140V CMOS 轨至轨输出、pA 输入电流运算放大器

特 点

- **供电电源范围：±4.75V 至 ±70V (140V)**
- **0.1Hz 至 10Hz 噪声：3.5μV_{P-P}**
- **输入偏置电流：50pA (最大值)**
- **低失调电压：1.25mV (最大值)**
- **低失调漂移：±5μV/°C (最大值)**
- **CMMR: 130dB (最小值)**
- 轨至轨输出级
- 输出吸收和供电电流：50mA
- 12MHz 增益带宽积
- 21V/μs 压摆率
- 11nV/√Hz 噪声密度
- 热停机
- 提供耐热性能增强型 SOIC-8E 或 TSSOP-16E 封装

应 用

- ATE (自动测试设备)
- 压电式驱动器
- 光电二极管放大器
- 高电压调节器
- 光网络

描 述

LTC®6090 / LTC6090-5 是高电压、精准型单片式运算放大器。LTC6090 具有稳定的单位增益。LTC6090-5 在数值为 5 或更大的噪声增益配置中保持稳定。这两款放大器均拥有高开环增益、低输入参考失调电压和噪声、以及 pA 输入偏置电流，非常适合于高电压、高阻抗缓冲和 / 或高增益配置。

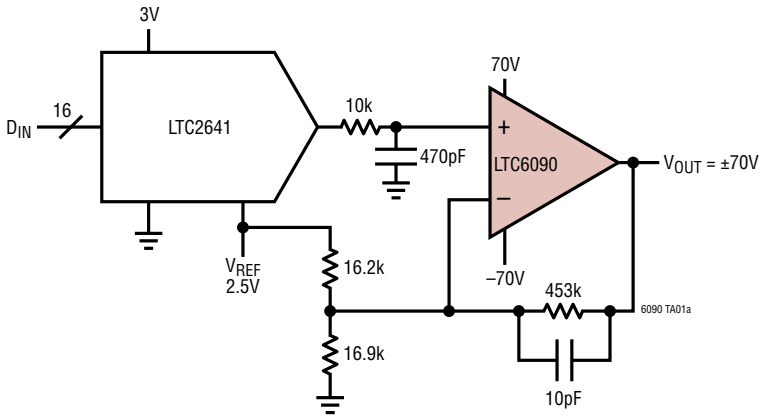
这些放大器在内部提供了针对过热情况的保护功能。当芯片温度接近 150°C 时，一个热告警输出 ($\overline{TFLAG}$) 将变至运行状态。可利用输出停用引脚 $\overline{OD}$ 将输出级关断。通过把 $\overline{OD}$ 引脚连接至热告警输出 ($\overline{TFLAG}$)，器件将在其超出安全工作区时停用输出级。这些引脚可容易地连接至任何逻辑器件系列。

这两款放大器均可采用 140V 单电源或 ±70V 分离型电源运行，并能驱动高达 200pF 的负载电容。它们采用具裸露衬垫的 8 引脚 SO 封装或 16 引脚 TSSOP 封装，旨在实现低热阻。

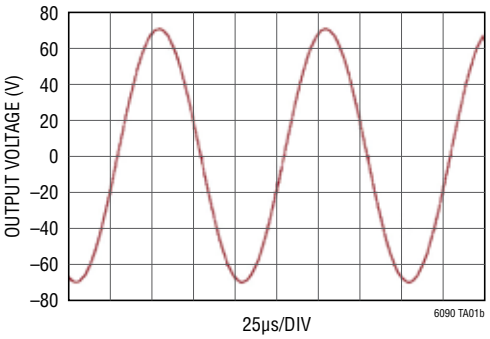
LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

典型应用

高电压 DAC 缓冲器应用



140V_{P-P} 正弦波输出



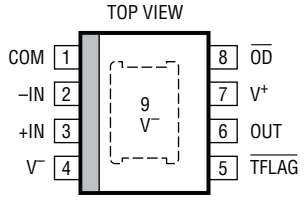
绝对最大额定值 (注 1)

总电源电压 (V^+ 至 V^-) 150V
COM ..... V^- 至 V^+
输入电压
  $\overline{OD}$ ..... V^- 至 V^+ + 0.3V
  +IN，–IN ..... V^- – 0.3V 至 V^+ + 0.3V
  $\overline{OD}$ 至 COM ..... –3V 至 7V
输入电流
  +IN，–IN ..... ±10mA
$\overline{TFLAG}$ 输出
  $\overline{TFLAG}$ ..... V^- – 0.3V 至 V^+ + 0.3V
  $\overline{TFLAG}$ 至 COM ..... –3V 至 7V

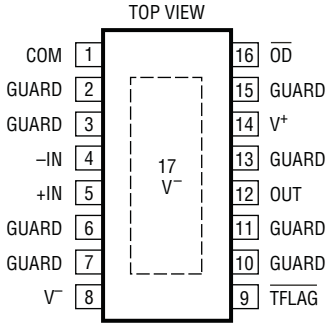
ESD 敏感：输出引脚 (OUT) 对 ESD 很敏感。任何大于 500V 的 ESD 均有可能导致器件永久受损。

输出电流
  持续 (注 2) ..... $50mA_{RMS}$
工作结温范围 (注 3) ..... –40°C 至 125°C
规定的结温范围 (注 4)
  LTC6090C ..... 0°C 至 70°C
  LTC6090I ..... –40°C 至 85°C
  LTC6090H ..... –40°C 至 125°C
结温 (注 5) ..... 150°C
贮存温度范围 ..... –65°C 至 150°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒) ..... 300°C

引脚配置



S8E PACKAGE
8-LEAD PLASTIC SO
T_{JMAX} = 150°C, θ_{JC} = 5°C/W
EXPOSED PAD (PIN 9) IS V^-, MUST BE SOLDERED TO PCB



FE PACKAGE
16-LEAD PLASTIC TSSOP
T_{JMAX} = 150°C, θ_{JC} = 10°C/W
EXPOSED PAD (PIN 17) IS V^-, MUST BE SOLDERED TO PCB

订购信息

无铅涂层	卷带	器件标记 *	封装描述	结温范围
LTC6090CS8E#PBF	LTC6090CS8E#TRPBF	6090	8 引脚塑料 SO	0°C 至 70°C
LTC6090IS8E#PBF	LTC6090IS8E#TRPBF	6090	8 引脚塑料 SO	–40°C 至 85°C
LTC6090HS8E#PBF	LTC6090HS8E#TRPBF	6090	8 引脚塑料 SO	–40°C 至 125°C
LTC6090CFE#PBF	LTC6090CFE#TRPBF	6090FE	16 引脚塑料 TSSOP	0°C 至 70°C
LTC6090IFE#PBF	LTC6090IFE#TRPBF	6090FE	16 引脚塑料 TSSOP	–40°C 至 85°C
LTC6090HFE#PBF	LTC6090HFE#TRPBF	6090FE	16 引脚塑料 TSSOP	–40°C 至 125°C

订购信息

无铅涂层	卷带	器件标记 *	封装描述	结温范围
LTC6090CS8E-5#PBF	LTC6090CS8E-5#TRPBF	60905	8 引脚塑料 SO	0°C 至 70°C
LTC6090IS8E-5#PBF	LTC6090IS8E-5#TRPBF	60905	8 引脚塑料 SO	–40°C 至 85°C
LTC6090HS8E-5#PBF	LTC6090HS8E-5#TRPBF	60905	8 引脚塑料 SO	–40°C 至 125°C
LTC6090CFE-5#PBF	LTC6090CFE-5#TRPBF	6090FE-5	16 引脚塑料 TSSOP	0°C 至 70°C
LTC6090IFE-5#PBF	LTC6090IFE-5#TRPBF	6090FE-5	16 引脚塑料 TSSOP	–40°C 至 85°C
LTC6090HFE-5#PB	LTC6090HFE-5#TRPBF	6090FE-5	16 引脚塑料 TSSOP	–40°C 至 125°C

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌力尔特公司。 * 温度等级请见运输包装上的标识。
有关非标准含铅涂层器件的信息，请咨询凌力尔特公司。

如需了解更多有关无铅器件标记的信息，请登录：http://www.linear.com.cn/leadfree/
如需了解更多有关卷带规格的信息，请登录：http://www.linear.com.cn/tapeandreel/

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 T_J = 25°C。测试条件为 V^+ = 70V，V^- = –70V，V_{CM} = V_{OUT} = 0V，$V_{\overline{OD}}$ = 开路，除非特别注明。

符号	参数	条件		C、I 后缀 最小值	C、I 后缀 典型值	C、I 后缀 最大值	H 后缀 最小值	H 后缀 典型值	H 后缀 最大值	单位
V_{OS}	输入失调电压				±330	±1000		±330	±1000	μV
			●		±330	±1250		±330	±1250	μV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	输入失调电压漂移	T_A = 25°C，ΔT_J = 70°C		–5	±3	5	–5	±3	–5	μV/°C
I_B	输入偏置电流 (注 6)	电源电压 = ±70V			3			3		pA
		电源电压 = ±15V			0.3			0.3		pA
		电源电压 = ±15V	●			50			800	pA
I_{OS}	输入失调电流 (注 6)	电源电压 = ±15V			0.5			0.5		pA
			●			30			120	pA
e_n	输入电压噪声密度	f = 1kHz			14			14		nV/√Hz
		f = 10kHz			11			11		nV/√Hz
	输入电压噪声	0.1Hz 至 10Hz			3.5			3.5		μV_{P-P}
i_n	输入电流噪声密度				1			1		fA/√Hz
V_{CM}	输入共模范围	保证 CMRR			±68			±68		V
			●	V^- + 3V		V^+ – 3V	V^- + 3V		V^+ – 3V	V
C_{IN}	共模输入电容				9			9		pF
C_{DIFF}	差分输入电容				5			5		pF
CMRR	共模抑制比	V_{CM} = –67V 至 67V		130	>140		130	>140		dB
			●	126			126			dB
PSRR	电源抑制比	V_S = ±4.75V 至 ±70V		112	>120		112	>120		dB
			●	106			106			dB
V_{OUT}	输出电压摆幅高 (V_{OH}) (参考于 V^+)	无负载	●		10	25		10	25	mV
		I_{SOURCE} = 1mA	●		50	140		50	140	mV
		I_{SOURCE} = 10mA	●		450	1000		450	1000	mV
	输出电压摆幅低 (V_{OL}) (参考于 V^-)	无负载	●		10	25		10	25	mV
		I_{SINK} = 1mA	●		40	80		40	80	mV
		I_{SINK} = 10mA	●		250	600		250	600	mV
A_{VOL}	大信号电压增益	R_L = 10k，V_{OUT} 从 –60V 至 60V		1000	>10000		1000	>10000		V/mV
			●	1000			1000			V/mV

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 T_J = 25°C。测试条件为 V^+ = 70V，V^- = –70V，V_{CM} = V_{OUT} = 0V，$V_{\overline{OD}}$ = 开路，除非特别注明。

符号	参数	条件		C、I 后缀 最小值	C、I 后缀 典型值	C、I 后缀 最大值	H 后缀 最小值	H 后缀 典型值	H 后缀 最大值	单位
I_{SC}	输出短路电流 (供应和吸收)	电源电压 = ±70V 电源电压 = ±15V	 ●	 50	90 		 50	90 		mA mA
SR	压摆率	A_V = –4，R_L = 10k LTC6090 LTC6090-5	 ● ●	 10 18	 21 37		 9 16	 21 37		 V/µs V/µs
GBW	增益带宽积	f_{TEST} = 20kHz，R_L = 10k LTC6090 LTC6090-5	 ● ●	 5.5 11	 12 24		 5 10	 12 24		 MHz MHz
Φ_M	相位裕量	R_L = 10k，C_L = 50pF			60			60		度
FPBW	满功率带宽	V_O = 125V_{P-P} LTC6090 LTC6090-5	 ● ●	 20 34	 40 68		 18 32	 40 68		 kHz kHz
t_S	稳定时间 0.1%	ΔV_{OUT} = 1V LTC6090，A_V = 1V/V LTC6090-5，A_V = 5V/V			 2 2.5			 2 2.5		 µs µs
I_S	电源电流	无负载	 ●		2.8 	3.9 4.3		2.8 	3.9 4.3	mA mA
V_S	电源电压范围	由 PSRR 测试提供保证	●	9.5		140	9.5		140	V
$\overline{OD}_H$ $\overline{OD}_L$	$\overline{OD}$ 引脚电压， 参考于 COM 引脚	V_{IH} V_{IL}	● ●	COM + 1.8V 		 COM + 0.65V	COM + 1.8V 		 COM + 0.65V	V V
	放大器 DC 输出 阻抗，停用	DC，$\overline{OD}$ = COM			>10			>10		MΩ
COM_{CM}	COM 引脚电压范围		●	V^-		V^+ – 5	V^-		V^+ – 5	V
COM_V	COM 引脚开路电压		●	17	21	25	17	21	25	V
COM_R	COM 引脚电阻		●	500	665	850	500	665	850	kΩ
$TEMP_F$	$\overline{TFLAG}$ 使能时的芯片温度				145			145		°C
$TEMP_{HYS}$	$\overline{TFLAG}$ 输出迟滞				5			5		°C
$I_{\overline{TFLAG}}$	$\overline{TFLAG}$ 下拉电流	$\overline{TFLAG}$ 输出电压 = 0V	●	70	200	330	70	200	330	µA

注 1：高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

注 2：LTC6090/LTC6090-5 能够产生超过 50mA 的峰值输出电流。IC 内部的电流密度限制要求将器件工作寿命内由输出提供的连续 RMS 电流 (供应或吸收电流) 限制在 50mA (绝对最大值) 以下。可能需要采用合适的散热器以保持结温低于绝对最大额定值。请参阅数据表的图 7、“功率耗散”部分和“安全工作区”部分以了解更多信息。

注 3：LTC6090C/LTC6090I 保证在 –40°C 至 85°C 的工作结温范围内正确运行。LTC6090H 保证在 –40°C 至 125°C 的工作结温范围内正确运行。把结温范围规定为一项工作条件的做法适用于那些具潜在的显著静态功率耗散的器件。

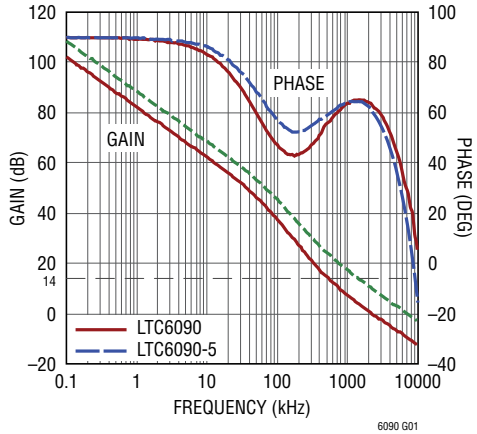
注 4：LTC6090C 保证在 0°C 至 70°C 的温度范围内满足规定性能的要求。LTC6090C 按照 –40°C 至 85°C 的规定性能要求来设计和进行特性分析，且有望达到相关标准，但在这些温度条件下未进行测试或品质保证 (QA) 采样。LTC6090I 保证在 –40°C 至 85°C 的温度范围内满足规定性能要求。LTC6090H 保证在 –40°C 至 125°C 的温度范围内满足规定性能要求。

注 5：该器件备有用于在过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。建议不要在高于规定的最大工作结温条件下运作。

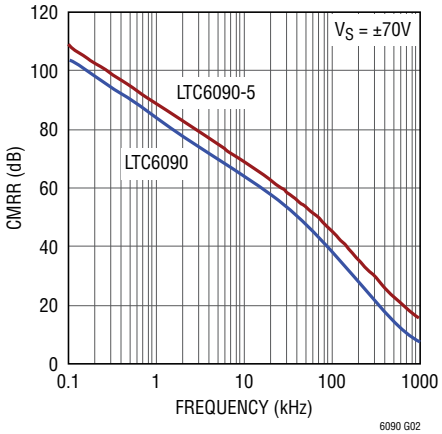
注 6：输入偏置和失调电流采用 ±15V 电源进行生产测试。请见“典型性能特征”部分以了解整个电源范围内的实际典型性能曲线。

典型性能特征

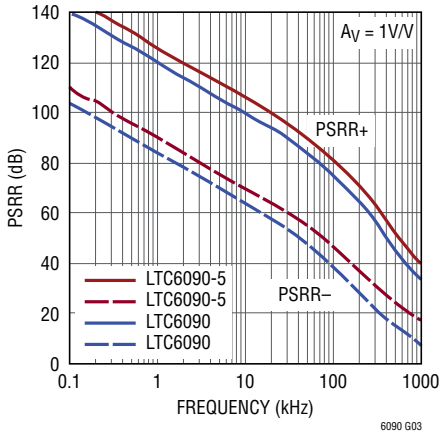
开环增益和相位与频率的关系



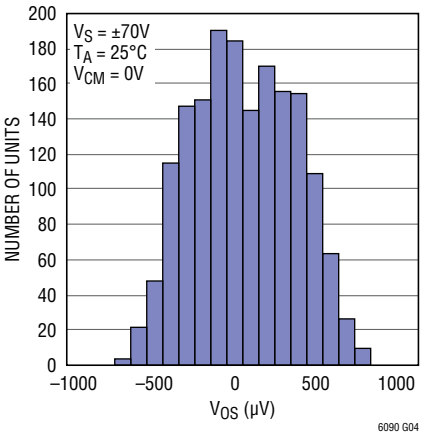
CMRR 与频率的关系



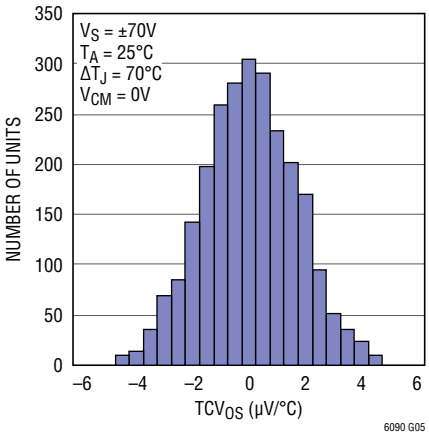
PSRR 与频率的关系



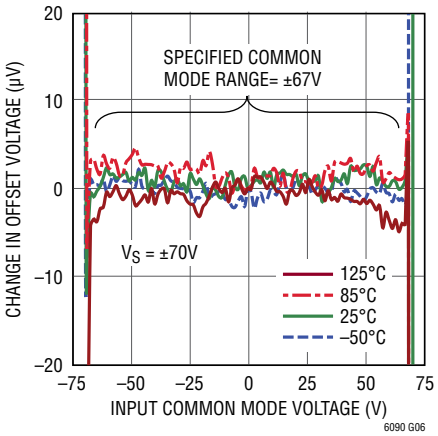
V_{OS} 分布



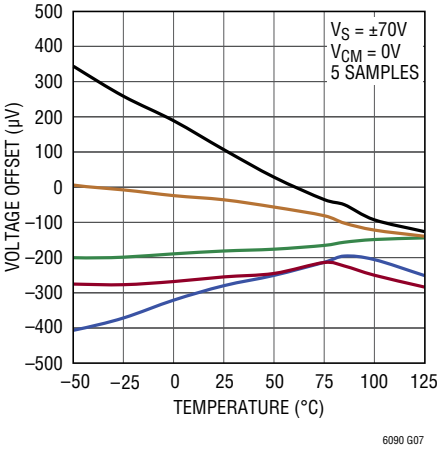
TCV_{OS} 分布



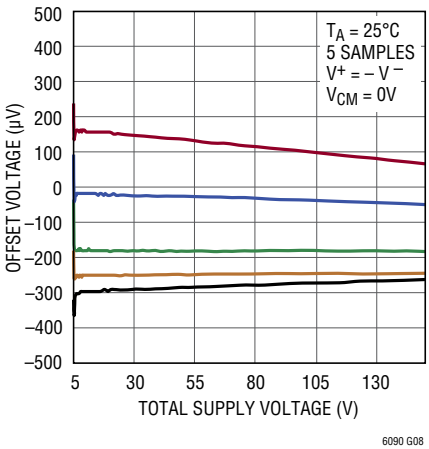
失调电压的变化与输入共模电压的关系



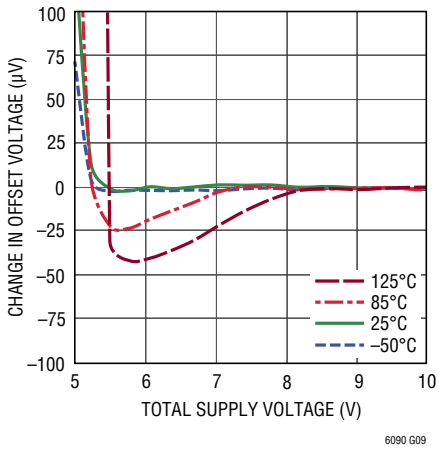
失调电压与温度的关系



失调电压与总电源电压的关系

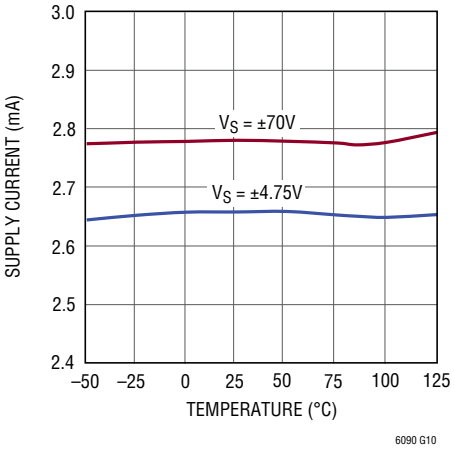


最小电源电压

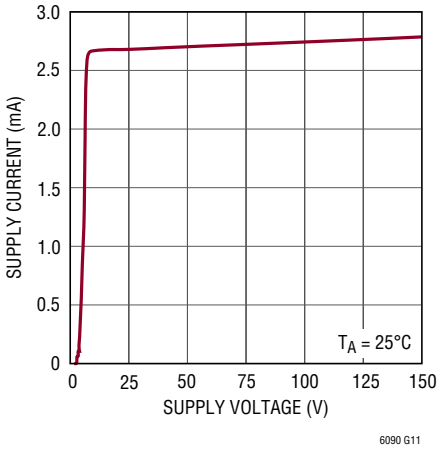


典型性能特征

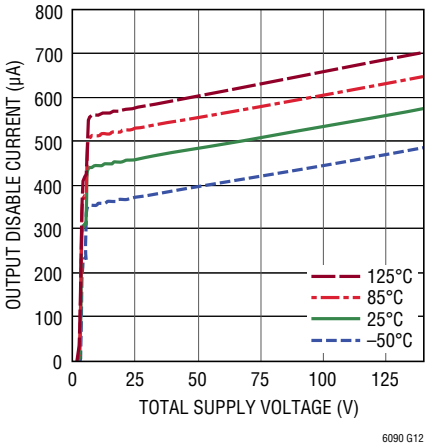
电源电流与温度的关系



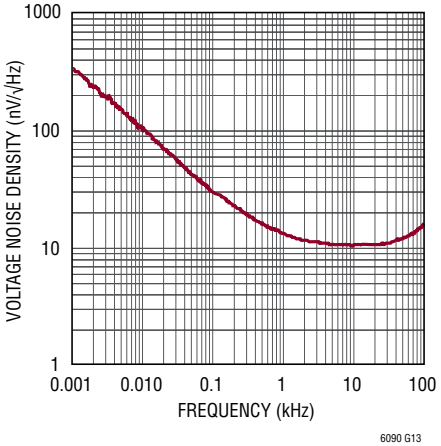
电源电流与总电源电压的关系



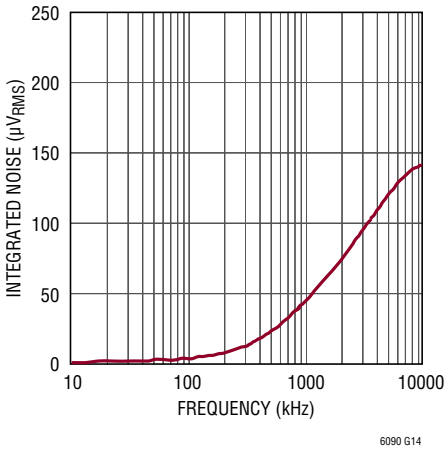
输出停用电源电流与总电源电压的关系



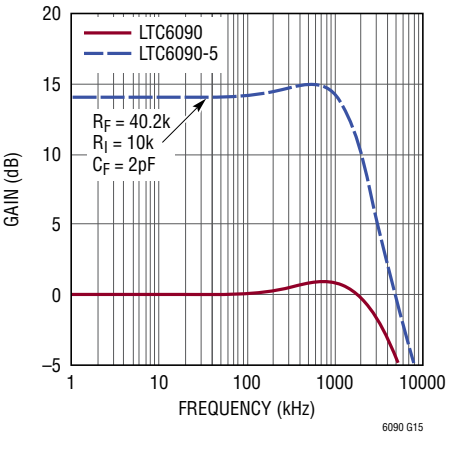
电压噪声密度与频率的关系



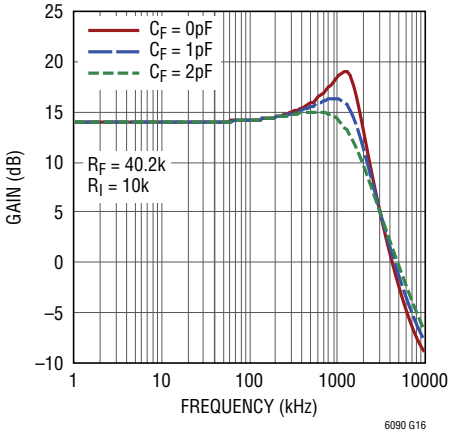
积分噪声与频率的关系



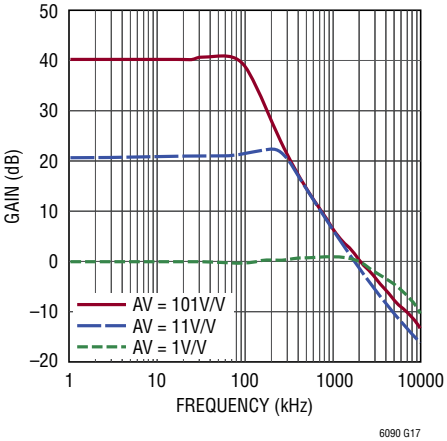
小信号频率响应



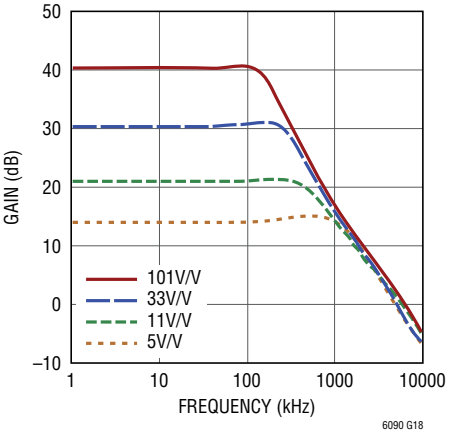
LTC6090-5 小信号频率响应与反馈电容的关系



LTC6090 小信号频率响应与闭环增益的关系

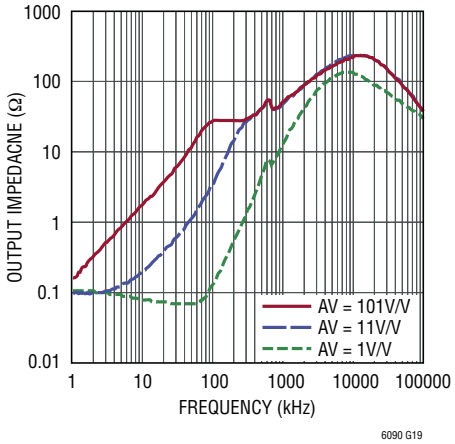


LTC6090-5 小信号频率响应与闭环增益的关系

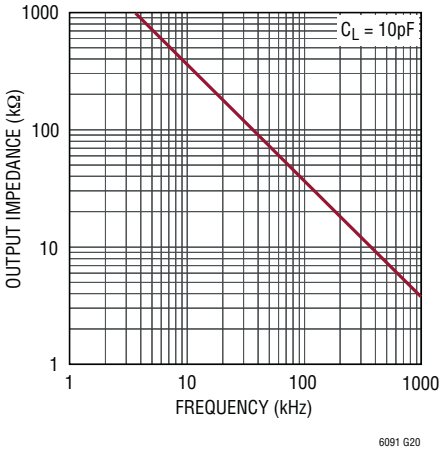


典型性能特征

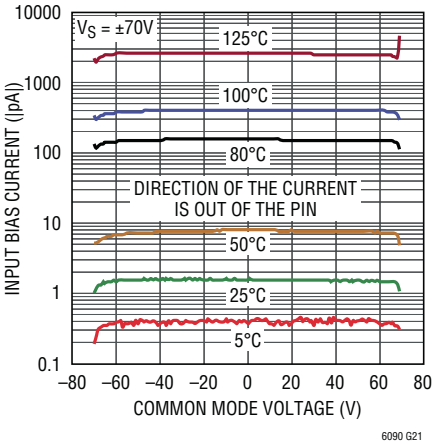
输出阻抗与频率的关系



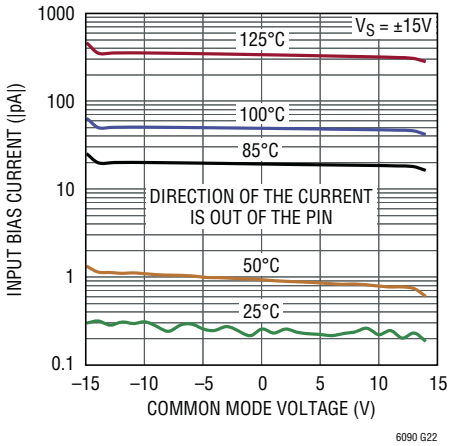
输出阻抗与频率的关系 (输出停用，$\overline{OD}$ = COM)



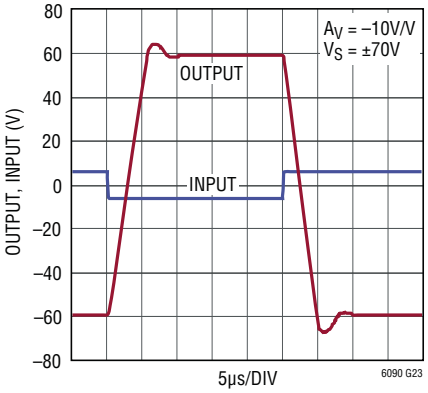
输入偏置电流与共模电压和温度的关系



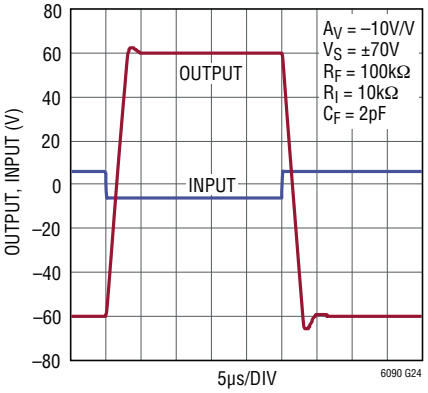
输入偏置电流与共模电压和温度的关系



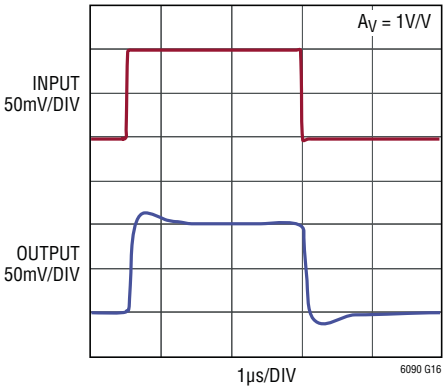
LTC6090 大信号瞬态响应



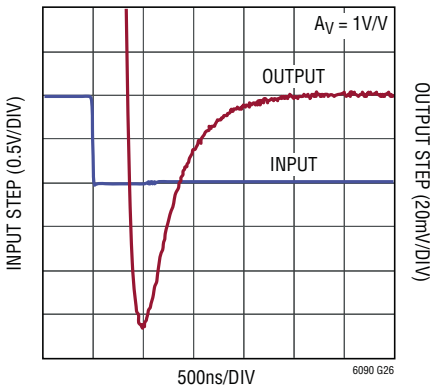
LTC6090-5 大信号瞬态响应



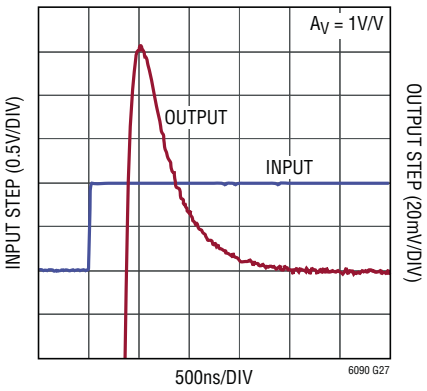
小信号瞬态响应



LTC6090 下降沿稳定时间

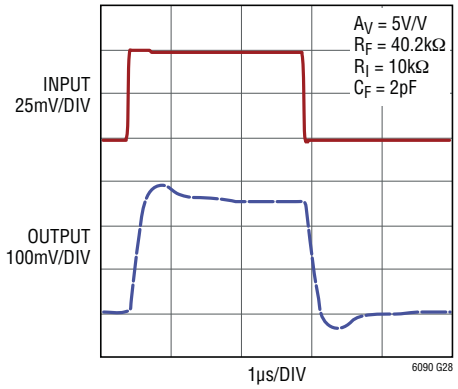


LTC6090 上升沿稳定时间

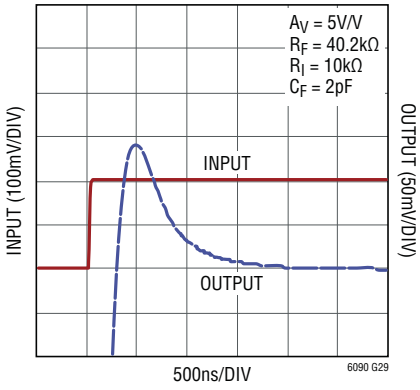


典型性能特征

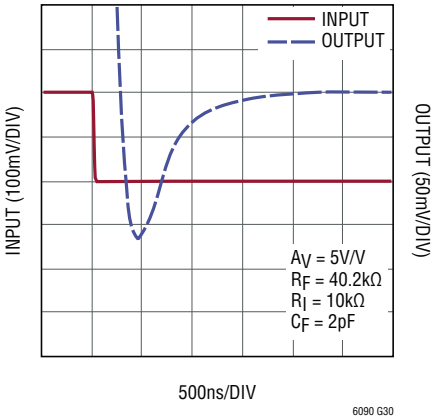
LTC6090-5 小信号瞬态响应



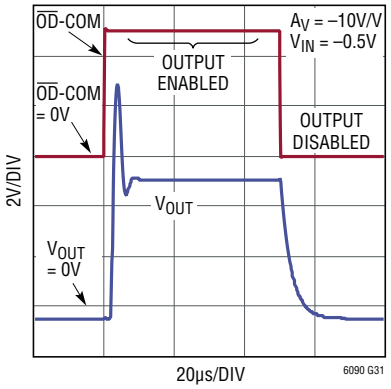
LTC6090-5 上升沿稳定时间



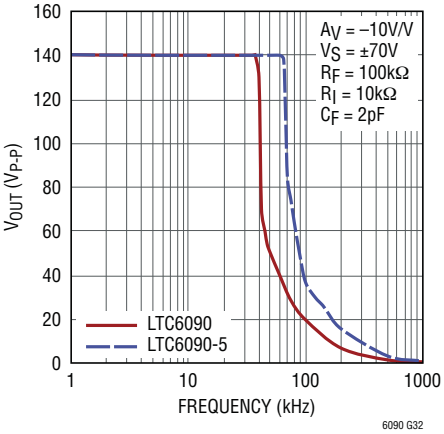
LTC6090-5 下降沿稳定时间



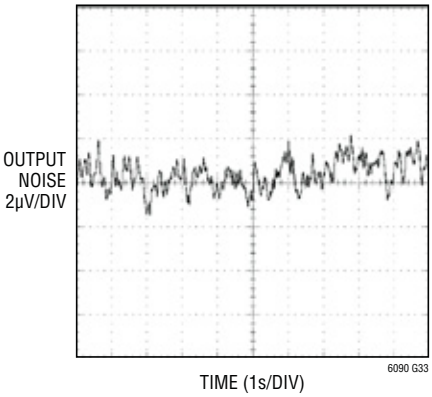
输出停用 ($\overline{OD}$) 响应时间



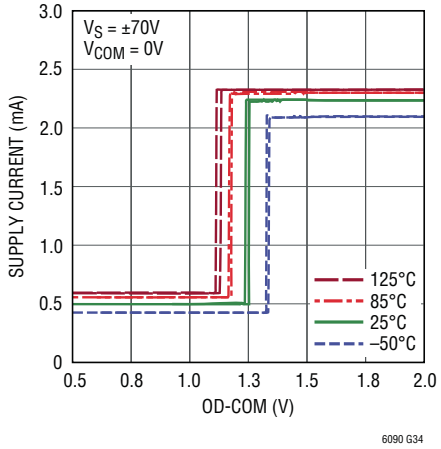
输出电压摆幅与频率的关系



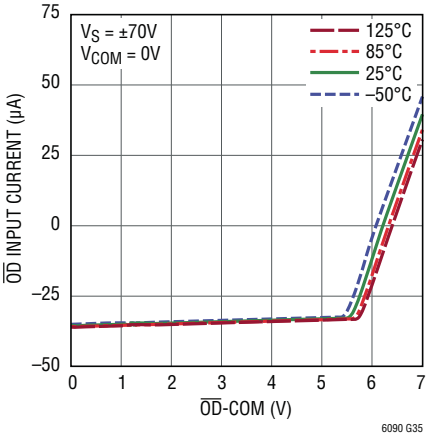
0.1Hz 至 10Hz 电压噪声



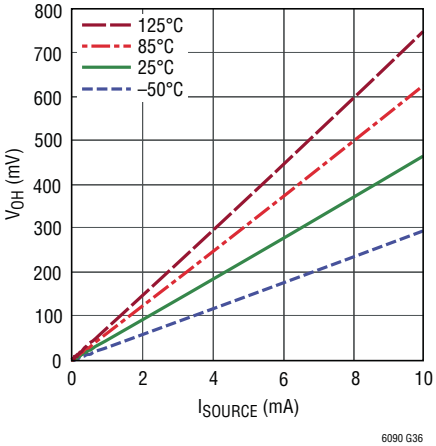
电源电流与 $\overline{OD}$ 引脚电压的关系



$\overline{OD}$ 引脚输入电流与$\overline{OD}$ 引脚电压的关系

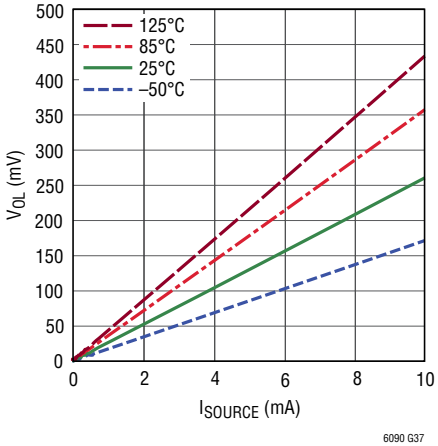


输出电压摆幅高 (V_{OH}) 与负载电流和温度的关系

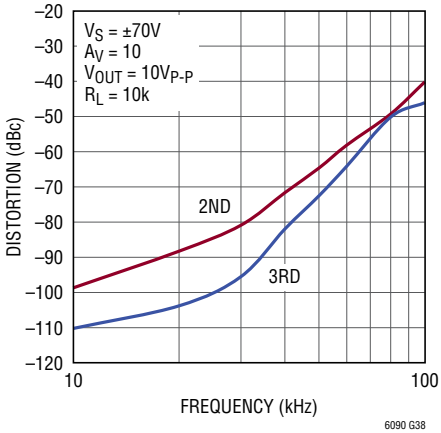


典型性能特征

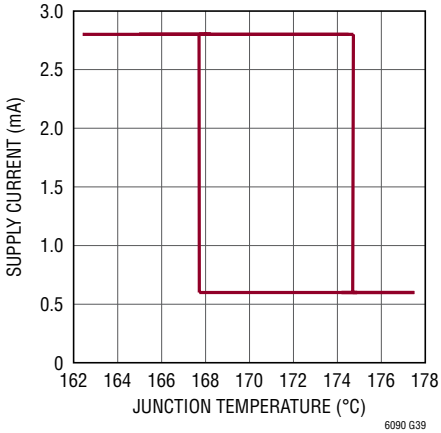
输出电压摆幅低 (V_{OL}) 与负载电流和温度的关系



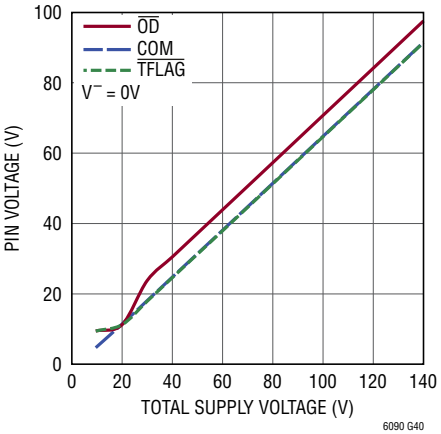
LTC6090 失真与频率的关系



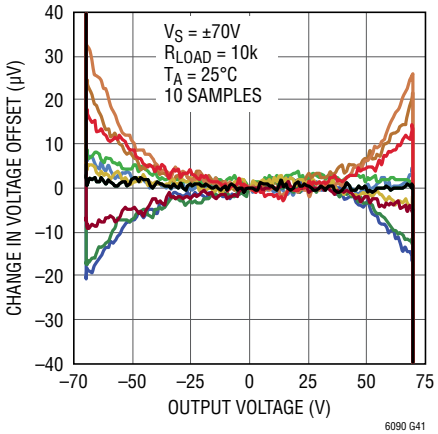
热停机迟滞



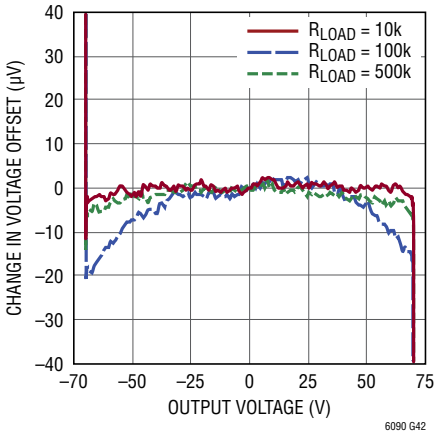
COM、$\overline{OD}$、$\overline{TFLAG}$ 的开路电压



开环增益



开环增益与负载电阻的关系



引脚功能 (S8E 封装 / FE 封装)

COM (引脚 1 / 引脚 1)：COM 引脚用于把 $\overline{OD}$ 和 $\overline{TFLAG}$ 引脚连接至电压控制电路。将该引脚连接至低电压的地或浮置。

–IN (引脚 2 / 引脚 4)：反相输入引脚。输入共模范围为 V^- + 3V 至 V^+ – 3V。不要超过绝对最大电压范围。

+IN (引脚 3 / 引脚 5)：同相输入引脚。输入共模范围为 V^- + 3V 至 V^+ – 3V。不要超过绝对最大电压范围。

V^- (引脚 4，裸露衬垫引脚 9 / 引脚 8，裸露衬垫引脚 17)：负电源引脚。仅连接至 V^-。为实现低热阻，需把该引脚连接至 V^- 电源平面。V^- 电源平面连接可将热量从器件移除，并应与所有其他电源平面进行电隔离。

$\overline{TFLAG}$ (引脚 5，9 / 引脚 9，17)：温度标记引脚。$\overline{TFLAG}$ 是一个漏极开路输出，其在芯片温度超过 145°C 时吸收电流。

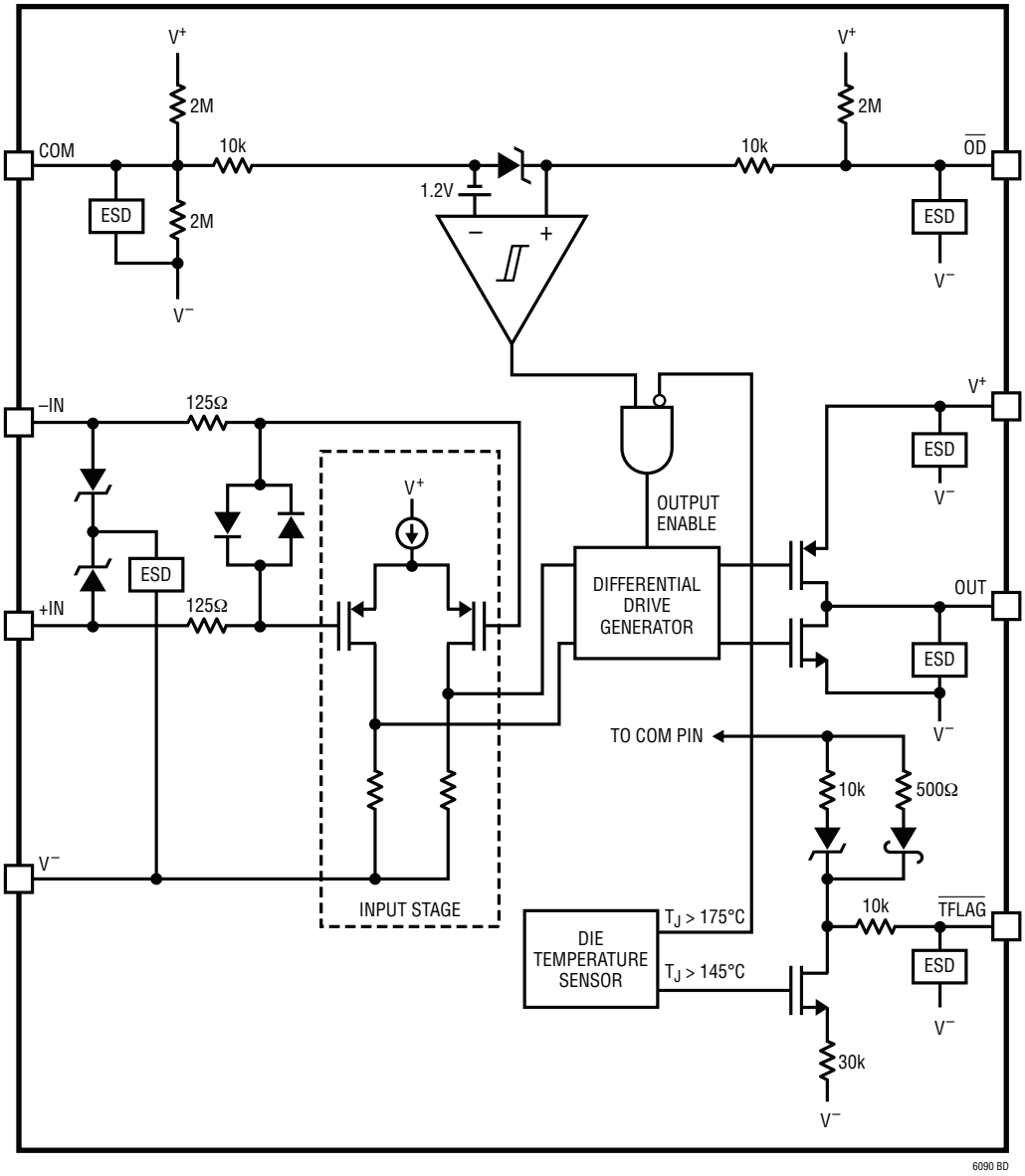
OUT (引脚 6 / 引脚 12)：输出引脚。如果该轨至轨输出走至低于 V^-，则 ESD 保护二极管将施加正向偏置。如果 OUT 变至高于 V^+，则输出器件二极管将施加正向偏置。应避免给 OUT 引脚上的二极管施加正向偏置。过大的电流会导致损坏。

V^+ (引脚 7 / 引脚 14)：正电源引脚。

$\overline{OD}$ (引脚 8 / 引脚 16)：输出停用引脚。低电平有效的输入将停用输出级。如果该引脚被置于开路状态，则一个内部上拉电阻器将使能放大器。输入电压电平参考于 COM 引脚。

GUARD (不适用 / 引脚 2、3、6、7、10、11、13、15)：保护引脚增加了与其他引脚之间的间隙和爬电距离。引脚 3 和 6 可用于在输入端的周围构建保护环。

方框图


V+
2M
COM
10k
ESD
2M
V–
1.2V
–
+
10k
V+
2M
OD
ESD
V–
–IN
125Ω
V+
ESD
V–
OUTPUT
ENABLE
ESD
+IN
125Ω
DIFFERENTIAL
DRIVE
GENERATOR
OUT
ESD
V–
TO COM PIN
10k
500Ω
V–
INPUT STAGE
10k
TFLAG
DIE
TEMPERATURE
SENSOR
TJ > 175°C
TJ > 145°C
ESD
V–
30k
V–
6090 BD

应用信息

综述

LTC6090 高电压运算放大器的设计运用了凌力尔特公司的一种专有工艺，其可实现一个采用 140V 电源的轨至轨输出级，同时保持精准、低失调和低噪声特性。

电源

LTC6090 可采用单电源或双电源来工作。双电源可以是平衡或不平衡的。例如：既可以采用两个 ±70V 电源，也可以采用一个 100V 和 –40V 电源。对于单电源应用，可在电源引脚之间靠近器件的地方布设一个 0.1μF 高质量表面贴装型陶瓷旁路电容器。而对于双电源应用，则可在 V^+ 和地之间以及 V^- 和地之间靠近器件的地方布设两个高质量的表面贴装型陶瓷电容器。当使用双电源时，电源上电时序不会引发问题。

输入保护

如“方框图”所示，LTC6090 拥有一个旨在保护输入器件免受损坏的全面保护网络。电流限制电阻器和背对背二极管用于避免输入被分割开。电压与电流之间的关系兼具指数性和电阻性，直到引脚之间的电压差达到 12V 为止。

在该点上，齐纳二极管接通。流入引脚的额外电流将使输入差分电压快速恢复至 9V。如果在某个输入与 V^- 之间发生 ESD 冲击，则电压箝位器和 ESD 器件将启动 (从而提供一条至 V^- 的电流通路)，以对输入器件起到保护作用。

输入引脚保护专为提供针对短暂 ESD 事件的保护而设计。重复的大幅度快速输入摆动 (>5.5V 和 <20ns 上升时间) 将在 MOSFET 输入器件上引起重复的应力。在此类应用中，应在输入之间连接反并联二极管 (1N4148) 以限制摆幅。

反馈电阻器选择

为了获得最大的准确度，应谨慎地选择反馈电阻器。假设一个具 $A_V = -50$ 和一个 5k 反馈电阻器的放大器。一个 1V 输入将导致输出上升至 50V，因而致使 10mA 的电流流过反馈电阻器。输出级中所耗散的功率将产生至输入级的热反馈，从而有可能引起失调电压的变化。一种更好的选择是采用一个 50k 的反馈电阻器，这样就可把反馈电阻器中的电流减小至 1mA。

连接至低电压电路

该器件提供了 COM 引脚，以设定一个用于和微处理器或其他低电压逻辑电路进行通信的公共信号地。如图 1 所示，COM 引脚应连接于低电压地。如果浮置，则内部阻性分压器将致使 COM 引脚电压在中间电源之上升高 30%。由内部齐纳二极管和电流限制电阻对 COM、$\overline{OD}$ 和 $\overline{TFLAG}$ 引脚提供过压保护。应特别谨慎地观察 ($\overline{OD}$ 和 COM) 之间以及 $\overline{TFLAG}$ 和 COM) 之间的绝对最大电压。这些引脚之间的电压限值必须保持在 –3V 至 7V 之间。

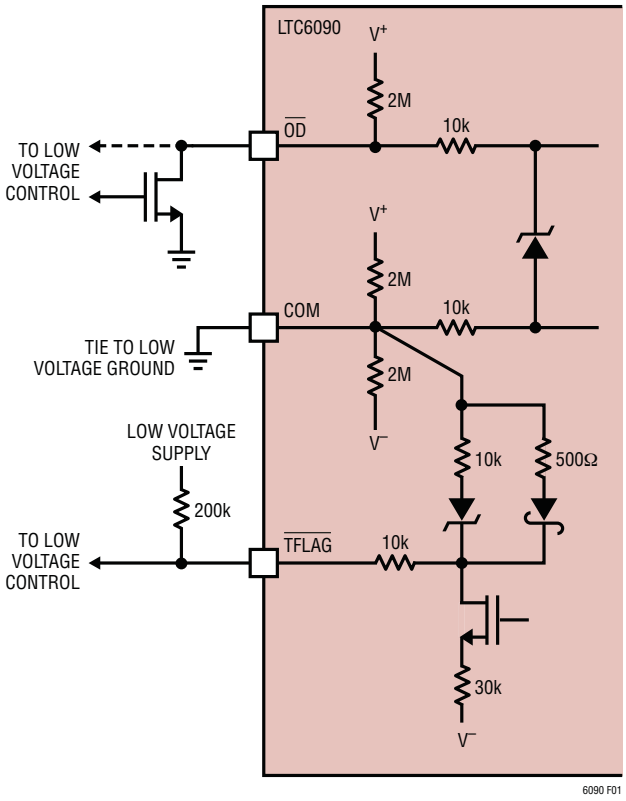


图 1：低电压接口

应用信息

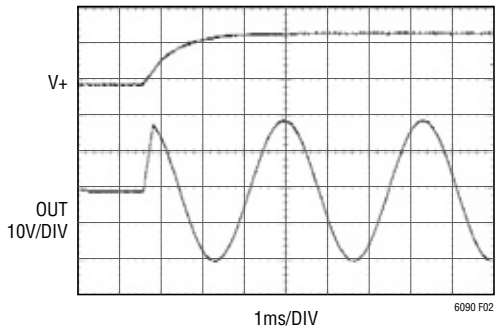


图 2：启动

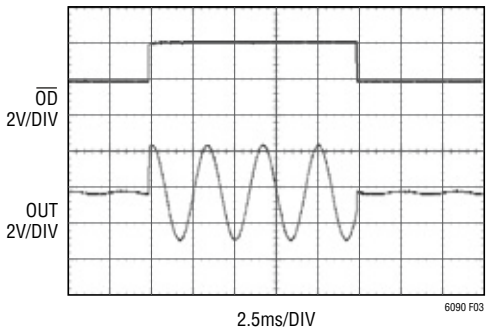


图 3：LTC6090 输出停用功能

输出停用

$\overline{OD}$ 引脚为低电平有效停用，其具有一个内部 2MΩ 电阻，该电阻将上拉 $\overline{OD}$ 引脚以使能输出级 (如开路)。$\overline{OD}$ 引脚电压由一个内部齐纳二极管来限制。当 $\overline{OD}$ 引脚被拉低至 COM 引脚的 0.65V 内时，输出级被停用，并将偏置和输入电路置于使能状态。这导致 580μA (典型值) 的待机电流流过器件。$\overline{OD}$ 引脚可直接连接至低电压逻辑或一个漏极开路 NMOS 器件，如图 1 所示。

如需执行最简单的停机操作，则把 COM 引脚浮置并将 $\overline{OD}$ 引脚连接至 $\overline{TFLAG}$ 引脚。这将把低电压控制引脚浮置，而且过热电路将在芯片温度达到 145°C 时安全地关断输出级。

应格外谨慎地遵守 ($\overline{OD}$ 和 COM) 之间以及 ($\overline{TFLAG}$ 和 COM) 之间的绝对最大电压限值。这些引脚之间的电压限值必须保持在 –3V 和 7V 之间。

当退出停机模式时，LTC6090 偏置电路和输入级已经上电，只剩下输出级有待接通并驱动至正确的输出电压。图 2 和图 3 分别示出了器件启动和退出停机模式的情形。

热停机

$\overline{TFLAG}$ 引脚是一个漏极开路输出引脚，其在芯片温度超过 145°C 时吸收 200μA (典型值) 电流。温度传感器具有 5°C 的迟滞，因而要求器件在停用 $\overline{TFLAG}$ 引脚之前冷却至 140°C。应格外谨慎地遵守 ($\overline{OD}$ 和 COM) 之间以及 ($\overline{TFLAG}$ 和 COM) 之间的绝对最大电压限值。这些引脚之间的电压限值必须保持在 –3V 和 7V 之间。

为了保证热停机电路的正确运作，在把输出停用引脚 ($\overline{OD}$) 连接至 $\overline{TFLAG}$ 引脚的时候必须遵循一些预防措施：

- 正如已经指出的，假如 COM 引脚被浮置，则简单地将 $\overline{OD}$ 连接至 $\overline{TFLAG}$ (如图 4 中所示) 就将实现热停机电路的正确运作，这与所选的电源电压无关。如果芯片温度达到 145°C，那么输出级将被安全地停用。在该配置中，只要 V^- 被施加了比 –3V (相对于地电位) 更负的偏置电压，则 COM 引脚也可以连接至地以实现正确的热停机运作。
- 在 COM 引脚接地、但 V^- 电源处于地电位的 0V 和 –3V 之内的场合中，必须使用一个逻辑缓冲器以强制 $\overline{OD}$ 至一个逻辑低电平，如图 5 所示。图 5 中的上拉电阻器 (R_{PULLUP}) 必须选择得足够大以保证逻辑缓冲器具有一个逻辑低电平。对于大多数 CMOS 放大器而言，这需要至少 402k 的上拉电阻。或者，倘若 COM 引脚浮置也可以不需要逻辑缓冲器。当 COM 浮置时，可简单地将 $\overline{OD}$ 直接连接至 $\overline{TFLAG}$ 以实现正确的热停机运作。

为安全起见，如果芯片温度升至 175°C，则第二个独立的过热门限将关断输出级。热停机电路中存在迟滞，要求芯片温度冷却 7°C。一旦器件充分冷却，则输出级将使能。**当器件的结温超过 150°C 时，就会出现性能劣化或可靠性受影响的情况。**

应用信息

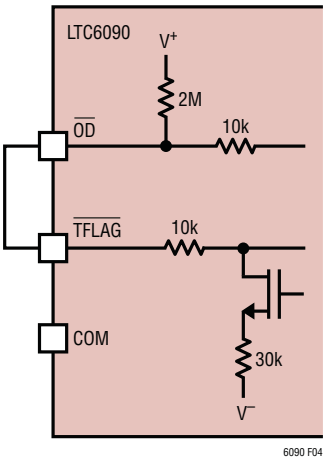


图 4：采用 $\overline{\text{TFLAG}}$ 引脚的自动热输出停用

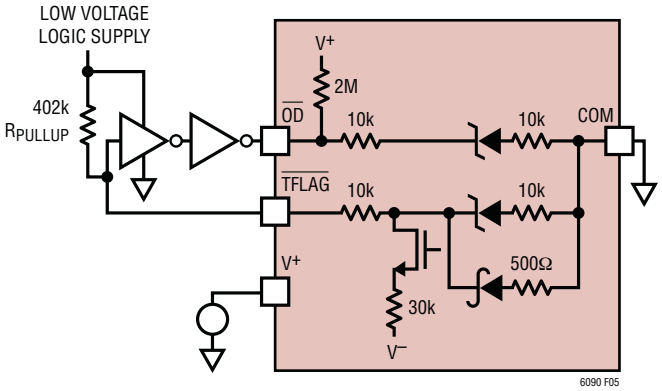


图 5：采用 $\overline{\text{TFLAG}}$ 引脚的自动热输出停用 (不平衡分离电源或单电源应用)

电路板布局

LTC6090 是一款高精度低失调高增益放大器，需要采用优良的模拟 PCB 布局方法以保持高性能。从一个星形连接的接地平面开始。将接地平面从任何高电压过孔拉回。诸如输入等关键信号应具有短和窄的 PCB 走线以减小杂散电容，这也将改善稳定性。应使用高质量表面贴装型陶瓷电容器来对电源实施旁路。

除了与采用高精度运算放大器时遇到的常见布局问题之外，还存在著高电压和高功率的问题。针对高电压走线的重要考虑是间隔、湿度和灰尘。相邻导体之间的高电压电场会吸引灰尘。而灰尘会吸收水分，这可能导致电路板漏电和电击穿。

在焊接了器件之后应清洁 PCB，这一点很重要。焊剂将积聚灰尘并成为一种引发漏电的危害源。建议使用一种溶剂来清洁 PCB，或者简单地使用清洗剂和清水来去除残留物。对 PCB 进行烘烤将除去剩馀的水分。视应用的不同，可以考虑采用某种特殊的低漏电电路板材料。

TSSOP 封装具有针对那些需要一个保护环之应用的保护引脚。图 6a 和 6b 分别示出了一款采用保护环以保护 –IN 引脚之电路的原理示意图和 PCB 布局。该保护环将高阻抗节点 –IN 完全包围起来。为简化 PCB 布局，应避免在该节点上使用过孔。此外，应当穿过保护环拉回焊料掩模以裸露 PCB 金属。为了帮助隔开节点，在 TSSOP 封装上采用了一个额外的引脚以把保护环布设在 –IN 引脚的后方。在焊接之后应对 PCB 进行彻底清洁，以确保在裸露衬垫 (引脚 17) 和保护环之间没有任何焊膏。

功率耗散

由于采用了一个 140V 的电源电压，因此不需要多大的电流就会消耗大量的功率。假设在 140V 时的电流为 10mA，那么消耗的功率为 1.4W，并需要在一个小型塑料 SO 封装内进行耗散。为了对功率耗散提供帮助，LTC6090 的两种封装都具有用于实现低热阻的裸露衬垫。将金属连接至裸露衬垫可降低封装的 θ_{JA}。与 SO 封装相连的最佳 PCB 金属面积将能够把结点至环境热阻降低至 33°C/W。如果使用极少的金属，那么 θ_{JA} 有可能增加一倍以上 (见表 1)。如果裸露衬垫的下方没有金属，则 θ_{JA} 可能会高达 120°C/W。

在合理的前提下，建议把尽可能多的 PCB 金属连接至裸露衬垫。连接至裸露衬垫的金属越多，则热阻越低。在裸露衬垫和 V^- 电源平面之间使用多个过孔。裸露衬垫电接至 V^- 引脚。此外，如果在接近最大结温的条件下运作，则或许需要采用一个散热器。热阻的变化与连接至裸露衬垫的金属量之间存在一种函数关系，表 1 提供了相关的指引。

应用信息

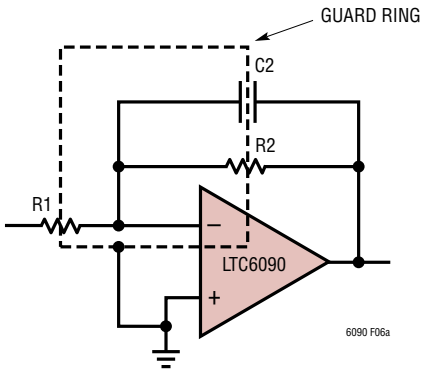


图 6a：显示保护环所在位置的电路示意图

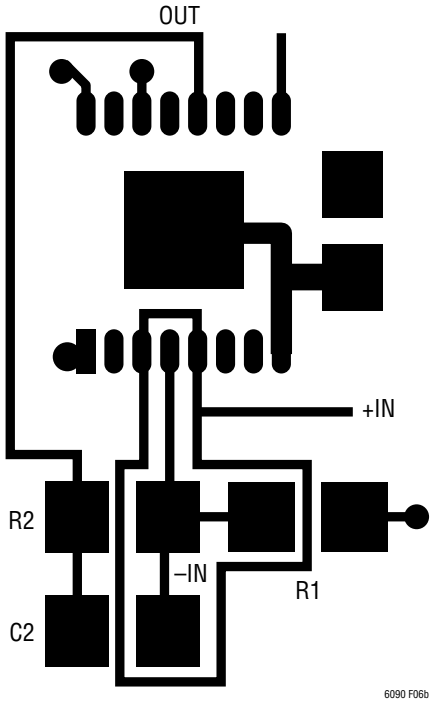
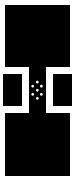
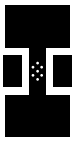
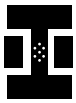


图 6b：具有保护环的 TSSOP 封装 PCB 布局

LTC6090 规格在 140V 的电压下供应和吸收 10mA 的电流。如果总电源电压在器件的两端下降，将需要耗散 1.4W 的功率。如果把静态功耗包括在内 (140V • 2.8mA = 0.4W)，则耗散的总功率为 1.8W。在 SO 封装中，采用最佳布局时的内部芯片温度将上升 59°C。不理想的布局则有可能由于功率耗散的原因而导致温升幅度增加一倍以上。

表 1：裸露衬垫的 PCB 面积变化时的热阻

实例 A	实例 B	实例 C	实例 D
顶层 A	顶层 B	顶层 C	顶层 D
底层 A	底层 B	底层 C	底层 D
			
θ_{JA} = 43°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 38°C/W	θ_{JA} = 50°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 45°C/W	θ_{JA} = 57°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 52°C/W	θ_{JA} = 72°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 67°C/W
最小底层 A	最小底层 B	最小底层 C	
θ_{JA} = 54°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 49°C/W	θ_{JA} = 57°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 52°C/W	θ_{JA} = 58°C/W θ_{JC} = 5°C/W θ_{CA} = 53°C/W	

应用信息

为避免损坏器件，不应超过绝对最大结温 (T_{JMAX} = 150°C)。结温采用下式来确定：

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

式中的 P_D 为封装中耗散的功率，θ_{JA} 是从环境至结点的封装热阻，而 T_A 是环境温度。例如，倘若器件具有一个 140V 的电源电压和 2.8mA 的静态电流，而且输出比负电源轨高 20V (提供 10mA 电流)，则器件中的总耗散功率为 (120V • 10mA) + (140V • 2.8mA) = 1.6W。在这些条件下环境温度不得超过：

$$T_A = T_{JMAX} - (P_D \bullet \theta_{JA}) = 150°C - (1.6W \bullet 33°C/W) = 97°C。$$

安全工作区

安全工作区 (即 SOA) 示出的是器件能够可靠运作的电压、电流和温度条件。下方的图 7 中示出的是 LTC6090 的 SOA。该 SOA 将环境温度和器件所耗散的功率考虑在内。这包括了负载电流与电源电压和输出电压之差的乘积以及静态电流和电源电压。

当在图 7 所示的边界之内运作时，LTC6090 是安全的。结点至外壳热阻 (θ_{JC}) 额定在一个 5°C/W 的恒定值。结点至环境热阻 (θ_{JA}) 取决于电路板布局及任何附加的散热器，图 7 中的 6 条 SOA 曲线显示了 θ_{JA} 对于 SOA 的直接影响。

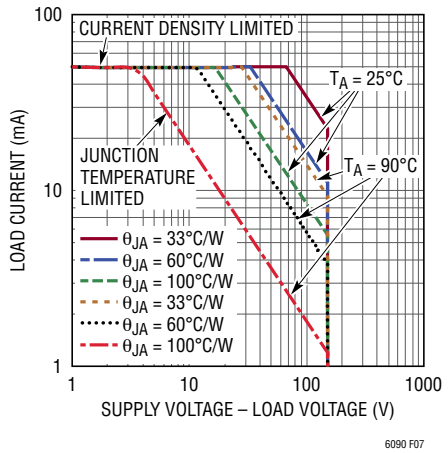


图 7：安全工作区

采用大电阻器阻值时的稳定性

一个大的反馈电阻器和固有的输入电容将产生一个额外的极点，该极点将影响稳定性并在闭环响应中引起峰化。为减轻该峰化，在反馈电阻器的周围布设一个小的反馈电容器 (如图 8 所示) 将抑制峰化和过冲。图 9 示出了采用一个 10pF 反馈电容器时的闭环响应。

应尽可能地减小输入引脚上的额外杂散电容。对于 pA 输入电流，布设的 PCB 走线应当尽可能地简短和狭窄。

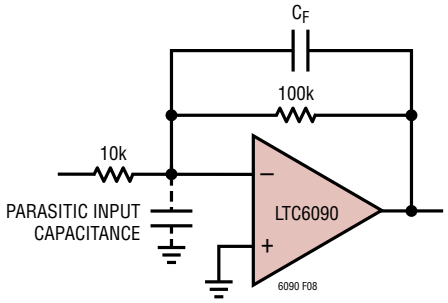


图 8： LTC6090 采用反馈电容以抑制峰化

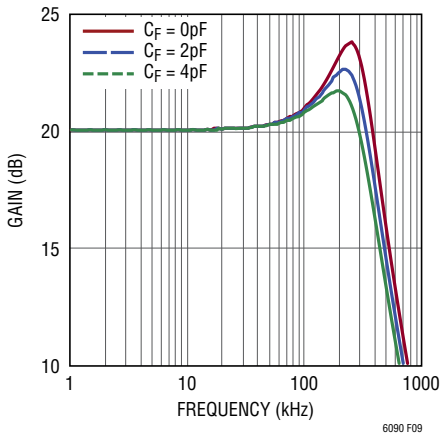


图 9：采用不同反遗电容器的闭环响应

应用信息

摆率增强

LTC6090 包括一个摆率增强电路，此电路可将摆率提升至 21V/μs，从而使得器件能够在不到 7μs 的时间里实现跨 140V 输出范围的轨至轨摆动。为了优化摆率并最大限度地缩短稳定所需的时间，应尽可能地减小杂散电容。一个反馈电容器可抑制与摆率增强电路相关联的过冲和非线性。该反馈电容器的大小应针对特定的电路板、电源电压和负载条件来选择。

摆动是一种非线性行为，并会影响失真。摆率与满功率带宽之间的关系由下面的关系表达式给出。

$$SR = V_O \bullet \omega$$

式中的 V_O 是峰值输出电压，ω 是角频率。大的正弦波输出的保真度受限于摆率。图 10 中的曲线图示出了在几种输出电平下失真与频率的关系。

多路复用器应用

如图 11 所示，可以把多个 LTC6090 配置起来用作一个高电压模拟多路复用器。当采用该配置时，输出有可能影响被停用放大器之同相输入端上的电源。反相和同相输入通过电阻器和背对背二极管进行箝位。有一条让电流从多路复用器输出流过被停用放大器之反馈电阻器、再流经输入至同相输入的 电源。例如：倘若被使能的放大器具有一个 –70V 输入，而被停用的放大器具有一个 5V 输入，则在两个电阻器和输入引脚的两端具有 75V 的电压降。为了把该电流保持在 1mA 以下，R_{IN} 和反馈电阻器的组合电阻必需为 75k 左右。

被停用放大器的直流输出阻抗为大于 10MΩ。AC 输出阻抗示于 “典型性能特征” 部分。

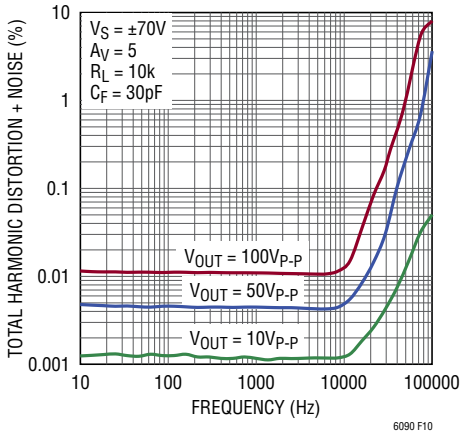


图 10：失真与频率的关系 (对于大的输出摆幅)

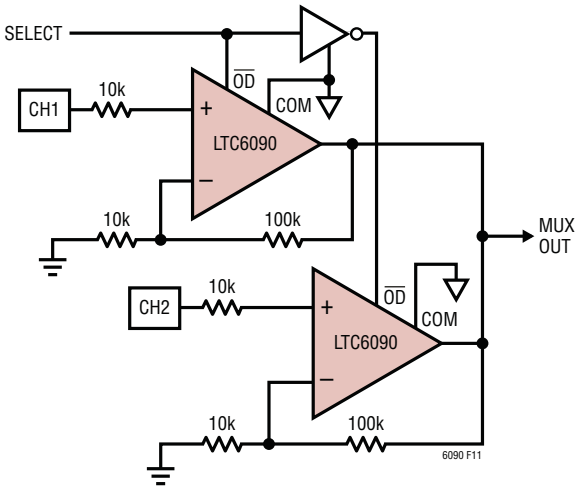
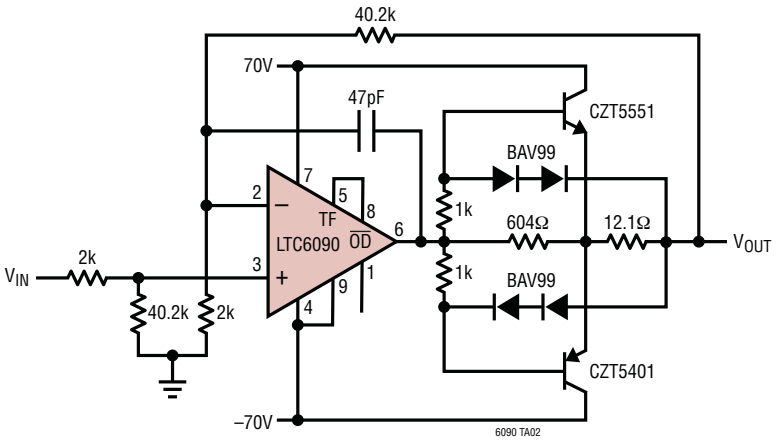


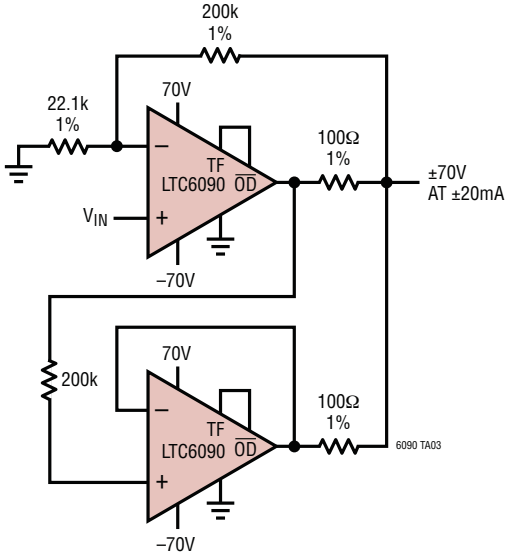
图 11：多路复用器应用

典型应用

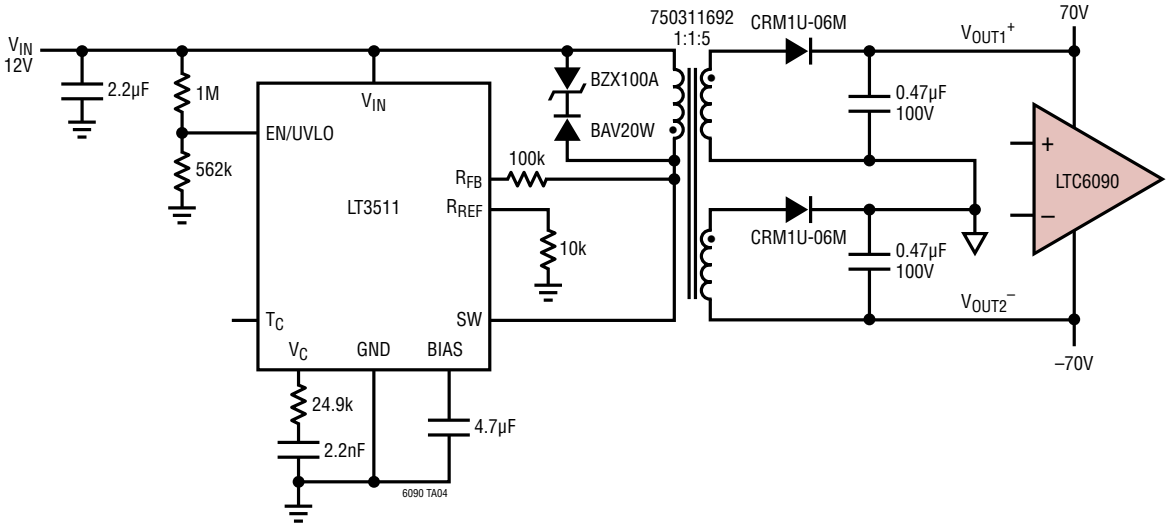
具有一个 40mA 保护输出驱动器的增益 = 20 放大器



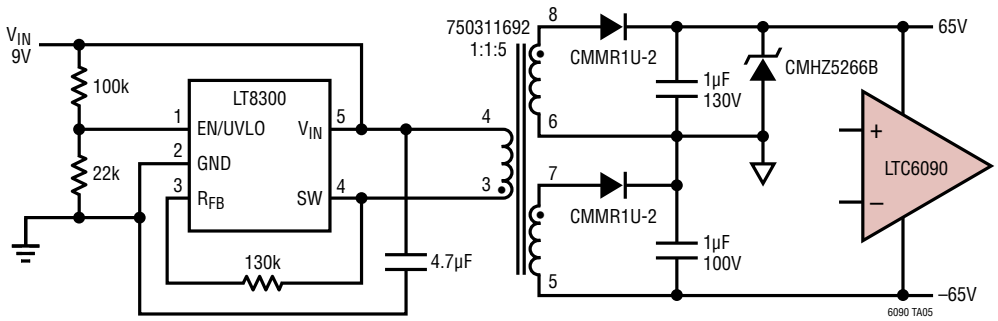
具有保护输出电流倍增器的增益 = 10 放大器



用于放大器电源的 12V 至 ±70V 隔离型反激式转换器

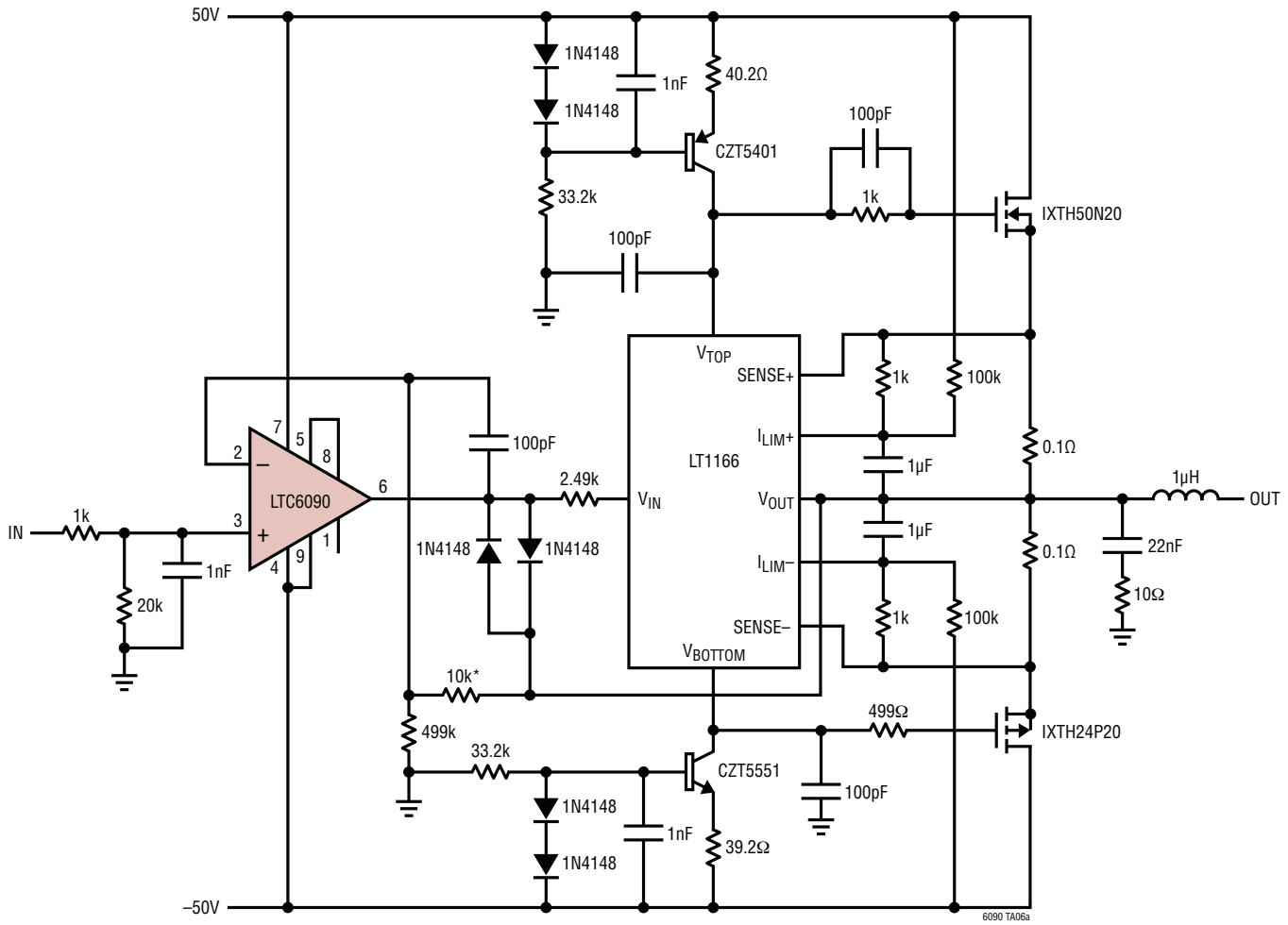


用于放大器电源的 9V 至 ±65V 隔离型反激式转换器



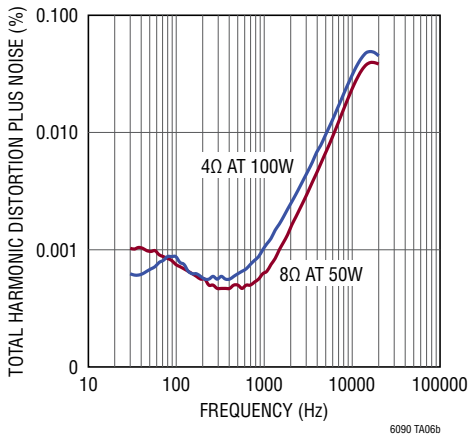
典型应用

音频功率放大器



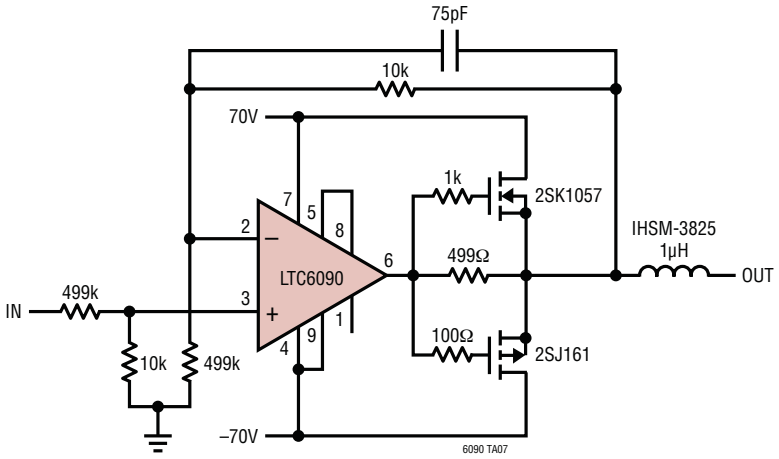
* USE SEVERAL SERIES RESISTORS TO REDUCE DISTORTION (i.e. 5 × 2kΩ).

总谐波失真 + 噪声
分析仪通带 10Hz 至 80kHz

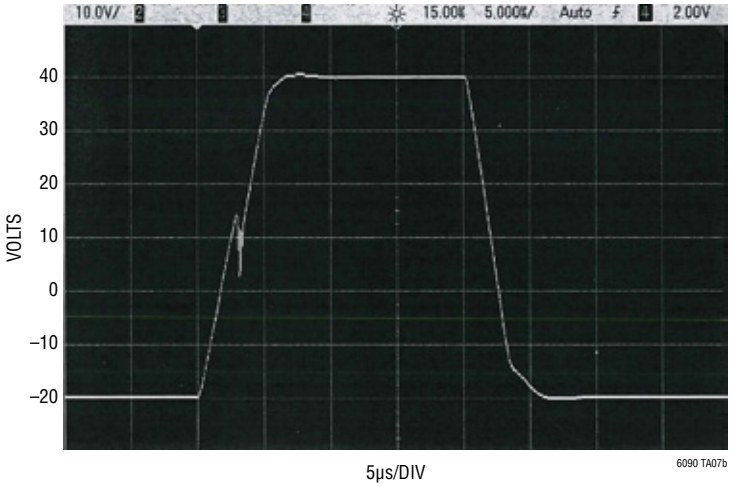


典型应用

高电流脉冲放大器

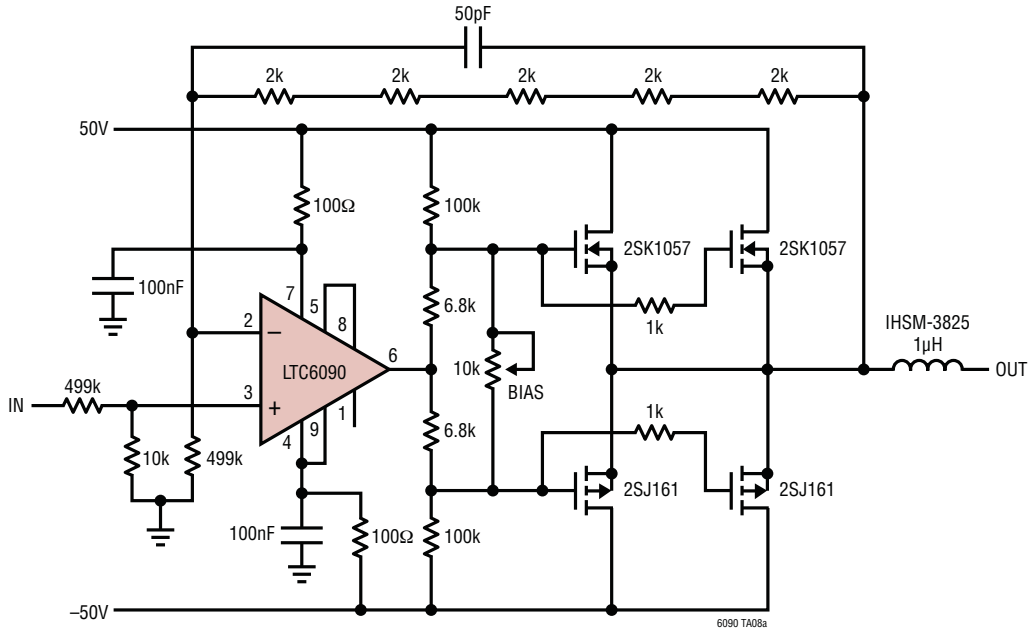


60V 阶跃响应 (10Ω 负载)



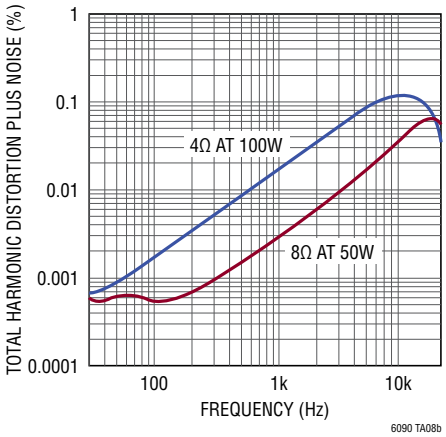
典型应用

简单的 100W 音频放大器



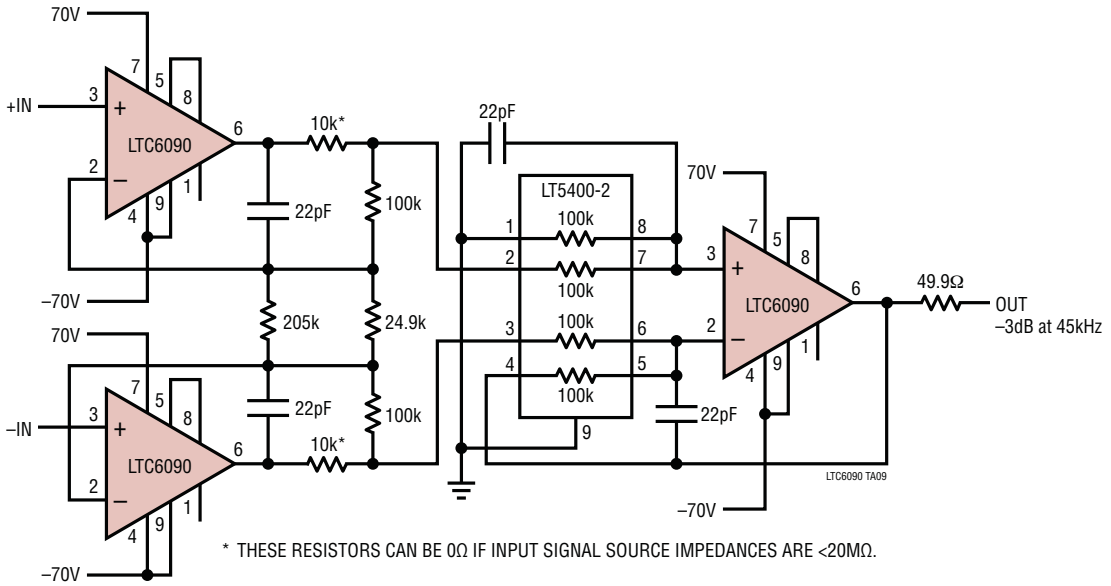
SET QUIESCENT SUPPLY CURRENT AT ABOUT 200mA WITH BIAS ADJUSTMENT.
SET QUIESCENT CURRENT TO 100mA IF PARALLEL MOSFETs ARE NOT USED (FOR 8Ω OR HIGHER).

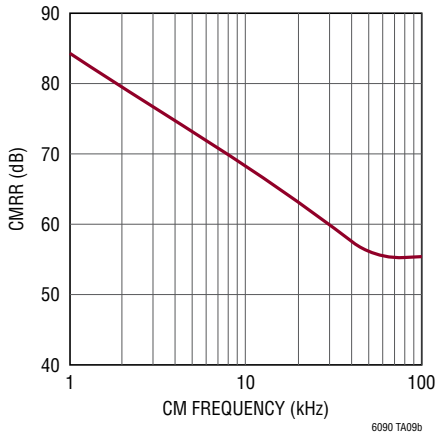
总谐波失真 + 噪声
与频率的关系



典型应用

宽共模范围 10x 增益仪表放大器
通常具有 <1mV 的输入参考误差

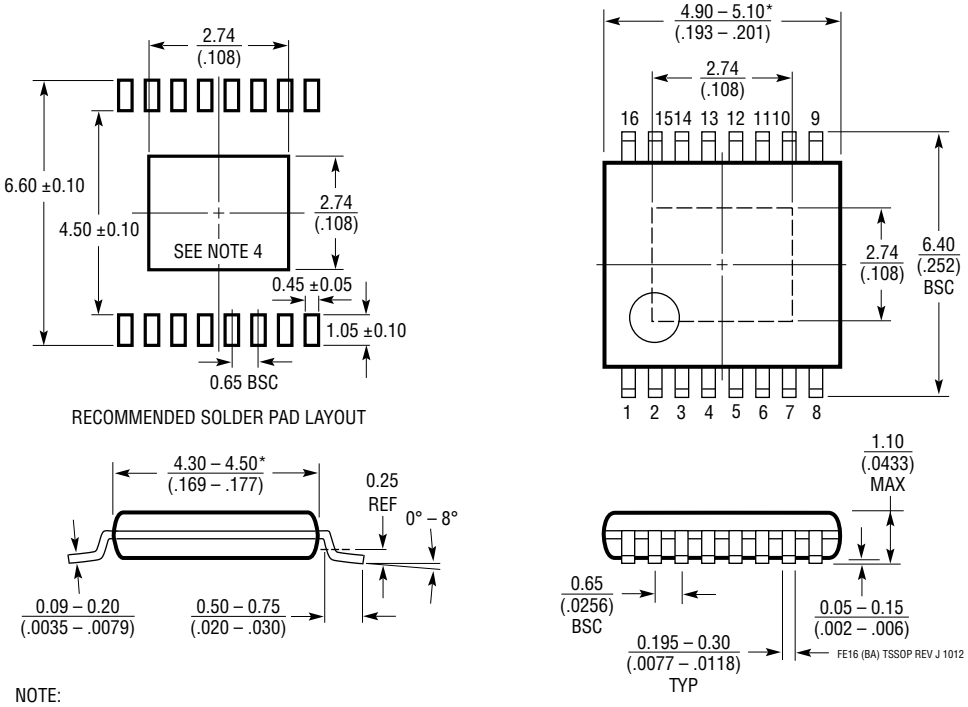




封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 http://www.linear.com.cn/designtools/packaging/

FE 封装
16 引脚塑料 TSSOP (4.4mm)
(参考 LTC DWG # 05-08-1663 Rev J)
裸露衬垫变化 BA



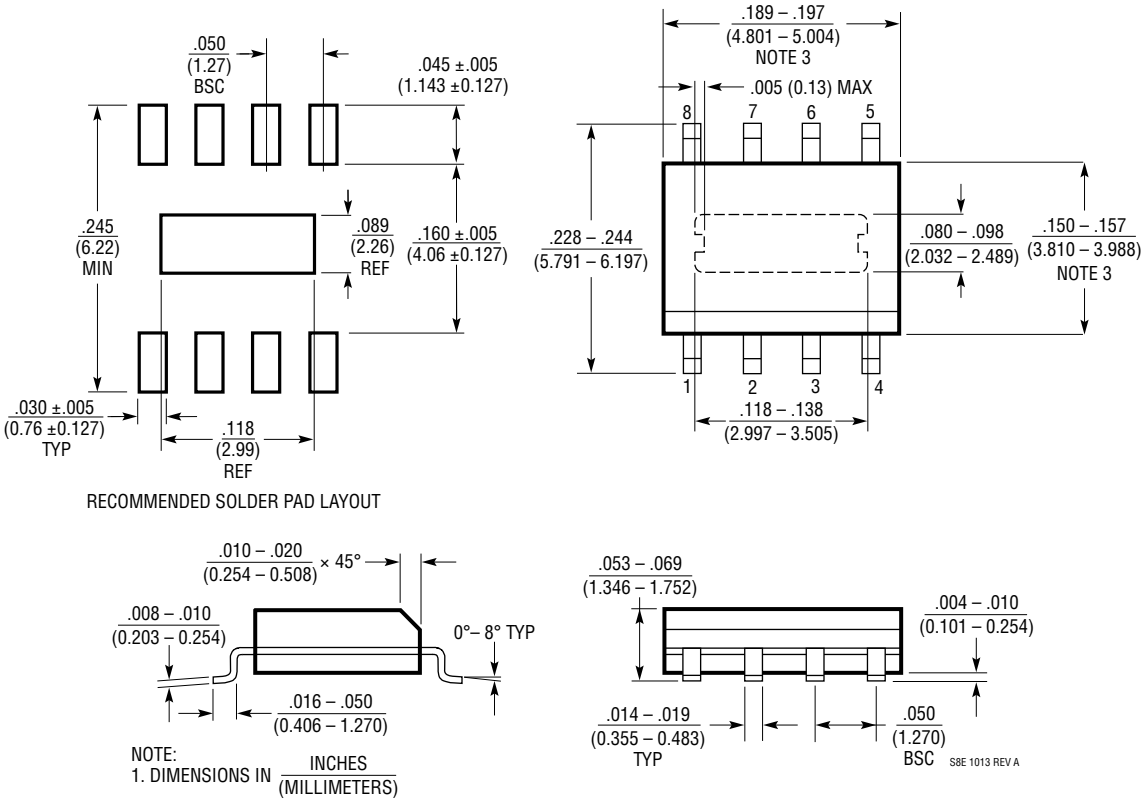
NOTE:
1. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS
2. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS/(INCHES)
3. DRAWING NOT TO SCALE
4. RECOMMENDED MINIMUM PCB METAL SIZE FOR EXPOSED PAD ATTACHMENT

*DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH SHALL NOT EXCEED 0.150mm (.006") PER SIDE

封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 http://www.linear.com.cn/designtools/packaging/

S8E 封装
8 引脚塑料 SOIC (窄体 .150 英寸) 裸露衬垫
(参考 LTC DWG # 05-08-1857 Rev A)



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 .006" (0.15mm)

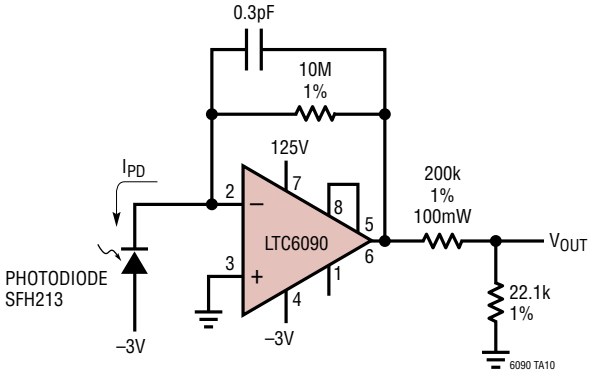
修改记录

修改	日期	描述	页码
A	11/12	增添了 ESD 陈述。	2
B	9/13	纠正了原理图。	16、17、18
C	6/14	增加 LT6090-5 资料，改善了规格	所有

由凌力尔特公司提供的资料均视为准确可靠，但本公司不为其应用承担责任。如果使用此处所描述的电路侵犯了相关的专利权，则与本公司无关。中文版仅供参考之用，内容以英文版为准。

典型应用

扩展动态范围 1MΩ 跨阻抗光电二极管放大器



$V_{OUT} = I_{PD} \bullet 1M$
OUTPUT NOISE = 21μV_{RMS} (1kHz – 40kHz)
OUTPUT OFFSET = 150μV MAXIMUM
BANDWIDTH = 40kHz (–3dB)
OUTPUT SWING = 0V TO 12V

相关器件

器件型号	描述	备注
相关器件		
LT1990	±250V 输入范围，G = 1，10，微功率，差动放大器	引脚可选增益为 1 或 10
LT1991	高精度、100μA 增益可选放大器	可通过引脚配置成一个差动放大器、反相放大器和同相放大器
匹配电阻器		
LT5400	四个匹配的电阻器网络	在整个温度范围内具有卓越的匹配规格指标
数模转换器		
LTC2641/LTC2642	采用 3mm x 3mm DFN 封装的 16 位 V_{OUT} DAC	在整个温度范围内保证单调
LTC2756	串行 18 位 SoftSpan I_{OUT} DAC	18 位稳定时间：2.1μs 最大 18 位 INL 误差：在整个温度范围内为 ±1LSB
反激式控制器		
LT3511	单片式、高电压、隔离型反激式转换器	4.5V 至 100V 输入电压范围，无需光耦合器
LT8300	具 150V/260mA 开关的 $100V_{IN}$ 微功率隔离型反激式转换器	6V 至 100V 输入电压范围。利用单个外部电阻器来设定 V_{OUT}

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2012