

## 双通道/四通道 18MHz、低噪声、轨至轨、 CMOS 运算放大器

### 特点

- 0.1Hz 至 10Hz 噪声：550nV<sub>P-P</sub>
- 输入偏置电流：1pA (25°C 时的典型值)
- 低失调电压：125μV (最大值)
- 低失调漂移：2.5μV/°C (最大值)
- 增益带宽乘积：18MHz
- 轨至轨输出摆幅
- 工作电源：
  - 2.8V 至 6V LTC6241/LTC6242
  - 2.8V 至 ±5.5V LTC6241HV/LTC6242HV
- 低输入电容
- H 等级温度范围：-40°C 至 125°C
- 双通道 LTC6241 采用 8 引脚 SO 和纤巧型 DFN 封装
- 四通道 LTC6242 采用 16 引脚 SSOP 和 5mm × 3mm DFN 封装

### 应用

- 光电二极管放大器
- 电荷耦合放大器
- 低噪声信号处理
- 有源滤波器
- 医疗仪表
- 高阻抗换能器放大器

### 描述

LTC<sup>®</sup>6241/LTC6242 是双通道和四通道低噪声、低失调、轨至轨输出、单位增益稳定的 CMOS 运算放大器，具有 1pA 的输入偏置电流。仅 550nV<sub>P-P</sub> 的 0.1Hz 至 10Hz 噪声，再加上仅为 125μV 的失调，使得它们在传统 CMOS 运算放大器中难得一见。此外，在 1kHz 频率条件下，噪声保证低于 10nV/√Hz。一个 18MHz 的增益带宽、10V/μs 的转换速率以及宽电源范围和低输入电容，使其成为快速信号处理放大器的完美选择。

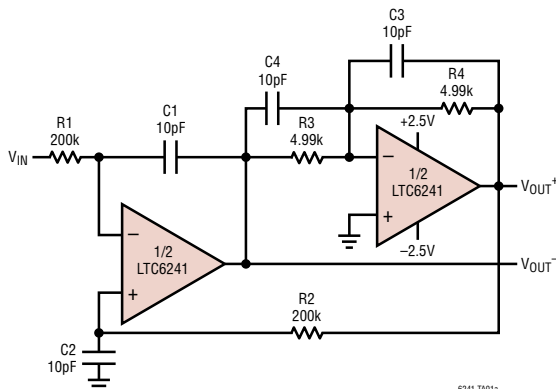
这些放大器具有一个在任一电源轨的 30mV 以内摆动的输出级，旨在最大限度地扩宽低电源电压应用中的信号动态范围。输入共模范围延伸至负电源。它们的技术规格针对 3V 和 5V 电源进行了全面拟订，HV 版本可确保器件在高达 ±5.5V 的电源电压条件下正常运作。

LTC6241 采用 8 引脚 SO 封装，而对于紧凑型设计，它采用纤巧型细间距无引线 (DFN) 封装。LTC6242 采用 16 引脚 SSOP 和 5mm × 3mm DFN 封装。

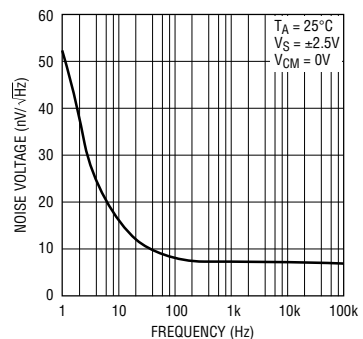
LT<sup>®</sup>、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

### 典型应用

低噪声单端输入至差分输出放大器



噪声电压与频率的关系曲线



# LTC6241/LTC6242

## 绝对最大额定值 (注1)

总电源电压 ( $V^+$  至  $V^-$ )

LTC6241/LTC6242 ..... 7V

LTC6241HV/LTC6242HV ..... 12V

输入电压 ..... ( $V^+ + 0.3V$ ) 至 ( $V^- - 0.3V$ )

输入电流 .....  $\pm 10mA$

输出短路持续时间 (注2) ..... 未限制

工作温度范围

LTC6241C/LTC6242C .....  $-40^{\circ}C$  至  $85^{\circ}C$

LTC6241I/LTC6242I .....  $-40^{\circ}C$  至  $85^{\circ}C$

LTC6241H/LTC6242H .....  $-40^{\circ}C$  至  $125^{\circ}C$

规定温度范围 (注3)

LTC6241C/LTC6242C .....  $0^{\circ}C$  至  $70^{\circ}C$

LTC6241I/LTC6242I .....  $-40^{\circ}C$  至  $85^{\circ}C$

LTC6241H/LTC6242H .....  $-40^{\circ}C$  至  $125^{\circ}C$

结温 .....  $150^{\circ}C$

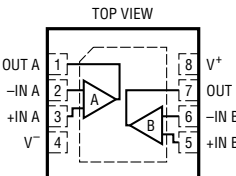
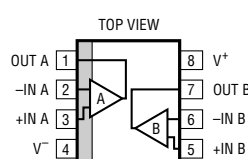
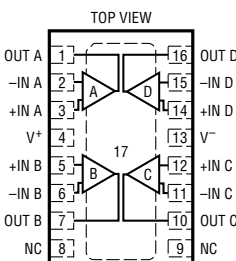
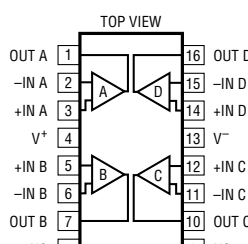
DHC, DD 封装 .....  $125^{\circ}C$

贮存温度范围 .....  $-65^{\circ}C$  至  $150^{\circ}C$

DHC, DD 封装 .....  $-65^{\circ}C$  至  $125^{\circ}C$

引脚温度 (焊接时间 10 秒) .....  $300^{\circ}C$

## 封装/订购信息

 <p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 43^{\circ}C/W</math> UNDERSIDE METAL CONNECTED TO <math>V^-</math> (PCB CONNECTION OPTIONAL)</p>	 <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 190^{\circ}C/W</math></p>	产品型号	DD 器件标记*
		LTC6241CDD LTC6241HVCDD LTC6241IDD LTC6241HVIDD	LBDP LBRR LBPD LBRR
 <p>DHC16 PACKAGE 16-LEAD (5mm x 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 43^{\circ}C/W</math> UNDERSIDE METAL CONNECTED TO <math>V^-</math> (PCB CONNECTION OPTIONAL)</p>	 <p>GN PACKAGE 16-LEAD PLASTIC SSOP <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 135^{\circ}C/W</math></p>	产品型号	S8 器件标记
		LTC6241CS8 LTC6241HVCS8 LTC6241IS8 LTC6241HVIS8 LTC6241HS8 LTC6241HVHS8	6241 6241HV 6241I 241HVI 6241H 241HVH
		产品型号	DHC 器件标记*
		LTC6242CDHC LTC6242HVCDHC LTC6242IDHC LTC6242HVIDHC	6242 6242HV 6242 6242HV
		产品型号	GN 器件标记
LTC6242CGN LTC6242HVCGN LTC6242IGN LTC6242HVIGN LTC6242HGN LTC6242HVHGN	6242 6242HV 6242I 242HVI 6242H 242HVH		

订购选项 卷带: 加 #TR 无铅型: 加 #PBF 无铅型卷带装: 加 #TRPBF  
无铅型器件标记: <http://www.linear.com/leadfree/>

\* 温度等级标识见集装箱上的标签。对于规定工作温度范围更宽的器件, 请咨询凌特公司。

## 可用选项

器件型号	安培/封装	规定温度范围	规定电压范围	封装	器件标记
LTC6241CS8	2	0°C 至 70°C	3V, 5V	SO-8	6241
LTC6241CDD	2	0°C 至 70°C	3V, 5V	DD	LBPD
LTC6241HVCS8	2	0°C 至 70°C	3V, 5V, ±5V	SO-8	6241HV
LTC6241HVCDD	2	0°C 至 70°C	3V, 5V, ±5V	DD	LBRR
LTC6241IS8	2	-40°C 至 85°C	3V, 5V	SO-8	6241I
LTC6241IDD	2	-40°C 至 85°C	3V, 5V	DD	LBPD
LTC6241HVIS8	2	-40°C 至 85°C	3V, 5V, ±5V	SO-8	241HVI
LTC6241HVIDD	2	-40°C 至 85°C	3V, 5V, ±5V	DD	LBRR
LTC6241HS8	2	-40°C 至 125°C	3V, 5V	SO-8	6241H
LTC6241HVHS8	2	-40°C 至 125°C	3V, 5V, ±5V	SO-8	241HVH
LTC6242CGN	4	0°C 至 70°C	3V, 5V	GN	6242
LTC6242CDHC	4	0°C 至 70°C	3V, 5V	DHC	6242
LTC6242HVCGN	4	0°C 至 70°C	3V, 5V, ±5V	GN	6242HV
LTC6242HVCDHC	4	0°C 至 70°C	3V, 5V, ±5V	DHC	6242HV
LTC6242IGN	4	-40°C 至 85°C	3V, 5V	GN	6242I
LTC6242IDHC	4	-40°C 至 85°C	3V, 5V	DHC	6242
LTC6242HVIGN	4	-40°C 至 85°C	3V, 5V, ±5V	GN	242HVI
LTC6242HVIDHC	4	-40°C 至 85°C	3V, 5V, ±5V	DHC	6242HV
LTC6242HGN	4	-40°C 至 125°C	3V, 5V	GN	6242H
LTC6242HVHGN	4	-40°C 至 125°C	3V, 5V, ±5V	GN	242HVH

**电特性** (LTC6241C/I、LTC6241HVC/I、LTC6242C/I、LTC6242HVC/I) 凡标注 ● 表示该指标适合规定温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 5\text{V}$ ,  $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 4)	SO-8 封装 0°C 至 70°C	●	40	125	$\mu\text{V}$	
		-40°C 至 85°C	●		250	$\mu\text{V}$	
						300	$\mu\text{V}$
		GN 封装 0°C 至 70°C	●	50	150	$\mu\text{V}$	
		-40°C 至 85°C	●		275	$\mu\text{V}$	
						300	$\mu\text{V}$
	$V_{\text{OS}}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	DD, DHC 封装 0°C 至 70°C	-40°C 至 85°C	●	100	550	$\mu\text{V}$
				●		650	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		725	$\mu\text{V}$	
$\text{TC } V_{\text{OS}}$	输入失调电压漂移 (注 6)	SO-8 封装 0°C 至 70°C	●	40	160	$\mu\text{V}$	
		-40°C 至 85°C	●		300	$\mu\text{V}$	
			●		375	$\mu\text{V}$	
	输入偏置电流 (注 4, 7)	GN 封装 0°C 至 70°C	●	50	185	$\mu\text{V}$	
		-40°C 至 85°C	●		325	$\mu\text{V}$	
			●		400	$\mu\text{V}$	
	DD, DHC 封装 0°C 至 70°C	●	150	650	$\mu\text{V}$		
		-40°C 至 85°C	●		700	$\mu\text{V}$	
			●		750	$\mu\text{V}$	
$I_{\text{B}}$	输入偏置电流 (注 4, 7)		●	1	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
			●		75	$\text{pA}$	

# LTC6241/LTC6242

**电特性** (LTC6241C/I、LTC6241HVC/I、LTC6242C/I、LTC6242HVC/I) 凡标注 ● 表示该指标适合规定温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{\text{OS}}$	输入失调电流 (注 4、7)		●	0.5	75	pA pA
	输入噪声电压	0.1Hz 至 10Hz		550		nV <sub>P-P</sub>
$e_n$	输入噪声电压密度	$f = 1\text{kHz}$		7	10	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	输入噪声电流密度 (注 8)			0.56		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$R_{\text{IN}}$	输入电阻	共模		$10^{12}$		$\Omega$
$C_{\text{IN}}$	输入电容 差模 共模	$f = 100\text{kHz}$ (见“典型性能特征曲线”)		0.5		pF
				3		pF
$V_{\text{CM}}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	0	3.5	V
CMRR	共模抑制	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 3.5\text{V}$	●	80	105	dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	76	95	dB
$A_{\text{VOL}}$	大信号电压增益	$V_O = 1\text{V}$ 至 $4\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$ 至 $V_S/2$ $0^\circ\text{C}$ 至 $70^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$	●	425	1600	V/mV
		$V_O = 1.5\text{V}$ 至 $3.5\text{V}$ $R_L = 1\text{k}$ 至 $V_S/2$ $0^\circ\text{C}$ 至 $70^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$	● ●	300 200		V/mV V/mV
$V_{\text{OL}}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载	●	7	30	mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$ $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	● ●	40 190	75 325	mV mV
$V_{\text{OH}}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载	●	11	30	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$ $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	● ●	45 190	75 325	mV mV
PSRR	电源抑制	$V_S = 2.8\text{V}$ 至 $6\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	80	104	dB
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74	100	dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8		V
$I_{\text{SC}}$	短路电流		●	15	30	mA
$I_S$	每个放大器的电源电流	$0^\circ\text{C}$ 至 $70^\circ\text{C}$	●	1.8	2.2	mA
		$-40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$	●		2.3	mA
			●		2.4	mA
GBW	增益带宽乘积	频率 = $20\text{kHz}$ ， $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	13	18	MHz
SR	转换速率 (注 11)	$A_V = -2$ ， $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	5	10	V/ $\mu\text{s}$
FPBW	满功率带宽 (注 12)	$V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{P-P}}$ ， $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	0.53	1.06	MHz
$t_S$	稳定时间	$V_{\text{STEP}} = 2\text{V}$ ， $A_V = -1$ ， $R_L = 1\text{k}\Omega$ ，0.1%		1100		ns

**电特性** (LTC6241C/I、LTC6241HVC/I、LTC6242C/I、LTC6242HVC/I) 凡标注 ● 表示该指标适合规定温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 3\text{V}$ ,  $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 1.5\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 4)	SO-8 封装 0°C 至 70°C	●	40	175	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		275	$\mu\text{V}$
					325	$\mu\text{V}$
	$V_{\text{OS}}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	GN 封装 0°C 至 70°C	●	60	200	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		275	$\mu\text{V}$
					325	$\mu\text{V}$
$V_{\text{OS}}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	DD, DHC 封装 0°C 至 70°C	●	100	550	$\mu\text{V}$	
	-40°C 至 85°C	●		650	$\mu\text{V}$	
				725	$\mu\text{V}$	
$I_{\text{B}}$	输入偏置电流 (注 4, 7)	SO-8 封装 0°C 至 70°C	●	40	200	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		325	$\mu\text{V}$
					400	$\mu\text{V}$
$I_{\text{OS}}$	输入失调电流 (注 4, 7)	GN 封装 0°C 至 70°C	●	60	225	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		325	$\mu\text{V}$
					400	$\mu\text{V}$
$I_{\text{B}}$	输入偏置电流 (注 4, 7)	DD, DHC 封装 0°C 至 70°C	●	150	650	$\mu\text{V}$
		-40°C 至 85°C	●		700	$\mu\text{V}$
					750	$\mu\text{V}$
$I_{\text{B}}$	输入偏置电流 (注 4, 7)		●	1	75	pA pA
$I_{\text{OS}}$	输入失调电流 (注 4, 7)		●	0.5	75	pA pA
$V_{\text{CM}}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	0	1.5	V
CMRR	共模抑制	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 1.5\text{V}$	●	78	100	dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	76	95	dB
$A_{\text{VOL}}$	大信号电压增益	$V_{\text{O}} = 1\text{V}$ 至 $2\text{V}$ $R_{\text{L}} = 10\text{k}$ 至 $V_{\text{S}}/2$ 0°C 至 70°C	●	140	600	V/mV
		-40°C 至 85°C	●	100		V/mV
			●	75		V/mV
$V_{\text{OL}}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载	●	3	30	mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●	65	110	mV
$V_{\text{OH}}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载	●	4	30	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●	70	120	mV
PSRR	电源抑制	$V_{\text{S}} = 2.8\text{V}$ 至 $6\text{V}$ , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	80	104	dB
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74	100	dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8		V
$I_{\text{SC}}$	短路电流		●	3	6	mA
$I_{\text{S}}$	每个放大器的电源电流	0°C 至 70°C	●	1.4	1.7	mA
		-40°C 至 85°C	●		1.8	mA
			●		1.9	mA
GBW	增益带宽乘积	频率 = $20\text{kHz}$ , $R_{\text{L}} = 1\text{k}\Omega$	●	12	17	MHz

# LTC6241/LTC6242

**电特性** (LTC6241HVC/I、LTC6242HVC/I) 凡标注 ● 表示该指标适合规定温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ,  $V_{CM} = 0\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{OS}$	输入失调电压 (注 4)	SO-8 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	50	175 275 325	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	60	200 275 325	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		DD、DHC 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	100	550 650 725	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
	$V_{OS}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	SO-8 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	50	200 325 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	60	225 325 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		DD、DHC 封装 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	150	650 700 750	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$TC V_{OS}$	输入失调电压漂移 (注 6)		●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$I_B$	输入偏置电流 (注 4, 7)		●	1	75	$\text{pA}$ $\text{pA}$
$I_{OS}$	输入失调电流 (注 4, 7)		●	0.5	75	$\text{pA}$ $\text{pA}$
	输入噪声电压	0.1Hz 至 10Hz		550		$\text{nV}_{P-P}$
$e_n$	输入噪声电压密度	$f = 1\text{kHz}$		7	10	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	输入噪声电流密度 (注 8)			0.56		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
$R_{IN}$	输入电阻	共模		$10^{12}$		$\Omega$
$C_{IN}$	输入电容 差模 共模	$f = 100\text{kHz}$ (见“典型性能特征曲线”)		0.5 3		$\text{pF}$ $\text{pF}$
$V_{CM}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	-5	3.5	V
CMRR	共模抑制	$-5\text{V} \leq V_{CM} \leq 3.5\text{V}$	●	83	105	dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	76	95	dB
$A_{VOL}$	大信号电压增益	$V_O = -3.5\text{V}$ 至 $3.5\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$ 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ● ●	775 600 500	2700	$\text{V}/\text{mV}$ $\text{V}/\text{mV}$ $\text{V}/\text{mV}$
		$R_L = 1\text{k}$ 0°C 至 70°C -40°C 至 85°C	● ●	150 90 75	360	$\text{V}/\text{mV}$ $\text{V}/\text{mV}$ $\text{V}/\text{mV}$
$V_{OL}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载	●	15	30	mV
		$I_{SINK} = 1\text{mA}$	●	45	75	mV
		$I_{SINK} = 10\text{mA}$	●	360	550	mV
$V_{OH}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载	●	15	30	mV
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$	●	45	75	mV
		$I_{SOURCE} = 10\text{mA}$	●	360	550	mV

**电特性** (LTC6241HVC/I、LTC6242HVC/I) 凡标注 ● 表示该指标适合规定温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
PSRR	电源抑制	$V_S = 2.8\text{V}$ 至 $11\text{V}$ , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	85	110		dB
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	82	106		dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8			V
$I_{\text{SC}}$	短路电流		●	15	35		mA
$I_S$	每个放大器的电源电流	$0^\circ\text{C}$ 至 $70^\circ\text{C}$	●		2.5	3.2	mA
		$-40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$	●			3.3	mA
			●			3.7	mA
GBW	增益带宽乘积	频率 = $20\text{kHz}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	13	18		MHz
SR	转换速率 (注 11)	$A_V = -2$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	5.5	10		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	满功率带宽 (注 12)	$V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{P-P}}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	0.58	1.06		MHz
$t_S$	稳定时间	$V_{\text{STEP}} = 2\text{V}$ , $A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$ , $0.1\%$			900		ns

(LTC6241H/LTC6241HVH、LTC6242H/LTC6242HVH) 凡标注 ● 表示该指标适合  $-40^\circ\text{C}$  至  $125^\circ\text{C}$  的温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 5\text{V}$ ,  $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 4)	SO-8 封装	●		40	125 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装	●		50	150 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
	$V_{\text{OS}}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	SO-8 封装	●		40	160 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装	●		50	185 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$\text{TC } V_{\text{OS}}$	输入失调电压漂移 (注 6)		●		0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$I_B$	输入偏置电流 (注 4, 7)		●		1	1.5	pA nA
$I_{\text{OS}}$	输入失调电流 (注 4, 7)		●		0.5	150	pA pA
			●				
$V_{\text{CM}}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	0		3.5	V
CMRR	共模抑制	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 3.5\text{V}$	●	78			dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74			dB
$A_{\text{VOL}}$	大信号电压增益	$V_0 = 1\text{V}$ 至 $4\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$ 至 $V_S/2$	●	425 200	1600		V/mV V/mV
		$V_0 = 1.5\text{V}$ 至 $3.5\text{V}$ $R_L = 1\text{k}$ 至 $V_S/2$	●	90 40	215		V/mV V/mV
$V_{\text{OL}}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载	●			30	mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●			85	mV
		$I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	●			325	mV
$V_{\text{OH}}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载	●			30	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●			85	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	●			325	mV
PSRR	电源抑制	$V_S = 2.8\text{V}$ 至 $6\text{V}$ , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	78			dB

# LTC6241/LTC6242

**电特性** (LTC6241H/LTC6241HVH、LTC6242H/LTC6242HVH) 凡标注 ● 表示该指标适合 -40°C 至 125°C 的温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74		dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8		V
$I_{\text{SC}}$	短路电流		●	15		mA
$I_S$	每个放大器的电源电流		●	1.8	2.2	mA
					2.4	mA
GBW	增益带宽乘积	频率 = 20kHz, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	12		MHz
SR	转换速率 (注 11)	$A_V = -2$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	4.5		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	满功率带宽 (注 12)	$V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{P-P}}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	0.48		MHz

(LTC6241H/LTC6241HVH、LTC6242H/LTC6242HVH) 凡标注 ● 表示该指标适合 -40°C 至 125°C 的温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_S = 3\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ,  $V_{\text{CM}} = 1.5\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 4)	SO-8 封装	●	40	175	$\mu\text{V}$
					400	$\mu\text{V}$
	$V_{\text{OS}}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	GN 封装	●	60	200	$\mu\text{V}$
					400	$\mu\text{V}$
		SO-8 封装	●	40	200	$\mu\text{V}$
			●		400	$\mu\text{V}$
		GN 封装	●	60	225	$\mu\text{V}$
			●		400	$\mu\text{V}$
$I_B$	输入偏置电流 (注 4、7)		●	1	1.5	pA
			●			nA
$I_{\text{OS}}$	输入失调电流 (注 4、7)		●	0.5	150	pA
			●			pA
$V_{\text{CM}}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	0	1.5	V
CMRR	共模抑制	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 3.5\text{V}$	●	76		dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74		dB
$A_{\text{VOL}}$	大信号电压增益	$V_O = 1\text{V}$ 至 $2\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$ 至 $V_S/2$	●	140	600	V/mV
			●	65		V/mV
$V_{\text{OL}}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载 $I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●		30	mV
			●		130	mV
$V_{\text{OH}}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载 $I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●		30	mV
			●		130	mV
PSRR	电源抑制	$V_S = 2.8\text{V}$ 至 $6\text{V}$ , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	78		dB
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	74		dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8		V
$I_{\text{SC}}$	短路电流		●	2.5		mA
$I_S$	每个放大器的电源电流		●	1.4	1.7	mA
			●		1.9	mA
GBW	增益带宽乘积	频率 = 20kHz, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	10		MHz



**电特性** (LTC6241HVH/LTC6242HVH) 凡标注 ● 表示该指标适合  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的温度范围, 否则仅指  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。  $V_S = \pm 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = 0\text{V}$ , 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{OS}$	输入失调电压 (注 4)	S0-8 封装	●	50	175 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装	●	60	200 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
	$V_{OS}$ 匹配 (通道至通道) (注 5)	S0-8 封装	●	50	200 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		GN 封装	●	60	225 400	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$TC V_{OS}$	输入失调电压漂移 (注 6)	●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
$I_B$	输入偏置电流 (注 4, 7)	●		1	1.5	$\mu\text{A}$ $\text{nA}$
		●				
$I_{OS}$	输入失调电流 (注 4, 7)	●		0.5	150	$\mu\text{A}$ $\text{pA}$
		●				
$V_{CM}$	输入电压范围	由 CMRR 来保证	●	-5	3.5	V
CMRR	共模抑制	$-5\text{V} \leq V_{CM} \leq 3.5\text{V}$	●	83		dB
	CMRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	76		dB
$A_{VOL}$	大信号电压增益	$V_O = -3.5\text{V}$ 至 $3.5\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$	●	775 350	2700	V/mV V/mV
		$R_L = 1\text{k}$	●	150 60	360	V/mV V/mV
$V_{OL}$	输出电压摆幅低 (注 9)	无负载	●		30	mV
		$I_{SINK} = 1\text{mA}$	●		85	mV
		$I_{SINK} = 10\text{mA}$	●		600	mV
$V_{OH}$	输出电压摆幅高 (注 9)	无负载	●		30	mV
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$	●		85	mV
		$I_{SOURCE} = 10\text{mA}$	●		600	mV
PSRR	电源抑制	$V_S = 2.8\text{V}$ 至 $11\text{V}$ , $V_{CM} = 0.2\text{V}$	●	85		dB
	PSRR 匹配 通道至通道 (注 5)		●	82		dB
	最小电源电压 (注 10)		●	2.8		V
$I_{SC}$	短路电流	●	15		mA	
$I_S$	每个放大器的电源电流	●		2.5	3.2 3.7	mA mA
		●				
GBW	增益带宽乘积	频率 = $20\text{kHz}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	12		MHz
SR	转换速率 (注 11)	$A_V = -2$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	5		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	满功率带宽 (注 12)	$V_{OUT} = 3\text{V}_{P-P}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	0.53		MHz

注 1: 绝对最大额定值是指超出该值则器件的寿命可能会受损。

注 2: 如果输出被无限期短路, 则可能需要使用一个散热器来把结温保持在绝对最大额定值以下。

注 3: LTC6241C/LTC6241HVC、LTC6242C/LTC6242HVC 保证在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$  的范围内满足规定性能要求, 并按照  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$  的规定性能要求来设计和进行特性分析, 且有望达到相关标准, 但在这些温度条件下未进行测试或品质保证 (QA) 采样。LTC6241/LTC6241HVI、LTC6242/LTC6242HVI

保证在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$  的温度范围内满足规定性能要求。LTC6241H/LTC6242H 保证在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的温度范围内满足规定性能要求。

注 4: 对 ESD (静电放电) 敏感的器件。在 LTC6241/LTC6242 内部使用了大量的 ESD 保护器件; 然而, 高静电放电会损坏器件或使器件性能下降。应采用正确的 ESD 处理预防措施。

注 5: 匹配参数指的是 LTC6242 的两个放大器 A 和 D 以及 B 和 C 之间的差异; LTC6241 的两个放大器之间的差异。CMRR

## 电特性

和 PSRR 匹配的定义如下：CMRR 和 PSRR 是在匹配放大器上测量的 (单位： $\mu\text{V}/\text{V}$ )。差异在匹配侧之间进行计算 (单位： $\mu\text{V}/\text{V}$ )。计算结果被转换为 dB。

**注 6：**该参数未经全面测试。

**注 7：**该规格受限于高速自动化测试性能。请参见“典型性能特征”曲线，以了解实际的典型性能。

**注 8：**电流噪声由下式计算： $i_n = (2qI_B)^{1/2}$ ，式中的  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  库仑。高达  $50\text{G}\Omega$  的源电阻噪声对电流噪声的分布起主导作用。请参见“典型性能特征”中的“噪声电流与频率的关系曲线”。

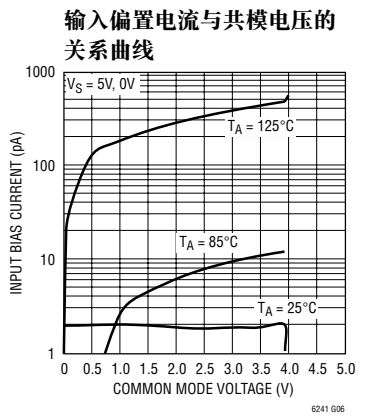
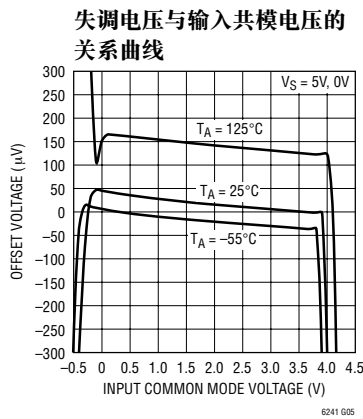
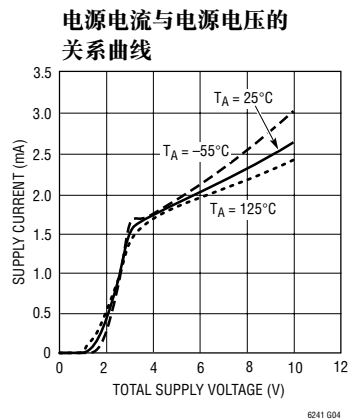
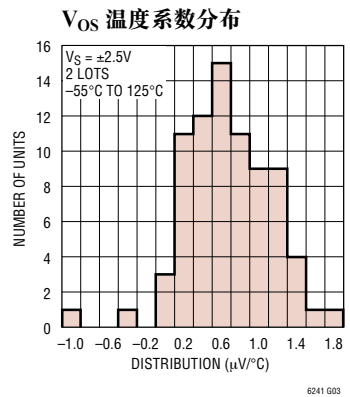
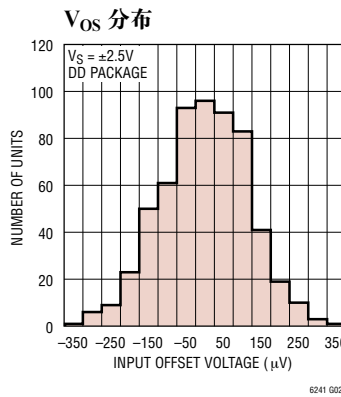
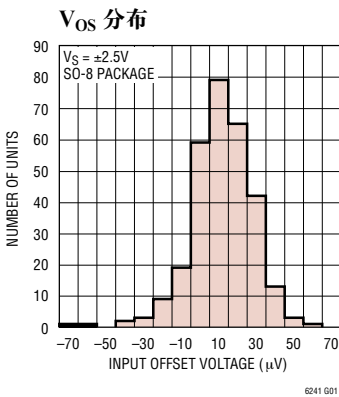
**注 9：**输出电压摆幅在输出和电源轨之间进行测量。

**注 10：**最小电源电压由电源抑制比测试来保证。

**注 11：**转换速率是在增益为  $-2$  且  $R_F = 1\text{k}\Omega$  和  $R_G = 500\Omega$  的条件下测量的。在 LTC6241/LTC6242 上， $V_{IN} = \pm 1\text{V}$ ， $V_{OUT}$  转换速率在  $-1\text{V}$  和  $+1\text{V}$  之间进行测量。在 LTC6241HV/LTC6242HV 上， $V_{IN} = \pm 2\text{V}$ ， $V_{OUT}$  转换速率在  $-2\text{V}$  和  $+2\text{V}$  之间进行测量。

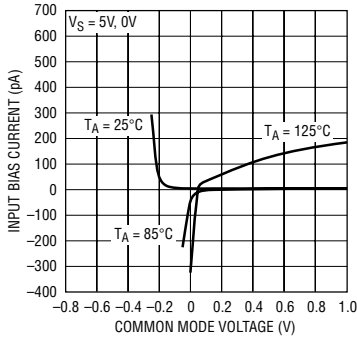
**注 12：**满功率带宽是从转换速率计算而得的： $\text{FPBW} = \text{SR}/2\pi V_p$ 。

## 典型性能特征



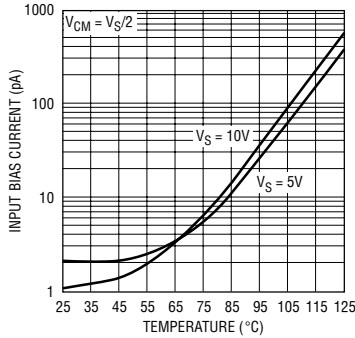
典型性能特征

输入偏置电流与共模电压的关系曲线



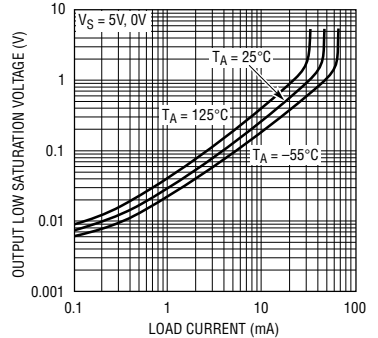
6241 G07

输入偏置电流与温度的关系曲线



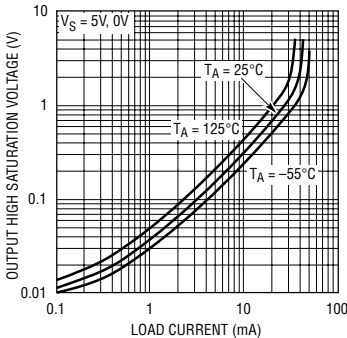
6241 G08

输出饱和电压与负载电流的关系曲线 (输出为低电平)



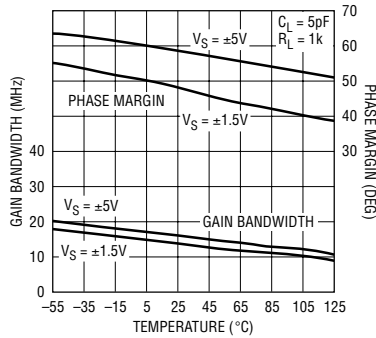
6241 G09

输出饱和电压与负载电流的关系曲线 (输出为高电平)



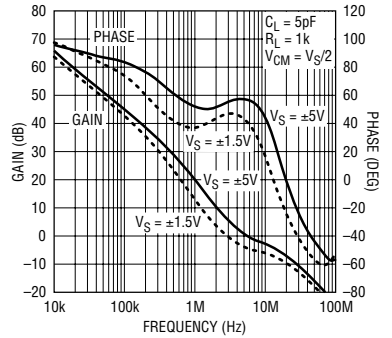
6241 G10

增益带宽和相位余量与温度的关系曲线



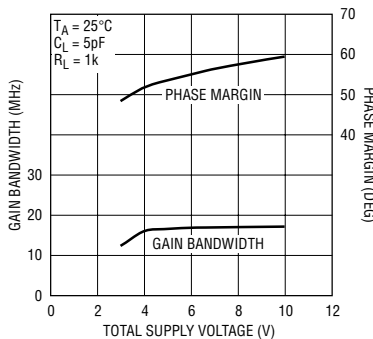
6241 G12

开环增益与频率的关系曲线



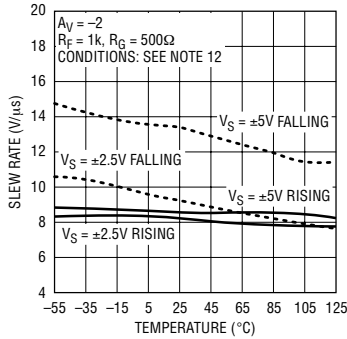
6241 G13

增益带宽和相位余量与电源电压的关系曲线



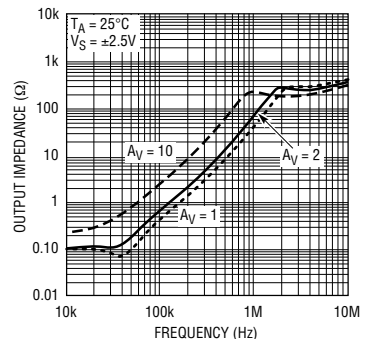
6241 G14

转换速率与温度的关系曲线



6241 G15

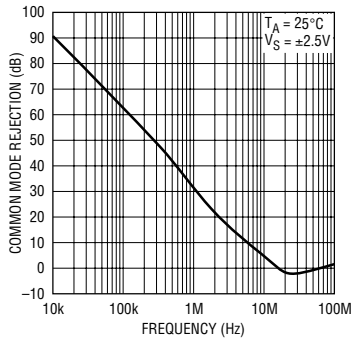
输出阻抗与频率的关系曲线



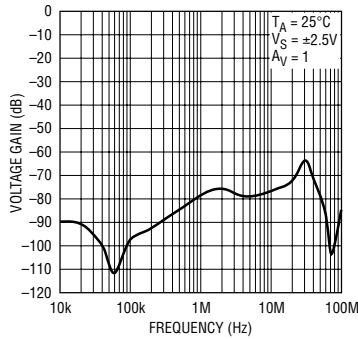
6241 G16

## 典型性能特征

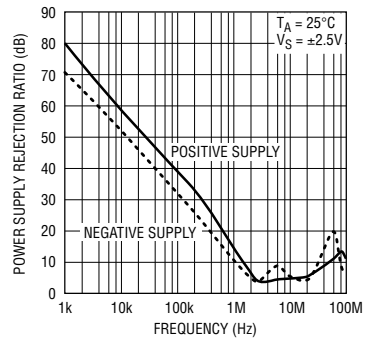
共模抑制比与频率的关系曲线



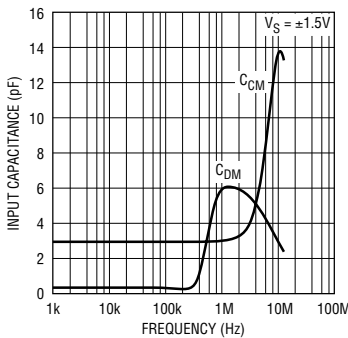
通道隔离度与频率的关系曲线



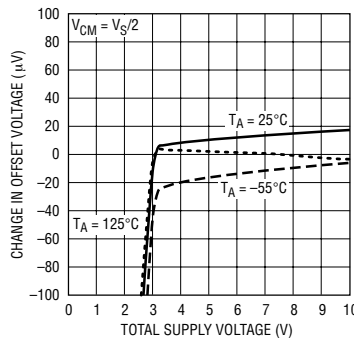
电源抑制比与频率的关系曲线



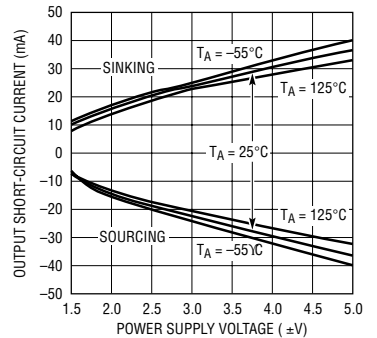
输入电容与频率的关系曲线



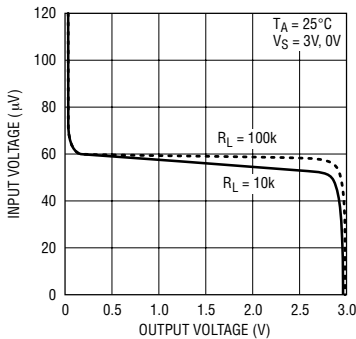
最小电源电压



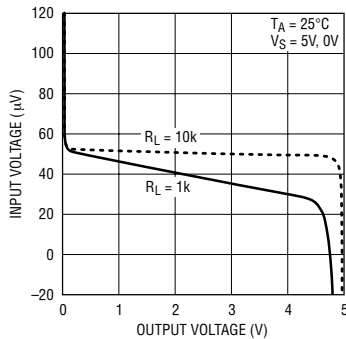
输出短路电流与电源电压的关系曲线



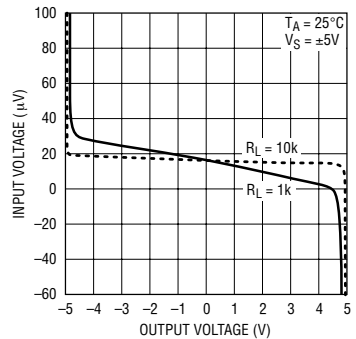
开环增益



开环增益

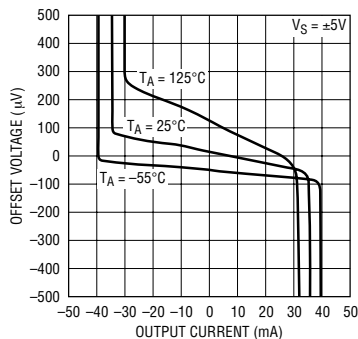


开环增益



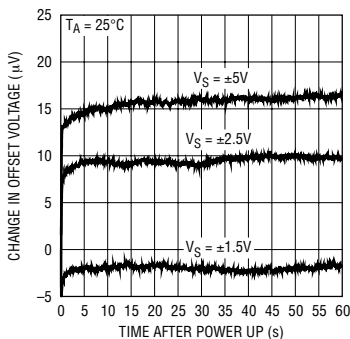
## 典型性能特征

失调电压与输出电流的关系曲线



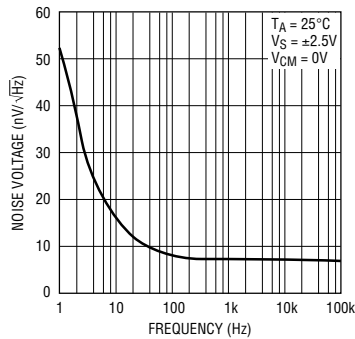
6241 G26

预热漂移与时间的关系曲线



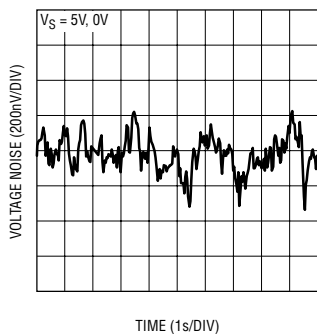
6241 G27

噪声电压与频率的关系曲线



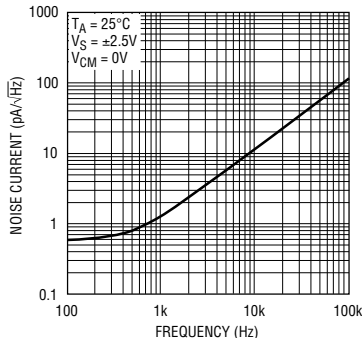
6241 G28

0.1Hz 至 10Hz 电压噪声



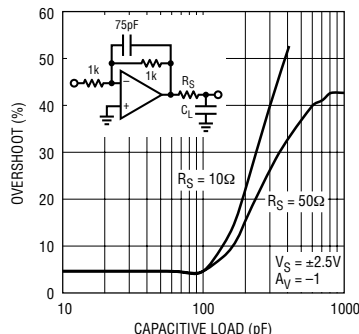
6241 G11

噪声电流与频率的关系曲线



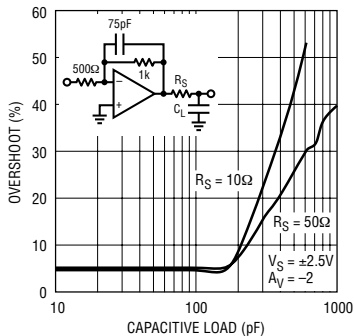
6241 G42

串联输出电阻和过冲与容性负载的关系曲线



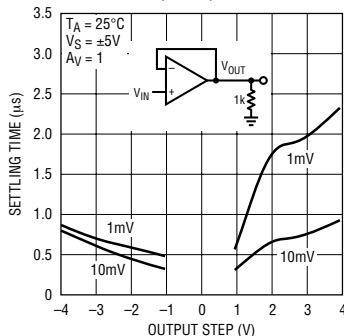
6241 G29

串联输出电阻和过冲与容性负载的关系曲线



6241 G30

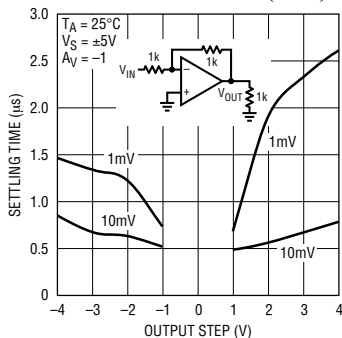
稳定时间与输出阶跃的关系曲线 (同相)



6241 G31

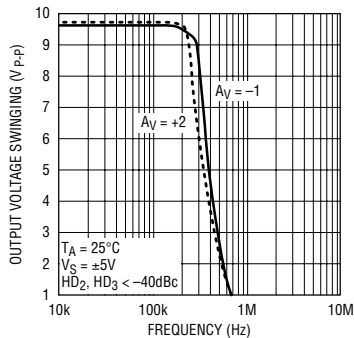
## 典型性能特征

稳定时间和输出阶跃 (反相)



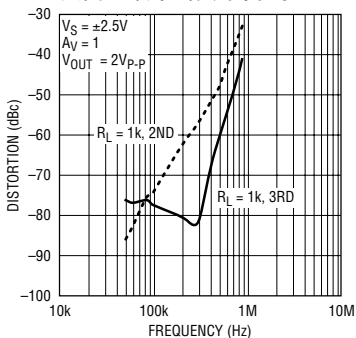
6241 G32

最大不失真输出信号与频率的关系曲线



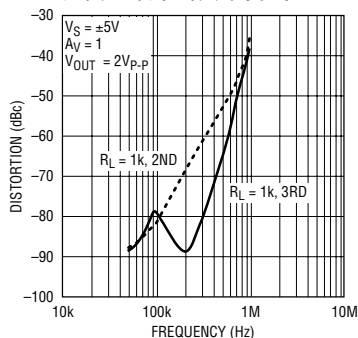
6241 G33

失真与频率的关系曲线



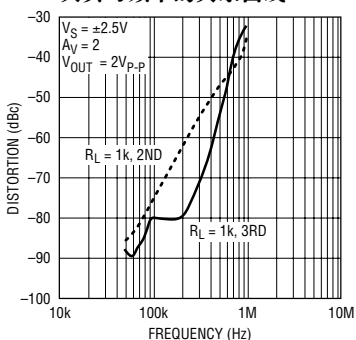
6241 G34

失真与频率的关系曲线



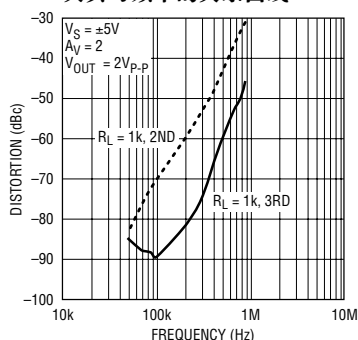
6241 G35

失真与频率的关系曲线



6241 G36

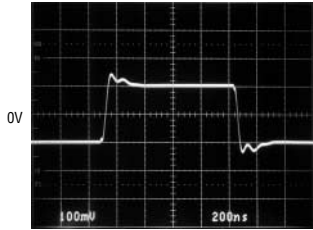
失真与频率的关系曲线



6241 G37

典型性能特征

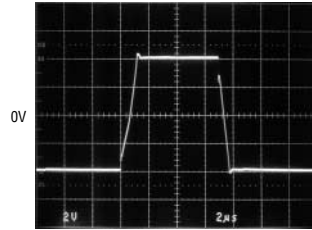
小信号响应



$V_S = \pm 2.5V$   
 $A_V = 1$   
 $R_L = \infty$

6241 G38

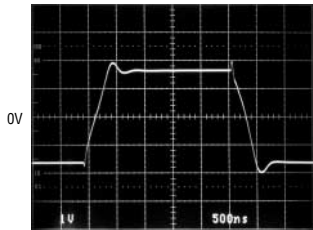
大信号响应



$V_S = \pm 5V$   
 $A_V = 1$   
 $R_L = \infty$

6241 G39

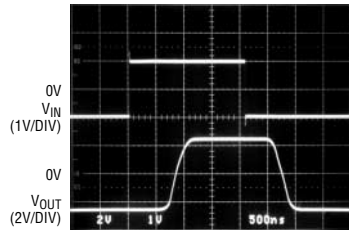
大信号响应



$V_S = \pm 2.5V$   
 $A_V = -1$   
 $R_L = 1k$

6241 G40

输出过驱动恢复



$V_S = \pm 2.5V$   
 $A_V = 3$   
 $R_L = \infty$

6241 G41

## 应用信息

## 放大器特性

图1示出了LTC6241的简化电路图，它具有一对低噪声输入晶体管M1和M2。一个简单的折叠式共射共基放大器Q1、Q2和R1、R2允许输入级摆动至负电源轨，并执行至差分驱动发生器的电平移动。通过对输入级进行激光修整来实现低失调电压。

电容器C1用于降低单位交叉频率并改善频率稳定性，而不会使放大器的增益带宽发生劣化。电容器Cm负责设定放大器的总增益带宽。差分驱动发生器向晶体管M3和M4（它们使输出轨至轨摆动）发送信号。

图2中的照片示出了当放大器被连接成一个电压跟随器时对一个输入过驱动的输出响应。如果负向输入信号小于 $(V^- - \text{一个二极管压降})$ ，则不会出现倒相。对于大于 $(V^- - \text{一个二极管压降})$ 的输入信号，应采用一个串联电阻器 $R_S$ 把电流限制为3mA，以避免发生倒相。

## ESD

如图1所示，LTC6241在所有的输入和输出端上都布设了反向偏压ESD保护二极管。如果这些引脚的电压被强制超过任一电源电压，则未经限制的电流将流过这些二极管。如果该电流是瞬态的且被限制为100mA或更小，则不会损坏器件。

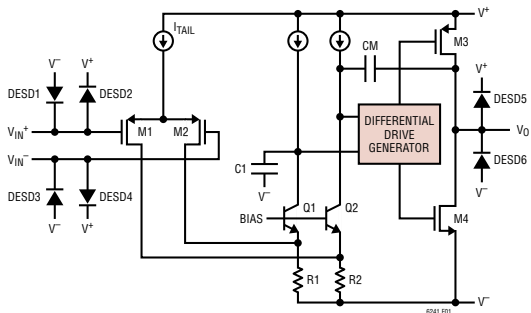


图1：简化的电路图

放大器输入偏置电流是这些ESD二极管的漏电流。如“典型性能特征”中的曲线所示，该漏电流是温度以及放大器共模电压的一个函数。

## 噪声

LTC6241在0.1Hz至10Hz区域内呈现出极低的1/f噪声。该550nV<sub>P-P</sub>噪声使得这些运算放大器能够在众多高阻抗低频应用中使用，而零漂移放大器因其电荷注入的缘故有可能不适合此类应用。

在1kHz以上的频域中，LTC6241同样显现出上佳的噪声电压性能。在该频域内，可利用特定应用的总源电阻来轻松地控制噪声。特别地，这些放大器呈现出一个3.1kΩ电阻器的噪声，这就意味着需要把源电阻和反馈电阻保持于该阻值或更小的阻值，即： $R_S + R_G \parallel R_{FB} \leq 3.1k\Omega$ 。在该总源阻抗以上，噪声电压将不受放大器的支配。

噪声电流可由下式来估算： $i_n = \sqrt{2qI_B}$ ，式中的 $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ 库仑。使 $\sqrt{4kTR\Delta f} = R\sqrt{2qI_B\Delta f}$ 可见：对于低于50GΩ的源电阻器，放大器噪声受源电阻的支配。请参见“典型性能特征”中的“噪声电流与频率的关系曲线”。

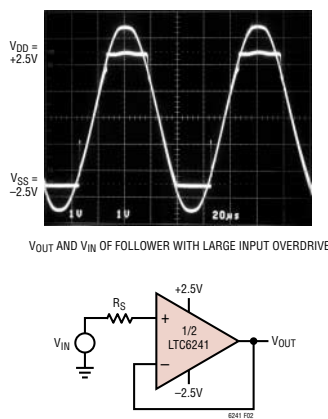


图2：单位增益跟随器测试电路



## 应用信息

采用了专有设计技术，以获得同时低  $1/f$  噪声和低输入电容。当放大器与高源电阻器和反馈电阻器一道使用时，低输入电容是很重要的。在图 1 中，来自放大器尾电流源  $I_{TAIL}$  的高频噪声会通过输入电容耦合，并出现在这些大阻值的源电阻器和反馈电阻器的两端。例如，本数据表最后一页上图 11 中的光电二极管放大器示出了 LTC6241 和一款同类竞争 CMOS 放大器所产生的噪声。LTC6241 输出是一个  $1\text{ M}\Omega$  电阻器在室温条件下的理想噪声，即  $130\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

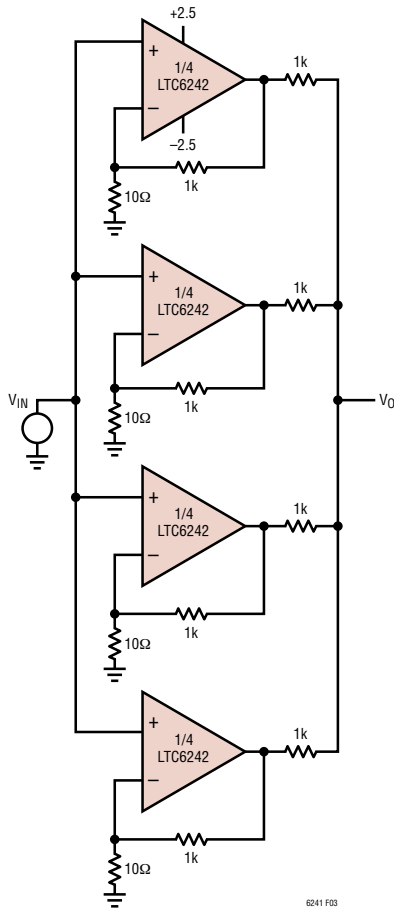


图 3：并联放大器使噪声降低 2x

## 使噪声减半

图 3 所示电路可被用于实现甚至更低的噪声电压。通过并联 4 个放大器，噪声电压可被降低  $\sqrt{4}$  倍，也就是噪声减半。“ $\sqrt{\quad}$ ”来自于不相关噪声源的一个 RMS 求和运算。该电路保持了极高的输入电阻，并具有一个  $250\Omega$  输出电阻。对于较低的输出电阻，可以增设一个缓冲放大器，而不会影响噪声。

## 稳定性

这些运算放大器的上佳噪声性能可归因于差分对之中的大输入器件。在几百 kHz 以上的频率条件下，输入电容增加，而且，如果对其不做任何检查，则会引发放大器稳定性问题。当运算放大器周围的反馈为阻性时 ( $R_F$ )， $R_F$ 、源电阻、源电容 ( $R_S$ 、 $C_S$ ) 和放大器输入电容将生成一个极点。在低增益配置中，即使  $R_F$  和  $R_S$  的阻值为  $\text{k}\Omega$  级 (图 4)，该极点也将会产生过大的相移，并有可能产生振荡。把一个小电容器  $C_F$  与  $R_F$  并联可消除这一问题。

## 低噪声单端输入至差分输出放大器

本数据表首页上给出的电路是一款低噪声单端输入至差分输出放大器，具有一个  $200\text{ k}\Omega$  的输入阻抗。LTC6241 非常低的输入偏置电流允许采用这些大阻值的输入和反馈电阻器。 $200\text{ k}\Omega$  电阻器  $R_1$  和  $R_2$  与电容器  $C_1$  和  $C_2$  共同将  $-3\text{ dB}$  带宽设定为  $80\text{ kHz}$ 。

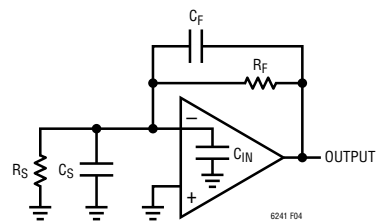


图 4：补偿输入电容

## 应用信息

电容器 C3 被用于抵消输入电容的影响，而 C4 则增加了相位超前，以补偿第二个放大器的相位滞后。该运算放大器的上佳输入失调电压匹配和低输入偏置电流意味着典型的差分输出电压小于 40μV。图 5 示出了差分输出的噪声频谱曲线图。

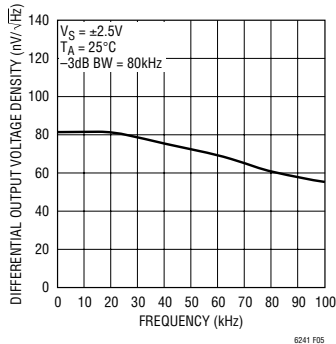


图 5：差分输出噪声

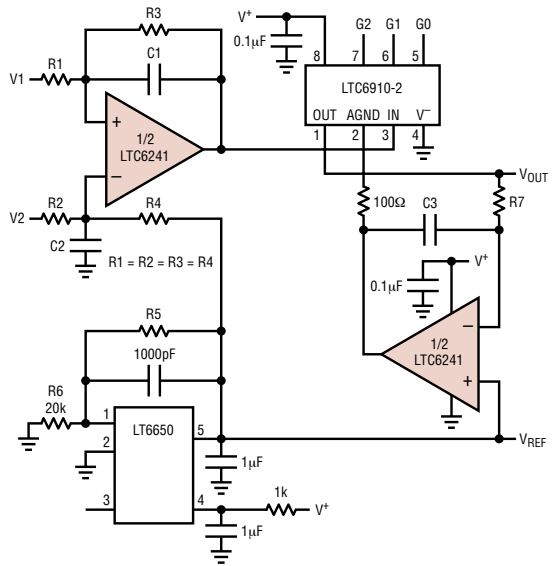
### 实现低输入偏置电流

DD 封装是无引线型封装，并在封装下方与 PCB 形成连接。在把该器件焊接至 PCB 的过程中所使用的焊剂会形成漏电流通路，并使器件的输入偏置电流性能劣化。由于背部衬垫在内部与 V<sup>-</sup> 相连，因此所有的输入都容易受到影响。当输入电压或 V<sup>-</sup> 发生变化时，将形成一条漏电流通路并改变观测输入偏置电流。为了获得最低的偏置电流，应采用 SO-8 封装的 LTC6241，并在与一个接近输入电压的电位相连的输入端周围提供一个护圈。

### 一个数字可编程型 AC 差分放大器

被配置成一个差分放大器的 LTC6241 可与一个可编程增益放大器 (PGA) 相组合，以获得一个低噪声高速可编程差分放大器。图 6 示出了作为一个单电源 AC 放大器的 LTC6241。在电路的输入端采用了一个 LTC6241 运算放大器，用作一个标准的四电阻器差分放大器。LTC6241 的低偏置电流和电流噪声允许采用高阻值 (100k 或更大) 的输入电阻器。电阻器

R1、R2、R3 和 R4 是等值的，差分放大器的增益为一。一个 LTC6910-2 PGA 利用数值为 -1、-2、-4、-8、-16、-32 和 -64 的反相增益来对该差分放大器输出进行放大。第二个 LTC6241 运算放大器被用作一个积分器，用于把 DC 输出电压设定得与 LT6650 基准电压 V<sub>REF</sub> 相等。该积分器驱动 PGA 模拟地，并阻止任何直流电压通过 PGA 提供一个反馈环路。可采用电阻器 R5 和 R6 把 LT6650 的基准电压设定在 400mV 至 V<sup>+</sup> - 350mV 之间。如果 R6 为 20k 或更小，则由 LT6650 运算放大器偏置电流所引起的误差可以忽略不计。LTC6241 积分器的低压失调和漂移将不会给 LT6650 基准电压造成任何显著的误差。当采用精度为 1% 的电阻器时，LT6650 V<sub>REF</sub> 电



DIGITAL INPUTS	GAIN		
G2	G1	G0	
0	0	0	0
0	0	1	-1
0	1	0	-2
0	1	1	-4
1	0	0	-8
1	0	1	-16
1	1	0	-32
1	1	1	-64

$$V_{OUT} = (V_1 - V_2) \text{ GAIN} + V_{REF}$$

$$V_{REF} = 0.4 \cdot \left( \frac{R_5}{R_6} + 1 \right)$$

$$R_5 = 10k \cdot (5 \cdot V_{REF} - 2) \quad R_6 = 20k$$

$$-3d \text{ BANDWIDTH} = (f_{HIGH} - f_{LOW})$$

$$f_{HIGH} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot C_1} \quad f_{LOW} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_7 \cdot C_3}$$

图 6：具有高输入阻抗和数字可编程增益的宽带差分放大器

## 应用信息

压具有一个  $\pm 2\%$  的最大误差。放大器的上部  $-3\text{dB}$  频率由电阻器 R3 和电容器 C1 来设定，并受限于 PGA 的带宽(当工作增益为 64 时)。电容器 C2 与电容器 C1 数值相等，增设 C2 的目的是在高频条件下维持上佳的共模抑制。下部  $-3\text{dB}$  频率由积分电阻器 R7、电容器 C3 以及 LTC6910-2 PGA 的增益设置来设定。该下部  $-3\text{dB}$  零频率与 PGA 增益相乘。LTC6910-2 PGA 的轨至轨输出可提供两个倍于  $V_{\text{REF}}$  电压的最大输出峰至峰电压。在 64 的最大增益设置条件下，输入 V1 和 V2 之间的最大峰至峰电压差等于  $2 \cdot V_{\text{REF}}/64$ 。

**设计实例：**设计一个可编程增益 AC 差分放大器，它具有一个 10Hz 至 100kHz 的带宽、一个等于或大于 100k $\Omega$  的输入阻抗和一个等于 1V 的输出 DC 基准。

- 选择阻值为 100k 的输入电阻器 R1、R2、R3 和 R4。
- 如果上部  $-3\text{dB}$  频率为 100kHz，则  $C1 = 1/(2\pi \cdot R2 \cdot f_{3\text{dB}}) = 1/(6.28 \cdot 100\text{k}\Omega \cdot 100\text{kHz}) = 15\text{pF}$  (至最接近的精度为 5% 的数值) 且  $C2 = C1 = 15\text{pF}$ 。
- 选择阻值为 1M 的 R7，并在最高 PGA 增益 (64) 条件下将下部  $-3\text{dB}$  频率设定为 10Hz，则  $C3 = \text{增益}/(2\pi \cdot R7 \cdot f_{3\text{dB}}) = 64/(6.28 \cdot 100\text{k}\Omega \cdot 10\text{Hz}) = 10\mu\text{F}$ 。较低的增益设置将给出一个较低的  $f_{3\text{dB}}$ 。
- 计算 R5 的阻值，以把 LT6650 基准设定为 1V；

$V_{\text{REF}} = 0.4 (R5/R6 + 1)$ ，于是， $R5 = R6 (2.5V_{\text{REF}} - 1)$ 。当  $R6 = 20\text{k}\Omega$  时， $R5 = 30\Omega$

当  $V_{\text{REF}} = 1\text{V}$  时，最大输入差分电压 =  $2V/64 = 31.2\text{mV}$ 。

## 40nV<sub>PP</sub> 噪声、0.05 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 漂移、斩波 FET 放大器

图 7 中的电路将 LTC6241 的 5V 轨至轨性能与一对被配置成一个基于斩波器的载波调制电路的极低噪声 JFET 组合在一起，以实现非常低的噪声和低 DC 漂移。该电路的性能适合于要求苛刻的换能器信号调节场合，比如高分辨率称和磁探测线圈。

LTC1799 的输出被分压，以形成一个两相 925Hz 方波时钟。该频率与 60Hz 的谐波不相关，提供了针对有可能引发不稳定性的谐波拍频或混频效应的超卓免疫力。S1 和 S2 接收互补驱动电压，从而导致 A1 承受输入电压的一个斩波版本。A1 的方波输出由 S3 和 S4 进行同时解调。由于这些开关由输入斩波器同步驱动，因此正确的幅度和极性信息将被提供至 A2 (DC 输出放大器)。该电路级把方波积分为一个 DC 电压，从而提供了输出。输出被分压(利用 R2 和 R1)并回馈至输入斩波器(在这里，它起一个零信号基准的作用)。增益(在该场合为 1000)由 R1-R2 比来设定。由于 A1 是 AC 耦合的，因此其 DC 失调和漂移并不会影响总电路失调，从而使得可觉察的失调和漂移极低。JFET 具有一个输入 RC 阻尼器，用于最大限度地减小因寄生开关特性所引起的失调电压，从而形成了 1 $\mu\text{V}$  的失调规格。

在图 8 中，一个 50s 时间间隔中测量的噪声为 40nV (在一个 0.1Hz 至 10Hz 带宽内)。这种低噪声性能的实现得益于输入 JFET 的芯片尺寸和电流密度。

## 应用信息

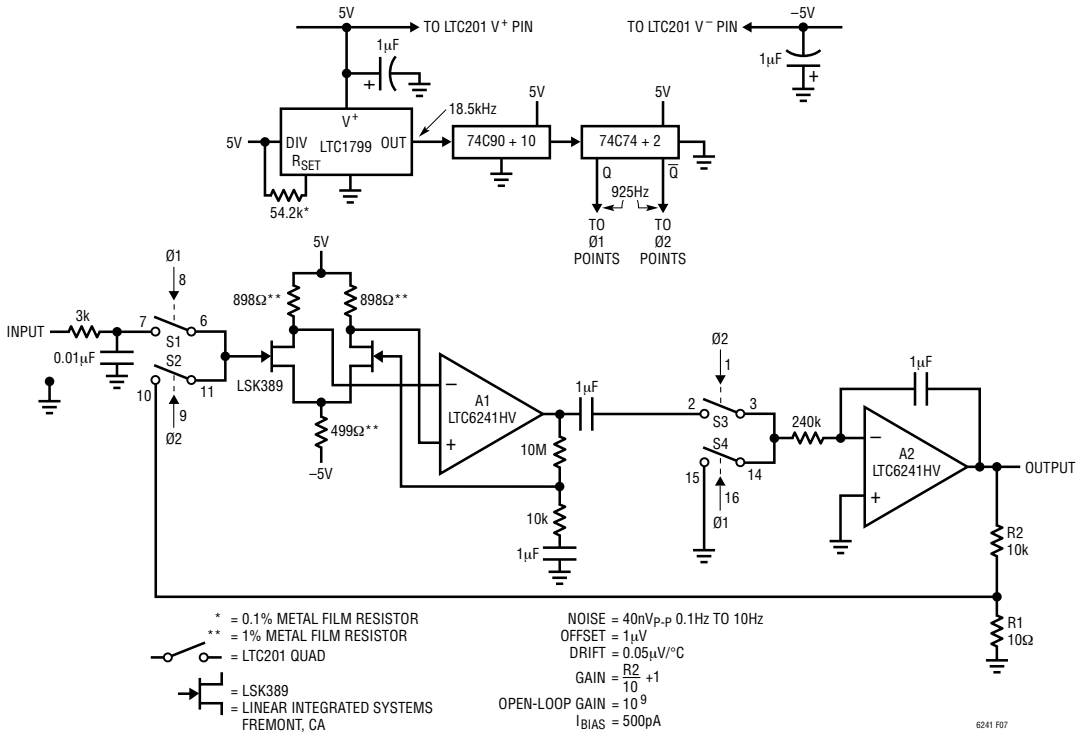


图 7：超低噪声斩波放大器

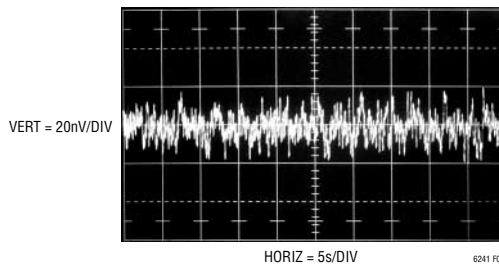


图 8：在 0.1Hz 至 10Hz 带宽内的噪声

## 应用信息

## 低噪声震动传感器放大器

图9和10示出了采用LTC6241对来自一个容性传感器的信号进行放大的两种不同的方法。在这两种场合中，传感器均为一个770pF压电震动传感器加速计，它可在物理加速条件下生成电荷。

图9示出了经典的“电荷放大器”方法。LTC6241为反相配置，因此传感器观察一个虚拟地。传感器生成的所有电荷均由运算放大器的运作而被强制穿过反馈电容器。由于反馈电容器比传感器的电容值小100倍，因此其电压将被强制达到传感器开路电压的100倍。因此电路增益为100。这种方法的好处是电路的信号增益与传感器和放大器之间引入的任何电缆电容无关。于是，对于电缆长度有可能变化的远程加速计而言，人们偏爱使用该电路。该电路的

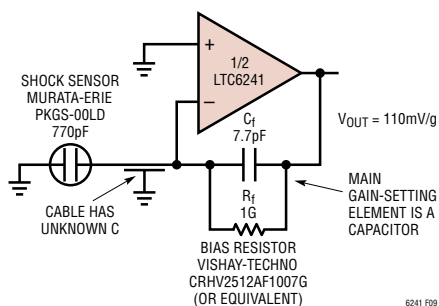


图9：经典的反相电荷放大器

不足之处是采用小电容器时的增益设置不准确，以及因与小反馈电容器配合工作的偏置电阻器所引起的低截止频率。

图10示出了一种同相放大器方法。这种方法具有许多优点。首先，增益是采用电阻器（而不是一个小电容器）来正确设定的。其次，对于较低频段的响应，低频截止是由与770pF的大传感器（而不是一个小反馈电容器）配合工作的偏置电阻器来确定的。第三，为了实现可调节的电压噪声降幅，可如图所示对同相拓扑结构进行并行以及求和操作。该电路唯一的缺陷是在输入端上的寄生电容会使增益略有下降。在寄生输入电容（例如：走线和电缆）将相对较小且无变化的场合，更适合采用该电路。

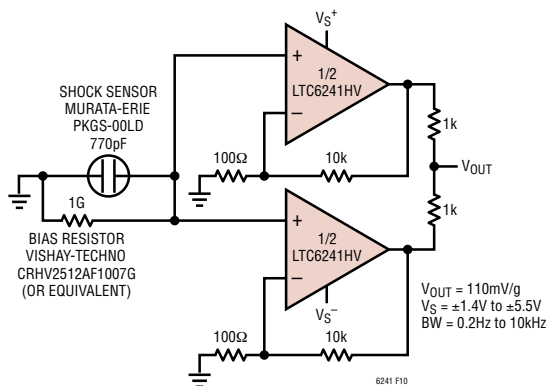
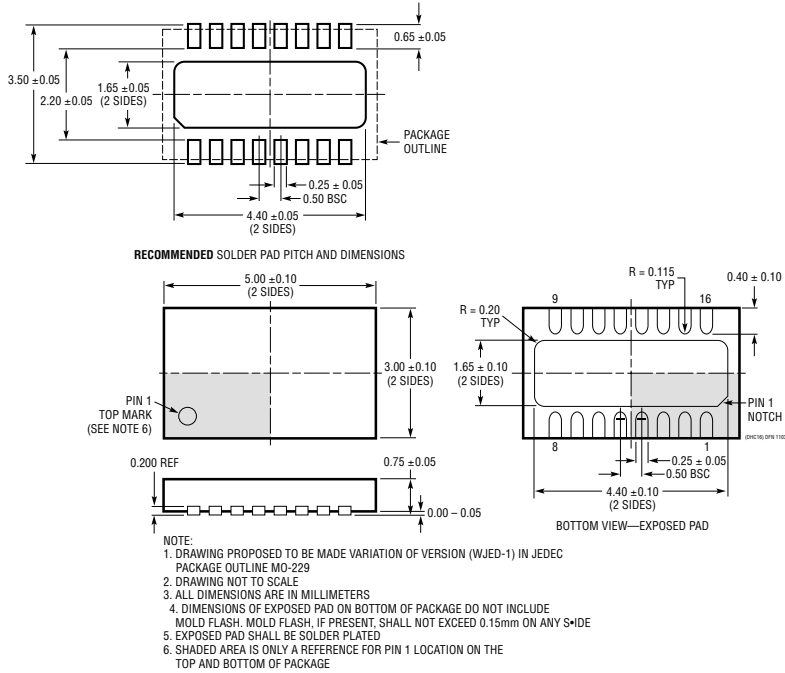


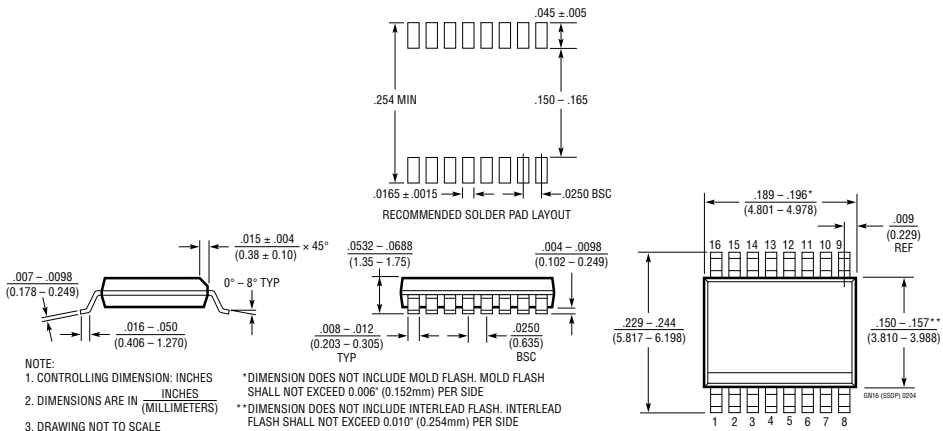
图10：低噪声同相震动传感器放大器

## 封装描述

### DHC 封装 16 引脚塑料 DFN (5mm × 3mm) (参考 LTC DWG # 05-08-1706)

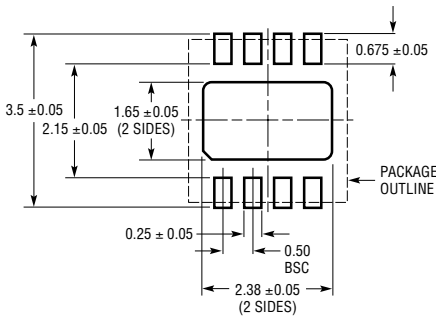


### GN 封装 16 引脚塑料 SSOP (窄式 .150 英寸) (参考 LTC DWG # 05-08-1641)

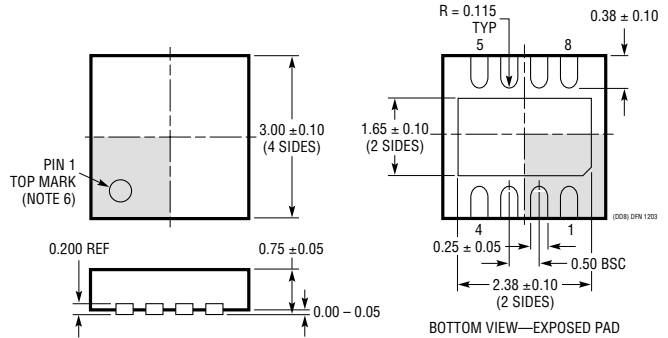


封装描述

**DD 封装**  
**8 引脚塑料 DFN (3mm × 3mm)**  
 (参考 LTC DWG # 05-08-1698)



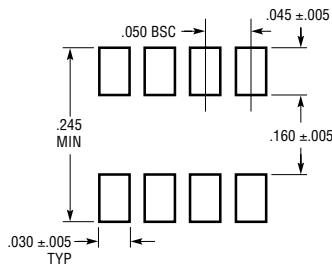
RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS



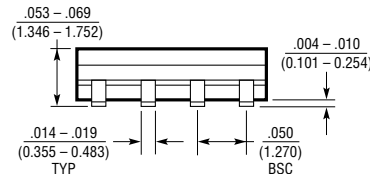
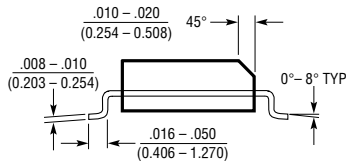
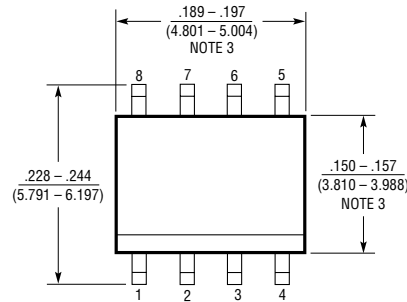
NOTE:

1. DRAWING TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE M0-229 VARIATION OF (WEED\*1)
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 TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

**S8 封装**  
**8 引脚塑料小外形 (窄式 .150 英寸)**  
 (参考 LTC DWG # 05-08-1610)



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT



NOTE:

1. DIMENSIONS IN INCHES (MILLIMETERS)
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. THESE DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED .006" (0.15mm)

508 0303

## 典型应用

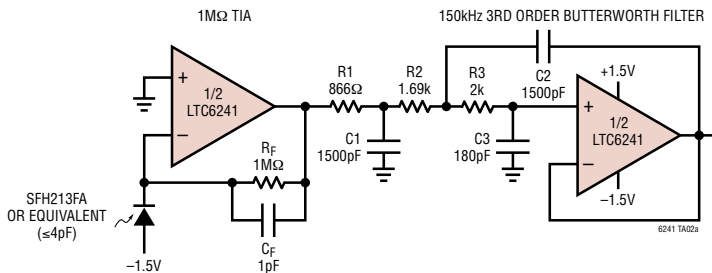
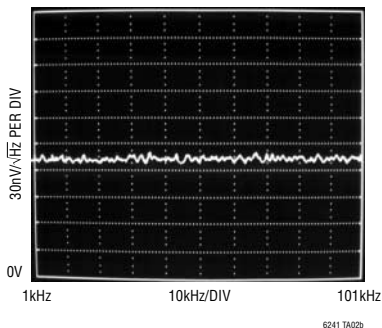
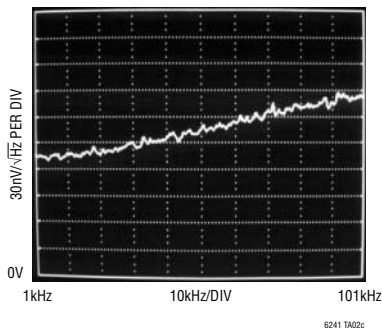


图 11：超低噪声 1MΩ 150kHz 光电二极管放大器

LTC6241 输出噪声频谱。  
以 1MΩ 电阻器噪声为主；理想性能



竞争产品的输出噪声频谱。  
以运算放大器噪声为主；牺牲了性能



## 相关器件

器件型号	描述	备注
LTC1151	±15V 零漂移运算放大器	双高电压操作 ±18V
LT1792	低噪声精准 JFET 运算放大器	6nV/√Hz 噪声，±15V 工作电压
LTC2050	零漂移运算放大器	2.7V 工作电压，SOT-23 封装
LTC2051/LTC2052	双通道/四通道零漂移运算放大器	LTC2050 的双通道/四通道版本 (采用 MS8/GN16 封装)
LTC2054/LTC2055	单通道/双通道零漂移运算放大器	LTC2050/LTC2051 的微功率版本 (采用 SOT-23 和 DD 封装)