OPA810-Q1 汽车、140MHz、轨到轨输入/输出、FET 输入运算放大器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  - 温度：–40°C 至 +125°C，T_A
- 增益带宽积：70MHz
- 小信号带宽：140MHz
- 压摆率：200V/µs
- 宽电源电压范围：4.75V 至 27V
- 低噪声：
  - 输入电压噪声：6.3nV/ √Hz (f = 500kHz)
  - 输入电流噪声：5fA/ √Hz (f = 10kHz)
- 轨到轨输入和输出：
  - FET 输入级：2pA 输入偏置电流（典型值）
  - 高线性输出电流：75mA
- 输入失调电压：±550µV（最大值）
- 温漂：±2.5µV/°C（典型值）
- 低功耗：3.7mA/通道

2 应用

- 多通道传感器接口
- 光电驱动器
- 低侧电流检测
- 直流/直流转换器
- 逆变器和电机控制
- 车载充电器和无线充电器
- HAVC 压缩机
- 光电二极管 TIA 接口
- 抬头显示 (HUD)
- 汽车显示屏

3 说明

OPA810-Q1 是一款具有偏置电流（皮安 (pA) 范围内）的单通道、场效应晶体管 (FET) 输入、电压反馈运算放大器。OPA810-Q1 具有 140MHz 的小信号单位增益带宽和单位增益稳定性，并且可在每通道 3.7mA 的低静态电流 (I_Q) 下提供出色的直流精度和动态交流性能。OPA810-Q1 采用德州仪器 (TI) 专有的高速 SiGe BiCMOS 工艺制造，在类似的静态功耗级别下与同类 FET 输入放大器相比，性能得到显著提高。OPA810-Q1 具有 70MHz 的增益带宽积 (GBWP)、200V/µs 的压摆率和 6.3nV/ √Hz 的低噪声电压，适合各种高保真数据采集和信号处理应用。

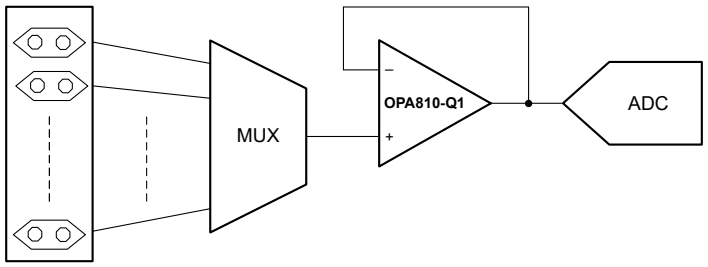
OPA810-Q1 具有轨到轨输入和输出功能，可提供 75mA 的线性输出电流，适用于驱动光电元件和模数转换器 (ADC) 输入或将数模转换器 (DAC) 输出缓冲至重负载中。

OPA810-Q1 可在 –40°C 至 +125°C 的扩展级温度范围下工作。OPA810-Q1 采用 SOT-23 封装。

封装信息

器件型号(1)	封装(2)	封装尺寸(3)
OPA810-Q1	DBV（SOT-23，5）	2.9mm × 2.8mm

(1) 具体请参阅节 4。
(2) 有关更多信息，请参阅 节 11。
(3) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



使用单个更高 GBWP 放大器的多通道传感器接口

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

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 器件比较表.....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 等级.....4
6.3 建议运行条件.....4
6.4 热性能信息.....4
6.5 电气特性：24V.....5
6.6 电气特性：5V.....7
6.7 典型特性：V_S = 24V.....8
6.8 典型特性：V_S = 5V.....11
6.9 典型特性：±2.375V 至 ±12V 双电源.....13
7 详细说明.....17
7.1 概述.....17
7.2 功能方框图.....17
7.3 特性说明.....18
7.4 器件功能模式.....19
8 应用和实施.....20
8.1 应用信息.....20
8.2 典型应用.....25
8.3 电源相关建议.....28
8.4 布局.....28
9 器件和文档支持.....31
9.1 文档支持.....31
9.2 接收文档更新通知.....31
9.3 支持资源.....31
9.4 商标.....31
9.5 静电放电警告.....31
9.6 术语表.....31
10 修订历史记录.....31
11 机械、封装和可订购信息.....32

4 器件比较表

器件	电源电压、$\pm V_S$ (V)	I_Q/通道典型值 (mA)	增益带宽 (MHz)	压摆率 (V/μs)	电压噪声 (nV/√Hz)	放大器说明
OPA810-Q1	27	3.8	70	200	6.3	单位增益稳定、FET 输入放大器
OPA2863-Q1	12.6	0.69	50	105	5.9	轨到轨输入和输出、电压反馈放大器
OPAx365-Q1	5.5	4.6	50	25	4.5	轨到轨输入/输出、低噪声、CMOS 放大器
OPA2836-Q1	5.5	0.95	118	560	4.6	轨到轨输出、负轨输入、电压反馈放大器
TLV365-Q1	5.5	4.6	50	27	4.5	轨到轨输入和输出、CMOS 运算放大器

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

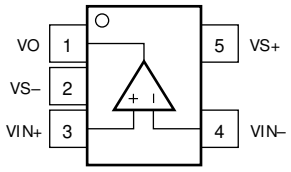


图 5-1. DBV 封装，5 引脚 SOT23（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
VIN-	4	输入	反相输入引脚
VIN+	3	输入	非反相输入引脚
VO	1	输出	输出引脚
VS –	2	电源	负极电源输入引脚
VS+	5	电源	正极电源引脚

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
V_S	电源电压（总双极电源）(2)		±14	V
V_{IN}	输入电压	V_{S-} – 0.5	V_{S+} + 0.5	V
$V_{IN,Diff}$	差分输入电压(3)		±7	V
I_I	连续输入电流		±10	mA
I_O	连续输出电流(4)		±15	mA
P_D	连续功耗	请参阅节 6.4		
T_J	结温		150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	125	°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*并不表示器件能够在该等条件下或在任何超出*建议运行条件*的其他条件下正常运行。如果超出*建议运行条件*但在*绝对最大额定值*范围内使用，此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) V_S 是由 $V_S = V_{S+} – V_{S-}$ 给出的总电源电压。
(3) 等于 ±7V 或总电源电压的较低值。
(4) 用于电迁移限制的长期连续输出电流。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准(1)	±2500	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准(2)	±1500	

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

6.3 建议运行条件

在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	总电源电压	4.75		27	V
T_A	环境温度	-40	25	125	°C

6.4 热性能信息

热指标(1)		OPA810-Q1 DBV (SOT-23) 5 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	183.2	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	80.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	50.2	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	18.0	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	49.8	°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*应用报告。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性：24V

T_A = 25°C、V_{S+}= 12V、V_{S-} = –12V、共模电压 (V_{CM}) = 中间电源、R_L = 1kΩ（连接至中间电源）；对于交流规格，增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
交流性能						
SSBW	小信号带宽	G = 1、V_O = 20mV$_{PP}$、R_F = 0Ω		135		MHz
		G = 1、V_O = 20mV$_{PP}$、R_F = 0Ω、C_L= 10pF		140		
		G = -1、V_O = 20mV$_{PP}$		68		
LSBW	大信号带宽	G = 2、V_O = 2V$_{PP}$		44		MHz
		G = 2、V_O = 10V$_{PP}$		14		
GBWP	增益带宽积			70		MHz
	0.1dB 平坦带宽	G = 2、V_O = 20mV$_{PP}$		16		MHz
SR	压摆率 (20% – 80%)(3)	G = 2、V_O = –2V 至 +2V 阶跃		237		V/μs
		G = -1、V_O = –2V 至 +2V 阶跃		222		
		G = 2、V_O = –4.5V 至 +3.5V 阶跃		254		
	上升时间	V_O = 200mV 阶跃		4		ns
	下降时间	V_O = 200mV 阶跃		4		ns
	稳定时间	G = 2、V_O = 2V 阶跃、至 0.1%		47		ns
		G = 2、V_O = 10V 阶跃、至 0.1%		70		
		G = 2、V_O = 2V 阶跃、至 0.001%		320		
		G = 2、V_O = 10V 阶跃、至 0.001%		200		
	输入过驱恢复	G = 1、R_F = 0Ω、(V_{S-} – 0.5V) 至 (V_{S+} + 0.5V) 输入		35		ns
	输出过驱恢复	G = –1、(V_{S-} – 0.5V) 至 (V_{S+} + 0.5V) 输入		45		ns
HD2	二次谐波失真	f = 100kHz，V_O = 2V$_{PP}$		-118		dBc
		f = 100kHz，V_O = 10V$_{PP}$		-108		
		f = 1MHz，V_O = 2V$_{PP}$		-112		
		f = 1MHz，V_O = 10V$_{PP}$		-91		
HD3	三次谐波失真	f = 100kHz，V_O = 2V$_{PP}$		-136		dBc
		f = 100kHz，V_O = 10V$_{PP}$		-130		
		f = 1MHz，V_O = 2V$_{PP}$		-104		
		f = 1MHz，V_O = 10V$_{PP}$		-91		
e_n	输入基准电压噪声	平带、1.5 kHz 时的 1/f 转角		6.3		nV/√Hz
i_n	输入基准电流噪声	f = 10kHz		5		fA/√Hz
z_O	闭环输出阻抗	f = 100kHz		0.007		Ω
直流性能						
A_{OL}	开环电压增益	f = dc、V_O = ±8V	108	120		dB
V_{OS}	输入失调电压			100	550	μV
	输入偏移电压漂移	T_A = -40°C 至 +125°C		2.5	13	μV/°C
	输入偏置电流			2	30	pA
CMRR	共模抑制比	f =直流、V_{CM} = ±5V	88	105		dB
		T_A = -40°C 至 +125°C	88			

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性：24V（续）

T_A = 25°C、V_{S+}= 12V、V_{S-} = –12V、共模电压 (V_{CM}) = 中间电源、R_L = 1kΩ（连接至中间电源）；对于交流规格，增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入						
	允许的输入差分电压	参阅 图 6-39		±7		V
	共模输入阻抗	闭环配置		12 || 2.5		GΩ || pF
	差分输入电容	开环配置		0.5		pF
	最大正输入电压	ΔV_{OS} < 5mV(1)	V_{S+} + 0.2	V_{S+} + 0.3		V
	最小负输入电压	ΔV_{OS} < 5mV(1)	V_{S-} – 0.2	V_{S-} – 0.3		V
输出						
V_{OH}	输出电压高电平	、R_L = 667Ω	V_{S+} – 0.33	V_{S+} – 0.22		V
		T_A = –40°C 至 +125°C、R_L = 667Ω	V_{S+} – 0.36			
V_{OL}	输出电压低电平	、R_L = 667Ω		V_{S-} + 0.15	V_{S-} + 0.23	V
		T_A = –40°C 至 +125°C、R_L = 667Ω			V_{S-} + 0.33	
$I_{O(max)}$	线性输出驱动（拉电流和灌电流）	、V_O= 7.25V、R_L = 151Ω、ΔV_{OS} < 1mV	48	64		mA
I_{SC}	输出短路电流			108		mA
C_L	容性负载驱动	峰值 < 3dB、R_S = 0Ω		10		pF
电源						
I_Q	每通道静态电流			3.8	4.7	mA
PSRR	电源抑制比	ΔV_S = ±2V(2)	90	105		dB
		T_A = -40°C 至 +125°C	90			
辅助 CMOS 输入级						
	增益带宽积			27		MHz
	输入基准电压噪声	、f = 1MHz		20		nV/√Hz
	输入失调电压	V_{CM} = V_{S+} – 1.5V、空载			1.7	mV

(1) 当输入偏置至中间电源时，输入失调电压的变化。
(2) 电源电压在默认测试条件下的变化，仅一个正电源或负电源随 +PSRR 和 –PSRR 而变化。
(3) 测试等级（所有值均通过表征和仿真进行设置）：(A) 在 25°C 下经过全面测试，通过表征和仿真设置过热限制；(B) 未经量产测试，通过表征和仿真设置限制；(C) 典型值仅供参考。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.6 电气特性：5V

T_A = 25°C、V_{S+} = 5V、V_{S-} = 0V、共模电压 (VCM) = 1.25V、R_L = 1kΩ（连接至 1.25V）；对于交流规格，V_{S+} = 3.5V、V_{S-} = –1.5V、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ、C_L = 4.7pF 且 V_{CM} = 0V（除非另有说明）

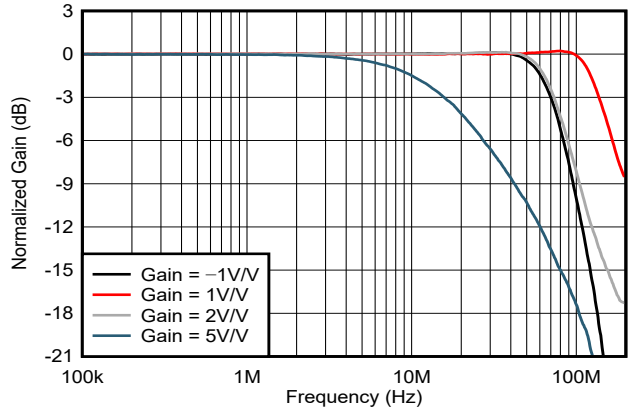
参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
交流性能						
SSBW	小信号带宽	G = 1、V_O = 20mV$_{PP}$、R_F = 0Ω		133		MHz
LSBW	大信号带宽	G = 2、V_O = 2V$_{PP}$		36		MHz
GBWP	增益带宽积			70		MHz
	0.1dB 平坦带宽	G = 2、V_O = 20mV$_{PP}$		16		MHz
SR	压摆率 (20% – 80%)(3)	G = 2、V_O = -1V 至 +1V 阶跃		134		V/µs
	上升和下降时间	V_O = 200mV 阶跃		4		ns
	稳定时间	G = 2、V_O = – 2V 至 0V 阶跃、至 0.1%、V_S = ±2.5V		100		ns
	输入过驱恢复	G = 1、V_S = ±2.5V、(V_{S-} – 0.5V) 至 (V_{S+} + 0.5V) 输入		76		ns
	输出过驱恢复	G = -1、V_S = ±2.5V、(V_{S-} – 0.5V) 至 (V_{S+} + 0.5V) 输入		93		ns
HD2	二次谐波失真	f = 100kHz，V_O = 2V$_{PP}$		-102		dBc
HD3	三次谐波失真	f = 100kHz，V_O = 2V$_{PP}$		-114		dBc
e_n	输入基准电压噪声	平带、1.5 kHz 时的 1/f 转角		6.3		nV/√Hz
z_O	闭环输出阻抗	f = 100kHz		0.007		Ω
直流性能						
A_{OL}	开环电压增益	f =直流、V_O = 1.25V 至 3.25V		118		dB
V_{OS}	输入失调电压			100		µV
	输入偏移电压漂移	T_A = -40°C 至 +125°C		2.5		µV/°C
	输入偏置电流			2		pA
CMRR	共模抑制比	f =直流、V_{CM} = 0.75V 至 1.75V		92		dB
输入						
	允许的输入差分电压	参阅图 6-39		±5		V
	共模输入阻抗	闭环配置		12 || 2.5		GΩ || pF
	差分输入电容	开环配置		0.5		pF
	最大正输入电压	ΔV_{OS} < 5mV(1)		V_{S+} + 0.3		V
	最小负输入电压	ΔV_{OS} < 5mV(1)		V_{S-} – 0.3		V
输出						
V_{OH}	输出电压高电平	R_L = 667Ω		V_{S+} – 0.09		V
V_{OL}	输出电压低电平	R_L = 667Ω		V_{S-} + 0.06		V
$I_{O(max)}$	线性输出驱动（拉电流和灌电流）	V_O = 1.4V、R_L = 27.5Ω、ΔV_{OS} < 1mV、V_{S+}= 3V、V_{S-} = – 2V		64		mA
I_{SC}	输出短路电流			96		mA
C_L	容性负载驱动	峰值 < 3dB、R_S = 0Ω		10		pF
电源						
I_Q	每通道静态电流		3.15	3.7	4.5	mA
PSRR	电源抑制比	ΔV_S = ±0.5V(2)		100		dB

(1) 当输入偏置至 0V 时，输入偏移的变化。
(2) 电源电压在默认测试条件下的变化，仅一个正电源或负电源随 +PSRR 和 – PSRR 而变化。
(3) 测得的正负压摆率中的较低值。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

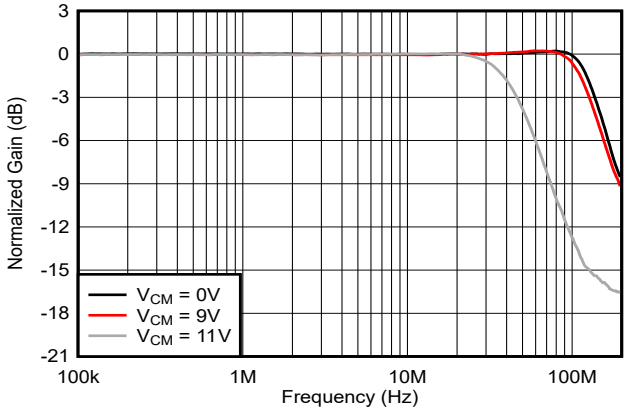
6.7 典型特性：V_S = 24V

V_{S+}= 12V、V_{S-} = –12V、R_L = 1kΩ、输入和输出偏置到中间电源且 T_A≅25°C；对于交流规格、V_O = 2V_{PP}、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）



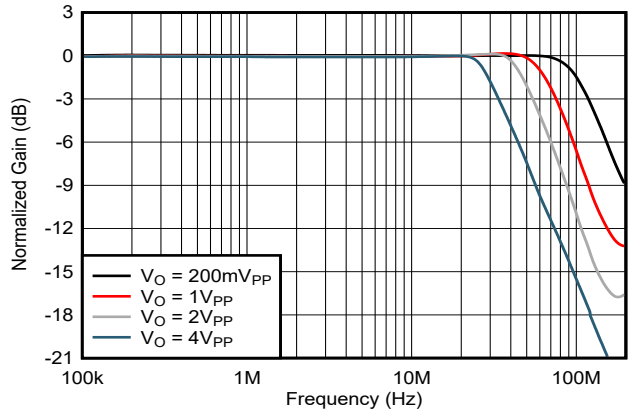
请参阅 图 8-1 和 图 8-2，V_O = 20mV_{PP}

图 6-1. 非反相小信号频率响应与增益间的关系



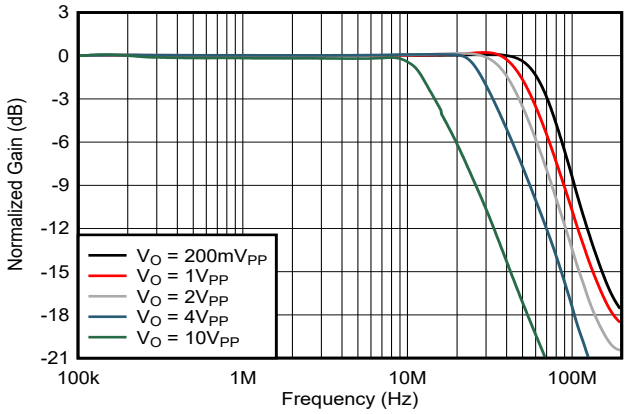
请参阅 图 8-1，V_O = 20mV_{PP}、G = 1V/V、C_L = 4.7pF、R_F = 0Ω

图 6-2. 小信号频率响应与输出共模电压间的关系



请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-3. 大信号频率响应与 V_O 间的关系



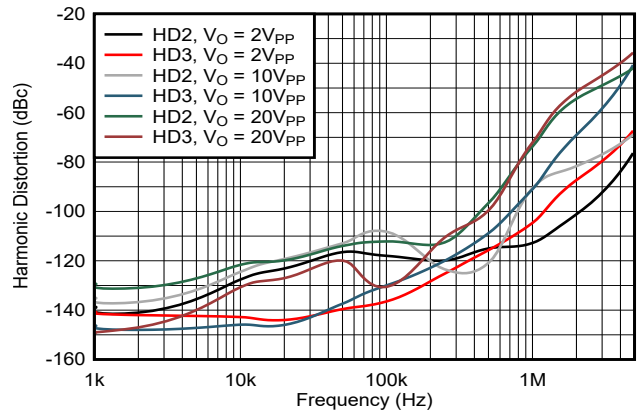
请参阅 图 8-1，G = 2 V/V

图 6-4. 大信号频率响应与 V_O 间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

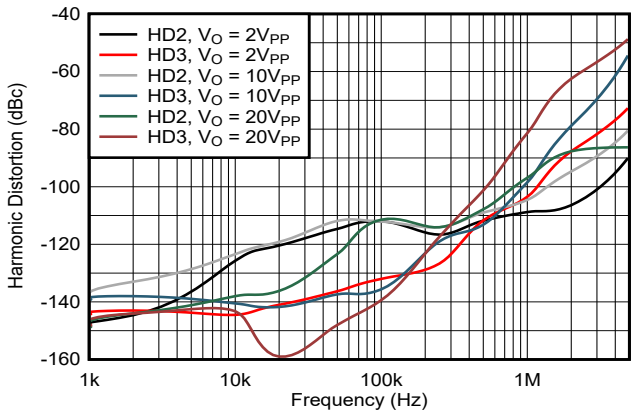
6.7 典型特性：V_S = 24V（续）

V_{S+}= 12V、V_{S-} = –12V、R_L = 1kΩ、输入和输出偏置到中间电源且 T_A≅25°C；对于交流规格、V_O = 2V_{PP}、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）



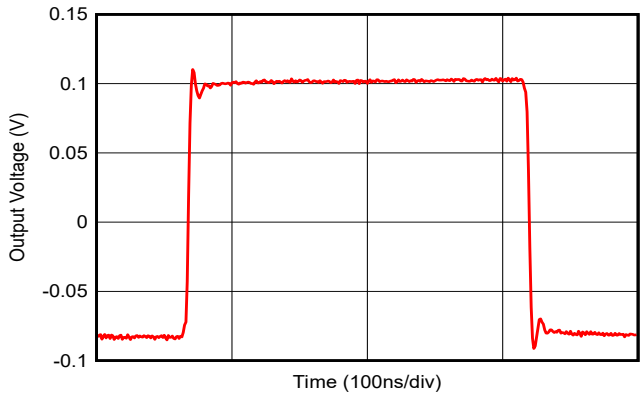
请参阅 图 8-1，G = 2 V/V

图 6-5. 谐波失真、频率和 V_O 间的关系



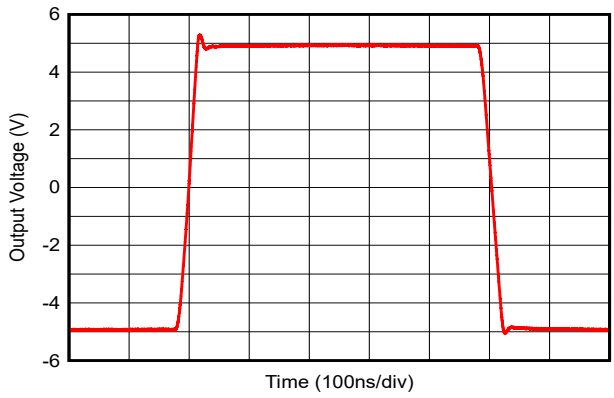
请参阅 图 8-2，G = -1 V/V

图 6-6. 谐波失真、频率和 V_O 间的关系



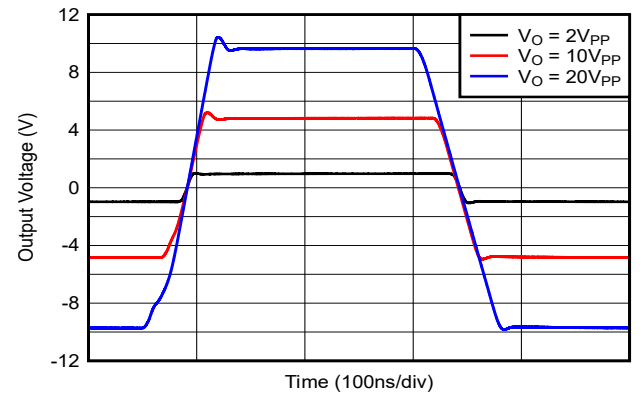
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω、C_L = 10pF

图 6-7. 小信号瞬态响应



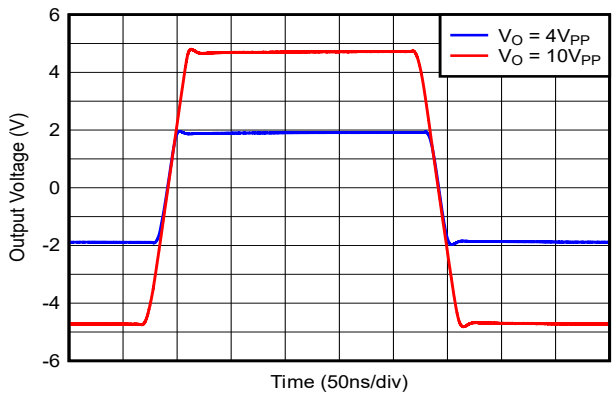
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-8. 大信号瞬态响应



请参阅 图 8-1，G = 2 V/V

图 6-9. 大信号瞬态响应



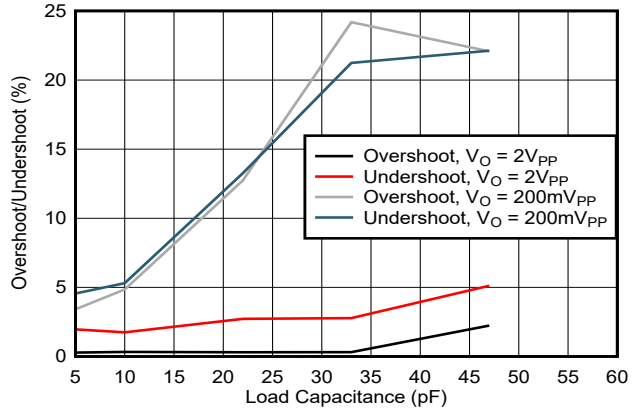
请参阅 图 8-2，G = -1 V/V

图 6-10. 大信号瞬态响应

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

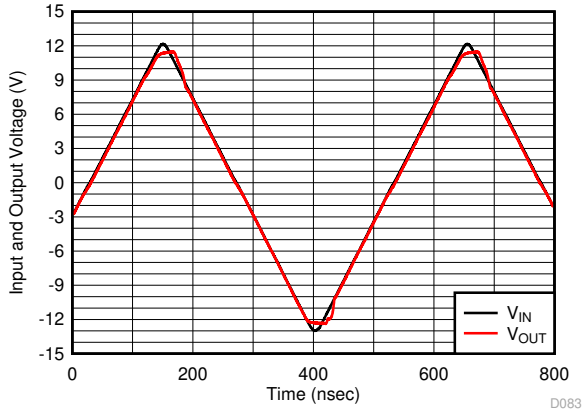
6.7 典型特性：V_S = 24V（续）

V_{S+}= 12V、V_{S-} = –12V、R_L = 1kΩ、输入和输出偏置到中间电源且 T_A≅25°C；对于交流规格、V_O = 2V_{PP}、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）



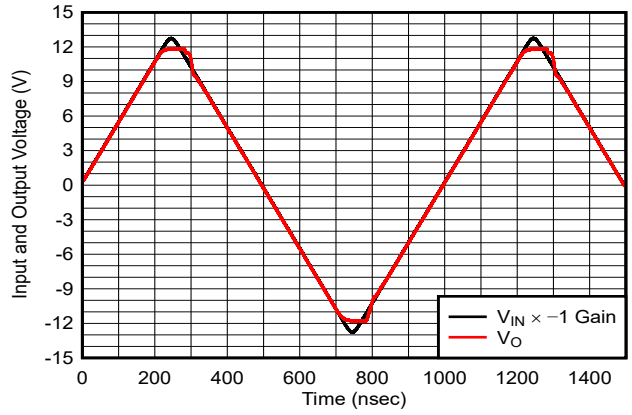
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-11. 过冲和下冲与 C_L 间的关系



请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-12. 输入过驱恢复



请参阅 图 8-2，G = -1 V/V

图 6-13. 输出过驱恢复

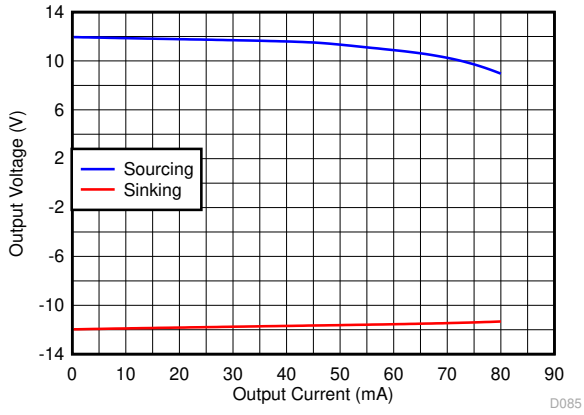
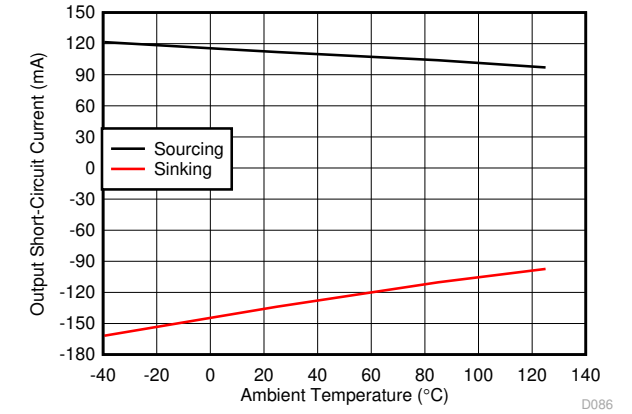
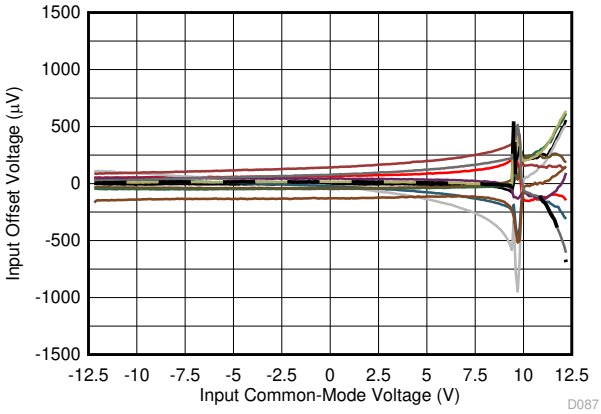


图 6-14. 输出电压范围与负载电流间的关系



输出饱和，然后短路

图 6-15. 输出短路电流与环境温度间的关系



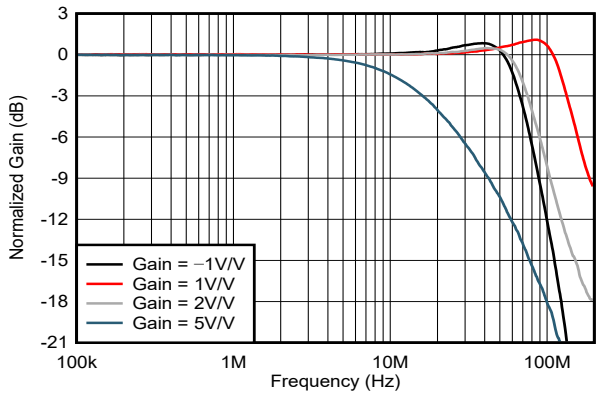
测量 12 个单位

图 6-16. 输入失调电压与输入共模电压间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

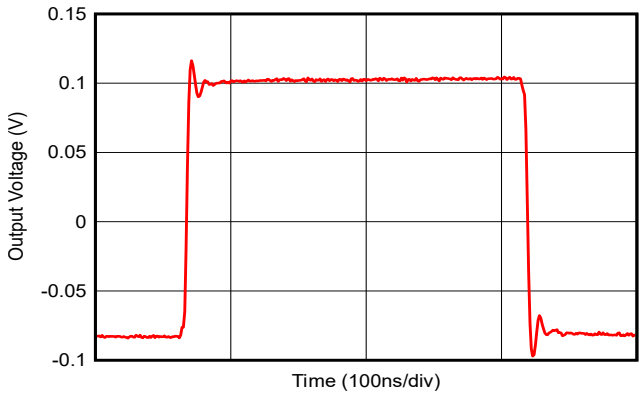
6.8 典型特性：V_S = 5V

V_{S+}= 5V、V_{S-} = 0V、V_{CM}= 1.25V、R_L = 1kΩ、输出偏置到中间电源且 T_A≅25°C；对于交流规格，V_{S+}= 3.5V、V_{S-} = –1.5V、V_{CM} = 0V、V_O = 2V_{PP}、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）



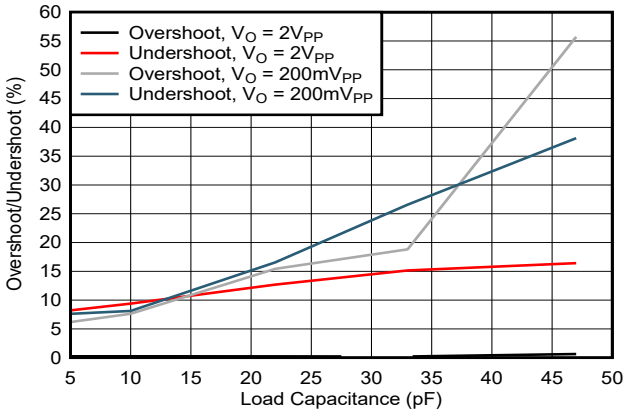
请参阅 图 8-1 和 图 8-2，V_O = 20mV_{PP}

图 6-17. 小信号响应与增益间的关系



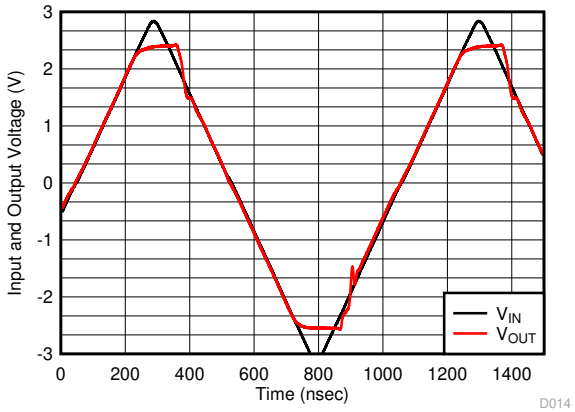
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω、C_L = 10pF

图 6-18. 小信号瞬态响应



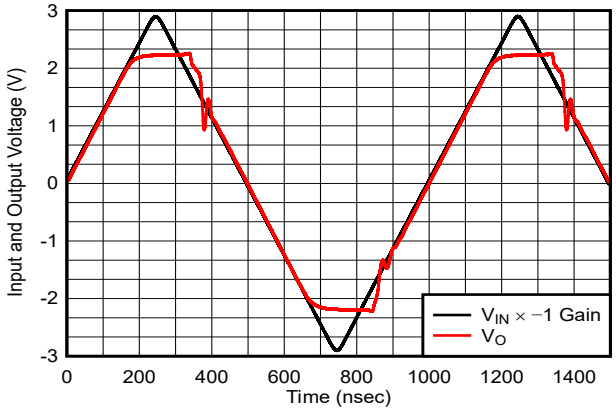
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-19. 过冲和下冲与 C_L 间的关系



请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-20. 输入过驱恢复



请参阅 图 8-2，G = -1 V/V

图 6-21. 输出过驱恢复

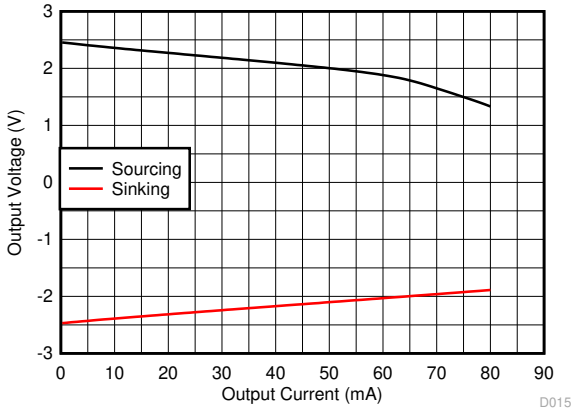
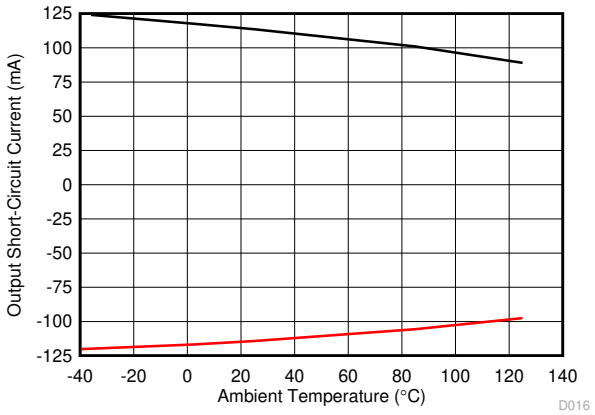


图 6-22. 输出电压范围与输出电流间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

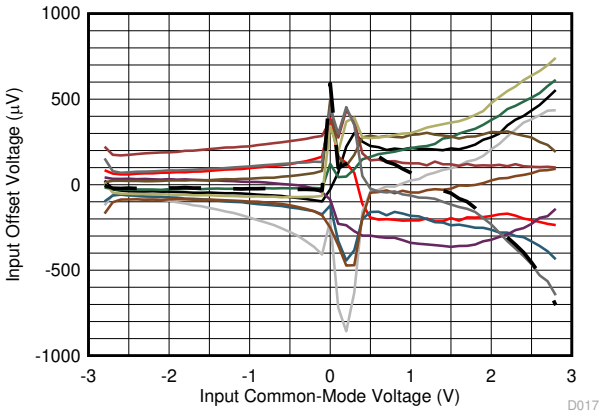
6.8 典型特性：V_S = 5V（续）

V_{S+}= 5V、V_{S-} = 0V、V_{CM}= 1.25V、R_L = 1kΩ、输出偏置到中间电源且 T_A≅25°C；对于交流规格，V_{S+}= 3.5V、V_{S-} = –1.5V、V_{CM} = 0V、V_O = 2V_{PP}、增益 (G) = 2V/V、R_F = 1kΩ 且 C_L = 4.7pF（除非另有说明）



输出饱和，然后短路

图 6-23. 输出短路电流与环境温度间的关系



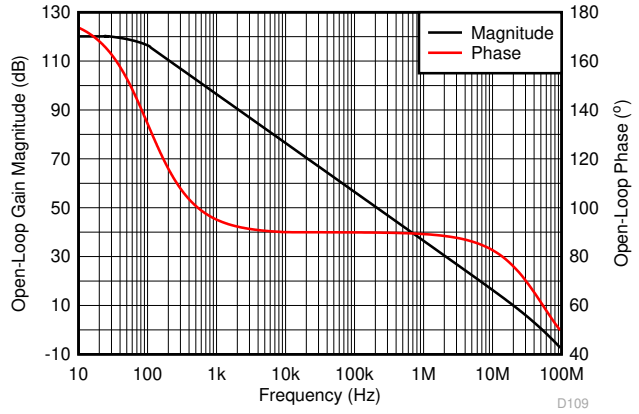
测量 12 个单位

图 6-24. 输入失调电压与输入共模电压间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

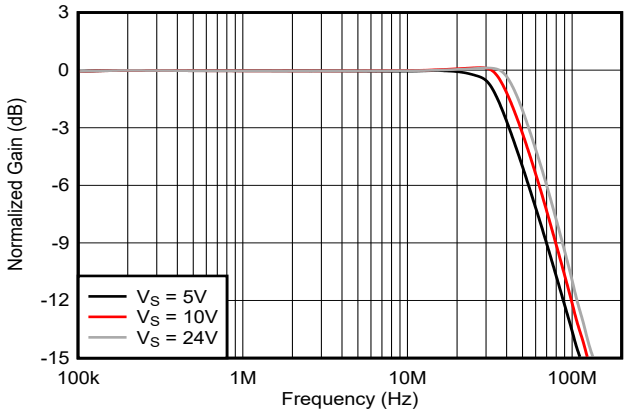
6.9 典型特性：±2.375V 至 ±12V 双电源

在 V_O = 2V_{PP}、R_F = 1kΩ、R_L = 1kΩ 和 T_A ≅ 25°C 时测得（除非另有说明）



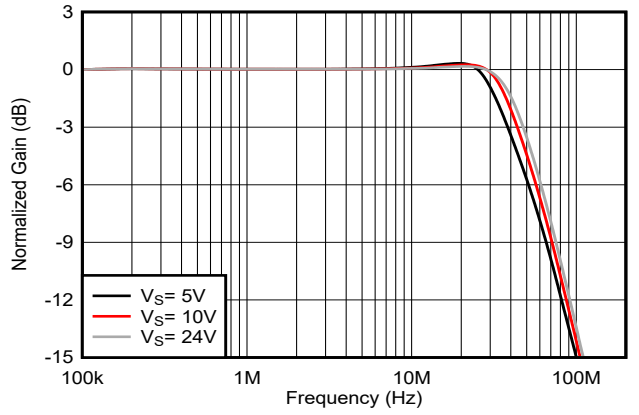
在无输出负载的情况下进行仿真

图 6-25. 开环增益和相位与频率间的关系



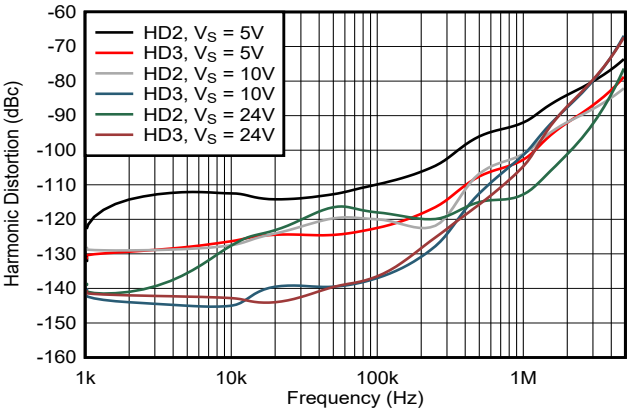
请参阅 图 8-1，G = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-26. 大信号频率响应与电源电压间的关系



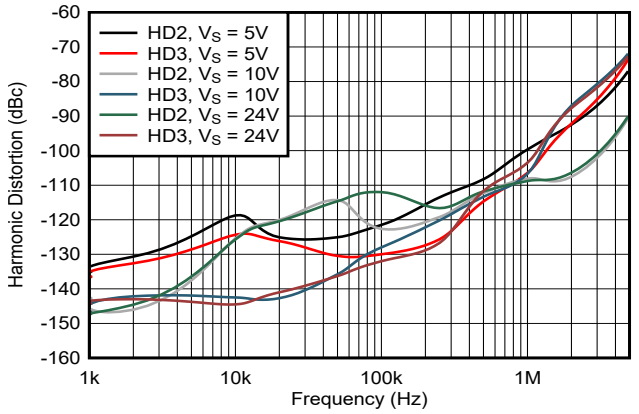
请参阅 图 8-1，G = 2 V/V

图 6-27. 大信号频率响应与电源电压间的关系



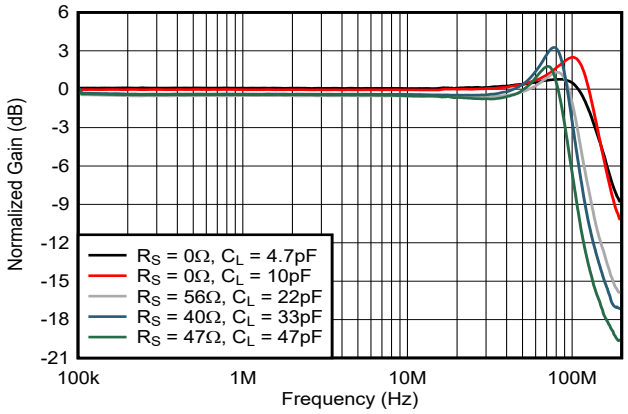
请参阅 图 8-1，G = 2 V/V

图 6-28. 谐波失真、频率和电源电压间的关系



请参阅 图 8-2，G = -1 V/V

图 6-29. 谐波失真、频率和电源电压间的关系



请参阅 图 8-1 和 图 7-1，

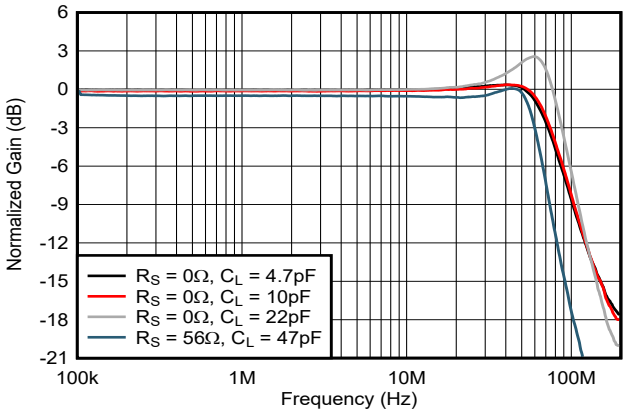
V_S = 10V、V_O = 20mV_{PP}、增益 = 1V/V、R_F = 0Ω

图 6-30. 小信号频率响应与 C_L 间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.9 典型特性：±2.375V 至 ±12V 双电源（续）

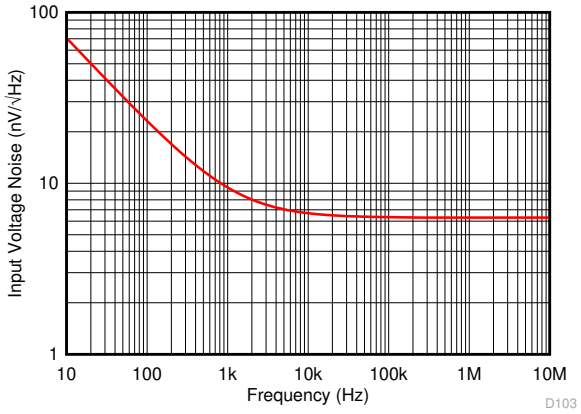
在 V_O = 2V_{PP}、R_F = 1kΩ、R_L = 1kΩ 和 T_A ≅ 25°C 时测得（除非另有说明）



请参阅 图 8-1 和 图 7-1，

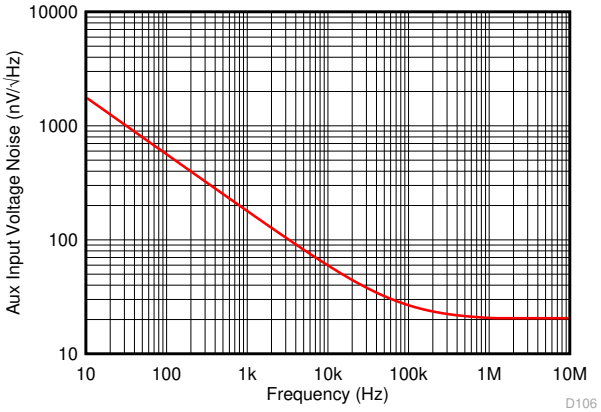
V_S = 10V、V_O = 20mV_{PP}、增益 = 2V/V

图 6-31. 小信号频率响应与 C_L 间的关系



进行测量、然后拟合到 1/f 模型

图 6-32. 输入电压噪声密度与频率间的关系



进行测量、然后拟合到 1/f 模型

图 6-33. 辅助输入级电压噪声密度与频率间的关系

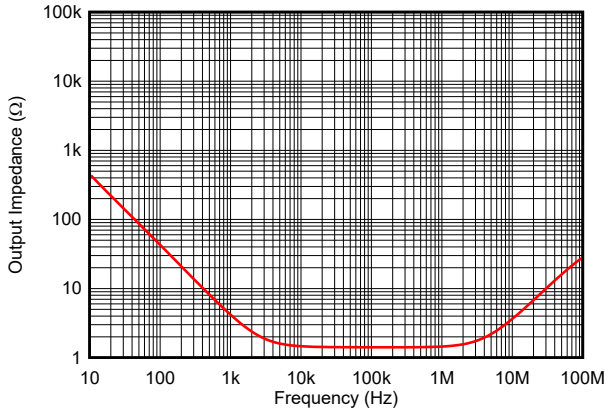
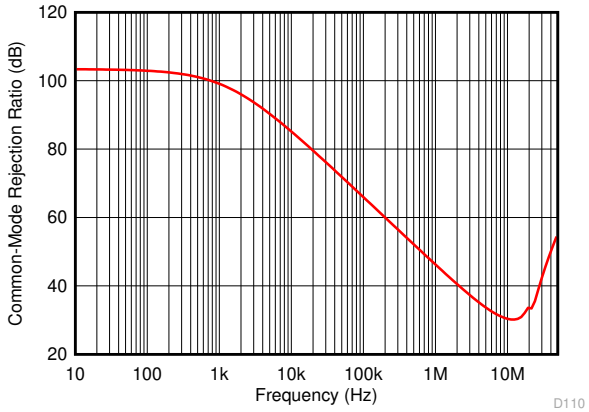
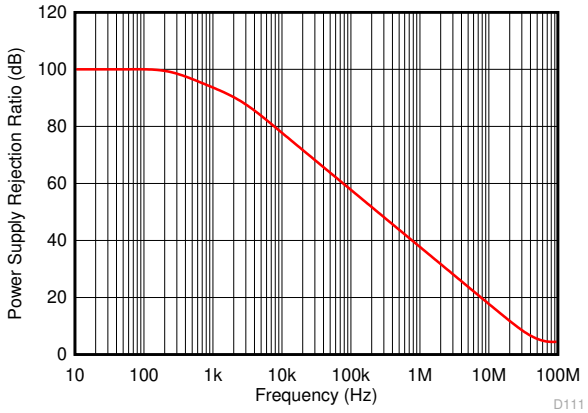


图 6-34. 开环输出阻抗与频率间的关系



V_S = 10V 和 24V

图 6-35. 共模抑制比与频率间的关系



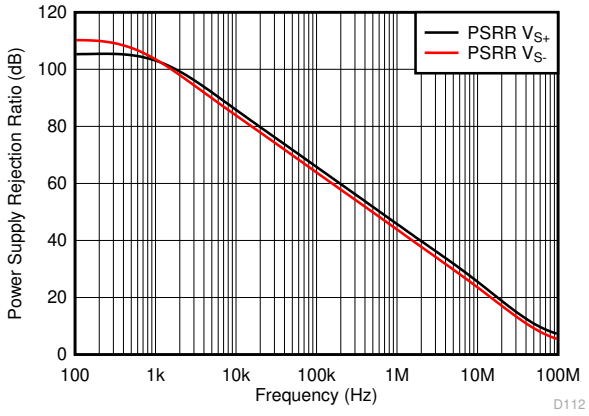
V_S = 5V 和 10V

图 6-36. 电源抑制比与频率间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

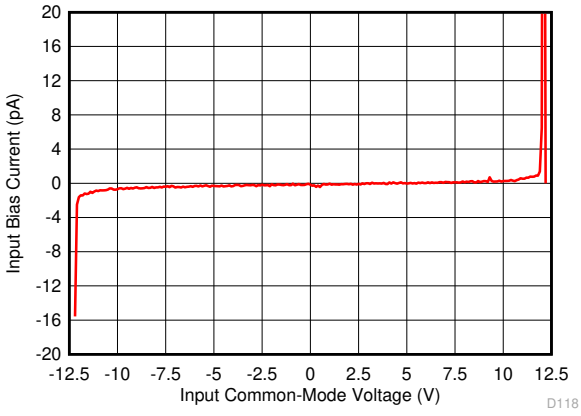
6.9 典型特性：±2.375V 至 ±12V 双电源（续）

在 V_O = 2V_{PP}、R_F = 1kΩ、R_L = 1kΩ 和 T_A ≅ 25°C 时测得（除非另有说明）



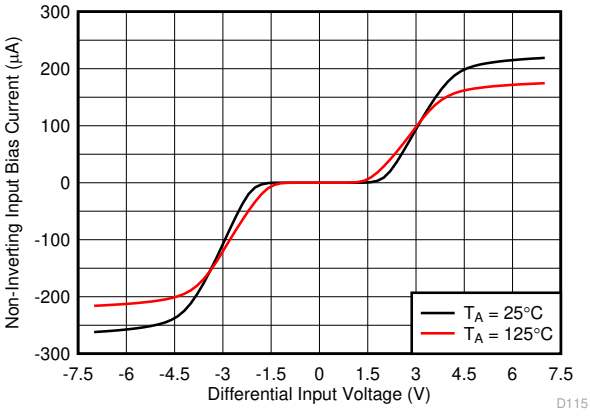
仿真曲线、V_S = 24V

图 6-37. 电源抑制比与频率间的关系



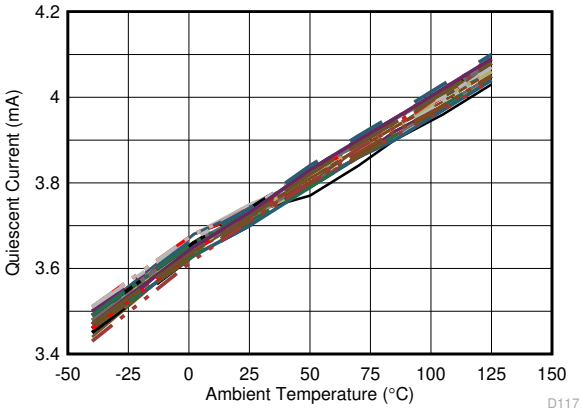
V_S = ±12V

图 6-38. 输入偏置电流与输入共模电压间的关系



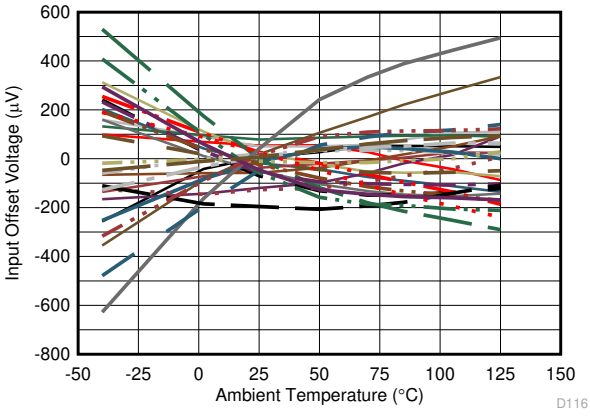
当 V_S <7V 时、Abs ($V_{IN,Diff\ (max)}$) = V_S

图 6-39. 输入偏置电流与差分输入电压间的关系



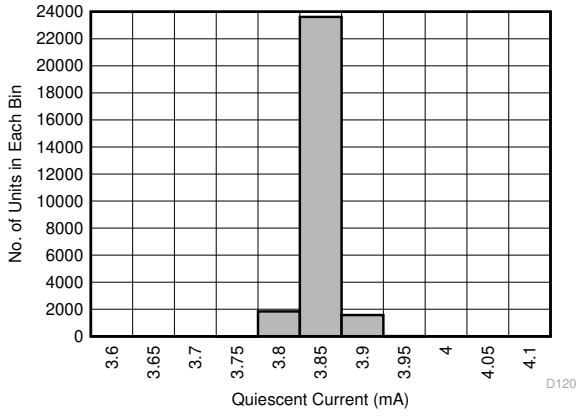
32 个单元、V_S = ±5V

图 6-40. 静态电流与环境温度间的关系



32 个单元

图 6-41. 输入失调电压与环境温度间的关系



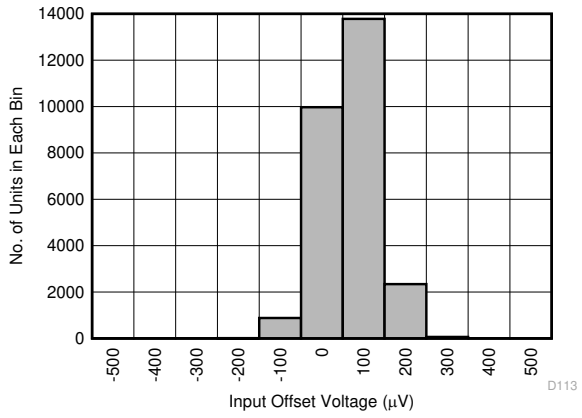
27000 个单元、μ= 3.82mA、σ = 17µA、V_S = 24V

图 6-42. 静态电流分布

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

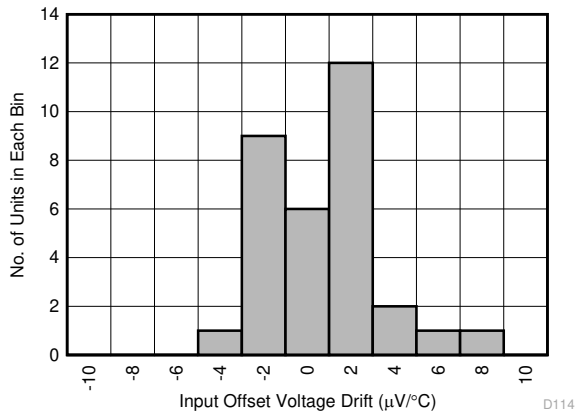
6.9 典型特性：±2.375V 至 ±12V 双电源（续）

在 V_O = 2V_{PP}、R_F = 1kΩ、R_L = 1kΩ 和 T_A ≅ 25°C 时测得（除非另有说明）



27000 个单元、μ= 16μV、σ = 63μV、V_S = 24V

图 6-43. 输入失调电压分布



–40°C 至 +125°C 拟合、32 个单元、μ = –0.15μV/°C、σ = 2.5μV/°C

图 6-44. 输入失调电压漂移分布

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

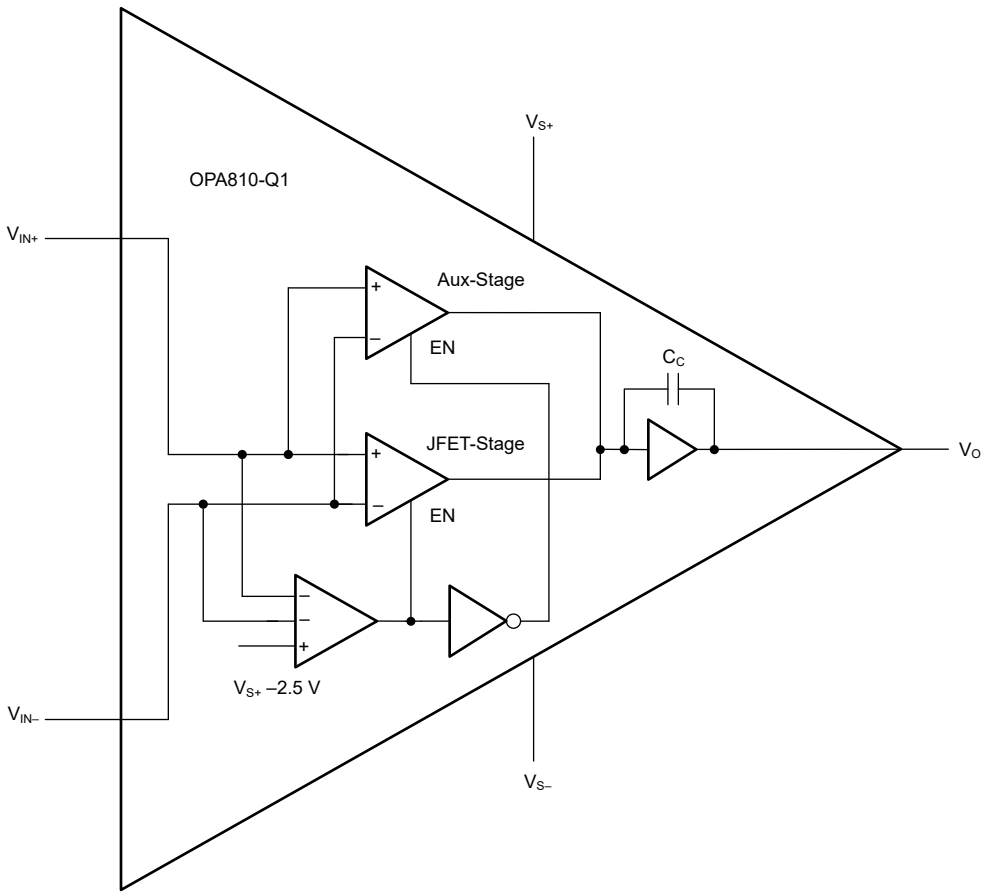
7 详细说明

7.1 概述

OPA810-Q1 是一款单通道、场效应晶体管 (FET) 输入、单位增益稳定、电压反馈运算放大器，其在共模输入电压范围内具有极低的输入偏置电流。OPA810-Q1 可在 4.75V 至 27V 的宽电源电压范围内运行，具有 140MHz 的小信号单位增益带宽，并能以低静态功耗提供出色的直流精度和动态交流性能。OPA810-Q1 采用德州仪器 (TI) 专有的高速 SiGe BiCMOS 工艺制造，在类似的静态功耗级别下与同类 FET 输入放大器相比，性能得到显著提高。OPA810-Q1 具有 70MHz 的增益带宽积 (GBWP)、极高的压摆率 (200V/μs) 和低噪声电压 (6.3nV/ √Hz)，专为各种数据采集和信号处理应用而设计。OPA810-Q1 具有输入钳位，可实现高达 7V 的最大输入差分电压，因此是与多路复用器搭配使用以及处理具有快速瞬变的信号的理想选择。该器件可在实现这些基准性能水平的同时，每通道的典型静态电流 (I_Q) 仅为 3.7mA。

OPA810-Q1 可在不降低线性性能的情况下提供和吸收大量电流。OPA810-Q1 的宽带宽意味着该器件可在宽频率范围内保持低输出阻抗，从而允许放大器驱动高达 10pF 的容性负载，而无需进行输出隔离。该器件专为各种数据采集、测试和测量、前端缓冲器、阻抗测量、功率分析仪、宽带光电二极管跨阻抗和信号处理应用而设计。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 架构

OPA810-Q1 具有一个真正的高阻抗输入级（包括一个 JFET 差分输入对主级）和一个 CMOS 差分输入辅助 (aux) 级（可在正电源电压的 2.5V 范围内运行）。在放大器的整个共模输入范围内，偏置电流被限制为最大 20pA。*节 7.2* 提供了 OPA810-Q1 输入级的方框图表示。放大器对高速信号（失真、噪声和输入失调电压）表现出优异的性能、而辅助级能够实现轨到轨输入并防止相位反转。当输入共模处于辅助级时、该器件的 CMRR 和 PSRR 为 75dB（典型值）。

OPA810-Q1 还包含输入钳位，可实现高达 7V 的最大输入差分电压（7V 和总电源电压的较低值）。此架构提供的差分输入电压能力比标准放大器中二极管正向压降的最大额定值高一到两倍，因此该器件非常适合与多路复用器配合使用，以及用于处理具有快速瞬变的信号。如 图 6-39 所示，输入偏置电流也被钳位到最大 300μA，这不会加载前一个驱动级或需要限流电阻器（当输入共模电压大于电源电压时，通过 ESD 二极管限制电流的情况除外）。该特性还使该放大器能够在分别需要一个放大器和一个比较器以实现信号增益和故障检测的系统中用作比较器。要实现最低失调、失真和噪声性能，请将共模输入电压限制到主 JFET 输入级（与正电源相差 2.5V 以上）。

OPA810-Q1 是一款轨到轨输出放大器，在 24V 电源供电条件下，其输出可摆幅至任一轨（详见 图 6-14）。对于偏置在轨附近的输入或当放大器被配置在闭环增益中以使输出接近电源电压时，轨到轨输出配置特别有用。当输出饱和时，在 G =-1V/V 反相增益和 10V 电源电压条件下，当输入电压比电源电压高出 0.5V 时，输出将在 55ns 内恢复。输出会受到短路保护，上限为 图 6-15。

图 7-1 展示了在驱动输出端的容性负载 (C_L) 时，放大器的相位裕度如何减小并变得不稳定。在放大器输出和负载电容之间使用串联电阻 (R_S) 会引入一个零点，用于抵消开环传递函数中放大器输出阻抗和 C_L 形成的极点。OPA810-Q1 可驱动高达 10pF 的容性负载，且不会导致不稳定。当 OPA810-Q1 被配置为单位增益缓冲器时，使用串联电阻以获得更大的负载电容值（详见 图 6-30）。图 6-31 显示当在大于 1V/V 的增益条件下使用时，OPA810-Q1 能够驱动大于 10pF 的负载电容，而无需在输出端使用串联电阻。

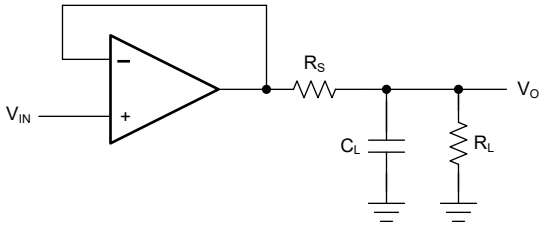


图 7-1. OPA810-Q1 驱动容性负载

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.2 ESD 保护

如图 7-2 所示，所有器件引脚都由连接到电源的内部 ESD 保护二极管进行保护。这些二极管会适当保护大于电源电压的输入过驱电压。这些保护二极管通常可支持 10mA 的连续输入和输出电流。差分输入钳位仅会在输入共模电压处于电源电压范围内时限制偏置电流。但是，如果共模电压可能高于电源电压，则必须在输入端添加限流串联电阻器。尽可能降低这些电阻器的阻值，因为使用高阻值会降低噪声性能和频率响应。

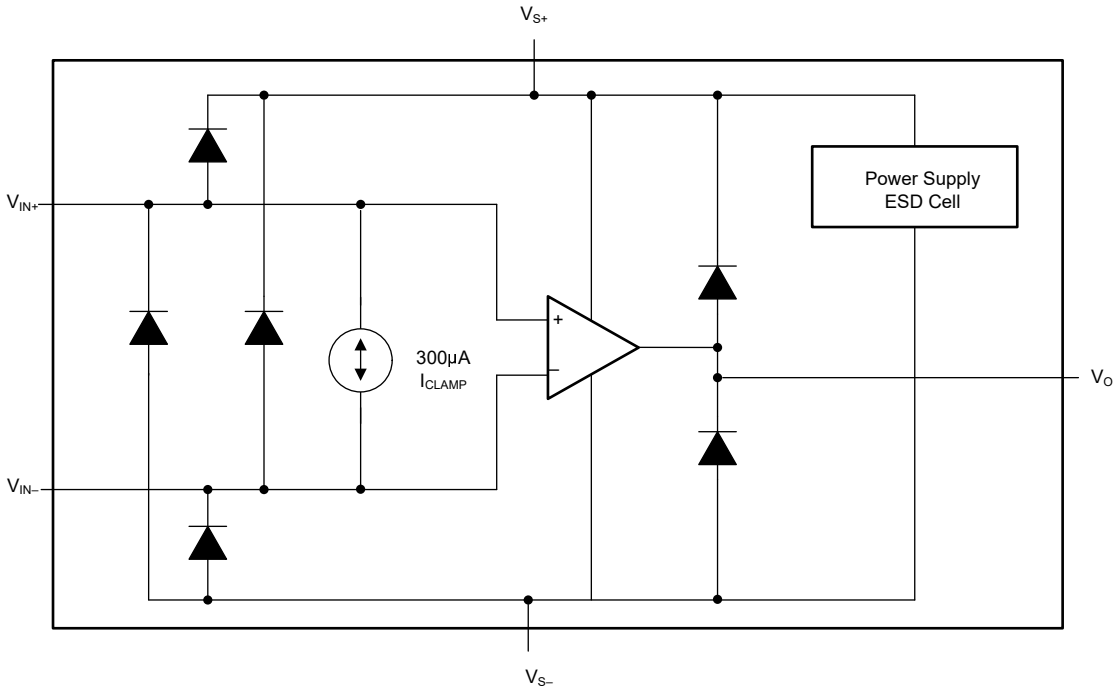


图 7-2. 内部 ESD 保护

7.4 器件功能模式

7.4.1 双电源运行（±2.375 V 至 ±13.5 V）

为了方便使用常见实验室设备进行测试，OPA810-Q1 可被配置为支持双电源供电（请参阅 *SOT-23 5 引脚或 6 引脚评估模块用户指南*）。该配置简化了实验室测试，因为电源轨之间的中点是接地，且大多数信号发生器、网络分析器、示波器、频谱分析仪等实验室设备都以输入和输出接地为基准。图 8-1 显示了配置为非反相放大器的 OPA810-Q1，而 图 8-2 显示了配置为反相放大器的 OPA810-Q1。对于以接地为基准的双电源供电运行，电源 V_{S+} 和 V_{S-} 围绕接地对称，V_{REF} 位于 GND。在信号围绕接地摆幅的系统中首选双电源供电运行，因为双电源供电方便使用。但是，该系统需要两个电源轨。

7.4.2 4.75 V 至 27 V 单电源供电运行

许多新系统使用单电源来提高效率和降低额外电源的成本。OPA810-Q1 可由单电源供电运行（负极电源设置为接地），如果输入和输出偏置在该器件的线性运行范围内，则性能不会发生任何变化。要将电路从双电源更改为平衡单电源配置，请对所有电压进行电平位移，位移值为电源轨之间差值的一半。将放大器配置为采用单电源供电的另一个优势是，由于低电源接地，因此最大限度降低了 PSRR 的影响。有关单电源设计的示例请参阅 *单电源运算放大器设计技术* 应用报告。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 应用和实施

备注

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

8.1 应用信息

8.1.1 放大器增益配置

OPA810-Q1 器件是典型的电压反馈放大器，每个通道都具有两个高阻抗输入和一个低阻抗输出。标准应用电路（详见 图 8-1 和 图 8-2）包括非反相和反相增益配置。每个配置的直流工作点均由参考电压 V_{REF} 进行电平位移，在单电源供电运行时，该参考电压通常被设置为中间电源。V_{REF} 通常在双电源应用中设置为接地。

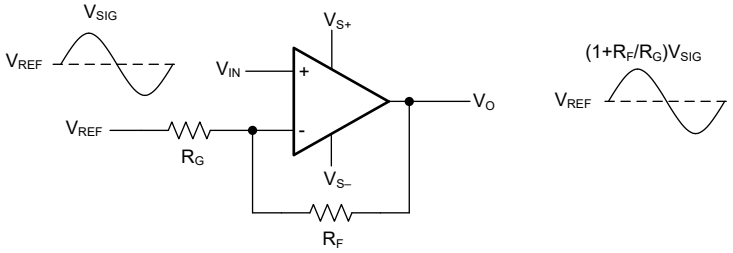


图 8-1. 同相放大器

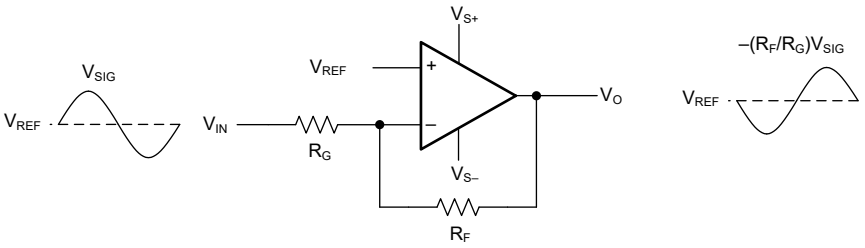


图 8-2. 反相放大器

方程式 1 显示了非反相配置中放大器的闭环增益。

$$V_O = V_{IN}\left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) + V_{REF} \quad (1)$$

方程式 2 显示了反相配置中放大器的闭环增益。

$$V_O = V_{IN}\left(-\frac{R_F}{R_G}\right) + V_{REF} \quad (2)$$

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.2 反馈电阻器的选型

OPA810-Q1 器件是典型的电压反馈放大器，每个通道都具有两个高阻抗输入和一个低阻抗输出。标准应用电路（详见 图 8-3 和 图 8-4）包括非反相和反相增益配置。每个配置的直流工作点均由参考电压 V_{REF} 进行电平位移，在单电源供电运行时，该参考电压通常被设置为中间电源。V_{REF} 通常在双电源应用中设置为接地。

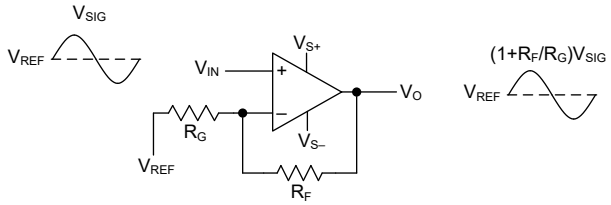


图 8-3. 同相放大器

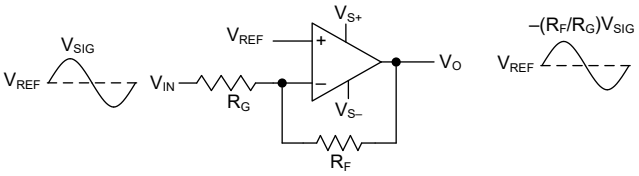


图 8-4. 反相放大器

方程式 3 显示了非反相配置中放大器的闭环增益。

$$V_O = V_{IN}\left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) + V_{REF} \tag{3}$$

方程式 4 显示了反相配置中放大器的闭环增益。

$$V_O = V_{IN}\left(-\frac{R_F}{R_G}\right) + V_{REF} \tag{4}$$

低频增益的幅度由反馈电阻 R_F 和增益设置电阻 R_G 的幅度之比决定。R_F 和 R_G 的各项数值的量级需要在放大器稳定性、反馈电阻器网络中的功耗和总输出噪声之间进行权衡。反馈网络会增加放大器输出的负载。使用大阻值反馈电阻器可降低放大器输出端的功耗。相反，较大的反馈电阻值会增加输出端的固有电压和放大器电流噪声贡献，同时降低反馈因子（β）中出现极点的频率。该极点会导致零增益交叉频率下的相位裕度减小，并且可能导致不稳定。使用小阻值反馈电阻器会增加功耗，并且由于放大器输出负载较重，还会降低放大器的线性度。图 8-5 显示了 OPA810-Q1 在反相配置下的代表性原理图（输入电容已标示）。

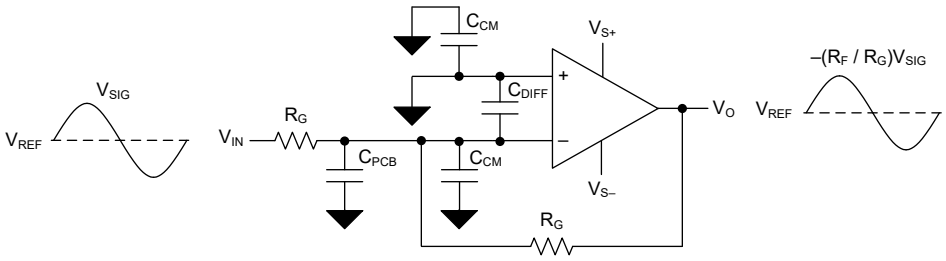


图 8-5. 带输入电容器的反相放大器

放大器反相输入引脚的有效电容如 方程式 5 所示，其在截止频率为 方程式 6 时形成了 β 极点。

$$C_{IN} = C_{CM} + C_{DIFF} + C_{PCB} \tag{5}$$

其中

- C_{CM} 是放大器共模输入电容
- C_{DIFF} 是放大器差分输入电容
- C_{PCB} 是印刷电路板 (PCB) 寄生电容

$$f_C = \frac{1}{2\pi R_F C_{IN}} \quad (6)$$

对于低功耗系统，反馈电阻器的阻值越大，相位裕度（频率）开始减小并导致不稳定的时间越早。图 8-6 和 图 8-7 分别展示了 TINA-TI 中 OPA810-Q1 仿真的环路增益幅度和相位图，其被配置为反馈电阻值的变化范围达到多个量级的反相放大器。

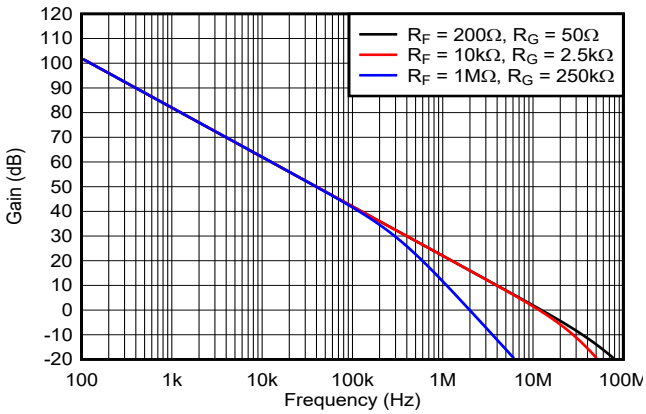


图 8-6. 图 8-5 电路的环路增益与频率间的关系

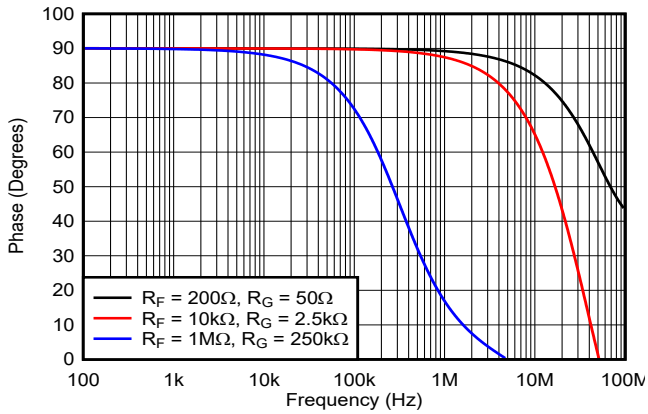


图 8-7. 图 8-5 电路的环路增益相位与频率间的关系

如 图 8-8 所示，较低的相位裕度会导致频率响应峰值和较低的带宽，这与脉冲响应结果中的过冲和振铃同义。OPA810-Q1 可提供 6.3nV/√Hz 的平带电压噪声密度。TI 建议选择 R_F，这样电压噪声贡献就不会超过放大器的噪声贡献。图 8-9 显示了 25°C 条件下电压噪声密度随电阻值的变化。2kΩ 电阻器的热噪声密度为 5.75nV/√Hz，与 OPA810-Q1 的平带噪声相当。因此，使用小于 2kΩ 的 R_F，同时仍然足够大，不会为了满足应用的输出电压摆幅和电源电流要求而消耗过多功率。*节 8.1.3* 对噪声的各类成因进行了详细分析。

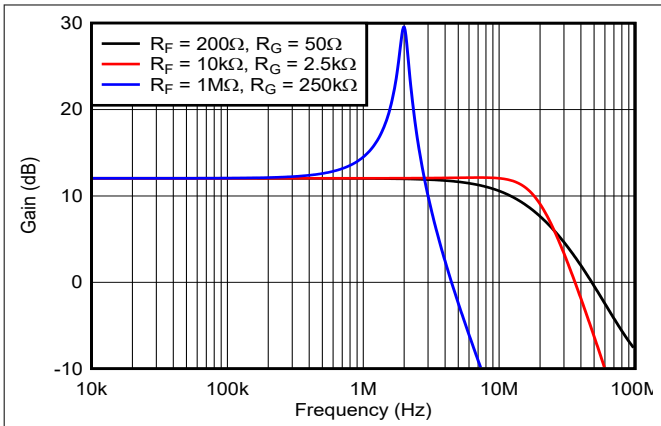


图 8-8. 图 8-5 电路的闭环增益与频率间的关系

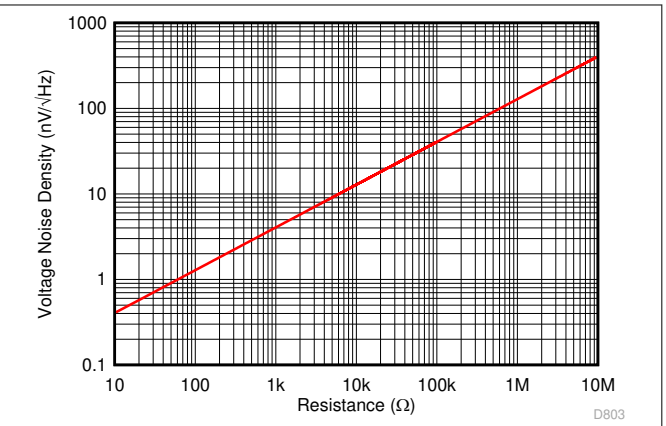


图 8-9. 热噪声密度与电阻间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.3 噪声分析及电阻器元件对总噪声的影响

OPA810-Q1 可提供 6.3nV/√Hz 的低输入参考宽带噪声电压密度，同时需要较低的 3.7mA 静态电源电流。为了充分利用这种低输入噪声，需要特别注意其他可能的噪声来源。图 8-10 展示了包含所有噪声项的运算放大器噪声分析模型。在此模型中，所有噪声项均被视为噪声电压或电流密度项（以 nV/√Hz 或 pA/√Hz 为单位）。

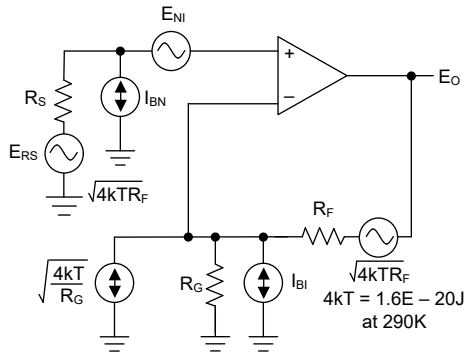


图 8-10. 运算放大器噪声分析模型

总输出点噪声电压被计算为输出噪声电压平方贡献项的平方根。该计算通过叠加方法将输出端的所有贡献噪声功率相加，然后计算平方根，以获得点噪声电压。图 8-10 使用 方程式 7 所示的噪声项显示了该输出噪声电压的一般形式。

$$E_O = \sqrt{\left(E_{NI}^2 + (I_{BN}R_S)^2 + 4kTR_S\right)NG^2 + (I_{BI}R_F)^2 + 4kTR_FNG} \quad (7)$$

将该表达式除以噪声增益 (NG = 1 + R_F/R_G) 可得出非反相输入端的等效输入参考点噪声电压；详见 方程式 8。

$$E_N = \sqrt{E_{NI}^2 + (I_{BN}R_S)^2 + 4kTR_S + \left(\frac{I_{BI}R_F}{NG}\right)^2 + \frac{4kTR_F}{NG}} \quad (8)$$

将高电阻值代入 方程式 8 可快速控制总等效输入参考噪声。2kΩ 非反相输入端的源阻抗会增加一个与放大器类似的约翰逊电压噪声项 (6.3nV/√Hz)。

表 8-1 对比了当 OPA810-Q1 如 图 8-11 所示被配置为 5V/V 非反相增益时各个噪声项的噪声影响。考虑了两种情况、其中第 2 种情况中的电阻值是第 1 种情况中电阻值的 10 倍。第 1 种情况的总输出噪声为 34nV/√Hz，而第 2 种情况的噪声为 51.5nV/√Hz。第 2 种情况中的高阻值电阻器会减弱选择低噪声放大器（如 OPA810-Q1）的好处。为了最大限度地降低总系统噪声，请减小电阻值的大小。这种减少会增加放大器的输出负载，并导致失真性能下降。增加的负载会增加放大器的动态功耗。电路设计人员必须做出适当的权衡，最大限度地提高放大器的整体性能，以满足系统要求。

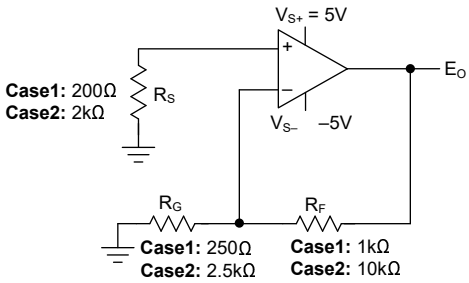


图 8-11. 比较噪声来源：具有 5V/V 非反相增益的放大器的两种情况

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-1. 比较 图 8-11 中电路的噪声来源

噪声源	输出噪声方程	CASE 1				CASE 2			
		噪声源值	电压噪声贡献 (nV/ √Hz)	噪声功率贡献 (nV^2/Hz)	贡献 (%)	噪声源值	电压噪声贡献 (nV/ √Hz)	噪声功率贡献 (nV^2/Hz)	贡献 (%)
源电阻器、R_S	E_{RS} (1 + R_F /R_G)	1.82nV/ √Hz	9.1	82.81	7.15	5.76nV/ √Hz	28.8	829.44	31.29
增益电阻器、R_G	E_{RG} (R_F / R_G)	2.04nV/ √Hz	8.16	66.59	5.75	6.44nV/ √Hz	25.76	663.58	25.03
反馈电阻器、R_F	E_{RF}	4.07nV/ √Hz	4.07	16.57	1.43	12.87nV/ √Hz	12.87	165.64	6.25
放大器电压噪声、E_{NI}	E_{NI} (1 + R_F / R_G)	6.3nV/ √Hz	31.5	992.25	85.67	6.3nV/ √Hz	31.5	992.25	37.43
反相电流噪声、I_{BI}	I_{BI} (R_F || R_G)	5fA/ √Hz	5.0E-3	—	—	5fA/ √Hz	50E-3	—	—
非反相电流噪声、I_{BN}	$I_{BN}R_S$ (1 + R_F/ R_G)	5fA/ √Hz	1.0E-3	—	—	5fA/ √Hz	10E-3	—	—

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2 典型应用

8.2.1 跨阻放大器

OPA810-Q1 的高 GBWP 以及低输入电压和电流噪声使该器件成为中至高跨阻抗增益应用的宽带跨阻抗放大器的理想选择。

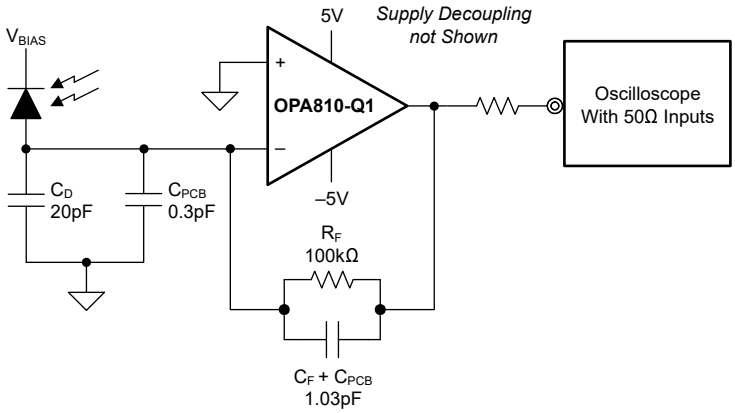


图 8-12. 宽带、高灵敏度跨阻放大器

8.2.1.1 设计要求

表 8-2 列出了高带宽、高增益跨阻放大器电路的设计要求。

表 8-2. 设计要求

参数	设计要求
目标带宽	> 2MHz
跨阻增益	100kΩ
光电二极管电容	20pF

8.2.1.2 详细设计过程

需要具有相对较高跨阻抗增益的大面积检测器提供高带宽的设计将受益于 OPA810-Q1 的低输入电压噪声。这种输入电压噪声会在二极管源极电容的作用下随频率升高而增强，并且（在许多情况下）可能成为输入灵敏度的限制因素。设计的关键因素包括应用反向偏置电压 (V_{BIAS}) 时的预期二极管电容 (C_D)、所需的跨阻抗增益、R_F 以及 OPA810-Q1 (70Mhz) 的 GBWP。图 8-12 显示了参数如 表 8-2 所示的跨阻抗电路。通过设置这三个变量（以及包括添加到 C_D 的 OPA810-Q1 和印刷电路板 (PCB) 的寄生输入电容），可以设置反馈电容值 (C_F) 来控制频率响应。*高速放大器的跨阻抗注意事项*应用报告讨论了如何将高速放大器用于跨阻抗应用。根据 方程式 9 设置反馈极点，以实现最大平坦度的二阶巴特沃斯型频率响应：

$$\frac{1}{2\pi R_F C_{IN}} = \sqrt{\frac{GBWP}{4\pi R_F C_D}} \tag{9}$$

放大器的输入电容是共模和差分电容（2.0 + 0.5）pF 之和。光电二极管封装和 PCB 的寄生电容约为 0.3pF。使用 方程式 5 计算得出的总输入电容为 C_D = 22.8pF。根据 方程式 9，将反馈极点设置为 1.55MHz。将极点设置为 1.55MHz 需要 1.03pF 的总反馈电容。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

方程式 10 显示了跨阻抗放大器电路的带宽大约为 –3dB：

$$f_{-3dB} = \sqrt{\frac{GBWP}{2\pi R_F C_D}} Hz \quad (10)$$

方程式 10 估算了闭环带宽为 2.19 MHz。图 8-13 和 图 8-14 显示了 图 8-12 中的跨阻抗放大器电路的 TINA-TI 仿真所得出的闭环增益幅度和相位图。1/β 增益曲线在 70kHz 时 R_F 和 C_{IN} 处为零点，在 1.5MHz 时 R_F 和 C_F 处为极点（抵消了 1/β 零点），导致在环路增益交叉频率（A_{OL} 等于 1/β 的频率）下产生 20dB/十倍频程的接近速率，从而提供稳定的电路。通过 3Mhz 的闭环带宽和 100kΩ 跨阻抗增益可获得 62° 的相位裕度。

8.2.1.3 应用曲线

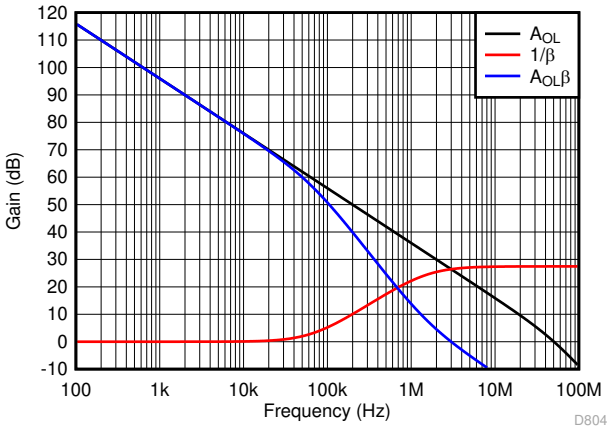


图 8-13. 环路增益幅度与 图 8-12 跨阻放大器电路的频率间的关系

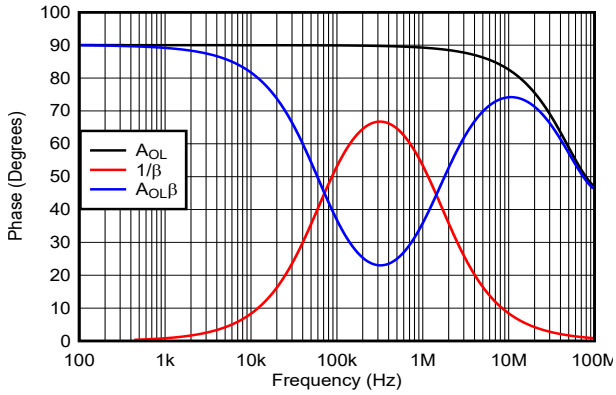


图 8-14. 环路增益相位与 图 8-12 跨阻放大器电路的频率间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.2 多通道传感器接口

在连接具有相对高输出阻抗的传感器时，高阻态输入放大器特别有用。这种多通道系统通常通过多路复用器将这些传感器与信号链连接起来。图 8-15 显示了以下一种实现方案：使用一个放大器作为与每个传感器连接的接口，并通过多路复用器驱动到 ADC。另一种电路（如 图 8-16 所示）可以在多路复用器的输出端使用单个更高 GBWP 和快速稳幅放大器。这种架构会在通道之间切换时产生大的信号瞬变，其中放大器的稳幅性能和最大允许差分输入电压会分别限制信号链性能和放大器可靠性。

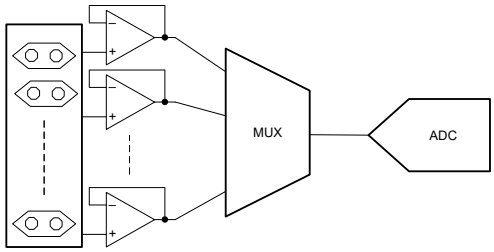


图 8-15. 使用多个放大器的多通道传感器接口

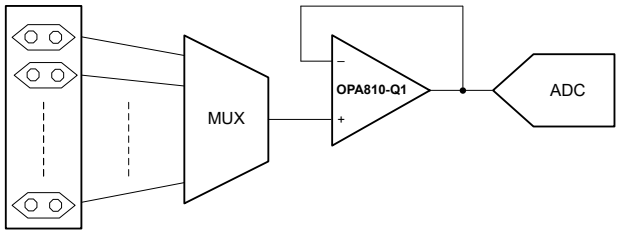


图 8-16. 使用单个更高 GBWP 放大器的多通道传感器接口

图 8-17 显示了在 OPA810-Q1 的非反相端施加 8V 阶跃时的输出电压和输入差分电压（配置为 图 8-16 的单位增益缓冲器）。

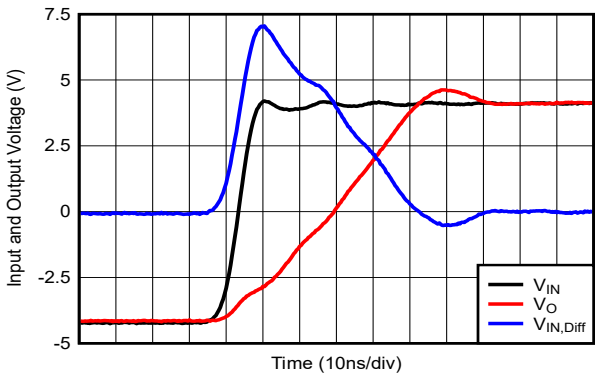


图 8-17. 使用 OPA810-Q1 的大信号瞬态响应

由于输入瞬态较快，放大器会受到压摆限制，输入停止相互跟踪（图 8-17 显示最大 $V_{IN,Diff}$ 为 7V），直到输出达到最终值并且负反馈环路闭合。对于最大 $V_{IN,Diff}$ 额定值为 0.7V 至 1.5V 的标准放大器，必须将限流电阻器与输入引脚串联使用，以保护器件免受不可逆转的损坏，而这也会限制器件的频率响应。OPA810-Q1 具有内置输入钳位，无需外部电阻器即可应用高达 7V 的 $V_{IN,Diff}$，并且不会损坏器件或改变性能规格。这种输入级架构与快速稳定性能相结合使得 OPA810-Q1 成为多通道传感器多路复用系统的理想选择。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3 电源相关建议

OPA810-Q1 适用于 4.75V 至 27V 的电源电压范围内的电路。OPA810-Q1 可在单侧电源、双平衡双极电源或非平衡双极电源供电的情况下工作。单电源供电可以有很多优势。在负电源接地的情况下，可将 –PSRR 项引起的直流误差降至最低。通常，交流性能在 10V 工作电压下略有提高，而电源电流的增加量则微乎其微。尽可能减小电源引脚到高频 0.1 µ F 去耦电容器的距离 (< 0.1 英寸)。在器件电源引脚处将一个较大电容器（典型值为 2.2 µF）与一个高频 0.01-µF 电源去耦电容器结合使用。对于单电源供电，只有正电源具有这些电容器。使用双电源时，请将这些电容器用于每个电源以便接地。如有必要，将较大电容器放置在远离器件的位置，并在印刷电路板 (PCB) 同一区域的多个器件之间共享这些电容器。两个电源（用于双电源运行）之间的可选电源去耦合电容器可降低二次谐波失真。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

为了使用 OPA810-Q1 等高频放大器实现优化性能，需要特别注意电路板布局的寄生和外部元件类型。*DEM-OPA-SOT-1A* 可在设计电路板时用作参考。优化性能的建议包括：

1. **尽可能减小**所有信号 I/O 引脚的连接到任何交流接地端的**寄生电容**。输出引脚和反相输入引脚上的寄生电容可能导致不稳定；在非反相输入端，寄生电容可与源阻抗发生反应，造成意外的频带限制。为了减少不必要的电容，信号 I/O 引脚周围的窗口应在这些引脚周围的所有接地平面和电源平面中打开。否则，接地平面和电源平面必须在电路板上的其他地方完好无损。
2. **尽可能减小**电源引脚到高频 0.1 µ F 去耦电容器的**距离**（< 0.1 英寸）。在器件引脚上，不得将接地平面和电源平面布局靠近信号 I/O 引脚。避免电源布线和接地布线过于狭窄，以便尽可能减小引脚和去耦电容器之间的电感。电源连接应始终与这些电容器解耦。在电源引脚上使用较大的（2.2µF 至 6.8µF）去耦电容器（在较低频率下有效）。将这些电容器放置在离器件稍远的地方，并在 PCB 同一区域的多个器件之间共享这些电容器。
3. **谨慎选择和放置外部器件有助于确保 OPA810-Q1 的高频性能。**电阻器必须是低电抗类型。表面贴装式电阻器最适合，并可实现更紧密的总体布局。金属膜和碳成分的轴向引线电阻器也可以提供良好的高频性能。同样，尽可能缩短引线和 PCB 布线。切勿在高频应用中使用绕线式电阻器。由于输出引脚和反相输入引脚对寄生电容最为敏感，因此务必将反馈电阻器和串联输出电阻器（如有）尽可能放置在靠近输出引脚的位置。其他网络元件（例如非反相输入终端电阻器）也可以放置在封装附近。即使很小的寄生电容对外部电阻器进行分流，过高的电阻值也会产生明显的时间常数，从而降低性能。良好的轴向金属膜或表面贴装电阻器有大约 0.2pF 的电容与电阻器并联。对于大于 10kΩ 的电阻值、该寄生电容可在 70MHz 的 GBWP 附近增加一个极点或零点、从而影响电路运行。尽可能降低电阻值，符合负载驱动的注意事项。降低电阻值可使电阻器噪声项保持在较低水平，并最大限度地减小寄生电容的影响，但较低的电阻值会增加动态功耗，因为 R_F 和 R_G 会成为放大器输出负载网络的一部分。跨阻抗应用（另请参阅 *节 8.2.1*）可以使用该应用所需的任何反馈电阻器，前提是在考虑到反相节点上的所有寄生电容项的情况下设置反馈补偿电容器。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4. 与电路板上**其他宽带器件的连接**可以使用较短的直接走线或通过板载传输线进行。对于短连接，应考虑将布线和下一个器件的输入视为集总容性负载。必须使用相对较宽的走线（50 密耳至 100 密耳），最好在它们周围打开接地平面和电源平面。估算总容性负载，并设置 R_S 以获得足够的相位裕度和稳定性。低寄生电容负载 (< 10pF) 并不总是需要 R_S，因为 OPA810-Q1 会得到额定补偿，从而以 10pF 的寄生负载运行。随着信号增益的增加（增加空载相位裕度），允许在没有 R_S 的情况下使用更高的寄生容性负载。如果需要很长的布线，并且可以接受双端接传输线固有的 6dB 信号损耗，则可以使用微带或带状线技术来实施匹配阻抗传输线（有关微带和带状线布局技术，请参阅 ECL 设计手册）。电路板上通常不需要 50Ω 的环境，但更高的阻抗环境可以改善失真情况。在电路板上使用连接到 OPA810-Q1 输出端引线的匹配串联电阻器，以及位于目标器件输入端的终端分流电阻器（这些电阻器具有根据电路板材料和引线尺寸定义的特性电路板引线阻抗）。还应注意，端接阻抗是分流电阻和目标器件输入阻抗的并联组合；将该总有效阻抗设置为与引线阻抗相匹配。如果不能接受双端接传输线的 6dB 衰减，则只能在源端对长引线进行串联短接。在这种情况下，将走线视为容性负载，并设置串联电阻值，以获得足够的相位裕度和稳定性。这种配置不能保持信号完整性以及双短接线路。如果目标器件的输入阻抗低，则由于连接到端接阻抗的串联输出会形成分压器作用，因此会发生信号衰减。
5. **精心设计 PCB 布局，以优化散热。**对于 125°C 工作环境的极端情况，使用 SOIC 封装的大约 134.8°C/W 和 24V 电源电压× 4.7mA 125°C 电源电流的内部功率可得出 113mW 的最大内部功耗。该功率会使结温比环境温度高 15°C。将负载功率与该数值相加，还必须计算该功耗，以确定最坏情况下的安全工作点。
6. **请勿插入 OPA810-Q1 等高速器件。**由插座引起的额外引线长度和引脚间电容会产生非常麻烦的寄生网络，从而几乎不可能实现平稳、稳定的频率响应。通过将 OPA810-Q1 焊接到电路板上可获得最佳效果。

8.4.1.1 散热注意事项

OPA810-Q1 在大多数应用中不需要散热或气流。最大允许结温决定了最大允许内部功耗。不要让最高结温超过 150°C。

工作结温 (T_J) 由 $T_A + P_D \times \theta_{JA}$ 得出。总内部功率耗散 (P_D) 是静态功耗 (P_{DQ}) 和输出级中用于提供负载功率的额外功耗 (P_{DL}) 的总和。静态功耗是指定的空载电源电流乘以整个器件的总电源电压。P_{DL} 取决于所需的输出信号和负载，但对于接地的阻性负载，当输出固定在等于任一电源电压的一半（对于等分电源）的电压时，PDL 将处于最大值。在此条件下，$P_{DL} = V_S^2/(4 \times R_L)$，其中的 R_L 包括反馈网络负载。

这是输出级中的功耗，而不是决定了内部功耗的负载中的功耗。

最糟糕的情况是，使用配置为单位增益缓冲器的 DCK（SC70 封装），在 25°C 的环境温度下由 ±12V 电源供电运行并驱动接地 500Ω 负载，计算 T_J 的最大值。

$P_D = 24V \times 4.7mA + 12^2 / (4 \times 500\Omega) = 184.8mW$

最大值 $T_J = 25°C + (0.185\ W \times 190.8°C/W) = 60°C$，远小于 150°C 的最大允许结温。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.4.2 布局示例

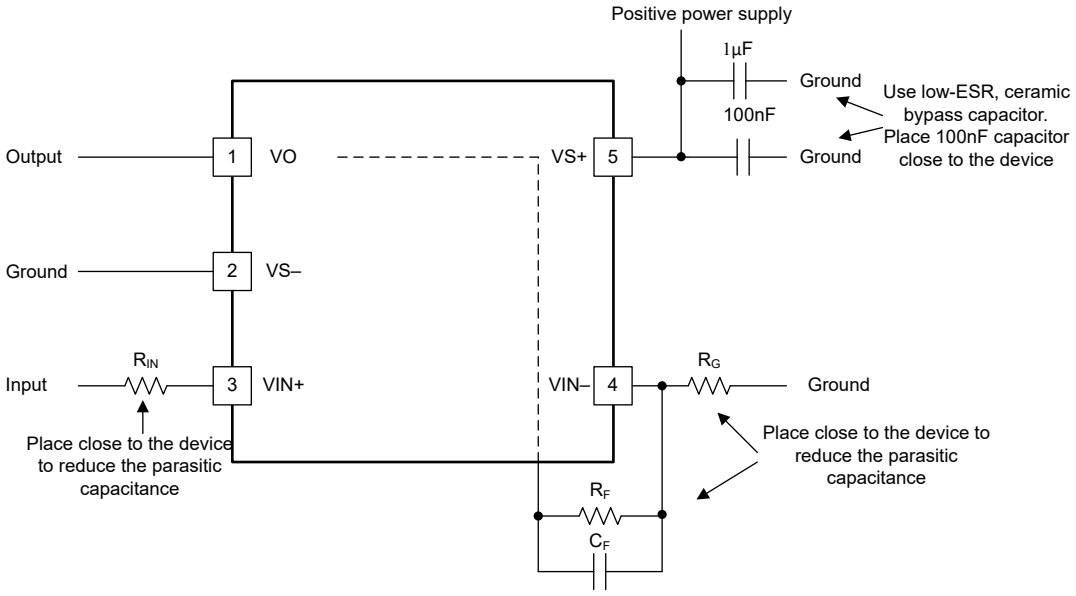


图 8-18. 布局建议

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 文档支持

9.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)、*具有增强性能特性的 ADS9110 18 位、2MSPS、15mW SAR ADC 数据表*
- 德州仪器 (TI)、*THS4561 低功耗、高电源电压范围、70MHz、全差分放大器数据表*
- 德州仪器 (TI)、*OPAx837 低功耗、精密、105MHz、电压反馈运算放大器数据表*
- 德州仪器 (TI)、*OPAx378 低噪声、900kHz、RRIO、精密运算放大器零温漂系列数据表*
- 德州仪器 (TI)、*REF50xx 低噪声、极低温漂、精密电压基准数据表*
- 德州仪器 (TI)、*单电源运算放大器设计技术应用报告*
- 德州仪器 (TI)、*高速放大器的跨阻抗注意事项应用报告*
- 德州仪器 (TI)、*博客：跨阻抗放大器须知 – 第 1 部分*
- 德州仪器 (TI)、*博客：跨阻抗放大器须知 – 第 2 部分*
- 德州仪器 (TI)、*高速运算放大器噪声分析应用报告*
- 德州仪器 (TI)、*TINA 模型和仿真工具*
- 德州仪器 (TI)、*最大限度提高 20 位 ADC 的信号动态范围以实现真正 10Vpp 差分输入的 TIDA-01057 参考设计*

9.2 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。

9.3 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。

9.4 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。

9.5 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。

9.6 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。

10 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

日期	修订版本	注释
May 2025	*	初始发行版

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

11 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 © 2025 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)
OPA810QDBVRQ1	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 5	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	O810Q

(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 OPA810-Q1 :

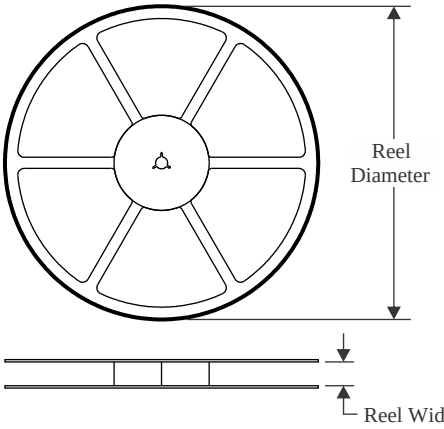
- Catalog : OPA810

NOTE: Qualified Version Definitions:

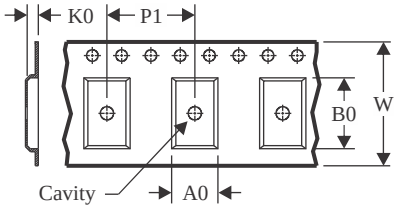
- Catalog - TI's standard catalog product

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

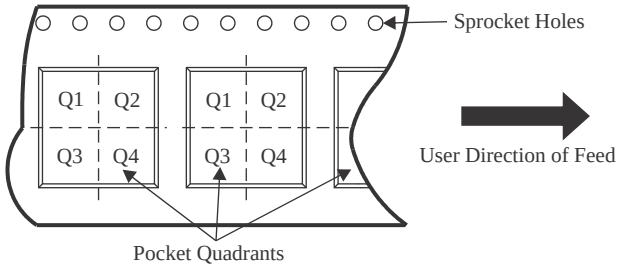


TAPE DIMENSIONS



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

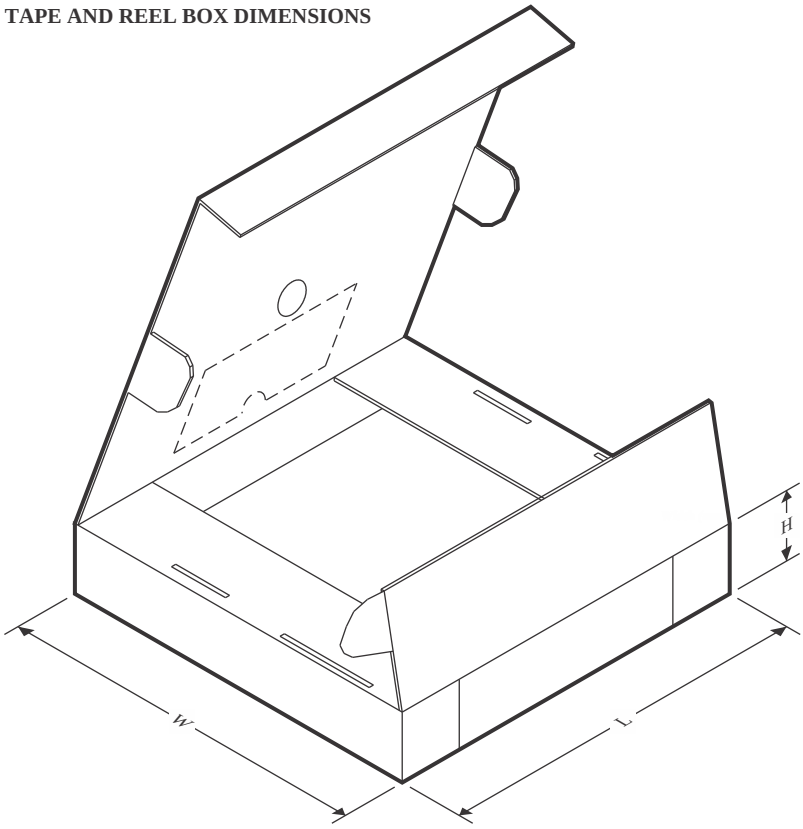
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
OPA810QDBVRQ1	SOT-23	DBV	5	3000	180.0	8.4	3.2	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

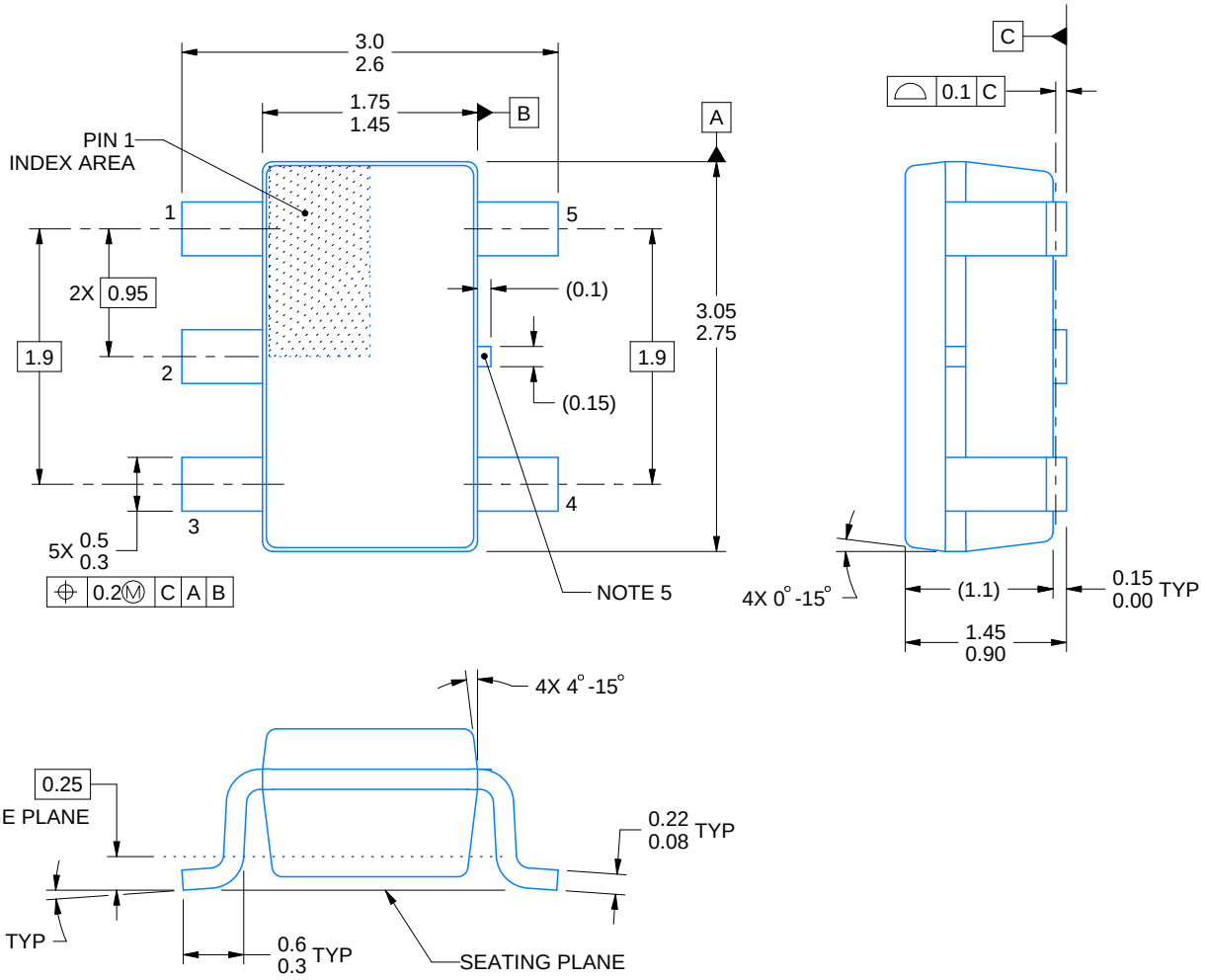
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
OPA810QDBVRQ1	SOT-23	DBV	5	3000	210.0	185.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

DBV0005A

SOT-23 - 1.45 mm max height

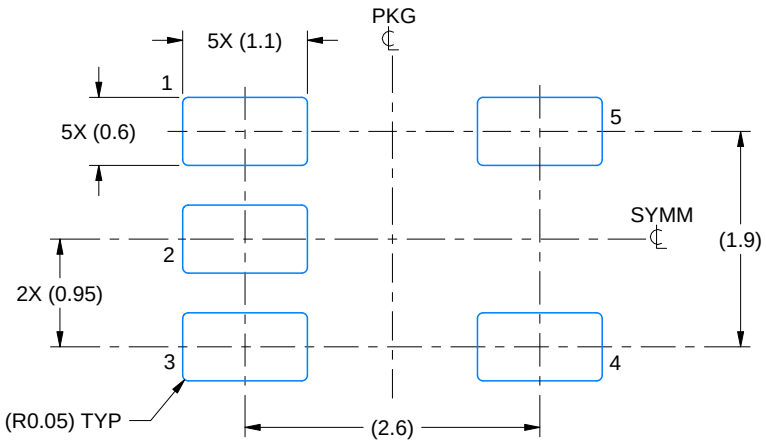
SMALL OUTLINE TRANSISTOR



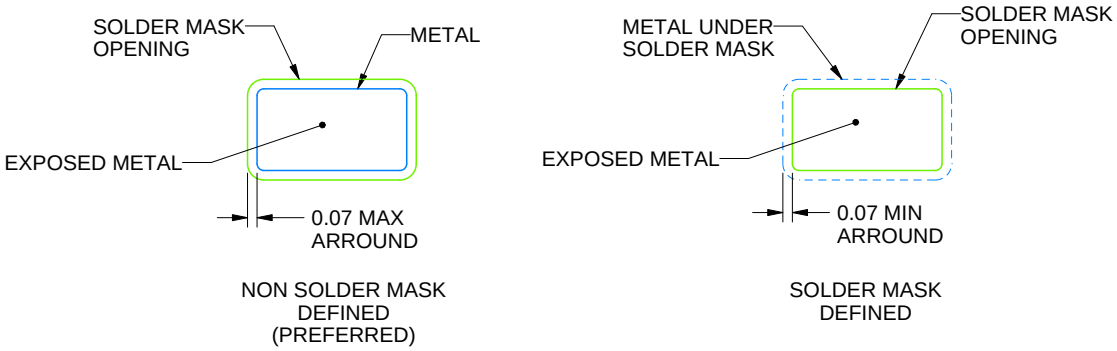
4214839/K 08/2024

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

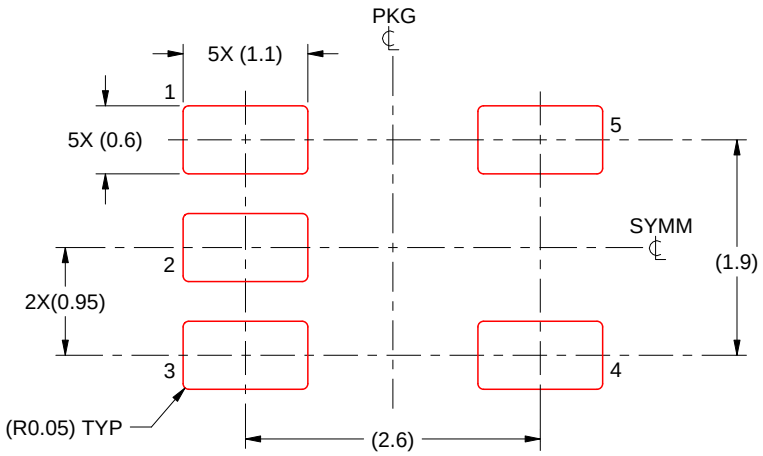


SOLDER MASK DETAILS

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.

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