

## 精密、CMOS、单电源、轨到轨输入/输出、宽带运算放大器

### 概述

HT8691、HT8692 和 HT8694 分别是单通道、双通道和四通道、轨到轨输入和输出、单电源放大器，具有极低的失调电压和宽信号带宽。这些放大器采用新型专利微调技术，无需激光微调便可达到出色的性能。所有器件均可采用 3 V 至 5 V 单电源供电。低失调、极低的输入偏置电流和高速度特性相结合，使这些放大器适合各种应用。滤波器、积分器、二极管放大器、分流传感器和高阻抗传感器等器件均可受益于这些特性组合。宽带宽和低失真特性则有益于音频和其它交流应用。对于大部分成本敏感型应用，D 级可在较低的价位下提供一样的交流性能，但直流精度较低。这些放大器的具体应用包括：便携式设备的音频放大、便携式电话耳机、条形码扫描

器、便携式仪器仪表、蜂窝 PA 控制以及多极滤波器。它还具有轨到轨输入与输出摆幅能力，因而设计人员可以在单电源系统中缓冲 CMOS ADC、DAC、ASIC 及其它宽输出摆幅器件。

### 产品特性

低失调电压：500uV(最大值) 单电源供电：2.7 V 至 5.5 V

低电源电流：每个放大器 500uA 带宽：8 MHz

压摆率：5 V/s

低失真

无相位反转

低输入电流

单位增益稳定

通过汽车应用认证

### 应用

电流检测

条形码扫描器

PA 控制

电池供电仪器仪表

多极滤波器

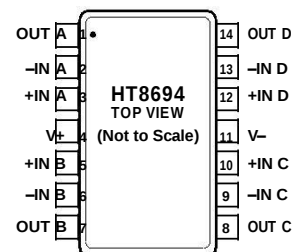
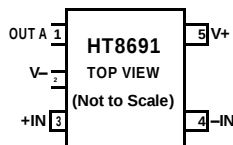
传感器

ASIC 输入或输出放大器

音频

|                                                                                      |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|    | <b>SOT23-6 T SUFFIX</b><br><b>HT8691ARTZ</b>  |
|    | <b>DFN-8* D SUFFIX</b><br><b>HT8692ARDZ</b>   |
|   | <b>MSOP-8 M SUFFIX</b><br><b>HT8692ARMZ</b>   |
|  | <b>SOP-8 R SUFFIX</b><br><b>HT8692ARZ</b>     |
|  | <b>SOP-14 R SUFFIX</b><br><b>HT8694ARZ</b>    |
|  | <b>TSSOP-14 T SUFFIX</b><br><b>HT8694ARTZ</b> |

### 引脚配置



## 技术规格

### 电气特性

除非另有说明,  $V_S = 3\text{ V}$ ,  $V_{CM} = V_S/2$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 1.

| 参数                  | 符号                       | 条件                                                                                                                                                        | A 级  |          |      | D 级  |          |     | 单位                           |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|------|----------|-----|------------------------------|
|                     |                          |                                                                                                                                                           | 最小值  | 典型值      | 最大值  | 最小值  | 典型值      | 最大值 |                              |
| 输入特性                |                          |                                                                                                                                                           |      |          |      |      |          |     |                              |
| 失调电压(HT8691/HT8692) | $V_{OS}$                 | $0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 1.3\text{ V}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 80   | 500      |      | 1100 | 6000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 700  |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 1100 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          | $0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 3\text{ V}^1$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 350  | 750      |      | 1300 | 6000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 1800 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 2100 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
| 失调电压(HT8694)        | $V_{OS}$                 | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $1.3\text{ V}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$     | 80   | 600      |      | 1100 | 6000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 800  |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 1600 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $3.0\text{ V}^1$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$   | 350  | 800      |      | 1300 | 6000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 2200 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 2400 |      | 7000     |     | $\mu\text{V}$                |
| 输入偏置电流              | $I_B$                    | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$                                               | 0.2  | 60       |      | 0.2  | 200      |     | $\text{pA}$                  |
|                     |                          |                                                                                                                                                           | 25   | 100      |      | 25   | 200      |     | $\text{pA}$                  |
| 输入失调电流              | $I_{OS}$                 | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$                                               | 150  | 1000     |      | 150  | 1000     |     | $\text{pA}$                  |
|                     |                          |                                                                                                                                                           | 0.1  | 30       |      | 0.1  | 100      |     | $\text{pA}$                  |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 50   |      | 100      |     | $\text{pA}$                  |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 500  |      | 500      |     | $\text{pA}$                  |
| 输入电压范围              |                          |                                                                                                                                                           | 0    |          | 3    | 0    |          | 3   | $\text{V}$                   |
| 共模抑制比               | CMRR                     | $V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $3\text{ V}$                                                                                                                      | 68   | 83       |      | 52   | 65       |     | $\text{dB}$                  |
| 大信号电压增益             | $A_{VO}$                 | $V_O = 0.5\text{ V}$ 至 $2.5\text{ V}$ ,<br>$R_L = 2\text{ k}\Omega$ , $V_{CM} = 0\text{ V}$                                                               | 30   | 100      |      | 20   | 60       |     | $\text{V/mV}$                |
| 失调电压漂移              | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ |                                                                                                                                                           |      | 2        |      |      | 2        |     | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输出特性                |                          |                                                                                                                                                           |      |          |      |      |          |     |                              |
| 高输出电压               | $V_{OH}$                 | $I_L = 1.0\text{ mA}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$                                                                             | 2.92 | 2.95     |      | 2.92 | 2.95     |     | $\text{V}$                   |
|                     |                          |                                                                                                                                                           | 2.88 |          |      | 2.88 |          |     | $\text{V}$                   |
| 低输出电压               | $V_{OL}$                 | $I_L = 1.0\text{ mA}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$                                                                             |      | 20       | 35   |      | 20       | 35  | $\text{mV}$                  |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 50   |      |          | 50  | $\text{mV}$                  |
| 输出电流                | $I_{OUT}$                |                                                                                                                                                           |      | $\pm 30$ |      |      | $\pm 30$ |     | $\text{mA}$                  |
| 闭环输出阻抗              | $Z_{OUT}$                | $f = 1\text{ MHz}$ , $A_V = 1$                                                                                                                            |      | 12       |      |      | 12       |     | $\Omega$                     |
| 电源                  |                          |                                                                                                                                                           |      |          |      |      |          |     |                              |
| 电源抑制比               | PSRR                     | $V_S = 2.7\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$                                                                                                                     | 67   | 80       |      | 56   | 72       |     | $\text{dB}$                  |
| 每放大器电源电流            | $I_{SY}$                 | $V_O = 0\text{ V}$<br>$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$                                                                                |      | 500      | 600  |      | 500      | 600 | $\mu\text{A}$                |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      |          | 800  |      |          | 800 | $\mu\text{A}$                |
| 动态性能                |                          |                                                                                                                                                           |      |          |      |      |          |     |                              |
| 压摆率                 | SR                       | $R_L = 2\text{ k}\Omega$                                                                                                                                  |      | 5.2      |      |      | 5.2      |     | $\text{V}/\mu\text{s}$       |
| 建立时间                | $t_s$                    | 至 $0.01\%$                                                                                                                                                |      | $< 0.5$  |      |      | $< 0.5$  |     | $\mu\text{s}$                |
| 增益带宽积               | GBP                      |                                                                                                                                                           |      | 8.2      |      |      | 8.2      |     | $\text{MHz}$                 |
| 相位裕量                | $\Phi_o$                 |                                                                                                                                                           |      | 50       |      |      | 50       |     | 度                            |
| 噪声性能                |                          |                                                                                                                                                           |      |          |      |      |          |     |                              |
| 电压噪声密度              | $e_n$                    | $f = 1\text{ kHz}$<br>$f = 10\text{ kHz}$                                                                                                                 |      | 33       |      |      | 33       |     | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
|                     |                          |                                                                                                                                                           |      | 18       |      |      | 18       |     | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 电流噪声密度              | $i_n$                    |                                                                                                                                                           |      | 0.05     |      |      | 0.05     |     | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |

<sup>1</sup> 若  $V$  在  $1.3\text{ V}$  到  $1.8\text{ V}$  之间,  $V$  可超过额定值。

除非另有说明,  $V_S = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{CM} = V_S/2$ ,  $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 。

表 2.

| 参数                  | 符号                   | 条件                                                                                   | A 级   |          |      | D 级   |          |      | 单位               |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|-------|----------|------|------------------|
|                     |                      |                                                                                      | 最小值   | 典型值      | 最大值  | 最小值   | 典型值      | 最大值  |                  |
| 输入特性                |                      |                                                                                      |       |          |      |       |          |      |                  |
| 失调电压(HT8691/HT8692) | V <sub>OS</sub>      | 0 V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 5 V<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C                       | 80    | 500      |      | 1300  | 6000     |      | μV               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 1300 |       | 7000     |      | μV               |
| 失调电压(HT8694)        | V <sub>OS</sub>      | V <sub>CM</sub> = 0 V 至 5 V<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C                       | 80    | 600      |      | 1300  | 6000     |      | μV               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 1700 |       | 7000     |      | μV               |
| 输入偏置电流              | I <sub>B</sub>       | -40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +85°C<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C                    | 0.2   | 60       |      | 0.2   | 200      |      | pA               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 100  |       | 200      |      | pA               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 1000 |       | 1000     |      | pA               |
| 输入失调电流              | I <sub>OS</sub>      | -40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +85°C<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C                    | 0.1   | 30       |      | 0.1   | 100      |      | pA               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 6    |       | 6        |      | pA               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 25   |       | 25       |      | pA               |
| 输入电压范围              |                      |                                                                                      | 0     |          | 5    | 0     |          | 5    | V                |
| 共模抑制比               | CMRR                 | V <sub>CM</sub> = 0 V 至 5 V                                                          | 74    | 89       |      | 56    | 67       |      | dB               |
| 大信号电压增益             | A <sub>VO</sub>      | V <sub>O</sub> = 0.5 V 至 4.5 V,<br>R <sub>L</sub> = 2 kΩ, V <sub>CM</sub> = 0 V      | 30    | 80       |      | 20    | 60       |      | V/mV             |
| 失调电压漂移              | ΔV <sub>OS</sub> /ΔT |                                                                                      | 2     |          |      | 2     |          |      | μV/°C            |
| 输出特性                |                      |                                                                                      |       |          |      |       |          |      |                  |
| 高输出电压               | V <sub>OH</sub>      | I <sub>L</sub> = 1.0 mA<br>I <sub>L</sub> = 10 mA<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C | 4.925 | 4.975    |      | 4.925 | 4.975    |      | V                |
|                     |                      |                                                                                      | 4.7   | 4.77     |      | 4.7   | 4.77     |      | V                |
|                     |                      |                                                                                      | 4.6   |          |      | 4.6   |          |      | V                |
| 低输出电压               | V <sub>OL</sub>      | I <sub>L</sub> = 1.0 mA<br>I <sub>L</sub> = 10 mA<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C |       | 15       | 30   |       | 15       | 30   | mV               |
|                     |                      |                                                                                      |       | 125      | 175  |       | 125      | 175  | mV               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 250  |       |          | 250  | mV               |
| 输出电流                | I <sub>OUT</sub>     |                                                                                      |       | ±50      |      |       | ±50      |      | mA               |
| 闭环输出阻抗              | Z <sub>OUT</sub>     | f = 1 MHz, A <sub>V</sub> = 1                                                        |       | 10       |      |       | 10       |      | Ω                |
| 电源                  |                      |                                                                                      |       |          |      |       |          |      |                  |
| 电源抑制比               | PSRR                 | V <sub>S</sub> = 2.7 V 至 5.5 V                                                       | 67    | 80       |      | 56    | 72       |      | dB               |
| 每放大器电源电流            | I <sub>SY</sub>      | V <sub>O</sub> = 0 V<br>-40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C                              |       | 750      | 1200 |       | 750      | 1200 | μA               |
|                     |                      |                                                                                      |       |          | 1500 |       |          | 1500 | μA               |
| 动态性能                |                      |                                                                                      |       |          |      |       |          |      |                  |
| 压摆率                 | SR                   | R <sub>L</sub> = 2 kΩ                                                                |       | 6        |      |       | 6        |      | V/μs             |
| 建立时间                | t <sub>s</sub>       | 至 0.01%                                                                              |       | <1.0     |      |       | <1.0     |      | μs               |
| 全功率带宽               | BW <sub>p</sub>      | <1%失真                                                                                |       | 360      |      |       | 360      |      | kHz              |
| 增益带宽积               | GBP                  |                                                                                      |       | 8.4      |      |       | 8.4      |      | MHz              |
| 相位裕量                | Φ <sub>o</sub>       |                                                                                      |       | 55       |      |       | 55       |      | 度                |
| 噪声性能                |                      |                                                                                      |       |          |      |       |          |      |                  |
| 电压噪声密度              | e <sub>n</sub>       | f = 1 kHz<br>f = 10 kHz                                                              |       | 33<br>18 |      |       | 33<br>18 |      | nV/√Hz<br>nV/√Hz |
| 电流噪声密度              | i <sub>n</sub>       | f = 1 kHz                                                                            |       | 0.05     |      |       | 0.05     |      | pA/√Hz           |

## 绝对最大额定值

表 3.

| 参数               | 额定值                                            |
|------------------|------------------------------------------------|
| 电源电压             | 6 V                                            |
| 输入电压             | GND 至 $V_s$                                    |
| 差分输入电压           | $\pm 6$ V                                      |
| 存储温度范围           | $-65^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ |
| 工作温度范围           | $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ |
| 结温范围             | $-65^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ |
| 引脚温度范围(焊接, 60 秒) | $300^{\circ}\text{C}$                          |
| ESD              | 2 kV HBM                                       |

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, 不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下, 器件能够正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

## 典型性能参数

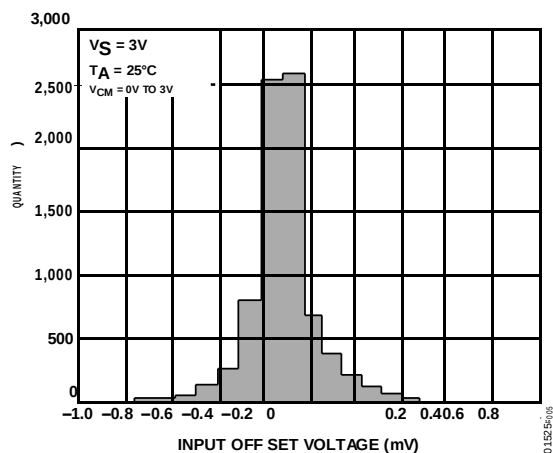


图5. 输入失调电压分布图

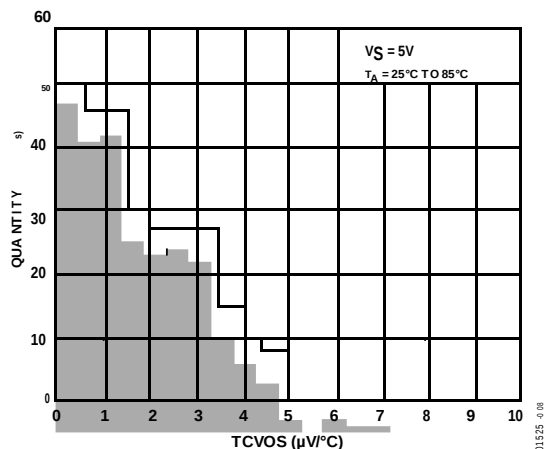


图8. 输入失调电压漂移分布图

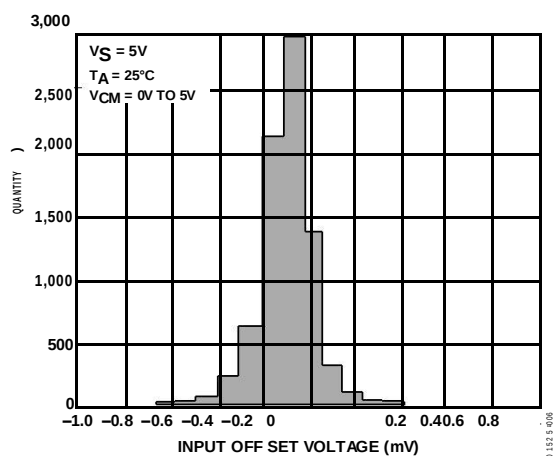


图6. 输入失调电压分布图

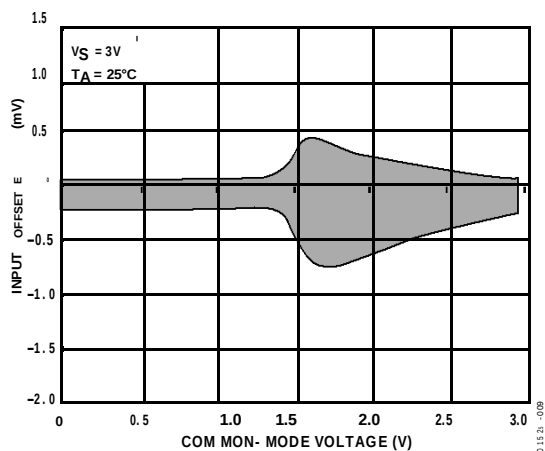


图9. 输入失调电压与共模电压的关系

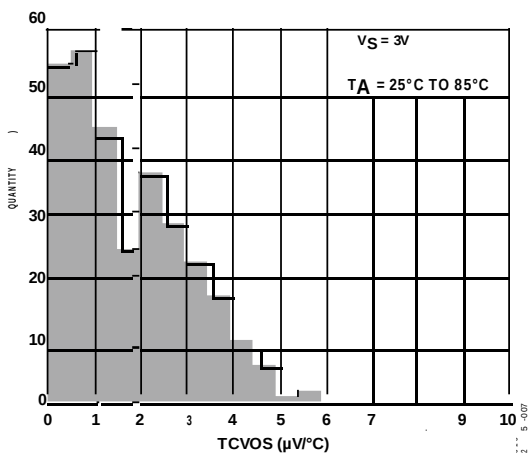


图7. 输入失调电压漂移分布图

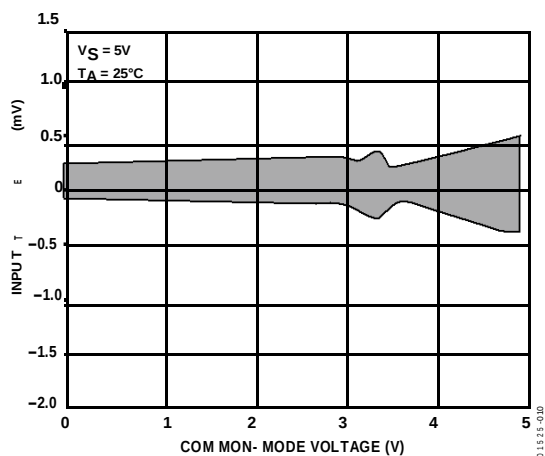


图10. 输入失调电压与共模电压的关系

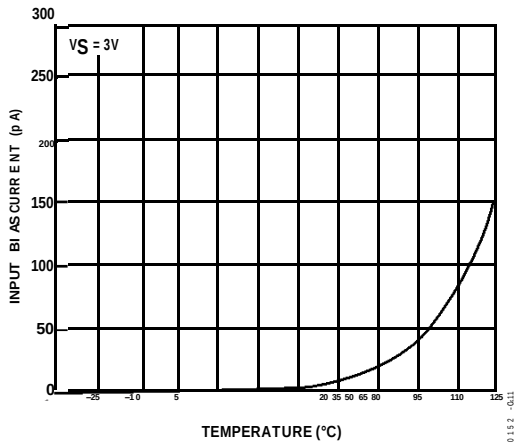


图11. 输入偏置电流与温度的关系

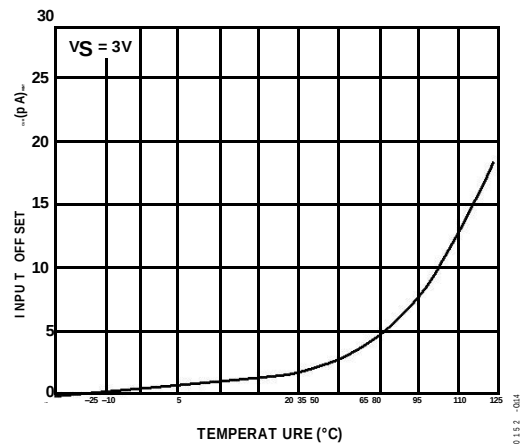


图14. 输入失调电流与温度的关系

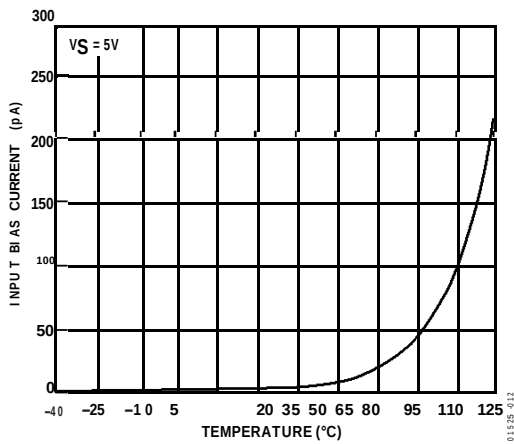


图12. 输入偏置电流与温度的关系

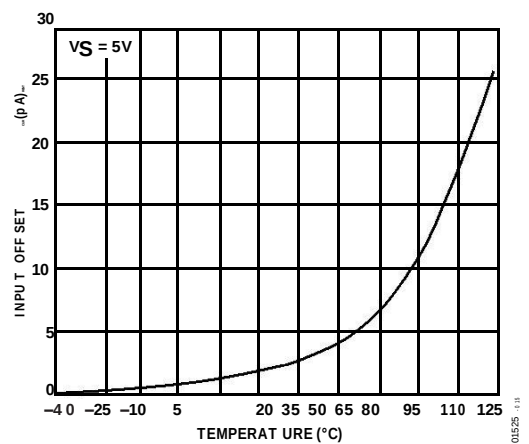


图15. 输入失调电流与温度的关系

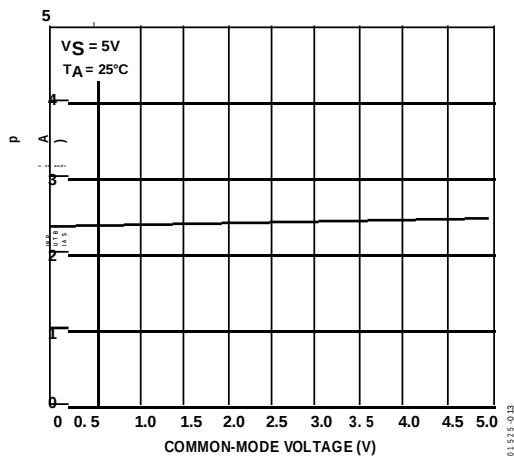


图13. 输入偏置电流与共模电压的关系

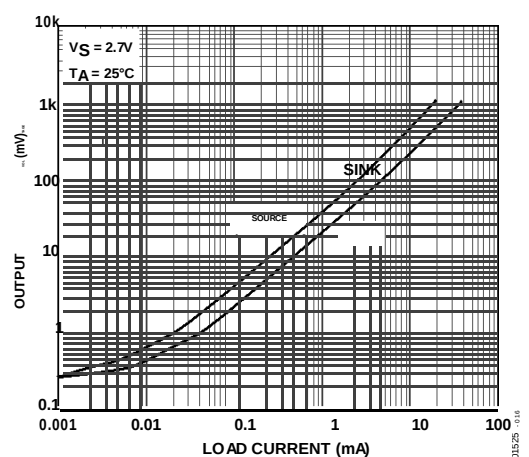


图16. 输出电压至供电轨与负载电流的关系

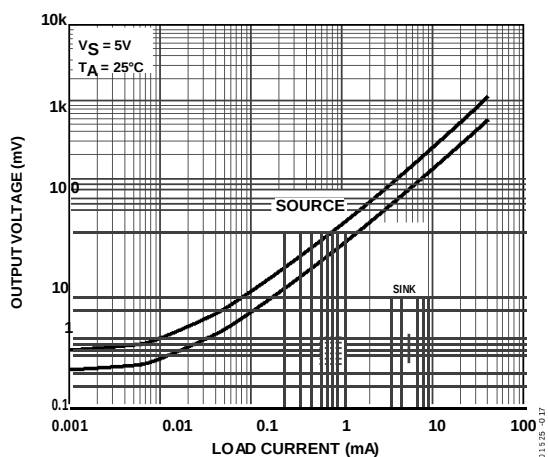


图 17. 输出电压至供电轨与负载电流的关系

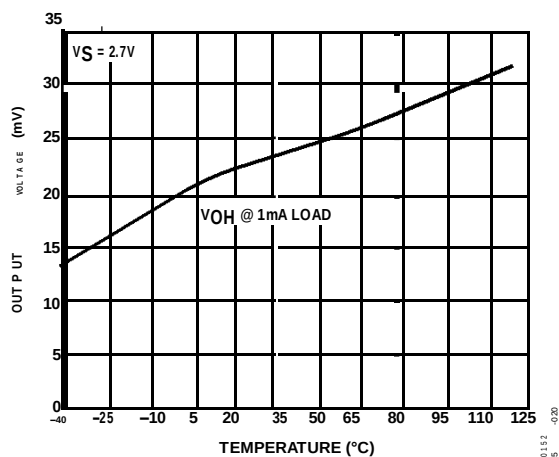


图 20. 输出电压摆幅与温度的关系

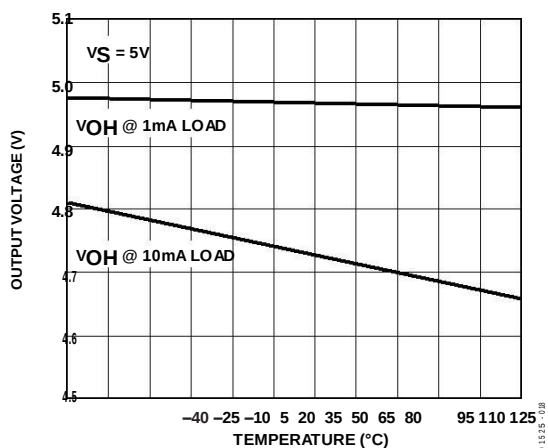


图 18. 输出电压摆幅与温度的关系

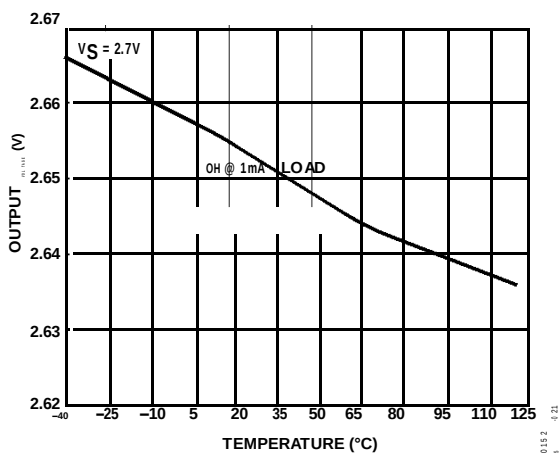


图 21. 输出电压摆幅与温度的关系

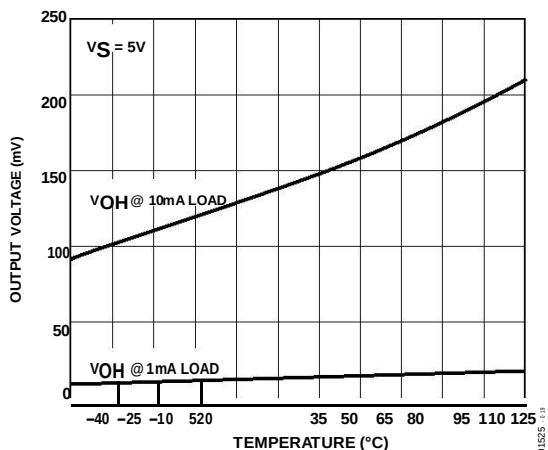


图 19. 输出电压摆幅与温度的关系

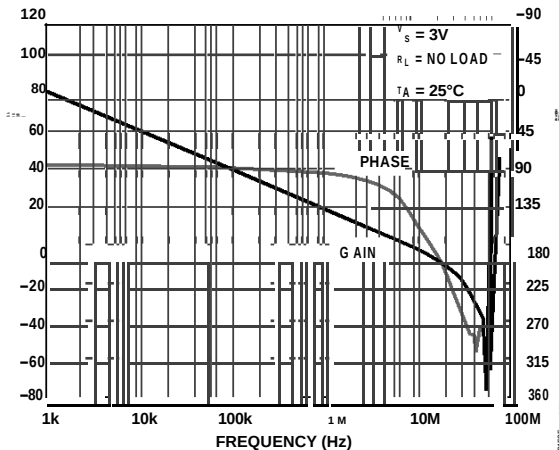


图 22. 开环增益和相位与频率的关系

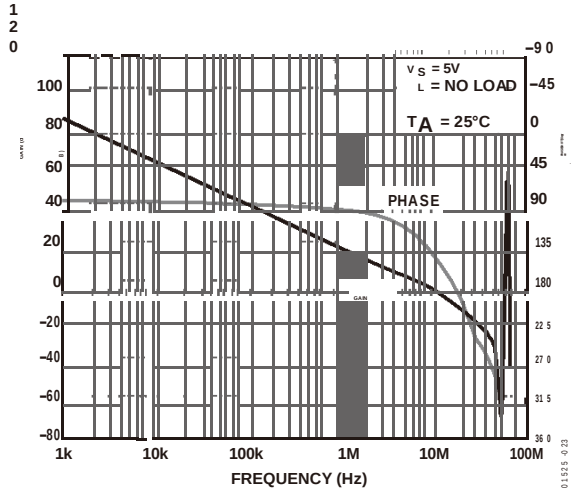


图23. 开环增益和相位与频率的关系

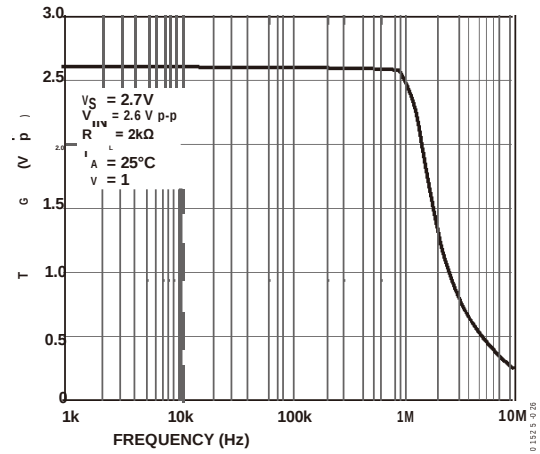


图26. 闭环输出电压摆幅与频率的关系

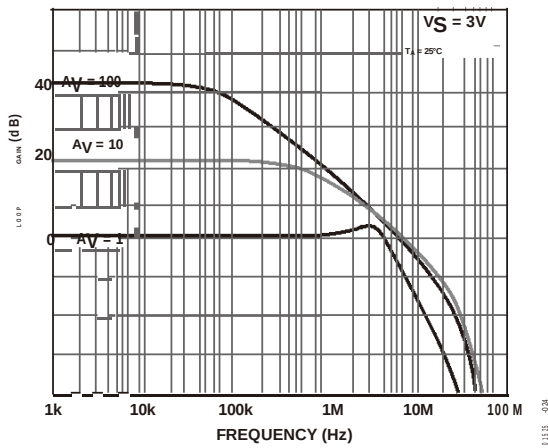


图24. 闭环增益与频率的关系

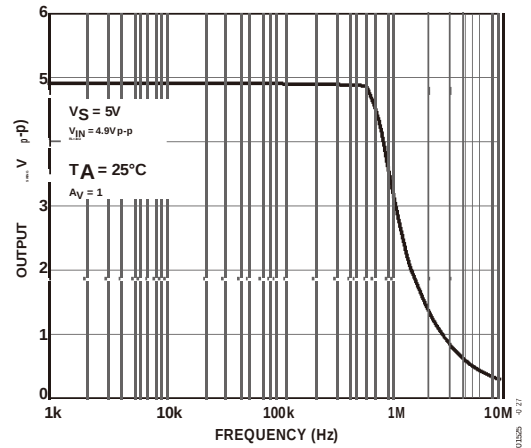


图27. 闭环输出电压摆幅与频率的关系

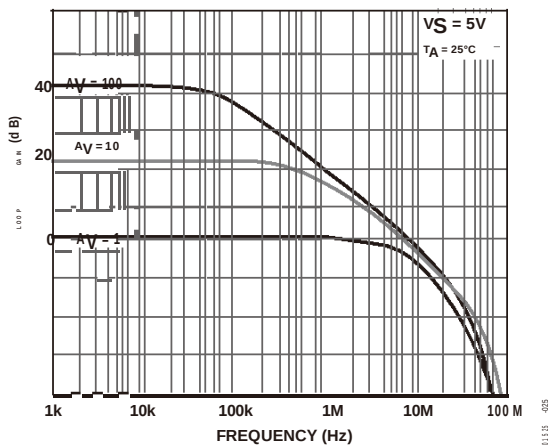


图25. 闭环增益与频率的关系

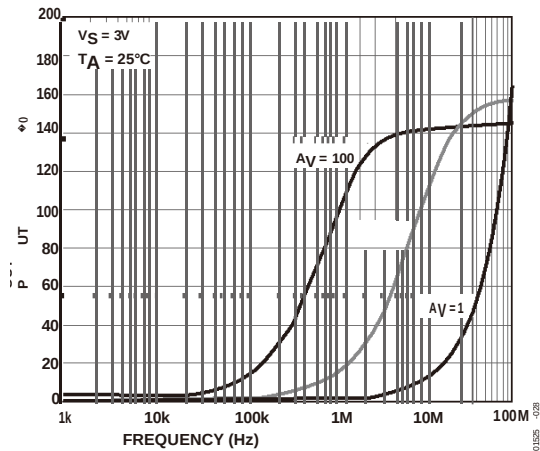


图28. 输出阻抗与频率的关系

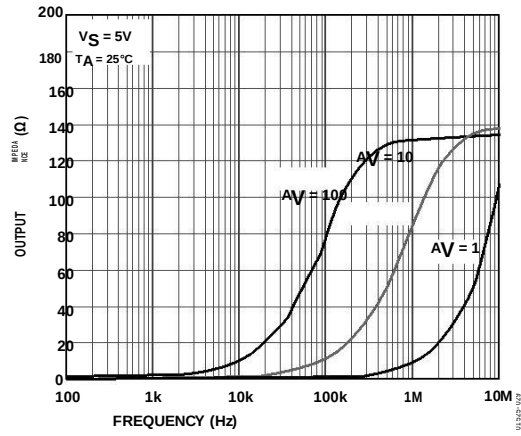


图 29. 输出阻抗与频率的关系

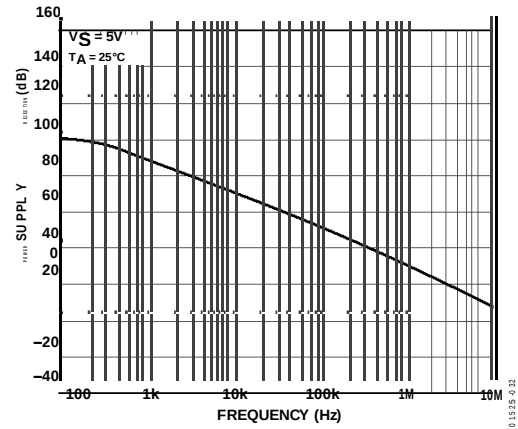


图 32. 电源抑制比与频率的关系

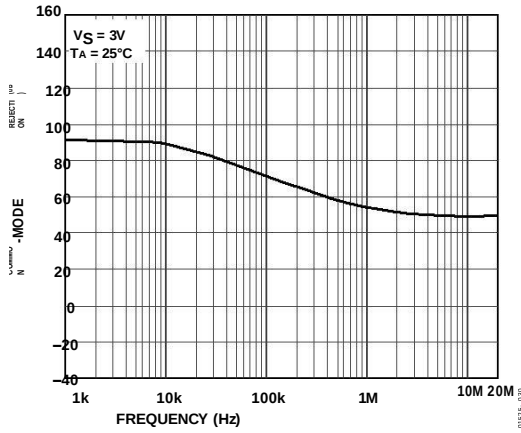


图 30. 共模抑制比与频率的关系

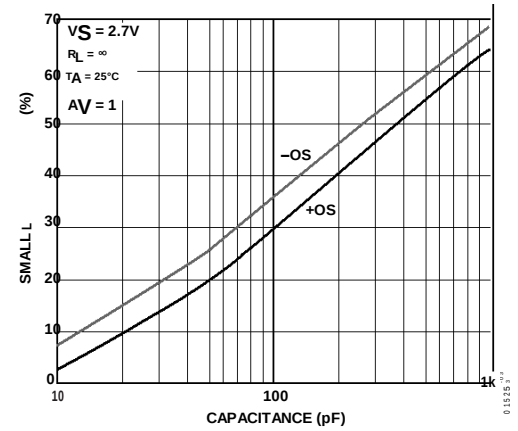


图 33. 小信号过冲与负载电容的关系

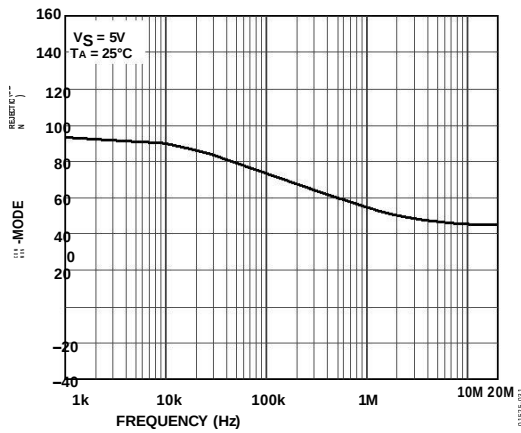


图 31. 共模抑制比与频率的关系

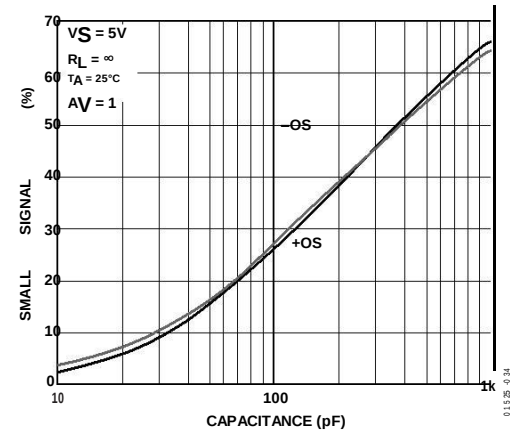


图 34. 小信号过冲与负载电容的关系

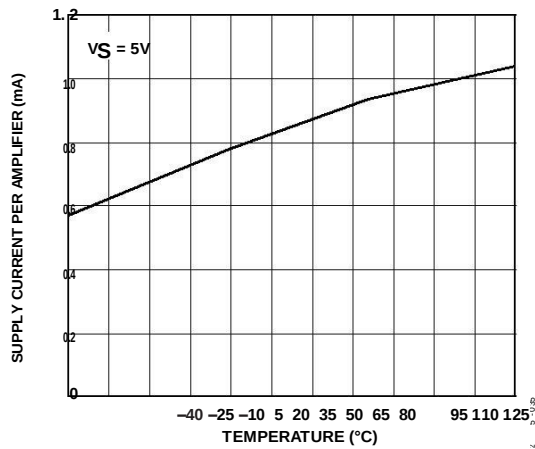


图35. 每个放大器的电源电流与温度的关系

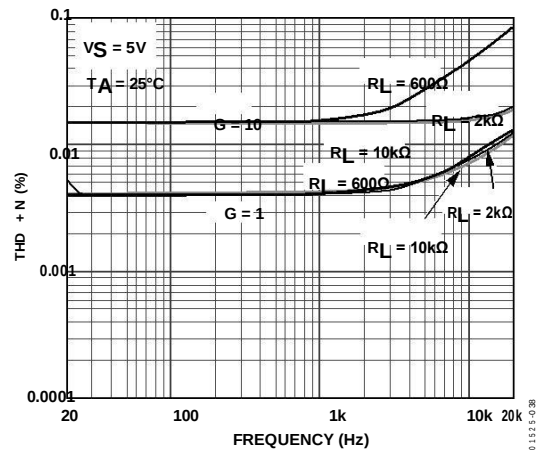


图38. 总谐波失真加噪声与频率的关系

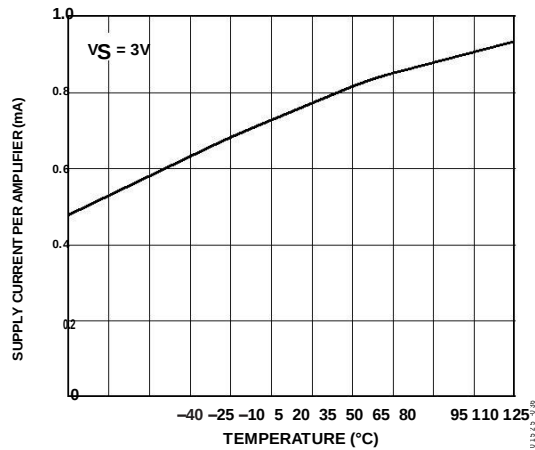


图36. 每个放大器的电源电流与温度的关系

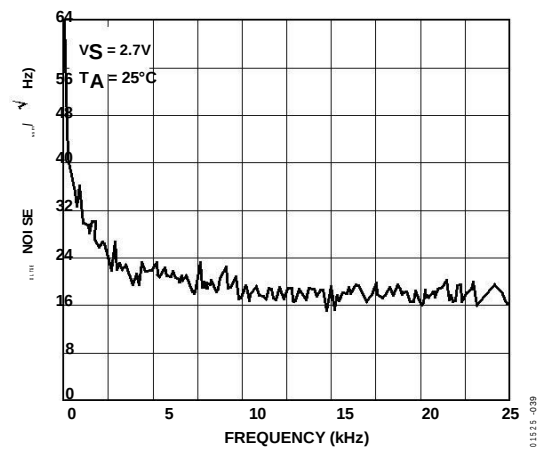


图39. 电压噪声密度与频率的关系

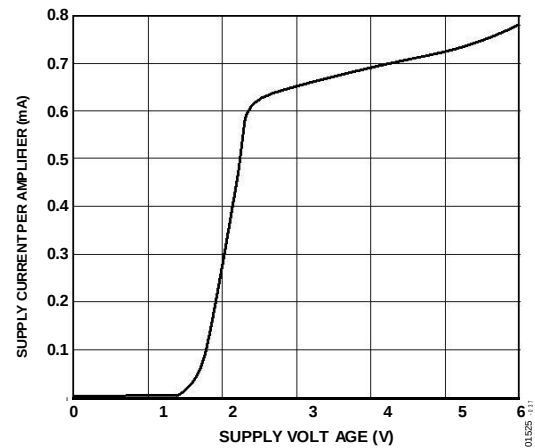


图37. 每个放大器的电源电流与电源电压的关系

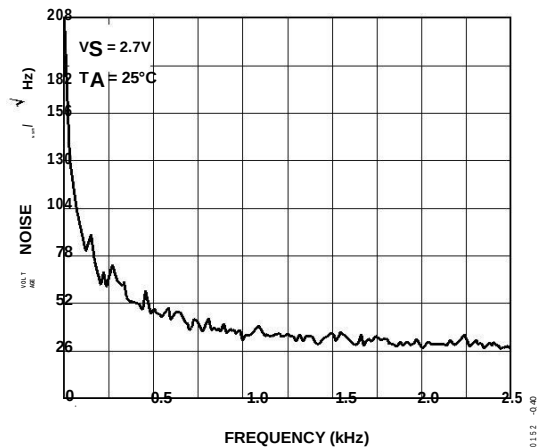


图40. 电压噪声密度与频率的关系

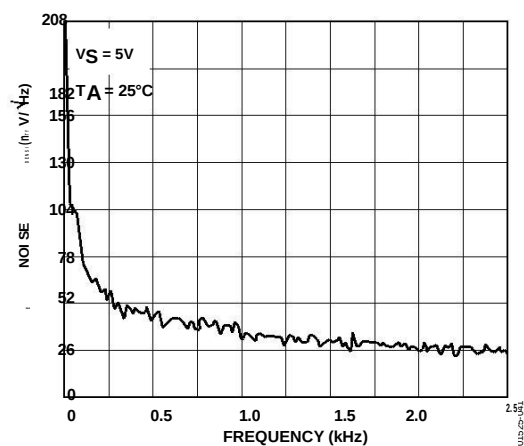


图 41. 电压噪声密度与频率的关系

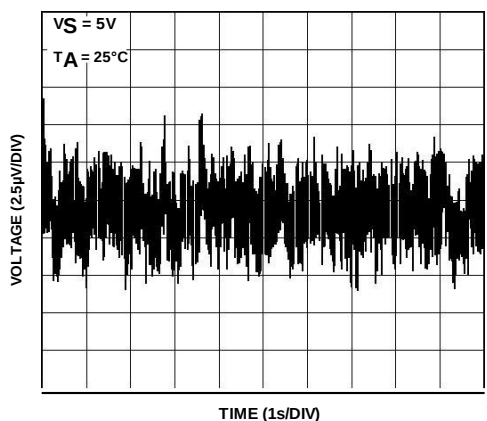


图 44. 0.1 Hz 至 10 Hz 输入电压噪声

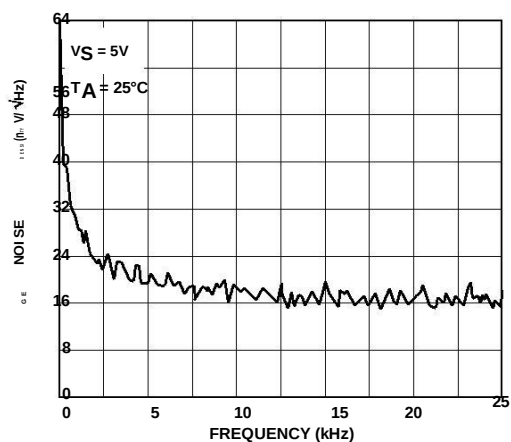


图 42. 电压噪声密度与频率的关系

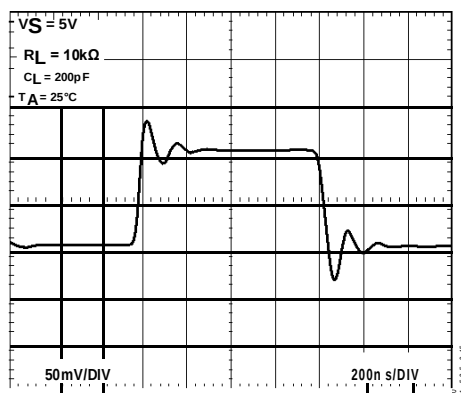


图 45. 小信号瞬态响应

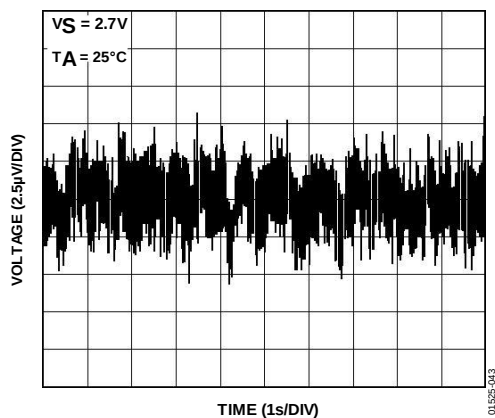


图 43. 0.1 Hz 至 10 Hz 输入电压噪声

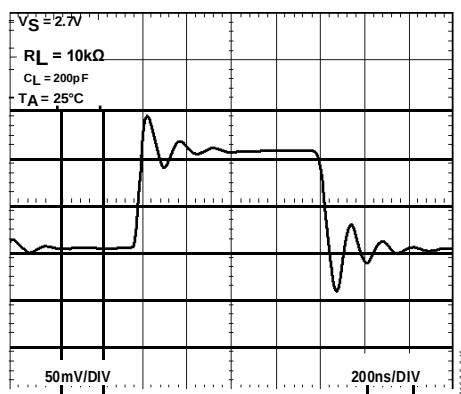


图 46. 小信号瞬态响应

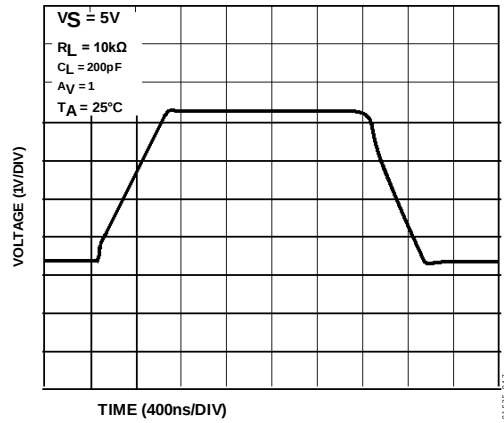


图47. 大信号瞬态响应

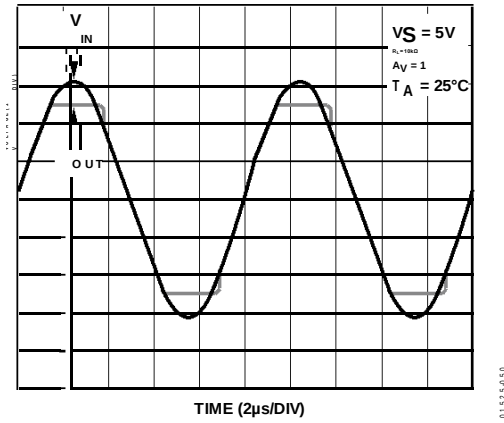


图50. 无相位反转

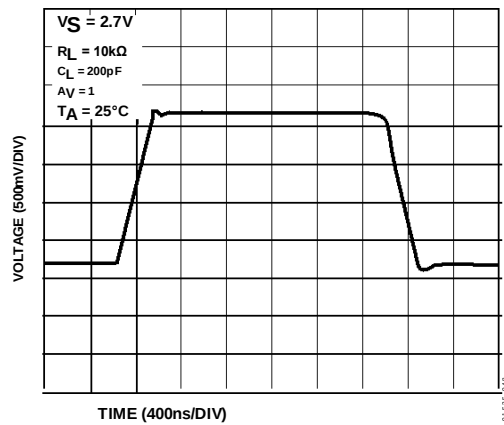


图48. 大信号瞬态响应

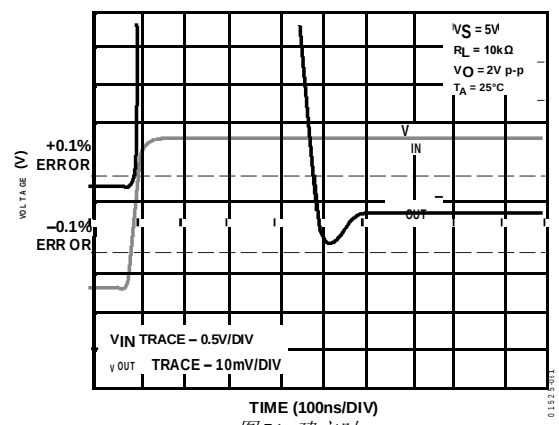


图51. 建立时间

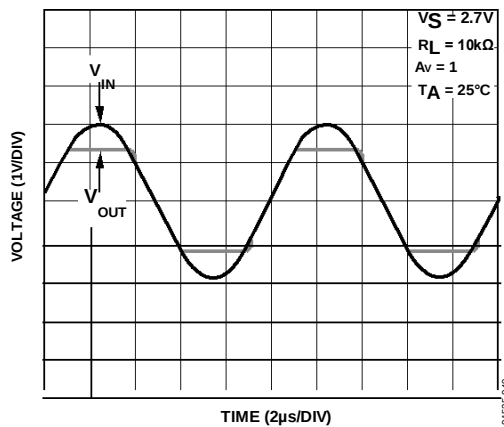


图49. 无相位反转

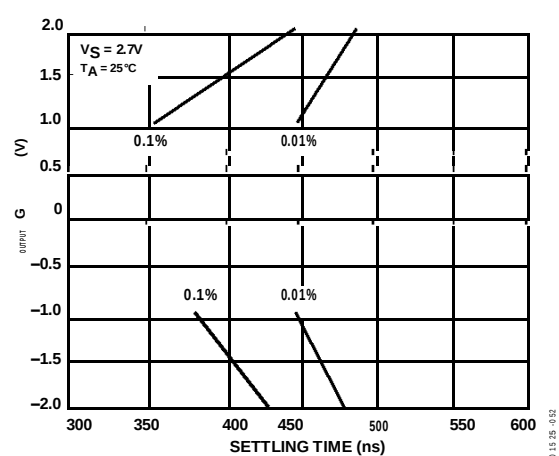


图52. 输出摆幅与建立时间的关系

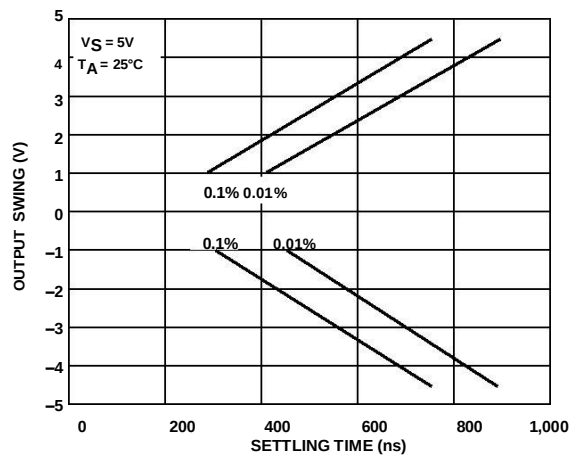


图53. 输出摆幅与建立时间的关系