

特征

- 低输入偏置电流：
最大值为 $\pm 20\text{fA}$ (5V, $T_A = 25^\circ\text{C}$)
最大值为 $\pm 40\text{fA}$ (5V, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$)
最大值为 $\pm 500\text{fA}$ (5V, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$)
- 低失调电压：最大值为 $\pm 400\mu\text{V}$ (额定 CMRR 范围内)
- 低失调电压温漂：最大值为 $\pm 2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 集成保护缓冲器失调电压：最大值为 $250\mu\text{V}$
- 低电压噪声密度： $14\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (10kHz)
- 宽带宽：2.3MHz 单位增益带宽
- 宽电源电压范围：4.5V~16V ($\pm 2.25\text{V} \sim \pm 8\text{V}$)
- SOP8 4.9mm $\times$ 3.9mm 封装

应用

- 实验室与分析仪器仪表
- 用于光电二极管、电离室和工作电极测量的跨阻放大器 (TIA)
- 用于化学传感器和容性传感器的高阻抗缓冲器

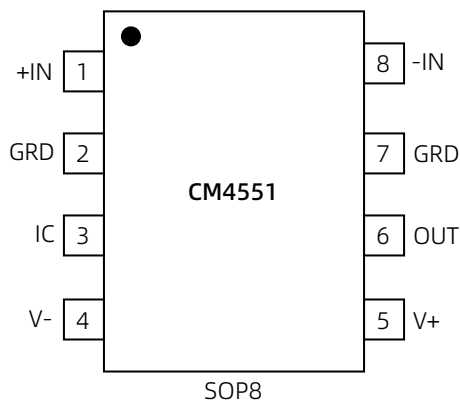
概述

CM4551 是一款集成保护缓冲器的飞安级(10^{-15}A)输入偏置电流静电计放大器。其工作电源电压范围较广，支持 4.5V ($\pm 2.25\text{V}$ 双电源) 至 16V ($\pm 8\text{V}$ 双电源) 供电。

CM4551 具备超低输入偏置电流、低失调电压、低失调电压温漂、低电压噪声和低电流噪声等优异特性，非常适用于要求极低漏电流的高精度应用场景。其输入电压范围包含负供电轨，并采用轨到轨输出级。在驱动 $10\text{k}\Omega$ 负载时，输出电压通常可摆动至供电轨 30mV 范围内。

CM4551 采用 SOP8 表贴窄体封装。其额定工作温度范围均为 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ ，能够适应各种严苛的工作环境。

管脚配置



目录

封页.....	1	ESD 结构.....	22
特征.....	1	输入级.....	22
应用.....	1	共源共栅级.....	23
概述.....	1	输出级.....	23
管脚配置.....	1	保护缓冲器.....	23
文档历史.....	3	输入保护.....	23
绝对最大额定值.....	4	单电源、轨到轨输出.....	23
电气规格.....	5	容性负载稳定性.....	23
5V 标称电气规格.....	5	封装及订购信息.....	24
10V 标称电气规格.....	7	封装形式.....	24
15V 标称电气规格.....	9	产品外形图.....	24
典型特征.....	11	订购信息.....	25
工作原理.....	22		

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
V1.0	2026-08-05	量产发布。
V1.1	2026-09-04	补充 典型特征图 。

绝对最大额定值

参数	等级
温度	
工作温度	-40°C~125°C
存储温度	-65°C~150°C
结温	-65°C~150°C
耐压	
电源电压	17V
输入电压	(V-)-0.3V~(V+)+0.3V
输入电流	10mA
差分输入电压	0.7V

电气规格

5V 标称电气规格

默认测试条件： $V_S = 4.5V$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特征					
输入偏置电流 ¹	$R_H < 50\%$		< 1	± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$			± 40	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 500	fA
输入失调电流 ²	$R_H < 50\%$		< 1	± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 300	fA
输入失调电压	$V_{CM} = 1.5V \sim 3V$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 400	μV
	$V_{CM} = 0V \sim 3V$		± 15	± 300	μV
输入失调电压温漂	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		± 0.6	± 2	$\mu V/^\circ C$
输入电压范围		0		3	V
CMRR	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	85			dB
	$V_{CM} = 0V \sim 3V$	100			dB
大信号电压增益	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $V_{OUT} = 0.2V \sim 4.3V$	100	120		dB
	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	100			dB
输入阻抗	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		> 100		T Ω
输入电容			3.5		pF
输出特征					
V_{OH}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		4.49		V
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	4.46			V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$		4.45		V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	4.4			V
V_{OL}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		10		mV
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			20	mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM		30		mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			60	mV
拉电流			25		mA
灌电流			-25		mA
闭环输出阻抗	$f = 1MHz$, $A_V = 1$		85		Ω
电源					

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PSRR	$V_S = 4.5V \sim 16V$	100	115		dB
	$T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$	100			dB
电源电流（单通道）	$I_{OUT} = 0mA, V_O = 0V$		0.92	1.2	mA
	$V_S = 5V, T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$			1.5	mA
动态性能					
压摆率	$R_L = 2k\Omega$		1.5		V/ μs
增益带宽积	$V_{IN} = 10mV_{rms}, R_L = 10k\Omega, C_L = 10pF, A_V = 100$		2.3		MHz
单位增益交越	$V_{IN} = 10mV_{rms}, R_L = 10k\Omega, C_L = 10pF, A_V = 1$		2.2		MHz
-3dB 闭环带宽	$V_{IN} = 10mV_{rms}, R_L = 10k\Omega, C_L = 10pF, A_V = 1$		2.8		MHz
相位裕度	$V_{IN} = 10mV_{rms}, R_L = 10k\Omega, C_L = 10pF, A_V = 1$		55		°
0.1%建立时间 ²	$V_{IN} = 0.5V$ 阶跃, $R_L = 10k\Omega, C_L = 10pF, A_V = -1$		2		μs
保护缓冲器					
失调电压 ³	$V_{CM} = 1.5V \sim 3V, T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$			250	μV
	$V_{CM} = 0.1V \sim 3V$		35	150	μV
失调电压温漂	$V_{CM} = 1.5V \sim 3V, T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$		0.6		$\mu V/^{\circ}C$
输出阻抗			0.3		k Ω
输出电压范围	$V_{GOS} < 150\mu V$	0.1		3	V
-3dB 带宽	$V_{IN} = 10mV_{rms}, C_L = 10pF$		2.1		MHz
噪声性能					
峰峰电压噪声	$f = 0.1Hz \sim 10Hz$		3		μV_{pp}
电压噪声密度	$f = 10Hz$		65		$nV/\sqrt{Hz}$
	$f = 1KHz$		16		$nV/\sqrt{Hz}$
	$f = 10KHz$		14		$nV/\sqrt{Hz}$
总谐波失真+噪声	$V_{IN} = 0.5V_{rms}, A_V = 1, f = 1kHz, BW = 90kHz$		0.001		%
	$V_{IN} = 0.5V_{rms}, A_V = 1, f = 1kHz, BW = 500kHz$		0.003		%

注 1：RH 表示相对湿度。负输入端电流为设计保证。

注 2：设计保证。

注 3：保护缓冲器失调电压指保护缓冲器输出与同相输入之间的电压差。

10V 标称电气规格

默认测试条件: $V_S = 10V$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特征					
输入偏置电流 ¹	$R_H < 50\%$	< 1		± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$			± 40	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 600	fA
输入失调电流 ²	$R_H < 50\%$	< 1		± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 300	fA
输入失调电压	$V_{CM} = 1.5V \sim 8.5V$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 400	μV
	$V_{CM} = 0V \sim 8.5V$		± 15	± 300	μV
输入失调电压温漂	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		± 0.6	± 2	$\mu V/^\circ C$
输入电压范围		0		8.5	V
CMRR	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	82			dB
	$V_{CM} = 0V \sim 8.5V$	95	115		dB
大信号电压增益	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $V_{OUT} = 0.5V \sim 9.5V$	100	120		dB
	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	100			dB
输入阻抗	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		> 100		T Ω
输入电容			3.5		pF
输出特征					
V_{OH}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		9.97		V
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	9.94			V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$		9.85		V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	9.75			V
V_{OL}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		20		mV
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			50	mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM		60		mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			150	mV
拉电流			25		mA
灌电流			-25		mA
闭环输出阻抗	$f = 1MHz$, $A_V = 1$		85		Ω
电源					
PSRR	$V_S = 4.5V \sim 16V$	100	115		dB
	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	100			dB

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流（单通道）	$I_{OUT} = 0mA$, $V_O = 0V$		0.92	1.2	mA
	$V_S = 10V$, $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$			1.5	mA
动态性能					
压摆率	$R_L = 2k\Omega$		1.5		V/ μs
增益带宽积	$V_{IN} = 10mV_{rms}$, $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, $A_V = 100$		2.3		MHz
单位增益交越	$V_{IN} = 10mV_{rms}$, $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, $A_V = 1$		2.2		MHz
-3dB 闭环带宽	$V_{IN} = 10mV_{rms}$, $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, $A_V = 1$		2.8		MHz
相位裕度	$V_{IN} = 10mV_{rms}$, $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, $A_V = 1$		55		°
0.1%建立时间 ²	$V_{IN} = 0.5V$ 阶跃, $R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, $A_V = -1$		2		μs
保护缓冲器					
失调电压 ³	$V_{CM} = 1.5V \sim 8.5V$, $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$			250	μV
	$V_{CM} = 0.1V \sim 8.5V$		35	150	μV
失调电压温漂	$V_{CM} = 1.5V \sim 8.5V$, $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$		0.6		$\mu V/^{\circ}C$
输出阻抗			0.3		k Ω
输出电压范围	$V_{GOS} < 150\mu V$	0.1		8.5	V
-3dB 带宽	$V_{IN} = 10mV_{rms}$, $C_L = 10pF$		2.1		MHz
噪声性能					
峰峰电压噪声	$f = 0.1Hz \sim 10Hz$		3		μV_{pp}
电压噪声密度	$f = 10Hz$		65		$nV/\sqrt{Hz}$
	$f = 1KHz$		16		$nV/\sqrt{Hz}$
	$f = 10KHz$		14		$nV/\sqrt{Hz}$
总谐波失真+噪声	$V_{IN} = 0.5V_{rms}$, $A_V = 1$, $f = 1kHz$, $BW = 90kHz$		0.001		%
	$V_{IN} = 0.5V_{rms}$, $A_V = 1$, $f = 1kHz$, $BW = 500kHz$		0.003		%

注 1：RH 表示相对湿度。负输入端电流为设计保证。

注 2：设计保证。

注 3：保护缓冲器失调电压指保护缓冲器输出与同相输入之间的电压差。

15V 标称电气规格

默认测试条件: $V_S = 16V$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特征					
输入偏置电流 ¹	$R_H < 50\%$	< 1		± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$			± 50	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 700	fA
输入失调电流 ²	$R_H < 50\%$	< 1		± 20	fA
	$R_H < 50\%$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 300	fA
输入失调电压	$V_{CM} = 1.5V \sim 14.5V$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			± 400	μV
	$V_{CM} = 0V \sim 14.5V$		± 15	± 300	μV
输入失调电压温漂	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		± 0.6	± 2	$\mu V/^\circ C$
输入电压范围		0		14.5	V
CMRR	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	85			dB
	$V_{CM} = 0V \sim 14.5V$	95	115		dB
大信号电压增益	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $V_{OUT} = 0.5V \sim 15.5V$	100	120		dB
	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	100			dB
输入阻抗	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		> 100		T Ω
输入电容			3.5		pF
输出特征					
V_{OH}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		15.94		V
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	15.7			V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$		15.83		V
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	15.7			V
V_{OL}	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM		60		mV
	$R_L = 10k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			100	mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM		200		mV
	$R_L = 2k\Omega$ 接 VCM, $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$			350	mV
拉电流			25		mA
灌电流			-25		mA
闭环输出阻抗	$f = 1MHz$, $A_V = 1$		85		Ω
电源					
PSRR	$V_S = 4.5V \sim 16V$	100	115		dB
	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$	100			dB

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流（单通道）	$I_{OUT} = 0\text{mA}$, $V_O = 0\text{V}$		0.93	1.2	mA
	$V_S = 15\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$			1.5	mA
动态性能					
压摆率	$R_L = 2\text{k}\Omega$		1.5		V/ μs
增益带宽积	$V_{IN} = 10\text{mVrms}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $A_V = 100$		2.3		MHz
单位增益交越	$V_{IN} = 10\text{mVrms}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $A_V = 1$		2.2		MHz
-3dB 闭环带宽	$V_{IN} = 10\text{mVrms}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $A_V = 1$		2.8		MHz
相位裕度	$V_{IN} = 10\text{mVrms}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $A_V = 1$		55		°
0.1%建立时间 ²	$V_{IN} = 0.5\text{V}$ 阶跃, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $A_V = -1$		2		μs
保护缓冲器					
失调电压 ³	$V_{CM} = 1.5\text{V} \sim 14.5\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$			250	μV
	$V_{CM} = 0.1\text{V} \sim 14.5\text{V}$		35	150	μV
失调电压温漂	$V_{CM} = 1.5\text{V} \sim 14.5\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$		0.6		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输出阻抗			0.3		$\text{k}\Omega$
输出电压范围	$V_{GOS} < 150\mu\text{V}$	0.1		14.5	V
-3dB 带宽	$V_{IN} = 10\text{mVrms}$, $C_L = 10\text{pF}$		2.1		MHz
噪声性能					
峰峰电压噪声	$f = 0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$		3		μVpp
电压噪声密度	$f = 10\text{Hz}$		65		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 1\text{kHz}$		16		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 10\text{kHz}$		14		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
总谐波失真+噪声	$V_{IN} = 0.5\text{Vrms}$, $A_V = 1$, $f = 1\text{kHz}$, $\text{BW} = 90\text{kHz}$		0.001		%
	$V_{IN} = 0.5\text{Vrms}$, $A_V = 1$, $f = 1\text{kHz}$, $\text{BW} = 500\text{kHz}$		0.003		%

注 1：RH 表示相对湿度。负输入端电流为设计保证。

注 2：设计保证。

注 3：保护缓冲器失调电压指保护缓冲器输出与同相出入之间的电压差。

典型特征

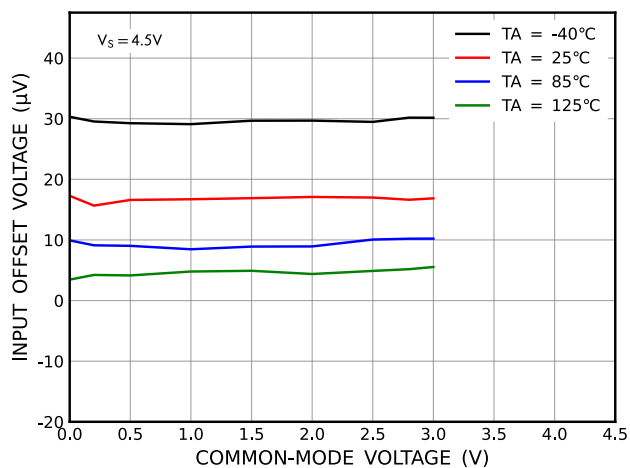


图 1 输入失调电压随共模电压的变化 (4.5V)

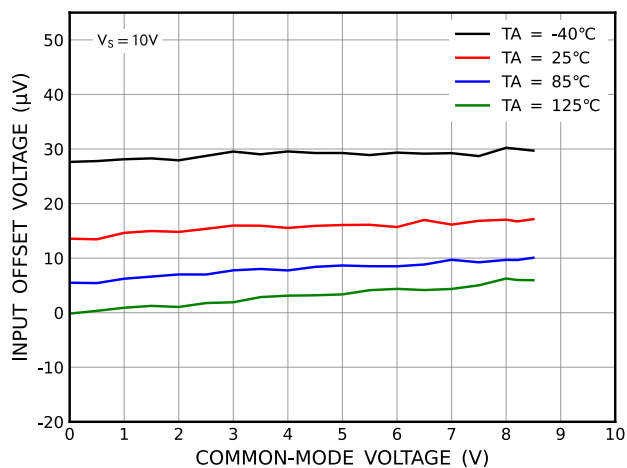


图 2 输入失调电压随共模电压的变化 (10V)

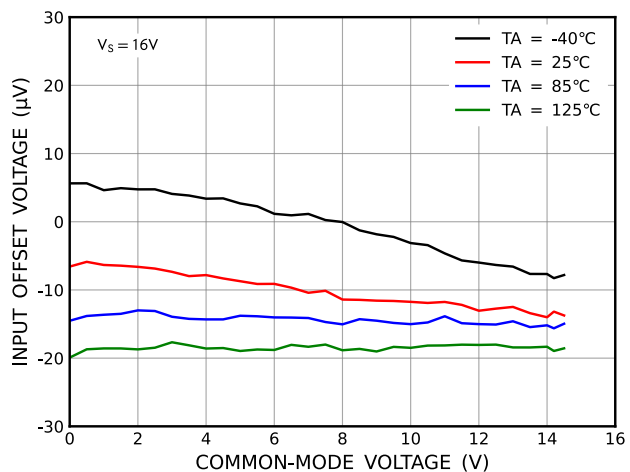


图 3 输入失调电压随共模电压的变化 (16V)

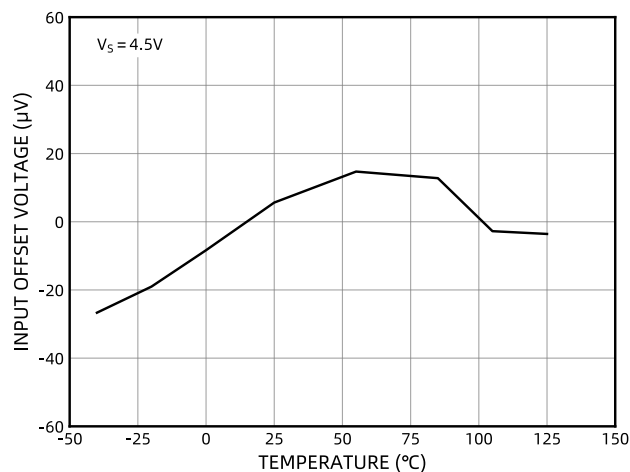


图 4 输入失调电压的温度特性 (4.5V)

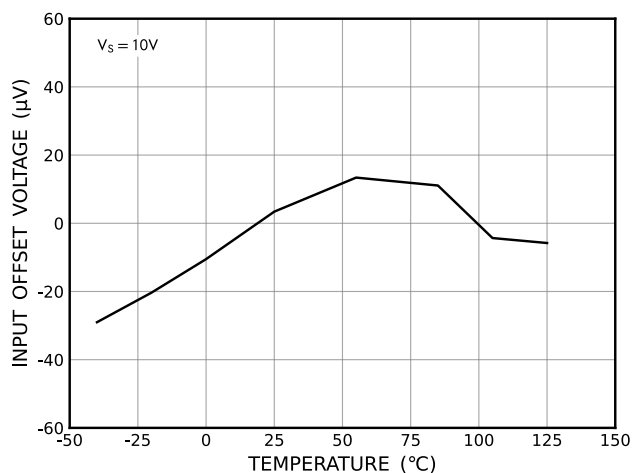


图 5 输入失调电压的温度特性 (10V)

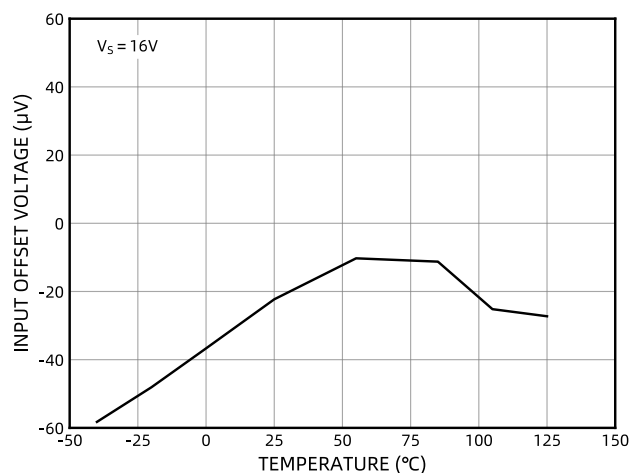


图 6 输入失调电压的温度特性 (16V)

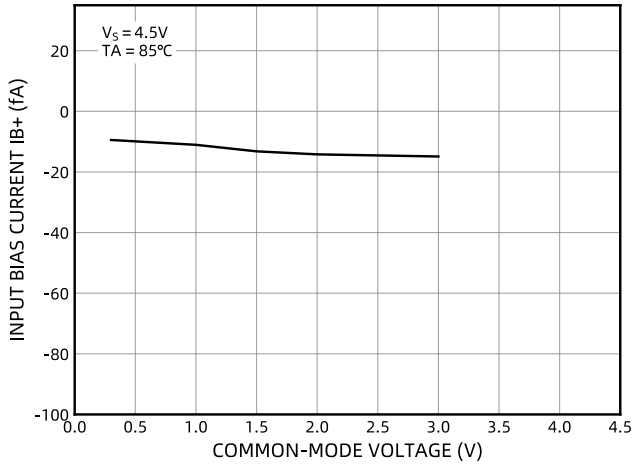


图 7 输入偏置电流随共模电压的变化 (4.5V, 85°C)

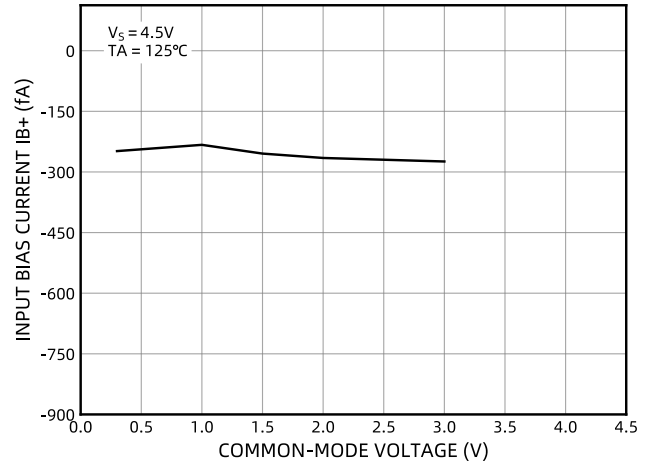


图 8 输入偏置电流随共模电压的变化 (4.5V, 125°C)

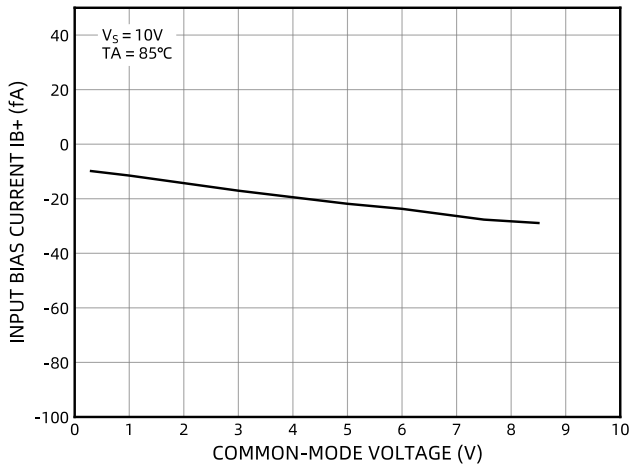


图 9 输入偏置电流随共模电压的变化 (10V, 85°C)

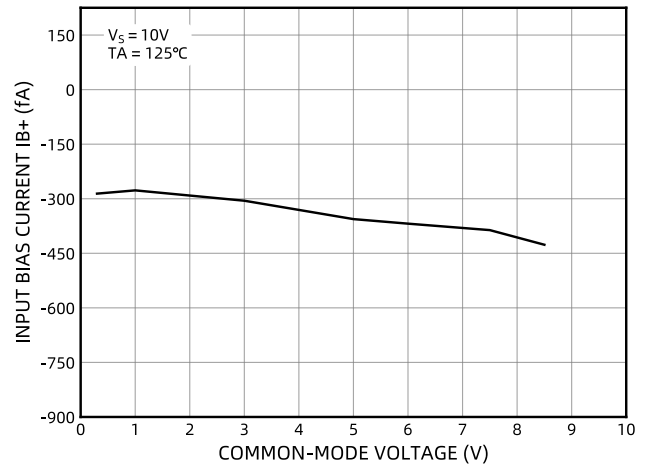


图 10 输入偏置电流随共模电压的变化 (10V, 125°C)

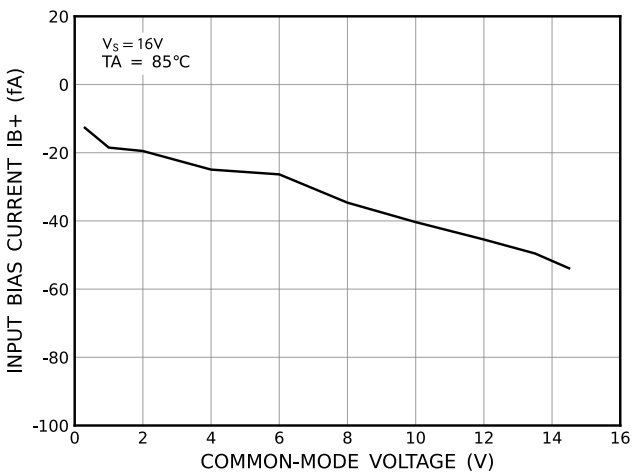


图 11 输入偏置电流随共模电压的变化 (16V, 85°C)

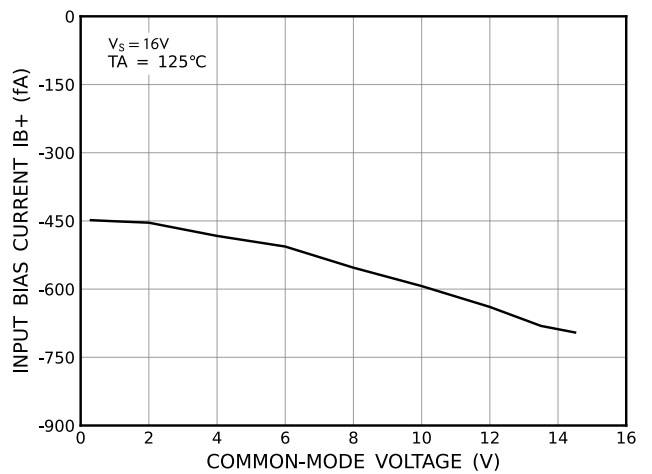


图 12 输入偏置电流随共模电压的变化 (16V, 125°C)

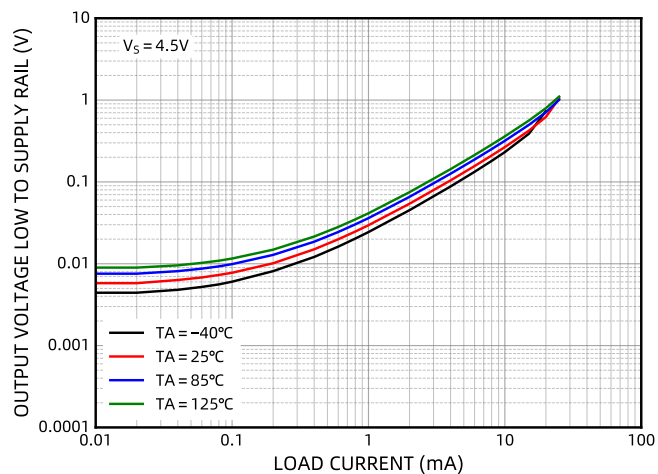


图 13 低电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (4.5V)

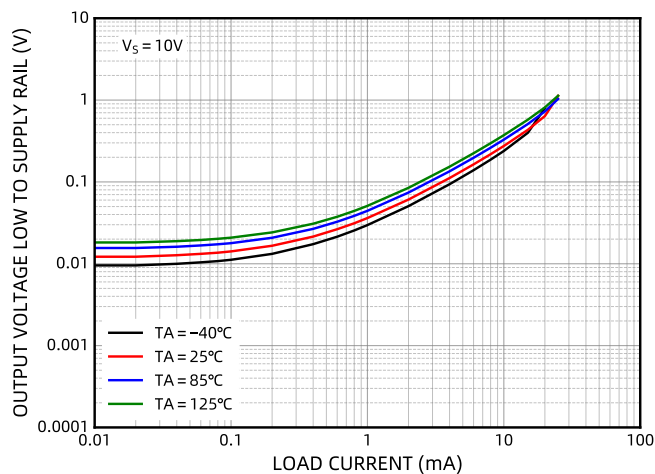


图 14 低电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (10V)

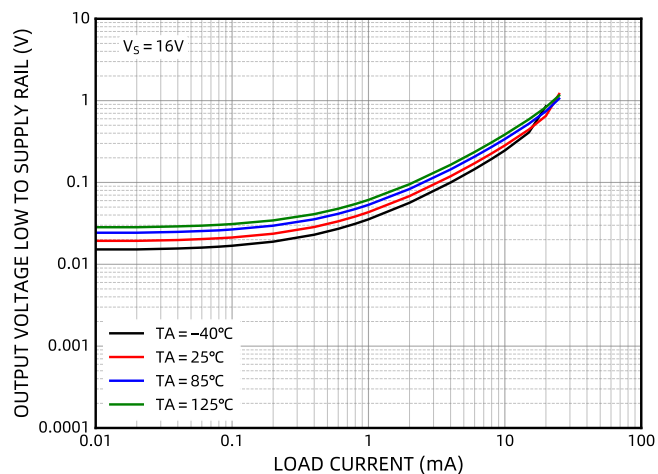


图 15 低电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (16V)

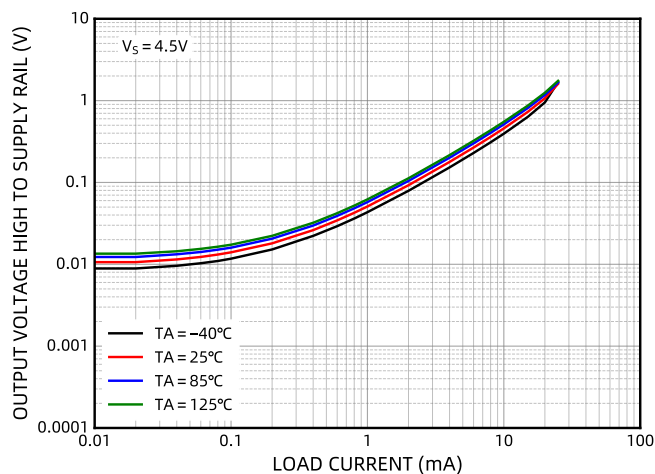


图 16 高电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (4.5V)

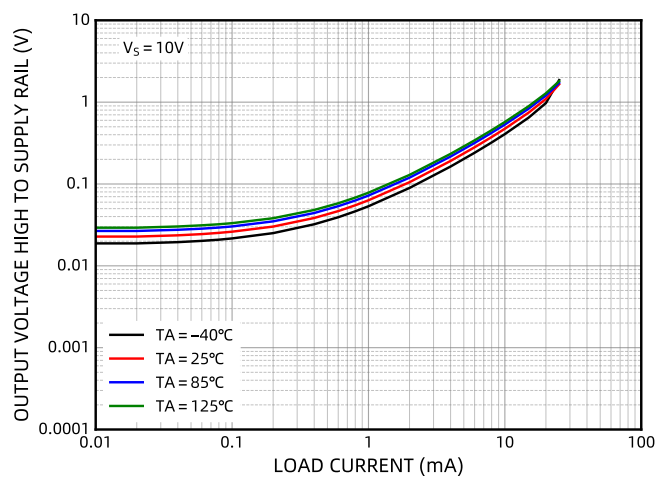


图 17 高电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (10V)

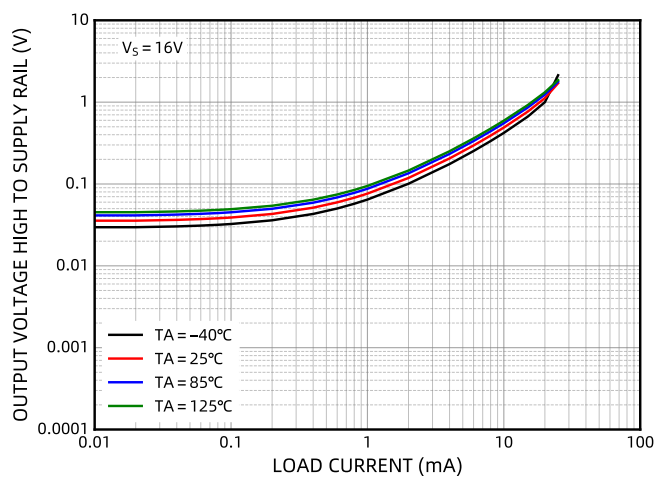


图 18 高电平输出电压相对于电源轨随负载电流的变化 (16V)

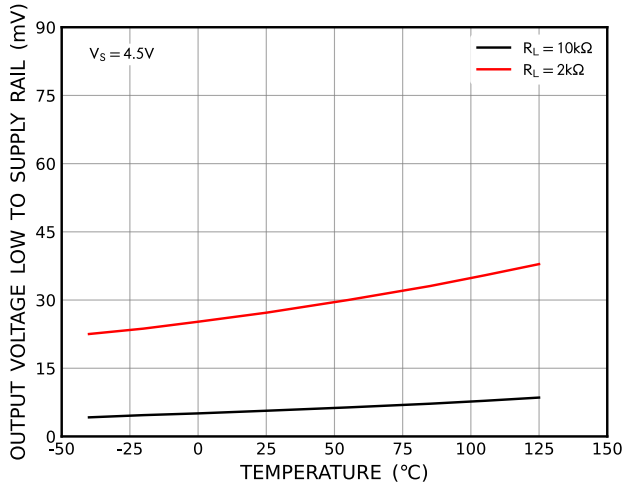


图 19 低电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (4.5V)

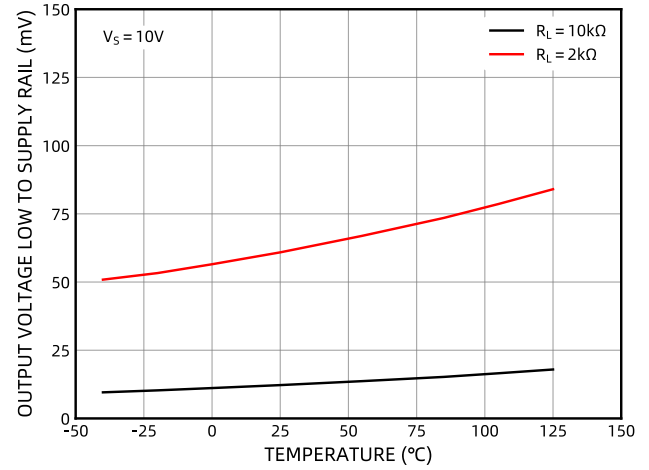


图 20 低电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (10V)

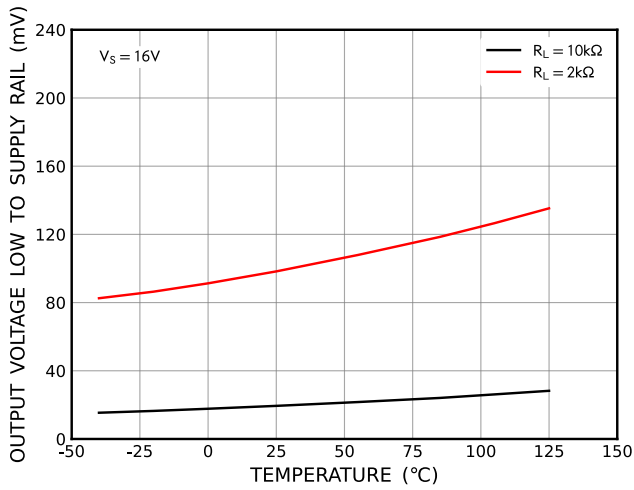


图 21 低电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (16V)

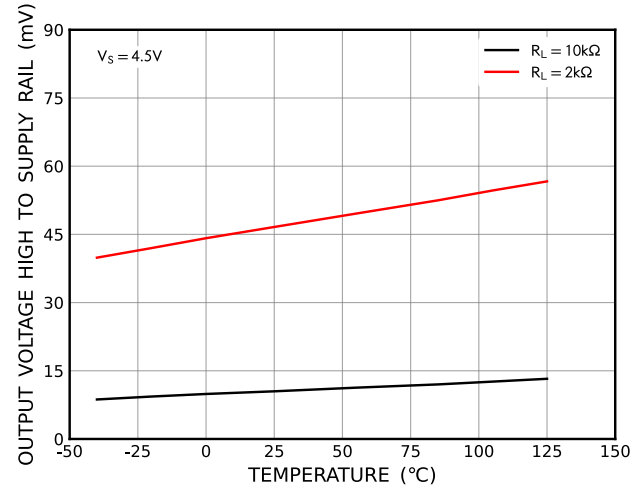


图 22 高电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (4.5V)

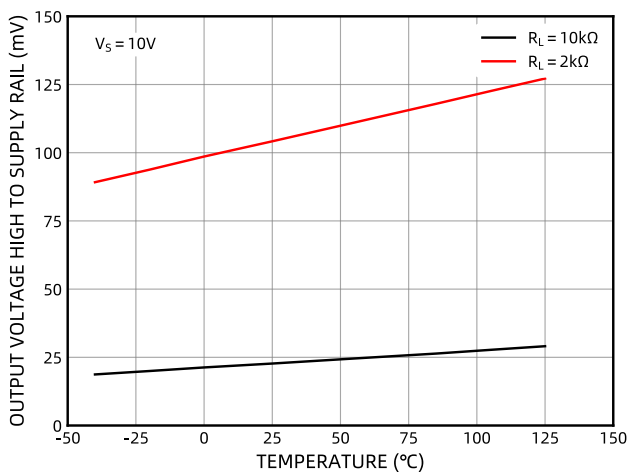


图 23 高电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (10V)

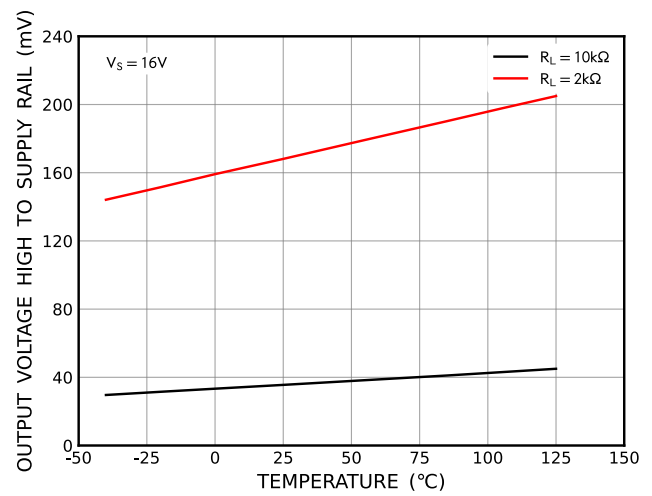


图 24 高电平输出电压相对于电源轨的温度特性 (16V)

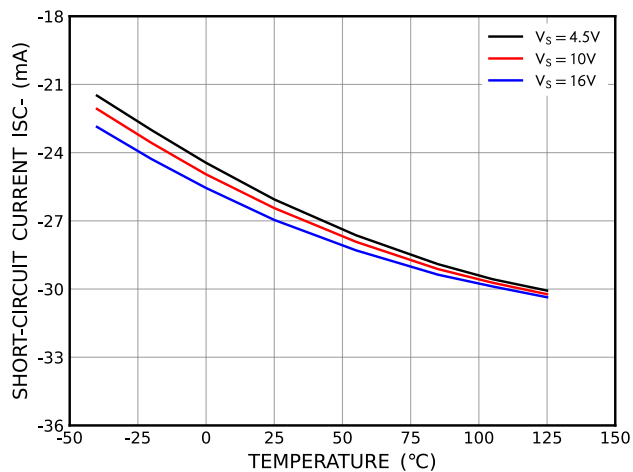


图 25 短路电流的温度特性（灌电流）

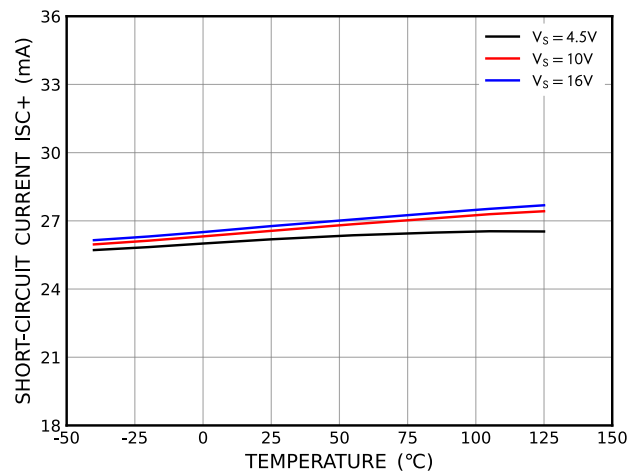


图 26 短路电流的温度特性（拉电流）

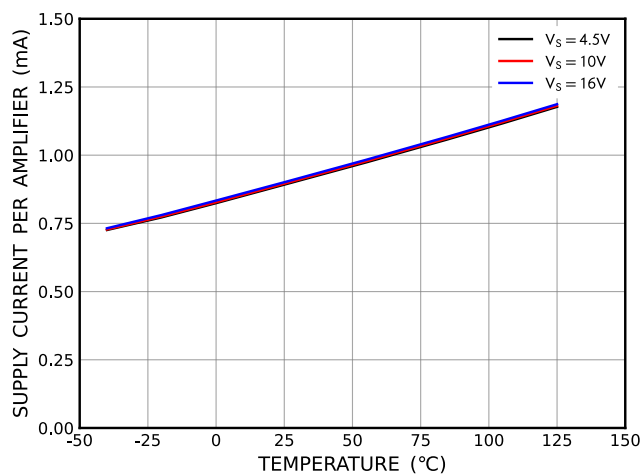


图 27 电源电流的温度特性

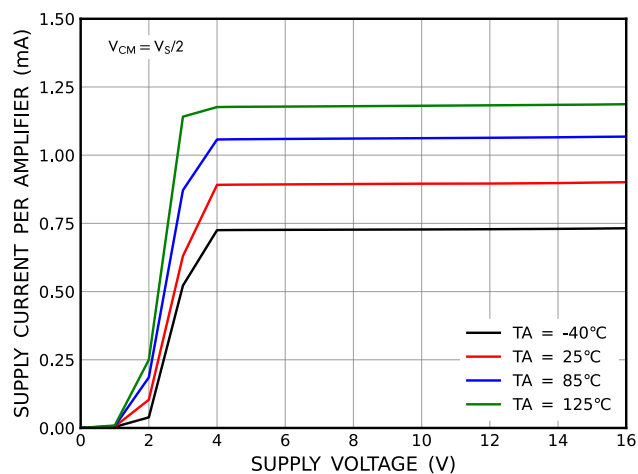


图 28 电源电流随电源电压的变化

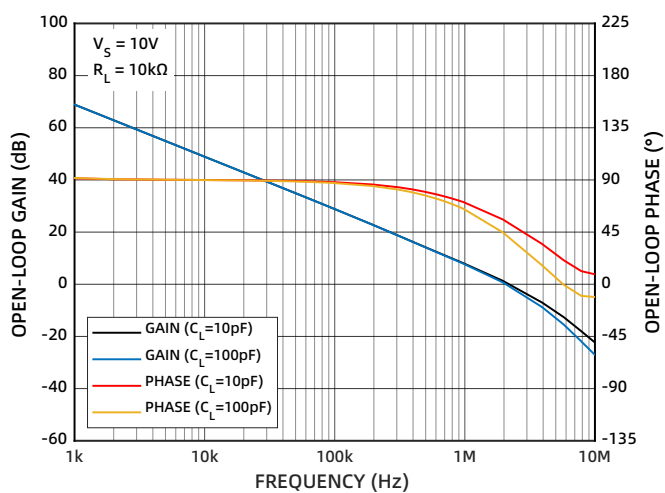


图 29 开环增益和相位裕量 (10V)

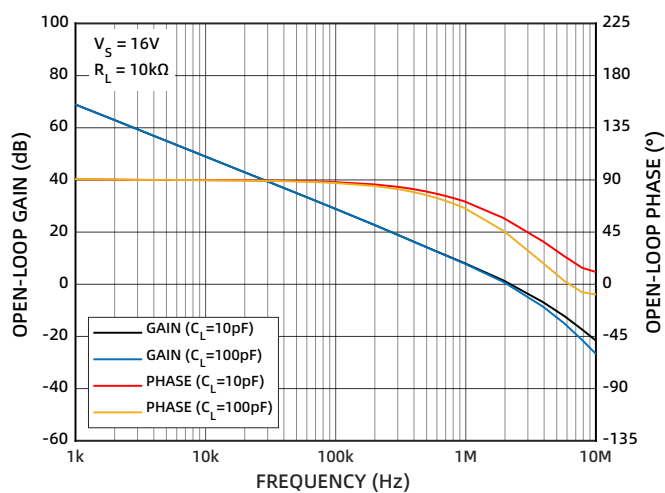


图 30 开环增益和相位裕量 (16V)

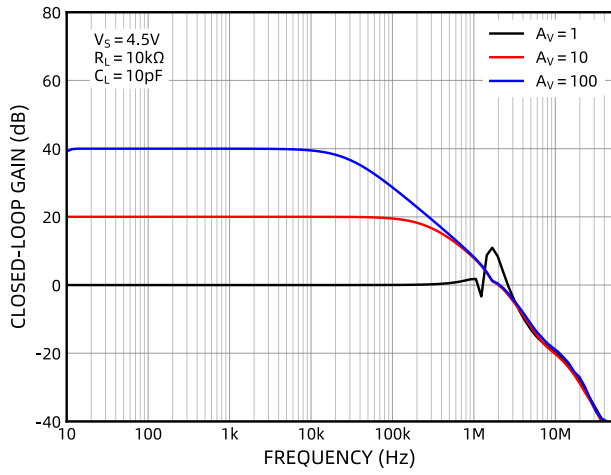


图 31 闭环增益 (4.5V)

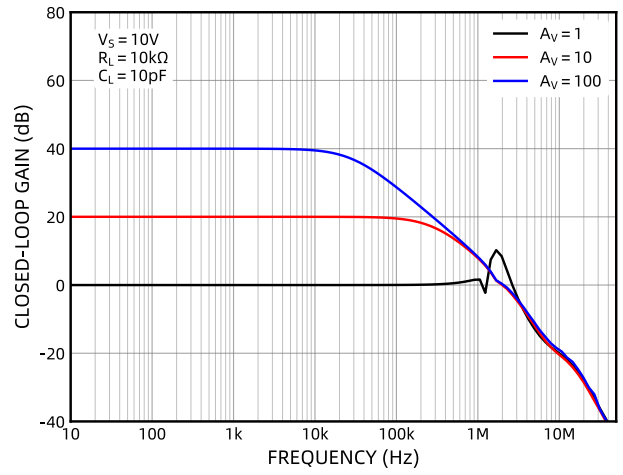


图 32 闭环增益 (10V)

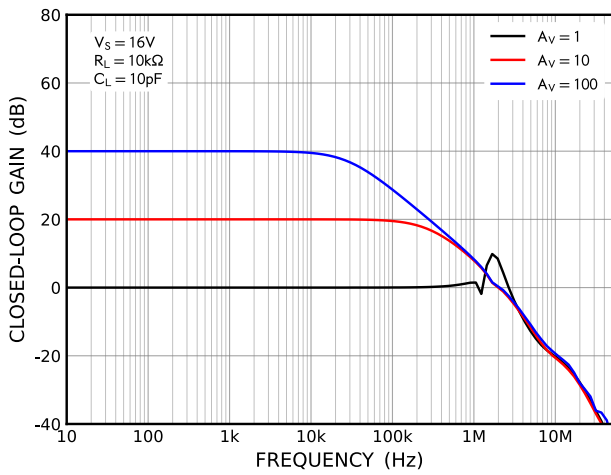


图 33 闭环增益 (16V)

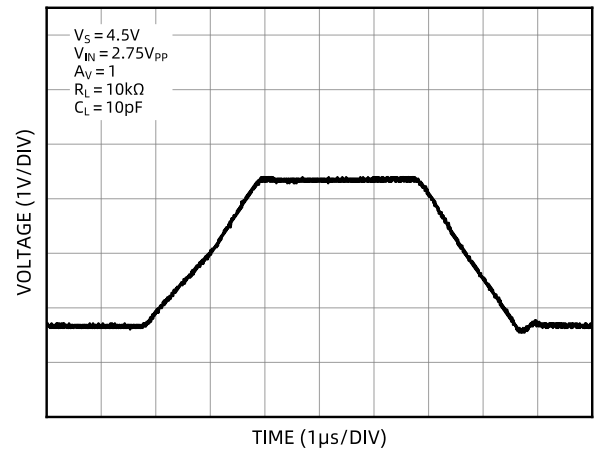


图 34 大信号瞬态响应 (4.5V)

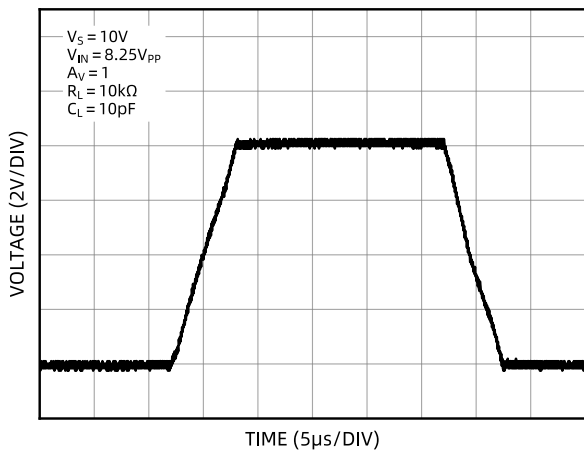


图 35 大信号瞬态响应 (10V)

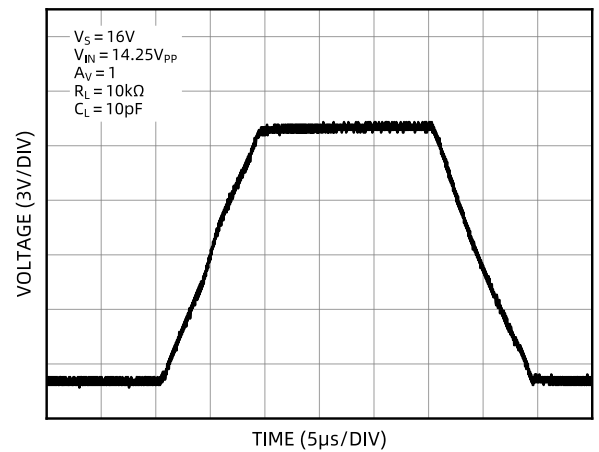


图 36 大信号瞬态响应 (16V)

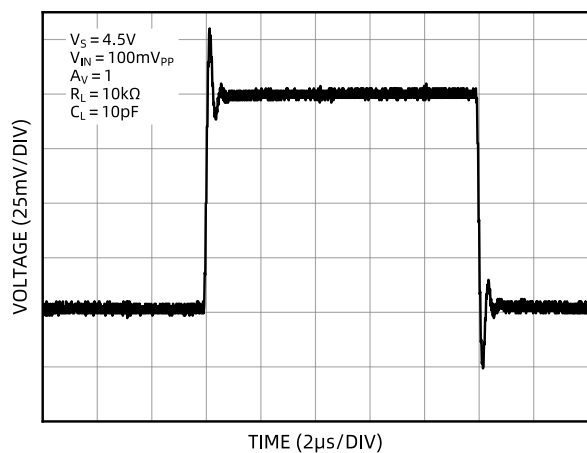


图 37 小信号瞬态响应 (4.5V)

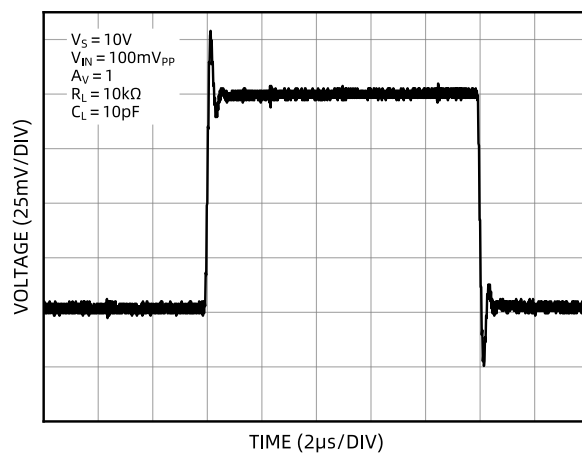


图 38 小信号瞬态响应 (10V)

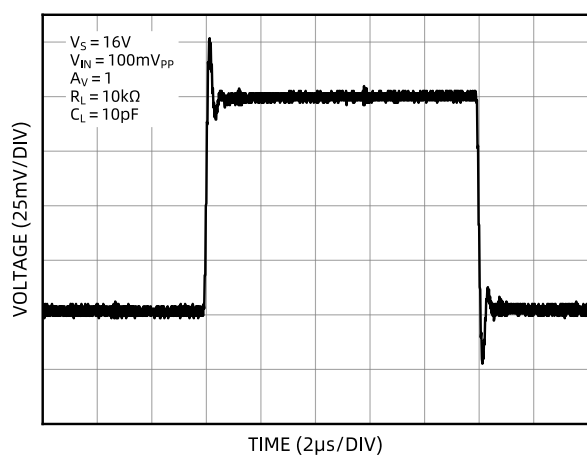


图 39 小信号瞬态响应 (16V)

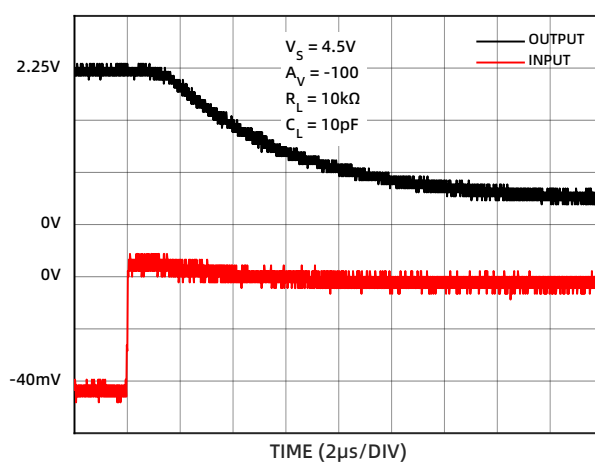


图 40 正向过载恢复 (4.5V)

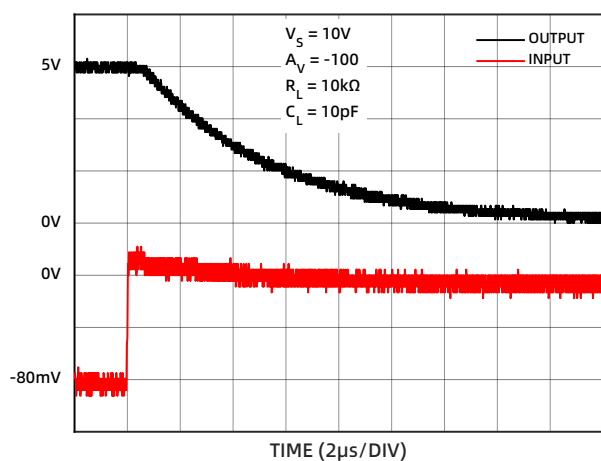


图 41 正向过载恢复 (10V)

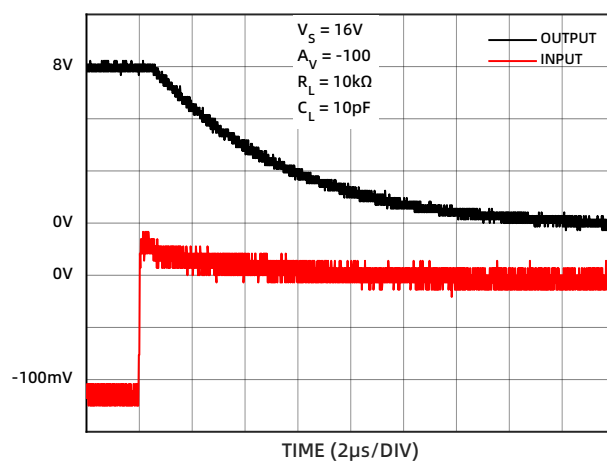


图 42 正向过载恢复 (16V)

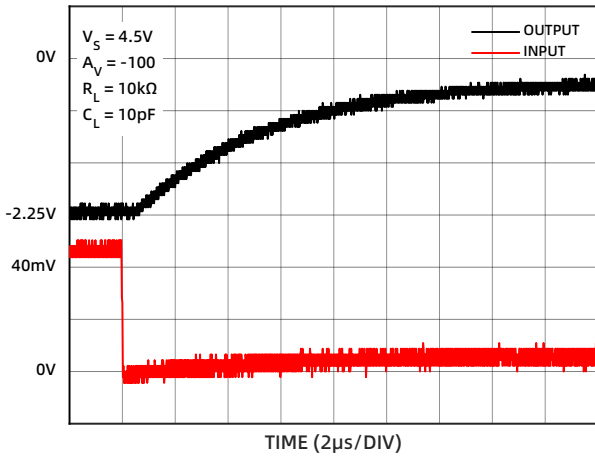


图 43 负向过载恢复 (4.5V)

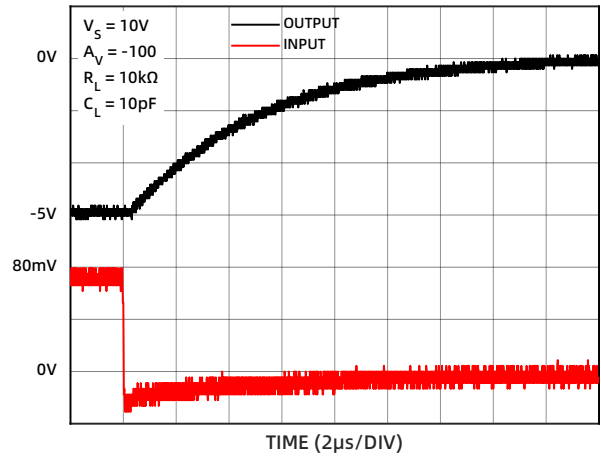


图 44 负向过载恢复 (10V)

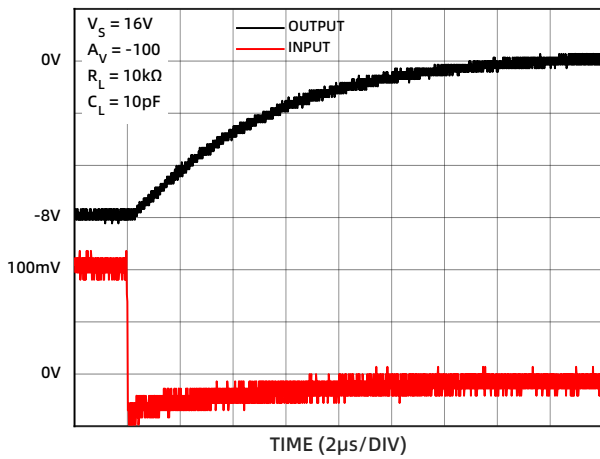


图 45 负向过载恢复 (16V)

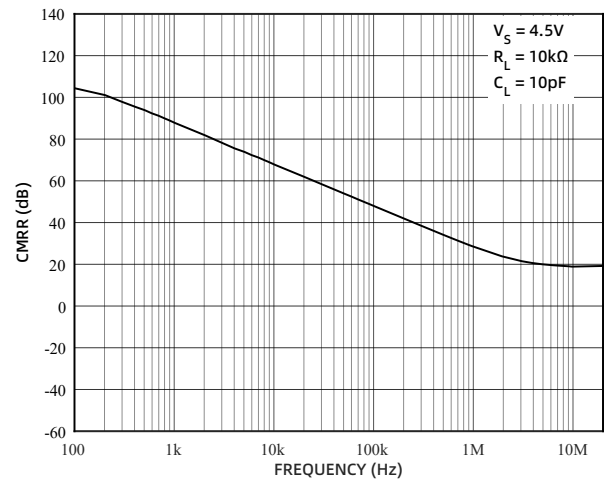


图 46 CMRR (4.5V)

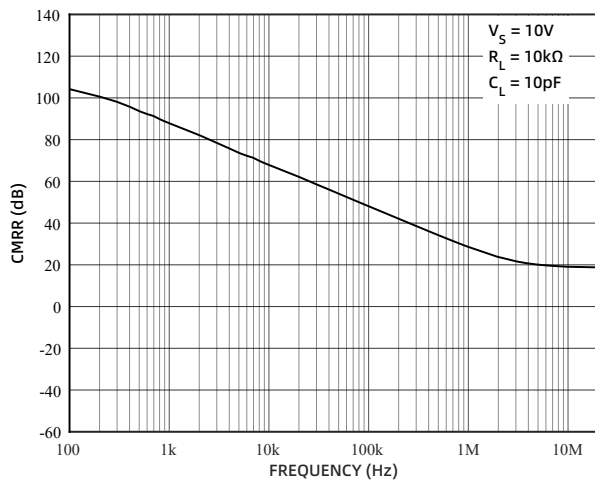


图 47 CMRR (10V)

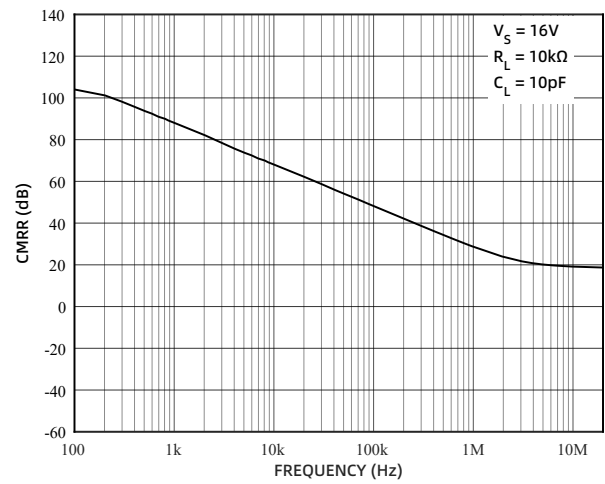


图 48 CMRR (16V)

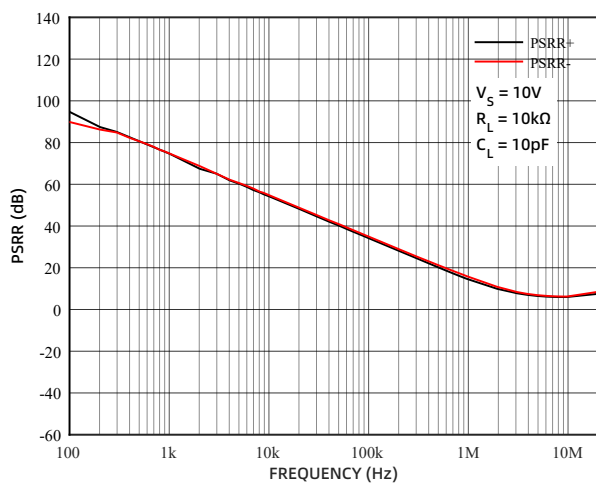


图 49 PSRR (10V)

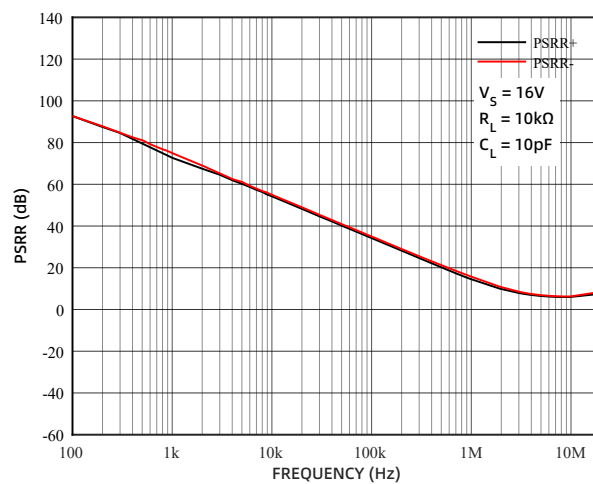


图 50 PSRR (16V)

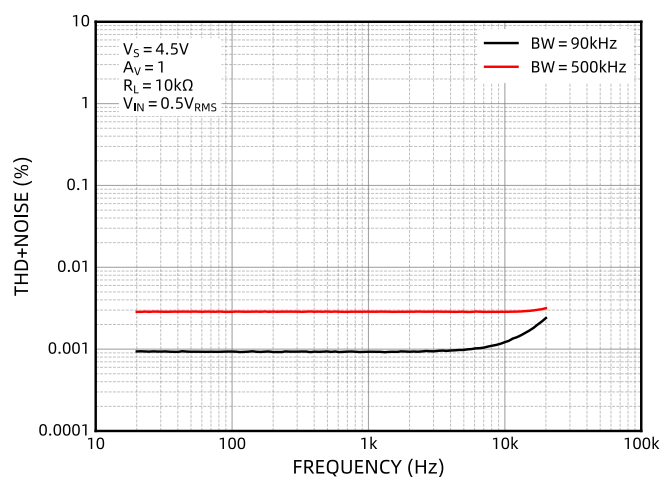


图 51 THD + N (4.5V)

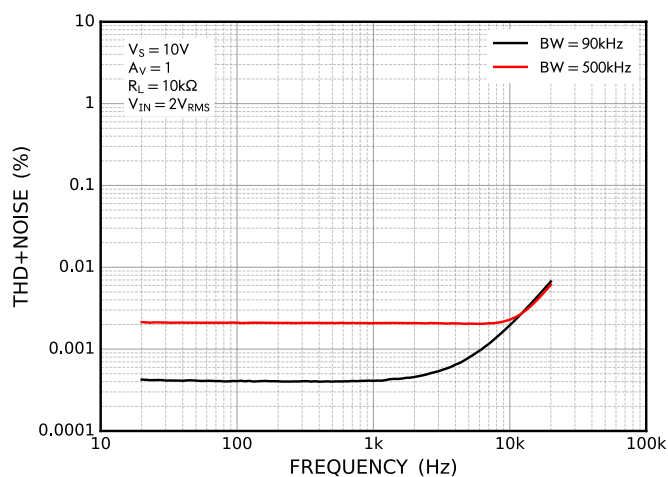


图 52 THD + N (10V)

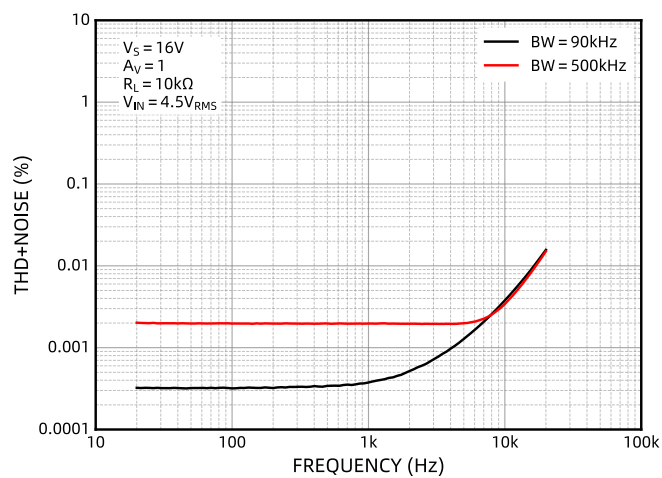


图 53 THD + N (16V)

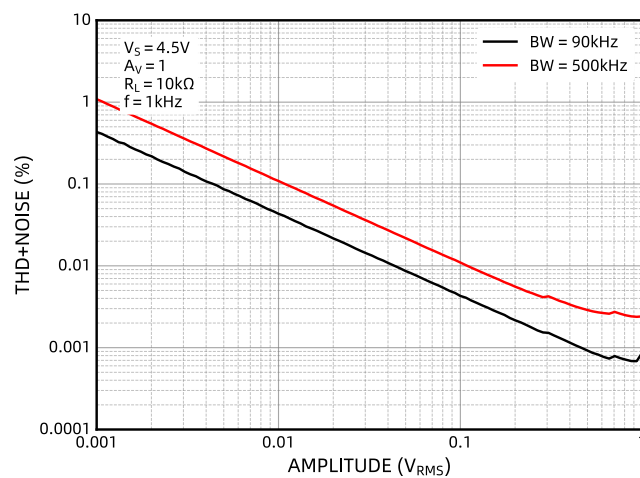


图 54 THD + N 与幅度的关系 (4.5V)

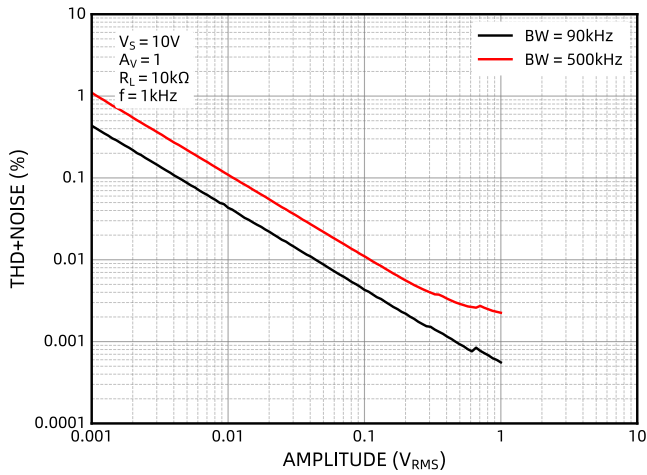


图 55 THD + N 与幅度的关系 (10V)

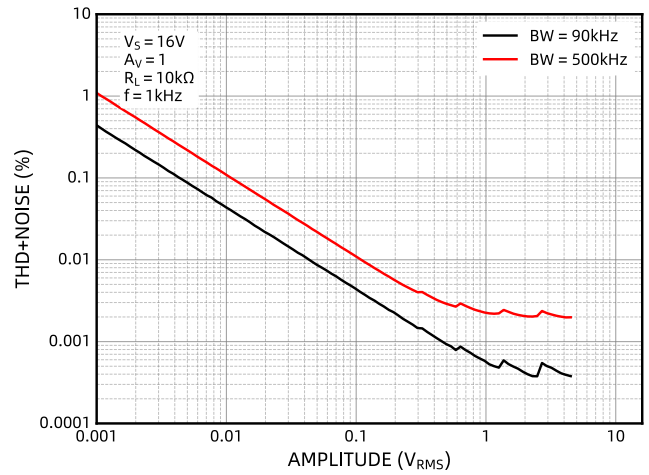


图 56 THD + N 与幅度的关系 (16V)

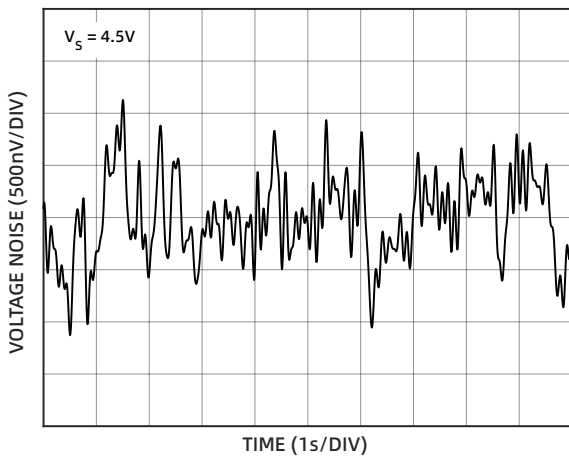


图 57 输入电压噪声 (4.5V, 0.1Hz~10Hz)

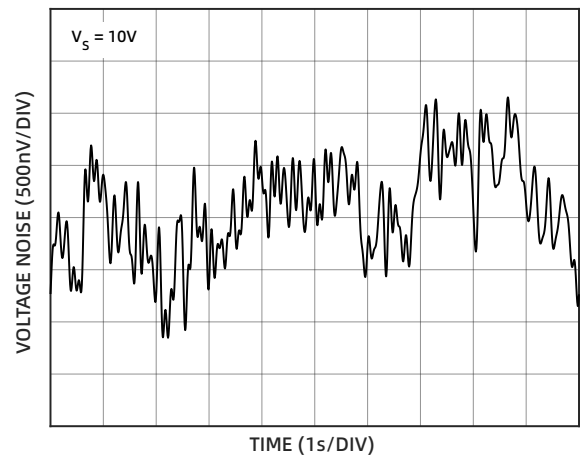


图 58 输入电压噪声 (10V, 0.1Hz~10Hz)

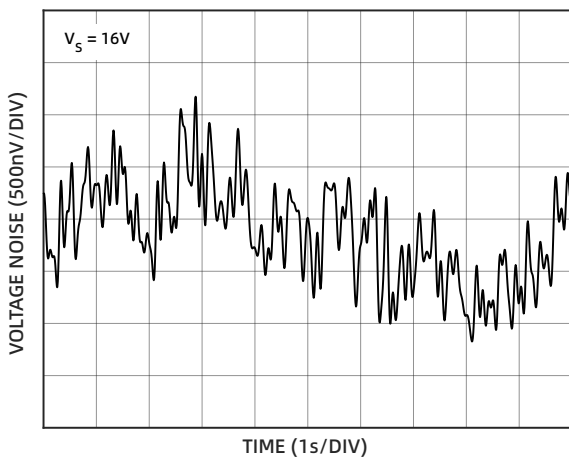


图 59 输入电压噪声 (16V, 0.1Hz~10Hz)

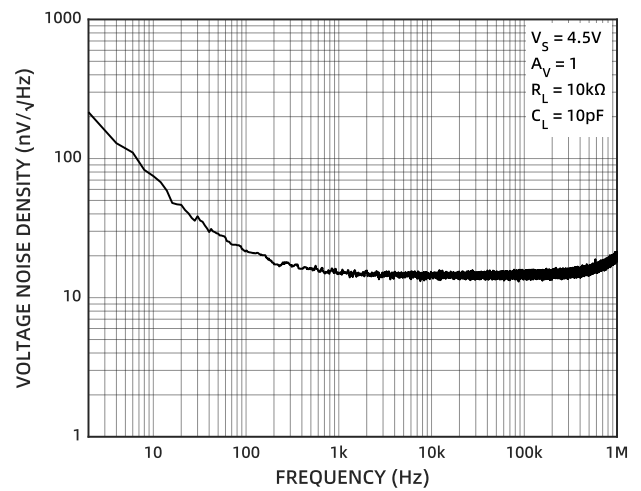


图 60 电压噪声密度 (4.5V)

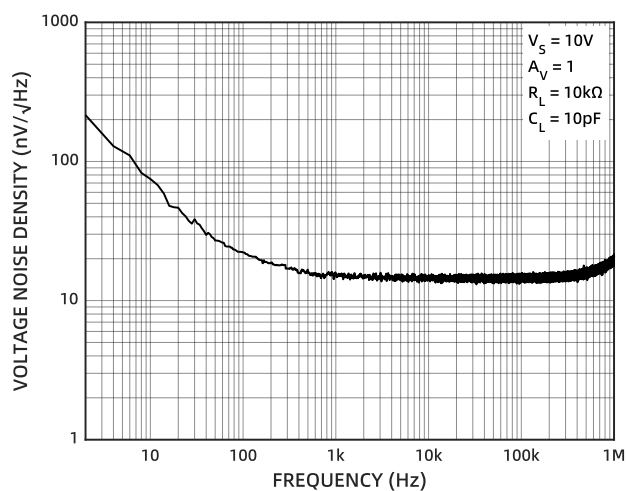


图 61 电压噪声密度 (10V)

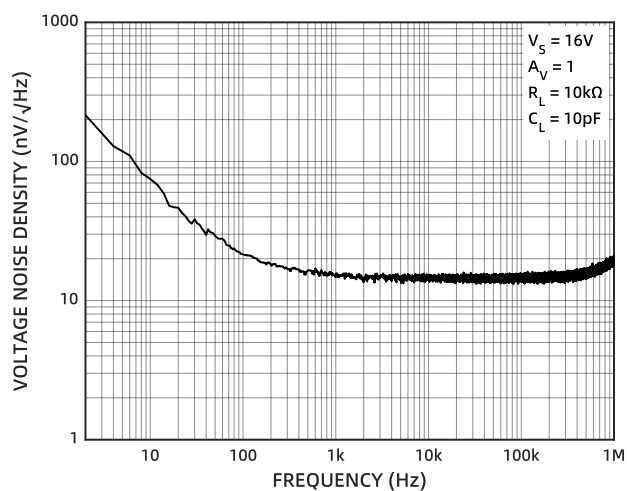


图 62 电压噪声密度 (16V)

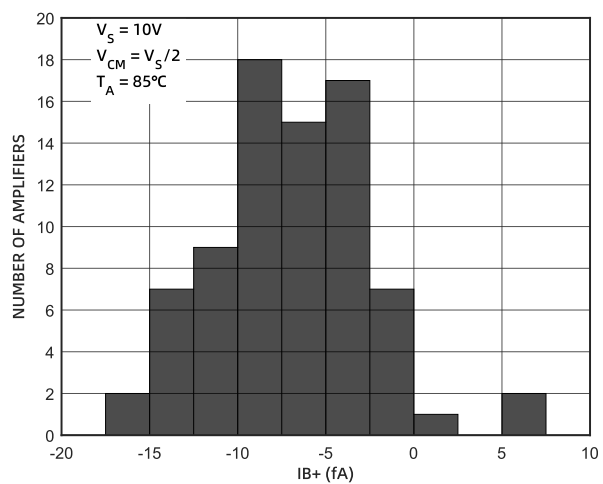


图 63 同相输入偏置电流直方图 (85°C)

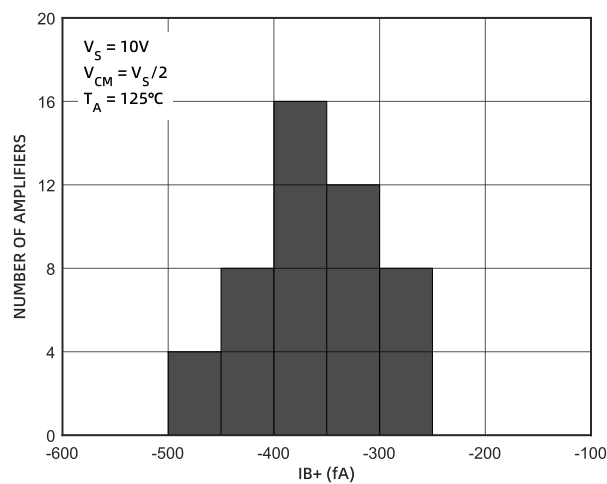


图 64 同相输入偏置电流直方图 (125°C)

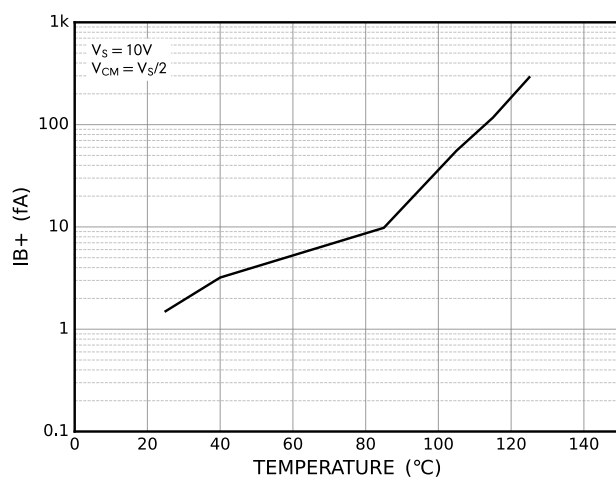


图 65 偏置电流的温度特性

工作原理

CM4551 是一款专为极高阻抗传感器接口而设计的运算放大器。其采用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)输入级, 从根本上消除了传统结型场效应晶体管(JFET)输入放大器存在的栅极漏电流问题。

CM4551 在实现极低输入偏置电流的同时, 还具备强大的 ESD 保护能力。通过独特的背靠背 ESD 二极管结构, 其在提供保护的同时支持保护驱动技术, 可最大限度地降低流向输入管脚的漏电流。CM4551 集成了一个精密缓冲器, 用于保护内部 ESD 二极管的漏电路径, 该保护缓冲器的输出还连接至外部管脚, 使用户能够对外部元件实施保护驱动, 以抑制 PCB 板漏电流。输

入偏置电流的精度直接取决于施加在 ESD 二极管两端的保护电压的精度。放大器与保护缓冲器的失调电压共同决定了保护电压的精度, 进而决定了最终的输入偏置电流性能。

CM4551 通过数字修调技术对放大器及保护缓冲器的失调电压进行修调, 可有效抑制共模电压、电源电压和温度变化带来的影响。该技术显著提升了失调电压、CMRR、PSRR 以及失调电压温漂等关键参数指标。

图 66 展示了 CM4551 的简化原理图。其采用两级架构设计, 配备全差分输入级, 可提供优异的直流性能。

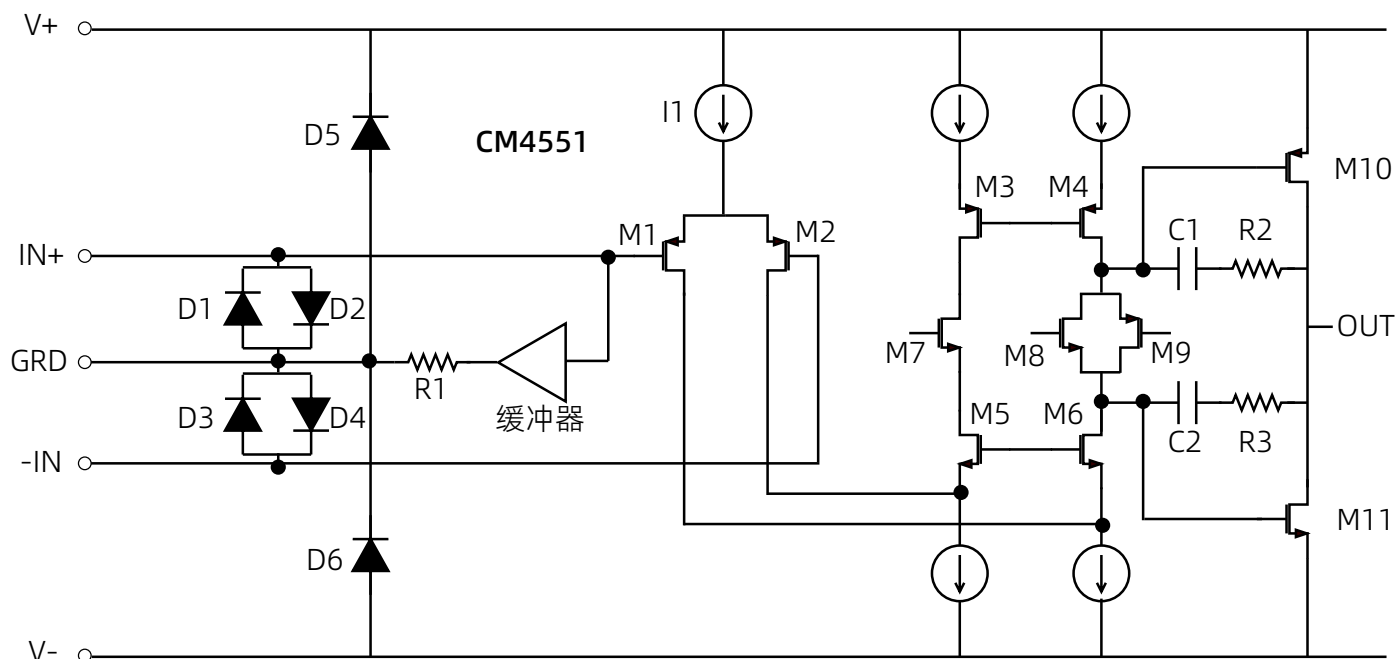


图 66 简易框图

ESD 结构

CM4551 输入端的 ESD 保护结构由二极管 D1 至 D6 构成。其具体连接方式为: 同相输入端通过背对背二极管 D1 和 D2 连接至保护管脚(GRD), 反相输入端则通过背对背二极管 D3 和 D4 连接至同一保护管脚。该保护管脚再经由二极管 D5 和 D6 分别与电源轨相连。

当 ESD 事件发生时, 瞬态电流会从输入管脚流经相应的背对背二极管 (D1/D2 或 D3/D4), 再通过电源钳位二极管 (D5/D6) 安全泄放到电源轨。

在放大器正常工作时, 保护缓冲器会驱动 GRD 管脚, 使背对背二极管两端的电压维持在 0V 左右。此外, 在保护缓冲器输出与 GRD 管脚之间串联的电阻 R1 (标称阻值为 1kΩ) 用于隔离保护缓冲器与 GRD 管脚上可能连接的大容量负载。

输入级

输入级由一个 P 沟道金属氧化物半导体(PMOS)差分对管(M1、M2)、折叠共源共栅晶体管 (M5 至 M11) 以及电流源(I1)构成。

CM4551 采用低压 MOS 器件作为差分输入对, 与高压器件相比, 其在单位电流下具备更优的 $1/f$ 噪声性能与带宽特性, 从而实现了卓越的整体性能指标。

为在宽电源电压范围内保证输入级的安全工作, 芯片内部采用钳位器件, 使低压输入对可以安全地工作在高压域下。该电路可确保输入器件在放大器允许的高压域下免受损坏, 同时能够最小化输入级在大部分共模输入范围内所感知的共模电压变化。在该优选共模电压范围内工作时, 该保护电路可提供出色的抗干扰性能, 其优势具体体现在以下几方面:

- 失调电压随共模电压的变化 (参见图 1 ~图 3)
- 小信号共模抑制比随共模电压的变化
- 小信号电源抑制比随共模电压的变化

在输入保护方面, 输入器件通过背对背 ESD 二极管 (D1 至 D4) 实现大差分输入电压保护。当差分输入电压超过 700mV 时, 这些二极管会导通过大的电流。用户必须严格限制输入管脚电流在 10mA 的绝对最大值之内。

共源共栅级

共源共栅级作为 CM4551 信号链的中间级部分，由 N 沟道金属氧化物半导体(NMOS)电流镜对管(M5、M6)，P 沟道金属氧化物半导体(PMOS)电流镜对管(M3、M4)以及跨导线性环(M8、M9)构成。

该级联结构在确保第一级放大器具有足够输出摆幅的前提下，通过增大输出阻抗来提高增益，利用跨导线性环来隔绝直流信号连接交流信号级联第二级 Class AB 输出。为确保反馈环路下的稳定性，CM4551 采用了米勒补偿技术，通过补偿电容 C1 和 C2 电阻 R2 和 R3 来优化频率响应特性。

输出级

CM4551 的输出级采用由 M10 和 M11 晶体管构成的互补共源结构，并基于 AB 类拓扑进行设计。该架构能够在负载端实现轨到轨输出摆幅，使输出电压摆动至电源轨数十毫伏范围内，从而充分利用供电电压的动态范围。

输出电压的实际摆幅受输出晶体管导通阻抗的限制，会随负载电流的变化而发生相应波动。具体表现请参见图 13 至图 24 所示的输出电压与供电轨电压差随负载电流的变化。

保护缓冲器

保护缓冲器是一个单位增益放大器，用于生成输入共模电压的低阻抗复现信号。该缓冲器的输入端直接连接至同相输入端(IN+)。当主放大器的反馈环路处于稳定状态时，同相输入端的电压约等于输入共模电压。

保护缓冲器采用与主放大器类似的三级架构，其轨到轨输出级可使防护电压在供电轨 100mV 范围内摆动。然而，由于保护缓冲器的输出严格跟随输入共模电压，其输出摆幅在低输入共模电压下会限制保护的有效性。这一局限性直观体现在输入偏置电流随共模电压的变化中（参见图 7 至图 12）。

保护缓冲器的输出电压在过载条件下可能发生劣化。其输出端内置的 500Ω 串联电阻会引入负载敏感误差，具体表现为每 1nA 的负载电流将产生 0.5μV 的保护电压误差。仅需数十纳安的负载电流即可导致保护失调电压超出规格范围。因此，保护缓冲器仅推荐用于驱动高阻抗负载（如绝缘电阻）。若应用场景需要驱动更大容性或多节点负载，建议采用外部低失调、低输入偏置电流的运算放大器对保护电压进行缓冲驱动。

输入保护

当 CM4551 的任一输入引脚电压超出供电轨 300mV 以上时，其输入端的 ESD 保护二极管将进入正向导通状态，导致较大电流

流经二极管通路。若未采取有效的电流限制措施，此类过大的故障电流可能会对芯片造成永久性损坏。

因此，在输入信号可能出现过压情况的应用中，必须在每个输入回路中串联限流电阻，以确保输入电流不超过 10mA 的绝对最大值。同时，需综合评估该限流电阻引入的热噪声对电路系统整体信噪比(SNR)的影响。

单电源、轨到轨输出

CM4551 是一款支持单电源供电的运算放大器，其输入电压范围(IVR)覆盖从负供电轨(V-)到正供电轨(V+) -1.5V。

例如，在配置为单位增益缓冲器且采用±8V 供电时，CM4551 的输入输出波形展示了优异的轨到轨输出能力。在输出电压达到最大摆幅限制之前，输出信号能全程精准跟踪输入电压。即使输入信号超出了规定的线性输入范围($-8V \leq IVR \leq 6.5V$)，放大器仍可维持工作状态，且输出不会出现相位反转。尽管如此，不建议让放大器在超出规定输入电压范围的条件下长期工作。

容性负载稳定性

CM4551 在各类配置下均可稳定驱动最高 250pF 的容性负载。若需驱动超过 250pF 的容性负载，可能引发过冲、振铃或振荡。大容性负载会降低相位裕度，导致放大器频率响应出现峰值，这在时域上表现为过冲或振铃。

因此，驱动超过 250pF 的容性负载时，建议采用外部补偿措施，尤其在单位增益配置（稳定性最差的工况）下。如图 67 所示，一种常用且快速有效的补偿方法是在放大器输出端与容性负载之间串联一个隔离电阻 R_{ISO} 。该电阻将放大器的输出节点及反馈网络与容性负载隔离。需注意，该方法会增大负载端的输出阻抗，从而可能影响增益精度。

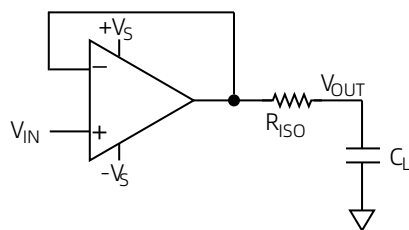


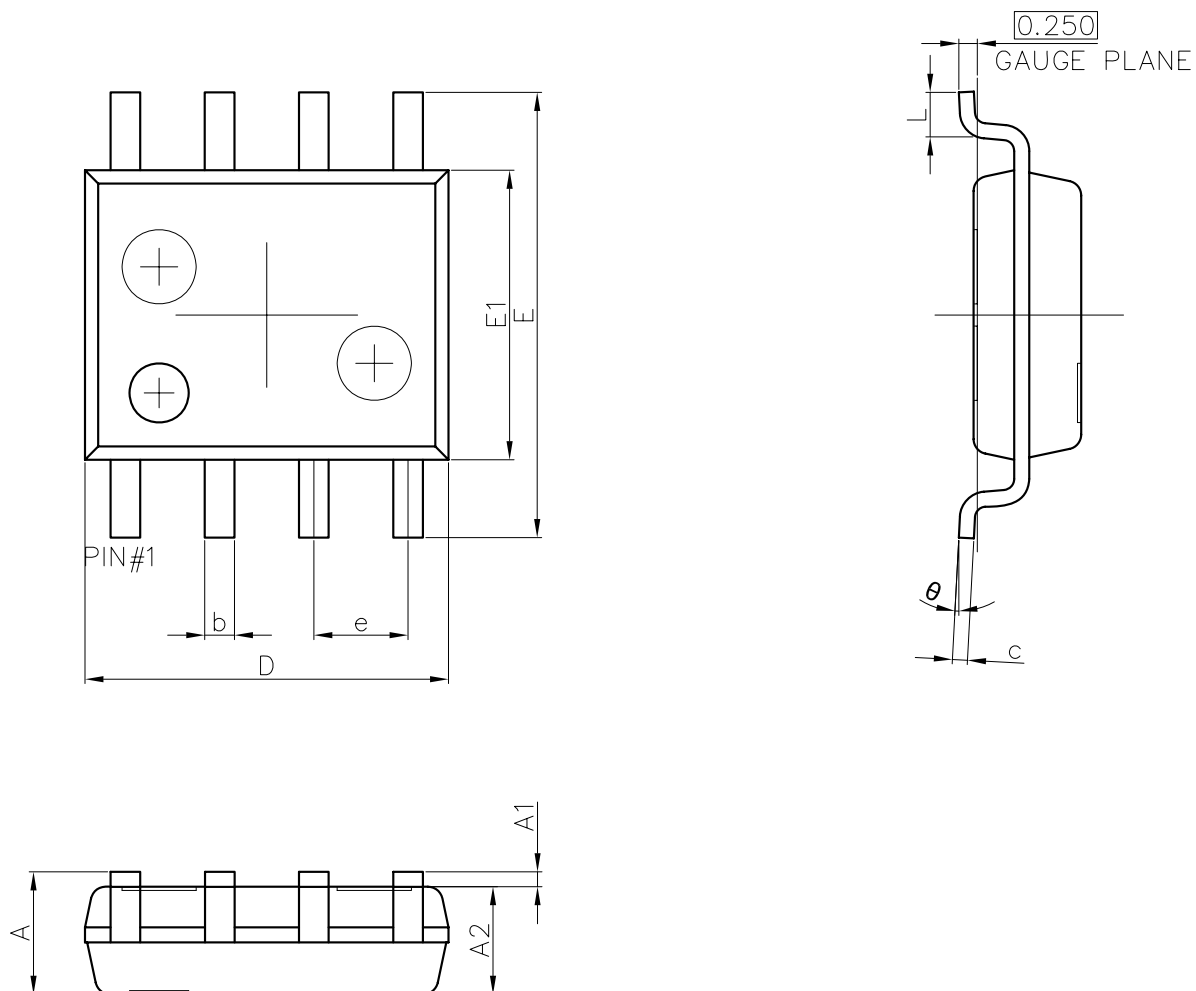
图 67 采用隔离电阻实现负载稳定性补偿

封装及订购信息

封装形式

CM4551 采用 SOP8 封装。

产品外形图



标识	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	1.45	1.60	1.75
A1	0.10	0.18	0.25
A2	1.35	1.45	1.55
b	0.33	0.42	0.51
c	0.17	0.21	0.25
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27 (BSC)		
L	0.40	0.84	1.27
θ	0°	4°	8°

订购信息

型号	温度范围	封装	包装	包装数量
CM4551-SOPTA	-40°C~125°C	SOP8	Reel	4000

免责声明

本数据手册按“现状”(AS IS)提供, 所含信息仅供设计参考, 不构成任何明示或暗示的性能、适用性、可靠性或安全性的保证。我司保留随时对产品规格、技术资料及相关手册进行更正的权利。用户应独立负责产品选择、应用设计、功能验证及合规性评估, 确保满足相关法规与安全要求。我司不对应用设计提供支持或承担由此产生的任何责任。

本产品及资料不适用于生命支持、植入式医疗设备、军事、航空航天及其他安全关键应用, 除非另有书面协议。在此类应用中使用该产品及资料的风险由用户自行承担。