



面向汽车照明的高温、高功率密度电感器

概述

发光二极管 (LED) 可在各种应用中提供高效、可靠的光源。由于自身没有活动部件，它们在具有频繁振动和冲击的环境下（比如车用环境）非常可靠。此外，LED 还具有其他出色特性，包括高效、使用寿命长和亮度高。因而，它们非常适合各种汽车应用，包括车头灯和尾灯、背光和液晶显示屏 (LCD)。

LED 在汽车应用（比如：车头灯、日间行车灯、刹车灯和客舱照明灯）中的使用受限于 LED 驱动器，LED 驱动器用于向 LED 供电，并使其免受电压或电流波动影响。这些驱动器主要由低压差 (LDO) 直流线性稳压器供电，这是一种简单、经济的方式去调节从高电压输入供电的输出电压。但 LDO 无法支持高流明车头灯和行车灯的功率需求。LED 环境中的环境温度通常可达到且往往会超过 + 125 °C。此外，这项技术还存在另一个问题，LED 和驱动器的高成本限制了其在豪华车辆中的使用。

目前，我们正在使用能够以更低成本提供更高冷光和更高能量效率的电子元件来开发先进的 LED 驱动器。目前使用的元件成本通常只有五年前的几分之一。新技术的运行成本约为卤素灯或氙气灯的一

半。但其最重要的特点就是灵活性和“酷酷”的外观，这可以强化车辆的设计，并增加客户的需求。这些产品使制造商开发出的 LED 车头灯集群具有更高的功率，能够在更小的占用空间和更高的电流下表现良好。特定的电感器支持更先进的 LED 驱动器设计，能够处理更高的电压和更广泛的大功率 LED，而此类 LED 能够运行“可动式头灯”和调光功能，从而提高道路安全。

伊顿提供各种技术先进的电感器，可处理更高温度（最高 + 155 °C）和更高功率密度。使用新型电感器可以减少多达一半的占用面积。常用的电感器需要占用板上 12.5 mm x 12.5 mm 的空间。目前的版本只需要 8 mm x 8.5 mm 占用面积，而性能与几年前相当。这种价格优势为经销商向制造商销售产品创造了大量机会。这些应用变得越来越复杂，同时朝着每辆汽车的 LED 驱动器远超过两个或三个的趋势发展。如今，实现每个电路板 20 个电感器、每辆车 40 个功率电感器的全 LED 照明解决方案并非不切实际。

应当注意的是，本文档中讨论的解决方案并不是大宗商品。它们必须设计到各种汽车应用中。为成功优化它们的设计，LED 设计人员需要获得来自供应商、分销商和伊顿的强有力支持。



Powering Business Worldwide

SEPIC 电路

单端初级电感式转换器 (SEPIC) 支持的输出电压可高于、低于或等于直流-直流转换中的输入电压。

SEPIC 的典型汽车应用包括日间行车灯 (DRL) 以及最近的全 LED 车头灯, 它支持使用单个 SEPIC 驱动电路的各种近光灯、远光灯、雾灯和转向指示灯照明。此单一电路能够基于实际已打开的灯光功能数量, 输出合理的 LED 驱动电压和电流。伊顿现成的 AEC-Q200 Grade1 耦合电感器 (DRAQ 系列) 可向 SEPIC 驱动供应最高 40 W 的电源, 这足以满足一个标准 LED 车头灯的需求。通过使用 SEPIC 驱动, 不仅仅是豪华车驾驶员, 普通消费者也能够负担起全套 LED 车头灯的费用。

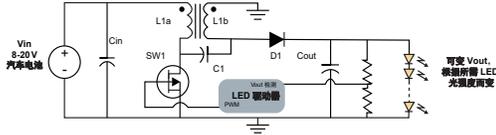


图 1: SEPIC 电路

升压和降压电路

升压和降压电路用于复杂的 LED 车头灯, 可为驱动多种灯功能提供足够的功率, 每盏灯最高可达 120 W。这种电路拓扑包含功能强大的升压转换器, 通常可将电池电压提高到最大 60 V。然后, 此高压又会降至所需的电压值, 以便为车头灯的不同 LED 灯串供电。

不同的灯串可以由相同的 LED (正常为 32-1024 像素) 矩阵组成, 或由功率 LED 灯串和一些独立的功率 LED 组成。这些复杂的车头灯单元可以根据路况、行驶速度、方向盘位置和高级驾驶辅助系统 (ADAS) 检测到的前方交通状态来控制光强度。复杂的 LED 驱动器可自动调整光强度和焦点, 以提升白天或夜间的行车安全。

一些激光 LED 二极管可以照亮最远 600 米的地方, 允许在夜间高速行驶。这些驱动器需要具有高功率密度的可靠电感器, 且每盏灯需要 10 - 20 个此类电感器, 以妥善管理各种电压和电流需求。在选择元器件时, 务必选择那些效率高、耐高温、散热能力强且能够在 - 40 °C 至 + 125 °C 环境温度下可靠运行的元器件。伊顿的 HCM(1)A 电感器产品系列是专门为应对这一挑战而设计的, 具有各种电值和尺寸选项。

为具有挑战性的应用挑选合适的电感器

制造商必须与能够提供低电磁干扰 (EMI) 和更高工作温度的汽车级大功率电感器的供应商合作, 这对于实现高效的直流-直流转换至关重要。这些可靠的电感器设计用于承受苛刻的环境、电气和机械状况。最近的许多应用要求电感器能够在 - 40 °C 至 + 155 °C 温度条件下正常运行, 同时在整个温度范围内表现出相同的电感降特性。紧密的热耦合可确保在大电流条件下实现高效的散热性能。通过使用各种尺寸和更高的电感值, 汽车设计人员能够使元器件在更高的电压下工作, 以驱动车头灯和日间行车灯的多个大功率 LED 阵列。

随着车辆中汽车电子元件数量的迅速增长, 保持较低 EMI 至关重要。建议使用带磁屏蔽的电感器, 使其适用于整车中的几乎所有应用。这为汽车工程师提供了设计灵活性。此外, 这些电感器应通过 AEC-Q200 Grade 1 认证, 适用于最高 + 165 °C 的温度条件, 能够广泛用于包括电机、泵和发动机控制模块在内的发动机舱应用, 以及车身照明和安全系统。

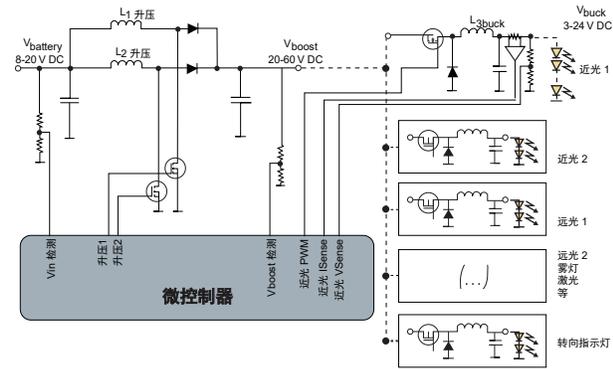


图 2: 升压和降压电路

适用于挑战性应用的解决方案

伊顿可提供各种适用于汽车照明应用（甚至包括最具挑战性的应用）的标准电感器。这些元器件有多种磁芯材料和制造技术可供选择。

DRA

通过采用久经考验的技术，DRA 仍是当今市场上最高效的解决方案。基于高温铁氧体的 DRA 具有很低的 DCR、较高的 Isat 电流以及较强的抗冲击和抗振动性能，且针对峰值电流运行进行了优化。由于采用了屏蔽鼓芯结构，DRA 可支持高达 1000 μH 的电感。因此，此电感器非常适合大多数汽车应用，包括 LED 照明、传动系统控制模块 (PCU)、发动机控制单元 (ECU)、变速箱控制单元 (TCU) 和混合动力汽车 (HEV) 逆变器控制器/充电器。



DRAQ

DRAQ 电感器具有两个紧密耦合的绕组，这两个绕组具有 200 V_{AC} 绕组绝缘性能，并针对峰值电流运行进行了优化，具有更高的抗冲击和抗振动性能。DRAQ 可在 +125 °C 环境温度和 +165 °C 工作总温条件下运行。典型应用包括 LED DRL、ADAS、信息娱乐系统、雷达电源以及各种 SEPIC 转换器。



HCM(1)A

伊顿 HCM(1)A 高功率密度电感器的磁芯损耗低于其他铁粉芯解决方案。它还具有更高的 Isat、更低的 DCR 以及软感量降减性能。使用 HCM(1)A 电感器代替 DRA 有助于将所需的 PCB 占用面积减少一半，因为 HCM(1)A 具有更高的功率密度，且在所有温度条件下都具有稳定的性能，支持在高温条件下不降额运行，而这是使用铁氧体电感器的一种常见做法。HCM(1)A 通过



磁屏蔽来降低 EMI。HCMA 可在 + 85 °C 环境温度下运行，而 HCM1A 可在 + 125 °C 环境温度下运行，两者的最高总温分别为 + 125 °C 和 + 155 °C。可选择对其外部进行全涂层处理，以便在恶劣环境下提供 100% 防腐保护。常见应用包括 ECU、信息娱乐系统、TCU、LED 照明、水泵、燃料泵、油泵、发动机冷却风扇和 HVAC 单元。

HCSA

伊顿的 HCSA 是一种大电流一体成型耦合电感器，适合更高功率的高性能汽车 SEPIC 应用。其独特的一体成型结构可在 - 55 °C 至 + 155 °C 的工作温度范围提供更高的电感和较高的工作电流。此电感器具有软感量降减性能，这对在大电流和高温条件下保持最高电感至关重要。伊顿 HCSA 采用了一种常用的尺寸 (10 mm x 10 mm x 8mm)，并具有 3 种常见的电感值：10 μH 、15 μH 和 22 μH 。HCSA1V 支持高达 11 A 的 LED 大电流 SEPIC 应用，适用于新一代汽车的车头灯。

总结

先进的汽车级电子元器件用途广泛，经济实惠，且可为汽车工程师提供更多的创新解决方案，从而增加设计灵活性，实现全新的车辆功能，提升驾驶体验。在伊顿出色的汽车 LED 解决方案的支持下，那些愿意与制造商接洽的销售工程师将拥有更多的机会。

伊顿
电子事业部
中国上海市长宁区
临虹路 280 弄 3 号
电话: (86) 21 52000099
Eaton.com.cn/electronics

© 2021 伊顿
保留所有权利
美国印刷
出版物编号: 10866 BU-MC19002
2021 年 9 月

伊顿为注册商标。

所有其他商标均为其各自所有者的财产。

关注我们的社交媒体，
了解最新的产品和支持信息。

