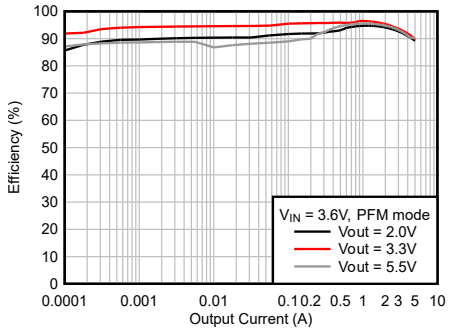
TPS63820 具有 I²C 接口的低静态电流、4A 降压/升压转换器

1 特性

- 输入电压范围：1.8V 至 5.5V
  - 启动时的最小输入电压为 2.0V
- V_{OUT} 范围：可通过 I²C 配置，1.2V 至 5.5V，步进为 25mV
- 输出电流
  - 在 V_{IN} ≥ 2.5V，V_{OUT} = 3.3V 条件下最高 3.5A
  - 在 V_{IN} ≥ 3V，V_{OUT} = 3.3V 条件下最高 4A
- 在整个负载范围内具有高效率
  - 运行静态电流低至 2.3 µA
  - 自动省电模式、超音速模式和强制 PWM 模式
  - V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V，I_{OUT} = 100 µA 时（在降压/升压模式下）效率为 91.94%
  - V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V，I_{OUT} = 2A 时（在降压/升压模式下）效率为 95.33%
- 支持 1.2V 逻辑 I/O
- ADDR 引脚连接提供三个 I²C 目标地址
- 可编程软启动时间、电流限制和降压/升压窗口
- 输出放电功能
- 安全性和强大保护特性
  - 过热保护
  - 输入和输出过压保护
  - 关断期间真实负载断开
  - 正向和反向电流限制
  - 断续模式保护
- 三个器件选项：
  - TPS63820：预编程 3.3V V_{OUT}
  - TPS638201：在启动之前对 V_{OUT} 进行编程
  - TPS638202：V_{OUT} 预设为 3.3V，经过优化，可实现更快的瞬态响应
- 15 焊球 WCSP 封装 (2.0mm × 1.2mm)



效率与 I_{OUT} 之间的关系

2 应用

- 系统前置稳压器
- 负载点调节
- 光学模块
- 宽带网络无线电或 SoC 电源

3 说明

TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 是低静态电流、高输出电流降压/升压转换器，可完全通过 I²C 进行编程。2.3 µA 静态电流和四个低 Rdson MOSFET 可在轻负载到重负载范围内实现高效率。

根据输入电压不同，当输入电压近似等于输出电压时，这些器件会自动以升压、降压或降压/升压模式运行。模式切换在定义的阈值下进行，避免了不必要的模式内切换，从而减少输出电压纹波。

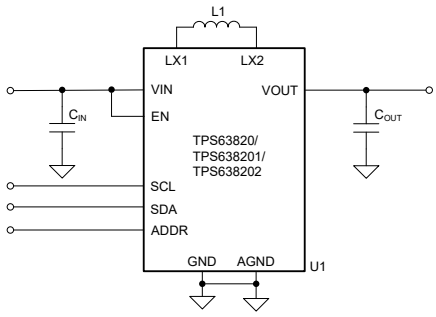
这些器件具有快速动态响应，即使发生重负载瞬变时也能严格调节输出电压。

这些器件采用 WCSP 封装，具有小设计尺寸。设计尺寸小于 20mm²，仅包含四个外部元件。

器件信息

器件型号(3)	封装(1)	封装尺寸(2)
TPS63820	YBG (DSBGA, 15)	2.029mm × 1.257mm
TPS638201		
TPS638202		

(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*器件比较表*。



简化版应用

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 器件比较表 3
5 引脚配置和功能 4
6 规格 5
6.1 绝对最大额定值 5
6.2 ESD 等级 5
6.3 建议运行条件 5
6.4 热性能信息 6
6.5 电气特性 6
6.6 时序要求 7
6.7 典型特性 9
7 详细说明 10
7.1 概述 10
7.2 功能方框图 10
7.3 特性说明 10
7.4 器件功能模式 15
7.5 编程 15
8 寄存器映射 19
8.1 寄存器说明 19
9 应用和实施 22
9.1 应用信息 22
9.2 典型应用 22
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 35
10.7 术语表 35
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 器件比较表

器件型号	内部 ENABLE 的默认设置	输出电压/注释
TPS63820YBGR	ENABLE = 1	3.3V
TPS638201YBGR	ENABLE = 0	可在启动时编程
TPS638202YBGR	ENABLE = 1	针对 3.3V 输出电压进行了优化，以实现更快的瞬态响应。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

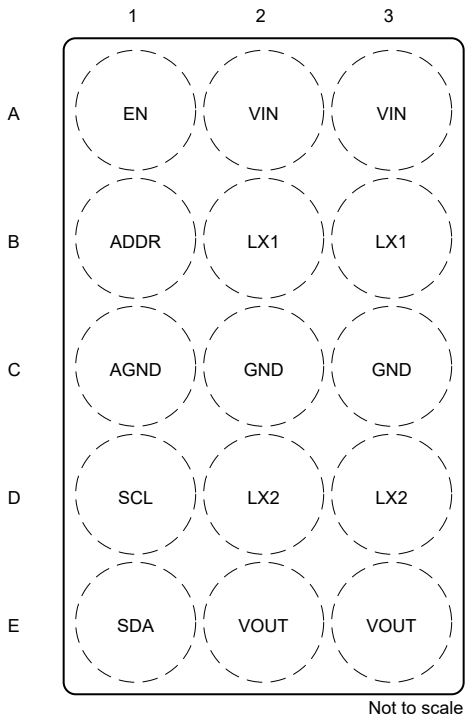


图 5-1. TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 YBG 封装、15 焊球 DSBGA（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
编号	名称		
A1	EN	I	器件使能。该引脚上的逻辑高电平将启用器件，该引脚上的逻辑低电平将禁用启用器件。
A2、A3	VIN	PWR	功率级的电源电压
B1	ADDR	I	I²C 目标地址选择引脚。 ADDR = 逻辑低电平，I²C 目标地址为 0x75 ADDR = 逻辑高电平，I²C 目标地址为 0x76 ADDR = 悬空，I²C 目标地址为 0x77
B2、B3	LX1	PWR	电感器连接
C1	AGND	—	模拟接地
C2、C3	GND	PWR	电源地
D1	SCL	I/O	I²C 串行接口时钟。使用电阻器将该引脚上拉至 I²C 总线电压。
D2、D3	LX2	PWR	电感器连接
E1	SDA	I/O	I²C 串行接口数据。使用电阻器将该引脚上拉至 I²C 总线电压。
E2、E3	VOUT	PWR	转换器输出

(1) I = 输入，O = 输出，PWR = 电源

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在工作结温范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
V_I	输入电压（VIN、LX1、LX2、VOUT、SCL、SDA、EN、ADDR）(2)	-0.3	6	V
V_I	小于 10ns 的输入电压（LX1、LX2）(2)	-0.7	8	V
T_J	工作结温	-40	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 应力超出*绝对最大额定值*中列出的值时，可能会对器件造成永久损坏。这些值仅为应力额定值，并不意味着器件在这些条件下，或是在超出*建议运行条件*的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
(2) 除非另有说明，否则所有电压值都是以网络接地端为基准。

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(1)	±2000	V
$V_{(ESD)}$	静电放电	充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准(2)	±500	V

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

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

			最小值	标称值	最大值	单位
V_I	电源电压		1.8		5.5	V
V_O	输出电压		1.2		5.5	V
I_O	输出电流(2)	V_{OUT} = 3.3V，V_{IN} ≥ 2.6V			3.5	A
C_I	输入电容(1)		5			µF
C_O	TPS63820/TPS638201 输出电容(1)	V_{OUT} = 3.3V，V_{IN} ≥ 2.6V，I_{OUT} ≤ 2A	14	16		µF
C_O	TPS638202 输出电容(1)	V_{OUT} = 3.3V，V_{IN} ≥ 3.0V，I_{OUT} ≤ 2A(3)	14	16		µF
L	电感		390	470	560	nH
T_A	自然通风条件下的工作温度范围		-40		85	°C
T_J	工作结温范围		-40		125	°C

(1) 考虑了直流偏置效应后的有效电容。
(2) 在其结温过高之前，该器件只能短时间维持最大建议输出电流。用户必须验证终端应用的热性能是否能够支持最大输出电流。
(3) 请联系 TI 工厂获取更多工作条件。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.4 热性能信息

热指标(1)		TPS63820 YBG (DSBGA) 15 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	83.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	1.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	21.6	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.4	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	21.6	°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。

6.5 电气特性

T_J = -40℃ 至 125℃，V_{IN} = 2.0V 至 5.5V。典型值均为在 V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V 且 T_J = 25°C 条件下测得的值（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							
V_{IN}	输入电压范围			1.8		5.5	V
V_{IT+}	正向 UVLO 阈值电压			1.8	1.9	2.0	V
V_{IT-}	负向 UVLO 阈值			1.6	1.7	1.8	V
V_{HYS}	迟滞电压				200		mV
I_Q	流入 VIN 的静态电流		V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V，V_{EN} = 3.6V，非开关，ENABLE 位 = 1，T_J = -40°C 至 85°C		2.3	4	μA
I_Q	流入 VOUT 的静态电流		V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V，V_{EN} = 3.6V，非开关，ENABLE 位 = 1，T_J = -40°C 至 85°C		0.3	1	μA
I_{SD}	流入 VIN 的关断电流		V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 0V，V_{EN} = 0V T_J = –40°C 至 85°C		0.3	2.5	μA
I/O 信号							
V_{IT+}	正向输入阈值电压	SCL、SDA、ADDR、EN				0.82	V
V_{IT-}	负向输入阈值电压	SCL、SDA、ADDR、EN		0.33			V
V_{IM}	中电平输入电压	ADDR			0.6		V
V_{OL}	低电平输出电压	SDA				0.36	V
I_{IH}	高电平输入电流	SCL、SDA、ADDR	V_{SCL} = V_{SDA} = V_{ADDR} = 1.2V，无上拉电阻器		0.01	0.1	μA
I_{IL}	低电平输入电流	SCL、SDA、ADDR	V_{SCL} = V_{SDA} = V_{ADDR} = 0V，无上拉电阻器		0.01	0.1	μA
I_{IB}	输入偏置电流	EN	V_{EN} = 0V 至 5.5V		2.5	30	nA
R_{EN}	EN 引脚下拉电阻器		EN = 低电平		800		kΩ
功率级							
V_O	输出电压范围			1.2		5.5	V
	输出电压精度		PWM 运行模式，2V ≤ V_{OUT} < 3V	-1.2		1	%
			PWM 运行模式，3V ≤ V_{OUT} < 4V	-1		1	%
			PWM 运行模式，V_{OUT} ≥ 4V	-1.2		1	%
	PFM 谷值 — 直流偏移		PFM 运行	0.7	1.5	2.5	%
	谷值开关电流限制		CURRENT_LIMIT = 00b	5.7	6.5	7	A
	反向谷值开关电流限制			-4.0	-3.3	-2	A
	迟滞电流		HYS_CURRENT = 00b		800		mA

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

T_J = -40℃ 至 125℃，V_{IN} = 2.0V 至 5.5V。典型值均为在 V_{IN} = 3.6V，V_{OUT} = 3.3V 且 T_J = 25°C 条件下测得的值（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
降压侧 $R_{DS(on)}$	降压侧的高侧 MOSFET 导通电阻			11.6		mΩ
	降压侧的低侧 MOSFET 导通电阻			15.5		
升压侧 $R_{DS(on)}$	升压侧的高侧 MOSFET 导通电阻			11.6		
	升压侧的低侧 MOSFET 导通电阻			15.3		
I_{lkg}	VIN 至 LX1 的泄漏电流	EN = GND，V_{IN} = 5.5V，V_{LX1} = 0V，T_J = –40°C 至 85°C		0.03	4	μA
I_{lkg}	VOUT 至 LX2 的泄漏电流	EN = GND，V_{OUT} = 5.5V，V_{LX2} = 0V，T_J = –40°C 至 85°C		0.03	4	μA
I_{lkg}	LX1 至 GND 的泄漏电流	EN = GND，V_{LX1} = 5.5V，T_J = –40°C 至 85°C		0.02	4	μA
I_{lkg}	LX2 至 GND 的泄漏电流	EN = GND，V_{LX2} = 5.5V，T_J = –40°C 至 85°C		0.02	4	μA
I_{DISCHG}	输出放电电流	V_{IN} = 3.0V		160		mA
时序参数						
t_{SS}	软启动时间	SS_RAMP[2:0] = 00b	0.2	0.3	0.4	mS
$t_{d(EN)}$	EN 引脚上的上升沿与输出电压斜坡开始之间的延迟			200		μS
	超音速模式下的开关频率		24			kHz
SR	动态电压调节期间内部斜坡的转换率	SLEW = 00b		±1		V/ms
		SLEW = 01b		±5		
		SLEW = 10b		±10		
		SLEW = 11b		±25		
保护						
$V_{T+(IVP)}$	输入 OVP 阈值电压		5.65	5.75	5.95	V
	输入 OVP 磁滞			100		mV
$V_{T+(OVP)}$	输出 OVP 阈值电压		5.65	5.75	5.95	V
	输出 OVP 磁滞			100		mV
$V_{PG_TH_rising}$	上升的电源正常阈值			95		%
$V_{PG_TH_falling}$	下降的电源正常阈值			90		%
	断续导通时间			2		mS
	断续关断停止时间			74		mS
	热关断阈值温度	T_J 上升		165		°C
	热关断迟滞			20		°C

6.6 时序要求

在工作结温范围和建议的电源电压范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{SCL}	SCL 时钟频率	标准模式	0		100	kHz
		快速模式	0		400	
		快速模式 +	0		1000	
t_{LOW}	SCL 时钟的低电平周期	标准模式	4.7			μs
		快速模式	1.3			
		快速模式 +	0.5			
t_{HIGH}	SCL 时钟的高电平周期	标准模式	4.0			μs
		快速模式	0.6			
		快速模式 +	0.26			

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 时序要求（续）

在工作结温范围和建议的电源电压范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{BUF}	停止和启动条件之间的总线空闲时间	标准模式	4.7			μs
		快速模式	1.3			
		快速模式 +	0.5			
$t_{SU;STA}$	重复启动条件的建立时间	标准模式	4.7			μs
		快速模式	0.6			
		快速模式 +	0.26			
$t_{HD;STA}$	（重复）启动条件后的保持时间	标准模式	4.0			μs
		快速模式	0.6			
		快速模式 +	0.26			
$t_{SU;DAT}$	数据建立时间	标准模式	250			ns
		快速模式	100			
		快速模式 +	50			
$t_{HD;DAT}$	数据保持时间	标准模式	0			μs
		快速模式	0			
		快速模式 +	0			
t_r	SDA 和 SCL 信号的上升时间	标准模式			1000	ns
		快速模式	20		300	
		快速模式 +			120	
t_f	SDA 和 SCL 信号的下降时间	标准模式			300	ns
		快速模式	$20\times V_{DD}/5.5$		300	
		快速模式 +	$20\times V_{DD}/5.5$		120	
$t_{su;STO}$	STOP 条件的建立时间	标准模式	4.0			μs
		快速模式	0.6			
		快速模式 +	0.26			
$t_{VD;DAT}$	数据有效时间	标准模式			3.45	μs
		快速模式			0.9	
		快速模式 +			0.45	
$t_{VD;ACK}$	数据有效确认时间	标准模式			3.45	μs
		快速模式			0.9	
		快速模式 +			0.45	
C_b	每个总线的容性负载	标准模式			400	
		快速模式			400	
		快速模式 +			550	
$t_{w(VSEL)}$	VSEL 脉冲持续时间	VSEL = 高电平或低电平	5			μs

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性

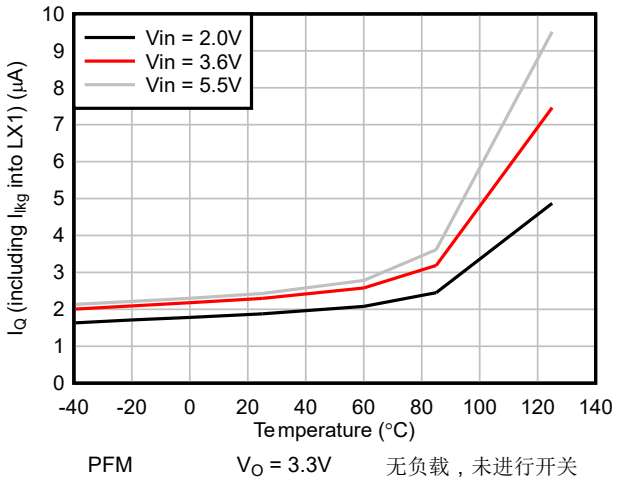


图 6-1. I_Q（包括进入 LX1 的泄漏电流）与温度间的关系

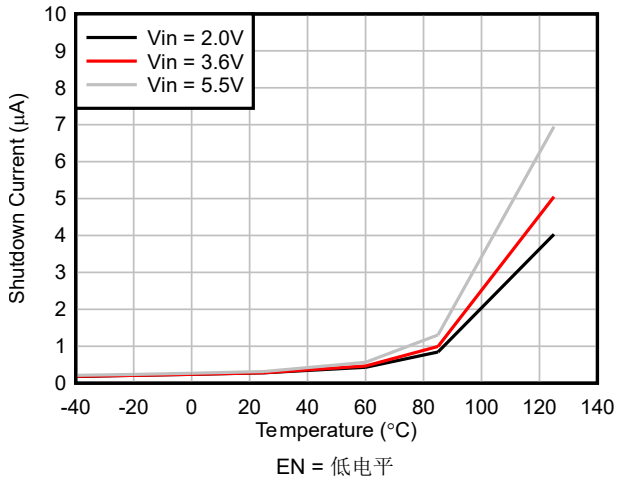


图 6-2. 关断电流与温度之间的关系

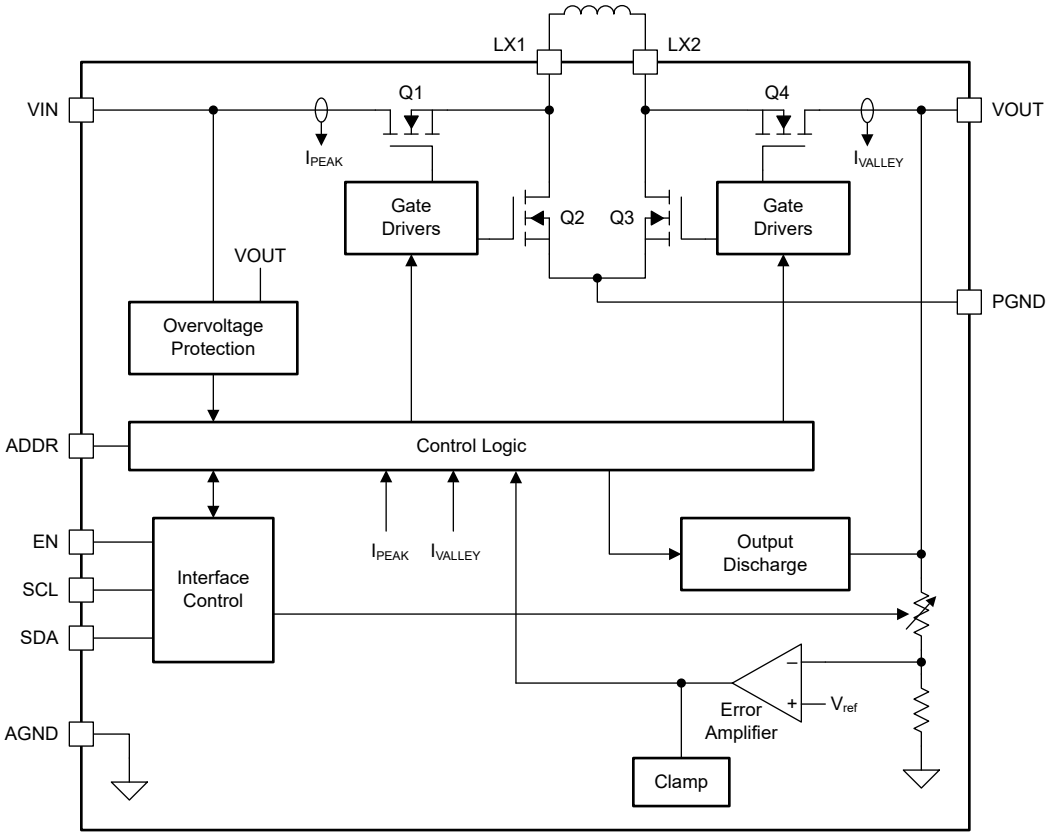
7 详细说明

7.1 概述

TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 器件是低静态电流、高效率降压/升压转换器。该器件集成了四个开关，可在所有运行条件下维持同步电源转换，从而在宽输入电压和输出电流范围内实现高效的电源转换。此器件可根据运行条件的要求，在降压、升压和降压/升压运行模式之间自动切换。当 $V_I > V_O$ 时，此器件作为纯降压转换器运行；当 $V_I < V_O$ 时，此器件作为纯升压转换器运行。当 $V_I \approx V_O$ 时，器件以 3 周期降压/升压模式运行。

TPS638202 针对存在重负载曲线下负载阶跃响应问题的应用进行了优化。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 控制机制实现高效率

该器件会针对运行条件自动选择合适的开关方案。为确保稳定运行，选择逻辑包括磁滞（请参阅图 7-1）。

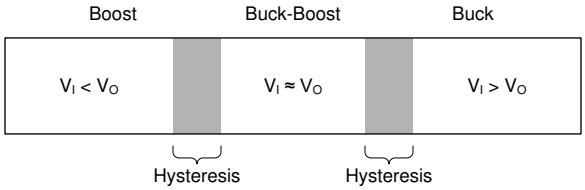


图 7-1. 开关方案选择

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.1.1 降压运行

当 $V_I > V_O$ 时，器件开关与降压转换器类似：

- Q1 是开关。
- Q2 是整流器。
- Q3 永久关断。
- Q4 永久导通。

请参阅图 7-2。在降压运行期间，一个开关周期包含两个阶段：导通、关断。

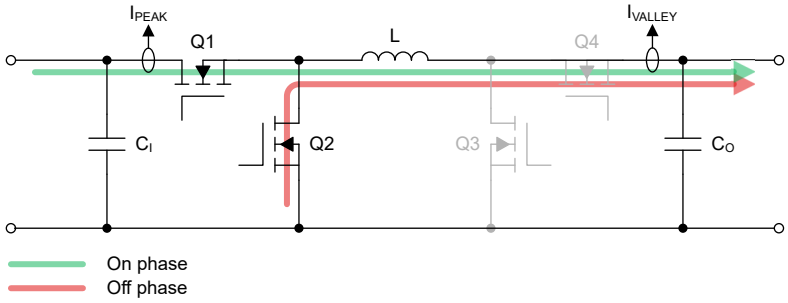


图 7-2. 降压开关配置

7.3.1.2 升压运行

当 $V_I < V_O$ 时，器件开关与升压转换器类似：

- Q1 永久导通。
- Q2 永久关断。
- Q3 是开关。
- Q4 是整流器。

请参阅图 7-3。在升压运行期间，一个开关周期包含两个阶段：导通、关断。

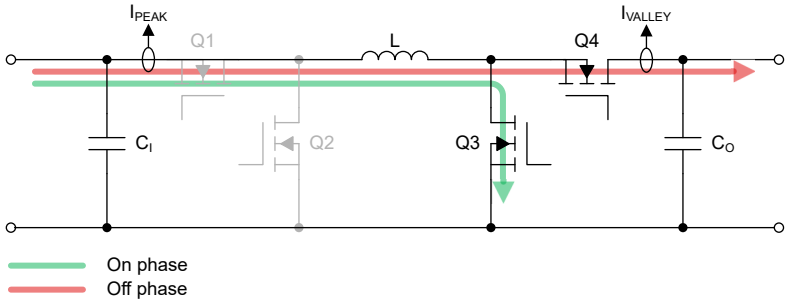


图 7-3. 升压开关配置

7.3.1.3 降压/升压运行

当 $V_I \approx V_O$ 时，所有四个晶体管都会连续开关（请参阅图 7-4）。在降压/升压运行期间，一个开关周期包含三个阶段：导通 — 换向 — 关断。

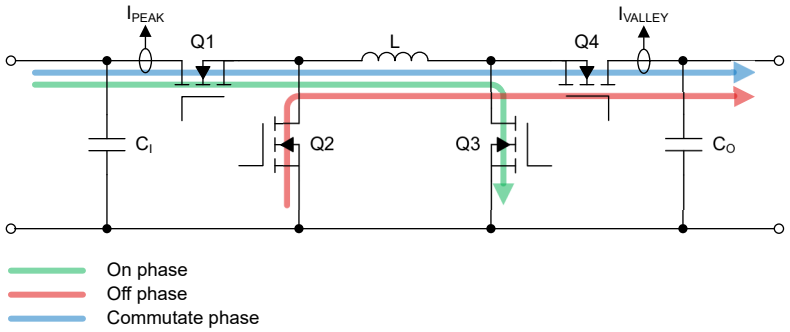


图 7-4. 降压/升压开关配置

7.3.2 PFM 运行

为了提升各种运行条件下的效率，该器件自动从中高输出电流下的脉宽调制 (PWM) 转换到低输出电流下的脉冲频率调制 (PFM)。

- 在 PWM 运行期间，该器件连续开关并调节每个开关周期的占空比，以调节输出电压。
- 在 PFM 运行期间，该器件以单脉冲形式进行开关，且脉冲之间存在器件不进行开关的间隔时段。PFM 运行模式可提高低输出电流下的效率，因为当该器件不进行开关时，不会产生开关损耗，并且内部电路被大部分禁用，从而降低了静态功耗。比较器将误差放大器的输出电压与预定义的 PFM 阈值电压进行比较。

要启用省电模式，请将 Control 寄存器中的 FPWM 位清零。

表 7-1. 强制 PWM 与省电模式的性能比较

性能参数	最佳运行模式
低功耗下的效率	PFM
中高功耗下的效率	无差异
直流输出电压精度	强制 PWM
瞬态响应	强制 PWM
输出电压纹波	强制 PWM

7.3.3 超音速模式运行

在 PFM 运行期间，开关间隔时间随运行条件变化而变化。由于通常与器件一起使用的陶瓷电容器是压电式电容器，因此在某些运行条件下会导致可闻噪声。该器件具有超音速模式功能，可强制开关频率超出可闻范围。要启用超音速模式运行，请将 CONTROL 寄存器中的 ULTRA_SONIC 位设置为 1。请注意，当在轻负载下启用超音速模式时，该器件的功率转换效率会略微降低。

7.3.4 强制 PWM 运行 (FPWM)

在强制 PWM 运行期间，该器件在所有运行条件下均使用 PWM。与省电模式运行相比，强制 PWM 运行具有更低的输出电压纹波和更好的瞬态响应，但在低输出电流下效率较低（请参阅表 7-1）。

请注意，该器件会在启动期间（即在转换器输出首次达到电源正常状态之前）抑制强制 PWM 运行。

要启用强制 PWM 运行模式，请将 Control 寄存器中的 FPWM 位设置为 1。

7.3.5 斜坡 PWM 运行 (RPWM)

如果启用了斜坡 PWM 运行，当该器件在动态电压调节期间从一个输出电压过渡至另一个输出电压时，会以强制 PWM 模式运行。当该器件在省电模式下运行时，此功能很有用，但要确保动态电压调节以受控方式使输出电压斜

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

升和斜降。如果该器件在省电模式下运行且禁用斜坡 PWM，则该器件无法始终控制从较高输出电压到较低输出电压的斜坡，因为在省电模式下，该器件无法灌入电流（请参阅图 7-5）。

要启用斜坡 PWM 运行，请将 Control 寄存器中的 RAMP 位设置为 1。要禁用斜坡 PWM 运行，请将 Control 寄存器中的 RAMP 位清零。

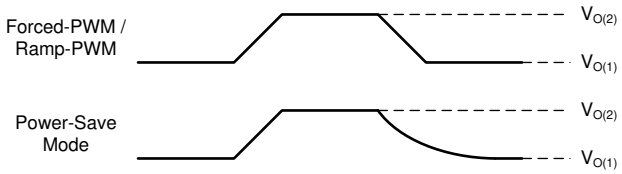


图 7-5. 斜坡 PWM 运行

7.3.6 器件使能 (EN)

EN 引脚用于启用和禁用器件。

- 当 EN 引脚为高电平时，器件将启用。
- 当 EN 引脚为低电平时，器件将禁用。

Control 寄存器中的 ENABLE 位启用和禁用转换器的输出（请参阅 *节 8*）。

表 7-2. 器件启用真值表

使能引脚 (EN)	使能位	器件状态	输出状态
0	X	器件处于关断状态	输出已禁用
1	0	编程接口激活	输出已禁用
1	1	设备激活	输出启用

7.3.7 欠压锁定 (UVLO)

如果器件未处于关断模式，则会持续监控 VIN 引脚的输入电压。UVLO 只停止或启动转换器运行。UVLO 可在器件运行期间避免器件欠压。如果 VIN 引脚上的电源电压低于 UVLO 的负向阈值，转换器将停止运行。如果 VIN 引脚上的电源电压恢复到高于 UVLO 上升阈值，转换器将恢复运行。

7.3.8 软启动

当输入电压高于 UVLO 阈值且 EN 引脚拉至 0.82V 以上时，就会启用该器件。一旦该器件检测到 ENABLE 位值 = 1，就会开始软启动。

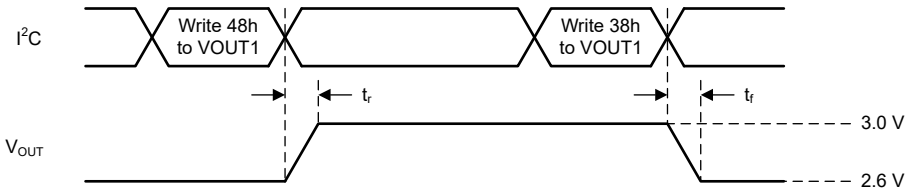
为了尽可能减小启动期间的浪涌电流和输出电压过冲，该器件具有软启动功能。软启动时间可通过 CONTROL2 寄存器中的 SS_RAMP 位进行配置。最短软启动时间为 300 µs，最长软启动时间为 7.5ms。

当输出电压低于 1.2V 时，器件开关电流限制被钳制到 3A。

7.3.9 动态电压调节

该器件具有动态电压调节 (DVS) 功能，可在运行期间以受控方式更改输出电压。图 7-6 显示了使用 I^2C 接口更改其中一个 VOUT 寄存器中的输出电压值时的时序图。斜坡控制块可以检测到目标输出电压不同于实际输出电压的情况，并以 25mV 的阶跃将输出电压过渡至目标电压。可使用 Control 寄存器中的 2 位 SLEW 参数来选择 1V/ms 至 25V/ms 范围内的四个转换率之一。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



$$t_r = t_f = \frac{|3.0 - 2.6|}{SR}$$

Where SR is the slew rate set by the SLEW bits in the CONTROL register.

图 7-6. 使用 I²C 接口的 DVS 时序

7.3.10 保护功能

7.3.10.1 输入电压保护 (IVP)

在某些运行条件下，电流会从器件的输出端流向输入端。例如，当输出斜降至较低的电压且 VOUT 引脚从输出电容器灌入电流时，在动态电压调节期间可能会出现这种从输出端流向输入端的电流。在这种情况下，如果为器件供电的电压源无法灌入电流，VIN 引脚上的电压可能会不受控制地上升。

为了确保输入电压保持在允许范围内，如果 VIN 引脚上的电压大于 5.75V，该器件将停止开关。当 VIN 引脚上的电压低于 5.65V 时，该器件会自动再次开始开关。

发生输入过压事件时，该器件会设置 Status 寄存器中的 VIN_OVP 位。当输入过压条件不再存在时，该器件会清除 VIN_OVP 位。

7.3.10.2 输出电压保护 (OVP)

这些器件具有输出过压保护功能，可避免对器件造成任何损坏。当 VOUT 引脚上的电压达到输出电压阈值 5.75V 时，保护功能会禁用转换器功率级并使开关节点具有高阻抗。当 VOUT 引脚上的电压低于 5.65V 时，该器件会自动再次开始开关。发生输出过压事件时，该器件会设置 Status 寄存器中的 VOUT_OVP 位。当输出过压条件不再存在时，该器件会清除 VOUT_OVP 位。

7.3.10.3 电流限制模式和过流保护

该器件具有钳位电路，可在过载时限制开关电流。当发生电流限制事件时，该器件会设置 Status 寄存器中的 OC 位。当过流事件不再存在时，该器件会清除 OC 位。

过载会增加器件中的功率耗散，从而提高温度。如果该器件变得过热，热关断功能会关闭转换器。当该器件冷却后，热关断功能会再次自动开启转换器。因此，在永久过载条件下，该器件可以在冷却后升温的过程中定期导通和关断。

7.3.10.4 输出短路保护（断续）

该器件通过进入断续模式来实现输出短路保护。软启动时间过后，该器件会监测输出电压。每当发生输出短路，导致输出电压低于 1.2V 且开关电流限制触发达到 2ms 后，该器件就会关断开关 74ms（典型值），然后重复软启动。断续模式有助于在输出短路或过流情况下减少器件上的总功率耗散。当发生输出短路事件时，该器件会置位 Status 寄存器中的 SC 位。

7.3.10.5 热关断

该器件具有热关断功能，可在结温高于 165°C 时关闭转换器。当结温低于 145°C 时，该器件会再次自动开启转换器。当器件处于过热状态时，可使用 I²C 接口对寄存器进行读取和写入。

当该器件检测到过热条件时，它会将 Status 寄存器中的 TSD 位设置为 1。当过热事件不再存在时，该器件会将 TSD 位清零。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.11 电源正常

该器件具有电源正常功能，可指示 DC/DC 转换器输出是否处于稳压状态。当输出电压高于标称值的 95% 时，该器件会检测到电源正常条件；当输出电压低于标称值的 90% 时，该器件会检测到电源不正常条件。

当发生电源不正常条件时，该器件会将 Status 寄存器中的 $\overline{PG}$ 位设置为 1。当存在电源正常条件时，该器件会将 $\overline{PG}$ 位清零。

7.3.12 负载断开

在该器件关断期间，输入端与输出端断开。输出端与输入端之间的这种断开可防止任何电流从输出端流向输入端或从输入端流向输出端。

7.3.13 输出放电

TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 提供有源下拉电流，以便在 EN 引脚为逻辑低电平，或在 EN_DISCHG 位为 1 时将 ENABLE 位设置为 0，从而使输出快速放电。输出放电功能可使上电和断电时序变得顺畅。如果在电源多路复用等应用中使用此器件，请注意输出放电功能，因为输出放电电路会在多路复用器输出端和接地端之间创建恒流路径。

输出放电功能由名为 EN_DISCHG 的位控制。

当 EN_DISCHG 设置为 1 时，TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 还会在 VIN UVLO 下降阈值被触发时提供放电电流。放电电路会持续工作到 VIN 下降至大约 1V。

7.4 器件功能模式

该器件有两种功能模式：关闭和开启。当 VIN 引脚上的电压高于 UVLO 阈值并且向 EN 引脚应用逻辑高电平时，该器件进入开启模式。当 VIN 引脚上的电压低于 UVLO 阈值或向 EN 引脚应用逻辑低电平时，该器件进入关闭模式。

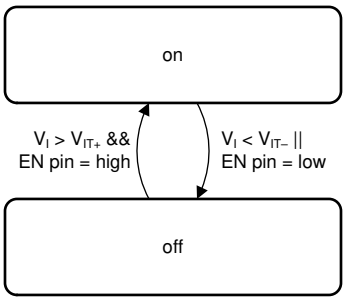


图 7-7. 器件功能模式

7.5 编程

7.5.1 串行接口说明

I^2C 是由 Philips Semiconductor（现为 NXP Semiconductors）开发的两线式串行接口（请参阅 *NXP Semiconductors，UM10204 – 《I^2C 总线规范和用户手册》*）。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 线都被拉高。所有与 I^2C 兼容的器件通过开漏 I/O 引脚、SDA 和 SCL 连接到 I^2C 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。控制器负责产生 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发送数据。

该器件用作目标器件，并且支持 I^2C 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)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

该接口增加了电源应用的灵活性，使大多数功能都能够根据瞬时应用要求编程为新值。只要电源电压保持在 $V_{IT+(POR)}$ 以上，寄存器内容便会保持不变。

标准模式和快速模式的数据传输协议完全相同；因此，本文档中将该数据传输协议称为 F/S 模式。该器件支持 7 位寻址；不支持 10 位寻址和通用调用地址。

为了确保该器件中的 I²C 功能正确复位，TI 建议 I²C 控制器在 SDA 和 SCL 上拉电压初始加电之后，在 I²C 总线上产生一个停止条件。

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 7-8 所示。所有与 I²C 兼容的器件都会识别启动条件。

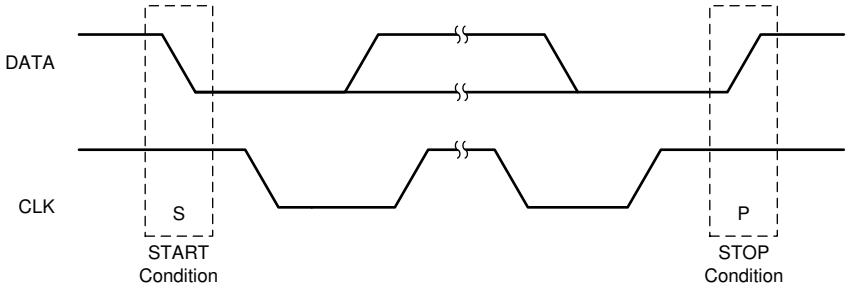


图 7-8. 启动条件和停止条件

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/W。在所有传输期间，控制器会验证数据。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 7-9）。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 7-10）。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。

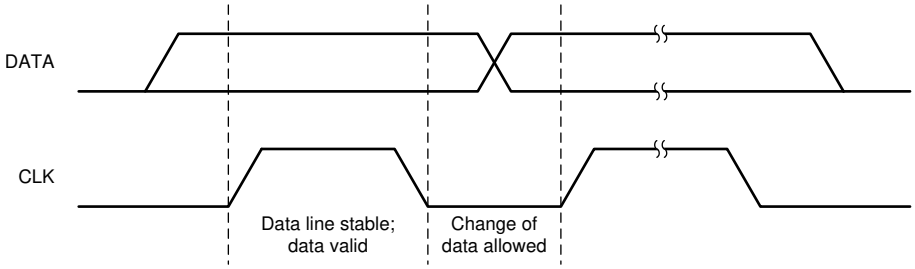


图 7-9. 串行接口上的位传输

控制器产生更多的 SCL 周期，以便向目标器件发送数据（R/W 位为 1）或从目标器件接收数据（R/W 位为 0）。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，确认信号可由控制器或目标器件产生，具体取决于哪一方是接收器。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 7-8）。当 SCL 处于高电平时，SDA 线上这种从低电平到高电平的转换会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 I²C 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 00h。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

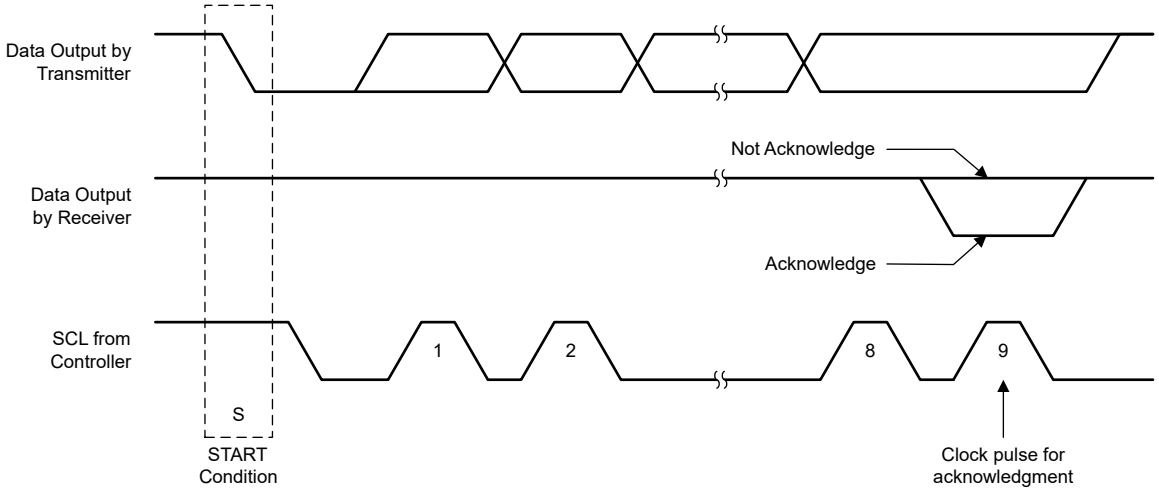


图 7-10. I²C 总线上的确认

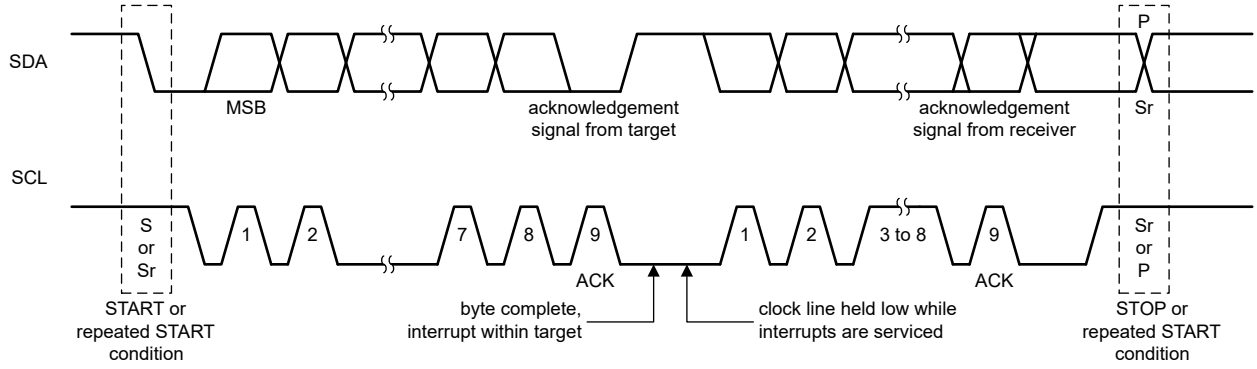


图 7-11. 总线协议

7.5.3 I²C 更新序列

单次更新需要：

- 启动条件
- 有效的 I²C 目标器件地址
- 寄存器地址
- 数据字节

为了确认收到每个字节，该器件会在单个时钟脉冲的高电平期间将 SDA 线路拉低。该器件在最后一个字节之后的确认信号下降沿执行更新。

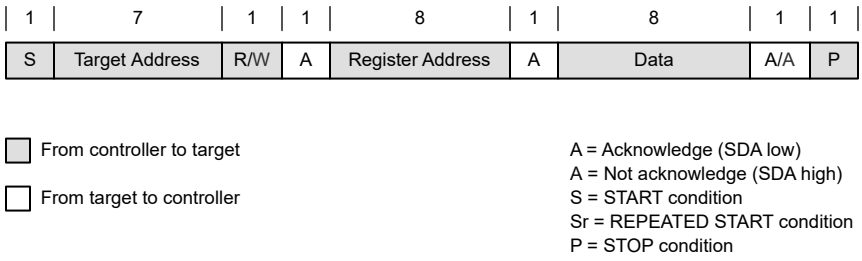


图 7-12. 标准、快速和快速+ 模式下的“写入”数据传输格式

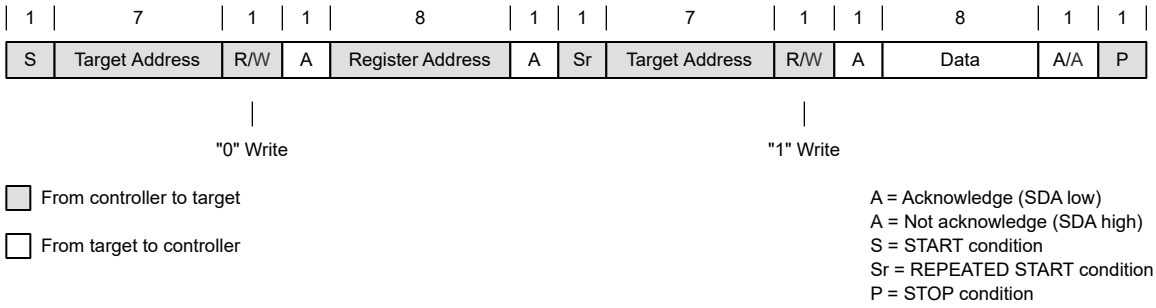


图 7-13. 标准、快速和快速+ 模式下的“读取”数据传输格式

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 寄存器映射

8.1 寄存器说明

8.1.1 寄存器映射

地址	首字母缩写词	寄存器名称	章节
0x01	控制	控制寄存器	转到
0x02	状态	状态寄存器	转到
0x03	DEVID	DEVID 寄存器	转到
0x04	VOUT1	VOUT1 寄存器	转到
0x06	CONTROL2	Control2 寄存器	转到

8.1.2 寄存器 CONTROL（寄存器地址：0x01；默认值：0xE0 或 0x40）

返回寄存器映射。

表 8-1. 寄存器 CONTROL 格式

7	6	5	4	3	2	1	0
EN_DISCHG	EN_SCP	ENABLE	ULTRA_SONIC	FPWM	RPWM	SLEW[1:0]	
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	

图例：R/W = 读/写；R = 只读

表 8-2. 寄存器 CONTROL 字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	EN_DISCHG	R/W	X	启用输出放电功能。 0：输出放电功能禁用（适用于 TPS638201） 1：输出放电功能启用（适用于 TPS63820 和 TPS638202）
6	EN_SCP	R/W	1	启用输出短路保护（断续）。 0：禁用输出短路保护 **1：启用输出短路保护**
5	ENABLE	R/W	X	该位控制转换器的运行。 0：转换器运行禁用（TPS638201 的启动值） 1：转换器运行启用（TPS63820 和 TPS638202 的启动值）
4	ULTRA_SONIC	R/W	0	该位控制超音速模式功能。 **0：超声波模式禁用** 1：超声波模式启用
3	FPWM	R/W	0	该位控制强制 PWM 功能。 **0：强制 PWM 运行禁用** 1：强制 PWM 运行启用
2	RPWM	R/W	0	该位控制 ramp-PWM 功能。 **0：Ramp-PWM 运行禁用** 1：Ramp-PWM 运行启用
1:0	SLEW[1:0]	R/W	00	这些位控制 DVS 功能的转换率。 **00: ±1V/ms** 01: ±5V/ms 10: ±10V/ms 11: ±25V/ms

8.1.3 寄存器 STATUS（寄存器地址：0x02；默认：0x00）

返回寄存器映射。

表 8-3. 寄存器 STATUS 格式

7	6	5	4	3	2	1	0

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 8-3. 寄存器 STATUS 格式（续）

NIL[1:0]	VIN_OVP	VOUT_OVP	SC	OC	TSD	$\overline{PG}$
R	R	R	R	R	R	R

说明：R/W = 读/写；R = 只读

表 8-4. 寄存器 STATUS 字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	NIL[1:0]	R	00	未使用。 这些位在读取时始终返回 0。
5	VIN_OVP	R	0	该位显示 VIN 过压功能的状态。 **0：正常运行** 1：检测到 VIN 过压事件。
4	VOUT_OVP	R	0	该位显示 VOUT 过压功能的状态。 **0：正常运行** 1：检测到 VOUT 过压事件。
3	SC	R	0	该位显示输出短路功能的状态。 **0：正常运行** 1：检测到输出短路事件。
2	OC	R	0	该位显示过流功能的状态。 **0：正常运行** 1：检测到过流事件。
1	TSD	R	0	该位显示热关断功能的状态。 **0：温度正常** 1：检测到过热事件。
0	$\overline{PG}$	R	0	该位显示电源正常比较器的状态。 **0：电源正常** 1：检测到电源不正常事件。

8.1.4 寄存器 DEVID（寄存器地址：0x03；默认：0x20）

返回寄存器映射。

表 8-5. 寄存器 DEVID 格式

7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER[3:0]				MAJOR[1:0]		MINOR[1:0]	
R				R		R	

说明：R/W = 读/写；R = 只读

表 8-6. 寄存器 DEVID 字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	MANUFACTURER[3:0]	R	0010	这些位用于标识器件制造商。 **0010：德州仪器 (TI)**
3:2	MAJOR[1:0]	R	00	这些位用于标识器件的主要版本。 **00：A（初始器件）** 01：B（第一个主要版本） 10：C（第二个主要版本） 11：D（第三个主要版本）
1:0	MINOR[1:0]	R	00	这些位用于标识器件的次要版本。 **00：0（初始器件）** 01：1（第一个次要版本） 10：2（第二个次要版本） 11：3（第三个次要版本）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.1.5 寄存器 VOUT1（寄存器地址：0x04；默认：0x54）

返回寄存器映射。

表 8-7. 寄存器 VOUT1 格式

7	6	5	4	3	2	1	0
VOUT1[7:0]							
R/W							

说明：R/W = 读/写；R = 只读

表 8-8. 寄存器 VOUT1 字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	VOUT1[7:0]	R/W	0101 0100	输出电压 = 1.200 + (VOUT1[7:0] × 0.025)V（范围下限）（默认值 = 3.3V）

8.1.6 寄存器 CONTROL2（寄存器地址：0x06；默认值：0x08）

返回寄存器映射。

表 8-9. 寄存器 CONTROL2 格式

7	6	5	4	3	2	1	0
SS_RAMP		CURRENT_LIMIT		BB_WINDOW		HYS_CURRENT	
R/W		R/W		R/W		R/W	

图例：R/W = 读取/写入；R = 只读

表 8-10. 寄存器 CONTROL 字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	SS_RAMP	R/W	00	定义 Vout 软启动斜坡的持续时间 **00: 0.3ms** 01: 1.1ms 10: 4.0ms 11: 7.5ms
5:4	CURRENT_LIMIT	R/W	00	定义谷值开关电流限值 **00: 6.5A** 01: 5.3A 10: 3.6A 11: 2.7A
3:2	BB_WINDOW	R/W	10	定义降压/升压电压窗口 00: 200mV 01: 275mV **10: 350mV** 11: 450mV
1:0	HYS_CURRENT	R/W	00	定义磁滞电流。 **00: 800mA**（适用于 TPS63820 和 TPS638201） 01: 1000mA 10: 750mA（适用于 TPS638202） 11: 1100mA

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 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客 户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

9.1 应用信息

TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 器件是低静态电流、高效率、高电流降压/升压转换器，适用于输入电压高于、低于或等于输出电压的应用。开关内的电感器谷值电流被限制在 6.5A 的典型值。

9.2 典型应用

9.2.1 1.2V 至 5.5V 输出电源

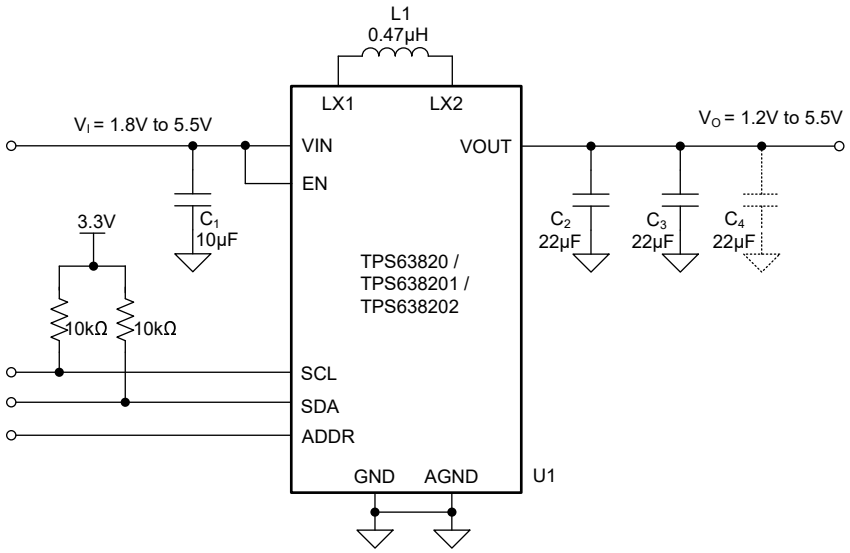


图 9-1. 典型应用原理图

9.2.1.1 设计要求

此示例使用了表 9-1 中列出的设计参数。

表 9-1. 设计参数

设计参数	符号	示例值
输入电压	V_I	2.0V 至 5.5V
输出电压	V_O	1.2V 至 5.5V
输出电流	I_O	最高 4A（当 $V_I \geq$ 3.0V 时）
I^2C 总线电压	V_{BUS}	3.3V
I^2C 总线速度		快速模式 (400kHz)

9.2.1.2 详细设计过程

9.2.1.2.1 电感器选型

TI 建议 TPS63820、TPS638201 和 TPS638202 器件使用 0.47µH 电感器。为了实现高效率，需要使用具有低直流电阻 (DCR) 和低磁芯损耗的电感器。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

电感器的饱和电流必须高于应用中的最大电感器电流。为了为最坏情况和瞬态运行条件留出足够的裕度，请使用饱和电流至少比应用中的最大电感器电流高 20% 的电感器。当该器件在升压模式下运行且满足以下条件时，电感器中的电流达到最大值：

- 输入电压处于最小值。
- 输出电压处于最大值。
- 输出电流处于最大值。

要计算最大电感器电流，首先使用方程式 1 计算升压运行期间的最大占空比（即电感器电流达到最大时）。

$$D = \frac{V_O - V_I}{V_O} \quad (1)$$

其中

- D 为占空比
- V_I 为输入电压
- V_O 为输出电压

接下来，使用方程式 2 计算最大电感器电流。

$$I_{LM} = \frac{I_O}{\eta(1 - D)} + \frac{DV_I}{2fL} \quad (2)$$

其中

- I_{LM} 为电感器峰值电流
- I_O 为输出电流
- η 为转换器效率（使用应用曲线中的值或假设为 90%）
- D 为占空比（使用方程式 1 计算得出）
- V_I 为输入电压
- f 为开关频率（假设为 1.5MHz）
- L 为电感（使用 0.47µH）

为了为瞬态条件留出足够的裕度，请使用饱和电流额定值至少比计算得出的最大电流高 20% 的电感器。

9.2.1.2.2 输出电容器选型

TI 建议最小输出电容（包括直流偏置效应）为 14µF。两个 22µF、10V 陶瓷电容器是针对典型应用设计的，即 $V_{IN} \geq 2.6V$、$V_{OUT} = 3.3V$、$I_{OUT} \leq 2.0A$。对于更高的 V_{OUT} 或更大的 I_{OUT}，使用三个 22µF 或两个 47µF 陶瓷电容器可满足要求。为了尽可能降低输出端的开关噪声，请将一个小型陶瓷电容器（典型值为 100nF）与两个主输出电容器并联，并将该小型陶瓷电容器放置在最靠近 VOUT 引脚的位置。与两个主输出电容器相比，小型电容器具有较低的寄生电感，并且在滤除高频时更有效。

确保根据节 6.3 中的建议值给出有效电容值。一般而言，应考虑会导致有效电容降低的直流偏置效应。输出电容的选择主要是在尺寸和瞬态行为之间进行权衡，因为较高的电容会降低瞬态响应过冲和下冲并增加瞬态响应时间。表 9-2 列出了可能的输出电容器。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 9-2. 推荐电容器列表

电容器 [µF]	额定电压 [V]	ESR [mΩ]	器件型号	制造商(1)	尺寸（公制）
22	10	4	GRT188R61A226ME13D	Murata	0603 (1608)
47	10	4	LMK316ABJ476ML-T	Taiyo Yuden	1206 (3216)

(1) 请参阅*第三方产品免责声明*。

9.2.1.2.3 输入电容器选型

TI 建议使用 5µF 的最小输入电容（包括直流偏置效应）。10µF、6.3V 或 22µF、10V 陶瓷电容器是针对典型应用设计的。如果输入电源距离转换器超过几厘米，请添加额外的大容量电容（通常选择容值为 47µF 的电解电容器或钽电容器）。

表 9-3. 建议的输入电容器列表

电容器 [µF]	额定电压 [V]	ESR [mΩ]	器件型号	制造商	尺寸（公制）
10	6.3	4	GRM188R60J106ME84D	Murata	0603 (1608)
22	10	4	GRT188R61A226ME13D	Murata	0603 (1608)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.3 应用曲线

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。

表 9-4. 应用特性曲线的元件

基准	说明	器件型号	制造商
C1	电容器，10µF，6.3V，0603，陶瓷	GRM188R60J106ME84D	Murata
C2、C3	电容器，22µF，10V，0603，陶瓷	GRT188R61A226ME13D	Murata
L1	电感器，0.47µH，7.6mΩ	XFL4015-471MEC	Coilcraft
U1	集成电路	TPS63820YBGR	德州仪器 (TI)

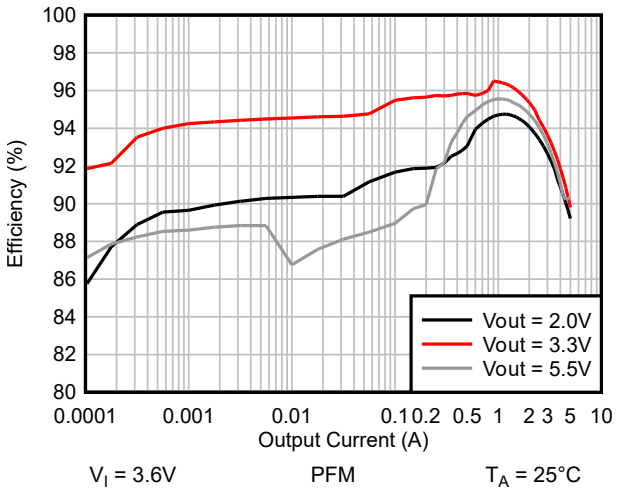


图 9-2. 效率与输出电流间的关系

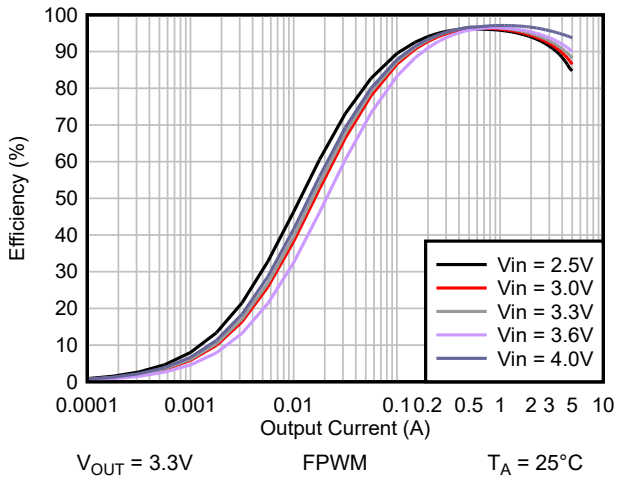


图 9-3. 效率与输出电流间的关系

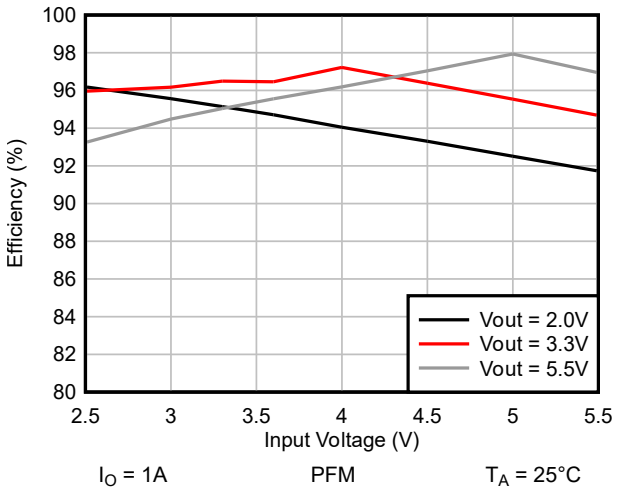


图 9-4. 效率与输入电压之间的关系

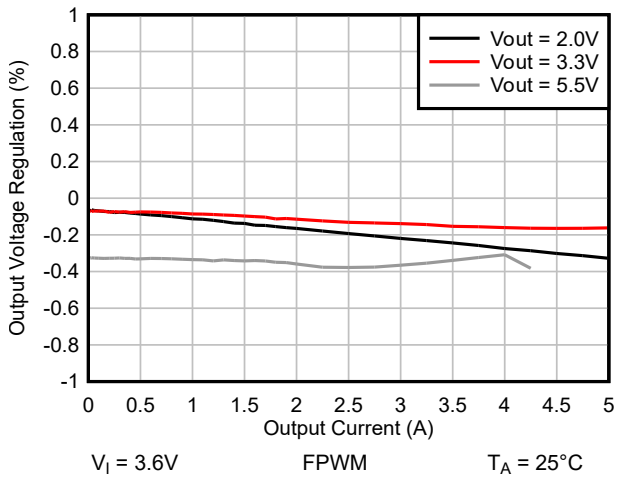


图 9-5. 负载调整率

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。

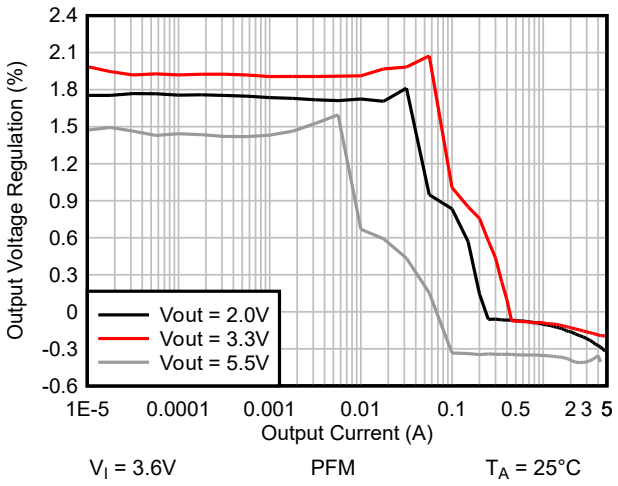


图 9-6. 负载调整率

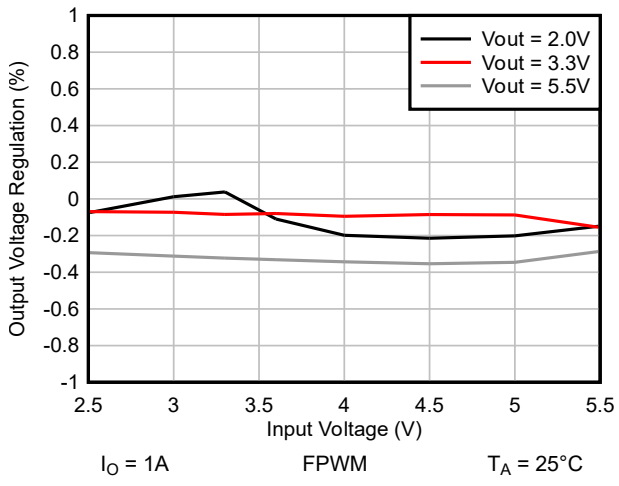


图 9-7. 线性调整率

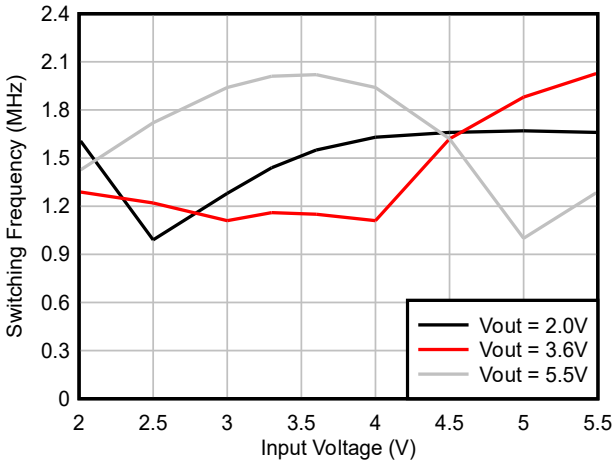
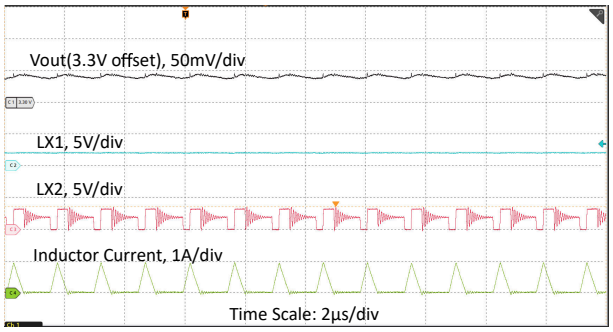


图 9-8. 开关频率与输入电压间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

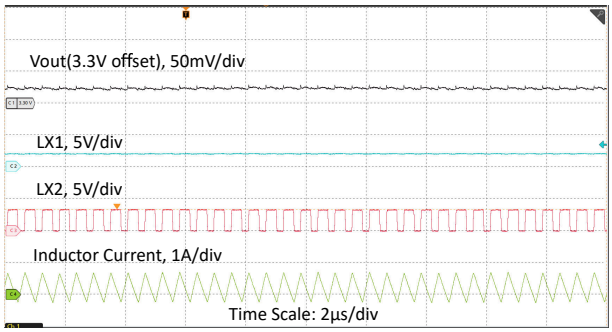
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



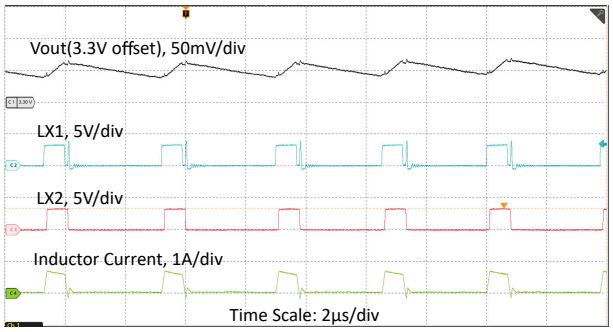
V_{IN} = 2.0V PFM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-9. 稳定状态（升压运行）



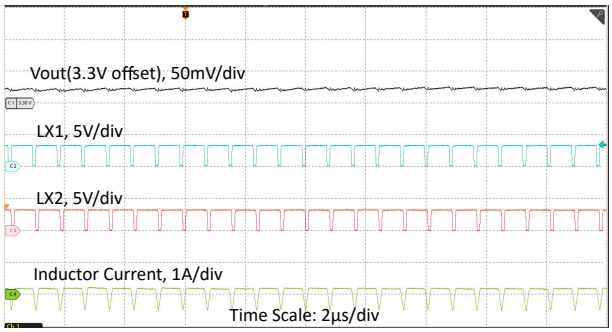
V_{IN} = 2.0V FPWM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-10. 稳定状态（升压运行）



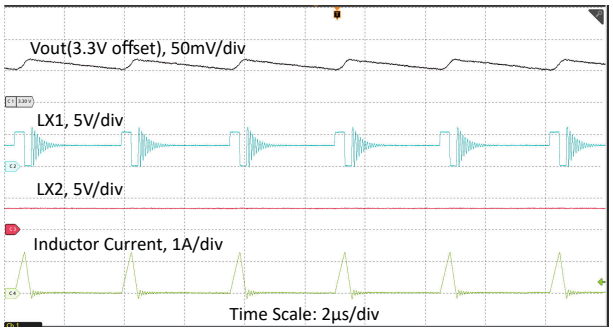
V_{IN} = 3.3V PFM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-11. 稳定状态（降压/升压运行）



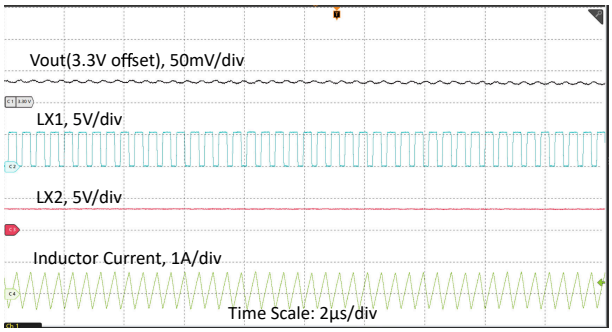
V_{IN} = 3.0V FPWM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-12. 稳定状态（降压/升压运行）



V_{IN} = 5.5V PFM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-13. 稳定状态（降压运行）



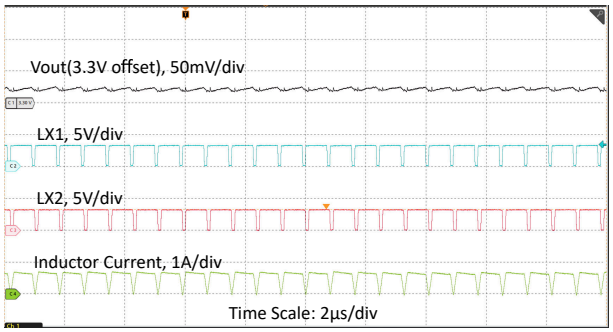
V_{IN} = 5.5V FPWM T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V I_O = 100mA

图 9-14. 稳定状态（降压运行）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

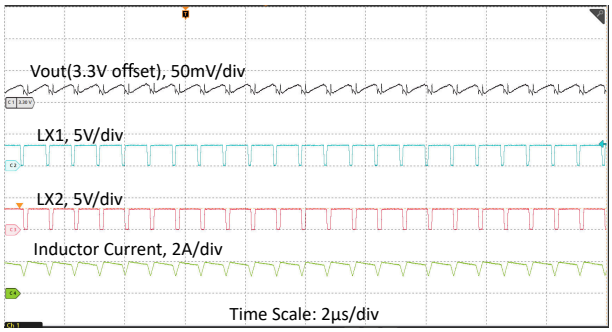
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



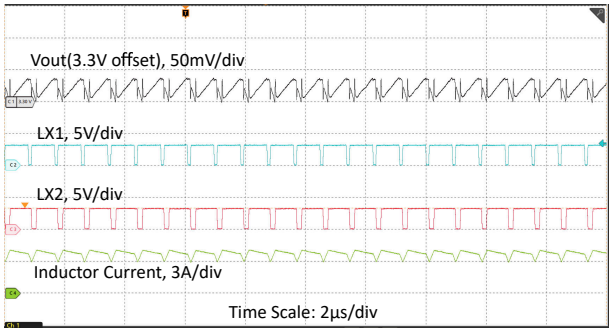
V_{IN} = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V　I_O = 500mA

图 9-15. 稳定状态（降压/升压运行）



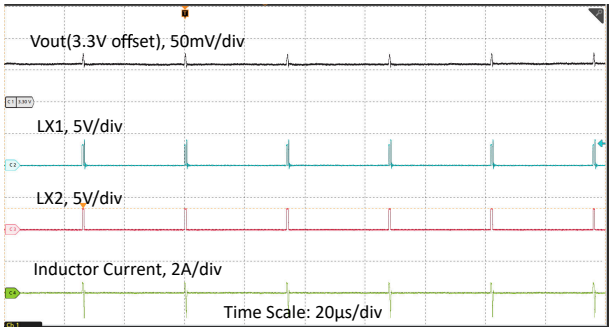
V_{IN} = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V　I_O = 1.5A

图 9-16. 稳定状态（降压/升压运行）



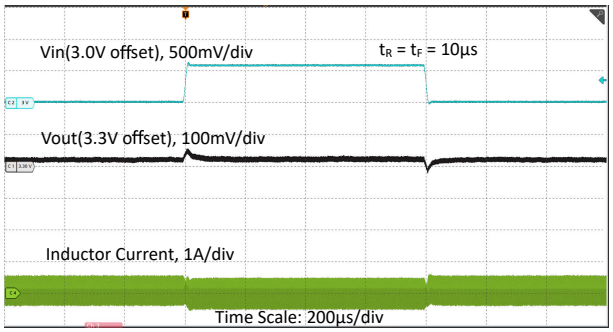
V_{IN} = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V　I_O = 3.0A

图 9-17. 稳定状态（降压/升压运行）



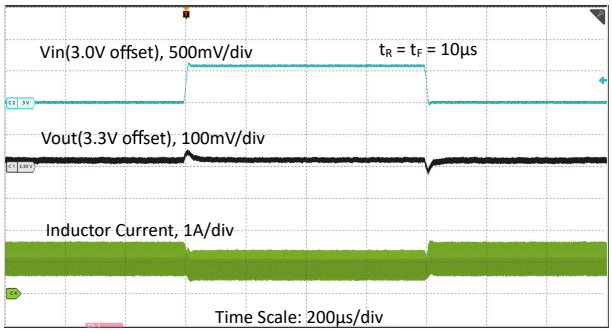
V_{IN} = 3.3V　超音速模式　T_A = 25°C
V_{OUT} = 3.3V　无负载

图 9-18. 稳定状态（降压/升压运行）



V_I = 3.0V 至 3.6V 至 3.0V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 200mA　TPS63820

图 9-19. 线路瞬态响应



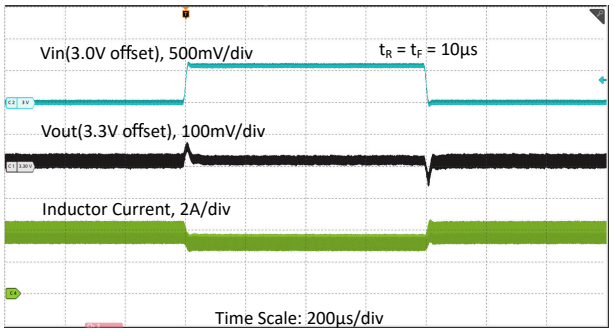
V_I = 3.0V 至 3.6V 至 3.0V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 1.0A　TPS63820

图 9-20. 线路瞬态响应

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

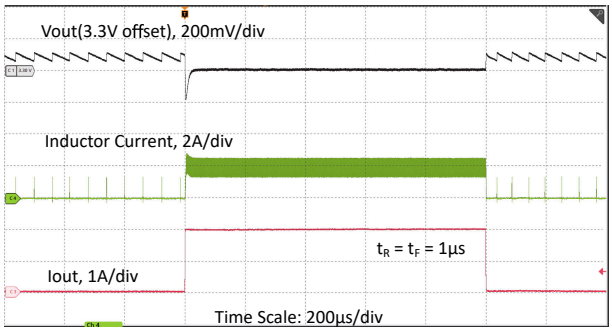
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



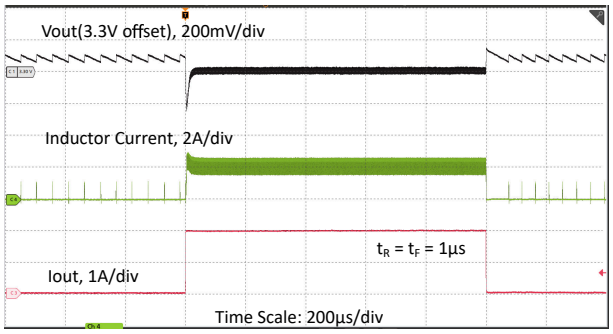
V_I = 3.0V 至 3.6V 至 3.0V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 3.0A　TPS63820

图 9-21. 线路瞬态响应



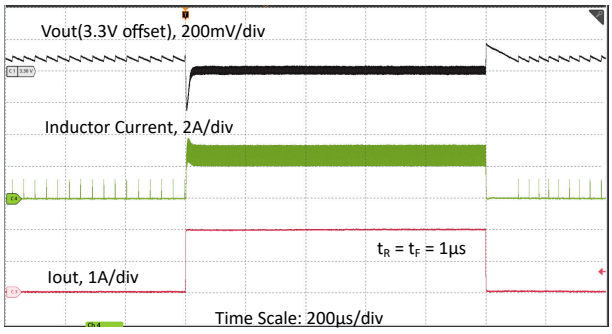
V_I = 4.2V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 10mA 至 2A 至 10mA　TPS63820

图 9-22. 负载瞬态响应 (降压)



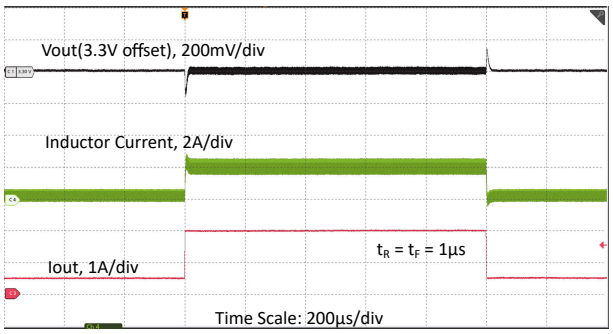
V_I = 3.3V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 10mA 至 2A 至 10mA　TPS63820

图 9-23. 负载瞬态响应 (降压/升压)



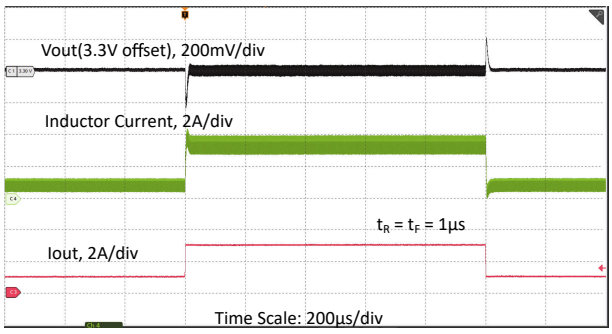
V_I = 2.6V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 10mA 至 2A 至 10mA　TPS63820

图 9-24. 负载瞬态响应 (升压)



V_I = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 0.5A 至 2A 至 0.5A　TPS63820

图 9-25. 负载瞬态响应 (降压/升压)



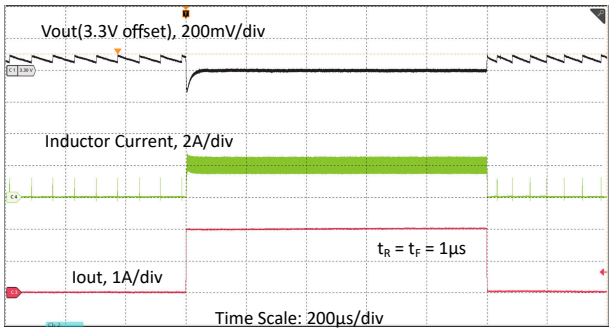
V_I = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 1.0A 至 3A 至 1.0A　TPS63820

图 9-26. 负载瞬态响应 (降压/升压)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

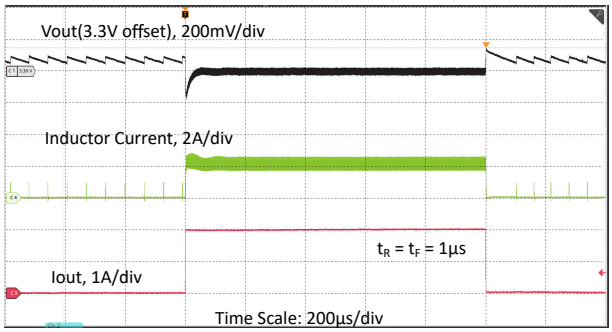
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



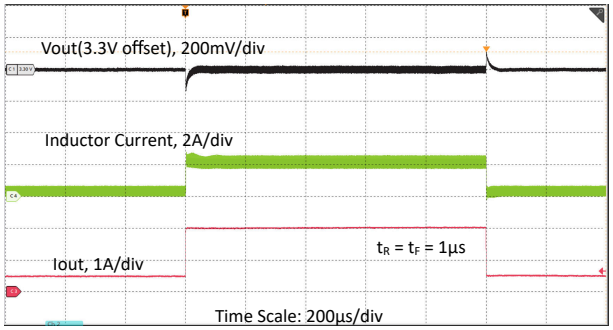
V_I = 4.2V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 10mA 至 2A 至 10mA　TPS638202

图 9-27. 负载瞬态响应 (降压)



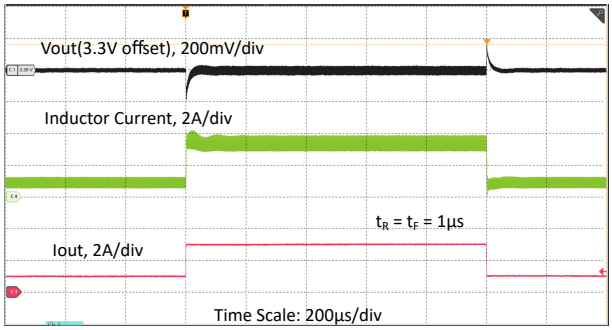
V_I = 3.3V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 10mA 至 2A 至 10mA　TPS638202

图 9-28. 负载瞬态响应 (降压/升压)



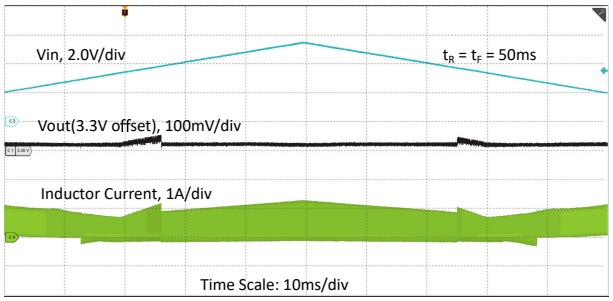
V_I = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 0.5A 至 2A 至 0.5A　TPS638202

图 9-29. 负载瞬态响应 (降压/升压)



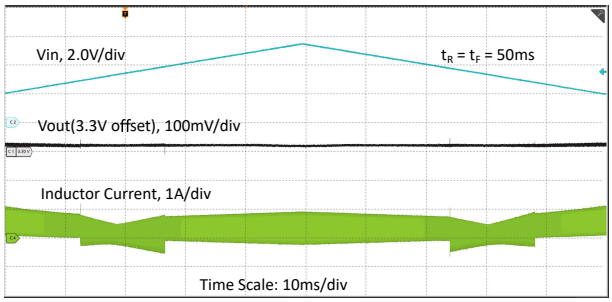
V_I = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 1.0A 至 3A 至 1.0A　TPS638202

图 9-30. 负载瞬态响应 (降压/升压)



V_I = 2.0V 至 5.5V 至 2.0V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　R_{LOAD} = 10 Ω

图 9-31. 线路扫描 (PFM)



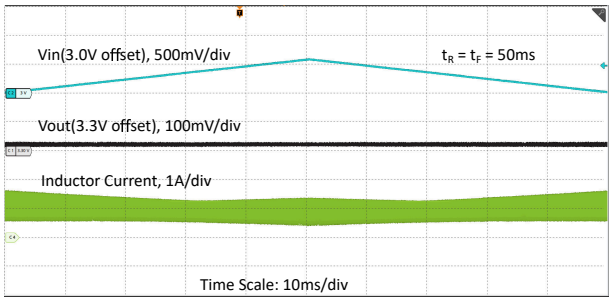
V_I = 2.0V 至 5.5V 至 2.0V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　R_{LOAD} = 10 Ω

图 9-32. 线路扫描 (FPWM)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

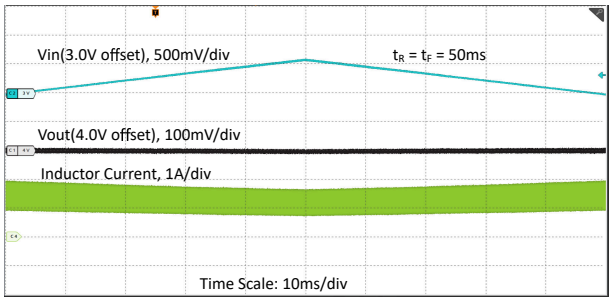
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



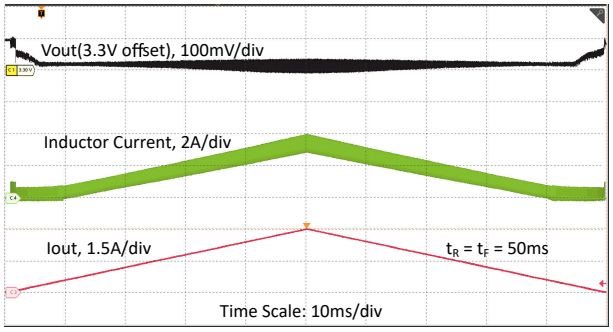
V_I = 3.0V 至 3.6V 至 3.0V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 1.0A　BB 窗口 = 350mV

图 9-33. 线路扫描（FPWM，完全处于降压/升压状态）



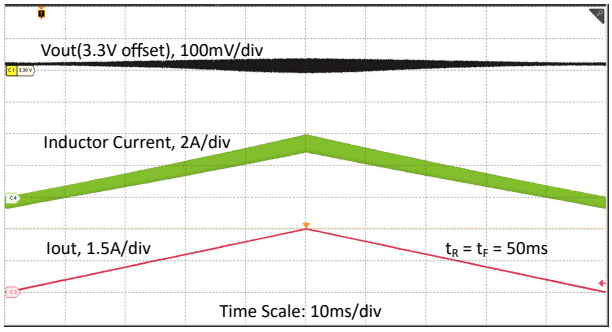
V_I = 3.0V 至 3.6V 至 3.0V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 4.0V　I_O = 1.0A　BB 窗口 = 275mV

图 9-34. 线路扫描（FPWM，完全处于升压状态）



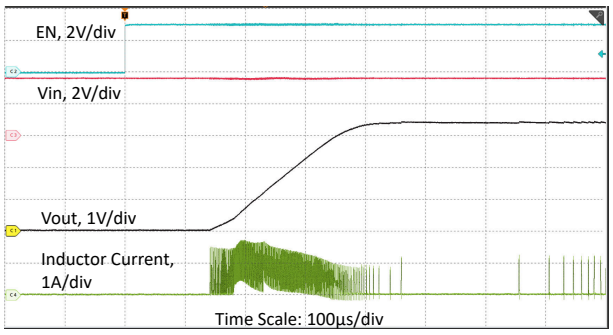
V_I = 3.3V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 0A 至 3A 至 0A

图 9-35. 负载扫描 (PFM)



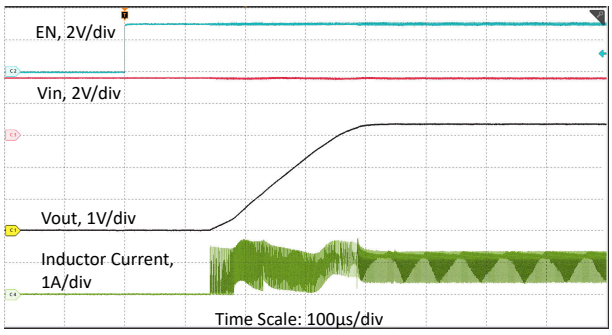
V_I = 3.3V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　I_O = 0A 至 3A 至 0A

图 9-36. 负载扫描 (FPWM)



V_I = 3.6V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　R_{LOAD} = 33 Ω

图 9-37. 启动波形（轻负载）



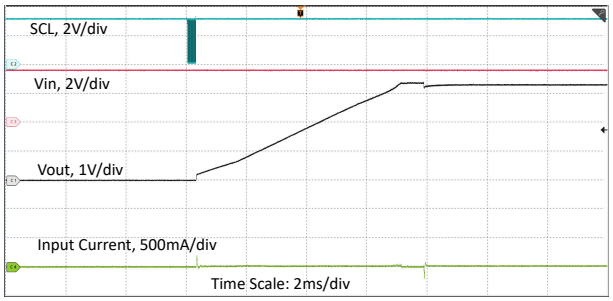
V_I = 3.6V　PFM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　R_{LOAD} = 3.3 Ω

图 9-38. 启动波形（重负载）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

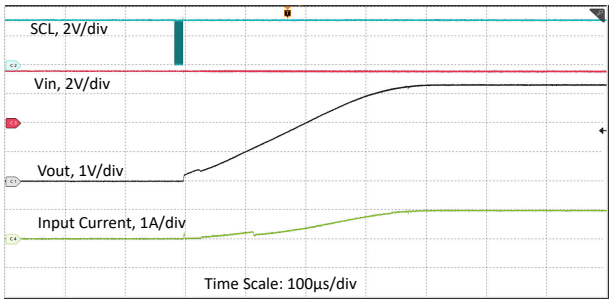
9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



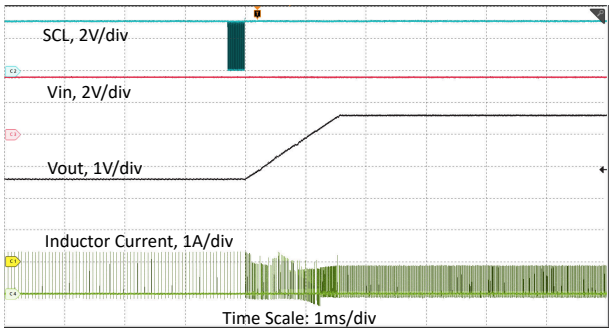
V_I = 3.6V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　无负载　软启动时间 = 7.5ms

图 9-39. 启动波形（无负载）



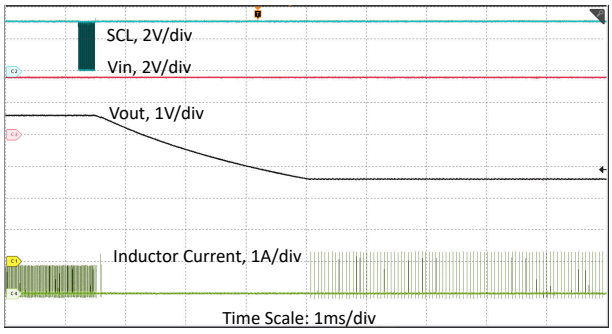
V_I = 3.6V　FPWM　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　R_{LOAD} = 3.3 Ω　软启动时间 = 7.5ms

图 9-40. 启动波形（重负载）



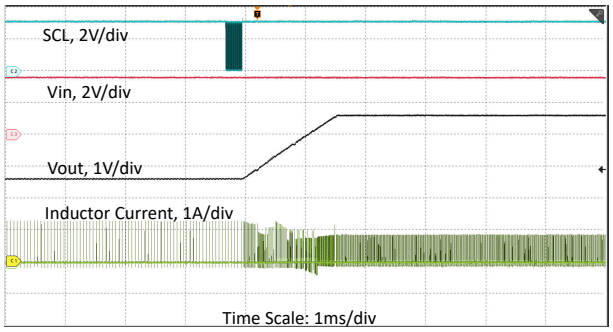
V_I = 3.6V　RPWM 禁用　T_A = 25°C
V_O = 2.5V 至 4.5V　R_L = 330 Ω

图 9-41. 动态电压调节（RPWM 禁用）



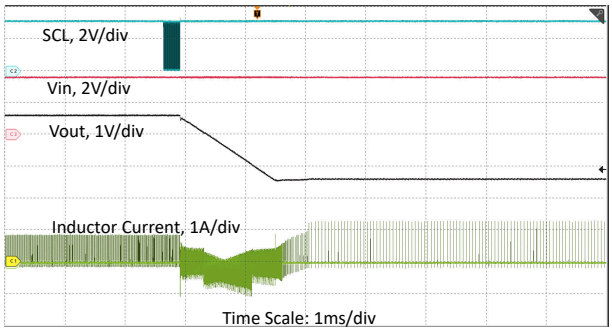
V_I = 3.6V　RPWM 禁用　T_A = 25°C
V_O = 4.5V 至 2.5V　R_L = 330 Ω

图 9-42. 动态电压调节（RPWM 禁用）



V_I = 3.6V　RPWM 使能　T_A = 25°C
V_O = 2.5V 至 4.5V　R_L = 330 Ω

图 9-43. 动态电压调节（RPWM 启用）



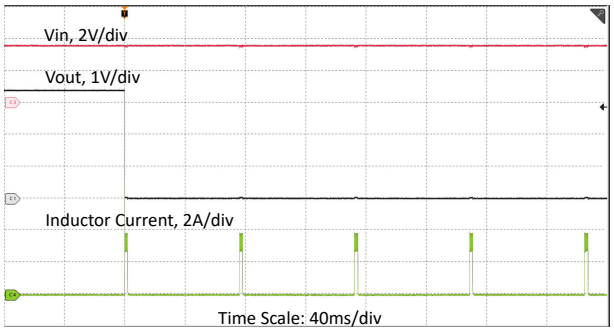
V_I = 3.6V　RPWM 使能　T_A = 25°C
V_O = 4.5V 至 2.5V　R_L = 330 Ω

图 9-44. 动态电压调节（RPWM 启用）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.3 应用曲线 (续)

表 9-4 列出用于后续页面所述测量的元件。



V_I = 3.6V　　PFM　　T_A = 25°C
V_O = 3.3V　　无负载

图 9-45. 输出短路保护

9.3 电源相关建议

该器件设计为在 1.8V 至 5.5V 的直流电源电压范围内运行。如果输入电源距离器件超过几厘米，TI 建议向陶瓷旁路电容器添加一定的大容量电容。大容量电容的一种典型选择为 47µF 电解电容器。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

为了充分发挥器件的性能，正确的 PCB 布局必不可少。TI 建议遵循以下基本原则：

- 将输入和输出电容器靠近器件放置，以更大限度地减小输入和输出环路面积。
- 在组合不同大小的电容器来构成总输入电容时，将最小的电容器放在最靠近器件的位置。这同样适用于输出电容。
- 保持 PCB 布线短而宽，以更大限度地减小寄生电阻和电感。
- 使用以下 PCB 层堆叠结构（或类似结构）：
  - 第 1 层（顶部）：所有元件和所有电源布线
  - 第 2 层（内部）：信号
  - 第 3 层（内部）：信号
  - 第 4 层（底部）：接地平面

图 9-46 显示了用于*应用曲线*中所有测量数据的 PCB 布局示例。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.4.2 布局示例

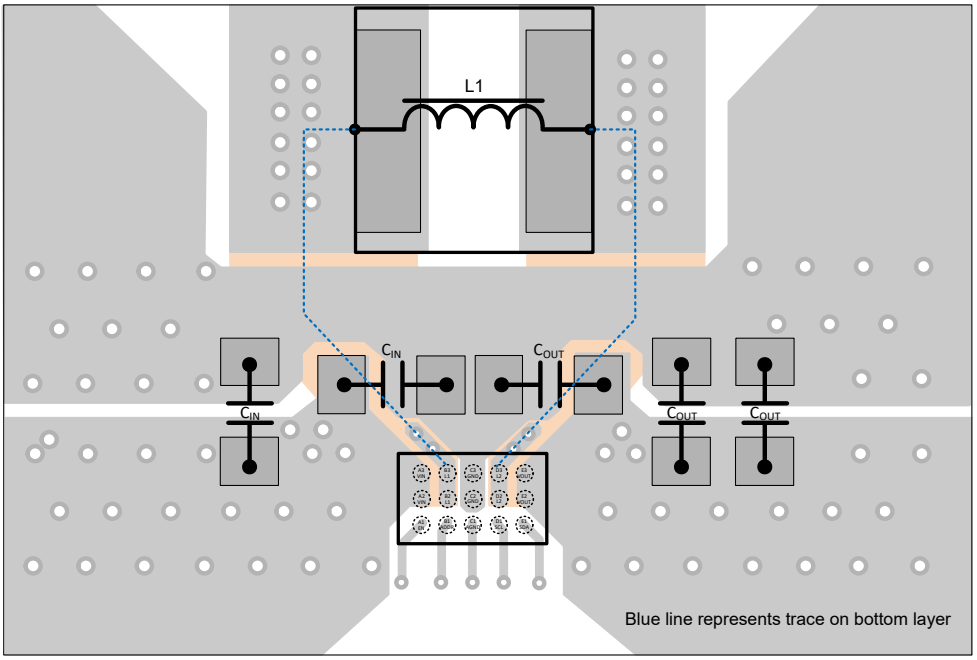


图 9-46. TPS63820 器件的建议 PCB 布局

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。

10.2 文档支持

10.2.1 相关文档

如需查看相关文档，请参阅以下内容：

- *NXP Semiconductors，UM10204 – I^2C 总线规格和用户手册*
- 德州仪器 (TI)，TPS63820 评估模块 EVM 用户指南

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.
所有商标均为其各自所有者的财产。

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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

11 修订历史记录

Changes from Revision A (June 2026) to Revision B (November 2026) **Page**

- 在向*特性* 的器件选项中添加了 TPS638202....1
- 在*器件信息* 表中添加了 TPS638202....1
- 将 TPS638202 添加至 *器件比较表*....3
- 向“建议运行条件”表中添加了 TPS638202 的 Co 要求....5
- 向“建议运行条件”表中添加了注释 (3)....5
- 在*概述*中添加了 TPS638202 的说明....10
- 在寄存器表 8-2 中将 TPS638202 添加到 EN_DISCHG 和 ENABLE 字段中....19
- 在寄存器表 8-10 的 HYS_CURRENT 中添加了 TPS638202....21
- 在图 9-3 中，将 V_I = 3.6V 改为了 V_{OUT} = 3.3V....25
- 在*应用曲线* 中新增了图 9-27 至图 9-30 的 TPS638202 负载瞬态波形....25
- 将*电源建议* 中的电源电压范围最小值从 2.2V 调整为 1.8V....33
- 在*相关文档* 中将 EVM 链接从 TPS6381xEVM 更改为了 TPS63820EVM....35

Changes from Revision * (March 2026) to Revision A (June 2026) **Page**

- 删除了*器件信息*表中 TPS638201 的产品预发布说明....1
- 向*封装信息*表中添加了注释 3....1
- 删除了以下内容中的 TPS638201 预发布说明： *器件比较表*....3
- 将 CDM 标准从“JEDEC 规范 JESD22C101”更改为“ANSI/ESDA/JEDEC JS-002”。....5
- 将“热性能信息”表中的表注更新为现行标准....6
- 将图 7-2 中 Q1 和 Q4 的符号从 PMOS 更改为 NMOS....11
- 将图 7-3 中 Q1 和 Q4 的符号从 PMOS 更改为 NMOS....11
- 将图 7-4 中 Q1 和 Q4 的符号从 PMOS 更改为 NMOS....11
- 将图 9-8 中的图例从“Vin”更改为“Vout”....25

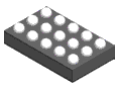
12 机械、封装和可订购信息

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

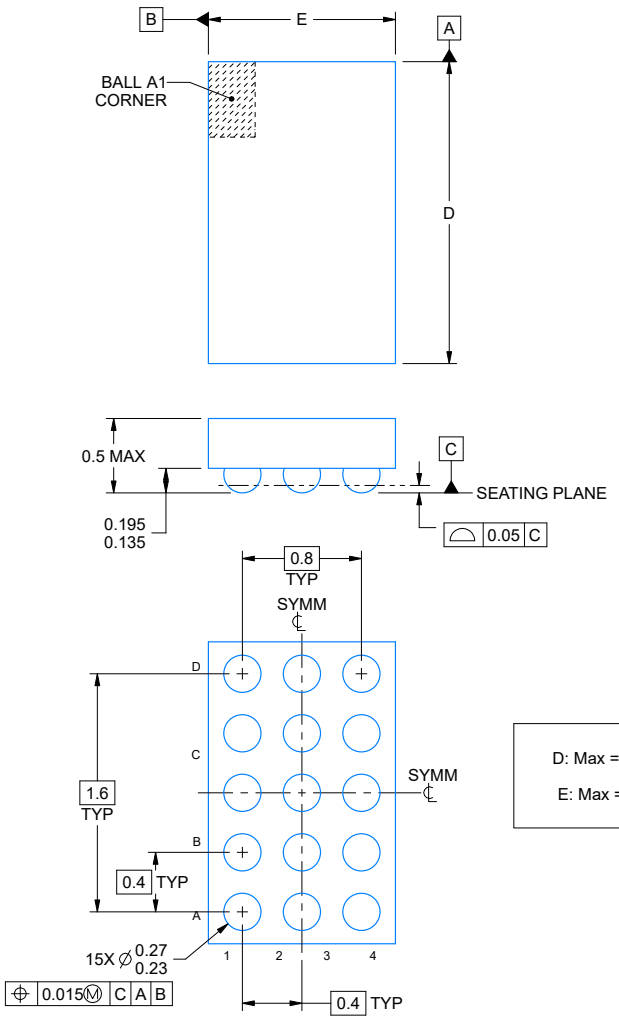
PACKAGE OUTLINE

YBG0015-C01



DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



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.

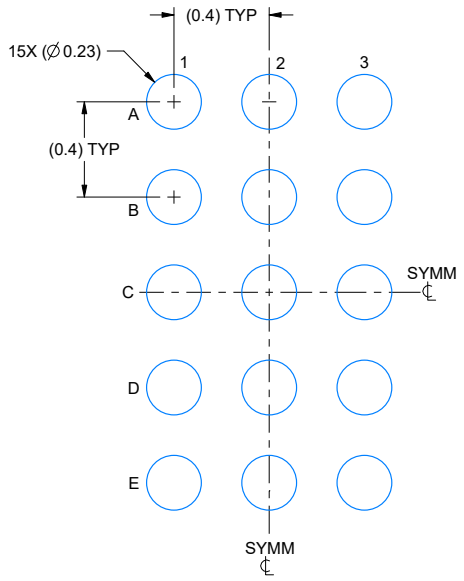
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE BOARD LAYOUT

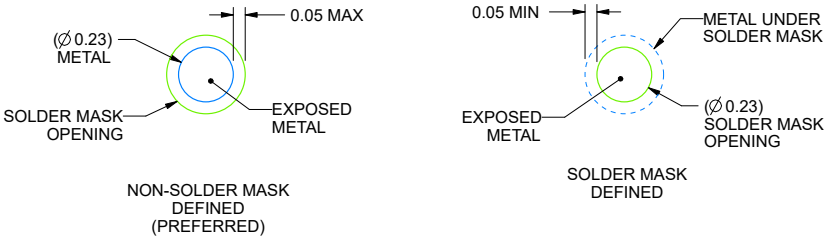
YBG0015-C01

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 40X



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4231460/A 01/2025

NOTES: (continued)

3. Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

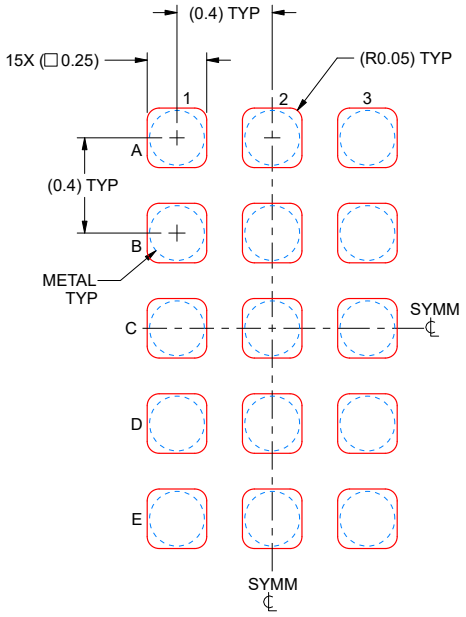
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YBG0015-C01

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE: 40X

4231460/A 01/2025

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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)
TPS638201YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) | 15	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-	22T
TPS638202YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) | 15	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-	2AD
TPS63820YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) | 15	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1ZI

(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.

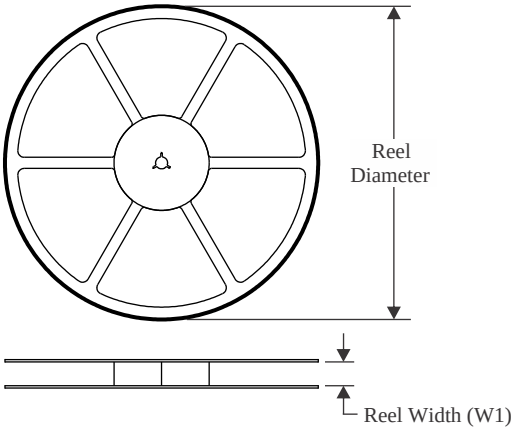
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

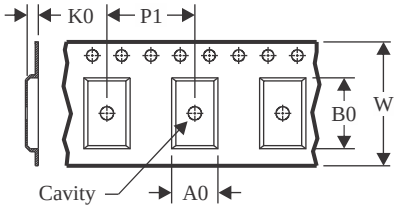
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

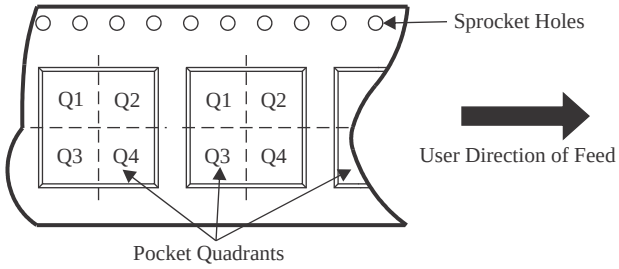


TAPE DIMENSIONS



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

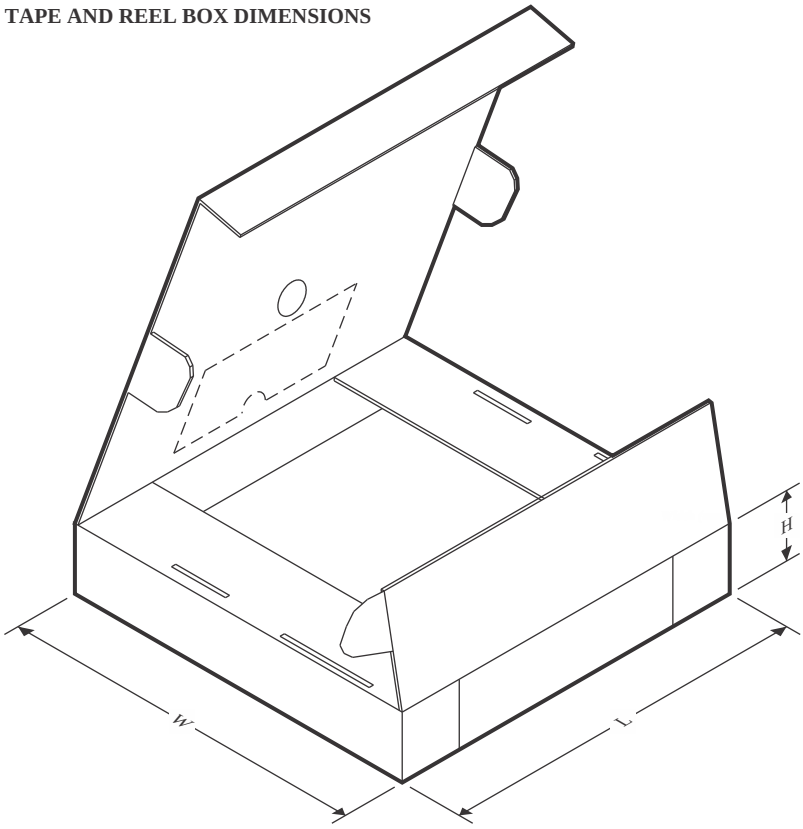
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TPS638201YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	180.0	8.4	1.68	1.72	0.62	4.0	8.0	Q1
TPS638202YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	180.0	8.4	1.42	2.16	0.65	4.0	8.0	Q1
TPS63820YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	180.0	8.4	1.68	1.72	0.62	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)
TPS638201YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	182.0	182.0	20.0
TPS638202YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	182.0	182.0	20.0
TPS63820YBGR	DSBGA	YBG	15	3000	182.0	182.0	20.0

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