# 具有关断功能的 LMV951 1V 2.7MHz 零交叉轨至轨输入和输出运算放大器

## 1 特性

- 1V 的典型电源值（除非另有说明）
- 可确保 1V 380μA 单电源运行
- 关断时电源电流不超过 50nA
- 2.7MHz 宽带宽
- 具有零交叉的轨至轨输入
- $V_{CM}$ 范围内无输入 $I_{BIAS}$ 电流反转
- 1000pF 输出驱动能力
- 高输出驱动能力
  - 灌电流：35mA
  - 拉电流：45mA
- 轨至轨缓冲输出
  - 600Ω 负载条件下，输出电压为 32mV（相对于任一电源轨）
  - 2kΩ 负载条件下，输出电压为 12mV（相对于任一电源轨）
- 温度范围 -40°C 至 125°C

## 2 应用

- 电池供电系统
- 电池监控
- 电源电流监控

## 3 说明

在 1V 和 1.8V 单电源条件下，LMV951 放大器能够以额定规格在 0.9V 至 3V 电源电压范围内正常运行。

输入共模范围可扩展至两个电源轨，而没有大多数轨至轨输入放大器所固有的失调过渡区和输入偏置电流反转。

与传统的轨至轨输出放大器不同的是，LMV951 具有缓冲输出级，可提供受阻性输出负载影响相对较小的开环增益。在 1V 电源电压条件下，LMV951 能够实现超过 35mA 的拉电流或灌电流，并且能够提供 2.7MHz 的增益带宽积。

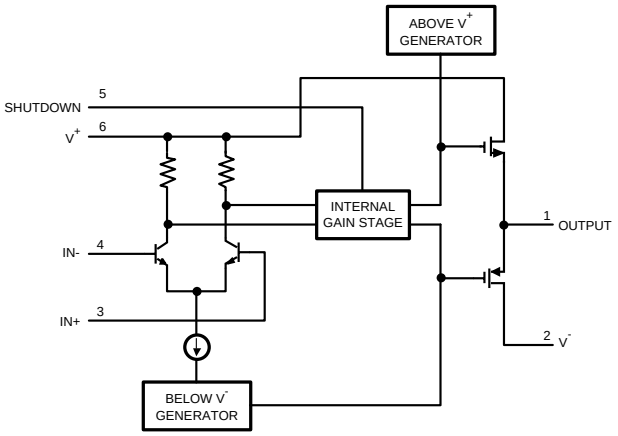
在关断模式下，LMV951 消耗的电源电流低于 50nA。

器件信息(1)

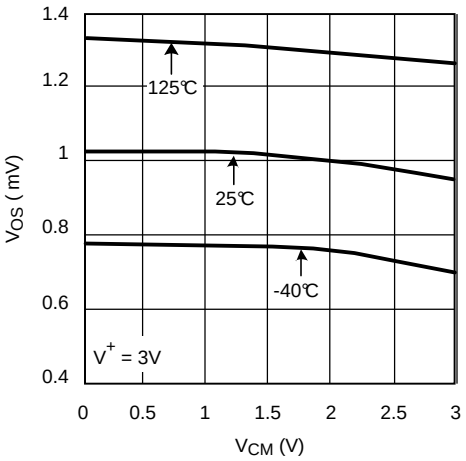
| 部件号 | 封装 | 封装尺寸（标称值） |
|---|---|---|
| LMV951 | SOT (6) | 2.90mm × 1.60mm |

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅产品说明书末尾的可订购产品附录。

简化原理图




失调电压变化与共模电压间的关系




An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

# 目录

**1** 特性 ..... 1
**2** 应用 ..... 1
**3** 说明 ..... 1
**4** 修订历史记录 ..... 2
**5** 引脚配置和功能 ..... 3
**6** 规格 ..... 3
6.1 绝对最大额定值 ..... 3
6.2 ESD 额定值 ..... 3
6.3 建议运行条件 ..... 4
6.4 热性能信息 ..... 4
6.5 电气特征：1V ..... 4
6.6 电气特征：1.8V ..... 5
6.7 典型特征 ..... 7
**7** 详细 说明 ..... 15
7.1 概述 ..... 15
7.2 功能框图 ..... 15
7.3 特性 说明 ..... 15
7.4 器件功能模式 ..... 15
**8** 应用和实施 ..... 17
8.1 应用信息 ..... 17
8.2 典型 应用 ..... 17
**9** 电源建议 ..... 20
**10** 布局 ..... 20
10.1 布局指南 ..... 20
10.2 布局示例 ..... 20
**11** 器件和文档支持 ..... 21
11.1 器件支持 ..... 21
11.2 文档支持 ..... 21
11.3 社区资源 ..... 21
11.4 商标 ..... 21
11.5 静电放电警告 ..... 21
11.6 术语表 ..... 21
**12** 机械、封装和可订购信息 ..... 21

## 4 修订历史记录

注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

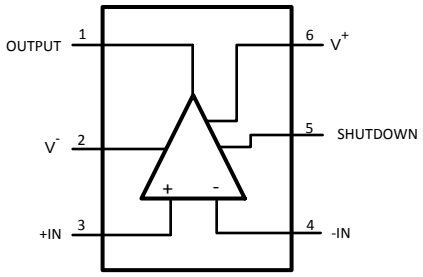
| Changes from Revision C (April 2013) to Revision D | Page |
|---|---|
| • 添加了*引脚配置和功能* 部分、*ESD 额定值* 表、*特性 说明* 部分、*器件功能模式*、*应用和实施* 部分、*电源建议* 部分、*布局* 部分、*器件和文档支持* 部分以及*机械、封装和可订购信息* 部分 | 1 |

| Changes from Revision B (April 2013) to Revision C | Page |
|---|---|
| • 已更改 将美国国家半导体产品说明书的布局更改成了 TI 格式 | 17 |


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

# 5 引脚配置和功能

**DDC 封装**
**6 引脚 SOT**
顶视图




引脚功能

| 引脚 | | I/O | 说明 |
|---|---|---|---|
| 名称 | 编号 | | |
| +IN | 3 | I | 同相输入 |
| -IN | 4 | I | 反相输入 |
| 输出 | 1 | O | 输出 |
| 关断 | 5 | I | 关断输入 |
| V+ | 6 | P | 正电源电压 |
| V- | 2 | P | 负电源电压 |

# 6 规格

## 6.1 绝对最大额定值

请参阅 (1)(2)

| | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 电源电压 ($V^+$–$V^-$) | | 3.1 | V |
| $V_{IN}$ 差动电压 | | ±0.3 | V |
| 输入和输出引脚处的电压 | ($V^+$) + 0.3 | ($V^-$) − 0.3 | V |
| 输入引脚处的电流 | | ±10 | mA |
| 结温 (3) | –40 | 150 | °C |
| 安装温度，红外或对流（20 秒） | | 235 | °C |
| 贮存温度 | –60 | 150 | °C |

(1) *绝对最大额定值* 表示限值，超过这些限值可能对器件造成损坏。*建议运行条件* 表示器件可正常运行但无法确保器件具体性能的条件。有关可确保规格和测试条件，请参阅*电气特征*。
(2) 如果需要军用/航天专用器件，请与德州仪器 (TI) 销售办事处/分销商联系以了解供货情况和技术规格。
(3) 最大功耗是 $T_{J(MAX)}$、$R_{\theta JA}$ 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 $P_D = T_{J(MAX)} - T_A)/R_{\theta JA}$。所有数字均适用于直接焊接到 PCB 的封装。

## 6.2 ESD 额定值

| | | 值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| $V_{(ESD)}$ 静电放电 | 人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 (1)(2) | ±2000 | V |
| | 机器放电模型 | ±200 | |

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) 人体放电模型，适用标准 MIL-STD-883，方法 3015.7。机器放电模型，适用标准 JESD22-A115-A（JEDEC 的 ESD MM 标准）。电场诱导充电器件模型，适用标准 JESD22-C101-C（JEDEC 的 ESD FICDM 标准）。

## 6.3 建议运行条件

| | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 温度范围 (1) | -40 | 125 | °C |
| 电源电压 | 0.9 | 3 | V |

(1) 最大功耗是 $T_{J(MAX)}$、$R_{\theta JA}$ 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 $P_D = T_{J(MAX)} - T_A)/R_{\theta JA}$。所有数字均适用于直接焊接到 PCB 的封装。

## 6.4 热性能信息

| 热指标 (1) | | LMV951 DDC (SOT) 6 引脚 | 单位 |
|---|---|---|---|
| $R_{\theta JA}$ | 结至环境热阻 (2) | 170 | °C/W |

(1) 有关传统和新热指标的更多信息，请参阅《*半导体和 IC 封装热指标*》应用报告 SPRA953。
(2) 最大功耗是 $T_{J(MAX)}$、$R_{\theta JA}$ 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 $P_D = T_{J(MAX)} - T_A)/R_{\theta JA}$。所有数字均适用于直接焊接到 PCB 的封装。

## 6.5 电气特征：1V

除非另有说明，否则所有额定限值均是针对以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = 0.5V，关断 = 0V 且 $R_L$ = 1MΩ。(1)

| 参数 | | 测试条件 | | 最小值 (2) | 典型值 (3) | 最大值 (2) | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{OS}$ | 输入失调电压 | $T_A$ = 25°C | | | 1.5 | 2.8 | mV |
| | | 在极端温度下 | | | | 3 | |
| TC $V_{OS}$ | 输入失调平均漂移 | | | | 0.15 | | μV/°C |
| $I_B$ | 输入偏置电流 | $T_A$ = 25°C | | | 32 | 80 | nA |
| | | 在极端温度下 | | | | 85 | |
| $I_{OS}$ | 输入失调电流 | | | | 0.2 | | nA |
| CMRR | 共模抑制比 | 0V ≤ $V_{CM}$ ≤ 1V | $T_A$ = 25°C | 67 | 77 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 55 | | | |
| | | 0.1V ≤ $V_{CM}$ ≤ 1V | $T_A$ = 25°C | 76 | 85 | | |
| | | | 在极端温度下 | 73 | | | |
| PSRR | 电源抑制比 | 1V ≤ $V^+$ ≤ 1.8V，$V_{CM}$ = 0.5V | $T_A$ = 25°C | 70 | 92 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 67 | | | |
| | | 1V ≤ $V^+$ ≤ 3V，$V_{CM}$ = 0.5V | $T_A$ = 25°C | 68 | 85 | | |
| | | | 在极端温度下 | 65 | | | |
| $V_{CM}$ | 输入共模电压范围 | CMRR ≥ 67dB | | 0 | | 1.2 | V |
| | | CMRR ≥ 55dB | 在极端温度下 | 0 | | 1.2 | |
| $A_V$ | 大信号电压增益 | $V_{OUT}$ = 0.1V 至 0.9V $R_L$ = 600Ω（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 90 | 106 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 85 | | | |
| | | $V_{OUT}$ = 0.1V 至 0.9V $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 90 | 112 | | |
| | | | 在极端温度下 | 86 | | | |
| $V_{OUT}$ | 输出电压摆幅高位 | $R_L$ = 600Ω（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 50 | 25 | | mV（相对于电源轨） |
| | | | 在极端温度下 | 62 | | | |
| | | $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 25 | 12 | | |
| | | | 在极端温度下 | 36 | | | |
| | 输出电压摆幅低位 | $R_L$ = 600Ω（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 70 | 32 | | |
| | | | 在极端温度下 | 85 | | | |
| | | $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.5V） | $T_A$ = 25°C | 35 | 10 | | |
| | | | 在极端温度下 | 40 | | | |

(1) 电气表中的值仅适用于指示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件会使器件的自发热大受限制。
(2) 所有限值均根据测试或统计分析确定。
(3) 典型值表示评定特征时确定的最有可能达到的参数标准。实际典型值可能会随时间推移而变化，而且还会受具体应用和配置的影响。已发货生产材料未进行这些典型值测试，无法确保符合这些典型值。


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 电气特征：1V (接下页)

除非另有说明，否则所有额定限值均是针对以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = 0.5V，关断 = 0V 且 $R_L$ = 1MΩ。(1)

| 参数 | | 测试条件 | | 最小值(2) | 典型值(3) | 最大值(2) | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_{OUT}$ | 输出短路电流 (4) | 拉电流 $V_O$ = 0V，$V_{IN(DIFF)}$ = ±0.2V | $T_A$ = 25°C | 20 | 45 | | mA |
| | | | 在极端温度下 | 15 | | | |
| | | 灌电流 $V_O$ = 1V，$V_{IN(DIFF)}$ = ±0.2V | $T_A$ = 25°C | 20 | 35 | | |
| | | | 在极端温度下 | 13 | | | |
| $I_S$ | 电源电流 | 激活模式 $V_{SD}$ <0.4V | | | 370 | 480 | μA |
| | | | | | | 520 | |
| | | 关断模式 $V_{SD}$ >0.6V | $T_A$ = 25°C | | 0.01 | 1 | |
| | | | 在极端温度下 | | | 3 | |
| SR | 压摆率 | 请参阅 (5) | | | 1.4 | | V/μs |
| GBWP | 增益带宽积 | | | | 2.7 | | MHz |
| $e_n$ | 输入基准电压噪声 | f = 1kHz | | | 25 | | nV/√Hz |
| $i_n$ | 输入基准电流噪声 | f = 1kHz | | | 0.2 | | pA/√Hz |
| THD | 总谐波失真 | f = 1kHz，$A_V$ = 1，$R_L$ = 1kΩ | | | 0.02% | | |
| $I_{SD}$ | 关断引脚电流 | 激活模式，$V_{SD}$ = 0V | | | .001 | 1 | μA |
| | | 关断模式，$V_{SD}$ = 1V | | | .001 | 1 | |
| $V_{SD}$ | 关断引脚电压范围 | 激活模式 | | 0 | | 0.4 | V |
| | | 关断模式 | | 0.65 | | 1 | |

(4) 短路测试是瞬时测试，短路持续时间为 1.5ms。
(5) 指定的数字是正负压摆率的平均值。

## 6.6 电气特征：1.8V

除非另有说明，否则所有额定限值均是针对以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1.8V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = 0.9V，关断 = 0V 且 $R_L$ = 1MΩ。(1)

| 参数 | | 测试条件 | | 最小值(2) | 典型值(3) | 最大值(2) | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{OS}$ | 输入失调电压 | $T_A$ = 25°C | | | 1.5 | 2.8 | mV |
| | | 在极端温度下 | | | | 3 | |
| TC $V_{OS}$ | 输入失调平均漂移 | | | | 0.15 | | μV/°C |
| $I_B$ | 输入偏置电流 | $T_A$ = 25°C | | | 36 | 80 | nA |
| | | 在极端温度下 | | | | 85 | |
| $I_{OS}$ | 输入失调电流 | | | | 0.2 | | nA |
| CMRR | 共模抑制比 | 0V ≤ $V_{CM}$ ≤ 1.8V | $T_A$ = 25°C | 82 | 93 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 80 | | | |
| PSRR | 电源抑制比 | 1V ≤ $V^+$ ≤ 1.8V，$V_{CM}$ = 0.5V | $T_A$ = 25°C | 70 | 92 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 67 | | | |
| | | 1V ≤ $V^+$ ≤ 3V，$V_{CM}$ = 0.5V | $T_A$ = 25°C | 68 | 85 | | |
| | | | 在极端温度下 | 65 | | | |
| $V_{CM}$ | 输入共模电压范围 | CMRR ≥ 82dB | | –0.2 | | 2 | V |
| | | **CMRR ≥ 80dB** | 在极端温度下 | –0.2 | | 2 | |
| $A_V$ | 大信号电压增益 | $V_{OUT}$ = 0.2 至 1.6V $R_L$ = 600Ω（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 86 | 110 | | dB |
| | | | 在极端温度下 | 83 | | | |
| | | $V_{OUT}$ = 0.2 至 1.6V $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 86 | 116 | | |
| | | | 在极端温度下 | 83 | | | |

(1) 电气表中的值仅适用于指示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件会使器件的自发热大受限制。
(2) 所有限值均根据测试或统计分析确定。
(3) 典型值表示评定特征时确定的最有可能达到的参数标准。实际典型值可能会随时间推移而变化，而且还会受具体应用和配置的影响。已发货生产材料未进行这些典型值测试，无法确保符合这些典型值。

## 电气特征：1.8V (接下页)

除非另有说明，否则所有额定限值均是针对以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1.8V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = 0.9V，关断 = 0V 且 $R_L$ = 1MΩ。(1)

| 参数 | | 测试条件 | | 最小值 (2) | 典型值 (3) | 最大值 (2) | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{OUT}$ | 输出电压摆幅高位 | $R_L$ = 600Ω（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 50 | 33 | | mV（相对于电源轨） |
| | | | 在极端温度下 | 60 | | | |
| | | $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 25 | 13 | | |
| | | | 在极端温度下 | 34 | | | |
| | 输出电压摆幅低位 | $R_L$ = 600Ω（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 80 | 54 | | |
| | | | 在极端温度下 | 105 | | | |
| | | $R_L$ = 2kΩ（连接至 0.9V） | $T_A$ = 25°C | 35 | 17 | | |
| | | | 在极端温度下 | 44 | | | |
| $I_{OUT}$ | 输出短路电流 (4) | 拉电流 $V_O$ = 0V，$V_{IN(DIFF)}$ = ±0.2V | $T_A$ = 25°C | 50 | 85 | | mA |
| | | | 在极端温度下 | 35 | | | |
| | | 灌电流 $V_O$ = 1.8V，$V_{IN(DIFF)}$ = ±0.2V | $T_A$ = 25°C | 45 | 80 | | |
| | | | 在极端温度下 | 25 | | | |
| $I_S$ | 电源电流 | 激活模式 $V_{SD}$ <0.5V | $T_A$ = 25°C | | 570 | 780 | μA |
| | | | 在极端温度下 | | | 880 | |
| | | 关断模式 $V_{SD}$ >1.3V | $T_A$ = 25°C | | 0.3 | 2.2 | |
| | | | 在极端温度下 | | | 10 | |
| SR | 压摆率 | 请参阅 (5) | | | 1.4 | | V/μs |
| GBWP | 增益带宽积 | | | | 2.8 | | MHz |
| $e_n$ | 输入基准电压噪声 | f = 1kHz | | | 25 | | nV/√Hz |
| $i_n$ | 输入基准电流噪声 | f = 1kHz | | | 0.2 | | pA/√Hz |
| THD | 总谐波失真 | f = 1kHz，$A_V$ = 1，$R_L$ = 1kΩ | | | 0.02% | | |
| $I_{SD}$ | 关断引脚电流 | 激活模式，$V_{SD}$ = 0V | | | .001 | 1 | μA |
| | | 关断模式，$V_{SD}$ = 1.8V | | | .001 | 1 | |
| $V_{SD}$ | 关断引脚电压范围 | 激活模式 | | 0 | | 0.5 | V |
| | | 关断模式 | | 1.45 | | 1.8 | |

(4) 短路测试是瞬时测试，短路持续时间为 1.5ms。
(5) 指定的数字是正负压摆率的平均值。


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 6.7 典型特征

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

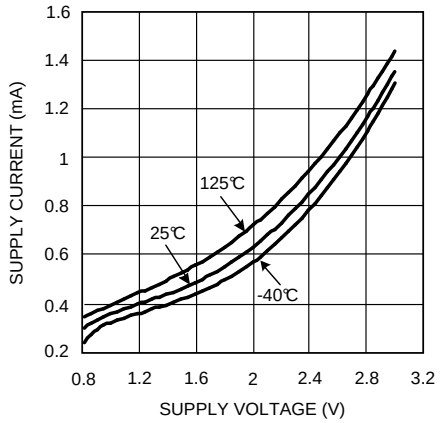



图 **1.** 电源电流与电源电压间的关系

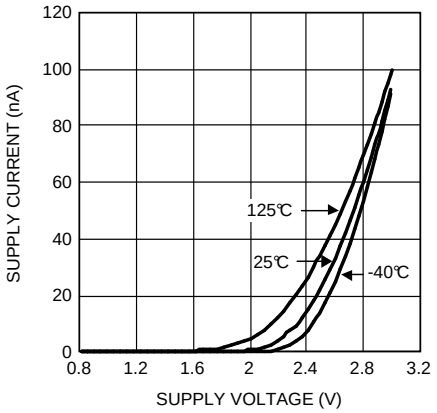



图 **2.** 关断模式下电源电流与电源电压间的关系

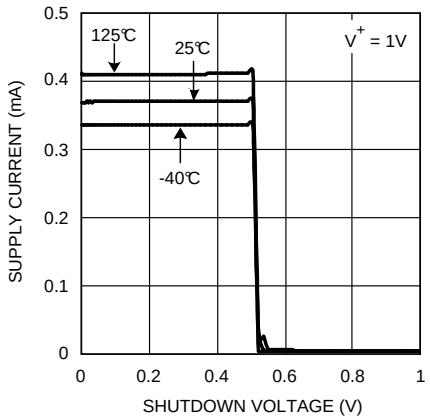



图 **3.** 电源电流与关断电压间的关系

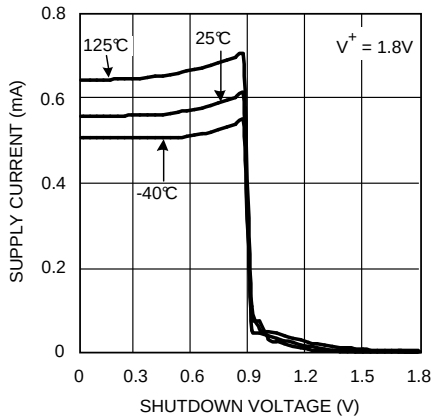



图 **4.** 电源电流与关断电压间的关系

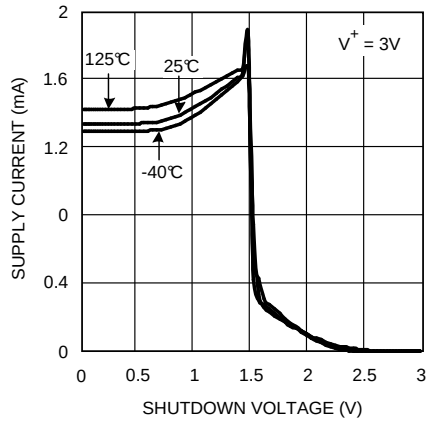



图 **5.** 电源电流与关断电压间的关系

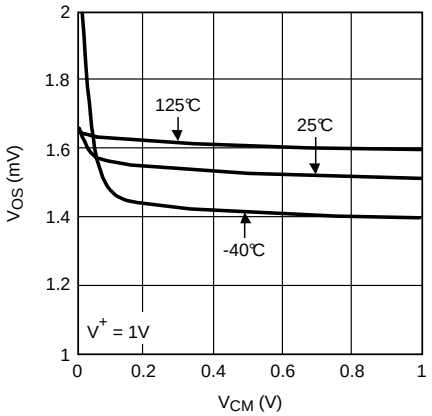



图 **6. $V_{OS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

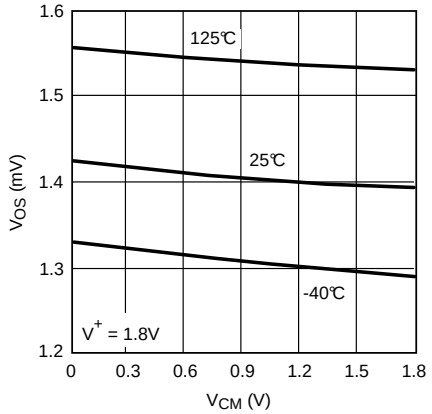



图 **7. $V_{OS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系

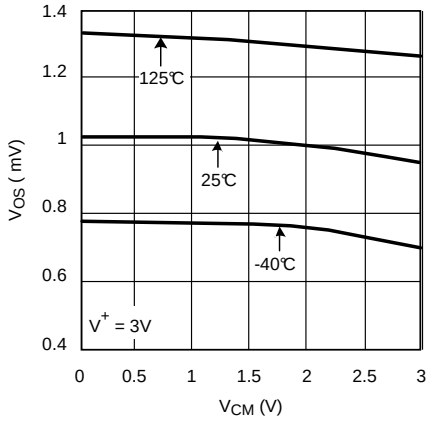



图 **8. $V_{OS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系

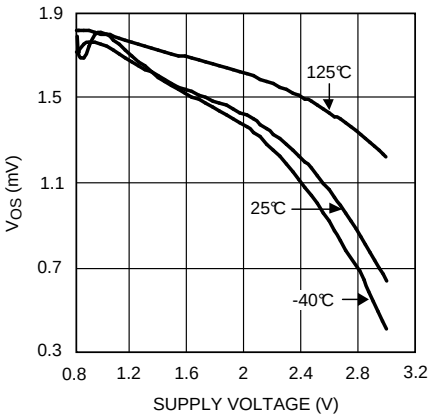



图 **9. $V_{OS}$** 与电源电压间的关系

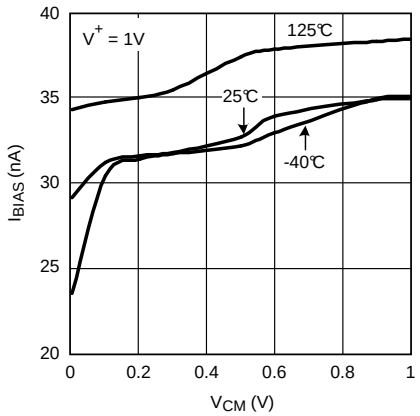



图 **10. $I_{BIAS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系

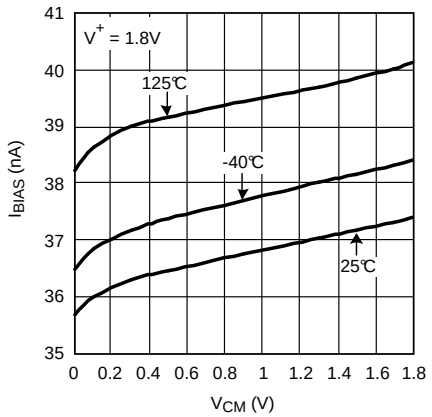



图 **11. $I_{BIAS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系

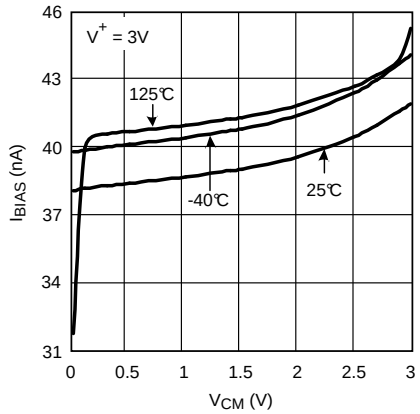



图 **12. $I_{BIAS}$** 与 **$V_{CM}$** 间的关系


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

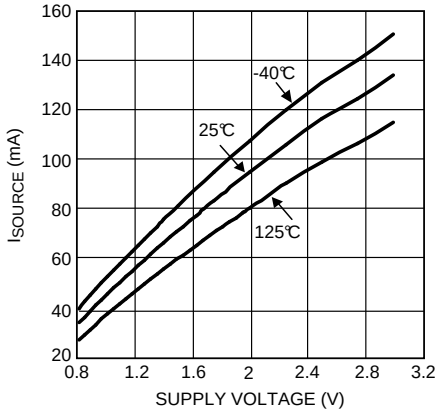



图 **13.** 拉电流与电源电压间的关系

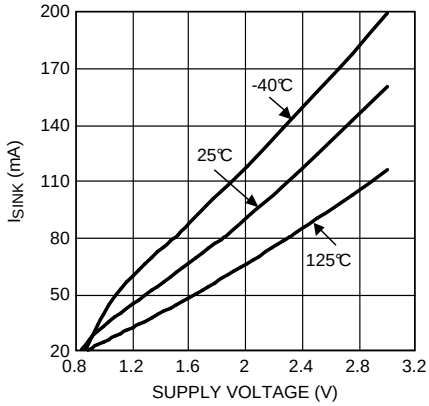



图 **14.** 灌电流与电源电压间的关系

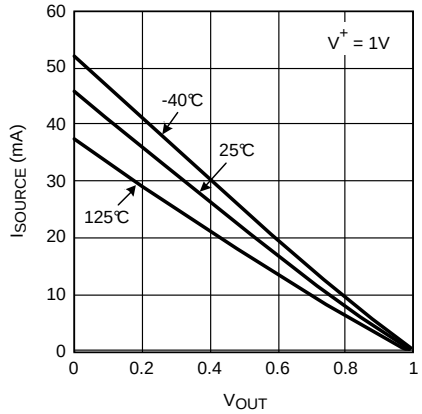



图 **15.** 拉电流与输出电压间的关系

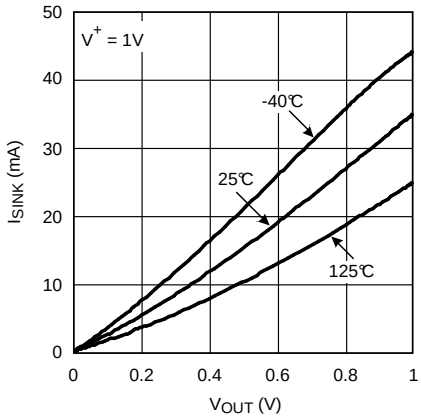



图 **16.** 灌电流与输出电压间的关系

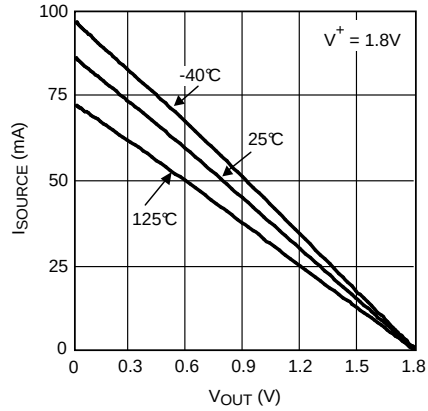



图 **17.** 拉电流与输出电压间的关系

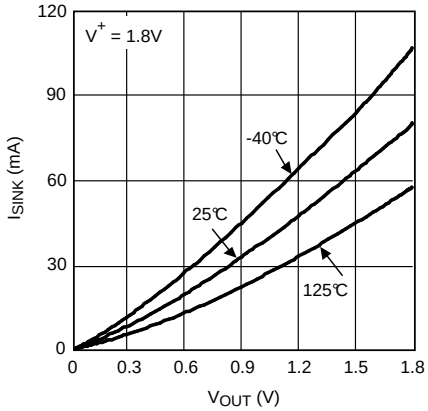



图 **18.** 灌电流与输出电压间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+$/2 = $V_O$。

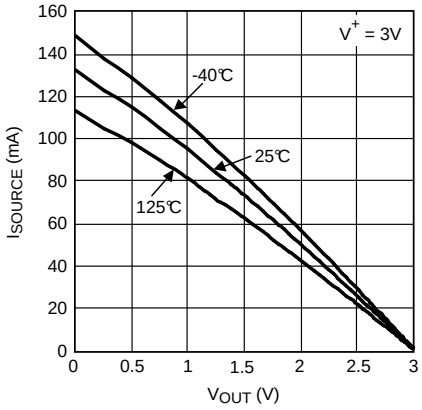



图 **19.** 拉电流与输出电压间的关系

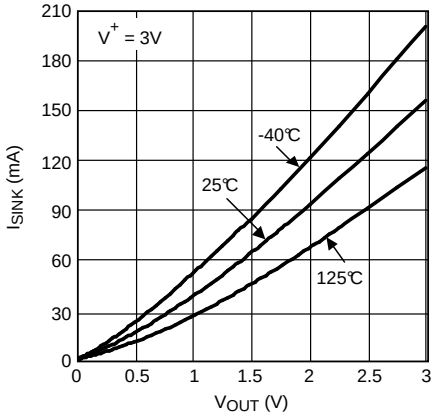



图 **20.** 灌电流与输出电压间的关系

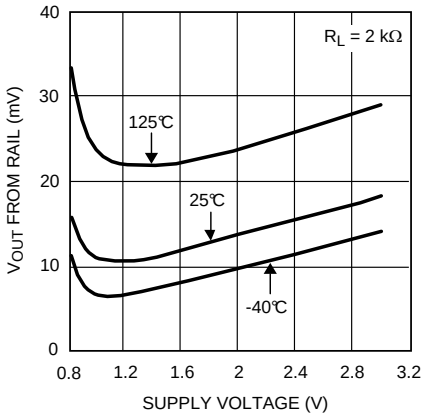



图 **21.** 正输出摆幅与电源电压间的关系

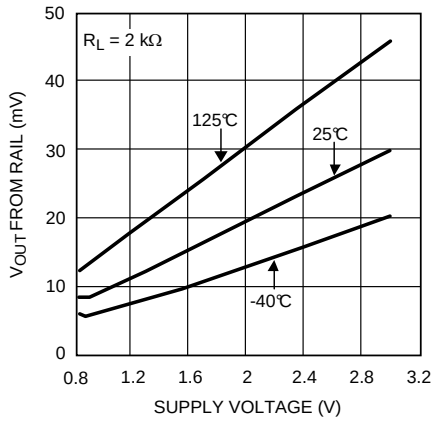



图 **22.** 负输出摆幅与电源电压间的关系

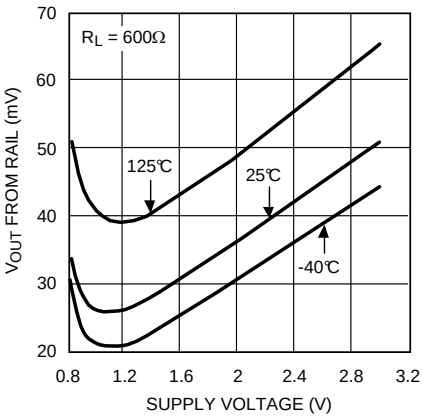



图 **23.** 正输出摆幅与电源电压间的关系

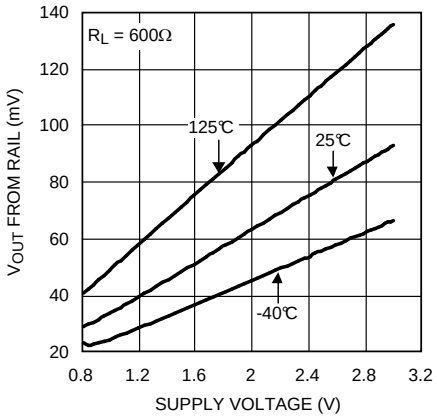



图 **24.** 负输出摆幅与电源电压间的关系


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

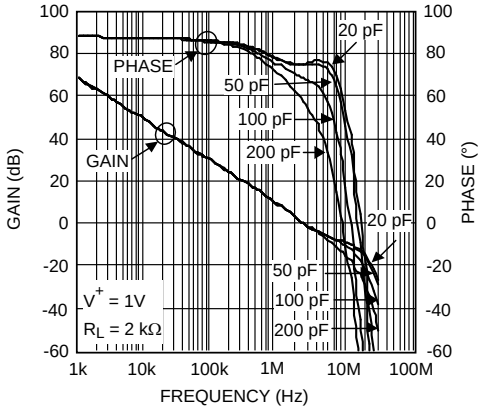



图 **25.** 开环增益和相位与容性负载

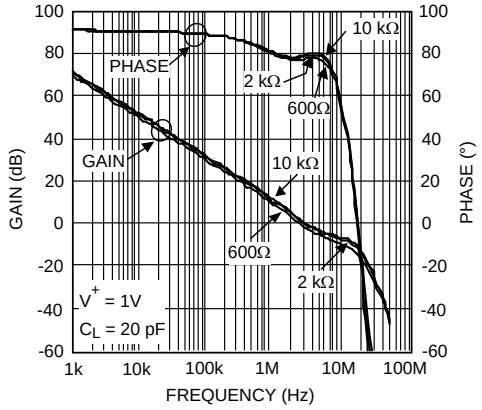



图 **26.** 开环增益和相位与阻性负载

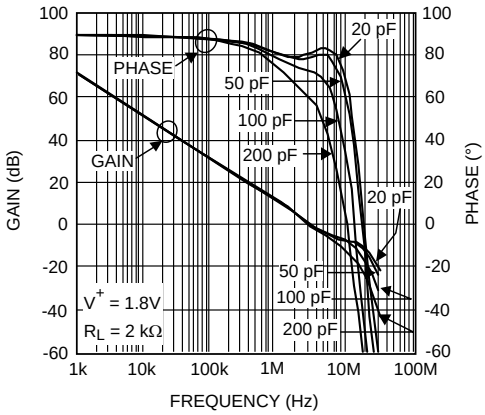



图 **27.** 开环增益和相位与容性负载

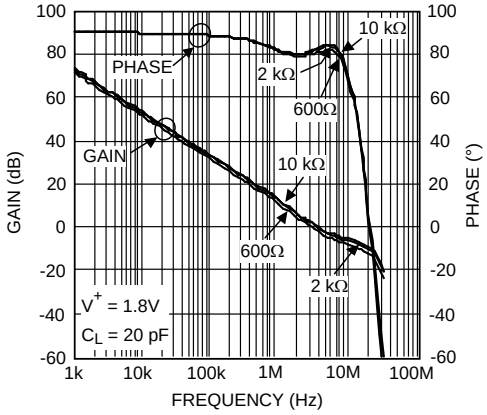



图 **28.** 开环增益和相位与阻性负载

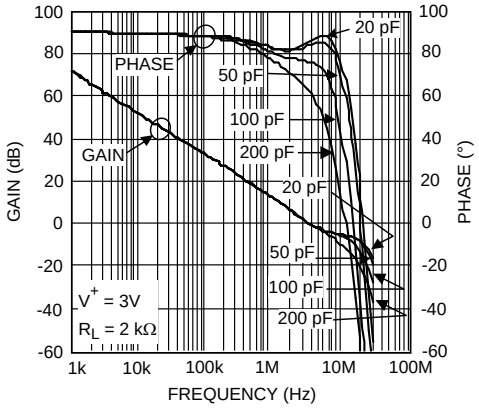



图 **29.** 开环增益和相位与容性负载

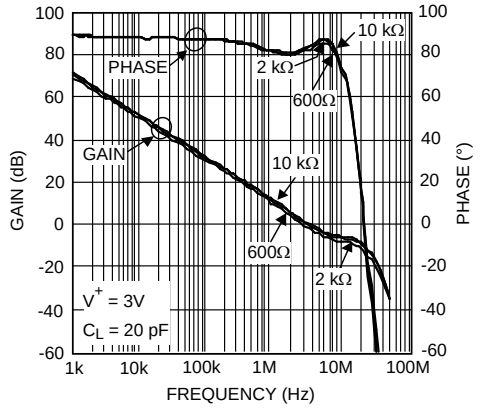



图 **30.** 开环增益和相位与阻性负载

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

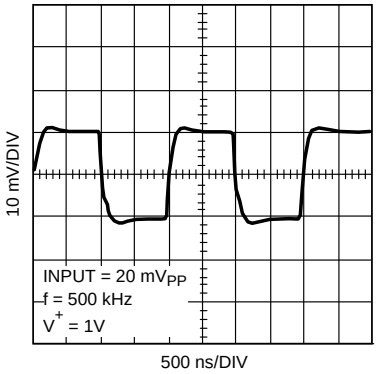



图 **31.** 小信号瞬态响应，$A_V$ = +1

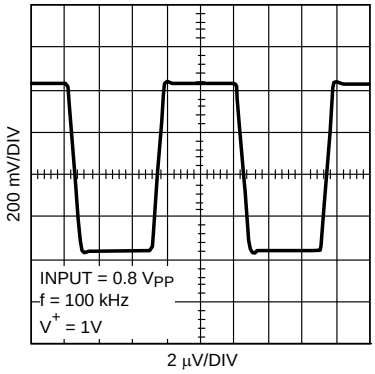



图 **32.** 大信号瞬态响应，$A_V$ = +1

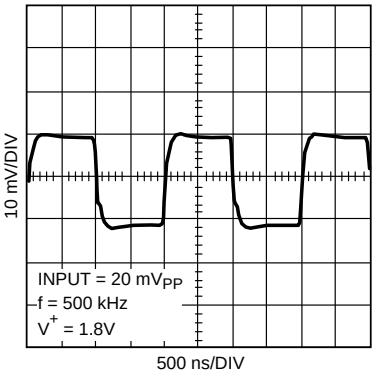



图 **33.** 小信号瞬态响应，$A_V$ = +1

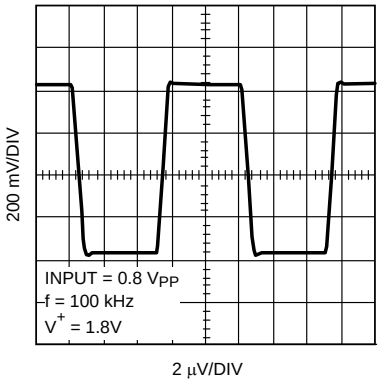



图 **34.** 大信号瞬态响应，$A_V$ = +1

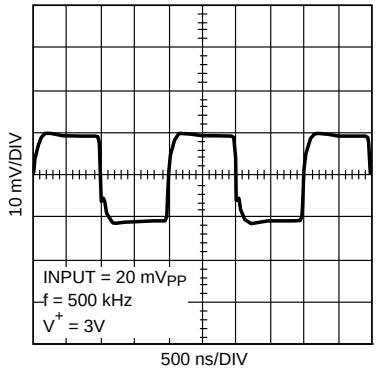



图 **35.** 小信号瞬态响应，$A_V$ = +1

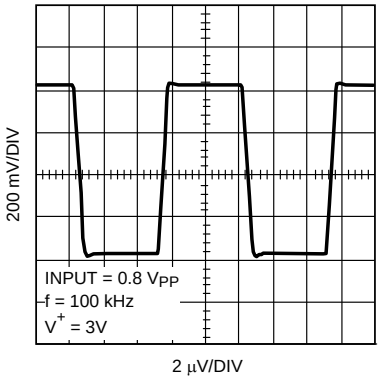



图 **36.** 大信号瞬态响应，$A_V$ = +1


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+/2$ = $V_O$。

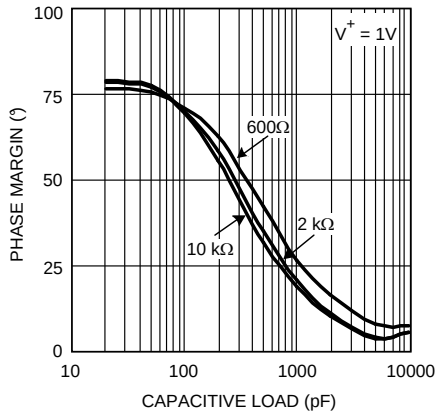



图 **37.** 相位裕度与容性负载间的关系（稳定性）

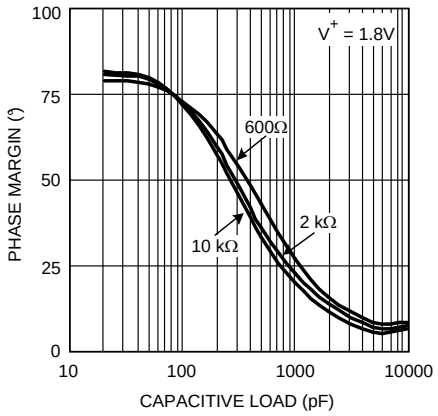



图 **38.** 相位裕度与容性负载间的关系（稳定性）

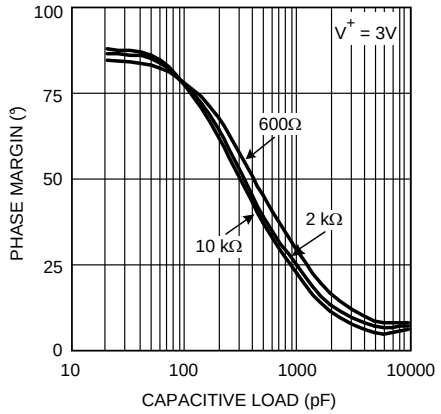



图 **39.** 相位裕度与容性负载间的关系（稳定性）

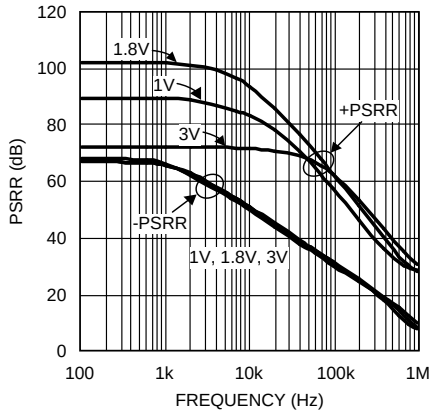



图 **40. PSRR** 与频率间的关系

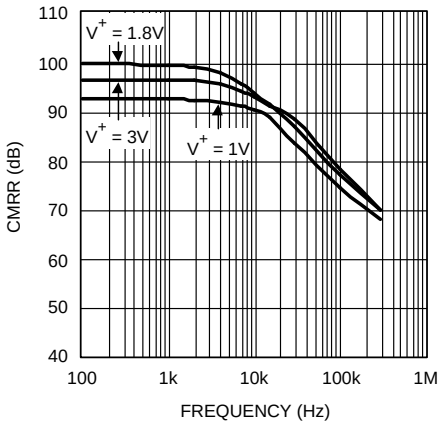



图 **41. CMRR** 与频率间的关系

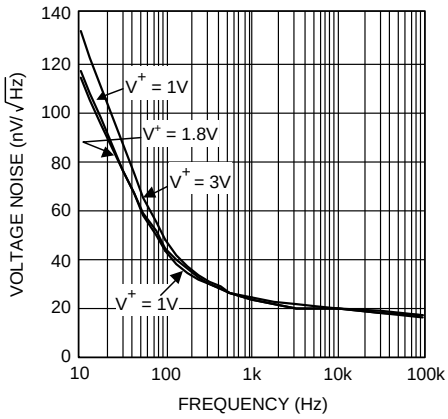



图 **42.** 输入基准电压噪声与频率间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：$T_A$ = 25°C，$V^+$ = 1V，$V^-$ = 0V，$V_{CM}$ = $V^+$/2 = $V_O$。

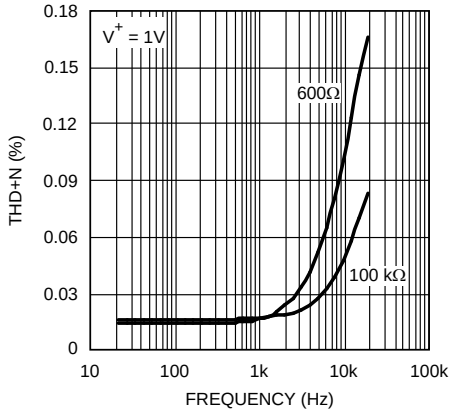



图 **43. THD+N** 与频率间的关系

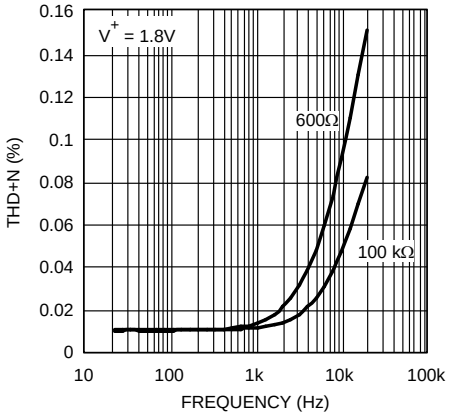



图 **44. THD+N** 与频率间的关系

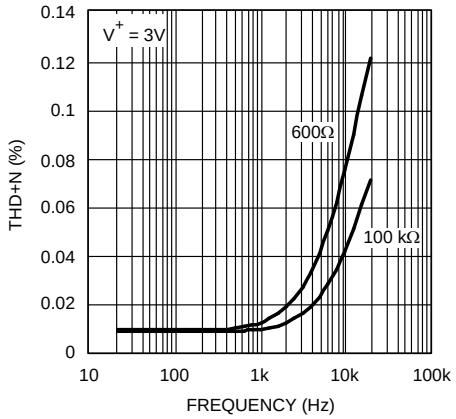



图 **45. THD+N** 与频率间的关系

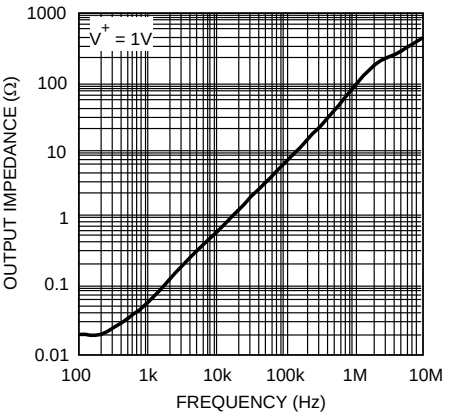



图 **46.** 闭环输出阻抗与频率间的关系

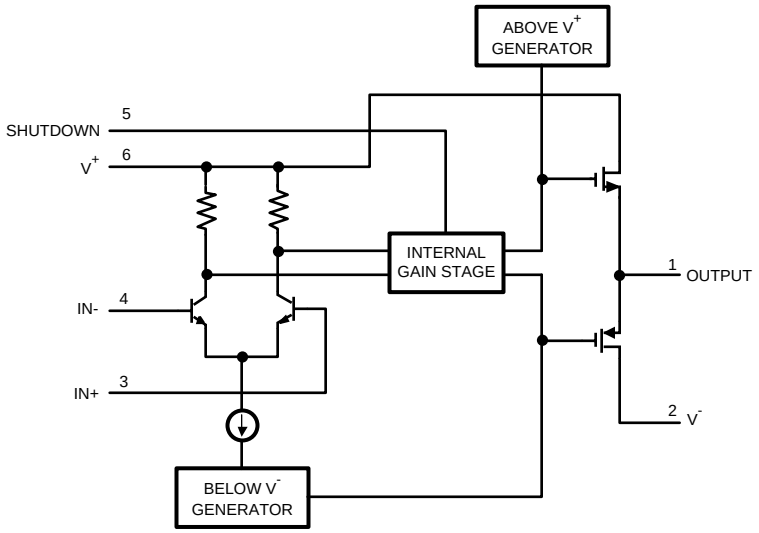

版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

# 7 详细 说明

## 7.1 概述

LMV951 器件是一款采用了内部电荷泵的低电压运算放大器，可在 1V 至 3V 的电源电压范围内实现完全轨至轨输入和输出运算。该器件使用 10MHz 至 15MHz 的内部开关频率来生成内部电压。

## 7.2 功能框图




## 7.3 特性 说明

### 7.3.1 电池供电系统

最大运行电压为 3V，可保证运行特征的最低电压为 1V。因此，LMV951 非常适合用于使用一节或两节镍镉或镍氢电池的电池供电系统。LMV951 还能在 0.9V 电压下正常工作，是单节碱性电池应用的理想之选。

### 7.3.2 小型尺寸

LMV951 封装的尺寸较小，非常适合高密度板系统。通过使用小型 6 引脚 SOT 封装，可将放大器放置在更靠近信号源的位置，从而降低噪声拾取并提高信号完整性。

## 7.4 器件功能模式

### 7.4.1 关断功能

在关断模式下，LMV951 消耗的电源电流通常会低于 50nA，因此非常适合功耗敏感型 应用。启用 3μs 内即可恢复全部功能。

关断期间输出处于高阻抗。可在关断期间向输入和输出施加电压，只要这些电压在规定的 V+ 至 V- 范围内即可。

### 7.4.2 轨至轨输入

双极输入级可实现没有输入偏置电流反转的轨至轨输入运算，而且会在整个输入共模范围内提供恒定的失调电压。

输入部分包含处于输入之间的保护二极管，以限制差动电压（输入引脚之间的电压）。LMV951 不能用于比较器 应用 ，因为这些二极管会使输入电位趋同。这些二极管还会在关断期间引起跟随器配置方面的问题，因为有可能会通过这些二极管在输入引脚间发生串扰。

## 器件功能模式 (接下页)

### 7.4.3 轨至轨输出

在 1V 电源下，CMOS 输出级可提供几乎独立于阻性负载的增益以及超过 35mA 的输出驱动电流。该输出级的另一个好处是，在正单位增益条件下，LMV951 在容性负载超过 1000pF 时仍能保持稳定。

内部电荷泵用于为内部栅极驱动电路提供所需的余量，并且不会使输出超出电源轨范围。输出摆幅仍会受 V+ 和 V- 轨的限制。

### 7.4.4 驱动容性负载

单位增益跟随器是对容性负载最敏感的运算放大器配置。在该配置下，LMV951 可驱动高达 10,000pF，而不会出现振荡。如果应用中需要比产品说明书图表中给出的值更大的相位裕度，建议您使用缓冲器网络。缓冲器的优势在于，能够减轻输出信号的振铃效应，同时保持可确保较宽动态范围的输出摆幅；这一点在电源电压较低时尤为重要。

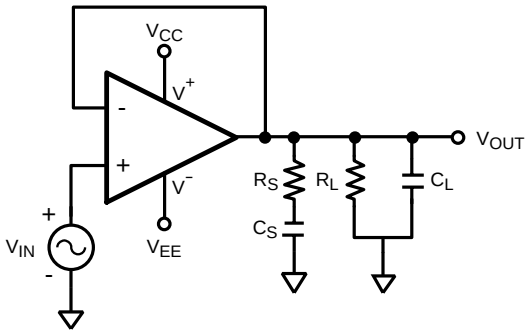



图 **47.** 用以提高相位裕度的缓冲器网络

表 1 给出了大型电容器的一些常用值的推荐值。对于这些值，$R_L$ = 2kΩ。

表 **1.** 缓冲网络的推荐值

| $C_L$ | $R_S$ | $C_S$ |
|---|---|---|
| 500pF | 330Ω | 6800pF |
| 680pF | 270Ω | 8200pF |
| 1000pF | 220Ω | .015μF |

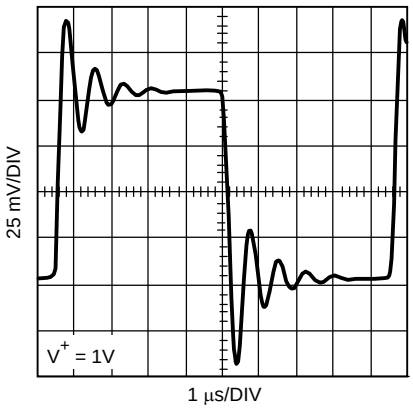



图 **48. 1000pF** 且无缓冲器

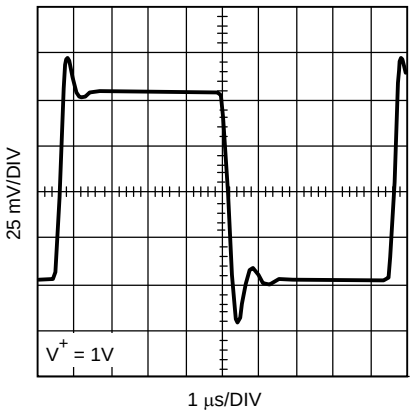



图 **49. 1000pF** 且有缓冲器


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

# 8 应用和实施

注

以下应用部分中的 信息 不属于 TI 组件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定组件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计实施，以确认系统功能正常。

## 8.1 应用信息

借助独特的内部电荷泵，LMV951 可在低至 0.9V 的电源电压下完全正常工作。这使得独特的低电压电路成为可能，这是标准放大器所无法实现的。

## 8.2 典型 应用

### 8.2.1 两线制线路传输

图 50 中所示的电路可以驱动一条仅使用两根导线（单信号和电源混用的导线以及接地导线）的长电缆。LMV951 拥有强大的输出级和低运行电压，因此是用以驱动长电缆的理想选择。

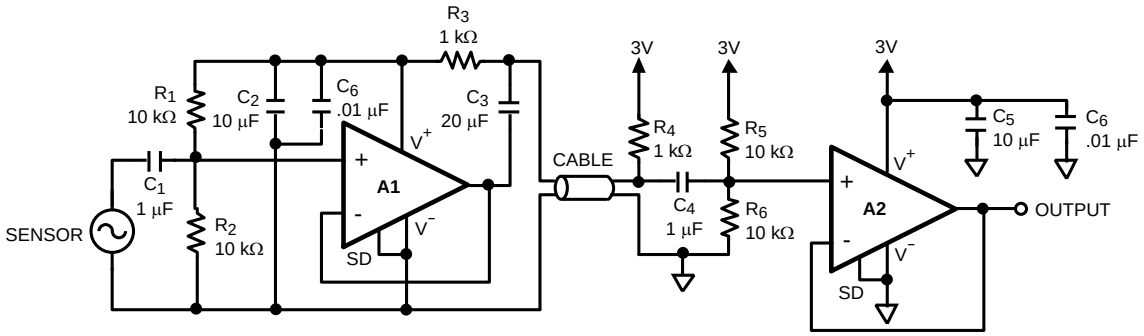



图 **50.** 两线制线路驱动器

#### *8.2.1.1 设计要求*

当许多传感器都远离控制区域时，配线便会成为重要的支出项。在大型项目（如工业厂房）中，仅使用两条导线有助于最大限度地减少费用。此时既需要传送来自传感器的缓冲信号，又需要为传感器放大器供电。

#### *8.2.1.2 详细设计流程*

TI 建议使用 3V 的电源来为该系统供电。将 A1 和 A2 设置为单位增益缓冲器。如果所需增益大于 1，将 A1 配置为所需增益将会非常简单。$C_1$ 以及 $R_1$ 和 $R_2$ 用于确保 A1 的输入处具有正确的直流运行点。

$C_4$ 以及 $R_5$ 和 $R_6$ 用于为 A2 设置正确的直流运行点。所选择的 $C_1$、$C_3$ 和 $C_4$ 能在 1kHz 方波输入下实现大约 20% 的压降。

#### *8.2.1.3 应用曲线*

图 51 显示了经过 1000 英尺双绞线电缆后的 25kHz 信号。图 52 显示了经过 50 英尺双绞线电缆后的 200kHz 信号。

典型 应用 (接下页)

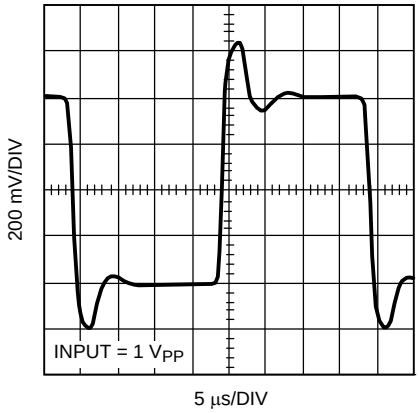



图 **51.** 经过 **1000** 英尺后的 **25kHz** 信号

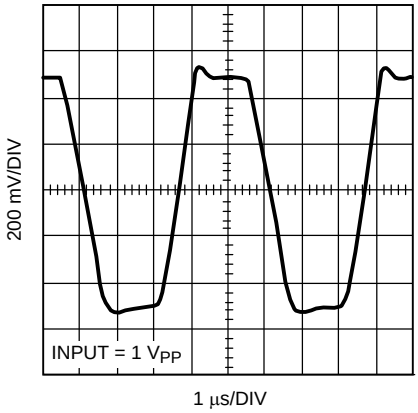



图 **52.** 经过 **50** 英尺后的 **200kHz** 信号

### 8.2.2 电桥配置放大器

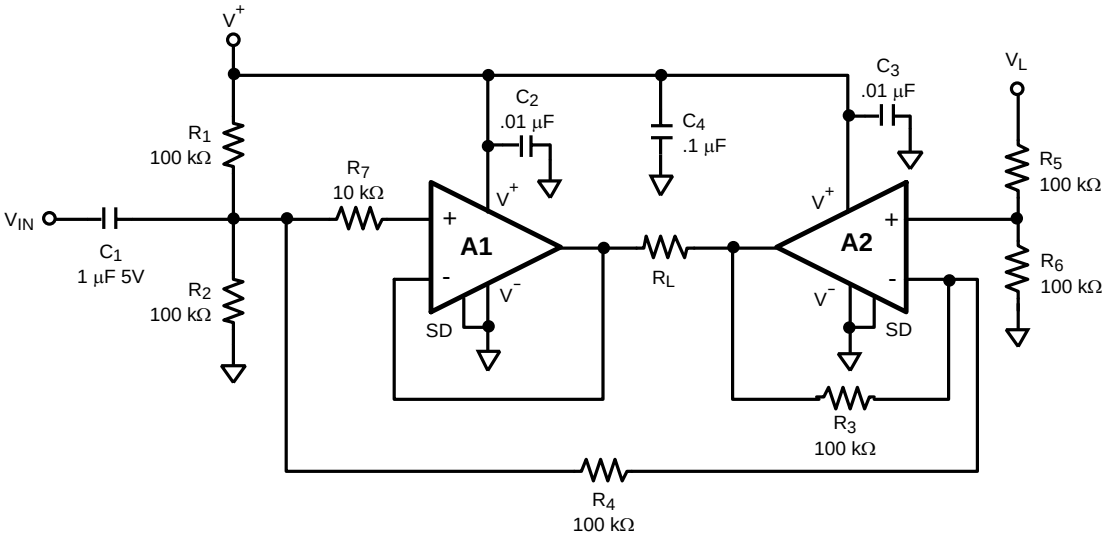



图 **53.** 桥式放大器

有些 应用 可能会因负载上的电压加倍而受益。使 $V^+$ = 1V，电桥配置可以向阻值低至 300Ω 的负载提供峰间值为 2V 的输出。LMV951 的输出级使其能够驱动 120Ω 的负载，且仍能摆动到电源轨的至少 70%。

通过图 53 中所示的电桥配置，该放大器可维持低压降电压，从而提供最大的动态范围。它的增益配置为 1，且最大限度地减少了所用部件。

所选的电阻器值可确保电流消耗最小，并且由于偏置电流引起的电压误差可忽略不计。这些所选电阻器值的使用使得该电路在电池供电的设计中非常实用。$R_1$、$R_2$ 和 $R_5$、$R_6$ 设置了相当于 $V^+$ 的一半的虚拟接地。电阻器值的精度将会决定两个虚拟接地的匹配程度。虚拟接地中的任何误差都将表现为没有输入信号时流经 $R_L$ 的电流。


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

## 典型 应用 (接下页)

对输入信号的交流耦合会将该信号的直流偏置点设置为电路的虚拟接地。通过使用大电阻器值和 1μF 的电容器 ($C_1$)，可将该电路的频率滚降设置为低于 10Hz。

- $C_2$ 和 $C_3$ 是 0.01μF 的陶瓷电容器，其位置应尽可能靠近引脚 6，即 $V^+$ 引脚。正如电源旁路部分中所提到的，这些电容器必须具有低 ESR 和高于 15MHz 的自谐振频率。
- $C_4$ 是 1μF 的钽或电解电容器，其位置也应尽可能靠近电源引脚。
- 要使用关断功能，请将两个部件的引脚 5 连接在一起，并通过 470kΩ 电阻器连接至 $V^+$。在引脚 5 和接地之间添加一个开关。关闭开关会使部件处于激活模式，打开开关则会将部件设置为关断模式，且不会向 $V^+$ 增加任何额外电流。

### 8.2.3 虚拟接地电路

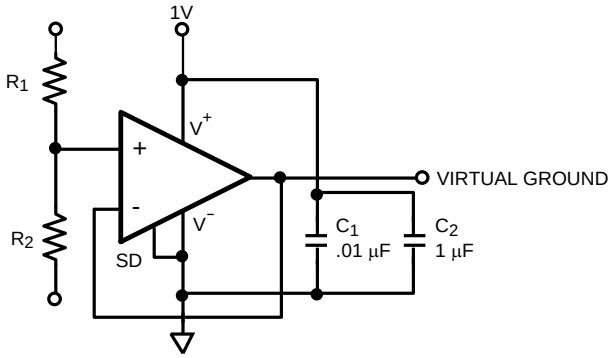



图 **54.** 虚拟接地电路

在图 54 中，LMV951 用于在系统中构建虚拟接地。在提供缓冲输出级的情况下，该部件能够在 1V 电压下处理高于 35mA 的负载电流。

$R_3$ 和 $R_4$ 用于设置虚拟接地的电压。为了确保低噪声，这两个电阻器的阻值应在 1kΩ 至 10kΩ 范围内。$C_1$ 和 $C_2$ 可为 LMV951 提供推荐的旁路。这些电容器必须尽可能靠近引脚 2 和引脚 6。

## 9 电源建议

与在其他高性能 IC 中一样，适当的电源旁路对于优化 LMV951 的性能至关重要。

内部的 15MHz 电压发生器需要适当的电源旁路才能实现最佳运行。必须在尽可能靠近 $V^+$ 和 $V^-$ 引脚（引脚 2 和引脚 6）的位置放置一个 0.01μF 的表面贴装陶瓷电容器。这个电容器需要具有低 ESR 和高于 15MHz 的自谐振频率。另外，还必须在 LMV951 附近放置一个电容值为 1μF 至 10μF 的小型钽或电解电容器。

## 10 布局

### 10.1 布局指南

- 必须使用低 ESR 电容器将 V+ 引脚旁路至接地。放置位置越靠近 V+ 引脚和接地引脚越好。
- 请注意，应最大限度减小由 V+ 引脚和接地之间的旁路电容器连接形成的环路区域。
- 应将接地引脚连接至 PCB 接地平面的器件引脚。
- 应将反馈组件放置在尽可能靠近器件的位置，以最大限度减少杂散。

### 10.2 布局示例

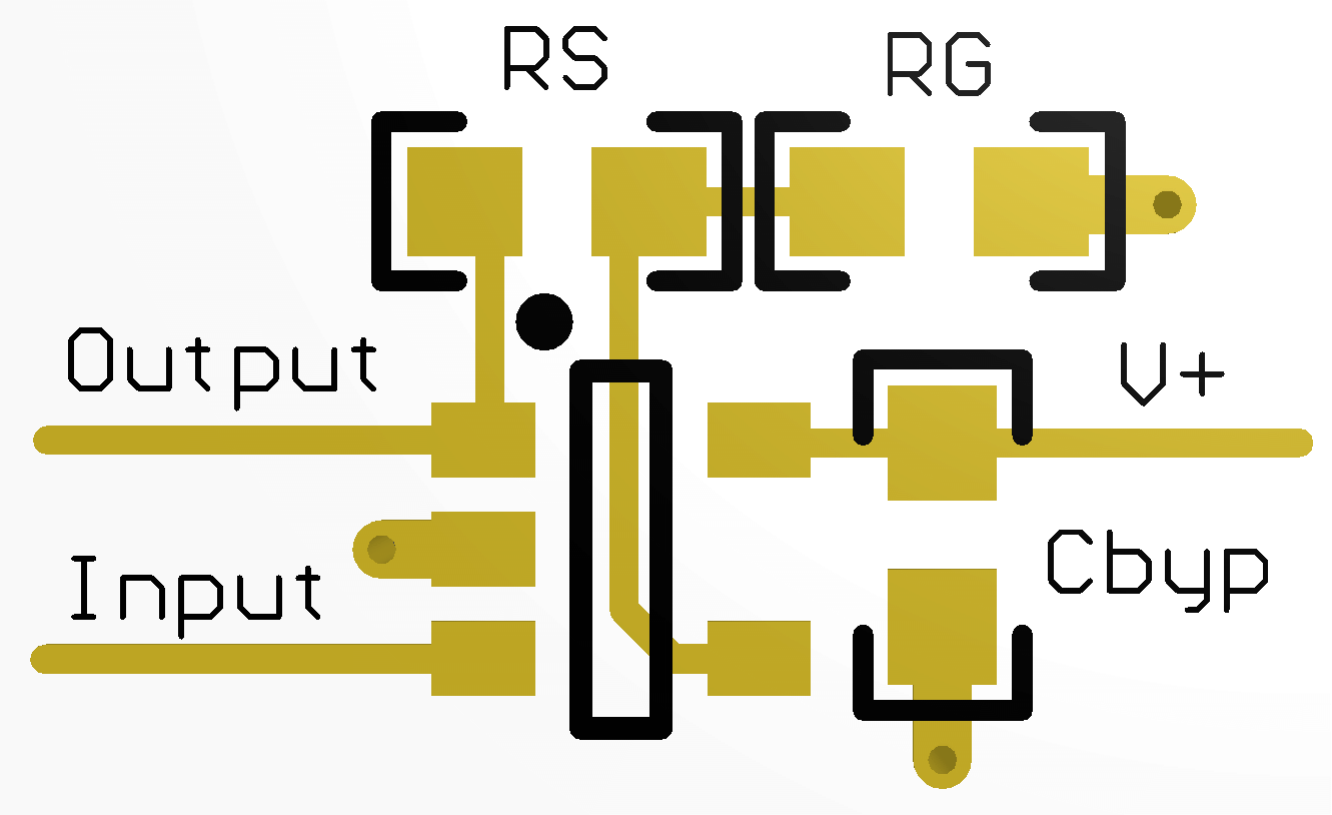



图 **55.** 布局建议


版权 © 2006–2015, Texas Instruments Incorporated

# 11 器件和文档支持

## 11.1 器件支持

### 11.1.1 开发支持

LMV951 PSPICE 模型，http://www.ti.com/cn/lit/zip/snom029

TINA-TI 基于 SPICE 的模拟仿真程序，http://www.ti.com.cn/tool/cn/tina-ti

DIP 适配器评估模块，http://www.ti.com.cn/tool/cn/dip-adapter-evm

TI 通用运算放大器评估模块，http://www.ti.com.cn/tool/cn/opampevm

TI Filterpro 软件，http://www.ti.com.cn/tool/cn/filterpro

WEBENCH®放大器设计器，http://www.ti.com.cn/lsds/ti_zh/analog/webench/amplifiers.page

## 11.2 文档支持

### 11.2.1 相关文档

有关其他 应用，请参阅以下文档：*《AN-31 运算放大器电路集合》*，SNLA140

## 11.3 社区资源

下列链接提供到 TI 社区资源的连接。链接的内容由各个分销商"按照原样"提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 《使用条款》。

**TI E2E™ 在线社区** ***TI 的工程师对工程师 (E2E) 社区。***此社区的创建目的在于促进工程师之间的协作。在 e2e.ti.com 中，您可以咨询问题、分享知识、拓展思路并与同行工程师一道帮助解决问题。

**设计支持** ***TI 参考设计支持*** 可帮助您快速查找有帮助的 E2E 论坛、设计支持工具以及技术支持的联系信息。

## 11.4 商标

E2E is a trademark of Texas Instruments.
WEBENCH is a registered trademark of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

## 11.5 静电放电警告

这些装置包含有限的内置 ESD 保护。 存储或装卸时，应将导线一起截短或将装置放置于导电泡棉中，以防止 MOS 门极遭受静电损伤。

## 11.6 术语表

SLYZ022 — *TI 术语表*。

这份术语表列出并解释术语、缩写和定义。

# 12 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件的最新可用数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。如需获取此产品说明书的浏览器版本，请查看左侧的导航栏。

## PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number | Status (1) | Material type (2) | Package \| Pins | Package qty \| Carrier | RoHS (3) | Lead finish/ Ball material (4) | MSL rating/ Peak reflow (5) | Op temp (°C) | Part marking (6) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LMV951MK/NOPB | Active | Production | SOT-23-THIN (DDC) \| 6 | 1000 \| SMALL T&R | Yes | SN | Level-1-260C-UNLIM | -40 to 125 | AS3A |
| LMV951MK/NOPB.A | Active | Production | SOT-23-THIN (DDC) \| 6 | 1000 \| SMALL T&R | Yes | SN | Level-1-260C-UNLIM | -40 to 125 | AS3A |
| LMV951MKX/NOPB | Active | Production | SOT-23-THIN (DDC) \| 6 | 3000 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-1-260C-UNLIM | -40 to 125 | AS3A |
| LMV951MKX/NOPB.A | Active | Production | SOT-23-THIN (DDC) \| 6 | 3000 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-1-260C-UNLIM | -40 to 125 | AS3A |

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

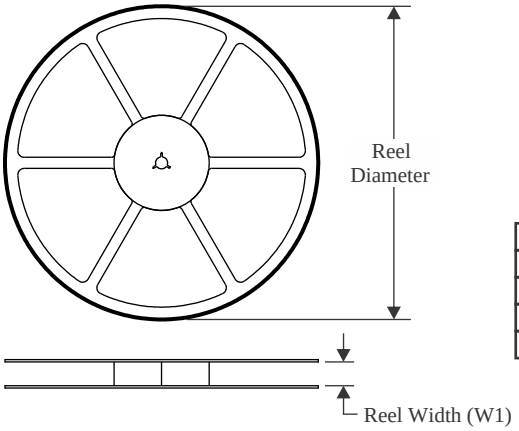
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:**The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

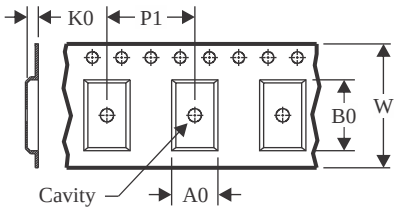
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

## TAPE AND REEL INFORMATION

**REEL DIMENSIONS**

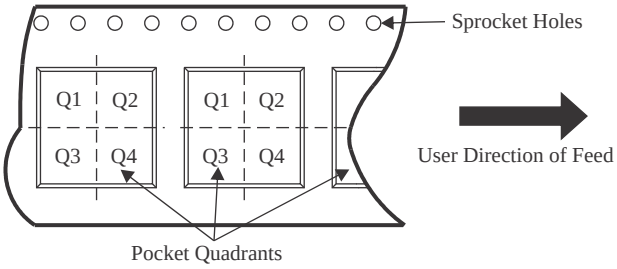



**TAPE DIMENSIONS**




| | |
|---|---|
| A0 | Dimension designed to accommodate the component width |
| B0 | Dimension designed to accommodate the component length |
| K0 | Dimension designed to accommodate the component thickness |
| W | Overall width of the carrier tape |
| P1 | Pitch between successive cavity centers |

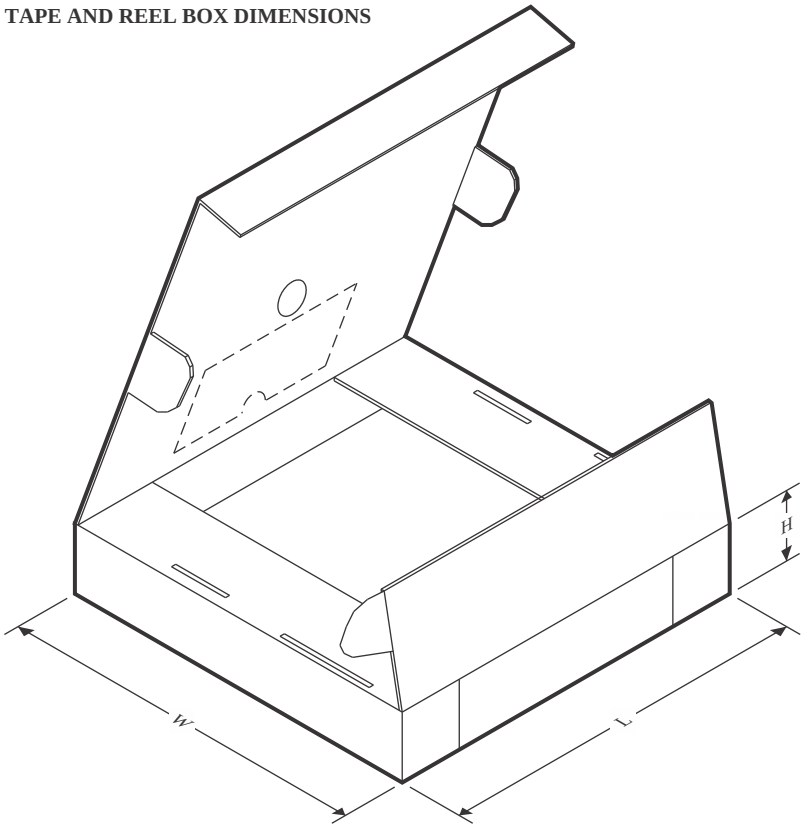
**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**




*All dimensions are nominal

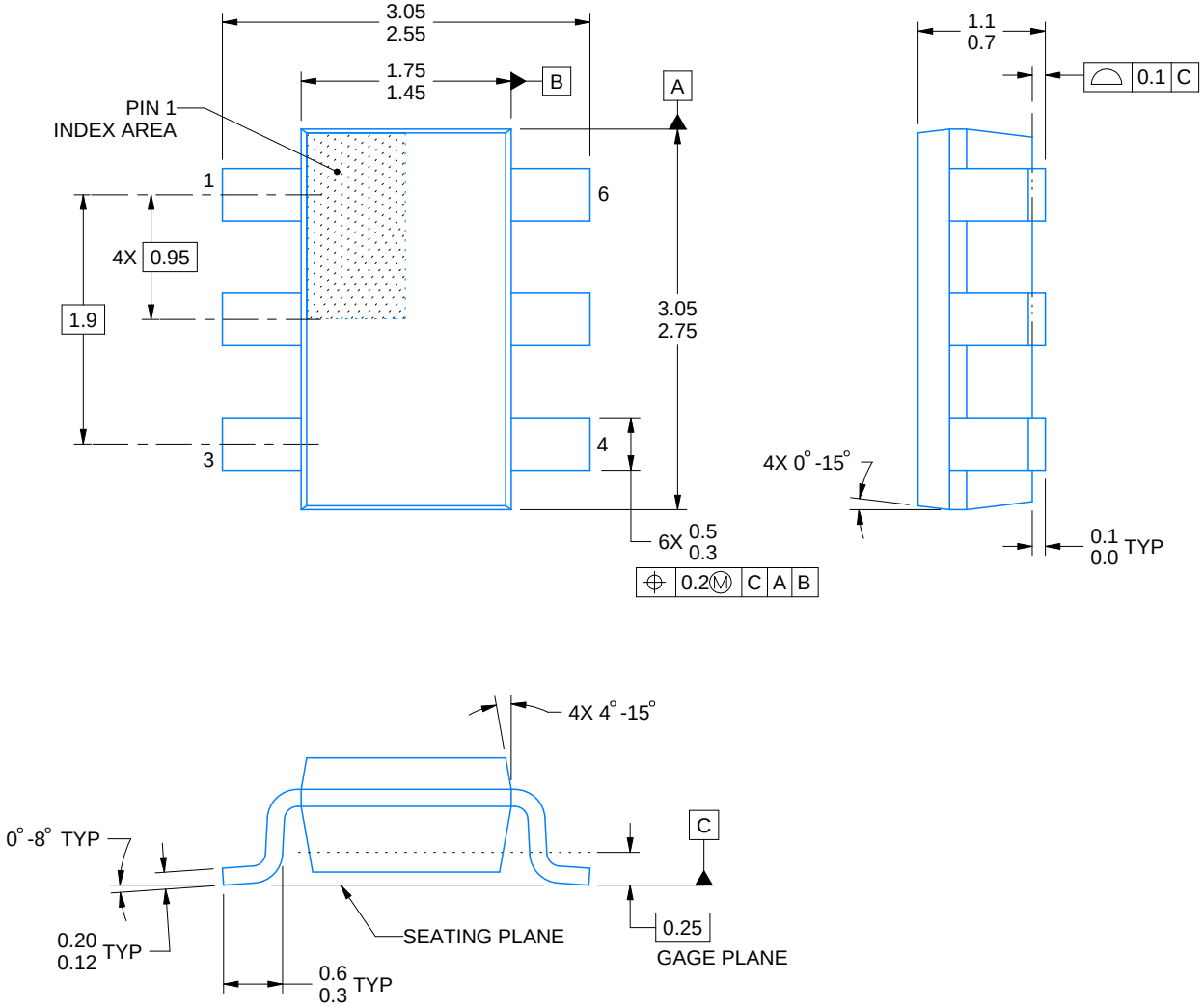
| Device | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LMV951MK/NOPB | SOT-23-THIN | DDC | 6 | 1000 | 178.0 | 8.4 | 3.2 | 3.2 | 1.4 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| LMV951MKX/NOPB | SOT-23-THIN | DDC | 6 | 3000 | 178.0 | 8.4 | 3.2 | 3.2 | 1.4 | 4.0 | 8.0 | Q3 |

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS




*All dimensions are nominal

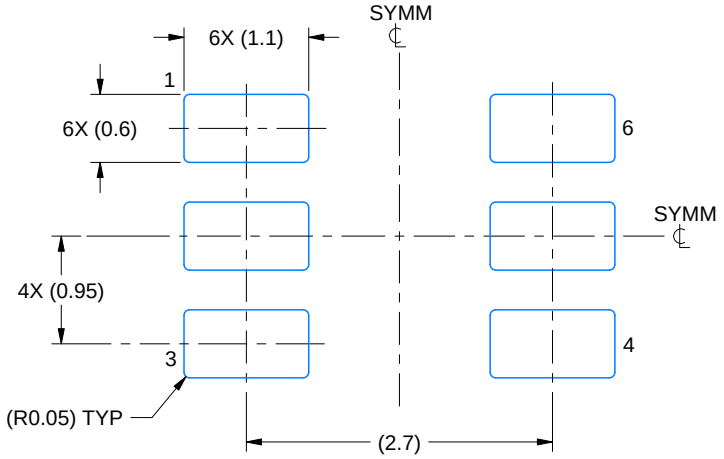
| Device | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LMV951MK/NOPB | SOT-23-THIN | DDC | 6 | 1000 | 208.0 | 191.0 | 35.0 |
| LMV951MKX/NOPB | SOT-23-THIN | DDC | 6 | 3000 | 208.0 | 191.0 | 35.0 |



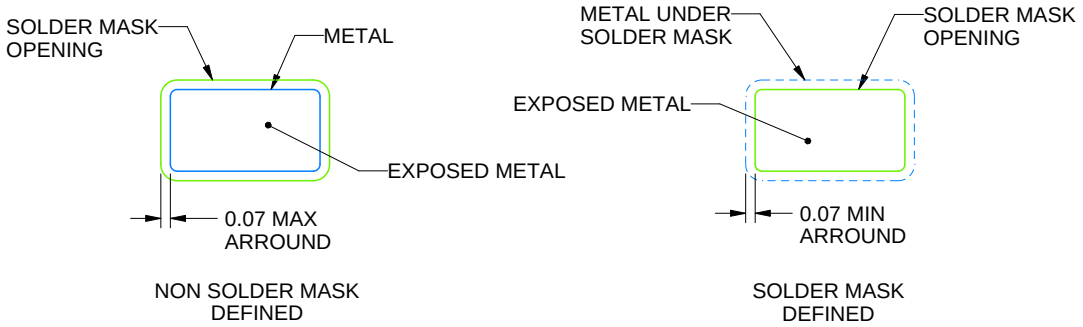

4214841/E 08/2024

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC MO-193.




LAND PATTERN EXAMPLE
EXPLOSED METAL SHOWN
SCALE:15X

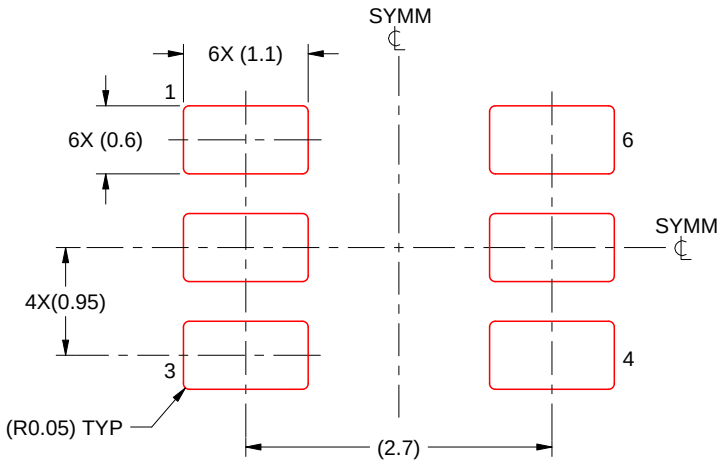



SOLDERMASK DETAILS

4214841/E 08/2024

NOTES: (continued)

4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.




SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 THICK STENCIL
SCALE:15X

4214841/E 08/2024

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

# 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月