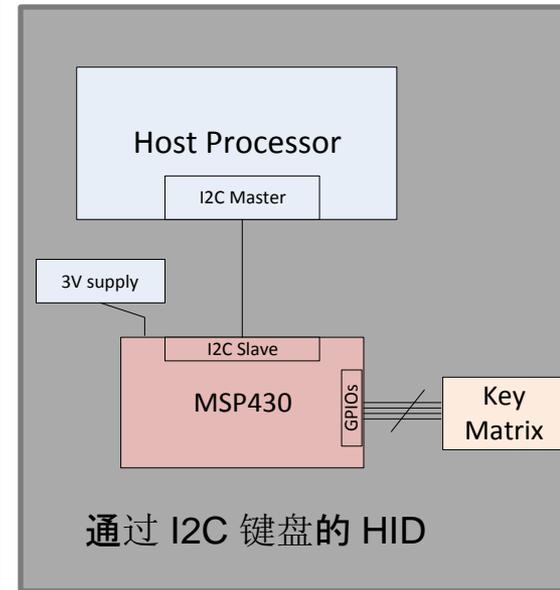
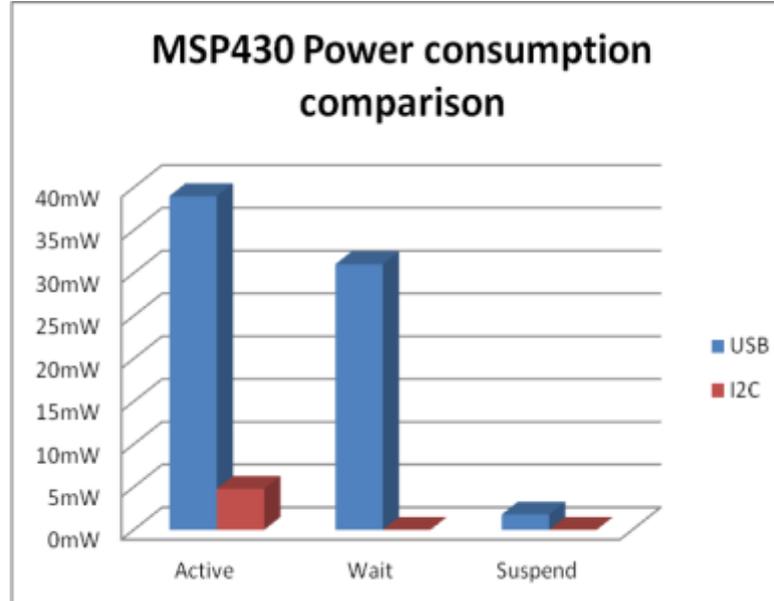
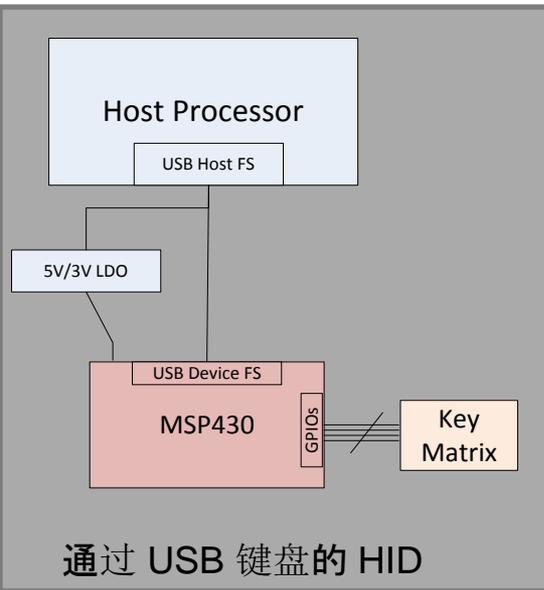


HID/I2C 在功耗方面远远优于 HID/USB
 HID/I2C – 4.8mW¹/0.0018mW²
 HID/USB–39mW¹/31mW²
 1 按键 2 扫键



<http://www.ti.com/litv/pdf/slaa569>

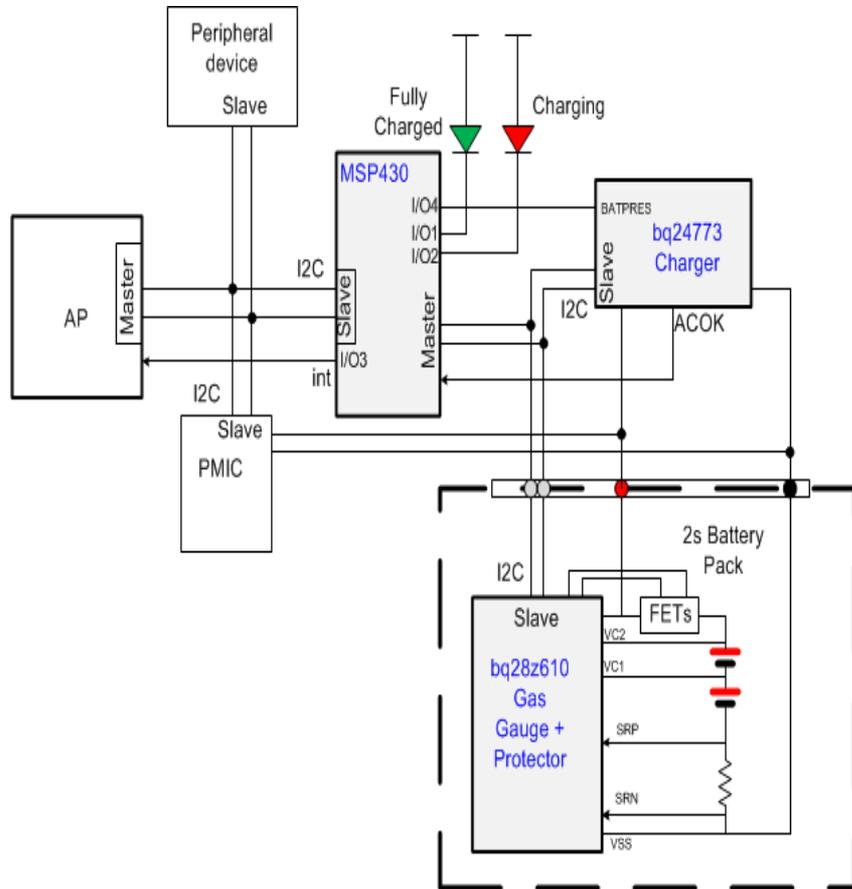
HID/I2C 相比于 HID/USB 的功耗优势



- 通过 I2C 的 HID 与通过 USB 的 HID 的**功耗比较(对于 MCU)**
 - USB 约 39mW (按键) / 约 31mW (扫键)
 - I2C 约 4.8mW (按键) / 约 0.0018mW (扫键)
 - 键盘/传感器集线器在大多数时间里处于等待状态。
- **采用应用处理器 (AM3xx) 时的平均功耗**
 - USB 约 40mW (5% 的 USB 总线使用率)
 - I2C 微不足道

HID/I2C 省电!
87%(运行)和
99%(等待)

MSP430 在自主型电源管理中的应用



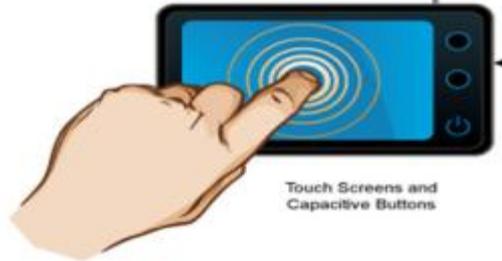
- 无需运行操作系统 (OS) 即可进行电池充电。
- 可对单节电池或多节电池充电器进行初始化/监视
- 可对电池电量监测计进行初始化/监视
- 电池充电器状态
- 电池/电量监测计的固件更新
- 鉴定充电器/电池
- 见 [MSP430 博客](#) 以阅读参考文献和应用笔记。

TI 的触控产品

按钮
滑块
滚轮
近距离

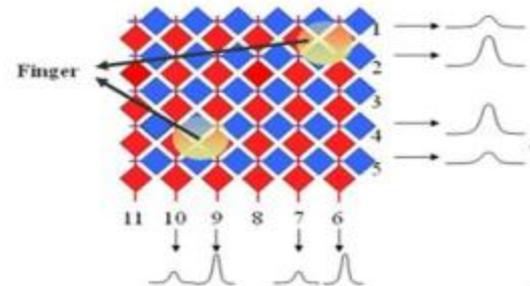


触感



Touch Screens and Capacitive Buttons

触摸屏
控制器



<http://www.ti.com/touch>

MSP430 在触摸应用方面的优势

触摸优化型外设

- 电容式触摸 I/O 模块 *无需外部组件*。
- **4 ns Timer D** 分辨率提供了更快的响应时间、更高的灵敏度并支持更多的按钮。

超低功耗

- 1.8V 工作电压 => 电池供电型应用
- <1uA 的平均电流

灵活的设计和低成本

- **MSP430 Valueline** 系列上提供了电容式触摸 I/O
- <2KB 的闪存, 14 字节 RAM
- 传感器可集成到 PCB 之中。
- 可在所有具有众多外设的 MSP430 上提供

设计配套资源

- 用于近距离/夹紧检测、矩阵键区等的配套资源
- 可提供超过 **10 cm** 的 *稳健近距离检测*
- 1uA 电容式夹紧检测技术。
- 用于 SYSBIOS 集成的应用笔记

触摸感测软件

- *免费、开源* 软件用于开发按钮、滑块、滚轮和近距离应用。采用 API 抽象以实现最大的灵活性。
- 基线跟踪可改善环境鲁棒性。

电容式触摸优化型器件

Device	Flash [KB]	RAM [Bytes]	Capacitive Touch Features		Touch Buttons Supported
			Touch Sense IO ¹	Timer_D ²	
 MSP430G2x02	1-8	128-256	✓		≤16
 MSP430G2x32	1-8	128-256	✓		≤16
 MSP430G2x13	1-16	256-512	✓		≤ 24
 MSP430G2x52	1-8	256	✓		≤ 16
 MSP430G2x53	1-16	256-512	✓		≤ 24
 MSP430G2x03	2-8	256-512	✓		≤ 24
 MSP430G2x33	2-16	256-512	✓		≤ 24
 MSP430G2xx5	32-56	4096	✓		≤32
 MSP430F51x1	8-32	1024-2048		✓	≤ 29
 MSP430F51x2	8-32	1024-2048		✓	≤ 29

- 具有电容式触摸 I/O 的 MSP430 可提供无缝传感器接口
- 任何具有一个比较器的 MSP430 器件都支持电容式触摸感测
- 有些 MSP430 具有独特的外设, 以实现更低功耗、更高精度或更低成本的实施方案
- 更多具有触摸感测 I/O 的器件即将面市...

MSP430 触摸生态系统

现有的触摸生态系统



.C
V1.1



- 芯片:
 - G2xx2/G2xx3 中的电容式触摸 IO
 - F5xx/F6xx
- 工具
 - 电容式触摸 Booster Pack
 - 5529 实验板
- 软件
 - 开源电容式触摸库
 - SYSBIOS 和电容式触摸
- 应用笔记
 - 编程人员指南
 - 应用手册

新

用于触摸设计的芯片

具有电容式触摸 IO 的新型芯片

- MSP430G2x55 – 56K 闪存, 4K RAM 和 32 个 IO
- MSP430FR58xx/59xx - 64K FRAM, 2K RAM 和 40 个 IO

新

触摸设计应用笔记

新

- 电容式触摸电源设计人员 GUI
- 按钮选通时间优化调整指南
- 滑块/滚轮调整指南
- 电容式触摸感测, 传感器设计指南

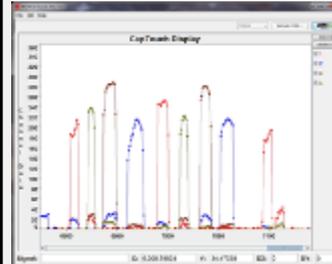
更新

- 电容式触摸库 (SLAA490/SLAA491)

新

工具

Touch Pro GUI – 简易型按钮、滑块和滚轮 (BSW) 调整

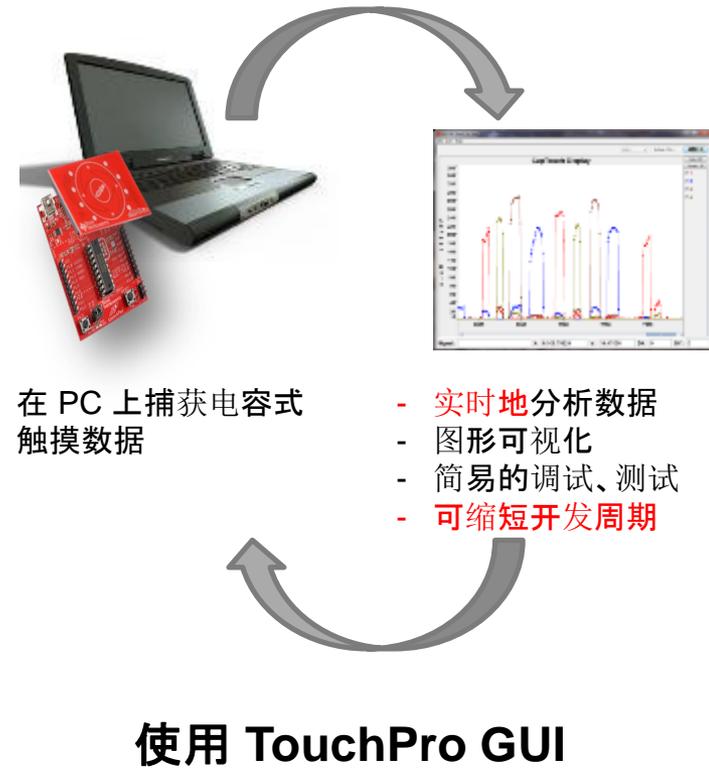


评估、诊断和调整

电容式按钮、滑块和滚轮

- 基于 PC 的 GUI 工具
- 显示电容式触摸传感器数据

Touch Pro GUI 可节省开发时间



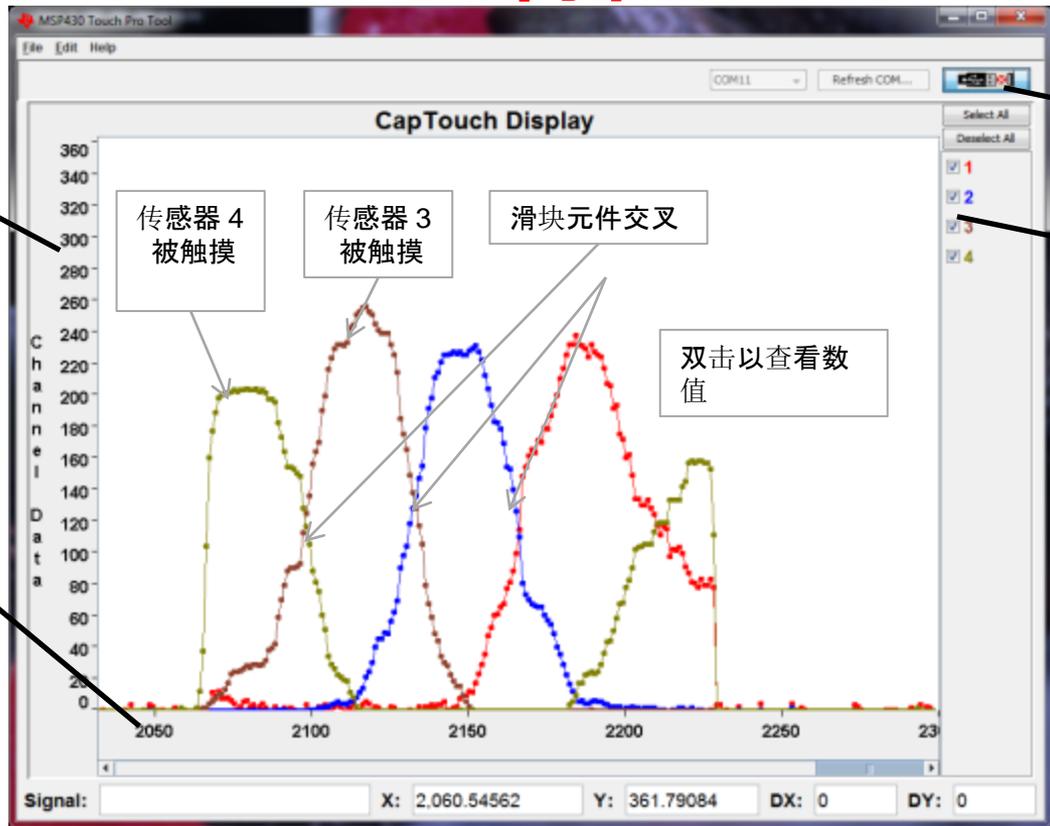
主要优势:

- 可实时查看原始电容、变量、基线、滑块/滚轮位置
- 可显示电容式触摸传感器数据并简化因素分析
- 易于调试、测试和生产问题的确定
- 可缩短开发周期

Touch Pro GUI 的特性

可实时查看原始测量数据、变量、基线和滑块/滚轮位置

时标



起/动暂停

多达 10 个用户
可选通道



其他的有用特性:

- 记录/打印数据 – 离线查看
- 手动/自动测距
- 放大/缩小

新的应用笔记



优化按钮性能以求：

- 降低功耗，
- 改善响应时间，
- 获得可扩展性，从而支持更多的按钮



优化滑块/滚轮性能

- 针对数据的线性表示进行调整
- 功耗/响应时间优化
- 硬件/布局建议



电容式触摸硬件设计考虑因素

- 电原理图：组件、ESD、电源噪声
- 机械机构：覆盖、电极材料、间隙和层叠。
- 布局：走线排布、电极设计、接地平面



电容式 BSW 功耗估算器 (Power estimator) GUI 和应用笔记

- 在执行任何硬件之前对功率使用情况进行估算
- 参数
 - 器件、电源电压、频率
 - 应用(按钮/滑块/滚轮/近距离)
 - 扫描速率、响应时间

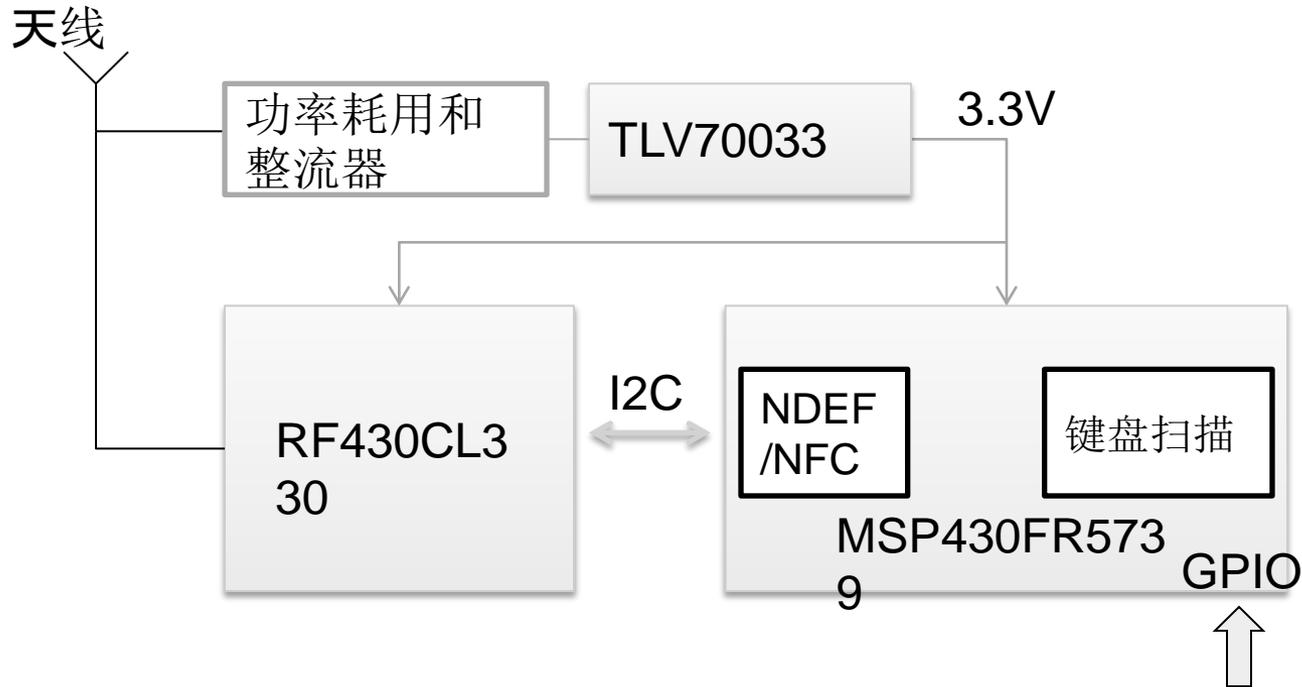


电容式触摸库 (SLAA490 & SLAA491)

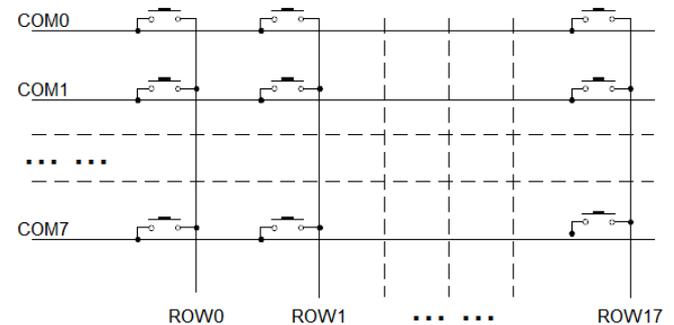
经过更新的电容式触摸库

- 支持“金刚狼” (Wolverine) 和 Gxx55

采用 TI NFC/MCU 的 NFC 键盘



键区
矩阵



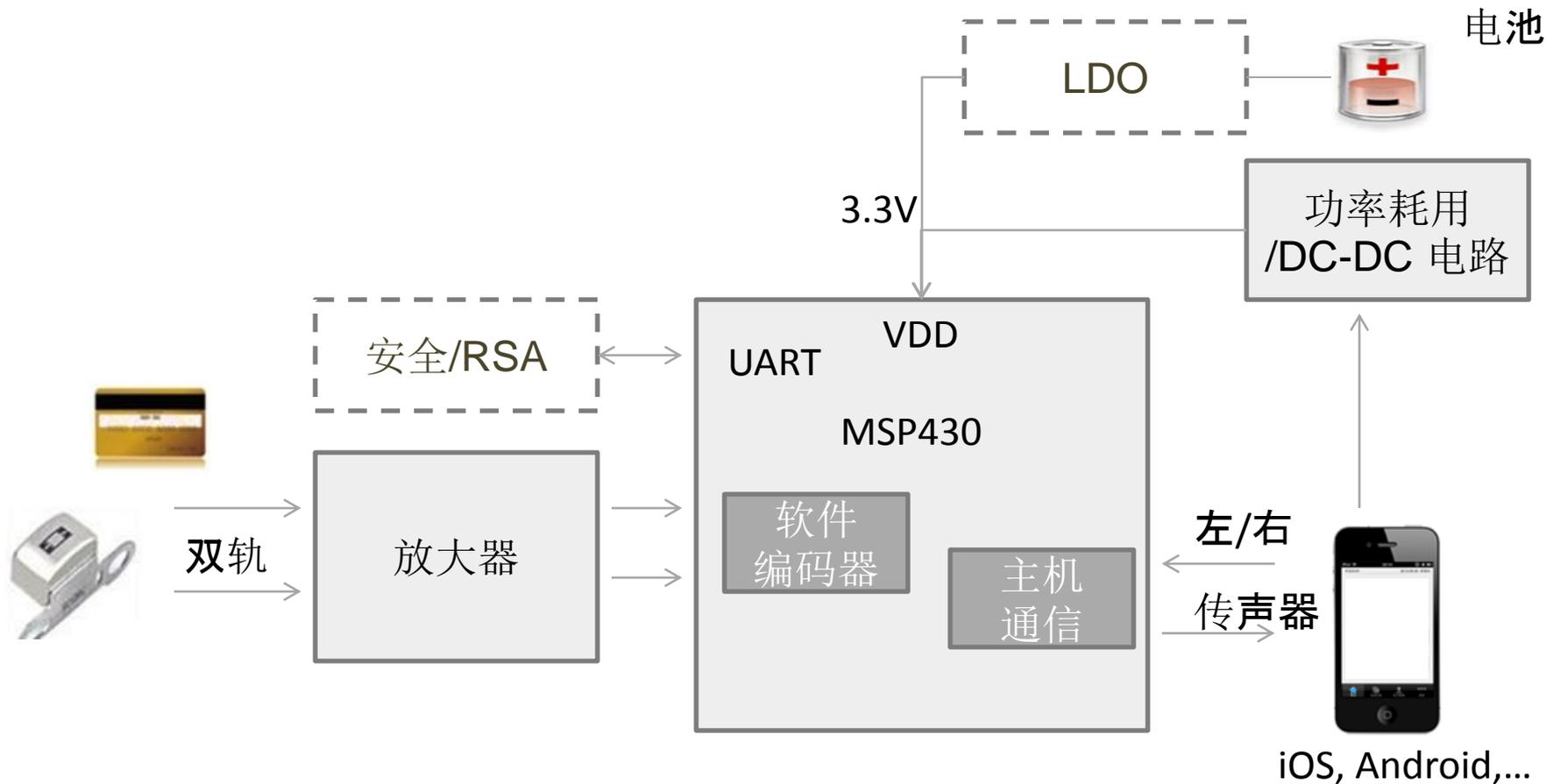
NFC 键盘实例



新型解决方案 - 手机读卡器

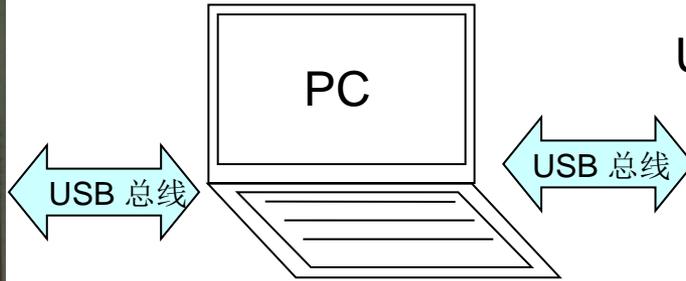


手机读卡器方框图

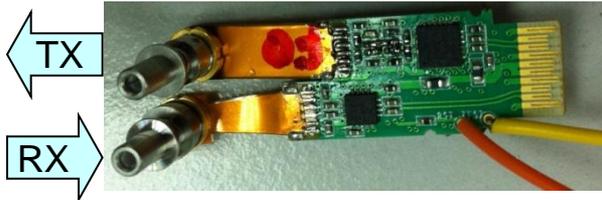
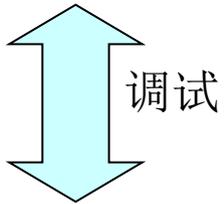
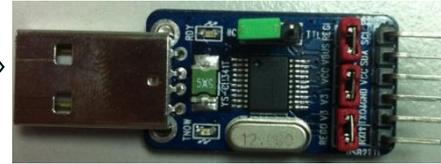


新型解决方案 - 光学模块

TI 仿真器



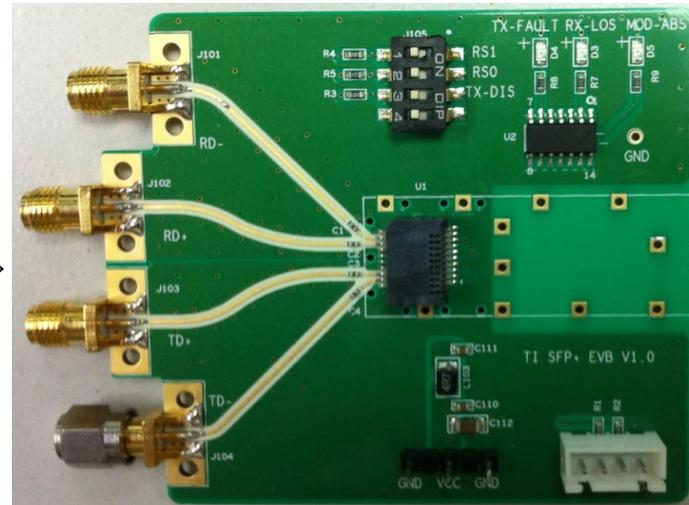
USB 至 IIC 转换器



SFP+ 模块



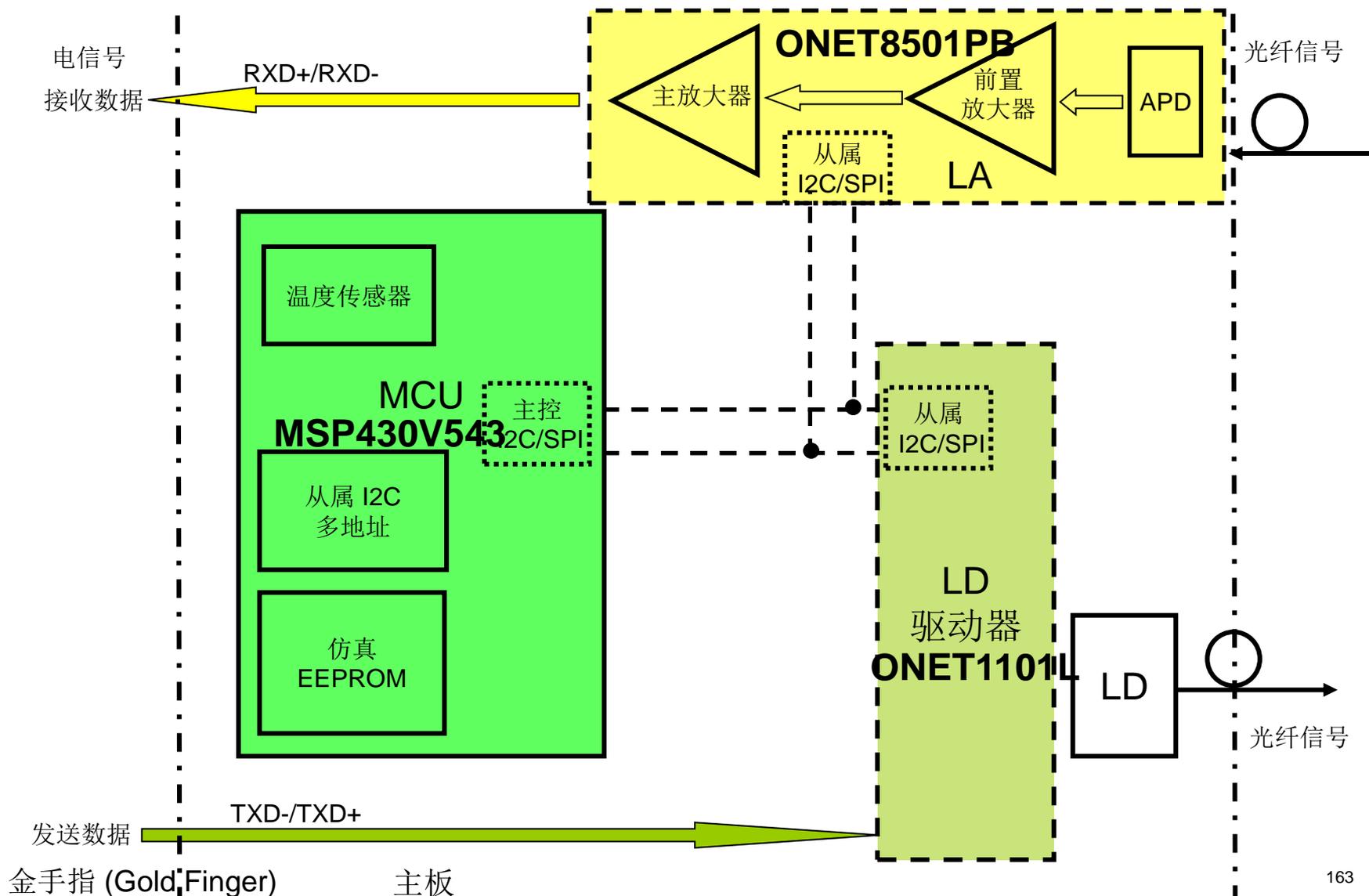
SFP+ 测试板



IIC 总线



光学模块方框图



新型解决方案 – 宽动态范围 1P 电子式电表

特性



- 6000:1 的高动态范围将提高小电流测量中的准确度并改进客户的批量生产流程
- 自动校准工具将加快客户 MP 效率
- 集成型温度补偿 RTC 将使整体解决方案成本下降 1 美元
- 全 SOC 型解决方案将使客户在成本和设计周期两方面均受益



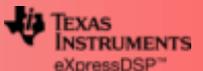
www.ti.com/msp430

- 用户指南
- 数据表
- TI 社区论坛
- 100 多篇应用报告
- 1000 多个代码范例
- 产品小册子
- MCU 选择工具
- 最新工具软件
- 第三方清单
- 芯片勘误表

The collage features three overlapping documents:

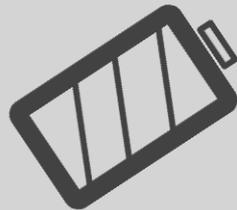
- Code Editor:** A screenshot of an IDE showing C code for an MSP430F5438. The code includes headers like `#include "msp430x047x.h"` and initialization functions for the watchdog timer and I/O pins.
- Datasheet:** A document titled "MSP430F543x, MSP430F541x MSP430F543xA, MSP430F541xA" with the subtitle "MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER". It lists features such as "Low Supply Voltage - 2.2 V to 3.6 V".
- User Guide:** A booklet cover for "MSP430 Ultra-Low-Power Microcontrollers" with the subtitle "User's Guide". The cover features a woman holding a hand with various smart devices and an MSP430 chip, with the slogan "MCUs around the clock It's always 430 somewhere".

除 MSP430 以外的 TI 处理产品系列

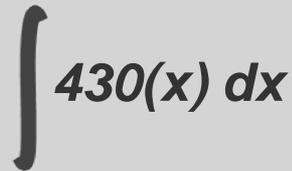
TI 嵌入式处理器						
微控制器 (MCU)		基于 ARM® 的处理器		数字信号处理器 (DSP)		
16 位超低功耗 MCU	32 位实时 MCU	32 位 ARM Cortex™-M3 MCU	ARM Cortex-A8 MPU	DSP DSP+ARM	多内核 DSP	超低功耗 DSP
<p>MSP430™</p> <p>高达 25 MHz</p> <p>闪存、FRAM 0.5 KB 至 256</p> <p>模拟 I/O、ADC LCD、USB、RF</p> <p>测量、检测、 通用</p> <p>0.25 至 9.00 美元</p> 	<p>C2000™ Delfino™ Piccolo™</p> <p>40MHz 300 MHz</p> <p>闪存、RAM 16 KB 至 512</p> <p>PWM、ADC、 CAN、SPI、I2C</p> <p>电机控制、 数字电源、 照明、可再生能源</p> <p>1.50 至 20.00 美元</p> 	<p>Stellaris® ARM® Cortex™-M3</p> <p>高达 100 MHz</p> <p>闪存 8 KB 至 256 KB</p> <p>USB、ENET MAC+PHY CAN、 ADC、PWM、SPI</p> <p>连接能力、安全、运 动控制、HMI、 工业自动化</p> <p>1.00 至 8.00 美元</p> 	<p>Sitara™ ARM® Cortex™-A8 & ARM9</p> <p>300MHz 至 >1GHz</p> <p>高速缓存、 RAM、ROM</p> <p>USB、CAN、 PCIe、EMAC</p> <p>工业计算、 POS 与便携式数据 终端</p> <p>5.00 至 20.00 美元</p> 	<p>C6000™ DaVinci™ 视频处理器 OMAP™</p> <p>300MHz 至 >1Ghz +加速器</p> <p>高速缓存、 RAM、ROM</p> <p>USB、ENET、 PCIe、SATA、SPI</p> <p>浮点/定点 视频、音频、语音、 安全、会议电话</p> <p>5.00至200.00美元</p> 	<p>C6000™</p> <p>24.000 MMACS</p> <p>高速缓存、 RAM、ROM</p> <p>SRIO、EMAC DMA、PCIe</p> <p>电信测试与测量、 媒体网关、 基站</p> <p>40 至 200.00 美元</p> 	<p>C5000™</p> <p>高达 300 MHz +加速器</p> <p>高达 320KB RAM 高达 128KB ROM</p> <p>USB、ADC McBSP、SPI、I2C</p> <p>音频、语音、医 疗、生物计量</p> <p>3.00 至 10.00 美元</p> 
<p>    软件与开发工具    </p>						

谢谢!

MSP430
Ultra-Low Power MCUs



超低功耗



高的模拟与数字集成度



简单易用和低成本的工具链



转向 TI 微控制器

对采用 TI 微控制器进行设计感兴趣吗？已经使用 TI MCU 但还希望了解更多详情吗？
这是轻而易举的事！

借助一个包括 500 多款 MCU 的产品库、稳健的软件选项、以及全天候的支持等等，转向 TI MCU 对您来说就是举手之劳！

欲知更多详情，敬请访问：

www.ti.com/make-the-switch



Make the Switch to TI MCUs

TEXAS INSTRUMENTS

Because you can do more.

Top 10 reasons to Make the Switch to TI MCUs

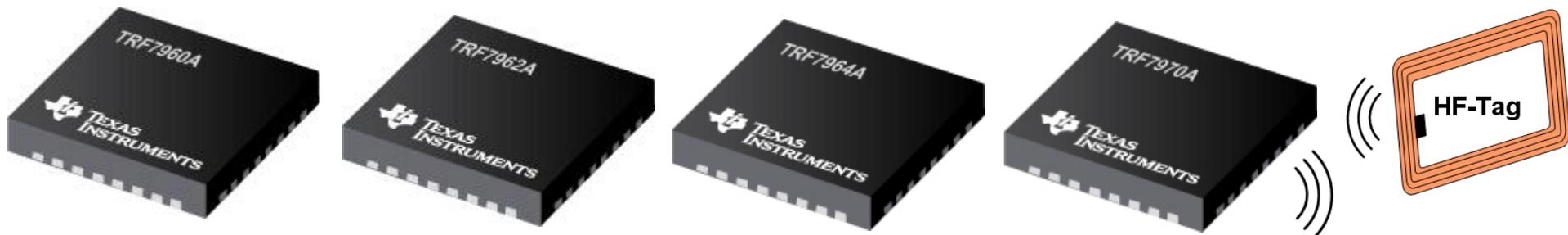
- 10 Future-proof your design with TI's scalable MCU roadmap
- 9 Innovate with the world's lowest power MCUs, most advanced memory and connectivity options
- 8 Tailor your design with intelligent peripherals for ultra low power, advanced motor control and connectivity
- 7 Drive quick development with royalty-free software libraries
- 6 Save cost with integrated op amps, 24-bit sigma-delta converters and ultra-low-power management systems
- 5 Get active community support 24/7 via TI's E2E™ and open source development communities
- 4 Access the broadest, most localized support in the industry
- 3 Get hands-on training with TI Tech Days, MCU Days, TI Advanced Technical Conference, online training and more
- 2 Quickly start development with 100s of kits and tools
- 1 Easily find the right MCU for your app from TI's portfolio of 500+ devices

www.ti.com/make-the-switch

T1 连接解决方案

TI RFID/NFC 产品概览

产品	协议	功能
TRF7960A	ISO14443A/B, ISO 15693, ISO 18000-3 *	RFID/NFC 阅读器
TRF7962A	ISO 15693, ISO 18000-3	RFID 阅读器
TRF7963A	ISO 14443A/B	RFID 阅读器
TRF7964A	ISO14443A/B, ISO 15693, ISO 18000-3 **	RFID/NFC 阅读器
TRF7970A	ISO14443A/B, ISO 15693, ISO 18000-3, ISO 18092 **	RFID/NFC 阅读器, + NFC P2P, 标签仿真模式
Tag-it HF-I	ISO 15693	RFID/NFC 标签 (Type V)
RF430CL	ISO 14443 B (RTM 版本 2013 年第二季度)	“智能” 动态标签
RF430FRL	ISO 15693 (RTM 版本 2013 年第三季度)	“智能” 动态传感器标签

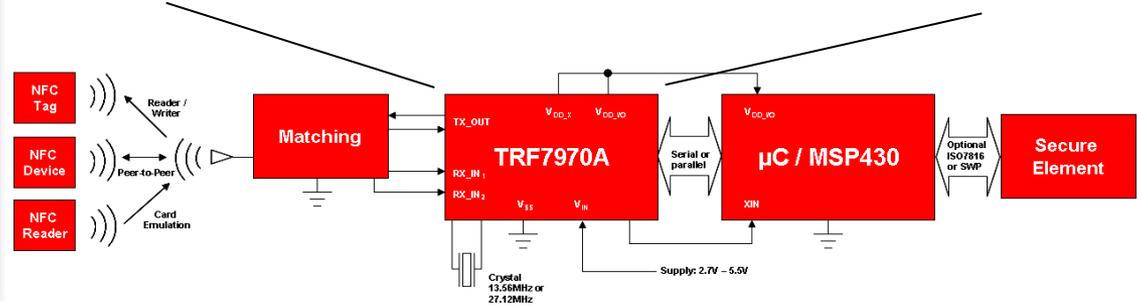
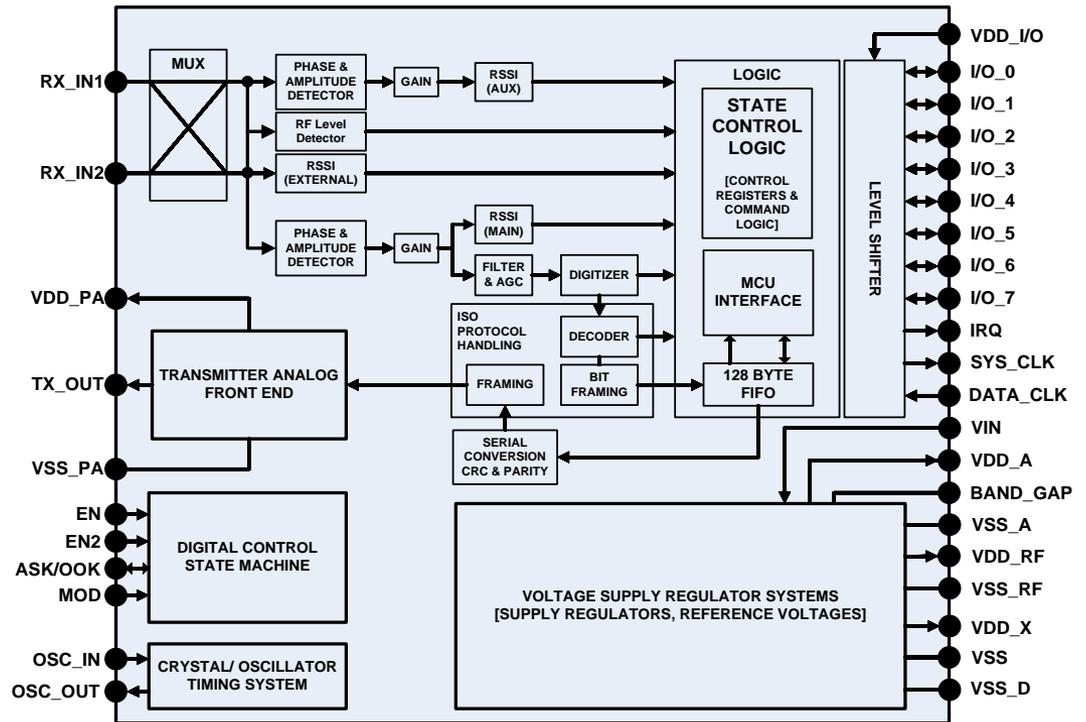


* 12 字节 FIFO, ** 128 字节 FIFO

TRF7970A 概要

Key features

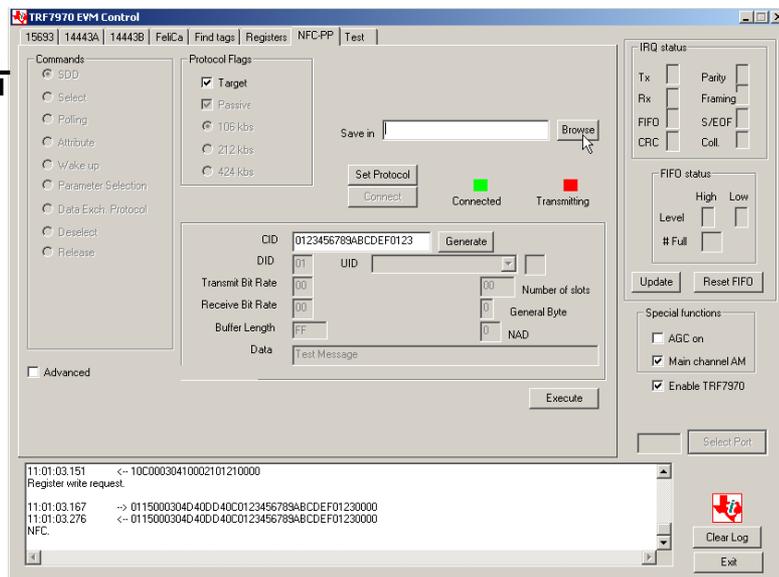
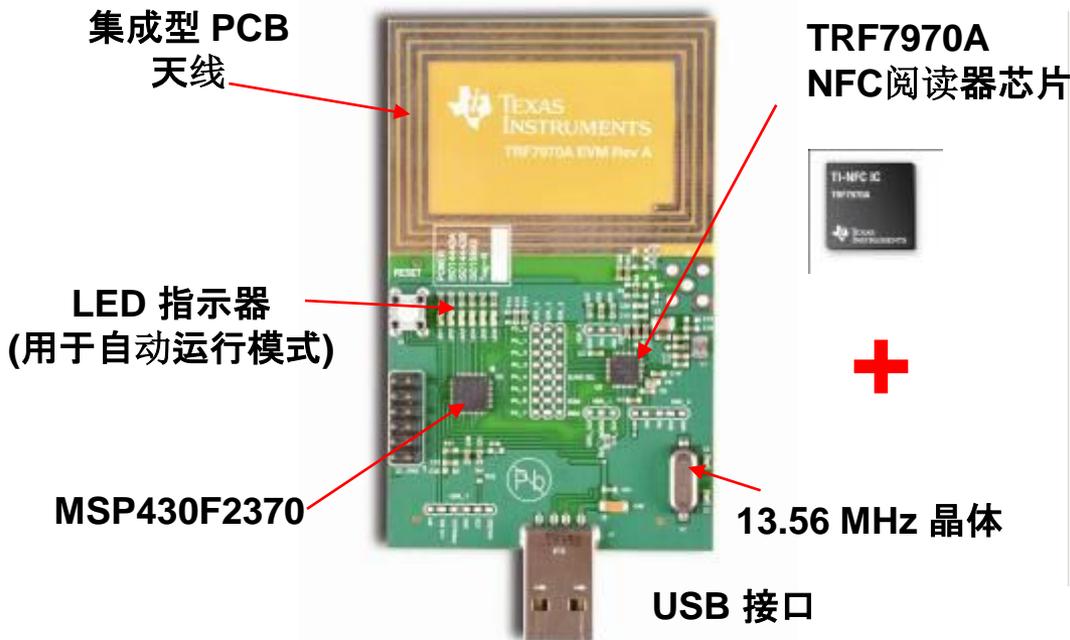
- NFCIP-1, NFCIP-2
- Peer-to-peer, card emulation, reader/writer functionality
- ISO14443A, ISO14443B, FeliCa, ISO15693
- Supply voltage range: 2.7 – 5.5V
- Operating temperature: -40°C to +110°C
- Parallel or SPI interface
- Integrated data framing, CRC and/or parity checking
- Integrated voltage regulators for MCU supply (20mA)
- Clock output for MCU
- Selectable receive gain with AGC
- Antenna driver using OOK or ASK modulation
- Programmable output power, 100mW and 200mW
- RF field detector with programmable wake-up levels
- Eight user selectable power modes
- Power down 1 μ A
- NFC software library available



TRF7970A – 工具

TRF7970AEVM – 评估套件

器件型号：
TRF7970AEVM
价格：99 美元



图形用户界面

- = 评估简易性
- = 可提供原理图、BOM、光绘文件
- = 可提供源代码
- = 更快的产品上市进程

对于点对点通信，
需要两个评估模块 (EVM)



RF430CL330H – 动态 NFC 转发器

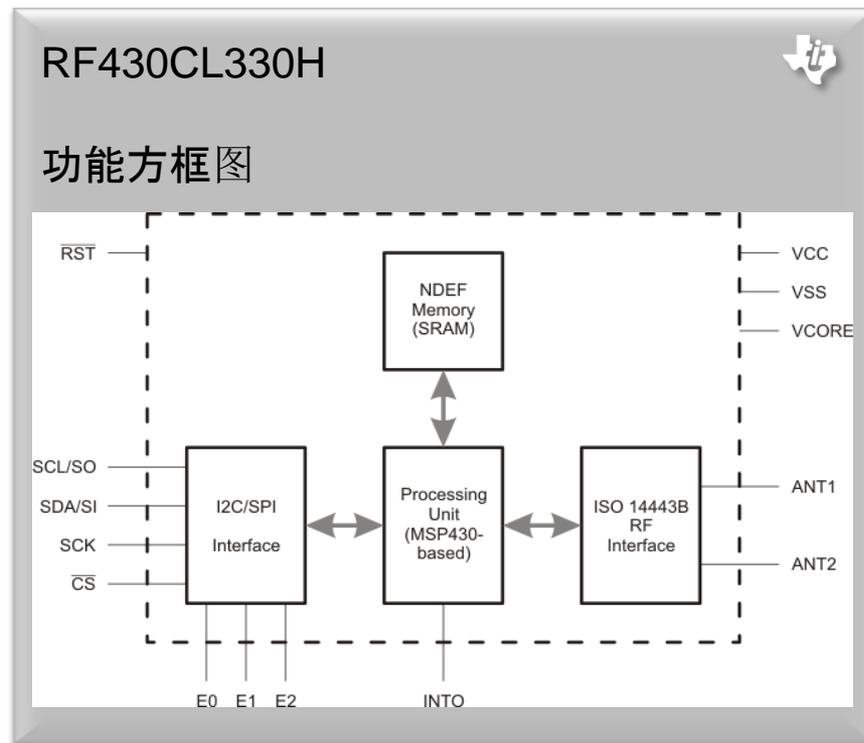
嵌入式双路接口器件

特性

- NFC 第 4 类标签
- 遵循 ISO14443B RF 协议
- I²C 和 SPI 接口
- 固定功能 ROM 代码器件
- 用于 NDEF 消息的 3k 字节 SRAM
- 中断寄存器和用于指示 NDEF 读写操作完成的输出

引脚

- NDEF 结构的自动检查
- 电源电压: 3.3 V
- RF 唤醒
- 14 引脚 TSSOP 封装 (5 x 6.4mm)



RF430CL330HTB
目标板

演示工具和工程样片可直接由 TI 提供

RF430FRL15xH - 传感器转发器

嵌入式双路接口器件

特性

- 兼具主动性和被动性功能
- 16 位 MSP430 MCU
- 微控制器由 RF 场或电池供电
- 外部传感器由 RF 场或电池供电
- 电源电压: 1.5V
- 天线整流电压: 3.3V
- 14 位 Σ - Δ ADC
- 片上温度传感器
- 遵循 ISO15693 RF 协议
- 2 k 字节 FRAM
- 64 位唯一序列号
- 8 个 GPIO
- I²C/SPI 接口
- 温度范围 0°C 至 50°C



Device	RAM(KB)	FRAM(KB)	USCI	SD 14
RF430FRL151H	1	2	Yes	Yes
RF430FRL152H	4	2	Yes	Yes
RF430FRL153H	4	2	No	Yes
RF430FRL154H	4	2	Yes	No

智能传感器标签 IC



16 位 RISC
正交 MCU

4 MHz

存储器

2 kB FRAM

8 kB ROM

4 kB SRAM

时钟

4 MHz 高频时钟

256 kHz 低频时钟

调试

JTAG

嵌入式仿真

电源

1.5 V 电池

13.56 MHz RF 场

连通性

ISO 15693 (AFE 26 kbps)
ISO 15693 编码/解码

1 × USCI B (I²C/SPI)

8 个通用 I/O

传感器接口

14 位 Σ -A/D 转换器

传感器

片上温度传感器

系统

16 位 Timer_A0
3 个 CC 寄存器

16 位 CRC

看门狗

从新应用来看 NFC

利用 NFC 器件可改变其操作模式(读写器、点对点通信、卡仿真)的功能，它能够取代传统 RFID / 非接触式系统的一端或另一端。

NFC 器件取代 RFID / 非接触式读写器

- 消费者首次拥有了一种非接触式阅读器
- 手持式数据终端



新型应用

- BT/WIFI 的配对
 - 扬声器、头戴式耳机
 - 打印机、路由器、信息娱乐
 - 白色家电
- 医用传感器
- 用于固件更新、配置的服务接口
 - 手机变成了显示/输入装置



NFC 器件取代 RFID / 非接触式卡

- 票券
 - 公共交通
 - 活动
- 访问控制
 - 办公室
 - 家庭
 - 宾馆
 - PC

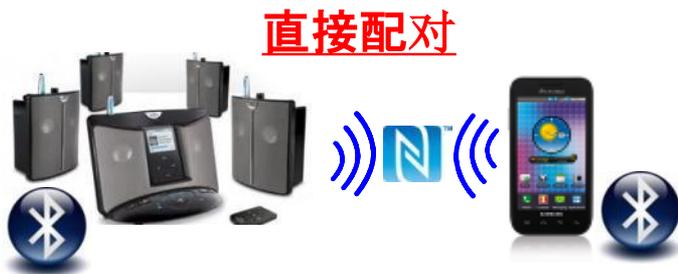


新型应用推动了对于专用器件的新产品要求，比如动态转发器和传感器转发器等

用例 – 点击和配对(连接)

简化了蓝牙和 WiFi 连接的建立过程

- 用户体验
 - 不用键入任何密钥/参数, 只需触碰两部设备就可正常运转了!
- NFC 在此过程中运用于哪个部分?
 - **直接**: 在两部设备之间传递配置参数、实施信号交换、以及建立 BT/WiFi 连接
 - **间接**: 支持 NFC 的移动电话/平板电脑可作为消费类设备(如打印机)和接入点之间的一种桥接器
- 接下来会发生什么?
 - BT 和/或 WiFi 将接管, 而应用程序则继续执行(传输音频/视频、数据等)



利用 NFC 来实现蓝牙选择、连接和应用程序启动

- NFC 论坛和蓝牙特别兴趣小组 (SIG) 最近合作编制了题为“采用 NFC 的蓝牙安全简单配对”(Bluetooth Secure Simple Pairing using NFC) 的应用文件。
 - **NFCForum-AD-BTSSP_1.0,**
 - http://www.nfc-forum.org/resources/AppDocs/NFCForum_AD_BTSSP_1_0.pdf
- NFC 技术的运用能够改善使用蓝牙技术之应用的用户体验。此类改善可以是下面的任何领域：
 - **选择蓝牙设备**
 - 通过提供与某种特定蓝牙设备有关的蓝牙地址及其他任选参数, NFC 能够免除查询过程, 从而简化发现过程。这使得用户不必搜索附近的蓝牙设备并从一个可能需要大约 30 秒钟加载的(有可能很长的)列表中进行选择。结果是可获得一种更加无缝的无线用户体验。
 - **安全地连接至蓝牙设备**
 - 通过经由一个 NFC 链路交换认证信息, NFC 能够简化两部蓝牙设备之间的认证配对过程。安全简单配对 (SSP) 提供了一种更牢靠的安全级别, 却使用户能够更加容易地完成配对。SSP 明确地引入带外 (OOB) 配对的概念。该信息(3.3 节中所述的 Hash C 和 Randomizer R)可通过一个 NFC 链路进行交换, 以用作 OOB 配对过程的一部分。
 - **在蓝牙设备上启动一种应用程序**
 - NFC 可用于启动某种应用以提供优良的用户体验。例如: 用户使其 NFC 论坛设备与另一部 NFC 论坛设备相触碰以交换联络信息。在发生 NFC“触碰”动作的情况下启动某种应用与实现方案相关。在某些场合中, 这种“触碰”甚至有可能允许用户选择要执行的应用程序。

NFC 用作服务接口

采用 NFC 智能手机基础设施作为服务接口

- 免除了为服务技师提供特殊手持式设备的需要
- NFC 智能手机可被用作通用型显示和输入装置, 这削减了终端设备的硬件 BOM
- 相比于有线和 IR 接口, 无线通信接口可实现更大的设计灵活性
- 配置数据及错误代码的读出
- 固件 (F/W) 更新



用例 – 服务接口

点击并执行固件更新、传输诊断

- 用户体验
 - 选择文件，只需触碰两部设备即可简便快捷地完成固件更新！
 - 将自我诊断数据从消费者的设备(冰箱)传送至技术人员的手機
 - 无需显示器即可正常工作....
- 在此过程中 NFC 用于哪些部分？
 - 用于在设备之间传输数据 (例如: 固件更新, 诊断)
 - 通常用于利用 NFC 桥接器标签执行点对点模式操作或读写器至卡操作
- 存在哪些限制？
 - 对于点对点通信, 最大数据速率为 424 kbps。对于读写器至标签通信, 最大数据速率为 848 kbps。



NFC 读写器



NFC 标签

OR

NFC 点对点



NFC 点对点

从新应用来看 NFC

医疗

- 支持 NFC 的手机允许消费者从具备 NFC 功能的医疗传感器读出信息(现场的被动测量或电池供电的数据记录), 并将数据传送至远端的保健中心, 由医师进行分析并提出指导意见。

- 血压
- 体温
- 血糖
- 脉搏
- 心电图 (EKG)
- 肌电图 (EMG)

