LMP8601-Q1, LMP8602-Q1, LMP8603-Q1
ZHCSFO1I – SEPTEMBER 2008 – REVISED JUNE 2026

LMP860x-Q1 具有直列式滤波功能、符合 AEC-Q100 标准的 –22V 至 60V 双向电流检测放大器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  - 温度等级 1：–40°C 至 +125°C，T_A
  - 温度等级 0：–40°C 至 +150°C，T_A（仅限 LMP8601EDRQ1）
- 功能安全型
  - 可提供用于功能安全系统设计的文档
- 宽工作共模电压范围：
  - V_S = 3.3V 时：-4V 至 27V
  - V_S = 5V 时：-22V 至 60V
- CMRR：90dB（最小值）
- 用于信号调节的直列式滤波器功能
- TCV_{OS}：±10 µV/°C（最大值）
- 输入偏移电压：±1mV（最大值）
- 单电源双向运行
- 增益 = 20 倍（对于 LMP8601-Q1）
- 增益 = 50 倍（对于 LMP8602-Q1）
- 增益 = 100 倍（对于 LMP8603-Q1）

2 应用

- 直流/直流转换器
- 起动机和发电机
- 车载充电器
- 汽车燃油喷射控制
- 自动变速器
- 动力转向
- 电池管理系统

3 说明

LMP8601-Q1、LMP8602-Q1 和 LMP8603-Q1 器件均为增益固定的精密电流检测放大器（也称分流监测计）。在 5V 单电源下工作时，输入共模电压范围为 –22V 至 +60V；在 3.3V 电源下，输入共模电压范围为 –4V 至 +27V。LMP860x-Q1 是为单向和双向电流检测应用设计的器件。

这些器件具有 20 倍 (LMP8601-Q1)、50 倍 (LMP8602-Q1) 和 100 倍 (LMP8603-Q1) 的精确增益，并且适用于大多数目标应用，可将 ADC 驱动至满量程值。固定增益在两个单独的级中实现：增益为 10 倍的前置放大器和以下增益倍数的输出级缓冲放大器：2 倍 (LMP8601-Q1)、5 倍 (LMP8602-Q1) 或 10 倍 (LMP8603-Q1)。两级之间的路径可在两个引脚上引出，从而可选择增加滤波器网络或修改增益。

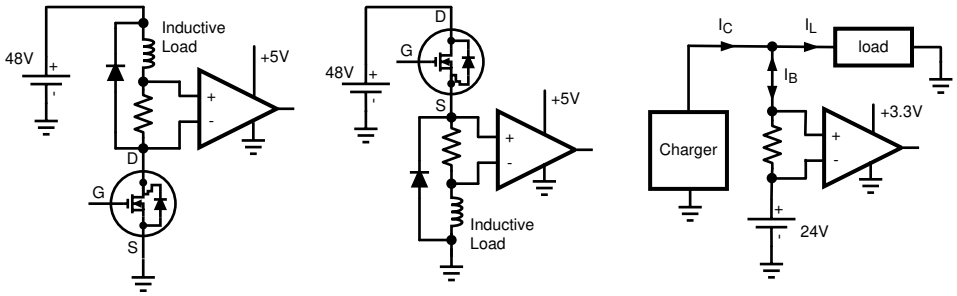
偏移输入引脚允许此类器件执行单向或双向单电源电压电流检测。

LMP860x-Q1 器件采用适用于汽车市场的增强型制造和支持流程，并且符合 AEC-Q100 标准。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
LMP860x-Q1	D（SOIC，8）	4.90mm × 6.00mm
LMP8602-Q1 LMP8603-Q1	DGK（VSSOP，8）	3.00mm × 4.90mm

(1) 有关更多信息，请参阅 节 10。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



典型应用

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 引脚配置和功能 2
5 规格 3
5.1 绝对最大额定值 3
5.2 ESD 等级 3
5.3 建议运行条件 3
5.4 热性能信息 3
5.5 电气特性： V_S = 3.3V 4
5.6 电气特性：V_S = 5V 6
5.7 典型特性 9
6 详细说明 20
6.1 概述 20
6.2 功能方框图 20
6.3 特性说明 20
6.4 器件功能模式 24
7 应用和实施 28
7.1 典型应用 28
8 器件和文档支持 34
8.1 器件支持 34
8.2 文档支持 34
8.3 接收文档更新通知 34
8.4 支持资源 34
8.5 商标 34
8.6 静电放电警告 34
8.7 术语表 34
9 修订历史记录 35
10 机械、封装和可订购信息 36

4 引脚配置和功能

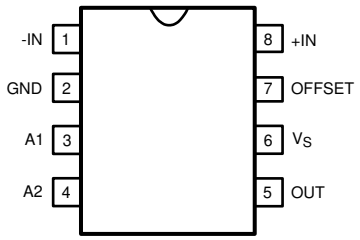


图 4-1. D 封装 8 引脚 SOIC 顶视图

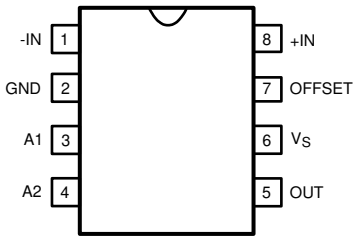


图 4-2. DGK 封装 8 引脚 VSSOP 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
名称	编号		
A1	3	O	前置放大器输出
A2	4	I	来自外部滤波器网络和/或 A1 的输入
GND	2	P	电源地
+IN	8	I	正输入
-IN	1	I	负输入
OFFSET	7	I	双向信号的直流偏移电压
OUT	5	O	单端输出
V_S	6	P	正电源电压

(1) I = 输入；O = 输出；P = 电源

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
电源电压 (V_S)	(V_S – GND)	-0.3	6	V
模拟输入，V_{IN+}、V_{IN-} (2)	共模	-25	65	V
	差分 (V_{IN+})-(V_{IN-})	-82	82	V
A1、A2、OFFSET 和 OUT 引脚		(GND – 0.3)	(V_S + 0.3)	V
T_A	环境温度	-55	125	°C
T_A	仅限 LMP8601EDRQ1	-55	150	°C
T_J	结温		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) VIN+ 和 VIN- 分别为 IN+ 和 IN – 引脚上的电压。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模式 (HBM)，符合 AEC Q100-002(1) HBM ESD 分类级别 2，除 1 和 8 之外的所有引脚	±2000	V
		人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002(1) HBM ESD 分类等级 3A，引脚 1 和 8	±4000	
		充电器件模型 (CDM)，符合 AEC Q100-011 CDM ESD 分类等级 C6	±1000	

(1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

5.3 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_S	工作电源电压范围	3		5.5	V
V_{OFFSET}	OFFSET 电压	0		V_S	V
T_A	环境温度	-40		125	°C
T_A	环境温度，LMP8601EDRQ1	-40		150	°C

5.4 热性能信息

热指标(1)		LMP860x-Q1	LMP8602-Q1，LMP8603-Q1	单位
		D (SOIC)	DGK (VSSOP)	
		8 引脚	8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	128.93	171.1	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	68.3	64.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	72.7	91.1	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	17.76	9.4	°C/W

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

热指标(1)		LMP860x-Q1	LMP8602-Q1，LMP8603-Q1	单位
		D (SOIC)	DGK (VSSOP)	
		8 引脚	8 引脚	
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	72.07	89.7	°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。

5.5 电气特性： V_S = 3.3V

条件为 T_A = 25°C，V_S = 3.3V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入						
V_{CM}	共模输入范围(1)	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	-4		27	V
R_{CM}	输入阻抗共模， DGK 封装和 LMP8601EDRQ1	-4V < V_{CM} < 27V，		295		kΩ
		-4V < V_{CM} < 27V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	250		350	
	输入阻抗共模 D 封装	-4V < V_{CM} < 27V，		450		
		–4V < V_{CM} < 27V，T_A = –40°C 至 +125°C	250		650	
R_{DM}	差模输入阻抗， DGK 封装和 LMP8601EDRQ1	-4V < V_{CM} < 27V，		590		kΩ
		-4V < V_{CM} < 27V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	500		700	
	差模输入阻抗 D 封装	-4V < V_{CM} < 27V，		900		
		–4V < V_{CM} < 27V，T_A = –40°C 至 +125°C	500		1300	
V_{os}	偏移电压，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2，		±0.15	±1	mV
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	-2		2	
dV_{os}/dT	偏移电压漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±10	µV/℃
PSRR	电源抑制比，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2，3.0V ≤ V_S ≤ 3.6V，		±50		µV/V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±320	
输出						
A_V	总增益	LMP8601-Q1	19.9	20	20.1	V/V
		LMP8602-Q1	49.75	50	50.25	
		LMP8603-Q1	99.5	100	100.5	
G_{ERR}	增益误差				±0.5	%
	增益误差漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1		±2.7	±20	ppm/°C
	最大容性负载	无持续振荡，无隔离电阻			100	pF
频率响应						
BW	带宽			60		kHz
SR	压摆率（上升）	OFFSET = V_S/2，V_{Sense} = ±0.165V		0.7		V/µs
	压摆率（下降）	OFFSET = V_S/2，V_{Sense} = ±0.165V		0.7		
噪声						
Ven	输入基准电压噪声	0.1Hz - 10Hz，6 sigma		16.4		μV_{P-P}
		1kHz		830		nV/√Hz

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

条件为 T_A = 25°C，V_S = 3.3V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
I_S	电源电流			1		mA
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	0.45		1.3	mA
基准						
	中量程偏移电压调节精度（基准分压器精度）	LMP8601-Q1		±0.15	±0.50	%
		LMP8602-Q1		±0.25	±1	
		LMP8603-Q1		±0.45	±1.5	
前置放大器						
CMRR	共模抑制比，以输入为基准	-2V < V_{CM} < 24V，		96		dB
		-2V < V_{CM} < 24V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	86			
		f = 1kHz		94		
		f = 10kHz		85		
K1	前置放大器增益		9.95	10.0	10.05	V/V
V_{os_P}	前置放大器偏移电压，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2		±0.15	±1	mV
R_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻			100		kΩ
		T_A = –40°C 至 +125°C	99		101	
R_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻	T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	97		103	kΩ
TCR_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1		±5	±50	ppm/°C
A1 V_{OUT}	相对于 Vs（电源导轨）的摆幅，R_L = 空载			3.25		V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	3.2			
	对地摆幅，R_L =空载			2		mV
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			10	
输出缓冲器						
V_{os_B}	缓冲级输入偏移电压，以输入为基准	0 V ≤ V_{CM} ≤ V_S		±0.5	±2	mV
		0V ≤ V_{CM} ≤ V_S，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±2.5	
K2	输出缓冲器增益	LMP8601-Q1	1.99	2	2.01	V/V
		LMP8602-Q1	4.975	5	5.025	
		LMP8603-Q1	9.95	10.0	10.05	
I_{B_B}	输入偏置电流 A2			±2		pA
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±20	nA

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

条件为 T_A = 25°C，V_S = 3.3V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
A2 V_{OUT}	对地摆幅，R_L = 100kΩ 至 Vs	LMP8601-Q1		4		mV
		LMP8601-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			20	
		LMP8602-Q1		10		
		LMP8602-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			40	
		LMP8603-Q1		10		
		LMP8603-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			80	
	相对于 Vs（电源导轨）的摆幅， R_L = 100kΩ 接地			3.29		V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	3.28			
I_{SC}	输出短路电流	拉电流，V_{IN} = V_S，V_{OUT} = GND	-60	-38	-25	mA
		灌电流，V_{IN} = GND，V_{OUT} = V_S	30	46	65	

(1) V_{IN+} 和 V_{IN-} 的共模电压不得超过指定的共模输入范围。

5.6 电气特性：V_S = 5V

条件为 T_A = 25°C，V_S = 5V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入						
V_{CM}	共模输入范围(1)	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	-22		60	V
R_{CM}	输入阻抗共模， DGK 封装和 LMP8601EDRQ1	0V < V_{CM} < 60V，		295		kΩ
		0V < V_{CM} < 60V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	250		350	
		-20V < V_{CM} < 0V，		193		
		-20V < V_{CM} < 0V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	165		250	
	输入阻抗共模 D 封装	0V < V_{CM} < 60V，		450		
		0V < V_{CM} < 60V，T_A = –40°C 至 +125°C	250		650	
		-20V < V_{CM} < 0V，		450		
		–20V < V_{CM} < 0V，T_A = –40°C 至 +125°C	250		650	
R_{DM}	差模输入阻抗， DGK 封装和 LMP8601EDRQ1	0V < V_{CM} < 60V，		590		kΩ
		0V < V_{CM} < 60V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	500		700	
		-20V < V_{CM} < 0V，		386		
		-20V < V_{CM} < 0V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	300		500	
	差模输入阻抗 D 封装	0V < V_{CM} < 60V，		900		
		0V < V_{CM} < 60V，T_A = –40°C 至 +125°C	500		1300	
		-20V < V_{CM} < 0V，		900		
		–20V < V_{CM} < 0V，T_A = –40°C 至 +125°C	500		1300	

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

条件为 T_A = 25°C，V_S = 5V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{os}	偏移电压，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2，		±0.15	±1	mV
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	-2		2	
dV_{os}/dT	偏移电压漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±10	μV/℃
PSRR	电源抑制比，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2，4.5V ≤ V_S ≤ 5.5V，		±32		μV/V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±320	μV/V
输出						
A_V	总增益	LMP8601-Q1	19.9	20	20.1	V/V
		LMP8602-Q1	49.75	50	50.25	
		LMP8603-Q1	99.5	100	100.5	
G_{ERR}	增益误差				±0.5	%
	增益误差漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1		±2.8	±20	ppm/°C
	最大容性负载	无持续振荡，无隔离电阻			100	pF
频率响应						
BW	带宽			60		kHz
SR	压摆率（上升）	OFFSET = V_S，V_{Sense} = ± 0.25 V，		0.83		V/μs
	压摆率（下降）	OFFSET = V_S，V_{Sense} = ± 0.25 V，		0.83		
噪声						
Ven	输入基准电压噪声	0.1Hz - 10Hz，6 sigma，		17.5		μV_{P-P}
		1 kHz，		890		nV/√Hz
电源						
I_S	电源电流			1.1		mA
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	0.45		1.5	
基准						
	中量程偏移电压调节精度（基准分压器精度）	LMP8601-Q1		±0.15	±0.50	%
		LMP8602-Q1		±0.25	±1	
		LMP8603-Q1		±0.45	±1.5	
前置放大器						
CMRR	共模抑制比，以输入为基准	-20V < V_{CM} < 60V，		105		dB
		-20V < V_{CM} < 60V，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	90			
		f = 1kHz		96		
		f = 10kHz		83		
K1	前置放大器增益		9.95	10.0	10.05	V/V
V_{os_P}	前置放大器偏移电压，以输入为基准	V_{CM} = V_S / 2，		±0.15	±1	mV
R_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻			100		kΩ
		T_A = –40°C 至 +125°C	99		101	
R_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻	T_A = -40°C 至 +150°C，仅 LMP8601EDRQ1	97		103	kΩ
TCR_{F-INT}	前置放大器输出阻抗电阻漂移	T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1		±5	±50	ppm/°C

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

条件为 T_A = 25°C，V_S = 5V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = GND，R_L = 空载（除非另外说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
A1 V_{OUT}	对地摆幅，R_L = 空载			2		mV
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			10	
	相对于 Vs（电源导轨）的 A1 摆幅， R_L = 空载			4.985		V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	4.95			
输出缓冲器						
V_{os_B}	缓冲级输入偏移电压，以输入为基准	0 V ≤ V_{CM} ≤ V_S		±0.5	±2	mV
		0V ≤ V_{CM} ≤ V_S，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±2.5	
K2	输出缓冲器增益	LMP8601-Q1	1.99	2	2.01	V/V
		LMP8602-Q1	4.975	5	5.025	
		LMP8603-Q1	9.95	10.0	10.05	
I_{B_B}	输入偏置电流 A2			±2		pA
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			±20	nA
A2 V_{OUT}	对地摆幅，R_L = 100kΩ 至 Vs	LMP8601-Q1		4		mV
		LMP8601-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			20	
		LMP8602-Q1		10		
		LMP8602-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			40	
		LMP8603-Q1		10		
		LMP8603-Q1，T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1			80	
	相对于 Vs（电源导轨）的摆幅， R_L = 100kΩ 接地			4.99		V
		T_A = -40°C 至 +125°C T_A = -40°C 至 +150°C，LMP8601EDRQ1	4.98			
I_{SC}	输出短路电流	拉电流，V_{IN} = V_S，V_{OUT} = GND	-60	-42	-25	mA
		灌电流，V_{IN} = GND，V_{OUT} = V_S	30	48	65	

(1) V_{IN+} 和 V_{IN-} 的共模电压不得超过指定的共模输入范围。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.7 典型特性

条件为 T_A = 25°C，V_S = 5V，GND = 0V，V_{CM} = V_S/2，OFFSET = V_S，R_L = 空载（除非另外说明）

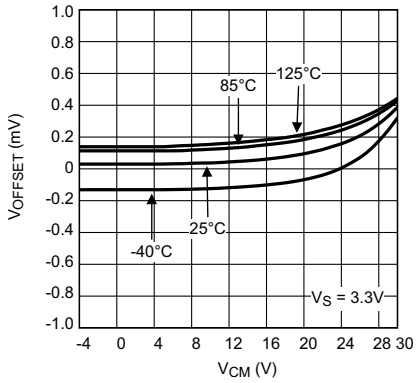


图 5-1. V_S = ±3.3V 时 V_{OS} 与 V_{CM} 间的关系

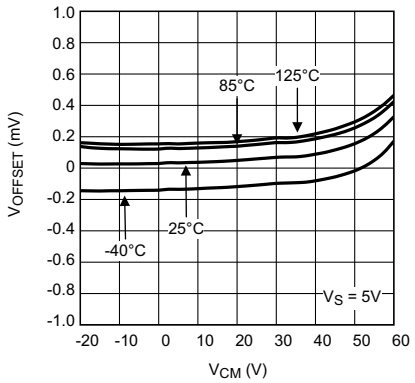
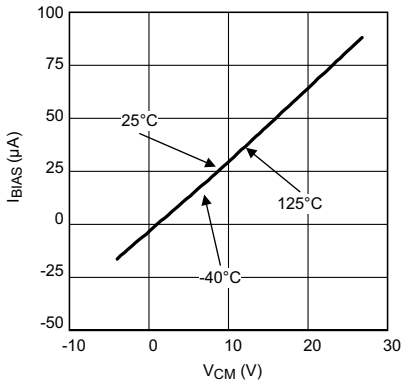
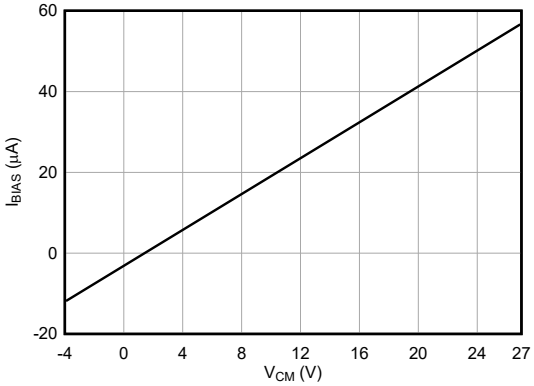


图 5-2. V_S = ±5V 时 V_{OS} 与 V_{CM} 间的关系



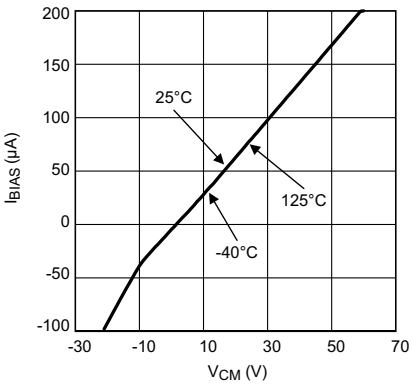
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-3. V_S = 3.3V 时随温度变化的输入偏置电流（+IN 和 –IN 引脚）



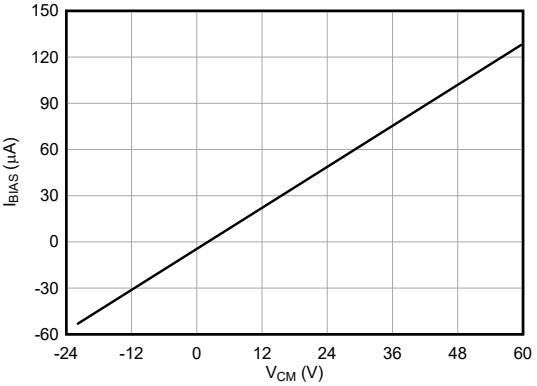
D 封装

图 5-4. V_S = 3.3V 时随温度变化的输入偏置电流（+IN 和 –IN 引脚）



DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-5. V_S = 5V 时随温度变化的输入偏置电流（+IN 和 –IN 引脚）



D 封装

图 5-6. V_S = 5V 时随温度变化的输入偏置电流（+IN 和 –IN 引脚）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

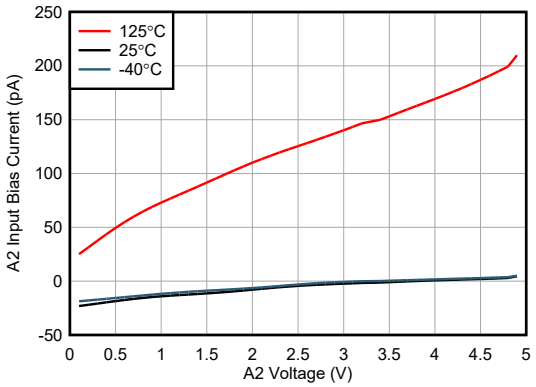


图 5-7. V_S = 5V 时随温度变化的输入偏置电流（A2 引脚）

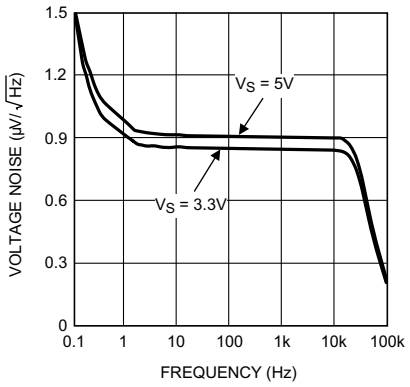


图 5-8. 输入基准电压噪声与频率间的关系

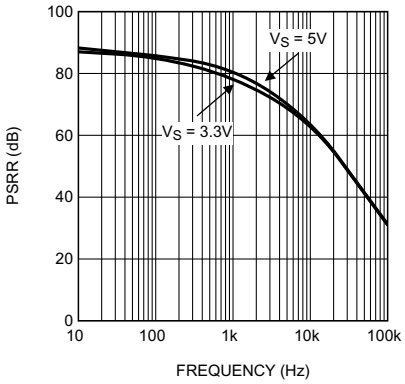


图 5-9. PSRR 与频率间的关系

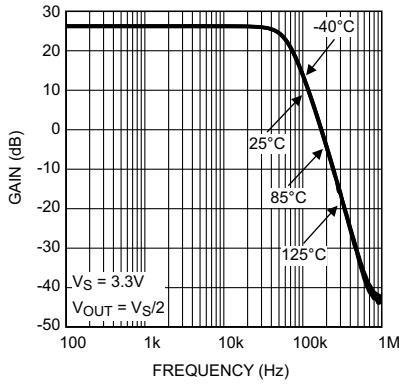


图 5-10. V_S = 3.3V 时增益与频率间的关系

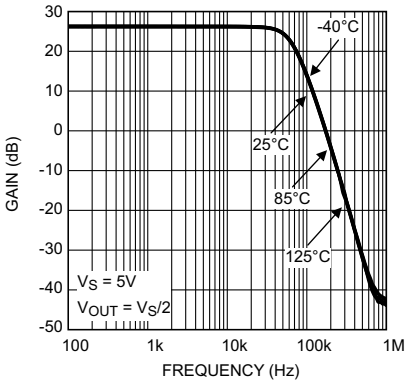


图 5-11. V_S = 5V 时增益与频率间的关系

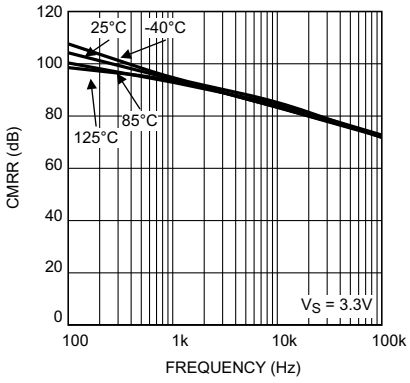


图 5-12. V_S = 3.3V 时 CMRR 与频率间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

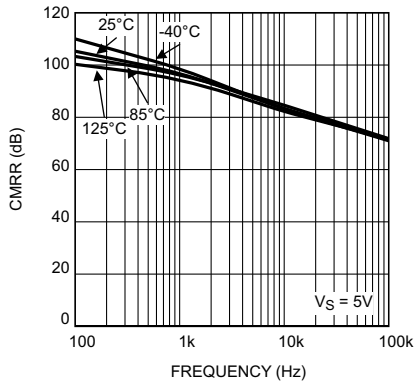


图 5-13. V_S = 5V 时 CMRR 与频率间的关系

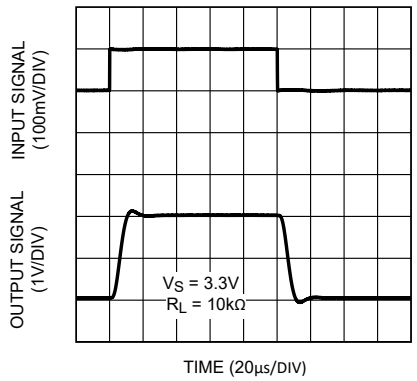


图 5-14. LMP8601-Q1 在 V_S = 3.3V 时的阶跃响应

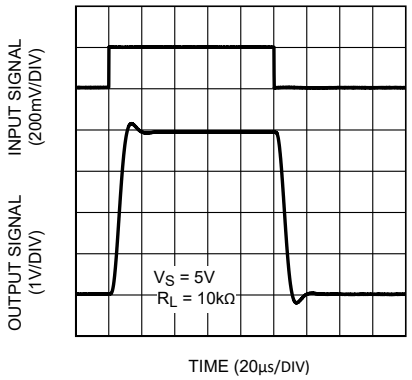


图 5-15. LMP8601-Q1 在 V_S = 5V 时的阶跃响应

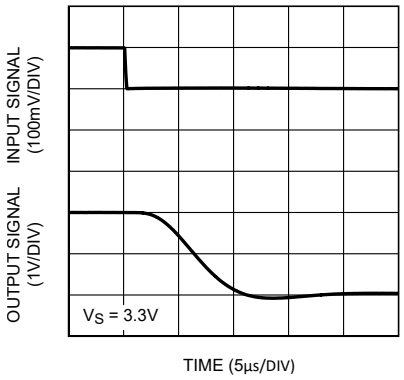


图 5-16. LMP8601-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（下降沿）

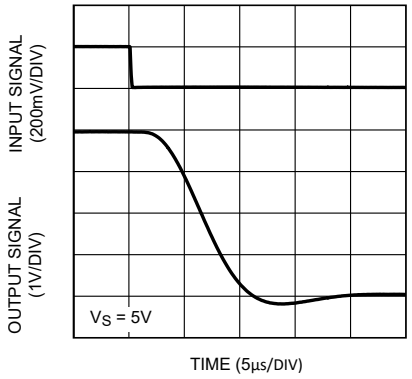


图 5-17. LMP8601-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（下降沿）

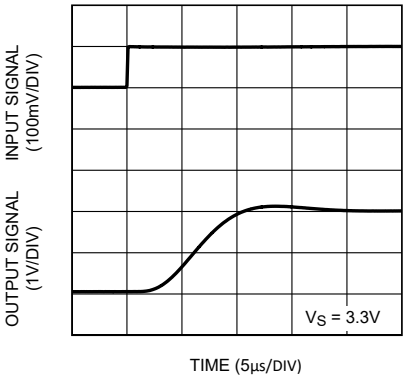


图 5-18. LMP8601-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（上升沿）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

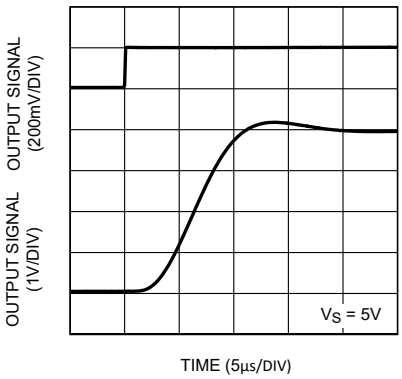


图 5-19. LMP8601-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（上升沿）

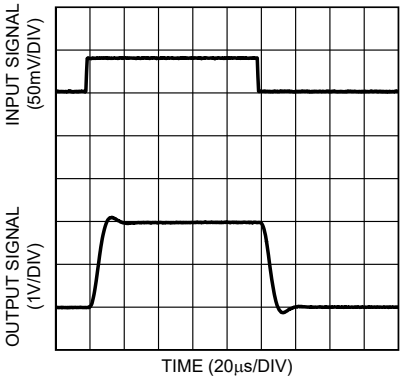


图 5-20. LMP8602-Q1 在 V_S = 3.3V、R_L = 10kΩ 时的阶跃响应

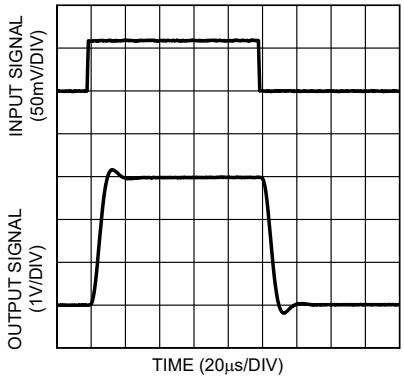


图 5-21. LMP8602-Q1 在 V_S = 5V、R_L = 10kΩ 时的阶跃响应

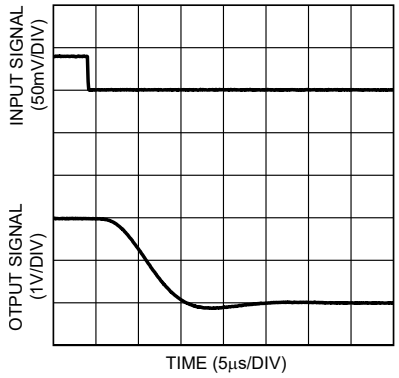


图 5-22. LMP8602-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（下降沿）

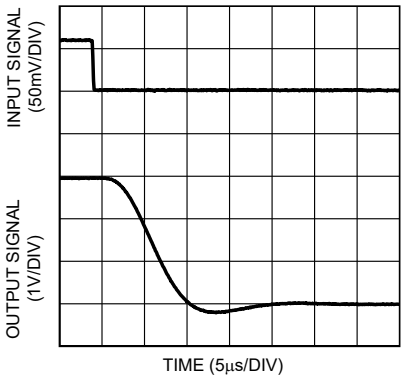


图 5-23. LMP8602-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（下降沿）

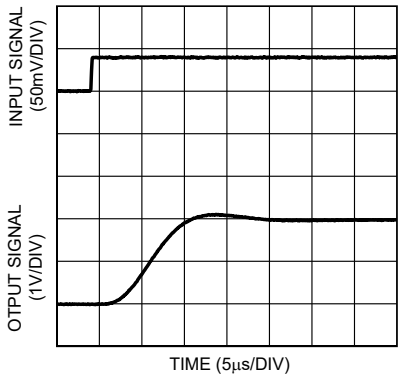


图 5-24. LMP8602-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（上升沿）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

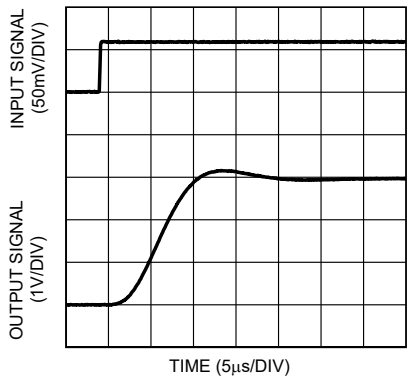


图 5-25. LMP8602-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（上升沿）

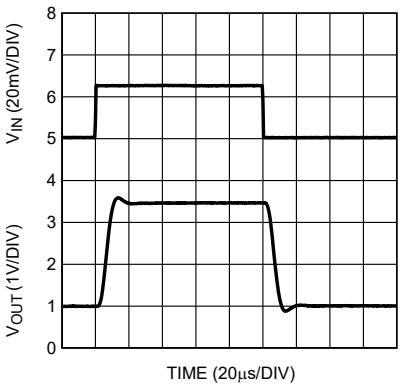


图 5-26. LMP8603-Q1 在 V_S = 3.3V、R_L = 10kΩ 时的阶跃响应

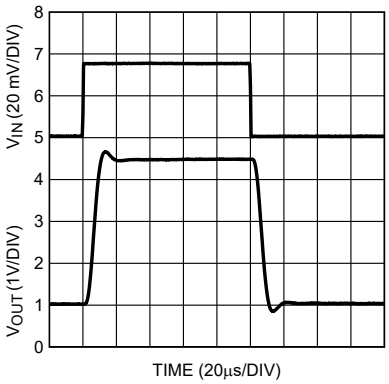


图 5-27. LMP8603-Q1 在 V_S = 5V、R_L = 10kΩ 时的阶跃响应

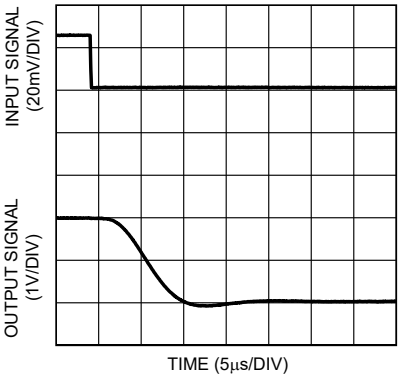


图 5-28. LMP8603-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（下降沿）

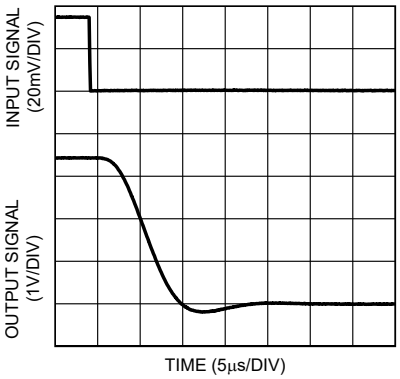


图 5-29. LMP8603-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（下降沿）

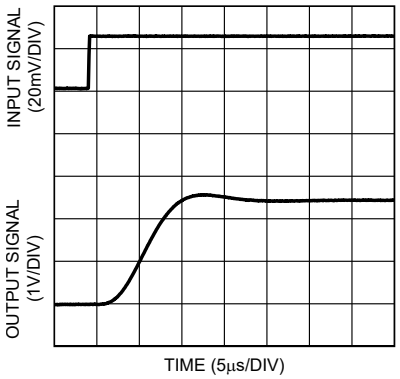


图 5-30. LMP8603-Q1 在 V_S = 3.3V 时的稳定时间（上升沿）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

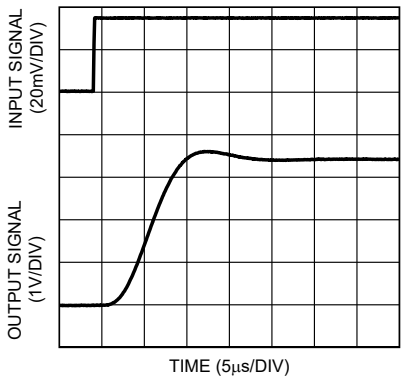


图 5-31. LMP8603-Q1 在 V_S = 5V 时的稳定时间（上升沿）

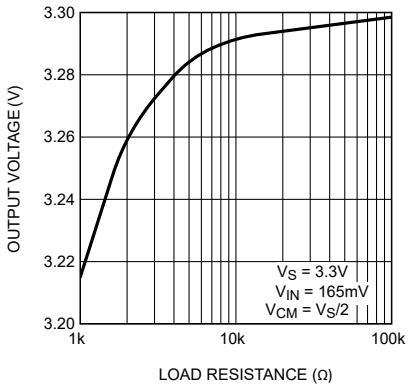


图 5-32. V_S = 3.3V 时正摆幅与 R_{LOAD} 间的关系

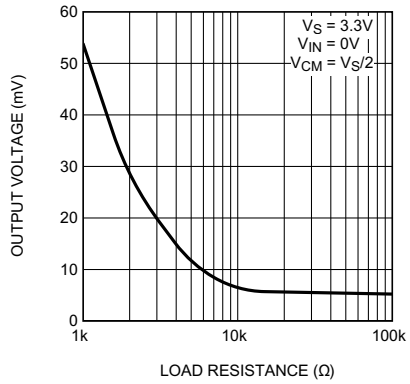


图 5-33. V_S = 3.3V 时负摆幅与 R_{LOAD} 间的关系

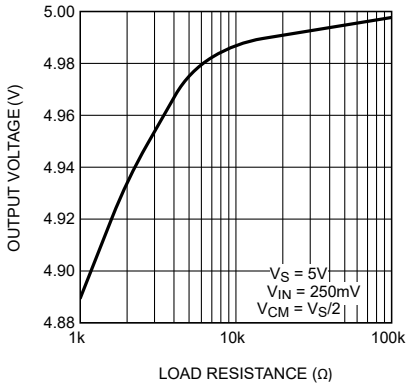


图 5-34. V_S = 5V 时正摆幅与 R_{LOAD} 间的关系

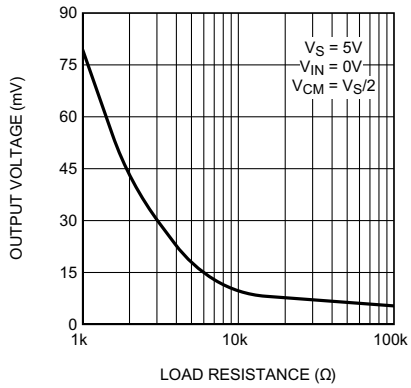
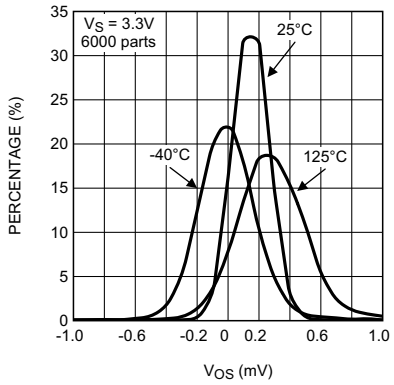


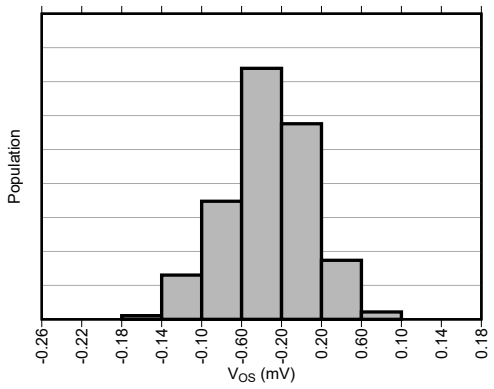
图 5-35. V_S = 5V 时负摆幅与 R_{LOAD} 间的关系



DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

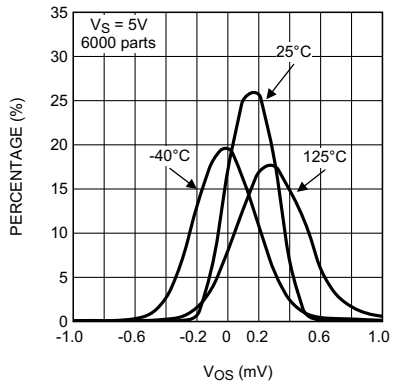
图 5-36. V_S = 3.3V 时的 V_{OS} 分布

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



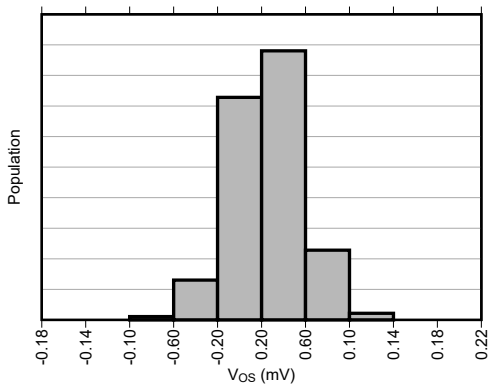
D 封装

图 5-37. V_S = 3.3V 时的 V_{OS} 分布



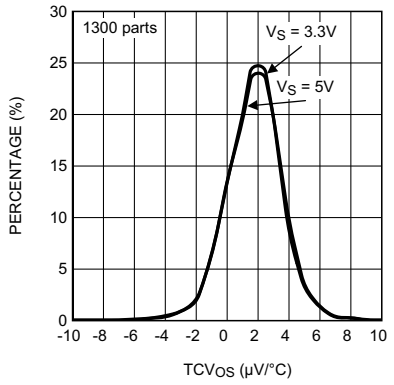
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-38. V_S = 5V 时的 V_{OS} 分布



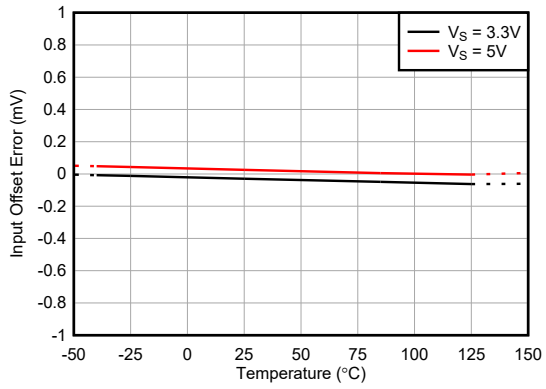
D 封装

图 5-39. V_S = 5V 时的 V_{OS} 分布



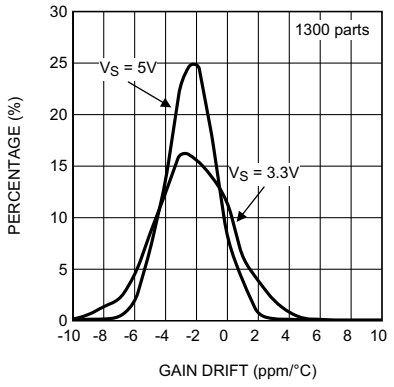
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-40. TCV_{OS} 分布



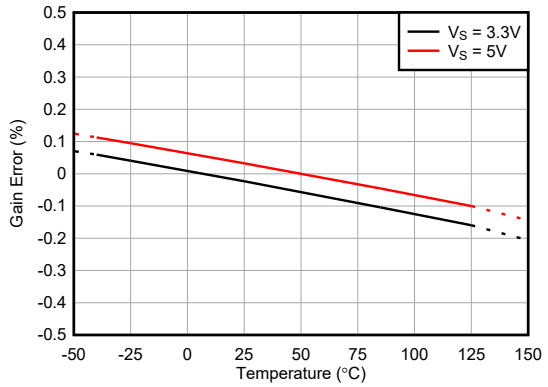
D 封装

图 5-41. V_{OS} 与温度间的关系



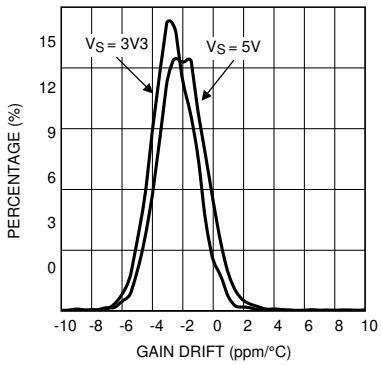
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-42. 增益漂移分布，1300 件 LMP8601-Q1



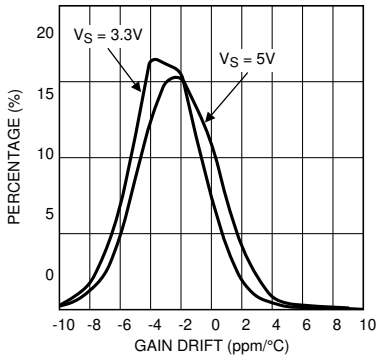
D 封装

图 5-43. 所有增益的增益误差与温度间的关系



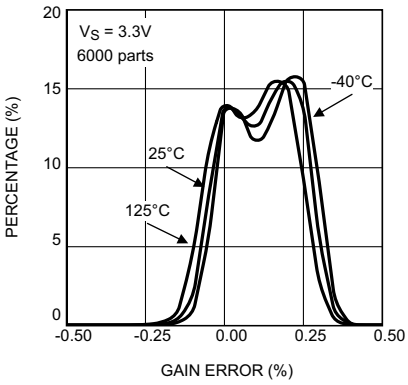
DGK 封装

图 5-44. 增益漂移分布，5000 件 LMP8602-Q1



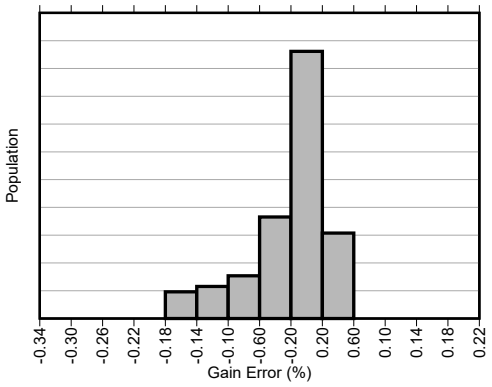
DGK 封装

图 5-45. 增益漂移分布，5000 件 LMP8603-Q1



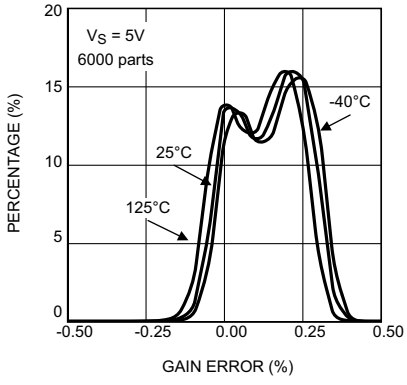
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-46. LMP8601-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布



D 封装

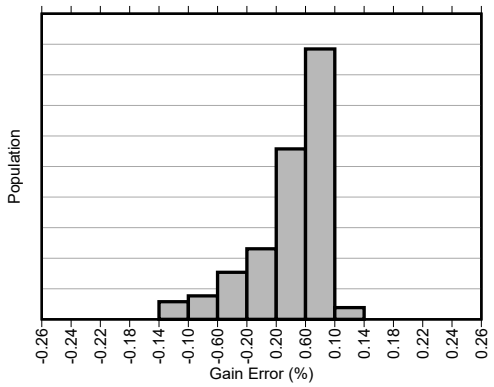
图 5-47. LMP8601-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布



DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

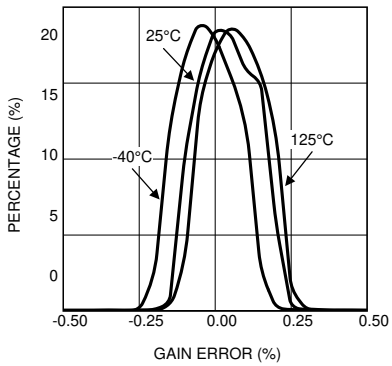
图 5-48. LMP8601-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



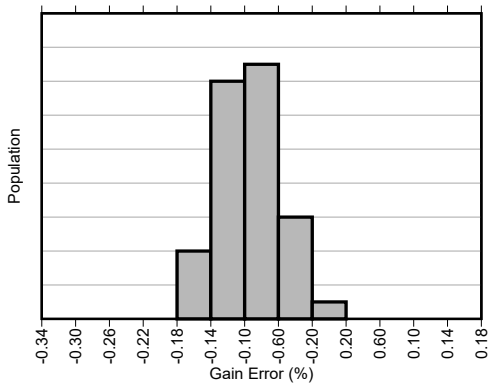
D 封装

图 5-49. LMP8601-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布



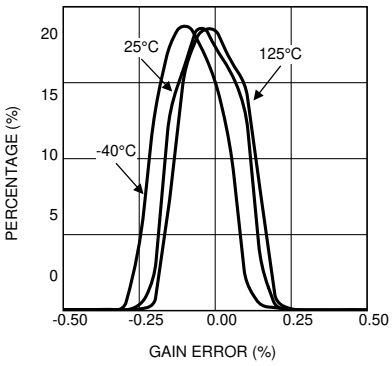
DGK 封装

图 5-50. 5000 件 LMP8602-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布



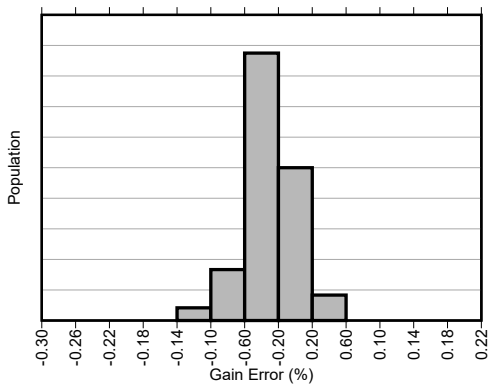
D 封装

图 5-51. LMP8602-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布



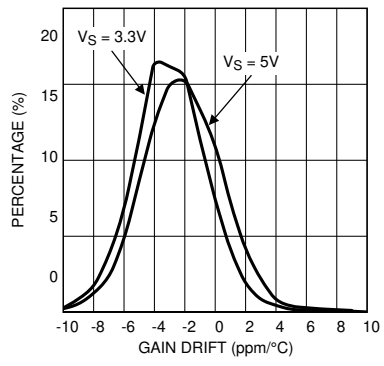
DGK 封装

图 5-52. 5000 件 LMP8602-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布



D 封装

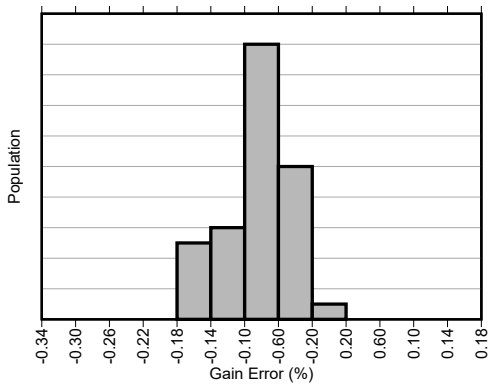
图 5-53. LMP8602-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布



DGK 封装

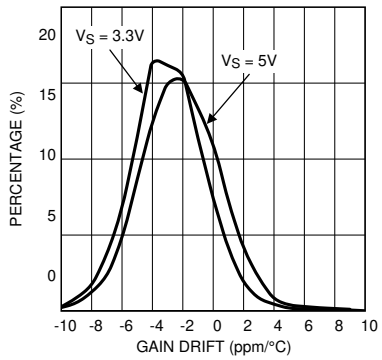
图 5-54. 5000 件 LMP8603-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



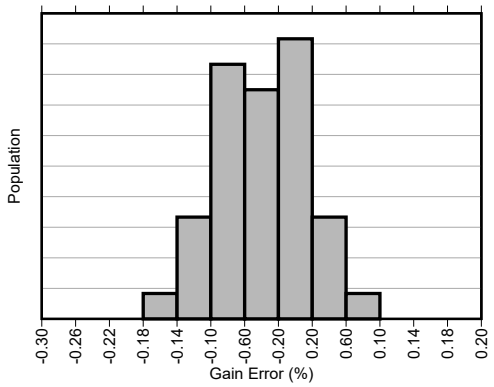
D 封装

图 5-55. LMP8603-Q1 在 V_S = 3.3V 时的增益误差分布



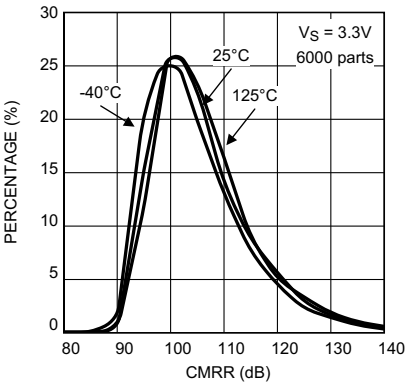
DGK 封装

图 5-56. LMP8603-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布



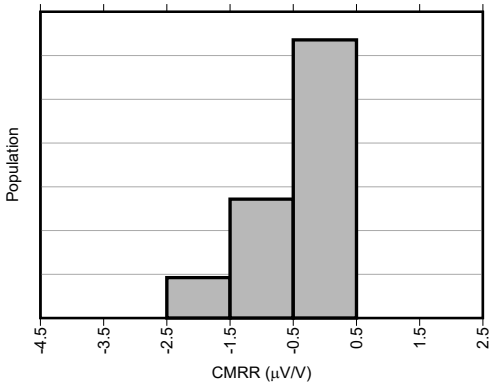
D 封装

图 5-57. LMP8603-Q1 在 V_S = 5V 时的增益误差分布



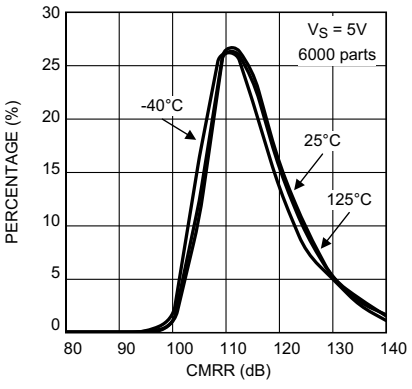
DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-58. V_S = 3.3V 时的 CMRR 分布



D 封装

图 5-59. V_S = 3.3V 时的 CMRR 分布



DGK 封装和 LMP8601EDRQ1

图 5-60. V_S = 5V 时的 CMRR 分布

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

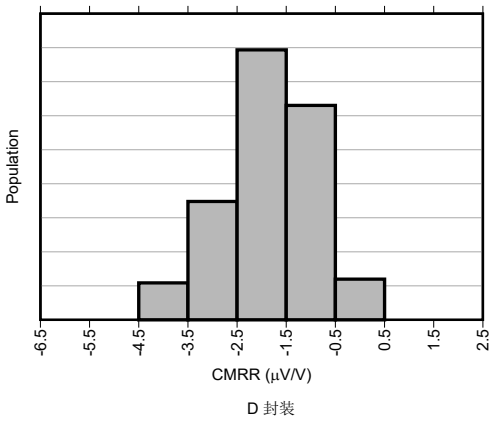


图 5-61. V_S = 5V 时的 CMRR 分布

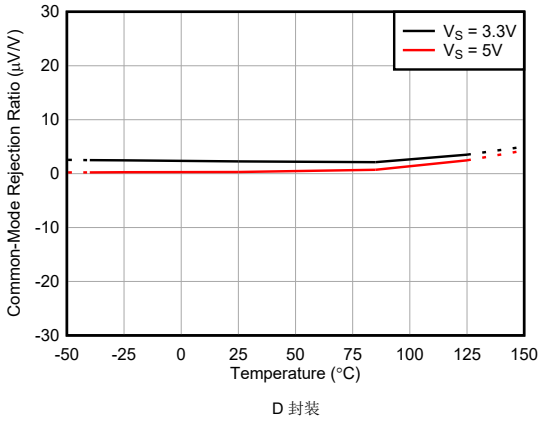


图 5-62. CMRR 与温度间的关系

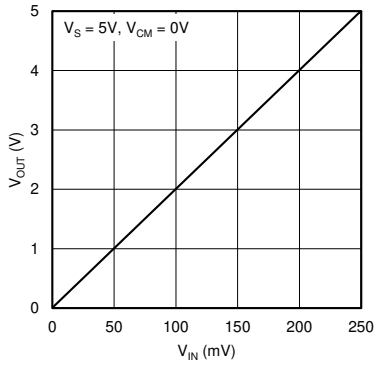


图 5-63. 输出电压与 VIN 间的关系

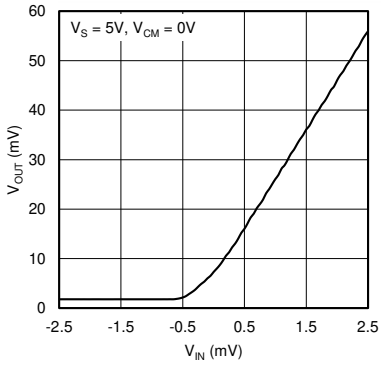


图 5-64. 输出电压与 VIN 间的关系（放大后接近 0V）

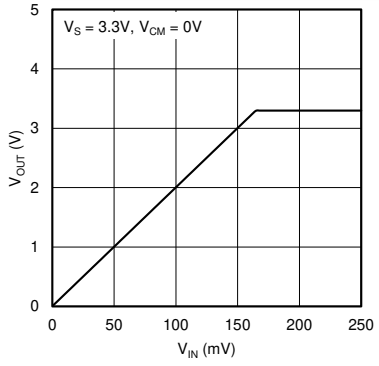


图 5-65. 输出电压与 VIN 间的关系

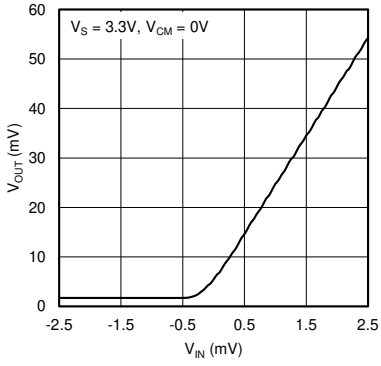


图 5-66. 输出电压与 VIN 间的关系（放大后接近 0V）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 详细说明

6.1 概述

LMP860x-Q1 是固定增益差分电压精密放大器，在单个 5V 电源下工作时的输入共模电压范围为 –22V 至 +60V，在单个 3.3V 电源下工作时的输入共模电压范围为 –4V 至 +27V。LMP8601-Q1 的增益为 20 倍，LMP8602-Q1 的增益为 50 倍，LMP8603-Q1 的增益为 100 倍。

LMP860x-Q1 是 LMP 系列中的一款产品，专为单向和双向电流检测应用而设计。由于专有的斩波电平转换输入级，LMP860x-Q1 器件可实现极低的偏移电压、极低的热温漂和极高的 CMRR。LMP860x-Q1 在高共模电压下对小差分信号进行放大和滤波。

LMP860x-Q1 器件在输入端使用电平位移电阻。由于存在这些电阻，LMP860x-Q1 器件可以轻松承受非常大的差分输入电压，这些电压可能会在故障情况下出现，而某些其他受保护程度较低的高性能电流检测放大器可能会遭受永久性损坏。

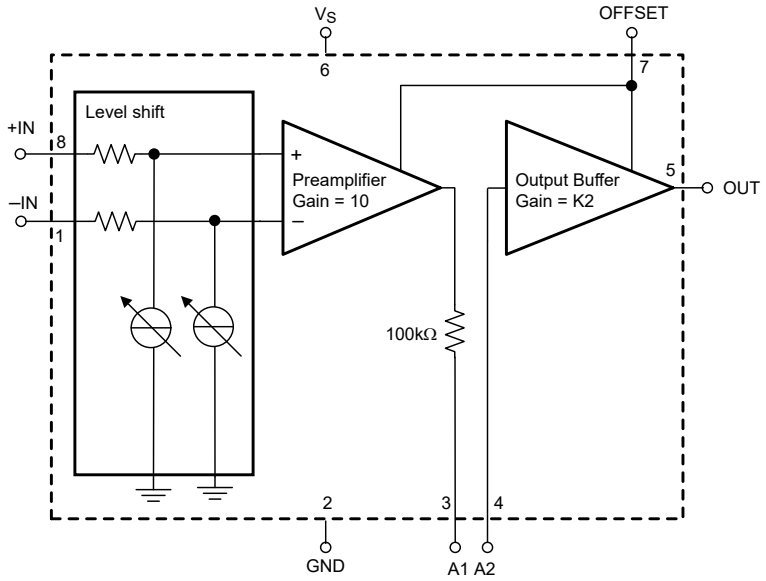
6.1.1 工作原理

节 6.2 中所示的原理图基本展示了 LMP860x-Q1 的内部工作原理。

输入引脚上的信号通常是电流检测分流电阻上产生的较小差分电压。输入信号也可以出现在高共模电压下。输入信号通过两个输入电阻访问，这些电阻会将电压改变为电流。专有斩波电平转换电流电路会拉动或推动电流流经输入电阻，以将这些电阻后面的共模电压置于电源导轨范围内。

随后，信号按 10 倍增益，并通过修整的 100kΩ 电阻在 A1 引脚上输出。在应用中，可以在 A1 和 A2 引脚之间添加额外的增益调整或滤波元件，如后续部分所述。A2 引脚上的信号会进一步放大 2 倍 (LMP8601-Q1)、5 倍 (LMP8602-Q1) 或 10 倍 (LMP8603-Q1)，并在 OUT 引脚上输出。

6.2 功能方框图



注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

6.3 特性说明

6.3.1 偏移输入引脚

OFFSET 引脚允许对输出信号进行电平转换，以实现双向电流检测。当偏移引脚连接到正电源导轨时，输出信号为双向和中间轨基准。当偏移引脚接地时，输出信号是单向的且以接地为基准。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

当偏移引脚接地时，A1 和 OUT 引脚上的信号以地为基准。这意味着输出信号只能表示流经分流电阻的电流为正值，因此只能测量沿一个方向流动的电流。

当偏移引脚连接到正电源导轨时，A1 和 OUT 引脚上的信号以中间轨电压为基准，从而实现双向电流检测。放大器在输入引脚上以 0V 差分电压实现完全双向且对称的运行。输出端的信号遵循该电压差乘以增益，并在半 V_S 输出端的偏移电压处。

当偏移电压引脚连接到外部电压源时，输出信号电平位移至该电压除以 2。原则上，通过将两倍的电压施加到 OFFSET 引脚，可以将输出信号转换为 0 和 V_S /2 之间的任何电压。OFFSET 引脚必须由非常低的阻抗源 (< 10Ω) 驱动。之所以需要这种低源阻抗，是因为 OFFSET 引脚在内部直接连接到两个增益级的电阻式反馈网络。当 OFFSET 引脚由相对较大的阻抗驱动 (例如，电源导轨之间的电阻分压器) 时，精度会降低。

示例：

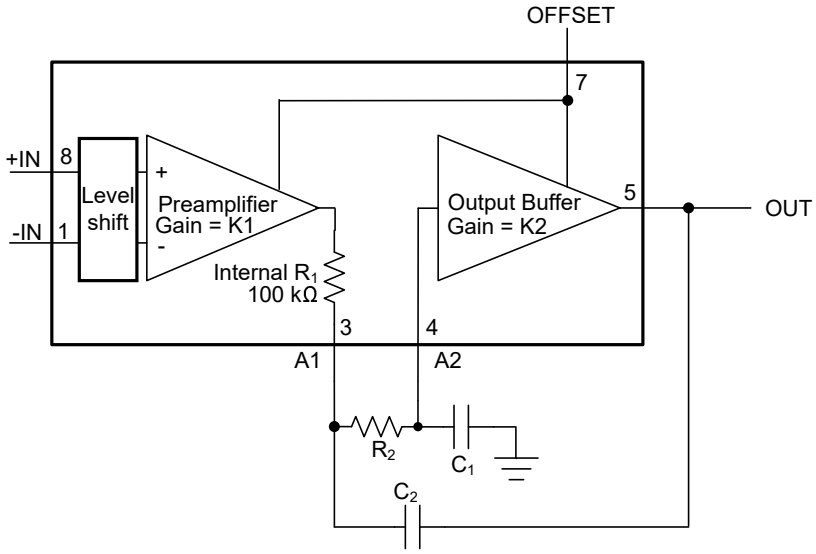
- **LMP8601-Q1** ：5V 电源、20 倍增益、连接到 V_S 的 OFFSET 引脚和 10mV 的差分输入信号会在输出引脚上产生 2.7V 电压。同样，输入端的 –10mV 会在输出引脚上产生 2.3V 的电压。
- **LMP8602-Q1** ：5V 电源、50 倍增益和 10mV 的差分输入信号会在输出引脚上产生 3.0V 电压。同样，输入端的 –10mV 会在输出引脚上产生 2.0V 的电压。
- **LMP8603-Q1** ：5V 电源、100 倍的增益和 10mV 的差分输入信号会在输出引脚上产生 3.5V 电压。同样，输入端的 –10mV 会在输出引脚上产生 1.5V 的电压。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.3.2 额外二阶低通滤波器

LMP86x1-Q1 具有三阶巴特沃斯低通特性，前置放大器级中集成了 60kHz 的典型带宽。要降低输出缓冲器的带宽，可以在 A1 引脚上添加一个电容器，从而创建一个一阶低通滤波器，其时间常数由 100kΩ 内部电阻和外部滤波电容器决定。

通过添加外部元件 R_2、C_1 和 C_2，还可以创建附加的二阶、Sallen-Key 低通滤波器。连同图 6-1 所示内部 100kΩ 电阻 R_1，该电路产生二阶低通滤波器特性。



注意：K1 = 10；对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 6-1. 二阶低通滤波器

当附加滤波器的转角频率远低于 60kHz 时，所述放大器的传递函数可表示为：

$$H(s) = \frac{K_1 \times K_2 \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}{S^2 + s \times \left[\frac{1}{R_1 C_2} + \frac{1}{R_2 C_2} + \frac{1 - K_2}{R_2 C_1}\right] + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (1)$$

其中

- K_1 等于前置放大器的增益而 K_2 等于缓冲放大器的增益。

方程式 1 可写成二阶低通滤波器的归一化频率响应：

$$G(j\omega) = K_1 \times \frac{K_2}{\frac{(j\omega)^2}{\omega_0^2} + \frac{j\omega}{Q\omega_0} + 1} \quad (2)$$

以 rad/s 为单位的截止频率 ω_o（除以 2π 可获得以 Hz 为单位的截止频率）由以下公式得出：

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (3)$$

而滤波器的品质因数通过以下公式给出：

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}{R_1 C_1 + R_2 C_1 + (1 - K_2) \times R_1 C_2} \quad (4)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

当 K_2 = 2x 时，方程式 4 变换会得到：

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}{R_1 C_1 + R_2 C_1 - R_1 C_2} \tag{5}$$

对于任何滤波器增益 K > 1 倍的情况，如果以特定的比率选择两个电容器，则设计过程会非常简单。

$$C_2 = \frac{C_1}{K_2 - 1} \tag{6}$$

将其插入 Q 的 方程式 4 会得到：

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 \frac{C_1^2}{K_2 - 1}}}{R_1 C_1 + R_2 C_1 - \frac{(K_2 - 1) R_1 C_1}{K_2 - 1}} \tag{7}$$

由此可得到：

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 \frac{C_1^2}{K_2 - 1}}}{C_1 R_2} = \frac{\sqrt{\frac{R_1 R_2}{K_2 - 1}}}{R_2} \tag{8}$$

在这种情况下，考虑到 R1 = 100kΩ 的预定值（内部电阻），品质因数只由电阻 R_2 的值设定。

在设计过程的第一步中，可以使用以下公式基于所需的 Q 值来计算 R_2：

$$R_2 = \frac{R_1}{(K - 1) Q^2} \tag{9}$$

对于增益为 2 的 LMP8601-Q1，结果为：

$$R_2 = \frac{R_1}{Q^2} \tag{10}$$

对于增益为 5 的 LMP8602-Q1，结果为：

$$R_2 = \frac{R_1}{4Q^2} \tag{11}$$

对于增益为 10 的 LMP8603-Q1，结果为：

$$R_2 = \frac{R_1}{9Q^2} \tag{12}$$

例如，Q 的值可设置为 0.5 √2 以创建巴特沃斯响应，可设置为 1/ √3 以创建贝塞耳响应，或可设置为 0.5 以创建临界阻尼响应。确定 R_2 的值后，设计过程的第二个步骤（也是最后一个步骤）是使用以下公式计算提供所需低通截止频率所需的 C 值：

$$C_1 = \frac{(K - 1) Q}{R_1 \omega_0} \tag{13}$$

当增益 = 2 时，结果为：

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

$$C = \frac{Q}{R_1 \omega_0} \quad (14)$$

增益 = 5 时会得到：

$$C_1 = \frac{4Q}{R_1 \omega_0} \quad (15)$$

增益 = 10 可得到：

$$C_1 = \frac{9Q}{R_1 \omega_0} \quad (16)$$

对于 C_2，该值通过计算得出：

$$C_2 = \frac{C_1}{K_2 - 1} \quad (17)$$

对于增益 = 2：

$$C_2 = C_1 \quad (18)$$

对于增益 = 5：

$$C_2 = \frac{C_1}{4} \quad (19)$$

对于增益 = 10：

$$C_2 = \frac{C_1}{9} \quad (20)$$

请注意，仅当二阶滤波器的截止频率远小于固有的 60kHz 低通滤波器时，使用此过程实现的频率响应才是准确的。换句话说，选择 LMP8601-Q1 电路的频率响应时，要确保内部极点不会影响外部二阶滤波器。

6.4 器件功能模式

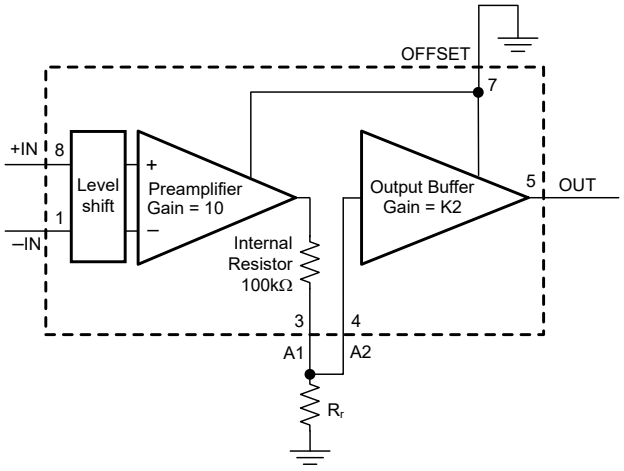
6.4.1 增益调整

LMP860x-Q1 的增益是固定的；但是，由于 A1 和 A2 引脚上提供了两个内部放大器之间的信号路径，因此可调整总体增益。

6.4.1.1 降低增益

图 6-2 展示了可用于降低 LMP8601-Q1 增益的配置。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 6-2. 降低增益

R_r 与内部 100kΩ 电阻一起形成一个电阻分压器，使降低的增益 G_r 变为：

$$G_t = \frac{20R_r}{R_r + 100k\Omega} \quad (21)$$

对于 LMP8602-Q1：

$$G_t = \frac{50R_r}{R_r + 100k\Omega} \quad (22)$$

并且对于 LMP8603-Q1：

$$G_t = \frac{100R_r}{R_r + 100k\Omega} \quad (23)$$

给定较低增益 G_r 的期望值后，使用以下公式计算 LMP8601-Q1 所需的 R_r 值：

$$R_r = 100k\Omega \times \frac{G_r}{20 - G_r} \quad (24)$$

对于 LMP8602-Q1：

$$R_r = 100k\Omega \times \frac{G_r}{50 - G_r} \quad (25)$$

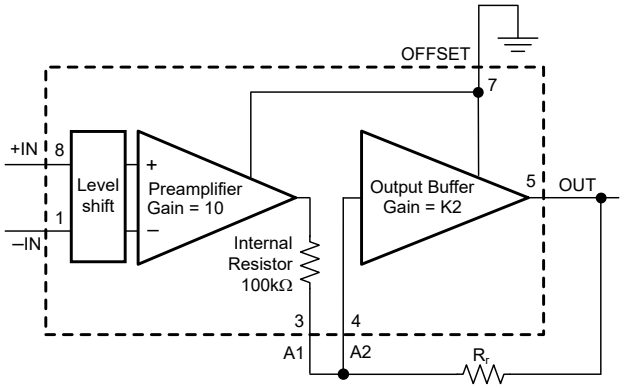
并且对于 LMP8603-Q1：

$$R_r = 100k\Omega \times \frac{G_r}{100 - G_r} \quad (26)$$

6.4.1.2 增益增加

图 6-3 展示了可用于增加 LMP8601-Q1 增益的配置。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 6-3. 增加增益

R_I 从输出引脚到缓冲放大器的输入端产生正反馈。正反馈会增加增益。LMP8601-Q1 增加的增益 G_i 变为：

$$G_i = \frac{20R_i}{R_i + 100k\Omega} \tag{27}$$

对于 LMP8602-Q1：

$$G_i = \frac{50R_i}{R_i + 400k\Omega} \tag{28}$$

并且对于 LMP8603-Q1：

$$G_i = \frac{100R_i}{R_i + 900k\Omega} \tag{29}$$

根据该公式，若要获得所需的增益值，可使用以下公式计算 LMP8601-Q1 所需的 R_i 值：

$$R_i = 100k\Omega \times \frac{G_i}{G_i - 20} \tag{30}$$

对于 LMP8602-Q1：

$$R_i = 400k\Omega \times \frac{G_i}{G_i - 50} \tag{31}$$

而对于 LMP8603-Q1 则使用以下公式：

$$R_i = 900k\Omega \times \frac{G_i}{G_i - 100} \tag{32}$$

请注意，从增益 G_i 的公式来看，对于大增益，R_i 接近 100kΩ。在这种情况下，公式中的分母接近于零。实际上，对于大增益，分母由外部电阻 R_i 和内部 100kΩ 电阻的阻值容差决定。在这种情况下，增益变得非常不准确。如果分母变为零，则系统变得不稳定。TI 建议将此技术的应用限制为 50 或者更小的增益值。

6.4.2 驱动开关电容负载

一些 ADC 使用采样保持电容器来加载信号源。电容器可在连接到信号源之前放电。如果 LMP860x-Q1 正在驱动此类 ADC，则采样瞬间产生的突变电流会干扰输出信号。使用图 6-4 中所示的电路模拟了这种影响，其中输出通向由轨到轨方波驱动的电容器。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

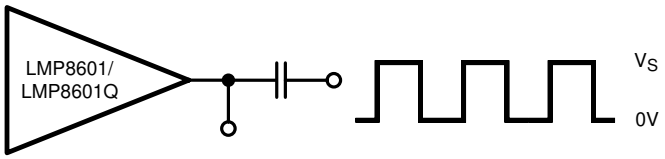


图 6-4. 驱动开关电容负载

此电路模拟放电电容器与 LMP860x-Q1 输出的开关连接。图 6-5 和图 6-6 显示了产生的 V_{OUT} 干扰信号。

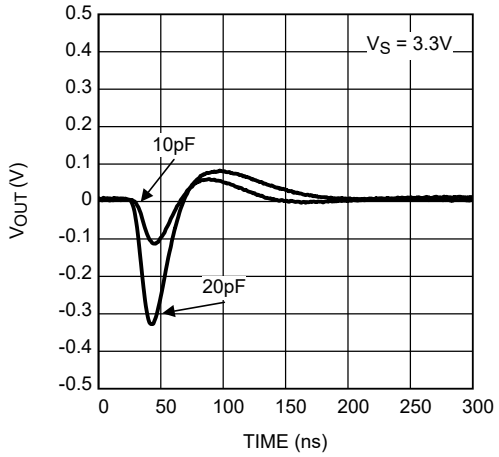


图 6-5. 3.3V 时的容性负载响应

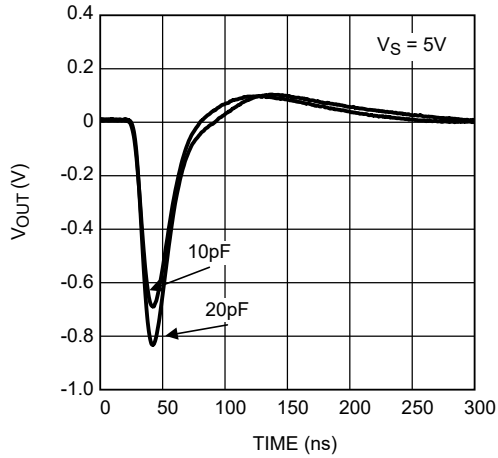


图 6-6. 5.0V 时的容性负载响应

这些数字可用于估算驱动开关容性负载时引起的干扰。为了尽量减少 ADC 输入端采样引入的误差信号，请在 LMP860x-Q1 和 ADC 之间放置一个额外的 RC 滤波器，如图 6-7 所示。

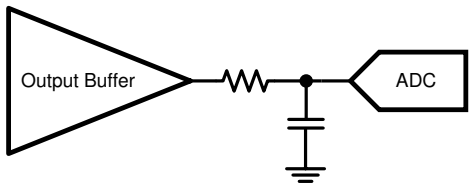


图 6-7. 减小驱动 ADC 时的误差

连接 ADC 采样电容器时，外部电容器会吸收流动的电荷。外部电容器必须远大于 ADC 输入端的采样保持电容器，并且外部滤波器的 RC 时间常数必须使系统速度不受影响。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 应用和实施

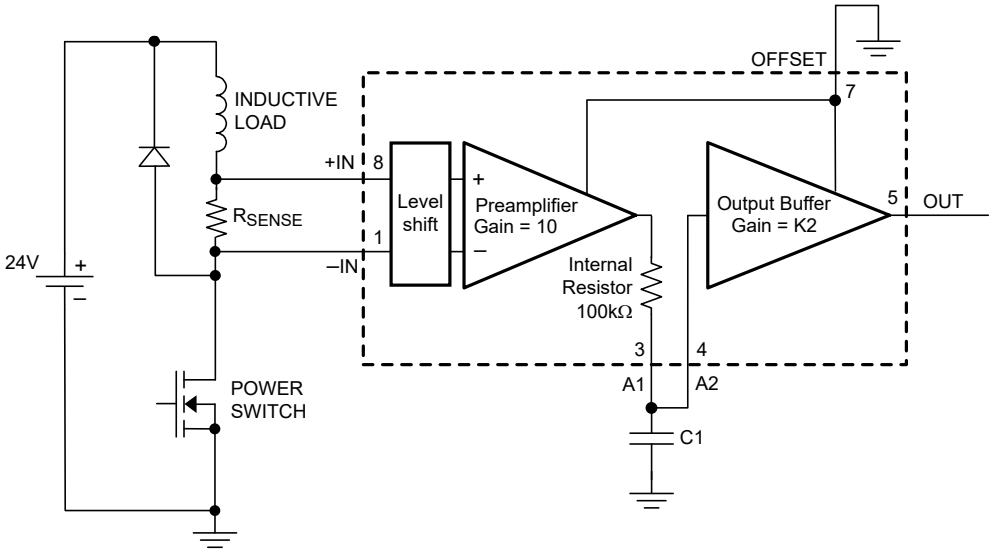
备注

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。

7.1 典型应用

7.1.1 高侧电流检测应用

图 7-1 展示了 LMP860x-Q1 在高侧检测应用中的应用。此应用类似于下面讨论的低侧检测，但在该应用中，当驱动器关闭时，分流器上的共模电压降至地电平以下。由于 LMP860x-Q1 的共模电压范围扩展到负电源轨以下，因此 LMP860x-Q1 也适合此应用。



注意：在本应用示例中，K2 = 2。

图 7-1. 高侧电流检测应用

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.1.1 设计要求

使用图 7-1 中的电路，需要测量高达 10A 的线圈电流并将 ADC 输入驱动到最大值 3.3V。OFFSET 引脚接地，因此零电流会导致零伏输出。

7.1.1.2 详细设计过程

首先，必须确定 R_{SENSE} 的值。可通过将所需的最大输出摆幅除以增益来确定最大输入电压，从而求出 R_{SENSE}。本例中使用了 LMP8601-Q1，增益为 20V/V，如方程式 33 所示：

$$V_{INMAX} = \frac{V_{OUTMAX}}{Gain} = \frac{3.3V}{20V/V} = 165mV \quad (33)$$

已知必须生成 165mV，可以通过简单的欧姆定律确定检测电阻的理想值：

$$R_{SENSE} = \frac{V_{INMAX}}{I_{LOADMAX}} = \frac{165mV}{10A} = 16.4m\Omega \quad (34)$$

理想检测电阻值为 16.5mΩ。最接近的标准值是 15mΩ，但该值可能会导致输出在 10V 时略微超出范围。建议将预期最大输出降低几个百分比，以支持过载和元件容差。下一个常见的值是 10mΩ、15mΩ 及 20mΩ。10mΩ 在 10A 时允许最大输出 2V，但可能过低，未使用整个输出范围。20mΩ 具有更高的灵敏度，但将最大电流限制为 8.25A。15mΩ 在最大 11A 时是一个很好的折衷方案，并允许元件容差发生某些变化。

如果没有合适的检测电阻值，也可以调整增益，详见 *节 6.4.1* 部分。

检测电阻会耗散功率，因此必须遵守最大额定功率和适当的功率降额。在以上示例中，检测电阻的功耗为 0.165V × 10A = 1.65W，因此必须使用至少为最大预期功率两倍（大于 4W）的检测电阻。

7.1.1.3 应用曲线

以下是使用 15mΩ 检测电阻时的预期输出值。

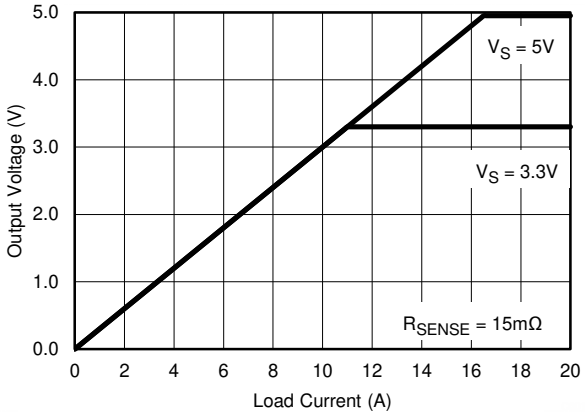
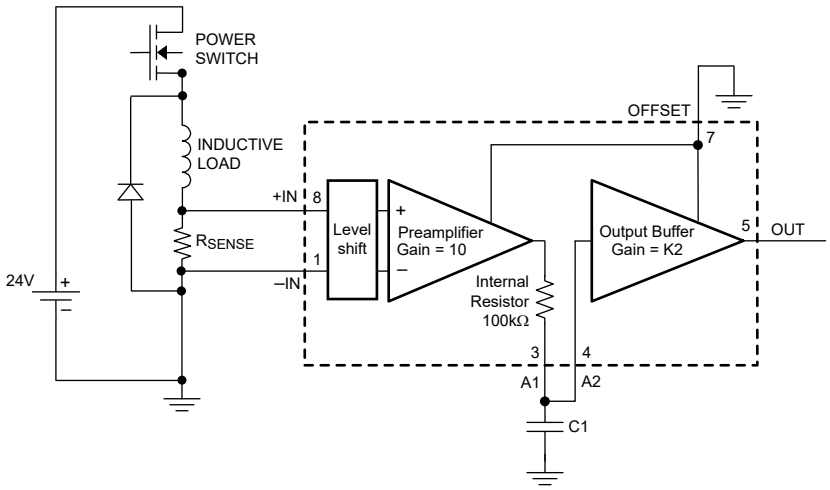


图 7-2. 使用 15mΩ 检测电阻时预期输出电压与负载电流间的关系

7.1.2 低侧电流检测应用

图 7-3 显示了采用低侧驱动器的低侧电流检测应用。功率晶体管经过脉宽调制，以控制流经连接到相对较高电池电压的电感负载的平均电流。流经负载的电流在与负载串联的分流电阻 R_{SENSE} 上进行测量。当功率晶体管导通时，电流从电池流经电感负载、分流电阻和功率晶体管，然后流向接地端。在这种情况下，分流器上的共模电压接近接地。当功率晶体管关断时，电流流经电感负载，流经分流电阻，然后流经续流二极管。在这种情况下，分流器上的共模电压至少比电池电压高一个二极管压降。因此，在这个应用中，分流器上的共模电压在较大的正电压和相对较低的电压之间变化。由于 LMP860x-Q1 具有宽共模电压范围以及高交流共模抑制比，因此 LMP860x-Q1 非常适合这种应用。



R_{SENSE} = 0.01 Ω，K2 = 2，V_{OUT} = 0.2V/A

图 7-3. 低侧电流检测应用

对于此应用，可使用以下示例来计算检测电压 (V_{SENSE})：

当使用 0.01 Ω 的检测电阻 R_{SENSE} 和 1A 的电流 I_{LOAD} 时，LMP860x-Q1 的输入引脚上的检测电压为：

$$V_{SENSE} = R_{SENSE} \times I_{LOAD} = 0.01\ \Omega \times 1A = 0.01V \quad (35)$$

当 LMP8601-Q1 的增益为 20 时，结果为 0.2V 的输出。换句话说，V_{OUT} = 0.2V/A。

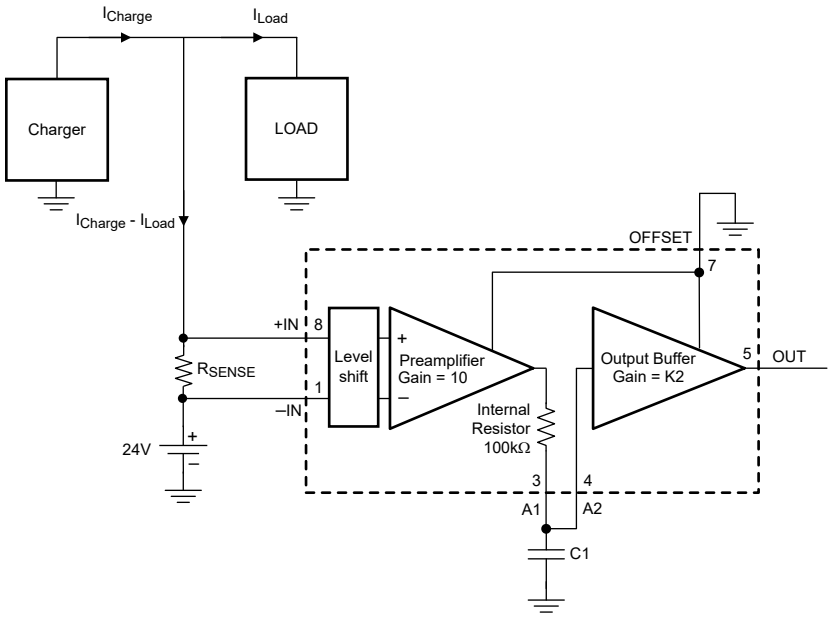
对于增益为 50 的 LMP8602-Q1，输出为 0.5V/A。

对于增益为 100 的 LMP8603-Q1，输出为 1V/A。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.3 电池电流监控器应用

此应用示例显示了如何使用 LMP860x-Q1 监测流入和流出电池组的电流。LMP860x-Q1 能够在超出其自身电源电压范围的高偏移电压下测量微小电压，因此该器件非常适合此类应用。如果电池的负载电流高于充电电流，则 LMP860x-Q1 的输出电压将高于流出电池的净电流的*半偏移电压*。当充电电流高于负载电流时，输出低于该偏移电压的一半。

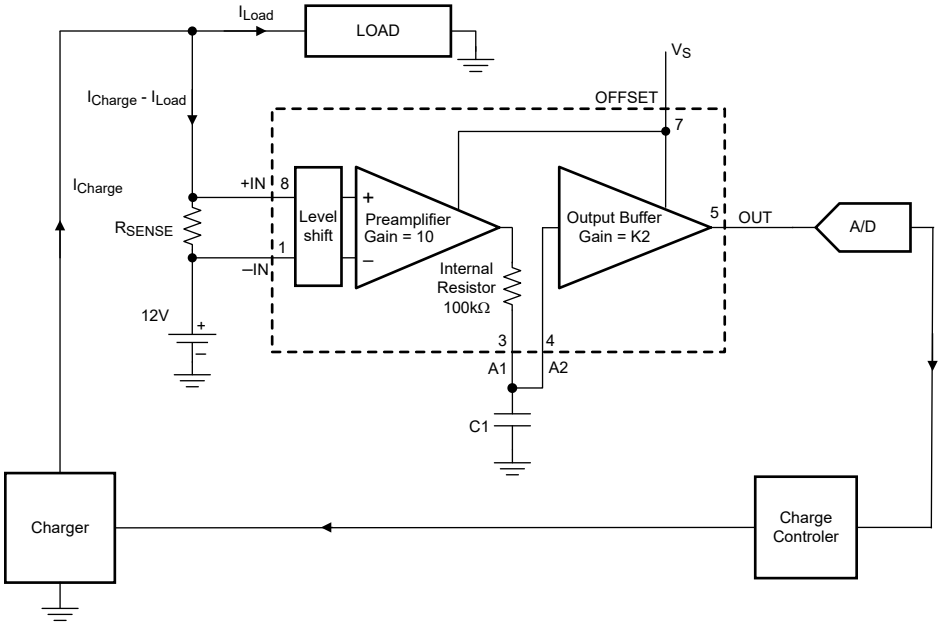


注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 7-4. 电池电流监控器应用

7.1.4 高级电池充电器应用

图 7-4 可用于实现先进的电池充电器，该充电器能够监测流入和流出电池的确切净电流，如图 7-5 所示。LMP860x-Q1 的输出信号使用 ADC 进行数字化处理，并用作充电控制器的输入。充电控制器可用于调节充电器电路，以准确提供负载所需的电流，从而避免满载电池过充。

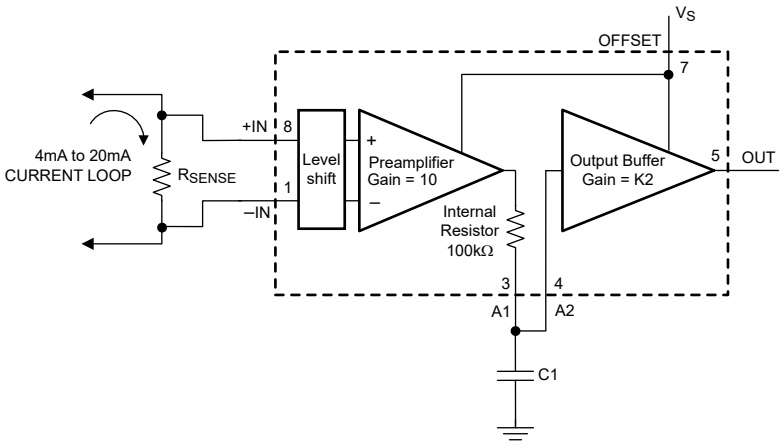


注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 7-5. 高级电池充电器应用

7.1.5 电流环路接收器应用

许多工业应用使用 4mA 转 20mA 变送器将传感器的模拟值发送至中央控制室。LMP860x-Q1 可用作电流环路接收器，如图 7-6 所示。



注意：对于 LMP8601-Q1，K2 = 2；对于 LMP8602-Q1 则等于 5；对于 LMP8603-Q1 则等于 10。

图 7-6. 电流环路接收器应用

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.1.6 电源相关建议

为使 LMP860x-Q1 与电源上的交流噪声去耦，请在 V_S 与 GND 引脚之间放置 0.1 µ F 旁路电容器。将此电容器放置在尽可能靠近电源引脚的位置。在某些情况下，额外的 10µF 旁路电容器可进一步降低电源噪声。

7.1.7 布局

7.1.7.1 布局指南

引出和引入检测电阻的走线可能是很大的误差源。对于小值检测电阻 (< 100m Ω)，与负载电流共用的任何走线电阻都可能导致显著误差。

必须使用开尔文或 4 线制连接技术将放大器输入端直接连接到检测电阻焊盘。走线必须是从检测电阻焊盘到放大器输入引脚焊盘的一段连续的铜箔，理想情况下应位于同一覆铜层，并尽量减少过孔或连接器。如果电阻会产生任何显著的热梯度，则这在检测电阻周围可能非常重要。

为了更大限度地减少噪声拾取和热误差，必须将输入端走线视为差分信号对，并与输入引脚的直接路径紧密布线在一起。输入端走线必须远离数字线路、开关电源或电机驱动线路等噪声源。请记住，这些走线可能包含高电压，并且必须留出适当的走线间隙。

由于检测走线仅承载放大器偏置电流，因此连接输入走线可以是较细的信号级走线。还必须避免走线中的电阻过大。

走线路径 (包括连接器和过孔) 必须完全相同，以使任何误差相等并相互抵消。

负载增加时，检测电阻会发热。电阻发热时，电阻通常会升高，从而导致读数发生变化。检测电阻必须尽可能多地散热，通过使用散热器或耦合到电阻焊盘的大面积覆铜区域来消除这些热量。导通后读数随时间变化的情况通常可追溯到检测电阻发热。

7.1.7.2 布局示例

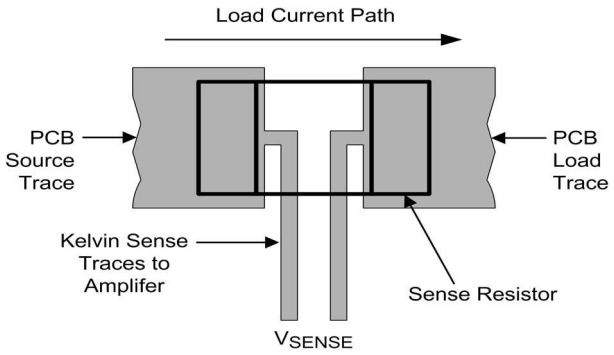


图 7-7. 检测电阻的开尔文连接或 4 线制连接

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 开发支持

LMP8601 TINA SPICE 模型，SNOM084

TINA-TI 基于 SPICE 的模拟仿真程序，http://www.ti.com/tool/tina-ti

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

- 德州仪器 (TI)，AN-1940 LMP8601 评估板，EVM 用户指南
- 德州仪器 (TI)，AN-1940 LMP8601 评估板，EVM 用户指南

8.2.2 相关链接

表 8-1 列出了快速访问链接。类别包括技术文档、支持和社区资源、工具和软件，以及申请样片或购买产品的快速链接。

表 8-1. 相关链接

器件	产品文件夹	样片与购买	技术文档	工具和软件	支持和社区
LMP8601	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处
LMP8601Q1	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处
LMP8602	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处
LMP8602Q1	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处
LMP8603	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处
LMP8603Q1	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处	点击此处

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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。

8.6 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。

8.7 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

9 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 H (April 2016) to Revision I (June 2026) **Page**

- 将商用器件移到了单独的数据表 (SLVSJ15) 中 1
- 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式 1
- 删除了 *特性* 部分中的器件机器模型 ESD 分类 1
- 向 *特性* 部分添加了“功能安全型”文档 1
- 使用链接更新了应用 1
- 添加了符合 TI 标准的绝对最大差分输入电压规格 3
- 删除了机器模型 ESD 等级 3
- 更新了 D (SOIC) 封装的热性能信息 3
- 更改了 SOIC (D) 封装的共模输入阻抗值 4
- 更改了 SOIC (D) 封装的差模输入阻抗值 4
- 更改了典型输入偏置电流规格 4
- 更改了 SOIC (D) 封装的共模输入阻抗值 6
- 更改了 SOIC (D) 封装的差模输入阻抗值 6
- 更改了典型输入偏置电流规格 6
- 更新了 VS = 5V 时不同温度下的输入偏置电流（A2 引脚）曲线 9
- 添加了 SOIC (D) 封装在 Vs = 3.3V 和 Vs =5V 时的 Vos 分布图 9
- 添加了 SOIC (D) 封装的 Vos 漂移与温度间的关系图 9
- 添加了 SOIC (D) 封装的增益误差分布图 9
- 添加了 SOIC (D) 封装的增益漂移与温度间的关系图 9
- 添加了 SOIC (D) 封装的 CMMR 分布图 9
- 添加了 SOIC (D) 封装的 CMRR 漂移与温度间的关系图 9
- 添加了 *相关文档* 部分 34

Changes from Revision G (July 2015) to Revision H (April 2016) **Page**

- 添加了 LMP8601Q1 的新温度等级 0 版本 1
- 向数据表添加了 LMP8602、LMP8602Q1、LMP8603 和 LMP8603Q1 器件和相关信息 1
- 更改了 *特性* 列表项 1
- 更改了 *说明* 部分中的文本 1
- 删除了 *相关文档* 部分；SNOSB36 数据表内容现在与此数据表结合使用 34

Changes from Revision F (January 2014) to Revision G (April 2015) **Page**

- 添加了 *ESD 等级* 表和 *引脚配置和功能*、*功能描述*、*器件功能模式*、*应用和实施*、*电源相关建议*、*布局*、*器件和文档支持* 以及 *机械、封装和可订购信息* 部分。 1

Changes from Revision E (March 2013) to Revision F (January 2014) **Page**

- 添加了四条典型曲线 9

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

Changes from Revision D (October 2009) to Revision E (March 2013)	Page
• 将美国国家半导体数据表的布局更改为 TI 格式	32

10 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)
LMP8601EDRQ1	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	LMP86 01EDQ1
LMP8601EDRQ1.A	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	LMP86 01EDQ1
LMP8601QMAX/NOPB	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 01QMA
LMP8601QMAX/NOPB.A	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 01QMA
LMP8602QMA/NOPB	Obsolete	Production	SOIC (D) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	LMP86 02QMA
LMP8602QMAX/NOPB	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 02QMA
LMP8602QMAX/NOPB.A	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 02QMA
LMP8602QMM/NOPB	Obsolete	Production	VSSOP (DGK) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	AF7A
LMP8602QMME/NOPB	Obsolete	Production	VSSOP (DGK) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	AF7A
LMP8602QMMX/NOPB	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	3500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	AF7A
LMP8602QMMX/NOPB.A	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	3500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	AF7A
LMP8603QMA/NOPB	Obsolete	Production	SOIC (D) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	LMP86 03QMA
LMP8603QMAX/NOPB	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 03QMA
LMP8603QMAX/NOPB.A	Active	Production	SOIC (D) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LMP86 03QMA
LMP8603QMM/NOPB	Obsolete	Production	VSSOP (DGK) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	AH7A
LMP8603QMME/NOPB	Obsolete	Production	VSSOP (DGK) | 8	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	AH7A
LMP8603QMMX/NOPB	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	3500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	AH7A
LMP8603QMMX/NOPB.A	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	3500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	AH7A

(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.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF LMP8601-Q1, LMP8602-Q1, LMP8603-Q1 :

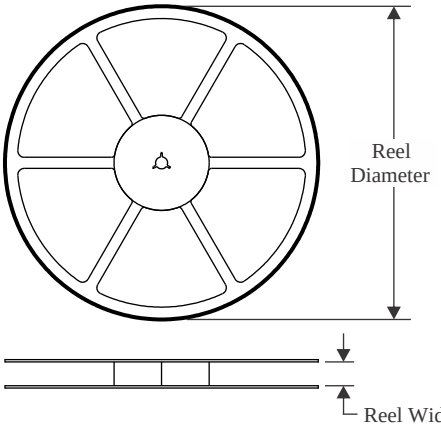
- Catalog : LMP8601, LMP8602, LMP8603

NOTE: Qualified Version Definitions:

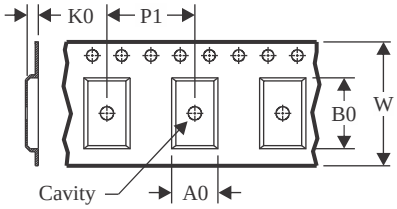
- Catalog - TI's standard catalog product

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

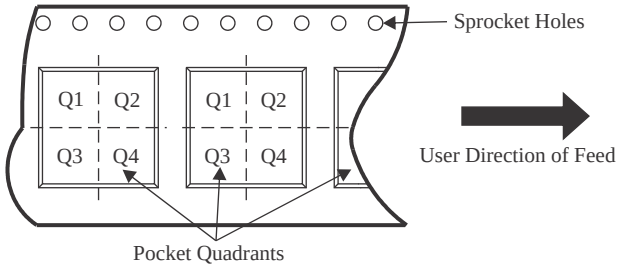


TAPE DIMENSIONS



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

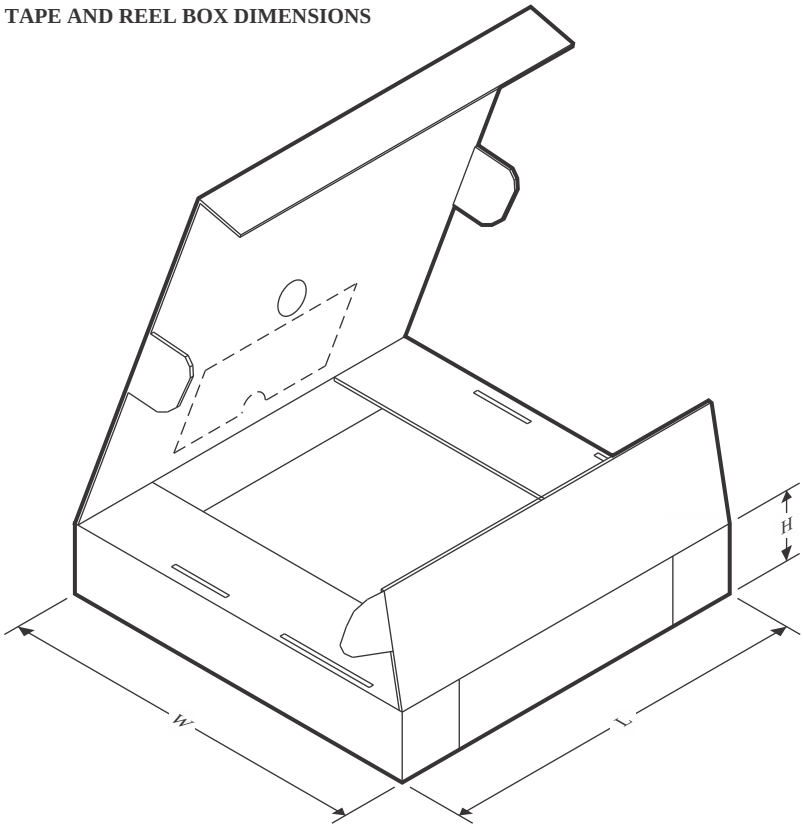
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

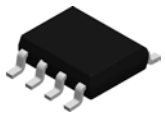
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LMP8601EDRQ1	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.5	5.4	2.0	8.0	12.0	Q1
LMP8601QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1
LMP8602QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1
LMP8602QMMX/NOPB	VSSOP	DGK	8	3500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
LMP8603QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1
LMP8603QMMX/NOPB	VSSOP	DGK	8	3500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMP8601EDRQ1	SOIC	D	8	2500	356.0	356.0	35.0
LMP8601QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	356.0	356.0	35.0
LMP8602QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	356.0	356.0	35.0
LMP8602QMMX/NOPB	VSSOP	DGK	8	3500	356.0	356.0	35.0
LMP8603QMAX/NOPB	SOIC	D	8	2500	356.0	356.0	35.0
LMP8603QMMX/NOPB	VSSOP	DGK	8	3500	356.0	356.0	35.0

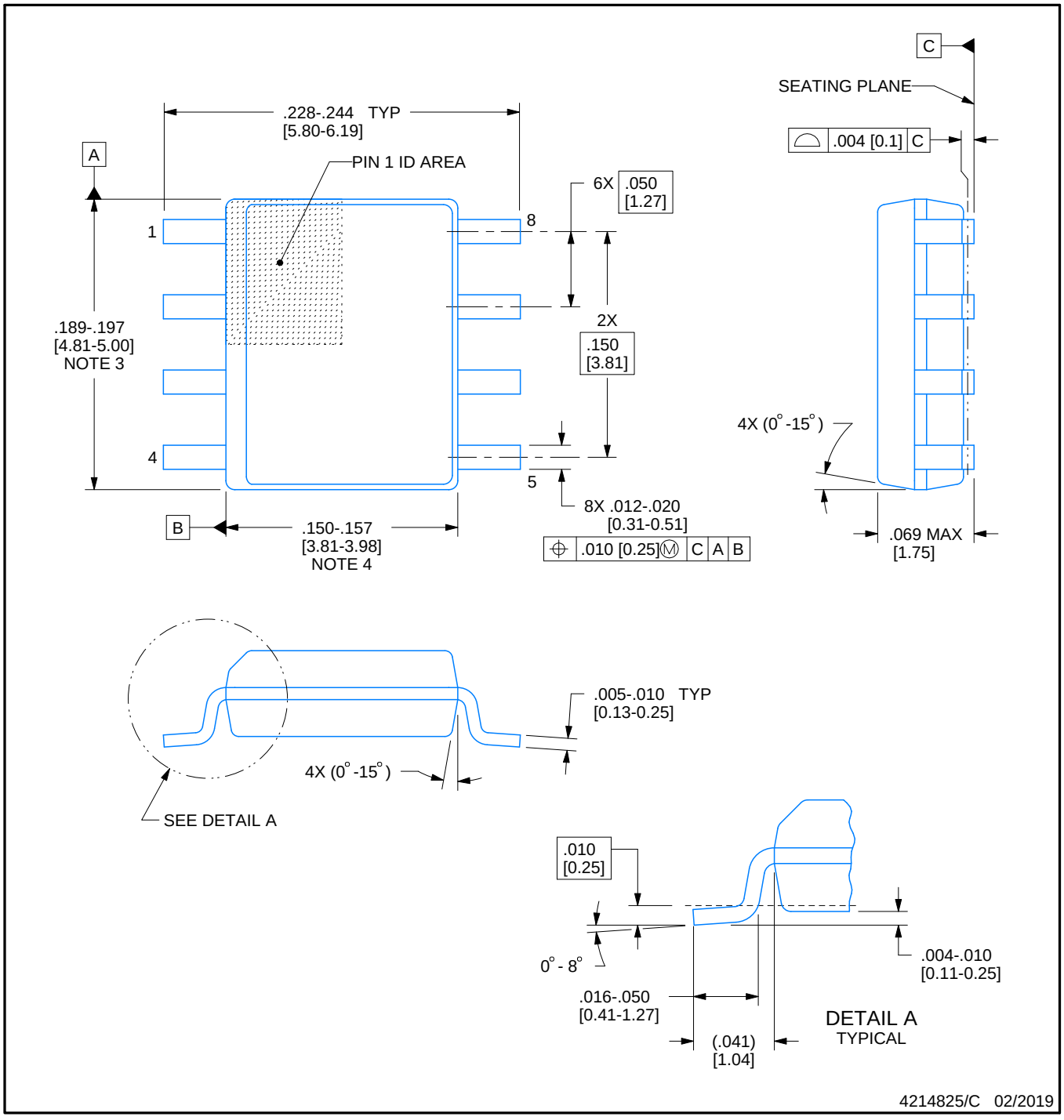


PACKAGE OUTLINE

D0008A

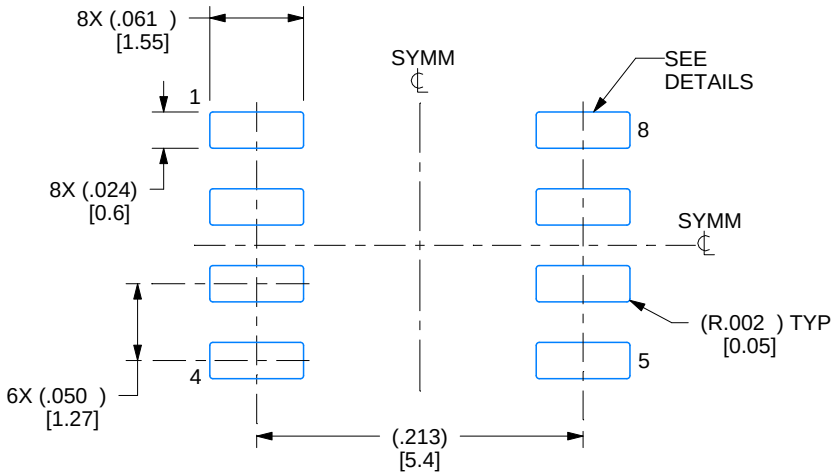
SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT

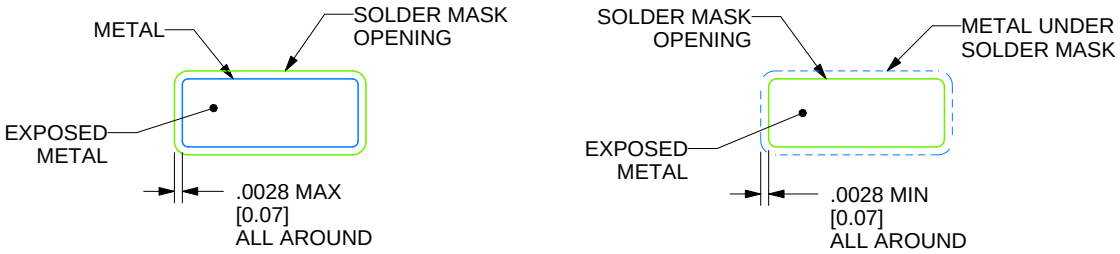


NOTES:

1. Linear dimensions are in inches [millimeters]. Dimensions in parenthesis are for reference only. Controlling dimensions are in inches. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed .006 [0.15] per side.
4. This dimension does not include interlead flash.
5. Reference JEDEC registration MS-012, variation AA.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:8X



SOLDER MASK DETAILS

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

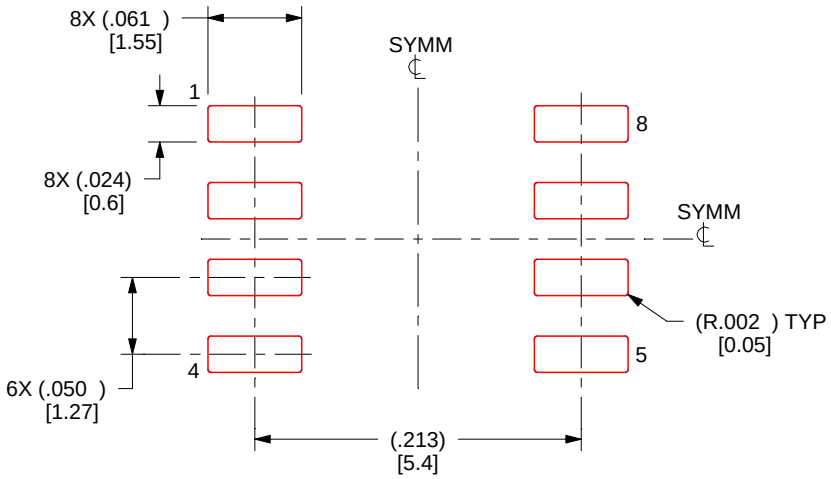
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON .005 INCH [0.125 MM] THICK STENCIL
SCALE:8X

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

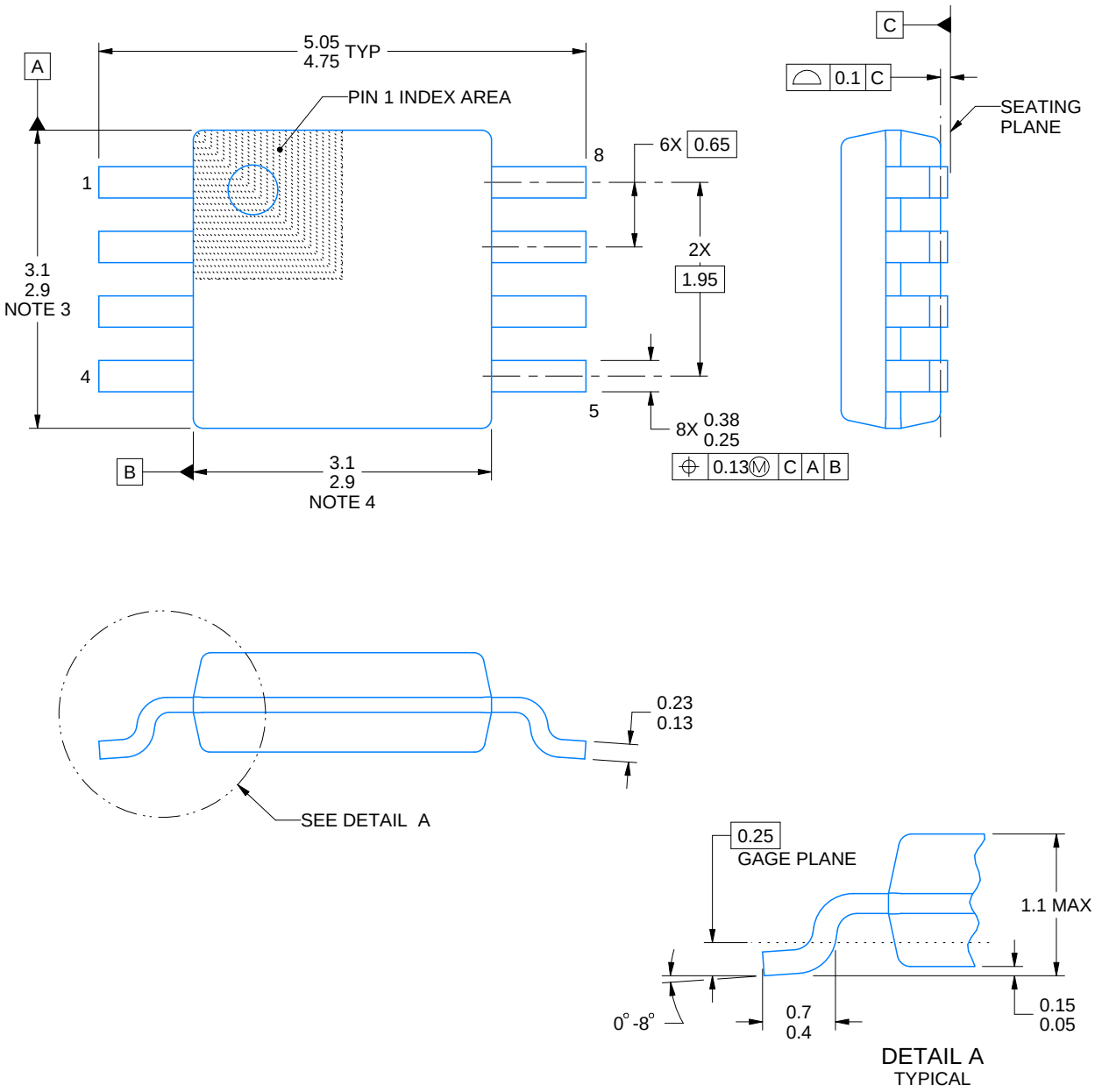
8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

PACKAGE OUTLINE

DGK0008A

VSSOP - 1.1 mm max height

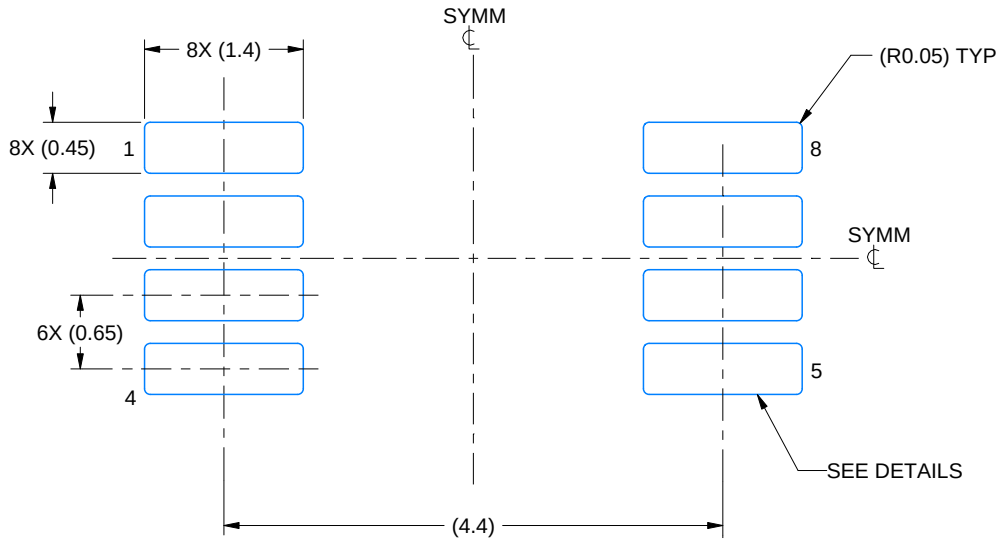
SMALL OUTLINE PACKAGE



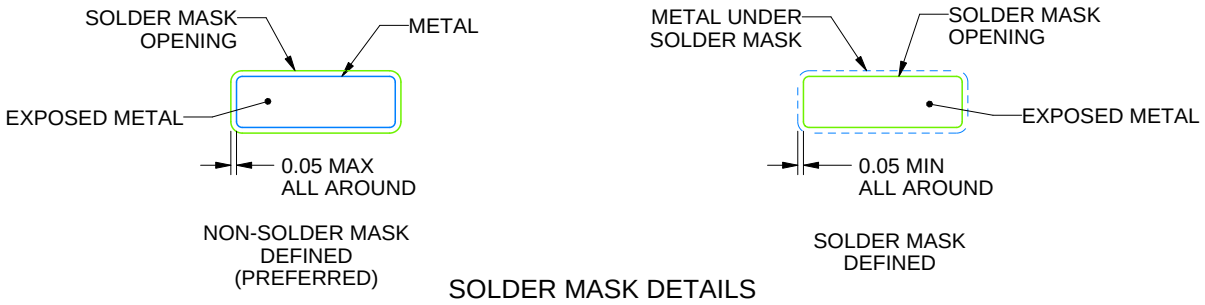
PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-187.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X

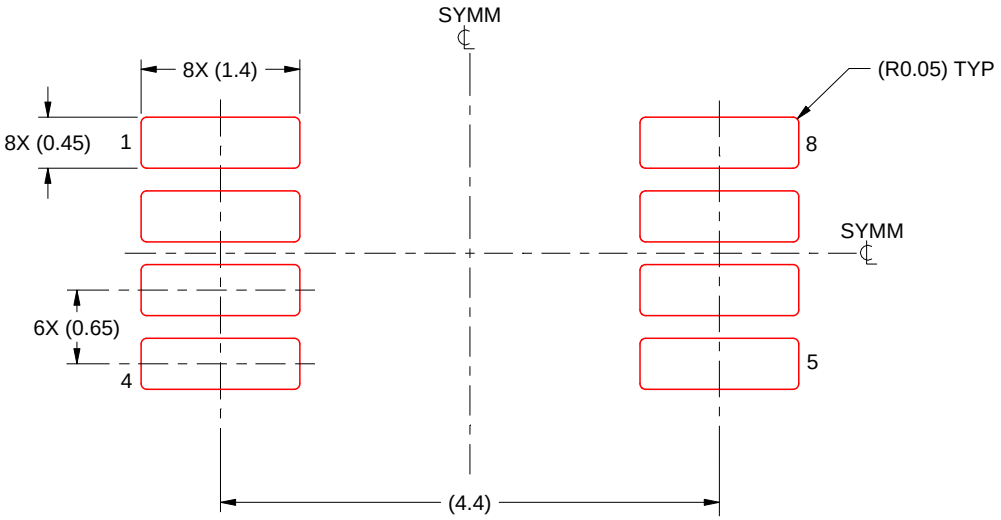


SOLDER MASK DETAILS

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.



SOLDER PASTE EXAMPLE
SCALE: 15X

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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