



钰地半导体
Tudi Semiconductor

Product Specification

TUDI-LM2902/LM2904

行业标准、低电压运算放大器

网址 www.sztdbdt.com Q

用芯智造 · 卓越品质

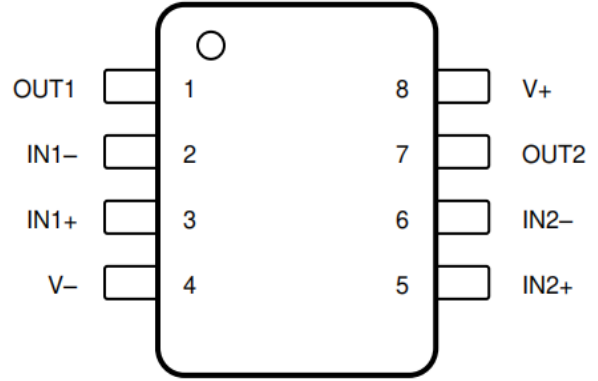
semiconductor device
manufacturer

- Design
- research and development
- production
- and sales



特性

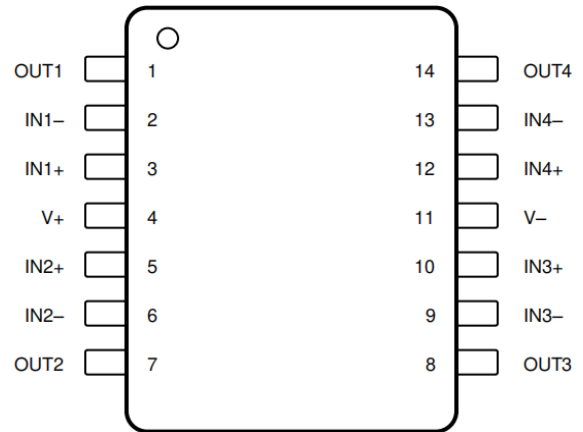
- 适用于成本敏感型系统的业界通用放大器
- 低输入失调电压： $\pm 1\text{mV}$
- 共模电压范围包括接地
- 单位增益带宽：1MHz
- 低宽带噪声：40nV/ Hz
- 低静态电流：90 μA /通道
- 单位增益稳定
- 可在2.7V 至5.5V 的电源电压范围内运行
- 提供双通道和四通道型号
- 严格的ESD 规格：2kV HBM
- 工作温度范围： -40°C 至 125°C



LM2904LV 引脚图

应用

- 无线电器
- 不间断电源
- 电池组、充电器和测试设备
- 电源模块
- 环境传感器信号调节
- 现场变送器：温度传感器
- 示波器、数字万用表和信号分析器
- 机架式服务器
- HVAC：暖通空调
- 直流电机控制
- 低侧电流感测



LM2902LV 引脚图

说明

LM290xLV系列包括双路LM2904LV和四路 LM2902LV运算放大器。这些器件由2.7V 至5.5V 的低电压供电。

在成本敏感型低压应用中，这些运算放大器可作为 LM2904 和LM2902 的替代产品。部分应用为大型电器、烟雾探测器和个人电子产品。LM290xLV 器件在低电压下可提供比LM290x 器件更佳的性能，并且功耗更低。这些运算放大器具有单位增益稳定性，并且在过驱情况下不会出现相位反转。ESD 设计为LM290xLV系列提供了至少2kV 的HBM 规格。LM290xLV 系列采用行业标准封装。这些封装包括SOIC、VSSOP 和TSSOP 封装。



引脚说明

| 引脚 | | I/O | 说明 |
|------|----|-----|--------------------|
| 名称 | 编号 | | |
| IN1- | 2 | I | 反相输入, 通道1 |
| IN1+ | 3 | I | 同相输入, 通道1 |
| IN2- | 6 | I | 反相输入, 通道2 |
| IN2+ | 5 | I | 同相输入, 通道2 |
| OUT1 | 1 | O | 输出, 通道1 |
| OUT2 | 7 | O | 输出, 通道2 |
| V- | 4 | I或— | 负(低)电源或接地(对于单电源供电) |
| V+ | 8 | I | 正(高)电源 |

引脚功能 : LM2904LV

| 引脚 | | I/O | 说明 |
|------|----|-----|--------------------|
| 名称 | 编号 | | |
| IN1- | 2 | I | 反相输入, 通道1 |
| IN1+ | 3 | I | 同相输入, 通道1 |
| IN2- | 6 | I | 反相输入, 通道2 |
| IN2+ | 5 | I | 同相输入, 通道2 |
| IN3- | 9 | I | 反相输入, 通道3 |
| IN3+ | 10 | I | 同相输入, 通道3 |
| IN4- | 13 | I | 反相输入, 通道4 |
| IN4+ | 12 | I | 同相输入, 通道4 |
| OUT1 | 1 | O | 输出, 通道1 |
| OUT2 | 7 | O | 输出, 通道2 |
| OUT3 | 8 | O | 输出, 通道3 |
| OUT4 | 14 | O | 输出, 通道4 |
| V- | 11 | I或— | 负(低)电源或接地(对于单电源供电) |
| V+ | 4 | I | 正(高)电源 |

引脚功能 : LM2902LV



规格

绝对最大额定值

| C | | | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|----|----|----------|---------------|----|
| 电源电压, ([V+]-[V-]) | | | 0 | 6 | V |
| 信号输入引脚 | 电压 | 共模 | (V-)-0.5 | (V+)+0.5 | V |
| | | 差分 | | (V+)-(V-)+0.2 | V |
| | 电流 | | -10 | 10 | mA |
| 输出短路 | | | 持续 | | |
| 温度, TA | | | -55 | 125 | |
| 运行结温, Tj | | | | 150 | |
| 贮存温度, Tstg | | | -65 | 150 | |

(1)应力超出绝对最大额定值下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力额定值,这并不表示器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

(2)输入引脚被二极管钳制至电源轨。摆幅超过电源轨0.5V的输入信号的电流必须限制在10mA 或者更少。

(3)对地短路,每个封装对应一个放大器。

ESD 等级

| | | 值 | 单位 |
|-------------|--|--------|----|
| V(ESD) 静电放电 | 人体放电模型(HBM),符合ANSI/ESDAJEDEC JS-001标准(1) | ± 2000 | V |
| | 充电器件模型(CDM),符合JEDEC规范JESD22-C101(2) | ± 1000 | |

(1)JEDEC 文档JEP155 指出: 500V HBM 能够在标准ESD 控制流程下安全生产。

(2)JEDEC 文件JEP157 指出: 250V CDM 可实现在标准ESD 控制流程下安全生产。



建议运行条件

| | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|----------|--------|----|
| Vs 电源电压[(V+)-(V-)] | 2.7 | 5.5 | V |
| VIN 输入引脚电压范围 | (V-)-0.1 | (V+)-1 | V |
| TA 额定温度 | -40 | 125 | |

在工作结温范围内测得（除非另有说明）

热性能信息：LM2904LV

| 热指标 | LM2904LV | | | | 单位 |
|----------------------|----------|-------------|-----------|--------------|----|
| | D (SOIC) | DGK (VSSOP) | PW(TSSOP) | DDF (SOT-23) | |
| | 8引脚 | 8引脚 | 8引脚 | 8引脚 | |
| ReJA 结至环境热阻 | 207.9 | 201.2 | 200.7 | 183.7 | CN |
| Re 结至外壳(顶部)热阻JC(top) | 92.8 | 85.7 | 95.4 | 112.5 | CN |
| ReJB 结至电路板热阻 | 129.7 | 122.9 | 128.6 | 98.2 | CN |
| JT 结至顶部特征参数 | 26 | 21.2 | 27.2 | 18.8 | C |
| JB 结至电路板特征参数 | 127.9 | 121.4 | 127.2 | 97.6 | C |

电气特性(continued)

在Vs = (V+) - (V-) = 2.7V 至5.5V (±1.35V 至±2.75V)、TA = 25 °C、RL = 10k Ω (连接至Vs/2) 并且VCM = VOUT = Vs/2 条件下测得 (除非另有说明)

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|-----------------------------|------------|-----|------------|---------|
| 电源 | | | | | |
| Vs 额定电压范围 | | 2.7(±1.35) | | 5.5(±2.75) | V |
| IQ 每个放大器的静态电流 | Io=0mA, Vs=5.5V | | 90 | 150 | μ A |
| | Io=0mA, Vs=5.5V, TA=-40至125 | | | 160 | |



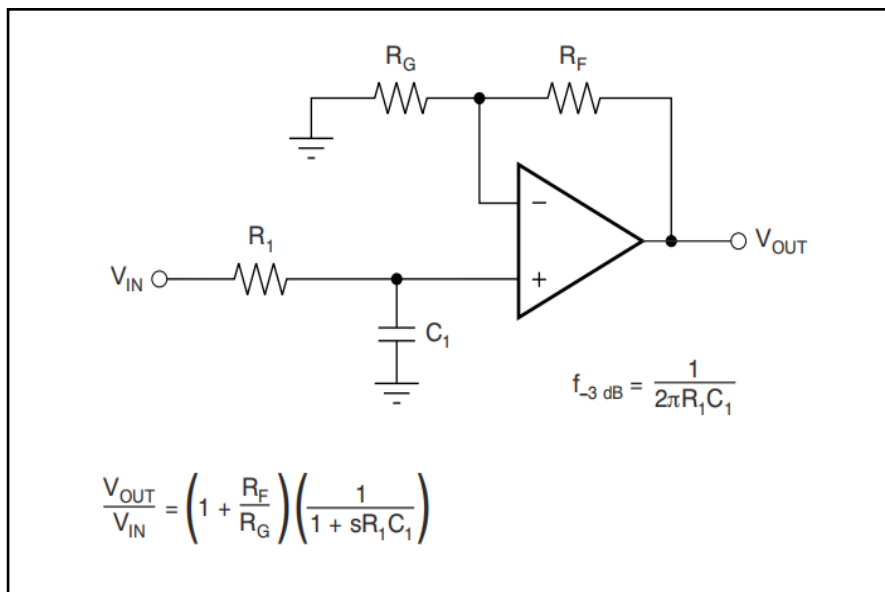
电气特性

在 $V_s = (V+) - (V-) = 2.7V$ 至 $5.5V$ ($\pm 1.35V$ 至 $\pm 2.75V$)、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $R_L = 10k\Omega$ (连接至 $V_s/2$) 并且 $V_{CM} = V_{OUT} = V_s/2$ 条件下测得 (除非另有说明)

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|-----------------------|-----|-----------------------|------------------|
| 失调电压 | | | | | |
| V _{os} 输入失调电压 | V _s =5V | | ±1 | ±3 | mV |
| | V _s =5V, T _A =-40 至125 | | | ±5 | |
| dV _{os} /dT V _{os} 温漂 | T _A =-40 至125 | | ±4 | | μV/1 |
| PSRR 电源抑制比 | V _s =2.7V至5.5V, V _{cm} =(V-) | | | | dB |
| 输入电压范围 | | | | | |
| V _{cm} 共模电压范围 | 无相位反转 | (V ₋)-0.1 | | (V ₊)-0.1 | V |
| CMRR 共模抑制比 | V _s =2.7V, (V ₋)-0.1V < V _{cm} < (V ₊)-0.1V, T _A =-40 至125 | | 84 | | dB |
| | V _s =5.5V, (V ₋)-0.1V < V _{cm} < (V ₊)-0.1V, T _A =-40 至125 | 63 | 92 | | |
| 输入偏置电流 | | | | | |
| I _B 输入偏置电流 | V _s =5V | | ±15 | | pA |
| I _{os} 输入失调电流 | | | ±5 | | pA |
| 噪声 | | | | | |
| E _n 输入电压噪声(峰峰值) | f=0.1Hz至10Hz, V _s =5V | | 5.1 | | pV _{pp} |
| e _n 输入电压噪声密度 | f=1kHz, V _s =5V | | 40 | | nV/√Hz |
| 输入电容 | | | | | |
| C _{ID} 差分 | | | 2 | | pF |
| C _{IC} 共模 | | | 5.5 | | pF |
| 开环增益 | | | | | |
| A _{OL} 开环电压增益 | V _s =2.7V, (V ₋)+0.15V < V _o < (V ₊)-0.15V, R _L =2k | | 110 | | dB |
| | V _s =5.5V, (V ₋)+0.15V < V _o < (V ₊)-0.15V, R _L =2k | | 125 | | |



| 频率响应 | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--------|----|------|
| GBW 增益带宽积 | $V_s=5V$ | | 1 | | MHz |
| m 相位裕度 | $V_s=5.5V, G=1$ | | 75 | | ° |
| SR 压摆率 | $V_s=5V$ | | 1.5 | | V/us |
| ts 趋稳时间 | 精度达到0.1%, $V_s=5V, 2V$ 阶跃, $G=1, C_L=100pF$ | | 4 | | ps |
| | 精度达到0.01%, $V_s=5V, 2V$ 阶跃, $G=1, C_L=100pF$ | | 5 | | |
| t _{OR} 过载恢复时间 | $V_s=5V, V_{IN} \times \text{增益} > V_s$ | | 1 | | μs |
| THD+N 总谐波失真+噪声 | $V_s=5.5V, V_{CM}=2.5V, V_O=1V_{RMS}, G=1, f=1kHz, 80kHz$ 测量带宽 | | 0.005% | | |
| 输出 | | | | | |
| V _{OH} 相对于正电源的电压输出摆幅 | $R_L = 2k, T_A = -40 \text{ 至 } 125$ | | 1 | | V |
| V _{OL} 相对于负电源的电压输出摆幅 | $R_L = 10k, T_A = -40 \text{ 至 } 125$ | | 40 | 75 | mV |
| I _{sc} 短路电流 | $V_s=5.5V$ | | ±40 | | mA |
| Z _o 开环输出阻抗 | $V_s=5V, f=1MHz$ | | 1200 | | |



单极低通滤波器

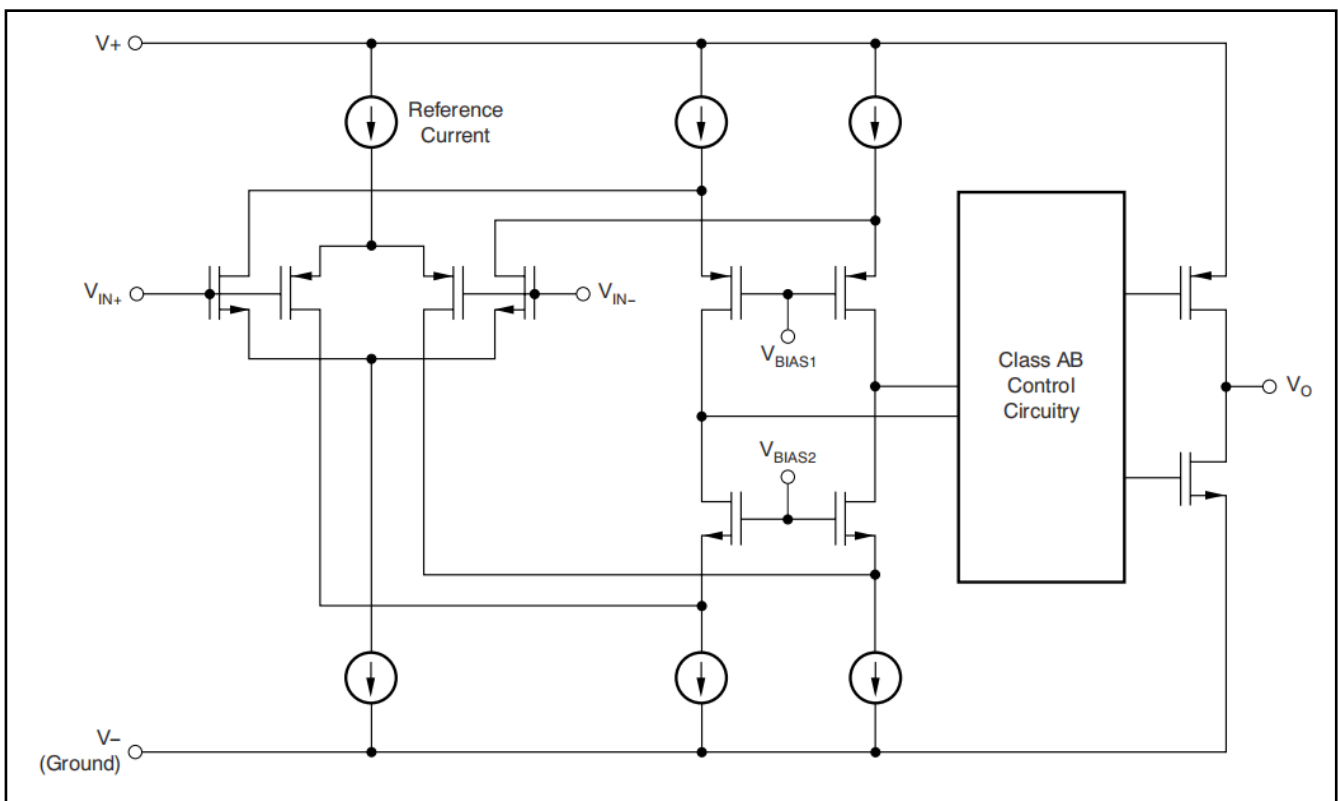


详细说明

概述

LM290xLV 系列低功耗运算放大器适用于成本优化型系统。这些器件的工作电压范围为2.7V 至5.5V，具有单位增益稳定特性，并且适用于各种通用应用。输入共模电压范围包括负电源轨，并支持将LM290xLV 系列用于许多单电源应用。

功能方框图





特性说明

工作电压

LM290xLV 系列运算放大器的额定工作电压范围是2.7V 至5.5V。此外，许多规格在 -40°C 至 125°C 的温度范围内都适用。部分展示了随着工作电压或温度而显著变化的参数。

过载恢复

过载恢复定义为运算放大器输出从饱和状态恢复到线性状态所需的时间。当输出电压由于高输入电压或高增益而超过额定输出电压摆幅时，运算放大器的输出器件进入饱和区。器件进入饱和区后，输出器件中的电荷载体需要时间回到线性状态。当电荷载体回到线性状态时，器件开始以指定的压摆率进行转换。因此，传播延迟（过载情况下）等于过载恢复时间与转换时间之和。LM290xLV 系列的过载恢复时间通常为 $1\mu\text{s}$ 。

共模输入范围包括接地

LM290xLV 系列的输入共模电压范围扩展到负电源轨，低于正电源轨不到 1V，整个电源电压范围为2.7V 至5.5V。该性能通过P 沟道差分对实现，如功能方框图所示。此外，还并联了一个互补的N 沟道差分对，以消除前几代运算放大器常见的相位反转问题。不过，N 沟道对并未针对运行进行优化，并且在运行期间性能会显著下降。TI 建议将在输入端施加的任何电压限制为至少比正电源轨(V+) 低1V，以确保运算放大器符合 中详述的规格。

电气过应力

设计人员经常会问到关于运算放大器耐受电气过应力的问题。这些问题往往侧重于器件输入，但是也可能涉及到电源电压引脚。这些不同的引脚功能均具有由特定半导体制造工艺和连接到引脚的特定电路的电压击穿特性所决定的电应力限制。此外，这些电路均内置内部静电放电(ESD) 保护功能，可在产品组装之前和组装过程中保护电路不受意外ESD 事件的影响。

能够充分了解该基本ESD 电路及其与电气过应力事件的关联性会有所帮助。图1显示了LM290xLV 中包含的 ESD 电路。ESD 保护电路中涉及多个导流二极管，这些二极管从输入引脚和输出引脚连接回内部供电线路，并且它们均连接到运算放大器内部的吸收器件。该保护电路在电路正常工作时处于未激活状态。

器件功能模式

LM290xLV 系列具有单功能模式。只要电源电压在 $2.7\text{V} (\pm 1.35\text{V})$ 与 $5.5\text{V} (\pm 2.75\text{V})$ 之间，这些器件就会启动。

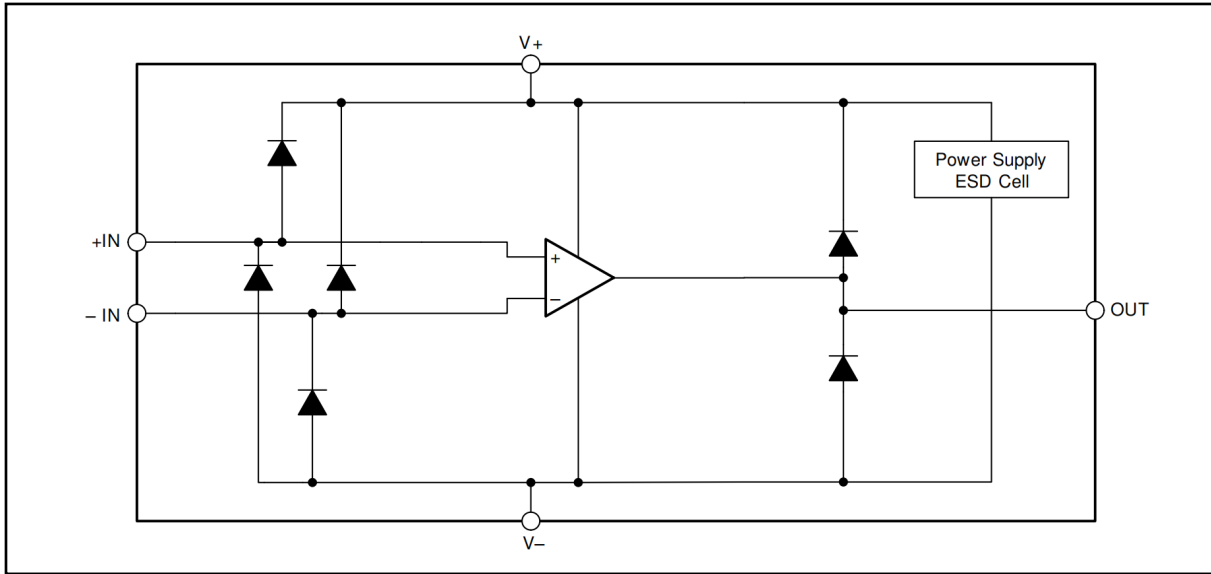


图1 等效内部ESD 电路

应用信息

LM290xLV 器件是一系列低功耗、成本优化型运算放大器。这些器件的工作电压为2.7V 至5.5V，单位增益稳定，适合广泛的通用应用。输入共模电压范围包括负电源轨，并支持将LM290xLV 用于任何单电源应用。

典型应用

图2展示了低侧电流检测应用中配置的LM290xLV 器件。

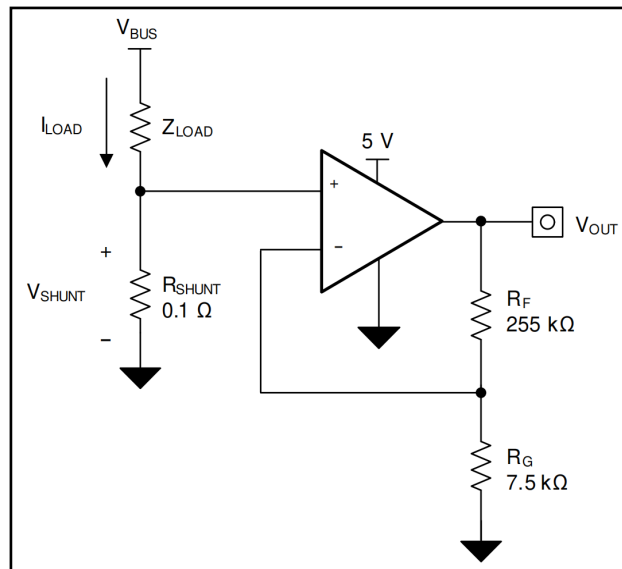


图2. 低侧电流检测应用中的LM290xLV 器件



设计要求

此设计的设计要求如下：

负载电流：0A 至1A

输出电压：3.5V

最大分流电压：100mV

详细设计过程

方程式（1）提供了图2中的电路传递函数：

$$(1) V_{OUT} = I_{LOAD} * R_{SHUNT} * Gain$$

负载电流(I_{LOAD}) 在分流电阻器(R_{SHUNT}) 上产生压降。负载电流设置为0A 至1A。为了在最大负载电流下保持分流电压低于100mV，使用方程式（2）展示了允许的最大分流电阻器。

$$(2) R_{SHUNT} = \frac{V_{SHUNT_MAX}}{I_{LOAD_MAX}} = \frac{100mV}{1A} = 100m\Omega$$

使用方程式（2）计算出的 R_{SHUNT} 为100m Ω 。 I_{LOAD} 和 R_{SHUNT} 产生的电压降由LM290xLV 器件放大，从而产生大约0V 至3.5V 的输出电压。LM290xLV 产生必要输出电压时所需的增益根据方程式（3）算出：

$$(3) Gain = \frac{(V_{OUT_MAX} - V_{OUT_MIN})}{(V_{IN_MAX} - V_{IN_MIN})}$$

使用方程式(3) 计算出的所需增益为35 V/V，该值由电阻器 R_F 和 R_G 设置。方程式(4)调整电阻器 R_F 和 R_G 的阻值大小，从而将LM290xLV 器件的增益设置为35V/V。

$$(4) Gain = 1 + \frac{(R_F)}{(R_G)}$$

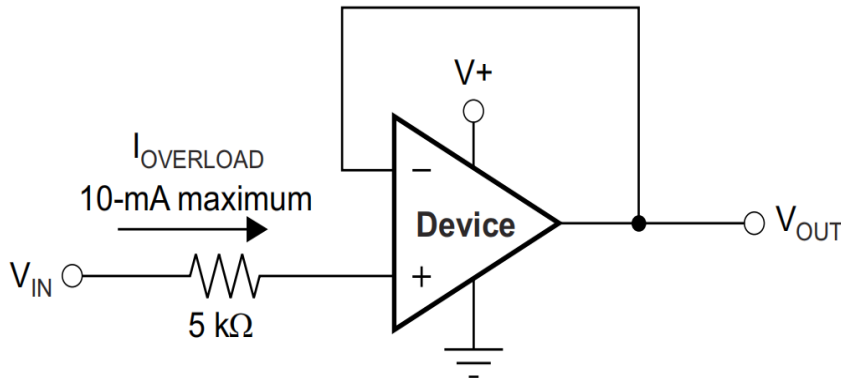


图3输入电流保护

电源相关建议

LM290xLV 系列的额定工作范围为2.7V 至5.5V ($\pm 1.35V$ 至 $\pm 2.75V$)；多种规格适用于 $-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$ 的温度范围。将 $0.1\mu F$ 旁路电容器置于电源引脚附近，以减少来自高噪声电源或高阻抗电源的耦合误差。

输入和ESD 保护

LM290xLV 系列在所有引脚上均整合了内部ESD 保护电路。对于输入和输出引脚，这种保护主要包括输入和电源引脚之间连接的导流二极管。只要电流如部分中所述不超过 $10mA$ ，这些ESD 保护二极管就能提供电路内输入过驱保护。图3显示了如何通过将串联输入电阻器添加到被驱动的输入端来限制输入电流。添加的电阻器会增加放大器输入端的热噪声，在对噪声敏感的应用中，该值必须保持在最低。

布局指南

为了使器件具有最佳运行性能，请使用良好的印刷电路板(PCB) 布局实践，包括：

- 噪声可以通过整个电路的电源引脚和运算放大器本身的电源引脚传入模拟电路。旁路电容用于通过为局部模拟电路提供低阻抗电源，以降低耦合噪声。
 - 在每个电源引脚和接地端之间接入低等效串联电阻(ESR) $0.1\mu F$ 陶瓷旁路电容，并尽量靠近器件放置。针对单电源应用， $V+$ 与接地端之间可以接入单个旁路电容器。
- 将电路中模拟和数字部分单独接地是最简单和最有效的噪声抑制方法之一。多层PCB 上的一层或多层通常专门用于作为接地平面。接地层有助于散热和降低电磁干扰(EMI) 噪声拾取。注意在物理上分离数字接地和模拟接地。使用热特征或EMI 测量技术来确定大部分接地电流流向何处，并确保将该路径从敏感的模拟电路引开。有关更多详细信息，请参阅电路板布局布线技巧。
- 为了减少寄生耦合，请让输入走线尽可能远离电源或输出走线。如果这些走线无法分离，则敏感性走线与有噪声走线可优先选择以 90° 角交叉而非平行的方式布线。
- 外部元件的位置应尽量靠近器件，如图5中所示。使 R_F 和 R_G 近反相输入可最大限度地减小寄生电容。
- 尽可能缩短输入走线。切记，输入走线是电路中最敏感的部分。
- 考虑在关键走线周围设定驱动型低阻抗保护环。这样可显著减少附近不同电势下的走线所产生的泄漏电流。
- 为获得最佳性能，建议在组装PCB 板后进行清洗。
- 任何精密集成电路都可能因湿气渗入塑料封装中而出现性能变化。请遵循所有的PCB 水清洁流程，建议将 PCB 组装烘干，以去除清洗时渗入器件封装中的湿气。大多数情形下，清洗后在 $85^{\circ}C$ 下低温烘干30 分钟即可。

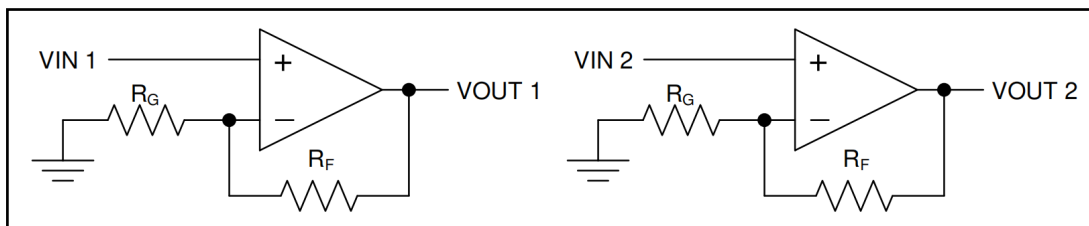


图4. 原理图表示：

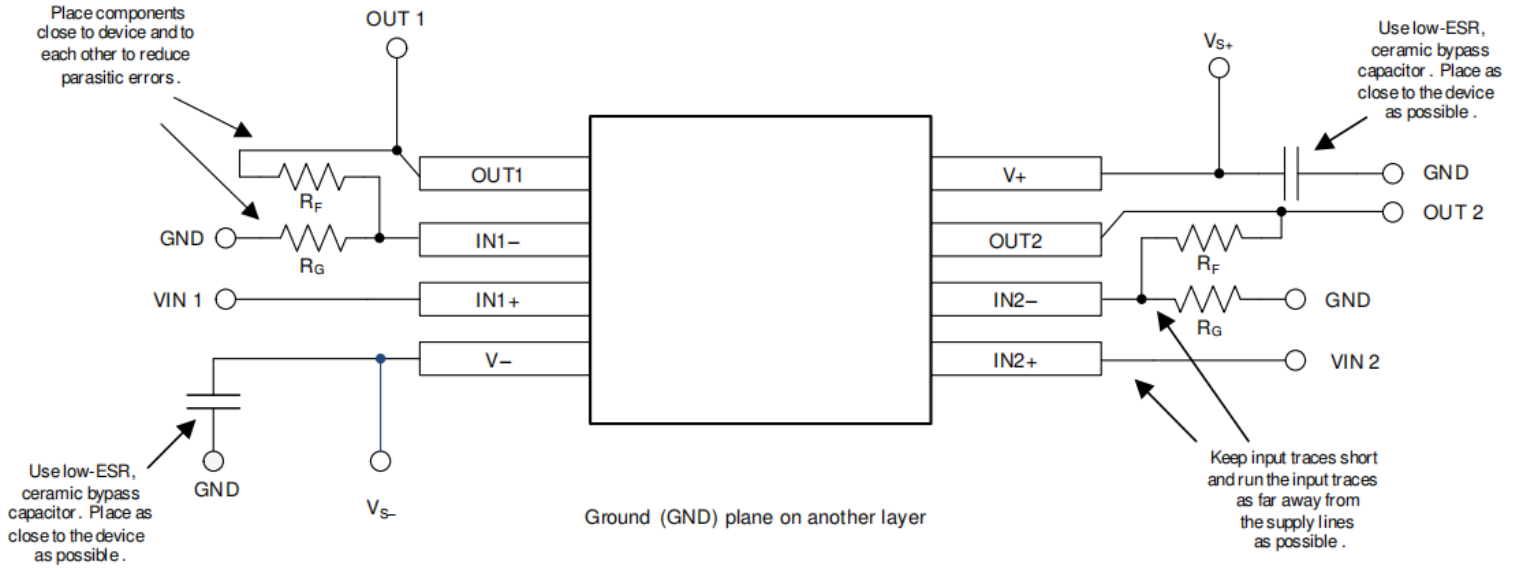


图5布局示例

订购信息

| 型号 | 封装 | 包装数量 | 温度 | 丝印 |
|--------------------|---------|--------|------------|----------|
| LM2902LVIDR-TUDI | SOP14 | 2500/盘 | -40 to 125 | LM2902LV |
| LM2902LVIDYYR-TUDI | SOT23 | 3000/盘 | -40 to 125 | LM29021 |
| LM2902LVIPWR-TUDI | TSSOP14 | 2500/盘 | -40 to 125 | LM2902LV |
| LM2904LVIDDFR-TUDI | SOT23 | 3000/盘 | -40 to 125 | L904 |
| LM2904LVIDGKR-TUDI | MSOP8 | 2500/盘 | -40 to 125 | 1SQX |
| LM2904LVIDR-TUDI | SOP8 | 2500/盘 | -40 to 125 | 2904LV |
| LM2904LVIPWR-TUDI | TSSOP8 | 2500/盘 | -40 to 125 | 2904 |



Important statement:

- TUDI Semiconductor reserves the right to modify the product manual without prior notice! Before placing an order, customers need to confirm whether the obtained information is the latest version and verify the completeness of the relevant information.
- Any semi-guide product is subject to failure or malfunction under specified conditions. It is the buyer's responsibility to comply with safety standards when using TUDI Semiconductor products for system design and whole machine manufacturing. And take the appropriate safety measures to avoid the potential in the risk of loss of personal injury or loss of property situation!
- TUDI Semiconductor products have not been licensed for life support, military, and aerospace applications, and therefore TUDI Semiconductor is not responsible for any consequences arising from the use of this product in these areas.
- If any or all TUDI Semiconductor products (including technical data, services) described or contained in this document are subject to any applicable local export control laws and regulations, they may not be exported without an export license from the relevant authorities in accordance with such laws.
- The specifications of any and all TUDI Semiconductor products described or contained in this document specify the performance, characteristics, and functionality of said products in their standalone state, but do not guarantee the performance, characteristics, and functionality of said products installed in Customer's products or equipment. In order to verify symptoms and conditions that cannot be evaluated in a standalone device, the Customer should ultimately evaluate and test the device installed in the Customer's product device.
- TUDI Semiconductor documentation is only allowed to be copied without any alteration of the content and with the relevant authorization. TUDI Semiconductor assumes no responsibility or liability for altered documents.
- TUDI Semiconductor is committed to becoming the preferred semiconductor brand for customers, and TUDI Semiconductor will strive to provide customers with better performance and better quality products.