TLV8811、TLV8812 面向成本优化型系统的 425nA 精密毫微功耗运算放大器

1 特性

- 对于成本优化型系统
- 毫微功耗电源电流：425nA/通道
- 偏移电压：500µV（最大值）
- TcVos：1µV/°C
- 增益带宽：6kHz
- 单位增益稳定
- 低输入偏置电流：100fA
- 宽电源电压范围：1.7V 至 5.5V
- 轨到轨输出
- 无输出反转
- EMI 保护
- 温度范围：–40℃ 至 125℃
- 行业标准封装：
  - 5 引脚小外形尺寸晶体管 (SOT)-23 封装（单通道版本）
  - 8 引脚超薄小外形尺寸 (VSSOP) 封装（双通道版本）

2 应用

- 气体检测器（CO 和 O_2）
- PIR 运动检测器
- 电流感测
- 温度调节装置
- IoT（物联网）远程传感器
- 有效的射频识别 (RFID) 阅读器和标签
- 便携式医疗设备
- 便携式血糖监护仪

3 说明

TLV8811（单通道）和 TLV8812（双通道）系列精密超低功耗运算放大器是面向电池供电无线设备和低功耗有线设备中的成本优化型、“始终开启”感测 应用 的理想选择。凭借 6kHz 带宽、425nA 静态电流以及削减至 500µV 以下的偏移电压，TLV881x 放大器具备高精度特性，同时能够为注重电池寿命的设备（例如，CO 气体检测器和便携式电子器件）将功耗降至最低。此类器件的互补金属氧化物半导体 (CMOS) 输入级经过精心设计，能够实现超低安培电流，从而降低 I_{BIAS} 和 I_{OS} 误差，否则将影响高源阻抗感测 应用的绝佳选择。此外，内置的电磁干扰 (EMI) 保护功能可降低器件对手机、WiFi、无线发射器、标签阅读器所发出意外射频 (RF) 信号的敏感度。

TLV8811（单通道）和 TLV8812（双通道）两个版本分别采用符合行业标准的 5 引脚 SOT-23 和 8 引脚 VSSOP 封装。

器件信息(1)

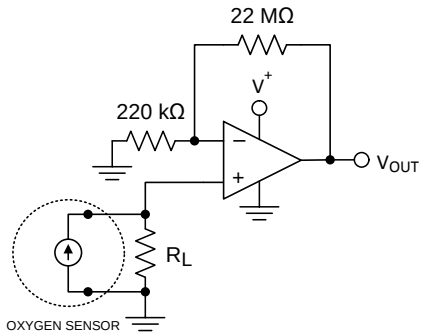
器件型号	封装	封装尺寸
TLV8811	SOT-23 (5)	2.90mm x 1.60mm
TLV8812	VSSOP (8)	3.00mm × 3.00mm

LPV81x 和 TLV881x 毫微功耗放大器

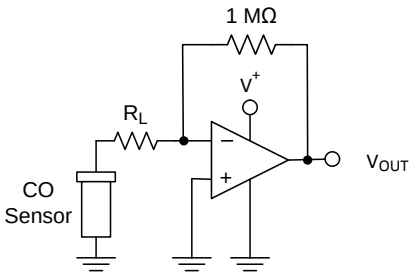
器件编号	通道	电源电流（每通道典型值）	偏移电压（25°C 时的最大值）
LPV811	1	450nA	370µV
LPV812	2	425nA	300µV
TLV8811	1	450nA	550µV
TLV8812	2	425nA	500µV

(1) 要了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

毫微功耗氧气传感器



毫微功耗 CO 传感器



An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

目录

1 特性 ... 1
2 应用 ... 1
3 说明 ... 1
4 修订历史记录 ... 2
5 引脚配置和功能 ... 3
6 规格 ... 4
6.1 绝对最大额定值 ... 4
6.2 ESD 额定值 ... 4
6.3 建议的工作条件 ... 4
6.4 热性能信息 ... 4
6.5 电气特性 ... 4
6.6 典型特性 ... 6
7 详细 说明 ... 12
7.1 概述 ... 12
7.2 功能框图 ... 12
7.3 特性 说明 ... 12
7.4 器件功能模式 ... 12
8 应用和实现 ... 14
8.1 应用信息 ... 14
8.2 典型应用：三端 CO 气体传感器放大器 ... 14
8.3 注意事项 ... 17
9 电源相关建议 ... 17
10 布局 ... 17
10.1 布局准则 ... 17
10.2 布局示例 ... 17
11 器件和文档支持 ... 18
11.1 器件支持 ... 18
11.2 文档支持 ... 18
11.3 相关链接 ... 18
11.4 接收文档更新通知 ... 18
11.5 社区资源 ... 18
11.6 商标 ... 18
11.7 静电放电警告 ... 19
11.8 Glossary ... 19
12 机械、封装和可订购信息 ... 19

4 修订历史记录

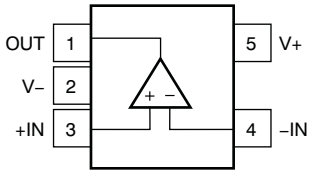
Changes from Original (October 2016) to Revision A — **Page**

- 已更改 说明 文本 ... 1
- 已删除 大型器件系列信息表并移至首页 ... 1
- 已添加 系列表至首页 ... 1
- 已删除 删除了“LPV8811 发行之前的初步规格”表脚注 ... 4
- 已添加 为 TLV8811 添加了单独的“CMRR 规格”行 ... 5

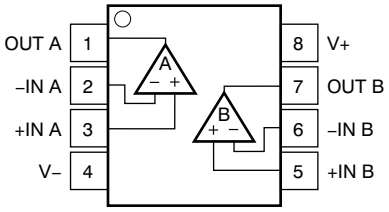
版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

TLV8811 5 引脚 SOT-23
DBV 封装
俯视图



TLV8812 8 引脚 VSSOP
DGK 封装
俯视图



引脚功能：**TLV8811 DBV**

引脚		类型	说明
名称	编号		
OUT	1	O	输出
-IN	4	I	反相输入
+IN	3	I	非反相输入
V-	2	P	负电源（最低）
V+	5	P	正电源（最高）

引脚功能：**TLV8812 DGK**

引脚		类型	说明
名称	编号		
OUT A	1	O	通道 A 输出
-IN A	2	I	通道 A 反相输入
+IN A	3	I	通道 A 非反相输入
V-	4	P	负电源（最低）
+IN B	5	I	通道 B 非反相输入
-IN B	6	I	通道 B 反相输入
OUT B	7	O	通道 B 输出
V+	8	P	正电源（最高）

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内（除非另有说明）(1)

			最小值	最大值	单位
电源电压，V_S = (V+) - (V-)			-0.3	6	V
输入引脚	电压 (2) (3)	共模	(V-) - 0.3	(V+) + 0.3	V
		差分	(V-) - 0.3	(V+) + 0.3	V
输入引脚	电流		-10	10	mA
输出短路电流 (A) (4)			持续	持续	
存储温度，T_{stg}			-65	150	°C
结温				150	°C

(1) 超出*绝对最大额定值*下列出的应力值可能会对器件造成永久损坏。这些仅为在应力额定值下的工作情况，对于额定值下的器件的功能性操作以及在超出*推荐的操作条件*下的任何其它操作，在此并未说明。在绝对最大额定值条件下长时间运行会影响器件可靠性。
(2) 以 V- 为基准，在 ANY 引脚上不超过 -0.3V 或 +6.0V
(3) 输入端子被二极管钳制至电源轨。对于摆幅超过电源轨 0.3V 的输入信号，必须将其电流限制为 10mA 或者更低。
(4) 对 Vs/2 短路，每个封装对应一个放大器。在高环境温度下持续短路运行可能会导致超过允许的最大结温 (150°C)。

6.2 ESD 额定值

		值	单位
$V_{(ESD)}$ 静电放电	人体放电模式 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 (1)	±1000	V
	组件充电模式 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 (2)	±250	

(1) JEDEC 文档 JEP155 规定：500V HBM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。如果具备必要的预防措施，则可以在低于 500V HBM 时进行生产。列为 ±2000V 的引脚实际上可能具有更高的性能。
(2) JEDEC 文档 JEP157 规定：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。如果具备必要的预防措施，则可以在低于 250V CDM 时进行生产。列为 ±750V 的引脚实际上可能具有更高的性能。

6.3 建议的工作条件

在自然通风条件下的工作温度范围内（除非另有说明）

	最小值	最大值	单位
电源电压 (V+ - V–)	1.7	5.5	V
额定温度范围	-40	125	°C

6.4 热性能信息

热指标 (1)		TLV8811 DBV (SOT-23) 5 引脚	TLV8812 DGK (VSSOP) 8 引脚	单位
θ_{JA}	结至环境热阻	177.4	177.6	ºC/W
θ_{JCtop}	管结到散热片（顶部）热阻	133.9	68.8	
θ_{JB}	结至电路板热阻	36.3	98.2	
ψ_{JT}	结至顶部的特征参数	23.6	12.3	
ψ_{JB}	结至电路板的特征参数	35.7	96.7	

(1) 有关传统和新热指标的更多信息，请参阅应用报告*《半导体和 IC 封装热指标》*。

6.5 电气特性

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，V_S = 1.8V 至 5V，V_{CM} = V_{OUT} = V_S/2，R_L≥ 10MΩ（连接至 V_S/2）。

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
偏移电压							
V_{OS}	输入偏移电压，TLV8811	V_S = 1.8V 和 3.3V，V_{CM} = V-			±75	±550	µV
	输入偏移电压，TLV8812	V_S = 1.8V 和 3.3V，V_{CM} = V-			±55	±500	µV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	输入偏移漂移	V_{CM} = V-	T_A = –40°C 至 125°C		±1		µV/°C

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

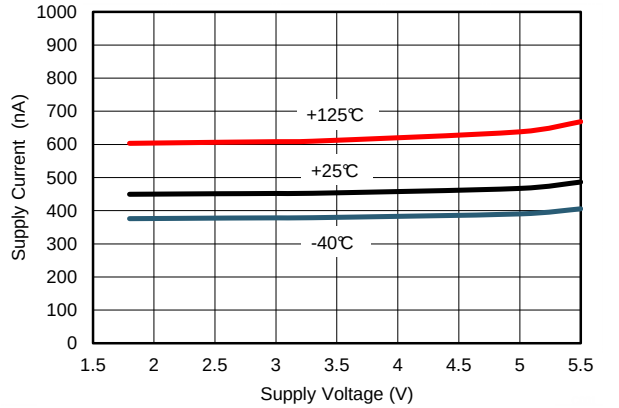
电气特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，V_S = 1.8V 至 5V，V_{CM} = V_{OUT} = V_S/2，R_L≥ 10MΩ（连接至 V_S/2）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PSRR	电源抑制比	V_S = 1.8V 至 3.3V，V_{CM} = V-		±1.6	±60	μV/V
输入电压范围						
V_{CM}	共模电压范围	V_S = 3.3V	0		2.4	V
CMRR	共模抑制比，TLV8811	(V–) ≤ V_{CM} ≤ (V+) – 0.9V，V_S = 3.3V	77	95		dB
	共模抑制比，TLV8812	(V–) ≤ V_{CM} ≤ (V+) – 0.9V，V_S = 3.3V	80	98		dB
输入偏置电流						
I_B	输入偏置电流	V_S = 1.8V		±100		fA
I_{OS}	输入偏移电流	V_S = 1.8V		±100		fA
输入阻抗						
	差分			7		pF
	共模			3		pF
噪声						
E_n	输入电压噪声	f = 0.1Hz 至 10Hz		8		μVp-p
e_n	输入电压噪声密度	f = 100Hz		360		nV/√Hz
		f = 1kHz		450		
开环增益						
A_{OL}	开环电压增益	(V–) + 0.3V ≤ V_O ≤ (V+) – 0.3V，R_L = 100kΩ		120		dB
输出						
V_{OH}	相对于正电源轨的电压输出摆幅	V_S = 1.8V，R_L = 100kΩ（连接至 V^+/2）	10	3.5		mV
V_{OL}	相对于负电源轨的电压输出摆幅	V_S = 1.8V，R_L = 100kΩ（连接至 V^+/2）		2.5	10	mV
I_{SC}	短路电流	V_S = 3.3V，对 V_S/2 短路		4.7		mA
Z_O	开环输出阻抗	f = 1KHz，I_O = 0A		90		kΩ
频率响应						
GBP	增益带宽积	C_L = 20pF，R_L = 10MΩ，V_S = 5V		6		kHz
SR	转换率（10% 至 90%）	G = 1，上升沿，C_L = 20pF，V_S = 5V		1.4		V/ms
		G = 1，下降沿，C_L = 20pF，V_S = 5V		1.5		V/ms
电源						
I_Q	静态电流，TLV8811	V_{CM} = V-，I_O = 0，V_S = 3.3V		450	750	nA
	静态电流，每通道，TLV8812	V_{CM} = V-，I_O = 0，V_S = 3.3V		425	700	nA

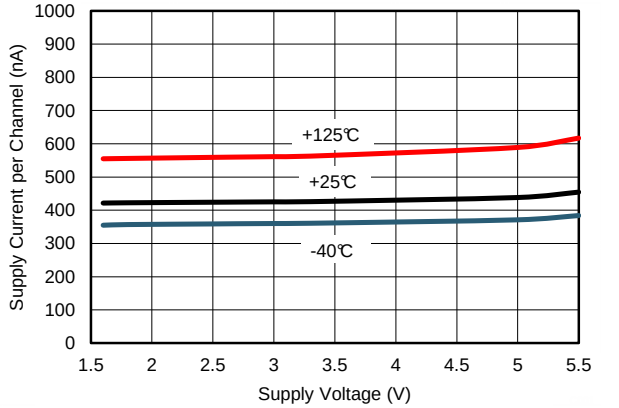
6.6 典型特性

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。



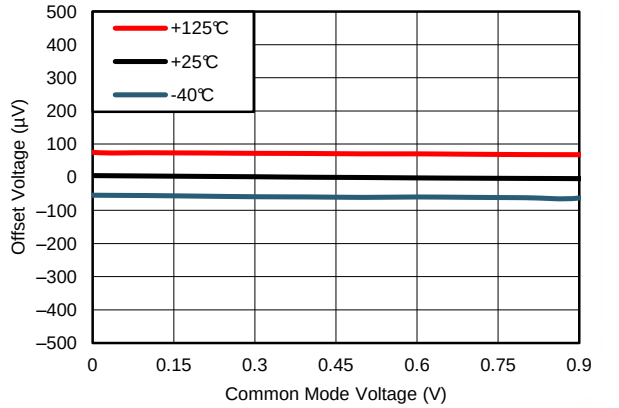
V_{CM} = V- TLV8811 R_L = 空载

图 **1.** 电源电流与电源电压间的关系，**TLV8811**



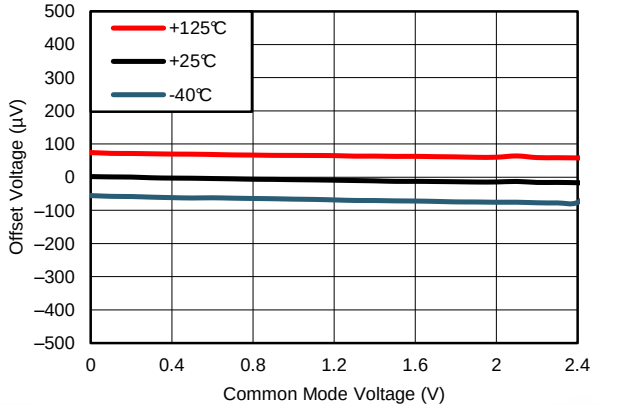
V_{CM} = V- TLV8812 R_L = 空载

图 **2.** 电源电流与电源电压间的关系，**TLV8812**



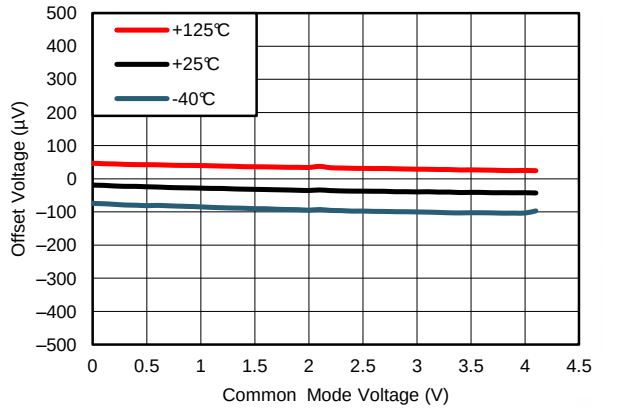
V_S = 1.8V R_L = 10MΩ

图 **3.** 典型偏移电压与共模电压间的关系



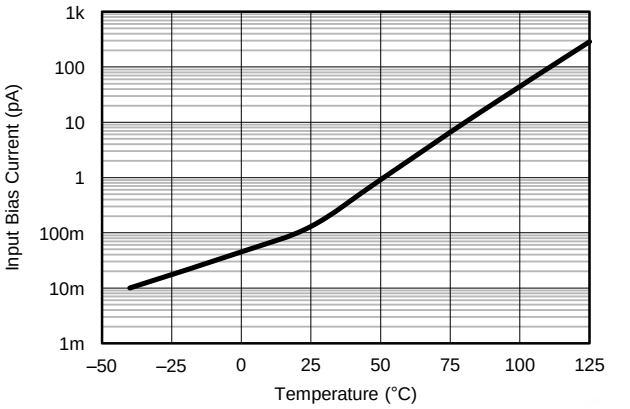
V_S = 3.3V R_L = 10MΩ

图 **4.** 典型偏移电压与共模电压间的关系



V_S = 5V R_L = 10MΩ

图 **5.** 典型偏移电压与共模电压间的关系



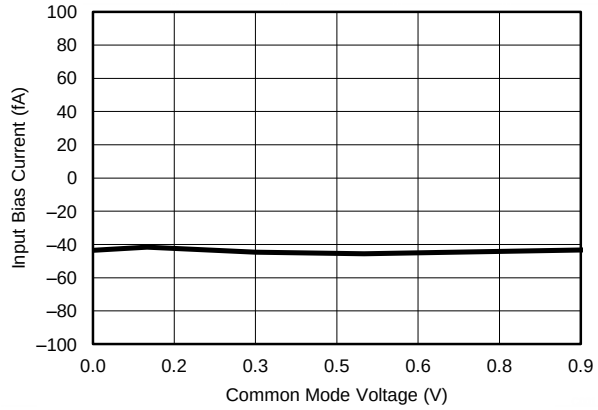
V_S = 5V T_A = -40 至 125 V_{CM} = Vs/2

图 **6.** 输入偏置电流与温度间的关系

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

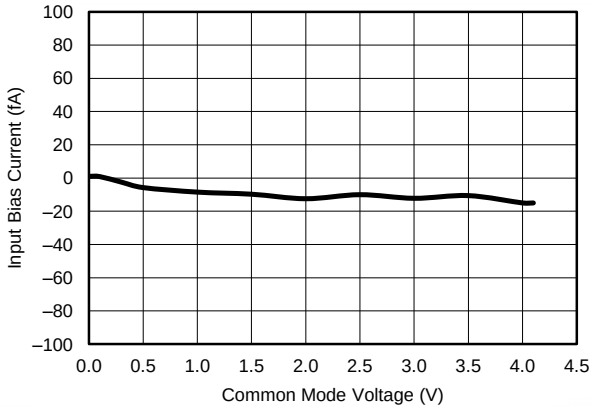
典型特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。



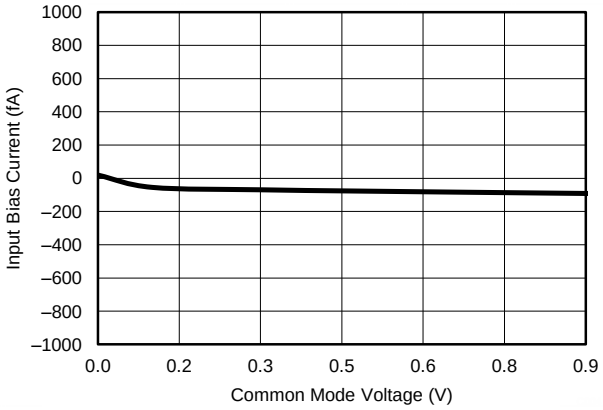
V_S = 1.8V　　T_A = -40°C

图 **7.** 输入偏置电流与共模电压间的关系



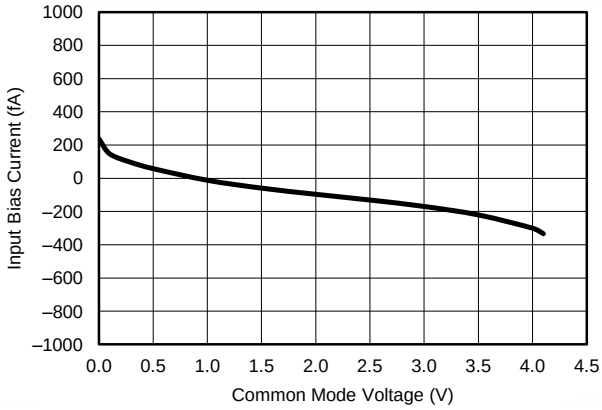
V_S = 5V　　T_A = -40°C

图 **8.** 输入偏置电流与共模电压间的关系



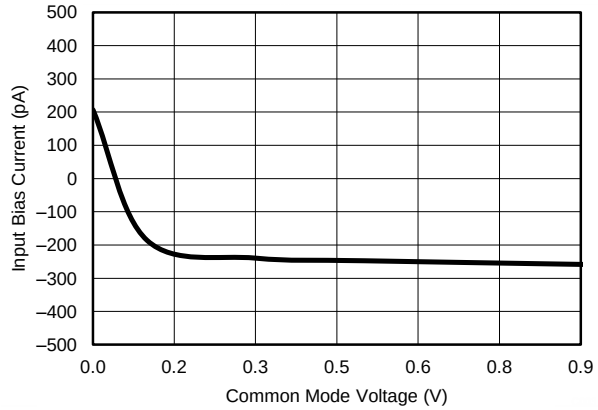
V_S = 1.8V　　T_A = 25°C

图 **9.** 输入偏置电流与共模电压间的关系



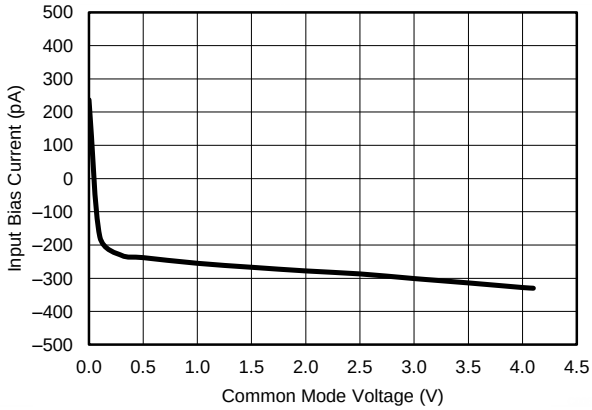
V_S = 5V　　T_A = 25°C

图 **10.** 输入偏置电流与共模电压间的关系



V_S = 1.8V　　T_A = 125°C

图 **11.** 输入偏置电流与共模电压间的关系



V_S = 5V　　T_A = 125°C

图 **12.** 输入偏置电流与共模电压间的关系

典型特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。

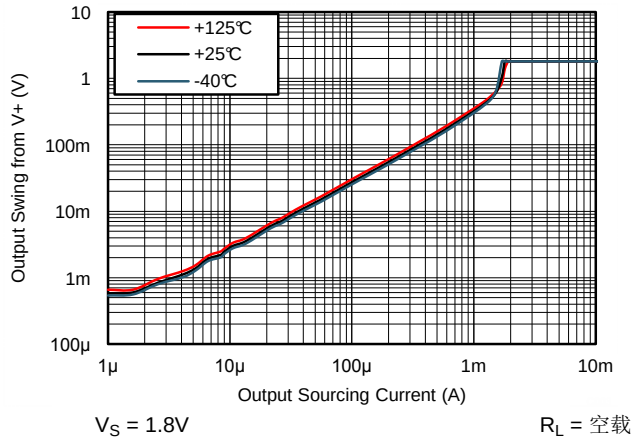


图 **13.** 输出摆幅与拉电流间的关系，**1.8V**

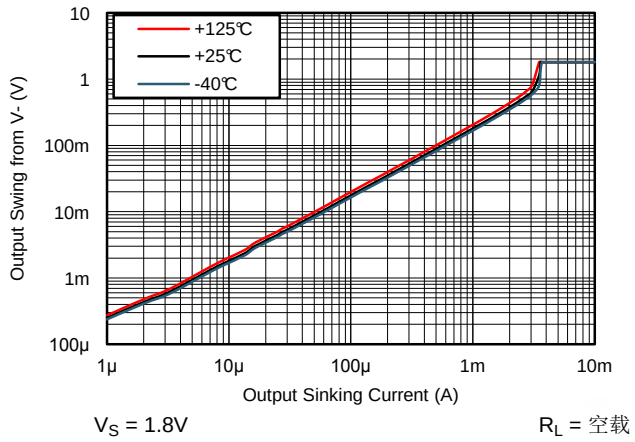


图 **14.** 输出摆幅与灌电流间的关系，**1.8V**

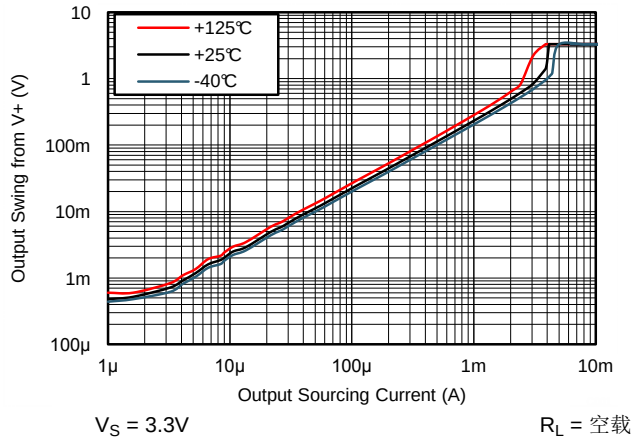


图 **15.** 输出摆幅与拉电流间的关系，**3.3V**

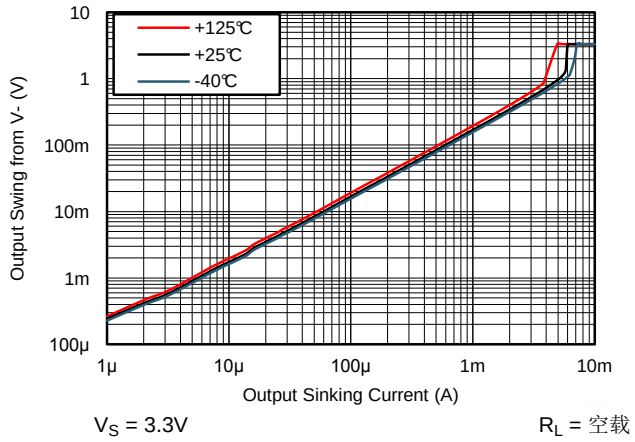


图 **16.** 输出摆幅与灌电流间的关系，**3.3V**

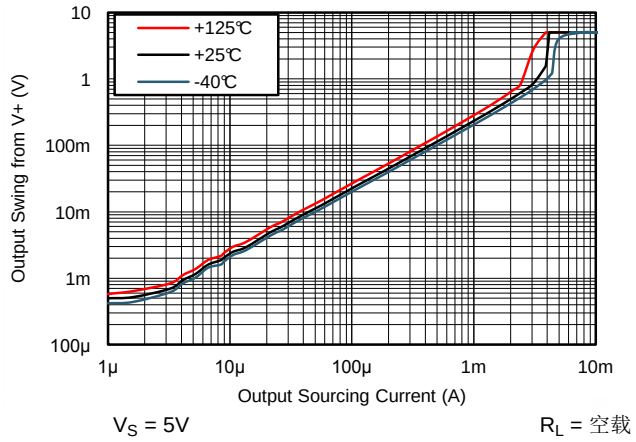


图 **17.** 输出摆幅与拉电流间的关系，**5V**

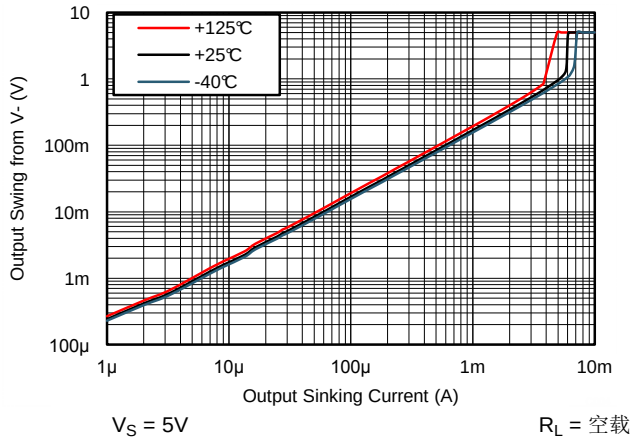
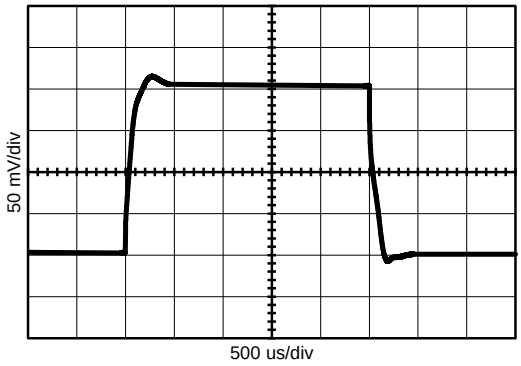


图 **18.** 输出摆幅与灌电流间的关系，**5V**

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

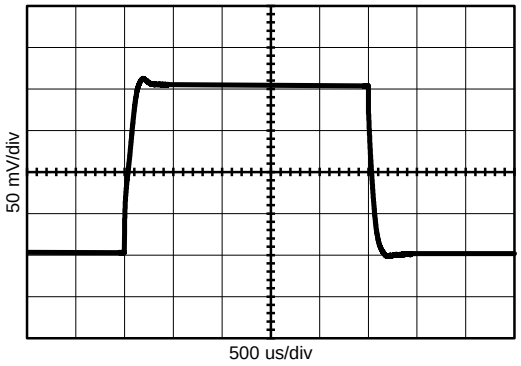
典型特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。



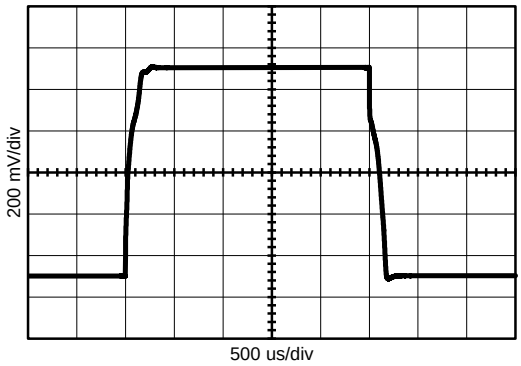
T_A = 25　R_L = 10MΩ　Vout = 200mVpp
V_S = ±0.9V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **19.** 小信号脉冲响应，**1.8V**



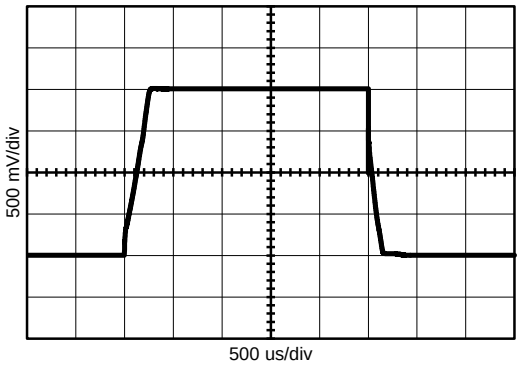
T_A = 25　R_L = 10MΩ　Vout = 200mVpp
V_S = ±2.5V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **20.** 小信号脉冲响应，**5V**



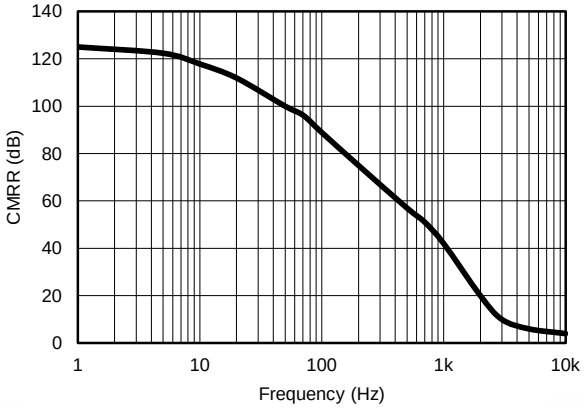
T_A = 25　R_L = 10MΩ　Vout = 1Vpp
V_S = ±0.9V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **21.** 大信号脉冲响应，**1.8V**



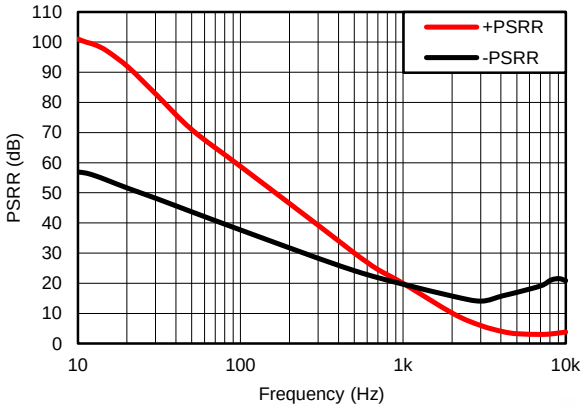
T_A = 25　R_L = 10MΩ　Vout = 2Vpp
V_S = ±2.5V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **22.** 大信号脉冲响应，**5V**



T_A = 25　R_L = 10MΩ　ΔV_{CM} = 0.5Vpp
V_S = 5V　C_L = 20p
V_{CM} = Vs/2　A_V = +1

图 **23. CMRR** 与频率间的关系

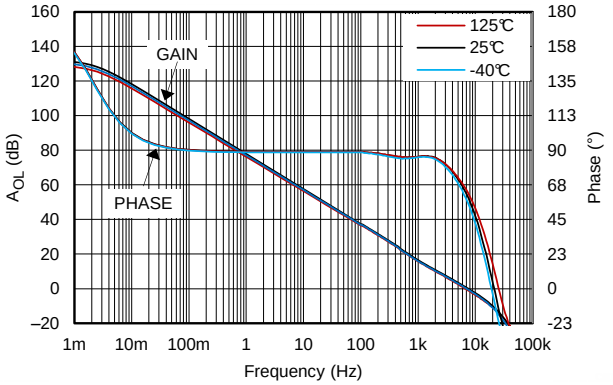


T_A = 25　R_L = 10MΩ　ΔV_S = 0.5Vpp
V_S = 3.3V　C_L = 20p
V_{CM} = Vs/2　A_V = +1

图 **24. ±PSRR** 与频率间的关系

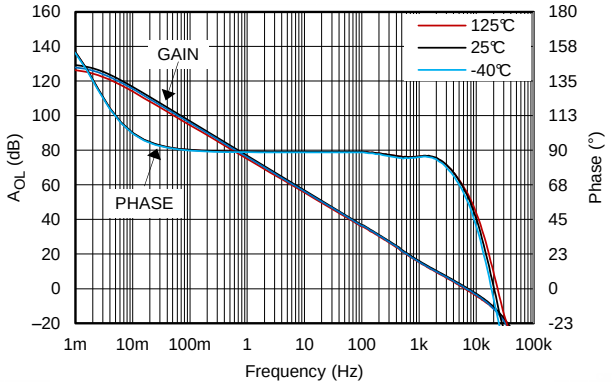
典型特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。



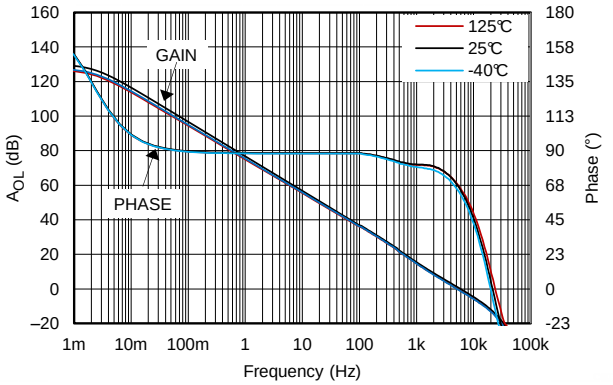
T_A = -40、25、125° C　R_L = 10MΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 5V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **25.** 开环增益和相位，**5V**，**10MΩ** 负载



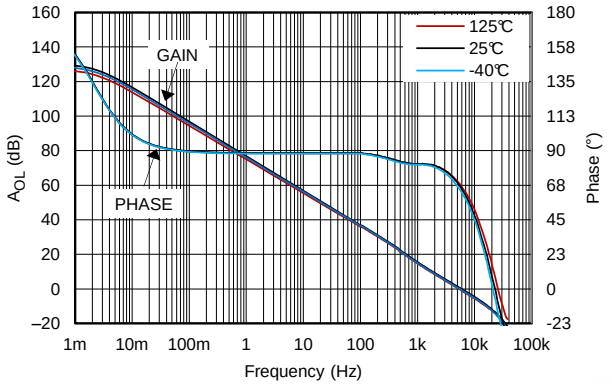
T_A = -40、25、125° C　R_L = 10MΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 3.3V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **26.** 开环增益和相位，**3.3V**，**10MΩ** 负载



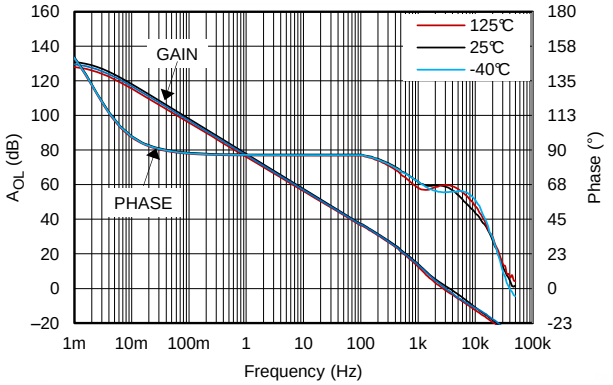
T_A = -40、25、125° C　R_L = 1MΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 5V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **27.** 开环增益和相位，**5V**，**1MΩ** 负载



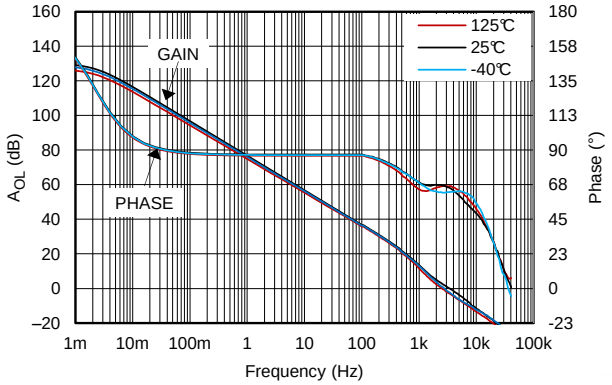
T_A = -40、25、125° C　R_L = 1MΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 3.3V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **28.** 开环增益和相位，**3.3V**，**1MΩ** 负载



T_A = -40、25、125° C　R_L = 100kΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 5V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **29.** 开环增益和相位，**5V**，**100kΩ** 负载



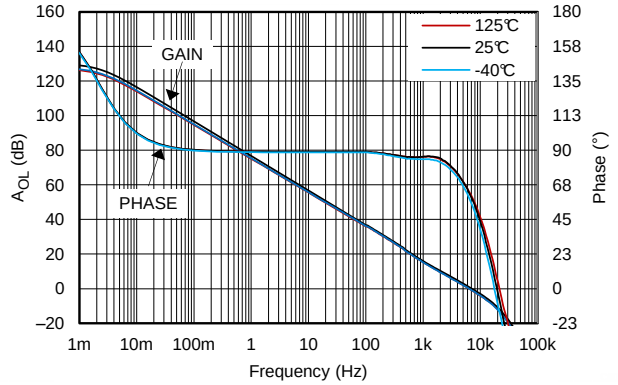
T_A = -40、25、125° C　R_L = 100kΩ　V_{OUT} = 200mV$_{PP}$
V_S = 3.3V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **30.** 开环增益和相位，**3.3V**，**100kΩ** 负载

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

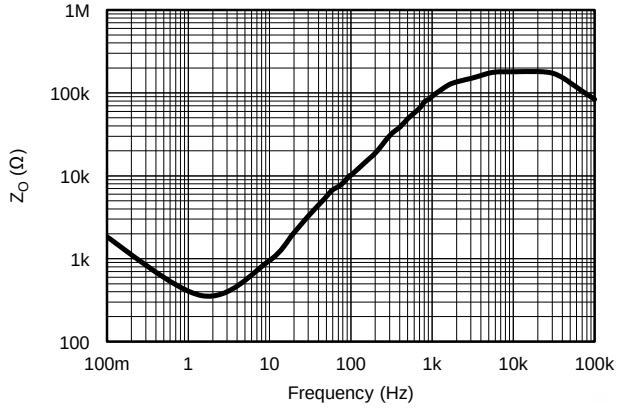
典型特性 (接下页)

除非另有说明，否则 T_A = 25°C，R_L = 10MΩ（连接至 V_S/2），C_L = 20pF，V_{CM} = V_S/2V。



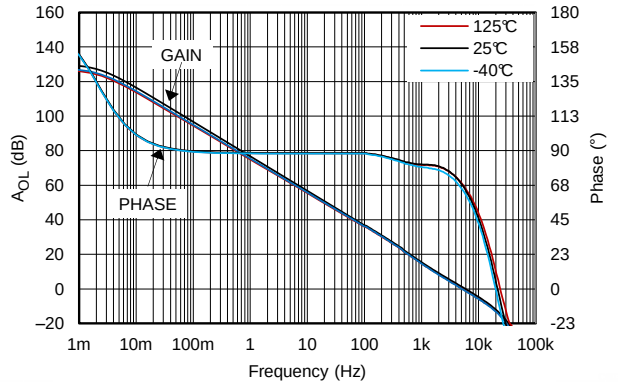
T_A = -40、25、125°C　R_L = 10MΩ　V_{OUT} = 200mV_{PP}
V_S = 1.8V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **31.** 开环增益和相位，**1.8V**，**10MΩ** 负载



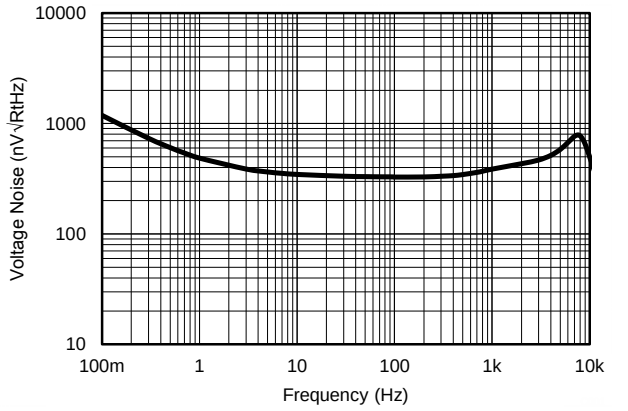
T_A = 25°C　V_S = 5V　R_L = 10MΩ

图 **32.** 开环输出阻抗



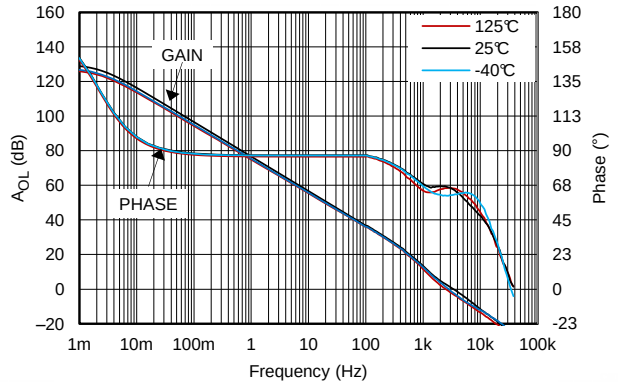
T_A = -40、25、125°C　R_L = 1MΩ　V_{OUT} = 200mV_{PP}
V_S = 1.8V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **33.** 开环增益和相位，**1.8V**，**1MΩ** 负载



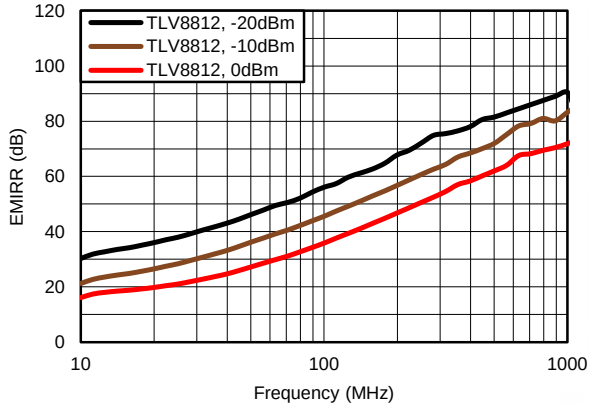
T_A = 25　R_L = 1MΩ　V_{CM} = Vs/2
V_S = 5V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **34.** 输入电压噪声与频率间的关系



T_A = -40、25、125°C　R_L = 100kΩ　V_{OUT} = 200mV_{PP}
V_S = 1.8V　C_L = 20pF　V_{CM} = Vs/2

图 **35.** 开环增益和相位，**1.8V**，**100kΩ** 负载



T_A = 25　R_L = 1MΩ　V_{CM} = Vs/2
V_S = 3.3V　C_L = 20pF　A_V = +1

图 **36. EMIRR** 性能

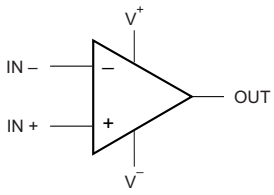
7 详细 说明

7.1 概述

TLV8811（单通道）和 TLV8812（双通道）系列纳瓦级 CMOS 运算放大器专为长寿命电池供电和能量收集 应用而设计。它们由单电源供电，工作电压低至 1.7V。输入偏移修整为低于 500uV，输出为轨至轨，摆幅范围在相对于电源 3.5mV 以内（负载为 100kΩ）。共模范围扩展至负电源，这使得它成为单电源 应用的理想之选。在内部采用了 EMI 保护，以降低 EMI 的影响。

典型特性 曲线中显示了随工作电压或温度的变化而显著变化的参数。

7.2 功能框图



Copyright © 2016,
Texas Instruments Incorporated

7.3 特性 说明

放大器的差动输入包含一个非反相输入 (+IN) 和一个反相输入 (–IN)。放大器仅放大两个输入之间的电压差，这称为差动输入电压。运算放大器的输出电压 V_{OUT} 由公式 1 给出：

$$V_{OUT} = A_{OL} (IN^{+} – IN^{–}) \quad (1)$$

其中

- A_{OL} 是放大器的开环增益，通常约为 120dB（1,000,000x，或每微伏 1,000,000 伏）。

7.4 器件功能模式

7.4.1 负电源轨感应输入

TLV881x 的输入共模电压范围为 (V-) 至 (V+) – 0.9V。在该范围内，预计能够以 80dB 的最小 CMRR 实现低偏移。TLV881x 受到“反相”或“反转”保护。

7.4.2 轨至轨输出级

电源为 1.8V 时，TLV881x 输出电压的摆幅为相对于电源轨 3.5mV，这可在输出端提供尽可能大的动态范围。在低电源电压下运行时，这一点尤为重要。

TLV881x 最大输出电压摆幅图定义了特定输出负载下的最大可能摆幅。

7.4.3 针对纳瓦级功率运行的设计优化

在针对超低功耗进行设计时，应仔细选择系统反馈组件。为了最大程度地减小静态电流消耗，应选择值较大的反馈电阻器。任何大型电阻器都会在电路中产生杂散电容以及运算放大器的输入电容。这些寄生 RC 组合可能会影响整个系统的稳定性。可能需要使用反馈电容器来确保稳定性并限制过冲或增益峰化。

如有可能，应使用交流耦合和交流反馈来降低通过反馈元件消耗的静态电流。由于大量的电解质可能会产生较大的静态电流（纳安级），因此使用薄膜或陶瓷电容器。

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

器件功能模式 (接下页)

7.4.4 驱动电容负载

TLV881x 具有 6kHz 典型增益带宽，可在内部得到补偿以实现稳定的单位增益运行。但是，单位增益跟随器是最敏感的电容负载配置。将直接放置在放大器输出端的电容负载与放大器的输出抗阻相结合可产生相位滞后，从而减小放大器的相补角。如果相补角明显减小，则响应将欠阻尼，这可导致传输中产生峰化，如果峰化过多，运算放大器可能会开始振荡。

为了驱动大型 (>50pF) 电容负载，应该使用隔离电阻器 R_{ISO}，如图 37 中所示。通过使用此隔离电阻器，电容负载可与放大器的输出相隔离。R_{ISO} 的值越大，放大器越稳定。如果 R_{ISO} 的值足够大，则反馈环路将保持稳定，不受 C_L 值的影响。但是，较大的 R_{ISO} 值会导致输出摆幅减小和输出电流驱动降低。建议的 R_{ISO} 值为 30-50kΩ。

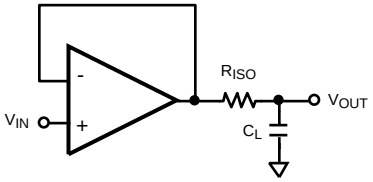


图 **37.** 电容负载的电阻式隔离

8 应用和实现

注

以下 应用 部分的信息不属于 TI 组件规范，TI 不担保其准确性和完整性。客户应负责确定 TI 组件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计是否能够实现，以确保系统功能。

8.1 应用信息

TLV881x 是超低功耗运算放大器，能够提供 6kHz 的带宽（典型静态电流仅 450nA）、经修整的输入偏移电压和精密漂移规格。这些轨至轨输出放大器专为电池供电的 应用而设计。输入共模电压范围扩展至负电源轨，并且输出摆幅范围处于相对于电源轨的数毫伏以内，从而保持宽动态范围。

8.2 典型应用：三端 CO 气体传感器放大器

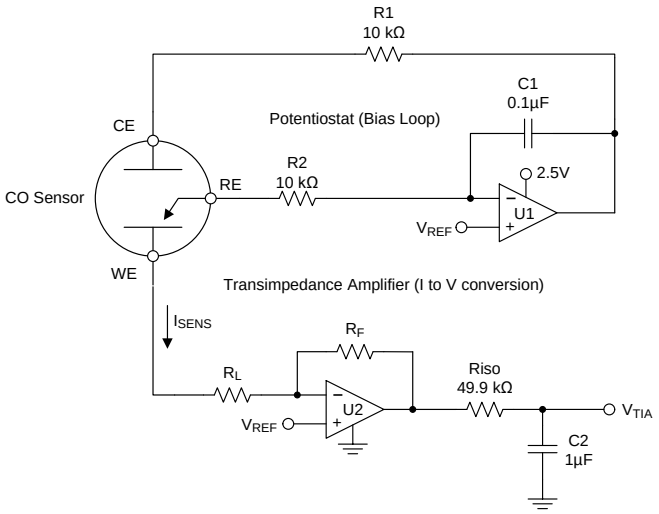


图 38. 三端气体传感器放大器原理图

8.2.1 设计要求

图 38 显示了用于三端非偏置 CO 传感器的简单微功耗稳压器电路，但它还适用于许多其他类型的三端气体传感器或电化学电池。

基本传感器具有三个电极：感应或工作电极（“WE”）、计数器电极（“CE”）和参比电极（“RE”）。电流在 CE 和 WE 之间流动，其大小与检测到的浓度成正比。

RE 监测内部参考点的电势。对于非偏置传感器，必须通过调节 CE 上的偏置将 WE 和 RE 电极保持在相同的电势。通过由 U1 形成的稳压电路，伺服反馈操作会将 RE 引脚保持在由 V_{REF} 设置的电势。

由于传感器的大电容，R1 将保持稳定性。C1 和 R2 形成稳压器积分器并设置反馈时间常数。

U2 形成跨阻放大器（“TIA”），以将产生的传感器电流转换为与之成正比的电压。跨阻增益和最终的灵敏度由 R_F 根据公式 2 进行设置。

$$V_{TIA} = (-I * R_F) + V_{REF} \quad (2)$$

R_L 是值通常由传感器制造商指定（通常为 10 欧姆）的负载电阻器。WE 上的电势由施加的 V_{REF} 进行设置。 Riso 提供电容隔离，并与 C2 相结合形成输出滤波器和 ADC 充电电容器以驱动 ADC。

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

典型应用：三端 CO 气体传感器放大器 (接下页)

8.2.2 详细设计流程

对于该示例，我们将使用灵敏度为 69nA/ppm 的 CO 传感器。电源电压和最大 ADC 输入电压为 2.5V，最大浓度为 300ppm。

首先，必须确定 V_{REF} 电压。该电压是在最大上余量与分辨率之间进行折衷的结果，也是 CE 端子上最小摆幅的“下余量”的限额，因为随着浓度（传感器电流）增加，CE 通常会相对 RE 电势变为负值。对于该特定的传感器，基准测量发现浓度为 300ppm 时 CE 和 RE 之间的差值为 180mV。

为了允许在 10k 电阻器上出现负 CE 摆幅“下余量”和压降，我们为 V_{REF} 选择了 300mV 的值。

因此，+300mV 将用作最小 V_{ZERO} 以添加一些上余量。

$V_{ZERO} = V_{REF} = +300mV$

其中

- V_{ZERO} 是零浓度电压
- V_{REF} 是基准电压 (300mV) (3)

接下来，我们计算最高预计浓度下的最大传感器电流：

$I_{SENSMAX} = I_{PERPPM} * ppmMAX = 69nA * 300ppm = 20.7uA$

其中

- $I_{SENSMAX}$ 是最大预计传感器电流
- I_{PERPPM} 是制造商指定的每 ppm 传感器电流（以安培为单位）
- ppmMAX 是所需的最大 ppm 读数 (4)

现在，求出可用于测量的基准电压之上的可用输出摆幅范围：

$V_{SWING} = V_{OUTMAX} – V_{ZERO} = 2.5V – 0.3V = 2.2V$

其中

- V_{SWING} 是预计的输出电压变化
- V_{OUTMAX} 是最大放大器输出摆幅（通常接近 V+） (5)

现在我们使用最大摆幅和最大电阻器电流计算跨阻电阻器 (R_F) 值：

$R_F = V_{SWING}/I_{SENSMAX} = 2.2V/20.7\mu A = 106.28k\Omega$（我们将使用 110kΩ 作为常用值） (6)

典型应用：三端 **CO** 气体传感器放大器 **(**接下页**)**

8.2.3 应用曲线

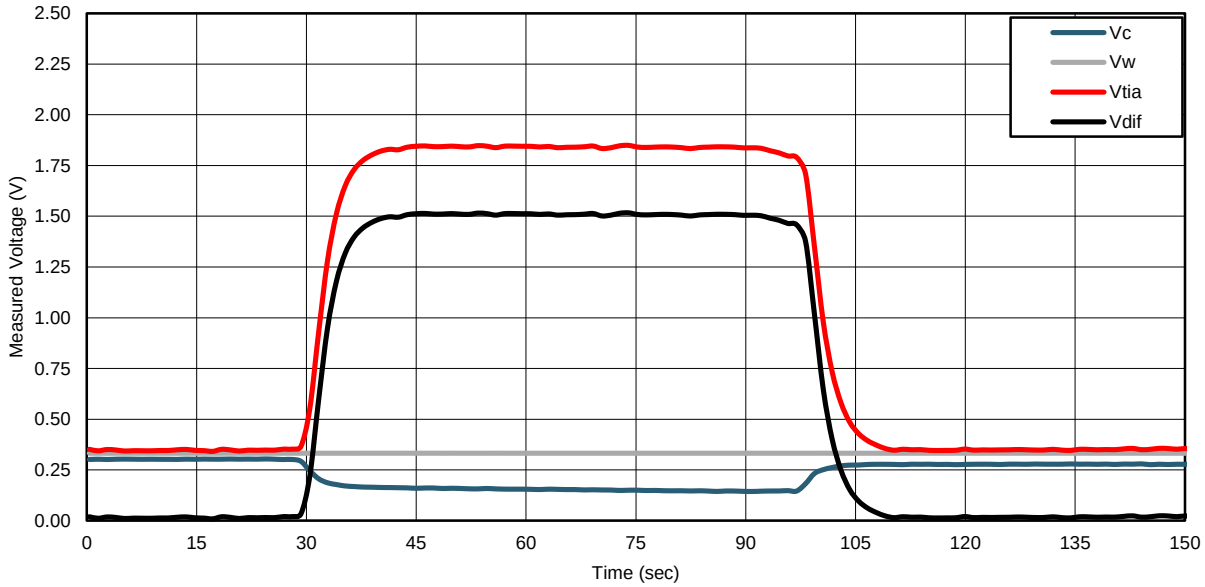


图 **39.** 接触 **200ppm CO** 时监测到的电压

图 39 显示了当传感器接触浓度为 200ppm 的一氧化碳气体时产生的电路电压。V_C 是监测到的 CE 引脚电压，它清楚地显示了随着浓度的增加预计下降至 WE 电压 V_W 以下的 CE 电压。

V_{TIA} 是跨阻放大器 U2 的输出。V_{DIFF} 是计算出的 V_{REF} 和 V_{TIA} 之间的差值，将用于 ppm 计算。

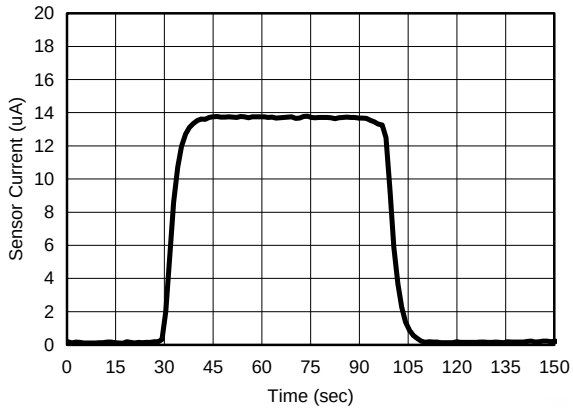


图 **40.** 计算出的传感器电流

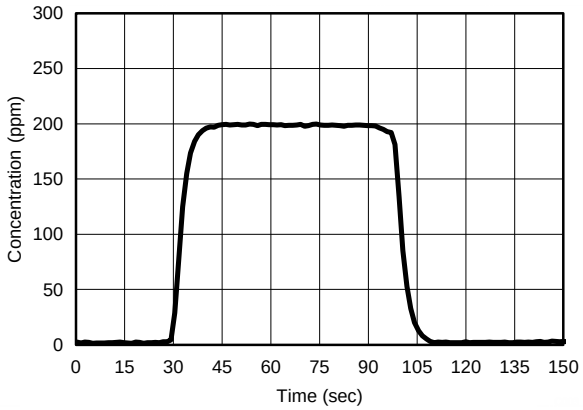


图 **41.** 计算出的 **ppm**

图 40 显示了使用公式 7 中的公式计算出的传感器电流：

$$I_{SENSOR} = V_{DIFF}/R_F = 1.52V/110k\Omega = 13.8uA \quad (7)$$

公式 8 显示了最终的传感器电流到 ppm 的转换。

$$ppm = I_{SENSOR}/I_{PERPPM} = 13.8\mu A/69nA = 200 \quad (8)$$

放大器部分的总电源电流小于 700nA 减去传感器电流。请注意，传感器电流源自放大器输出，该输出又来自放大器电源电压。因此，电源电流预算计算中还必须包含任何持续传感器电流。

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

8.3 注意事项

应正确旁路掉电源。

在驱动电容负载（尤其是电缆、多路复用器和 ADC 输入）时，应向输出端添加串行电阻。

如果输入电压预计会超过电源，则应添加串行电流限制电阻器和外部肖特基钳位二极管。将电流限制为 1mA 或更小（每伏 1KΩ）。

9 电源相关建议

TLV881x 的额定工作电压范围是 1.7V 至 5.5V（±0.85V 至 ±2.75V），温度范围是 –40°C 至 125°C。*典型特性* 中介绍了随工作电压或温度的变化而明显变化的参数。

CAUTION

电源电压超过 6V 可能会对器件造成永久损坏。

为了正确运行，必须适当地对电源进行去耦。为了对电源线进行去耦，建议将 100nF 电容器尽可能靠近运算放大器电源引脚放置。对于单电源，应在 V^+ 和 V^- 电源引线之间放置一个电容器。对于双电源，应在 V^+ 和接地之间放置一个电容器，并在 V^- 和接地之间放置一个电容器。

低带宽纳瓦级功率器件对高频开关电源和其他 1kHz 及频率更高的噪声源并没有良好的高频（大于 1kHz）交流 PSRR 抑制功能，因此，如果预计电源线中会出现 kHz 或频率更高的噪声，则建议使用额外的电源滤波。

10 布局

10.1 布局准则

应使用低 ESR 电容器将 V+ 引脚旁路至接地。

放置位置越靠近 V+ 和接地越好。

请注意，应最大程度地缩减由 V+ 和接地之间的旁路电容器形成的回路区域。

应在器件的引脚上将接地引脚连接至 PCB 接地层。

应将反馈组件尽可能靠近器件放置，以最大程度地减少杂散。

10.2 布局示例

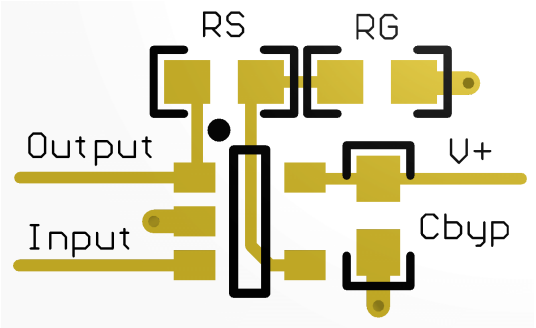


图 **42. SOT-23** 布局示例（俯视图）

11 器件和文档支持

11.1 器件支持

11.1.1 开发支持

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

DIP 适配器评估模块，http://www.ti.com.cn/tool/cn/dip-adapter-evm

TI 通用运行放大器评估模块，http://www.ti.com.cn/tool/cn/opampevm

TI FilterPro 滤波器设计软件，http://www.ti.com/tool/filterpro

11.2 文档支持

11.2.1 相关文档

相关文档如下：

- AN-1798《设计电化学传感器》，SNOA514
- AN-1803《互阻抗放大器设计注意事项》，SNOA515
- AN-1852《设计 pH 电极》，SNOA529
- 《直观补偿互阻抗放大器》，SBOA055
- 《高速运算放大器互阻抗注意事项》，SBOA112
- 《FET 互阻抗放大器噪声分析》，SBOA060
- 《电路板布局布线技巧》，SLOA089
- 《运算放大器应用 手册》，SBOA092

11.3 相关链接

下面的表格列出了快速访问链接。类别包括技术文档、支持与社区资源、工具和软件，以及申请样片或购买产品的快速链接。

表 **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
TLV8811	请单击此处	请单击此处	请单击此处	请单击此处	请单击此处
TLV8812	请单击此处	请单击此处	请单击此处	请单击此处	请单击此处

11.4 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至德州仪器 TI.com.cn 上的器件产品文件夹。请单击右上角的*通知我* 进行注册，即可收到任意产品信息更改每周摘要。有关更改的详细信息，请查看任意已修订文档中包含的修订历史记录。

11.5 社区资源

下列链接提供到 TI 社区资源的连接。链接的内容由各个分销商“按照原样”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》。

TI E2E™ 在线社区 ***TI 的工程师对工程师 (E2E) 社区。***此社区的创建目的在于促进工程师之间的协作。在 e2e.ti.com 中，您可以咨询问题、分享知识、拓展思路并与同行工程师一道帮助解决问题。

设计支持 ***TI 参考设计支持*** 可帮助您快速查找有帮助的 E2E 论坛、设计支持工具以及技术支持的联系信息。

11.6 商标

E2E is a trademark of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

版权 © 2016, Texas Instruments Incorporated

11.7 静电放电警告

这些装置包含有限的内置 ESD 保护。 存储或装卸时，应将导线一起截短或将装置放置于导电泡棉中，以防止 MOS 门极遭受静电损伤。

11.8 Glossary

SLYZ022 — *TI Glossary*.

This glossary lists and explains terms, acronyms, and definitions.

12 机械、封装和可订购信息

以下页面包括机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件的最新可用数据。这些数据发生变化时，我们可能不会另行通知或修订此文档。如欲获取此产品说明书的浏览器版本，请参阅左侧的导航栏。

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)
TLV8811DBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 5	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	16EM
TLV8811DBVR.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 5	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	16EM
TLV8811DBVT	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 5	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	16EM
TLV8811DBVT.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 5	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	16EM
TLV8812DGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU | SN | NIPDAUAG	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	(8812, TLV)
TLV8812DGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	(8812, TLV)
TLV8812DGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU | SN | NIPDAUAG	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	(8812, TLV)
TLV8812DGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	(8812, TLV)

(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.

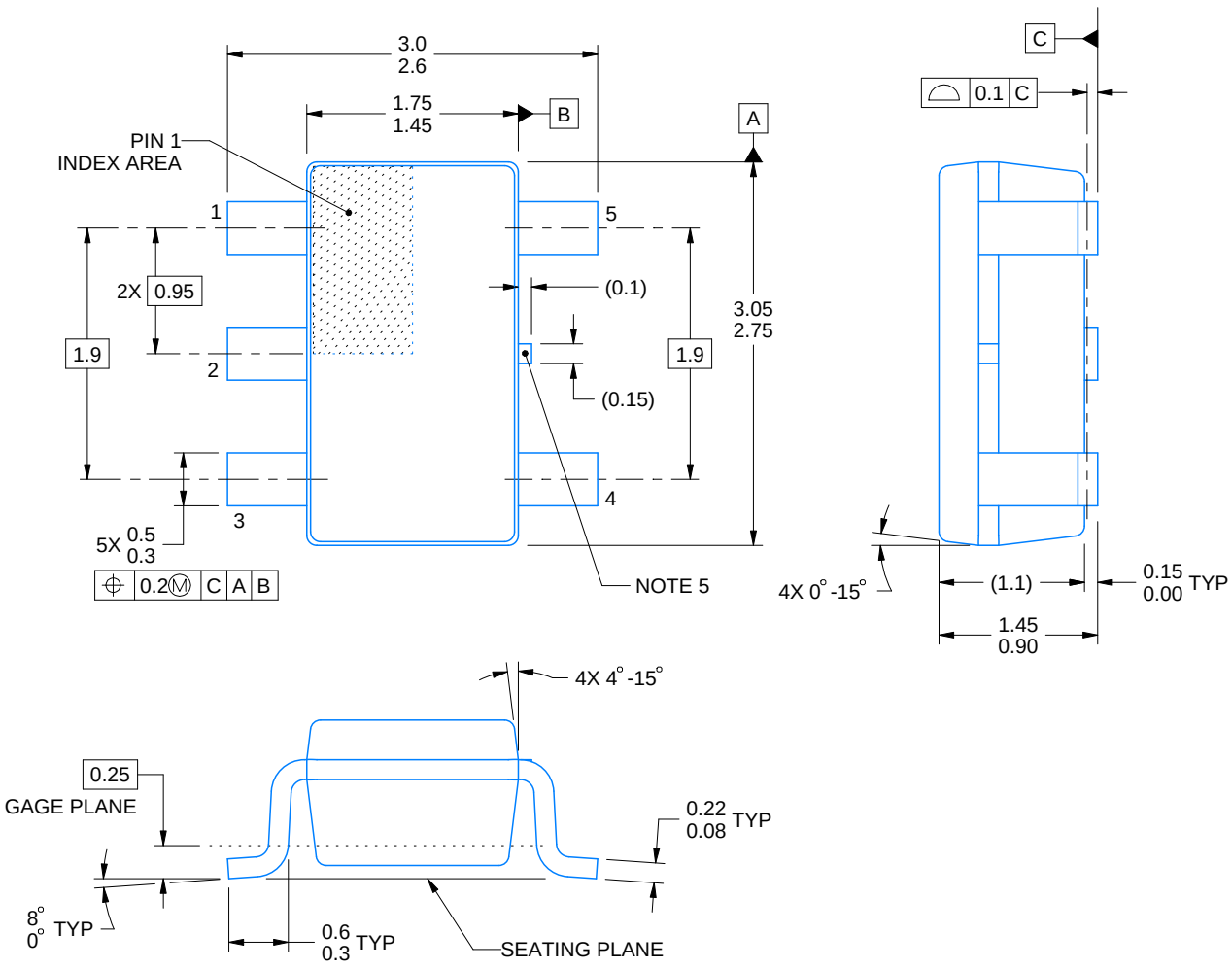
(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

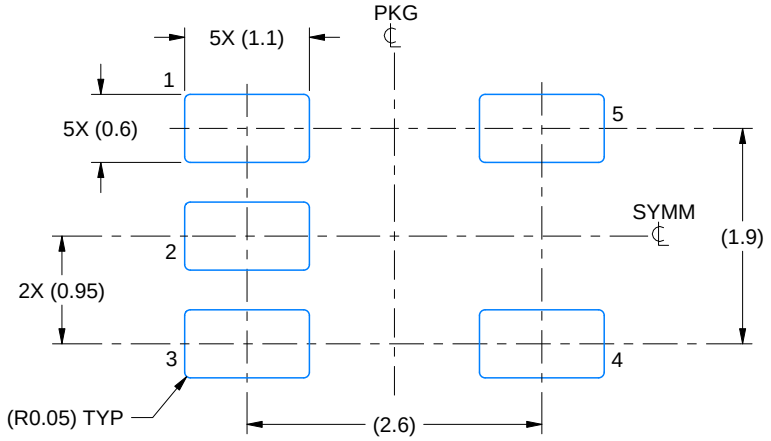
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.



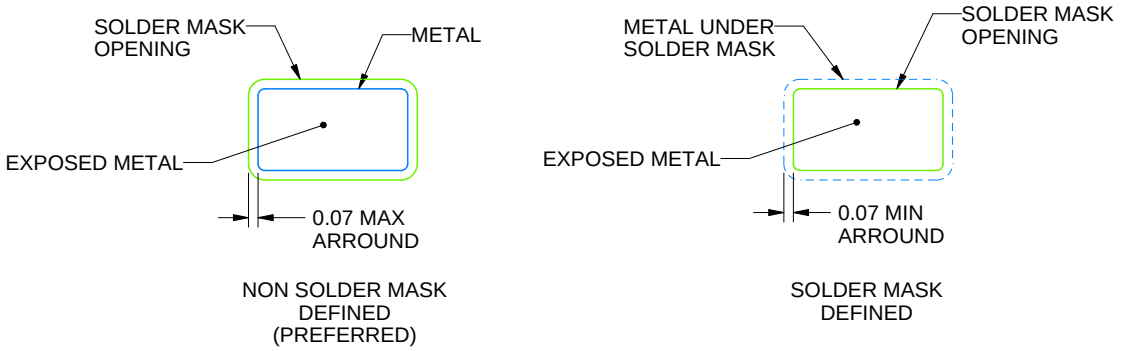
4214839/K 08/2024

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. Refernce JEDEC MO-178.
4. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Support pin may differ or may not be present.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X

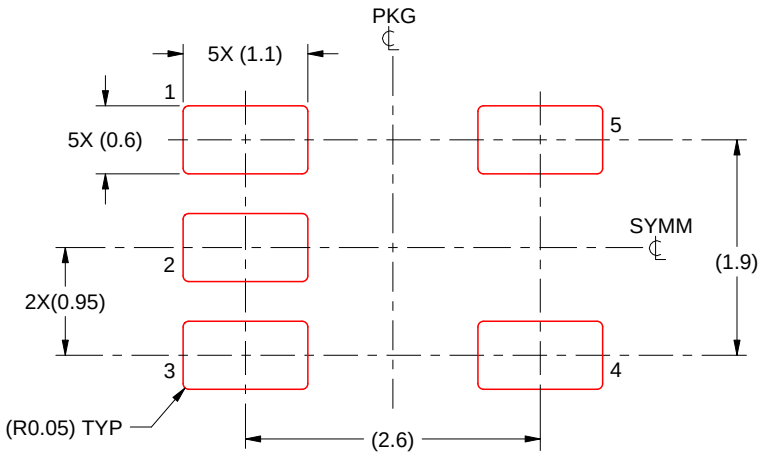


SOLDER MASK DETAILS

4214839/K 08/2024

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.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:15X

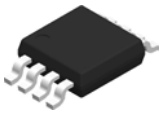
4214839/K 08/2024

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.

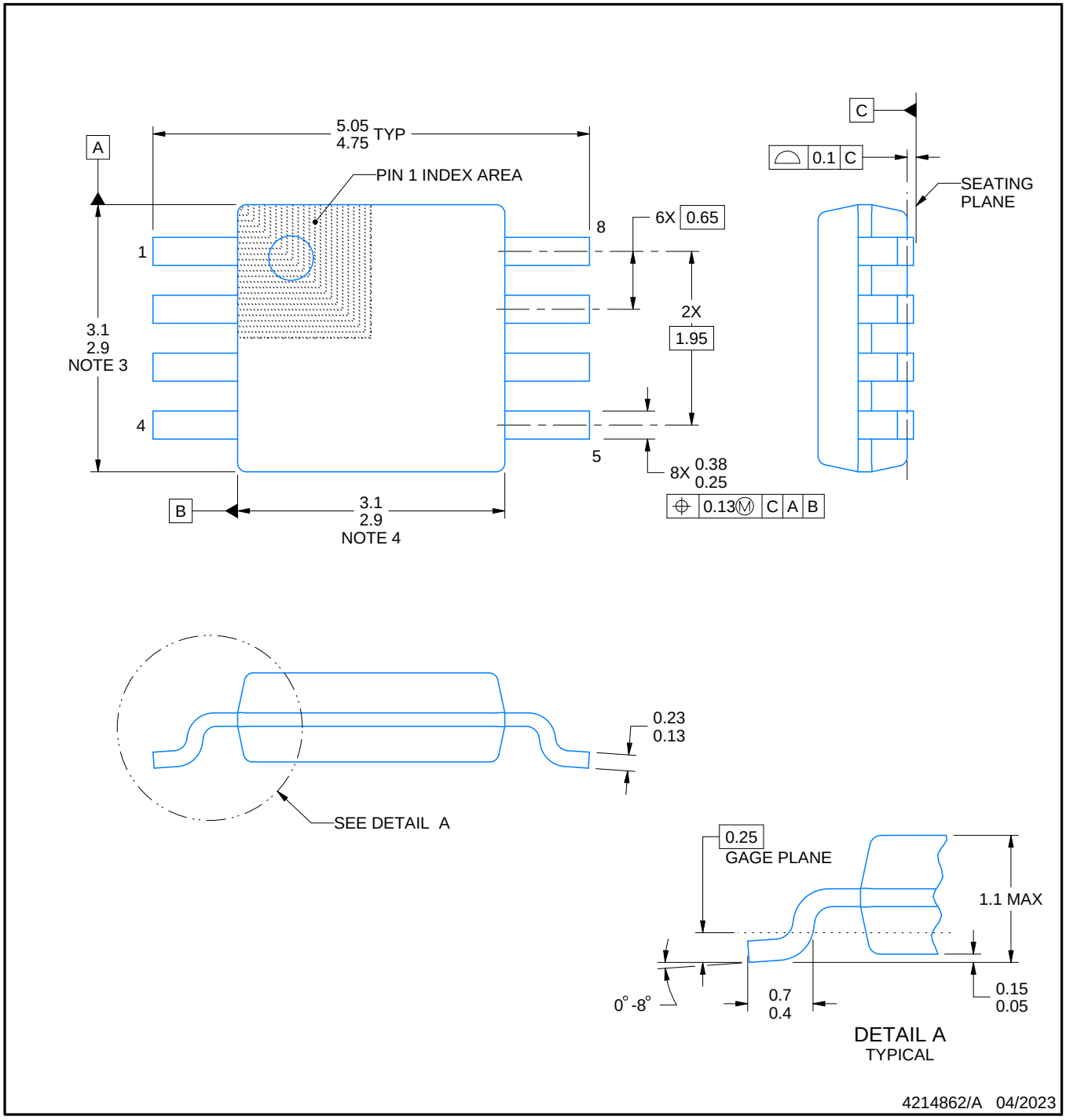
PACKAGE OUTLINE

DGK0008A



VSSOP - 1.1 mm max height

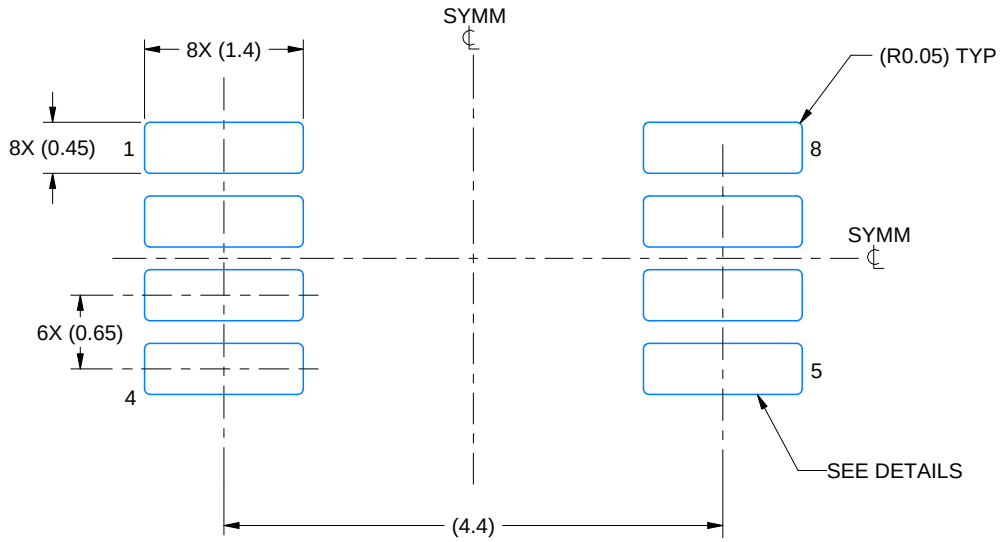
SMALL OUTLINE PACKAGE



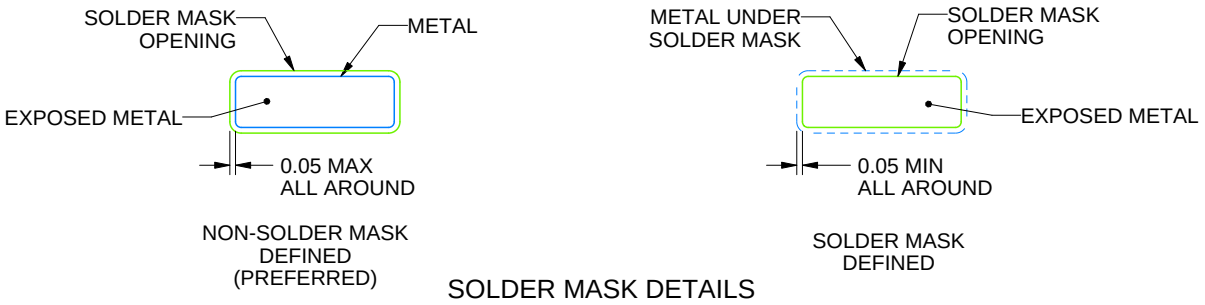
PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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

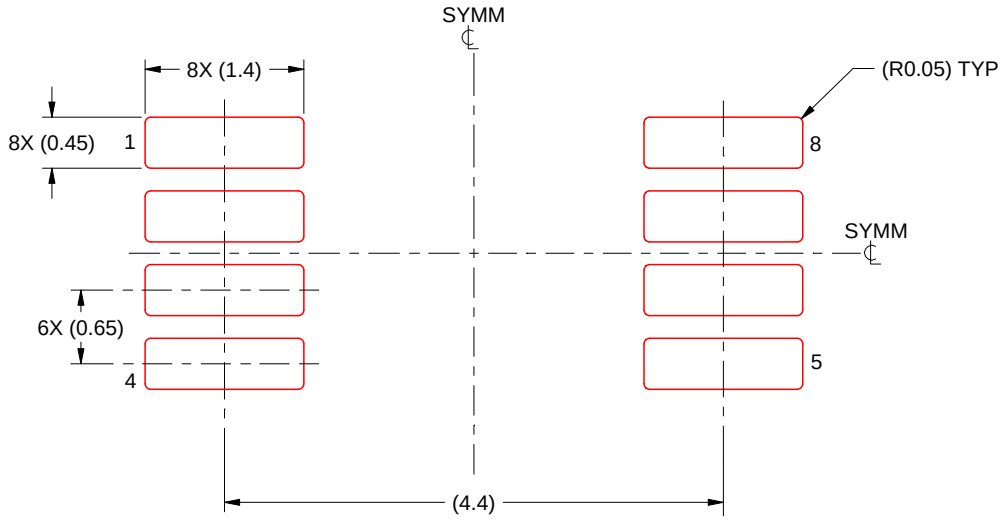


SOLDER MASK DETAILS

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月