

Application Brief

在光学模块中使用高电流功率转换器进一步提高数据速率



Dorian Brillet de Candé

引言

随着 AI 服务器的快速发展，人们对更高数据速率的需求日益增加，因此额定功率高达 15 瓦的 OSFP (八通道小型可插拔) 模块和额定功率高达 12 瓦的 QSFP-DD (双密度四通道小型可插拔) 模块得到了广泛的制造。与之前 QSFP-DD 的 1.2mm 高度限制相比，OSFP 模块对高度的要求更高，PCB 底部高度可以达到 1.5mm。系统设计人员希望找到能够同时适应 OSFP 和 QSFP-DD 模块外形尺寸的降压稳压器。小设计尺寸、低高度和高效率是关键设计要求。

突破热设计的极限

数据速率持续攀升，现已达到 1.6Tbps。尽管可插拔光学模块的外形被定义为能够与不同供应商的器件 (如图 1 中显示的 QSFP-DD) 互操作和兼容，但如果能够在这种空间受限的环境中管理热耗散，系统设计人员便能够实现更高的运行速度。在这种服务器环境中，气流非常受限。因此，散热器构建在顶部来帮助可插拔模块散热。图 2 显示了顶部装有散热器的 QSFP-DD 堆叠式笼。

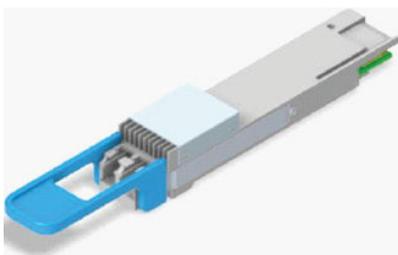


图 1. 单个 QSFP-DD 模块



图 2. 堆叠式笼中显示的两个 QSFP-DD 模块

可插拔模块必须仍在相同的功率预算 (由外形尺寸定义) 内运行。为了能够使电源设计适应不同的可插拔模块外形，并通过重复使用设计来加快产品上市速度，系统设计人员通常会优先考虑具有极薄高度要求的降压转换器的性能，然后根据不同外形尺寸中允许的厚度调整电感器高度。能够同时具备小巧尺寸、低 DCR 和高饱和电流的电感器非常少见。

DSP 内核电压轨是可插拔模块功耗的主要来源。例如，当前一代 DSP 通常需要 0.65V 至 0.4V 的电源电压，并且负载电流高达 25A。

若要为内核电压轨供电，请选择具有 I²C 接口和小尺寸设计的大电流电源。使用 25A TPS6287B25 时，设计人员能够使用 I²C 接口以 1.25mV 的步长动态地更改输出电压，并采用小型 3.05mm x 4.05mm QFN 封装来实现高功率密度。

此外，为了简化电感器选择过程，以满足高度要求并改善如此小的 3D 区域中的热量分布，可以并联多个 TPS6287B25。并联多个降压转换器有助于通过分散热点来降低温升。

本文档中的设计案例讨论了 1.2mm 的高度限制。XGL3512 是一款高度为 1.2mm 的超小电感器，作为示例使用。

图 3 所示为 TPS6287B25 在 20A 负载下的热像图。在该高负载下，IC 仅出现 30°C 的中等温升，而电感器的温升更小，为 20°C。



图 3. 单个 TPS6287B25 在室温下以 3.3V V_{IN} 为 0.45V 电压轨提供 20A 直流电流

相比之下，图 4 所示为堆叠配置中负载为 20A 时两个 TPS6287B25 的热像图。在该高负载下，两个 IC 仅出现 15°C 的中等温升，而电感器的温升更小，为 11°C。

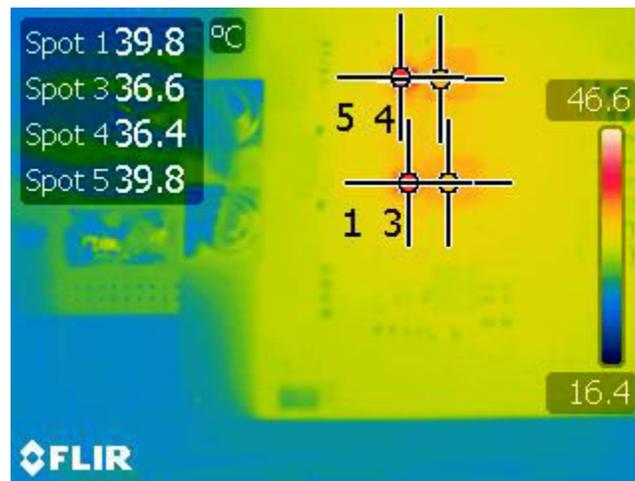


图 4. 两个并联的 TPS6287B25 在室温下以 3.3V V_{IN} 为 0.45V 电压轨提供 20A 直流电流

高负载下的效率优化

此外，平均分配电流可以优化定义的功率预算。

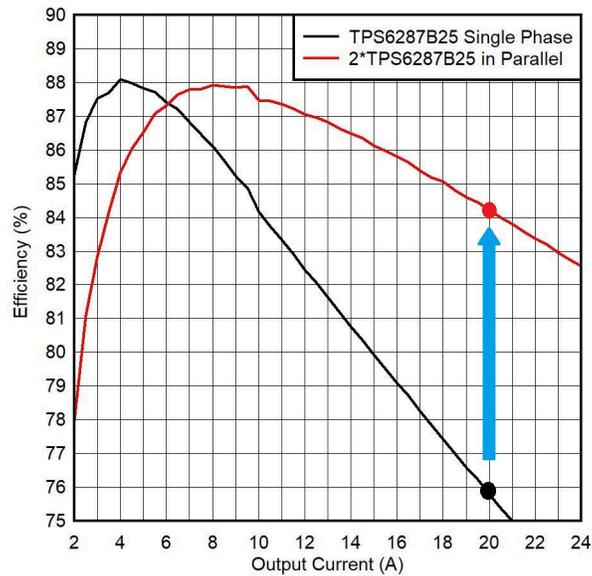


图 5. 单个 TPS6287B25 和两个 TPS6287B25 并联时的效率比较

例如，如果在 20A 直流电流下使用单个 TPS6287B25 转换器提供 0.45V 输出（如图 5 所示），则对于单个堆叠式 TPS6287B25 配置，效率为 76%（2.84W 功率耗散）。对于两个并联的 TPS6287B25，效率高达 84%（1.69W 功率耗散）。在这种情况下，堆叠两个 TPS6287B25 可显著节省 1.15W。堆叠两个 TPS6287B25 还有助于降低输出纹波，因为异相运行会使纹波频率加倍。

表 1. 所选电感器汇总表

$V_{IN} = 3.3V$, $V_{OUT} = 0.45V$ 室温	20A 时的效率	功率耗散	最高温度
单路 TPS6287B25	76%	2.84W	54.4°C
双路 TPS6287B25	84.2%	1.69W	39.8°C

结语

在光学通信中，功率预算优化是一项耗时的活动，需要仔细挑选电源元件。TPS6287B25 系列可提供高功率密度和出色的效率，即使在高温下也能高速运行。要提供大功率 DSP，请选择合适的特性，例如小型 $R_{DS(on)}$ MOSFET、可堆叠性和外部同步功能，这些特性对于简化功率和散热受限的设计非常重要。

参考资料

- 德州仪器 (TI), [堆叠配置中的 TPS6287X-Q1 器件运行](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [了解在高输出电流和高温下工作的 SOA 曲线](#), 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [采用小巧高效的电源和数据转换器解决方案实现更高的光学模块数据速率](#), 技术白皮书。
- [Semantic Scholar optical module images \(图 1 and 图 2\), Optimizing QSFP-DD Systems to Achieve at Least 25 Watt Thermal Port Performance](#), Cisco®, January 2021.

商标

Cisco® is a registered trademark of Cisco.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司