

特性

宽电源电压范围：3 V至10 V

宽输入共模电压范围： $-V_S$ 至 $+V_S - 1.3 \text{ V}$

轨到轨输出

采用额定双电源工作模式

全功率模式：4 mA (145 MHz)

低功率模式：1.4 mA (80 MHz)

全功率模式

低谐波失真

-133 dBc HD2和-140 dBc HD3 (1 kHz)

-133 dBc HD2和-116 dBc HD3 (100 kHz)

快速建立时间

18位：100 ns

16位：50 ns

输入电压噪声：1.8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, $f = 100 \text{ kHz}$

最大失调电压： $\pm 115 \mu\text{V}$ (-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$)

用于ADC输入保护的可调输出箝位

应用

低功耗 Σ - Δ 型、PulSAR[®]和SAR ADC驱动器

单端转差分转换器

差分缓冲器

医疗成像

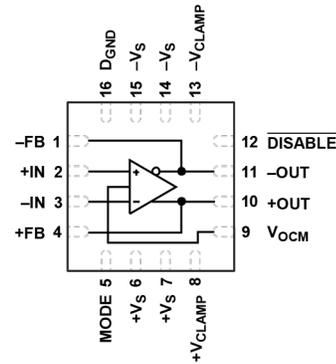
过程控制

便携式电子设备

概述

ADA4945-1是一款低噪声、低失真、全差分放大器，具有两种可选功率模式。该器件采用3 V至10 V的宽电源电压范围工作。低直流失调电压、低直流失调电压漂移和出色的动态性能使得ADA4945-1特别适合各种数据采集与信号处理应用。该器件在4 mA静态电流（全功率模式）工作模式下非常适合驱动高分辨率、高性能逐次逼近型寄存器(SAR)和 Σ - Δ 型模数转换器(ADC)。该器件还可以选择采用1.4 mA静态电流（低功率模式）工作，以便将功耗调整至ADC驱动应用所需的性能。可调共模电压使ADA4945-1能够与多个ADC的输入共模电压相匹配。内部共模反馈环路可以提供出色的输出平衡，并能抑制偶数阶谐波失真-器件。

功能框图



NOTES

1. CONNECT THE EXPOSED PAD TO $-V_S$.

16932-001

图1.

对于ADA4945-1，利用由4个电阻组成的简单外部反馈网络便可实现差分增益配置，且反馈网络决定放大器的闭环增益。ADA4945-1采用ADI公司的专有硅锗(SiGe)互补双极性工艺制造，使该器件实现极低的失真水平，输入电压噪声仅为1.8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ （全功率模式）。

ADA4945-1采用符合RoHS标准的3 mm × 3 mm、16引脚LFCSP封装。ADA4945-1的工作温度范围为 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 。

Rev. 0

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.

Tel: 781.329.4700

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Technical Support

www.analog.com/cn

目录

| | | | |
|----------------------------|----|-------------------|----|
| 特性 | 1 | 全差分与共模信号路径 | 35 |
| 应用 | 1 | 输出电压箝位 | 36 |
| 功能框图 | 1 | 功耗模式 | 36 |
| 概述 | 1 | 应用信息 | 37 |
| 修订历史 | 2 | 应用电路分析 | 37 |
| 技术规格 | 3 | 设置闭环增益 | 37 |
| 电源电压(V_S) = 10 V | 3 | 估算输出噪声电压 | 37 |
| V_S = 5 V | 7 | 反馈网络失配的影响 | 38 |
| V_S = 3 V | 11 | 计算应用电路的输入阻抗 | 38 |
| 绝对最大额定值 | 15 | 输入共模电压范围 | 40 |
| 热阻 | 15 | 输入和输出容性交流耦合 | 40 |
| 最大功率 | 15 | 设置输出共模电压 | 40 |
| ESD警告 | 15 | 禁用引脚 | 40 |
| 引脚配置和功能描述 | 16 | 驱动容性负载 | 40 |
| 典型性能参数 | 17 | 输出箝位 | 41 |
| 全功率模式 | 17 | 驱动高精度ADC | 42 |
| 低功耗模式 | 25 | 布局布线、接地和旁路 | 43 |
| 测试电路 | 33 | 外形尺寸 | 44 |
| 术语 | 34 | 订购指南 | 44 |
| 工作原理 | 35 | | |

修订历史

2019年4月—修订版0：初始版

技术规格

电源电压(V_S) = 10 V

除非另有说明, 输出共模电压(V_{OCM}) = 中间电源电压, 增益(G) = 1, 反馈电阻(R_F) = 增益电阻(R_G) = 499 Ω , 差分负载电阻($R_{L, dm}$) = 1 k Ω , T_A = 25°C。除非另有说明, 所有规格适用于单端输入、差分输出。电路定义参见图98。

正输入(+ D_{IN})或负输入(- D_{IN})至差分输出电压($V_{OUT, dm}$)性能

表1.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|-------------|---|-------|------|-----|-------|-----|-----|----------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | $V_{OUT, dm} = 20$ mV p-p, $G = 1$ | | 145 | | 80 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20$ mV p-p, $G = 2$ | | 95 | | 40 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20$ mV p-p, $G = 5$ | | 40 | | 17 | | | MHz |
| -3 dB大信号带宽 | $V_{OUT, dm} = 2$ V p-p, $G = 1$ | | 60 | | 18 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 2$ V p-p, $G = 2$ | | 54 | | 40 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 2$ V p-p, $G = 5$ | | 52 | | 16 | | | MHz |
| 0.1 dB平坦度带宽 | $V_{OUT, dm} = 20$ mV p-p, $G = 1$ | | 28 | | 27 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20$ mV p-p, $G = 2$ | | 20 | | 7 | | | MHz |
| 压摆率 | $V_{OUT, dm} = 8$ V step | | 600 | | 100 | | | V/ μ s |
| 0.1%建立时间 | $V_{OUT, dm} = 8$ V step | | 35 | | 85 | | | ns |
| 建立时间 | 16位 | | 50 | | 150 | | | ns |
| | 18位 | | 100 | | 300 | | | ns |
| 输入过驱恢复 | $G = 1$, 差分输入电压($V_{IN, dm}$) = 10 V p-p, 三角波形 | | 500 | | 300 | | | ns |
| 输出过驱恢复 | $G = 10$, $V_{OUT, dm} = 22$ V p-p, 三角波形 | | 200 | | 120 | | | ns |
| 噪声/谐波性能 | $V_{OUT, dm} = 8$ V p-p | | | | | | | |
| 二次谐波失真(HD2) | Center frequency (f_c) = 1 kHz | | -133 | | -133 | | | dBc |
| | $f_c = 100$ kHz | | -133 | | -133 | | | dBc |
| | $f_c = 100$ kHz, $G = 2$ | | -128 | | -128 | | | dBc |
| | $f_c = 1$ MHz | | -95 | | -68 | | | dBc |
| 三次谐波失真(HD3) | $f_c = 1$ kHz | | -140 | | -138 | | | dBc |
| | $f_c = 100$ kHz | | -116 | | -116 | | | dBc |
| | $f_c = 100$ kHz, $G = 2$ | | -123 | | -122 | | | dBc |
| | $f_c = 1$ MHz | | -88 | | -62 | | | dBc |
| 输入电压噪声 | | | | | | | | |
| 差分 | 被测频率 | | | | | | | |
| | $f = 10$ Hz | | 5 | | 7 | | | nV/ \sqrt Hz |
| | $f = 100$ kHz | | 1.8 | | 3 | | | nV/ \sqrt Hz |
| | 1/f转折频率 | | 100 | | 40 | | | Hz |
| 共模 | $f = 10$ Hz | | 350 | | 284 | | | nV/ \sqrt Hz |
| | $f = 100$ kHz | | 30 | | 38 | | | nV/ \sqrt Hz |
| | 1/f转折频率 | | 1000 | | 1000 | | | nV/ \sqrt Hz |

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|--------------------------------|---|------------------------|-------|------------------------|------------------------|-------|------------------------|----|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 积分电压噪声 | 0.1 Hz至10 Hz | | 35 | | 25 | | nV rms | |
| 输入电流噪声 | f = 10 Hz | | 11 | | 4 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ | |
| | f = 100 kHz | | 1.0 | | 0.6 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ | |
| | 1/f转折频率 | | 2000 | | 1000 | | Hz | |
| 输入特性 | | | | | | | | |
| 输入失调电压 | 25°C | | ±10 | ±50 | ±10 | ±50 | μV | |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±15 | ±80 | ±15 | ±80 | μV | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±30 | ±115 | ±30 | ±115 | μV | |
| 输入失调电压漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.5 | ±0.1 | ±0.5 | μV/°C | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.2 | ±1.0 | ±0.2 | ±1.0 | μV/°C | |
| 输入偏置电流 | T _A = 25°C | | -1.2 | -2.5 | -0.5 | -0.8 | μA | |
| | T _A = 20°C至85°C | | -1.5 | -3.0 | -0.6 | -1.0 | μA | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -1.8 | -3.4 | -0.7 | -1.2 | μA | |
| 输入偏置电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | -10 | -50 | -10 | -50 | nA/°C | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -10 | -50 | -10 | -50 | nA/°C | |
| 输入失调电流 | T _A = 25°C | | ±20 | ±200 | ±10 | ±130 | nA | |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±25 | ±250 | ±20 | ±150 | nA | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±40 | ±300 | ±25 | ±200 | nA | |
| 输入失调电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.6 | ±0.06 | ±0.38 | nA/°C | |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.12 | ±0.7 | ±0.07 | ±0.4 | nA/°C | |
| 输入共模电压(V _{CM}) 范围 | | -V _S | | +V _S - 1.3 | -V _S | | +V _S - 1.3 | V |
| 输入电阻 | 差分 | | 50 | | 50 | | kΩ | |
| | 共模 | | 50 | | 50 | | MΩ | |
| 输入电容 | | | 1 | | 1 | | pF | |
| 共模抑制比(CMRR) | V _{CM} = 0.5 V至9 V | | -110 | | -110 | | dB | |
| 开环增益 | 输出电压(V _{OUT}) = ±4 V | | 120 | | 115 | | dB | |
| 输出特性 | | | | | | | | |
| 输出电压摆幅 | 每个单端输出的负载电阻 (R _L) = 100 Ω | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | V |
| | R _L = 1 kΩ | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | V |
| 短路电流 | | | 170 | | 140 | | mA峰值 | |
| 输出平衡误差 | f = 100 kHz, ΔV _{OUT,cm} /ΔV _{OUT,dm} | | 100 | | 100 | | dB | |

V_{OCM} 至共模输出电压($V_{OUT,cm}$)性能

表2.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|----------------|---|--------------|----------|--------------|--------------|----------|--------------|------------------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| V_{OCM} 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 20\text{ mV p-p}$ | | 35 | | | 15 | | MHz |
| -3 dB大信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 2\text{ V p-p}$ | | 3.8 | | | 1.3 | | MHz |
| 压摆率 | $V_{OUT,cm} = 2\text{ V p-p}$ | | 26 | | | 9 | | V/ μ s |
| 输入电压噪声 | $f = 100\text{ kHz}$ | | 35 | | | 45 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 增益 | $\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1\text{ V}$ | 0.99 | 1 | 1.01 | 0.99 | 1 | 1.01 | V/V |
| V_{OCM} 特性 | | | | | | | | |
| 输入共模电压范围 | | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | V |
| 输入电阻 | | | 125 | | | 125 | | k Ω |
| 失调电压 | 共模失调($V_{OS,cm}$) = $V_{OUT,cm} - V_{OCM}$, 正输入(V_{IP}) = 负输入(V_{IN}) = $V_{OCM} = 0\text{ V}$ 25°C | | ± 5 | ± 60 | | ± 5 | ± 60 | mV |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 10 | | | ± 10 | | mV |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 20 | | | ± 20 | | mV |
| 输入失调电压漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 5 | | | ± 5 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 10 | | | ± 10 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入偏置电流 | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | | -220 | | | -160 | | μA |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -300 | | | -205 | | μA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -350 | | | -230 | | μA |
| 输入偏置电流漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -1.3 | | | -0.75 | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -1.5 | | | -1.0 | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| CMRR | $\Delta V_{OS,dm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1\text{ V}$ | | -130 | | | -130 | | dB |

一般性能

表3.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|------------------|--|-----------------|------|---------------|-----------------|------|---------------|--------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 箝位 | | | | | | | | |
| 箝位输出电压 | 差分 | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | V |
| | 共模 | $-V_S$ | | $+V_S$ | $-V_S$ | | $+V_S$ | V |
| 恢复时间 | | | 100 | | | 100 | | ns |
| 输入电阻 | $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 之间的电阻 | | 480 | | | 480 | | k Ω |
| 禁用(DISABLE引脚)模式 | | | | | | | | |
| 输入电压 | 禁用 | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | V |
| | 使能 | $D_{GND} + 1.4$ | | $V_S + 0.3$ | $D_{GND} + 1.4$ | | $V_S + 0.3$ | V |
| 关闭时间 | 静态电流小于已使能静态电流的10% | | 6 | | | 6 | | μ s |
| 开启时间 | 开启时间(t_O)大于最终 V_{OUT} 的90% | | 1.2 | | | 2 | | μ s |
| DISABLE引脚偏置电流 | | | | | | | | |
| 使能 | DISABLE= 10 V | | 50 | | | 50 | | nA |
| 禁用 | DISABLE= 0 V | | 50 | | | 50 | | nA |
| D_{GND} 引脚电压范围 | | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | V |
| 电源 | | | | | | | | |
| 工作范围 | | 3 | | 10 | 3 | | 10 | V |
| 静态电流 | | | | | | | | |
| 使能 | 全功率模式, MODE = $+V_S$ | | 4 | 4.2 | | 1.4 | 1.6 | mA |
| | 低功耗模式, MODE = $-V_S$ | | | | | | | mA |
| 禁用 | 全功率模式, MODE = $+V_S$ | | 60 | 70 | | | | μ A |
| | 低功耗模式, MODE = $-V_S$ | | | | | 60 | 70 | μ A |
| 正电源电压抑制比(+PSRR) | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1 \text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| 负电源电压抑制比(-PSRR) | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1 \text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| 工作温度范围 | | -40 | | +125 | -40 | | +125 | $^{\circ}$ C |

$V_S = 5\text{ V}$

除非另有说明, V_{OCM} = 中间电源电压, $G = 1$, $R_F = R_G = 499\ \Omega$, $R_{L, dm} = 1\ \text{k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明, 所有规格适用于单端输入、差分输出。电路定义参见图98。

+ D_{IN} 或- D_{IN} 至 $V_{OUT, dm}$ 性能

表4.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|-------------|--|-------|------|-----|-------|-----|-----|------------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | $V_{OUT, dm} = 20\ \text{mV p-p}$, $G = 1$ | | 145 | | 80 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20\ \text{mV p-p}$, $G = 2$ | | 95 | | 40 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20\ \text{mV p-p}$, $G = 5$ | | 40 | | 17 | | | MHz |
| -3 dB大信号带宽 | $V_{OUT, dm} = 2\ \text{V p-p}$, $G = 1$ | | 60 | | 18 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 2\ \text{V p-p}$, $G = 2$ | | 54 | | 40 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 2\ \text{V p-p}$, $G = 5$ | | 52 | | 16 | | | MHz |
| 0.1 dB平坦度带宽 | $V_{OUT, dm} = 20\ \text{mV p-p}$, $G = 1$ | | 28 | | 27 | | | MHz |
| | $V_{OUT, dm} = 20\ \text{mV p-p}$, $G = 2$ | | 20 | | 7 | | | MHz |
| 压摆率 | $V_{OUT, dm} = 8\ \text{V}$ 步进 | | 600 | | 100 | | | V/ μs |
| 0.1%建立时间 | $V_{OUT, dm} = 8\ \text{V}$ 步进 | | 35 | | 85 | | | ns |
| 建立时间 | 16位 | | 50 | | 150 | | | ns |
| | 18位 | | 100 | | 300 | | | ns |
| 输入过驱恢复 | $G = 1$, $V_{IN, dm} = 10\ \text{V p-p}$, 三角波形 | | 300 | | 500 | | | ns |
| 输出过驱恢复 | $G = 2$, $V_{OUT, dm} = 12\ \text{V p-p}$, 三角波形 | | 145 | | 80 | | | ns |
| 噪声/谐波性能 | $V_{OUT, dm} = 8\ \text{V p-p}$ | | | | | | | |
| HD2 | 中心频率(f_C) = 1 kHz | | -133 | | -133 | | | dBc |
| | $f_C = 100\ \text{kHz}$ | | -133 | | -133 | | | dBc |
| | $f_C = 100\ \text{kHz}$, $G = 2$ | | -128 | | -128 | | | dBc |
| | $f_C = 1\ \text{MHz}$ | | -95 | | -68 | | | dBc |
| HD3 | $f_C = 1\ \text{kHz}$ | | -140 | | -138 | | | dBc |
| | $f_C = 100\ \text{kHz}$ | | -116 | | -116 | | | dBc |
| | $f_C = 100\ \text{kHz}$, $G = 2$ | | -123 | | -122 | | | dBc |
| | $f_C = 1\ \text{MHz}$ | | -88 | | -62 | | | dBc |
| 输入电压噪声 | | | | | | | | |
| 差分 | $f = 10\ \text{Hz}$ | | 5 | | 7 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | $f = 100\ \text{kHz}$ | | 1.8 | | 3 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | 1/f转折频率 | | 100 | | 40 | | | Hz |
| 共模 | $f = 10\ \text{Hz}$ | | 350 | | 284 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | $f = 100\ \text{kHz}$ | | 30 | | 38 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | 1/f转折频率 | | 1000 | | 1000 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 积分电压噪声 | 0.1 Hz至10 Hz | | 35 | | 25 | | | nV rms |
| 输入电流噪声 | $f = 10\ \text{Hz}$ | | 11 | | 4 | | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | $f = 100\ \text{kHz}$ | | 1.0 | | 0.6 | | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | 1/f转折频率 | | 2000 | | 1000 | | | Hz |

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|--------------------|---|------------------------|-------|------------------------|------------------------|-------|------------------------|---------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 输入特性 | | | | | | | | |
| 输入失调电压 | 25°C | | ±10 | ±50 | | ±10 | ±50 | μV |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±15 | ±80 | | ±15 | ±80 | μV |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±30 | ±115 | | ±30 | ±115 | μV |
| 输入失调电压漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.5 | | ±0.1 | ±0.5 | μV/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.2 | ±1.0 | | ±0.2 | ±1.0 | μV/°C |
| 输入偏置电流 | T _A = 25°C | | -1.2 | -2.5 | | -0.5 | -0.8 | μA |
| | T _A = 20°C至85°C | | -1.5 | -3.0 | | -0.6 | -1.0 | μA |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -1.8 | -3.4 | | -0.7 | -1.2 | μA |
| 输入偏置电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | -10 | -50 | | -10 | -50 | nA/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -10 | -50 | | -10 | -50 | nA/°C |
| 输入失调电流 | T _A = 25°C | | ±20 | ±200 | | ±10 | ±130 | nA |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±25 | ±250 | | ±20 | ±150 | nA |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±40 | ±300 | | ±25 | ±200 | nA |
| 输入失调电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.6 | | ±0.06 | ±0.38 | nA/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.12 | ±0.7 | | ±0.07 | ±0.4 | nA/°C |
| V _{CM} 范围 | | -V _S | | +V _S - 1.3 | -V _S | | +V _S - 1.3 | V |
| 输入电阻 | 差分 | | 50 | | | 50 | | kΩ |
| | 共模 | | 50 | | | 50 | | MΩ |
| 输入电容 | | | 1 | | | 1 | | pF |
| CMRR | V _{CM} = 0.5 V至9 V | | -110 | | | -110 | | dB |
| 开环增益 | V _{OUT} = ±4 V | | 120 | | | 115 | | dB |
| 输出特性 | | | | | | | | |
| 输出电压摆幅 | R _L = 100 Ω | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | V |
| | R _L = 1 kΩ | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | V |
| 短路电流 | | | 170 | | | 140 | | mA peak |
| 输出平衡误差 | f = 100 kHz, ΔV _{OUT,cm} /ΔV _{OUT,dm} | | 100 | | | 100 | | dB |

V_{OCM} 至 $V_{OUT,cm}$ 性能

表5.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|----------------|--|--------------|----------|--------------|--------------|-----|--------------|------------------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| V_{OCM} 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 20 \text{ mV p-p}$ | | 35 | | 15 | | | MHz |
| -3 dB大信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 2 \text{ V p-p}$ | | 3.8 | | 1.3 | | | MHz |
| 压摆率 | $V_{OUT,cm} = 2 \text{ V p-p}$ | | 26 | | 9 | | | V/ μs |
| 输入电压噪声 | $f = 100 \text{ kHz}$ | | 35 | | 45 | | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 增益 | $\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1 \text{ V}$ | 0.99 | 1 | 1.01 | 0.99 | 1 | 1.01 | V/V |
| V_{OCM} 特性 | | | | | | | | |
| 输入共模电压范围 | | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | V |
| 输入电阻 | | | 125 | | 125 | | | k Ω |
| 失调电压 | $V_{OS,cm} = V_{OUT,cm} - V_{OCM},$ $V_{IP} = V_{IN} = V_{OCM} = 0 \text{ V}$ 25°C | | ± 10 | ± 60 | ± 10 | | ± 60 | mV |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 10 | | ± 10 | | | mV |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 20 | | ± 20 | | | mV |
| 输入失调电压漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 5 | | ± 5 | | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 10 | | ± 10 | | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入偏置电流 | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | | -220 | | -160 | | | μA |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -300 | | -205 | | | μA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -350 | | -230 | | | μA |
| 输入偏置电流漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -1.3 | | -0.75 | | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -1.5 | | -1.0 | | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| CMRR | $\Delta V_{OS,cm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1 \text{ V}$ | | -130 | | -130 | | | dB |

一般性能

表6.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|------------------|---|-----------------|------|---------------|-----------------|------|---------------|--------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 箝位 | | | | | | | | |
| 箝位输出电压 | 差分 | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | V |
| | 共模 | $-V_S$ | | $+V_S$ | $-V_S$ | | $+V_S$ | V |
| 恢复时间 | | | 100 | | | 100 | | ns |
| 输入电阻 | $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 之间的电阻 | | 480 | | | 480 | | k Ω |
| 禁用(DISABLE引脚)模式 | | | | | | | | |
| 输入电压 | 禁用 | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | V |
| | 使能 | $D_{GND} + 1.4$ | | $+V_S + 0.3$ | $D_{GND} + 1.4$ | | $+V_S + 0.3$ | V |
| 关闭时间 | 静态电流小于已使能静态电流的10% | | 6 | | | 6 | | μ s |
| 开启时间 | t_O 大于最终 V_{OUT} 的90% | | 1.2 | | | 2 | | μ s |
| DISABLE引脚偏置电流 | | | | | | | | |
| 使能 | $\overline{DISABLE} = 5\text{ V}$ | | 50 | | | 50 | | nA |
| 禁用 | $\overline{DISABLE} = 0\text{ V}$ | | 50 | | | 50 | | nA |
| D_{GND} 引脚电压范围 | | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | V |
| 电源 | | | | | | | | |
| 工作范围 | | 3 | | 10 | 3 | | 10 | V |
| 静态电流 | | | | | | | | |
| 使能 | 全功率模式, $MODE = +V_S$ | | 4 | 4.2 | | | | mA |
| | 低功耗模式, $MODE = -V_S$ | | | | 1.4 | 1.6 | | mA |
| 禁用 | 全功率模式, $MODE = +V_S$ | | 60 | 70 | | | | μ A |
| | 低功耗模式, $MODE = -V_S$ | | | | 60 | 70 | | μ A |
| +PSRR | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1\text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| -PSRR | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1\text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| 工作温度范围 | | -40 | | +125 | -40 | | +125 | $^{\circ}\text{C}$ |

V_S = 3 V

除非另有说明，V_{OCM} = 中间电源电压，G = 1，R_F = R_G = 499 Ω，R_{L, dm} = 1 kΩ，T_A = 25°C。除非另有说明，所有规格适用于单端输入、差分输出。电路定义参见图98。

+D_{IN}或-D_{IN}至V_{OUT, dm}性能

表7.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|--------------|--|-------|------|-----|-------|-----|--------|----|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 1 | | 145 | | 80 | | MHz | |
| | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 2 | | 95 | | 40 | | MHz | |
| | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 5 | | 40 | | 17 | | MHz | |
| -3 dB大信号带宽 | V _{OUT, dm} = 2 V p-p, G = 1 | | 22 | | 11 | | MHz | |
| | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 1 | | 28 | | 27 | | MHz | |
| 0.1 dB平坦度带宽 | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 2 | | 20 | | 7 | | MHz | |
| | V _{OUT, dm} = 20 mV p-p, G = 2 | | 20 | | 7 | | MHz | |
| 压摆率 | V _{OUT, dm} = 4 V步进 | | 600 | | 100 | | V/μs | |
| 0.1%建立时间 | V _{OUT, dm} = 4 V步进 | | 35 | | 85 | | ns | |
| 建立时间 | 16位 | | 50 | | 150 | | ns | |
| | 18位 | | 100 | | 300 | | ns | |
| 输入过驱恢复 | G = -1, V _{IN, dm} = 3 V p-p, 三角波形 | | 500 | | 300 | | ns | |
| 输出过驱恢复 | G = 2, V _{OUT, dm} = 6 V p-p, 三角波形 | | 200 | | 120 | | ns | |
| 噪声/谐波性能 | | | | | | | | |
| HD2 | V _{OUT, dm} = 4 V p-p | | | | | | | |
| | f _C = 1 kHz | | -133 | | -133 | | dBc | |
| | f _C = 100 kHz | | -133 | | -133 | | dBc | |
| | f _C = 100 kHz, G = 2 | | -128 | | -128 | | dBc | |
| HD3 | f _C = 1 MHz | | -95 | | -68 | | dBc | |
| | f _C = 1 kHz | | -140 | | -138 | | dBc | |
| | f _C = 100 kHz | | -116 | | -116 | | dBc | |
| | f _C = 100 kHz, G = 2 | | -123 | | -122 | | dBc | |
| 输入电压噪声 差分 | f _C = 1 MHz | | -88 | | -62 | | dBc | |
| | f = 10 Hz | | 5 | | 7 | | nV/√Hz | |
| | f = 100 kHz | | 1.8 | | 3 | | nV/√Hz | |
| | 1/f转折频率 | | 100 | | 40 | | Hz | |
| 共模 | f = 10 Hz | | 350 | | 284 | | nV/√Hz | |
| | f = 100 kHz | | 30 | | 38 | | nV/√Hz | |
| | 1/f转折频率 | | 1000 | | 1000 | | nV/√Hz | |
| 积分电压噪声 | 0.1 Hz至10 Hz | | 35 | | 25 | | nV rms | |
| 输入电流噪声 | f = 10 Hz | | 11 | | 4 | | pA/√Hz | |
| | f = 100 kHz | | 1.0 | | 0.6 | | pA/√Hz | |
| | 1/f转折频率 | | 2000 | | 1000 | | Hz | |

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|--------------------|---|------------------------|-------|------------------------|------------------------|-------|------------------------|---------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 输入特性 | | | | | | | | |
| 输入失调电压 | 25°C | | ±10 | ±50 | | ±10 | ±50 | μV |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±15 | ±80 | | ±15 | ±80 | μV |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±30 | ±115 | | ±30 | ±115 | μV |
| 输入失调电压漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.5 | | ±0.1 | ±0.5 | μV/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.2 | ±1.0 | | ±0.2 | ±1.0 | μV/°C |
| 输入偏置电流 | T _A = 25°C | | -1.2 | -2.5 | | -0.5 | -0.8 | μA |
| | T _A = 20°C至85°C | | -1.5 | -3.0 | | -0.6 | -1.0 | μA |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -1.8 | -3.4 | | -0.7 | -1.2 | μA |
| 输入偏置电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | -10 | -50 | | -10 | -50 | nA/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | -10 | -50 | | -10 | -50 | nA/°C |
| 输入失调电流 | T _A = 25°C | | ±20 | ±200 | | ±10 | ±130 | nA |
| | T _A = 20°C至85°C | | ±25 | ±250 | | ±20 | ±150 | nA |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±40 | ±300 | | ±25 | ±200 | nA |
| 输入失调电流漂移 | T _A = 20°C至85°C | | ±0.1 | ±0.6 | | ±0.06 | ±0.38 | nA/°C |
| | T _A = -40°C至+125°C | | ±0.12 | ±0.7 | | ±0.07 | ±0.4 | nA/°C |
| V _{CM} 范围 | | -V _S | | +V _S - 1.3 | -V _S | | +V _S - 1.3 | V |
| 输入电阻 | 差分 | | 50 | | | 50 | | kΩ |
| | 共模 | | 50 | | | 50 | | MΩ |
| 输入电容 | | | 1 | | | 1 | | pF |
| CMRR | V _{CM} = 0.5 V至9 V | | -110 | | | -110 | | dB |
| 开环增益 | V _{OUT} = ±4 V | | 120 | | | 115 | | dB |
| 输出特性 | | | | | | | | |
| 输出电压摆幅 | R _L = 100 Ω | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | -V _S + 0.55 | | +V _S - 0.55 | V |
| | R _L = 1 kΩ | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | -V _S + 0.1 | | +V _S - 0.1 | V |
| 短路电流 | | | 170 | | | 140 | | mA peak |
| 输出平衡误差 | f = 100 kHz, ΔV _{OUT,cm} /ΔV _{OUT,dm} | | 100 | | | 100 | | dB |

V_{OCM} 至 $V_{OUT,cm}$ 性能

表8.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|----------------|--|--------------|----------|--------------|--------------|----------|--------------|------------------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| V_{OCM} 动态性能 | | | | | | | | |
| -3 dB小信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 20 \text{ mV p-p}$ | | 35 | | | 15 | | MHz |
| -3 dB大信号带宽 | $V_{OUT,cm} = 2 \text{ V p-p}$ | | 3.8 | | | 1.3 | | MHz |
| 压摆率 | $V_{OUT,cm} = 2 \text{ V p-p}$ | | 26 | | | 9 | | V/ μs |
| 输入电压噪声 | $f = 100 \text{ kHz}$ | | 35 | | | 45 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 增益 | $\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1 \text{ V}$ | 0.99 | 1 | 1.01 | 0.99 | 1 | 1.01 | V/V |
| V_{OCM} 特性 | | | | | | | | |
| 输入共模电压范围 | | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | $-V_S + 0.4$ | | $+V_S - 1.4$ | V |
| 输入电阻 | | | 125 | | | 125 | | k Ω |
| 失调电压 | $V_{OS,cm} = V_{OUT,cm} - V_{OCM},$ $V_{IP} = V_{IN} = V_{OCM} = 0 \text{ V}$ 25°C | | ± 10 | ± 60 | | ± 10 | ± 60 | mV |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 10 | | | ± 10 | | mV |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 20 | | | ± 20 | | mV |
| 输入失调电压漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | ± 5 | | | ± 5 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | ± 10 | | | ± 10 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入偏置电流 | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | | -220 | | | -160 | | μA |
| | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -300 | | | -205 | | μA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -350 | | | -230 | | μA |
| 输入偏置电流漂移 | $T_A = 20^\circ\text{C}$ 至85°C | | -1.3 | | | -0.75 | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至+125°C | | -1.5 | | | -1.0 | | $\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ |
| CMRR | $\Delta V_{OS,dm}/\Delta V_{OCM}, \Delta V_{OCM} = \pm 1 \text{ V}$ | | -130 | | | -130 | | dB |

一般性能

表9.

| 参数 | 测试条件/注释 | 全功率模式 | | | 低功耗模式 | | | 单位 |
|------------------|---|-----------------|------|---------------|-----------------|------|---------------|--------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| 箱位 | | | | | | | | |
| 箱位输出电压 | 差分 | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | $-V_S - 0.5$ | | $+V_S + 0.5$ | V |
| | 共模 | $-V_S$ | | $+V_S$ | $-V_S$ | | $+V_S$ | V |
| 恢复时间 | | | 100 | | | 100 | | ns |
| 输入电阻 | $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 之间的电阻 | | 480 | | | 480 | | k Ω |
| 禁用(DISABLE引脚)模式 | | | | | | | | |
| 输入电压 | 禁用 | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | $-V_S - 0.3$ | | $D_{GND} + 1$ | V |
| | 使能 | $D_{GND} + 1.4$ | | $+V_S + 0.3$ | $D_{GND} + 1.4$ | | $+V_S + 0.3$ | V |
| 关闭时间 | 静态电流小于已使能静态电流的10% | | 6 | | | 6 | | μ s |
| 开启时间 | t_o 大于最终 V_{OUT} 的90% | | 1.2 | | | 2 | | μ s |
| DISABLE引脚偏置电流 | | | | | | | | |
| 使能 | $\overline{DISABLE} = 3\text{ V}$ | | 50 | | | 50 | | nA |
| 禁用 | $\overline{DISABLE} = 0\text{ V}$ | | 50 | | | 50 | | nA |
| D_{GND} 引脚电压范围 | | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | $-V_S$ | | $+V_S - 2.5$ | V |
| 电源 | | | | | | | | |
| 工作范围 | | 3 | | 10 | 3 | | 10 | V |
| 静态电流 | | | | | | | | |
| 使能 | 全功率模式, $MODE = +V_S$ | | 4 | 4.2 | | 1.4 | 1.6 | mA |
| | 低功耗模式, $MODE = -V_S$ | | | | | | | mA |
| 禁用 | 全功率模式, $MODE = +V_S$ | | 60 | 70 | | | | μ A |
| | 低功耗模式, $MODE = -V_S$ | | | | | 60 | 70 | μ A |
| +PSRR | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1\text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| -PSRR | $\Delta V_{OS, dm} / \Delta V_S, \Delta V_S = 1\text{ V p-p}$ | | -120 | | | -120 | | dB |
| 工作温度范围 | | -40 | | +125 | -40 | | +125 | $^{\circ}\text{C}$ |

绝对最大额定值

表10.

| 参数 | 额定值 |
|------------------|--------------|
| 电源电压 | 11 V |
| V_{OCM} | $\pm V_S$ |
| 差分输入电压 | ± 1 V |
| 工作温度范围 | -40°C至+125°C |
| 存储温度范围 | -65°C至+150°C |
| 引脚温度（焊接，10秒） | 300°C |
| 结温 | 150°C |
| 静电放电(ESD) | |
| 场感应元件充电模式(FICDM) | 1250 V |
| 人体模型(HBM) | 4000 V |

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

热阻

热性能与印刷电路板(PCB)设计和工作环境直接相关。必须慎重对待PCB散热设计。

θ_{JA} 是自然对流下芯片的结至环境的热阻，在1立方英尺的密封外罩中测量。 θ_{JC} 是结至外壳的热阻。

表11.

| 封装类型 | θ_{JA} | θ_{JC} | 单位 |
|----------|---------------|---------------|------|
| CP-16-22 | 70 | 15 | °C/W |

最大功耗

ADA4945-1封装内的最大安全功耗受相应的芯片结温(T_J)升高情况限制。达到玻璃化转变温度150°C左右时，塑料的特性发生改变。即使只是暂时超过这一温度限值也会改变封装对芯片作用的应力，从而永久性地转变ADA4945-1的参数性能。长时间超过150°C的结温会导致芯片器件出现变化，因而可能造成故障。

封装的功耗(P_D)为静态功耗与封装中所有输出的负载驱动所导致的功耗之和。静态功耗为电源引脚之间的电压($\pm V_S$)乘以静态电流(I_S)。负载电流由流至负载的差分电流和共模电流构成，同时包括流经外部反馈网络和内部共模反馈环路的电流。共模反馈环路中使用的内部电阻抽头在输出端应用一个可忽略不计的差分负载。处理交流信号时，应考虑均方根电压和电流。

气流会降低 θ_{JA} 。此外，更多金属直接与封装引脚接触，从金属走线到通孔、接地和电源层，这同样可降低 θ_{JA} 。

图2所示为JEDEC标准4层板上16引脚LFCSP($\theta_{JA} = 70^\circ\text{C/W}$)封装内部的最大安全功耗与环境温度的关系。 θ_{JA} 为近似值。

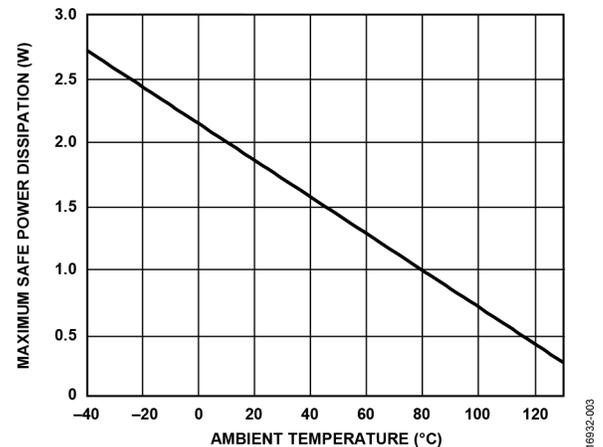


图2. 最大安全功耗与环境温度的关系

ESD警告



ESD（静电放电）敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述

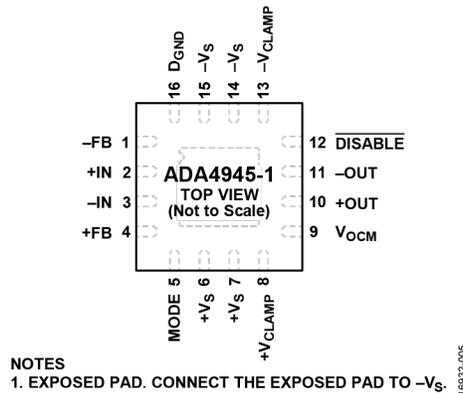


图3. 引脚配置

表12. 引脚功能描述

| 引脚编号 | 引脚名称 | 描述 |
|------|--------------------|------------------------|
| 1 | -FB | 反馈器件连接的负输出。 |
| 2 | +IN | 正输入求和节点。 |
| 3 | -IN | 负输入求和节点。 |
| 4 | +FB | 反馈器件连接的正输出。 |
| 5 | MODE | 选择全功率模式或低功耗模式。 |
| 6 | + V_S | 正电源电压。 |
| 7 | + V_S | 正电源电压。 |
| 8 | + V_{CLAMP} | 正箝位电平。 |
| 9 | V_{OCM} | 输出共模电压。 |
| 10 | +OUT | 负载连接的正输出。 |
| 11 | -OUT | 负载连接的负输出。 |
| 12 | DISABLE | 禁用引脚。 |
| 13 | - V_{CLAMP} | 负箝位电平。 |
| 14 | - V_S | 负电源电压。 |
| 15 | - V_S | 负电源电压。 |
| 16 | D_{GND} | 数字地电平。 |
| | Exposed pad (EPAD) | 裸露焊盘。裸露焊盘应连接至 $-V_S$ 。 |

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 5\text{V}$, $G = 1$, $R_F = R_G = 499\ \Omega$, $R_T = 53.6\ \Omega$ (若使用), $R_L = 1\ \text{k}\Omega$ 。测试电路参见图94、图95、图96和图97。

全功率模式

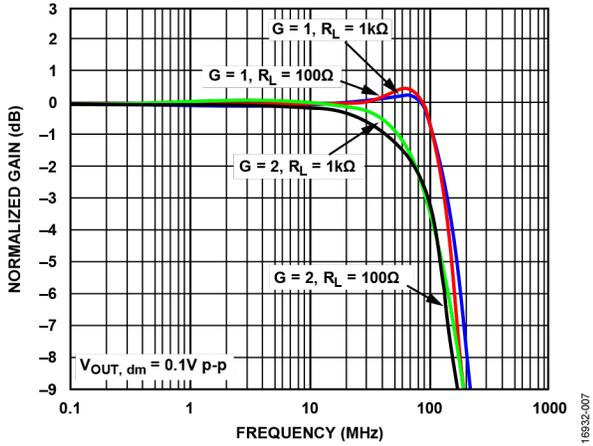


图4. 不同增益和负载下的小信号频率响应

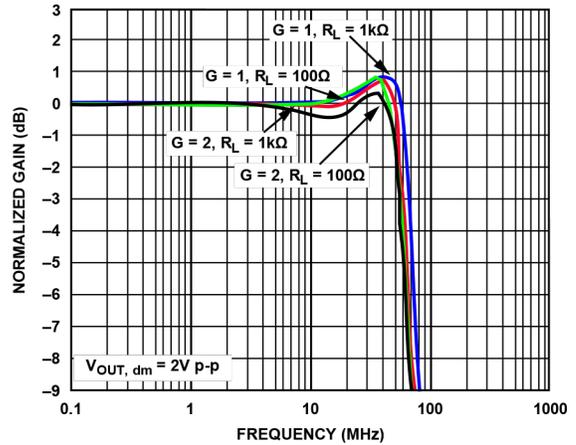


图7. 不同增益和负载下的大信号频率响应

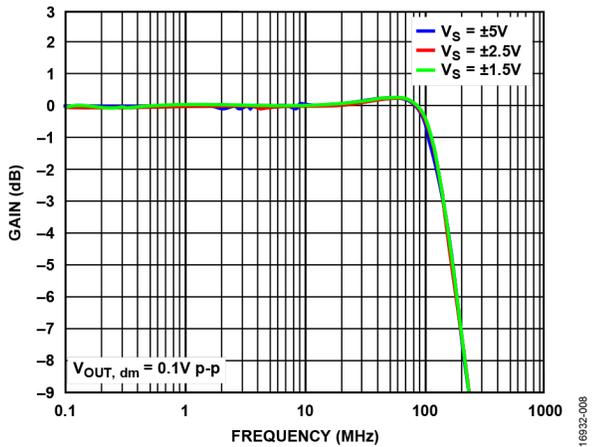


图5. 不同电源下的小信号频率响应

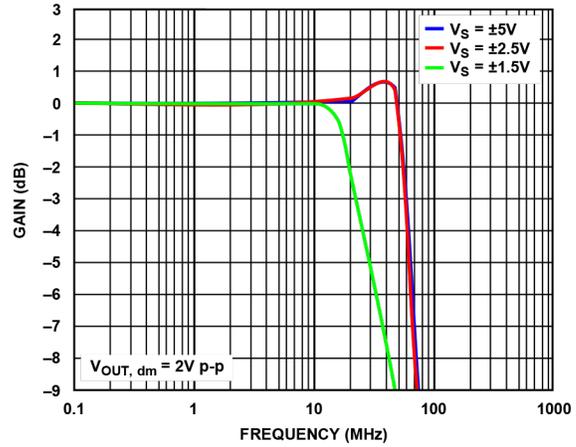


图8. 不同电源下的大信号频率响应

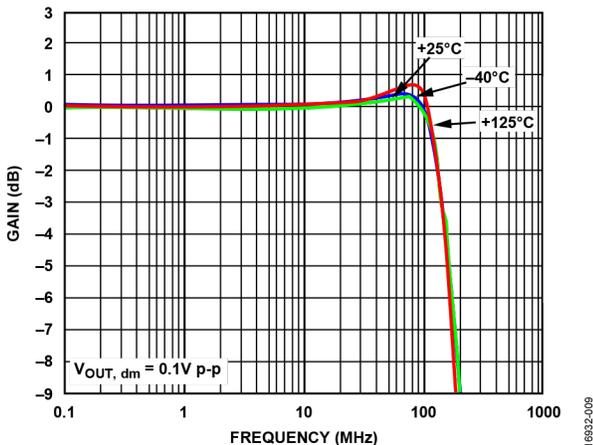


图6. 不同温度下的小信号频率响应

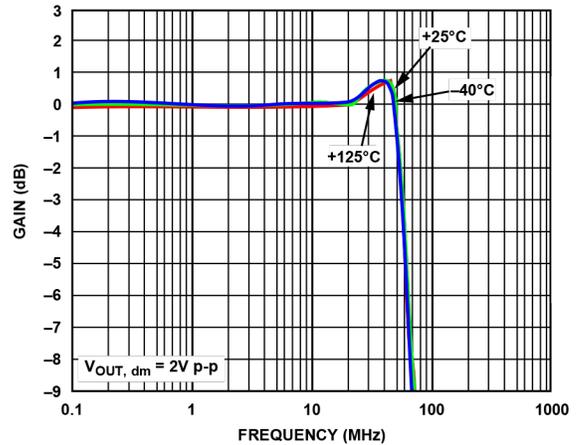


图9. 不同温度下的大信号频率响应

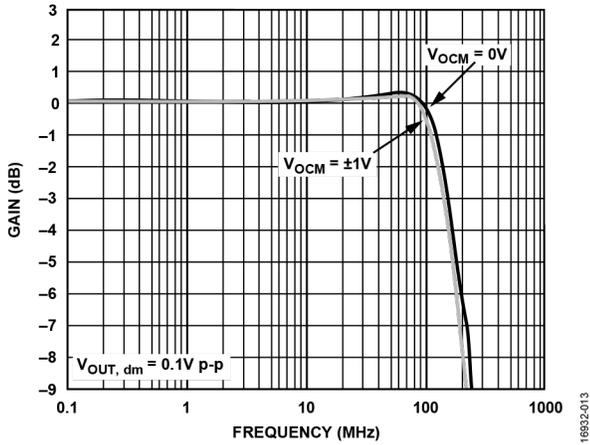


图10. 不同 V_{OCM} 电平下的小信号频率响应

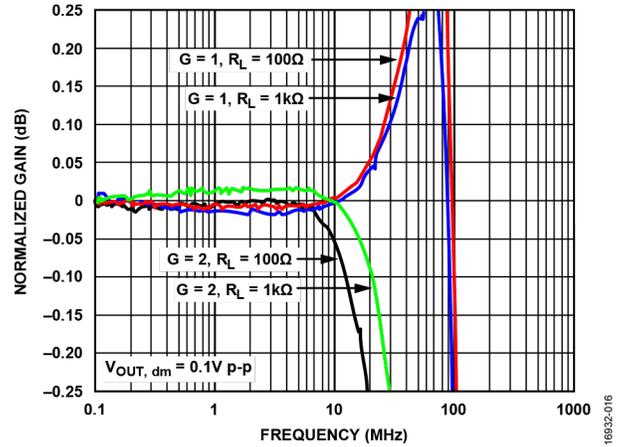


图13. 不同增益和负载下的0.1 dB平坦度小信号频率响应

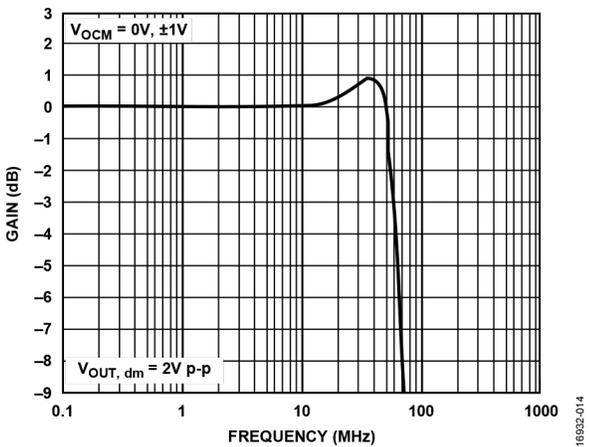


图11. 不同 V_{OCM} 电平下的大信号频率响应

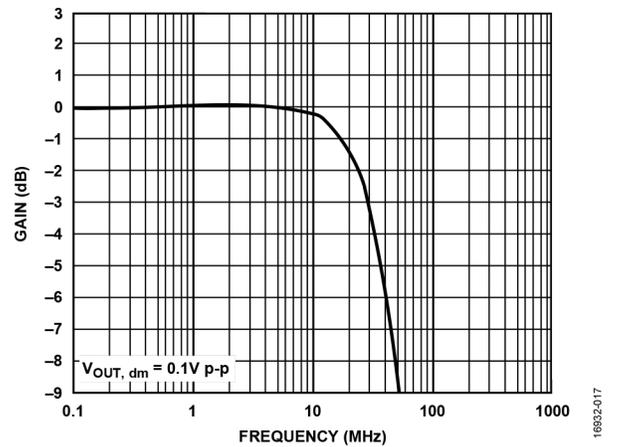


图14. V_{OCM} 小信号频率响应

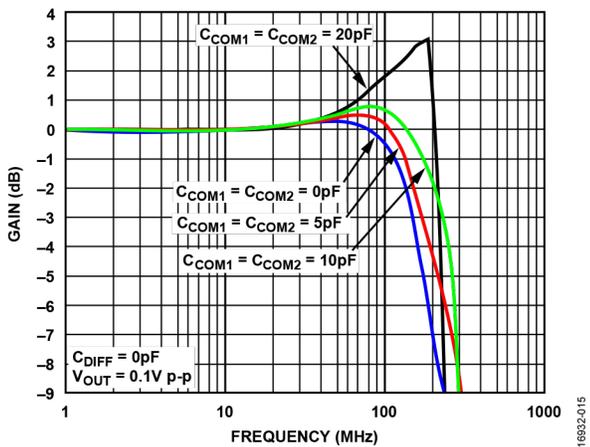


图12. 不同容性负载下的小信号频率响应

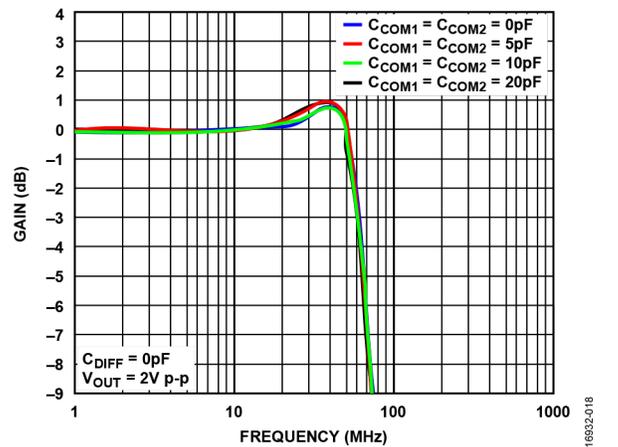


图15. 不同容性负载下的大信号频率响应

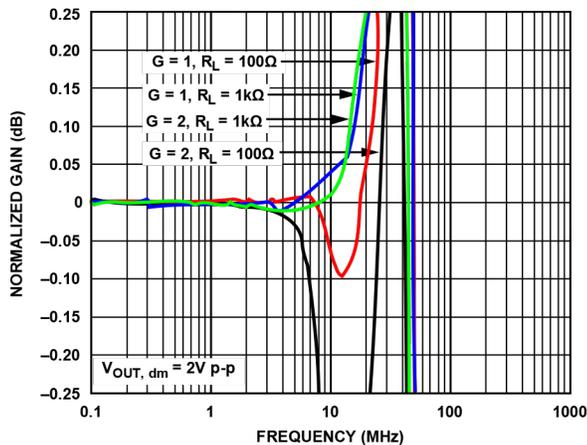


图16. 不同增益和负载下的0.1 dB平坦度大信号频率响应

16932-019

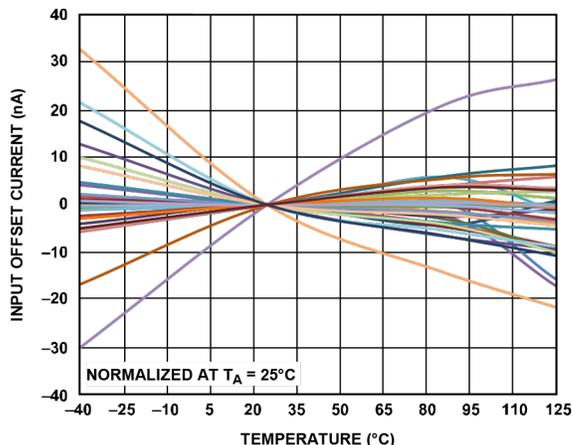


图19. 30个器件的输入失调电流与温度的关系

16932-023

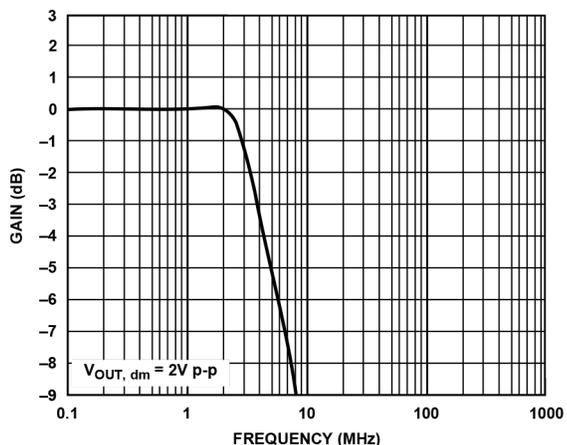


图17. V_{OCM} 大信号频率响应

16932-021

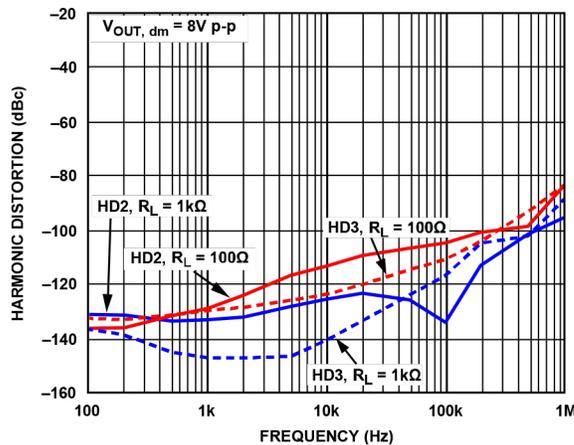


图20. 不同负载下谐波失真与频率的关系

16932-086

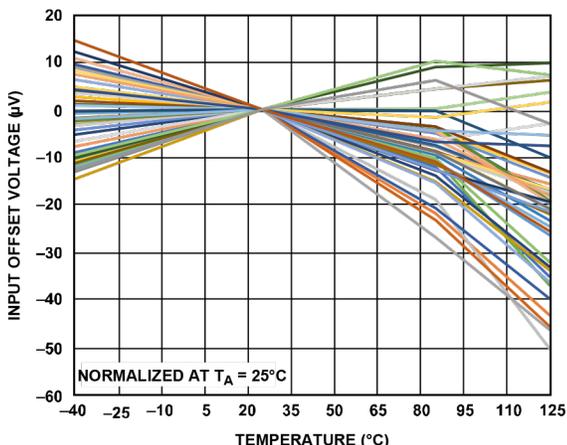


图18. 50个器件的输入失调电压与温度的关系

16932-022

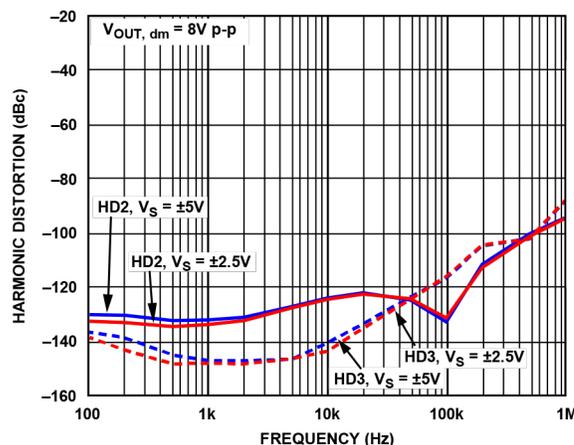


图21. 不同电源下谐波失真与频率的关系

16932-024

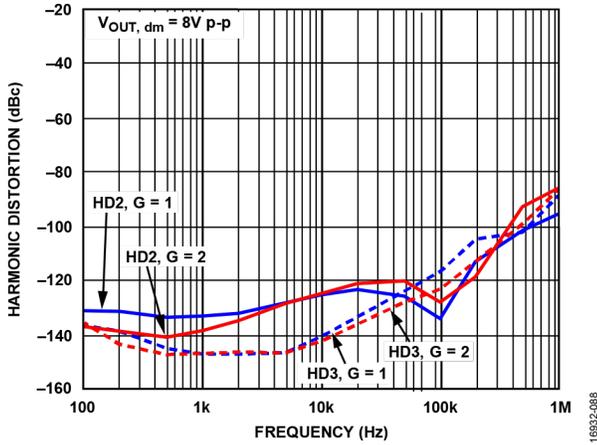


图22. 不同增益下谐波失真与频率的关系

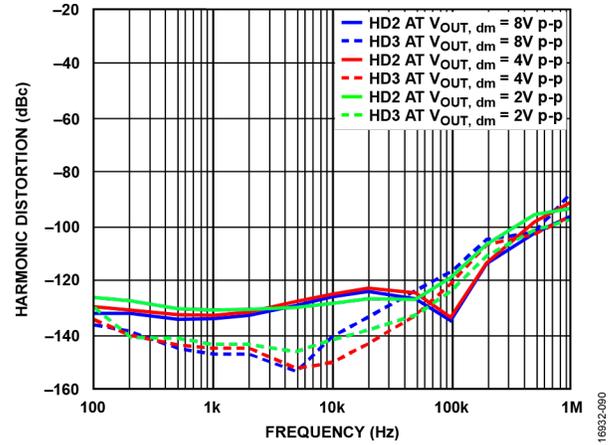


图25. 不同 $V_{OUT,dm}$ 下谐波失真与频率的关系

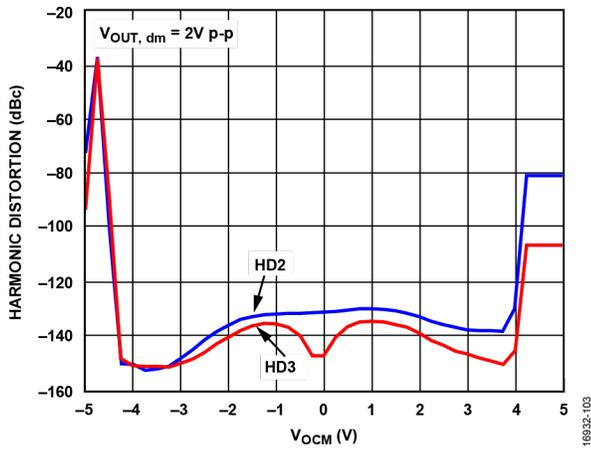


图23. 谐波失真与 V_{OCM} 的关系, $f = 1\text{ kHz}$, $\pm 5\text{ V}$ 电源

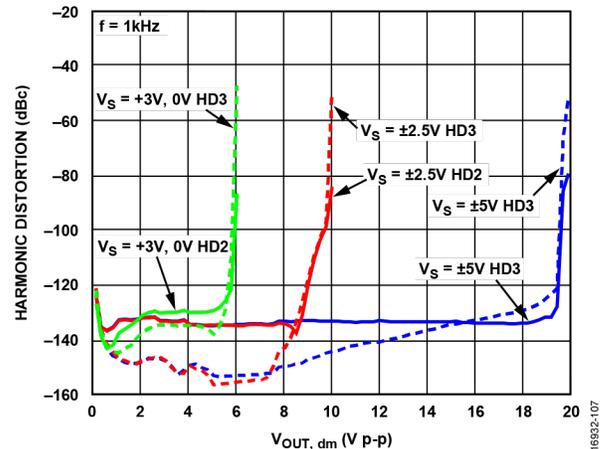


图26. 不同电源下谐波失真与 $V_{OUT,dm}$ 的关系, $f = 1\text{ kHz}$

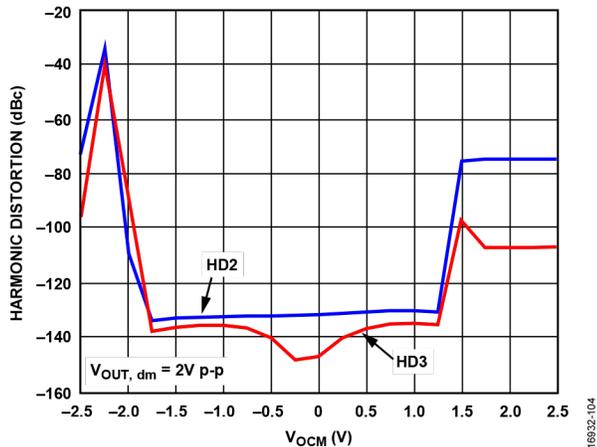


图24. 谐波失真与 V_{OCM} 的关系, $f = 1\text{ kHz}$, $\pm 2.5\text{ V}$ 电源

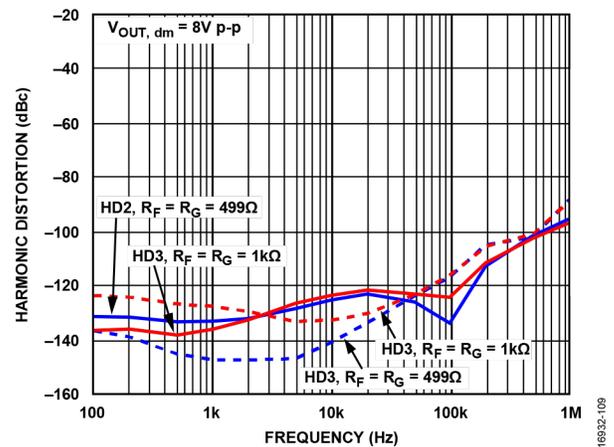


图27. 不同 R_F 和 R_G 值的谐波失真与频率的关系

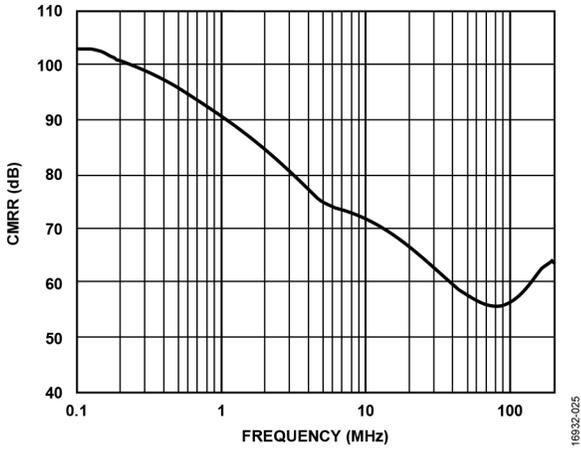


图28. CMRR与频率的关系

16932-025

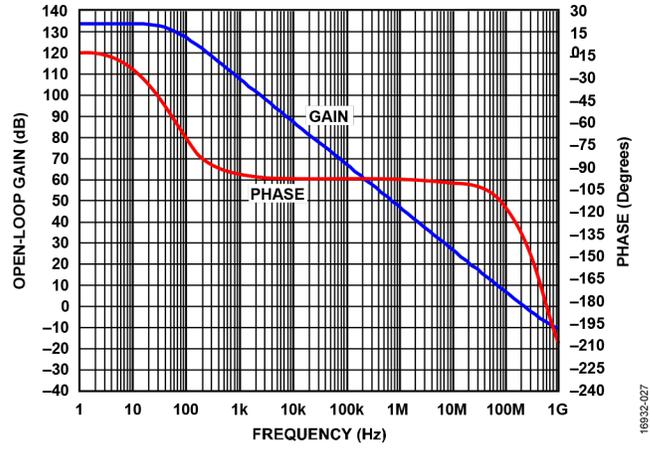


图31. 开环增益和相位与频率的关系

16932-027

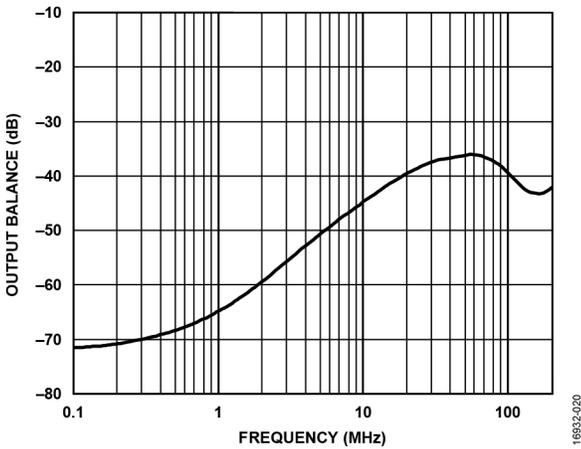


图29. 输出平衡与频率的关系

16932-020

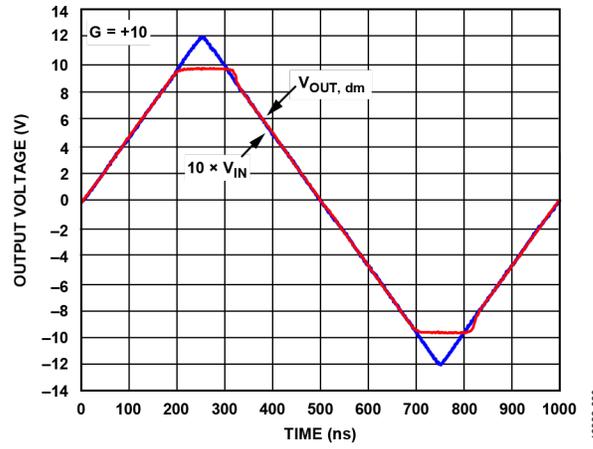


图32. 输出过驱恢复, G = 2

16932-030

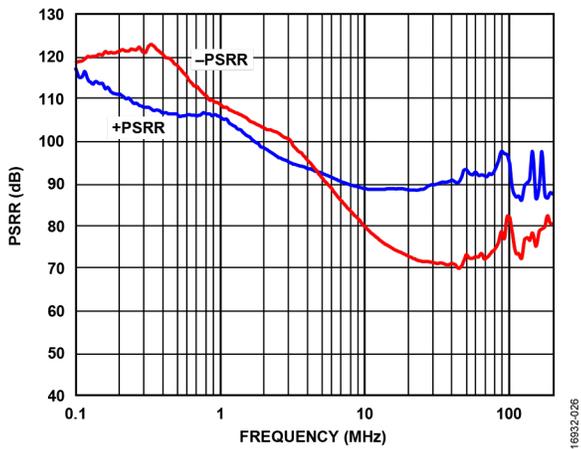


图30. PSRR与频率的关系

16932-026

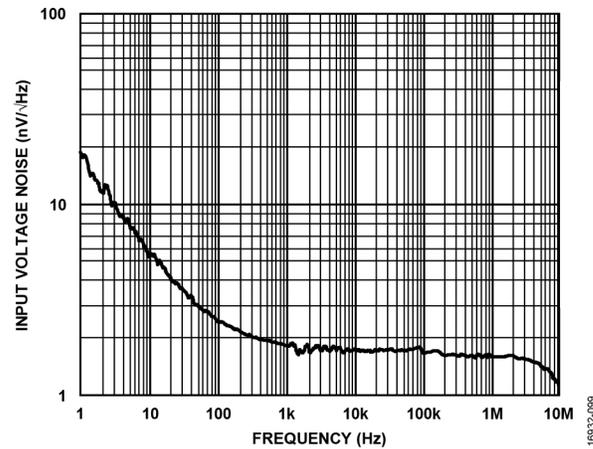


图33. 折合到输入端的电压噪声谱密度

16932-059

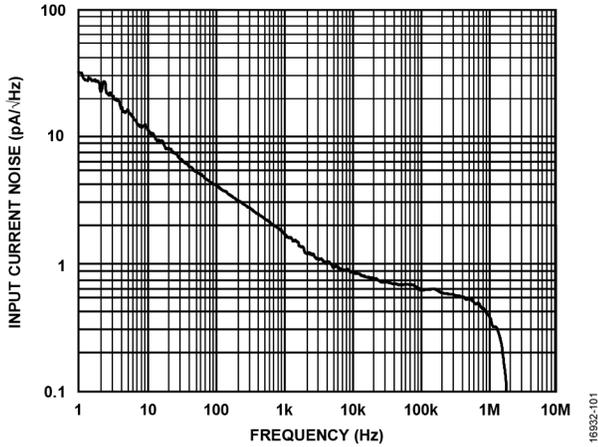


图34. 输入电流噪声谱密度

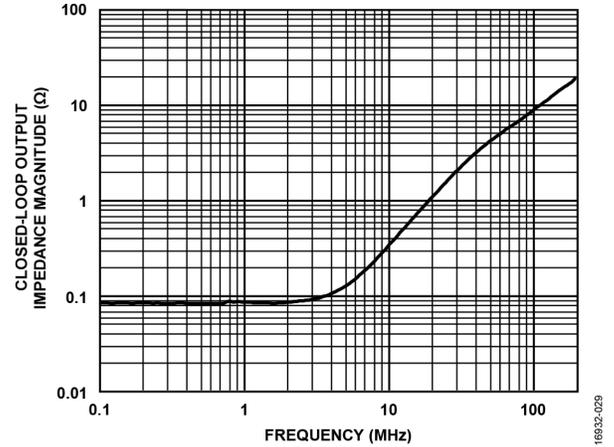


图37. 闭环输出阻抗幅度与频率的关系, $G = 1$

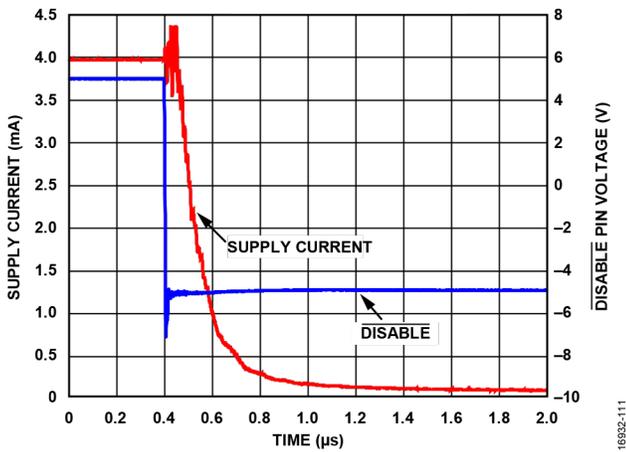


图35. $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚关断时间

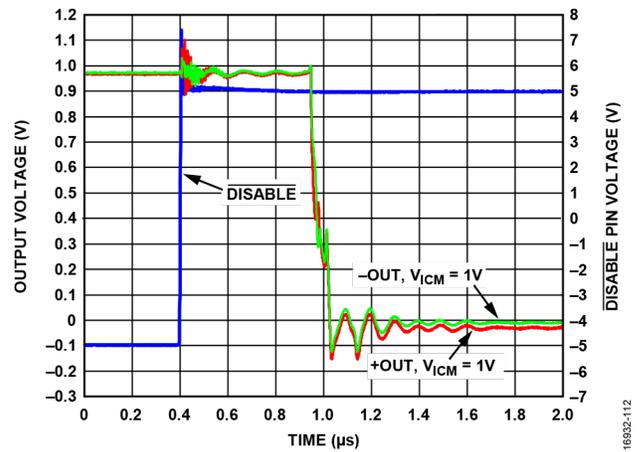


图38. $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚开启时间

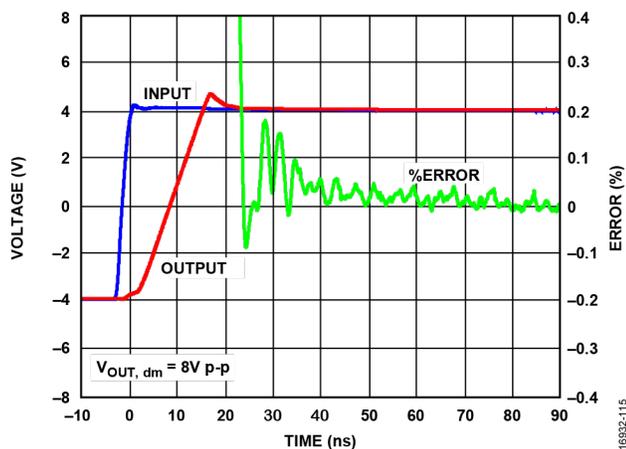


图36. 0.1% 建立时间

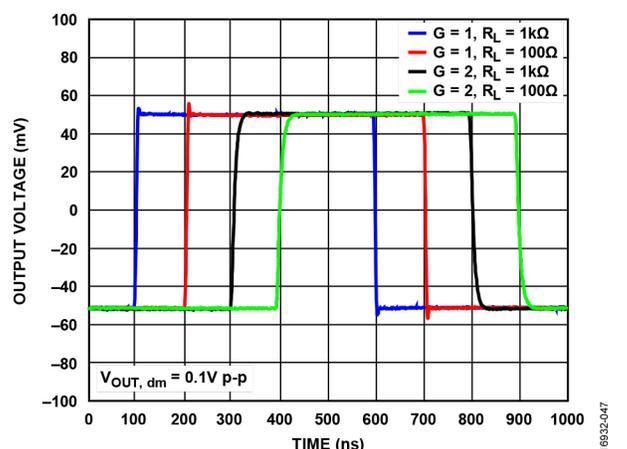


图39. 不同增益和负载下的小信号瞬态响应

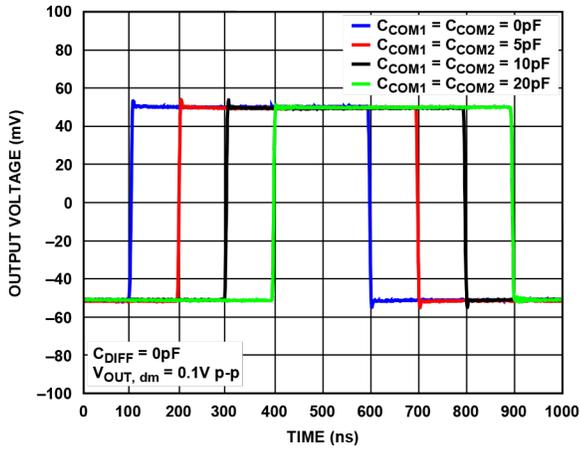


图40. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_s = 10V$

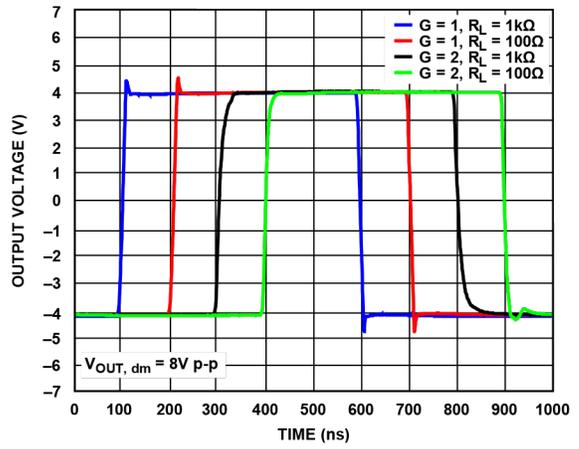


图43. 不同增益和负载下的大信号瞬态响应

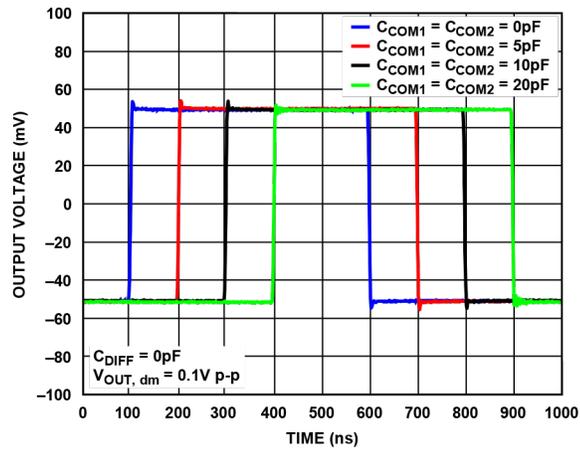


图41. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_s = 5V$

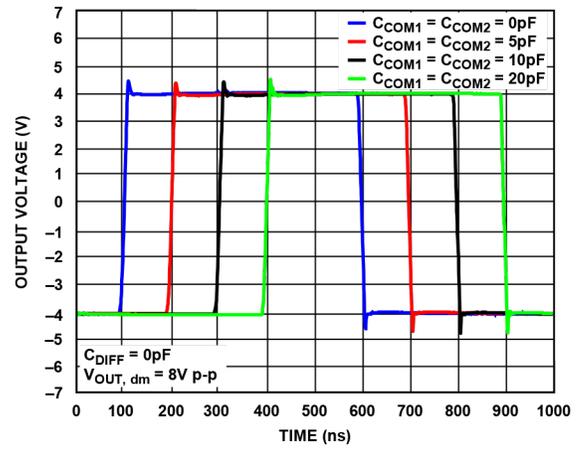


图44. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_s = 10V$

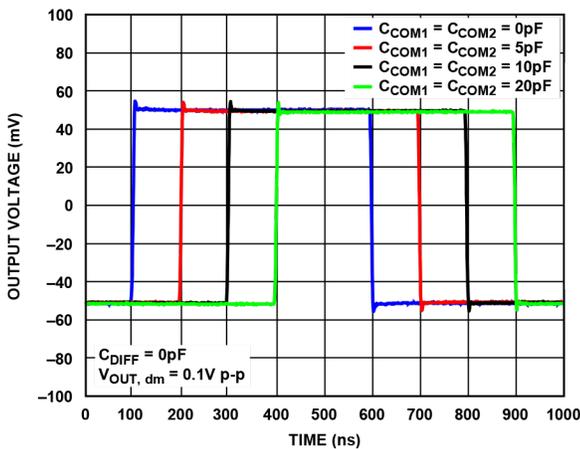


图42. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_s = 3V$

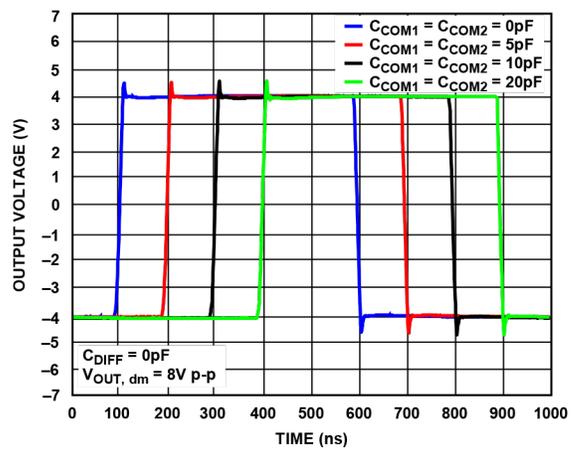


图45. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_s = 5V$

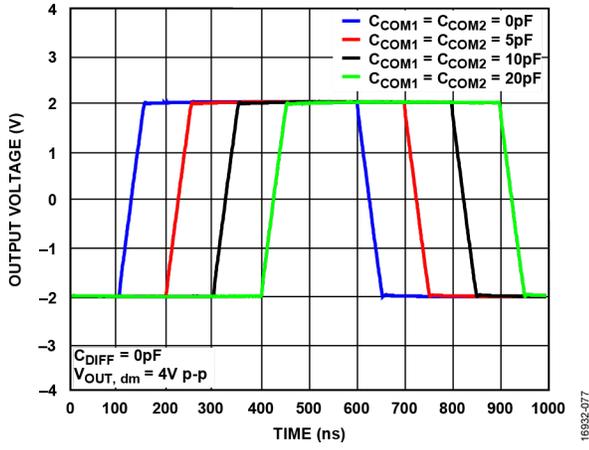


图46. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_S = 3V$

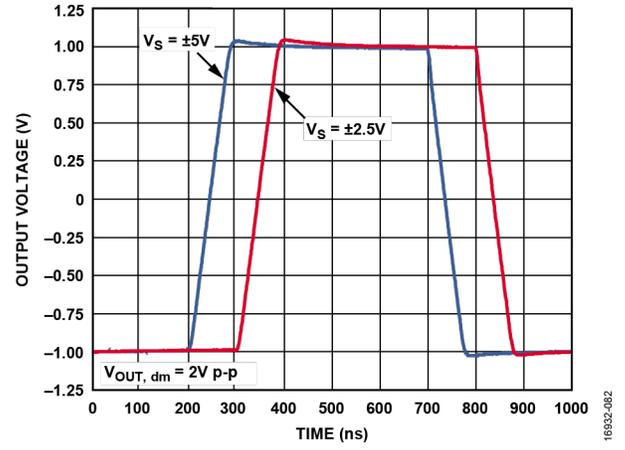


图48. V_{OCM} 大信号瞬态响应

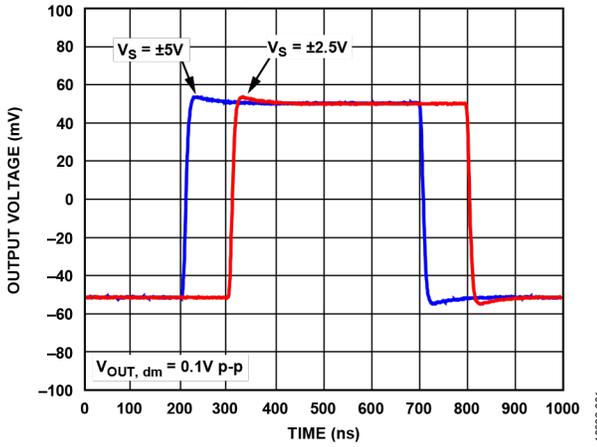


图47. V_{OCM} 小信号瞬态响应

低功耗模式

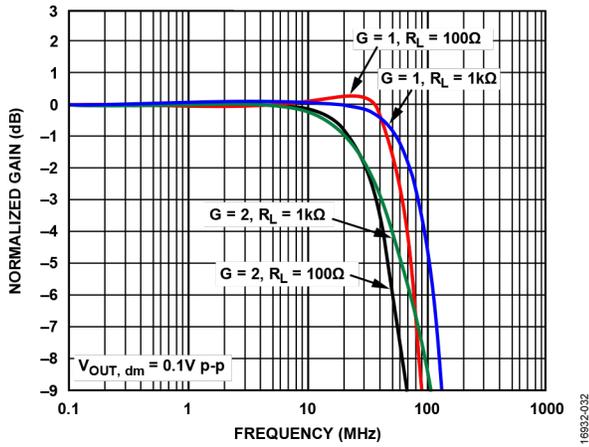


图49. 不同增益和负载下的小信号频率响应

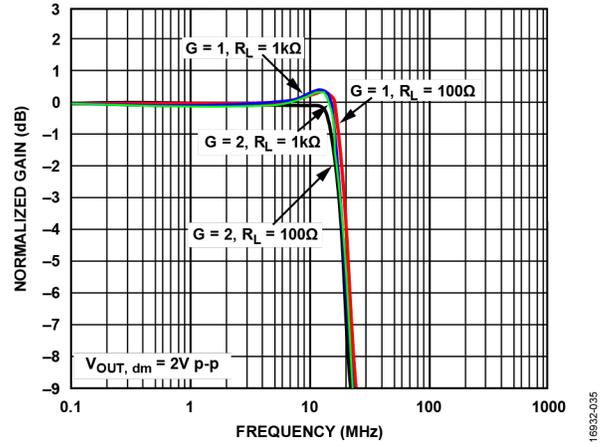


图52. 不同增益和负载下的大信号频率响应

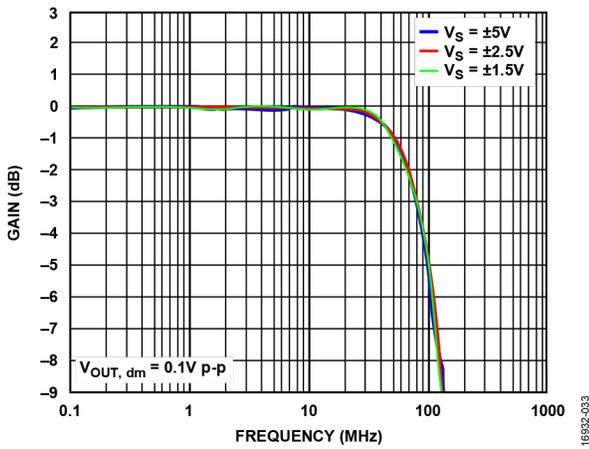


图50. 不同电源下的小信号频率响应

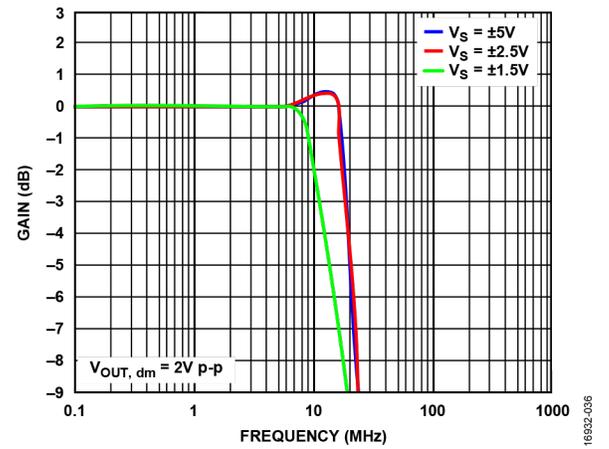


图53. 不同电源下的大信号频率响应

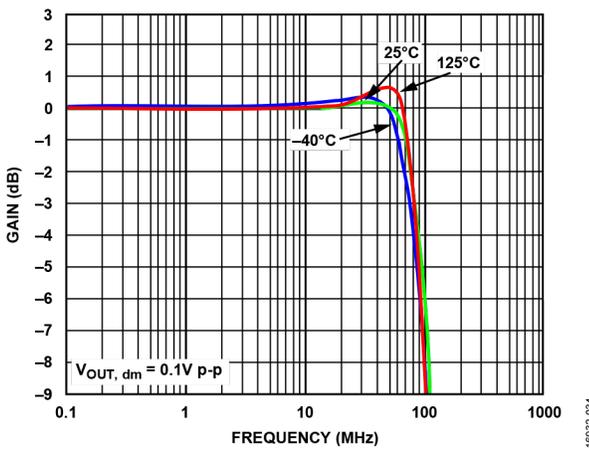


图51. 不同温度下的小信号频率响应

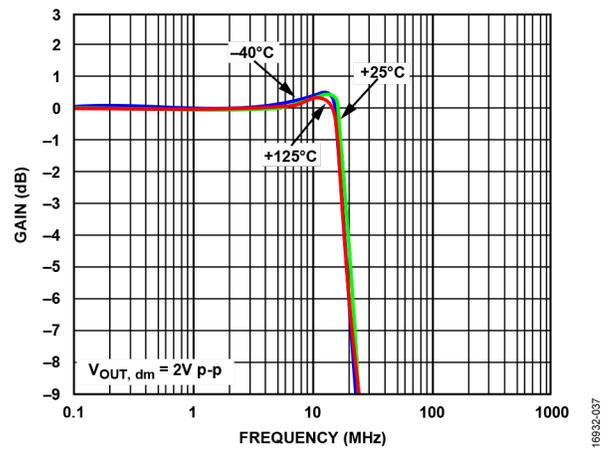


图54. 不同温度下的大信号频率响应

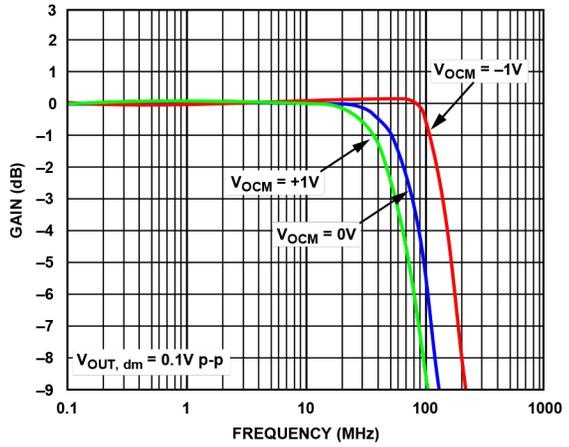


图55. 不同 V_{OCM} 电平下的小信号频率响应

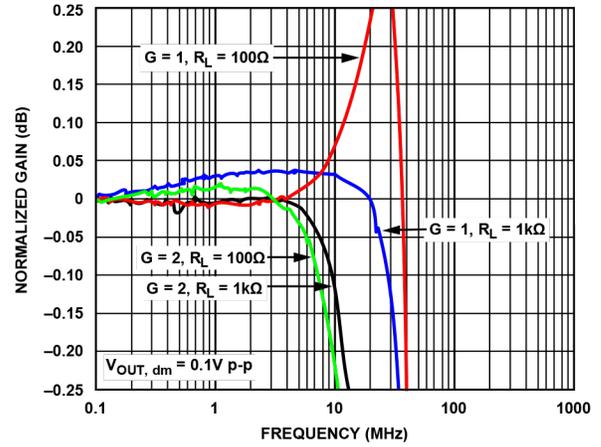


图58. 不同增益和负载下的0.1 dB平坦度小信号频率响应

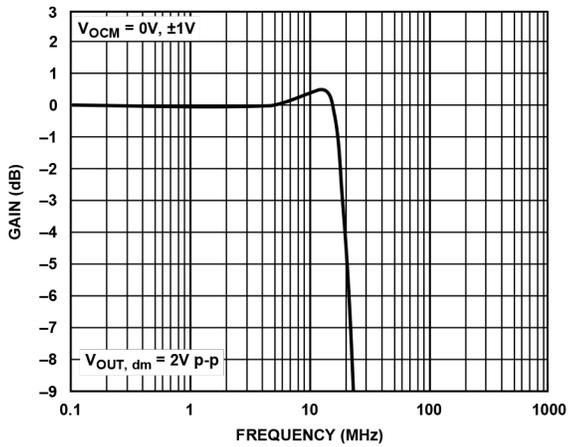


图56. 不同 V_{OCM} 电平下的大信号频率响应

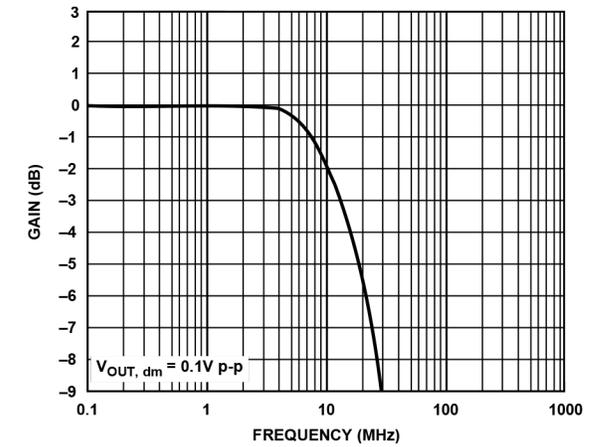


图59. V_{OCM} 小信号频率

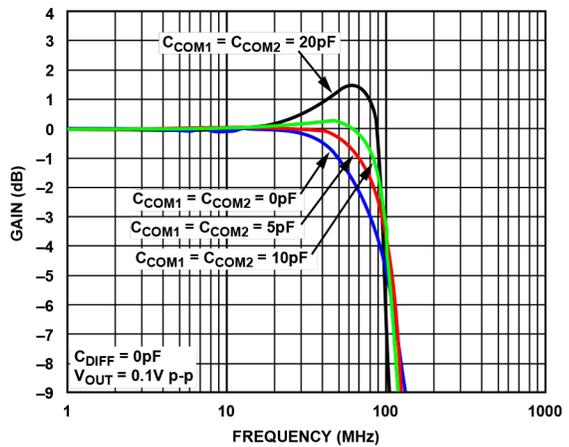


图57. 不同容性负载下的小信号频率响应

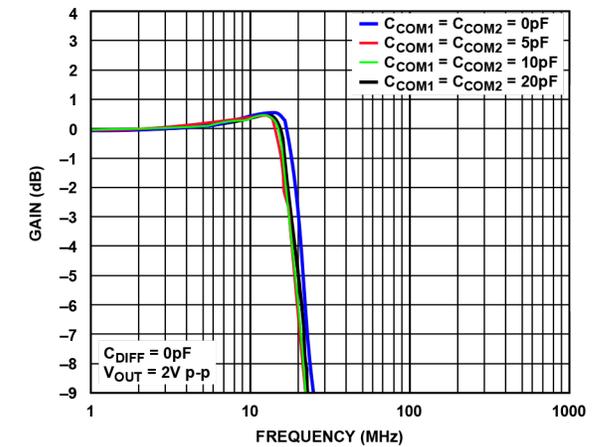


图60. 不同容性负载下的大信号频率响应

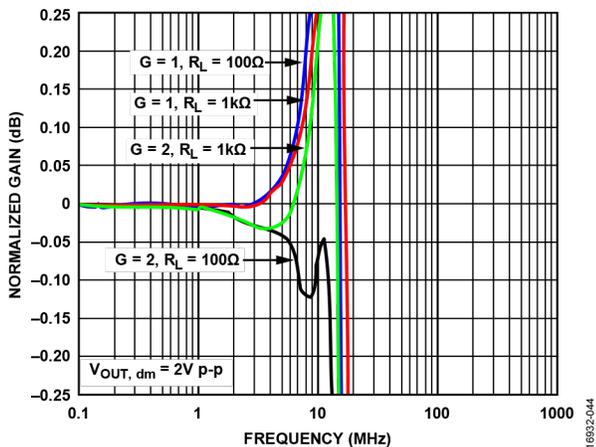


图61. 不同增益和负载下的0.1 dB平坦度大信号频率响应

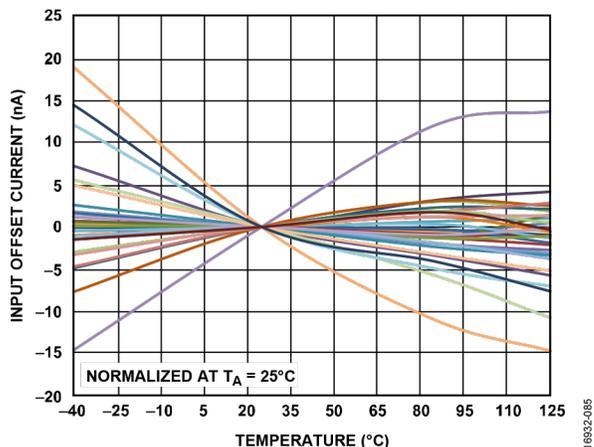


图64. 30个器件的输入失调电流与温度的关系

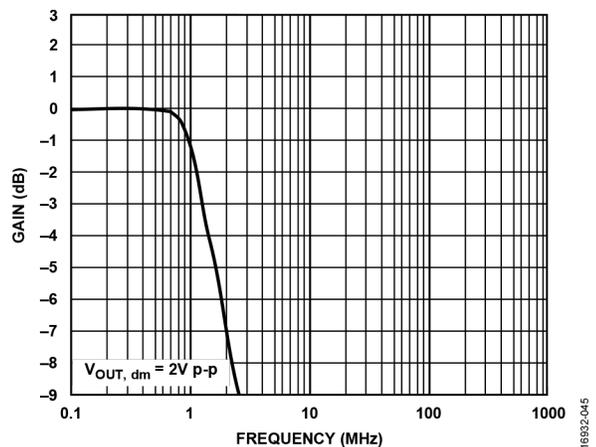


图62. V_{OCM} 大信号频率

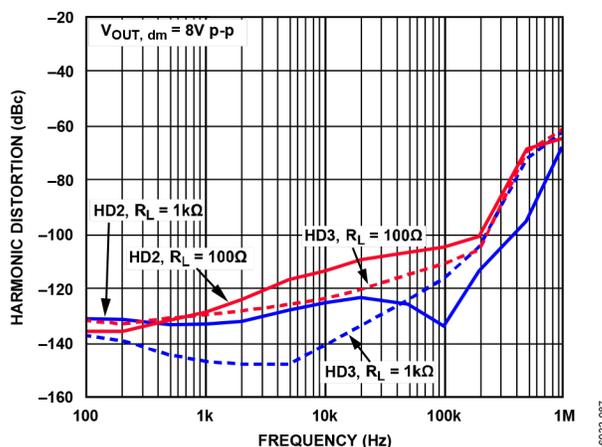


图65. 不同负载下谐波失真与频率的关系

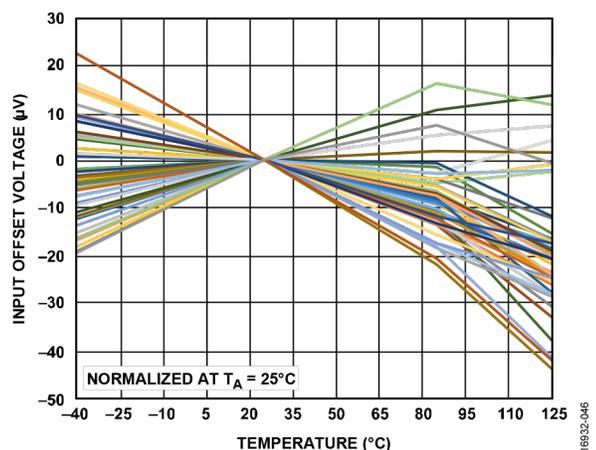


图63. 50个器件的输入失调电压与温度的关系

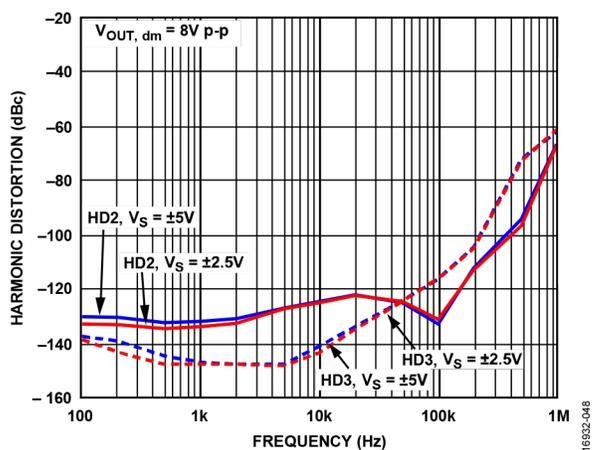


图66. 不同电源下谐波失真与频率的关系

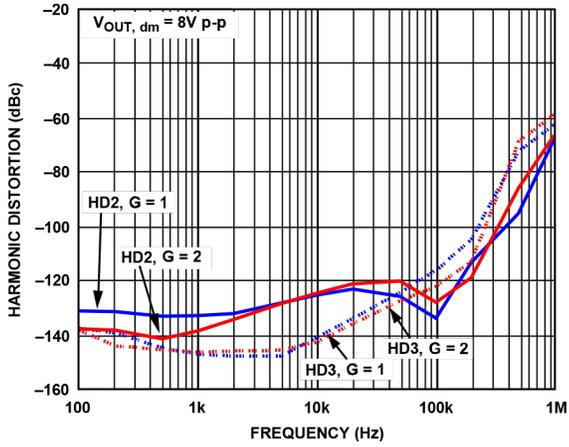


图67. 不同增益下谐波失真与频率的关系

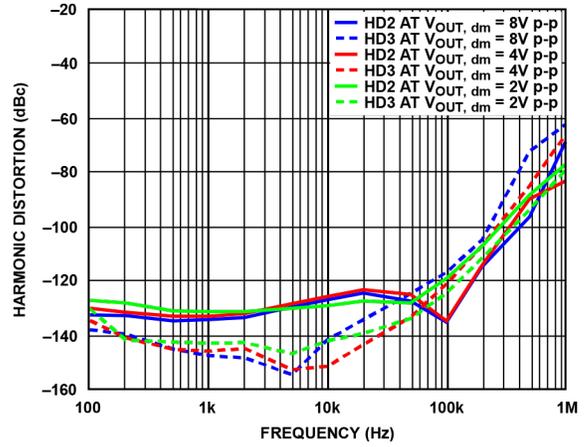


图70. 不同 $V_{OUT, dm}$ 下谐波失真与频率的关系

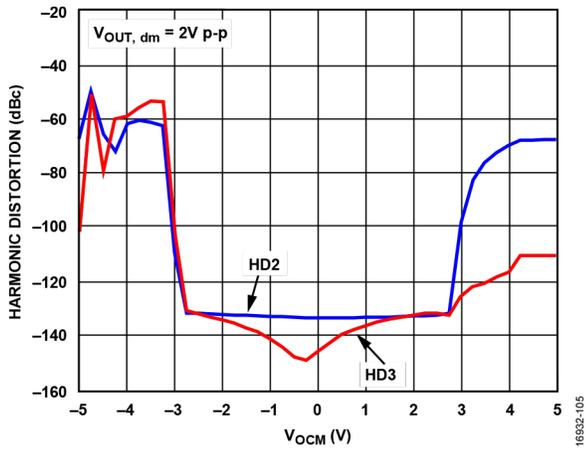


图68. 谐波失真与 V_{OCM} 的关系, $f = 1kHz$, $\pm 5V$ 电源

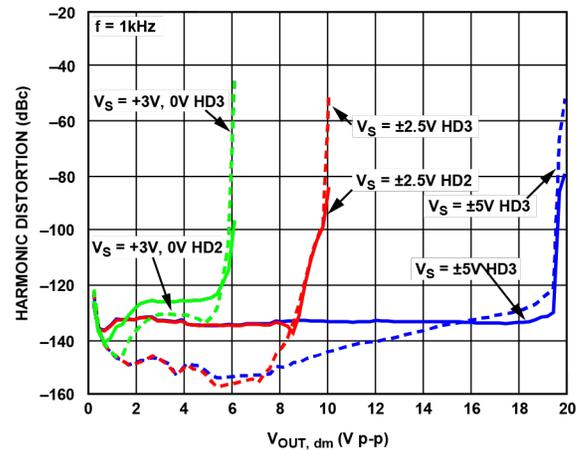


图71. 不同电源下谐波失真与 $V_{OUT, dm}$ 的关系, $f = 1kHz$

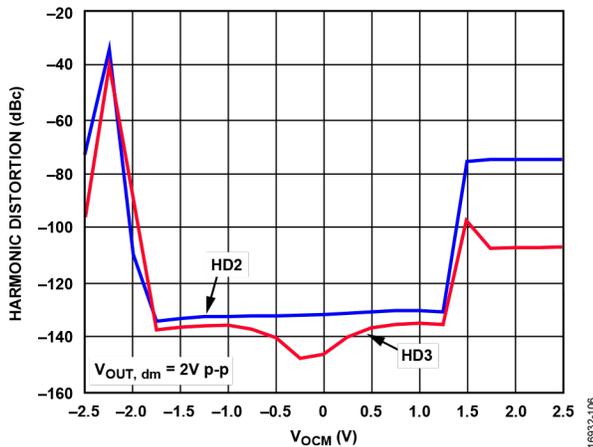


图69. 谐波失真与 V_{OCM} 的关系, $f = 1kHz$, $\pm 2.5V$ 电源

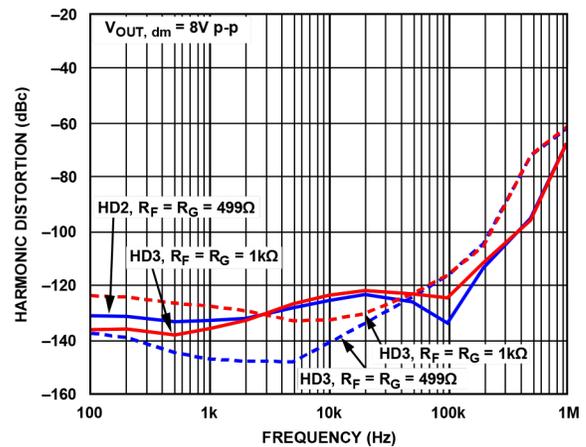


图72. 不同 R_F 和 R_G 值的谐波失真与频率的关系

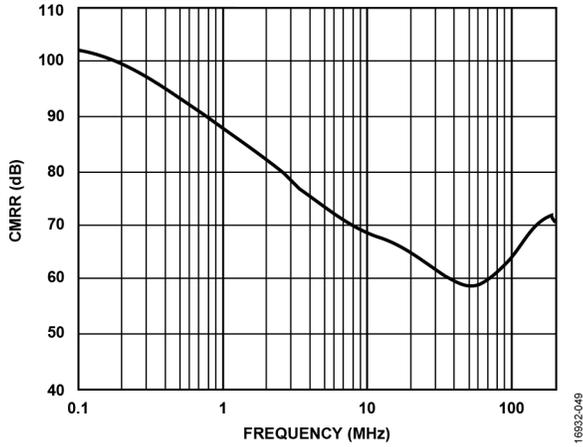


图73. CMRR与频率的关系

16932-049

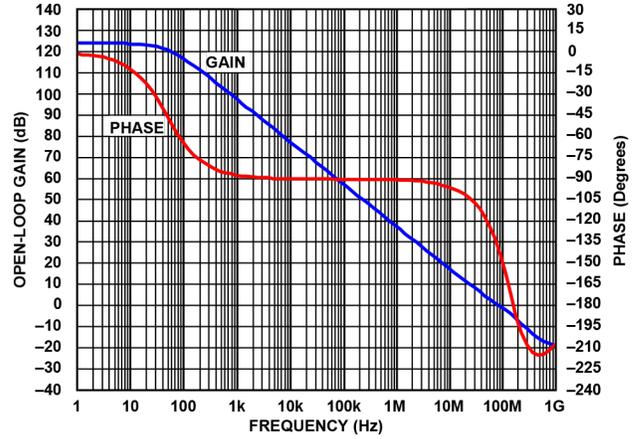


图76. 开环增益和相位与频率的关系

16932-051

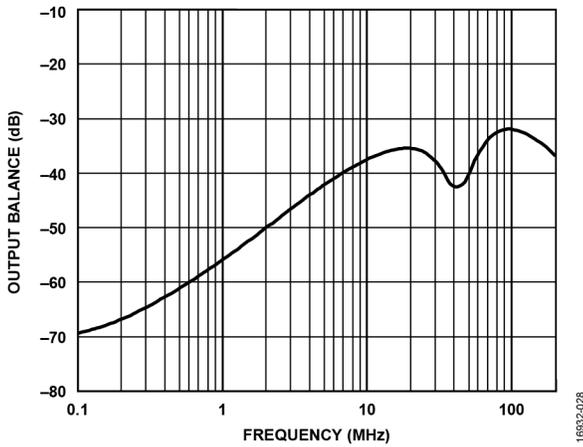


图74. 输出平衡与频率的关系

16932-028

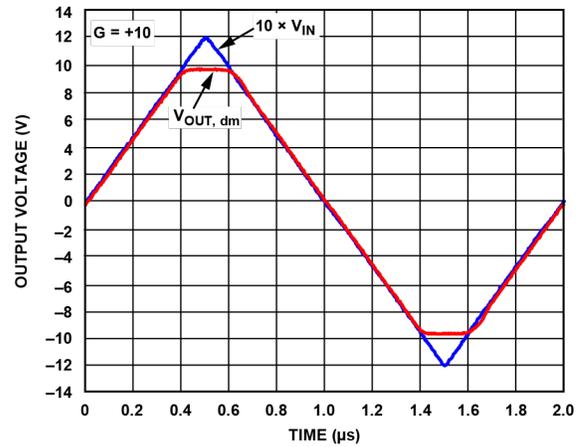


图77. 输出过驱恢复, G = 2

16932-031

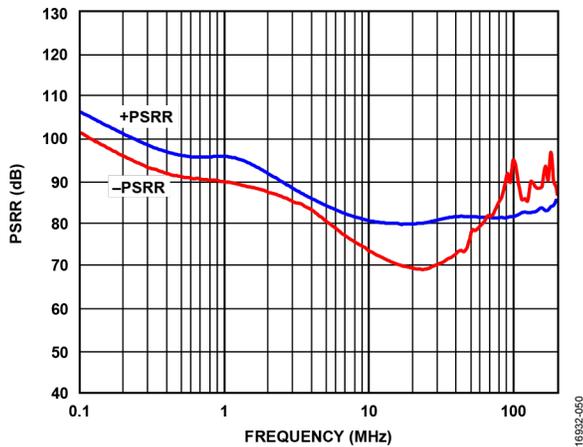


图75. PSRR与频率的关系

16932-060

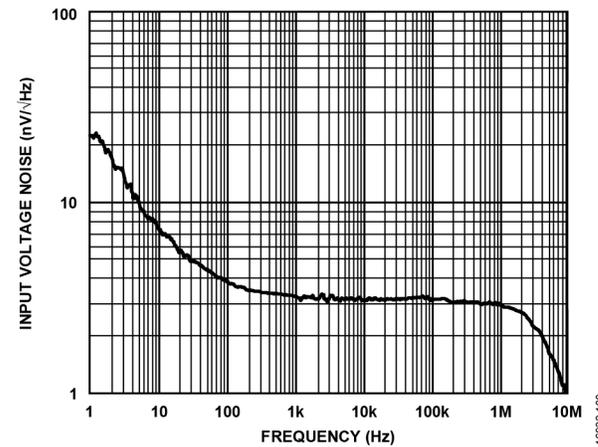


图78. 折合到输入端的电压噪声谱密度

16932-100

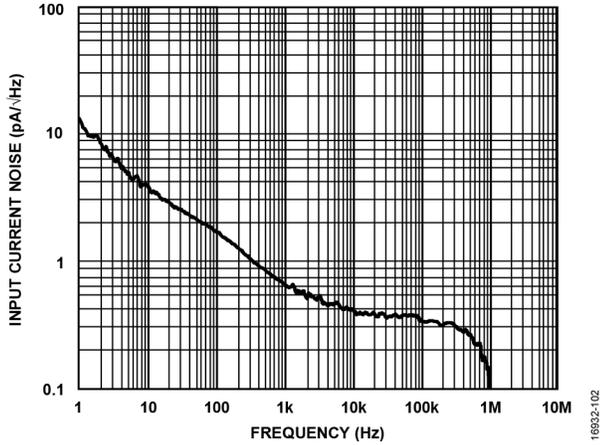


图79. 电流噪声频谱密度

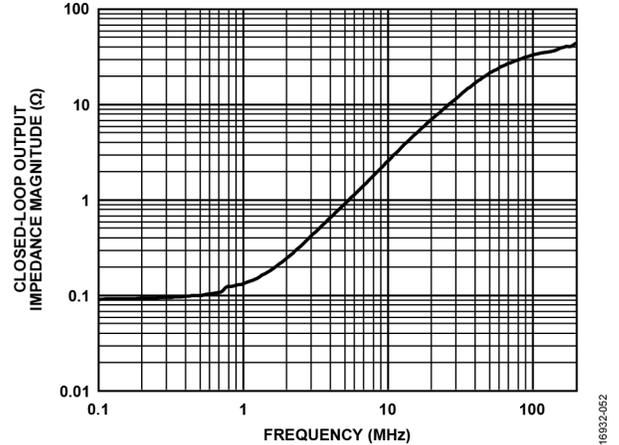


图82. 闭环输出阻抗幅度与频率的关系, $G = 1$

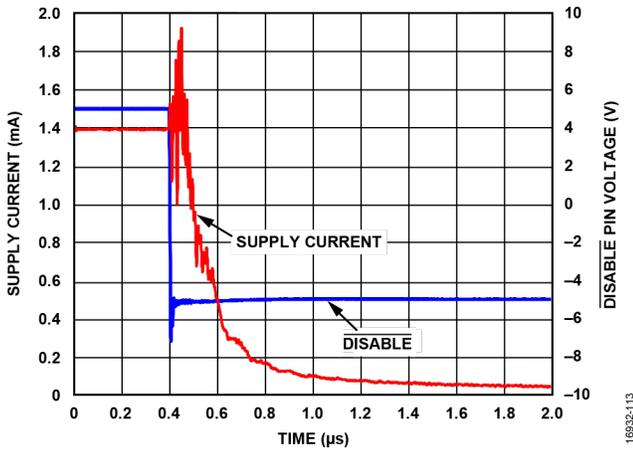


图80. $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚关断时间

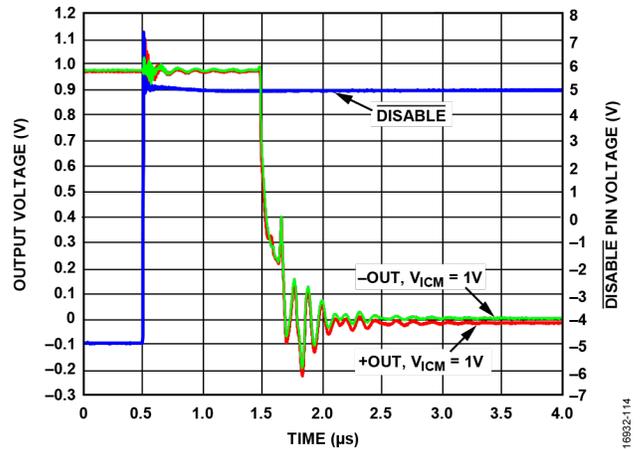


图83. $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚开启时间

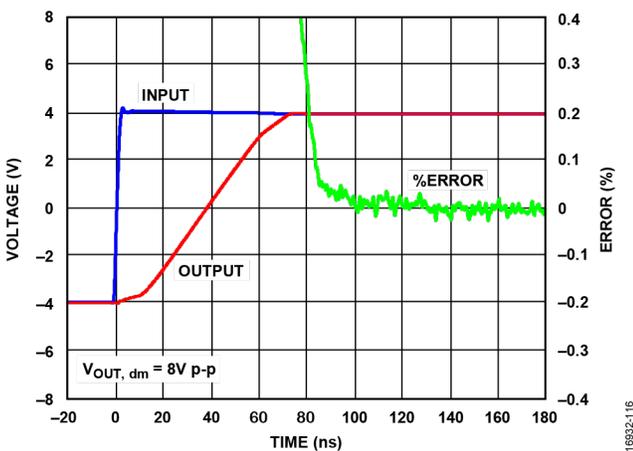


图81. 0.1% 建立时间

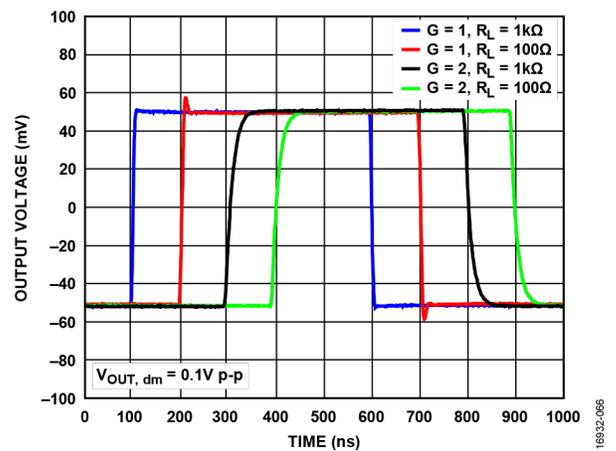


图84. 不同增益和负载下的小信号瞬态响应

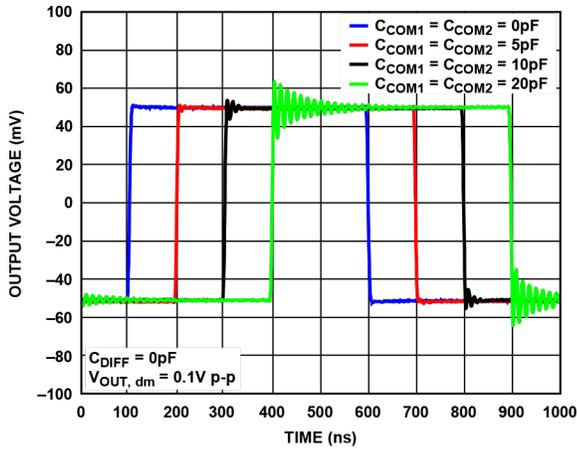


图85. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_S = 10V$

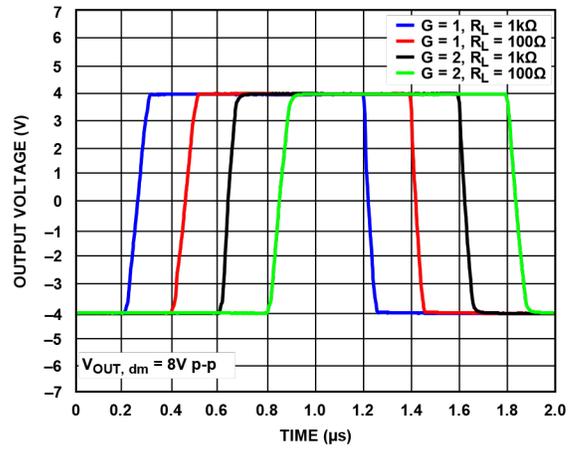


图88. 不同增益和负载下的大信号瞬态响应

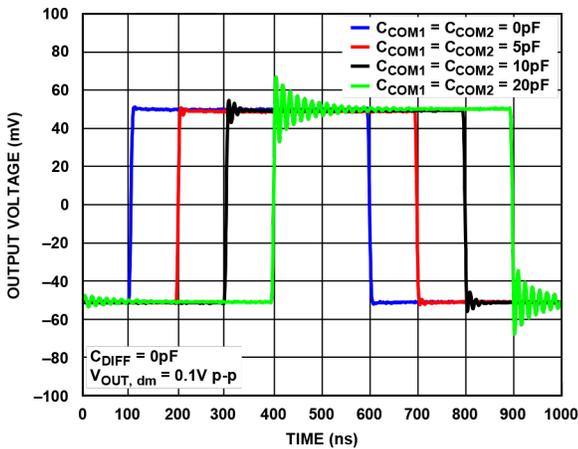


图86. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_S = 5V$

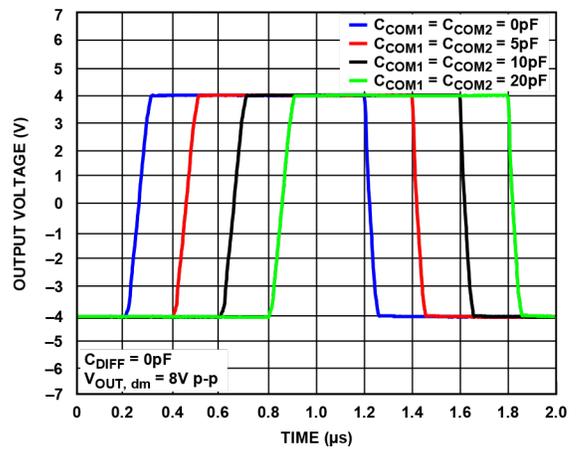


图89. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_S = 10V$

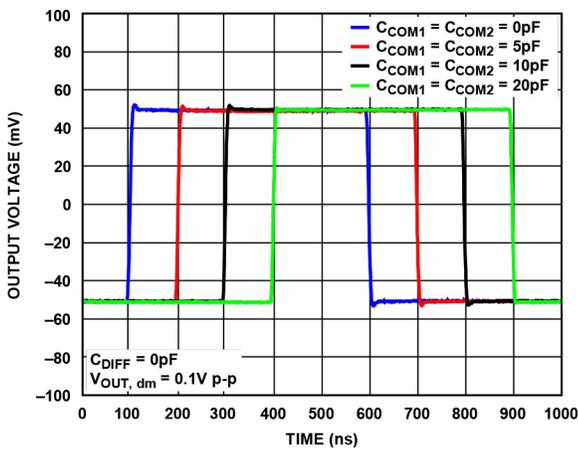


图87. 不同容性负载下的小信号瞬态响应, $V_S = 3V$

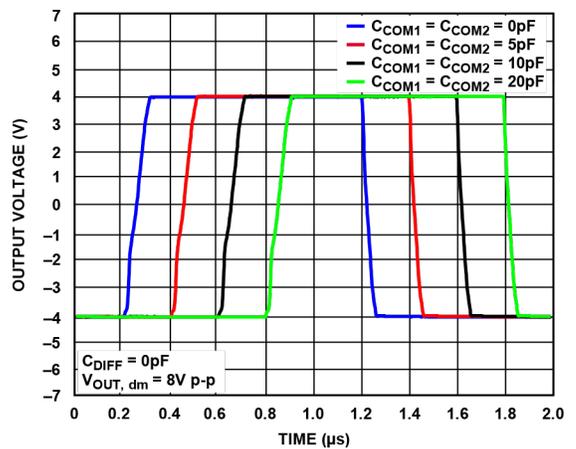


图90. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_S = 5V$

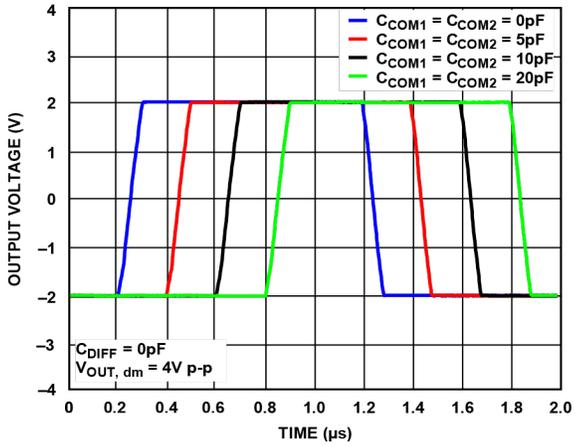


图91. 不同容性负载下的大信号瞬态响应, $V_S = 3\text{V}$

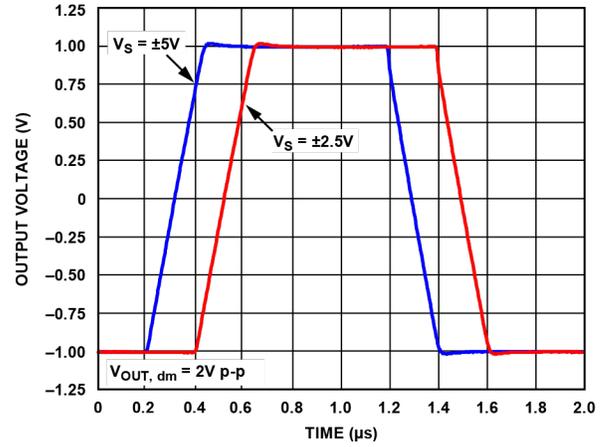


图93. V_{OCM} 大信号瞬态响应

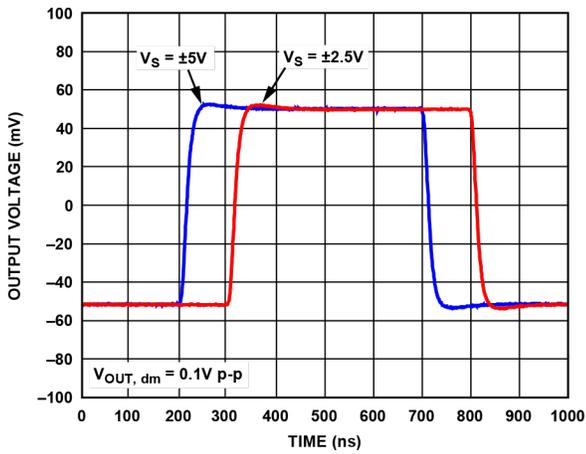


图92. V_{OCM} 小信号瞬态响应

测试电路

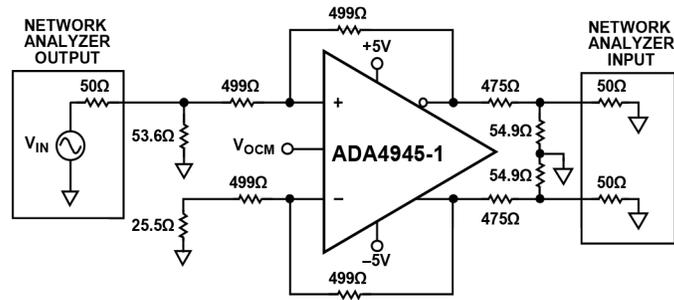


图94. 等效基本测试电路

16832-053

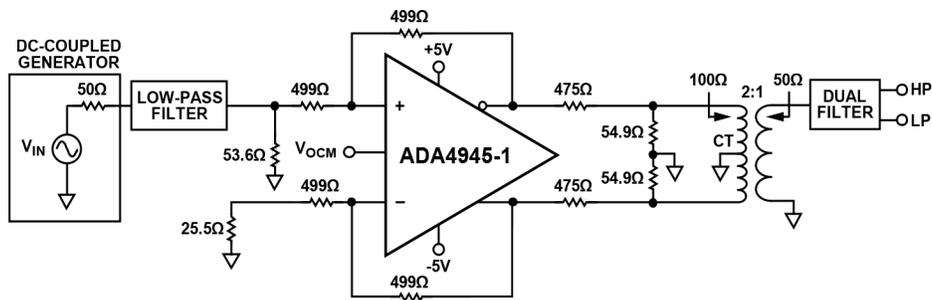


图95. 失真测量的测试电路

16832-054

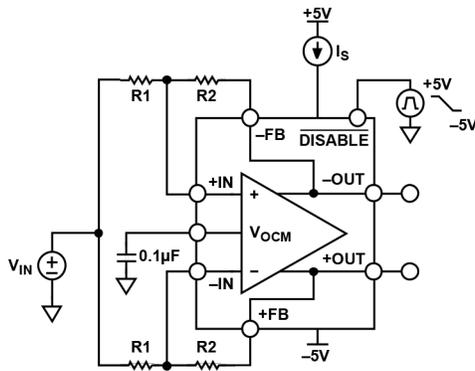


图96. DISABLE引脚关断时间测量的测试电路

16832-057

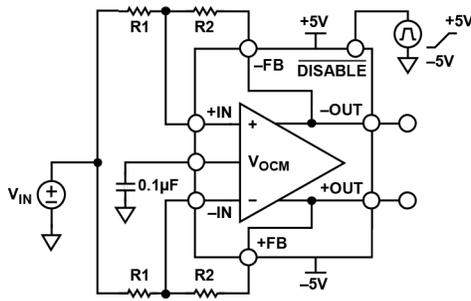


图97. DISABLE引脚开启时间测量的测试电路

16832-058

术语

差分电压

差分电压指两个节点电压之差。例如，差分输出电压（亦称输出差模电压）定义为：

$$V_{OUT, dm} = (V_{+OUT} - V_{-OUT})$$

其中， V_{+OUT} 和 V_{-OUT} 分别指+OUT引脚和-OUT引脚相对于同一基准电压的电压。

类似地，差分输入电压定义为：

$$V_{IN, dm} = (+D_{IN} - (-D_{IN}))$$

共模电压(CMV)

共模电压指两个节点电压的平均值。输出共模电压定义为：

$$V_{OUT, cm} = (V_{+OUT} + V_{-OUT})/2$$

类似地，输入共模电压定义为：

$$V_{IN, cm} = (+D_{IN} + (-D_{IN}))/2$$

共模失调电压

共模失调电压指施加于 V_{OCM} 引脚的电压与共模输出电压之差。

$$V_{OS, cm} = V_{OUT, cm} - V_{OCM}$$

差分 V_{OS} 、差分CMRR和 V_{OCM} CMRR

差模和共模电压各自均有自身的误差源。差分失调($V_{OS, dm}$)指放大器+IN和-IN引脚之间的电压误差。差分CMRR反映 $V_{OS, dm}$ 随 $+D_{IN}$ 和 $-D_{IN}$ 输入引脚上共模电压变化而发生的变化情况（参见图98）。

$$CMRR_{DIFF} = \frac{\Delta V_{IN, cm}}{\Delta V_{OS, dm}}$$

V_{OCM} CMRR反映 $V_{OS, dm}$ 随输出引脚上共模电压变化而发生的变化情况。

$$CMRR_{V_{OCM}} = \frac{\Delta V_{OCM}}{\Delta V_{OS, dm}}$$

平衡

平衡用于衡量差分信号的幅度匹配情况。差分信号相位恰好相差 180° 。根据这种定义，输出平衡等于输出共模电压的幅度除以输出差模电压的幅度。

$$\text{输出平衡误差} = \left| \frac{V_{OUT, cm}}{V_{OUT, dm}} \right|$$

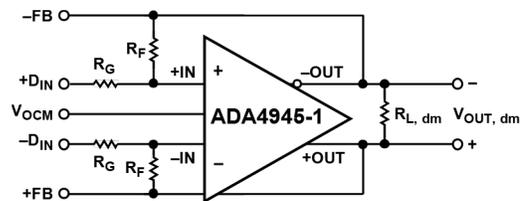


图98. 电路定义

16932-004

工作原理

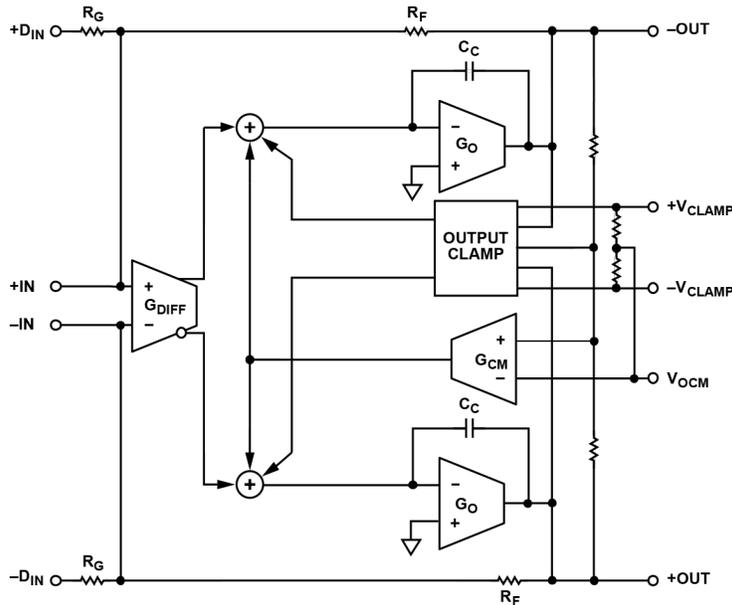


图99. ADA4945-1 架构框图

ADA4945-1 是一款高速、低功耗差分放大器，采用ADI公司先进的电介质隔离SiGe双极性工艺制造。该器件可针对差分或单端输入信号提供两路严格平衡的差分输出响应。差分增益由类似于电压反馈运算放大器的外部反馈网络设置。输出共模电压与输入共模电压无关，而是由V_{OCM}引脚处的外部电压决定。PNP输入级允许输入共模电压介于负电源电压和低于正电源电压1.3 V之间。轨到轨输出级提供宽输出电压范围。DISABLE引脚可将放大器的电源电流(I_s)降至50 μA。

全差分与共模信号路径

图99为ADA4945-1架构的简化框图。差分反馈环路包括差通过G_O输出缓冲器和R_F/R_G反馈网络工作的差分跨导(G_{DIFF})。共模反馈环路由两个差分输出端上的分压器设置，它产生一个输出中点电压(V_{OUT(CM)})和一个共模跨导(G_{CM})。

差分反馈环路迫使+IN和-IN处的电压彼此相等。由此电压均衡可得以下关系式：

$$\frac{+D_{IN}}{R_G} = -\frac{V_{-OUT}}{R_F}$$

$$\frac{-D_{IN}}{R_G} = -\frac{V_{+OUT}}{R_F}$$

减去前面的等式，得出的关系式显示R_F和R_G决定差分增益。

$$(V_{+OUT} - V_{-OUT}) = (+D_{IN} - (-D_{IN})) \times \frac{R_F}{R_G}$$

共模反馈环路驱动输出共模电压，该共模电压采样于输出分压器的中点，其值等于V_{OCM}处的电压。该电压均衡产生如下关系式：

$$V_{+OUT} = V_{OCM} + \frac{V_{OUT,dm}}{2}$$

$$V_{-OUT} = V_{OCM} - \frac{V_{OUT,dm}}{2}$$

请注意，差分放大器输入电压的求和节点是（图99中的+IN和-IN）由输出电压和输入电压共同设置。

$$V_{+IN} = +D_{IN} \left(\frac{R_F}{R_F + R_G} \right) + V_{-OUT} \left(\frac{R_G}{R_F + R_G} \right)$$

$$V_{-IN} = -D_{IN} \left(\frac{R_F}{R_F + R_G} \right) + V_{+OUT} \left(\frac{R_G}{R_F + R_G} \right)$$

输出电压箝位

除差分 and 共模信号路径外，ADA4945-1还实现了箝位电路，以保护ADA4945-1驱动的电输入器件（以下假设为ADC）免受过驱和潜在的损害。这些箝位电路使用差分 and 共模反馈将输出电压限制在由施加到两个基准引脚 $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 的电压所定义的范围内。这些高阻抗引脚通常连接到限定ADC容许输入范围的电位；对于大多数ADC来说，这些电位就是ADC基准电压（ $+V_{REF}$ 和 $-V_{REF}$ ）。

如图100所示，共模箝位电路检测输出电压中点并施加共模反馈信号，以防止 $V_{OUT,cm}$ 超过 $+V_{CLAMP}$ 或低于 $-V_{CLAMP}$ 。

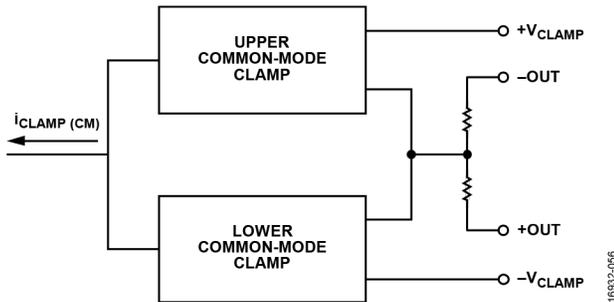


图100. 共模箝位框图

差分箝位电路（如图101所示）检测每个输出（+OUT 和 -OUT）并施加差分反馈信号，以防止输出超过 $(+V_{CLAMP} + 0.5 V)$ 或低于 $(-V_{CLAMP} - 0.5 V)$ 。设计失调电压约为500 mV，以便输出能充分使用ADC的输入范围而不会发生箝位，同时在ADC输入保护二极管导通之前提供输入保护。此特性允许ADA4945-1向ADC提供满量程信号，而不会产生箝位引起的失真，从而最大限度地提高信噪比(SNR)和线性度，同时保护ADC输入。

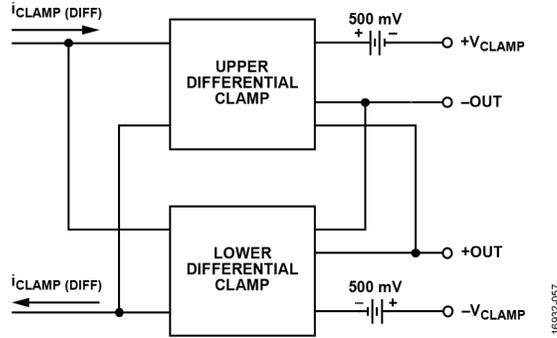


图101. 差分箝位框图

施加一个差分反馈信号作为对一个或两个输出超过箝位基准电压的响应，这样两个输出会受到均等限制，哪怕只有一个输出超过箝位基准电压之一。此特性允许ADA4945-1在箝位差分输出时也能保持恒定输出共模电压，使系统可以更快地从箝位状况恢复。

在不需要输出箝位的系统中，将 $+V_{CLAMP}$ 连接到 $+V_S$ 可禁用上输出箝位，将 $-V_{CLAMP}$ 连接到 $-V_S$ 可禁用下输出箝位。如果禁用一个箝位（例如 $-V_S = -V_{CLAMP} = 0 V$ ），另一个箝位可以保持有效；当其中一个或两个输出达到有效箝位基准时，输出会受限。

ADA4945-1的另一个特性是在 $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 引脚之间使用一个电阻分压器，如图99所示，用以设置 V_{OCM} 引脚的默认电位（当外部未驱动该引脚时）。由于 $+V_{CLAMP}$ 和 $-V_{CLAMP}$ 引脚通常分别设置为ADC的最大和最小期望输入电压（例如 $+V_{REF}$ 和 $-V_{REF}$ ），所以该电阻分压器默认将ADA4945-1的输出共模电压设置为ADC输入范围的中点。相比之下，大多数全差分放大器是在放大器电源电压之间使用电阻分压器来设置默认输出共模电压，这对于最大限度使用ADC输入范围可能不是最佳选择。

功耗模式

ADA4945-1实现了两种工作状态下功耗模式（全功率、低功耗，特性经过全面测试）和一种禁用模式，用来优化系统以权衡功耗和性能。从禁用模式到任一工作功耗模式的转换时间很快（ $<2\mu s$ ）；当不需要输出电压时（例如在低数据速率系统中两次ADC采样之间的时间里），可动态地将ADA4945-1置于禁用模式以进一步节省功耗。

应用信息

应用电路分析

ADA4945-1使用开环增益和负反馈来强制设定其差分与共模输出电压，使差分与共模误差电压最小。差分误差电压指差分输入+IN和-IN之间的电压（见图98）。对于大多数应用，该电压为0V。类似地，实际输出共模电压与施加于V_{OCM}的电压之差也是0V。从这两个假设出发，可以分析任何应用电路。

设置闭环增益

使用下式确定图98中电路的差模增益：

$$\left| \frac{V_{OUT, dm}}{V_{IN, dm}} \right| = \frac{R_F}{R_G}$$

该计算假定正负端的输入电阻(R_G)和反馈电阻(R_F)相等。

估算输出噪声电压

ADA4945-1的差分输出噪声可以用图102中的噪声模型估算。折合到输入端的噪声电压密度V_{nIN}以差分输入建模，噪声电流i_{nIN-}和i_{nIN+}出现在每个输入端与地之间。噪声电流假定相等，并通过增益和反馈电阻的并联组合产生噪声电压。V_{nCM}是V_{OCM}引脚的噪声电压密度。四个电阻每个产生(4kTR_x)^{1/2}的噪声。表13总结了输入噪声源、倍增系数和折合到输出端噪声密度项。欲了解更多噪声计算信息，请前往“ADI公司差分放大器计算工具(DiffAmpCalc™)”，然后单击ADIDiffAmpCalculator.zip并按照屏幕上的提示操作。

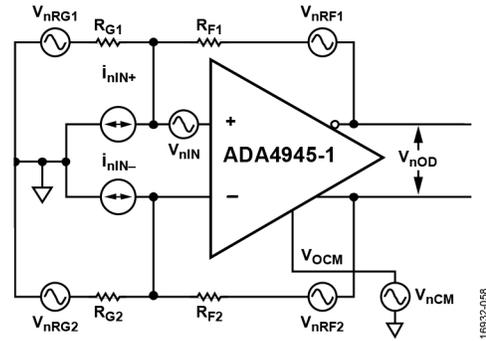


图102. ADA4945-1噪声模型

与常规运算放大器一样，可通过用折合到输入端(+IN和-IN)的误差项乘以合适的输出因子来估算输出噪声电压密度，其中：

$$G_N = \frac{2}{(\beta_1 + \beta_2)}$$

是电路噪声增益。

$$\beta_1 = \frac{R_{G1}}{R_{F1} + R_{G1}} \quad \text{和} \quad \beta_2 = \frac{R_{G2}}{R_{F2} + R_{G2}}$$

是反馈因子。

当R_{F1}/R_{G1} = R_{F2}/R_{G2}时，β₁ = β₂ = β，噪声增益为

$$G_N = \frac{1}{\beta} = 1 + \frac{R_F}{R_G}$$

注意，此时V_{OCM}的输出噪声变为零。总差分输出噪声密度V_{nOD}是各输出噪声项的平方和。

$$v_{nOD} = \sqrt{\sum_{i=1}^8 V_{nOi}^2}$$

表13. 输出噪声电压密度计算

| 输入噪声源 | 输入噪声项 | 输入电压噪声密度 | 输出倍增因子 | 折合到输出端的噪声电压密度项 |
|-----------------------|-------------------|--|---|--|
| 差分输入 | V _{nIN} | V _{nIN} | G _N | V _{nO1} = G _N (V _{nIN}) |
| 反相输入 | i _{nIN-} | i _{nIN-} × (R _{G2} R _{F2}) | G _N | V _{nO2} = G _N [i _{nIN-} × (R _{G2} R _{F2})] |
| 同相输入 | i _{nIN+} | i _{nIN+} × (R _{G1} R _{F1}) | G _N | V _{nO3} = G _N [i _{nIN+} × (R _{G1} R _{F1})] |
| V _{OCM} 输入 | V _{nCM} | V _{nCM} | G _N (β ₁ - β ₂) | V _{nO4} = G _N (β ₁ - β ₂) (V _{nCM}) |
| 增益电阻, R _{G1} | V _{nRG1} | (4kTR _{G1}) ^{1/2} | G _N (1 - β ₂) | V _{nO5} = G _N (1 - β ₂) (4kTR _{G1}) ^{1/2} |
| 增益电阻, R _{G2} | V _{nRG2} | (4kTR _{G2}) ^{1/2} | G _N (1 - β ₁) | V _{nO6} = G _N (1 - β ₁) (4kTR _{G2}) ^{1/2} |
| 反馈电阻, R _{F1} | V _{nRF1} | (4kTR _{F1}) ^{1/2} | 1 | V _{nO7} = (4kTR _{F1}) ^{1/2} |
| 反馈电阻, R _{F2} | V _{nRF2} | (4kTR _{F2}) ^{1/2} | 1 | V _{nO8} = (4kTR _{F2}) ^{1/2} |

反馈网络失配的影响

即使外部反馈网络(R_F/R_G)不匹配,内部共模反馈环路仍会强制输出保持平衡。每个输出端的信号幅度保持相等,相位相差 180° 。输入到输出的差模增益变化与反馈的不匹配成比例,但输出平衡不受影响。

除了 V_{OCM} 的噪声贡献外,外部电阻的比例匹配误差还会导致电路抑制输入共模信号的能力降低,类似于使用常规运算放大器制成的四电阻差动放大器。

而且,如果输入和输出共模电压的直流电平不同,匹配误差会导致一个细小的差模输出失调电压。对于 $G = 1$,具有一个参考地电平输入信号且输出共模电平设定为 2.5 V 的情况,如果使用 1% 容差电阻,则可产生高达 25 mV 的输出失调(1% 共模电平差)。 1% 容差的电阻将导致一个约 40 dB 的输入 CMRR (最差情况)、 25 mV 的差模输出失调(最差情况, 2.5 V 电平转换),不会对输出平衡误差造成明显恶化。

计算应用电路的输入阻抗

有效输入阻抗取决于信号源是单端还是差分的。对于平衡差分输入信号(如图103所示),两个输入端($+D_{IN}$ 和 $-D_{IN}$)之间的输入阻抗($R_{IN,dm}$)为: $R_{IN,dm} = 2 \times R_G$ 。

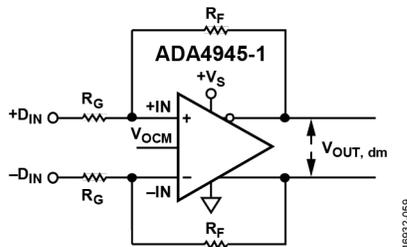


图103. ADA4945-1配置为平衡(差分)输入

对于非平衡单端输入信号(见图104),输入阻抗为

$$R_{IN,SE} = R_{G1} \frac{\beta1 + \beta2}{\beta1(\beta2 + 1)}$$

其中:

$$\beta1 = \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{F1}}$$

$$\beta2 = \frac{R_{G2}}{R_{G2} + R_{F2}}$$

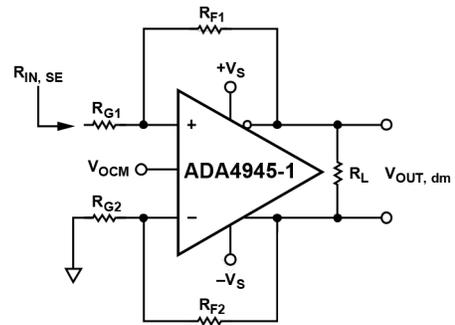


图104. ADA4945-1配置为非平衡(单端)输入

对于 $R_{G1} = R_{G2} = R_G$ 且 $R_{F1} = R_{F2} = R_F$ 的平衡系统,等式可简化为:

$$\beta1 = \beta2 = \frac{R_G}{R_G + R_F} \text{ 和 } R_{IN,SE} = \left(\frac{R_G}{1 - \frac{R_F}{2(R_G + R_F)}} \right)$$

该电路的有效输入阻抗高于作为反相放大器连接的常规运算放大器,因为一小部分差分输出电压在输入端表现为共模信号,从而部分增高了 R_{G1} 输入电阻两端的电压。

单端输入的端接

本节介绍如何将单端输入正确端接到ADA4945-1。假设系统增益为1, $R_{F1} = R_{F2} = R_{G1} = R_{G2} = 499\ \Omega$, 输入源具有2 V p-p的开路输出电压, 源电阻为50 Ω 。图105显示的便是这种电路。

1. 计算输入阻抗。

$$\beta_1 = \beta_2 = 499/998 = 0.5, R_{IN} = 665.33\ \Omega$$

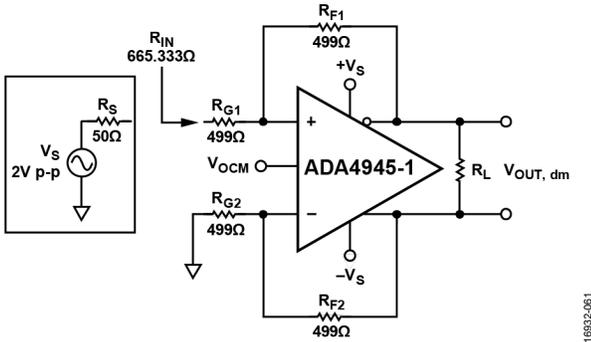


图105. 单端输入阻抗 R_{IN}

2. 添加端接电阻(R_T)以匹配50 Ω 源电阻。因为 $R_T || 665.33\ \Omega = 50\ \Omega$, $R_T = 54.06\ \Omega$ 。

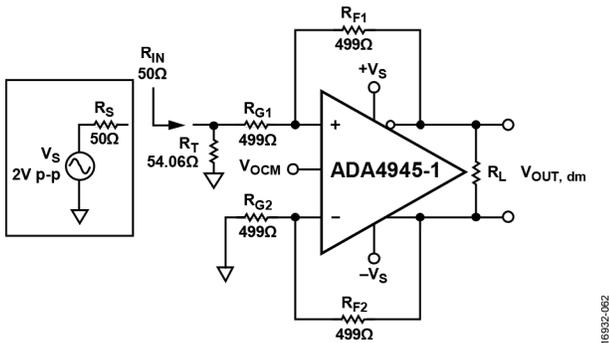


图106. 添加端接电阻 R_T

3. 将源端接电阻组合替换为戴维宁等效值。源电阻、 R_S 和端接电阻 R_T 的戴维宁等效值为 $R_{TH} = R_S || R_T = 25.976\ \Omega$ 。源电压的戴维宁等效值为

$$V_{TH} = V_S \frac{R_T}{R_S + R_T} = 1.039\ \text{V p-p}$$

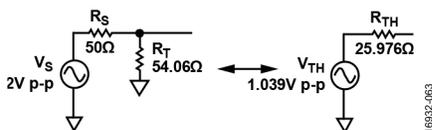


图107. 戴维宁等效电路

4. 设置 $R_{F1} = R_{F2} = R_F$ 以保持系统平衡。补偿 R_{TH} 引起的不平衡。有如下两种补偿方法:

- 将 R_{TH} 添加到 R_{G2} 以保持增益电阻平衡, 并将 R_{F1} 和 R_{F2} 增加到 $R_F = \frac{V_S}{V_{TH}}$ 增益 $(R_G + R_{TH})$ 以保持系统增益。
- 将 R_{G2} 降至 $R_{G2} = \frac{R_F \times V_{TH}}{V_S \times \text{增益}}$ 以保持系统增益, 并将 R_{G1} 降至 $(R_{G2} - R_{TH})$ 以保持增益电阻平衡。

ADI公司的DiffAmpCalc™工具使用第一种补偿方法。使用第二种补偿方法, $R_{G2} = 259.241\ \Omega$, $R_{G1} = 259.241 - 25.976 = 233.265\ \Omega$ 。修改后的电路如图108所示。

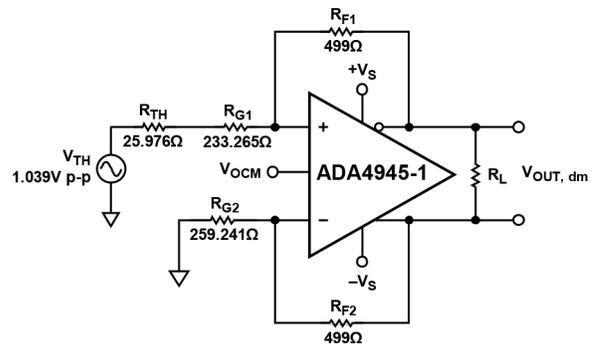


图108. 戴维宁等效值和匹配增益电阻

5. 图108显示了具有匹配反馈环路的容易管理的电路, 可以轻松地对它进行评估。修改后的增益电阻 R_{G1} 会改变输入阻抗。使用上一次迭代的修改值 R_{G1} 重复第1至第4步数次, 直至 R_T 值与上一次迭代相同。经过三次额外迭代后, R_{G1} 的变化小于0.1%。图109显示了具有最接近1%电阻值的最终电路。

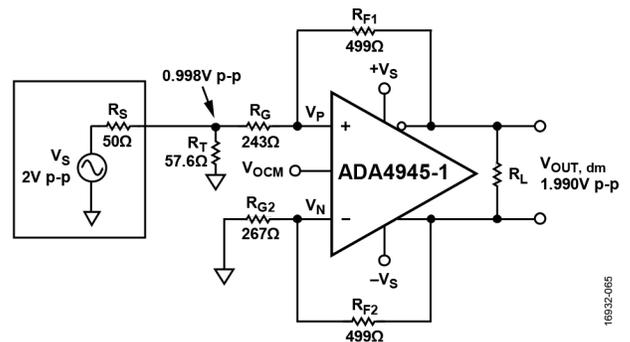


图109. 端接的单端转差分系统, $G = 1$

输入共模电压范围

ADA4945-1求和节点的输入共模范围指定为 $-V_S$ 至 $+V_S - 1.3\text{ V}$ 。通过将输入共模范围扩展至 $-V_S$ ，ADA4945-1特别适合于直流耦合、单端转差分 and 单电源应用，例如ADC驱动。

输入和输出容性交流耦合

虽然ADA4945-1最适合直流耦合应用，但也可以用在交流耦合电路中。输入交流耦合电容可以插在信号源和 R_G 之间。该交流耦合会阻止直流共模反馈电流，使ADA4945-1直流输入共模电压等于直流输出共模电压。两个环路中均必须放置这些交流耦合电容，以保持反馈因子匹配。输出交流耦合电容可以串联在各输出与其相应的负载之间。

设置输出共模电压

ADA4945-1的 V_{OCM} 引脚内部偏置电压约等于输出电压箝位的中间电压 $((+V_{CLAMP}) + (-V_{CLAMP}))/2$ 。使用该内部偏置得到的输出共模电压与预期值的偏差约在 100 mV 之内。

当需要对输出共模电平进行更加精确的控制时，建议使用外部源或电阻分压器（ $10\text{ k}\Omega$ 或更大电阻）。表2、表5和表8列出的输出共模失调假设 V_{OCM} 输入由一个低阻抗电压源驱动。

也可以将 V_{OCM} 输入连接到ADC的共模电平(CML)输出。然而，必须注意确保输出有足够的驱动能力。 V_{OCM} 引脚的输入阻抗约为 $125\text{ k}\Omega$ 。

DISABLE引脚

ADA4945-1有一个 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚，可用于在不使用器件时将静态功耗降至最低。 $\overline{\text{DISABLE}}$ 通过向 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚施加低逻辑电平来置位。 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚的逻辑电平以 D_{GND} 为基准。阈值参见表3、表6和表9。

$\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚具有内部上拉网络，使得放大器能够正常工作。ADA4945-1 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚可以保持浮空（即不需要外部连接），无需连接外部上拉电阻即可确保正常工作（见图110）。禁用ADA4945-1时，输出为高阻抗。注意，输出端通过反馈电阻连接到输入端，并通过增益电阻连接到信号源。此外，输入引脚上的背靠背二极管会将差分电压限制在 1.2 V 。

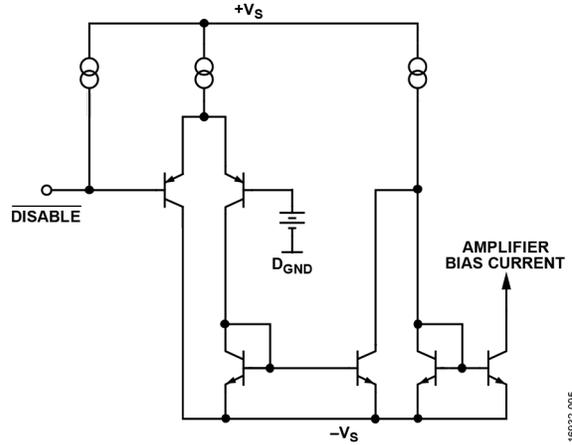


图110. $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚电路

驱动容性负载

纯容性负载可与ADA4945-1的焊线和引脚电感发生反应，进而导致脉冲响应中出现高频振铃和裕量损失。将这种影响降至最低的一种方法是在每个输出端上串联一个电阻来缓冲负载电容。电阻和负载电容构成一阶低通滤波器，因此，电阻值必须尽可能小。某些情况下，ADC需要在其输入端增加一个小串联电阻。

图111展示的是容性负载与维持最少 45° 相位裕量所需的串联电阻之间的关系。测试电路如图112所示。

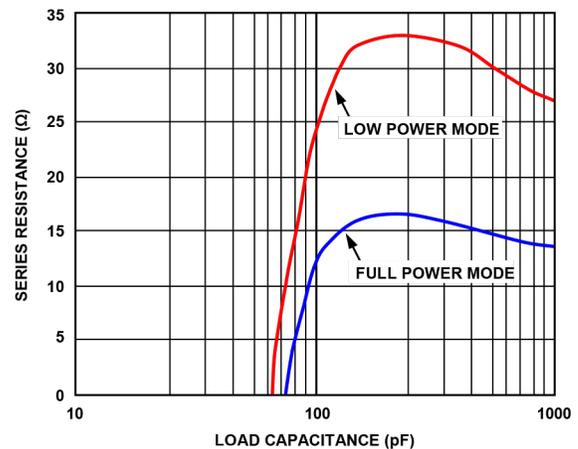


图111. 串联电阻与负载电容

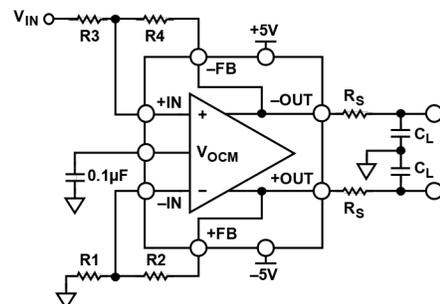


图112. 带容性负载测试电路的串联电阻

输出箝位

ADA4945-1实现了输出电压箝位，可有效限制差分与共模信号电平，从而保护ADA4945-1之后的电路免受过驱影响。这些箝位的操作已在“工作原理”部分中讨论。图113显示了驱动ADC时可以使用输出电压箝位的例子。在本例中，ADA4945-1采用+7 V和-2 V电源供电，ADC使用+5 V基准电压源。在这种情况下，如果没有箝位，ADC输入可能会被过驱。通过将箝位连接到ADC的正负基准，差分信号被箝位在超出箝位设定电压约500 mV的地方，以支持摆幅达到基准电压。共模信号则被箝位在箝位设定电压处。

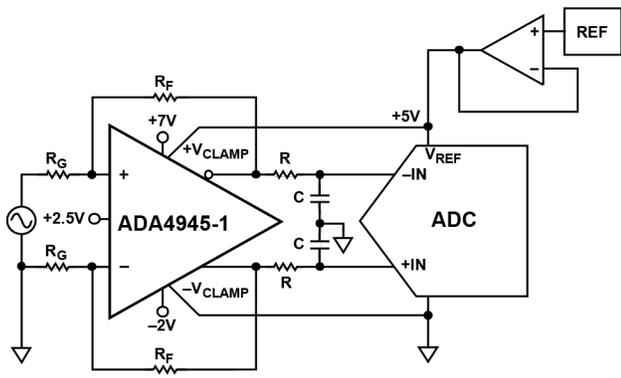


图113. ADA4945-1输出电压箝位使用

16932-096

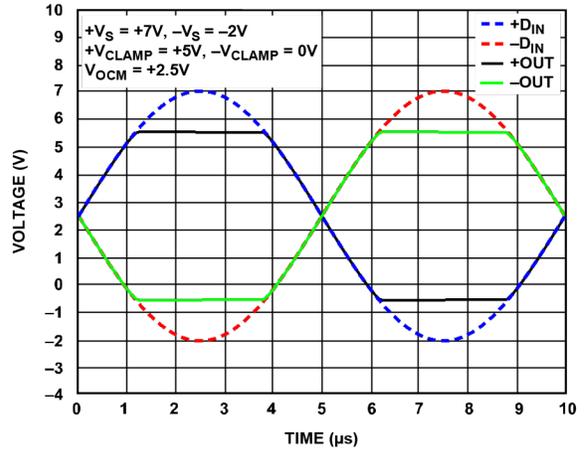


图114. 箝位差分信号电平

16932-092

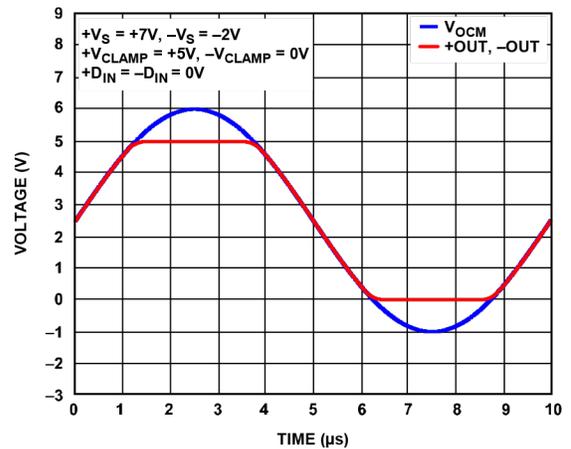


图115. 箝位共模信号电平

16932-093

驱动高精度ADC

ADA4945-1非常适合宽带直流耦合应用。推荐使用的精密转换器如表15所示。图116中的电路显示了ADA4945-1驱动精密ADC的例子，例如AD4003（18位2 MSPS逐次逼近型ADC）或AD7768（24位256 kSPS、 $s\Delta$ - Δ 型ADC）。ADA4945-1在输入端和输出端之间存在直流耦合，因而不需要使用变压器来驱动ADC。在本例中，ADA4945-1采用差分输入至差分输出配置，增益为1，双电源为+7 V和-2 V。ADA4945-1的输出经过电平转换以匹配ADC的输入共模电压。增益由反馈电阻与增益电阻的比值来设定。此外，该电路可用于单端输入转差分输出配置。需要时，可在信号源输入端并联一个端接电阻。使用单端输入时，放大器的输入阻抗可按照“单端输入的端接”部分中所示来计算。如果反馈和增益电阻均为1 k Ω ，如图116所示，则单端输入阻抗约为1.33 k Ω ，其与52.3 Ω 端接电阻并联，为信号源

提供50 Ω 端接。反相输入端附加的25.5 Ω （总共1025.5 Ω ）电阻可平衡50 Ω 信号源与驱动同相输入的端接电阻的并联阻抗。但是，如果使用差分源输入，则差分输入阻抗为2 k Ω 。此时，需要使用两个52.3 Ω 端接电阻来端接输入。

在此示例中，当驱动AD7768时，ADA4945-1由具有8 V p-p对称双极性输出的信号发生器驱动。ADA4945-1的 V_{OCM} 输入增加旁路电容以降低噪声，并通过AD7768的共模源驱动至2.5 V。输出共模电压为2.5 V，每个ADA4945-1输出摆幅在0 V和4 V之间，相位相反，为ADC输入提供1倍增益和8 V p-p差分信号。ADA4945-1输出和ADC输入之间的差分RC部分提供单极点低通滤波器，有助于降低ADC输入切换引起的电流尖峰。

表14显示了ADA4945-1在不同输入频率下以接近满量程的信号驱动AD7768和AD4003的SNR和总谐波失真(THD)。其中还显示了图116中的RC滤波器值，以及基准电压(REF)电平。

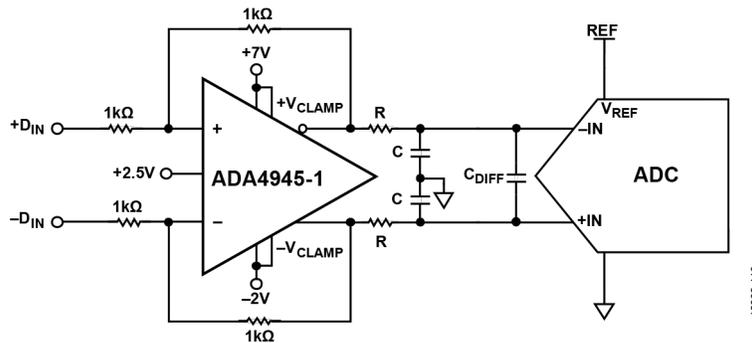


图116. ADA4945-1驱动精密ADC

表14. ADA4945-1驱动AD7768和AD4003的SNR和THD

| ADC | 频率(kHz) | 信号电平(V p-p) | REF (V) | R (Ω) | C (nF) | C _{DIFF} (nF) | SNR (dB) | THD (dB) |
|--------|---------|-------------|---------|----------------|--------|------------------------|----------|----------|
| AD7768 | 1 | 8.0 | 4.096 | 10 | 0.27 | 0.68 | 106.7 | -115.9 |
| | 2 | 8.0 | 4.096 | 10 | 0.27 | 0.68 | 106.5 | -115.5 |
| | 10 | 8.0 | 4.096 | 10 | 0.27 | 0.68 | 105.8 | -116.9 |
| | 20 | 7.98 | 4.096 | 10 | 0.27 | 0.68 | 104.7 | -116.2 |
| AD4003 | 1 | 9.5 | 5.0 | 200 | 180.0 | 不适用 | 98.5 | -123.5 |
| | 10 | 9.5 | 5.0 | 200 | 180.0 | 不适用 | 98.3 | -117.0 |
| | 100 | 9.1 | 5.0 | 200 | 180.0 | 不适用 | 96.3 | -100.3 |

表15. 推荐转换器

| 产品 | 功耗(mW) | 吞吐速率(MSPS) | 分辨率 (位) | SNR (dB) |
|--------|--------|------------|---------|----------|
| AD4001 | 16 | 2 | 16 | 96 |
| AD4003 | 16 | 2 | 18 | 100 |
| AD4005 | 8 | 1 | 16 | 96 |
| AD4007 | 8 | 1 | 18 | 100 |
| AD4011 | 4 | 0.5 | 18 | 100 |
| AD4020 | 20 | 2 | 20 | 100 |

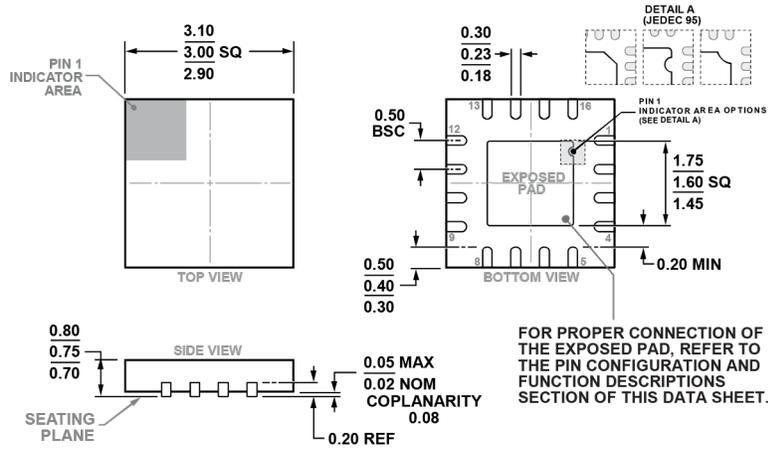
布局布线、接地和旁路

ADA4945-1作为高速器件，对其所工作的PCB环境非常敏感。要实现ADA4945-1优异的性能，必须注意高速PCB设计的细节。确保信号路径短而直接，以避免寄生效应。在互补信号存在的地方，对称布局可提高平衡性能。当差分信号经过较长路径时，确保PCB走线相互靠近，并将所有差分线路走线弯曲挤压在一起，以尽量降低环路面积。这种配置降低了辐射能量，并使电路不容易受到干扰。

在尽可能靠近器件处将电源引脚直接通过旁路电容连接到附近的接地层。应使用高频陶瓷芯片电容。每个电源使用两个并联旁路电容（0.1 μF 和10 μF ）。0.1 μF 电容应尽可能靠近器件放置。在较远的地方，用10 μF 钽电容在每个电源到地之间提供低频旁路。

接地层必须尽可能连续而不间断，以便为返回电源的电流提供低阻抗路径。因此，接地层应无信号走线或其他中断。

外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-WEED-6

图117. 16引脚引线框芯片级封装[LFCSP]
 3 mm × 3 mm 本体、0.75 mm 封装高度
 (CP-16-22)
 尺寸单位: mm

订购指南

| 型号 ¹ | 温度范围 | 封装描述 | 封装选项 | 订购数量 | 标识码 |
|------------------|--------------|-----------|----------|-------|-----|
| ADA4945-1ACPZ-R2 | -40°C至+125°C | 16引脚LFCSP | CP-16-22 | 250 | C9D |
| ADA4945-1ACPZ-RL | -40°C至+125°C | 16引脚LFCSP | CP-16-22 | 5,000 | C9D |
| ADA4945-1ACPZ-R7 | -40°C至+125°C | 16引脚LFCSP | CP-16-22 | 1,500 | C9D |
| ADA4945-1CP-EBZ | | 评估板 | | | |
| AMC-ADA4945-1EBZ | | ADC夹层卡 | | | |

¹ 符合RoHS标准的兼容器件。

