

## 宽电压输入（3.0~36V）、低功耗、高精度、双运算放大器

### 1. 描述

高压通用双运放大器 LM2904DR(ES)，采用先进 BCD 工艺，全流程车规标准管控，运用特色的电路设计技术，经典的轨到轨输入输出摆幅，在全工作电压和工作温度范围内具有很高的一致性和对称性。尤其适合于一些成本要求高，空间要求小的场合，对电路整体搭配起到很好的协调兼顾作用。

LM2904DR(ES)内置过载保护电路可以让放大器在过载的同时启动恢复功能，同时在短时间内恢复工作，极大增强了电路的可靠性。

该运放具备行业标准封装 SOP8，MSOP8，SOT-23 以及 TSSOP14 等封装。

四运放（ESLM324A）同时提供独特的 QFN16 3\*3 封装，尤其适用于对空间要求高的地方。

### 2. 特点

- 超低输入失调电压:  $\pm 3\text{mV}$
- 供电电压: 3V~36V
- 支持单、双电源供电
- 低静态电流: 117uA/ch
- 低宽带噪声:  $35\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 轨到轨输入、输出
- 单位带宽增益: 1MHz
- 内置过载快速恢复，有效提高运放可靠性
- 工作温度范围:  $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$

### 3. 应用

- 电机驱动
- 汽车电子
- 逆变器
- UPS
- 家用电器
- 室内外空调
- 传感器模块
- 电源模块

## 4. 订购信息

| 产品型号         | 封装形式      | 数量      | 封装代码 | 湿敏等级 | 工作温度         |
|--------------|-----------|---------|------|------|--------------|
| LM2904DR(ES) | 8-Pin SOP | 卷装 4000 | SOP8 | 3    | -40 to 125°C |

备注：尺寸信息参考最后封装规范

## 5. 引脚定义

| 引脚名字  | 引脚顺序 | 功能描述     | 电路图                                                                                                                                                        |
|-------|------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Out A | 1    | A 通道输出   | <p>LM2904DR(ES)</p> <p>Pin 1: Out A<br/>Pin 2: -In A<br/>Pin 3: +In A<br/>Pin 4: -Vs<br/>Pin 5: +In B<br/>Pin 6: -In B<br/>Pin 7: Out B<br/>Pin 8: +Vs</p> |
| -In A | 2    | A 通道反相输入 |                                                                                                                                                            |
| +In A | 3    | A 通道同相输入 |                                                                                                                                                            |
| -Vs   | 4    | 电源负端     |                                                                                                                                                            |
| +In B | 5    | B 通道同相输入 |                                                                                                                                                            |
| -In B | 6    | B 通道反相输入 |                                                                                                                                                            |
| Out B | 7    | B 通道输出   |                                                                                                                                                            |
| +Vs   | 8    | 电源正端     |                                                                                                                                                            |

## 6. 极限参数

全温度工作范围（除非另有说明）

| 参数              | 最小值          | 最大值          | 单位 |
|-----------------|--------------|--------------|----|
| 供电电压            | 0            | 40           | V  |
| 输入管脚电压          | $(-V_s)-0.3$ | $(+V_s)+0.3$ | V  |
| 输入管脚差分电压        | $-V_s$       | $+V_s$       | V  |
| 输入管脚钳位电流        | -10          | +10          | mA |
| 输出短路            | 持续           |              |    |
| 工作温度, $T_A$     | -40          | 125          | °C |
| 最大结温, $T_J$     | -45          | 160          | °C |
| 储存温度, $T_{STG}$ | -65          | 150          | °C |

备注：高于此处列出的压力可能会导致器件永久损坏，长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

静电防护

| 放电类型                       | 名称        | 引用值 |    | 单位 |
|----------------------------|-----------|-----|----|----|
| HBM-ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 | $V_{ESD}$ | -2  | 2  | kV |
| CDM-JEDEC JESD22-C101      | $V_{ESD}$ | -2  | +2 | kV |

工作条件

| 符号    | 名称     | 条件      | 单位 |
|-------|--------|---------|----|
| $V_s$ | 供电电压范围 | 3~36    | V  |
| $T_A$ | 工作温度   | -40~125 | °C |

## 7. 电气特性

测试条件（除非特殊说明）： $V_s=(V_{s+}-V_{s-})=30V$ ,  $TEMP=25^{\circ}C$ ,  $R_L=10K\Omega$ ,  $V_o=V_s/2$

| 符号           | 参数     | 条件                                            | 最小值 | 典型值       | 最大值 | 单位                |
|--------------|--------|-----------------------------------------------|-----|-----------|-----|-------------------|
| 失调           |        |                                               |     |           |     |                   |
| $V_{os}$     | 输入失调电压 | $(V_{s+})=15V, (V_{s-})=-15V$                 | -3  | $\pm 3.5$ | 3   | mV                |
| $dV_{os}/dT$ | 失调电压温漂 | $V_s=30V, T_A=-40^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$ |     | $\pm 3$   |     | $\mu V/^{\circ}C$ |
| PSRR         | 电源抑制比  | $V_s=30V, T_A=-40^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$ | 70  | 100       |     | dB                |

| 电源              |               |                                                                                                                                               |      |       |          |                              |
|-----------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|----------|------------------------------|
| $V_S$           | 电源电压          | No load                                                                                                                                       | 3    |       | 36       | V                            |
| $I_Q$           | 静态电流          | No load                                                                                                                                       |      | 117   | 180      | uA                           |
| 输入              |               |                                                                                                                                               |      |       |          |                              |
| $V_{cm}$        | 共模电压范围        |                                                                                                                                               | (V-) |       | (V+)-1.5 | V                            |
| CMRR            | 共模抑制比         | $(V-) < V_{cm} < (V+) - 1.5$                                                                                                                  | 65   | 95    |          | dB                           |
| Input capacitor | 差分输入电容        |                                                                                                                                               |      | 7.7   |          | pF                           |
| Input capacitor | 共模输入电容        |                                                                                                                                               |      | 9     |          | pF                           |
| $I_B$           | 输入偏置电流        | $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$                                                                                           |      | 30    |          | pA                           |
| $I_{os}$        | 输入失调电流        |                                                                                                                                               |      | 2     |          | pA                           |
| 输出              |               |                                                                                                                                               |      |       |          |                              |
| $V_o$           | 相对于电源轨的电压输出摆幅 | $V_S = 30\text{V}, I_{out} = -1\text{mA}$                                                                                                     |      | 0.5   | 1.5      | V                            |
| $I_{sc}$        | 短路电流          | $V_S = 30\text{V}$                                                                                                                            |      | 45    |          | mA                           |
| 频率响应            |               |                                                                                                                                               |      |       |          |                              |
| AoL             | 开环电压增益        |                                                                                                                                               | 85   | 100   |          | dB                           |
| SR              | 压摆率           | $V_{S-} = -15\text{V}, V_{S+} = 15\text{V}, A_v = 1, V_{out} = -1\text{V to } 1\text{V}, C_{load} = 30\text{pF}, R_{load} = 10\text{K}\Omega$ |      | 1     |          | V/uS                         |
| GBW             | 增益带宽积         | $V_S = 5\text{V}$                                                                                                                             |      | 1     |          | MHz                          |
| GM              | 增益裕度          |                                                                                                                                               |      | 60    |          | deg                          |
| PM              | 相位裕度          |                                                                                                                                               |      | 12    |          | dB                           |
| $t_s$           | 趋稳时间 0.1%     | $V_{S-} = -15\text{V}, V_{S+} = 15\text{V}, A_v = 1, 2\text{-V step}, C_{load} = 60\text{pF}, R_{load} = 10\text{K}\Omega$                    |      | 3.3   |          | uS                           |
| 噪声              |               |                                                                                                                                               |      |       |          |                              |
| THD+N           | 总谐波失真 + 噪声    | $V_S = 30\text{V}, A_v = 1, f = 1\text{KHz}, R_{load} = 10\text{K}\Omega, V_{out} = 1\text{V}_{pp}$                                           |      | 0.002 |          | %                            |
| $E_N$           | 输入电压噪声(rms)   | $V_S = 30\text{V}, f = 0.1\text{Hz to } 10\text{Hz}$                                                                                          |      | 2.9   |          | uVrms                        |
| $e_N$           | 输入电压噪声密度      | $V_S = 5\text{V}, f = 1\text{KHz}$                                                                                                            |      | 35    |          | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| $I_n$           | 输入电流噪声密度      | $V_S = 5\text{V}, f = 1\text{KHz}$                                                                                                            |      | 23    |          | $\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |

## 8. 特性曲线

测试条件（除非特殊说明）： $V_S=(V_+ - V_-)=30V$ ,  $TEMP=25^{\circ}C$ ,  $R_L=10K\Omega$ ,  $V_O=V_S/2$ 。

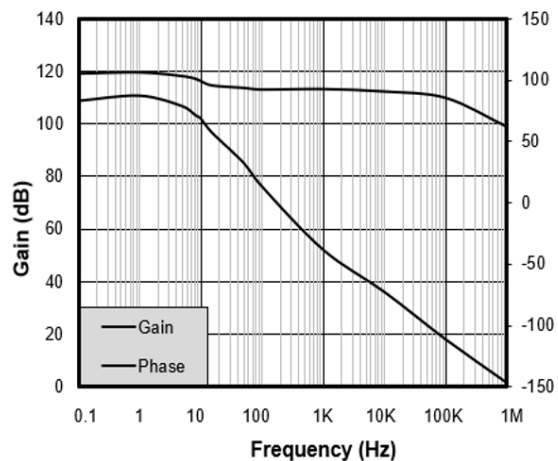


Figure 1. Open Loop Gain and Phase vs. Frequency

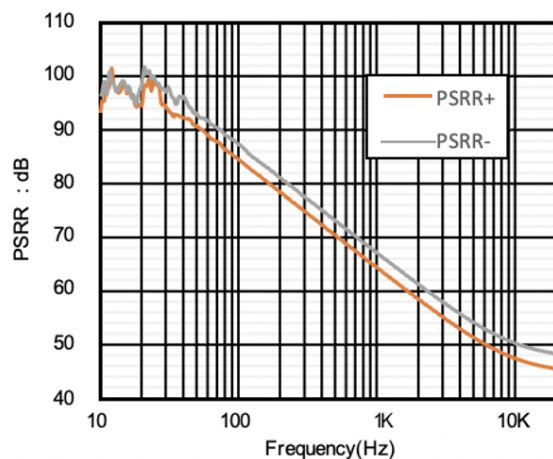


Figure 2. PSRR vs Frequency

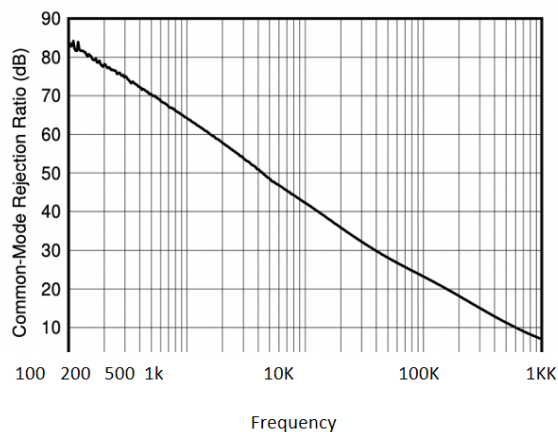


Figure 3. CMRR vs Frequency

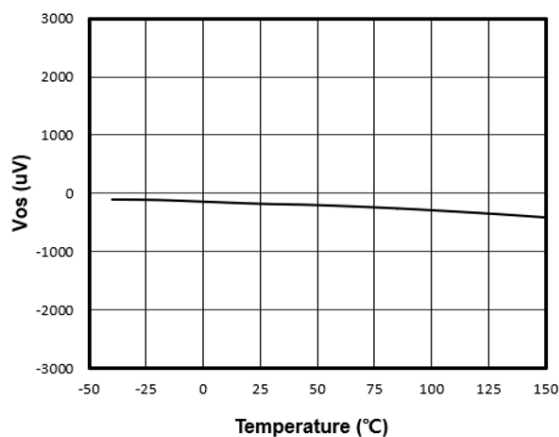


Figure 4. Offset Voltage vs. Temperature

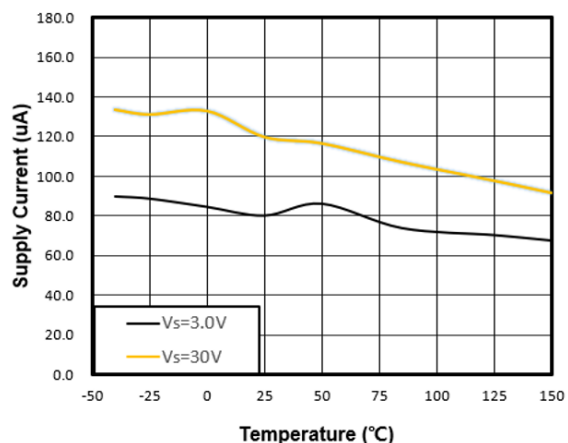


Figure 5. Quiescent Current vs. Temperature

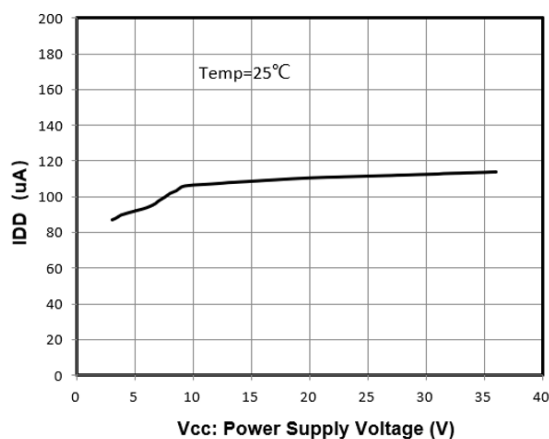


Figure 6. Quiescent Current vs. Power Supply Voltage

## 9. 详细描述

### ● 概括

这些器件包含 4 个独立的高增益频率补偿运算放大器，专为在宽电压范围内使用单电源而设计。如果两个电源之间的电压差在 3V 和 36V 之间，并且 VCC 比输入共模电压的正值至少高 1.5V，也可使用双电源供电运行。低电源电流漏极与电源电压的幅度无关。具体应用包括传感器放大器、直流放大块和所有传统运算放大器电路，现在这些均可在单电源电压系统中更轻松地实现。

### ● 压摆率

压摆率是运算放大器在输入发生变化时可以改变输出的速率。压摆率针对不同的场合，有些时候大更好，有些时候小更好，LM2904DR(ES)系列，这些器件具有 1.0 V/ $\mu$ s 的压摆率。

### ● 带宽

增益带宽积等于测得的放大器带宽乘以所测带宽对应的增益。对于运放来说，带宽的增加意味着速度的增加，但同时带来的是功耗的偏大，对于一般性场合来说，1Mh 上下的带宽能兼顾运放各方面参数的均衡，这些器件具有 1.0MHz 的高增益带宽。

### ● 低输入失调电压

LM2904DR(ES)系列具备在高压供电的情况下的低输入失调电压，低至 0.35mV 的典型值，因为输入失调电压被噪声增益放大，在输出端产生偏移误差。对于一款高压通用运放来说，在兼顾其他运放参数的同时，最小化设计其低失调电压，最大化扩大了运放的应用场景和范围。尤其适合于一些灵敏度高的场合。

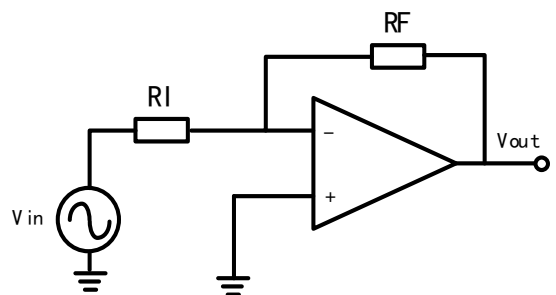
## 10. 典型应用

### 信号调节

运算放大器适用于各种信号调节应用。可以在 Vs 之前为输入供电，从而实现多电源电路的灵活能力。

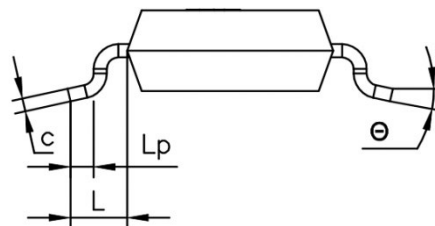
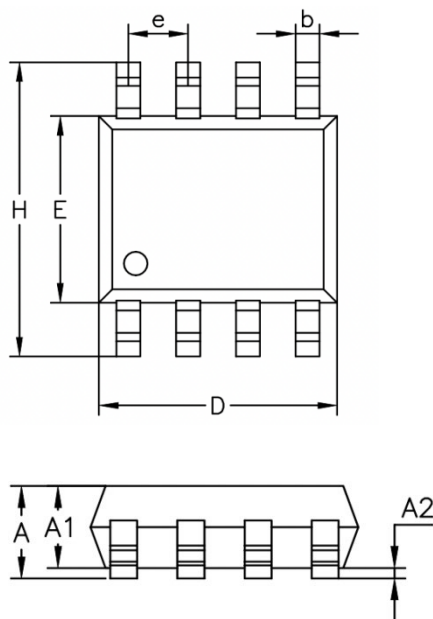
### 反相放大器

该放大器在输入端接受正电压，然后使电压变为同样幅度的负电压。它还会以相同的方式使负输入电压变为正电压。



## 11. 封装尺寸

### SOP-8



| Dimensions in millimeters |       |       |        |       |       |
|---------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Symbol                    | Min   | Max   | Symbol | Min   | Max   |
| A                         | 1.400 | 1.800 | H      | 5.800 | 6.300 |
| A1                        | 0.100 | 0.250 | e      | 1.270 | 1.270 |
| A2                        | 1.300 | 1.550 | L      |       |       |
| b                         | 0.330 | 0.510 | Lp     | 0.400 | 0.900 |
| c                         | 0.170 | 0.250 | θ      | 0°    | 8°    |
| D                         | 4.780 | 5.000 |        |       |       |
| E                         | 3.800 | 4.000 |        |       |       |

## 免责声明

静芯（ElecSuper）“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用静芯（ElecSuper）产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：

- (1) 针对您的应用选择合适的静芯（ElecSuper）产品，
- (2) 设计、验证并测试您的应用，
- (3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。静芯（ElecSuper）授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的静芯（ElecSuper）产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他静芯（ElecSuper）知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对静芯（ElecSuper）及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，静芯（ElecSuper）对此概不负责。

静芯（ElecSuper）提供的产品受静芯（ElecSuper）的销售条款或 [elecsuper.com](http://elecsuper.com) 上其他适用条款/静芯（ElecSuper）产品随附的其他适用条款的约束。静芯（ElecSuper）提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改。

静芯（ElecSuper）针对静芯（ElecSuper）产品发布的适用的担保或担保免责声明。

静芯（ElecSuper）反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。