



Milos Acanski

摘要

本报告对讨论降压/升压转换器及其用途的应用手册进行了汇总。每个应用手册都包含一个简短的摘要，按主题分类，并由其标题和唯一的 TI 文献编号标识。文章或报告的摘要说明还包含指向德州仪器 (TI) 网站 (www.ti.com) 的链接，可通过其访问完整文章。

内容

1 引言.....	1
2 汇总表.....	2
3 开关稳压器基础知识.....	3
4 设计支持.....	3
5 PCB 布局和散热注意事项.....	4
6 EMI 注意事项.....	5
7 器件特定技术讨论.....	5
8 测量技术.....	6
9 降压/升压转换器应用.....	6
10 修订历史记录.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

本报告旨在为应用设计人员和其他对 TI 降压/升压转换器感兴趣的用户提供快速参考文档。本文档中讨论的每份应用报告都由其标题和唯一的 TI 文献编号标识。此应用手册列表按主题分类，并定期进行维护以确保可用信息是最新的。若要访问给定报告的完整版本，请点击文档文献编号 (Sxxxxxx)。此标签提供了指向 www.ti.com 上的文档位置的超链接，您可以阅读整个文档或将其下载下来以供个人使用。

对于本报告中未涵盖的问题，请联系 [TI E2E 社区](#) (请注意，此链接需要安全登录)。

2 汇总表

开关转换器基础知识	
开关稳压器基础知识	SNVA559
同相降压/升压转换器内幕揭秘	SLUP346
了解开关模式电源中的反相降压/升压功率级	SLVA059
4 开关降压/升压功率级的基本计算	SLVA535
反相降压/升压转换器功率级的基本计算	SLVA721
设计支持	
了解 SW 节点的绝对最大额定值	SLVA494
I_Q ：定义、常见误解及其使用方式	SLYT412
了解电源器件中的欠压锁定	SLVA769
延长软启动时间，不使用软启动引脚	SLVA307
使用带有精密使能引脚阈值的直流/直流转换器实现零噪声启动	SLYT730
适用于直流/直流转换器的输出电压调节方法	SLYT777
直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项	SLYT469
使用精度阈值使能引脚防止电池过度放电	SLVAE79
使用具有精密电压阈值的使能引脚实现精密启动延迟	SLVAEA3
为漏极开路输出选择适当的上拉/下拉电阻器	SLVA485
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
改善为受控负载供电的直流/直流转换器的负载瞬态响应	SLVAEE0
利用低静态电流和动态电压调节技术延长电池寿命	SLVAER8
PCB 布局和散热注意事项	
QFN 布局指南	SLOA122
PowerPAD™ 布局指南	SLOA120
DSBGA 晶圆级芯片规模封装	SNVA009
五步轻松实现降压转换器的理想 PCB 布局	SLYT614
改善升压转换器 PCB 布局的五个步骤	SLVA773
半导体和 IC 封装热指标	SPRA953
EMI 注意事项	
EMI/RFI 电路板设计	SNLA016
关于降低直流/直流转换器的 EMI 的布局提示	SNVA638
轻松解决直流/直流转换器的传导 EMI 问题	SNVA489
最大限度地减少升压转换器开关节点处的振铃	SLVA255
降低直流/直流降压/升压转换器辐射 EMI 的层设计	SLVAEP5
器件特定技术讨论	
采用 TPS63000 的高效电池供电型高亮度 LED 驱动器	SLVA268
具有 TPS63802 的超级电容器备用电源	SLVAE52
使用 TPS63000 的动态可调输出	SLVA251
如何使用 TPS63070 的 VSEL 函数	SLVAE62
使用输入电流限制延长电池寿命	SLVAES7
TPS63802HDKEVM - 硬件开发套件	SLVUBU0
测量技术	
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函数	SNVA364
简化稳定性检查	SLVA381

精确的 PSRR 测量技术	SLYT547
降压/升压转换器应用	
使用 TPS63xxx 降压/升压转换器来驱动 LED 的不同方法	SLVA419
低功耗 TEC 驱动器	SLVA677
降压/升压转换器可解决光学模块中的电源难题	SLVAEB2
使用降压/升压转换器提高 TWS 和助听器耳塞的效率	SLVAED7
高效备用电源	SLVA676
具有限流功能的智能电表超级电容备用电源	SLVAE14
使用同相降压/升压转换器进行稳压	SLVAEA2

3 开关稳压器基础知识

本节列出了几个应用手册，其中探讨了开关转换器的基本操作并介绍了降压/升压转换器的基本计算。

开关稳压器基础知识：[SNVA559](#)

本应用报告介绍了常用转换器拓扑的基础知识，包括反相降压/升压。文中介绍了一些实用技巧，例如 PCB 布局和测量指南。

同相降压/升压转换器内幕揭秘：[SLUP346](#)

本应用报告介绍了同相降压/升压设计中使用的各种拓扑，重点介绍了四开关同相降压/升压转换器。一个实际设计示例演示了四开关降压/升压应用设计，包括 PCB 布局 and 此拓扑可实现的性能。

了解开关模式电源中的反相降压/升压功率级：[SLVA059](#)

本应用报告介绍并分析反相降压/升压功率级的工作原理。研究了两种运行模式（连续传导模式和非连续传导模式）以及稳态和小信号分析。

4 开关降压/升压功率级的基本计算：[SLVA535](#)

本应用手册中提供的公式用于计算具有集成开关并且在连续导通模式下运行的同相降压/升压转换器的功率级。文中还提供了一个实际设计示例。

反相降压/升压转换器功率级的基本计算：[SLVA721](#)

本应用手册提供了设计具有集成开关的非同步同相降压/升压转换器的功率级所需的基本公式。它包含选择外部元件和估计最大输出电流的公式和注意事项。

4 设计支持

除了上一节中给出的基本拓扑计算之外，本节还汇总了可帮助应用设计人员了解降压/升压器件的功能和限制的文档。

了解 SW 节点的绝对最大额定值：[SLVA494](#)

本应用手册介绍了同步转换器的操作，解释了在开关操作期间可能会超过开关节点负额定值的原因，为正确测量节点电压提供指导，并提供良好的 PCB 布局实践。该报告探讨了降压转换器，但相同的基本原理也适用于降压/升压转换器。

I_Q ：定义、常见误解及其使用方式：[SLYT412](#)

本文探讨了常被误解的一个参数，静态电流 I_Q 。本文介绍了 I_Q 的定义和测量方式，以及 I_Q 如何转换为无负载输入电流和轻负载时的效率。

了解电源设备中的欠压锁定：[SLVA769](#)

许多集成电路包括欠压锁定 (UVLO) 功能，可在低电源电压下禁用器件。低于最低电源电压时，器件的功能和性能可能不明确，从而无法预测系统行为。本应用手册介绍了如何正确理解 TI 电源产品数据表中的欠压锁定规范。

延长软启动时间，不使用软启动引脚：[SLVA307](#)

在很多应用中，延长软启动时间对于无故障启动至关重要。本应用报告以升压转换器为例，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。只要使用电阻反馈分压器设置输出电压，就能够将同样的原理应用于降压/升压转换器。

使用带有精密使能引脚阈值的直流/直流转换器实现零噪声启动：[SLYT730](#)

本文解释了器件数据表中的一些常见 EN 引脚阈值规范，并介绍了几种可提供干净启动的应用电路，无论是否使用具有精确 EN 引脚阈值的转换器。

适用于直流/直流转换器的输出电压调节方法：[SLYT777](#)

更改输出电压能够优化电力输送、降低功耗或适当偏置模拟电路。本文演示了三种基本技术来调整使用电压反馈分压器设置输出电压的设备的输出电压。

直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项：[SLYT469](#)

电阻反馈分压器是任何直流/直流转换器反馈系统中常见的网络。但是，它经常被误认为是一种只需将输出电压降低至基准电压即可设置输出电压的电路。本文探讨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。

使用精度阈值使能引脚防止电池过度放电：[SLVAE79](#)

本应用报告介绍了如何通过使用精确的 EN 引脚阈值来设置精确的电池切断电压以防止电池过度放电。

使用具有精密电压阈值的使能引脚实现精密启动延迟：[SLVAEA3](#)

本应用报告介绍了如何为可实现精确 EN 引脚阈值的器件设置精确的启动延迟。

为漏极开路输出选择适当的上拉/下拉电阻器：[SLVA485](#)

很多 TI 降压/升压器件具有开漏输出引脚以指示正常运行。这些输出需要使用外部上拉电阻器来保持数字输出处于定义的逻辑状态。本应用报告探讨了选择上拉电阻器时应考虑的因素，以及如何计算电阻器值的有效范围。

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](#)

本应用报告描述了如何选择具有内部补偿功能的直流/直流转换器的前馈电容值来优化瞬态响应。所描述的过程通过增加转换器带宽同时保持可接受的相位裕度来提供优化瞬态响应方面的指导。

改善为受控负载供电的直流/直流转换器的负载瞬态响应：[SLVAEE0](#)

本应用报告介绍了一种改善负载瞬态响应的方法，当其他方法无效或不可行时，可使用该方法。这种方法可用于提供受控负载并使用外部电压反馈分压器的直流/直流转换器。

利用低静态电流和动态电压调节技术延长电池寿命：[SLVAER8](#)

在设计电池供电系统时，最大限度地延长电池寿命通常是重要的设计目标之一。在这种情况下选择合适的转换器以获得固定系统电压通常基于静态电流参数 I_Q 。本应用报告显示，除了具有低静态电流外，还可通过动态调整输出电压来进一步延长电池寿命。

5 PCB 布局和散热注意事项

印刷电路板 (PCB) 布局和散热管理对于开关转换器的可靠运行至关重要。本节列出了讨论 PCB 设计指南以及 PCB 和 IC 封装散热注意事项的应用手册。

QFN 布局指南：[SLOA122](#)

TI 四方扁平无引线 (QFN) 器件的布局和模板信息在其数据表中提供。本文档可帮助 PCB 设计人员了解并更好地利用这些信息，从而优化设计。

PowerPAD™ 布局指南：[SLOA120](#)

本应用报告重点介绍如何帮助 PCB 设计人员了解和更好地使用德州仪器 (TI) PowerPAD™ 器件的电路板布局布线和模板信息。

DSBGA 晶圆级芯片规模封装：[SNVA009](#)

本应用手册提供了有关如何处理、组装和使用裸片尺寸球栅阵列 (DSBGA) 晶圆级芯片规模封装 (WCSP) 的信息，此封装在许多 TI 降压/升压器件中很常见。

五步轻松实现降压转换器的理想 PCB 布局： [SLYT614](#)

改善升压转换器 PCB 布局的五个步骤： [SLVA773](#)

良好的 PCB 布局对于开关转换器至关重要。这些应用手册介绍了五个简单的步骤，以确保转换器的 PCB 布局稳健并为原型设计做好准备。该报告讨论了降压和升压转换器，但相同的原理也适用于降压/升压转换器。

半导体和 IC 封装热指标： [SPRA953](#)

IC 封装的很多热指标可在器件数据表中找到，例如 $R_{\theta JA}$ 或 Ψ_{JT} 。在尝试使用这些热指标来估算系统中的结温时，这些指标经常被误用。此文档介绍了传统和全新的热指标，并将它们应用于系统级结温估算。

6 EMI 注意事项

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) 噪声是不可避免的。本节定义并讨论了电磁干扰，并描述了减轻其影响的方法。

EMI/RFI 电路板设计： [SNLA016](#)

本应用报告介绍了 EMI 并描述了它与系统性能的关系。文中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 EMI 兼容性的现有技术。

关于降低直流/直流转换器的 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。文中讨论了布局的几种变化，分析了结果，并提供了一些常见 EMI 问题的答案，例如是否使用屏蔽式电感器。

轻松解决直流/直流转换器的传导 EMI 问题： [SNVA489](#)

传导和辐射 EMI 源于开关电路的正常运行，EMI 控制是 SMPS 设计的主要挑战之一。本应用报告重点介绍 EMI 传导部分的理论和缓解技术。

最大限度地减少升压转换器开关节点处的振铃： [SLVA255](#)

本应用报告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升压转换器开关处的高频振铃。同样的原理也适用于降压/升压转换器。

降低直流/直流降压/升压转换器辐射 EMI 的层设计： [SLVAEP5](#)

本应用手册为提高 TPS63xxx 器件 PCB 设计方案的 EMI 性能提供指南。简要介绍了非反相降压/升压转换器的主要辐射源。提出了三种不同的解决方案，并通过消声室测量验证其有效性。

7 器件特定技术讨论

本节介绍了特定降压/升压器件的一些应用示例。

采用 TPS63000 的高效电池供电型高亮度 LED 驱动器： [SLVA268](#)

本应用报告介绍了如何使用 TPS6300x 以恒流驱动高亮度 LED，使用 1 节锂离子/锂聚合物电池或 2 节/3 节碱性/镍镉或镍氢电池作为电源。

具有 TPS63802 的超级电容器备用电源： [SLVAE52](#)

在这一应用中，只要主电源可用，TPS63802 即用于为备用电容器充电。当主电源出现故障时，TPS63802 会自动为系统提供备用电容器中储存的能源。本报告说明了通过 TPS63802 实施备用电源的可行性。

使用 TPS63000 的动态可调输出： [SLVA251](#)

本应用报告提供了使用数模转换器或其他电压源为 TPS63000 降压/升压转换器实现动态可调输出电压的原理图和设计程序。

如何使用 TPS63070 的 VSEL 函数： [SLVAE62](#)

在工作期间改变直流/直流转换器的输出电压会是电池供电应用中的一项有用功能，可延长电池寿命。本报告介绍了如何通过 VSEL 引脚使用 TPS63070 动态电压缩放功能，以便在两个用户可配置电平之间动态地更改输出电压。

使用输入电流限制延长电池寿命： [SLVAES7](#)

如果转换器由于重负载或启动期间的浪涌电流而使供电电池过载，则电池的容量和寿命会显著降低。本应用报告介绍了 TPS63900 的输入电流限制特性如何通过多个预设限制值有效地限制输入电流（低至 1mA），使其成为匹配低电流纽扣电池的理想选择。

TPS63802HDKEVM - 硬件开发套件： [SLVUBU0](#)

在本报告中介绍了一个通用开发工具，该工具旨在帮助用户轻松快速地评估和测试常见的降压/升压转换器使用案例。使用案例包括备用电源、输入电流限制、LED 驱动器、数字电压调节、旁路模式和精密使能。通过更改跳线和 dip 开关可轻松选择不同使用案例，而无需进行焊接。

8 测量技术

本节概述了对降压/升压转换器的性能进行准确测量的技术。

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](#)

在 PFM 模式下测量低 I_Q 器件的效率时，有一些重要的考虑因素。这些报告回顾了测量效率的基础知识，探讨了测量超低 I_Q 器件的轻负载效率时常见的错误，并演示了如何纠正这些错误以获得准确的效率测量值。

如何测量电源的环路传递函数： [SNVA364](#)

本应用报告介绍了如何使用信号发生器和示波器测量波特图的关键点。该方法以易于遵循的分步方式进行解释，以便电源设计人员能够在短时间内开始执行这些测量。

简化稳定性检查： [SLVA381](#)

本应用报告通过展示交流环路响应中相位裕度与负载阶跃响应中振铃之间的关系，介绍了一种验证电路相对稳定性的方法。这样即可进行简单的稳定性检查，而无需执行环路增益测量。

精确测量 PSRR 的方法： [SLYT547](#)

虽然转换器的 PSRR 测量在概念上很简单，但设置对于获得准确的结果具有重要意义。本文探讨了限制 PSRR 测量的常见设置问题，并提供了一种解决这些问题的方法，即使用高保真信号注入器和高灵敏度/选择性矢量网络分析仪来实现。

9 降压/升压转换器应用

本节介绍了涉及降压/升压转换器的特定应用的指南。

使用 TPS63xxx 降压/升压转换器来驱动 LED 的不同方法： [SLVA419](#)

本应用手册介绍了使用 TPS63xxx 转换器系列中的降压/升压转换器驱动 LED 的不同方法。将这些方法在不同的设计方面（例如复杂性、成本和解决方案大小）进行了比较。相同的基本原理也可应用于其他器件或拓扑。

低功耗 TEC 驱动器： [SLVA677](#)

非反相降压/升压转换器提高或降低电压的能力可用于控制通过珀尔帖元件的电流。本应用报告解释了如何使用降压/升压转换器来驱动珀尔帖元件，以实现主动热电冷却或加热。

降压/升压转换器可解决光学模块中的电源难题： [SLVAEB2](#)

本应用手册简要介绍了光学模块及其对优化电源树的需求。文中讨论了光学模块内的四开关和反相降压/升压转换器的使用案例和优势。

使用降压/升压转换器提高 TWS 和助听器耳塞的效率： [SLVAED7](#)

为了提高从不同电池充电时的效率，可使用降压/升压转换器来跟踪充电电池的电压。通过将线性充电器的电压余量保持在尽可能低的水平，可显著提高充电效率。本报告显示了在真无线立体声 (TWS) 耳机中使用降压/升降压转换器的优势。

高效备用电源：SLVA676

本应用报告介绍了一个电路，该电路通过使用降压/升压转换器和一个备用电容器在主电源中断时实现瞬时保护。它还提供了显示电路性能的设计、原理图、关键元件和测量结果。

具有限流的智能电表超级电容备用电源：SLVAEI4

本应用报告介绍了一种低成本的简单设计，针对使用升降压/升压转换器的智能电表备用电源。该设计为仪表的高功率 RF 通信提供高达 2A 的输出电流，并提供可调节的充电限制以减少系统发热问题。

使用同相降压/升压转换器进行稳压：SLVAEA2

拥有稳定而准确的电压电源对于电子器件的正常运行至关重要。本应用手册将降压/升压转换器作为稳压器，并讨论了在选择合适的稳压器件时必须考虑的几个参数。

10 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 * (May 2020) 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.....	1

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“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