

LMH6554 2.8GHz 超线性全差分放大器

1 特性

- 微笑小信号带宽：2.8GHz
- 2V_{PP} 大信号带宽：1.8GHz
- 0.1dB 增益平坦度：830MHz
- 150MHz 时的 OIP3：46.5dBm
- 75MHz 时的 HD2/HD3：-96/-97dBc
- 输入噪声电压：0.9nV/√Hz
- 输入噪声电流：11pA/√Hz
- 转换率：6,200V/μs
- 功率：260mW
- 典型电源电流为：52mA
- 14 引脚 UQFN 封装

2 应用

- 差分 ADC 驱动器
- 单端转差分转换器
- 高速差分信号传递
- IF/RF 和基带增益模块
- SAW 滤波器缓冲器/驱动器
- 示波器探针
- 汽车安全应用
- 通过双绞线传递的视频
- 差动线路驱动器

3 说明

LMH6554 器件是一款高性能全差分放大器，旨在为驱动 8 至 16 位高速数据采集系统提供卓越的信号保真度和宽的大信号带宽。LMH6554 采用 TI 专有的差分电流模式输入级架构，具有 2.8GHz 的单位增益小信号带宽，并可在增益大于 1 的条件下工作，而不会牺牲响应平坦度、带宽、谐波失真或输出噪声性能。

该器件的低阻抗差分输出旨在驱动 ADC 输入和任何中间滤波器级。LMH6554 在驱动低至 200Ω 负载、2V 峰值间电压时，可在高达 75MHz 的频率下提供 16 位线性度。

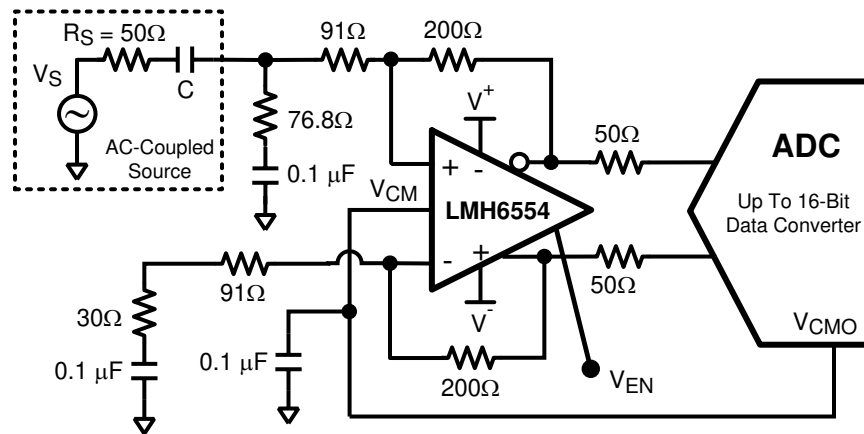
LMH6554 采用 TI 的高级互补 BiCMOS 工艺制造，并提供节省空间的 14 引线 UQFN 封装，以实现更高性能。

器件信息 (1)

器件型号	封装	封装尺寸 (2)
LMH6554	UQFN (14)	2.50mm × 2.50mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



典型应用原理图



内容

1 特性.....	1	6.2 功能方框图.....	10
2 应用.....	1	6.3 特性说明.....	10
3 说明.....	1	6.4 器件功能模式.....	11
4 引脚配置和功能.....	2	7 应用和实施.....	12
引脚功能.....	2	7.1 应用信息.....	12
5 规格.....	3	7.2 典型应用.....	13
5.1 绝对最大额定值.....	3	7.3 电源相关建议.....	19
5.2 ESD 等级.....	3	7.4 布局.....	20
5.3 建议运行条件 ⁽¹⁾	3	8 器件和文档支持.....	22
5.4 热性能信息.....	3	8.1 器件支持.....	22
5.5 电气特性：+5V.....	4	8.2 文档支持.....	22
5.6 典型性能特性 $V_S = \pm 2.5V$	6	8.3 商标.....	22
6 详细说明.....	10	9 修订历史记录.....	22
6.1 概述.....	10		

4 引脚配置和功能

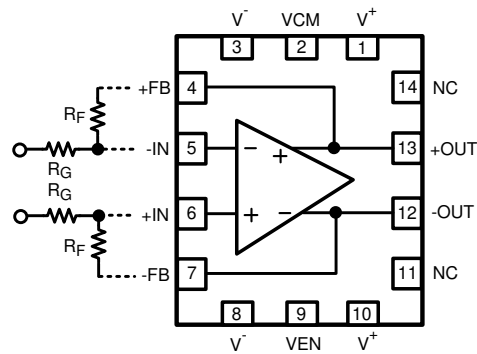


图 4-1. NHJ 封装 14 引脚 顶视图

引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
-FB	7	O	来自 -OUT 的反馈
+FB	4	O	来自 +OUT 的反馈
+IN	6	I	正输入
-IN	5	I	负输入
NC	11	—	无连接
NC	14	—	无连接
-OUT	12	O	负输出
+OUT	13	O	正输出
VCM	2	I	输出共模电压
VEN	9	I	启用
V-	3	P	负电源
V-	8	P	负电源
V+	1	P	正电源
V+	10	P	正电源

5 规格

5.1 绝对最大额定值

(1) (2) (3)	最小值	最大值	单位
电源电压 ($V_S = V^+ - V^-$)		5.5	V
共模输入电压	V^-	V^+	V
最高工作结温		150	°C
最大输入电流		30	mA
最大输出电流 (引脚 12、13)			mA
焊接信息 ⁽⁴⁾		260	°C
红外或对流 (30 秒)			
贮存温度, T_{stg}	-65	150	°C

- (1) **绝对最大额定值**表示超过之后可能对器件造成损坏的限值。节 5.3 给出了器件可正常工作的条件，但无法保证器件的具体性能。有关具有保证的规格，请参阅节 5.5 表。
- (2) 如果需要军用/航天专用器件，请与德州仪器 (TI) 销售办事处/分销商联系以了解供货情况和技术规格。
- (3) 最大输出电流 (I_{OUT}) 取决于器件功率耗散限制。有关更多详细信息，请参阅节 7.4.3。
- (4) 有关焊接规格，另请参阅**焊接的绝对最大额定值**。

5.2 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⁾	±2000	V
	充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽²⁾	±750	
	机器模型 (MM)	±250	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可通过标准 ESD 控制流程实现安全生产。
- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件⁽¹⁾

	最小值	标称值	最大值	单位
工作温度范围	-40		+125	°C
总电源电压温度范围	4.7		5.25	V

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		LMH6554	单位
		NHJ	
		14 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	60	°C/W

- (1) 有关传统和新热指标的更多信息，请参阅 [IC 封装热指标](#) 应用报告。

5.5 电气特性 : +5V

除非另有说明, 所有限值均确保在以下条件下成立: $T_A = +25^\circ\text{C}$, $A_V = +2$, $V^+ = +2.5\text{V}$, $V^- = -2.5\text{V}$, $R_L = 200\Omega$, $V_{CM} = (V^+ + V^-) / 2$, $R_F = 200\Omega$, 单端输入、差分输出。(1)

参数		测试条件	最小值 ⁽⁴⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽⁴⁾	单位
交流性能 (差分)						
SSBW	微小信号 -3dB 带宽 ⁽⁴⁾	$A_V = 1, V_{OUT} = 0.2V_{PP}$		2800		MHz
		$A_V = 2, V_{OUT} = 0.2V_{PP}$		2500		
		$A_V = 4, V_{OUT} = 0.2V_{PP}$		1600		
LSBW	大信号带宽	$A_V = 1, V_{OUT} = 2V_{PP}$		1800		MHz
		$A_V = 2, V_{OUT} = 2V_{PP}$		1500		
		$A_V = 2, V_{OUT} = 1.5V_{PP}$		1900		
0.1dBBW	0.1dB 带宽	$A_V = 2, V_{OUT} = 0.2V_{PP}, R_F = 250\Omega$		830		MHz
SR	压摆率	4V 步长		6200		V/μs
t_r/t_f	上升/下降时间	2V 步长, 10 - 90%		290		ps
		0.4V 步长, 10 - 90%		150		
$T_{s_0.1}$	0.1% 稳定时间	2V 步长, $R_L = 200\Omega$		4		ns
	过驱恢复时间	$V_{IN} = 2V, A_V = 5V/V$		6		ns
失真和噪声响应						
HD2	二次谐波失真	$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 20\text{MHz}$		-102		dBc
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 75\text{MHz}$		-96		
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 125\text{MHz}$		-87		
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 250\text{MHz}$		-79		
		$V_{OUT} = 1.5V_{PP}, f = 250\text{MHz}$		-81		
HD3	三次谐波失真	$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 20\text{MHz}$		-110		dBc
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 75\text{MHz}$		-97		
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 125\text{MHz}$		-87		
		$V_{OUT} = 2V_{PP}, f = 250\text{MHz}$		-70		
		$V_{OUT} = 1.5V_{PP}, f = 250\text{MHz}$		-75		
OIP3	输出三阶截取点	$f = 150\text{MHz}, V_{OUT} = 2V_{PP}$ 复合信号		46.5		dBm
IMD3	双音互调	$f = 150\text{MHz}, V_{OUT} = 2V_{PP}$ 复合信号		-97		dBc
e_n	输入电压噪声密度	$f = 10\text{MHz}$		0.9		nV/√Hz
i_{n+}	输入噪声电流	$f = 10\text{MHz}$		11		pA/√Hz
i_{n-}	输入噪声电流	$f = 10\text{MHz}$		11		pA/√Hz
NF	噪声系数 ⁽⁸⁾	50Ω 系统, $A_V = 7.3, 100\text{MHz}$		7.7		dB
输入特性						
I_{BI+} / I_{BI-}			-75	-29	20	μA
TCIbi	输入偏置电流温度漂移			8		μA/°C
I_{BI0}	输入偏置电流 ⁽⁶⁾	$V_{CM} = 0V, V_{ID} = 0V,$ $I_{BOFFSET} = (I_{BI-} - I_{BI+})/2$	-10	1	10	μA
TCIbo	输入偏置电流差分偏移温度漂移 ⁽³⁾			0.006		μA/°C
CMRR	共模抑制比	直流, $V_{CM} = 0V, V_{ID} = 0V$		83		dB
R_{IN}	差分输入电阻	差分		19		Ω
C_{IN}	差分输入电容	差分		1		pF
CMVR	输入共模电压范围	CMRR > 32dB	±1.25	±1.3		V
输出性能						

除非另有说明，所有限值均确保在以下条件下成立： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $A_V = +2$ ， $V^+ = +2.5\text{V}$ ， $V^- = -2.5\text{V}$ ， $R_L = 200\Omega$ ， $V_{CM} = (V^+ + V^-) / 2$ ， $R_F = 200\Omega$ ，单端输入、差分输出。(1)

参数	测试条件	最小值 ⁽⁴⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽⁴⁾	单位	
输出电压摆幅 ⁽³⁾	单端输出	± 1.35	± 1.42		V	
I_{OUT} 输出电流 ⁽³⁾	$V_{OUT} = 0\text{V}$	± 120	± 150		mA	
I_{SC} 短路电流	一个输出短接至接地 $V_{IN} = 2\text{V}$ 单端 ⁽²⁾		150		mA	
输出平衡误差	ΔV_{OUT} 共模 / ΔV_{OUT} 差分， $\Delta V_{OD} = 1\text{V}$ ， $f < 1\text{MHz}$		-64		dB	
输出共模控制电流						
共模微小信号带宽	$V_{IN+} = V_{IN-} = 0\text{V}$		500		MHz	
压摆率	$V_{IN+} = V_{IN-} = 0\text{V}$		200		V/ μs	
V_{OSCM} 输入失调电压	共模， $V_{ID} = 0$ ， $V_{CM} = 0\text{V}$	-16	-6.5	4	mV	
I_{OSCM} 输入失调电流	⁽⁵⁾		6	18	μA	
电压范围		± 1.18	± 1.25		V	
CMRR	测量 V_{OD} ， $V_{ID} = 0\text{V}$		82		dB	
输入电阻			180		k Ω	
增益	$\Delta V_{OCM} / \Delta V_{CM}$	0.99	0.995	1.0	V/V	
其他性能						
Z_T 开环跨阻增益	差分		180		k Ω	
PSRR 电源抑制比	直流， $\Delta V^+ = \Delta V^- = 1\text{V}$	74	95		dB	
I_S 电源电流 ⁽³⁾	$R_L = \infty$		46	52	57	mA
		在极端温度下				
启用电压阈值	5V 单电源 ⁽⁷⁾		2.5		V	
禁用电压阈值	5V 单电源 ⁽⁷⁾		2.5		V	
启用/禁用时间			15		ns	
I_{SD} 电源电流，禁用	Enable = 0，5V 单电源		450	510	770	μA
		在极端温度下				

- 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件会使器件的自发热大受限制，使得 $T_J = T_A$ 。在 $T_J > T_A$ 的内部自发热条件下，某些参数性能规格（如电气表中所示）未加规定。有关此器件温度降额的信息，请参阅节 5.4。最小/最大额定值基于产品表征和仿真。根据说明测试各个参数。
- 短路电流的持续时间应限制为不超过 10 秒。有关更多详细信息，请参阅节 7.4.3。
- 典型值表示评定特性时确定的最有可能达到的参数标准。实际典型值会随时间推移而变化，而且还会受具体应用和配置的影响。已发货生产材料未进行这些典型值测试，无法确保符合这些典型值。
- 限值在 25° 下经过完整的生产测试。使用统计质量控制 (SQC) 方法通过相关性确保了工作温度范围内的限值。
- 负输入电流表示流出器件的电流。
- I_{BI} 指差分输出偏移电压，换算关系如下： $V_{OD(OFFSET)} = I_{BI} * 2R_F$ 。
- V_{EN} 阈值通常为以 $(V^+ + V^-) / 2$ 为中心，相对于接地的 $\pm 0.3\text{V}$ 。
- 有关测试原理图，请参阅图 7-10。

5.6 典型性能特性 $V_S = \pm 2.5V$

($T_A = 25^\circ C$, $R_F = 200\Omega$, $R_G = 90\Omega$, $R_T = 76.8\Omega$, $R_L = 200\Omega$, $A_V = +2$, 单端输入、差分输出, 除非另有说明)。

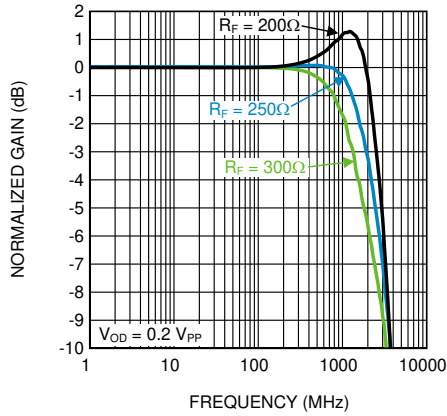


图 5-1. 频率响应与 R_F 间的关系

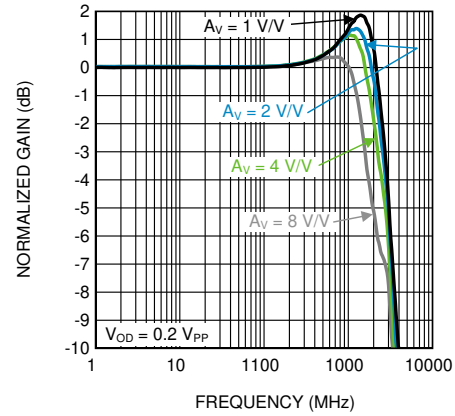


图 5-2. 频率响应与增益间的关系

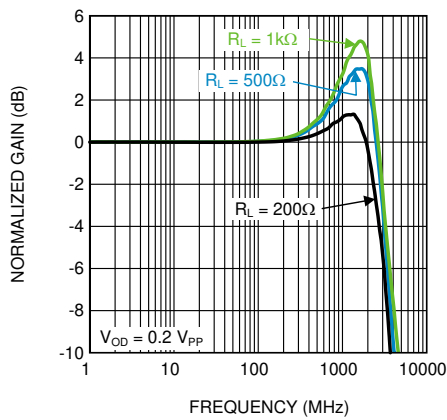


图 5-3. 频率响应与 R_L 间的关系

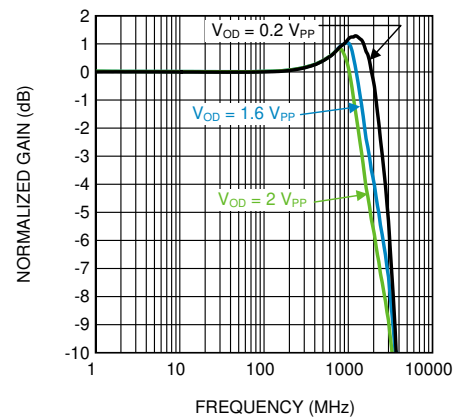


图 5-4. 频率响应与输出电压 (V_{OD}) 间的关系

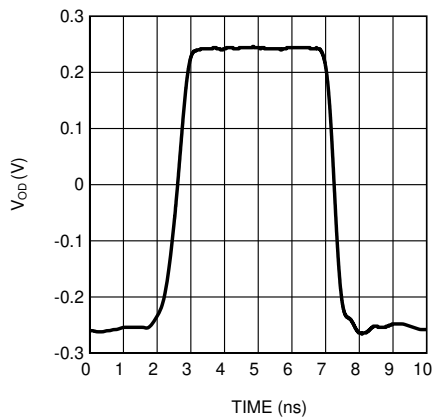


图 5-5. $0.5V_{PP}$ 脉冲响应单端输入

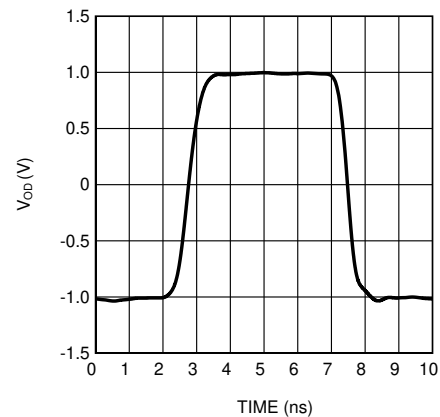


图 5-6. $2V_{PP}$ 脉冲响应单端输入

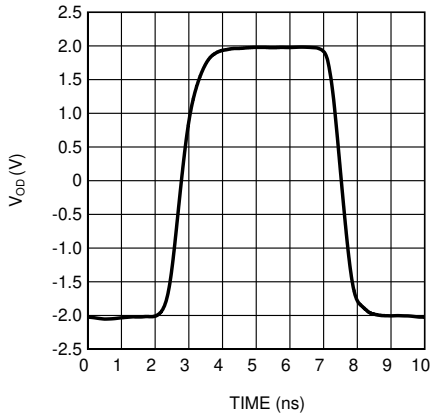


图 5-7. 4V_{PP} 脉冲响应单端输入

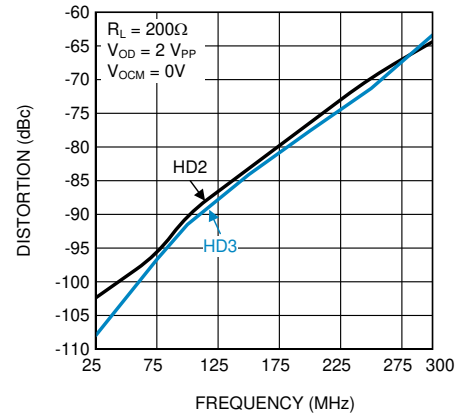


图 5-8. 失真与频率单端输入间的关系

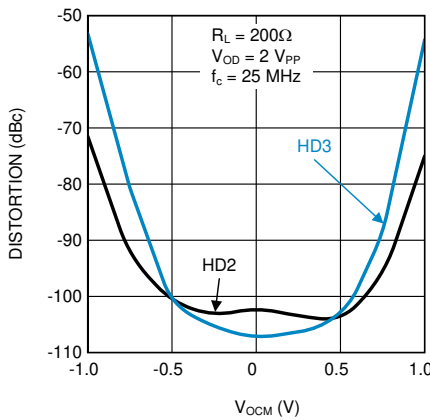


图 5-9. 失真与输出共模电压间的关系

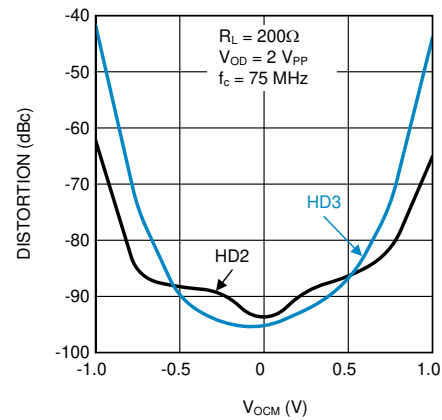


图 5-10. 失真与输出共模电压间的关系

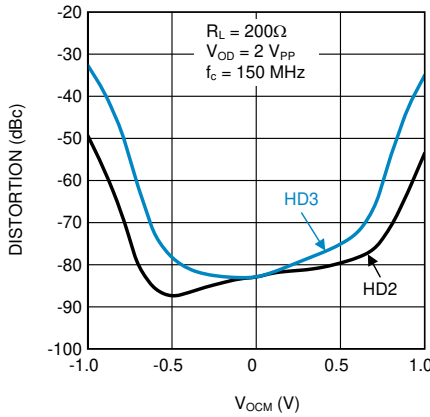


图 5-11. 失真与输出共模电压间的关系

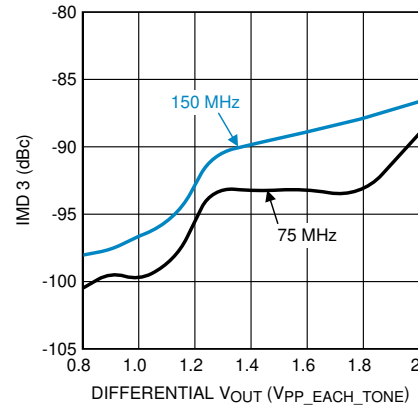


图 5-12. 三阶互调产物与 V_{OUT} 间的关系

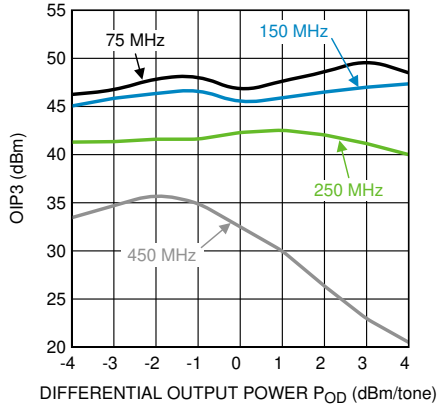


图 5-13. OIP3 与输出功率 P_{OUT} 间的关系

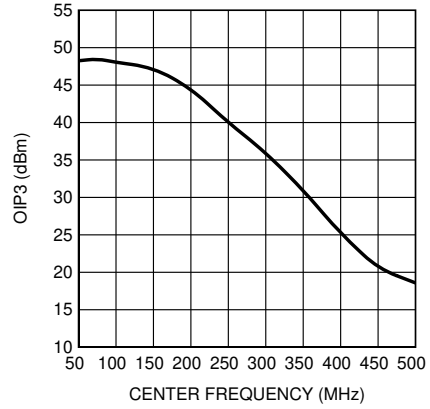


图 5-14. OIP3 与中心频率间的关系

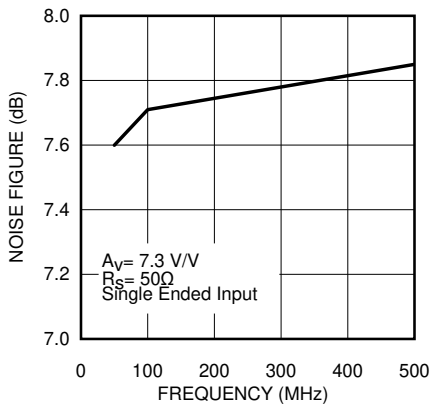


图 5-15. 噪声系数与频率间的关系

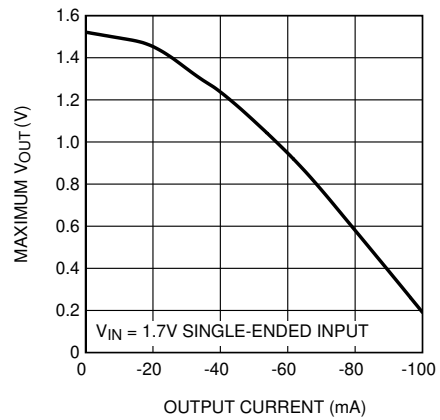


图 5-16. 最大 V_{OUT} 与 I_{OUT} 间的关系

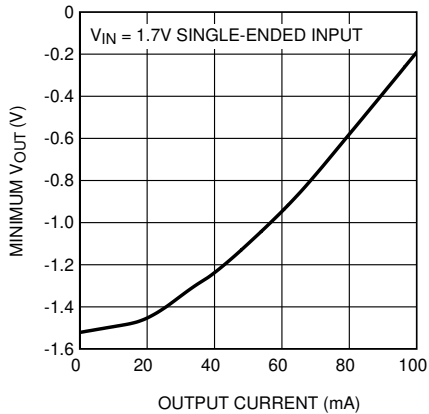


图 5-17. 最小 V_{OUT} 与 I_{OUT} 间的关系

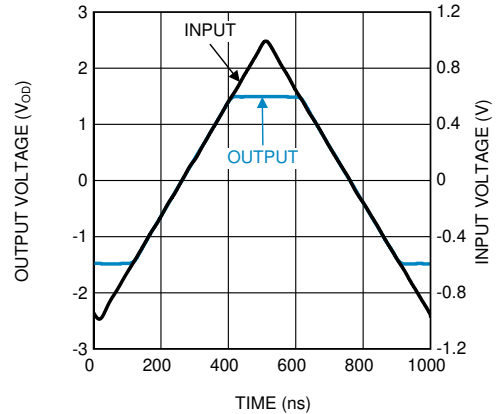


图 5-18. 过驱恢复

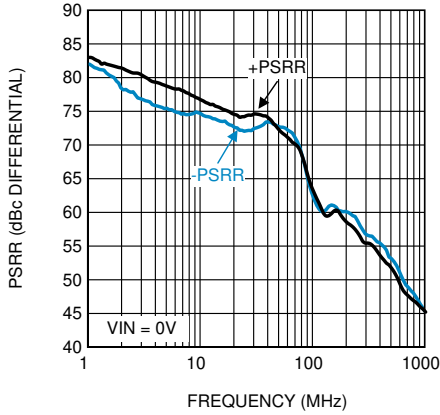


图 5-19. PSRR

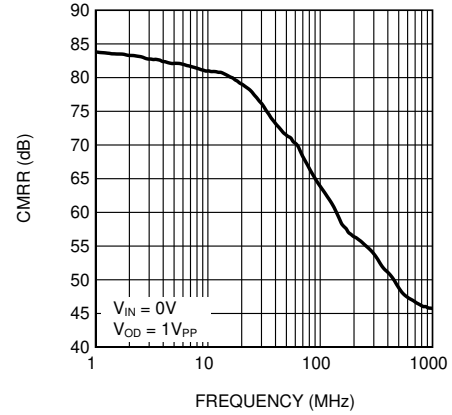


图 5-20. CMRR

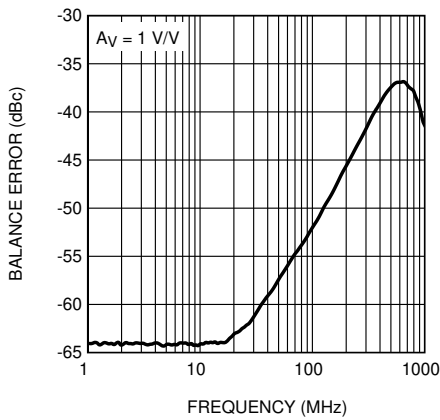


图 5-21. 平衡误差

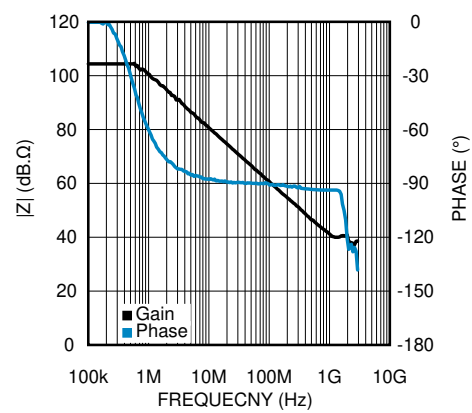


图 5-22. 开环跨阻

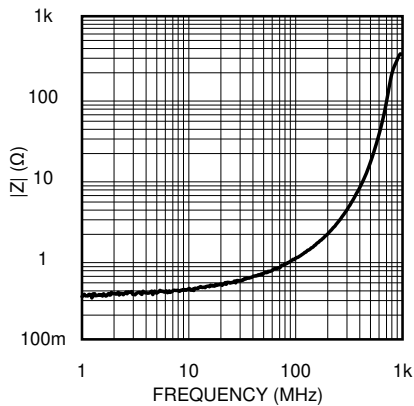


图 5-23. 闭环输出阻抗

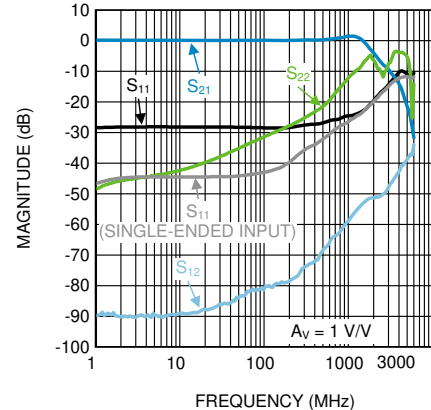


图 5-24. 差分 S 参数幅度与频率间的关系

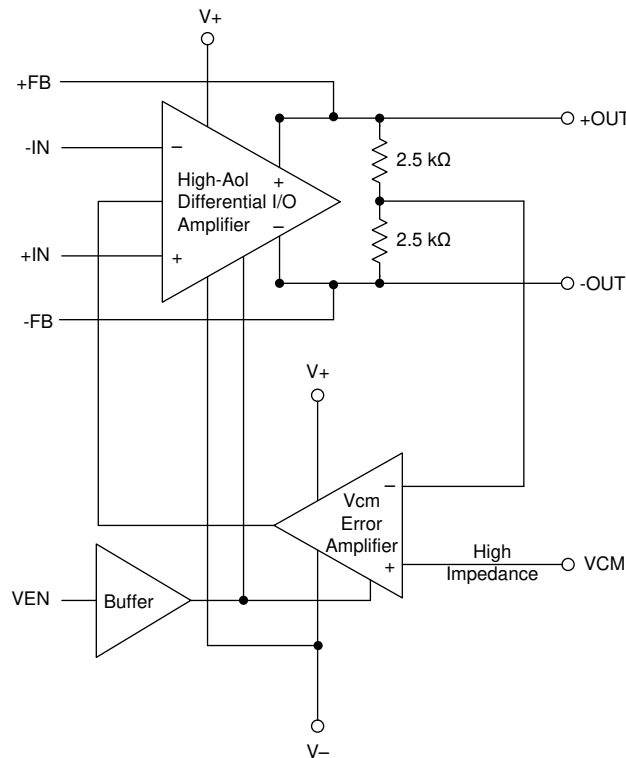
6 详细说明

6.1 概述

LMH6554 是一款集成输出共模控制功能的全差分电流反馈放大器，旨在为宽带差分信号实现低失真放大。共模反馈电路独立于输入共模电压来设置输出共模电压，并强制 $V+$ 和 $V-$ 输出幅度相等、相位相反，即使在仅驱动其中一个输入端（如单端转差分转换）时也是如此。

LMH6554 的专有电流反馈架构具有增益和带宽独立性，只需适当选择 $RF1$ 和 $RF2$ ，即可获得出色的增益平坦度和噪声性能，即便在高增益条件下也是如此。通常， $RF1$ 设置为等于 $RF2$ ， $RG1$ 等于 $RG2$ ，这样就可以通过 RF/RG 比率设置增益。这些电阻器的匹配度会显著影响 $CMRR$ 、直流偏移误差和输出平衡。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

LMH6554 的专有电流反馈架构具有增益和带宽独立性，只需适当选择 $RF1$ 和 $RF2$ ，即可获得出色的增益平坦度和噪声性能，即便在高增益条件下也是如此。通常， $RF1$ 设置为等于 $RF2$ ， $RG1$ 等于 $RG2$ ，这样就可以通过 RF/RG 比率设置增益。这些电阻器的匹配度会显著影响 $CMRR$ 、直流偏移误差和输出平衡。为了实现所需的性能，建议使用容差最大为 0.1% 的电阻器；该放大器已在内部进行补偿，当 RF 值为 $200\ \Omega$ 时，可获得最佳增益平坦度，具体性能取决于 PCB 布局和负载电阻。输出共模电压由 VCM 引脚以 $1V/V$ 的固定增益进行设置。该引脚必须由低阻抗基准驱动，并且必须通过 $0.1\ \mu F$ 陶瓷电容器旁路至接地。任何耦合到 VCM 引脚的不必要信号都会传递到输出，进而降低放大器的性能。LMH6554 可配置为使用 5V 单电源供电（ $V+$ 接电源， $V-$ 接地），也可配置为双电源供电（ $V+ = +2.5V$ ， $V- = -2.5V$ ）。由 5V 单电源供电时，其性能受输入共模范围的限制（具体取决于增益），因此可能需要采用交流耦合。

6.4 器件功能模式

该宽带 FDA 需要使用外部电阻器才能正确运行信号路径。当使用这些外部电阻器配置所需的输入阻抗和增益设置时，可以通过将 PD 引脚置为高于 $V_s - + 1.7V$ 的电压来开启放大器，或者通过将 PD 置为低电平来关闭放大器。如果禁用放大器，则会关闭静态电流并停止正确的放大器运行。源信号的信号路径仍然通过外部电阻器存在。Vocm 控制引脚设置输出平均电压。Vocm 保持打开状态，默认为内部 $1/2 V_s$ 值。通过使用有效范围内的电压基准驱动该高阻抗输入，可以为内部 Vcm 误差放大器设定一个目标。

7 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 的客户应负责确定各元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。

7.1 应用信息

LMH6554 是一款集成输出共模控制功能的全差分电流反馈放大器，旨在为宽带差分信号实现低失真放大。共模反馈电路独立于输入共模电压来设置输出共模电压，并强制 V^+ 和 V^- 输出幅度相等、相位相反，即使在仅驱动其中一个输入端（如单端转差分转换）时也是如此。

LMH6554 的专有电流反馈架构具有增益和带宽独立性，只需适当选择 R_{F1} 和 R_{F2} ，即可获得出色的增益平坦度和噪声性能，即便在高增益条件下也是如此。通常， R_{F1} 设置为等于 R_{F2} ， R_{G1} 等于 R_{G2} ，这样就可以通过 R_F/R_G 比率设置增益。这些电阻器的匹配度会显著影响 CMRR、直流偏移误差和输出平衡。为了实现所需的性能，建议使用容差最大为 0.1% 的电阻器；该放大器已在内部进行补偿，当 R_F 值为 200 Ω 时，可获得最佳增益平坦度，具体性能取决于 PCB 布局和负载电阻。

输出共模电压由 V_{CM} 引脚以 1V/V 的固定增益进行设置。该引脚必须由低阻抗基准驱动，并且必须通过 0.1 μ F 陶瓷电容器旁路至接地。任何耦合到 V_{CM} 引脚的不必要信号都会传递到输出，进而降低放大器的性能。

LMH6554 可配置为使用 5V 单电源供电（ V^+ 接电源， V^- 接地），也可配置为双电源供电（ $V^+ = +2.5V$ ， $V^- = -2.5V$ ）。由 5V 单电源供电时，其性能受输入共模范围的限制（具体取决于增益），因此可能需要采用交流耦合。采用双电源供电时，交流和直流耦合工作的限制更少，并能获得出色的失真性能。

7.2 典型应用

7.2.1 单端输入转差分输出运行模式

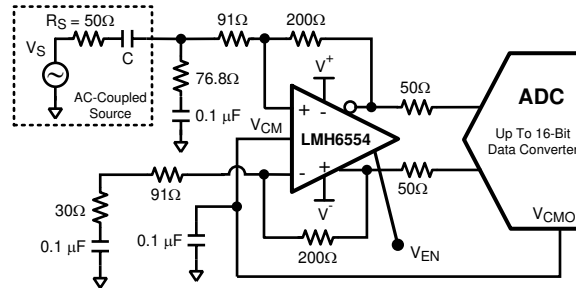


图 7-1. 单端输入转差分输出原理图

7.2.1.1 设计要求

LMH6554 的一种典型应用是驱动 ADC，如图 7-1 所示。以下设计是一个单端转差分电路，具有 50 Ω 输入阻抗和 100 Ω 输出阻抗。放大器的 VCM 电压需要设置为与 ADC 参考电压相同，通常为 1.2V。图 7-3 给出了设置外部电阻值所需的设计公式。此设计还需要在 75MHz 处实现 2 和 -96dBc THD 的增益。

7.2.1.2 详细设计过程

为了将图 7-3 中电路的输入阻抗与指定源电阻 R_S 匹配，需要 $R_T \parallel R_{IN} = R_S$ 。图 7-3 中还提供了单端转差分运行的 R_{IN} 和 A_V 控制公式。必须迭代求解这些公式以及源匹配条件，以通过适当的输入端接实现所需增益。表 7-1 中给出了 50 Ω 环境中多种常见增益配置的元件值。

7.2.1.2.1 启用/禁用操作

LMH6554 配备了一个使能引脚 (V_{EN})，可在不使用时降低功耗。未驱动时， V_{EN} 引脚悬空且为高电平（导通）。当 V_{EN} 引脚被拉至低电平时，放大器被禁用，放大器输出级进入高阻抗状态，因此反馈和增益设置电阻器决定了电路的输出阻抗。因此，在禁用状态下，输入到输出的隔离效果较差，并且不建议将该器件用于输出全部连接在一起的多路复用应用。

当 V^+ 和 V^- 之间相差 5V 时， V_{EN} 阈值位于电源电压的 $\frac{1}{2}$ 处（例如使用 5V 单电源时为 2.5V），如图 7-2 所示。 R_2 在 V_{EN} 悬空的情况下保持工作（使能）模式， R_1 提供输入电流限制。 V_{EN} 上还具有连接到任一电源的 ESD 二极管。

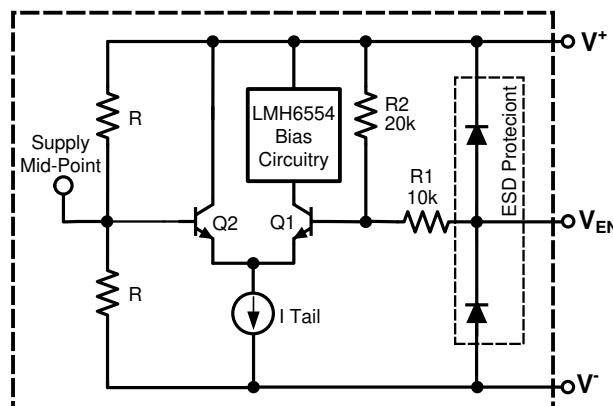
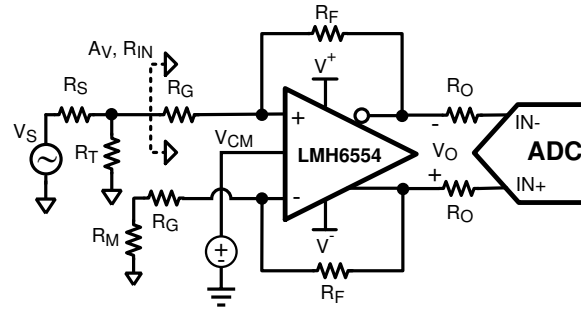


图 7-2. 使能功能方框图

7.2.1.2.2 单端输入转差分输出运行模式

在许多应用中，需要利用单端信号源来驱动差分输入 ADC。传统上，人们使用变压器来实现单端到差分的转换，但这类器件本质上具有带通特性，无法用于直流耦合应用。LMH6554 可用作频率低至直流的单端输入转差分输出

转换器，具有出色的性能。图 7-3 展示了一个典型应用电路，其中 LMH6554 用于从单端信号源产生平衡的差分输出信号。



$$A_V = \left(\frac{2(1 - \beta_1)}{\beta_1 + \beta_2} \right) \quad \beta_1 = \left(\frac{R_G}{R_G + R_F} \right)$$

$$R_{IN} = \left(\frac{2R_G + R_M(1 - \beta_2)}{1 + \beta_2} \right) \quad \beta_2 = \left(\frac{R_G + R_M}{R_G + R_F + R_M} \right)$$

$$R_S = R_T \parallel R_{IN} \quad R_M = R_T \parallel R_S$$

图 7-3. 单端输入与差分输出

当在单端转差分模式下使用 LMH6554 时，共模反馈电路会将互补输出端强制为驱动输出端的反相复制信号，而非由其自身的互补输入端驱动。因此，当被驱动的输入端发生变化时，共模反馈作用会导致放大器输入端的共模电压产生与驱动信号成比例的变化。由于放大器输入级的共模抑制并不理想，输出端会出现一个小的共模信号，叠加在差分输出信号之上。输出共模电压变化量与输出差分电压变化量之比通常称为输出平衡误差。LMH6554 的输出平衡误差随频率变化的响应如 节 5.6 所示。

为了将图 7-3 中电路的输入阻抗与指定源电阻 R_S 匹配，需要 $R_T \parallel R_{IN} = R_S$ 。图 7-3 中还提供了单端转差分运行的 R_{IN} 和 A_V 控制公式。必须迭代求解这些公式以及源匹配条件，以通过适当的输入端接实现所需增益。表 7-1 中给出了 $50\ \Omega$ 环境中多种常见增益配置的元件值。

表 7-1. $50\ \Omega$ 系统的增益元件值

增益	R_F	R_G	R_T	R_M
0dB	$200\ \Omega$	$191\ \Omega$	$62\ \Omega$	$27.7\ \Omega$
6dB	$200\ \Omega$	$91\ \Omega$	$76.8\ \Omega$	$30.3\ \Omega$
12dB	$200\ \Omega$	$35.7\ \Omega$	$147\ \Omega$	$37.3\ \Omega$

7.2.1.2.3 驱动容性负载

如前所述，电容负载必须通过小阻值电阻器与放大器输出隔离开。当负载的电阻分量达到 $500\ \Omega$ 或更高时，这一点尤为重要。典型的 ADC 具有约 1pF 的电容分量，而其电阻分量可达 $1,000\ \Omega$ 或更高。如果驱动 $50\ \Omega$ 同轴电缆或 $100\ \Omega$ 双绞线等传输线，使用匹配电阻足以隔离后续的电负载。有关其他应用，请参阅 节 5.6 中的图 7-5。

7.2.1.3 应用曲线

许多应用电路中均存在电容负载。如图 7-4 所示，随着电容负载的增加，放大器带宽会降低，因此必须严格限制寄生电容。

为维持稳定性，必须在电容负载与放大器输出引脚之间添加电阻。该电阻的阻值取决于电容负载的大小，如图 7-5 所示。该电阻值为建议值。需要进行系统测试来确定所需的值。使用较小阻值的电阻器可以保留更多系统带宽，但代价是会出现过冲和振铃；而使用较大阻值的电阻器可减少过冲，但也会降低系统带宽。

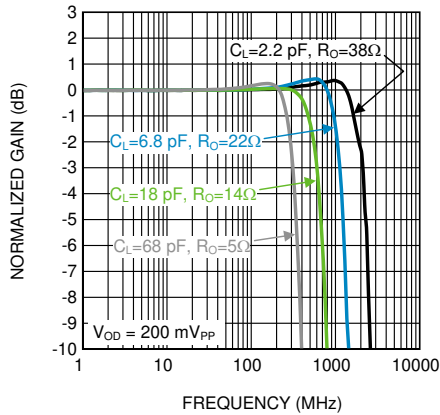


图 7-4. 频率响应与容性负载间的关系

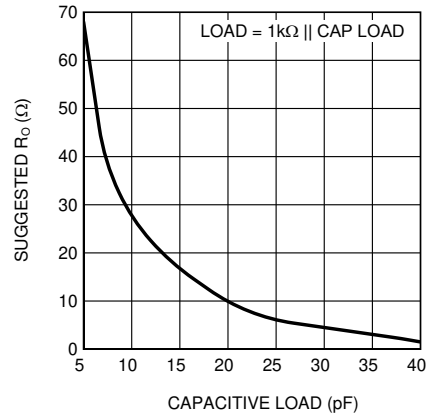


图 7-5. 建议 R_{OUT} 与电容负载间的关系

7.2.2 全差分运行

LMH6554 在全差分配置下具有出色的性能。图 7-6 中所示电路为一个典型的全差分应用电路，可用于驱动模数转换器 (ADC)。在该电路中，闭环增益为 $A_V = V_{OUT} / V_{IN} = R_F / R_G$ ，其中反馈为对称结构。串联输出电阻器 R_O 是可选的，当存在电容负载时有助于保持放大器稳定。有关详细信息，请参阅 7.2.1.2.3。

以下是图 7-6 中定义的输入阻抗 R_{IN} 的表达式：

$$R_{IN} = 2R_G$$

当由差分信号源驱动时，LMH6554 能够提供低失真、出色的平衡和共模抑制性能。实现上述性能的前提是电阻器 R_F 、 R_G 和 R_O 良好匹配，并且在电路板布局中严格保持对称。该器件固有的 CMRR 大于 70dB，结合 0.1% 精度的电阻器，对于大多数电路而言，最差情况下 CMRR 仍可达到约 50dB。

图 7-6 所示的电路配置用于在 100Ω 环境下、增益为 1V/V 时测量差分 S 参数。测量结果请参阅 5.6 中的图 5-24。

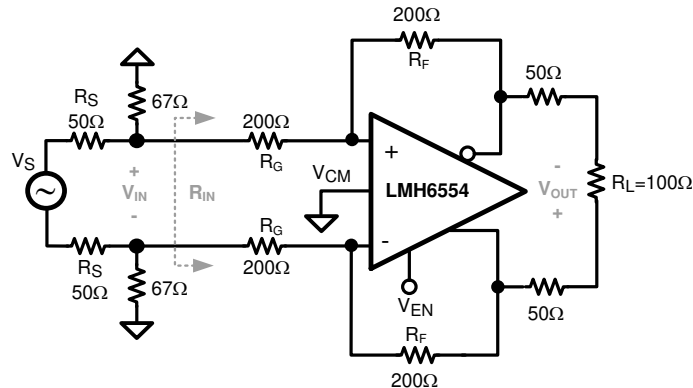


图 7-6. 差分 S 参数测试电路

7.2.3 单电源供电

可采用 5V 单电源供电：不过，如前面所述，由于输入共模限制，建议使用交流输入耦合。交流耦合、单电源、单端转差分电路的示例如图 7-7 所示。请注意，在交流耦合时，无论单端转差分还是差分-差分配置，两个输入都需要进行交流耦合。对于较高的电源电压，只要输出共模直流电平设置得足够高，以便放大器的输入和输出在其指定的工作范围内，就可以实现输入的直流耦合。

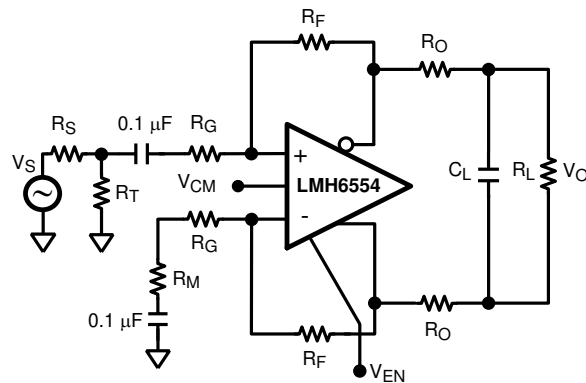


图 7-7. 用于单电源运行的交流耦合

为获得出色性能，建议使用 +2.5V 和 -2.5V 电源进行双电源供电；但是，可以由低至 +2.35V 和 -2.35V 以及高至 +2.65V 和 -2.65V 的双电源供电。如果总电源电压不超过 4.7V 至 5.3V 的工作规格，也可以使用非对称电源供电，而且这么做在某些情况下更有优势。例如，如果需要 5V 直流耦合运行以实现低功耗，但放大器的输入共模范围不允许如此操作，则仍可采用 (V+) 和 (V-) 的双电源供电方式。其中，选择 (V+) - (V-) = 5V，并选择 V+ 和 V- 以使放大器输入共模范围居中，以适配具体应用。

7.2.4 驱动模数转换器

模数转换器会带来具有挑战性的负载条件。模数转换器通常具有高阻抗输入，以及大型且通常可变的电容元件。图 7-8 展示了 LMH6554 如何驱动超高速千兆采样 ADC ADC10D1500。LMH6554 共模电压由 ADC10D1500 设置。图 7-8 中的电路在 ADC10D1500 的差分输入端具有一个二阶带通 LC 滤波器。ADC10D1500 是一款双通道 10 位 ADC，在单通道模式下运行时的最大采样率为 3GSPS，在双通道模式下运行时为 1.5GSPS。

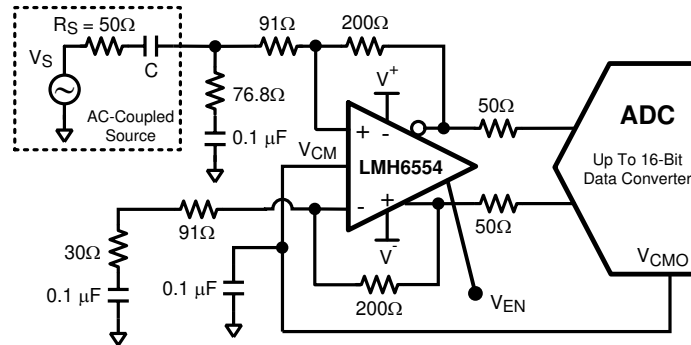


图 7-8. 驱动 10 位千兆采样 ADC

图 7-9 展示了 LMH6554 和 ADC10D1500 组合电路的 SFDR 和 SNR 性能与频率间的关系，ADC 输入信号电平为 -1dBFS。为了正确匹配 LMH6554 放大器输入端的输入阻抗，选择 R_M 来匹配 $Z_S \parallel R_T$ ，以实现适当的输入平衡。在单端转差分模式下，放大器配置为提供 2V/V 的增益。在输入信号源和放大器之间串联一个外部带通滤波器，以减少信号发生器的谐波和噪声。

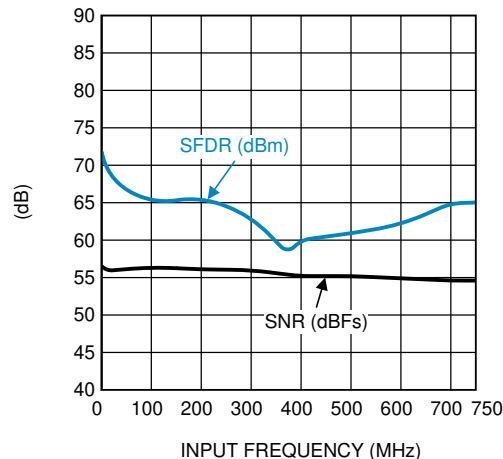


图 7-9. LMH6554/ADC10D1500 SFDR 和 SNR 性能与频率间的关系

放大器和 ADC 尽可能靠近放置。这两种器件都要求滤波器元件靠近它们。放大器需要尽可能降低输出端的寄生负载，而 ADC 对可能在输入端耦合的高频噪声很敏感。一些高性能 ADC 的输入级带宽是采样率的数倍。采样过程会使提供给输入级的所有输入信号混叠到第一奈奎斯特区域（直流到 $F_s/2$ ）。

7.2.5 输出噪声性能与测量

与基于电压反馈架构的差分放大器不同，LMH6554 内部的噪声源在输入端主要表现为电流源，因此其输入参考电压噪声较低，而输入参考电流噪声相对较高。因此，输出噪声与反馈电阻器的阻值耦合更紧密，而不像电压反馈差分放大器那样与闭环增益的耦合更紧密。这使得只需选择合适的反馈电阻器，LMH6554 就能在更高增益下运行，而不会产生显著的噪声性能损失。

图 7-10 展示了在 $50\ \Omega$ 系统中用于测量 LMH6554 噪声系数的电路配置。对于 UQFN 封装，选择 $200\ \Omega$ 的反馈电阻值，以在降低输出噪声的同时，兼顾高增益 (7V/V) 和恰当的 $50\ \Omega$ 输入端接。有关电阻器阻值和增益值的计算，请参阅 节 7.2.1.2.2。

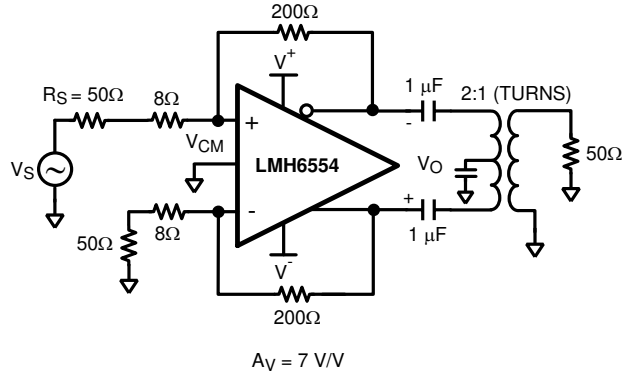


图 7-10. 噪声系数电路配置图

7.2.6 平衡电缆驱动器

LMH6554 具有高达 5.68V_{PP} 的差分输出电压摆幅，可配置为电缆驱动器。LMH6554 的设计还适用于从单端源驱动差分电缆，如图 7-11 所示。

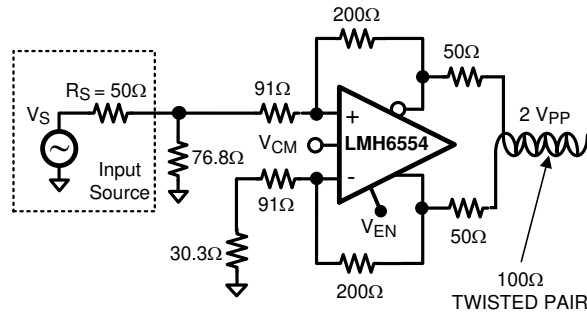


图 7-11. 全差分电缆驱动器

7.3 电源相关建议

LMH6554 可使用任意正负电源组合进行供电，只要总电源电压介于 4.7V 至 5.25V 之间即可。当输出电压设置为 $1/2 V_s$ ，且总电源电压设置为 5V 时，LMH6554 能够提供出色的性能。

如 [节 7.3.1](#) 所示的电源旁路至关重要，且电源调节精度需保持在 5% 以内或更优。

7.3.1 电源旁路

LMH6554 需要电源旁路电容器，如 [图 7-13](#) 和 [图 7-12](#) 所示。0.01 μF 和 0.1 μF 电容器应为无引线 SMT 陶瓷电容器，且与电源引脚的距离不应超过 3mm。这些电容器应使用专用接地回路平面或迹线进行星形布线，以实现出色的谐波失真性能。细迹线或小过孔会降低旁路电容器的有效性。两个图中还显示了一个连接在 V_{CM} 和 V_{EN} 引脚到接地之间的电容器。这些输入为高阻抗，可以为外部噪声源提供进入放大器的耦合路径，可能导致动态范围损失、CMRR 性能降级、平衡性能降级和失真更高。

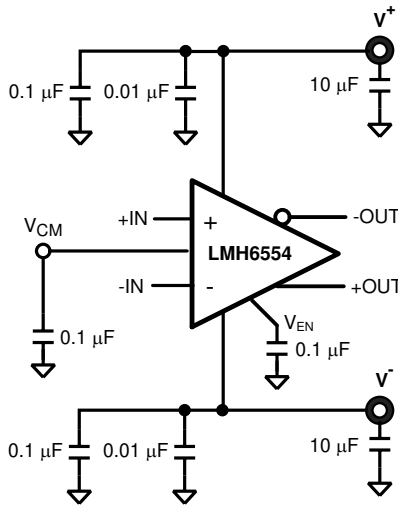


图 7-12. 双电源旁路电容器

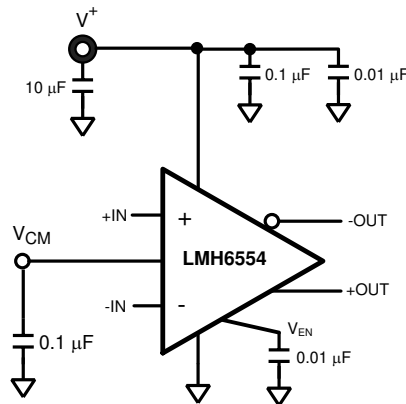


图 7-13. 单电源旁路电容器

7.4 布局

7.4.1 布局指南

LMH6554 是一款高速、高性能放大器。为了充分利用差分电路架构的优势，电路板布局和元件选型非常关键。该电路板具有低电感接地平面和旁路良好的宽电源线。外部元件必须为无引线表面贴装类型。反馈网络和输出匹配电阻器必须由短迹线和精密电阻器 (0.1%) 组成。输出匹配电阻器必须放置在离放大器以及电源旁路电容器 3mm 或 4mm 范围内。有关旁路电路布局的建议，请参阅 [7.3.1](#)。评估板可通过 [ti.com](#) 上的产品文件夹获取。

根据设计，LMH6554 对输入端的寄生电容相对不敏感。尽管如此，必须从放大器下方以及 R_F 和 R_G 下方移除接地平面和电源平面金属，以便在高频下实现出色性能。

对于任何差分信号路径，对称性都非常重要。即使是少量的不对称也会导致失真和平衡误差。

7.4.2 布局示例

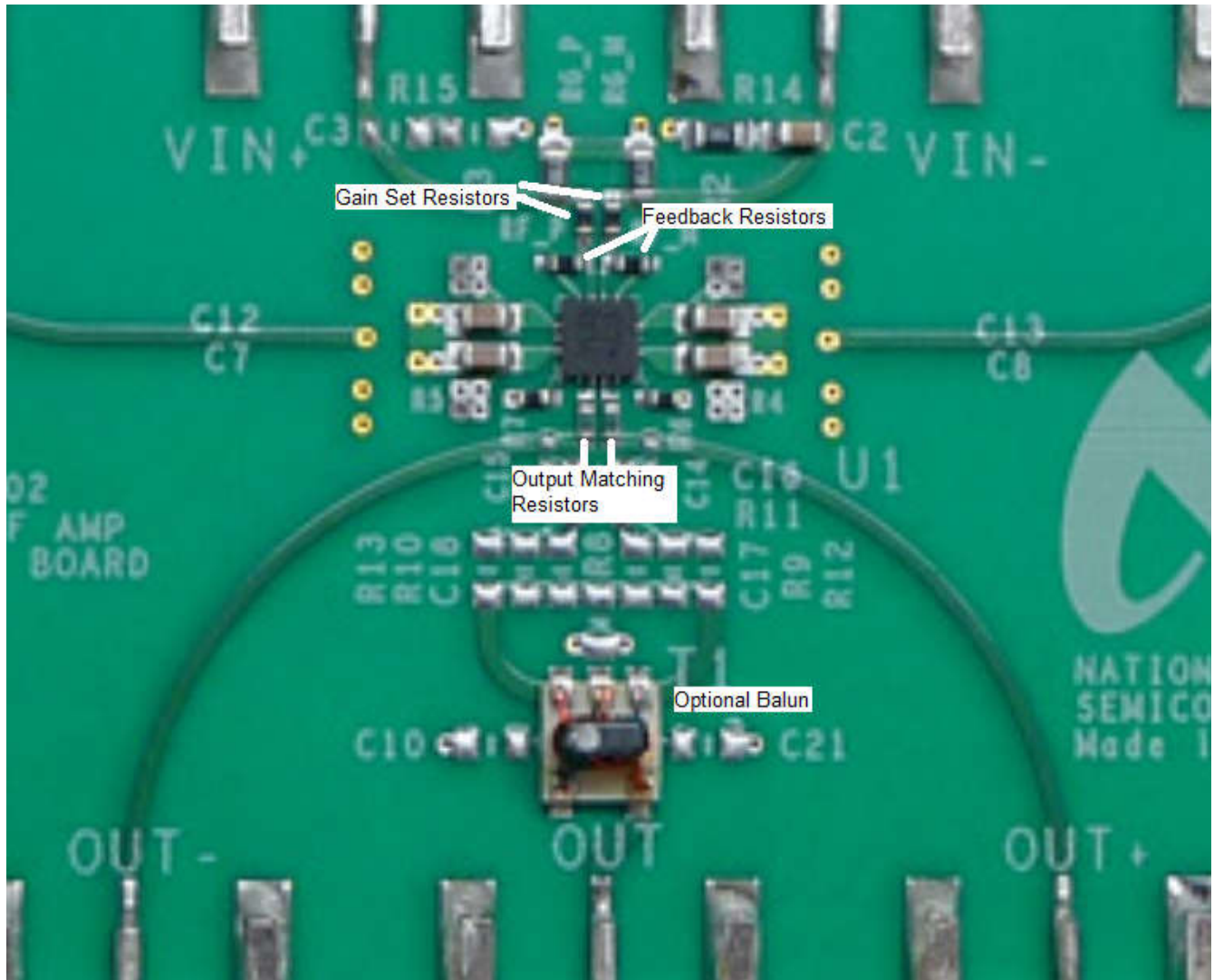


图 7-14. 布局原理图

7.4.3 功率耗散

LMH6554 专为在紧凑的 14 引线 UQFN 封装中实现出色速度和性能而优化。为了确保更大的输出驱动能力和更高的性能，未提供热关断功能。因此，确保总功率耗散不会导致结温超过 T_{JMAX} 至关重要。

可按照以下步骤确定 LMH6554 的最大功率耗散：

1. 计算静态 (空载) 功耗：

$$P_{AMP} = I_{CC} * (V_S) \quad (1)$$

其中

- $V_S = V^+ - V^-$. (如果 V_{CM} 不在电源中点，务必将流经反馈网络的任何电流也计入其中)

2. 计算每个输出级的 RMS 功耗：

$$P_D (rms) = rms((V_S - V_{+OUT}) * I_{+OUT}) + rms((V_S - V_{-OUT}) * I_{-OUT}) \quad (2)$$

其中

- V_{OUT} 和 I_{OUT} 分别为
- 在差分放大器输出引脚处测得的电压和电流，就好像它们是单端放大器一样
- V_S 总电源电压

3. 计算总 RMS 功率：

$$P_T = P_{AMP} + P_D \quad (3)$$

LMH6554 封装在给定温度下可耗散的最大功率可通过以下公式得出：

$$P_{MAX} = (150^\circ - T_{AMB}) / \theta_{JA} \quad (4)$$

其中

- T_{AMB} = 环境温度 ($^\circ\text{C}$)
- θ_{JA} = 给定封装的结至环境热阻 ($^\circ\text{C}/\text{W}$)
- 对于 14 引线 UQFN 封装， θ_{JA} 为 $60^\circ\text{C}/\text{W}$

备注

如果 V_{CM} 不为 0V，反馈网络中将存在静态电流。该电流应纳入热计算中，添加到放大器的静态功率耗散中。

7.4.4 ESD 保护

LMH6554 的所有引脚均设有静电放电 (ESD) 保护。LMH6554 可承受 2,000V 人体放电模型和 250V 机器放电模型事件。在正常工作时，ESD 二极管不会影响电路性能。但在某些情况下，ESD 二极管会显现其影响。如果在器件断电状态下，以大信号驱动 LMH6554，ESD 二极管会导通。流过 ESD 二极管的电流通过电源引脚流出芯片或流经器件内部，因此在输入引脚上施加大信号时，有可能使芯片加电。使用关断模式是一种既能节省功耗，又能防止意外运行的方法。

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

有关评估板供货情况和订购信息，请参阅 [LMH6554 产品文件夹](#)。

8.3 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

9 修订历史记录

Changes from Revision P (January 2015) to Revision Q (March 2026) Page

- 已将以下部分中禁用状态下的电源电流最大值从 570 μ A 更新为 770 μ A：电气特性：+5V 4
- 已将以下部分中极端温度下、禁用状态下的电源电流最大值从 600 μ A 更新为 850 μ A：电气特性：+5V 4

Changes from Revision O (March 2013) to Revision P (January 2015) Page

- 添加了 ESD 等级表、特性说明部分、器件功能模式、应用和实现部分、电源相关建议部分、布局部分、器件和文档支持部分以及机械、封装和可订购信息部分 1

Changes from Revision N (March 2013) to Revision O (March 2013) Page

- 将美国国家通用数据表的版面布局更改为 TI 格式 22

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。

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)
LMH6554LE/NOPB	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA
LMH6554LE/NOPB.A	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA
LMH6554LEE/NOPB	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA
LMH6554LEE/NOPB.A	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA
LMH6554LEX/NOPB	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	4500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA
LMH6554LEX/NOPB.A	Active	Production	UQFN (NHJ) 14	4500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AJA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TAPE AND REEL INFORMATION

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

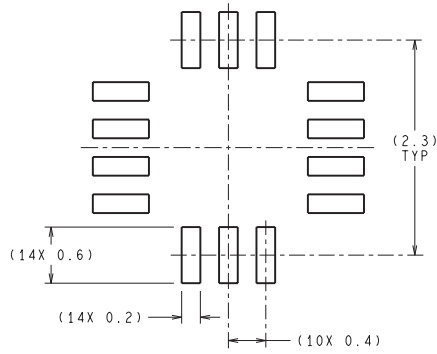
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LMH6554LE/NOPB	UQFN	NHJ	14	1000	177.8	12.4	2.8	2.8	1.0	8.0	12.0	Q1
LMH6554LEE/NOPB	UQFN	NHJ	14	250	177.8	12.4	2.8	2.8	1.0	8.0	12.0	Q1
LMH6554LEX/NOPB	UQFN	NHJ	14	4500	330.0	12.4	2.8	2.8	1.0	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

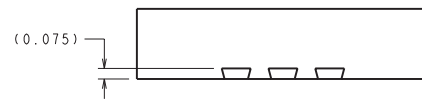

*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMH6554LE/NOPB	UQFN	NHJ	14	1000	208.0	191.0	35.0
LMH6554LEE/NOPB	UQFN	NHJ	14	250	208.0	191.0	35.0
LMH6554LEX/NOPB	UQFN	NHJ	14	4500	356.0	356.0	36.0

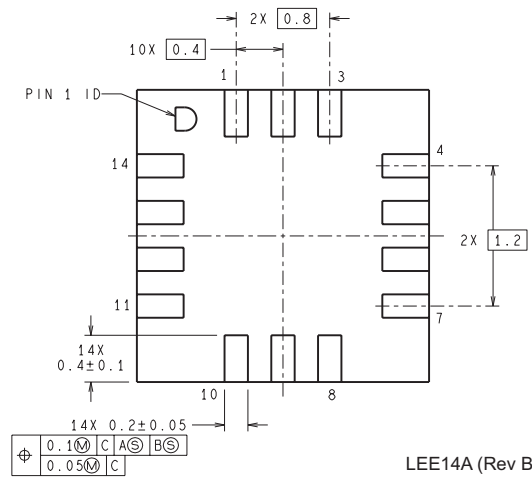
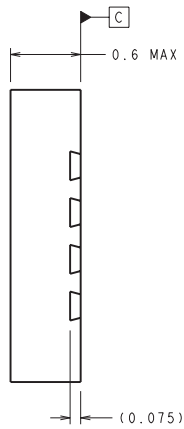
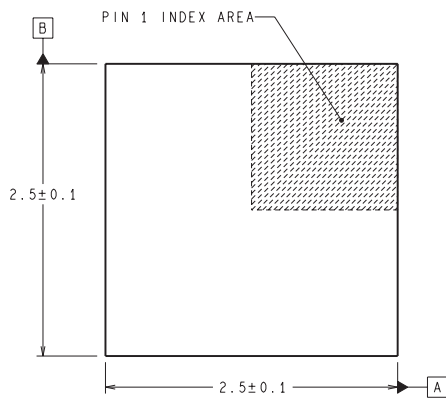
NHJ0014A



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
DIMENSION IN () FOR REFERENCE ONLY



RECOMMENDED LAND PATTERN



⊕	0.1	M	C	A	⊗	B	⊗
	0.05	M	C				

LEE14A (Rev B)

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