



Yann Ducommun

摘要

本报告旨在为德州仪器 (TI) 的多个应用手册提供便利指引，这些应用手册涵盖低功耗直流/直流降压转换器 (TPS 和 TLV62xxx) 的多个方面，包括拓扑基础和具体应用与设计。这些应用手册按主题分类，并包含对其内容的简要概述，方便读者快速找到与其所关注问题有关的信息。本文中引用的每个应用手册均由其标题和唯一的 TI 文献编号进行标识。www.ti.com.cn 网页上提供了每个手册的链接，在这里可以下载到具体文档。

内容

1 引言.....	2
2 摘要表.....	3
3 开关直流/直流转换器基础知识.....	5
4 DCS-Control™ 拓扑的基础知识.....	6
5 设计和布局支持.....	7
6 散热注意事项.....	9
7 控制 EMI.....	10
8 器件特定技术论述.....	11
9 计算、仿真和测量技术.....	12
10 直流/直流转换器应用.....	13
11 修订历史记录.....	14

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

本应用报告的目标读者为应用设计人员和其他 TI 产品用户，对 TI 低功耗直流/直流转换器的现有技术信息进行了简要概述，包括架构基础知识以及具体应用和设计。下文提供了相关 TI 应用手册的广泛汇编，以及所论述内容的简短摘要。每份应用手册均按主题分类，并由其标题和唯一的 TI 文献编号标识。如需在线访问文档或下载文档供个人使用，请点击文档编号标签（例如 **slvaxxx**），该标签将引导您找到文档在 www.ti.com.cn 网站上的位置。此应用报告定期进行维护以确保提供可用的最新信息。

有关低功耗直流/直流产品选择、电路设计和仿真的帮助信息，请参阅《[直流/直流开关稳压器电源快速搜索](#)》和 **WEBENCH®** 设计中心工具（网址：www.ti.com.cn）。

如果您有任何这些报告无法解答的问题，请联系 [TI E2E™ 社区](#)。（请注意，此链接需要安全登录。）

2 摘要表

开关直流/直流转换器基础知识	
了解开关模式电源中的降压功率级	SLVA057
开关稳压器基础知识	SNVA559
降压转换器功率级的基本计算：	SLVA477
DCS-Control™ 拓扑的基础知识	
高效、低纹波 DCS-Control™ 提供无缝 PWM/节能转换	SLYT531
了解 DCS-Control™ 拓扑中的频率变化	SLYT646
设计和布局支持	
《QFN/SON PCB 连接》应用报告	SLUA271
五步轻松实现降压转换器的理想 PCB 布局	SLYT614
直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项	SLYT469
优化比较器输入端上的电阻分压器	SLVA450
采用前馈电容器优化内部补偿直流/直流转换器的瞬态响应	SLVA289
为漏极开路输出选择适当的上拉/下拉电阻	SLVA485
使用具有精密使能引脚阈值功能的直流/直流转换器实现零噪声启动	SLYT730
在不使用软启动引脚的情况下延长软启动时间	SLVA307
调整集成电源模块的软启动时间	SLYT669
TPS621 和 TPS821 系列的时序控制和跟踪功能	SLVA470
了解 SW 节点的绝对最大额定值	SLVA494
最大限度地减少升压转换器的开关节点振铃	SLVA255
I_Q ：定义、常见误解及其使用方式	SLYT412
未曾提及的转换器	SLPY005
散热注意事项	
半导体和 IC 封装热指标	SPRA953
开关电源设计热分析技术	SNVA207
针对 TLV62065 的精确温度评估方法	SLVA658
改善 MicroSiP™ 电源模块的热性能	SLYT724
TPS62366x 热性能和器件使用寿命信息	SLVA525
控制 EMI	
EMI/RFI 电路板设计	SNLA016
轻松解决直流/直流转换器的传导 EMI 问题：	SNVA489
关于降低直流/直流转换器 EMI 的布局提示	SNVA638
器件特定技术论述	
优化 TPS62130、TPS62140、TPS62150 和 TPS62160 输出滤波器	SLVA463
优化 TPS62175 输出滤波器	SLVA543
优化 TPS62090 输出滤波器	SLVA519
使用前馈电容器改善 TPS621 和 TPS821 系列的稳定性和带宽	SLVA466
优化 TPS6206x 外部元件选型	SLVA441
TPS62130A 和 TPS62130 差异	SLVA644
TPS6208x 和 TLV6208x 器件比较	SLVA803
TPS62400 系列降压转换器的输出电压选择	SLVA254
计算、仿真和测量技术	
计算效率	SLVA390
降压开关稳压器的输出纹波电压	SLVA630
精确测量超低 I_Q 器件的效率	SLYT558

执行精确的 PFM 模式效率测量	SLVA236
如何测量电源的环路传递功能	SNVA364
简化稳定性检测	SLVA381
如何测量 DCS-Control™ 器件的控制环路	SLVA465
用于测试 POL 稳压器的 HS 负载/线路瞬态测试夹具和应用报告	SNOA895
直流/直流转换器应用	
TPS621 和 TPS821 系列可调光降压 LED 驱动器	SLVA451
向不带输入电压的电源输出应用外部电源的测试提示	SLYT689
使用 TPS62740 对超级电容器进行高效充电	SLVA678
低噪声 CMOS 摄像头电源	SLVA672
具有输入过压保护功能的降压转换器	SLVA664
具有电缆压降补偿功能的降压转换器	SLVA657
在分离轨拓扑中使用 TPS62150	SLVA616
在反相降压/升压拓扑中使用 TPS6215x	SLVA469
在反相降压/升压拓扑中使用 TPS62175	SLVA542
使用 TPS62122 从高电压输入端向 MSP430 供电	SLVA335
采用 TPS62130 进行电压裕量调节	SLVA489

3 开关直流/直流转换器基础知识

本节介绍了几个论述开关稳压器的原理及其架构的应用手册。

了解开关模式电源中的降压功率级： [SLVA057](#)

此应用报告介绍了降压功率级基础知识而未涉及控制电路，还详细介绍了降压功率级在连续与非连续模式下的稳态与小信号分析，并论述了不同的标准降压功率级及功率级元件要求。

开关稳压器基础知识： [SNVA559](#)

本文详细介绍了常用开关转换器的工作原理，即降压转换器拓扑结构，还提供了电路示例来说明降压稳压器的一些应用。

降压转换器功率级的基本计算： [SLVA477](#)

本应用报告论述了降压转换器的基本配置，并给出了用于计算具有集成开关的集成电路且在连续导通模式下运行的降压转换器的功率级的公式。

4 DCS-Control™ 拓扑的基础知识

本节详细描述了 DCS-Control™ 拓扑。该拓扑是一种专有调节拓扑，用于 TI 低功耗直流/直流转换器产品系列中的许多产品。

高效、低纹波 DCS-Control™ 提供无缝 PWM/节能转换： [SLYT531](#)

本文论述了 DCS-Control™ 拓扑的工作原理，其在省电模式下具有低输出电压纹波，可实现出色的瞬态响应以及无缝的模式转换。

了解 DCS-Control™ 拓扑中的频率变化： [SLYT646](#)

本文解释了 DCS-Control™ 拓扑开关频率变化的原理，其表明尽管开关频率不恒定，但这种变化是可以理解并能控制的，并且通常足以用于汽车和其他频率敏感的应用。

5 设计和布局支持

本节汇总了多篇手册，以帮助读者做出合理的设计选型、选择适当的元件和无源器件、优化 PCB 布局并微调解决方案，从而满足应用的要求。

《QFN/SON PCB 连接》应用报告：[SLUA271](#)

四方扁平无引线封装 (QFN) 和无引线小外形封装 (SON) 均属于无引线封装，通过元件底部焊盘连接到基板 (PCB、陶瓷) 表面以实现电气连接。本应用报告向用户提供了将 QFN/SON 器件与印刷电路板 (PCB) 连接的相关入门信息。

五步轻松实现降压转换器的理想 PCB 布局：[SLYT614](#)

本文通过 5 步流程，详细介绍了如何为 TPS62xxx 集成开关、降压转换器设计一个良好的 PCB 布局。

直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项：[SLYT469](#)

本文论述了反馈系统中电阻分压器的设计注意事项，以及分压器如何影响转换器的效率、输出电压精度、噪声灵敏度和稳定性。

优化比较器输入端上的电阻分压器：[SLVA450](#)

本应用报告论述了在考虑效率和电压精度限制的情况下，选择比较器输入端常用的理想尺寸电阻的几个关键因素，从而更好地设置开关稳压器器件的阈值电压。

采用前馈电容器优化内部补偿直流/直流转换器的瞬态响应：[SLVA289](#)

此应用报告描述了如何选择具有内部补偿功能的直流/直流电源的前馈电容值 (Cff) 来实现理想瞬态响应。此应用报告中所述的步骤针对通过提高转换器带宽和保持可接受的相位裕度来优化瞬态响应，提供了相关指南。本文档适用于希望优化处于运行状态、具有内部补偿功能的直流/直流转换器的瞬态响应的所有电源设计人员。

为漏极开路输出选择适当的上拉/下拉电阻：[SLVA485](#)

本应用报告论述了在 IC 常见漏极开路输出 (例如电源正常 (PG) 输出) 使用上拉/下拉电阻的时间点、选择上拉/下拉电阻时应考虑的因素，以及如何计算电阻值的有效范围。

使用具有精密使能引脚阈值功能的直流/直流转换器实现零噪声启动：[SLYT730](#)

大多数直流/直流转换器具有用于控制启动行为的使能 (EN) 输入引脚。本文解释了器件数据表中的一些常见 EN 引脚阈值规范，并介绍了几种可实现零噪声启动的应用电路，无论是否使用具有精确 EN 引脚阈值的转换器。

在不使用软启动引脚的情况下延长软启动时间：[SLVA307](#)

在很多电池供电类器件中，延长软启动时间对于无故障启动至关重要。尤其是在电池使用寿命即将结束时，过多的电源浪涌电流会导致电池压降和阻抗增加，这可能是一个问题。本应用报告以 TPS6107x 系列升压转换器为例，演示了一种可延长软启动时间并降低浪涌电流的简单电路。

调整集成电源模块的软启动时间：[SLYT669](#)

本文介绍了三种简单的低成本方法来调整集成电源模块的软启动时间，并为有特殊软启动要求的应用实现可接受的无噪声启动，特别是在具有许多输出电容或可能会在软启动过程中消耗大电流的 FPGA 中。

TPS621 和 TPS821 系列的时序控制和跟踪功能：[SLVA470](#)

本应用手册描述了如何使用 EN、PG 和 SS/TR 引脚对应用进行跟踪和时序控制。

了解 SW 节点的绝对最大额定值：SLVA494

本应用手册介绍了同步降压转换器的操作，说明了在开关操作期间可能会超过开关节点负额定值的原因，为正确测量开关节点电压提供指导，并为同步降压转换器提供良好的布局实践。

最大限度减少升压转换器的开关节点振铃：SLVA255

本应用报告以升压转换器为例阐述了如何使用正确的电路板布局和/或缓冲器网络来减少开关转换器开关节点处的高频振铃。

I_Q：定义、常见误解及其使用方式：SLYT412

本文定义了 I_Q 及其测量方式，解释了 I_Q 的常见误解及其应被避免的使用方式，并提供了有关如何在避免常见测量错误的同时使用 I_Q 的设计注意事项。

未曾提及的转换器（电荷泵）：SLPY005

此白皮书探讨了电荷泵转换器拓扑的利弊，列举了工业和个人电子产品的应用示例，并涵盖了元件选择的指导原则。

6 散热注意事项

本节主要介绍对封装热指标及其实际应用的基本理解，以及对封装或器件的具体论述。

半导体和 IC 封装热指标：[SPRA953](#)

半导体和集成电路封装涉及许多热指标。通常情况下，这些热指标被很多用户误用于估计其系统结温。这个非常有用的文档介绍了从前使用的和更新的热指标，并将它们应用于系统级结温估算。

开关电源设计热分析技术：[SNVA207](#)

本应用手册提供了电源 IC 的热功率分析技术，包括分析、仿真和实际操作的方法，用以估计设计中的 IC 温度。

针对 TLV62065 的精确温度评估方法：[SLVA658](#)

本应用报告基本概述了温度评估过程，为实际应用中结温的精确评估提供了一种方法。通过在 TLV62065 上进行测量，该方法被证明简单易用且精度高。

改善 MicroSiP™ 电源模块的热性能：[SLYT724](#)

电源模块数据表通常说明模块的热性能。因为数据表多以电子器件工程联合委员会 (JEDEC) 标准 PCB 为依据，所以与实际应用中可能出现的情况不匹配。本文介绍了 JEDEC 的 PCB 设计并将其与各种实际 PCB 设计进行了比较，说明了 PCB 设计对 MicroSiP™ 电源模块热性能的影响。

TPS62366x 热性能和器件使用寿命信息：[SLVA525](#)

本手册以 TI 的 TPS62366x (输出电流峰值达 4A) 直流/直流转换器系列为例，研究并量化了与温度相关的电迁移对晶圆级芯片规模 (WCSP) 封装可靠性的潜在影响。

7 控制 EMI

在开关电源中，由于半导体器件的开关操作以及由此产生的不连续电流，电磁干扰 (EMI) 噪声无法避免。因此，EMI 控制是开关电源设计中较难应对的挑战之一。本节定义并论述了电磁干扰，并描述了减轻其影响的方法。

EMI/RFI 电路板设计：[SNLA016](#)

本通用应用手册定义了电磁干扰并描述了它与系统性能的关系。本手册展示了系统间和系统内噪声的示例，以及可用于确保整个系统和系统间电磁兼容性的技术。

轻松解决直流/直流转换器的传导 EMI 问题：[SNVA489](#)

此文详细介绍了开关电源中传导 EMI 的特点及缓解技术。

关于降低直流/直流转换器 EMI 的布局提示：[SNVA638](#)

本应用手册探讨了直流/直流电源的布局如何显著影响其产生的 EMI 量。它论述了几种不同的布局，分析了各种布局的结果，并提供了一些常见 EMI 问题的答案。

8 器件特定技术论述

本段从技术方面论述了 TI 产品系列的特定器件。除非另有说明，否则这些注释中论述的事项可能不适用于替代器件型号。

优化 TPS62130、TPS62140、TPS62150 和 TPS62160 输出滤波器： [SLVA463](#)

优化 TPS62175 输出滤波器： [SLVA543](#)

优化 TPS62090 输出滤波器： [SLVA519](#)

与传统的电压模式控制降压转换器相比，这些手册中论述的器件中使用的 DCS-Control™ 拓扑允许更大范围的电感和输出电容值。因此，根据应用的需要，在选择电感和输出电容值以实现特定的设计目标（如瞬态响应、环路稳定性、最大输出电流或输出电压纹波）时，选择余地会更大。

使用前馈电容器改善 TPS621 和 TPS821 系列的稳定性和带宽： [SLVA466](#)

提高电源稳定性和带宽的常用方法是使用前馈电容器。这种改进可以从新电路的瞬态响应和波特图两个方面来衡量。该应用报告详细介绍了优化前馈电容值以提高瞬态响应和电路稳定性的两种设计策略。

优化 TPS6206x 外部元件选型： [SLVA441](#)

本报告描述了如何选择合适的前馈电容值，以匹配广泛的 LC 输出滤波值，并优化应用，从而获得更小的解决方案尺寸、更快的负载阶跃响应、更低的输出电压纹波、更大的输出电流和/或更高的控制环路稳定性。

TPS62130A 和 TPS62130 差异： [SLVA644](#)

本简报描述了 TPS62130A 和 TPS62130 器件之间如何控制电源正常引脚的差异。

TPS6208x 和 TLV6208x 器件比较： [SLVA803](#)

本应用报告概述了 TPS6208x 器件之间的差异，TPS6208x 器件属于高频同步降压转换器系列，采用 2mm × 2mm QFN 封装。

TPS62400 系列降压转换器的输出电压选择： [SLVA254](#)

TPS624xx 系列双路输出直流/直流转换器具有可调的输出电压，可通过外部电阻分压器网络进行编程，从而设置上电期间的输出电压。上电后，可通过软件将输出电压更改为几个预定义值。本应用报告说明了如何确定 TPS62400 上电后的输出电压和软件可调电压范围。

9 计算、仿真和测量技术

本节概述了对应用中低功耗直流/直流转换器的性能进行精确计算、仿真和测量的各种技术。

计算效率：[SLVA390](#)

本应用报告提供了有关计算降压转换器效率和工作点功耗的分步过程（数据表未提供）。

降压开关稳压器的输出纹波电压：[SLVA630](#)

本应用报告推导了降压转换器的输出电压波形和峰-峰值纹波电压的分析模型，并通过 SPICE TINA-TI 仿真对该模型进行了验证。

精确测量超低 I_Q 器件的效率：[SLYT558](#)

本文回顾了测量效率的基础知识，论述了测量超低 I_Q 器件在轻负载下的效率时的常见错误，并演示了如何避免这些错误，从而实现精确的效率测量。

精确测量 PFM 模式效率：[SLVA236](#)

本手册提供了帮助用户获得 PFM 模式效率精确测量结果的指南。

如何测量电源的环路传递函数：[SNVA364](#)

本应用报告介绍了仅使用一个音频发生器（或简单的信号发生器）和一个示波器，如何测量波特图的关键点。该测量方法分为易于遵循的多个步骤，方便电源设计人员在短时间内开始执行上述测量。

简化稳定性检测：[SLVA381](#)

本应用报告通过介绍交流环路响应中相位裕度与负载阶跃分析中振铃之间的关系，提供了一种验证电路相对稳定性的方法。

如何测量 DCS-Control™ 器件的控制环路：[SLVA465](#)

本应用报告回顾了测量控制环路的基本知识，并介绍了 DCS-Control™ 器件系列的变化。

用于测试 POL 稳压器的 HS 负载/线路瞬态测试夹具和应用报告：[SNOA895](#)

本应用手册论述了有关实验室瞬态分析的良好实践和基本原理，并介绍了一些经过改良的瞬态试验装置的结构。

10 直流/直流转换器应用

本节汇总了重点介绍低功耗直流/直流转换器的具体应用和设计实现的应用手册，不仅给出了示例电路，还对其性能优化进行了论述。

TPS621 和 TPS821 系列可调光降压 LED 驱动器：[SLVA451](#)

本应用报告介绍了使用小型 TPS621x0 系列器件来实现高亮度 LED 驱动器的简单方法。

向不带输入电压的电源输出应用外部电源的测试提示：[SLYT689](#)

为带输出电压但不带输入电压的降压转换器供电是一种非典型的应用场景，需要特别考虑。本文解释了主要问题及其缓解策略。

使用 TPS62740 对超级电容器进行高效充电：[SLVA678](#)

TI 设计的 PMP9753 展示了一个关于缓冲超级电容器内能量的概念，从而将负载峰值从电池解耦。本应用手册帮助设计者计算和定义最小和最大电压电平、存储电容器大小或最大电池电流等参数。

低噪声 CMOS 相机电源：[SLVA672](#)

本应用手册描述了如何设计一种基于开关稳压器的效率高、低噪声 CMOS 相机电源解决方案，而不需要任何额外滤波。

具有输入过压保护功能的降压转换器：[SLVA664](#)

本应用报告描述了一种使用高效小型降压转换器（如 TPS62130）的输入过压保护电路。它还详细介绍了关键元件的设计和选择，并给出了电路性能的测试结果。

具有电缆压降补偿功能的降压转换器：[SLVA657](#)

直流/直流转换器的输出电压通常在反馈分压器连接的位置进行精确调节。如果与负载的连接较长，则必须预计压降（取决于负载电流）的发生。本应用报告描述了一种通过调整转换器的输出电压来匹配沿电缆的压降以进行补偿的电路。

在分离轨拓扑中使用 TPS62150：[SLVA616](#)

本应用报告展示了一种使用 TPS62150 产生分离轨（双极 +/- 输出电压）电源的方法。

在反相降压/升压拓扑中使用 TPS6215x：[SLVA469](#)

在反相降压/升压拓扑中使用 TPS62175：[SLVA542](#)

这些应用报告介绍了如何在反相降压/升压拓扑中使用 TI 同步降压转换器，其中输出电压相对于地反相或为负。所提出的解决方案基于为很多应用而设计的器件，例如标准 12V 电源轨、嵌入式系统和便携式应用。

使用 TPS62122 从高电压输入端向 MSP430 供电：[SLVA335](#)

本应用示例旨在帮助设计人员和其他人员在输入电压范围为 3.6-15V 的系统中使用 MSP430，并致力于保持高效率和长电池寿命。涉及电源要求、示意图、工作波形和物料清单等内容。

采用 TPS62130 进行电压裕量调节：[SLVA489](#)

本应用报告展示了一个提供 $\pm 5\%$ 裕量调节功能的简单电路，可对产品评估中的高低压裕量调节进行测试。

11 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (April 2018) to Revision A (June 2021)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。	2

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

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

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com.cn](https://www.ti.com.cn) 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。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2021 德州仪器半导体技术（上海）有限公司