

精密、宽电压范围、增益可选放大器

特点

- 可通过引脚配置为差动放大器、反相放大器或同相放大器
- 直流 CMRR: 91dB (最小值, 增益 = 1)
- 交流 CMRR: 65dB (100kHz 时, 增益 = 1)
- 增益误差: 0.006% (60ppm) (最大值, 增益 = 1)
- 增益误差漂移: 1ppm/°C (最大值)
- 增益非线性: 2ppm (最大值)
- 共模电压范围: $\pm 160V$
- 宽电源电压范围: 3.3V 至 50V
- 轨到轨输出
- 电源电流: 350 μA
- 运算放大器失调电压: 60 μV (最大值)
- -3dB 带宽: 1.1MHz (增益 = 1)
- 低功耗关断: 20 μA
- 节省空间的 MSOP 和 DFN 封装

应用

- 高端或低端电流检测
- 双向宽共模范围电流检测
- 高压至低压电平转换
- 工业数据采集前端
- 隔离电路替代品
- 差分至单端转换

说明

LT[®]1997-3 将精密运算放大器与高度匹配的电阻相结合, 形成一款能够精确放大电压的单芯片解决方案。它能实现 -13 至 +14 的增益, 精度为 0.006% (60ppm), 无需使用外部元件。LT1997-3 特别适合用作差动放大器, 其出色的电阻匹配使得共模抑制比大于 91dB。

该放大器的最大输入失调电压为 60 μV , -3dB 带宽为 1.1MHz (增益 = 1)。LT1997-3 可采用 3.3V 至 50V 的任意电源电压供电, 功耗仅 350 μA 。输出摆幅典型值为任一供电轨的 100mV 范围内。

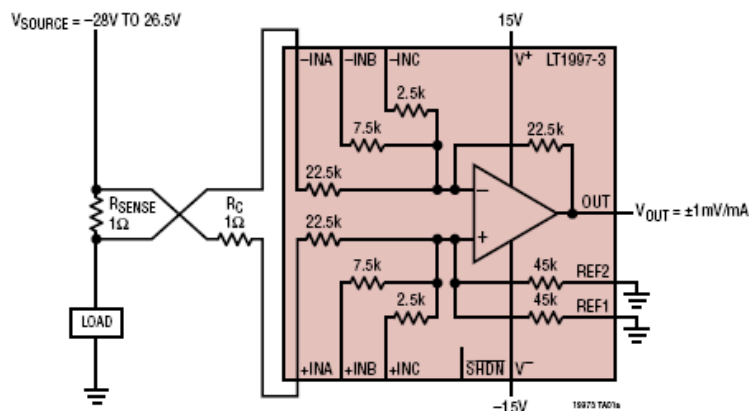
电阻在整个温度范围内都能保持良好的匹配; 匹配温度系数保证小于 1ppm/°C。电阻与电压具有极其良好的线性关系, 使得增益非线性小于 2ppm。

LT1997-3 的额定电源为 5V 和 $\pm 15V$, 额定工作温度范围为 -40°C 至 125°C, 采用节省空间的 16 引脚 MSOP 和 4mm $\times$ 4mm DFN14 封装。

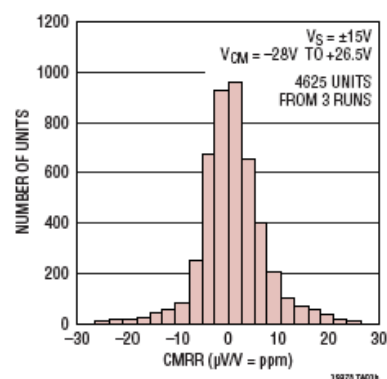
所有注册商标和商标均属各自所有人所有。

典型应用

增益 = 1 差动放大器



CMRR 的典型分布 (G = 1)



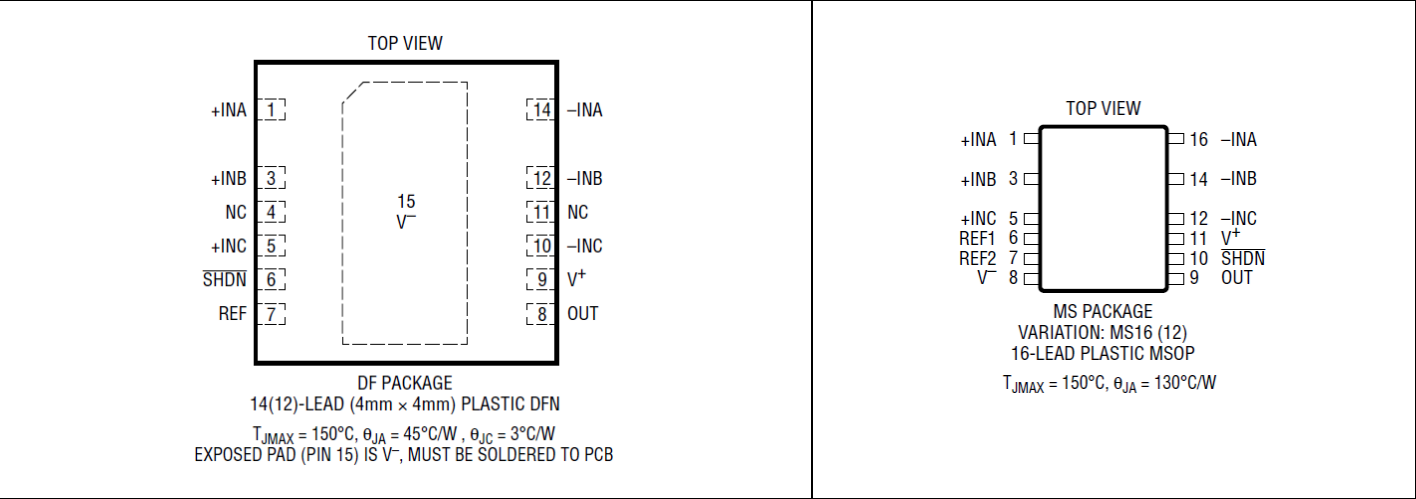
LT1997-3

绝对最大额定值 (注释 1)

电源电压 (V^+ 至 V^-) 60V
+INA、-INA (注释 2) $V^- \pm 160V$
+INB、-INB、+INC、-INC
(注释 2) ($V^- + 80V$) 至 ($V^- - 0.3V$)
REF、REF1、REF2 ($V^- + 60V$) 至 ($V^- - 0.3V$)
SHDN ($V^+ + 0.3V$) 至 ($V^- - 0.3V$)
输出电流 (连续) (注释 6) 50mA
输出短路持续时间

(注释 3) 受散热限制
温度范围 (注释 4、5)
LT1997I-3 -40 至 85°C
LT1997H-3 -40 至 125°C
最高结温 150°C
存储温度范围 -65 至 150°C
MSOP 引脚温度 (焊接, 10 秒) 300°C

引脚配置



订购信息 <http://www.linear.com/product/LT1997-3#orderinfo>

无铅表面处理	卷带和卷盘	器件标识*	封装说明	额定温度范围
LT1997IDF-3#PBF	LT1997IDF-3#TRPBF	19973	14 引脚 (4mm × 4mm) 塑料 DFN	-40°C 至 85°C
LT1997HDF-3#PBF	LT1997HDF-3#TRPBF	19973	14 引脚 (4mm × 4mm) 塑料 DFN	-40°C 至 125°C
LT1997IMS-3#PBF	LT1997IMS-3#TRPBF	19973	16 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 85°C
LT1997HMS-3#PBF	LT1997HMS-3#TRPBF	19973	16 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 125°C

*温度等级通过运输容器上的标签识别。关于具有更宽额定工作温度范围的器件，请咨询 ADI 公司市场部门。以 PBF 结尾的器件符合 RoHS 和 WEEE 标准。

有关无铅器件标识的更多信息，请访问: <http://www.linear.com/leadfree/>

有关卷带和卷盘规格的更多信息，请访问: <http://www.linear.com/tapeandree/>。

电气特性

● 表示规格适用于整个工作温度范围, I 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$, H 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 125^{\circ}\text{C}$, 其他规格的适用温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。差动放大器配置, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} = V_{\text{REF1}} = V_{\text{REF2}} = 0\text{V}$ 。 V_{CMOP} 为内部运算放大器的共模电压。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
ΔG	增益误差	$V_{\text{OUT}} = \pm 10\text{V}$ $G = 1$		± 0.001	± 0.006 ± 0.012	% %	
		$G = 3$		± 0.001	± 0.015 ± 0.02	% %	
		$G = 9$		± 0.002	± 0.03 ± 0.04	% %	
$\Delta G/\Delta T$	增益温漂（注释 6）	$V_{\text{OUT}} = \pm 10\text{V}$		± 0.2	± 1	ppm/ $^{\circ}\text{C}$	
GNL	增益非线性	$V_{\text{OUT}} = \pm 10\text{V}$		± 1	± 2 ± 3	ppm ppm	
V_{OS}	运算放大器失调电压（注释 9）	$V^{-} < V_{\text{CMOP}} < V^{+} - 1.75\text{V}$		± 20	± 60 ± 200	μV μV	
$\Delta V_{\text{OS}}/\Delta T$	运算放大器失调电压漂移（注释 6）	$V^{-} < V_{\text{CMOP}} < V^{+} - 1.75\text{V}$		± 0.5	± 1.5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
I_{B}	运算放大器输入偏置电流	$V^{-} + 0.25\text{V} < V_{\text{CMOP}} < V^{+} - 1.75\text{V}$	-5 -15	± 2	5 15	nA nA	
I_{OS}	运算放大器输入失调电流	$V^{-} + 0.25\text{V} < V_{\text{CMOP}} < V^{+} - 1.75\text{V}$	-3 -10	± 0.5	3 10	nA nA	
R_{IN}	输入阻抗（注释 8）	共模 $G = 1$		19	22.5	26	k Ω
		$G = 3$		12.6	15	17.4	k Ω
		$G = 9$		10.5	12.5	14.5	k Ω
		差分 $G = 1$		38	45	52	k Ω
		$G = 3$		12.6	15	17.4	k Ω
		$G = 9$		4.2	5	5.8	k Ω
CMRR	共模抑制比，MS16 封装	$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -28\text{V}$ 至 $+26.5\text{V}$		91 87	106	dB dB	
		$G = 3$ ， $V_{\text{CM}} = -15\text{V}$ 至 $+17.6\text{V}$		90 86	99	dB dB	
		$G = 9$ ， $V_{\text{CM}} = -15\text{V}$ 至 $+14.7\text{V}$		96 94	112	dB dB	
CMRR	共模抑制比，DF14 封装	$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -28\text{V}$ 至 $+26.5\text{V}$		91 87	101	dB dB	
		$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -90\text{V}$ 至 $+90\text{V}$ ， $+\text{INB} = -\text{INB} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{S}} = \pm 25\text{V}$		83 80	94	dB dB	
		$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -120\text{V}$ 至 $+120\text{V}$ ， $+\text{INC} = -\text{INC} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{S}} = \pm 25\text{V}$ ， $T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		81 77	91	dB dB	
		$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -160\text{V}$ 至 $+160\text{V}$ ， $+\text{INC} = -\text{INC} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{S}} = \pm 25\text{V}$ ， $T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C}$ 至 85°C		81 78	91	dB dB	
		$G = 3$ ， $V_{\text{CM}} = -15\text{V}$ 至 $+17.6\text{V}$		90 86	98	dB dB	
		$G = 9$ ， $V_{\text{CM}} = -15\text{V}$ 至 $+14.7\text{V}$		96 94	103	dB dB	
V_{CM}	输入电压范围（注释 7）	$+\text{INA}/-\text{INA}$		-30		26.5	V
		$+\text{INA}/-\text{INA}$ 、 $+\text{INC}/-\text{INC}$ 接地		-160		160	V
		$+\text{INB}/-\text{INB}$		-15		17.6	V
		$+\text{INC}/-\text{INC}$		-15		14.7	V

电气特性

● 表示规格适用于整个工作温度范围, I 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$, H 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 125^{\circ}\text{C}$, 其他规格的适用温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。差分放大器配置, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} = V_{\text{REF1}} = V_{\text{REF2}} = 0\text{V}$ 。
 V_{CMOP} 为内部运算放大器的共模电压。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
$\Delta R/R$	基准分压器匹配错误 $\frac{\Delta R}{R} = \frac{R_{\text{REF1}} - R_{\text{REF2}}}{\left(\frac{R_{\text{REF1}} + R_{\text{REF2}}}{2}\right)}$	仅提供 MS16 封装	●		± 0.001	± 0.006 ± 0.012	% %
PSRR	电源抑制比	$V_S = \pm 1.65\text{V}$ 至 $\pm 25\text{V}$, $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} =$ 中间电源电压 (注释 9)	●	114	124		dB
e_{ni}	折合到输入端噪声电压密度	$f = 1\text{kHz}$ $G = 1$ $G = 3$ $G = 9$			50 30 22		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	折合到输入端噪声电压	$f = 0.1\text{Hz}$ 至 10Hz $G = 1$ $G = 3$ $G = 9$			1.4 1 0.8		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$ $\mu\text{V}_{\text{P-P}}$ $\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
V_{OL}	输出电压摆幅低 (以 V^- 为基准)	空载 $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	● ●		100 280	150 500	mV mV
V_{OH}	输出电压摆幅高 (以 V^+ 为基准)	空载 $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	● ●		100 530	180 900	mV mV
I_{SC}	短路输出电流	50Ω 接 V^+ 50Ω 接 V^-	● ●	10 10	28 30		mA mA
SR	压摆率	$\Delta V_{\text{OUT}} = \pm 5\text{V}$	●	0.45	0.75		V/ μs
BW	小信号 -3dB 带宽	$G = 1$ $G = 3$ $G = 9$			1100 700 300		kHz kHz kHz
t_s	建立时间	$G = 1$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ $G = 3$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ $G = 9$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$			14.6 95 13.6 29 13.8 29		μs μs μs μs μs μs
V_S	电源电压		●	3 3.3		50 50	V V
t_{ON}	开启时间				16		μs
V_{IL}	SHDN输入逻辑低电平 (以 V^+ 为基准)		●			-2.5	V
V_{IH}	SHDN输入逻辑高电平 (以 V^+ 为基准)		●	-1.2			V
I_{SHDN}	SHDN引脚电流		●		-10	-15	μA
I_S	电源电流	运行, $V_{\text{SHDN}} \geq V^+ - 1.2\text{V}$ 运行, $V_{\text{SHDN}} \geq V^+ - 1.2\text{V}$ 关断, $V_{\text{SHDN}} \leq V^+ - 2.5\text{V}$ 关断, $V_{\text{SHDN}} \leq V^+ - 2.5\text{V}$	● ● ● ●		350 20	400 600 25 70	μA μA μA μA

电气特性 • 表示规格适用于整个工作温度范围, I 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$, H 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 125^{\circ}\text{C}$, 其他规格的适用温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。差分放大器配置, $V^+ = 5\text{V}$, $V^- = 0\text{V}$, $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} = V_{\text{REF1}} = V_{\text{REF2}} =$ 中间电源电压。 V_{CMOP} 为内部运算放大器的共模电压。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
ΔG	增益误差	$V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ 至 4V $G = 1$	●		± 0.001	± 0.006 ± 0.012	% %
		$G = 3$	●		± 0.001	± 0.015 ± 0.02	% %
		$G = 9$	●		± 0.002	± 0.03 ± 0.04	% %
$\Delta G/\Delta T$	增益温漂（注释 6）	$V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ 至 4V	●		± 0.2	± 1	ppm/°C
GNL	增益非线性	$V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ 至 4V			± 1		ppm
V_{OS}	运算放大器失调电压（注释 9）	$V^- < V_{\text{CMOP}} < V^+ - 1.75\text{V}$	●		± 20	± 60 ± 200	μV μV
$\Delta V_{\text{OS}}/\Delta T$	运算放大器失调电压漂移（注释 6）	$V^- < V_{\text{CMOP}} < V^+ - 1.75\text{V}$	●		± 0.5	± 1.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{B}	运算放大器输入偏置电流	$V^- + 0.25\text{V} < V_{\text{CMOP}} < V^+ - 1.75\text{V}$	●	-5 -15	± 2	5 15	nA nA
I_{OS}	运算放大器输入失调电流	$V^- + 0.25\text{V} < V_{\text{CMOP}} < V^+ - 1.75\text{V}$	●	-3 -10	± 0.5	3 10	nA nA
R_{IN}	输入阻抗（注释 8）	共模					
		$G = 1$	●	19	22.5	26	k Ω
		$G = 3$	●	12.6	15	17.4	k Ω
		$G = 9$	●	10.5	12.5	14.5	k Ω
		差分					
		$G = 1$	●	38	45	52	k Ω
	$G = 3$	●	12.6	15	17.4	k Ω	
	$G = 9$	●	4.2	5	5.8	k Ω	
CMRR	共模抑制比，MS16 封装	$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -2.5\text{V}$ 至 $+4.0\text{V}$	●	90 88	100		dB dB
		$G = 3$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $+3.5\text{V}$	●	90 87	103		dB dB
		$G = 9$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $+3.3\text{V}$	●	96 94	108		dB dB
CMRR	共模抑制比，DF14 封装	$G = 1$ ， $V_{\text{CM}} = -2.5\text{V}$ 至 $+4.0\text{V}$	●	90 88	96		dB dB
		$G = 3$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $+3.5\text{V}$	●	90 87	101		dB dB
		$G = 9$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $+3.3\text{V}$	●	96 94	107		dB dB
$\Delta R/R$	基准分压器匹配错误 $\frac{\Delta R}{R} = \left(\frac{R_{\text{REF1}} - R_{\text{REF2}}}{\frac{R_{\text{REF1}} + R_{\text{REF2}}}{2}} \right)$	仅提供 MS16 封装	●		± 0.001	± 0.006 ± 0.012	% %
PSRR	电源抑制比	$V_{\text{S}} = \pm 1.65\text{V}$ 至 $\pm 25\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} =$ 中间电源电压（注释 9）	●	114	124		dB
e_{ni}	折合到输入端噪声电压密度	$f = 1\text{kHz}$					
		$G = 1$			50		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$G = 3$			30		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$G = 9$			22		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

电气特性

• 表示规格适用于整个工作温度范围, I 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$, H 级器件为 $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 125^{\circ}\text{C}$, 其他规格的适用温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。差动放大器配置, $V^+ = 5\text{V}$, $V^- = 0\text{V}$, $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} = V_{\text{REF1}} = V_{\text{REF2}} =$ 中间电源电压。 V_{CMOP} 为内部运算放大器的共模电压。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	折合到输入端噪声电压	$f = 0.1\text{Hz}$ 至 10Hz $G = 1$ $G = 3$ $G = 9$		1.4 1 0.8		$\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ $\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ $\mu\text{V}_{\text{p-p}}$
V_{OL}	输出电压摆幅低 (以 V^- 为基准)	空载 $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	•	15 280	50 500	mV mV
V_{OH}	输出电压摆幅高 (以 V^+ 为基准)	空载 $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	• •	15 450	50 800	mV mV
I_{SC}	短路输出电流	50Ω 接 V^+ 50Ω 接 V^-	• •	10 10	27 25	mA mA
SR	压摆率	$\Delta V_{\text{OUT}} = 3\text{V}$	•	0.45	0.75	V/ μs
BW	小信号 -3dB 带宽	$G = 1$ $G = 3$ $G = 9$		1100 700 300		kHz kHz kHz
t_s	建立时间	$G = 1$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ $G = 3$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ $G = 9$ 0.1%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ 0.01%, $\Delta V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$		5.4 91 6 21 7 36		μs μs μs μs μs μs
V_s	电源电压		•	3 3.3	50 50	V V
t_{ON}	开启时间			22		μs
V_{IL}	SHDN 输入逻辑低电平 (以 V^+ 为基准)		•		-2.5	V
V_{IH}	SHDN 输入逻辑高电平 (以 V^+ 为基准)		•	-1.2		V
I_{SHDN}	SHDN 引脚电流		•	-10	-15	μA
I_s	电源电流	运行, $V_{\text{SHDN}} \geq V^+ - 1.2\text{V}$ 运行, $V_{\text{SHDN}} \geq V^+ - 1.2\text{V}$ 关断, $V_{\text{SHDN}} \leq V^+ - 2.5\text{V}$ 关断, $V_{\text{SHDN}} \leq V^+ - 2.5\text{V}$	• • • •	330 525 15 40	370 525 20 40	μA μA μA μA

注释 1: 注意, 超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。在任何绝对最大额定值条件下长期工作会影响器件的可靠性和使用寿命。

注释 2: 将 $+ \text{INA}/- \text{INA}$ 引脚连接到 $\pm 160\text{V}$ 且将 $+ \text{INB}/- \text{INB}/+ \text{INC}/- \text{INC}$ 引脚连接到 $+80\text{V}$ 时, 需要考虑其他因素, 详情参见本数据手册“应用信息”部分中的“共模电压范围”和“高共模电压差动放大器”。

注释 3: 为使结温始终低于绝对最大值, 可能需要使用散热器。这取决于电源、输入电压和输出电流。

注释 4: LT1997I-3 的保证工作温度范围为 -40°C 至 85°C 。LT1997H-3 的保证工作温度范围为 -40°C 至 125°C 。

注释 5: LT1997I-3 在 -40°C 至 85°C 的温度范围内保证达到额定性能。LT1997H-3 在 -40°C 至 125°C 的温度范围内保证达到额定性能。

注释 6: 此参数未经 100% 测试。

注释 7: 输入电压范围通过设计以及与 $\pm 15\text{V}$ CMRR 测试的相关性来保证。表中的额定输入电压范围数值保证内部运算放大器在其正常工作区间内工作。如果内部运算放大器在其 Over-The-Top® 工作区间内工作, 则输入电压范围可以显著提高。请参见“应用信息”部分中的“共模电压范围”以确定各种工作条件下的有效输入电压范围。

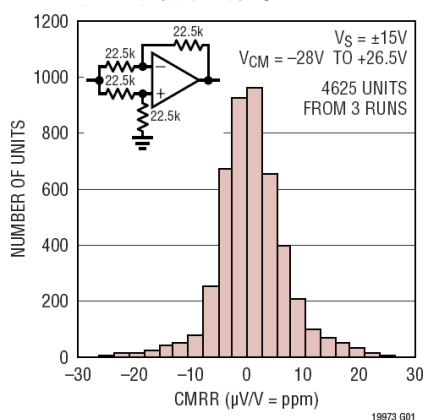
注释 8: 输入阻抗通过直接测量以及与 CMRR 和增益误差测试的相关性的组合来测试。

注释 9: 失调电压、失调电压漂移和 PSRR 参照内部运算放大器来定义。输出失调可通过如下方法计算。在平衡源电阻的情况下, $V_{\text{OS,OUT}} = (V_{\text{OS}} \cdot \text{NOISEGAIN}) + (I_{\text{OS}} \cdot 22.5\text{k}) + (I_{\text{B}} \cdot 22.5\text{k} \cdot (1 - R_{\text{P}}/R_{\text{N}}))$, 其中 R_{P} 和 R_{N} 分别为运算放大器正极和负极的总电阻。

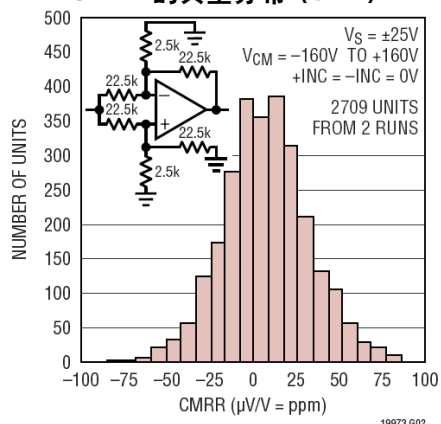
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

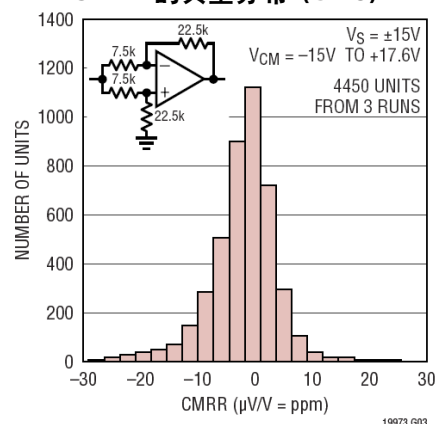
CMRR 的典型分布 ($G = 1$)



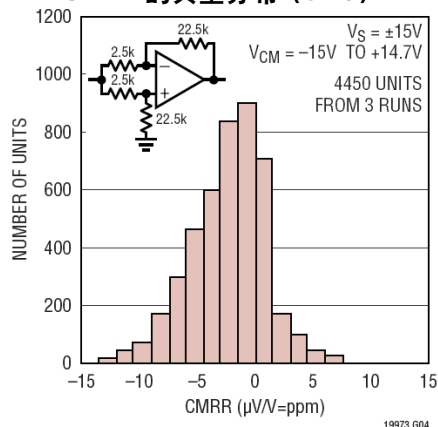
CMRR 的典型分布 ($G = 1$)



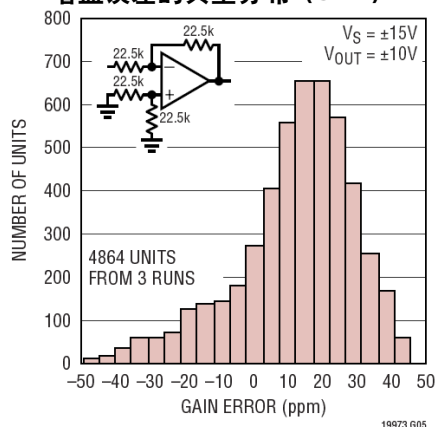
CMRR 的典型分布 ($G = 3$)



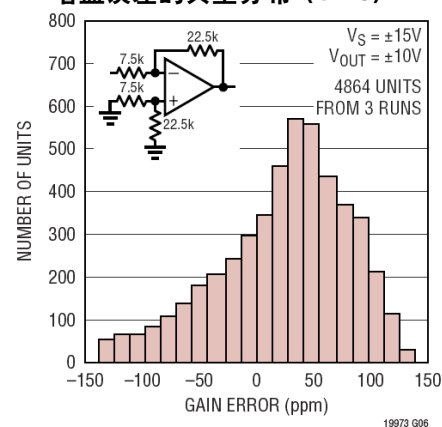
CMRR 的典型分布 ($G = 9$)



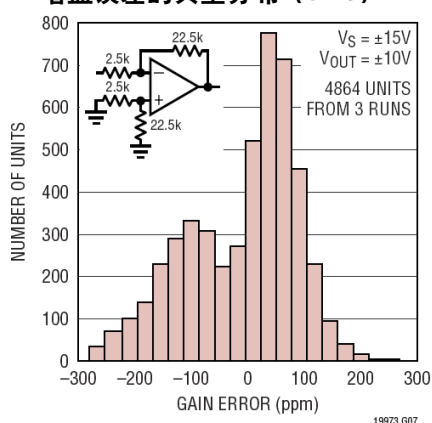
增益误差的典型分布 ($G = 1$)



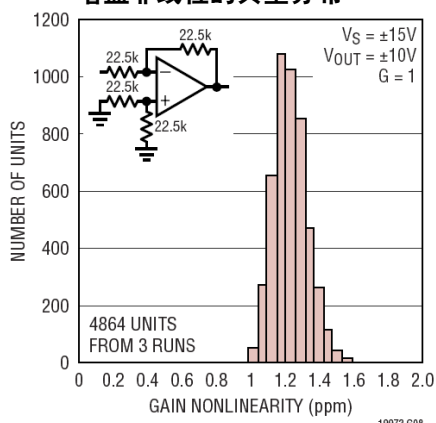
增益误差的典型分布 ($G = 3$)



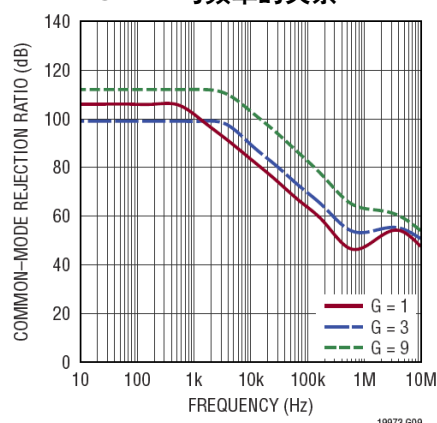
增益误差的典型分布 ($G = 9$)



增益非线性的典型分布

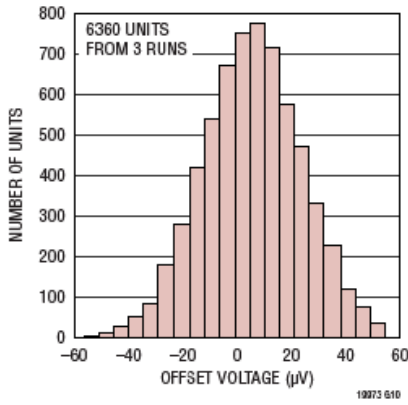


CMRR 与频率的关系

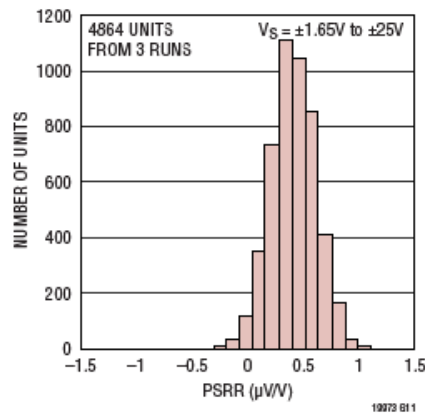


典型性能参数 除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

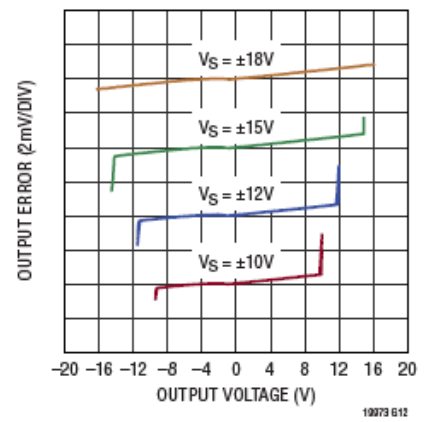
运算放大器失调电压的典型分布



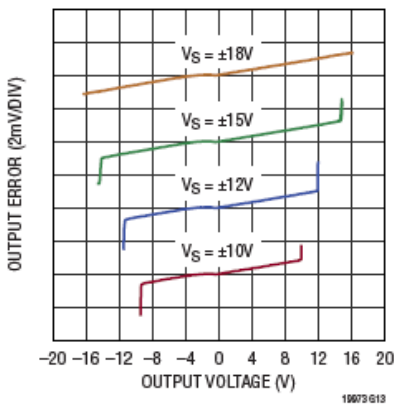
运算放大器 PSRR 的典型分布



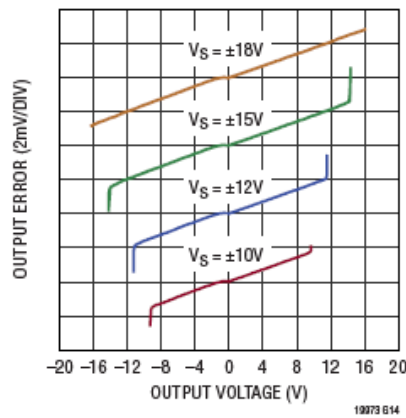
$R_L = 10\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 1$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



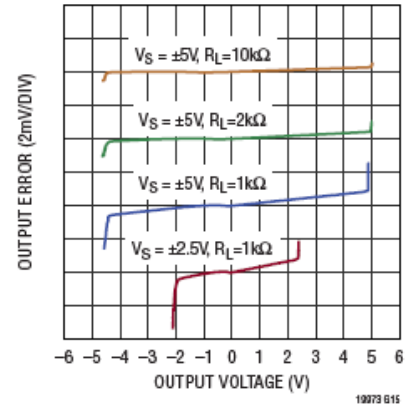
$R_L = 5\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 1$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



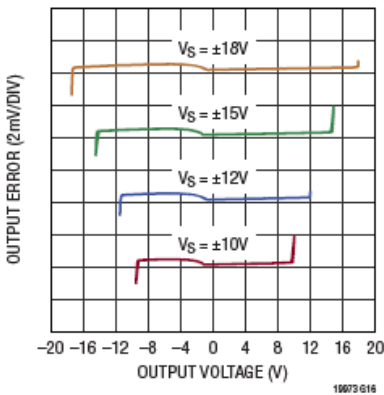
$R_L = 2\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 1$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



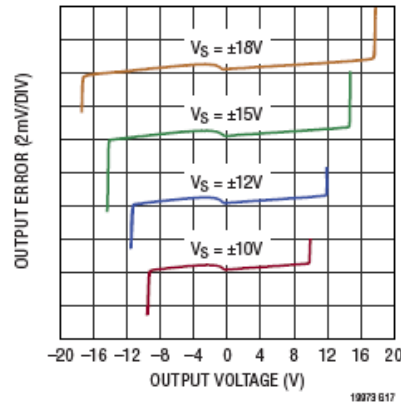
低电源电压下的典型增益误差, $G = 1$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



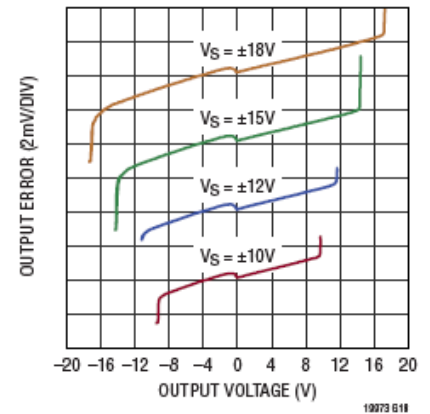
$R_L = 10\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 3$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



$R_L = 5\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 3$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



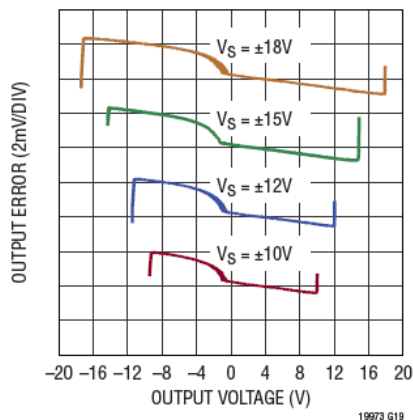
$R_L = 2\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 3$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



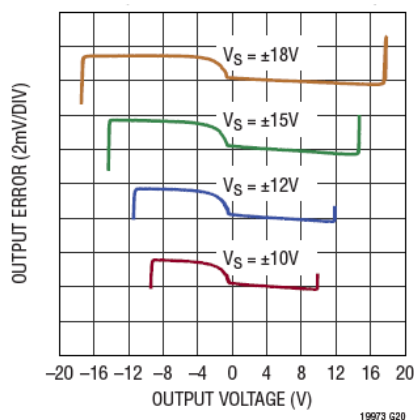
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

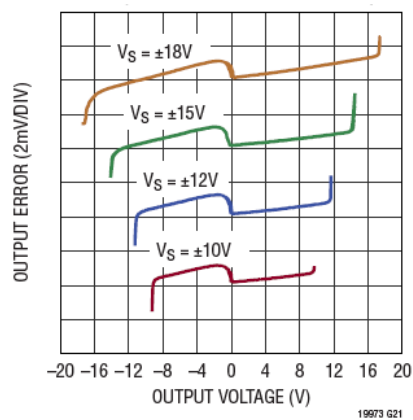
$R_L = 10\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 9$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



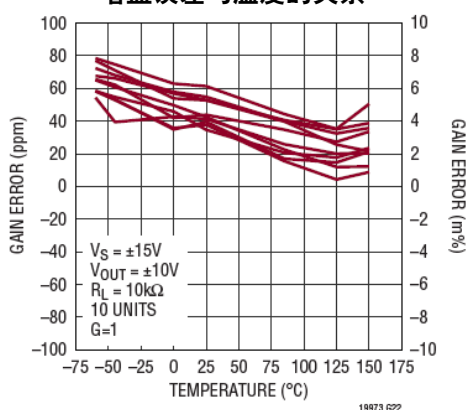
$R_L = 5\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 9$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



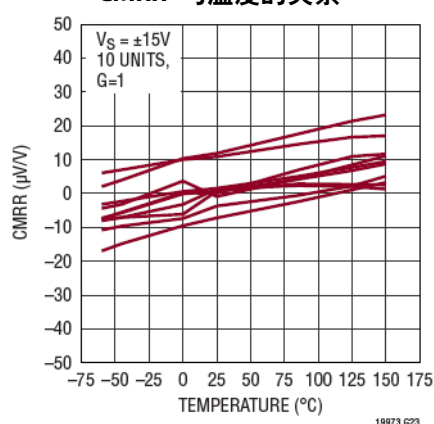
$R_L = 2\text{k}\Omega$ 的典型增益误差, $G = 9$
(为了清晰起见, 曲线有所偏移)



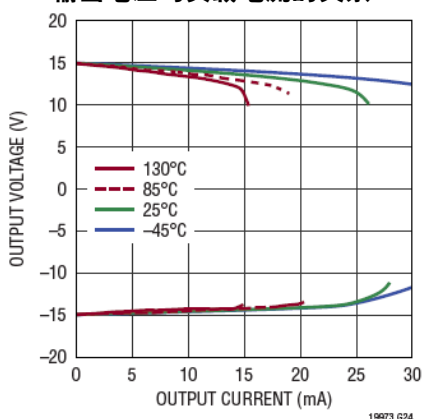
增益误差与温度的关系



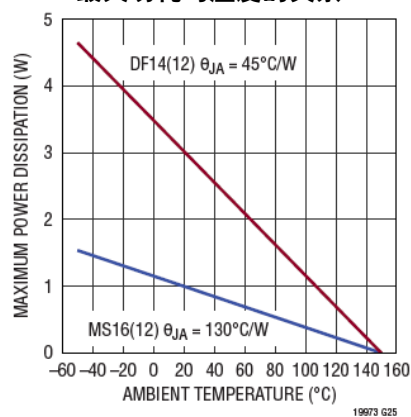
CMRR 与温度的关系



输出电压与负载电流的关系



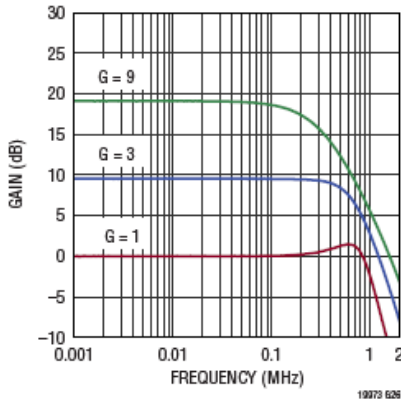
最大功耗与温度的关系



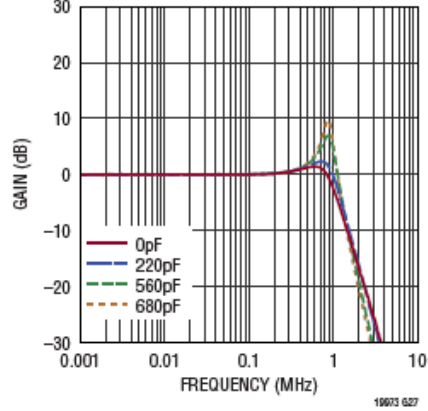
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

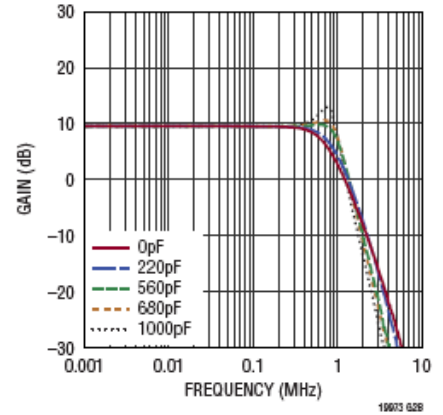
增益与频率的关系



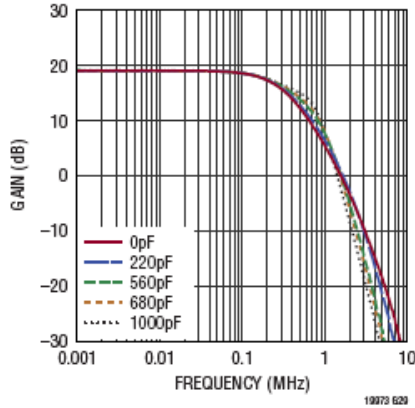
频率响应与容性负载的关系 ($G = 1$)



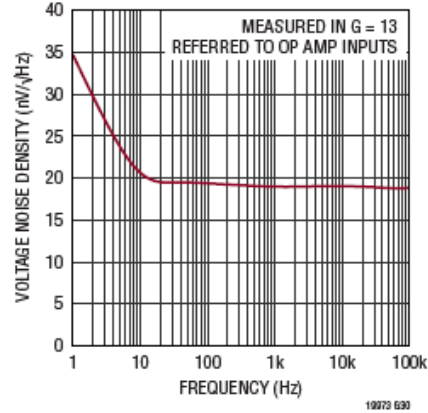
频率响应与容性负载的关系 ($G = 3$)



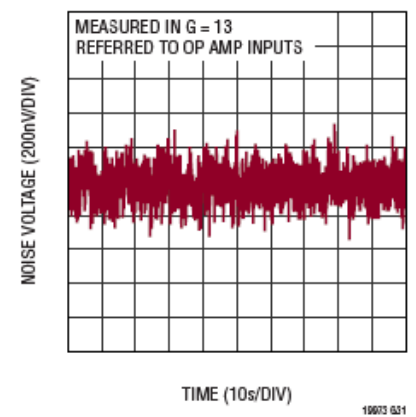
频率响应与容性负载的关系 ($G = 9$)



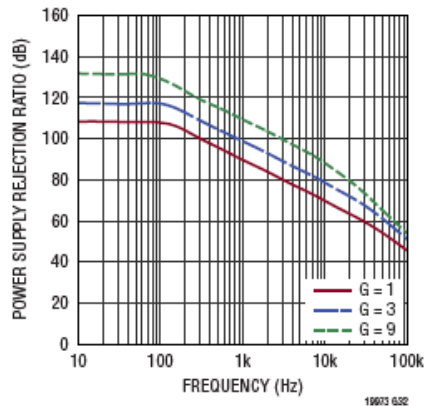
运算放大器噪声密度与频率的关系



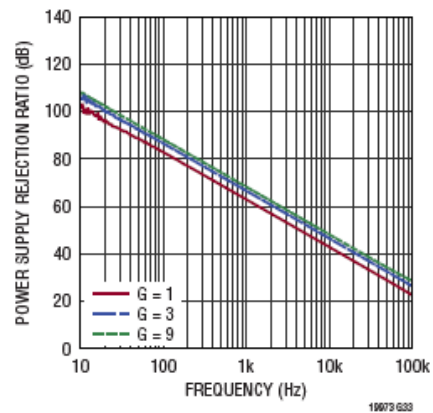
0.1Hz 至 10Hz 噪声



正 PSRR 与频率的关系



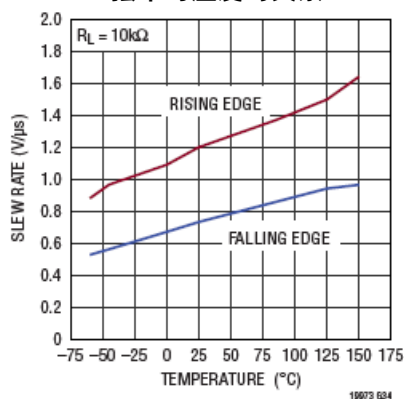
负 PSRR 与频率的关系



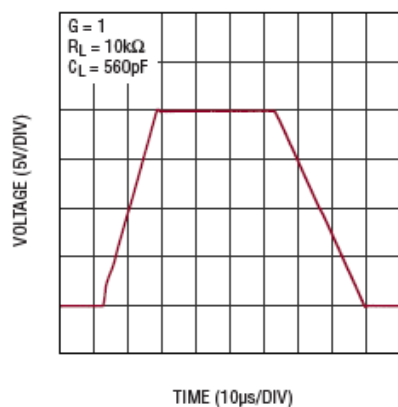
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

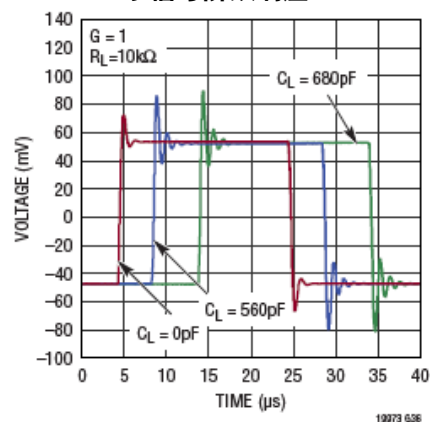
压摆率与温度的关系



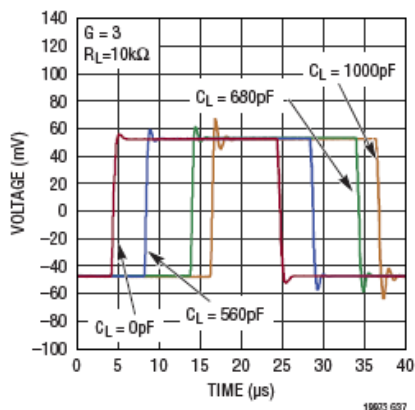
大信号阶跃响应



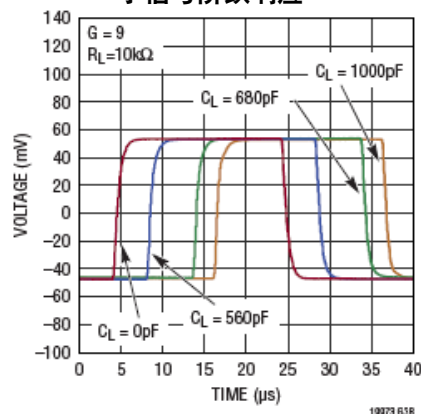
小信号阶跃响应



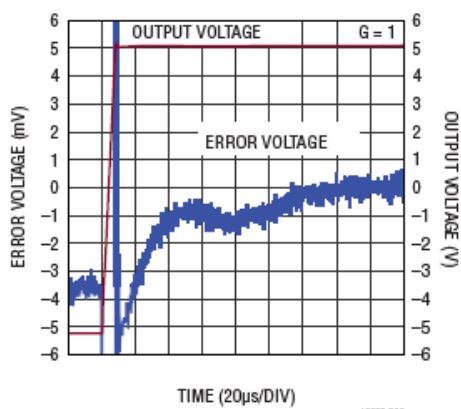
小信号阶跃响应



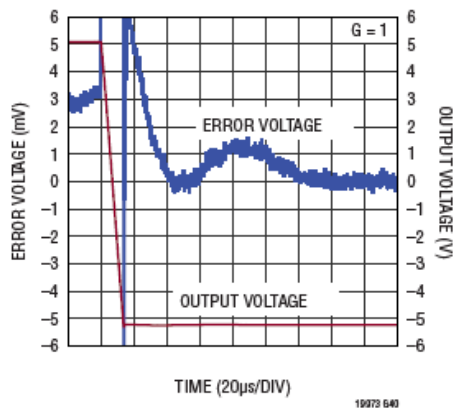
小信号阶跃响应



建立时间

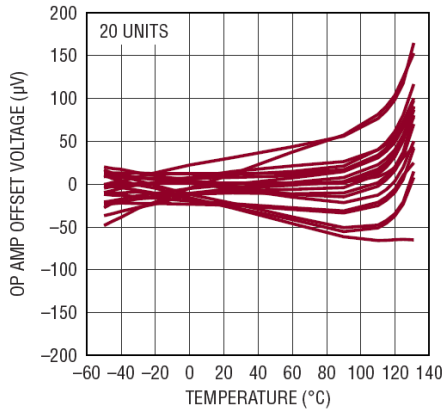


建立时间

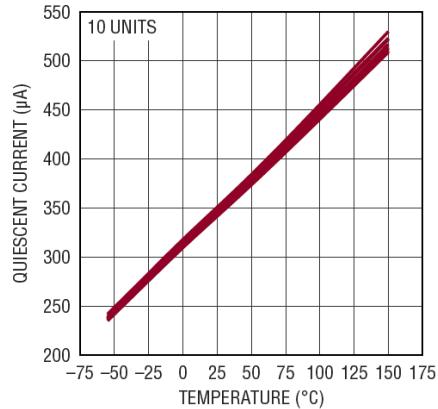


典型性能参数 除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, 差动放大器配置。

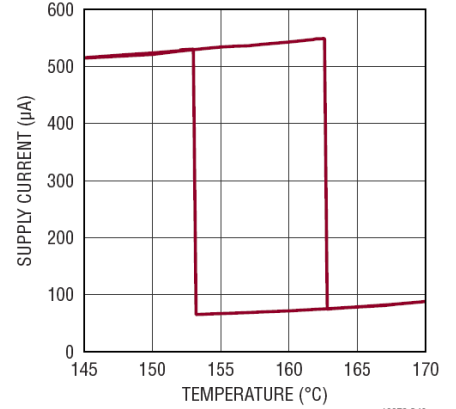
运算放大器失调电压与温度的关系



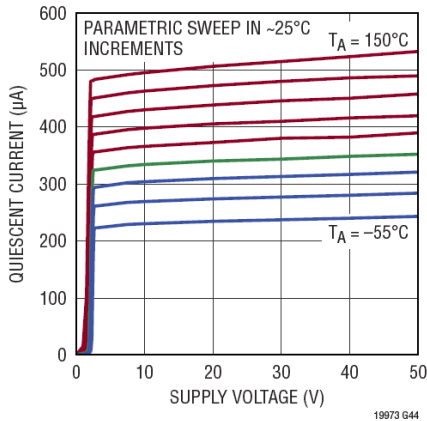
静态电流与温度的关系



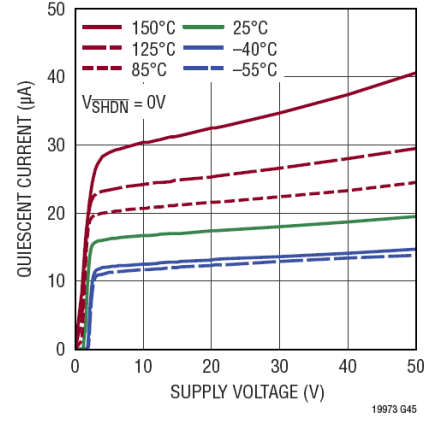
热关断与迟滞的关系



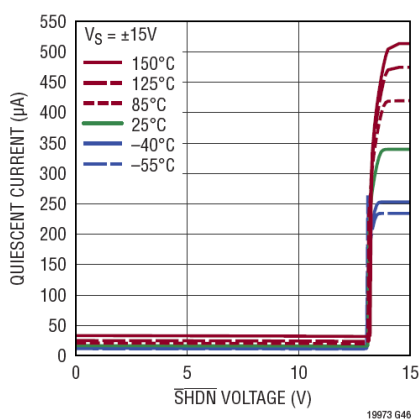
静态电流与电源电压的关系



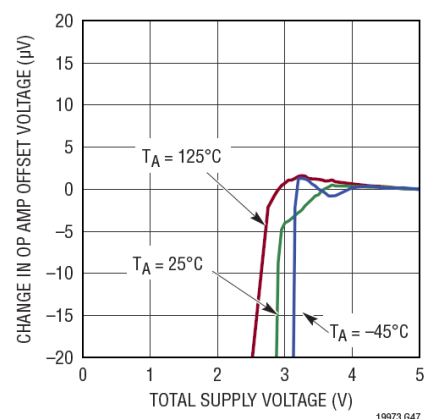
关断静态电流与电源电压的关系



静态电流与 SHDN 电压的关系



最小电源电压



引脚功能 (DFN/MSOP)

V⁺ (引脚 9/引脚 11) : 正电源引脚。

V⁻ (裸露焊盘引脚 15/引脚 8) : 负电源引脚。

OUT (引脚 8/引脚 9) : 输出引脚。

+INA (引脚 1/引脚 1) : 同相 1 倍增益输入引脚。将 22.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的同相输入。

+INB (引脚 3/引脚 3) : 同相 3 倍增益输入引脚。将 7.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的同相输入。

+INC (引脚 5/引脚 5) : 同相 9 倍增益输入引脚。将 2.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的同相输入。

-INA (引脚 14/引脚 16) : 反相 1 倍增益输入引脚。将 22.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的反相输入。

-INB (引脚 12/引脚 14) : 反相 3 倍增益输入引脚。将 7.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的反相输入。

-INC (引脚 10/引脚 12) : 反相 9 倍增益输入引脚。将 2.5k 内部电阻连接到内部运算放大器的反相输入。

REF (引脚 7/NA) : 基准电压源输入引脚。设置输入间差值为零时的输出电平。

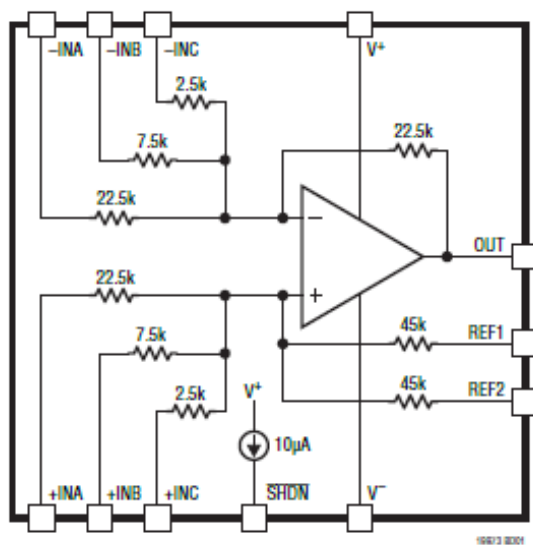
REF1 (NA/引脚 6) : 基准电压源 1 输入引脚。同 REF2 一起设置输入间差值为零时的输出电平。

REF2 (NA/引脚 7) : 基准电压源 2 输入引脚。同 REF1 一起设置输入间差值为零时的输出电平。

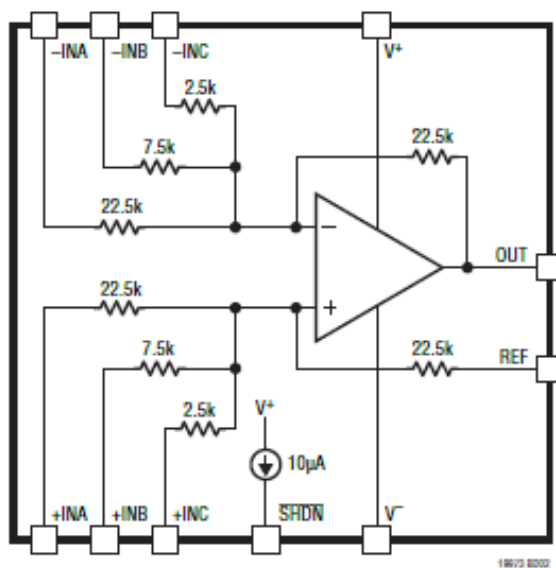
SHDN (引脚 6/引脚 10) : 关断引脚。当此引脚连接到 V⁺ 或浮空时, 放大器处于运行状态。将此引脚拉低至 V⁺ 以下 >2.5V 时, 放大器进入低功耗状态。

框图

MSOP



DFN



应用信息

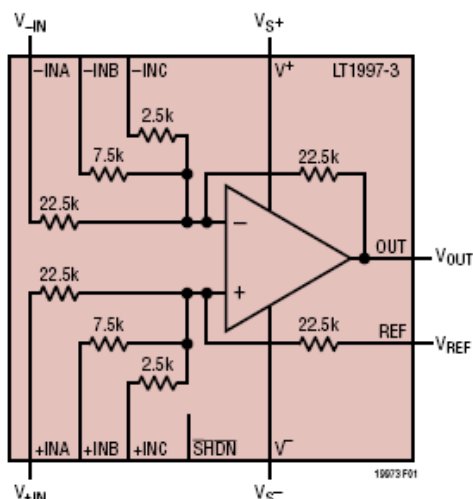


图 1. 双电源供电的差动放大器 (增益 = 1)

引言

LT1997-3 是一款精密高压通用运算放大器，与一个高度匹配的电网络相结合。它可以轻松配置为许多不同的经典增益电路，无需添加外部元件。本数据手册中有几页简单电路，说明了 LT1997-3 非常易于使用。它既可配置为差动放大器（图 1），也可配置为反相（图 7）和同相（图 3）单端放大器。LT1997-3 将电阻和运算放大器结合在一个小型封装中，从而节省电路板空间并降低复杂性。利用 LT1997-3 可以轻松构建高精度测量电路。这些电路可以根据特定测量应用进行定制。

共模电压范围

LT1997-3 的共模电压范围由 LT1997-3 输入引脚允许的电压范围和内部运算放大器的输入电压范围设置。

LT1997-3 的内部运算放大器有 2 个工作区间：

a) 如果内部运算放大器输入端的共模电压 (V_{CMOP}) 介于 V^- 和 $V^+ - 1.75V$ 之间，则运算放大器工作在正常区间；b) 如果 V_{CMOP} 介于 $V^+ - 1.75V$ 和 $V^+ + 76V$ 之间，则运算放大器仍会工作，但处于性能下降的 Over-The-Top (OTT) 区间（更多信息参见本数据手册中的“Over-The-Top 运行”部分）。

如果内部运算放大器输入端的共模电压 (V_{CMOP}) 低于 V^- ，则 LT1997-3 无法正常工作，但只要 V_{CMOP} 大于 $V^- - 25V$ 且 LT1997-3 的结温不超过 $150^\circ C$ ，那么器件就不会受损。

LT1997-3 输入引脚允许的电压范围如下：任何情况下，+INA 和 -INA 输入引脚的电压不得高于 $V^+ + 160V$ 或低于 $V^- - 160V$ ；+INB、-INB、+INC 和 -INC 输入引脚的电压不应低于 $V^- - 0.3V$ 或高于 $V^+ + 80V$ 。

内部运算放大器输入端的共模电压 (V_{CMOP}) 由引脚 +INA、+INB、+INC 和 REF 上的电压决定（参见“计算输入电压范围”部分）。此条件为真的前提是内部运算放大器的输出没有被削波，并且反馈将内部运算放大器的输入保持在相同电压。

除了上述限制，还应选择适当的放大器共模输入电压，使得输入电阻不会消耗太多功率。22.5k 电阻消耗的功率必须小于 1.5W。7.5k 电阻的功耗必须小于 0.5W，2.5k 电阻必须小于 0.165W。对于大多数应用，在达到电阻功耗限制之前就会达到引脚电压限制。

计算输入电压范围

图 2 显示了差动放大器一般情况下的 LT1997-3，输入短路以计算共模电压。 R_F 和 R_G 的值取决于正输入和 REF 引脚的连接方式。

应用信息

通过叠加可以得到：

$$V_{CMOP} = V_{EXT} \cdot \frac{R_F}{R_F + R_G} + V_{REF} \cdot \frac{R_G}{R_F + R_G}$$

或者求解 V_{EXT} ：

$$V_{EXT} = V_{CMOP} \cdot \left(1 + \frac{R_G}{R_F}\right) - V_{REF} \cdot \frac{R_G}{R_F}$$

但有效 V_{CMOP} 电压是有限制的，高端为 $V_{S+} - 1.75V$ ($V_{S-} + 76V$ OTT)，低端为 V_{S-} ，因此：

$$MAX V_{EXT} = (V_{S+} - 1.75) \cdot \left(1 + \frac{R_G}{R_F}\right) - V_{REF} \cdot \frac{R_G}{R_F}$$

和

$$MIN V_{EXT} = (V_{S-}) \cdot \left(1 + \frac{R_G}{R_F}\right) - V_{REF} \cdot \frac{R_G}{R_F}$$

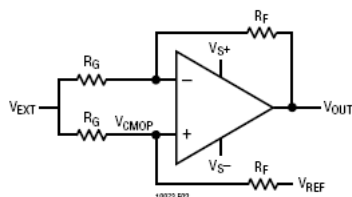


图 2. 计算共模输入电压范围

超过 $MAX V_{EXT}$ 限值将使放大器转变到 Over-The-Top 区间。Over-The-Top 区间的最大输入电压为：

$$MAX V_{EXTOTT} = (V_{S-} + 76) \cdot \left(1 + \frac{R_G}{R_F}\right) - V_{REF} \cdot \frac{R_G}{R_F}$$

请注意，输入电压范围的上述 MAX 和 MIN 值不应超过先前规定的 LT1997-3 输入引脚允许的电压范围。

负输入不受内部运算放大器共模范围 (V_{CMOP}) 的限制，因为其不受此影响。

负输入受放大器输出摆幅的限制（还有一个显然的限制，即输入引脚的允许电压范围）。

Over-The-Top 运行

当 LT1997-3 内部运算放大器的输入共模电压 (V_{CMOP}) 偏置到接近或高于 V^+ 电源时，运算放大器工作在 Over-The-Top (OTT) 区间。运算放大器仍会工作，输入共模电压最高可以比 V^- 高 76V（无论正电源电压 V^+ 是多少），但其性能会下降。运算放大器的输入偏置电流从 $\pm 2nA$ 以下变为 $14\mu A$ 。运算放大器的输入失调电流上升至 $\pm 50nA$ ，这使输出失调电压增加 $\pm 1.1mV$ 。

此外，在 Over-The-Top 区间工作时，差分输入阻抗从正常运行时的 $1M\Omega$ 降至 Over-The-Top 运行时的约 $3.7k\Omega$ 。此电阻出现在内部运算放大器的求和节点上，会增加噪声和失调并降低速度。根据增益设置，噪声和失调将增加 75% 到 450%。带宽将减少 2 倍至 5.5 倍。有关 Over-The-Top 运行的更多信息，请参阅 LT6015 数据手册。

经典同相放大器：高输入阻抗

LT1997-3 实现的一种常见运算放大器配置是同相放大器。图 3 上方是教科书中对该电路的表示图。LT1997-3 显示在下方，配置的精密增益为 5.5。同相运算放大器配置的优势之一是输入阻抗非常高。LT1997-3 保持了这一优势。LT1997-3 在同相配置中可以实现大量增益。这种高阻抗输入同相增益配置的完整列表如表 1 所示。其中很多也以示意图形式呈现在图 4 中。请注意，正输入的连接使得内部运算放大器的正输入和负输入看到的源阻抗相等，这样可以最大限度地降低运算放大器输入偏置电流引起的失调电压。同相配置中的噪声增益和放大器增益是相同的。

应用信息

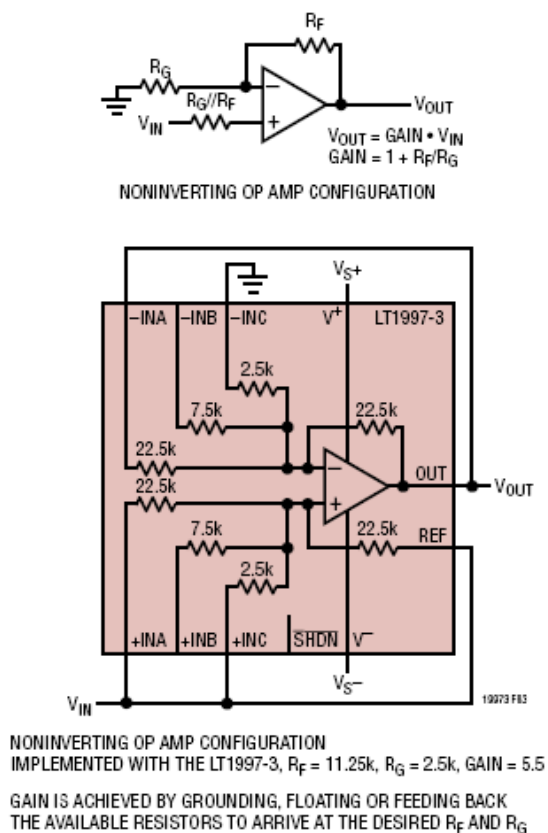


图 3. LT1997-3 配置为同相运算放大器

表 1. 配置负引脚以实现同相增益。正输入的驱动如图 4 中的示例所示

增益	负输入连接		
	-INA	-INB	-INC
1	V_{OUT}	V_{OUT}	V_{OUT}
1.077	GND	V_{OUT}	V_{OUT}
1.1	GND	开路	V_{OUT}
1.25	GND	V_{OUT}	开路
1.273	V_{OUT}	GND	V_{OUT}
1.3	开路	GND	V_{OUT}
1.4	GND	GND	V_{OUT}
2	GND	开路	开路
2.5	V_{OUT}	GND	开路
2.8	V_{OUT}	V_{OUT}	GND
3.25	开路	V_{OUT}	GND
3.5	GND	V_{OUT}	GND
4	开路	GND	开路
5	GND	GND	开路
5.5	V_{OUT}	开路	GND
7	V_{OUT}	GND	GND
10	开路	开路	GND
11	GND	开路	GND
13	开路	GND	GND
14	GND	GND	GND

应用信息

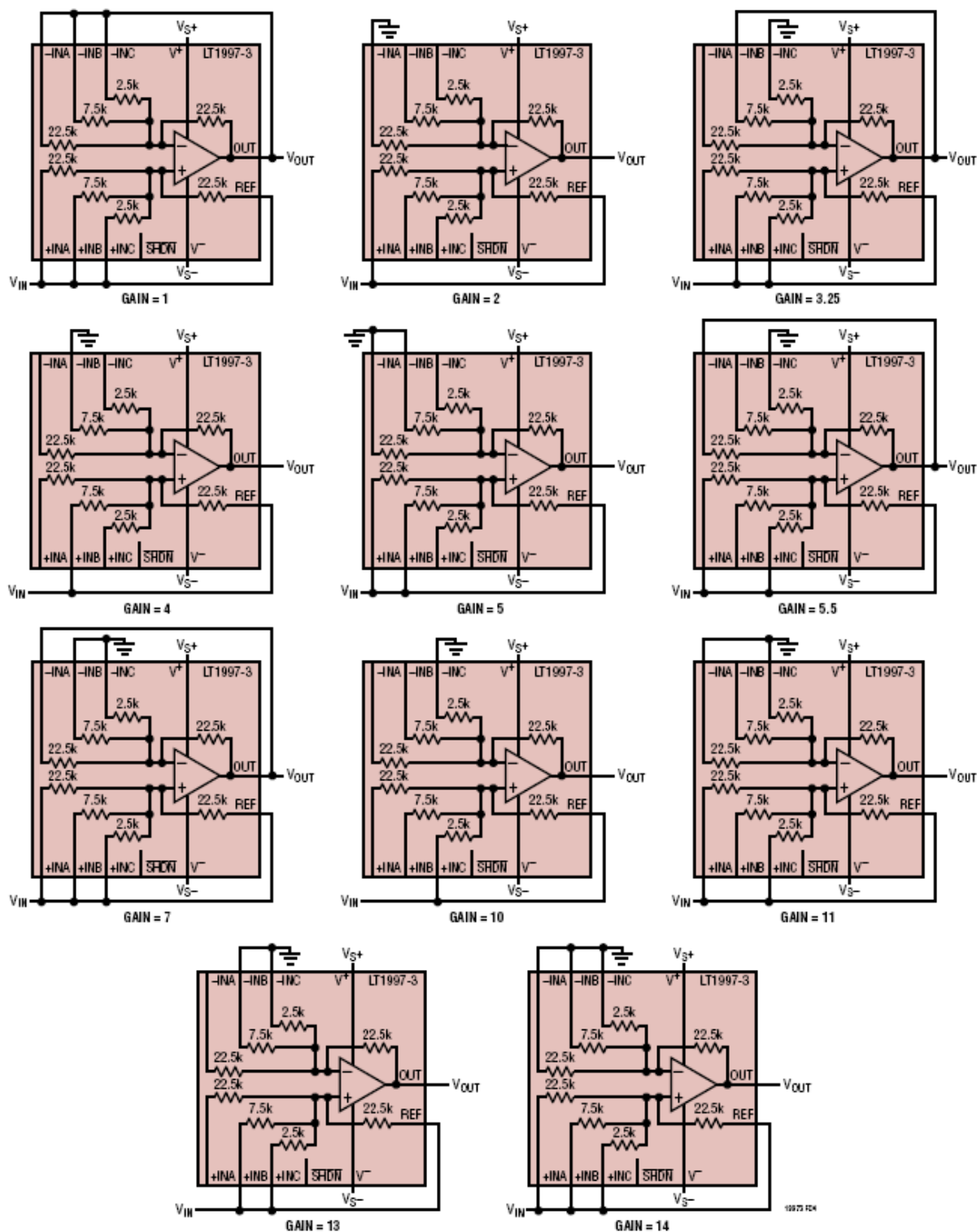


图 4. 利用 LT1997-3 实现经典同相增益的一些例子。保持高输入阻抗

应用信息

衰减

正输入电阻可配置用来衰减输入信号（图 5）。这样，输入范围和精度可以进行交换。衰减输入可以防止运算放大器进入精度不太高的 Over-the-Top 工作区间，但代价是输出信号会降低。四个正电阻（ R_{+INA} 、 R_{+INB} 、 R_{+INC} 、 R_{REF} ）可以形成许多精密输入衰减器，如表 2 所示。

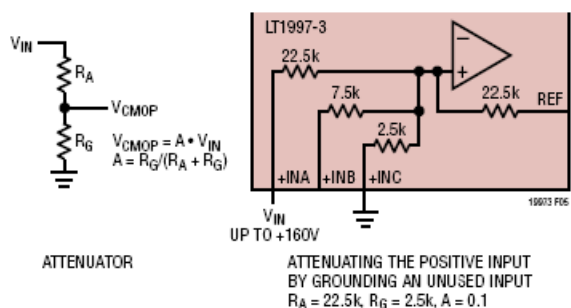


图 5. LT1997-3 的输入可衰减以增加可用输入范围。
+INA 输入可以达到 $\pm 160V$ 。

衰减和同相增益分别独立设置，可以相结合以产生更多增益选项。可以实现 0.0714 到 14 的 346 种独特增益（图 6）。当使用正端电阻作为衰减器时，消除输入偏置电流对失调电压的好处会减少。两个运算放大器输入节点看到的阻抗不相同。

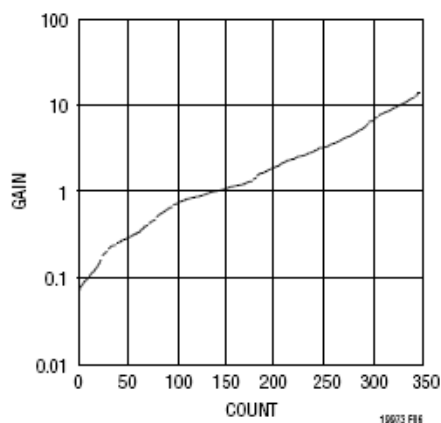


图 6. 衰减与同相增益相结合可以实现许多独特的增益

表 2. 配置正引脚以实现各种衰减

增益	正输入连接			
	+INA	+INB	+INC	REF
0.0714	V_{IN}	GND	GND	GND
0.0769	V_{IN}	GND	GND	开路
0.0909	V_{IN}	开路	GND	GND
0.1	V_{IN}	开路	GND	开路
0.143	V_{IN}	GND	GND	V_{IN}
0.182	V_{IN}	开路	GND	V_{IN}
0.2	V_{IN}	GND	开路	GND
0.214	GND	V_{IN}	GND	GND
0.231	开路	V_{IN}	GND	GND
0.25	V_{IN}	GND	开路	开路
0.286	V_{IN}	V_{IN}	GND	GND
0.308	V_{IN}	V_{IN}	GND	开路
0.357	V_{IN}	V_{IN}	GND	V_{IN}
0.4	V_{IN}	GND	开路	V_{IN}
0.5	V_{IN}	开路	开路	GND
0.6	GND	V_{IN}	开路	GND
0.643	GND	GND	V_{IN}	GND
0.692	开路	GND	V_{IN}	GND
0.714	V_{IN}	GND	V_{IN}	GND
0.75	开路	V_{IN}	开路	GND
0.769	V_{IN}	GND	V_{IN}	开路
0.786	V_{IN}	GND	V_{IN}	V_{IN}
0.8	V_{IN}	V_{IN}	开路	GND
0.818	GND	开路	V_{IN}	GND
0.857	GND	V_{IN}	V_{IN}	GND
0.9	开路	开路	V_{IN}	GND
0.909	V_{IN}	开路	V_{IN}	GND
0.923	开路	V_{IN}	V_{IN}	GND
0.929	V_{IN}	V_{IN}	V_{IN}	GND
1	V_{IN}	V_{IN}	V_{IN}	V_{IN}

应用信息

反相配置

反相放大器（如图7所示）是另一种经典运算放大器配置。该电路实际上与图 3 所示的同相放大器相同，只不过交换了 V_{IN} 和 GND。可用增益列表如表 3 所示，部分电路如图 8 所示。噪声增益为 $1+|\text{增益}|$ ，与反相放大器的通常情况相同。要获得最佳直流精度，应使运算放大器输入端看到的源阻抗一致。

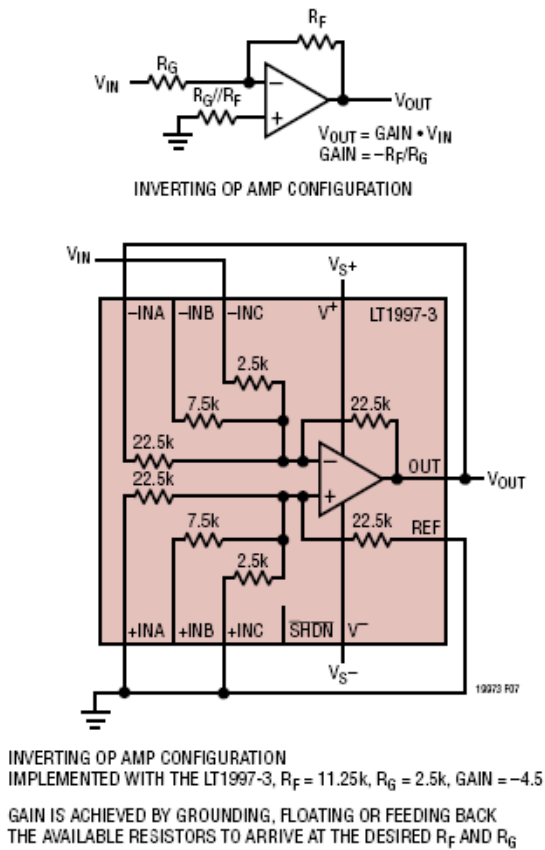
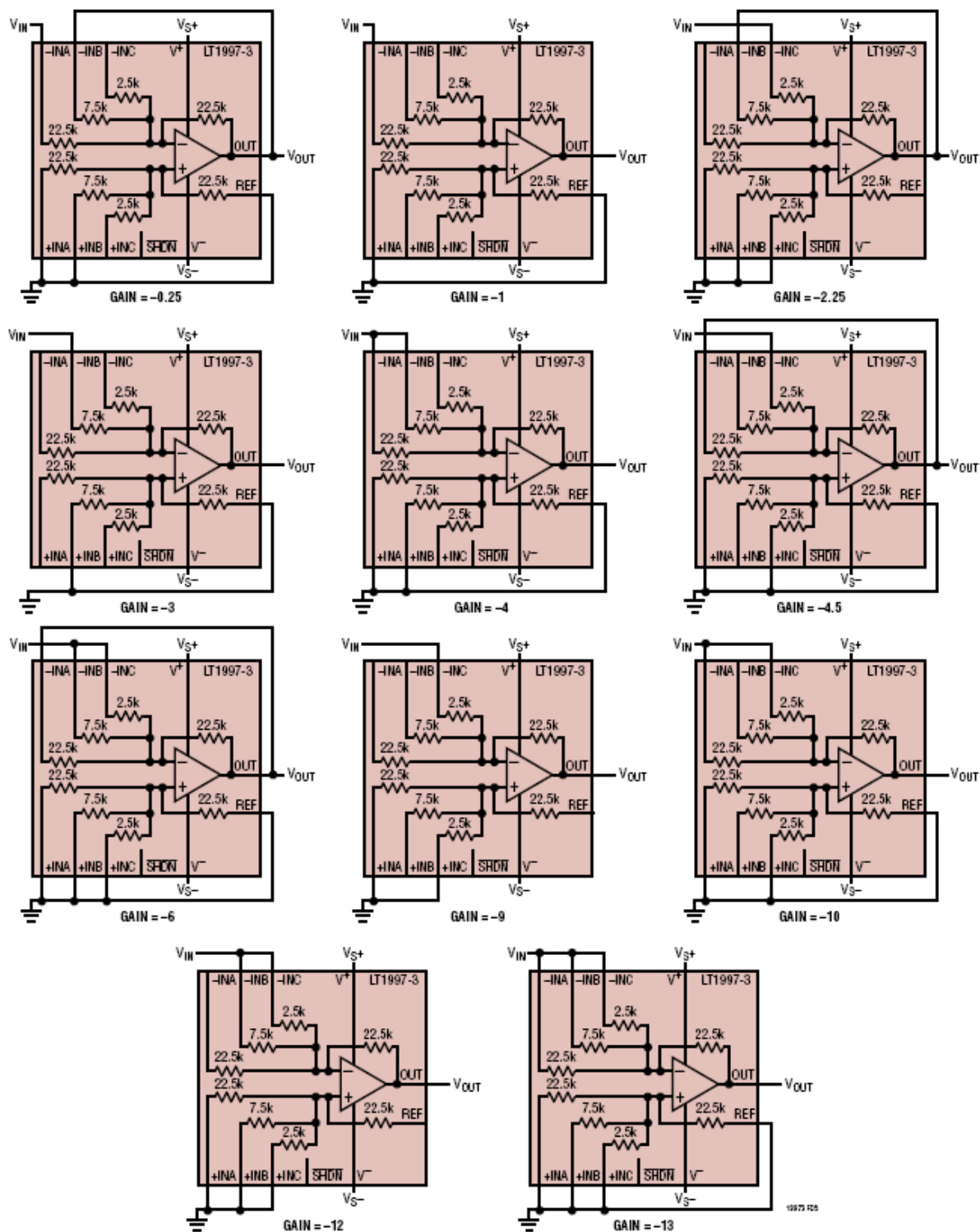


图 7. LT1997-3 配置为反相运算放大器

表 3. 配置负引脚以实现反相增益

增益	负输入连接		
	-INA	-INB	-INC
-0.077	V_{IN}	V_{OUT}	V_{OUT}
-0.1	V_{IN}	开路	V_{OUT}
-0.25	V_{IN}	V_{OUT}	开路
-0.273	V_{OUT}	V_{IN}	V_{OUT}
-0.3	开路	V_{IN}	V_{OUT}
-0.4	V_{IN}	V_{IN}	V_{OUT}
-1	V_{IN}	开路	开路
-1.5	V_{OUT}	V_{IN}	开路
-1.8	V_{OUT}	V_{OUT}	V_{IN}
-2.25	开路	V_{OUT}	V_{IN}
-2.5	V_{IN}	V_{OUT}	V_{IN}
-3	开路	V_{IN}	开路
-4	V_{IN}	V_{IN}	开路
-4.5	V_{OUT}	开路	V_{IN}
-6	V_{OUT}	V_{IN}	V_{IN}
-9	开路	开路	V_{IN}
-10	V_{IN}	开路	V_{IN}
-12	开路	V_{IN}	V_{IN}
-13	V_{IN}	V_{IN}	V_{IN}

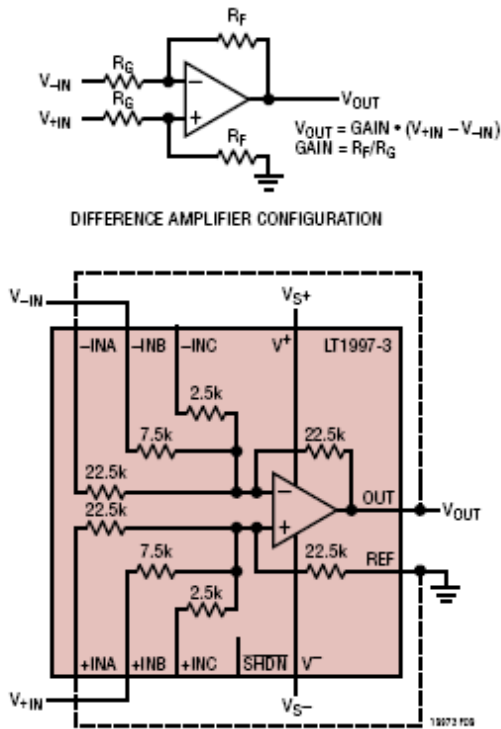
应用信息

图 8. 反相增益，输入阻抗从 1.73k Ω (增益 = -13) 变化到 22.5k Ω (增益 = -1)

应用信息

差动放大器

LT1997-3 非常适合用作差动放大器。图 9 显示了基本四电阻差动放大器和 LT1997-3。所示差分增益为 3，但可以通过其他虚线连接进行更改。通过并联 22.5k 电阻，增益降低 2 倍。当然，可能的增益有很多。表 4 显示了差分增益及其实现方式。请注意，对于反相放大器，噪声增益等于信号增益加 1。



DIFFERENCE AMPLIFIER CONFIGURATION
IMPLEMENTED WITH THE LT1997-3, $R_F = 22.5k$, $R_G = 7.5k$, $GAIN = 3$
ADDING THE DASHED CONNECTIONS CONNECT THE
TWO 22.5k RESISTORS IN PARALLEL, SO R_F IS REDUCED TO 11.25k.
THE GAIN BECOMES $11.25k/7.5k = 1.5$

图 9. LT1997-3 配置为差动放大器。通过连接正确的电阻或电阻组合来设置增益。所示增益为 3，用虚线更改可获得 1.5 的增益

内部运算放大器输入端的共模电压 (V_{CMOP}) 由引脚 +INA、+INB、+INC 和 REF 上的电压设置。

表 4. 差动放大器增益

增益	V_{+IN}	V_{-IN}	OUT	GND (REF)
0.077	+INA	-INA	-INB、-INC	+INB、+INC
0.1	+INA	-INA	-INC	+INC
0.25	+INA	-INA	-INB	+INB
0.273	+INB	-INB	-INA、-INC	+INA、+INC
0.3	+INB	-INB	-INC	+INC
0.4	+INA、+INB	-INA、-INB	-INC	+INC
1	+INA	-INA		
1.5	+INB	-INB	-INA	+INA
1.8	+INC	-INC	-INA、-INB	+INA、+INB
2.25	+INC	-INC	-INB	+INB
2.5	+INA、+INC	-INA、-INC	-INB	+INB
3	+INB	-INB		
4	+INA、+INB	-INA、-INB		
4.5	+INC	-INC	-INA	+INA
6	+INB、+INC	-INB、-INC	-INA	+INA
9	+INC	-INC		
10	+INA、+INC	-INA、-INC		
12	+INB、+INC	-INB、-INC		
13	+INA、+INB、+INC	-INA、-INB、-INC		

应用信息

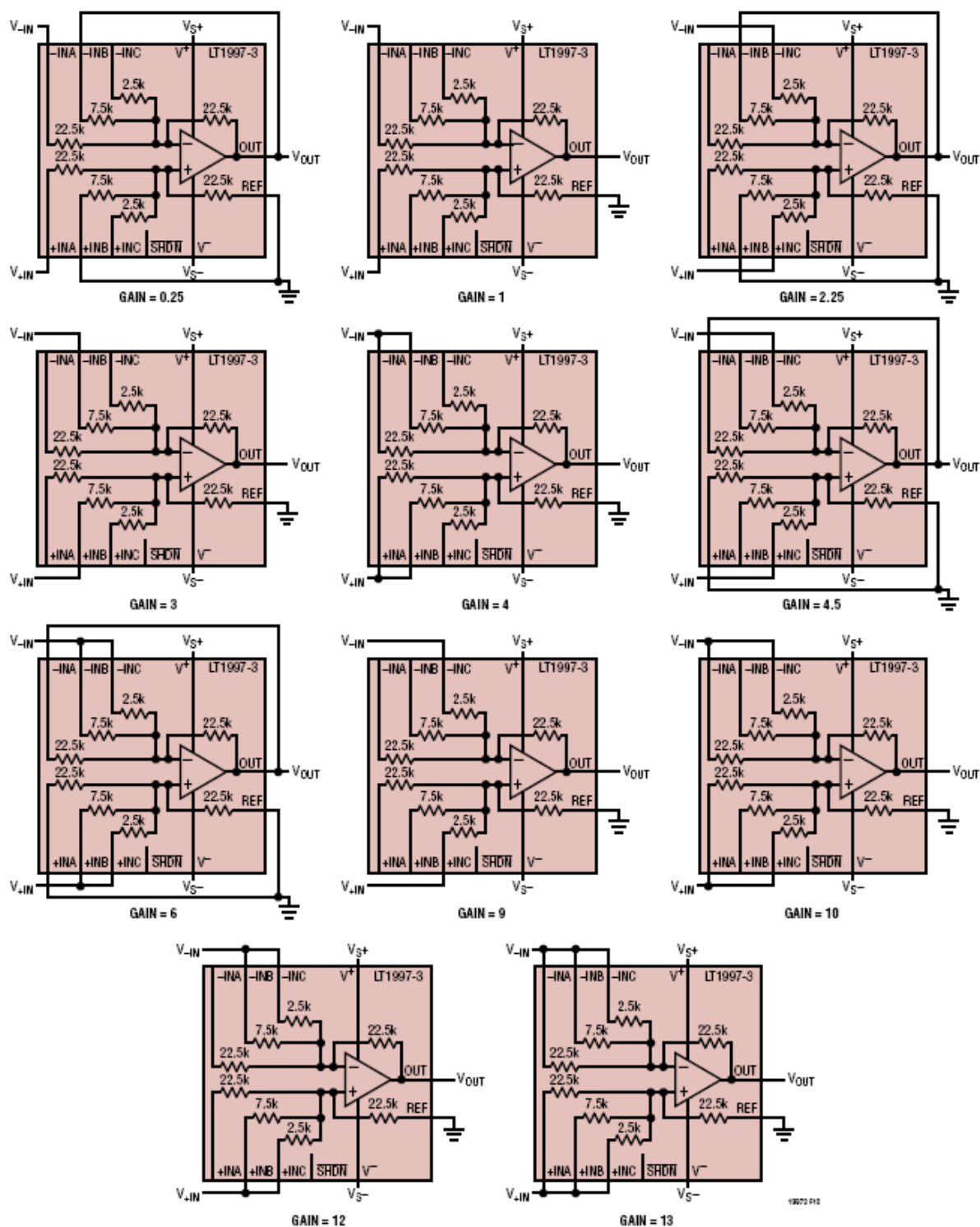


图 10. 通过引脚绑定可实现许多差动放大器增益

应用信息

差动放大器：利用交叉耦合实现其他整数增益

图 11 显示了基本差动放大器及使用交叉耦合输入的 LT1997-3。额外的虚线连接将差分增益从 3 降至 2。使用此方法可实现其他整数增益，如表 5 所示，因此 LT1997-3 可实现从 1 到 13 的所有整数增益。注意，通过检查 V_{+IN} 连接可以写出计算公式， V_{-IN} 连接恰好相反（+ 换成 -，- 换成 +）。图中还显示了各种情况下的噪声增益、带宽和输入阻抗规格。使用交叉耦合的差动放大器原理图如图 12 所示。表 6 列出了交叉耦合产生的其他非整数增益。

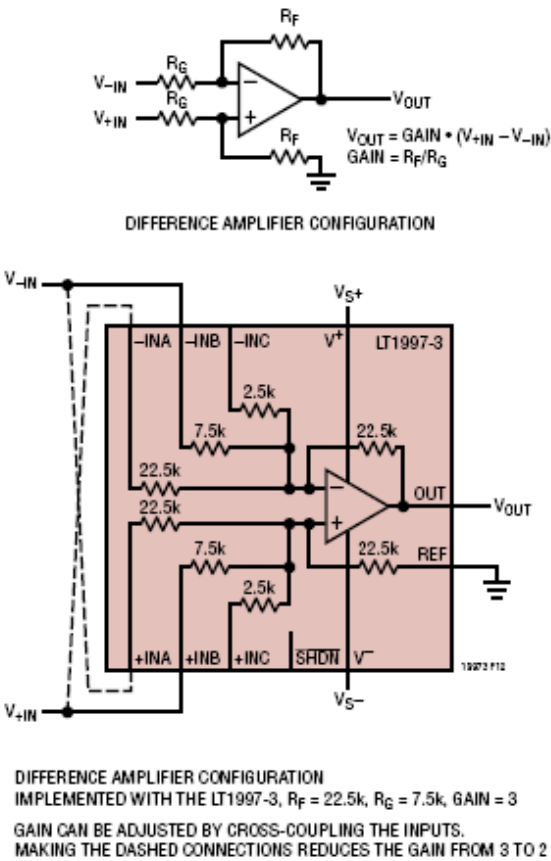


图 11. 交叉耦合 LT1997-3 输入可以实现其他整数增益。
LT1997-3 提供从 1 到 13 的所有整数增益

表 5. 使用交叉耦合的连接。注意，通过检查 V_{+IN} 列可写出公式

增益	V_{+IN}	V_{-IN}	公式	噪声增益	-3dB BW (kHz)	差分输入阻抗 (kΩ)	共模输入阻抗 (kΩ)
2	+INB、-INA	-INB、+INA	3 - 1	5	540	11.25	14.1
5	+INC、-INB、-INA	-INC、+INB、+INA	9 - 3 - 1	14	222	3.5	12.1
7	+INC、+INA、-INB	-INC、-INA、+INB	9 + 1 - 3	14	222	3.5	12.1
8	+INC、-INA	-INC、+INA	9 - 1	11	277	4.5	12.4
11	+INC、+INB、-INA	-INC、-INB、+INA	9 + 3 - 1	14	222	3.5	12.1

表 6. 使用交叉耦合可以实现的其他非整数增益

增益	V_{+IN}	V_{-IN}	OUT	GND (REF)
0.143	+INA	-INA	+INB、-INC	-INB、+INC
0.2	-INA、+INB	+INA、-INB	-INC	+INC
0.333	+INB	-INB	+INA、-INC	-INA、+INC

应用信息

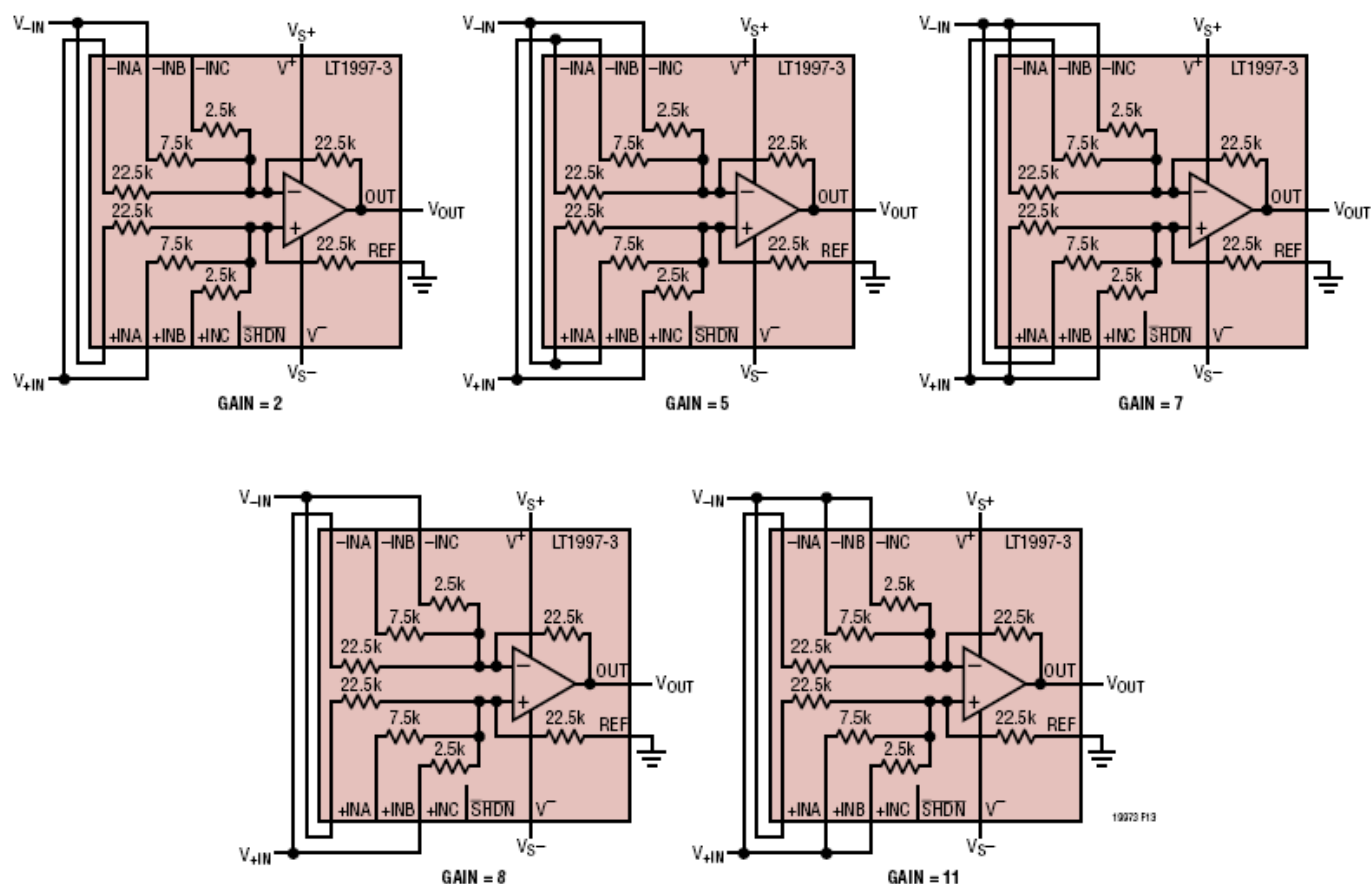


图 12. 使用交叉耦合的整数增益差动放大器

高共模电压差动放大器

通过配置放大器对输入共模电压进行分压，可以扩展差动放大器的输入范围。图 13 上方显示了基本电路。由于电阻 R_T 衰减了内部运算放大器输入端看到的共模 (CM) 电压 (V_{CMOP})，因此电路的有效输入电压范围得以扩展。对于 LT1997-3， R_G 最有用的电阻是 +INA 和 -INA 22.5k Ω 电阻，因为它们没有连接到 V_{S-} 电源的二极管钳位器，因此可以高于两个电压轨。+INB、-INB、+INC 和 -INC 引脚可以达到 V_{S-} 以上 80V，但不得低于 V_{S-} 。如前所述，内部运算放大器的输入共模电压是限制因素，由运算放大器正输入电压 (V_{CMOP}) 设置。通过

叠加可以得到：

$$V_{CMOP} = V_{EXT} \cdot \frac{R_F \parallel R_T}{R_G + R_F \parallel R_T} + V_{REF} \cdot \frac{R_G \parallel R_T}{R_F + R_G \parallel R_T} + V_{TERM} \cdot \frac{R_F \parallel R_G}{R_T + R_F \parallel R_G}$$

求解 V_{EXT} ：

$$V_{EXT} = \left(1 + \frac{R_G}{R_F \parallel R_T} \right) \cdot \left(V_{CMOP} - V_{REF} \cdot \frac{R_G \parallel R_T}{R_F + R_G \parallel R_T} - V_{TERM} \cdot \frac{R_F \parallel R_G}{R_T + R_F \parallel R_G} \right)$$

应用信息

给定 LT1997-3 中电阻的值,此式已经过简化和求值,结果公式如表 7 所示。将 $V_{S+} - 1.75V$ 和 V_{S-} 代入 V_{LIM} , 分别得到运算放大器正常工作区间的有效共模电压上限和下限值。将 $V_{S-} + 76V$ 和 V_{S-} 代入 V_{LIM} , 分别得到运算放大器 Over-The-Top 区间的有效共模电压上限和下限值 (详细信息参见本数据手册的“Over-The-Top 运行”部分)。下面是图 13 所示情况的计算示例。注意 +INC 和 -INC 端接,使得表 7 的第 3 行提供下式:

MAX $V_{EXT} = 11 \cdot (V_{S+} - 1.75) - V_{REF} - 9 \cdot V_{TERM}$
 $= 11 \cdot (10.25V) - 2.5 - 9 \cdot 12$
 $= 2.25V$

和:

MIN $V_{EXT} = 11 \cdot (V_{S-}) - V_{REF} - 9 \cdot V_{TERM}$
 $= 11 \cdot (0) - 2.5 - 9 \cdot 12$
 $= -110.5V$

如果计算出的 V_{EXT} 电压超过 +INA、-INA 引脚的 160V 绝对最大额定值,则 160V 或 -160V 将成为事实上的共模限值。对于不同电源,图 14、图 15 和图 16 显示了另外几个高共模电路的例子。

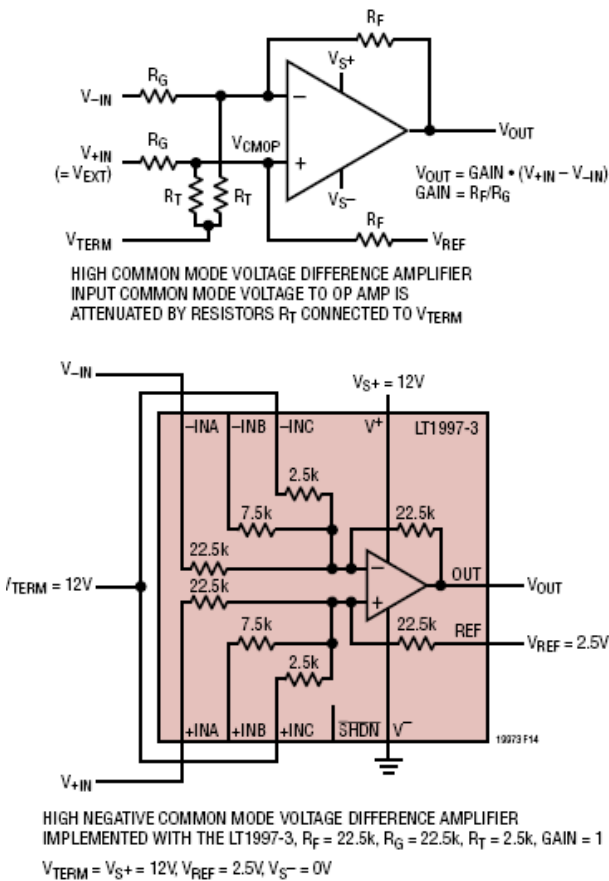


图 13. 扩展共模输入范围

表 7. LT1997-3 配置为高共模电压差动放大器时的输入共模电压范围

增益	V_{+IN}	V_{-IN}	R_T	噪声增益	Max、Min V_{EXT} (将 $V_{S+} - 1.75$ (正常区间) 或 $V_{S-} + 76$ (OTT) 以及 V_{S-} 代入 V_{LIM})
1	+INA	-INA		2	$2 \cdot V_{LIM} - V_{REF}$
1	+INA	-INA	R_{+INB} 、 R_{-INB}	5	$5 \cdot V_{LIM} - V_{REF} - 3 \cdot V_{TERM}$
1	+INA	-INA	R_{+INC} 、 R_{-INC}	11	$11 \cdot V_{LIM} - V_{REF} - 9 \cdot V_{TERM}$
1	+INA	-INA	$R_{+INB} R_{+INC}$ 、 $R_{-INB} R_{-INC}$	14	$14 \cdot V_{LIM} - V_{REF} - 12 \cdot V_{TERM}$

应用信息

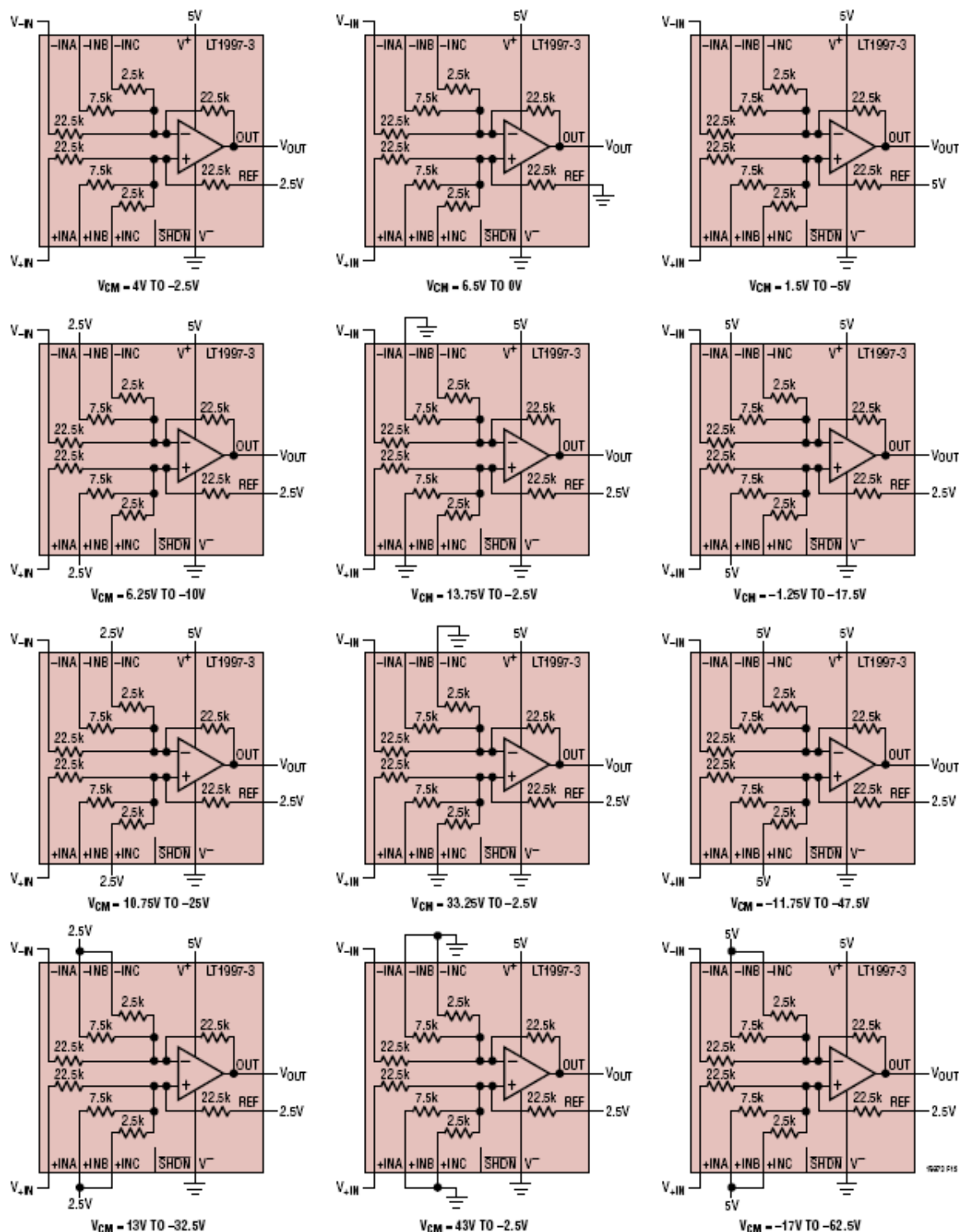


图 14. 不同 LT1997-3 配置的共模范围, $V_S = 5V$ 、 $0V$, 增益 = 1。
这些范围保证内部运算放大器在其正常工作区间内工作

应用信息

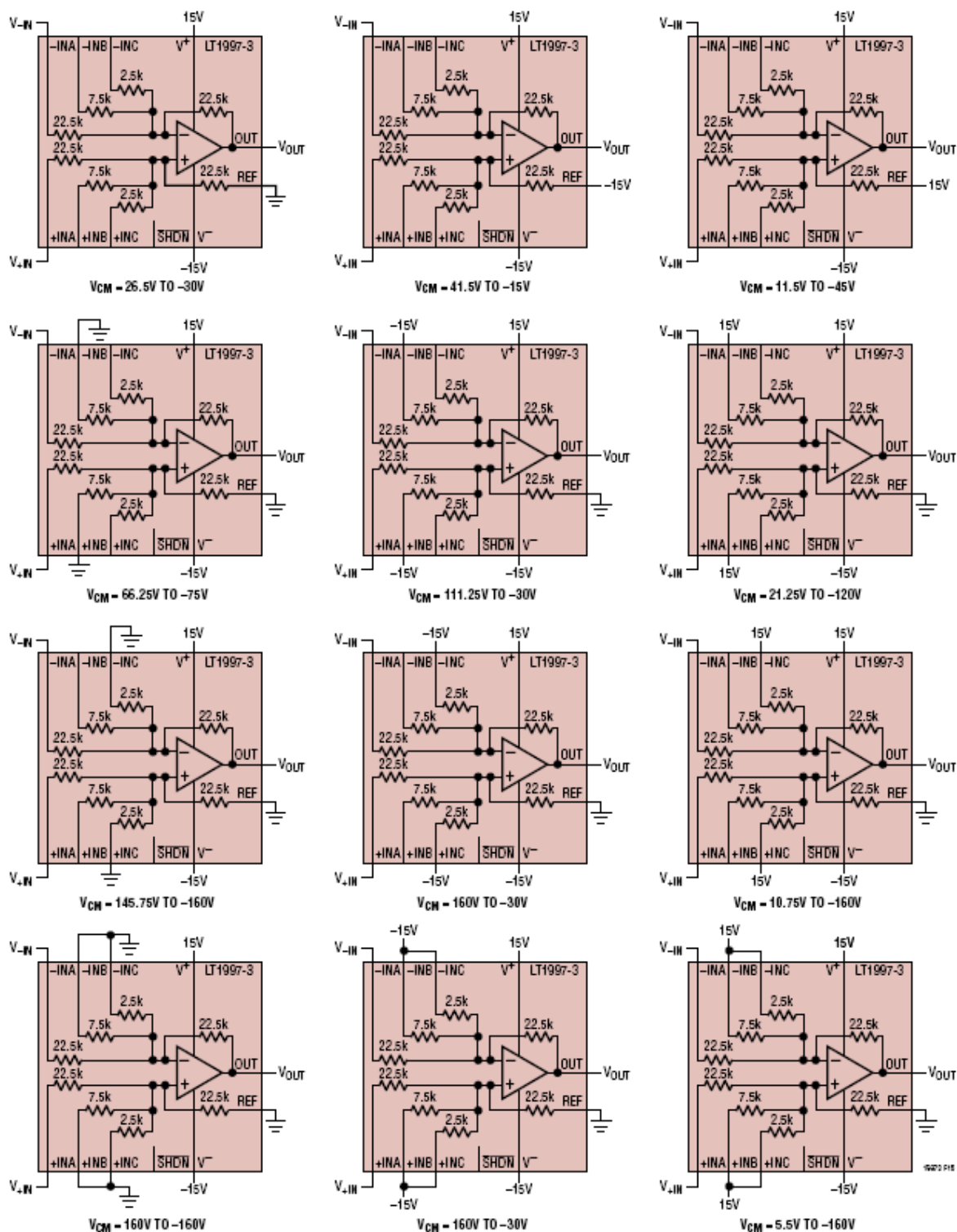


图 15. 不同 LT1997-3 配置的共模范围, $V_S = \pm 15V$, 增益 = 1。
这些范围保证内部运算放大器在其正常工作区间内工作

应用信息

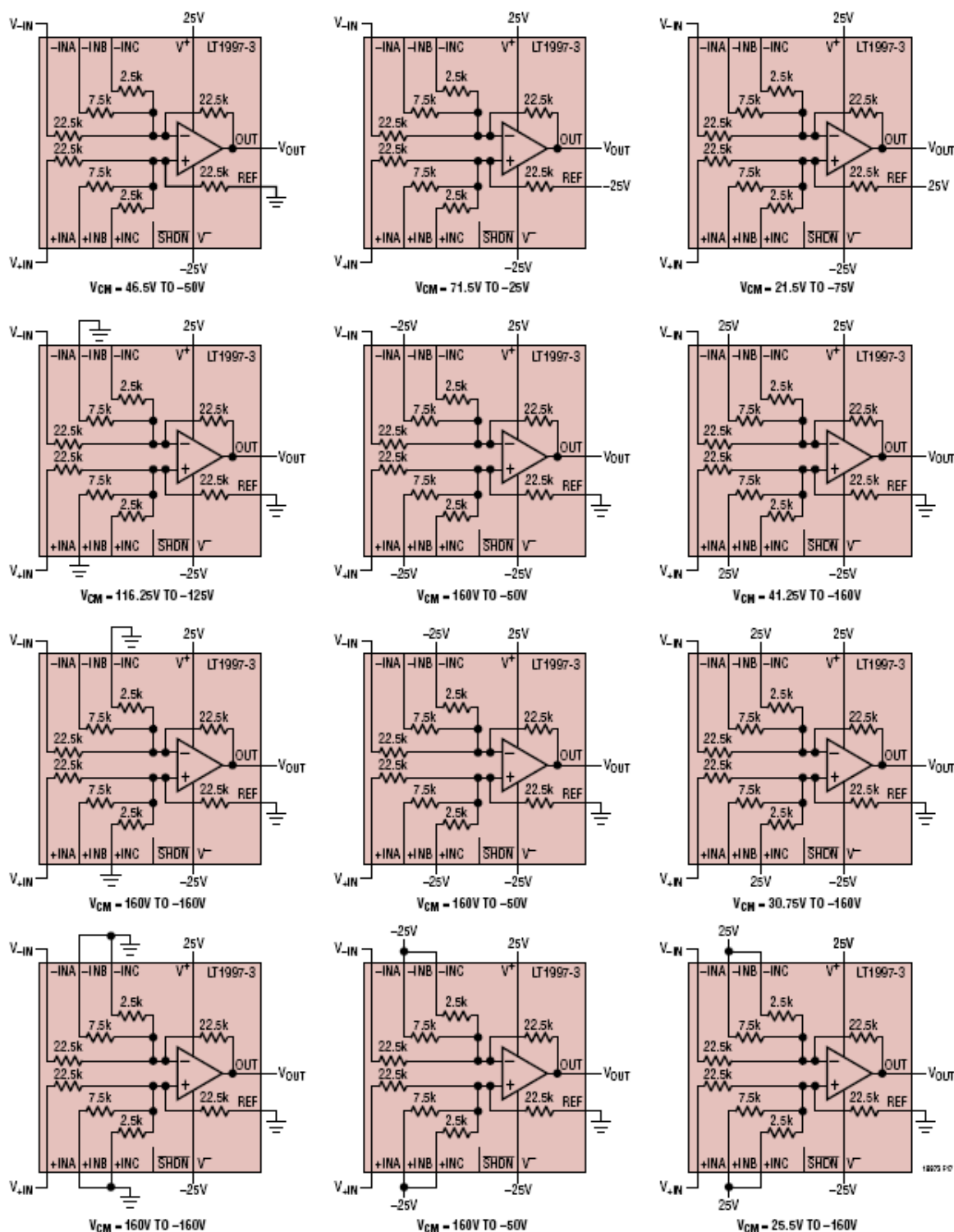


图 16. 不同 LT1997-3 配置的共模范围, $V_S = \pm 25V$, 增益 = 1。
这些范围保证内部运算放大器在其正常工作区间内工作

应用信息

基准电阻

在前面的讨论中，基准电阻显示为单个 22.5k 电阻。这在 DFN 封装中确实如此。在 MSOP 封装中，基准电阻分为两个 45k 电阻(图 17)。将 REF1 和 REF2 引脚连接到相同电压时产生的基准电压，与将 DFN 封装中的 V_{REF} 引脚连接到该电压时相同。将 REF1 和 REF2 连接到不同电压时产生的有效基准电压为 V_{REF1} 和 V_{REF2} 的平均值。当所需基准电压为电源的中间电压时，这特别有用。将 REF1 连接到 V_{S+} ，并将 REF2 连接到 V_{S-} ，即可产生所需的中间电源电压，而无需其他外部基准电压的帮助(图 17)。 R_{REF1} 与 R_{REF2} 的比率非常精确：

$$\frac{\Delta R}{R} = \left| \frac{R_{REF1} - R_{REF2}}{\left(\frac{R_{REF1} + R_{REF2}}{2} \right)} \right| < 60\text{ppm}$$

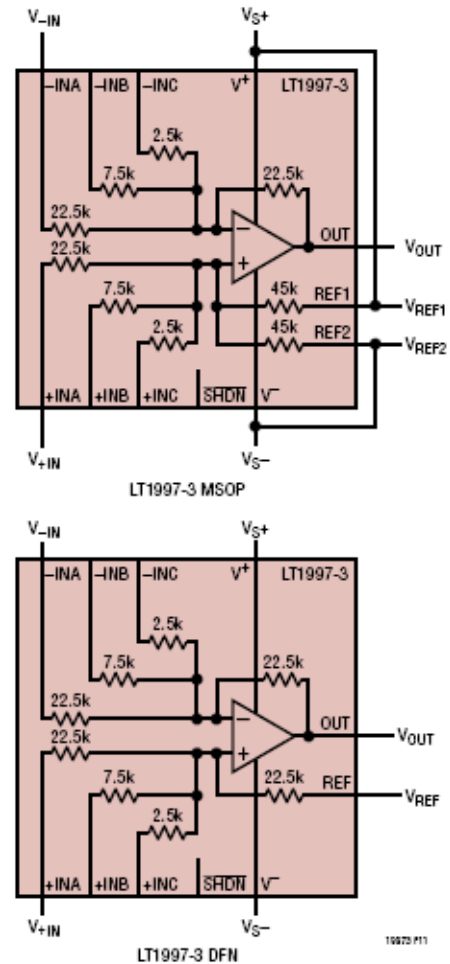


图 17. LT1997-3 基准电阻：上面为 MSOP 封装中的分离电阻，下面为 DFN 封装中的单个电阻

应用信息

关断

LT1997-3 有一个关断引脚 ($\overline{\text{SHDN}}$)。正常运行时, 此引脚应连接到 V^+ 或允许浮空。将此引脚连接到 V^+ 以下 2.5V 或更低电压时, 器件进入低功耗状态。电源电流降至 25 μA 以下, 运算放大器输出变为高阻抗。即使在关断模式下, 输入引脚上仍可能存在电压。

电源电压

应使用一个尽可能靠近电源引脚的小电容 (通常为 0.1 μF) 旁路 LT1997-3 的正电源引脚。驱动重负载时, 应添加额外的 4.7 μF 电解电容。使用分离电源时, V^- 电源引脚也应如此。

输出

LT1997-3 的输出通常可以摆动到任一供电轨的 100mV 以内 (空载时), 在 25°C 时支持大约 25mA 的拉电流和灌电流。LT1997-3 具有内部补偿机制, 在任何输出负载条件下都能驱动至少 1nF 的电容。对于较大容性负载, 输出和地之间的 0.22 μF 电容与 150 Ω 电阻串联将补偿放大器以驱动大于 1nF 的容性负载。此外, 随着增益的增加, LT1997-3 具有更多的增益和相位裕量。

失真

当内部运算放大器在正常工作区间工作时, LT1997-3 具有出色的失真性能。当内部运算放大器在 Over-The-Top 区间工作时, 由于运算放大器的环路增益较低, LT1997-3 的失真会增加。输入共模电压从正常范围变为 Over-The-Top 运行范围时, 由于运算放大器必须在两个不同的输入级之间转换, 因此 LT1997-3 的线性度将大大降低。驱动显著小于 22.5k 内部反馈电阻的阻性负载时, 放大器的线性度性能也会

降低。

功耗考虑

由于 LT1997-3 能够在高达 $\pm 25\text{V}$ 的电源下工作, 为了承受非常高的输入电压并驱动重负载, 需要确保芯片结温不超过 150°C。LT1997-3 采用 DF14 封装 ($\theta_{JA} = 45^\circ\text{C/W}$ 、 $\theta_{JC} = 3^\circ\text{C/W}$) 和 MS16 ($\theta_{JA} = 130^\circ\text{C/W}$) 封装。

通常, 芯片结温 (T_J) 可以根据环境温度 (T_A)、器件功耗 (P_D) 以及器件和电路板的热阻 (θ_{JA}) 来估算。

$$T_J = T_A + P_D \cdot \theta_{JA}$$

结至环境热阻 (θ_{JA}) 为结至裸露焊盘热阻 (θ_{JC}) 和裸露焊盘至环境热阻 (θ_{CA}) 之和。 θ_{CA} 值取决于有多少 PCB 金属连接到电路板中裸露焊盘。PCB 金属用得越多, θ_{CA} 和 θ_{JA} 就会越低。

功耗包括放大器的静态电流、驱动阻性负载的输出电流以及驱动 LT1997-3 内部电阻网络的输入电流。

$$P_D = ((V_{S+} - V_{S-}) \cdot I_S) + P_{OD} + P_{RES}$$

对于给定电源电压, 最差情况下的输出功耗 $P_{OD(\text{MAX})}$ 发生在输出电压为电源电压的一半时。 $P_{OD(\text{MAX})}$ 由下式给出:

$$P_{OD(\text{MAX})} = \frac{(V_S/2)^2}{R_{\text{LOAD}}}$$

内部电阻的功耗 (P_{RES}) 取决于输入电阻的配置方式、输入电压、输出电压和 REF 引脚上的电压。以下公式和图 18 显示了 P_{RES} 的不同组成部分, 其与 LT1997-3 内部电阻的不同组别相对应, 假设 LT1997-3 采用双电源配置, +INC、-INC 和 REF 引脚接地 (下面公式中使用的电阻术语参见图 13)。

应用信息

$$P_{RESDA} = \frac{(V_{+IN})^2}{R_G + R_F \parallel R_T}$$

$$P_{RESDB} = \frac{\left(V_{-IN} - V_{+IN} \cdot \frac{(R_F \parallel R_T)}{R_G + R_F \parallel R_T} \right)^2}{R_G}$$

$$P_{RESDC} = \frac{\left(V_{+IN} \cdot \frac{(R_F \parallel R_T)}{R_G + R_F \parallel R_T} \right)^2}{R_T}$$

$$P_{RESDD} = \frac{\left(V_{+IN} \cdot \frac{(R_F \parallel R_T)}{R_G + R_F \parallel R_T} - V_{OUT} \right)^2}{R_F}$$

$$P_{RESD} = P_{RESDA} + P_{RESDB} + P_{RESDC} + P_{RESDD}$$

一般而言, P_{RESD} 随着输入电压的升高以及输出和 REF 引脚电压的降低而增加。

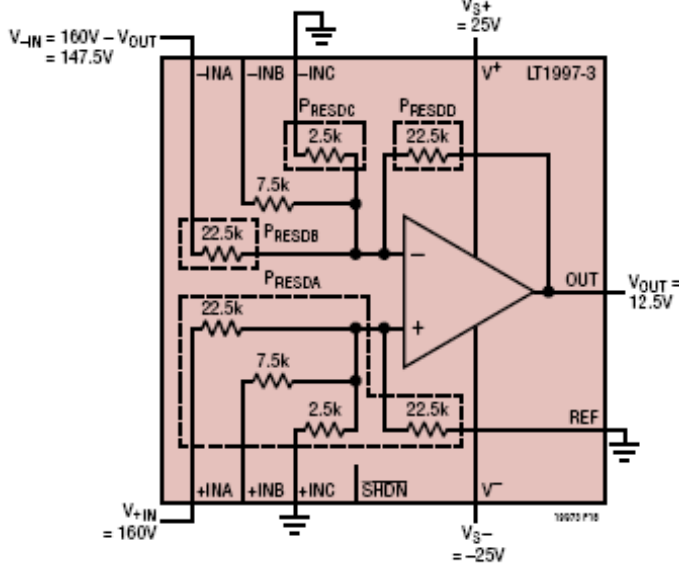


图 18. 功耗示例

示例: DFN 封装的 LT1997-3 安装在 PC 板上, 热阻为 $45^{\circ}\text{C}/\text{W}$, 采用 $\pm 25\text{V}$ 电源供电, 将 $2.5\text{k}\Omega$ 负载驱动至 12.5V , $V_{+IN} = 160\text{V}$, $+INC = -INC = \text{REF} = 0\text{V}$, 则总功耗为:

$$P_D = (50 \cdot 0.6\text{mA}) + \frac{12.5^2}{2.5\text{k}} + \frac{160^2}{24.75\text{k}} + \frac{\left(147.5 - \frac{160}{11} \right)^2}{22.5\text{k}} + \frac{\left(\frac{160}{11} \right)^2}{2.5\text{k}} + \frac{\left(\frac{160}{11} - 12.5 \right)^2}{22.5\text{k}} = 2\text{W}$$

假设热阻为 $45^{\circ}\text{C}/\text{W}$, 芯片温度将比环境温度高 90°C 。这意味着在上述条件下, LT1997-3 运行的最高环境温度为:

$$T_A = 150^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$$

建议 DFN 封装的裸露焊盘尽可能多地连接 PCB 金属。连接到裸露焊盘的 PCB 金属越多, 则热阻越低。将大量 PCB 金属连接到裸露焊盘可以将 θ_{JA} 降低到低于 $45^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 的水平。从裸露焊盘到 V^- 平面使用多个过孔。裸露焊盘与 V^- 引脚之间存在电气连接。此外, 如果在最高结温附近工作, 可能需要散热器。

MSOP 封装没有裸露焊盘, 热阻更高 ($\theta_{JA} = 130^{\circ}\text{C}/\text{W}$)。它不应当用在环境温度较高、需要驱动重负载或需要极高输入电压的应用中。

热关断

为安全起见, 当芯片温度升至约 163°C 时, LT1997-3 将进入关断模式。这种热关断具有约 9°C 的迟滞, 要求温度降低 9°C 才能再次使能放大器。

应用信息

ESD 保护

LT1997-3 受多种 ESD 结构保护。这些结构如图 19 所示。

ESD 结构用于保护内部电路，但也限制了某些节点上的信号摆幅。 $+INB$ 、 $-INB$ 、 $+INC$ 、 $-INC$ 引脚和内部运算放大器输入上的结构将这些节点上的电压限制在 V^- 以下 0.3V 和 V^- 以上 80V。REF (DFN)、REF1 (MSOP) 和 REF2 (MSOP) 引脚上的电压限值为 V^- 以下 0.3V 和 V^- 以上 60V。 $\overline{SHDN}$ 引脚上的电压限值为 V^- 以下 0.3V 和 V^+ 以上 0.3V。

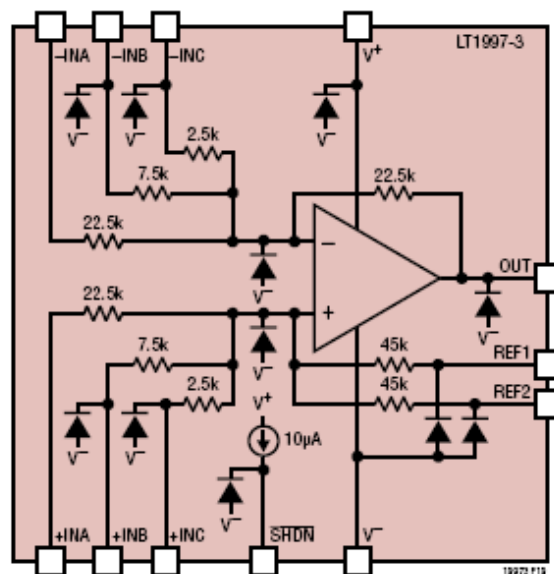
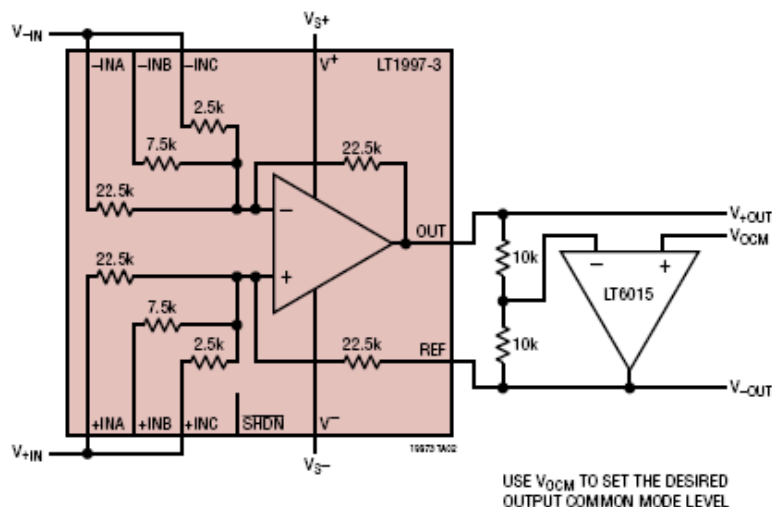


图 19. ESD 保护

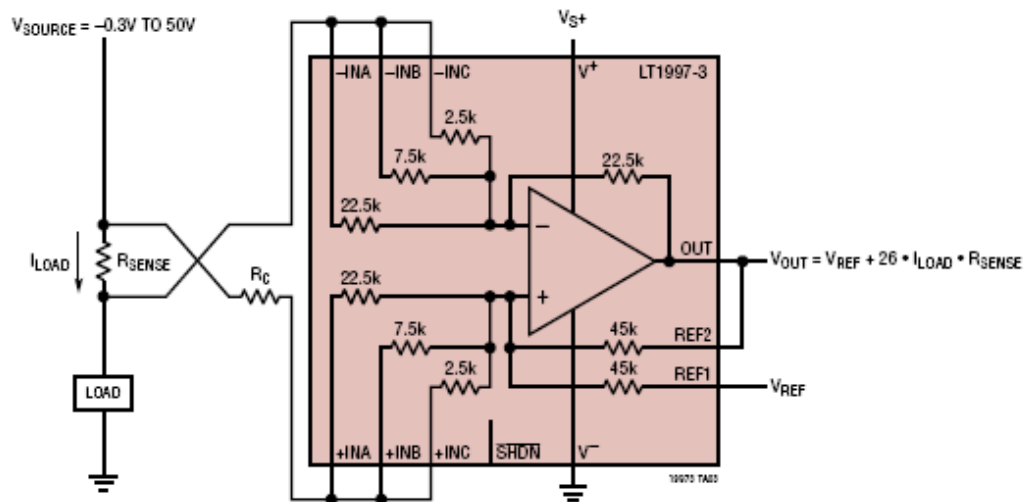
典型应用

10 放大器的差分输入/输出增益

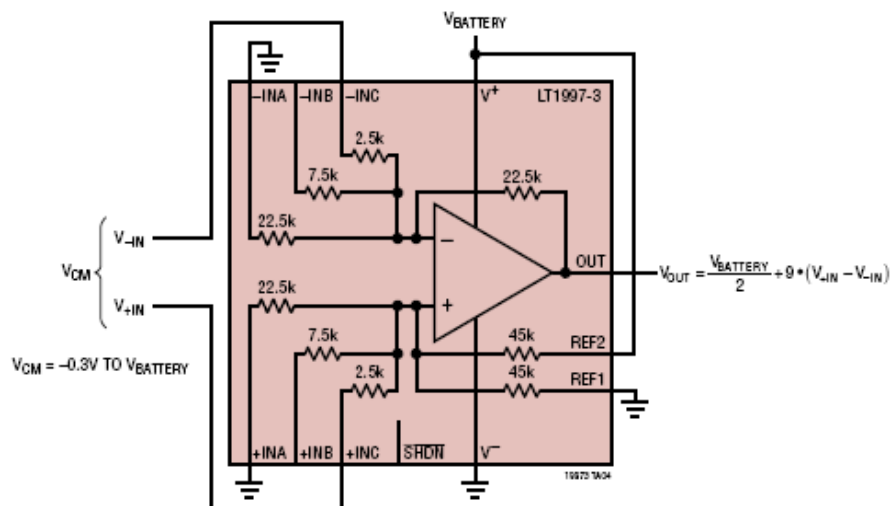


典型应用

双向电流检测放大器



精密 RRIO 单电源差分放大器



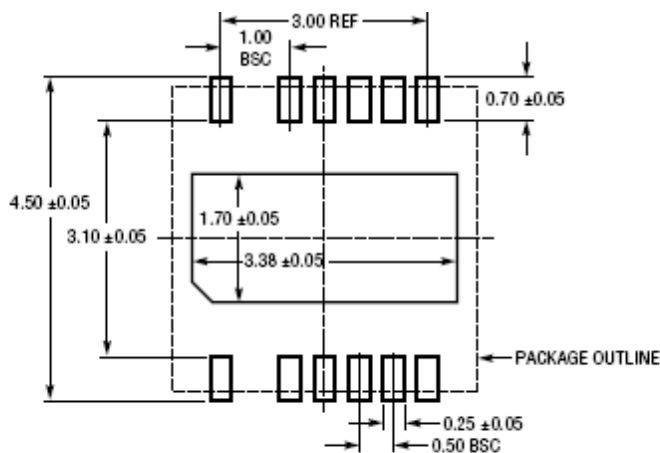
封装说明

有关最新封装图纸, 请访问 <http://www.linear.com/product/LT1997-3#packaging>。

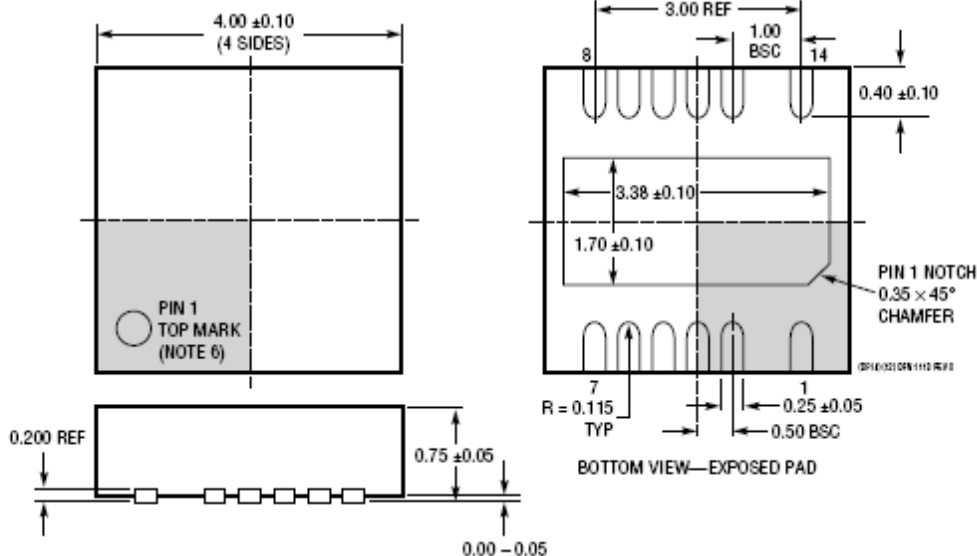
DF 封装

14(12) 引脚塑料 DFN (4mm × 4mm)

(参考 LTC DWG # 05-08-1963 Rev Ø)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS
APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED



NOTE:

1. PACKAGE OUTLINE DOES NOT CONFORM TO JEDEC MO-229
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

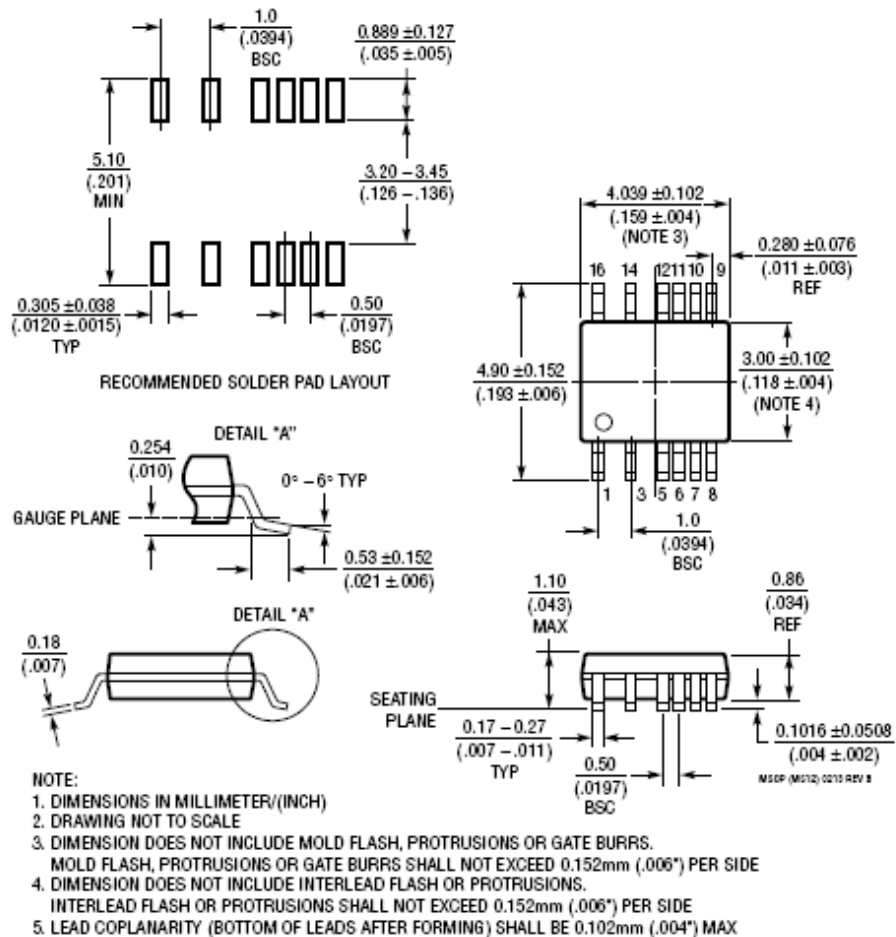
封装说明

有关最新封装图纸, 请访问 <http://www.linear.com/product/LT1997-3#packaging>。

MS 封装

16 (12) 引脚塑料 MSOP, 移除了 4 个引脚

(参考 LTC DWG # 05-08-1847 Rev B)



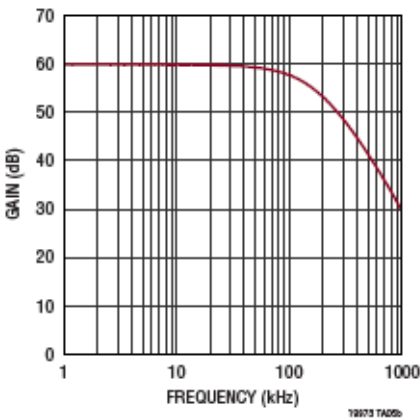
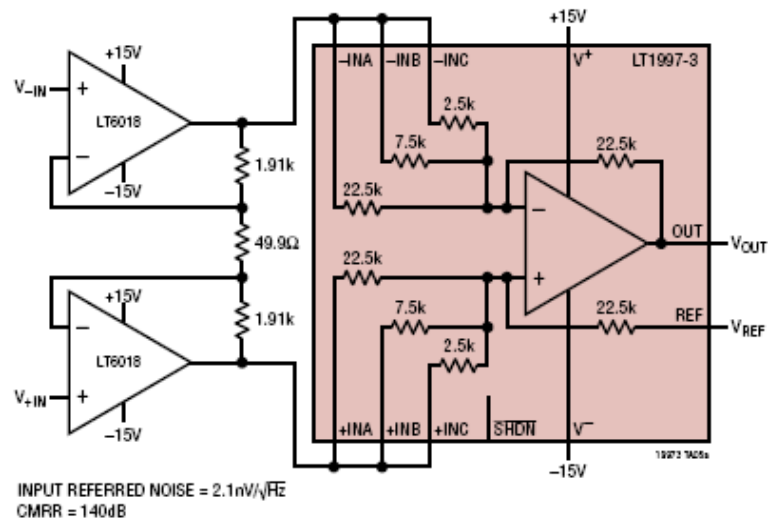
修订历史

修订版	日期	说明	页码
A	04/18	更新电气特性, R_{IN} 输入阻抗条件差分	5
		更新电气特性注释 7	6
		更新引脚功能, REF2 (NA/引脚 7)	13

典型应用

低噪声、高 CMRR 仪表放大器

增益与频率的关系



相关器件

产品型号	说明	备注
LT6375	±270V 共模电压差动放大器	3.3V 至 50V 工作电压, CMRR > 97dB, 输入电压 = ±270V
LT1990	±250V 输入范围差动放大器	2.7V 至 36V 工作电压, CMRR > 70dB, 输入电压 = ±250V
LT1991	精密、100μA 增益可选放大器	2.7V 至 36V 工作电压, 50μV 失调电压, CMRR > 75dB, 输入电压 = ±60V
LT1996	精密、100μA 增益可选放大器	低功耗, 引脚可选增益, 最高增益 = 118
LT1999	高压、双向电流检测放大器	-5V 至 80V, 750μV, 100kHz 时 CMRR 为 80dB, 增益: 10V/V、20V/V、50V/V
LT6015/LT6016/LT6017	单通道、双通道和四通道 Over-The-Top 精密运算放大器	3.2MHz, 0.8V/μs, 50μV V _{OS} , 3V 至 50V V _S , 0.335mA I _S , RRIO
LT6018	33V 超低噪声精密运算放大器	V _{OS} : 50μV, GBW: 15MHz, SR: 30V/μs, en: 1.2nV/√Hz, I _S : 7.2mA
LTC6090	140V 运算放大器	50pA I _B , 1.6mV V _{OS} , 9.5V 至 140V V _S , 4.5mA I _S , 轨到轨输出
LT6108	高端电流检测放大器, 带基准电压源和比较器, 具关断功能	2.7V 至 60V, 125μV, 电阻设置增益, ±1.25% 阈值误差
LT1787/LT1787HV	精密双向高端电流检测放大器	2.7V 至 60V 工作电压, 75μV 失调, 60μA 电流消耗
LT6100	增益可选的高端电流检测放大器	4.1V 至 48V 工作电压, 引脚可选增益: 10V/V、12.5V/V、20V/V、25V/V、40V/V、50V/V
LTC6101/LTC6101HV	高压高端电流检测放大器	4V 至 60V/5V 至 100V 工作电压, 外部电阻设置增益, SOT23
LTC6102/LTC6102HV	零漂移高端电流检测放大器	4V 至 60V/5V 至 100V 工作电压, ±10μV 失调, 1μs 阶跃响应, MSOP8/DFN 封装
LTC6104	双向高端电流检测	4V 至 60V, 增益可配置, 8 引脚 MSOP 封装