

Application Note

在自动 **PFM/PWM** 模式下为 **1MHz** 下的 **TPSM8290x** 系列降压
模块配置输出电压



Nikhil S. Bhardwaj

摘要

TPSM8290x 系列 IC 是采用 MicroSiP 封装的高效率、低 I_Q 同步降压直 DC/DC 转换器转模块。这些模块的额定电流为 1A (TPSM82901)、2A (TPSM82902) 和 3A (TPSM82903)。本应用手册是数据表中的扩展，详细介绍了适用于 1MHz 自动 PFM/PWM 工作模式的各种电压配置。与 2.5MHz 相比，在 1MHz 上扩展这些模块的工作范围可在低负载下实现更高的效率。它还精确地突出了输入和输出电压范围以及负载电流，使这些模块能够用于各种应用。

内容

1 简介.....	2
2 详细说明.....	3
2.1 TPSM8290x 的电感器规格.....	3
2.2 TPS8290x 系列 IC 的电流限制.....	3
3 设计示例.....	4
4 TPSM8290x IC 在 1MHz 下的适用运行条件.....	6
5 总结.....	7
6 参考资料.....	8

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

本应用手册重点介绍了适用于 **TPSM8290x** 系列 IC 的工作条件。这些工作条件仅适用于 **PFM 1MHz** 运行时的自动 **PWM/PWM** 模式。对于 **2.5MHz** 开关频率，所有三个器件（即 **TPSM82901**、**TPSM82902** 和 **TPSM82903**）都按照数据表中**表 7-1** 所述进行运行。这是数据表中的表格，以供参考

CAUTION		
For each operating mode and switching frequency, the following V_{OUT} range is recommended:		
Table 7-1. Recommended V_{OUT} Ranges with Respect to MODE and F_{SW}		
Mode	F_{SW} (MHz)	V_{OUT}
Auto PFM/PWM	1 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 2.0\text{ V}$
Forced PWM	1 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 2.0\text{ V}$
Auto PFM/PWM with AEE	2.5 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 5.5\text{ V}$
Forced PWM	2.5 MHz	$2.0\text{ V} < V_{OUT} < 5.5\text{ V}$

Failure to follow the recommended V_{OUT} ranges causes the device to malfunction.

对于 **1MHz**，有一些约束源自电感器饱和、电感器降额和 **FET** 电流限制的函数。这些限制适用于不同的测试用例。下一节的示例对此进行了说明

2 详细说明

2.1 TPSM8290x 的电感器规格

模块中使用的相关电感器规格如下所示：

$L = 1\mu\text{H}$

额定电流 (I_{temp}) (基于温升) = **3.3A**

额定电流 (I_{sat}) (基于电感变化) = **4.7A**

2.2 TPS8290x 系列 IC 的电流限制

下面介绍了所有三款器件的电流限制以供参考

• TPSM82901

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit	TPSM82901	2.6	3.4	4.3	A
	Low-side FET current limit	TPSM82901	2.4	2.8	3.2	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

• TPSM82902

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit	TPSM82902	3.6	4.4	5.3	A
	Low-side FET current limit	TPSM82902	3.4	3.8	4.2	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

• TPSM82903

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit		4.1	4.9	5.8	A
	Low-side FET current limit		3.8	4.3	4.7	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

3 设计示例

我们来尝试演示 **TPSM82903** 是否可在以下条件下运行

参数	值
最小输入电压 (V_{in_min})	9V
最大输入电压 (V_{in_max})	13.2 (12V+10%)
输出电压 (V_{out_max})	5.2V
输出电流	1.1A (1A+10%)
Fsw	1MHz
L_nominal	1μH
L_derated	0.76μH (考虑在实际电感值 95% 上降额 20%)

第 1 步：计算 Ton

$$T_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} * \frac{1}{f_{sw}} \quad (1)$$

$$T_{ON} = 394ns \quad (2)$$

第 2 步：计算脉冲跳跃模式 ILPSM 下的峰值电感器电流

$$I_{LPSM(peak)} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT})}{L} * T_{ON} \quad (3)$$

$$I_{LPSM(peak)} = 4.14A \quad (4)$$

在空载情况下，转换器处于 **PSM** (脉冲跳跃模式)。电感器峰值电流不应超过 **4.1A**，这是 TPSM82903 高侧 FET 电流限制的最小值。此参数确定了模块可运行的电压范围。

第 3 步：计算 I_{Lmax} 和 $I_{Lmin}@ V_{in_max}$

$$I_{Lmax} = I_{out} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (5)$$

$$I_{Lmax} = 1.1 + \frac{4.14}{2} = 3.17A \quad (6)$$

$$I_{Lmin} = I_{out} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad (7)$$

$$I_{Lmin} = 1.1 - \frac{4.14}{2} = -0.97A \quad (8)$$

负 I_{Lmin} 意味着对于 1.1A 负载电流，转换器处于 **DCM** 模式。因此，我们必须使用 **DCM** 公式来计算占空比，如下所示。

$$V_{OUT} = V_{IN} * \left[\frac{2 * D}{D + \sqrt{D^2 + \frac{8 * L}{R * T}}} \right] \quad (9)$$

通过计算 D，我们得到

$$D = 0.29 \quad (10)$$

第 4 步：计算 I_{Lmax} 第 3 步中的 D 值

$$IL_{max} = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L \times f_{SW}} \times D \quad (11)$$

$$IL_{max} = 3.16A \quad (12)$$

峰值电流为 **3.16A**，低于电感器的额定和饱和电流限值。

因此，在给定的工作条件下，空载时的峰值电流既不会超过 HSFET 的电流限值，也不会超过电感器的额定电流。

4 TPSM8290x IC 在 1MHz 下的适用运行条件

使用第 3 节中的方法，已为所有 TPSM8290x IC 填充下表

TPSM82901 的 适用运行条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	≤ 5V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 1A	≤ 1A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 1A	≤ 1A	x
9V < Vin ≤ 12V	≤ 1A	≤ 1A	x
12V < Vin ≤ 17V	≤ 1A	x	x

考虑了输入电压和负载电流的 10% 裕度。

TPSM82902 的 适用运行条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	5V - 5.2V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 2A	≤ 2A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 2A	≤ 2A	≤ 1.5A
9V < Vin ≤ 12V	≤ 2A	≤ 1.5A	x
12V < Vin ≤ 17V	≤ 2A	x	x

考虑了输入电压和负载电流的 10% 裕度。

TPSM82903 的 适用运行条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	5V - 5.2V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 3A	≤ 3A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 3A	≤ 2.5A	≤ 2.2A
9V < Vin ≤ 12V	≤ 3A	≤ 2.2A	≤ 1A
12V < Vin ≤ 17V	≤ 3A	≤ 2.2A	x

考虑了输入电压和负载电流的 10% 裕度。

5 总结

TPSM8290x 系列集成电路可配置为 1MHz、自动 PFM/PWM 模式，以基于输入电压范围适应不同的输出电压和负载电流，从而满足广泛的应用需求。

6 参考资料

1. 采用 **MicroSiPTM** 封装且具有集成电感器的 **TPSM82901 1A**、3V 至 17V 高效低 IQ 降压转换器模块数据表
2. 采用 **MicroSiPTM** 封装且具有集成电感器的 **TPSM82902 2A**、3V 至 17V 高效低 IQ 降压转换器模块数据表
3. 采用 **MicroSiPTM** 封装且具有集成电感器的 **TPSM82903 3A**、3V 至 17V 高效低 IQ 降压转换器模块数据表 (B 版)
4. **TPSM8290x** 降压转换器评估模块用户指南

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