

Application Brief

建议用于为 DDR5、LPDDR5 和 LPDDR5X 存储器供电的 DC/DC 转换器和 PMIC



Richard Nowakowski

简介

DDR (双倍数据速率) 存储器已经问世多年, 与前几代相比, 它具有更快的速度、更高的功效和更大的容量, 适用于各种应用。本文将简要介绍不同的 DDR5 型号, 并推荐电源管理 IC 和 DC/DC 转换器, 以便实现简单的电源管理设计。

DDR5

DDR5 是第五代双倍数据速率同步动态随机存取存储器 (DDR SDRAM)。DDR5 具有多种不同型号的双列直插式存储器模块 (DIMM) 和分立式存储器 IC。最常用的选项是 DIMM 型号, 这种型号直接在模块上使用专用的电源管理集成电路 (PMIC), 以便为板载分立式存储器 IC 提供所有必要的电压。PMIC 需要一个 I2C 和 I3C 总线接口来进行配置、检测故障条件, 以及遥测电压、电流、功率和温度。DIMM 的输入电压可以是 5V 或 12V, 具体取决于 DIMM 型号。DDR5 用于需要高带宽的高性能应用, 例如企业服务器。JESD79-5B 标准是为 DDR5 供电的 JEDEC 合规性文档。表 1 展示了 PMIC 如何为 DDR5 导轨提供 DIMM 上电源。

表 1. DDR5 的 DIMM 上电源

DDR5 轨	说明	电压	电流功能	PMIC
VDD	电源电压	1.1V	高达 12A	TPS53830A
VDD1	电源电压 (可选)	1.1V	高达 6A, 将 VDD 降至 6A	
VDDQ	I/O 电源电压	1.1V	高达 6A	
VPP	泵电压	1.8V	高达 5A	
1.8V_LDO	PMIC 到集线器	1.8V	高达 10mA	
1.0V_LDO	PMIC 到集线器	1.0V	高达 60mA	

LPDDR5 和 LPDDR5X

LPDDR5 是第五代低功耗、双倍数据速率动态随机存取存储器。与 DDR5 相比, 该器件功耗更低、数据速率更低, 但仍能提供高带宽。LPDDR5 与 DDR5 相比, 具有更低的延迟和更快的响应时间, 因此非常适合移动设备、信息娱乐系统和视频等应用。LPDDR5 不采用传统的 DIMM 外形尺寸 (如 DDR5), 其电源管理设计位于模块上, 因此电源管理设计必须由用户设计。LPDDR5 使用片上端接 (ODT) 在存储器 IC 内部集成内部端接电阻器, 以减少反射信号并提高速度。早期版本的 DDR 存储器需要使用有源总线端接和外部稳压器 (VTT), 以通过端接电阻器拉取和灌入电流。LPDDR5 不需要 VTT 导轨或外部端接电阻器。电流要求取决于裸片数量和 LPDDR5 存储器 IC 中集成的通道数。LPDDR5 包含动态电压频率调节 (DVFS) 功能, 可优化功耗或特性, 这在电池供电的移动应用中特别有用。请注意, 某些片上系统 (SoC) 供应商可能支持 DVFSC (内核逻辑) 和 DVFSQ (I/O) 特性, 也可能不支持。如需更多信息, 请参阅 JESD209-5C 标准, 该标准是为 LPDDR5 和 LPDDR5X 供电的 JEDEC 合规性文档。

表 2 显示了为 LPDDR5 和 LPDDR5X 供电的建议 DC/DC 转换器设计列表。选择 DC/DC 转换器是因为其具有宽输入电压范围、高基准电压精度、小封装尺寸、可扩展输出电流版本, 以及可用的电源正常指示和使能引脚。LPDDR5 和 LPDDR5X 所需的输出电流可能不同, 因此下面显示的设计是一种经验法则估算, 可支持许多用例。

表 2. LPDDR5 和 LPDDR5X 电源用于 5V、12V 和最高 24V 输入电压

LPDDR5 轨	说明	标称电压	DVFS	I _{out}	两个 DVFS 都已禁用	仅启用 DVFSC	仅启用 DVFSQ	分立式解决方案
VDD1	内核电源, 泵电压	1.8V	不适用	高达 1A	TPS51488	TPS51488	TPS51488	TPS62932
VDD2H	内核逻辑电源	1.05V	已禁用 DVFSC	高达 8A				TPS51386
VDDQ	I/O 电源	0.5V	已禁用 DVFSQ	高达 2A	不适用	不适用	TPS543320 或 TPS62868	TPS543320 或 TPS62868
		0.3V	DVFSQ 启用					
VDD2L	内核逻辑电源	0.9V	DVFSQ 启用	高达 1.5A	不适用	TPS54388	不适用	TPS54338

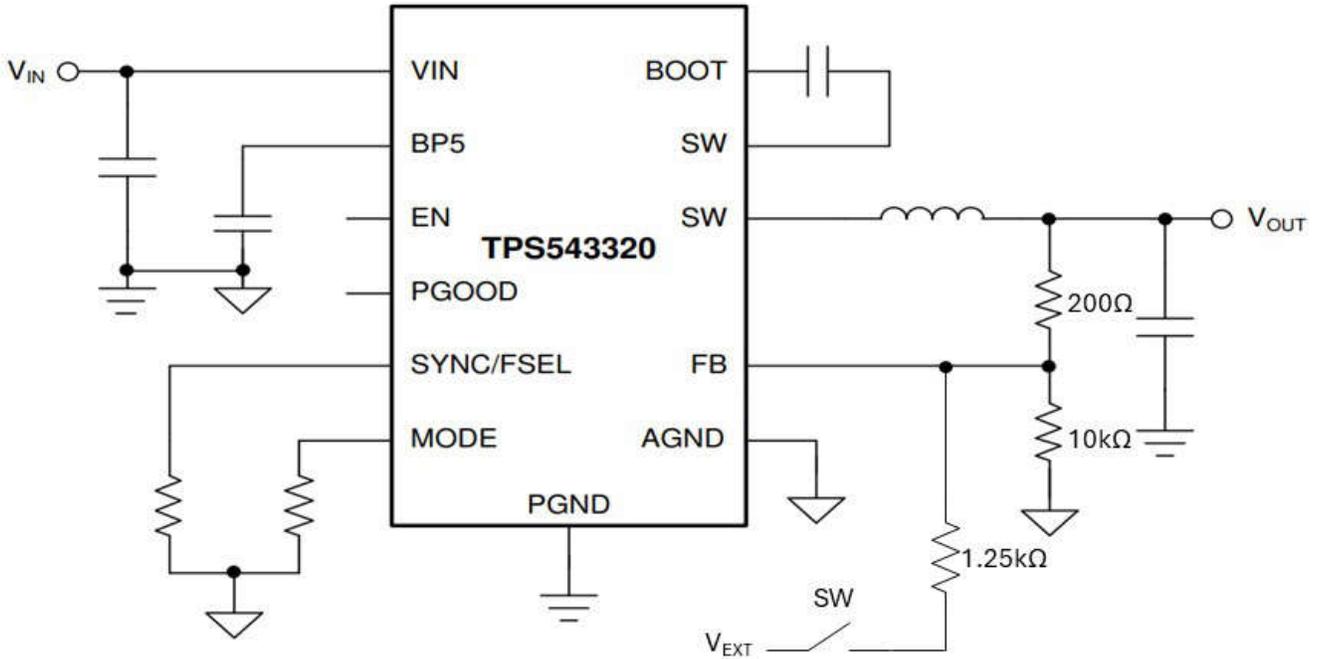
表 3. 推荐的 DC/DC 转换器和 PMIC

器件	说明	注释
TPS51488	4.5V 至 24V 输入, LPDDR5 存储器电源 PMIC	如需获取数据表, 请联系当地销售代表或访问 TI E2E 支持论坛 。
TPS54338	3.8V 至 28V 输入, 3A 降压转换器	采用相同封装的 4A 和 5A 版本 (TPS54438、TPS54538)
TPS543320	4V 至 18V 输入, 3A 降压转换器	支持 0.5V 输出, 具备 0.3V 输出能力。采用相同封装的 6A 和 8A 版本 (TPS543620、TPS543820)。
TPS51386	4.5V 至 24V 输入, 8A 降压转换器	12A 采用 3x4mm 封装 (TPS51375)
TPS62932	3.8V 至 30V 输入, 2A 降压转换器	采用相同封装的 3A 版本 (TPS62933)
TPS62868	2.4V 至 5.5V 输入, 4A 降压转换器	通过 I2C 接口支持 0.5V 和 0.3V。采用相同封装的 6A 版本 (TPS62869)

尽管几个 JEDEC 通用标准不允许在分立式 VDDQ 电压设计实现中对 DVFSQ 提供 0.3V 支持, 但 TPS543320 可以通过反馈环路中的一些额外元件支持 DVFSQ 控制。[方程式 1](#) 计算开关断开时的输出电压, [方程式 2](#) 计算开关闭合时的电压。添加了一个额外的 MOSFET 开关和电阻器, 以便在开关闭合时向反馈引脚注入电流, 从而将输出电压降低到基准电压以下。请注意计算布线损耗引起的任何压降。

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) \quad (1)$$

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) - \frac{R_1}{R_3} \times (V_{EXT} - V_{FB}) \quad (2)$$



LPDDR5 和 LPDDR5X 的电压要求相同。LPDDR5X 使用先进的均衡和信号传输技术来实现更高的存储器带宽，LPDDR5 从 6400Mbps 提升至高达 8500Mbps。为 LPDDR5 供电的相同器件也将为 LPDDR5X 供电。

根据 JEDEC 标准，LPDDR5 和 LPDDR5X 导轨有时序控制要求。较高电压导轨需要在转换器启动序列期间同时或在较低电压导轨之前达到其电压电平，并在 20ms 内完成启动。电源导轨在启动时应以与启动顺序相反的顺序断电。如果使用 VDD2L，则 VDD2L 不应以较小的裕度超过 VDD2H，例如 0.3V，并且 VDD2H 不应超过 VDD1，以避免正向偏置内部二极管。为简化设计，TPS51488 遵循电源导轨时序要求。本文档中建议的分立式 DC/DC 转换器包含使能引脚和电源正常引脚，帮助改善电源时序控制，从而错开启动和断电。

总结

许多 DC/DC 转换器首选为 LPDDR5 和 LPDDR5X 供电。当启用 DVFSQ 时，更困难的导轨是 0.3V VDDQ，但使用所述的电路方法将有助于实现更低的电压。还可以选择 I2C 控制的低输入电压 DC/DC 转换器。本文档中采用的 DC/DC 转换器具有以下属性。

- 宽输入电压范围
- 高基准电压精度
- 小封装尺寸
- 可扩展输出电流版本
- 电源正常和使能引脚

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月