白皮书

飞思卡尔能源效率技术

Energy Efficient Solutions by Freescale™

概述

电子系统的设计几乎总是受到电力和能源因素的局限——无论移动设备的电池寿命，高性能处理器的热功率损耗，还是无线传感应用的超低功耗。此外，近期的经济压力和对保护环境意识的日益提高也改变了新产品设计的形势。如今，在各个公司规划新的产品战略之时，能源效率通常都是首先讨论的问题。然而，即使能源预算在决定最终设计的过程中担当了重要的角色，制造商意识到市场不会允许他们在性能上做出妥协。为了应对这些挑战，飞思卡尔采取综合全面的方法，在能源预算限制范围内优化产品达至高性能。

本优化过程在全线范围内处理实施，包括半导体工艺技术、电路设计技术、系统架构、平台配置与设计方法。对于互补金属氧化物半导体(CMOS)技术，将会应用最新方法，同时降低静态功耗（漏电）和动态功耗（切换功率）。这变得越发重要起来，CMOS领域不断缩小，静态功耗成为整个应用能源中更大的一部分。

因此，飞思卡尔被公认为在设计高性能、节能半导体产品方面的领导者。为此，飞思卡尔推出了节能解决方案标识，强调其精心选择的产品在高效实施能源效率技术方面表现卓越，可以在各自的专门应用领域内提供市场领先的性能。

本白皮书介绍了如何使用飞思卡尔能源效率技术，从而大幅降低功耗，同时不会降低性能和功能，达到的出色整体能源效率。

目录

设计挑战 3

架构与平台技术 3

电路技术 4

软件 5

工艺技术 6

设计方法和工具 6

现行的节能技术 7

- MC9S08LL16 8位MCU 7
- QE系列MCU 7
- i.MX系列应用处理器 8
- MPC8536E PowerQUICC III通信处理器 8
- MMA7660FC 3轴数字输出加速计 9
- MC56F8006/2数据信号控制器 9
- MPR031和MPR03x电容式触摸传感器 10

结论 10

设计挑战

这是一种平衡的举措。制造商试图创造出将速度与功能推向极限的产品，但是他们的预期目标几乎无法实现。将高性能/低功耗两者中推向任何一个极端，你都无法满足消费者的需求，他们既需要性能，也需要效率，但却不要妥协。

有人或许会认为这种平衡举措仅适用于便携式设备——例如可以整天运行的MP3播放器可以在数秒钟内下载任何音频，并且存储上千首喜欢的音乐。但事实并非如此。无论是否接通电源，如今设计的应用必须考虑使用能源的总成本，以及过度使用能源对环境造成的影响。例如，在一天的时间内，连接局域网(LAN)的办公设备将会持续消耗电力，但它实际的“工作”时间仅有数分钟、数秒钟或甚至数微秒。因此，优化产品无论它们在休眠或运行时的能源效率同样重要，消费者和企业无法负担得起这些浪费的能源所造成的损失。

不幸的是，还没有一种单独的降低功耗技术能够满足所有系统能源最小化的需求。真正的技巧在于高效将架构、平台和电路技术、系统和应用软件、工艺技术和设计方法与工具结合起来，采用智能方式开发出适用于所有应用节能运行的半导体设计。

飞思卡尔的能源效率目标阐释了这些技术和技巧如何集成为完整的开发流程，专门用于获得最优的能源效率。每个领域的技术都朝着更加高效的运行目标进行优化，同时仍然继续保持整体的性能目标。

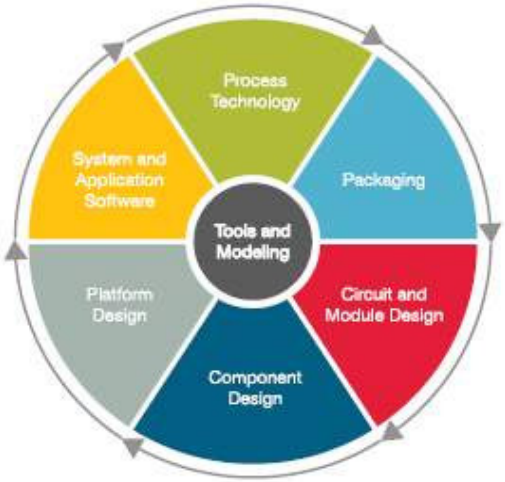


图1. 飞思卡尔能源效率目标
飞思卡尔能源效率目标属于整体式能源管理方法，是一种技术和技巧的交互作用，对于实现最优能源节省目标至关重要。

从黄色一直向右：系统和应用软件/工艺技术/封装/电路和模块设计/部件设计/平台设计
中间部分：工具和建模

当您研究以下技术说明时，时刻牢记它们都是统一开发流程的一部分，目的在于实现能源效率的最大化，可以作为任何高性能汽车、网络、工业或消费电子系统的必备组成部件。

架构与平台技术

在架构层次上，能源效率技术采用电路技术实现芯片设计的能源节省目标。采用多功耗模式便是一个极好的实例。

片上功耗模式旨在必要时提供峰值应用性能（以及随之带来的能源损耗）。为了在应用寿命期间提供最优能源效率，片上功耗模式（例如运行、等待、停止和待机）都可用于控制功耗使用率，从而实现最大化利用现有可用能源。对于便携式手持设备和在LAN中定期从事短期突发操作的办公自动化系统而言，这是一种特别有效的策略。

平台由特定目的而连接在一起的各种部件模块组成。平台或许是由电路板、封装或单独半导体器件的模块组合。模块的组合为能源效率优化还提供了另外的机遇。

对于平台功耗模式，功耗节省模式可以扩展至电路板层次应用。例如，在存储器处于保持状态时，除了PMIC和存储器之外的其他设备都可以断电，使其保持在状态保留模式。这属于极低功耗状态，在许多应用的不同部件中（例如应用或基带处理器中）在唤醒时必须重新启动，产生一些延迟的问题。然而，如果内核处理器保持在低漏电待机模式时，唤醒速度会更快，原因在于无需基带重新启动。应用需求通常会指出存储器保持状态下所用的最佳性能/能源效率优化。

电路技术

为了获得更大的应用效益而避免牺牲能源效率，我们可以利用全面范围的电路技术，当将其结合使用时有助于重新获得能源效率的优势，同时不会牺牲最佳的性能特性。

- 动态电压频率调整(DVFS)允许根据现有系统性能需求，实现运行频率调整。通过降低频率，可以降低运行电压（即运行时），大幅降低功耗。这种方法通常具有两种实施方式——硬件协助式和软件支持式。DVFS硬件机制可以自动监测处理器负荷，利用最少的软件和操作系统的干涉下控制电源电压和频率。不带DVFS硬件的电路仍然可以通过支持软件加以实施。
- 时脉闸控广泛采用的有效策略，有助于降低功耗，同时维持相同水平的性能和功能。当电路处于计时状态时，会比时脉带有闸控或者关闭时使用更多的功耗。时钟可以消耗40%的有功功率。关闭时钟，停止数据在半导体未使用的部分内切换，我们可以节省相当大的能源，特别是当闸控经过设计，可以控制单独指令水平的切换时尤其如此。

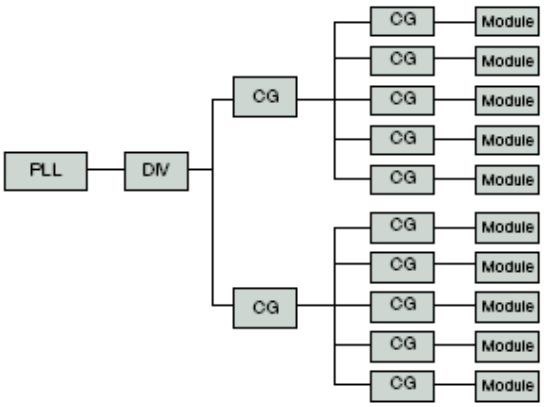


图2. 时脉闸控
典型的时脉树，当未使用时单独的模块可以实现时脉闸控。
模块的自动时脉闸控控制可以简化软件控制。

- 状态保留电源闸控(SRPG)是一种允许大部分模块逻辑闸的电压源降至零值，同时保持模块状态元件的电源。因此SRPG能够大幅降低功耗。当应用处于停止模式时，它仍然具有多次快速唤醒的能力，因此SRPG能够大幅降低功耗。在停止模式中将电源降至零压可以同时去除动态功耗和静态功耗。当处于停止模式时，保留状态元件的电源具有继续快速处理的能力。

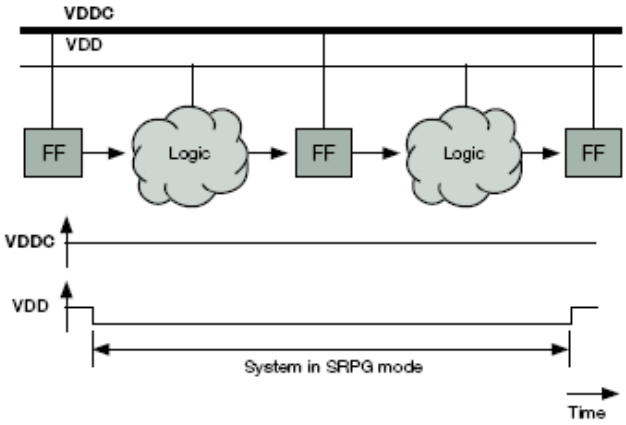
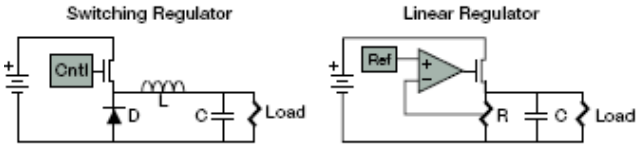


图3: 状态保留电源闸控
因为数字逻辑的状态存储在触发器中，如果触发器保持在不断通电的电网系统内，可以将中间逻辑推进至电源闸控的电网系统内。当电压重新应用至中间逻辑时，触发器的状态将会通过逻辑重新传送，该系统可以在停止的位置起动。

- 我们的动态工艺温度补偿(DPTC)机制可以测量产品参考电路的频率。该参考电路可以捕捉产品工艺技术的从属性和现有运行温度。DPTC然后可以将电压降低到所需的最小程度，支持现有所需的运行频率。

稳压器设计是一项特别的技术，无论解决方案服务的是何种应用，都可以在其中指定最佳的设计选项。例如，开关式稳压器比线性或低压差线性(LDO)稳压器更加高效。然而，LDO的成本不是非常昂贵（您不需要电感器或其他部件），在电源线中会注入更低的噪声。它们可以成为射频(RF)应用的理想选择，在这种情况下低噪声是主要的需求。

开关式稳压器通常采用脉宽调制(PWM)技术以高频率运行。在轻负荷条件下，开关式稳压器会转换为脉宽调制(PFM)，维持高功率转换效率。该技术也被称为脉冲跳跃，允许在轻负荷条件下实现高效率开关调整。PFM具有更长的循环时间，从休眠模式下唤醒的速度更慢。然而，在能源效率至关重要的应用中，设计人员和用户通常愿意放弃一些速度，以此获得更长的电池寿命。



输出电压
- 可以高于或低于输入电压

优点
- >80% 功率转换效率

缺点
- 噪声
- 多个外部元件

输出电压
- 可以低于输入电压

优点
- 简单
- 低噪声
- 少许外部元件

缺点
- 功率效率

图4: 开关式和线性稳压器
该图介绍了开关式和线性式稳压器之间的差别。

软件

在系统如何高效执行的问题上，软件可以起到非常重要的作用。基于软件的功率管理能够提供灵活和可扩展的构架，通过设备驱动器与硬件进行通信，管理使用实例策略，对性能需求实时建模，并且响应外部界面和事件通知。

该框架允许软件动态协调多个硬件部件的节能技术。然而，软件自身的效率却对功率效率具有至关重要的影响。除了经过良好优化的编译器以外，编写出色的代码有助于降低存储器需求，并且降低软件日常开销，减少堆栈的效率低下情况。

- 高效代码—存储器会使用大量的系统功率。将代码减少到最小程度，可以削减整体存储器需求，并且降低电力使用量。高效代码还可以降低OS日常开销，例如输入和退出任务或服务中断，它还可以削减浪费的时间，包括管线停止、缓存丢失和规划迟缓。
- 性能建模—启发式和随机式的预测建模可以用于估计设备或其子设备或整体系统经历休止状态的时间长度。然后，基于适当的实施和策略，该模型将会决定是否将部件安置在低功耗模式中，以降低运行时脉频率和系统电压，或者关闭适当的设备。

性能建模也可开发出RTOS的决定性反应，以此预测未来的功率需求。应用RTOS规划需求，系统或多种部件可以采用低功耗模式进行安置，或者如果预计的闲置时间超过指定的时间范围阈值则将其关闭。该软件也可以跟踪活跃的或即将运行的功能，并且估计需要的处理功率会有多大，才能满足关键的截止期限或最低的功率水平。

- 动态功率协调—该工艺可以管理注册设备和驱动器的数据库，详细描述它们的各种功率情况，例如功能、状态、关联（键盘应提示LCD通电等）和从属性（当设备B使用时决不可将设备A的电源中断等）。基于一系列策略规范，它还可以管理关联、从属性、许可功率状态和使用案例的复杂组合。
- 除此之外，动态功率协调还包括基于优先次序的任务规划，以确保时效性强的工作能够满足截止日期的要求，同时仍然保持低功耗状态。如果为非关键任务，可以记录或推迟，从而完成时效性强的任务。
- 设备管理—置于硬件之内的出色节能特性毫无意义，除非它们得到高效利用。软件功率管理可以与设备驱动器进行通信：
  - o 有选择性地控制设备功率状态和低功耗模式
  - o 推动实现DVFS
  - o 提供功能性时脉闸控和SRPG
- 基于事件的决策—软件可以响应事件（中断），代替了状态的不断轮询。它可以响应大量的外部输入，包括背景光检测，从而降低LCD亮度、各种开关、封闭盒（如在笔记本电脑中）和各种人机界面机制。

工艺技术

工艺技术是半导体产品的基础构建模块。工艺的特征决定了构建于工艺基础之上的电路功耗水平。我们的能源效率技术包括专门面向功率优化电路运行的工艺因素。限制功耗水平的相关技术包括如下：

- 多VT工艺—半导体中的每个晶体管设计都具有相关的阈值电压(VT)，它可以确定晶体管的驱动电流。低VT晶体管可以提供较高的性能，因为晶体管的驱动电流更高。然而，低VT晶体管的电气特性经常让它们变成高漏电设备。我们的制造工艺允许我们在同一块芯片内包含了高VT晶体管和低VT晶体管。我们可以采用低VT晶体管仅为需要额外性能的关键通道设计我们的电路。其他电路可以采用高VT晶体管，它拥有低泄漏电流的优势，可以降低待机电流。除此之外，飞思卡尔采用创新的结构、材料和工艺技术，以优化晶体管的性能，同时将泄漏电流降低到最小程度。这些技术可以有助于提高所有晶体管的效率，无论是高VT晶体管或是低VT晶体管。
- 有源偏移—偏移技术有助于控制通道泄漏电流。有源偏移通过实时控制晶体管性能，可以增强能源/性能之间的关系。利用有源反馈偏移技术，我们采用低VT设备，可以实现性能最大化，然后提高待机模式的阈值，因此可以在一种晶体管内提供两种性能水平。

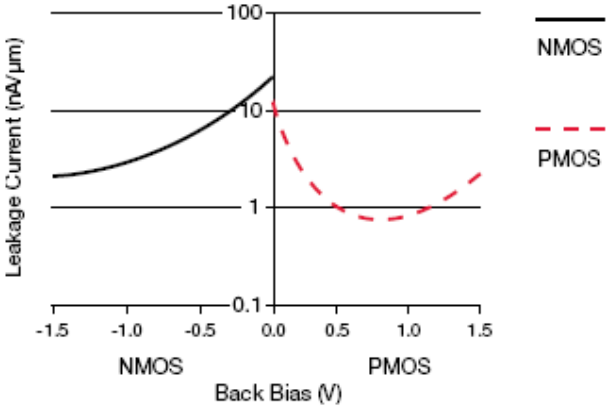


图5：有源偏移
有源偏移会影响阀值电压，然后影响到子阈值泄漏电流。如果PMOS设备的主体电压提高到VDD之上，或NMOS设备的主体电压降低到接地电压以下，该设备应处理反馈偏压状态，可以降低子阈值泄漏电流。

- SMARTMOS技术—飞思卡尔混合处理和集成技术可以提供另一种功能强大的工具，能够创建高度节能的设备。我们的SMARTMOS技术可以推动高密度模拟/混合信号集成，高度有效的功率MOSFET和复杂的单模数字电路。它可以使我们的电源管理IC (PMIC)解决方案包括负荷保护、高功率效率和多输出—即使模具尺寸缩小—也不会降低整体设备性能。SMARTMOS技术于二十年前推出，经过了多个年代的拓展，正处于持续的开发过程中，从而提高了它的功能。
  功率MOSFET必须为传导式，带有较低的开关损耗，从而可以充分利用现有电源。飞思卡尔的SMARTMOS技术可以优化MOSFET设计，采用精确的掺杂技巧，让栅氧化层变得极薄，从而实现漏极到源极(drain-to-source)电阻和闸极电荷控制，并且获得极低的漏极到源极(drain-to-source)电阻。

更薄的栅氧化层可以让我们降低硅片的闸极面积，将驱动闸极所需的电荷降低至最小程度，因此可以降低开关电路损耗。

设计方法和工具

芯片设计的物理映射通过简单地缩短信号和时脉线路，能够对效率产生显著的影响。例如，全局时脉分配设计必须恰当管理终端点的延迟。设计糟糕、自发的分配会提高缓冲所需的数量，以纠正端点的倾斜。这种缓冲会增加时脉网络的功率损耗。设计良好的分配可以获得更好高效平均的时脉树。

支持/分析、设计、实施、架构和功率估算工具有助于确保包括功率、吞吐量、延迟和面积限制等范围在内的系统到芯片IC设计优化。它们帮助设计人员创建节能半导体设计的可靠方法，例如：

- 支持/分析—利用功率监测工具实现的库创建和特征描述，有助于支持模块设计和芯片实施团队以及使用案例功率分析。
- 设计—创建在产品设计中所用的模块，各种工具可以协助模块功能和功率分区以及模块功率估算。
- 实施—所有模块集成优化到产品之中。工具包括占用空间规划、综合、时脉树创建和嵌入式电源、计时和电源电压(IR电压降)分析。

- 架构—性能/功率权衡分析，以实现芯片间和芯片内和使用案例分析。

平台功率估算工具可以用于将平台连接性、部件架构信息、模块功率数据和使用案例定义组合为一个通用的数据库，以便计算指定应用平台的预计功率。平台功率估算工具的输出按照部件和模块，将功率利用率进行分类，从而识别出平台的优化区域，提高整体功率。

现行的节能技术

高效嵌入式技术可以帮助工程人员开发汽车、网络、工业和消费电子应用，以满足或超出用户对于低功耗、低成本运行的预期目标。这些优势包括便携式应用更长的运行时间、更加高效的数据中心和智能电网，进一步推动了插电混合电动车、再生能源的无缝集成、绿色建筑标准的应用和许多其他行业项目和应用的发展。

飞思卡尔的节能解决方案旨在通过集成本文讨论的各个流程，生产出面向下一代节能产品和服务的高度优化平台，从而引领世界向更加节能的方向迈进。

MC9S08LL16 8位MCU

S08LL16是飞思卡尔最为高效的8位LCD控制器，电流消耗比前一代的飞思卡尔S08LC60器件降低了50%。基于飞思卡尔的QE系列LVLP技术，LL16 MCU的功率规格和功率模式可以呈现出极低功耗的特征，适用于医疗、消费电子和工业市场领域以电池为动力的便携式应用。LL16 MCU通过以下功能可以获得出色的低功耗成果：

- 改善的日时钟(TOD)模块，简化了之前模块的功能（简单的四分之一秒计数器）：更少的转换 = 更低的功耗。除此之外，外围逻辑的运行速度降低到了2 Hz，而不是总线时脉，重置同步器实施了闸控时脉，以降低不必要的功率损耗。
- 改进的内部时脉源(ICS)，ICS、振荡器和TOD模块之间的时脉痕迹长度降低：更小的长度 = 更少的电容 = 更小的功耗。
- LVLP具有的特性与QE系列MCU共有，包括VLP振荡器、低衰减备用稳压器、6 μs停止3唤醒时间、低功耗运行和等待模式、SATO、用户可选择的外设时脉闸控和时脉树合成。

这些低功耗特性可以促进消费电子、工业和无线LCD应用的发展，采用各种电池提供超长的寿命（长达十年），包括AA、AAA、硬币大小的锂电池和3.6V锂电池。LL16拥有丰富的LCD驱动功能，带有内部RTC中断和其他节电特性：

- 1 kHz振荡器，与计数器结合使用，可以刷新参考电容器，无需一直监测
- 低功耗波形可以产生较不频繁和剧烈的过渡，从而实现低功耗目标
- 改变LCD偏移水平之前的直通电流电阻电路接地开关
- LCD电荷泵完全不重叠的时脉
- 经过优化的LCD驱动器电路尺寸适用于LCD显示器
- LCD引脚的分布式RAM可以将负荷降到最小程度，从而减小LCD驱动器的电压域
- 硬件显示器闪烁，交替显示模式，无需CPU唤醒

基于相同的测试环境，与市场解决方案相比，LL16 LCD性能可以提高超过70%的功耗。例如，利用LCD区段配置的ALL OFF，不带对比度控制、低功耗模式、晶体振荡器支持、32 Hz帧速率、4 x 22，IDD仅为1.2 μA。带有区段配置的ALL ON，并且带有对比度控制(3.08V)，IDD仅为3.3 μA。

S08LL16 MCU是一款出色的多用途LCD控制器，不仅可以提供低功耗特征，将目标市场拓宽至小型、以电池为动力的应用领域，而且可以提供改进的设计灵活性，带有大区段8 x 24或4 x 28驱动器，集成的电荷泵可以支持真正的片上系统功能。

QE系列MCU

QE系列包括飞思卡尔最低功耗的MCU，这是其他派生低电压、低功耗(LVLP)器件产品的基础。QE系列8位S08和32位ColdFire V1 MCU可以为需要超长电池寿命的消费电子和工业应用提供重大用途。

LVLP工艺采用通道长度得到改进的晶体管，从而降低漏电电流，以降低静态功耗。我们随后将会优化我们的标准单元库，其中包括了大量的低功耗元件。LVLP特性还包括：

- 极低功耗(VLP)振荡器，仅消耗500 nA电流。
- 低衰减备用稳压器可以支持低功耗运行。
- 稳压器关闭时的低功耗运行和等待模式。
- 从休眠状态中唤醒，无需重新设定。
- 停止3唤醒时间从110 μs下降至6 μs，这意味着应用可以唤醒、执行任务并且快速返回休眠状态，节省多余功率。
- 共享电流参考和带隙能够降低所需晶体管的数量，因此可以节省电力，缩小硅片的占用空间。
- 用户可选的外围时脉闸控可以高效优化时脉树，可将不同模块使用电力消耗达到40%。
- 自超时模块(SATO)中为闪存提供充足动力，执行读取任务，锁取结果之后，自动断电。该工艺可以自动支持极低的CPU速度，并且提供比频率曲线更好（低频率）的IDD，以便于闪存运行。

Freescale.com页面还可以为QE系列提供电池消耗计算器。用户可以输入不同的系统参数，例如设备、环境设置、电池信息、工作周期、系统选项和激活模块的数量，从而计算系统的平均电池寿命。它是一款便捷、方便使用的工具，可以帮助设计人员精确调整设计目标，以便获得最长的电池寿命。

QE系列MCU可以为便携式电池器件提供出色的解决方案，例如数码相机和便携式摄像机、无绳电话、家庭保健设备和手持仪器。该系列还非常适用于低功耗楼宇自动化应用，例如天然气和水计量表、恒温控制器、远程控制和安装。

i.MX系列应用处理器

面向汽车、消费电子和工业应用的i.MX系列包括ARM®内核处理器。i.MX处理器采用飞思卡尔的Smart Speed技术，该技术采用硬件加速计，将CPU和6 x 5 Smart Speed纵横开关卸载下来，几乎除去了等待状态。这可以为每个指令带来更短的有效周期，有助于推动相当于更高时脉频率处理器的性能，不会带来功耗罚款以及相应更高的工作频率。

i.MX应用处理器系列成员采用额外技术提高能源效率：

- 时脉闸控、有源偏移、DVFS、DPTC和SRPG。
- 多种低功耗模式，包括等待、闲置、状态保留、休眠和静止状态。
- 时脉计划旨在实现最佳的频率设置和时脉源重新利用，从而获得低功耗应用。
- 空分多址(SDMA)模块和特殊的业务连接可以实现大量数据通道的管理，无需涉及OS，将CPU保持在待机模式。
- 集成的安全实时时脉(SRTC)可以关闭处理器，并且对所有电源实施电源闸控，除了RTC电源电压之外，同时保持SRTC运行，能够通过计时超时事件唤醒系统。

除此之外，硬件加速计通常用于需要CPU繁重处理的项目，这可以节省运行模式的功率。i.MX应用处理器通过集成功率管理或与外部飞思卡尔功率管理IC解决方案相结合，可以提供最佳的功率节省目标。软件开发套件可以提供适用于处理器和随附PMIC的驱动器，帮助客户在他们最终的产品设计中成功实施低功耗技术。

MPC8536E PowerQUICC III 通信处理器

MPC8536E处理器旨在实施办公自动化设备（打印和成像、网络连接设存储、媒体处理、数字签名和更多功能），这些设备需要符合地区能源规范的合规性要求。这些包括Top Runner (日本)、使用能源的产品(欧盟)和能源之星(美国)。在这些情况下，MPC8536E已经取得了许多业界独家的成就：

- 采用单芯片SoC实施深度休眠模式的第一款飞思卡尔PowerQUICC III处理器。
- 实施内核时脉缩放（点动模式）的第一款飞思卡尔PowerQUICC III处理器。
- 业界第一款千兆赫兹的SoC，可以在深度休眠模式期间为网络流量的数据通道提供数据包无损深度休眠。

快速运行模式、点动模式和数据包无损深度休眠模式的快速恢复相互结合，可以创建市场第一款嵌入式能源/工作负载步测使用模型。这个世界不仅是互联的，而且会永远处于互联状态，记住这一点非常重要。这种“网络效应”就是仔细管理不同性能周期（“步测”能源用于突发工作导致出现长期中断情况）的原因，以便满足应用需求，不会失去联接特性极为重要。这便是MPC8536E处理器的设计目的所在。

- 深度休眠模式允许将电源从Power Architecture® e500内核与L2缓存移除，同时平台可以继续运行。增强的三速以太网控制器可以继续解析输入数据包，支持无损数据包在用户定义的数据包唤醒时保持低功耗运行，例如ARP数据包。
- 点动模式可以修改内核PLL比，无需重新启动平台，支持低工作负载的低时脉频率，同时当工作负载确认时可以动态转换到更高的频率。
- 闲置、无活动、休眠和深度休眠低功耗模式，将软件控制的设备禁用，可以获得直接的时脉闸控。
- 除了多VT单元方法之外，还开发了长度更新的通道长度库，已经用于支持闸控水平的电源中断，这大幅降低了静态子阈值电流。
- 边缘速率控制不允许信号缓慢过渡，从而改善了所有网络收发器的短路电流。
- 模块创建可以实现路径长度最小化，通过降低发送到模块范围以外的网络数量，高效的图形分区可以节省功率。

传统的嵌入式计算平台的设计可以实现工作负载的最大化，与每小时、每日、每周或延长时间范围内的周期工作配置没有关联。MPC8536E专门用于管理这些周期，并且测量这些能源损耗，从而获得更加经济的自动化办公设备。

MMA7660FC 3轴数字输出加速计

MMA7660FC加速计旨在于检测自然的用户互动，推动手持设备的先进运行功能，例如手机。这些功能包括用户启用的操作，如定向、敲击和多次敲击、摇动和手势，用于实施各种命令和运动感应，从而实现节省功率的自动唤醒和自动休眠模式。

通过用户配置的采样速率，MMA7660FC数字输出加速计可以提供极端灵活的性能/功耗选项。该速率经过调整，仅提供特定功能所需的性能，因此可将电流消耗保持在最低限度。例如，每秒120个采样时，消耗率大约为294 μA。然而，如果您下降到每秒一个采样，相应的消耗率仅为47 μA。这种灵活性可以让开发人员精确调整特定功能的采样率，确保功耗尽可能低。

例如，每秒32个采样、典型工作电流133 μA可以足以涵盖大部分摇动和手势的需求。然而，推荐敲击检测采用每秒120个采样，这样系统绝对可以识别出敲击而不是摇动。

MMA7660FC加速计还包括先进的自动化低功耗模式，带有自动唤醒和(采样率为每秒钟1、2、4、8、16、32、64或120个采样)和自动休眠(采样率为每秒钟1、8、16或32个采样)功能。唤醒和休眠模式之间的反复也可以进行配置，甚至能够节省更多的功率。

三种模式—关闭、待机和激活—可以为节能应用提供不同的功能。

- 在“关闭”模式中，数字线打开，但模拟线关闭。传感器无法加载I^2C总线和所有I^2C忽略的操作。电流消耗值为0.4 μA。
- 在“待机”模式中，数字线和模拟线都打开，传感器响应I^2C的操作。可以访问注册器，需要时将设备设置为激活模式，但传感器测量系统处于闲置状态。电流消耗值为2 μA。
- 在“激活”模式中，数字线和模拟线都打开，加速计响应I^2C的操作。传感器测量系统以编程的输出数据速率运行，数字分析功能可以运行。根据相同的速率，如上述讨论的烩，电流消耗值可以降低至47 μA。

休眠模式可以降低采样率（敲击模式禁用），I^2C操作在自动唤醒模式下启动，为MMA7660FC加速计带来完全激活的模式。低功耗模式和用户配置的采样率可以让MMA7660FC加速计十分适用于电池运行的应用，包括手持便携式通信、无线传感器、游戏控制器和个人医疗和运动监测设备。

MC56F8006/2数字信号控制器

MC56F8006/2系列中的该设备在单一芯片中结合数字信号处理器(DSP)的处理能力与微控制器(MCU)的功能，带有一套灵活的外设，可以创建极为经济高效的解决方案。

MC56F8006/2是业务第一款数字信号控制器(DSC)，可以为采用深度休眠模式的便携式应用提供极高的能源效率，获得超长的电池寿命，并且提供市场中最低功耗的DSC停止模式。它集成了一套综合、灵活的外设，可以降低对外部元件的需求，能够创建极为经济高效的解决方案。

MC56F8006/2的晶体管架构水平在不断提高，获得了低功耗目标。其中的实例包括：

- DSP内核采用修改的哈佛架构，带有乘法累加(MAC)处理器，可以实现单独循环的DSP性能和MCU功能，提供最终应用的多种控制功能，具有极高的能源效率。

- 它采用飞思卡尔的低电压低功耗(LVLP)单元库，由先进的工艺技术制造而成，经过优化，可以优化实现更低的电压运行和低设备漏电，从而降低静态功耗。
- 实施先进的功率管理模块，可以支持1.8伏特的低电源电压运行（对于确定应用而言），在停止模式期间选择性地禁用电路模块。待机电流（部分电源中断模式）低于1 uA，运行电流低于50 mA、32 MHz。
- 56F8006/2包括外设时脉闸控注册器，可以禁用未利用模块的时脉信号来降低功率消耗。
- 闪存模块切换至低运行频率的低电流模式。
- 采用飞思卡尔的低功耗设计流程，实施并且验证系统电源中断方法，以便预测和优化功耗情况，满足性能目标。

MC56F8006/2的比能和比功率管理特性可以满足以下应用领域的特定能源预算需求：

- 七种用户可选择的功率模式（运行、低功耗运行、等待、低功耗等待、停止、低功耗停止和部分功率中断）。
- 低功耗等和低功耗运行模式可以结合所有外设运行。
- 双12位ADC经过优化，可以实现快速、低功耗的数据转换。
- 时脉选项包括超低功耗晶体振荡器模块、400 kHz驰缓振荡器或32 kHz外部振荡器。400 kHz或32 kHz振荡器可以与后标定器模块结合使用，获得超低功耗系统运行条件，频率可降低到125 Hertz。

MC56F8006/2可以为计算密集型、成本敏感型的实时控制应用（包括功率转换、便携式电动机控制、仪表、智能传感器和便携式医疗设备）提供成本优化的解决方案。通过这些产品大幅提高效率、可靠性和电器和电源能源节省，可以提供电动机控制和功率转换功能。

MPR031和MPR032接近电容式触摸传感器控制器

MPR031/32电容式触摸传感器控制器为触摸控制打开了一系列全新的机遇，这在过去可能根本无法获得。一般而言，这类应用非常小，通常为手持式，需要超长电池寿命，并且采用极为简单的电子设计。这样的应用可以极小的能源预算便可运行，这意味着触摸界面也必须采用最小的功耗执行。MPR031/32电容式触摸传感器是基于状态机的ASIC，比模拟和微控制器产品具有更加出色的功率管理。

- 未经调整的内部电源可以支持低损耗电路运行。
- 精确的低功耗模式应用控制可以设置采样率，支持控制器系统在主要运行期间处于休眠状态。
- 有源低功耗I^2C对所有低功耗状态都起作用。因此，低功耗实施可以保持激活状态，甚至在通信周期内。
- 8 μA平均电源电流是同类中的最低水平。

除此之外，仅需要一种外部元件，它不仅可以降低功耗，而且还可以降低系统级材料和制造成本。

结论

最终，能源效率需要根据客户需求作考量。无论应用需要更长的电池寿命，还是需要降低散热量，系统设计人员必须依靠半导体满足他们的要求，并且不能超过有限的能源预算。我们与客户展开密切合作，清晰地定义他们需要的性能和能源参数。通过密切的协作，我们可以优化我们的解决方案，帮助他们完成节能设计，方便他们开发产品，加快产品上市时间，能够更加吸引他们的顾客。

飞思卡尔能源效率技术是先进架构和电路技术与最新设计方法和工艺技术的独特组合，可以提供节能性能。飞思卡尔采用这些技术和技巧，在有限的能源预算条件下提供了最高的性能水平。他们可以适用于任何应用，通过延长电池寿命，不会显著影响便携式应用的性能，并且所有行业领域内的有线应用内保持较低的能源成本和散热量，从而为用户带来更大的效益。
飞思卡尔致力于拓展我们的能源效率技术，为下一代产品开发新的技巧，甚至比如今的产品更加节能。我们不断与客户和企业合作伙伴展开合作，帮助您利用更少能源，生产更多。

联系方式:

主页:
www.freescale.com

电子邮件:
support@freescale.com

美国/欧洲或未列出地区:
飞思卡尔半导体
技术信息中心，CH370
1300 N. Alma School Road
Chandler, Arizona 85224
1-800-521-6274
480-768-2130
support@freescale.com

欧洲、中东和非洲:
飞思卡尔半导体德国公司
技术信息中心
Schatzbogen 7
81829 Muenchen, Germany
+44 1296 380 456 (English)
+46 8 52200080 (English)
+49 89 92103 559 (German)
+33 1 69 35 48 48 (French)
support@freescale.com

日本:
飞思卡尔半导体日本公司
总部

ARCO Tower 15F
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064, Japan
0120 191014
+81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

亚太地区:
飞思卡尔半导体香港公司
技术信息中心
2 Dai King Street
Tai Po Industrial Estate,
Tai Po, N.T., Hong Kong
+800 2666 8080
support.asia@freescale.com

仅限文献索取:
飞思卡尔半导体
文献分布中心
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
1-800-441-2447
303-675-2140
传真:303-675-2150
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

本文档包括的信息仅用于支持系统和软件实施人员使用飞思卡尔半导体的产品。在此不含任务明示或暗示的版权许可，准许设计或制造任何集成电路或依据本文档中的集成电路信息。

飞思卡尔半导体保留对任何产品进行变更的权利，恕不另行通知。飞思卡尔半导体并不担保、代表或保证其产品对任何特定目的的适用性，飞思卡尔半导体也不承担由于应用或使用产品或电路所导致的责任，并且特别声明均无任何责任，包括但不限于间接或直接造成的损害。“典型”参数或许在飞思卡尔半导体数据手册和/或技术规格中有所提供，在不同的应用中会有所差异，实际性能也随着时间的变化而有所不同。所有运行参数，包括“典型值”必须经由客户的技术专家由每一种客户应用经过确认。飞思卡尔半导体既不涉及其专利权的任何许可，也不涉及其他产品的权利。飞思卡尔半导体产品的设计、目的和授权并没有计划用于人体外科植入的特定系统部件，或可能旨在支持或维持生命的其他应用，或会使飞思卡尔半导体产品造成人身伤害或死亡而出现故障的任何应用。如果采购方购买或使用飞思卡尔产品用于任何未经指定或未经授权的应用，采购方应使飞思卡尔半导体及其办事处、员工、子公司、附属机构和经销商免于受到所有索赔、成本、损害和开支，以及由于直接或间接所引起适当律师费用，由于未经指定或未经授权使用产品所导致的任何人身伤害或死亡，即使飞思卡尔半导体声称由于忽略了设计或制造零件，均不承担任何责任。

了解更多信息：更多相关信息，敬请访问
以下网址：freescale.com.

Freescale、Freescale徽标、ColdFire和PowerQUICC都是飞思卡尔半导体公司、美国专利和商标局的商标。SMARTMOS和Energy-Efficient Solutions徽标是飞思卡尔半导体的商标。ARM是ARM有限公司的商标。Power Architecture和Power.org字标和Power和Power, org徽标及其相关标志是Power.org许可的商标和服务商标。所有其他产品服务名称均为各自所有者的财产。© 2009、2010飞思卡尔半导体公司

文档编号：ENERGYEFFWP / REV 5