

Beyond Bits

下一代微控制器

介绍

ColdFire+ 系列

Kinetis 系列

第5期

Beyond Bits

实现最可靠的工业用微控制器



欢迎浏览令人振奋的第5期Beyond Bits，本期我们推出了两款新的微控制器产品线，以帮助实现您最具创意的想法。

不管您在内核和架构等方面有怎样的偏好，飞思卡尔的32位微控制器家族ColdFire+和Kinetis提供了更加丰富的选择，帮助您设计出更加优异的产品。基于90纳米的薄膜存储(TFS)闪存技术，我们的新产品提供了独特的FlexMemory模块，功能强大的混合信号模拟外设以及最新的低功耗技术。同时捆绑了最新的基于Eclipse环境的CodeWarrior开发环境，MQX™实时操作系统以及(Tower)模块化的塔式硬件平台，这些都可以帮助您更加迅速轻松的设计产品。

除了这两款新的产品线，我们更加广泛的8，16和32位微控制器为您提供值得信赖的微控制器解决方案。我们为您提供业界领先的垂直解决方案，可扩展的产品线，知识产权和处理技术路线图，优秀的技术支持以及广泛的10年以上产品生命周期的器件。我们努力的创造无缝的设计环境，让您可以使用相同的开发工具，重复使用代码，轻松的在8位和32位系统架构之间转换。

第5期重点介绍这些新产品线的关键技术细节。不要错过这些细节—其中有许多令人兴奋的特性和新功能，包括低功耗，连接，人机交互和安全创新方面的最佳功能。

总之，我们新增了包含数以百计成员的全新的32位微控制器产品线，以帮助实现您的梦想，激发您的创造力。

尽情享受这一期的精彩内容吧！



Reza Kazerounian
微控制器方案部 高级副总裁

Beyond Bits

目录

系列纵览	2
V1 ColdFire+ 微控制器系列纵览	4
Kinetis微控制器纵览	8
Kinetis微控制器系列	14
Kinetis K10系列	14
Kinetis K20系列	17
Kinetis K30系列	20
Kinetis K40系列	23
Kinetis K60系列	26
技术亮点	29
核心技术	30
兼容性和可扩展性	32
90纳米TFS闪存与FlexMemory技术	35
电源管理	38
硬件触摸感应接口	40
段式LCD控制器	42
精确的模拟与控制	44
IEEE 1588以太网控制器	48
串行通信接口	50
USB子系统	52
外部接口	54
开发工具	56
Freescale MQX 软件方案	57
飞思卡尔塔式评估系统	60
CodeWarrior开发工具	62
IAR嵌入式平台	64
Keil微控制器开发套件(MDK)	65

这个文档内包含一个新产品的信息，此中规格和信息会随时有所更改不另行通知。



家电

鲁棒性
5V 器件
高性能计时器
人机界面



消费类电子

低功耗
USB 连接
加密模块
触摸感应



通用领域

多种兼容组合
提供完备的连接性
低功耗
精密模拟模块
即可实施要件



能源与测量

测量引擎
电力线通讯
无线性能



医疗

精密模拟模块
超低功耗
完备的连接性



工控

信号处理
高速外设
集成模拟和混合信号

ColdFire+ 微控制器

Kinetis 微控制器

系列纵览 下一代32位微控制器

基于FlexMemory的革新90纳米薄膜存储(TFS)闪存技术正引领飞思卡尔的工控和消费类32位微控制器开创一个新纪元。其结果将是：成百种新型混合信号的MCU，集高性能、可裁剪内部存储器和特性及市场领先生态系统，实现了微控制器，开发工具和实时软件于一体的一站式解决方案。

飞思卡尔已将其革新的IP，闪存技术和基于平台的设计能力结合到一系列器件中，它们以解决方案为重点并且与内核无关。新的32位ColdFire+微控制器家族采用V1 ColdFire内核。而新的Kinetis微控制器家族将采用ARM® Cortex™-M4内核。这两个微控制器家族将共享相同的软件生态系统，相同的低功耗性能并提供一致的外围设备——让您很容易为最终应用挑选最好的解决方案。



基于ARM Cortex-M4内核的Kinetis微控制器使用同样基于FlexMemory技术的可配置EEPROM、混合信号集成和低功耗IP，与ColdFire+同样强大，并且增加了额外的连接性、人机界面和安全可靠的功能。第一阶段的Kinetis系列包含了5款兼容的微控制器家族，它们把微控制器的性能可调性和集成度引入下一个层次。其他以应用为重点的外设集微控制器家族目前正在设计中，将于2011年面世。

完备的生态系统

32位微控制器设计的市场周期日益依赖于软件开发，并且期望芯片供应商能提供完整的解决方案。飞思卡尔意识到这一点，并且已经有了为ColdFire+和Kinetis微控制器平台上的强大的通用软件和设计硬件的软件。飞思卡尔计划发布支持基于Eclipse™的CodeWarrior IDE，它将集成高级的Processor Expert工具和支持ColdFire+ ARM Cortex-M4家族的免费Freescale MQX™ RTOS解决方案。Kinetis微控制器家族同时也完全支持扩展的ARM生态系统，包括IAR和Keil™。飞思卡尔即可实施要件提供完全的ARM生态系统，提供快速设计的捷径，减少设计困难。飞思卡尔的塔式快速原型评估系统提供了无限制的快速设计原型，为客户节省了数月的开发时间。

ColdFire+ 微控制器

革新设计 加速

应用导向的解决方案，集增加集成度、超低功耗和成本最优化于一体。

ColdFire+微控制器建立于强大的ColdFire架构传统之上，表明ColdFire微控制下一步的发展。ColdFire+微控制器增加了几个令人印象深刻的新特性：

- FlexMemory，可配置的嵌入式EEPROM
- 为消费类产品、家电和智能测量而生的额外的特定应用外设
- 高精度、高性能的混合信号处理能力
- 令人惊讶的低功耗，运行电流下降到150 μA/MHz

MCF51Qx/Jx家族作为第一批ColdFire+产品拥有尖端低功耗性能和多样化的模拟设备、可连接性和高安全性外设、低成本小封装。这些仅仅还是下一轮对未来ColdFire投资的开始。

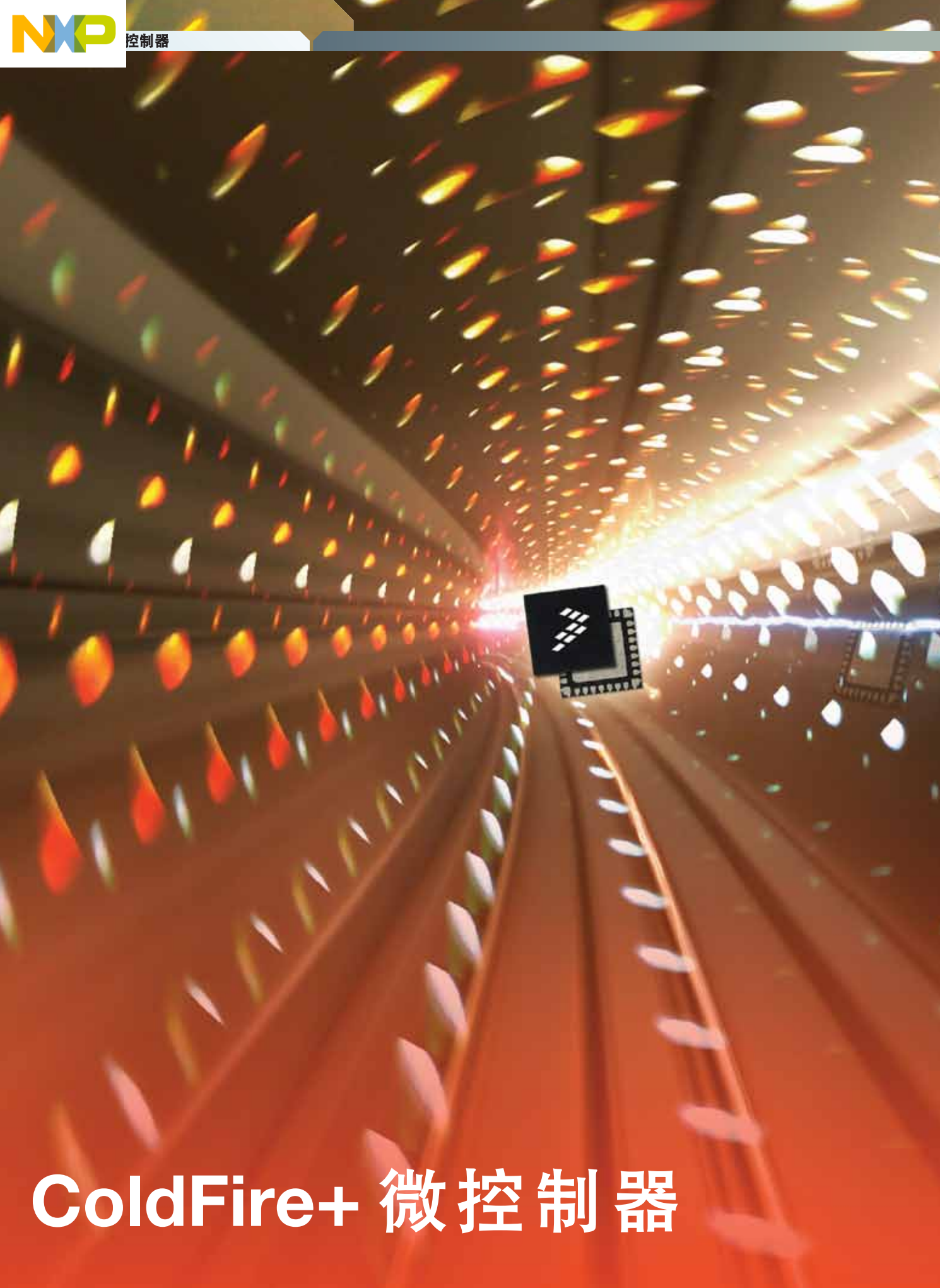
Kinetis微控制器

有潜力的设计 实现

市场领先的混合信号集成、性能可扩展和超低功耗。

作为飞思卡尔基于ARM® i.MX微处理器产品的补充，Kinetis则代表了在行业中大多数可扩展的具有混合信号处理能力的ARM Cortex-M4微控制器。除了我们已有的ColdFire解决方案和基于Power Architecture®的微控制器以外，还提供ARM微控制器，飞思卡尔正致力于向市场发布最好的软硬件解决方案——与内核架构偏好无关。

飞思卡尔将在接下去的18个月内陆续发布超过200款新的可扩展的Kinetis微控制器。这样做的好处显而易见：设计者可按其所需选择芯片以根据市场变化随时调整其产品。引脚兼容、外设兼容和软件兼容使得可以最大程度重复使用以前的设计而最大程度减小设计周期和成本。



ColdFire+ 微控制器



促进设计革新



V1 ColdFire+ 微控制器 用于安全超低功耗应用

ColdFire+ Qx和Jx家族拥有领先低功耗性能和多样化的模拟设备、可连接性和高安全性外设、低成本小封装。其6个家族基于FlexMemory的90nm薄膜闪存存储技术。

6个家族都包含的通用特性包含：

32KB – 128KB闪存、最高至32KB

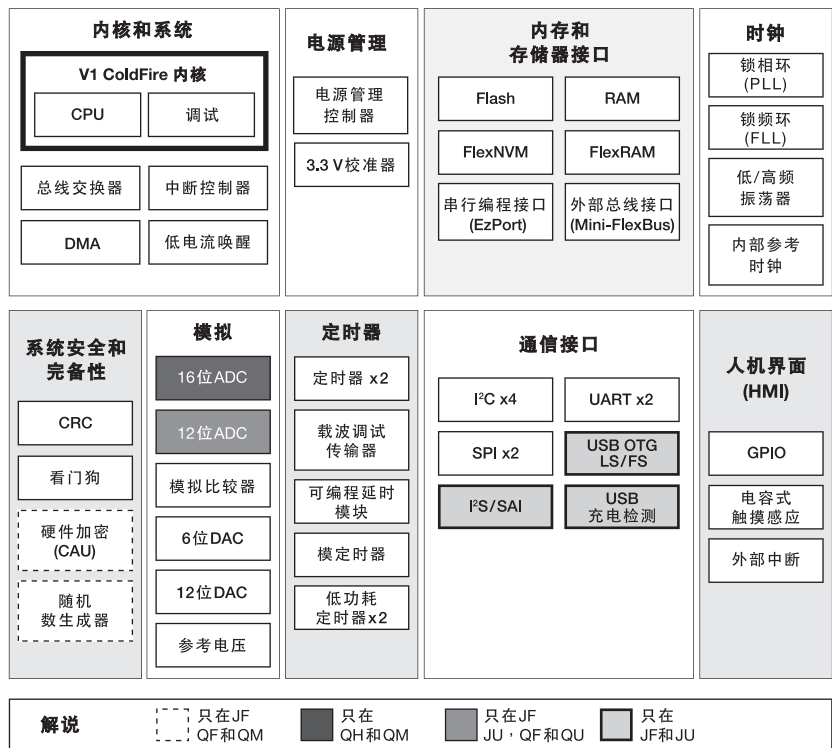
FlexMemory(2KB EEPROM)、从1.71V

到3.6V完整的内存和外设工作电压范围、10种低功耗模式、一个低功耗触摸传感接口，12位DAC和一系列串行通信接口和定时器。这些丰富的接口使ColdFire+ Qx/Jx系列成为成本和空间受限的消费电子和工控应用从手持式设备到无线感应节点的应用的理想选择。

这前六个可扩展的ColdFire+家族包括了MCF51QU，MCF51QH，MCF51QF and MCF51QM，MCF51JU和

MCF51JF。所有的家族设计成软件和引脚兼容，从而最大程度上使得能重用软件模块并能缩短开发周期减少投资。

ColdFire+ Jx/Qx 家族



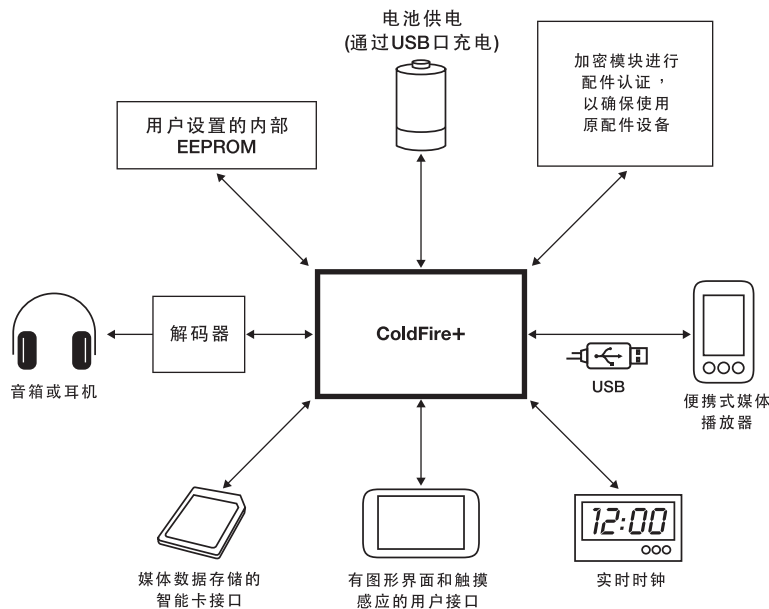
软件和开发工具

ColdFire+微控制器为行业中最完整的软件和工具支持。这包含了飞思卡尔塔式评估系统，一个快速原型硬件开

发工具、免费的带有USB协议栈和USB音频支持的MQX RTOS、基于Eclipse的CodeWarrior v10.0 IDE、与DSP和软件加密库一起帮助您加速你的产品上市。

特性	优点
革新的FlexMemory: 可配置的EEPROM	<ul style="list-style-type: none"> 省去外部EEPROM, 其擦写次数可超过4,000,000次 用户可将其配置为EEPROM或Flash
十种易用的超低功耗模式	<ul style="list-style-type: none"> 在超低功耗运行模式下, 运行电流可低至150 μA/MHz 在stop模式下仍有两个低功耗定时器工作 仅4 μs唤醒时间 Stop电流 < 500 nA
安全性和可靠性	<ul style="list-style-type: none"> 加密加速单元(CAU)和随机数生成器(RNG)加速安全通信和设备认证 32位硬件CRC, 增加系统/软件的可靠性
低功耗触摸感应和显示支持	<ul style="list-style-type: none"> 低功耗模式下, 低功耗触摸感应接口(TSI)允许唤醒系统 外部总线接口可无缝连接图形显示设备, 扩展外设和存储器
易用而强大的混合信号处理能力	<ul style="list-style-type: none"> 16位ADC为仪器、仪表和医疗设备提供高精度测量 集成12位DAC、高速比较器和参考电压, 降低系统成本
为空间受限的应用而设计	<ul style="list-style-type: none"> 小封装 5 x 5 mm
通过USB接口充电 (只在Jx)	<ul style="list-style-type: none"> 集成USB 2.0全速设备/主机/OTG控制器, 集成USB收发器和稳压器 包含了设备充电检测(DCD)和通过USB接口为便携式设备电池充电的稳压器
在你的应用中增加音频功能 (只在Jx)	<ul style="list-style-type: none"> 串行音频接口提供了直接连接解码器和I²S音频设备的接口 48位增强乘法累加器(EMAC)单元提供了强大的信号处理能力

便携式媒体播放器附件



V1 ColdFire+ Qx 家族

令人惊讶的性价比、超低功耗、混合信号微控制器家族是电池供电的安全便携式设备应用的理想选择

目标应用

- 无线感应节点
- 安全控制板
- 视频游戏附件

MCF51QH 16位 ADC	MCF51QM 加密单元 16位 ADC
MCF51QU 12位 ADC	MCF51QF 加密单元 12位 ADC

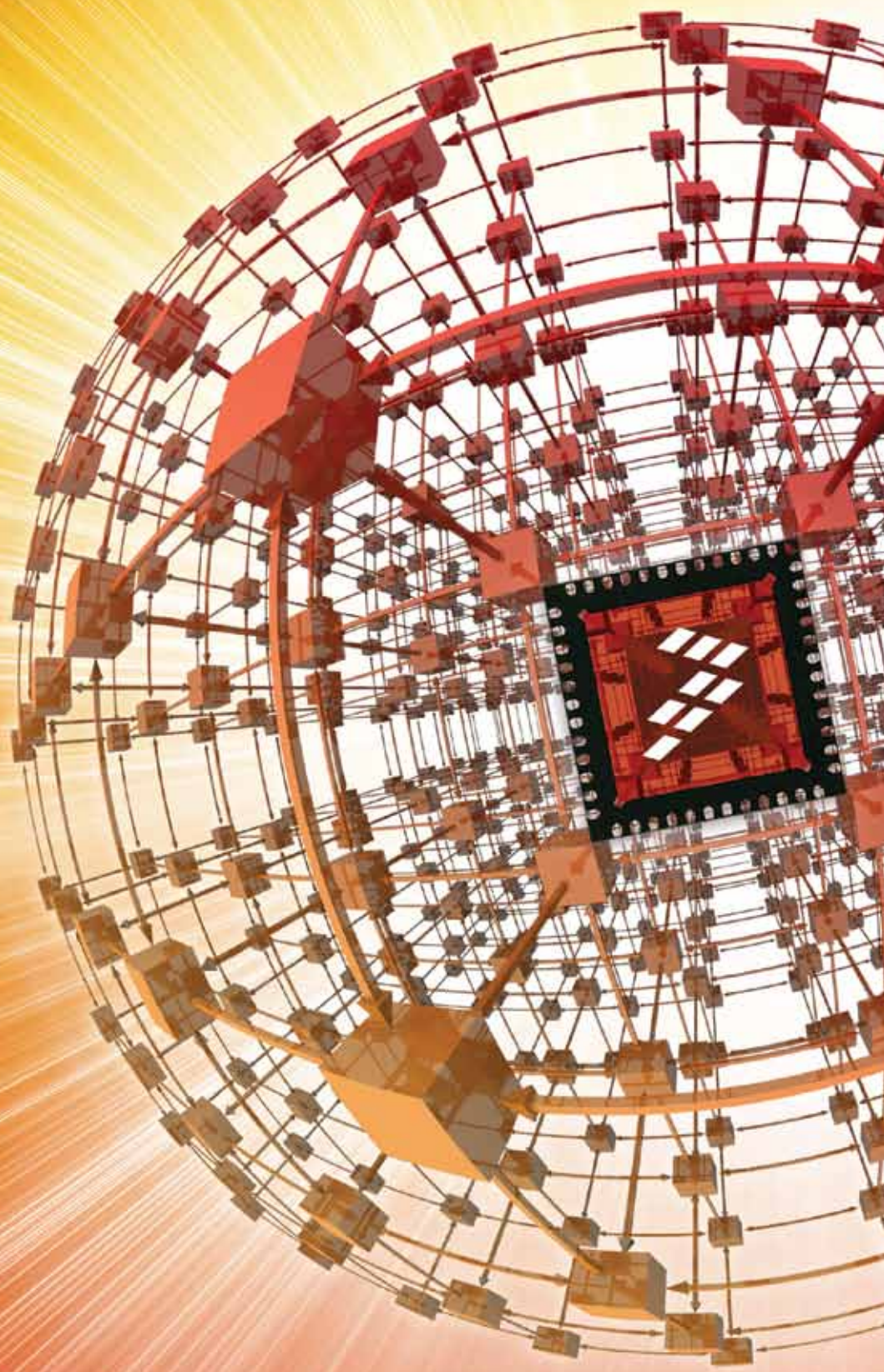
V1 ColdFire+ Jx 家族

便携式消费类电子设备的理想选择, ColdFire+ Jx 家族增加了USB On-The-Go(OTG)功能, ColdFire+ Qx 家族则增加了串行音频接口。

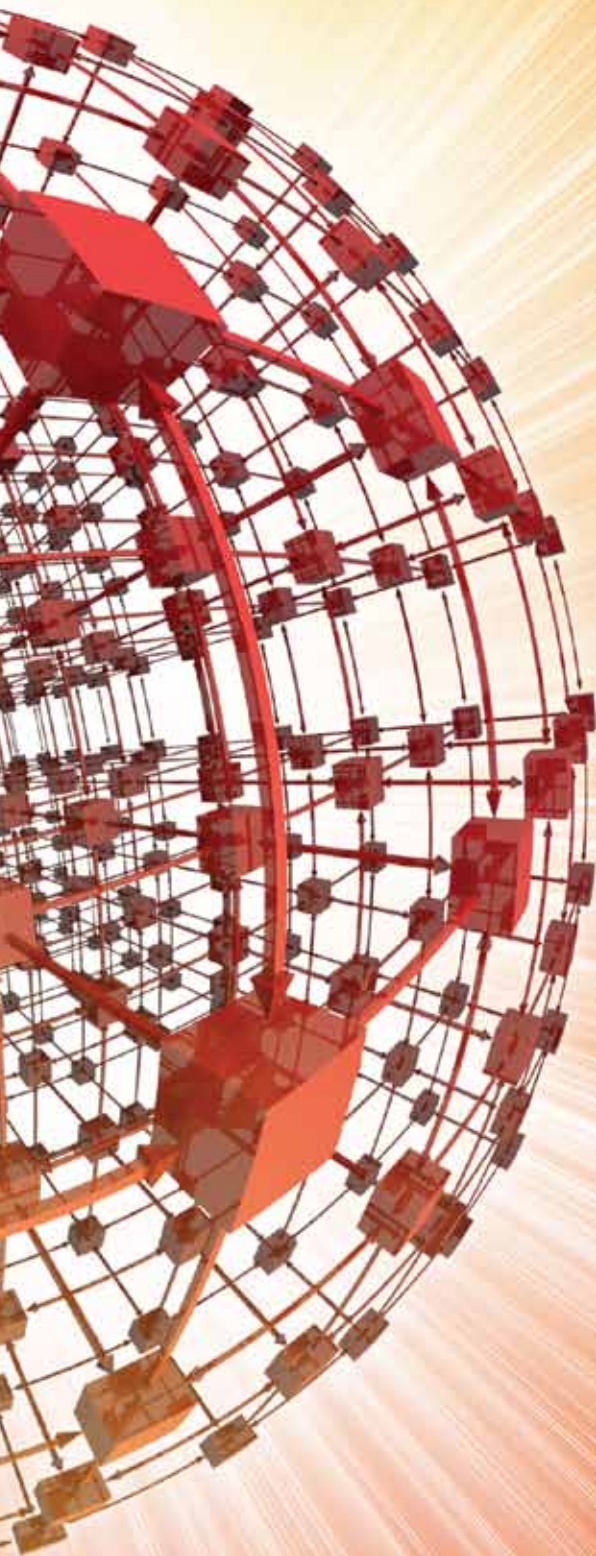
目标应用

- 安全, 低功耗的iPod附件
- USB音频桥
- PC外设
- 高端遥控器

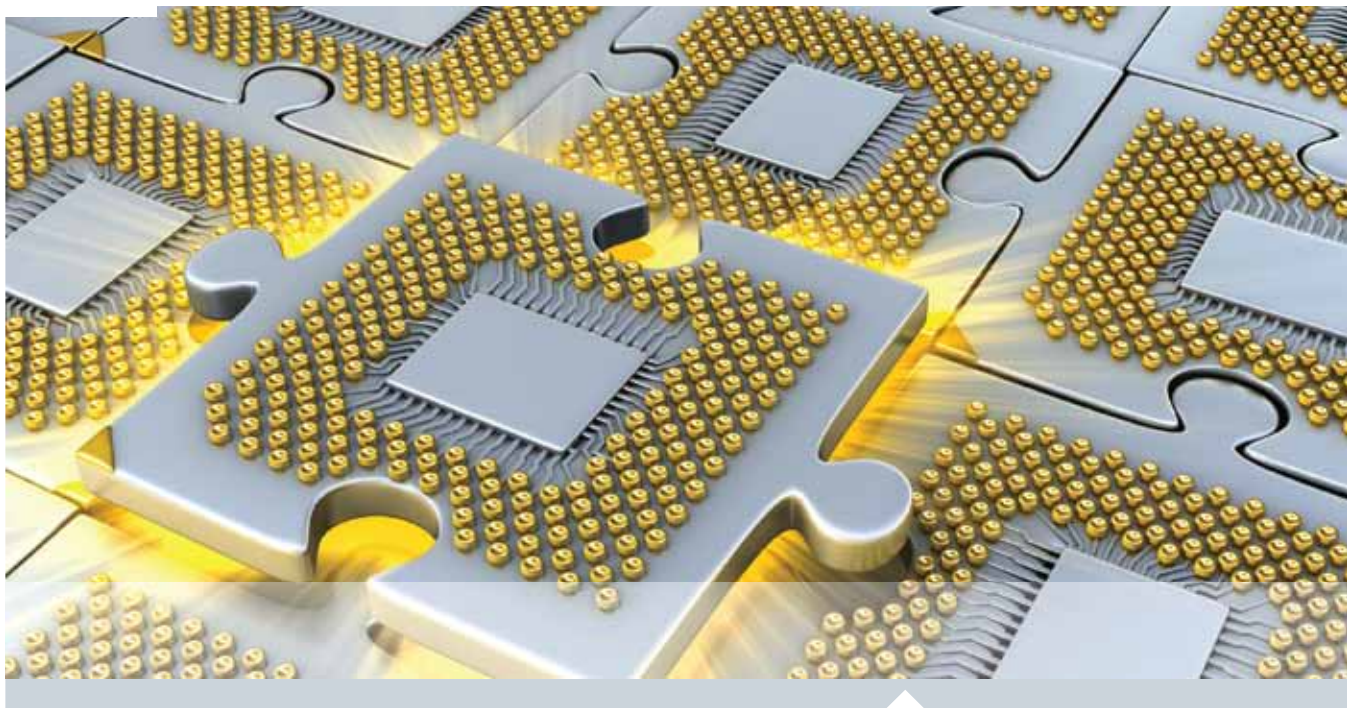
MCF51JU USB OTG 12位 ADC	MCF51JF USB OTG 12位 ADC 加密单元
--------------------------------------	--



Kinetis 微控制器



实现无限设计可能



Kinetis 微控制器 提供软件支持的微控制器平台

ARM Cortex™ 微控制器正在
变迁。Kinetis 是第一个市场
发布的基于新的 ARM
Cortex-M4 内核和业界最具
扩展性的混合信号 ARM
Cortex-M4 微控制器的混合
信号微控制器。

Kinetis 系列包含了多种硬件和软件兼容
的微控制器家族，具有出色的低功耗性能，内存可扩展性包括片上
FlexMemory/EEPROM 和外设集合。家
族从入门级到高度集成并包括一个模
拟，人机界面，连接的广泛选择和安全
保障功能。

拥有了 Kinetis，价值就并不局限于微控
制器本身。一个强大完备的飞思卡尔软
件配套成为标准。这样，来自众多 ARM
第三方的庞大而完善的软件和工具生
态系统使得这一系列的微控制器为工
业和消费产品的设计者提供了卓越的
灵活性和价值。

该方法为嵌入式设计者提供了很多好
处：

实现微控制器针对应用需求的能力

在了解产品可扩展或降低成本的前提
下，可以根据当前需要选择功能。

在多个终端产品中重复利用硬件和软件

最大限度地减少开发成本、学习和上市
时间。

迅速适应市场变化的要求

用单一系列微控制器组合建立超集或
子集产品。

满足 嵌入式 设计者 的需求

从一个供应商选择多种可扩展的微控制器

Kinetis微控制器的第一阶段包含了5个兼容微控制器家族，五种可选性能从50-150MHz，闪存大小从32KB-1MB和整体内存对闪存比率。通用外设、内存映射可以很容易地迁移到更大或较小的内存和功能之上。

用于信号调制的混合信号处理功能，转换与分析

Kinetis微控制器有丰富的混合信号处理功能。其中包括多路高速、高精度16位ADC通道、12位DAC通道、高速比较器和可编程增益放大器。这一级别的模拟集成通常需要多芯片解决方案，而Kinetis微控制器则提供了降低系统成本和系统一体化的附加价值。

超低功耗，更长电池续航

Kinetis微控制器，其特点就在于最佳的低功耗革新，包括了十种易用的低功耗模式用于电源配置优化，电源和时钟门控、后偏置、4 μ s唤醒、完整的内存读写和模拟模块操作电压可低至1.71V，stop模式下运行电流小于500nA，全速运行模式下电流则小于200 μ A/MHz。低功耗RTC和低泄漏唤醒单元进一步增加灵活性，同时低功耗定时器使得系统能在低电压状态下连续工作。

FlexMemory: 快速，易用，长寿命片载EEPROM

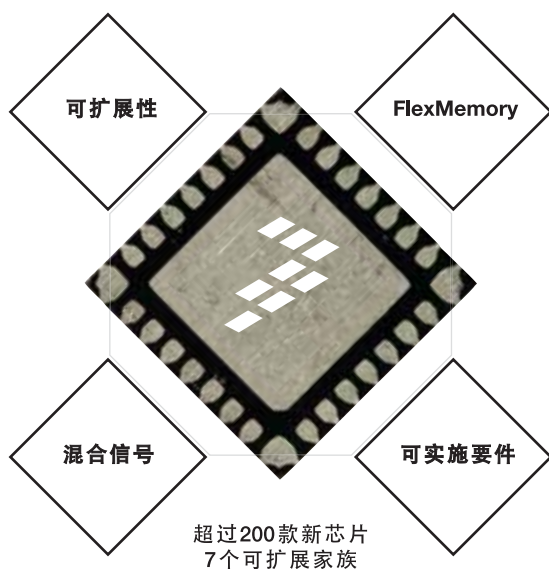
飞思卡尔FlexMemory为嵌入式存储器设置了新的标准，并且用户可以配置其作为EEPROM和/或额外的内部存储器。当它被配置成单字节可擦写的EEPROM时，FlexMemory同SRAM一样方便快捷并且不需要用户干预编程或擦写。它的块大小本身可调，以适应需要反复擦写10,000,000次的的需求。与传统的EEPROM解决方案相比较，FlexMemory有许多好处，包括更长的寿命、更快的擦写时间、更低的操作电压和用户配置段。作为片载设备，它避免了使用外部EEPROM电路、软件设计困难、模拟EEPROM方案中CPU/闪存/内存资源相互影响。

快速，可靠的闪存

飞思卡尔90nm薄膜存储(TFS)闪存具有业界领先的可靠性和耐电荷流失性，内存读写和模拟模块运行电压可低至1.71V，显着降低运行和待机电流和快速访问时间。优秀的芯片集成度允许集成丰富的片载功能，同时独立的闪存区块可使代码并发执行，更新固件则无需损失性能或繁琐的代码流程。

转下页

Kinetis家族关键属性



接上页

Kinetis微控制器系列

一站式即可实施要件

— MCU + IDE + RTOS

Kinetis微控制器，同时提供一个免费的

全功能的MQX™ RTOS并且绑定

Eclipse-based CodeWarrior 10.x集成开发

环境(IDE)，包括Processor Expert。同时

提供选择连接性、马达控制、LCD和安

全协议栈及驱动，这也包括了IAR、KEIL

和其他ARM第三方供应商的工具。飞思

卡尔塔式评估系统支持Kinetis微控制器

—快速开发平台原型，可最大程度上重

复使用硬件从而加速产品上市。

强大的处理能力

Kinetis采用新的ARM Cortex-M4内核。

ARM Cortex-M4内核保留了所有ARM

Cortex-M3内核的优点，并增加了新的

DSP、一个单周期MAC和一个可选的单

精度浮点单元。另外，飞思卡尔增加了

一个直接内存访问(DMA)控制器，总线

交换机和可选的片载缓存，这些最大化

了总线宽度和闪存执行性能，允许CPU

时钟最高运行在150MHz。

高级马达控制的多路

定时器

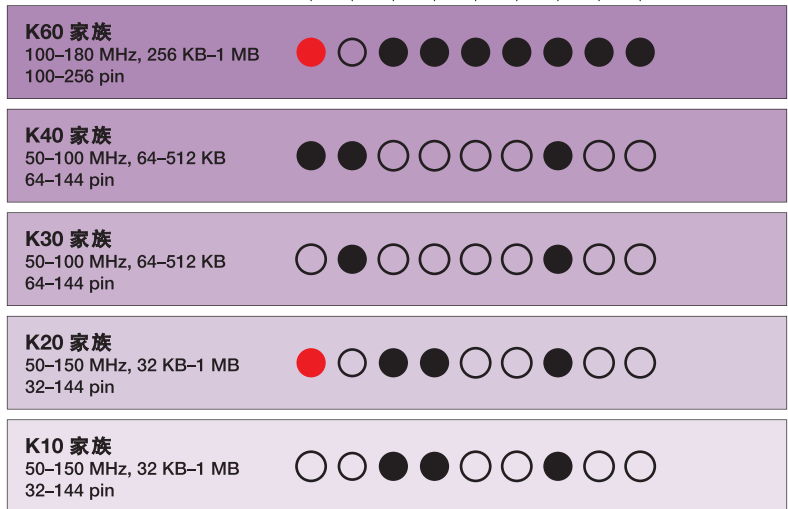
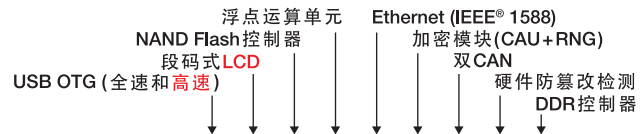
Kinetis微控制器包含了多个FlexTimer模

块可广泛用于控制应用，包括硬件死区

插入和正交解码的电机控制。用于远程

控制应用产生红外波形的载波调制发射

器，是在所有设备上的标准设备。



通用系统 IP	通用模拟 IP	通用数字 IP	开发工具
32位ARM Cortex-M4 内核 DSP 指令	16位ADC	CRC	绑定IDE和 Processor Expert
FlexMemory w/ EEPROM 功能	可编程增益放大器	I ² C	绑定 OS、USB、TCP/IP 安全性
下一代闪存 高可靠性，快速访问	12位DAC	(I ² S)	模块化的塔式开发系统
低电压，低功耗 多种操作模式，时钟门控 (1.71V-3.6V w/5V 输入 I/O)	高速比较器	UART/SPI	应用软件协议栈，外设驱动和应用库 (马达控制，人机界面，USB)
内存保护单元	低功耗触摸感应器	可编程延时模块	
DMA		外部总线接口	
SRAM		马达控制定时器	
		eSDHC	
		实时时钟	广泛的第三方生态系统

连接和通信接口

Kinetic微控制器有很多具有连接性的外设，其中包含有USB 2.0(全速和高速)设备/主机/On-The-Go并拥有设备充电检测功能，用于实时工业控制的以太网IEEE® 1588硬件时间戳，众多串行接口，其中包含了支持ISO7816 SIM/智能卡和红外接口的UART。一个集成音频(I²S)串行接口支持集成音频处理硬件，而双CAN模块可桥接工业网络。

先进的人机界面

人机界面接口选项首先包含低功耗触摸感应接口(TSI)。它提供了从机械式升级到触摸键盘，旋转式和滑盖的用户界面和所有低功耗模式操作。最高包含512KB闪存和包含低功耗操作模式及段故障检测功能的特定微控制器家族提供易用的低功耗段式LCD控制器。在高端系列中，图形显示LCD控制器则支持单芯片配置最高QVGA分辨率，或者可以通过使用外部RAM以支持SVGA分辨率。除了图形用户界面，ARM Coretex-M内核提供的DSP处理能力和I²S接口使用户可选择语音和音频接口作为人机界面。

可靠性，安全性

Kinetic微控制器，包含各种数据完整性，硬件安全保护如存储器保护、通信和系统数据保护。CRC模块则可用于验证数据存储内容 and 通信数据，而记忆体保护单元则提供数据保护，提高软件的可靠性。对于故障安全应用诸如家用电器的安全标准，独立的看门狗时钟提供了对代码失控保护。从安全性上来说，硬件加密模块提供几种加密和哈希算法用于程序验证，同时认证和保障数据传输和存储。高端微控制器家族的系统安全模块包含了一个独特的芯片标识符、安全码存储器和硬件防篡改检测系统。防篡改检测系统整合了电压、频率、温度和外部物理攻击感应检测。

支持外部设备和外部存储器

Kinetic微控制器可外扩外设和存储器用于扩展系统和数据存储。SDHC、SD、SDIO、MMC或CE-ATA卡用于应用软件升级、存放媒体文件或增加Wi-Fi™支持。对于用于连接外围设备诸如图形显示设备，FlexBus则可胜任。NAND flash和DRAM控制器则允许与多种存储设备的连接。

价格

Kinetic微控制器10k量起价为每片\$0.99，带有32KB闪存，32pin封装。

Kinetic产品家族

首批5个通用Kinetic微处理器家族计划于2010年末提供样片，于2011年正式投产。额外的特定应用家族将在2011年投产。

所有的Kinetic家族由通用的系统、模拟和数字IP模块集构成。每个家族的外设集成度随着闪存大小和引脚数量而变化。家族间的不同取决于它们的性能、内存和外设功能，如12页图所显示。



Kinetis K10 系列

低功耗，混合信号微控制器

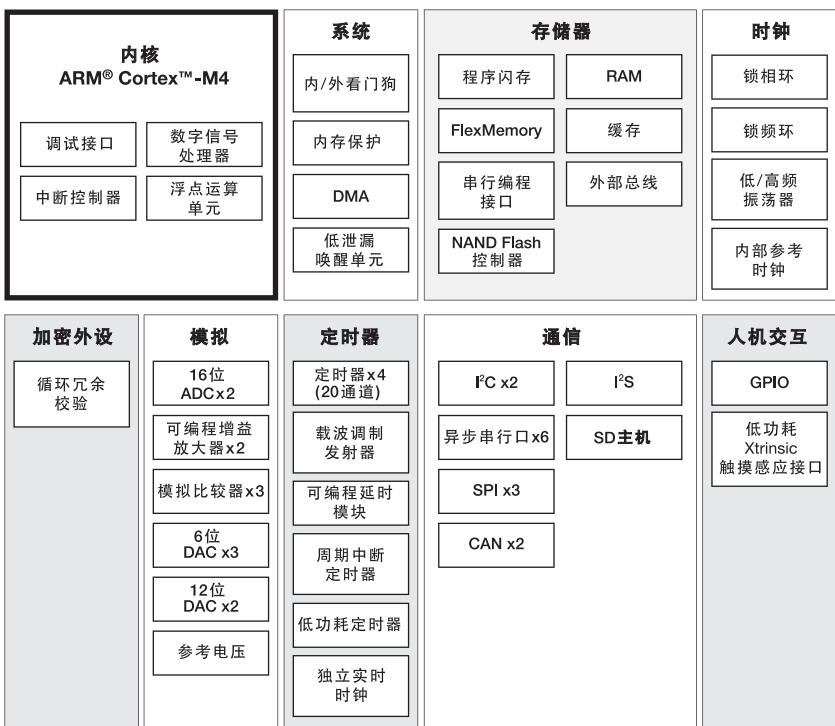
概述

K10微控制器系列是Kinetis系列中入门级的产品。这一系列的内置闪存从32KB字节到1MB字节，封装从5x5平方毫米32QFN到144MAPBGA封装，拥有丰富的模拟模块，通信接口，定时模块和控制等外设。此外，在引脚上相互兼容，灵活的低功耗模式以及创新的FlexMemory模块，帮助用户解决系统实现中的诸多难题。

超低功耗

- 10个低功耗模式，功耗和时钟的门控制可以实现对不同外设动作和唤醒时间的优化。Stop电流小于500nA，运行电流小于200uA/MHz，从Stop模式唤醒的时间小于4μs
- 存储器和模拟模块工作电压低达1.71V，从而延长了外部电池供电情况下的电池寿命
- 低泄漏唤醒单元支持多达8个内部模块和16个外部引脚作为从低泄漏停止模式(LLS)/极低泄漏停止模式(VLLS)唤醒器件的触发源
- 为在低功耗状态下的持续系统运行所提供的低功耗定时器

Kinetis K10 系列



接上页

定时器和控制

- 4个FlexTimers模块共达20个通道，支持硬件死区时间插入以及正交编码以进行马达控制
- 用于红外的载波调制定时器，为遥控应用提供波形产生器
- 4通道32位周期中断定时器提供实时操作系统用的基准定时来记性任务调度以及触发ADC模块和可编程延时模块

人机交互

- 拥有16个输入的硬件触摸感应接口模块，在各种低功耗模式下均可运行(在使能情况下会增加一定的最小电流)。硬件实现避免了软件轮循的麻烦。高敏感度使得应用可以感应最多5mm厚度的覆盖物

连接和通信

- 多达6个异步串行口，支持红外模式，其中一个支持ISO7816智能卡。支持可编程数据大小，格式以及收发设置，实现多种工业通信协议
- Inter-IC serial (I²S)串行接口连接音频系统
- 2个CAN模块可用于工业网络
- 3个DSPI模块以及2个I²C模块

可靠性，稳定性以及安全性

- 存储器保护单元可以对系统总线上的所有主设备的访问存储器空间进行保护，增强软件的可靠性
- 循环冗余校验检测引擎验证存储器的内容以及通信数据，增强系统可靠性

- 独立时钟驱动的看门狗，专门针对时钟偏移以及代码跑飞，以及国际电工委员会的60730家用电器安全标准所规定的情况
- 外部看门狗监控驱动，输出信号用来在看门狗触发事件时使外部器件处于安全可靠状态

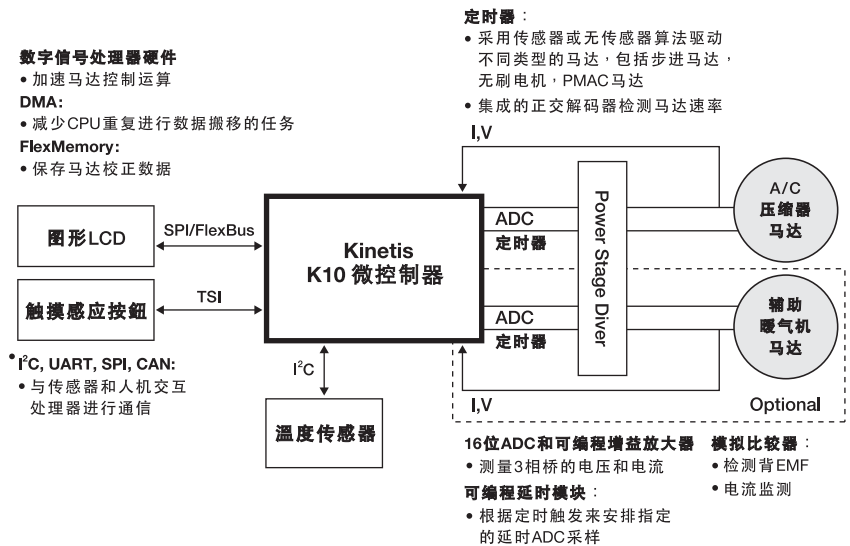
外设接口

- FlexBus外部总线接口提供了用来连接外部存储器以及外围设备等，例如图形显示器件。支持最多6个片选
- SD控制器支持SD，SDIO，MMC，以及CE-ATA卡等，用来做应用级软件更新，多媒体文件存储以及WiFi模块支持。
- NandFlash控制器支持32位ECC算法的当前设备和未来的NandFlash类型。ECC管理器通过硬件实现，最大限度减小软件的干预

工具和软件

- 飞思卡尔Tower系统硬件开发环境。
- 集成开发环境
 - 基于Eclipse的CodeWarrior 10.x集成开发环境和处理器专家Processor Expert
 - IAR Embedded Workbench
 - Keil微控制器开发套件(MDK)
 - CodeSourcery Sourcery G++ (GNU)
- 实时软件和操作系统
 - 运算，数字信号处理和加密库
 - 马达控制库
 - 免费实用的启动bootloaders (USB，以太网，射频，串行)
 - 免费飞思卡尔嵌入式图形库GUI
 - 免费的Freescale MQX
 - 经济有效的Nano™ SSL/Nano™ SSH，支持Freescale MQX操作系统
 - Micrium uC/OS-III
 - Express Logic ThreadX
 - SEGGER embOS
 - freeRTOS
 - Mocana (security)
- 另加完整的ARM生态系统

K10系列：HVAC系统





Kinetis K20 系列

带USB OTG模块的低功耗微控制器

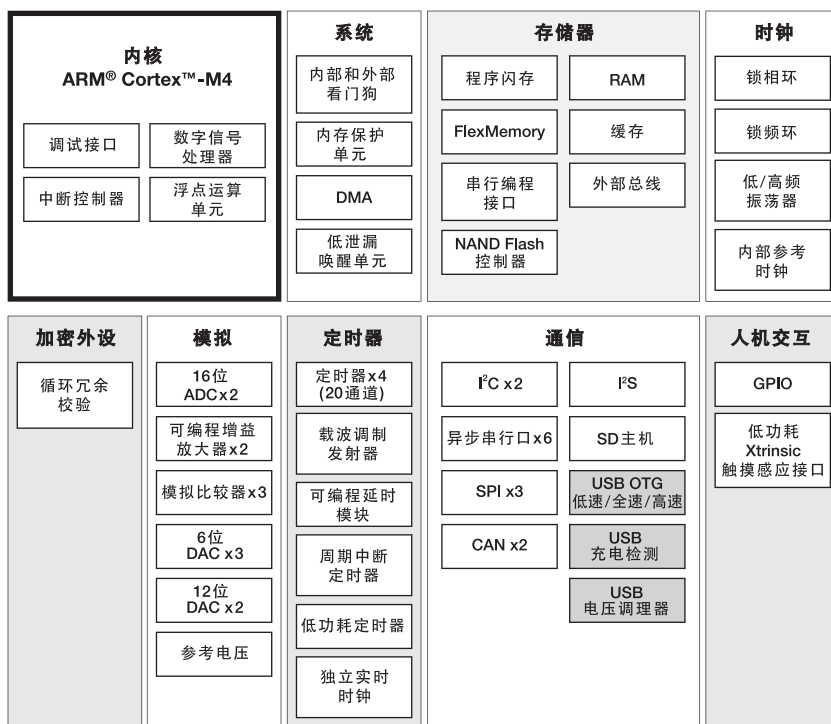
概述

K20微控制器系列是和K10系列引脚，外设及软件完全兼容并增加了全速/高速USB2.0 On-The-Go以及设备充电检测能力的模块。器件从32K字节闪存的5x5mm 32QFN封装起到1M字节闪存的144MAPBGA封装，拥有丰富的模拟，通信，定时和控制外设。高存储密度的K20系列器件还包含了一个单精度浮点运算以及NAND闪存控制器。

连接和通信

- USB 2.0 OTG和从设备充电检测模块对便携USB设备的充电电流/时间提供优化。集成USB低压稳压器从5V电源输入稳压输出3.3V 120mA电流的电源，给外围芯片供电。使用外部ULPI物理芯片时最大提供480 Mbps带宽
- 6个异步串口同时支持红外。其中一个串口支持ISO7816智能卡接口。可变的数据大小，格式和收发设置支持多种工业通信协议

Kinetis K20 系列



转下页

K20 系列概要

产品编号	CPU 主频 (MHz)	存储器										特性										封装									
		内置闪存 (KB)	FlexMemory (KB) EEPROM/DataFlash	SPRAM (KB)	缓存 (KB)	单精度浮点运算单元	存储器保护单元	主机控制器	Nand Flash 控制器	EBI	DAC	可编程增益放大器	5V 输入 I/O	其他	32QFN (5x5 mm)	48QFN (7x7 mm)	48LQFP (7x7 mm)	64QFN (9x9 mm)	64LQFP (10x10 mm)	80LQFP (12x12 mm)	81BGA (10x10 mm)	100LQFP (14x14 mm)	104BGA (10x10 mm)	144LQFP (20x20 mm)	144BGA (13x13 mm)						
MK20N32Vyy50	50	32	-	8									USB OTG (LS/FS)	FM	FT	LF	FX	LH	LK	CB											
MK20N64Vyy50	50	64	-	16									USB OTG (LS/FS)	FM	FT	LF	FX	LH	LK	CB											
MK20X32Vyy50	50	32	2/32	8									USB OTG (LS/FS)	FM	FT	LF	FX	LH	LK	CB											
MK20X64Vyy50	50	64	2/32	16									USB OTG (LS/FS)	FM	FT	LF	FX	LH	LK	CB											
MK20X128Vyy50	50	128	2/32	32					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)				FX	LH	LK	CB	LL	ML									
MK20X128Vyy72	72	128	2/32	32					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)				FX	LH	LK	CB	LL	ML									
MK20X256Vyy72	72	256	2/32	64					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)						LK	CB	LL	ML									
MK20X128Vyy100	100	128	4/128	32					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)											LQ	MD						
MK20X256Vyy100	100	256	4/256	64					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)											LQ	MD						
MK20N512Vyy100	100	512	-	128					√	√	√	√	USB OTG (LS/FS)							LK	CB	LL	ML	LQ	MD						
MK20X512Vyy120	120	512	16/512	128	16	√	√	√	√	√	√	√	USB OTG (LS/FS/HS)											LQ	MD						
MK20X512Vyy150	150	512	16/512	128	16	√	√	√	√	√	√	√	USB OTG (LS/FS/HS)											LQ	MD						
MK20N1M0Vyy120	120	1024	-	128	16	√	√	√	√	√	√	√	USB OTG (LS/FS/HS)											LQ	MD						
MK20N1M0Vyy150	150	1024	-	128	16	√	√	√	√	√	√	√	USB OTG (LS/FS/HS)											LQ	MD						

yy = package designator noted in the "Packages" column

接上页

- Inter-IC Sound (I²S) 串行接口连接音频系统
- 2个CAN总线模块用作工业组网
- 3个DSPI和2个I²S

闪存，SRAM和 FlexMemory

- 32KB–1MB 闪存，快速访问，4级安全保护的高可靠性
- 8KB–128KB SRAM
- FlexMemory：32字节到16KB字节用户可分割字节擦写的EEPROM，用来存储数据表和系统数据。EEPROM有超过1千万次的擦写周期，闪存则可以达到70微秒的写时间(擦写时掉电数据保护且可防止数据崩溃)。无需用户或系统的干预的完整编程和擦写功能，支持1.71V的低电压工作。此外，从32KB字节到512KB字节的FlexNVM可以用来配置做额外的代码存储，数据存储或者EEPROM的备份

混合信号能力

- 多达2个可配置精度的高速16位模数转换模块。支持单端或提高抗噪性能的差分模式。500纳秒转换时间，并可通过可编程延时模块触发转换
- 2个12位数模转换模块，可用来做为音频应用产生波形
- 多达3个高速比较器，使得系统可以通过驱动PWM对电机的过流进行快速精确的保护
- 2个可编程增益放大器，支持64级的放大倍数对微小信号进行放大
- 内部参考电压可通过ADC进行调整，以减小测试成本并增加精度

性能

- ARM Cortex-M4内核+数字信号处理单元，50到150MHz主频，单周期乘加运算单元，单指令多数据扩展(SIMD)，可选配的单精度浮点运算单元
- 多达32通道的直接存储器访问单元用来做外设和存储器的访问，以降低CPU的负载并增加系统的吞吐量
- 总线交换器允许多个总线主设备同时访问不同的总线从设备，以提高总线带宽
- 16KB字节的指令/数据缓存用来优化系统带宽和闪存的代码执行性能
- 独立闪存块(bank)，允许同时进行代码执行以及固件更新而不影响系统性能以及代码的执行顺序

人机交互

- 拥有16个输入的硬件触摸感应接口模块，在各种低功耗模式下均可运行（在使能情况下会增加一定的最小电流）。硬件实现避免了软件轮循的麻烦。高敏感度使得应用可以感应最多5mm厚度的覆盖物

超低功耗

- 10个低功耗模式针，功耗和时钟的门控制可以实现对不同外设动作和唤醒时间的优化。Stop电流小于500nA，运行电流小于200uA/MHz，从Stop模式唤醒的时间小于4μs
- 存储器和模拟模块工作电压低达1.71V，从而延长了外部电池供电情况下的电池寿命
- 低泄漏唤醒单元支持多达8个内部模块和16个外部引脚作为从低泄漏停止模式(LLS)/极低泄漏停止模式(VLLS)唤醒器件的触发源
- 为在低功耗状态下的持续系统运行所提供的低功耗定时器

定时和控制

- 4个FlexTimers模块共达20个通道，支持硬件死区时间插入以及正交编码以进行马达控制
- 用于红外的载波调制定时器，为遥控应用提供波形产生器
- 4通道32位周期中断定时器提供实时操作系统用的基准定时来记性任务调度以及触发ADC模块和可编程延时模块

可靠性，稳定性以及安全性

- 存储器保护单元可以对系统总线上的所有主设备的访问存储器空间进行保护，增强软件的可靠性
- 循环冗余校验检测引擎验证存储器的内容以及通信数据，增强系统可靠性
- 独立时钟驱动的看门狗，专门针对时钟偏移以及代码跑飞，以及国际电工委员会的60730家用电器安全标准所规定的情况
- 外部看门狗监控驱动，输出信号用来在看门狗触发事件时使外部器件处于安全可靠状态

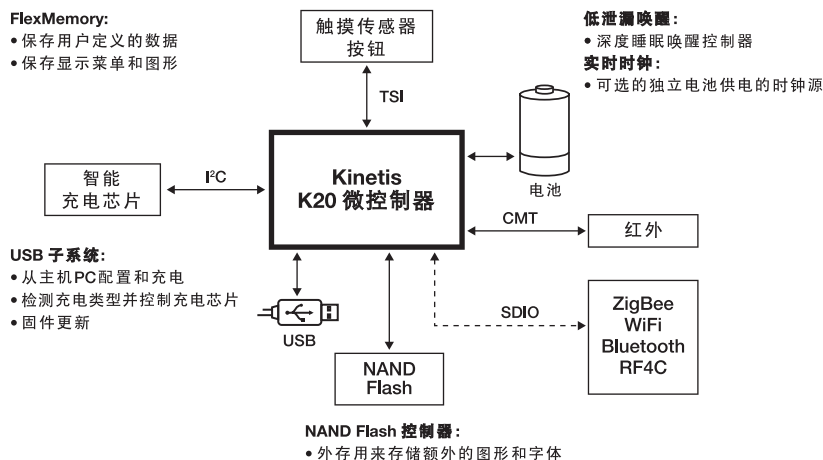
外围设备接口支持

- FlexBus外部总线接口提供了用来连接外部存储器以及外围设备等，例如图形显示器件。支持最多6个片选
- SD控制器支持SD，SDIO，MMC，以及CE-ATA卡等，用来做应用级软件更新，多媒体文件存储以及WiFi模块支持
- NandFlash控制器支持32位ECC算法的当前设备和未来的NandFlash类型。ECC管理器通过硬件实现，最大限度减小软件的干预

工具和软件

- 飞思卡尔Tower系统硬件开发环境。
- 集成开发环境
 - 基于Eclipse的CodeWarrior 10.x集成开发环境和处理器专家Processor Expert
 - IAR Embedded Workbench
 - Keil微控制器开发套件(MDK)
 - CodeSourcery Sourcery G++ (GNU)
- 实时软件和操作系统
 - 运算，数字信号处理和加密库
 - 马达控制库
 - 免费实用的启动bootloaders (USB，以太网，射频，串行)
 - 免费飞思卡尔嵌入式图形库GUI
 - 免费的Freescale MQX
 - 低成本Nano™ SSL/Nano™ SSH支持Freescale MQX操作系统
 - Micrium uC/OS-III
 - Express Logic ThreadX
 - SEGGER embOS
 - freeRTOS
 - Mocana (security)
- 另加完整的ARM生态系统

K20系列：通用遥控设备





Kinetis K30 系列

带段式LCD控制器的低功耗微控制器产品

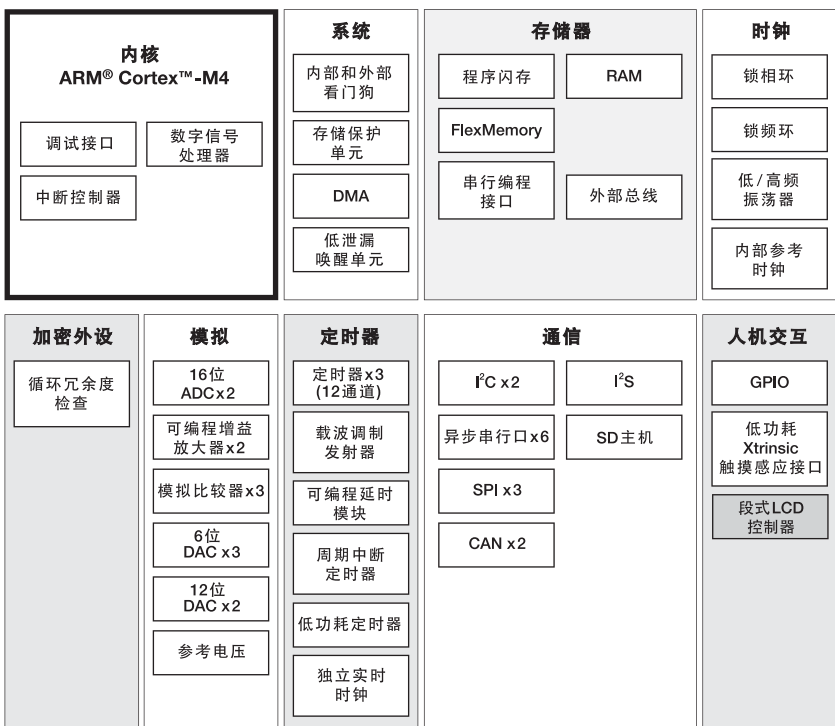
概述

K30系列微控制器产品不仅在引脚、外设和软件上与K10系列微控制器产品保持兼容，而且还增加了一个支持多达320段的灵活、低功耗的段式LCD控制器。此外，K30系列产品还集成了一套丰富的模拟、通讯、定时和控制等外设，并且提供从64KB flash/64QFN封装到512KB flash/144MAPBGA封装的产品系列。

人机交互

- 达到16个输入通道的硬件触摸感应接口，能在所有低功耗模式下工作(使能该接口模块仅增加极小的电流消耗)。同时，该接口的硬件实现方案不仅可以避免使用软件查询方法，而且其高灵敏度特点允许使用高达5毫米厚的触摸表面。

Kinetis K30 系列



K30 系列概要

产品编号	CPU 主频 (MHz)	存储器				特性							封装					
		内置闪存 (KB)	FlexMemory (KB) EEPROM/DataFlash	SRAM (KB)	存储器保护单元	主机控制器	EBI	DAC	可编程增益放大器	5V 输入 I/O	其他	64QFN (9x9 mm)	64LQFP (10x10 mm)	80LQFP (12x12 mm)	81BGA (10x10 mm)	100LQFP (14x14 mm)	104BGA (10x10 mm)	144LQFP (20x20 mm)
MK30X64Vyy50	50	64	2/32	16			√	√	√	Seg. LCD (up to 24x8/28x4)	FX	LH	LK	CB				
MK30X128Vyy50	50	128	2/32	32			√	√	√	Seg. LCD (up to 36x8/40x4)	FX	LH	LK	CB	LL	ML		
MK30X128Vyy72	72	128	2/32	32			√	√	√	Seg. LCD (up to 36x8/40x4)	FX	LH	LK	CB	LL	ML		
MK30X256Vyy72	72	256	2/32	64			√	√	√	Seg. LCD (up to 36x8/40x4)			LK	CB	LL	ML		
MK30X128Vyy100	100	128	4/128	32	√	√	√	√	√	Seg. LCD (40x8/44x4)							LQ	MD
MK30X256Vyy100	100	256	4/256	64	√	√	√	√	√	Seg. LCD (40x8/44x4)							LQ	MD
MK30N512Vyy100	100	512	-	128	√	√	√	√	√	Seg. LCD (up to 40x8/44x4)			LK	CB	LL	ML	LQ	MD

yy = package designator noted in the "Packages" column

- 支持多达320段(40x8或44x4)的灵活、低功耗的LCD控制器。尽管在低功耗模式下，LCD闪烁模式还可以进一步减少平均功率消耗；段失效检测功能防止不正确的读出显示，进而降低LCD测试成本；前/后面板重配置特点为方便PCB设计提供了灵活的引脚输出，在无需硬件更改的情况下仅通过软件即可进行LCD配置的更改。该LCD控制器相比于其它竞争产品具有更少的引脚，却支持更多尺寸的3V和5V的LCD面板，且无需额外的外部器件。此外，未使用的LCD引脚还能配置作为GPIO功能引脚使用

超低功耗模式

- 达到10种低功耗模式。为优化外设为和唤醒时间，每种低功耗模式均能独立控制外设电源和时钟的使能开关，使得STOP模式仅消耗小于500nA的电流，RUN模式消耗小于200uA/MHz的电流，以及从STOP模式唤醒的时间仅为4μs
- 为延长电池使用寿命，当电源电压低至1.71V时，存储器和模拟设备仍能正常工作
- 达到8个内部模块和16个外部唤醒源引脚的低漏电流唤醒单元支持低漏电流STOP(LLS)模式和极低漏电流STOP(LLS)模式
- 低功耗定时器支持在低功耗状态下系统的持续运行

闪存，SRAM和 FlexMemory

- 快速访问和具有四级安全保护的高可靠性Flash存储器，容量从64KB到512KB
- 16KB—128KB的SRAM存储器
- FlexMemory：32B—4KB适合存放数据表格/系统数据且支持字节写/擦除操作的EEPROM用户存储段。EEPROM具有超过1千万次擦写次数和70μs的写操作时间(掉电时无数据丢失或损坏)，无需用户或系统参与完成编程和擦除操作，且当电源电压低至1.71V时仍能正常工作。此外，还有32KB—256KB的FlexNVM可用于存放额外的程序代码、数据或EEPROM的备份内容

性能

- ARM Cortex-M4内核，内置DSP单元。50-100MHz系统时钟，单周期乘-累加(MAC)运算，单指令多数据扩展(SIMD)能力
- 达到16个通道的DMA单元，支持外设和存储器的数据传输，减少CPU负荷，加快系统吞吐能力
- Cross bar开关单元使能多主机总线并行访问，提高系统总线带宽
- 独立的Flash块配置允许并行的代码执行，且固件刷新时无需降低系统性能和复杂的代码例程支持

混合信号处理能力

- 达到两个可配置分辨率的16位高速模数转换器(ADC)。单端或差分输出模式，增强的噪声抑制能力；当使用可编程延时模块(PDB)触发时，达到500ns的转换时间
- 达到两个12位数模转换器(DAC)，适合音频应用时作为模拟波形发生器
- 达到三个高速比较器，通过驱动PWM信号到安全状态可为电机提供快速、准确的过流保护
- 达到两个适合小信号检测的可编程增益放大器，最大支持64倍增益放大
- 可使用ADC内部测试和调整的参考电压，减少测试成本和提高转换精度

转下页

接上页

定时与控制

- 达到三个FlexTimer，共12个输入通道。支持电机控制应用中互补PWM信号对的死区插入和正交解码功能
- 载波调制定时器，适合遥控应用中的红外波形产生
- 四通道32位周期中断定时器，为实时操作系统(RTOS)的任务调度器或ADC和可编程延时模块(PDB)的触发源提供时机

连接与通讯

- 达到六个支持IrDA的UART接口，其中一个还支持ISO7816智能卡通讯协议。多种数据尺寸、格式和发射/接收设置满足众多工业通讯协议的需求
- 适合音频系统的I²S串行接口
- 达到两个适合工业网络桥接的CAN模块
- 达到三个DSPI和两个I²C接口

可靠性，安防和信息安全

- 存储保护单元为所有cross bar的主机提供存储保护，进一步提高软件的可靠性
- 循环冗余度检查单元可以用来验证存储器内容和通讯数据，进一步提高系统的可靠性
- 独立时钟的COP可以提供在时钟丢失或代码跑飞等故障情况下的系统保护，适合诸如IEC60730的安防应用
- 当看门狗(watchdog)事件发生时，外部看门狗监听器驱动相应输出脚到安全状态，以保护对应的外部器件

外部外设支持

- FlexBus外部总线可以作为与存储器和诸如图形显示等外设的可选接口，支持多达六个片选信号
- 数字加密主控制器支持SD、SDIO、MMC和CE-ATA卡，适合在线软件升级，媒体文件和Wi-Fi支持

工具和软件

- 飞思卡尔Tower系统硬件开发环境。
- 集成开发环境
 - 基于Eclipse的CodeWarrior 10.x集成开发环境和处理器专家Processor Expert
 - IAR Embedded Workbench
 - Keil微控制器开发套件(MDK)
 - CodeSourcery Sourcery G++ (GNU)
- 实时软件和操作系统
 - 数学运算，数字信号处理(DSP)和加密库
 - 电机控制库
 - 完善的bootloaders程序(支持USB，以太网，射频，串行等接口)
 - 免费的飞思卡尔嵌入式图形库GUI
 - 免费的Freescale MQX实时操作系统
 - 经济有效的Nano™ SSL / Nano™ SSH，支持FreescaleMQX实时操作系统
 - Micrium uC/OS-III
 - Express Logic ThreadX
 - SEGGER embOS
 - freeRTOS
 - Mocana (security)
- 另加完整的ARM生态系统

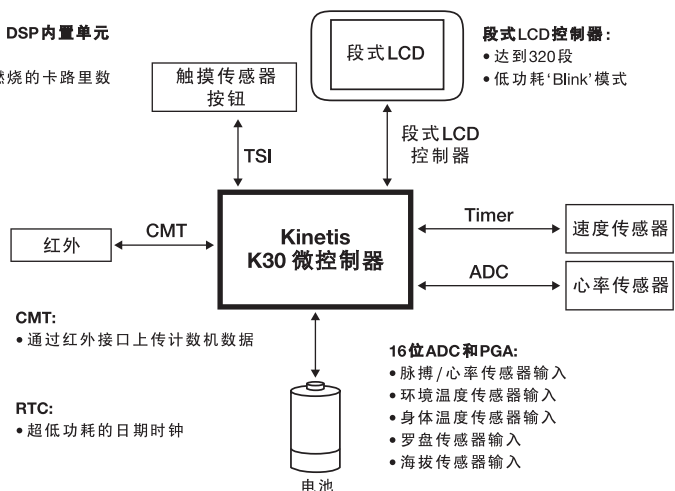
K30系列：自行车计算机

FlexMemory:

- 保存自行车配置数据
- 保存用户训练数据

Cortex-M4内核，DSP内置单元

- 心率监控
- 32位实时计算燃烧的卡路里数





Kinetis K40 系列

带USB和段式LCD控制器的低功耗微控制器产品

概述

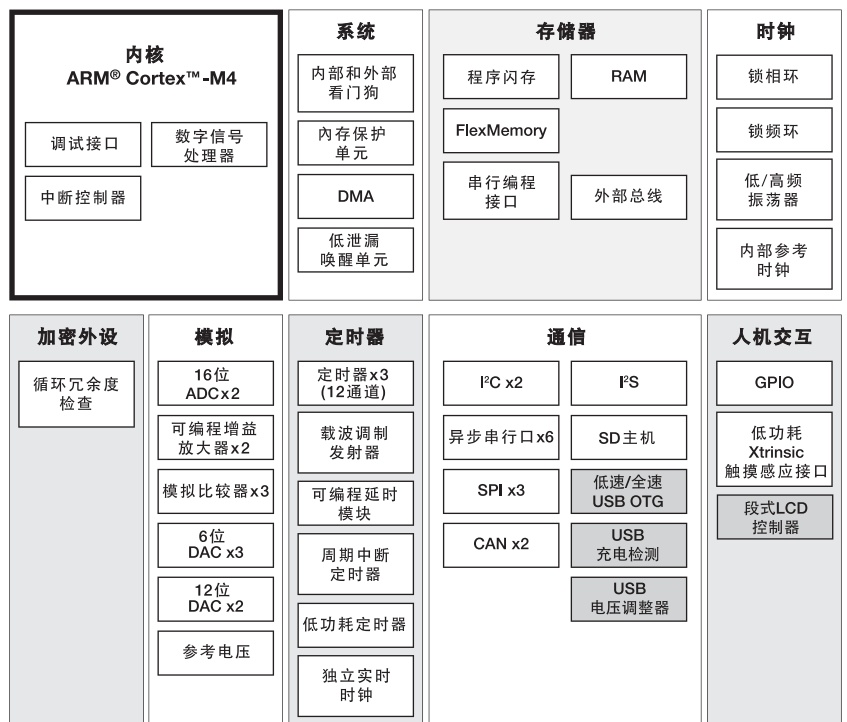
K40系列微控制器产品不仅在引脚、外设和软件上与K10系列微控制器产品保持兼容，而且还增加了支持设备充电检测功能的全速USB 2.0 OTG和一个支持多达320段的灵活、低功耗的段式LCD控制器。此外，K40系列产品还集成了一套丰富的模拟、通讯、定时和控制等外设，并且提供从64KB flash/64QFN封装到512KB flash/144MAPBGA封装的产品系列。

连接与通讯

- USB 2.0 OTG加上专为手提USB设备而优化充电电流/时间的充电检测电路。内部集成的5V输入/3.3V输出的USB低压调整器能为片外器件提供达到120mA的离片电流
- 达到六个支持IrDA的UART接口，其中一个还支持ISO7816智能卡通讯协议。多种数据尺寸、格式和发射/接收设置满足众多工业通讯协议的需求

转下页

Kinetis K40 系列



定时器和控制

- 达到三个FlexTimer，共12个输入通道。支持电机控制应用中互补PWM信号对的死区插入和正交解码功能
- 载波调制定时器，适合遥控应用中的红外波形产生
- 四通道32位周期中断定时器，为实时操作系统(RTOS)的任务调度器或ADC和可编程延时模块(PDB)的触发源提供时基

超低功耗模式

- 达到10种低功耗模式。为优化外设行为和唤醒时间，每种低功耗模式均能独立控制外设电源和时钟的使能开关，使得STOP模式仅消耗小于500nA的电流，RUN模式消耗小于200uA/MHz的电流，以及从STOP模式唤醒的时间仅为4μs
- 为延长电池使用寿命，当电源电压低至1.71V时，存储器和模拟设备仍能正常工作
- 达到8个内部模块和16个外部唤醒源引脚的低漏电流唤醒单元支持低漏电流STOP(LLS)模式和极低漏电流STOP(VLLS)模式
- 低功耗定时器支持在低功耗状态下系统的持续运行

可靠性，安防和信息安全

- 存储保护单元为所有cross bar的主机提供存储保护，进一步提高软件的可靠性
- 循环冗余度检查单元可以用来验证存储器内容和通讯数据，进一步提高系统的可靠性
- 独立时钟的COP可以提供在时钟丢失或代码跑飞等故障情况下的系统保护，适合诸如IEC60730的安规应用
- 当看门狗(watchdog)事件发生时，外部看门狗监听器驱动相应输出脚到安全状态，以保护对应的外部器件

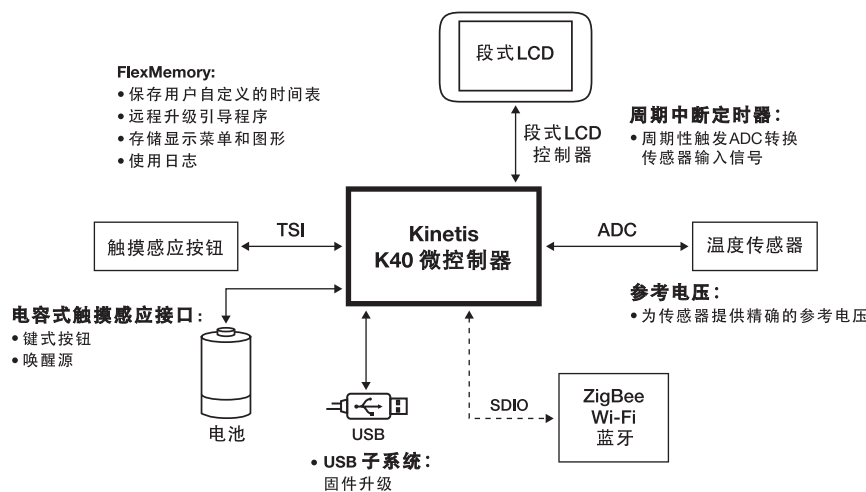
外部外设支持

- FlexBus外部总线可以作为与存储器 and 诸如图形显示等外设的可选接口，支持多达六个片选信号
- 数字加密主控制器支持SD、SDIO、MMC和CE-ATA卡，适合在线软件升级，媒体文件和Wi-Fi支持

工具和软件

- 飞思卡尔Tower系统硬件开发环境
- 集成开发环境
 - 基于Eclipse的CodeWarrior 10.x集成开发环境和处理器专家Processor Expert
 - IAR Embedded Workbench
 - Keil微控制器开发套件(MDK)
 - CodeSourcery Sourcery G++ (GNU)
- 实时软件和操作系统
 - 数学运算，数字信号处理(DSP)和加密库
 - 电机控制库
 - 完善的bootloaders程序(支持USB，以太网，射频，串行等接口)
 - 免费的飞思卡尔嵌入式图形库GUI
 - 免费的FreescallMQX实时操作系统
 - 经济有效的Nano™ SSL / Nano™ SSH，支持FreescallMQX实时操作系统
 - Micrium uC/OS-III
 - Express Logic ThreadX
 - SEGGER embOS
 - freeRTOS
 - Mocana (security)
- 另加完整的ARM生态系统

K40系列：温度调节器





Kinetis K60 系列

带以太网接口和加密功能的低功耗微控制器产品

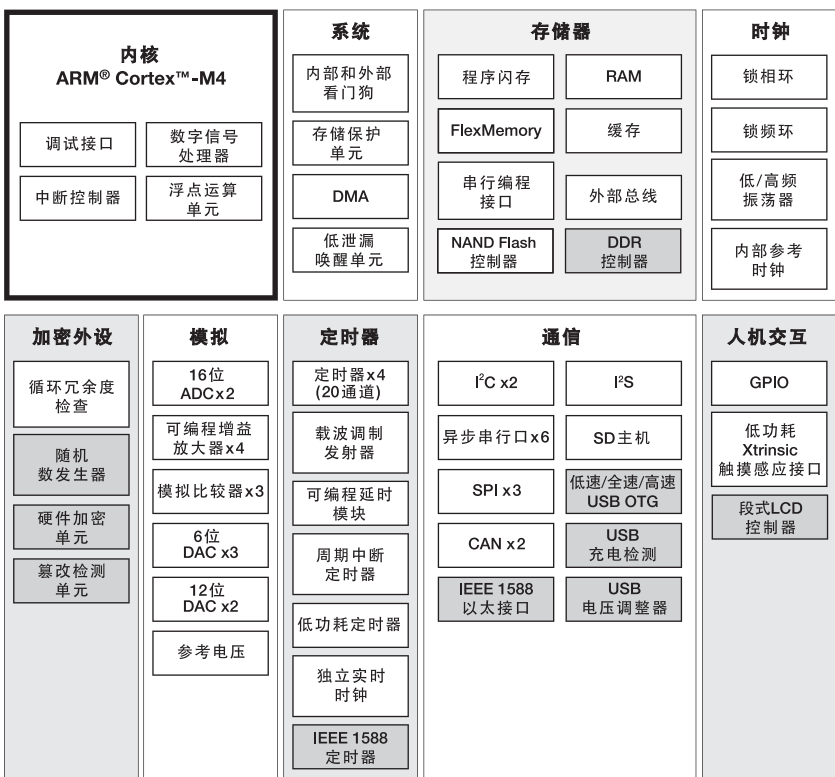
概述

K60系列微控制器产品增加了支持IEEE 1588协议的以太网接口，支持设备充电检测功能的全速和高速USB 2.0 OTG，硬件加密和篡改检测功能。同时，K60系列产品集成了一套丰富的模拟、通信、定时和控制等外设，并且提供从256KB flash/100LQFP封装到1MB flash/256MAPBGA封装的产品系列。此外，高存储密度的K60系列产品还包含一个可选的单精度浮点单元，NAND Flash控制器和DRAM控制器。

可靠性，安防和信息安全

- 硬件加密协处理器支持加密数据的传输和存储，这比传统的软件方法具有更快的速度和更少的CPU负荷占用。该协处理器支持多种加密算法，例如：DES，3DES，AES，MD5，SHA-1，SHA-256等
- 系统加密和篡改检测单元(带独立电池供电的加密实时时钟)。当检测到未加密的Flash、温度、时钟和电源电压变化以及物理撞击时，内/外部的篡改检测单元能保护关键的存储区域。

Kinetis K60 系列



K60 系列概要

产品编号	CPU 主频 (MHz)	存储器					特性										封装					
		内置闪存 (KB)	FlexMemory (KB) EEPROM/DataFlash	SRAM (KB)	缓存 (KB)	单精度浮点运算单元	存储器保护单元	主机控制器	Nand Flash 控制器	EBI	DAC	可编程增益放大器	5V 电压 I/O	其他	100LQFP (14x14 mm)	104BGA (10x10 mm)	144LQFP (20x20 mm)	144BGA (13x13 mm)	196BGA (15x15 mm)	256BGA (17 x 17 mm)		
MK60N256Vyy100	100	256	-	64		√	√		√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS), CAU+RNG	LL	ML	LQ	MD					
MK60N256Vyy100	100	512	-	128		√	√		√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS), CAU+RNG	LL	ML	LQ	MD					
MK60X256Vyy100	100	256	4/256	64		√	√		√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS), CAU+RNG	LL	ML	LQ	MD					
MK60N512Vyy100	120	512	16/512	128	16	√	√	√	√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS/HS), CAU+RNG, Tamper Detect, *DRAM Ctrlr			LQ	MD	MF	MJ			
MK60X512Vyy120	150	512	16/512	128	16	√	√	√	√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS/HS), CAU+RNG, Tamper Detect, *DRAM Ctrlr			LQ	MD	MF	MJ			
MK60X512Vyy150	180	512	16/512	128	16	√	√	√	√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS/HS), CAU+RNG, Tamper Detect, DRAM Ctrlr					MF	MJ			
MK60N1M0Vyy120	120	1024	-	128	16	√	√	√	√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS/HS), CAU+RNG, Tamper Detect, *DRAM Ctrlr			LQ	MD	MF	MJ			
MK60N1M0Vyy150	150	1024	-	128	16	√	√	√	√	√	√	√	IEEE 1588 Eth, USB OTG (LS/FS/HS), CAU+RNG, Tamper Detect, *DRAM Ctrlr			LQ	MD	MF	MJ			

yy = package designator noted in the "Packages" column

*256pin packages only

- 存储保护单元为所有 cross bar 的主机提供存储保护，进一步提高软件的可靠性
- 循环冗余度检查单元可以用来验证存储器内容和通讯数据，进一步提高系统的可靠性
- 独立时钟的 COP 可以提供在时钟丢失或代码跑飞等故障情况下的系统保护，适合诸如 IEC60730 的安规应用
- 当看门狗 (watchdog) 事件发生时，外部看门狗监听器驱动相应输出脚到安全状态，以保护对应的外部器件

连接与通讯

- 带硬件时戳的 IEEE 1588 以太 MAC 为实时工业控制提供精确的时钟同步
- USB 2.0 OTG 加上专为手提 USB 设备而优化充电电流/时间的充电检测电路。内部集成的 5V 输入/3.3V 输出的 USB 低压调整器能为片外器件提供达到 120mA 的离片电流。当使用外部 ULPI PHY 时，最大能达到 480Mbps 的传输速率
- 达到六个支持 IrDA 的 UART 接口，其中一个支持 ISO7816 智能卡通讯协议。多种数据尺寸、格式和发射/接收设置满足众多工业通讯协议的需求

- 适合音频系统的 I²S 串行接口
- 两个适合工业网络桥接的 CAN 模块
- 达到三个 DSPI 和两个 I²C 接口

外部外设支持

- FlexBus 外部总线可以作为与存储器和诸如图形显示等外设的可选接口，支持多达六个片选信号
- 数字加密主控制器支持 SD、SDIO、MMC 和 CE-ATA 卡，适合在线软件升级，媒体文件和 Wi-Fi 支持
- NAND flash 控制器支持达到 32 位 ECC 的当前和未来 NAND 类型。误码纠正 (ECC) 管理由硬件操作，最大减少软件的开销
- RAM 控制器支持 DDR，DDR2 和低功耗 DDR 存储器的连接，最大工作频率 (时钟/数据) 达到 125/250 MHz

闪存，SRAM 器和 FlexMemory

- 快速访问和具有四级安全保护的高可靠性 Flash 存储器，容量从 256KB 到 1MB
- 64KB – 128KB 的 SRAM 存储器

- FlexMemory : 32B – 16KB 适合存放数据表格/系统数据且支持字节写/擦除操作的 EEPROM 用户存储段。EEPROM 具有超过 1 千万次擦写次数和 70us 的写操作时间 (掉电时无数据丢失或损坏)，无需用户或系统参与完成编程和擦除操作，且当电源电压低至 1.71V 时仍能正常工作。此外，还有 256KB – 512KB 的 FlexNVM 可用于存放额外的程序代码、数据或 EEPROM 的备份内容

性能

- ARM Cortex-M4 内核，内置 DSP 单元。100–150MHz 系统时钟，单周期乘 – 累加 (MAC) 运算，单指令多数据扩展 (SIMD) 能力，和单精度浮点单元支持
- 达到 32 个通道的 DMA 单元，支持外设和存储器的数据传输，减少 CPU 负荷，加快系统吞吐能力
- Cross bar 开关单元使能多主机总线并行访问，提高系统总线带宽
- 达到 16KB 的指令/数据 Cache，优化总线带宽和 flash 执行性能
- 独立的 flash 块配置允许并行的代码执行，且固件刷新时无需降低系统性能和复杂的代码例程支持

转下页

混合信号处理能力

- 达到四个可配置分辨率的16位高速模数转换器(ADC)。单端或差分输出模式，增强的噪声抑制能力；当使用可编程延时模块(PDB)触发时，达到500ns的转换时间
- 达到两个12位数模转换器(DAC)，适合音频应用时作为模拟波形发生器
- 达到三个高速比较器，通过驱动PWM信号到安全状态可为电机提供快速和准确的过流保护
- 达到四个适合小信号检测的可编程增益放大器，最大支持64倍增益放大
- 可使用ADC内部测试和调整的参考电压，减少测试成本和提高转换精度

人机交互

- 达到16个输入通道的硬件触摸感应接口，能在所有低功耗模式下工作(使能该接口模块仅增加极小的电流消耗)。同时，该接口的硬件实现方案不仅可以避免使用软件查询方法，而且其高灵敏度特点允许使用高达5毫米厚的触摸表面

定时和控制

- 达到四个FlexTimer，共20个输入通道。支持电机控制应用中互补PWM信号对的死区插入和正交解码功能
- 载波调制定时器，适合遥控应用中的红外波形产生
- 四通道32位周期中断定时器，为实时操作系统(RTOS)的任务调度器或ADC和可编程延时模块(PDB)的触发源提供时基

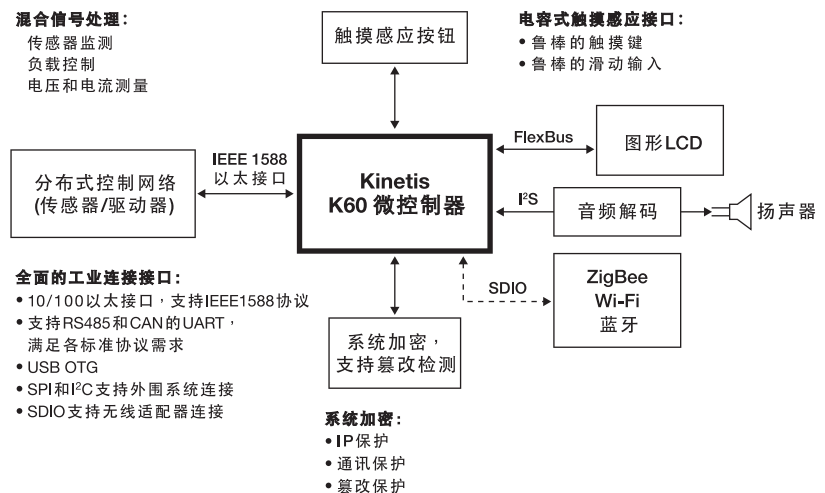
超低功耗模式

- 达到10种低功耗模式。为优化外设行为和唤醒时间，每种低功耗模式均能独立控制外设电源和时钟的使能开关，使得STOP模式仅消耗小于500nA的电流，RUN模式消耗小于200uA/MHz的电流，以及从STOP模式唤醒的时间仅为4μs
- 为延长电池使用寿命，当电源电压低至1.71V时，存储器和模拟设备仍能正常工作
- 达到8个内部模块和16个外部唤醒源引脚的低漏电流唤醒单元支持低漏电流STOP(LLS)模式和极低漏电流STOP(VLLS)模式
- 低功耗定时器支持在低功耗状态下系统的持续运行

工具与软件

- 飞思卡尔Tower系统硬件开发环境
- 集成开发环境
 - 基于Eclipse的CodeWarrior 10.x集成开发环境和处理器专家Processor Expert
 - IAR Embedded Workbench
 - Keil微控制器开发套件(MDK)
 - CodeSourcery Sourcery G++ (GNU)
- 实时软件和操作系统
 - 数学运算，数字信号处理(DSP)和加密库
 - 电机控制库
 - 免费的bootloaders程序(支持USB，以太网，射频，串行等接口)
 - 免费的飞思卡尔嵌入式图形库GUI
 - 免费的FreescaleMQX实时操作系统
 - 经济有效的Nano™ SSL / Nano™ SSH，支持FreescaleMQX实时操作系统
 - Micrium uC/OS-III
 - Express Logic ThreadX
 - SEGGER embOS
 - freeRTOS
 - Mocana (security)
- 另加完整的ARM生态系统

K60系列：工厂/楼宇自动化控制器



技术亮点

核心技术

V1 ColdFire 内核与 ARM® Cortex™ - M4 内核

飞思卡尔半导体新推出的90纳米32位微控制器系列是基于V1 ColdFire内核和ARM Cortex-M4内核设计的。每个内核都具有独特属性，使其成为许多嵌入式应用领域的合适选择。

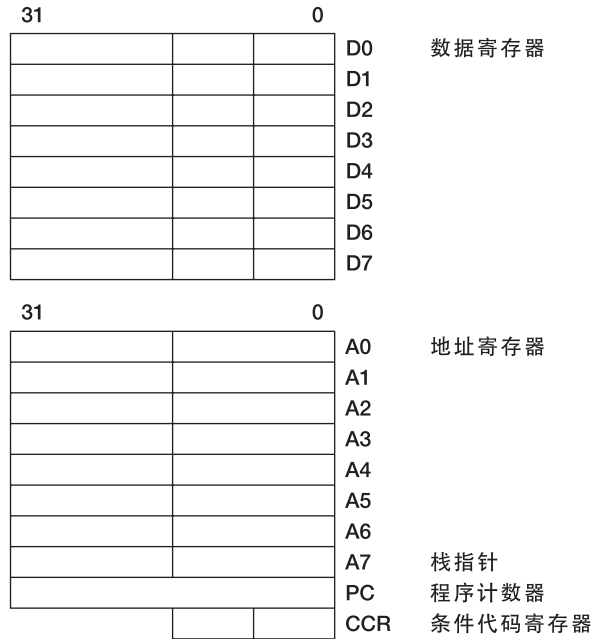
V1 ColdFire 内核

专为32位入门级应用而设计，V1 ColdFire内核的首要侧重点是在于实现最小的内核大小与功耗。作为V2 ColdFire内核的简化版本，它具有增强型处理字节(8位)和(16位)操作数的特性，同时保持相同的寻址方式和ColdFire架构指令定义。该内核实现了C版的ColdFire指令集。图1为用户编程模型，其中包括：

- 16个通用32位寄存器(包括8个数据寄存器D[0-7]和8个地址寄存器A[0-7])
- 32位程序计数器(PC)
- 8位条件码寄存器(CCR)

在ISA中定义了可变长度指令操作，可以支持16、32或48位的指令，并包括一套功能强大的数据存储器寻址方式。所支持的数据操作数类型为1-、8-、16-和32位整数。除了基于内存的加载和存储操作外，ISA还支持嵌入式加载指令和内存到内存的搬移操作。

图1: ColdFire系列用户整数编程模式



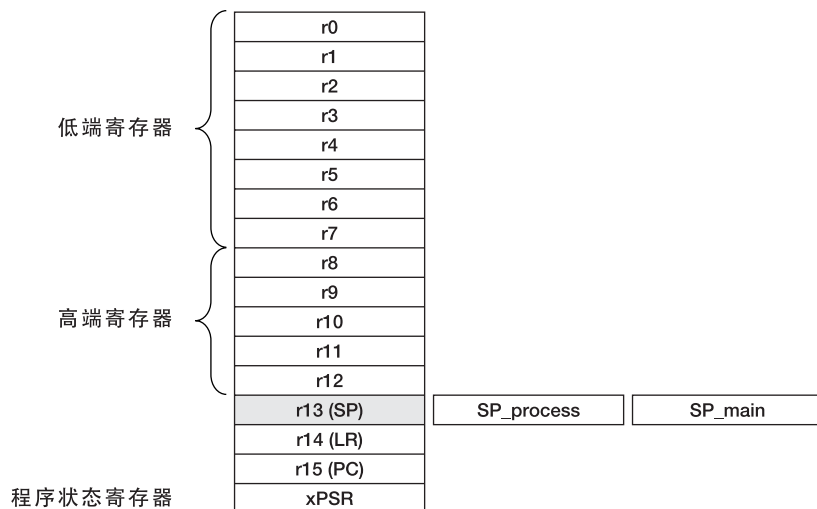
MCF51Qx/Jx系列中的增强型乘法累积(EMAC)单位增加了对16位和32位有符号小数、复合型MAC+MOVE指令、循环内存队列寻址以及四个48位累加寄存器的支持。

其核心架构支持通用协处理器指令和一个在指令或函数级上对操作进行加速的硬件接口。其中一个例子就是加密算法加速单元(CAU)。将CAU单元运用于当今一些很流行的安全算法中，如DES、AES、SHA1、SHA-256和MD5等，只需花费非常小的硬件门电路成本，就能使其性能得到显著提高。该协处理器接口可以与一个加速器紧密耦

合，CPU可通过加速器获取操作数，并发送指令到该硬件模块。

与所有ColdFire处理器的实现类似，V1 ColdFire内核使用了2级指令预取流水线(IFP)和2级操作数执行流水线(OEP)，以满足处理可变长度指令集的硬件需求。内核与SoC的接口通过一个单一的32位AMBA™ AHB总线来实现。IFP和OEP复用内存接口，并直接映射到2级(地址段，数据段)流水线的AHB总线。

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

图2: ARM Cortex-Mx寄存器编程模式


ARM Cortex-M4 内核

ARM的Cortex-M4内核继承了它的前任ARM Cortex™-M3的优点，并将单片机与DSP智能结合在一起。ARM的Cortex-M4实现了ARMv7-ME™指令集架构。该指令集是基于ARM Thumb2定义的，并提供了与ARM Cortex™-M3的兼容性以及增加了新的重要功能：DSP和SIMD扩展指令。基本的乘法指令支持多达 $32 \times 32 + 64 \rightarrow 64$ 位的操作。ARM的Cortex-M4内核还支持一个可选的单精度浮点单元(FPU)，其中包括一个由32个32位浮点数据寄存器组成的寄存器文件。

图2显示了基本的用户编程模型，其中包括：

- 13个通用寄存器，r [0-12] 堆栈指针 (r13 = SP)，链接寄存器 (r14=LR)，程序计数器 (r15=PC)
- 堆栈指针，链接寄存器，程序计数器
- 多个程序状态寄存器 (xPSR)

ISA定义了16位和32位的可变长度操作指令。它所支持的数据操作数大小为8位、16位和32位的整数，还包括宽度为1-32位的数据域。

ARM Cortex-Mx内核主要针对那些相对于绝对的性能，更看重整体规模和确定性操作的应用领域。因此，ARM Cortex-M4内核提供了3级流水线的微型结构：指令预取 (Fe)，指令解码，指令执行 (Ex)。

新增加的DSP和SIMD扩展指令是基于一个高速的乘法/累加结构执行的，所有的乘法与可选累加指令的执行时间都是一个单一指令周期。

ARM Cortex-M4实现了多种32位总线接口，以支持哈佛内存架构。具体来说，内核提供了一个改进的哈佛结构，用于连接AHB代码和系统总线。该代码总线通常用于获取指令以及访问和PC相关的数据，而系统总线通常用于内存和外设的访问。一个独立的32位私人外设总线 (PPB) 可连接数个重要模块 (例如，嵌套向量中断控制器)，只有内核才能对其进行访问。

兼容性和可扩展性

简化设计与加快产品上市

为了使您的应用程序在硬件和软件设计方面得到简化，所有的Kinetis微控制器皆具备前所未有的兼容性和可扩展性。所有的产品系列都具有以下共同特点：

- 广泛的工作电压范围：1.71V至3.6V，闪存编程和模拟模块的操作在低至1.71V的条件下也能执行
- 环境工作温度范围在-40°C至105°C之间
- 与设备最大CPU频率相关的性能级别，在50MHz至150MHz之间可选
- 多种封装选择，支持从32引脚的QFN封装(5x5毫米的尺寸)到256引脚的MAPBGA封装
- 可扩展的嵌入式内存密度，支持32KB的闪存/8KB的SRAM到1MB的闪存/128KB的SRAM，并且支持多闪存阵列，以允许同时读写的操作
- 高寿命、字节可写的嵌入式EEPROM，大小从32字节到16KB可选，具有超过1000万的读/写能力
- 相同的外设和存储器映射简化了代码的重用性
- 强大的ARM Cortex-M4内核，并内置了DSP指令和可选的单精度FPU
- 支持业界标准的串行线调试接口，IEEE® 1149.1 JTAG以及IEEE 1149.7 compact JTAG调试接口，并结合了ARM CoreSight™ 架构跟踪组件
- 支持10种功耗模式，在运行，等待和停止模式上都具备节能特性
- 稳健的5V容限输入引脚

图 1: Kinetis系列的兼容性

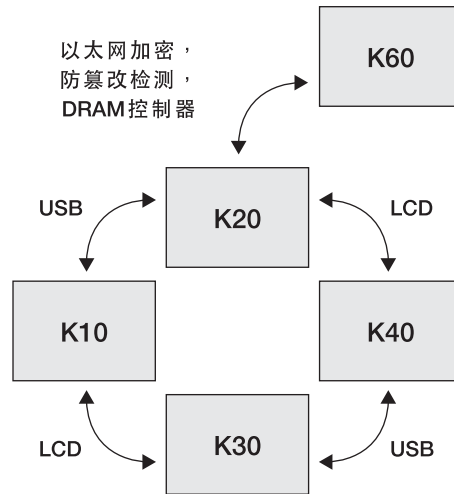
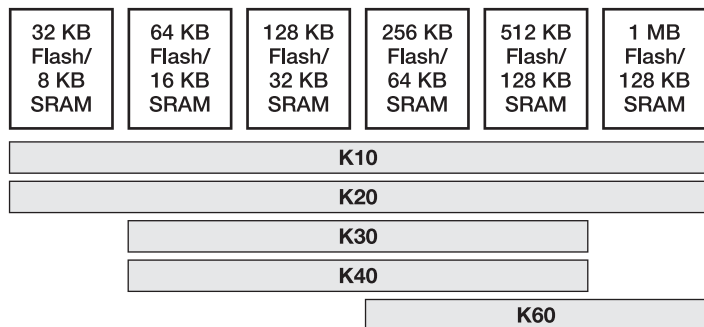


表 1: Kinetis 系列	外设区别
K10	基本外设
K20	基本外设 + USB
K30	基本外设 + LCD
K40	基本外设 + USB + LCD
K60	基本外设 + USB + 以太网 + 加密 + 防篡改检测 + DRAM控制器

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

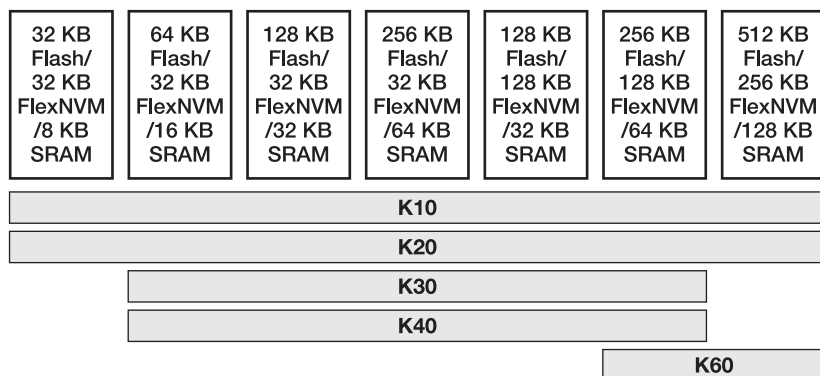
图2：无FlexMemory的Kinetis系列的内存比较



这些选项的可扩展性使您能够无缝地升级或减少在同一系列中移植的产品成本，从而无需重新设计通用硬件和软件。对您的产品升级就像选择另一种增强了外设的衍生产品一样简单(见表1和图1)。

另一个常见的升级原因是增加内存使用量，提高性能水平或添加带EEPROM的FlexMemory到您的最终设计中去(见图2，3和4)。同样的，你可以通过消除重复的功能来减少成本。

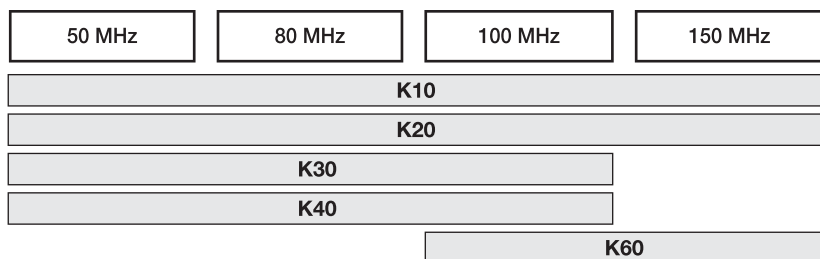
图3：具FlexMemory的Kinetis系列的内存比较



每个系列都集成了市场所关注的通用嵌入式微控制器功能。随着引脚数的增加，可选封装的大小也增大，因此可以加入更多的功能。在添加功能的同时，我们还能保持大小，节距和封装类型的灵活性，以满足您的电路板制造工艺和产品尺寸的要求。

转下页

图4：Kinetis系列的最大CPU频率范围



兼容性和可扩展性

接上页

包括LQFP、QFN和MAPBGA等选项的封装(见表2)。

为了提供卓越的兼容性，所有Kinetis系列的可扩展性都表现为引脚对引脚的兼容性甚至可直接替换。

MCU系列内的引脚兼容性

1. 改变您的内存使用量或性能在相同的封装类型内仅是一个简易替换，例如：从一个具有128KB闪存的80引脚K30器件，升级至一个具有256KB闪存的80引脚K30器件，只需直接替换。
2. 在相同的LQFP和QFN封装类型之间切换无需关心引脚顺序，例如：从K10系列的64LQFP器件：切换至K10系列的64QFN器件。
3. 可以选取更大的封装以添加更多的功能，同时对布局的影响最小。

MCU系列间的引脚兼容性

1. 您可以通过从相同封装的K10器件移植到K20器件或K30器件移植到K40器件的方式来添加USB功能，这样对电路板布局的影响最小，只需将4个GPIO数字引脚替换为4个USB引脚即可。(见图5)
2. 您可以通过从相同封装的K10器件移植到K30器件或K20器件移植到K40器件的方式来添加LCD功能，这样对电路板布局的影响最小，只需将4个GPIO数字引脚替换为4个LCD电源引脚即可。(见图6)

表2: Kinetis系列的封装类型

封装类型	尺寸	节距	系列
32-pin QFN	5 X 5 mm	0.5 mm	K10, K20
48-pin QFN	7 X 7 mm	0.5 mm	K10, K20
48-pin LQFP	7 X 7 mm	0.5 mm	K10, K20
64-pin QFN	9 X 9 mm	0.5 mm	K10, K20, K30, K40
64-pin LQFP	10 X 10 mm	0.5 mm	K10, K20, K30, K40
80-pin LQFP	12 X 12 mm	0.5 mm	K10, K20, K30, K40
81-pin MAPBGA	10 X 10 mm	1.0 mm	K10, K20, K30, K40
100-pin LQFP	14 X 14 mm	0.5 mm	K10, K20, K30, K40, K60
104-pin MAPBGA	10 X 10 mm	0.8 mm	K10, K20, K30, K40, K60
144-pin LQFP	20 X 20 mm	0.5 mm	K10, K20, K30, K40, K60
144-pin MAPBGA	13 X 13 mm	1.0 mm	K10, K20, K30, K40, K60
196-pin MAPBGA	15 X 15 mm	1.0 mm	K60
256-pin MAPBGA	17 X 17 mm	1.0 mm	K60

图5: USB

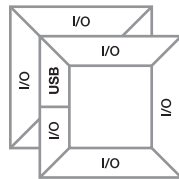


图6: LCD

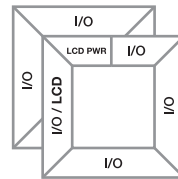
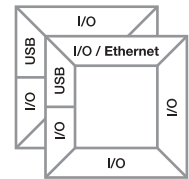


图7: 以太网



3. 您可以通过从相同封装的K20器件移植到K60器件的方式来添加以太网功能，额外的以太网信号引脚与其他数字GPIO引脚复用，所以这个移植只是一个简易替换。(见图7)

ColdFire+ 的兼容性

ColdFire+ 系列拥有与Kinetis系列相同的兼容性特点。在一个系列中，改变您的内存使用量只是一个简易替换。例如，44引脚封装的MCF51JU32可替换为44引脚封装的MCF51JU64。

此外，把64LQFP封装替换为同一系列的64QFN封装时，引脚顺序保持不变。这样做的好处是在设计中可以方便地实现QFN和LQFP的双封装布局。

产品系列间的移植(Jx到Qx)也只需要极小的改变。只有一小部分引脚(4个引脚)在移植时将改变功能。这种做的好处是，当添加或删除USB功能时，只需做最小的硬件改动。

90 纳米 TFS 闪存与 FlexMemory 技术

可配置的高耐久性嵌入式 EEPROM

飞思卡尔下一代微控制器将通过 90 纳米的薄膜储存(TFS) 闪存和 FlexMemory 技术来提供出色的低功耗功能、性能和灵活性。

TFS 闪存

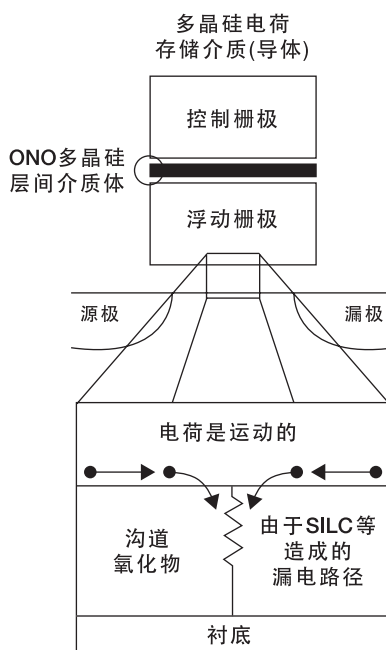
通过结合分裂栅单元和 TFS 技术，飞思卡尔为嵌入式市场带来一个强大的产品组合，在引入竞争性技术的同时也带来了数个关键性优势。

分裂栅单元

- 闪存存取时间小于 30 纳秒。比许多竞争性技术的速度提高了百分之 30 至 50。
- 快速的低电压晶体管可在低至 1.71V 时提供完整的记忆体操作，可显著降低运行和待机电流。其他竞争性技术通常仅限于在 2.0V 或以上。
- 优秀的面积效率(只有一个小型的正电压泵需要进行编程)在保持 MCU 低成本的同时，在所有闪存密度上实现了存储器和外设的高度集成。

转下页

传统的浮动栅单元



主要特性	优点
可编程的EEPROM选项，可在空间大小与寿命之间进行权衡比较	灵活性：EEPROM的大小和寿命可以根据应用的需要进行定制
超过1000万次写/擦除的使用寿命	更长的EEPROM/产品使用寿命
擦除+写的时间只需1.5毫秒	快速的编程时间允许在EEPROM中频繁使用大段数据。快速的写时间增强了掉电保护能力。
无需软件干预	从用户视角来看，就和操作RAM一样简单

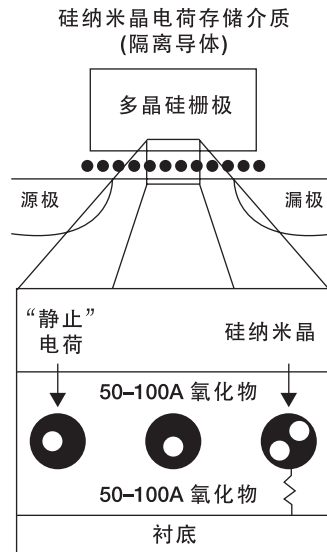
90纳米TFS闪存与FlexMemory技术

接上页

硅纳米晶

- 天生的稳健设计：储存在比特单元中的电子散布在硅纳米晶的阵列中，这些硅纳米晶通过一种绝缘物质隔离开
- 天生的可靠性：不存在独自负责维持单元中电荷的纳米晶，如果一条漏电路径出现在一个纳米晶下，它可能会失去存储在它内部的电荷，但其他的纳米晶仍保留着它们的电荷，因此存储在单元内的数据就不会丢失
- 优点：相比其他竞争性技术增加了健壮性和可靠性，改善了实例化密度从低到高的可扩展性用

薄膜储存单元



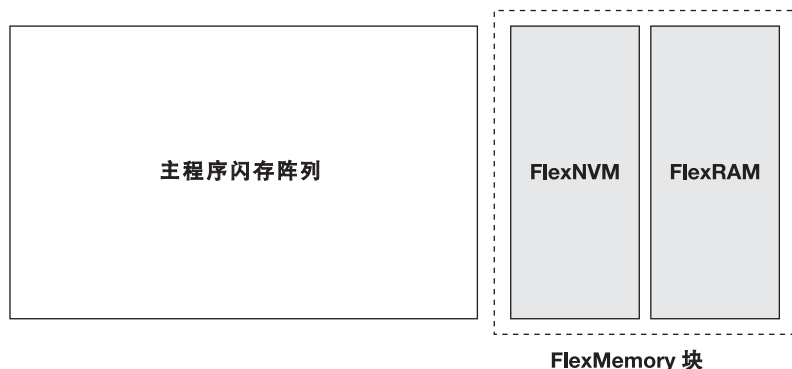
FlexMemory

飞思卡尔新推出的FlexMemory技术为那些需要片上EEPROM和/或额外的闪存的设计者提供了一个非常多功能且强大的解决方案。和操作SRAM一样简单且快速，它在用作高耐久度字节写/字节擦除EEPROM时，无需用户或系统干预就可完成编程和擦除功能。还可以配置EEPROM阵列的大小，以满足应用对耐久度的需求。FlexMemory还可以协同存放主程序的闪存一起工作，为数据或程序存储提供额外的闪存空间 (FlexNVM)。另外，在通常的应用中，设计者还可以访问FlexRAM以扩展系统RAM空间。

特性	传统的EEPROM	FlexMemory
同时读写程序存储空间	是	是
长度	字节写/擦除	字节写/擦除
写周期	~1-5毫秒 (仅限于字节写操作)	~100微秒 (字或字节编程，掉电过程中不会造成数据的丢失或变化)
擦除+写周期	~5-10毫秒	~1.5毫秒
使用寿命	50-300K cycles (固定的)	基于SoC实现且用户可配置，超过1000万次
最小的写入电压	> 2.0V	1.71V
灵活性	由产品型号决定	在空间大小和使用寿命之间选区折衷方案进行编程配置

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

FlexMemory



FlexMemory 的主要特性包括：

- 可配置性：EEPROM阵列大小，字节写和同时读写的次数，以及数据闪存的大小都可由设计者进行配置
- 1000万次的写/擦除次数的使用寿命，在一切正常工作电压及温度范围内都有效
- 无缝的EEPROM读/写操作：只需简单的写入或读取一个内存地址就可完成相应操作
- 高速的字节、字、长字写/擦除操作
- 最小的写入电压1.71V
- 消除了与外部EEPROM相关的成本，减少了软件方面的困扰，降低了EEPROM仿真方案中资源(CPU/Flash/RAM)的影响

可编程的选择方案

FlexMemory 为了给用户应用的内存资源使用提供一个最佳的平衡点，允许用户完全配置FlexNVM与FlexRAM块的使用方式。用户可以配置多个参数，包括EEPROM大小、EEPROM使用寿命、字节写与同时读写的次数以及额外的程序/数据闪存和RAM的空间大小等。除了这种灵活性，FlexMemory还提供了相对于传统EEPROM方案更优异的EEPROM性能、使用寿命和低电压操作等特性。

增强型EEPROM

- 结合FlexRAM和FlexNVM以创建具有字节写/擦除功能的高速高耐久度EEPROM

FlexNVM

- 可用作增强型EEPROM配置的一部分，或作为主程序或数据闪存的补充
- 可以被分割成两块内存空间。例如，把一部分用作闪存而余下部分作为备用的增强型EEPROM

FlexRAM

- 可用作增强型EEPROM配置的一部分，或作为额外的系统RAM

高耐久度

字节可写的EEPROM的耐久度主要由两个用户可配置的要素决定：

- EEPROM的大小
- 作为备用EEPROM的FlexNVM的大小

使用样例

MCU具有128KB的程序存储闪存和32KB的SRAM，而且FlexMemory拥有128KB的FlexNVM和4KB FlexRAM (EEPROM大小的最大值)。应用方案需要额外的8KB程序存储闪存用以存放bootloader和额外的256字节用作高耐久度EEPROM。用户只需从FlexNVM中分配出8KB用作额外的程序存储闪存，而将剩下的120KB用作EEPROM的备用。同时用户还需从FlexRAM中分割出256字节用作EEPROM。在这个例子中，EEPROM的使用寿命可达最小232万次写/擦除操作。

电源管理

多种灵活的低功耗模式以延长电池寿命

电源管理控制器提供了多种功率模式选择。允许用户根据不同的功能性要求从多达10种操作模式中选择合适的模式来优化功耗。

在不同的功率模式下，有多种不同的唤醒方法。内部一个漏电流非常低的唤醒单元，可以支持多达8个片上外设作为唤醒源，同时还支持多达16个外部引脚作为唤醒源。在极低功耗模式下，下面一些模块或者外设可以作为唤醒源：低功耗定时器、实时时钟、模拟比较器、数模转换器、电容式触摸感应接口、还有一些外部中断引脚。

用户根据应用需求，可以选择不同的停止(STOP)模式实现状态保持，对某些逻辑、存储器实现部分电源关闭或完全关闭，IO状态可以在所有操作模式下维持不变。

- 正常运行模式下，允许CPU以低达200uA/MHz的功耗来执行代码
- 低漏电流停止模式降低内部逻辑的电压，把内部未使用电路的电流消耗降到最低。同时保持快速的，低达4 uS的唤醒时间
- 极低漏电流停止模式下，关闭内部逻辑，可选择地关闭存储器，这样消除了未使用电路的漏电流。这种模式下，可以保留32个字节寄存器的内容用于保留非常重要的应用数据

不同的功率模式比较

嵌入式系统中典型的功率模式	ColdFire+ and Kinetis 扩展的功率模式	ARM Cortex-M4 功率模式
RUN	RUN	RUN
	VLPR	
WAIT	WAIT	SLEEP
	VLPW	
STOP	STOP	DEEP SLEEP
	VLPS	
	LLS	
	VLLS3	
	VLLS2	
	VLLS1	

主要特性	优点
nA级电流消耗同时维持RAM内容	延长电池寿命
唤醒时间快达4 uS	在频繁的功耗模式切换应用中降低平均功耗
多种功耗模式	在功能对比功耗的应用中保持十足的灵活性
正常运行模式电流消耗200uA/MHz	设备以最小的电流运行

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

模式	简介
Run	MCU全速运行
Wait	允许外设模块正常工作，而CPU进入睡眠模式，从而降低功耗
VLP Run	CPU和外围模块的最大时钟频率被限制。CPU以及系统频率限制在2MHz以内。Flash访问时钟频率限制在1MHz以内。低压检测LVD关闭
VLP Wait	类似于VLP Run模式，CPU处于睡眠模式进一步降低电流消耗
Stop	MCU处于静态，极低的功耗模式，当使能低压检测(LVD)时，可以保持所有寄存器内容
VLP Stop	MCU处于静态，低压检测被禁止。低功耗模式，ADC，LPT，RTC，LCD，HSCMP，DAC和引脚中断
LL Stop	MCU处于低漏电流维持模式，LLWU控制以下唤醒源：LPT，RTC，LCD，HSCMP，DAC和引脚中断
VLL Stop3	MCU处于低漏电流模式，大部分内部逻辑被关闭。维持所有系统内存内容，I/O状态维持不变，LLWU控制以下唤醒源：LPT，RTC，LCD，HSCMP，DAC和引脚中断。
VLL Stop2	类似于VLL Stop 3模式，仅有部分系统内存内容被维持FlexRAM可选择性的得以维持
VLL Stop 1	类似于VLL Stop 3模式，仅维持32个字节的寄存器文件内容

各种功耗模式描述

低功耗/电池供电应用中用到的其他特性：

- 可以配置低压检测来产生复位或触发中断来防止电压跌落
 - 支持2种低压检测阈值
 - 对应每个检测阈值又有4个低压报警门槛电压可选
- 可编程时钟门控允许关闭未使用的外围模块的时钟，以进一步降低运行或等待模式下的功耗

低电流唤醒单元：

- 支持多达16个外部输入引脚和多达8个内部模块，对应每个唤醒单元都有独立的使能控制位
- 输入源可以是外部引脚或者是能够在LLS或VLLS模式下的模块
- 每个外部唤醒输入引脚可以编程使用下降沿、上升沿或者任何沿变化
- 一个可选的低功耗振荡器(LPO)可以用来驱动低通滤波器处理来自复位引脚和其他外部引脚的信号

硬件触摸感应接口

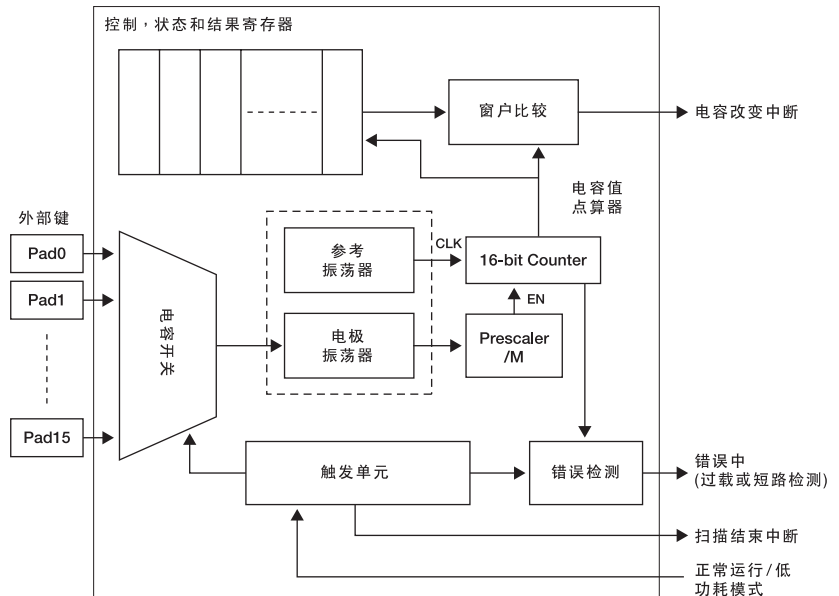
具有吸引力的低功耗用户接口

触摸感应传感器通过触摸式按键，滑条和旋钮等用户接口为传统的按键式开关提供了一种新式的替代方案。其优点包括：设计灵活、清洁、支持不同的灵敏度等级、可以使用不同材料的表面覆层。触摸感应接口的使用范围已经从最新的消费电子产品拓展到不同的应用领域，例如：家用电器，便携式医疗设备，工业控制面板等。

触摸感应输入(TSI)模块提供电容式的触摸感应检测，具有高灵敏度，高鲁棒性，和超低功耗等特点。有以下主要特性：

- 多达16个电极，每个电极对应一个引脚，不需要其他外围元器件
- 可工作于所有的低功耗模式，当电极的电容发生变化时唤醒CPU
- 使用时仅增加微小的电流消耗
- 电容测量的分辨率高达0.02fF
- 内置电极采样积分，震荡电压等级配置，和故障检测以达到高的鲁棒性
- 周期性的电极扫描不需要其他MCU外设

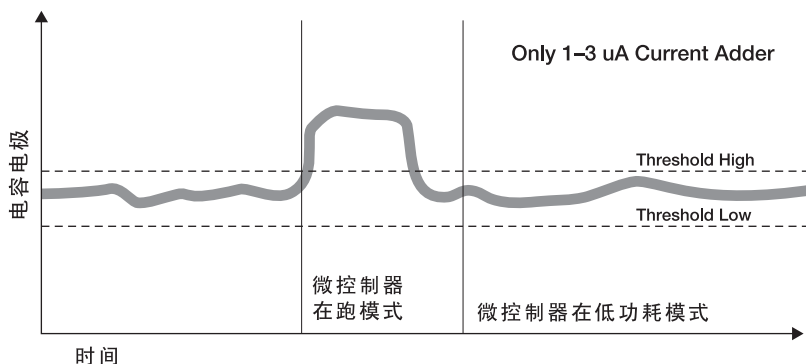
TSI 模块框图



主要特性	优点
超低功耗运行	非常适合于电池供电的应用
优异的可靠性	可靠地工作于噪声环境，高鲁棒性
高灵敏度	可以使用于覆层很厚的触摸感应应用
集成了飞思卡尔触摸感应软件库	可以简单的实现键盘，滑条，和旋钮

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

低功耗模式操作



低功耗模式操作

TSI模块具有可编程的高、低阈值，可以以微小的电流工作于所有的低功耗模式。

一个周期性的扫描模块可以工作于所有的MCU低功耗模式，其独立的扫描间隔不受低功耗模式、运行模式的影响。这样可以允许用户设置较长的扫描间隔以降低功耗。反过来，运行模式下可以设置较短的扫描间隔以加速触摸感应的响应时间。

TSI模块的低功耗工作能力为触摸感应接口开辟了新的应用空间。这样的设备现在可以通过一个触摸输入从低功耗的状态下唤醒。

当触摸发生，电极的电容变化超过预设的阈值范围将会被检测到。这样，TSI中断被触发，此中断唤醒CPU。

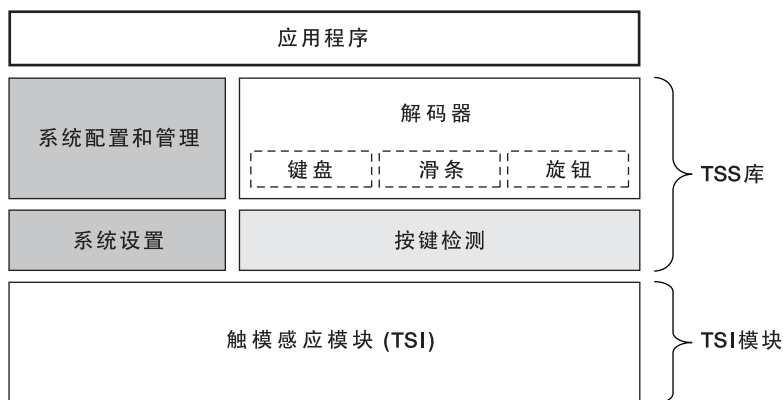
集成触摸感应库

有些应用需要实现键盘，旋钮和滑条这样的人机接口。根据应用需求，触摸按键的所处运行环境，响应时间和灵敏度都需要考虑。

飞思卡尔提供了一个完整触摸解决方案，触摸感应模块可以无缝集成到飞思卡尔触摸感应软件库。

访问freescale.com.cn/touchsensing 可以获取更多关于触摸感应的软件解决方案。

触摸感应软件库



段式LCD控制器

可配置的低功耗显示

通过一个低成本、廉价的用户接口来展示你的设计才能，做出这样的决定的确很难。飞思卡尔提供的段式LCD控制器支持软件配置前面板、背板信号，低功耗闪烁模式和故障检测，同时支持3V和5V LCD面板。

段式LCD控制器被用于驱动单色LCD显示，可工作于所有的CPU运行模式(包含非常低漏电流停止模式VLLS)。LCD模块的主要特征包括：

- 可配置帧频(Frame Rate)和8倍占空比(Duty Cycle)
- 内部电压调节以支持对比度控制
- 驱动3V或5V LCD玻璃
- 硬件故障检测
- 多用途LCD引脚，可配置为背板(COM)，前面板(SEG)或者GPIO

前面板和背板再分配

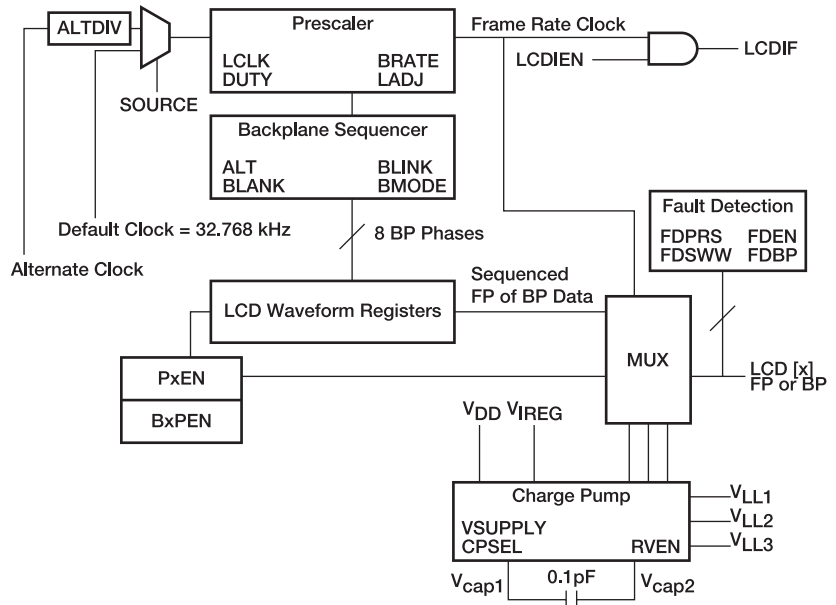
段式LCD控制器寄存器可以配置LCD引脚为前面板信号或者为背板信号。

前面板或者背板分配可以通过软件的方法优化LCD显示屏的布线布局。

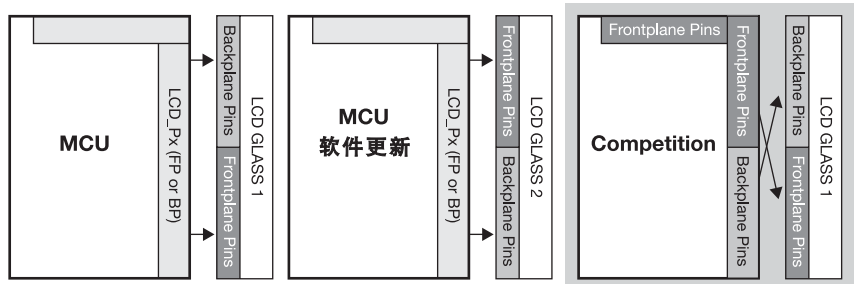
更改LCD显示设计可以通过更新

Firmware来实现，这样可以缩短开发周期和降低硬件成本。

LCD模块框图



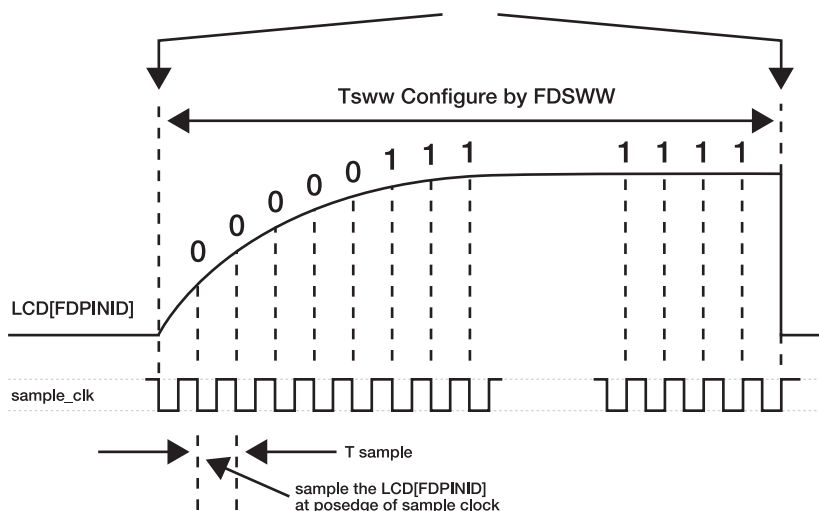
配置分配



主要特性	优点
硬件故障检测	提高LCD设计的可靠性
前面板、背板可配置	简化LCD设计布局，容易更新设计
低功耗模式下的闪烁更新	更低的平均功耗

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
○	○	○	○	●	●	○

故障检测



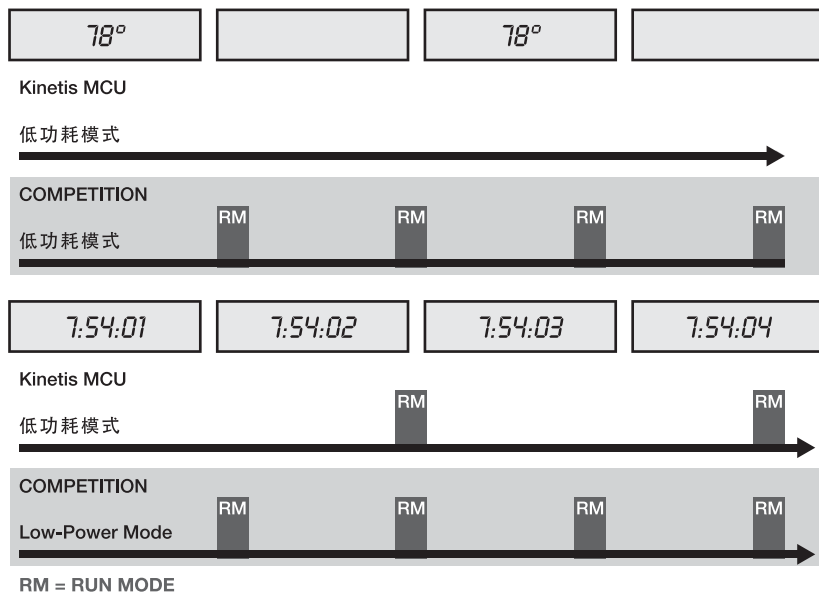
段故障检测

段式LCD拥有硬件实现对LCD引脚上的故障进行检测。所谓故障，就是LCD的段没按期望的结果点亮或关闭，导致显示错误的信息以至误导用户。早期的显示故障检测可以帮助发现问题，避免在生产的最初阶段修复故障引入不必要的成本。

LCD显示故障检测电路可以被用于发现存在于LCD显示器、显示连接部分、MCU与LCD连接部分的问题。

硬件可以对LCD的波形进行采样并数字化处理，得到的数据可以被用来分析LCD引脚上的电容变化并指出错误缺陷。

闪烁定时



低功耗模式下的屏幕切换

段式LCD支持在低功耗模式下切换到空白屏(blank screen)或者切换到替换屏(alternate screen)。

切换到空白屏就是关闭所有的段，屏幕空白。切换到替换屏允许在可配置的切换周期内显示其它不同的数据内容。

如图所示，通过使用切换而无须退出低功耗模式，MCU可以得到很低的平均功耗。

参考 freescale.com/lcd

获取更多的信息。

精确的模拟与控制

丰富的片上混合信号处理单元

模拟数字 (A/D) 转换器

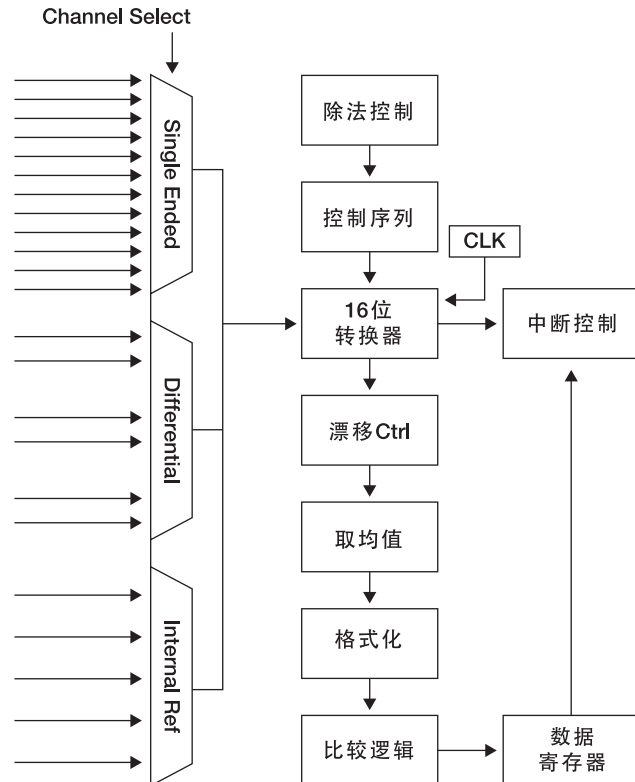
16位精度模数 (A/D) 转换器使用逐次逼近的转换方法，相对于 $\Delta-\Sigma$ 转换方法快速而且节省功耗。

可以使用取平均值的方法以提高精度。

AD转换器的主要特性有：

- 支持单端输入与差分输入
- 可以取1，4，8，16或32次转换平均
- 自动比较功能
- 与DAC同步触发功能

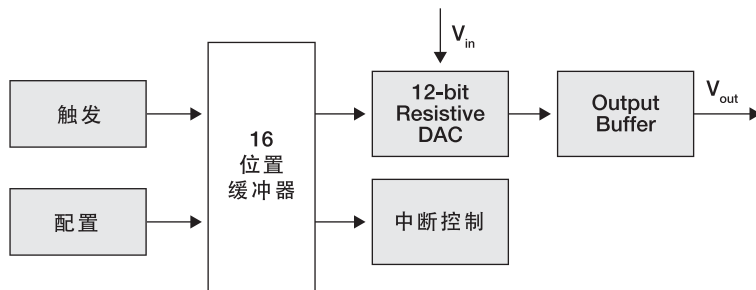
ADC 模块框图



外设	主要功能特性	优点
模数转换器 (ADC)	<ul style="list-style-type: none"> • 逐次逼近式 • 转换结果取平均 • 自测试 	<ul style="list-style-type: none"> • 相对于$\Delta-\Sigma$转换方法转换速度显著提升，功耗更通过平均转换结果，转换分辨率与$\Delta-\Sigma$方法相当
	<ul style="list-style-type: none"> • 差分输入 • 漂移和增益校准 	<ul style="list-style-type: none"> • 抑制噪声提高测量精度
数模转换器 (DAC)	<ul style="list-style-type: none"> • 低功耗操作 	<ul style="list-style-type: none"> • 延长电池使用寿命
	<ul style="list-style-type: none"> • 先进先出 (FIFO) • 缓冲器标记 (Watermark) 	<ul style="list-style-type: none"> • 波形发生器应用时 • 缓无需CPU介入-提高系统性能
高速比较器 (HSCMP)	<ul style="list-style-type: none"> • 内部数模转换器 (DAC) 	<ul style="list-style-type: none"> • 配置内部参考电压
	<ul style="list-style-type: none"> • 模拟多路转换器 (MUX) 	<ul style="list-style-type: none"> • 灵活选择输入信号

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

数模转换器(DAC)框图

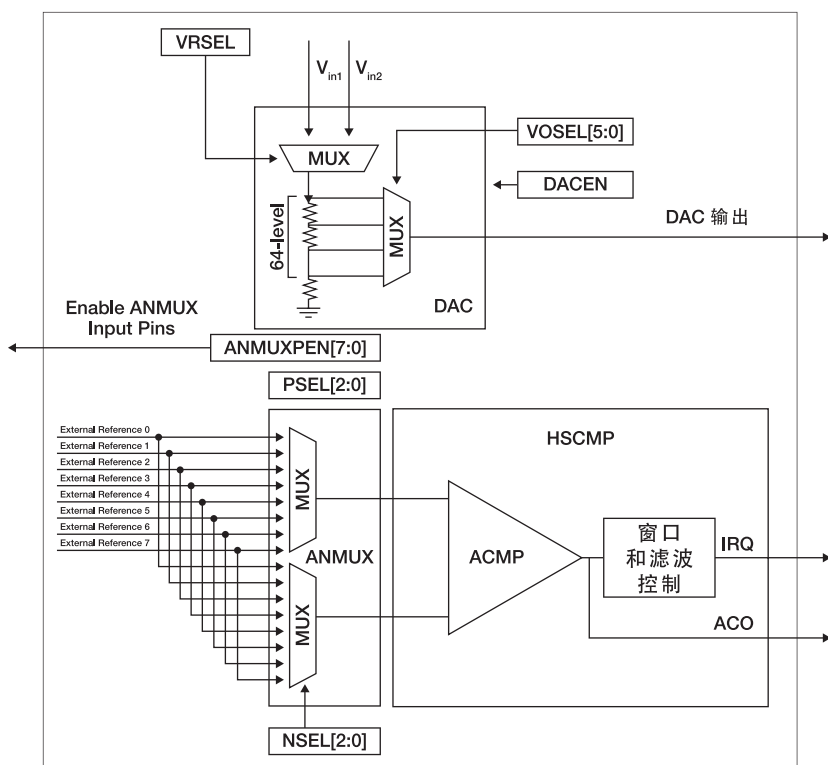


数模转换器(DAC)

数模转换器(DAC)根据设定得数字量提供一电压输出。DA转换器的主要特性包括：

- 输出到外部引脚或内部连接到其他外设
- STOP模式下操作
- 支持多种缓冲器(buffer)模式：摆动(Swing)，单次扫描(one-time Scan)或者正常循环(normal)
- 多种触发中断的方法：缓冲器顶端(Top)、底端(bottom)、水位标记(watermark)

高速比较器(HSCMP)模块框图



高速比较器(HSCMP)

片上高速模拟比较器在监控内部或外部模拟信号时提供快速中断，该模块有以下主要特性：

- 整个电源电压范围内可操作
- 可编程迟滞控制
- 内部包含6位数模转换器，提供参考电压
- 内部信号多路选择器，灵活选择输入

转下页

接上页

参考电压

参考电压 (VREF) 被用于提供一个精确的电压输出，它可以通过一个8位寄存器来进行校准，精度为0.5毫伏。

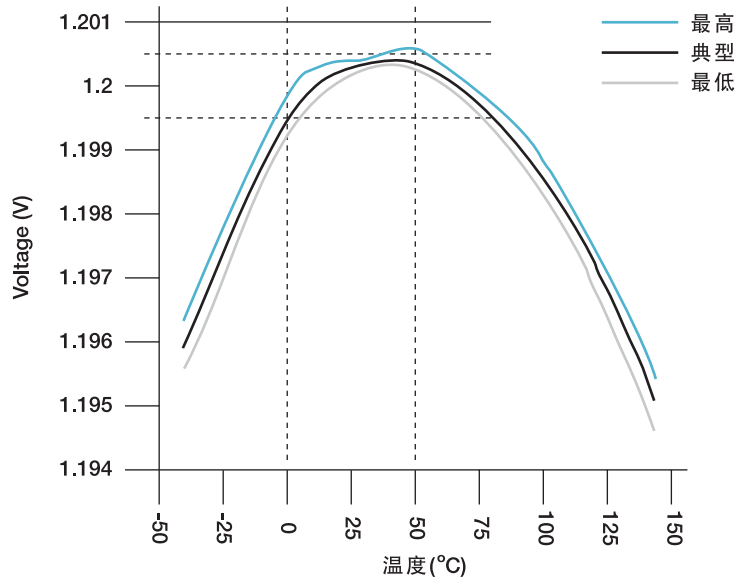
- 模数转换器 (ADC)、数模转换器 (DAC) 和高速比较器 (HSCMP) 可以使用模拟参考电压 (VREF)
- 参考电压 (VREF) 可以通过 VREFO 引脚输出供片外资源使用
- 供外部使用时工作于高功率模式
- 0°到50°C温度范围内，温漂小于33 mV/°C

可编程延时模块

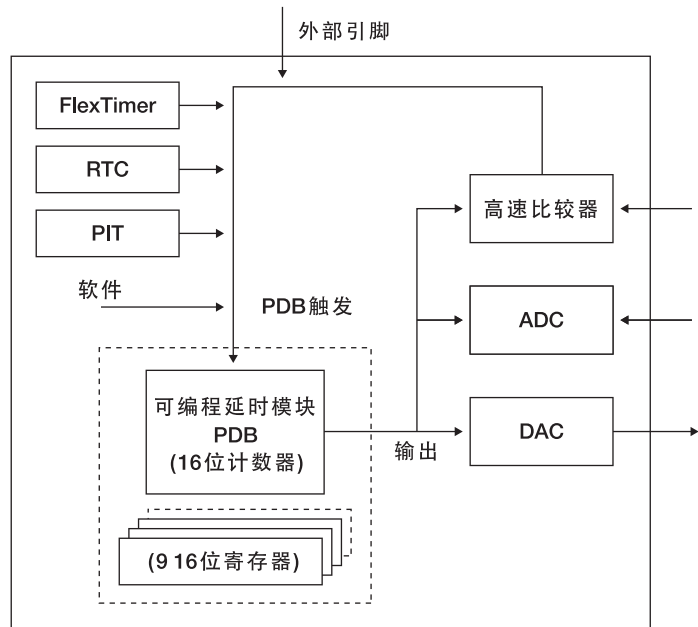
可编程延时模块 (PDB) 用于多个片内片外资源之间的定时同步。其应用包括：

- BLDC电机控制应用中，同高速比较器 (HSCMP) 一起用于反电动势的测量，PDB模块在FlexTimer脉宽调制 (PWM) 输出上升沿之后延时同步并创建一采样窗口
- 通用电机控制应用中测量电压和电流，PDB用于同步ADC模块和FlexTimer PWM输出
- 电表应用中，测量电压和电流，ADC与定时器模块同步
- 医疗电子应用中，PDB模块为ADC模块提供硬件触发，与此同时调整DAC缓冲区指针用于信号调理

参考电VREF(V)温度(°C)曲线

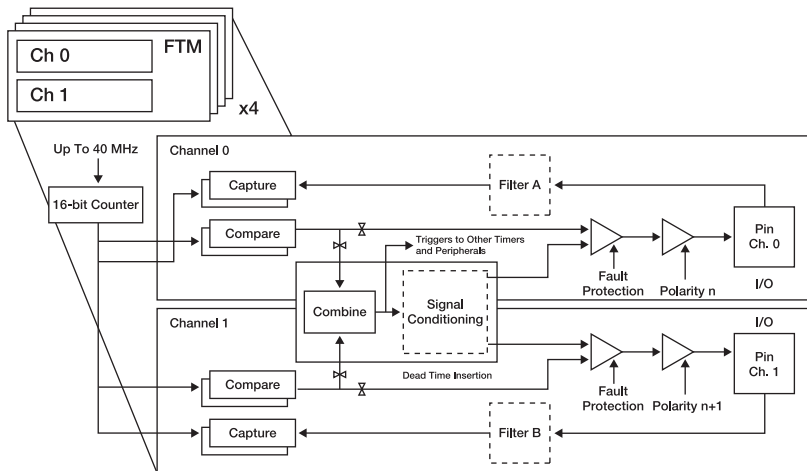


PDB 模块框图



外设	主要特性	优点
参考电压 (VREF)	可校准：8位寄存器，0.5mV步距	高精度；温漂、电压偏移可校准
可编程延时模块 (PDB)	多外设集成模式，针对对定时有要求的应用	单套外设可支持多种不同的应用
FlexTimer (FTM)	硬件死区插入与正交解码	非常适合电机控制应用

FlexTimer模块框图



柔性定时器(FlexTimer)

FlexTimer (FTM) 模块专为电机控制和电源管理方面的应用而设计，但仍然保留了标准定时器的基本特征，例如输出比较和输入捕获。

在电机控制应用中，FlexTimer定时器提供互补PWM信号输出、硬件死区插入、输出屏蔽、极性控制、故障控制等典型的PWM模块功能特征。这些灵活性使得FlexTimer有着广泛的应用。

电机控制案例

ColdFire + Qx/Jx和Kinetis微控制器家族MCU所带的功能外设可被用于采用无传感器算法的无刷直流电动机 (BLDC) 6步矢量控制。高速比较器可用于反电动势的检测；16位ADC用于直流母线电压的测量；FlexTimer工作在PWM模式，应用了下列不同的特征：

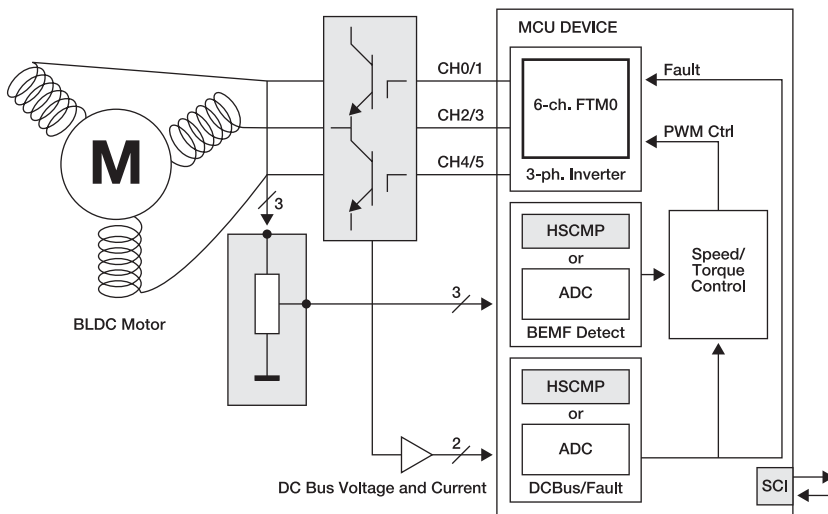
- 自动死区插入
- 自动装载占空比到相应的配对通道
- 两个边沿独立控制
- 可屏蔽输出
- 硬件故障输入引脚
- 事件触发输入输出使能对定时严格要求的任务

正弦波永磁同步电机 (PMAC) 由于其高效和精确控制其应用非常流行。

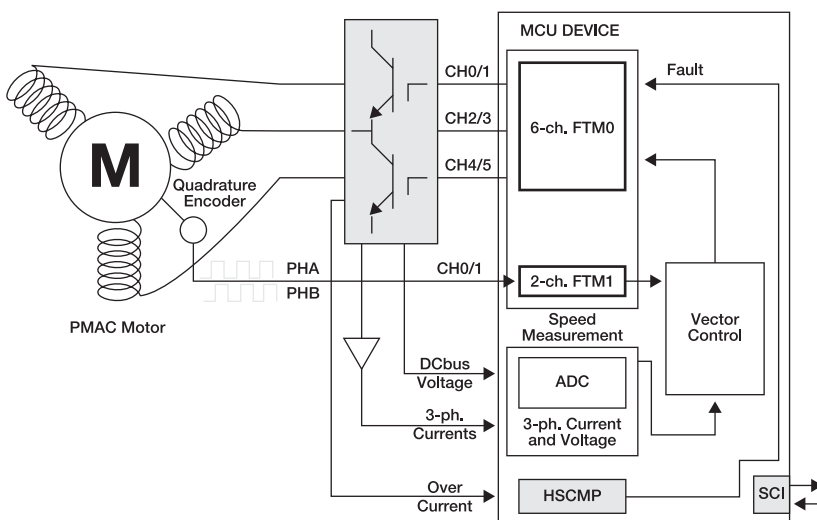
ColdFire + Qx/Jx和Kinetis微控制器家族MCU的不同的功能特征为其实现3相矢量控制：

- FlexTimer的高级PWM输出特征
- FlexTimer的正交解码器提供速度检测
- 16位快速逐次逼近型模数转换器 (SAR ADC) 提供精确的电压电流检测
- 高速比较器实现故障输入
- 数字信号处理指令提供高速计算

应用案例：无刷直流电机 (BLDC) 控制



应用案例：正弦波永磁同步电机 (PMAC) 控制



IEEE®1588以太网控制器

实时网络测量与控制

以太网控制器模块和外置10/100以太网PHY，可用于增加以太网连接功能。硬件IEEE 1588时间戳为网络自动化、测试和测量应用的实时控制提供了精确的时钟同步。

以太网控制器的特性包括：

- 完全实现802.3标准
- 支持MII和RMII接口的外置PHY
- 支持AMD的Magic Packet唤醒包的检测
- 支持VLAN标签的分组 (IEEE 802.1Q)
- IP协议性能优化
- IEEE 1588硬件时间戳支持

唤醒包的检测

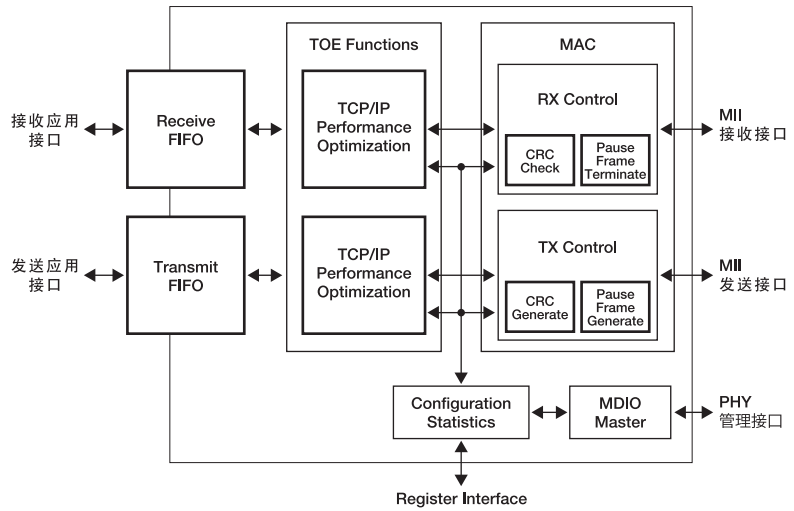
这种机制允许外部的节点提交远程唤醒的请求。

当使能唤醒包的检测，以太网控制器可以进入睡眠模式或者处理器可以进入停止模式。在该模式下：

- 以太网发送逻辑关闭
- 以太网FIFO发送和接收功能关闭
- 以太网接收逻辑正常工作，但是所有除唤醒包之外的数据包全部丢弃

当检测到唤醒包则处理器内核会收到一个唤醒请求，使得处理器退出停止模式。

以太网控制器框图

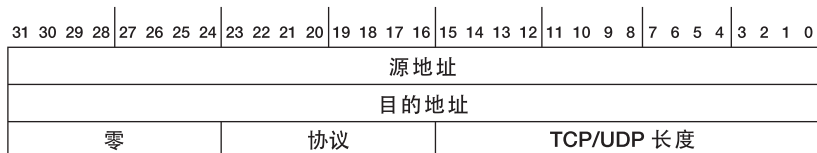


主要特性	优点
AMD唤醒包检测	更低的平均功耗
IP协议性能优化	更高的以太网吞吐量
IEEE 1588硬件时间戳	和软件方案相比降低延迟 具有100nS的精度(这与网络相关)

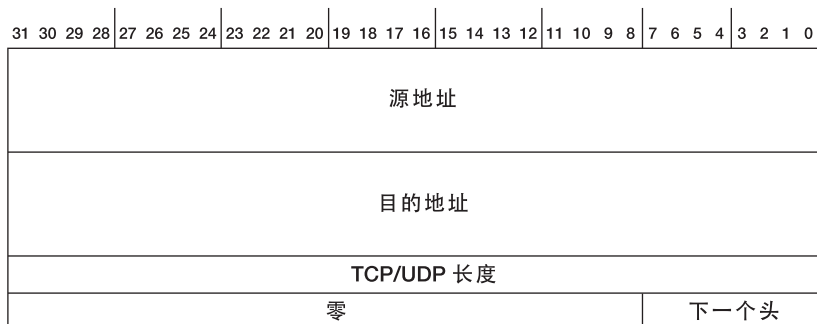
ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
○	○	○	○	○	○	●

IPv4和IPv6校验计算

检验和计算的IPv4伪头



检验和计算的IPv6伪头



IP协议优化

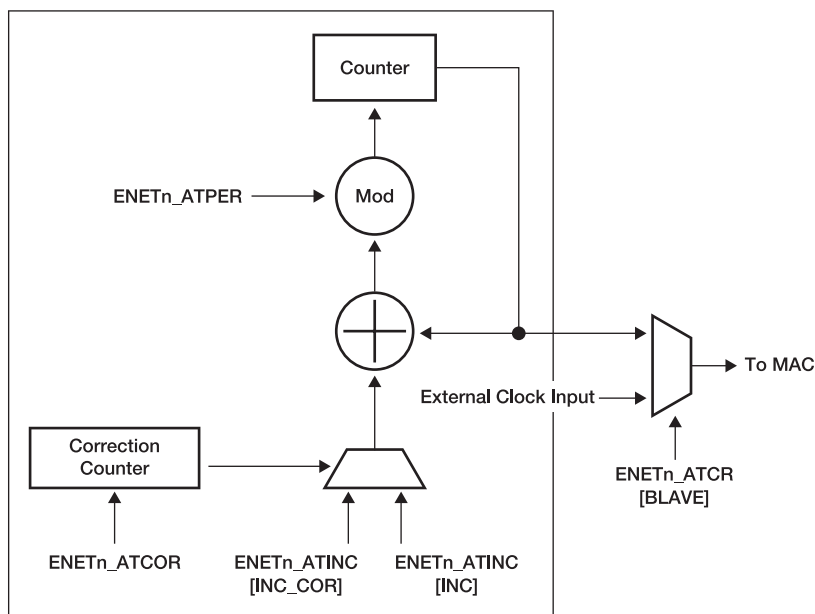
以太网控制器模块包括硬件逻辑来处理一些常用的以太网协议功能。这有助于降低以太网协议栈处理的软件开销，从而提高整体的网络吞吐量。

特性包括：

- 支持TCP/IP，UDP/IP，ICMP/IP等协议，并支持IPv4和IPv6格式的IP头协议
- 自动进行IP头和(协议相关的)实际数据包的校验产生和计算
- 其他类型或协议的帧透传

对于TCP和UDP，检验和计算的范围是其帧头和数据部分以及来自IP头的其他数据。下面的框图显示了用于TCP和UDP校验和计算的IP头的成员。

可调整时间模块



IEEE 1588支持

以太网控制器包括一个硬件时间戳模块，支持IEEE 1588或类似的时间同步协议实现。

可调整时间模块用于和远程的主机通信以同步以太网模块的本地时钟。其中包括一个自由运行的32位计数器和一个校正计数器。校正计数器会增加或减少自由运行计数器的值，从而获得精细粒度的时间校正以满足同步的需求。

串行通信接口

一种灵活的全双工方式的串行通信

串行通信接口 (SCI) 模块支持多种格式的异步全双工串行通信。SCI的特性包括：

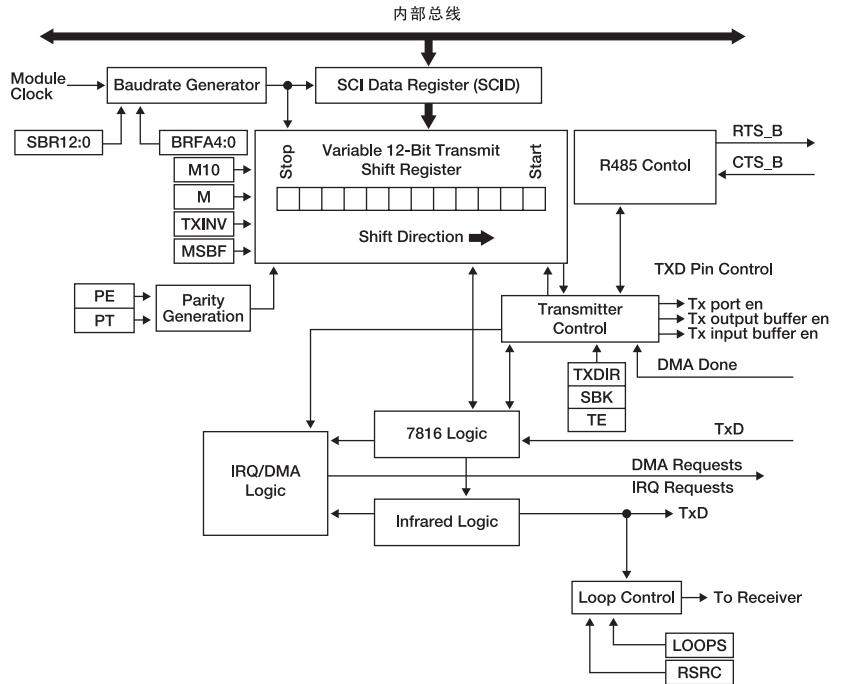
- 标准的传号/空号 (mark/space) 不归零编码格式 (NRZ)
- 支持 IrDA 1.4 (RZI) 格式
- 支持 ISO 7816 协议用于和 SIM 卡或智能卡接口
- 13 位波特率选择，支持 32 分频
- 可编程的 8 位或 9 位数据格式
- 可选择 MSB 或 LSB 先传的方式
- 硬件流控，支持 RTS 和 CTS 信号
- 独立的发生和接收 FIFO，具有 DMA 请求功能

ISO 7816 支持

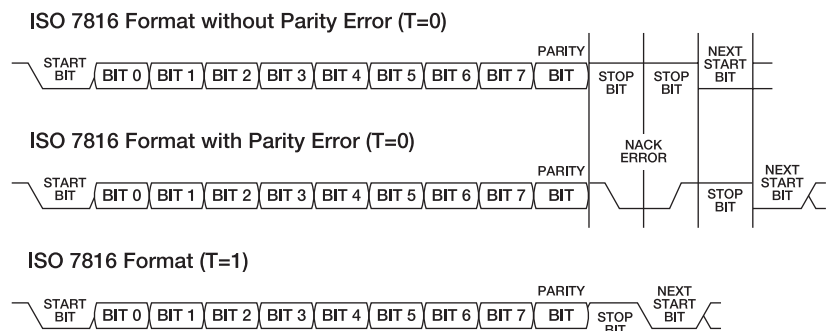
SCI 模块支持 ISO 7816 标准，可用于和 SIM 卡或智能卡通信。该特性具有以下特点：

- 支持 T=0 和 T=1 的协议
- 自动重传未接收的数据包，可编程重传次数
- 支持 11 和 12 个 ETU 传输
- 检测初始化数据包，并可自动编程传输参数
- 中断驱动，支持 7 个 ISO-7816 相关的中断：
 - 等待时间超时
 - 字符等待时间超时
 - 块等待时间超时

SCI 发送逻辑



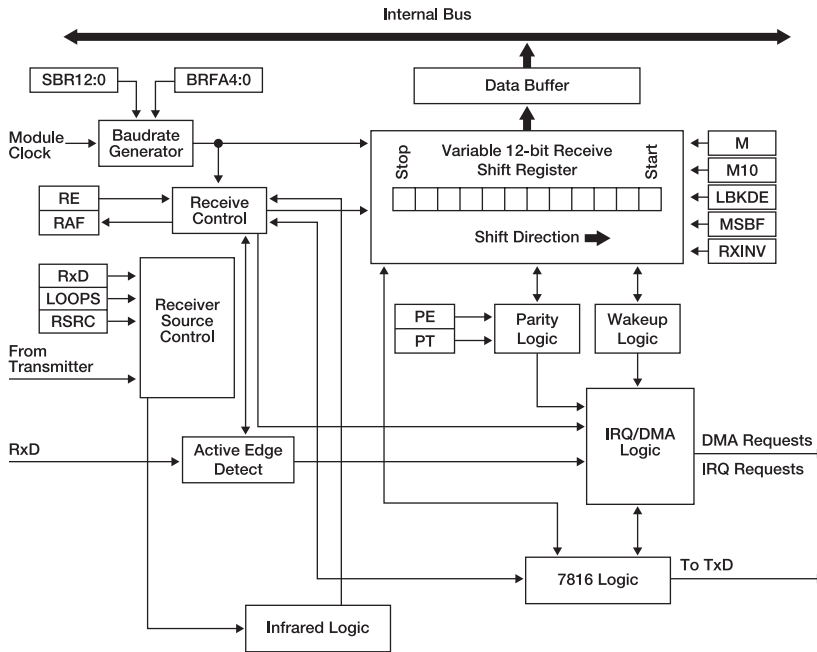
ISO 7816 时序图



主要特性	优点
支持 ISO 7816 协议	支持 SIM 卡和智能卡
可选多种通信格式	灵活地实现多种协议
具有 DMA 请求功能的 FIFO	降低 CPU 的负荷

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

SCI接收逻辑



- 检测初始字符
- 超过发送错误阈值
- 超过接收错误阈值
- 保护时间超时

支持多种数据通信格式

SCI支持多种对数据宽度、格式和发送接收的设置。这许多的选项使得SCI能够实现多种串行通信的协议。

特性包括：

- 8或9位位宽的数据格式，支持对所有有9位做奇偶校验
- MSB或LSB先传
- 可编程的发送数据输出信号的极性
- 可编程的接收输入信号的极性

支持DMA请求的FIFO

SCI的FIFO降低了SCI通信时需要的CPU处理的频率。

DMA可以配置为发送整个数据包，并在所有数据接收完成后发中断信号给CPU。这意味着CPU可以一次处理完整的数据包而无需在每个数据到来时中断当前的程序流程。

FIFO的大小取决于不同的芯片和相关的SCI模块。大部分器件在SCI0 and SCI1上会实现一个8字节接收和8字节发送的FIFO，而其余的SCI模块则没有FIFO。

UART数据格式

Eight Bits of Data with LSB First



Eight Bits of Data with MSB First



Nine Bits of Data with LSB First



Nine Bits of Data with MSB First



USB子系统

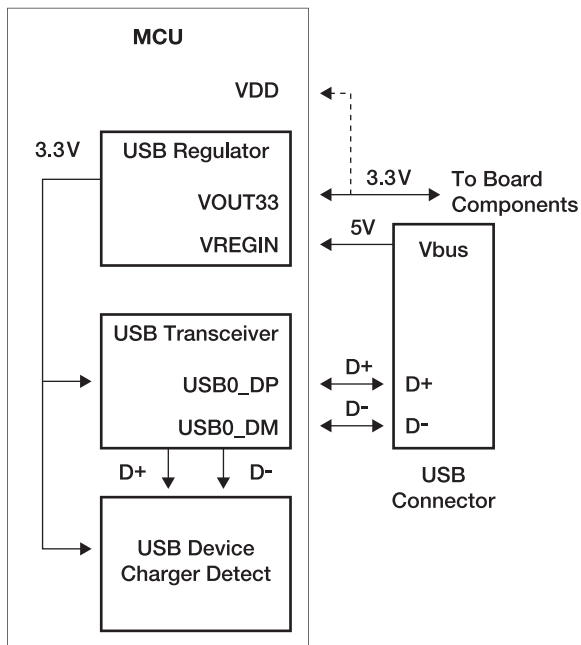
灵活的USB连接

USB子系统包括几个组成部分，并由它们共同提高完整和灵活的USB功能。

USB子系统包括：

- 符合USB On-The-Go (OTG) 2.0规范的控制器(具体的控制器取决于具体的设备)。选项包括：
 - 全速(FS)/低速(LS)的USB控制器
 - 高速(HS)控制器(仅在Kinetic K20和K60家族上)
 - 片上FS/LS USB收发器
 - USB调压器
 - USB设备充电检测

USB调压器



FS/LS控制器

USB FS/LS控制器提供对USB主机和从机通信的支持，并支持OTG的功能。FS/LS控制器符合USB 2.0规范，支持全速(12 Mbps)和低速(1.5 Mbps)的数据传输速率。

FS/LS控制器总是使用片上的FS/LS的收发器模块。片上的收发器包括内部的在D+和D-线上的下拉电阻以及D+线上的上拉电阻。这有助于减少USB连接所需的外部元件。

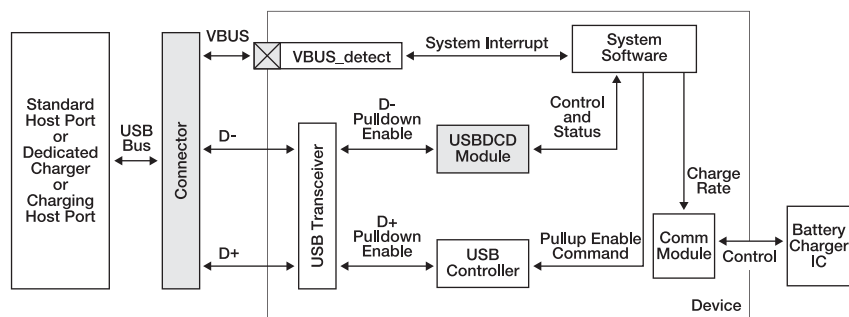
支持HS的控制器

USB HS控制器提供对USB主机和从机通信的支持，并支持OTG的功能。HS控制器符合USB 2.0规范。该控制器支持高速(480 Mbps)，全速(12 Mbps)的从机和OTG的通信；支持HS/FS/LS的主机通信。

HS控制器可通过外部选择的ULPI接口的PHY来支持高速的模式。如果不需要用高速模式，则可以选择使用片上的FS/LS收发器。

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
○	●	○	●	○	●	●

USB设备充电检测



USB调压器

USB调压器通过USB VBUS或一个可充电电源上产生3.3V的电压。

USB调压器是一个线性调压器(LDO)模块，将外部范围在2.7~5.5V的电源电压调节为3.3V。调节器的3.3V的输出电压用于给片上的USB收发器和设备充电检测模块供电。输出引脚VOUT33能够提供最大120mA的驱动电流，可用于给外部的板级器件或MCU的主电源进行供电，这样就减少了外接一个LDO的成本。

USB设备充电检测

USB设备充电检测(USBDCD)模块和USB收发器协调工作，检测USB设备是否连接在一个充电的端口(可以是一个指定的充电端口或一个充电主机)。通过合理地检测充电端口，MCU能够控

制电池充电IC请求从USB VBUS获取更大的电流驱动，从而使得产品获得智能充电的特性。通常，一个没有USBDCD硬件的USB子系统只能从USB VBUS获得最小的电流驱动。

特性包括：

- 符合最新的工业标准，USB电池充电规范版本1.1
- 可编程的时间参数，默认值为工业标准的需求值：
 - 标准的默认值允许最小的配置
 - 可编程特性为将来的标准升级提供了灵活性
- 和以下供电的系统兼容：
 - 可充电电池
 - 不可充电电池
 - 外部通过USB供电的3.3V的LDO调压器或者直接从USB供电的内部调压器

外部接口

系统扩展和片外数据存储

Kinetis MCU家族支持各种外设接口，包括一个DRAM控制器，Flexbus外部总线接口以及NAND flash控制器。ColdFire+ Qx和Jx家族包括一个Mini FlexBus外部总线接口。

DRAM控制器

DRAM控制器使得用户可以在MCU上连接大存储量的DRAM存储器。这意味着应用程序可以不局限于内部的SRAM，从而可适用于新的用户实例。这个模块的主要特性是：

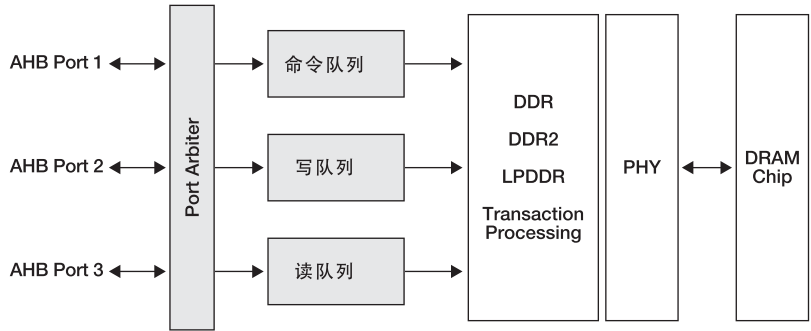
- 使MCU家族可以在需求访问大容量存储的应用中使用-最高支持到512MB的外部存储器
- 8位或16位外部数据总线接口
- 最大频率(时钟/数据)为150/300MHz
- 支持DDR，DDR2和LPDDR等存储类型
- 完全异步的工作方式，具有独立的PLL
- 在主机设备和DRAM上支持动态的片上端接阻抗
- 支持一个片选和最多8个BANK的器件
- 支持16或32字节的突发数据传输，独立的字节时序和健壮的时序恢复，使得布线更为便捷
- 支持低功耗模式

Mini FlexBus/FlexBus

Kinetis家族器件上的Mini FlexBus接口设计为可连接多达2个外部设备。

Kinetis家族器件上的FlexBus接口设计为可连接多达6个外部设备。每个版本有8、16和32位的数据宽度，且可配置

DRAM控制器



FlexBus的工作模式



为地址和数据总线复用或非复用模式。

特性包括：

- 字节、字、长字和16字节传输
- 每个片选和传输方向可编程的突发和非突发模式数据传输
- 自动应答功能
 - 主等待状态计数器最高可达63个时钟

- 可选的第二等待状态计数
- 对于和访问第一个数据块有长等待时间而后续数据传输较快的突发模式存储器接口比较有用
- 可编程的地址相对于片选有效的建立时间
- 可编程的地址相对于片选失效的保持时间

ColdFire+		Kinetis*				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

外设	主要特性	优点
FlexBus	8-, 16-, 32- 和 128位宽的数据传输	对于特定的应用具有最大的吞吐量
	每个片选和传输方向可选的可编程突发和非突发传输模式	对于总线上的每个设备可优化传输时间
	自动应答特性	在无缝外设连接方面具有更大的灵活性和更低的BOM成本
	可编程的地址建立时间	
可编程的地址保持时间		
DRAM 控制器	支持DDR, DDR2和LPDDR的存储类型	可针对应用优化功耗和性能之间的关系
	具有独立PLL的完全异步的工作模式	DRAM工作频率可独立于系统频率进行设置
	支持16和32字节的独立字节时序和健壮的时序恢复	降低布板和器件选择的复杂度
	支持低功耗模式	最小化整体系统的功耗

FlexBus是一个灵活的外设接口，它支持：

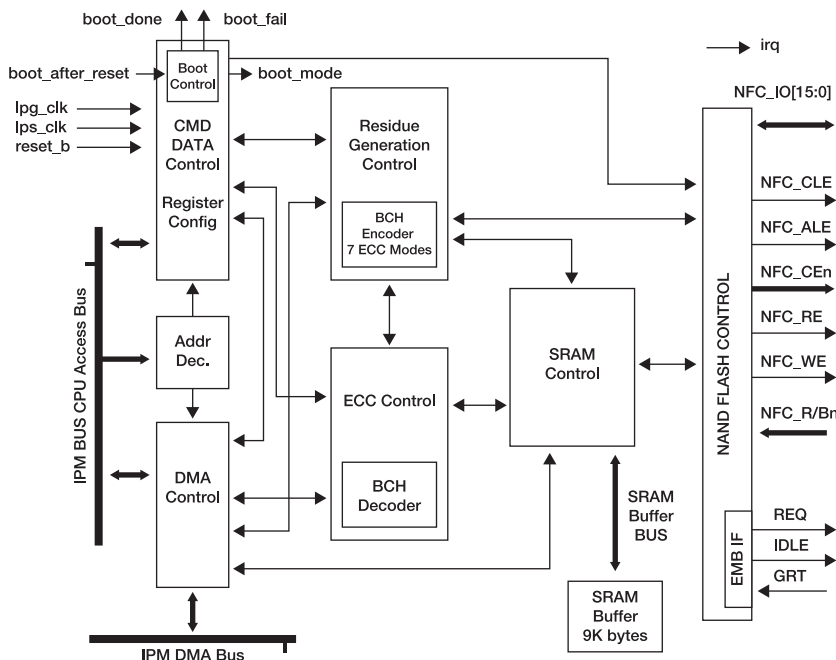
- Flash
- SmartLCDs
- FPGAs
- SRAM
- PROM
- EPROM
- EEPROM

NAND Flash 控制器

NAND Flash 控制器 (NFC) 为 MLC 类型的 NAND 存储器提供无缝连接，错误纠正码 (ECC) 的高负荷计算由硬件完成，而多达 32 位 ECC 则保证可以支持目前和未来一代的 MLC NAND 存储器。该模块的主要特性是：

- 8/16位 NAND flash 接口
- 内存映射的寄存器和 SRAM 缓存
- 支持所有的 NAND flash 产品，而不管其容量和组织结构 (包括页大小为 512+16B/2K+64B/4K+128B/4K+218B/8K 的 Flash)
- 支持 flash 设备命令，如读取页，编程页，复位，块擦除，读状态，读 ID，回写，多页读/编程，交叉读/编程，随机输入/输出以及在 EDO 模式下读
- 在可旁路的 ECC 模式下，NFC 支持 4，6，8，12，16，24 和 32 位的错误修正
- 两个可配置的 DMA 通道：采用 DMA 通道 1 读/写一页的主数据区；DMA 通道 2 读/写其备用数据区。仅使用 DMA 通道 1 读/写一页的主数据和备用数据

NAND Flash 控制器框图



*External interfaces are offered on the following families:
 DRAM Controller: Kinetis K60
 Mini FlexBus: ColdFire+ Qx/Jx
 FlexBus: Kinetis K10/K20/K30/K40/K60
 NAND Flash Controller: Kinetis K10/K20/K60

开发工具

飞思卡尔MQX™ 软件方案

免费的、功能全面的RTOS

飞思卡尔为嵌入式系统提供了免费的实时操作系统和软件栈

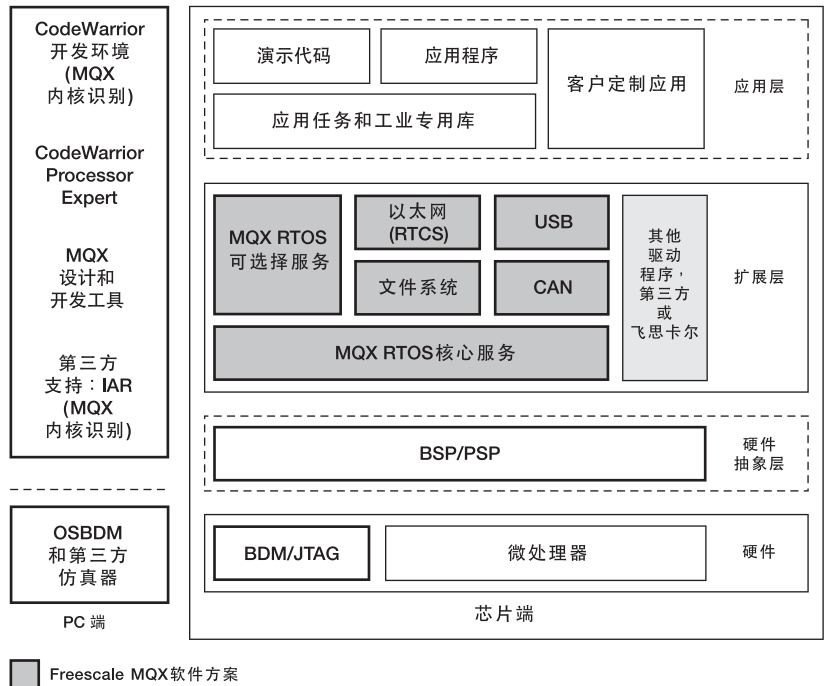
随着工业应用复杂度日益增加以及芯片功能的不断扩展，市场要求嵌入式开发人员必须转向提供完整的软件和硬件平台的解决方案。为了加速产品上市，提高开发成功率，飞思卡尔半导体免费提供针对ColdFire，ColdFire+和Kinetis家族微处理器的带TCP/IP、USB软件栈和外设驱动的实时操作系统-MQX。Freescale MQX软件方案与芯片家族的结合为客户提供了一个带硬件、软件、开发工具和技术支持的全套方案。

降低成本，加速成功

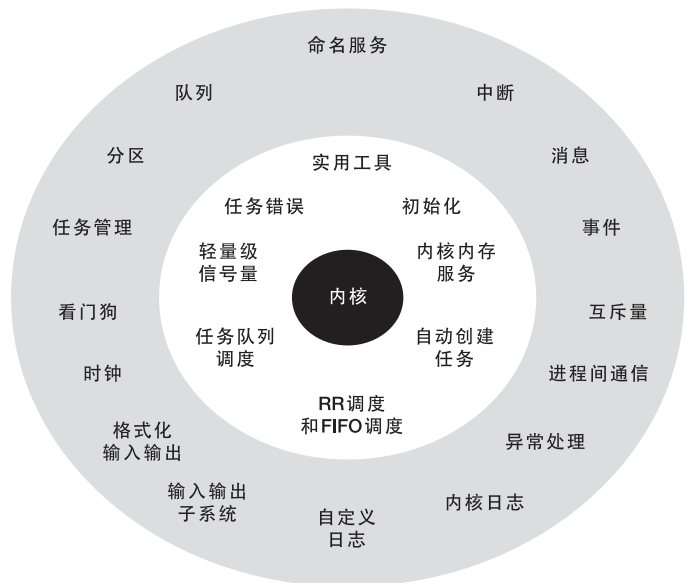
通过为芯片产品提供免费MQX软件方案，飞思卡尔减轻了嵌入式开发人员所面临的软件投入高额成本的负担。市面上取得同等性能软件的授权需要花费9万5千美元。

转下页

飞思卡尔全套方案



MQX实时操作系统：可定制化的模块组



Freescle MQX™ 软件方案

接上页

根据最近的调查，开发团队大致花费60%的成本在软件上。对于32位处理器的嵌入式项目，开发成本管理更加重视对软件的重复利用。Freescle MQX RTOS和软件栈为这些开发人员提供了一个可扩展的、可重复利用的开发平台，它涵盖了飞思卡尔处理器家族、开发工具、第三方软件环境。

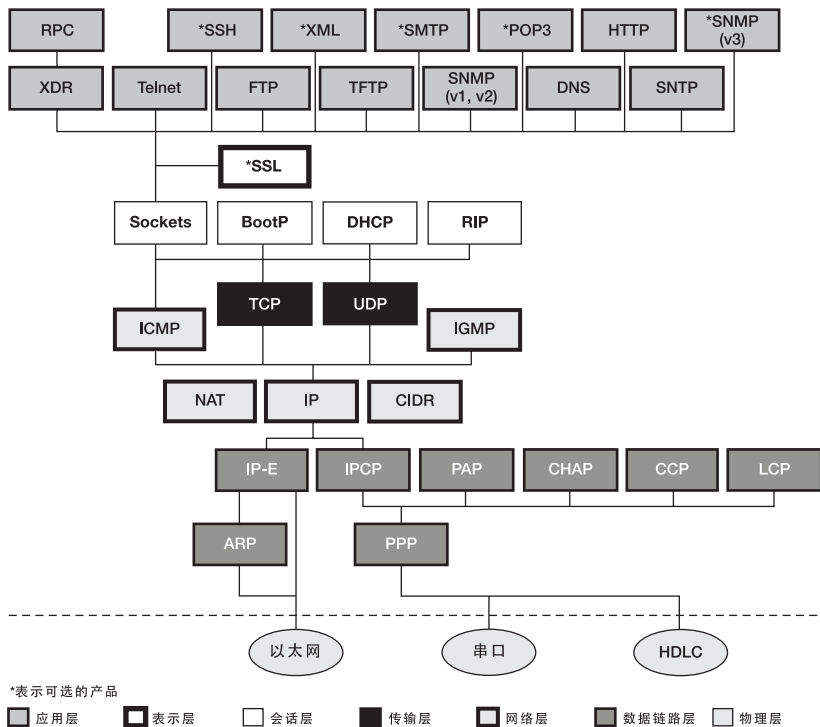
Freescle MQX拥有成熟的商用代码，它包含通信软件栈和外设驱动而无需增加任何费用。用户通过商业友好的软件授权模式来取得Freescle MQX，这样他们可以保留自己修改过的源文件，只提供需要的二进制代码给他人。

功能全、已验证、可扩展

MQX实时操作系统作为基于飞思卡尔芯片的嵌入式产品的核心已经有超过15年的历史。MQX软件已被广泛地应用于各个市场领域和全球领先的制造业。

Freescle MQX实时操作系统提供强大的、优越的实时性能，能够快速地进行上下文切换和中断响应。它的尺寸小，可裁剪，这样可以节约出更多的空间给应用程序。MQX的最小配置只占用6KB的ROM，它包括内核、中断、信号量、队列和内存管理。

RTCS TCP/IP协议栈



Freescle MQX实时操作系统提供非常简便的编程接口(API)，它是一个模块化的结构，非常容易扩展。使用时只需链接需要的模块，就可避免不用的函数占用内存空间。此外，由飞思卡尔广泛的合作伙伴提供的例如安全、工业协议、图形界面等插件也很容易添加。

符合医疗和航天标准

即使您的应用无需经过正式的认证，强大的、坚如磐石的MQX系统已经经过成

千上万次的实时性要求高的、复杂系统的考验。对于那些需要严格认证的应用，MQX是一个很好的选择。过去基于MQX的应用已经被确认达到了医疗标准(CFR 820.30 Part 21和IEC 60601-1)与DO-178b内对航天领域的要求。基于MQX的安全领域的应用包括眼外科设备、药物注射设备、放射源监控设备、航空器制动系统和导航系统等。

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

飞思卡尔MQX增值软件

实时TCP/IP通信套件 可选模块可从 Embedded Access Inc. 获得	<ul style="list-style-type: none"> 网络管理：RTCS内含SNMP v1和v2的支持。EAI提供MQX SNMPv3 XML解析与打包：MQX XML模块允许您的处理器接收XML格式的数据，同时也能发送XML格式的打包数据 电邮通信：MQX SMTP模块为您的处理器提供发送电子邮件的功能；MQX POP3也提供接受电子邮件的功能
Mocana提供的NanoSSL™ 和NanoSSH™软件 可从飞思卡尔半导体 获得	<ul style="list-style-type: none"> NanoSSH：提供加密、验证功能来确保数据在安全服务器与客户端之间传递的完整性。 NanoSSL：提供加密协议来确保类似于互联网上的网络安全通信。
PEG + Graphics 库 可从Embedded Access Inc. 获得	<ul style="list-style-type: none"> 为嵌入式系统应用提供专业级质保的GUI-可移植嵌入式GUI库 可以精简、快速、容易地移植到任何支持图像输出的硬件配置上
SEGGER emWin 图形库/GUI 可从 SEGGER Microcontroller 获得	<ul style="list-style-type: none"> emWin提供了一个高效的、独立的LCD控制器GUI，它适用于任何操作图像LCD的应用。
嵌入式处理器的CANOpen 主机/从机可从 IXXAT, Inc获得	<ul style="list-style-type: none"> CANopen是基于CAN的高层协议 它是具有高度可灵活配置能力的标准化嵌入式网络 开发人员无需处理CAN特有的细节，例如时间机制、执行特殊功能
工业网络和 现场总线协议 可从IXXAT, Inc获得	<ul style="list-style-type: none"> I/O器件的优良实时性 针对适配器和扫描器的EtherNet/IP 针对管理和控制节点的Ethernet powerlink 针对从节点的EtherCAT 针对从处理器的SERCOS III 支持精确时钟协议IEEE 1588-2008(v2)
SFFS Flash文件系统 可从 Embedded Access Inc. 获得	<ul style="list-style-type: none"> SFFS是几乎支持任何NOR或者NAND flash器件的安全flash文件系统 提供高度的可靠性、能完成异常断电或异常重启时的保护 允许平均抹写、坏区处理，提供ECC K30C算法来确保Flash器件外的最佳使用 已预先集成至MQX RTOS：允许您快速创建针对使用片上或板上Flash的嵌入式器件的稳定文件系统

Freescale MQX 实时TCP/IP 通信套件

Freescale MQX实时通信套件(RTCS)是一个快速，有效，占用资源少的嵌入式网络协议栈。它支持丰富的标准TCP/IP协议组。它包括一系列应用层协议，例如：Telnet，FTP，SNMP v1和SNMP v2。第三方合作伙伴还提供一些可选的、预先集成的协议和产品。

Freescale MQX RTCS是非常灵活的，您可以根据需要选择功能组来匹配您的ROM和RAM空间。

更多有关飞思卡尔MQX平台的信息，请访问 freescale.com.cn/mqx

飞思卡尔塔式评估系统 (Tower System)

一个模块化的开发平台

概述

飞思卡尔塔式评估系统是面向飞思卡尔8位、16位、32位微处理器的一个模块化的开发平台，它能够让用户快速搭建复杂开发系统的原型。

模块化和可扩展

- 控制器模块提供易用、可配置硬件
- 可互换的外设模块-串口、内存、图形LCD-让定制化更容易
- 开源硬件和标准化规格允许增加外设功能模块和客户定制化

加速开发进度

- 经过验证的开放源码(硬件和软件)使得开发更加迅速
- 只要一条标准USB线就能利用板上的仿真电路轻易地完成下载和调试

飞思卡尔塔式评估系统

主连接板

- 通用串行和扩展总线信号
- 背面两个2x80接口可以用来测量信号，或者连接侧面子板(例如LCD模块)
- 电源校准电路
- 标准化信号分配

模块板接口

- 四个卡片边沿接口
- 使用PCI Express®接口(x16, 90毫米/3.5寸长, 164个引脚)

外设模块

- 例如串行、原型等

MCU/MPU模块

- 塔式系统专用微处理器板
- 可独立使用
- 板上集成仿真器模块，只要插上mini-B USB线就可以进行下载和调试

从连接板

- 附加串行、扩展总线和外设接口

尺寸外围模块

- 塔式评估板完全安装时长、宽、高都是3.5寸

控制器模块	特性
Kinetis K40家族微处理器模块	<ul style="list-style-type: none"> • K40家族, 512KB Flash, 144MAPBGA封装 • 板载JTAG调试接口 • 带分段式LCD和USB的全功能系列
Kinetis K60家族微处理器模块	<ul style="list-style-type: none"> • K60家族, 512KB Flash, 144MAPBGA封装 • 板载JTAG调试接口 • 带以太网和USB的全功能系列
ColdFire+ JF家族微处理器模块	<ul style="list-style-type: none"> • JF家族, 128KB Flash, 64LQFP封装 • 板载JTAG调试接口 • 带USB的全功能系列
ColdFire+ QM家族微处理器模块	<ul style="list-style-type: none"> • M家族, 128KB Flash, 64LQFP封装 • 板载JTAG调试接口 • 带16位模数转换的全功能系列

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

塔式系统模块	
特性	优点
控制器模块(8位、16位、32位)	
可以单独或和塔式评估系统配套使用	允许客户快速搭建原型系统
板载调试接口	只需和PC连接一根mini-B USB线就可以进行下载与调试
外设模块	
可与所有塔式系统的MCU/MPU模块重复使用	免去重复购买、硬件设计的费用
可互换的外设模块-串口、内存、图形LCD、原型等	允许深入的开发,提供丰富的功能
连接板	
两个2x80的接口	可以用来测量信号,或连接侧面子板(例如LCD模块)
电源校准电路	为塔式系统中的所有电路板提供电源
标准化信号分配	允许自定义外设模块开发
四个卡片边缘接口	使用PCI Express®接口可容易扩展(x16, 90毫米/3.5寸长, 164个引脚)

可选择的塔式系统模块		
控制器模块	价格	特性
TWR-MCF51CN	\$39	MCF51CN V1 ColdFire以太网模块
TWR-MCF5225X	\$49	MCF5225X V2 ColdFire连接模块
TWR-S08LL64	\$69	MC9S08LL64 8位分段式LCD模块
TWR-S08LH64	\$69	MC9S08LH64分段式LCD控制器模块
TWR-MPC5125	\$119	MPC5125单板电脑、Power Architecture® 模块
外设模块	销售价	特性
TWR-SER	\$49	串口模块带RS232/RS485, Ethernet, CAN, USB
TWR-ELEV	\$29	主、从连接板
TWR-PROTO	\$14.99	原型模块
TWR-LCD	\$99	3.2寸QVGA显示的图形LCD模块
TWR-MEM	\$89	内存模块带串行Flash、MRAM、SD卡和CF卡接口
TWR-SENSOR-PAK	\$149	可互换传感模块: 加速计、气压计、触摸感应控制
完整的开发套件	销售价	包括
TWR-MCF51CN-KIT	\$99	TWR-MCF51CN, TWR-SER和TWR-ELEV modules
TWR-MCF5225X-KIT	\$119	TWR-MCF5225X, TWR-SER和TWR-ELEV modules
TWR-S08LL64-KIT	\$99	TWR-S08LL64, TWR-PROTO和TWR-ELEV modules
TWR-S08LH64-KIT	\$99	TWR-S08LH64, TWR-PROTO和TWR-ELEV modules
TWR-MPC5125-KIT	\$169	TWR-MPC5125, TWR-SER和TWR-ELEV modules

性价比高

- 在所有的塔式评估系统控制器模块上, 外设模块都可以重复利用, 这样将来就不必重复购买。
- 现成低价提供LCD、串行、内存接口等扩展技术为客户提供了一个定制方案

软件增值和技术支持

随着工业应用复杂度日益增加以及芯片功能的不断扩展, 市场要求嵌入式开发人员必须转向提供完整的软件和硬件平台的解决方案。飞思卡尔半导体和广大的战略合作伙伴一起为您提供包括开发工具、调试器、烧录器和软件在内的全套方案。

把您设计带进下一层次

有关飞思卡尔塔式评估系统的开发套件和模块列表, 请访问 freescale.com/tower 进入塔式评估系统网上社区 towergeeks.org

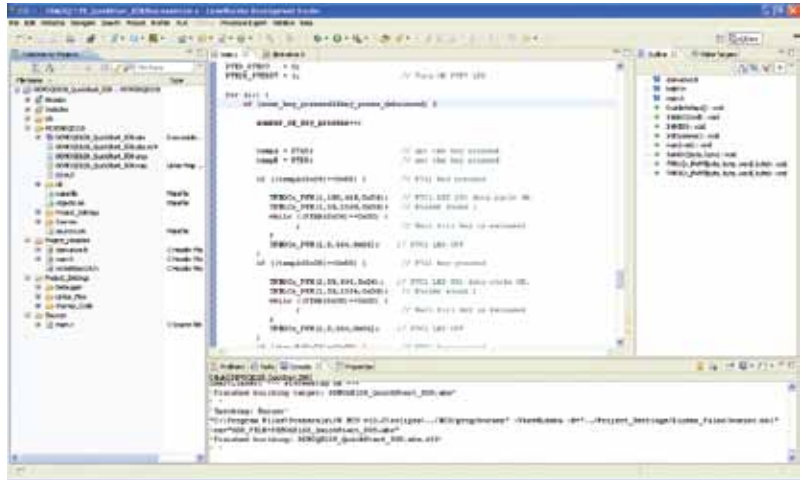
CodeWarrior 开发工具

基于 Eclipse™ 开源平台

飞思卡尔 CodeWarrior 单片机开发工具 v10.x 是在 Eclipse 平台上集成了针对 RS08, HCS08, ColdFire 和 ARM 等微处理器家族的开发工具。Eclipse 拥有强大的软件开发环境的架构, 它正在成为标准的开发平台, 被众多嵌入式软件厂商所采用。

- Eclipse IDE 3.4
- 针对 RS08, HCS08, ColdFire 和 ARM 微处理器优化的 C/C++ 编译器
- Eclipse C/C++ 开发工具 (CDT) 上扩展了针对嵌入式应用的问题定位、修复等高级调试功能

C/C++ 编辑界面

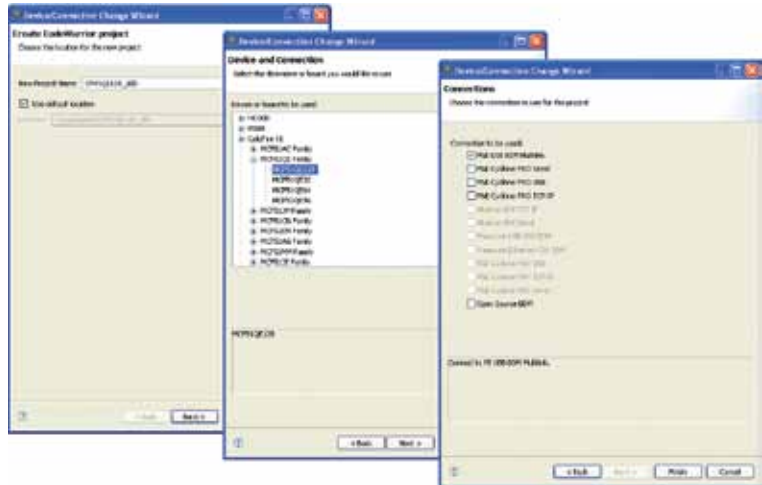


MCU 转换向导

MCU 转换向导 (MCU Change Wizard) 只需六次鼠标点击就能够把当前的应用程序移植到新的处理器上。操作时首先选择目标处理器 (可在同一平台或者不同平台间选择: RS08, HCS08, ColdFire 或 ARM), 其次选择仿真器种类, 之后 CodeWarrior 工具集将自动针对新的处理器配置其项目文件 (编译配置、头文件等)。

- 编译器
- 汇编器
- 链接器
- 头文件
- 向量表
- 库文件
- 链接配置文件 (lcf)

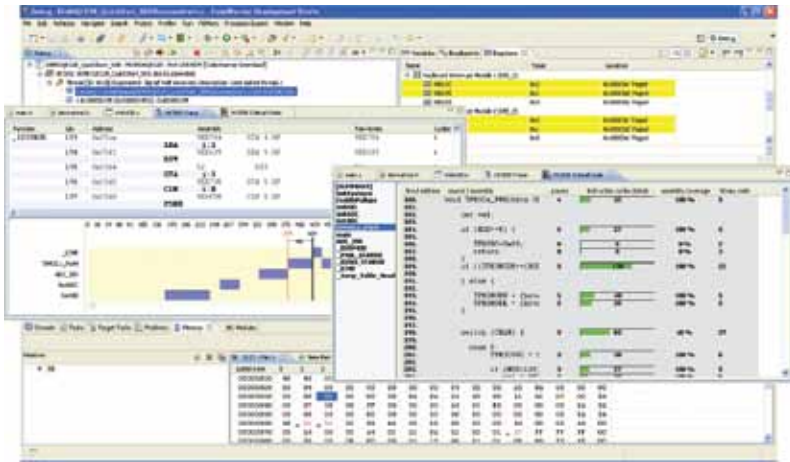
MCU 转换向导



CodeWarrior 主要特性	优点
MCU 转换向导	简单快速地把程序移植到新的处理器平台上
Trace 和 Profile (支持片上带 trace 缓存的 MCU)	类似于高级仿真器的调试功能, 无需额外的硬件支持
实时更新 (LiveView)	能够实时监控寄存器、内存和全局变量, 而无需停止处理器的运行
飞思卡尔 Processor Expert	图形界面配置参数, 自动生成驱动代码。在设计初期, 定位、解决硬件上的问题

ColdFire+		Kinetis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

调试界面



代码跟踪与分析

CodeWarrior内含的跟踪与分析工具能够监测到CPU上运行程序的问题。

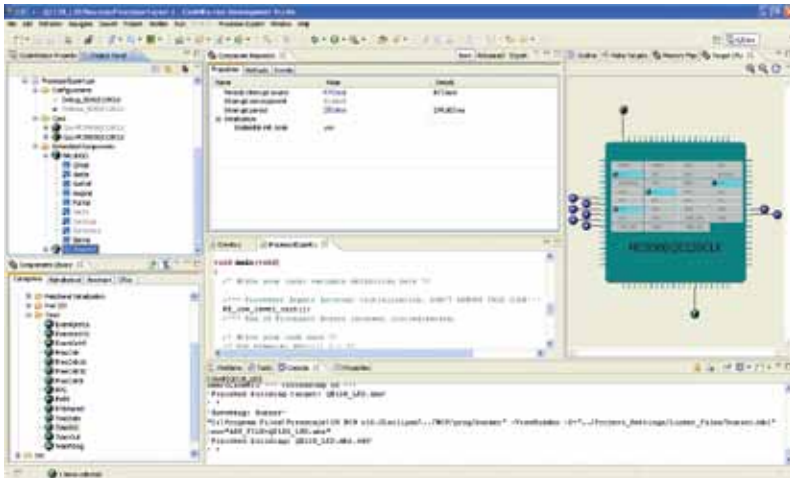
- 支持片上带trace缓存的HCS08，ColdFire V1，ARM处理器
- 允许设置trace点来打开或关闭跟踪输出
- 允许跟踪数据导出为微软Excel格式

Processor Expert

飞思卡尔Processor Expert是集成在CodeWarrior开发工具内部的、应用程序的快速开发工具。它集成了众多易于使用的应用模块与专业的硬件知识系统，缩短了用户开发周期。

- CPU、片上外设、外部设备、软件工具都被打包成相应的嵌入式模块
- 每一个模块功能可以按需定制(修改模块的属性、方法、事件)
- 编译时，Processor Expert能生成优化的C语言代码，自动添加到项目中

Processor Expert



Processor Expert主要特性	优点
GUI图形用户界面	允许根据需要配置功能参数
自动代码生成	根据配置，针对飞思卡尔处理器，生成经过测试、优化的C语言代码
内嵌硬件知识库	能够立即标识出硬件参数的错误配置和冲突，解决设计初级阶段的问题。
模块创建向导	允许自定义创建与硬件无关的嵌入式模块。便于传播和重复利用。

IAR嵌入式平台

功能强大，值得信赖的开发工具

ColdFire+		Kineticis				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
●	●	●	●	●	●	●

IAR嵌入式平台是一套支持汇编、C和C++语言的嵌入式应用程序的编译、调试开发工具。它支持的飞思卡尔MCU和MPU系列包括：S08、S12、ColdFire、ColdFire+、Kineticis和I.MX。

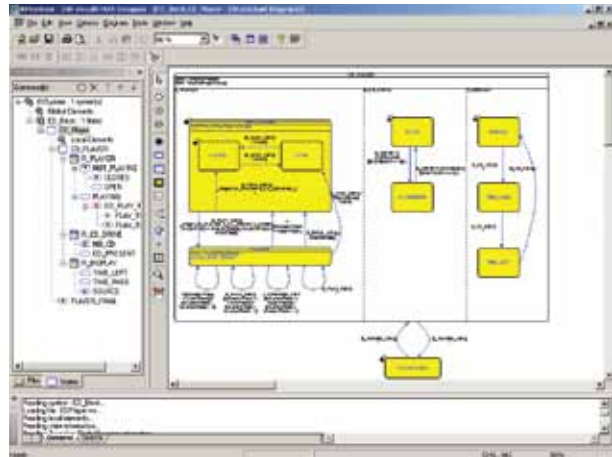
嵌入式平台提供了完整的集成开发环境(IDE)，它包括项目管理、代码编辑器、编译器和调试器。在一个连续的开发流程中，您可以创建代码文件和项目，编译程序，模拟仿真或硬件调试。

除了MCU，您将面对针对不同目标处理器的相同的用户界面。IAR C/C++编译器使用相同的命名规则使得代码的重复利用和移植到新的MCU平台上变得容易。

核心模块

- IDE集成项目管理工具和代码编辑器
- 高级优化的C和C++编译器
- C-SPY软仿真和硬件调试系统
- IAR J-Trace和J-Link仿真器
- 支持硬件上RTOS内核调试
- 实时库、浮动(地址)汇编器、链接器、库生成工具
- 为开发评估板提供参考代码和项目程序
- PDF格式的用户参考文档和在线帮助

IAR图形化状态机(visualSTATE)



Timeline

IAR嵌入式平台提供了跟踪调试的高级功能。Timeline图形窗口显示了在某个时间点各种信息的属性。

- 调用堆栈窗口提供了堆栈深度和每个程序调用时所占用的长度
- 中断曲线显示了程序中发生的事件
- 变量值随时间点变化的曲线
- 目前针对ARM只有IAR嵌入式平台支持该功能

内核识别

IAR C-SPY仿真器针对一些操作系统，包括MQX等提供内核识别功能。它通过插件的方式与操作系统内核集成，因此不同操作系统对其功能的影响不大。

- 能够监控操作系统属性，例如任务、信号量(semaphore)、邮件箱等
- 执行控制可依赖于内核。例如能够根据特定的操作系统设置中断条件

IAR图形化状态机(visualSTATE)

IAR图形化状态机是基于状态机的一系列针对嵌入式应用设计、测试、执行的开发工具。它提供了高级的验证机制，并根据系统设计生成简练的C/C++代码。它集成在IAR嵌入式平台上，允许状态机直接在硬件上运行。

- 基于统一建模语言(UML)状态机子集的图形化状态机设计
- 完善的设计模板验证机制能够查找到设计中的缺陷，例如死循环、无效状态等。
- 当系统在硬件上运行时，可以同步浏览状态机模型和代码的执行

具体内容请访问 iar.com/ftf

Keil 微控制器开发工具套件

ARM 微控制器开发环境

ColdFire+		Kinetic				
Qx	Jx	K10	K20	K30	K40	K60
○	○	●	●	●	●	●

Keil 微控制器开发套件(MDK)支持所有 ARM®和Cortex-M 处理器 MCU，包括飞思卡尔的新一代 Kinetic 系列。它集成了 μ Vision™4 集成开发环境/调试器以及 ARM 编译工具，为开发人员提供了简便易用，功能丰富的开发环境。

MDK 提供了一系列的特性以帮助开发

- 器件数据库：自动配置器件以及项目参数
- 跟踪和分析工具：通过测试性能和代码覆盖率来优化和验证应用
- 功能齐全的 RTX™ 实时操作系统：为应用提供资源管理器

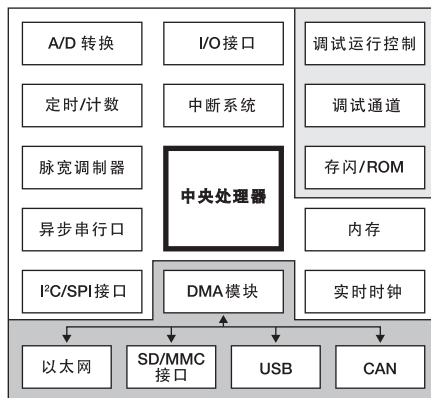
MDK 包含许多功能强大用作调试和分析的组件和工具：

- ARM 编译工具：为所有 ARM 内核的器件提供优化的，高效率代码。通过选用 MicroLib 库可以实现节省更多的代码空间
- 调试器：提供了全仿真和目标调试模式，采用单一的调试环境来进行应用测试。
- 系统监视器：提供了查看修改外设寄存器的方法
- 分析工具：和仿真器或者通过 ULINK 跟踪适配器连接的目标硬件一起来实现系统分析
- 可配置逻辑分析仪：提供图形化的信号和变量显示。用户可以查看导致变量改变的具体代码。

微控制器开发套件(MDK)

微控制器开发套件(MDK)

- 业界一流的 ARM C/C++ 编译器
- 完整 Keil μ Vision®4 集成开发环境/调试器/仿真器
- 免版税 RTX 实时操作系统
- 易于使用的器件配置工具配有器件数据库，支持超过 700 个 ARM 内核的器件



- 调试器：提供代码覆盖率统计以验证需要证明测试的应用
- 性能分析：显示函数执行时间记录，包含函数消耗的时间以及被调用的次数
- 执行分析器：记录执行每个 CPU 指令的执行统计数字，包括执行的计数以及执行的时间

所有的基于 Cortex-M 内核的产品都支持 ARM 的 CoreSight 技术，提供先进的调试和跟踪能力。通过 ULINK 适配器使得用户可以控制 CPU，单步执行一条汇编语句或源码语句，在运行时设置断点，在线读写内存以及外设寄存器。

ULINK® USB 适配器

- JTAG 和串行电线接口
- Flash 闪存编程
- 在线目标硬件调试
- 实时数据跟踪
- ETM 指令跟踪 (ULINKpro)

评估板

- Keil 提供丰富的基于 ARM 和 Cortex-M 处理器的评估板

实时操作系统和中间件

- RTX 实时操作系统及源代码
- TCP/IP 协议栈及服务应用
- 基于只读存储器和内存卡的文件系统
- 直接支持 USB 和 CAN 接口

所有的 Cortex-M3 和 Cortex-M4 处理器都支持数据和事件的跟踪。MDK 提供了一系列的方法来在线分析这些跟踪信息，包含跟踪窗口，调试查看器，异常窗口，事件计数器和逻辑分析仪。

所有带有 ETM 模块的 Cortex-M 处理器都提供了指令跟踪功能。Keil ULINKpro 是唯一能够将指令跟踪信息流传送给 PC 机的跟踪适配器。这使得调试执行历史，执行分析以及代码覆盖率分析成为可能。

这个实质上无限的跟踪信息流使得 MDK 可以提供程序完整的代码覆盖率。代码覆盖率可以确定每条指令执行情况，保证对程序的彻底测试。这对于完整的软件验证和认证都是非常重要的。要了解更多信息，请访问 keil.com



飞思卡尔, Freescale, the Freescale logo, ColdFire and CodeWarrior are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc., Reg. U.S. Pat. & Tm. Off. ColdFire+, Kinetis and Processor Expert are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. ARM is the registered trademark of ARM Limited. Arm Cortex-M3, ARM Cortex-M4, ARMv7-ME and CoreSight are trademarks of ARM Limited. The Power Architecture and Power.org word marks and the Power and Power.org logos and related marks are trademarks and service marks licensed by Power.org. All other product or service names are the property of their respective owners. © 2010 Freescale Semiconductor, Inc.