

白皮书

# 飞思卡尔高效解决方案： 支持新一代应用

## 摘要

作为高效解决方案领域公认的领导者，飞思卡尔技术致力于支持新一代的应用，在功率预算日益缩小的情况下满足不断增长的性能和功能需求。秉承在众多应用领域内数十年的丰富经验，飞思卡尔十分理解客户独有的节能需求，并且凭借相应的解决方案进行优化。



飞思卡尔高效解决方案计划和高效解决方案标志凸显了飞思卡尔产品在高效实施高效技术方面的优越性，或在应用领域内可以交付市场领先的性能优势。飞思卡尔的高效产品解决方案包括微控制器、处理器、传感器、数字信号控制器和系统基础芯片，经过特别优化，针对目标应用有限的能源预算范围可以获得高性能。我们的解决方案支持汽车、工业、消费电子和网络应用，属于真正的高效设计。

本白皮书介绍飞思卡尔高效解决方案的思路和原理。此外，本文还会重点介绍和探讨飞思卡尔解决方案的最佳实例：

- **Kinetis L系列微控制器**：全球能效最高的入门级MCU。
- **i.MX 6系列应用处理器**：功能丰富的多核处理器解决方案，可以平衡高性能和低功耗/低散热需求。
- **Xtrinsic传感器**：采用电源管理技术的成熟设备，帮助用户解决日益增长的功能问题，且不会减少电池使用时间。
- **飞思卡尔系统基础芯片**：突破性的汽车和工业解决方案，实现关键的功率和安全标准，同时提高能源效率。

## 目录

- 2 设计挑战
- 3 热点话题：能源效率和物联网
- 3 飞思卡尔高效技术
- 4 全球能效最高的入门级MCU：Kinetis L系列微控制器
- 7 散热管理和多核：  
i.MX 6应用处理器
- 11 i.MX 6系列的配套解决方案：PF系列电源管理IC
- 11 利用传感器优化功耗：  
Xtrinsic传感解决方案
- 15 工业和汽车应用的能源效率和安全：飞思卡尔系统基础芯片
- 18 结论



## 设计挑战

这是一种平衡的艺术。制造商试图创造将速度和功能推向极限的产品，但是他们却对下一步的趋势毫无所知。一旦打破高性能/低功耗之间的平衡，您便无法满足客户兼顾性能和效率的需求，除非您做出少许妥协。

有人认为这种平衡的举措只适用于便携式设备——例如一台平板电脑虽然全天运行，但仍可在数秒钟之内下载视频并且在同样的时间存储数百个视频内容。但这并不属实。无论通电还是不通电，如今设计的各类应用必须考虑能源使用的总成本，以及超额使用对环境造成的影响。例如，许多互联设备都会持续消耗功率，但实际上可能只会“运行”几分钟、几秒钟甚至几毫秒。因此，优化产品使设备在休眠时与运行时保持同样的能源效率，这同样十分重要。消费电子及其类似业务无法承受浪费能源的代价。

工程师都熟知，没有两种应用是完全相同的。与此类似，也没有单一的降低功率技术能够满足所有系统的节能要求，也没有一种“全方位”的解决方案可将处理能力的功耗降至最低。技巧在于有效结合架构、平台和电路技术、系统和应用软件、工艺技术与设计方法和工具，智能开发半导体设计，从而实现所有应用领域的高能效运行。

飞思卡尔拥有悠久的发展历史，时刻都在关注新兴的应用趋势，为功率预算受限的客户开发适合的解决方案。飞思卡尔高能效目标（图1）展示了这些技术和技巧如何集成到完整的开发流程之中，

## 飞思卡尔高能效目标



图1：飞思卡尔高能效目标是一种能源管理整体方法，各种技术与技巧的交互对于实现理想的能源节省目标至关重要。

从而获得最为理想的能源效率。每一种技术领域的优势都是为了更加高效的运行，同时致力于实现特定应用场景下的整体性能目标。这种统一的开发流程旨在实现能源效率最大化，属于高性能汽车、网络、工业或消费电子系统的关键组成部分。

### 热点话题：能源效率和物联网(IoT)

嵌入式技术正在推动物联网的迅速崛起——这是数以亿计的智能、互联“事物”与设备、机器、环境和更多工具实现通信，让人们的生活变得更加美好和便捷。救生便捷医疗设备这样的应用可以为医生发送实时数据，互联家庭智能能源系统可以在家中无人时降低用电量，这些应用均已投入使用。但是物联网(IoT)实际上如何影响日常生活的方方面面，我们对此还知之甚少。

为了实现物联网(IoT)的愿景，预计即使是基础应用也会执行数据处理、通信、数字用户接口支持和更多功能，从而满足市场需求。对于电池驱动和“通电”的设备来说，更大的功能需要更加复杂、耗费能源的处理能力。

飞思卡尔有助于实现物联网(IoT)的生活愿景，为世界每个角落带来智能，使设计和整个系统可以无缝扩展和交互，即使是在功率预算受限的情况下同样如此。作为物联网版图的重要公司，飞思卡尔将硬件、软件和服务结合于一体，凭借关键的合作关系和专业技术，致力于简化智能系统的设计，并且加速物联网的创新。

欲了解更多，敬请访问：[freescale.com/IoT](http://freescale.com/IoT)。

### 飞思卡尔高能效技术

高能效嵌入式技术帮助工程师开发汽车、网络、工业和消费电子应用，从而满足或超越用户对低功耗、低成本的运行预期需求。受益似乎数不胜数，其中包括延长便携式设备的使用时间、更加高效的数据中心、更具响应能力的智能电网，并且提高混合电动车的燃油经济性，以上只是其中几个例子。

飞思卡尔高能效解决方案旨在协助实现互联化、高能效世界的发展，生产高度优化的平台，帮助客户创造下一代的高能效产品和服务。

本白皮书重点介绍飞思卡尔四个高能效解决方案的实例，涉及消费电子、汽车和工业应用等领域：

- Kinetis L系列微控制器
- i.MX 6系列应用处理器
- Xtrinsic传感器
- 飞思卡尔系统基础芯片

## 全球能效最高的入门级MCU：Kinetis L系列微控制器

### 创新焦点

“在Kinetis L系列MCU开发的初期，我们就挑战自己去非同凡响地考虑能源效率。这个团队利用飞思卡尔MCU长期在广泛应用中的经验，设计了一个超低功耗、易于使用、同时也可灵活满足多种应用需求的全新平台。最终就得到了这个游戏颠覆者，它让客户可以看到比数据表上更多的东西去优化他们的应用，用于所有需要低功耗的地方。”

—Eduardo Montañez，飞思卡尔微控制器系统架构师

采用ARM® Cortex®-M0+处理器、最高能效的ARM处理器构建而成，Kinetis L系列MCU将32位MCU的效率提升到了前所未有的超级水平。Kinetis L与竞争对手进行了正面的能效基准挑战，其中三位也是备受16位低功耗MCU关注的，结果明确地证明了Kinetis L是世界上最节能的入门级MCU。

每一件MCU都由相同的充电电路提供动力，且经过了低功耗运行优化。这些MCU执行重复周期的EEMBC CoreMark®迭代，然后进入五秒钟的深度睡眠期，连续重复上述操作直到最后一个MCU依然能够激活。

### 能源效率演示：结果

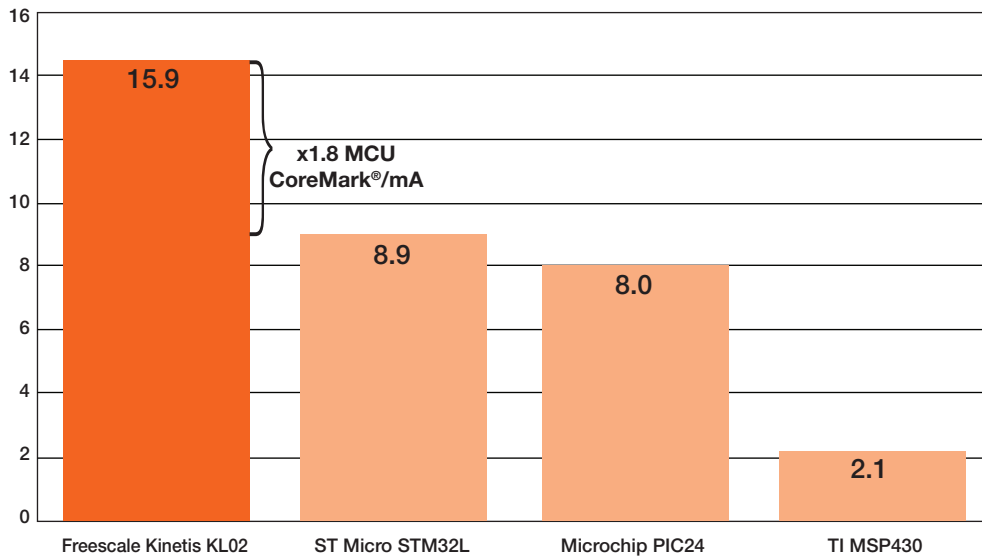


图2：Kinetis KL02 MCU，结合卓越的处理能力和出色的低功耗运行能力，凭借15.9 CoreMark/mA的优异测量结果脱颖而出。

#### 图表脚注：

正面较量，2013年7月29日

飞思卡尔KL02部件号：MKL02Z32CAF4R

\*CoreMark 1.0: 106.38 /IAR for ARM V6.50.2 --debug --endian=little --cpu=Cortex-M0 -e --fpu=None -Ohs --use\_c++\_inline/ 内部闪存代码，内部RAM数据，堆栈/处理器运行频率 = 48 MHz，运行电压 = 3.3 V

ST Microelectronics STM32L 部件号：STM32L151RBT6

\*CoreMark 1.0: 93.45/IAR for ARM V6.50 --debug --endian=little --cpu=Cortex-M3 -e --fpu=None -Ohs --use\_c++\_inline/内部闪存代码，内部RAM数据，堆栈，启用64位访问/处理器运行频率 = 32 MHz，运行电压 = 3.3 V

Microchip PIC24 部件号：PIC24FJ128GA310

\*CoreMark 1.0: 29.41/ MPLAB IDE v8.31 -g -Wall -O3 -funroll-loops/ 内部闪存代码，内部RAM数据/ 处理器运行频率 = 32 MHz，运行电压 = 3.3 V

TI MSP430 部件号：MSP430F5529

\*CoreMark 1.0: 16.23/ Code Composer Studio 5.1.1 -O3--opt\_for\_speed=5/内部闪存代码，内部RAM数据/ 处理器运行频率 = 25 MHz，运行电压 = 3.3 V

在与同级别超高效竞争对手对比中，Kinetis L系列MCU凭借其出众的能源效率屹立不倒。Kinetis L系列MCU结合卓越的处理能力和出色的低功耗运行能力，凭借15.9 CoreMark/mA的优异测量结果脱颖而出，远远超过其竞争者水平（参见图2）。

Kinetis L系列MCU最近发布了Kinetis组合产品，与同类入门级MCU相比，大大改进了功能和效率，能够在初始化、控制和计算阶段显著提高能效。请注意查看图3所示的能效，该图用橙色表示Kinetis L系列的能耗曲线对比用灰色曲线等其他同类产品。

Kinetis L系列能赢得“世界上最节能的入门级MCU”的赞誉，就是凭借其精心的设计，全系列的解决方案以及基于能效为内核驱动而创建的平台。Kinetis L系列产品解决方案将Cortex-M0+处理器的低功耗特性提升到了新水平，提供了卓越的灵活性与扩展性的同时比同类MCU提供更低的低功耗。

在开发Kinetis L系列MCU的过程中，焦点主要集中于一个看似简单的观念：您如何在不受CPU干扰的情况下采集数据，然后快速唤醒MCU，尽可能快速、高效地执行相关功能，然后返回睡眠模式？最后实现的结果是大大降低了曲线下整个板卡的能耗（见图3），达到这个正是结合了Cortex-M0+处理器、适用多种使用情况的超低功耗模式、节能架构技术和一系列智能功耗管理的自主外设而实现的。

**能源效率：能源 = 功率 × 时间**

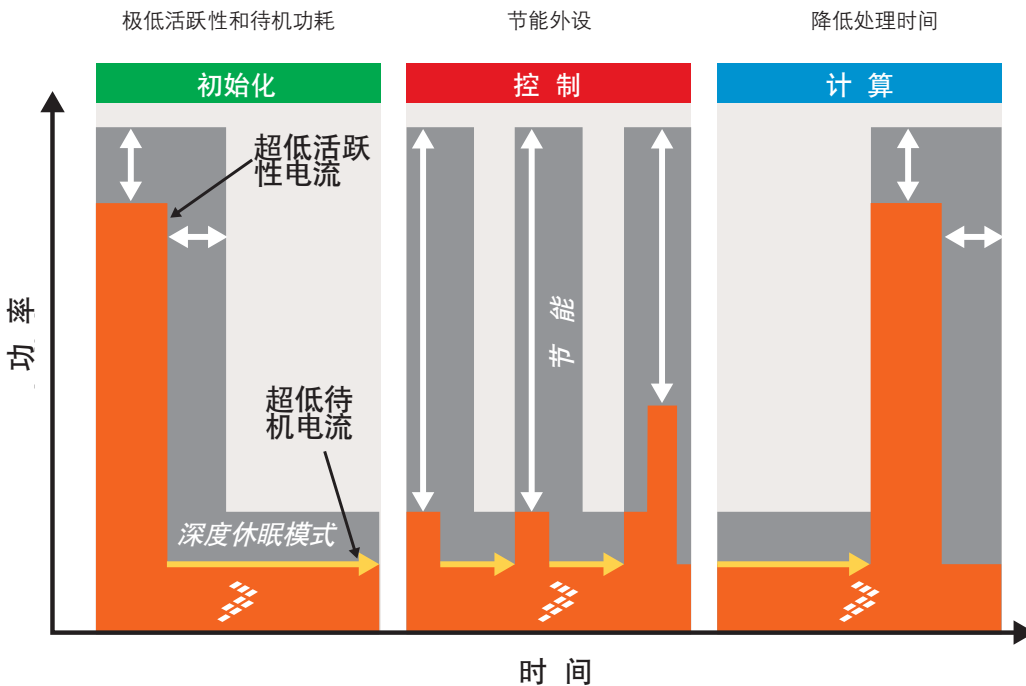


图3: Kinetis L系列MCU致力于在所有应用的阶段交付实质性的效率优势：初始化、控制和计算阶段。

Kinetis L 系列MCU将传统的3种电源模式扩展为革新的10种灵活模式（见表1），这就能够支持多种应用案例。扩展的功耗模式选项能够使Kinetis L 系列的MCU即使在深度睡眠模式下也能维持功能，节能外设可用更少功率去执行更多工作。在传统的MCU中，必须激活主时钟和处理器内核执行琐碎的任务（例如发送或接收数据、捕捉或生成波形或采样模拟信号）。Kinetis L系列外设能够执行这些功能，同时无需介入内核或主系统，大幅降低功耗且提高电池使用时间。

Kinetis L系列MCU还可以提供极为出色的能源效率，这大部分应归功于它的创新架构融合并改善了Cortex-M0+处理器的多种低功耗功能，这些功能通常都在其它微控制器中无法获得完全优化。

Kinetis MCU由市场领先的支持工具包来提供支持，包括飞思卡尔的和ARM第三方生态系统合作伙伴的。这一系列的软件和工具组合包旨在简化和加速开发，通过提供额外的代码优化、功率调试等帮助进一步节约能源。工程师可借助这些业界标准的开发工具缩短设计周期，其中许多工具都提供评估版本。

### 超低功耗模式

	模式	定义
RUN	运行	MCU可以全速运行。支持计算运行时钟，使用最低功耗处理内核与节能外设时，运行备用异步时钟源，禁用总线和系统时钟。
	VLP运行 (VLPB)	MCU最大频率限制为4 MHz内核/平台和1 MHz总线/闪存时钟。支持计算时钟选项。LVD保护关闭，且禁用闪存编程。
SLEEP	等待	允许所有外设运行，CPU转为休眠状态，降低功耗。无计算运行时钟选项。
	VLP等待 (VLPW)	与“VLP运行”类似，CPU处于休眠状态，进一步降低功耗。无计算运行时钟选项。
DEEP SLEEP	停止	MCU处于静止状态，LVD保护开启。节能外设采用异步DMA (ADMA)功能运行，可以唤醒DMA执行传输，并在完成时返回当前模式。AWIC检测CPU的唤醒源。最低功耗模式选项保持PLL激活状态。局部停止时钟选项可以提供更多外设功能。
	VLP停止 (VLPS)	MCU处于静止状态，LVD保护关闭。节能外设采用ADMA功能运行。AWIC检测CPU的唤醒源。
	LL停止 (LLS)	MCU处于低漏电状态保持功耗模式。LLWU检测CPU的唤醒源，包括LPTMR、RTC、TSI、CMP，并且选择引脚中断。快速<4.3微秒唤醒。部分产品不支持LLS模式。
	VLL停止 3 (VLLS3)	MCU处于低漏电模式，大部分内部逻辑为断电状态。所有系统RAM内容保留，且保持I/O状态。LLWU控制CPU的唤醒源，与LLS模式类似。
	VLL停止 1 (VLLS1)	与VLLS3类似，无RAM保留状态。部分产品具有寄存器文件保留功能。
	VLL停止 0 (VLLS0)	引脚唤醒。采用外部时钟支持LPTMR、RTC、TSI和CMP唤醒。无RAM保留状态。部分产品具有寄存器文件保留功能。 No 1 kHz低功耗振荡器(LPO)。可选POR掉电检测电路。

表1：Kinetis L系列MCU扩充了典型的运行、休眠和深度休眠模式，各种应用的功耗选项可以实现最长的电池使用时间。

- 适用于MCUs V10.x (Eclipse)集成开发环境(IDE)的CodeWarrior Suite
- Processor Expert软件配置工具
- IAR Embedded Workbench®、ARM Keil® MDK、Atollic和GCC和开发工具
- 免费赠送的Freescale MQXTM Lite RTOS

从Kinetis L系列MCU开始适用，飞思卡尔自由开发平台是一个小型的，低功耗的、高性价比的评估和开发系统，非常适合Kinetis MCU系列的快速应用原型设计和演示。该平台提供了一个易于使用的大容量存储设备模式的闪存编程器、一个虚拟串口和经典的编程和运行控制能力。

更多关于Kinetis L系列MCU的详细信息，敬请参考《飞思卡尔能效解决方案：Kinetis L系列MCU白皮书》。

## 散热管理和多核：i.MX 6应用处理器

### 创新焦点

*“由于设备变得更加智能、更加小型、同时支持更多的功能，散热已经成为所有设计领域的一项挑战。首选的方式便是降低功耗。i.MX 6系列处理器旨在提供更多多功能，增强多重任务/高性能处理能力的同时，将用耗电量降到最低。飞思卡尔还会同时提供大量的软件、工具和资源，帮助您制定功耗整体解决方案，以将用电量降至最低，实现性能最大化，并且有效管理散热。”*

-Kyle Fox，飞思卡尔i.MX应用处理器产品经理

飞思卡尔的高能效专业技术同时覆盖单核及多核产品解决方案。特别在多核技术的应用领域，更多的核心开启了开发的全新领域，但同时也带来巨大的能耗。i.MX 6系列多媒体应用处理器提供可扩展的多核解决方案，配置集成了多种功能、软件的工具包和支持，帮助设计人员克服这些挑战。

凭借在电池驱动设备功率与性能平衡方面的专业技术，i.MX 6系列多媒体产品可为设计人员提供真正高性能的处理平台，并通过优化获得最低的功耗。多核i.MX 6系列产品集成了多种电源管理功能（参见图4），提高了能源效率和散热管理功能。

### i.MX 6系列电源管理功能



- 温度监控器
- DVFS
- 多CPU池管理
- 时钟和功率可控制
- DDR (MMDC)和I/O功率优化

图1：i.MX 6四核应用处理器集成众多电源管理功能，可以优化能源效率。

i.MX处理器的高能效功能对于成功的设计至关重要，飞思卡尔提供各种设计资源，完善了设计难题的另一项必要部分——散热管理。所有处理器都会发热，与此同时应用却需要长时间都需要高性能CPU同时运行以完成更多工作。

特别是在设计紧密集成的设备时，如果在开发初期阶段没有谨慎考虑发热以及散热成本，在后期产品阶段很容易演化成为一个严重的问题。采用高能效处理器解决方案，高性能处理和并行计算通常导致很高的能耗，这意味着必须通过冷却技术驱散更多的热量（参见图5）。这特别适用于空间紧凑型设备（例如可穿戴设备）和复杂系统（例如汽车车载信息娱乐系统）。

### 应用规范推荐的冷却技术

用电量	应用	冷却技术
<1 W	最为基础的应用、电子邮件	空气冷却需要更大的外形封装尺寸。
2 W	播放视频，单个应用	降低外形封装尺寸规格
3-4 W	播放3D视频、游戏，超过一个应用	
>5 W	运行普通视频、3D视频、多应用和并行IO吞吐	增加散热盖，很可能需要更小的外形封装尺寸。

图5：外形封装尺寸、规格和应用处理要求确定所需的冷却技术。

在开发过程中及早考虑到以下这五个领域的功率和散热管理因素，可以节省大量的时间和资金：

#### 1) 应用倾向于工业还是消费电子领域？

换言之，它是属于永久在线还是接近于永久在线状态？或者说，它是否只需要短时间内快速运行，然后便处于长期休眠状态？

应用的活动配置会对散热管理技术和散热设计功率产生显著的影响。活动的主要类型可以分为以下几种：

- IC/系统长期闲置之后的需要较短时间的密集处理。这种类型大多数情况下可以自动调节热量，无需太多外部干预。
- IC/系统长期闲置之后的需要较长时间的密集处理。这种类型可能需要一些外部干预（例如在处理期间的软件散热管理）。
- 持续高性能使用。这种类型在非闲置情况下会导致系统温度上升，有必要采取其它形式的散热管理措施。



关键之处在于，在设计过程中应尽早制定最大化连续散热方案。简而言之，“全面理解自身功耗状况。”

## 2) 考虑设备的整个生命周期。它存储在哪里？它需要运行在何处？它怎样被运输？

在完整产品生命周期内的使用状况在规划过程中经常遭到忽视。谨慎考虑完整生命期限内设备的制造、运输、存储和运行方式，可以避免各种问题。

特别在高温环境温度下，散热管理会成为一项巨大的挑战。然而限制环境运行温度以确保温度处于或低于指定温度，这种做法并不现实。

i.MX处理器为消费电子、工业和汽车应用提供了三种等级。消费电子级芯片适用于最高频率用途，工业级芯片十分适用于苛刻环境下的长周期（或者“永久在线”）应用。汽车级芯片提供最佳的环境支持，包括最为广泛的温度范围：-40到+125 °C。

## 3) 产品的指定厚度是多少？可以提供多大的印刷电路板(PCB)空间或LCD机械固定空间？高功率处理器（即CPU、存储器、无线、闪存）组合的紧密程度如何？

从历史角度来看，主处理器曾是典型嵌入式计算系统最为耗费能源的组件。然而i.MX 6系列处理器在提供高性能的同时，可以有效管理自身的功耗。

与此相反，存储器能耗一直在不断增长，因为带有多种硬件加速器的多核CPU需要提高双倍数据速率(DDR)存储器带宽和容量。主系统存储器消耗大量的功率，并且在活跃模式下产生大幅热量。因此，我们必须考虑组件对系统线路板的影响，其中包括：电源管理集成电路(PMICs)或外部LDO稳压器；射频(RF)组件，例如功率放大器、发射器和调制解调器；LCD、LED和OLED显示器；以及高速内存和收发器。

在空间不受限制的设备中，可以部署更多解决方案以减少散热的问题。但在更薄、更小的设备需要考虑所有驱动设备的发热（例如CPU、存储器、无线、PMIC等），需要谨慎的组件布置，将热量聚集的状况降到最低限度。

i.MX 6系列的另一重要特点在于，可以为PCB的其它组件协助“腾出空间” i.MX 6系列产品包含了大部分的PMIC组件。与传统式的需要9至12路电源的其它处理器相比，这将处理器的只需3路电源便可以正常工作。这表示，设计人员可以大幅简化的电源管理子系统。这对系统设计十分重要，原因在于它可以帮助设备降低PCB功率组件的数量。这有助于节省物料清单(BOM) 成本，并且腾出PCB的更多空间，以便布置其它组件。

最为本质的一点在于，考虑轻薄或小型尺寸的设备时，需要谨慎思考组件布置以及这些组件的热量挥发与系统其它组件的相互作用方式。这有助于确定需要何种类型的材料散热，即我们下一节所要解决的问题。

#### 4) 散热考虑用什么材料?

仅仅依靠处理器封装和系统外壳之间的环境空气热传导通路可能不会充分冷却延长运行时间的高功率组件。散热盖将热量从裸片传递到PCB、产品机架或散热板（如果产品设计封装尺寸允许的话）。由此，热量可以散发到局部环境。散热盖基本上用作为“热传输通道”，将热量转移到指定位置。其目标在于利用这些“热传输”，通过传导和驱散热量，平衡不均匀系统的整体温度，使整体系统不会在任意一个位置变得过热。

散热盖有三个主要目的：

- 降低接触温度
- 降低/冷却高功率/热组件温度
- 屏蔽热量

尽管金属散热板通常用于管理散热，但是它仍然存在一些缺陷。例如，如果金属散热板连接到处理器，然后再连接到外壳顶部，它会在外壳上产生一个热点。金属还具有体积大、成本高昂、受商品价格驱动的特点，并且影响指定的产品厚度。

可以考虑其它材料。通常会使用铜，因为它可以模塑，直接将热量传递到指定位置，且厚度极薄。然而，铜的价格极为昂贵，且在全球市场中需求极高。石墨纸在将热量从一个位置传递到另一个位置时效率极高，并出于多种原因强烈推荐它作为一种明智的选择，用于传输转移处理器的热量。它的厚度极薄，且可以切割成形，因此热量可以直接导向设计人员任意指定的位置。除此之外，石墨纸的价格比金属替代物（如铜）更加低廉。

石墨烯是另一种可能革新产品封装外形的新材料。Andre Geim和Kostya Novoselov发现了这种出色的导热和导电材料，它只有单个原子那么厚，比铜的传导能力更高，比硅的传导能力超过1,000倍，比钻石的硬度更强且极具韧性<sup>1</sup>。它如今在广泛的市场中已经应用在于多个试行产品。

i.MX 6系列处理器提供两种封装选项，在选择散热盖解决方案时可以增加灵活性。汽车和工业“加盖式”版本包含一个覆盖在处理器上的金属盖。这种“盖子”可以提供封装的稳固性，适用于更热和更加苛刻的环境。消费电子“非加盖式”版本将处理器裸片的后端暴露出来。降低了空间受限设计的z轴高度。非加盖式设备采用超薄外形封装尺寸更加便于连接自定义散热盖。

---

<sup>1</sup>Stefanie Blendis. CNN.com [http://edition.cnn.com/2013/10/02/tech/innovation/graphene-quest-for-first-ever-2d-material/index.html?hpt=hp\\_bn6](http://edition.cnn.com/2013/10/02/tech/innovation/graphene-quest-for-first-ever-2d-material/index.html?hpt=hp_bn6)

## 5) 有哪些资源可以让设计流程尽可能顺畅?

理解您的人力资源能力，可以帮助您复核开发期间的问题或事项。在评估和考核您的人力资源时，牢记以下这些实用资源可以提供更多详细信息：

- 飞思卡尔提供的资源：其它文档、软件和工具资源、培训视频和材料敬请访问以下网址：[www.freescale.com/imx6series](http://www.freescale.com/imx6series)。
- [www.imxcommunity.org](http://www.imxcommunity.org)：i.MX社区蕴含重要的资源，包括i.MX同行开发人员和用户共享的知识、技术和代码。该网站还包含飞思卡尔产品专家的技术信息和战略。
- 生态体系合作伙伴：飞思卡尔与大量可靠合作伙伴携手合作，开发了众多解决方案，简化设计流程并且协助电源和散热管理。充分利用这些资源可以节省大量时间和产品成本。敬请访问：[freescale.com/partners](http://freescale.com/partners)。

关于利用i.MX 6系列产品实施散热管理的更多详细信息，敬请参考《飞思卡尔高能效解决方案：i.MX 6系列处理器白皮书》。

### i.MX 6系列的配置解决方案：PF系列电源管理IC

飞思卡尔采用优化的PF系列电源管理IC (PMIC)支持系统级应用处理器电源管理方法，基于i.MX 6单核、双核和四核应用处理器在各种系统中无缝运行。i.MX 6系列应用处理器集成了之前由独立PMIC处理的多种电源管理功能，这使PF系列PMIC融合了更多系统级电源管理功能。凭借较低的静态电流、集成高效率开关式稳压器、出色的可配置性和快速批量可编程性，PF系列PMIC可以为设计人员提供便捷性，从而针对特定应用优化功率效率，它们十分适用于众多的应用。这些应用包括功能丰富的智能移动设备、汽车车载信息娱乐系统和高度功率敏感的平台（包括便捷式医疗设备、IP耳机、家庭安全系统、IPTV控制器、平板电脑和家庭能源管理解决方案）。了解更多详细信息，敬请访问：[freescale.com/pmic](http://freescale.com/pmic)。

### 利用传感器优化功耗：Xtrinsic传感解决方案

#### 创新焦点

“传感器不仅在监测系统和工作状态中发挥着显著的作用，而且在降低系统功耗上同样起着十分关键的作用。低功耗加速度传感器的功耗可以低至微瓦特，但其可以用来控制功耗是其自身数倍的系统。智能算法可以通过分析各种传感器的输入来禁用当前任务不需要的组件。甚至系统会被切换到低功耗模式直到某些事件将系统唤醒。

我们设计了Xtrinsic MMA955x系列产品，致力于优化传感器和所驻系统的功耗。信号调理电路自下而上进行了改造。通过简单的定时器来启动ADC转换。集成32位MCU及其相关子系统的设计可以快速的唤醒和休眠。我们使用了所能找到的最低功耗内存。结果是传感器被赋予了智能，使其能规划自身的运行、处理ADC转换的结果，并且可以智能地确定何时需要唤醒系统其它部分。”

-Mike Stanley，飞思卡尔模拟和传感器部门系统工程师

凭借三十多年持续的传感器创新，飞思卡尔传感器产品已经令世界变得更加安全、高效和更具交互性。便携式电子设备中不断增加的功能会提高系统的功耗，缩短电池的使用时间。然而，用于实现设备级和系统级低功耗的传感器已经帮助逆转了这一趋势，同时还增添了其它的特性和功能。

秉承我们悠久的传感器创新传统，飞思卡尔的Xtrinsic传感解决方案可以提高模块化集成水平，通过结合多种传感器输入、逻辑判断和其它功能模块，可以为整个传感解决方案带来更高的决策能力。平台可以充分利用多种传感器输入来实现多种应用功能，同时系统的功耗通常会比之前更低。多数Xtrinsic传感器产品系列是飞思卡尔高能效解决方案的上佳实例。

## 探索设计方法

系统功耗与产品特点有直接关系，特别是采用在电池驱动的便携式产品中，其功能和电池规格至关重要，它们实现与竞争对手产品的差异性。

让我们以智能手机为例（参见表2）。若要提高电池使用时间，要么采用更大电量的电池，要么使用低耗电组件，要么采取低电流策略，要么是上述几种方法的相互结合。值得注意的是，在表2中引用的测试数据表明，使用最大电池的智能手机并没有最高的电流消耗，即使具备丰富的功能，它仍然具备了最长的使用时间。与此对比，采用最小电池的智能手机电池使用时间却最短，电流消耗最低。

### 智能手机的平均电流消耗

智能手机	电池使用 <sup>1</sup> 时间	电池规格(mAh)	电流（平均值）(mA)
Motorola DROID RAZR MAXX	14.88	3300	222
Motorola DROID RAZR HD	9.62	2530	263
Samsung Galaxy S <sup>®</sup> III	9.40	2100	223
Motorola DROID 4	9.08	1785	197

表2：四款普及智能手机的电池使用时间与电池规格和平均电流消耗（功耗）测试对比[1, 2, 3]。电流消耗严格根据  $I_{ave} = \text{电池规格} / \text{电池使用时间的公式计算}$ 。

如何实现这个目标？传感器可以支持智能手机设计中的众多节电技术。一个常见的例子便是在用户不操作手机时，传感器会将智能手机置于极低功耗模式下。加速度传感器可以通过运动感应检测到这种静止状态，其还可以提供屏幕旋转的功能。除了这种系统省电功能以外，传感器的设计还有助于降低传感器和系统级的功耗。

飞思卡尔利用传感器已经构建了三种不同的设计方法，为客户设计提供足够的灵活性来实现客户产品特定的设计目标：

### 第1类：获得最低的传感器功耗

第一种低功耗设计方法以传感器本身作为目标。传感器提供一种或多种低功耗状态，例如关机模式和极低功耗运行模式。在许多情况下，这类传感器的运行直接由系统工程师通过终端应用来控制。因此，它可以提供多种功耗优势。

这种设计方法的优势在各种环境都非常明显，具有极低的工作周期和长采样间隔时间。在适当的情况下，它通常都是市场上功耗最低的选项。这一策略适用的应用场景包括工业和供应链监控。这些应用场景中只需要在产品移动时将传感器通电，当产品在仓库时无需通电。

### 第2类：智能传感实现低功耗

第二种获得低功耗的方法是在传感器设计中采用集成式数字逻辑单元。这通常被称为“智能传感”，增加的数字功能可以用于支持传感器执行自身的内部电源管理。这种方法适用于加速度传感器、压力传感器和磁力计。

带有集成式数字逻辑单元的加速度传感器是一个典型的实例，我们可以看到这种方法将低功耗提升到了一个全新的水平。凭借附加的逻辑，传感器执行自身的内部电源管理，且按照需要采样数据。除了简单晃动设备实现通电或断电，更加复杂的任务（例如双击，或具有旋转方向检测的旋转晃动）只需要通过一个命令来实现。同时通过多个命令就可以让传感器执行各种丰富的实用功能。

这种低功耗传感方法的主要应用是需要横竖屏检测的终端产品，例如手机或平板电脑。具有这种功能的加速度传感器可以提供所需的功能和成熟的电源管理，将功耗降至最低。

### 第3类：集成MCU/传感器的方法

在第三种低功耗传感设计方法中，传感器利用内置MCU的本地计算功能。这种功能可以通过将两个组件的封装在一起，或者简单将这两种组件系统级连接来实现。它被称为“本地计算功能”，这种系统级方法可以减少系统应用处理器对传感器（和其它）计算，甚至比第二种低功耗方法更加深入。

例如，主系统使用100到1,000倍的功耗才能执行所需的计算，本地MCU便可以轻松执行这些任务（并且允许其它处理器进入低功耗模式），提供显著的系统级节电量，这也证明增加小型MCU的合理性。与第二种为基本功能提供中断功能的情况不同（例如横竖屏转换、FIFO缓冲区或类似功能），在最后一种情况中，所有计算都在内部执行并提供传感器中枢的全部功能。

典型应用或应用场景便是计步器，它必须一直获得所需的数据，在连续不停的基础上来计算步数、距离和其它数值。在不能显著降低电池使用时间之前，这类功能无法集成到手机中，因为手机实际上必须处于永久在线状态。与此相反，本地计算方法比手机的主计算系统的功耗更低。这使计步器成为了一款可行的应用，避免电池使用时间成为限制的因素。一款免费或低成本下载应用如果使用手机的集成加速度传感器，会大幅消耗手机的电池使用时间。采用集成式传感器中枢将这种相同的功能内置到手机之中，可以提供计步器功能，同时手机的主处理器和显示器处于关闭状态。

根据数字控制级别，这三种低功耗管理策略为用户提供替代方案，从而将功耗降至最低，并且优化电池使用时间。表3展示了加速度传感器、压力传感器和磁力计产品的数据手册数值的技术对比。当传

传感器测量需要更加复杂的计算，减少主处理器上的计算时，第2种和第3种方法可以提供实质上系统级的功耗节省。

### 加速度传感器、压力传感器和磁力计

类型	降低功率方法	传感器产品实例子	传感器类型	最低电流消耗	数字控制级别
1	最低传感器功耗	MMA8491Q	加速度传感器	400 nA @ 1 Hz采样率	低
2	采用集成式数字逻辑的智能传感	MMA865xFC	加速度传感器	6 $\mu$ A @最低功耗模式	中
3	集成式MCU/传感器运行	MMA9550	加速度传感器	2 $\mu$ A @STOPnc模式，禁用内部时钟	高
2	采用集成式数字逻辑的智能传感	MPL3115A2	压力传感器	8 $\mu$ A @最高速度模式 (过采样率 = 1)	中
2	采用集成式数字逻辑的智能传感	MAG3110	磁力计	8.6 $\mu$ A @活跃/2 $\mu$ A, 备用	中
3	集成式MCU/传感器的方法	MPXY8xxx	压力传感器	0.36 $\mu$ A @Stop1模式	高

表3：三种节电方式/方法对比。

飞思卡尔Xtrinsic传感器提供定制化软件，通过算法和分析可以扩展传感器的应用，降低系统的复杂性，并且提供协助处理功能。通过使用飞思卡尔软件和开发工具包（包括针对传感器和更多器件的传感器工具箱、塔式系统模块等）可以加速设计时间。它们让用户更加轻松地开发自有代码，获得特定应用的最低功耗。

关于飞思卡尔低功耗传感解决方案的更多详细信息，敬请参考《低功耗传感：高效解决方案白皮书》

## 工业和汽车应用的能源效率和安全：飞思卡尔系统基础芯片

### 创新焦点

“在开发更加高效的汽车应用电源管理时，飞思卡尔的目标是帮助原始设备制造商(OEM)降低功率损失，提高燃料经济性，并且满足二氧化碳减排要求，同时支持32位架构的市场发展趋势，致力于提高系统功能安全性。飞思卡尔系统基础芯片系列产品将集成独家高能效功能，可以优化能源消耗，同时帮助我们的客户满足严格的安全规范要求。”

- David Lopez, 飞思卡尔模拟混合信号和功率部门产品业务经理

实现功率、效率和安全目标，对汽车应用而言尤其重要。凭借长达20多年的电源管理集成电路的成熟开发经验和数十年的汽车专业技术，飞思卡尔已经开发出一系列独有的模拟汽车IC，可以满足效率和安全标准的极高要求。这些标准不仅适用于汽车行业，而且还适用于众多工业应用。

利用电源管理IC解决方案还存在众多高能效优势，即在运行模式和低功耗模式期间它能够优化能源利用率，在转换期间可将能源损失降至最低，在待用模式期间可以降低能源消耗，并且将电池放电量降到最小程度。系统基础芯片(SBC)属于飞思卡尔模拟标准产品线，是飞思卡尔高能效产品解决方案的重要组成部分，具有低待机电流、高能效开关模式电源、增强的电压范围，可以提高车载网络(CAN和LIN)的可用性并获得强健的物理层，从而涵盖一系列丰富的汽车和工业应用（参见图6）。

### 系统基础芯片(SBC)释义

#### 完整的生态体系

- 简化客户使用方式（例如 MCU连接、软件驱动程序、散热预测工具、安全文档等）
- 提供EMC合规性报告，支持全面的OEM认可

#### 系统管理

- 节能：管理低功耗模式，感应关键模拟信息，从而优化能源消耗
- 功能性安全：监管、诊断安全关键性参数，并且支持故障安全模式

#### 电源管理

- 为MCU、CAN以及LDO和/或DC/DC的其它负载供电
- 可扩充产品的电流或电压输出能力

#### 电源管理

- 为MCU、CAN以及LDO和/或DC/DC的其它负载供电
- 可扩充产品的电流或电压输出能力



图6：系统基础芯片提供具有低待机电流的电源管理，高效率的开关模式电源和可以提高车载网络(CAN和LIN)的可用性并获得稳健的物理层。

系统基础芯片是微控制器的理想配套芯片，适用于许多需要高效设计的电子控制单元(ECU)应用、其它汽车应用（例如车身、电子助力转向、引擎管理系统、变速箱、逆变器和电池管理系统）和其它工业应用，特别是运动控制、关注安全的应用（例如电梯）、运动机器、工厂自动化、机器人、航空航天和国防与可再生能源等。

能源使用管理需要了解环境，在功率降低时做出恰当的决策，尽快执行以便确保安全的应用供电，或者为MCU准备充足的时间，实现关键的数据存储。出于这个目的，在反向电池保护之前SBC能够直接测量电池电压，并且快速生成中断信号，通知MCU有关关键的电压等级信息。系统基础芯片还可以根据模拟传感协助MCU确定能源管理策略。模拟和MCU技术之间的恰当交互可以帮助设计人员开发创新的高能效和智能能源解决方案。

让我们来考查一下交通应用使用案例。飞思卡尔系统基础芯片提供高效的汽车电源管理解决方案，实现连锁效益。SBC设备能够在ECU中用DC/DC取代LDO电源，同时维持同样的性能。由于每个平台具有100个ECU，通过DC/DC转换使车辆可以降低所用能源，从而降低整体系统发电所需的燃料。因此，提高单独应用等级的功率效率，可以降低整体车辆的功率需求，将燃料使用量降至最低，并且降低二氧化碳排放水平。当数百万车辆的效应累积起来时，全球来看影响非常显著。

我们还可以列举SBC积极影响全球能源节省的其它案例。如果车辆正在使用中，但车辆中的特定应用并未使用，系统基础芯片可以设定为低功耗模式，从而降低整体能源使用量。此外，当车辆停泊时，SBC可以激活低功耗模式，有助于降低电池放电，提高汽车唤醒自主性。

关于电动车，效率直接关系到机动性（即在电池完全充电的情况行驶的公里数）。嵌入式系统需要相应的技术，使电动车在备用模式下实现尽可能低的漏电量。这个目标通过软件可以实现，不需要时可以降低功能性，通过模拟解决方案，有助于“感应”应用，在应用“启动”且应用“关闭”时限制能源使用量。

系统基础芯片在系统导向的集成和标准产品策略之间做出正确的权衡取舍，支持多种应用使用案例，调整功能以便适应这些能源节省方案。

## 飞思卡尔系统基础芯片的关键特点

系统基础芯片的设计周密，结合了大量关键的特点，它们可以提高效率、安全和连接性（参见图7）。飞思卡尔模拟产品利用我们业界领先的SMARTMOS工艺、混合信号技术，有助于解决能源损失问题。这种模拟工艺包括深槽隔离，有助于大幅提高系统基础芯片的稳健性（例如EMI的设计、ESD的设计），同时通过低功耗设计技术降低静态电流。

这种技术可以完美均衡地集成功率、模拟和数字高能效目标设计。

最新的飞思卡尔MC33907/33908 SBC还包括DC/DC电源架构，能源转换率超过低压差线性稳压器或LDO（DC/DC效率为85%至90%，LDO效率为35%）。这种系统架构基于级联的DC/DC，它包括一个前置440 kHz DC/DC前馈稳压器，一直与电池相连接，还有一个2.4 MHz DC/DC为最新MCU内核技术供电，电压为1.2 V。

从低功耗架构角度来看，SBC设备包括能源供应偏置技术，通过运行模式和低功耗模式的专用架构实现低功耗模式(LPM)的特定管理。这样的设计技术可以实现最佳的低静止电流（采用LDO的



MC33903/4/5仅为15微安，在LPM下采用DC/DC的MC33907/8仅为30微安)。在低功耗模式下，SBC可以切断电源，将系统电流消耗降至最低，允许通过网络连接(CAN、LIN)或者通过I/O唤醒引脚唤醒。

飞思卡尔提供丰富多样的支持工具和解决方案，包括系统基础芯片、MCU、软件和更多工具。这些资源可以帮助设计人员找到并且实施最佳的解决方案，更加快速且轻松地满足应用需求。

欲了解关于飞思卡尔系统基础芯片的更多详细信息，敬请访问：[freescale.com/analog](http://freescale.com/analog)。

## 飞思卡尔MC33907/8系统基础芯片

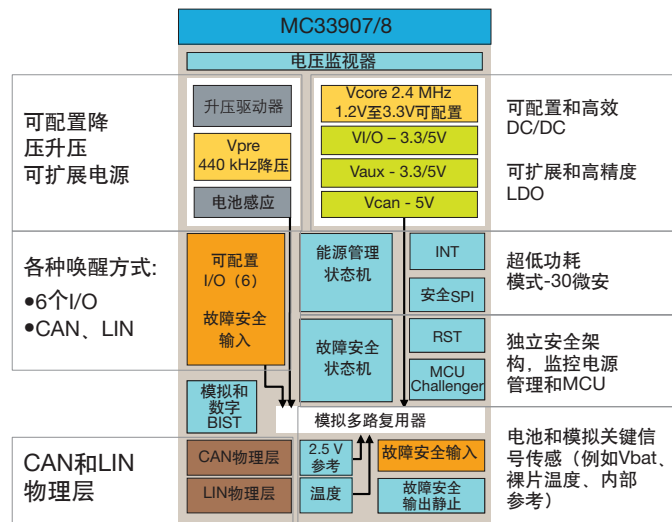


图7: 带有升压和降压DC/DC的飞思卡尔MC33907/8系统基础芯片结构图和关键高效特点。

## 结论

凭借超出常规的思维方式，通过公认的能源效率领先实力，飞思卡尔为嵌入式系统和物联网(IoT)正在打开全新的机遇之门。无论您需要延长电池使用时间、提高便携式设备性能、降低能源成本还是遵守能源法规的要求，飞思卡尔的多样化嵌入式高效产品解决方案都会支持全新一代的应用，实现功率与性能的完美平衡。

更多详细信息，敬请访问：[freescale.com/energyefficiency](http://freescale.com/energyefficiency)。