

33V 超低噪声 精密运算放大器

特点

- 超低电压噪声
 - 30nV_{p-p} 噪声：0.1Hz 至 10Hz
 - 1.2nV/√Hz (典型值, 1kHz)
- 最大失调电压：50μV
- 最大失调电压漂移：0.5μV/°C
- CMRR：124dB (最小值)
- A_{VOL}：132dB (最小值)
- 压摆率：30V/μs
- 增益带宽积：15MHz
- 宽电源电压范围：8V 至 33V
- 超低 THD：-115dB (1kHz 时)
- 单位增益稳定
- 低功耗关断模式：6.2μA
- SO-8E 和 4mm × 3mm 12 引脚 DFN 封装
- 可耐受 4.5kV HBM 和 2kV CDM

应用

- ADC 驱动器应用
- 低噪声精密信号处理
- 多路复用应用
- DAC 缓冲器
- 精密数据采集
- 有源滤波器
- 专业音频

说明

LT[®]6018 是一款 33V 精密运算放大器，具有出色的噪声性能。0.1Hz 至 10Hz 噪声仅为 30nV_{p-p}，LT6018 是 1/f 噪声影响系统性能的应用的理想选择。LT6018 具有出色的直流性能，最大失调电压为 50μV，最大失调电压漂移为 0.5μV/°C。输入失调电压在整个共模输入范围内保持较低水平，最小 CMRR 为 124dB。开环增益典型值为 142dB，支持器件实现优于 1ppm 的线性度。LT6018 的专有电路拓扑结构提供出色的压摆率和建立时间，而不会影响噪声或直流精度。

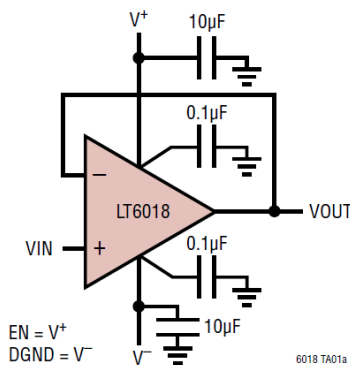
使能引脚允许 LT6018 进入低功耗关断模式，典型电源电流降至 6.2μA。它还为使能引脚提供了基准电压引脚，以简化外部电路与 LT6018 之间的接口。

LT6018 提供 8 引脚 SO 和 12 引脚 4mm × 3mm DFN 两种封装，二者均有裸露焊盘以降低热阻。LT6018 的额定温度范围为 -40°C 至 85°C 和 -40°C 至 125°C。

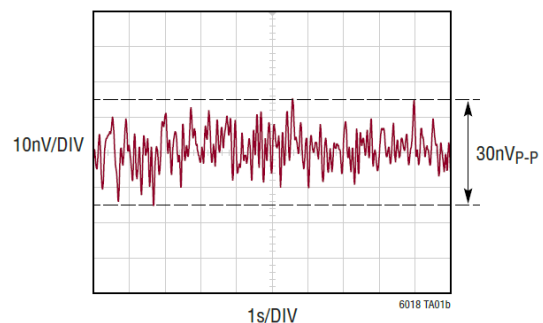
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 徽标是 Linear Technology Corporation 的注册商标。所有其他商标均属各自所有人所有。

典型应用

精密低噪声缓冲器



0.1Hz 至 10Hz 电压噪声



LT6018

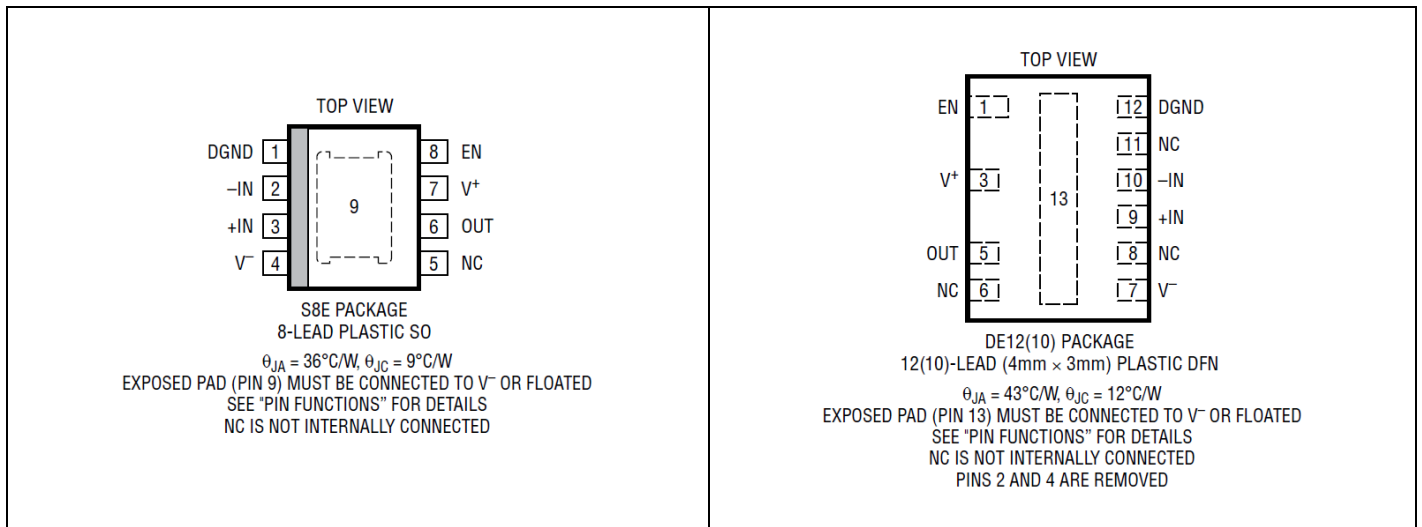
绝对最大额定值 (注释 1)

总电源电压 (V^+ 至 V^-)	36V
输入电压 (+IN、-IN、DGND、EN)	($V^- - 0.3V$) 至 ($V^+ + 0.3V$)
输入电流 (+IN、-IN、DGND、EN)	$\pm 10mA$
差分输入电流 (+IN、-IN)	$\pm 25mA$
输出电流 (注释 2)	$50mA_{RMS}$
输出短路持续时间	受散热限制

工作和额定温度范围

I 级	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$
H 级	$-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$
最高结温	$150^{\circ}C$
存储温度范围	$-65^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$
S8E 引脚温度 (焊接, 10 秒)	$300^{\circ}C$

引脚配置



订购信息 <https://www.analog.com/cn/products/lt6018.html#orderinfo>

无铅表面处理	卷带和卷盘	器件标识*	封装说明	温度范围
LT6018IS8E#PBF	LT6018IS8E#TRPBF	6018	8 引脚塑料 S8E 裸露焊盘	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$
LT6018IDE#PBF	LT6018IDE#TRPBF	6018	12 引脚 (4mm x 3mm) 塑料 DFN	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$
LT6018HS8E#PBF	LT6018HS8E#TRPBF	6018	8 引脚塑料 S8E 裸露焊盘	$-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$
LT6018HDE#PBF	LT6018HDE#TRPBF	6018	12 引脚 (4mm x 3mm) 塑料 DFN	$-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$

关于具有更宽额定工作温度范围的器件, 请咨询 LTC 市场部门。*温度等级通过运输容器上的标签识别。

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

有关卷带和卷盘规格的更多信息, 请访问: <http://www.analog.com/cn/tapeandree/>。某些封装以 500 单元卷盘形式通过指定销售渠道提供, 其带有 #TRMPBF 后缀。

电气特性 ●表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明， $V^+ = 15\text{V}$ ， $V^- = -15\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{EN}} = 1.7\text{V}$ ， $V_{\text{DGND}} = 0\text{V}$ 。 V_S 定义为 $(V^+ - V^-)$ 。

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	S8E 封装	●	±7	±50	μV		
					±75	μV		
		DFN 封装	●	±8	±70	μV		
					±95	μV		
$\Delta V_{\text{OS}}/\Delta\text{Time}$	长期输入失调电压稳定性 (注释 3)			0.45		μV/Mo		
$\Delta V_{\text{OS}}/\Delta\text{Temp}$	输入失调电压漂移 (注释 4)	S8E 封装	●	±0.2	±0.5	μV/°C		
		DFN 封装	●	±0.2	±0.5	μV/°C		
I_{OS}	输入失调电流		●	-50	±6	50	nA	
				-60		60	nA	
I_{B}	输入偏置电流	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	●	-150	-60	150	nA	
				-400		400	nA	
				-900		900	nA	
	输入噪声电压	0.1Hz 至 10Hz		30		nV _{p,p}		
e_n	输入电压噪声密度	$f = 10\text{Hz}$		1.2		nV/√Hz		
		$f = 1\text{kHz}$		1.2		nV/√Hz		
i_n	输入电流噪声密度	$f = 10\text{kHz}$, 不平衡源		3		pA/√Hz		
		$f = 10\text{kHz}$, 平衡源		0.75		pA/√Hz		
C_{IN}	输入电容	共模		7		pF		
		差分模式		32		pF		
R_{IN}	输入电阻	共模		50		MΩ		
		差分模式		30		kΩ		
V_{ICM}	共模输入范围 (注释 5)	通过 CMRR 保证	●	$V^- + 3$	$V^+ - 3$	V		
CMRR	共模抑制比	$V_{\text{ICM}} = -12\text{V}$ 至 12V	●	124	133	dB		
				120		dB		
PSRR	电源抑制比	$V_S = 8\text{V}$ 至 33V	●	130	140	dB		
				128		dB		
A_{VOL}	大信号电压增益	$R_L = 500\Omega$, $V_{\text{OUT}} = -10\text{V}$ 至 10V	●	132	142	dB		
V_{OL}	输出摆幅低 ($V_{\text{OUT}} - V^-$)	空载	●		80		mV	
					$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	100	200	mV
							700	mV
					$I_{\text{SINK}} = 20\text{mA}$	750	1400	mV
V_{OH}	输出摆幅高 ($V^+ - V_{\text{OUT}}$)	空载	●		425		mV	
					$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	730	800	mV
							900	mV
					$I_{\text{SOURCE}} = 20\text{mA}$	1150	1400	mV
I_{SC}	短路电流	$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$, 拉电流	●	40	90	mA		
		$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$, 灌电流	●	65	100	mA		
SR	压摆率	$A_V = 1$, 10V 阶跃	●	20	30	V/μs		
				15		V/μs		
					20	V/μs		
GBW	增益带宽积	$f = 50\text{kHz}$	●	12	15	MHz		
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	●	11		MHz		
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	●	9		MHz		
V_S	电源电压范围	通过 PSRR 保证	●	8	33	V		

电气特性 ● 表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明， $V^+ = 15\text{V}$ ， $V^- = -15\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{EN}} = 1.7\text{V}$ ， $V_{\text{DGND}} = 0\text{V}$ 。 V_S 定义为 $(V^+ - V^-)$ 。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_S	电源电流	活动模式下		7.2	7.65	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	●		9	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	●		10	mA
		关断模式下， $V_{\text{EN}} = 0.8\text{V}$	●	6.2	20	μA
					50	μA
THD	总谐波失真	$R_L = 600\Omega$ ， $f = 1\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{RMS}}$ ， $A_V = 1$		-115		dB
		$R_L = 600\Omega$ ， $f = 10\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{RMS}}$ ， $A_V = 1$		-104		dB
		$R_L = 600\Omega$ ， $f = 1\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 20V_{\text{P-P}}$ ， $A_V = 1$		-106		dB
		$R_L = 600\Omega$ ， $f = 10\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 20V_{\text{P-P}}$ ， $A_V = 1$		-92		dB
t_S	建立时间	5V 阶跃 0.0015% (16 位)， $A_V = 1$ ， $R_L = 2\text{k}$ ， $C_L = 100\text{pF}$		1.2		μs
		10V 阶跃 0.0015% (16 位)， $A_V = 1$ ， $R_L = 2\text{k}$ ， $C_L = 100\text{pF}$		1.2		μs
t_{ON}	使能时间	$A_V = 1$ ，建立至 1%		25		μs
V_{DGND}	DGND 引脚电压范围		●	V^-	$V^+ - 3$	V
I_{DGND}	DGND 引脚电流		●	-700	-1400	nA
I_{EN}	EN 引脚电流		●	-700	-1400	nA
V_{ENL}	EN 引脚输入低电压	相对于 DGND	●		0.8	V
V_{ENH}	EN 引脚输入高电压	相对于 DGND	●	1.7		V

电气特性 ● 表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明， $V^+ = 5\text{V}$ ， $V^- = -5\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{EN}} = 1.7\text{V}$ ， $V_{\text{DGND}} = 0\text{V}$ 。 V_S 定义为 $(V^+ - V^-)$ 。

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	S8E 封装	●	± 7	± 50	μV	
					± 75	μV	
		DFN 封装	●	± 8	± 70	μV	
					± 95	μV	
$\Delta V_{\text{OS}}/\Delta\text{Temp}$	输入失调电压漂移 (注释 4)	S8E 封装	●	± 0.2	± 0.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
		DFN 封装	●	± 0.2	± 0.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
I_{OS}	输入失调电流		●	-50	± 6	50	nA
			●	-60		60	nA
I_B	输入偏置电流		●	-150	-40	150	nA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C	●	-400		400	nA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	●	-900		900	nA
	输入噪声电压	0.1Hz 至 10Hz		30		$\text{nV}_{\text{P-P}}$	
e_n	输入电压噪声密度	$f = 10\text{Hz}$		1.2		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
		$f = 1\text{kHz}$		1.2		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
i_n	输入电流噪声密度	$f = 10\text{kHz}$ ，不平衡源		3		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$	
		$f = 10\text{kHz}$ ，平衡源		0.75		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$	
C_{IN}	输入电容	共模		8.3		pF	
		差分模式		39		pF	
R_{IN}	输入电阻	共模		50		M Ω	
		差分模式		30		k Ω	
V_{ICM}	共模输入范围 (注释 5)	通过 CMRR 保证	●	$V^- + 3$	$V^+ - 3$	V	
CMRR	共模抑制比	$V_{\text{ICM}} = -2\text{V}$ 至 2V	●	122	130	dB	
			●	118		dB	

电气特性 ● 表示规格适用于整个工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明， $V^+ = 5\text{V}$ ， $V^- = -5\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{EN}} = 1.7\text{V}$ ， $V_{\text{DGND}} = 0\text{V}$ 。 V_S 定义为 $(V^+ - V^-)$ 。

PSRR	电源抑制比	$V_S = 8\text{V}$ 至 33V	●	130	140	dB	
				128			dB
A_{VOL}	大信号电压增益	$R_L = 500\Omega$ ， $V_{\text{OUT}} = -2\text{V}$ 至 2V	●	130	142	dB	
				126			dB
V_{OL}	输出摆幅低 ($V_{\text{OUT}} - V^-$)	空载 $I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●		80	mV	
					100		200
							700
					900		1400
V_{OH}	输出摆幅高 ($V^+ - V_{\text{OUT}}$)	空载 $I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●		425	mV	
					700		800
							900
					1160		1400
I_{SC}	短路电流	$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ，拉电流	●	40	85	mA	
		$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ ，灌电流		40	60		mA
SR	压摆率	$A_V = 1$ ，4V 阶跃			13	V/ μs	
		$A_V = 1$ ，2V 阶跃			10		
GBW	增益带宽积	$f = 50\text{kHz}$	●	11.5	14.5	MHz	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C		10.5			
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C		8.5			
V_S	电源电压范围	通过 PSRR 保证	●	8	33	V	
I_S	电源电流	活动模式下 $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 85°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C	●		6.6	7	mA
						8.5	
						9.5	
		关断模式下， $V_{\text{EN}} = 0.8\text{V}$	●		6	20	μA
			●		50	μA	
THD	总谐波失真	$R_L = 100\Omega$ ， $f = 1\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 1.41V_{\text{RMS}}$ ， $A_V = 1$			-107	dB	
		$R_L = 100\Omega$ ， $f = 10\text{kHz}$ ， $V_{\text{OUT}} = 1.41V_{\text{RMS}}$ ， $A_V = 1$			-86		dB
t_{ON}	使能时间	$A_V = 1$ ，建立至 1%			35	μs	
V_{DGND}	DGND 引脚电压范围		●	V^-	$V^+ - 3$	V	
I_{DGND}	DGND 引脚电流		●		-700	-1400	nA
I_{EN}	EN 引脚电流		●		-700	-1400	nA
V_{ENL}	EN 引脚输入低电压	相对于 DGND	●			0.8	V
V_{ENH}	EN 引脚输入高电压	相对于 DGND	●	1.7			V

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: LT6018 能够产生 50mA 以上的峰值输出电流。IC 内的电流密度限制要求输出在器件工作寿命期间提供的连续 RMS 电流 (拉电流或灌电流) 以 50mA (绝对最大值) 为限。为使结温始终低于绝对最大额定值，可能需要使用适当的散热器。有关更多信息，请参见数据手册的图 9 和“安全工作区”部分。

注释 3: 长期输入失调电压稳定性是指首次运行 30 天后的长时间内失调电压的平均趋势线。

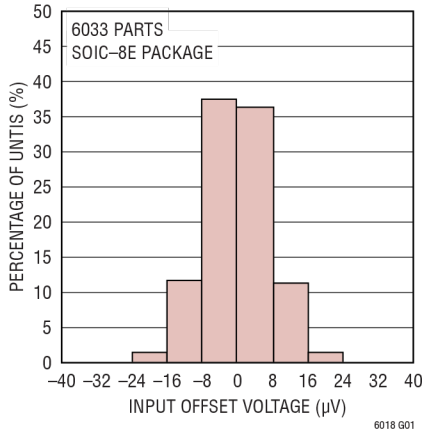
注释 4: 通过设计保证。

注释 5: LT6018 输入级只能在 $V^- + 3\text{V}$ 到 $V^+ - 3\text{V}$ 的范围内工作。超出此输入共模范围将导致输入偏置电流显著增加，开环增益降低，稳定性降级。

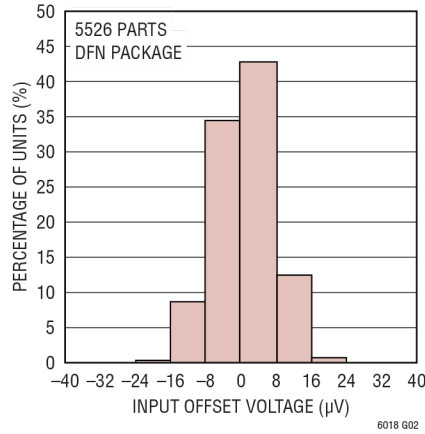
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{EN} = 1.7\text{V}$, $V_{DGND} = 0\text{V}$, $R_L = 500\Omega$ 。

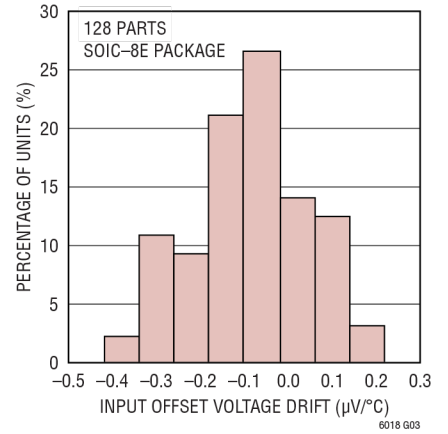
输入失调电压的典型分布



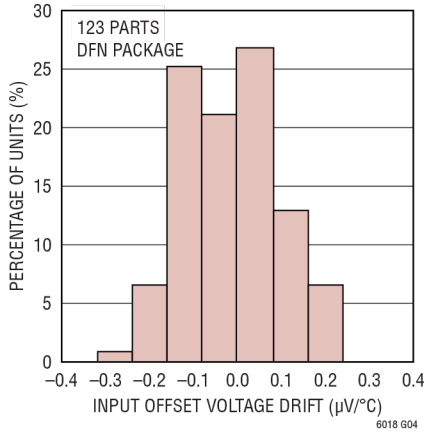
输入失调电压的典型分布



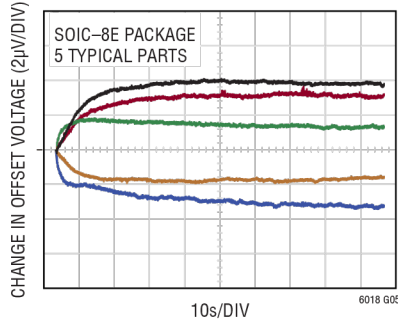
输入失调电压漂移的典型分布



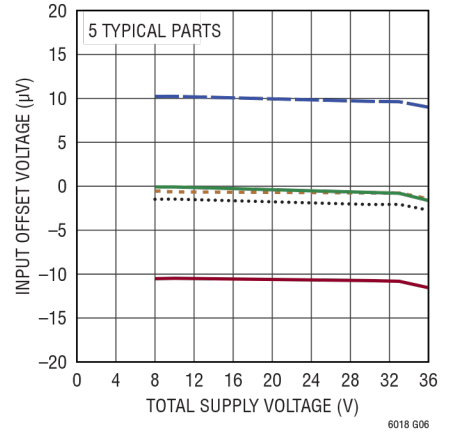
输入失调电压漂移的典型分布



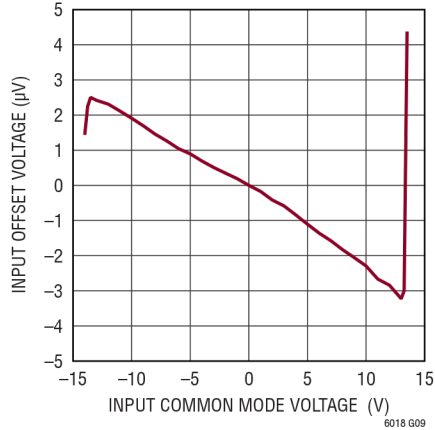
输入失调电压预备漂移



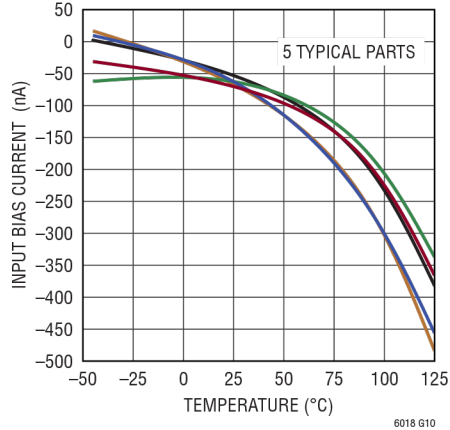
输入失调电压与电源电压的关系



输入失调电压与输入共模电压的关系



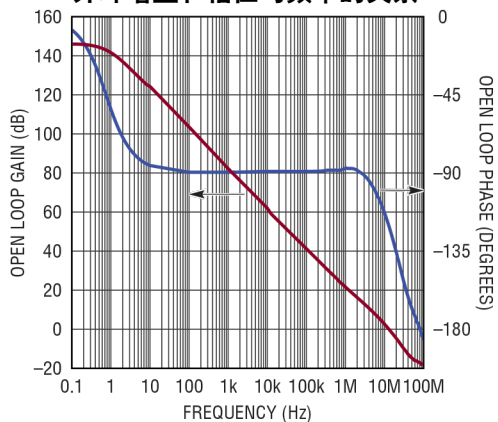
输入偏置电流与温度的关系



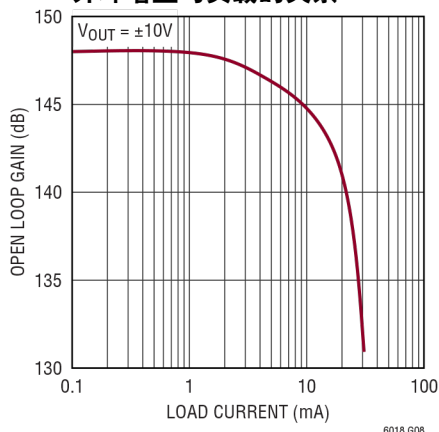
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{EN} = 1.7\text{V}$, $V_{DGND} = 0\text{V}$, $R_L = 500\Omega$ 。

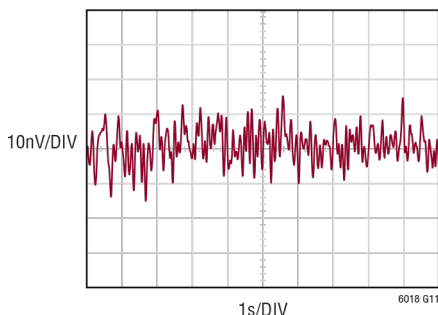
开环增益和相位与频率的关系



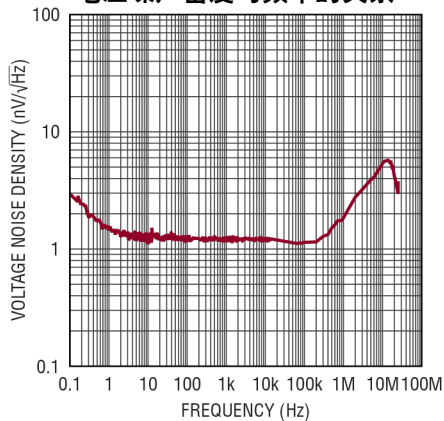
开环增益与负载的关系



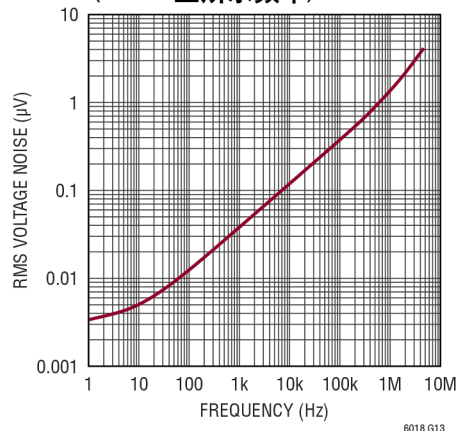
0.1Hz 至 10Hz 电压噪声



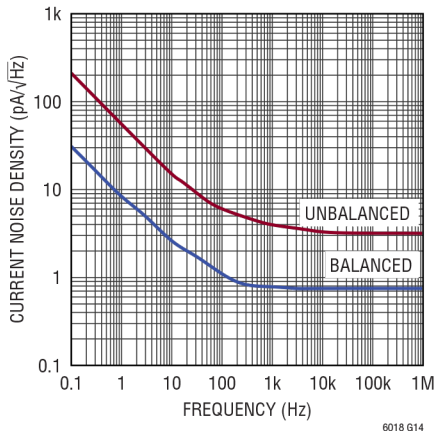
电压噪声密度与频率的关系



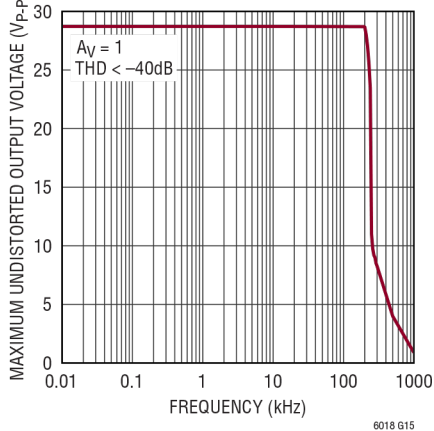
积分电压噪声 (0.1Hz 至所示频率)



电流噪声密度与频率的关系



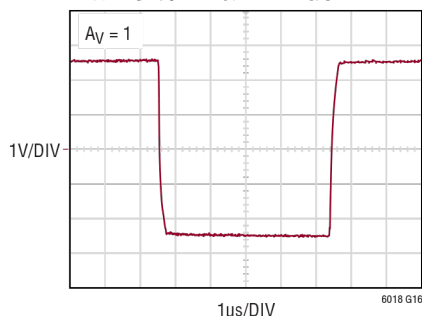
最大无失真输出幅值与频率的关系



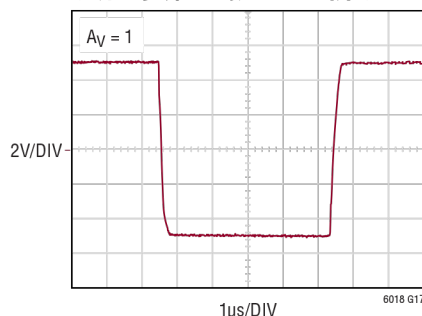
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{EN} = 1.7\text{V}$, $V_{DGND} = 0\text{V}$, $R_L = 500\Omega$ 。

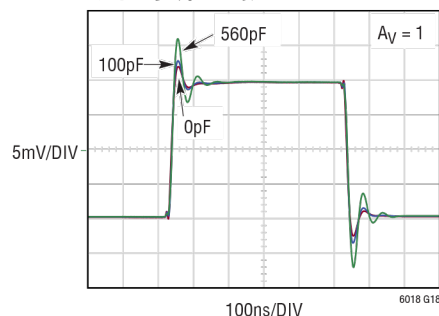
大信号瞬态响应 (5V 阶跃)



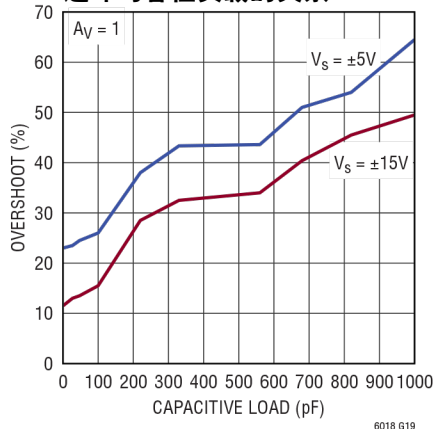
大信号瞬态响应 (10V 阶跃)



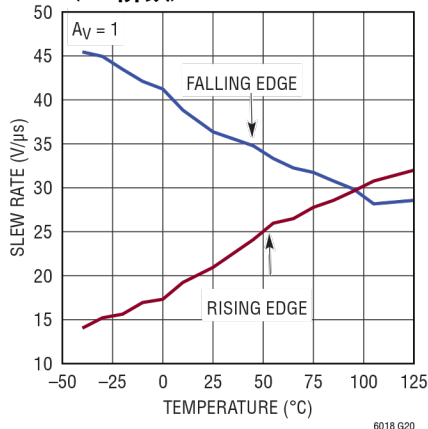
小信号瞬态响应



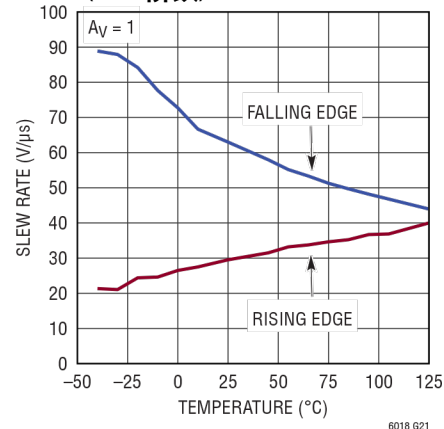
过冲与容性负载的关系



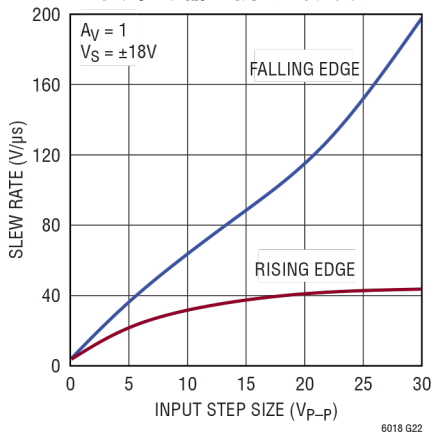
压摆率与温度的关系 (5V 阶跃)



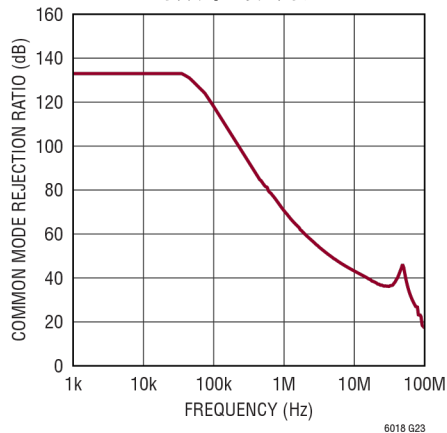
压摆率与温度的关系 (10V 阶跃)



压摆率与输入阶跃的关系



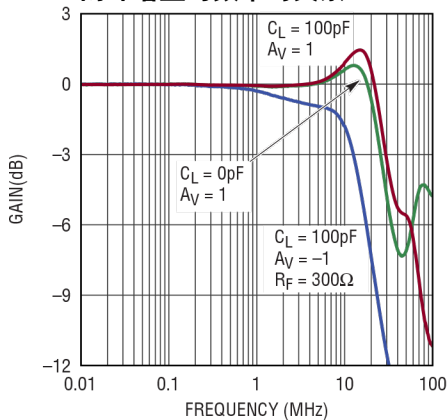
CMRR 与频率的关系



典型性能参数

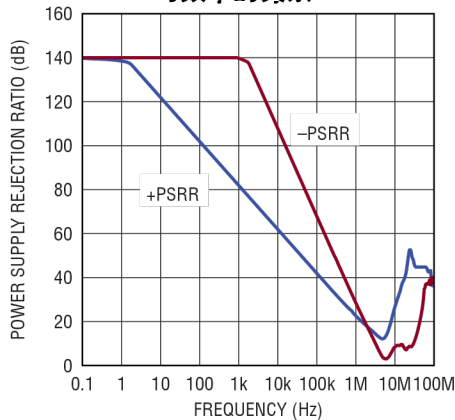
除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{EN} = 1.7\text{V}$, $V_{DGND} = 0\text{V}$, $R_L = 500\Omega$ 。

闭环增益与频率的关系



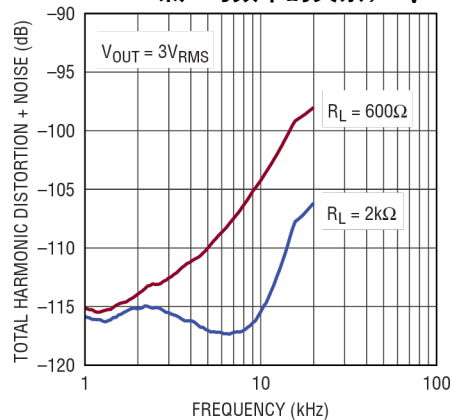
6018 G26

PSRR 与频率的关系



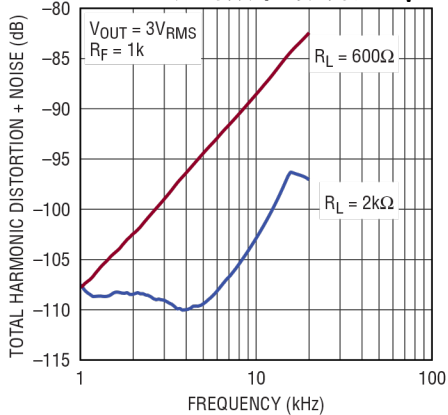
6018 G27

THD+噪声与频率的关系, $A_V = 1$



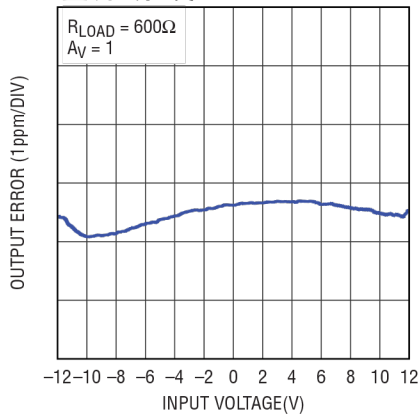
6018 G26

THD+噪声与频率的关系, $A_V = -1$



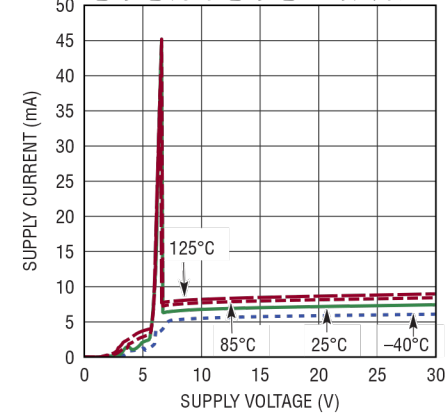
6018 G27

直流线性度



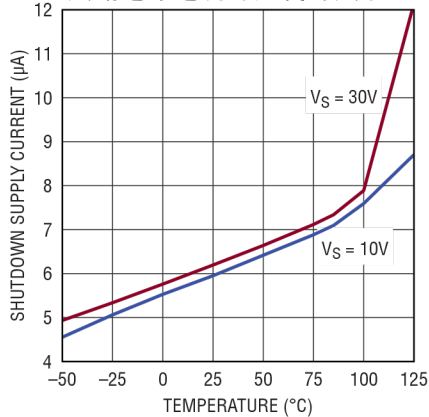
6018 G28

电源电流与电源电压的关系



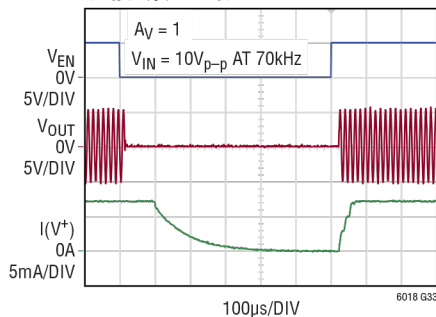
6018 G31

关断电源电流与温度的关系



6018 G32

使能/禁用响应

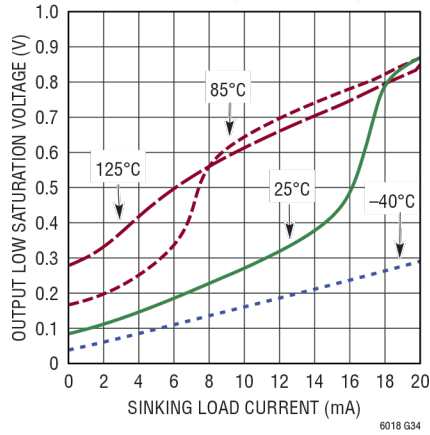


6018 G33

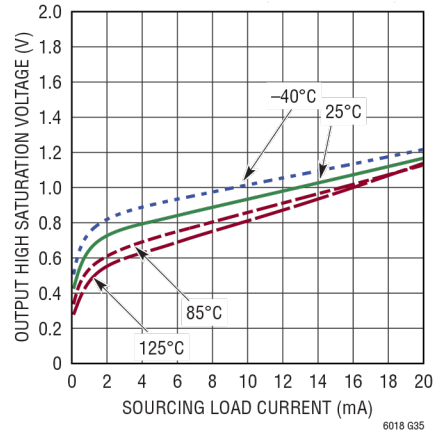
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 15\text{V}$, $V^- = -15\text{V}$, $V_{EN} = 1.7\text{V}$, $V_{DGND} = 0\text{V}$, $R_L = 500\Omega$ 。

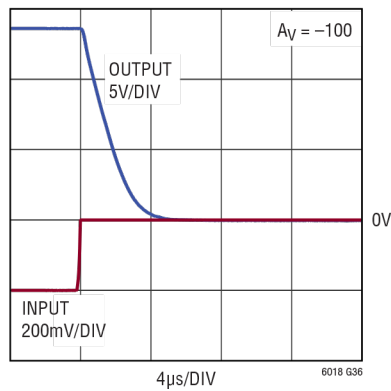
输出饱和电压与灌电流的关系
(输出低电平)



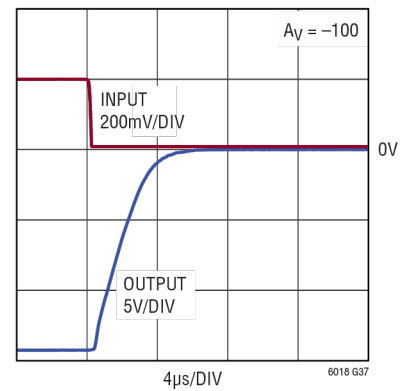
输出饱和电压与拉电流的关系
(输出高电平)



正输出过驱恢复



负输出过驱恢复



引脚功能 (SOIC-8E/DFN)

DGND (引脚 1/引脚 12)：EN 引脚的基准电压。一般接地。DGND 必须在 V^- 至 $V^+ - 3V$ 的范围内。如果接地， V^+ 必须 $\geq 3V$ 。EN 引脚阈值相对于 DGND 引脚规定。DGND 不能悬空。

-IN (引脚 2/引脚 10)：放大器的反相输入。

+IN (引脚 3/引脚 9)：放大器的同相输入。

V^- (引脚 4/引脚 7)：负电源。旁路电容应尽可能放在 LT6018 电源引脚与地之间，以确保正确旁路。电源引脚之间可以使用额外的旁路电容。

OUT (引脚 6/引脚 5)：放大器输出。在关断模式下，放大器输出不是高阻抗 (参见“应用”部分)。

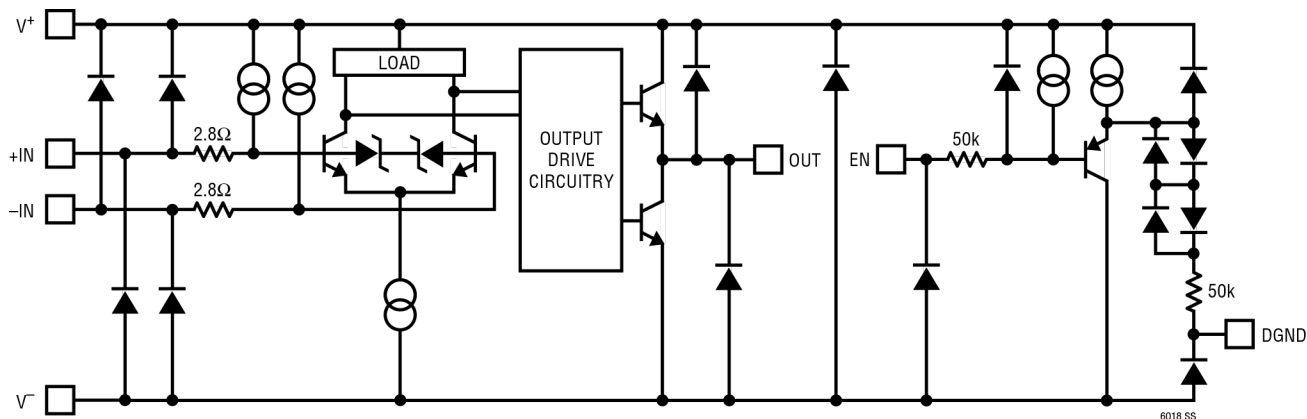
V^+ (引脚 7/引脚 3)：正电源。旁路电容应尽可能放在 LT6018 电源引脚与地之间，以确保正确旁路。电源引脚之间可以使用额外的旁路电容。

EN (引脚 8/引脚 1)：使能输入。为使放大器正常工作，该引脚必须连接到高电平，一般连接到 V^+ 。EN 为高电平有效，阈值大约比 DGND 高出两个二极管电压。EN 不能悬空。关断阈值电压相对于 DGND 引脚电压规定。

NC (引脚 5/引脚 6、8、11)：内部不连接。

裸露焊盘 (引脚 9/引脚 13)：裸露焊盘与 V^- 电气连接，但不应用来为器件供电。应使用 V^- 引脚提供电源。裸露焊盘可以连接到 V^- 或悬空。将裸露焊盘连接到 V^- 层可提高散热性能 (参见“安全工作区”部分)。

简化示意图



应用信息

概述

LT6018 采用的专有电路提供独特的精密特性组合，包括超低 1/f 噪声、低宽带噪声、低失调和增强压摆率，而不会降低 CMRR。直流特性和快速建立时间的结合使 LT6018 能够满足苛刻的信号链要求。必须注意电路板布局、电源旁路和散热，以确保实现 LT6018 的全部性能。

LT6018 的电源电流随着差分输入电压的增大而增加。通常，这不会影响 LT6018，因为放大器会强制两个输入处于相同电位。应避免导致出现持续差分输入电压的情况，以免 LT6018 芯片过热。这包括但不限于：用作比较器、输出过载以及过驱输入。

保持输入精度

为保持 LT6018 的输入精度，应用电路和印刷电路板布局不得引入与放大器的 7μV 典型失调相当或更大的误差。输入连接上的温差可能产生数十微伏的热电偶电压，因此输入引线的连接应尽量短、相互靠近并远离散热元件。电路板上的气流也可能产生温差。

在精密应用中，选择反馈电阻值时考虑放大器负载以及器件上的负载也很重要，因为这些负载会以并联形式出现并影响输入失调。详情参见“反馈元件”部分。

噪声

电压噪声贡献因素包括放大器电压噪声 (e_n)、正输入电流噪声 (i_{np})、负输入电流噪声 (i_{nn})、源电阻 (R_S) 和反馈电阻 (R_1 、 R_2)。LT6018 输出端出现的总噪声 (e_{not}) 将是所有电压噪声贡献因素的和方根 (图 1)。

$$e_{not} = \sqrt{e_{no}^2 + e_{rso}^2 + e_{inpo}^2 + e_{r1o}^2 + e_{r2o}^2 + e_{inno}^2}$$

$$G_V = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$e_{no} = e_n \cdot G_V$$

$$e_{rso} = e_{nrs} \cdot G_V = \sqrt{4kTR_S} \cdot G_V$$

$$e_{inpo} = i_{np} \cdot R_S \cdot G_V$$

$$e_{r1o} = e_{nr1} \cdot \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{4kTR_1} \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

$$e_{r2o} = e_{nr2} = \sqrt{4kTR_2}$$

$$e_{inno} = i_{nn} \cdot R_2$$

折合到输入端的总电压噪声 (e_{nit}) 等于折合到输出端的总电压噪声 (e_{not}) 除以放大器增益。

$$e_{nit} = \frac{e_{not}}{G_V}$$

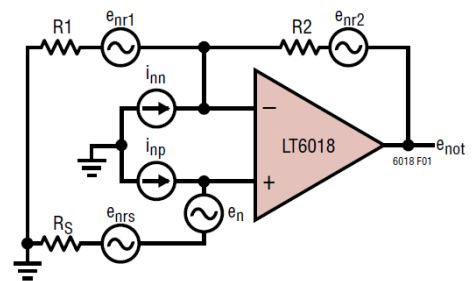


图 1. LT6018 噪声贡献因素

应用信息

高动态输入阻抗

运算放大器通常具有保护二极管，用以将两个输入箝位在彼此的一个二极管电压范围内，如图 2 所示。在输入端的大电压跃迁期间，这些二极管可能会导通，因为输出不能立即响应。这可能导致放大器之前的电路以及放大器自身的输出级过载。常常使用串联输入电阻（集成或分立式）来限制此电流，但对于 LT6018 等极低噪声器件，这是不可取的。

LT6018 的独特输入电路没有这种典型的二极管配置，而是采用串联齐纳二极管配置，如图 3 所示。对于 5V 输入阶跃，LT6018 在瞬态期间具有高得多的阻抗，允许用户减少或消除限流电阻，从而保持低噪声。图 4 显示了传统保护方案和 LT6018 保护方案的输入偏置电流如何随着差分输入电压的增加而增加。

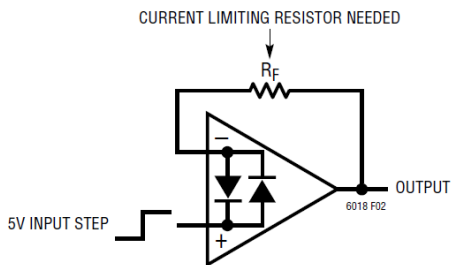


图 2. 典型运算放大器二极管输入保护

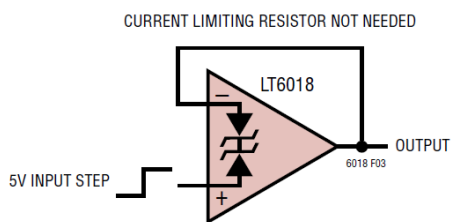


图 3. LT6018 串联齐纳二极管输入保护

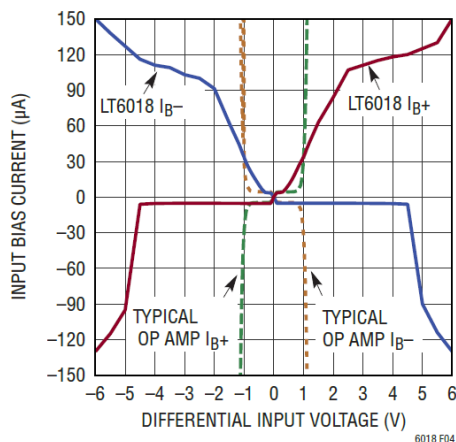


图 4. 典型运算放大器与 LT6018 输入保护

关断工作模式

LT6018 关断功能很容易通过单电源逻辑或微控制器加以控制。当 $V_{DGND} = 0V$ 时，要使能 LT6018，须将使能引脚驱动至 1.7V 以上。相反，要进入低功耗关断模式，须将使能引脚驱动至 0.8V 以下。在 $V_{DGND} = -15V$ 的 $\pm 15V$ 双电源应用中，须将使能引脚驱动至 -13.3V 以上才能使能 LT6018。如果使能引脚被驱动至 -14.2V 以下，则 LT6018 进入低功耗关断模式。请注意，要使能 LT6018，使能引脚的电压范围为 -13.3V 至 15V，而要禁用 LT6018，使能引脚的电压范围为 -15V 至 -14.2V。图 5 所示为使能引脚控制的示例。在关断期间，LT6018 的输出不是高阻抗。LT6018 能够在 25 μs （典型值）内退出关断模式，这在采用占空比操作的功耗敏感应用中很有用。在此类应用中，系统大多数时间处于低功耗模式，但需要快速唤醒并建立以执行采集任务，然后再次关断以节省电力。

应用信息

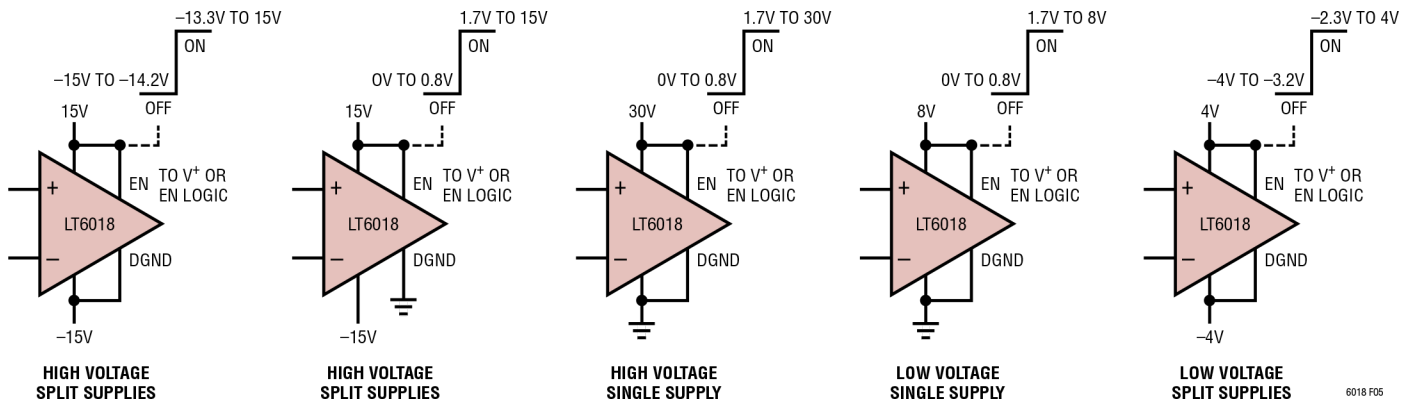


图 5. LT6018 使能引脚控制示例

关断模式下的输出漏电流

在关断模式下，LT6018 的输出不是高阻抗，可能会因为片内漏电流而传导少量电流。此电流可能与输入保护二极管或连接到输出的任何其他电路相互作用。考虑图 6 所示的单位增益缓冲器的情况。当 LT6018 处于关断模式时，漏电流从 V_{OUT} 引脚流过输入保护二极管，导致 V_{OUT} 在 6V 左右。在同一例子中，如果输出引脚有接地负载，则输出将比地高出 $I_{LEAKAGE} \cdot R_{LOAD}$ 。图 7 显示了扫描 V_{OUT} 时产生的电流。此外，在关断模式下施加于 LT6018 输出端的瞬态电压可能会导致输出器件暂时导通。

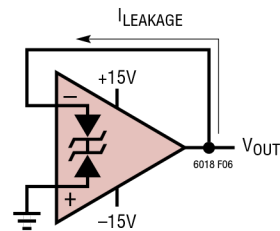


图 6. 关断模式下的输出漏电流

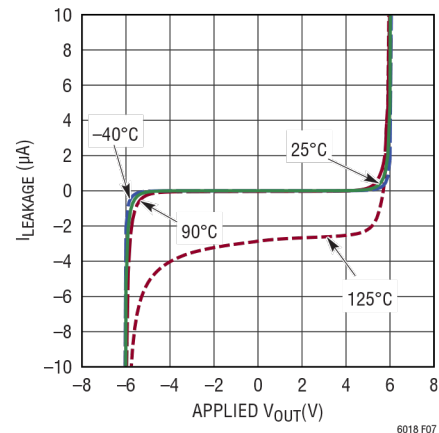


图 7. 关断模式下的输出阻抗配置为缓冲器

反馈元件

为了优化 LT6018 的稳定性和噪声性能，选择反馈元件时必须小心。若电阻值较高，反相寄生输入电容和反馈电阻所形成的极点往往会降低稳定性；在反馈电阻两端使用一个引线补偿电容可以消除振铃或振荡。阻值较大的反馈电阻还会产生更多热噪声，进一步降低性能（参见“应用信息”的“噪声”部分）。较低的电阻往往能改善上述状况，但是，反馈网络会与 LT6018 需要驱动负载电阻并联，因此可能出现放大器负载过大的情况。图8 显示了为保持良好的环路稳定性和噪声性能而建议使用的反馈元件。

应用信息

GAIN	R _G	R _F	C _F	RTI NOISE, f = 1kHz (nV/√Hz)
2	500Ω	500Ω		2.48
2	1k	1k	5pF	3.46
2	2k	2k	5pF	5.20
5	200Ω	800Ω		2.08
10	100Ω	900Ω		1.73
101	10Ω	1k		1.27
201	5Ω	1k		1.23
201	50Ω	10k		1.51

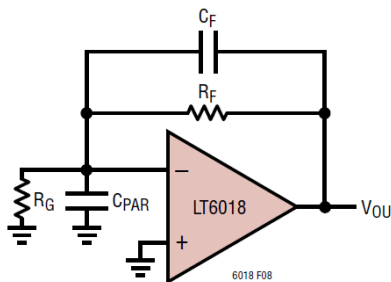


图 8. 为实现低噪声稳定运行建议使用的反馈元件

容性负载

在单位增益下，LT6018 可以轻松驱动高达 100pF 的容性负载。当放大器用在更高增益配置中时，容性负载驱动能力会提高。若在输出端和负载之间串联一个小电阻，则会进一步增加放大器可驱动的电容量。

安全工作区

图 9 所示的安全工作区 (SOA) 给出了 LT6018 能够可靠运行的电压、电流和温度条件。SOA 考

虑了环境温度和器件的功耗，包括负载电流与电源和输出电压之差的乘积以及静态电流与电源电压的乘积。

LT6018 在图 9 所示的边界以内工作时是安全的。结至壳热阻 θ_{JC} 的额定值为常数 $9^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。结至环境热阻 θ_{JA} 取决于电路板布局和是否有其他散热措施。裸露焊盘连接到 V^- 可降低 θ_{JA} 并改善散热性能。图 9 中的曲线显示了 θ_{JA} 对 SOA 的直接影响。

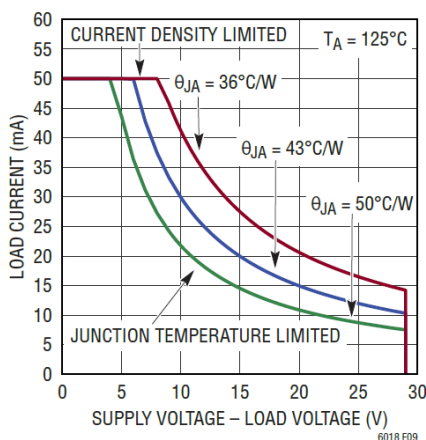
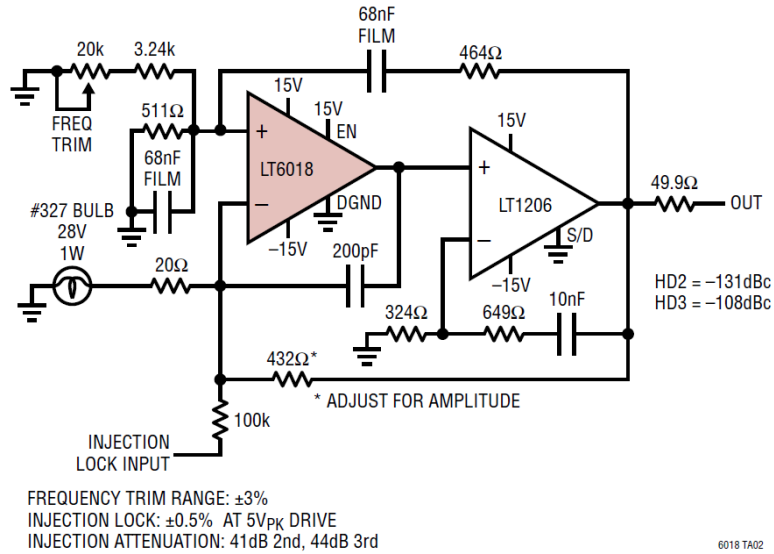


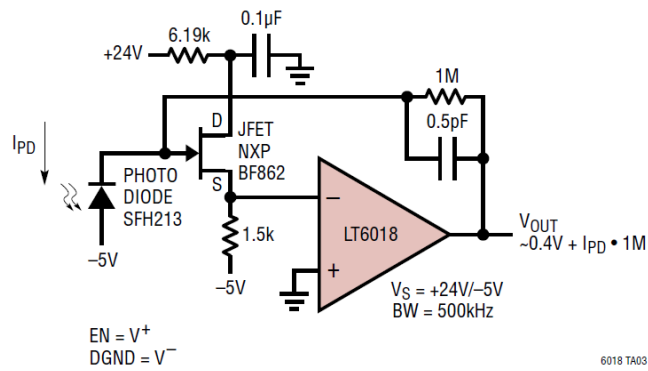
图 9. 安全工作区

典型应用

低噪声、低失真 5kHz 文氏桥振荡器，具有 3% 频率调整和注入锁定功能

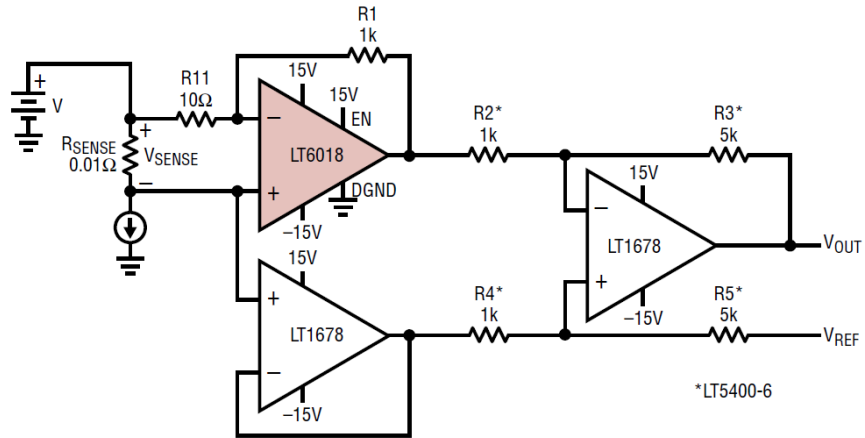


低噪声扩展输出摆幅 1M TIA 光电二极管放大器



典型应用

低噪声精密电流监控器

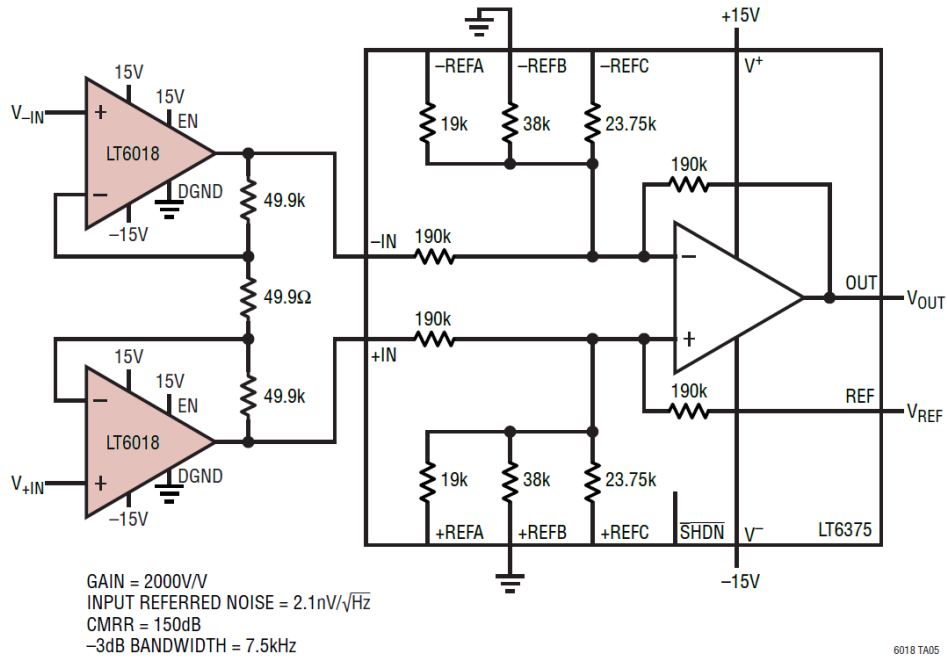


THE LT6018 IN THIS CIRCUIT PROVIDES LOW NOISE, LOW DISTORTION AMPLIFICATION OF A SMALL SENSE VOLTAGE DERIVED FROM A LOW IMPEDANCE SOURCE ACROSS A WIDE INPUT COMMON MODE RANGE. THE SECOND STAGE DIFFERENTIAL AMPLIFIER WITH VARIABLE REFERENCE REJECTS THE INPUT COMMON MODE VOLTAGE. AN OPTIONAL LT1678 BUFFER AMPLIFIER FURTHER ISOLATES THE SOURCE FROM LOADING BY R4 AND R5. THE GAIN IS 500V/V, WITH BANDWIDTH APPROXIMATELY 100kHz AND INPUT REFERRED NOISE 1.45nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$.

6018 TA04

典型应用

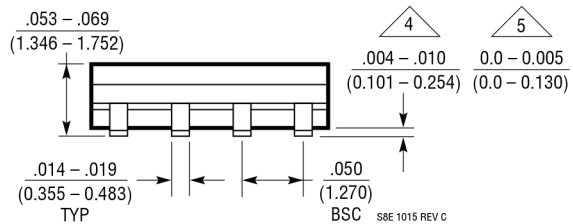
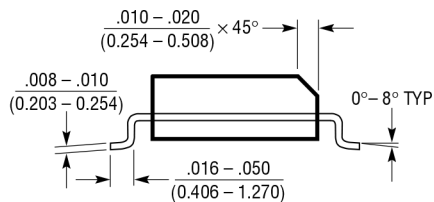
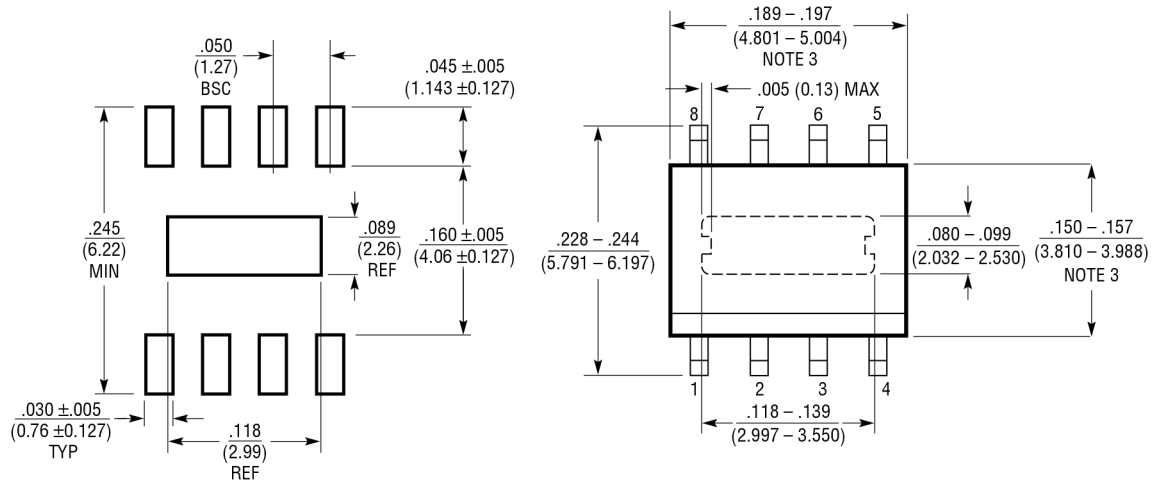
低噪声、高 CMRR 仪表放大器



封装说明

有关最新封装图纸, 请访问<https://www.analog.com/cn/products/LT6018#packaging>。

S8E 封装 8 引脚塑料 SOIC (窄体, 150 英寸) 裸露焊盘 (参考 LTC DWG # 05-08-1857 Rev C)



- NOTE:
1. DIMENSIONS IN $\frac{\text{INCHES}}{\text{MILLIMETERS}}$
 2. DRAWING NOT TO SCALE
 3. THESE DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED $.010"$ (0.254mm)

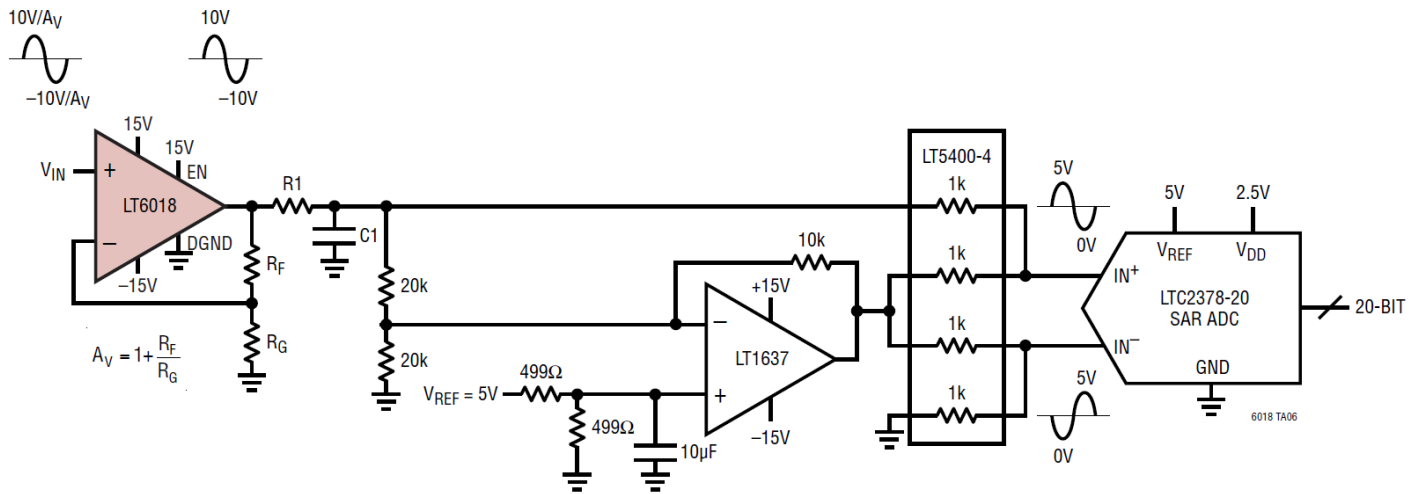
- 4. STANDARD LEAD STANDOFF IS 4mils TO 10mils (DATE CODE BEFORE 542)
- 5. LOWER LEAD STANDOFF IS 0mils TO 5mils (DATE CODE AFTER 542)

修订历史

修订版	日期	说明	页码
A	01/17	产品描述从 36V 变为 33V	1
		封装名称描述从 SOIC 变为 SO	1
		增加“长期输入失调电压稳定性”	3
		“长期输入失调电压稳定性”增加注释 3。注释 3 和注释 4 分别重命名为注释 4 和注释 5	5

典型应用

使用 ±10V 输入信号驱动 LTC2378-20 ($f_{IN} = 100\text{Hz}$, -1dBFS , 800ksps)



A_V (V/V)	COMPONENT VALUES	SNR (dB)	THD (dB)	SFDR (dB)
1	$R_F = 0\Omega, R_G = \text{OPEN}, R_1 = 0\Omega, C_1 = \text{OPEN}$	102.5	-121.6	123.0
10	$R_F = 900\Omega, R_G = 100\Omega, R_1 = 10\Omega, C_1 = 0.01\mu\text{F}$	100.6	-99.8	100.0

相关器件

产品型号	说明	备注
LT1028	超低噪声、精密高速运算放大器, $A_V \geq 2$ 稳定	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $35\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 40\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 75\text{MHz}$, $I_S = 7.4\text{mA}$
LT1128	超低噪声、精密高速运算放大器, $A_V = +1$ 稳定	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $35\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 40\mu\text{V}$, $\text{SR} = 6\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 20\text{MHz}$, $I_S = 7.4\text{mA}$
LT1115	超低噪声、低失真、音频运算放大器	DC 至 20kHz 噪声 = $0.5\mu\text{V}_{p,p}$, $e_n = 0.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 200\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 70\text{MHz}$, $I_S = 8.5\text{mA}$
LT1037	低噪声、高速精密运算放大器, $A_V \geq 5$ 稳定	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $60\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 25\mu\text{V}$, $\text{SR} = 15\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 60\text{MHz}$, $I_S = 2.7\text{mA}$
LT1007	低噪声、高速精密运算放大器, $A_V = +1$ 稳定	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $60\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 25\mu\text{V}$, $\text{SR} = 2.5\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 8\text{MHz}$, $I_S = 2.7\text{mA}$
LT1468	低噪声、16 位运算放大器	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $0.3\mu\text{V}_{p,p}$, $e_n = 5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 75\mu\text{V}$, $\text{SR} = 22\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 90\text{MHz}$, $I_S = 3.9\text{mA}$
LT6020	低功耗、压摆增强型运算放大器	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $1.1\mu\text{V}_{p,p}$, $e_n = 46\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 30\mu\text{V}$, $\text{SR} = 5\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 400\text{kHz}$, $I_S = 100\mu\text{A}$
LT6023	低功耗、增强压摆率运算放大器	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $3.0\mu\text{V}_{p,p}$, $e_n = 132\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 30\mu\text{V}$, $\text{SR} = 1.4\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 40\text{kHz}$, $I_S = 20\mu\text{A}$
LTC2057	高压、低噪声、零漂移放大器	DC 至 10Hz 噪声 = $200\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 4\mu\text{V}$, $\text{SR} = 0.45\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 1.5\text{MHz}$, $I_S = 0.8\text{mA}$
LTC6240	低噪声、CMOS 放大器	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $550\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 7\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 125\mu\text{V}$, $\text{SR} = 10\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 18\text{MHz}$, $I_S = 1.8\text{mA}$
LT6230	低噪声、轨到轨输出放大器	0.1Hz 至 10Hz 噪声 = $180\text{nV}_{p,p}$, $e_n = 1.1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{OS} = 500\mu\text{V}$, $\text{SR} = 60\text{V}/\mu\text{s}$, $\text{GBW} = 215\text{MHz}$, $I_S = 3.15\text{mA}$