

产品特性

电源电流: 80 μ A(最大值)

CMRR: 100 dB(最小值)

驱动高容性负载: \sim 700 pF

轨到轨输出

输入电压范围可低至地电压以下

通过2个外部电阻设置增益

可在任何增益下实现低增益漂移

极宽电源电压范围:

单电源供电: 2.7 V至36 V

双电源供电: \pm 2.7 V至 \pm 18 V

带宽(G = 100): 2.5 kHz

输入电压噪声: 55 nV/ \sqrt Hz

高直流精度

失调电压: 125 μ V(最大值)

失调漂移: 1 μ V/ $^{\circ}$ C(最大值)

差分输入电压: \pm 1 V(最大值)

8引脚MSOP封装

应用

桥式放大器

压力测量

医疗仪器

便携式数据采集

多通道系统

概述

AD8420是一款低成本、低功耗、宽电源电压范围仪表放大器，采用轨到轨输出和新颖的架构，可以实现极为灵活的设计。它针对存在大共模信号的情况下放大小差分电压进行了优化。

AD8420基于间接电流反馈架构，输入共模范围非常出色。与传统仪表放大器不同，它可轻松放大等于或略低于地电平的信号而不需要双电源供电。AD8420具有轨到轨输出，且输出电压摆幅完全与输入共模电压无关。

引脚配置

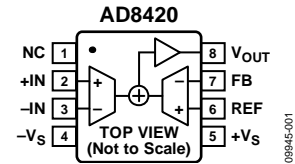


图1.

表1. 仪表放大器分类¹

| 通用 | 零 漂移 | 军 用 级 | 低 功 耗 | 数 字 增 益 |
|----------------|------------------|-------------|-------------------|------------------|
| AD8221, AD8222 | AD8231 | AD620 | AD8420 | AD8250 |
| AD8220, AD8224 | AD8290 | AD621 | AD8235, AD8236 | AD8251 |
| AD8226, AD8227 | AD8293 | AD524 | AD627 | AD8253 |
| AD8228 | AD8553 | AD526 | AD8226, AD8227 | AD8231 |
| AD8295, AD8224 | AD8556 AD8557 | AD624 | AD623 AD8223 | |

¹ 欲了解最新的仪表放大器，请访问www.analog.com。

单电源供电、低功耗和轨到轨输出摆幅使AD8420非常适合电池供电应用。采用低电源电压工作时，轨到轨输出级可以使动态范围达到最大。双电源供电(\pm 15 V)和低功耗使AD8420适合医疗或工业仪器仪表中的各种应用。

AD8420采用8引脚MSOP封装，保证性能的额定温度范围为 -40° C至 $+85^{\circ}$ C，而器件工作温度范围为 -40° C至 $+125^{\circ}$ C。

Rev. 0

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 ©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

目录

| | | | |
|-----------------|----|---------------------------|----|
| 产品特性 | 1 | 增益精度 | 20 |
| 应用 | 1 | 输入电压范围 | 20 |
| 引脚配置 | 1 | 输入保护 | 20 |
| 概述 | 1 | 布局 | 21 |
| 修订历史 | 2 | 驱动基准引脚 | 21 |
| 规格 | 3 | 输入偏置电流回路 | 22 |
| 绝对最大额定值 | 7 | 射频干扰(RFI) | 22 |
| 热阻 | 7 | 输出缓冲 | 23 |
| ESD警告 | 7 | 应用信息 | 24 |
| 引脚配置和功能描述 | 8 | AD8420在心电图(ECG)中的应用 | 24 |
| 典型工作特性 | 9 | 经典桥接电路 | 25 |
| 工作原理 | 19 | 4 mA至20 mA单电源接收机 | 25 |
| 架构 | 19 | 外形尺寸 | 26 |
| 设置增益 | 19 | 订购指南 | 26 |

修订历史

2012年3月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明， $+V_S = +5\text{ V}$ ， $-V_S = 0\text{ V}$ ， $V_{REF} = 0\text{ V}$ ， $V_{+IN} = 0\text{ V}$ ， $V_{-IN} = 0\text{ V}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $G = 1$ 至 1000 ， $R_L = 20\text{ k}\Omega$ ，所有规格均折合到输入端。除非另有说明，表2中的所有极限值在 $V_S = 3\text{ V}$ 至 $V_S = \pm 5\text{ V}$ 范围内有效。

表2.

| 参数 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------|--|---------------|---------|--------------|------------------------------|
| 共模抑制比(CMRR) | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V | | | | |
| DC至60 Hz时的CMRR | | 100 | | | dB |
| 1 kHz时的CMRR | | 100 | | | dB |
| 噪声 | | | | | |
| 电压噪声 | | | | | |
| 谱密度 | $f = 1\text{ kHz}$, $V_{DIFF} \leq 100\text{ mV}$ | | 55 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值 | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz , $V_{DIFF} \leq 100\text{ mV}$ | | 1.5 | | $\mu\text{V p-p}$ |
| 电流噪声 | | | | | |
| 谱密度 | $f = 1\text{ kHz}$ | | 80 | | fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值 | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz | | 3 | | pA p-p |
| 失调电压 | | | | | |
| 失调 | $V_S = 3\text{ V}$ 至 $V_S = 5\text{ V}$ | | | 125 | μV |
| | $V_S = \pm 5\text{ V}$ | | | 150 | μV |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | | 1 | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 折合到输入端的失调与电源的关系(PSR) | $V_S = 2.7\text{ V}$ 至 5 V | 86 | | | dB |
| 输入 | | | | | |
| 输入偏置电流 ¹ | 对REF和FB对以及 +IN和-IN有效 $T_A = +25^\circ\text{C}$ | | 20 | 27 | nA |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | | | 24 | nA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | | 30 | nA |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | 30 | | pA/ $^\circ\text{C}$ |
| 输入失调电流 | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | | | 1 | nA |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | | | 1 | nA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | | 1 | nA |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | 0.5 | | pA/ $^\circ\text{C}$ |
| 输入阻抗 | | | | | |
| 差分 | | | 130 2 | | M Ω pF |
| 共模 | | | 1000 2 | | M Ω pF |
| 差分输入工作电压 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | -1 | | +1 | V |
| 输入工作电压(+IN、-IN、REF或FB) | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.15$ | | $+V_S - 2.2$ | V |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.05$ | | $+V_S - 1.8$ | V |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.2$ | | $+V_S - 2.7$ | V |
| 动态响应 | | | | | |
| 小信号-3 dB带宽 | | | | | |
| $G = 1$ | | | 250 | | kHz |
| $G = 10$ | | | 25 | | kHz |
| $G = 100$ | | | 2.5 | | kHz |
| $G = 1000$ | | | 0.25 | | kHz |
| 0.01%建立时间 | $V_S = \pm 5\text{ V}$ | | | | |
| $G = 1$ | -1 V至+1 V 输出步进 | | 3 | | μs |
| $G = 10$ | -4.5 V至+4.5 V 输出步进 | | 130 | | μs |
| $G = 100$ | -4.5 V至+4.5 V 输出步进 | | 1 | | ms |
| 压摆率 | | | 1 | | V/ μs |

AD8420

| 参数 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---|--------------|------|---------------|---------------|
| 增益 ² | $G = 1 + (R2/R1)$ | | | | |
| 增益范围 | | 1 | | 1000 | V/V |
| 增益误差 | | | | | |
| $G = 1$ | $V_{OUT} = 0.1\text{ V至}1.1\text{ V}, V_{REF} = 0.1\text{ V}$ | | | 0.02 | % |
| $G = 10\text{至}1000$ | $V_{OUT} = 0.2\text{ V至}4.8\text{ V}$ | | 0.05 | 0.1 | % |
| 增益与温度的关系 | $T_A = -40^\circ\text{C至}+85^\circ\text{C}$ | | | 10 | ppm/°C |
| 输出 | | | | | |
| 输出摆幅 | $V_S = 5\text{ V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压 $V_S = \pm 5\text{ V}, R_L = 20\text{ k}\Omega$ 接地 | | | | |
| | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.1$ | | $+V_S - 0.15$ | V |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.1$ | | $+V_S - 0.2$ | V |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.1$ | | $+V_S - 0.15$ | V |
| 短路电流 | | | 10 | | mA |
| 电源 | | | | | |
| 工作范围 | 单电源供电 ³ | 2.7 | | 36 | V |
| 静态电流 | $V_S = 5\text{ V}$ | | | | |
| | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | 55 | 70 | 80 | μA |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | | | 95 | μA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | | 65 | μA |
| 温度范围 | | | | | |
| 额定温度 | | -40 | | +85 | °C |
| 工作温度 ⁴ | | -40 | | +125 | °C |

¹ 输入级用PNP晶体管；因此，输入偏置电流总是从器件中流出。

² $G > 1$ 时，除上述规格外还应考虑外部电阻R1和外部电阻R2产生的误差，包括FB引脚偏置电流产生的误差。

³ 最低电源电压是针对 V_{+IN} 、 V_{-IN} 和 $V_{REF} = 0\text{ V}$ 而言。

⁴ 关于85°C至125°C范围内的工作特性，请参见典型工作特性部分。

除非另有说明, $+V_S = +15\text{ V}$, $-V_S = -15\text{ V}$, $V_{REF} = 0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $G = 1$ 至 1000 , $R_L = 20\text{ k}\Omega$, 所有规格均折合成到输入端。

表3.

| 参数 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------|--|---------------|---------|--------------|------------------------------|
| 共模抑制比(CMRR) | $V_{CM} = -10\text{ V}$ 至 $+10\text{ V}$ | | | | |
| DC至60 Hz时的CMRR | | 100 | | | dB |
| 1 kHz时的CMRR | | 100 | | | dB |
| 噪声 | | | | | |
| 电压噪声 | | | | | |
| 谱密度 | $f = 1\text{ kHz}$, $V_{DIFF} \leq 100\text{ mV}$ | | 55 | | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值 | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz , $V_{DIFF} \leq 100\text{ mV}$ | | 1.5 | | $\mu\text{V p-p}$ |
| 电流噪声 | | | | | |
| 谱密度 | $f = 1\text{ kHz}$ | | 80 | | fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值 | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz | | 3 | | pA p-p |
| 失调电压 | | | | | |
| 失调 | $V_S = \pm 15\text{ V}$ ¹ | | | 250 | μV |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | | 1 | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 折合成到输入端的失调与电源的关系(PSR) | $V_S = \pm 15\text{ V}$ | 100 | | | dB |
| 输入 | | | | | |
| 输入偏置电流 ² | 对REF和FB对以及 +IN和-IN有效 $T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +85^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | 20 | 27 | nA |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | 30 | | pA/ $^\circ\text{C}$ |
| 输入失调电流 | $T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +85^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | | 1 | nA |
| 平均温度系数 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | 0.5 | | pA/ $^\circ\text{C}$ |
| 输入阻抗 | | | | | |
| 差分 | | | 130 3 | | M Ω pF |
| 共模 | | | 1000 3 | | M Ω pF |
| 差分输入工作电压 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | -1 | | 1 | V |
| 输入工作电压(+IN、-IN、REF或FB) | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.15$ | | $+V_S - 2.2$ | V |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.05$ | | $+V_S - 1.8$ | V |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | $-V_S - 0.2$ | | $+V_S - 2.7$ | V |
| 动态响应 | | | | | |
| 小信号-3 dB带宽 | | | | | |
| $G = 1$ | | | 250 | | kHz |
| $G = 10$ | | | 25 | | kHz |
| $G = 100$ | | | 2.5 | | kHz |
| $G = 1000$ | | | 0.25 | | kHz |
| 0.01%建立时间 | | | | | |
| $G = 1$ | -1 V至+1 V 输出步进 | | 3 | | μs |
| $G = 10$ | -5 V至+5 V 输出步进 | | 130 | | μs |
| $G = 100$ | -5 V至+5 V 输出步进 | | 1 | | ms |
| 压摆率 | | | | 1 | V/ μs |
| 增益 ³ | $G = 1 + (R_2/R_1)$ | | | | |
| 增益范围 | | 1 | | 1000 | V/V |
| 增益误差 | | | | | |
| $G = 1$ | $V_{OUT} = \pm 1\text{ V}$ | | | 0.02 | % |
| $G = 10$ 至 1000 | $V_{OUT} = \pm 10\text{ V}$ | | 0.05 | 0.1 | % |
| 增益与温度的关系 | $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ | | | 10 | ppm/ $^\circ\text{C}$ |

AD8420

| 参数 | 测试条件/注释 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------------|---------------------------|---------------|-----|---------------|------------------|
| 输出 | | | | | |
| 输出摆幅 | | | | | |
| $R_L = 20\text{ k}\Omega$ 接地 | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.13$ | | $+V_S - 0.2$ | V |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.15$ | | $+V_S - 0.23$ | V |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | $-V_S + 0.11$ | | $+V_S - 0.16$ | V |
| 短路电流 | | | 10 | | mA |
| 电源 | | | | | |
| 工作范围 | 双电源供电 ⁴ | ± 2.7 | | ± 18 | V |
| 静态电流 | $V_S = \pm 15\text{ V}$ | | | | |
| | $T_A = +25^\circ\text{C}$ | 70 | 85 | 100 | μA |
| | $T_A = +85^\circ\text{C}$ | | | 120 | μA |
| | $T_A = -40^\circ\text{C}$ | | | 90 | μA |
| 温度范围 | | | | | |
| 额定温度 | | -40 | | +85 | $^\circ\text{C}$ |
| 工作温度 ⁵ | | -40 | | +125 | $^\circ\text{C}$ |

¹ 关于失调电压与电源的关系，请参见典型工作特性部分。

² 输入级用PNP晶体管；因此，输入偏置电流总是从器件中流出。

³ $G > 1$ 时，除上述规格外还应考虑外部电阻R1和外部电阻R2产生的误差，包括FB引脚偏置电流产生的误差。

⁴ 最低电源电压是针对 V_{+IN} 、 V_{-IN} 和 $V_{REF} = 0\text{ V}$ 而言。 V_{+IN} 、 V_{-IN} 和 $V_{REF} = -V_S$ 时，最低电源电压为 $\pm 1.35\text{ V}$ 。

⁵ 关于 85°C 至 125°C 范围内的工作特性，请参见典型工作特性部分。

绝对最大额定值

表4.

| 参数 | 额定值 |
|---------------|-------------------------|
| 电源电压 | ±18 V |
| 输出短路电流 | 不定 |
| 在-IN或+IN的最大电压 | -V _S + 40 V |
| 在-IN或+IN的最小电压 | -V _S - 0.5 V |
| 在REF或FB的最大电压 | +V _S + 0.5 V |
| 在REF或FB的最小电压 | -V _S - 0.5 V |
| 存储温度范围 | -65°C至+150°C |
| ESD | |
| 人体模型 | 2.5 kV |
| 充电器件模型 | 1.5 kV |
| 机器放电模型 | 0.1 kV |

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} 是针对暴露于空气中的器件而言。

表5.

| 封装 | θ_{JA} | 单位 |
|--------------------|---------------|------|
| 8引脚 MSOP, 4层JEDEC板 | 135 | °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。

AD8420

引脚配置和功能描述

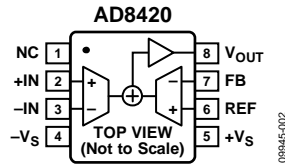


图2. 引脚配置

表6. 引脚功能描述

| 引脚编号 | 引脚名称 | 描述 |
|------|------------------|--|
| 1 | NC | 此引脚不在内部连接。为获得最佳的CMRR与频率之间的关系及泄露性能，应将此引脚连接到负电源。 |
| 2 | +IN | 正输入。 |
| 3 | -IN | 负输入。 |
| 4 | -V _S | 负电源。 |
| 5 | +V _S | 正电源。 |
| 6 | REF | 基准输入。 |
| 7 | FB | 反馈输入。 |
| 8 | V _{OUT} | 输出。 |

典型工作特性

除非另有说明, $T = 25^{\circ}\text{C}$, $+V_s = 5\text{ V}$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$ 。

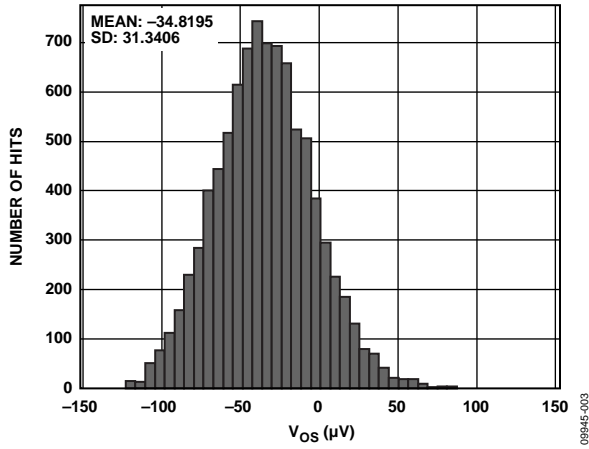


图3. 输入失调电压的典型分布图

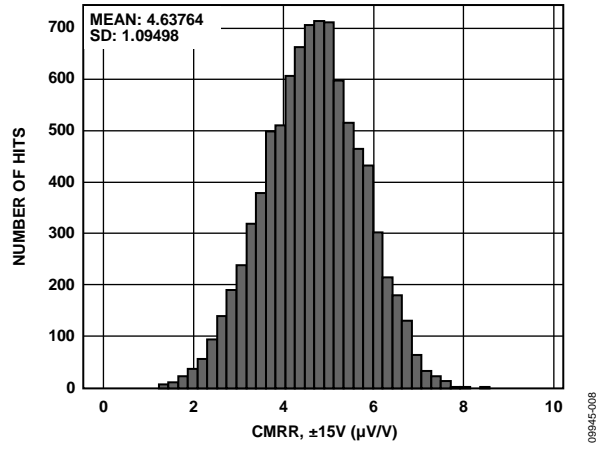


图6. CMRR的典型分布图

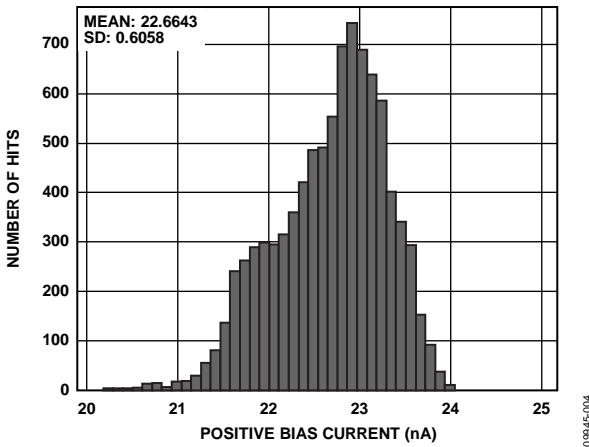


图4. 输入偏置电流的典型分布图

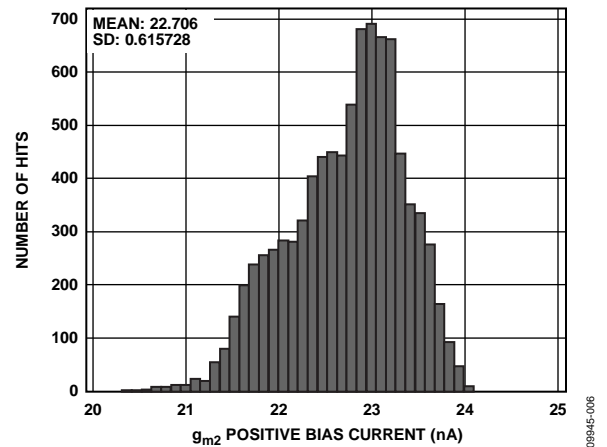


图7. REF、FB偏置电流的典型分布图

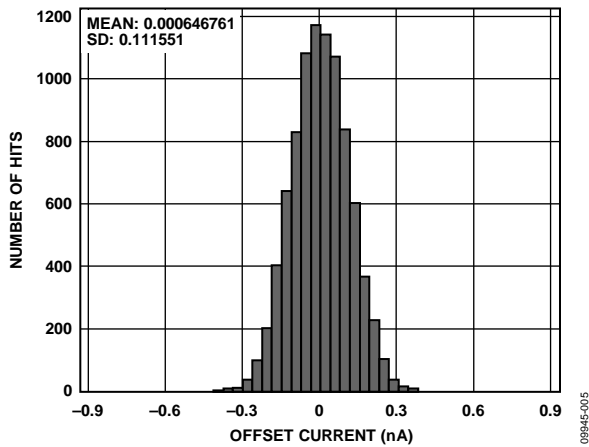


图5. 输入失调电流的典型分布图

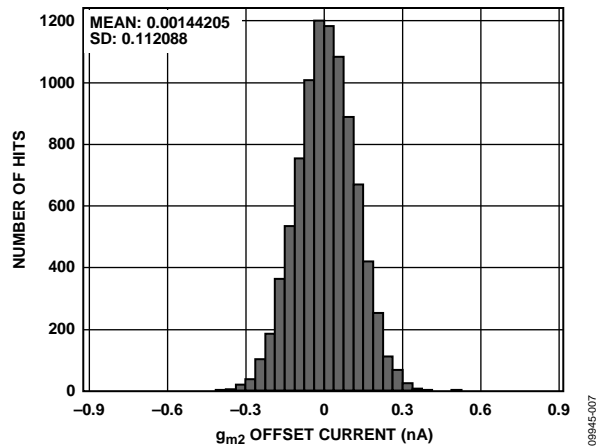


图8. REF、FB失调电流的典型分布图

AD8420

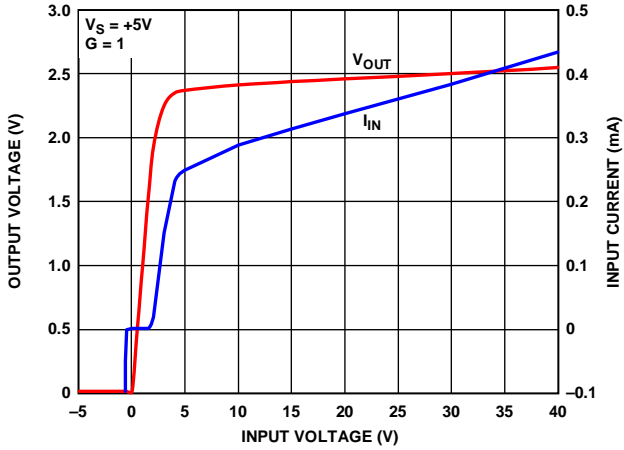


图9. 输入过压性能, $G = 1$

08945-309

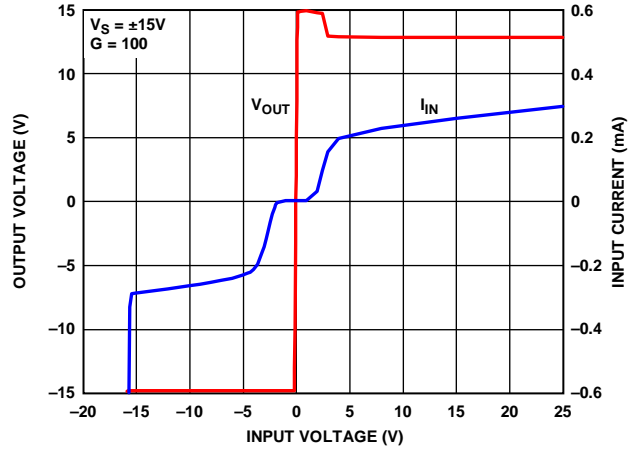


图12. 输入过压性能, $G = 100$, $V_S = \pm 15\text{ V}$

08945-312

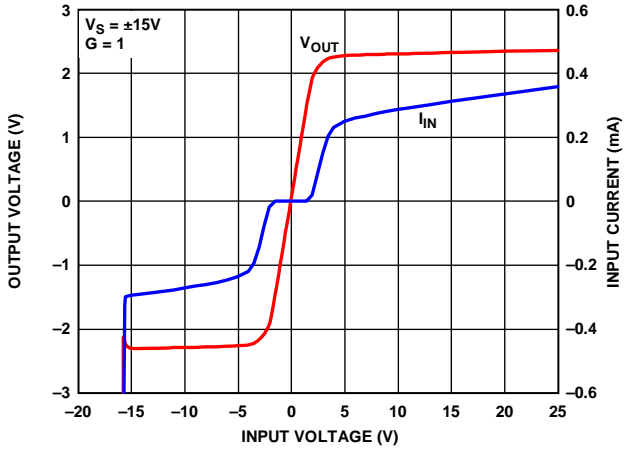


图10. 输入过压性能, $G = 1$, $V_S = \pm 15\text{ V}$

08945-310

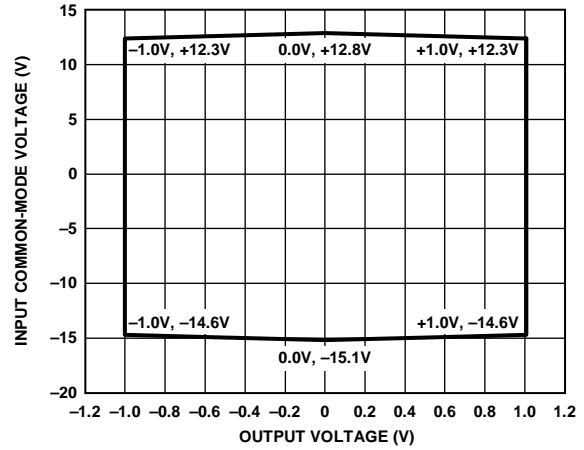


图13. 输入共模电压与输出电压的关系, $G = 1$, $V_S = \pm 15\text{ V}$

08945-313

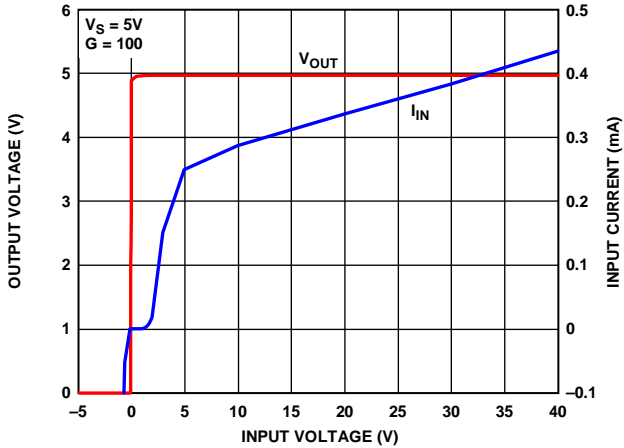


图11. 输入过压性能, $G = 100$

08945-311

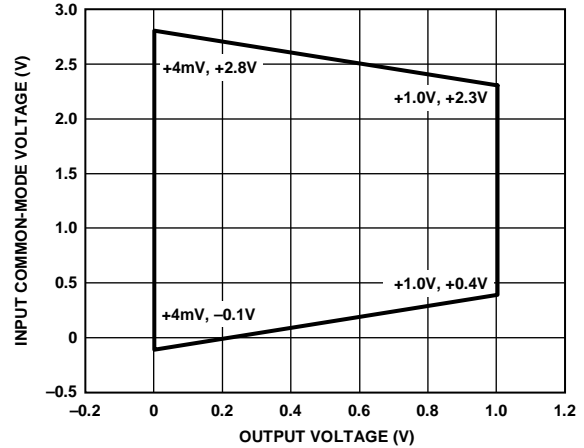


图14. 输入共模电压与输出电压的关系, $G = 1$, $V_S = 5\text{ V}$

08945-314

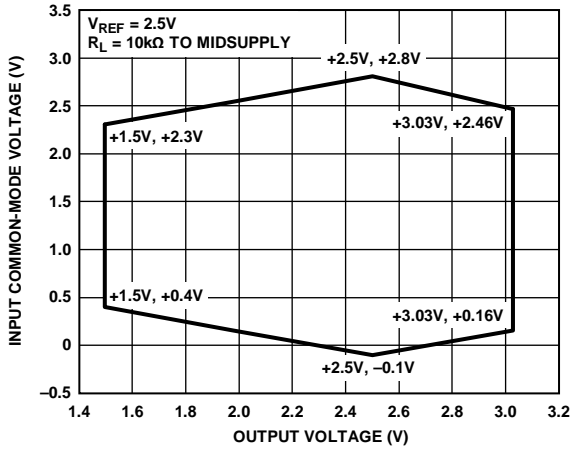


图15. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 1, V_s = 5V, V_{REF} = 2.5V$

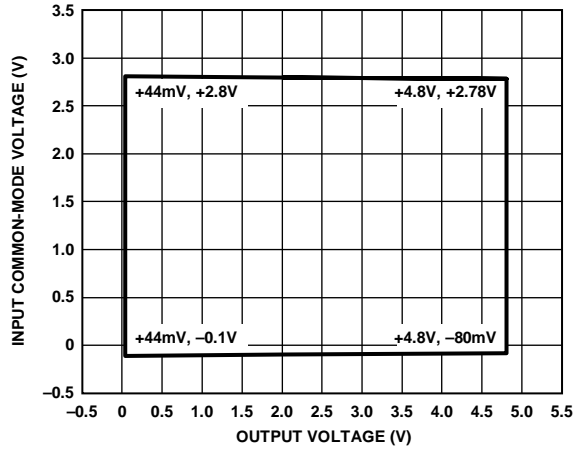


图18. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 100, V_s = 5V$

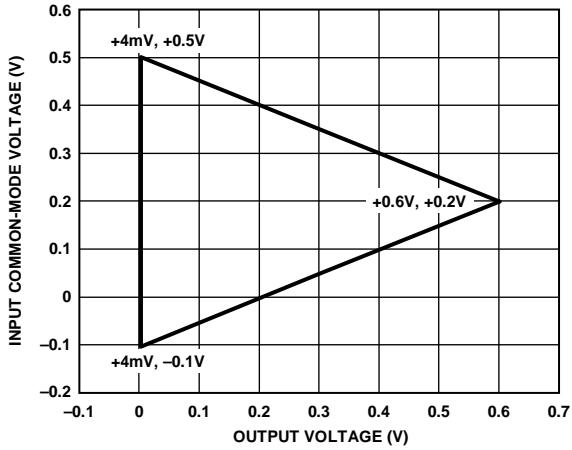


图16. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 1, V_s = 2.7V$

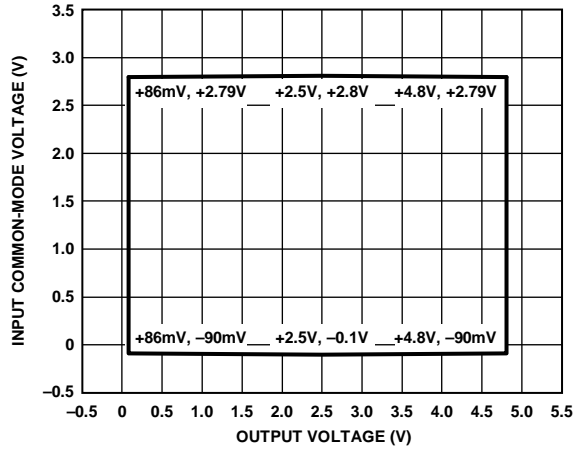


图19. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 100, V_s = 5V, V_{REF} = 2.5V$

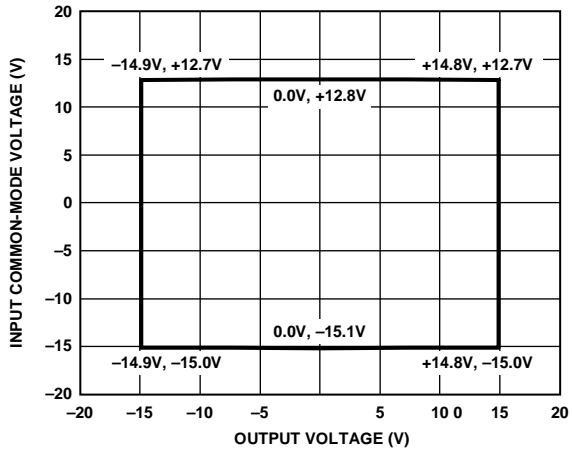


图17. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 100, V_s = \pm 15V$

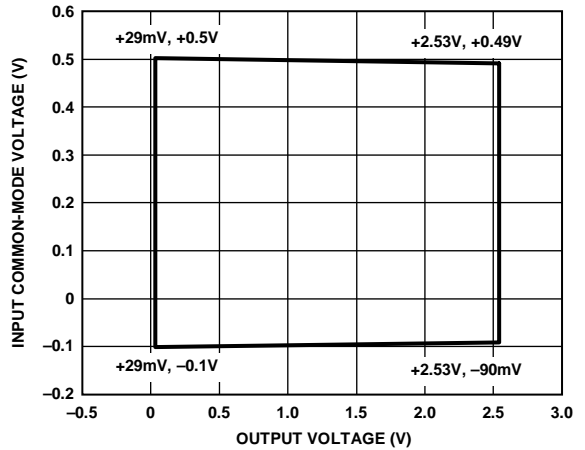


图20. 输入共模电压与输出电压的关系,
 $G = 100, V_s = 2.7V$

AD8420

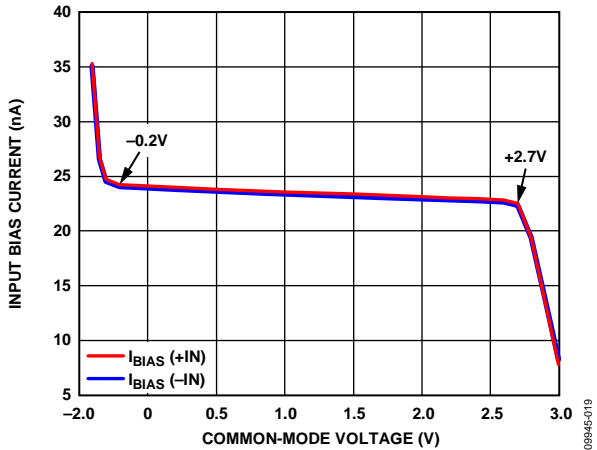


图21. 输入偏置电流与共模电压的关系

09945-019

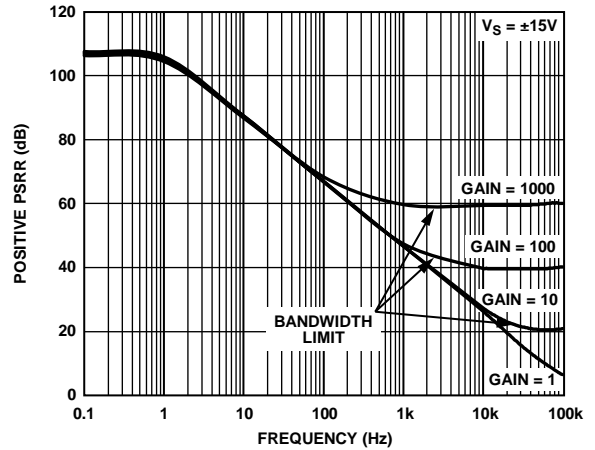


图24. 正PSRR与频率的关系, RTI, $V_S = \pm 15V$

09945-323

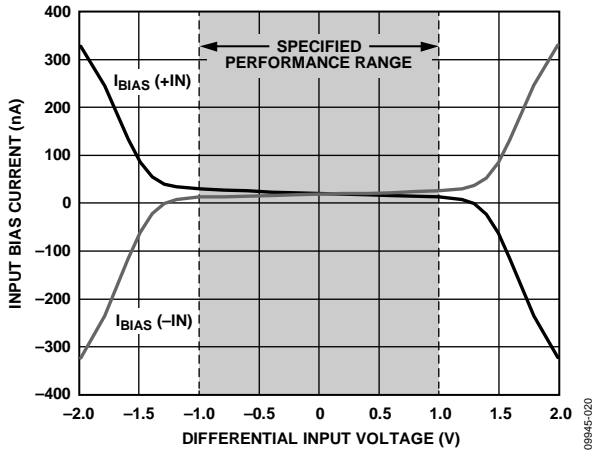


图22. 输入偏置电流与差分输入电压的关系, $V_S = \pm 15$

09945-020

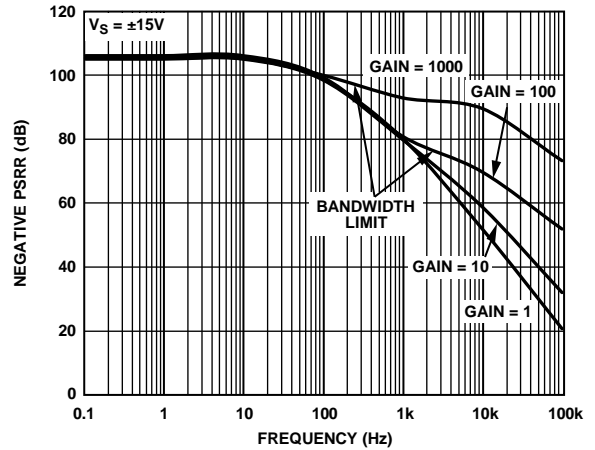


图25. 负PSRR与频率的关系, RTI, $V_S = \pm 15V$

09945-324

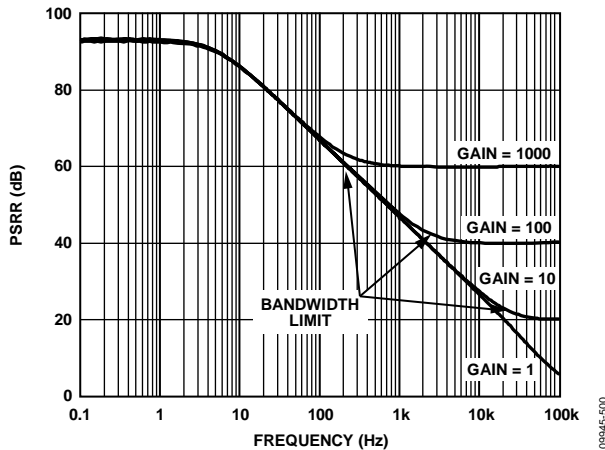


图23. 5V电源上PSRR与频率的关系

09945-500

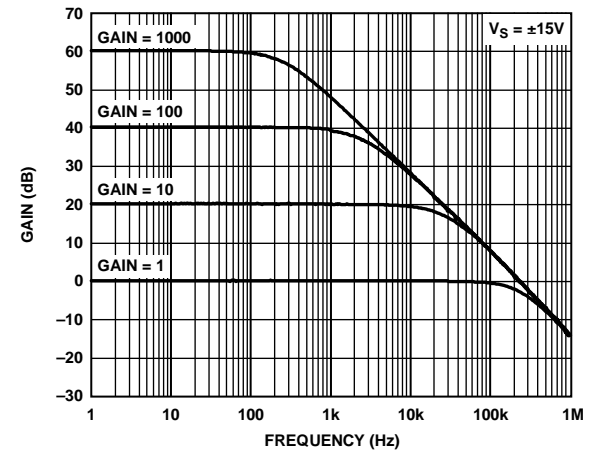


图26. 增益与频率的关系

09945-023

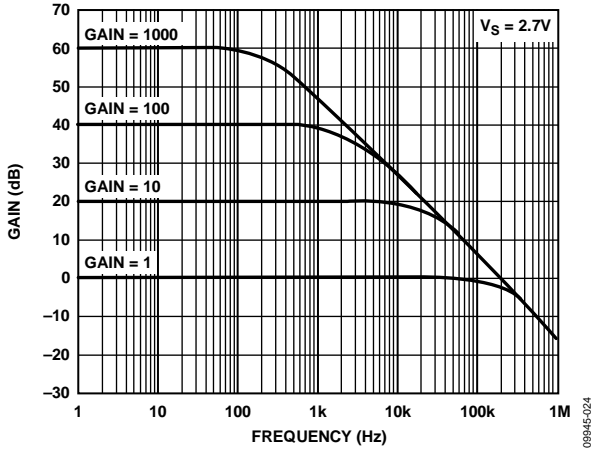


图27. 增益与频率的关系, 2.7 V单电源供电

08945-024

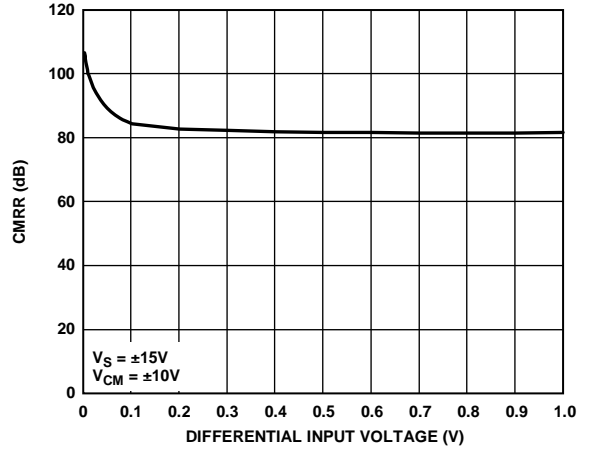


图30. CMRR与差分输入电压的关系

08945-329

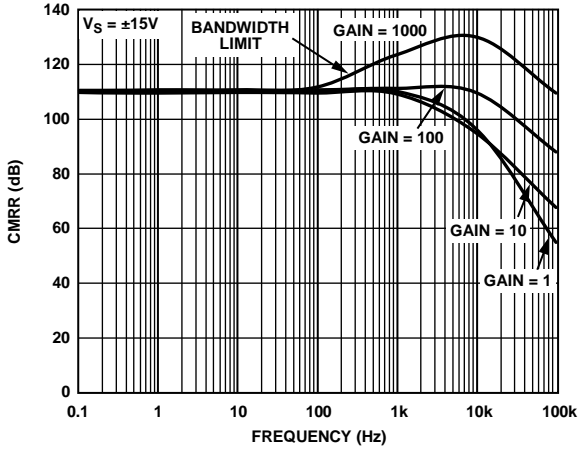


图28. CMRR与频率的关系, RTI, $V_S = \pm 15 V$

08945-327

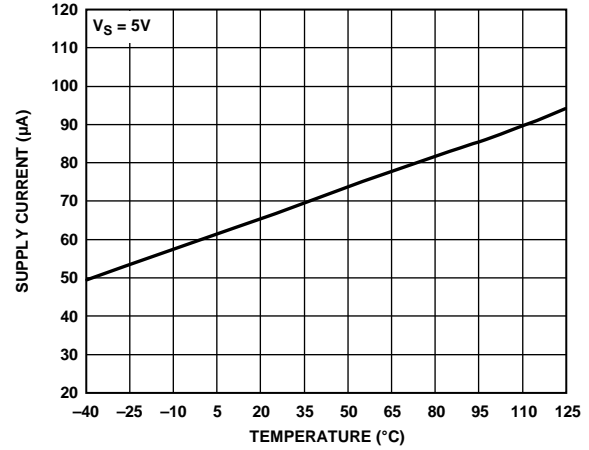


图31. 电源电流与温度的关系, $V_S = +5 V$

08945-027

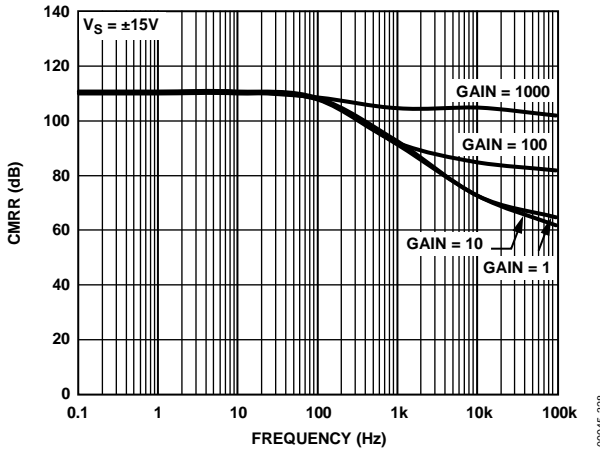


图29. CMRR与频率的关系, RTI, 1 kΩ非均衡信号源, $V_S = \pm 15 V$

08945-328

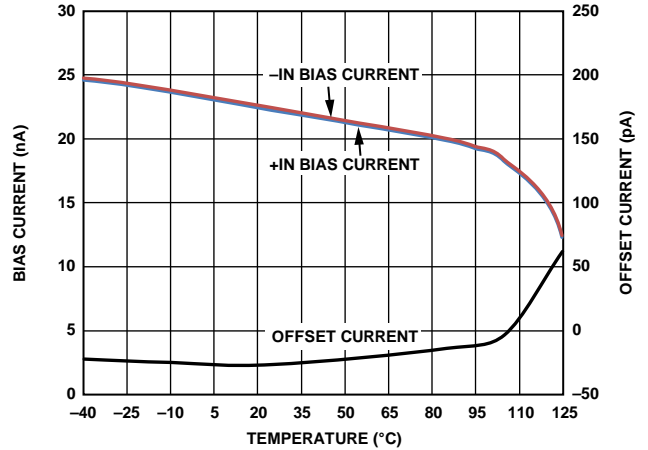


图32. 输入偏置电流和输入失调电流与温度的关系

08945-331

AD8420

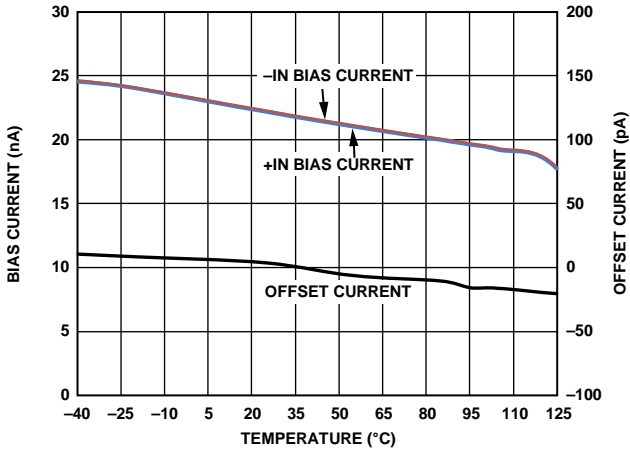


图33. FB、REF偏置电流和FB、REF失调电流与温度的关系

09945-332

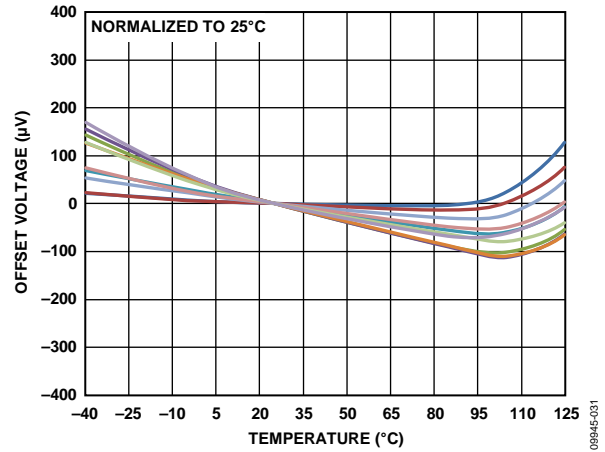


图36. 失调漂移

09945-031

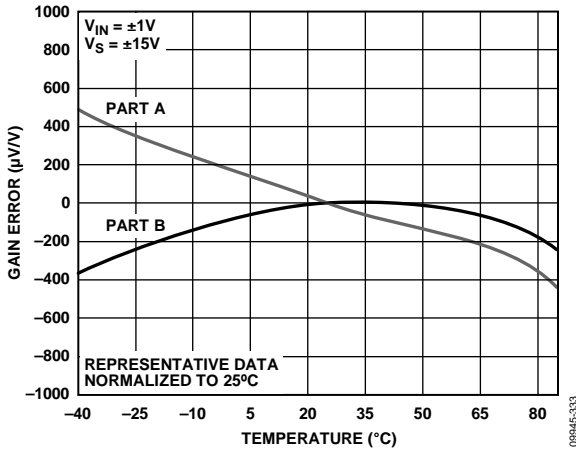


图34. 增益误差与温度的关系, $G = 1$, $V_{IN} = \pm 1V$, $V_S = \pm 15V$

09945-333

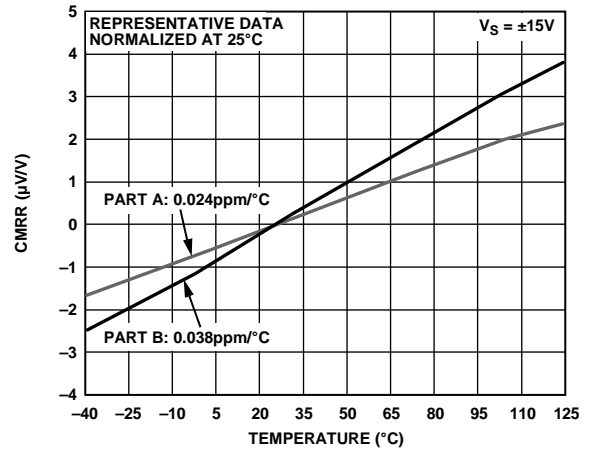


图37. CMRR与温度的关系, $G = 1$, $V_S = \pm 15V$

09945-032

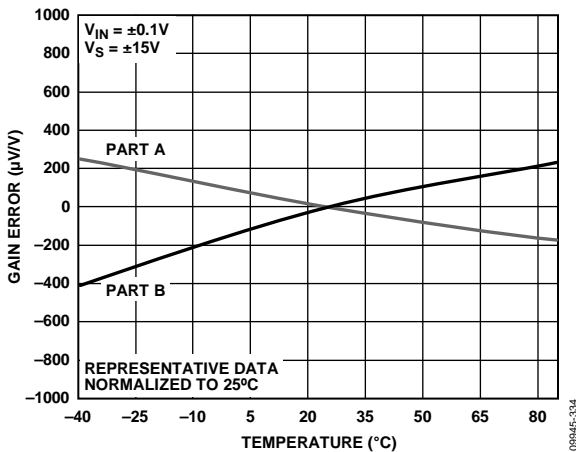


图35. 增益误差与温度的关系, $G = 1$, $V_{IN} = \pm 0.1V$, $V_S = \pm 15V$

09945-334

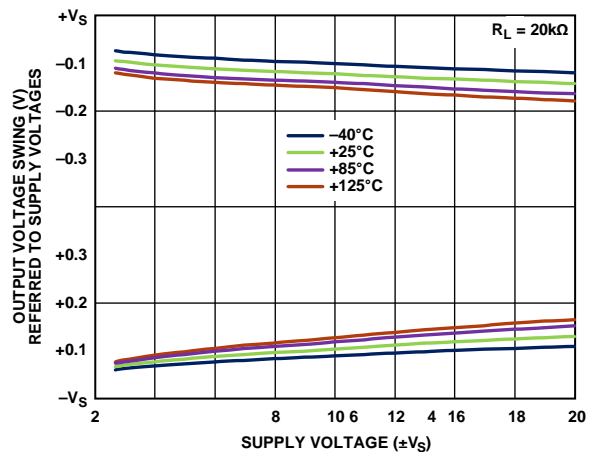


图38. 输出电压摆幅与电源电压的关系, $R_L = 20k\Omega$

09945-035

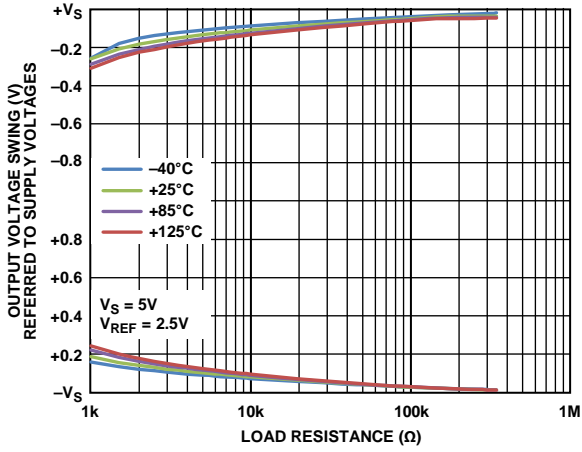


图39. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系, $V_s = 5V$

08945-338

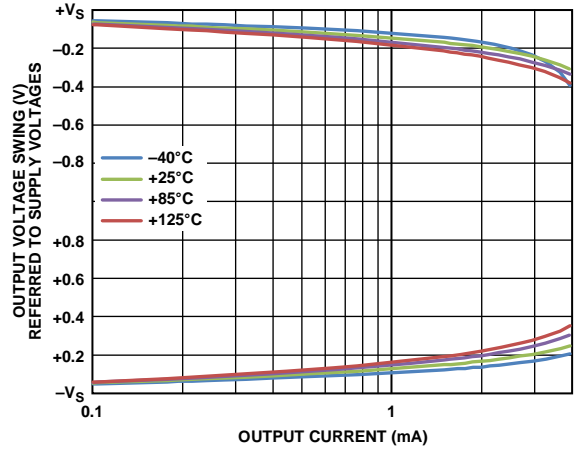


图42. 输出电压摆幅与输出电流的关系, $V_s = \pm 15V$

08945-340

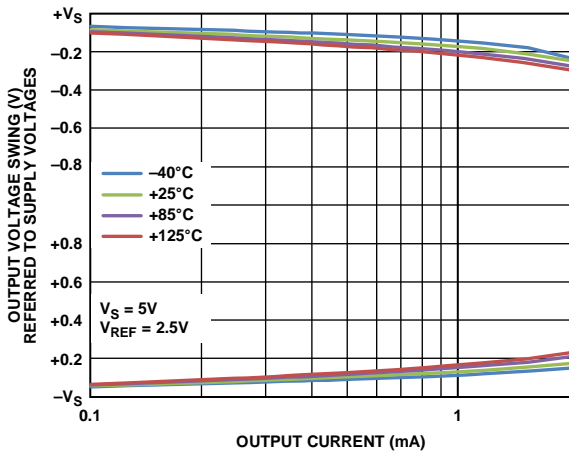


图40. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系, $V_s = 5V$

08945-501

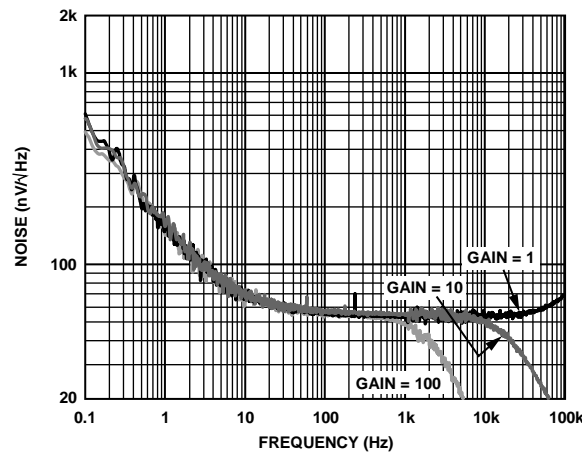


图43. 电压噪声谱密度与频率的关系, RTI

08945-042

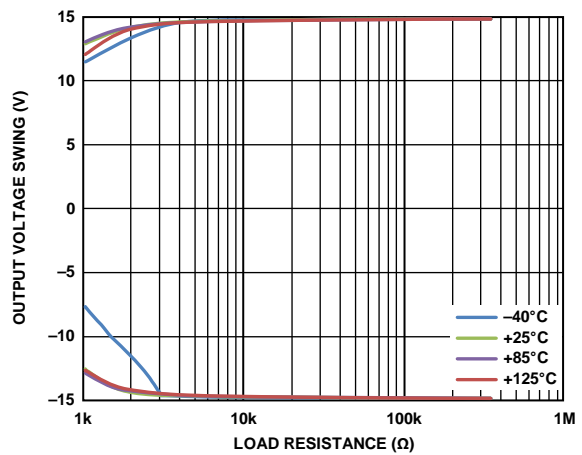


图41. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系, $V_s = \pm 15V$

08945-339

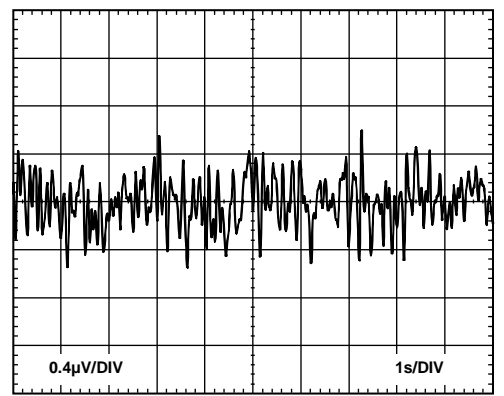


图44. 0.1 Hz至10 Hz RTI电压噪声, $G = 1$

08945-043

AD8420

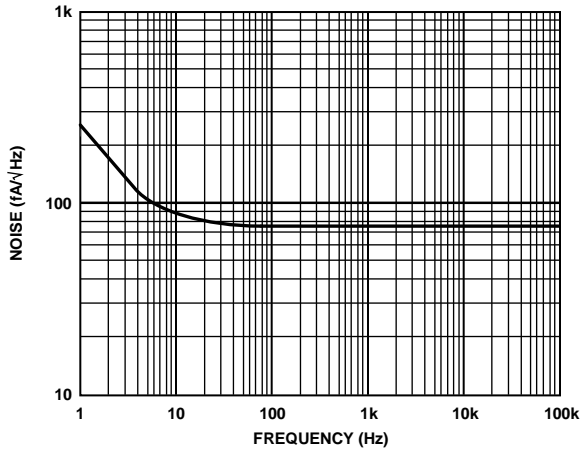


图45. 电流噪声谱密度与频率的关系

09945-348

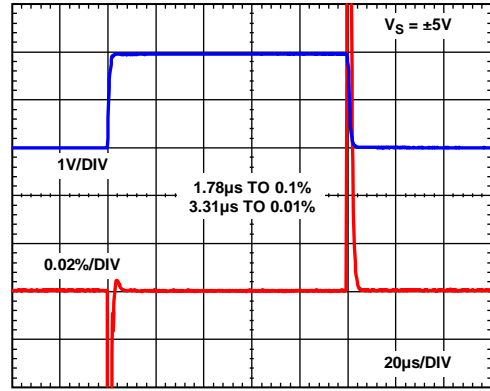


图48. 大信号脉冲响应与建立时间的关系, $G = 1$

09945-149

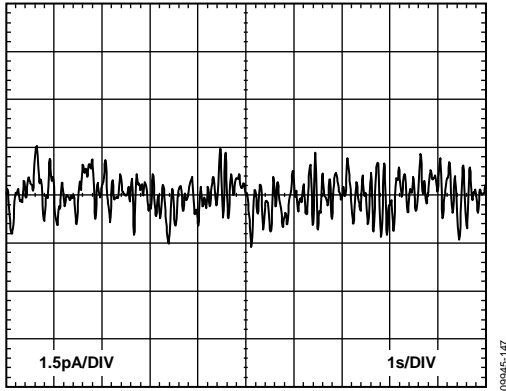


图46. 0.1 Hz至10 Hz电流噪声

09945-147

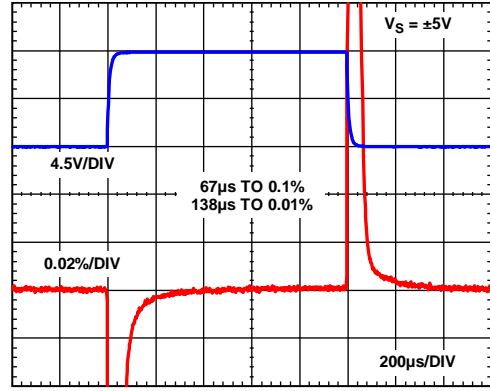


图49. 大信号脉冲响应与建立时间的关系, $G = 10$

09945-150

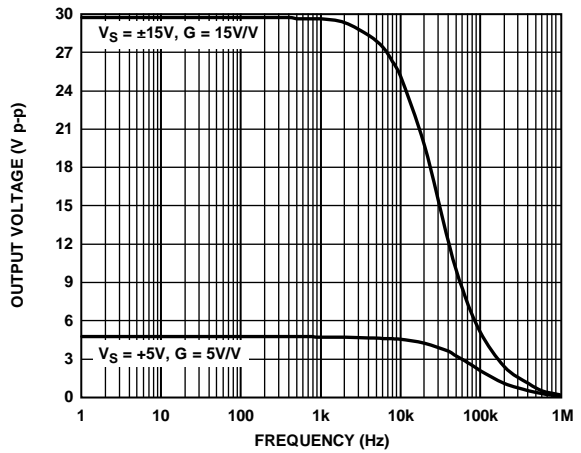


图47. 大信号频率响应

09945-148

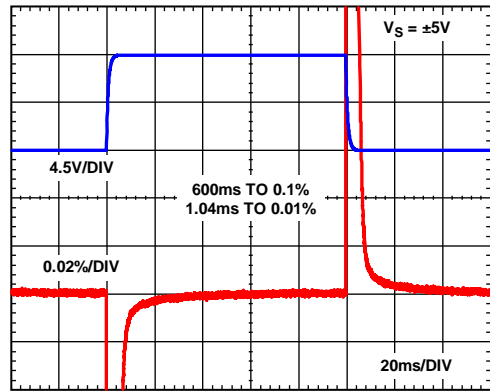


图50. 大信号脉冲响应与建立时间的关系, $G = 100$

09945-151

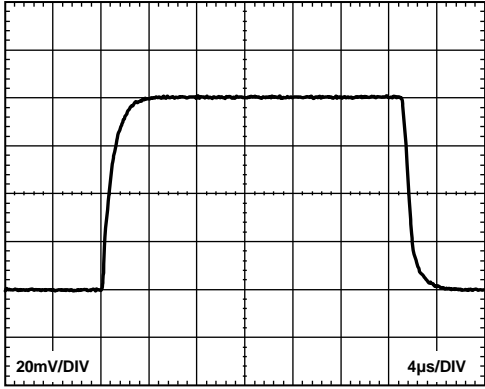


图51. 小信号脉冲响应, $G = 1$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$

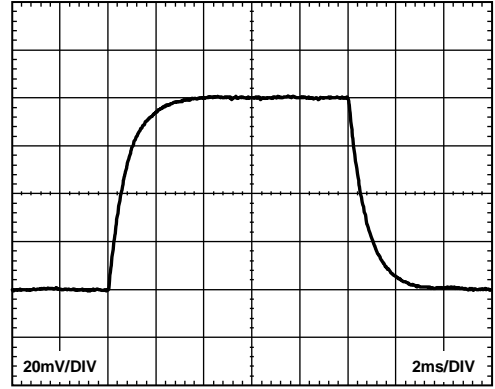


图54. 小信号脉冲响应, $G = 1000$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$

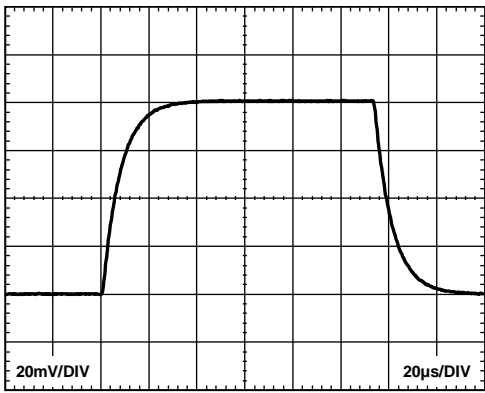


图52. 小信号脉冲响应, $G = 10$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$

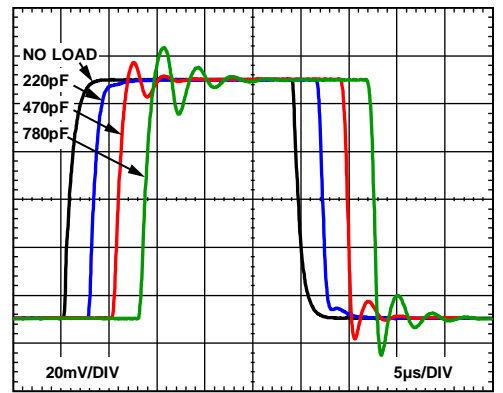


图55. 各种容性负载条件下的小信号响应, $G = 1$, $R_L = \infty$

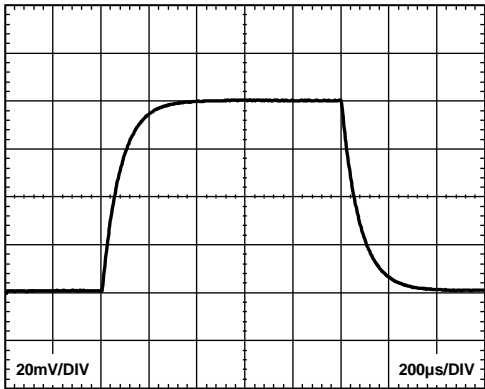


图53. 小信号脉冲响应, $G = 100$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$

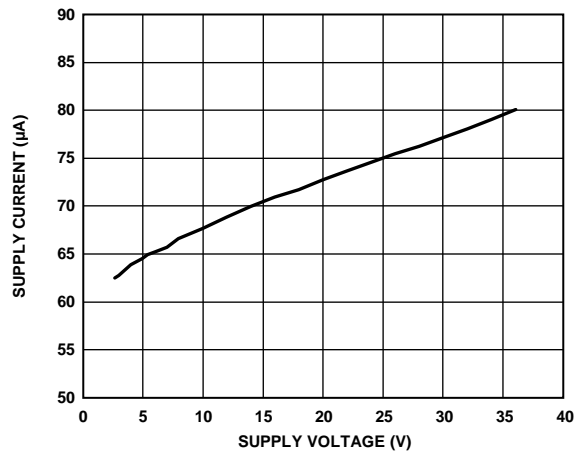


图56. 电源电流与电源电压的关系

AD8420

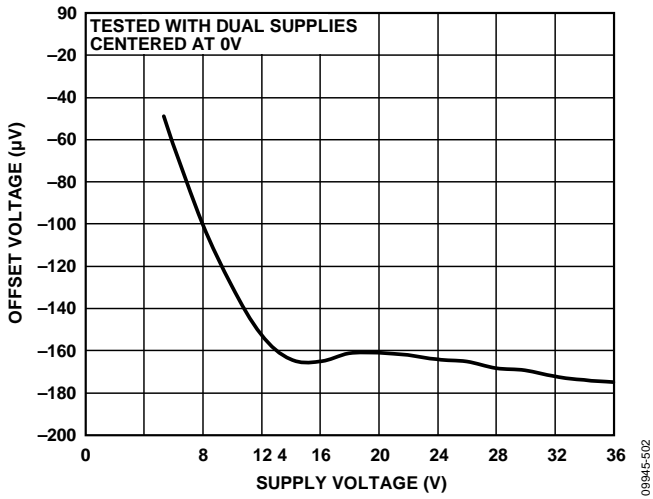


图57. 失调电压与电源电压的关系

工作原理

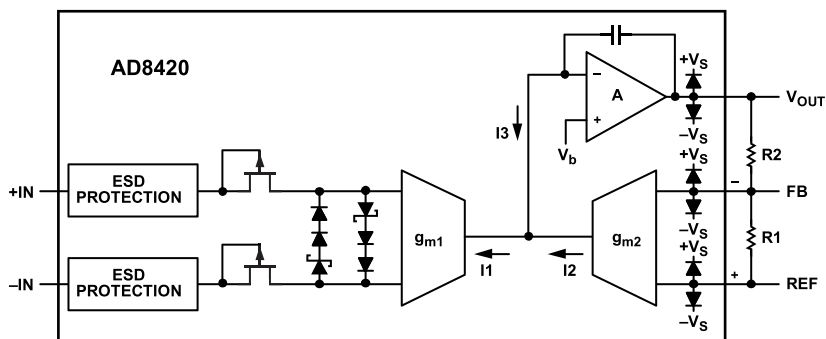


图58. 原理示意图

架构

AD8420基于间接电流反馈拓扑结构，由三个放大器组成：两个匹配跨导放大器，用于将电压转换为电流；一个积分放大器，用于将电流转换为电压。

对于AD8420，假定所有初始电压和电流为零，直至在输入+IN和-IN之间施加一个正差分电压。跨导放大器 g_{m1} 将此输入电压转换为电流 I_1 。由于 g_{m2} 两端的电压最初为零， I_2 为零， I_3 等于 I_1 。

I_3 集成到输出端，导致输出电压 V_{OUT} 增加。此电压继续增加，直至 g_{m1} 输入端的差分输入电压复制到 g_{m2} 输入端，产生等于 I_1 的电流(I_2)。这样，差分电流 I_3 便降至零，使输出保持在稳定电压下。图58所示配置中的增益由 R_2 和 R_1 设置。

在传统仪表放大器中，输入共模电压可限制可用输出摆幅，通常用六边形曲线图来描述。由于AD8420将输入差分信号转换为电流，此限制对它不适用。当采用接近某一供电轨的共模电压放大信号时，这一点尤其重要。

为了提高鲁棒性和易用性，AD8420的输入端内置过压保护特性。此保护方案可在不损坏器件的前提下提供很宽的输入差分电压。

设置增益

AD8420的传递函数为：

$$V_{OUT} = G(V_{+IN} - V_{-IN}) + V_{REF}$$

其中：

$$G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

表7. 各种增益的推荐电阻，1%电阻

| R1 (kΩ) | R2 (kΩ) | Gain |
|---------|---------|-------|
| 无 | 短路 | 1.00 |
| 49.9 | 49.9 | 2.00 |
| 20 | 80.6 | 5.03 |
| 10 | 90.9 | 10.09 |
| 5 | 95.3 | 20.06 |
| 2 | 97.6 | 49.8 |
| 1 | 100 | 101 |
| 1 | 200 | 201 |
| 1 | 499 | 500 |
| 1 | 1000 | 1001 |

虽然 R_2 与 R_1 之比决定增益，但电阻绝对值由设计人员选择。较大电阻值可降低功耗和输出负载；较小值可限制FB输入偏置电流和失调电流误差。为了获得最佳输出摆幅和失真性能，应确保 $(R_1 + R_2) \parallel R_L \geq 20 \text{ k}\Omega$ 。

在限制FB偏置电流误差的同时提供大反馈电阻值的一种方法是，将值为 $R_1 \parallel R_2$ 的电阻与REF引脚串联放置，如图59所示。在较高增益下，此电阻可与 R_1 相同。

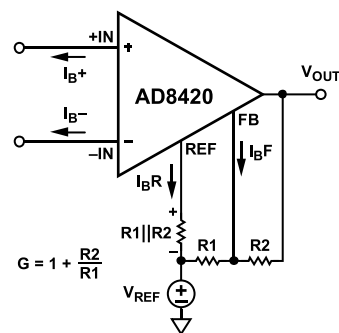


图59. 消除FB输入偏置电流的误差

增益精度

不同于大多数仪表放大器，AD8420的增益精度取决于两个增益设置电阻的相对匹配，而非单个电阻。例如，如果两个电阻具有完全相同的绝对值，则增益中无误差。相反，两个1%电阻在高增益下可造成约2%的最大增益误差。增益设置电阻的温度系数失配可增加仪表放大器电路的增益漂移。由于这些外部电阻不必匹配任何片内电阻，具有良好TC跟踪的电阻可实现极佳的增益漂移。

当输入端的差分电压接近差分输入限值时，二极管开始导电，从而限制输入端上的电压。这可以看作大差分输入导致增益误差增加。AD8420的性能是针对 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 范围内的 $\pm 1\text{ V}$ 差分输入而言。不过，在较高温度下，二极管的正向电压被降低，将差分输入限制在更小电压上。图60在工作温度范围内跟踪1%误差，以显示温度对输入限值的影响。

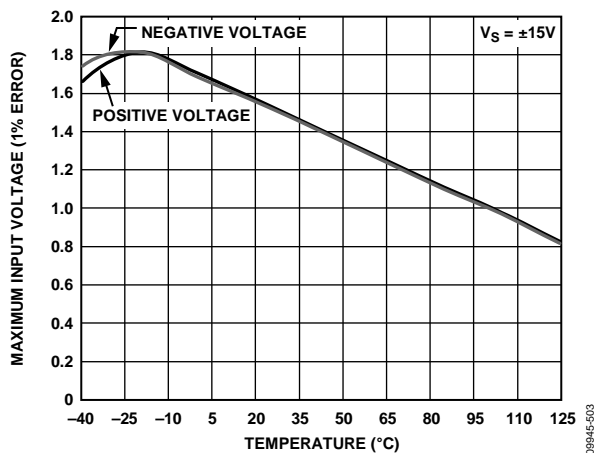


图60. 差分输入限值与温度的关系

输入电压范围

AD8420的容许输入范围远比传统架构简单。为了让AD8420的传递函数生效，输入电压应遵循以下两条规则：

- 将差分输入电压保持在 $\pm 1\text{ V}$ 内。
- 将+IN、-IN、REF和FB引脚上的电压保持在额定输入电压范围内。

由于输出摆幅完全与输入共模电压无关，无任何六边形曲线或复杂公式可供遵循，且放大器对具有变化共模的输入信号无任何输出摆幅限制。

输入保护

进入AD8420输入端的电流在内部进行限制。这可以确保限制内部放大器上差分电压的二极管在开启时不会吸取过多电流。无论应用何种增益，器件均可在无损坏的前提下处理大差分输入电压。因此，AD8420输入可不受超出正供电轨的电压的影响。如果预期电压将超过负供电轨，必须使用外部保护。

AD8420的所有引脚应保持在绝对最大额定值部分指定的电压范围内。AD8420的所有引脚均提供ESD保护。

输入电压超出供电轨

对于需要避免超出负供电轨的应用，一个选择是使用与各输入串联的外部电阻来限制过载条件下的电流。在此情况下，电阻大小应将进入AD8420的电流限制在6 mA。

$$R_{PROTECT} \geq (\text{Negative Supply} - V_{IN})/6 \text{ mA}$$

尽管AD8420输入必须保持在 $-V_S + 40\text{ V}$ 限值内，保护电阻两端的 $I \times R$ 压降会将正极保护增加至约为

$$(40\text{ V} + \text{Negative Supply}) + 300\ \mu\text{A} \times R_{PROTECT}$$

另一保护方法是将二极管放置在AD8420输入端，以限制电压，并与输入串联地放置电阻，以限制进入这些二极管的电流。为了在正常工作时将输入偏置电流保持在最小值，应使用低泄漏二极管箝位，例如BAV199。AD8420还能与TVS二极管(如PTVSxS1UR)配合使用。

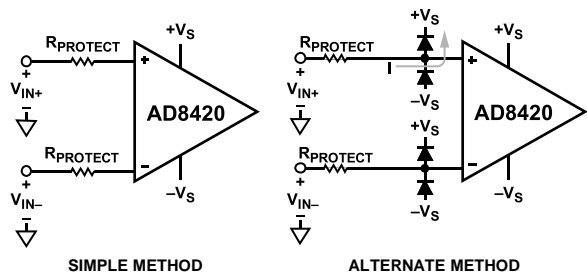


图61. 电压超出供电轨保护

大差分输入电压

AD8420可在不损坏器件的前提下处理大差分输入电压。过压性能请参考图9、图10、图11和图12。AD8420差分电压在内部被二极管限制在 $\pm 1\text{ V}$ 。如果超出此限值，二极管开始导电并吸取电流，如图22所示。此电流被内部限制在对AD8420安全的值，但如果系统无法接受输入电流，则与各输入串联地放置电阻，电阻值如下：

$$R_{PROTECT} \geq \frac{1}{2} \left(\frac{|V_{DIFF}| - 1\text{ V}}{I_{MAX}} \right)$$

布局

整个频率范围内的共模抑制比

若布局不当，会导致部分共模信号转换为差分信号，而后到达仪表放大器。此转换可在正输入引脚路径与负输入引脚路径具有不同频率响应时发生。要获得最佳的VMRR与频率性能，每个路径的输入源阻抗和电容需要严格匹配。其中包括将引脚1连接到 $-V_S$ ，后者与寄生电容和输入与相邻引脚间的泄露匹配。输入路径的附加源电阻(例如，用于输入保护的)需要靠近仪表放大器的输入端放置，这样可以使其与印刷电路板(PCB)走线产生的寄生电容的相互作用降到最低。

电源

使用稳定的直流电压给仪表放大器供电。电源引脚上的噪声会对器件性能产生不利影响。欲了解更多信息，请参见图24和图25中的电源抑制比(PSRR)性能曲线。

尽可能靠近各电源引脚放置一个0.1 μF 电容。如图62所示，离该器件较远的位置可以用一个10 μF 钽电容。此电容设计为在低频率下生效，通常可由其他精密集成电路共享。集成电路间的走线应尽可能短，以便将走线寄生电感与共享电容的相互作用降到最低。

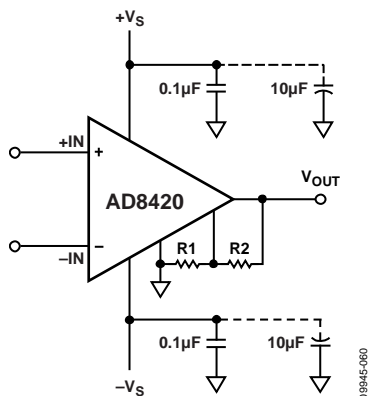


图62. 电源去耦、REF及输出以局部地为参考

基准电压

AD8420的输出电压是相对于基准引脚上的电位而言的。应注意将REF连接至适当的局部地。输入端的差分电压在REF与FB引脚间再现；因此，必须通过设置 V_{REF} 使FB上的电压不超过输入范围。

驱动基准引脚

传统仪表放大器架构需要使用低阻抗源驱动基准引脚。在这些架构中，基准引脚上的阻抗会降低CMRR和增益精度。而对于AD8420架构，基准引脚上的电阻对CMRR无影响。

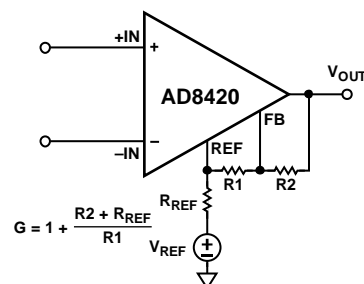


图63. 使用基准电阻计算增益

基准引脚上的电阻不会影响AD8420的增益，但如果此电阻是恒定的，可调整增益设置电阻进行补偿。例如，可使用如图64所示的分压器驱动AD8420。

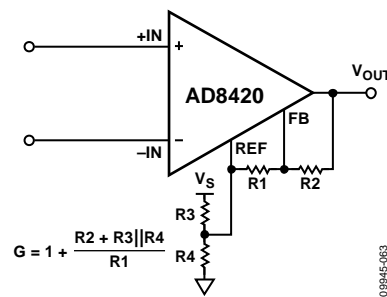


图64. 使用分压器设置基准电压

AD8420

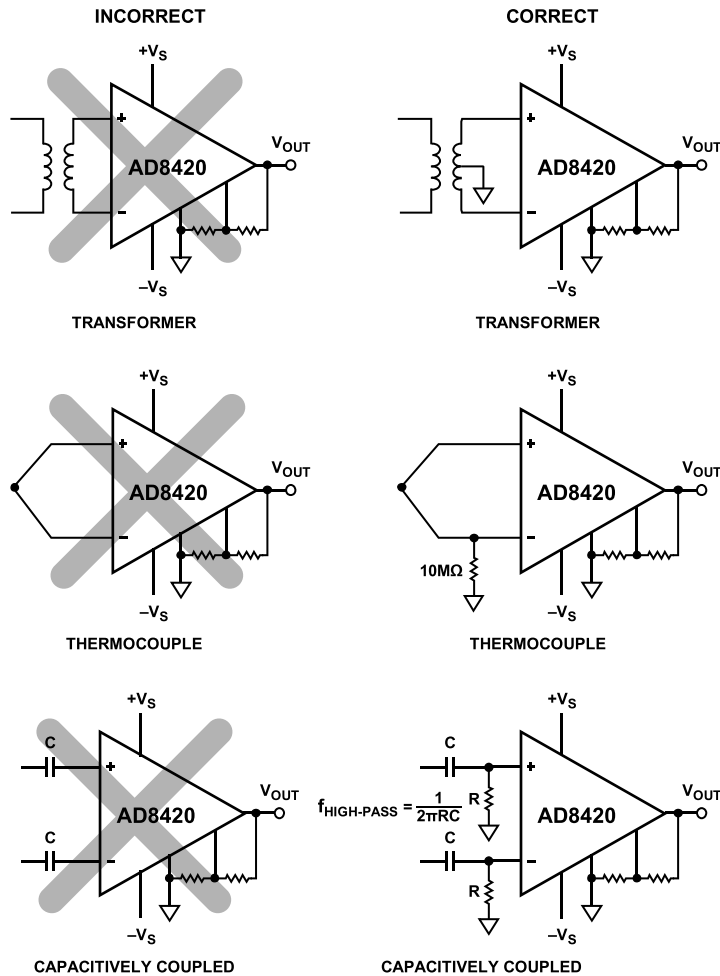


图65. 创建一条 I_{BIAS} 路径

输入偏置电流回路

AD8420的输入偏置电流必须有一个对地的返回路径。当热电偶等信号源无法提供电流回路时，应创建一条返回路径，如图65所示。

射频干扰(RFI)

所有仪表放大器均可整流高频带外信号。经过整流后，这些信号会在输出端表现出直流失调误差。高频信号可以通过仪表放大器输入端的低通RC网络滤除，如图66所示。滤波器根据以下关系式对输入信号带宽加以限制：

$$FilterFrequency_{DIFF} = \frac{1}{2\pi R(2C_D + C_C)}$$

$$FilterFrequency_{CM} = \frac{1}{2\pi RC_C}$$

其中 $C_D \geq 10 C_C$ 。

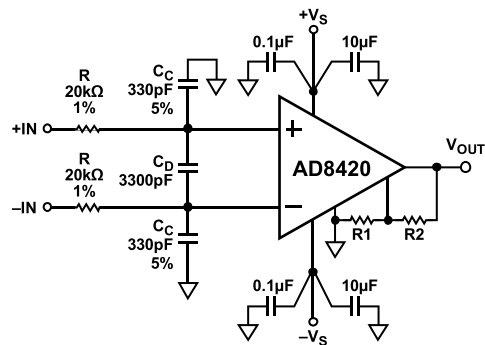


图66. 建议的RFI抑制滤波器

C_D 影响差分信号， C_C 影响共模信号。所选 R 和 C_C 值是为了最大程度地减少带外RFI，但代价是信号带宽降低。正输入端 $R \times C_C$ 与负输入端 $R \times C_C$ 的不匹配会降低AD8420的CMRR性能。使 C_D 的值至少比 C_C 大一个数量级，可以降低不匹配的影响，从而改善性能。

输出缓冲

AD8420旨在驱动20 kΩ或更大的负载，但可在更低的输出电压摆幅下将最高10 mA的电流传递至更大的负载(参见图42)。如果需要更大的输出电流，可使用精密运算放大器对AD8420的输出进行缓冲。图67给出了ADA4692-2作为单电源使用时的建议配置。使用5 V单电源时，此低功耗运算放大器的输出可在1 V至4 V间摆动，同时提供30 mA以上的源电流或吸电流。使用此配置时，AD8420上的负载约为 $R1 + R2$ 。

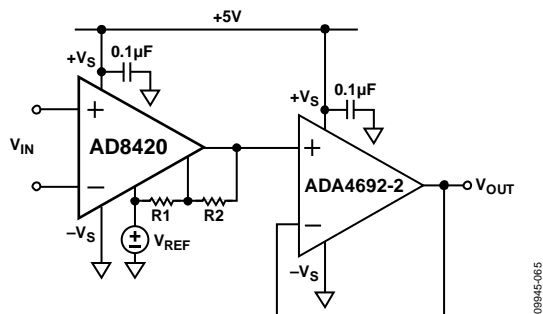
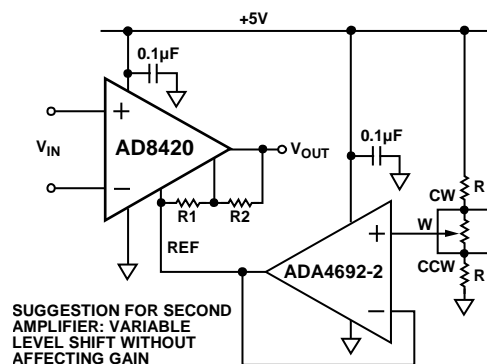


图67. 输出缓冲

08945-065

由于ADA4692-2是双通道运算放大器，另一运算放大器现在可用作有源滤波器级，或者在同一PCB上缓冲另一个AD8420输出。图68所示为如何使用此第二运算放大器的另一建议。此电路中，电位计游标产生的电压由ADA4692-2缓冲，从而提供输出的可变电平转换。高于和低于电位计的电阻将缩小总电平转换范围，但会增加精度。如果将电位计直接连接到AD8420的REF引脚，可变电阻将产生增益误差。电位计可在硬件或软件中调谐，具体视所选电位计的类型而定。有关ADI公司的数字电位计列表，请访问www.analog.com/digipots/。



SUGGESTION FOR SECOND AMPLIFIER: VARIABLE LEVEL SHIFT WITHOUT AFFECTING GAIN

图68. 可变电平转换

08945-066

应用信息

AD8420在心电图(ECG)中的应用

高通滤波器通常用于ECG信号调理电路内，以移除电极失调和运动伪像。为了避免降低系统的输入阻抗和CMRR，此滤波过程通常在仪表放大器之后实施，以便限制仪表放大器可能带来的增益。

对于3运放仪表放大器，增益在第一级内施加。因此会产生电极失调，该失调随后必须使用高通滤波器予以移除。在AD8420架构中，该失调可在输入级内解决，方法是在

REF和FB引脚上打破跨导放大器平衡。在稳定状态下，输入端失调不会传递到输出端，且可获得并传递频率更高的信号。以此方式使用AD8420，失调容差近乎于器件的差分输入范围(± 1 V)。

图69显示ECG前端，它在抑制直流和高频的同时对信号采用100的增益。此电路将AD8420与低功耗、低成本、双通道精密CMOS运算放大器AD8657配合使用。

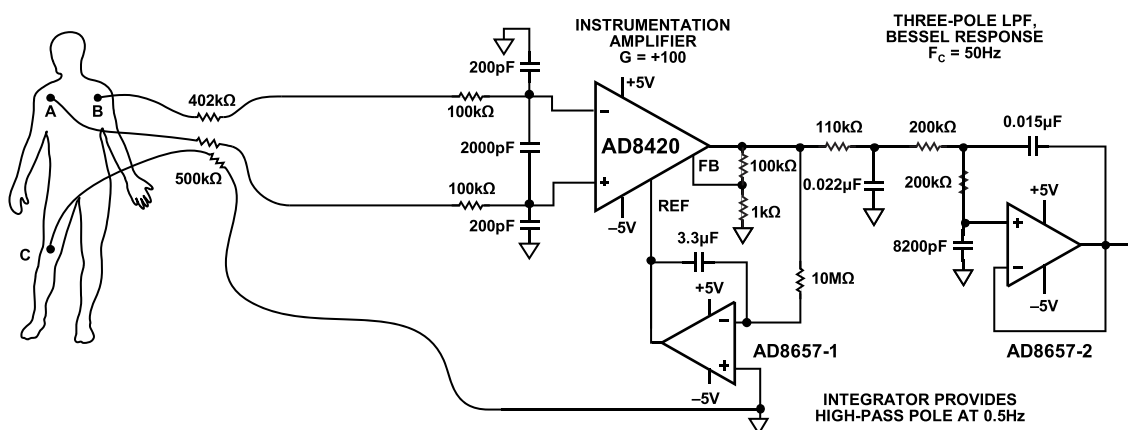


图69. AD8420在ECG前端中的应用

经典桥接电路

图70显示了AD8420用于放大经典电阻电桥信号时的配置。该电路以双电源模式或单电源模式工作。通常，为仪表放大器供电的电压便可激励电桥。将电桥底部连接到仪表放大器的负电源，可设置输入共模电压，该电压处于电源电压的中间。REF引脚上的电压可根据应用需要而改变。例如，将REF引脚连接至模数转换器(ADC)的 V_{REF} 引脚，该ADC的输入范围为 $(V_{REF} \pm V_{IN})$ 。AD8420的可用输出摆幅为 $(-V_S + 100\text{ mV})$ 至 $(+V_S - 150\text{ mV})$ 时，最大可编程增益即等于此输出范围除以输入范围。

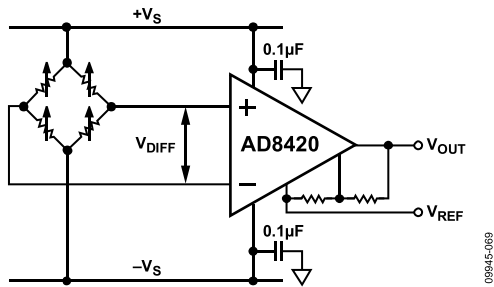


图70. 经典桥接电路

4 mA至20 mA单电源接收机

80 μA 的最大电源电流、低至地电压以下的输入范围以及低漂移特性使AD8420成为4 mA至20 mA环路的上佳选择。图71显示4 mA至20 mA传感器的信号如何与AD8420接口。4 mA至20 mA传感器的信号是单端信号，这意味着需要使用简单的接地分流电阻来将电流转换为电压。不过，返回路径(至传感器)内的任何线路电阻会增加电流相关失调误差；因此必须以差分方式检测电流。

此示例中，5 Ω 分流电阻在AD8420的输入端产生20 mV(对于4 mA输入)与100 mV(对于20 mA输入)之间的差分电压，且具有极低的共模值。使用所示的增益电阻时，AD8420可将100 mV输入电压放大40倍，达到4.0 V。

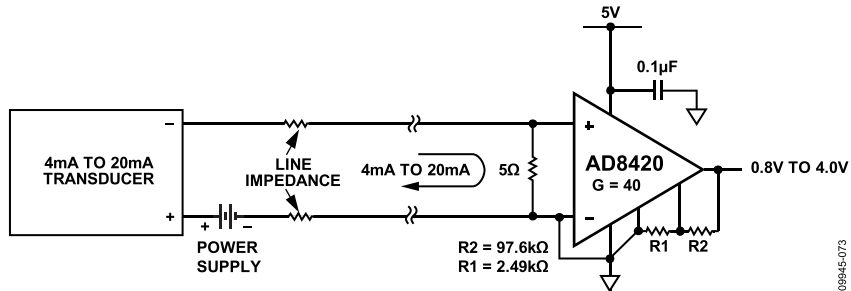
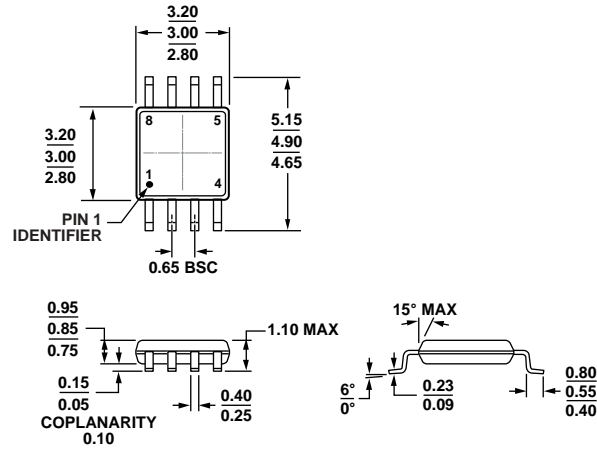


图71. 4 mA至20 mA接收机电路

AD8420

外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图72. 8引脚超小型封装[MSOP](RM-8)
尺寸单位: mm

10-07-2009-B

订购指南

| 型号 ¹ | 温度范围 | 封装描述 | 封装选项 | 标识 |
|-----------------|-------------|---------------------------|------|-----|
| AD8420ARMZ | -40°C至+85°C | 8引脚超小型封装[MSOP], 卷带 | RM-8 | Y3Y |
| AD8420ARMZ-R7 | -40°C至+85°C | 8引脚超小型封装[MSOP], 7英寸卷带和卷盘 | RM-8 | Y3Y |
| AD8420ARMZ-RL | -40°C至+85°C | 8引脚超小型封装[MSOP], 13英寸卷带和卷盘 | RM-8 | Y3Y |

¹ Z = RoHS兼容器件。

注释

AD8420

注释