

无锡泰连芯科技有限公司

TLXA190

双向、低功耗、零漂移、宽动态范围
精密电流检测放大器

2025年11月

双向、低功耗、零漂移、宽动态范围
精密电流检测放大器

1 特性

- 低输入偏置电流：**1 nA (典型值)**
(支持微安级电流测量)
- 低功耗：
 - 低电源电压 **V_S: 2.3 V 至 5.5 V**
 - 低静态电流：**25°C 下为 70 μA (典型值)**
- 精度：
 - 共模抑制比：**120 dB (最小值)**
 - 增益误差：**±0.1%**
 - 增益漂移：**15 ppm/°C (最大值)**
 - 失调电压 **V_{OS}: ±30 μV (最大值)**
 - 温漂：**0.5μV/°C (最大值)**
- 宽共模电压：**-6V 至 +42 V**
- 双向电流检测功能
- 增益选项：
 - **TLXA190A: 25 V/V**
 - **TLXA190B: 50 V/V**
 - **TLXA190C: 100 V/V**

2 应用

- 标准笔记本电脑
- 智能手机
- 消费类电池充电器
- 基带单元 (BBU)
- 商用网络和服务器 **PSU**
- 电池测试

3 概述

TLXA190 是一款低功耗、电压输出、电流分流监控器（也称为电流检测放大器）。此器件常用于过流保护、针对系统优化的精密电流测量或闭环反馈电路。TLXA190 可在独立于电源电压的 -6V 至 +42V 的共模电压下检测分流器上的压降。

该器件的低输入偏置电流允许使用较大的电流检测电阻器，从而能够提供微安级的精确电流测量。零漂移架构的低失调电压扩展了电流测量的动态范围。此功能可支持较小的感应电阻器在具有较低功耗的同时，仍提供精确的电流测量性能。

TLXA190 由 2.3V 至 5.5V 的单电源供电，最大电源电流为 80μA。提供三个固定增益选项：25V/V、50V/V 或 100V/V。该器件的额定工作温度范围为 -55°C 至 +125°C，并采用 SC70-6 封装。

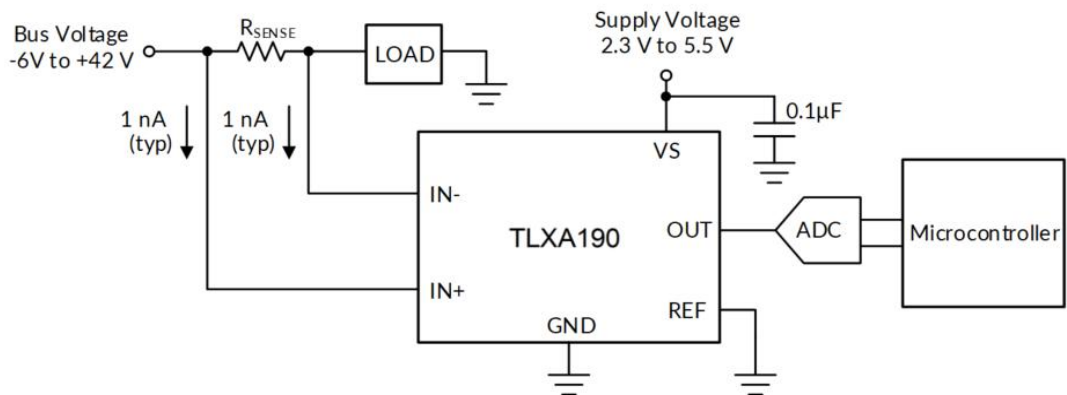
质量等级：军温级&企军标

器件信息 (1)

型号	封装	封装尺寸 (标称值)
TLXA190	SC70-6	2.10mm×1.25mm

(1) 详细的订单型号说明，请参考数据表后的封装选项部分。

典型应用电路



目 录

1 特性	2
2 应用	2
3 概述	2
4 修订历史	4
5 封装和订单说明⁽¹⁾	5
6 引脚定义和功能	6
7 规格	7
7.1 绝对最大额定参数	7
7.2 ESD 等级	7
7.3 典型电气参数	8
7.4 典型参数曲线	10
8 详细说明	13
8.1 概览	13
8.2 功能框图	13
8.3 特性说明	13
8.3.1 精确电流测量	13
8.3.2 低输入偏置电流	13
8.3.3 低静态电流	14
8.3.4 双向电流检测	14
8.3.5 高侧和低侧电流检测	14
8.3.6 高共模抑制	15
8.3.7 轨到轨输出摆幅	15
8.4 器件功能模式	15
8.4.1 正常工作模式	15
8.4.2 单向模式	15
8.4.3 双向模式	17
8.4.4 输入差分过载	17
9 应用与设计	18
9.1 应用信息	18
9.1.1 基本连接	18
9.1.2 R_{SENSE} 和器件增益选择	18
9.1.3 信号调节	19
9.1.4 共模电压瞬变	20
9.2 典型应用	22
9.2.1 设计要求	22
9.2.2 详细设计过程	22
10 电源建议	23
11 PCB 版图设计	23
11.1 PCB 布局设计注意事项	23
11.2 PCB 布局示意图	23
12 封装规格尺寸	24
13 包装规格尺寸	25

4 修订历史

注意: 更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2025/11/19	初始版

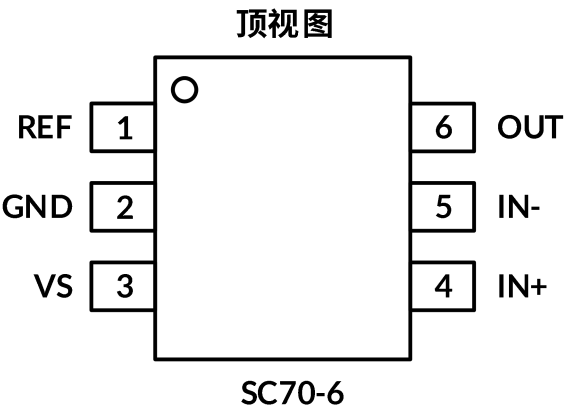
5 封装和订单说明⁽¹⁾

订单型号	工作温度(°C)	封装类型	丝印 ⁽²⁾	MSL ⁽³⁾	质量等级
JTLXA190AXC6	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190A	MSL1	企军标
JTLXA190BXC6	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190B	MSL1	企军标
JTLXA190CXC6	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190C	MSL1	企军标
JTLXA190AXC6(W)	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190A	MSL1	军温级
JTLXA190BXC6(W)	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190B	MSL1	军温级
JTLXA190CXC6(W)	-55°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190C	MSL1	军温级
TLXA190AXC6	-40°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190A	MSL1	工业级
TLXA190BXC6	-40°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190B	MSL1	工业级
TLXA190CXC6	-40°C ~+125°C	SC70-6 ⁽⁴⁾	A190C	MSL1	工业级

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。
- (3) TLXIC 装配厂使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 的通用预处理设置对 MSL 级别进行分类。如果您的最终应用对预处理设置非常关键，或者您有特殊要求，请与 TLXIC 技术支持联系。
- (4) 等同 SOT363。

6 引脚定义和功能



引脚功能

引脚名称	引脚	类型	功能说明
	SC70-6		
GND	2	模拟	接地。
IN-	5	模拟输入	电流检测放大器负输入端。对于高侧应用，连接至检测电阻的负载端；对于低侧应用，连接至检测电阻的接地端。
IN+	4	模拟输入	电流检测放大器正输入端。对于高侧应用，连接至检测电阻的总线电压端；对于低侧应用，连接至检测电阻的负载端。
OUT	6	模拟输出	输出引脚。该引脚提供模拟电压输出，该输出是 IN+ 引脚与 IN- 引脚之间增益后的电压差，并通过施加到 REF 引脚的电压进行偏移。
REF	1	模拟输入	参考输入。支持通过外部施加电压实现双向电流检测。
VS	3	模拟	电源电压，2.3 V 至 5.5 V。

7 规格

7.1 绝对最大额定参数

在自然通风温度范围内（除非特别注明）⁽¹⁾

参数	说明		最小值	最大值	单位
电压参数	电源电压			6	V
	模拟输入电压， V _{IN+} ，V _{IN-} ⁽²⁾	差分电压 (V _{IN+}) - (V _{IN-})	-8	8	V
		共模电压	-6	42	
	REF 电压		GND - 0.3	V _S + 0.3	V
	输出电压		GND - 0.3	V _S + 0.3	V
结至环境热阻，θ _{JA} ⁽³⁾			SC70-6	265	°C/W
温度参数	自然通风条件下的工作温度范围，T _A		-55	125	°C
	结温，T _J ⁽⁴⁾			150	°C
	储存温度范围，T _{stg}		-65	150	°C

- (1) 这里只表示产品在测试条件下得到的极限值，并不表示产品在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对产品造成损害，无法预测产品在上述条件外的工作状态。如果产品长期在上述条件外的条件下工作，可能影响产品性能。
- (2) V_{IN+} 和 V_{IN-} 分别表示 IN+ 和 IN- 引脚的电压值。
- (3) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。
- (4) 最大功耗是有关T_{J (MAX)}、R_{θJA} 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{θJA}。适用于直接焊接到PCB上的封装。

7.2 ESD 等级

以下 ESD 信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

			标称值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体模型 (HBM)	TBD	V
		带电器件模型 (CDM)	TBD	



ESD 灵敏性警告

ESD 损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格

7.3 典型电气参数

(测试条件为: $V_S = 5V$, $V_{SENSE} = V_{IN+} - V_{IN-}$, $V_{CM} = 12V$, $V_{REF1} = V_{REF2} = V_S/2$ 和 $T_A = -55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$, 典型值在 $T_A = +25^{\circ}C$ 下测得, 除非特别注明。)

参数	符号	测试条件	最小值 (1)	典型值 (2)	最大值 (1)	单位
输入参数						
输入共模电压	V_{CM}	$V_{IN+} = -6V$ to $42V$, $V_{SENSE} = 0mV$	-6		42	V
共模抑制比	CMRR	$V_{IN+} = -6V$ to $42V$, $V_{SENSE} = 0mV$, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$	120	140		dB
等效失调电压	V_{OS}	$V_{SENSE} = 0mV$, $T_A = +25^{\circ}C$		± 4.5	± 30	μV
等效失调温漂	dV_{OS}/dT	$V_{SENSE} = 0mV$, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		0.2	0.5	$\mu V/^{\circ}C$
电源抑制比	PSRR	$V_S = 2.3V$ to $5.5V$, $V_{SENSE} = 0mV$, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		± 1.5	± 10	$\mu V/V$
输入偏置电压	I_B	I_{B+} , I_{B-} , $V_{SENSE} = 0mV$		1		nA
参考输入范围			0		V_S	V
输出参数						
增益	G	TLXA190A		25		V/V
		TLXA190B		50		
		TLXA190C		100		
增益误差		$GND + 100mV \leq V_{OUT} \leq V_S - 100mV$, $T_A = +25^{\circ}C$		± 0.035	± 0.1	%
		$T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		± 7	± 15	ppm/ $^{\circ}C$
非线性误差		$GND + 100mV \leq V_{OUT} \leq V_S - 100mV$, $T_A = +25^{\circ}C$		± 0.09		%
等效参考电压抑制比	RVRR	TLXA190A, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		± 3.3	± 15	$\mu V/V$
		TLXA190B, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		± 1.6	± 5	
		TLXA190C, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		TBD		
最大容性负载		没有持续性振荡		1		nF
电压输出参数						
距 V_S 电源轨电压		$R_L = 10k\Omega$ to GND	$V_S - 0.02$	$V_S - 0.012$		V
距 GND 电压		$R_L = 10k\Omega$ to GND, $V_{SENSE} = 0mV$, $V_{REF1} = V_{REF2} = 0V$		$V_{GND} + 10$	$V_{GND} + 15$	mV
频率响应参数						
带宽	BW	-3dB 带宽	TLXA190A		TBD	kHz
			TLXA190B		83	
			TLXA190C		TBD	
建立时间	t_s	从当前步进到最终值的 1%以内		30		μs
压摆率	SR			0.7		V/ μs
噪声参数						
等效电压噪声密度				120		nV/ $\sqrt{Hz}$

供电参数						
工作电压范围	V _s		2.3		5.5	V
静态电流	I _Q	V _{SENSE} = 0mV, T _A = +25°C		70	80	μA
		vs. temperature, T _A = -55°C to +125°C			90	

注意：

- (1) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制（SQC）方法的相关性来确保工作温度范围的限制。
- (2) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化，也将取决于应用和配置。

7.4 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

测试条件为： $V_S = 5V$, $V_{SENSE} = V_{IN+} - V_{IN-}$, $V_{CM} = 12V$, $V_{REF1} = V_{REF2} = V_S/2$ (除非特别注明)

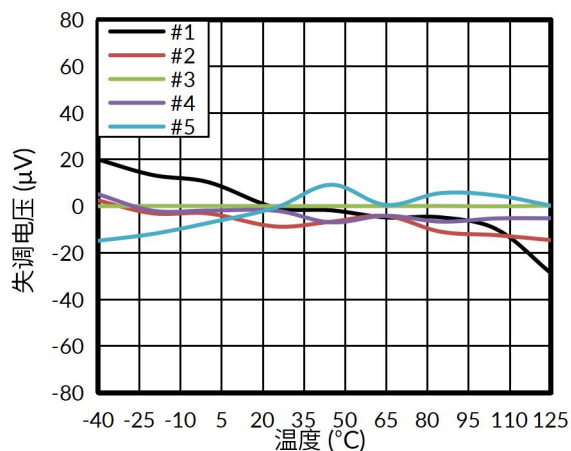


图 1. 失调电压与温度的关系

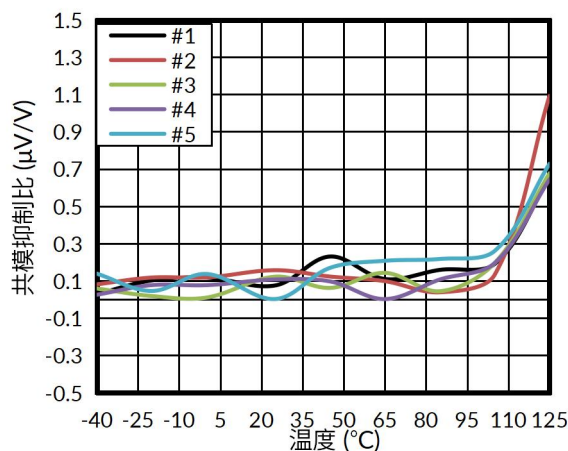


图 2. 共模抑制比与温度的关系

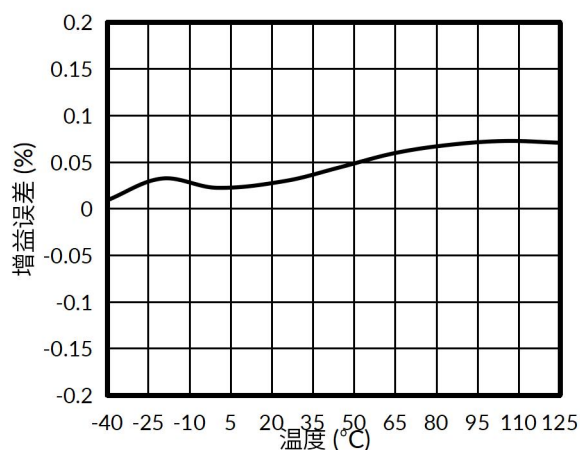


图 3. 增益误差与温度的关系

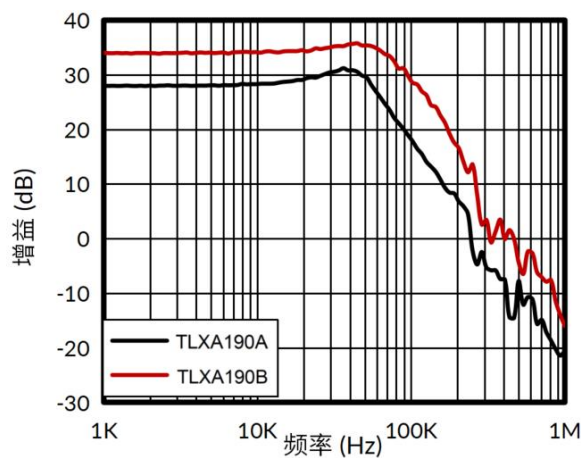


图 4. 增益与频率的关系

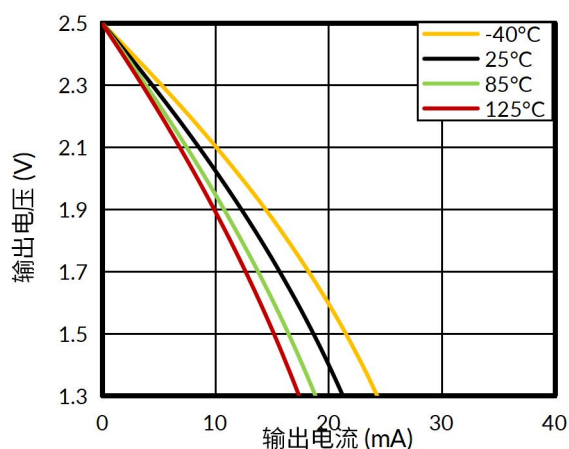


图 5. 输出电压与输出电流 (I_{SOURCE}) 的关系

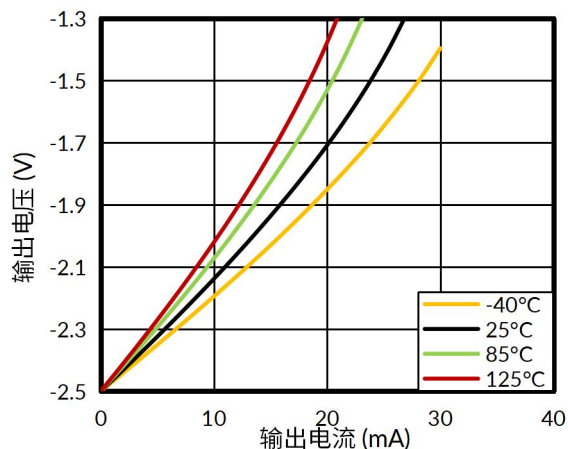


图 6. 输出电压与输出电流 (I_{SINK}) 的关系

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

测试条件为： $V_S = 5V$, $V_{SENSE} = V_{IN+} - V_{IN-}$, $V_{CM} = 12V$, $V_{REF1} = V_{REF2} = V_S/2$ (除非特别注明)

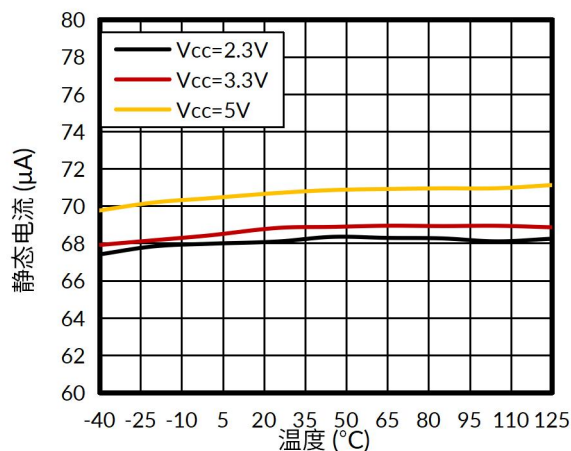


图 7. 静态电流与温度的关系

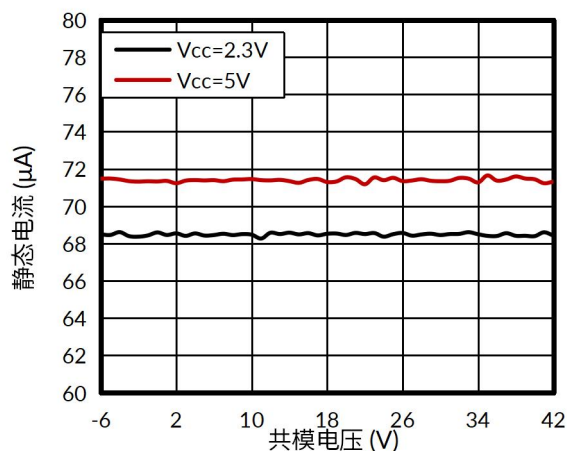


图 8. 静态电流与共模电压的关系

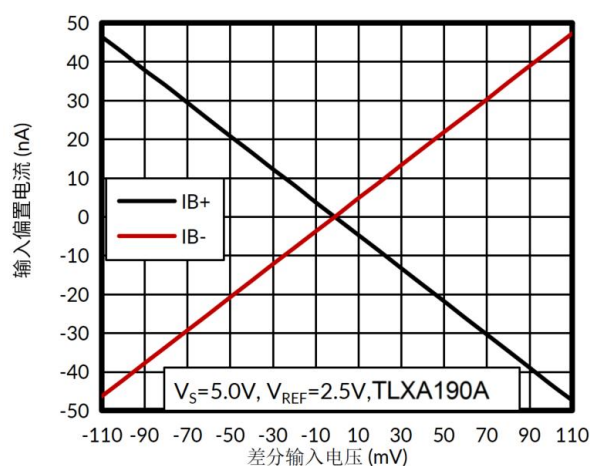


图 9. $IB+$ 和 $IB-$ 与差分输入电压的关系

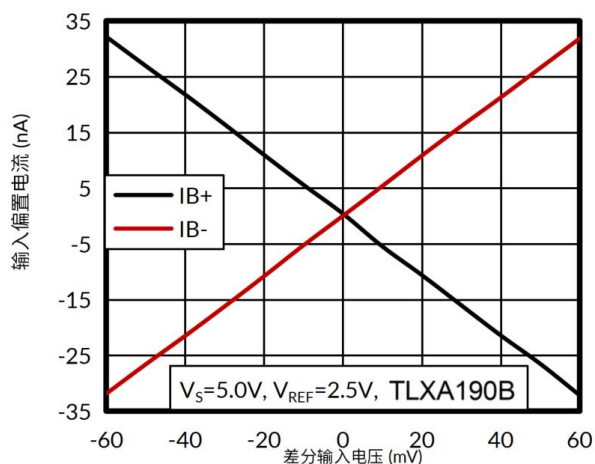


图 10. $IB+$ 和 $IB-$ 与差分输入电压的关系

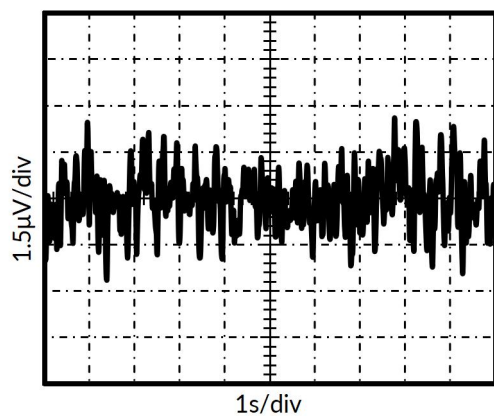


图 11. 0.1-Hz 至 10-Hz 电压噪声

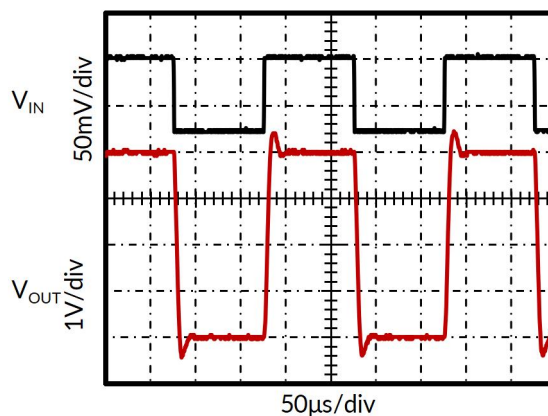


图 12. 大信号阶跃响应

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

测试条件为： $V_S = 5V$, $V_{SENSE} = V_{IN+} - V_{IN-}$, $V_{CM} = 12V$, $V_{REF1} = V_{REF2} = V_S/2$ (除非特别注明)

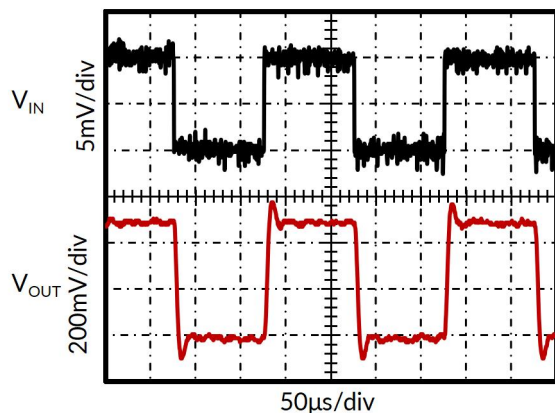


图 13. 小信号阶跃响应

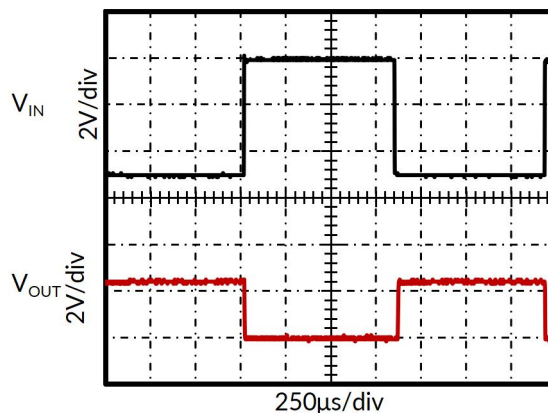


图 14. 反向差分输入过载

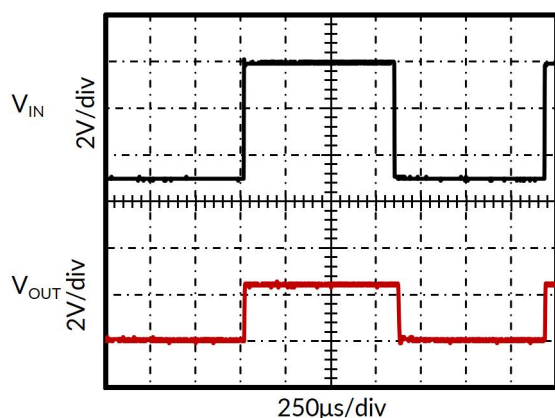


图 15. 同向差分输入过载

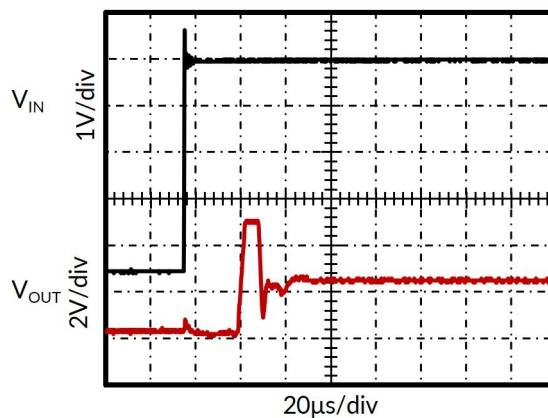


图 16. 启动响应

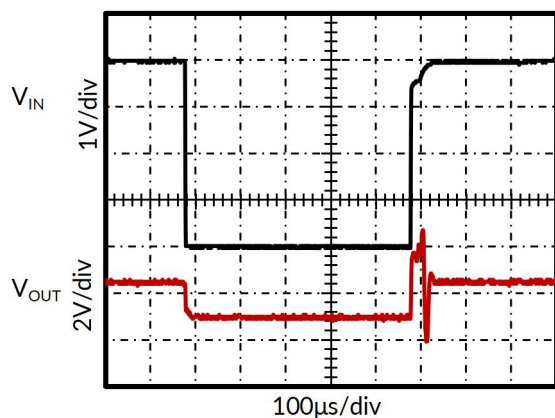


图 17. 掉电恢复

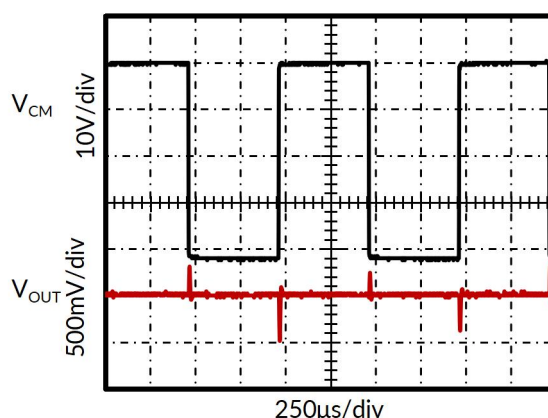


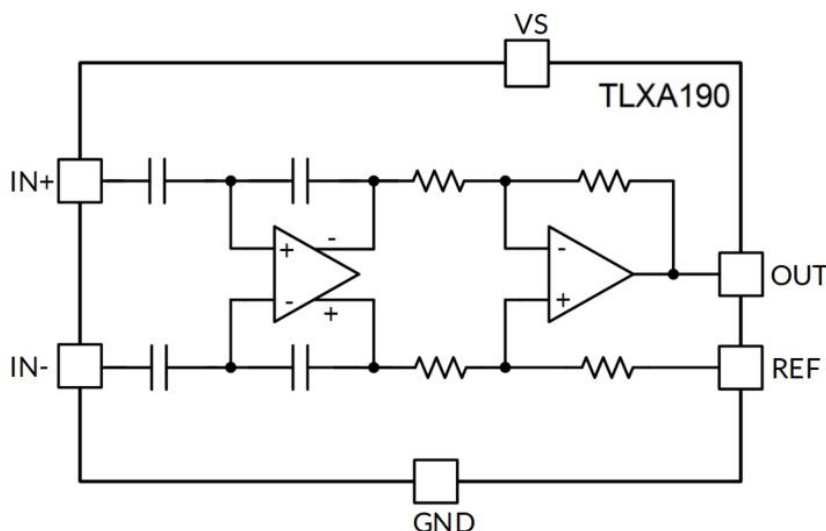
图 18. 共模电压瞬态响应

8 详细说明

8.1 概览

TLXA190 是一款低偏置电流、低失调电压、共模电压 42V 的电流检测放大器。该器件是专为电流检测应用设计的放大器，能够精确测量在共模电压远高于电源电压的电流检测电阻上产生的电压。即使在 V_{IN+} 和 V_{IN-} 输入电压高达 42V、电源电压 V_S 低至 2.3V 的工作条件下，仍可实现电流测量。TLXA190 适用于需要高精度和低功耗的低侧与高侧电流检测配置场景。

8.2 功能框图



8.3 特性说明

8.3.1 精确电流测量

TLXA190 能够在宽动态范围内实现精确的电流测量。该器件的高精度得益于其低增益误差和失调特性。TLXA190 的失调电压小于 $30\ \mu\text{V}$ 。在轻载情况下，当 V_{IN+} 接近 V_{IN-} 时，低失调特性有助于提升测量精度。此外，低失调特性的另一优势是能够使用更低阻值分流电阻，从而降低电流检测电路中的功率损耗，并提高终端应用的电源效率。

TLXA190 的最大增益误差为实际值的 0.1%，具体数值取决于增益设置。当检测电压远超失调电压时，增益误差会成为电流检测测量中的主要误差来源。当器件检测接近满量程输出范围的电流时，总测量误差将趋近于增益误差值。

8.3.2 低输入偏置电流

TLXA190 与许多电流检测放大器不同，它具有极低的输入偏置电流，其低输入偏置电流带来了三大主要优势。

第一项优势是降低了器件在使能和禁用状态下的电流消耗。传统电流检测放大器拓扑结构通常在输入端消耗数十微安电流。这类放大器的输入电流是由设置增益的电阻网络和用于偏置输入放大器的额外电流共同产生的。为将偏置电流降至接近零，TLXA190 采用输入级电容耦合放大器，并在输出级接入了差分放大器。

第二项优势是能够使用输入滤波器来在信号放大前抑制高频噪声。传统电流检测放大器若加装输入滤波器，会降低测量精度。而 TLXA190 的偏置电流极低，输入滤波器对测量精度的影响微乎其微。

第三项优势是能够使用更大阻值的电流检测电阻。该功能使器件能够精确监测低至 1 μA 的电流。

8.3.3 低静态电流

该器件具有低静态电流 (I_Q) 特性，同时仍能提供足够的小信号带宽，适用于大多数应用场景。TLXA190 的静态电流典型值仅为 70 μA ，在 50 倍增益下仍可提供 83 kHz 的小信号带宽。低 I_Q 和良好的带宽使得该器件能够在许多便携式电子系统中使用，而不会对电池造成过度消耗。

8.3.4 双向电流检测

TLXA190 器件能够双向检测流经电流检测电阻的电流。这种双向电流检测功能是通过在 REF 引脚施加电压来偏移输出电压实现的。当输入端检测到正向差分电压时，输出电压会高于施加的参考电压；反之，若输入端检测到负向差分电压，则输出电压会低于参考电压。该电流检测放大器的输出电压计算如公式 1 所示。

$$V_{OUT} = (I_{LOAD} \times R_{SENSE} \times GAIN) + V_{REF}$$

其中

- I_{LOAD} 需要监测的负载电流。
 - R_{SENSE} 电流检测电阻。
 - GAIN 是所选器件的增益选项。
 - V_{REF} 是施加到 REF 引脚的电压。
- (1)

8.3.5 高侧和低侧电流检测

TLXA190 支持从 -6V 到 +42V 的共模电压输入。由于其内部拓扑结构，共模电压范围不受电源电压 (V_S) 限制。该器件能够在共模电压高于或低于 V_S 的条件下工作，因此适用于高侧和低侧电流检测应用，如图 19 所示。

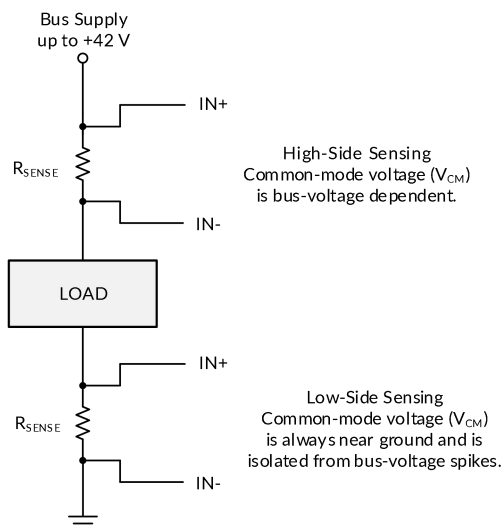


图 19. 高侧和低侧检测连接

8.3.6 高共模抑制

TLXA190 采用前端电容耦合放大器设计，能有效阻断直流共模电压对下游电路的影响，从而实现极高的共模抑制能力。其共模抑制比典型值约为 140dB。得益于这种对直流共模电压变化的抑制能力，TLXA190 在监测高压轨和低压轨电流时，其失调电压几乎不会发生明显变化。

8.3.7 轨到轨输出摆幅

TLXA190 支持线性电流检测功能，其输出端可接近电源轨和地电位。该器件的正向最大输出摆幅为 $V_S - 0.02\text{ V}$ ，而 GND 方向的最大输出摆幅仅为 $\text{GND} + 15\text{ mV}$ 。这种接近电源轨的输出摆幅特性，能有效扩展可用输出范围。

8.4 器件功能模式

8.4.1 正常工作模式

当满足以下条件时，TLXA190 处于正常工作状态：

- 电源电压 (V_S) 在 2.3V 至 5.5V 之间。
- 共模电压 (V_{CM}) 在 -6V 至 +42V 的指定范围内。
- 最大差分输入信号乘以增益加 V_{REF} 的值小于正摆幅电压。
- 最小差分输入信号乘以增益加 V_{REF} 的值大于零负载摆幅至 GND（详见轨到轨输出摆幅部分）。

在正常工作状态下，该器件产生的输出电压是 $IN+$ 到 $IN-$ 之间的差分电压的放大值，再加上施加到 REF 引脚的电压。

8.4.2 单向模式

该器件可通过配置 REF 引脚的连接方式，实现单向或双向电流检测功能。最常见的单向模式是将 REF 引脚接地，可使无电流流过时的输出电压归零（如图 20 所示）。当电流从总线电源流向负载时，输入端 $IN+$ 至 $IN-$ 的电压升高，从而导致输出端 OUT 引脚的电压随之上升。

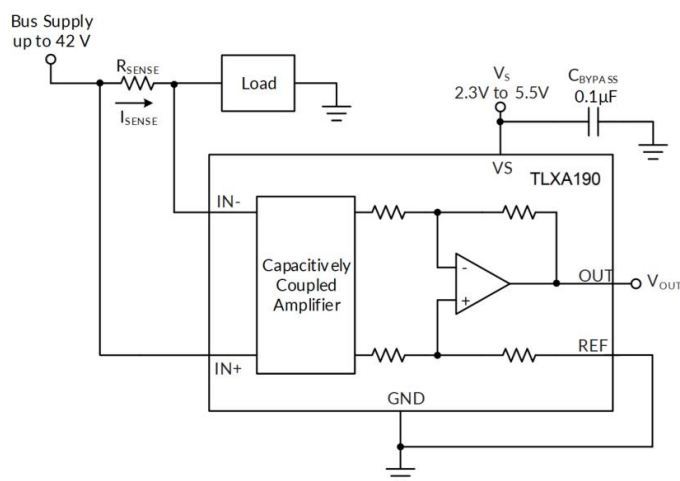


图 20. 典型单向应用电路

输出级的线性工作范围受限于输出电压在零输入条件下可接近第电位的程度。TLXA190 的零电流输出电压极小，在大多数单向应用中，REF 引脚直接接地即可。然而，若被测电流与采样电阻及器件增益的乘积小于零电流输出电压，则需将 REF 引脚偏置至高于零电流输出电压的合适电平，以使输出进入器件线性范围。为降低共模抑制误差，应缓冲连接至 REF 引脚的参考电压。

另一种较少使用的输出偏置方法是将 REF 引脚连接到电源电压 V_S 。此方法使得无差分输入电压时，输出电压饱和在电源电压减去 40mV 的水平。这与 REF 引脚接地时无差分输入电压导致的输出饱和和低状态类似。在此配置下，输出电压仅对相对于器件 IN- 引脚产生负差分输入电压的电流作出响应。这种情况下，当负差分输入信号增大时，输出电压会从饱和的电源电压向下偏移。施加至 REF 引脚的电压不得超过 V_S 。

在单向工作模式下，REF 引脚的另一个用途是进行输出电压的电平转换。如图 21 所示，其中 GND 设置为负电压，以便测量负偏置电源的电流（如光网络卡中的情况）。TLXA190 的 GND 可设置为负电压，但需满足以下条件：输入信号不超出共模电压范围规范，且 V_S 与 GND 之间的电压差不超过 5.5 V。在此示例中，TLXA190 的输出馈入正偏置的模数转换器（ADC）。通过将 REF 引脚接地，输出电压将保持正值，从而避免损坏 ADC。为确保输出电压永远不会变为负值，供电时序必须是正电源先于负电源供电。

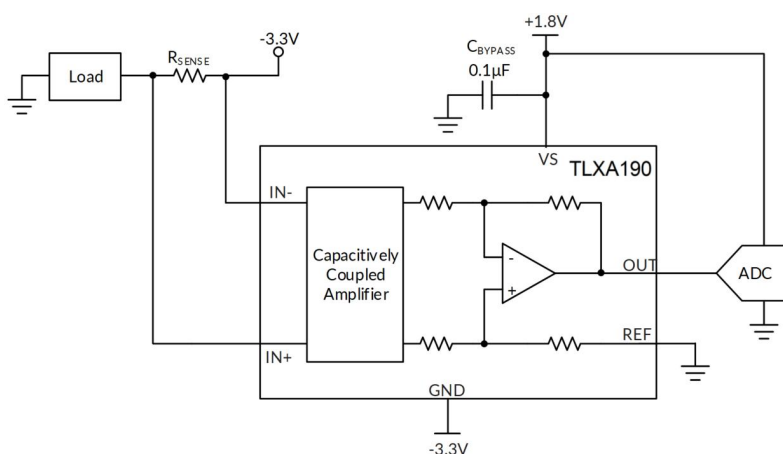


图 21. 使用 REF 引脚进行输出电压电平转换

8.4.3 双向模式

TLXA190 器件是双向电流检测放大器，能够通过电阻分流器测量两个方向的电流。双向监测在包括充电和放电操作的应用中很常见，其中流经电阻的电流方向可能发生变化。

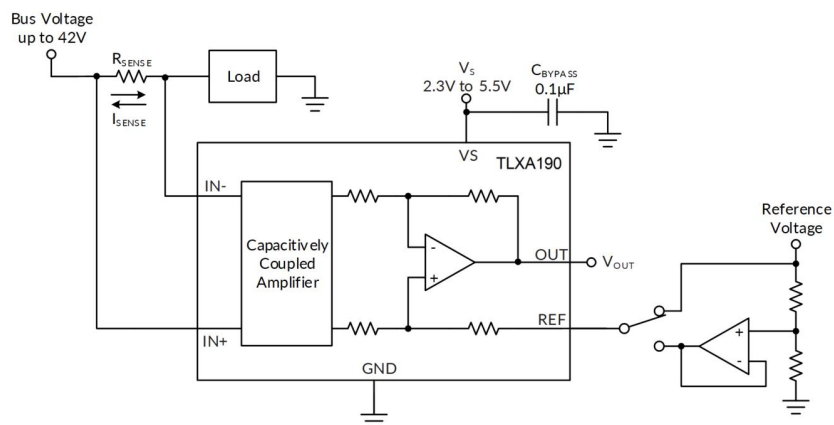


图 22. 双向应用电路

通过向 REF 引脚施加电压（如图 22 所示），即可实现双向电流的测量。施加在 REF 引脚上的电压（ V_{REF} ）定义了对应于零输入电平状态的输出状态。当输入信号为正差分信号时（相对于 IN- 引脚），输出电压会高于 V_{REF} ；当输入信号为负差分信号时，输出则会低于 V_{REF} 。该参考电压可在 0V 至 V_S 范围内任意设定。在双向应用中，通常将 V_{REF} 设为 $V_S/2$ 以实现两个电流方向对称的信号范围。某些情况下， V_{REF} 也可设置为 $V_S/2$ 以外的电压值，例如当双向电流及其对应输出信号无需对称时。

8.4.4 输入差分过载

当差分输入电压（ $V_{IN+} - V_{IN-}$ ）乘以增益超过电压摆幅规格时，TLXA190 会将其输出驱动至尽可能接近正电源或地电位，此时无法准确测量差分输入电压。若此输入过载现象出现在正常工作状态下，则应减小分流电阻的阻值，或选用与所选检测电阻匹配的低增益版本，以避免进入此工作模式。若差分过载发生于时间有限的故障事件中，TLXA190 的输出将在故障条件消除后约 80 μs 恢复至预期值。

9 应用与设计

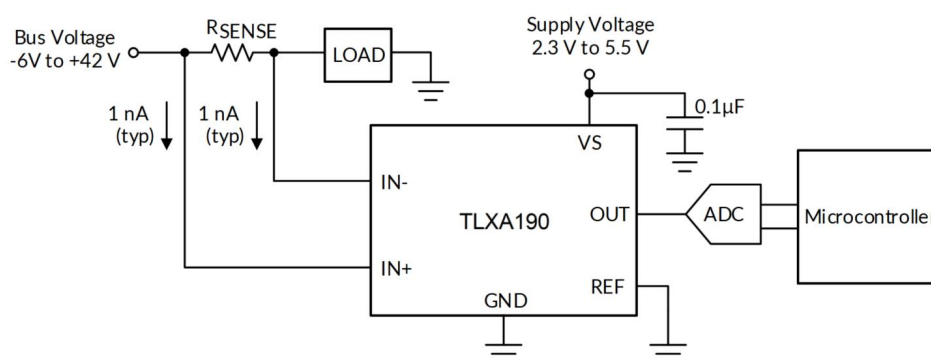
以下应用设计部分中的信息不是 TLXIC 组件规范的一部分，TLXIC 不保证其准确性或完整性。TLXIC 的客户负责确定组件是否适合其用途。客户应验证和测试其设计功能，以确认器件正常工作。

9.1 应用信息

TLXA190 通过电流感应电阻时，会放大电阻两端产生的电压，无论电流流向负载还是地。TLXA190 具有高共模抑制能力，使其可在宽电压范围内工作，同时仍能保持精确的电流测量。

9.1.1 基本连接

图 23 展示了 TLXA190 的基本连接方式。将器件尽可能靠近电流感应电阻，并通过开尔文连接将输入引脚 (IN+和IN-) 连接到该电阻。



注意：为消除器件与模数转换器（ADC）之间的接地失调误差，需将 REF 引脚连接至 ADC 参考输入端。驱动 SAR ADC 时，应先将 TLXA190 的输出进行滤波或缓冲处理，再直接连接至 ADC。

图 23. TLXA190 基本连接电路

9.1.2 R_{SENSE} 和器件增益选择

要使电流放大器的精度达到最佳，关键在于选择尽可能大的电流检测电阻。较大的检测电阻能够在给定电流下最大化差分输入信号，同时有效降低失调电压带来的误差影响。不过在实际应用中，由于电阻尺寸和最大允许功耗的限制，实际检测电阻的大小存在上限。公式 2 给出了在特定功耗预算下电流检测电阻的最大值：

$$R_{SENSE} < \frac{PD_{MAX}}{I_{MAX}^2}$$

其中：

- PD_{MAX} 是 R_{SENSE} 中允许的最大功耗。
- I_{MAX} 是 R_{SENSE} 中允许的最大电流。

(2)

电流检测电阻的尺寸和器件增益还受到电源电压 V_S 及器件输出摆幅限制的制约。为确保电流检测信号能准确输出，必须同时考量正负输出摆幅的限制。公式 3 给出了 R_{SENSE} 和 GAIN 的最大值，以防止器件超出正向摆幅限制。

$$I_{MAX} \times R_{SENSE} \times GAIN < V_{SP} - V_{REF}$$

其中：

- I_{MAX} 是流经 R_{SENSE} 的最大电流。
- $GAIN$ 是电流检测放大器的增益。
- V_{SP} 是数据表中规定的正输出摆幅。
- V_{REF} 是 REF 引脚上施加的外部电压。

(3)

为避免选择 R_{SENSE} 值时出现正向输出摆幅限制，必须在检测电阻值与器件增益之间进行权衡。若根据最大功耗选定的检测电阻过大，则可选择较低增益的器件以避免正向摆幅限制。

负向摆幅限制则对特定应用中的最小采样电阻值设定了约束。公式 4 提供了采样电阻最小值的限值。

$$I_{MIN} \times R_{SENSE} \times GAIN > V_{SN} - V_{REF}$$

其中：

- I_{MAX} 是流经 R_{SENSE} 的最小电流。
- $GAIN$ 是电流检测放大器的增益。
- V_{SN} 是数据表中规定的负输出摆幅（详见轨到轨输出摆幅）。
- V_{REF} 是 REF 引脚上施加的外部电压。

(4)

除了调节 R_{SENSE} 和器件增益外，还可以将施加到 REF 引脚的电压略微提高到高于 GND，以避免负向摆幅限制。

9.1.3 信号调节

在噪声环境中进行精确电流测量时，电流检测信号通常需经过滤波处理。TLXA190 具有低输入偏置电流的特性，因此可在不牺牲电流检测精度的情况下，在输入端添加差分模式滤波器。这种输入滤波方案的优势在于：在信号被放大前即可衰减差分噪声。图 24 展示了如何在器件输入引脚上配置滤波器的示例。

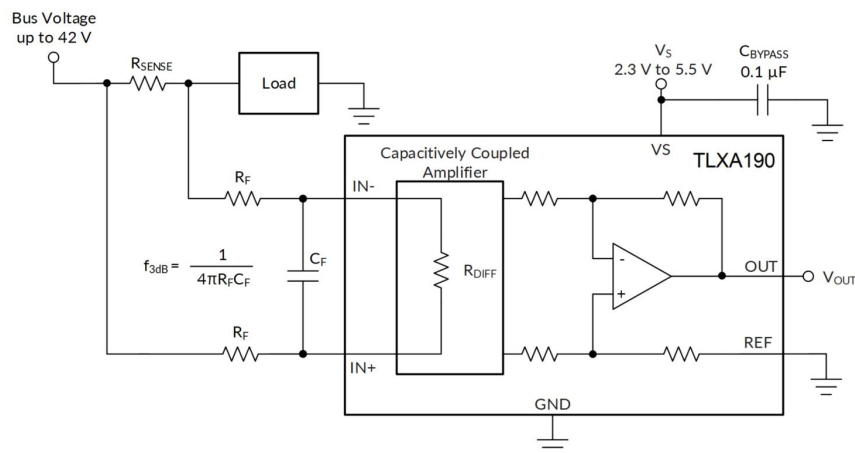


图 24. 输入引脚上的滤波器

图 24 所示的差分输入阻抗 (R_{DIFF}) 限制了滤波电阻 (R_F) 的最大值。

当检测电阻两端的压降（ V_{SENSE} ）增大时，输入滤波电阻（ R_F ）上的压降也会随之增加，从而引入额外的增益误差。此误差可通过电阻分压方程（公式5）计算得出。

$$\text{Error (\%)} = \left(1 - \frac{R_{\text{DIFF}}}{R_{\text{SENSE}} + R_{\text{DIFF}} + (2 \times R_F)} \right) \times 100$$

其中：

- R_{DIFF} 表示差分输入阻抗。
- R_F 表示串联滤波器电阻的附加值。 (5)

TLXA190 的输入级采用电容反馈放大器拓扑结构，以实现高直流精度。因此，即使这些高频分流电压（或电流）瞬态的幅度（10毫伏或更大）和持续时间（数百纳秒或更长）超过器件带宽，TLXA190 仍能有效放大。在此类应用中，建议使用差分输入滤波器以最小化对 TLXA190 输出的干扰。

TLXA190 的高输入阻抗和低偏置电流为输入滤波器设计提供了灵活性，且不影响电流测量精度。例如，可设置 $R_F=100\Omega$ 、 $C_F=22\text{nF}$ ，实现 36.2 kHz 的低通滤波截止频率。这些参数能有效衰减输入端大部分不必要的高频信号，同时不会显著影响电流检测带宽或精度。若需降低截止频率，可增大 C_F 值。

输入滤波器可抑制检测电阻上的差分噪声。若高频共模噪声是主要问题，可在 OUT 引脚与地之间增加 RC 滤波器。该 RC 滤波器不仅能抑制差分和共模噪声，还能滤除器件内部产生的噪声。RC 滤波器的电阻值受负载阻抗限制，负载消耗的电流会表现为 TLXA190 输出引脚与负载输入端之间的外部压降。

9.1.4 共模电压瞬变

通过添加少量额外电路，TLXA190 可用于承受超过绝对最大电压额定值的瞬态电路。保护输入免受负向瞬变影响的最简单方法是在 IN- 和 IN+ 引脚上串联电阻。选择 1k Ω 或更小的电阻，并将 ESD 结构中的电流限制在 5mA 以内。例如，在 TLXA190 输入端串联 1k Ω 电阻时可允许低至 -5V 的电压，同时将 ESD 电流限制在 5mA 以下。若需防护高压或更负的共模电压瞬变，请使用图 25 和图 26 所示的电路。实现这些电路时，仅使用齐纳二极管或齐纳型瞬态吸收器（有时称为 transzorb），其他类型的瞬态吸收器存在不可接受的时间延迟。首先如图 25 所示，添加一对电阻作为齐纳二极管的工作阻抗。尽可能减小这些电阻的阻值，通常使用约 100 Ω 的电阻。若需使用更大阻值，需考虑其对增益的影响（详见信号调节部分）。此电路仅限制短期瞬变，因此大多数应用采用 100 Ω 电阻配合最低额定功率的常规齐纳二极管即可满足需求，且占用最少的电路板空间。

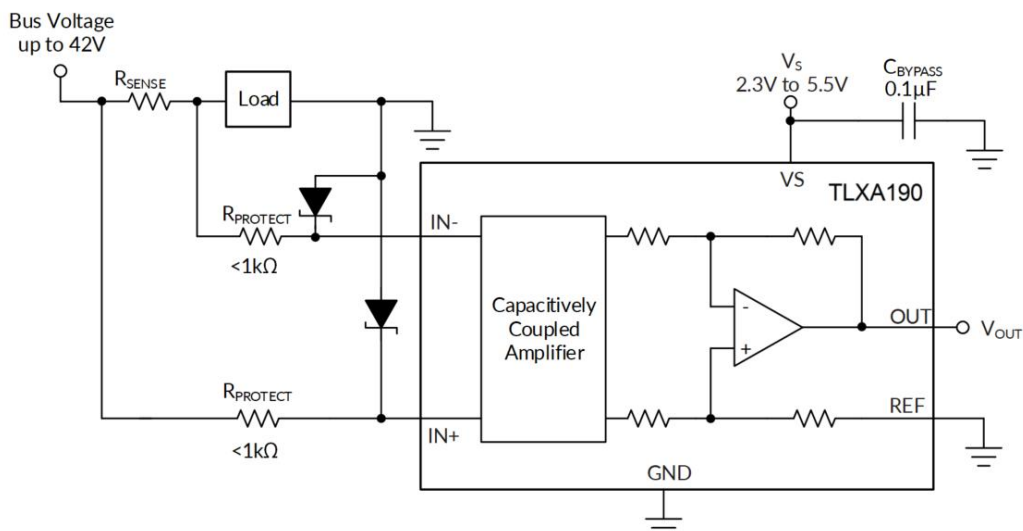


图 25. 采用双齐纳二极管的瞬态保护方案

若低功率齐纳二极管不具备足够的瞬态吸收能力，则必须使用更高功率的齐纳二极管。最节省封装空间的方案是在器件输入端之间使用单个齐纳二极管和背对背二极管（如图 26 所示）。而双串联二极管则是空间利用率最高的解决方案。

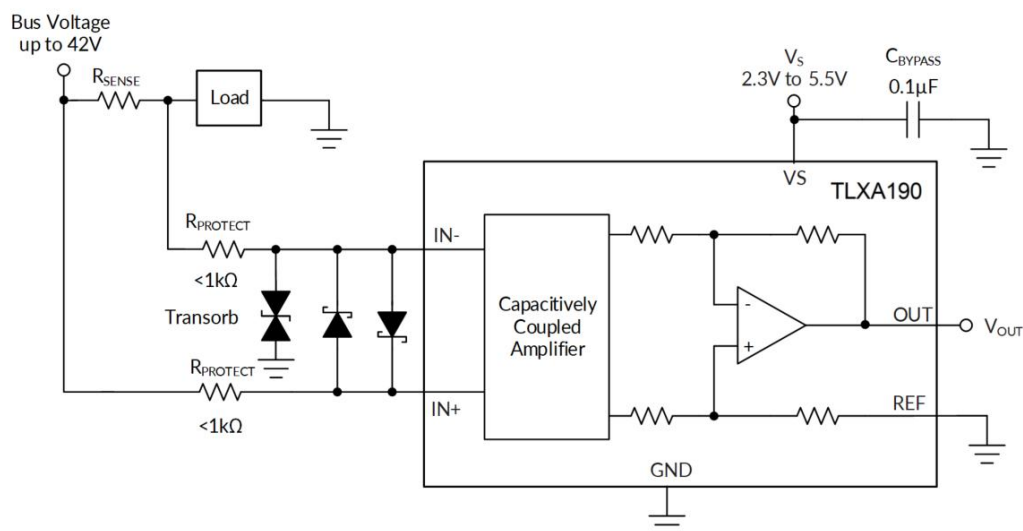


图 26. 采用单齐纳二极管与输入钳位的瞬态保护方案

9.2 典型应用

TLXA190 的低输入偏置电流特性使其能够精确监测微小电流。为准确监测微安级电流，可通过增大检测电阻值来提高检测电压，从而降低失调电压引入的误差。图 27 展示了用于监测小电流的电路配置。由于 TLXA190 的差分输入阻抗特性，为获得最佳精度，建议将 R_{SENSE} 值限制在 $1k\Omega$ 或以下。

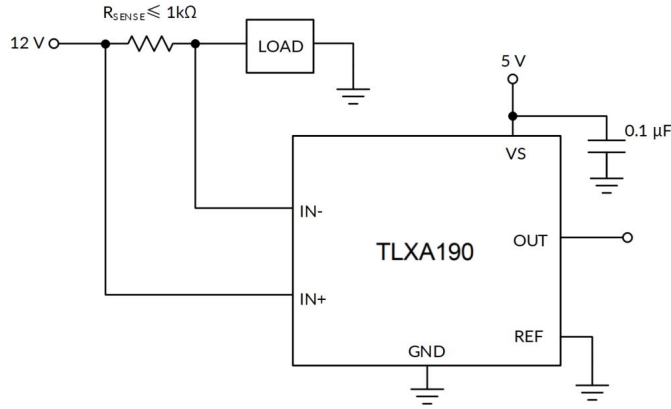


图 27. 微安级电流测量

9.2.1 设计要求

图 27 所示电路的设计要求列于表1中。

表 1. 设计参数

设计参数	示例值
电源电压 (V_S)	5 V
总线电源轨 (V_{CM})	12 V
最小检测电流 (I_{MIN})	1 μ A
最大检测电流 (I_{MAX})	150 μ A
器件增益 (GAIN)	25 V/V
参考电压 (V_{REF})	0 V
睡眠或禁用状态下的放大器电流	<1 μ A

9.2.2 详细设计过程

电流检测电阻的最大值需根据增益、待测最大电流 (I_{MAX}) 和电源电压 (V_S) 计算。当以最大电流工作时，输出电压不得超过正向输出摆幅规格 (V_{SP})。根据公式 6，本例计算出的最大 R_{SENSE} 值为 $1.328k\Omega$ 。

$$R_{SENSE} < \frac{V_{SP}}{I_{MAX} \times GAIN} \quad (6)$$

然而，由于该值超过了推荐的 R_{SENSE} 上限，实际需采用 $1k\Omega$ 的电阻。当以最小电流值 (I_{MIN}) 工作时，输出电压必须大于接地摆幅规格 (V_{SN})。本例中，通过公式 7 计算的最小电流输出电压为 25mV，高于 V_{SN} 的限值。

$$V_{OUTMIN} = I_{MIN} \times R_{SENSE} \times GAIN \quad (7)$$

10 电源建议

TLXA190 的输入电路能够精确测量超出电源电压 (V_S) 的信号。例如, 当 V_S 为 5V 时, $IN+$ 和 $IN-$ 引脚的总线电压最高可达 42V。然而, OUT 引脚的输出电压范围受限于 V_S 引脚上的电压。无论器件是否在 V_S 引脚施加电源, TLXA190 均能承受 $IN+$ 和 $IN-$ 输入引脚上高达 $\pm 8V$ 的差分输入信号, 且无需遵循 V_S 与 V_{IN+} 或 V_{IN-} 之间的时序要求。

11 PCB 版图设计

11.1 PCB 布局设计注意事项

- 采用开尔文接线法或四线连接方式将输入引脚与电流检测电阻相连。此连接方式可确保输入引脚之间仅检测到电流检测电阻的阻抗。若检测电阻布线不良通常会导致输入引脚间存在额外阻抗。鉴于电流电阻的阻值极低, 任何额外的高载流阻抗都可能引起显著的测量误差。
- 将电源旁路电容尽可能靠近器件的电源引脚和接地引脚。推荐该旁路电容的值为 $0.1\mu F$ 。对于噪声较大或高阻抗的电源, 可额外增加去耦电容以补偿。
- 从电流检测电阻到器件的连接走线应尽可能短。输入滤波电容 C_F 需尽可能靠近器件的输入引脚。

11.2 PCB 布局示意图

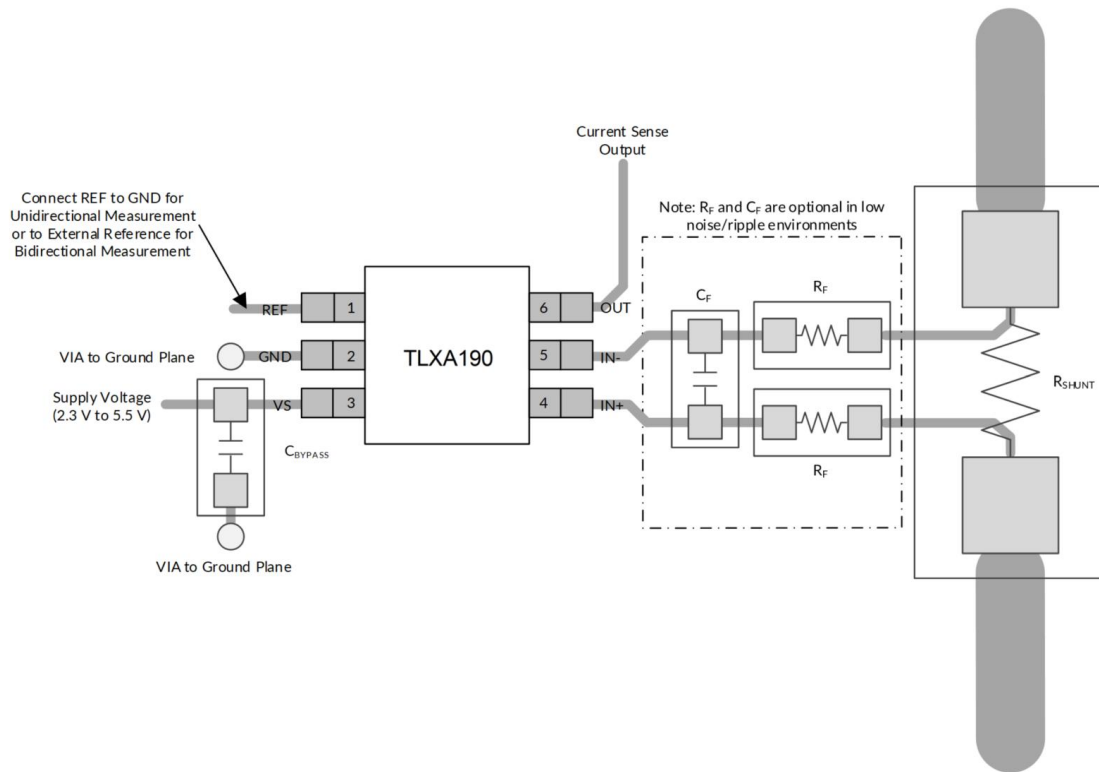
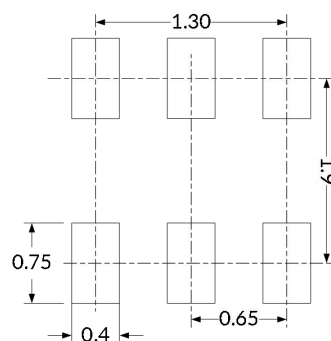
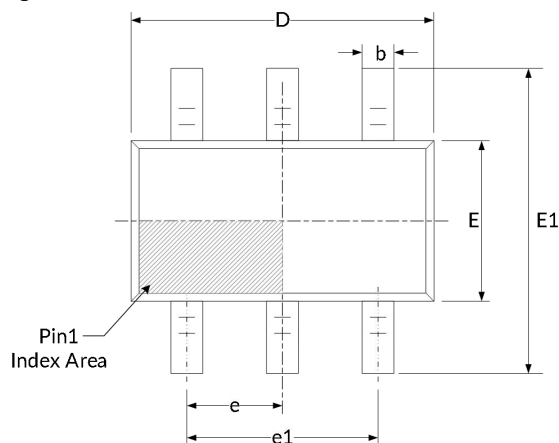
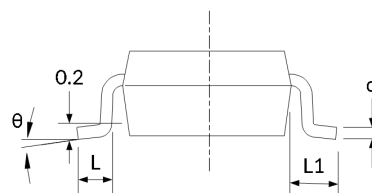
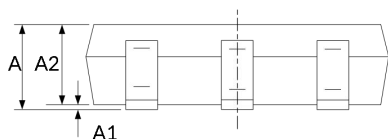


图 28. 推荐 PCB 布局

12 封装规格尺寸

SC70-6⁽³⁾

推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)

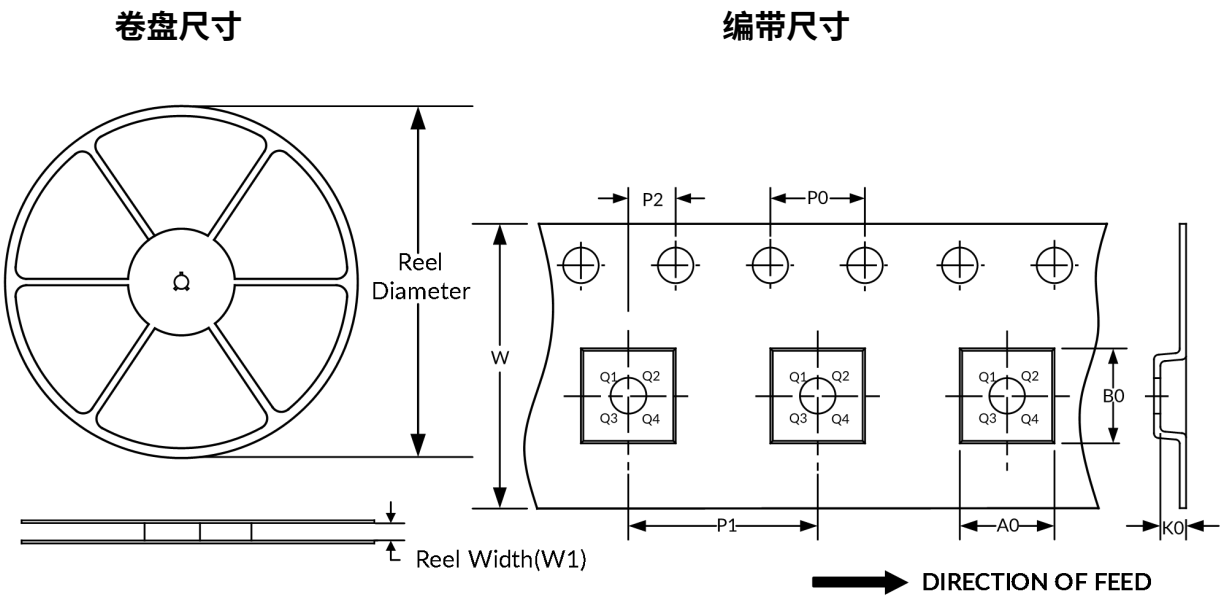


符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	0.900	1.100	0.035	0.043
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.900	1.000	0.035	0.039
b	0.150	0.350	0.006	0.014
c	0.080	0.150	0.003	0.006
D ⁽¹⁾	2.000	2.200	0.079	0.087
E ⁽¹⁾	1.150	1.350	0.045	0.053
E1	2.150	2.450	0.085	0.096
e	0.650 (BSC) ⁽²⁾		0.026 (BSC) ⁽²⁾	
e1	1.300 (BSC) ⁽²⁾		0.051 (BSC) ⁽²⁾	
L	0.260	0.460	0.010	0.018
L1	0.525		0.021	
θ	0°	8°	0°	8°

注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。

13 包装规格尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
SC70-6	7"	9.5	2.40	2.50	1.20	4.0	4.0	2.0	8.0	Q3

- 注意：
- 所有尺寸均为标称尺寸。
 - 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。