

Edwin Zang

摘要

信号引脚始终以 10mil 或 20mil 的典型宽度放置在电源器件中。本应用手册介绍了扩大信号引脚面积有助于热量快速传递到环境中，从而提高电源器件的热性能。本应用手册介绍了热路径，并通过板上的仿真和测试结果进行了确认。最后，本应用手册展示了 TPS566242、TPS565242 和 TPS564242 的热性能。

内容

1 引言.....	2
2 单独提高 IC 的热性能.....	2
3 提高 PCB 板的热性能.....	3
4 热性能.....	5
5 总结.....	8
6 参考文献.....	8

插图清单

图 2-1. TPS566242/7 引脚排列.....	2
图 2-2. EVM 顶层.....	2
图 2-3. EVM 底层.....	2
图 2-4. TPS566242 上升沿.....	3
图 2-5. TPS566242 下降沿.....	3
图 3-1. 热传递方向.....	3
图 3-2. 具有两个版本类型的 PCB 板.....	3
图 3-3. 两个版本的仿真结果.....	4
图 3-4. 两个版本的热测试结果.....	4
图 4-1. TPS566242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 6A 下).....	5
图 4-2. TPS566242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 6A 下).....	5
图 4-3. TPS566242 12V Vin 至 5V Vout (在 6A 下).....	5
图 4-4. TPS565242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 5A 下).....	6
图 4-5. TPS565242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 5A 下).....	6
图 4-6. TPS565242 12V Vin 至 5V Vout (在 5A 下).....	6
图 4-7. TPS564242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 4A 下).....	6
图 4-8. TPS564242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 4A 下).....	6
图 4-9. TPS564242 12V Vin 至 5V Vout (在 4A 下).....	7

表格清单

表 4-1. 效率和热性能.....	7
--------------------	---

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

随着终端设备 (EE) 的发展, 小型化、多功能、便于携带的趋势愈演愈烈。因此, 高密度越来越重要, 尤其是功率。TI 发布了采用 SOT563 封装的高功率密度器件 TPS566242/7, 可支持 6A 持续电流。SOT563 封装主体尺寸仅为 $1.6\text{mm} \times 1.2\text{mm}$ 。该器件是 16V/6A 超高功率密度器件。高功率密度的挑战在于热性能。本应用手册介绍了 TPS566242/7 如何解决器件本身以及客户所用 PCB 板的散热问题。

2 单独提高 IC 的热性能

首先, 它单独从 TPS566242/7 优化了引脚排列定义。图 2-1 显示了引脚排列。该器件集成了 BST 引脚, 并为 PIN4 增加了一个 AGND。这种引脚排列简化了板上的布局。图 2-1 显示了建议采用的布局。在顶层, 它几乎放置了所有线路, 尤其是电源线, 如图 2-2 所示。建议将 GND 和 AGND 连接在一起以增大 GND 区域, 从而提高热性能。FB 线从底层穿过, 避免受到开关噪声的影响 (图 2-3)。

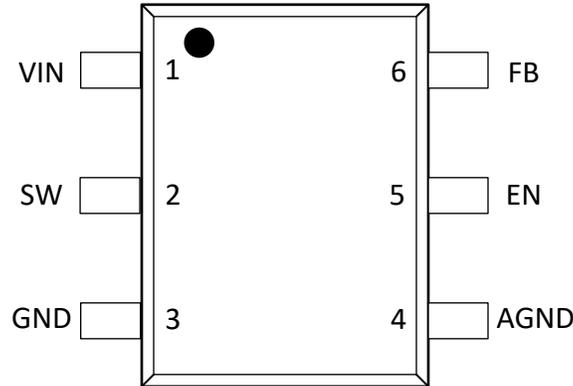


图 2-1. TPS566242/7 引脚排列

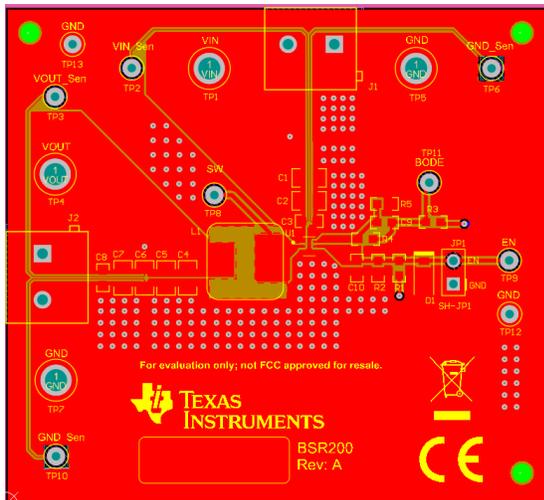


图 2-2. EVM 顶层

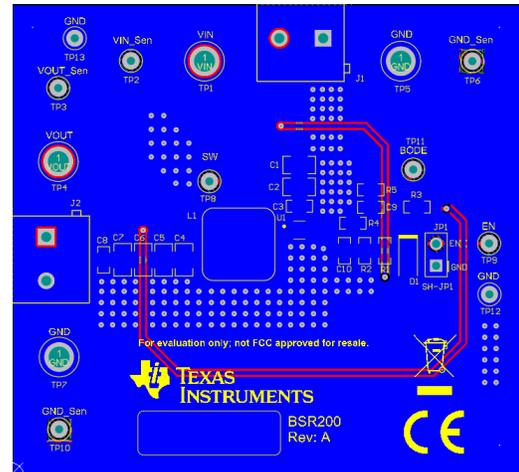


图 2-3. EVM 底层

TPS566242/7 在高侧和低侧分别集成了 $27.7\text{m}\Omega$ 和 $14.8\text{m}\Omega$ 的小 R_{dson} 。小 R_{dson} 产生的传导损耗较低, 这将有助于提高效率。它还增加了驱动压摆率以减少开关损耗。下面的图 2-4 和图 2-5 显示了 TPS566242 在 12V V_{in} 至 5V V_{out} 和 6A 负载下的 SW 波形。对于上升沿, 压摆率可以达到 4.25V/ns 。同时, 该部分采用特殊的驱动器设计来降低开关环电压。对于下降沿, 压摆率可以达到 7.35V/ns 。这种快速的开关压摆率降低了开关损耗, 这也助于提高效率。

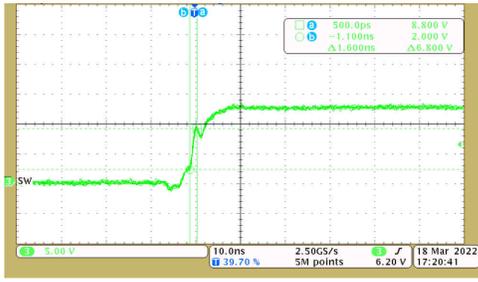


图 2-4. TPS566242 上升沿

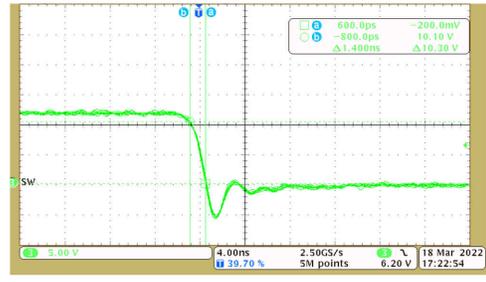


图 2-5. TPS566242 下降沿

3 提高 PCB 板的热性能

从客户所用电路板的角度出发，本应用手册介绍了通过优化布局来改进小型 SOT563 封装热性能的思路。

引脚 1、2 和 3 是电源引脚。为电源线放置较大的覆铜区至关重要。引脚 4、5 和 6 是信号引脚。最初信号引脚不需要放置较大覆铜区，因为大电流不会从中通过。但对于 SOT563 封装，信号引脚也有助于散热。所以信号引脚的较大覆铜区也有利于提高热性能。建议为信号引脚放置较大的覆铜区。因为 SOT563 封装小，裸片尺寸也小。从 FET 区域到信号区域存在热辐射路径，因为该路径非常短，因此热量能够耗散到信号引脚。而 TPS566242/7 采用 FCOL (Flip Chip On Lead) 技术。铜凸点对于从裸片到引脚的热传导非常有帮助。大信号引脚覆铜区可快速向 PCB 板和环境进行热传递。大部分热量仍然从 FET 区域转移。图 3-1 显示了热传递路径。

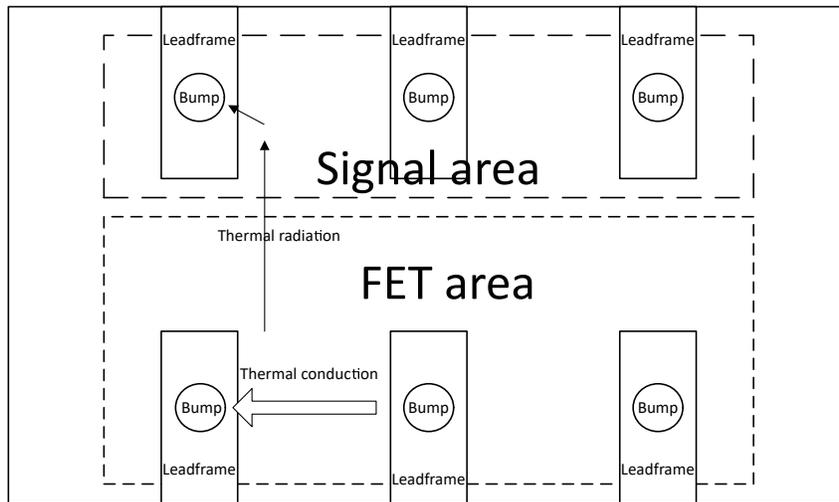


图 3-1. 热传递方向

以下是用于对比热性能的两类 EVM 板。图 3-2 版本 1 显示了一种 EVM 布局，其中信号线为 20mil 的正常宽度。版本 2 显示了另一种 EVM 布局，其中信号线是较大铜面积。

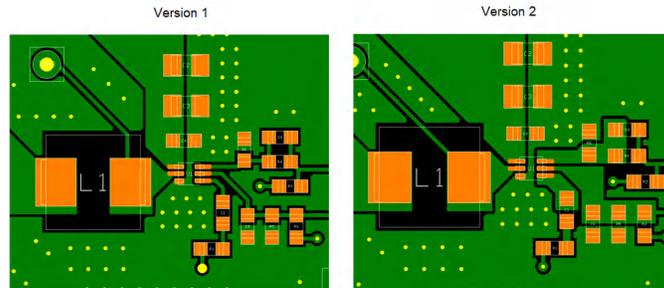


图 3-2. 具有两个版本类型的 PCB 板

第一个散热信息由 Ansys 软件仿真。图 3-3 显示了相同仿真条件下的仿真结果。最高温度低于版本 2。比较信号引脚温度，版本 1 温度高于第二个图中的，这意味着热量无法快速传递到环境。在版本 2 中，信号引脚区域较小，因为较大信号覆铜区可以使热量快速传递到 PCB 板和环境。

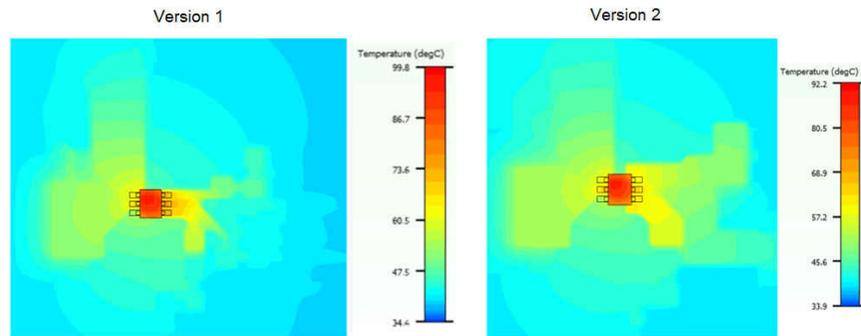


图 3-3. 两个版本的仿真结果

摄像机在相同条件下对 PCB 板的测试结果如图 3-4 所示。从测试结果来看，版本 1 的热损耗高于版本 2。版本 1 的信号引脚区域也大于版本 2。

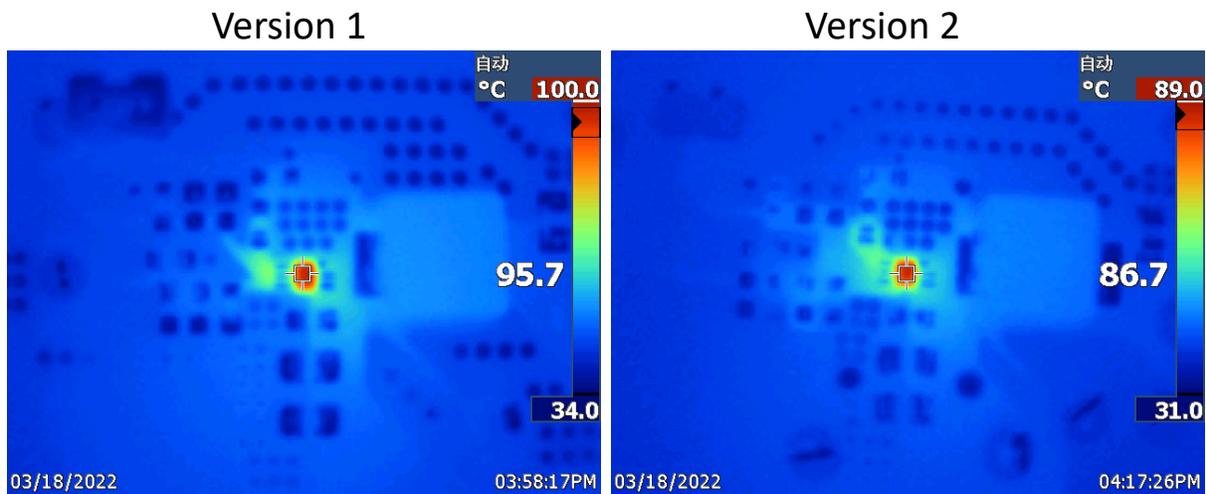


图 3-4. 两个版本的热测试结果

4 热性能

本主题介绍了此 EVM 系列的热性能。

图 4-1、图 4-2 和图 4-3 显示了 TPS566242 在不同条件下的热性能。TPS566242 公共 EVM 板用于测试。此 EVM 板共有 4 层，其中包括 2 个内部层（每层具有 1oz 覆铜）以及顶层和底层（每层具有 2oz 覆铜）。测试环境温度为室温。

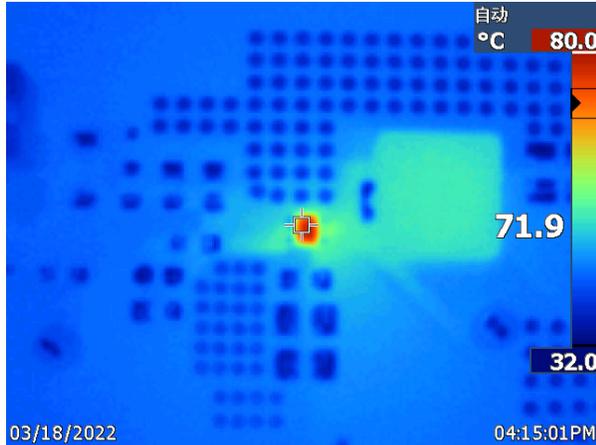


图 4-1. TPS566242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 6A 下)

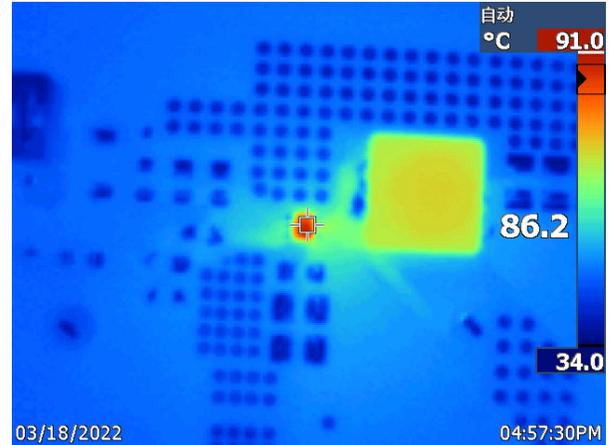


图 4-2. TPS566242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 6A 下)

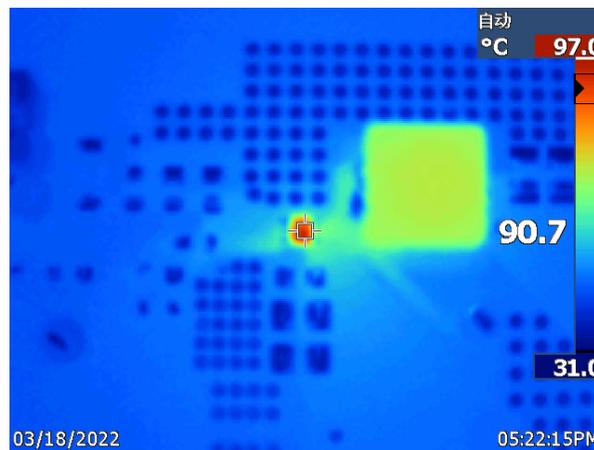


图 4-3. TPS566242 12V Vin 至 5V Vout (在 6A 下)

图 4-4、图 4-5 和图 4-6 显示了 TPS565242 在不同条件下的热性能。TPS565242 公共 EVM 板用于测试。此 EVM 板共有 2 层，即顶层和底层，每层具有 2oz 覆铜。

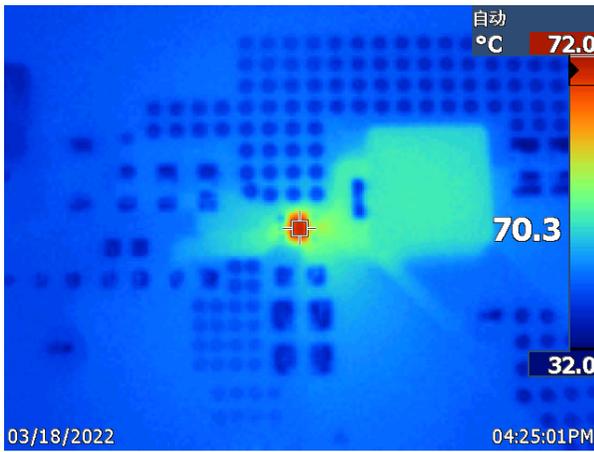


图 4-4. TPS565242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 5A 下)

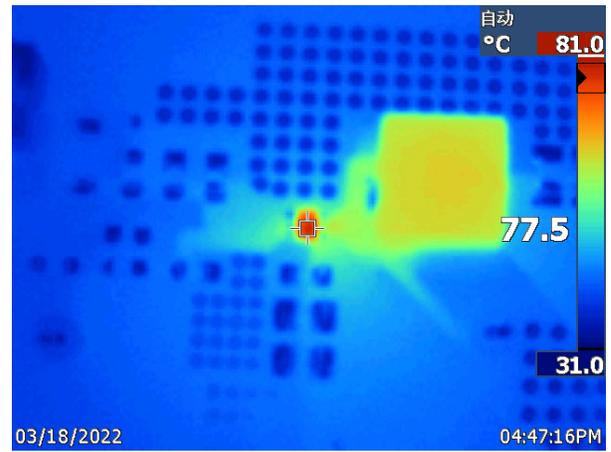


图 4-5. TPS565242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 5A 下)

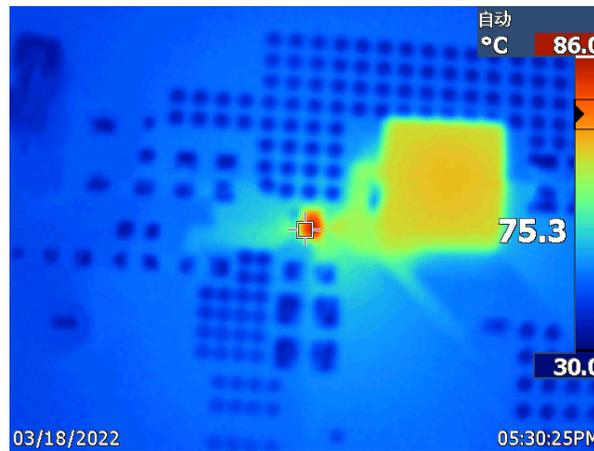


图 4-6. TPS565242 12V Vin 至 5V Vout (在 5A 下)

图 4-7、图 4-8 和图 4-9 显示了 TPS564242 在不同条件下的热性能。TPS564242 公共 EVM 板用于测试。此 EVM 板共有 2 层，即顶层和底层，每层具有 2oz 覆铜。

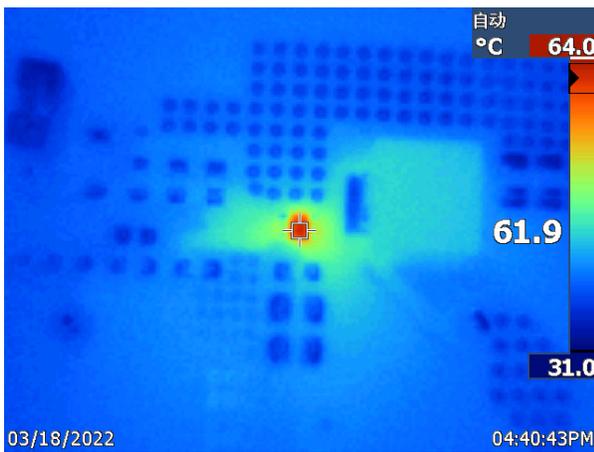


图 4-7. TPS564242 12V Vin 至 1.05V Vout (在 4A 下)

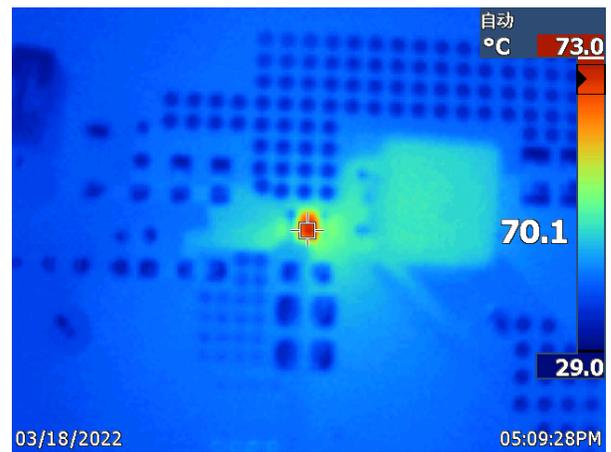


图 4-8. TPS564242 12V Vin 至 3.3V Vout (在 4A 下)

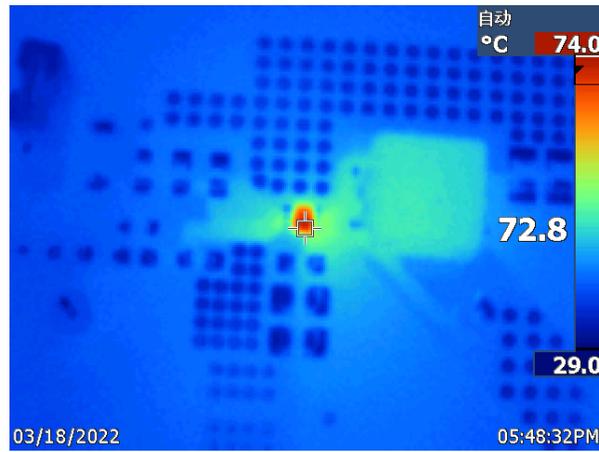


图 4-9. TPS564242 12V Vin 至 5V Vout (在 4A 下)

表 4-1 对上述效率和热性能进行了总结。

表 4-1. 效率和热性能

器件型号	Vin/V	Vout/V	Iout/A	效率	温度
TPS566242	12	1.05	6	82.38%	80
TPS566242	12	3.3	6	91.67%	91
TPS566242	12	5	6	93.75%	97
TPS565242	12	1.05	5	83.94%	72
TPS565247	12	3.3	5	92.86%	81
TPS565247	12	5	5	94.63%	86
TPS564242	12	1.05	4	83.61%	64
TPS564242	12	3.3	4	93.50%	73
TPS564242	12	5	4	95.41%	75

5 总结

本应用手册介绍了 TPS566242 如何改善自身以及客户所用 PCB 板的热性能。本应用手册介绍了扩大信号区域以提高热性能的思路，并给出了仿真结果和测试结果。最后，应用手册展示了该系列器件的热性能和效率。

6 参考文献

- 德州仪器 (TI), [采用 SOT-563 封装的 3V 至 16V 输入电压 6A ECO 模式同步降压转换器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [采用 SOT-563 封装的 3V 至 16V 输入电压 5A ECO 模式同步降压转换器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [采用 SOT-563 封装的 3V 至 16V 输入电压 4A ECO 模式同步降压转换器数据表](#)。

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