



MICROCHIP

全球最低休眠功耗
采用**nanoWatt XLP**技术的**PIC®**单片机

美国微芯科技公司

<http://www.microchip.com>

先进单片机架构部

市场开发经理

余军苗



- 低功耗应用的关键需求
- **nanoWatt XLP**技术简介
- 待机模式
- 运行模式
- 现场演示/视频演示
- 新产品和工具
- 总结

低功耗应用趋势

- 客户不断提出对低功耗产品的需求
 - 不断发展的电池应用
 - 绿色倡导——不断推出降低能耗的法规
 - 处于起步阶段的环境能量收集（Energy Harvesting）



典型应用需求

- 电池使用寿命长
 - 在某些情形下，需要能使用20年
- 必须稳定可靠
 - 产品需求规格往往要求这样
 - 例如：
 - 必须检测电池是否快耗尽，发出警告信号通知住户，并进行安全断电
 - 必须确保持续稳定运行
- 必须定期执行特定任务
 - 例如：
 - 烟雾探测器每隔几秒就要对空气质量采样



休眠

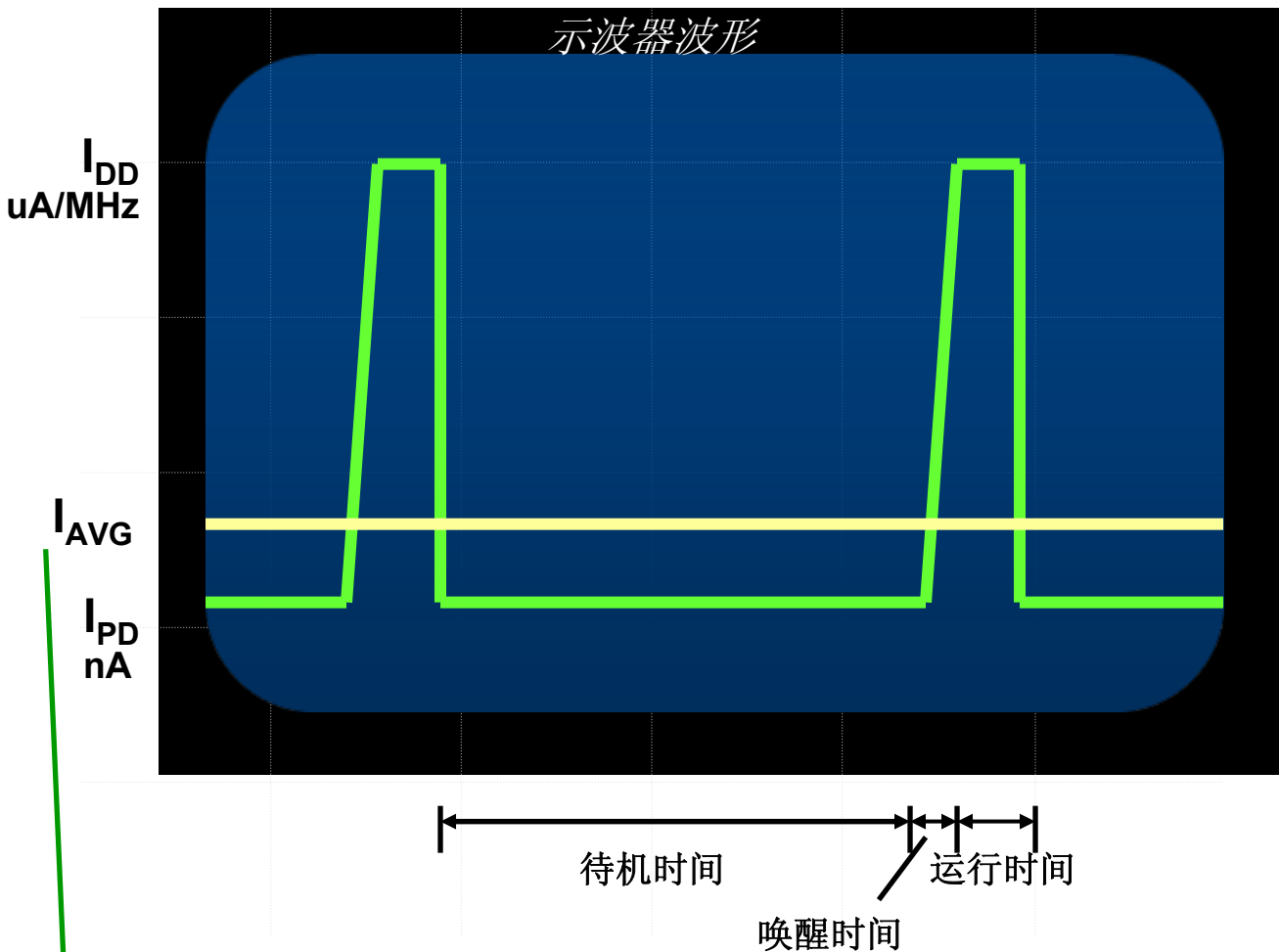
欠压
复位

WDT

实时
时钟

影响功耗的因素

示波器波形



- 待机模式
 - 休眠电流
 - 休眠时间
 - 实时时钟
 - 看门狗定时器
 - 欠压复位
 - 引脚的泄漏电流
- 切换模式
 - 唤醒时间
- 运行模式
 - 动态电流
 - 执行时间
 - 功耗管理模式
 - 时钟切换
 - 空闲模式

$$\text{平均功耗} \propto V_{DD} \times (I_{\text{active}} \times t_{\text{active}} + I_{\text{powerdown}} \times t_{\text{powerdown}})$$

针对应用需求推出的 nanoWatt XLP技术特性

- 典型应用需求:

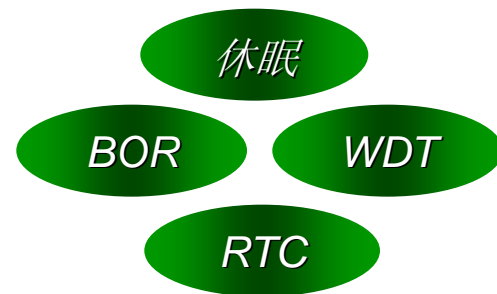
- 电池使用寿命长
- 稳定可靠
- 必须定期执行特性任务

- 什么是nanoWatt XLP技术?

- 是低功耗/低电流单片机（MCU）的业界新的里程碑
 - 全球最低休眠电流，比大多数MCU低5-7倍
- 超低功耗的实现途径：
 - 新型低功耗模式
 - 针对低功耗重新设计功能模块
 - 低栅极泄漏电流设计和新/改进工艺技术



例如：烟雾检测器





全新 PIC[®] XLP 单片机

- 全球休眠功耗最低的MCU，休眠电流低至20 nA
- 53款器件
 - 涵盖两个8位系列和一个16位系列
- 适用于电池供电或电力有限的应用
 - 可轻松与能量收集（Energy Harvesting）电源配合使用
- 一致的低功耗特性、外设和工具，便于移植
- 低功耗MCU上集成业界领先USB和mTouch[™]电容触摸传感技术



PIC[®] XLP单片机系列

全面的产品系列

53款
产品

nanoWatt XLP

统一的MPLAB[®]集成开发环境

已上市

PIC16LF72X

PIC16LF193X
(LCD)

PIC18LF1XK22
PIC18LF1XK50
USB

PIC18F46K20

PIC18F46J11
PIC18F46J50
USB

PIC24F04KA
mTouch



PIC24F16KA
mTouch

功能

性能

nanoWatt XLP = eXtreme Low Power

PIC[®] XLP MCU系列

PIC MCU	闪存存储器 (KB)	引脚数	休眠电流 (nA)	深度休眠电流 (nA)	WDT* (nA)	RTC* (nA)	1 MHz运行电流 (μA)
PIC16LF72X	3.5-14	28/44	20	-	500	500	110
PIC16LF193X (LCD)	7-28	28/44	90	-	500	600	150
PIC18F1XK50	8-16	20	24	-	450	790	170
PIC18F14K22 	8-16	20	34	-	460	650	150
PIC18FXXK20	8-64	28/44	100	-	600	600	300
PIC18(L)F46J11	16-64	28/44	54	13	813	813	272
PIC18(L)F46J50 	16-64	28/44	54	13	813	813	272
PIC24F04KA201 (电容触摸)	4	14/20	25	20	370	470	195
PIC24F16KA102 (电容触摸)	8-16	20/28	25	20	420	520	195

所有数字都来自数据手册，是V_{DD}最小时的典型值。

*WDT和/或RTC数值中包括基本休眠电流。

I/O引脚的典型泄漏电流为±50 nA



MICROCHIP

待机模式



待机模式的选择

- 带XLP特性的PIC®单片机有两种待机模式可供选择
 - 休眠
 - 深度休眠

电流消耗



两种应用情形:

1

大部分时间处于休眠状态
每隔1秒唤醒一次来处理数据，
然后回到休眠状态

可采用休眠模式

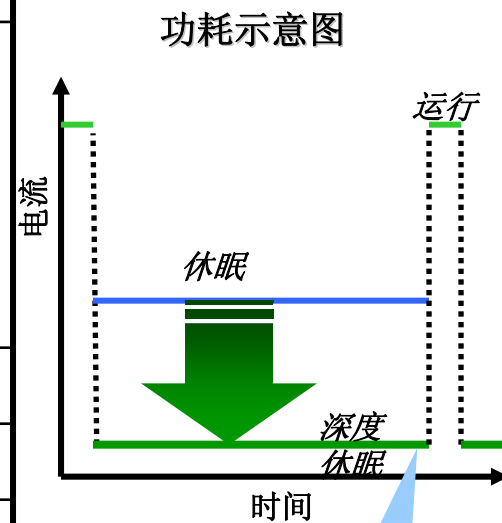
2

大部分时间处于休眠状态
每隔一小时或一天，
甚至更长时间唤醒一次来处理数据

可采用带RTCC的
深度休眠模式

休眠和深度休眠的比较

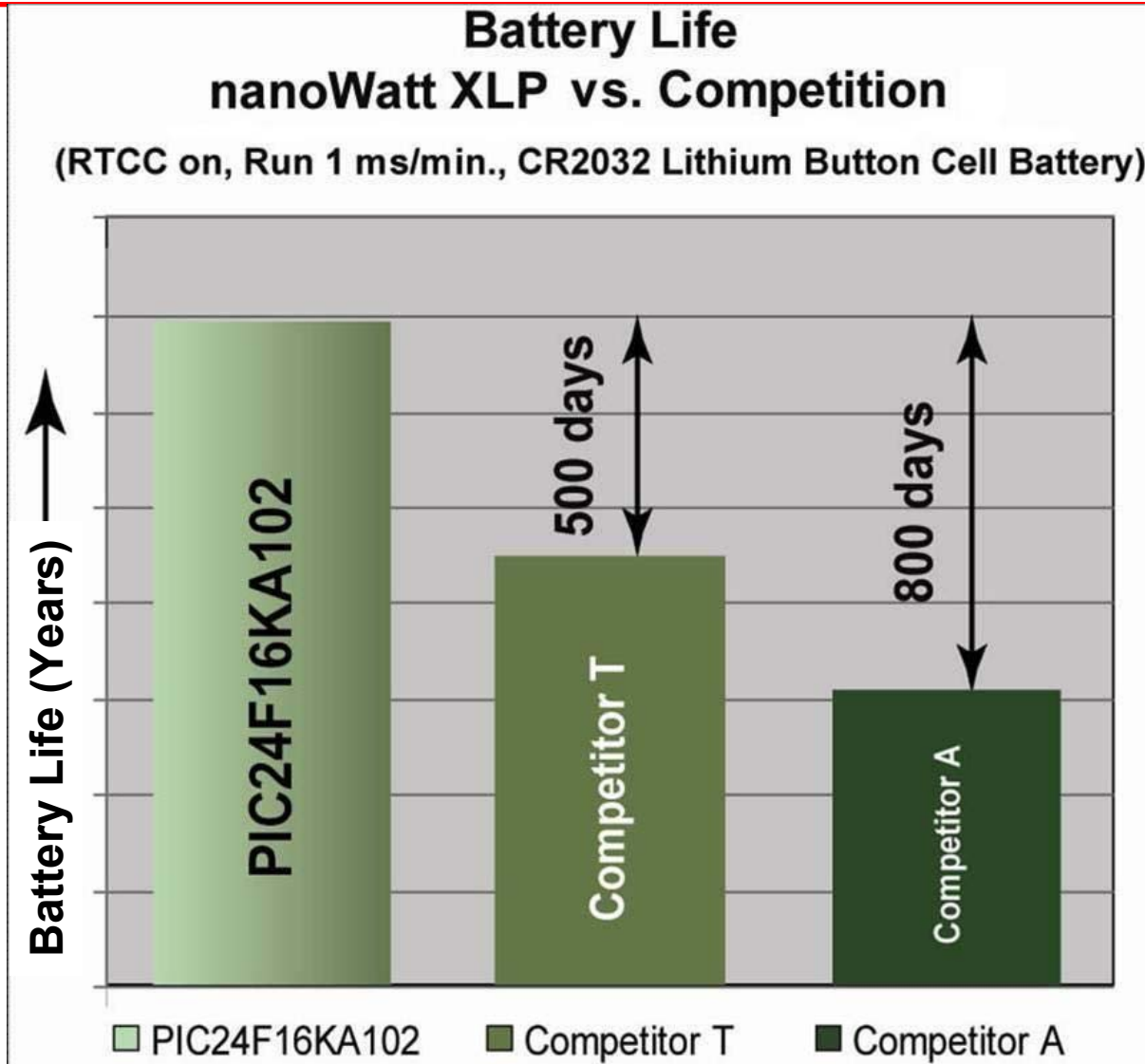
低功耗模式	休眠（保持RAM内容）	深度休眠
定义	内核掉电，某些外设可持续工作，保持片上RAM内容	内核、外设和片上RAM均掉电
唤醒源	RTCC 看门狗定时器 欠压复位 中断引脚 超低功耗唤醒 上电复位 复位引脚 外设	RTCC 看门狗定时器 欠压复位 中断引脚 超低功耗唤醒 上电复位 复位引脚
唤醒时间	较短（~1-5 μ s典型值）	较长（唤醒类似于POR）
引脚状态	保持	保持
RAM状态	保持	保持2个字
高温变化	I_{PD} 因泄漏电流而变大	I_{PD} 变化不大
PIC16LF72X- I_{PD}	20 nA	n/a
PIC18LF46J11/50- I_{PD}	54 nA	n/a
PIC18F46J11/50- I_{PD}	3.1 μA	13 nA
PIC24F16KA102 - I_{PD}	25 nA	20 nA



需要采样的时刻...



对电池使用寿命的影响





MICROCHIP

运行模式





运行模式下的能耗

- 影响能耗的因素

- 运行/动态电流 I_{DD}
 - 受工艺技术和架构及其他一些因素影响
- 执行时间
- 电压

$$\text{能耗} = \text{执行时间} \times \text{运行电流} \times \text{电压}$$

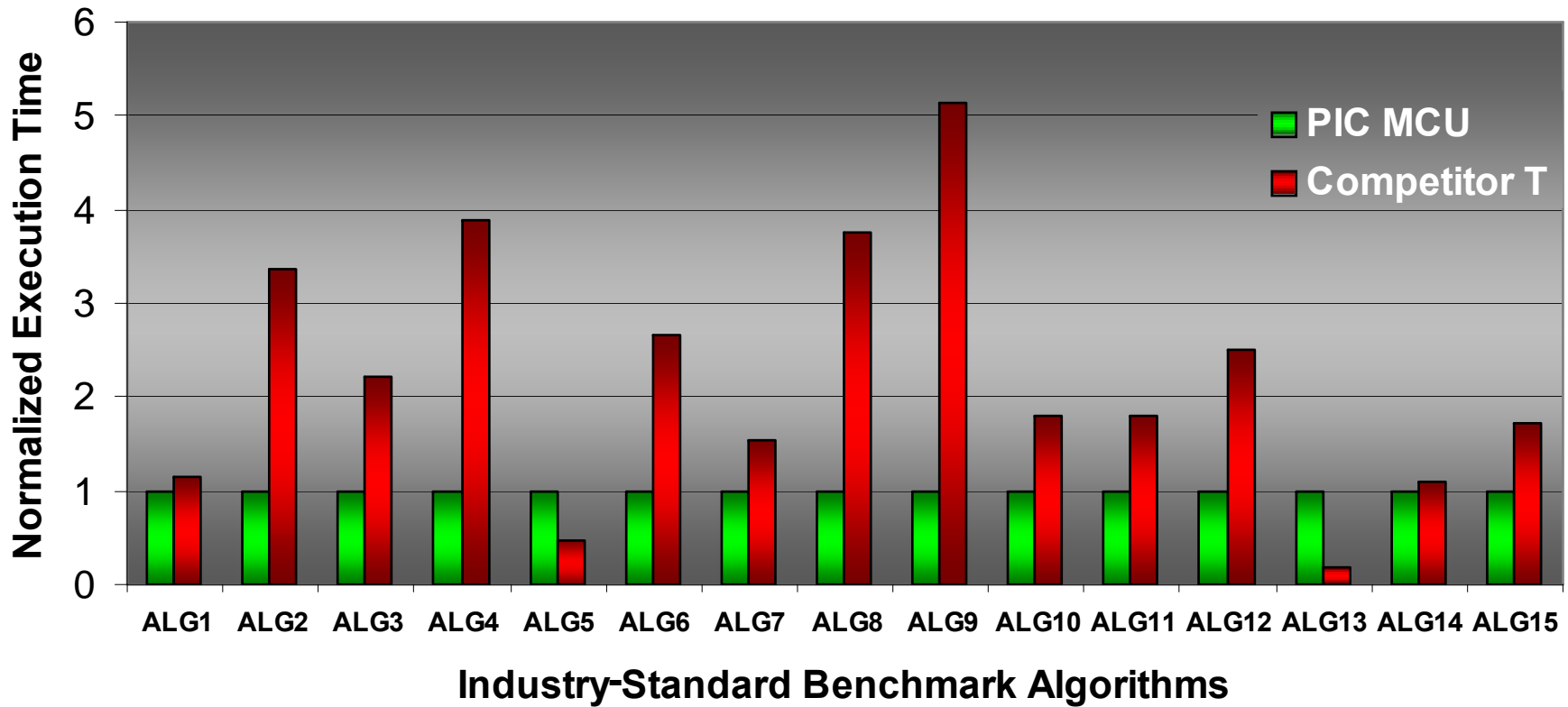
- 执行得越快，处于运行状态的时间就越短

- 可降低运行模式下的功耗
- 影响执行时间的因素
 - 单周期指令
 - 指令集架构
 - 时钟频率



用业界标准算法的执行时间来评测性能

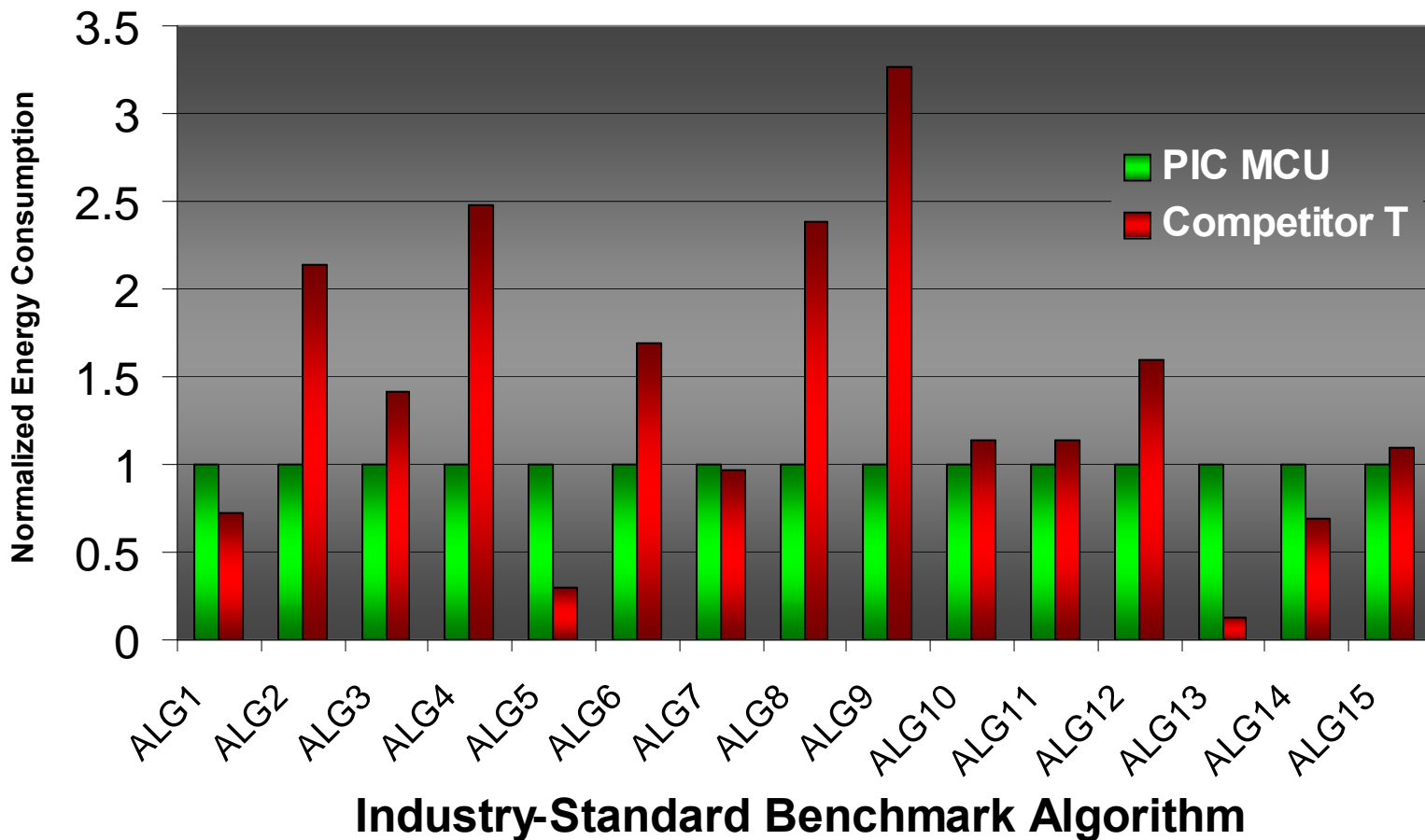
跟竞争对手最接近的低功耗MCU相比，
PIC® MCU在执行这些算法时，有一半的算法都至少快**50%!!**



注:

1. 竞争对手的16位MCU系列: 16 MIPS ——速度与大小的权衡 = 5
2. PIC24F系列: 16 MIPS, 采用针对PIC24F的MPLAB® C编译器, 优化等级为O3

PIC[®] MCU的执行速度越快，能耗就越低！



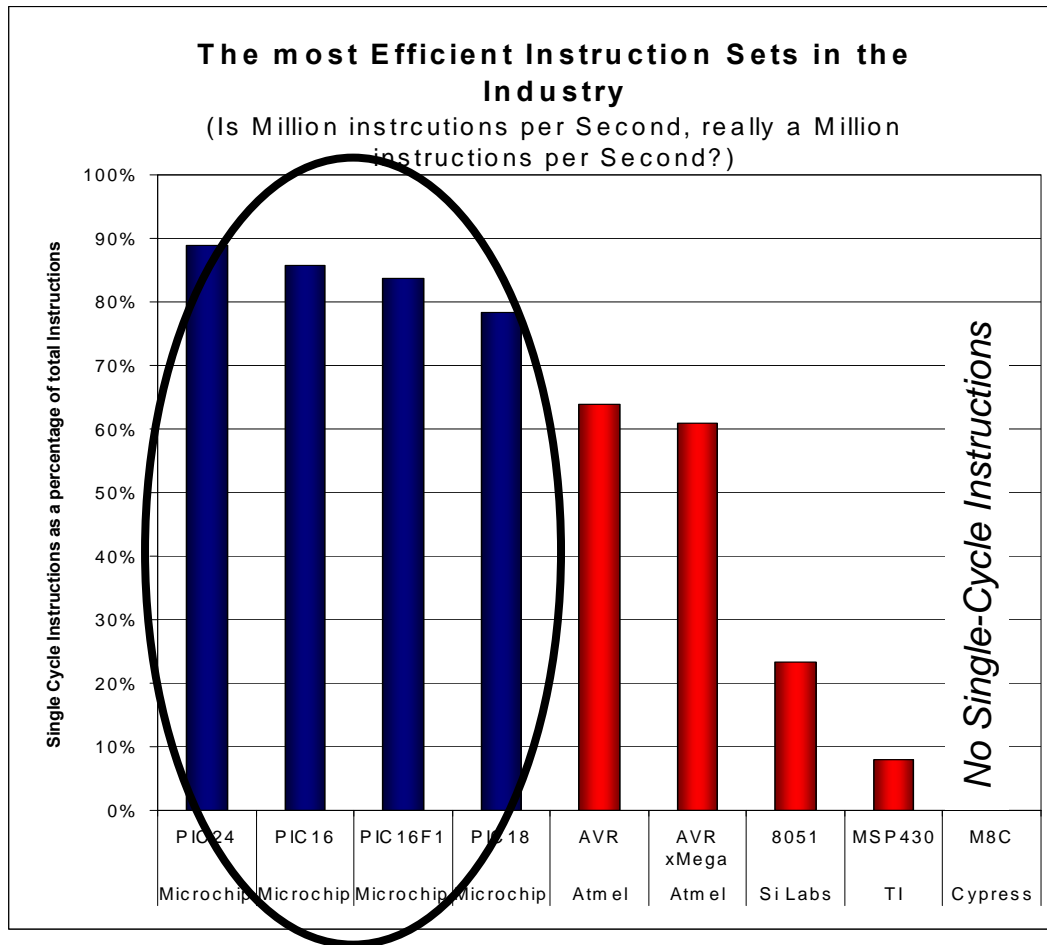
注：

竞争对手的16位系列：16 MIPS，V_{dd}=3.3V，I_{dd}为典型值

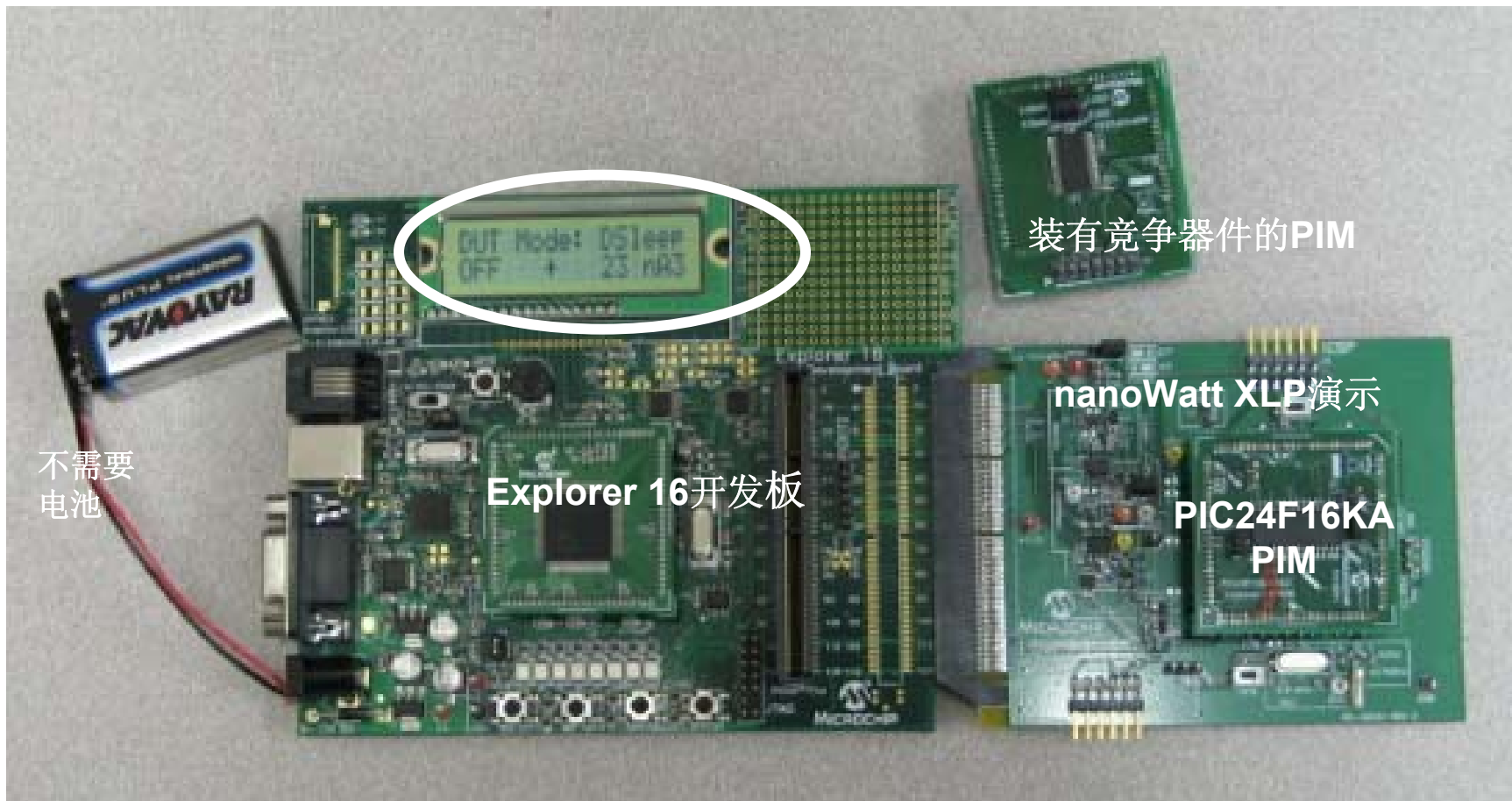
PIC24F16KA102系列：16 MIPS，采用针对PIC24F的MPLAB C编译器，优化等级为O3，V_{dd}=3.3V，I_{dd}为典型值

指令集效率

- PIC[®] MCU的哈佛架构使得执行代码的速度比竞争对手的更快
- PIC MCU通过缩短执行时间，使运行模式下的功耗更低



希望看实际演示!



或观看我公司[网站](#)上的视频演示



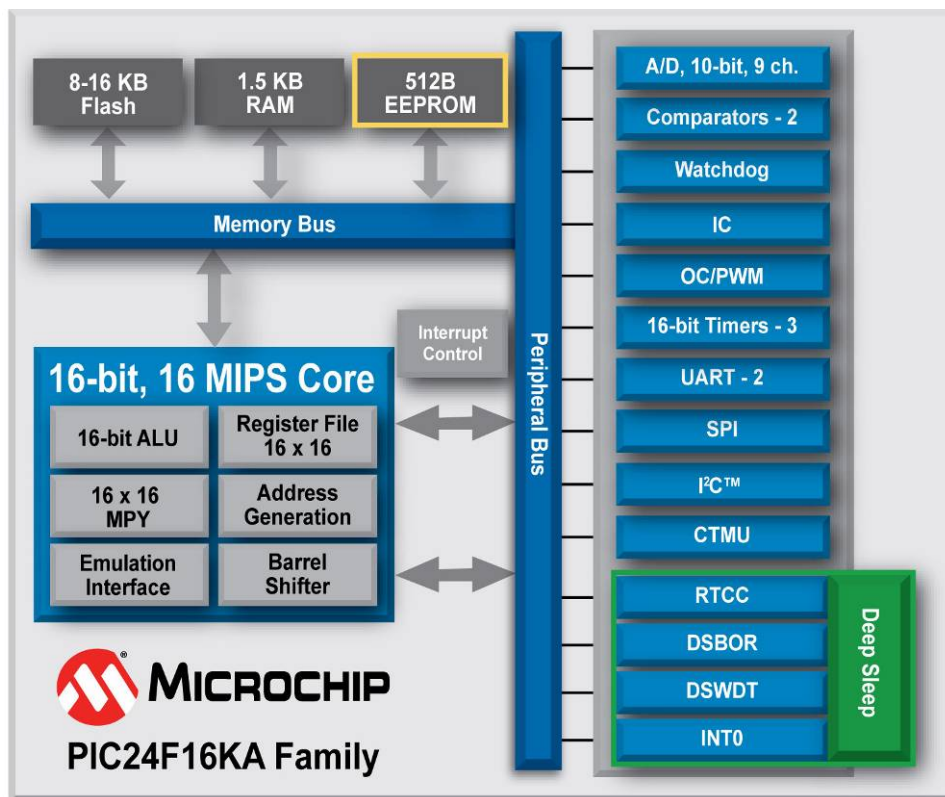
MICROCHIP

产品和工具



Featured Products

- 适合电池应用
 - 深度休眠 (DeepSleep)
 - 20 nA
 - 实时时钟/日历
 - 500 nA
 - 专用DeepSleep看门狗定时器
 - 400 nA
 - 全新DeepSleep欠压复位
 - 50 nA
 - 灵活的深度休眠唤醒
 - 保持I/O引脚状态, 多个唤醒源 (如INT0、RTCC、DSWDT、POR/BOR和MCLR)
- 片上数据EEPROM
- mTouch™ 电容触摸传感



20/28引脚封装

nanoWatt XLP 16位开发板

- 支持的器件
 - PIC24F16KA系列
- 可扩展的完整演示平台
 - 支持字母数字显示器、按钮、LED和USB
 - 用于ZigBee®、以太网和语音回放等的PICtail™ Plus扩展连接器
- 免费的C编译器



Explorer 16板

(DM240001)

现已供货

PIC24F16KA102 PIM

(MA240017)

现已供货



XLP PIC24F04KA系列

亮点:

14引脚SSOP封装
20引脚SOIC/SSOP和
QFN 5 x 5 mm封装
深度休眠, 20 nA
休眠, 25 nA
深度休眠WDT, 370
nA
BOR, 45 nA

4 KB
闪存

0.5 KB
RAM

存储器总线

16 MIPS 16位内核

16位ALU

寄存器文件
16 x 16

17 x 17 MPY

地址
发生

仿真
接口

桶形
移位器

中断
控制

外设总线

10位A/D, 7通道

2个比较器

看门狗

IC / OC / PWM

3个16位定时器

UART

SPI

I²C™

CTMU

INT 0

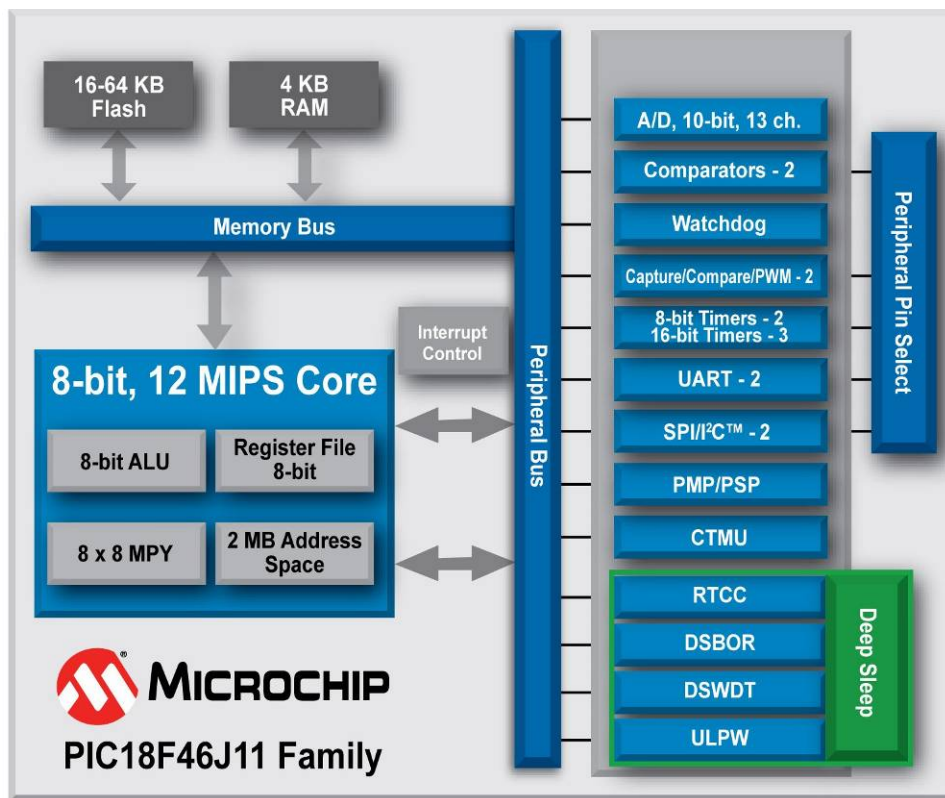
DS WDT

DS BOR

深度休眠
相关模块

现已
上市

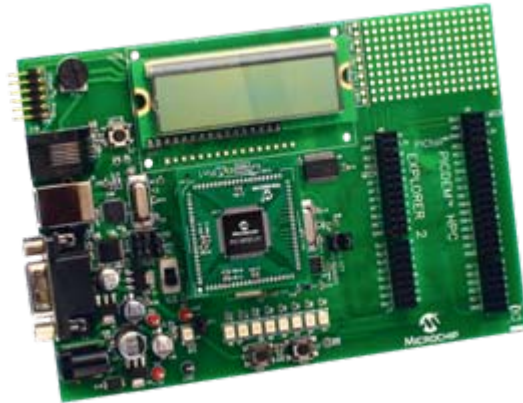
- 功能丰富，功耗超低
 - 深度休眠模式（DeepSleep）
 - 低至**20 nA**
 - DSBOR、DSWDT和RTCC
 - 灵活的唤醒源
 - **28/44**引脚封装中具备一般**80**引脚器件才提供的外设集
 - 数字可控的引脚重映射
 - mTouch™ 电容触摸传感
 - 多达4个串行通信
 - 多达5个定时器和8个PWM
 - 64 KB闪存和4 KB RAM
- 内部振荡器：
 - **0 – 60C**温度范围内，精度为**0.25%**
 - **-40 – 85C**温度范围内，精度为**1%**



28/44引脚封装

PIC18开发工具

- 支持的器件
 - PIC18F46J11系列
- 可扩展的完整演示平台
 - 支持字母数字显示器、按钮、LED和USB
 - 用于ZigBee[®]、以太网和语音回放等的PICtail[™]扩展连接器PICtail[™]
- 免费的C编译器

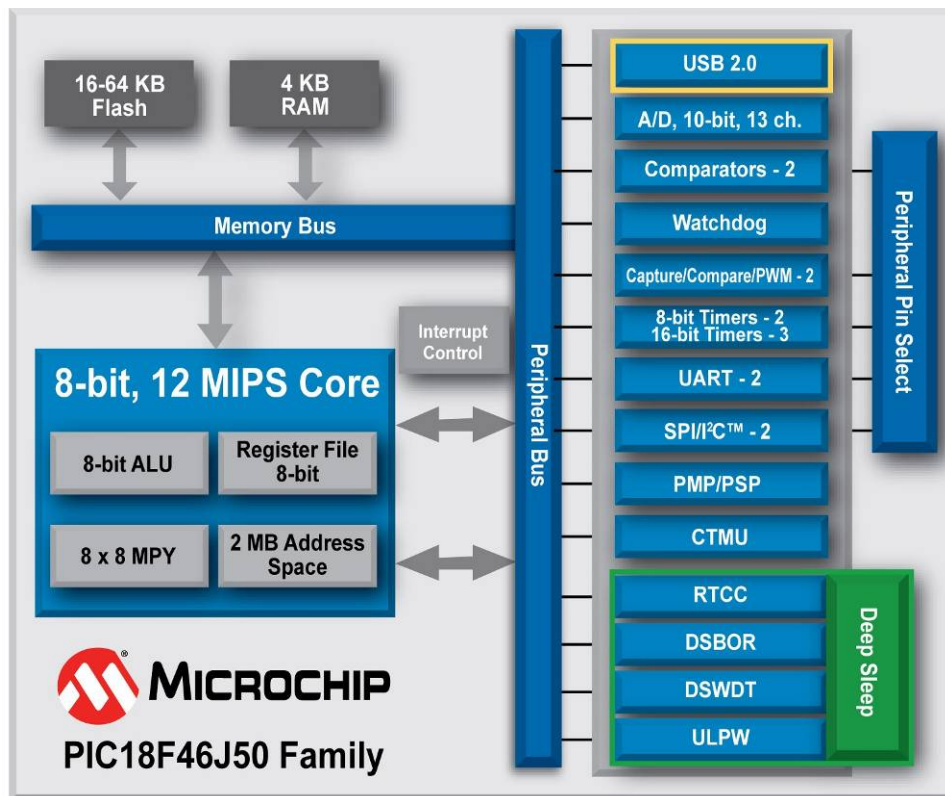


PIC18 Explorer板
PIC18F46J11 PIM

(DM183032)
(MA180023)

现已供货
现已供货

- 低功耗 + USB
 - 深度休眠模式
 - 低至**20 nA**
 - DSBOR、DSWDT和RTCC
 - 灵活的唤醒源
 - 全速USB
 - 集成USB
 - 内部振荡器:
 - 0 - 60C温度范围内, 精度为**0.25%**
 - 40 - 85C温度范围内, 精度为**1%**
- 通过引脚重映射功能, **28/44**引脚封装中具备一般**80**引脚器件才提供的功能集
- mTouch™ 电容触摸传感



28/44 引脚封装



USB PIC18开发板

- 支持的器件
 - PIC18F46J50系列
- 低成本**USB**演示板
 - 已烧写了USB HID和MSD固件
 - 用于供电和通信的Mini-B USB连接器
- 可插入**PIC18 Explorer**板进行扩展
- 包括：
 - USB电缆
 - 6引脚ICSP™至RJ-11编程适配器
 - 一张CD，内含USB固件项目、PC应用程序的源代码和USB驱动程序
- 免费的**C**编译器和**USB**协议栈



PIC18F46J50 FS USB演示板 (MA180024) 现已供货



PIC18F1XK22低功耗通用系列

特性

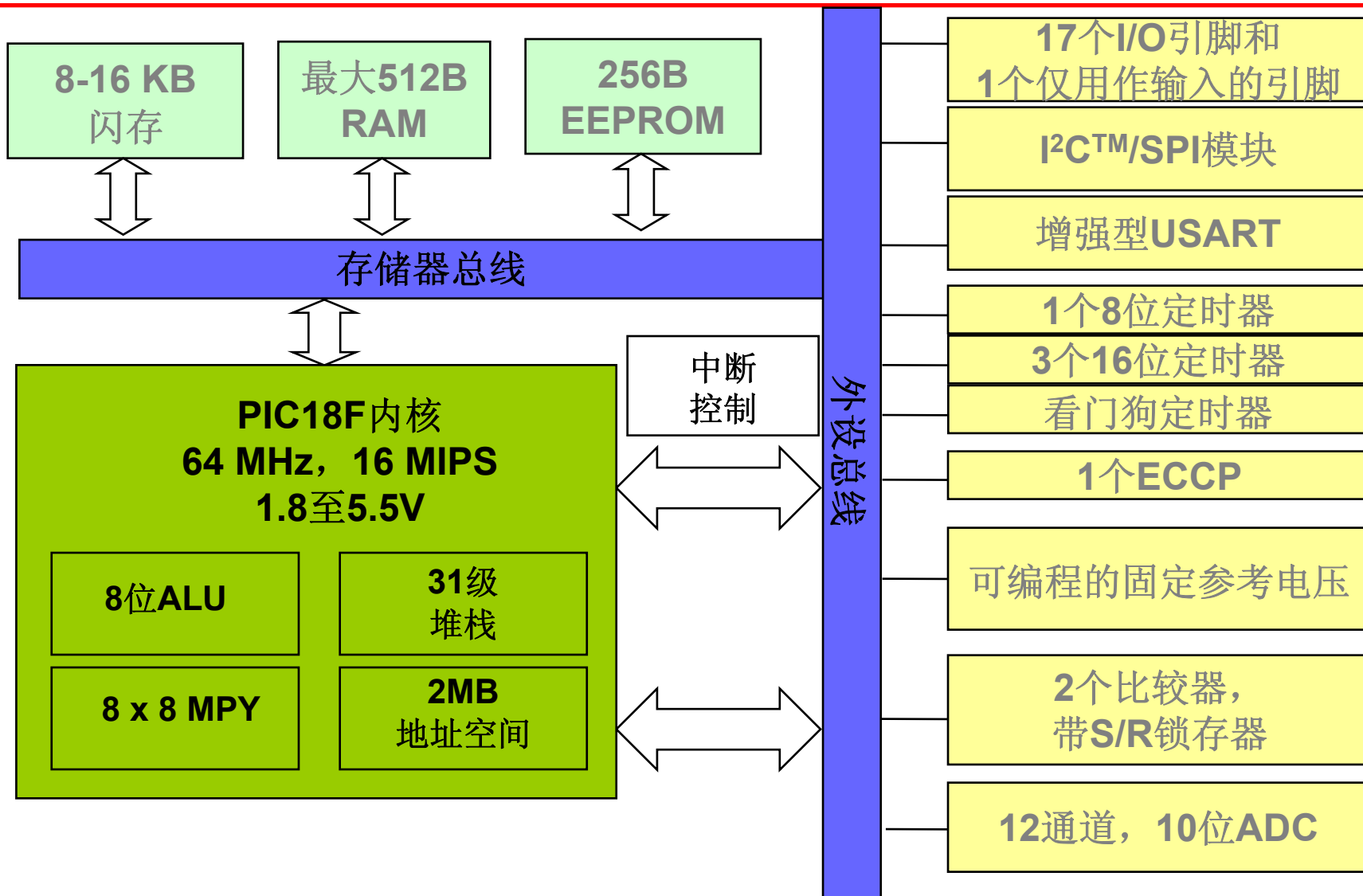
- 8位MCU
- 64 MHz的工作性能
- 1.8-5.5V工作电压
- LF型号的工作电压: 1.8V – 3.6V=XLP
- 存储器
 - 自编程闪存
 - 最大16 KB的程序存储器
 - 256B的EEPROM
 - 最大512B的RAM
- 封装选项
 - 20引脚SSOP、PDIP SOIC和QFN 4x4封装
- 采用nanoWatt XLP技术的超低功耗管理
 - 休眠模式: < 50 nA (典型值)
 - 看门狗定时器: < 600 nA (典型值)
 - Timer1振荡器: < 800 nA @ 32

外设

- 模拟
 - 12通道/10位ADC
 - 2个轨到轨比较器
 - SR锁存器模块
- 数字
 - 4个定时器
 - 1个MI²C/SPI模块
 - 1个EUSART模块
 - 1个ECCP模块

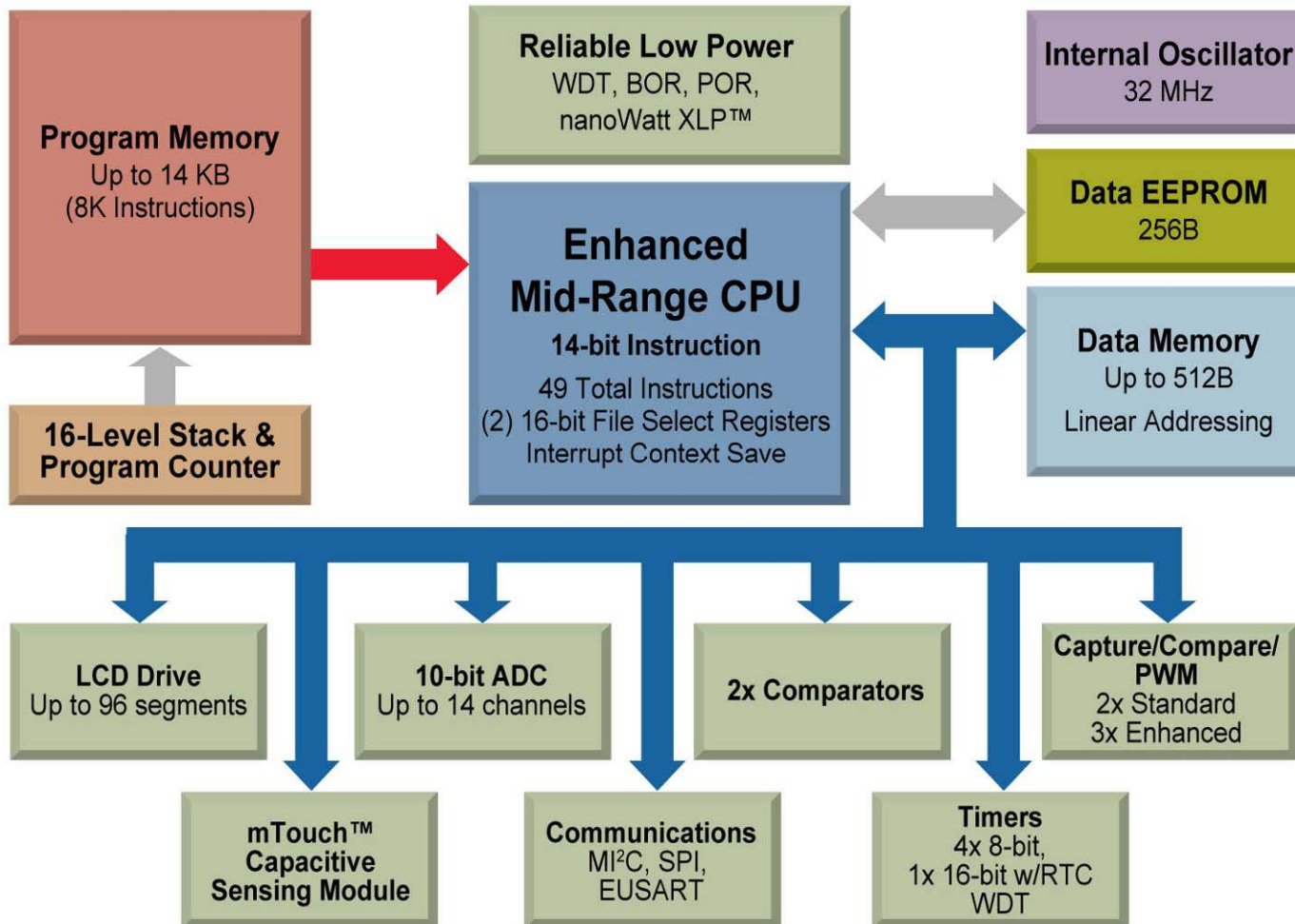


PIC18F1XK22系列





具有Microchip增强型中档8位内核的 PIC16F1934/6/7 MCU





XLP PIC16F1934/6/7 LCD和通用系列

特性

- 第一款具有增强型中档内核的产品
 - 中断响应延时缩短
 - 16级硬件堆栈
- 最大14 KB的自读写闪存存储器
- 最大512B的数据RAM和256B数据EEPROM
- 32 MHz内部振荡器 → 8 MIPS性能
- “F”型号的产品的的工作电压：1.8V-5.5V
- “LF”型号的产品（1.8V-3.6V）具有nanoWatt XLP
 - 休眠电流：90 nA
 - 看门狗定时器（WDT）电流：500 nA
 - 低功耗Timer1振荡器电流：600 nA



XLP PIC16F1934/6/7 LCD和通用系列（续）

PIC16F/LF1936

- 28引脚SPDIP、SOIC、SSOP和6 mm x 6 mm QFN封装
 - 年底将推出采用4 mm x 4 mm UQFN封装的器件

PIC16F/LF1934和PIC16F/LF1937

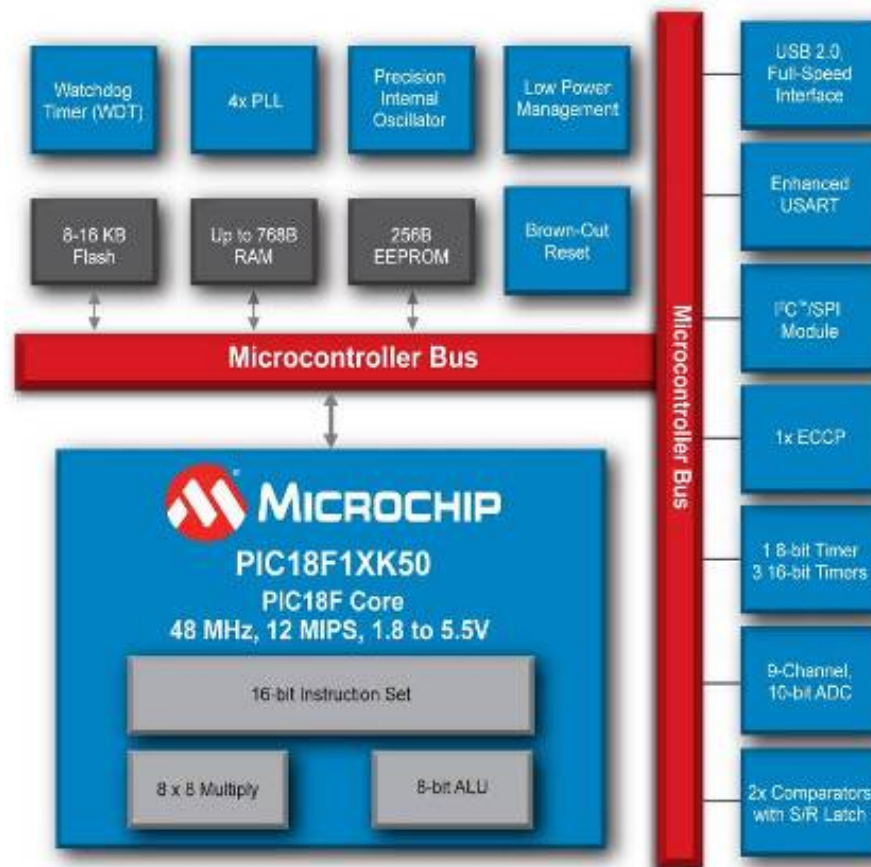
- 40引脚PDIP、TQFP和8 mm x 8 mm QFN封装
 - 9月将推出采用6 mm x 6 mm UQFN封装的器件
- 现均已上市！ <http://www.microchipdirect.com>

PIC18F13K50/PIC18F14K50

- USB 2.0连接 + 高度集成
 - ECCP、I²C™/SPI和10位模数转换器（ADC）
- 尺寸小（5 x 5mm QFN封装）
 - 目前市场上最小的USB封装！



低引脚数USB开发工具包
（部件编号：DV164126）



<http://www.microchip.com/USB>

- 器件特性

- 28/44引脚封装
- 1.8V – 3.6V
- 16 MIPS @ 64MHz

- 存储器

- 8 - 64KB闪存
- 512B - 4KB RAM
- 256B - 1KB EEPROM

- 低功耗

- 低功耗Timer1振荡器

- 模拟

- 14通道100 ksps 10位ADC
- 2个轨到轨比较器



PIC18F4XK20入门工具包
(部件编号: DM164124)

- 数字

- 3个定时器
- 1个MI²C/SPI模块
- 1个EUSART模块
- 1个ECCP/CCP模块

兼容的开发工具链

- **MPLAB[®] IDE——免费!**

- 集成开发环境
- 部件编号: SW007002
- www.microchip.com/mplab



MPLAB[®]
CERTIFIED

- **PICkit[™] 3 Debug Express**

- 低成本调试器和编程器
- 部件编号: DV164131
- www.microchip.com/pickit3



- **MPLAB ICD 3**

- 调试器和编程器
- 部件编号：DV164035
- www.microchip.com/icd3



- **MPLAB REAL ICE™**

- 仿真系统
- 部件编号：DV244005
- www.microchip.com/realice





编译器支持

- **Microchip**提供**MPLAB[®] C**和**HI-TECH C[®]**编译器供您选用
- 精简版**MPLAB C**和**HI-TECH**是完全免费、功能完备的编译器，无使用期限
- 对于程序空间有限的应用，标准版和专业版**HI-TECH C**可提供更为紧凑的代码和增强的性能
- <http://www.microchip.com/compilers>上
有更多信息



nanoWatt XLP技术

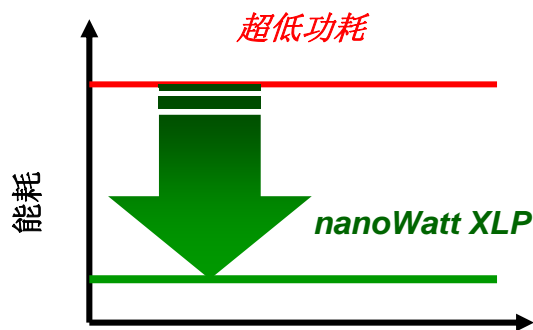
● 包括...

- 白皮书，技巧与诀窍
- 应用笔记
- 深度休眠网上研讨会
- 产品数据手册和系列参考手册
- 根据数据手册中的数据，与竞争器件就各电气规范进行比较
- 开发工具
- 样片
- 购买

www.microchip.com/XLP

总结

- **nanoWatt XLP**技术成就了全球休眠功耗最低的MCU，其休眠电流低至**20 nA**
- 一致的低功耗特性、外设及工具，便于移植
- 低功耗MCU上集成业界领先**USB**和**mTouch™**电容触摸传感技术





MICROCHIP

谢谢！

注：Microchip的名称和徽标组合、HI-TECH C、MPLAB和PIC均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的注册商标。mTouch、PICDEM、PICkit、PICtail和REAL ICE均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的商标。在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。