

使用超低功耗 MSP430FR4x 微控制器简化 LCD 设计并降低功耗



William Cooper
产品营销工程师
德州仪器 (TI)

液晶显示器 (LCD) 无处不在。它们遍布您的居所、办公室，甚至出现在您随身携带的便携式设备上。仔细想想，您就会发现：LCD 产业持续至今的高速增长并非意外。当然，这种增长在很大程度上应归功于电视以及包括笔记本电脑和手机在内的便携设备，但 LCD 在其他市场同样正在扮演越来越重要的角色。



举例来说，我们可以看看使用红外 (IR) 通信的产品。IR 常常被集成到照明系统、空调系统甚至玩具的遥控器中。所有这些应用和其他便携式设备或电池供电设备有一个有趣的共同点：随着时间的推移，它们的功能将不断添加。例如，作为一种常见的方法，添加显示屏可以为消费者提供更多的信息、直接的反馈以及更好的整体产品体验。除了遥控器，这一概念同样适用于便携式医疗设备、家用显示设备、安防面板甚至智能仪表。这些应用与电视及便携式电话的一个关键区别在于段码式显示的使用。在电源和显示数据数量有限或成本受限的情况下，段码式 LCD 通常可以提供理想的解决方案。这或许可以解释，为何在环视自己的居所时，您会看到段码式 LCD 与其他方案之比高达 10:1。除电视和平板电脑外，厨房电器、遥控器、温控器、报警面板等设备中的各种段码式显示同样值得注意！

虽然为应用添加段码式显示可以为客户提供真正的价值，但这确实会增加系统设计的复杂程度。设计

带显示屏的产品时，需要考虑三个主要要求：

- 系统尺寸：如何才能为系统添加功能，同时保持或甚至减小产品的物理尺寸？
- 系统功率：如何才能为显示屏供电，同时将成本和/或更换电池给客户带来的不便降至最低？
- 需要的数据：根据要和客户分享的信息，您需要多大尺寸的显示器，或者，您需要多少个显示器区段？系统将使用什么样的输入？

本文将以前电视机遥控器应用作为背景，讨论这些核心的 LCD 设计注意事项。随后，本文将说明新型超低功耗 MSP430FRxx FRAM 微控制器 (MCU) 家族，特别是 MSP430FR4x MCU 系列，如何帮助带有分段式 LCD 的设计实现最小物理尺寸和功耗，同时通过其灵活性简化应用的开发过程。

一切都在变小

10 年前的便携式电子设备明显比现在更大。一方面，随着物联网的拓展，连接性更高的设备正在诞

生（例如，花园中的小尺寸传感器现在可以和您的智能手机共享湿度信息）；另一方面，产品设计人员正在将相似或更丰富的功能集成到尺寸比以前小很多的封装中。通用遥控器就体现了后面一种趋势。不久以前，娱乐系统中的每个物件都需要一个遥控器。您是否记得，打开电视机以后，为了调节音量，您费尽心思在沙发垫下面寻找遥控器？此外，您使用过第三个遥控器来控制自己的 DVD 播放器？现在，一个遥控器就可以控制家中具有 IR 功能的所有设备。

这些通用遥控器常常通过集成段码式显示来让用户获得更轻松的经验。例如，只要按“看电视”旁边的一个按钮，您就可以设置电视机、机顶盒和音响系统，而无需为每个设备按单独的按钮。这样的一个遥控器并不比过去只能用来控制单个设备的遥控器大。这种尺寸优化在很大程度上可归功于硬件布局。

硬件布局的优化难度大、时间长、成本高。

MSP430FR4133 微控制器的存储容量为 **4KB** 至 **16KB**，采用非易失性铁电随机存取存储器（FRAM），通过集成性和灵活的引脚分配来帮助实现布局的进一步简化：

- **集成：** 将组件集成到 **MCU** 中可以节省电路板空间，甚至降低功耗，相关内容将在下文讨论。**MSP430FR4133** **MCU** 集成了段码式 **LCD** 驱动器，可让微控制器直接连接到显示屏，并最大限度减少了印刷电路板（**PCB**）上的迹线。而且，此 **MCU** 还具有可用于温度或外部传感器系统监控的多通道集成式 **10** 位模数转换器，以及可减少外部组件需求的实时时钟和计时器。另外，具有高写入速度和高寿命的集成 **FRAM** 可避免使用 **EEPROM** 等外部存储器。
- **灵活的引脚分配：** 即便采用集成方法，对微控制器的引脚进行布局依然要花一些时间。开发人员可以通过添加 **PCB** 层来简化布局，但那样做成本不菲，而在消费市场，降低系统成本至关重要。开发人员也可以选择通过改变 **LCD** 的位置来简化布局，但这样做可能会

使遥控器达不到美观性或可用性方面的要求。

MSP430FR4133 **MCU** 具有可通过软件配置的 **LCD** 引脚，让开发人员可以在任何位置对 **LCD** 进行布局，同时仍能简化 **PCB** 上的布线。布局的简化仅仅是 **MSP430FR4133** 微控制器上的灵活引脚分配的好处之一。设计人员还可以尝试用单芯片驱动多种 **LCD**，进一步缩减开发时间。如果需要通过更高端的 **LCD** 实现更复杂的设计，则只需在软件中重新分配 **LCD** 引脚就可以修改同样的微控制器和布局，使之匹配新显示屏。

集成外设和灵活的设计确实有助于缩减尺寸，但仍需要考虑另一个重要因素。在遥控器和其他便携式设备中，电池常常是系统内最大的组件。为系统添加功能时，一般不能增加电池的尺寸或数量；因此，电源优化至关重要。

电能并非免费

在系统中增加电池或使用更大的电池不但会增加系统的尺寸，还会加重消费者的负担。对于电池消耗过快的便携式电子设备，还存在便利性和负面环境影响方面的问题。

那么，开发人员怎样才能在使用相同电池的情况下增加系统的功能，或延长每次充电的使用时间？在遥控器之类的便携式设备中，**MCU** 常常是主要的系统控制器。因此，选择正确的器件和优化软件极其重要。**MSP430FR4133** 微控制器是此类应用的完美选择，原因有很多。与闪存之类的传统存储器技术相比，集成式非易失性 **FRAM** 可降低功耗、提高写入速度。在工作模式下，**MSP430FR4133** **MCU** 仅消耗 **126 uA/MHz** 的电流。在运行 **LCD** 驱动器和实时时钟的待机模式下，**MCU** 仅消耗 **770 nA**，是业内功耗最低的 **MCU**；然而，低功耗组件只有在搭配高功效软件时才能发挥作用。

让我们继续以遥控器为例。遥控器中的高功效软件的一项重要功能是对 **IR** 通信的处理。为了发送信息，这些设备通过红外发光二极管（**LED**）发射光线，发光二极管由系统控制器的调制信号控制。调制可以帮助电视机之类的接收器确定遥控器或外部

信号源传来的是什么样的信息。幅移键控 (ASK) 和移频键控 (FSK) 是两种最常见的调制技术。这种调控通常由软件实现，只需要一个计时器来生成准确的时隙。这种时隙可能会很小，造成巨大的软件开销。MSP430FR4133 实际上使用了 IR 调制逻辑，即一系列相互连接的硬件资源，从而可以在执行 ASK 和 FSK 调制期间降低这种开销并进一步减少功耗。有了 IR 调制逻辑，只需在很有限的情况下唤醒器件，让包络不受干预地自动生成载波信号。与没有片上 IR 调制逻辑的解决方案相比，MCU 的唤醒次数最多可减少 60 次，并且可以明显改善总体功耗！

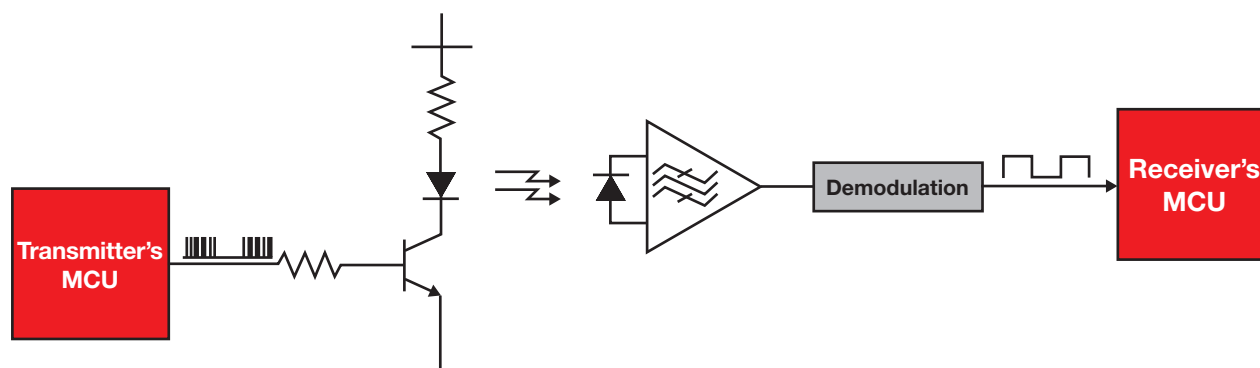
对于需要将开发周期的 75% 用在应用优化的开发人员来说，简化的功耗调试是巨大的优势。除 IR 外，MSP430™ 微控制器家族还提供有助于降低应用功耗和缩短开发时间的优化器。ULP Advisor 软件可用于根据列出的低功耗规则检查代码，确保避免常见的错误。MSP430 工具链真正带来了能创建实时功耗测评的新型 EnergyTrace™ 技术，帮助开发人员更好地了解能量消耗位置。

尺寸和功耗之外的优势

在便携式电子设备的设计过程中，尺寸和功耗确实是最重要的问题之一，但输入和输出的定义对于系统设计来说同样作用重大。在遥控器中，您可能希望仅仅通过几个数字来显示所选的电视频道。您还可以考虑通过增大空间来定义以上示例中的各种功

能（如“看电视”）。MSP430FR4133 MCU 可以通过最多支持 256 段的液晶显示驱动来应对多种情形。此外，这款 MCU 还具有片上电荷泵，使显示屏可以在其大部分时间所处的低功耗模式中保持对比度。MSP430FR4133 MCU 甚至可以连接到按钮或电容式触控按钮，实现频道选择功能或“播放”与“暂停”功能。凭借多达 60 个通用输入/输出 (GPIO) 引脚和一个免费电容式触控库，可能性无穷无尽。

有关尺寸、电源和数据要求的这些观点同样适用于其他应用和产品。例如，低端便携式医疗设备常常包含段码式显示，并且可以受益于小尺寸的小型存储器封装器件，比如 MSP430FR4x MCU 系列中的产品。MSP430FR4133 微控制器的集成外设、超低功耗和其他特性使其成为理想的选择。是否有兴趣进一步了解 MSP430FR4x MCU 或 MSP430FR2x 系列中的非 LCD 型号？请前往 www.ti.com/fram，进一步了解这些器件以及超低功耗 MSP430FR41xx FRAM 微控制器家族的其他器件。然后，使用第一款包含板载 LCD 的 MSP430 LaunchPad 开发套件，以不足 14 美元的成本即可开始评估这些器件。TI 还提供大量的其他资源，如培训模块和 TI 设计，旨在帮助您快速入门。遥控器、温控器和水表的参考设计已经上线，同时还提供硬件设计文件、软件 and 用户指南帮助您快速启动开发。



Important Notice: The products and services of Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries described herein are sold subject to TI's standard terms and conditions of sale. Customers are advised to obtain the most current and complete information about TI products and services before placing orders. TI assumes no liability for applications assistance, customer's applications or product designs, software performance, or infringement of patents. The publication of information regarding any other company's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

The platform bar, MSP430 and EnergyTrace are trademarks of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

E010208

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接版权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独自负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated