TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 采用 2mm × 3mm QFN 封装且具有 FB/I²C 接口的 2.4V 至 5.5V 输入、6A、8A 和 10A 同步降压转换器

1 特性

- 输入电压范围为 2.4V 至 5.5V
- 8mΩ 和 8mΩ 内部功率 MOSFET
- 5.1μA 运行静态电流
- 1.2MHz 开关频率
- 100% 占空比模式
- 0.7% 的输出电压精度
- 强制 PWM 或省电模式
- DCS-Control 拓扑（恒定导通时间）
- FB 版本 (TPS6286Axx) 输出电压：
  - 0.6V 至 Vin 可调电压
  - 0.4V 至 1.6V 固定电压（通过外部电阻器）
- I²C 版本 (TPS6286Bxx)，具有可选的：
  - 输出电压范围为 0.4V 至 1.675V，步长为 5mV
  - 省电模式或强制 PWM 模式
  - 断续或锁存短路保护
  - 动态自适应电压调节斜坡速度
- 输出电压放电
- 断续短路保护
- 具有窗口比较器的电源正常状态指示器
- 热关断
- 可调软启动
- -40°C 至 125°C 工作温度范围
- 使用 TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案

2 应用

- 适用于 FPGA、CPU、ASIC 和 DSP 的内核电源
- 机器视觉摄像机
- IP 网络摄像头
- 固态硬盘

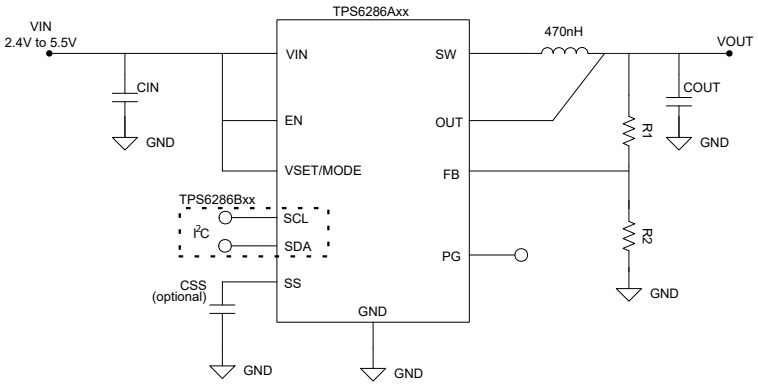
3 说明

TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 器件是高频同步降压转换器，可提供高效灵活的高功率密度设计。这些转换器在中高负载条件下以脉宽调制 (PWM) 模式运行，并在轻负载时自动进入省电模式运行，从而在整个负载电流范围内保持高效率。这些器件还可强制进入 PWM 模式运行，尽量减少输出电压纹波。凭借 DCS-Control 架构，这些器件可提供出色的负载瞬态性能和严格的输出电压精度。这些器件具有电源正常信号和可调软启动特性，能够以 100% 模式运行。在故障保护方面，这些器件集成了断续短路保护以及热关断功能。

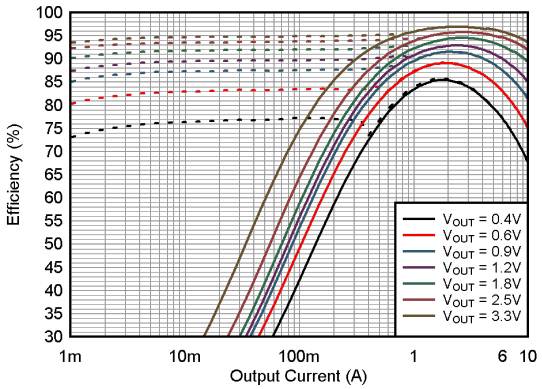
器件信息

器件型号(3)	封装(1)	封装尺寸(2)
TPS6286A06	VBM（VQFN-HR，13）	2mm × 3mm
TPS6286A08		
TPS6286A10		
TPS6286B08		
TPS6286B10		

(1) 有关更多信息，请参阅节 12。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。
(3) 请参阅*器件选项*表。



典型应用原理图



效率与输出电流间的关系，V_{IN} = 5V

本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 器件选项 3
5 引脚配置和功能 4
6 规格 7
6.1 绝对最大额定值 7
6.2 ESD 等级 7
6.3 建议运行条件 7
6.4 热性能信息 7
6.5 电气特性 8
6.6 I^2C 接口时序要求 9
6.7 典型特性 12
7 详细说明 13
7.1 概述 13
7.2 功能方框图 13
7.3 特性说明 14
7.4 器件功能模式 16
7.5 编程 18
8 寄存器映射 22
8.1 目标地址字节 22
8.2 寄存器地址字节 22
8.3 V_{OUT} 寄存器 22
8.4 CONTROL 寄存器 23
8.5 STATUS 寄存器 23
9 应用和实施 24
9.1 应用信息 24
9.2 典型应用 24
9.3 电源相关建议 33
9.4 布局 33
10 器件和文档支持 35
10.1 器件支持 35
10.2 文档支持 35
10.3 接收文档更新通知 35
10.4 支持资源 35
10.5 商标 35
10.6 静电放电警告 36
10.7 术语表 36
11 修订历史记录 36
12 机械、封装和可订购信息 36

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 器件选项

器件型号	输出电压范围	启动电压	输出电流	VERSION	I²C 目标地址
TPS6286A06VBMR	0.4V 至 Vin	可调或固定（可通过 VSET/MODE 上的外部电阻器进行选择）	6A	FB	
TPS6286A08VBMR	0.4V 至 Vin	可调或固定（可通过 VSET/MODE 上的外部电阻器进行选择）	8A	FB	
TPS6286A10VBMR	0.4V 至 Vin	可调或固定（可通过 VSET/MODE 上的外部电阻器进行选择）	10A	FB	
TPS6286B081VBMR	0.4V 至 1.675V，5mV DVS 步长，通过 I²C 调节	0.9V	8A	I²C	0x42
TPS6286B081SVBMR	0.4V 至 1.675V，5mV DVS 步长，通过 I²C 调节	0.7V	8A	I²C	0x42
TPS6286B081AVBMR	0.4V 至 1.675V，5mV DVS 步长，通过 I²C 调节	0.75V	8A	I²C	0x42
TPS6286B101VBMR	0.4V 至 1.675V，5mV DVS 步长，通过 I²C 调节	0.9V	10A	I²C	0x42

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

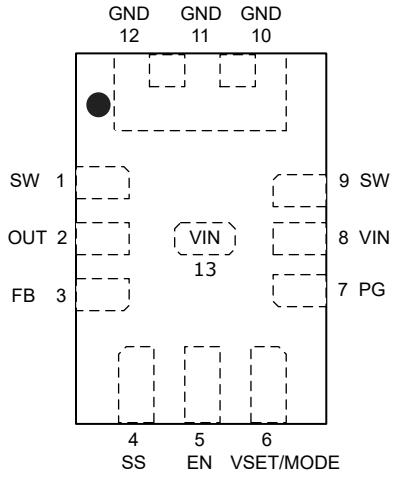


图 5-1. 用于 FB 版本的 13 引脚 VBM VQFN-HR 封装（顶视图）

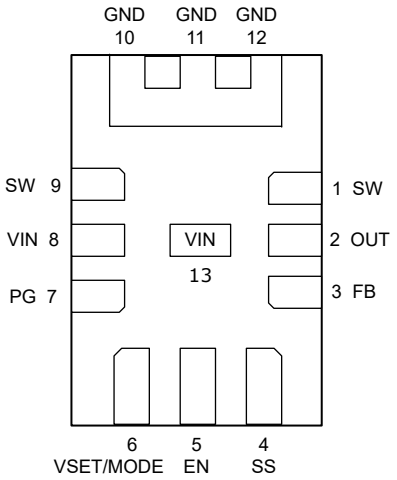


图 5-2. 用于 FB 版本的 13 引脚 VBM VQFN-HR 封装（底视图）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
名称	编号		
EN	5	I	器件使能引脚。要启用器件，必须将此引脚的电平拉高。将这个引脚拉至低电平会禁用器件。不保持悬空。
FB	3	I	电压反馈输入。将输出电压电阻分压器连接到此引脚。使用固定输出电压时，直接连接到 OUT。
GND	10、11、12	GND	电源地引脚
OUT	2	I	输出电压检测引脚。此引脚必须直接连接到输出电容器。
PG	7	O	电源正常开漏输出引脚。上拉电阻器可连接到最高 5.5V 的电压。如果未使用该引脚，则将其保持悬空。当器件处于关断状态时，该引脚被拉至 GND。
SS	4	I	软启动引脚。一个外部电容器可以调节软启动时间。如果未使用，则将该引脚悬空以设置默认 SS 时间。
SW	1、9	P	功率级的开关引脚
VIN	8.13	P	电源输入电压引脚
VSET/MODE	6	I	将电阻器连接到 GND 可选择其中一个固定输出电压。将引脚连接到高电平或低电平可选择一个可调输出电压。器件启动后，该引脚作为 MODE 输入运行。施加高电平可选择强制 PWM 模式运行，施加低电平可选择省电模式运行。

(1) I = 输入，O = 输出，P = 电源，GND = 地

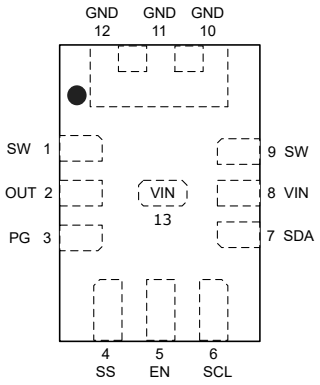


图 5-3. 用于 I²C 版本的 13 引脚 VBM VQFN-HR 封装（顶视图）

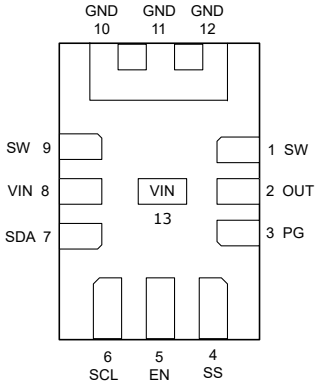


图 5-4. 用于 I²C 版本的 13 引脚 VBM VQFN-HR 封装（底视图）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-2. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
名称	编号		
EN	5	I	器件使能引脚。要启用器件，必须将此引脚的电平拉高。将这个引脚拉至低电平会禁用器件。不保持悬空。
GND	10、11、12	GND	电源地引脚
OUT	2	I	输出电压检测引脚。此引脚必须直接连接到输出电容器。
PG	3	O	电源正常开漏输出引脚。上拉电阻器可连接到最高 5.5V 的电压。如果未使用该引脚，则将其保持悬空。当器件处于关断状态时，该引脚被拉至 GND。
SCL	6	I	I^2C 串行时钟引脚。不要将这个引脚悬空。引脚不使用时连接至 AGND。
SDA	7	I/O	I^2C 串行数据引脚。不要将这个引脚悬空。引脚不使用时连接至 AGND。
SS	4	I	软启动引脚。一个外部电容器可以调节软启动时间。如果未使用，则将该引脚悬空以设置默认 SS 时间。
SW	1、9	P	功率级的开关引脚
VIN	8.13	P	电源输入电压引脚

(1) I = 输入，O = 输出，P = 电源，GND = 地

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在工作温度范围内（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
电压(2)	VIN、EN、OUT、SDA、SCL、FB、PG、VSET/MODE、SS	-0.3	6	V
	SW（直流）	-0.3	V_{IN} + 0.3	
	SW（交流，小于 10ns）(3)	-2.5	10	
I_{SINK_SDA}	SDA 上的灌电流		2	mA
I_{SINK_PG}	PG 上的灌电流		1	mA
T_J	结温	-40	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出“建议运行条件”但在“绝对最大额定值”范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
(2) 所有电压值都是以网络接地端为基准。
(3) 打开开关时。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚(1)	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚(2)	±500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在工作结温范围内测得（除非另有说明）

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	电源电压范围	2.4		5.5	V
V_{OUT}	输出电压范围，TPS6286Axx	0.4		V_{IN}	V
V_{OUT}	输出电压范围，TPS6286Bxx	0.4		1.675	V
V_{IN_SR}	VIN 处的下降转换时间(1)			10	mV/µs
I_{OUT}	输出电流，TPS6286A06			6	A
I_{OUT}	输出电流，TPS6286A08，TPS6286B08			8	A
I_{OUT}	输出电流，TPS6286A10，TPS6286B10			10	A
T_J	结温	-40		125	°C

(1) 如果 V_{IN} 低于 V_{UVLO}，则必须限制 V_{IN} 的下降压摆率。

6.4 热性能信息

热指标(1)		TPS6286Axx/TPS6286Bxx		单位
		JEDEC 51-7	TPS6286AxxEVM-050/ TPS6286B10EVM-049	
		13 引脚	13 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	71.2	43.2	°C/W

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

热指标(1)		TPS6286Axx/TPS6286Bxx		单位
		JEDEC 51-7	TPS6286AxxEVM-050/ TPS6286B10EVM-049	
		13 引脚	13 引脚	
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	45.3	不适用(2)	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	16.6	不适用(2)	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.7	6.9	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	16.6	10.5	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用手册。
(2) 不适用于 EVM。

6.5 电气特性

T_J = –40°C 至 125°C，V_{IN} = 2.4V 至 5.5V。典型值在 T_J = 25°C 和 V_{IN} = 5V 条件下测得（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
I_{Q_VIN}	静态电流	EN = 高电平，空载，器件未开关，T_J = 25℃		5.1	9	μA
I_{Q_OUT}	流入 OUT 引脚的工作静态电流	EN = 高电平，空载，器件未开关，V_{OUT} = 1.8V，T_J = 25℃		18		μA
I_{SD}	关断电流	EN = 低电平，T_J = 25℃		0.24	0.75	μA
V_{UVLO}	欠压锁定阈值	V_{IN} 上升	2.2	2.3	2.4	V
		V_{IN} 下降	2.1	2.2	2.3	V
T_{JSD}	热关断阈值	T_J 上升		150		°C
	热关断迟滞	T_J 下降		20		°C
T_{JW}	热警告阈值	T_J 上升		130		°C
	热警告迟滞	T_J 下降		20		°C
逻辑接口						
V_{IH}	EN、SCL、SDA 和 VSET/MODE 上的高电平输入阈值电压		0.9			V
V_{IL}	EN、SCL、SDA 和 VSET/MODE 上的低电平输入阈值电压				0.4	V
$I_{SCL,LKG}$	流入 SCL 引脚的输入漏电流	T_J = 25°C		0.01	0.2	μA
$I_{SDA,LKG}$	流入 SDA 引脚的输入漏电流	T_J = 25°C		0.01	0.1	μA
$I_{EN,LKG}$	流入 EN 引脚的输入漏电流	T_J = 25°C		0.01	0.1	μA
C_{SCL}	SCL 处的寄生电容			1		pF
C_{SDA}	SDA 处的寄生电容			2.4		pF
启动、电源正常						
t_{Delay}	启用延迟时间，TPS6286Axx	在 VSET/MODE 和 GND 之间连接 249kΩ 电阻器的情况下，从 EN 高电平到器件开始开关的时间	420	840	1200	μs
t_{Delay}	启用延迟时间，TPS6286Bxx	从 EN 高电平至器件开始开关的时间	100	660	1000	μs
t_{Ramp}	输出电压斜坡时间，TP6286A06	从器件开始开关到电源正常的时间（未连接外部电容器）	1	1.5	1.85	ms
t_{Ramp}	输出电压斜坡时间，TP6286A08、TPS6286A10、TPS6286B08、TPS6286B10	从器件开始开关到电源正常的时间（未连接外部电容器）	0.4	0.55	0.72	ms
Iss	SS 引脚拉电流			20		μA

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

T_J = –40°C 至 125°C，V_{IN} = 2.4V 至 5.5V。典型值在 T_J = 25°C 和 V_{IN} = 5V 条件下测得（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{PG,DLY}$	电源正常抗尖峰脉冲延迟	上升沿和下降沿		34		µs
V_{PG}	电源正常下限阈值	V_{OUT} 以 V_{OUT} 标称值为基准	85	91	96	%
	电源正常上限阈值	V_{OUT} 以 V_{OUT} 标称值为基准	103	111	120	%
$V_{PG,OL}$	低电平输出电压	I_{sink} = 1mA			0.36	V
$I_{PG,LKG}$	流入 PG 引脚的输入漏电流	V_{PG} = 5.0V，T_J = 25℃		0.01	0.1	µA
输出						
V_{OUT}	输出电压精度	固定电压运行，FPWM，空载，T_J = 25°C	-0.7		0.7	%
V_{OUT}	输出电压精度	固定电压运行，FPWM，空载	-1		1	%
V_{FB}	反馈电压	可调电压运行，T_J = -40°C 至 125°C	594	600	606	mV
$I_{FB,LKG}$	流入 FB 引脚的输入漏电流	可调电压运行，V_{FB} = 0.6V，T_J = 25℃		0.01	0.1	µA
R_{DIS}	OUT 引脚上的输出放电电阻			4.3		Ω
	负载调整率	V_{OUT} = 0.9V，FPWM		0.04		%/A
电源开关						
$R_{DS(on)}$	高侧 FET 导通电阻			8		mΩ
	低侧 FET 导通电阻			8		mΩ
I_{LIM}	高侧 FET 正向电流限制	TPS6286x06	7.3	8	9	A
I_{LIM}	高侧 FET 正向电流限制	TPS6286x08	10	11	12	A
I_{LIM}	高侧 FET 正向电流限制	TPS6286x10	13	14	15	A
I_{LIM}	低侧 FET 正向电流限制	TPS6286x06		6.5		A
I_{LIM}	低侧 FET 正向电流限制	TPS6286x08		9		A
I_{LIM}	低侧 FET 正向电流限制	TPS6286x10		12		A
I_{LIM}	低侧 FET 负电流限制	TPS6286x06、TPS6286x08、TPS6286x10		-3		A
f_{SW}	PWM 开关频率	I_{OUT} = 1A，V_{OUT} = 0.9V		1.2		MHz

6.6 I^2C 接口时序要求

参数		TPS6286Bxx 测试条件	最小值	最大值	单位
$f_{(SCL)}$	SCL 时钟频率	标准模式		100	kHz
		快速模式		400	kHz
		快速+ 模式		1	MHz
		高速模式（写入操作），C_B – 最大 100pF		3.4	MHz
		高速模式（读取操作），C_B – 最大 100pF		3.4	MHz
		高速模式（写入操作），C_B – 最大 400pF		1.7	MHz
		高速模式（读取操作），C_B – 最大 400pF		1.7	MHz
t_{BUF}	STOP 与 START 条件之间的总线空闲时间	标准模式	4.7		µs
		快速模式	1.3		µs
		快速+ 模式	0.5		µs
t_{HD}、t_{STA}	（重复）START 条件后的保持时间	标准模式	4		µs
		快速模式	600		ns
		快速+ 模式	260		ns
		高速模式	160		ns

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 I²C 接口时序要求（续）

参数		TPS6286Bxx 测试条件	最小值	最大值	单位
t_{LOW}	SCL 时钟的低电平周期	标准模式	4.7		µs
		快速模式	1.3		µs
		快速+ 模式	0.5		µs
		高速模式，C_B – 最大 100pF	160		ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	320		ns
t_{HIGH}	SCL 时钟的高电平周期	标准模式	4		µs
		快速模式	600		ns
		快速+ 模式	260		ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	60		ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	120		ns
t_{SU}、t_{STA}	重复 START 条件的建立时间	标准模式	4.7		µs
		快速模式	600		ns
		快速+ 模式	260		ns
		高速模式	160		ns
t_{SU}、t_{DAT}	数据建立时间	标准模式	250		ns
		快速模式	100		ns
		快速+ 模式	50		ns
		高速模式	10		ns
t_{HD}、t_{DAT}	数据保持时间	标准模式	0	3.45	µs
		快速模式	0	0.9	µs
		快速+ 模式	0		µs
		高速模式，C_B – 最大 100pF	0	70	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	0	150	ns
t_{RCL}	SCL 信号的上升时间	标准模式		1000	ns
		快速模式	20 + 0.1 C_B	300	ns
		快速+ 模式		120	ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	10	40	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	20	80	ns
t_{RCL1}	重复启动条件和确认位之后的 SCL 信号上升时间	标准模式	20 + 0.1 C_B	1000	ns
		快速模式	20 + 0.1 C_B	300	ns
		快速+ 模式		120	ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	10	80	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	20	160	ns
t_{FCL}	SCL 信号的下降时间	标准模式	20 + 0.1 C_B	300	ns
		快速模式		300	ns
		快速+ 模式		120	ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	10	40	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	20	80	ns

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 I²C 接口时序要求（续）

参数		TPS6286Bxx 测试条件	最小值	最大值	单位
t_{RDA}	SDA 信号的上升时间	标准模式		1000	ns
		快速模式	20 + 0.1 C_B	300	ns
		快速+ 模式		120	ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	10	80	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	20	160	ns
t_{FDA}	SDA 信号的下降时间	标准模式		300	ns
		快速模式	20 + 0.1 C_B	300	ns
		快速+ 模式		120	ns
		高速模式，C_B – 最大 100pF	10	80	ns
		高速模式，C_B – 最大 400pF	20	160	ns
t_{SU}、t_{STO}	停止条件的建立时间	标准模式	4		µs
		快速模式	600		ns
		快速+ 模式	260		ns
		高速模式	160		ns
C_B	SDA 和 SCL 的容性负载	标准模式		400	pF
		快速模式		400	pF
		快速+ 模式		550	pF
		高速模式		400	pF

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性

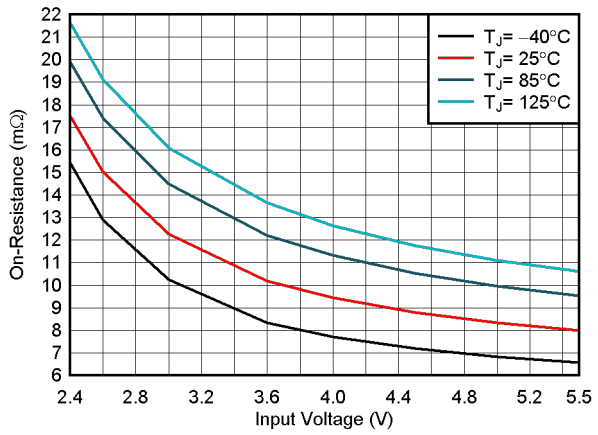


图 6-1. 高侧 FET 导通电阻 $R_{DS(on)}$

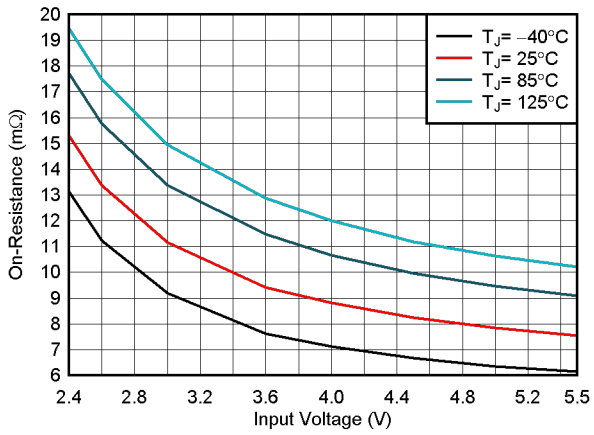


图 6-2. 低侧 FET 导通电阻 $R_{DS(on)}$

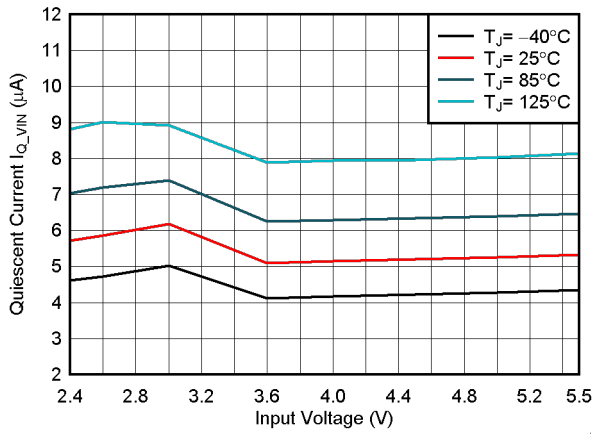


图 6-3. 流入 V_{IN} 的静态电流 I_{Q_VIN}

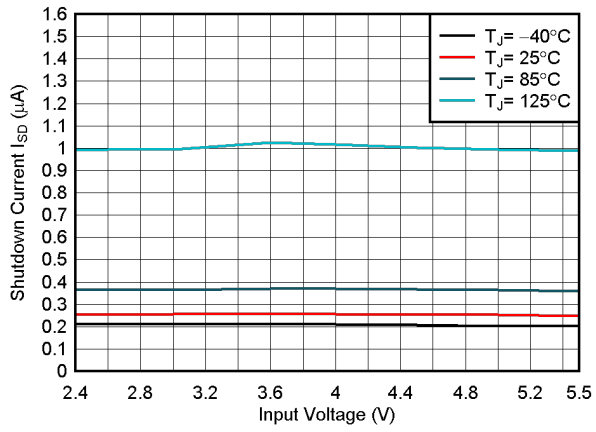


图 6-4. 关断电流 I_{SD}

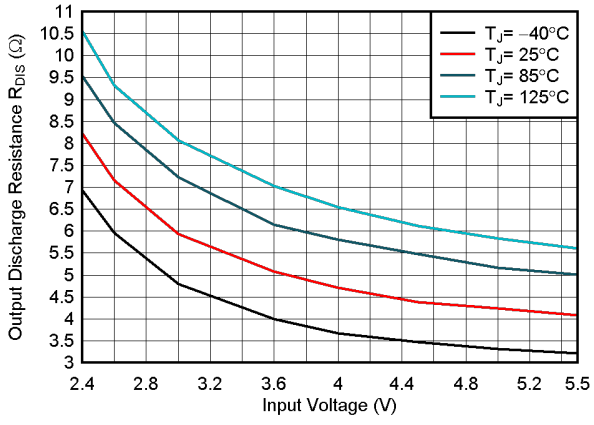


图 6-5. 输出放电电阻 R_{DIS}

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

7.1 概述

TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 同步降压转换器使用 DCS-Control（可无缝转换到省电模式的直接控制）拓扑。此拓扑是一种高级调节拓扑，兼具迟滞和电流模式控制方案的优势。

DCS-Control 拓扑可以在中等负载至重负载条件下以 PWM（脉宽调制）模式运行，也可以在轻负载电流下以省电模式运行。在 PWM 模式下，该转换器以 1.2MHz 的标称开关频率运行，并且在输入电压范围内的频率变化可控。由于 DCS-Control 在单个构建块中同时支持 PWM 和 PFM（脉冲频率调制），因此可以从 PWM 模式无缝转换到省电模式，而不会影响输出电压。这些器件提供出色的直流电压和负载瞬态调节以及极低输出电压纹波。

7.2 功能方框图

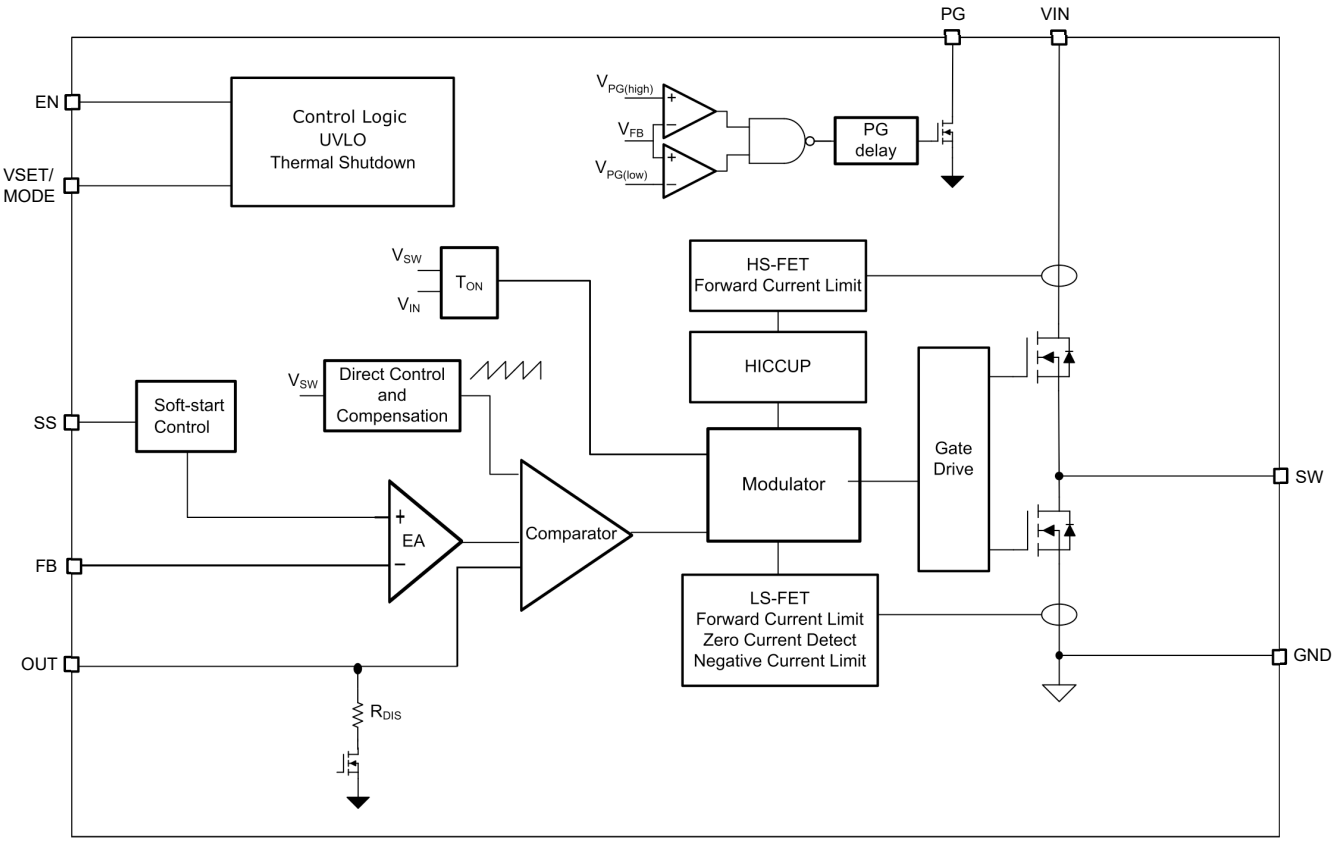


图 7-1. 功能方框图 - FB 版本 (TPS6286Axx)

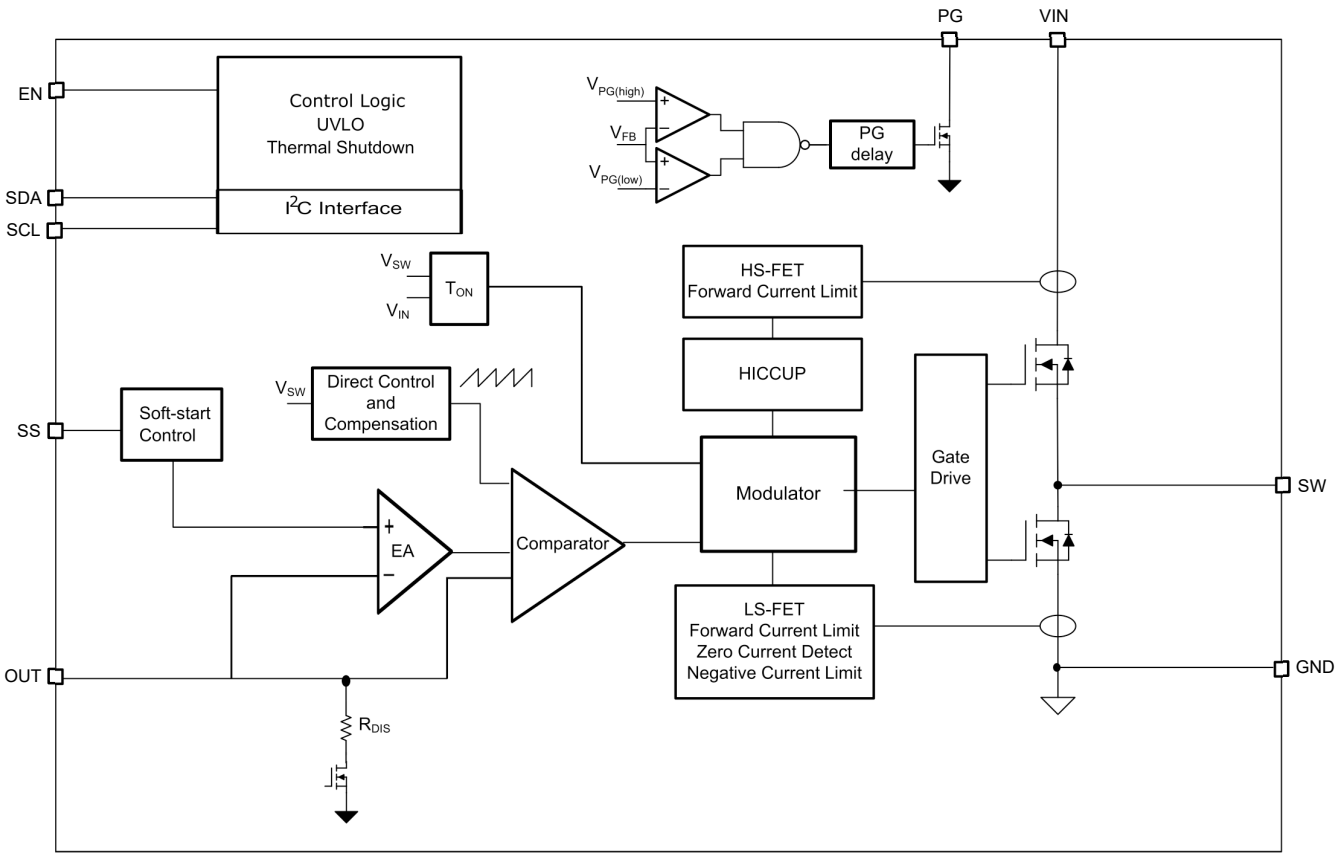


图 7-2. 功能方框图 - I²C 版本 (TPS6286Bxx)

7.3 特性说明

7.3.1 节电模式 (PFM)

随着负载电流减小，器件进入省电模式或脉冲频率调制 (PFM) 工作模式。当电感器电流变得不连续（即电感器电流在一个开关周期内达到 0A）时，会发生 PFM。省电模式基于固定导通时间架构，如以下公式所示。

$$t_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times 833ns \quad (1)$$

在省电模式下，输出电压略高于标称输出电压。可通过增大输出电容器或电感器值来尽量降低此影响。

当 V_{IN} 降低至比 V_{OUT} 高 15%（典型值）时，无论负载电流如何，TP6286Axx 和 TPS6286Bxx 都会进入省电模式。器件在 PWM 模式下保持输出稳压状态。

7.3.2 强制 PWM 模式

器件加电并斜升至 VOUT 后，VSET/MODE 引脚用作数字输入。VSET/MODE 引脚上为高电平时，该器件会进入强制 PWM (FPWM) 模式，并且会在整个负载范围内以恒定的开关频率运行，即使在极轻负载条件下也是如此。这可以降低输出电压纹波，并可对噪声敏感型应用的开关频率进行简单滤波，但会降低轻载时的效率。

通过设置 CONTROL 寄存器中的 Enable FPWM Mode 位，TPS6286Bxx 器件以 FPWM 模式运行。

7.3.3 低压降运行（100% 占空比）

该器件可实现低压降运行，方法是在输入电压接近目标输出电压时，进入 100% 占空比模式。在该模式下，高侧 MOSFET 开关始终开启。该特性在电池供电应用中特别有用，可通过充分利用整个电池电压范围来实现超长的运行时间。可通过以下公式来计算用于维持最小输出电压的最小输入电压：

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

$$V_{IN,MIN} = V_{OUT} + \left(R_{DS(ON)} + R_L\right)I_{OUT,MAX} \quad (2)$$

其中

- $V_{IN,MIN}$ 是用于保持输出电压所需的最小输入电压。
- $I_{OUT,MAX}$ 是最大输出电流。
- $R_{DS(on)}$ 是高侧 FET 导通电阻。
- R_L 是电感器欧姆电阻 (DCR)。

7.3.4 软启动

启用器件后，在器件开始开关之前会有启用延迟 (t_{delay})。在启用延时之后，如果 SS 引脚未连接，则内部软启动电路将控制输出电压斜升，TPS6286A06 的斜升周期为 1.5ms (t_{Ramp})，TP6286A08、TPS6286A10、TPS6286B08 和 TPS6286B10 的斜升周期为 500µs。将 SS 引脚保持断开连接状态可提供超快的启动斜升。软启动可避免过大的浪涌电流并实现平稳的输出电压斜升，同时还可防止原电池和具有高内部阻抗的可充电电池出现过度压降。在软启动期间，SS 与 GND 之间连接的外部软启动电容器由内部电流源提供 20µA 充电电流，直到达到 0.9V 的基准电压。因此，设置特定斜坡时间 (t_{RAMP}) 所需的电容是：

$$C_{SS} = \frac{20\mu A \times t_{ramp}[ms]}{0.9V} \quad (3)$$

如果器件设置为关断 (EN = GND)、欠压锁定或热关断，则内部电阻器会将 SS 引脚下拉至 GND。从这些状态返回会导致新的启动序列。

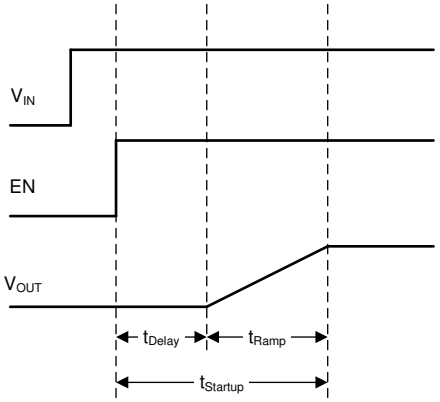


图 7-3. 启动序列

该器件能够启动至预偏置输出电容器。器件以施加的偏置电压启动，并使输出电压斜升至标称值。

7.3.5 开关电流限制和断续短路保护

开关电流限值可防止器件出现高电感器电流和从电池或输入电压轨汲取过大的电流。在电感器短路、饱和或者输出电路重载或短路的情况下，会产生过大的电流。如果电感器电流逐周期达到 I_{LIM}，则高侧 MOSFET 会关断，低侧 MOSFET 会导通，而电感器电流斜降至低侧 MOSFET 电流限值。

当高侧 MOSFET 电流限制触发 32 次时，该器件将停止开关。在经过 128 µ s 的典型延迟时间后，器件会通过软启动来自动重新启动。HICCUP 短路保护电路会重复此模式，直到高负载条件消失。

对于 TPS6286Bxx 器件，可以通过向 CONTROL 寄存器中的 Enable HICCUP 位写入 0 来禁用 HICCUP 短路保护。禁用断续会将过流保护更改为锁存保护。在高侧 MOSFET 电流限值触发 32 次后，器件停止开关。开关 EN 引脚，去除并重新施加输入电压，或写入 CONTROL 寄存器的“软件启用器件”位可取消器件的锁存。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.6 欠压锁定

为了避免器件在低输入电压下误操作，当输入电压低于 V_{UVLO} 时，将实施欠压锁定 (UVLO)。器件停止开关，输出电压放电激活。当输入电压恢复时，器件会通过软启动自动恢复运行。

对于 TPS6286Bxx，当输入电压低于 UVLO 下降阈值时，STATUS 寄存器中的 UVLO 位会置位。当输入电压低于 1.8V（典型值）时，所有寄存器都会复位。

7.3.7 热警告和热关断

当结温超过 T_{JSD} 时，器件进入热关断状态，停止开关并激活输出电压放电。当器件温度降至比阈值低迟滞值时，器件将通过内部软启动自动恢复正常运行。在热关断期间，内部寄存器值会保留。

对于 TPS6286Bxx，当结温上升到 T_{JW} 时，器件会在 STATUS 寄存器中给出预警指示。器件继续运行。

7.4 器件功能模式

7.4.1 启用和禁用 (EN)

可以通过将 EN 引脚设置为逻辑高电平来启用器件。在关断模式（EN = 低电平）下，内部电源开关和整个控制电路均关断。在关断模式下，内部开关通过 OUT 引脚使输出平稳放电。请勿将 EN 引脚悬空。

7.4.2 输出放电

输出放电功能的目的是在禁用器件时确保输出电压按照既定设置降低，并将输出电压维持至接近 0V。如果输入电压低于 UVLO 阈值或在热关断期间，当 EN 引脚拉至低电平时，输出放电会激活。在输入电压低至 1.6V（典型值）时放电仍活跃。

7.4.3 电源正常 (PG)

该器件具有一个开漏电源正常引脚，此引脚指定为可灌入高达 1mA 的电流。电源正常输出需要使用一个连接到任何低于 5.5V 的电压轨的上拉电阻器。PG 具有 34µs 的抗尖峰脉冲延迟。

通过将 PG 信号连接到其他转换器的 EN 引脚，可以使用 PG 信号对多个电源轨进行时序控制。未使用 PG 引脚时，应使其保持未连接。

表 7-1. PG 功能表

器件条件		PG 引脚
启用	$0.9 \times V_{OUT_NOM} \leq V_{OUT} \leq 1.1 \times V_{OUT_NOM}$	高阻态
	$V_{OUT} < 0.9 \times V_{OUT_NOM}$ or $V_{OUT} > 1.1 \times V_{OUT_NOM}$	低
关断	EN = 低电平	低
热关断	$T_J > T_{JSD}$	低
UVLO	$1.8V < V_{IN} < V_{UVLO}$	低
电源移除	$V_{IN} < 1.8V$	未定义

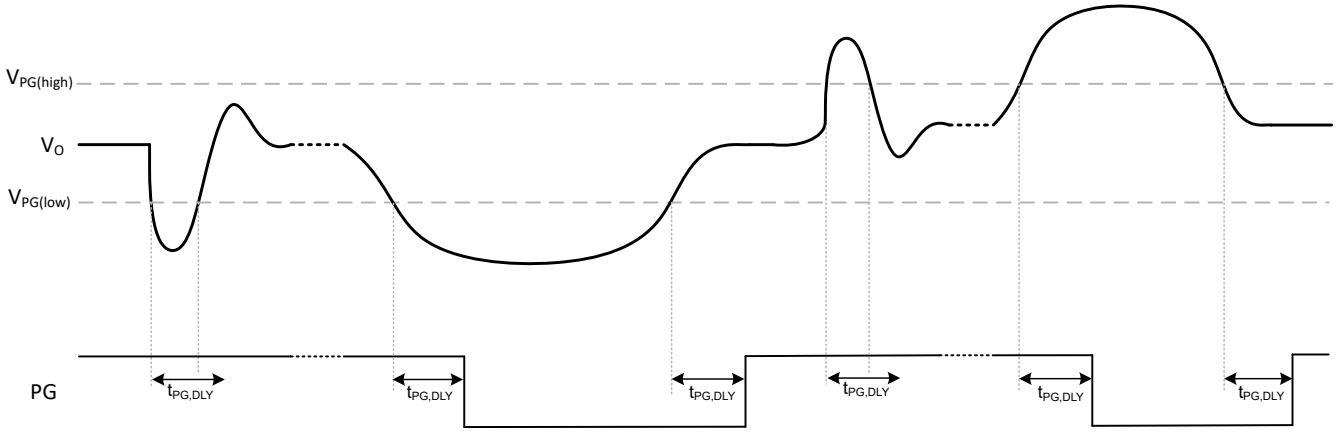


图 7-4. 电源正常瞬态和延迟行为

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.4.4 电压设置和模式选择 (VSET/MODE) - TPS6286Axx 系列器件

TPS6286Axx 系列器件可根据各个单独应用的需求配置为可调节输出电压或固定输出电压。因为一个器件型号可包含多个固定输出电压选项和可调输出电压选项，此特性简化了大规模生产期间的物流管理。

在启用延迟 (t_{Delay}) 期间，由通过内部 R2D（电阻到数字）转换器连接到 VSET/MODE 引脚的外部电阻器来设置器件配置。表 7-2 给出了这些选择。这样会将误差放大器 (EA) 的正极输入配置为 VFB 电压（典型值为 0.6V）或所选的输出电压。

表 7-2. 电压选择表

VSET/MODE 引脚上的电阻器（E96 系列，±1% 精度，200ppm/°C 或更小）	固定或可调输出电压
249kΩ 或逻辑高电平	可调（通过 FB 引脚上的电阻分压器）
205kΩ	1.60V
162kΩ	1.50V
133kΩ	1.35V
105kΩ	1.20V
86.6kΩ	保留
68.1kΩ	1.00V
56.2kΩ	0.90V
44.2kΩ	0.85V
36.5kΩ	0.80V
28.7kΩ	0.70V
23.7kΩ	0.60V
18.7kΩ	0.50V
15.4kΩ	0.45V
12.1kΩ	0.40V
10kΩ 或逻辑低电平	可调（通过 FB 引脚上的电阻分压器）

R2D 转换器具有一个向外部电阻器施加电流的内部电流源，以及一个可读回电压电平结果的内部 ADC。根据电平，设置输出电压。此 R2D 转换完成后，关闭电流源以避免电流流过外部电阻器。确保在 R2D 转换期间从该引脚到 GND 的额外漏电流路径小于 20nA 且电容小于 30pF。否则会设置为错误的值。有关更多详细信息，请参阅*在超低电源中使用电阻至数字转换器的优势* 白皮书。

如果器件设置为固定输出电压转换器，则 FB 引脚必须直接连接到输出端。请参阅 图 7-5。

在启动周期 ($t_{Startup}$) 之后，可以选择不同的运行模式。当 VSET/MODE 设置为高电平时，器件处于强制 PWM 模式。否则，VSET/MODE 电阻会将引脚拉至低电平并且器件在省电模式下运行。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

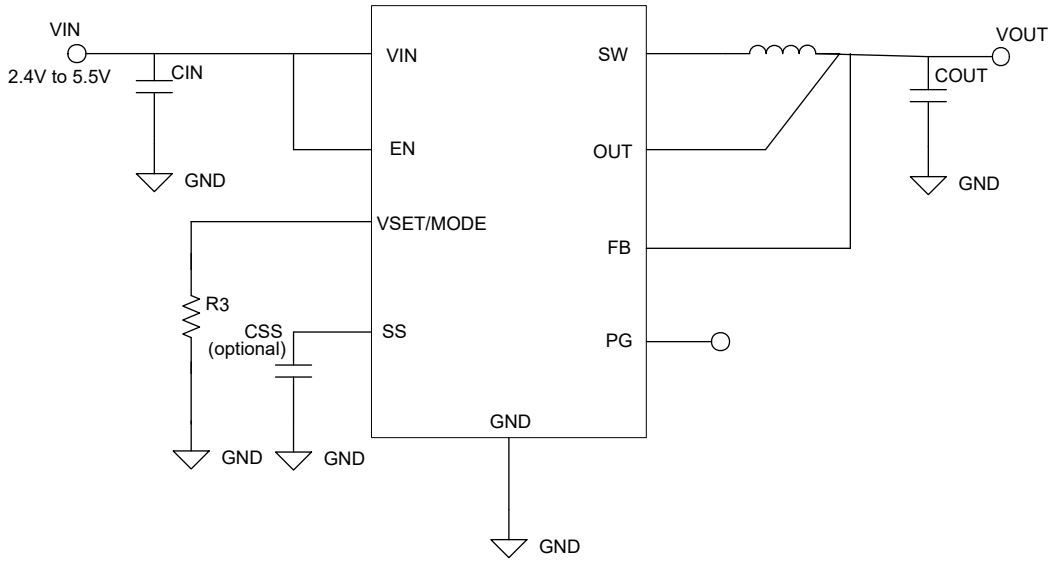


图 7-5. TPS6286Axx 典型应用（固定输出电压）

7.4.5 TPS6286Bxx 器件的启动输出电压

TPS6286Bxx 器件的启动输出电压和 I²C 目标地址根据下表进行了出厂设置。

表 7-3. 器件选项启动输出电压和 I²C 目标地址

器件选项	启动输出电压	I²C 目标地址
TPS6286B08VBMR	0.9V	0x42
TPS6286B10VBMR	0.9V	0x42

7.5 编程

7.5.1 串行接口说明

I²C 是由 Philips Semiconductor（现为 NXP Semiconductor）开发的双线串行接口。总线由数据线 (SDA) 和时钟线 (SCL) 以及上拉结构组成。当总线*空闲*时，SDA 和 SCL 线都被拉至高电平。所有与 I²C 兼容的器件均通过开漏 I/O 引脚、SDA 和 SCL 连接到 I²C 总线。*控制器*器件（通常是微控制器或数字信号处理器）控制总线。控制器负责生成 SCL 信号和器件地址。控制器还会产生指示数据传输开始和停止的特定条件。*目标*器件在控制器器件的控制下通过总线接收和/或发送数据。

器件作为*目标*运行，支持 I²C 总线规范中定义的以下数据传输*模式*：标准模式 (100kbps)、快速模式 (400kbps)、快速+ 模式 (1Mbps) 和高速模式 (3.4Mbps)。该接口增加了电源设计的灵活性，使大多数功能都能够根据瞬时应用要求编程为新值。只要输入电压保持在 1.8V 以上，寄存器内容就会保持不变。

标准模式和快速模式的数据传输协议完全相同；因此，本文档中将这两种模式称为 F/S 模式。高速模式的协议与 F/S 模式不同，前者称为 HS 模式。

TI 建议在 SDA 和 SCL 上拉电压初始上电后，I²C 控制器在 I²C 总线上发出一个停止条件，以便确保 I²C 引擎复位。

7.5.2 标准模式、快速模式和快速+ 模式协议

控制器通过产生启动条件来启动数据传输。启动条件是当 SCL 为高电平时在 SDA 线上发生从高到低的转换，如图 7-6 所示。所有与 I²C 兼容的器件都会识别启动条件。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

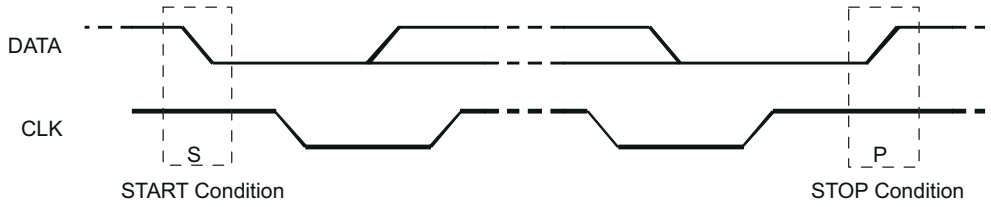


图 7-6. 启动条件和停止条件

控制器随后产生 SCL 脉冲，并在 SDA 线上发送 7 位地址和读取/写入方向位 (R/$\overline{W}$)。在所有传输期间，控制器确保数据有效。有效数据条件要求 SDA 线在时钟脉冲的整个高电平期间保持稳定（请参阅图 7-7）。所有器件都识别控制器发送的地址，并将其与内部固定地址进行比较。只有具有匹配地址的目标器件才会通过在第九个 SCL 周期的整个高电平期间拉低 SDA 线来生成确认（请参阅图 7-8）。在检测到该确认时，控制器便知道已建立与目标器件的通信链路。

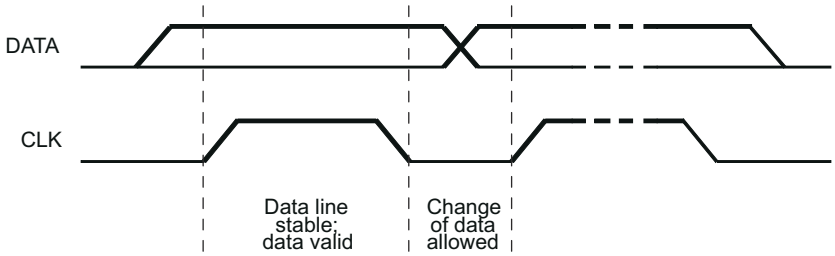


图 7-7. 串行接口上的位传输

控制器产生更多的 SCL 周期，以便向目标器件发送数据（R/$\overline{W}$ 位为 0）或从目标器件接收数据（R/$\overline{W}$ 位为 1）。在任一种情况下，接收器都需要确认发送器发送的数据。因此，响应信号可由控制器或目标产生，具体取决于哪个是接收器。9 位有效数据序列包含 8 个数据位和 1 个确认位，可根据需要继续。

为了用信号指示数据传输结束，控制器通过在 SCL 线处于高电平期间将 SDA 线从高电平拉低来产生停止条件（请参阅图 7-6）。此操作将释放总线并停止与寻址的目标器件之间的通信链路。所有与 I^2C 兼容的器件都必须识别停止条件。在收到停止条件后，所有器件都知道总线已释放，并等待启动条件，接着是匹配的地址。

尝试从本节中未列出的寄存器地址读取数据会导致读出 0x00。

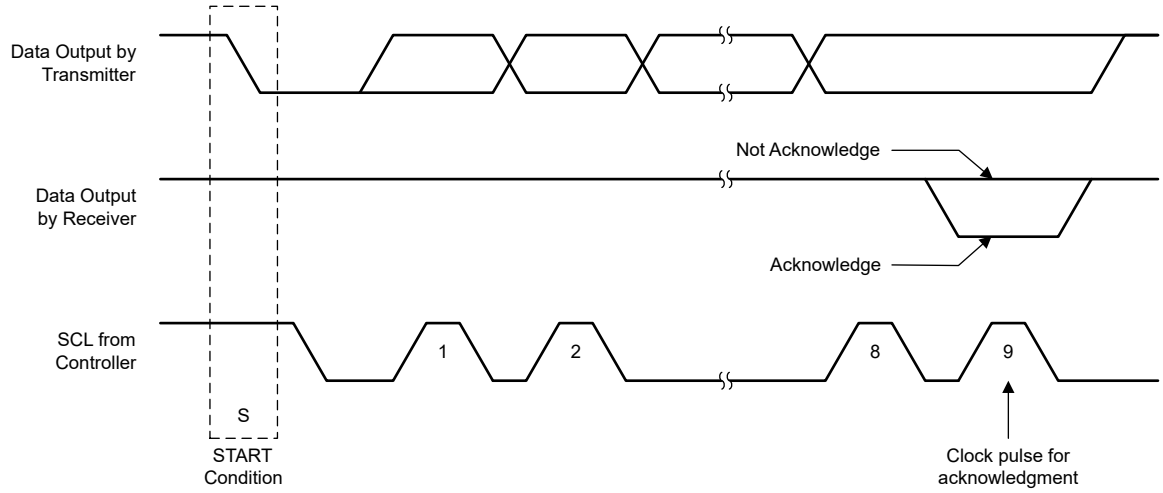


图 7-8. I^2C 总线上的确认

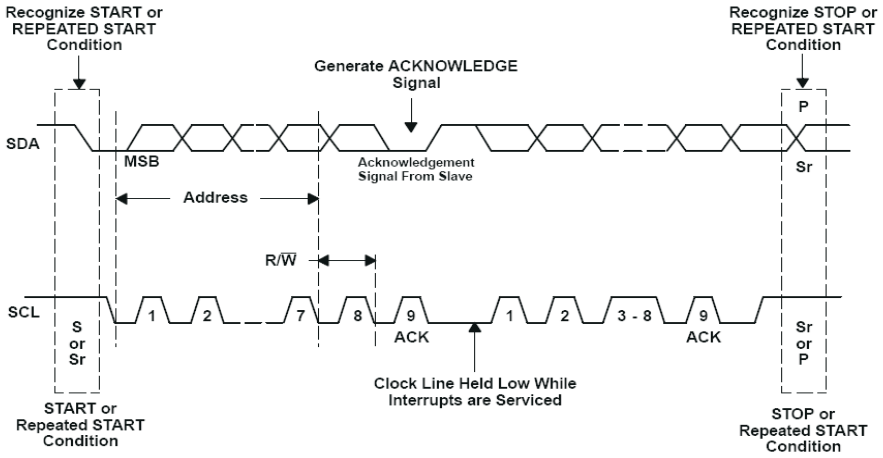


图 7-9. 总线协议

7.5.3 HS 模式协议

控制器生成一个启动条件，后跟一个有效的串行字节，其中包含 HS 控制器代码 00001XXX。该传输以 F/S 模式进行，速率不超过 400kbps。任何器件都不允许确认 HS 控制器代码，但所有器件都必须识别该 HS 控制器代码并切换内部设置以支持 3.4Mbps 运行。

然后，控制器生成*重复启动条件*（重复启动条件与启动条件具有相同的时序）。在这个重复的启动条件之后，协议与 F/S 模式一致，除非允许高达 3.4Mbps 的传输速度。停止条件结束 HS 模式并切换目标器件的所有内部设置以支持 F/S 模式。必须使用重复启动条件来确保总线处于 HS 模式，而不是使用停止条件。

尝试从本节中未列出的寄存器地址读取数据会导致读出 0x00。

7.5.4 I²C 更新序列

该序列需要一个启动条件、一个有效的 I²C 目标地址、一个寄存器地址字节和一个用于单次更新的数据字节。在收到每个字节之后，器件通过在单个时钟脉冲的高电平周期内将 SDA 线拉至低电平来进行确认。一个有效的 I²C 地址字节选择器件。该器件在 LSB 字节之后的响应信号下降沿执行更新。



图 7-10. 标准、快速和快速+ 模式下的“写入”数据传输格式

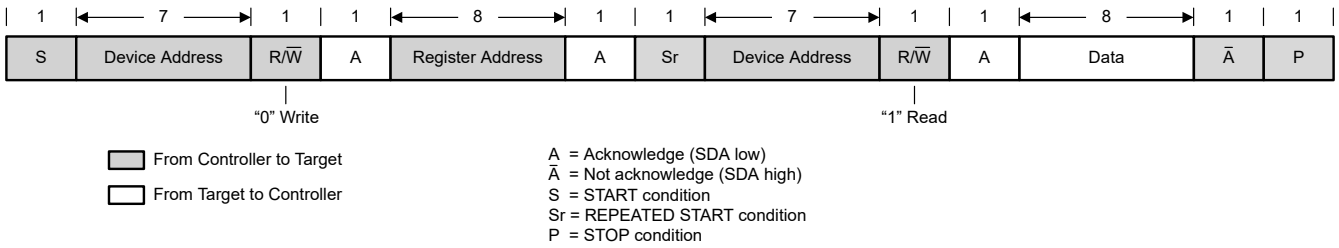


图 7-11. 标准、快速和快速+ 模式下的“读取”数据传输格式

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

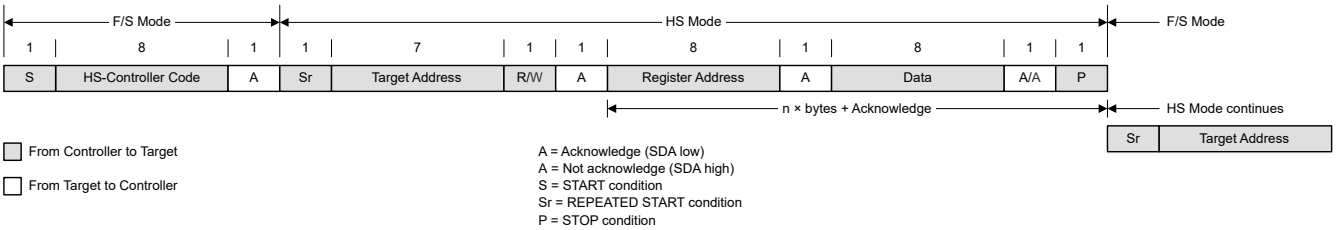


图 7-12. HS 模式下的数据传输格式

7.5.5 I²C 寄存器复位

I²C 寄存器可通过以下方式复位：

- 将输入电压拉至 1.8V (典型值) 以下
- EN 上的高电平到低电平转换
- 设置 CONTROL 寄存器中的 Reset 位。当 Reset 设置为 1 时，所有寄存器均复位为默认值，并立即开始新的启动。在 t_{Delay} 之后，可以再次对 I²C 寄存器进行编程。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 寄存器映射

表 8-1. 寄存器映射

寄存器地址（十六进制）	寄存器名称	出厂默认值（十六进制）	说明
0x01	V_{OUT} 寄存器	0x64	设置目标输出电压
0x03	CONTROL 寄存器	0x6F	设置其他配置位
0x05	STATUS 寄存器	0x00	返回状态标志

8.1 目标地址字节

7	6	5	4	3	2	1	0
1	x	x	x	x	x	x	R/$\overline{W}$

目标地址字节 (0x42h) 是在启动条件之后从控制器器件接收的第一个字节。

8.2 寄存器地址字节

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	D2	D1	D0

成功确认目标地址后，总线控制器向器件发送一个字节，其中包含要访问的寄存器地址。

8.3 V_{OUT} 寄存器

表 8-2. V_{OUT} 寄存器说明

寄存器地址 0x01 读取/写入			
位	字段	值（十六进制）	输出电压（典型值）
7:0	VO1_SET	0x00	400mV
		0x01	405mV
		...	
		0x64	900mV（默认值）
		...	
		0xFE	1670mV
		0xFF	1675mV

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.4 CONTROL 寄存器

表 8-3. CONTROL 寄存器说明

寄存器地址 0x03 读取/写入				
位	字段	类型	默认值	说明
7	复位	R/W	0	1 - 将所有寄存器复位为默认值。
6	在输出电压变化时启用 FPWM 模式	R/W	1	0 - 在输出电压变化时保持当前模式状态 1 - 在输出电压变化时强制器件处于 FPWM 模式。
5	软件启用器件	R/W	1	0 - 禁用器件。所有寄存器值仍保持不变。 1 - 通过新的启动过程重新启用器件，不用等待 t_{Delay} 时间。
4	启用 FPWM 模式	R/W	0	0 - 在轻负载时将器件设置为节能模式。 1 - 在轻负载时将器件设置为强制 PWM 模式。
3	启用输出放电	R/W	1	0 - 禁用输出放电。 1 - 启用输出放电。
2	启用 HICCUP	R/W	1	0 - 禁用 HICCUP。启用锁存保护。 1 - 启用 HICCUP。禁用锁存保护。
0:1	电压斜坡速度	R/W	11	00 - 20mV/µs（0.25µs/步长） 01 - 10mV/µs（0.5µs/步长） 10 - 5mV/µs（1µs/步长） 11 - 1mV/µs（5µs/步长，默认值）

8.5 STATUS 寄存器

表 8-4. STATUS 寄存器说明

寄存器地址 0x05 只读(1)				
位	字段	类型	默认值	说明
7:5	保留			
4	热警告	R	0	1：结温高于 130°C。
3	断续	R	0	1：器件出现一次 HICCUP 状态。
2	保留			
1	保留			
0	UVLO	R	0	1：输入电压低于 UVLO 阈值（下降沿）。

(1) 所有位值均锁存，直至器件复位或读取 STATUS 寄存器。然后，STATUS 寄存器复位为默认值。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

9.1 应用信息

以下部分介绍了外部元件的设计，通过使用典型应用作为参考来完成多个输入和输出电压选项的电源设计。

9.2 典型应用

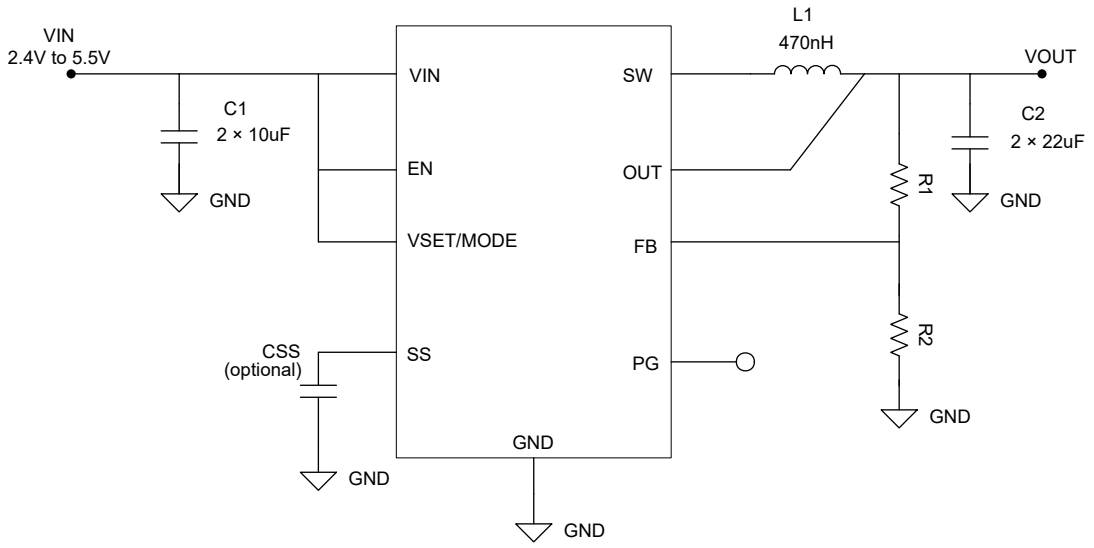


图 9-1. 典型应用电路 - TPS6286A06

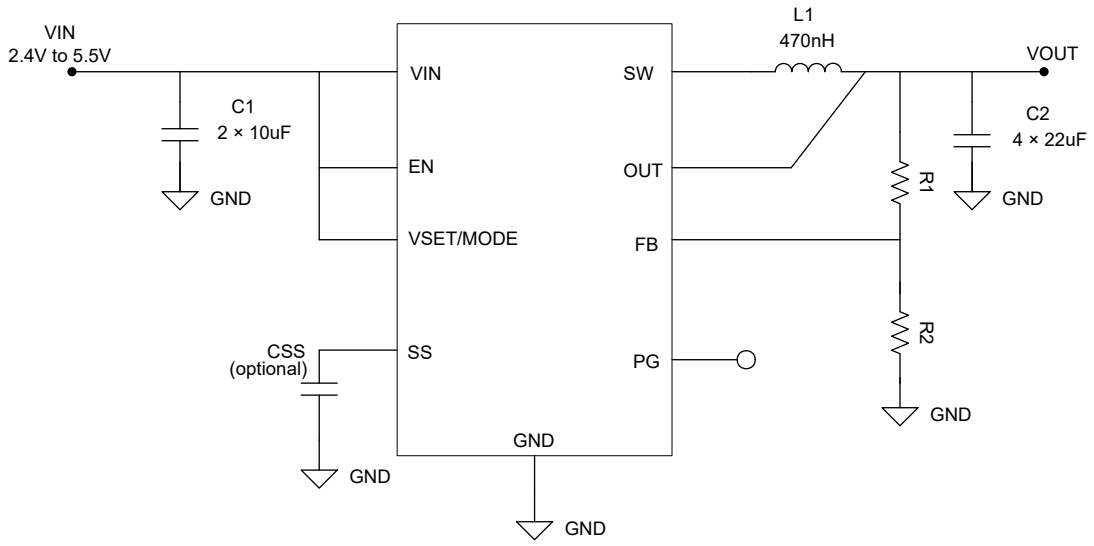


图 9-2. 典型应用电路 - TPS6286A10

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

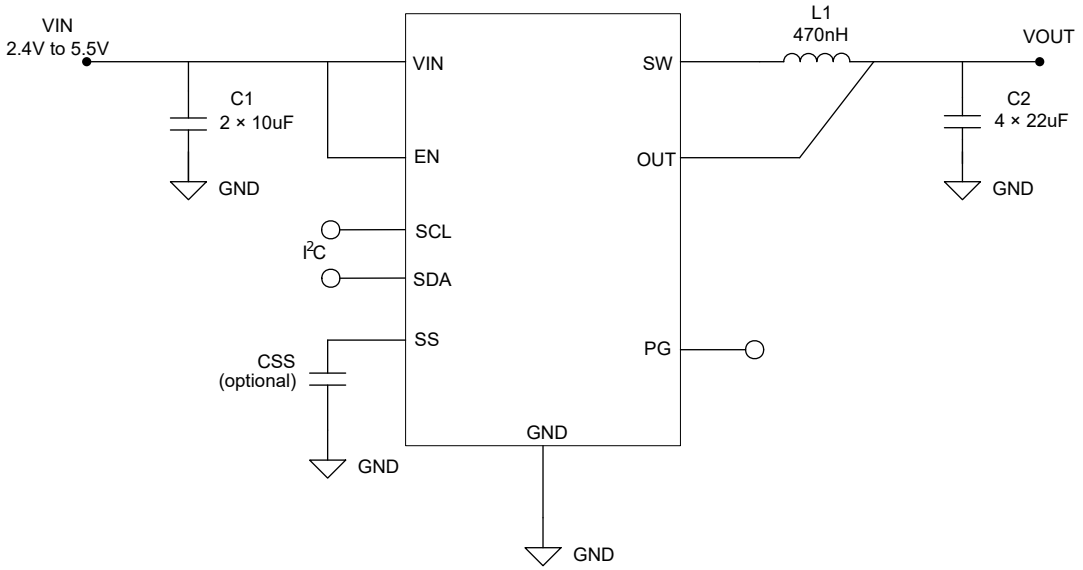


图 9-3. 典型应用电路 - TPS6286B10

9.2.1 设计要求

本设计示例使用表 9-1 中所列的参数作为输入参数。

表 9-1. 设计参数

设计参数	示例值
输入电压	2.4V 至 5.5V
输出电压	1.2V
最大输出电流	10A

表 9-2 列出了该示例中使用的元件。

表 9-2. 元件列表

基准	说明	制造商(1)
C1	电容器，陶瓷，10uF，10V，+/–10%，X7R，0805，GCM21BR71A106KE22L	MURATA
C2	电容器，陶瓷，22uF，10V，+/–20%，X7R，0805，GRM21BZ71A226ME15L	MURATA
L1	470nH 屏蔽模压电感器，15.7A，3.7mΩ，XGL5020-471MEC	Coilcraft
CSS	开路	不限
R1	100kΩ，片式电阻器，1/16W，1%，尺寸 0402	Std
R2	100kΩ，片式电阻器，1/16W，1%，尺寸 0402	Std

(1) 请参阅*第三方产品* 免责声明。

9.2.2 详细设计过程

9.2.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

点击此处，使用 TPS6286A10、TPS6286A08 和 TPS6286A06 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

点击此处，使用 TPS6286B10 和 TPS6286B08 器件并借助 WEBENCH Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WEBENCH。

9.2.2.2 设置输出电压

在 VSET/MODE 引脚设置为高电平或低电平的情况下，可根据方程式 4 使用外部电阻分压器设置可调输出电压：

$$R_1 = R_2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1\right) = R_2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{0.6V} - 1\right) \quad (4)$$

为保持反馈 (FB) 网络免受噪声影响，请将 R2 设置为 100kΩ 或更小值，以使分压器中的电流至少为 6μA。如 *直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项 技术简介*中所述，FB 电阻器值越低，抗噪性越好，但轻负载效率越低。

选择固定输出电压时，将 FB 引脚直接连接到输出端。不需要 R1 和 R2，因为 V_{OUT} 通过 VSET/MODE 引脚上的电阻器来设置。从表 7-2 的列表中选择建议的电阻值。

9.2.2.3 输出滤波器设计

电感器和输出电容器共同用作一个低通滤波器。为简化此过程，表 9-3 和 表 9-4 列出了适合大多数应用的可能电感器和电容器值组合。选中的单元格表示相应组合已通过仿真和实验室测试证明具有稳定性。必须为每个单独的应用检查更多的组合。

表 9-3. TPS6286A06 输出电容器和电感器组合表

标称 L [μH](2)	标称 C_{OUT} [μF](3)		
	2 × 22 或 47	3 × 22	150
0.47	+(1)	+(4)	+

(1) 此 LC 组合是标准值，推荐用于大多数应用。
(2) 预计会有电感器容差和电流降额。有效电感介于 20% 和 -30% 之间。
(3) 预计会有电容容差和偏置电压降额。有效电容介于 30μF 至 200μF 之间。
(4) TI 建议在 V_{OUT}>1.6V 的情况下采用这种 LC 组合方法

表 9-4. TPS6286A08、TPS6286A10、TPS6286B08 和 TPS6286B10 输出电容器和电感器组合表

标称 L [μH](2)	标称 C_{OUT} [μF](3)		
	4 × 22 或 2 × 47	3 × 47	150
0.47	+(1)	+	+

(1) 此 LC 组合是标准值，推荐用于大多数应用。
(2) 预计会有电感器容差和电流降额。有效电感介于 20% 和 -30% 之间。
(3) 预计会有电容容差和偏置电压降额。有效电容介于 55μF 至 200μF 之间。

9.2.2.4 电感器选型

电感器选型的主要参数是电感值，其次是电感器的饱和电流。为了计算静态负载条件下的最大电感器电流，提供了以下公式。

$$I_{L,MAX} = I_{OUT,MAX} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (5)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

$$\Delta I_L = V_{OUT}\left(\frac{1-\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}}{L \times f_{SW}}\right) \quad (6)$$

其中

- $I_{OUT,MAX}$ 是最大输出电流
- ΔI_L 是电感电流纹波
- f_{SW} 是开关频率
- L 是电感器值

TI 建议为电感器选择一个大约比 $I_{L,MAX}$ 高 20% 至 30% 的饱和电流。此外，在选择合适的电感器时，还必须考虑直流电阻和尺寸。表 9-5 列出了推荐的电感器。

表 9-5. 推荐电感器列表

电感 [µH](1)	电流额定值 [A]	尺寸 [长 × 宽 × 高 mm]	直流电阻 [mΩ]	器件型号
0.47	15.7	5.48 × 5.28 × 2	3.7	Coilcraft，XGL5020-471ME
0.47	17.1	4.3 × 4.3 × 3	3.9	Wuerth Elektronik，744393240047
0.47	13.4	4 × 4 × 2	4.2	Coilcraft，XGL4020-471ME
0.47	12.7	4.1 × 4.1 × 2	7	Wuerth Elektronik，744383560047HT

(1) 请参阅*第三方产品* 免责声明。

9.2.2.5 电容器选型

输入电容器是转换器的低阻抗能量源，有助于实现稳定运行。TI 建议使用低 ESR 多层陶瓷电容器以实现出色滤波效果，并必须将其放置在 VIN 和 GND 之间尽可能靠近这些引脚的位置。对于大多数应用，10 µF *有效*[1] 电容就足够了，但是，电容值越大，输入电流纹波就越小。

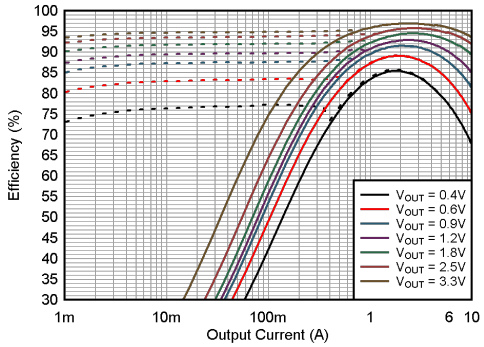
该器件的架构允许使用具有低等效串联电阻 (ESR) 的微型陶瓷输出电容器。这些电容器提供低输出电压纹波，推荐使用。为了在高频下保持低电阻值并在温度变化时使电容具有窄变化幅度，TI 建议使用 X7R 或 X5R 电介质电容器。在不超过 6A 的输出电流下运行时，建议的典型输出电容值为 30 µF *有效* 电容。在不超过 10A 的输出电流下运行时，建议的典型输出电容值为 55 µF *有效* 电容。电容器的值超过 200µF 会降低转换器的环路稳定性。

[1] 有效电容是指考虑了容差、温度和直流偏置效应后的电容。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

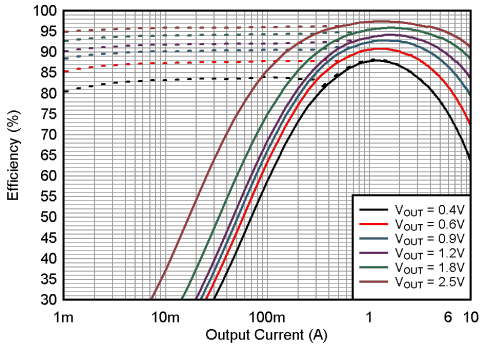
9.2.3 应用曲线

V_{IN} = 5.0V，V_{OUT} = 1.2V，T_A = 25°C，BOM = 表 9-2（除非另有说明）。实线显示 FPWM 模式，虚线显示 PFM。



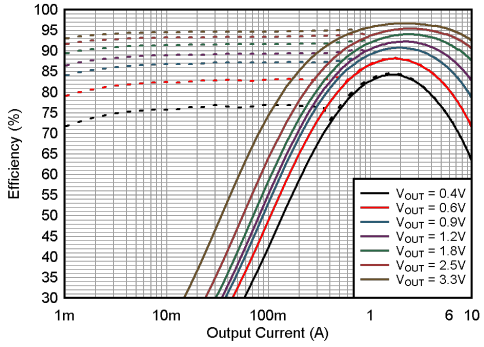
V_{IN} = 5V　T_A = 25°C　PFM 和 FPWM

图 9-4. 效率与输出电流之间的关系



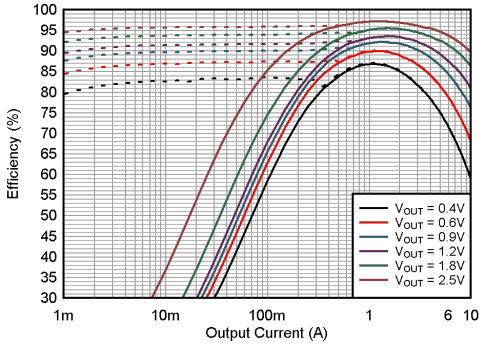
V_{IN} = 3.3V　T_A = 25°C　PFM 和 FPWM

图 9-5. 效率与输出电流之间的关系



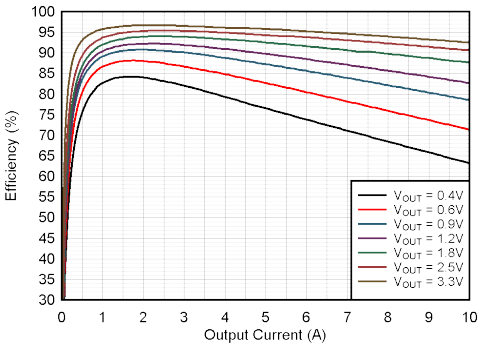
V_{IN} = 5V　T_A = 85°C　PFM 和 FPWM

图 9-6. 效率与输出电流之间的关系



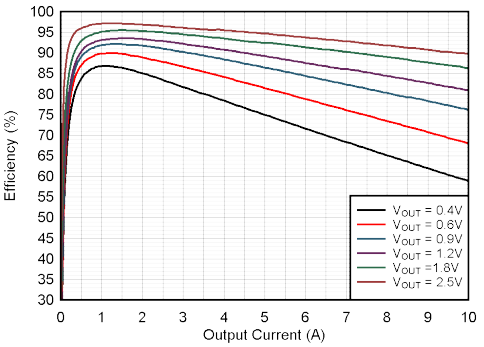
V_{IN} = 3.3V　T_A = 85°C　PFM 和 FPWM

图 9-7. 效率与输出电流之间的关系



V_{IN} = 5V　T_A = 85°C　FPWM

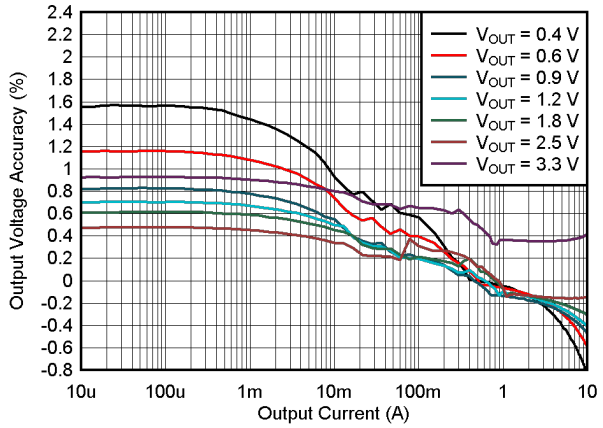
图 9-8. 效率与输出电流之间的关系



V_{IN} = 3.3V　T_A = 85°C　FPWM

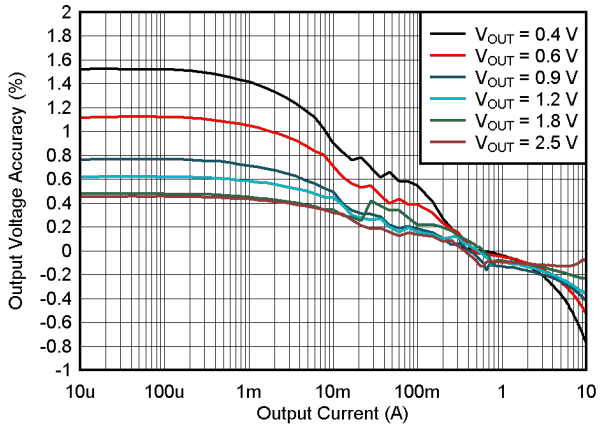
图 9-9. 效率与输出电流之间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



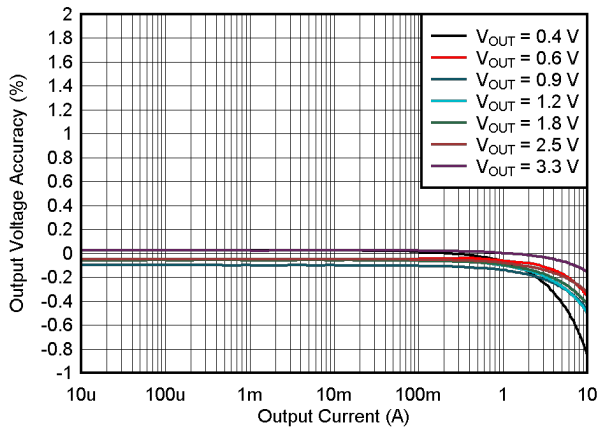
V_{IN} = 5V T_A = 25°C PFM

图 9-10. 负载调整率



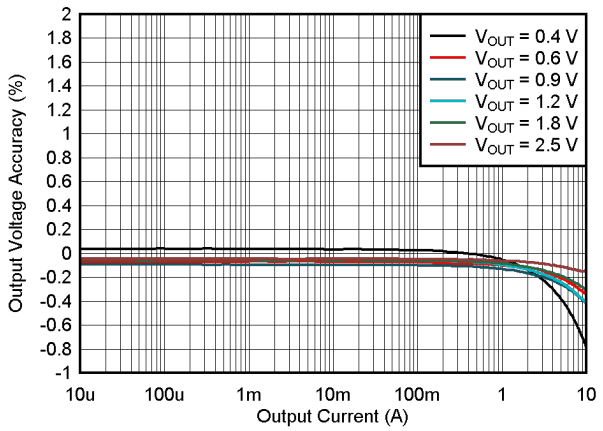
V_{IN} = 3.3V T_A = 25°C PFM

图 9-11. 负载调整率



V_{IN} = 5V T_A = 25°C FPWM

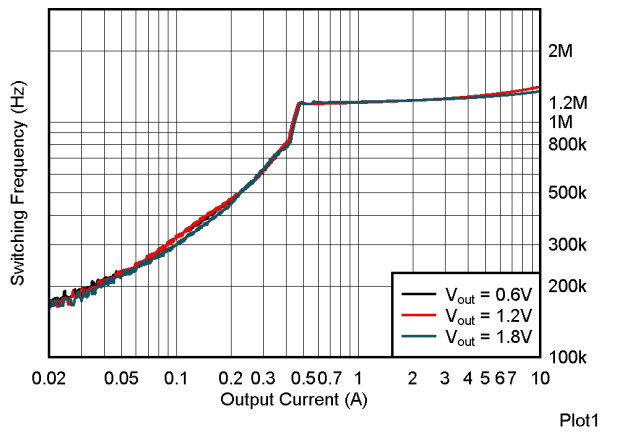
图 9-12. 负载调整率



V_{IN} = 3.3V T_A = 25°C FPWM

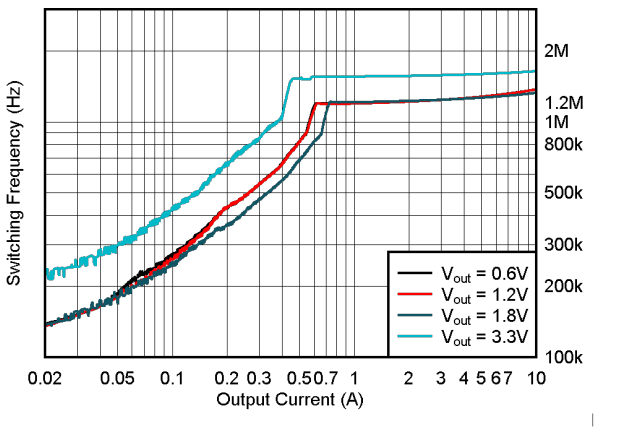
图 9-13. 负载调整率

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



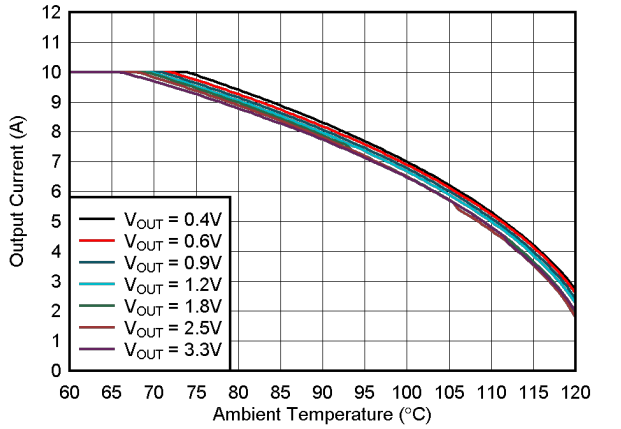
V_{IN} = 3.3V T_A = 25°C PFM

图 9-14. 开关频率



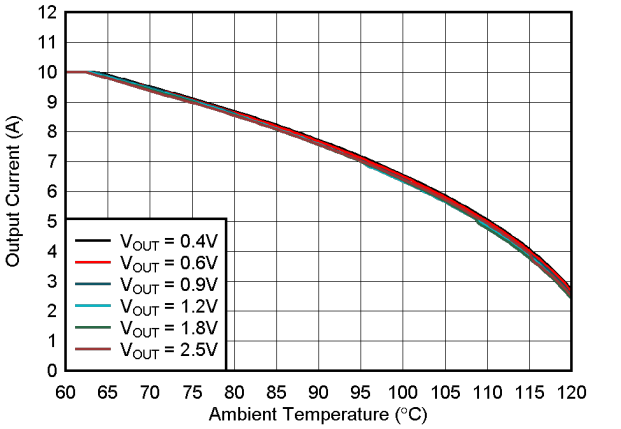
V_{IN} = 5.0V T_A = 25°C PFM

图 9-15. 开关频率



V_{IN} = 5.0V $R_{\theta JA}$ = 43.2°C/W T_{JMAX} = 125°C

图 9-16. 安全工作区



V_{IN} = 3.3V $R_{\theta JA}$ = 43.2°C/W T_{JMAX} = 125°C

图 9-17. 安全工作区



V_{IN} 从 2.4V 到 5.5V 至 2.4V，1V/μs V_{OUT} = 1.2V 负载 = 10mA

图 9-18. 线路调整



V_{IN} 从 2.4V 到 5.5V 至 2.4V，1V/μs V_{OUT} = 1.2V 负载 = 10A

图 9-19. 线路调整

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 1.2V
BOM = 2 × 22 µ F
PFM，空载

图 9-20. PFM 运行



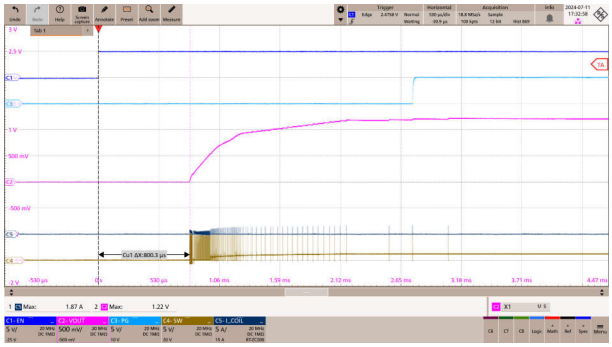
V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 1.2V
BOM = 2 × 22 µ F
FPWM，空载

图 9-21. FPWM 运行



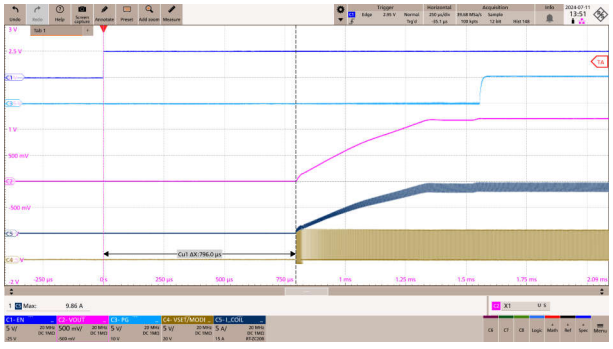
V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 1.2V
BOM = 2 × 22 µ F
FPWM，I_{OUT} = 6A

图 9-22. FPWM 运行



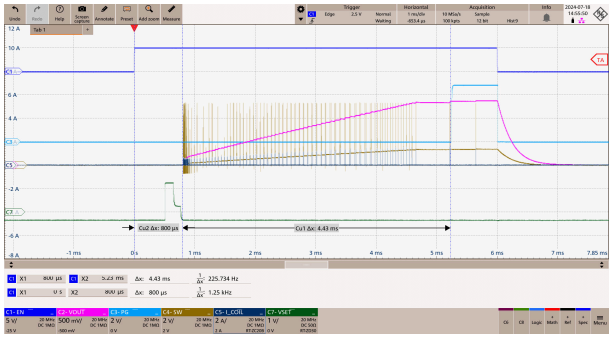
TPS6286A06 V_{OUT} = 1.2V 无负载

图 9-23. 空载启动



TPS6286B10 V_{OUT} = 1.2V 负载 = 10A

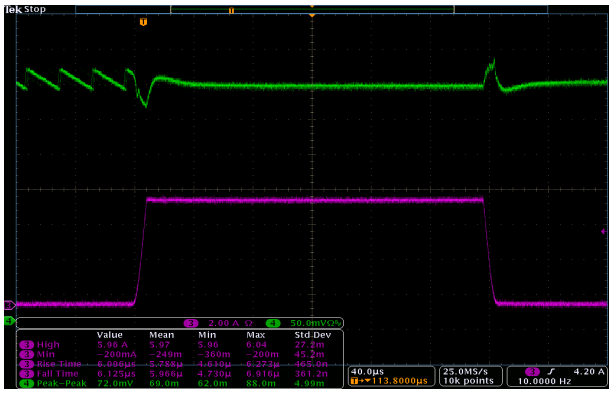
图 9-24. 满载启动



TPS6286B10 V_{OUT} = 1.6V C_{SS} = 100nF

图 9-25. 无负载条件下的外部软启动和关断

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



V_{IN} = 5.0V

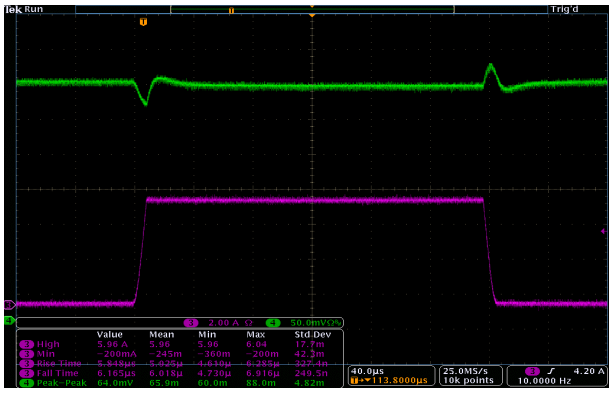
V_{OUT} = 1.2V

TPS6286A06

BOM = 2 × 22 µ F

I_{OUT} = 10mA 至 6A

图 9-26. 负载瞬态 - PFM 运行



V_{IN} = 5.0V

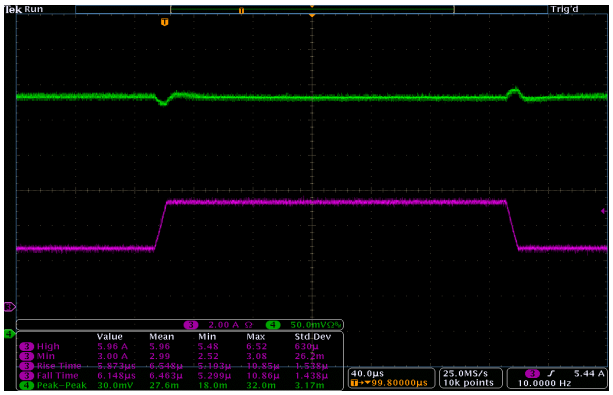
V_{OUT} = 1.2V

TPS6286A06

BOM = 2 × 22 µ F

I_{OUT} = 10mA 至 6A

图 9-27. 负载瞬态 - FPWM 运行



V_{IN} = 5.0V

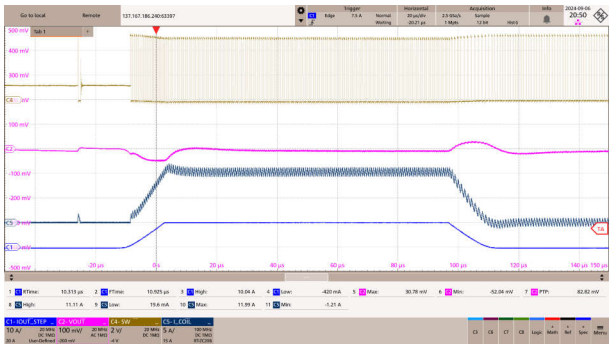
V_{OUT} = 1.2V

TPS6286A06

BOM = 2 × 22 µ F

I_{OUT} = 3A 至 6A

图 9-28. 负载瞬态 - FPWM 运行



V_{IN} = 5.0V

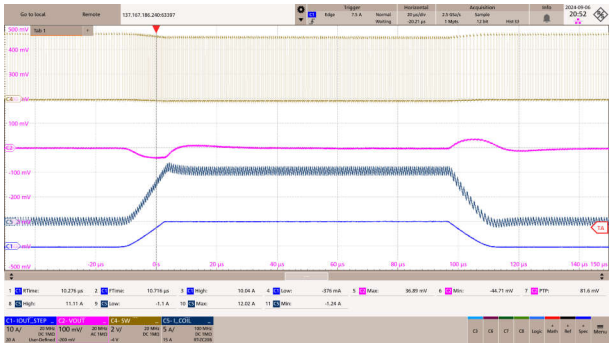
V_{OUT} = 1.2V

TPS6286A10

BOM = 4 × 22 µ F

I_{OUT} = 10mA 至 10A

图 9-29. 负载瞬态 - PFM 运行



V_{IN} = 5.0V

V_{OUT} = 1.2V

TPS6286A10

BOM = 4 × 22 µ F

I_{OUT} = 10mA 至 10A

图 9-30. 负载瞬态 - FPWM 运行



V_{IN} = 5.0V

V_{OUT} = 1.2V

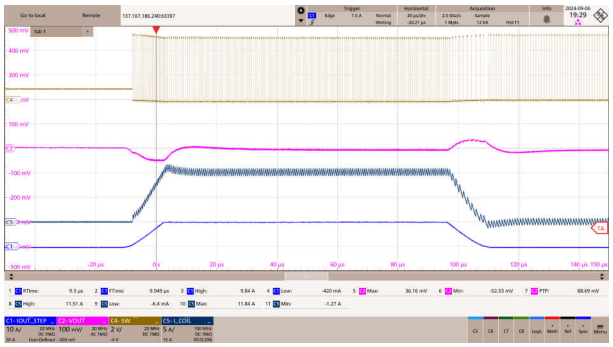
TPS6286A10

BOM = 4 × 22 µ F

I_{OUT} = 4A 至 10A

图 9-31. 负载瞬态 - PFM 运行

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 0.9V
TPS6286A10
BOM = 4 × 22 µ F
I_{OUT} = 10mA 至 10A

图 9-32. 负载瞬态 - PFM 运行



V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 0.9V
TPS6286A10
BOM = 4 × 22 µ F
I_{OUT} = 10mA 至 10A

图 9-33. 负载瞬态 - FPWM 运行



V_{IN} = 5.0V
V_{OUT} = 0.9V
TPS6286A10
BOM = 4 × 22 µ F
I_{OUT} = 4A 至 10A

图 9-34. 负载瞬态 - PFM 运行

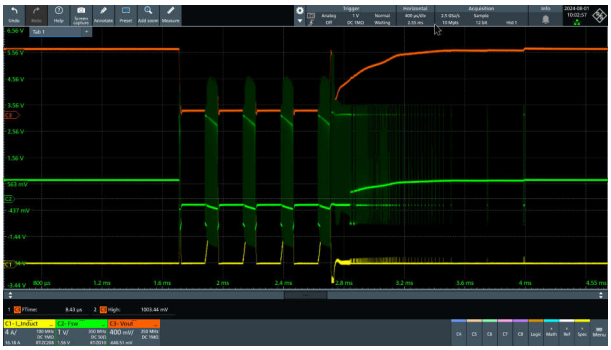


图 9-35. 断续短路保护

9.3 电源相关建议

该器件设计为可在 2.4V 至 5.5V 的输入电源电压范围内运行。请确保输入电源的额定电流足以满足应用需求。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

正确的布局对于任何开关模式电源的运行至关重要，尤其是在高开关频率条件下。为确保实现出色的性能，需要特别注意 TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 器件的 PCB 布局。布局不佳可能会导致线路和负载调节不良、不稳定、EMI 辐射增加和噪声灵敏度等问题。有关一般最佳实践的详细讨论，请参阅*实现降压转换器理想 PCB 布局的五个步骤* 模拟设计期刊。以下是针对 TPS6286Axx 和 TPS6286Bxx 的具体建议：

- 将输入电容器放置在尽可能靠近器件的 VIN 引脚和 GND 引脚的位置上。这是最关键的元件放置方式。将一个或多个输入电容器直接连接到 VIN 和 GND 引脚。
- 将输出电感器靠近 SW 引脚放置。更大限度地减小开关节点上的覆铜区。
- 将输出电容器接地放置在靠近 GND 引脚的位置并直接布线。尽可能缩短电感器与输出电容器之间的连接长度。将 OUT 引脚直接连接到输出电容器。
- 将 FB 电阻器 R1 和 R2 放置在靠近 FB 引脚的位置，并将 R3 放置在靠近 VSET/MODE 引脚的位置，以更大程度地减少噪声拾取。
- 从系统输入电压开始的连接以及到负载的连接越宽越好，以便尽可能减少压降。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

- GND 与输入和输出电容器接地连接之间要有一个实心接地层。

9.4.2 布局示例

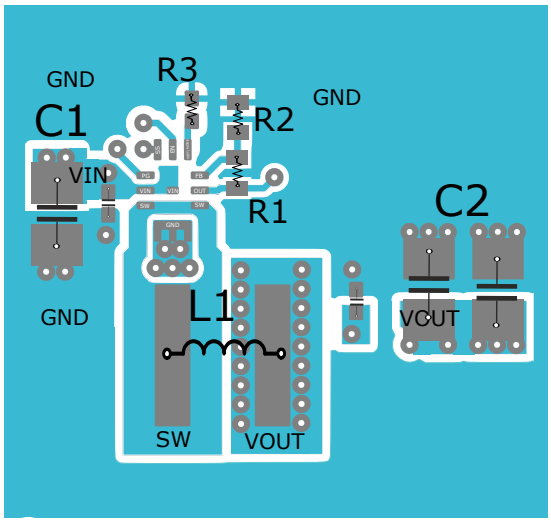


图 9-36. 布局示例 TPS6286Axx

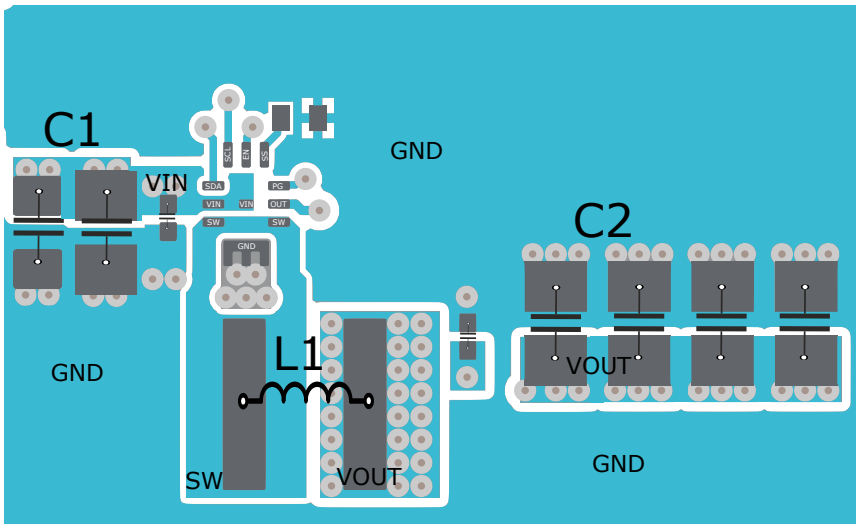


图 9-37. 布局示例 TPS6286Bxx

9.4.2.1 散热注意事项

在遵循了有关元件放置和布线的布局建议后，PCB 设计必须以提高热性能为主。为排出器件运行期间产生的热量，必须仔细考虑散热设计，这一点很重要。器件结温必须保持低于 125°C 的最高额定温度，才能正常运行。

使用宽布线和平面（尤其是连接到 GND 和 VIN 引脚），并使用过孔连接到内部平面以改善设计的功率耗散。如果应用允许，请利用系统中的气流进一步提高冷却效果。

热性能信息 表根据 JEDEC 标准 51-7 提供了器件和封装的热参数。有关每个参数的详细说明，请参阅*半导体和 IC 封装热指标* 应用手册。除了 JEDEC 标准之外，热性能信息表还包含 EVM 的热参数。EVM 更好地反映了实际 PCB 设计，连接到器件的布线较粗。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

10 器件和文档支持

10.1 器件支持

10.1.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

10.1.2 开发支持

10.1.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

点击此处，使用 TPS6286A10、TPS6286A08 和 TPS6286A06 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

点击此处，使用 TPS6286B10 和 TPS6286B08 器件并借助 WEBENCH Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WEBENCH。

10.2 文档支持

10.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*采用 JEDEC PCB 设计的线性和逻辑封装的热特性* 应用手册
- 德州仪器 (TI)，*实现降压转换器理想 PCB 布局的五个步骤* 模拟设计期刊
- 德州仪器 (TI)，*直流/直流转换器中电阻反馈分压器的设计注意事项* 技术简介
- 德州仪器 (TI)，*在超低电源中使用电阻至数字转换器的优势* 白皮书

10.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

10.4 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

10.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

10.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

10.7 术语表

TI 术语表　　本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

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 C (June 2025) to Revision D (November 2026)	Page
• 在*器件选项*表中添加了新的 OPN 和描述	3

Changes from Revision B (March 2025) to Revision C (June 2025)	Page
• 删除了负载瞬态图中的转换率信息	28

Changes from Revision A (November 2024) to Revision B (March 2025)	Page
• 删除了*器件信息*表中的预发布标签	1
• 删除了*器件选项*表中的预发布标签	3
• 添加了 *TPS6286Bxx 器件的启动输出电压*一节	18

12 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS6286A06VBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A06
TPS6286A06VBMR.A	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A06
TPS6286A08VBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A08
TPS6286A08VBMR.A	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A08
TPS6286A10VBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A10
TPS6286A10VBMR.A	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A10
TPS6286B081AVBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B81A
TPS6286B081SVBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B81S
TPS6286B081VBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B081
TPS6286B081VBMR.A	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B081
TPS6286B101VBMR	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B101
TPS6286B101VBMR.A	Active	Production	VQFN-HR (VBM) | 13	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	B101

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

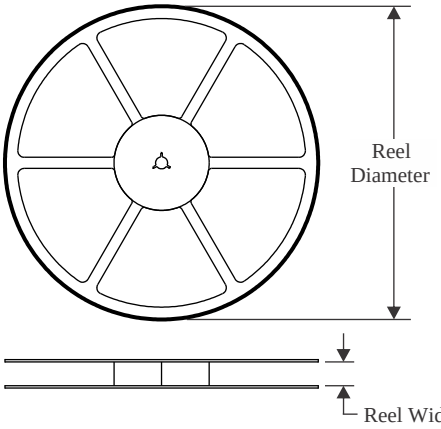
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

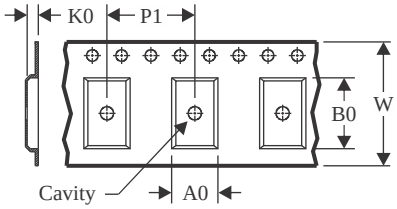
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

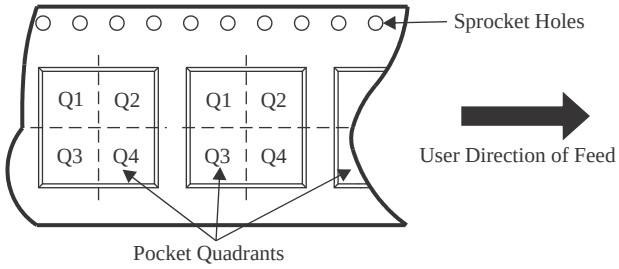


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

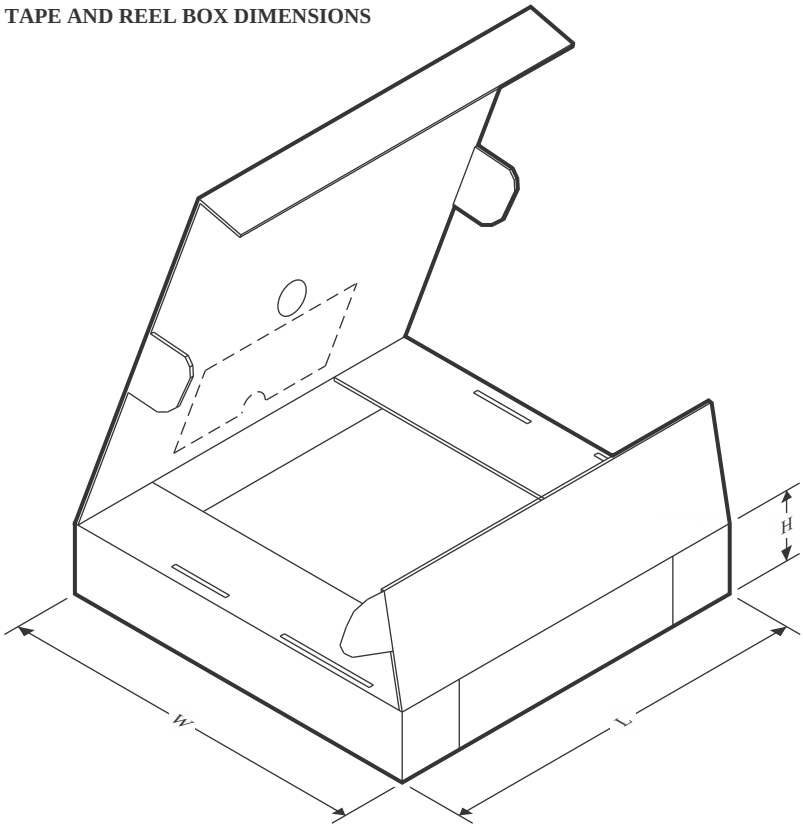
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS6286A06VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286A08VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286A10VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286B081AVBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286B081SVBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286B081VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1
TPS6286B101VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	180.0	8.4	2.25	3.25	1.05	4.0	8.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

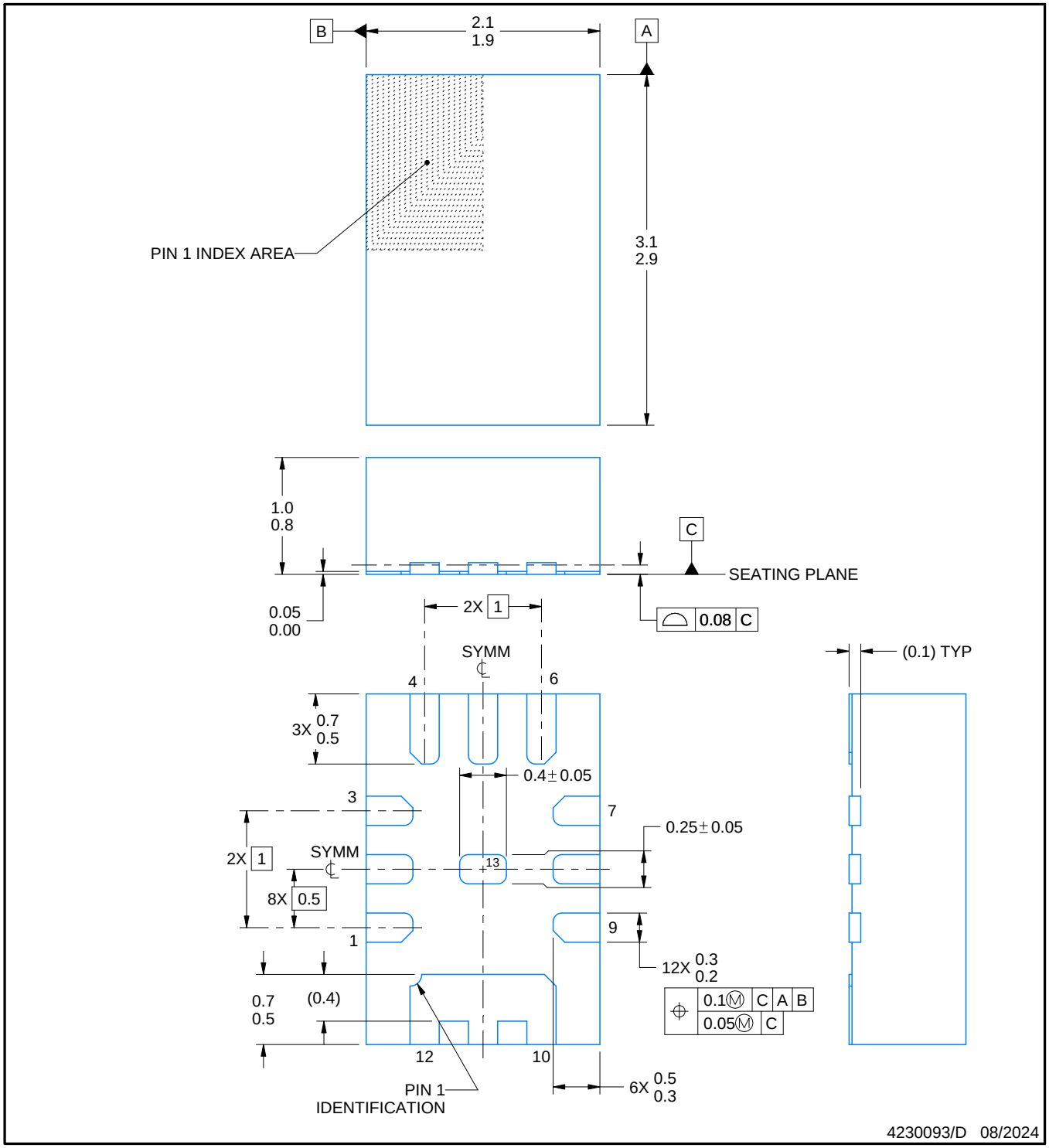
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS6286A06VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286A08VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286A10VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286B081AVBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286B081SVBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286B081VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0
TPS6286B101VBMR	VQFN-HR	VBM	13	3000	210.0	185.0	35.0

VBM0013A

PACKAGE OUTLINE

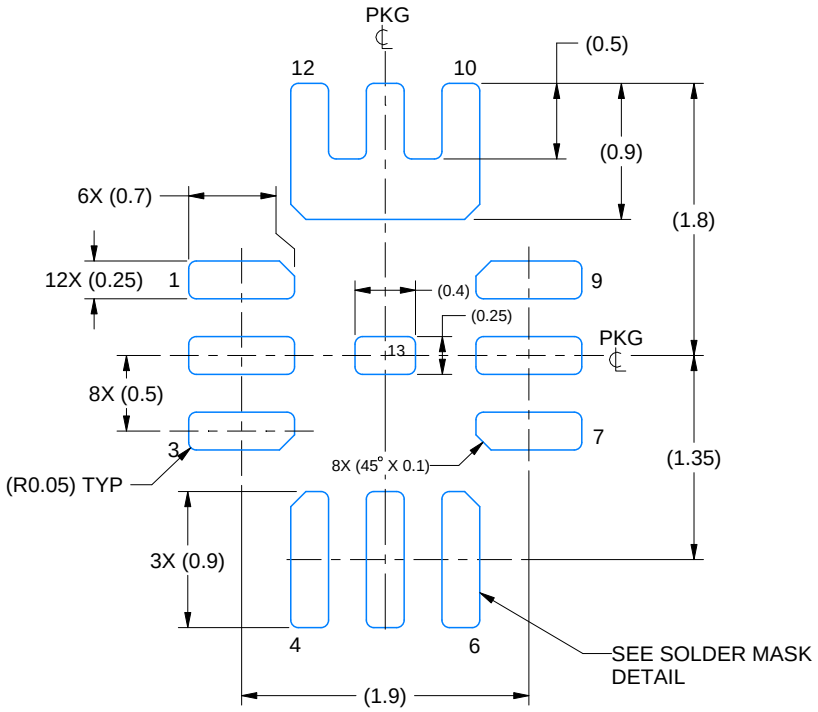
VQFN-HR - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

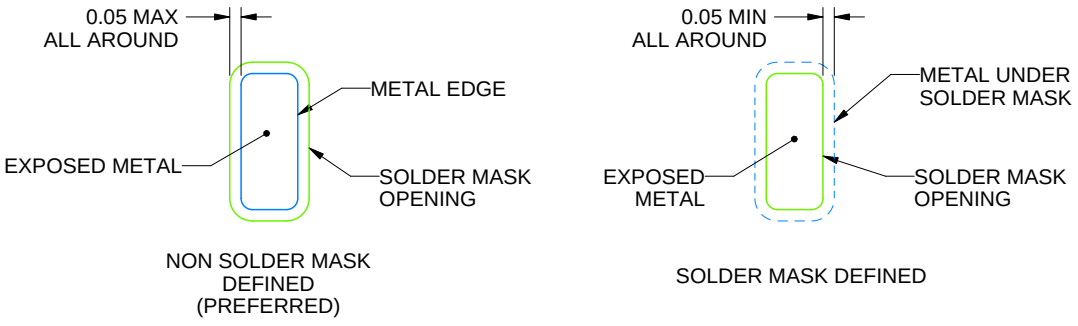


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X

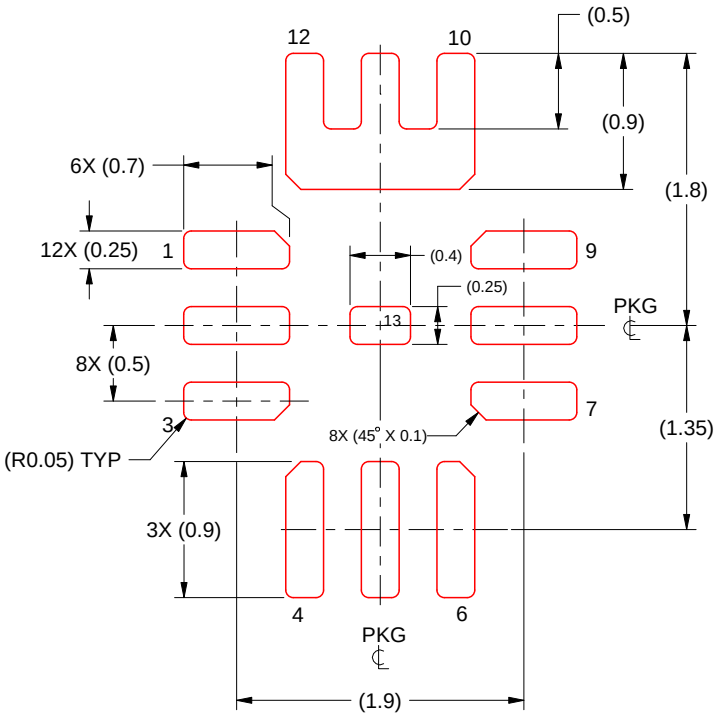


SOLDER MASK DETAILS

4230093/D 08/2024

NOTES: (continued)

3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 MM THICK STENCIL
SCALE: 20X

4230093/D 08/2024

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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出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