

Varun John

现代通信设备、个人电子产品以及测试和测量设备需要高效、超紧凑和低厚度的电源解决方案。具有集成无源器件的电源模块可为客户提供更加小巧的整体解决方案，还能简化电源设计工作。

然而，模块会受到集成电感器中损耗所产生的额外热量的影响，高温下的输出电流通常会降低。要想让电源模块在较高温度下与较大的分立式模块具备同样的热效率，通过良好的模块封装设计来尽可能降低热阻至关重要。

TPSM82822 就属于热性能出色的降压 MicroSiP™ 电源模块。它集成了功率电感器并支持高达 2A 的输出电流。该模块的制造方法是，首先将 IC (集成电路) 嵌入 PCB 层压基板内，然后将电感器安装在 PCB 层压板上。图 1 显示了该电源模块。

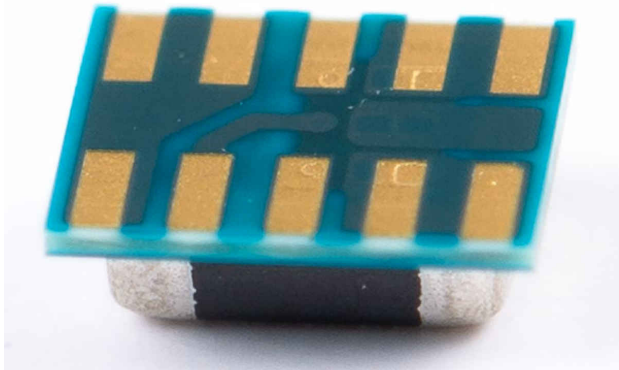


图 1. TPSM82822 电源模块

热性能

电源模块通常将电感器安装在封装顶部。因此，除了 IC 损耗外，直流电阻 (DCR) 产生的热量和电感器中的磁芯损耗也会增加封装的总功耗。与 IC 和电感器并行排列的更大分立式解决方案相比，在同样的工作条件下，模块面临着通过更小的表面积散发更多热量的挑战。这会导致模块内 IC 温度显著升高，而在高负载电流下，模块内耗散的功率量会增加，因此温升会更高。由于电感器和 IC 的温度都有最大额定值，因此模块在较高环境温度下可以提供的最大输出电流存在限制。

为了让模块在效率和最大可输出电流方面能够与分立式解决方案一争高下，模块解决方案中具备低结至环境热阻 ($R_{\theta JA}$) 就至关重要。 $R_{\theta JA}$ 是用来衡量将模块热量转

移到周围环境难易程度的指标。 $R_{\theta JA}$ 是用来衡量热性能指标。

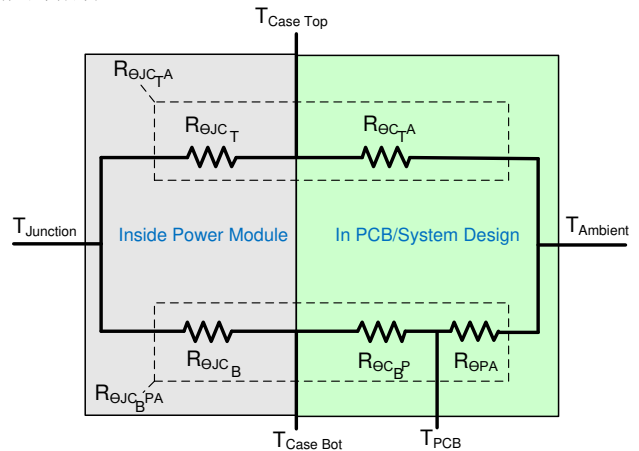


图 2. 结至环境热阻

$R_{\theta JA}$ 由两条平行的热阻路径组成：1) 结至外壳顶部 - 外壳顶部至环境 (表示为 $R_{\theta JC_T A}$) 和 2) 结至外壳底部 - 外壳底部至 PCB - 以及 PCB 至环境 (表示为 $R_{\theta JC_B P A}$) 。

$$R_{\theta JA} = \frac{R_{\theta JC_T A} \times R_{\theta JC_B P A}}{R_{\theta JC_T A} + R_{\theta JC_B P A}} \quad (1)$$

由于模块的大部分热量都通过 $R_{\theta JC_B P A}$ 耗散，极少通过模块顶部耗散，因此 $R_{\theta JA}$ 可近似等于 $R_{\theta JC_B P A}$ 。

$$R_{\theta JA} \approx R_{\theta JC_B P A} = R_{\theta JC_B} + R_{\theta C_B P} + R_{\theta P A} \quad (2)$$

其中， $R_{\theta JC_B}$ 是结到外壳金属焊盘的热阻， $R_{\theta C_B P}$ 是外壳金属焊盘到 PCB 的热阻， $R_{\theta P A}$ 是 PCB 到环境的热阻。

$R_{\theta JC_B}$ 在模块封装开发过程中被尽量降低，在 PCB 设计和布局过程中应注意尽量减小 $R_{\theta C_B P}$ 和 $R_{\theta P A}$ 。添加接地层、增加铜层厚度以及在外露散热焊盘下添加通孔等方法，都可以通过 PCB 设计提高散热性能。

表 1 比较了模块 TPSM82822 与 TPS62822 的分立式 IC 的 $R_{\theta JA}$ 。可以看出，与高 K (JEDEC 51-7) PCB 上的分立式解决方案相比，该模块的 $R_{\theta JA}$ 低了大约 20%。

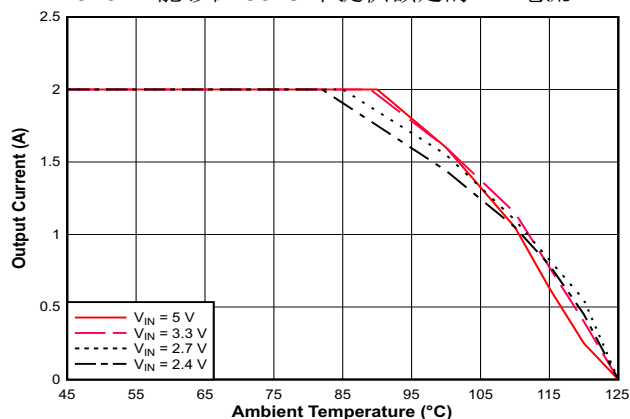
表 1. 结至环境热阻 ($R_{\theta JA}$)

热参数	TPS62822	TPSM82822
$R_{\theta JA}$	114.1	92.5

对模块的性能来说，选择合适的电感器也非常重要。TPSM82822 模块中集成电感器的选择是基于小尺寸、低 DCR 和低磁芯损耗进行的。

输出电流能力

图 3 显示了 TPSM82822 在 TI EVM 板上使用时，可以在 1.2V 输出电压下针对各种环境温度和输入电压安全提供的最大输出电流。该电流受最大电感器和 125°C 结温的限制。对于高于 2.7V 的输入电压，TPSM82822 能够在 85°C 下提供额定的 2A 电流。


图 3. TPSM82822 的安全工作区

结论

与分立式解决方案相比，TPSM82822 等电源模块能够以更少的设计工作量实现高功率密度解决方案。此外，TPSM82822 目前是业内超小型 2A 模块，尺寸仅为 2mm × 2.5mm × 1.1mm。选择合适的集成电感器以及良好的电源模块封装热设计，可改善电源模块的性能参数，如输出电流的效率和安全工作区。

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司