



Gavin Wang

## 摘要

笔记本电脑、台式机和工业计算机可用于改善业务连续性、增强消费者娱乐性和精简工业过程控制环节。德州仪器 (TI) 为这些应用提供高性能的电源管理设计，可提高性能和延长电池寿命。先进的处理器和平台 (例如 Intel® Raptor Lake 微架构) 需要使用负载点 (POL) 设计，为一组可充电电池或 12V 输入总线提供所需的内存、低功耗 CPU 电源轨以及 3.3V 和 5V 电源轨。本文档旨在重点介绍直流/直流转换器，并说明其满足 Raptor Lake 一般电源要求的特性。有关 Intel 处理器及其电源要求的具体信息，请登录到 Intel 资源与设计中心。若要获取专为满足 Intel 移动电压配置 (IMVP) 要求所设计的多相控制器和功率级的相关信息，请与 TI 联系。

## 内容

1 建议的负载点设计.....	2
2 TPS51383 的轻负载效率和低静态电流.....	3
3 TPS51215A 的电压识别功能.....	4
4 通过 D-CAP3 和 D-CAP2 控制模式实现快速负载瞬态响应.....	4
5 小型 IC 封装.....	6
6 总结.....	6
7 参考文献.....	6

## 插图清单

图 2-1. TPS51383 效率图.....	3
图 4-1. TPS51383 瞬态波形.....	4
图 4-2. TPS51215A 负载瞬态波形.....	5
图 5-1. 采用 2x3mm QFN 封装的 TPS51383.....	6

## 表格清单

表 1-1. 建议用于 Raptor Lake 的直流/直流控制器和转换器.....	2
表 4-1. TPS51215A 负载瞬态测试结果.....	5

## 商标

D-CAP3™ and D-CAP2™ are trademarks of Texas Instruments.

Intel® is a registered trademark of Intel.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 建议的负载点设计

**表 1-1** 重点介绍了适用于 **Raptor Lake** 应用的两类全新器件：具有集成式 MOSFET 的 POL 直流/直流转换器；以及控制器。选择所建议的器件，以在宽输出电流范围内满足不同的输入电压和控制模式的要求。左栏中的精选器件支持 22V 或更高的最大输入电压，旨在实现快速负载瞬态响应和自适应导通时间控制模式、在轻负载和满载条件下具有高效率以及低静态电流。

一些器件包括集成的可编程电压识别 (VID)，从而满足处理器的自适应电压要求。右栏中的备选器件采用固定频率电流模式控制，其频率同步特性在噪声敏感的工业应用中非常有用，并且工作电压输入高达 17V。如果备选器件需要 VID，则除了转换器的电阻分压器网络之外，可考虑 LM10011 VID 电压编程器。

**表 1-1. 建议用于 Raptor Lake 的直流/直流控制器和转换器**

精选 P/N <sup>(1)</sup>	电源轨	电流功能	类型	注释	备选 P/N <sup>(2)</sup>
<b>TPS51285A</b>	5V	≤20A + 每电源轨有 100mA LDO	双路控制器和两个 LDO	系统功耗	<b>TPS51220A</b>
	3.3V				
<b>TPS51386</b>	5V	≤8A + 100mA LDO	转换器和 LDO	系统功耗	<b>TPS568230</b>
<b>TPS51383</b>	3.3V				
<b>TPS51215A</b>	V <sub>CCIN_AUX</sub>	≤32A	控制器	I/O 功率，2 位 VID (支持 0V)	-
<b>TPS566335</b>	1.8V	≤6A	转换器		<b>TPS566231</b>
<b>TPS51372</b>	选配旁路	≤6.5A	转换器	2 位 VID	-
<b>通用直流/直流转换器</b>					
<b>TPS51367</b>	各种	12A	转换器	常规	<b>TPS56C231</b>
<b>TPS51397A</b>	各种	10A	转换器	常规	<b>TPS54A24</b>
<b>TPS51386</b>	各种	8A	转换器	常规	<b>TPS568230</b>
<b>TPS566335</b>	各种	6A	转换器	常规	<b>TPS566231</b>
<b>TPS62933</b>	各种	3A	转换器	常规	<b>TPS62903</b>
<b>DDR 存储器电源设计</b>					
<b>TPS51486A</b>	V <sub>DDQ</sub>	≤8A	多通道转换器	DDR4 存储器	<b>TPS65295</b>
	V <sub>PP</sub>	≤1A			
	V <sub>TT</sub>	±1A			
	V <sub>TT_REF</sub>	10mA			
<b>TPS51487XA</b>	V <sub>DD1</sub>	≤8A	多通道转换器	LPDDR4/X 存储器	<b>TPS65296</b>
	V <sub>DD2</sub>	≤1A			
	V <sub>DDQ_TX</sub>	≤1.5A			
<b>TPS51488</b>	V <sub>DD2H/L</sub>	≤10A	转换器	LPDDR5 存储器	考虑使用通用器件来增大/减小电流
	V <sub>DD1</sub>	≤2A	转换器		<b>TPS543320</b>
	V <sub>DDQ</sub>	≤2A	转换器		<b>TPS543320</b>

- (1) 一些精选 24V 器件需要 Mysecure 访问才能下载数据表，单击器件链接即可请求访问。用户需要他们在 my.ti.com 上的帐户信息。  
 (2) 备选转换器采用固定频率控制模式工作，输入电压高达 17V

## 2 TPS51383 的轻负载效率 and 低静态电流

通过一组电池产生低电压的 POL 稳压器必须采用一种节能的脉冲跳跃技术，现在被称为 **Eco-Mode**。同步降压转换器的电感器电流为三角波。当输出电流从重负载状态降低时，电感器电流减小，三角波的波纹谷值最终在连续导通模式 (CCM) 和不连续导通模式 (DCM) 的边界处达到零电平。

在 **Eco-Mode** 下，当转换器检测到电感器中的零电流时，整流 MOSFET 关断。当负载电流进一步减小时，导通时间几乎保持不变，从而使关断时间延长，并降低开关频率来保持稳压。结果，功率 MOSFET 和电感器处于空闲状态的时间更长，传导损耗大大降低。IC 内消耗的功率较少，这使得具有低静态电流的直流/直流转换器和控制器获得高轻负载效率性能和更长的电池续航时间。TPS51383 具有 80uA 超低静态电流 (ULQ)，可在系统待机模式下延长电池寿命。

图 2-1 展示了在 1mA 时 9V 输入和 3.3V 输出的效率可达 80%，说明了 **Eco-Mode** 和 ULQ 的组合效应。

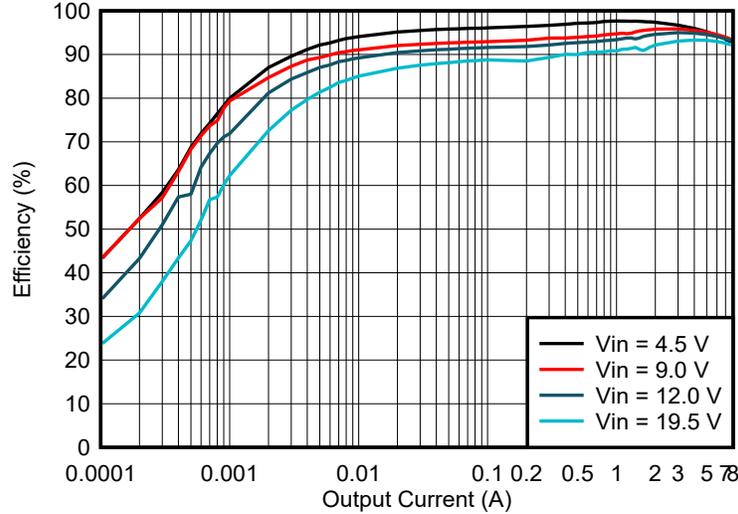


图 2-1. TPS51383 效率图

### 3 TPS51215A 的电压识别功能

TPS51215A 支持 2 位电压识别功能 (VID) 和低功耗模式 (LPM)，可动态更改输出电压以满足 Intel 的 VCCIN\_AUX 电源轨要求。采用分压电路则可对一个固定的 0V 输出电压和多达三个电压电平进行外部编程。该器件还能够配置为提供 1 位 VID 输出电压。有关更多信息，请参阅 [TPS51215A 具有 2 位 VID 控制和低功耗模式的单相 D-CAP2™ 控制器](#) 数据表。[适用于 PC 应用中 Alder Lake 和 Raptor Lake VCCIN\\_AUX 电源轨的电源解决方案参考设计](#) 更加详细地说明了如何使用此器件来满足 Intel 的 VCCIN\_AUX 电源轨要求。

### 4 通过 D-CAP3 和 D-CAP2 控制模式实现快速负载瞬态响应

负载在笔记本和台式机 PC 应用中的分布会发生巨大变化，因此考虑交流瞬态性能非常重要。选择具有快速瞬态响应能力并采用非线性控制技术（例如恒定接通时间或 D-CAP3™）的直流/直流转换器，即可实现快速瞬态响应，并具有最小输出电容。采用 D-CAP3 控制模式的转换器在确定输出电容值时需考虑三个主要因素：瞬态（包括负载阶跃和负载阶跃的压摆率）、输出纹波和稳定性。

在负载瞬变很严格的应用中，输出电容主要取决于瞬变要求。基于 D-CAP3 的设计为实现小信号稳定性，要求电容值超低。此要求可防止调制器出现次谐波多脉冲行为。

图 4-1 展示了 8A TPS51383 的瞬态性能，其输出电压为 3.3V，过冲小于 300mV，恢复时间小于 30μs，输出电容为 4x22μF。0.8A 至 7.2A 负载阶跃的压摆率为 2.5A/μs。

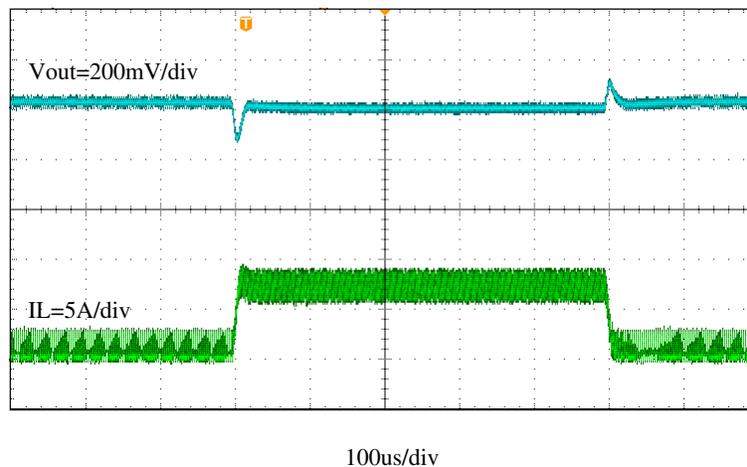


图 4-1. TPS51383 瞬态波形

该 TPS51215A 提供 VCCIN\_AUX，采用支持陶瓷输出电容器的自适应导通时间 D-CAP2™ 控制模式，并可在指定的波形条件下实现快速负载瞬态响应，如图 4-2 所示。过压和欠压测试结果均符合目标设计规格。在与 TPS51215A 负载瞬态波形相同的条件下，结果如表 4-1 所示。TPS51215A 波形条件为  $V_{IN} = 12.6V$ ，压摆率 =  $12A/\mu s$ ， $F_{SW} = 600k\Omega$ ， $L = 0.22\mu H$ ， $C_{OUT} = 220\mu F + 22 \times 12\mu F$ 。

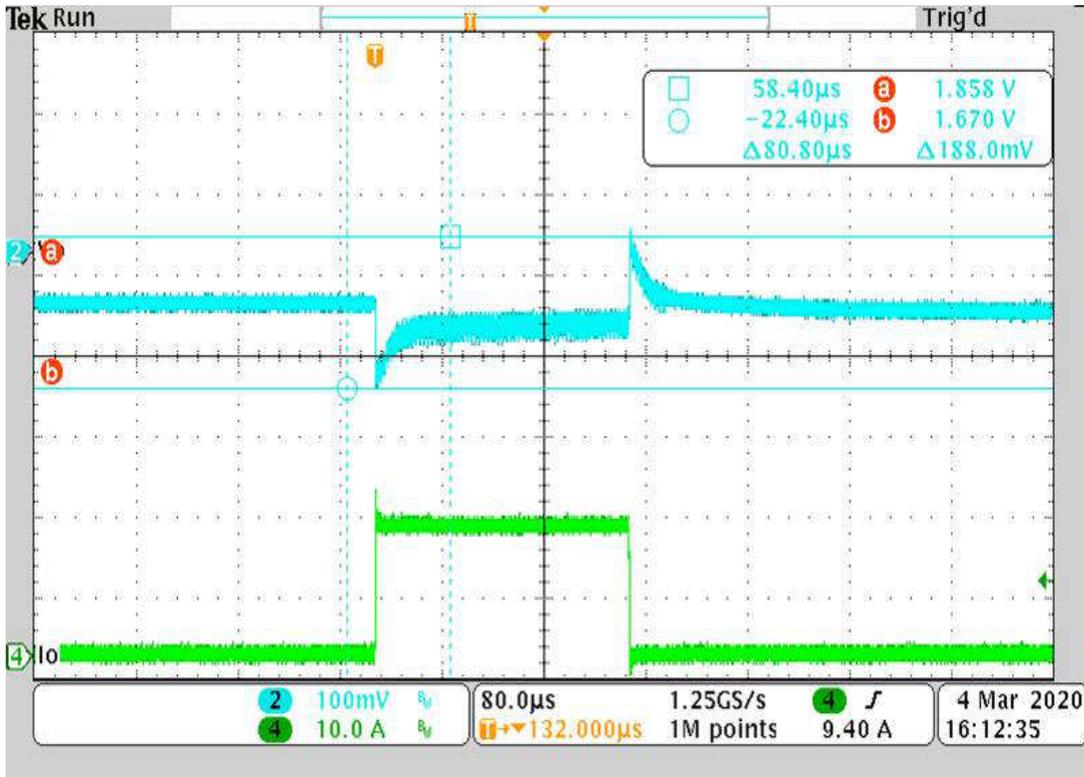


图 4-2. TPS51215A 负载瞬态波形

表 4-1. TPS51215A 负载瞬态测试结果

电压轨	类型	负载瞬态	验证结果 (V)	目标 (V)
0.8V	下冲	0A 至 16A	1.67	1.62
	过冲	16A 至 0A	1.858	1.89
1.8V	下冲	17A 至 29A	1.678	1.62
	过冲	29A 至 17A	1.882	1.89

## 5 小型 IC 封装

随着工艺技术的进步，集成电路封装技术必须跟上半导体晶圆制造的步伐。TI 已经发布了引线框上倒装芯片的封装，可减少封装尺寸、功耗和寄生效应。传统的键合线被直接连接到引线框上的铜柱所取代，这缩短了从 IC 到引线框的电流路径，从而能够在小型封装腔中使用更大的芯片，不仅降低了封装电阻，还减少了寄生封装电感回路。可考虑采用小型 2x3mm QFN 封装的 8A TPS51383。

图 5-1 展示了丰富的引脚不仅可用于功率变换和 I/O 功能，还保持 0.5mm 的引脚间距，从而简化了电路板制造流程。

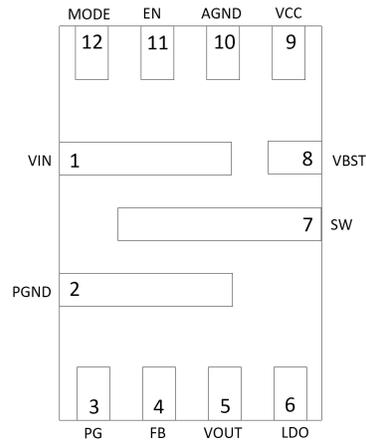


图 5-1. 采用 2x3mm QFN 封装的 TPS51383

## 6 总结

笔记本电脑和工业 PC 内的 Raptor Lake SoC 等性能处理器都需要直流/直流转换器，来提供快速瞬态响应、小型封装、低静态电流，并在轻负载和满载条件下实现高效率。TI 提供的高性能负载点设计，在满足这些要求的同时还能降低系统总成本。

## 7 参考文献

- 德州仪器 (TI), [LM10011 VID 编程器 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [适用于 D-CAP3 调制的精度提高型斜坡生成设计 应用报告](#)。
- 德州仪器 (TI), [电源小贴士：Iq \(静态电流\) 和轻负载效率 培训视频](#)。
- 德州仪器 (TI), [HotRod QFN 封装 PCB 附件 应用手册](#)。
- 德州仪器 (TI), [适用于 PC 中 Alder Lake 和 Raptor Lake VCCIN\\_AUX 电源轨的电源解决方案参考设计](#)。

## 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司