

特性

高压(18 V)微功耗: 22 μ A(最大值)
 低失调电压: 350 μ V(最大值)
 低输入偏置电流: 20 pA(最大值)
 增益带宽积: 230 kHz($A_v=100$, 典型值)
 单位增益交越: 230 kHz
 -3 dB闭环带宽: 305 kHz
 单电源供电: 2.7 V至18 V
 双电源供电: ± 1.35 V至 ± 9 V
 单位增益稳定
 出色的抗电磁干扰能力

应用

便携式操作系统
 电流监控器
 4 mA至20 mA环路驱动器
 缓冲/电平转换
 多极滤波器
 远程/无线传感器
 低功耗跨导放大器

概述

AD8657/AD8659分别是双通道及四通道微功耗、精密轨到轨输入/输出放大器, 针对低功耗和宽工作电源电压范围应用进行了优化。

AD8657/AD8659采用2.7 V至18 V电源供电, 典型静态电源电流为18 μ A。此类器件采用ADI公司的DigiTrim[®]调整专利技术, 失调电压非常低。AD8657/AD8659还具有较高的抗电磁干扰能力。

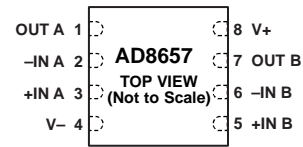
AD8657/AD8659具有低电源电流、低失调电压、极低输入偏置电流、宽电源电压范围以及轨到轨输入和输出等特性, 是过程和电机控制应用中电流监控的理想选择。在无线/远程传感器/发送器中, 此类器件的精密特性组合非常适合传感器前端或高阻抗输入源的直流放大和缓冲处理。

AD8657/AD8659的额定温度范围为-40 $^{\circ}$ C至+125 $^{\circ}$ C扩展工业温度范围。AD8657采用8引脚MSOP封装和8引脚LFCSP封装; AD8659采用14引脚SOIC封装和16引脚LFCSP封装。

引脚接线图



图1. AD8657引脚配置(8引脚MSOP)



NOTES
1. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

图2. AD8657引脚配置(8引脚LFCSP)

注意: 关于AD8659引脚接线及有关这些产品引脚连接的更多信息, 请参阅“引脚配置和功能描述”部分。

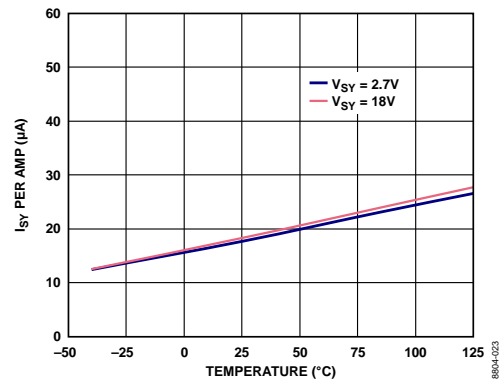


图3. AD8657电源电流与温度的关系

表1. 精密微功耗运算放大器(<250 μ A)

| 电源电压 | 5 V | 12 V至16 V | 36 V |
|------|-------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 单通道 | AD8538 AD8603 ADA4051-1 | OP196 | |
| 双通道 | AD8539 AD8607 ADA4051-2 | AD8657 | AD8622 ADA4091-2 ADA4096-2 |
| 四通道 | AD8609 | AD8659 | AD8624 ADA4091-4 ADA4096-4 |

Rev. B

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 www.analog.com
 Fax: 781.461.3113 ©2011–2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

AD8657/AD8659

目录

| | |
|----------------|---|
| 特性 | 1 |
| 应用 | 1 |
| 概述 | 1 |
| 引脚接线图 | 1 |
| 修订历史 | 2 |
| 技术规格 | 3 |
| 电气特性—18 V电源供电 | 3 |
| 电气特性—10 V电源供电 | 4 |
| 电气特性—2.7 V电源供电 | 5 |
| 绝对最大额定值 | 6 |
| 热阻 | 6 |
| ESD警告 | 6 |
| 引脚配置和功能描述 | 7 |

修订历史

2012年8月—修订版A至修订版B

| | |
|-----------------------|----|
| 增加AD8659 | 通篇 |
| 更改“特性”部分 | 1 |
| 更改“引脚接线图”部分 | 1 |
| 新增图3；重新排序 | 1 |
| 更改表1 | 1 |
| 表2和表4重新排序 | 3 |
| 更改表2 | 3 |
| 更改表3 | 4 |
| 更改表4 | 5 |
| 更改表6 | 6 |
| 增加“引脚配置和功能描述”部分 | 7 |
| 增加图4和图5 | 7 |
| 增加表7，重新排序 | 7 |
| 增加图6和图7 | 8 |
| 增加表8 | 8 |
| 更改图10和图13 | 9 |
| 更改图14、图15、图17和图18 | 10 |
| 更改图28和图31 | 12 |
| 更改图32 | 13 |
| 更改图39 | 14 |
| 更改图63和图66 | 18 |
| 移动图68 | 19 |
| 更改“反相运算放大器配置”部分标题和图70 | 20 |
| 更改“同相运算放大器配置”标题和图71 | 20 |

| | |
|------------------------------|----|
| 典型性能参数 | 9 |
| 应用信息 | 19 |
| 输入级 | 19 |
| 输出级 | 20 |
| 轨到轨 | 20 |
| 阻性负载 | 20 |
| 比较器操作—AD8657 | 21 |
| EMI抑制比 | 22 |
| 4 mA至20 mA过程控制电流环路发送器—AD8657 | 22 |
| 外形尺寸 | 23 |
| 订购指南 | 24 |

| | |
|--|----|
| 更改“比较器操作—AD8657”标题 | 21 |
| 更改“4 mA至20 mA过程控制电流环路发送器—AD8657”部分标题，将33 μ A改为34 μ A | 22 |
| 更新外形尺寸 | 24 |
| 增加图81和图82 | 24 |
| 更改“订购指南” | 24 |

2011年3月—修订版0至修订版A

| | |
|---|----|
| 增加LFCSP封装信息 | 通篇 |
| 新增图2；重新排序 | 1 |
| 更改表2的前导文字、输入特性的失调电压和共模抑制比测试条件/注释，以及动态性能的相位裕量值更改表3的前导文字、输入特性的失调电压和共模抑制比测试条件/注释 | 4 |
| 更改表4的前导文字、输入特性的失调电压和共模抑制比测试条件/注释 | 5 |
| 更改“热阻”部分和表5 | 6 |
| 更新外形尺寸 | 21 |
| 更改“订购指南” | 21 |

2011年1月—修订版0：初始版

技术规格

电气特性—18 V电源供电

除非另有说明, $V_{SY} = 18\text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ 。

表2.

| 参数 | 符号 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|--------------------------|--|-----------|----------|-----------------------|--|
| 输入特性 | | | | | | |
| 失调电压 | V_{OS} | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 18 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 17.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 17.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 18 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 350 1.8 2 16 | μV mV mV mV |
| 输入偏置电流 | I_B | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 5 | | 20 | pA |
| 输入失调电流 | I_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 2.9 | nA |
| 输入电压范围 | | | | | 40 | pA |
| 共模抑制比 | CMRR | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 18 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 17.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 17.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 18 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 0 94 | 110 | 18 | V dB dB dB |
| 大信号电压增益 | A_{VO} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.5\text{ V}$ 至 17.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 115 | 120 | | dB dB |
| 失调电压漂移 | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | | | 2 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入电阻 | R_{IN} | | | 10 | | $\text{G}\Omega$ |
| 输入电容(差分模式) | C_{INDM} | | | 11 | | pF |
| 输入电容(共模模式) | C_{INCM} | | | 3.5 | | pF |
| 输出特性 | | | | | | |
| 高输出电压 | V_{OH} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 17.97 | | | V |
| 低输出电压 | V_{OL} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 30 | mV |
| 短路电流 | I_{SC} | | | ± 12 | | mA |
| 闭环输出阻抗 | Z_{OUT} | $f = 1\text{ kHz}$, $A_V = 1$ | | 15 | | Ω |
| 电源 | | | | | | |
| 电源抑制比 | 电源抑制比(PSRR) | $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ 至 18 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 100 90 | 115 | | dB dB |
| 电源电流(每个放大器) | I_{SY} | $I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 18 | 22 34 | μA μA |
| 动态性能 | | | | | | |
| 压摆率 | SR | $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 80 | | V/ms |
| 0.1%建立时间 | t_s | $V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$ | | 15 | | μs |
| 单位增益交越 | UGC | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 230 | | kHz |
| 相位裕量 | Φ_M | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 60 | | 度 |
| 增益带宽积 | GBP | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 100$ | | 230 | | kHz |
| -3 dB闭环带宽 | $f_{-3\text{ dB}}$ | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 305 | | kHz |
| 通道隔离 | CS | $f = 10\text{ kHz}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$ | | 95 | | dB |
| +INx的EMI抑制比 | EMIRR | $V_{IN} = 100\text{ mV}_{PEAK}$; $f = 400\text{ MHz}$, 900 MHz , 1800 MHz , 2400 MHz | | 90 | | dB |
| 噪声性能 | | | | | | |
| 电压噪声 | e_n p-p | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz | | 5 | | $\mu\text{V p-p}$ |
| 电压噪声密度 | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$ | | 50 45 | | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 电流噪声密度 | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 0.1 | | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |

AD8657/AD8659

电气特性—10 V电源供电

除非另有说明, $V_{SY} = 10\text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ 。

表3.

| 参数 | 符号 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|--------------------------|--|------|----------|-----|------------------------------|
| 输入特性 | | | | | | |
| 失调电压 | V_{OS} | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 10 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 9.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 9.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 10 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 350 | μV |
| 输入偏置电流 | I_B | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 2 | 15 | 16 | pA |
| 输入失调电流 | I_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 30 | 5.2 | pA |
| 输入电压范围 | | | 0 | | 10 | V |
| 共模抑制比 | CMRR | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 10 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 9.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 9.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 10 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 88 | 105 | | dB |
| 大信号电压增益 | A_{VO} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.5\text{ V}$ 至 9.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 108 | 120 | | dB |
| 失调电压漂移 | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | | | 2 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入电阻 | R_{IN} | | | 10 | | $\text{G}\Omega$ |
| 输入电容(差分模式) | C_{INDM} | | | 11 | | pF |
| 输入电容(共模模式) | C_{INCM} | | | 3.5 | | pF |
| 输出特性 | | | | | | |
| 高输出电压 | V_{OH} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 9.98 | | | V |
| 低输出电压 | V_{OL} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 20 | mV |
| 短路电流 | I_{SC} | | | ± 11 | | mA |
| 闭环输出阻抗 | Z_{OUT} | $f = 1\text{ kHz}$, $A_V = 1$ | | 15 | | Ω |
| 电源 | | | | | | |
| 电源抑制比 | 电源抑制比(PSRR) | $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ 至 18 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 100 | 115 | | dB |
| 电源电流(每个放大器) | I_{SY} | $I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | 18 | 22 | μA |
| 动态性能 | | | | | | |
| 压摆率 | SR | $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 75 | | V/ms |
| 0.1%建立时间 | t_s | $V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$ | | 15 | | μs |
| 单位增益交越 | UGC | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 225 | | kHz |
| 相位裕量 | Φ_M | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 60 | | 度 |
| 增益带宽积 | GBP | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 100$ | | 230 | | kHz |
| -3 dB闭环带宽 | $f_{-3\text{dB}}$ | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 300 | | kHz |
| 通道隔离 | CS | $f = 10\text{ kHz}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$ | | 95 | | dB |
| +INx的EMI抑制比 | EMIRR | $V_{IN} = 100\text{ mV}_{PEAK}$, $f = 400\text{ MHz}$, 900 MHz , 1800 MHz , 2400 MHz | | 90 | | dB |
| 噪声性能 | | | | | | |
| 电压噪声 | e_n p-p | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz | | 5 | | $\mu\text{V p-p}$ |
| 电压噪声密度 | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$ | | 50 | | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 电流噪声密度 | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 45 | | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | | | | 0.1 | | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |

电气特性—2.7 V电源供电

除非另有说明, $V_{SY} = 2.7\text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ 。

表4.

| 参数 | 符号 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|--------------------------|--|------|---------|-------------------------|---------------------------------|
| 输入特性 | | | | | | |
| 失调电压 | V_{OS} | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 2.4 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 2.4 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 350 1.2 2.5 16 | μV mV mV mV |
| 输入偏置电流 | I_B | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 1 | 10 | pA |
| 输入失调电流 | I_{OS} | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 20 | pA |
| 输入电压范围 | | | | | 5.2 | nA |
| 共模抑制比 | CMRR | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 2.4 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V}$ 至 2.4 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 0 | | 2.7 | V |
| 大信号电压增益 | A_{VO} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.5\text{ V}$ 至 2.2 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 77 | 95 | | dB |
| 失调电压漂移 | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | | | 2 | | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入电阻 | R_{IN} | | | 10 | | G Ω |
| 输入电容(差分模式) | C_{INDM} | | | 11 | | pF |
| 输入电容(共模模式) | C_{INCM} | | | 3.5 | | pF |
| 输出特性 | | | | | | |
| 高输出电压 | V_{OH} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 2.69 | | | V |
| 低输出电压 | V_{OL} | $R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 V_{CM} , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | | 10 | mV |
| 短路电流 | I_{SC} | | | ± 4 | | mA |
| 闭环输出阻抗 | Z_{OUT} | $f = 1\text{ kHz}$, $A_V = 1$ | | 20 | | Ω |
| 电源 | | | | | | |
| 电源抑制比 | 电源抑制比(PSRR) | $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ 至 18 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 100 | 115 | | dB |
| 电源电流(每个放大器) | I_{SY} | $I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 90 | | | dB |
| | | | | 18 | 22 | μA |
| | | | | | 34 | μA |
| 动态性能 | | | | | | |
| 压摆率 | SR | $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 50 | | V/ms |
| 0.1%建立时间 | t_s | $V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 100\text{ k}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$ | | 20 | | μs |
| 单位增益交越 | UGC | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 190 | | kHz |
| 相位裕量 | Φ_M | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 55 | | 度 |
| 增益带宽积 | GBP | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 100$ | | 200 | | kHz |
| -3 dB闭环带宽 | $f_{-3\text{dB}}$ | $V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$, $C_L = 10\text{ pF}$, $A_V = 1$ | | 245 | | kHz |
| 通道隔离 | CS | $f = 10\text{ kHz}$, $R_L = 1\text{ M}\Omega$ | | 95 | | dB |
| +INx的EMI抑制比 | EMIRR | $V_{IN} = 100\text{ mV}_{PEAK}$, $f = 400\text{ MHz}$, 900 MHz , 1800 MHz , 2400 MHz | | 90 | | dB |
| 噪声性能 | | | | | | |
| 电压噪声 | e_n p-p | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz | | 6 | | $\mu\text{V p-p}$ |
| 电压噪声密度 | e_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 60 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| | | $f = 10\text{ kHz}$ | | 56 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 电流噪声密度 | i_n | $f = 1\text{ kHz}$ | | 0.1 | | pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |

AD8657/AD8659

绝对最大额定值

表5.

| 参数 | 额定值 |
|-------------------|-------------------------------|
| 电源电压 | 20.5 V |
| 输入电压 | (V-) - 300 mV 至 (V+) + 300 mV |
| 输入电流 ¹ | ±10 mA |
| 差分输入电压 | ±V _{SY} |
| 对地输出短路持续时间 | 不定 |
| 温度范围 | |
| 存储温度 | -65°C 至 +150°C |
| 工作温度 | -40°C 至 +125°C |
| 结温 | -65°C 至 +150°C |
| 引脚温度(焊接, 60秒) | 300°C |

¹ 输入引脚与电源引脚之间有箝位二极管。当输入信号超过供电轨0.3V时，输入电流应以10 mA为限。

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最大值，并不能以这些条件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，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件，即利用标准4层JEDEC板，将器件焊接在电路板上以实现表贴封装。裸露焊盘(仅限LFCSP封装)焊接到电路板。

表6. 热阻

| 封装类型 | θ_{JA} | θ_{JC} | 单位 |
|-----------------------|---------------|---------------|------|
| 8引脚 MSOP (RM-8) | 142 | 45 | °C/W |
| 8引脚 LFCSP (CP-8-11) | 75 | 12 | °C/W |
| 14引脚 SOIC-N (R-14) | 115 | 36 | °C/W |
| 16引脚 LFCSP (CP-16-20) | 52 | 13 | °C/W |

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

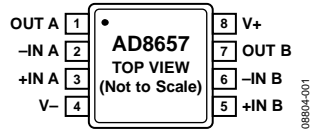
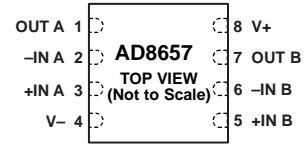


图4. AD8657引脚配置(8引脚MSOP)



NOTES
1. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

图5. AD8657引脚配置(8引脚LFCSP)

表7. AD8657引脚功能描述

| 引脚编号 ¹ | | 引脚名称 | 描述 |
|-------------------|-----------------|-------|---|
| 8引脚 MSOP | 8引脚 LFCSP | | |
| 1 | 1 | OUT A | 输出通道A。 |
| 2 | 2 | -IN A | 负输入通道A。 |
| 3 | 3 | +IN A | 正输入通道A。 |
| 4 | 4 | V- | 负电源电压。 |
| 5 | 5 | +IN B | 正输入通道B。 |
| 6 | 6 | -IN B | 负输入通道B。 |
| 7 | 7 | OUT B | 输出通道B。 |
| 8 | 8 | V+ | 正电源电压。 |
| 不适用 | EP ² | EPAD | 裸露焊盘。对于AD8657(仅限8引脚LFCSP), 应将裸露焊盘连接到V-或保持不连接。 |

¹ N/A表示不适用。

² 引脚配置图中未显示裸露焊盘。

AD8657/AD8659

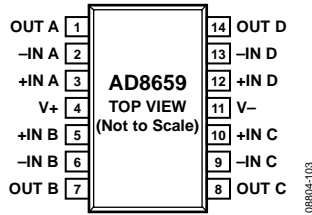
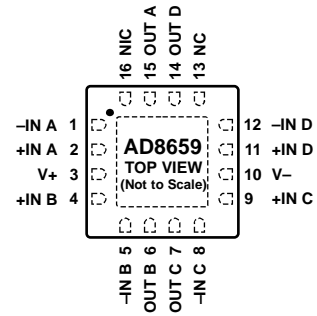


图6. AD8659引脚配置(14引脚SOIC_N)



NOTES
 1. NIC = NO INTERNAL CONNECTION.
 2. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

图7. AD8659引脚配置(16引脚LFCSP)

表8. AD8659引脚功能描述

| 引脚编号 ¹ | | 引脚名称 | 描述 |
|-------------------|-----------------|-------------------|--|
| 14引脚 SOIC | 16引脚 LFCSP | | |
| 1 | 15 | OUT A | 输出通道A。 |
| 2 | 1 | -IN A | 负输入通道A。 |
| 3 | 2 | +IN A | 正输入通道A。 |
| 11 | 10 | V- | 负电源电压。 |
| 5 | 4 | +IN B | 正输入通道B。 |
| 6 | 5 | -IN B | 负输入通道B。 |
| 7 | 6 | OUT B | 输出通道B。 |
| 4 | 3 | V+ | 正电源电压。 |
| 8 | 7 | OUT C | 输出通道C。 |
| 9 | 8 | -IN C | 负输入通道C。 |
| 10 | 9 | +IN C | 正输入通道C。 |
| 12 | 11 | +IN D | 正输入通道D。 |
| 13 | 12 | -IN D | 负输入通道D。 |
| 14 | 14 | OUT D | 输出通道D。 |
| 不适用 | 13 | NIC | 内部不连接。 |
| 不适用 | 16 | NIC | 内部不连接。 |
| 不适用 | EP ² | EPAD ² | 裸露焊盘。对于AD8659(仅限16引脚LFCSP), 应将裸露焊盘连接到V-或保持不连接。 |

¹ N/A表示不适用。

² 引脚配置图中未显示裸露焊盘。

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

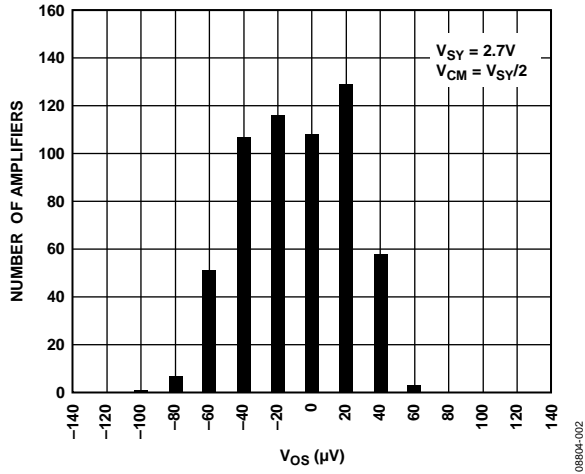


图8. 输入失调电压分布图

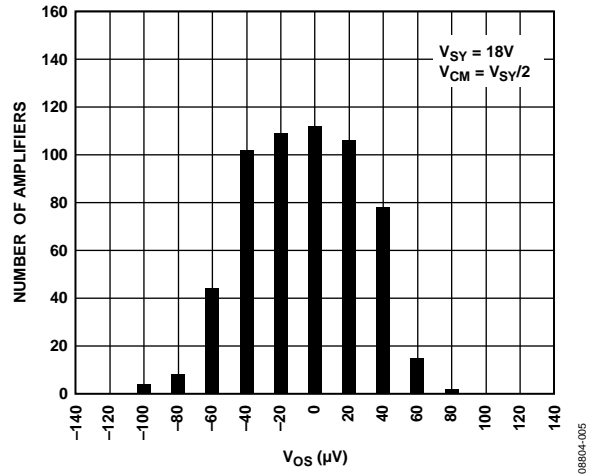


图11. 输入失调电压分布图

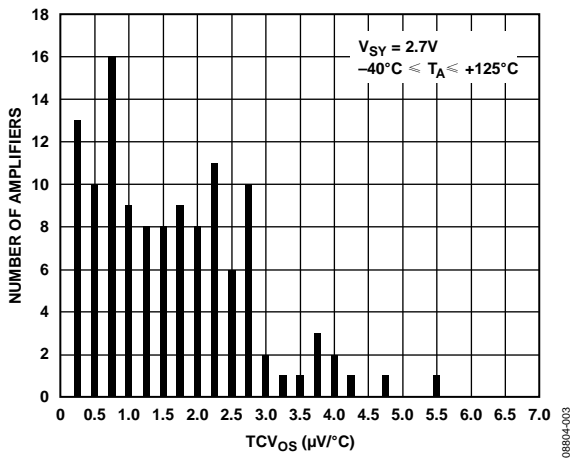


图9. 输入失调电压漂移分布图

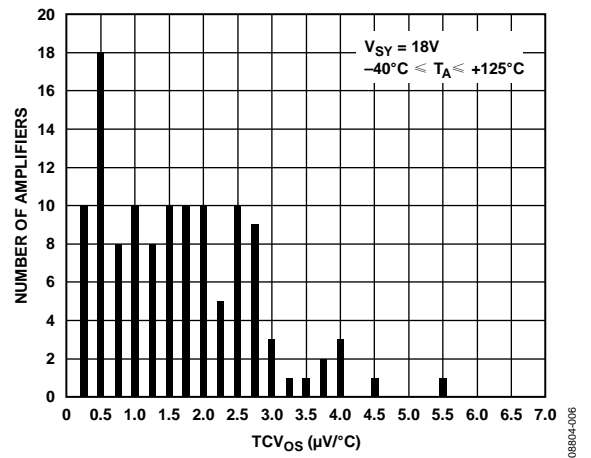


图12. 输入失调电压漂移分布图

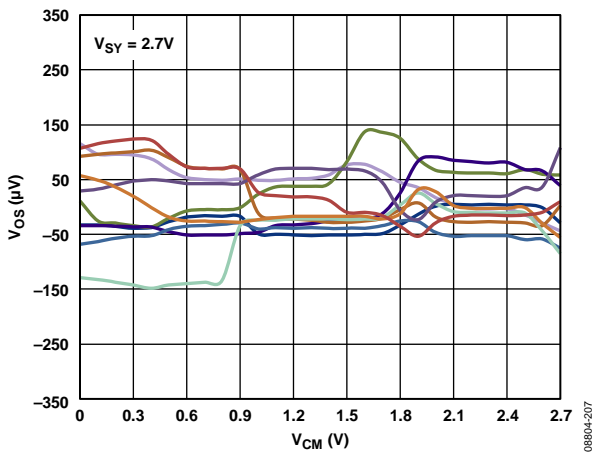


图10. 输入失调电压与共模电压的关系

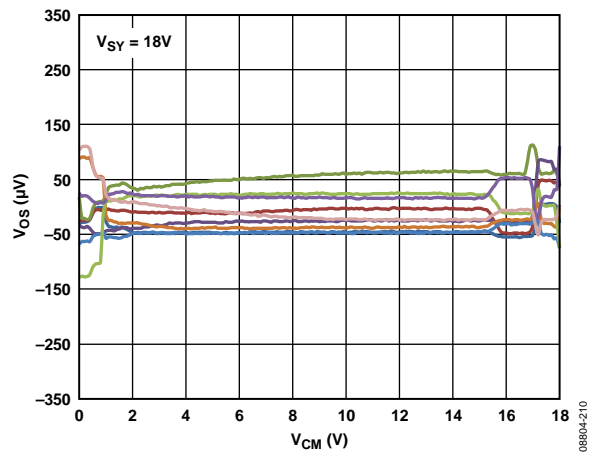


图13. 输入失调电压与共模电压的关系

AD8657/AD8659

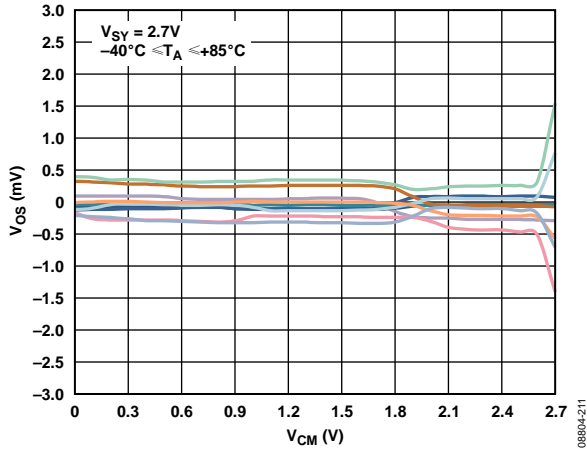


图14. 输入失调电压与共模电压的关系

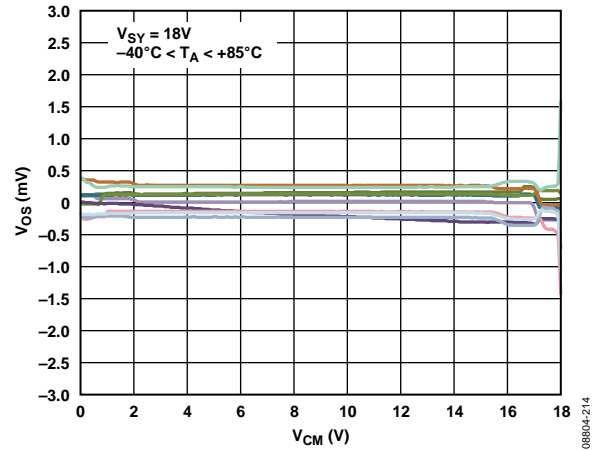


图17. 输入失调电压与共模电压的关系

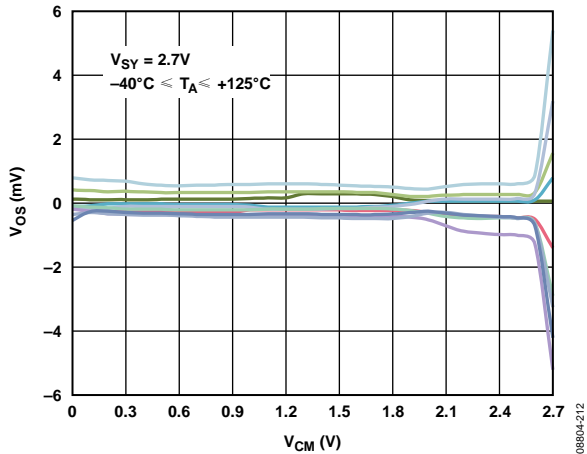


图15. 输入失调电压与共模电压的关系

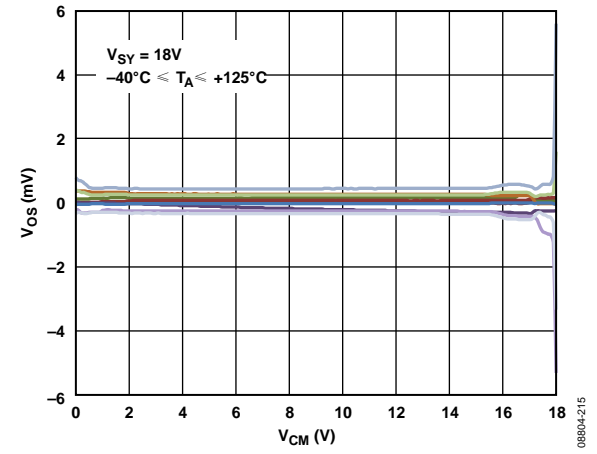


图18. 输入失调电压与共模电压的关系

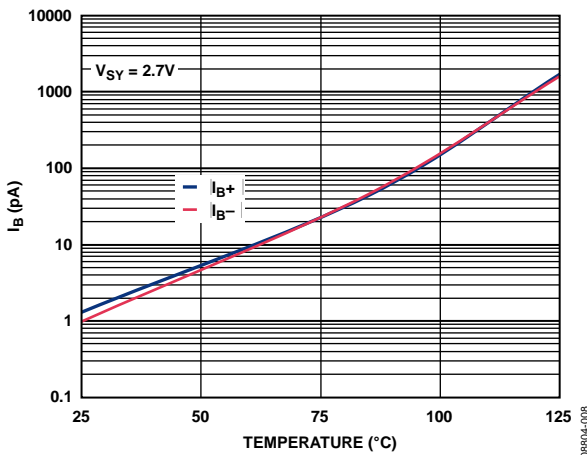


图16. 输入偏置电流与温度的关系

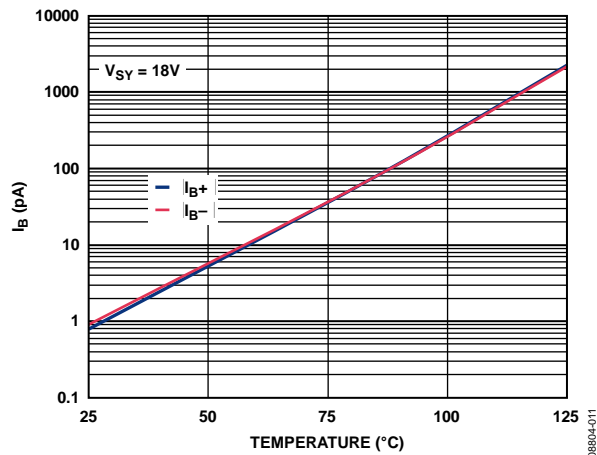


图19. 输入偏置电流与温度的关系

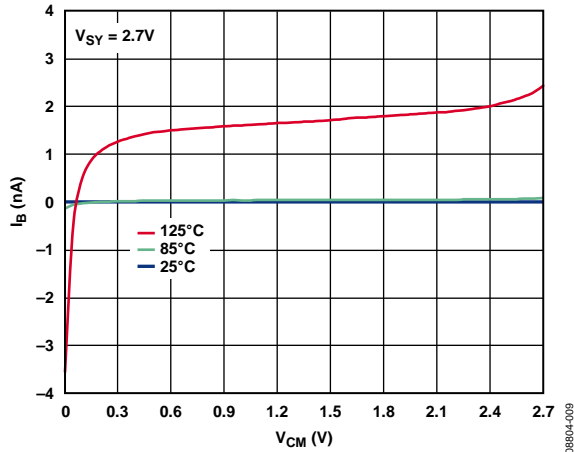


图20. 输入偏置电流与共模电压的关系

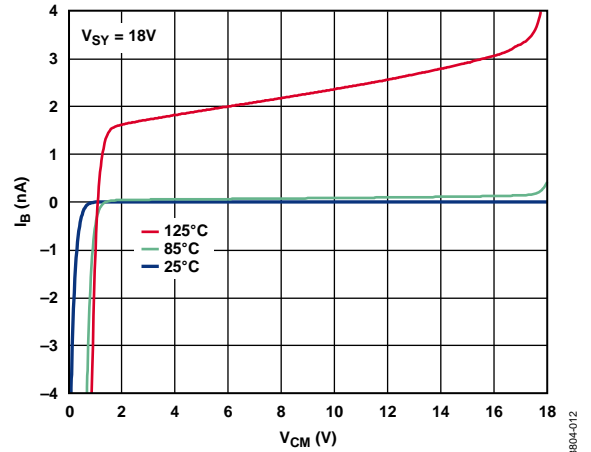


图23. 输入偏置电流与共模电压的关系

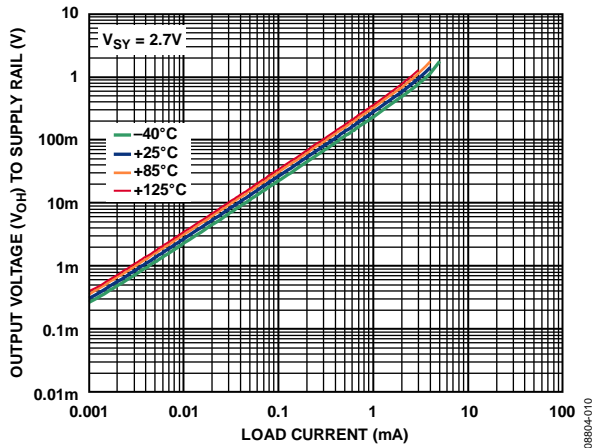


图21. 输出电压(V_{OH})至供电轨与负载电流的关系

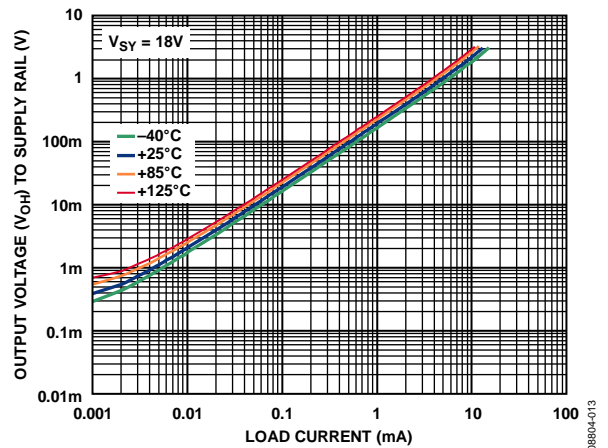


图24. 输出电压(V_{OH})至供电轨与负载电流的关系

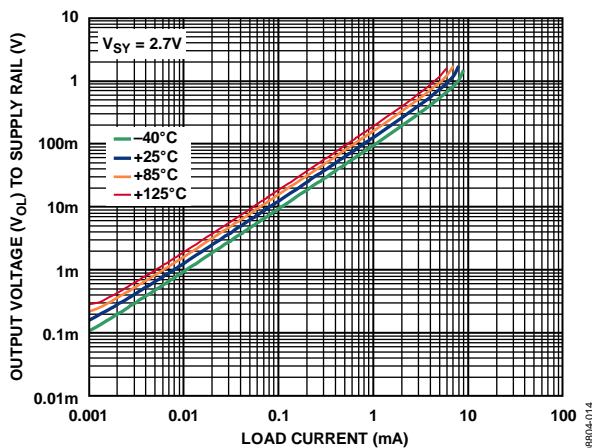


图22. 输出电压(V_{OL})至供电轨与负载电流的关系

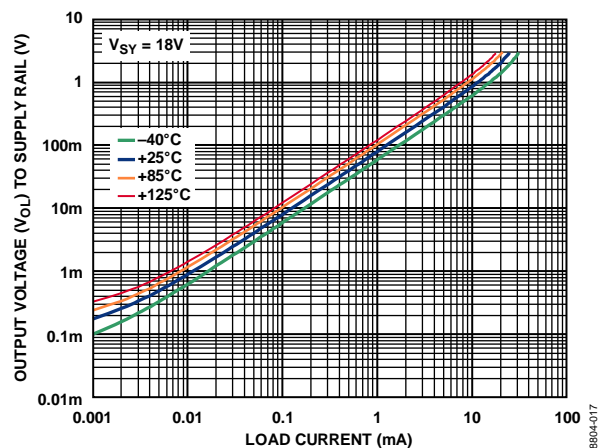


图25. 输出电压(V_{OL})至供电轨与负载电流的关系

AD8657/AD8659

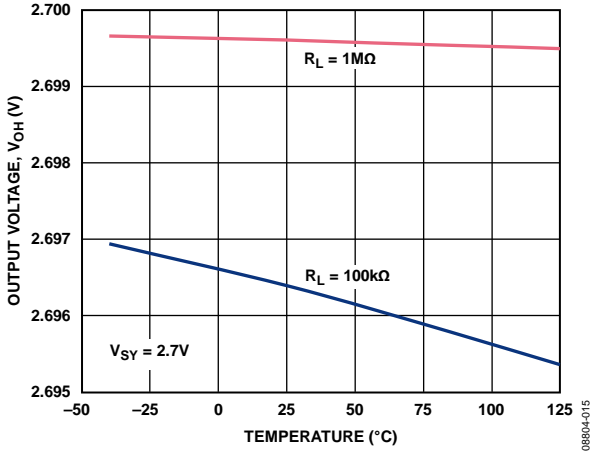


图26. 输出电压(V_{OH})与温度的关系

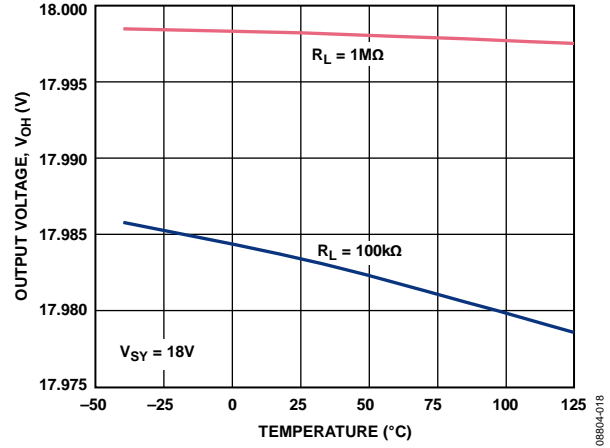


图29. 输出电压(V_{OH})与温度的关系

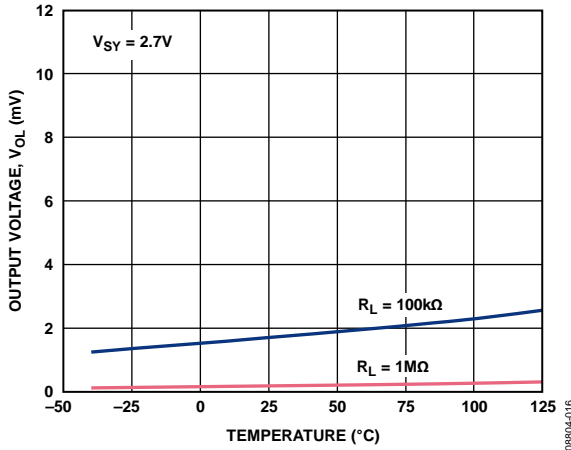


图27. 输出电压(V_{OL})与温度的关系

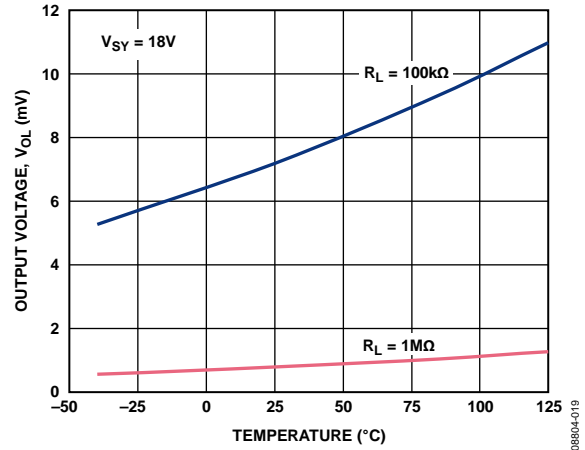


图30. 输出电压(V_{OL})与温度的关系

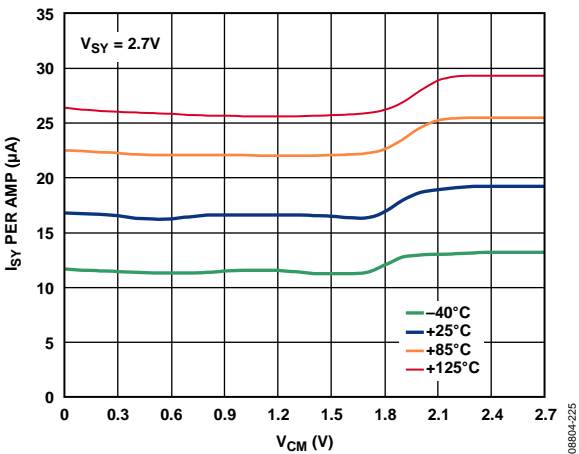


图28. 电源电流与共模电压的关系

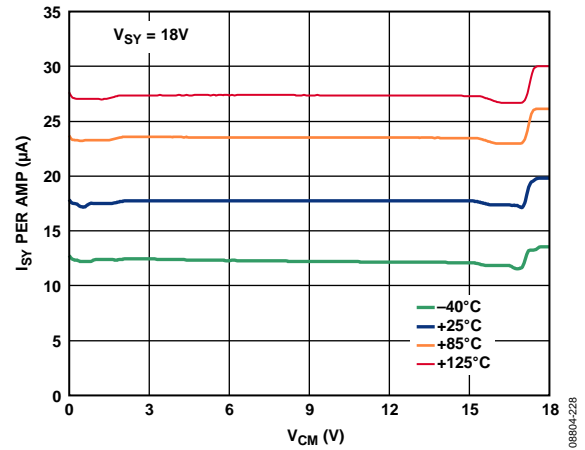


图31. 电源电流与共模电压的关系

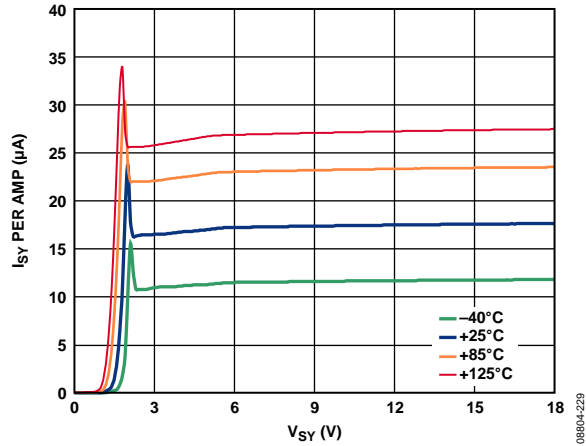


图32. 电源电流与电源电压的关系

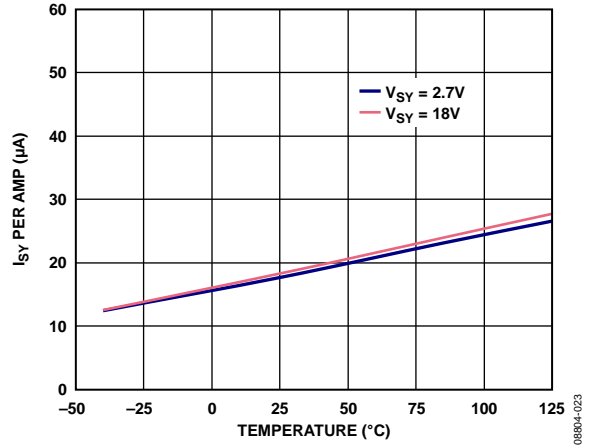


图35. 电源电流与温度的关系

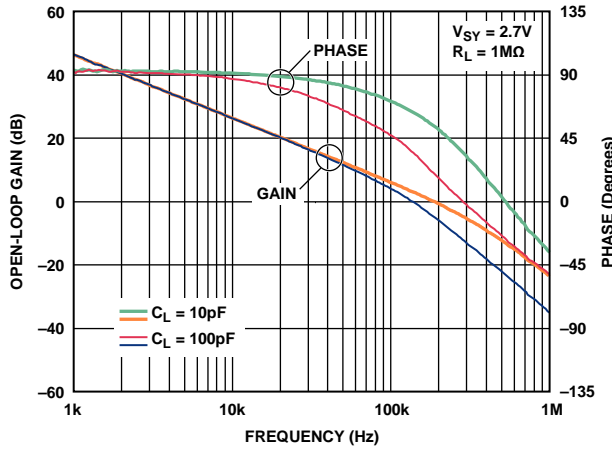


图33. 开环增益和相位与频率的关系

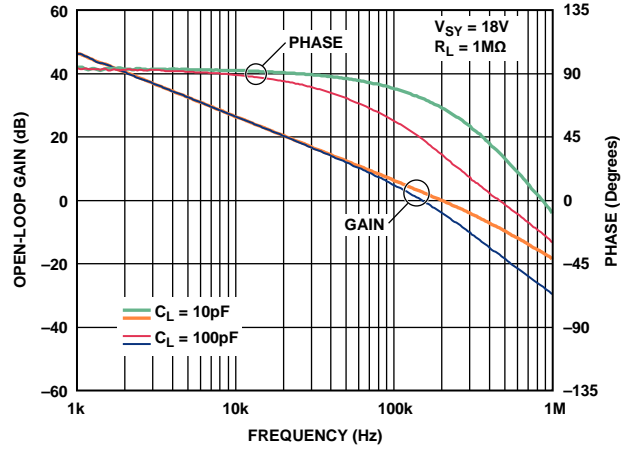


图36. 开环增益和相位与频率的关系

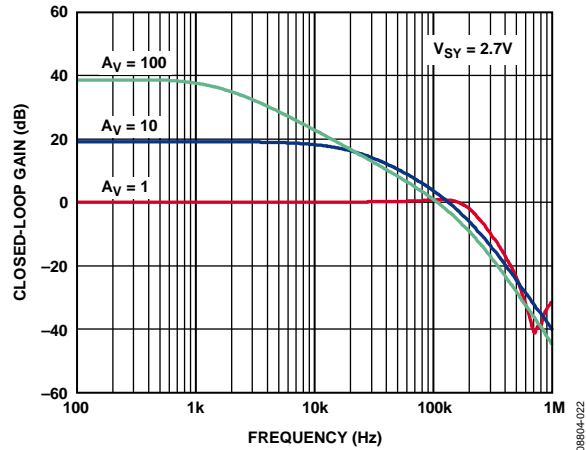


图34. 闭环增益与频率的关系

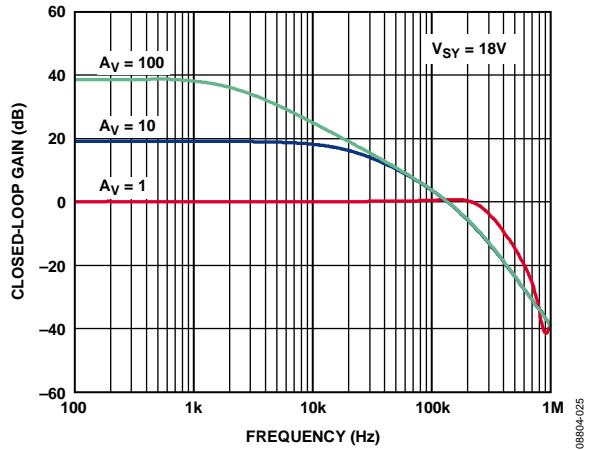


图37. 闭环增益与频率的关系

AD8657/AD8659

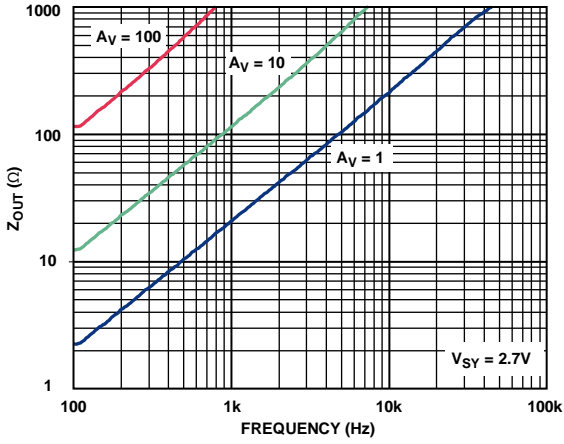


图38. 输出阻抗与频率的关系

08804-026

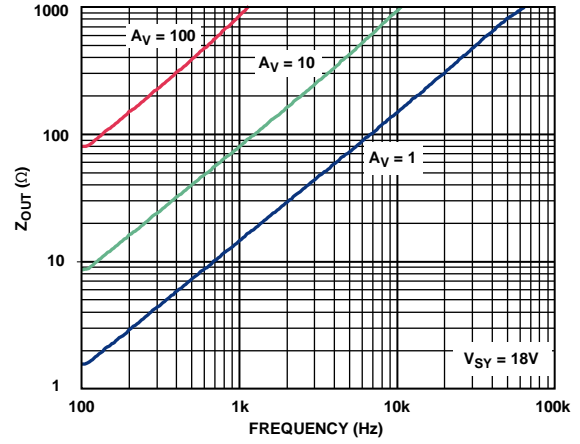


图41. 输出阻抗与频率的关系

08804-029

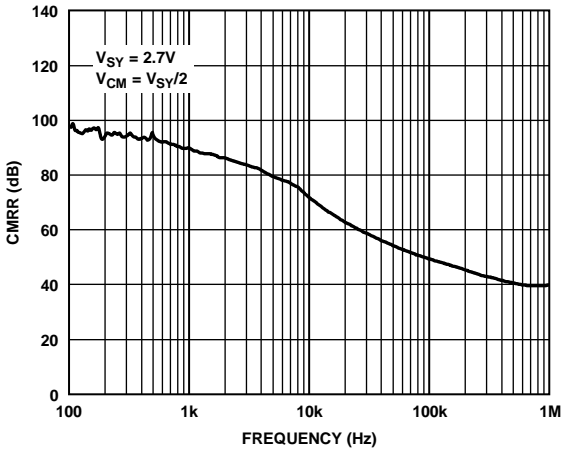


图39. CMRR与频率的关系

08804-026

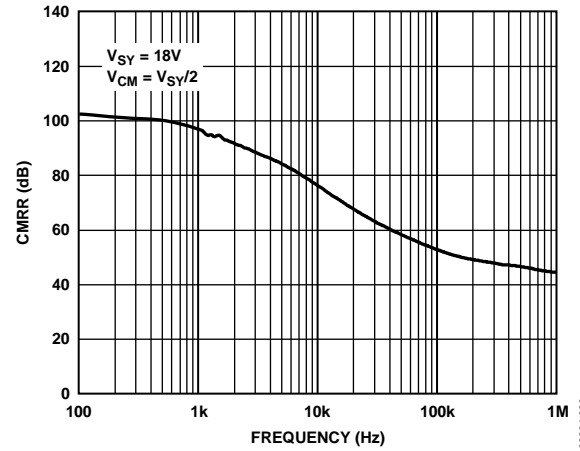


图42. CMRR与频率的关系

08804-030

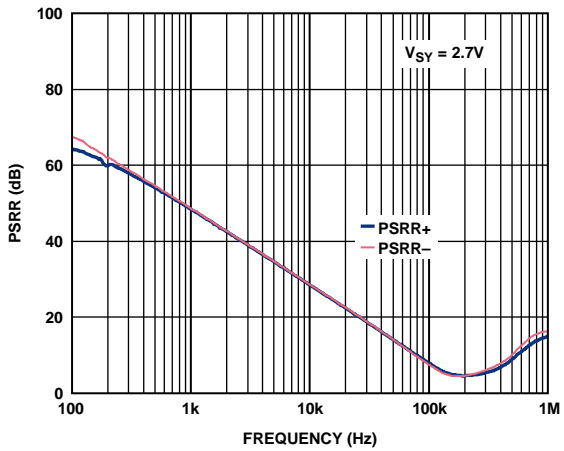


图40. PSRR与频率的关系

08804-028

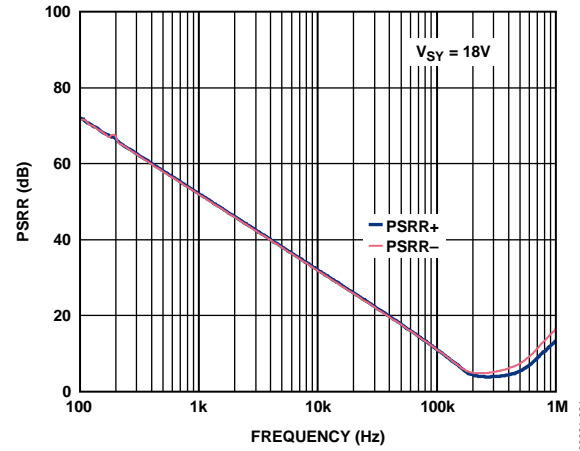


图43. PSRR与频率的关系

08804-031

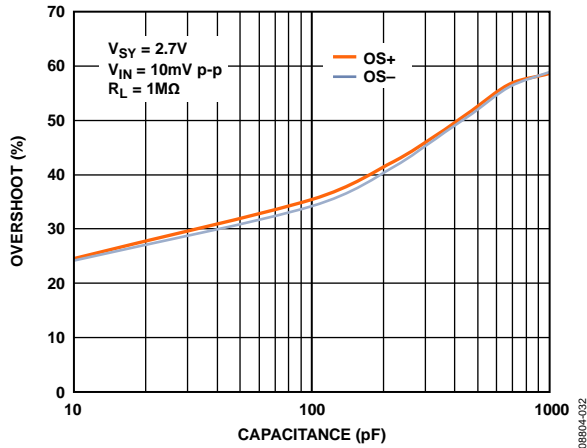


图44. 小信号过冲与负载电容的关系

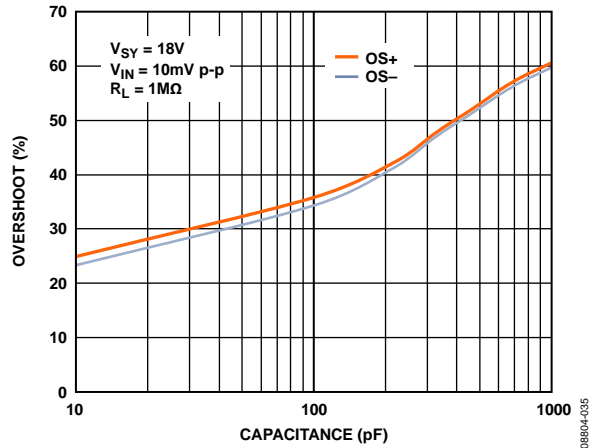


图47. 小信号过冲与负载电容的关系

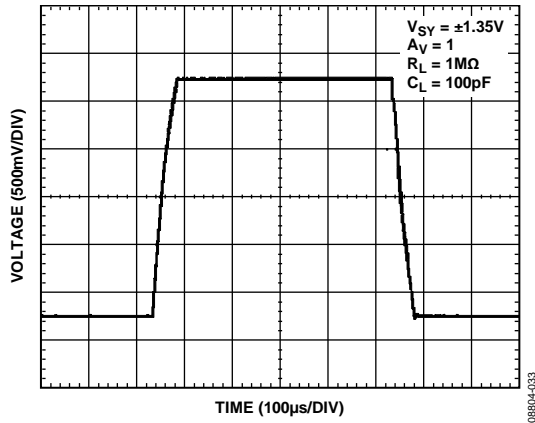


图45. 大信号瞬态响应

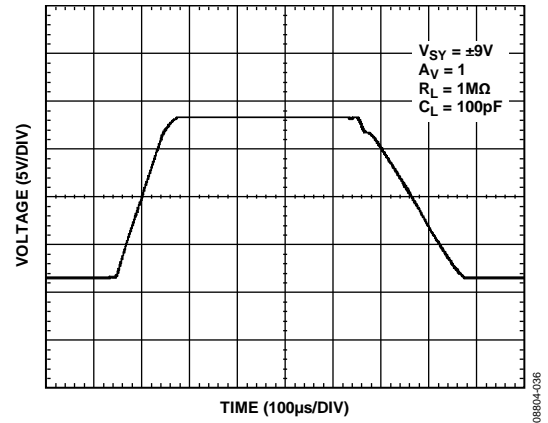


图48. 大信号瞬态响应

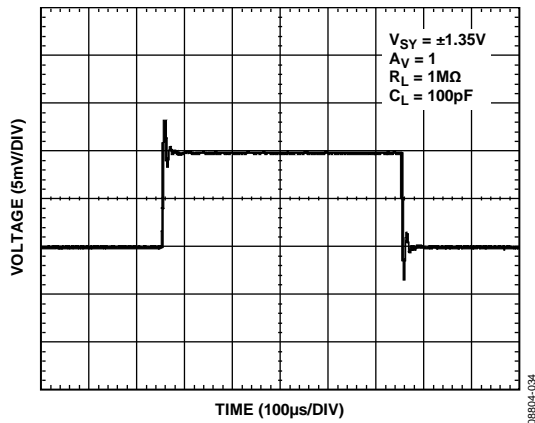


图46. 小信号瞬态响应

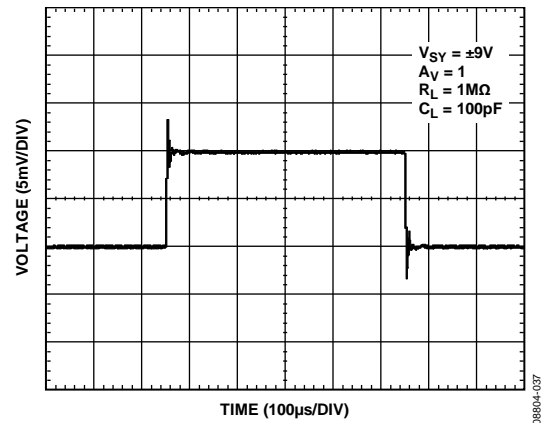


图49. 小信号瞬态响应

AD8657/AD8659

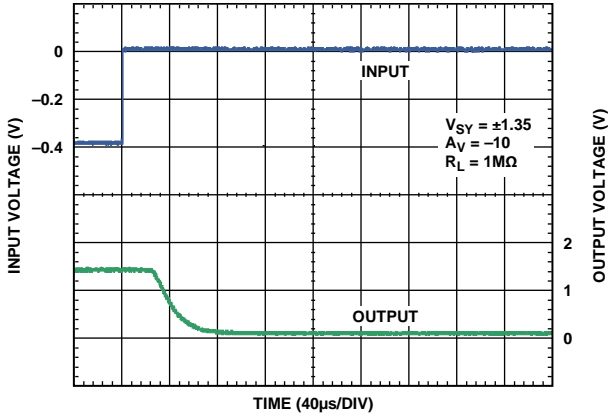


图50. 正过载恢复时间

06804-039

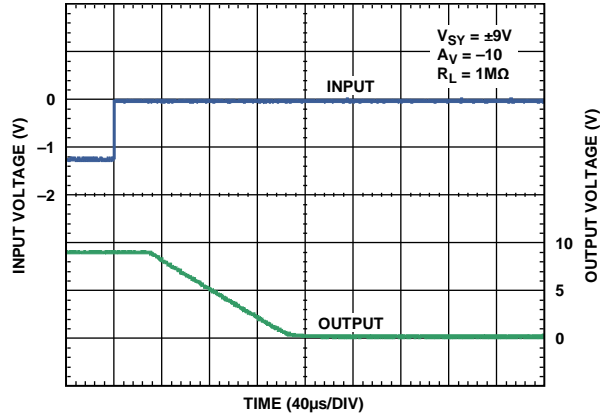


图53. 正过载恢复时间

06804-042

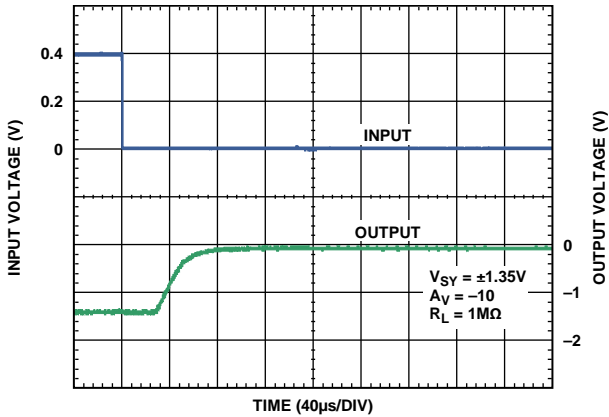


图51. 负过载恢复时间

06804-038

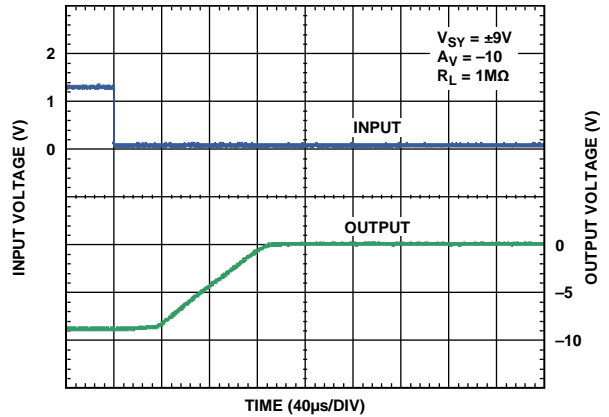


图54. 负过载恢复时间

06804-041

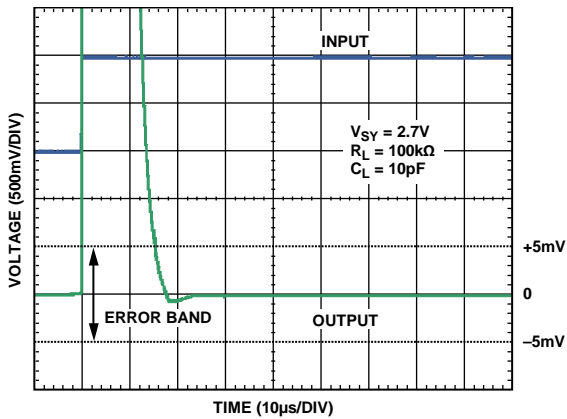


图52. 0.1% 正建立时间

06804-040

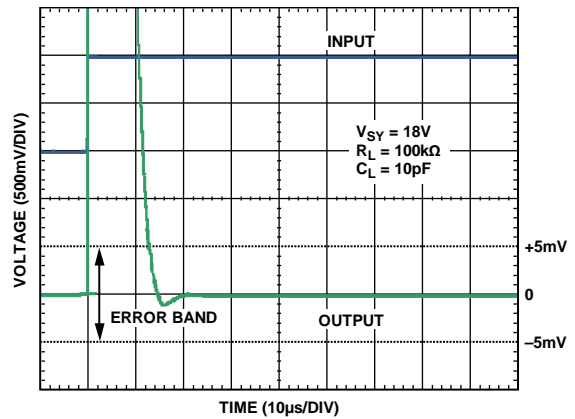


图55. 0.1% 正建立时间

06804-043

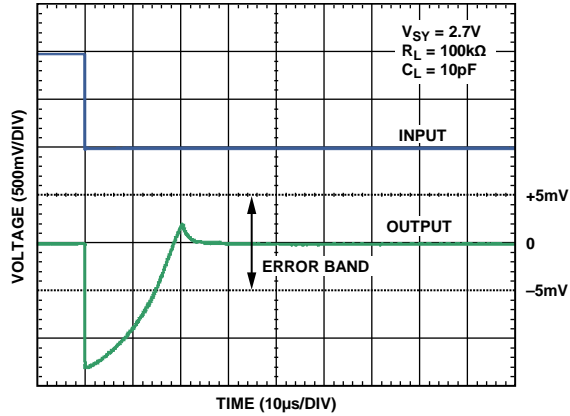


图56. 0.1%负载建立时间

08804-044

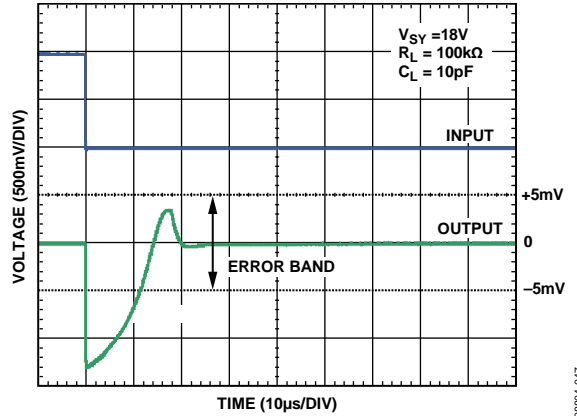


图59. 0.1%负载建立时间

08804-047

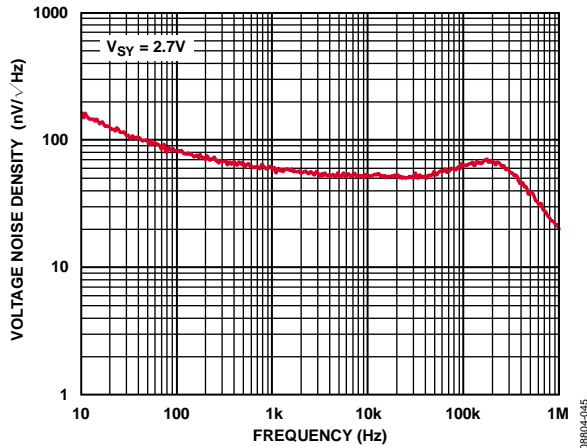


图57. 电压噪声密度与频率的关系

08804-045

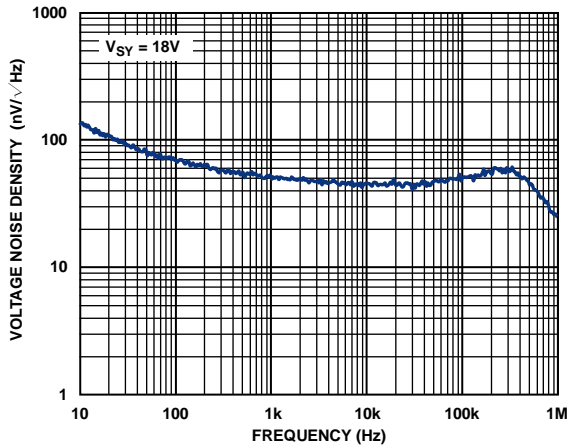


图60. 电压噪声密度与频率的关系

08804-048

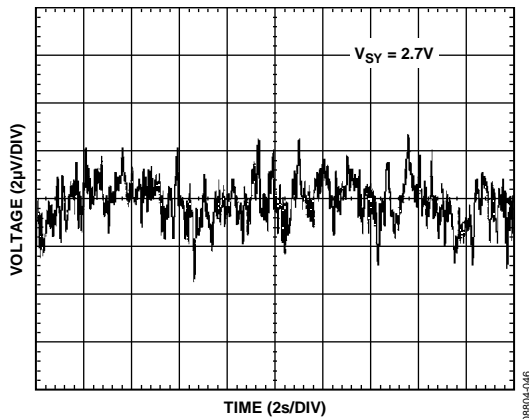


图58. 0.1 Hz至10 Hz噪声

08804-046

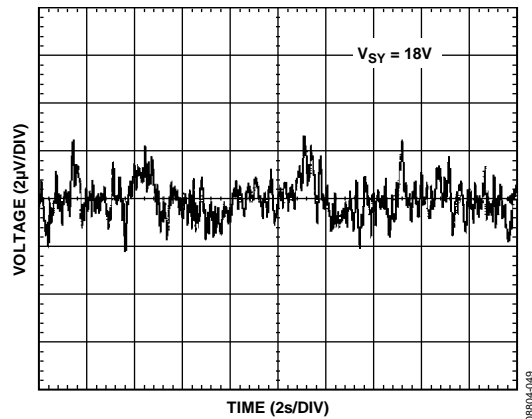


图61. 0.1 Hz至10 Hz噪声

08804-049

AD8657/AD8659

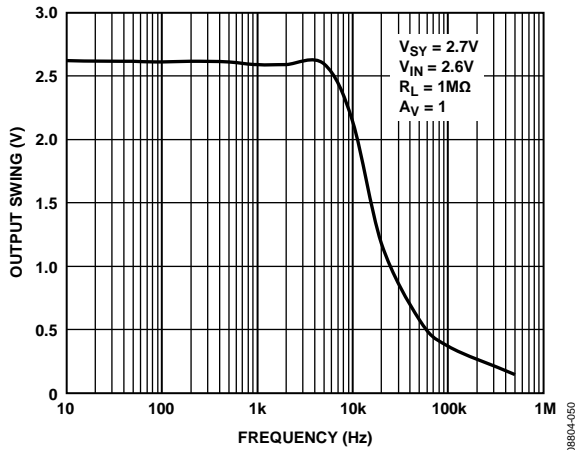


图62. 输出摆幅与频率的关系

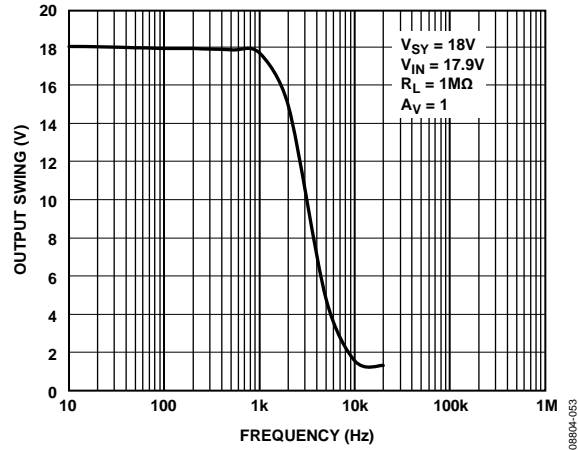


图65. 输出摆幅与频率的关系

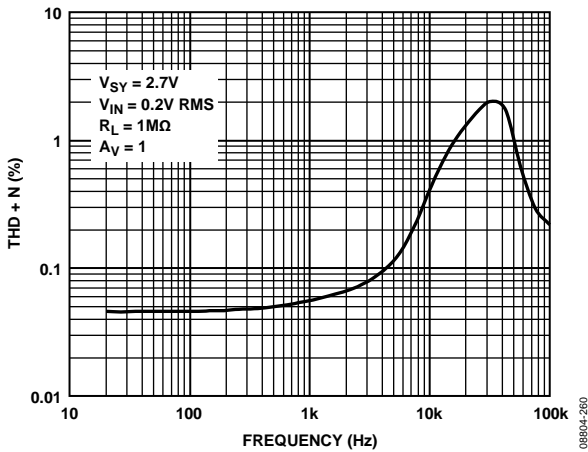


图63. THD + N与频率的关系

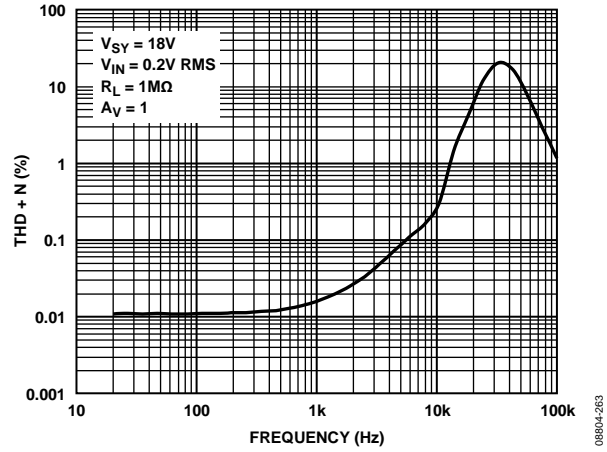


图66. THD + N与频率的关系

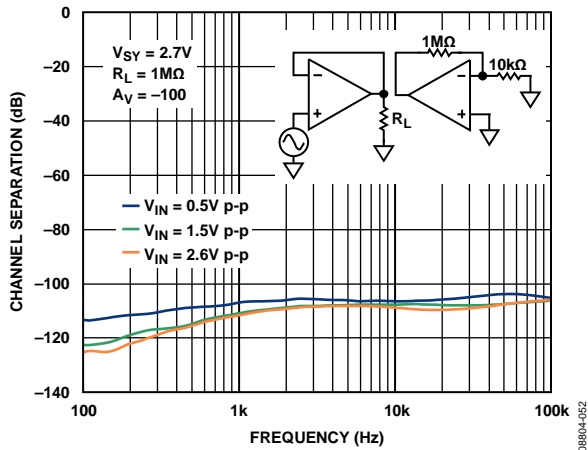


图64. 通道隔离与频率的关系

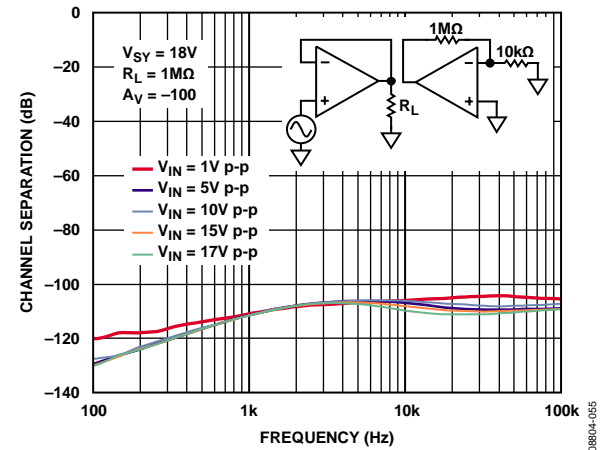


图67. 通道隔离与频率的关系

应用信息

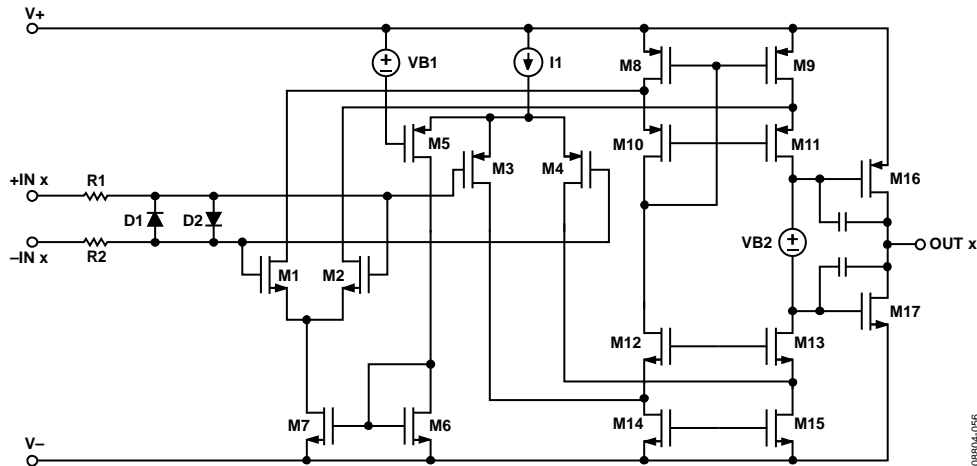


图68. 原理示意图

AD8657/AD8659是低功耗、轨到轨输入和输出、精密、CMOS放大器，工作在2.7V至18V的宽电源电压范围。AD8657/AD8659采用ADI公司的DigiTrim技术，能够实现比其它CMOS放大器更高的精度。DigiTrim技术是一种在封装后调整放大器失调电压的方法。封装后调整的优势是它能校正装配时机械应力所引起的失调电压偏移。

AD8657/AD8659还采用独特的输入和输出级，以非常低的电源电流实现轨到轨输入和输出范围。

输入级

图68显示了AD8657/AD8659的简化电路图。输入级包括两个差分晶体管对：一个NMOS对(M1、M2)和一个PMOS对(M3、M4)。输入共模电压决定哪一个差分对导通并且更活跃。

当输入电压接近并达到低供电轨时，PMOS差分对激活。对于高供电轨以下的输入电压，则需要NMOS对。这种拓扑结构允许放大器保持宽动态输入电压范围，并使信号摆幅达到两个供电轨。

对于绝大部分的输入共模电压范围，PMOS差分对激活。差分对常常表现出不同的失调电压。从一对切换到另一对时，会产生阶跃状特性，这可以从 V_{OS} 与 V_{CM} 的关系图看出(参见图10和图13)。这是所有采用双差分对拓扑结构的轨到轨放大器的固有特性。因此，务必选择一个不包括输入差分对切换区域的共模电压。

当输入共模电压接近供电轨时，还可以在 V_{OS} 与 V_{CM} 关系曲线中看到额外的阶跃。这些变化是负载晶体管(M8、M9、

M14和M15)余量不够用的结果。当负载晶体管被迫进入三极工作区时，其漏极阻抗的不匹配会影响放大器的失调电压。在高温时，由于输入晶体管的阈值电压下降，这一问题更加严重(典型性能数据参见图14、图15、图17和图18)。

电流源I1驱动PMOS晶体管对。当输入共模电压接近高供电轨时，I1通过M5晶体管离开PMOS差分对。偏置电压VB1(见图68)控制此转移发生之点。M5将尾电流导向一个由M6和M7晶体管构成的电流镜。电流镜的输出驱动NMOS对。注意，在高共模电压下，激活此电流镜会导致电源电流略微增加(详情参见图28和图31)。

AD8657/AD8659利用低压MOS器件构成差分输入端，从而实现高性能。这些低压MOS器件提供出色的单位电流噪声和带宽性能。专有调节电路(简化电路图中未显示)保护每个差分输入对。该调节电路由有源器件和无源箝位器件组合而成，正常工作期间，有源器件负责维持输入对上的适当电压；快速瞬变期间，无源箝位器件负责保护放大器。不过，当共模电压接近任一供电轨时，这些无源箝位器件开始正偏，导致输入偏置电流增加(见图20和图23)。

此外，箝位二极管(D1和D2)保护输入器件免受大差分输入电压影响。这些二极管通过两个10 kΩ电阻(R1和R2)实现输入缓冲。只要差分电压超过大约600 mV，差分二极管就会导通；在此情况下，差分输入电阻降至20 kΩ。

AD8657/AD8659

输出级

AD8657/AD8659具有一个由M16和M17晶体管组成的互补输出级。这些晶体管配置为AB类拓扑结构，由电压源VB2偏置。这种拓扑结构允许输出级达到供电轨的数毫伏范围内，从而实现轨到轨输出摆幅。输出电压受这些晶体管(低导通电阻MOS器件)的输出阻抗限制。输出电压摆幅是负载电流的函数，可以利用输出电压至供电轨与负载电流的关系图进行估算(参见图21、图22、图24和图25)。

轨到轨

AD8657/AD8659具有轨到轨输入和输出，电源电压范围为2.7 V至18 V。图69显示AD8657/AD8659配置为单位增益缓冲器的输入和输出波形，其中电源电压为±9 V，阻性负载为1 MΩ。当输入电压为±9 V时，AD8657/AD8659的输出摆幅非常接近两个供电轨，而且它们不会发生相位反转。

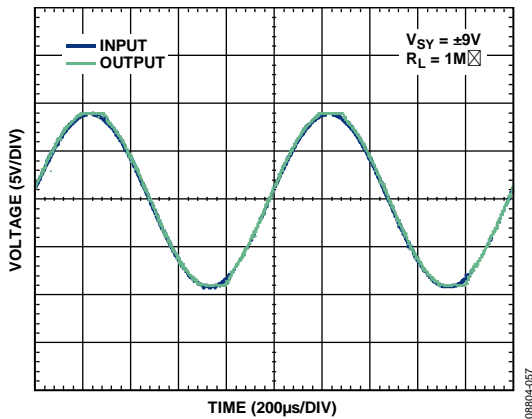


图69. 轨到轨输入和输出

阻性负载

反馈电阻会改变放大器看到的负载电阻。因此，必须知道配合AD8657/AD8659使用而选择的反馈电阻值。这些放大器能够驱动低至100 kΩ的阻性负载。下面通过两个示例(反相和同相配置)说明反馈电阻如何改变放大器输出端看到的实际负载电阻。

反相运算放大器配置

图70显示AD8657/AD8659采用反相配置，输出端具有阻性负载 R_L 。放大器看到的实际负载是反馈电阻 R_2 与负载 R_L 的并联组合。例如，反馈电阻为1 kΩ，负载为1 MΩ，因此输出端的等效负载电阻为999 Ω。AD8657/AD8659无法驱动如此高的负载，因此其性能会大幅下降。

为避免加载输出端，应使用较大的反馈电阻，但同时应考虑电阻热噪声对整体电路的影响。

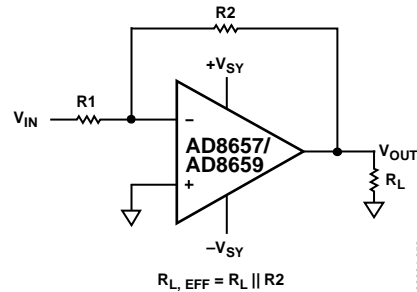


图70. 反相运算放大器配置

同相运算放大器配置

图71显示AD8657/AD8659采用同相配置，输出端具有阻性负载 R_L 。放大器看到的实际负载是 $R_1 + R_2$ 与 R_L 的并联组合。

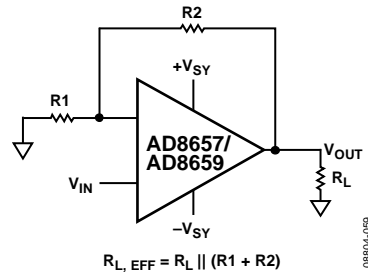


图71. 同相运算放大器配置

比较器操作—AD8657

运算放大器设计采用闭环配置工作，来自输出端的反馈进入反相输入端。图72显示AD8657配置为一个电压跟随器，输入电压始终保持为中间电源电压。不用的通道适用相同配置。A1和A2表示安培计，用于测量电源电流。 I_{SY+} 指从高供电轨流到运算放大器的电流， I_{SY-} 指从运算放大器流到低供电轨的电流。如图73所示，在正常工作条件下，流入运算放大器的总电流等于流出运算放大器的总电流。对于双通道AD8657， $V_{SY} = 18\text{ V}$ 时， $I_{SY+} = I_{SY-} = 36\text{ }\mu\text{A}$ 。

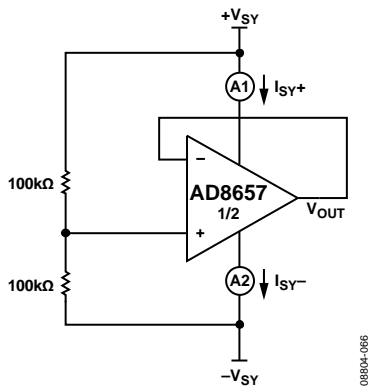


图72. 电压跟随器

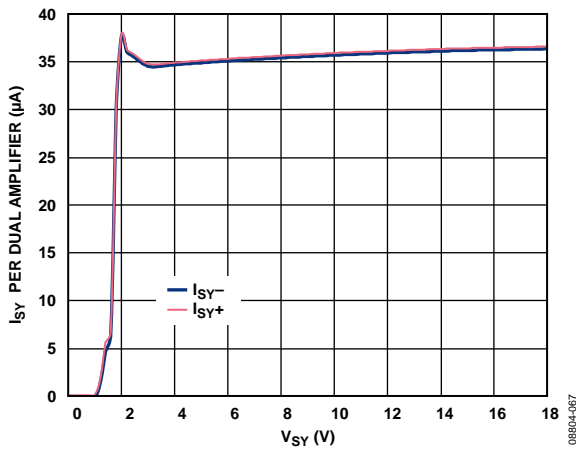


图73. 电源电流与电源电压的关系(电压跟随器)

与运算放大器不同，比较器设计采用开环配置工作，用于驱动逻辑电路。虽然运算放大器不同于比较器，但有时也将双通道运放的不用部分用作比较器，以节省电路板空间和成本，但不推荐这样做。

图74和图75显示AD8657配置为比较器，100 kΩ电阻与输入引脚串联。不用的通道配置为缓冲器，输入电压保持在中间电源电压。二极管D1和D2保护AD8657/AD8659的输入器件免受大差分输入电压影响(参见图68)。这些二极管由基板PNP双极性晶体管组成，只要差分输入电压超过大约

600 mV便导通。不过，这些二极管也允许电流从输入端流到低供电轨，从而导致系统的总电源电流增加。如图76所示，两种配置产生的结果相同。电源电压为18 V时，每个双通道放大器的 I_{SY+} 仍然为36 μA ，但 I_{SY-} 增加到140 μA 。

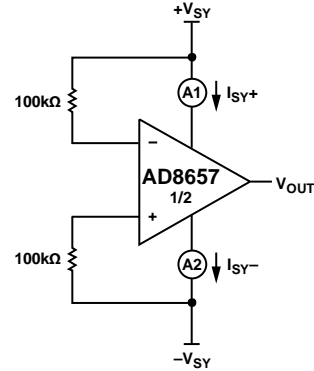


图74. 比较器A

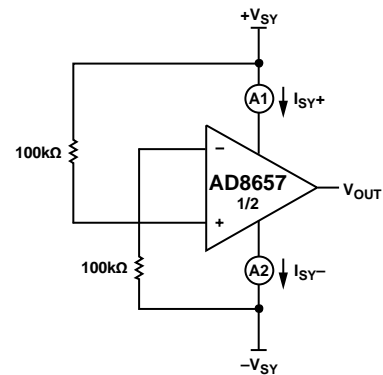


图75. 比较器B

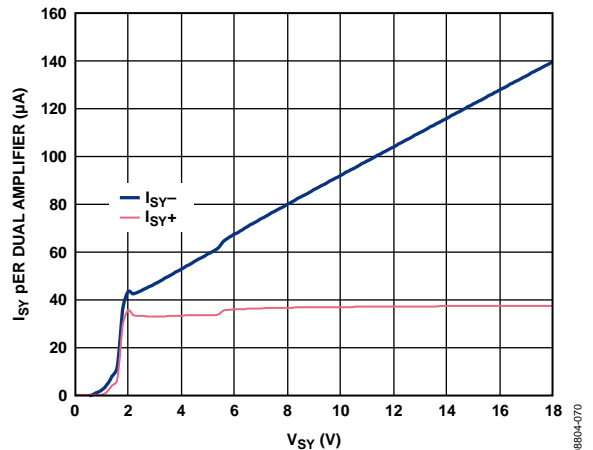


图76. 电源电流与电源电压的关系(AD8657作为比较器)

注意，100 kΩ电阻与运算放大器的输入端串联。如果使用较小的阻值，系统的电源电流会增加很多。有关运算放大器用作比较器的更多信息，请参阅应用笔记AN-849：“运算放大器用作比较器”。

AD8657/AD8659

EMI抑制比

高频电磁干扰(EMI)常常会对电路性能造成不利影响。如果信号强度较低,并且传输线路较长,则运算放大器必须能够精确放大输入信号。然而,所有运算放大器引脚,包括同相输入、反相输入、正电源、负电源和输出引脚,均易受EMI信号影响。这些高频信号可通过多种途径耦合到运放中,如传导、近场辐射或远场辐射等。例如,导线和PCB走线可以充当天线,拾取高频EMI信号。

由于带宽相对较低,AD8657和AD8659等精密运算放大器不会放大EMI或RF信号。但是,由于输入器件具有非线性特性,因此运算放大器可能会整流这些带外信号。这些高频信号经过整流后,会在输出端表现为直流失调。

技术规格部分的表2、表3和表4给出了同相引脚的电磁干扰抑制比(EMIRR),它描述AD8657/AD8659在有电磁干扰的情况下,能够在多大程度上发挥预期性能。测量EMIRR的数学方法定义如下:

$$EMIRR = 20 \log (V_{IN_PEAK} / \Delta V_{OS})$$

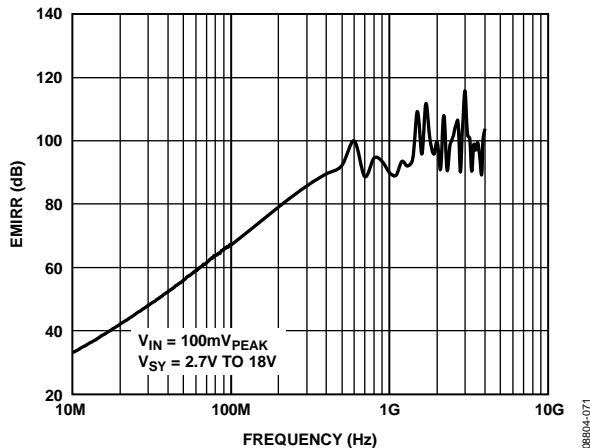


图77. EMIRR与频率的关系

4 mA至20 mA过程控制电流环路发送器—AD8657

分布式控制系统和过程控制应用经常利用双线电流发送器,在传感器与过程控制器之间传送模拟信号。图78显示一个4 mA至20 mA电流环路发送器。

该发送器直接由控制环路电源供电,环路中的电流载送4 mA至20 mA的信号。因此,4 mA构成电路工作的基线电流预算。AD8657堪称是理想选择,其每个放大器在整个温度和电源电压范围内的电源电流仅有34 μ A。电流发送器控

制着环路中的电流流动,零电平输入信号用4 mA电流表示,满量程输入信号用20 mA电流表示。发送器还从控制环路电源 V_{DD} 悬空,信号地则位于接收器中。环路电流在接收器端的负载电阻 R_L 处测量。

对于零电平输入, V_{REF}/R_{NULL} 的电流流经 R' 。这会产生流经检测电阻 I_{SENSE} 的电流,其大小由下式决定(详情参见图78):

$$I_{SENSE, MIN} = (V_{REF} \times R') / (R_{NULL} \times R_{SENSE})$$

对于满量程输入电压,流经 R' 的电流增加幅度为 V_{IN}/R_{SPAN} 的满量程变化。这导致流经检测电阻的电流增加。

$$I_{SENSE, DELTA} = (V_{IN} \text{的满量程变化} \times R') / (R_{SPAN} \times R_{SENSE})$$

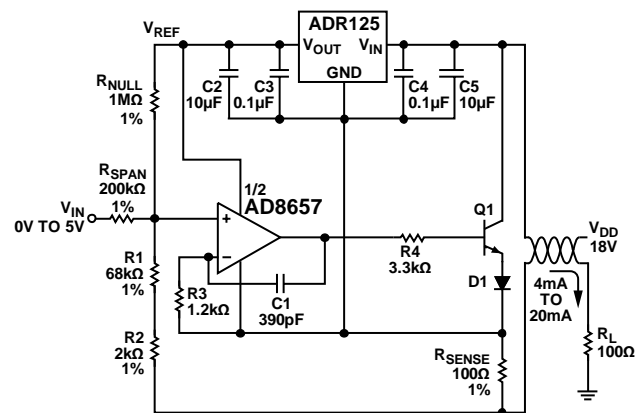
因此:

$$I_{SENSE, MAX} = I_{SENSE, MIN} + I_{SENSE, DELTA}$$

当 $R' \gg R_{SENSE}$ 时,流经接收器端负载电阻的电流几乎等于 I_{SENSE} 。

图78显示一个满量程输入电压为5 V的设计。0 V输入时,环路电流为3.5 mA; 5 V满量程输入时,环路电流为21 mA。这样,通过软件校准便能将该电流环路微调到4 mA至20 mA范围。

AD8657和ADR125总共消耗仅160 μ A的静态电流,因此3.34 mA电流可用来为附加信号调理电路或电桥电路供电。



NOTES
1. $R1 + R2 = R'$

图78. 4 mA至20 mA电流环路发送器

外形尺寸

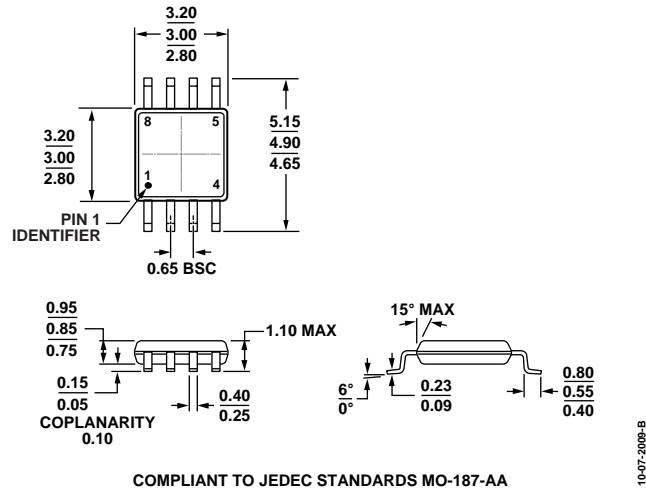


图79. 8引脚超小型MSOP封装

(RM-8)

图示尺寸单位: mm

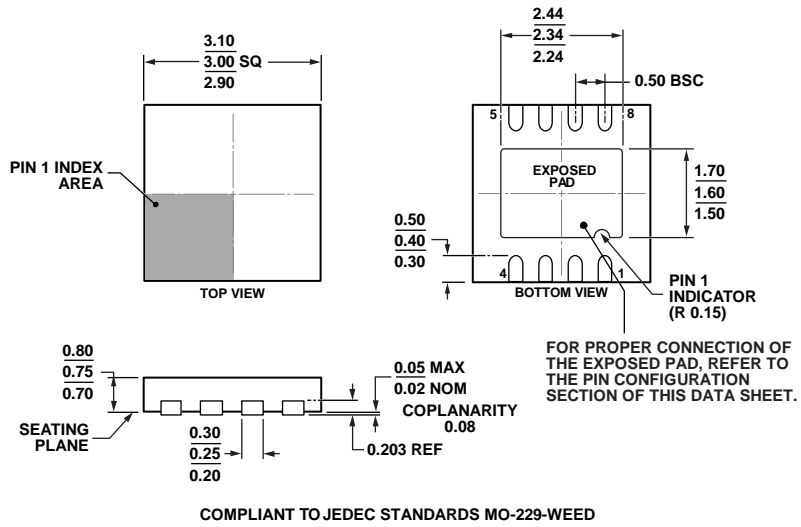


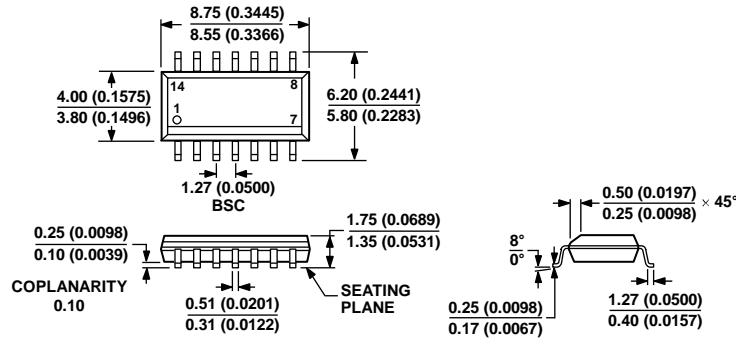
图80. 8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]

3 mm x 3 mm, 超薄体, 双排引脚

(CP-8-11)

图示尺寸单位: mm

AD8657/AD8659

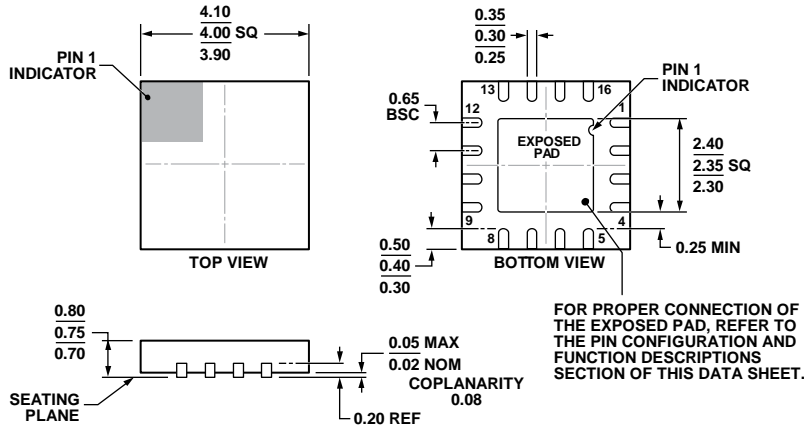


COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AB
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

图81. 14引脚标准小型封装[SOIC_N]

窄体
 (R-14)

图示尺寸单位: mm和(inch)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-WGGC-3.

图82. 16引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ]

4 mm x 4 mm, 超薄体

(CP-16-20)

尺寸单位: mm

订购指南

| 型号 ¹ | 温度范围 | 封装描述 | 封装选项 | 标识 |
|-----------------|----------------|-------------------------|----------|-----|
| AD8657ARMZ | -40°C 至 +125°C | 8引脚超小型封装[MSOP] | RM-8 | A2N |
| AD8657ARMZ-R7 | -40°C 至 +125°C | 8引脚超小型封装[MSOP] | RM-8 | A2N |
| AD8657ARMZ-RL | -40°C 至 +125°C | 8引脚超小型封装[MSOP] | RM-8 | A2N |
| AD8657ACPZ-R7 | -40°C 至 +125°C | 8引脚LFCSP_WD | CP-8-11 | A2N |
| AD8657ACPZ-RL | -40°C 至 +125°C | 8引脚LFCSP_WD | CP-8-11 | A2N |
| AD8659ARZ | -40°C 至 +125°C | 14引脚标准小型封装[SOIC_N] | R-14 | |
| AD8659ARZ-R7 | -40°C 至 +125°C | 14引脚标准小型封装[SOIC_N] | R-14 | |
| AD8659ARZ-RL | -40°C 至 +125°C | 14引脚标准小型封装[SOIC_N] | R-14 | |
| AD8659ACPZ-R7 | -40°C 至 +125°C | 16引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ] | CP-16-20 | |
| AD8659ACPZ-RL | -40°C 至 +125°C | 16引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ] | CP-16-20 | |

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。