

## 特征

- 低噪声：100nVpp (0.1Hz~10Hz)， $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 低失调电压：典型值为  $10\mu\text{V}$
- 低失调电压温漂：最大值为  $0.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 压摆率： $2.6\text{V}/\mu\text{s}$
- 增益带宽积：10MHz
- CMRR：120dB ( $V_{\text{CM}} = \pm 14\text{V}$ )
- 高开环增益：130dB ( $2\text{k}\Omega$ )
- SOP8 4.9mm × 3.9mm 封装

## 应用

- 仪器仪表
- 精密信号调理
- PLL 滤波
- 工业过程控制
- 音频

## 概述

CM4101 是一款精密运算放大器，具有低失调电压、低温漂、高速、低噪声等特性。失调电压低至  $10\mu\text{V}$ ，失调电压温漂低至  $0.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，使 CM4101 成为精密仪器仪表应用的理想选择。低噪声电压密度（1kHz 时为  $3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ），低 1/f 噪声拐点频率以及高增益，可以对低电平信号进行精确的高增益放大。10MHz 增益带宽积和  $2.6\text{V}/\mu\text{s}$  压摆率则可以在高速数据采集系统中提供出色的动态性能。

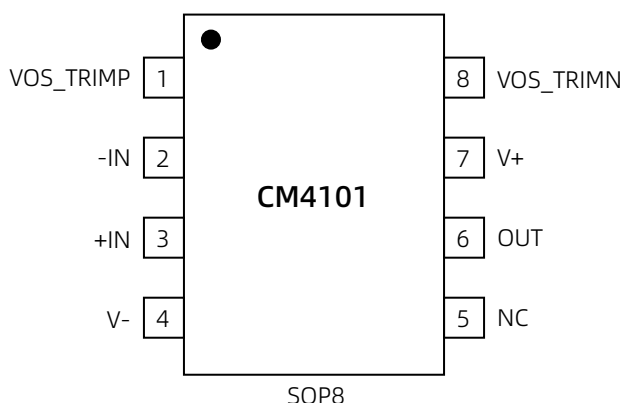
CM4101 通过输入电流补偿技术实现了 2nA 的低输入偏置电流。在全温范围内，通常可以将输入偏置电流和输入失调电流分别保持在低于 15nA 和 4.5nA。

CM4101 的输出级具有良好的负载驱动能力， $600\Omega$  负载下  $\pm 14.5\text{V}$  的输出摆幅和低输出失真使 CM4101 成为专业音频应用的理想选择。

CM4101 的 PSRR 和 CMRR 均超过 116dB，这些特性以及优异的长期稳定性，使电路设计人员能够收获以前只有分立式设计才能达到的产品性能。

CM4101 采用 SOP8 表贴窄体封装，其额定工作温度范围为  $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 。

## 管脚配置



# 目录

|              |    |              |    |
|--------------|----|--------------|----|
| 封页.....      | 1  | 失调电压调整.....  | 11 |
| 特征.....      | 1  | 噪声特性.....    | 11 |
| 应用.....      | 1  | 噪声测量.....    | 11 |
| 概述.....      | 1  | 单位增益缓冲器..... | 11 |
| 管脚配置.....    | 1  | 封装及订购信息..... | 12 |
| 文档历史.....    | 3  | 封装形式.....    | 12 |
| 绝对最大额定值..... | 4  | 产品外形图.....   | 12 |
| 电气规格.....    | 5  | SOP8.....    | 12 |
| 典型特征.....    | 7  | 订购信息.....    | 13 |
| 工作原理.....    | 11 |              |    |

# 文档历史

下表列举了本文档自产品发布后的所有更新。

| 文档版本 | 修订日期       | 内容描述                 |
|------|------------|----------------------|
| V0.1 | 2024-08-16 | 预发布。                 |
| V0.5 | 2024-09-20 | 根据实验室数据优化电气规格。       |
| V0.6 | 2024-11-13 | 根据实验室数据优化电气规格和典型特征图。 |

## 绝对最大额定值

| 参数        | 最小值 | 最大值  | 单位 |
|-----------|-----|------|----|
| <b>温度</b> |     |      |    |
| 工作温度      | -55 | 125  | °C |
| 存储温度      | -65 | 150  | °C |
| 结温        | -65 | 150  | °C |
| <b>耐压</b> |     |      |    |
| 电源电压      |     | ±22  | V  |
| 输入电压      |     | ±22  | V  |
| 差分输入电压    |     | ±0.7 | V  |
| <b>限流</b> |     |      |    |
| 差分输入电流    |     | ±25  | mA |

## 电气规格

默认测试条件：VS = ±15V、TA = 25°C。

| 参数          | 测试条件                                  | 最小值   | 典型值   | 最大值 | 单位    |
|-------------|---------------------------------------|-------|-------|-----|-------|
| <b>输入特征</b> |                                       |       |       |     |       |
| 失调电压        |                                       | 10    | 20    |     | μV    |
|             | TA = -55°C~125°C                      | 20    | 60    |     | μV    |
| 失调电压温漂      | TA = -55°C~125°C                      |       | 0.44  |     | μV/°C |
| 输入失调电流      |                                       | 2     | 3.5   |     | nA    |
|             | TA = -55°C~125°C                      |       | 4.5   |     | nA    |
| 输入失调电流温漂    | TA = -55°C~125°C                      |       | 10    |     | pA/°C |
| 输入偏置电流      |                                       | 2     | 5     |     | nA    |
|             | TA = -55°C~125°C                      |       | 15    |     | nA    |
| 输入偏置电流温漂    | TA = -55°C~125°C                      |       | 40    |     | pA/°C |
| 输入阻抗        | 差模                                    | 1.3   | 6     |     | MΩ    |
|             | 共模                                    |       | 200   |     | GΩ    |
| 输入电压范围      |                                       | ±14.1 |       |     | V     |
|             | TA = -55°C~125°C                      | ±14.2 |       |     | V     |
| CMRR        | VCM = ±14V                            | 118   | 120   |     | dB    |
|             | VCM = ±10V, TA = -55°C~125°C          | 116   |       | 125 | dB    |
| 大信号电压增益     | RL ≥ 2kΩ, VO = ±10V                   |       | 130   |     | dB    |
|             | RL ≥ 600Ω, VO = ±10V                  |       | 110   |     | dB    |
|             | RL ≥ 2kΩ, VO = ±10V, TA = -55°C~125°C | 120   | 128   |     | dB    |
| 失调调整范围      | RP = 10kΩ                             |       | ±7    |     | mV    |
| <b>输出特征</b> |                                       |       |       |     |       |
| 输出电压摆幅      | RL ≥ 2kΩ                              |       | ±14.8 |     | V     |
|             | RL ≥ 600Ω                             |       | ±14.5 |     | V     |
|             | RL ≥ 2kΩ, TA = -55°C~125°C            |       | ±14.5 |     | V     |
| 开环输出阻抗      | VO = 0, IO = 0                        |       | 150   |     | Ω     |
| <b>电源</b>   |                                       |       |       |     |       |
| PSRR        | VS = ±4V~±18V                         | 128   | 135   |     | dB    |
|             | VS = ±4.5V~±18V, TA = -55°C~125°C     | 125   |       | 140 | dB    |
| 功耗          |                                       |       | 100   |     | mW    |
| <b>动态性能</b> |                                       |       |       |     |       |
| 压摆率         | RL ≥ 2kΩ                              |       | 2.6   |     | V/μs  |
| 增益带宽积       |                                       |       | 10    |     | MHz   |
| <b>噪声性能</b> |                                       |       |       |     |       |

| 参数     | 测试条件       | 最小值 | 典型值  | 最大值  | 单位                           |
|--------|------------|-----|------|------|------------------------------|
| 电压噪声   | 0.1Hz~10Hz |     | 0.1  | 0.18 | $\mu\text{Vpp}$              |
| 电压噪声密度 | 10Hz       |     | 4.8  |      | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
|        | 30Hz       |     | 4.2  |      | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
|        | 1kHz       |     | 3    |      | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 电流噪声密度 | 10Hz       |     | 1.5  |      | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
|        | 30Hz       |     | 1.2  |      | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
|        | 1kHz       |     | 0.83 | 0.87 | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |

## 典型特征

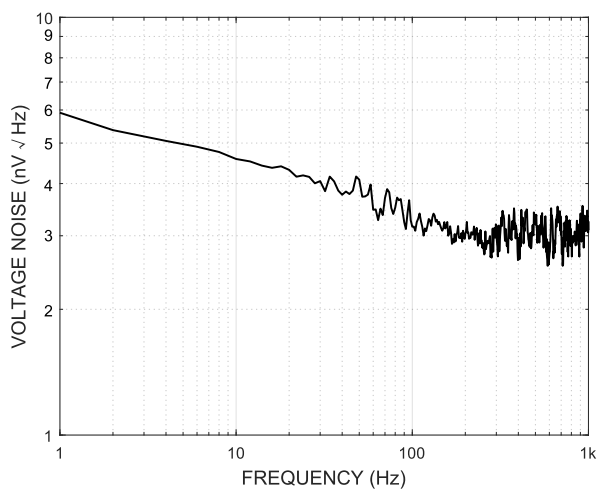


图 1 电压噪声密度

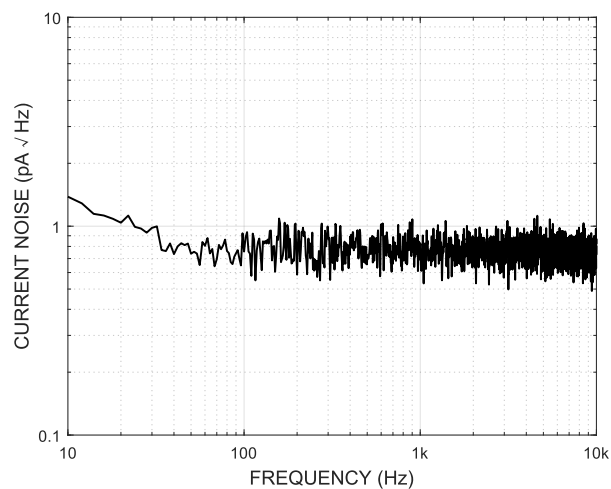


图 2 电流噪声密度

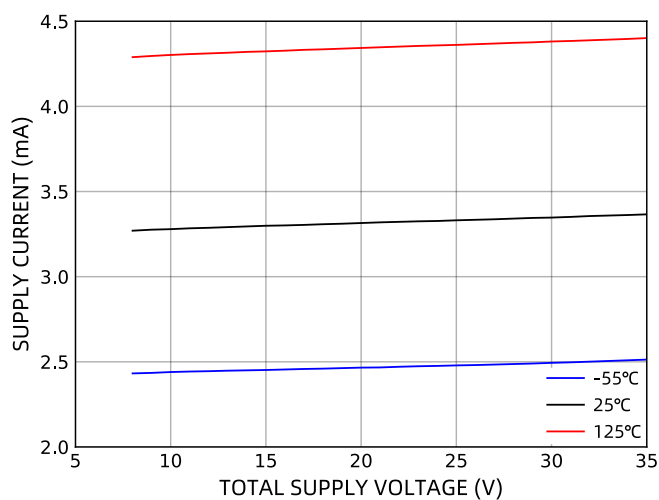


图 3 电源电流随总电源电压的变化

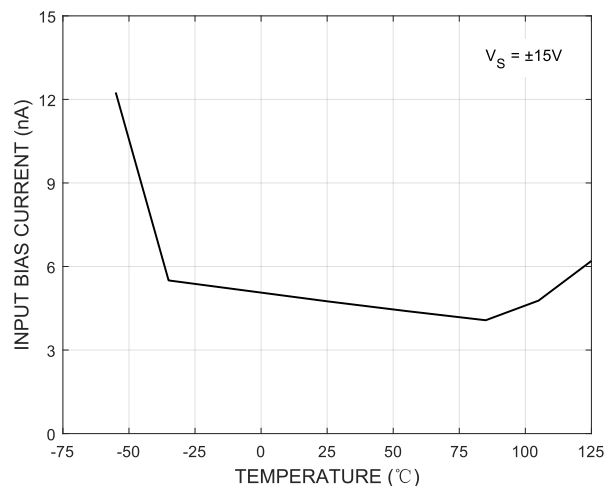


图 4 输入偏置电流随温度的变化

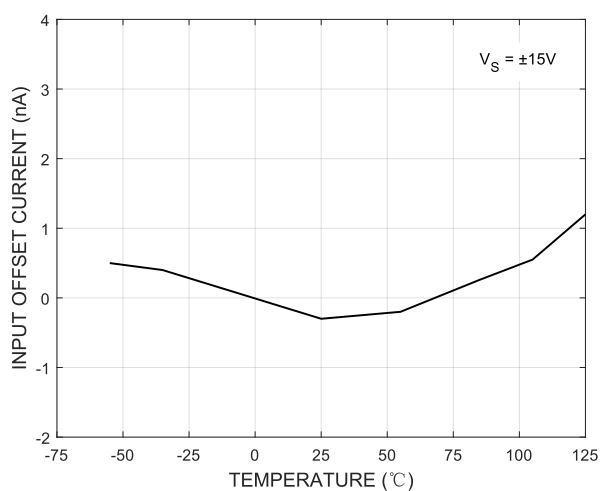


图 5 输入失调电流随温度的变化

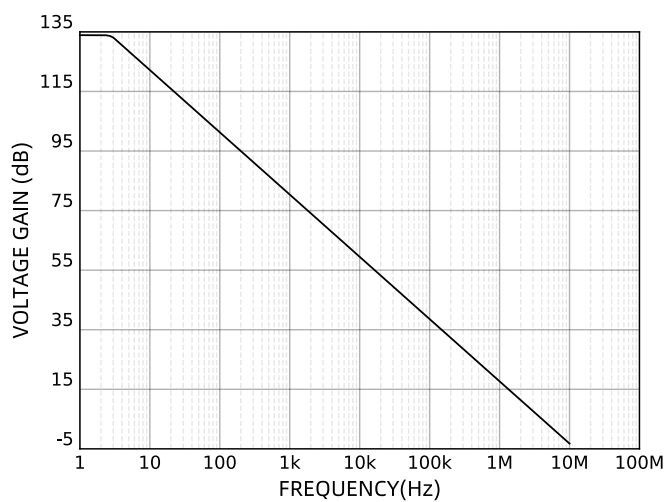


图 6 电压增益

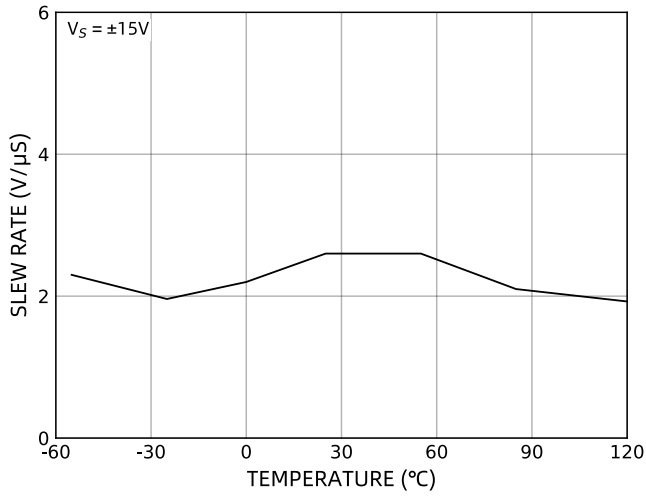


图 7 压摆率随温度的变化

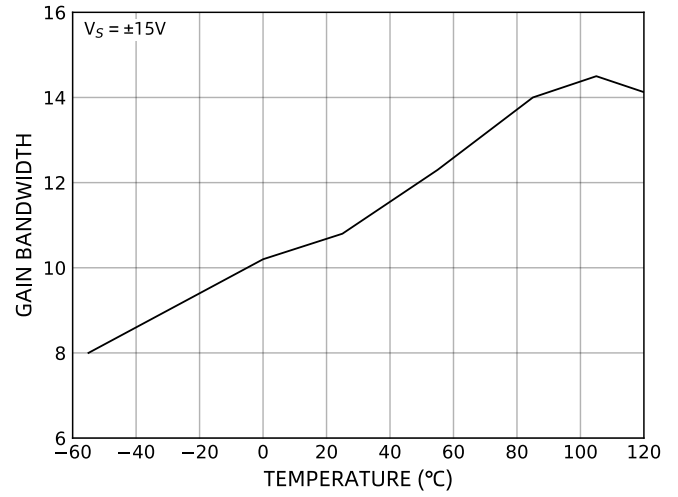


图 8 增益带宽积随温度的变化

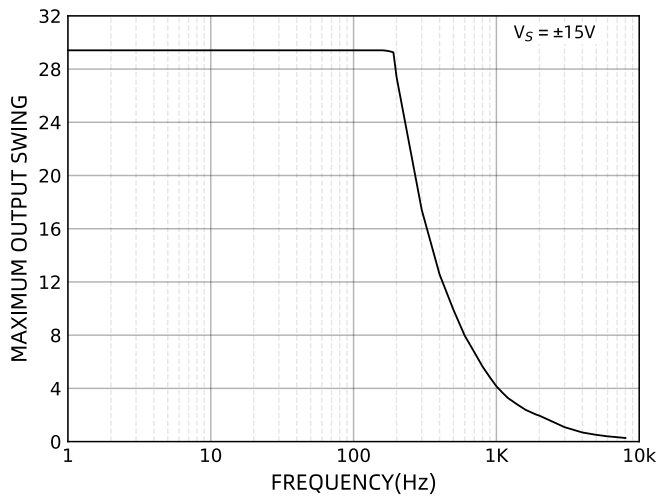


图 9 最大输出摆幅

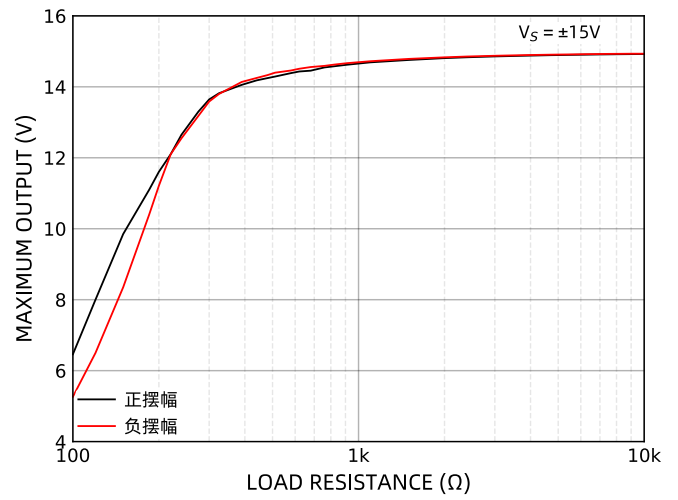


图 10 最大输出电压随负载阻抗的变化

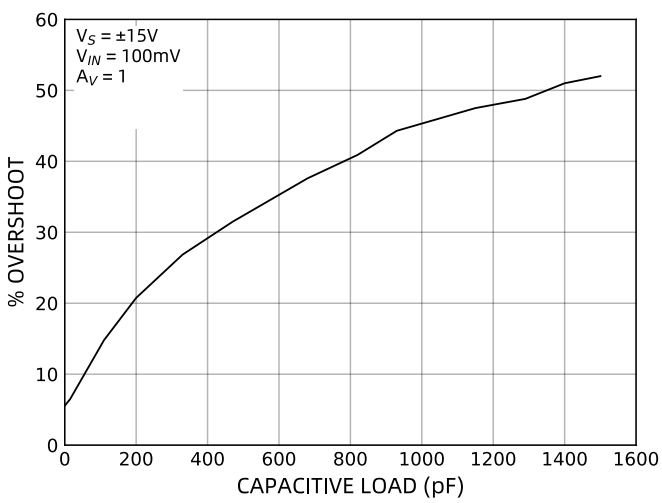


图 11 小信号过冲随容性负载的变化

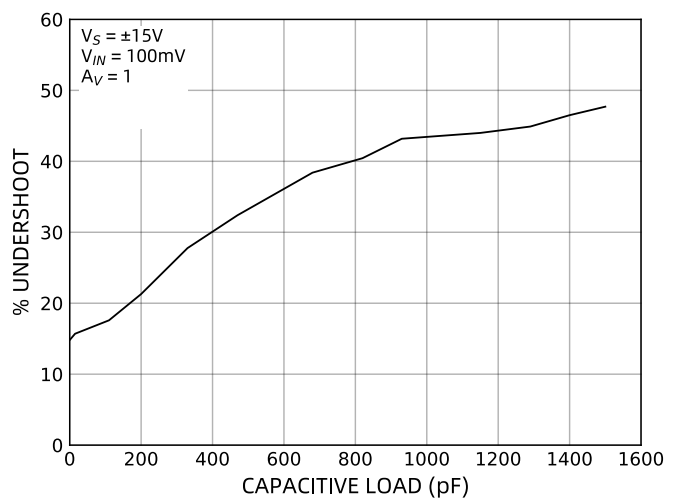


图 12 小信号预冲随容性负载的变化

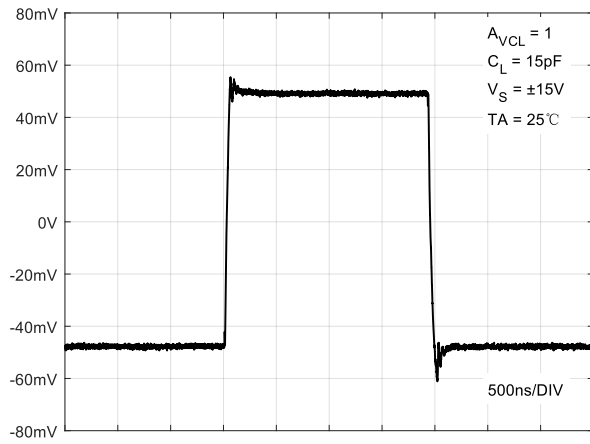


图 13 小信号瞬态响应

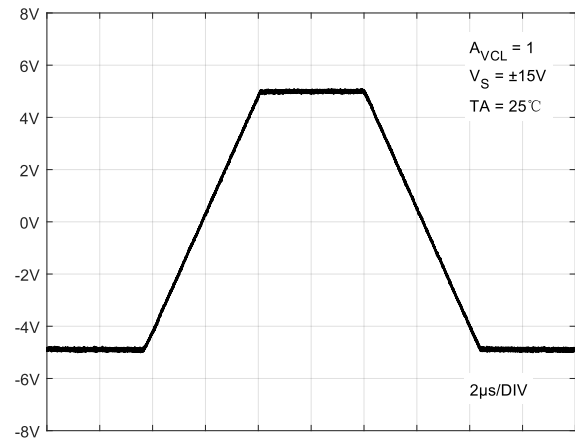


图 14 大信号瞬态响应

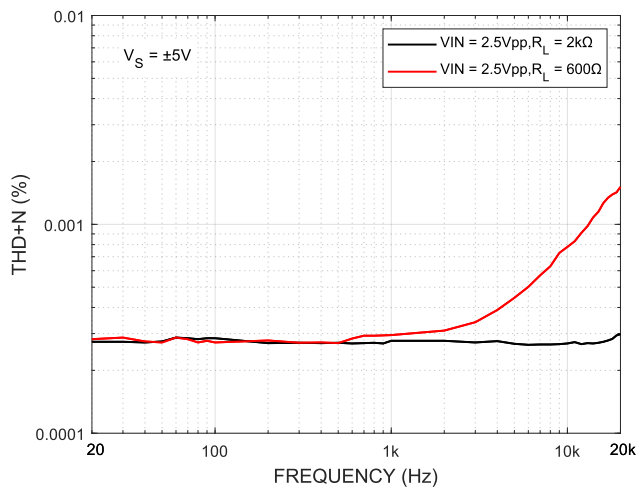


图 15 THD + N (5V)

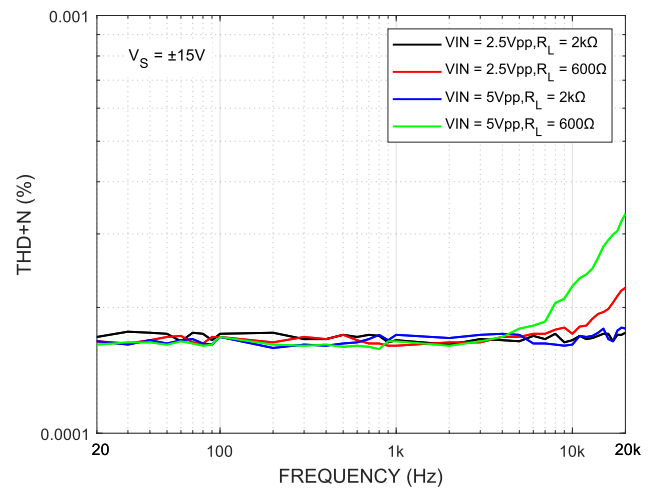


图 16 THD + N (15V)

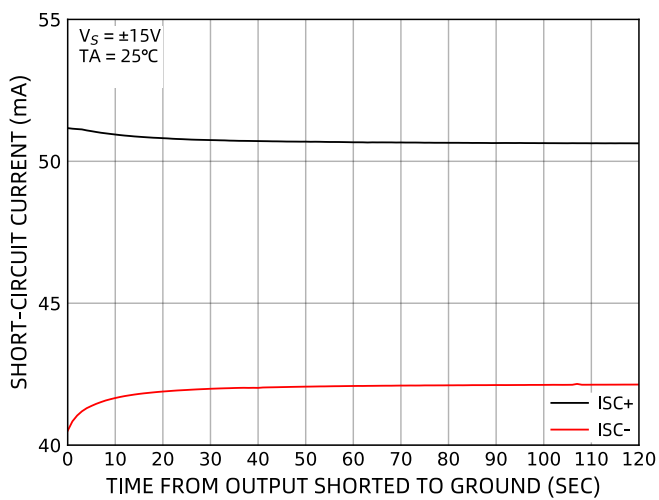


图 17 短路电流随时间的变化

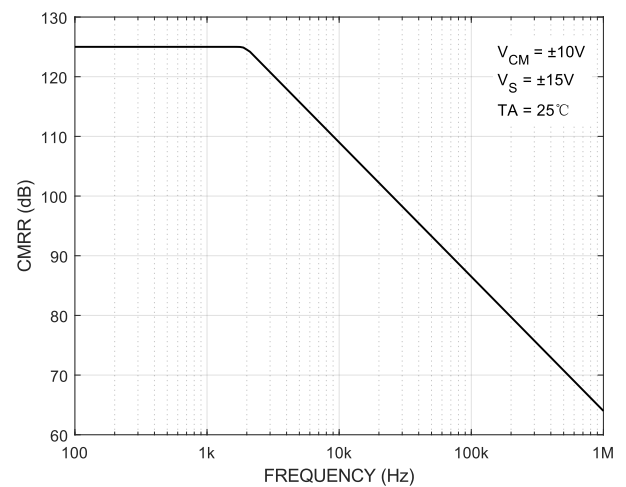


图 18 CMRR

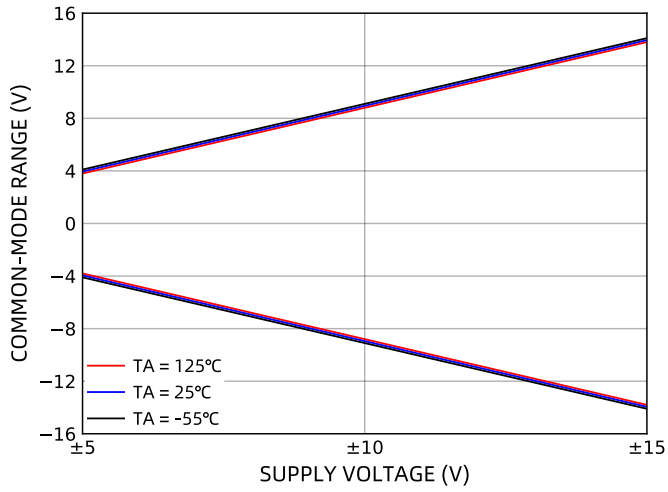


图 19 共模电压范围随电源电压的变化

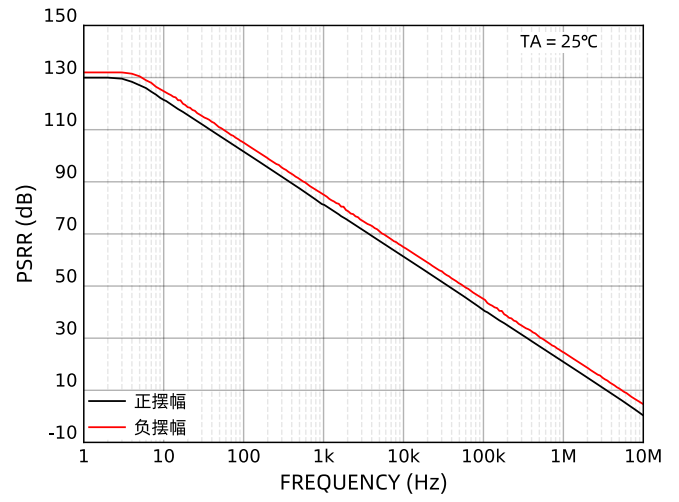


图 20 PSRR

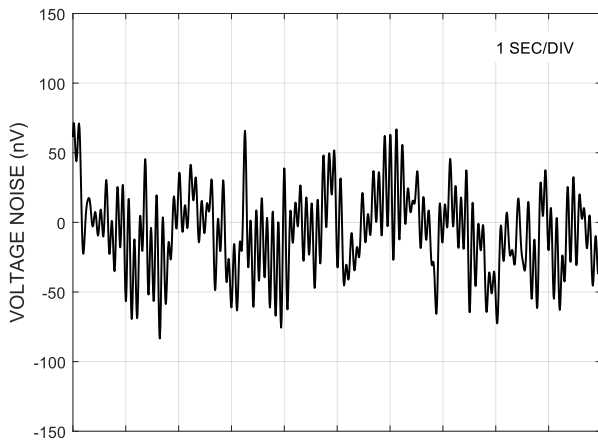


图 21 低频噪声

## 工作原理

CM4101 可在负载电容高达 1500pF，输出电压摆幅  $\pm 14.5V$  下稳定工作。在单位增益时保持稳定。

输入端子接触点由不同金属产生的热电电压会降低温漂性能。当两个输入端子接触点的温度保持一致时，可实现最佳性能。

## 失调电压调整

CM4101 的失调电压在出厂时已经完成校准。如需进一步校准，可以使用连接在 VOS\_TRIMP 和 VOS\_TRIMN 之间的电位器，将失调电压校准为 0 或者其它所需的值（参见图 22）。

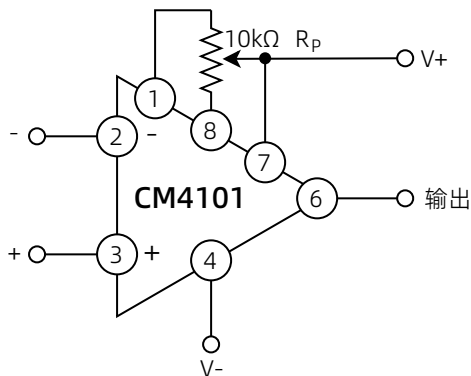


图 22 失调归零电路

将失调电压微调为非零值时，会产生大约（失调电压/322）V/°C 的温漂。例如，如果失调电压调整为 100μV，则失调电压温漂的变化为 0.31μV/°C。使用 10kΩ 电位器时，失调电压的调整范围为  $\pm 7mV$ 。如果只需要较小的调整范围，可通过更小电位器与固定电阻连接来减少归零灵敏度。图 23 展示了调整范围为  $\pm 235\mu V$  的网络。

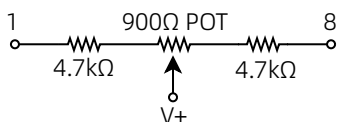


图 23 失调电压调整

## 噪声特性

CM4101 作为一款低噪声、单片运算放大器，其出色的等效输入电压噪声特性通过高静态电流偏置的输入级来实现。通常，输入级的输入电流和失调电流会随着偏置电流而增加，但 CM4101 采用了输入偏置补偿电路，从而使输入电流和失调电流仍然保持在较低的水平。在 25°C 时，输入偏置电流仅为 2nA，输入失调电流仅为 2nA。当输入源内阻较高时，这一点尤其重要。另外，低输入偏置电流，低失调电压以及低失调电压温漂特性，可实现音频应用中的直接耦合。

芯片的总噪声可按照如下公式计算：

$$\text{总噪声} = \sqrt{\text{电压噪声}^2 + (\text{电流噪声} \times R_S)^2 + \text{电阻噪声}^2}$$

其中，电压噪声与偏置电流的平方根成反比，电流噪声与偏置电流的平方根成正比。得益于输入级的高静态偏置电流，CM4101 具有优异的噪声性能。但是，如果源内阻较高时，电流噪声会显著增大，此时将无法体现出 CM4101 的噪声性能优势。

## 噪声测量

要测量 CM4101 在 0.1Hz~10Hz 范围内 100nVpp 的噪声，须关注以下几项：

- 芯片必须预热至少五分钟。
- 芯片必须屏蔽气流，以最大限度减少热电偶效应。
- 芯片周围的突然运动可能导致馈通，增加噪声。
- 测量大量芯片的噪声时建议测量噪声电压密度。10Hz 的噪声电压密度测量与 0.1Hz~10Hz 的峰峰值噪声读数相关性良好，因为这两个结果都是由白噪声和 1/f 噪声拐角频率的位置决定的。

## 单位增益缓冲器

当  $R_f \leq 100\Omega$ ，并且输入端被一个快速、大信号脉冲（> 1V）驱动时，输出波形如图 24 所示。

在输出的快速馈通部分，输入保护二极管有效地将输出短接到输入端，信号发生器提供了输出级需要的大电流，该电流受短路保护电路限制。当  $R_f \geq 500\Omega$  时，输出级可满足输出电流的需求（10V 时  $I_L \leq 20mA$ ），因此 CM4101 可始终保持在正常工作模式，输出产生平滑过渡。

当  $R_f > 3k\Omega$  时， $R_f$  与 CM4101 的输入电容（6pF）形成一个极点，这会导致额外的相位偏移并减少相位裕度。在  $R_f$  旁边并联一个小电容可以消除该问题。

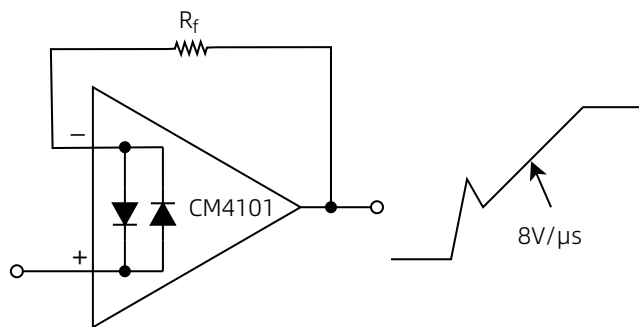


图 24 阶跃响应

## 封装及订购信息

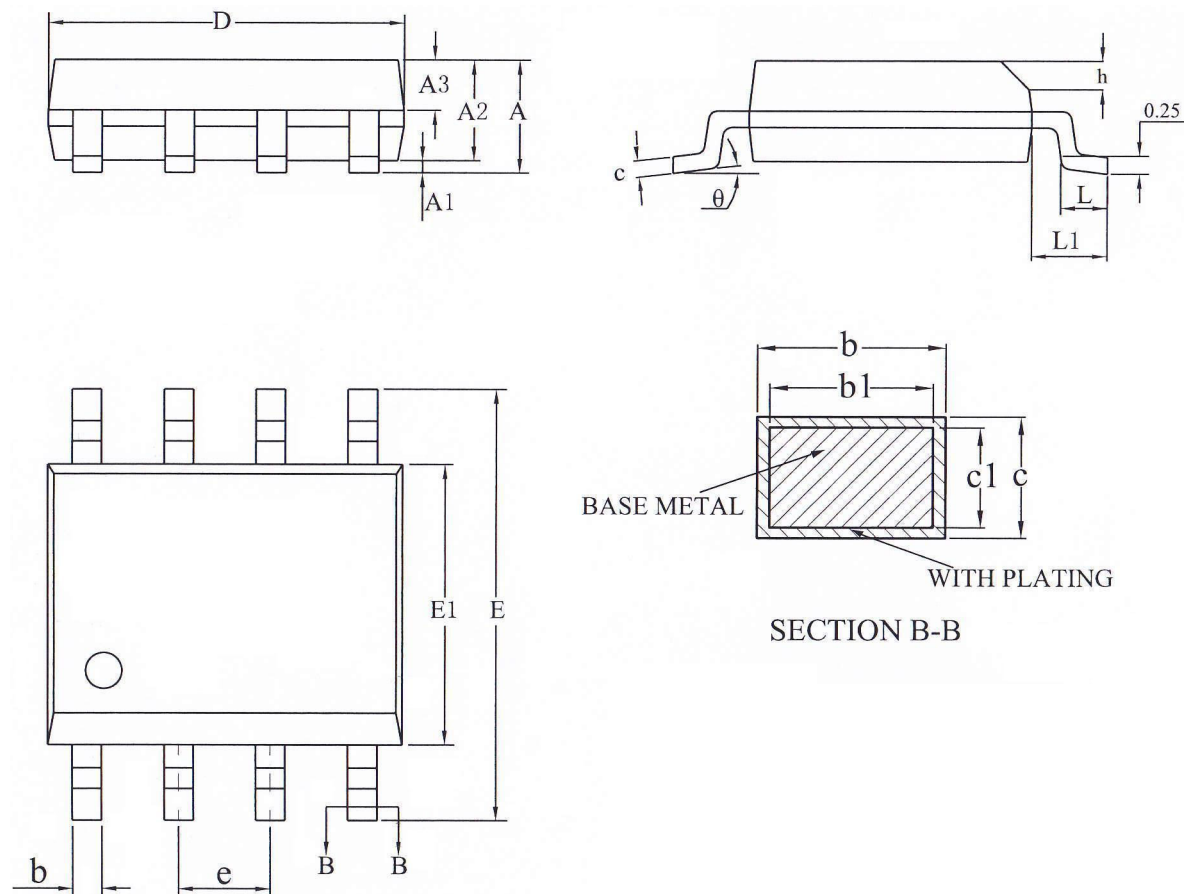
### 封装形式

CM4101 采用 SOP8 表贴窄体封装。

### 产品外形图

产品外形图如下图所示。

#### SOP8



| 标识 | 尺寸 (毫米)    |      |      |
|----|------------|------|------|
|    | 最小值        | 典型值  | 最大值  |
| A  | -          | -    | 1.75 |
| A1 | 0.10       | 0.17 | 0.23 |
| A2 | 1.30       | 1.40 | 1.50 |
| A3 | 0.60       | 0.65 | 0.70 |
| b  | 0.39       | 0.43 | 0.47 |
| b1 | 0.38       | 0.41 | 0.44 |
| c  | 0.20       | 0.22 | 0.24 |
| c1 | 0.19       | 0.20 | 0.21 |
| D  | 4.80       | 4.90 | 5.00 |
| E  | 5.80       | 6.00 | 6.20 |
| E1 | 3.80       | 3.90 | 4.00 |
| e  | 1.27 (BSC) |      |      |
| h  | 0.25       | 0.38 | 0.50 |
| L  | 0.50       | 0.65 | 0.80 |
| θ  | 0°         | 4°   | 8°   |

## 订购信息

| 型号           | 温度范围        | 封装   | 包装   | 包装数量 |
|--------------|-------------|------|------|------|
| CM4101-SOPTA | -55°C~125°C | SOP8 | Reel | 4000 |