

Patrick Carner
营销经理
C2000™ 微控制器和
照明应用
德州仪器

将智能引入 LED 照明应用

使用基于微控制器的架构实现智能 LED 平台
照明工业在所有主要细分市场均向 LED 技术转移，因其与
白炽灯、CFL 甚至高压钠灯相比有如下优势：

简介

随着照明工业继续向 LED 技术转移，对智能控制器和驱动器的需求越来越大。电价上涨给消费者和商家带来巨大的运营成本；然而，LED 的高效运行可节约大量电能。许多应用则需要一致的光质量并可支持高级控制功能，比如调光、平衡和准确的色彩混合。远程连接也成为应用的一项常规要求，可通过自我诊断降低高昂的维修费用，允许技术人员进行服务呼叫，在确实需要进行现场维修时才会到场服务。如将智能用于许多 LED 照明应用中，则需从固定功能 LED 驱动器转向基于微控制器或可编程的架构。对于需要高级功能的应用，使用微控制器便可实现许多智能功能，比如：调光控制、专门颜色搭配、自适应照明控制和远程连接。专用电力电子微控制器能进一步改善照明应用，因为除具有照明控制和通信能力外，它还能经济高效地控制照明装置电源。同许多当代电子趋势一样，转由数字控制将具有灵活性并可将照明产品带入智能和差异化的新高度。

LED 的优势

- 更高的效率：与传统光源相比，高流明/瓦特可节约大量电能。
- 维护成本低：LED 的使用寿命达 50,000 小时，因此需要更换或维护的频率更低。
- 定向：如果光源能够定向，则照亮某区域所需的光输出就越少。光流失或光“污染”也会更少。
- 耐振性：这对外力能够影响灯使用寿命的应用（如街道照明）来说显得尤为重要。
- 更安全的技术：LED 不含汞物质，从环境角度上讲，比其他照明技术更安全。
- 智能控制：LED 灯光系统支持广泛的高级特征，以提高效率并提供更优的照明。其特征包括自动调光、匹配可用环境光照和自适应定时运行以及最大程度节约能源成本。
- 快速运行：LED 能快速开关，启动耗时少。

LED 照明应用

- 家用：其应用包括灯泡更换、重点照明和室外局部照明。一般而言，通常只需点亮一至两个灯串上的几个 LED。鉴于市场的低成本压力，因而不常使用高级控制装置。
- 商用：其应用包括荧光灯镇流器、灯泡更换和重点照明。通常只需点亮一至两个灯串上的几个 LED。在顾及成本的情况下，这个市场非常注重节能这一特性。更高端的应用需要远程连接和部分控制器智能化。
- 娱乐：其应用包括高端显示和情调照明。完全的强度控制和一致的色彩质量至关重要，远程连接和对工业标准协议如 DALI 或 DMX-512 支持也同样重要。
- 室外和基础设施：其应用包括街道照明、工厂照明和大型办公楼照明以及许多其他应用。设备一般具有大量的 LED 而且必须支持多个灯串。高亮度 LED 也很常见。这些应用需要远程连接和高度智能化的控制器。

基于 LED 最简单的照明系统采用 LED 驱动器。这类典型的固定功能设备为控制 LED 提供最直接和低成本的方法。通常,这类装置具有良好的功效且不需要软件编程。最坏的情况则是开发人员必须在挑选驱动器或决定为板级组件使用何种配置值时进行几次计算。

尽管易于使用,但许多 LED 驱动器仍缺少更高级系统所需的灵活度。为支持不同类型的 LED (比如更高瓦特数或不同颜色) 或不同 LED 灯串配置,可能需要不同的解决方案。事实上,系统中的任何变化 (例如灯串中 LED 的数量或灯串的数量发生变化) 都可能需要对驱动器进行修改。因此, OEM 提供的大多数照明产品都可能需要独一无二的模拟驱动器。对于一个大型产品组合,这会增加 OEM 或供应商必须在仓库中存储的商品数量,可能会有损规模经济并提高设备成本。

另一方面,智能控制器可能会使开发人员研发出更灵活的照明系统。在一个基于微控制器的系统中,为支持不同类型的 LED、独特功率级要求、不同灯串长度和不同灯串数量,可以对代码进行配置而不必明显改变硬件配置。该系统甚至能设计为可自动探测需要何种 LED 进行驱动。基于微控制器系统的可编程特性甚至能启用高级调光和定时功能,提供更高级的灯光场景控制和自动光线等级。

OEM 利用数字控制的灵活性可设计出能驱动大型终端产品组合的单一控制器。由于再次利用了控制器 IP,因此大大降低了设计投资。灵活的控制器降低了需要在库存中储备的设备数量,同时通过做强规模经济降低了整体系统成本。

通过数字控制进行集成

基于 LED 的智能照明系统的基本架构包括三个阶段:功率转换、LED 控制和通信 (见图 1)。功率转换阶段将适量电压和电流送至 LED。该阶段以 AC/DC 整流开始,接着进入功率因数校正 (PFC) 阶段,再然后进入更多并联的 DC/DC 转换阶段。为提供高效的功率转换,需要精确、灵活地控制这些转换阶段。

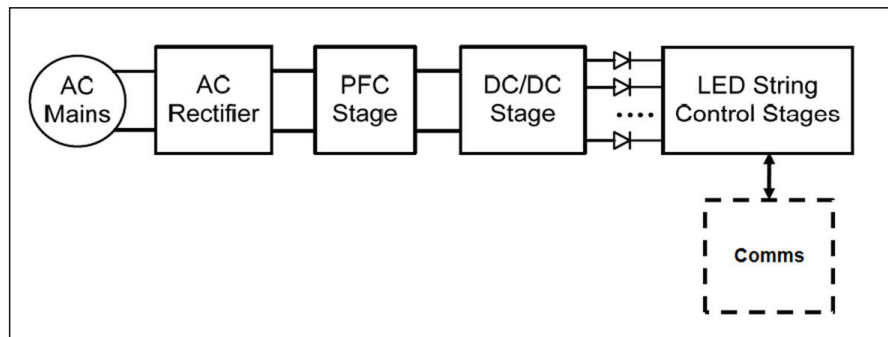


图 1: 基于 LED 的智能照明系统包括三个阶段:功率转换、LED 控制和通信 - 每个阶段都需要一个智能控制器维持效率和功能。通过对功率采取灵活的数字化方法,几个或所有这些控制器都可组合在一个 MCU 上,以减少系统复杂度和成本。

每个主要阶段都需要一个智能控制器维持效率和功能。可能需要具有固定功能、模拟方法、独立 PFC、DC/DC、LED 和通信功能的控制器。

然而，对于专用电力电子微控制器，通过高度集成也可以降低照明装置电源的组件成本。由于具有性能足够、功率经过优化的外围设备和通信端口，单一微控制器也可能控制照明系统所有三个主要组件：功率级、LED 照明控制和通信。如果具有了这种集成度，照明系统能够消除对许多过剩组件的需要，并确保中央编程平台能够协调控制智能照明系统的所有三个阶段。

功率的数字控制也可实现更强的动态系统

转换效率。尽管 LED 比传统光源的能效更高 – 运行成本和能源成本因而相应减少，但并不是所有基于 LED 的系统都是如此。当调光、变色输出或以任何方式调节光输出时，数字功率控制能为 LED 照明系统功率级提供更高的效率。同样，在固定照明条件下，微控制器通过实现更先进的功率级设计，也能提高运行效率。这种效率的提升对终端用户极具吸引力，在两种 LED 系统不相上下的情况下，这足以成为一大差异化卖点。

假定某城市需要更换 2000 台街灯，并对效率差 10% 的两个模型进行比较（见图 2）。注意，同样是产生 160 W 光输出，高效系统所需的系统输入功率为 178 W，而低效系统则需要 200 W 的输入功率。仅就基于电源功效的这个例子而言，这意味着大约每年额外节约 10% 的能源成本或 33,726 美元。请注意，节约的费用超过了基于 LED 系统的节约费用。

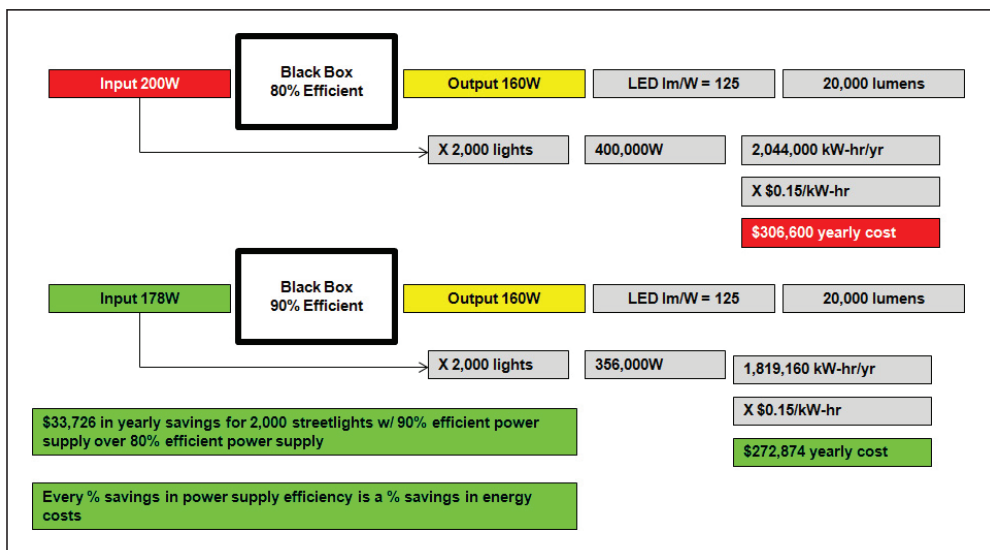


图 2： 数字功率控制的转换效率高于基于模拟的系统，超过了使用 LED 技术达到的节约量。在这个例子中，单就电源功效而言，10% 的效率差异意味着大约每年额外节约 10% 的能源成本或 33,726 美元。这种效率的提升对终端用户极具吸引力，在两种 LED 系统不相上下的情况下，这足以成为一大差异化卖点。

智能的优势： 质量、效率和 成本

对于商用显示和娱乐照明等很多应用而言，产生的灯光质量非常重要。此种情形下的质量指输出一致强度和色彩灯光的能力。然而，仍有三个主要因素影响 LED 性能，即制造差异、温度和老化。

不同批次的 LED 在输出性能上可能具有显著差异。而使用同批次的 LED，则可保证单个器件灯光质量的一致性。因 LED 存在制造差异，同一产品系列中使用不同批次 LED 的器件也可能存在灯光质量差异。当两个属同一系列的器件在相邻位置进行安装时，其灯光质量的差异可能会很明显，甚至无法令人接受。而通过配备智能控制器，系统可得到校准，从而补偿这些差异。因为系统校准由软件执行，当要求产品间的一致性时，这可以简化制造过程中的校准流程。

随着环境温度的改变，LED 的输出也会随之改变。为补偿这一差异，系统需配备传感器，以便能感测环境温度。微控制器则需具有读取传感器并相应地调整 LED 驱动器的功能，以便动态地校正色彩和强度。由于只需要定期检查温度，因此此功能的开销较低。此外，此功能可使系统自行监控本身运行状态的安全性；如果 LED 温度超过规定阈值，照明控制器可降低光强或关掉灯串，同时将此问题远程通知操作员。温度过高将造成 LED 提前老化并降低其光输出质量。因此，确保 LED 没有超出特定温度可延长其使用寿命。

随着 LED 的老化，其灯光质量也会受到影响，这将导致灯光色彩配置出现差异。例如，红色 LED 的老化速度快于蓝色 LED，而由特定的功率输出或脉宽调制 (PWM) 频率产生的灯光色彩也将随时间而变化。智能控制器可控制老化并校准色彩配置，从而使 LED 系统在其整个使用寿命期间保持一致的照明效果。

采用同样的质量管理技术也可提高安全性和效率。例如，通过调节，照明可与当时的环境光条件相匹配；当出现暴风雨天气时，只需通过局部设置即可提前开启街灯。同样，如果环境光线充足，可调暗灯光以减少电力消耗。

各种传感器和远程连接的使用，可进一步提高安全性和效率。例如，安装在交通信号灯或特定街灯上的传感器可监控深夜的交通情况。如果交通尤为活跃，通过网络可开启比平常更多的灯。

智能 LED 控制器不仅可提供更高的灯光质量，还具有如调光或色彩混合等附加功能。通过管理照明灯的使用，该控制器可在不需要达到完全光强度时关掉或调暗个别灯。例如，在仓库中，工作人员可能分散在不同区域。使用占位传感器，可以只为当前正在使用的区域提供照明。如果不管任何时候仓库中只有一半的区域在使用，则可关掉另一半区域的照明灯，从而节约 50% 的能源消耗。

让我们再次引用图 2 中的街灯示例。深夜时刻，由于交通负荷减轻，很多街灯可调低亮度。如果在通信网络中配合使用运动传感器，则可根据实际交通需要灵活开启或关闭灯。如果有 25% 的时间可以关灯（见图 3），则可节约 25% 的能源（合 68,218 美元）。在此示例中，供电效率带来的节省加上智能操作带来的节省，系统每年节约的费用相当可观，达 101,844 美元或约 33%。

通过远程连接 提高效率

远程连接是智能照明系统的一个关键功能。智能器件可自动管理自身某些方面的运行，以提高效率和照明质量。然而，除非设备能够和中央控制器通信，否则必须对此类智能进行预先编程且只能使单件设备的效率最大化。

通过将照明系统内中的各种组件联网，设备操作可在整个安装系统内进行协调。如此可实现一类全新的功能，包括远程调光、远程关灯和应急控制。例如，操作员可在一个中央位置调节整个照明系统的照明强度，而不必单独调节每盏灯。

要获得最大化的功能发挥，每个组件不仅必须能够接收信息，还须具备将信息传回操作员的功能。通过这种方式，LED 灯可执行简单的自我诊断从而发现故障，比如 LED 是否烧坏或灯光是否低于最低质量限值，并且提醒操作员进行必要的维护。由于可对设备进行远程检查，因此无需定期安排技术人员到达现场检查设备运行是否正常。只有确实出现故障时，我们才派技术人员到场进行维修。减少技术人员的派出次数，以及 LED 使用寿命的延长均可节约大量的维护成本。由于可即时发现故障，LED 的运行安全性也得以提高。

远程控制也使系统具备其他可显著提高运行效率并节约成本的高级功能。远程控制可实现对灯的动态控制，也可通过将多个照明装置联网来连接至单个控制点，而该控制点可在远离实际照明装置的地点。例如，在实行夏时时制时，需要对街灯进行相应调整。我们不用派遣技术人员达到每个控制箱现场，可以远程修正系统中所有灯的开关时间。这一功能也使操作员能轻松应对照明计划中的意外变化，如在很晚结束的体育赛事后需要街灯照明，或者在生产旺季维持工厂照明等。同时，也可在紧急情况下启用灯的直接控制功能，从而加强安全性。

精确地掌握电力消耗，是智能照明在商业和工业设备应用中的突出优势之一。例如，每个城市传统上均为街灯照明支付固定费用。采用智能照明控制器，可以测量实际消耗的电力并将测量结果发送到一个集中位置，从而保证每个城市仅支付其实际消耗的电力，如此可大量节约运维成本。

对照明实际使用情况进行数据记录，使操作员能完善对运行成本、维护资源以及未来投资的规划。更多的高级预测诊断功能也可付诸实施。例如，如果能源消耗增加，或者需更换的灯泡数量急剧增多，这些情况可警示操作员系统中可能存在某些问题，从而使这些问题得到迅速解决，避免增加运行和维修成本。

对于很多照明系统，特别是娱乐照明应用，照明的连接性也至关重要。在这个市场领域中，有许多既定的通信标准（包括 DALI、DMX-512 和 KNX）和可使这些协议更具竞争力的设备。

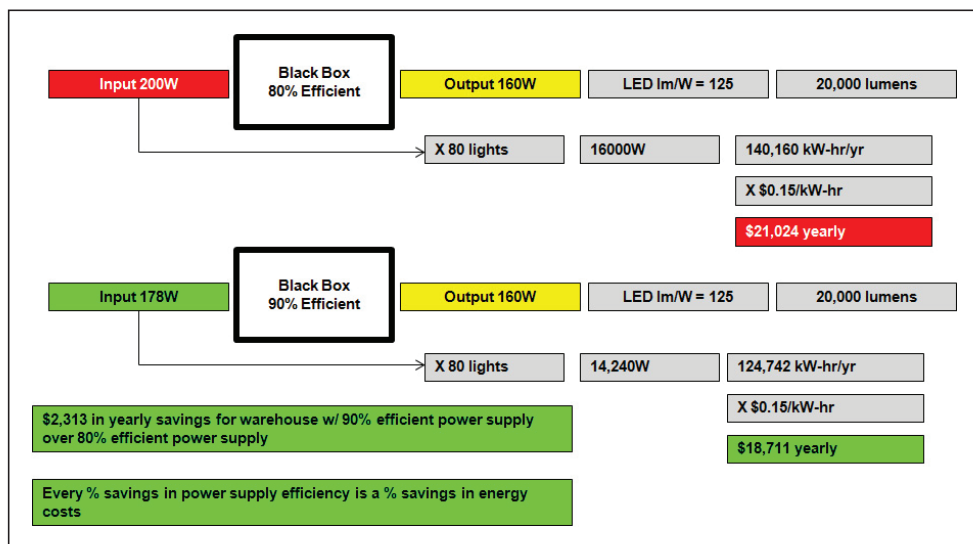


图 3: 通过管理灯的使用方式, 当不需要照明灯光达到完全强度时, 可关掉或调暗个别灯。例如, 使用占位传感器时, 可以只开启当前需要的灯。在图 2 的示例中, 如果街灯有 25% 的时间关闭, 则可节约 25% 的能源 (合 68,218 美元)。供电效率带来的节省, 加上此应用的智能操作带来的节省, 每年节约的总运营费用相当可观, 达 101,844 美元或约节省 33%。

电力线通信 (PLC)

电力线通信 (PLC) 是照明应用中的一个重要技术。PLC 使工程师能够使用为设备供电的相同线路将设备联网, 而不必单独使用一根电缆作为通信链路。对于不需要使用 PLC 全套功能的应用, 开发人员可使用 PLC-Lite。PLC-Lite 是 PLC 的灵活替代品。与 PLC 更为复杂的其他形式 (如 G3 或 PRIME 等) 相比, PLC-Lite 具有操作简单、协议开销低和数据速率低等特点, 因而在每个链路上的实施成本大大降低。

因为 PLC-Lite 并非固定标准, 开发人员可以利用其灵活性来优化针对特定信道特性的实施, 从而在需要对线路干扰进行特殊处理的环境中, 改善链路的稳定性。PLC-Lite 非常适合用于要求成本低但通信信道稳定的应用, 如家庭电网中简单的灯泡或墙壁开关。

开发人员也可使用射频 (RF) 技术对设备进行无线连接。采用模块化架构, 器件可使用最适合的连接技术来满足客户需求。无论链路是基于 PLC 或 Wi-Fi, 数据均通过标准的 I2C 或 SPI 端口传递给微控制器。

Piccolo™ 微控制器 LED 的优势

TI 的 C2000™ Piccolo 微控制器平台为广泛的照明应用提供了理想的高性能架构（见图 4）。Piccolo 微控制器架构适用于数字电源控制，并且能够灵活地支持各类电力拓扑。其业界领先的 PWM 生成（拥有如高分辨率的占空比控制和高分辨率死区等功能）使得对功率级的执行控制变得更加高效和先进。同样，先进的 PWM 能够生成非常精确的颜色输出和调光电平，从而扩大了照明控制的优势。此外，Piccolo MCU 还拥有多达 16 个 PWM 输出，这使得它能够对最多 16 个独立的 LED 灯串进行单独控制。

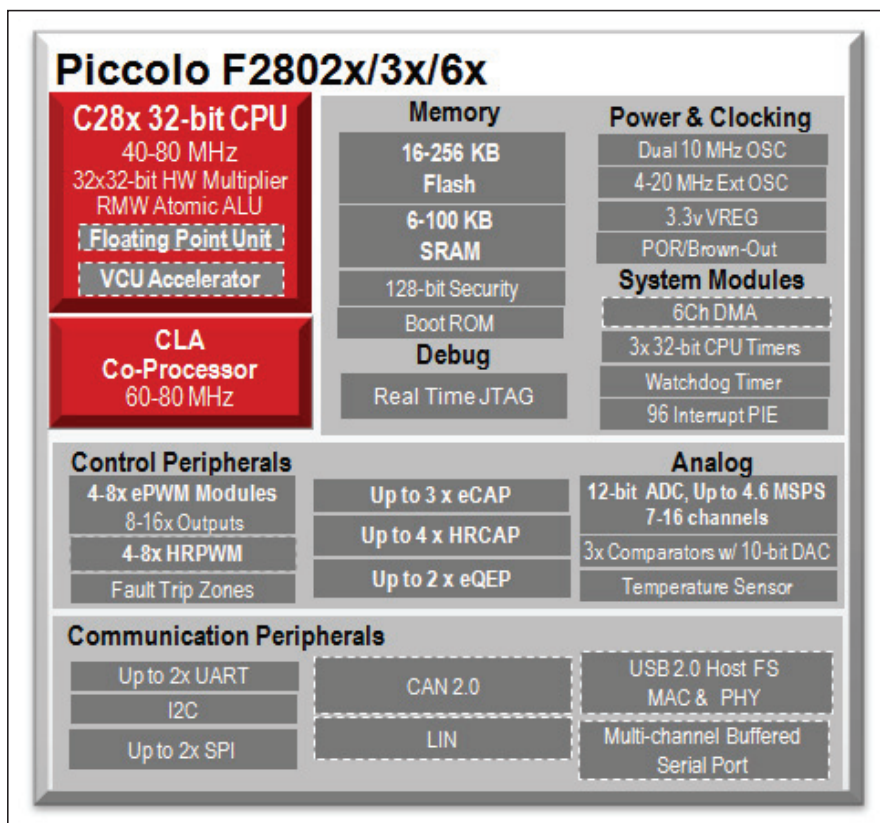


图 4： TI 的 Piccolo 微控制器平台为数字电源控制提供了高性能、高集成度的架构，该架构能够灵活地支持各类电力拓扑。

12 位高分辨率模数转换器（ADC）拥有高达 4.6 兆样本/秒的快速采样速度和转换速度，从而使得 PWM 更加完善。同时，PWM 和 ADC 模块能够让工程师创建紧凑的反馈回路，以便对不断变化的系统和环境工作条件做出快速反应。

内置的故障保护机制确保系统能够处理过流或过压的情况。在意外的系统条件下，PWM 故障跳闸区能够在系统损坏之前旁路 CPU，并快速以预先编程的状态覆盖 PWM 信号。通过使用集成的 I2C、SPI、UART、USB 和 CAN 外设（带有生产就绪的固件驱动程序）还可使 Piccolo 满足各种应用的连接需求。

软件、 可编程性和支持

为降低系统成本，开发人员需要一台具备足够处理能力的微控制器，从而通过单个微控制器即可实现功率级、LED 控制、传感器输入以及远程连接。此集成程度可大幅降低照明设计成本。TI 通过 Piccolo 提供了微控制器平台，该平台支持从入门级器件到带有 PLC 的复杂多串系统的所有功能。32 位 TMS320C28x™ 内核为微控制器器件带来了数字信号处理 (DSP) 性能，它可以处理功率级运算、LED 灯串控制以及任何照明协议（如 DMX512）。Piccolo 微控制器具备经过优化的数学运算、用于实时控制的中断驱动架构以及应对不断变化事件的可编程灵活性，是照明应用的理想之选。

Piccolo F2803x 器件还集成了 TI 的控制律加速器 (CLA)。这是一个独立的处理内核，可以实现双核运算，免去了增添第二片微控制器所带来的成本或开销。CLA 能够独立于 C28x DSP 内核而运行，从而提供高效的并行处理。通过在 C28x 内核和 CLA 内核之间划分照明系统的功能，Piccolo 微控制器可在单个芯片上实现完全的智能 LED 控制器。例如，CLA 可用于运行 PLC 算法，而 C28x 内核则侧重于数字功率转换和 LED 灯串控制。对于需要更高级或更高带宽 PLC 的应用，可将集成的 Viterbi 复杂数学单元 (VCU) 用于 Piccolo F2806x 微控制器，与没有 VCU 的器件相比，它专门针对 PLC 算法进行了调优，因而能使 PLC 的处理速度加快高达 7 倍。

Piccolo 提供了广泛的器件，从而为入门级到高度智能的照明系统提供支持。例如，低成本的系统可利用 Piccolo F2802x 微控制器以提供足够的性能，从而减少系统组件数量，并且利用实时数字功率技术，同时实现带有通信（如 DALI、DMX512 或 KNX）功能的自适应照明技术。对于需要入门级 PLC 远程连接的系统，Piccolo F2803x 微控制器不但支持 PLC-Lite，还能够提供比 F2802x 更多的 LED 通道和更高的性能。对于高性能系统，Piccolo F2806x 微控制器支持高级 PLC 和 USB，同时还能提供更多 LED 通道和更强的处理能力。

请注意，一般而言，集成了系统所有控制器的单芯片设计比需要多个微控制器的单芯片设计更便宜。然而，在某些照明系统中，通常需要使用隔离边界来表现高压和低压，并在该边界的不同侧进行 PFC 和 DC/DC 转换（见图 5）。由于难以跨越隔离边界，这使得单个 MCU 架构的设计变得困难。在这些情况下，利用两个使用 I2C 或 SPI 接口跨隔离边界进行通讯的 MCU 将使设计变得更加容易。如果该设计为非隔离式，则在同一微控制器上实现 PFC 和 DC/DC 转换功能将相对更加容易。

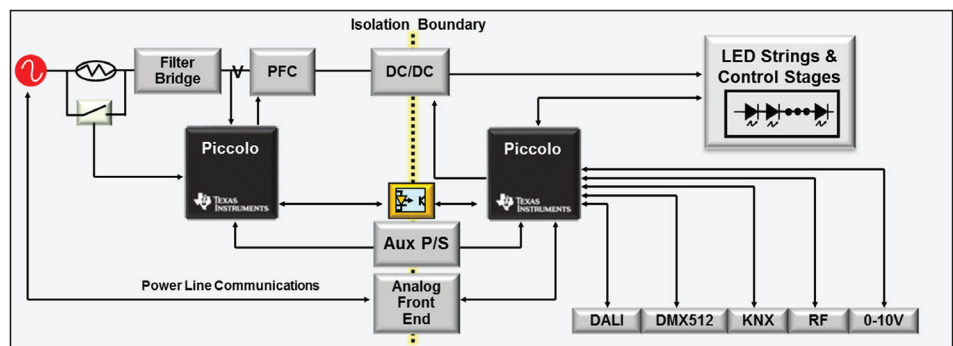


图 5：在某些照明系统中，通常需要使用隔离边界 来表现高压和低压。鉴于难以越过该边界，利用两个 使用 I2C 或 SPI 接口进行通讯的 MCU 将使设计变得更加容易。如果该设计为非隔离式，则在同一 MCU 上实现 PFC 和 DC/DC 转换功能将相对更加容易。

加快 LED 开发

诸如 TI 这样的公司提供了大量的开发硬件和软件，帮助工程师评估和设计基于 LED 的照明应用，其范围包括从低压辅助供电系统到带远程连接的高压全交流电源供电系统。例如，TMS320C2000 AC LED 照明与通信开发者套件 (TMS320C2000 AC LED Lighting and Communications Developer Kit) 为加快交流电源供电且工作效率较高（约 90%）的智能照明产品（见图 6）的设计提供了完整平台，并为远程连接和照明通信协议（如 DALI、DMX512、KNX 和 PLC）提供了全面的支持。

TI 提供了广泛的开发工具，帮助工程师评估和设计基于 LED 的照明应用，其范围包括从低压辅助供电系统到带远程连接的高压全交流电源供电系统。

TMS320C2000 AC LED 照明与通信开发者套件 (TMS320C2000 AC LED Lighting and Communications Developer Kit) 为加快交流电源供电且工作效率较高（约 90%）的智能照明产品（见图 6）的设计提供了完整平台。该电路板基于 F2802x 和 F2803x Piccolo 微控制器，支持高达 250 W 跨六个 LED 灯串的输出。其全功能电源可实现更高的工作效率（约 90%）并减少制造成本，同时它还具有较高的适应性，能够与各种设计和实施要求相匹配。它包括对远程连接及照明通信协议（如 DALI、DMX512 和 PLC）的硬件和软件支持。

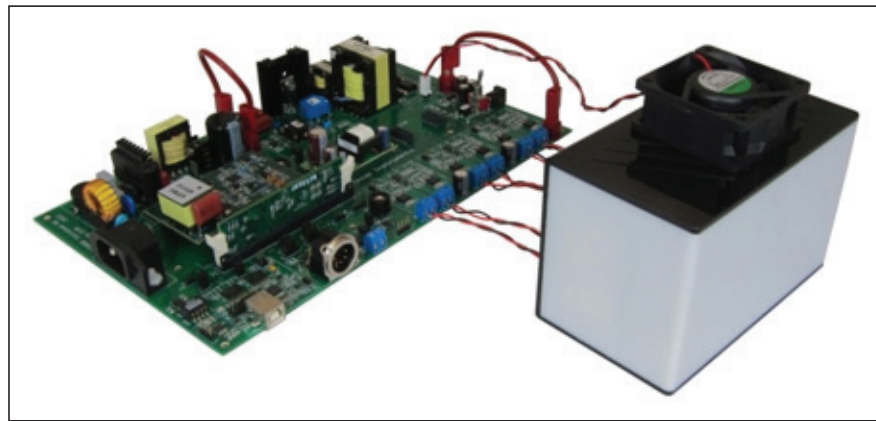


图 6：诸如 TMS320C2000 AC LED 照明与通信开发者套件为加快交流电源供电且工作效率较高（约 90%）的智能照明产品（见图 6）的设计提供了完整平台，并为远程连接和照明通信协议（如 DALI、DMX512、KNX 和 PLC）提供了全面的支持。

新手上路

DC/DC LED 照明开发者套件 TMDSDCDCLEDKIT 为 SEPIC DC/DC 功率转换级提供了 12-20 V 输入和 24 V 输出。它支持 8 个独立的 10 W LED 灯串驱动器级，具有电流感应和针对各灯串的独立亮度控制。低 CPU 利用率为执行其他系统任务留出了空间。

同样可用的还有多 DC/DC 彩色 LED 套件 (TMDSRGBLEDKIT)。该套件拥有数字 DC/DC SEPIC 功率转换级和升压闭环调节控制，可驱动高达 8 个不同长度和类型的 LED 灯串，而每个灯串都拥有各自的功率级。该套件具有最大 36 V DC 输入、最大 50 V DC 输出和高达 400 mA 的串电流，能够通过平均电流模式控制来对每个灯串的数字亮度和色彩进行控制。该套件还拥有一个简洁的 GUI 界面，可对 LED 色彩混合进行即时评估。

为在照明应用中实施 PLC 提供支持，TI 还提供了 Piccolo MCU 电力线通信 (PLC) 附加套件 (TMDSPLCMODA-P23X)。该套件包括了一个插入式 PLC 子卡，该子卡可用于评估和试验 TMDSIACLEDCKOMKIT 上的 PLC 功能。TI 拥有一个致力于为众多行业开发 PLC 的整体团队。开发人员也可以使用 TI 行业领先的 plcSUITE 软件（它提供了生产就绪软件库）以加快 PLC 设计。

TI 的开发套件基于模块化 controlCARD 封装。这使得开发人员能够评估不同的 C2000 微控制器，以优化其应用的性能、外设和价格。此外，TI 的 controlSUITE 软件套件提供了开发人员设计智能照明系统时所需的众多附加软件，包括 AC/DC 电源的全闭环控制、多串 LED 控制以及高级通讯等。该软件套件包括简便易用和开源的演示 GUI、软件示例和完整的文档。

ControlSUITE 和 plcSUITE 都为开发人员提供了经优化的软件套件，以便使他们能够轻松地 为不同的终端客户应用提供差异化的产品，从而使得单个设计能够服务于众多市场。例如，根据设计，相同的功率级设计可用于有效地驱动 70W 至 250W 的灯具。这样不但减少了存货量、省去了一些组件，并且降低了制造成本。

当今基于 LED 的照明系统需要提供的不仅仅是明亮的光线。得益于 Piccolo 微控制器架构的高性能和集成性，开发人员能够提高功率级效率，从而大幅降低能源运营成本。他们还可以引进高级功能：如调光和色彩混合，使得 LED 在其整个寿命期间能够实现连续且稳定的照明。最终，通过利用轻松集成电力线通信的能力，开发人员能够为照明应用带来远程连接的优势，从而提高操作的简易性，实现预测性自我诊断并显著降低维护费用。

有关 TI LED 照明解决方案的详细信息，请访问 www.ti.com/led。

要了解用于 LED 照明应用的 C2000 微控制器，请访问 www.ti.com/c2000。

要订购评估和开发工具，请访问 www.ti.com/c2000tools。

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.

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时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, 并有权随时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 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。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。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品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 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含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, 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。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品 & TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	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/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/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 机动性处理器	www.ti.com/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

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2012 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司